

云南省滇中引水二期骨干工程 环境影响报告书

上册

建设单位：云南省滇中引水工程建设管理局

评价单位：云南省水利水电勘测设计院

二〇二二年四月

云南省滇中引水二期骨干工程 环境影响报告书

上册

建设单位：云南省滇中引水工程建设管理局

评价单位：云南省水利水电勘测设计院

CDF-2019-065



持证人签名:
Signature of the Bearer

曹东福

管理号:
File No.:

0007871

姓名: 曹东福
Full Name: Cao Dongfu
性别: 男
Sex: Male
出生年月: 1978年01月
Date of Birth: 1978年01月
专业类别:
Professional Type:
批准日期: 2007年5月13日
Approval Date: 2007年5月13日

签发单位盖章:
Issued by: [Red circular stamp of State Environmental Protection Administration]
签发日期: 2007年5月13日
Issued on: 2007年5月13日

本证书由中华人民共和国人事部和国家环境保护总局批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



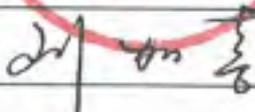
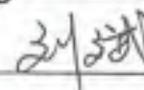
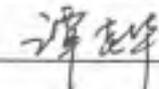
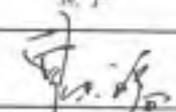
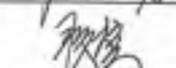
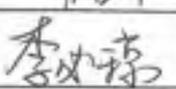
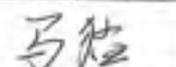
Ministry of Personnel
The People's Republic of China



State Environmental Protection Administration
The People's Republic of China

编号:
No.: 0007871

编制单位和编制人员情况表

项目编号	248yxr		
建设项目名称	云南省滇中引水二期骨干工程		
建设项目类别	51--126引水工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	云南省滇中引水工程建设管理局		
统一社会信用代码	11530000346728242A		
法定代表人 (签章)	刘加喜 		
主要负责人 (签字)	刘斌 		
直接负责的主管人员 (签字)	谭志华 		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	云南省水利水电勘测设计院		
统一社会信用代码	91530000MA6PX8MC03		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
曹东福	07355343506530361	BH019202	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
曹东福	概述、总则、工程分析、评价结论与建议	BH019202	
段莹	工程概况、地下水环境、报告汇总	BH023661	
李必琼	水资源现状及影响评价、生态流量论证、地表水环境现状及影响评价	BH017499	
马猛	陆生生态现状及影响评价、生态敏感区现状及影响评价、制图	BH030867	

吴琦	一期工程回顾性评价、生态流量措施、地表水环境保护措施	BH016577	吴琦
代俊	陆生生态保护措施、水生生态现状评价、制图	BH019254	代俊
杜建海	生态敏感区保护措施、固体废弃物影响及处置措施、制图	BH017640	杜建海
罗圆	社会环境、生产生活废污水影响及处理措施	BH018147	罗圆
杜璇璇	大气环境、声环境	BH022392	杜璇璇
李晟	水源保护区现状及影响评价、制图	BH047121	李晟
杜佩涛	水资源保护措施、环境保护投资估算	BH049624	杜佩涛
邓丽萍	环境管理与监测计划	BH017630	邓丽萍
窦娟	水生生态影响评价及保护措施	BH017627	窦娟
李四强	土壤环境、移民安置环境影响及保护措施	BH019192	李四强
肖潇	环境风险分析	BH028240	肖潇

照片页



大理段宾川东分干线



大理段巍山干线雪峰山隧洞



大理段巍山干线 (东山国家森林公园)



大理段益民海水库



大理段花桥水库



大理段受水小区 (祥云)



楚雄段双柏干线



九龙甸水库



九龙甸水库下游河道



楚雄段受水小区



昆明段黄坡水库



昆明段黄坡水库下游



昆明段大箐水库



昆明段箐水库下游河道



昆明段宝象河水库



昆明段宝象河水库下游河道



大黑箐隧洞进口



云南晋宁南滇池国家湿地公园



玉溪段东风水库



玉溪段红塔干线董炳隧洞（九龙池风景名胜区）



玉溪段红塔干线董炳隧洞出口



玉溪段受水小区



红河段拟建大唐水库



红河段金山坡隧洞出口（异龙湖风景名胜区）



红河段建水跃进水库



红河段建水青云水库



红河段受水小区



红河段拟建杨柳田水库



水文垂向调查



污水处理能力调查



水生生态调查（江边乡）



陆生生态调查

环境影响评价协作单位

中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司

审 定：张 荣

核 定：强继红 李 英

审 查：张 信

校 核：张丽梅 李秋洁

编 写：汪青辽 罗 乐 刘 媛 李秋洁 张 宇

部分环境影响评价专题承担单位

地表水环境影响评价专题

中国水利水电科学研究院

诸葛亦斯 杜 强 李国强 谭红武 余 晓
聂 睿 石浩洋 梁晓旭 李双双 陈一迪

地下水环境影响评价专题

成都理工大学

张 强 许 模 康小兵 凌成鹏 杨艳娜 常启昕 王在敏
秦 榛 李 科 高 朋 高 楠 梁 智 骆茂林 杨四福
何文君 王玉洁 肖姝娴 罗 欢 张金林 彭 琪 施成鹏
范明东 刘 川 李中阳 刘 洋 唐金平 朱志强 张 宇
屈冰双 张子琦 刘庆贺 刘 希

水生生态影响评价专题

中国科学院昆明动物研究所

陈小勇 秦 涛 舒树森 杜丽娜 林 峰 付贵权 罗召君
陈孟芳 宋欣媛 徐路路 吕海丹 李彦知

陆生生态影响评价专题

云南大学

彭明春 王崇云 和兆荣 周新茂 胡建生 蒙 薇 康 娅
彭 磊 苏秀丽 何 萌 李静旖

概 述

一、滇中引水工程项目背景及环境影响评价工作过程

滇中地区是云南省经济社会的核心区，集中了全省 2/5 的人口，1/3 的粮食产量，2/3 的国内生产总值，1/2 的农业总产值，4/5 的工业总产值，3/5 的财政收入。滇中地区直接关系到全省经济社会发展大局，但该地区处于金沙江、澜沧江、红河、南盘江四大水系的分水岭地带，水资源总量仅占全省的 12%，资源性缺水与经济社会快速发展的矛盾日益突出，生态环境用水被大量挤占，严重制约了经济社会的和谐与可持续发展。因此，实施滇中引水工程，已经成为滇中地区实现经济社会绿色高质量发展所必须解决的首要问题。国务院批复的《全国水资源综合规划（2010-2030 年）》、《长江流域综合规划（2012-2030 年）》等全国性水利规划均明确向滇中地区供水是金沙江干流综合利用任务之一。

2003 年 12 月，云南省委托长江勘测规划设计研究有限责任公司（以下简称“长江设计公司”）会同中国水电顾问集团中南勘测设计研究院、昆明勘测设计研究院（以下简称“昆明院”）以及云南省水利水电勘测设计研究院（以下简称“云南省院”），开展滇中调水工程规划的编制工作。2008 年 7 月，云南省人民政府批准了该规划。规划报告推荐金沙江虎跳峡及其以上河段为滇中调水的水源地。因虎跳峡河段开发方案难以决策，滇中调水工程前期工作一度放缓。

2009 年以后，云南省发生了持续数年的严重干旱，水资源短缺矛盾不仅严重影响了滇中地区工农业的发展，而且还造成大范围人畜饮水困难，滇中引水工程建设的紧迫性日益凸现。为加快推进工程前期工作，长江设计公司、昆明院、云南省院于 2010 年 12 月编制完成《滇中引水工程规划报告（2010 年修订）》，2011 年 5 月，水利部印发《关于滇中引水工程规划

的批复》(水规计〔2011〕200号)批准了该规划报告(见附件2)。在2010年4月启动滇中引水工程规划报告修订工作的同时,长江设计公司进行了规划环评的修订工作,于2010年12月编制完成了《滇中引水工程规划(2010年修订)环境影响报告书》。2014年6月,环境保护部以环审〔2014〕135号文印发了审查意见(见附件3)。

2015年7月,三家设计单位编制完成《滇中引水工程可行性研究报告(送审稿)》。2016年2月,水利部印发《关于报送滇中引水工程可行性研究报告审查意见的函》(水规计〔2016〕65号)。2017年4月,国家发改委印发《关于审批云南省滇中引水工程可行性研究报告的通知》(发改农经〔2017〕687号)批复了可研报告。

滇中引水工程的建设任务为:解决滇中地区的城镇生活、工业、农业和生态用水。工程受水区包括丽江、大理、楚雄、昆明、玉溪及红河的35个县(市、区),总面积3.69万 km^2 ,工程设计年引水量34.03亿 m^3 (2040年,渠首断面),其中:城镇生活和工业供水量22.31亿 m^3 ,灌溉供水量5.0亿 m^3 ,生态环境补水量6.72亿 m^3 。滇中引水工程(一期)建设内容由水源工程和输水总干渠组成,水源工程在金沙江石鼓河段无坝引水,采用一级泵站提水,泵站设计流量为 $135\text{m}^3/\text{s}$,设计净扬程为219m;输水总干渠经过丽江市、大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市,终点为红河州的蒙自,线路总长为664.236km,以隧洞为主(611.986km,占92.13%),设计引水流量为 $135\text{m}^3/\text{s}$ - $20\text{m}^3/\text{s}$,工程施工总工期为96个月。工程总投资为825.76亿元。

受滇中引水办委托,昆明院作为牵头单位,联合长江设计公司和云南省院编制《滇中引水工程环境影响报告书》。2016年8月,环保部《关于滇中引水工程环境影响报告书的批复》(环审〔2016〕115号)对报告书进行了批复(见附件4)。2016年上半年,昆明院、云南省环境科学研究院、云

南省环境工程评估中心编制了《滇中引水工程受退水区水污染防治规划（2013-2040年）》。2017年5月，云南省人民政府《关于滇中引水工程受退水区水污染防治规划》（云政复〔2017〕27号）对规划报告进行了批复。

2018年3月，水利部以水许可决〔2018〕20号文对滇中引水工程初步设计报告做出了行政许可。2018年10月，滇中引水工程（一期）开工建设。

二、滇中引水二期工程项目特点及环境影响评价工作过程

二期工程为一期工程输水总干渠分水口至水厂、灌区、湖泊等配水节点之间的输水、提水、调蓄等工程，不包括水厂及其以下的配水管网和灌溉田间工程。云南省院作为技术总负责和成果汇总单位，联合受水区涉及州、市委托的勘测设计单位，共同完成二期工程的可行性研究勘测设计工作。

滇中引水二期工程涉及6个州（市），共布置线路156条，输水线路全长1833.87km。共布置提水泵站54座，总装机222.47MW。共利用调蓄水库53座（其中5座列入二期工程建设，总库容5729万 m^3 ），兴利库容共8.54亿 m^3 ，充蓄水量3.06亿 m^3 ，此外利用滇池调蓄水量0.74亿 m^3 。工程总工期70个月，总投资407.55亿元。二期工程总体布局见附图1。

2020年9月，根据《水利部办公厅关于云南省滇中引水二期工程可行性研究报告的意见》的要求（见附件5），二期工程的审批权限执行《国家发展改革委关于下放政府出资水利项目审批事项的通知》（发改农经〔2017〕2296号）的规定，符合大型引调水工程标准（引水流量50-10 m^3/s 、年引水量10-3亿 m^3 ）的建设内容将报中央审批。按照《调水工程设计导则》（SL430-2008）规定的大型引调水工程标准，将二期工程划分为骨干工程和配套工程。

骨干工程涉及5个州（市），共布置9条干线及1条滇池引出线，输水线路全长114.29km，共布置31个输水建筑物，主要为隧洞（69.81km，占

比 61.08%), 其次为管道 (38.61km, 占比 33.79%)。共布置提水泵站 4 座, 总装机 65.50MW。共建设调蓄水库 4 座 (2 座扩建、2 座新建), 总库容 5199 万 m³。工程总工期 70 个月, 总投资 107.21 亿元。2020 年 12 月, 水利部水利水电规划设计总院对滇中引水二期骨干工程可研报告进行了审查, 并于 2021 年 4 月出具了审查意见 (见附件 6)。

配套工程涉及 6 个州(市), 共布置线路 155 条, 输水线路全长 1719.58km, 共布置 539 个输水建筑物, 主要为管道 (1141.22km, 占比 66.37%), 其余为隧洞、倒虹吸、明渠 (箱涵)、渡槽。共布置提水泵站 50 座, 总装机 156.97MW。建设调蓄水库 1 座, 总库容 530.2 万 m³。工程总工期 65 个月, 总投资 300.34 亿元。2022 年 1 月, 云南省发展改革委以云发改农经[2022]12 号文批复了二期配套工程可研报告。

根据二期工程划分为骨干和配套工程的实际情况, 本次配套工程环境影响评价按照不同环境要素拟定评价原则: 水资源、地表水环境、水生生态三个要素, 由于骨干和配套工程是作为一个整体对受退水区造成影响, 因此该三要素环境影响评价不区分骨干和配套工程; 地下水环境、陆生生态、环境敏感区等环境要素及施工期环境影响, 由于影响范围、方式等与工程建设内容紧密相关, 需区分骨干和配套工程分别进行评价; 环境保护措施及相应投资, 按照骨干、配套工程建设内容分别计列。

接受委托后, 评价单位按照环境影响评价相关技术导则和规范要求, 对评价区先后开展了多次现场调查, 收集各州(市)相关资料, 对评价区各环境要素、环境敏感问题进行识别。在此基础上, 结合《滇中引水工程环境影响报告书》及批复中的相关要求, 确定本次评价工作范围和重点。在工作过程中, 评价单位积极参与项目选址选线工作, 优化工程方案, 尽可能减轻对评价区生态环境产生的不利影响, 避免破坏性影响。在系统收集评价区环境监测资料的基础上, 委托环境监测单位对评价区地表水环境

开展了三期（丰、平、枯）监测，对声环境、空气环境、地下水环境、土壤环境进行了监测，委托中国水利水电科学研究院、成都理工大学、云南大学、中国科学院昆明动物研究所分别开展了地表水环境、地下水环境、陆生生态、水生生态 4 个评价专题。环评报告编制过程中，评价单位配合建设单位、各州（市）滇中引水办开展了公众参与，在各级政府网站、报纸等媒体进行了公示，向受水区政府机关、居民发放调查问卷，并在受水区张贴公示，广泛征求公众意见，解答公众提出的相关问题。

由于二期工程增加了部分调蓄水库、供水结构有所调整，云南省生态环境科学研究院牵头开展了《〈滇中引水工程受退水区水污染防治规划（2013-2040 年）〉实施效果评估报告》和《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040 年）》编制工作。2022 年 3 月 31 日，云南省人民政府《关于滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040 年）的批复》（云政复〔2022〕15 号）进行了批复（见附件 22）。

三、关注的主要环境问题及环境影响

1、对生态敏感区的影响

工程线路长，位于各类生态敏感区分布密集的云南省滇中地区。工程建设对各类生态敏感区的影响为本项目的重点工作内容之一。环评项目组全程参与了工程方案的选址选线论证工作，提出了众多优化调整的意见和建议，但经避让工程仍涉及 4 个生态敏感区。其中涉及 2 个省级风景名胜区、1 个国家森林公园、1 个国家湿地公园及部分生态保护红线，各生态敏感区内的工程施工活动势必对敏感区的生态环境、景观质量等产生一定不利影响。工程不涉及这些生态敏感区的核心区域以及其他法定禁止建设的区域，部分线路以生态环境无害化（隧洞）方式穿越。在采取严格控制施工占地范围、工程完建后落实植被和景观恢复等措施后，对各生态敏感区的影响是可以接受的。

2、对退水区河流水质的影响

受水区位于四大水系分水岭，河流源短流小，水资源匮乏。加之滇中地区为云南省社会经济发展集中区和人口稠密区，水污染治理压力大。本工程远期水平年调水 34.03 亿 m^3 ，其中生产生活用水 27.31 亿 m^3 ，经各行业用水后产生退水 5.8 亿 m^3 ，退入 11 条一级支流及其二、三级支流，产生的污染负荷势必加剧这些河流的水污染治理压力。云南省对《滇中引水工程受退水区水污染防治规划（2013-2040 年）》进行了补充，补充了相关水污染防治措施，省人民政府对水污染补充规划进行了批复。本工程通水运行后，在落实水污染防治补充规划提出的水污染防治措施后，退水区河流总体上可以满足水质目标要求。

3、生态流量保障

滇中地区水资源缺乏、供求矛盾突出，生产生活用水挤占河流、湖库生态用水现象显著。本工程水资源配置充分考虑了受退水区生态用水需求，各调蓄水库枯水期按坝址断面多年平均水量的 10%、丰水期按 30%配置生态水量，其中补偿调节水库共配置生态水量 3.54 亿 m^3 ，充蓄调节水库配置生态水量 1.34 亿 m^3 ，合计 4.88 亿 m^3 。《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040 年）》已将补偿调节水库生态流量改造措施及投资纳入规划。对于充蓄调节水库，本项目已对各已建充蓄水库的坝下河道形态、水生生态、供水方式等进行了调查，提出了泄放生态流量改造措施，设计水平年各调蓄水库生态流量下泄方案有望得到实施。另外，本工程兼顾生态补水功能，共补充滇池、杞麓湖、异龙湖生态水量 6.72 亿 m^3 。因此，本工程建设运行后，将改变受水区水资源紧张局面，大幅增加生态用水，将有力改善受退水区河流、湖库水生态环境质量。

4、施工期环境影响

本工程施工线路长，占地范围广（总占地面积 1030.08 hm^2 ），施工作业

面多，施工过程中产生隧洞排水、生产生活废污水、废气、废渣、生活垃圾和噪声污染，对评价区环境质量产生影响。在采取严格限制施工占地范围、废污水处理、垃圾收集清运、洒水降尘和噪声防护等措施后，施工期影响得以减缓。

四、报告书主要结论

本工程是滇中引水工程真正发挥供水效益不可或缺的重要组成部分，工程建设符合国家相关产业政策和相关法律法规的规定，与相关规划相协调。在采取废污水处理、生态修复等措施后，施工期影响和对生态敏感区的影响可以得到控制。在严格落实水污染防治补充规划后，退水区河流总体上可以满足水质目标要求。本工程不存在重大环境制约因素，工程建设是可行的。

五、致谢

在本次环评工作中，评价单位得到了生态环境部、生态环境部环境工程评估中心、水利部水利水电规划设计总院、云南省生态环境厅、云南省水利厅、云南省滇中引水工程建设管理局、云南省环境工程评估中心以及丽江市、大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市、红河州以及下辖各级政府部门的大力支持。在报告书编制过程中得到了中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司、中国水利水电科学研究院、成都理工大学、云南大学、中国科学院昆明动物研究所、长江设计集团有限公司、云南省生态环境科学研究院、云南湖柏环保科技有限公司以及各州（市）委托的勘测设计单位等技术协作单位的大力协助。在此一并表示衷心的感谢。

目 录

1 总则	1
1.1 任务由来	1
1.2 评价目的	1
1.3 编制依据	2
1.3.1 法律法规	2
1.3.2 部门规章	4
1.3.3 政策性文件	4
1.3.4 技术规范	6
1.3.5 主要技术文件	7
1.4 评价原则	7
1.5 评价等级	8
1.6 评价水平年与评价范围	11
1.6.1 评价水平年	11
1.6.2 评价范围	11
1.7 环境保护标准	14
1.7.1 环境质量标准	14
1.7.2 污染物排放标准	23
1.8 环境影响识别及主要环境影响因子筛选	24
1.8.1 环境影响要素识别	24
1.8.2 环境影响因子确定	25
1.8.3 环境影响评价重点	26
1.9 环境保护目标	26
1.9.1 环境敏感区	26
1.9.2 环境保护目标	28

1.10	环境影响评价程序.....	32
2	工程概况.....	33
2.1	规划环评情况.....	33
2.1.1	规划环评主要结论.....	33
2.1.2	规划环评审查意见.....	34
2.2	工程建设的必要性.....	36
2.3	工程任务与规模.....	38
2.3.1	工程建设任务.....	38
2.3.2	受水区范围.....	38
2.3.3	设计水平年.....	40
2.3.4	设计保证率.....	40
2.3.5	水资源配置方案.....	40
2.4	二期工程总体布局.....	44
2.4.1	总干渠分水口门总体布局.....	44
2.4.2	调蓄工程总体布局.....	45
2.4.3	输水工程总体布局.....	51
2.5	二期骨干工程建设内容.....	58
2.5.1	二期骨干和配套工程划分原则.....	58
2.5.2	二期骨干工程建设内容.....	58
2.6	施工规划.....	64
2.6.1	施工条件.....	64
2.6.2	施工料源.....	65
2.6.3	施工导流.....	66
2.6.4	主体工程施工.....	66
2.6.5	施工交通运输.....	70

2.6.6	施工布置	72
2.6.7	施工总进度	75
2.7	建设征占地及移民安置	75
2.7.1	建设征占地	75
2.7.2	移民安置	76
2.7.3	复建工程	77
2.8	工程运行管理	77
2.8.1	工程管理	77
2.8.2	运行调度	78
2.9	投资估算	79
2.10	一期工程回顾性评价	79
2.10.1	一期工程概况	79
2.10.2	一期工程环评主要结论及批复要求	90
2.10.3	一期工程回顾性评价	109
3	工程分析	126
3.1	工程的符合性分析	126
3.1.1	与相关政策的符合性分析	126
3.1.2	与相关法律法规的符合性分析	139
3.1.3	与相关规划的符合性分析	150
3.2	工程方案的环境合理性分析	163
3.2.1	工程选址的环境合理性	163
3.2.2	水资源配置方案合理性	183
3.2.3	二期工程分水口门及规模合理性	186
3.2.4	受水区用水结构环境合理性	188
3.2.5	二期工程退水方案的合理性	191

3.2.6	调蓄方案的合理性	193
3.2.7	调蓄水库水质目标可达性分析	200
3.2.8	渠首引水过程的合理性	207
3.2.9	利用洱海调蓄的可行性分析	231
3.2.10	移民安置方案的环境合理性分析	232
3.3	影响源分析	233
3.3.1	施工期影响源分析	233
3.3.2	运行期影响源分析	240
4	环境现状	243
4.1	流域概况	243
4.1.1	金沙江流域概况	244
4.1.2	澜沧江流域概况	245
4.1.3	红河流域概况	246
4.1.4	南盘江流域概况	247
4.1.5	补水湖泊概况	247
4.2	评价区自然环境概况	251
4.2.1	地形地貌	251
4.2.2	地质环境	251
4.2.3	气候条件	252
4.2.4	水土流失	253
4.3	水文、径流及水资源	254
4.3.1	水文	254
4.3.2	降雨径流	260
4.3.3	水资源	261
4.3.4	生态流量现状	262

4.4	地表水环境.....	266
4.4.1	污染物排放情况	266
4.4.2	地表水水质	269
4.4.3	生态补水湖泊水环境质量现状	291
4.4.4	滇中引水工程水污染防治措施落实情况	299
4.4.5	受退水区水质变化趋势	314
4.5	地下水环境.....	322
4.5.1	水文地质条件	322
4.5.2	地下水开发利用现状	324
4.5.3	地下水环境现状评价	326
4.6	空气和声环境.....	327
4.6.1	空气环境现状	327
4.6.2	声环境现状	329
4.7	土壤环境.....	331
4.7.1	土壤类型及分布	331
4.7.2	土壤环境质量现状	333
4.8	陆生生态.....	342
4.8.1	陆生生态现状调查历程	342
4.8.2	现状调查与评价方法	344
4.8.3	土地利用现状	348
4.8.4	植被现状	348
4.8.5	生态系统	362
4.8.6	景观生态现状	365
4.8.7	陆生维管束植物	367
4.8.8	陆生脊椎动物	374
4.9	水生生态.....	419

4.9.1	现状调查工作情况	420
4.9.2	水生生物资源	428
4.9.3	鱼类	433
4.9.4	其他水生生物	500
4.10	环境敏感区	501
4.10.1	玉溪红塔山市级自然保护区	501
4.10.2	昆明滇池国家级风景名胜区	503
4.10.3	玉溪九龙池风景名胜区	504
4.10.4	石屏异龙湖省级风景名胜区	506
4.10.5	弥渡东山国家森林公园	508
4.10.6	石屏异龙湖重要湿地（湿地公园）	509
4.10.7	云南晋宁南滇池国家湿地公园	510
4.10.8	饮用水水源保护区	511
4.10.9	生态保护红线	514
4.11	基本农田、公益林	517
4.12	评价区存在主要环境问题	517

附表:

附表 1 弃渣场生境情况一览表

附录:

附录 1 野外调查群落样地记录

附录 2 评价区陆生维管束植物

附录 3 评价区陆栖脊椎动物名录

附件:

附件 1 委托书及相应证明

附件 2 滇中引水工程规划批复

附件 3 滇中引水工程规划环评(2010年修订)审查意见

附件 4 滇中引水工程环境影响报告书批复

附件 5 水利部办公厅关于滇中引水二期工程可研报告的意见

附件 6 滇中引水二期骨干工程可行性研究报告审查意见

附件 7 地表水水质监测报告(丰水期)

附件 8 地表水水质监测报告(平水期)

附件 9 地表水水质监测报告(枯水期)

附件 10 声环境监测报告

附件 11 大气环境监测报告

附件 12 土壤环境监测报告

附件 13 玉溪市林草局关于滇中引水二期工程涉及环境敏感区的意见

附件 14 红河州林草局关于滇中引水二期工程涉及国家湿地公园、风景名胜区的意见

附件 15 云南省林草局关于滇中引水二期骨干工程大黑箐隧洞与各级

自然保护地位置关系的函

附件 16 云南省林草局关于滇中引水二期骨干工程占用南滇池国家湿地公园生态影响有关意见的函

附件 17 昆明市滇池管理局关于滇中引水二期骨干工程大黑箐隧洞占用滇池保护区的审查意见

附件 18 红河州人民政府关于滇中引水二期工程涉及水源保护区的意见

附件 19 楚雄州人民政府关于滇中引水二期工程涉及水源保护区的意见

附件 20 玉溪市人民政府关于滇中引水二期工程涉及水源保护区的意见

附件 21 弥渡县林草局关于滇中引水二期工程穿越弥渡国家森林公园的意见

附件 22 云南省人民政府关于滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040 年）的批复

附件 23 云南省人民政府关于滇中引水二期骨干工程占用生态保护红线不可避免性论证意见

附图：

附图 1 滇中引水二期工程地理位置示意图

附图 2 滇中引水二期工程总体布局示意图

附图 3 滇中引水二期骨干工程大理段总体布局示意图

附图 4 滇中引水二期骨干工程楚雄段总体布局示意图

附图 5 滇中引水二期骨干工程昆明段总体布局示意图

附图 6 滇中引水二期骨干工程玉溪段总体布局示意图

- 附图 7 滇中引水二期骨干工程红河段总体布局示意图
- 附图 8 滇中二期骨干工程水系图
- 附图 9 滇中引水工程受水区分区示意图
- 附图 10 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状总图
- 附图 10-1 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状图（大理、楚雄段）
- 附图 10-2 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状图（昆明段）
- 附图 10-3 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状图（玉溪段）
- 附图 10-4 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状图（红河段）
- 附图 11 滇中引水二期骨干工程评价区植被现状总图
- 附图 11-1 滇中引水二期骨干工程评价区植被现状图（大理、楚雄段）
- 附图 11-2 滇中引水二期骨干工程评价区植被现状图（昆明段）
- 附图 11-3 滇中引水二期骨干工程评价区植被现状图（玉溪段）
- 附图 11-4 滇中引水二期骨干工程评价区植被现状图（红河段）
- 附图 12 滇中引水二期骨干工程评价区保护动物分布示意图
- 附图 13 滇中引水二期骨干工程陆生生态调查路线和调查点位图
- 附图 14 滇中二期骨干工程与生态敏感区位置关系示意图
- 附图 15 大理段巍山干线与东山国家森林公园位置关系图
- 附图 16 玉溪段董炳隧洞与九龙池风景名胜区位置关系图
- 附图 17 红河段石屏干线与石屏异龙湖风景名胜区位置关系图
- 附图 18 大黑箐隧洞与云南晋宁南滇池国家湿地公园位置关系图
- 附图 19 滇中二期骨干工程与水源保护区位置关系示意图
- 附图 20 楚雄段双柏干线与九龙甸水库水源保护区位置关系图
- 附图 21 大黑箐隧洞与昆明柴河水库水源保护区位置关系图
- 附图 22 玉溪段骨干工程与东风水库水源保护区位置关系图

附图 23 红河段石屏干线与石屏县阿白冲水库饮用水源保护区位置关系图

附图 24 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用预测总图

附图 24-1 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用预测图（大理、楚雄段）

附图 24-2 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用预测图（昆明段）

附图 24-3 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用预测图（玉溪段）

附图 24-4 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用预测图（红河段）

附图 25 滇中引水二期骨干工程评价区植被类型预测总图

附图 25-1 滇中引水二期骨干工程评价区植被类型预测图（大理、楚雄段）

附图 25-2 滇中引水二期骨干工程评价区植被类型预测图（昆明段）

附图 25-3 滇中引水二期骨干工程评价区植被类型预测图（玉溪段）

附图 25-4 滇中引水二期骨干工程评价区植被类型预测图（红河段）

附图 26 滇中引水二期骨干工程(大理段)环评工作图

附图 27 滇中引水二期骨干工程(楚雄段)环评工作图

附图 28 滇中引水二期骨干工程(昆明段)环评工作图

附图 29 滇中引水二期骨干工程(玉溪段)环评工作图

附图 30 滇中引水二期骨干工程(红河段)环评工作图

附图 31 滇中引水二期骨干工程(大理段)环保措施典型布置图

附图 32 滇中引水二期骨干工程(楚雄段)环保措施典型布置图

附图 33 滇中引水二期骨干工程(昆明段)环保措施典型布置图

附图 34 滇中引水二期骨干工程(玉溪段)环保措施典型布置图

附图 35 滇中引水二期骨干工程(红河段)环保措施典型布置图

1 总则

1.1 任务由来

滇中引水工程是国务院确定的 172 项重大节水供水工程中的标志性工程，是云南省有史以来投资最大的民生福祉工程，对云南实现 2035 年远景目标和 2050 年与全国同步全面实现社会主义现代化意义重大。

滇中引水二期工程包含骨干和配套工程，是一期工程输水总干渠分水口以下输配水至各受水区的工程，是滇中引水工程的有机组成部分，是在一期工程基础上进一步对受水区进行分解细化，完善引水工程的水资源配置，二期工程对滇中引水工程意义重大。根据省滇中引水办的工作安排，由云南省院作为技术总负责和成果汇总单位，联合受水区州（市）委托的勘测设计单位，共同完成二期工程的可行性研究勘测设计工作。云南省水利水电勘测设计院承担《滇中引水二期骨干工程环境影响报告书》的编制工作（见附件 1）。

1.2 评价目的

根据滇中引水二期骨干工程特点、所处区域环境特征，以及国家有关法律法规要求，评价的主要目的在于：

（1）调查输水线路区、受水区和退水区的水环境、大气环境、声环境、生态环境和土壤环境现状，识别工程建设涉及的环境保护敏感目标，分析是否存在重大环境制约因素。根据云南省环境功能区划，明确本工程涉及区域的环境功能，分析存在的主要环境问题，评价环境质量变化发展趋势。

（2）对一期工程进行回顾性评价，对照一期工程环评报告及批复文件要求，核实环境保护措施的落实及安排情况，分析已采取环境保护措施效果及存在问题，提出改善建议。梳理二期工程较一期工程环评阶段，在调蓄工程布局、渠首引水过程、受水区水资源配置等方面的变化情况，并分

析其环境合理性。

(3) 预测分析评价工程建设及运行带来的各种环境影响。

(4) 针对工程建设、运行带来的不利影响，制定切实可行的环保对策和减免措施，维护区域环境功能、生态系统完整性及生物多样性，达到改善民生与生态保护可持续发展等要求，充分发挥工程的经济、社会和环境效益，促进滇中地区生态环境的良性发展。

(5) 拟定工程施工及运行期的环境监测方案，动态掌握工程环境影响状况，并及时作出反馈，对环境保护措施进行修正和改进，保证工程环境保护工作的实施效果达到相应环保要求。

(6) 制定环境监督、管理和环境监理计划，明确各方的任务和职责，为环境保护措施的实施提供依据。

(7) 分析预测环境保护措施实施后，工程涉及区域环境质量的总体变化趋势，从环境影响角度论证工程建设的可行性，从而为工程的方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

1.3 编制依据

1.3.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》2014年4月修订；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018年12月修正；
- (3) 《中华人民共和国水法》2016年7月修正；
- (4) 《中华人民共和国森林法》2019年12月修订；
- (5) 《中华人民共和国土地管理法》2019年8月修改；
- (6) 《中华人民共和国文物保护法》2017年11月修改；
- (7) 《中华人民共和国野生动物保护法》2018年10月修改；
- (8) 《中华人民共和国水污染防治法》2017年6月修正；

- (9)《中华人民共和国大气污染防治法》2018年10月修正；
- (10)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》2020年4月修订；
- (11)《中华人民共和国环境噪声污染防治法》2018年12月修改；
- (12)《中华人民共和国水土保持法》2010年12月修订；
- (13)《中华人民共和国传染病防治法》2013年6月修正；
- (14)《中华人民共和国渔业法》2013年12月修正；
- (15)《中华人民共和国矿产资源法》2009年8月修正；
- (16)《中华人民共和国防洪法》2016年7月修改；
- (17)《中华人民共和国长江保护法》2020年12月；
- (18)《中华人民共和国湿地保护法》2021年12月；
- (19)《中华人民共和国河道管理条例》2017年修订；
- (20)《中华人民共和国城市供水条例》2018年3月修订；
- (21)《中华人民共和国自然保护区条例》2017年10月修改；
- (22)《中华人民共和国野生植物保护条例》2017年10月修订；
- (23)《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》2016年2月修订；
- (24)《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》2013年12月修订；
- (25)《建设项目环境保护管理条例》2017年7月修订；
- (26)《中华人民共和国土地管理法实施条例》2014年7月修订；
- (27)《中华人民共和国水土保持法实施条例》2011年1月修订；
- (28)《中华人民共和国文物保护法实施条例》2017年3月修订；
- (29)《基本农田保护条例》2011年1月修订；
- (30)《风景名胜区条例》2016年2月修订；
- (31)《地下水管理条例》2021年9月；
- (32)《云南省环境保护条例》2005年8月；
- (33)《云南省自然保护区管理条例》2000年11月；

(34)《云南省风景名胜区条例》2011年。

1.3.2 部门规章

(1)《产业结构调整指导目录(2019年本)》(国家发改委令第29号);

(2)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021版)》(生态环境部令第16号);

(3)《饮用水水源保护区污染防治管理规定(2010年修正本)》(环境保护部令第16号);

(4)《湿地保护管理规定》(国家林业局令第48号修改);

(5)《国家级森林公园管理办法》(国家林业局令第27号);

(6)《森林公园管理办法》(国家林业局令第42号);

(7)《建设项目使用林地审核审批管理办法》(国家林业局令第35号);

(8)《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第4号);

(9)《云南省地表水水环境功能区划(2010~2020年)》2014年4月;

(10)《云南省水功能区划(2014年修订)》2015年8月;

(11)《国家重点保护野生动物名录》(2021年2月);

(12)《国家重点保护野生植物名录》(2021年8月)。

1.3.3 政策性文件

(1)《关于印发全国主体功能区规划的通知》(国发〔2010〕46号);

(2)《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发〔2015〕17号);

(3)《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》(国发〔2016〕31号);

(4)《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》(国发〔2013〕37号);

- (5)《关于实行最严格水资源管理制度的意见》(国发〔2012〕3号);
- (6)《国务院办公厅关于加强饮用水安全保障工作的通知》(国办发〔2005〕45号);
- (7)《国务院办公厅关于做好自然保护区管理有关工作的通知》(国办发〔2010〕63号);
- (8)《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》(环发〔2015〕57号);
- (9)《关于印发长江经济带生态环境保护规划的通知》(环规财〔2017〕88号);
- (10)《国务院关于印发全国生态环境保护纲要的通知》(国发〔2000〕38号);
- (11)《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革,推动经济高质量发展的指导意见》(环规财〔2018〕86号);
- (12)《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》(环环评〔2016〕150号);
- (13)《水利建设项目(引调水工程)环境影响评价文件审批原则(试行)》(环办环评〔2016〕114号);
- (14)《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2013〕86号);
- (15)《水利部 环境保护部关于加强水利工程建设生态环境保护工作的通知》(水规计〔2017〕315号);
- (16)《国家林业局办公室关于进一步加强林业自然保护区监督管理工作的通知》(办护字〔2017〕64号);
- (17)《国家林业局关于印发国家湿地公园管理办法的通知》(林湿发〔2017〕150号);

(18)《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》(2017年2月7日中共中央办公厅、国务院办公厅印发);

(19)《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》(2019年11月1日中共中央办公厅、国务院办公厅印发);

(20)《自然资源部 生态环境部办公厅关于开展生态保护红线评估工作的函》(自然资办函〔2019〕1125号);

(21)《自然资源部 国家林业和草原局关于做好自然保护区范围及功能分区优化调整前期有关工作的函》(自然资函〔2020〕71号);

(22)《云南省人民政府关于印发云南省主体功能区规划的通知》(云政发〔2014〕1号);

(23)《云南省环境保护厅关于印发单云南省生态功能区划的通知》(2009年11月17日);

(24)《云南省人民政府关于印发云南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要的通知》(云政发〔2021〕4号)。

1.3.4 技术规范

(1)《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);

(2)《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018);

(3)《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018);

(4)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009);

(5)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011);

(6)《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T88-2003);

(7)《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016);

(8)《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ964-2018);

(9)《水域纳污能力计算规程》(SL348-2006);

- (10)《河湖生态环境需水计算规范》(SL/Z712-2014);
- (11)《环境监测技术规范》(原国家环境保护总局,1996年);
- (12)《大气污染物无组织排放监测技术导则》(HJ/T55-2000);
- (13)《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002);
- (14)《地下水环境监测技术规范》(HJ/T164-2016)。

本节未列出的其他专业技术规定,应符合国家现行的相关标准和规范。

1.3.5 主要技术文件

- (1)《滇中引水工程规划报告(2010年修订)》(2011.4);
- (2)《滇中引水工程规划报告(2010年修订)环境影响报告书》(2011.1);
- (3)《滇中引水工程环境影响报告书》(2016.8);
- (4)《滇中引水工程初步设计报告》(2018.3);
- (5)《滇中引水工程环境保护总体设计报告》(2021.2);
- (6)《云南省滇中引水二期配套工程可行性研究报告》(2021.4);
- (7)《云南省滇中引水二期骨干工程可行性研究报告》(2021.4);
- (8)《滇中引水工程受退水区水污染防治规划(2013-2040年)》;
- (9)《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划(2019-2040年)》。

1.4 评价原则

(1)可持续发展原则:通过本工程可行性研究阶段的环境影响评价,识别工程施工和运行过程中所带来的主要环境影响,提出减免措施,协调好工程建设与环境保护的关系,实现可持续发展。

(2)科学客观公正原则:本着科学、客观、公正的原则,综合考虑工程对各环境因子及其所构成的生态系统可能造成的不利影响,为决策提供科学依据。

(3)符合国家产业政策并与相关规划相协调的原则:工程建设必须符合

合国家和地方政策及法律法规要求，同时应协调好工程建设与工程区域其他行业的规划要求，采取措施避免和减小工程建设对其它规划的影响。

(4) 符合外流域调水要求的“三先三后”原则：工程建设应严格落实先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水原则，并贯穿整个环评工作过程。

(5) 生态保护原则：本工程属于非污染生态影响型建设项目，重点论述工程建设是否存在重大生态和景观破坏等环境敏感问题，尽量减少工程建设对生态环境带来的不利影响，避免可能造成的破坏性影响。

(6) 符合一期工程环评报告及批复文件相关要求的原则：二期工程总体方案必须落实一期工程环评报告及批复文件中提出的相关要求，确保滇中引水工程在满足一期工程环评批复要求的条件下运行。

(7) 合理分配及利用水资源原则：工程建设应保证线路区、受水区和退水区的地表水功能正常发挥和水生生物生境不受影响，满足当地居民生产生活用水的需求。

(8) 早期介入原则：对工程布置、施工“三场”、附属设施等选址从环境保护角度进行分析比选，对不合理的布置方案提出优化建议，将工程施工对区域的环境影响降到最小，施工期污染物排放必须控制达到相应的排放标准，不降低工程区环境功能。

(9) 不改变区域环境功能及污染物达标排放原则：本工程建设所产生的污染物必须达标排放，不得因工程建设造成区域环境功能的降低。

(10) 公众参与原则：本工程环境影响评价工作应广泛吸收相关学科和行业的专家、有关单位和个人及当地环境保护管理部门的意见。

1.5 评价等级

根据生态环境部颁发的《环境影响评价技术导则（总纲、地面水环境、

地下水环境、大气环境、声环境、生态影响、土壤环境)》及其它规范中对单项环境影响评价工作等级的判别标准,确定工程环境影响评价工作等级。

(1) 地表水环境

本工程施工期产生废污水,运行期将产生水文情势、水温、水质的影响,因此根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018),工程地表水环境影响属于水污染影响型(施工期)和水文要素影响型(运行期)两者兼有的复合影响型,故按施工期和运行期分别确定评价等级开展评价。

施工期:废水排放包括施工废污水、隧洞排水等,其中,施工废水主要来自混凝土拌和系统废水、机械修配系统废水等,经处理后基本回用于系统自身,不外排;生活污水来自施工人员,经处理达标后用于绿化,不能回用部分达标排放;隧洞排水含污染物极少,经处理后达标排放。本工程施工期废水排放方式包括直接排放和间接排放,综合判定,施工期地表水环境评价等级为三级 A。

运行期:工程新建、扩建 4 座水库,年径流量与总库容的比值 α 均小于 10,均为水温稳定分层型水库;工程向水库充蓄、利用河道输水等,会影响水体的水文情势、水质;运行期受水区的退水,属于间接排放。综合判定,确定运行期地表水评价等级为一级。

(2) 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016),项目类型为 III 类。评价区内工程涉及的部分饮用地下水水源、调蓄水库及保护目标的地下水环境影响程度为较敏感或敏感,其余范围涉及的地下水环境影响程度均不敏感。综上所述,工程地下水环境影响评价等级总体为三级,个别敏感点为二级。

(3) 生态

滇中引水二期骨干工程输水线路全长约 114.29km,工程占地面积

10.3km²；工程占地不涉及特殊生态敏感区；涉及 4 个重要生态敏感区，即玉溪九龙池风景名胜区、石屏异龙湖省级风景名胜区、弥渡东山国家森林公园、云南晋宁南滇池国家湿地公园。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ T19-2011）评价等级分级原则，确定生态影响评价等级为一级。

（4）环境空气

本工程施工废气主要来源于施工爆破、施工机械、车辆燃油及开挖扬尘等，主要污染物为 TSP、CO、NO_x、C_mH_n 等，工程属生态类建设项目，对大气环境产生影响仅集中在工程施工期，施工结束后，其影响将自行消失，运行期没有污染物产生。采用 AERSCREEN 估算模式预测，施工期大气污染物最大地面占标率 $P_{\max}=6.66\%$ ， $1\% < P_{\max} < 10\%$ 。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），确定工程的大气环境评价等级为二级。

（5）声环境

本工程施工阶段会对周边环境产生噪声影响，由于输水管线属于线性工程，施工区大部分处于农村地区，敏感程度不高，而且噪声仅限于施工期高噪声设备运行阶段，影响时间较短，造成的影响较小。依据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）评价工作等级划分要求及实际噪声影响程度，工程声环境评价定为二级评价。

（6）土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），工程为水利行业类别的 II 类项目（跨流域调水引水工程），为生态影响型项目，对土壤环境的生态影响重点为受水区土壤环境的盐化、酸化和碱化等。项目区干燥度 2.02-2.78；地下水普遍平均埋深 >5m；土壤含盐量最大 1.45g/kg（昆明）；土壤 pH 最大值 8.55（大理）、最小值 4.61（楚雄）。土壤环境敏感程度判定见下表：

表 1.3.5-1 各地区的土壤环境敏感程度判定

地区	盐化				酸化、碱化		敏感程度
	干燥度	地下水平均埋深	土壤含盐量	判别	pH	判别	
大理	2.78	>5m	<2g/kg	较敏感	5.29<pH<8.55	较敏感	较敏感
楚雄	2.63	>5m	<2g/kg	较敏感	4.61<pH<8.34	较敏感	较敏感
昆明	2.15	>5m	<2g/kg	不敏感	6.84<pH<8.43	不敏感	不敏感
玉溪	2.02	>5m	<2g/kg	不敏感	5.33<pH<8.15	较敏感	较敏感
红河	2.31	>5m	<2g/kg	不敏感	5.09<pH<8.14	较敏感	较敏感
综合	较敏感				较敏感		较敏感

综合判定，本项目土壤环境的敏感程度为较敏感，按照生态影响型评价工作等级划分，评价等级总体定为二级，昆明为三级。

(7) 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，工程施工期使用油料、炸药，危险物质数量与临界量比值 $Q \geq 100$ ，行业及生产工艺为 M4，危险物质及工艺系数危险性为 P3，环境敏感综合程度为 E1，环境风险潜势为 III 级，判定环境风险评价工作等级为二级。

(8) 其它环境要素

对于没有环境影响评价技术导则的环境因子，根据《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T88-2003) 的要求开展调查和分析评价。

1.6 评价水平年与评价范围

1.6.1 评价水平年

现状水平年：2020 年，现场调查资料以 2019~2021 年调查成果为准。

环境影响预测水平年：施工期，预测水平年为施工高峰年；运行期，预测水平年近期为 2030 年，远期 2040 年。

1.6.2 评价范围

根据二期工程的特点及建设内容、评价区域的环境特点进行划分。本次骨干工程环评的具体评价范围，按照不同环境要素划定如下：

(1) 地表水环境

评价范围按工程影响范围分为输水线路区、受水区、退水区。

1) 输水线路区：评价对象为骨干工程，范围为骨干工程输水线路涉及金沙江、红河、南盘江 3 大水系，跨越较大支流为桑园河、毗雄河、紫甸河、盘龙江、宝象河、玉溪大河 6 条河流，评价范围为输水工程交叉的 6 条河流施工影响河段。

2) 受水区：评价对象为整个二期工程，包括调蓄水库和受水湖泊，共 53 座调蓄水库，重点评价骨干工程新建的大唐水库、杨柳田水库 2 座水库，扩建的大箐水库、黄坡水库 2 座水库；受水湖泊为生态补水的滇池、异龙湖、杞麓湖。

3) 退水区：评价对象为整个二期工程，工程运行后农业、工业、生活退水进入的河流，工程共 32 个直接退水区和 2 个间接退水区，退水涉及金沙江、澜沧江、红河、南盘江四大水系，直接退水区主要为一二级支流桑园河、落漏河、渔泡江、龙川江、普渡河、黑惠江、绿汁江、泸江、曲江、礼社江 10 条河流；间接退水区为牛栏江。

本工程输水线路区、退水区涉及的河流水系基本一致，仅存在干支流关系的区别。

(2) 地下水环境

1) 输水线路区：评价对象为骨干工程，对线路两侧各 5km 范围，涵盖地下水与地表水存在水力联系的区域，其中输水隧洞可溶岩段评价范围为线路两侧各 15km 范围，必要时可扩展至完整的水文地质单元。

2) 受水区：评价对象为整个二期工程，重点为受水区内的调蓄水库、灌区等，包括与建设项目相关的环境保护目标和敏感区域，必要时扩展至完整的水文地质单元，以及可能与建设项目所在的水文地质单元存在直接水力关系的区域。

(3) 陆生生态

评价对象为骨干工程，评价范围包括工程输水线路中心线两侧各 500m 范围，大箐水库、黄坡水库、大唐水库、杨柳田水库第一层山脊线以下范围，弃渣场、生产生活区、料场、施工道路等工程征地范围外扩 500m 范围，工程涉及和工程周边的环境敏感区。评价区总面积 22770.89hm²。

评价重点为工程占地区、水库淹没区、施工区（渣场、料场、施工营地、临时道路等）和环境敏感区。

（4）水生生态

与地表水环境评价范围相同，包括输水线路区、受水区、退水区，重点是受水区、退水区。

（5）环境空气和声环境

评价对象为骨干工程，输水线路及施工道路两侧 200m 范围内，施工征地线外延 500m 范围内。

（6）土壤环境

评价对象主要为骨干工程，包括工程永久、临时占地及外围 2km 范围；扩建、新建水库淹没范围；受水区的灌区范围。

根据以上分析，本工程环境影响评价范围见下表 1.6.2-1。

表 1.6.2-1 工程环境影响评价范围一览表

评价内容		评价范围
地表水环境	输水线路区	评价对象为骨干工程，输水线路交叉以及受施工废污水影响的河流、水库
	受水区	评价对象为整个二期工程，53 座充蓄调节水库和滇池、杞麓湖、异龙湖 3 个受水湖泊
	退水区	评价对象为整个二期工程，工程运行后农业、工业、生活退水进入的河流
地下水环境	输水工程区	评价对象为骨干工程，非可溶岩段按线路两侧各 5km 范围，可溶岩段线路两侧各 15km 范围，经过相邻地下含水层时，评价范围应扩展至完整的水文地质单元
	受水区	评价对象为整个二期工程，重点为受水区内的调蓄水库、灌区等，包括与建设项目相关的环境保护目标和敏感区域，必要时扩展至完整的水文地质单元，以及可能与建设项目所在的水文地质单元存在直接水力关系的区域
陆生生态		评价对象为骨干工程，输水线路中心线两侧各 500m 范围；大箐水库、黄坡水库、大唐水库、杨柳田水库第一层山脊线以下范围；弃渣场、生产生活区、料场、施工道路等工程征地范围外扩 500m 范围；工程涉及和工程周边的环境敏感区

评价内容		评价范围
水生生态	输水线路区	评价对象为骨干工程，输水线路交叉以及受施工废污水影响的河流、水库
	受水区	评价对象为整个二期工程，53座充蓄调节水库和滇池、杞麓湖、异龙湖3个受水湖泊
	退水区	评价对象为整个二期工程，工程运行后农业、工业、生活退水进入的河流
环境空气和声环境		评价对象为骨干工程，输水线路及施工道路两侧200m范围内，施工征地线外延500m范围内
土壤环境		评价对象为骨干工程，工程永久、临时占地及外围2km范围；扩建、新建水库淹没范围；受水区的灌区范围

1.7 环境保护标准

1.7.1 环境质量标准

1.7.1.1 地表水

现状水环境功能和水质目标按照《云南省水功能区划(2014年修订)》，执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中相应标准。

规划水平年水质目标按云南省“十四五”重点流域水环境考核目标、《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划(2019-2040年)》中确定的控制断面水质目标，并结合一期工程环评批复文件要求按最高标准执行。功能区划、断面水质目标及执行标准详见表1.7.1-1、表1.7.1-2、表1.7.1-3。

表 1.7.1-1 评价区河流地表水体水环境功能区划表

流域水系	河流、湖库	水功能区名称（一级）	水功能区名称（二级）	范围		水质目标 2020 年	
				起	止		
退水河流	金沙江	金沙江	金沙江玉龙-永仁保留区		玉龙泥罗	永仁拉姑	II
			金沙江滇川 2 号、3 号缓冲区		永仁拉姑	元谋大湾子	III
			金沙江元谋保留区		元谋大湾子	出省界前 5km 处	II
		落漏河	落漏河鹤庆源头水保护区		源头	鹤庆舍茶寺	II
			落漏河鹤庆开发利用区	落漏河鹤庆农业工业用水区	鹤庆舍茶寺	入金沙江口	III
		桑园河	桑园河宾川保留区		源头	宾川大罗城	III
			桑园河宾川开发利用区	桑园河宾川农业工业用水区	宾川大罗城	宾川大惠庄	III
			桑园河宾川-永胜保留区		宾川大惠庄	入金沙江口	III
		渔泡江	渔泡江南华-姚安源头水保护区		源头	红梅水库库区起始	II
			渔泡江姚安-大姚保留区		姚安红梅水库库区起始	入金沙江口	III
		龙川江	龙川江南华源头水保护区		源头	毛板桥水库库区起始	II
			龙川江南华-楚雄开发利用区	毛板桥水库南华农业、渔业用水区	库区起始	水库坝址	III
				龙川江南华-楚雄工业农业用水区	毛板桥水库坝址	青山嘴水库库区起始	III
				青山嘴水库楚雄饮用、工业农业用水区	库区起始	水库坝址	III
				龙川江楚雄景观农业用水区	青山嘴水库坝址	楚雄水文站	IV
			龙川江楚雄保留区		楚雄水文站	大海波水库库区起始	IV
			大海波水库禄丰开发利用区	大海波水库禄丰农业、工业用水地	库区起始	水坝坝址	IV
			龙川江禄丰-元谋保留区		大海波水库坝址	元谋正兴坝	III
			龙川江元谋开发利用区	龙川江元谋工业农业用水区	元谋正兴坝	小黄瓜水文站	III
				龙川江元谋过渡区	小黄瓜水文站	入金沙江口	III
		蜻蛉河	蜻蛉河姚安源头水保护区		源头	姚安太平	II
			蜻蛉河姚安-大姚开发利用区	蜻蛉河姚安-大姚农业、工业用水区	姚安太平	大姚团塘	III

流域水系	河流、湖库	水功能区名称（一级）	水功能区名称（二级）	范围		水质目标 2020年		
				起	止			
澜沧江	螳螂川-普渡河	蜻蛉河大姚-元谋保留区		大姚团塘	入龙川江口	II		
		滇池昆明开发利用区	盘龙江昆明景观农业用水区	松华坝水库坝址	入滇池口	III		
			螳螂川昆明-安宁工业、农业用水区	海口	安宁温青闸	IV		
			螳螂川安宁-富民过渡区	安宁温青闸	富民大桥	IV		
		普渡河富民-禄劝保留区		富民大桥	入金沙江口	IV		
	牛栏江	牛栏江-滇池补水水源保护区		源头	德泽水库坝址	III		
	澜沧江	澜沧江	澜沧江云龙-景洪保留区		云龙泚江口	景洪曼栋厂	III（江桥段）	
		黑惠江	黑惠江玉龙源头水保护区		玉龙甸头	入澜沧江口	III（甸南以下）	
		西洱河	西洱河大理开发利用区	西洱河大理景观用水区	大观邑水位站	入黑惠江口	III	
	红河	元江	红河巍山源头水保护区		源头	巍山回辉登	II	
			红河巍山保留区		巍山回辉登	巍山新庄	III	
			红河巍山开发利用区	红河巍山农业工业用水区	巍山新庄	巍山洗澡塘	III	
	退水河流	红河	元江	红河巍山-河口保留区		巍山洗澡塘	出境口	III
毗雄河			毗雄河祥云-弥渡保留区		源头	弥渡果园	II	
			毗雄河弥渡开发利用区	毗雄河弥渡饮用农业用水区	弥渡果园	弥渡东武邑水文站	II	
			毗雄河弥渡-南涧保留区		弥渡东武邑水文站	入元江口	II	
绿汁江			绿汁江禄丰源头水保护区		源头	东河水库库区起始	II	
			绿汁江禄丰开发利用区	东河水库禄丰饮用、工业用水地	库区起始	水库坝址	II	
				绿汁江禄丰工业农业用水区	东河水库坝址	董户村水文站	IV	
			绿汁江禄丰-易门保留区		董户村水文站	易门妥甸岗	III	
			绿汁江易门开发利用区	绿汁江易门农业用水区		易门妥甸岗	易门大绿汁	III
				绿汁江易门工业用水区		易门大绿汁	易门木厂	III
绿汁江易门工业农业用水区					易门木厂	易门炉房	III	
绿汁江易门-新平保留区				易门炉房	入元江口	III		
扒河			扒河禄丰-易门源头水保护区		源头	易门柏树	II	
	扒河易门开发利用区	扒河易门农业用水区	易门柏树	易门大谷厂	III			

流域水系	河流、湖库	水功能区名称（一级）	水功能区名称（二级）	范围		水质目标 2020年	
				起	止		
南盘江	南盘江	扒河易门-峨山保留区	扒河易门工业、农业用水区	易门大谷厂	阿姑水文站	III	
		南盘江宜良-弥勒保留区		阿姑水文站	入绿汁江口	III	
	曲江	曲江	曲江红塔-峨山开发利用区	东风水库红塔饮用、工业用水区	东风水库库区起始	水库坝址	II
				曲靖红塔景观农业用水区	东风水库坝址	红塔区汇溪闸	IV
				曲江峨山-华宁保留区	红塔区汇溪闸	峨山小街	IV
			曲江峨山-华宁保留区		峨山小街	入南盘江口	III
	退水河流	南盘江	泸江	异龙湖石屏开发利用区	异龙湖石屏农业景观、渔业用水区	源头	石屏坝心
泸江石屏-建水开发利用区				泸江石屏-建水农业、工业用水区	石屏坝心	严洞水文站	IV
泸江建水保留区					严洞水文站	燕子洞出口	III
泸江建水-开远开发利用区				泸江建水-开远工业、农业用水区	燕子洞出口	南桥水文站	IV
				泸江开远工业、农业用水区	南桥水文站	泸江水文站	IV
				泸江开远排污控制区	泸江水文站	开远河边村	IV
				泸江开远过渡区	开远河边村	入南盘江口	IV
补水通道河流	金沙江	炼洞河	参照桑园河宾川保留区	源头	入仙鹤水库	III	
		十二箐河	参照桑园河宾川保留区	源头	入大银甸水库	III	
		瓦溪河	参照桑园河宾川保留区	源头	入瓦溪节制闸	III	
		麻栗园河	参照桑园河宾川保留区	源头	入海稍水库	III	
		子午大河	参照龙川江南华-楚雄开发利用区	龙川江南华-楚雄工业农业用水区	源头	入中石坝水库	III
		*普登河	参照龙川江南华-楚雄开发利用区	龙川江南华-楚雄工业农业用水区	源头	入小石门水库	III
		*紫甸河	参照九龙甸水库楚雄开发利用区	九龙甸水库楚雄饮用、农业用水区	源头	九龙甸水库坝址	II
		盘龙江	参照昆明滇池开发利用区	盘龙江昆明景观农业用水区	松华坝水库坝址	入滇池口	III
		宝象河	宝象河昆明开发利用区	宝象河昆明农业景观用水区	宝象河水库坝址	入滇池口	III
补水通道河流	红河	*甸中河	参照红河巍山保留区	源头	入甸中河水库	III	
	南盘江	红旗河	参照杞麓湖通海开发利用区	参照杞麓湖通海农业景观、渔业用水区	源头	入杞麓湖	III

流域水系	河流、湖库	水功能区名称（一级）	水功能区名称（二级）	范围		水质目标 2020年	
				起	止		
	阿白冲河	参照泸江石屏-建水开发利用区	参照泸江石屏-建水农业、工业用水区，结合阿白冲水库现状供水功能	源头	入阿白冲水库	III	
	黄尼河	参照跃进水库建水开发利用区	参照跃进水库建水饮用、渔业用水区	源头	入跃进水库	III	
生态补水湖泊	金沙江	滇池	滇池昆明开发利用区	滇池昆明草海工业、景观用水区	大观公园	草海船闸	IV
			滇池昆明开发利用区	滇池北部西部农业、景观用水区	回龙村	有余	IV
				滇池东北部饮用、农业用水区	回龙村	斗南	IV
				滇池东部农业、渔业用水区	斗南	海晏	IV
				滇池南部工业、农业用水区	海晏	有余	IV
	南盘江	杞麓湖	杞麓湖通海开发利用区	杞麓湖通海农业景观、渔业用水区	杞麓湖		III
		异龙湖	异龙湖石屏开发利用区	异龙湖石屏农业景观、渔业用水区	源头	石屏坝心	III

注：①标“*”河流还执行集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值。

②输水线路区与受退水区涉及的河流水系基本一致，仅存在干支流关系的区别，与退水河流、调蓄水库重复的断面不再重复计列。

表 1.7.1-2 滇中二期受退水区主要控制断面水质目标类别

序号	干流	支流	控制断面	断面属性	水功能区划	重点流域“十四五”规划及治污规划中确定水质目标			滇中一期环评
					水质目标	质目标			批复要求
					2030	2025	2030	2040	通水前
1	滇池	宝象河	宝丰村入湖口	十四五国控	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	/
2		盘龙江	严家村桥	十四五国控	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	/
3		滇池外海	观音山中/观音山东/罗家营/海口西/观音山西/灰湾中/白鱼口/滇池南	十四五国控	Ⅲ类	COD≤40mg/L, 其它指标为Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅲ类
4		滇池草海	草海中心/断桥	十四五国控	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅳ类
5	金沙江	金沙江	金江桥	十四五国控	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
6		金沙江	蒙姑	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
7		螳螂川	富民大桥	十四五国控	Ⅳ类	Ⅴ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类
8		普渡河	普渡河桥	十四五国控	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类
9		蜻蛉河	江底河大桥	十四五国控	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	/
10		龙川江	黄瓜园	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
11			西观桥	十四五国控	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	/
12			黑井	十四五国控	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	/
13		渔泡江	地索村坡脚	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
14			朵腊河底	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
15		桑园河(达旦河)	大惠庄	十四五省控	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	/

序号	干流	支流	控制断面	断面属性	水功能区划	重点流域“十四五”规划及治污规划中确定水质目标			滇中一期环评
					水质目标	2025	2030	2040	批复要求
					2030				通水前
16		落漏河	陈家庄大桥	十四五省控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
17		牛栏江	崔家庄	十四五国控	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	
18	红河	扒河	大谷厂水管所	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
19		礼社江	龙树桥	十四五国控	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
20		绿汁江	绿汁江大桥	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
21		绿汁江	绿汁江口	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
22		星宿江	水文站	十四五国控	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	/
23	澜沧江	黑惠江	徐村桥	十四五国控	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	/
24		西洱河	四级坝	十四五国控	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅲ类	/
25	珠江	南盘江	盘溪大桥	十四五国控	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	/
26		南盘江	长虹桥	十四五国控	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	/
27		泸江	石桥	十四五国控	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类	/
28		杞麓湖	杞麓湖心	十四五国控	Ⅲ类	V类	V类	Ⅲ类	/
29		曲江	永昌桥	十四五国控	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	/
30		曲江	九甸大桥	十四五国控	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅱ类
31		异龙湖	异龙湖中	十四五国控	Ⅲ类	V类	COD≤40mg/L, 其他指标达到 Ⅳ类	Ⅲ类	/

表 1.7.1-3 评价区充蓄水库水环境功能表

流域水系	调蓄水库	水库功能	水质目标 (2020 年)	水质目标 (2030 年)
金沙江	*花桥水库	饮用二级、农业用水	III	III
	*益民海水库	饮用二级、工业用水、农业用水	III	III
	*仙鹅水库	饮用二级、工业用水、农业用水	III	III
	*大银甸水库	饮用二级、农业用水	II	II
	海稍水库	工业用水、农业用水	IV	III
	*崔家箐水库	饮用二级、工业用水、农业用水	III	III
	罗家冲水库	农业用水	V	III
	耐桥水库	农业用水	V	III
	*九龙甸水库	饮用一级、农业用水	II	II
	中石坝水库	工业用水、农业用水	IV	III
	*龙虎水库	饮用、农业用水	III	II
	庆丰水库	农业用水	V	III
	东清水库	农业用水	V	III
	*共和水库	饮用、农业用水	III	III
	*小石门水库（拟建）	饮用、农业用水	III	III
	*挨小河水库	饮用、农业用水	III	III
	*洋派水库	饮用、农业用水	III	III
	*妙峰水库	饮用、农业用水	III	III
	*老鸦关水库	饮用、工业用水、农业用水	III	III
	黄坡水库	工业用水、农业用水	III	III
	箐门口水库	饮用、工业用水	III	III
	张家坝水库	工业用水	III	III
	*松华坝水库	饮用一级、工业用水	II	II
红河	巴冲箐水库	工业用水、农业用水	IV	II
	*大坝水库	饮用、农业用水	II	II
	团结水库	农业用水、一般鱼类保护	III	II
	*锁水阁水库	饮用二级、农业用水	III	III
	*甸中河水库	饮用二级、农业用水	III	III
	桑木箐水库	工业用水、农业用水	IV	III
	黑泥箐水库	工业用水、农业用水	IV	III
	*石门水库	饮用、农业用水	III	III
	大跃进水库	农业用水	V	III
	*大箐水库	饮用、工业用水、农业用水	III	III
	*岔河水库	饮用一级、工业用水、农业用水	III	III
	*白龙水库	饮用一级、工业用水、农业用水	III	III
	*阿白冲水库	饮用二级、农业用水	III	III
	*五里冲水库	饮用一级、工业用水、农业用水	II	II
南盘江	*石河水库	饮用、农业用水	III	III
	*东风水库	饮用二级、工业用水、农业用水	II	II
	跃进水库	饮用二级、工业用水、农业用水	V	III
	*琉璃河水库	饮用二级、工业用水、农业用水	III	III

流域水系	调蓄水库	水库功能	水质目标 (2020年)	水质目标 (2030年)
	*凤凰水库	饮用二级、工业用水、农业用水	III	III
	捧寨水库	农业用水	V	III
	大寨水库	农业用水	V	III
	*白龙河水库	饮用一级、工业用水、农业用水	II	II
	*高冲水库	饮用一级、农业用水	II	II
	*跃进水库	饮用一级、农业用水	II	II
	*青云水库	饮用一级、农业用水	II	II
	*红罩塘水库	饮用、农业用水	III	III
	长桥海水库	饮用、工业用水、农业用水	III	III
	*中村水库	饮用、工业用水、农业用水	III	III
	*大唐水库	饮用、工业用水、农业用水	III	III
	*杨柳田水库	饮用、工业用水	III	III

注：标“*”水库还执行集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值。

1.7.1.2 地下水

评价区内地下水主要用于农业灌溉、工业生产和人畜饮水。按照《地下水质量评价标准》(GB/T14848-2017)划分标准,评价区地下水指标应满足 III 类水质标准。

1.7.1.3 环境空气

工程涉及自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其修改单一级标准;其他地区属于居住区、商业交通居民混合区、工业区和农村地区执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其修改单二级标准。

1.7.1.4 声环境

工程涉及的自然保护区、风景名胜区、农村地区、居住区和其他需要保持安静的区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准;城镇区有部分居住、商业、工业混杂区,集镇,农村中工业活动较多的村庄以及有交通干线通过的村庄(指执行4类声环境功能区要求以外的地区)可局部或全部执行2类标准;涉及交通干线(二级路及以上)的两侧执行4a

类标准。

1.7.1.5 土壤环境

工程涉及区域土壤环境执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）。镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌等污染物分别执行标准规定的风险筛选值和风险管制值。

土壤环境的土壤盐化分级标准，土壤酸化、碱化分级标准按照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）中附录 D 执行。

1.7.2 污染物排放标准

1.7.2.1 水环境

对于工程涉及的地表水 II 类水域或具有集中式饮用功能的水体实行禁排，流域内产生的废污水经处理后应予以回用，不能回用的部分采用管道引至本区域外排放。污水回用标准参照执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）。

对于工程涉及的地表水 III 类水域，废污水排放执行 GB8978-1996《污水综合排放标准》一级标准限值；对于工程涉及的地表水 IV 类、V 类水域，废污水排放执行 GB8978-1996《污水综合排放标准》二级标准限值。昆明市范围内废污水处理后排放执行《城镇污水处理厂主要水污染物排放限值》（DB5301/T43-2020）中规定的相应标准。

1.7.2.2 大气污染物

施工期大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放监控浓度限值。

1.7.2.3 噪声

施工期施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011),即昼间、夜间噪声排放限值分别不超过70dB(A)、55dB(A)。

运行期不同区域分别执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)的1级、2级、4级标准。

1.8 环境影响识别及主要环境影响因子筛选

1.8.1 环境影响要素识别

根据工程的类型、性质、组成情况,以及评价区的环境现状,工程建设对评价区环境的影响,对工程建设可能涉及的环境要素及影响进行初步识别。见表1.8.1-1所示。

表 1.8.1-1 工程可能涉及的环境要素及影响初步判别

区域范围	环境组成与环境要素		工程施工期	工程运行期	
输水线路区	生态	陆生生态系统	■ S	▲ L	
		水生生态系统	▲ S		
		陆生生物	植被、植物	● S	
			陆生动物	▲ S	▲ L
		水生生物、两栖动物	▲ S		
		水土保持	● S	■ L	
	土地利用	■ S	● L		
	地表水环境	河流水文情势	▲ S		
		水质	▲ S		
		地下水环境	地下水地质条件	▲ S	
			生产生活用水	▲ S	
	社会环境	水质	▲ S		
		移民安置	▲ S	△ L	
	输水线路区	环境敏感区	自然保护区	▲ S	
风景名胜区			▲ S	▲ L	
森林公园			▲ S	▲ L	
饮用水水源保护区			▲ S	◎ L	
重要湿地				◎ L	
国家湿地公园			▲ S	■ L	
生态保护红线		▲ S	▲ L		
环境空气、声环境、土壤环境、固体废弃物		■ S			

区域范围	环境组成与环境要素		工程施工期	工程运行期	
受退水区	生态	陆生生态系统		□ L	
		水生生态系统		□/▲ L	
	地表水环境	水文情势			▲ L
		水质			▲/□ L
		水温			▲ L
		水资源利用	河流生态用水		◎ L
			生产生活用水		◎ L
	地下水环境	水质			▲ L
		水文地质条件			▲ L
	环境敏感区	饮用水水源保护区			◎ L
		水产种质资源保护区			□ L
重要湿地			□ L		
土壤环境	土壤理化性质			▲ L	

注：表中“◎/●”表示“有利/不利”较大程度影响；“□/■”表示“有利/不利”中等程度影响；“△/▲”表示“有利/不利”轻微程度影响；空白表示影响甚微或没有影响；S表示短期影响，L表示长期影响。表中影响程度系根据工程的性质和特点、评价区域环境状况判定。

1.8.2 环境影响因子确定

对本工程影响的环境要素进行分类、识别、归纳，经初步识别和筛选，确定本项目影响涉及的环境因子见表 1.8.2-1。

表 1.8.2-1 工程影响的环境因子识别分类

区域范围	环境要素		环境因子
输水线路区	生态	陆生生态	植被及高等陆生动、植物物种、珍稀濒危及重点保护动植物物种、重要动物栖息地、生态系统功能及完整性
		水生生态	高等水生动植物物种、重点保护水生动植物物种、重要水生动物栖息地
		水土流失	土壤侵蚀强度
		生态完整性	生产能力、生物量、阻抗稳定性、恢复稳定性
		重要生态问题	环境敏感区、生物因子、非生物因子
	环境空气		TSP、NO ₂ 、CO、SO ₂
	声环境		dB (A)
	固体废弃物		一般工业固废、生活垃圾
	地下水环境		水文地质条件、水质、水资源利用
	地表水环境		水温、水质、水量、水资源
受退水区	地表水环境	水质	COD、BOD ₅ 、TN、TP、氨氮、石油类等
		水资源利用	生产、生活用水
	地下水环境		水文地质条件、水质
	土壤环境		土壤盐渍化、沼泽化程度，土壤理化性质

1.8.3 环境影响评价重点

根据工程组成和区域环境现状，本工程环境影响报告书阶段主要对以下影响进行重点评价：

(1) 滇中引水一期工程回顾性评价，以及二期工程中对一期工程环评及批复要求的执行情况。

(2) 地表水环境影响（包括水文情势、水质、水温、生态需水、水资源利用）。

(3) 工程实施对陆生动植物资源（主要珍稀保护动、植物物种），植被、生态完整性的影响。

(4) 工程施工和运行对风景名胜区、国家湿地公园、饮用水水源保护区等环境敏感区的影响。

1.9 环境保护目标

1.9.1 环境敏感区

工程评价范围涉及 1 个市级自然保护区、3 处风景名胜区、1 座国家森林公园、1 处重要湿地、1 处国家湿地公园、4 处饮用水源保护区，如表 1.9.1-1。

根据建设项目踏勘选址论证报告，工程永久占地涉及生态保护红线（公开版） 72.7350hm^2 ；根据临时占用生态保护红线查询结果，工程优化后临时占地占用生态保护红线（公开版） 16.2581hm^2 。根据占地分析，工程占用永久基本农田 173.43hm^2 ，其中永久占用 137.65hm^2 ，临时占用 35.78hm^2 ；工程占用公益林 193.16hm^2 ，其中永久占用 74.17hm^2 ，临时占用 118.99hm^2 。

表 1.9.1-1 工程评价区环境敏感区保护目标表

环境敏感区名称		保护对象	与工程位置关系	影响性质
自然保护区	1 玉溪红塔山市级自然保护区	玉溪市中心城区东风水库、红旗水库、大红坡水库、二龙潭水库径流区水源涵养林、水土保持林、风景林、野生动植物资源及其自然环境	玉溪段红塔干线距保护区边界最近直线距离约 2.0m	间接影响
风景名胜	1 昆明滇池国家级风景名胜区	滇池（外海）高原湖泊、西山自然景观	大黑箐隧洞进口距风景名胜区最近距离约 140m	间接影响
	2 玉溪九龙池风景名胜区	名山名水、石林石景、天然地景钟乳石溶洞等自然景观及古建筑群人文景观	玉溪段红塔干线董炳隧洞约 575m 下穿九龙池风景区白龙潭景区	隧洞下穿
	3 石屏异龙湖省级风景名胜区	高原湖泊、人文景观	红河段石屏干线金山坡隧洞穿越异龙湖风景名胜区中的风景恢复区，涉及长度约 2.5km；新建进场道路穿越风景恢复区，涉及长度约 3.7km	隧洞下穿、施工占地
森林公园	1 弥渡东山国家森林公园	森林植被、自然景观、人文景观	大理段巍山干线雪峰山隧洞约 2.7km 下穿森林公园，隧洞出口及 1.15km 箱涵约位于森林公园内	隧洞下穿、施工占地
重要湿地	1 石屏异龙湖重要湿地	湿地生物、湿地生态系统、鱼类、鸟类栖息地	异龙湖为生态补水的湖泊，石屏干线距离湿地最近直线距离约 230m	补水间接影响
国家湿地公园	1 云南晋宁南滇池国家湿地公园	保护水鸟及其栖息生境，保护生物多样性；维护生态系统的健康，保护滇池南水域不受污染	大黑箐隧洞工程涉及云南晋宁南滇池国家湿地公园合理利用区，占用面积 0.8416hm ² ，隧洞轴线方式涉及湿地公园长度 95.15m	施工占地、工程运行
饮用水水源保护区	1 楚雄市九龙甸水库饮用水水源保护区	II 类水质	楚雄段九龙甸输水管约 0.2km 涉及水源保护区一级区、2.1km 涉及二级保护区、3.8km 涉及准保护区	充蓄水、施工占地
	2 昆明市柴河水库饮用水水源地保护区	III 类水质	大黑箐隧洞连接主干线段约 700m 下穿水源保护区二级区	隧洞下穿
饮用水水源保护区	3 玉溪市东风水库饮用水水源保护区	III 类水质	东风水库为工程充蓄水库，骨干工程北市区二水厂干线约 140m 涉及水源保护区一级区；董炳隧洞 6065m、董炳 1# 支洞 830m 下穿水源保护区二级区，中村河倒虹吸约 600m、董炳河倒虹吸约 562m 涉及水源保护区二级区；大石洞、中村东、中村西生产生活区涉及准保护区	充蓄水、施工占地
	4 石屏阿白冲集中式饮用水水源地保护区	II 类水质	石屏干线腊家山隧洞 685m、新建场内临时道路 1931m 位于二级保护区内，摸左哨隧洞全段 2100m、摸左哨村弃渣场位于准保护区	充蓄水、施工占地

1.9.2 环境保护目标

(1) 地表水资源及水环境

施工期：对施工生产生活废污水经收集处理后予以回用于绿化、车辆冲洗、道路清扫等，不回用部分进行达标排放，维持输水线路施工区河流、湖库地表水体现有水域功能。

运行期：受水区涉及的河流、水库和湖泊水质达到水环境功能区划要求的《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）相应水质目标。退水区加强退水管理，严格执行污染物总量控制，退水涉及的河流水质达到水环境功能区划要求的《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）相应水质目标和满足区域环境管理目标要求。

(2) 生态

保护二期骨干工程建设区域生态系统的完整性和稳定性，尽可能减少工程建设对珍稀濒危动植物的影响；保护和改善受水区、退水区和输水线路区涉及河流、湖库的水生态环境，维护水生生物的多样性；采取措施控制和减少新增水土流失，维护区域生态平衡。

(3) 地下水环境

保护地下水环境评价范围内的泉点、水井、机井等分散式、集中式供水水源的水质、水量，保障取用地下水的居民生产生活不受施工活动影响。

(4) 环境空气和声环境

加强工程区施工管理和污染控制，维护施工区及周边区域环境空气质量符合《环境空气质量标准》（GB3095-1996）一级或二级标准。

维护工程区及其周边区域的声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类或2类及4a类标准。

(5) 固体废物

加强生活垃圾管理，施工期和运行期的生活垃圾运至垃圾填埋场卫生填埋处理，填埋场处置满足《城市生活垃圾卫生填埋技术规范》(CJJ17-2004)和《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB16889-2008)要求。

(6) 土壤环境

保护评价区内土壤环境，保障土壤环境质量不因工程施工、灌区供水等而降低。

(7) 移民安置

保障安置移民生产条件、生活环境和生活质量，并在原有基础上有所改善。安置区居住环境、公共设施、基础设施较工程建设前有所改善和提高。

评价区环境保护目标见表 1.9.2-1~表 1.9.2-3。

表 1.9.2-1 工程评价区环境保护目标一览表

环境要素	保护目标	保护对象或标准	与工程的位置关系	影响因素
生态	生态系统、自然景观	保护生态系统结构、功能和生态系统完整性，保护自然景观结构不受工程建设显著影响	评价区内分布	施工期间基础开挖、料场开采、弃渣场堆渣、施工机械运行及施工交通运输等施工活动
	自然植被	常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、暖温性针叶林、稀树灌木草丛、灌丛等	评价区内分布	施工开挖对地表植被的破坏
	保护植物	1 种国家二级重点保护野生植物：云南金钱槭	评价区内分布	施工开挖对地表植被的破坏
	珍稀濒危保护动物	42 种国家重点野生保护动物（国家 I 级保护动物 6 种、国家 II 级保护 36 种），云南省级保护种类 1 种，《中国脊椎动物红色名录》列为珍稀濒危种类 14 种、《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录收录的物种 31 种	评价区内分布	减小其栖息环境及觅食空间
	鱼类及水生生物	评价区内的鱼类及水生生物，尤其是 32 种珍稀保护鱼类，包括 2 种国家级 II 级和 5 种省级重点保护鱼类，以及 32 种《中国濒危动物红皮书 鱼类》、《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》所列鱼类	评价区内分布	涉水工程建设，工程受水和退水影响鱼类及水生生物的生境
地表水环境	生态补水湖泊	滇池、杞麓湖、异龙湖，补水后水质不低于水环境功能区划中确定的水质目标类别	生态补水	满足湖泊水质目标要求
	充蓄水库	53 座充蓄水库	受水区	满足水库水质目标要求
	补水通道河流	9 条水库输水河流	补水通道	满足输水水库水质目标
	输水线路沿线水体	输水线路沿线涉及河流、湖库	线路穿越、施工营地周边	满足河流水质目标要求
	退水河流	11 条滇中受水小区内城镇、农业、工业退水接纳一级支流	滇中供水产生的新增退水，增加区域污染负荷	满足河流水质目标要求
	水资源利用	调蓄水库、受水对象	工程建设区及受水区	水资源配置、施工活动、供水、灌溉等
社会环境	生产安置	耕地、园地、建设用地	工程占地区及建设影响	工程占地
	搬迁安置	生活水平、居住条件、基础设施	工程占地区及建设影响	工程占地、水库淹没

表 1.9.2-2 二期骨干工程评价区大气和声环境保护目标一览表

线路区	敏感点	距离	影响性质
大理段	三孔桥村、大石洞村 2 个自然村，约 39 户 149 人	30~200m	施工影响、施工生产
楚雄段	金竹林、赵山、杨凹子 3 个自然村，约 47 户 174 人	5m~10m	施工影响、渣场影响
昆明段	重机厂生活区、落索坡新村、龙泉小学、金马村、沙沟村等居民点，约 1575 户 5520 人	12~200m	施工影响、施工生产、泵站运行
玉溪段	前卫营、中卫营等 5 个自然村，约 314 户 1184 人	3~1145m	施工影响、施工生产
红河段	土基甸、杨柳田、大水村、左锁村等 23 个自然村，约 2330 户 8178 人	1~200m	施工影响

表 1.9.2-3 二期骨干工程评价区地下水资源保护目标

序号	干线	保护目标	情况描述	与工程位置关系	影响程度
1	巍山干线	桑木菁村泉点	流量 21.73L/s，高程 1534m，祥云县桑木菁村、箐东村、菁中村约 600 人饮用水源	与雪峰山隧洞的直线距离约 1.4km	影响中等
2	安宁干线	六岔路村泉	流量 0.015L/s，高程 2214m，昆明市西山区六岔路村约 140 人饮用水源	与牛背山隧洞直线距离约 2.4km，高于隧洞 341m	影响较小
3		大平地西村泉	流量 0.015L/s，高程 2214m，昆明市西山区大平地西村、桃园村约 300 人饮用水源	与小律隧洞直线距离 950m，高于隧洞 400m	影响中等
4		大谷律村机井	流量 4.8L/s，高程 2297m，昆明市西山区大谷律村约 200 人饮用水源	与小律隧洞直线距离 3.5km，高于隧洞 397m	影响较小
4	红塔干线	白龙潭	流量 80L/s，高程 1753m，玉溪市红塔区山头村约 3579 人饮用水源	董炳隧洞穿越泉点的补给径流区	影响较大
5		小龙潭	流量 36L/s，高程 1710m，玉溪市红塔区古城村约 3923 人饮用水源		影响较大
6		双林寺泉	流量 11L/s，高程 1689m，玉溪市红塔区东前村约 4540 人饮用水源		影响较大
7	石屏干线	S04、S06 泉点	龙井村等周边村庄灌溉水源，无饮用功能	石屏干线金山坡隧洞两侧约 1.5km	影响较小
8	大黑箐隧洞	柴河水库	饮用水水源保护区	距离大黑箐隧洞轴线 790m	无影响

1.10 环境影响评价程序

本工程的环境影响评价技术工作程序大致分为三个阶段：第一阶段为准备阶段，研究设计文件和环保法规，进行环境现状初步调查和初步工程分析，进行环境影响因子识别和筛选，确定环境保护目标、评价工作等级、范围和重点；第二阶段为正式工作阶段，进行环境现状详查、环境监测、工程分析、环境影响预测；第三阶段为报告书编制阶段，制定环境影响减免措施并估算投资，得出环境影响评价结论，并在以上基础上编制环境影响报告书。环境影响评价工作程序如下图所示。

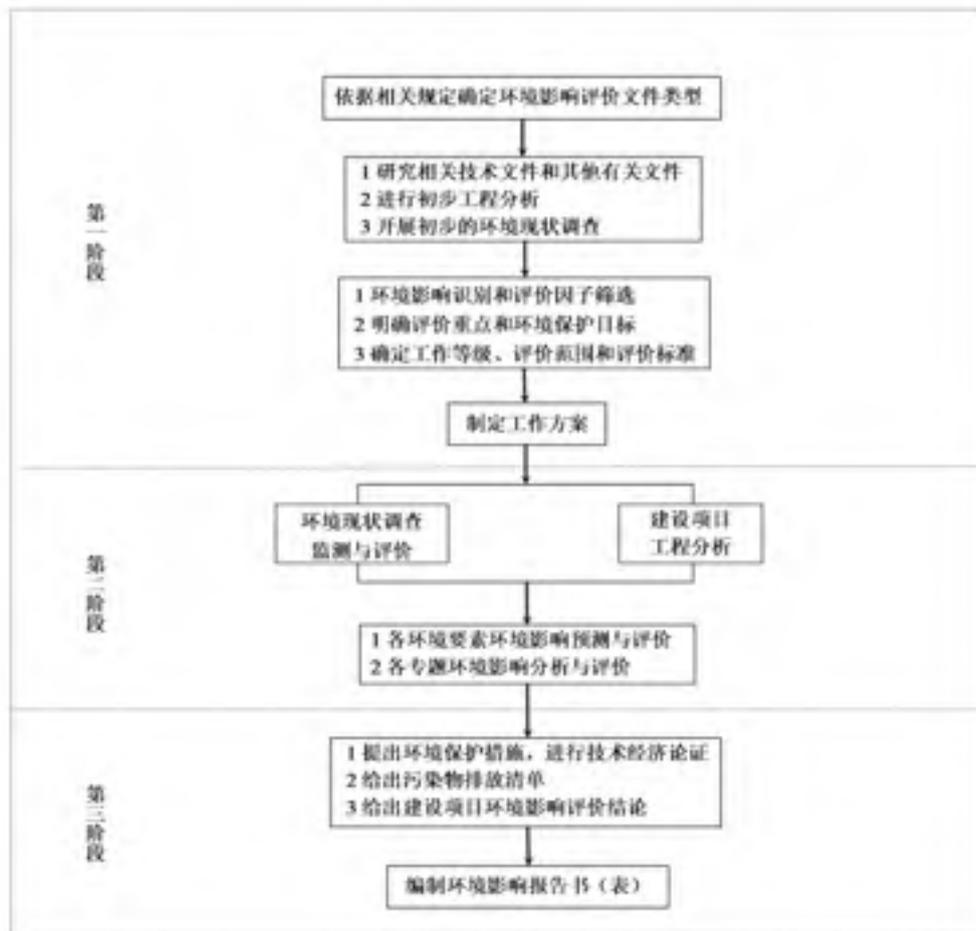


图 1.10-1 环境影响评价工作程序图

2 工程概况

2.1 规划环评情况

2014年2月,长江设计公司完成了《滇中引水工程规划(2010年修订)环境影响报告书》。2014年6月,环境保护部对规划环评出具了审查意见。

2.1.1 规划环评主要结论

滇中引水工程是云南省可持续发展的支撑性工程,工程实施可大大改善滇中经济核心区的供水状况,保障滇中地区的生态环境安全,促进滇中地区乃至云南省未来经济社会的持续稳定发展。

滇中引水工程规划的水源工程建设及运行将对金沙江水文情势、水生生物产生一定的影响,输水线路工程建设将对沿线的生态环境产生一定的影响,受水区新增用水后污染负荷的增加对区域水环境产生一定的影响等等,但通过采取预防性、最小化、减量化和补救措施后,规划实施的不利影响可以得到减缓与控制。

工程建设涉及到多处环境敏感区,其中奔子栏水源工程涉及到白马雪山国家级自然保护区的缓冲区,存在法律制约性问题。云南省人民政府已组织修编了白马雪山国家级自然保护区总体规划,对保护区功能分区进行了优化调整,功能区调整方案已通过国家级自然保护区评审委员会的评审,环境保护部已对调整方案进行了公示,待国务院正式批复。白马雪山国家级自然保护区功能区划调整后,滇中引水工程将不再涉及该保护区的缓冲区。

从生态环境保护角度分析,在优化调整白马雪山国家级自然保护区功能分区后,切实履行相关的上报审批手续,执行严格的环境保护要求,采取有效的环境影响减缓措施,滇中引水工程规划实施不存在重大环境制约因素。就两水源方案而言,奔子栏水源工程方案涉及的环境敏感问题较石

鼓水源方案复杂，对金沙江生态环境的影响程度也相对大于石鼓水源工程方案，但石鼓水源工程方案为提水方案，年均需耗能约 22 亿 kW·h，每年约 100 万 m³泥沙需处理，在节能减排和土地资源保护方面存在一定的压力。

2.1.2 规划环评审查意见

(1) 总体结论

《滇中引水工程规划（2010 年修订）》与国家《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》、《全国水资源综合规划》和《长江流域综合规划》等基本协调，实施后有利于解决滇中地区缺水矛盾，对受水水库、河流的水环境及周边生态有改善作用。但是，规划属长距离跨流域调水，横跨长江、珠江、澜沧江和元江（红河）四大流域，工程规模大、涉及地域广，影响深远复杂。规划区域生态环境脆弱敏感，水源地所在的三江并流区域是我国乃至世界生物多样性的重点保护区域，规划还涉及各类自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园等众多环境敏感目标。规划实施将对水源区及其调出区、输水沿线产生较大不利影响，对受水区的水文情势、水环境、生态环境产生重大改变。因此，应统筹规划开发与生态环境保护的关系，依据环评结论和审查小组意见，科学深入地补充并比选水源方案，做好规划的优化和完善充实，认真落实各项环境保护对策和措施，有效预防或减缓规划实施可能产生的不良环境影响。

(2) 对规划优化调整和实施过程中的要求

① 遵循尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念和节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针，从区域生态的系统性保护角度，按照国务院批复的《长江流域综合规划》要求，依据“优水优用”原则，进一步分析用水需求的环境合理性及提高用水效率的可能性，研究开发利用当地水资源的潜力，深入论证滇中引水工程规模，优化用水结构和水量分配，

制定阶段性引水目标，最大限度维护金沙江干流生态系统的结构和功能。

②建议从国家战略高度，统筹考虑规划实施对涉及区域、流域生态系统产生的整体影响，流域水资源综合利用的角度，根据界河水资源开发区域协调的要求，对各水源方案可能产生的生态环境影响差异进行深入分析，经比选论证后提出推荐方案。

③结合金沙江干流水电梯级开发规划的规模、布局和建设时序，明确生态基流的调度原则，确保下泄水量满足生态需水要求。

④进一步优化输水线路布局，减缓输水对各调蓄水库的不利影响。加强土地节约利用，避让沿线自然保护区、风景名胜区等环境敏感区，做好生态风险防范、地质灾害风险防范和工程弃渣等的有效处置。

⑤实行“最严格的水资源管理制度”，按照“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的原则，明确受水区各类用水项目的环保准入要求和用水红线指标。加强政策研究，依据西部大开发重点区域和行业发展战略环境影响评价成果，落实生产力优化布局要求和方向，加快工农业产业升级，提高水资源利用率。制定并严格实施受水区水污染综合治理规划，明确退水处理的工程和管理措施，做好区域污染防治工作。

⑥制定跨流域水生生态保护规划，加强栖息地保护和修复，尽可能保留自然生境，做好替代生境保护与相关规划的衔接。进一步开展水生生态保护研究，研究并提出有效的过鱼设施建设和增殖放流措施。高度重视并采取有效措施防范和控制外来水生生物入侵。

⑦建立协调联动的环境管理体系和应急响应机制。建立健全下泄生态流量、重要生境、水陆生生态、地下水和地表水水质等监测监控体系。

⑧根据修改完善的规划环评成果，及时优化调整规划的实施实施方案。

⑨当规划修编时应重新编制环境影响报告书。在规划实施过程中，适时进行环境影响跟踪评价，根据跟踪评价结论调整规划实施方案，提出改

进措施。

⑩规划所包含的近期建设项目，在开展环境影响评价时，应遵循环评报告书主要结论和环保对策措施，重点分析水源工程的生态环境影响，对项目实施可能造成的人文水资源、水环境、生态环境等的影响开展深入评价。对涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、鱼类“三场”等环境敏感区域的，应就其影响方式、范围和程度开展分析预测，进行局部线路方案比选，强化环境保护措施落实，预防或者减轻规划实施可能产生的不良环境影响。

(3) 对《规划》包含的近期建设项目环评的意见

《规划》所包含的近期建设项目，在开展环境影响评价时，应遵循《报告书》主要结论和环保对策措施，重点分析水源工程的生态环境影响，对项目实施可能造成的人文水资源、水环境、生态环境等的影响开展深入评价。对涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、鱼类“三场”等环境敏感区域的，应就其影响方式、范围和程度开展分析预测，进行局部线路方案比选，强化环境保护措施落实，预防或者减轻规划实施可能产生的不良环境影响。

2.2 工程建设的必要性

(1) 二期工程是滇中引水工程真正发挥供水效益不可或缺的重要组成部分

滇中引水工程被国家列为 172 项节水供水重大水利工程，一期工程已于 2018 年 10 月开工建设。只有通过二期工程建设输水总干渠至水厂、灌区、调蓄工程、湖泊等配水节点的连接工程，才能形成完备的供水体系。

(2) 打好“碧水”保卫战，协调推进“三水共治”，实现工程生态效益
实施滇中引水工程，通过水量置换本区水源工程退还挤占的生态用水，

同时直接向滇池、杞麓湖、异龙湖等水质较差的高原湖泊补充清洁水资源 6.72 亿 m^3 。改善受水区河流、湖泊的生态及水环境状况，为实现河湖治理从“控污减排”向“控污减排、清水产流、生态修复” 联合治理的“三水共治”理念转变，为打赢“碧水”保卫战提供水资源保障。

(3) 通过二期工程细化明确供水范围和配水节点，用好用准滇中引水水量

将 22.29 亿 m^3 的城镇生活和工业供水细化至各受水小区配水水厂，将 5.02 亿 m^3 的农业灌溉供水细化至灌区渠系和 6.72 亿 m^3 的湖泊补水细化至补水通道。通过二期工程对需水预测和可供水量进行复核细化，才能精准地将滇中引水工程调入的水量输配至用水节点，使工程更好地发挥供水效益。

(4) 建设二期工程将输水总干渠与受水区水源工程连通，实现联合调度提高区域水资源配置能力

二期工程利用受水区内的海稍、小石门等蓄水工程对用水季节性较强农灌供水进行反调节，达到减少渠首枯期引水量的目的。同时，二期工程向调蓄水量不足的水库或新建的调节池（增加调蓄能力）充蓄，通过本区水与外调水联合调度提高供水保证率。

(5) 二期工程是构建云南供水安全保障网的骨干连通工程

一期工程是“滇中水网”主干线，二期工程是分干线。同步建设滇中引水工程一期工程和二期工程，构建水源可靠、丰枯相济的“滇中水网”，依托稳定的水源，构筑跨区域、跨流域河湖连通工程体系，才能突破水资源制约经济社会发展瓶颈，形成与新型城镇化、工业化、信息化、农业现代化相适应的供水安全保障体系，满足滇中城市经济圈经济社会发展供水需求。

一期工程已于 2018 年 10 月开工建设，建设工期总为 96 个月，二期工程施工总工期为 70 个月。按照云南省省委、省政府的决策部署，为实现与

主体工程“同步实施、同步建成、同步发挥效益”的总体目标，加快推进二期工程的前期论证工作，尽早按要求开工建设已十分紧迫。

2.3 工程任务与规模

2.3.1 工程建设任务

二期工程建设任务总体上与一期工程相同，即以城镇生活与工业供水为主，兼顾农业和生态用水。通过二期工程建设输水干渠分水口门至配水节点（水厂、湖泊、调蓄水库等）的输水线路及连通工程，将滇中外调水量输送给受水区的城镇生活、工业、农灌和湖泊补水等各类用户的配水节点，使滇中引水工程真正发挥供水效益。

2.3.2 受水区范围

二期工程通过 31 个分水口向 32 个直接受水小区供水，涉及丽江市 1 个县 1 个乡镇，大理州 6 个县（市）的 37 个乡镇（镇、街道），楚雄州 9 个县 56 个乡镇（镇、街道），昆明市 8 个县（市、区）70 个乡镇（镇、街道），玉溪市 6 个县（区）41 个乡镇（镇、街道），红河州 5 个县（市）25 个乡镇（镇、街道）。另外，通过置换清水海水量间接向 2 个受水小区供水，涉及昆明市官渡区、嵩明县 2 个县（区）5 个乡镇（镇、街道）。

二期工程共计 34 个受水区，包括 32 个直接受水区、2 个间接受水区，共涉及 35 个县（市、区）235 个乡镇（镇、街道），详见表 2.3.2-1。受水区范围见附图 9。

表 2.3.2-1 输水总干渠分水口门及相应的受水区范围

序号	分水口	受水小区	涉及的行政区划		备注
			县级	乡级（共计 235 个）	
1	北街	鹤庆黄坪	鹤庆县	黄坪、西邑、龙开口	
2	海东	大理市	大理市	下关（市府）、海东、凤仪、喜洲、大理、挖色、双廊、湾桥、银桥、上关	
3	甸头	宾川牛井	宾川县	金牛（县城）、大营、州城、宾居、力角、乔甸、鸡足山	
4	麻栗园北				

序号	分水口	受水小区	涉及的行政区划		备注
			县级	乡级 (共计 235 个)	
		永胜太阳平山	永胜县	片角	
5	麻栗园南	巍山南诏	巍山县	南诏 (县城)、永建、大仓、庙街、巍宝山	
		弥渡弥城	弥渡县	弥城 (县城)、红岩、新街、寅街、苴力、德苴	
				祥城 (县城)、沙龙	
6	下庄西	祥云祥城	祥云县	云南驿、刘厂、禾甸、米甸	
7	下庄东			下庄、普棚	
8	万家	姚安栋川	姚安县	栋川 (县城)、官屯、光禄、左门、太平、大河口、前场、适中	
		大姚金碧	大姚县	金碧 (县城)、六苴、新街、昙华、赵家店、龙街	
9	柳家村	南华龙川	南华县	龙川 (县城)、五街、沙桥、雨露	
10	风屯	楚雄鹿城	楚雄市	鹿城 (州府)、吕合、紫溪、东瓜、东华、子午、富民、苍岭	
		双柏妥甸	双柏县	妥甸 (县城)、大庄、法牒	
11	伍庄村	牟定共和	牟定县	共和 (县城)、江坡、新桥、安乐、戌街	
12	龙川江	元谋元马	元谋县	元马 (县城)、黄瓜园、羊街、凉山、老城、江边、物茂、新华、平田	
		禄丰金山	禄丰县	广通	
13	鲁支河	禄丰金山	禄丰县	金山 (县城)、中村、恐龙山、和平、彩云、一平浪	
14	观音山	禄丰金山	禄丰县	勤丰、碧城、土官、仁兴	
		易门龙泉	易门县	龙泉 (县城)、六街、浦贝、小街、十街、绿汁、铜厂	
		武定近城	武定县	狮山 (县城)	
15	螳螂川	富民永定	富民县	永定、赤鹫、罗免、款庄、东村、散旦	
		安宁连然	安宁市	连然 (县城)、金方、温泉、草铺、禄祿、县街、八街、太平、青龙	
16	龙庆河隧洞	滇池	滇池	滇池	预留补滇
17	龙庆河	西山谷律	五华区	西翥、团结	
18	龙泉	昆明四城区	盘龙区	拓东、鼓楼、东华、联盟、金泉、青云、龙泉、茨坝、金辰、双龙	
			五华区	护国、华山、黑林铺、丰宁、莲华、红云、龙翔、普吉、大观	
			官渡区	关上、金马、吴井、太和、小板桥、官渡、矣六、六甲、阿拉、大板桥	
			西山区	马街、前卫、福海、金碧、永昌、棕树营、碧鸡、海口	
19	盘龙江	昆明四城区	滇池	滇池	补滇池
20	东白沙河		滇池	滇池	预留补滇
21	宝象河		同龙泉	滇池	补滇池
22	马料河		滇池	滇池	预留补滇
23	呈贡	呈贡龙城	呈贡区	龙城 (县城)、斗南、吴家营、乌龙、雨花、大渔、洛龙、七甸	补滇池

序号	分水口	受水小区	涉及的行政区划		备注
			县级	乡级（共计 235 个）	
24	横冲	呈贡龙城	呈贡区	马金铺	
25	新庄	晋宁昆阳	晋宁区	昆阳（县城）、晋城、上蒜、六街	
26	阿斗村	玉溪红塔	红塔区	玉兴（市府）、玉带、凤凰、北城、大营街、李棋、春和、高仓、研和	
			峨山县	双江、小街	
27	小龙潭	江川大街	江川区	大街（县城）、前卫镇、九溪镇、雄关乡、路居镇	
		华宁宁州	华宁县	宁州镇（县城）	
28	何官营	通海秀山	通海县	秀山（县城）、杨广、四街、纳古、兴蒙、河西、九街	补杞麓湖
29	龙尾	石屏异龙湖	石屏县	异龙（县城）、宝秀、坝心	补异龙湖
30	跃进	建水临安	建水县	临安（县城）、南庄、西庄、甸尾、青龙、面甸	
31	新坡背	开远开远	开远市	乐白道（县城）、灵泉、大庄、羊街、小龙潭	
		蒙自文澜	蒙自市	文澜（州府）、草坝、雨过铺、新安所	
		个旧个旧	个旧市	城区（县城）、锡城、大屯、鸡街、沙甸	

2.3.3 设计水平年

与受水区涉及各州（市）的社会经济发展布局相协调，二期主体工程
的现状基准年为 2019 年，设计水平年与一期工程保持一致，即近期水平年
为 2030 年，远期水平年为 2040 年。

2.3.4 设计保证率

城镇、农村生活供水保证率为 95%，农业灌溉供水保证率为 75%。优
先保障下游河流生态基流，利用输水总干渠的富余输水能力向滇池、异龙
湖、杞麓湖等高原湖泊环境补水。

2.3.5 水资源配置方案

2.3.5.1 2030 年水资源配置方案

2030 年工程渠首多年平均引水量 26.23 亿 m³，其中供给城镇生活 6.70
亿 m³、工业 9.92 亿 m³、农业灌溉 5.00 亿 m³，向湖泊环境补水 4.61 亿 m³。
各部门分水比重依次为 27%、37%、19%和 17%。见表 2.3.5-1、表 2.3.5-2。

表 2.3.5-1 2030 年工程供水量总表 单位：万 m³

用水类型		渠首水量	小区水量	结构比例
生产生活用水	城镇生活	6.70	6.27	27%
	城镇工业	9.92	9.27	37%
	农业灌溉	5.00	4.68	19%
	小计	21.62	20.22	-
湖泊环境补水	滇池	3.51	3.31	17%
	杞麓湖	0.70	0.65	
	异龙湖	0.40	0.37	
	小计	4.61	4.33	
合计		26.23	24.56	100%

表 2.3.5-2 2030 年工程生产生活水量配置表 单位：万 m³

市(州)	小区名称	渠首水量					小区水量				
		城镇生活	工业用水	农业灌溉	生态补水	小计	城镇生活	工业用水	农业灌溉	生态补水	小计
大理州	鹤庆黄坪	126	876			1002	124	866			990
	大理市	879				879	863			863	
	宾川牛井	943	545	11917		13405	921	532	11141		12594
	弥渡弥城	886	295	5284		6465	861	287	5141		6289
	巍山南诏	470	274	2121		2866	454	263	2037		2754
	祥云祥城	1164	1907	2652		5723	1135	1859	2582		5576
	小计	4468	3897	21974		30339	4358	3807	20901		29066
丽江市	永胜太阳平山			2104		2104			2033		2033
	小计			2104		2104			2033		2033
楚雄州	姚安栋川	627	298	1673		2598	604	287	1614		2505
	大姚金碧	596	298			894	570	282			852
	南华龙川	298	300	1632		2230	288	288	1577		2153
	楚雄鹿城	2991	6878	4199		14068	2871	6548	3956		13375
	双柏妥甸	423	329			752	403	313			716
	牟定共和	531	642	2863		4035	510	617	2631		3757
	元谋元马	798	526	3164		4488	769	515	2948		4232
	禄丰金山	1077	1566	1678		4320	1024	1483	1589		4096
	武定近城	97	507			604	91	481			572
	小计	7437	11344	15208		33988	7131	10813	14315		32259
昆明市	安宁连然	7106	28969			36075	6694	27288			33982
	富民永定	515	5242	517		6274	488	4964	490		5941
	西山谷律	1145	1165			2311	1080	1099			2179
	昆明四城区	18740	9336			28076	17684	8810			26494
	呈贡龙城	4261	1467			5728	3979	1370			5349
	晋宁昆阳	3072	3295			6367	2857	3065			5922
	滇池				35072	35072				33138	33138
	小计	34839	49474	517	35072	119902	32782	46595	490	33138	113005

市(州)	小区名称	渠首水量					小区水量				
		城镇生活	工业用水	农业灌溉	生态补水	小计	城镇生活	工业用水	农业灌溉	生态补水	小计
玉溪市	易门龙泉	775	2151			2926	733	2035			2768
	玉溪红塔	4636	7114			11750	4190	6450			10640
	江川大街	1058	1204	3328		5591	980	1115	3082		5177
	华宁宁州	572	592			1164	528	547			1075
	通海秀山	1254	2458	4133		7845	1164	2280	3682		7125
	杞麓湖				7039	7039				6541	6541
	小计	8295	13520	7461	7039	36315	7595	12427	6764	6541	33326
红河州	石屏异龙湖	659	760			1419	606	699			1304
	建水临安	1720	2310	2755		6785	1575	2115	2299		5990
	个旧个旧	3210	10884			14094	2916	9889			12805
	开远开远	3141	2973			6114	2845	2693			5538
	蒙自文澜	3233	4050			7283	2928	3669			6597
	异龙湖				4025	4025				3700	3700
	小计	11963	20977	2755	4025	39720	10870	19065	2299	3700	35934
供水量合计		67002	99212	50019	46136	262368	62736	92707	46802	43379	245624

2.3.5.2 2040 年水资源配置方案

2040 年工程渠首多年平均引水量 34.03 亿 m³，其中供给城镇生活 9.34 亿 m³、工业 12.95 亿 m³，供给农业灌溉 5.02 亿 m³，向湖泊环境补水 6.72 亿 m³，各部门分水比重依次为 27%、38%、15%和 20%。见表 2.3.5-3、

表 2.3.5-4。

表 2.3.5-3 2040 年工程供水总量表 单位：万 m³

用水类型		渠首水量	小区水量	结构比例
生产生活用水	城镇生活	9.34	8.67	27%
	城镇工业	12.95	11.96	38%
	农业灌溉	5.02	4.63	15%
	小计	27.31	25.26	-
湖泊环境补水	滇池	5.62	5.31	20%
	杞麓湖	0.70	0.65	
	异龙湖	0.40	0.37	
	小计	6.72	6.33	
合计		34.03	31.59	100%

表 2.3.5-4 2040 年滇中引水二期工程供水量配置表 单位：万 m³

市(州)	小区名称	渠首水量					小区水量				
		城镇生活	工业用水	农业灌溉	生态补水	小计	城镇生活	工业用水	农业灌溉	生态补水	小计
大理州	鹤庆黄坪	146	876			1022	144	866			1011
	大理市	2931				2931	2878			2878	
	宾川牛井	1234	571	11870		13675	1223	558	11136		12917
	弥渡弥城	886	295	5474		6655	861	287	5327		6474
	巍山南诏	590	148	2552		3290	570	142	2437		3149
	祥云祥城	1632	2324	2652		6609	1591	2266	2582		6438
	小计	7419	4215	22548		34182	7267	4119	21482		32867
丽江市	永胜太阳平山			2166		2166			2033		2033
	小计			2166		2166			2033		2033
楚雄州	姚安栋川	721	282	1692		2695	707	276	1580		2563
	大姚金碧	731	158			889	691	156			847
	南华龙川	319	538	1436		2293	313	528	1339		2179
	楚雄鹿城	7274	4611	4838		16723	6514	4200	4065		14779
	双柏妥甸	479	397			876	456	378			834
	牟定共和	939	632	2427		3998	907	615	2301		3822
	元谋元马	777	511	3361		4649	680	447	3114		4240
	禄丰金山	1386	1719	1663		4768	1329	1604	1589		4523
	武定近城	96	507			603	91	481			572
	小计	12721	9255	15418		37493	11688	8685	13988		34360
昆明市	安宁连然	6004	41767			47746	5652	39114			44767
	富民永定	612	6392	517		7521	580	5992	490		7061
	西山谷律	1264	1202			2466	1188	1132			2320
	昆明四城区	29230	8177			37432	27293	7711			35004
	呈贡龙城	6216	2140			8356	5805	1999			7803
	晋宁昆阳	3496	3750			7246	3252	3488			6740
	滇池				56215	56215				53115	53115
	小计	46822	63428	517	56215	166983	43770	59436	490	53115	156811
玉溪市	易门龙泉	939	4358			5297	888	4123			5011
	玉溪红塔	7668	14855			22523	6896	13026			19921
	江川大街	1614	1138	3080		5832	1492	1053	2849		5394
	华宁宁州	780	949			1729	713	867			1581
	通海秀山	1637	2311	3988		7936	1518	2143	3530		7191
	杞麓湖				6957	6957				6461	6461
	小计	12638	23611	7069	6957	50274	11508	21212	6379	6461	45560
红河州	石屏异龙湖	800	804			1604	736	739			1475
	建水临安	2128	2944	2433		7505	1948	2695	1879		6523
	个旧个旧	3733	14064			17798	3356	12645			16001
	开远开远	3648	5175			8821	3304	4686			7990

市(州)	小区名称	渠首水量					小区水量				
		城镇生活	工业用水	农业灌溉	生态补水	小计	城镇生活	工业用水	农业灌溉	生态补水	小计
	蒙自文澜	3502	5911			9413	3172	5353			8525
	异龙湖				4025	4025				3700	3700
	小计	13811	28898	2433	4025	49166	12516	26118	1879	3700	44214
	供水量合计	93411	129407	50151	67197	340266	86749	119565	46251	63276	315841

2.4 二期工程总体布局

2.4.1 总干渠分水口门总体布局

二期工程确定的分水口共 31 个，与一期工程分水口布局成果相比，将下庄分水口优化为下庄西、下庄东 2 个分水口，将宝象河分水口优化为东白沙河、宝象河、马料河 3 个分水口（其中东白沙河、马料河为补滇预留分水口），增加 1 个龙庆隧洞补滇预留分水口。此外，调整 8 个分水口门的供水范围或供水对象，调整 3 个分水口设计流量，调整龙尾分水口的位置。

表 2.4.1-1 输水总干渠分水口门特性表

序号	分水口门	受水小区	供水对象	设计流量 (m³/s)	备注
1	北衙	鹤庆黄坪	生活、工业	1.0	
2	海东	大理市	生活、工业	1.5	
3	甸头	宾川牛井	生活、工业、灌溉	7.5	
4	麻栗园北	永胜太阳平山	生活、工业、灌溉	6.0	
5	麻栗园南	巍山南诏	生活、工业、灌溉	14	
		弥渡弥城	生活、工业、灌溉		
		祥云祥城	生活、工业		
6	下庄西	祥云祥城	生活、工业、灌溉	5.0	
7	下庄东	祥云祥城	生活、工业	0.5	新增
8	万家	姚安栋川	生活、工业、灌溉	4.0	
		大姚金碧	生活、工业		
9	柳家村	南华龙川	生活、工业、灌溉	5.0	
10	风屯	楚雄鹿城	生活、工业、灌溉	10	
		双柏妥甸	生活、工业		
11	伍庄村	牟定共和	生活、工业、灌溉	8.5	增大流量
		元谋元马	生活、工业、灌溉		
12	龙川江	元谋元马	生活、工业、灌溉	8.0	
13	鲁支河	禄丰金山	生活、工业	2.0	
14	观音山	禄丰金山	生活、工业、灌溉	6.5	
15	螳螂川	富民永定	生活、工业、灌溉	6.0	
		安宁连然	生活、工业	24	

序号	分水口门	受水小区	供水对象	设计流量 (m ³ /s)	备注
		西山谷律	生活、工业		
16	龙庆隧洞预留	滇池	补湖	50	预留
17	龙庆河	西山谷律	生活、工业	3.0	
18	龙泉	昆明四城区	生活、工业	25	
19	盘龙江	滇池	补湖	40	
20	东白沙河	滇池	补湖	1.0	预留
21	宝象河	昆明四城区	生活、工业、补湖	20	
22	马料河	滇池	补湖	1.0	预留
23	呈贡	呈贡龙城	生活、工业	5.0	
24	横冲	呈贡龙城	生活、工业	3.0	
25	新庄	昆明四城区	生活、工业	4.5	
		晋宁昆阳	生活、工业		
26	阿斗村	玉溪红塔	生活、工业	14.0	延伸供水研和工业园区双小片
		江川大街	生活、工业、灌溉、补湖	5.0	增大流量
27	小龙潭	江川大街	生活、工业、灌溉	7.0	
		华宁宁州	生活、工业		
28	何官营	通海秀山	供水、灌溉、补湖	10	
29	龙尾	石屏异龙湖	生活、工业、补湖	7.0	调整位置
30	跃进	建水临安	生活、工业、灌溉	5.0	
31	新坡背	蒙自文澜	生活、工业	20	
		个旧个旧	生活、工业		
		开远开远	生活、工业		

2.4.2 调蓄工程总体布局

2.4.2.1 一期总干渠在线调蓄连通工程

(1) 利用滇池连通工程

根据一期工程相关研究成果，输水总干渠近期不利用滇池。未来根据需要，可利用滇池北岸的盘龙江、宝象河和龙庆隧洞预留补滇共 3 个分水口向滇池补水，利用滇池后在滇池南岸由滇池引出工程接入玉溪段总干渠，实现滇池在线调蓄。

利用滇池连通工程（大黑箐隧洞）全长 9.697km，进口位于昆明市滇池南端晋宁县上蒜镇牛恋村，末端在晋宁县上蒜镇李官营村与一期工程小扑隧洞相交，交点位置小扑隧洞底板高程 1873.02m，设计流量为 40m³/s。滇池正常蓄水位 1887.5m，最低运行水位 1885.5m，按在滇池死水位能取设计

流量来确定取水口底板高程。大黑箐隧洞纳入二期骨干工程建设。

(2) 利用跃进水库连通工程

一期工程输水总干渠近期不利用跃进水库输水，未来在跃进水库水质达标、水库移民搬迁等历史遗留问题解决后，可由跃进分水口向跃进水库分水，经跃进水库输水后通过跃进水库引出工程（云普隧洞）接入输水总干渠，实现跃进水库在线调蓄。根据二期骨干工程可研审查意见，云普隧洞不纳入二期工程建设。

2.4.2.2 二期调蓄工程

二期工程共利用 53 座调蓄水库（13 座在线调节，40 座充蓄调节），兴利库容共 8.54 亿 m³，充蓄水量 3.06 亿 m³；利用 55 座补偿调节水库，总库容 13.00 亿 m³，兴利库容 8.87 亿 m³。利用水库调节的形式如下：

(1) 在线调节

二期工程利用水库进行充蓄调节及输水，进入的水量回到二期输水干线。

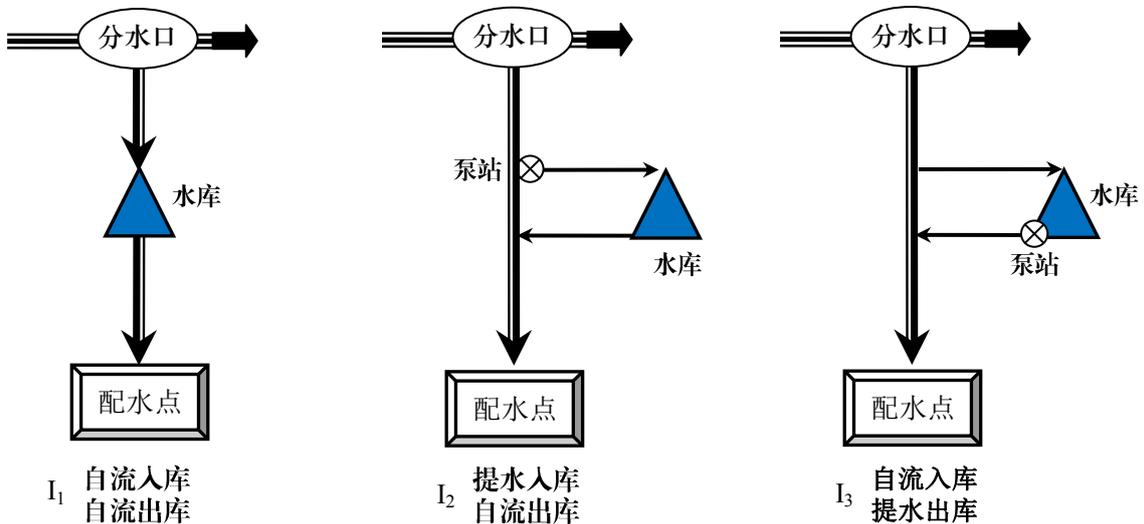


图 2.4.2-1 在线调蓄水库分类示意图

(2) 充蓄调节

二期工程向蓄水工程自流或提水充蓄，水量调蓄在调蓄工程供水范围内利用，不再回到输水线路中。

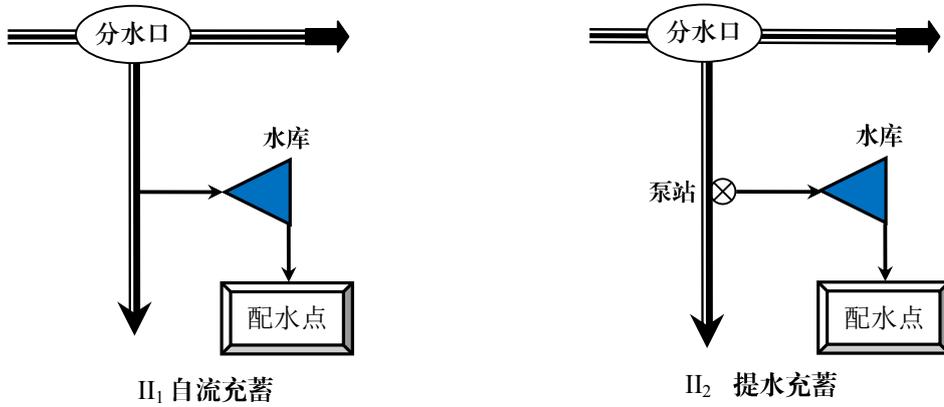


图 2.4.2-2 充蓄调蓄水库分类示意图

(3) 补偿调节

二期工程的水量不进入蓄水工程调蓄，当地水进入输水线路或与外调水同时向用水户供水，以满足农灌调峰、枯期供水及检修、事故备用要求。

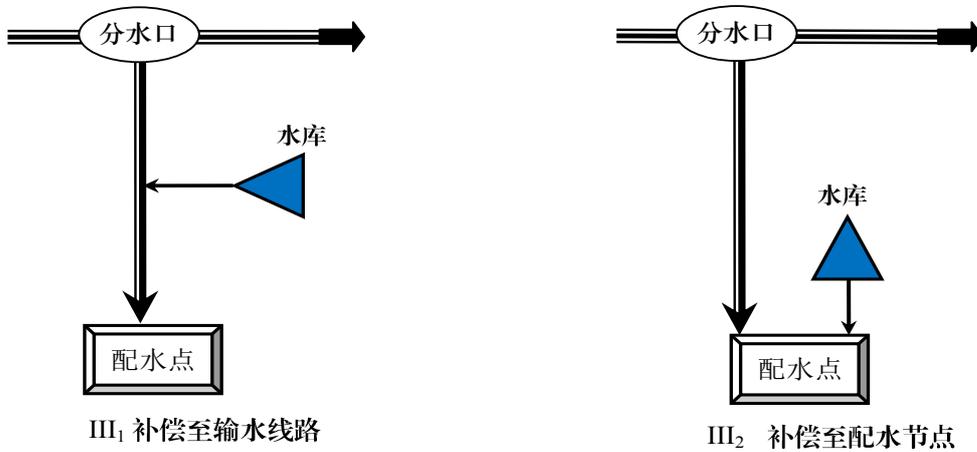


图 2.4.2-3 补偿调节水库分类示意图

调蓄水库特性见表 2.4.2-1。

表 2.4.2-1 滇中引水二期工程调蓄水库特性表

分水口	充蓄水量 (万 m ³)		调蓄水库	水库特性			受水小区	备注
	行业	数值		兴利库容 (万 m ³)	正常蓄水位 (m)	死水位 (m)		
甸头	农业	2279	大银甸水库	3177	1542	1513	宾川牛井	
		781	花桥水库	1339	1803.7	1789	宾川牛井	
		169	仙鹤水库	747	1685.24	1661.32	宾川牛井	
		112	益民海水库	289	1751.6	1735	宾川牛井	
	小计	3341		5552				
麻栗园北	农业	4467	海稍水库扩建	10441	1635.5	1618	宾川牛井 永胜太阳平山	在建
	农业	51	崔家箐水库	65	1818.7	1800	宾川牛井	
	小计	4518		10506				
麻栗园南	农业	348	大坝水库	553	1937.85	1918.39	弥渡弥城	
			巴冲箐水库	258	1937.85	1908.8	弥渡弥城	
		25	桑木箐水库	91	1810	1791	弥渡弥城	
		34	黑泥箐水库	117	1755.44	1739	弥渡弥城	
		169	团结水库	163	1568	1553.9	弥渡弥城	
	农业	58	甸中河水库	388	1881.35	1849.3	巍山南诏	
		203	锁水阁水库	854	1893.26	1874.1	巍山南诏	
小计	837	小计	2424					
万家	生活、农业	1522	洋派水库	3485	1891.26	1878.6	姚安栋川	
	工业	5	妙峰水库	441	2041.8	2018.85	大姚金碧	
	小计	1527	小计	3926				
柳家村	农业	169	罗家冲水库	280	1902	1888	南华龙川	
		30	耐桥水库	41	1912.9	1904.17	南华龙川	
	小计	199	小计	321				
凤屯	生活、农业	892	九龙甸水库	5912	1907	1873.8	楚雄鹿城	
	农业	134	中石坝水库	918	1842	1825.8	楚雄鹿城	规划扩建
	小计	1026	小计	6830				

分水口	充蓄水量 (万 m ³)		调蓄水库	水库特性			受水小区	备注
	行业	数值		兴利库容 (万 m ³)	正常蓄水位 (m)	死水位 (m)		
伍庄村	生活、农业	424	龙虎水库	1042	1931.36	1893	牟定共和	
	农业	107	庆丰水库	937	1812.37	1796.27	牟定共和	
	农业	71	东清水库	89	1791.2	1782.5	牟定共和	
	生活、农业	60	共和水库	71	1819.6	1814.6	牟定共和	
	农业	1708	小石门水库	9609	1675	1596.1	元谋元马	规划新建
	小计	2370	小计	11748				
龙川江	生活、工业	42	挨小河水库	218	1323	1294	元谋元马	
	小计	42	小计	218				
鲁支河	生活	88	石门水库	1068	1628.43	1609.8	禄丰金山	
	小计	88	小计	1068				
观音山	农业	17	大跃进水库	294	1871.5	1854.2	禄丰金山	
	城镇、农业	80	老鸦关水库	520	1923.3	1910	禄丰金山	
	城镇、工业	707	岔河水库	2140	1811.8	1790.9	易门龙泉	
			白龙水库	104	1821.9	1806.23	易门龙泉	规划扩建
小计	804	小计	3058					
螳螂川	工业、农灌	539	黄坡水库扩建	600	1770.5	1750.4	富民永定	二期骨干扩建
	城镇	809	箐门口水库	939	1884.1	1858.1	安宁连然	在建
	工业	2517	张家坝水库	1230	1883	1862.5	安宁连然	
			大箐水库扩建	1600	1928	1886.4	安宁连然	二期骨干扩建
小计	3865	小计	4369					
龙泉	城镇、工业	2629	松华坝水库	10500	1965.5	1928.8	昆明四城区	
	小计	2629		10500				
阿斗村	城镇	242	石河水库	575	1798	1780.5	江川大街	
	城镇、农灌	290	中村水库	417	1844.3	1827	江川大街	二期配套新建
	城镇	3015	东风水库	6138	1676.83	1651.16	玉溪红塔	
	城镇、工业	216	凤凰水库	310	1698.8	1679.5	玉溪红塔	
	小计	3763	小计	7440				

分水口	充蓄水量 (万 m ³)		调蓄水库	水库特性			受水小区	备注
	行业	数值		兴利库容 (万 m ³)	正常蓄水位 (m)	死水位 (m)		
小龙潭	工业、农业	223	跃进水库	250	1785.5	1767.5	江川大街	
		46	捧寨水库	69	1767.5	1758.6	江川大街	
		66	大寨水库	157	1801.25	1791.7	江川大街	
	城镇、工业	786	白龙河水库	955	1720	1692.5	华宁宁州	
	小计	1121	小计	1431				
何官营	城镇、工业	352	琉璃河水库扩建	367	1924.96	1898.64	通海秀山	在建
	小计	352	小计	367				
龙尾	城镇、工业	344	阿白冲水库	1226	1562.62	1516.9	石屏异龙湖	
			高冲水库	970	1478.41	1452.57	石屏异龙湖	
	小计	344	小计	2196				
跃进	农业	843	跃进水库	3910	1541.57	1528	建水临安	
	城镇、工业	161	青云水库	200	1335.5	1331.5	建水临安	
		171	红罩塘水库	222	1434.6	1410.1	建水临安	在建
	小计	1175	小计	4332				
新坡背	城镇、工业	118	长桥海水库	1587	1288.94	1284.4	个旧个旧 蒙自文澜	
		829	大唐水库	1148	1300	1233.5	开远开远	二期骨干新建
		389	五里冲水库	5076	1458	1422	蒙自文澜	
		1229	杨柳田水库	1262	1384	1355.8	开远开远 蒙自文澜 个旧个旧	二期骨干新建
	小计	2565	小计	9073				
	合计		30556		85359			

2.4.3 输水工程总体布局

2.4.3.1 大理州

大理州受水区共设有 7 个分水口门，分别是北衙分水口（供鹤庆黄坪片）、海东分水口（供大理市）、甸头分水口（供宾川牛井片）、麻栗园北分水口（供宾川牛井和祥云祥城片）、麻栗园南分水口（供弥渡弥城及巍山南诏片）、下庄东分水口（供祥云祥城片）、下庄西分水口（供下庄水厂）。工程总体布局见图 2.4.3-1。

2.4.3.2 丽江市

丽江市仅涉及永胜太阳平山受水区，行政区划为永胜县片角乡，从海稍东干渠末端取水。工程总体布局见图 2.4.3-1。

2.4.3.3 楚雄州

楚雄州受水区共设置了 7 个分水口门，分别是万家（向姚安栋川和大姚金碧供水）、柳家村（向南华龙川供水）、凤屯（向楚雄和双柏供水）、伍庄村（向牟定共和、元谋元马供水）、龙川江（向元谋元马和禄丰金山供水）、鲁支河（向禄丰金山供水）、观音山（向武定近城和禄丰金山供水），共布置了 9 条输水干线，其中元谋元马涉及 2 条输水干线，禄丰金山涉及 3 条输水干线。工程总体布局见图 2.4.3-2。

2.4.3.4 昆明市

昆明市受水区共设有 8 个分水口门（不含龙庆隧洞预留补滇口），分别是螳螂川分水口（供安宁连然、富民永定和西山谷律团结片）、龙庆河分水口（供西山谷律西翥片）、龙泉分水口（供昆明四城区）、盘龙江分水口（补滇）、宝象河分水口（供昆明四城区、补滇）、呈贡分水口（供呈贡龙城龙城片）、横冲分水口（供呈贡龙城）和新庄分水口（供晋宁昆阳和昆明四城区海口片）。另外，在昆呈隧洞利用 2#、7#施工支洞预留补滇口门，在维持

滇池生态补水总水量不变的前提下，分别通过东白沙河、马料河向滇池生态补水。同时，增加呈贡分水口的补滇功能，通过洛龙河、捞鱼河向滇池生态补水。预留口门的补滇通道工程不纳入二期工程。工程总体布局见图 2.4.3-3。

2.4.3.5 玉溪市

玉溪市共涉及玉溪红塔、江川大街、华宁宁州、通海秀山和易门龙泉 5 个受水区，设有阿斗村、小龙潭、何官营 3 个分水口，易门龙泉受水区从楚雄观音山分水口分水。工程总体布局见图 2.4.3-4。

2.4.3.6 红河州

红河州受水区共设有 3 个分水口门，分别是龙尾分水口（供石屏异龙湖）、跃进分水口（供建水临安）、新坡背分水口（供个旧个旧、开远开远和蒙自文澜）。工程总体布局见图 2.4.3-5。

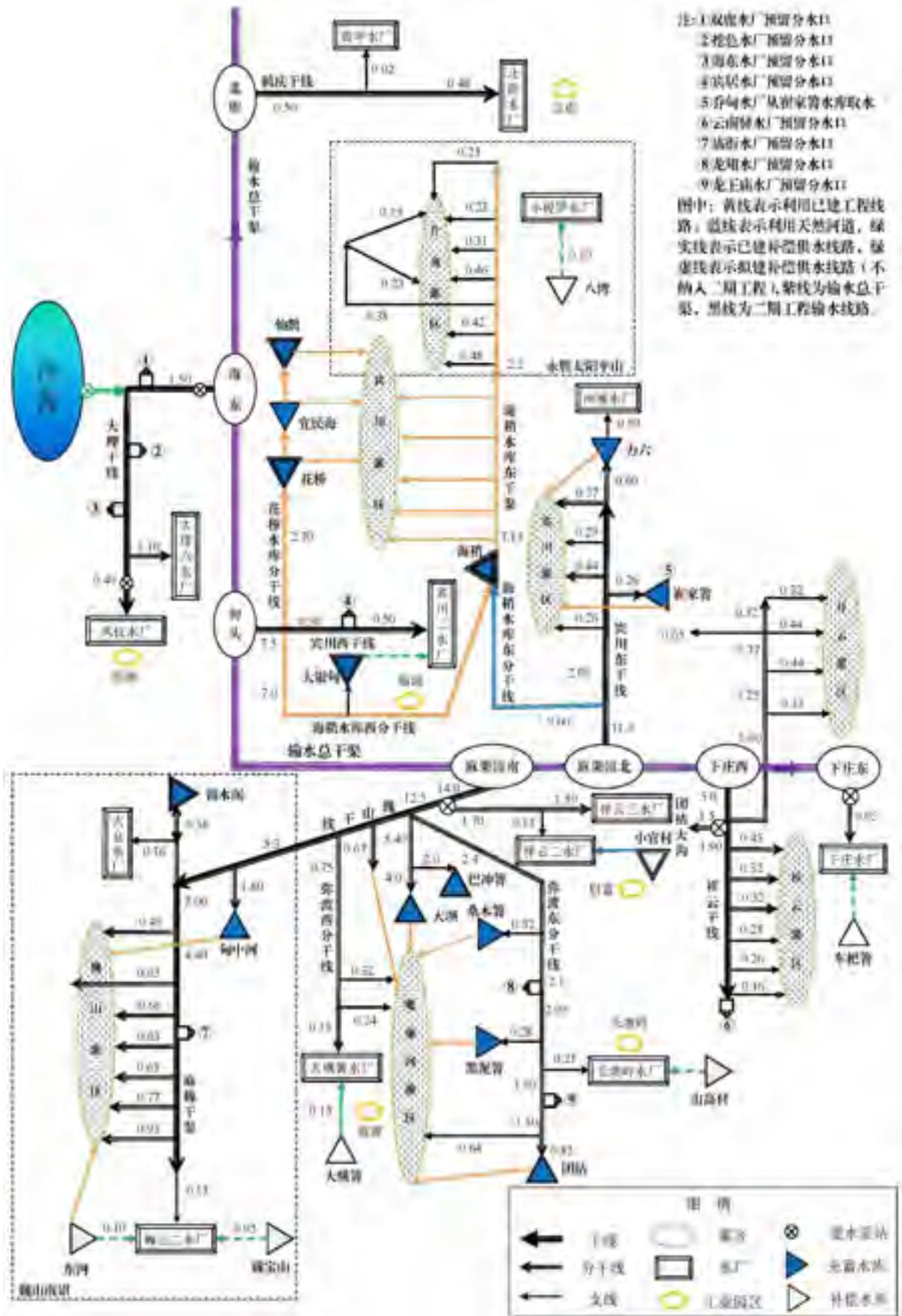


图 2.4.3-1 二期工程大理州总体布局示意图

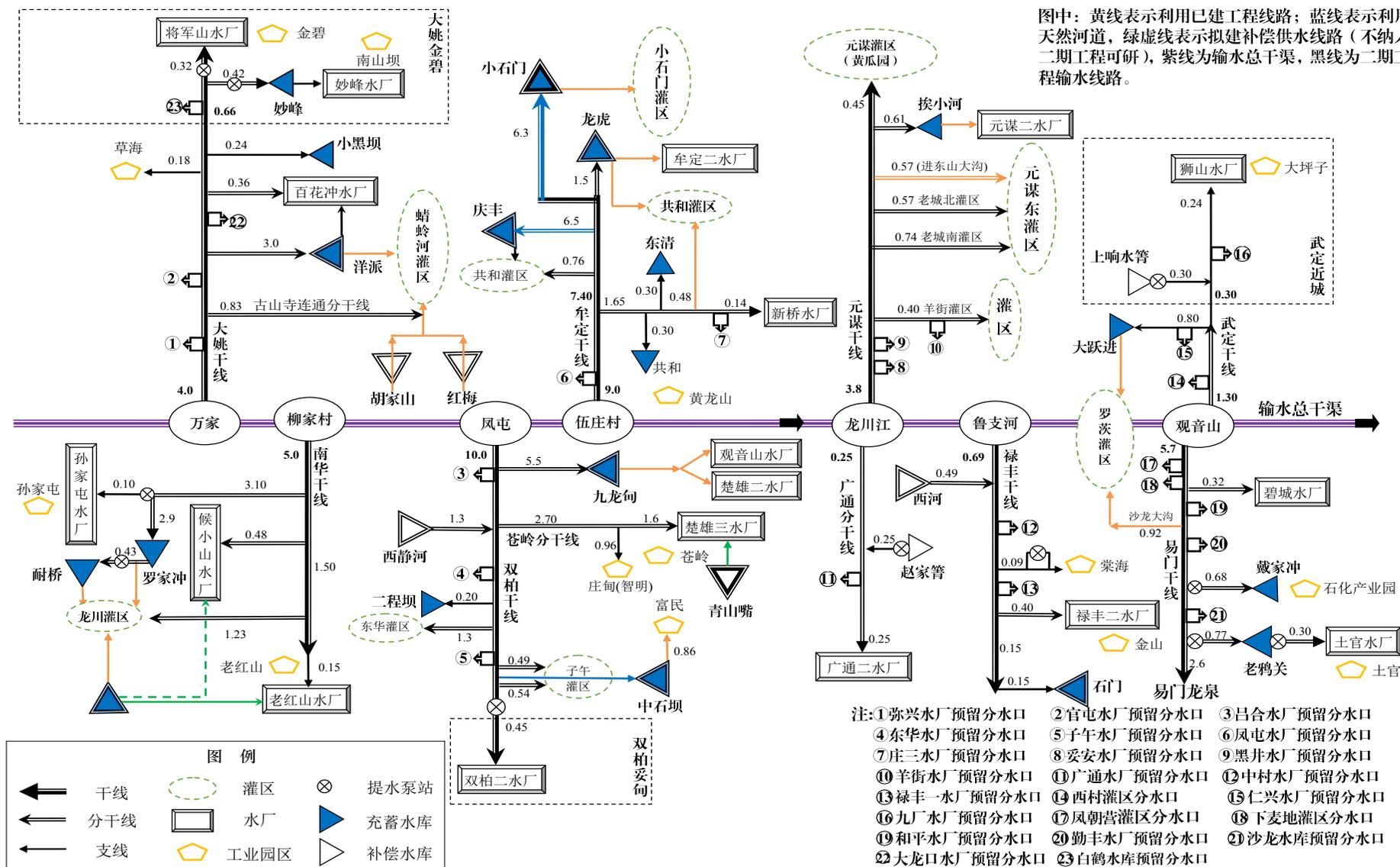


图 2.4.3-2 二期工程楚雄州总体布局示意图

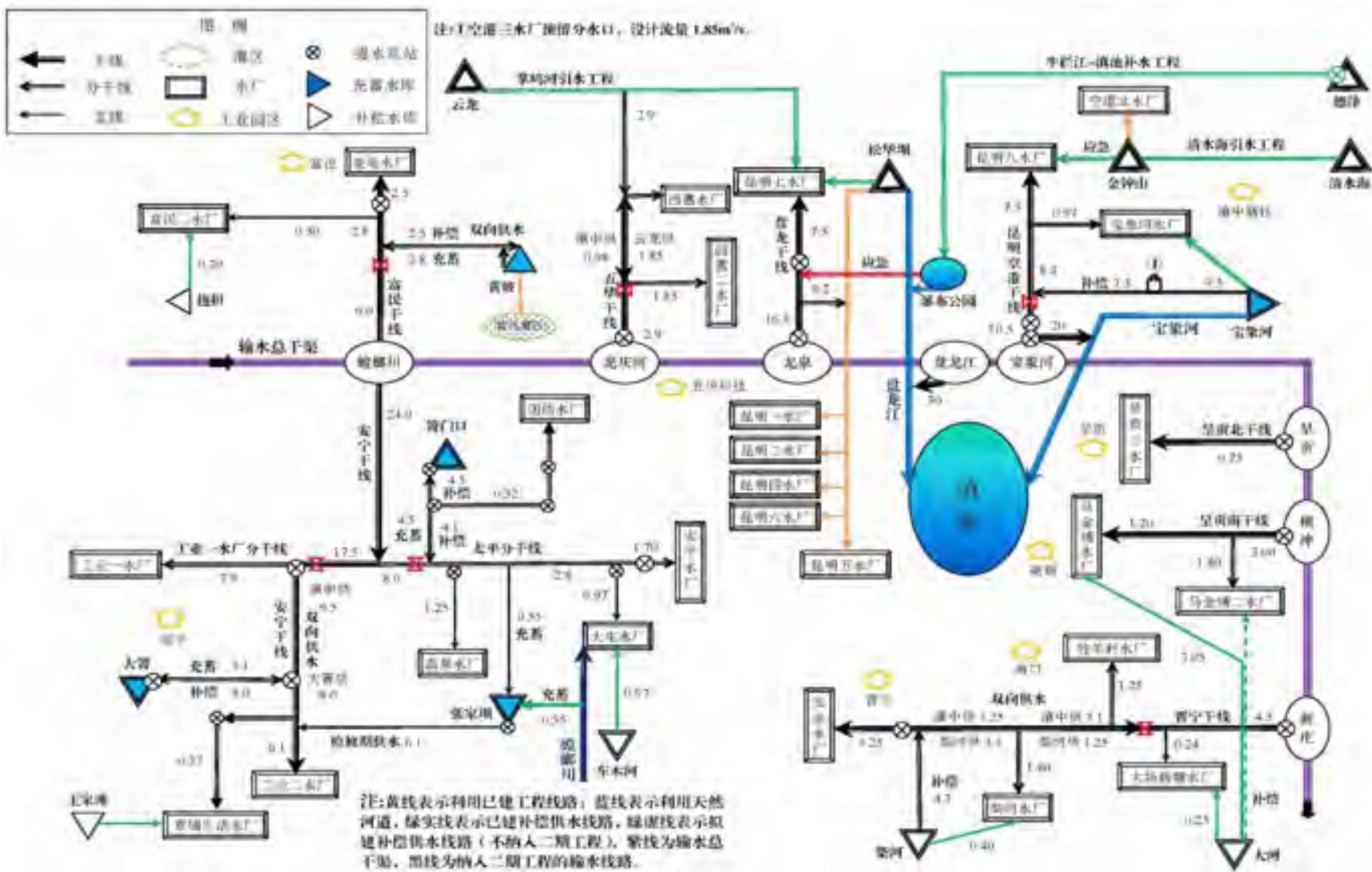


图 2.4.3-3 二期工程昆明市总体布局示意图

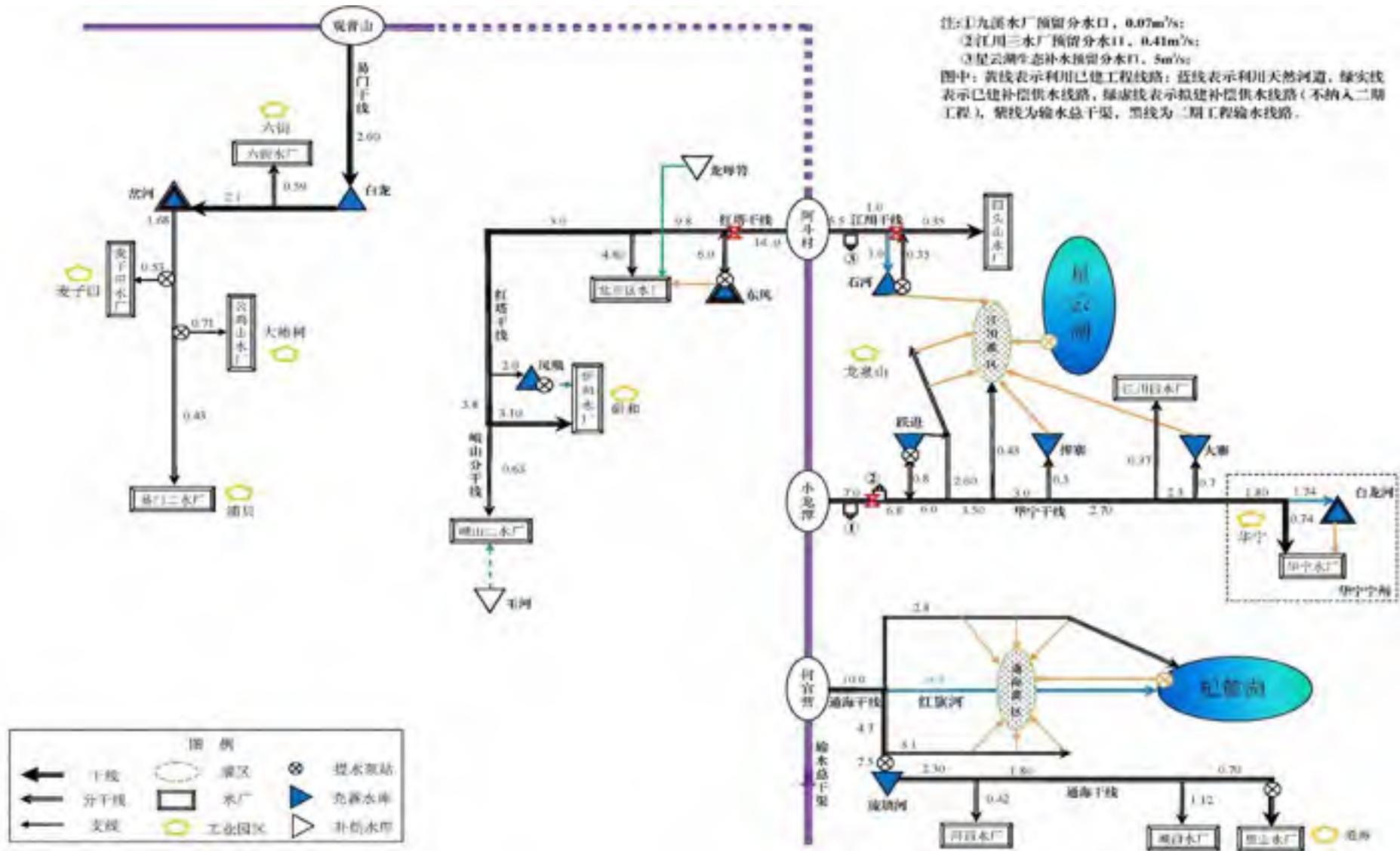


图 2.4.3-4 二期工程玉溪市总体布局示意图

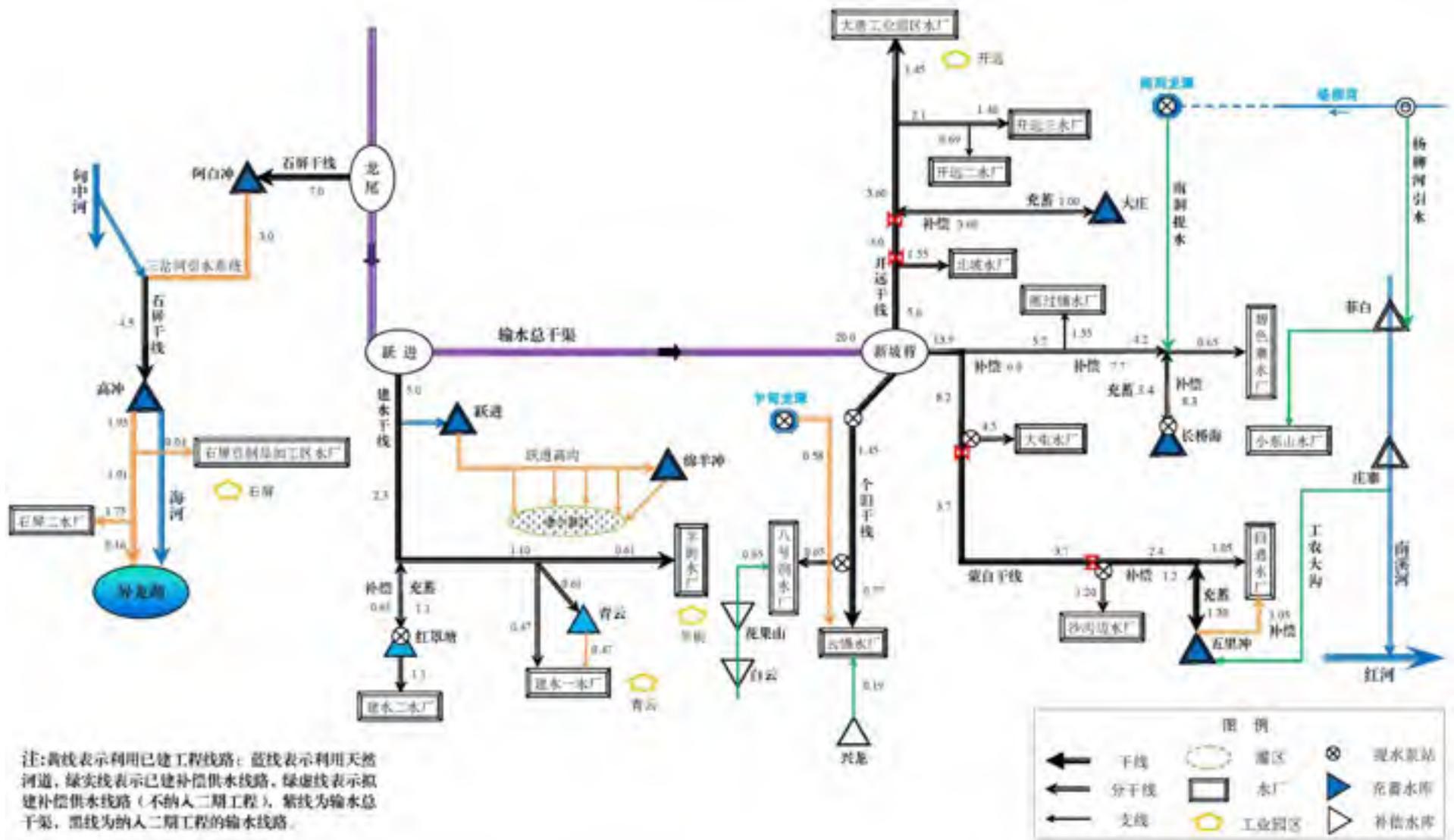


图 2.4.3-5 二期工程红河州总体布局示意图

2.5 二期骨干工程建设内容

2.5.1 二期骨干和配套工程划分原则

根据《水利部办公厅关于云南省滇中引水二期工程可行性研究报告的意见》的要求，二期工程的审批权限执行《国家发展改革委关于下放政府出资水利项目审批事项的通知》（发改农经〔2017〕2296号）的规定，符合大型引调水工程标准的建设内容（称为“二期骨干工程”）将报中央审批。按照《调水工程设计设计导则》（SL430-2008）的大型引调水工程的标准，拟定骨干、配套工程建设内容的划分原则：

（1）输水工程：以城市供水为主的输水线路，按照供水对象重要性、分段设计流量两项指标，以大（二）型调水工程标准（引水流量 $50-10\text{m}^3/\text{s}$ 、年引水量 $10-3\text{亿 m}^3$ ）确定二期骨干工程的建设内容，其余作为二期配套工程的建设内容。

（2）调蓄工程，当某条输水线路符合标准时，其在线调蓄水库（纳入二期工程建设内容的）无论规模大小也随同纳入二期骨干工程建设内容。

（3）提水工程，当某条输水线路符合纳入二期骨干的标准时，位于该条输水线路上的提水泵站无论规模大小，也随同纳入二期骨干工程建设内容。

（4）专门为完善输水总干渠输配水工程而建设的工程（连通工程，调蓄工程等），均纳入二期骨干工程。

2.5.2 二期骨干工程建设内容

滇中引水二期骨干工程建设内容由调蓄工程、输水工程（包含泵站工程）两部分组成。

2.5.2.1 调蓄工程

昆明市大箐水库扩建（原一期工程安宁调节池）、黄坡水库扩建（原一

期工程富民调节池),红河州新建大唐水库和杨柳田枢纽(原一期工程个旧调节池)。

(1) 扩建黄坡水库

黄坡水库位于金沙江流域普渡河支流大营河上,坝址以上控制径流面积 28.9km^2 ,多年平均来水量为 703万 m^3 ,现状主要承担下游灌区的农业灌溉供水。黄坡水库现状总库容 213万 m^3 ,兴利库容 137万 m^3 ,正常蓄水位 1763.0m ,死水位 1754.4m ,设计洪水位 1763.45m ,校核洪水位 1764.39m 。

黄坡水库扩建的工程任务为:调蓄滇中引水工程过程,使得富民麦竜水厂和黄坡灌区的供水满足设计保证率。黄坡水库扩建后死水位 1750.4m ,对应死库容 69.3万 m^3 ,正常蓄水位 1770.5m ,兴利库容 600万 m^3 。

拦河坝为沥青混凝土心墙风化料坝。坝轴线长 598.68m ,坝顶高程 1774.00m ,坝顶宽 6.0m ,大坝最低建基高程为 1737.00m ,最大坝高 37m ,上游坝坡 $1:2.5$,下游坝坡 $1:2.25$,于 1754m 处设 2.0m 宽戽台。上游护坡采用预制混凝土块护坡,下垫碎石及砂垫层各 20厚 cm 。下游护坡为 0.6m 厚干砌石护坡。

溢洪道布置于大坝左岸山坡,为开敞式岸坡溢洪道,水平总长度为 256.51m ,由进口段、控制段、泄槽段、消力池段组成。溢洪道进口采用正向进水,堰型为驼峰堰,堰宽 12.0m ,堰顶高程即水库正常蓄水位为 1770.50m ,堰上最大过流水深 1.85m ,设计最大泄量为 $67\text{m}^3/\text{s}$ 。

输水导流隧洞布置于大坝左岸山体,隧洞轴线与左岸坝轴线夹角约 61.47° 。隧洞段全长约 342.48m ,纵向坡比 3.0% 。坝轴线上游侧有压段为圆形,坝轴线下游侧无压段城门洞型,净空尺寸为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ 。由进口段、有压洞身段、封堵段和无压洞身段、出口闸阀室段组成。

(2) 扩建大箐水库

大箐水库位于红河流域绿汁江支流王家滩河上,坝址以上径流面积

9.4km²，多年平均来水量为 219 万 m³，现状主要承担下游农村人畜饮水和灌区的农业灌溉供水。大箐水库现状总库容 273 万 m³，兴利库容 240 万 m³，正常蓄水位 1916.5m，死水位 1895.0m，设计洪水位 1917.5m，校核洪水位 1918.0m。

大箐水库扩建工程的任务为：在解决原大箐水库的生活用水和灌溉用水的基础上，作为滇中引水工程安宁干线的在线调节水库，保障工程停水检修期安宁工业园区(草铺片)的工业供水。大箐水库扩建后死水位 1886.4m，对应死库容 46.9 万 m³，正常蓄水位 1928m，对应库容 1613.88 万 m³，兴利库容 1567 万 m³。

混凝土面板堆石坝方案枢纽建筑物由混凝土面板堆石坝、溢洪道、放空输水洞组成。

混凝土面板堆石坝，坝顶高程 1931m，坝轴线长 438m，坝顶宽 8m，上游设防浪墙，墙顶高程 1932.2m。趾板基础大部分置于弱风化上部基岩内，趾板基础最低高程为 1862m，最大坝高为 69m。坝体上、下游坝坡均为 1:1.4，下游坝坡在 1910m 处设一条 3m 宽的马道。

溢洪道布置在右岸，进口段为喇叭口布置，采用无闸宽顶堰，堰顶高程为正常蓄水位 1928.0m；泄槽宽 3m，纵坡 35%，采用竖直边墙，高 2m，厚 0.5m；出口段采用底流消能，消力池长 12m，池深 1.5m，溢洪道全长约 340m。

放空输水洞布置在左岸，进口底板高程 1882.9m，洞身全长约 484m，采用圆形断面，洞径 2m，混凝土衬砌厚 0.4m；隧洞出口设长 10m 的明洞段，为 2m×2m 矩形断面；检修闸门井布置在隧洞中部，设一道 2m×2m 的检修闸门，工作闸室布置在出口，设一道 1.8m×1.8m 的工作闸门。

(3) 新建大唐水库

大唐水库位于云南省红河州开远市泸江一级支流老能洞箐上游燕子窝

村附近，属珠江流域南盘江水系。工程任务为：调蓄开远市滇中引水工程不均匀水量，向开远市城市生活和工业补偿供水，使供水保证率达到设计保证率 95%以上，保障开远市供水安全；巩固提升西山片区农村饮水安全，保障西山片区高原特色扶贫农业和西部面山国家储备林建设项目林果、林下中草药等供水安全，为推动开远市及滇南中心城市实现高质量跨越式发展提供水安全保障和支撑。大唐水库正常蓄水位 1300m，对应正常库容 1199.8 万 m^3 ，兴利库容 1148 万 m^3 ，水库下泄生态水量 32 万 m^3 ，多年平均供水量 706 万 m^3 ，损失水量 116 万 m^3 ，连续丰水年弃水量 222 万 m^3 ，水库库容系数 1.07，为多年调节水库。

大唐水库主要由枢纽建筑物和输水线路组成，其中枢纽建筑物主要由大坝、溢洪道和导流输水隧洞组成。

根据当地可用建材情况及坝址区地形、地质条件，初步拟定坝型为粘土心墙堆石坝，坝顶高程 1303.00m，心墙建基面最低高程为 1200.00m，最大坝高 103.0m，坝顶长 510.0m，坝顶宽 10.0m，防浪墙顶高程 1304.00m，坝顶采用沥青混凝土路面，坝顶下游侧设石材防护栏杆。

根据地形条件溢洪道布置于拦河坝左岸，出口交于拦河坝下游主河道，采用无闸控制开敞式溢洪道。控制段堰为宽顶堰，堰顶高程为 1300.00m（正常蓄水位 1300.00m），堰宽 4.0m。溢洪道由引渠段、控制段、泄槽段、消力池段和出口护坦段组成，全长 480.0m，采用 C25 钢筋混凝土和 C30 钢筋混凝土衬砌，混凝土抗渗等级为 W6，抗冻等级为 F50。设计洪水位（ $P=2\%$ ）时最大下泄流量为 $9.0m^3/s$ ，校核洪水位（ $P=0.1\%$ ）时最大下泄流量为 $17.4m^3/s$ 。

导流输水隧洞布置于拦河坝左岸，输水隧洞与施工导流隧洞相结合并兼顾水库放空功能，为有压洞，输水设计流量为 $4.0m^3/s$ 。隧洞由进口明渠段、闸前有压洞身段、闸室段、闸后有压洞身段、出口闸室段、陡

槽段、消力池段和护坦段组成，全长 877.0m，其中洞身段长 667.0m。隧洞进口底板高程为 1233.00m（淤积高程 1232.96m），有压洞采用圆形断面，洞径 2.0m，底坡 $i=1/1000$ ，采用 C25 钢筋混凝土衬砌，衬砌厚 40cm。隧洞混凝土强度等级为 C25，抗渗等级为 W8，抗冻等级为 F50。

（4）新建杨柳田枢纽

杨柳田枢纽位于滇中引水工程输水总干渠末端新坡背分水口处，坝址距个旧市大屯镇土基甸村约 500m，距杨柳田村 1.0km，距离大屯镇镇政府 11km，距个旧市市区 28km。根据调蓄工程布局，结合蒙自文澜、个旧个旧、开远开远、个旧锡城受水区工程布局，新建杨柳田枢纽作为一期工程末端调蓄工程，杨柳田枢纽的工程任务为：杨柳田枢纽为滇中引水一期工程末端调蓄工程，任务为调蓄新坡背分水口不均匀水量，满足滇中引水工程检修期个旧市大屯水厂、北坡水厂补偿供水要求，并且保证特殊年份滇中水量不足时的供水，使个旧市大屯水厂、北坡水厂供水保证率达到设计保证率 95%，为推动滇南中心城市实现高质量跨越式发展提供水安全保障和支撑。杨柳田枢纽坝址以上径流面积 3.94km^2 ，水库死水位 1350m，对应死库容为零，水库正常蓄水位 1390m，对应正常库容 1262 万 m^3 。

杨柳田枢纽由大坝、溢流坝、输水放空设施及泵站组成。

大坝拟采用当地材料坝，初拟坝型采用均质坝，挡水坝坝顶高程 1392.80m，最大坝高 57.6m，坝长 2230m，顶宽 10m，上、下游坝坡坡比均分为两台，坝顶 1392.80m~1372.80m 坡比为 1:3.0，高程 1372.80m 以下坡比为 1:3.2，在高程 1372.80m 处设置一台宽 3m 的马道兼做亲水平台。

大坝上游坝坡及库底采用钠基防水毯等进行防渗，结构自下而上分别为 0.3m 砂垫层、防水毯、0.2m 厚的粘土保护层、0.12m 厚的 C20 混凝土预制块护坡。下游坝坡进行绿化保护。

水库南北两侧分布有村庄，为确保水库建成后村庄安全，在水库南北

两侧各布置一排帷幕灌浆，灌浆轴线总长 800m，平均深度 50m，采用单排孔，孔距 1.5m。

双库之间采用 C25 钢筋混凝土重力溢流坝隔断，坝顶可溢流上库来水至下库。重力溢流坝坝顶高程 1400.00m，坝高 3.5~30m，坝长 240m，坝顶宽度 5m，上游面 1385m 高程以上为垂直面，以下坡比 1:0.2，下游坝坡坡比为 1:0.78，坝体采用常态混凝土浇筑。

根据周边地形情况，库盆东南高程最低处坝基坚硬岩体上设置一根泄洪管，将洪水泄入河道，最终排往大屯海。泄洪管管径为 2.4m，管材采用 Q355C 钢管外包混凝土。

2.5.2.2 输水工程

滇中引水二期骨干工程涉及 5 个州市，共布置 9 条干线及 1 条隧洞（大黑箐隧洞），输水线路全长 114.29km，共布置 31 个输水建筑物，其中管道 13 条，长 38.61km，占线路总长的 33.79%；倒虹吸 4 条，长 4.35km，占线路总长的 3.80%；隧洞 11 条（含大黑箐隧洞），长 69.81km，占线路总长的 61.08%；箱涵 3 座，长 1.52km，占线路总长 1.33%。共设置提水泵站 4 座，总装机 65500kW。昆明段布置提水泵站 2 座，分别为龙泉一级泵站，装机 16440kW；宝象河泵站，装机 34000kW。红河段布置提水泵站 2 座，分别为杨柳田泵站，装机 8160kW；大唐泵站，装机 6900kW。输水工程特性见表 2.5.2-1。各州市二期骨干工程总体布局见附图 3~7。

表 2.5.2-1 二期骨干工程输水工程建筑物汇总表

序号	州市	类型	箱涵	管道	倒虹吸	隧洞	合计	备注
1	大理段	数量 (座)	2	3		1	6	
		长度 (km)	1.24	9.92		13.48	24.64	
		比例 (%)	5.03	40.26		54.71	100.00	
2	楚雄段	数量 (座)		1			1	
		长度 (km)		6.11			6.11	
		比例 (%)		100.00			100.00	
3	昆明段	数量 (座)		5	1	3	9	提水泵站 2 座, 装机 50440kW
		长度 (km)		14.56	0.63	20.29	35.47	
		比例 (%)		41.04	1.78	57.19	100.00	
4	玉溪段	数量 (座)		3	2	2	7	
		长度 (km)		6.48	1.40	10.69	18.56	
		比例 (%)		34.89	7.54	57.57	100.00	
5	红河州	数量 (座)	1	1	1	4	7	提水泵站 2 座, 装机 15060kW
		长度 (km)	0.28	1.11	2.32	15.51	19.23	
		比例 (%)	1.46	5.80	12.07	80.68	100.00	
6	大黑箐隧洞	数量 (座)				1	1	
		长度 (km)				9.84	9.84	
		比例 (%)				100.00	100.00	
7	合计	数量 (座)	3	13	4	11	33	提水泵站 4 座, 装机 65500kW
		长度 (km)	1.52	38.61	4.35	69.81	114.29	
		比例 (%)	1.33	33.79	3.80	61.08	100.00	

2.6 施工规划

2.6.1 施工条件

工程沿线经过大理、楚雄、昆明、玉溪、红河 5 个州市，在工程区附近与工程轴线大致平行分布有高速公路、国道、省道，另外沿线还分布有县乡道路和乡村公路，可作为施工期间各施工点对外交通公路。

工程施工所需水泥可从附近州市县所属水泥厂采购供应。钢材可由昆明等地采购供应，木材、油料、炸药等材料可在各州市县就近采购供应。

施工供水可取自沿线湖泊、水库、河流、箐沟等。施工用电主要从就近的 10kV 公共电网线路引接供应，部分负荷较大施工区由专线引自地方电网的各 35kV 及 10kV 施工变电站供电，负荷较小，无连续供电要求的明渠（暗涵）、渡槽、管道等，可采用柴油发电机电源。

2.6.2 施工料源

2.6.2.1 施工物料种类及设计量

工程所需的当地材料为砂石骨料、块石料、垫反料、坝体填筑料等。除昆明市盘龙干线和宝象河泵站、大黑箐隧洞所需混凝土采用外购商品混凝土外，需砂石料供应主要工程量为：混凝土及喷混凝土 91.00 万 m³；砌石 2.50 万 m³（实方）；垫反料 41.07 万 m³（实方）；土石方填筑 1475.56 万 m³（实方）。二期骨干工程各物料种类及设计量见表 2.6.2-1。

表 2.6.2-1 二期骨干工程各物料种类及设计量表 单位：万 m³

项目	混凝土量 (含喷混凝土)	混凝土(含喷混凝土)净骨料		砌石 (实方)	垫反料 (实方)	土石方填筑 (实方)	备注
		砂料(堆方)	碎石料(堆方)				
大理州	巍山干线	9.95	5.51	7.92	0.02	0	
	宾川东干线	1.41	0.95	1.08		2.16	
楚雄州	双柏干线	1.75	0.92	1.47		3.06	
昆明市	安宁干线	20.37	12.37	24.74	0.34	3.20	
	盘龙干线						采用外购商品混凝土
	宝象河泵站					0.02	
	大箐水库	3.55	1.85	3.71	0.08		152.38
玉溪市	黄坡水库	2.90	1.40	2.79	0.17		126.73
	红塔干线	14.87	8.01	12.76	0.21	1.95	
红河州	通海干线	0.06	0.03	0.05		0.12	
	蒙自干线	2.02	0.95	1.77	0.01	0	
红河州	石屏干线	11.42	6.73	9.32	0	0.74	
	杨柳田水库	17.4	14.79	9.40	0.83	2.09	779.24
	大唐水库	5.30	2.44	3.33	0.83	27.58	417.21
大黑箐隧洞					0.01	0.15	采用外购商品混凝土
合计		91.00	55.95	78.34	2.50	41.07	1475.56

2.6.2.2 施工料场布置

工程共选择外购砂石料场共 11 个，自采加工砂石料场或坝壳料场 3 个，自采土料场 3 个，共 17 个料场。经统计，二期骨干工程共需外购砂料 43.55 万 m³、碎石料 65.97 万 m³、块石料 1.56 万 m³；需加工砂料 28.82 万 m³、碎石料 66.89 万 m³、块石料 1.44 万 m³；料场开采有用料 1219.64 万 m³。二期骨干工程外购料采用向合法经营的料场直接购买的形式，11 个外购料场

不属于本工程组成。工程自采料场 6 个，基本情况见表 2.6.2-2:

表 2.6.2-2 工程自采料源规划表 单位: 万 m³

序号	州市	料场名称	供料范围	数量 (万 m ³)				至使用点 公路运距 (km)
				砂 (堆方)	碎石 (堆方)	块石 (码方)	料场开 采量	
1	昆明市	奔标山石料场	安宁干线、大箐水库	21.68	41.34	1.05	328.67	2.5
2		黄坡水库风化料场	黄坡水库	-	-	-	153.62	0.5
3		黄坡水库土料场	黄坡水库	-	-	-	23.00	1.5
4	红河州	大唐水库石料场	大唐水库	7.14	25.55	0.39	584.11	9
5		大唐水库土 1 料场	大唐水库	-	-	-	130.24	8
6		大唐水库土 2 料场	大唐水库	-	-	-		3.2
合计			-	28.82	66.89	1.44	1219.64	-

2.6.3 施工导流

工程全线需进行导流设计的建筑物共计 11 处。

2.6.3.1 导流建筑物级别与标准

根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303—2017)及《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的规定,二期骨干工程导流建筑物级别为 4~5 级,导流洪水标准可选用重现期 10~20 年、5~10 年。

2.6.3.2 导流方式

跨越河流的倒虹吸、管道、渡槽、隧洞口及箱涵施工采用分期导流、明渠或涵管导流等方式。其中,地形宽阔的优先采用分期导流方式;地形狭窄处采用明渠或涵管导流。调蓄水库工程一般采用隧洞导流、涵管或明渠道导流方式。

2.6.4 主体工程施工

2.6.4.1 土石方明挖

土石方明挖部位主要包括明渠(暗涵)、管道、倒虹吸、隧洞进出口、施工支洞进口、泵站、水库枢纽大坝、溢洪道等。

土石方明挖自上而下进行,覆盖层和土方开挖采用挖掘机直接装自卸

汽车出渣。石方开挖采用台阶爆破，周边预裂或光面爆破，台阶高度 5-10m 左右，建基面预留保护层开挖。开挖料由挖掘机装自卸汽车出渣。

钢板桩施工：对于管径大于 2m、埋深超过 3.5m 且穿越淤泥质土埋管段，为减少开挖占地，采用拉森钢板桩开槽施工。钢板桩由汽车运至使用点附近，汽车吊吊装插入导架内、履带式挖掘机施打。钢板桩封口后进行土石方开挖、管道安装、土石方回填。最后由振动锤拔桩。

2.6.4.2 石方洞（井）挖

（1）支洞布置

工程有 6 条隧洞长度大于 4km，需设置施工支洞。共布置了 16 条施工支洞，其中有 10 条施工平洞，6 条施工斜井，总长 10525.39m。本工程施工支洞布置特性见表 2.6.4-1。

（2）施工方式

隧洞以钻爆法施工为主。非钻爆段主要针对大黑箐隧洞等与高速公路、铁路交叉及影响段，采用悬臂掘进机进行开挖。

钻爆法施工的施工平洞或输水隧洞采用全断面开挖。采用凿岩台车或风钻造孔，中间掏槽，周边光爆开挖。施工斜井采用全断面开挖，气腿式手风钻造孔，中间掏槽，周边光面爆破。隧洞进、出口和施工平洞出渣采用扒渣机或挖掘机装自卸汽车运输出渣。斜井出渣的输水隧洞采用扒渣机装梭式矿车运输渣料至支洞和主洞交叉口，渣仓转渣至斗车，绞车牵引斗车至洞外，再由挖掘机装自卸汽车运至弃渣场弃置。

竖井开挖采用手风钻钻孔爆破，渣料由人工装箕斗，10t 卷扬机提吊出渣，转 1m³ 挖掘机转装 10t 自卸汽车运至弃渣场。

对大黑箐隧洞等与高速公路、铁路交叉及影响段，采用非钻爆悬臂掘进机进行开挖。悬臂掘进机开挖工作面采用“一次截割成形”，即截割头从

工作面中间截面的底部开始截割，利用截割部的上下、左右移动以及行走功能，按截割规定的路线使用截割头扫过隧洞截面并使其一次成形。出渣采用扒渣机或挖掘机装自卸汽车运输出渣。

施工排水：反坡洞段一般在工作面设置临时集水坑，每隔 300m 设置集水井采用潜水泵分段进行抽排，将水抽至支洞与主洞交汇口集水井后，通过水泵排出洞外。正坡洞段可在隧洞一侧设置排水沟，采取自流排水。

施工通风：采用压入式通风，针对不同的隧洞施工工作面长度和不同断面尺寸，选用 14kW、2×22kW 型、2×37kW 型、2×55kW 型等轴流式通风机， $\phi 800$ 、 $\phi 1000$ 、 $\phi 1200$ 等软式风管通风。

表 2.6.4-1 施工支洞布置特性表

干线名称	隧洞名称	洞长 (m)	支洞布置	里程 (km+m)	间距 (m)	支洞长度 (m)	支洞进口高程 (m)	与主洞交点高程 (m)	高差 (m)	支洞底坡或倾角	运输方式	
巍山干线 (骨干段)	雪峰山隧洞	13454	隧洞进口	WS0+022.00								
			1#支洞	WS4+301.624	4279.624	260.94	2036	1962.8	73.2	22°	有轨	
			2#支洞	WS9+001.761	4700.137	679.45	2209.7	1960.45	249.25	24°	有轨	
			隧洞出口	WS13+476.00	4474.239							
安宁干线 (骨干段)	小律隧洞	7726	隧洞进口	AN0+000.000								
			1#施工支洞	AN0+105.480	105.480	218	1900.00	1906.84	-6.84	-3.14%	无轨	
			2#施工斜井	AN3+300.510	3195.030	818	2240.00	1905.24	344.76	22°	有轨	
			3#施工支洞	AN5+930.570	2630.060	556	1950.00	1903.93	46.07	8.30%	无轨	
			隧洞出口	AN7+423.733	1493.163							
	牛背山隧洞	12622	隧洞进口	AN8+047.994								
			4#施工支洞	AN9+435.742	1387.748	528	1948.00	1901.90	46.10	8.92%	无轨	
			5#施工斜井	AN12+175.470	2739.728	761	2150.00	1900.51	249.49	19°	有轨	
			6#施工支洞	AN15+202.490	3026.930	676	1958.00	1899.14	58.86	8.70%	无轨	
			7#施工支洞	AN19+402.981	4200.491	269	1916.00	1892.90	23.10	8.50%	无轨	
红塔干线 (骨干段)	董炳隧洞	9791	隧洞进口	2+288.4								
			1#支洞	5+045.3	2756.9	830	1910.00	1844.76	65	8.15%	无轨	
			2#支洞	8+688.2	3642.9	560	2050.00	1841.12	209	21.51°	有轨	
			隧洞出口	12+079.3	3391.1							
石屏干线	金山坡隧洞	9295	隧洞进口	SP8+010.000								
			1#支洞	SP10+702.000	2692	1362	1710.0	1593.308	116.692	8.76%	无轨	
			2#支洞	SP13+882.000	3180	698	1870.0	1590.128	279.732	22.73°	有轨	
			隧洞出口	SP17+305.000	3423							
大黑箐隧洞		9839	隧洞进口	DHQ0+000.000				1880.994				
			隧洞 1#支洞	DHQ0+727.032	727.0	635	1935.00	1880.405	54.6	9.02%	无轨	
			隧洞 2#支洞	DHQ4+627.448	3900.4	857	1955.00	1877.243	77.8	9.40%	无轨	
			隧洞 3#支洞	DHQ8+653.472	4026.0	817	1945.00	1873.979	71.0	9.02%	无轨	
			隧洞交点	DHQ9+839.387	1185.9			1873.018				

2.6.4.3 交叉建筑施工措施

本工程共计与公路、铁路、河道交叉 15 处，其中，与公路交叉 8 处，与铁路交叉 3 处，与河道交叉 4 处。其中大理州、楚雄州骨干工程不涉及交叉建筑物。

昆明市骨干工程输水线路较长，交叉建筑物众多、交叉关系复杂，与公路（高速和国省道）、铁路、河道等共交叉 6 处。其中，与公路交叉 1 处，与铁路交叉 2 处，与河道交叉 3 处。输水线路与公路、铁路的交叉方式主要采用顶管穿越、埋管穿越 2 种方式。输水线路与河流的交叉方式主要采用架桥上跨、埋管穿越、顶管穿越 3 种方式。

玉溪市骨干工程与公路交叉 3 处，采用埋管及涵洞下穿方式穿越，与河道交叉 1 处，采用包管下埋方式穿越。红河州骨干工程与公路交叉 1 处，采用桥墩间埋管穿越方式。大黑箐隧洞与铁路交叉 1 处，与公路交叉 3 处。

河道交叉建筑物施工主要做好河道导流措施，施工不能影响河道正常泄流，保证施工安全。穿越公路、铁路等建筑物时，拟采取控制交叉角度、相邻距离、超前地质预报、控制爆破或非爆破、强支护和二次衬砌、车辆分幅导流、加强监测适时调整支护措施等控制措施，以保证公路、铁路和交叉建筑物施工安全。

2.6.5 施工交通运输

2.6.5.1 对外交通

工程需修建对外交通道路共计 74.76km。其中可利用路况较好的现有乡村公路 47.12km；需新建永久进场公路总长约 9.25km，改扩建永久进场公路总长约 5.03km；新建临时进场公路总长约 10.23km，改扩建临时进场公路总长约 3.13km。进场公路标准采用四级道路单车道或双车道可满足要求，路基宽 4.5m 或 6.5m，路面宽 3.5m 或 6.0m。永久道路采用水泥混凝土路面，

临时道路采用泥结碎石路面。详见表 2.6.5-1:

表 2.6.5-1 工程对外道路汇总表 单位: km

序号	建筑物名称	新建		改扩建		利用	小计
		永久	临时	永久	临时		
1	巍山干线		1.92	5.03	2.07		9.02
2	宾川东干线						
3	双柏干线						
4	安宁干线	1.45	1.57		0.38	20.00	23.40
5	盘龙干线					1.12	1.12
6	宝象河泵站						
7	大箐水库				0.38	1	1.38
8	黄坡水库		0.74		0.30	1	2.04
9	红塔干线					6	6.0
10	通海干线					0.5	0.5
11	蒙自干线						
12	石屏干线	4.0	6.0	0	0	5	15.0
13	杨柳田水库						
14	大唐水库	2.9				4.5	7.4
15	大黑箐隧洞	0.9				8.0	8.9
	合计	9.25	10.23	5.03	3.13	47.12	74.76

2.6.5.2 场内交通

工程需修建场内道路共计约 120.58km, 其中新建临时道路 84.92km, 改扩建临时道路约 5.36km, 新建永久道路约 3.5km, 利用乡村道路 26.80km。道路等级按场内三等, 路面宽度: 单车道 3.5m、双车道 6.0m; 杨柳田坝料开采运输道路 9m、库顶公路 10m。详情见表 2.6.5-2:

表 2.6.5-2 工程场内道路统计表 单位: km

序号	建筑物名称	新建		改扩建		利用	小计
		临时	永久	临时	永久		
1	巍山干线						
2	宾川东干线	3.6		0.6		2.0	6.2
3	双柏干线	1.5					1.5
4	安宁干线	14.44		1.03			15.47
5	盘龙干线						
6	宝象河泵站						
7	大箐水库	7.73		0.43			8.16
8	黄坡水库	6.85					6.85
9	红塔干线	8.2				11.0	19.2
10	通海干线					0.8	0.8
11	蒙自干线	1.9					1.9
12	石屏干线	16.9		0			16.9
13	杨柳田水库	4.0	3.5				7.5
14	大唐水库	17.2		3.3		1	21.5
15	大黑箐隧洞	2.6				12	14.6
	总计	84.92	3.5	5.36	0	26.8	120.58

2.6.6 施工布置

2.6.6.1 混凝土生产系统

工程施工线路较长，施工工作面分散，混凝土生产系统采用随工作面分散布置。原则上隧洞洞口、支洞洞口、泵站布置 JZ500 混凝土搅拌机或 HZ25-1Q500 拌和站，其余水工建筑物沿线布置 JQ350 或 JZC250 混凝土搅拌机。本阶段初拟布置混凝土生产系统 68 座。设计生产能力为 1229m³/h。混凝土生产系统主要特性见表 2.6.6-1。

表 2.6.6-1 混凝土生产系统布置特性表

序号	干线名称	JZC250	JQ350	JZ500	HZ25-1Q500、3XJ ₃ -1.00、 HZS60、LQB800	合计 (台/座)	系统生产能力 (m ³ /h)
		台数(台)	台数(台)	台数(台)	数量(座)		
1	巍山干线	1			4	5	288
2	宾川东干线		3			3	16
3	双柏干线		4			4	42
4	安宁干线	12			3	15	171
5	盘龙干线						
6	宝象河泵站						
7	大箐水库				1	1	25
8	黄坡水库				1	1	25
9	红塔干线		4	8		12	162
10	通海干线		1			1	11
11	蒙自干线			1		1	15
12	石屏干线		2	7		9	126
13	杨柳田水库		2		2	4	168
14	大唐水库	1	1	2		4	60
15	大黑箐隧洞			8		8	120
合计		14	17	26	11	68	1229

2.6.6.2 施工供电

工程根据对输水线沿途电源情况的初步了解，并结合施工用电负荷位置、大小、级别及施工方式，施工用电拟采用下列电源方案：

(1)本工程大部分隧洞施工区远离城镇，接近村庄，施工区较为分散，计算负荷 200~300kVA。主电源拟由就近的 10kV 公共线路引接，同时在各施工区配置柴油发电机作为二级负荷备用电源。多数生产生活区接近村庄，较为分散，计算负荷约 120kVA 左右，拟由就近的 10kV 公共线路引接。

大理巍山干线骨干段主电源由 35kV 公共电网引接。

(2) 其余明渠(暗涵)、管道、倒虹吸及提水泵站施工期负荷较小,无连续供电要求,且均为明开挖施工,对用电需求较低,拟采用柴油发电机供电,柴油发电机容量按满足正常施工用电负荷 120%配置。

2.6.6.3 生产生活区

工程共布置生产生活区 48 个,临时占地面积 29.67 万 m²。布置见表 2.6.6-2。

表 2.6.6-2 工程生产生活区布置汇总表

序号	干线名称	数量(个)	面积(万 m ²)
1	巍山干线	4	0.95
2	宾川东干线	2	2.20
3	双柏干线	1	0.90
4	安宁干线	11	3.75
5	盘龙干线	2	0.72
6	宝象河泵站	1	0.60
7	大箐水库	3	0.70
8	黄坡水库	2	1.20
9	红塔干线	7	2.80
10	通海干线	1	0.40
11	蒙自干线	1	0.90
12	石屏干线	7	8.60
13	杨柳田水库	1	2.04
14	大唐水库	1	1.51
15	大黑箐隧洞	4	2.40
	合计	48	29.67

2.6.6.4 砂石加工系统

共规划布置 2 座砂石加工系统,分别为昆明大箐水库砂石加工系统、大唐水库砂石加工系统。

(1) 大箐水库砂石加工系统

主要负责生产大箐水库及安宁段输水工程所需的混凝土骨料,系统主要以奔标山石料场开采料为加工料源。系统布置在大箐水库左岸下游坝肩附近,系统生产规模按满足混凝土高峰浇筑强度约 3.144 万 m³/月设计,粗

碎设计处理能力 250t/h，成品生产能力 200t/h。

(2) 大唐水库砂石加工系统

主要负责生产大唐水库枢纽工程所需的混凝土骨料，以大唐水库石料场开采料为加工料源。系统布置在石料场西侧沟箐边的缓坡地，系统生产规模按满足大坝填筑垫反料高峰强度约 2.97 万 m³/月设计，粗碎设计处理能力 150t/h，成品生产能力 125t/h。

2.6.6.5 土石方平衡及弃渣场

按照骨干与配套工程共用渣场时的调配原则，配套工程有 60.18 万 m³ 弃渣堆放到骨干工程弃渣场，因此二期骨干工程堆放弃渣量为 677.23 万 m³。共设置 21 个弃渣场，弃渣场总容量 1106.01 万 m³（松方）。二期骨干工程弃渣场布置特性见表 2.6.6-3：

表 2.6.6-3 二期骨干工程弃渣场布置特性表 单位：万 m³

干线	名称	设计堆渣量		渣场容量 万 m ³	渣场面积 hm ²	渣场类型
		自然方	松方			
		万 m ³	万 m ³			
巍山干线	龙王庙弃渣场	10.71	13.77	14.87	2.2	沟道型
	黑泥箐弃渣场	23.69	33.16	34.94	5.53	沟道型
	小青坡弃渣场	26.03	30.84	34.47	2.13	沟道型
宾川东干线	凤尾弃渣场	10.14	14.07	20.69	3.78	沟道型
	白蒿箐弃渣场	22.44	22.96	28.09	3.87	沟道型
双柏干线	赵山弃渣场	13.96	17.45	19.19	3.82	沟道型
黄坡水库	烂泥田弃渣场	42.78	57.753	64.5	4.76	沟道型
安宁干线	桃園渣场	22.84	34.23	38.6	9.48	沟道型
	河尾巴弃渣场	42.49	62.89	68	19.09	沟道型
	百王寨弃渣场	20.23	30.25	36.4	5.56	沟道型
	争箐村弃渣场	36.05	52.74	67	10.77	沟道型
大箐水库	大海子弃渣场	109.57	159.79	197	11.95	沟道型
红塔干线	小石桥村弃渣场	28.01	31.29	45	4.36	坡地型
	玉苗弃渣场	9.2	12.42	15	3.18	沟道型
石屏干线	摸左哨村弃渣场	11.79	15.92	18.91	2.14	沟道型
	湾子寨弃渣场	28.44	38.4	47.92	8.88	沟道型
	岩子脚弃渣场	16.98	22.92	25.89	6.46	平地型（凹地）
大唐水库	燕子窝弃渣场	44.32	63.14	69.75	17.45	沟道型
	上浑水塘弃渣场	48.77	66.6	69.64	8.00	沟道型
	绿差冲弃渣场	61.34	79.73	124.95	26.65	沟道型
大黑箐隧洞	大黑箐渣场	47.45	64.0548	65.2	9.83	沟道型
合计		677.23	924.38	1106.01	175.07	

2.6.7 施工总进度

工程总工期为 70 个月。其中准备工期 1 个月，主体工程施工工期 68 个月，完建期 1 个月。控制性工程为大理巍山干线（骨干段）雪峰山隧洞。

2.7 建设征占地及移民安置

2.7.1 建设征占地

工程建设征地总面积 15451.17 亩，其中永久征收 5621.45 亩，占比 36.4%，临时征用 9829.72 亩，占比 63.6%，建设征地主要以临时征用为主。征收（用）耕、园地 6749.13 亩，占比 43.7%；林地 7674.81 亩，占比 49.7%；其他土地 1027.23 亩，占比 6.6%；建设征地主要以耕、园、林地为主。

根据用地预审单位提供资料，永久征地涉及永久基本农田面积 2064.76 亩，临时征用永久基本农田面积 536.71 亩，不涉及 25°以上坡耕地。永久征收公益林 1112.60 亩；临时征用公益林 1784.80 亩。

建设征占地面积汇总见表 2.7.1-1:

表 2.7.1-1 工程建设征占地面积汇总表 单位：亩

序号	项目	总计		
		合计	永久	临时
	建设征地总面积	15451.17	5621.45	9829.72
(一)	农村部分	12797.54	5283.87	7513.67
1	耕地	4818.04	2558.86	2259.18
2	园地	1028.44	375.41	653.03
3	林地	6514.36	2066.67	4447.69
4	草地	160.36	121.82	38.54
5	工矿仓储用地	17.74	11.71	6.03
6	住宅用地	53.95	49.39	4.56
7	特殊用地	15.60	0.00	15.60
8	交通运输用地	102.10	45.01	57.09
9	水域及水利设施用地	86.95	55.00	31.95
(二)	城（集）镇部分	551.39	63.00	488.39
1	道路与交通设施用地	224.35	0.00	224.35
2	绿地与广场用地	121.55	0.00	121.55
3	收储土地	205.15	63.00	142.15
4	河流水面	0.34	0.00	0.34

序号	项目	总计		
		合计	永久	临时
(三)	国有农(林)场	2102.24	274.58	1827.66
1	耕地	706.22	0.00	706.22
2	园地	196.43	93.05	103.38
3	林地	1160.45	167.03	993.42
4	草地	1.29	0.00	1.29
5	交通运输用地	27.43	8.62	18.81
6	水域及水利设施用地	10.42	5.88	4.54

2.7.2 移民安置

2.7.2.1 生产安置

(1) 生产安置人口

工程基准年生产安置人口 1052 人；规划水平年 1100 人，其中大理州 1 人，楚雄州 23 人、昆明市 346 人，玉溪市 77 人、红河州 631 人。

(2) 生产安置方案

根据建设征地影响分析、环境容量分析成果和滇中引水工程（一期）生产安置方式以及移民意愿和地方政府意见，拟对工程建设征地采取货币补偿，由村组或个人利用补偿资金自行安置。

2.7.2.2 搬迁安置

(1) 搬迁安置人口

工程基准年搬迁安置人口 56 户 194 人；规划水平年搬迁安置人口 60 户 206 人，其中昆明市 55 户 183 人，红河州 5 户 23 人。

(2) 搬迁安置方案

根据移民意愿和地方政府意见，工程设 1 个集中搬迁安置点，为黄坡水库建设征地涉及的黄坡村坡脚小组，其余采用后靠分散安置。

坡脚新村安置点位置选择在原坡脚小组南侧坡地，搬迁安置人口 43 户 147 人，安置点规划建设征地 28.91 亩，包含安置点用地、污水处理设施用地及对外连接道路扩宽部分用地。

2.7.3 复建工程

本工程建设征地影响的专业项目包括交通设施、水利水电设施、输变电设施、通讯设施、管道设施、国有农（林）场和压覆矿产等。

根据可研报告，影响交通工程中，铁路 0.03km，等级道路 1.97km，市政道路 11.13km，农村道路 29.25km；水利水电设施包括渠道 0.26km，水闸 35 个；输变电设施中 220kV 输电线路 1.25km，110kV 输电线路 3.12km，35kV 输电线路 1.67km，10kV 输电线路 19.47km，变压器 1720kVA；通讯设施中光缆 75.30km；管道设施影响的为非输油、燃气、输水、通讯等其他管道 4.56km；国有农（林）场 2102.24 亩；探矿权 2 个。

与输水线路交叉影响的铁路、公路、渠道、管道等在施工结束后可同步处理的，由主体工程计列投资，施工期间临时保通措施的临时征地费用计入征地移民投资。调蓄工程枢纽区、淹没区、输水工程弃渣场和生产生活区影响的交通设施、水利水电设施、输变电设施、通讯设施中，对规模较大、等级较高、投资较多的进行典型设计，国有农（林）场按照农村部分补偿补助标准计列补偿费用。

根据处理原则，本工程需进行改（复）建的专项设施包括：输电线路 51.08km，变压器 4895kVA，通讯光缆 101.99km，电缆 0.45km。本工程移民专题报告中，对等级公路、输电线路改（复）建进行了典型设计。

2.8 工程运行管理

2.8.1 工程管理

项目法人云南省滇中引水工程有限公司为一级管理机构，下设 6 个州市分公司作为二级管理机构，各州市根据属地原则设置 29 个管理处作为三级管理机构，对二期工程进行运行管理。

二期骨干工程建设管理人员编制总数为 347 人，其中滇中引水工程有

限公司及建设管理调度中心 58 人，大理分公司 26 人，楚雄分公司 28 人，昆明分公司 89 人，玉溪分公司 37 人，红河分公司 109 人。

2.8.2 运行调度

2.8.2.1 调度原则

- (1) 当地水源和滇中引水工程水源联合调度。
- (2) 优先满足当地水源最小生态流量要求。
- (3) 工程供水次序为生活、工业、农业、湖泊补水。
- (4) 水量调度服从防洪调度。

2.8.2.2 水量调度方式

(1) 水量正常调度一般按照有关部门批复的年度水量调度计划执行，对发生严重干旱的地区，应适当加大分水比例。

(2) 工程引水优先满足金沙江干流最小生态流量要求，并考虑渠首泵站及总干渠各段输水能力限制。

(3) 湖泊补水不能超过防洪限制水位及相关的约束条件：

滇池：滇池限制水位非汛期为 1887.5m，汛期为 1887.2m。当滇池水位低于上述水位，且盘龙江昆明水文站实测流量小于 $30\text{m}^3/\text{s}$ 、宝象河干海子水文站实测流量小于 $20\text{m}^3/\text{s}$ 时，可分别通过盘龙江和宝象河两条河道补水入湖。补水流量与河道本流域来水流量之和不大于昆明水文站 $30\text{m}^3/\text{s}$ 、干海子水文站 $20\text{m}^3/\text{s}$ 的上限。

杞麓湖：当杞麓湖水位低于 1795m（水位面积曲线拐点）时可开始进行补水，补水后水位应不高于 1796.65m（正常蓄水位以下 1m）。

异龙湖：当异龙湖水位低于 1412m（水位面积曲线拐点）时可开始进行补水，补水后水位应不高于 1413.20m（正常蓄水位以下 1m）。

(4) 充蓄水库调度优先满足防洪要求，每年 4 月至 10 月向充蓄水库

充水，充水时应不突破水库的充蓄控制水位；充蓄控制水位为兴利库容的80%对应的库水位。充蓄水库供水优先次序为：在保障下游河道最小生态流量的前提下，优先保证城镇生活用水，其次为工业用水，最后向农业灌溉供水。

2.8.2.3 水量应急调度

(1) 当金沙江水源、石鼓泵站、输水干渠或受水区发生洪涝灾害、干旱灾害、水生态破坏事故、水污染事故、工程安全事故或其他突发事件，可能危及滇中引水工程受水区供水安全时，经具有调度权限部门批准，启动水量应急调度。

(2) 应急调度期间优先保障生活供水，削减灌溉用水，限制高用水工业用水，适当压缩一般工业用水。

(3) 水源地和受水区属地人民政府有关部门、流域管理机构及滇中引水工程运行管理单位根据水量应急调度要求，针对具体突发事件制订相应的应急预案。

(4) 应急调度涉及的水量应在水量应急调度结束后进行统计。

2.9 投资估算

根据水利部审定的可研报告，工程总投资 107.21 亿元，静态总投资 105.37 亿元。

2.10 一期工程回顾性评价

2.10.1 一期工程概况

2018年3月16日，水利部《滇中引水工程初步设计报告准予行政许可决定书》（水许可决〔2018〕20号）对滇中引水工程初步设计报告做出了行政许可，本章中的工程简介内容来源为批复的初步设计报告。

2.10.1.1 工程建设任务

一期工程的建设任务为：以城镇生活与工业供水为主，兼顾农业和生态用水。

2.10.1.2 工程组成及主要建筑物

一期工程由水源工程、输水工程和调蓄工程三部分组成，其中调蓄工程为利用受水区已建、拟建水库，不在一期工程建设范围内。

(1) 水源工程

水源采用金沙江大同无坝取水、竹园村上站址一级提水方案。取水工程主要由引水渠、泵站、地面开关站等组成。

引水渠布置于石鼓镇大同村下游金沙江右岸滩地，全长 1266m，由引水口门、沉沙池段和连接段 3 部分组成。

泵站地下厂房近东西向分布于冲江河右岸山体中，按一级地下泵站布置。设计抽水流量 $135\text{m}^3/\text{s}$ ，最大提水净扬程 219.16m；共安装 12 台离心式水泵机组，其中备用机组 2 台，总装机功率 480MW。泵站建筑物主要由进水塔、进水流道（含进水隧洞、进水涵管、进水调压室）、主变洞、主泵房及安装场、出水隧洞、出水池、地面开关站、交通洞、通风洞、电缆洞及厂外排水系统等组成。

滇中引水工程石鼓水源工程施工总工期 5 年 4 个月（64 个月）。

(2) 输水工程

输水工程总长 664.236km。全线可划分为大理 I 段、大理 II 段、楚雄段、昆明段、玉溪段及红河段等 6 段。大理 I 段为石鼓~长育村，长 114.992km，大理 II 段为长育村~万家，长 104.071km；楚雄段为万家~罗茨，长 142.816km；昆明段为罗茨~新庄，长 116.758km；玉溪段为新庄~曲江，长 77.069km；红河段为曲江~新坡背，长 108.530km。

输水总干渠不利用洱海输水；近期不利用滇池输水，但在保留盘龙江

和宝象河等分水口基础上，另外在昆明北部增加一个龙庆隧洞预留滇池分水口，同时在玉溪段总干渠设计中，在江川李官预留滇池引出工程接入口。未来可实现滇池在线调蓄。总干渠不利用跃进水库输水，在大寨分水口向跃进水库分水，并在龙树隧洞预留接入口，未来在跃进水库水质达标、水库移民搬迁等历史遗留问题解决后可实现跃进水库在线调蓄。

输水工程主要输水建筑物有 118 座，其中：隧洞 58 座，长 611.986km；倒虹吸 25 座，长 42.595km；渡槽 17 座，长 3.700km；暗涵 15 段，长 4.891km；渠道消能建筑物 3 座（含消能电站 2 座），长 1.063km。隧洞、倒虹吸、渡槽和暗涵四种建筑物的长度分别占干线全长的 92.13%、6.41%、0.56% 和 0.74%。另外，总干渠布置有分水口门 28 个（其中 11 座兼退水闸），节制闸 18 座、退水闸 23 座、工作闸 26 座、事故闸 24 座、检修闸 8 座共计 127 个控制建筑物。

滇中引水工程总工期为 96 个月，施工控制性施工项目为输水工程大理 I 段的香炉山隧洞。见表 2.10.1-1：

表 2.10.1-1 输水工程建筑物长度及数量表

分类		单位	大理 I 段	大理 II 段	楚雄段	昆明段	玉溪红河段
隧洞	数量	座	10	7	9	6	26
	长度	km	113.14	94.83	129.92	108.29	165.81
倒虹吸	数量	座	1	3	4	4	13
	长度	km	0.32	5.17	12.09	7.484	17.54
渡槽	数量	座	3	2	3	1	8
	长度	km	1.22	0.37	0.627	0.754	0.73
暗涵	数量	座	2	5	2	1	5
	长度	km	0.31	3.71	0.19	0.23	0.45
消能	数量	座					3
	长度	km					1.06
合计	数量	座	16	17	18	12	55
	长度	km	114.99	104.07	142.82	116.76	185.60

(3) 调蓄工程

滇中引水工程考虑了三种方式与受水区蓄水工程联合调度：在线调节，即滇中引水工程提水经总干渠向蓄水工程充蓄，水量调蓄后可以再回到总

干渠继续向下游输水；充蓄调节，即滇中引水工程提水经分干渠向蓄水工程充蓄，水量调蓄后在蓄水工程供水范围内消耗，不再回到总干渠；补偿调节，即滇中引水工程提水不进入蓄水工程调蓄，外调水和当地水分别向用水户供水。

1) 在线调节

①滇池在线调蓄

由于 2030 年滇池达到 III 类水质目标存在不确定性，保留不利用滇池输水方案沿昆明市北部及东部边缘布置的总干渠，通过盘龙江和宝象河向滇池补水，在新庄与玉溪红河段总干渠相接。新增滇池南端取水口（大黑箐）到李官营输水隧洞，长度 9.7km，连通滇池和总干渠。在滇池水质达标、具备对引水进行在线调蓄的条件后，即可利用滇池进行调蓄。大黑箐隧洞纳入二期工程建设。

②跃进水库在线调蓄

跃进水库建于 1958 年，有征地和移民历史遗留问题未解决，目前库区内还有 490 人的安置问题没解决，导致水库不能蓄到正常蓄水位，兴利作用难以发挥。此外，水库汇水区内还有 7 个村委会、1.7 万多居民、1.7 万多亩耕地，导致水质不能满足饮用水要求。在跃进水库水质治理达标前，直接通过绕线方案的输水干渠向末端的 3 个受水小区供水；待跃进水库水质达标后，再建设 1.9km 的跃进水库引出段（云普村隧洞），实现滇中引水工程与跃进水库相互连通。云普村隧洞纳入二期工程建设。

2) 充蓄调节

一期工程共利用充蓄调节水库 21 座，兴利库容合计 5.71 亿 m^3 ，充蓄水量 1.86 亿 m^3 ，见表 2.10.1-2:

表 2.10.1-2 充蓄水库统计表

序号	名称	位置	分水口	供水范围	兴利库容 (万 m ³)	充蓄水量 (万 m ³)	备注
1	大银甸	大营河	甸头	宾川牛井	3177	2600	
2	花桥	炼洞河	甸头	宾川牛井	1339	697	
3	海稍	桑园河	麻栗园北	宾川牛井	10441 (扩建后)	3741	规划扩建
4	锁水阁	河底街河	麻栗园南	巍山南诏	873 (扩建后)	218	在建
5	巴冲箐	毗雌河	麻栗园南	弥渡弥城	782	355	规划
6	洋派	洋派河	万家	姚安栋川	3485	1625	
7	九龙甸	紫甸河	凤屯	楚雄鹿城	5912	793	
8	龙虎	蜻蛉河	伍庄村	牟定共和	947	474	规划
9	小石门	勐冈河	龙川江	元谋元马	9609	432	规划
10	石门	南河	鲁支河	禄丰金山	1050	52	
11	岔河	扒河	观音山	易门龙泉	2140	485	
12	箐门口	武干箐	螳螂川	安宁连然	996	965	
13	安宁调节池	青龙河	螳螂川	安宁连然	2500	2147	新建
14	黄坡	龙纳河	螳螂川	富民永定	105	21	
15	富民调节池	龙纳河	螳螂川	富民永定	300	300	新建
16	东风	九溪大河	阿斗村	玉溪红塔	6138	3005	
17	跃进	大街河	小龙潭	江川大街	250	243	
18	白龙河	白龙河	小龙潭	华宁宁州	955	62	
19	高冲	泸江	龙尾	石屏异龙湖	970	53	
20	阿白冲	白花龙河	龙尾	石屏异龙湖	1226	113	
21	跃进	旷野河	跃进	建水临安	3910	229	水质达标后在线调节
合计					57105	18610	

(3) 补偿调节

受水区补偿调节水库包含大中型水库 73 座，兴利库容 16.17 亿 m³；另利用 55 座小（1）型水库进行补偿调节，兴利库容 1.08 亿 m³。

2.10.1.3 工程规模及水资源配置

(1) 引水总量与供水结构

一期工程 2040 年多年平均引水量 34.03 亿 m³（渠首水量），其中供给城镇生活 7.93 亿 m³，工业 14.38 亿 m³，农业灌溉 5.00 亿 m³，向湖泊环境补水 6.72 亿 m³，各部门分水比重依次为 23%、42%、15%和 20%。2030 年多年平均引水量 26.23 亿 m³（渠首水量），其中供给城镇生活 6.13 亿 m³，

工业 10.56 亿 m³，农业灌溉 4.94 亿 m³，向湖泊环境补水 4.61 亿 m³，各部门分水比重依次为 23%、41%、19%和 17%。见表 2.10.1-3:

表 2.10.1-3 引水总量与供水结构表

用水类型		2040 年			2030 年		
		小区水量 (万 m ³)	渠首水量 (万 m ³)	结构比例	小区水量 (万 m ³)	渠首水量 (万 m ³)	结构比例
生产 生活用水	城镇生活	7.45	7.93	23%	5.76	6.13	23%
	城镇工业	13.44	14.38	42%	9.89	10.56	41%
	农业灌溉	4.68	5.00	15%	4.62	4.94	19%
	小计	25.57	27.31	-	20.27	21.62	-
湖泊环 境补水	滇池	5.31	5.62	20%	3.31	3.51	17%
	杞麓湖	0.65	0.70		0.65	0.70	
	异龙湖	0.37	0.40		0.37	0.40	
	小计	6.33	6.72		4.33	4.61	
合计		31.90	34.03	100%	24.60	26.23	100%

(2) 受水区水资源配置

一期工程受水区分为 34 个小区，涉及大理、丽江、楚雄、昆明、玉溪、红河六个州（市），受水区国土面积 3.69 万 km²。一期工程 2040 年水量分配为：大理 3.42 亿 m³，丽江 0.22 亿 m³，楚雄 3.75 亿 m³，昆明 16.70 亿 m³，玉溪 5.03 亿 m³，红河 4.92 亿 m³；比重依次为：10%、0.6%、11%、49%、15%、14%，见表 2.10.1-4；2030 年水量分配为：大理 3.03 亿 m³，丽江 0.21 亿 m³，楚雄 3.40 亿 m³，昆明 11.99 亿 m³，玉溪 3.63 亿 m³，红河 3.96 亿 m³；比重依次为：12%、0.8%、13%、46%、14%、15%，见表 2.10.1-5。

表 2.10.1-4 2040 年受水区水量分配表 单位：万 m³

市州	小区名称	渠首水量					小区水量				
		城镇生活	工业用水	农业灌溉	环境补水	小计	城镇生活	工业用水	农业灌溉	环境补水	小计
大理	宾川牛井	1360	510	11804		13674	1328	498	11523		13349
	大理市	2931	0	0		2931	2878	0	0		2878
	鹤庆黄坪	146	876	0		1022	144	866	0		1011
	弥渡弥城	886	295	5474		6656	861	287	5327		6474
	巍山南诏	591	148	2552		3290	570	142	2450		3162
	祥云祥城	1776	2072	2761		6609	1731	2020	2688		6439
	小计	7690	3901	22591		34182	7512	3813	21987		33312
丽江	永胜太阳平山	112	84	1970		2166	109	82	1920		2111
	小计	112	84	1970		2166	109	82	1920		2111
楚雄	楚雄鹿城	3887	10749	2114		16750	3705	10246	1981		15931
	大姚金碧	596	298	0		894	571	286	0		857
	禄丰金山	904	1950	1446		4300	858	1852	1370		4080
	牟定共和	598	299	1520		2417	574	287	1459		2321
	南华龙川	298	298	1702		2299	288	288	1643		2218
	双柏妥甸	540	337	0		877	514	321	0		835
	武定近城	302	302	0		603	286	286	0		573
	姚安栋川	727	298	1693		2718	701	287	1634		2621
	元谋元马	600	300	5735		6635	572	286	4527		5386
	小计	8452	14831	14210		37493	8070	14138	12614		34822

昆明	安宁连然	7993	40412	0		48405	7559	38219	0		45778
	呈贡龙城	5376	2981	0		8357	5061	2805	0		7866
	富民永定	603	6048	870		7521	571	5731	824		7126
	晋宁昆阳	3430	3816	0		7245	3208	3570	0		6778
	昆明四城区	20231	17201	0		37432	19095	16238	0		35332
	西山谷律	905	905	0		1810	855	855	0		1711
	滇池				56200	56200				53100	53100
	小计	38537	71362	870	56200	166970	36349	67418	824	53100	157691
玉溪	玉溪红塔	7668	14855	0		22523	7009	13416	0		20425
	华宁宁州	1083	646	0		1729	1004	599	0		1603
	江川大街	1112	1163	3557		5832	1035	1083	3310		5428
	通海秀山	1353	2598	3985		7936	1255	2409	3550		7214
	易门龙泉	939	4358	0		5297	888	4123	0		5011
	杞麓湖				7000	7000				6500	6500
	小计	12155	23620	7542	7000	50317	11191	21629	6861	6500	46181
红河	个旧个旧	3712	14086	0		17798	3383	12841	0		16224
	建水临安	2056	2612	2836		7505	1891	2402	2608		6900
	开远开远	2382	6438	0		8821	2165	5851	0		8016
	蒙自文澜	3362	6051	0		9413	3059	5506	0		8564
	石屏异龙湖	800	804	0		1604	736	739	0		1475
	异龙湖				4000	4000				3700	3700
	小计	12312	29992	2836	4000	49140	11233	27338	2608	3700	44879
水量合计		79257	143791	50019	67200	340267	74463	134420	46814	63300	318997

表 2.10.1-5 2030 年受水区水量分配表 单位：万 m³

市州	小区名称	渠首水量					小区水量				
		城镇生活	工业用水	农业灌溉	环境补水	小计	城镇生活	工业用水	农业灌溉	环境补水	小计
大理	宾川牛井	1060	499	11845		13404	1036	487	11563		13086
	大理市	879	0	0		879	863	0	0		863
	鹤庆黄坪	126	876	0		1002	124	866	0		990
	弥渡弥城	886	295	5284		6465	861	287	5141		6289
	巍山南诏	591	148	2127		2866	570	142	2042		2754
	祥云祥城	1480	1480	2763		5723	1443	1443	2690		5576
	小计	5022	3298	22019		30339	4896	3225	21437		29558
丽江	永胜太阳平山	70	71	1963		2104	68	69	1914		2051
	小计	70	71	1963		2104	68	69	1914		2051
楚雄	楚雄鹿城	2991	8963	2114		14068	2851	8544	1980		13375
	大姚金碧	596	298	0		894	571	286	0		857
	禄丰金山	905	1507	1440		3853	859	1431	1364		3655
	牟定共和	598	299	1497		2394	574	287	1437		2298
	南华龙川	298	298	1633		2230	288	288	1577		2153
	双柏妥甸	423	329	0		753	403	313	0		716
	武定近城	302	302	0		603	286	286	0		573
	姚安栋川	627	298	1673		2598	604	287	1614		2505
	元谋元马	600	300	5695		6596	572	286	4496		5354
	小计	7340	12595	14052		33987	7009	12009	12469		31486

昆明	安宁连然	4769	31800	0		36569	4510	30074	0		34584	
	呈贡龙城	3030	2699	0		5729	2852	2540	0		5393	
	富民永定	553	5151	570		6274	524	4881	539		5944	
	晋宁昆阳	2625	3743	0		6367	2455	3501	0		5957	
	昆明四城区	17931	10144	0		28075	16925	9576	0		26501	
	西山谷律	909	909	0		1818	859	859	0		1718	
	滇池					35100	56200				33100	33100
	小计	29816	54445	570	35100	119931	28126	51432	539	33100	113197	
玉溪	玉溪红塔	4636	7114	0		22523	4279	6478	0		10757	
	华宁宁州	822	342	0		1729	762	317	0		1079	
	江川大街	855	1022	3714		5832	796	951	3457		5204	
	通海秀山	1141	2628	4076		7936	1059	2437	3631		7127	
	易门龙泉	775	2151	0		5297	733	2035	0		2768	
	杞麓湖					7000	7000				6500	6500
	小计	8230	13256	7790	7000	36277	7629	12219	7088	6500	33435	
红河	个旧个旧	3550	10544	0		14094	3236	9612	0		12848	
	建水临安	1786	2038	2961		6785	1642	1874	2723		6239	
	开远开远	2026	4088	0		6114	1841	3715	0		5556	
	蒙自文澜	2784	4499	0		7283	2533	4093	0		6626	
	石屏异龙湖	659	760	0		1419	606	699	0		1304	
	异龙湖					4000	4000				3700	3700
	小计	10805	21929	2961	4000	39695	9858	19993	2723	3700	36274	
水量合计		61283	105595	49356	46100	262333	57585	98946	46170	43300	246001	

2.10.1.4 工程运行调度方式

在石鼓断面天然来水的基础上，扣除引水断面上游耗水，多年平均来水量 431.80 亿 m³，考虑优先满足下游生态和生产生活要求下泄流量要求，多年平均可引水量 335.84 亿 m³。为保障工程长期安全稳定运行，工程每年设 20 天检修期，停止引水。根据一期工程环评批复要求，检修期安排在 3 月，一期工程初步设计确定的检修期为 3 月上中旬。石鼓水源泵站为无坝取水，进水口水位随金沙江水位变化，变幅约 10m。当进水口水位等于泵站设计水位时，石鼓泵站设计引水流量 135m³/s；当进水口水位高于泵站设计水位时，提水扬程小于设计扬程，石鼓泵站最大引水流量 137m³/s。

工程引水后对下游金沙江干流不利影响主要发生在枯期。因此，按取水断面长系列枯期 1 月~4 月流量进行排频作为典型年，选取的各典型年取水断面的来流过程和引水过程见表 2.10.1-6。

表 2.10.1-6 典型年石鼓泵站断面来水与引水流量过程表 单位：m³/s

月份		引水过程					取水口上游来流过程				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	
1	上旬	42	111	125	112	105	355	434	471	552	464
	中旬	42	97	111	112	94	358	409	440	527	437
	下旬	14	88	105	125	89	336	400	417	486	420
2	上旬	28	97	111	125	87	333	399	423	460	409
	中旬	28	69	111	111	82	334	380	414	461	401
	下旬	14	69	98	125	84	330	374	406	453	398
3	上旬	0	0	0	0	0	342	378	419	452	398
	中旬	0	0	0	0	0	347	372	411	498	406
	下旬	56	69	125	125	100	358	375	428	520	431
4	上旬	42	69	98	135	106	395	423	440	519	467
	中旬	110	108	126	136	128	452	450	468	651	537
	下旬	136	136	98	136	129	658	578	522	700	666
5	上旬	136	136	136	136	131	796	623	724	925	793
	中旬	136	136	136	136	134	731	566	940	930	880
	下旬	136	136	137	137	136	947	681	1096	1107	976
6	上旬	127	137	127	137	129	1762	1104	1836	1111	1211
	中旬	127	127	127	137	129	1694	1972	2226	1296	1624
	下旬	128	128	129	127	128	2694	2414	3769	1673	2127

月份	引水过程					取水口上游来流过程					
	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	
	1974年	2003年	1989年	1988年	平均	1974年	2003年	1989年	1988年	平均	
7	上旬	114	128	129	127	127	3015	3198	3762	1452	2633
	中旬	115	128	129	127	124	3908	3032	3648	1891	3054
	下旬	114	128	128	127	124	2781	2453	3381	2259	3016
8	上旬	86	127	128	127	122	4439	2042	2653	2033	3163
	中旬	85	128	128	128	120	2797	3273	3084	2576	3129
	下旬	71	128	128	128	117	4469	3538	3521	3222	3154
9	上旬	72	130	128	128	114	4703	4710	3151	3105	3097
	中旬	86	115	129	128	113	3948	4449	3734	2997	2878
	下旬	86	114	128	128	112	4009	3411	3104	2358	2479
10	上旬	114	114	128	127	115	2543	2307	2673	2281	2070
	中旬	113	113	128	127	115	1812	1707	2866	1658	1674
	下旬	113	113	127	127	116	1423	1367	2179	1350	1323
11	上旬	113	113	113	112	112	1130	1139	1586	1019	1050
	中旬	126	126	126	126	124	933	946	1244	843	873
	下旬	126	126	126	126	118	786	793	1010	721	734
12	上旬	112	112	112	112	113	685	670	827	651	629
	中旬	112	112	112	112	110	590	603	747	554	560
	下旬	112	112	125	125	105	534	563	661	506	503
枯期旬均		34	71	92	101	80	358	399	431	507	433

2.10.1.5 一期工程的建设情况

云南省滇中引水工程（一期）为国家 172 项重大节水供水水利工程之一，工程自 2018 年 10 月开工建设，目前已进入全面建设阶段。截至 2022 年 2 月下旬，一期工程累计完成投资 416.53 亿元。主体工程 40 个标（含 1 个提水工程、39 个输水工程）已全部开工，输水工程 355 个工作面正在掘进（其中 349 个工作面为主洞掘进）。输水工程隧洞累计掘进 385.06km，占施工总里程的 50.70%。其中输水建筑物 297.74km，占总长的 44.86%；施工支洞 81.78km，占总长的 96.13%。累计完成隧洞衬砌 93.47km，其中输水建筑物衬砌 65.32km，施工支洞衬砌 28.15km。

2.10.2 一期工程环评主要结论及批复要求

2.10.2.1 主要环境影响

(1) 评价分区

滇中引水一期工程评价范围分为水源区及调出区、输水线路区及受退水区。其中，水源区及调出区包括石鼓取水口下游至梨园库尾间的金沙江干流和支流；输水线路区包括输水线路中心线两侧的滇中地区；受水区包括滇池（含盘龙江）、杞麓湖、异龙湖等主要补水湖泊，大银甸水库等 32 个充蓄水库；退水区主要为金沙江、澜沧江、南盘江和红河等四大水系区间流域主要支流；输水线路区为输水线路交叉的龙川江、螳螂川、曲江及泸江等。

（2）水源区及调出影响区环境影响

1）地表水环境影响评价

①河道生态需水量分析

工程影响的金沙江干流水量满足评价区及下游河道工农业和生态及景观用水要求。

采用流量历时曲线法、湿周法、生境模拟法等方法计算，得出石鼓下游至梨园库尾评价河段的生态需水量为 4 月下旬~6 月下旬为 $300\text{m}^3/\text{s}$ ，其他各月（旬）为 $411\text{m}^3/\text{s}$ 。通过分析，按调度方案引水后，可以保障下游河道各月逐旬、逐日的生态流量要求。

②水文情势及水资源利用影响

滇中引水工程实施后，按最不利工况（即没有上游梯级电站调蓄仅考虑天然来流的情况下），石鼓引水口下河段流量、水位、水深、流速、以及水面宽度均有不同程度的下降。其中，枯水年条件下，取水口下断面流量旬最大减少值为 $135\text{m}^3/\text{s}$ ，最大减少比例为 24.0%。

长江第一湾断面：流量旬最大减少值为 $135\text{m}^3/\text{s}$ ，最大减少比例为 23.9%；水深旬最大减少值为 0.22m，最大减少比例为 7.2%，旬均减少水深为 0.15m，旬均减少比例 3.7%；水面宽旬最大减少值为 28.7m，最大减少比例为 17.0%，旬均减少水面宽为 19.6 m，旬均减少比例 6.2%。

鱼类产卵场断面:流量旬最大减少值为 $135\text{m}^3/\text{s}$,最大减少比例为 23.8%,旬均减少流量为 $110\text{m}^3/\text{s}$,旬均减少比例 7.5%;水深旬最大减少值为 0.39m,最大减少比例为 7.7%,旬均减少水深为 0.26 m,旬均减少比例 3.9%;流速旬最大减少值为 $0.25\text{m}/\text{s}$,最大减少比例为 18.5%,旬均减少流速为 $0.08\text{m}/\text{s}$,旬均减少比例 5.8%;水面宽旬最大减少值为 13.7m,最大减少比例为 7.6%,旬均减少水面宽为 9.0m,旬均减少比例 3.9%。

虎跳峡断面:流量旬最大减少值为 $135\text{m}^3/\text{s}$,最大减少比例为 22.9%,旬均减少流量为 $110\text{m}^3/\text{s}$,旬均减少比例 7.4%;水深旬最大减少值为 0.22m,最大减少比例为 1.3%,旬均减少水深为 0.17m,旬均减少比例 1.0%;水面宽旬最大减少值为 1.1m,最大减少比例为 0.7%,旬均减少水面宽为 0.7 m,旬均减少比例 0.5%。

③施工期废污水影响分析

砂石料冲洗、混凝土拌合、生活营地等生产生活废水正常工况下经处理后回用,不会对金沙江水质造成影响。在事故排放的情况下,其对金沙江局部水域影响较大,形成较明显的污染带,与金沙江江水完全混合后影响相对减小。

④运行期水质影响分析

采用纵向一维非恒定流水质模型预测,引水后丰、平、枯水年金沙江石鼓断面以下 11 月~次年 5 月水质基本保持不变,其余月份由于面源汇入,水质略有下降。整体而言,引水前后金沙江石鼓断面以下水质变化不大。

2) 地下水环境影响评价

维护水源工程区水文地质单元内地下水水质为 III 类,工程不影响区域内地下水水质、水位和当地对地下水资源的利用。

由于工程区地下水与冲江河及金沙江水量联系较为密切,大同水源工程施工,会减小石鼓镇沿冲江河及沿江区域分散居民水井的出水量,对水

井水位的影响较小，对水井的水量影响中等。地下泵房洞室总体涌水量不大，竹园村泉水取水位置和石鼓大龙潭泉水水源均不在影响范围以内，隧洞施工对其影响均较弱。施工期存在生产生活废水向地下水排泄的风险，但污染物小，扩散范围有限。

3) 陆生生态环境影响评价

受石鼓水源工程建设占地影响的陆生植被面积为 193.24hm²，仅占评价区植被总面积的 0.65%。工程建设及运行对评价区农田植被的影响较大，同时也涉及少量半湿润常绿阔叶林和其它植被，占评价区同类植被的面积均较小，施工结束后，临时占地的植被类型将通过生态修复措施，恢复现有的生态系统功能。水源区淹没及占用的植物种类为金沙江干暖河谷常见物种，工程实施仅会减小这些植物的数量，不会影响区域植被的区系组成，更不会造成植物种类消失。

工程占地及淹没区未发现野生国家级重点保护植物、古树名木的分布，工程建设对其没有影响。工程将占用植物植被使栖息于水源区的陆生脊椎动物种群结构、生态分布、数量等诸多方面发生一定变化，但施工占地面积较小，且生境单一，动物种类相对贫乏，加上动物有一定的避让能力，受工程建设影响较小。

4) 水生生态环境影响评价

水源区及调出区施工改造措施将破坏原冲江河的河道形态和水环境特征，对原河道内分布的鱼类产生一定的不良影响。上述影响主要发生在施工期，工程建成运行后，该影响将逐步消失，影响时间较短，对水生生物的影响总体较小。

工程不设拦河坝，不会导致鱼类重要生境丧失，不影响鱼类完成生活史，鱼类多样性不会下降，种类组成不会发生改变。工程引水后，由于水量减少，水位下降，特别是在 4 月下旬至 6 月下旬间裂腹鱼等产卵较集中

的时期，水位下降后，石鼓至松园桥江段产卵场面积缩小，对鱼类产卵会产生一定影响；产漂流性卵的中华金沙鳅产卵场主要分布在石鼓取水口的上游，工程引水后对该种类产卵场无影响。

5) 环境空气和声环境影响评价

施工期大气污染物主要来自燃油、炸药产生的废气及砂石料加工系统、混凝土拌和系统、开挖与爆破等产生的粉尘和交通扬尘，主要污染物为 TSP 等。砂石料加工系统、施工爆破及燃油废气对施工区环境空气质量影响较小。

施工噪声源主要包括各类施工机械和施工企业的固定连续声源噪声、爆破等间歇式瞬时噪声、交通噪声等。

6) 固体废弃物影响

水源工程施工期间，将产生生活垃圾约 1.10t/d；运行期运行管理维护人员日均产生的生活垃圾量约为 15kg/d。

7) 移民安置影响

石鼓水源工程占用的土地、耕园地面积及影响人口占工程涉及玉龙县的相应比重较小，当地具有移民安置的资源环境容量条件。通过前期补偿和后期扶持，移民生活水平不低于原有水平，并逐步得到提高。由于移民安置人口不多，在采取相关措施后，移民安置对当地的水环境、生态环境产生的影响甚微。

8) 对环境敏感区的影响

水源工程建设距长江第一湾和石鼓镇较近，且部分设施位于玉龙雪山国家级风景名胜区石鼓片区的一级和二级保护区范围内，工程设计时，绝大部分施工临建设施均已对景区范围内主要的景点和景观进行了避让，工程施工过程中“三废一噪”可能会对景观质量产生影响，但对玉龙雪山国家及风景名胜区结构和功能影响较小，且为临时性的。

(3) 输水线路区及退水区环境影响

1) 地表水环境影响评价

① 水文情势变化分析

受退水区主要水环境涉及滇池、杞麓湖和异龙湖三个补水湖泊，九龙甸水库、大银甸水库、龙虎水库等 16 个充蓄水库，工程退水涉及的金沙江、澜沧江、红河、南盘江四大水系的桑园河、螳螂川（普渡河）、黑惠江、曲江、庐江等 10 条一级支流，输水线路经过的柴河水库和托旦水库等。

输水总干渠沿线穿越河流时，在跨越这些河流时以渡槽、倒虹吸型式穿过，输水总干渠工程建设不会改变这些河流的原有水文泥沙特性。滇中引水工程实施后，受水区单位面积水资源量均有一定幅度的增加，单位面积水资源量增加率为 42.39%，可大幅提高受水区的水资源量。退水区的退水量占退水河流径流的比例在 0.005% 以下，基本不会对退水河流的水文泥沙情势产生影响。

工程建成后受水区大中小型水库枯水期下泄不小于多年平均来水的 10%、丰水期不小于多年平均来水的 30% 下泄，将现有生活生产挤占生态用水部分返还给河道。

② 水温影响预测分析

以东风水库、九龙甸水库为例，采用宽度平均的立面二维模型模拟水库在纵向和垂向上的水温时空分布。石鼓水源点的“低温水”与当地径流混合后的水温，较天然水温有所降低，由此导致水库下泄低温水加剧的现象。引水后，东风水库下泄水温较引水前平均偏低 1.2℃，最大低 2.0℃。九龙甸水库平均低 0.5℃，最大偏低 0.8℃。通过分析，预计各水库水流最后到达田间水温能增温 2℃ 以上，水温基本能满足作物要求温度，不影响作物正常生长。

滇池、杞麓湖和异龙湖三个补水湖泊属于宽浅型湖泊，滇中引水实施

后，水温受外界气象条件影响，工程实施后，对其影响不大。通过分析，2040年引水后，滇池的水温较引水前，均呈降低趋势，降幅在0.2~0.5℃，年均水温降低0.2℃；杞麓湖的水温较引水前，均呈降低趋势，降幅在0~1.1℃，年均水温降低0.5℃；异龙湖的水温较引水前，均呈降低趋势，降幅在0~1.1℃，年均水温降低0.6℃。

③施工期水质影响分析

砂石料加工废水、各支洞口工区内产生的混凝土废水、生产区废水、生活污水及支洞排水，大多与地表水体距离较远，沿地表径流入汇至下游水体的过程中经净化、蒸发等作用，水量减少，污染物含量降低，且通过配套设计相应处理措施，正常情况下能达到环境保护的要求。

输水总干渠穿越河流施工时需开挖基坑修筑跨河建筑物，基坑排水经沉淀后达标排放，不会对穿越河流水质造成较大影响。

④运行期水质影响分析

滇中引水来水将逐步恢复并有效补充充蓄水库的水资源条件，让充蓄水库功能得以正常发挥，让水库下游减水河段的最小生态流量得以保证；滇中引水进入充蓄水库后，尽管对充蓄水库现状水位过程有一定的改变，但其水位变幅仍然限定在正常消落范围内，对库周陆生生境的影响与充蓄前差异不大。

滇池、杞麓湖、异龙湖是滇中引水工程三个重要的补水湖泊，滇中引水工程利用空闲时段向湖泊补水6.72亿m³。滇中引水工程来水后各受水湖泊的水环境质量可基本满足湖泊水环境功能区划目标要求，受水湖泊富营养化程度较现状年将有较大程度的缓解和改善。

工程建设后对受退水区河流型水功能区纳污能力都将较现状水平有一定的增加，退水区污水接纳量较大的龙川江、南盘江、螳螂川等，若不采取有效的污染减排措施，减少废污水排放量，大幅度削减COD、氨氮等排

放量，规划水平年主要河流污染物入河排放量将会超过河流开发利用区的限排总量，将会对河流水质带来明显影响。

2) 地下水环境影响评价

维护输水线路区地下水水质Ⅲ类标准，工程不影响区内地下水水质、水位和当地对地下水资源的利用。

工程输水总干渠建筑物以隧洞为主，隧洞开挖会造成总干渠沿线地下水位的整体下降，且在总干渠上方水位降深较明显。隧洞涌水量的变化与水位埋深和区域岩性及构造情况有关，随着隧道施工开挖防渗措施的实施，工程运行期间被扰动的地下水系统会慢慢恢复到天然状态。

输水总干渠沿线居民生产、生活用水主要以地表水为主，工程建设对当地的生产生活总体影响不大。香炉山隧洞穿越鹤庆西山岩溶系统，可能削减鹤庆县城地下水水源的水量，对当地生产生活构成一定影响。罗茨~新庄段的呈贡隧洞经过黑、白龙潭水源地范围时，对地下水水环境影响程度大，隧洞施工期可能造成对黑、白龙潭流量的减少，甚至断流。长育村~万家段沿线周边地表分布有潜在污染源，需做好隧洞的防渗措施，防治地下水污染。

3) 陆生生态环境影响评价

输水总干渠工程布置及施工共占用半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林、灌丛等 4 个自然生态系统类型，占用暖温性针叶林，农田、灌丛 3 类生态系统面积相对较大，不影响区域生态系统功能的维持。输水总干渠的建设将破坏一定面积的云南松林、半湿润常绿阔叶林、暖性石灰岩灌丛等植被。由于工程破坏的植被面积比例较小，不会影响该区域植物区系组成，更不会造成植物种类消失。根据现场调查，工程建设区无保护植物，也无名木古树分布。

输水工程建设期间，地表明建筑施工、隧洞开挖及施工支洞出渣等，

均会对施工区域附近活动的小型陆生动物产生一定的不利影响，迫使其暂时离开现有生境，但随着施工结束及施工迹地的植被恢复，工程占地区的动物将会逐步回归和恢复。输水总干渠 90%以上为隧洞，工程建设不会对动物的迁移活动产生阻隔影响。由于引水后受退水区水资源量的增加，将会改善受退水区的生态环境质量，提高区域生态系统的服务功能。

4) 水生生态环境影响评价

滇中引水工程建成后，受水区被城镇生活和工业挤占的生态用水将返还给生态，这将增加受水区内各河流的生态水量，可有效改善受水区河道生态环境，底栖动物和水生高等植物多样性将会有所提高，有利于鱼类繁殖和摄食，促进鱼类生长。同时由于水量增加和水质改善，对于改善其水生生物的栖息环境是有利的，预计输水沿线河流的淡水鱼类产量将会增加。工程建设不会产生生物入侵影响。

5) 空气及声环境影响评价

施工期大气污染物主要来自燃油、炸药产生的废气及砂石料加工系统、混凝土拌和系统、开挖与爆破等产生的粉尘和交通扬尘，主要污染物为 TSP 等。砂石料加工系统、施工爆破及燃油废气对施工区环境空气质量影响较小。

施工噪声源主要包括各类施工机械和施工企业的固定连续声源噪声、爆破等间歇式瞬时噪声、交通噪声等。

6) 固体废弃物影响

施工期输水工程施工营地的总人数为 34270 人，整个输水工程每天产生垃圾量为 17.14t/d，施工期共产生生活垃圾 4.93 万 t。

7) 移民安置影响

输水总干渠以隧洞为主，占用土地资源和居民点少而分散人均耕地面积较少，工程沿线安置区的环境承载力可以满足移民安置的需求。搬迁安

置人口主要采取本村组内就近分散安置。移民安置过程中主要依靠原有的宅基地等建设用地，对周边水环境、生态环境、环境质量及人群健康以及社会环境等的影响均非常有限。

输水总干渠设置早桥地一个集中安置点，进行集中安置。安置点内人均建设用地面积 101.93m^2 ，安置点位于原村组附近，对当地植被、植物以及动物影响较小，安置点日最大生活污水产生量 30.70m^3 ，最大生活垃圾产生量总计 0.151t/d 。

8) 对环境敏感区的影响

①自然保护区

楚雄段部分隧洞穿过或位于楚雄州大尖山和三峰山两个州级自然保护区，区内工程不直接占用保护区，占地区域集中于保护区边缘海拔较低的山体中下部受人为扰动大的区域，对保护区的主要保护对象的影响不大。工程引水总干渠主要以隧洞形式穿过保护区，不会影响地表植被，不会对该自然保护区形成明显的阻隔和分割效应，不会对保护区的结构和功能完整性产生重大的不利影响。

②森林公园

工程不直接涉及金殿国家森林公园，但昆呈隧洞下穿的风景游览观光区和生态保护区，昆呈隧洞 1#支洞及其生产生活区、麦冲渣场等位于该森林公园的边界外，不会对该森林公园产生直接影响。

③风景名胜区

输水总干渠新庄~蒙自段以隧洞下穿建水风景名胜区云龙山宗教文化景区一般景区及核心景区，涉及主要景点以人文景观为主。施工期对景区地下水位有一定的影响，枯水期隧洞施工过程对景区水环境无影响；丰水期隧洞施工可能截留大气降水的部分入渗量，对局部陆域生态系统形成一定的短暂性影响，但影响程度不大。

④ 饮用水源保护区

部分施工生产生活废水位于当地集中式饮用水源保护区内，在采取最严格的水环境保护措施后，工程施工对饮用水源保护区的水质影响不大。运行期工程不产生水污染物，对饮用水源保护区水质基本没有影响。

2.10.2.2 主要环保措施

(1) 地表水环境保护措施

1) 施工期水环境保护措施

水源区及调出区采取平流式絮凝自然沉淀法对砂石料加工系统废水进行处理；采用中和沉淀法对混凝土系统废水进行处理；施工工厂区含油废水经成套设备处理；生活污水由小型隔油池、化粪池及成套设备进行生化处理；施工工区各类污废水处理合理回用，不排入金沙江。

施工支洞和隧洞进出口施工废水采用混凝+沉淀处理后达标排放。涉及水源保护区及II类水域的砂石料加工系统生产废水采用DH高效污水净化器处理后回用，污泥采用真空带式过滤器压缩干化后运至附近渣场堆存；涉及III类和IV类水域的砂石料加工系统生产废水采用平流式絮凝自然沉淀法，处理后达标排放，污泥自然干化后运至附近弃渣场堆存。混凝土拌和系统和混凝土拌和楼生产废水，采用中和沉淀回用，污泥自然干化后运至附近渣场堆存。涉及II类水体及水源保护区的生产含油废水采用成套油水分离器处理后回用；用隔油沉淀法处理后达标排放。涉及III类、IV类水体的生产含油废水，用隔油沉淀法处理后达标排放。涉及II类水体及水源保护区的生活污水采用成套生活污水处理设备（A/O工艺+过滤+消毒），处理达标后回用于道路浇洒及绿化用水；涉及III类、IV类水体的生活污水规模较小（ $5\text{m}^3/\text{d}$ 、 $10\text{m}^3/\text{d}$ ）的采用厌氧生物膜池工艺，规模较大（ $15\text{m}^3/\text{d}$ 以上）推荐采用成套生活污水处理设备（A/O工艺）。

2) 运行期保护措施

为保证引水水质，尽快完成滇中引水工程水源保护区的划分工作，在石鼓取水口上游划定相应水域和陆地区域作为水源保护区，并制定切实可行的、目标明确的水源保护条例及其相应实施细则。加强金沙江虎跳峡及以上河段点源和面源污染治理，减少入河污染负荷；取水口上游及周边沿岸地区禁止新建设高水耗、重污染的工业企业；对排污单位加强环境执法、监督检查的力度，重点排污企业开展在线监测；重视农田节水灌溉，合理施用化肥及农药，控制集中式畜禽养殖规模。

在输水线路两侧划定一定区域作为水源保护区，并制定切实可行的、目标明确的水源保护条例及其相应实施细则。设专门机构协同各县区对总干渠水质保护进行统一管理，制定应急预案。

建立用水总量控制、用水效率控制和水功能区限制纳污“三项制度”，相应地划定用水总量、用水效率和水功能区限制纳污“三条红线”。提高各受水区污水处理厂出水水质，科学规划城市排水管网，实施城区雨污分流次干管网建设，改建和扩建城市污水处理厂，提高污水处理率及回用率。加快农村污水治理设施建设，尽快实施农村面源污染治理工程。运行期生活污水延用施工期生活污水处理设施进行处置，达标后排放或回用。

加强水资源的统一管理，调整大受水区经济结构，加大低耗水产业比重，提高循环经济水平，限制高耗水产业发展。

(2) 减缓枯期引水对金沙江影响措施

1) 采取减缓枯期引水措施

采取将工程检修期从 11 月调整至 3 月、增加受水区调蓄能力，将受水区充蓄水量由原来的 1.76 亿 m^3 增加至 2.71 亿 m^3 ，实现枯期“少调水或不调水”，减缓枯期引水对金沙江的影响。

在环评上报前已经明确的受水区 16 座（其中中型 14 座，小(-)型水库 2

座)本区水库调蓄水库和安宁连然、富民永定、个旧个旧调蓄池 3 个调蓄池的基础上,进一步筛选 16 座提水充蓄的水库,其中已建水库 13 座,规划新建水库 2 座,扩建水库 1 座(不含已列入充蓄的海稍水库扩建)。

2) 重要调蓄工程

从减缓枯期引水对金沙江环境影响及保护用水安全角度,将昆明市青龙湖调节池、黄坡调节池和松华坝提水工程纳入环境保护工程,并进入滇中引水主体工程。

(3) 地下水环境

1) 预防性措施

保障水源区生态流量,对工程引水流量数据进行实时收集和监测;加强水资源的统一管理,遵循“先节水后调水,先治污后通水,先环保后用水”的“三先三后”原则和实行最严格水资源管理制度的原则,合理配置生活、生产、生态用水;高度重视节水型社会建设,从体系建设、制度建设、机制建设等多方面着手,推进节水型社会建设;加强金沙江流域综合管理,协调引水水源上、下游生态环境需水的关系,加强水资源管理的执法监督,依法保护水资源。

2) 地下水环境及用水户保护措施

采取打井的地下水水源保护措施,减小工程对石鼓镇及竹园村出水量减小的影响。

施工隧洞排水采用絮凝沉淀处理后回用或达标排放。工程部分隧洞排水涉及饮用水源保护区,隧洞施工废水处理达标后用管道分别引至水库下游,禁止向水库汇水区排放。针对隧洞穿越祥云工业园区、尾矿库、垃圾填埋场的洞段,采取二次衬砌措施,避免对输水干渠的水质产生影响。针对受影响的地下水用水户,主要采取集雨工程、集流工程、地下河天窗提水工程、地下水库、溶洼水库、地表河低坝蓄水工程、隧洞涌水处理后重

新利用等替代性水源措施。

(4) 陆生生态保护措施

水源区和调出区针对工程建设对生态系统、植被及动植物的影响，本工程在征地补偿的基础上，采取施工避让、减缓、补偿措施，并从生态保护的角度规划了生态修复补偿措施，通过生态修复，逐步恢复工程占地区的生态系统功能。

输水建筑物及施工布置应尽量避免避开珍稀动植物分布密集区域和生态敏感区。施工过程中，应尽量避免毁坏自然植被，保护动植物的生境条件，同时注意防止外来物种的入侵。因地制宜进行植被恢复。对滇中地区（石鼓至新庄输水线地段）可采用人工种植和封育相结合的方法对施工场地进行生态恢复。对在水热条件相对较好的新庄至蒙自地段，采取封山育林的恢复方式进行生态修复。

(5) 水生生态保护措施

对石鼓至松园桥金沙江干流河段开展生境修复工作，主要有：

- 1) 受损和裸露河床、河滩等的植被恢复；
- 2) 采用生态工程的方法维持河岸带的稳定性，如卵石堆砌、木桩固定；
- 3) 对鱼类繁殖时期新形成的水深在 0.5m 左右的浅滩进行生境修复，铺设直径 1-5cm 左右的砾石、卵石等，为鱼类营造适宜的产卵环境。冲江河下游及河口作为鱼类重要栖息地加以保护；

4) 在水源工程泵站管理营地附近建设鱼类人工增殖放流站，人工增殖放流可能受影响较大的短须裂腹鱼、四川裂腹鱼、长丝裂腹鱼、硬刺松潘裸鲤、软刺裸裂尻鱼、长须石爬鮡等 6 种长江上游特有鱼类。

在大同引水渠内布置多层拦鱼电栅作为拦鱼设施，具体电感拦鱼方案设计需根据水深、水宽、流速、电导率及拦鱼种类、大小、分布水层等进行专题研究设计。在工程运行阶段，应制定科学合理的运行调度规程，尽

量避免在鱼类繁殖季节大幅调整引水量，避免石鼓以下河段水位大幅度涨落。加大影响区的渔政管理，保护鱼类资源。

针对受退水区水生生态影响，主要采取区域水质保护、受水水库下泄生态流量、渔政管理措施保护受退水区的水生生态系统和水生生物。

(6) 声环境保护措施

针对施工区域的施工噪声影响，主要从降低噪声源强、阻断传声途径方面提出防护措施；针对交通噪声度敏感目标的影响，主要从设置临时隔声屏障、限速禁鸣标志、限制施工时段、经济补偿等方面提出防护措施。

(7) 大气环境保护措施

采取合理选择设备、优化施工方法和布置，采取除尘和降尘措施，控制和削减砂石料加工系统粉尘、燃油废气、交通粉尘和施工作业区扬尘等防控措施。

(8) 固体废弃处理措施

1) 弃渣处理措施

本工程弃渣场满足弃渣要求，各渣场配套设置了渣场挡护、截排水等措施，水土保持设计还补充设计了工程、植物及临时措施，以防治弃渣过程产生的水土流失。

2) 生活垃圾处理措施

水源区和调出区施工及运行期产生的生活垃圾收集外运进行卫生填埋后，不会影响当地地表水环境和土壤环境质量。

输水线路区根据输水总干渠施工区生活垃圾产生部位分散，单个区域生活垃圾产生量小，难以集中处置的特点，同时结合工程沿线各行政区现有的生活垃圾处理设施分布情况，对各施工区生活垃圾就近选择已有生活垃圾处理场所，采取委托外运处置的方式对输水线路区生活垃圾进行最终处置。

(9) 社会环境保护措施

施工区应定期进行虫媒灭杀等环境卫生清理工作，对施工人员进行体检，加强食品卫生和环境卫生的管理工作。

(10) 移民安置保护措施

水源区和调出区的移民安置保护采取设置化粪池，生活污水经化粪池处理后，用于农田灌溉；设置垃圾收集池，生活垃圾收集后纳入当地垃圾处理系统。

输水线路区的移民采用货币补偿，就近后靠的安置方案。分散安置移民采取各户设立化粪池或沼气池的水环境保护措施；修建简易垃圾收集池及填埋场对生活垃圾进行简易填埋等。集中安置点生活污水通过化粪池处理后进入微曝气氧化塘+表流人工湿地处理。移民安置点设垃圾筒和垃圾收集池，定期清运至仁兴镇垃圾处理系统进行处理。

(11) 环境敏感区的保护措施

1) 自然保护区

针对工程与自然保护区关系及影响特点，采取宣传教育，施工管理，施工废水、废气、噪声和固体废弃物控制，施工临时救护，设置警示牌，自然保护区附近施工场地、料场、渣场的生态修复治理等措施。

2) 森林公园

施工过程中要加强管道施工管理，严格执行设计要求，不越界施工，严禁在森林公园内建取、弃土场。隧洞开挖产生的渣土，堆放到指定的渣场。增加防噪音设施和采取隔声措施，防止对公园野生动物的影响。采取打井措施，确保野生动物园动物饮水水源不受工程影响。

3) 风景名胜区

禁止在风景区内设立取土场、施工营地，将各类施工活动限制在征地范围内。做好景区可视范围内植被恢复。采取制定龙树等隧洞段地下水监

测方案，防止地下水渗漏风险，确保建水景区不受工程影响。隧洞施工中，应及时衬砌，尽可能减轻施工对景区地下水的影响。龙树隧洞施工期间，从龙滩水库或香林寺水库引水，供给云龙山宗教文化景区的居民用水。

4) 饮用水源保护区

在饮用水源保护区内的砂石料加工冲洗废水推荐采用 DH 高效污水净化器成套设备处理法进行处理后回用，污泥脱水后送至最近渣场区；混凝土拌合生产废水中和沉淀处理后回用；生产生活废水通过采取废水处理措施后全部回用，不外排。隧洞施工废水处理达标后用管道分别引至水库下游，禁止外排。设置于水源保护区内的弃渣场应采取严格水土保持措施，降低新增水土流失量。

2.10.2.3 环评批复要求

2016年8月，环境保护部对报告书进行了批复。项目环评总体批复意见为：该工程总体符合《全国水资源综合规划（2010~2030年）》、《长江流域综合规划（2012~2030年）》及《滇中引水工程规划（2010修订）》等相关规划。水利部出具了《关于报送滇中引水工程环境影响报告书预审意见的函》（水资源函〔2016〕120号）和《关于滇中引水工程水土保持方案的批复》（水保函〔2016〕86号）。工程实施将对金沙江中游取水口以下河段水资源及水文情势、输水沿线生态环境等产生不利影响，在采取环境影响报告书和本批复要求的各项污染防治及生态保护措施后，不利环境影响可以得到一定程度的减缓和控制。由于本工程采用无坝取水且沿线调蓄能力不足，引水后对取水口下游河段水资源、水文情势、生态及景观影响显著。同时，利用现有水库进行调蓄，部分水库现状水质较差，不能满足输水水质要求，直接影响工程开发任务中城镇生活供水目标的实现。建议国家相关部门和云南省人民政府在项目论证、决策和实施过程中，增加切实有效

的在线供水终端调蓄工程，认真全面落实受退水区水污染防治规划，以保障人民群众饮水安全。我部原则同意环境影响报告书中所列建设项目的性质、规模、地点和拟采取的环境保护措施。

环保部在批复中对下一步工作提出了以下要求：

(1) 区域及项目建设环境影响与运行管理中应重点做好的工作

1) 严格落实受退水区水环境保护措施。受水区退水受纳河流部分现状水质超标，新增退水进一步增加了区域水污染治理压力。应将修改完善后的《滇中引水工程受退水区水污染防治规划(2013-2040)》重新报云南省人民政府批复后再组织实施，并切实做好相关水环境保护工作，确保受水区水质只能改善不能恶化，为工程实施创造条件。工程主要受纳水体为4大流域10条支流，13个水质控制断面中螳螂川富民大桥、普渡河桥和曲江九甸大桥3个为国控断面，现状水质分别为劣V类、IV类、IV类，通水后水质在满足水环境功能区划要求的V类、IV类、IV类基础上，富民大桥断面水质应达到IV类、普渡河桥断面水质应达到III类，九甸大桥断面水质应达到II类。滇池水质现状为劣V类，通水后池外海水水质应达到III类，草海水水质达到IV类。尽快细化和完善受退水区水污染防治规划，按时保质完成各项工作任务，切实改善受退水区水环境质量。在输水涉及的相关河库达到相应水质要求前，不得实施调水、输水。在水源区、输水线路以及具有饮用功能的调蓄水库划定饮用水水源保护区。开展受退水区富营养化调控、面源污染控制等科学研究，增建水质自动监测站，增加水质监测断面和频次，开展长期监测，提高水质保障能力。尽快启动与工程水污染防治等相关的地方性法规的制定工作，为工程水环境保护等提供法律保障。

2) 严格落实生态流量保障措施。优化引水调度方案，严格引水刚性要求，减缓调出区对下游河段不利影响。建立枯水期和生态敏感时段的工程引水预警制度，并纳入运行调度和实施方案。下阶段应继续做好增加受水

区在线调蓄工程的可能性和可行性研究论证工作，进一步优化引水调度方案，尽量减少枯期引水量，在保障4月下旬至6月 $411\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量、其他时间 $300\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量的基础上引水，当来水小于下游所需生态流量时，工程停止引水，减缓对取水口下游河段的不利影响。

3) 严格落实生态保护措施。在水源区大同取水口引水渠设置拦鱼电栅，防止鱼类进入泵站造成损伤。在水源工程泵站管理营地附近建设鱼类增殖放流站，近期放流长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、四川裂腹鱼、软刺裸裂尻鱼等，恢复鱼类资源。将取水口下游支流冲江河及河口作为鱼类重要栖息地加以保护，并采取生态护岸等河道生境修复措施，恢复水生生态系统。对拦鱼措施、增殖放流、生物入侵防控、水生生态监测等措施效果进行跟踪和优化。配合相关部门加强对姚安大尖山及楚雄三峰山州级自然保护区的保护，严格控制施工范围，严禁在自然保护区内开展各项施工活动。进一步完善工程设计方案，开展景观设计，减缓对玉龙雪山国家级风景名胜区等环境敏感区的影响。

4) 严格落实施工期环境保护措施。工程施工期长，占地范围广，涉及环境敏感目标多，应高度重视并采取有效措施，以减缓施工造成的不利环境影响。严格控制施工范围，合理安排施工时段，尽量减少占地和对动植物及其生境的扰动。加强施工期环境管理，施工污（废）水经处理后回用或综合利用，不能回用的需达标排放，涉及饮用水水源保护区不能回用的污（废）水经专用管道排至水库汇水区外，不得影响供水水质。隧洞施工需及时封堵，减少隧洞涌水量，隧洞涌水抽排至地表处理后达标排放。对受影响的地下水用水户采取打井、修建水窖、应急供水等替代水源措施。对可能影响地下水水质的弃渣场采取铺设防渗膜措施。施工前剥离表层土壤单独堆存回用，施工中采取水土保持和绿化措施。尽量利用开挖料进行填筑，强化弃渣综合利用，工程弃渣应运至规定的弃渣场，并采取必要的

环境保护措施，防止造成二次生态破坏和环境污染。施工结束后，及时对渣场、施工迹地等进行复垦或生态恢复。采用声屏障、车辆限速等措施减缓噪声影响，采取洒水降尘、密闭运输等措施控制施工扬尘，建筑垃圾优先回用，生活垃圾收集后交当地环卫部门清运处置，危险废物交有资质单位妥善处置。

5) 严格落实运行期环境风险防控措施。严格水源区及输水沿线的水环境管理，强化环境准入；严格落实受退水区水污染防治规划，加强污染治理与管理；加强受水区水域水生生物监测，制定本地物种的恢复方案；制定各类风险应急预案，定期开展应急演练，发生突发水污染事故时应停止调水并采取有效应对措施，保障输水水质安全。

6) 做好移民安置环境保护工作。需结合当地自然条件和土地资源条件，合理选择移民安置区及生产方式，加强集中安置地生态保护、水土流失防治、水环境保护、污水处理与垃圾处置等措施。落实迁复建工程环保措施。

(2) 工程建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。

2.10.3 一期工程回顾性评价

2.10.3.1 一期工程已产生的环境影响

截止 2022 年 2 月下旬，一期工程隧洞累计掘进 385.06km，占施工总里程的 50.70%。目前，一期工程已产生的环境影响主要为施工影响。

(1) 对水环境的影响回顾

一期工程已经全面开工，工程施工过程中，产生了砂石料加工系统废水、混凝土拌合系统废水、生产区含油废水、隧洞排水和施工期生活污水等，施工废污水 pH 较高，污染因子以 SS 为主，兼有石油类、COD 和 BOD₅ 等有机物污染，不含有毒有害物质。

各生产生活区在工程沿线及周边分散布置，分属于冲江河、汝南河、漾弓江、落漏河、洱海、渔泡江、紫甸河、龙川江、绿汁江、星宿江、螳螂川、杞麓湖、曲江、泸江等地表水体及其支流的径流区。根据施工布置，砂石料加工废水、各支洞口工区内产生的混凝土废水、生产区废水、生活污水及支洞排水，大多与地表水体距离较远，沿地表径流入汇至下游水体的过程中经净化、蒸发等作用，水量减少，污染物含量降低，且通过配套设计相应处理措施，正常工况下可达到环境保护的要求。目前，各标段施工作业面的生产废水和生活污水处理措施等都已经基本落实，按照地表水环境功能目标要求对生产生活区废污水处理后达标排放或回收利用，各项措施目前均能够正常运行，施工废污水对下游地表水体影响有限。

(2) 对地下水环境的影响回顾

一期工程输水总干渠建筑物以隧洞为主，目前施工隧洞开挖造成了总干渠沿线局部区域的地下水位下降，工程施工过程中各隧洞的进口和出口，施工支洞口大多数出现了隧洞用水，在这些区域造成的水位降深较明显。

实际施工过程中，隧洞实际的排水强度与丰枯水期、施工工艺、施工进度、超前预报和封堵情况等有关。实际施工涌水情况以滇中引水工程大理Ⅱ段狮子山2号施工支洞的排水情况为例进行分析。见表 2.10.3-1:

表 2.10.3-1 滇中引水工程大理Ⅱ段狮子山2号支洞抽水台账表

日期		平均每小时流量	平均每天流量	每天流量范围	备注
开始	结束	(m ³ /h)	(m ³ /d)	(m ³ /d)	
2019.8.20	2019.8.28	4.015	96.36	76.80-120.83	支洞施工
2019.8.29	2019.9.19	63.783	1530.792	876.32-1876.54	丰水期涌水量变大
2019.9.20	2019.10.10	19.978	479.472	327.23-721.20	
2019.10.11	2019.12.4	2.010	48.24	0.36-189.32	枯水期涌水量变小
2019.12.5	2020.3.5	26.248	629.952	312.49-1005.38	
2020.3.6	2020.5.7	216.239	5189.736	4004.33-7080.0	涌水量变大
2020.5.8		605	14520	14520	涌水量突然变大
2020.5.9	2020.5.10	305.365	7328.76	7260.0-7397.52	涌水量变小两天

2020.5.11	2020.8.16	585.335	14048.04	9804.24-18199.44	涌水量较大
2020.8.17	2020.11.15	659.304	15823.296	14523.26-17170.8	

从表中可以看出，随着施工推进，从施工支洞进入主洞的过程中，涌水量受丰水期和枯水期影响，丰水期涌水量变大，枯水期涌水量减小，施工进入主洞后，开挖到含水层后，涌水量出现增大。

结合现场情况，在狮子山2号施工支洞的施工过程中采取了“超前预报、以堵为主、边挖边衬，限量排放”的防治措施，施工单位按照环评要求的隧洞排水处理工艺，建设了隧洞排水处理措施，并在实际施工过程中根据隧洞涌水情况调整和优化了排水处理措施，对排水处理措施的出水水质进行了水质监测。总体来说，隧洞排水的处理规模和能力能够满足预期的处理要求，满足达标排放的环保要求。

工程实施过程中，随着隧洞开挖，隧洞周边开始出现地下水保护对象泉、井、库塘等减水和疏干的情况，目前正在加强各隧洞的洞内涌水情况的动态监测和记录，对已开挖涌水严重洞段采取全断面径向防渗固结灌浆、提前进行二次衬砌封闭等堵水限排措施，以减少对周边地下水环境影响，对存在涌水风险洞段，采取超前预灌浆（堵水限排）等处理措施，避免或减小了工程施工对周边水源的影响范围。

目前已经逐步开展地下水监测点抽水量、地下水位的动态跟踪监测工作，为评估一期工程各隧洞施工对水环境影响程度及采取补偿措施提供依据。针对已经产生影响的敏感点，正在有序通过地下水环境影响分析专题报告进行评估，并上报滇引办审批，逐步开展补偿应急方案，解决农户人饮、灌溉用水问题。如对一期工程大理Ⅰ段的甸头村，大理Ⅱ段的高兴村兰若谭，楚雄段的浪倒树，昆明段的头村，红河段的黑泥田村等的补偿应急方案均已经开展。

随着工程推进，前期设计预测的施工对泉水的疏干、减流的问题已经

产生并突显，目前为各施工标段基本已经进入主洞施工阶段，后续施工对各邻近泉点水量的影响可能加剧。随着洞内抽排时间增加，影响半径扩大，不排除周边泉点会继续产生减流、甚至疏干的风险。施工结束后，周边地下水水位会逐步自然恢复，泉点功能也会逐渐恢复。

(3) 对生态环境的影响回顾

本工程的施工过程中，由于施工开挖对植物的破坏，部分植物个体消失，但这些种类是一般常见种，其种群数量也比较多，这些植物个体的消失，对项目区的生物多样性和这些种类的种群生存没有产生明显影响。

工程施工占地对植被的破坏以及施工活动的噪声及施工人员活动等，使原来栖息在此的兽类被迫迁移。工程施工区所在的区域大多植被次生化较为明显，无大中型兽类的栖息生境，大中型动物一般不在附近活动、栖息，没有造成明显的影响。工程施工期，工程区及附近区内的鸟类的种类和数量会因栖息地的缩小及人为干扰明显减少，但没有导致任一物种的消失。工程施工中，对地表地质不稳定区域的扰动将加大水土流失的程度，在采取水土保持措施的情况下不利影响将得到减免和缓解。

通过详细调查，楚雄段鲁支河渡槽生产、生活区及渣场范围内分布有国家 II 级保护植物龙棕约 4787 株，将该区域生产生活区及进场道路线路进行了调整，避让龙棕 1955 株。工程不能避让的国家 II 级保护植物龙棕 2832 株，采取就近迁移的方式进行保护，减少了影响。

工程实施过程中，水源工程泵站，大理 I 段香炉山隧洞，昆明段蔡家村隧洞及昆呈隧洞，红河段寨暗涵-花果山隧洞、坝梗脚隧洞-桥头村倒虹吸、绿冲河倒虹吸至小燕塘隧洞线路进行了局部调整。此外，工程部分石料场、施工支洞布置等进行局部调整。线路和施工布置的局部调整部分避让了玉龙雪山国家及风景名胜区、大理祥云小官村水库饮用水源保护区、昆明富民拖担水库饮用水源保护区、红河建水跃进水库饮用水源保护区，减小了

对上述环境敏感区的影响。

(4) 大气和声环境影响回顾

施工期大气污染物主要来自燃油、炸药产生的废气及砂石料加工系统、混凝土拌和系统、开挖与爆破等产生的粉尘和交通扬尘，主要污染物为 TSP 等。砂石料加工系统、施工爆破及燃油废气对施工区环境空气质量影响较小。目前各施工标段采取洒水降尘等措施抑制扬尘，降低了对环境的影响。

施工噪声源主要包括各类施工机械和施工企业的固定连续声源噪声、爆破等间歇式瞬时噪声、交通噪声等。施工单位目前主要通过避免夜间施工，减速慢行等方式，减轻了噪声影响。

(5) 固体废弃物影响回顾

工程施工过程中产生了生活垃圾，目前各标段施工单位均与当地环卫部门签订了垃圾清运协议，通过清运维护施工人员清洁卫生的工作和生活环境，防止了蚊、蝇和鼠类大量繁殖引起传染病流行。

2.10.3.2 主要环保措施落实和安排情况

(1) 环境保护总体设计

2020 年 12 月，《滇中引水工程环境保护总体设计报告》编制完成，并于 2021 年 1 月 12 日水利部水规总院组织召开了报告审查会，修改后形成报告审定本。总体设计报告对已建和在建生态环保设施建设、运行情况进行了详细调查，针对设计变更及措施不完善的部分，提出修改方案或重新设计，对未实施的环境保护措施深化设计，该报告可作为滇中引水工程各类环境保护措施具体实施的设计指导文件。

(2) 受退水区水污染防治

为了切实改善受退水区水环境质量，2017 年 5 月云南省人民政府批复了《滇中引水工程受退水区水污染防治规划》。目前，开展了《滇中引水工

程受退水区水污染防治规划（2013-2040）近期水平年实施情况评估报告》，对治污规划实施进度及效果进行系统评估，在原治污规划基础上编制了《云南省滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040年）》，2022年3月云南省人民政府对补充规划进行了批复。

（3）减缓枯期引水量措施

批复的环境影响报告书提出的为减缓枯期引水量而新增的青龙湖调蓄池、黄坡调蓄池、松华坝水库提水工程的具体实施方案均已纳入二期工程予以实施。

1）青龙湖调节池具体实施方案

中咨公司对一期工程可研报告的评估，提出新增滇池南端取水口到李官营输水隧洞（大黑箐隧洞）与总干渠相连，既可充分利用滇池的调蓄作用，又有利于滇池治理，同时可提高工程调度的灵活性，替代一期工程环评新增的提水充蓄水库，大幅减少调蓄工程投资。工程远期调蓄工程布局优化为利用滇池在线调蓄，以及受水区16座调蓄水库和3座调节池充蓄调节的方案，其中充蓄调节水库（池）的调节库容共4.13亿 m^3 ，充蓄水量1.76亿 m^3 。因此，远期利用滇池在线调蓄后安宁青龙湖调节池调节库容7000万 m^3 （调蓄水量3802万 m^3 ）减至2500万 m^3 （调蓄水量2147万 m^3 ）。

二期工程可研阶段落实了利用滇池连接段和安宁调节池的具体建设方案：①二期工程可研阶段优化利用滇池连接段（大黑箐隧洞）方案设计，并将其纳入二期骨干工程建设，为远期利用滇池在线调蓄提供工程条件；②安宁调节池建设方案为利用已建的张家坝水库及扩建大箐水库，扩建大箐水库工程纳入二期骨干工程建设，这两座中型水库调节容积共2830万 m^3 ，充蓄水量共2507万 m^3 ，从功能上完全满足安宁调节池的水量调蓄需求。

2）富民调节池具体实施方案

一期工程环评中富民调节池推荐采用在黄坡水库库区新建水库的“库中库”方案，兴利库容共 405 万 m^3 （其中黄坡水库 105 万 m^3 ，富民调节池 300 万 m^3 ），二期工程可研阶段推荐富民调节池采用扩建黄坡水库方案，纳入二期骨干工程建设，扩建后调节库容为 600 万 m^3 ，充蓄水量 539 万 m^3 ，功能上等同于一期环评推荐的“库中库”方案，满足富民永定受水区水量调蓄的需求。

3) 松华坝水库提水入库工程具体实施方案

一期工程环评增建的松华坝水库提水入库工程，充蓄调节水量为 1629 万 m^3 。二期工程可研阶段，结合受水区水资源配置和工程总体布局，通过建设二期骨干工程盘龙干线向松华坝水库充蓄，盘龙干线从龙泉分水口取水管道的输水至松华坝水库大坝附近的昆明七水厂高位水池（图 2.10.3-1），其中龙泉二级泵站至七水厂调节池的输水线路已于 2020 年 6 月建成。该工程由取水口、自流输水管道、提水管道、泵站和高位水池五部分组成，设计流量 16.5 m^3/s ，设置向松华坝水库充蓄的分水口，利用松华坝水库充蓄调节，调蓄水量 2629 万 m^3 ，大于一期环评提出的松华坝水库提水入库工程的调蓄水量要求。



图 2.10.3-1 盘龙干线工程总体布局示意图

2.10.3.3 环保措施实施情况

一期工程针对施工期不利环境影响采取了相应的环境保护措施，主要是施工期产生的三废一噪处理处置以及施工期地下水、生态保护和人群健康等保护措施方面，后续施工期措施将会进一步落实，运营期永久措施部分已完成合同签订，未签合同也将择期进行招标。随着主体工程的推进，工程各项环境保护措施正在逐步实施。

(1) 水源区及调出区环境保护措施落实情况

石鼓水源引水渠、地下泵站系统和隧洞段等已经开工，环境监理等工作同步开展中。现阶段鱼类增殖放流站、拦鱼电栅等设计方案已经完成，鱼类增殖放流站计划 2022 年 10 月前完成招标，拦鱼电栅计划 2024 年 6 月前完成招标。冲江河河口及下游栖息地修复等措施还不具备实施条件。

(2) 输水线路区及退水区环保措施落实情况

输水线路区目前各标段已经全部开工，环境监理等工作同步开展中。截止 2021 年底，水环境措施方面，各标段已建成运行施工作业面的 107 座隧洞排水处理措施、17 座砂石料加工系统废水处理措施、57 座混凝土拌合系统废水处理措施、28 含油废水处理措施、113 座化粪池、62 座一体化生活污水处理措施；环境空气保护措施中，各标段施工作业面的洒水降尘措施、减速慢行标志、防尘口罩等均已基本落实；声环境保护措施方面，各标段施工作业面的封闭式拌合楼、禁止鸣笛和限速警示牌、耳塞等均已基本落实；固体废弃物处置措施方面，各标段施工单位对可回收利用垃圾进行回收利用，并已经与清运单位签订协议；陆生和水生生态保护措施方面，各施工单位未超出征地红线范围施工，配置了野生动植物保护和环境保护标识牌；人群健康方面，各施工单位对施工营地进行了消毒，餐饮从业人员持证上岗。运行期环境保护措施，如昆明段的输水线路护栏保护措施等，正在有序实施和开展中。

（3）地下水补偿措施的落实情况

对一期工程的隧洞施工过程中受影响的地下水用水户采取打井、修建水窖、应急供水等替代水源措施。一期工程的地下水补偿措施正在逐步落实中。目前工程已经开展和正在实施替代水源措施，具体见表 2.10.3-2。

（4）环境保护监测落实情况

滇中引水工程环境监测主要包括地表水、废污水、空气环境及声环境监测，陆生生态监测、水生生态监测、地下水环境监测、水质自动监测站监测等，目前均已经完成招标。水质自动监测尚未实施，计划 2024 年招标，2026 年 10 月建成。

总体而言，一期工程已落实措施符合环评批复要求，还未开展的环保措施将按环评批复要求，开展合同签订或择期进行招标并按要求投入使用。各项环境保护措施严格按照环境影响报告书及批复要求开展。与一期工程环评批复对照，工程环境保护措施已落实情况及计划安排见表 2.10.3-3。

表 2.10.3-2 一期工程地下水影响与处置情况一览表

分段	标段	洞段	支洞	影响村庄	影响原因	影响人口 (人)	替代水源措施	处置情况
大理 I 段	施工 2 标	香炉山隧洞	3-1#支洞	甸头村	疏干	约 200 人	引水	地方完成方案,设计单位复核并出具意见
大理 II 段	施工 1 标	海东隧洞	1#施工支洞	高兴村兰若潭和空宅箐	疏干	高兴村 300 亩	机井	以地方意见为主,设计单位配合方案完善
		海东隧洞	2#施工支洞	大成村孔庙泉和雷公泉	疏干	大城第四自然村 16、17 组 750 人 90%的灌溉用水和 14、15 组部分农业灌溉用水, 兼顾部分人饮用水	机井	以地方意见为主,设计单位配合方案完善
		海东隧洞	3#施工支洞	光邑村乌鸦箐龙潭	大幅减少	龙潭西侧养殖基地黄牛 96 头核桃树 400 亩 4280 棵灌溉用水和基地生活用水	机井	以地方意见为主,设计单位配合方案完善
		海东隧洞	3#施工支洞	花椒箐自然村原有人蓄饮水工程	断流	花椒箐自然村 43 户 146 人及 370 多头牲畜饮水	采取应急措施,启用花椒箐自然村原有一口深井提供水源	以地方意见为主,设计单位配合方案完善
	施工 3 标	狮子山隧洞	2#施工支洞	水磨箐村饮用水源点(白龙箐泉点)	疏干	水磨箐等 3 个自然村 4 个村民小组的生产生活用水来源, 供给人口 981 人	新选取新水源点通过引水管线供水	地方完成方案,设计单位复核并出具意见
	施工 4 标	磨盘山隧洞	1#施工支洞	禾大村灌溉机井	大幅减少	禾大村农场灌溉使用, 灌溉冬桃 2200 株	机井	以地方意见为主,设计单位配合方案完善
		磨盘山隧洞	2#施工支洞	白鹤厂 1 号、2 号机井	大幅减少	1 号机井为白鹤厂村灌溉使用, 2 号机井为白鹤厂村人饮和灌溉使用	机井	以地方意见为主,设计单位配合方案完善
楚雄段	施工 2 标	柳家村隧洞	2#支洞	浪倒树	疏干	36 户 147 人	引水	地方完成方案,设计单位复核并出具意见
	施工 2 标	柳家村隧洞	3#支洞	陈光冲、代家村	疏干+渣场占用	13 户 59 人+26 户 101 人	机井	设计单位配合完成方案
	施工 2 标	万家隧洞	出口段	迤罗家	疏干	52 户 205 人, 牲畜 260 余头	引水	以地方意见为主,设计单位配合方案完善
	施工 3 标	伍庄村隧洞	3#支洞	老石茶	疏干	26 户 110 人	现有机井及线路完善	以地方意见为主,设计单位配合方案完善
	施工 3 标	伍庄村隧洞	3#支洞	秧田冲、养猪场、养鸭场	疏干	37 户 179 人+1 户 6 人+1 户 6 人+养猪 2000 头	引水	以地方意见为主,设计单位配合方案完善

分段	标段	洞段	支洞	影响村庄	影响原因	影响人口（人）	替代水源措施	处置情况
楚雄段	施工 5 标	凤凰山隧洞	1#支洞	大瓦房、几子湾	疏干			施工单位完成方案并实施，设计单位技术指导并对方案出具意见
	施工 8 标	龙潭隧洞	3#支洞	山前村	疏干			施工单位完成方案并实施，设计单位技术指导并对方案出具意见
昆明段	施工 2 标	龙庆隧洞	1#支洞	头村、二村	疏干	2000 人	引水	施工单位完成方案并实施，设计单位技术指导并对方案出具意见
	施工 6 标	昆呈隧洞	8#支洞	大新册社区	疏干	60 人	隧洞堵水	设计配合完成方案
红河段	施工 1 标	小路南 2#隧洞	3#支洞	黑泥田村	疏干	89 户 386 人，牲畜 1304 头	引水	以地方意见为主，设计单位配合方案完善
	施工 1 标	鸡米冲隧洞	主洞和鸡米冲隧洞 2#施工支洞中间	大乌兄村、小乌兄村	疏干	197 户 700 人，大小牲畜 600 头	引水	以地方意见为主，设计单位配合方案完善
	施工 2 标	龙尾隧洞	1#施工支洞	小新寨村	疏干	15 户 60 人，牲畜 108 头	机井	以地方意见为主，设计单位配合方案完善

表 2.10.3-3 滇中引水一期工程环境保护措施实施情况一览表

治理对象	环评批复文件要求	已落实情况或安排计划
环境管理	落实环保设计合同，同步进行环境保护总体设计、招标设计和技术施工设计。开展环境保护工程招标，将环保措施纳入施工承包合同。严格落实施工期环境监测和环境监理工作。	<p>在初设阶段，设计单位对环评阶段的环保设计方案进行了深化和优化设计，2018 年 3 月 16 日取得水利部关于滇中引水工程初步设计报告准予行政许可决定书（水许可决〔2018〕20 号）。</p> <p>2020 年 12 月编制完成《滇中引水工程环境保护总体设计报告》，经水利部水规总院审查后形成审定稿。在招标阶段，环境保护工程纳入主体工程一并进行招标，在各标段招标文件中确定环境保护工作范围和主要内容，细化各防治分区的环境保护要求，提出详细的工程量清单及技术要求，对环境保护专项措施费单独计列，由施工单位组织实施。按相关法律法规，开展了环境保护监理、环境监测等第三方专业服务机构的招标工作，确保在工程施工过程中环境保护工作可控、在控。</p> <p>2019 年 10 月完成环境保护监理招标工作，环境保护监理分为三个标段，由三家单位分别承担。环境监测工作分为 7 个标段于 2019~2020 年确定由 7 家单位完成，包括环境监测、水生生态监测、陆生生态监测、地下水监测。</p>

治理对象	环评批复文件要求	已落实情况或安排计划
	<p>落实建设单位内部环境管理的部门、人员和制度，进一步明确环境保护责任，统筹推进各项环境保护措施落实。</p>	<p>参建各方按要求建立环境保护专职机构，明确专职责任领导及专职人员，从质量、投资、进度、环境保护措施落实情况及效果进行全过程管理。其中，建管局负责滇中引水工程环境保护管理工作的指导、协调和监督工作，内设环境与征地移民处作为滇中引水工程环境保护工作的归口管理部门，具体负责落实全过程各项环境保护规定和要求及各项环境保护任务。为弥补建管局对于环境保护工程管理的不足，首次将环境保护监理监测单位纳入管理体系，在履行监理监测工作的同时，协助建管局的现场管理工作。建管局为规范环境保护施工管理，根据相关规程规范，并结合滇中引水工程特点，2018年-2020年2月，相继研究制定出台并已正式文件印发建设期环境保护管理、水土保持管理、环境保护巡查和检查管理、水土保持巡查和检查管理、环境保护和水土保持奖惩考核、环境保护和水土保持工作约谈办法、环境影响应急处置管理、环境保护和水土保持信息资料管理、水土保持管理技术规定共9个环境保护管理办法，形成了一套从组织实施、监督管理、巡查检查到奖惩考核完善闭合的规章制度。为规范管理，2021年4月正式印发《成立滇中引水工程生态文明工程创建领导小组的通知》（云引水环境〔2021〕105号），明确了各参建单位职能职责，把环境保护监理监测单位纳入领导小组组织机构内，加强其在现场的监督管理执行力。</p>
<p>水生生态保护</p>	<p>在水源区大同取水口引水渠设置拦鱼电栅，防止鱼类进入泵站造成损伤。在水源工程泵站管理营地附近建设鱼类增殖放流站，近期放流长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、四川裂腹鱼、软刺裸裂尻鱼等，恢复鱼类资源。</p>	<p>2020年6月，完成了《云南省滇中引水工程鱼类增殖放流站、拦鱼电栅设计实施方案》，材料咨询了水利部水规总院。鱼类增殖放流站和拦鱼电栅计划2021年12月前启动建设工作，目前设计单位正在编制招标技术文件。工程完工前将开展鱼类增殖站运营和科研招标。2020年12月，云南省滇中引水工程水生生态监测工作托武汉中科瑞华生态科技股份有限公司承担；经咨询水规总院后2021年3月完成《云南省滇中引水工程水生生态监测实施方案》修改报水规总院复核。通过施工期高峰年2021年、试运行期第1年、第2年和第5年这些不同时间节点的阶段监测评估报告，以及环境保护竣工验收的水生生态监测评估报告和工程水生生态总监测评估报告，旨在反映滇中引水工程影响的流域、湖泊和水库在工程建设前、建设期间及运行期间的水生生态变化趋势规律，有效地适时预警预报工程施工期及运行期出现的突发事件并给出具体处理措施的建议，为流域水生生态环境和水生生物多样性的保护提供科学依据，并为滇中引水工程环境保护竣工验收和环境影响后评价提供支撑。</p>
<p>陆生生态保护</p>	<p>严格控制施工范围，合理安排施工时段，尽量减少占地和对动植物及其生境的扰动。</p>	<p>将取水口下游支流冲江河及河口作为鱼类重要栖息地加以保护，并采取生态护岸等河道生境修复措施，恢复水生生态系统。</p> <p>计划编制《滇中引水水源保护区规划》，工程运行前后将开展将支流冲江河及河口划为鱼类重要栖息地保护河段的工作。</p> <p>云南省滇中引水工程陆生生态监测（DZYS-ZH-HJBH-QT-004）委托武汉中科瑞华生态科技股份有限公司承担；经咨询水规总院后2021年3月完成《云南省滇中引水工程陆生生态监测实施方案》修改报水规总院复核。根据《云南省滇中引水工程环境影响报告书》及批复文件要求，在施工期施工高峰年、正常年、试运行期对工程水源区、调出区、输水线路区、移民安置区及受水区各区影响范围内的陆生生态系统变化进行监测，并根据调查结果和动态趋势分析成果，掌握调水工程施工对生态环境的影响程度，预防和减免区域性、累积性、潜在性的不利环境影响，了解生态环境保护措施实施后的效果，维护滇中引水工程的生态安全，最终实现滇中引水地区经济、社会 and 环境保护协调发展。工程目前未超出征地红线范围施工，配置了野生动植物保护和环境保护标识牌，陆生动植物保护措施在施工活动中已落实，其他生态保护措施随主体工程逐步开展落实。</p>

治理对象		环评批复文件要求	已落实情况或安排计划
		<p>施工前剥离表层土壤单独堆存回用，施工中采取水土保持和绿化措施。尽量利用开挖料进行填筑，强化弃渣综合利用，工程弃渣应运至规定的弃渣场，并采取必要的环境保护措施，防止造成二次生态破坏和环境污染。施工结束后，及时对渣场、施工迹地等进行复垦或生态恢复。</p>	<p>建设单位结合工程自身特点，自行总结提炼“动土先剥离，堆存必苫盖。开挖不裸露，流失必治理。沟渠需畅通，外排必达标。措施先布设，弃渣须规范。标识要明置，违规必追责。”五句话作为指导，对施工组织、表土剥离、弃渣、临时防护等施工过程提出明确的要求，全面落实水土保持措施，取得了较好的成效。</p> <p>一是优化施工组织，减少地表扰动。根据管理规定及水土保持方案要求，在保障工程安全的条件下，对于部分隧洞施工采取“早进洞，晚出洞”的先进施工方法，尽量减少隧洞施工扰动原地表、原生态。</p> <p>二是严格表土剥离，强化保护利用。各作业面开工前，做到无遗漏全面进行表土剥离。表土根据工程施工方式，进行一次性剥离或分区、分片剥离，剥离厚度根据实际情况能剥尽剥的原则，以贮存足够的表土资源为后期迹地恢复创造条件。</p> <p>三是加强弃渣管理，落实防护措施。要求施工单位严格按水土保持方案确定的弃渣场弃渣。弃渣前，必须制定详细的弃渣场使用规划及年度使用计划并报水土保持监理单位审查实施。严格遵循“先拦挡，后堆弃”“先排洪，后堆弃”的原则，已启用的弃渣场首先建设挡渣墙（坝），截排水（洪）沟等水土保持措施，再堆渣。严把弃渣堆放方式关，弃渣采取自下而上方式堆置，分层堆放、分层碾压，并做好弃渣周记录、动态形貌图的收集整理。动态记录弃渣类型、位置、高程、方量、面积、厚度、影像资料、动态形貌图等，对达到设计高度的堆渣表面及时组织覆土后实施植物措施。弃渣场按照要求统一设置弃渣场标识牌并注明关键信息。</p> <p>四是严控料场开采，着力后期恢复。料场开采严格控制在设计规划范围内，禁止超界开采。料场分区、分台由上至下开采，马道台阶宽度、开挖边坡坡比等按相关技术要求实施，便于后期恢复治理。开采完毕后及时恢复植被。</p> <p>五是强化临时防护，减少水土流失。按照设计要求布设临时措施，同时编制临时措施年度实施计划，报施工监理审查，水保监理进行跟踪检查。各隧洞洞口、洞脸以及各施工场地均实施截排水沟及边坡防护工程；临时堆土（石、渣）集中堆放，并采取临时拦挡、苫盖等措施。就地取材，选择道路清表的乔木枝干对道路边坡下侧部位进行拦挡，防止边坡溜渣、挂渣。</p>
生态敏感区保护	<p>森林公园</p> <p>自然保护区</p> <p>风景名胜区</p>	<p>配合相关部门加强对姚安大尖山及楚雄三峰山州级自然保护区的保护，严格控制施工范围，严禁在自然保护区内开展各项施工活动。进一步完善工程设计方案，开展景观设计，减缓对玉龙雪山国家级风景名胜区等环境敏感区的影响。</p>	<p>姚安大尖山及楚雄三峰山州级自然保护区的环境保护措施，严禁在保护区范围内开展施工活动已经落实。在工程设计中开展了景观设计，以减缓对玉龙雪山国家级风景名胜区的影响。</p>

治理对象	环评批复文件要求	已落实情况或安排计划
点源、面源污染	受水区退水接纳河流部分现状水质超标，新增退水进一步增加了区域水污染治理压力。应将修改完善后的《滇中引水工程受水区水污染防治规划（2013-2040）》重新报云南省人民政府批复后再组织实施，并切实做好相关水环境保护工作，确保受水区水质只能改善不能恶化，为工程实施创造条件。	2017年5月云南省人民政府以云政复〔2017〕27号批复了《滇中引水工程受水区水污染防治规划》。目前水污染防治规划的各项措施正在落实当中，并开展了水污染防治规划实施情况评估以及补充规划的编制工作，补充规划已经取得云南省人民政府批复。
地表水环境保护	水源区生态流量保障措施 严格落实生态流量保障措施。优化引水调度方案，严格引水刚性要求，减缓调出区对下游河段不利影响。建立枯水期和生态敏感时段的工程引水预警制度，并纳入运行调度和实施方案。在保障4月下旬至6月411m ³ /s生态流量、其他时间300m ³ /s生态流量的基础上引水，当来水小于下游所需生态流量时，工程停止引水，减缓对取水田下游河段的不利影响。	一期工程初设提出：工程将依托石鼓水文站，通过新建专用通信线路以及数据共享设备，将数据传输至工程水文中心站，并安装预警系统，实现生态流量监控和预警。按发改委审定后的工程引水过程引水后，引水口下游流量满足不低于4月下旬至6月411m ³ /s、其他时间300m ³ /s的生态流量要求。
减缓水源区枯期引水量	下阶段应继续做好增加受水区在线调蓄工程的可能性和可行性研究论证工作，进一步优化引水调度方案，尽量减少枯期引水量。	发改委评估意见指出：从增加工程调蓄能力，有利于加快滇池治理的角度，利用滇池调蓄是必要的。维持总干渠布置及规模不变，新增大黑箐隧洞与总干渠相连的方案，可根据滇池治理效果，灵活调度玉溪、红河的供水方式，提高工程供水保障程度和抗风险能力，并为滇中地区未来社会发展预留空间。建议下阶段进一步优化连接段方案设计，并专题研究利用滇池调蓄调度运行方案。在环评之后新增的为利用滇池调蓄的大黑箐隧洞工程以及新增的为向松华坝水库充蓄的从龙泉分水口向松华坝下的七水厂输水的盘龙干线，均已纳入二期骨干工程中，正在开展具体设计将予以实施。
地下水环境保护	对受影响的地下水用水户采取打井、修建水窖、应急供水等替代水源措施。	对环境影响问题高度重视，在扎实推进工程建设的同时，也认真研究、处置工程施工造成的环境影响问题。一是遵循以人为本、依法依规、及时高效的原则，研究出台了《滇中引水工程环境影响应急处置管理办法》，明确了环境影响问题的责任主体及职责分工、处理流程、资金管理等内容，为环境影响应急处置工作提供了坚实的政策保障；二是6个州（市）分别成立了由州（市）滇中引水办、分局、县级滇中引水办、相关地方行政主管部门及相关参建单位组成的环境影响应急处置组，确保环境影响问题出现后，能够第一时间开展应急处置工作；三是研究出台了《滇中引水工程建设资金监测管理实施方案》、《滇中引水工程建设资金管理办法》及《滇中引水工程建设资金支付审批管理办法》等，规范了资金审批、拨付及使用流程，州（市）滇中引水办上报的环境影响处置资金需求，均需按金额大

治理对象	环评批复文件要求	已落实情况或安排计划
		<p>小，分别经局专题会、局务会、局党组会审议通过后拨付使用。四是单独委托云南省地质工程第二勘察院承担滇中引水工程地下水监测工作，为判别地下水疏干是否为滇中引水工程影响提供技术支持。截止目前，我局接各州（市）滇中引水办上报环境影响问题 21 件，已处理完成 11 件，下达处置资金 807.34 万元，解决 3789 人 2902 头大牲畜及 100 亩耕地的用水问题，其余 10 件各州市正在组织编制处置方案。</p>
<p>施工期污染防治</p>	<p>加强施工期环境管理，施工污（废）水经处理后回用或综合利用，不能回用的需达标排放，涉及饮用水水源保护区不能回用的污（废）水经专用管道排至水库汇水区外，不得影响供水水质。隧洞施工需及时封堵，减少隧洞涌水量，隧洞涌水抽排至地表处理后达标排放。</p>	<p>建管局要求隧洞出水达标排放、搅拌站施工废水禁止外排，生活污水处理达标后回用。委托云南省交通科学研究院、云南坤发环境科技有限公司、云南众测检测技术服务有限公司三家监测单位根据招标设计要求对生产生活废水进行水质监测。施工招标文件也要求各标段各自开展水质监测工作，确保达标排放。各标段施工作业面的隧洞排水处理措施、砂石料加工系统废水处理措施、混凝土拌合系统废水处理措施、含油废水处理措施和生活污水处理措施等都已经基本落实，大理涉及洱海流域隧洞排水引排设施、楚雄涉及九龙甸饮用水源保护区的隧洞排水引排设施、涉及昆明市富民县拖旦水库饮用水源保护区、昆明段涉及晋宁县益州水库饮用水源保护区的引排设施等已经实施。</p>
	<p>采用声屏障、车辆限速等措施减缓噪声影响，采取洒水降尘、密闭运输等措施控制施工扬尘。</p>	<p>滇中引水工程施工过程中噪声源主要来自于施工爆破、车辆运输、空压机、发电机、拌合站等区域，各单位在施工过程中，均严格按照要求采取了以下各项防尘降噪措施。一是严格控制爆破时间及药量，将爆破噪声影响降到最低；二是通过设置限速、禁鸣等标准，对运输车辆噪声进行控制；三是对噪声源如空压机房、发电机房等，通过设置隔声板等方式，对噪音进行控制；四是针对拌和站、砂石加工系统，通过封闭施工、设置隔声罩等方式进行控制。</p> <p>道路扬尘防治方面，施工单位进场后，严格按照云南省滇中引水工程建设管理局要求，配备了足够的洒水车对场内道路进行洒水降尘工作。为进一步提升道路扬尘防控工作质量，各施工单位根据标段内实际情况，在道路沿线配备自动喷淋系统，进一步提升道路扬尘防控质量。施工区内各拌和站均按照要求安装了除尘设备，针对料场可能存在的扬尘风险，部分施工单位在料仓顶部安装了喷雾系统对仓内扬尘进行控制，提升拌和站区域的环境空气质量。砂石加工系统建设过程中，施工单位对整个系统进行封闭，同时通过加装除尘装置、喷雾装置等方式，对整个生产系统扬尘进行控制。施工单位在施工设施设备选用过程中，严格按照要求选用符合国家有关标准的施工机和运输车辆，确保其排放废气能够达到国家标准。</p>
	<p>建筑垃圾优先回用，生活垃圾收集后交当地环卫部门清运处置，危险废物交有资质单位妥善处置。</p>	<p>各施工单位生活垃圾主要通过设置垃圾桶、修建垃圾收集池等方式进行集中收集，并积极与地方环卫部门签订了生活垃圾处置协议，由地方环卫部门定期到各施工区进行收集处置，目前工程各标段生活垃圾处置协议已全部签订。</p>
<p>移民安置环境保护</p>	<p>做好移民安置环境保护工作。需结合当地自然条件和土地资源条件，合理选择移民安置区及生产方式，加强集中安置地生态保护、水土流失防治、水环境保护、污水处理与垃圾处置等措施。落实迁复建工程环保措施。</p>	<p>移民工程主要采用货币补偿，就近后靠的安置方案，目前主要包括楚雄和玉溪两个集中移民安置点，目前还未开展移民安置工作，初设阶段要求移民安置采取各户设立化粪池或沼气池，修建简易垃圾池等环保措施。下一步工作是地方政府负责移民安置工作，要求其根据《云南省滇中引水工程环境影响报告书》及批复文件要求、批复的移民安置规划，结合当地自然条件和土地资源条件，单独编制技施设计，单独编制环境保护及水土保持相关报告并组织落实批复内容。</p>

2.10.3.4 环保措施实施效果、存在问题及改善建议

(1) 一期工程施工期

一期工程自开工以来，各项环保措施基本按照要求逐步落实。工程施工方面，由于工程施工周期较长，施工面广，各工程段施工时间均有所差异，因此各工区对于施工废污水的处理措施落实进度也有所不同，总体上施工期环保措施得到了落实，取得了一定成效，但还存在一些问题。

1) 由于隧洞施工情况和现场情况复杂，部分施工区的施工支洞尚无隧洞排水或排水很少，因此部分施工区的隧洞排水处理池尚未修建，待后期出现隧洞涌水的情况下，施工单位将尽快完成处理措施修建，确保环境保护“三同时”制度落实。

2) 施工生产生活区采用多种形式对生活污水进行处理，包括环保厕所、成套污水处理设施、签订协议纳入到当地污水厂处理等，目前污水处理基本已经全部落实，但根据环保监理现场反馈，部分生产生活区的排污管线存在破损等情况，存在生活污水违规漏排等现象。施工单位应维护好生活污水处理措施，保证满足达标排放或回用的环保要求。

3) 总体来看，施工生产生活区的卫生环境较好，但在例行检查中还有少量施工区存在脏、乱、差现象，生活垃圾乱扔的情况。应与当地环卫部门签订生活垃圾清运协议，采用“垃圾桶+垃圾池+人力三轮车收集+协议单位定期清运”的垃圾收运模式，并对垃圾的去向进行跟踪，建立垃圾清运台账。

4) 部分施工区进场道路洒水降尘频次不够，有明显扬尘。应加大洒水频次，在非雨日早、中、晚集中施工区进行来回洒水，次数不少于6次/d。

5) 部分施工区相应环境保护标识标牌设置不全。应在施工管理区、场内道路交叉路口等适当位置设置相应环境保护警示牌（限制车速、禁止鸣

笛、野生动植物保护、噪声防治等标识标牌)。

6) 少量施工区施工场地周边存在渣土乱堆、乱放现象，未及时清运至渣场。应将渣土及时清运至附近的弃渣场堆存，严禁乱堆、乱放。

针对一期工程环保措施落实情况，建议工程在后续工作中，严格按照环评报告书及其批复要求，根据工程进度认真落实各项环境保护措施。对于施工阶段采用环保措施与环评报告及批复要求相比存在差异之处，应对处理措施效果进行监测，若不能达到环评及批复要求则应及时按照环评及批复要求进行改进，并在后续竣工验收阶段予以说明。工程应进一步加强环境监测工作，并在工程后续建设中加快对于水生生态环保措施的落实。

(2) 饮用水源保护区划分

目前饮用水源保护区划定工作尚未实施。根据相关法规要求，地方人民政府是水源保护区划定的责任主体，建议建设单位尽快与地方人民政府及水行政主管部门沟通，按《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ 338-2018)要求开展划定工作。

(3) 受水区污染防治规划

《滇中引水工程受退水区水污染防治规划(2013年-2040年)》近期水平年为2020年，自规划批复实施以来，受水区人民政府高度重视，积极履行规划实施的主体责任。截至2020年底，规划项目开工率为59.57%，含替代项目的开工率为68.09%，项目实施进度滞后。随着受退水区治污规划逐步实施，各退水河流的水质近年来逐步改善。一期工程环评批复要求通水后水质分别达到IV类、III类、II类的螳螂川富民大桥、普渡河桥和曲江九甸大桥3个为国控断面，根据2020、2021年水质监测数据，采用年均值评价，富民大桥已达到“十四五”规划目标V类，普渡河桥已达到III类，九甸大桥已达到II类。总体上，受退水区水质变化趋势向好，但还有部分工程实施滞后，受水区人民政府应尽加快实施水污染防治规划的项目。

3 工程分析

3.1 工程的符合性分析

3.1.1 与相关政策的符合性分析

3.1.1.1 与产业政策的符合性

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，工程属于第一类鼓励类中：二、水利行业中的“跨流域调水工程”，同时兼具水利类“城乡供水水源工程”，“农村饮水安全工程”，“综合利用水利枢纽工程”等工程的相关任务。工程符合国家现行产业政策。

3.1.1.2 与水资源管理“三条红线”符合性分析

根据《云南省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的意见》，2030年云南省用水总量控制在227亿 m^3 ，元工业增加值用水量为40 m^3 ，灌溉水利用系数为0.6，水功能区水质达标率提高到95%以上。

（1）用水总量控制红线

根据《2018年云南省水资源公报》，云南省2018年用水总量为155.7亿 m^3 。到2030年全省用水总量在现状用水基础上可增加71.3亿 m^3 ，比现状用水量增加45.8%。

根据云南省水资源配置总体思路以及《云南省水中长期供求规划》，云南省2030年以后的水资源配置体系，应保证河道生态环境用水，退还和预防城镇用水大量挤占生态用水；继续推进全省骨干水源工程建设，进一步提高水调蓄能力和城乡供水、农田灌溉保证率；实施滇中引水工程，彻底解决滇中地区的缺水问题；满足人民生活水平提高、经济社会发展、粮食安全保障和生态环境保护的用水需求。

滇中引水工程均属于《云南省水中长期供求规划》配置体系中重要的水源工程，纳入了云南省中长期水资源配置方案之中。经预测，2030年受

水区各州(市)用水总量控制指标合计 71.42 亿 m³, 用水总量 57.16 亿 m³, 中水利用量 2.28 亿 m³, 用水量符合用水总量控制指标要求。受水区用水量与用水总量控制指标对比见下表。

表 3.1.1-1 2030 年受水区用水量与用水总量控制指标比较表 单位:亿 m³

州市	受水区用水总量指标	受水区用水总量	中水利用率量	符合结果
大理	12.61	9.56	0.21	符合
丽江	2.59	0.24	0.00	符合
楚雄	15.75	13.30	0.24	符合
昆明	22.44	18.61	1.28	符合
玉溪	8.21	7.21	0.22	符合
红河	9.82	8.23	0.32	符合
合计	71.42	57.16	2.28	符合

(2) 用水效率控制红线

根据滇中引水二期工程水资源配置, 2030 年万元工业增加值用水量为 17~37m³, 较《意见》中用水效率控制红线的 40m³低 23~3m³; 2030 年灌溉水利用系数为 0.65, 较《意见》中用水效率控制红线 0.6 高 0.05, 均满足用水效率管理目标。

(3) 水功能区限制纳污红线

一期工程环评阶段, 编制了《滇中引水工程受退水区水污染防治规划(2013-2040 年)》并获得云南省人民政府批复, 规划中明确了受水区主要河流的污染负荷总量, 在此基础上制定了水污染防治措施体系。经评估, 近年来受退水区已按规划要求逐步实施各项水污染防治工程。此外, 针对二期工程的调整, 编制了《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划(2019-2040)》, 并取得云南省人民政府批复。

同时, 十三五期间云南省生态环境保护工作力度不断加强, 《云南省生态文明建设排头兵规划(2016-2020 年)》、《水污染防治行动计划》、《云南省水污染防治工作方案》等专项治理方案得到深入实施, 主要污染物排放总量持续削减。据统计, 云南省“十三五”期间 COD、氨氮排放累计减少 14.1%、

12.9%，顺利完成《云南省生态文明建设排头兵规划(2016-2020年)》中的排污总量目标。

按照云南省确立的“生态立省、环境优先”的发展思路，实施“全国生态文明建设排头兵和建成中国最美丽省份”战略、“云南省水污染防治工作方案”提出的总体部署，在全面强化工业废水治理、城镇污水处理设施建设、面源污染控制措施情况下，水污染物的入河湖总量还将得到大幅度削减。根据本环评地表水评价分析，规划水平年在工程受退水区水污染防治规划得到充分落实、相关区域实施一系列水污染防治措施前提下，受退水区新增污染物总量在纳污总量控制范围内，区域内均具有水环境容量。

可见，工程是符合《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》的“三条红线”的管理要求。

3.1.1.3 与引调水工程“三先三后”原则符合性分析

(1) “先节水后调水”原则符合性分析

2019年受水区人均综合用水量为 $306\text{m}^3/\text{人}$ ，低于全省平均值，相较于西南区平均值 $451\text{m}^3/\text{人}$ 低32%，相较于先进值 $252\text{m}^3/\text{人}$ 高21%；万元GDP用水量为 $55\text{m}^3/\text{万元}$ ，低于全省平均值和西南区平均值，相较于先进值 $40\text{m}^3/\text{万元}$ 高36%。总体上受水区综合用水效率高于全省平均水平，在西南地区处于中上水平。按照国家和云南省最严格水资源管理的要求，遵循调水工程“先节水再调水”的原则，结合受水区现状用水水平，确定设计水平年的节水目标，开展各用水对象节水潜力分析。

1) 用水对象节水分析

① 农业节水预测

根据可研报告成果，受水区2019现状年(P=75%)农田综合灌溉用水定额平均为 $354\text{m}^3/\text{亩}$ ，最大 $554\text{m}^3/\text{亩}$ ，最小为 $211\text{m}^3/\text{亩}$ 。2030水平年(P=75%)

农田综合灌溉定额平均为 $388\text{m}^3/\text{亩}$ ，最大 $504\text{m}^3/\text{亩}$ ，最小为 $267\text{m}^3/\text{亩}$ ，2040 水平年相同。虽然水稻、蔬菜、烟草、经济林果（石榴、葡萄、柑橘等）等主要种植作物的用水定额较现状降低，但是灌溉综合净定额还受复种指数和种植结构的影响，农田灌溉综合用水净定额较现状有所增加。

目前滇中地区灌溉水利用系数平均达到 0.60，已高于全国平均水平。规划水平年滇中地区农业节水主要采取加强节水管理，推广先进的节水灌溉技术，加强渠道防渗和节水改造，提高灌溉水利用系数等方面措施，预计受水区灌溉水利用系数平均值由现状的 0.60 提高到 2030 年的 0.67，2040 年提高到 0.69。受水区 2040 年灌溉面积为 427.17 万亩，通过估算农业节水潜力为 4.51 亿 m^3 。

②工业节水预测

滇中受水区 2019 年工业万元增加值用水量为 $34\text{m}^3/\text{万元}$ （当年价）。通过合理调整工业结构与布局，加快推进节水型企业创建，加大火力发电、化工、造纸、冶金、食品加工等高用水行业节水技术改造等措施，规划水平年万元工业增加值用水量降低到 $24\text{m}^3/\text{万元}$ ，按照现状工业增加值计算，工业节水潜力为 3.79 亿 m^3 。

③城镇生活节水预测

2019 年滇中受水区城镇居民生活用水定额为 $90\text{-}110\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ，城镇综合生活需水定额为 $148\text{-}220\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ，集镇生活用水定额比城镇略低。结合各受水小区现状城镇生活用水定额与节水潜力，预测 2030 年受水区城镇居民生活需水定额为 $110\text{-}140\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ，2040 年为 $120\text{-}145\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ；城镇综合生活需水定额 2030 年为 $180\text{-}270\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ，2040 年为 $202\text{-}280\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 。现状水平年农村居民生活用水定额为 $60\sim 70\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 。随着生活水平的提高，预计至 2030 年，农村居民生活定额为 $70\sim 90\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ，2040 年农村居民生活定额为 $80\sim 100\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 。设计水平年，滇中受水区城镇居民生活用水定额在规

划水平年将会随着生活水平的提高而提高，在用户端主要通过普及节水器具（节水器具普及率达 90%以上）进行节水，供水端主要通过加快城镇供水管网漏损改造，降低管网漏损率和污水资源化利用实现。到 2030 年、2040 年县级以上城市所在计算单元城镇生活管网漏损率为 8%，其它计算单元降至 10%，农村管网漏损率为 10%。城镇管网漏损率符合国家节水行动方案和给水设计标准的要求。经计算，城镇生活节水潜力为 0.54 亿 m^3 。

2021 年 1 月国家发改委等部委联合印发的《关于推进污水资源化利用的指导意见》（发改环资〔2021〕13 号）规定：缺水地区特别是水质型缺水地区，在确保污水稳定达标排放前提下，优先将达标排放水转化为可利用的水资源，就近回补自然水体，推进区域污水资源化循环利用。根据滇中城市群发展规划确定城镇结构体系，到 2030 年、2040 年的城市再生水回用率指标为：滇中城市群“一主四副”中心城市除昆明都市核心区为提高到 30% 外，其余副中心城市所涉及的 8 个受水小区的提高到 25% 以上；其他受水区城镇再生水回用率达到 20% 以上。

综上，通过对各主要用水对象采取有针对性的高标准节水措施，规划水平年受水区城镇生活节水潜力合计达到 8.84 亿 m^3 。

2) 受水区水资源挖潜利用

① 受水区供水水源挖潜利用

二期工程水资源配置方案中，已考虑受水区范围内列入《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程规划》、《云南省供水安全保障网规划》、《水利改革发展“十三五”规划》、《云南省水利发展规划（2016-2020 年）》、《长江经济带发展水利专项规划》等的规划水源工程的可供水量，该部分新增供水量合计 4.53 亿 m^3 ，其中规划大中型水库 22 座，新增供水量 2.77 亿 m^3 ；小（一）型水库 57 座，新增供水量 1.14 亿 m^3 ；其他小（二）型水库、引提水工程，新增供水量 0.62 亿 m^3 。

②强化中水回用

规划水平年滇中受水区可供水量中考虑了再生水利用，上游城市生活和工业回归水的大幅增长，再生水利用量逐年增加，区内污水处理厂和再生水厂建成后，2030年、2040年再生水利用量分别为2.28亿 m^3 、3.58亿 m^3 ，再生水利用率分别达24%和28%，有效节约了水资源。

3) 二期工程方案的节水分析

①工程总体布局充分考虑了节水原则

二期工程在一期工程规划配置的基础上，优化了宾川牛井、西山谷律、昆明四城区等受水小区的工程总体布局，缩短二期工程输水线路或供水管网配水距离；同时整体上统筹考虑输水体系、水厂及其配水体系，减少到用户的输配水距离，有利于减少输水损失。

考虑到水源工程采用无坝引水方式，调节性能差，二期工程在考虑工程总体布局时，进一步筛选利用本区现有及规划的蓄水工程作为工程调蓄水库。共利用在线和充蓄调节水库53座，兴利库容共8.54亿 m^3 ，充蓄水量3.06亿 m^3 ，占滇中引水工程供水量的9%。在线和充蓄调节水库能够将滇中外调水与受水区需水工程不匹配的水量进行存蓄，有利于减少输配水损失。

②严控输水损失

现状可供水量复核及2040年可供水量预测，已充分考虑渠道、管道、供水管网的输配水损失，以及通过节水改造对现有输水设施的影响。二期工程新建输水工程大部分采用管道输水，最大限度地减少输水损失。

4) “先节水后调水”原则符合性

二期工程根据滇中地区经济社会发展需求，在对未来城镇化发展情景预测分析的基础上，贯彻可持续发展原则，统筹兼顾社会、经济、生态环境等各部分发展对水的需求，充分挖掘受水区供水潜力和水资源回用率，

同时对各主要用水对象采取针对性的节水措施，在规划水平年受水区节水水平达到国家相关规范要求并有所提高的基础上，科学确定引水规模和水资源配置方案，因此，水资源配置充分体现了“先节水后调水”原则。

(2) “先治污后通水”原则符合性分析

1) 水污染防治规划（2013-2040年）实施情况

根据《水污染防治补充规划（2019-2040年）》统计，截止2020年底，《水污染防治规划（2013-2040年）》近期2020年拟实施的423项工程中，已开工项目数量为288个、项目开工率68.09%（按调整后项目计），前期项目数为16个、项目前期率3.78%，未启动项目119个、项目未启动率28.13%；项目已完成投资243.29亿元（按调整后项目计），对比规划批复投资，目前规划项目投资完成率为75.07%。评估结果显示，《水污染防治规划（2013-2040年）》近期实施效果总结如下：

①水质目标完成情况

2016-2020年，滇中引水工程受退水区河流涉及的13个主要控制断面水质稳中有升，部分断面水质持续改善，到2020年所有断面均达到规划目标及考核要求。具体包括：2020年，金沙江7个控制断面，江边、富民大桥、普渡河桥、入金沙江口(大惠庄)、入金沙江口（朵腊河底）、崔家庄、入金沙江口(黄坪)水质达标率分别在58.33%~100.00%之间；红河控制断面绿汁江大桥年度水质达标率为100.00%；澜沧江控制断面徐村桥年度水质达标率为100.00%；南盘江控制断面永昌桥、九甸大桥、燕子洞及石桥断面年度水质达标率分别为50.00%~100.00%之间。

此外，2020年受退水区涉及16个具有饮用水功能的充蓄水库中，除花桥水库、白龙河水库、岔河水库、跃进水库及北坡水库未达到2020年水质目标要求外，其余水库均达到水质目标要求。

②规划指标完成情况

《水污染防治规划（2013-2040年）》的目标指标有5项，即水环境质量、城镇生活污水收集处理率、城镇生活污水中水回用率、工业废水处理率、农业灌溉水有效利用系数。截至2020年末，滇中引水工程受水区水环境质量指标均达到规划目标及考核要求，受退水区河流涉及的13个主要控制断面水质稳中有升，部分断面水质持续改善；城镇生活污水收集处理率均能达到市区 $\geq 95\%$ ，县城 $\geq 85\%$ ，达到规划目标及考核要求；城镇生活污水中水回用率除昆明市受水区达标外，其余州市受水区未达规划目标要求；工业废水处理率6个州市受水区均能达到100%的规划目标及考核要求；农业灌溉水有效利用系数除弥渡弥城、富民永定、安宁连然和嵩明嵩阳4个受水小区未达标外，其余受水区均达规划目标。

③规划实施成效

《补充规划（2019-2040）》对规划实施的主要成效总结为：1.受退水区地表水水质稳中向好，达到规划目标及国家考核要求；2.工业园区污染治理能力全面提升，工业废水大部分得到妥善处置；3.城镇截污治污体系不断完善，生活污染治理水平不断提升；4.加快补齐农业农村治理设施短板，逐步提升农业农村污染防治能力；5.节约保护水资源，城镇中水回用规模及高效节水灌溉面积有所增加；6.积极推进饮用水水源地规范化建设及环境整治，保障饮用水安全；7.以三个补水湖泊为重点开展生态保护修复，水生态环境大幅改善；8.加强环境监管系统和平台建设，环境监督管理能力得到提升。

同时，对规划目前实施存在的问题总结如下：1.规划综合统筹管控不足，项目整体进度滞后；2.规划近期实施资金保障不足，投融资效率不高，资金缺口大；3.部分规划任务落实不到位，近期规划目标未完全实现；4.已建项目后期运维管理不足，部分项目效益发挥不明显；5.近期规划项目前期论证不足，项目规划、设计、实施、跟踪评估未形成有效闭环。

2) 水污染防治补充规划（2019-2040）工作情况

由于二期工程调蓄水库、供水结构的变化，以及受退水区生态环境保护工作目标的更新，相关单位编制了《补充规划（2019-2040年）》，于2022年3月取得云南省人民政府批复。

《补充规划（2019-2040年）》在《水污染防治规划（2013-2040年）》基础上，结合滇中引水二期工程的变化，分析预测受退水地区水生态环境状况，坚持问题和目标导向，以受退水区水生态环境质量稳定达标为核心，以确保“增产增水不增污”为原则，统筹水环境治理、水资源利用、水生态保护，坚持污染减排和生态扩容两手发力，持续推进水污染防治攻坚战。规划总体目标为：以滇中引水工程受退水区水环境质量稳定达标为核心，实现近、中期“增产不增污”，远期“增水不增污”为目标，确保受退水区断面水质目标达到考核目标要求，水污染治理水平不断提升，主要污染物排放量不超过水环境容量，流域水生态环境不断改善，实现受退水区经济、社会、环境的良性发展与和谐统一。《补充规划（2019-2040年）》近期（至2025年）任务以削减受退水区本地水污染负荷存量为主，通过在重点污染区域实施工业污染防治、城镇污染防治、农业农村面源污染防治、饮用水源地保护和生态保护建设工程，严格控制主要污染物入河量；中期（至2030年）任务以削减受退水区本地水污染负荷存量为主，通过工程实施进一步提高受退水区域的工业、城镇、农业农村污染防治水平，提高水资源高效利用，加强饮用水源地保护和区域生态保护建设，实现“增产不增污”；远期（至2040年）任务为兼顾受退水区本地水污染负荷和滇中引水受退水新增水污染负荷削减，稳定确保“增产增水不增污”，水环境质量稳定满足水功能区目标要求。

围绕目标和任务，补充规划提出了工业污染防治、城镇污染防治、农业农村污染防治、水资源高效利用、饮用水水源地保护、水生态保护与建设、监管能力建设7个类别共计919个项目，规划总投资938.68亿元，其

中原规划延续/调整 476 个项目,规划新增 443 个项目、新增规划投资 399.22 亿元。经分析,通过补充规划的全面实施,受退水区 2030 年削减污染负荷 COD40580.6t/a、氨氮 7982.5t/a、总磷 870.2t/a, 2040 年削减污染负荷 COD33462.6t/a、氨氮 7392.5t/a、总磷 825.3t/a,达到补充规划提出的 2030 年、2040 年治污指标水平,使受退水区污染负荷排放在水质目标条件下计算出的环境容量内,总量控制目标可达。

3) “先治污后通水”原则符合性

综上分析,随着近年来《水污染防治规划(2013-2040年)》的不断深入实施,云南省和各受水区州市《水污染防治行动计划》的贯彻落实,滇中引水工程受退水区河库水质总体呈向好趋势,各水质断面总体达到规划目标及考核要求。在《补充规划(2019-2040年)》得到深入贯彻落实,进一步加强受水区水污染防治工作,认真实施滇中引水工程环评文件及本次二期工程环评文件提出的水环境环保措施,尤其是强化二期可研新增调蓄水库水环境保护工作、采取措施保障设计水平年充蓄水库水质达标的前提下,滇中引水工程通水前受退水水环境质量能得到持续改善,实现“增水不增污”的目的,符合“先治污后通水”的原则。

(3) “先环保后用水”原则符合性分析

二期工程调蓄水库由一期环评阶段的 35 座增加到二期的 53 座,这些水库大部分建设年代较早,建设和运行过程中未考虑坝下河流的生态用水需求,坝下河道断流现象时有发生。二期工程维持一期制定的调蓄水库优先考虑恢复坝下河道生态流量的原则不变,生态流量下泄标准也与一期工程一致,共计每年下泄生态流量 4.94 亿 m^3 。滇中引水工程的实施后,受水区内的所有大中型水库及所利用的小型调蓄水库将能够保障最小生态流量的下泄。

二期工程维持滇池、杞麓湖、异龙湖生态补水量不变,并增加呈贡分

水口的补滇功能，通过洛龙河、捞鱼河向滇池生态补水。为便于必要时向星云湖生态补水，预留阿斗村分水口向星云湖补水的过流能力。

通过滇中引水工程的实施，可退还河流被城镇用水挤占的生态水量，解决湖泊主要入湖河流的生态修复用水，将明显改善流域内河流和湖泊的生态及水环境状况。因此，本工程符合“先环保后用水”的原则。

3.1.1.4 与“三线一单”符合性分析

(1) 生态保护红线

工程涉及高原湖泊牛栏江上游水源涵养、金沙江干热河谷及山原水土保持、珠江上游及滇东南喀斯特地带水土保持、哀牢山一无量山山地生物多样性维护与水土保持共 4 类生态保护红线类型，主导功能为水土保持、水源涵养及生物多样性维护。经分析，项目与国家、云南省主体功能定位及生态保护红线主导功能总体相符。工程是我国西南工程性缺水地区的重点水源工程中的连通工程，属于国家重大战略项目及有限人为活动的重要供水设施建设项目。工程是《云南省国土空间规划（2021-2035 年）（公众征求意见稿）》中提出的“实施兴水润滇工程，构建以滇中引水为骨干、以大中型水源工程为支撑、以水系连通工程为脉络的云南现代化水网”水利规划布局的重点项目，符合云南省国土空间规划，与 2019 年 11 月中共中央办公厅、国务院办公厅《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》要求相符，生态保护红线内属于允许建设的项目类型。工程设计过程中遵循了生态优先、主动避让的原则，2018 年可研工作启动以来，环评项目组多次与主体设计单位沟通协调，工程方案避让了生态红线 10 余处，有效减少了工程涉及的生态保护红线范围和数量，并避让了自然保护区核心区、风景名胜区核心景区等禁止占用区域。环评工作过程中，项目组多次与省级和州（市）级自然资源、生态环境部门进行了沟通，根

据上述部门意见协调主设单位对可研方案做了进一步优化调整，尽可能减少施工临时设施对红线范围的占用。由于工程区地形地貌、地质、施工等条件需求，以及工程要与总干渠分水口衔接的限制因素，目前工程方案为必须且无法避让的建设内容，涉及红线的水工建筑物尽可能采用隧洞等无害化穿(跨)越方式，符合《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86号）等文件要求。

经核实，工程永久占地涉及生态保护红线 72.7350hm²。按照相关规定，开展了工程占用生态保护红线不可避让论证工作，并于 2021 年 10 月取得《云南省人民政府关于云南省滇中引水二期骨干工程建设项目占用生态保护红线不可避让性论证意见的函》（见附件 23）。意见认为，项目通过工程可行性方案优化比选，最大限度减少占用和避让生态保护红线，确因选址范围受限，需不可避让占用生态保护红线面积 72.7350 公顷。对于确实无法完全避让生态保护红线的地段，将采取多种管控和补偿措施，尽可能降低生态环境影响。

同时，工程临时占地涉及生态保护红线 16.2581hm²，根据自然资源部门意见，按照《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2号）等有关文件要求，建设单位将在初步设计报告批复后、项目开工前办理临时占地相关手续。

因此，本工程符合生态保护红线管控相关规定，待初步设计报告批复后将按照规定办理临时占地占用生态保护红线相关审批手续。

（2）环境质量底线

在前文工程与水资源管理“三条红线”、与引调水工程“三先三后”原则符合性分析中，分析认为工程遵循了“先治污后通水”的原则，在严格落实《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040年）》和本报告书提出的水污染防治措施后，工程受退水区河流和调蓄水库水质总体满足水环

境目标要求，供水水质安全可以得到保障，符合水环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

在前文滇中引水工程二期工程与水资源管理“三条红线”符合性分析中，分析论证认为工程符合《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》以及《云南省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的意见》中用水总量控制红线、用水效率控制红线、水功能区限制纳污红线管理要求，因此，工程与云南省及工程区的水资源利用上限管理要求是相符的。

（4）生态环境准入清单

根据云南省生态环境工程评估中心《关于滇中引水二期骨干工程与云南省“三线一单”相符性的复函》（云环评估函〔2021〕52号），工程占地涉及44个云南省生态环境优先保护单元，包括涉及15个生态保护红线优先保护单元、29个一般生态空间优先保护单元；涉及59个一般生态空间管控分区；不涉及重点管控单元。

《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（云政发〔2020〕29号）中，对工程涉及到的生态环境管控单元规定为：生态保护红线优先保护单元按照国家生态保护红线有关要求进行管控。一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，防止过度垦殖、放牧等对生态功能造成损害，确保自然生态系统稳定。涉及占用一般生态空间的开发活动应符合法律法规规定，没有明确规定的，加强论证和管理。

工程属于符合省级国土空间规划的供水设施项目，总体符合生态保护红线区域的主体功能定位，为红线区域允许建设的项目类型。工程线路布置受输水总干渠分水口门的限制，确实无法避让生态保护红线优先保护单元，涉及到的水工建筑物尽可能采用隧洞等无害化穿(跨)越方式，同时本次

环评强化了相关减缓补偿措施，提高了生态重要区域恢复补偿标准。工程总体符合生态保护红线优先保护单元规定的要求。

对于涉及到的 29 个一般生态空间优先保护单元，《全国主体功能区规划》对重点生态功能区开发管制原则主要为：对各类开发活动进行严格管制、尽可能减少对自然生态系统的干扰，建设基础设施要控制在尽可能小的空间范围之内，做到绿色生态空间面积不减少等。工程永久占地面积较小，临时占地在施工结束后将按原有植被类型进行恢复，因此在严格管控施工活动、认真执行本次环评提出的生态保护措施前提下，工程符合一般生态空间优先保护单元相关管控要求。

本工程涉及的一般生态空间包括饮用水源地保护区、自然保护区、风景名胜保护区、森林公园、湿地公园、国家级公益林、省级公益林、天然林、基本草原（草地）9 种类型。对于涉及到的环境敏感区和公益林，本工程将按相关规定办理审批手续，工程建设和运行中也将严格遵守天然林、基本草原的相关法律规定加强保护，因此，工程符合一般生态空间相关管控要求。

综上所述，工程总体符合“三线一单”管控意见相关要求。

3.1.2 与相关法律法规的符合性分析

3.1.2.1 与《中华人民共和国环境保护法》的符合性

滇中引水二期骨干工程环评过程中，针对工程实施对输水线路区、退水区可能产生的生态与环境问题，开展了详细的生态环境现状调查，在工程布局上已考虑了环境敏感区与工程的区位关系，在确定工程规模时也遵循了从源头避免或降低工程实施带来的不利生态环境影响的原则，比如输水线路选线时尽量避让环境敏感区等，并针对工程实施产生的环境影响，提出了保护的要求，拟定了相应的保护措施。此外，本工程可研设计过程

中高度重视生态保护红线的保护要求，根据云南省生态保护红线公开版核查工程布局和施工方案，在工程环评阶段避让生态保护红线 10 余处，其余确实无法避让的按规定办理相关手续。因此，滇中引水二期骨干工程在可研设计中落实了《中华人民共和国环境保护法》第二十九条：国家在重点生态功能区、生态环境敏感区和脆弱区等区域划定生态保护红线，实行严格保护；第三十条：开发利用自然资源，应当合理开发，保护生物多样性，保障生态安全等相关要求。因此，工程与《中华人民共和国环境保护法》有关规定是符合的。

3.1.2.2 与《中华人民共和国水法》的符合性

《中华人民共和国水法》第二十一条规定：开发、利用水资源，应当首先满足城乡居民生活用水，并兼顾农业、工业、生态环境用水以及航运等需要；第二十二条规定：跨流域引水，应当进行全面规划和科学论证，统筹兼顾调出和调入流域的用水需要，防止对生态环境造成破坏。

本工程任务为城镇生活、工业供水为主，兼顾农业与生态用水；水资源配置中，考虑受水区引入水量以城市需水为主，并通过置换城市占用的部分当地水来返还当地农业和生态用水。因此，工程符合水法的有关规定。

3.1.2.3 与《中华人民共和国水污染防治法》的符合性

《中华人民共和国水污染防治法》第五十八条规定：禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；第五十九条规定：禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；第六十条规定：禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目。

在工程施工布置方案设计过程中，已考虑对水源保护区进行避让，工程渣场、料场、生产生活区、施工道路选址均避开了各水源保护区的一级、

二级区范围，尽可能避免了工程施工活动对水源保护区的不利影响。工程涉及 4 个水源保护区，均为工程充蓄水库，必须在水源保护区内修建一定的供水设施，才具备向水库充蓄的工程条件。本工程任务以城镇生活与工业供水为主，兼顾农业和生态，属于重要的供水设施，为水源区内允许建设的工程类型。

工程运行后水质较优的金沙江水源区来水进入作为充蓄水库的 4 个水源保护区后，对水源地水质有一定改善作用，满足水源保护区水质目标要求，同时水资源的增加可提高水库供水保障率。

综合以上，滇中引水是以城镇生活为主的供水工程，不属于开发性、生产性建设项目，工程运行后不产生污染物。工程建设符合《中华人民共和国水污染防治法》的规定。

3.1.2.4 与《中华人民共和国长江保护法（2020 年）》的符合性

滇中引水工程是《长江流域综合规划（2012-2030 年）》中确定的解决滇中地区缺水问题的关键工程，并在《金沙江干流综合规划报告》中明确了 2030 年引水量 34.03 亿 m^3 的规模，规划认为此引水量是流域水资源可以接受的。二期工程为滇中引水总干渠分水口至水厂、灌区、湖泊等配水节点的输水工程。经核实工程不属于《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》中禁止建设的项目类型。因此，工程符合《中华人民共和国长江保护法（2020 年）》中关于环境准入清单和资源环境承载能力方面的相关规定。

滇中引水工程前期规划及项目设计过程中，科学论证水源区各类用水对象所需水资源量，确定了水源区取水断面 4 月下旬-6 月下旬生态需水流量为 $411m^3/s$ ，其他月份各旬生态需水流量为 $300m^3/s$ 。同时按照先节水后调水的原则对受水区充分挖潜、优化水资源配置，以优先满足水源区生态

需水和其他用水对象需水为前提、确定了目前的引水规模和引水过程方案，同时制定了水源区生态流量下泄保障方案。二期工程按照一期工程环评确定“减少枯期引水量，三月份不引水”原则引水，工程符合《长江保护法》中关于水资源保护与生态流量保障、跨流域调水的相关规定。

工程可研设计工作中，高度重视项目区生态保护和水土保持需求，依据相关法规和要求对工程布置不断进行优化调整，尽量避让了各类生态环境敏感区、生态公益林和生态保护红线，对确实无法避让的这些区域按照相关规定开展了专题论证、办理相关行政许可手续。此外工程开展了水土保持方案设计工作，确实防治因工程建设产生的水土流失问题。因此，工程符合《长江保护法》中关于重要生态区、生态公益林和水土保持的相关规定。

2040年，工程向滇池生态补水量5.31亿 m^3 ，占总引水量的15.6%，对改善滇池水质和恢复湖泊生态系统有重大意义，工程符合《长江保护法》中对滇池等重点湖泊实施生态环境修复的相关要求。

综上，滇中引水二期配套工程与《中华人民共和国长江保护法（2020年）》是相符的。

3.1.2.5 与《地下水管理条例》的符合性分析

《地下水管理条例》第十三条规定：国民经济和社会发展规划以及国土空间规划等相关规划的编制、重大建设项目的布局，应当与地下水资源条件和地下水保护要求相适应，并进行科学论证。第二十六条规定：建设单位和个人应当采取措施防止地下工程建设对地下水补给、径流、排泄等造成重大不利影响。对开挖达到一定深度或者达到一定排水规模的地下工程，建设单位和个人应当于工程开工前，将工程建设方案和防止对地下水产生不利影响的措施方案报有管理权限的水行政主管部门备案。开挖深度

和排水规模由省、自治区、直辖市人民政府制定、公布。

工程可研设计工作中，充分考虑了受水区的地下水资源保护需求，本项目不对当地的地下水资源进行开采利用，并在工程运行期水资源配置工作中，将“按照地下水功能区划的管理要求，逐步压缩和退减地下水供水量”作为受水区本地可供水量分析计算的基本原则，通过分析得到受水区2019、2030、2040水平年地下水供水量分别为1.72亿 m^3 、0.78亿 m^3 和0.59亿 m^3 ，可见工程运行后将明显减少地下水资源的使用量，符合地下水功能区划的管理要求，有利于受水区地下水水资源的保护。

本工程可研设计中开展了项目区水文地质调查评价工作，重点针对输水隧洞的埋深、穿越地下分水岭情况、构造稳定性、地层岩性、岩溶及涌水突泥风险等多个因素进行了方案比选，对新建、扩建水库区域地质条件也开展了相应分析评价，综合考虑后推荐构造稳定、岩溶及涌水突泥风险较低、地下水文地质条件较好、地下水环境影响较小的布置方案，并对局部隧洞段可能出现的涌水也针对性的制定了工程措施进行封堵和导排，尽量避免了工程对地下水环境造成较大不利影响。同时，本次环评工作中也开展了地下水环境影响专题评价，评价认为二期工程输水工程 and 新建、扩建水库工程对地下水环境影响较小，仅部分隧洞施工可能对周围部分村庄居民的机井、泉点等饮用水源造成一定影响，并提出了超前预报、堵排结合等预防保护措施，对受影响的用水户制定了替代水源措施，总体上工程实施对评价区地下水不会产生重大不利影响。下阶段工作中，设计单位将加强水文地质条件调查，进一步降低对工程实施对地下水的不良影响，同时建设单位将按照《条例》要求办理相关手续。

综上，工程建设符合《地下水管理条例》的规定。

3.1.2.6 与风景名胜区相关法律法规的符合性分析

工程方案设计过程中已尽可能的对环境敏感区进行了避让，目前方案涉及 2 个风景名胜区，分别为红塔九龙池省级风景名胜区、石屏异龙湖风景名胜区。工程涉及到的风景名胜区情况见表 3.1.2-1。

表 3.1.2-1 滇中引水二期骨干工程涉及风景名胜区情况表

敏感区名称	保护对象	与工程位置关系	影响性质
玉溪九龙池风景名胜区	名山名水、石林石景、天然地景钟乳石溶洞等自然景观及古建筑群人文景观	骨干工程玉溪段红塔干线董炳隧洞约 575m 下穿九龙池风景区白龙潭景区	施工占地
石屏异龙湖省级风景名胜区（总规未批复）	高原湖泊、人文景观	依据石屏异龙湖风景名胜区总体规划（未批复）的规划范围图，石屏干线金山坡隧洞 2.5km 段涉及风景名胜区的风景恢复区；施工新建永久进场道路 3.2km、临时进场道路 6.2km 涉及风景名胜区的风景恢复区	施工占地

根据《风景名胜区条例》第二十六条、《云南省风景名胜区条例》第十六条规定，工程不属于风景名胜区内禁止建设的项目类型。本阶段开展了工程对风景名胜区的影响专题报告编制工作，并报相关州（市）林草局出具了意见，评价认为：本工程方案不涉及风景名胜区法律法规中规定的禁止建设区域，工程对风景名胜区其他区域的影响较轻，在采取有效措施的前提下，工程不会改变风景名胜区自然风貌和景观资源状况。本次环评也提出了针对性的风景名胜区环境保护措施，可有效减免对风景名胜区的不利影响。经核实，工程涉及石屏异龙湖风景名胜区总体规划尚未批复，建设单位已请示云南省人民政府督促推进工程涉及的风景区总体规划报审工作，并将本工程纳入总体规划。在总体规划获批后，本工程符合《风景名胜区条例》第二十一条和《云南省风景名胜区条例》第十五条规定。

综上所述，工程不属于风景名胜区相关条例禁止建设的项目类型，在风景名胜区总体规划获批后，按规定办理审批手续，本工程符合《风景名胜区条例》、《云南省风景名胜区条例》的相关规定。

3.1.2.7 与森林公园相关管理规定符合性分析

《国家级森林公园管理办法》(2011年8月)中相关规定如下:

第十五条 严格控制建设项目使用国家级森林公园林地,但是因保护森林及其他风景资源、建设森林防火设施和林业生态文化示范基地、保障游客安全等直接为林业生产服务的工程设施除外。建设项目确需使用国家级森林公园林地的,应当避免或者减少对森林景观、生态以及旅游活动的影响,并依法办理林地占用、征收审核审批手续。建设项目可能对森林公园景观和生态造成较大影响或者导致森林风景资源质量明显降低的,应当在取得国家级森林公园撤销或者改变经营范围的行政许可后,依法办理林地占用、征收审核审批手续。

第十八条 在国家级森林公园内禁止从事下列活动: (一)擅自采折、采挖花草、树木、药材等植物; (二)非法猎捕、杀害野生动物; (三)刻划、污损树木、岩石和文物古迹及葬坟; (四)损毁或者擅自移动园内设施; (五)未经处理直接排放生活污水和超标准的废水、废气,乱倒垃圾、废渣、废物及其他污染物; (六)在非指定的吸烟区吸烟和在非指定区域野外用火、焚烧香蜡纸烛、燃放烟花爆竹; (七)擅自摆摊设点、兜售物品; (八)擅自围、填、堵、截自然水系; (九)法律、法规、规章禁止的其他活动。

本工程线路涉及弥渡东山国家森林公园,具体为巍山干线雪峰山隧洞有约2.5km、巍山干线弥渡段1.15km涉及穿越该森林公园。本工程在前期选址选线阶段已对尽量对国家森林公园进行了避让,现阶段方案主要为线性穿越弥渡东山国家森林公园的一般游憩区和管理服务区,不涉及国家级森林公园管理办法中禁止占用的区域,也没有公园内禁止的行为。工程占地面积和影响范围均较小,在前期、施工期采取针对性保护措施,施工结束后采取相应恢复措施的前提下,可有效减免对公园内森林景观、生态资源的不利影响。

综上所述，本工程符合国家级森林公园的相关法律法规规定。

3.1.2.8 与《水产种质资源保护区管理暂行办法》的符合性分析

经核实，本工程布置不涉及滇池国家级水产种质资源保护区范围。根据鱼类专题成果，滇池水产保护区的保护对象滇池金线鲃等珍稀特有鱼类基本仅分布于核心区的 2 条河流和 9 个龙潭范围，这些水体为距离滇池湖体较远的附属水体。经分析，大黑箐隧洞与龙潭距离较远，不在同一套地层，隧洞施工开挖不会对龙潭水位、水量造成影响，也不会影响到龙潭内的土著鱼类。工程生态补水以及利用滇池调蓄不会影响到滇池水产种质资源保护区核心区的保护对象及其生境。大黑箐隧洞进口与实验区还有一定距离，实验区不是滇池鱼类的主要产卵场，实验区内现有鱼类多为经济鱼类以及外来鱼类为主，能够适应利用滇池调蓄引起的湖泊水位微弱变化。工程对滇池不会产生真正意义上的外来种入侵，对水产种质资源保护区的鱼类区系无明显影响，同时生态补水对滇池鱼类种群的恢复有积极作用。

综上，工程建设范围不涉及滇池国家级水产种质资源保护区，没有水产种质资源保护区管理办法中禁止建设和损害保护区功能的行为，工程符合《水产种质资源保护区管理暂行办法》的相关规定。

3.1.2.9 与湿地公园相关管理规定符合性分析

《国家湿地公园管理办法》(林湿发〔2017〕150号)中相关规定如下：

第十一条 国家湿地公园应划定保育区。根据自然条件和管理需要，可划分恢复重建区、合理利用区，实行分区管理。保育区除开展保护、监测、科学研究等必需的保护管理活动外，不得进行任何与湿地生态系统保护和管理无关的其他活动。恢复重建区应当开展培育和恢复湿地的相关活动。合理利用区应当开展以生态展示、科普教育为主的宣教活动，可开展不损害湿地生态系统功能的生态体验及管理服务等活动”。

第十九条 除国家另有规定外，国家湿地公园内禁止下列行为：(一) 开(围)垦、填埋或者排干湿地。(二)截断湿地水源。(三)挖沙、采矿。(四)倾倒有毒有害物质、废弃物、垃圾。(五)从事房地产、度假村、高尔夫球场、风力发电、光伏发电等任何不符合主体功能定位的建设项目和开发活动。(六)破坏野生动物栖息地和迁徙通道、鱼类洄游通道，滥采滥捕野生动植物。(七)引入外来物种。(八)擅自放牧、捕捞、取土、取水、排污、放生。(九)其他破坏湿地及其生态功能的活动。

第十八条 禁止擅自征收、占用国家湿地公园的土地。确需征收、占用的，用地单位应当征求省级林业主管部门的意见后，方可依法办理相关手续。由省级林业主管部门报国家林业局备案。

本次环评过程中，按照管理办法要求开展了工程占用云南晋宁南滇池国家湿地公园影响评价专题，2021年11月经云南省林业和草原局审查后出具意见(见附件16)，同意工程建设占用南滇池国家湿地公园，并对工程提出采取有效措施减缓对湿地公园影响的要求。根据专题成果，本工程大黑箐隧洞占用云南晋宁南滇池国家湿地公园面积 0.8416hm^2 ，其中合理利用区 0.7572hm^2 、管理服务区 0.0844hm^2 。工程不占用湿地公园保育区，不在湿地公园内开展管理办法禁止的施工活动，在采取针对性保护措施后，对湿地公园的生态系统、保护对象的不利影响较小。

因此，本工程符合湿地公园相关法律法规规定。

3.1.2.10 与《云南省创建生态文明建设排头兵促进条例》的符合性

2013年，云南省发布《中共云南省委、云南省人民政府关于争当全国生态文明建设排头兵的决定》，深入实施“生态立省、环境优先”战略，争当全国生态文明建设排头兵。2020年5月《云南省创建生态文明建设排头兵促进条例》正式颁布，标志着云南省以地方立法的形式，加大对生态文

明建设排头兵工作的统筹力度，将全省生态文明建设纳入法治化轨道。

本工程在方案设计过程中，充分体现了环评先期介入原则，工程布置尽可能避让了自然保护区、风景名胜区、国家公园等环境敏感区，同时涉及到的生态保护红线区域、重要的生态系统类型、基本农田区域也相应减少。在符合法律法规规定的前提下，对工程方案确实无法避让的环境敏感区、生态保护红线、重要的生态系统、基本农田等区域，按相关规定办理审批手续。因此，工程方案符合条例中关于生物多样性保护、自然保护地、耕地及基本农田保护方面的相关规定。

本工程严格按照国家和云南省提出的环境保护规划、水污染治理实施方案（“水十条”）要求，在工程设计水平年水质达标、符合排污总量控制要求的情景下开展方案设计。可研阶段工程进一步挖掘受水区供水潜力和节水水平，深入细化和优化完善了水资源配置方案，进一步协调了水资源开发与保护之间的关系，体现了“以水定需、量水而行、因水制宜”的原则。因此，工程符合条例中关于水环境和水资源保护的规定。

根据本次环评对土壤环境调查和预测评价，工程区土壤环境总体符合农用土壤环境质量标准，且工程不会导致土壤质量的恶化和土壤环境明显变化，环评也制定了土壤环境保护措施，符合符合条例中关于土壤环境保护的规定。

工程的建成运行，可显著提高受水区供水保证率，有效保障供水安全，保障河湖生态用水，为云南省构建特色现代产业体系提供有力支撑，工程符合《云南省创建生态文明建设排头兵促进条例》（2020年）有关规定。

3.1.2.11 与高原湖泊相关保护条例的符合性分析

（1）滇池

滇池为滇中引水工程的生态补水湖泊，2040水平年工程通过入滇河道补给滇池5.62亿m³生态水量。工程大黑箐隧洞用地范围涉及滇池一级、二

级、三级保护区面积分别为 0.8416hm²、1.9455hm²和 0.2276hm²；昆明段输水线路涉及三级保护区 7.50km。

工程属于非污染类的水利基础设施建设项目，工程通过三个分水口向滇池生态补水，待滇池水质达到Ⅲ类后通过大黑箐隧洞工程枯期时为玉溪、红河供水，从而达到置换滇池水体、改善滇池水质，并利用滇池进行调蓄的目的。按照《云南省滇池保护条例》要求，工程编制了大黑箐隧洞涉及滇池保护区专题报告，经昆明市滇池管理报请市政府批示同意后出具了审查意见（附件 17）。工程符合保护条例中涉及一级区、二级区、三级区管理规定中的建设项目规定。

（2）杞麓湖

杞麓湖为滇中引水工程的生态补水湖泊，2040 水平年工程向杞麓湖补给 0.65 亿 m³生态水量。工程不涉及杞麓湖一级保护区，涉及杞麓湖二级保护区的线路长度约 0.43km。

工程不属于杞麓湖保护条例禁止建设的项目类型，在杞麓湖二级区内的建设内容主要为隐蔽式管线工程，没有重污染环境、破坏生态平衡和自然景观、在沿湖面山开山采石、挖沙取土、毁林等行为，环评报告根据涉及区域的保护要求和环境功能区划，针对性制定了污水等三废收集处理和生态环境保护措施，可避免施工建设造成杞麓湖环境污染和生态破坏问题。工程通水后，通海受水区利用杞麓湖天然入湖河道的红旗河向杞麓湖补充滇中优质水源，改善杞麓湖水污染状况和水生生态环境。工程与《云南省杞麓湖保护条例》是相协调的。

（3）异龙湖

异龙湖为滇中引水工程的生态补水湖泊，2040 水平年工程向异龙湖补给 0.40 亿 m³生态水量。工程石屏干线不涉及异龙湖一级保护区，有长约 8.61km 隧洞线路位于异龙湖二级保护区。

工程通过石屏干线向异龙湖进行生态补水并兼顾石屏县城生活用水，

来水水质符合异龙湖水质保护目标、水质优良，属于与异龙湖保护有关的工程，不属于异龙湖保护条例禁止建设的项目类型。工程在星云湖保护范围内的建设内容主要为隧洞和隐蔽式管线工程，没有围湖造田、侵占湖堤、毁林开垦等禁止行为，环评报告根据涉及区域的保护要求和环境功能区划，针对性制定了污水等三废收集处理和生态环境保护措施，可避免施工建设造成异龙湖环境污染和生态破坏问题。工程与《云南省红河哈尼族彝族自治州异龙湖保护管理条例》是相符的。

3.1.3 与相关规划的符合性分析

3.1.3.1 与《滇中引水工程规划报告（2010年修订）》的符合性分析

《滇中引水工程规划报告（2010年修订）》中说明，国务院1990年批准的《长江流域综合利用规划简要报告》中提出从金沙江引水是解决滇中高原缺水的重要途径；《长江流域水资源综合规划》、《金沙江流域综合规划》等，均明确向滇中供水是金沙江干流综合利用任务之一。规划认为，金沙江、澜沧江水量丰富，水质良好，从金沙江、澜沧江调水到滇中地区的“滇中调水工程”，可有效缓解滇中地区水资源危机。规划提出2项主要目标：（1）通过跨流域调水有效缓解滇中地区的缺水状况，使工农业生产和城市居民生活用水得到基本保障；（2）通过对重点高原湖泊直接补水和降低水的重复利用率，改善湖泊水质。

规划确定的滇中调水工程受水区为丽江、大理、楚雄、昆明、玉溪以及红河6个市州，包含31个受水小区。报告对滇中引水的水源工程、输水工程进行了深入研究，提出了三组集中水源方案（虎跳峡、黄登、拖顶）和一组分散水源方案，同时根据水源方案配置了相应的输水线路方案，各方案从工程建设条件、水量与水质保障、运行成本、环境可行性等方面进行综合研究和比选。确定的规划推荐方案主要内容为：年调水量34.17亿

m³，采取由虎跳峡取水的集中水源方案；总干渠总长 688km，起点为丽江石鼓，途经大理、楚雄、昆明、玉溪 4 州（市），终点为红河个旧。水量分配成果为城镇生活和工业供水量 22.27 亿 m³，供给农业灌溉 6.09 亿 m³，向湖泊生态环境补水 5.81 亿 m³。2010 年规划报告进行修订时，二期工程规划工作还未形成正式成果，因此在规划报告中没有提出二期工程具体建设内容。

水利部批复文件（水规计〔2011〕200 号）中，强调了滇中引水工程对云南省经济、社会发展的重要性和紧迫性，基本同意工程的建设任务与供水范围，原则同意水资源配置方案和工程总体布局方案；同时提出采取相应的环保措施最大程度地减缓对环境产生的不利影响要求。

（2）符合性分析

二期工程是滇中引水工程系统的重要组成部分，工程任务、引水规模、受水小区组成与一期工程一致，在受水小区内部供水结构等方面根据设计水平年社会经济基础条件做了优化细化调整。二期工程在一期工程总干渠线路及分水口布置的基础上，开展了输水线路方案设计，优化调蓄水库方案，提升了对水源区来水的调蓄能力。从规划到一期工程再到二期工程的设计过程来看，设计原则和思路、工程任务与规模、水资源配置、供水范围和对象总体一致，随着设计阶段进展而进一步细化和优化调整。因此，二期工程与《滇中引水工程规划报告（2010 年修订）》是相符的。

3.1.3.2 与《滇中引水工程规划报告（2010 年修订）环境影响报告书》的符合性分析

（1）规划环评报告概况

2014 年 6 月，环境保护部对滇中引水工程规划环评出具了审查意见，规划环评编制、审查情况及审查意见具体要求详见本报告 2.1 节。

《滇中引水工程规划报告（2010 年修订）》中不包含二期工程具体建设

内容，在工程规划批复后进行规划环评的阶段，二期工程规划工作已形成一定成果，因此在《滇中引水工程规划报告（2010年修订）环境影响报告书》中纳入了二期工程相关内容，并对其进行了评价。规划环评报告第二章“规划概述与分析”中，提出二期工程规划方案为：受水区由32个直接受水小区和2个间接受水小区组成；分水口供水总量31.43亿 m^3 ，其中城镇生活8.56亿 m^3 、工业13.13亿 m^3 、农业5.40亿 m^3 、湖泊生态补水4.35亿 m^3 ；共利用15座水库进行调蓄；共布置输水工程142条，总长1546.30km，其中支渠工程87条，长度1370.81km；支渠与水厂工程之间的连接支线工程55条，长度为175.49km，均为管道工程。二期工程包含在规划环评的评价范围内，但随着项目从规划阶段向工程可研设计阶段不断深入细化，二期工程输水线路、调蓄水库数量及布置与规划环评相比，均有优化调整。

（2）符合性分析

二期工程以规划环评为指导，根据一期工程环评要求，从生态环境保护角度主要开展了如下工作：

1) 根据规划环评审查意见中进一步优化用水结构和水量分配的要求，在总引水量不变的前提下，2040年城镇生活水量增加1.62亿 m^3 ，工业水量减少1.64亿 m^3 ，农业灌溉水量增加0.02亿 m^3 ，使工程供水结构与滇中受水区生产生活用水需求更为协调，为社会经济发展提供更为可靠的供水保障。

2) 对于明确生态基流的调度原则、确保下泄水量满足生态需水要求的意见，以及一期工程环评批复文件相关要求，二期工程维持一期工程环评报告中将3月作为检修期不引水的方案，进一步细化完善调水过程方案，确保水源区下游生态流量满足规划环评及审查意见、一期工程环评及批复的要求，并在一期的基础上优化了调蓄方案，从规划环评阶段提出的15座调蓄水库，到一期工程环评中确定的35座，再到二期工程提出的53座，

逐步优化、增加了调蓄库容，符合一期环评报告批复中枯期少引水的要求。

3) 严格贯彻进一步优化输水线路布局、避让环境敏感区的要求，在二期工程选址选线设计中环评项目组积极参与，协调相关专业尽量调整避让了各类生态环境敏感区域，二期工程选址选线方案不存在涉及敏感区内禁止占用区域等问题，对确实无法避让的涉及敏感区问题也按规定办理相关手续，开展专题评价并制定了针对性的保护措施。

4) 对于“实行“最严格的水资源管理制度”，按照“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的原则。制定并严格实施受水区水污染综合治理规划，明确退水处理的工程和管理措施，做好区域污染防治工作”要求，工程可研在水资源配置、节水评价章节进行了专门论证，二期工程方案符合最严格水资源管理制度和“三先三后”原则要求。同时在已实施的《滇中引水受退水区水污染防治规划（2013-2040）》基础上，根据受水区现状水平年社会经济和水污染负荷状况、结合二期调蓄方案和供水结构调整，组织编制了《滇中引水受退水区水污染防治补充规划（2019-2040）》。在严格实施水污染防治相关规划后，受退水区水环境质量可以得到保障。

5) 对于进一步开展水生生态保护研究，高度重视并采取有效措施防范和控制外来水生生物入侵的意见，环评结合二期工程线路布置与调蓄水库方案，进一步开展水生生态影响评价及水生生物入侵风险评价，在一期环保措施的基础上加强了受退水区的水生生态保护措施和生物入侵防护措施。

6) 对于规划环评的其他意见，主要结合信息化建设方案，在二期工程受退水区下泄生态流量、水陆生生态和水环境监测方面制定了动态监测方案等。

7) 在规划环评中二期工程规划内容的基础上，结合一期工程确定的 25 处分水口和 34 个受水小区，二期工程布置了各级干支线共 156 条。由此可知，二期工程输水线路、受水区范围总体与规划环评一致，其发生的变化

是随着项目从规划阶段向工程可研设计阶段不断深入产生的。

综上，滇中引水工程规划环评中包含了二期工程的主要内容。二期工程可研方案设计和环评工作中，在一期工程及环评报告的基础上，从生态环境保护角度延续和深入贯彻了滇中引水工程规划环评及审查意见的要求，工程与《滇中引水工程规划报告（2010年修订）环境影响报告书》总体上是相符的。

3.1.3.3 与上层水利水电规划符合性分析

（1）与长江流域综合规划的协调性分析

2012年底，国务院以国函〔2012〕220号批复的《长江流域综合规划（2012~2030年）》中指出：解决滇中地区缺水问题的根本措施是在建设区内水源工程的基础上，适时建设滇中调水工程；滇中调水工程是解决滇中地区缺水的关键工程，要加快前期工作进度，争取及早立项建设。重点地区灌溉规划指出：滇中高原地区适时建设滇中调水工程。跨流域调水规划方案指出：长江流域的主要调水工程包括南水北调东、中、西线，云南省的滇中调水工程等；金沙江石鼓以上多年平均年径流量433亿 m^3 ，水量丰富，水质好，金沙江虎跳峡及以上河段为滇中调水的最佳水源地。滇中调水供水范围包括大理州、楚雄州、红河州、昆明市、玉溪市、丽江市，以城镇生活用水和工业用水为主，兼顾农业和生态环境用水。滇中调水工程所调水量的64.6%供给长江流域，调水量仅占金沙江调出河段径流量的9.37%，对水源区的影响较小。

从上述分析可以看出，滇中引水工程是长江流域水资源综合利用体系的组成部分，是重要的跨流域调水工程，滇中引水二期骨干工程作为滇中引水工程体系的重要组成部分，符合《长江流域综合规划（2012~2030年）》的相关要求。

(2) 与全国水资源综合规划的协调性分析

2010年11月，国务院以国函〔2010〕118号文批复《全国水资源综合规划（2010~2030年）》，提出在金沙江干流引水，以满足滇中地区用水需求。可见，本工程方案符合《全国水资源综合规划（2010~2030年）》的相关要求。

(3) 与长江流域水资源综合规划符合性分析

《长江流域水资源综合规划》在重大水资源配置跨流域调水重点工程中指出：滇中高原区是金沙江水系缺水最严重的地区，为了解决滇中高原区的缺水问题，2011~2030年规划建设滇中调水工程，一、二期工程共从金沙江干流向滇中区本水系及澜沧江、红河、珠江水系缺水区年均调水34.17亿 m^3 。

滇中引水工程可研阶段提出金沙江石鼓河段作为滇中引水水源河段，多年平均引水量约34.03亿 m^3 ，受水区涉及金沙江、澜沧江、红河、珠江水系。滇中引水二期工程方案与滇中引水工程方案的引水规模、水资源配置及工程总体布置是相符的，可见滇中引水二期骨干工程作为滇中引水工程体系的重要组成部分，与《长江流域水资源综合规划》的有关水资源利用要求和方向是相一致的。

3.1.3.4 与主体功能区规划的符合性分析

(1) 与《全国主体功能区规划》符合性

《全国主体功能区规划》中，工程位于提出国家层面的重点开发区中的滇中地区，不涉及国家层面的禁止开发区域。工程可解决受水区689万人的城镇生活用水，创造工业增加值5291亿元，新增灌溉面积49.2万亩，改善灌溉面积63.6万亩，同时向滇池、杞麓湖和异龙湖补充湖泊水资源，并恢复受水区已建大中型水库坝下河道生态用水、有效改善下游河道水环

境。工程的实施可有力支撑和推进滇中地区城市优化发展、工业和农业等各项特色产业深化发展、生态环境质量改善和提升，有利于滇中地区功能定位的全面实现，因此，本工程与《全国主体功能区规划》是相适应的。

（2）与《云南省主体功能区规划》的符合性

工程共涉及云南省 5 个州市、17 个县市区，工程区与云南省主体功能区的位置关系见表表 3.1.3-1。其中，工程涉及一个国家级重点开发区域即滇中地区的 10 个县市区，2 个省级重点开发区域即滇西地区的 2 个县市区和滇东南地区的 3 个县市区，功能定位主要为面向西南开放重要桥头堡建设的核心区、重要节点和产业基地，主要发展方向为城市和特色产业发展。工程涉及到限制开发区域中农产品主产区的 2 的个县市区，主体功能区的主要功能定位分别为现代农业示范基地，主要发展方向分别为特色产业和高原农业产业群。二期骨干工程任务以城镇生活、工业供水为主，兼顾农业和生态，有利于优化水资源配置，为受水区城市发展、特色产业和高原农业发展提供供水保障，恢复受水区河流被挤占生态用水，因此工程符合涉及到的重点开发区域、限制开发区域主体功能区划。

工程选址选线方案涉及部分风景名胜区、饮用水源保护区、国家森林公园等禁止开发区域。本工程不属于禁止开发区域内禁止实施的工业化城镇化开发项目，根据前文分析，工程方案没有敏感区方面的重大环境制约因素，且环评拟采取针对性的敏感区环保措施，涉及的禁止开发区域符合其主体功能区规划要求。

综上，工程与《云南省主体功能区规划》是相符合的。

表 3.1.3-1 工程与主体功能区规划相符性分析表

主体功能区	详细分区	功能区定位	发展方向	评价区涉及县市区	相符性
重点开发区域	国家级重点开发区域——滇中地区	我国面向西南开放重要桥头堡建设的核心区，连接东南亚、南亚国家的陆路交通枢纽，面向东南亚、南亚对外开放的重要门户；全国重要的烟草、旅游、文化、能源和商贸物流基地，以化工、有色冶炼加工、生物为重点的区域性资源深加工基地，承接产业转移基地和外向型特色优势产业基地；我国城市化发展格局中特色鲜明的高原生态宜居城市群；全省跨越发展的引擎，我国西南地区重要的经济增长极	构建“一区、两带、四城、多点”一体化的滇中城市经济圈空间格局；强化昆明的科技穿心、商贸流通、信息、旅游、文化和综合服务功能，建设区域性国际交通枢纽、商贸物流中心、历史文化名城、山水园林城市；曲靖、玉溪和楚雄等城市应依托资源特点和比较优势，形成民族特色和产业特色鲜明的城市；建设高原特色农产品生产基地；加强以滇池、抚仙湖为重点的高原湖泊治理和牛栏江上游水源保护，构建以高原湖泊为主体，林地、水面相连，带状环绕、块状相间的高原生态格局等	盘龙区、西山 区、晋宁县、富民县、安宁市、红塔区、江川县、通海县、楚雄市、牟定县	相符，工程任务为城镇生活、工业、农业供水和生态补水，有助于特色产业、宜居城市群农业的发展
	省级重点开发区域——滇西地区	我国连接缅甸、南亚、印度洋的黄金通道，我国面向西南开放重要桥头堡的重要节点和窗口；云南省以优质粮、糖和香料为主的生物资源加工基地，重要的建材、矿冶、轻工生产和加工基地、商贸中心、文化产业发展中心和特色制造业中心，具有边疆民族特色的火山热海边界旅游区	构建以大理—瑞丽铁路和高速公路为纽带，以大理、隆阳、芒市、瑞丽为区域中心城市，通过快速通道连通周边县城和小城镇的 2 小时经济圈；加强澜沧江和洱海流域水污染治理，改善区域内水环境质量，加强生物多样性保护，巩固和扩大退耕还林成果。合理开发矿产资源，加强生态恢复和环境保护。调整土地利用方式，保护基本农田和林地。保护农田生态环境，保护水源涵养地和生物多样性，加强洱海水资源保护和水污染治理	祥云县、弥渡县	相符，可为城镇和特色产业发展提供供水保障，有助于生态恢复和环境保护
	省级重点开发区域——滇东南地区	昆明至河口辐射越南河内经济走廊以及昆明—文山—北部湾和珠三角经济走廊的结合部，沟通云南与越南、中国内地与越南市场的商贸枢纽和进出口物资中转通道；全省重要的现代农业、生物医药、有色冶金、能源、化工、建材基地，喀斯特山水文化旅游区	构建以蒙自、文山为中心，以个旧、开远、砚山、蒙自、丘北、河口等县城为支撑，以泛亚铁路东线和蒙文砚高速公路为纽带，辐射周边城镇的 2 小时经济圈；重点加快发展观光农业、矿产、烟草、生物、旅游、商贸物流、出口加工等产业。构建昆河经济走廊，形成重要的物流中转点。保护农田生态环境，加大石漠化治理力度；改善开远市大气环境状况。推进流域水环境综合治理，开展以异龙湖为	个旧市、开远市、蒙自市	相符，可为城镇和特色产业发展提供供水保障

		重点的高原湖泊治理			
限制开发区域	农产品主产区	保障粮食产品和主要农产品供给安全的基地，全省农业产业化的重要地区，现代农业的示范基地，农村居民安居乐业的美好家园，社会主义新农村建设的示范区	打破行政区划，推进优势农产品向优势产区集中，建设一批特色产业的规模化、集约化基地，尽快形成一批优质特色农产品产业群、产业带，加快特色产业发展，推进现代农业建设。稳定粮食种植面积、加快高原特殊农业发展、加大“五小”水利设施建设、发挥光热水土资源富集优势促进热区特色产业、恢复林草植被、加强农业基础设施建设等	宾川县、石屏县	相符，工程建设有助于高原特色农业的发展
禁止开发区域	自然保护区、世界遗产、风景名胜区、森林公园、地质公园、城市饮用水源保护区、湿地公园、水产种质资源保护区等	国家禁止开发区域是指有代表性的自然生态系统、珍稀濒危野生动植物物种的天然集中分布地、有特殊价值的自然遗迹所在地和文化遗址等，需要在国土空间开发中禁止进行工业化城镇化开发的重点生态功能区。禁止开发区域是国家和云南省保护自然文化资源的重要区域及珍贵动植物基因资源保护地	云南省禁止开发区域总面积为 7.68 万平方千米，占云南省总面积的 19.5%，呈斑块状或点状镶嵌在重点开发和限制开发区域中。禁止开发区域主要任务为加大生态建设、加快人口有序转移、加强法律保护、加大扶贫力度、发展生态旅游等	涉及部分县市区的 1 处国家森林公园、2 处风景名胜区、3 处饮用水源保护区	相符，工程方案没有敏感区方面的重大环境制约因素，但须采取有效的敏感区环保措施

3.1.3.5 与生态功能区划的符合性分析

《全国生态功能区划》划定的重要生态功能区域中，工程输水线路主要涉及川滇干热河谷土壤保持重要区，生态保护措施主要为停止导致生态系统退化的人为破坏活动；合理规划，分步骤、分阶段实施退耕还林还草；对已遭受破坏的生态系统，结合生态建设工程，认真组织重建与恢复；改变落后粗放的生产经营方式，大力发展具有地方特色和优势资源的开发等。因此，本工程建设与《全国生态功能区划》是适应的。

根据《云南省生态功能区划》，滇中引水二期骨干工程共涉及2个生态区、3个生态亚区、8个生态功能区。2个生态区、3个生态亚区分别为，高原亚热带北部常绿阔叶林生态区（Ⅲ）中的：滇中高原谷盆半湿润常绿阔叶林、暖性针叶林生态亚区（Ⅲ1），滇中、北中山峡谷暖性针叶林生态亚区（Ⅲ2）；以及高原亚热带南部常绿阔叶林生态区（Ⅱ）中的蒙自、元江岩溶山原暖性针叶林生态亚区（Ⅱ4）。各生态功能区主要生态问题是土地过度利用、水土流失、森林覆盖率低及林种单一、环境污染、土地退化等方面，各生态功能区发展与保护方向主要是保护农田生态环境、调整土地利用方式、封山育林、推行清洁生产和循环经济等方面。滇中引水二期工程在做好施工期生态保护、水土保持措施的前提下，工程运行可有利于保护农田生态环境、促进农田高效节水减排灌溉建设和当地森林植被恢复，因此，滇中引水二期骨干工程建设与《云南省生态功能区划》是适应的。

3.1.3.6 与国民经济和社会发展规划的符合性分析

2021年2月，云南省人民政府批准发布了《云南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》。其中第十篇构筑现代基础设施网络中第二章为“加快推进现代水网基础设施建设”，明确建设总目标为：以基本消除云南工程性缺水瓶颈，基本消除区域性、大面积干旱为

目标，大力实施“兴水润滇”工程，提升全省水资源优化配置和水旱灾害防御能力。提出了提高供水安全保障能力、加强防汛减灾能力建设、深化水利重点领域改革创新 3 大建设方向，其中提高供水安全保障能力的工作重点为：构建以滇中引水为骨干、以大中小型水源工程为支撑、以大中型水电站综合利用及水系连通工程为补充、以重大农业节水工程为先导的云南供水安全保障网。到 2025 年，全省新增蓄水库容 23 亿立方米、新增供水能力 28 亿立方米。同时在纲要中将滇中引水工程列为“兴水润滇”工程项目清单中的头号工程，要求“加快滇中引水一期工程建设进度。加快滇中引水二期前期工作，尽快开工建设，力争与一期工程同步建成并发挥效益”。

滇中引水工程是云南省可持续发展的支撑工程，其实施对纲要提出的基本消除云南工程性缺水瓶颈、提升全省水资源优化配置，构建以滇中引水为骨干的云南供水安全保障网的落实具有非常重要的作用，也有助于纲要提出全省新增供水能力 28 亿立方米目标的实现。同时，工程实施对明显改善滇中经济核心区的供水状况和保障滇中区的生态环境安全，促进滇中地区国民经济的持续稳定发展意义重大。因此，工程符合区域可持续发展战略，是滇中地区乃至整个云南省建设和谐社会的重要举措。

3.1.3.7 与生态环境保护规划的符合性分析

《云南省生态环境保护“十四五”规划》（征求意见稿）中，明确十四五时期云南省生态环境保护总体目标为：生态环境质量巩固改善，绿色发展水平和资源能源利用效率不断提升，主要污染物排放总量进一步减少，生态安全不断夯实，生态环境治理体系和治理能力现代化取得重大进展，为成为生态文明建设排头兵奠定坚实的生态环境基础。围绕这一目标，规划提出了坚持创新引领、强力推动绿色低碳发展，深化三水统筹、全面改

善水生态环境质量，应对气候变化、控制温室气体排放，统筹生态保护与监管、筑牢生态安全屏障等十大方面发展方略。

在现状情况下，因城镇大量挤占环境用水和农业用水，致使滇中地区环境恶化、农业供水不足。工程实施后，将挤占的水量返还给环境和农业，工程将保障受水区调蓄水库向下游河道断面枯水期按月平均来水量的 10%、丰水期按月平均来水量的 30%补偿最小生态环境流量，将使工程受水区现状普遍存在的河流生态水量不足、水库坝下河流断流等情况得到有效缓解，水生态系统可得到逐步恢复；另外，工程向滇池、杞麓湖、异龙湖 3 个湖泊净补水 6.33 亿 m^3 ，将明显改善滇中区河流及高原湖泊的生态及水环境状况。同时，工程按照“先节水后调水、先治污后引水、先生态后用水”的原则，在水资源配置、受水区用水及排水中全面落实节水、治污、生态保护的相关要求。目前，受水区人民政府正逐步实施《滇中引水工程受退水区水污染防治规划（2013-2040 年）》，受退水区水环境质量变化趋势向好。针对二期工程方案，相关单位编制完成《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040 年）》，并省人民政府取得批复。在严格落实水污染防治相关规划后，受退水区水环境质量将持续改善。

因此，工程与《云南省生态环境保护“十四五”规划》是相符合的。

3.1.3.8 与生物多样性保护战略计划及相关法规符合性分析

(1) 《中国生物多样性保护战略与行动计划（2011-2030 年）》

《中国生物多样性保护战略与行动计划（2011-2030 年）》中，对全国确定了划定了 35 个生物多样性保护优先区域，包括 32 个内陆陆地及水域生物多样性保护优先区域及 3 个海洋与海岸生物多样性保护优先区域。

工程建设区不涉及国家层面优先保护区域，与国家层面的生物多样性保护战略无冲突之处，工程为线性、点状开发建设，占地范围和影响程度

有限，本环评也对项目产生的生态环境影响制定了针对性的保护措施，因此工程符合中国生物多样性保护战略与行动计划。

(2)《云南省生物多样性保护战略与行动计划(2012—2030年)》

《云南省生物多样性保护战略与行动计划(2012—2030年)》划定了云南省生物多样性保护优先区域、提出了优先领域及优先行动计划方案。其中，云南省生物多样性优先保护区划分为6个一级优先区域和18个二级优先区域，涉及16个州、市101个县、市、区，总面积约9.5万km²，占云南国土面积的23.8%。

工程建设区不涉及“云南省行动计划”所划定的生物多样性优先保护区，工程建设对云南省生物多样性优先保护区无影响。工程受水区范围内，仅红河州个旧市境内部分受水区涉及云南南部边缘热带雨林区（一级优先区域）的红河湿润雨林区（二级优先区域），其余受水区均不涉及生物多样性优先保护区。工程实施后，可优化区域水资源配置格局、有效改善受水区缺水状况，并恢复部分水库及下游河流生态用水，有利于受水区涉及的优先保护区的生物多样性保护和发展。

同时，滇池、杞麓湖、异龙湖等3个湖泊是“行动计划”所划定的滇中高原湖泊优先保护区，工程运营后，滇池、杞麓湖、异龙湖等3个湖泊作为受水湖泊，其水资源量、水环境和水景观将得到改善，有利于3个滇中高原湖泊区的保护。

(3)《云南省生物多样性保护条例》(2018年)

在《云南省生物多样性保护条例》(2018年)中，有关规定如下：

第二十八条 省人民政府应当按照权限和程序划定生物多样性保护优先区域、生态保护红线，并向社会公布。

生物多样性保护优先区域、生态保护红线的调整应当以加强保护为目的，并按规定报批。

第二十九条 新建、改建、扩建建设项目以及开发自然资源，应当依法开展环境影响评价。对可能造成重要生态系统破坏、损害重要物种及其栖息地和生境的，应当制定专项保护、恢复和补偿方案，纳入环境影响评价。

在生物多样性保护优先区域的建设项目以及自然资源开发，应当评价对生物多样性的影响，并作为环境影响评价的重要组成部分。

(4) 与生物多样性保护相关战略计划和法规符合性分析

根据《中国生物多样性保护战略与行动计划（2011-2030年）》、《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030年）》进行分析比较，工程建设区不涉及国家级和云南省级生物多样性保护优先区域，工程受水区所在的17个县（区、市）中，仅有1个县（区、市）的部分受水区涉及生物多样性保护优先区域，同时滇池、杞麓湖、异龙湖等3个湖泊作为受水湖泊，也是云南省滇中高原湖泊优先保护区，工程实施对这些受水区涉及的优先保护区域存在有利影响。此外，本次环评编制了陆生生态影响评价专题报告作为子专题，重点开展了对生物多样性的影响评价，并在报告中提出了针对生态影响的减免、恢复和补偿措施，在严格落实各项措施的前提下，可有效减免对评价区生态环境和生物多样性的不利影响。

因此，工程与云南省生物多样性保护战略计划和法规是相符合的。

3.2 工程方案的环境合理性分析

3.2.1 工程选址的环境合理性

3.2.1.1 调蓄工程方案比选

调蓄工程包括昆明段大箐、黄坡2座水库的扩建工程，以及红河段大唐、杨柳田2座新建水库工程。主体工程对大箐水库坝址进行了方案比选，对扩建黄坡水库和新建大唐水库工程进行了坝型比选，对杨柳田水库进行了大、小库盆方案比选，如表3.2.1-1。

表 3.2.1-1 调蓄工程方案比选评价

工程名称	分段	比选名称	比选方案			主体工程结论	环境影响评价结论
			方案 1	方案 2	方案 3		
调蓄工程	昆明段	大箐水库坝址比选	大箐坝址	九度箐坝址		推荐方案 1	方案 1 环境影响小，同意主体推荐方案
		大箐水库坝型比选	混凝土面板堆石坝	沥青心墙堆石坝		推荐方案 1	两方案对环境影响相差不大，同意主体将方案 2 作为推荐方案
		黄坡水库坝址比选	坝址为唯一性，无比选方案				
		黄坡水库坝型比选	粘土心墙风化料坝	沥青混凝土心墙风化料坝	粘土斜墙风化料坝	推荐方案 1	三方案对环境影响相差不大，同意主体将方案 1 作为推荐方案
	红河段	大唐水库坝址比选	坝址为唯一性，无比选方案				
		大唐水库坝型比选	粘土心墙石渣坝	沥青混凝土心墙石渣坝		推荐方案 1	两方案对环境影响相差不大，同意主体将方案 1 作为推荐方案
		分水枢纽（杨柳田水库）库盆比选	方案一（小库盆）	方案二（大库盆）		推荐方案 1	方案 1 环境影响小，同意主体推荐方案

以下针对环保问题较为敏感的大箐水库坝址比选和分水枢纽（杨柳田水库）库盆比选进行详细分析。

(1) 大箐水库、九度箐水库方案比选

根据主体资料，本阶段选择原大箐水库拦河坝至下游约 600m 范围内的改扩建大箐水库方案和九度村上游 0.6km~1.3km 范围内的新建九度箐水库方案进行比选工作，用以增加安宁地区调节库容。在河段内，两方案所处的大箐沟和九度箐沟总体流向总体为由西向东，九度箐坝址位于原大箐水库拦河坝西南侧，直线距离约 3.6km,见图 3.2.1-1，比选详见表 3.2.1-2。

表 3.2.1-2 大箐水库、九度箐水库方案比选

比选内容	大箐水库方案	九度箐水库方案
水库规模	总库容 1749 万 m ³ ，兴利库容 1567 万 m ³ ，坝高 69m	总库容 1577.2 万 m ³ ，兴利库容 1334 万 m ³ ，坝高 72m
地形地质条件	“V”形河谷，左岸稍缓，原已建有小（1）型水库（总库容 273 万 m ³ ，坝高 28.7m）。枢纽区下伏板岩，河床部位有小规模断层发育，存在绕坝基渗漏问题，可通过工程措施处理，处理难度不大	“V”形河谷，两岸山体陡峻，坝基为板岩。枢纽区下伏板岩，河床坝基有规模较大的陡倾断层发育，存在绕坝基渗漏问题，可通过工程措施处理，处理难度较大
成库条件	库区内无可溶岩和较大规模断裂发育，向低邻谷渗漏可能性小，成库条件好	库区内无可溶岩、但有较大规模断裂发育，断裂未沟通低邻谷，向低邻谷渗漏可能性小，成库条

		件好
移民征占地	无搬迁移民，主要占地为林地，在原有大箐水库基础上扩建，水库淹没面积 1150 亩，调蓄供水线路长 6.7km	水库淹没后涉及居民点搬迁，主要占地为林地和耕地，需新建道路、电力和通信等专项设施，新增淹没面积 1200 亩，调蓄供水线路长 9.9km
工程布置	枢纽布置无制约因素，坝轴线稍长，坝高稍低，为中坝，溢洪道较长，输水放空洞较短，至白土泵站输水线路较短	枢纽布置无制约因素，坝轴线较短，坝高稍高，为高坝，溢洪道稍短，输水放空洞较长，至白土泵站输水线路较长
施工条件	周边渣场、料场位置较近，离村庄有一定距离且枢纽区附近便于布置施工场地，至原坝址道路通畅，方便施工，利用原坝体作为上游围堰	周边渣场、料场位置稍远，施工场地可就近布置，至原坝址道路通畅，方便施工；需新建上游围堰
扰动地表面积	51.39hm ² （枢纽和淹没区）	74.06hm ² （枢纽和淹没区）
环境敏感区	不涉及环境敏感区，涉及生态保护红线面积约 50.5hm ²	不涉及环境敏感区，涉及生态保护红线面积约 40.0hm ²
陆生生态	植被主要有半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林，动物种类以常见小型哺乳类和鸟类为主，有部分水鸟类栖息	植被主要有半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林，动物种类以常见小型哺乳动物和林栖鸟类为主
对下游影响	控制径流面积小，扩建不会加大拦蓄水量，对下游王家滩水库蓄水影响很小	控制径流面积较大，新建后将对下游王家滩水库蓄水产生较大影响
工程投资	为改扩建工程，投资估算约 5.6 亿元	为新建工程，投资估算约 6.6 亿元



图 3.2.1-1 大箐水库、九度箐水库比选方案示意图

根据上表分析可知，大箐水库为改扩建工程，工程建设不涉及搬迁移民，扰动地表面积 51.39hm²，主要为林地，由半湿润常绿阔叶林和暖温性针叶林等植被类型组成，水库扩建对动物和鸟类影响相对较小；工程涉及金沙江干热河谷及山原水土保持类型生态保护红线面积约 50.5hm²，较九度箐水库偏大；调蓄供水线路 6.7km，线路短，导致地表扰动面积和水土流失面积小；对下游王家滩水库影响小。

九度箐水库为新建工程，涉及搬迁移民，淹没人口 24 户，扰动地表面积 74.06hm²，土地性质为林地和耕地，由半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林和水田等植被类型组成，影响面积较大，对陆生生态影响也相对更大，工程涉及金沙江干热河谷及山原水土保持类型生态保护红线面积约 40.0hm²；调蓄供水线路 9.9km，线路较长，导致地表扰动面积、水土流失面积大；对下游王家滩水库影响也较大。综合而言，两方案均涉及部分生态保护红线，但大箐水库改扩建工程对生态环境、下游水资源利用对象、水土保持的影响相对较小，不涉及搬迁问题。主体推荐的大箐水库方案在环境上是合理的。

(2) 分水枢纽（杨柳田）库盆比选

分水枢纽（杨柳田）库盆比选拟定了 2 个方案：小库盆方案（方案一）和大库盆方案（方案二）。小库盆方案为水深与基础承载力基本相适应的方案，大库盆方案为用地可行的前提下水库面积最大的方案，如图 3.2.1-2，方案比选，详见表 3.2.1-3。

表 3.2.1-3 库盆方案一和方案二比较

比选内容	方案一（小库盆方案）	方案二（大库盆方案）
工程布置	方案一库水位 1384.00m，水库整体呈现“葫芦”形，西部地势较高，利用山体挡水，东部地势较低，采取建坝挡水。水库水面面积 609175 m ² ，南北向最大宽度 1160m，东西向最大宽度 1605m，平均水深 22.0m，最大水深 30.8m。大坝为分区土坝，坝顶高程 1387.80m，坝轴线长 2160m，最大坝高 45.8m	方案二库水位 1379.00m，总体布置于库盆方案一相比方案差别不大，水库水面面积 736122 m ² ，南北向最大宽度 1705m，东西向最大宽度 845m，平均水深 17.5m，最大水深 25.8m。大坝为分区土坝，坝顶高程 1382.80m，坝轴线长 2564m，最大坝高 40.8m

占地面积	140.93hm ²	157.80hm ²
环境敏感区	两方案均不涉及环境敏感区及生态保护红线	
水面面积	609175m ²	736122m ²
陆生生态	破坏人工植被面积 22.25hm ² ，主要为人工林、耕地及少量荒草地，动物资源相对匮乏，以常见鸟类为主	破坏人工植被面积 24.71hm ² ，主要为人工林、耕地及少量荒草地，动物资源相对匮乏，以常见鸟类为主
工程投资	8.48 亿元	9.44 亿元

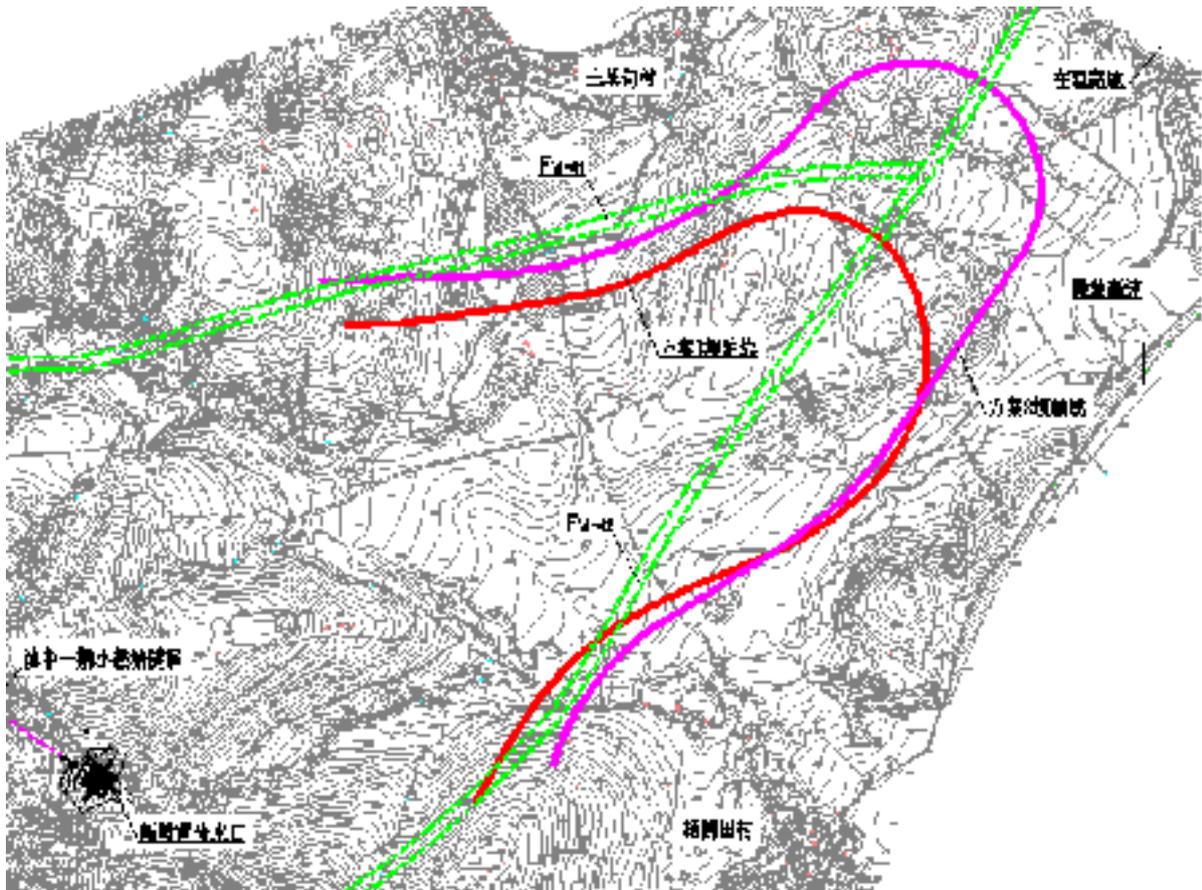


图 3.2.1-2 分水枢纽（杨柳田）库盆比选示意图

杨柳田水库为半挖半填水库。方案一、方案二工程布置相差不大，但方案一占地面积略小，由此造成的水土流失影响较小，毁坏植被面积少，略优于方案二。从环境保护角度分析，主体选定方案一作为分水枢纽（杨柳田）的推荐方案是合理的。

3.2.1.2 输水线路工程方案比选

可研阶段，工程主体专业针对二期工程线路进行了多方案的详细比选工作，从地形地质条件、工程布置、施工条件、移民占地、环境影响评价、

水土保持、工程量及投资等专业对各级支渠进行输水方式比选。本节针对环保问题较为敏感的巍山干线骨干工程、凤屯分水口至吕合镇段线路、大黑箐隧洞、红塔干线 4 条线路进行详细分析，如表 3.2.1-4。

表 3.2.1-4 输水线路方案比选评价表

工程名称	分段	比选名称	比选方案			主体推荐方案	环境影响评价结论
			方案 1	方案 2	方案 3		
输水工程	大理段	巍山干线骨干工程	方案一	方案二		方案 2	同意主体推荐方案
	楚雄段	凤屯分水口至吕合镇段线路	紫甸河东线	沿紫甸河布置	紫甸河西线方案	方案 2	同意主体推荐方案
	昆明市	大黑箐隧洞口方案	方案 1	方案 2		方案 2	同意主体推荐方案
	玉溪段	红塔干线阿斗村分水口至北市区水厂段	北线方案	中线方案	南线方案	方案 1	同意主体推荐方案

(1) 巍山干线骨干工程方案比选评价

巍山干线（骨干段）起点为麻栗园南分水口，终点为二期配套工程毗雄河倒虹吸进口。前段由于山体阻隔，无法布置渠道，只能采用隧洞穿越，隧洞之后布置输水渠道至毗雄河倒虹吸进口（二期配套工程）。根据隧洞出口的地形地质条件，结合二期配套工程毗雄河倒虹吸建筑物的衔接布置，分别在巴冲箐水库上游及水茂坪村附近的竹撒拉箐选择了适当位置作为雪峰山隧洞出口，并随之布置相应的渠线，选择了两条线路进行比较，分别为方案一和方案二。

1) 方案一

进口位于滇中引水总干渠的麻栗园南分水口，出口位于弥渡县境内水茂坪村附近，洞线经祥云三水厂、祥云驻军部队、土泥哨、竹子箐尾矿库，从小官村水库下游约 710m 处穿过。隧洞出口输水渠道采用箱涵和短隧洞相结合的形式，在大坝水库和巴冲箐水库东边由北向南布置。线路总长 15.68km，其中：雪峰山隧洞长 11.7km，五家村隧洞长 334m，大坝隧洞长 472m，箱涵段长 3174m。

2) 方案二

进口位于滇中引水总干渠的麻栗园南分水口，出口位于弥渡县境内巴冲箐水库上游，轴线总体由东北向西南延伸，隧洞沿线无村庄、距小官水库大坝约 1.47km、距土泥哨村和部队驻地 1.10km。隧洞出口后沿等高线布置输水箱涵至配套工程毗雄河倒虹吸进口。线路总长 14.635km，其中：雪峰山隧洞长 13.476km，箱涵段长 1.159km。雪峰山隧洞由进口段和洞身段组成，其中洞身段长度 13.454km。另外根据施工需要结合地形布置了两个施工支洞，1#施工支洞出口位于小官村水库下游右岸坡脚，在 WS4+302 处与巍山干线交汇。2#施工支洞出口位于桑木箐右岸，在 WS9+002 处与巍山干线交汇。

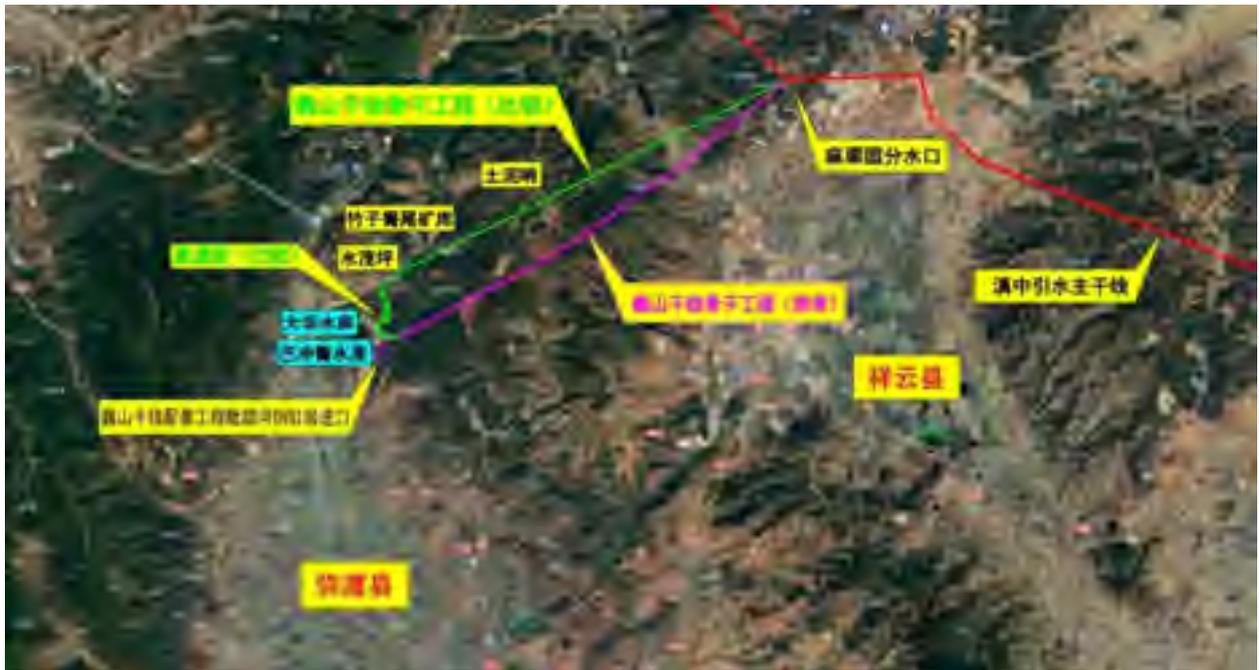


图 3.2.1-3 雪峰山隧洞比选方案示意图

表 3.2.1-5 雪峰山隧洞输水线路比选

比选内容	方案一	方案二
长度	15.68km	14.635km
工程布置条件	该方案从麻栗园分水口取水，至巍山干线配套工程毗雄河倒虹吸进口结束。主要建筑物包括雪峰山隧洞和箱涵段、五家村隧洞、大坝隧洞	该方案从麻栗园分水口取水，至巍山干线配套工程毗雄河倒虹吸进口结束。主要建筑物包括雪峰山隧洞和箱涵段
地质条件	雪峰山隧洞可能会加剧土泥哨村一带地下水位下降。尾矿库的污水下渗对水质存在较大风险	/

建设征地	征地主要范围为水田、旱地、园地、山坡坡地、林地，无法避开重要的军事设施，存在重要的敏感对象	征地主要范围为山坡坡地、林地，避开部分重要的军事设施，无重要的敏感对象
生态敏感区	涉及弥渡东山国家森林公园，隧洞出口及箱涵段 3147m 涉及国家森林公园，占地面积大	涉及弥渡东山国家森林公园，隧洞出口及箱涵段 1159m 涉及国家森林公园，占地面积小
陆生生态	箱涵占用林地主要为暖温性针叶林，动植物资源为常见种类，箱涵占地面积约 5.04hm ² ，对植被及动物栖息生境破坏相对较大	箱涵占用林地主要为暖温性针叶林，动植物资源为常见种类，箱涵占地面积约 1.85hm ² ，对植被及动物栖息生境破坏相对较小
生态保护红线	雪峰山隧洞出口段涉及云南省生态保护红线划定区域	不涉及云南省生态保护红线划定区域
水土保持	线路较长，线路区地表扰动面积和水土流失面积较大	线路较短，线路区地表扰动面积和水土流失面积较小
工程投资	约 47703 万元	约 48831 万元

从环境角度分析，两方案均涉及弥渡东山国家森林公园，方案二涉及国家森林公园的箱涵段长度更小，从而对森林公园地表植被的影响也更轻，方案二输水线路已列入东山国家森林公园总体规划中。方案一（比较方案）从土泥哨村庄、部队及竹子箐尾矿库正下方穿过，对土泥哨地下水和部队地下设施造成影响的可能性大，尾矿库的污水下渗对水质存在较大风险。出口附近存在水茂坪、五家村等村庄，群众协调难度大，工程布置及施工存在社会风险问题，方案一线路长，占地面积大，对陆生生态影响也相对较大，且涉及云南省生态保护红线划定区域。而方案二已远离土泥哨村庄、部队，对其地下水及地下设施造成影响的可能性较小，且避免尾矿库对水质污染的风险，避开云南省生态保护红线划定区域。综上，将方案二作为推荐方案在环境上是合理的。

（2）凤屯分水口至吕合镇段线路方案比选评价

吕合镇位于凤屯分水口正南侧约 14.5km，地面高程约 1850m。柳家村分水口、凤屯分水口、吕合镇之间组成的三角地带为高山峻岭，海拔高程在 2000m~2300m，紫甸河东侧地形高程在 2000m 以上，村庄大部分集中在此区域。因此，凤屯分水口到吕合镇之间布置三条线路比选，分别为紫甸河东线方案、沿紫甸河布置方案、紫甸河西线方案，如图 3.2.1-4。方案

比选详见表 3.2.1-6。

1) 紫甸河东线方案

从凤屯分水口分水后沿紫甸河左岸布置到达赵山村附近，再折向东从九龙甸水库北侧沿官田、小冲、柳树箐进行布置，再向南折向松厂，后沿沟谷布置到紫甸河边，然后到达在建吕合水厂。布设 3 条隧洞，长 3.78km；倒虹吸 4 条，长 11.6km。

2) 沿紫甸河布置方案

从凤屯分水口出来后，线路沿紫甸河河边布置，考虑到九龙甸水库回水影响，在杨凹子村附近线路沿紫甸河右岸回水高程线以上布到达距思茅里村西侧 600m，通过隧洞跨越九龙甸水库坝址区，出洞后到达紫甸河边，然后再顺河左岸布置到达吕合镇水厂附近。布设有 3 条倒虹吸，长 9.4km；1 条隧洞，长 1.8km；1 条箱涵，长 0.6km。

3) 紫甸河西线方案

从凤屯分水口分水后，跨过紫甸河从金竹林、直长冲、瓦窑上西侧进行布置，最后到达在建吕合水厂。布设有 5 条倒虹吸，长 4.1km；4 条隧洞，长 5.7km。

表 3.2.1-6 凤屯分水口至吕合镇段线路比选

比选内容	紫甸河东线方案	沿紫甸河布置方案	紫甸河西线方案
线路总长	15.4km	11.8km	9.8km
工程布置及施工征地	沿线村庄多，临时、永久占用耕地较多，线路布置存在拆迁，人员安置等问题	线路沿河边布置，采用埋管设计，大部分为临时占地，多为滩地	线路和村庄交叉少，永久、临时占地小
涉及水源保护区情况	输水线路涉及二级保护区和准保护区	输水线路涉及二级保护区和准保护区	输水线路涉及一级保护区、二级保护区和准保护区
陆生生态	占地区主要为暖温性针叶林，工程占地面积最大，约 28.56 hm ² 对陆生生态影响最大	占地区主要为稀树灌木草丛，工程占地面积最小，约 20.33 hm ² ，对陆生生态影响最小	占地区主要为暖温性针叶林和人工林，占地面积 21.63hm ²
占用生态保护红线面积	15.74 hm ²	12.85 hm ²	未核查

比选内容	紫甸河东线方案	沿紫甸河布置方案	紫甸河西线方案
线路总长	15.4km	11.8km	9.8km
扰动地表面积	43.75 hm ²	38.96 hm ²	35.34 hm ²
损毁植被面积	28.56 hm ²	20.33 hm ²	21.63 hm ²
工程投资	3.8 亿元	2.37 亿元	2.38 亿元



图 3.2.1-4 凤屯分水口至吕合镇段线路比选方案示意图

从环境保持角度分析，三个方案均涉及九龙甸水库水源保护区，但西线方案线路涉及水源保护区一级区，工程建设可能对水源保护区水质造成一定影响；东线方案对地表扰动面积大，涉及拆迁问题，也将对线路两侧村庄产生大气、噪声的影响，东线方案占用哀牢山-无量山山地生物多样性维护与水土保持类型生态保护红线面积 15.74hm²，大于沿紫甸河布置方案的 12.85hm²，沿紫甸河布置方案线路扰动地表面积小，占地以临时占地为

主，多为滩地，对暖温性针叶林和陆生脊椎动物的影响最小，对生态环境的影响也较小。综合以上分析，将沿紫甸河布置方案作为推荐方案在环境上是合理的。

(3) 大黑箐隧洞方案比选

根据《滇中引水工程可行性研究报告》、《滇中引水工程利用滇池专题研究报告》及《利用滇池专题研究补充报告》相关评估意见，为实现滇池与滇中引水总干渠的连通，需从滇池南端布置一条输水线路，即大黑箐隧洞，连接至玉溪段小扑隧洞。主体对两个取水口方案进行比选，如图 3.2.1-5。



图 3.2.1-5 大黑箐隧洞进口比选方案示意图

1) 方案一

大黑箐隧洞全长 9.697km，隧洞设计引水流量 40m³/s，进口位于昆明市滇池南端晋宁县上蒜镇，进口靠上蒜镇一侧，末端位于晋宁县上蒜镇李官营村，隧洞末端与小扑隧洞 YH9+403.349 位置相交，交点位置小扑隧洞底板高程 1873.018m。

2) 方案二

大黑箐隧洞全长 9.839km，隧洞设计引水流量 40m³/s，进口位于昆明市滇池南端晋宁县上蒜镇，进口靠晋宁城区一侧，末端位于晋宁县上蒜镇李官营村，隧洞末端与小扑隧洞 YH9+409.636 位置相交，交点位置小扑隧洞底板高程 1873.018m。

表 3.2.1-7 大黑箐隧洞口比选

比选内容	方案一	方案二
线路总长	9.697km	9.839km
工程布置	工程需在滇池湖泊内修建挡水围堰	工程不涉及滇池水域
工程占地	36.6 hm ²	34.59 hm ²
扰动地表面积	36.93 hm ²	37.46 hm ²
生态敏感区	涉及南滇池国家湿地公园保育区，涉及面积 2.03hm ²	涉及南滇池国家湿地公园合理利用区，涉及面积 0.8416hm ²
生态环境	涉及滇池水域，将对滇池鱼类及水生生态造成一定影响，工程占地区主要为暖温性针叶林和半湿润常绿阔叶林，以常见动植物种类为主	不涉及滇池水域，施工不会对滇池鱼类及水生生态造成影响，工程占地区主要为暖温性针叶林和半湿润常绿阔叶林，以常见动植物种类为主
滇池分级保护范围	涉及滇池一级保护区（水域、陆域）2.74hm ² 、二级保护区和三级保护区	涉及滇池一级保护区 1.49hm ² （陆域）、二级保护区和三级保护区
工程投资	7.43 亿元	8.59 亿元

从环境角度分析，大黑箐隧洞两个方案的取水口均涉及云南晋宁南滇池国家湿地公园，方案一需要在滇池内修建挡水围堰，工程施工将对滇池水生生态造成不利影响，但方案二选址避开了国家湿地公园的保育区，不涉及滇池水面，工程占地仅涉及湿地公园的合理利用区；方案二涉及滇池分级保护范围的一级区范围小，仅涉及陆域范围，显著减轻了施工期对滇池水质及滇池水生态系统的影响，两方案对陆生生态影响相差不大。综

上，将方案二作为推荐方案在环境上是合理的。

(4) 红塔干线阿斗村分水口至北市区水厂段

红塔干线从主干线阿斗村分水口至北市区水厂附近的输水线路沿线无受水点，由于项目区周边大范围内分布有红塔市级自然保护区，中线方案董炳隧洞出口位于保护区范围内，本着优先避让自然保护区的原则，环评项目组与主体专业结合地形条件及保护区范围，初拟了北线方案和南线 2 个方案来进行比较，如图 3.2.1-6。

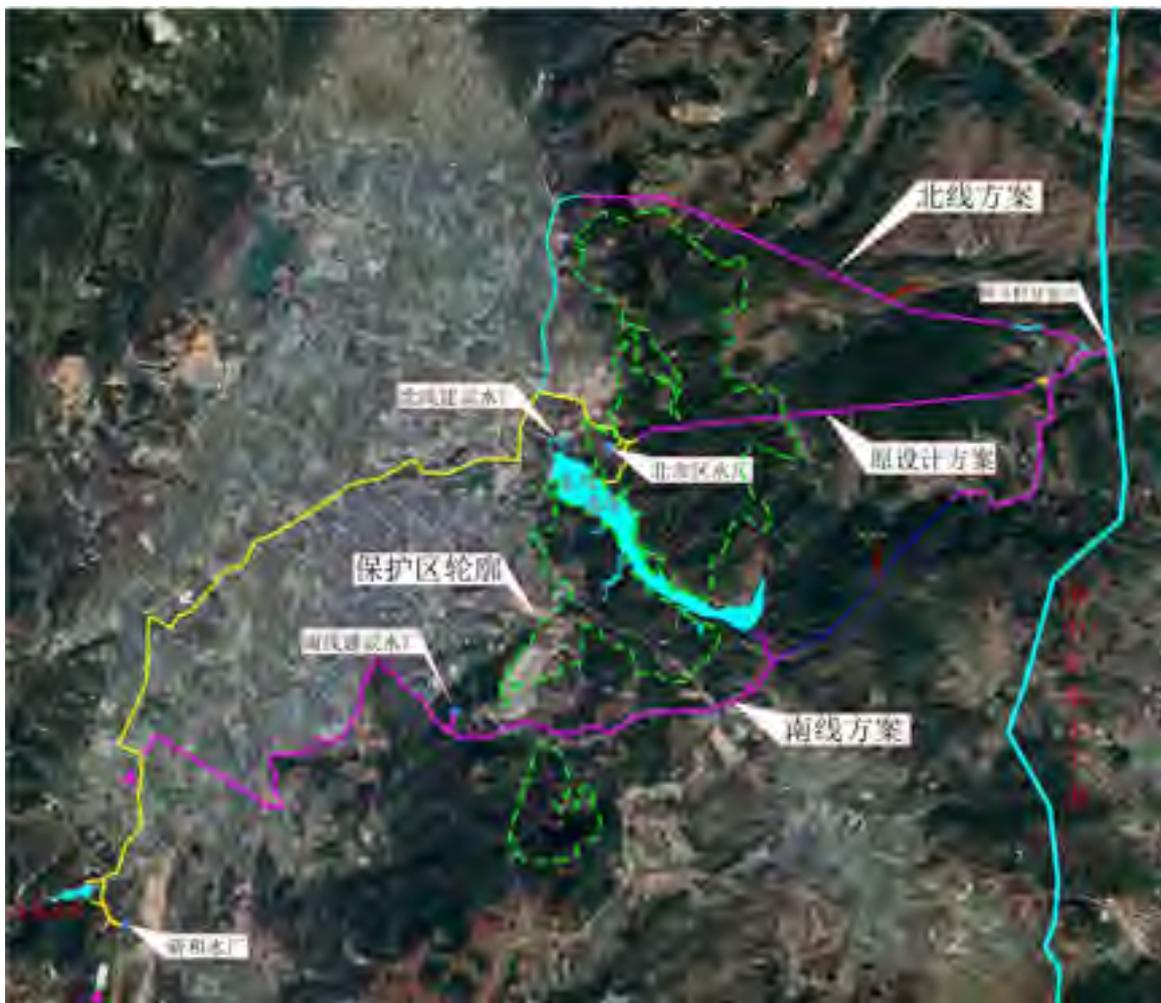


图 3.2.1-6 红塔干线南、北线路比选方案示意图

1) 北线方案

线路从阿斗村分水口分水后沿小麦田河向西布置 0.806km 长中村倒虹吸，后布置 0.9km 长中村隧洞通过中村北面上体，出洞后向西布置董炳河

倒虹吸穿过董炳河，然后向西北方向布置约 9.79km 长的董炳隧洞从红塔自然保护区北面绕过自然保护区，出洞布置管道下至红龙路，后转向南沿红龙路布置，在红龙路与玉河路交叉口向西总体沿玉溪大河边布置，线路在映月潭公园附近向南沿大密罗路布置，在蔡官屯附近向东转向田间并沿迷罗沟继续向南布置至凤凰水库大坝下游，并从晋红高速高架桥下穿过后沿乡村道路进入凤凰水库东南方向的研和水厂。北线方案干线输水线路全长 35.56km，由 2 条隧洞、2 座倒虹吸、4 段输水管道组成。

2) 南线方案

输水线路从阿斗村分水口采用管道沿董炳河布置，在张家庄附近向西南方向布置约 5.6km 输水隧洞，隧洞出口向西布置输水管道，沿途经过河口、哨河村，在郭家山附近沿东风大沟布置，在梁王坝村附近转向西北，沿 118 乡道布置至蔡官屯附近，其后线路与北线方案相同。南线方案干线输水线路全长 34.444km，由 1 条隧洞、5 段输水管道组成。

表 3.2.1-8 红塔干线南、北线路方案比选

对比方案	北线方案	南线方案
线路总长	37645m	47107m
工程布置	前段以无压隧洞为主，后段从城区沿玉溪大河及田间布置。沿线布置两条隧洞，其余均采用管道输水。施工沿线大部分地形平缓，交通方便，施工道路均为临时占用，施工区总体地形坡度较缓，方便大型机械作业施工	线路以有压管道为主，先后沿小麦田河、董炳河、沙坝河布置，沿线地势平缓，但沿途有多个村庄，且沿线多为农田，线路较长。线路后段为无压隧洞，需布置 1 条施工支洞
环境敏感区	董炳隧洞约 575m 下穿九龙池省级风景区白龙潭景区，景区内无征地，隧洞进出口不涉及风景名胜区	不涉及风景名胜区
东风水库水源保护区	隧洞、施工支洞和倒虹吸涉及玉溪市东风水库饮用水源地二级保护区和准保护区	隧洞下穿玉溪市东风水库饮用水源地一级保护区和二级保护区，隧洞进口位于二级保护区内，隧洞出口位于一级保护区内，输水管道置于玉溪市东风水库饮用水源地二级保护区内
大气、声环境敏感点	输水管道周边 200m 范围无大气、声环境敏感点	输水管道 200 范围内有中村、董炳村、三家、哨河村、上灵秀村等大气、声环境敏感点
陆生生态	植被主要为暖温性针叶林、人工林，动植物资源以常见种类为主	植被主要有暖温性针叶林、暖温性灌丛、人工林，动植物资源以常见种类为主
扰动地表面积	24.97hm ² ，沿线最大程度避开基本农田和公益林和东风水库二级保护区	40.0 hm ² ，沿线涉及基本农田、公益林和东风水库二级保护区
工程投资	7.21 亿元	8.25 亿元

从环境保护角度分析，南线方案不涉及玉溪九龙池省级风景名胜区，选址略优，但南线方案隧洞出口涉及东风水库水源保护区一级区，隧洞出口建设对水源保护区的影响较北线方案大；南线方案涉及多个大气、声环境敏感点，工程占地和扰动地表面积均大于北线方案，对自然植被和动物的影响也相对较大。北线方案虽涉及玉溪九龙池省级风景名胜区，但工程采用无害化的隧洞方式下穿景区，风景区内无征地，隧洞进出口距风景区较远，不会影响到隧洞上方的景观及景点。总体而言，工程选址选线优先避让红塔山自然保护区，在对水源保护区、大气、声环境和生态环境的影响上优于南线方案，因此，将北线方案作为推荐方案基本上是合理的。

3.2.1.3 工程选址选线避让环境敏感区

环评项目组全程参与了二期骨干工程可行性研究的报告编制过程。分别于2019年6月、2019年8月、2019年12月、2020年2月、2020年10月对工程涉及环境敏感区事宜多次与水工、施工、地质、占地、水土保持等专业进行了对接，对工程线路和施工布置进行了多次调整优化。可研报告编制过程中，工程选址选线避让红塔山市级自然保护区、避让云南晋宁南滇池国家湿地公园保育区、取消布置于弥渡东山国家森林公园内的弃渣场及生产生活区。优化工程布置避让环境敏感区情况见下表。

表 3.2.1-9 工程选址避让生态敏感区一览表

序号	敏感区	可研编制过程工程总体布置	环评建议优化调整后情况
1	红塔山市级自然保护区	董炳隧洞约 3.35km 下穿自然保护区，东风水库分水口、东风水库抽水管约 1.3km、北市区水厂分水口位于保护区内	为避免涉及保护区，增加南线和北线方案进行比选，通过论证，选择北线方案避让了红塔山市级自然保护区
2	云南晋宁南滇池国家湿地公园	取水口及施工围堰布置于国家湿地公园保育区	为避免涉及湿地公园保育区，将取水口缩至滇池岸边，避免共直接涉水
3	弥渡东山国家森林公园	巍山干线 4# 生产生活区；东福村弃渣场位于东山国家森林公园范围内	通过与水保专业沟通，优化和调整弃渣场，将弃渣场调整出国家森林公园范围；通过与施工专业沟通协调，优化生产生活区，避让国家森林公园，调整后，无临时设施布置于国家森林公园范围内

3.2.1.4 工程选址选线避让生态保护红线

根据云南省生态保护红线划定成果（公开版）查询结果，工程永久占地涉及生态保护红线面积 72.7350hm²，按规定进行不可避让性论证后，取得云南省人民政府意见。

临时占地涉及生态保护红线 30.6940 公顷。在分析临时占地工程类别后，项目组协同设计单位对工程临时占地进一步优化调整，将生产生活区、弃渣场、料场、部分临时道路等临时设施调出生态保护红线（公开版及封库版）范围，避让后减少占用生态保护红线的工程 7 项，减少占用生态保护红线 14.4359 hm²。其余临时工程伴随主体线路布设，无法完全避让生态保护红线，优化调整后工程临时占用生态保护红线面积为 16.2581hm²，详见表 3.2.1-10:

表 3.2.1-10 工程临时占地避让生态保护红线（公开版）一览表

建筑物名称		征地区	类别	占用保护红线面积 (hm ²)		优化方式
				优化前	优化后	
双柏干线	九龙甸输水管	九龙甸管道	水土保持	1.2947	1.2947	
	九龙甸输水管	习嘴子生产生活区	生物多样性维护、水土保持	0.9046	/	调整至保护红线外
	九龙甸输水管	进场道路	生物多样性维护、水土保持	0.7819	/	调整至保护红线外
红塔干线	董炳隧洞	进场道路	水源涵养	1.3920	1.3920	
		埋管占地	水源涵养	0.5458	0.5458	
		弃渣场	水土保持	0.2699	/	渣场调整至保护红线外
		生产生活区	水源涵养	0.5189	/	调整至保护红线外
		施工平台	水源涵养	0.1661	0.1661	
石屏干线	白花龙倒虹吸施工平台	白花龙倒虹吸	水源涵养	0.2213	0.2213	
石屏干线	4#生产生活区	金山坡隧洞	水源涵养	1.1440	/	调整至保护红线外
石屏干线	场内道路	金山坡隧洞	水源涵养	16.4173	9.1728	优化部分道路，局部避让
石屏干线	金山坡 2#支洞口	金山坡隧洞	水源涵养	0.4047	0.4047	
石屏干线	金山坡支洞口	金山坡隧洞	水源涵养	1.8307	1.8307	
石屏干线	湾子寨弃渣场	金山坡隧洞	水源涵养	3.5720	/	调整至保护红线外

石屏干线	万家营入湖管道	金山坡隧洞	水源涵养	0.0413	0.0413	
安宁干线	安宁干线骨干	小律隧洞 2#施工支洞	水源涵养	0.2387	0.2387	
大黑箐隧洞	大黑箐隧洞	大黑箐隧洞	水土保持	0.9500	0.9500	
合计				30.6940	16.2581	

2019年8月，云南省自然资源厅和生态环境厅转发了《自然资源部办公厅生态环境部办公厅关于开展生态保护红线评估工作的函》（云自然资函〔2019〕226号），云南省开始开展生态保护红线的评估工作。各县市生态保护红线开展优化调整工作。调整过程中，项目组配合各州（市）滇中引水办公室，多次与自然资源局进行对接，不断优化设计方案。已将大部分涉及生态保护红线的工程调出优化后的生态保护红线范围。待生态红线的评估工作完成后，工程涉及生态保护红线面积将大幅度减少。

3.2.1.5 工程无法避让生态敏感区论证

二期骨干工程接一期工程总干渠分水口，布置涉及大理、楚雄、昆明、玉溪、红河5州（市），输水线路总长114.29km。评价区内分布的环境敏感区数量较多、分布较密集。环评项目组全程参与了可研阶段工程选址选线工作，输水线路布设尽量避让各类环境敏感区，但工程仍涉及到2个风景名胜區、1座国家森林公园、1座国家湿地公园以及4个饮用水源保护区。

（1）红塔干线董炳隧洞无法避让玉溪九龙池风景名胜区论证

输水线路从阿斗村分水口分水后为玉溪市红塔区进行供水，同时分水至峨山县。红塔干线董炳隧洞段南侧为红塔山自然保护区，从主干线阿斗村分水口至北市区水厂中间大范围内分布有红塔山自然保护区，因此结合地形条件及保护区范围，管线布置在不占用自然保护区的前提下，骨干工程董炳隧洞将不可避免的下穿风景名胜区一般景区，弃渣场等影响景观的施工临时设施均已调出风景区范围，不对风景区造成直接占地，把对生态景观影响降到了最小。

(2) 石屏干线无法避让石屏异龙湖风景名胜区论证

目前《石屏异龙湖风景名胜区总体规划》(2006-2020)尚未取得成果批复。异龙湖风景名胜区以汇水区为界,风景名胜区异龙湖片区以异龙湖为中心呈闭环状,而异龙湖作为滇中引水工程中的生态补水湖泊之一,工程将不可避免的涉及该风景名胜区。

(3) 巍山干线无法避让弥渡东山国家森林公园论证

巍山干线长 16567m,该方案从巴冲箐水库下游跨巴冲箐、毗雄河及弥渡县坝区,自东向西输水至弥渡新街镇的大横箐水厂,沿西山山脉而下,采用渠道及相应建筑物输水至骑马山隧洞进口。主要输水方式为渠道输水断面形式为全封闭的箱涵结构,渠道设计底坡为 1/1000,沿山体等高线布置。主要建筑物含倒虹吸 3 座,隧洞 5 座。

弥渡东山国家森林公园设立于弥渡和巍山之间,受地质和渠首高程影响,巍山干线不可避免的涉及弥渡东山国家森林公园。

(4) 大黑箐隧洞无法避让云南晋宁南滇池国家湿地公园论证

根据地形条件及现场调查,晋宁城区靠滇池边的坝区地面高程在 1890m 左右,仅比滇池死水位高 4.5m,且多为晋宁区的基本农田区,如从坝区侧布置输水线路,线路前段只能采用明渠或暗涵浅埋的方式通过,施工临时设施、道路布置困难。另外,由于坝区村庄分布较多,线路避让困难,同时线路还将浅埋穿越环湖南路、昆玉铁路、昆玉城际铁路、昆磨高速及多条乡村公路,公路、铁路交叉位置施工风险高,而晋宁城区与上蒜镇之间的鸽子湾附近地面建筑物较少,适宜布置取水口,且该区域地面高程相对较高,可以布置输水隧洞,进口段洞顶埋深在 40~50m,采用隧洞下穿的方式穿过各条公路、铁路,对地面建筑物交叉影响相对较小。

因此,结合地形地质条件,工程无太多比选余地,从湿地公园与滇池南端未来城交接位置设置取水口较为合适,地面各类设施影响最小。取水

口后接输水隧洞总体向南，然后在黄栗山村附近转向东南，沿途尽量避开村庄、水库及坝区浅埋段，在李官营村附近与输水干线相接。无论哪种选线均无法绕行避让云南晋宁南滇池国家湿地公园。

(5) 工程选址无法避让饮用水水源保护区论证

根据资料收集和初步分析，受骨干工程施工影响的水源保护区 4 处，包括楚雄市九龙甸水库、昆明柴河水库、玉溪东风水库、石屏县阿白冲水库饮用水水源地保护区。其中，九龙甸水库、阿白冲水库 2 处饮用水水源保护区为直接充蓄水库；玉溪东风水库为在线调节水库，现状河道及水利设施无法满足充蓄和调节功能，因此需要修建输水管渠才能满足功能要求，因此，对以上 3 座水库水源保护区工程具有不可避免性。工程还涉及柴河水库饮用水源保护区，根据双水源方案，为充分利用滇池充蓄能力和治理效率，拟在滇池南端大黑箐处取水，在总干渠李官营处接入总干渠，取水口底板高程为 1883.50m，隧洞进口底板高程 1880.994m，渠末底板高程 1873.018m，采用无压输水接入滇中引水总干渠。总干渠该海拔段处于柴河水库汇水区内，因此大黑箐隧洞不可避免的下穿柴河水库水源保护区二级区。

此外，工程选址选线不涉及其他环境敏感区，对于不可避免的环境敏感区在避让了核心保护区域后，符合相关法律法规和相关要求。针对工程占地涉及各环境敏感区已完成影响专题评价工作，主管部门已出具意见。

总体而言，工程建设对环境敏感区的影响总体是可以接受的。

3.2.1.6 施工布置合理性分析

(1) 弃渣场环境合理性分析

二期骨干工程弃渣总量 735.34 万 m^3 ，共布置弃渣场 21 个，渣场主要布设在各干线沿线及隧洞、支洞进出口附近的自然沟道内以及坡地等区域，

弃渣场类型主要以沟道型为主。

渣场的选择尽量避让了环境敏感区，生态保护红线、生态公益林及基本农田等区域，根据现场对各渣场的调查，渣场占地区内无保护植物分布，各渣场情况见附表。根据主体设计和水土保持设计，堆渣结束后，临时占用林地的，可采取植被恢复措施使生态得以恢复，临时占用的耕地、园地的，对堆渣平台采取复耕措施进行恢复耕地，堆渣边坡采取植被恢复措施。在采取措施后，对环境的影响有限。

按照《水利部水利水电规划设计总院关于加强水利水电工程水土保持方案编制与技术审查工作的通知》(水环总[2020]81号)及省级相关要求，21个弃渣场已得到各县(市、区)人民政府及其水利、自然资源、林草及生态环境等部门的确认。

综上所述，从环境角度而言，弃渣场的选择整体是合理的。

(2) 料场环境合理性分析

二期骨干工程共设置9个料场，选择外购砂石料场共7个，开采料场2个，即昆明段的黄坡料场和奔标山石料场。黄坡料场和奔标山石料场选址均不涉及自然保护区、风景名胜区以及水源保护区等环境敏感区，工程施工结束后及时封场，并根据原土地利用类型进行复耕或植被恢复，所选料场开采对环境的影响有限。因此，从环境角度而言，料场的选择是合理的。

(3) 施工生产生活区环境合理性分析

根据输水工程特点及工程条件，工程布置较为分散，施工区点多面广，根据施工需要，采取在输水线路箱涵、倒虹吸等线路附近、隧洞进出口工作面、施工支洞口布置生产生活区，生产生活区在避让基本农田、公益林、生态红线的前提下，以就近布置为原则，共布置施工生产生活区48处，根据核查，本工程生产生活区的选址不涉及自然保护区、风景名胜区等法律法规限制布置的区域，从环境角度而言，生产生活区的选址基本合理。

3.2.1.7 工程选址的环境合理性小结

工程在总干渠分水口布置的基础上，从地形地质条件、工程布置、施工条件、移民占地、环境影响评价、水土保持、工程量及投资等专业角度，对工程输水线路进行了多方案的详细比选工作。在选址选线过程中，以优先避让环境敏感区、尽量避开生态红线、生态公益林和基本农田，尽量减少移民和生产安置人口，减少工程区不利环境影响为原则开展工程设计。

经调查，输水线路沿受水区相对集中的区域布置，从而减轻了工程建设产生的地表扰动、植被破坏等不利环境影响；输水线路经过的区域的植物类型以次生性植被和人工农田植被为主，生态环境敏感性较低。同时，输水线路的选址选线过程中，充分考虑了与各县市现有渠线的衔接，尽量利用和改造现有渠线进行输水，避免了大量新建工程对生态环境的破坏。

工程选址选线尽可能避让了各类环境敏感区，但仍不可避免的涉及一些敏感区，目前已取得敏感区主管部门意见。经工程选址优化调整后，已避让法定禁止占用的自然保护区核心区、缓冲区等区域。从环境角度来看，在进一步做好保护措施的前提下，工程选址选线方案是合理的。

3.2.2 水资源配置方案合理性

二期工程水资源配置是在维持一期工程初设阶段确定的总干渠分水口门、水资源配置、分配水量及供水过程不变的基础上，进一步细化水资源配置分区，开展需水预测复核工作，根据滇中引水工程供水前水资源供需平衡分析，明确具体供水范围及对象，将滇中引水工程作为在建工程与本区水源联合供水，满足区域供水保障率要求和滇中引水工程检修、备用供水要求。

根据二期工程可研成果，2040年水资源配置方案为：2040年受水区需水量 66.37 亿 m^3 ，供水量 38.80 亿 m^3 ，缺水量 27.57 亿 m^3 。滇中调水后，受水区当地地表水供水量 34.63 亿 m^3 ，中水回用量 3.58 亿 m^3 ，地下水供水

量 0.59 亿 m^3 ，区外调水 25.26 亿 m^3 ，总供水量 64.05 亿 m^3 。2040 年当地水资源供水量占总供水量的 60%，外调水占 40%。城镇生活的供水保证率在 95%~100%之间，工业的供水保证率在 91%~100%之间，农业灌溉的供水保证率（不计未向农业供水的小区）在 75%~98%之间，农村生活的供水保证率在 95%~100%之间。

2030 年水资源配置方案为：2030 年受水区需水量 59.44 亿 m^3 ，供水量 36.85 亿 m^3 ，缺水量 22.58 亿 m^3 。滇中调水后，受水区当地地表水供水 33.87 亿 m^3 ，中水回用量 2.28 亿 m^3 ，地下水供水量 0.78 亿 m^3 ，区外调水 20.22 亿 m^3 ，总供水量 57.16 亿 m^3 。2030 年当地水资源供水量占总供水量的 64%，外调水占 36%。城镇生活的供水保证率在 95%~100%之间，工业的供水保证率在 95%~100%之间，农业灌溉的供水保证率（不计未向农业供水的小区）在 75%~95%之间，农村生活的供水保证率在 95%~100%之间。

同时利用干渠的富余输水能力补充湖泊环境用水，二期湖泊环境用水维持一期确定的补水量不变，2040 年向滇池、杞麓湖、异龙湖分别补充生态环境水量 5.31 亿 m^3 、0.65 亿 m^3 、0.37 亿 m^3 ，2030 年向滇池、杞麓湖、异龙湖分别补充生态环境水量 3.31 亿 m^3 、0.65 亿 m^3 、0.36 亿 m^3 。

二期工程在复核水资源配置时采用最新社会经济发展指标预测的需水量，根据《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程规划》、《云南省供水安全保障网规划》、《水利改革发展“十三五”规划》、《云南省水利发展规划（2016-2020 年）》、《长江经济带发展水利专项规划》等规划的大中型水利项目对受水区可供水量进行复核，同时从本区水资源挖潜利用、强化中水回用、严重输水损失方面对受水区当地水资源进行节约挖潜，最终来定受水区可供水量和缺水量，充分体现了节水优先、供需协调的原则。

二期工程水资源配置遵循“优水优用、高水高用”配置原则，主要调整如下：

(1) 根据一期、二期配水方案的调整内容对比，二期工程水资源配置时采用按照最新社会经济发展指标预测的需水量，对主体工程确定的各行业的供水量进行了必要的调整，其中城镇生活、农业供水量增加，工业供水量减少，但城镇生活和工业合计供水与总干渠分配供水总量和结构比例基本一致，且调整不占用河流下泄生态流量、湖泊生态补水量和过程，主要调整生产生活用水。

(2) 大理市受水小区主要用水对象位于洱海南岸，若从位于洱海东北岸的海东分水口取水，大理干线输水线路涉及洱海国家风景名胜区和苍山世界地质公园的要求，难以避让。经方案比选，确定大理市改从甸头分水口取水，海东分水口预留作为挖色、双廊水厂的分水口。调整后，大理干线工程建设不涉及环境敏感区。

(3) 为避免改扩建宾海大沟，将甸头分水口的部分水量输至麻栗园分水口再分出，利用海稍调蓄后向宾川、永胜供水，以减少改扩建工程新增环境影响。

(4) 为保障城镇供水的水质，麻栗园北分水口向永胜太阳平山的城镇生活和工业用水置换由本区的八湾水库供给，置换供水后滇中引水工程仅向永胜太阳平山的农业灌溉供水。

(5) 为利用拟建的小石门水库充蓄调节后向元谋西灌区供水，元谋元马受水小区部分水量由伍庄村分水口提前分出，同时按照“高水高配”的原则，将元谋元马 1500 万 m^3 水量置换后供牟定共和，伍庄村分水口调整为同时向牟定共和和元谋元马物茂片供水。

(6) 西山谷律的团结片城镇生活现状水源为箐门口水库上游的棋台河引水，区内无调蓄工程备用，考虑与安宁连通共用分水干渠，利用箐门口水库集中调蓄后供水，因此，螳螂川分水口增加向西山谷律团结片供水。

(7) 昆明四城区松华坝、云龙等骨干供水水源主要集中在盘龙江流域，

水量较丰沛，调蓄能力强，主城东片区和空港南片（属国家级滇中新区）水源仅有宝象河水库，水资源严重不足，调蓄能力严重不足，此外海口片城镇生活现状由地下水供水，规划水平年调整为滇中引水工程解决。因此，滇中引水工程向昆明四城区的供水应优先满足主城东片区和空港南片。经配置计算，减少龙泉分水口的水量 0.85 亿 m^3 ，其中 0.55 亿 m^3 由宝象河分水口分出供水，0.30 亿 m^3 调整至新庄分水口向海口片供水。

（8）在维持滇池生态补水总水量不变的前提下，增加呈贡分水口的补滇功能，通过洛龙河、捞鱼河向滇池生态补水。

（9）由于滇中引水工程为无调节引水工程，二期工程在进行水资源配置复核细化时，对在线或充蓄调节能力欠缺的片区优先配置滇中引水工程，以减少外调水量在输配水过程中的损失。2040 年当地水资源供水量占总供水量的 60%，外调水占 40%。2030 年当地水资源供水量占总供水量的 64%，外调水占 36%。

综上，二期工程在水资源配置过程中遵循总的原则不变，仅在一期的基础上进行了复核、细化、完善。水资源配置调整内容充分考虑了减少新增工程建设、节约水资源、避让环境敏感区等环境有利因素，二期工程在水资源配置时，所有已建或规划工程断面优先下泄生态流量，生态流量下泄标准与一期主体工程确定的标准一致：汛期生态流量为多年平均天然流量的 30%，枯期为多年平均天然流量的 10%。水资源配置调整不占用河流下泄生态流量、湖泊生态补水量和过程，主要调整生产生活用水。

因此，二期工程水资源配置方案环境合理。

3.2.3 二期工程分水口门及规模合理性

滇中引水工程根据引水工程规模，沿线设置分水口门向各个受水区供水。《滇中引水工程初步设计报告》中输水总干渠全线共布置分水口 28 个

(含龙庆隧洞预留的补滇口), 其中大理 I 段 1 个, 大理 II 段 5 个, 楚雄段 7 个, 昆明段 9 个, 玉溪段 3 个, 红河段 3 个。

二期工程可行性研究过程中, 在维持输水总干渠各分段设计流量和总引水规模不变的前提下, 根据社会经济发展布局的调整以及复核细化的水资源配置方案, 对各分水口的供水范围、供水对象、规模进行了复核细化和调整。调整后, 共布置分水口 31 个(含龙庆隧洞预留的补滇口), 其中大理 I 段 1 个, 大理 II 段 6 个, 楚雄段 7 个, 昆明段 11 个, 玉溪段 3 个, 红河段 3 个。

与一期工程初设阶段的分水口布局成果相比, 将下庄分水口复核细化为 2 个分水口, 将宝象河分水口复核细化为 3 个分水口(其中 2 个为补滇预留分水口), 调整 10 个分水口门的供水范围或供水对象, 调增甸头、麻栗园北、伍庄村、观音山、龙庆河、横冲、阿斗村等 7 个分水口门设计流量, 调整龙尾分水口的位置。二期工程分水口门调整的具体情况如下:

(1) 为了大理干线输水管线避让大理国家级风景名胜区和大理苍山世界地质公园, 大理市由甸头分水口改从甸头分水口取水, 原海东分水口作为预留分水口, 调增甸头分水口设计流量由 $7.5\text{m}^3/\text{s}$ 增加至 $9.0\text{m}^3/\text{s}$ 。调整后, 大理干线不涉及环境敏感区。

(2) 细化下庄分水口布置, 将下庄分水口细化为下庄东分水口和下庄西分水口, 能缩短输水线路 3.9km , 从而减少工程投资、环境影响。

(3) 在维持滇池生态补水总水量不变的前提下, 在盘龙江(自流)、宝象河(提水)补滇分水口的基础上, 将宝象河分水口细化为东白沙河(预留)、宝象河和马料河(预留) 3 个分水口, 分别通过东白沙河、马料河向滇池生态补水, 实现“多口补滇”, 兼顾入滇河流生态环境的改善。

(4) 对龙尾分水口位置进行优化, 将龙尾分水口位置由龙尾渡槽进口调整至小路南隧洞, 以便于龙尾分水口就近利用阿白冲水库充蓄调节, 可

减少输水线路长度 2.65km，从而减少工程投资、环境影响。

(5) 调整甸头、麻栗园北、伍庄村、观音山、龙庆河、横冲、阿斗村 7 个分水口流量。按照“高水高配”的原则，以及充分考虑了二期工程社会经济发展布局的调整，结合受水区各州（市）提出调整分水口门供水范围、位置和流量合理建议的基础上，对以上 7 个分水口供水范围、设计流量进行了调整。

综上，通过以上分水口门的优化，可以减少 6.55km 的线路布置，减少工程占地、施工带来的环境影响；避让了大理国家级风景名胜区和大理苍山世界地质公园 2 个环境敏感区；优化了向滇池生态补水的方式，实现“多口补滇”，兼顾入滇河流生态环境的改善，更有利于改善湖泊水环境；调增伍庄村分水口、龙庆河分水口等 7 个口门的设计流量，更是体现了优水优用、高水高用的原则。因此，二期工程对分水口门的优化更有利于实现滇中引水工程的生态效益。

3.2.4 受水区用水结构环境合理性

二期工程供水对象可分为生产生活用水、湖泊环境补水两大部分。其中，二期可研对湖泊环境补水量进行复核的结果为，维持一期确定的滇池、杞麓湖、异龙湖 3 个湖泊环境补水量，不进行调整，受退水区工程取水断面下游河流生态基流枯水期为多年平均径流量的 10%，丰水期为多年平均径流量的 30%，水资源配置时优先保障。

滇中引水二期工程可研阶段根据最新国民经济社会发展水平对需水量进行了复核。滇中受水区现状年需水量中，以农业灌溉需水为主，占滇中受水区总需水量的 61.7%；其次为工业占 19.4%；城镇生活占 15.2%；农村生活占 3.8%。2040 年需水仍以农业灌溉为主，但与现状年相比，所占比重已大幅下降至 44.3%，工业占比重提高到 28.9%，城镇生活占比重提高到

23.5%，农村生活仅占 3.3%。随着城镇化水平的提高，城镇生活需水比重逐步上升，而农村生活需水比重基本上逐步下降。

从州市需水量来看，昆明市所占比重最大，且逐步增加，这是因为昆明市社会经济发展水平较高，人口和产业的集聚效应大，造成人口的机械迁移及产业聚集，需水量逐步增大。与一期初设对比，昆明市需水量 2030 年和 2040 年需水量分别增加 5.33 亿 m^3 和 8.23 亿 m^3 ，增幅分别为 47.9% 和 73.9%，主要为城镇工业需水的增加；楚雄市 2030 年和 2040 年需水量分别增加 2.31 亿 m^3 和 3.30 亿 m^3 ，增幅分别为 20.5% 和 29.2%，主要为农业灌溉需水和城镇工业需水的增加；红河州 2030 年和 2040 年需水量分别增加 1.87 亿 m^3 和 3.08 亿 m^3 ，增幅分别为 26.8% 和 44.1%，主要为城镇工业需水的增加；玉溪市 2030 年和 2040 年需水量分别增加 1.57 亿 m^3 和 2.56 亿 m^3 ，增幅分别为 24.9% 和 40.5%，主要为城镇工业需水的增加；大理市 2030 年和 2040 年需水量分别增加 2154 万 m^3 和 6970 万 m^3 ，增幅分别为 2.2% 和 7.1%，主要为城镇生活需水和城镇工业需水的增加；丽江市 2030 年和 2040 年需水量分别增加 1287 万 m^3 和 1311 万 m^3 ，增幅分别为 109.7% 和 111.8%，主要为农业灌溉需水的增加。

根据 2.10.3 节对一期、二期受水区水资源配置调整的对比成果，2040 年，各受水区小区分水量中，城镇生活增加水量 1.64 亿 m^3 ，工业减少水量 1.66 亿 m^3 ，农业灌溉增加水量 0.02 亿 m^3 。城镇生活供水量占比从 23% 增加到 28%，城镇工业供水量占比从 42% 减少到 37%；2030 年，各受水区口门分水量中，城镇生活增加水量 0.86 亿 m^3 ，城镇工业减少水量 0.93 亿 m^3 ，农业灌溉增加水量 0.07 亿 m^3 。城镇生活供水量占比从 23% 增加到 27%，城镇工业供水量占比从 40% 减少到 37%。总体上，城镇生活供水增加，工业供水减少，农业用水变化不大。

从州市供水结构来看，5 个州市维持总供水量不变，根据二期复核的需

水量对供水结构进行了调整，其中城镇生活、农业灌溉水量减少，工业水量增加，供水结构总体调整不大。丽江市将城镇生活、城镇工业水量全部转为农业用水。楚雄州城镇生活、农业用水量增加，工业用水量减少。昆明市城镇生活用水量增加，工业、农业用水量减少，城镇和工业用水结构比例调整变化较大。红河州城镇生活用水量增加，工业用水量、农业用水量减少。各州市供水结构调整情况具体见表 3.2.4-1 和

表 3.2.4-2。

二期工程生产生活供水结构中增加城镇生活水量，减少工业水量，维持农业水量基本不变的调整，符合滇中地区城镇化发展要求，也符合受水区需水结构，生产生活供水结构调整是合理的。

表 3.2.4-1 2040 年滇中受水区各地州供水结构调整情况 单位：万 m³

用水类型		一期审定成果		二期可研复核成果		分水口水 量差值	结构变化值 (%)
		分水口 水量	结构比 例 (%)	分水口 水量	结构比 例 (%)		
大理州	城镇生活	7540	22.5	7294	21.8	-246	-0.7
	城镇工业	3822	11.4	4127	12.3	305	0.9
	农业灌溉	22127	66.1	22067	65.9	-60	-0.2
	小计	33489	100.0	33489	100.0	0	0.0
丽江市	城镇生活	110	5.1	0	0	-110	-5.1
	城镇工业	82	3.8	0	0	-82	-3.8
	农业灌溉	1934	89.3	2126	100	192	10.7
	小计	2166	100	2126	100	-40	0.0
楚雄州	城镇生活	8147	22.6	12306	34.1	4159	11.5
	城镇工业	14296	39.6	9005	24.9	-5291	-14.6
	农业灌溉	13677	37.9	14807	41.0	1130	3.1
	小计	36119	100	36118	100.0	-1	0.0
昆明市	城镇生活	36402	34.7	44270	42.2	7868	7.5
	城镇工业	67581	64.5	60045	57.3	-7536	-7.2
	农业灌溉	826	0.8	491	0.5	-335	-0.3
	小计	104809	100.0	104806	100.0	-3	0.0
玉溪市	城镇生活	11348	28.0	11796	29.1	448	1.1
	城镇工业	22105	54.6	22096	54.6	-9	0.0
	农业灌溉	7016	17.3	6576	16.2	-440	-1.1
	小计	40468	100.0	40468	100.0	0	0.0
红河州	城镇生活	11270	27.3	14682	35.5	3412	8.3
	城镇工业	27419	66.4	24378	59.0	-3041	-7.4
	农业灌溉	2618	6.3	2246	5.4	-372	-0.9

	小计	41306	100.0	41306	100.0	0	0.0
--	----	-------	-------	-------	-------	---	-----

表 3.2.4-2 2030 年滇中受水区各地州供水结构调整情况 单位：万 m³

用水类型		一期审定成果		二期可研复核成果		分水口水 量差值	结构变化值 (%)
		分水口 水量	结构比 例 (%)	分水口 水量	结构比 例 (%)		
大理州	城镇生活	4917	16.5	4375	14.7	-542	-1.8
	城镇工业	3232	10.9	3816	12.8	584	2.0
	农业灌溉	21568	72.6	21526	72.4	-42	-0.1
	小计	29717	100.0	29717	100.0	0	0.0
丽江市	城镇生活	68	3.3	0	0	-68	-3.3
	城镇工业	70	3.4	0	0	-70	-3.4
	农业灌溉	1928	93.3	2066	100	138	6.7
	小计	2066	100	2066	100	0	0.0
楚雄州	城镇生活	7073	21.6	8908	27.2	1835	5.6
	城镇工业	12141	37.1	9191	28.1	-2950	-9.0
	农业灌溉	13525	41.3	14640	44.7	1115	3.4
	小计	32739	100.0	32739	100.0	0	0.0
昆明市	城镇生活	28163	35.1	30476	38.0	2313	2.9
	城镇工业	51560	64.2	49295	61.4	-2265	-2.8
	农业灌溉	541	0.7	491	0.6	-50	-0.1
	小计	80264	100.0	80261	100.0	-3	0.0
玉溪市	城镇生活	7684	28.1	7746	28.3	62	0.2
	城镇工业	12396	45.4	12641	46.3	245	0.9
	农业灌溉	7246	26.5	6941	25.4	-305	-1.1
	小计	27328	100.0	27328	100.0	0	0.0
红河州	城镇生活	9889	30.3	11118	34.0	1229	3.8
	城镇工业	20051	61.4	19013	58.2	-1038	-3.2
	农业灌溉	2733	8.4	2542	7.8	-191	-0.6
	小计	32673	100.0	32673	100.0	0	0.0

3.2.5 二期工程退水方案的合理性

二期工程是在考虑区域协调发展原则、落实“三先三后”原则和《水污染防治行动计划》、《云南省水污染防治工作方案》的前提下进行实施的，根据《滇中引水工程受退水区水污染防治规划》，针对规划水平年本区污染负荷及滇中引水工程退水负荷，规划以各受水小区为单元制定了相应的水污染防治措施，对生活、工业、农业退水从源头、过程等环节进行分区收集、处理，以贯彻“三先三后”的调水原则，为受退水区利用滇中引水工程来水、接纳其退水做好准备。

二期工程退水包括城镇生活污水、工业废水、农业灌溉废水，其中城镇生活污水、工业废水排放具有连续性，但农业灌溉废水具有季节性，一般集中在5月~9月。综合考虑受退水区现状和规划废污水处理能力，2030年和2040年合计外调水退水进入受退水区水环境的总量分别达9.45亿 m^3 、11.32亿 m^3 ，分别占当地水资源总量的10.3%、12.8%。如此量级的退水量无疑会对区域内地表水环境造成影响。

对退水去向及受水区水系分布分析，各受水区退水进入受水区河流水系，最终汇入金沙江一级支流落漏河、桑园河、渔泡江、龙川江、普渡河，澜沧江一级支流黑惠江，南盘江一级支流曲江、泸江，红河一级支流礼社江、绿汁江，一共11条一级支流，进而对金沙江、红河、澜沧江、南盘江水系产生一定影响。

根据地表水环境影响分析，在2030、2040规划水平年接纳退水后，11条一级支流主要污染物COD、氨氮和总磷总体上能达到水环境功能要求，各河流具有一定的环境容量。但由于二期配套工程具有点多、面广的特点，退水路由复杂、退水量较大，水质预测边界条件的不确定因素较多；同时，根据现状水质监测资料，部分退水河流现状水质不达标，其中普渡河、曲江、毗雄河、泸江等一级支流水质问题较突出，对于这些河流落实“先治污后通水”的原则，需要较多的治污工作量和一定的实施周期。

综上，在严格落实《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040年）》有关措施、贯彻“三先三后”原则，本工程用水对象采取的退水处理措施满足《水污染防治行动计划》、《云南省水污染防治工作方案》要求，工程认真落实环评文件提出的环保对策措施前提下，总体上本工程退水方案具有环境合理性。

3.2.6 调蓄方案的合理性

3.2.6.1 调蓄方案的变化

(1) 一期工程环评调蓄方案

环保部对《滇中引水工程环境影响报告书》进行审查过程中要求，为降低工程枯水期引水对金沙江下游生态的影响，增设充蓄调节水库在丰水期引水充蓄。因此在环评上报前“16座水库+3座调节池”调蓄工程布局的基础上，新增16座提水充蓄水库，并扩建宾川海稍水库、扩大安宁青龙湖调节池规模和增建提水入松华坝水库工程，调节库容从环评上报前的4.14亿 m^3 增至8.32亿 m^3 ，充蓄水量从1.76亿 m^3 增至2.72亿 m^3 。2016年8月，环保部报告书进行了批复，批复中要求：建议国家相关部门和云南省人民政府在项目论证、决策和实施过程中，增加切实有效的在线供水终端调蓄工程；下阶段应继续做好增加受水区在线调蓄工程的可能性和可行性研究论证工作。一期工程环评报告批复的调蓄方案为“32座水库+3座调节池”，见表3.2.6-1。

(2) 二期工程调蓄方案

二期工程可研报告在审定的一期工程成果基础上，根据复核细化的水资源配置方案和二期工程总体布局，完善输水总干渠在线调蓄方案设计，复核细化受水区调蓄水库建设和利用方案。

1) 落实输水总干渠利用滇池连接段方案设计，将大黑箐隧洞纳入二期骨干工程建设内容，远期利用滇池在线调蓄，调蓄库容58632万 m^3 ，调蓄水量7439万 m^3 。

2) 落实调节池的具体建设方案。一期工程可研阶段提出在安宁、富民、个旧等调蓄能力不足的片区新建调节池，调节库容分别为2500万 m^3 、300万 m^3 和1000万 m^3 。二期工程可研报告确定了3座调节池的具体建设方案：

① 安宁调节池：利用已有张家坝水库（兴利库容1230万 m^3 ）以及扩建

大箐水库，大箐水库兴利库容扩至 1567 万 m³，这两座水库调节库容共 2830 万 m³，调蓄水量 2507 万 m³，扩建大箐水库纳入二期骨干工程建设；

②富民调节池：扩建黄坡水库，扩建后兴利库容 600 万 m³，调蓄水量 539 万 m³，扩建黄坡水库纳入二期骨干工程建设；

③个旧调节池：新建杨柳田水库，调节库容 1240 万 m³，调蓄水量 1229 万 m³，新建杨柳田水库纳入二期骨干工程建设。

3) 由二期骨干工程盘龙干线实现向松华坝水库充蓄，利用松华坝水库调蓄，调蓄水量增加至 2629 万 m³。

4) 在以上方案的基础上，为增加受水区对外调水的调蓄能力，满足供水保证率和减少枯期引水量，二期工程在一期工程环评报告基础上新增了 32 座调蓄水库。

经上述优化调整，二期工程可研报告共利用“53 座水库+滇池”进行调蓄，调蓄库容共 14.4 亿 m³，调蓄水量 3.8 亿 m³，能同时满足减少枯水期引水量和满足设计供水保证率的要求，见表 3.2.6-1。

表 3.2.6-1 调蓄方案布局对比表 单位：万 m³

设计阶段	一期工程环评			二期工程可研			备注	
调蓄类型	名称	调节库容	充蓄水量	名称	调节库容	充蓄水量		
在线调蓄	-			(滇池)	58632	7439		
调蓄水库	甸头	花桥	1339	697	花桥	1339	781	
		大银甸	4927	2600	大银甸	3177	2279	
					(仙鹤)	747	169	
					(益民海)	289	112	
	麻栗园北	海稍	9644	4200	海稍	10441	4467	
					(崔家箐)	65	51	
	麻栗园南	锁水阁	873	218	锁水阁	854	203	
		巴冲箐	782	355	巴冲箐	258	348	
					(大坝)	553		
		【浑水海】	1600	159				
		【新兴苴】	1518	391				
					(桑木箐)	91	25	
					(黑泥箐)	117	34	
					(团结)	163	169	
			(甸中河)	388	58			

设计阶段		一期工程环评			二期工程可研			备注
调蓄类型		名称	调节库容	充蓄水量	名称	调节库容	充蓄水量	
调蓄水库	万家	洋派	3485	1625	洋派	3485	1522	
		【红梅】	1019	36				
		【毛板桥】	1335	90				
	柳家村				(妙丰)	441	5	
					(罗家冲)	280	169	
					(耐桥)	41	30	
	凤屯	九龙甸	5912	793	九龙甸	5912	892	
		中石坝	530	113	中石坝	918	134	
		【青山嘴】	6200	1203				
	伍庄村	龙虎	947	474	龙虎	1042	424	
		庆丰	987	108	庆丰	937	107	
					(东清)	89	71	
					(共和)	71	60	
	龙川江				(小石门)	9609	1708	
		【麻柳】	1669	837				
		【丙巷河】	755	375				
		【丙间】	1716	188				
	鲁支河				(挨小河)	218	42	
		石门	1050	52	石门	1068	88	
	观音山	岔河	2140	485	岔河	2140	707	
					(白龙)	104		
		【沙龙】	958	256				
		【羊旧】	583	69				
					(大跃进)	294	17	
					(老鸦关)	520	80	
	螳螂川	黄坡	105	0	黄坡	600	539	二期骨干扩建
		富民调节池	300	300				
		箐门口	996	965	箐门口	939	809	
		青龙湖调节池	7000	3802	大箐	1600	2517	二期骨干扩建
				(张家坝)	1230			
龙泉	松华坝	10500	1629	松华坝	10500	2629		
呈贡	【果林】	656	100					
横冲	【横冲】	395	28					
阿斗村	东风	6138	3005	东风	6138	3015		
				(凤凰)	310	216		
				(石河)	575	242		
小龙潭				(中村)	417	290	二期配套新建	
	跃进	250	243	跃进	250	223		
	白龙河	955	62	白龙河	955	786		
				(大寨)	157	66		
何官营				(捧寨)	69	46		
				(琉璃河)	367	352		

设计阶段		一期工程环评			二期工程可研			备注
调蓄类型		名称	调节库容	充蓄水量	名称	调节库容	充蓄水量	
调蓄水库	龙尾				(阿白冲)	1226	344	
					(高冲)	970		
	跃进	跃进	3910	229	跃进	3910	843	
					(红罩塘)	222	171	
					(青云)	200	161	
	新坡背	个旧调节池	1000	1150	杨柳田	1262	1229	二期骨干新建
		【北坡】	1070	319				
					(大唐)	1148	829	二期骨干新建
					(五里冲)	5076	389	
					(长桥海)	1587	118	
合计		32座水库+ 3座调节池	83244	27156	53座水库+ 滇池	143991	37995	

注：①加【】为一期工程环评较二期工程可研不同的调蓄水库；

②加（）为二期工程可研较一期工程环评不同的调蓄水库。

3.2.6.2 重要调蓄工程变化的环境影响分析

一期工程环评中，为减缓枯期引水对金沙江环境影响，将昆明市青龙湖调节池、黄坡调节池和松华坝提水工程纳入一期工程环境保护措施。二期工程中优化了3件工程的具体实施方案，并纳入二期工程建设，相应环境影响在二期工程环评报告中已做具体预测分析，本节主要对方案调整带来的环境影响变化进行简要分析。

(1) 安宁调节池方案

一期工程环评采用青龙湖调蓄池方案调蓄汛期水量，保障安宁市受水区用水。青龙湖调蓄池坝址位于螳螂川左岸九龙河上的小河口村附近，调蓄池本区径流面积75km²，本区多年平均来水量1642万m³，总库容为7661万m³，调节库容7000万m³。

二期工程可研采取利用已建张家坝水库并扩建大箐水库的方案进行调蓄，扩建大箐水库纳入二期骨干工程建设。大箐水库位于红河流域绿汁江支流王家滩河上，坝址以上径流面积9.4km²，多年平均来水量为219万m³，现状主要承担下游农村人畜饮水和灌区的农业灌溉供水，现状总库容273

万 m³，经坝址方案比选后推荐在现大箐水库下游另址建设大箐水库。扩建后，大箐水库总库容 1749 万 m³，调节库容 1567 万 m³。

以下主要从地表水环境、陆生生态、水生生态方面，对安宁调节池方案两组方案环境影响进行分析，见下表。

表 3.2.6-2 安宁调节池方案环境影响分析表

项目	青龙湖调蓄池方案	扩建大箐水库方案	对比分析
地表水环境	九龙河现状水质为Ⅳ类，规划水平年利用青龙湖调蓄后，水质达Ⅳ类（总磷为Ⅳ类，其他均为Ⅱ-Ⅲ类），充蓄后水质改善程度明显	大箐水库水质现状为Ⅲ类，水库径流区内几乎无污染源，规划水平年大箐水库扩建后，水质逐月均满足Ⅲ类水质标准，整体水质情况较好	大箐水库径流区内几乎无污染源，扩建后水质优于青龙湖
陆生生态	淹没占用植被 580.60hm ² ，主要占用水田、旱地、云南松林 3 类植被，其中水田和旱地占用面积相对较大，分别为 342.0 hm ² 和 114.0 hm ² ；受工程影响的物种主要为滇中地区常见物种，未见辖域特有种类或珍稀保护物种；淹没区生境较为单一，区内动物种类少，其群系类型主要以适应人类扰动的动物类群为主，动物影响不显著	淹没占地面积 44.82hm ² ，占地植被以林地为主，主要为半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林，此外工程占用水田 3.88hm ² 、旱地 1.52hm ² 、园地 2.69hm ² ；新增占地面积有限，区内动物种类和数量均较少，且栖居在此的动物对库区阻隔具有一定适应性	青龙湖方案淹没面积大，影响植被面积大，扩建大箐水库方案淹没占地面积小，造成的植被损失面积小
水生生态	九龙河流域人为活动强、河流受扰动大，区内鱼类资源匮乏，外来种多，未见保护鱼类或重要鱼类生境等敏感对象分布；大坝阻隔和坝后河道减水对鱼类资源的影响不大	现状主要以净化水质的鲫、鲢鳙为主，另有一些小型鱼类，如鳊虎鱼，麦穗鱼，棒花鱼等；扩建工程在原大坝下游建坝，不会对库区原有鱼类的物种组成和栖息生境产生较大影响，运行后水面更广、栖息范围更大，对库区鱼类有积极的影响	两个方案所在区域鱼类资源均比较匮乏，已外来种为主，两个方案对鱼类资源的影响程度相当，没有明显区别

总体来说，与青龙湖方案相比，扩建大箐水库方案水质较好，植被淹没损失小，不会对鱼类造成新的阻隔影响。

(2) 富民调节池方案

一期工程环评中采用在已建黄坡水库上游修建黄坡调蓄池，通过与黄坡水库联合调度充蓄和供水，保障富民永定受水区供水保证率，满足检修和事故备用要求。黄坡调蓄池控制径流面积 29.6km²，总库容 429 万 m³，死库容 48 万 m³，兴利库容 350 万 m³。

二期工程可研采用扩建黄坡水库方案满足富民受水区调蓄要求，黄坡水库扩建工程纳入二期骨干工程建设。黄坡水库位于金沙江流域普渡河支

流大营河上，坝址以上控制径流面积 28.9km²，多年平均来水量为 703 万 m³，现状主要承担下游灌区的农业灌溉供水，现状总库容 213 万 m³，兴利库容 137 万 m³。黄坡水库采用在原大坝基础上进行扩建，扩建后兴利库容 600 万 m³。

以下主要从地表水环境、陆生生态、水生生态方面，对富民调节池方案两组方案环境影响进行分析，见下表。

表 3.2.6-3 富民调节池方案环境影响分析表

项目	黄坡调节池方案	扩建黄坡水库方案	对比分析
地表水环境	大营河现状水质为IV类，规划水平年黄坡调节池建成后，水质达IV类（总磷为IV类，其他均为II-III类），充蓄后水质改善程度明显	黄坡水库水质现状为IV类，主要是总磷，规划水平年扩建后水质在1-5月均满足III类水质标准，6-12月略微超出III类水质标准，整体来说水质得到一定程度的改善	采用扩建方案成库后水质优于“库中库”调节池方案
陆生生态	水库淹没主要占用旱地、水田、云南松林3类植被，总占用面积40.82hm ² ，其中有林地11.7hm ² 和旱地11.93hm ² ；受工程影响的物种主要为滇中地区常见物种，未见辖域特有种类或珍稀保护物种；淹没区生境较为单一，区内动物种类少，其群系类型主要以适应人类扰动的动物类群为主，动物影响不显著	淹没占地面积26.72hm ² ，占用植被以耕地和园地为主，占用林地面积较小，主要为暖温性针叶林和次生的半湿润常绿阔叶林；新增占地面积有限，区内动物种类和数量均较少，且栖居在此的动物对库区阻隔具有一定适应性	两个方案对陆生生态的影响均不显著，相对“库中库”调节池方案，扩建方案淹没面积较小
水生生态	大营河鱼类物种单一，区内鱼类资源匮乏，外来种多，未见保护鱼类或重要鱼类生境等敏感对象分布；黄坡水库已经建成多年，鱼类阻隔效应已经存在多年，新建“库中库”后鱼类资源的影响有所加剧	鱼类主要以湖泊鱼类为主，如鲫鱼、鲤鱼、花白鲢等，这些鱼类绝大部分为了净化水质而放养；本次在原大坝基础上扩建，不增加新的阻隔影响，运行后水面更广、栖息范围更大，对库区鱼类有积极的影响	区域鱼类资源均比较匮乏，已外来种为主，扩建方案在原大坝基础上进行，不增加新的阻隔影响

总体来说，与青龙湖方案相比，扩建大箐水库方案水质较好，植被淹没损失小，不会对鱼类造成新的阻隔影响。

(3) 利用松华坝水库方案

一期工程环评采用松华坝提水工程，在不扩建水库，且不调整水库特征水位的情况下，对水库进行充蓄，多年平均充蓄水量 1651 万 m³。

二期工程通过盘龙干线向松华坝水库充蓄，盘龙干线为二期骨干工程建设内容。盘龙干线从龙泉分水口取水管道输水至松华坝水库大坝附近的

昆明七水厂高位水池，利用松华坝水库充蓄调节，调蓄水量 2629 万 m^3 。

二期骨干工程具体落实松华坝水库提水工程，两阶段方案相比，工程组成均为管道、泵站，仅在工程布置和规模上有一定差别，二期工程方案充蓄水量增加，调蓄能力增大，对松华坝水库水质改善作用更大。因此，总体上看两阶段方案相应的环境影响差别较小。

3.2.6.3 调蓄方案的环境合理性分析

一期工程环评报告中，对利用洱海、滇池在线调蓄的方案进行环境合理性分析，结论都为不利用。环评报告确定的调蓄工程为 32 座水库（含海稍扩建、松华坝水库）和 3 座调节池（含扩大青龙湖调节池），调蓄水量共 2.72 亿 m^3 。二期工程可研阶段维持一期工程关于洱海、滇池、跃进水库在线调蓄的专题研究结论，即不利用洱海，近期不利用滇池和跃进水库，远期视水质改善情况适时利用，并将利用滇池连通工程（大黑箐隧洞）纳入二期骨干工程建设内容。与一期工程环评的调蓄工程布局相比，二期工程具备远期利用滇池在线调蓄的条件。

结合细化的水资源配置方案和二期工程总体布局，二期工程可研阶段优化调整一期工程环评的调蓄布局方案。一期工程环评“32+3”调蓄方案中，其中 18 座水库和 3 座调节池已经纳入二期工程调蓄方案中，其余 13 座水库根据技术经济比选，存在提水扬程高、线路布置迂回等问题，其调蓄功能近期由二期工程新增的 32 座水库替代，远期利用滇池在线调蓄替代。经过上述优化调整后，二期工程近期利用 53 座调蓄水库，调节库容共 8.54 亿 m^3 ，调蓄水量 3.06 亿 m^3 ，比一期工程环评调蓄水量增加 0.34 亿 m^3 ；远期增加利用滇池调蓄水量 0.74 亿 m^3 ，总调蓄水量比一期工程环评增加 1.08 亿 m^3 。

2030 水平年工程多年平均引水量 26.23 亿 m^3 ，占取水断面多年平均径

流量的 6.19%，利用 53 座水库调蓄减少枯水期取水量，可实现 3 月不引水，枯水期（1-4 月中旬）引水流量 $60\text{m}^3/\text{s}$ ，引水量 5.62 亿 m^3 ，引水量占同期天然来水量的比例为 13.6%。2040 年水平年工程多年平均引水量 34.03 亿 m^3 ，占取水断面多年平均径流量的 8.02%，通过 53 座水库和滇池调蓄，减少枯水期取水量，可实现 3 月全月不引水，枯水期（1 月-4 月中旬）引水流量 $66\text{m}^3/\text{s}$ ，引水量 6.20 亿 m^3 ，枯水期引水量占同期天然来水量的比例为 15.0%。二期工程 2030 年、2040 年引水后的取水口下游流量均满足 4 月下旬至 6 月 $411\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量、其他时间 $300\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量要求。

经过二期工程调蓄方案优化，工程取水对下游的影响略优于一期工程环评的目标，落实了一期工程环评批复提出减小枯期引水量的要求，二期工程对调蓄工程的优化调整是合理的。

3.2.7 调蓄水库水质目标可达性分析

二期工程共利用 53 座调蓄水库，其中：13 座在线调节、40 座充蓄调节。

（1）在线调节水库合理性分析

根据二期工程水资源配置方案，在线调节方式为滇中来水进入水库调节后再回到输水分干线，库区水质会影响输水干渠水质，进而影响干渠后续用水功能要求。

根据滇中引水工程环评批复要求，利用现有水库进行调蓄的，水库水质达不到相应水质要求前，不能实施调水、输水，并且根据《滇中引水工程环境影响报告书》，规划水平年滇中引水来水的氨氮、总磷、总氮指标可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的 III 类水质标准，因此，为避免在在线调蓄过程中对输水干线水质造成污染，在线调蓄水库水质除了满足水功能区水质目标要求外，水质还不能低于 III 类水质标准。

根据表 3.2.7-1，10 座已建在线调节水库中，现状年拟扩建大箐水库、规划新建红罩塘水库 2 个水库满足作为在线调蓄水库的条件，其余 8 个水库不满足在线调蓄水库水质要求。其中，白龙水库、东风水库、琉璃河水库、高冲水库、五里冲水库 5 个水库为当地饮用水水源地，根据水环境现状监测，个别水期存在水质超标现象，超标项为 TP、TN，主要为农业、农村面源污染。黄坡水库、跃进水库、阿白冲水库 3 座水库，存在满足现状供水任务要求，但不符合二期工程任务，还存在不符合调蓄后回到二期干渠的水质要求的可能。

规划水平年，根据水库水质预测结果，在线调节水库从引水前后的水质类别变化来看，滇中二期引水工程来水改变了部分水库库区水体综合水质类别，如白龙水库从Ⅲ类提高到Ⅱ类，黄坡、阿白冲、琉璃河、五里冲水库的水质类别可由Ⅳ类提高到Ⅲ类，其他水库水质类别与补水前基本保持不变，但水质略有提高，超标因子为 TP。

表 3.2.7-1 在线调节水库方案环境合理性分析表

州市	水库	区划功能	区划水质目标	二期供水任务	二期实施后水质目标	2017-2019 年水质		2040 年预测水质	符合区划要求	符合二期供水要求	符合干渠水质要求
						水质类别	主要超标项				
昆明市	大箐水库扩建	农业、生活	III	工业	III	II~III	-	II~III	是	是	是
	黄坡水库	农业用水	III	工业、农灌	III	II~IV	TP、COD	III	是	是	是
玉溪市	白龙水库	饮用一级、农业	II	城镇、工业	II	II~III	TP	II	是	是	是
	东风水库	饮用二级、农业用水	III	城镇	III	III~IV	TN	III~IV (TP)	否	否	否
	跃进水库	农业用水	V	工业、农业	III	IV	COD、TP	IV (TN)	是	否	否
	琉璃河水库扩建	饮用二级、农业用水	III	城镇、工业	III	III~IV	TP	III	是	是	是
红河州	阿白冲水库	饮用二级、农业用水	III	城镇、工业	III	III~IV	TP、TN	III	是	是	是
	高冲水库	饮用一级、工业、农业	II	城镇、工业	II	II~III	TP、TN	II~III (TP)	否	否	是
	规划红罩塘水库	饮用、工业、农业	III	城镇、工业	III	III	-	III	是	是	是
	五里冲水库	饮用一级、工业、农业	II	城镇、工业	II	II~IV	TP、TN	II~III (TP)	否	否	是

注：“否”表示存在不符合的可能

(2) 充蓄调节水库

根据表 3.2.7-2, 现状水平年, 23 座水库满足作为充蓄调节水库的要求, 其余 17 座水库水质不满足作为充蓄调节水库的要求, 水质不满足现状水质目标的主要原因是农业农村面源污染。

规划水平年, 根据滇中引水工程环评批复要求, 利用现有水库进行调蓄的, 水库水质达不到相应水质要求前, 不能实施调水、输水。根据水库水质预测结果, 大银甸、花桥、妙峰、石河、长桥海 5 座水库不满足供水水质要求, 白龙河、跃进、青云 3 座水库满足滇中 III 类供水水质要求, 但不满足水库 II 类水质目标要求。

益民海水库、海稍水库、大坝水库、耐桥水库、张家坝水库 5 座水库水质类别有提升, 其余水库水质类别与补水前基本保持不变, 且水质略有提高, 超标因子为 TP。

表 3.2.7-2 充蓄调节水库方案合理性

州市	水库	区划功能	区划水质目标	二期供水任务	二期实施后水质目标	2017-2019 年水质		2040 年预测水质	符合区划要求	符合二期要求
						水质类别	主要超标项			
大理市	大银甸水库	饮用二级、农业用水	III	农业	III	III~劣 V	TP、TN	III~IV (TP)	否	否
	花桥水库	饮用二级、农业用水	III	农业	III	V~劣 V	TP、TN、COD	III~IV (TP)	否	否
	仙鹤水库	饮用二级、工业用水、农业用水	III	农业	III	III	—	III	是	是
	益民海水库	饮用二级、工业用水、农业用水	III	农业	III	IV~V	TP、TN	III	是	是
	海稍水库扩建	工业用水、农业用水	III	农业	III	III~V	TP、TN、COD	III	是	是
	崔家箐水库	饮用二级、工业用水、农业用水	III	农业	III	II~III	—	III	是	是
	大坝水库	饮用、农业用水	II	农业	II	II~III	—	II	是	是
	巴冲箐水库	工业用水、农业用水	III	农业	III	II~III	—	III	是	是
	桑木箐水库	工业用水、农业用水	IV	农业	IV	IV~劣 V	TP	IV	是	是
	黑泥箐水库	工业用水、农业用水	IV	农业	IV	IV~劣 V	TP	IV	否	是
	团结水库	农业用水、一般鱼类保护	III	农业	III	III	—	III	是	是
	甸中河水库	饮用二级、农业用水	III	农业	III	II~III	—	III	是	是
锁水阁水库	饮用二级、农业用水	III	农业	III	II~III	—	III	是	是	
楚雄州	洋派水库	饮用、农业用水	III	生活、农业	III	III	—	III	是	是
	妙峰水库	饮用、农业用水	III	工业	III	III~IV	TP、COD、BOD ₅	III~IV	否	否
	罗家冲水库	农业用水	V	农业	V	V	—	V	是	是
	耐桥水库	农业用水	V	农业	V	劣 V	氨氮、COD、BOD ₅	V	是	是
	九龙甸水库	饮用一级、农业用水	II	生活、农业	II	II	—	II	是	是
	中石坝水库	农业用水	III	农业	III	III	—	III	是	是
	龙虎水库	饮用、农业用水	III	生活、农业	III	III	—	III	是	是
	庆丰水库	农业用水	V	农业	V	V	—	V	是	是
东清水库	农业用水	V	农业	V	V	—	IV~V	是	是	

州市	水库	区划功能	区划水质目标	二期供水任务	二期实施后水质目标	2017-2019 年水质		2040 年预测水质	符合区划要求	符合二期要求
						水质类别	主要超标项			
楚雄州	共和水库	饮用、农业用水	III	生活、农业	III	III	—	III	是	是
	小石门水库 (拟建)	饮用、农业用水	III	农业	III	III	—	III	是	是
	挨小河水库	饮用、农业用水	III	生活、工业	III	III	—	III	是	是
	石门水库	饮用、农业用水	III	生活	III	III	—	III	是	是
	大跃进水库	农业用水	V	农业	V	V	—	V	是	是
	老鸦关水库	饮用、农业用水	III	生活、农业	III	III	—	III	是	是
昆明市	箐门口水库	农业用水	III	生活	III	III~V	氨氮、TN	III	是	是
	张家坝水库	工业用水、景观用水	III	工业	III	V~劣V	TP、COD _{mn} 、COD、BOD ₅	III	否	是
	松华坝水库	饮用一级	II	生活	II	II	—	II	是	是
玉溪市	岔河水库	饮用一级、农业用水	II	生活、工业	II	II~V	TP、TN	II~III (TP)	否	是
	石河水库	农业用水	V	城镇	III	III~V	COD、BOD ₅ 、TP	V (TP)	否	否
	凤凰水库	饮用、农业用水	III	生活、工业	III	III	—	III	是	是
	捧寨水库	农业用水	V	农业	V	IV~V	—	IV~V	是	是
	大寨水库	农业用水	V	农业	V	IV~劣V	TP	V	是	是
	白龙河水库	饮用一级	II	生活、工业	II	II~劣V	TP、TN、COD、COD _{mn}	III (TP)	否	否
红河州	青云水库	饮用一级、工业、农业用水	II	生活、工业	II	II~III	TP、TN	II~III (TN)	否	否
	跃进水库	饮用一级、工业、农业用水	II	农业	II	II~III	TP、TN	II~III (TN)	否	否
	长桥海水库	工业、农业	III	城镇、工业	III	III~V	COD _{mn} 、COD、BOD ₅ 、TP、TN	III~IV (TP)	否	否

(3) 充蓄水库水质目标可达性分析

滇中二期引水工程沿线各充蓄水库库区基本无大中型工业和城镇生活污染源，入库污染物基本均来自于汇水区域内的农村分散式生活点源、畜禽养殖点源和农田非点源。各充蓄水库基本均地处山区或支流源头区，随着城镇化快速发展，农村人口逐渐向附近的城镇转移，各充蓄水库库区内的常驻人口将呈逐步减少趋势，农田种植面积呈自然减少趋势，畜禽养殖规模显著减少，故从总体趋势上来看，各充蓄水库的入库污染物负荷量将呈现逐渐减少趋势，有利于库区水质向好的方向发展。需要补充说明的是，根据二期工程可行性研究报告，53座水库中，有32座水库为饮用水水厂供水，32座水库中，12座已纳入《滇中引水工程受退水区水污染防治规划》中，另有7座现状为饮用水水源水库，再有13座现状非饮用水水源，亦未纳入《滇中引水工程受退水区水污染防治规划》，从水质现状监测调查结果可知，上述将为饮用水水源的32座水库中，有16座水库水质达标。根据《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ/T 338-2018)、《集中式饮用水水源地环境保护状况评估技术规范》(HJ 774-2015)以及《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》(HJ 773-2015)等饮用水水源地相关技术规划，饮用水水源地都应划定饮用水水源保护区；饮用水水源保护区应按照相关法律、法规要求，开展点、面源污染治理，确保水源水质安全。因此，对上述32座水库，云南省各级人民政府及生态环境管理部门应在本工程建成运行前，完成饮用水水源保护区的划定、点面源污染防治工作，满足“先治污后通水的要求”。

根据《滇中引水工程受退水区污染防治规划》、地方“水十条”要求和城镇集中生活饮用水源区保护的相关规定，各充蓄水库汇水区域内应全面开展畜禽养殖污染、农业非点源污染治理、农业种植结构优化调整和农村环境综合整治等，尽可能地减少库区流域污染物的产生量和入库量，使各充

蓄水库水环境逐步改善,在实现污染防治规划和“水十条”目标的同时实现各充蓄水库的供水水质目标。

综上所述,在污染防治规划和“水十条”的全面落实条件下,规划水平年各充蓄水库的供水水质目标是可以实现的,但受农业农村非点源控制难度较大影响,仍有可能存在磷营养元素超标的风险。

3.2.8 渠首引水过程的合理性

(1) 一期工程环评批复的引水过程

一期工程环评正式上报环保部前,根据环保部提出的要求:进一步论证引水过程的环境合理性,做到枯期少引或不引。正式上报环保部的环评报告中,将水源工程检修期从11月调整至3月,在沿线增加16座提水充蓄水库,在金沙江丰水期提水充蓄、金沙江枯水期向受水区供水,从而减少枯期引水量。环评报告正式上报后,历经多轮技术评估和复核,环保部对一期工程环评的批复中要求:进一步优化引水调度方案,尽量减少枯期引水量,在保障4月下旬至6月 $411\text{m}^3/\text{s}$ 、其他时间 $300\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量的基础上引水,当来水小于下游所需生态流量时,工程停止引水,减缓对取水口下游河段的不利影响。

通过采取上述调整检修期及增大调蓄能力后,2040年工程引水量及占天然来流量比例比较见表3.2.8-1。多年平均条件下,枯水期(1月~4月中旬)引水流量从环评上报前的 $103\text{m}^3/\text{s}$ 减少为 $66\text{m}^3/\text{s}$,减少 $37\text{m}^3/\text{s}$;枯水期引水量由环评上报前的9.94亿 m^3 减少至6.29亿 m^3 ,减少3.64亿 m^3 ,枯水期引水量占同期天然来水量的比例由24.2%降至15.3%。

表 3.2.8-1 一期工程环评报告 2040 年采取措施后引水过程与环评上报前对比表 单位: m³/s

月份		天然来流量					环评上报前引水过程					环评采取措施后引水过程				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均
1	上旬	355	434	471	552	464	55	118	127	122	112	41	108	109	110	96
	中旬	358	409	440	527	437	58	109	119	115	104	42	93	108	107	91
	下旬	336	400	417	486	420	36	100	117	125	100	21	81	98	110	86
2	上旬	333	399	423	460	409	33	99	123	121	93	25	88	105	108	82
	中旬	334	380	414	461	401	34	80	114	115	88	25	73	103	106	80
	下旬	330	374	406	453	398	30	74	106	125	90	21	66	97	108	77
3	上旬	342	378	419	452	398	42	78	119	128	91	0	0	0	0	0
	中旬	347	372	411	498	406	47	72	111	120	94	0	0	0	0	0
	下旬	358	375	428	520	431	58	75	128	128	107	0	0	0	0	0
4	上旬	395	423	440	519	467	95	123	135	135	127	50	79	96	107	93
	中旬	452	450	468	651	537	127	131	135	134	131	107	106	116	135	122
	下旬	658	578	522	700	666	130	134	135	135	134	135	135	107	135	129
5	上旬	796	623	724	925	793	135	135	135	135	135	135	135	135	135	131
	中旬	731	566	940	930	880	135	135	135	135	135	135	135	135	135	132
	下旬	947	681	1096	1107	976	134	135	135	135	135	135	135	135	135	135
6	上旬	1762	1104	1836	1111	1211	128	135	135	135	134	135	135	135	135	130
	中旬	1694	1972	2226	1296	1624	124	129	135	135	131	135	135	135	135	135
	下旬	2694	2414	3769	1673	2127	127	130	135	135	133	135	135	135	135	135

月份		天然来流量					环评上报前引水过程					环评采取措施后引水过程				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年
		1974年	2003年	1989年	1988年	平均	1974年	2003年	1989年	1988年	平均	1974年	2003年	1989年	1988年	平均
7	上旬	3015	3198	3762	1452	2633	127	134	135	135	132	135	135	135	135	134
	中旬	3908	3032	3648	1891	3054	123	128	130	129	127	135	135	135	135	134
	下旬	2781	2453	3381	2259	3016	125	132	135	135	129	133	135	135	135	133
8	上旬	4439	2042	2653	2033	3163	92	128	130	129	125	127	135	135	135	132
	中旬	2797	3273	3084	2576	3129	88	128	129	129	123	114	135	135	135	132
	下旬	4469	3538	3521	3222	3154	83	127	132	131	122	91	135	135	135	131
9	上旬	4703	4710	3151	3105	3097	79	127	129	128	117	81	135	135	135	128
	中旬	3948	4449	3734	2997	2878	77	124	128	128	116	86	135	135	135	126
	下旬	4009	3411	3104	2358	2479	81	121	127	128	114	85	135	135	135	124
10	上旬	2543	2307	2673	2281	2070	113	119	127	128	118	116	135	135	135	127
	中旬	1812	1707	2866	1658	1674	114	118	126	127	118	116	131	135	135	126
	下旬	1423	1367	2179	1350	1323	116	122	129	131	121	118	129	135	135	126
11	上旬	1130	1139	1586	1019	1050	0	0	0	0	0	114	114	114	115	114
	中旬	933	946	1244	843	873	0	0	0	0	0	113	113	113	114	113
	下旬	786	793	1010	721	734	0	0	0	0	0	113	116	116	120	110
12	上旬	685	670	827	651	629	113	115	116	122	115	114	115	115	121	116
	中旬	590	603	747	554	560	114	117	117	119	115	114	117	117	118	113
	下旬	534	563	661	506	503	117	125	124	128	117	118	118	125	125	110
枯水期旬平均		358	399	431	507	433	56	96	121	124	103	30	63	76	81	66

(2) 二期工程引水过程

二期工程水资源配置的原则是在一期工程确定的渠首引水量、总干渠分水口门、水资源配置的基础上，在满足一期工程环评批复要求前提下，结合区域供水保障率和滇中引水工程检修、备用供水要求，对引水过程进行复核。

2030 水平年工程多年平均引水量 26.23 亿 m^3 ，利用 53 座水库进行调蓄，对应各典型年引水过程详见表 3.2.8-2。二期工程多年平均枯水期（1 月~4 月中旬）引水流量 $60m^3/s$ ，引水量 5.62 亿 m^3 ，引水量占同期天然来水量的比例为 13.6%。各典型年引水后，4 月下旬~6 月下旬最小流量为 $414m^3/s$ ，其他时段下游最小流量 $302 m^3/s$ 。

2040 水平年工程多年平均引水量 34.03 亿 m^3 ，利用“53 座水库+滇池”进行调蓄，对应各典型年引水过程详见表 3.2.8-3。二期工程多年平均枯水期（1 月~4 月中旬）引水流量 $66m^3/s$ ，引水量 6.20 亿 m^3 ，引水量占同期天然来水量的比例为 15.0%。各典型年引水后，4 月下旬~6 月下旬最小流量为 $420m^3/s$ ，其他时段下游最小流量 $302 m^3/s$ 。

(3) 两阶段引水过程的对比分析

1) 二期工程 2030、2040 水平年检修期均为 3 月，全月不引水，与一期工程环评一致。

2) 2030 水平年，二期工程与一期工程环评相比，多年平均枯水期（1 月~4 月中旬）引水流量从 $66 m^3/s$ 降低至 $60m^3/s$ ，引水量从 6.29 亿 m^3 减少至 5.62 亿 m^3 ，引水量占同期天然来水量的比例从 15.3%减小至 13.6%。

3) 2040 水平年，二期工程与一期工程环评相比，多年平均枯水期（1 月~4 月中旬）引水流量不变，引水量从 6.29 亿 m^3 减少至 6.20 亿 m^3 ，引水量占同期天然来水量的比例从 15.3%减小至 15.0%。

4) 二期工程 2030 年、2040 年的枯期引水量低于一期工程环评的引水

量；引水后的取水口下游流量满足 4 月下旬至 6 月 $411\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量、其他时间 $300\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量要求；不同典型年旬引水流量占天然同期流量最大比例为 24.79%。

综上，二期工程利用“53 座水库+滇池”进行调蓄，调蓄能力较一期工程环评增大，渠首枯水期引水量较一期工程环评有所减少，严格落实了一期工程环评批复中提出的减少枯期引水量的要求。

表 3.2.8-2 二期工程 2030 年引水流量过程表 单位: m³/s

月份		一期工程环评引水过程					二期工程 2030 年引水过程					二期工程 2030 年引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均
1	上旬	41	108	109	110	96	43	78	98	95	80	312	356	373	457	384
	中旬	42	93	108	107	91	46	68	93	93	74	312	341	347	434	363
	下旬	21	81	98	110	86	24	68	100	98	72	312	332	317	388	348
2	上旬	25	88	105	108	82	31	68	98	87	72	302	331	325	373	337
	中旬	25	73	103	106	80	32	68	88	86	69	302	312	326	375	332
	下旬	21	66	97	108	77	28	72	100	91	73	302	302	306	362	325
3	上旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	342	378	419	452	398
	中旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	347	372	411	498	406
	下旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	358	375	428	520	431
4	上旬	50	79	96	107	93	53	81	98	129	103	342	342	342	390	364
	中旬	107	106	116	135	122	105	108	116	128	114	347	342	352	523	423
	下旬	135	135	107	135	129	111	112	108	130	117	547	466	414	570	549
5	上旬	135	135	135	135	131	118	129	135	135	127	678	494	589	790	666
	中旬	135	135	135	135	132	120	132	135	135	127	611	434	805	795	753
	下旬	135	135	135	135	135	119	120	135	135	127	828	561	961	972	849
6	上旬	135	135	135	135	130	114	107	135	134	111	1648	997	1701	977	1100
	中旬	135	135	135	135	135	91	101	113	131	107	1603	1871	2113	1165	1517
	下旬	135	135	135	135	135	95	98	113	109	106	2599	2316	3656	1564	2021

月份		一期工程环评引水过程					二期工程 2030 年引水过程					二期工程 2030 年引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年 平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年 平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年 平均
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	
7	上旬	135	135	135	135	134	87	98	101	108	99	2928	3100	3661	1344	2534
	中旬	135	135	135	135	134	84	94	104	99	90	3824	2938	3544	1792	2964
	下旬	133	135	135	135	133	81	96	104	118	91	2700	2357	3277	2141	2925
8	上旬	127	135	135	135	132	79	80	89	96	84	4360	1962	2564	1937	3079
	中旬	114	135	135	135	132	72	99	88	97	80	2725	3174	2996	2479	3049
	下旬	91	135	135	135	131	72	73	93	103	78	4397	3465	3428	3119	3076
9	上旬	81	135	135	135	128	66	72	86	77	74	4637	4638	3065	3028	3023
	中旬	86	135	135	135	126	66	70	88	79	73	3882	4379	3646	2918	2805
	下旬	85	135	135	135	124	63	86	88	80	72	3946	3325	3016	2278	2407
10	上旬	116	135	135	135	127	84	95	104	101	91	2459	2212	2569	2180	1979
	中旬	116	131	135	135	126	90	98	105	94	92	1722	1609	2761	1564	1582
	下旬	118	129	135	135	126	93	100	105	102	93	1330	1267	2074	1248	1230
11	上旬	114	114	114	115	114	84	89	88	88	81	1046	1050	1498	931	969
	中旬	113	113	113	114	113	89	93	94	90	84	844	853	1150	753	789
	下旬	113	116	116	120	110	88	95	97	94	83	698	698	913	627	651
12	上旬	114	115	115	121	116	81	94	86	83	83	604	576	741	568	546
	中旬	114	117	117	118	113	77	97	88	85	84	513	506	659	469	476
	下旬	118	118	125	125	110	80	98	80	88	83	454	465	581	418	420
枯水期旬平均		30	63	76	81	66	33	56	72	73	60	325	344	359	434	374

表 3.2.8-3 二期工程 2040 年引水流量过程表 单位: m³/s

月份		一期工程环评引水过程					二期工程 2040 年引水过程					二期工程 2040 年引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均
1	上旬	41	108	109	110	96	42	100	109	114	96	313	334	362	438	368
	中旬	42	93	108	107	91	43	94	109	112	93	315	315	331	415	344
	下旬	21	81	98	110	86	17	80	100	112	84	319	320	317	374	336
2	上旬	25	88	105	108	82	31	90	104	109	82	302	309	319	351	327
	中旬	25	73	103	106	80	32	69	102	109	79	302	311	312	352	322
	下旬	21	66	97	108	77	24	66	98	109	81	306	308	308	344	317
3	上旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	342	378	419	452	398
	中旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	347	372	411	498	406
	下旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	358	375	428	520	431
4	上旬	50	79	96	107	93	49	77	94	115	96	346	346	346	404	371
	中旬	107	106	116	135	122	107	105	102	123	113	345	345	366	528	424
	下旬	135	135	107	135	129	126	126	102	133	126	532	452	420	567	540
5	上旬	135	135	135	135	131	132	135	137	136	131	664	488	587	789	662
	中旬	135	135	135	135	132	134	136	137	136	133	597	430	803	794	747
	下旬	135	135	135	135	135	135	136	137	137	136	812	545	959	970	840
6	上旬	135	135	135	135	130	128	134	137	137	130	1634	970	1699	974	1081
	中旬	135	135	135	135	135	124	127	137	136	131	1570	1845	2089	1160	1493
	下旬	135	135	135	135	135	128	128	137	137	133	2566	2286	3632	1536	1994

月份		一期工程环评引水过程					二期工程 2040 年引水过程					二期工程 2040 年引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均
7	上旬	135	135	135	135	134	127	131	137	137	133	2888	3067	3625	1315	2500
	中旬	135	135	135	135	134	123	125	130	130	127	3785	2907	3518	1761	2927
	下旬	133	135	135	135	133	125	128	137	137	130	2656	2325	3244	2122	2886
8	上旬	127	135	135	135	132	122	126	131	130	127	4317	1916	2522	1903	3036
	中旬	114	135	135	135	132	120	125	130	129	126	2677	3148	2954	2447	3003
	下旬	91	135	135	135	131	119	125	132	132	127	4350	3413	3389	3090	3027
9	上旬	81	135	135	135	128	119	127	132	132	126	4584	4583	3019	2973	2971
	中旬	86	135	135	135	126	118	128	131	131	125	3830	4321	3603	2866	2753
	下旬	85	135	135	135	124	116	126	130	130	124	3893	3285	2974	2228	2355
10	上旬	116	135	135	135	127	119	125	130	131	126	2424	2182	2543	2150	1944
	中旬	116	131	135	135	126	120	124	132	130	125	1692	1583	2734	1528	1549
	下旬	118	129	135	135	126	123	127	133	129	127	1300	1240	2046	1221	1196
11	上旬	114	114	114	115	114	117	123	126	123	124	1013	1016	1460	896	926
	中旬	113	113	113	114	113	118	123	126	124	124	815	823	1118	719	749
	下旬	113	116	116	120	110	120	125	131	130	123	666	668	879	591	611
12	上旬	114	115	115	121	116	113	122	130	125	123	572	548	697	526	506
	中旬	114	117	117	118	113	115	118	131	124	120	475	485	616	430	440
	下旬	118	118	125	125	110	117	119	132	128	116	417	444	529	378	387
枯水期旬平均		30	63	76	81	66	31	62	74	82	66	327	337	356	425	368

(4) 远期利用滇池调蓄存在水质风险情景下的引水过程分析

1) 远期不利用滇池情景下的渠首引水过程

滇中引水工程具有城镇生活供水任务，工程利用滇池进行在线调蓄的条件是滇池外海水水质稳定达到 III 类。根据《滇池保护规划(2020~2035 年)》提出的水质目标，到 2035 年滇池草海和外海水水质均力争达到 III 类，2040 年滇池外海水水质达到 III 类存在一定的不确定性。滇中引水工程 2040 水平年引水量达到 34.03 亿 m^3 ，利用滇池调蓄 7439 万 m^3 ，在利用“53 座水库+滇池”进行调蓄后，可以实现渠首 3 月份全月不引水（见表 3.2.8-3）。在远期本工程引水量到达最大，但滇池外海水水质不能稳定达到 III 类的情景下，只能利用 53 座水库进行调蓄，因调蓄库容不足，渠首只能实现 3 月上中旬（20 天）不引水（表 3.2.8-7）。

在远期不利用滇池进行调蓄的情景下，与一期工程环评引水过程相比，多年平均枯水期（1 月~4 月中旬）引水流量从 66 m^3/s 增大至 73 m^3/s ，引水量从 6.29 亿 m^3 增加至 6.92 亿 m^3 ，引水量占同期天然来水量的比例从 15.3% 上升至 16.8%，不能达到环保部对一期工程环评的批复要求。

因此，需要研究远期滇池水质存在水质风险情景下的供水保障方案。为在远期利用滇池存在水质风险情景下实现渠首 3 月下旬不引水，可采取两种情景进行分析：①分析金沙江上游 2040 水平年前建成水电站运行对渠首石鼓断面枯期来水的影响，说明在上游电站运行的情景下滇中引水工程具备 3 月下旬引水的水资源条件；②在石鼓断面天然来水条件下，按照供水破坏的优先顺序，采取非充分灌溉，优化调整受水区 3 月下旬供水破坏情景的水资源配置方案，实现 3 月全月不引水。

2) 金沙江上游工程运行后的来水量分析

①金沙江上游水电站开发建设概况

根据《金沙江上游水电规划》，金沙江上游规划 13 个梯级电站，其中

岗托、叶巴滩、拉哇、苏洼龙、巴塘、旭龙水电站为近期开发工程。“十三五”期间，随着叶巴滩电站的开工建设，金沙江上游段进入了水电开发快速建设期。目前，叶巴滩、拉哇、苏洼龙、巴塘电站已开工建设，旭龙电站环评报告已经取得生态环境部批复。此外，金沙江上游规划有引通济柴、南水北调西线等重大引水工程。金沙江上游水电站分布见图 3.2.8-1。



图 3.2.8-1 金沙江上游水电梯级开发示意图

本次评价的现状水平年为 2020 年，现状渠首上游金沙江河段水电已进入全面开发阶段，2040 水平年上游来水量的边界条件已经发生较大改变，因此本次环评采用考虑上游电站运行调度、重大引水过程实施后的来水量，叠加渠首引水过程进行分析。

②上游水电站基本情况

目前，金沙江石鼓断面以上尚未建成调节库容较大的电站，但在建的叶巴滩、拉哇两座电站将于 2030 年前建成，另外规划的岗托电站有望在 2040 年前投运，这 3 座电站调节库容较大，水库调蓄后将对滇中引水水源金沙江石鼓断面径流产生影响，水库基本情况见表 3.2.8-4。

表 3.2.8-4 石鼓断面以上控制性电站基本情况表

梯级名称	正常蓄水位 (m)	死水位 (m)	正常蓄水位以下库容 (亿 m ³)	调节库容 (亿 m ³)	装机容量 (MW)	建设情况
岗托	3215	3145	54.11	37.3	1200	规划
叶巴滩	2889	2855	10.8	5.37	2240	在建
拉哇	2702	2672	19.92	7.19	1900	在建
合计			84.83	49.86	5340	

A 岗托

岗托水电站位于四川德格县与西藏江达县境内的金沙江干流上，坝址区位于德格色曲河汇口上游约 8.4km 处，为规划中的金沙江上游川藏段 13 个梯级电站中的第 4 级，上游为果通水电站，下游与岩比水电站衔接。

岗托水电站的开发任务发电为主，并促进地区经济社会发展。水库正常蓄水位 3215m，死水位 3145m，调节库容 37.3 亿 m³，电站装机容量 1200MW。

岗托水电站是金沙江干流上游控制性水库电站，具有年调节能力，汛期（6~10 月）为水库蓄水期，库水位从死水位 3145m 逐步蓄至正常蓄水位 3215m，一般在 9 月底蓄至正常蓄水位；11 月水库开始供水，至 5 月末水库水位消落到死水位。

岗托水电站目前处于预可行性研究阶段，2018 年预可研报告通过了审查。

B 叶巴滩

叶巴滩水电站位于四川白玉县与西藏贡觉县交界的金沙江上游干流上，坝址区位于四川省白玉县盖玉区降曲河口以下约 4.5km 河段上，为规划中的金沙江上游川藏段 13 个梯级电站中的第 7 级，上游为波罗水电站，河道里程 73km；下游与拉哇水电站衔接，河道里程 78km。叶巴滩水电站距离四川成都直线距离 515km，距离西藏昌都直线距离 145km。

叶巴滩水电站坝址控制流域面积为 17.3km²，工程开发任务以发电为主，并促进地区经济社会发展。水库正常蓄水位 2889m，死水位 2855m，调节库容 5.37 亿 m³，电站装机容量 2240MW，具有季调节能力。水库调度运行原则为：保证电站安全运行的条件下，在电力系统中发挥较好的动能经济效益。

岗托水库建成前，叶巴滩作为金沙江上游“龙头”水库，按不完全年调节方式运行。汛期（6~10 月）为水库蓄水期，库水位从死水位 2855m 逐步蓄至正常蓄水位 2889m，一般年份在 7 月蓄至正常蓄水位；12 月水库开始供水，至 5 月末水库水位消落到死水位附近。

岗托水库建成后，叶巴滩作为被补偿电站之一，水库来水过程主要受上游岗托水库补偿调节方式控制，此时叶巴滩库水位一般尽量维持在高水位，全年按日、周调节方式运行，库水位在远期运行低水位 2884.0m ~ 正常蓄水位 2889.0m 之间变化。遇枯水年份，若电力系统需要，水库可消落至 2884.0m 以下运行。

叶巴滩水电站 2016 年 11 月获得国家发改委核准，2017 年主体工程开工建设，总工期为 103 个月。

C 拉哇

拉哇水电站位于金沙江上游川藏界河段，工程区左侧为四川省巴塘县拉哇乡，右侧为西藏自治区芒康县竹巴笼乡。为规划中的金沙江上游川藏段 13 个梯级电站中的第 8 级，上游为叶巴滩梯级，下游为巴塘梯级。

拉哇水电站坝址位于拉哇乡拉哇沟口河段，距离四川省成都市、巴塘县公路里程分别 844km、18km，距离西藏昌都市、芒康县分别 531km 和 104km，距云南省香格里拉 361km。

拉哇水电站坝址控制流域面积 17.6 万 km²，工程开发任务以发电为主，并促进地方经济社会发展、移民群众脱贫致富和生态环境保护建设。水库正常蓄水位 2702m，死水位 2672m，调节库容 7.19 亿 m³，电站装机容量 1900MW，具有季调节能力。

拉哇水电站的运行方式为：一般年份 6 月上旬开始蓄水，8 月中旬可蓄至正常蓄水位，9~12 月一般维持在正常蓄水位或附近运行，次年 1~5 月为供水期，5 月底消落到死水位。

拉哇水电站 2019 年 1 月获得国家发改委核准，2019 年底主体工程开工建设，总工期为 108 个月。

③主要跨流域调水工程

根据有关规划成果，石鼓断面以上 2030 年以前不会有大的跨流域调水工程投运，但在 2040 年前引通济柴、南水北调西线有望建成，两个跨流域调水工程基本情况见表 3.2.8-5。

表 3.2.8-5 石鼓断面以上跨流域调水工程基本情况表

工程名称	建设情况	调出水量（亿 m ³ ）	水源区	受水区
引通济柴	规划	5.47	通天河	柴达木盆地
南水北调西线	规划	40	通天河	黄河流域
合计		45.47		

A 引通济柴工程

引通济柴工程是青海省为解决远期经济社会发展和生态环境用水问题，

合理利用长江流域水资源而规划的一项调水工程，根本解决近远期柴达木地区缺水问题，同时提高南水北调西线工程对青海的服务功能。计划从通天河干流引水至格尔木河，在满足格尔木区用水需求下，从格尔木河引水至香日德水库，再输送至德令哈解决德令哈区工业缺水问题。

引通济柴工程规划从通天河干流上取水，从通天河阿俄口由泵站提水后，在曲麻莱县境内向北经通涌隧洞、来涌曲倒虹吸、涌哈隧洞、哈尔松倒虹吸、哈错隧洞、错池牙陇倒虹吸、昂日曲倒虹吸、昂日曲隧洞和明渠等输水建筑物，输水至错日阿巴鄂阿东湖，再经当地水系流入格尔木河东支雪水河上的温泉水库。

根据《柴达木盆地水资源配置工程规划》，引通济柴工程在 2030~2040 年根据盆地内经济发展及生态环境保护要求开工建设，规划年供水量为 5.47 亿 m^3 ，输水时段为 5~10 月。

B 南水北调西线工程

根据《南水北调工程总体规划》，南水北调西线工程是在长江上游通天河、支流雅砻江和大渡河上游筑坝建库，开凿穿过长江与黄河分水岭巴颜喀拉山的输水隧洞，调长江水入黄河上游。工程供水目标主要是解决涉及青海、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西等 6 省（自治区）黄河上中游地区和渭河关中平原的缺水问题。工程规划分三期建设，第一期规划从大渡河和雅砻江支流调水 40 亿 m^3 自流到黄河支流贾曲，第二期规划从雅砻江干流调水 50 亿 m^3 自流到贾曲，第三期规划从通天河干流侧坊调水 80 亿 m^3 。工程规划总调水量为 170 亿 m^3 。

根据《长江流域及西南诸河水资源综合规划》，到 2030 年，规划南水北调西线工程共调水 80 亿 m^3 。工程目前处于前期论证阶段，根据初步成果，水源点按 8 座水源水库考虑，分别为通天河的侧坊、雅砻江干流的热巴、雅砻江支流达曲的阿安、雅砻江支流泥曲的仁达、大渡河支流色曲的洛若、

大渡河支流杜柯河的珠安达、大渡河支流玛柯河的霍那、大渡河支流阿柯河的克柯，其中通天河的侧坊调水量 40 亿 m³。

④上游工程实施后的石鼓断面流量过程

本次分析采用 1959 年 6 月~2014 年 5 月共 55 年长系列径流资料，计算时段为旬。根据金沙江上游梯级水库及跨流域调水工程的规划和建设情况，拟定 2 个计算工况，见表 3.2.8-6。

表 3.2.8-6 计算工况表

计算工况	水平年	调蓄水库	跨流域调水工程
工况 1	2040 年	岗托、叶巴滩、拉哇	
工况 2	2040 年	岗托、叶巴滩、拉哇	引通济柴、南水北调西线

经模拟计算，工况 1、工况 2 石鼓断面各频率代表年和多年平均旬均流量见表 3.2.8-8。采用工况 1、工况 2 枯水期（1~4 月中旬）平均流量，与天然来流对比，见图 3.2.8-2。

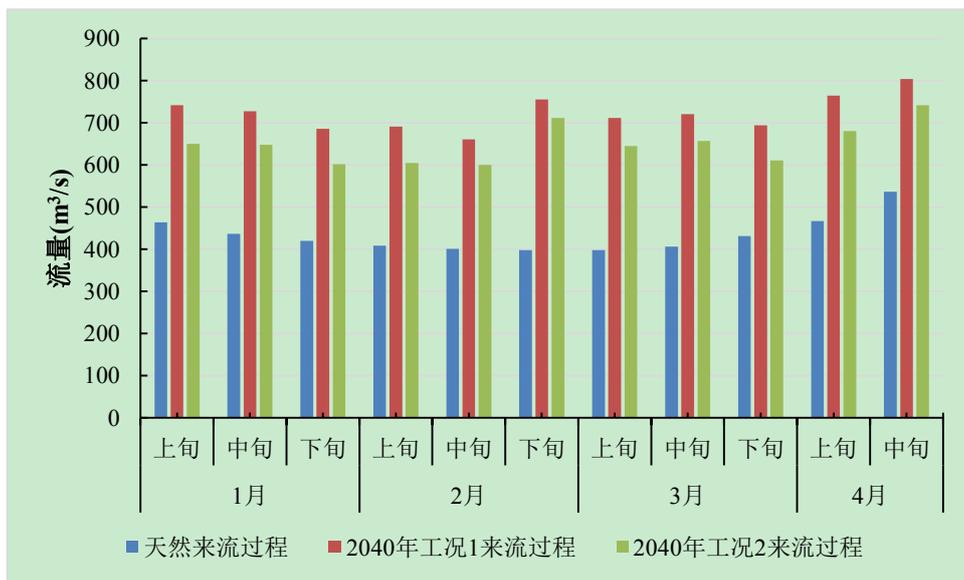


图 3.2.8-2 金沙江石鼓断面枯水期流量对比

对比工况 1 来流和天然来流可以看出，2040 年水平年金沙江上游岗托、叶巴滩、拉哇水库调蓄后，石鼓断面枯水期多年平均流量约增加 291m³/s；工况 2 2040 水平年考虑上游引通济柴和南水北调西线从通天河调水后，石鼓断面枯水期多年平均流量增加约 217m³/s。

⑤引水后下游流量

分别对 2040 年工况 1、工况 2 引水后的下游流量进行计算，并与石鼓断面天然来流量比对，结果见表 3.2.8-9。采用工况 1、工况 2 枯水期平均引水后流量与天然流量进行对比，见图 3.2.8-3。

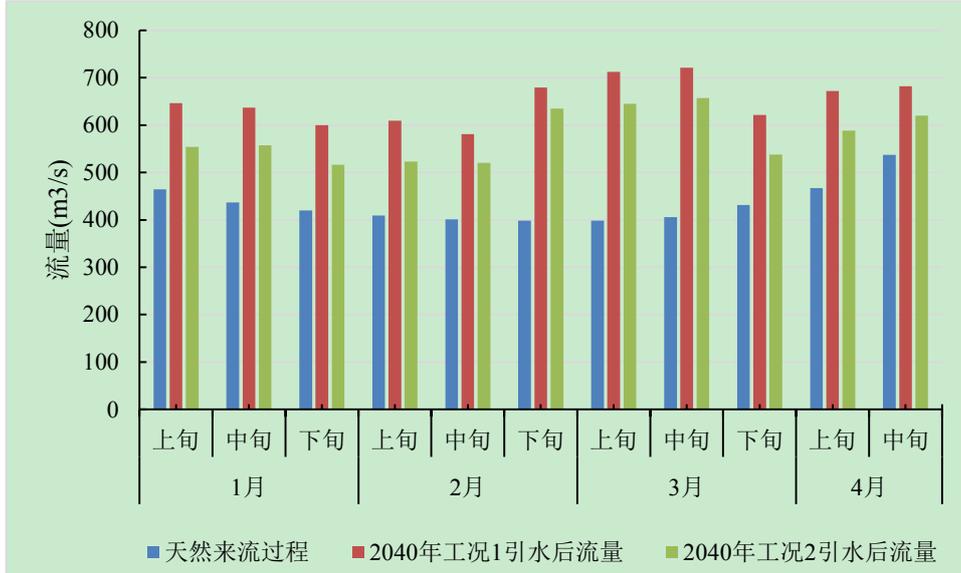


图 3.2.8-3 金沙江石鼓断面天然流量与引水后流量对比图

从图表中可以看出，多年平均条件下，2040 年工况 1、工况 2 枯水期（1 月~4 月中旬）引水后流量均大于同期天然来水量。说明上游水电站调度运行后，对石鼓断面枯水期流量的影响很大，来水量增加明显。远期 2040 年利用滇池调蓄存在水质风险的情景下，由于金沙江石鼓上游水电开发已经形成一定规模，电站调度运行后石鼓断面枯水期流量增大，本工程引水后下游流量仍然明显大于天然来流量，满足环保部对一期工程环评批复中提出的“保障 4 月下旬至 6 月 411m³/s 生态流量、其他时间 300m³/s 生态流量”的要求。

表 3.2.8-7 2040 年不能利用滇池情景下二期工程引水流量过程表 单位：m³/s

月份		一期工程环评引水过程					二期工程 2040 年引水过程					二期工程 2040 年引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均
1	上旬	41	108	109	110	96	41	108	109	110	96	314	326	362	442	368
	中旬	42	93	108	107	91	42	93	108	107	91	316	316	332	420	346
	下旬	21	81	98	110	86	14	81	98	110	86	322	319	319	376	334
2	上旬	25	88	105	108	82	25	88	105	108	82	308	311	318	352	327
	中旬	25	73	103	106	80	25	69	103	106	80	309	311	311	355	321
	下旬	21	66	97	108	77	14	66	97	108	77	316	308	309	345	321
3	上旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	342	378	419	452	398
	中旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	347	372	411	498	406
	下旬	0	0	0	0	0	14	27	97	95	73	345	348	331	425	358
4	上旬	50	79	96	107	93	42	69	96	107	93	353	354	344	412	374
	中旬	107	106	116	135	122	107	106	116	135	122	345	344	352	516	415
	下旬	135	135	107	135	129	136	136	98	136	129	522	442	424	564	537
5	上旬	135	135	135	135	131	136	136	136	136	131	660	487	588	789	662
	中旬	135	135	135	135	132	136	136	136	136	134	595	430	804	794	746
	下旬	135	135	135	135	135	136	136	137	137	136	811	545	959	970	840
6	上旬	135	135	135	135	130	127	137	127	137	129	1635	967	1709	974	1082
	中旬	135	135	135	135	135	127	127	127	137	129	1567	1845	2099	1159	1495
	下旬	135	135	135	135	135	128	128	129	127	128	2566	2286	3640	1546	1999

月份		一期工程环评引水过程					二期工程 2040 年引水过程					二期工程 2040 年引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年 平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年 平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年 平均
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	
7	上旬	135	135	135	135	134	114	128	129	127	127	2901	3070	3633	1325	2506
	中旬	135	135	135	135	134	115	128	134	135	126	3793	2904	3514	1756	2928
	下旬	133	135	135	135	133	114	128	132	135	126	2667	2325	3249	2124	2890
8	上旬	127	135	135	135	132	95	127	133	135	127	4344	1915	2520	1898	3036
	中旬	114	135	135	135	132	94	133	133	135	125	2703	3140	2951	2441	3004
	下旬	91	135	135	135	131	79	133	132	134	122	4390	3405	3389	3088	3032
9	上旬	81	135	135	135	128	81	135	135	137	119	4622	4575	3016	2968	2978
	中旬	86	135	135	135	126	86	120	136	134	118	3862	4329	3598	2863	2760
	下旬	85	135	135	135	124	86	119	135	134	117	3923	3292	2969	2224	2362
10	上旬	116	135	135	135	127	116	124	134	135	122	2427	2183	2539	2146	1948
	中旬	116	131	135	135	126	116	123	134	135	123	1696	1584	2732	1523	1551
	下旬	118	129	135	135	126	118	126	128	134	124	1305	1241	2051	1216	1199
11	上旬	114	114	114	115	114	114	113	117	120	115	1016	1026	1469	899	936
	中旬	113	113	113	114	113	126	126	130	134	126	807	820	1114	709	747
	下旬	113	116	116	120	110	126	126	129	133	120	660	667	881	588	614
12	上旬	114	115	115	121	116	114	115	119	117	116	571	555	708	534	513
	中旬	114	117	117	118	113	114	117	117	117	113	476	486	630	437	447
	下旬	118	118	125	125	110	118	118	128	128	110	416	445	533	378	393
枯水期旬平均		30	63	76	81	66	29	64	84	90	73	329	335	346	418	361

表 3.2.8-8 2040 年不同工况下石鼓断面来水量 单位: m³/s

月份		天然来流过程					2040 年工况 1 来水过程					2040 年工况 2 来水过程				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	
1	上旬	355	434	471	552	464	681	716	746	822	742	591	609	657	732	650
	中旬	358	409	440	527	437	681	707	727	809	728	605	621	649	730	648
	下旬	336	400	417	486	420	656	665	688	751	686	557	577	594	656	602
2	上旬	333	399	423	460	409	660	677	705	759	691	568	592	612	664	605
	中旬	334	380	414	461	401	671	676	667	709	661	576	587	611	671	600
	下旬	330	374	406	453	398	752	765	770	822	756	670	692	729	799	712
3	上旬	342	378	419	452	398	728	722	721	749	712	625	631	673	712	645
	中旬	347	372	411	498	406	733	725	720	776	721	637	640	679	752	657
	下旬	358	375	428	520	431	705	693	683	776	694	589	585	615	699	611
4	上旬	395	423	440	519	467	719	725	724	858	765	637	619	672	746	681
	中旬	452	450	468	651	537	595	708	814	923	804	616	630	697	803	742
	下旬	658	578	522	700	666	745	698	942	1057	911	726	657	724	838	784
5	上旬	796	623	724	925	793	899	890	1028	1196	1084	814	712	806	973	916
	中旬	731	566	940	930	880	884	933	1257	1305	1188	784	690	956	1083	939
	下旬	947	681	1096	1107	976	851	913	1055	1351	1202	699	619	763	1125	928
6	上旬	1762	1104	1836	1111	1211	1282	814	1399	1079	1018	1244	789	1286	963	961
	中旬	1694	1972	2226	1296	1624	908	1365	820	898	1048	907	1258	894	801	975
	下旬	2694	2414	3769	1673	2127	1366	1385	1366	886	1259	1401	1294	1387	794	1162

月份		天然来流过程					2040年工况1来水过程					2040年工况2来水过程				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均
		1974年	2003年	1989年	1988年		1974年	2003年	1989年	1988年		1974年	2003年	1989年	1988年	
7	上旬	3015	3198	3762	1452	2633	2527	2328	2552	898	1757	2013	1861	2322	771	1559
	中旬	3908	3032	3648	1891	3054	3341	2461	2848	1353	2289	3193	1900	2777	1143	2032
	下旬	2781	2453	3381	2259	3016	2660	2367	2516	1535	2319	2170	1802	2406	1142	1994
8	上旬	4439	2042	2653	2033	3163	3432	1684	2734	1699	2648	3371	1464	2653	1477	2441
	中旬	2797	3273	3084	2576	3129	2940	2603	2752	2534	2742	2894	2572	2684	1847	2544
	下旬	4469	3538	3521	3222	3154	3046	2753	2758	3089	2604	2966	2673	2662	2536	2398
9	上旬	4703	4710	3151	3105	3097	3898	3133	2894	3185	2881	3782	3019	2778	3104	2720
	中旬	3948	4449	3734	2997	2878	2903	3837	2978	2872	2663	2785	3719	2860	2760	2481
	下旬	4009	3411	3104	2358	2479	2971	2939	2780	2329	2316	2886	2853	2694	2243	2129
10	上旬	2543	2307	2673	2281	2070	2460	2404	2513	2311	2051	2414	2194	2467	2156	1879
	中旬	1812	1707	2866	1658	1674	1847	1733	2798	1682	1655	1667	1537	2723	1486	1482
	下旬	1423	1367	2179	1350	1323	1319	1254	2002	1278	1202	1125	1061	1808	1085	1027
11	上旬	1130	1139	1586	1019	1050	1125	1134	1577	1013	1043	970	978	1422	886	914
	中旬	933	946	1244	843	873	1011	1023	1319	923	947	815	827	1124	803	800
	下旬	786	793	1010	721	734	913	912	1127	843	857	772	772	987	752	747
12	上旬	685	670	827	651	629	879	863	1025	843	822	728	730	874	738	705
	中旬	590	603	747	554	560	810	822	965	781	782	672	673	826	676	665
	下旬	534	563	661	506	503	738	765	855	703	713	601	623	720	595	600
枯水期旬平均		358	399	431	507	433	689	707	724	796	724	606	617	653	724	650

表 3.2.8-9 2040 年上游电站调度的引水后下游流量 单位：m³/s

月份		取水口上游天然来流过程					2040 年工况 1 引水后下游流量					2040 年工况 2 引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	
1	上旬	355	434	471	552	464	640	608	637	712	646	550	501	548	622	554
	中旬	358	409	440	527	437	639	614	619	702	637	563	528	541	623	557
	下旬	336	400	417	486	420	642	584	590	641	600	543	496	496	546	516
2	上旬	333	399	423	460	409	635	589	600	651	609	543	504	507	556	523
	中旬	334	380	414	461	401	646	607	564	603	581	551	518	508	565	520
	下旬	330	374	406	453	398	738	699	673	714	679	656	626	632	691	635
3	上旬	342	378	419	452	398	728	722	721	749	712	625	631	673	712	645
	中旬	347	372	411	498	406	733	725	720	776	721	637	640	679	752	657
	下旬	358	375	428	520	431	692	666	586	681	621	576	558	518	604	538
4	上旬	395	423	440	519	467	677	656	628	751	672	595	550	576	639	588
	中旬	452	450	468	651	537	488	602	698	788	682	509	524	581	668	620
	下旬	658	578	522	700	666	609	562	844	921	782	590	521	626	702	655
5	上旬	796	623	724	925	793	763	754	892	1060	953	678	576	670	837	785
	中旬	731	566	940	930	880	748	797	1121	1169	1054	648	554	820	947	805
	下旬	947	681	1096	1107	976	715	777	918	1214	1066	563	483	626	988	792
6	上旬	1762	1104	1836	1111	1211	1155	677	1272	942	889	1117	652	1159	826	832
	中旬	1694	1972	2226	1296	1624	781	1238	693	761	919	780	1131	767	664	846
	下旬	2694	2414	3769	1673	2127	1238	1257	1237	759	1131	1273	1166	1258	667	1034

月份		取水口上游天然来流过程					2040年工况1引水后下游流量					2040年工况2引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均
		1974年	2003年	1989年	1988年		1974年	2003年	1989年	1988年		1974年	2003年	1989年	1988年	
7	上旬	3015	3198	3762	1452	2633	2413	2200	2423	771	1630	1899	1733	2193	644	1432
	中旬	3908	3032	3648	1891	3054	3226	2333	2714	1218	2163	3078	1772	2643	1008	1906
	下旬	2781	2453	3381	2259	3016	2546	2239	2384	1400	2193	2056	1674	2274	1007	1868
8	上旬	4439	2042	2653	2033	3163	3337	1557	2601	1564	2521	3276	1337	2520	1342	2314
	中旬	2797	3273	3084	2576	3129	2846	2470	2619	2399	2617	2800	2439	2551	1712	2419
	下旬	4469	3538	3521	3222	3154	2967	2620	2626	2955	2482	2887	2540	2530	2402	2276
9	上旬	4703	4710	3151	3105	3097	3817	2998	2759	3048	2762	3701	2884	2643	2967	2601
	中旬	3948	4449	3734	2997	2878	2817	3717	2842	2738	2545	2699	3599	2724	2626	2363
	下旬	4009	3411	3104	2358	2479	2885	2820	2645	2195	2199	2800	2734	2559	2109	2012
10	上旬	2543	2307	2673	2281	2070	2344	2280	2379	2176	1929	2298	2070	2333	2021	1757
	中旬	1812	1707	2866	1658	1674	1731	1610	2664	1547	1532	1551	1414	2589	1351	1359
	下旬	1423	1367	2179	1350	1323	1201	1128	1874	1144	1078	1007	935	1680	951	903
11	上旬	1130	1139	1586	1019	1050	1011	1021	1460	893	929	856	865	1305	766	800
	中旬	933	946	1244	843	873	885	897	1189	789	821	689	701	994	669	674
	下旬	786	793	1010	721	734	787	786	998	710	737	646	646	858	619	627
12	上旬	685	670	827	651	629	765	748	906	726	706	614	615	755	621	589
	中旬	590	603	747	554	560	696	705	848	664	669	558	556	709	559	552
	下旬	534	563	661	506	503	620	647	727	575	603	483	505	592	467	490
枯水期旬平均		358	399	431	507	433	660	643	640	706	651	577	552	569	634	578

3) 短时间供水破坏情景的水资源配置方案

水利部审定的《滇中引水工程初步设计报告》对水源区（以石鼓水文站为代表）与受水区年径流的丰枯遭遇情况进行了详细分析，结果表明水源区与受水区的年径流相关系数为 0.089，最枯 6 个月（11 月下旬~5 月中旬）径流相关系数为 0.15，没有相关性，水源区与受水区同丰的遭遇概率为 16.1%，同枯的遭遇概率为 14.3%。因此，典型年枯期可引水量主要受石鼓断面生态流量下泄需求控制。

利用滇池调蓄情景下，各典型年渠首 3 月下旬引水水量分别为水量为 1283 万 m^3 （特枯）、2566 万 m^3 （枯水）、9218 万 m^3 （平水）和 9028 万 m^3 （丰水），7479 万 m^3 （多年），调蓄后的出湖供水水量为 9556 万 m^3 （特枯）、4752 万 m^3 （枯水）、4127 万 m^3 （平水）和 5415 万 m^3 （丰水），7467 万 m^3 （多年）。因此，在远期滇池存在水质风险情景下，滇池调蓄供水水量将无法使用，受水区缺水量分别增加 9556 万 m^3 （特枯）、4752 万 m^3 （枯水）、4127 万 m^3 （平水）和 5415 万 m^3 （丰水），7467 万 m^3 （多年）。按照供水破坏原则，优先破坏农业灌溉供水，其次是工业用水，各典型年的供水破坏方案如下：

①P=95%特枯年，需要减少供水 9556 万 m^3 ，枯水年农业供水已被破坏，按照农业灌溉供水破坏深控制要求，不能集中在 3 月破坏农业供水，需要提前 2 个月进行破坏，1 至 3 月受水区农业灌溉总供水 75529 万 m^3 ，通过受水区海稍、大银甸、小石门、九龙甸、东风、跃进等骨干调蓄水库调整配置方案，可满足破坏深控制的要求。

②P=90%枯水年，需要减少供水 4752 万 m^3 ，3 月受水区农业灌溉总供水量为 27531 万 m^3 ，因为枯水年农业供水已被破坏，按照农业灌溉供水破坏深控制要求不能集中在 3 月破坏农业供水，提前 1 个月进行破坏，2 月和 3 月受水区农业灌溉总供水 54681 万 m^3 ，通过受水区大银甸、九龙甸、东

风、跃进等骨干调蓄水库调整配置方案，满足农灌供水破坏控制的要求。

③P=50%平水年，需水减少供水 4127 万 m^3 ，3 月受水区农业灌溉总供水量为 31712 万 m^3 ，集中在 3 月破坏农灌供水，通过受水区大银甸、九龙甸、东风、跃进等骨干调蓄水库调整配置方案，满足农灌供水破坏控制要求。

④P=25%丰水年，需水减少供水 5415 万 m^3 ，3 月下旬受水区农业灌溉总供水量为 30042 万 m^3 ，集中在 3 月破坏农灌供水，通过受水区大银甸、九龙甸、东风、跃进等骨干调蓄水库调整配置方案，满足农灌供水破坏控制要求。

3.2.9 利用洱海调蓄的可行性分析

2021 年 8 月，云南省院编制完成了《滇中引水二期工程利用洱海调蓄专题研究报告》。在一期工程利用洱海专题研究报告等成果基础上，按照一期工程环评批复要求的减缓枯水期引水对金沙江下游生态的影响，增设充蓄调节水库在丰水期引水充蓄思路，在输水总干渠设计流量、渠首引水总量已经确定的情况下，按照二期工程明确的调蓄布局和充蓄水量，遵循洱海运行调度和保护治理相关原则，将洱海增加作为充蓄调节水库，分析洱海调蓄能力和丰水期充蓄滇中引水工程水量和过程，以优化滇中引水渠首引水过程，尽量减少枯水期引水量。

在洱海调蓄满足运行水位、生态控制水位、下泄生态流量及保护治理要求的条件下，经计算，利用洱海调蓄水量有限，多年平均可以调蓄滇中引水水量 3742 万 m^3 ，利用洱海方案与不利用洱海方案相比，渠首枯期（1-4 月中旬）引水量仅可减少 0.16 亿 m^3 ，对减少渠首枯期引水量作用有限。

由于金沙江水源区和洱海分属长江和澜沧江两大不同水系，鱼类区系及种类差异大，若将金沙江引水进入洱海调蓄，可能会发生生物入侵的风

险。

鉴于利用“53座水库+滇池”的调蓄方案已满足滇中引水工程（一期）环评批复中提出的三月份全月不引水的要求，取水口断面也满足4月下旬至6月 $411\text{m}^3/\text{s}$ 、其它时段 $300\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量要求，而利用洱海调蓄方案对减少渠首枯期引水量作用有限，且有可能发生生物入侵的风险，推荐近期不利用洱海调蓄。

3.2.10 移民安置方案的环境合理性分析

二期骨干工程除杨柳田、大唐、大箐、黄坡4个调蓄水库集中连片征地外，其余为线性征地，征收耕地分解到具体乡（镇）、村委会面积不大。调蓄工程涉及的7个村组，耕地征收影响比例在20.65%~47.48%，征收耕地的比例较大，但征地后人均耕地面积充足，征地后4个村组的人均耕地超过1亩。征地后人均耕地面积不足1亩的蚂蟥村、大箐村、黄坡村3个村组距离城镇较近，主要收入来源为二、三产业，征地补偿后劳动力可以投入二、三产业，因此征用耕地对3个村组居民的生产生活影响有限。输水工程建设征地各村委会征收比例在0.02%~2.16%之间，征收比例较小。人均减少耕地面积在0.01亩~0.03亩之间，征地后各村委会剩余耕地较多，移民可利用补偿资金对中低产田进行改造、发展高产值经济作物等恢复并提高经济收入。工程可研阶段对安置人员回收有效意愿调查表397份，均同意本工程拟采取的货币补偿，由村组或个人利用补偿资金自行安置的方案。二期骨干工程生产安置方案环境合理。

本工程搬迁安置设1个集中搬迁安置点，其余村组搬迁安置人口采取后靠分散自行安置。坡脚小组集中安置点属于昆明市富民县大营街道黄坡村，位于原坡脚小组旧址的后山，在本村内安置，民族及社会融入性较好，便于移民尽快适应生活。坡脚集中安置点位于黄坡水库坝址下游左岸，安

置点配套建设生活垃圾收集、生活污水处理设施，安置点不会增加黄坡水库污染负荷。安置点不涉及自然保护区、生态保护红线等环境敏感区域，也不占用基本农田，无重大环境制约因素。安置点地形条件、水源条件、供电条件、交通条件等较好；区域地形地貌、气候条件、植被、水土流失均适宜安置点建设及移民生产生活活动。因此，搬迁安置点选址环境可行。

3.3 影响源分析

3.3.1 施工期影响源分析

3.3.1.1 水污染源

根据施工组织设计，二期骨干工程施工期水污染源包括生产废水和生活污水。生产废水主要为砂石料加工系统生产废水、混凝土拌和冲洗废水、隧洞排水、机修含油废水和基坑排水；生活污水主要为施工人员生活污水。

二期骨干工程建设 2 座砂石料加工系统，按生产 1m^3 料源产生 2m^3 废水计，则施工期砂石料加工系统废水产生量约 214.8 万 m^3 ，主要污染物 SS 浓度可达 50000mg/L ；二期骨干工程共布设 73 台混凝土拌和机，按每台混凝土拌和机每天冲洗两次，每次用水 0.5m^3 ，排水系数 0.8 计，则施工期混凝土拌和机冲洗废水产生量约 0.81 万 m^3 ，主要污染物 SS 浓度可达 5000mg/L ，pH 呈碱性；二期骨干工程共布设 11 座隧洞，隧洞排水点多且分散，排水量较大，不含有毒有害物质，主要污染物 SS 浓度为 $100\sim 5000\text{mg/L}$ ，pH 值呈碱性；二期骨干工程共布设 48 个生产生活区，生产生活区机械设备、车辆产生少量含油废水，废水点多且分散，主要污染物 SS、石油类浓度分别为 $300\sim 1500\text{mg/L}$ 、 $10\sim 50\text{mg/L}$ ；大黑箐隧洞进口施工采取围堰导流，产生少量基坑排水，不含有毒有害物质，主要污染物 SS 浓度约 1000mg/L 。

二期骨干工程共布设 48 个生产生活区，各段生产生活区施工高峰人数在 26~1615 人，按施工高峰期每人用水量 100L/d ，排水系数 0.8 计，则施

工期生活污水产生量约 51.66 万 m³，主要污染物 SS、COD、BOD₅、总磷、氨氮浓度分别为 150mg/L、250mg/L、150mg/L、4.5mg/L、20mg/L。

3.3.1.2 大气污染源

工程施工期对大气环境产生污染的环节主要为：工程开挖爆破产生的扬尘、废气；运输车辆、施工机械排放的废气；砂石料加工产生色粉尘；交通运输、松散土料、弃渣等被风吹起的扬尘。

(1) 施工爆破与燃油废气

工程开挖前需进行爆破，爆破过程将产生一定量污染物，均会对施工区环境空气质量产生一定影响。主要产生部位为输水隧洞开挖、施工支洞开挖、暗涵边坡开挖施工等。本工程施工需要使用的燃油机械设备一般有发电机、自卸汽车、推土机等，燃料以柴油、汽油为主。本工程施工期间预计共需用油料 1.15 万 t，炸药 0.18 万 t。

柴油在燃烧过程中将产生 CO、NO₂、SO₂、C_mH_n 等污染物质。炸药在爆炸过程中产生高温高压膨胀气体（炮烟），其中除含有大量粉尘外，还含有 CO、NO₂、C_mH_n 等污染物。根据有关资料介绍，柴油燃烧和炸药爆炸过程中排放或产生的有害气体量详见表 3.3.1-1。

表 3.3.1-1 单位油料燃烧、炸药爆炸产生的有害气体指标表 单位：kg

有害气体	TSP	CO	NO ₂	SO ₂	C _m H _n
爆炸 1t 炸药排放量	47.49	44.46	3.51	-	0.04
燃烧 1t 柴油排放量	0.31	29.35	48.26	3.52	4.83

由此推算，工程施工期机械燃油和施工开挖产生的有害气体排放量具体见表 3.3.1-2。

表 3.3.1-2 工程施工期燃油、炸药产生的有害气体总量表 单位：kg

有害物质 (kg)	TSP	CO	NO ₂	SO ₂	C _m H _n
炸药	85482.00	80028.00	6318.00	-	72.00
油料	3565.00	337525.00	554990.00	40480.00	55545.00
合计	89047.00	417553.00	561308.00	40480.00	55617.00

(2) 交通扬尘

施工区交通扬尘主要来源于进场公路和场内公路，在干燥天气情况下，车辆行驶容易产生扬尘。车辆行驶产生的扬尘，在完全干燥情况下，可按下列经验公式计算：

$$Q = 0.123(V/5)(W/6.8)^{0.85}(P/0.5)^{0.75}$$

式中：Q——汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

V——汽车速度，km/h；

W——汽车载重量，t；

P——道路表面粉尘量，kg/m²。

施工区载重汽车主要为 15~25t，本次源强预测按 25t 计算，场内公路设计时速 20km/h，计算结果见表 3.3.1-3。

表 3.3.1-3 不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘 单位：kg/辆·km

车速 \ P	P					
	0.1 (kg/m ²)	0.2 (kg/m ²)	0.3 (kg/m ²)	0.4 (kg/m ²)	0.5 (kg/m ²)	1 (kg/m ²)
5 (km/h)	0.11	0.19	0.25	0.31	0.37	0.63
10 (km/h)	0.22	0.37	0.51	0.63	0.74	1.25
15 (km/h)	0.33	0.56	0.76	0.94	1.16	1.88
20 (km/h)	0.44	0.75	1.01	1.26	1.49	0.63

(3) 施工开挖粉尘

目前工程区域总体环境空气质量良好。工程开工后，土石方开挖以及施工原材料汽车运输和装卸都产生大量粉尘和飘尘，造成施工场地范围内和施工道路两侧的大气污染。根据同类工程比较，施工区粉尘浓度较高的地点是水泥仓库约 50mg/m³ ~ 70mg/m³，粉尘和废气的排放的影响主要集中在施工期，将使施工场和施工道路沿线大气环境质量下降，对施工人员和周边敏感目标的身体健康造成一定影响。在主体工程施工组织设计中，根据本工程施工特点，已考虑了供风设施，用于施工作业通风换气，减低粉尘和废气浓度。

工程土石方明挖 192.58 万 m³，开挖产生的污染物主要是粉尘，粉尘产

生量根据有关工程类比约为 $0.7t/万 m^3$ ，在采取洒水等降尘措施的情况下，粉尘排放量会大幅降低，估计可减少约 95% 以上的粉尘。

(4) 砂石料加工系统产生的粉尘

本工程仅在昆明段设置一个大箐水库砂石料加工系统，其余段砂石料均为商品料。砂石加工系统在运行过程中将产生粉尘，属于连续性点源，其粉尘产生强度根据《三废处理工程技术手册》中的参数、并且类比同类工程统计资料，同时考虑本工程砂石加工原料岩性特点，确定砂石加工系统粉尘排放系数为为原材料的 0.01%，本工程砂石加工系统设计生产能力为 250t/h，推算出砂石加工系统粉尘排放强度为 25kg/h。

(5) 混凝土拌和系统粉尘

混凝土拌和系统产生的大气污染物主要是粉尘，粉尘主要产生在水泥、骨料装卸及进料过程中，粉尘较为分散。混凝土拌和站粉尘浓度约 $10mg/m^3 \sim 40mg/m^3$ ，无除尘器的拌和站 $> 200mg/m^3$ ，在无防尘措施的情况下，粉尘排放系数约 0.91kg/t。

3.3.1.3 噪声源

根据工程施工组织设计，施工噪声主要来源于施工开挖、钻孔爆破、混凝土拌和、机械运行和车辆运输，噪声源主要为破碎机、风钻、挖掘机、搅拌机，其中流动噪声源为载重汽车和推土机。

(1) 交通噪声

交通噪声源强与运输车辆载重类型、汽车流量和行驶速度密切相关，本工程场内交通公路等级为三级，采用大型运输车辆，运行速度 20km/h，噪声强度为 70~90dB (A)。

(2) 爆破噪声

本工程不需要进行大规模爆破作业，爆破噪声强度与爆破点岩性、爆

破方法及单孔装药量密切相关，最高爆破噪声强度可达到 125~132dB(A)。类比同类工程，工程爆破噪声源强将达到 125dB(A)。

(3) 砂石骨料加工系统噪声

砂石加工系统为固定、连续式噪声污染源，类比已建砂石加工系统设备运行噪声源强，各类噪声均大于 90dB(A)。结合本工程砂石加工系统主要机械设备及生产能力特点，预测本工程砂石加工系统噪声源强为 105dB(A)。

(4) 混凝土拌和系统及辅助企业噪声

混凝土拌和系统噪声主要来源于混凝土拌和站的拌和作业，骨料的制冷系统、冲洗、脱水、运输过程也将产生一定强度的噪声。参照已建工程混凝土系统噪声源强，拌和站在未采取隔音降噪措施时搅拌层噪声与出料口噪声实测值均大于 90dB(A)；出料口不出料时噪声值仅为 77dB(A)，据拌和层和出料口噪声值计算，拌和楼作业时的叠加声级为 90~92dB(A)。本工程混凝土生产系统叠加噪声级按 92dB(A) 考虑。

(5) 主体工程施工

主体工程施工噪声主要来自钻孔、开挖与出渣等，根据已建工程实测资料表明，施工主要的噪声设备的噪声级较高，源强均大于 90dB。类比同类，结合工程施工噪声特点，主体工程施工噪声源强将达到 95dB(A)。

(6) 其他辅助企业生产

根据施工布置，均布置有加工厂等，参照同类工程实测资料，声源源强可达 90dB(A)。

根据工程施工特点、规模以及施工设备选型情况，主要施工机械、车辆噪声详见表 3.3.1-4。

表 3.3.1-4 工程主要施工机械设备及加工系统噪声源强表

声源类型	机械类型	噪声级 dB (A)
固定声源	混凝土拌和站	75-85
	挖掘机	80-90
	推土机	75-95
	振捣器	80-90
	振动碾	80-90
	钢筋加工	85-95
	电焊机	65-70
	汽车起重机	79-90
	装载机	75-95

3.3.1.4 固体废弃物

根据本阶段设计成果，二期工程土石方总开挖量 5488.68 万 m³，回填利用 3243.12 万 m³，调入 223.37 万 m³，调出 223.37 万 m³，外借 44.7 万 m³，产生永久弃渣 2290.26 万 m³。弃渣若不妥善收集处置，将占压地表植被、破坏景观，造成水土流失和次生环境影响。

二期骨干工程建筑物施工、使用、维修、拆除过程产生一定量的建筑垃圾。建筑垃圾露天堆放影响环境空气和景观质量，长期堆放产生渗滤污水，严重污染周围地下水和地表水；建筑垃圾临时堆场缺乏防护措施可能出现崩塌，阻碍道路甚至冲向其他建筑物。

根据施工组织设计，二期骨干工程共布设 49 个生产生活区，各段生产生活区施工高峰人数在 26~1615 人，按施工高峰期每人产生生活垃圾 1kg 计，则施工人员生活垃圾产生量约 36582t。

3.3.1.5 陆生生态

工程施工过程中输水线路开挖、库区淹没、料场开采、施工道路修筑、渣场堆渣等施工活动，不可避免地使工程施工区范围内的植被受到破坏、动植物资源个体受损，施工行为还会造成地表裸露，加大区域内土壤侵蚀强度，造成新增水土流失危害，影响工程区土质和河流水质，破坏区域生

态环境。

本工程建设将永久和临时占用部分土地，总占地面积 1030.08hm²，其中永久占地 374.76hm² 将造成植被的永久消失，涉及的植被类型主要为暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛、暖温性灌丛等自然植被，此类植被在施工区周边有大量分布，均带有次生特点，工程建设不会导致评价区内植被类型的减少；临时占地 655.31hm²，临时占用的植被在施工结束后，可依靠人工和自然恢复还原到现有的质量水平，施工占地及施工行为不会造成植被类型在该区域内的消失、也不会对评价区内的植物及动物资源造成显著影响。总体来说，工程建设永久及临时占用的土地资源对评价区植被、植物和动物资源会产生一定的不利影响，但影响范围和程度有限，不会使评价区的物种在空间分布格局和遗传结构发生明显的改变，不会改变评价区的植被类型及造成某一种物种在评价区的消失。

3.3.1.6 水生生态环境

根据本阶段设计成果，滇中引水二期骨干工程施工线路共涉及桑园河、毗雄河、紫甸河、盘龙江、宝象河、曲江（玉溪大河）等 6 条较大河流交叉，主要采取倒虹吸、渡槽等方式进行穿越，另工程需新建管线进入部分调蓄水库库区，新建大唐水库、杨柳田水库及扩建黄坡、大箐水库涉及其所在河流，此外基本无涉水工程施工，总体上涉水工程点位少、工程量较小、施工时期较短。

根据施工工艺，工程施工不会阻断河流，不会对河流、调蓄水库水生环境造成显著改变，涉水工程对水体局部范围产生扰动、短期内使水体浑浊度增加，对鱼类等水生生物造成驱赶、短期内影响到水生环境。此外，施工期如管理不善，可能会出现施工废水、弃渣、垃圾等未经收集处理而直接排放入河、库的情况，对河库水质及水生环境产生不利影响，不利于水生生物的保护。

3.3.2 运行期影响源分析

3.3.2.1 水文情势

滇中引水工程二期工程共涉及充蓄水库 53 座，主要利用水库的调蓄能力，对工农业和城镇生活需水进行错峰调节，汛期滇中引水优先供水并充蓄水库，枯期滇中引水工程来水不足时，由水库补充供水。根据水库规模大小不同、充蓄水量占库容的比例不同以及调蓄方式的改变，其对水库造成的水位变幅、水量变幅、坝下河道生态流量等水文情势影响宜不同。

二期工程维持一期工程对滇池、杞麓湖、异龙湖 3 个补水湖泊的生态补水量，根据 3 个湖泊影响专题，3 个湖泊早滇中补水后，换水周期均缩短，利于湖水中营养物质的输出。对水位的影响主要是枯水期，枯水年滇中引水将极大地改善湖泊水资源紧缺的局面，水位有所抬升。

2040 年，滇中受退水区将新增退水 50439.1 万 m^3 ，将对评价区内的退水河流水文情势造成一定的影响，特别是退水小区集中、现状年因水资源利用率高而出现断流的河流，比如桑园河、普渡河，流量较现状年将增加 152.9%、400.3%，其余断面增加值在 1.44%~50.56%。

3.3.2.2 受退水区水质

二期工程 6 个州市受水区退水涉及金沙江、澜沧江、南盘江、红河 4 条干流以及 11 条一级支流。二期工程退水包括城市生活废水、工业废水、农村生活废水、农业灌溉废水，2040 年退水河流新增排水量 50439.1 万 m^3 ，退水河流水质将发生一定改变。

受水区共计 53 座充蓄水库，充蓄水库水质类别 II~V 类，水库功能涉及饮用、工业、农业。滇中引水工程水源区水质良好，N、P 负荷浓度较低，滇中引水通水后，受水区各座充蓄水库水质均有不同程度改善。

二期工程向滇池、杞麓湖、异龙湖 3 个湖泊进行生态补水，2040 年较补水前 TP、TN、COD 均有不同程度的下降，其中杞麓湖水质改善效果较

为明显，滇池改善程度较低。

3.3.2.3 陆生生态

本工程为民生水利工程，工程建成后，滇中地区受挤占的生态用水得到返还，有利于生态环境的良性发展和演替。此外，工程临时占用的 655.31hm^2 （总占地的63.62%）土地也将逐步恢复，施工期影响逐步消失；新建水源工程周边动物资源有限，输水工程布置以隧洞、倒虹吸、明渠、箱涵等形式相结合的方式布设，因此，不会对陆生脊椎动物产生明显的阻隔影响；本工程建设提供农业灌溉用水，灌区内农业生态系统将更加稳定，水热关系更为协调。总体而言，工程运行不会对区域陆生生态环境造成持续不利影响。

3.3.2.4 水生生态环境

工程运行期对水生生态的影响主要为可能产生鱼类外来物种入侵、滇中来水对充蓄水库鱼类的影响、对退水区鱼类区系和鱼类繁殖的影响等。

本工程为跨流域调水，工程建成运行后，金沙江来水将会被引入澜沧江、红河、珠江（南盘江）水系，如果不采取措施，可能造成金沙江鱼类进入其他水系、发生外来物种入侵的可能性。

工程建成运行后，滇中来水进入充蓄水库，导致库区水质和水温变化、水体交换速度增加，进而影响库区水生生物及其生境。此外，扩建黄坡、大箐水库将使其库区生境进一步发生变化，新建大唐、杨柳田水库坝址所在河流为季节性冲沟，运行期将在库区形成缓流水体，同时形成大坝阻隔，可能对坝下河沟水生生境产生一定影响。

工程将导致受退水区退水量增加，使退水河流水量增加、水位有所提升，水体置换速率加快，目前水质较差的河流会得到改善，进而影响退水区鱼类生境及其繁殖情况。

3.3.2.5 管理人员生活污水及生活垃圾

二期骨干工程运行期管理人员 347 人，根据《云南省地方标准 用水定额》(DB53/T 168-2019)，昆明市用水定额取 140L/(人·d)，其余县市按中小城市取 110L/(人·d)，排水系数 0.8 计，则运行期生活污水产生量约 31.52m³/d。生活垃圾产生量按每人 1kg/d 计，则生活垃圾产生量为 0.347t/d。

3.3.2.6 环境空气和声环境

工程建成后运行期不产生大气污染物，对环境空气无影响。

工程运行主要噪声源为泵站运行噪声，水泵和电机安装在水泵房，水泵运行噪声源强一般为 85~90 dB(A)。其噪声受厂房阻隔后，对周边声环境影响很小。

4 环境现状

4.1 流域概况

滇中受水区地处金沙江、澜沧江、红河、南盘江四大水系分水岭，北为金沙江，南为红河，西为澜沧江，东为南盘江。其中属于金沙江流域的面积为 1.93 万 km²，占整个滇中规划区的 52%，主要支流包括桑园河、渔泡江、龙川江、普渡河、牛栏江，主要湖泊有滇池；属于南盘江流域的面积为 0.82 万 km²，占滇中规划区的 22%，主要支流包括曲江、泸江，主要湖泊有杞麓湖和异龙湖等；属于红河流域的面积为 0.81 万 km²，占滇中规划区的 22%，主要支流包括西河、毗雄河、绿汁江等；属于澜沧江流域的面积 0.14 万 km²，占滇中规划区的 4%，主要支流有黑惠江，主要湖泊有洱海。水系图见附图 8。

表 3.3.2-1 滇中引水工程主要涉及河流水系

流域	水系	受水区名称	幅原面积 (km ²)	重要城镇
长江	落漏河	鹤庆黄坪	1296	矿区
	桑园河	宾川牛井	1763	牛井镇 (县城)
		永胜平山	231	乡镇
	渔泡江	祥云祥城	1645	祥城镇 (县城)
	龙川江	姚安栋川	912	栋川镇 (县城)
		大姚金碧	1687	金碧镇 (县城)
		南华龙川	682	龙川镇 (县城)
		楚雄鹿城	1095	楚雄市 (州府)
		牟定共和	1440	共和镇 (县城)
		元谋元马	1547	元马镇 (县城)
	普渡河	武定近城	503	近城镇 (县城)
		安宁连然	1192	连然镇 (县城)
		富民永定	1009	永定镇 (县城)
		西山谷律	625	昆明郊区
	滇池流域	昆明四城区	1588	昆明市 (省城)
		呈贡龙城	707	龙城镇 (县城)
晋宁昆阳		791	昆阳镇 (县城)	
牛栏江	官渡小哨	232	昆明空港	
	嵩明嵩阳	746	嵩阳镇 (县城)	
红河	毗雄河	弥渡弥城	1197	弥城镇 (县城)
	西河	巍山南诏	974	文华镇 (县城)
	绿汁江	双柏妥甸	1402	妥甸镇 (县城)
		禄丰金山	3105	金山镇 (县城)
		易门龙泉	1513	龙泉镇 (县城)

澜沧江	黑惠江	大理市	1498	大理市（州府）
南盘江	曲江	玉溪红塔	963	红塔区（市政府）
		江川大街	809	大街镇（县城）
		华宁宁州	1242	宁州镇（县城）
		通海秀山	721	秀山镇（县城）
	泸江	建水临安	1838	临安市（县城）
		石屏异龙湖	430	异龙镇（县城）
		个旧个旧	574	个旧市（原州府）
		开远开远	635	开远市（建制市）
		蒙自文澜	932	文澜镇（州府）
	受水小区合计			37614

4.1.1 金沙江流域概况

金沙江流域位于青藏高原、云贵高原、四川盆地西部边缘地区。金沙江为长江上游河段，发源于青海省境内唐古拉山北麓的各拉丹东雪山和尕斯迪如岗雪山，流经青、藏、川、滇四省区。河源至宜宾河道全长 3486km（为长江全长的 55.5%），落差 5142.5m（占整个长江落差的 95%），河道平均坡降 1.48‰，流域面积 47.32 万 km²，全流域平均高程 3720m。宜宾以下始称长江，河段长 2804km，落差 257.5m，平均比降 0.09‰。

工程区涉及主要一级支流有落漏河、桑园河、渔泡江、龙川江、普渡河、牛栏江。

（1）落漏河

落漏河发源于鹤庆县西邑镇石宝塔，源地高程 3760m，河长 54.0km，落差 2580m，平均比降 19.3‰，流域面积 1028km²。从源地由东南流至黄坪镇附近折向北流入永胜县，于永胜县涛源乡下庄田流入金沙江，汇口高程 1180m。

（2）桑园河

桑园河又名达旦河，发源于宾川县鸡足山镇茅草坪，源地高程 2450m，河长 102.4km，落差 1286m，平均比降 6.7‰，流域面积 1888km²。从源地由西向东，折转北流，经宾川坝子，于永胜县片角乡花坪汇入金沙江，汇口高程 1164m。

(3) 渔泡江

渔泡江发源于楚雄州南华县天申堂乡官苴附近，源地高程 2520m，河长 170.3km，落差 1416m，平均比降 6.4‰，流域面积 4055km²。

(4) 龙川江

龙川江为发源于楚雄州的南华县天子庙坡东侧鱼肚拉的蒲藻塘，在元谋北部的江边乡汇入金沙江。流域面积 9240.7km²，全长约 246km。发源处与入江口相对落差 1600m，河床平均坡降为 4.8‰，流域平均海拔 1992m。

(5) 普渡河

普渡河发源于嵩明县梁王山北麓，源地高程 2600m，于小河坪子村汇入金沙江，汇口处河面高程 746m。普渡河全流域面积 11751km²，河长 364km，总落差 1854m，干流平均比降约 4.5‰。

(6) 牛栏江

牛栏江发源于云南省昆明市境内，在昭通市汇入金沙江，干流长 423 公里，落差 1660 米，流域面积 13320 平方公里。

4.1.2 澜沧江流域概况

澜沧江发源于青海省唐古拉山东北坡。流经青海、西藏后从西藏盐井布依入云南境，澜沧江在云南境内 1247km，流域面积 16.5 万 km²，占澜沧江-湄公河流域面积 22.5%，支流众多，较大支流有泘江、黑惠江、威远江、补远江等，二期工程区涉及主要支流有黑惠江。

(1) 黑惠江

黑惠江发源于丽江县老君山南麓罗凤山及铁甲山的九河，流经剑川、洱源、邓川、大理、漾濞、昌宁县，最后在南涧与凤庆两县交界的岔江，注入澜沧江。其自剑川县沙溪始便称为黑惠江，到漾濞县称漾濞江。黑惠江全长 349km，河源海拔高程 2780m，入澜沧江口高程为 990m。河道总高

差 1790m，平均比降 3.4‰。

(2) 洱海

洱海属澜沧江水系，是大理州最大的天然淡水湖泊，也是云南省第二大湖泊，径流面积 2565km²，正常库容 28.8 亿 m³；最高运行水位 1966.00m，相应水面面积 259.1km²，蓄水量 29.59 亿 m³。多年平均入湖水量 10.5 亿 m³，主要入湖河流有弥苴河、罗时江、永安江波罗江、苍山十八溪等，天然出口为西洱河，多年平均出湖水量 8.01 亿 m³，于漾濞县平坡注入黑惠江。

4.1.3 红河流域概况

红河源位于云南省大理州大理市与巍山县交界处，红河上游礼社河出巍山县北在三江口接纳东侧支流绿汁江后始称元江，流至我国红河州境内后称红河，东南流至河口入越南，到河内分支流入太平洋的北部湾。全长约 1200km，中国境内河长 692km，流域面积 3.81 万 km²，河谷深切，流域分水岭高程一般 2000m~3000m，河口附近河床高程 76.4m，全河总落差为 2574m，平均比降 3.9‰。

二期工程区涉及主要支流有礼社江、绿汁江。

(1) 礼社江

礼社江发源于巍山彝族回族自治县北，河源海拔 2650 米，全长 282km，天然落差 2045m，平均坡降为 7.25‰。礼社江流经弥渡县，至南华县，接纳鹿鸣河，再过楚雄市区，至与新平县的边界，接纳绿汁江后，先称戛洒江，入元江县后称元江。

(2) 绿汁江

绿汁江为红河左岸一级支流，发源于楚雄州禄丰县勤丰镇九龙山，河源海拔 2404m，于新平县水塘乡汇入红河，汇口处海拔 547m。绿汁江干流大致呈东北—西南向，流经楚雄州的禄丰县、双柏县及玉溪市的易门县、

峨山县及新平县。全长 319km，平均比降 4.2‰，流域面积 8613km²。

4.1.4 南盘江流域概况

南盘江发源于云南省曲靖市沾益县马雄山东麓，流经曲靖、陆良、宜良、华宁、弥勒、开远、泸西、罗平等县，汇入红水河后出省境为贵州、广西的界河，经珠江三角洲，于广州附近的磨刀门注入南海。

南盘江在云南境内长 677 km，流域面积 5.68 万 km²，天然落差为 1414 m，常年平均水量为 164.2 亿 m³，折合多年平均流量为 521 m³/s，河道平均坡降 1.74‰。

二期工程区涉及主要支流有曲江、泸江。

(1) 曲江

曲江又名华溪河，为南盘江右岸一级支流，发源于玉溪市红塔区小石桥乡新铺村的一座无名山，河源海拔 2212m。流经玉溪市的红塔、峨山、通海、华宁及红河州的建水等地，于华宁县盘溪镇三江口汇入南盘江。全长 193km，平均比降 3.7‰，集水面积 4108km²。

(2) 泸江

泸江为南盘江一级支流，发源于石屏县赤瑞湖西北山麓，经异龙湖、建水、开远，在个旧附近汇入南盘江。泸江开远坝一段古称乐蒙河，木花果村以下一段称东河。泸江境内流长 25km，流域面积 331km²，平均流量 10.64m³/s，最大流量 573 m³/s，最小流量 0.87 m³/s，年平均径流量 3.91 亿 m³。

4.1.5 补水湖泊概况

4.1.5.1 滇池流域概况

滇池是云南省水面最大的天然淡水湖泊，属长江流域金沙江水系的内陆高原湖泊，位于昆明主城区下游的西南部，东经 102°29′~103°01′、北纬

24°28'~25°28'之间。滇池南北长约 40km, 东西宽 12.5km, 湖岸长 163.2km, 由内湖(草海)、外湖(外海)两部分组成。滇池水位在正常水位 1887.5m 时, 平均水深 5.4m, 最大水深 11.0m, 湖面面积约 309km², 总湖容 15.9 亿 m³。

注入滇池的主要河流有二十多条。上游水库和龙潭的河流均流入滇池外海, 兼有农灌、泄洪、纳污等功能, 受水库调节水量影响, 大多属于季节性河流, 盘龙江、宝象河、新河、洛龙河、捞鱼河、梁王河、柴河、大河、东大河、古城河等属于这类河。由城市下水道汇集而成的河流以及村镇下游的河流兼有纳污和泄洪功能, 运粮河、乌龙河、西坝河、船房河、大清河、五甲河、护城河等属于此类河。

表 4.1.5-1 滇池流域主要入湖河流概况

名称	河流发源地	流域面积 (km ²)	占总面积比例 (%)	河长 (km)	年径流量 (亿 m ³)	年均流量 (m ³ /s)
大清河	流域北部	70	2.68		0.5704	1.85
盘龙江	流域北部	903	32.39	95.3	2.5156	7.98
宝象河	流域北部	290	11.09	48.0	0.5510	1.75
马料河	流域东部	98	3.75	20.2	0.1862	0.59
洛龙河	流域东部	140	5.35	14.0	0.2660	0.84
捞鱼河	流域东部	128	4.89	28.7	0.2560	0.81
梁王河	流域东部	105	4.05	23.0	0.2100	0.67
大河	流域南部	165	6.31	27.0	0.8300	0.63
柴河	流域南部	250	9.56	44.0	0.8300	0.63
东大河	流域南部	165	6.31	26.0	0.3565	1.13
西山散流	流域西部	112	4.28		0.3095	0.98
新河	流域北部	118	4.51	21.0	0.2785	0.88
古城河	流域北部	41	1.57		0.1197	0.38

4.1.5.2 杞麓湖流域概况

杞麓湖又称通海湖, 属于珠江流域西江水系, 属滇中高原陷落性内陆湖泊。杞麓湖流域位于云南省中部, 杞麓湖隶属玉溪市通海县, 距县城 1.3km。地理坐标为东经 102°33'48"~102°52'36", 北纬 24°4'36"~24°14'21"。湖周群

山环抱。湖盆区东与华宁县接壤，西与红塔区、峨山县毗邻，湖面高程约 1795m，环湖为通海坝子，面积约 120km²，盆地与周围诸山分水岭相对高差 300~500m。流域内地形地貌总体呈西高东低，由杞麓湖湖盆区及中山山原区组成。

杞麓湖流域植被类型以暖温性植被类型为主，树种 300 多种，以云南松、华云松、桉树为主。杞麓湖流域内水土流失面积现有 113.37km²，占流域总面积的 32.03%。土壤侵蚀模数为 1107.83t/km²a。水土流失面积中，轻度流失面积为 90.74km²，占流失面积的 80.04%；中度流失面积为 22.63km²，占流失面积的 19.96%。

杞麓湖流域内的河流主要有：红旗河、中河、者湾河、大新河 4 条主要河流。4 条主要入湖河流流域面积为 244.7km²，占整个杞麓湖流域面积的 69%，年均径流量占整个流域年均径流量的 71%。根据杞麓湖流域年降雨量分析，径流区干湿季节分明，枯季降水量占全年降水量的 17.5%，汛期降水量（4~8 月）占 53.3%。

杞麓湖无明显出流口，为一封闭型高原湖泊。湖泊泄水唯一通道为天然溶洞（岳家营落水洞），天然泻流量为 2.35m³/s（1998 年 9 月）。另外，由于杞麓湖无泄洪通道，难以实现水资源科学调度，旱涝灾害频繁发生。为此，通海县杞麓湖调蓄水隧道工程于 2009 年 6 月 24 日通水调试合格。该工程全长 9.92 公里，泄流量为 18m³/s。

根据《云南省杞麓湖保护条例》，杞麓湖最高蓄水位为 1797.65m（黄海高程），最低蓄水位为 1794.95m（黄海高程）。杞麓湖呈现出较为明显的浅水湖泊形态特征。杞麓湖在蓄水位 1797.25m 时，湖面面积 37.3km²，最大水深 7.28m，平均水深 4.5m，湖泊容积 1.676 亿 m³；最高蓄水位 1797.65m 时，湖泊容积 1.8285 亿 m³；最低蓄水位 1794.95m 时，湖泊容积 0.63 亿 m³。

近年来，杞麓湖运行水位偏低，干旱严重的年份已经在死库容条件下

运行。由于杞麓湖湖泊蓄水量很小，这也是近几年来水质不断恶化的重要原因之一。

4.1.5.3 异龙湖流域概况

异龙湖位于云南省红河哈尼族彝族自治州石屏县境内，是云南省九大高原湖泊之一，也是红河州最大的天然湖泊，距石屏县城 3 公里。异龙湖形如葫芦，呈东西向，湖体西大东小，东西长 13.8 公里，南北平均宽 3 公里，属半封闭湖泊。正常蓄水水位为 1414.20m 时，湖面面积 30.63 km²，相应水量 1.13 亿 m³，最大水深 6.55m，平均水深 2.75m。

异龙湖流域面积 360.4km²，整个湖区成东西向条带状，为一断陷溶蚀湖盆地，湖盆中为一长约 30km，宽 2~6km，面积约 92km²的冲积平原。湖区内地形平坦，微向东倾斜，高程在 1410~1430m 之间，湖积厚度一般小于 50m，西部宝秀地区厚达 350m。湖盆周围为波状起伏的山地地形，一般高程在 1500~2000 m 之间，从而构成了异龙湖汇水区典型的中山湖盆地貌。

异龙湖属南盘江水系泸江支流的河源湖泊。异龙湖的入湖水源有地表水和地下水，主要入湖河流 20 条，环湖有大小泉眼 55 处；入湖河流主要有城河、城南河、城北河，龙港河、大水河、大沙河、渔村河，这 7 条入湖河流控制流域面积在 70%以上。入湖河流除城河有常流水外，其它均为季节性河流，县城污水通过城河流入异龙湖。异龙湖原出水河流为新街海河，位于湖东端，进入建水县后称泸江，现新街闸以上海河已淤塞，新街闸以下海河已干涸，异龙湖已成为封闭型浅水湖。

异龙湖流域具有面积小、产水量少、蒸发量大、降雨集中、无过境水补给等特点。异龙湖流域年集水量在 5780~11453 万 m³之间，其中地表径流占总集水量 53~46.0%，湖面降水占 24.4~24.6%，泉水占 22.6~11.4%。

4.2 评价区自然环境概况

4.2.1 地形地貌

工程评价区跨越金沙江、澜沧江、红河、南盘江四大水系，穿越横断山系高中山地貌区及滇中、滇东盆地山原区，地形总体自西北向东南呈阶梯状逐渐降低的格局。线路通过地面高程西北部丽江段一般 2400~2100m、大理 2000~1500m、楚雄一般 2000~1300m、昆明段一般 2600~1700m、玉溪-红河多在 2000m 以下，最低点为蒙自盆地，高程约 1290m。

4.2.2 地质环境

(1) 地层岩性

评价区地层从元古界至新生界均有出露。震旦系至三叠系地层主要为海相沉积岩，岩性主要为砂岩、页岩、冰碛层及各种类型的碳酸盐岩；三叠纪末期至白垩纪，以河湖相沉积地层为主，沉积了巨厚侏罗、白垩系砂岩、粘土岩及砂砾岩地层，底部并夹煤层；白垩纪后，只在断陷盆地中及河流两侧有零星第三系和第四系沉积物分布；评价区内变质岩主要为下元古界昆阳群浅变质岩和前寒武系苍山群变质岩系组成，为各类片麻岩、片岩和千枚岩、板岩、石英岩和大理岩等；岩浆活动由多期构造运动控制，各期喷发或入侵的岩浆岩中，除华力西期喷发的二叠系玄武岩覆盖范围较广外，其它各期多形成岩墙、岩脉及岩株状产出，出露范围较小。评价区主要穿（跨）越第四系地层，其次为穿（跨）越沉积岩、岩浆岩，穿（跨）越变质岩线路最少。

(2) 地质构造

评价区地质构造极为复杂，区域性断裂和褶皱构造发育，规模大。丽江-大理-楚雄-昆明段起主要控制作用的褶皱和断裂方向多为近南北、北东及北西向，且深大断裂较多；玉溪段-红河段主要受向南突出的弧形构造控

制，线路穿越通海弧、石屏弧、建水弧。与输水线路相交的工程活动性断裂共 15 条，其中全新世活动断裂 2 条、晚更新世活动断裂 3 条。

(3) 岩溶与水文地质

评价区内碳酸盐岩分布较广，主要分布在丽江段、大理段、昆明段及玉溪红河段。震旦系及元古界古老碳酸盐岩主要分布在楚雄段(易门干线、武定干线)-昆明段的滇中高原；古生代碳酸盐岩各段均有分布，而三叠系碳酸盐岩集中分布在红河段。碳酸盐岩分布区地表岩溶形态齐全，主要有溶蚀洼地、溶沟、溶槽、漏斗和槽谷等裸露型岩溶和落水洞、溶洞、地下岩溶管道系统以及暗河、岩溶大泉等埋藏型岩溶。线路以楚雄为界，西段为高山高原岩溶，以峰丘、岭丘洼地为特征；东段为热带亚热带岩溶，多峰林、峰丛与洼地。

评价区内发育多个岩溶水系统和宽厚断裂带、向斜等构造储水体。地下水主要为第四系孔隙水、基岩裂隙水、溶隙水、断层脉状水等潜水类型，局部地段发育承压水。特殊岩土地层穿越洞段地下水对混凝土具弱至中等、少量强腐蚀性。

4.2.3 气候条件

二期工程线长面广，地理位置特殊，地形影响复杂。先后穿越了中温带、南温带、北亚热带、中亚热带、南亚热带等 5 个气候类型。由于地处低纬度、高海拔，夏秋季主要受来自孟加拉湾的西南暖湿气流和北部湾的东南暖湿气流影响，湿度大，降水多而集中；冬春季北方南下干冷气流的影响，天气晴朗，干燥少雨，风速及蒸发量；气温表现为年温差小、日温差大，水平分布复杂，垂直变化显著等特点。

受水区多年平均年降水量约 860mm，在 565~1082mm 间。高值区位于大理受水区的大理市和红河受水区的个旧市，为 1080mm 左右；低值区位

于大理受水区的宾川县(565 mm),其次为楚雄受水区的元谋县(630mm)。降水主要集中在汛期(5~10月),一般占全年的78.3~92.9%,高于省内其它地区。全段一般年温差在10~15℃,日温差在10℃以上。气温垂直变化显著,一般是河谷热、坝区暖、山区凉、高山寒。蒸发时空分布不均。受水区多年平均蒸发量在1126~2314mm之间,最低为红塔1126mm,最高为元谋2314mm。蒸发量年内分配不均匀,主要集中在2~8月,占全年的62.2~75.7%,其中3~5月最突出,其水面蒸发量占年蒸发量的29.0~49.0%。

4.2.4 水土流失

评价区涉及云南省昆明市、玉溪市、楚雄州、大理州、红河州以及丽江市的35个县(市、区)属于全国土壤侵蚀类型区划中水力侵蚀为主的西南土石山区,区内容许土壤流失量为500t/km²·a。

评价区位于云贵高原,地势起伏大、山高坡陡、褶皱和断裂发育、雨量充沛、降雨强度大、暴雨发生频率高等自然因素,都为发生严重水土流失提供了基础条件。随着社会经济的快速发展,土地开发建设在数量、规模和强度上不断扩大,开发建设活动对土地扰动强烈,同时,因人口密度大,加之相对落后的生产生活方式,使云南省成为全国水土流失最为严重的省份之一。根据《云南省水利厅关于云南省2015年水土流失调查结果的公告》,评价区涉及的35个县(市、区)国土总面积为65029.62km²,土壤侵蚀面积为20119.10km²,占国土总面积的30.75%,其中轻度侵蚀面积13419.74km²,中度侵蚀面积3319.64km²,强烈侵蚀面积1578.56km²,极强烈侵蚀面积1026.59km²,剧烈侵蚀面积774.57km²。

4.3 水文、径流及水资源

4.3.1 水文

4.3.1.1 受退水区河流

(1) 金沙江流域

滇中二期工程输水线路及受退水区涉及的金沙江支流为龙川江、牛栏江、螳螂川（普渡河）、桑园河（达旦河）、落漏河、渔泡江、盘龙江、紫甸河等，各支流径流统计见表 4.3.1-1。

表 4.3.1-1 金沙江流域水系的水文径流统计表 单位：m³/s

名称	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
落漏河 (黄坪水文站)	丰水年	2.42	1.38	1.0	0.61	0.28	0.68	0.7	5.71	16.99	21.71	5.7	3.84	5.1
	平水年	2.42	1.38	1	0.61	0.28	0.68	0.7	5.71	16.99	21.71	5.7	3.84	5.1
	枯水年	2.36	1.33	0.83	0.85	0.48	3.12	6.12	12.84	10.78	4.58	4.13	2.57	4.2
桑园河(达旦河) (大惠庄水文站)	丰水年	4.21	5.95	3.84	0.37	1.21	1	9.92	18.5	33.3	11.7	11.6	5.9	8.96
	平水年	0.71	0.082	0.1	0.11	0.13	3.03	0.34	4.47	11.4	10	2.56	2.06	2.92
	枯水年	0.058	0.03	0.008	0.004	0.015	1.04	1.32	1.95	1.59	0.16	0.086	0.032	0.52
龙川江 (小黄瓜园水文站)	丰水年	4.86	3.29	3.43	3.77	16.8	86.4	142	232	110	31.6	11.8	4.69	54.22
	平水年	11.4	5.37	3.47	6.51	5.89	8.69	36.8	79.9	28.4	47.7	14.5	12.6	21.77
	枯水年	1.73	1.14	1.16	2.65	3.99	4.68	12	12.6	10.9	15.4	3.99	2.72	6.08
牛栏江 (七星桥水文站)	丰水年	10.7	5.19	3.7	1.63	5.98	63.5	105	86.1	141	97.3	25.3	12	46.45
	平水年	4.72	3.65	1.49	3.12	17.2	30.8	40.2	69.3	48.2	28.4	10.7	9.7	22.29
	枯水年	4.17	3.04	1.74	1.09	5.94	18.3	12	16.6	24.1	22.3	10.4	7.63	10.61
螳螂川(普渡河) (蔡家村水文站)	丰水年	10.1	9.27	8.44	9.35	19.3	30.5	128	166	80.9	112	31.3	18.9	52.01
	平水年	10.7	9.84	4.62	4.65	2.92	11.3	16.4	58.9	88.9	46.1	24.7	22.6	25.14
	枯水年	4.28	3.86	2.02	2.43	5.25	4.04	16.7	16.4	27.1	13.3	7.95	5.39	9.06
渔泡江 地索(二)水文站	丰水年	1.77	0.98	0.8	0.55	0.41	6.52	19.3	31.4	42.6	9.93	44.4	6.56	13.77
	平水年	2.74	2.09	1.21	1.13	0.74	7.22	9.74	18.9	16.7	3.58	4.99	3.02	6.01
	枯水年	0.235	0.149	0.208	0.166	0.169	1.82	4.52	6.53	3.81	3.1	0.232	0.202	1.76
盘龙江 (中和水文站)	丰水年	1.378	1.367	1.062	0.694	1.683	1.578	13.988	15.881	6.668	3.155	2.198	1.63	4.27
	平水年	0.721	0.829	0.398	0.31	0.222	4.839	5.613	6	5.038	1.735	1.636	1.17	2.38
	枯水年	0.449	0.288	0.391	0.334	0.851	1.173	2.588	2.438	2.059	1.691	0.909	0.69	1.15
紫甸河 (凤屯水文站)	丰水年	1.27	0.9	0.8	0.6	0.42	0.96	3.89	5.17	6.23	4.5	2.2	1.66	2.38
	平水年	0.69	0.58	0.49	0.48	0.17	0.88	2.35	4.77	2.07	1.24	1.42	0.8	1.33
	枯水年	0.528	0.437	0.417	0.497	0.227	0.713	1.44	1.69	1.61	1	0.786	0.651	0.833

(2) 澜沧江流域

二期工程输水线路及受退水区涉及的澜沧江支流为黑惠江，其径流统计见表 4.3.1-2。

表 4.3.1-2 涉及澜沧江支流的水文径流统计表 单位: m³/s

名称	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
澜沧江 戛旧(二)水文站	丰水年	493	432	486	590	1070	1640	2920	4460	3090	1600	1030	629	1536.67
	平水年	425	383	378	528	659	1060	1910	2870	2920	1940	857	558	1207.33
	枯水年	474	470	569	714	977	1750	1490	1400	1320	783	483	399	902.42
黑惠江 (田口水文站)	丰水年	94.1	66.1	45.7	38.6	30.9	68.3	259	533	347	339	171	111	175.31
	平水年	64.2	61.3	58.0	35.4	23.7	69.4	282	347	187	97.1	71.1	57.1	112.78
	枯水年	45.8	39.5	33.6	41.9	31.6	58.4	94.7	104	108	149	63.9	36.7	67.26

(3) 红河流域

二期工程输水线路及受退水区涉及的红河(元江)支流为礼社江、绿汁江,各支流径流统计见表 4.3.1-3。

表 4.3.1-3 红河(元江)支流的径流统计表 单位: m³/s

名称	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
红河 (蔓耗水文站)	丰水年	121	102	90.7	55.3	291	1113	909	713	631	651	676	252	467
	平水年	101	83.9	60.3	46.2	159	325	619	711	577	370	237	177	289
	枯水年	84.1	67.9	46.0	33.0	42.7	95.4	205	412	278	428	146	101	162
礼社江 (大东勇水文站)	丰水年	2.85	1.8	0.89	1.76	1.10	0.880	45.8	49.9	69.8	186	27.9	9.92	33.22
	平水年	1.92	3.4	8.13	1.76	0.6	14.2	2.80	36.1	43.8	22.7	18.4	10.6	13.7
	枯水年	0.549	0.498	0.265	0.214	0.51	0.482	2.05	11.3	28.0	3.67	1.84	1.28	4.22
绿汁江 (鸦勒水文站)	丰水年	16.1	10.9	6.41	9.39	8.10	23.4	143	205	184	147	56.3	23.2	69.4
	平水年	18.4	12.4	7.71	6.34	3.37	13.7	54.1	139	74.1	43.6	14.5	9.78	33.08
	枯水年	3.39	1.44	2.36	1.16	1.00	8.81	23.0	28.5	31.5	14.0	4.23	2.52	10.16

(4) 南盘江流域

二期工程输水线路及受退水区涉及的南盘江支流为曲江、泸江,各支流径流统计见表 4.3.1-4。

表 4.3.1-4 南盘江支流的水文径流统计表 单位: m³/s

名称	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
南盘江 (发蒙(二)水文站)	丰水年	163	99.1	75.1	58.3	93.3	341	785	627	869	613	309	185	351.5
	平水年	65.9	60.6	45.2	50.4	45.3	217	409	425	457	351	225	130	206.8
	枯水年	18.2	37.7	37.5	34.9	67.3	185	219	248	172	144	58.8	107	110.8
曲江 (西山水文站)	丰水年	6.39	5.76	4.96	2.81	25.3	82.5	48.4	35.7	23.3	26.8	39.3	15.1	26.4
	平水年	5.99	6.63	4.58	2.84	4.25	5.10	11.9	27.3	67.4	20.9	11.6	8.40	14.7
	枯水年	4.64	3.81	2.85	2.91	4.76	5.37	9.05	7.22	7.98	12.0	5.87	6.54	6.1
泸江 (泸江水文站)	丰水年	8.18	9.56	6.25	7.53	10.3	16.9	48.7	82.2	65.2	25.8	23.7	14.9	26.6
	平水年	2.28	1.98	1.91	1.98	3.25	6.49	18.2	31.7	35.1	11.5	5.72	12.5	11.1
	枯水年	2.49	2.32	1.74	1.42	1.31	1.31	2.34	6.45	3.01	2.68	2.17	2.3	2.5

4.3.1.2 充蓄水库

二期骨干工程涉及 53 座充蓄水库。各充蓄水库多年平均径流量月过程详见表 4.3.1-5。

表 4.3.1-5 充蓄水库多年平均径流量月过程成果表 单位：万 m³

受水区	水库	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	年
昆明市	大箐水库扩建	20.5	33	47	32.8	24	14.6	10.3	8.27	5.85	4.82	4.71	8.34	214
昆明市	黄坡水库扩建	66.6	107	152	107	78	47.2	33.4	26.8	19	15.6	15.3	27.1	695
玉溪市	石河水库	14.52	30	53.57	44.06	30.8	17.11	11.25	8.571	6.532	6.964	5.962	6.16	235.5
玉溪市	东风水库	563	937.2	1266	740.8	533	395.3	278	218.6	162.6	130.4	133.7	263.3	5622
玉溪市	跃进水库	6.998	14.73	26.78	20.74	15.27	8.554	5.625	4.285	3.145	3.482	3.11	2.946	115.7
玉溪市	琉璃河水库扩建	8.813	18.48	32.14	25.92	18.75	10.63	6.964	5.357	4.113	4.285	3.629	3.75	142.8
红河州	阿白冲水库	53.17	80.22	130.7	83.48	63.73	41.96	21.93	12.41	8.573	7.395	7.225	17.57	528.4
红河州	高冲水库	7.487	11.15	18.19	11.59	8.855	5.855	3.021	1.69	1.157	0.9963	0.9706	2.434	73.4
红河州	大庄水库	405.3	778.7	997	694.6	436.7	332.1	245.2	188	140.2	133.8	141.4	206.2	4699
红河州	五里冲水库	81.64	156.6	200.2	139.9	88.31	67.09	49.6	38.27	28.53	27.21	28.69	41.81	947.9
大理州	大银甸水库	71	215	460	455	270	134	84.5	62.3	35.2	27.8	24.7	18.2	1858
大理州	花桥水库	59.6	217	477	487	305	146	91.2	67.1	38.7	31.1	26.4	19.4	1965
大理州	仙鹤水库	187	470	932	947	627	340	246	203	144	139	128	118	4482
大理州	益民海水库	1.36	4.97	10.9	11.1	6.97	3.33	2.08	1.53	0.89	0.71	0.6	0.44	44.9
大理州	海稍水库扩建	56.7	207	454	463	290	139	86.8	63.8	36.9	29.6	25.2	18.4	1870
大理州	崔家箐水库	1.88	6.87	15.1	15.4	9.6	4.61	2.88	2.12	1.23	0.98	0.84	0.61	62.1
大理州	大坝水库	93.9	159	270	235	224	120	59.1	38.2	28.2	25.7	20	27.3	1300
大理州	巴冲箐水库	12.4	20.8	35.8	31.5	30	16.4	7.67	4.83	3.62	3.2	2.5	3.29	172
大理州	桑木箐水库	35.6	59.7	103	90.4	86	47.1	22	13.9	10.4	9.2	7.17	9.46	494
大理州	黑泥箐水库	1.87	3.13	5.4	4.74	4.51	2.47	1.16	0.73	0.54	0.48	0.38	0.5	25.9
大理州	团结水库	16.9	28.3	48.7	42.8	40.7	22.3	10.5	6.6	4.93	4.38	3.41	4.51	234
大理州	甸中河水库	74.4	125	214	188	178	96.6	46.4	29.6	22	19.7	15.4	20.7	1030
大理州	锁水阁水库	93.2	157	268	235	223	121	58.1	37.1	27.6	24.7	19.3	25.9	1290
楚雄州	洋派水库	51.84	107.4	188.8	156	111.4	62.21	40.44	31.07	23.95	24.91	21.77	22.5	842
楚雄州	妙峰水库	31.36	64.82	113.8	94.09	67.23	37.58	24.37	18.75	14.52	15	13.22	13.39	508
楚雄州	罗家冲水库	3.37	6.964	12.05	9.85	6.964	3.888	2.678	1.875	1.452	1.607	1.296	1.339	54
楚雄州	耐桥水库	14.26	29.73	51.96	42.51	30.27	16.85	10.98	8.571	6.532	6.696	5.962	6.16	230
楚雄州	中石坝水库	103.9	215.3	377.7	313.6	223.4	124.4	80.89	62.14	47.9	49.82	43.8	45	1687

受水区	水库	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	年
楚雄州	龙虎水库	64.28	133.4	234.1	193.4	138.2	76.98	50.09	38.3	29.76	30.8	26.96	27.86	1044
楚雄州	庆丰水库	74.91	155.1	273.2	225	161	89.68	58.12	44.73	34.59	35.89	31.36	32.41	1214
楚雄州	挨小河水库	37.07	76.6	134.5	110.9	79.28	44.32	28.66	21.96	16.93	17.68	15.55	16.07	599
楚雄州	石门水库	283.5	434.8	552	436.8	314.8	173.5	56.97	42.42	31.95	20.22	17.72	49.27	2414
楚雄州	大跃进水库	129.6	187.8	230.3	178.2	123.7	64.7	48.82	40.88	32.78	25.38	25.26	62.11	1150
楚雄州	老鸦关水库	72.53	111.2	141.2	111.7	80.53	44.38	14.59	10.85	8.179	5.163	4.522	12.61	617.5
昆明市	箐门口水库	93.9	151	215	150	110	66.5	47.1	37.8	26.8	22	21.5	38.1	979
昆明市	张家坝水库	1698	2595	3800	3128	2883	1249	1087	700	481	347	219	430	18620
玉溪市	岔河水库	204.2	417.8	637.5	404.4	286.6	198.3	126.4	96.69	63.14	58.92	65.84	105.5	2665
玉溪市	凤凰水库	52.1	95.08	124.8	69.21	49.01	34.99	20.36	14.46	9.435	6.964	6.221	15.53	498.2
玉溪市	捧寨水库	4.666	9.91	16.07	12.96	10.18	5.702	3.75	2.678	2.177	2.143	2.074	2.143	74.45
玉溪市	大寨水库	15.55	32.68	56.25	46.66	33.48	18.66	12.05	9.374	7.258	7.5	6.48	6.696	252.6
玉溪市	白龙河水库	176.5	321.4	423.2	234.6	165.8	117.9	68.83	49.28	32.18	23.57	21.25	52.76	1687
红河州	青云水库	13.93	20.86	27.95	16.52	9.867	9.844	7.247	5.753	4.91	5.358	5.322	11.33	138.9
红河州	跃进水库	244.7	366.5	491.1	290.2	173.3	172.9	127.3	101.1	86.26	94.13	93.5	199.1	2440
大理州	大石板水库	23.5	39.4	67.7	59.3	56.4	30.7	14.6	9.24	6.89	6.14	4.78	6.37	325
大理州	巍宝山水库	27.2	45.6	78.3	68.6	65.3	35.6	16.9	10.7	7.97	7.1	5.53	7.37	376
大理州	东河水库	9.65	16.3	27.8	24.3	23	12.4	6.06	3.9	2.89	2.61	2.04	2.77	134
大理州	黄栎嘴水库	138	232	397	349	331	181	85.5	54.2	40.5	36	28.1	37.4	1909
大理州	山高村水库	18	30.2	52.1	45.8	43.5	23.9	11.1	7	5.24	4.63	3.61	4.75	250
大理州	大横箐水库	25.1	42.2	72.5	63.5	60.4	32.9	15.6	9.89	7.37	6.57	5.12	6.82	348
丽江市	八湾水库	9.14	29.9	66	65.5	42.5	20	12.9	9.29	5.49	4.24	3.54	2.58	271
丽江市	菠萝坪	1.24	4.07	8.99	8.92	5.78	2.73	1.75	1.27	0.75	0.58	0.48	0.35	36.9
楚雄州	中屯水库	130	250.8	380.2	309.4	207.2	119	68.9	53.8	38.8	38.6	38.2	55.8	1691
楚雄州	西静河水库	87.35	180.8	318.7	261.8	187.5	104.5	67.76	52.23	40.16	41.78	36.81	37.77	1416
楚雄州	大海波水库	4717	7607	11276	8191	5303	2773	1178	953.5	788.7	506.2	775	2282	46358
楚雄州	楚双水库	19.7	40.98	71.78	58.84	42.05	23.33	15.27	11.78	8.951	9.374	8.294	8.571	319
楚雄州	大坡水库	27.48	57.05	100.4	82.94	59.19	33.18	21.43	16.61	12.82	13.12	11.66	11.78	448
楚雄州	赵家箐水库	10.11	21.16	37.5	31.1	21.7	11.92	7.767	5.892	4.596	4.821	4.147	4.285	164

受水区	水库	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	年
楚雄州	老厂河水库	96.94	200.9	353.5	290.3	208.4	116.1	75.53	57.85	44.76	46.34	40.69	41.78	1574
楚雄州	小箐河水库	58.84	121.9	214.3	177	126.7	70.5	45.8	35.09	27.1	28.12	24.88	25.44	956
楚雄州	红梅水库	88.65	183.5	321.4	267	190.4	106	68.83	53.03	40.88	42.32	37.32	38.3	1438
楚雄州	胡家山水库	73.35	152.1	267.3	220.8	158	87.87	57.05	43.93	33.87	35.09	30.84	31.61	1192
楚雄州	下口坝水库	70.76	146.5	257.4	212.8	152.1	84.76	54.91	42.32	32.66	33.75	29.81	30.53	1148
楚雄州	猛连水库	3.11	6.428	11.25	9.331	6.696	3.629	2.411	1.875	1.452	1.607	1.296	1.339	50
楚雄州	东河水库	2110	3048	3782	2955	2058	1056	802	676.8	541.4	418.8	414.8	1005	18868
楚雄州	石坝冲水库	25.66	39.36	49.95	39.56	28.51	15.71	5.163	3.849	2.899	1.84	1.603	4.444	218.5
楚雄州	西河水库	604.1	906.8	1190	941.1	694.3	437.7	349.9	297.4	252.3	210.8	194.1	313.9	6393
昆明市	车木河水库	476	765	1087	760	557	337	239	192	136	112	109	193	4961
昆明市	拖担水库	105	169	240	168	123	74.6	52.7	42.4	30	24.7	24.1	42.7	1097
昆明市	王家滩水库	195	314	447	312	229	138	97.9	78.7	55.7	45.9	44.8	79.3	2037
昆明市	金钟山水库	72.4	169	222	153	111	70.1	41.9	29.3	19.6	16.7	14	19.6	938
昆明市	松华坝水库	1542	3473	4483	3181	2256	1455	906	663	473	432	384	481	19730
昆明市	宝象河水库	155	325	437	296	225	156	99.1	73	52.5	47.9	39.6	75.2	1980
昆明市	大河水库	122	241	319	195	146	96.4	55.9	37.8	28.4	52.4	43.2	111	1449
昆明市	柴河水库	471	670	656	491	312	248	155	119	111	122	146	310	3810
昆明市	双龙水库	150	293	397	247	185	119	68.8	46.3	34.7	62.2	52.3	135	1791
昆明市	云龙水库	3534	6380	6375	4608	3480	1637	906	605	456	382	457	1136	29956
玉溪市	龙母箐水库	193.9	322.5	436	255.8	184.3	136.3	95.62	75.26	56.37	44.73	46.14	90.53	1937
玉溪市	海棠水库	16.33	34.02	58.92	49.25	34.55	19.44	12.59	9.642	7.5	7.767	6.739	6.964	263.7
红河州	小围堤水库	37.12	71.22	91.04	63.61	40.15	30.5	22.55	17.4	12.97	12.37	13.05	19.01	431
红河州	白云水库	18.54	35.56	45.46	31.76	20.05	15.23	11.26	8.689	6.476	6.179	6.514	9.492	215.2
红河州	花果山水库	36.02	69.1	88.34	61.72	38.96	29.6	21.88	16.89	12.59	12.01	12.66	18.45	418.2

4.3.1.3 重要补水湖泊

(1) 滇池

滇池湖区水位主要受环湖入湖径流、牛栏江-滇池补水工程补水入湖过程、年内湖面降雨及蒸发过程及草外海年内出流过程影响，湖区水位控制主要通过调节海口河中滩闸的下泄流量来控制外海水位，草海水位主要通过西园隧洞出流来调节。

受流域降水量持续偏少，尤其是 2010 年云南大旱影响，自 2010 年其滇池出湖流量和水量均较 2009 年大幅度减少，较滇池多年平均出湖水量（或流量）亦显著下降，从而致使湖泊水位显著下降，至近年来的极低值（1886.35m）；随后受人为控制出湖流量影响，湖区水位有不同程度地升高。

牛栏江—滇池补水工程于 2012 年底贯通，这较大程度地改善了环湖截污工程实施后滇池湖泊水资源匮乏的情形，既提高了滇池外海湖泊蓄水至正常高水位的保证率，提高了湖区出现的最低水位高度，同时又增大了滇池向下游排水的流量，并提高了下游河道生态环境用水需求的保障程度。

受滇池环湖截污工程运行和滇池流域水情较枯等综合影响，滇池草外海的水文情势已经发生显著变化，目前经草海西园隧洞出湖的水量远大于经外海海口河出湖的水量过程。

(2) 杞麓湖

杞麓湖流域内的河流主要有：红旗河、中河、者湾河、大新河 4 条主要河流。4 条主要入湖河流流域面积为 244.7km²，占整个杞麓湖流域面积的 69%。

(3) 异龙湖

异龙湖年集水量在 5780~11453 万 m³之间，其中地表径流占总集水量 46.0~53.0%，湖面降水占 24.4~24.6%，泉水占 11.4~22.6%，入湖河流主要

有城河、城南河、城北河，龙港河、大水河、大沙河、渔村河，这 7 条入湖河流控制流域面积在 70%以上。

4.3.2 降雨径流

滇中地区年径流分布与降水量大概一致。由于陆地蒸发的地区分布与降水量相反，使得年径流深的地区分布更不均匀。滇中地区地表水资源量总体分布规律为：四周多，中间区域少，年径流深普遍较小，高值区分布零散，垂直变化明显。

受降水季节变化影响，天然径流量的年内分配与降水对应，有汛期与枯季之分，汛期一般出现在 5~10 月，枯季一般出现在 11~次年 4 月。径流年内分配较为集中，汛期径流量占年径流量的 75~85%。径流量最大月多出现在 8 月份，月径流量占年径流量的 20%以上；最小月径流量多出现在 4 月份，月径流量只占年径流量的 1%~3%左右。受水区 1956~2008 年多年平均径流量为 72.66 亿 m³。受水区各小区降水、径流系列延长前后成果对照见表 4.3.2-1。

表 4.3.2-1 受水区各小区降水、径流系列延长前后成果表

州(市)	县(市)	小区名称	小区面积 (km ²)	径流量(万 m ³)			降水量(mm)	
				1956~2000	1956~2008	相对差(%)	1961~2000	1961~2008
大理	宾川县	宾川牛井	1571.5	15021	15104	0.55	765.6	767.8
	大理市	大理市	1402.3	53111	51898	-2.28	1185.9	1186.8
	弥渡县	弥渡弥城	1514.9	28537	28664	0.45	890.2	904.8
	鹤庆县	鹤庆黄坪	1295.6	36196	36371	0.48	1004.7	1017.6
	巍山县	巍山南诏	974.3	25656	25300	-1.39	1031.3	1039.3
	祥云县	祥云祥城	1821	21411	21559	0.69	808	819.5
丽江	永胜县	太阳平山	230.5	2930	2946	0.56	817.8	813.3
楚雄	楚雄市	楚雄鹿城	1094.7	15699	15709	0.06	848.9	852.2
	大姚县	大姚金碧	1687.4	33062	32684	-1.14	886.3	888.4
	禄丰县	禄丰金山	2638	51285	51199	-0.17	915.4	920.1
	牟定县	牟定共和	1441.6	24765	24721	-0.18	886	886.6
	南华县	南华龙川	682.1	15579	15347	-1.49	909.7	911.2
	双柏县	双柏妥甸	1401.8		19921			823.4
	武定县	武定近城	503.3		16231			977.5
	姚安县	姚安栋川	918.5	20207	20149	-0.29	946.8	951.6
昆明	元谋县	元谋元马	1547	17564	17489	-0.43	776.9	781.3
	安宁市	安宁连然	1192	17605	18186	3.3	877.4	879.2

州(市)	县(市)	小区名称	小区面积 (km ²)	径流量(万 m ³)			降水量(mm)	
				1956~2000	1956~2008	相对差(%)	1961~2000	1961~2008
昆明	呈贡县	呈贡龙城	433.2	8422	8402	-0.24	879.9	892.6
	富民县	富民永定	1003.1	24837	24919	0.33	937.2	934.6
	晋宁县	晋宁昆阳	750.4	19963	20099	0.68	943.4	944
	昆明市	昆明市区	1325	14721	15789	7.25	961	962.2
	官渡区	官渡小哨	231.9	7443	7474	0.42	975.5	958.9
	嵩明县	嵩明嵩阳	746.1	23966	24070	0.43	1009.4	1017.9
	西山区	西山谷律	823.5	24161	24860	2.89	975	968.3
玉溪	红塔区	玉溪红塔	963.4	24326	23938	-1.6	944.1	941.2
	华宁县	华宁宁州	1241.7	34109	35869	5.16	993.0	984.6
	江川县	江川大街	807.8	9985	9677	-3.08	880.5	881
	通海县	通海秀山	737.7	9838	9779	-0.60	855.1	864.1
	易门县	易门龙泉	1512.5	23611	24225	2.60	836.0	831.4
红河	个旧市	个旧个旧	572.7	20182	20866	3.39	1006.8	1018.8
	开远县	开远开远	633.7	14199	14105	-0.66	943.4	934.2
	蒙自县	蒙自文澜	931.7	20660	21324	3.21	942.8	941.5
	石屏县	石屏异龙湖	430.2		5325			879.5
	建水县	建水临安	1853.7	21728	22441	3.28	843	852.6
统计			36914.8		726640			911

4.3.3 水资源

4.3.3.1 水资源量

滇中区人均水资源量 1572m³，低于用水紧张地区的标准 1700m³；与全国人均水资源量 2220m³相比，约为全国水平的 70.8%，占全省人均水资源量的 30%、世界人均水资源量的 1/7，整个滇中区属用水紧张地区。

4.3.3.2 水资源开发利用程度

2018 年滇中受水区本区工程供水量为 36.91 亿 m³，水资源量为 78.97 亿 m³，总体开发利用率为 46.7%，已超过 40%的水资源合理开发程度上限，远高于全省 6.8%的平均水平。其中宾川牛井、大理市、祥云祥城、安宁连然、呈贡龙城、昆明四城区、玉溪红塔、江川大街、通海秀山、个旧个旧、建水临安、开远开远、蒙自文澜、石屏异龙湖 14 个直接受水小区及间接受水小区嵩明嵩阳水资源开发利用程度高于 40%，开发利用程度最高的昆明四城区为 97.7%。

4.3.3.3 水资源开发利用存在的问题

受水区是云南省降雨低值区，大部分地区年降水量在 600~900mm 左右，而水面蒸发量在 1400~2000mm，干旱指数大于 2.0。宾川、祥云、元谋、建水等坝子多年平均径流深 25~50mm，大姚、姚安、蒙自、安宁、呈贡等坝子多年平均年径流深 100mm 左右，为常年性干旱缺水地区。滇池流域人均水资源量仅 166m³/人。昆明、玉溪、楚雄、蒙自、大理等重点城市及祥云、蒙开个等大型灌区，资源性缺水是主要的缺水形式。

供水工程建设条件先天不足，造成滇中区抗御自然灾害的能力低下，特别是抗御干旱的能力非常脆弱，降雨过程稍不正常，便可能引发大范围的供水短缺；由于来水过程不均匀和缺乏控制性骨干供水工程，城镇用水挤占农业用水、各部门用水挤占河道生态用水现象严重，导致河流、湖泊水质大范围恶化，加剧了水资源短缺危机。

水资源的过度开发利用带来了河道断流、湖泊萎缩等生态环境问题，如龙川江、泸江等都发生过多断流，不能满足河道生态需水量要求。

根据云南省近年来实施的部分西南五省水源工程投资统计，中型水库单位库容投资达到 26 元，单位水方投资接近 27 元；小型水库单位库容投资达到 45 元，单位水方投资接近 41 元。本区水资源深度开发代价在不断加大，且在 2020 年以前基本实施完成，因此，要彻底解决滇中区的缺水问题，远期只能依靠滇中引水工程。

4.3.4 生态流量现状

4.3.4.1 生态流量下放现状

滇中地区是水资源紧缺地区，现状条件下生产生活用水严重挤占生态用水，为了优先保障生产生活用水，本区大部分水源都不具备下泄生态流量的水资源条件。

二期工程所利用的调蓄水库绝大部分为已建水库，且建设年代较老，

基本没有生态流量下泄措施，只有少量近期修建的水库设置了生态流量泄放设施，具备生态流量下泄要求，绝大部分水库下游存在生态流量得不到保障的情况。

根据现场踏勘，本阶段对二期工程的调蓄水库生态流量下放现状进行了调查。根据现场查勘调研，目前二期工程的大部分调蓄水库均未按要求下放生态流量，只有少部分新建的水库按照环评要求下泄了生态流量。调蓄水库的生态流量下泄情况具体见下表：

表 4.3.4-1 调蓄水库生态流量下泄情况一览表

序号	州(市)	水库名称	多年平均径流量		水库生态流量下放情况		
			万 m ³	m ³ /s	现状措施	是否下放	现状流量
1	昆明市	大箐水库扩建	140.0	0.0444	无	现状未下泄, 扩建后按环评要求下泄	无
2		黄坡水库扩建	703.0	0.2229	无	现状未下泄, 扩建后按环评要求下泄	无
3		松华坝水库	19802.93	6.279	无	未下泄	无
4		箐门口水库(在建)	942.8	0.2990	未建成	在建, 建成后按环评要求下泄	
5		张家坝水库	21.2	0.0067	无	未下泄	无
6	玉溪市	白龙水库	56.8	0.0180	无	未下泄	无
7		东风水库	5613.4	1.7800	无	未下泄	无
8		跃进水库	118.9	0.0377	无	未下泄	无
9		琉璃河水库扩建	148.2	0.0470	无	现状未下泄, 扩建后按环评要求下泄	无
10		中村水库	633.87	0.2010	未建成	新建, 建成后按环评要求下泄	
11		岔河水库	2649.0	0.8400	无	未下泄	无
12		凤凰水库	504.6	0.1600	无	未下泄	无
13		捧寨水库	79.2	0.0251	无	未下泄	无
14		大寨水库	261.6	0.0829	无	未下泄	无
15		石河水库	240.9	0.0764	无	未下泄	无
16		白龙河水库	1733.5	0.5497	无	未下泄	无
17	红河州	阿白冲水库	523.0	0.1658	通过水库导流输水隧洞下泄生态流量	按环评要求下泄	0.025m ³ /s
18		高冲水库	63.4	0.0201	无	未下泄	无
19	红河州	规划红罩塘水库	10.1	0.0032	未建成	新建, 建成后按环评要求下泄	

序号	州(市)	水库名称	多年平均径流量		水库生态流量下放情况		
			万 m ³	m ³ /s	现状措施	是否下放	现状流量
20	大理州	五里冲水库	946.1	0.3000	无	未下泄	无
21		杨柳田枢纽	65.28	0.0210	未建成	新建,季节性冲沟,平时无水,不下泄	
22		大唐水库	174.07	0.0550	未建成	新建,建成后按环评要求下泄	
23		青云水库	138.8	0.0440	无	未下泄	无
24		跃进水库	2440.9	0.7740	无	未下泄	无
25		长桥海水库	4730.4	1.5000	无	未下泄	无
26		大银甸水库	1944.7	0.6167	无	未下泄	无
27	大理州	花桥水库	2024.0	0.6418	无	未下泄	无
28		仙鹅水库	1579.3	0.5008	无	坝址下游有鸡足山二级水电站尾水可回流至坝脚,不再下泄生态流量	无
29		益民海水库	47.0	0.0149	水库放水到滚水坝坝下取水	有流量下泄	暂无流量资料
30		海稍水库扩建	1870.9	0.5933	无	现状未下泄,扩建后按环评要求下泄	无
31		崔家箐水库	65.0	0.0206	无	未下泄	无
32		大坝水库	1313.6	0.4165	无	未下泄	无
33		巴冲箐水库	173.7	0.0551	无	未下泄	无
34		桑木箐水库	503.7	0.1597	无	未下泄	无
35		黑泥箐水库	757.0	0.2400	无	未下泄	无
36		团结水库	238.3	0.0756	无	未下泄	无
37		甸中河水库	1030.0	0.3266	无	未下泄	无
38		锁水阁水库	1290.0	0.4091	无	未下泄	无
39		楚雄州	洋派水库	946.1	0.3000	无	未下泄
40	妙峰水库		504.6	0.1600	无	未下泄	无
41	罗家冲水库		63.1	0.0200	无	未下泄	无
42	耐桥水库		220.8	0.0700	无	未下泄	无
43	九龙甸水库		6622.6	2.1000	无	未下泄	无
44	中石坝水库		1576.8	0.5000	无	未下泄	无
45	龙虎水库		1261.4	0.4000	无	未下泄	无
46	庆丰水库		1261.4	0.4000	无	未下泄	无
47	东清水库		220.8	0.0700	无	未下泄	无
48	共和水库		189.2	0.0600	无	未下泄	无
49	小石门水库		14727.3	4.6700	未建成	新建	
50	挨小河水库		441.5	0.1400	采用输水隧洞下放生态流量直接进入坝下河道	按环评要求下泄	0.034m ³ /s
51	石门水库		2403.7	0.7622	无	未下泄	无
52	大跃进水库		1135.3	0.3600	无	未下泄	无
53	老鸦关水库	614.9	0.1950	无	未下泄	无	

从上表可以看出，二期工程的大部分已建中型、小型水库均未设置单独的生态流量下放措施，这些水库功能大部分以农业灌溉供水为主，少部分水库具有人饮供水和工业供水功能。由于建成年代早，水库除弃水外，均未下泄生态流量。

规划新建水库和拟建水库应按照现有生态环境部门的要求，在设计和环评阶段完成生态流量下泄措施的设计和论证工作。

4.3.4.2 调蓄水库坝下河道现状

根据生态流量下放现状调查，二期工程的大部分已建中型、小型水库均未设置单独的生态流量下放措施，这些水库功能大部分以农业灌溉供水为主，少部分水库具有人饮供水和工业供水功能。由于建成年代早，水库除弃水外，均未下泄生态流量。

本阶段针对二期工程的在线和充蓄调节水库的坝下河段进行了现场调查。从调查结果可知，部分在线、充蓄和补偿调节水库的坝址下游仍然存在河流；部分特殊项目，如五里冲水库下游无河道，长桥海供水库无坝下河道（下游为长桥海灌溉库），仙鹅水库坝下电站尾水可回流至坝脚，大坝水库下游直接进入巴冲箐水库库区等；其他部分水库的坝址下游 500m 范围内已经没有天然河道，大多已经变为农田和鱼塘。

4.3.4.3 生态需水量现状

根据二期工程水资源配置，调蓄水库以当地水源供生态环境与农业用水为主，调入水量则以供城市用水为主，通过置换城市占用的部分当地水来体现“兼顾农业和生态”的目标。对于有供水任务的水库，优先保证向下游河道下泄生态流量，生态流量下泄标准为：汛期生态流量为多年平均天然流量的 30%，枯期按多年平均天然流量的 10%下泄。

根据水生生态现状调查与分析，结合现场调查、访问，滇中引水二期

工程调蓄水库坝下调查河段不涉及重要涉水自然保护区、重要湿地、重要水生生物栖息地、鱼类“三场”等分布有敏感生态保护目标的区域，坝下河段的鱼类没有大规模集群产卵的习性，对产卵场环境要求不严格，适宜鱼类产卵的水域分布广泛，大多规模小而分散，无集中大规模固定的产卵场分布。因此，各调蓄水库对其生态需水满足状况的基本要求与水资源配置的要求一致，枯水期、丰水期的最小生态流量分别按照多年平均流量的10%、30%控制。

4.4 地表水环境

4.4.1 污染物排放情况

根据《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040年）》中对滇中引水二期工程34个受水小区现状水平年2019年污染源调查分析计算结果，滇中二期工程受退水区污染源主要为城市生活污染源、工业污染源以及农业农村污染源。补充规划基于各州市县收集社会经济资料、第二次污染源普查数据，同时参照《全国水环境容量核定技术指南》，并考虑受退水区的实际情况，分别考虑污染物到达入湖距离（流程）、排污渠道的类型以及当地气温三类因素计算污染负荷入湖量。

根据补充规划分析调查结果，现状年丽江、大理、玉溪、楚雄、红河、昆明6州市年废污水排放量5.8亿t，COD排放量8.56万t，氨氮排放量0.98万t，TP排放量0.13万t。在排放量相对关系上，昆明排放量最大，为2.17亿t/a，楚雄、红河废污水排放量接近，分别为1.06亿t/a、1.2亿t/a上下；大理和玉溪排放量在7000万t/a左右。昆明COD、氨氮和TP排放量最高，COD、氨氮和TP排放量分别为2.4万t/a、6122t/a和346t/a；其次为楚雄州和大理州，COD、氨氮和TP排放量分别为1.77万t/a、2268t/a、288t/a和1.68万t/a、2121t/a、272t/a。滇中引水工程受退水区主要污染物入河量

具体统计见表 4.4.2-1 滇中引水二期骨干工程评价范围内退水区河流国控、省控断面水质现状

干流	一级支流	二级、三级支流	退水控制断面	断面性质	水质目标	水质现状 (2019)			水质现状 (2020)		
						水质类别	超达标情况	超标指标和超标倍数	水质类别	超达标情况	超标指标
金沙江			蒙姑	国控断面	II类	II类	达标		II类	达标	
			金江桥	国控断面	II类	II类	达标		II类	达标	
			大湾子	国控断面	III类	II类	达标		II类	达标	
	落漏河		陈家庄大桥	省控断面	III类	II类	达标		II类	达标	
	桑园河 (达旦河)		大惠庄	省控断面	III类	II类	达标		III类	达标	
	渔泡江		朵腊河底	国控断面	III类	II类	达标		II类	达标	
			地索村坡脚	国控断面	III类	II类	达标		II类	达标	
	龙川江		西观桥	国控断面	IV类	IV类	达标		IV类	达标	
			黑井	国控断面	IV类	II类	达标		III类	达标	
			黄瓜园	国控断面	III类	II类	达标		II类	达标	
		蜻蜓河	江底河大桥	国控断面	IV类	III类	达标		II类	达标	
	螳螂川-普渡河		富民大桥	国控断面	V类	V类	达标		V类	达标	
			普渡河桥	国控断面	III类	IV类	超标	TP (0.065)	III类	达标	
		鸣矣河	通仙桥	国控断面	V类	V类	达标		V类	达标	
		菜园河	木果甸村	国控断面	V类	劣V类	超标	阴离子表面活性剂 (4.5、TP (1.4)、氨氮 (1.29))	劣V类	超标	氨氮 (1.14)、TP (0.065)
	牛栏江		崔家庄	国控断面	III类	IV类	超标	TP (0.04)	III类	达标	
	滇池	盘龙江	严家村桥	国控断面	III类	III类	达标		III类	达标	
		宝象河	宝丰村入湖口	国控断面	III类	III类	达标		III类	达标	
		滇池外海	观音山中/观音山东/罗家营/海口西/观音山西/灰湾中/白鱼口/滇池南	国控断面	IV类	V类	超标	COD (0.12)	V类	超标	COD (0.12)
		滇池草海	草海中心/断桥	国控断面	IV类	IV类	达标		III类	达标	
澜	黑惠江		徐村桥	国控断面	III类	III类	达标	II类	达标		

沧江												
		西洱河	四级坝	国控断面	Ⅲ类	劣Ⅴ类	超标	氨氮 (3.11)、 TP(0.89)	劣Ⅴ	超标	BOD5 (1.61) (0.6)	
红河	礼社江		龙树桥	国控断面	Ⅲ类	Ⅲ类	达标		Ⅲ类	达标		
			礼社江口	国控断面	Ⅲ类	Ⅱ类	达标		Ⅱ类	达标		
	绿汁江 (星宿江)		水文站	国控断面	Ⅳ类	Ⅳ类	达标		Ⅳ类	达标		
			绿汁江大桥	国控断面	Ⅲ类	Ⅱ类	达标		Ⅱ类	达标		
			绿汁江口	国控断面	Ⅲ类	Ⅱ类	达标		Ⅱ类	达标		
		扒河	大谷厂水管所	国控断面	Ⅲ类	Ⅱ类	达标		Ⅱ类	达标		
南盘江			盘溪大桥	国控断面	Ⅲ类	Ⅳ类	超标	TP (0.485)	Ⅳ类	超标	TP (0.485)	
			长虹桥	国控断面	Ⅲ类	Ⅳ类	超标	TP (0.160)	Ⅳ类	超标	TP (0.160)	
	泸江		石桥	国控断面	Ⅳ类	Ⅳ类	达标		Ⅳ类	达标		
		倘甸河	倘甸双河入泸江口	省控断面	Ⅴ类	Ⅲ类	达标		劣Ⅴ类	超标	TP (0.160)	
	曲江		永昌桥	国控断面	Ⅲ类	Ⅳ类	超标	TP (0.295)	Ⅲ类	达标		
			九甸大桥	国控断面	Ⅳ类	Ⅲ类	达标		Ⅱ类	达标		
	杞麓湖		杞麓湖湖心	国控断面	Ⅳ类	劣Ⅴ类	超标	COD(0.5)、 BOD5(0.1)	劣Ⅴ类	超标	高锰酸 数(0.2) COD(0.5) 、BC (0.0)	
	异龙湖		异龙湖中	国控断面	Ⅳ类	Ⅴ	超标	COD(0.225)	Ⅴ类	超标	COD(0.225)	

表 4.4.1-1 现状年污染负荷入河量统计表

地州		大理	昆明	楚雄	玉溪	红河	丽江	小计
排放量 万 m ³	城镇生活	4235.09	18945.39	4943.14	3595.76	8240.44	13.68	39973.5
	城镇工业	2976.69	2847.95	5751.45	3086.2	3798.12	3.85	18464.26
	农业灌溉	-	-	-	-	-	-	-
	小计	7211.78	21793.34	10694.59	6681.96	12038.56	17.53	58437.76
氨氮排 放量 t/a	城镇生活	362.92	1465.49	541	326.12	809.77	1.7	3507
	城镇工业	441.1	438.71	843.98	360.3	467.72	0.69	2552.5
	农业灌溉	1317.01	453.19	882.98	491.78	556.04	13.68	3714.68
	小计	2121.03	2357.39	2267.96	1178.2	1833.53	16.07	9774.18
COD 排放量 t/a	城镇生活	3596.77	15691.31	4884.48	3363.48	8105.34	16.14	35657.52
	城镇工业	2955.09	2574.65	5751.45	3015.59	3491.12	4.62	17792.52
	农业灌溉	10255.74	6176.14	7077.37	3947.35	4529.99	116.9	32103.49

	小计	16807.6	24442.1	17713.3	10326.42	16126.45	137.66	85553.53
TP 排放量 t/a	城镇生活	52.29	218.65	74.16	47.74	116.63	0.24	513.51
	城镇工业	52.11	50.43	100.48	47.36	58.25	0.08	304.39
	农业灌溉	167.17	76.99	113.76	63.35	72.15	1.82	495.76
	小计	271.57	346.07	288.40	158.46	247.02	2.14	1313.66

4.4.2 地表水水质

4.4.2.1 国控、省控断面水质现状

二期骨干工程评价范围内共涉及 44 个断面（包含十四五新增断面），其中 41 个国控断面、3 个省控断面。

44 个断面近三年水质情况，按照《云南省水功能区划（2014 年修订）》中水功能水质目标要求进行评价。各断面年均值评价成果详见表 4.4.2-1。

2019 年，44 个国控、省控断面中，26 个断面水质达标，17 个断面水质超标。其中，金沙江流域 28 个断面，17 个断面达标，11 个断面超标，滇池外海 8 个断面总体水质为 V 类，水质超标，超标因子主要为 COD，另外 3 个超标断面分别为螳螂川普渡河桥断面、菜园河木果甸村断面、牛栏江崔家庄断面，水质类别分别为 IV 类、劣 V 类、IV 类，主要超标因子为 TP、氨氮、阴离子表面活性剂；澜沧江流域 2 个断面，西洱河四级坝断面超标，超标因子为 TP、氨氮；红河流域 6 个断面，水质均达标；南盘江流域 8 个断面，3 个达标，5 个超标，其中杞麓湖水质为劣 V 类，超标因子为 COD、BOD₅，异龙湖为 V 类，超标因子为 COD，另外 3 个超标断面为曲江永昌桥、盘溪大桥、长虹桥断面，超标因子主要为 COD、BOD₅ 和 TP。

2020 年，29 个断面水质达标，15 个断面水质超标。其中，金沙江流域 28 个断面，19 个断面水质达标，9 个超标，超标断面为滇池外海 8 个断面和螳螂川菜园河木果甸村断面，超标因子主要为 COD、TP、氨氮；澜沧江 2 个断面中西洱河四级坝断面水质超标，超标因子为 BOD₅、TP、氨氮；红河流域 6 个断面，水质均达标；南盘江 8 个断面中有 5 个水质超标，分别为倘甸双河入泸江口、盘溪大桥、长虹桥、杞麓湖湖心以及异龙湖中断面，

超标因子主要为高锰酸盐指数、COD、BOD₅和TP。

2021年，32个断面水质达标，12个断面水质超标。其中，金沙江流域28个断面中有7个超标，其中，滇池外海8个断面中有6个指标超标，超标因子为COD，此外，螳螂川木果甸村断面水质超标，超标因子主要为氨氮、COD、TP；澜沧江流域2个断面，西洱河四级坝断面超标，超标因子为COD、BOD₅、TP、氨氮；红河流域6个断面，水质均达标；南盘江8个断面中有4个水质超标，为倘甸双河入泸江口、长虹桥、杞麓湖湖心以及异龙湖中断面，超标因子为高锰酸盐指数、COD、BOD₅、TP。

表 4.4.2-1 滇中引水二期骨干工程评价范围内退水区河流国控、省控断面水质现状

干流	一级支流	二级、三级支流	退水控制断面	断面性质	水质目标	水质现状 (2019)			水质现状 (2020)			水质现状 (2021)			
						水质类别	超标情况	超标指标和超标倍数	水质类别	超标情况	超标指标和超标倍数	水质类别	超标情况	超标指标和超标倍数	
金沙江			蒙姑	国控断面	II类	II类	达标		II类	达标		II类	达标		
			金江桥	国控断面	II类	II类	达标		II类	达标		II类	达标		
			大湾子	国控断面	III类	II类	达标		II类	达标		II类	达标		
	落漏河		陈家庄大桥	省控断面	III类	II类	达标		II类	达标		II类	达标		
	桑园河 (达旦河)		大惠庄	省控断面	III类	II类	达标		III类	达标		II类	达标		
	渔泡江		朵腊河底	国控断面	III类	II类	达标		II类	达标		II类	达标		
			地索村坡脚	国控断面	III类	II类	达标		II类	达标		II类	达标		
	龙川江		西观桥	国控断面	IV类	IV类	达标		IV类	达标		IV类	达标		
			黑井	国控断面	IV类	II类	达标		III类	达标		II类	达标		
			黄瓜园	国控断面	III类	II类	达标		II类	达标		II类	达标		
		蜻蜓河		江底河大桥	国控断面	IV类	III类	达标		II类	达标		II类	达标	
	螳螂川-普渡河		富民大桥	国控断面	V类	V类	达标		V类	达标		V类	达标		
			普渡河桥	国控断面	III类	IV类	超标	TP (0.065)	III类	达标		III类	达标		
		鸣矣河		通仙桥	国控断面	V类	V类	达标		V类	达标		V类	达标	
			菜园河	木果甸村	国控断面	V类	劣V类	超标	阴离子表面活性剂 (4.5、TP (1.4)、氨氮 (1.29))	劣V类	超标	氨氮 (1.147)、TP (0.507)	劣V类	超标	氨氮 (1.42)、TP(0.507)

牛栏江		崔家庄	国控断面	Ⅲ类	Ⅳ类	超标	TP (0.04)	Ⅲ类	达标		Ⅲ类	达标		
	滇池	盘龙江	严家村桥	国控断面	Ⅲ类	Ⅲ类	达标		Ⅲ类	达标		Ⅱ类	达标	
		宝象河	宝丰村入湖口	国控断面	Ⅲ类	Ⅲ类	达标		Ⅲ类	达标		Ⅲ类	达标	
		滇池外海	观音山中/观音山东/罗家营/海口西/观音山西/灰湾中/白鱼口/滇池南	国控断面	Ⅳ类	Ⅴ类	超标	COD (0.12)	Ⅴ类	超标	COD (0.12)	Ⅴ类	超标	COD (0.16)
		滇池草海	草海中心/断桥	国控断面	Ⅳ类	Ⅳ类	达标		Ⅲ类	达标		Ⅲ类	达标	
澜沧江	黑惠江	徐村桥	国控断面	Ⅲ类	Ⅲ类	达标		Ⅱ类	达标		Ⅱ类	达标		
		西洱河	四级坝	国控断面	Ⅲ类	劣Ⅴ类	超标	氨氮 (3.11)、TP(0.89)	劣Ⅴ	超标	BOD5(0.275)、氨氮 (1.61)、TP (0.68)	劣Ⅴ	超标	COD(0.11)、BOD5(0.325)、氨氮 (2.32)、TP (1.30)
红河	礼社江	龙树桥	国控断面	Ⅲ类	Ⅲ类	达标		Ⅲ类	达标		Ⅲ类	达标		
		礼社江口	国控断面	Ⅲ类	Ⅱ类	达标		Ⅱ类	达标		Ⅱ类	达标		
	绿汁江 (星宿江)	水文站	国控断面	Ⅳ类	Ⅳ类	达标		Ⅳ类	达标		Ⅲ类	达标		
		绿汁江大桥	国控断面	Ⅲ类	Ⅱ类	达标		Ⅱ类	达标		Ⅱ类	达标		
		绿汁江口	国控断面	Ⅲ类	Ⅱ类	达标		Ⅱ类	达标		Ⅱ类	达标		
	扒河	大谷厂水管所	国控断面	Ⅲ类	Ⅱ类	达标		Ⅱ类	达标		Ⅲ类	达标		
南盘		盘溪大桥	国控断面	Ⅲ类	Ⅳ类	超标	TP (0.485)	Ⅳ类	超标	TP (0.105)	Ⅲ类	达标		
		长虹桥	国控断面	Ⅲ类	Ⅳ类	超标	TP (0.160)	Ⅳ类	超标	TP (0.455)	Ⅳ类	超标	TP (0.355)	

江	泸江		石桥	国控断面	IV类	IV类	达标		IV类	达标		IV类	达标	
		倘甸河	倘甸双河入泸江口	省控断面	V类	III类	达标		劣V类	超标	TP (0.35)	劣V类	超标	TP (0.26)
	曲江		永昌桥	国控断面	III类	IV类	超标	TP (0.295)	III类	达标		III类	达标	
			九甸大桥	国控断面	IV类	III类	达标		II类	达标		II类	达标	
	杞麓湖		杞麓湖湖心	国控断面	IV类	劣V类	超标	COD(0.5)、BOD5(0.1)	劣V类	超标	高锰酸盐指数(0.20)、COD(0.570)、BOD5(0.017)	劣V类	超标	高锰酸盐指数(0.14)、COD(0.533)
	异龙湖		异龙湖中	国控断面	IV类	V	超标	COD(0.225)	V类	超标	COD(0.147)	劣V类	超标	高锰酸盐指数(0.49)、COD(1.20)、BOD5(0.067)

4.4.2.2 补充监测、资料收集

二期骨干工程地表水环境质量现状调查通过收集国控、省控常规监测断面 2017 年~2019 年监测成果，同时，委托云南坤发环境科技有限公司对二期工程受退水涉及的河流、水库开展了丰（2019 年 9 月）、平（2019 年 11 月）、枯（2020 年 4 月）三期水环境质量现状补充监测（监测报告见附件 7~9）。

（1）补充监测断面

1) 受退水河流监测断面

二期骨干工程受退水区涉及金沙江、澜沧江、红河、南盘江 4 大干流、11 条一级支流及 8 条主要退水二级支流，同时工程还利用 12 条河流作为对滇池、杞麓湖 2 个湖泊以及花桥水库、海稍水库等 9 个水库进行水库充蓄、生态补水的河流通道。

在现有常规监测断面的基础上，为进一步掌握二期骨干工程受退水区地表水环境质量现状，委托云南坤发环境科技有限公司开展了丰（2019 年 9 月）、平（2019 年 11 月）、枯（2020 年 4 月）三期水环境质量现状补充监测（监测报告见附件 7~9）。

2) 充蓄水库监测断面

滇中二期工程共利用 53 座充蓄调节水库。共收集到 24 座水库常规监测数据，在资料收集的基础上，对 50 座水库开展了补充监测。

（2）监测指标

1) 河流断面监测指标

对金沙江、澜沧江、红河、南盘江 4 大干流、11 条一级支流河流断面开展《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）表 1 中 24 项指标监测与评价。利用 12 条河流作为输水通道的河流，对具有人饮供水功能的炼洞河 2#、

紫甸河、黄尼河 4 断面开展《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 中表 1、表 2 中 29 项指标监测与评价。

2) 水库监测指标

对主要为农业、工业供水功能的 15 座水库开展《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中 pH、DO、高锰酸盐指数、COD、BOD₅、总磷、总氮、氨氮、叶绿素 a、透明度共 10 项指标监测与评价。对具有城镇供水功能的 35 座水库开展《地表水环境质量标准》GB3838-2002 表 1、表 2 中 29 项, 再加上叶绿素 a、透明度, 共 31 项指标监测。

(3) 水质评价方法

二期骨干工程地表水现状水质评价根据《云南省水功能区划(2014 年修订)》确定的环境功能区划和水质目标, 对河流、湖库各断面水环境质量评价, 水质类别评价采用月均值评价。

1) 河流水质评价方法

根据《地表水环境质量评价办法(试行)》(2011)), 河流断面地表水水质评价指标为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 表 1 中除水温、总氮、粪大肠菌群以外的指标。对收集到的例行监测断面资料, 有评价结果的, 直接采用其结果, 没有评价结果监测数据和现状监测数据采用以下评价方法进行评价。

地表水环境质量评价方法采用单因子标准指数法, 标准指数计算方法如下:

①采用单项标准指数计算公式:

$$P_i = \frac{C_i}{S_i} \quad (\text{pH、DO 除外})$$

式中: P_i —为 i 污染物的标准指数;

C_i —为 i 污染物的实测浓度(mg/l);

S_i —为 i 污染物的标准浓度(mg/l);

②pH 的标准指数计算方法:

$$P_i = \frac{7.0 - pH_i}{7.0 - pH_{sd}} (pH_i < 7.0)$$

$$P_i = \frac{pH_i - 7.0}{pH_{su} - 7.0} (pH_i \geq 7.0)$$

式中: P_i —某监测点 pH 的标准指数;

pH_i —某监测点 pH 的实测值;

pH_{sd} —pH 标准值的下限;

pH_{su} —pH 标准值的上限;

③DO 标准指数计算方法:

$$P_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad (DO_j \geq DO_s)$$

$$P_{DO,j} = 10 - 9 \frac{DO_j}{DO_s} \quad (DO_j < DO_s)$$

式中: $P_{DO,j}$ —DO 在 j 点的标准指数;

DO—溶解氧浓度, mg/L;

DO_f —饱和溶解氧浓度, mg/L;

DO_j — j 点的溶解氧监测浓度; mg/L;

DO_s —地表水溶解氧评价标准; mg/L。

其中, 河流断面总氮、粪大肠菌群不参与水质评价。

④污染情况按以下原则判别:

水质参数的标准指数 $P_i > 1$ 时, 表明该水质参数超过了规定的水质标准, 不能满足水域功能的要求。

标准指数越小, 表示该污染物浓度水平越低, 污染越小; 标准指数越大, 表示该污染物浓度水平越高, 污染越严重。

2) 水库水质及富营养评价方法

湖库水质评价指标为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表1中除水温以外的指标,同时开展水库富营养状态评价。

富营养状态评价标准:营养状态评价标准参考全国水资源综合规划富营养化评价标准,评价项目:TP、TN、叶绿素a、高锰酸盐指数和透明度共5项。

富营养状态评价方法:湖泊的富营养化评价采用百分制,查评价标准表将参数浓度值转换为评分值,监测值处于表列值两者中间者可采用相邻点内插;几个评价项目评分值取平均值;用求得的平均值再查表得到营养状态等级。营养状态等级判别方法: $0 \leq \text{指数} \leq 20$,贫营养; $20 < \text{指数} \leq 50$,中营养; $50 < \text{指数} \leq 100$,富营养。

富营养状态评价结果的表示:营养状态评价分为贫营养、中营养和富营养三个等级。

(4) 补充监测结果

对受退水涉及的河流开展了丰(2019年9月)、平(2019年11月)、枯(2020年4月)三期水环境质量现状补充监测,结果见表4.4.2-2。

共补充监测12个断面,其中金沙江7个,澜沧江3个,红河和南盘江各1个。丰水期,12个断面中10个水质达标,2个未达到水质目标,未达标断面为金沙江富民大桥和红河绿汁江沙甸河与板桥河交汇口上游断面,2个断面超标均较严重,主要超标因子为DO、BOD₅、TN和氨氮;平水期,12个断面中10个水质达标,2个断面超标,为金沙江富民大桥、武定河与板桥河交汇口上游断面,水质目标为V类,现状为IV类,超标因子为TP;枯水年,12个断面中9个水质达标,1个水质超标,超标断面为金沙江富民大桥,超标因子为TP,此外,2020年4月份,桑园河汇入金沙江前汇口断面、沙甸河与板桥河交汇口上游2个断面该月份出现河道断流、无水情况。

表 4.4.2-2 受退水涉及河流断面补充监测结果

水系	一级支流	二级支流	断面	水质目标	2019年9月		2019年11月		2020年4月	
					水质类别	主要超标因子	水质类别	主要超标因子	水质类别	主要超标因子
金沙江	落漏河		汇入金沙江前汇口	III	III	/	III	/	III	/
	桑园河		汇入金沙江前汇口	III	III	/	III	/	河道断流、无水	
	渔泡江		汇入金沙江前汇口	III	III	/	III	/	II	/
	渔泡江	中河	汇入渔泡江前汇口	III	III	/	III	/	III	/
	渔泡江	楚场河	汇入渔泡江前汇口	III	III	/	III	/	III	/
	普渡河		富民大桥	IV	劣V	DO (2.17倍) COD (0.81倍) BOD5 (2.89倍) TP (0.27倍)	V	TP(0.24倍)	劣V	TP (1.43倍)
		武定河	与板桥河交汇口上游	IV	IV	/	V	TP(0.07倍)	IV	/
澜沧江			黑惠江汇入后	III	III	/	III	/	III	/
			小湾电站坝址下游	III	II	/	III	/	II	/
红河			汇入绿汁江前汇口	III	III	/	III	/	III	/
	绿汁江	沙甸河	与板桥河交汇口上游	IV	劣V	氨氮 (1.53倍) TN (1.79倍)	III	/	无水、断流	
南盘江	曲江	白龙河	出华宁县境	III	III	/	III	/	III	/

4.4.2.3 受退水区河流水环境质量现状

(1) 干流水质现状评价

根据 2019 年~2020 年补充监测和 2017 年~2020 年县市常规监测情况,本次调查评价了金沙江、澜沧江、红河、南盘江 4 大干流 10 个监测断面。根据评价结果, 10 个断面中, 有 8 个断面水质达标, 2 个断面存在个别月份水质超标情况。

澜沧江、红河干流 4 个调查监测断面, 水质达标 (III类)。

长江干流 4 个断面中, 3 个断面水质达标 (II~III类), 1 个断面个别月份水质不达标 (IV类), 超标项目为 COD、TP、氨氮。

南盘江干流 2 个断面中, 1 个断面水质达标 (II~IV类), 1 个断面个别月份水质不达标 (II~V类), 超标项目为 TP。

(2) 退水一级支流水质现状评价

本次调查评价了落漏河、桑园河、渔泡江、龙川江、普渡河、牛栏江、黑惠江、礼社江、绿汁江、曲江、泸江 11 条退水河流一级支流共 33 个断面水质状况。33 个断面中, 12 个断面能稳定达标, 21 个断面存在水质超标情况。

根据评价结果:

落漏河 2 个监测断面, 1 个断面水质达标 (III类), 1 个断面水质超标 (II~IV), 超标项目为 TP 石油类。

桑园河 2 个监测断面, 2 个断面水质达标 (III类)。

渔泡江 2 个监测断面, 2 个断面水质达标 (III类)。

龙川江 4 个监测断面, 4 个断面个别月份水质均超标 (III~劣 V 类), 主要超标项目为 TP。

普渡河 4 个监测断面, 4 个断面个别月份水质均超标 (III~劣 V 类),

主要超标项目为 TP、BOD₅、COD。

牛栏江 1 个监测断面，1 个断面水质超标（IV 类），超标项目为 TP。

黑惠江 2 个监测断面，1 个断面水质达标（III 类），1 个断面个别月份水质不达标（II~劣 V 类），超标项目为氨氮、DO。

礼社江 1 个监测断面，水质达标（III 类）。

绿汁江 6 个监测断面，3 个断面水质达标，3 个断面个别月份水质不达标（III~V 类），超标项目为 TP、氨氮、COD。

曲江 4 个监测断面，4 个断面水质均不达标（III~劣 V 类），主要超标项目 TP、氨氮、COD、BOD₅。

泸江 5 个监测断面，2 个断面水质达标（IV 类），3 个断面水质不达标（V 类），主要超标项目 TP、COD、BOD₅。

（3）主要二级支流水质现状评价

为较全面了解掌握受退水区水环境质量状况，对主要接纳退水的中河、楚场河、蜻蛉河、武定河、西洱河、扒河、西河、毗雄河、白龙河、沙甸河 10 条二级支流 17 的断面开展了现状调查评价。17 个断面 2019 年水质状况评价结果，4 个断面水质达标，13 个断面存在个别月份水质超标情况。中河、楚场河、白龙河 3 条二级支流 3 断面水质均达标（III 类）。蜻蛉河、武定河、西洱河、西河、毗雄河、沙甸河、扒河 7 条二级支流 14 个断面，扒河 1 个断面水质达标，其余 13 个断面存在个别月份超标现象。

（4）受退水河流水质状况评价

总体上，从 2017 年到 2020 年水质变化趋势分析，退水河流水质有逐年改善的趋势。11 条退水一级支流中，桑园河、渔泡江、礼社江 3 条一级支流水质较优，落漏河、黑惠江、牛栏江、绿汁江 4 条一级支流存在个别月份超标现象，龙川江、普渡河、曲江、泸江 4 条一级支流水质超标情况较突出。10 条二级支流中，中河、楚场河、白龙河 3 条二级支流水质较优，

其余蜻蛉河、武定河、西洱河、西河、毗雄河、沙甸河、扒河 7 条二级支流均存在一定程度的超标情况。

根据受退水区水污染源调查，受退水区水质超标的原因主要受有机污染和氮、磷营养物质污染，污染源主要为城镇生活面源、农业面源、农村面源无序排放所致，特别是近几年，滇中地区大量发展高原特色经济作物，径流区内种植结构调整，大量种植经济作物，需要大量施肥，导致河流断面 TP、COD 超标较严重。

滇中地区为四大干流分水岭地带，城镇、农田集中分布在各大支流中上游河段，总体上，一级支流大部分呈现出上游水质劣于下游水质的情况，特别是流经城镇区、大面积农业种植区段水质超标较严重，随着下游河谷地区城镇、农田分布减少，加上区间径流汇入，下游水质有明显改善。

受退水区河流水质总体评价详见表 4.4.2-3。

表 4.4.2-3 退水河流水质总体评价表

水系	一级支流	二级支流	断面	水质目标	2019 年~2020 年	
					水质类别	主要超标因子
金沙江			桑园河汇入口	II	II - III	达标
			渔泡江汇入	II	II	达标
			大湾子	III	III	达标
			龙川江汇入口	III	III-IV	COD、TP、氨氮
金沙江	落漏河		陈家庄大桥	III	II-IV	石油类
			汇入金沙江前汇口	III	III	达标
金沙江	桑园河		桑园河力角界	III	II	达标
			汇入金沙江前汇口	III	III	达标
金沙江	渔泡江		新民大桥	III	II-III	达标
			汇入金沙江前汇口	III	II - III	达标
金沙江	渔泡江	中河	汇入渔泡江前汇口	III	III	达标
金沙江	渔泡江	楚场河	汇入渔泡江前汇口	III	III	达标
金沙江	龙川江		毛板桥水库	III	III -IV	BOD ₅ 、COD
			小天城	IV	IV-劣 V	TP
			西关桥	IV	IV-劣 V	TP
			江边	III	IV	TP
金沙江	龙川江	蜻蛉河	王家桥	IV	劣 V	TP
			赵家店	IV	IV-劣 V	TP
金沙江	普渡河		中滩闸门	V	V-劣 V	COD、BOD ₅
			安宁大桥	V	V-劣 V	TP
			富民大桥	IV	IV-劣 V	TP、BOD ₅ 、COD

水系	一级支流	二级支流	断面	水质目标	2019年~2020年	
					水质类别	主要超标因子
			普渡河桥	III	IV	TP、BOD ₅ 、COD
金沙江	普渡河	武定河	与板桥河交汇口上游	IV	IV-V	TP
金沙江	牛栏江		四营水文站	III	IV	TP、DO（2020年）
澜沧江			黑惠江汇入后	III	III	达标
			小湾电站坝址下游	III	II-III	达标
澜沧江	黑惠江		徐村桥	III	II-劣V	氨氮、BOD ₅
			汇入澜沧江汇口	III	III	达标
澜沧江	黑惠江	西洱河	闸门	III	III-劣V	BOD ₅
			四级坝	III	V-劣V	COD、氨氮、BOD ₅ 、TP、高锰酸盐指数、溶解氧
红河			礼社江口	III	III	达标
			元江口	III	III	达标
红河	西河		南诏镇出境	III	III-IV	TP
			原巍南公路收费站	III	II-IV	氨氮
红河	毗雄河		红岩断面	IV	IV-劣V	TP、COD
			寅街断面	IV	V-劣V	TP、氨氮
			出境断面	IV	III-IV	BOD ₅
红河	星宿江		水文站	IV	IV-V	TP、氨氮
			螺丝河桥	IV	IV	达标
			小江口	IV	IV	达标
红河	绿汁江		绿汁江大桥	III	II	达标
			江边	III	II-III	达标
			绿汁江口	III	III-IV	COD、TP
红河	绿汁江	扒河	大谷厂水管所	III	III-IV	氨氮
			阿姑水文站	III	V	BOD ₅ 、TP、氨氮
			汇入绿汁江前汇口	III	III	达标
红河	绿汁江	沙甸河	与板桥河交汇口上游	IV	III-IV	氨氮、TN
南盘江			小龙潭水文站	IV	II-IV	达标
			长虹桥	IV	II-V	TP
南盘江	玉溪大河（曲江上游段）		唐旗桥	III	劣V	TP、氨氮、BOD ₅ 、高锰酸盐指数、COD、石油类、阴离子表面活性剂
南盘江	曲江		矣读可	V	III-劣V	氨氮、TP
			九甸大桥	IV	I-劣V	TP
			小街	III	IV-V	TP、COD、BOD ₅
南盘江	曲江	白龙河	出华宁县境	III	III	达标
南盘江	泸江		团山桥	III	II-IV	COD、高锰酸盐指数、BOD ₅ 、TP
			燕子洞	III	II-IV	TP
			南桥	IV	III-V	TP
			木花果	IV	III-IV	达标
			石桥	IV	III-IV	达标

备注：河流总氮不参评。

4.4.2.4 输水通道河流水环境质量现状

本次调查评价了 12 条补水通道河流 16 个监测断面，根据评价结果，8 个断面水质达标，8 个断面水质超标。

9 条充蓄水库补水通道河流中，炼洞河、瓦溪河、紫甸河、普登河、甸中河 5 条河流水质类别为 II~III 类，水质较好，满足功能区目标要求。子午大河、黄尼河、十二箐河 3 条河流存在一定程度超标。麻栗园河水质超标较严重，水质类别为劣 V 类。

3 条生态补水湖泊河流中，盘龙江水质基本能达到水功能区 III 类要求，宝象河、红旗河水质不达标。

补水通道河流主要流经城镇、农田集中分布区，造成 5 条输水河流水质超标的原因主要为农业面源污染。

表 4.4.2-4 补水通道河流水质总体评价表

河流	监测断面	监测指标	监测时间	水质目标	水质类别	超标因子及超标倍数
炼洞河	入花桥水库前断面	地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1 中 24 项	2019/9	III	III	/
			2019/11	III	II	/
			2020/4	III	III	/
	入仙鹤水库前断面	地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1、表 2 中 29 项	2019/9	III	III	/
			2019/11	III	II	/
			2020/4	III	III	/
十二箐河	入大银甸水库前断面	地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1 中 24 项	2019/9	III	III	/
			2019/11	III	劣 V	氨氮 (3.43 倍) TN (6.99 倍)
			2020/4	III	III	/
瓦溪河	瓦溪节制闸前断面	地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1 中 24 项	2019/9	III	III	
			2019/11	III	III	
			2020/4	III	III	
麻栗园河	入海稍水库前断面	地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1 中 24 项	2019/9	III	劣 V	COD (1.3 倍) BOD ₅ (1.55 倍) 氨氮 (0.36 倍) TN (0.87 倍)
			2019/11	III	劣 V	COD (1.2 倍) BOD ₅ (1.1 倍) TP (3.2 倍)
			2020/4	III		断流，无水

子午大河	入中石坝水库前断面	地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1 中 24 项	2019/9	III	IV	石油类 (3.2 倍)
			2019/11	III	III	/
			2020/4	III	断流, 无水	
紫甸河	入九龙甸水库前断面	地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1、表 2 中 29 项	2019/9	II	II	/
			2019/11	II	II	/
			2020/4	II	II	/
普登河	入小石门水库前断面	《地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1 中 29 项	2018/8/31~9/3	III	IV	TP(2.05 倍)
			2018/8/31~9/3	III	IV	TP(0.024 倍)
			2018/8/31~9/3	III	IV	TP(2.05 倍)
甸中河	入甸中河水库前断面	地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1 中 24 项	2019/9	III	III	/
			2019/11	III	II	/
			2020/4	III	III	/
黄尼河	入跃进水库前断面 (建水县)	地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1、表 2 中 29 项	2019/9	III	III	/
			2019/11	III	劣 V	TN (1.5 倍)
			2020/4	III	断流, 无水	

4.4.2.5 充蓄水库水环境质量现状

二期骨干工程共利用 53 座充蓄调节水库。根据调查评价结果, 53 座水库中, 具有城镇供水功能水库 35 座, 工业、农业供水水库 18 座。53 座水库中, 24 座水库满足水功能水质目标, 29 座水库均存在一定程度的超标。

(1) 具有饮用功能水库水质评价结果

本次调查评价了 35 座具有城镇供水功能调蓄水库现状水质, 现状水质目标为 II 类的水库 11 座, 水质目标为 III 类的水库 24 座。根据评价结果, 35 座水库中, 17 座水库满足水功能水质目标, 18 座水库存在一定程度的超标, 评价结果详见表 4.4.2-5。

II 类水质目标的 11 座水库中, 达标水库 3 座, 为九龙甸水库、松华坝水库、大坝水库。不满足 II 类水质目标的水库 8 座, 分别为岔河水库、白龙水库、五里冲水库、东风水库、白龙河水库、高冲水库、跃进水库 (红

河州)、青云水库,其中,白龙水库、高冲水库、跃进水库(红河州)和青云水库 4 座水库不满足 II 类水质目标要求,但水质能达到 III 类标准,不满足 II 类水质的指标主要为 TP、TN。岔河水库、白龙河 2 个水库水质超标较严重,超标月份、水期以及超标指标均较多,水质类别以 IV-劣 V 类为主,主要超标指标为 TP、TN。

III 类水质目标的 24 座水库中,达标水库 14 座,为仙鹤水库、崔家箐水库、甸中河水库、锁水阁水库、龙虎水库、共和水库、小石门水库、挨小河水库、石门水库、洋派水库、老鸦关水库、大箐水库扩建、凤凰水库、规划红罩塘水库。不满足 III 类水质目标的水库 10 座,其中,大银甸水库、花桥水库、石河水库、中村水库、大唐水库、杨柳田水库 6 座水库水质超标较严重,超标月份、水期以及超标指标均较多,水质类别以 IV-劣 V 类为主,主要超标指标为 TP、TN、COD、高锰酸盐指数、BOD₅。

表 4.4.2-5 城镇供水充蓄调节水库水质评价结果表

流域、水系	所在州(市)	充蓄水库	水质目标	2019.9、2019.11、2020.4	
				水质类别	超达标情况、超标项及超标倍数
金沙江	大理州	花桥水库	III	劣 V	TN (1.25 倍)、COD (0.5 倍)
	大理州	益民海水库	III	IV	TP (0.9 倍)
	大理州	仙鹤水库	III	III	达标
	大理州	大银甸水库	III	劣 V	TP (1.74 倍)、TN (3.55 倍)
	大理州	崔家箐水库	III	II-III	达标
	楚雄州	九龙甸水库	II	II	达标
	楚雄州	龙虎水库	III	III	达标
	楚雄州	共和水库	III	III	达标
	楚雄州	小石门水库坝址断面(拟建)	III	III	达标
	楚雄州	挨小河水库	III	III	达标
	楚雄州	洋派水库	III	III	达标
金沙江	楚雄州	妙峰水库	III	III-IV	COD (1.7 倍)、BOD ₅ (2.74 倍)、TP (2.6 倍)
	楚雄州	老鸦关水库	III	III	达标
	昆明市	松华坝水库	II	II	达标
红河	大理市	大坝水库	II	II-III	达标
	大理市	锁水阁水库	III	II-III	达标
	大理市	甸中河水库	III	II-III	达标

流域、水系	所在州(市)	充蓄水库	水质目标	2019.9、2019.11、2020.4	
				水质类别	超达标情况、超标项及超标倍数
	楚雄州	石门水库	III	III	达标
	昆明市	大箐水库	III	II-III	达标
	玉溪市	岔河水库	II	II-V	TP (18.6 倍)、TN (0.54 倍)
	玉溪市	白龙水库	II	II-III	TP (0.6 倍)
	红河州	阿白冲水库	III	III-IV	TP (0.86 倍)、TN (0.34 倍)
	红河州	五里冲水库	II	II-IV	TP (0.57 倍)、TN (1.99 倍)
	南盘江	玉溪市	石河水库	III	III-V
玉溪市		东风水库	III	III-IV	TN (0.23 倍)
玉溪市		琉璃河水库	III	III-IV	TP (0.4 倍)
玉溪市		凤凰水库	III	III	达标
玉溪市		白龙河水库	II	劣V	TP (11.32 倍)、COD (0.6 倍)、TN (5.34 倍)
玉溪市		中村水库坝址断面(拟新建)	III	劣V	TN (3.64 倍)
红河州		高冲水库	II	II-III	TN (0.78 倍)、TP (0.17 倍)
红河州		跃进水库	II	II-III	TN (0.32 倍)、TP (0.6 倍)
红河州		青云水库	II	II-III	TN (0.32 倍)、TP (0.6 倍)
红河州		红罩塘水库	III	III	达标
红河州		大唐水库坝址断面(拟新建)	III	劣V	TN (1.33 倍)
红河州		杨柳田水库坝址断面(拟新建)	III	劣V	TN (2.83 倍)

(2) 农业、工业供水水库水质评价结果

本次调查评价的 18 座农业、工业供水功能调蓄水库中，现状水质目标为 III 类的水库 9 座，水质目标为 IV 类的水库 2 座，水质目标为 V 类的水库 7 座根据评价结果，7 座水库满足水功能水质目标，10 座水库存在一定程度的超标，评价结果详见表 4.4.2-6。

III 类水质目标的 9 座水库中，达标水库 3 座，为巴冲箐水库、团结水库、中石坝水库。不满足 III 类水质目标的水库 6 座，为海稍水库、箐门口水库、张家坝水库、黄坡水库、跃进水库（玉溪市）、长桥海水库，其中海稍水库、张家坝水库、跃进水库、长桥海水库 4 座水库水质超标较严重，超标月份、水期以及超标指标均较多，水质类别以 IV-劣 V 类为主，主要超标指标为 TP、TN、COD、高锰酸盐指数、BOD₅。

IV类水质目标的2座水库，分别为大理州的桑木箐水库、黑泥箐水库，2座水库均不达标，水质类别以III-劣V类，主要超标指标为TP。

V类水质目标的7座水库中，达标水库5座，不满足V类水质目标的水库2座。能满足类V类水质要求的为罗家冲水库、庆丰水库、东青水库、大跃进水库（楚雄）、捧寨水库5座水库。不达标2座水库为耐桥水库、大寨水库，水质类别为劣V类，主要超标指标为氨氮、TP、COD、BOD₅。

根据水库径流区现状调查，造成水库水质超标的原因因为水库径流区内的农业、农村面源污染所致。

表 4.4.2-6 农业、工业供水充蓄调节水库水质评价结果表

流域、水系	所在州（市）	充蓄水库	水质目标	2019.9、2019.11、2020.4	
				水质类别	超达标情况、超标项及超标倍数
金沙江	大理州	海稍水库	III	III-IV	TP (0.33 倍)
	楚雄州	罗家冲水库	V	V	达标
	楚雄州	耐桥水库	V	劣V	COD (0.81 倍)、BOD ₅ (0.58 倍)、氨氮 (2.18 倍)
	楚雄州	中石坝水库	III	III	达标
	楚雄州	庆丰水库	V	V	达标
	楚雄州	东清水库	V	V	达标
	昆明市	黄坡水库	III	II-IV	DO (1.04 倍)、TP (0.22 倍)、COD (0.03 倍)
	昆明市	箐门口水库	III	III-V	氨氮 (0.55 倍)
	昆明市	张家坝水库	III	V-劣V	TP (4.4 倍)、高锰酸盐指数 (0.17 倍)、COD (0.25 倍)、BOD ₅ (0.62 倍)
红河	大理市	巴冲箐水库	III	II-III	达标
	大理市	团结水库	III	III	达标
	大理市	桑木箐水库	IV	III-劣V	TP (1.73 倍)
	大理市	黑泥箐水库	IV	IV-劣V	TP (1.62 倍)
	楚雄州	大跃进水库	V	V	达标
南盘江	玉溪市	跃进水库	III	IV	COD (0.45 倍)、TP (0.2 倍)
	玉溪市	捧寨水库	V	IV	达标
	玉溪市	大寨水库	V	IV-劣V	TP (0.1 倍)
	红河州	长桥海水库	III	III-V	COD (0.58 倍)、BOD ₅ (0.42 倍)、氨氮 (0.11 倍)、TN (0.87 倍)

4.4.2.6 充蓄水库水库富营养化评价

选择 44 座充蓄调节水库开展水库富营养评价,评价结果详见表 4.4.2-7。

根据评价结果,仙鹅水库、崔家箐水库、巴冲箐水库、甸中河水库、锁水阁水库、九龙甸水库、龙虎水库、岔河水库、凤凰水库、白龙水库、东风水库、阿白冲水库、高冲水库、五里冲水库、跃进水库(红河州)共 15 座水库总评分值 34.3~48.9,水库富营养状态为中度富营养。

跃进水库(玉溪市)、琉璃河水库、大银甸水库、花桥水库、益民海水库、海稍水库、大坝水库、桑木箐水库、团结水库、中石坝水库、庆丰水库、共和水库、挨小河水库、大跃进水库、老鸦关水库、石河水库、白龙河水库、青云水库 18 座水库总评分值 36.8~60.6,部分水期水库存在富营养状态。

黑泥箐水库、洋派水库、妙峰水库、罗家冲水库、耐桥水库、东清水库、小石门水库、石门水库、捧寨水库、大寨水库、长桥海水库 11 座水库总评分值 50.1~129.1,水库富营养状态为富营养,在同一营养状态下,指数值越高,其营养程度越重,从表中可以看出,妙峰水库、耐桥水库、长桥海水库 3 座水库富营养程度较严重。

表 4.4.2-7 充蓄调节水库现状富营养化评价结果表

序号	水库	时间	TP	TN	叶绿素 a	高锰酸盐指数	透明度	总评分值	判别结果
1	大银甸水库	2017	36.8	88.	49.1	39.1	100	62.7	富营养
		2018	42.1	67.	49.1	41.9	62	52.5	富营养
		2019	42.5	51.	42.1	42.6	52.5	46.2	中营养
2	花桥水库	2019.9	57	43.	30	40.7	55.6	45.4	中营养
		2019.11	57	37.	30	41.8	36.9	40.6	中营养
		2020.4	56	46.	51.9	43.8	55.8	50.8	富营养
3	仙鹅水库	2019.9	30	48.	45	40.4	42.8	41.3	中营养
		2019.11	53	56.	40	40.4	49.6	48	中营养
		2020.4	38.7	52.	51.3	39	56.4	47.6	中营养
4	益民海水库	2019.9	59.6	50.	30	45.9	50.2	47.2	中营养
		2019.11	50.6	45.	30	46.4	51	44.7	中营养
		2020.4	60	51.	50	52.3	56	53.9	富营养
5	海稍水库 扩建	2019.9	41.2	43.	40	45.8	55	45.1	中营养
		2019.11	45.6	44	49.3	44.9	38.3	44.4	中营养
		2020.4	53.4	53	51.9	51.2	58.4	53.6	富营养
6	崔家箐水库	2019.9	30	47.	30	40.4	36.1	36.8	中营养

序号	水库	时间	TP	TN	叶绿素 a	高锰酸盐指数	透明度	总评分值	判别结果
		2019.11	45.6	37.	40	39.1	53.6	43.2	中营养
		2020.4	44.4	48.	41.2	44.7	57.6	47.3	中营养
7	大坝水库	2019.9	34.7	47.	62.1	42.2	53	47.9	中营养
		2019.11	50.2	52.	50.6	42.4	53.2	49.8	中营养
		2020.4	42	53	61.8	42	56.6	51.1	富营养
8	巴冲箐水库	2019.9	36.7	47.	30	40.9	48.8	40.8	中营养
		2019.11	44	51.	40	41.5	51	45.6	中营养
		2020.4	46	49	48.3	41.8	59.2	48.9	中营养
9	桑木箐水库	2019.9	69.5	56.	30	45.7	64	53.2	富营养
		2019.11	59	56.	30	50.8	53	49.8	中营养
		2020.4	69.5	57.	43.3	50.6	57.2	55.7	富营养
10	黑泥箐水库	2019.9	69.6	39.	30	46.4	65	50.1	富营养
		2019.11	57.4	54.	35	51.8	52.6	50.2	富营养
		2020.4	70	59.	60	50.6	59.2	59.8	富营养
11	团结水库	2019.9	44	49.	51.3	40.3	68	50.6	富营养
		2019.11	38.7	49.	46.7	43.4	52.2	46.1	中营养
		2020.4	36.7	48	53.1	52.5	55	49.1	中营养
12	甸中河水库	2019.9	36	36	30	42.2	43.2	37.5	中营养
		2019.11	45.2	37.	35	42.1	54.4	42.8	中营养
		2020.4	42	37	35	50.1	55.2	43.9	中营养
13	锁水阁水库	2019.9	30	47.	40	41.9	39.6	39.8	中营养
		2019.11	39.3	54.	38	42.1	52.2	45.2	中营养
		2020.4	40.4	53.	36.5	46.8	56.4	46.7	中营养
14	洋派水库	2017.20	50	52.	51.7	51.1	53	51.7	富营养
		2017.6	48	50.	51.7	50.5	54	51	富营养
		2017.9	46	51.	74.2	50	50	54.4	富营养
		2017.1	48	56	53.2	50.3	49	51.3	富营养
15	妙峰水库	2019.9	66.4	49.	293.9	53.8	52.7	103.2	富营养
		2019.11	53.8	117	213.9	54.8	57.5	99.4	富营养
		2020.4	76	69.	42.2	51.4	61.1	60	富营养
16	罗家冲水库	2019.9	87.3	54.	40	46.9	52.1	56.1	富营养
		2019.11	68.5	52.	41.1	46.7	55.5	52.9	富营养
		2020.4	52	56.	45.6	50.8	62.2	53.5	富营养
17	耐桥水库	2019.9	85.5	89.	364.4	50.6	55.4	129.1	富营养
		2019.11	92	78.	236.1	48.7	56.8	102.4	富营养
		2020.4	112	280	105	55.7	66.2	123.8	富营养
18	九龙甸水库	2017	41.9	48.	33.3	45.3	70	47.8	中营养
		2018	42.3	48	33.3	45.2	70	47.8	中营养
		2019	42.1	48.	33.3	44.9	70	47.7	中营养
19	中石坝水库	2019.9	46.6	54.	47.8	46.2	46.3	48.2	中营养
		2019.11	46.1	45.	46.7	46.8	52.1	47.5	中营养
		2020.4	52	58.	38.9	51.7	54.7	51.2	富营养
20	龙虎水库	2019.3	44	40	40	43.8	40	41.6	中营养
		2019.6	44	40	40	47.5	2	34.7	中营养
		2019.9	44	40	41.7	45.3	41.4	42.5	中营养
21	庆丰水库	2019.9	44.1	49.	101.7	46.4	47.1	57.8	富营养
		2019.11	47.1	51.	52.2	45.8	53.7	50.1	富营养
		2020.4	46.7	52.	47.2	42.8	56.1	49	中营养
22	东清水库	2019.9	63.2	49.	36.7	46.1	54.6	50.1	富营养
		2019.11	67.6	46.	42.2	45.3	51	50.6	富营养
		2020.4	64	59.	53.3	51.3	59.1	57.4	富营养

序号	水库	时间	TP	TN	叶绿素 a	高锰酸盐指数	透明度	总评分值	判别结果
23	共和水库	2019.9	46.3	50.	101.7	47.9	43	57.9	富营养
		2019.11	48.3	45.	50.6	45.5	45.5	47	中营养
		2020.4	50	49.	68.3	49.5	58.3	55.1	富营养
24	小石门水库	2018.8~	66.2	53.	33.3	47.5	70	54.1	富营养
		2019.9	57.2	49.	33.3	45.6	70	51.1	富营养
25	挨小河水库	2019.9	43.3	49.	78.9	45.7	45.7	52.6	富营养
		2019.11	47.5	44.	65	45.5	40.4	48.6	中营养
		2020.4	46	45.	42.2	43.5	60.9	47.6	中营养
26	石门水库	2019.9	42.3	50.	70	45.7	48.5	51.3	富营养
		2019.11	44.3	52.	63.3	44.7	50.4	51	富营养
		2020.4	47.3	50.	54.4	48.8	60	52.2	富营养
27	大跃进水库	2019.9	44.9	49.	67.8	45.8	48.8	51.3	富营养
		2019.11	63.6	49.	48.3	46	48.9	51.3	富营养
		2020.4	43.3	44.	46.7	43	55	46.6	中营养
28	老鸦关水库	2019.9	42	48.	63.9	44.9	26.7	45.2	中营养
		2019.11	75.5	58.	46.7	46.4	52.7	56	富营养
		2020.4	46.7	47.	47.8	50.9	57.1	50.1	富营养
29	岔河水库	2019.9	30	38.	41.7	40.1	36.5	37.3	中营养
		2019.11	68	55.	31.7	41	40.4	47.2	中营养
		2020.4	32.2	39	35	46	36.8	37.8	中营养
30	白龙水库	2019.9	31.6	48.	48.3	40.5	45.1	42.7	中营养
		2019.11	40.9	44	45	40.6	56.5	45.4	中营养
		2020.4	43.3	39	50.6	43.8	45.5	44.5	中营养
31	石河水库	2019.9	135.3	55.	30	22.4	59.5	60.6	富营养
		2019.11	45.1	57.	30	30.4	48.8	42.3	中营养
		2020.4	59.3	49	44.4	50.6	61.3	52.9	富营养
32	东风水库	2019.9	30	47	50	40.6	39.3	41.4	中营养
		2019.11	41.3	56.	41.7	41.3	39	43.9	中营养
		2020.4	47.3	47.	41.7	52.9	39.4	45.8	中营养
33	跃进水库 (玉溪市)	2019.9	50.1	47.	30	44.6	63.3	47.1	中营养
		2019.11	50.2	57.	30	45.8	54.1	47.6	中营养
		2020.4	51.3	58.	48.9	53.1	66.3	55.5	富营养
34	琉璃河水库 扩建	2019.9	31.3	47.	46.1	40.5	51.3	43.4	中营养
		2019.11	37.1	50.	36.7	41.2	39.8	41	中营养
		2020.4	53.3	52.	44.4	52.9	51.5	51	富营养
35	凤凰水库	2019.9	30.4	34.	38.3	41.1	37.7	36.3	中营养
		2019.11	45.1	54.	31.7	40.5	43.1	42.9	中营养
		2020.4	38.9	37	35	47.5	37.8	39.2	中营养
36	捧寨水库	2019.9	51.5	51.	31.7	44.7	77.7	51.4	富营养
37	大寨水库	2019.9	66	44	30	51.2	86.3	55.5	富营养
		2019.11	63.8	47.	52.1	52.1	61.3	55.4	富营养
		2020.4	69.9	59.	50.4	54.2	87.7	64.4	富营养
38	白龙河水库	2019.9	38.9	43.	55.6	40.6	52.4	46.3	中营养
		2019.11	69.7	54.	30	41.4	56.5	50.4	富营养
		2020.4	42	55.	55.4	43.5	51.9	49.6	中营养
39	阿白冲水库	2019.9	58.6	37.	41	40.8	39.1	43.4	中营养
		2019.11	28.3	33	45	43.7	39.5	37.9	中营养
		2020.4	32	43.	53.1	40.5	39.7	41.8	中营养
40	高冲水库	2019.9	28.3	42.	44.5	42.3	47.6	41	中营养
		2019.11	41.6	57.	51.3	41.8	45.2	47.5	中营养
		2020.4	28.3	47.	35	39.7	47.6	39.6	中营养
41	长桥海水库	2017	49.2	70.	65.8	56.9	63	61.2	富营养
		2018	53.6	70.	69.6	57.8	69	64.1	富营养

序号	水库	时间	TP	TN	叶绿素 a	高锰酸盐指数	透明度	总评分值	判别结果
		2019	47.8	56.	53.7	45.9	60.6	52.9	中营养
42	五里冲水库	2017	33.8	62.	47.1	41.8	42.2	45.5	中营养
		2018	33.3	64.	41.1	37.4	36.2	42.4	中营养
		2019	33.3	61.	53.9	39.4	41.9	45.9	中营养
43	青云水库	2019.9	30	42.	30	42.3	47.6	38.5	中营养
		2019.1	48	49	32.5	40.4	46.8	43.3	中营养
		2020.4	44.4	52.	56.3	50.1	50.2	50.7	富营养
44	跃进水库 (红河州)	2017	39.6	46.	43.1	49.5	45.8	44.9	中营养
		2018	35.5	51.	37.8	47.1	36.4	41.6	中营养

4.4.3 生态补水湖泊水环境质量现状

4.4.3.1 滇池

(1) 滇池水质情况

2020年在不考虑TN指标的情况下,滇池全湖年均水质为IV类,其中草海全年平均水质为IV类,主要指标中化学需氧量年均浓度为14.92mg/L,总氮年均浓度为3.22mg/L,总磷年均浓度为0.07mg/L,氨氮年均浓度为0.21mg/L;外海全年平均水质为V类,主要指标中化学需氧量年均浓度为33.43mg/L,总氮年均浓度为1.31mg/L,总磷年均浓度为0.07mg/L,氨氮年均浓度为0.24mg/L,超IV类标准的指标主要为COD,超标0.11倍。

2020年9月起,在滇池湖体10个国控断面的基础上,新增22个监测点位。根据滇池湖体的加密监测结果,滇池COD除总体呈现草海水质优于外海的趋势外,外海各湖区也有明显的水质差异,主要表现为南部湖区和北部、东部湖湾区COD浓度高于中部湖区。滇池湖体氨氮浓度较低,各点位均能达地表水II类,从湖体各区域的分布情况看,草海北部东风坝区域浓度相对较高,平均浓度为1.02mg/L,约为其余各点位平均浓度的10.2倍。滇池湖体TN总体表现为从北向南逐步降低的趋势,TP总体表现为北部湖区东风坝区域浓度最高,外海北部湖湾区和外海南部区域次之,中部湖区浓度较低。叶绿素a主要表现为外海北部区域浓度较高,与滇池蓝藻富集区域一致。

(2) 滇池水质变化趋势

1) 草海水质变化趋势

“九五”以来，滇池草海水质明显好转，主要污染物显著下降。化学需氧量在 2000 年达到峰值 146 mg/L 以后呈下降趋势，2016 年随着牛栏江-草海补水工程的设施，首次达到Ⅳ类水标准；1995 年以来氨氮呈显著上升趋势，于 2009 年达到峰值 13.017 mg/L 以后显著下降，从 2011 年起已基本可达Ⅴ类水标准，2016 年大幅改善至Ⅱ类；总氮变化趋势与氨氮十分相似，2009 年以前呈上升趋势，之后显著下降，但总氮浓度始终高于Ⅴ类水标准；1995-2009 年，总磷浓度呈缓慢上升趋势，2009 年达到峰值 1.456 mg/L 以后，2010-2011 年大幅下降，从 2015 年起可以达Ⅴ类水标准；叶绿素 a 浓度自 1999 年开始监测，近二十年来呈波动下降趋势；富营养状态指数也呈波动下降趋势，从 2011 年起，已经从多年的重度富营养状态转变为中度富营养状态（除 2014 年以外）。2016 年草海水质从劣Ⅴ类提升至Ⅴ类，这是近二十年来首次出现的情况；“十三五”期间，草海湖体化学需氧量、总氮、总磷、氨氮、叶绿素 a 浓度相较于“九五”期间分别改善了 90.8%、78.5%、92.5%、96.8%、82.8%。

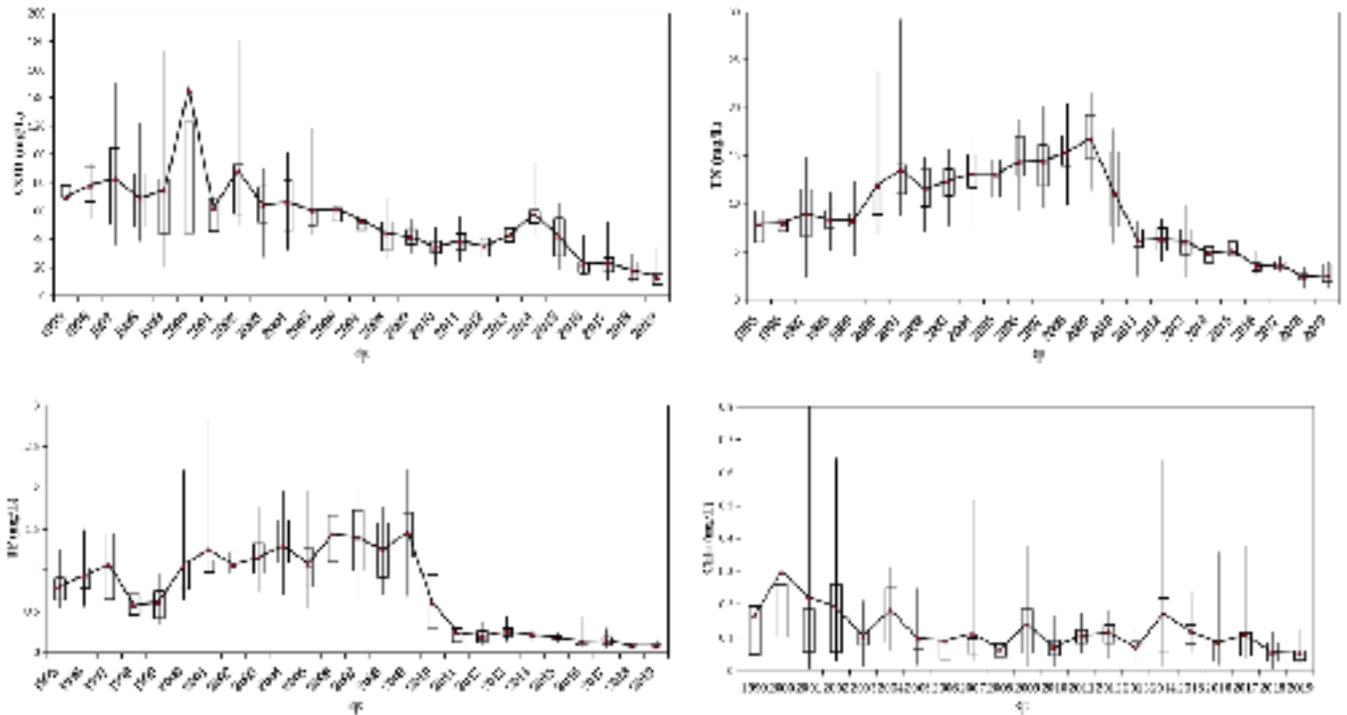


图 4.4.3-1 滇池草海水水质变化

②外海水质变化趋势

2019 年，滇池外海水水质类别为 V 类，各断面逐月达标率为 12.5%。主要水质指标 pH 为 9.02、化学需氧量为 32.02 mg/L、总氮为 0.94mg/L、总磷为 0.07mg/L、氨氮为 0.13 mg/L、五日生化需氧量为 1.89 mg/L、高锰酸盐指数为 5.89 mg/L，超过地表水 IV 类标准的指标为 pH 和化学需氧量，超标倍数分别为 0.0025 和 0.068。

随着“六大工程”的实施，“九五”以来外海污染物浓度波动下降。1995 年以来，外海化学需氧量浓度呈缓慢上升趋势，在 2013 年达到近 22 年来最大值 79mg/L 后下降，2016 年首次达到 V 类水标准；氨氮浓度波动变化但一直较低，近 22 年年均值均能达到 II 类水标准，即使年内水质出现波动也始终能保持在 III 水标准内；总氮浓度在 2006-2013 年较高，有两个极大值点，2013 年后呈下降趋势，2014 年起可以稳定达 V 类水标准；总磷浓度于 1999 年达到峰值 0.331mg/L，2000-2002 年下降后至今波动较为平缓，2016 年首次达到 IV 类水标准。叶绿素 a 浓度基本保持稳定，富营养状态指数稳

定维持在中度富营养水平，近年来呈下降趋势，部分月份已经呈现轻度富营养状态。2016 年外海水质从劣 V 类提升至 V 类，这是近二十年来首次出现的情况。“十三五”期间，外海湖体化学需氧量、总氮、总磷、氨氮、叶绿素 a 浓度相较于“九五”期间分别改善了 42.0%、50.9%、73.9%、31.8%、17.1%。

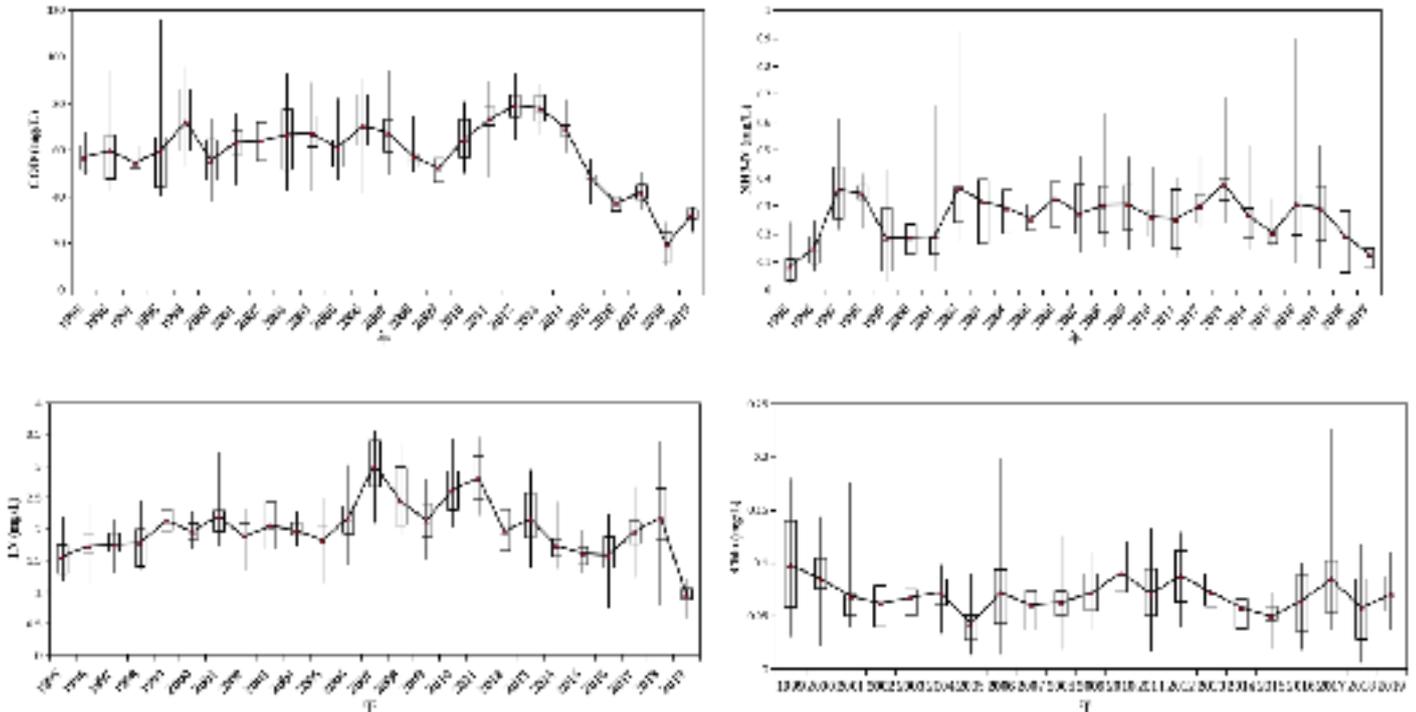


图 4.4.3-2 滇池外海水质变化趋势

4.4.3.2 杞麓湖

(1) 水质现状

杞麓湖“十三五”规划水质目标为 V 类。2020 年杞麓湖全湖水水质综合类别为劣 V 类，超 V 类的指标为化学需氧量（COD），2020 年 5 月 COD 浓度达 61.3mg/L，年均值为 49.42mg/LTP 浓度较高，2020 年除 10、11 和 12 月在 IV 类以内，其余月份均在 V 类。湖泊营养状态指数为中度富营养。与 2019 年相比，化学需氧量、总磷、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、营养状态指数分别上升 31.4%、5.41%、39.3%、19.0%和 3.86%。

(2) 水质变化趋势

2015年，杞麓湖湖心断面年均水质为劣V类，未达到V类水质考核目标，主要超标指标为化学需氧量（超标倍数为0.32倍）2016-2018年，断面水质有改善，年均水质均为V类，均达到V类水质考核目标，但均存在月度超标的情况。2019年以来，断面水质有所下降，2019年、2020年均值均未达V类水质考核目标，年均水质为劣V类，主要超标指标均为化学需氧量（超标倍数分别为0.09倍及0.18倍）。

表 4.4.3-1 2015-2020 年杞麓湖湖心断面水质类别及超标因子

断面名称	时间	水质考核目标	年度水质类别	年度超标指标及超标倍数	超标月份	月度超标指标
杞麓湖湖心	2015年	V类	劣V类	COD (0.32)	1-11月	COD
	2016年		V类	无	1月、3-5月、7月	COD
	2017年		V类	无	2月	COD
	2018年		V类	无	12月	COD
	2019年		劣V类	COD (0.09)	1月、4-8月、11-12月	COD
	2020年		劣V类	COD (0.18)	2月、4-11月	COD

①化学需氧量

COD全湖平均浓度2010-2013年呈增加趋势,2013-2017年呈减少趋势,2017-2020年呈增加趋势。从全湖平均浓度的水质类别来看,2010-2015年COD水质类别为劣V类,2016-2019年COD水质类别为V类,2017年接近IV类标准,2019年湖心站超过V类标准,2020年全湖突破V类限值,为劣V类。

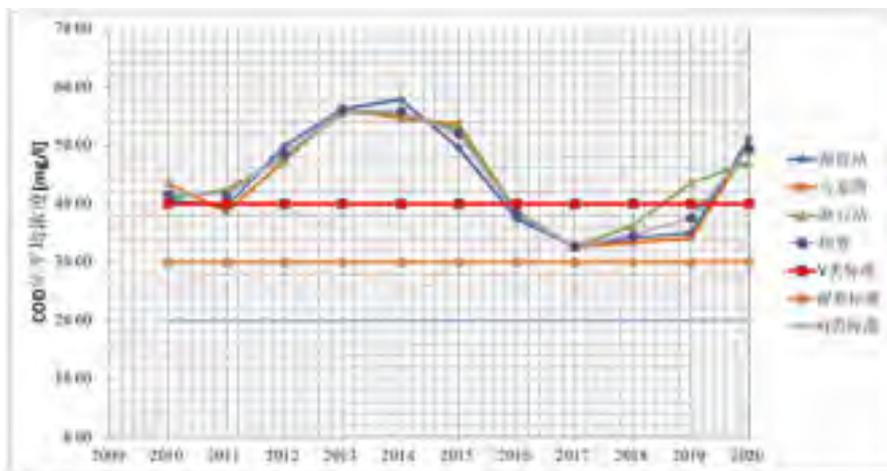


图 4.4.3-3 杞麓湖 COD 年际变化趋势 (2010-2020)

②总氮

2010-2013年TN浓度呈增加趋势,2013-2017年呈减低趋势,2017-2020年呈增加趋势,2013年TN全湖平均浓度达峰值(5.03mg/l)从全湖平均浓度的水质类别来看,除2017年达到V类标准外,2010-2016年和2018-2020年TN水质类别为劣V类从空间分布来看,2010-2012年期间三个站点TN浓度差异较大,湖管站TN浓度明显高于湖心站和马家湾,2020年也呈现类似的空间分布。

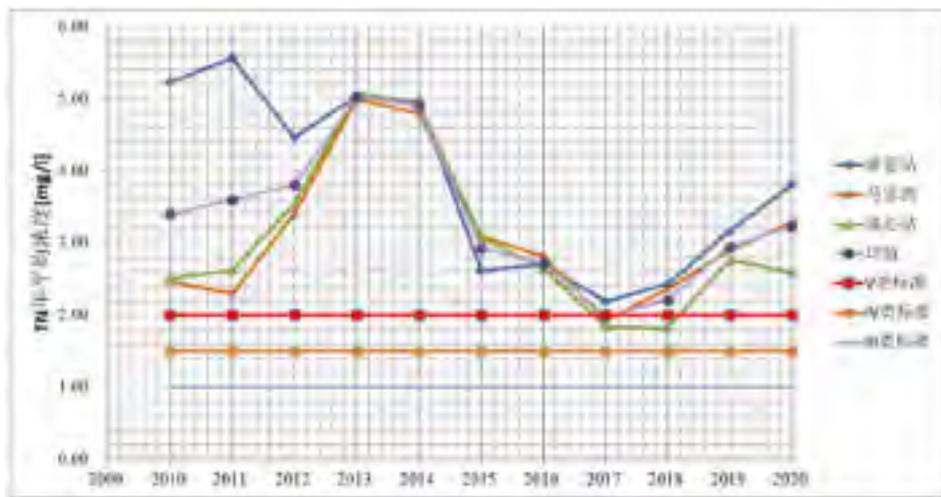


图 4.4.3-4 杞麓湖 TN 年际变化趋势 (2010-2020)

③总磷

2010-2012年TP浓度呈增加趋势,2012-2015年呈减低趋势,2015-2020年又呈增加趋势从全湖平均浓度的水质类别来看,除湖管站2011年TP浓度突破V类外,2010年为IV类,2011-2012年为V类,2013-2018年为IV类,2019-2020年为V类,2019年湖管站和马家湾突破IV类限值,2020年全湖进入V类水平。

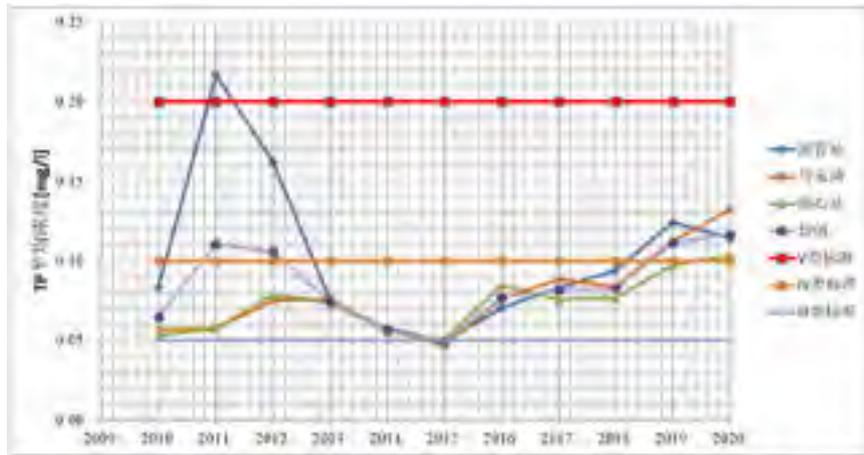


图 4.4.3-5 杞麓湖 TP 年际变化趋势 (2010-2020)

4.4.3.3 异龙湖

(1) 异龙湖水质现状

异龙湖共设置湖东、湖中、湖西三个常规监测点。异龙湖“十三五”规划水质目标为 V 类 (COD<60mg/L)。

根据异龙湖湖体监测数据分析可知，2019-2020 年全湖年均水质均达到 V 类，但个别监测点位逐月数据并未稳定达到 V 类。湖东断面 2019 年水质为劣 V 类的月份共 9 个月，2020 年劣 V 类的月份共 5 个月；湖中断面 2019 年水质为劣 V 类的月份共 3 个月，2020 年劣 V 类的月份共 4 个月，雨季居多；湖西断面 2019 年水质为劣 V 类的月份共 3 个月，2020 年劣 V 类的月份共 3 个月，主要集中在雨季；全湖平均逐月水质 2019 年为劣 V 类的月份共 4 个月，2020 年劣 V 类的月份共 2 个月，主要污染指标为化学需氧量。

(2) 水环境变化趋势

根据异龙湖湖体水监测数据，异龙湖各项水质指标在近十几年来呈现剧烈变动的特征，呈现出先恶化再好转的变化特征，拐点出现在 2013 年，自 2013 年以后，异龙湖水质呈现逐年好转趋势，至 2018 年 11 月，全湖平均水质从劣 V 类好转为 V 类，2019-2020 年全湖年均水质均达到 V 类。

① 高锰酸盐指数

2009-2020 年，异龙湖全湖平均高锰酸盐指数介于 8-27mg/L 之间，总体呈现先升高再降低的趋势，2016 年以前均超过 V 类标准，

2010 年、2012 年、2013 年均出现最大值，超 V 类标准 0.8 倍，2013 年以后浓度呈现逐年降低的趋势，最小值出现在 2019 年，总体呈现逐年向好趋势。

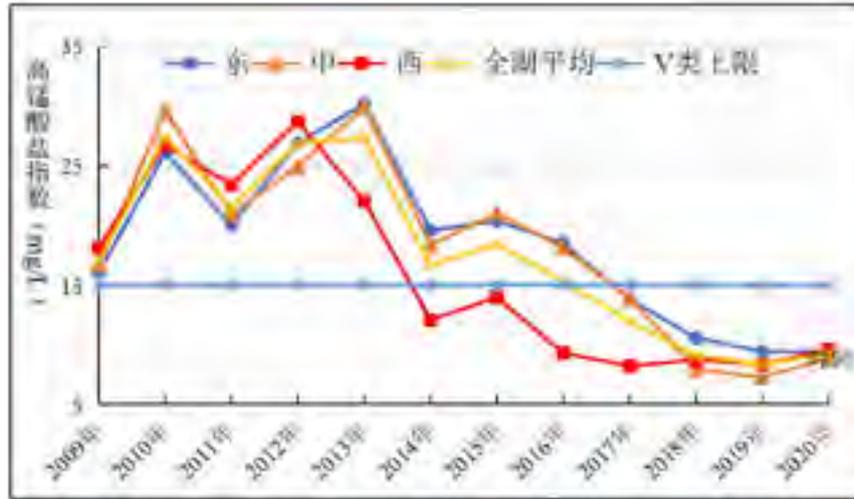


图 4.4.3-6 异龙湖高锰酸盐指数年度变化趋势图

②化学需氧量

2009-2020 年，异龙湖全湖平均化学需氧量介于 28-156mg/L 之间，总体呈现先升高再降低的趋势，2018 年及以前均超过 V 类标准，2013 年达到浓度峰值，超标 2.9 倍，2013 年后呈现逐年下降趋势，2019 年就是保持在 V 类及更优，最小值出现在 2020 年，达到 IV 类。

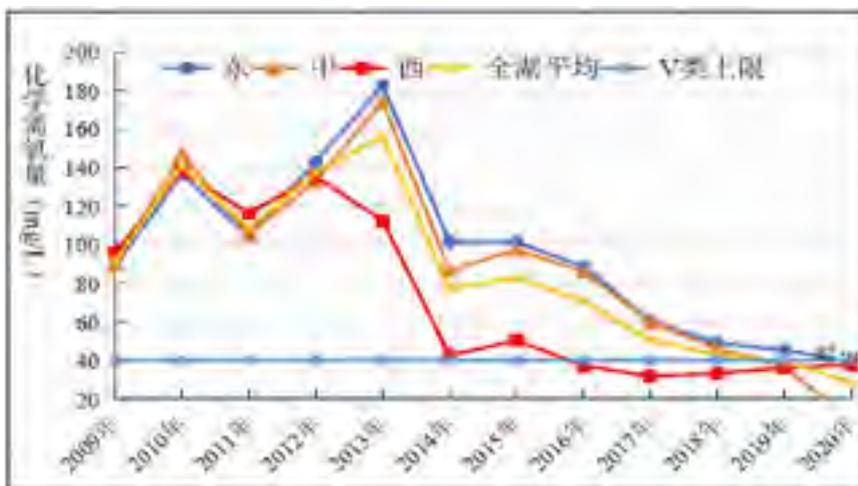


图 4.4.3-7 异龙湖化学需氧量年度变化趋势图

③总氮

2009-2020年，异龙湖单独评价指标总氮全湖平均介于1.82-6.24mg/L之间，总体呈现先升高再降低的波动变化趋势，除2018年2019年达到V类标准外，其余年份均超过V类标准，2013年达到浓度峰值，超标2.12倍，2013年后总体呈现逐年下降趋势，2017年-2020年浓度围绕V类限值波动，波动幅度较小。

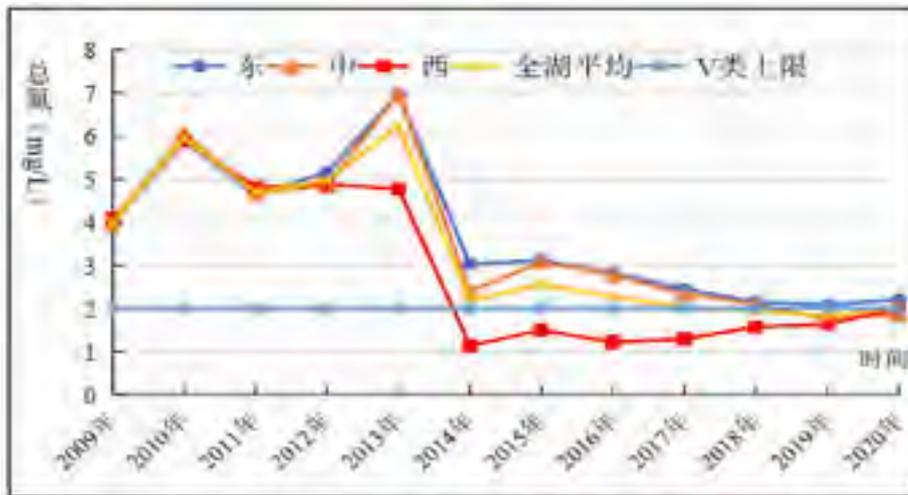


图 4.4.3-8 异龙湖总氮年度变化趋势图

④总磷

2009-2020年，异龙湖全湖年均总磷浓度介于0.047-0.173mg/L之间，总体呈现先升高再降低的趋势，除湖西断面2012年浓度超V类外，其余断面各年份均保持在V类及更优，2014-2020年总磷浓度始终稳定保持在IV类标准以内。

4.4.4 滇中引水工程水污染防治措施落实情况

4.4.4.1 滇中引水工程受退水区污染防治规划（2013-2040年）

2017年5月12日云南省人民政府以《云南省人民政府关于滇中引水工程受退水区水污染防治规划的批复》（云政复〔2017〕27号）进行了批复。

根据国务院颁布的《水污染防治行动计划》提出的“问题导向、突出重点、精准治污”的指导思想，本规划在“片—区—控制单元”污染防控格局下，

通过对受退水区控制单元污染分布特征、流域水环境状况、引水沿线敏感区域分布等综合分析，筛选出重点控制单元 15 个及重点区域 10 个，为滇中引水工程受退水区水污染防治重点任务和项目的优化布设提供依据。详见下图。

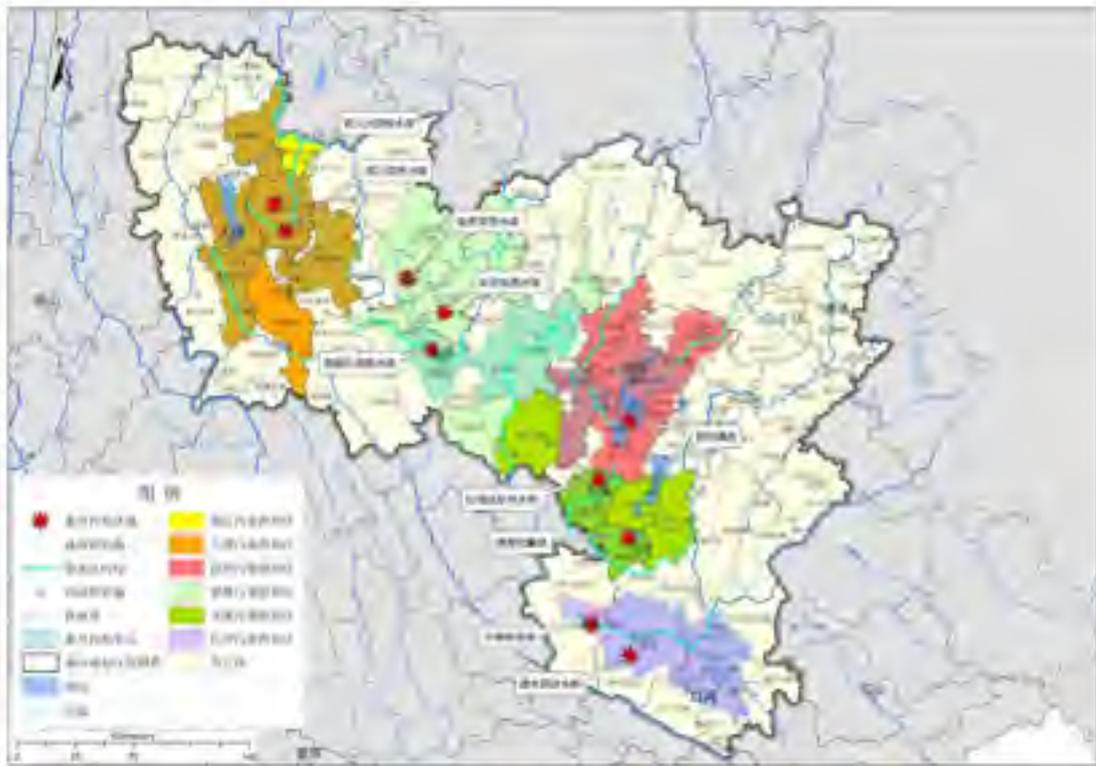


图 4.4.4-1 滇中引水工程受退水区水污染防治重点控制单元及重点区域分布图

污染防治规划分近期、远期两个阶段，提出了工业污染防治、城镇污染防治、农业农村面源污染防治、水资源高效利用、饮用水源地保护、生态保护建设和监管能力建设等 7 个类别共计 744 个工程项目，规划期总投资 899.47 亿元，各类项目及投资包括了受退水区现有及滇中引水工程新增污染防治内容，项目投资及责任主体为滇中地区各级地方政府。污染防治规划的主要内容如下：

(1) 工业污染防治

在滇中引水工程设定的规划目标年与受退水区配水方案条件下，工业污染治理主要按存量排水与增量排水对受退水区内现状及规划的工业园

区进行防控。在存量排水情况下，到 2030 年工业废水处置能力要求达到 40.94 万 m³/d；到 2040 年受工业废水处置能力要求达到 43.43 万 m³/d。在增量排水情况下，到 2030 年受退水区涉及的废水处置能力要求达到 25.6 万 m³/d；到 2040 年受退水区涉及的废水处置能力要求达到 33.4 万 m³/d。集中处置出水水质不低于一级 A 标的要求。存量及增量排水所需的工业废水处置能力详见下表。

表 4.4.4-1 受退水区规划目标年工业废水集中处置能力指标表

污染防治 分片	污染防治分区	污染防治控制单 元	存量		增量	
			2030 年处置能 力 (万 m ³ /d)	2040 年处置能 力 (万 m ³ /d)	2030 年处置能 力 (万 m ³ /d)	2040 年处置能 力 (万 m ³ /d)
I 丽江市	(1) 达旦河	1.永胜太阳平山	0.03	0.04	0.1	0.1
		2.宾川牛井	0.32	0.31	0.3	0.3
II 大理州	(2) 落漏河	3.鹤庆黄坪	0.02	0.03	0.2	0.2
	(3) 黑惠江	4.大理市	7.16	7.29	0.1	0.1
		5.弥渡弥城	0.22	0.22	0.2	0.2
	(4) 礼社江	6.巍山南诏	0.22	0.23	0.1	0.1
		7.祥云祥城	0.92	0.94	0.8	0.9
III 楚雄州	(6) 龙川江	8.元谋元马	0.03	0.03	0.1	0.1
		9.大姚金碧	0.25	0.26	0.2	0.2
		10.姚安栋川	0.21	0.21	0.2	0.2
		11.南华龙川	0.21	0.21	0.1	0.2
		12.楚雄鹿城	4.45	4.67	5.1	7.8
	(7) 星宿江- 绿汁江	13.牟定共和	0.12	0.11	0.1	0.1
		14.禄丰金山	0.27	0.29	0.1	0.1
	IV 昆明市	(8) 普渡河- 螳螂川	15.双柏妥甸	0.19	0.19	0.2
16.武定近城			0.04	0.04	0.1	0.1
17.富民永定			1.63	1.74	2	2.5
(9) 滇池		18.安宁连然	1.29	1.14	4.9	7.7
		19.西山区谷律	0.45	0.55	0.2	0.2
		20.呈贡龙城	0.23	0.23	0.5	0.6
		21.晋宁昆阳	0.15	0.15	0.7	0.8
(10) 牛栏江	22.昆明市	10.3	11.87	1.9	3.6	
	23.官渡小哨	1.71	2.08	0	0	
V 玉溪市	(11) 曲江	24.嵩明嵩阳	4.37	4.32	0	0
		25.玉溪红塔区	2.38	2.38	2.7	2.8
		26.华宁宁州	0.25	0.24	0.1	0.1
		27.江川大街	0.55	0.57	0.8	0.8
	(7) 星宿江- 绿汁江	28.通海秀山	0.38	0.3	1	1.1
VI 红河州	(12) 泸江	29.易门龙泉	1.07	1.04	0.6	1
		30.个旧	0.66	0.72	1	1.4
		31..建水临安	0.24	0.26	0.2	0.2

	32.开远	0.37	0.44	0.4	0.7
	33.蒙自文澜	0.83	0.89	0.4	0.7
	34.石屏异龙湖	0.42	0.44	0.2	0.3
合计		40.94	43.43	25.6	33.4

(2) 城镇污染防治

到 2030 年，受退水区涉及城镇生活污水收集率达到 85%以上，污水处理率和达标率均达到 100%，其中县级及以下城镇污水收集率 85%以上，地市级城市污水处理率 95%以上；城镇污水处理厂出水水质达到一级 A 标，受退水区污染较重的地市级和县城污水处理厂增加除磷脱氮工艺。

到 2030 年，受退水区涉及城镇生活垃圾收集率达到 85%以上，垃圾安全处理率达到 100%，其中县级及以下城镇垃圾收集率 85%以上，地市级城市垃圾收集率 90%以上。

要按照集中和分散相结合的原则，优化布局，合理确定处理规模和处理工艺，进一步加强城镇污水处理厂建设。新建污水处理厂出水水质必须达到一级 A 排放标准 (GB 18918-2002)，其中位于昆明市的 9 个区县市 (盘龙、五华、官渡、西山、呈贡、富民、晋宁、安宁、嵩明)、大理州的 1 个市 (大理市)、玉溪市的 4 个区县 (红塔、华宁、江川、通海)、红河州的 5 个县市 (蒙自、个旧、建水、开远、石屏) 共计 19 个区县市境内城镇污水处理厂加装除磷脱氮设施。到 2040 年，在保证已有污水处理厂正常运行的同时，根据城镇社会经济发展进一步完善城镇生活污水处理系统，使新增城镇污水使新增城镇污水处理厂规模达到 155.2 万 m³/d。到 2040 年，随城镇增加，逐步补充城市排水系统，确保受退水区中水回用率达到 35%。到 2030 年，受退水区内所有城镇污水处理厂污泥均得到安全处置。

受退水区原有部分城镇污水处理厂出水标准为一级 B 标，不能满足受退水区水污染防治的要求。到 2030 年受退水区城镇污水处理厂出水标准全部达到一级 A 标，其中位于昆明市的 9 个区县市 (盘龙、五华、官渡、西

山、呈贡、富民、晋宁、安宁、嵩明)、大理州的 1 个市(大理市)、玉溪市的 4 个区县(红塔、华宁、江川、通海)、红河州的 5 个县市(蒙自、个旧、建水、开远、石屏)共计 19 个区县市境内提标改造的城镇污水处理厂要增加除磷脱氮装置,2020 年优先对 6 座污水处理厂实施提标改造工程,提标处理能力 12.9t/d。2030 年完成 11 座污水处理厂扩能改造。2040 年完成 13 座污水处理厂扩能改造。

加强受退水区城镇垃圾安全处理设施建设。到 2020 年,受退水区新增城镇生活垃圾处理厂 36 座,新增处理能力 2610t/d。到 2030 年,受退水区城镇收集的生活垃圾均能得到安全处置。到 2030 年,受退水区涉及城镇生活垃圾收集率达到 85%以上,垃圾安全处理率达到 100%,其中县级及以下城镇垃圾收集率 85%以上,地市级城市垃圾收集率 90%以上。新建垃圾处理厂设计、建设、运营必须符合国家相关规范和标准。

(3) 农业农村面源污染防治

通过开展农村环境综合整治、农村饮用水水源地保护规划实施、农村生活污水及垃圾处理工程建设,使滇中引水受退水区建制村突出环境问题基本得到治理,农村饮用水水源地水质和管理状况得到较大改善,农村生活污水无害化处理率和生活垃圾无害化处理率较“十二五”有所提高,逐步普及无害化卫生厕,村庄环境卫生有所改善,规模化畜禽养殖场废弃物综合利用率和农作物秸秆综合利用率有所提升,农业面源污染和养殖污染防治得到有效控制。

(4) 水资源高效利用

到 2030 年,34 个受退水区新增中水回用量 70.87 万 t/d 以上;2040 年中水回用量为 86.47 万 t/d 以上。到 2030 年,高效节水灌溉耕地面积占有效灌溉面积从 32.2%提高到 36.6%以上;到 2040 年,新增高效节水灌溉面积占新增有效灌溉面积的 36.6%。

(5) 饮用水源地保护

对受退水区内 32 个充蓄水库中具有饮用功能的大银甸水库、花桥水库、龙虎水库、洋派水库、九龙甸水库、东风水库、麻柳水库、庆丰水库、丙间水库、松华坝水库、果林水库、跃进水库、北坡水库、红梅水库、岔河水库、白龙河水库等 16 个水库建设饮用水源地保护工程，恢复和改善水库周围陆地生态环境，防止污染物进入库区，使库区水质符合满足《国家地表水环境质量标准（GB3838-2002）》相关要求，保证饮用水安全。

(6) 生态保护建设

近期开展湿地建设、河流生态护坡工程、湖滨带修复工程、河流生态疏浚工程、蓝藻控制工程和土著物种增殖工程等 32 项任务工程，对受退水区陆生和水生生态环境进行修复和保护。在异龙湖建设湿地、对水生植物残体进行打捞和退耕环湖，能够削减异龙湖的现有污染负荷，同时提高湖体的生态修复能力。在滇池流域官渡区、呈贡区、西山区、盘龙区修建湿地，既能提高城市的观赏性，又能增强该地区对入湖污染负荷的处理能力。开展滇池、星云湖、杞麓湖等富营养化湖泊蓝藻水华污染控制工程，建立完善的蓝藻响应应急机制。中期以提升受退水区流域生态系统服务功能，减少水土流失为目标，重点开展小流域综合治理、水源涵养林建设等工程。远期以水源涵养林保育及管护工程为重点，稳定改善生态环境质量。

(7) 环境监管能力建设

近期建立滇池流域水环境监测网络及信息平台、昆明市西山区数字环保系统和昆明主城区排水系统联动增效决策支持系统和滇池流域蓝藻预警体系等 7 项任务工程，以及昆明市生态水环境质量监测能力建设、受退水区水环境风险防控能力建设和饮用水水源地环境风险防控 3 项任务工程。

4.4.4.2 一期工程水污染防治措施执行情况及成效

滇中引水二期工程即将实施之际，系统评估一期水污染防治规划是否按计划进行，是否实现“工程实施后受退水区各水体按功能区长期、稳定达标，水生生态良性发展”的既定目标，不仅是进行一期工程绩效整体评估的重要组成部分，亦是二期工程实施前一项重要的工作。

2021年4月上旬，在云南省滇中引水办和云南省生态环境厅的领导与组织协调下，由云南省生态环境科学研究院、云南省水利水电勘测设计研究院、中国电建集团昆明勘测设计研究院合作，在6个州（市）自查报告的基础上，共同完成了《滇中引水工程受退水区水污染防治规划》（2013-2040年）实施情况评估报告。总体评估情况如下：

（1）规划执行情况评估

1) 规划项目进度

原规划项目《滇中引水工程受退水区水污染防治规划》（2013-2040年）项目分为城镇污染防治项目、工业污染防治项目、农业农村污染治理项目、生态保护与建设项目、水资源节约与保护项目、饮用水源地保护项目、环境监管能力建设项目七类，共计423个项目。截至2020年12月，423个规划项目已完工项目214个，项目完工率50.59%；调试项目3个，项目调试率0.71%；在建项目35个，项目在建率8.27%；前期项目15个，项目前期率3.55%，未启动项目156个，项目未启动率36.88%。综上所述，已开工项目252个，项目开工率59.57%。

调整项目后，423个替代后项目已完工项目235个，项目完工率55.56%；调试项目4个，项目调试率0.95%；在建项目49个，项目在建率11.58%；前期项目16个，项目前期率3.78%，未启动项目119个，项目未启动率28.13%。综上所述，已开工项目288个，项目开工率68.09%。

存在的问题：原规划项目开工率仅为59.57%，在替代后的项目开工率

为 68.09%，原规划和替代后的项目进度都滞后。项目建设滞后的原因，一是规划项目在实施阶段与部门专项规划项目内容重复，责任单位相关衔接、协调工作推动缓慢；二是项目资金缺乏影响项目实施进度；三是部分项目因治理形势变化，实施必要性受到影响。

2) 规划项目投资完成情况

原规划总投资 360.53 亿元，批复总投资 299.73 亿元，截至 2020 年 12 月，已到位资金 232.48 亿元，以批复投资为基数，资金到位率为 77.57%，以规划投资为基数，资金到位率为 64.49%。项目已完成投资 228.82 亿元，以批复投资为基数，投资完成率 76.34%、以规划投资为基数，投资完成率 63.47%。

替代后项目规划总投资 367.78 亿元，批复总投资 32.41 亿元，截至 2020 年 12 月，已到位资金 245.95 亿元，以批复投资为基数，资金到位率为 75.89%，以规划投资为基数，资金到位率为 66.88%。项目已完成投资 243.29 亿元，以批复投资为基数，投资完成率 75.07%、以规划投资为基数，投资完成率 66.15%。

存在问题：存在资金到位率低、资金缺口大等问题；项目资金主要来源于中央和省级资金，地方资金配比率低，须进一步拓展融资渠道。

(2) 规划任务落实及指标完成情况

1) 工业污染治理

规划近期（2015-2020 年）工业污染治理类项目 27 个。截止到 2020 年底，工业污染治理类项目完工 8 个、在建 2 个、前期 3 个、未启动 14 个。十三五期间，云南省全面贯彻落实《水污染防治行动计划》和《云南省水污染防治实施方案》，受水区 6 州（市）在原有规划实施的基础上，结合实施条件，规划实施过程中进一步调整优化。

对照规划近期（2015-2020 年）工业污染治理目标任务，6 个州（市）

34 个受水区均按照分散处置+集中处置的方式按要求处置工业废水，完成污水收集管网建设 1441.25km，6 州（市）除少数受水区工业废水处理仅达到一级 B 标外，绝大部分设计都达到一级 A 标要求，工业废水集中处置能力达到 40.21 万 m³/d，完成 2030 年规划目标任务的 56.6%。总体来看，大理州和丽江市工业污染治理规划任务及目标落实情况较好，其次是玉溪市、昆明市和红河州，楚雄州工业污染治理规划任务及目标落实情况不容乐观，完成率 20%不到，与滇中引水工程通水前主要以削减存量任务目标差距较远。

存在的问题：原规划工业治理项目调整较大，原规划 27 项工业污染治理项目，未启动实施为 14 个。存在任务落实不到位的情况，具体为：1）工业废水处置标准未全面达标。大理州宾川县工业园区山地片区污水处理厂及配套管网建设项目仍在开展前期工作，弥渡弥城，楚雄州禄丰金山、牟定共和工业园区集中污水处理厂处置标准仍为一级 B 标或污水综合排放标准，工业废水将对区域退水河流水环境造成影响；2）部分区域工业废水集中处置能力建设仍然不足。大理州受水区鹤庆黄坪、楚雄州受水区楚雄鹿城、南华龙川、双柏妥甸、姚安栋川，昆明市受水区富民永定，玉溪市受水区江川大街等 7 个区域工业废水集中处置能力完成率不到 10%，与滇中引水工程通水前主要以削减存量任务目标差距较大，如规划未来十年以此进度推进，将很难保障 2030 年滇中引水工程通水前完成工业污染存量削减的相应目标任务。

2) 城镇生活污染治理

规划近期（2015-2020 年）城镇污染防治类项目 224 个，截止到 2020 年底，在有部分替代项目的前提下，污染防治类项目完工 119 个、调试 3 个、在建 34 个、前期 11 个、未启动 57 个。6 个州（市）在原规划的基础上，结合实施条件，规划实施过程中进一步调整优化。

存在的问题：1) 近一半的项目推进缓慢或直接调减。截止 2020 年底，仍有 30%处于前期或未启动阶段，特别是红河州处于前期或未启动的项目占比高达 50%，其次为玉溪市、楚雄州处于前期或未启动的项目占比分别达到 35.38%、30.91%。2) 部分规划任务落实不到位。城镇生活垃圾治理相关的任务落实不到位，主要表现为截止 2020 年城镇生活垃圾收集系统完善仅完成规划近期任务量的 85%、垃圾填埋场封存仅完成规划任务量的 74%、垃圾渗滤液处理设施建设仅完成规划近期任务量的 69%、餐厨垃圾处理能力建设仅完成规划近期任务量的 41%。3) 部分规划目标有待进一步提高。大理州的鹤庆县、弥渡县，以及玉溪市的江川县的城镇污水收集处理率相对较低，维持在 85%-90%之间。34 个受退水小区城镇污水处理厂出水水质有 9 个小区仍为一级 B 标，未达到规划目标要求，未达标的污水处理厂主要集中在楚雄州的大姚县、禄丰县、牟定县、双柏县、武定县和元谋县 5 个县（区），以及红河州的个旧市、建水县和开远市 3 个县（区）。

3) 农业农村污染治理

规划近期（2015-2020 年）农业农村污染治理项目 55 个，截止到 2020 年末，部分项目进行了调整的前提下，农业农村污染治理项目完工 23 个、在建 3 个、前期 1 个、未启动 28 个。6 个州（市）在原规划的基础上，结合实施条件，规划实施过程中进行了调整优化。

存在的问题：农村生活污水处理率和生活垃圾处理率较“十二五”有所提高，村庄环境卫生有所改善，规模化畜禽养殖场废弃物综合利用率和农作物秸秆综合利用率有所提升，农业面源污染和养殖污染防治在局部区域得到强化，由于项目完成率仅为 50%左右，因此近期治理目标未全部完成。规划中 16 个农村环境综合整治项目推进不利，这将大大影响受退水局部区域农村环境，农村生活污水得到不妥善处理，以散流形态直接进入水体对区域水环境造成影响。

4) 节约保护水资源

规划近期（2015-2020年）节约保护水资源近期规划项目共29个，截止2020年底，在有部分替代项目的前提下，16个中水回用设施及配套管网建设项目5个已完工（包括调试项目1个）、3个在建，其余8个未启动；13个农业高效节水灌溉项目11个已完工（包括调试项目1个），1个在建，1个项目未启动。

存在的问题：1) 中水回用规划项目推进不力。城镇中水回用项目完工率仅31.25%，一个项目受资金保障等因素限制已停工处于在建阶段，其余8个项目均未启动。受项目进度制约，34个受水小区城镇中水回用能力建设不足，城镇中水会用率普遍偏低。2) 高效节水灌溉项目实施情况良好，但后期项目效益发挥不完全，仍有部分区域农田灌溉水利用系数不达标。近期规划的13个高效节水灌溉项目除一个未启动外，其余项目基本按时完工，但由于项目实施后期支管建设不完善、群众适应程度不高、相关政策不匹配等因素影响，部分项目虽已建成但未能顺利投入使用，项目效益发挥受限，致使部分受水小区农田水有效利用系数未达到规划考核目标要求，弥渡弥城、富民永定、安宁连然和嵩明嵩阳均不达标。

5) 饮用水源地保护

规划近期（2015-2020年）饮用水源地保护仅昆明市规划9个饮用水源地保护项目，目前均已完工。饮用水源地保护任务要求对受退水区内32个充蓄水库中具有饮用功能的16个水库建设饮用水源地保护工程，恢复和改善水库周围陆地生态环境，防止污染物进入库区，使库区水质符合满足《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》相关要求，保证饮用水安全。

具有饮用功能的16个充蓄水库中具有饮用功能的饮用水源地实际仅松华坝水库、丙间水库、麻柳水库、九龙甸水库、龙虎水库、东风水库、白龙河水库和岔河水库8个水库用作饮用水源地，其水质要求达到集中式生

活饮用水要求（Ⅲ类或以上），但白龙河水库、岔河水库未达到规划近期目标要求；大银甸水库、花桥水库、跃进水库、北坡水库、花桥水库未达到水质目标要求，红梅水库、果林水库因一直未用作饮用水源地，无监测数据。

存在问题：饮用水源地保护项目任务实施存在的主要问题是部分饮用水源地或具有饮用功能的水库水质未达到 2020 年目标，玉溪白龙河水库、岔河水库虽达到饮用水水质要求，但未达到规划近期目标，主要是化学需氧量、总氮超标，未设置饮用水源地保护项目任务；具有饮用功能的水库中，大银甸水库、花桥水库和北坡水库水质较差。

6) 生态保护与建设

规划近期(2015-2020年)生态环境保护与建设任务共 70 个规划项目，目前已完工 52 个、在建 6 个、前期 1 个、未启动 11 个。规划近期内，主要针对受退水区内的滇池、星云湖、杞麓湖和异龙湖流域开展了生态保护与建设工程措施。

存在问题：生态保护与建设任务除杞麓湖外基本完成任务要求，杞麓湖规划项目均未启动实施，项目落实不到位，藻类控制工作落实不到位。

7) 环境监管能力建设

环境监管能力建设主要包含加强环境监管系统和平台建设、进一步提升环境监管能力建设 2 大类。

加强环境监管系统和平台建设方面，规划近期任务要求建立滇池流域水环境监测网络及信息平台、昆明市西山区数字环保系统和昆明主城区排水系统联动增效决策支持系统和滇池流域蓝藻预警体系等 7 项任务工程均已完成，项目任务已落实。

从提升环境监管能力建设方面，规划近期任务要求开展昆明市生态水环境质量监测能力建设、受退水区水环境风险防控能力建设和饮用水水源

地环境风险防控 3 项任务工程，工程均已完工，达到任务要求。二是监测能力有一定提升。三是开展饮用水水源地环境风险防控和松华坝水库径流区重点水源保护工程，松华坝水库等饮用水水源地均开展了规范化建设，完成了相应隔离设施的建设，基本达到任务要求。

存在的问题：环境监管能力建设任务的实施，从监测能力建设来看各受水区差异性较大，昆明市、江川大街等九大高原湖泊所在地，监测能力及其信息化能力建设较丰富和完善，但其他区域重视程度不高，通常只有国控、省控等控制断面及一些应急性的监测，且以人工监测为主，信息共享较为滞后。从环境管理能力建设来看，区域性差异也很明显，州、市级行政区及九湖所在区域管理能力建设工作推进较为积极，其余区域普遍重视程度不高。

（3）规划目标完成情况

规划目标指标有 5 项，即水环境质量、城镇生活污水收集处理率、城镇生活污水中水回用率、工业废水处理率、农业灌溉水有效利用系数。截至 2020 年末，滇中引水工程受水区水环境质量指标均达到规划目标及考核要求，受退水区河流涉及的 13 个主要控制断面水质稳中有升，部分断面水质持续改善；城镇生活污水收集处理率均能达到市区 $\geq 95\%$ ，县城 $\geq 85\%$ ，达到规划目标及考核要求；城镇生活污水中水回用率除昆明市受水区达标外，其余州（市）受水区未达规划目标要求；工业废水处理率 6 个州（市）受水区均能达到 100% 的规划目标及考核要求；农业灌溉水有效利用系数除 4 个受水小区受水区未达标外，其余受水区均达到规划目标。

（4）工作成效

通过《滇中引水工程受退水区水污染防治规划》（2013 年-2040 年）的实施，截止 2020 年底，规划近期的七大任务 423 项工程有近 68% 已启动实施，期间随着《云南省水污染防治工作方案》、《云南省重点流域水污染防治规

划》(2016-2020年)、《云南省碧水青山专项行动计划》(2017-2020年)、《云南省九大高原湖泊保护治理攻坚战作战方案》、《长江保护修复攻坚战行动计划》等规划以及专项行动的实施,规划中工业、城镇、农业农村污染治理、饮用水水源地保护、节约保护水资源等方面的任务措施得到了进一步的推动和优化,通过点源治理与面源治理相结合,重点突破与整体推进相结合,工程措施与监管措施相结合,滇中引水工程受退水区水污染防治近期规划任务目标基本完成,水污染防治工作取得阶段性成效。

1) 受退水区地表水水质稳中向好,达到规划目标及国家考核要求

自2017年《规划》实施以来,一方面受退水区范围内涉及的13个主要河流控制断面水质稳中有升,部分断面水质持续改善,到2020年均达到规划目标及考核要求。另一方面两个重要的补水湖泊中滇池、异龙湖水质改善明显,2020年均达到国家考核目标要求;滇池草海、外海两个国考断面分别由2017年的V类、劣V类提升至2020年的IV类、V类水质。

2) 工业园区污染治理能力全面提升,工业废水大部分得到妥善处置

各州(市)积极推进工业污染防治工作,按照水污染防治法律法规要求,在全面取缔“十小”企业基础上,加快集中治理工业集聚区水污染,持续推进省级及以上工业园区水污染治理,受退水区38个工业园区中所有具备集中治理条件的,已按照分散处置+集中处置的方式全部完成工业园区水污染集中治理任务;对无企业入驻或污水产生量极少的片区,按照实事求是的原则,由企业按建设项目“三同时”要求,通过自建污水处理设施处理达标后排放,有效控制工业区排水,并提高规模化利用程度。总体来看,6个州(市)中大理州和丽江市工业污染治理相关任务及目标落实情况较好成效明显,已全面完成近期规划任务,其次是玉溪市、昆明市和红河州。

3) 城镇截污治污体系不断完善,生活污染治理水平不断提升

一是积极推进城镇污水处理厂建设与改造，污水处理能力不断增加，配套截污管网不断完善。二是城镇生活污水污泥处置能力不断提高，污泥处置安全性得到保障。三是城镇垃圾收集处理系统不断完善，收集处理水平持续提高。

4) 加快补齐农业农村治理设施短板，逐步提升农业农村污染防治能力

一是积极推进农村环境综合整治，着力解决农村最突出的环境问题。二是加快补齐农村“两污”治理设施短板。三是全面加强农业面源污染控制。始终贯彻“预防为主、综合防治”的理念，加快推广实施测土配方、水肥一体化、休耕轮作等技术措施。四是加快推动畜禽养殖污染防治。

5) 节约保护水资源，城镇中水回用规模及高效节水灌溉面积有所增加

一是严格落实最严格水资源管理制度，着力节约保护水资源。二是加强城镇污水处理厂中水回用设施建设，不断提高区域中水回用率。三是强化农业高效节水减排。

6) 积极推进饮用水水源地规范化建设及环境整治，保障饮用水安全

一是积极推进饮用水水源地规范化建设，34个受退水区的32个充蓄水库中16个具有饮用功能的水库建设了饮用水源地保护工程，恢复和改善水库周围陆地生态环境。二是加强受退水区具有饮用功能水库环境问题的排查整治，建立健全水源安全预警制度和应急制度，强化饮用水水源安全监管建设，保障人民群众饮水安全。2020年，受退水区涉及16个具有饮用功能的充蓄水库，有75%以上水库持续保持在Ⅲ类及以上水平，其中涉及6个县级以上城镇集中式饮用水水源地优良比例(Ⅲ类及以上)保持在100%，达到近期规划目标及饮用水源地考核目标要求。

7) 以三个补水湖泊为重点开展生态保护修复，水生态环境大幅改善

根据规划近期任务，重点对滇池、杞麓湖、异龙湖开展生态保护修复，包括湖滨湿地建设、蓝藻控制及土著物种增殖保护等。

8) 加强环境监管系统和平台建设, 环境监督管理能力得到提升

一是加强环境监管系统和平台建设。规划近期重点以昆明市环境监管系统和平台建设为引领, 逐步推动滇中引水工程受退水区环境监管能力建设。二是进一步提升环境监管能力建设。规划近期以昆明市生态水环境质量监测能力建设, 以及受退水区水环境风险防控能力建设为重点, 主要通过应用无人机开展无人机监测技术, 提升饮用水源有机分析能力、应急监测能力、土壤监测能力和重点污染源监督性监测能力等, 同时强化饮用水水源地环境风险防范。

4.4.5 受退水区水质变化趋势

4.4.5.1 退水河流水质变化趋势

在“滇中引水工程环境影响报告书”和“滇中引水工程受退水区水污染防治规划”中, 对受退水河流主要控制断面 2008 年~2013 年的 COD_{cr} 和氨氮变化趋势进行了分析; 本次评价工作系统收集并补充监测了上述各断面 2017 年~2019 年水质监测结果, 对龙川江、螳螂川、元江、曲江、泸江等河流水质变化趋势进行了分析。

(1) 金沙江流域

对金沙江流域, 分析了金沙江干流大湾子断面、龙川江江边断面以及螳螂川中滩大闸、温泉大桥和普渡河桥断面 COD_{cr} 、氨氮的变化趋势。

金沙江干流大湾子断面 2009 年~2019 年 COD_{cr} 和氨氮浓度变化见图 4.4.5-1。金沙江大湾子断面 COD_{cr} 、氨氮浓度满足 III 类水质目标要求, 均呈现逐步下降趋势。龙川江江边断面 COD_{cr} 浓度满足 III 类水质目标要求, 且相对稳定, 历年均在 15mg/l 上下; 氨氮浓度满足 III 类水质目标要求, 自 2009 年至今, 呈现逐步下降趋势。具体见图 4.4.5-2。

螳螂川中滩闸门、温泉大桥水质目标为 V 类, 普渡河桥水质目标为 IV

类。2012年~2018年，螳螂川各断面 COD_{Cr} 、氨氮整体呈下降趋势，2016年后各断面基本能够满足水质目标要求。2017年温泉大桥断面 COD_{Cr} 和氨氮浓度再次升高，主要原因是滇池环湖截污工程运行后，截留污水经沙河入螳螂川，温泉大桥断面据沙河口较近所致。螳螂川氨氮、 COD_{Cr} 浓度变化趋势见图 4.4.5-3、图 4.4.5-4。

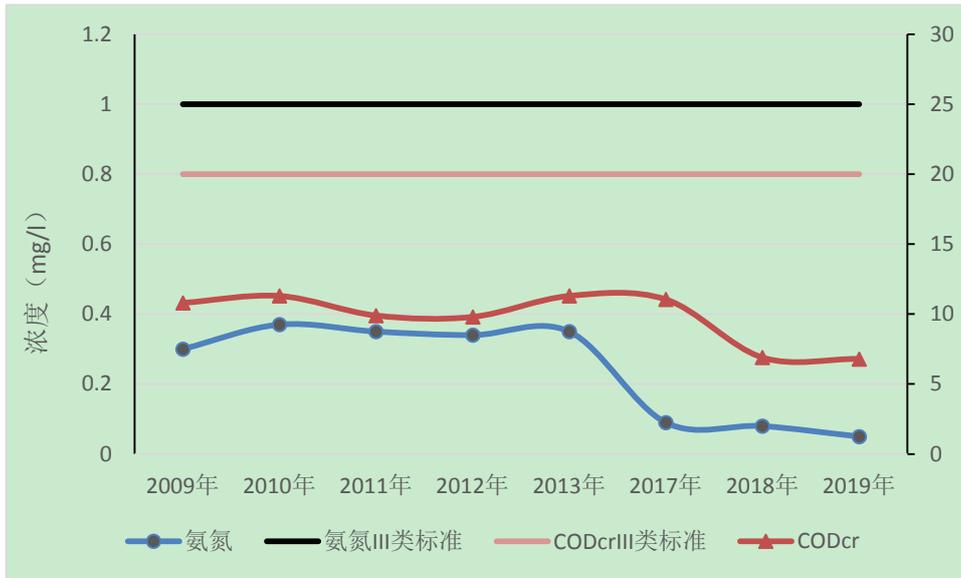


图 4.4.5-1 金沙江干流大湾子断面 COD_{Cr} 、氨氮浓度变化趋势

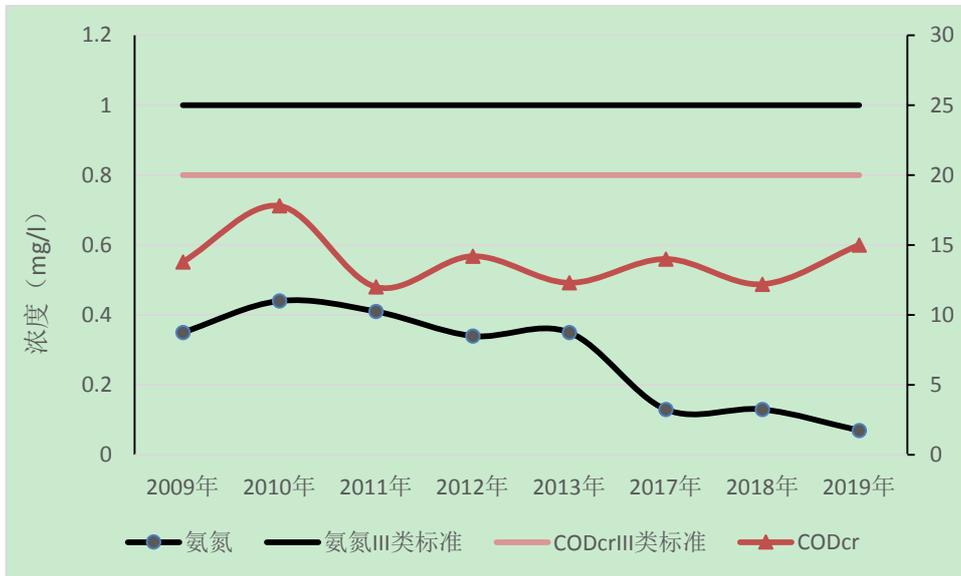


图 4.4.5-2 龙川江江边断面 COD_{Cr} 、氨氮浓度变化趋势

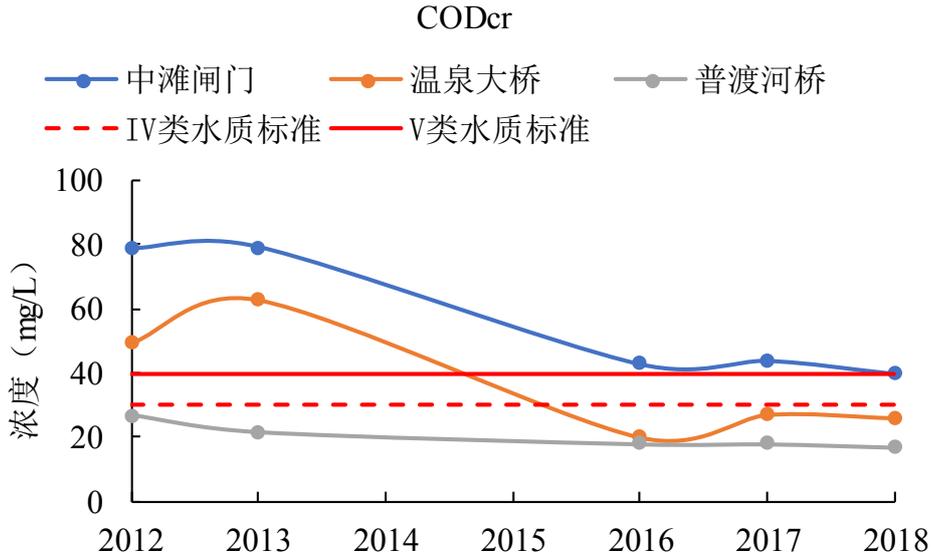


图 4.4.5-3 2012~2018 年螳螂川 CODCr 年均浓度变化趋势图

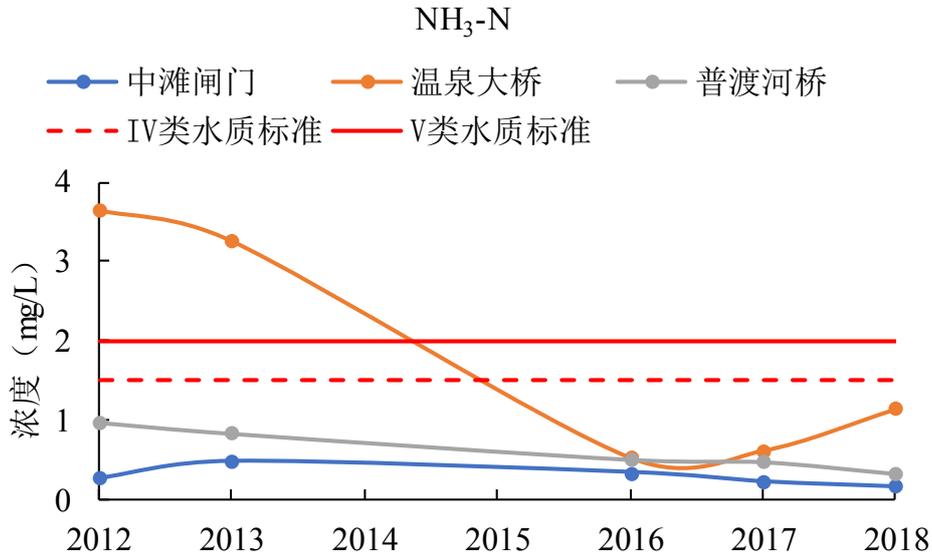


图 4.4.5-4 2012~2018 年螳螂川氨氮年均浓度变化趋势图

(2) 澜沧江流域

对澜沧江流域，分析了黑惠江徐州桥断面 COD_{Cr}、氨氮的变化趋势。黑惠江徐州桥断面 2009 年~2019 年 COD_{Cr} 和氨氮浓度变化见图 4.4.5-5。徐州桥断面 COD_{Cr}、氨氮浓度满足 III 类水质目标要求；2009 年~2018 年 COD_{Cr} 和氨氮呈现逐步下降趋势，但 2019 年均有较大程度上升。

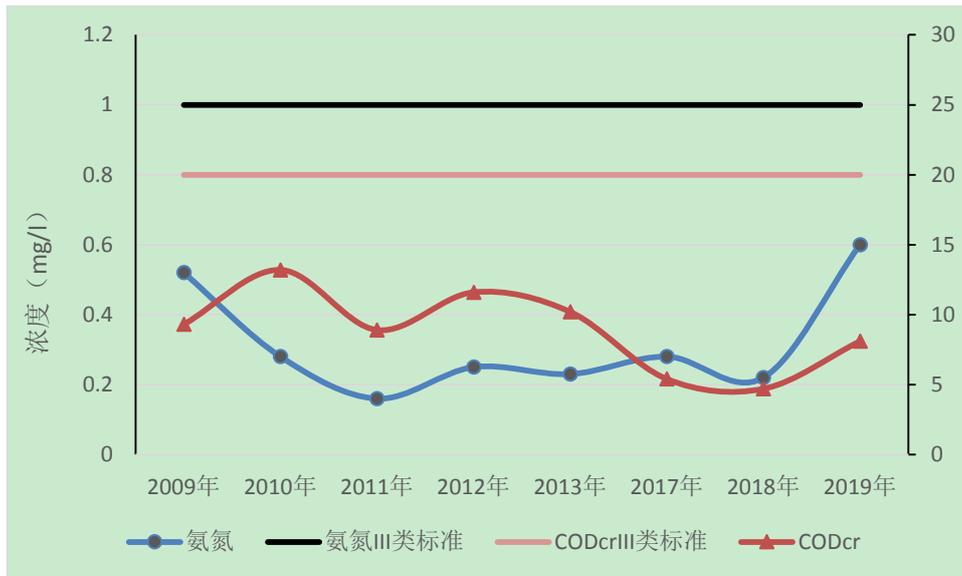


图 4.4.5-5 黑惠江徐州桥断面 COD_{Cr}、氨氮浓度变化趋势

(3) 红河流域

对红河流域，分析了礼社江龙树桥断面，绿汁江螺丝河、小江口、绿汁江口断面，以及元江干流蔓耗桥断面 COD_{Cr}、氨氮的变化趋势。

礼社江龙树桥断面 2009 年~2019 年 COD_{Cr}和氨氮浓度变化见图 4.4.5-6。龙树桥断面 COD_{Cr}、氨氮浓度整体稳定，满足 III 类水质目标要求，自 2009 年至 2019 年，氨氮浓度有下降趋势。绿汁江螺丝河、小江口断面水质目标为 IV 类，绿汁江口断面水质目标为 III 类。2009 年~2019 年各断面 COD_{Cr}和氨氮浓度基本稳定，均满足水质目标要求，具体见图 4.4.5-7、图 4.4.5-8。

元江蔓耗桥断面 2009 年~2019 年 COD_{Cr}和氨氮浓度变化见图 4.4.5-8、图 4.4.5-9。蔓耗桥断面 COD_{Cr}、氨氮浓度整体稳定，满足 IV 类水质目标要求；除 2012 年 COD_{Cr} 超标外，其余年份 COD_{Cr} 平均浓度 13.7mg/l，氨氮平均浓度 0.07mg/l。

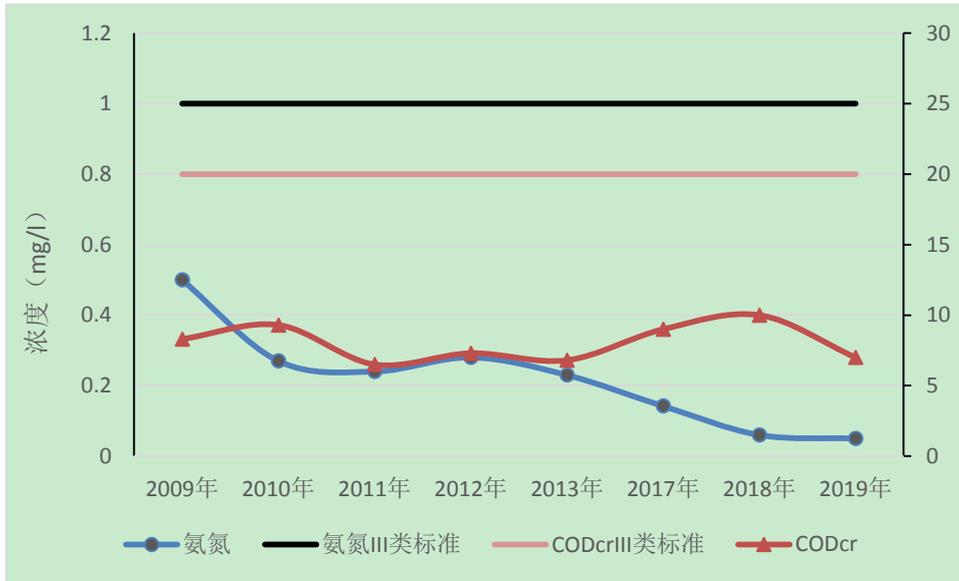


图 4.4.5-6 礼社江龙树桥断面 CODcr、氨氮浓度变化趋势

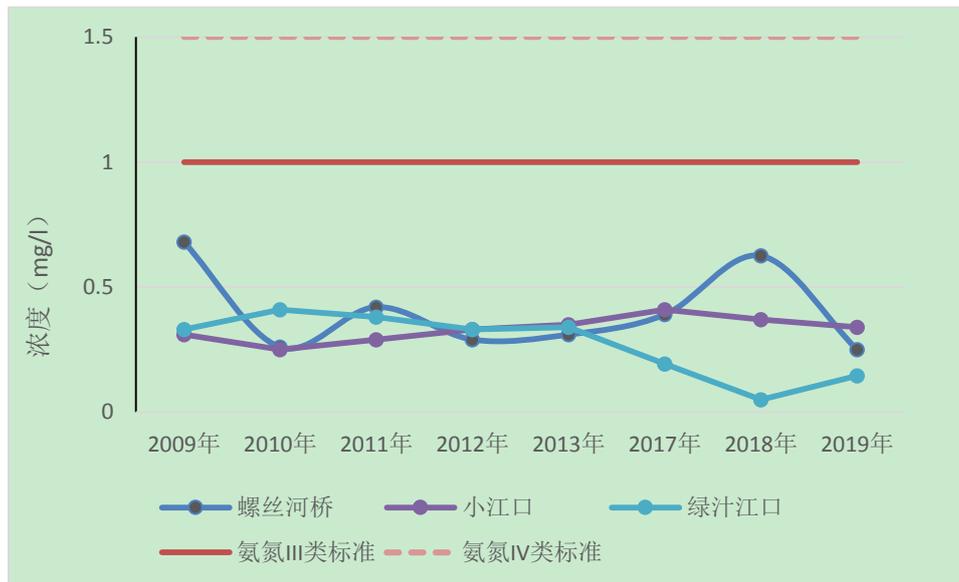


图 4.4.5-7 绿汁江螺丝河、小江口、绿汁江口断面氨氮浓度变化趋势

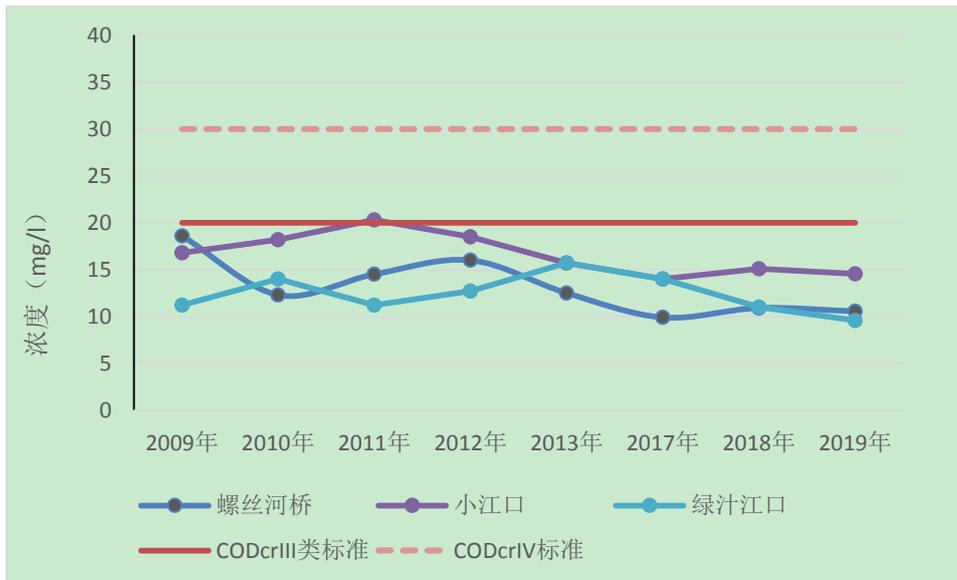


图 4.4.5-8 绿汁江螺丝河、小江口、绿汁江口断面氨氮浓度变化趋势



图 4.4.5-9 元江蔓耗桥断面 CODcr、氨氮浓度变化趋势

(4) 南盘江流域

对南盘江流域，分析了泸江团山桥、燕子洞、石桥断面以及曲江九甸大桥断面 COD_{cr} 、氨氮的变化趋势。

泸江团山桥、燕子洞断面水质目标为 III 类，石桥断面水质目标为 IV 类。2009 年~2019 年，团山桥断面氨氮平均浓度 $0.15mg/l$ ，均满足水质目标要求； COD_{cr} 浓度不稳定，波动范围 $9.9\sim 35.09mg/l$ ，平均浓度 $20.94mg/l$ ，不满足 III 类水质目标要求。燕子洞断面 2009 年~2019 年氨氮平均浓度

0.24mg/l, 历年均满足水质目标要求; COD_{cr} 平均浓度 16.94mg/l, 但 2012 年和 2013 年超标, 浓度为 20.5mg/l。石桥断面 2009 年~2013 年氨氮浓度超标严重, 平均浓度达到 3.21mg/l; 2017 年后满足 IV 类水质目标要求。COD_{cr} 浓度整体呈下降趋势, 2009 年和 2011 年超 IV 类水质目标要求, 但 2011 年后均可达标。具体见图 4.4.5-10、图 4.4.5-11。

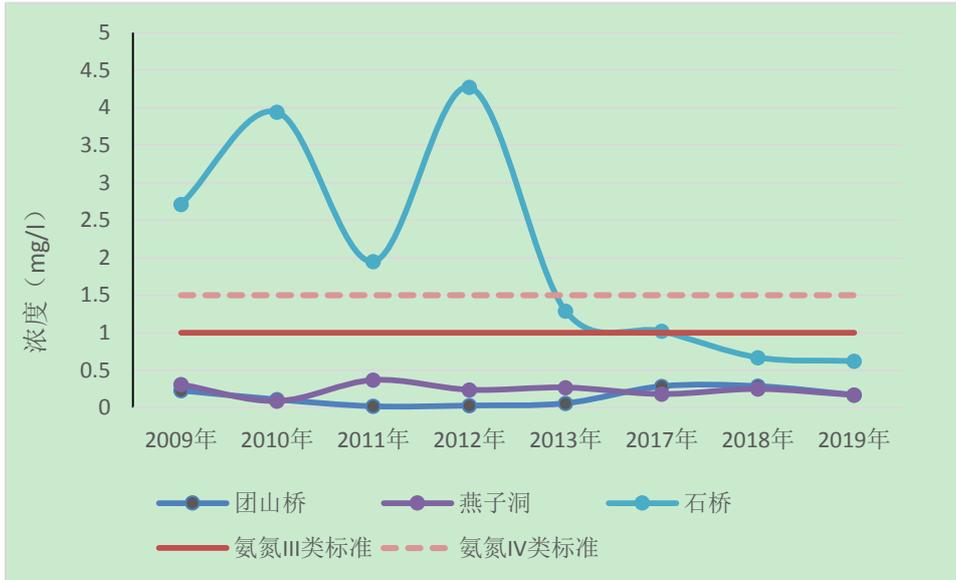


图 4.4.5-10 泸江团山桥、燕子洞、石桥断面氨氮浓度变化趋势

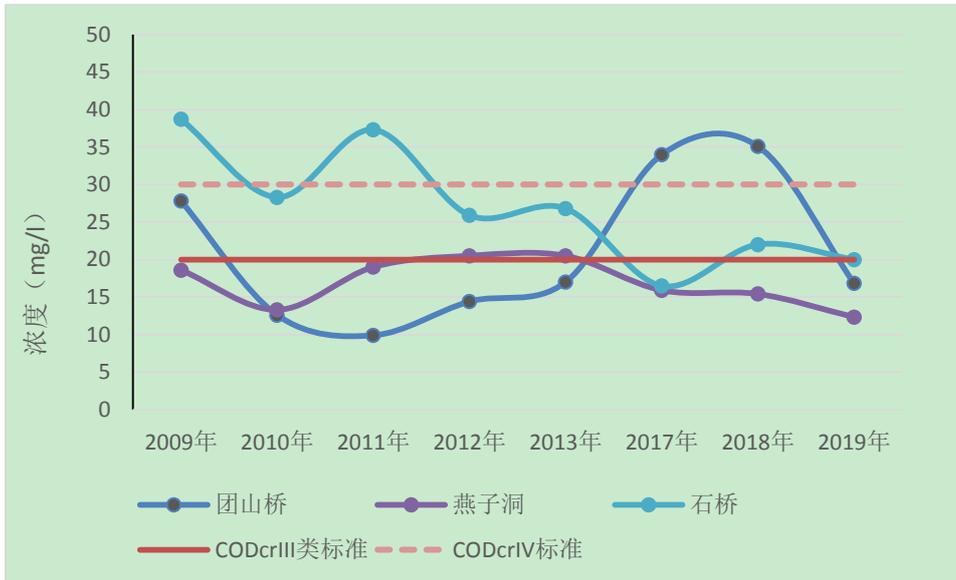


图 4.4.5-11 泸江团山桥、燕子洞、石桥断面 COD_{cr} 浓度变化趋势

4.4.5.2 充蓄水库水质变化趋势

在“滇中引水工程环境影响报告书”和“滇中引水工程受退水区水污染防

治规划”中，对 19 座水库水质进行了监测评价。由于二期工程充蓄水库进行了调整，共设计使用 53 座充蓄水库以及 55 座补偿调节水库，本次工作对全部在线、充蓄水库以及 7 座代表性补充供水水库进行了现状水质监测。在这 57 座水库中，有 16 座与主体重合。两次水质监测结果对比及变化具体见表 4.4.5-1。

从表 4.4.5-1 中可知，在可进行对比的 16 座水库中，现状水质达标的有 7 座，其中 5 座水库在 2013 年尚不达标，水质状况有了明显改善。在不达标的 9 座水库中，有 3 座水库的水质有了较明显改善，由 2013 年的 V 类提升至 IV 类及 III 类（此水库水质目标为 II 类）；有 3 座水库维持 2013 年的 V 类水质；海稍水库、黄坡水库和箐门口水库水质略有恶化，由 2013 年的 V、III 和 IV 类转变为劣 V、IV 和 V 类。

表 4.4.5-1 充蓄水库水质监测对比

州市	水库名称	水质保护类别	2013 年水质类别	2013 年超标指标 (倍数)	现状水质类别	现状最大超标指标 (倍数)	现在是否达标/变化
大理州	大银甸水库	III	劣 V	TN(5.9)	劣 V	TP (1.74 倍)、TN (3.55 倍)	不达标
	海稍水库	III	V	/	IV	TP (0.33 倍)	不达标
	花桥水库	III	劣 V	TP(3.2)、TN(0.44)、COD(0.6)	劣 V	TN (2.35 倍)、TP (1.96 倍)、COD (0.15 倍)	不达标
	锁水阁水库	III	IV	/	III		达标/改善
	巴冲菁水库	III	IV	/	III		达标/改善
楚雄州	龙虎水库	III	III	个别时段 TP 超标 (0.22)	III		达标/改善
	洋派水库	III	IV	TP(0.6)	III		达标/改善
	九龙甸水库	II	III	TP(2.4)	II		达标/改善
	石门水库	III	V	/	III		达标/改善
昆明市	黄坡水库	III	III	/	IV	TP (0.22 倍)、COD (0.03 倍)	不达标
	箐门口水库	III	IV	/	V	氨氮 (0.55 倍)、TN (0.57 倍)	达标
玉溪市	东风水库	III	IV	TN(0.42)	IV	TN (0.23 倍)	不达标/改善
	跃进水库	III	劣 V	COD(2.25)、TP(0.8)、TN(0.94)、BOD5(1.0)	IV	TP (0.14 倍)、COD (0.45 倍)	不达标/改善
	白龙河水库	II	劣 V	TN(0.37)	劣 V	TN (5.86 倍)、COD (0.6 倍)	不达标
	岔河水库	II	V	/	III	TN (0.02 倍)	不达标/改善
红河州	跃进水库	II	劣 V	TP(8.3)、COD(3.7)、BOD5(1.0)	III	COD (0.45 倍)、TP (0.14 倍)	不达标/改善

4.5 地下水环境

4.5.1 水文地质条件

(1) 大理州

大理州评价区地下水划分为松散堆积层孔隙水、碳酸盐岩类岩溶水及基岩裂隙水等三大类六个亚类。各灌区浅层地下水主要埋藏于第四系的松散堆积层内，地下水的补给主要以周围山区的基岩裂隙水侧向补给和大气降雨入渗补给。地下水径流主要受地形控制，山前地区地下水水位较高，流速较快，在相对平缓的灌区平原地区，流速相对较慢，且主要沿着地形走势向河流基准面排泄。此外，部分地下水以蒸发形式排泄，部分地下水被人工开采利用。地下水径流方向和地形走势基本一致。地下水水位随季节天气变化，雨季水位较高且基本随区域地势变化而变化。

(2) 楚雄州

楚雄州评价区位于扬子板块西南缘，紧邻青藏板块和印度板块，按地层区划属扬子地层区康滇分地层区，出露地层主要为新生界和中生界地层，尤以著名的“滇中红层”分布最为广泛。评价区地下水的补给来源主要为大气降水，盆地边缘地下水沿高丰寺组（ k_1g ）和马头山组（ k_2m ）透水性较好的砂岩向地形较低的核部或翼部谷地或盆地地区汇集，溢流排泄。地下水沿层面、裂隙向倾伏端运移、汇集，通过倾伏端侵蚀、切割露出的含水层进行排泄。地下水排泄的形式主要包括泉点形式排泄以及沿河谷分散排泄。区内排泄基准面主要包括龙川江、鱼泡江、河底江、螳螂江、星宿江、九龙甸水库等。

(3) 昆明市

昆明市评价区内地下水按含水岩组可划分为松散岩类孔隙水、裂隙水和岩溶水。地下水主要接受大气降水补给。在岩溶区，岩溶负地形亦可以汇聚大量的地下水；在岩溶山地和岩溶峡谷中，许多横向河流、小溪以伏

流入口形式直接注入地下，形成具有独特补给形式的地下河；非可溶岩区的地表水也是岩溶地下水的一个重要补给来源，特别是在可溶岩和非可溶岩的接触带尤为明显。西部地下水径流主要受构造和岩性的控制；中部地下水径流总体上受局部排泄基准面（沙朗河、西北沙河、盘龙江）、构造以及可溶岩空间展布情况控制，最后进入螳螂江水系和滇池水系统；东北部及东南部地下水径流主要受局部排泄基准面（金汁河、东白沙河、宝象河）、地形地貌、构造、岩性展布特征等因素控制，最后进入滇池水系统。

（4）玉溪市

玉溪市评价区内松散堆积层孔隙含水层分布于山间盆地和河流沿岸阶地上；基岩裂隙水赋存地层裂隙发育较浅，深部水量微弱，富水性较差；碳酸盐岩岩溶水划分为纯碳酸盐岩岩溶层组、碳酸盐岩夹非碳酸盐岩地层。地下水主要补给来源为大气降雨，第四系松散岩类孔隙含水层分布区，大气降水形成面状补给；岩溶强烈发育的地区，地表水通过落水洞灌入式补给地下水；非可溶岩区溪沟水在进入可溶岩区时潜入地下。第四系松散岩类孔隙含水层分布区，地下水在地形地貌和岩性分布的控制下，主要向地表河流方向进行径流；基岩裂隙水分布区，由于裂隙发育深度较浅，规模小，多闭塞，连通性差，地下水主要沿地形径流；对于岩溶水，玉溪盆地与江城盆地间地下水受安化向斜控制，由响水一带向向斜轴部两端径流排泄。

（5）红河州

区域地下水类型有松散堆积层孔隙水、基岩裂隙水、碳酸盐岩岩溶水。主要补给来源为大气降雨，不同地区的补给特征存在较大的差异。建水盆地附近降雨量较为充沛，多年平均降雨量达 817mm，大气降雨及盆地北、东部及南部山区岩溶水为该区的主要补给来源。跃进水库至异龙湖一线可溶岩分布广泛，岩溶强烈发育，大气降雨通过山区洼地及落水洞灌入式补

给地下河。建水盆地附近地下水径流主要受岩性和构造因素的控制，东南部地下水径流主要受排泄基准面（泸江、绿冲河、乍甸河）、地层岩性、地质构造及地形地貌因素的控制，后统一进入南盘江水系统。个旧至乍甸一带地下水的主要径流模式也属于暗河管道型，方向则由南向北。评价区地表水系为区域岩溶地下水的最低排泄基准面，岩溶水在径流过程中遇河流切割、阻水地层或断层错移时，多以泉和暗河形式排泄，当岩溶介质较为均匀时地下水也可能通过线状排泄方式进入河流，部分地下水以蒸发形式排泄。

4.5.2 地下水开发利用现状

滇中地区干旱少雨，在库塘蓄水量不足的情况下，地下水资源的开发利用就是最有效的抗旱手段之一。因此区内地下水的开发利用较为普遍，主要是通过泉点及打井作为生活水源和灌溉水源。评价区内地下水资源开发利用现状见表 4.5.2-1。

表 4.5.2-1 评价区地下水开发利用情况

片区	编号	水点类型	泉流量 (L/s) / 井水位埋深 (m)	高程	地理位置	开发利用状况
大理州	CJ11	民井	1.6	1982	祥云县大马军村	该村生活饮用水源
	CJ37	民井	4.3	1606	祥云县河边村	该村生活饮用水源
	CJ38	民井	0.6	1952	祥云县高牧村	该村生活饮用水源
	CJ39	民井	0.6	1953	祥云县程官村	该村生活饮用水源
	BS01	泉水	20	1811	祥云县朝阳村	该村农业生产水源
	BS03	泉水	1	1714	弥渡县闵新村	该村农业生产水源
	BJ01	民井	2.38	1685	弥渡县下海子村	该村生活饮用水源
	BJ11	民井	0.55	1675	弥渡县李保什营	该村生活用水 (非饮用)
	BJ14	民井	1.6	1721	弥渡县丁家营	已废弃
	BJ17	民井	4.1	1780	弥渡县下庄子村	该村生活用水 (非饮用)
	BJ18	民井	3.8	1811	红岩镇竹原村	该村生活饮用水源
楚雄段	CQ21	泉	1.2	1908	楚雄市桃节村	该村生活饮用水源
	CJ43	井	0.32	1806	楚雄市富民下村	周边农田灌溉用水
	CJ27	井	0.96	1823	楚雄市钱粮桥清真寺	寺内生活、绿化用水 (非饮
	CJ33	井	0.65	1785	楚雄市智明村	自来水停供期间的生活水
昆明市	Q4	泉水	0.65	2300	西山区大平地村、桃	该村生活饮用水源
	Q1	泉水	0.015	2214	西山区六岔路村	该村生活饮用水源
	#1	机井	4.8	2297	西山区大谷律村	该村生活饮用水源
	Q2	泉水	0.32			该村生活饮用水源
玉溪市	YX01	泉点	80	1753	玉溪白龙潭风景区白	李旗镇山头村生产生活水
	YX03	泉点	575.4	1674	红塔区九龙池公园九	玉溪市中心城区生活饮用
	YX09	泉点	132	1769	江川区黄营村黑龙潭	小营、黄营、江边、云岩、桃溪等村生活饮用水源
	YX12	泉点	36.2	1738	江川区文庙泉	伏家营周边村庄生产生活
	YX22	泉点	0.1	1690	玉溪市涩水乡	该村部分居民生活饮用水
	YX23	泉点	5	1694	玉溪市东营村	该村生活饮用水源
	YX24	泉点	11	1689	玉溪市双林寺	东前村生活饮用水源
	YX25	泉点	36	1710	玉溪市小龙潭	古城村生活饮用水源
	YX41	泉点	100	1765	江川区庄科村	该村及周边村庄生活饮用
	YX70	泉点	3	1756	江川区大龙潭	周边村庄生活饮用水源
	YX71	泉点	73.2	1742	江川区伏家营镇文庙	伏家营周边村庄生活饮用
YX72	泉点	25	1741	江川区伏家营镇摆寨	伏家营周边村庄生活饮用	
YX73	泉点	84	1741	江川区伏家营镇摆寨	伏家营周边村庄生活饮用	
红河州	QA01	泉点	1.62	1448	石屏县宝秀村	该村部分居民生产生活用水
	QA02	泉点	1.37	1440		
	QA03	泉点	1.56	1464	石屏县郑营村	该村部分居民生产生活用
	QA04	泉点	0.67	1420	石屏县朱洼子村	该村部分居民生产生活用
	QA05	泉点	2.31	1410	石屏县白酒坟村	该村部分居民生产生活用
	QA06	泉点	30	1446	石屏县石宝寨村	该村部分居民生产生活用
	JA04	水井	/	1426	石屏县小水村	该村部分居民生产生活用
	JA05	水井	/	1445	石屏县小寨村	该村农业生产用水
	QA07	泉点	120	1786	石屏县腊迷村	该村部分居民生产生活用
	JA07	水井	/	1753	石屏县旧寨村	该村部分居民生产生活用
	QA08	泉点	45	2000	石屏县木瓜冲	该村部分居民生产生活用
	QA09	泉点	80	2050	石屏县龙武镇	该村部分居民生产生活用
	QA10	泉点	89.65	1700	石屏县大练庄村	该村部分居民生产生活用
	GSA0	水井	/	1295	大台子村	该村生产生活水源
	GSA0	水井	/	1295	柴零村	该村生产生活水源

4.5.3 地下水环境现状评价

二期骨干工程地下水环境调查中共设置水质监测点 25 个。选取 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、铁、锰、pH、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数 (COD_{Mn})、硫酸盐、氯化物、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、氟化物、铅、汞、六价铬、砷、总大肠菌群，共 23 项作为检测项目。根据地下水环境监测结果，结合区域环境特点，依据《地下水质量标准》GB/T14848-2017 III 类水标准，对评价区地下水环境现状进行评价。

表 4.5.3-1 地下水水质评价表

片区	水样编号	达标情况	主要超标因子	超标倍数
大理州	AJ94	超标	溶解性总固体	1.82
	BS02	超标	铁	1.44
	BJ50	超标	溶解性总固体	1.31
	CJ11	超标	锰	2.29
	CJ36	超标	溶解性总固体	2.28
楚雄州	CQ21	达标		
	CJ43	超标	溶解性总固体	1.08
	CJ27	达标		
	CJ33	超标	pH	1.48
昆明市	Q-I	达标		
	Q-IV	达标		
玉溪市	YX01	达标		
	YX02	超标	锰	3.68
	YX03	达标		
	YX04	超标	锰	36.5
	YX05	达标		
	YX15	达标		
红河州	SA04	达标		
	SA05	达标		
	SA06	达标		
	SA07	达标		
	SA08	达标		
	SA09	达标		
	GSA05	达标		
	GSA06	达标		

评价区 25 个地下水水质监测点中，16 个水质达到 III 类标准，9 个超标；从地区看，昆明市、红河州监测点水质达标，大理州、楚雄州、玉溪市监测点部分超标。超标因子为溶解性总固体、铁、锰、pH，其中溶解性总固

体最大超标 2.28 倍，锰最大超标 36.5 倍，铁超标 1.44 倍，pH 超标 1.48 倍。溶解性固体超标的监测点均来自水井，原因为人为污染，居民生活饮用污水直接排放，致使地下水中的溶解性总固体超过正常饮用水标准；铁和锰元素超标是原生地质环境下地下水淋滤的结果，表明了原生地层岩性含有丰富的铁锰元素；楚雄州 1 个监测点地下水呈现弱酸性，主要是地下水赋存的含水层存在酸性岩盐，经溶滤作用而使得地下水呈现弱酸性。

4.6 空气和声环境

4.6.1 空气环境现状

4.6.1.1 例行监测

根据《大理白族自治州 2018 年环境状况公报》，2018 年大理州进行环境空气质量自动监测且监测数据有效性达到规范要求的县市有大理市和剑川县。大理市、剑川县环境空气质量均符合二级标准。

根据《楚雄州 2018 年度环境状况公报》，2018 年楚雄州环境空气质量自动监测有效性的县市有楚雄市和武定县。楚雄市和武定县环境空气质量均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值。

根据《2019 年昆明市生态环境状况公报》，2019 年昆明主城 5 区五华、盘龙、西山、官渡、呈贡区设有空气自动监测站 7 个，全市环境空气质量均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值。

根据《2019 玉溪市环境状况公报》，玉溪市环境空气质量达标，继续稳定保持优良，全市空气质量符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值。

根据《2018 年度红河州环境质量状况》，红河州环境空气质量达标，继续稳定保持优良，各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值。

4.6.1.2 补充监测

为掌握评价区大气环境质量，委托云南坤发环境科技有限公司对评价区大气进行现场采样监测（监测报告见附件 11）。

（1）监测点位

大理段：海印、北衙、小围埂寨家、河底村、天桥营、百长村。

楚雄段：长寿村、上东山、以口村、囤子仓、麻栗树、新坝、凤鸣村。

昆明段：新民村、黄坡村、乌龙小村、石碑小学、龙泉小学、泥耕祖、奶母庄、安宁中学、大箐村、化乐中学、松茂村。

玉溪段：上小屯、河西镇、大营村、青龙潭、三家村。

红河段：高坡村、狮子口、开远市灵泉街道、红土坡村、文兴村。

（2）监测因子

大理、楚雄、玉溪、红河段：TSP、SO₂、NO₂、PM₁₀共 4 项。

昆明段：TSP、NO₂、SO₂共 3 项。

（3）监测时段

每个点连续监测 7 天，监测时间为昆明段为 2019 年 1 月 15 日~1 月 21 日，大理、楚雄、玉溪、红河段为 2019 年 11 月 12 日~2019 年 11 月 18 日。

（4）监测结果与现状评价

大气环境监测结果和评价结果见表 4.6.1-1。34 个监测点位的监测项目均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。

表 4.6.1-1 环境空气质量现状监测结果统计表 单位：μg/m³

线路区	检测点位	采样日期	TSP	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂
大理段	海印	2019.11.12~2019.11.18	达标	达标	达标	达标
	北衙	2019.11.12~2019.11.18	达标	达标	达标	达标
	小围埂寨家	2019.11.12~2019.11.18	达标	达标	达标	达标
	河底村	2019.11.20~2019.11.26	达标	达标	达标	达标
	中普连棚	2019.11.20~2019.11.26	达标	达标	达标	达标
	百长村	2019.11.20~2019.11.26	达标	达标	达标	达标
楚雄段	长寿村	2019.11.28~2019.12.04	达标	达标	达标	达标
	上东山	2019.11.28~2019.12.04	达标	达标	达标	达标
	以口村	2019.11.28~2019.12.04	达标	达标	达标	达标

线路区	检测点位	采样日期	TSP	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂
	囤子仓	2019.12.06~2019.12.12	达标	达标	达标	达标
	麻栗树	2019.12.06~2019.12.12	达标	达标	达标	达标
	新坝	2019.11.29~2019.12.05	达标	达标	达标	达标
	凤鸣村	2019.12.06~2019.12.12	达标	达标	达标	达标
昆明段	新民村	2019.01.15~2019.01.21	达标	达标	达标	达标
	黄坡村	2019.01.15~2019.01.21	达标	达标	达标	达标
	乌龙小村	2019.01.15~2019.01.21	达标	达标	达标	达标
	石碑小学	2019.01.15~2019.01.21	达标	达标	达标	达标
	龙泉小学	2019.01.15~2019.01.21	达标	达标	达标	达标
	泥耕祖	2019.01.15~2019.01.21	达标	达标	达标	达标
	奶母庄	2019.01.15~2019.01.21	达标	达标	达标	达标
	安宁中学	2019.01.15~2019.01.21	达标	达标	达标	达标
	大箐村	2019.01.15~2019.01.21	达标	达标	达标	达标
	化乐中学	2019.01.15~2019.01.21	达标	达标	达标	达标
	松茂村	2019.01.15~2019.01.21	达标	达标	达标	达标
玉溪段	上小屯	2019.11.14~2019.11.20	达标	达标	达标	达标
	河西镇	2019.11.14~2019.11.20	达标	达标	达标	达标
	大营村	2019.11.14~2019.11.20	达标	达标	达标	达标
	青龙潭	2019.11.21~2019.11.27	达标	达标	达标	达标
	三家村	2019.11.29~2019.12.05	达标	达标	达标	达标
红河段	高坡村	2019.10.15~2019.10.21	达标	达标	达标	达标
	狮子口	2019.10.15~2019.10.21	达标	达标	达标	达标
	开远市灵泉街道	2019.10.15~2019.10.21	达标	达标	达标	达标
	红土坡村	2019.10.15~2019.10.21	达标	达标	达标	达标
	文兴村	2019.10.15~2019.10.21	达标	达标	达标	达标

4.6.1.3 空气环境现状小结

通过例行监测和补充监测结果分析，评价区环境空气质量良好，均符合二级标准，满足评价标准。

4.6.2 声环境现状

为掌握评价区声环境质量，委托云南坤发环境科技有限公司对评价区声环境进行监测（监测报告见附件 10）。

4.6.2.1 监测点位

大理段：海印、北衙、小围埂寨家、新街、杨保村、甸头、河底村、中普连棚、百长村、茨坪。

昆明段：新民村、黄坡村、乌龙小村、柴河水库水厂及零散居民、石

碑小学、龙泉小学、沙沟村、泥耕祖、奶母庄、柳树小学、温泉中心小学、安宁中学、大箐村、化乐中学、小营明天小学、段家营村、松茂村。

楚雄段：长寿村、上东山、以口村、囤子仓、麻栗树、新坝、凤鸣村。

玉溪段：上小屯、大梨村、戴文村、邹家村、大营村、三家村。

红河段：高坡村、狮子口、开远市灵泉街道、红土坡村、文兴村。

4.6.2.2 监测因子

等效声级 L_{eq} (昼间 L_d 、夜间 L_n)。

4.6.2.3 监测时段及频率

昆明段：2019年1月18日~19日，连续监测2天。

大理、楚雄、玉溪、红河段：2019年11月12日~11月13日、11月20日~11月21日，连续监测2天。

4.6.2.4 监测结果与现状评价

声环境监测结果和评价结果见表4.6.2-1。

昆明段的新民村、黄坡村、乌龙小村、龙泉小学、温泉中心小学、安宁中学、大箐村、化乐中学、小营明天小学、玉溪段的上屯村、戴文村、大营村的昼间噪声超标，超标0.1 dB(A)~3.1 dB(A)，大理段的百长村夜间超标，分别超标0.9 dB(A)。监测点主要因当地交通、百姓活动、学校学生活动导致。

表 4.6.2-1 声环境质量现状评价结果 单位：dB(A)

线路区	监测点位	评价结果	
		昼间	夜间
大理段	海印、北衙、小围埂寨家、新街、杨保村、甸头、河底村、中普连棚、百长村、茨坪	达标	百长村超标 0.3 dB(A)~1.9dB(A)
楚雄段	长寿村、上东山、以口村、囤子仓、麻栗树、新坝、凤鸣村	达标	达标
昆明段	新民村、黄坡村、乌龙小村、柴河水库水厂及零散居民、石碑小学、龙泉小学、沙沟村、泥耕祖、奶母庄、柳树小学、温泉中心小	新民村超标 0.4 dB(A)~1.7dB(A)、黄坡村超标 0.1 dB(A)、乌龙小村超标 0.8 dB(A)~1.8dB(A)、龙泉小学超标 1.9 dB(A)~2.8dB(A)、温泉中	达标

	学、安宁中学、大箐村、化乐中学、小营明天小学、段家营村、松茂村	心小学超标 1.9 dB (A) ~2.8dB (A)、安宁中学超标 2.4 dB (A)~2.8dB (A)、大箐村超标 1.4 dB (A) ~2.2dB (A)、化乐中学超标 2.4 dB (A)~3.1dB (A)、小营明天小学超标 0.2 dB (A)	
玉溪段	上小屯、大梨树、戴文村、河西镇、大营村、青龙潭、三家村	上小屯超标 1.4 dB (A)、戴文村超标 0.8 dB (A)、大营村超标 0.8 dB (A) ~1.2dB (A)	达标
红河段	高坡村、狮子口、开远市灵泉街道、红土坡村、文兴村	达标	达标

4.6.2.5 声环境现状小结

评价区声环境质量夜间整体好于昼间，夜间基本可以达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 1 级标准，昼间大理段、楚雄段、红河段监测点均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 1 级标准，昆明段和玉溪段有超标现象，昆明段超标点较多，主要是由于当地交通运输、生活、学校学生活动引起的。

4.7 土壤环境

4.7.1 土壤类型及分布

云南省自然地理环境十分复杂，区域跨度大，盆地、河谷、丘陵、低山、中山、高山、山原、高原相间分布，地域组合千差万别。区域地形地貌以山地为主，立体特征显著，垂直变化十分突出，使得区域土壤类型复杂且多样，可分为 7 纲、18 类，约占全国土壤类型的 1/3。其中，红壤系列的红壤、黄壤、赤红壤和砖红壤是主要类型，占土壤总面积 55.32%。总体来说，云南地区的土壤类型也受到纬度和海拔的影响，呈纬度地带与垂直地带相结合的“山原型水平地带”的特点。

滇中地区的土壤主要涉及 4 个土纲、9 大类，主要的土壤类型为水稻土和红壤，地区的地带性土壤为红壤，其分布面积较广。水稻土主要有油沙田、红黄泥田和青格田；红壤主要有主要有红壤、赤红壤两个亚类。滇中地区土壤类型见图 4.7.1-1。

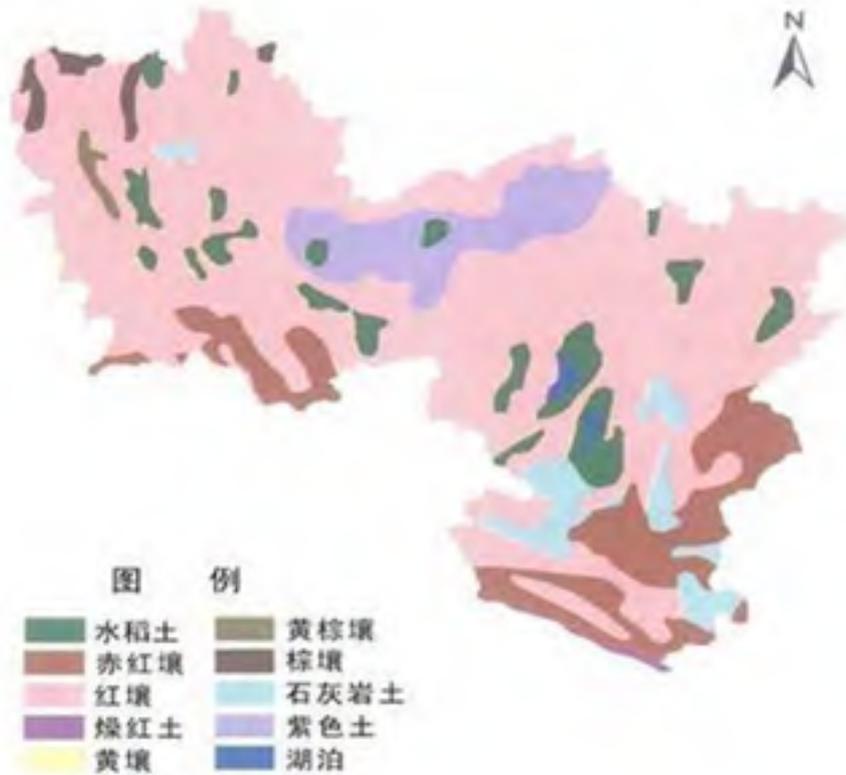


图 4.7.1-1 滇中地区土壤类型分布图（来源：全国 1：400 万土壤图）

本地带东部的石灰岩分布地区及中部的中生代紫红色砂页岩系分布地区，土壤性质受母岩性质的影响较突出，分别出现大面积的红色石灰土，紫色土等岩性土类型。高耸山地和深嵌河谷的土壤呈垂直分布系列。河谷下部多有燥红土分布，河谷上部及其它一些较干旱地点有褐红壤分布，山地上部出现暗棕壤及亚高山草甸土等。高原盆地内则大多为冲积或淤积幼年性土壤。

本工程涉及的大理州土壤土壤包括 19 个土类，其中以紫色土分布最广，红壤次之；楚雄州土壤土壤包括 10 个土类，包括暗棕壤、棕壤、黄棕壤等，其中以红壤分布最广，黄棕壤次之；昆明市土壤土壤包括 12 个土类，其中以红壤土分布最广，紫色土和水稻土次之；玉溪市土壤土壤包括 11 个土类，其中以赤红壤分布最广，红壤次之；红河州土壤土壤包括 12 个土类，其中以红黄壤分布最广，红壤次之。

4.7.2 土壤环境质量现状

4.7.2.1 评价区土壤现状监测要求

(1) 土壤监测点

为掌握评价区现状土壤环境质量，中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司委托云南坤发环境科技有限公司于2019年1月15日、21日和2019年2月12日，对昆明段评价区土壤进行现场采样，共设置6个土壤监测点位；评价单位委托云南坤环检测技术有限公司于2020年6月4日至6月8日对评价区土壤进行现场采样，共设置20个土壤监测点位。土壤取样均为0~20cm的表层样。监测报告见附件12。

评价区域范围内有宾川县海稍水库扩建工程和红河州石屏大型灌区工程。评价单位委托云南高科环境保护科技有限公司于2019年7月22日对宾川县海稍水库扩建工程评价区的土壤现场采样，进行了土壤环境监测，共设置2个土壤监测点位；委托云南坤发环境科技有限公司于2019年9月25日至29日对红河州石屏大型灌区工程评价区的土壤现场采样，进行了土壤环境监测，共设置13个土壤监测点位。土壤取样均为0~20cm的表层样。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境导则（试行）》（HJ 964-2018），本工程的评价区域范围内近3年内进行了土壤监测，且掌握的数据满足导则中的布点原则和现状监测点数量要求，土壤监测的委托单位为有相应资质的监测单位，数据有效，同时监测点位于本工程评价范围内，具有代表性，因此本工程在上述区域不再进行现状监测，引用上述两个工程环评的土壤监测数据。上述监测点位共41个，监测点位信息如下表所示：

表 4.7.2-1 工程评价区土壤监测点位表

序号	受水区	行政区	乡镇	监测点位	点位编号	采样日期	地理坐标	用地类型	说明	
1	大理州	鹤庆县	黄坪镇	鹤庆灌区	D1#	2020.06.04	E: 100°15'13.24" N: 26° 6'25.34"	农用地	滇中二期工程土壤监测	
2		巍山县	双廊镇	巍山灌区	D3#		E: 100°16'8.98" N: 25°19'25.19"	农用地		
3		弥渡县	双廊镇	弥渡灌区	D4#		E: 100°27'8.04" N: 25°22'29.24"	农用地		
4		祥云县	双廊镇	祥云灌区	D6#		E: 100°46'18.02" N: 25°26'10.46"	农用地		
5		宾川县	力角镇	宾川灌区旱地	D7#	2019.7.22	E: 100°35'22.99" N: 25°56'56.13"	农用地	海稍水库扩建工程土壤监测	
6				宾川灌区水田	D8#		E: 100°35'20.44" N: 25°56'55.09"	农用地		
7				拟建海稍灌区旱地	D9#		E: 100°36'13.21" N: 25°57'58.69"	农用地		
8				拟建海稍灌区水田	D10#		E: 100°36'11.49" N: 25°57'52.66"	农用地		
9	楚雄州	姚安县	栋川镇	姚安灌区	C4#	2020.06.06	E: 101°14'49.49" N: 25°31'49.99"	农用地	滇中二期工程土壤监测	
10		牟定县	共和镇	牟定灌区	C5#		E: 101°30'18.93" N: 25°20'0.93"	农用地		
11		双柏县	楚雄市	吕合镇	楚雄灌区	C6#	2020.06.07	E: 101°23'31.38" N: 25°10'50.97"		农用地
12			妥甸镇	双柏受水区	C7#	E: 101°37'40.94" N: 24°42'25.17"		其他用地		
13			元谋县	黄瓜园镇	元谋灌区	C8#		E: 101°53'19.50" N: 25°49'26.39"		农用地
14			武定县	武定县	武定受水区	C9#		E: 102°25'19.34" N: 25°32'58.02"		农用地
15	昆明市	安宁市	草铺镇	大箐水库淹没的库周*	K1#	2019.01.15	E: 102°18'19.89" N: 24°55'51.10"	其他用地	滇中二期工程土壤监测	
16				大箐水库下游灌区	K2#		E: 102°19'31.80" N: 24°55'58.04"	农用地		
17		富民县	大营镇	黄坡水库淹没的库周*	K3#	2019.01.21	E: 102°31'50.22" N: 25°11'15.23"	其他用地		
18				黄陂水库下游灌区	K4#		E: 102°31'29.94" N: 25°11'10.76"	农用地		
19		呈贡区	马金铺街道	拟建马金铺水厂附近	K5#	2019.02.12	E: 102°50'32.50" N: 24°46'39.41"	其他用地		
20		西山区	团结街道	拟建西山团结水厂附近	K6#	2019.02.12	E: 102°31'5.94" N: 25° 3'46.48"	其他用地		
21	玉溪市	红塔区	大营街镇	红塔灌区	Y1#	2020.06.07	E: 102°29'28.70" N: 24°18'57.99"	农用地	滇中二期工程土壤监测	
22		江川区	前卫镇	江川灌区	Y3#	2020.06.08	E: 102°44'16.38" N: 24°19'39.12"	农用地		
23		通海县	河西镇	琉璃河水库扩建淹没区*	Y4#		E: 102°37'50.65" N: 24°8'22.87"	农用地		
24			四街镇	通海灌区	Y5#		E: 102°42'44.85" N: 24°8'32.74"	农用地		
25		易门县	六街镇	易门灌区	Y6#	2020.06.07	E: 102°14'37.61" N: 24°52'32.00"	农用地		
26		华宁县	宁州镇	华宁灌区	Y7#		E: 102°55'50.57" N: 24°10'42.81"	农用地		
27		红河州	蒙自市	雨过铺镇	蒙自灌区	H2#	2020.06.06	E: 103°20'35.03" N: 23°25'20.33"		农用地
28	开远市		灵泉街道	开远灌区	H3#	E: 103°16'41.41" N: 23°41'27.28"		农用地		

序号	受水区	行政区	乡镇	监测点位	点位编号	采样日期	地理坐标	用地类型	说明
29	红河州	石屏县	龙武乡	大练庄水库库周	H5#	2019.09.28	E: 102°23'10.69" N: 24° 2'54.62"	其他用地	石屏大型灌区工程土壤监测
30			异龙镇	石屏县异宝片灌区	H6#	2019.09.19	E: 102°32'14.91" N: 23°41'35.69"	农用地	
31			新城乡	石屏县北部山片灌区	H7#	2019.09.28	E: 102°38'5.28" N: 23°53'39.29"	农用地	
32		建水县	岔科镇	东风水库库周	H8#	2019.09.25	E: 102°55'58.84" N: 23°50'22.20"	其他用地	
33			曲江镇	双帽山水库库周	H9#	2019.09.28	E: 102°49'20.85" N: 23°53'31.14"	其他用地	
34			青龙镇	云降寨水库库周	H10#	2019.09.21	E: 102°50'53.19" N: 23°30'42.81"	其他用地	
35			曲江镇	曲江提水泵站周边	H11#	2019.09.28	E: 102°49'37.40" N: 23°58'50.77"	其他用地	
36			南庄镇	建水县跃进片灌区	H12#	2019.09.25	E: 102°51'46.06" N: 23°40'41.32"	农用地	
37			青龙镇	建水县青龙片灌区	H13#	2019.09.22	E: 102°48'18.37" N: 23°33'59.85"	农用地	
38			岔科镇	建水县老楚蚌片灌区	H14#	2019.09.28	E: 102°57'47.58" N: 23°47'59.95"	农用地	
39				建水县清水塘片灌区	H15#		E: 103° 2'11.33" N: 23°47'47.91"	农用地	
40			面甸镇	建水县面甸片灌区	H16#		E: 102°59'44.60" N: 23°38'13.28"	农用地	
41			曲江镇	建水县曲江片灌区	H17#		E: 102°50'0.15" N: 23°56'13.04"	农用地	

注：“*”表示占地范围监测点。

本工程为跨流域调水的引水工程,各受水区的总占地范围超过 5000hm²,根据土壤环境导则要求,项目可优化调整占地范围内、外监测点数量,保持总数不变,因此占地范围内和占地范围外的布点总数应不低于 7 个,项目占地范围内外均应有代表点。本工程涉及区域较大,土壤监测点结合工程布置情况,针对各代表性的区域适当增加了监测点。

本阶段二期骨干工程占地范围内共设置 3 个土壤监测点,骨干工程的评价范围共设置 38 个监测点,监测点覆盖了工程占地范围和评价区内的各种土壤,因此现状监测点位满足导则的布点和数量要求。

(2) 监测因子

本工程评价范围的土壤主要为农田,监测指标包括: pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌(均为 mg/kg),共计 9 项。

土壤现场记录内容包括: 土壤颜色、结构、质地、砂砾含量、其他异物等; 土壤理化指标包括: 水溶性总盐(g/kg)、容重(g/cm³)、氧化还原电位、阳离子交换总量(cmol/kg)、饱和导水率($\times 10^{-3}$ cm/s)等。

(3) 监测频次

每个监测点采集一个样品进行监测。

(4) 监测方法

采集与分析按照《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中规定的方法执行。

4.7.2.2 评价区土壤监测结果与现状评价

(1) 土壤污染物监测结果

各土壤监测点的污染物指标监测结果见表 4.7.2-2。

监测结果与农用地土壤污染风险筛选值进行比对,并计算标准指数,如果标准指数大于 1,则表示超过风险筛选值。超过农用地土壤污染风险筛

选值的项目再与农用地土壤污染风险管制值进行比较。

根据监测结果可知，大理州的 D1#、D3#、D4#、D6#监测点位，楚雄州的 C4#~C9#监测点位，玉溪市的 Y1#、Y3#、Y4#、Y5#、Y6#、Y7#监测点位、红河州的 H2#、H3#、H14#、H15#、H16#和 H17#监测点位的镉指标超过土壤污染风险筛选值，玉溪市的 Y3#监测点位镉指标超过土壤污染风险管制值，其余监测点均不超过污染风险管制值；楚雄州的 C4#、C5#和 C6#监测点位，昆明的 K4#监测点位，玉溪的 Y3#监测点位的汞指标超过土壤污染风险筛选值，但不超过污染风险管制值；大理州的 D1#监测点位，红河州的 H12#监测点位的砷指标超过土壤污染风险筛选值，但不超过污染风险管制值；大理州的 D1#监测点位的铅指标超过土壤污染风险筛选值，但不超过污染风险管制值；昆明市的 K3#监测点位的铜指标超过土壤污染风险筛选值，但不超过污染风险管制值。

（2）土壤理化特性

土壤理化特性调查主要包括土体构型、土壤结构、土壤质地、阳离子交换量、氧化还原电位、饱和导水率、土壤容重等。

监测单位记录了采样点土壤样品的理化性质，包括土壤样品状态、质地、沙粒含量和其他异物等。

具体见表 4.7.2-3。

表 4.7.2-2 工程土壤污染物监测结果表 单位：mg/kg

序号	监测点位	点位编号	项目	pH（无量纲）	镉	汞	砷	铅	铬	铜	镍	锌
1	鹤庆灌区	D1#	标准指数	pH>7.5	2.53	0.12	1.05	1.05	0.68	0.42	0.44	0.89
2	巍山灌区	D3#	标准指数	/	1.37	0.28	0.75	0.18	0.26	0.10	0.18	0.28
3	弥渡灌区	D4#	标准指数	pH>7.5	1.31	0.89	0.66	0.03	0.27	0.10	0.13	0.25
4	祥云灌区	D6#	标准指数	6.5<pH≤7.5	1.85	0.24	0.36	0.13	0.27	0.09	0.21	0.25
5	宾川灌区旱地	D7#	标准指数	pH>7.5	0.08	0.04	0.25	0.09	0.31	0.10	0.21	0.27
6	宾川灌区水田	D8#	标准指数	pH>7.5	0.04	0.04	0.30	0.08	0.41	0.12	0.22	0.25
7	拟建海稍灌区旱地	D9#	标准指数	pH>7.5	0.09	0.04	0.24	0.07	0.31	0.11	0.21	0.25
8	拟建海稍灌区水田	D10#	标准指数	pH>7.5	0.10	0.04	0.30	0.11	0.31	0.14	0.22	0.27
9	姚安灌区	C4#	标准指数	pH>7.5	1.36	1.38	1.04	0.48	0.36	0.21	0.21	0.48
10	牟定灌区	C5#	标准指数	6.5<pH≤7.5	3.12	2.10	0.68	0.36	0.29	0.38	0.20	0.78
11	楚雄灌区	C6#	标准指数	pH>7.5	1.13	1.03	0.37	0.13	0.33	0.12	0.21	0.35
12	双柏受水区	C7#	标准指数	pH≤5.5	2.53	0.31	0.48	0.28	0.54	0.21	0.77	0.64
13	元谋灌区	C8#	标准指数	5.5<pH≤6.5	1.90	2.30	0.30	0.12	0.46	0.15	0.47	0.40
14	武定受水区	C9#	标准指数	pH≤5.5	2.23	0.59	0.43	0.08	0.51	0.12	0.50	0.42
15	大箐水库淹没的库周*	K1#	标准指数	pH>7.5	0.17	0.12	1.00	0.81	0.20	0.50	0.10	0.39
16	大箐水库下游灌区	K2#	标准指数	pH>7.5	0.78	0.98	0.87	0.52	0.15	0.16	0.15	0.47
17	黄坡水库淹没的库周*	K3#	标准指数	6.5<pH≤7.5	0.72	0.70	0.65	0.28	0.41	1.59	0.82	0.70
18	黄坡水库下游灌区	K4#	标准指数	6.5<pH≤7.5	0.37	1.27	0.74	0.24	0.20	0.74	0.42	0.44
19	拟建马金铺水厂附近	K5#	标准指数	6.5<pH≤7.5	0.39	0.55	0.64	0.20	0.28	1.30	0.46	0.35
20	拟建西山团结水厂附近	K6#	标准指数	6.5<pH≤7.5	0.57	0.34	0.79	0.23	0.30	1.34	0.41	0.38
21	红塔灌区	Y1#	标准指数	6.5<pH≤7.5	1.78	0.48	0.49	0.20	0.38	0.19	0.23	0.54
22	江川灌区	Y3#	标准指数	5.5<pH≤6.5	5.95	2.06	0.47	1.11	0.19	0.21	0.16	0.83

序号	监测点位	点位编号	项目	pH (无量纲)	镉	汞	砷	铅	铬	铜	镍	锌
23	琉璃河水库扩建淹没区*	Y4#	标准指数	$\text{pH} \leq 5.5$	1.80	0.91	0.15	0.23	0.43	0.20	0.07	0.27
24	通海灌区	Y5#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	1.60	0.21	0.93	0.16	0.26	0.24	0.13	0.46
25	易门灌区	Y6#	标准指数	$5.5 < \text{pH} \leq 6.5$	1.88	1.54	0.38	0.10	0.34	0.16	0.16	0.36
26	华宁灌区	Y7#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	1.63	0.73	0.36	0.10	0.87	0.21	0.23	0.43
27	蒙自灌区	H2#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	2.13	0.68	1.22	0.35	0.45	0.29	0.36	0.44
28	开远灌区	H3#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	2.43	0.73	0.90	0.19	0.50	0.34	0.30	0.40
29	大练庄水库库周	H5#	标准指数	$6.5 < \text{pH} \leq 7.5$	0.19	0.20	0.76	0.14	0.16	0.05	0.07	0.29
30	石屏县异宝片灌区	H6#	标准指数	$6.5 < \text{pH} \leq 7.5$	0.47	0.78	0.41	0.15	0.32	0.16	0.26	0.37
31	石屏县北部山片灌区	H7#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	0.12	0.69	0.88	0.06	0.16	0.07	0.09	0.26
32	东风水库库周	H8#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	0.05	0.13	0.43	0.07	0.21	0.09	0.07	0.23
33	双帽山水库库周	H9#	标准指数	$6.5 < \text{pH} \leq 7.5$	0.09	0.16	0.35	0.09	0.23	0.09	0.13	0.36
34	云降寨水库库周	H10#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	0.86	0.24	0.46	0.20	1.00	0.89	0.40	0.39
35	曲江提水泵站周边	H11#	标准指数	$6.5 < \text{pH} \leq 7.5$	0.44	0.28	0.54	0.24	0.26	1.35	0.10	0.23
36	建水县跃进片灌区	H12#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	0.88	0.38	1.09	0.06	0.37	0.17	0.25	0.36
37	建水县青龙片灌区	H13#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	0.54	0.46	0.56	0.19	0.35	0.18	0.25	0.27
38	建水县老楚蚌片灌区	H14#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	1.05	0.52	0.59	0.21	0.18	0.11	0.07	0.29
39	建水县清水塘片灌区	H15#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	1.14	0.33	0.46	0.10	0.36	0.18	0.26	0.89
40	建水县面甸片灌区	H16#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	1.11	0.57	0.76	0.24	0.19	0.12	0.08	0.40
41	建水县曲江片灌区	H17#	标准指数	$\text{pH} > 7.5$	1.15	0.78	0.49	0.08	0.23	0.12	0.08	0.29

注：“*”表示占地范围监测点。

表 4.7.2-3 工程土壤理化特性调查表

序号	采样点位	点位编号	样品状态	阳离子交换量 (cmol (+) /kg)	土壤水溶性盐总量 (g/kg)	氧化还原电位 (mV)	容重 (g/m ³)	饱和导水 (mm/min)	质地	砂砾含量	其他异物
1	鹤庆灌区	D1#	红棕色、团粒状	39.8	0.04	373	1.43	0.320	壤土	少量	植物根茎、石子
2	巍山灌区	D3#	红棕色、团粒状	16.8	0.02	362	1.42	0.324	壤土	少量	植物根茎、石子
3	弥渡灌区	D4#	红棕色、团粒状	12.3	0.02	366	1.33	0.348	壤土	少量	植物根茎、石子
4	祥云灌区	D6#	红棕色、团粒状	16.9	0.16	365	1.49	0.361	壤土	少量	植物根茎、石子
5	宾川灌区旱地	D7#	红棕色、团粒状	11.29	0.46	352	2	1.716	壤土	少量	植物根茎、石子
6	宾川灌区水田	D8#	红棕色、团粒状	13.93	1.16	229	1.87	0.810	壤土	少量	植物根茎、石子
7	拟建海稍灌区旱地	D9#	红棕色、团粒状	14.18	0.24	308	1.82	1.230	壤土	少量	植物根茎、石子
8	拟建海稍灌区水田	D10#	红棕色、团粒状	19.7	0.6	289	1.73	0.948	壤土	少量	植物根茎、石子
9	姚安灌区	C4#	红棕色、团粒状	26.9	0.07	385	1.31	0.402	壤土	少量	植物根茎、石子
10	牟定灌区	C5#	红棕色、团粒状	23.2	0.06	378	1.33	0.34	壤土	少量	植物根茎、石子
11	楚雄灌区	C6#	红棕色、团粒状	19.2	0.09	366	1.37	0.344	壤土	少量	植物根茎、石子
12	双柏受水区	C7#	红棕色、团粒状	12.3	0.1	363	1.26	0.365	壤土	少量	植物根茎、石子
13	元谋灌区	C8#	红棕色、团粒状	21.4	0.07	361	1.43	0.369	壤土	少量	植物根茎、石子
14	武定受水区	C9#	红棕色、团粒状	6.6	0.15	346	1.36	0.377	壤土	少量	植物根茎、石子
15	大箐水库淹没的库周*	K1#	土黄色、颗粒状、湿	/	0.76	/	/	/	黏土	少量	无
16	大箐水库下游灌区	K2#	褐色、颗粒状、湿	/	0.81	/	/	/	黏土	少量	无
17	黄坡水库淹没的库周*	K3#	红色、颗粒状、湿	/	0.34	/	/	/	黏土	少量	无
18	黄陂水库下游灌区	K4#	红色、颗粒状、湿	/	1.45	/	/	/	黏土	少量	无
19	拟建马金铺水厂附近	K5#	土黄、颗粒状、湿	/	0.84	/	/	/	黏土	少量	无
20	拟建西山团结水厂附近	K6#	浅红、颗粒状、湿	/	1.14	/	/	/	黏土	少量	无
21	红塔灌区	Y1#	红棕色、团粒状	13.8	0.08	383	1.12	0.361	壤土	少量	植物根茎、石子

序号	采样点位	点位编号	样品状态	阳离子交换量 (cmol (+) /kg)	土壤水溶性盐总量 (g/kg)	氧化还原电位 (mV)	容重 (g/m ³)	饱和导水 (mm/min)	质地	砂砾含量	其他异物
22	江川灌区	Y3#	红棕色、团粒状	16.7	0.01	371	1.32	0.5	壤土	少量	植物根茎、石子
23	琉璃河水库扩建淹没区*	Y4#	红棕色、团粒状	8	0.08	396	1.27	0.418	壤土	少量	植物根茎、石子
24	通海灌区	Y5#	红棕色、团粒状	22.2	0.09	386	1.32	0.471	壤土	少量	植物根茎、石子
25	易门灌区	Y6#	红棕色、团粒状	6.1	0.02	392	1.21	0.221	壤土	少量	植物根茎、石子
26	华宁灌区	Y7#	红棕色、团粒状	16	0.1	391	1.09	0.295	壤土	少量	植物根茎、石子
27	蒙自灌区	H2#	红棕色、团粒状	26.9	0.02	381	1.37	0.283	壤土	少量	植物根茎、石子
28	开远灌区	H3#	红棕色、团粒状	25.1	0.07	386	1.32	0.328	壤土	少量	植物根茎、石子
29	大练庄水库库周	H5#	红棕色、颗粒状、湿	0.016	0.5	264	1.6	/	砂壤	30%	草根
30	石屏县异宝片灌区	H6#	褐色、颗粒状、潮湿	0.017	0.5	253	1.74	/	砂壤	5%	草根
31	石屏县北部山片灌区	H7#	红色、颗粒状、干	0.018	0.6	305	1.67	/	砂壤	2%	草根
32	东风水库库周	H8#	灰色、块状、干	0.017	0.6	234	1.78	/	砂土	4%	无
33	双帽山水库库周	H9#	红色、颗粒状、干	0.015	0.5	289	1.64	/	砂壤	1%	草根
34	云降寨水库库周	H10#	红色、颗粒状、潮湿	0.018	0.6	216	1.74	/	砂壤	1%	草根
35	曲江提水泵站周边	H11#	红色、颗粒状、湿	0.018	0.6	317	1.71	/	砂壤	1%	无
36	建水县跃进片灌区	H12#	红色、颗粒状、潮湿	0.015	0.8	293	1.53	/	砂壤	1%	草根
37	建水县青龙片灌区	H13#	红色、颗粒状、潮湿	0.016	0.3	287	1.73	/	砂壤	1%	草根
38	建水县老楚蚌片灌区	H14#	红色、颗粒状、潮湿	0.017	0.5	314	1.61	/	砂壤	1%	无
39	建水县清水塘片灌区	H15#	红色、颗粒状、潮湿	0.016	0.6	320	1.68	/	砂壤	3%	草根
40	建水县面甸片灌区	H16#	红色、颗粒状、潮湿	0.018	0.5	276	1.59	/	砂壤	2%	草根
41	建水县曲江片灌区	H17#	褐色、颗粒状、湿	0.016	0.6	329	1.78	/	砂壤	5%	草根

注：“/”表示此项未检测，“*”表示占地范围监测点。

4.7.2.3 现状评价结论

根据土壤导则，昆明市的 K3#监测点的铜超过土壤污染风险筛选值，该区域土壤可能存在农用地土壤污染风险，应加强土壤环境监测和农产品协同监测；大理州的 D1#、D3#、D4#、D6#监测点位，楚雄州的 C4#~C9#监测点位，昆明的 K4#监测点位，玉溪市的 Y1#、Y3#、Y4#、Y5#、Y6#、Y7#监测点位、红河州的 H2#、H3#、H12#、H14#~H17#监测点位的镉、汞、砷、铅指标超过土壤污染风险筛选值，可能存在食用农产品不符合质量安全标准等土壤污染风险，原则上应当采取农艺调控、替代种植等安全利用措施；玉溪市的 Y3#监测点位镉指标超过土壤污染风险管制值，食用农产品不符合质量安全标准等农用地土壤污染风险高，且难以通过安全利用措施降低食用农产品不符合质量安全标准等农用地土壤污染风险，原则上应采取禁止种植食用农产品、退耕还林等严格管控措施。

根据土壤理化性质调查表，本工程监测土壤样品为表层土壤，土壤样品状态以红色、棕色，团粒状、颗粒状为主，含有少量沙粒和植物根茎、石子等；阳离子交换量为 0.015~39.8，土壤水溶性总盐为 0.02~1.45，氧化还原电位为 216~386，土壤容重为 1.09~2.0。

4.8 陆生生态

4.8.1 陆生生态现状调查历程

评价单位委托云南大学承担陆生生态调查与影响评价课题，课题组于 2019 年 8 月~10 月对滇中引水工程二期工程评价区进行了野外调查，2020 年 1 月、2020 年 12 月对重点工程区进行补充调查，考察过程中记录了 GPS 点 1236 个，拍摄照片 3000 余张，野外调查共记录群落样地 65 个，见表

4.8.1-1. 陆生生态调查线路见附图 13。

通过野外调查，课题组掌握了二期骨干工程评价区的生态环境特点、生态系统组合特征、植被及动植物种类和区系构成，在此基础上，借助《中国植被》、《云南植被》，《中国植物志》、《云南植物志》，《中国动物志》等专业文献，完成陆生生态调查和影响评价专题报告的编写工作。

表 4.8.1-1 野外调查群落样地记录信息表

序号	区段	样地编号(调查时间)	群落类型	纬度	经度
1	大理	DZDL002	锥连栎林	25.5678	100.5936
2	大理	DZDL028	云南松群落	25.3457	100.4058
3	大理	DZDL029	云南松群落	25.4565	100.4099
4	大理	DZDL030	华山松林	25.4581	100.4416
5	大理	DZDL008	华西小石积灌丛	25.6781	100.5157
6	大理	DZDL009	华西小石积灌丛	25.6779	100.5165
7	大理	DZDL010	华西小石积灌丛	25.7519	100.4335
8	大理	DZDL015	华西小石积灌丛	26.1138	100.1951
9	大理	DZDL017	华西小石积灌丛	26.1134	100.1886
10	大理	DZDL001	黄茅中草草丛	25.5603	100.5862
11	大理	DZDL004	黄茅中草草丛	25.5962	100.6361
12	大理	DZDL003	坡柳灌丛	25.6023	100.6326
13	楚雄	DZCX227	云南松林	25.2670	101.3820
14	楚雄	DZCX101	锥连栎林	25.58	101.918
15	楚雄	DZCX116	锥连栎林	25.846	101.589
16	楚雄	DZCX117	锥连栎林	25.047	101.458
17	楚雄	DZCX118	锥连栎林	25.049	101.596
18	楚雄	DZCX123	锥连栎林	25.096	101.394
19	楚雄	DZCX213	锥连栎林	25.484	101.906
20	楚雄	DZCX215	锥连栎林	25.408	101.547
21	楚雄	DZCX216	锥连栎林	25.391	101.545
22	楚雄	DZCX228	锥连栎林	25.257	101.425
23	楚雄	DZCX013	马桑群落	25.339	101.170
24	楚雄	DZCX223	马桑群落	25.311	101.459
25	楚雄	DZCX004	车桑子群落	25.645	101.280
26	楚雄	DZCX007	车桑子群落	25.630	101.282
27	楚雄	DZCX209	车桑子群落	25.424	101.308
28	楚雄	DZCX233	车桑子群落	25.203	101.098
29	楚雄	DZCX105	华西小石积灌丛	25.275	101.496
30	楚雄	DZCX207	华西小石积灌丛	25.401	101.775
31	楚雄	DZCX208	华西小石积灌丛	25.422	101.791
32	楚雄	DZCX210	华西小石积灌丛	25.420	101.813
33	昆明	DZKM005	滇石栎、旱冬瓜群落	25.1320	102.4430
34	昆明	DZKM006	滇石栎、旱冬瓜群落	25.1200	102.4730
35	昆明	2019/1/17	华山松林	25° 7'39.28"	102°50'39.08"

序号	区段	样地编号(调查时间)	群落类型	纬度	经度
36	昆明	2019/1/17	华山松林	25° 7'39.66"	102°50'38.00"
37	昆明	2019/1/17	华山松林	25°11'5.32"	102°54'41.94"
38	昆明	2019.1.5	蓝桉群落	24°56'59.60"	102°26'0.33"
39	昆明	2019.1.5	蓝桉群落	24°36'56.97"	102°45'41.34"
40	昆明	DZKM046	马桑群落	25.16847	102.45296
41	昆明	DZKM040	车桑子群落	24.9810	102.9040
42	玉溪	DZYX011	麻栎群落	24.1480	102.6385
43	玉溪	DZYX013	麻栎群落	24.1533	102.6363
44	玉溪	DZYX038	麻栎群落	24.3906	102.6836
45	玉溪	DZYX009	麻栎群落	24.1387	102.6422
46	玉溪	DZYX001	云南松群落	24.3817	102.6065
47	玉溪	DZYX003	云南松群落	24.3739	102.5931
48	玉溪	DZYX010	云南松群落	24.1387	102.6319
49	玉溪	DZYX012	云南油杉群落	24.1490	102.6385
50	玉溪	DZYX007	云南油杉群落	24.1038	102.7051
51	玉溪	DZYX019	云南油杉群落	24.1965	102.9024
52	玉溪	DZYX004	锥连栎林	24.1878	102.4429
53	玉溪	DZYX002	华西小石积灌丛	24.3886	102.5926
54	玉溪	DZYX037	华西小石积灌丛	24.3745	102.6360
55	玉溪	DZYX060	小叶栒子群落	24.39757	102.69469
56	玉溪	DZYX018	车桑子群落	24.2012	102.9198
57	玉溪	DZYX022	车桑子群落	24.3003	102.7116
58	玉溪	DZYX046	车桑子群落	24.6878	102.1863
59	红河	DZHH012	云南松群落	23.7200	102.6800
60	红河	DZHH020	华山松林	23.318	102.516
61	红河	DZHH043	马桑群落	23.71125	102.53656
62	红河	DZHH005	车桑子群落	23.5449	102.2337
63	红河	DZHH034	车桑子群落	23.7945	102.5584
64	红河	DZHH036	车桑子群落	23.8165	102.5144
65	红河	DZHH027	蓝桉群落	23.7580	102.7200

4.8.2 现状调查与评价方法

4.8.2.1 基础资料收集

系统收集生态环境相关的各类资料，如工程区的地形图、近期土地详查、土壤普查成果及图件、土壤侵蚀类型、面积、强度、分布等，收集工程区森林资源清查、验收成果及图件。

4.8.2.2 野外实地考察

(一) GPS 地面类型取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读植被类型和土地利用类型的基础, 根据室内判读的植被与土地利用类型初图, 现场核实判读的精度, 并对每个 GPS 取样点作如下记录: ①海拔值 (注意相应植被类型的垂直变化); ②记录样点植被类型 (群系、群系组或植被亚型), 特别是类型发生变化的地方要做准确详细的记录; ③记录样点优势植物 (5 种左右) 和重要物种如珍稀濒危植物、药材或动物; ④拍摄典型之植被特征 (外貌与结构); ⑤在视野广阔清晰之处, 拍摄周围植被或景观的照片。

(二) 植被及动植物资源调查

(1) 群落调查

在实地踏查和遥感卫星影像数据分析的基础上, 结合研究区的地形地貌特点和交通状况及工程分布状况, 在线路调查的基础上, 确定重点调查地段和重要植被类型。采用法瑞学派样地调查法进行调查。乔木群落样地面积根据群落类型的不同而异, 阔叶林的样地调查面积为 $20\text{m} \times 20\text{m}$, 针叶林、人工林样地调查面积为 $10\text{m} \times 10\text{m}$; 灌丛样地面积为 $5\text{m} \times 5\text{m}$, 草本群落的样地调查面积为 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 。记录样地的所有种类, 并按 Braun-Blanquet 多优度一群聚度记分, 利用 GPS 确定样地位置。样方记录采用法瑞学派目测法估计多优度 (盖度) 和群集度综合级。

(2) 植物种类调查

采取路线调查与样地调查相结合的方法进行植物调查, 在植被线路调查和群落调查中, 同时记录植物种类、资源状况、珍稀濒危植物的种类及生存状况等。对资源植物和珍稀濒危植物调查采取野外调查和访问调查、市场调查相结合的方法进行。对有疑问、经济植物和珍稀濒危植物还要采集凭证标本和拍摄照片。

根据实地调查资料, 结合区域林业、环境和生物多样性相关研究结果

确定评价区分布的植物种类，编制植物名录。

(3) 动物调查

资料收集和实地调查两个方面。收集整理项目所在地现有的陆栖脊椎动物的各种资料。实地调查包括对评价区及邻近地区的野生动物的活体观察、痕迹调查，和对林业部门、保护区管理部分和当地居民进行访问调查。由于时间局限和野生动物特点，无论鸟类还是其他隐蔽性更强的类群的动物均不可能在短期内通过实地观察得出满意结论，所以在野外了解影响区动物生境特征等，然后综合对文献资料和访问调查的结果进行分析，最后确定动物种类，编制动物名录。

4.8.2.3 基于空间信息技术的生态制图

(1) 基于空间信息技术的生态制图

采用近期高分辨遥感影像数据，采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的空间信息技术，在遥感和地理信息系统平台软件的支持下，进行地地面覆盖类型的划分，用于植被类型图、土地利用类型图制作，并结合降水、土壤类型、地形、措施等数据，应用水土流失方程估算土壤侵蚀状况，制作土壤侵蚀图；进行类型面积统计、景观和生态系统特征的定性和定量评价。

工作选用 2020 年 2 月 6 日的 WorldView2 影像(16 级，空间分辨率约 2m)作为数据源，在 ArcGIS, ERDAS Imagine 等软件平台的支持下，采用监督分类的方法进行遥感影像的分类，结合 GPS 记录和海拔、坡度、坡向等信息，进行人工目视矫正和野外现场符合更正，保证分类结果准确度达到 85%以上。

(2) 景观生态评价

以植被现状图为基础，在 ArcGIS 和 Fragstates 的支持下进行景观生态评价。景观生态评价包括景观斑块特征、景观多样性和景观空间格局三个

方面，景观斑块特征用斑块数量、景观面积、斑块密度、斑块平均面积和边界密度等指标评价；景观多样性用 Shannon 多样性指数、Simpson 多样性指数及其均匀度指数、优势度指数等指标评价，景观空间格局用蔓延度指数、聚集度指数、连接度指数、分割度指数和破碎度指数等指标描述。

(3) 生态系统评价

以植物名录、动物名录和植被现状图为基础，在 ArcGIS 和 Fragstates 的支持下进行生态系统特征分析。生态系统评价包括生态系统多样性，生态系统功能和生态系统质量评价等内容。根据评价目的和资料状况，生态系统多样性采用景观生态相关指标进行评价；生态系统功能采用能综合反映生态系统生产功能和服务功能的生产力和水土保持能力两个指标进行评价，生态系统质量采用生态状况指数和生态系统质量指数进行评价。

4.8.2.4 生态影响预测方法

植被和生态系统影响预测：通过现状植被和土地利用类型分析，确定景观要素、基质和廊道，以及斑块类型，斑块数量、纹理规模等反映景观质量和特征的参数，通过变化量和变化率数据，分析项目建设对景观格局特征，生态系统功能和生态环境质量变化，预测项目建设对生态系统完整性的影响。

植物影响的预测：在获得植物现状资料之后，根据项目建设特征分时段进行分析。预测包括两个部分：施工期对植物的影响和运行期对植物的影响，并细分为对植物和一般影响和对珍稀保护植物的影响。

动物影响的预测：根据植被变化趋势，采用生态机理分析方法分类型预测动物生境和栖息地面积的变化，对一般动物和重点保护种类的影响。

4.8.3 土地利用现状

评价区内土地利用类型包括有林地、灌木林地、荒草地、园地、水田、旱地、水面、城镇居民点、交通用地、工矿用地等 10 类。评价区总面积 22770.89hm²。现状土地利用类型面积最大的是乔木林地，面积 9375.92hm²，占评价区总面积的 41.18%；其次是农田（水田和旱地），面积 7348.55hm²，占评价区总面积的 32.43%；面积较大的还有灌木林地，面积分为 3126.63hm²，占评价区总面积的 13.73%。其他土地利用类型的面积和比例较小。评价区土地利用结构如表 4.8.3-1，评价区土地利用现状见附图 10。

表 4.8.3-1 评价区土地利用类型及面积

土地利用类型	面积(hm ²)	比例(%)
乔木林地	9375.92	41.18
灌木林地	3126.63	13.73
荒草地	699.12	3.07
园地	147.61	0.65
水田	1566.82	6.88
旱地	5817.73	25.55
水面	159.20	0.70
城镇居民点	1587.73	6.97
交通用地	103.64	0.46
工矿用地	186.49	0.82
合计	22770.89	100.00

4.8.4 植被现状

4.8.4.1 植被分类系统

依据《云南植被》采用的分类系统，遵循群落学—生态学的分类原则，采用 3 个主级分类单位。根据现场调查，评价区自然植被划分 6 个植被型、7 个植被亚型和 11 个群系（群落类型），如表 4.8.4-1。评价区植被现状见附图 11。

表 4.8.4-1 评价区植被分类体系

植被型	植被亚型	群系（群落类型）
I.常绿阔叶林	(I) 半湿润常绿阔叶林	滇石栎、旱冬瓜群落
II.硬叶常绿阔叶林	(II) 干热河谷硬叶常绿阔叶林	锥连栎群落

植被型	植被亚型	群系（群落类型）
III.落叶阔叶林		麻栎群落
IV.暖性针叶林	(III) 暖温性针叶林	云南松林群落
		云南油杉林群落
		华山松林群落
V.稀树灌木草丛	(IV) 暖温性稀树灌木草丛	黄茅中草草丛群落
VI.灌丛	(V) 暖性石灰岩灌丛	华西小石积灌丛群落
	(VI) 暖温性灌丛	马桑灌丛
		小叶栒子灌丛
	(VII) 热性灌丛	车桑子灌丛群落

除自然植被外，评价区人工植被广泛分布，包括桉树林、农田、竹林、园地等人工植被类型。

4.8.4.2 主要植被类型特征

1.自然植被

(1) 半湿润常绿阔叶林

半湿润常绿阔叶林是滇中高原山地的基本植被类型，分布的海拔高度大约为 1700-2500m，下限可达 1500m 左右。

1) 滇石栎、旱冬瓜群落

该群落主要分布于水肥充足且人为干扰较少的地方。群落生长良好，但是受火烧等影响突出。群落高可达 6-7m，最高可达 9-10m，乔木层盖度可达 70%以上，而靠近山脊，土壤瘠薄区域的群落则较为矮小，群落高只有 3-4m，有些则呈灌丛状，群落中以灌木层为优势。该群落一般可以分为乔木层、灌木层、草本层和层间植物，长势较差的地方则乔木层与灌木层区分不显著，只有乔灌层和草本层。乔木层一般高约 10m，层盖度约为 70%，主要有滇石栎 (*Lithocarpus dealbatus*)、旱冬瓜 (*Alnus nepalensis*)、川西栎 (*Quercus gilliana*) 等。

灌木层一般高约 1.6m，层盖度约 30%，主要有地檀香 (*Gaultheria forrestii*)、云南含笑 (*Michelia yunnanensis*)、美丽马醉木 (*Pieris formosa*)、

杜鹃 (*Rhododendron* spp.)、鸭脚黄连 (*Mahonia flavida*)、昆明小檗 (*Berberis kunmingensis*)、华山矾 (*Symplocos chinensis*)、栒子 (*Cotoneaster* spp.)、石海椒 (*Reinwardtia indica*)、马桑 (*Coriaria nepalensis*)、乌桕果 (*Vaccinium fragile*)、珍珠荚蒾 (*Viburnum foetidum* var. *ceanothoides*)、美丽胡枝子 (*Lespedeza formosa*)、水红木 (*Viburnum cylindricum*) 等。

草本层高约 1m，层盖度约为 20%，主要有唐松草 (*Thalictrum* spp.)、溪畔落新妇 (*Astilbe rivularis*)、凹瓣梅花草 (*Parnassia mysorensis*)、星毛繁缕 (*Stellaria vestita*)、窄叶火炭母 (*Polygonum chinense* var. *paradoxum*)、土牛膝 (*Achyranthes asper*)、汉荭鱼腥草 (*Geranium robertianum*)、红纹凤仙花 (*Impatiens rubro-striata*)、独牛 (*Begonia henryi*)、竹叶西风芹 (*Seseli mairei*)、杏叶茴芹 (*Pimpinella candolleana*)、兔儿风 (*Ainsliaea* spp.)、三角叶风毛菊 (*Saussurea deltoidea*)、椭圆叶花锚 (*Halenia elliptica*)、鹅观草 (*Roegneria tsukushiensis*)、金发草 (*Pogonatherum paniceum*)、皱叶狗尾草 (*Setaria plicata*)、画眉草 (*Eragrostis* spp.)、硬秆子草 (*Capillipedium* spp.)、西南黄花茅 (*Anthoxanthum hookeri*) 等。

层间植物相对较多，主要有滇藏五味子 (*Schisandra neglecta*)、铁线莲 (*Clematis* spp.)、五风藤 (*Holboellia latifolia*)、地不容 (*Stephania epigaea*)、薯蓣 (*Dioscorea* spp.)、何首乌 (*Fallopia multiflora*) 等。

(2) 干热河谷硬叶常绿阔叶林

1) 锥连栎林群落

该群落类型样地面积为 10m×10m，群落类型为锥连栎林，调查样地在海拔 1740m 左右。该群落类型总高度 8-12m，总盖度为 80%-85%，群落结构可分为三层。

乔木层，层盖度 75%左右，高 12m 左右，主要物种有锥连栎 (*Quercus franchetii*)、麻栎 (*Quercus acutissima*)、云南松 (*Pinus yunnanensis*)、蓝桉 (*Eucalyptus robusta*)、黄连木 (*Pistacia chinensis*)、川滇高山栎 (*Quercus aquifolioides*)、苹果 (*Malus pumila*)、黄毛青冈 (*Cyclobalanopsis delavayi*) 等。

灌木层盖度 40%-55%，高 2m，主要物种有华西小石积 (*Osteomeles schwerinae*)、铁仔 (*Myrsine africana*)、刺槐 (*Robinia pseudoacacia*)、蓖麻 (*Ricinus communis*)、光萼猪屎豆 (*Crotalaria trichotoma*)、斑鸠菊 (*Vernonia esculenta*)、野拔子 (*Elsholtzia rugulosa*)、坡柳 (*Salix myrtillacea*)、川梨 (*Pyrus pashia*)、地石榴 (*Thesium chinense*)、刺槐 (*Robinia pseudoacacia*)、蓖麻 (*Ricinus communis*)、斑鸠菊 (*Vernonia esculenta*)、清香木 (*Pistacia weinmannifolia*)、帚枝鼠李 (*Rhamnus virgata*)、截叶铁扫帚 (*Lespedeza cuneata*)、银叶铁线莲 (*Clematis delavayi*)、白刺花 (*Sophora davidii*)、马桑 (*Coriaria nepalensis*)、云南油杉 (*Keteleeria evelyniana*)、滇榄仁 (*Terminalia franchetii*)、水红木 (*Viburnum cylindricum*)、乌鸦果 (*Vaccinium fragile*)、沙针 (*Osyris quadripartita*)、红泡刺藤 (*Rubus niveus*)、光叶柯 (*Lithocarpus mairei*)、鹅耳枥 (*Carpinus turczaninowii*) 等。

草本层，层盖度 60%左右，高 1m，主要物种有细柄草 (*Capillipedium parviflorum*)、黄茅 (*Heteropogon contortus*)、翠雀 (*Delphinium grandiflorum*)、皱叶狗尾草 (*Setaria plicata*)、铁线蕨 (*Adiantum capillus-veneris*)、薯蓣 (*Dioscorea opposita*)、江南卷柏 (*Selaginella moellendorffii*)、砖子苗 (*Mariscus umbellatus*)、石椒草 (*Boenninghausenia sessilicarpa*)、云南兔儿风 (*Ainsliaea yunnanensis*)、求米草 (*Oplismenus undulatifolius*)、孔颖草 (*Bothriochloa pertusa*)、大理碎米蕨 (*Cheilosoria hancockii*)、鬼针草

(*Bidens pilosa*)、纤花耳草(*Hedyotis tenelliflora*)、垫状卷柏(*Selaginella pulvinata*)、黄背草(*Themeda japonica*)、毛茛(*Ranunculus japonicus*)、紫茎泽兰(*Ageratina adenophora*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、画眉草(*Cyclosorus interruptus*)、竹叶草(*Oplismenus compositus*)、滇紫草(*Onosma paniculatum*)、假瘤蕨(*Phymatopsis hastata*)、半夏(*Pinellia ternata*)、防风(*Saposhnikovia divaricata*)、间型沿阶草(*Ophiopogon intermedius*)、牛膝菊(*Galinsoga parviflora*)、千里光(*Senecio scandens*)、茜草(*Rubia cordifolia*)等。

(3) 落叶阔叶林

评价区落叶阔叶林主要为麻栎群落。该群落分布在玉溪市 1800m 一带，高约 8-9m，盖度为 85%-95%，分为：乔木层、灌木层和草本层。

乔木层高约 8-9m，盖度为 70%-90%，主要植物有：麻栎(*Quercus acutissima*)、干香柏(*Cupressus duclouxiana*)。

灌木层高约 2-3.5m，盖度为 30%-60%，主要植物有：小铁仔(*Myrsine africana*)、斑鸠菊(*Vernonia esculenta*)、华西小石积(*Osteomeles schwerinae*)、清香木(*Pistacia weinmannifolia*)、牛筋条(*Dichotomanthus tristaniaecarpa*)、高山栲(*Castanopsis delavayi*)、合欢(*Albizia julibrissin*)、云南油杉(*Keteleeria evelyniana*)、香叶树(*Lindera communis*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、川梨(*Pyrus pashia*)、银荆(*Acacia dealbata*)、山茶属(*Camellia*)、密蒙花(*Buddleja officinalis*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、黄泡(*Rubus pectinellus*)。

草本层高约 0.3-0.5m，盖度为 15%-55%，主要植物有：紫茎泽兰(*Ageratina adenophora*)、千里光(*Senecio scandens*)、鬼针草(*Bidens*

pilosa)、灰苞蒿 (*Artemisia roxburghiana*)、千金子 (*Leptochloa chinensis*)、荇草 (*Arthraxon hispidus*)、白茅 (*Imperata cylindrica*)、姜花 (*Hedychium coronarium*)、狭叶沿阶草 (*Ophiopogon stenophyllus*)、薯蓣 (*Dioscorea opposita*)。

(4) 暖温性针叶林

评价区内的暖性针叶林包括云南松群落、滇油杉群落和华山松群落三个类型。

1) 云南松林群落

该群落分布于评价区 1450-2000m 一带，高约 7-12m，盖度为 80%-100%，分为：乔木层、灌木层和草本层。

乔木层高约 7-12m，盖度为 75%-90%，主要植物有：云南松 (*Pinus yunnanensis*)、银木荷 (*Schima argentea*)、合欢 (*Albizia julibrissin*)、石楠 (*Photinia serrulata*)、旱冬瓜 (*Alnus nepalensis*)、云南油杉 (*Keteleeria evelyniana*)、滇石栎 (*Lithocarpus dealbatus*)。

灌木层高约 1.4-4m，盖度为 30%-70%，主要植物有：铁仔 (*Myrsine africana*)、云南含笑 (*Michelia yunnanensis*)、锥连栎 (*Quercus franchetii*)、坡柳 (*Dodonaea viscosa*)、厚皮香 (*Ternstroemia gymnanthera*)、水红木 (*Viburnum cylindricum*)、云南金钱槭 (*Dipteronia dyeriana*)、大叶千斤拔 (*Flemingia macrophylla*)、黄药大头茶 (*Gordonia chrysandra*)、荆条 (*Vitex negundo* var. *heterophylla*)、尖果荚蒾 (*Viburnum brachybotryum*)、马桑 (*Coriaria nepalensis*)、山茶 (*Camellia japonica*)、杜鹃 (*Rhododendron simsii*) 斑鸠菊 (*Vernonia esculenta*)、华西小石积 (*Osteomeles schwerinae*)、碎米花杜鹃 (*Rhododendron spiciferum*)、蒙自木蓝 (*Indigofera mengtzeana*)、圆

锥山蚂蝗 (*Desmodium elegans*)、艾纳香 (*Blumea balsamifera*)、薄叶鼠李 (*Rhamnus leptophylla*)、南烛 (*Vaccinium bracteatum*)、女贞 (*Ligustrum lucidum*)、岗柃 (*Eurya groffii*)、米饭花 (*Vaccinium mandarinorum*)、楚雄安息香 (*Styrax limprichtii*)、乌桕果 (*Vaccinium fragile*)、黄泡 (*Rubus pectinellus*)、小叶栒子 (*Cotoneaster microphyllus*)、密蒙花 (*Buddleja officinalis*)、羊耳菊 (*Inula cappa*)、爆仗花杜鹃 (*Rhododendron spinuliferum*)、杭子梢 (*Campylotropis macrocarpa*)、光叶柯 (*Lithocarpus mairei*)、柃木 (*Eurya japonica*)、菝葜 (*Smilax china*)。

草本层高约 0.3-0.5m，盖度为 10%-40%，主要植物有：紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*)、鬼针草 (*Bidens pilosa*)、灰苞蒿 (*Artemisia roxburghiana*)、细柄草 (*Capillipedium parviflorum*)、白花鬼针草 (*Bidens alba*)、蓝花野茼蒿 (*Crassocephalum rubens*)、白酒草 (*Eschenbachia japonica*)、尖叶长柄山蚂蝗 (*Podocarpium podocarpum* var. *oxyphyllum*)、钝叶黑面神 (*Breynia retusa*)、白茅 (*Imperata cylindrica*)、红果莎 (*Carex baccans*)、野拔子 (*Elsholtzia rugulosa*)、截叶铁扫帚 (*Lespedeza cuneata*)、短叶决明 (*Cassia leschenaultiana*)、黄毛草莓 (*Fragaria nilgerrensis*)、酢浆草 (*Oxalis corniculata*)、孔颖草 (*Bothriochloa pertusa*)、猪殃殃 (*Galium aparine*)、白花银背藤 (*Argyreia seguinii*)、豨莶 (*Siegesbeckia orientalis*)、马唐 (*Digitaria sanguinalis*)、狗尾草 (*Setaria viridis*)、戟叶火绒草 (*Leontopodium leontopodioides*)、地桃花 (*Urena lobata*)、千里光 (*Senecio scandens*)、里白 (*Hicriopteris glauca*)、砖子苗 (*Mariscus sumatrensis*)、浆果薹草 (*Carex baccans*)、云南沿阶草 (*Ophiopogon tienensis*)、草地风毛

菊(*Saussurea amara*)、东风草(*Blumea megacephala*)、六棱菊(*Laggera alata*)、千金子(*Leptochloa chinensis*)、变异凤尾蕨(*Pteris inaequalis*)、圆锥菝葜(*Smilax bracteata*)、疏叶蹄盖蕨(*Athyrium dissitifolium*)、蔞草(*Arthraxon hispidus*)、野青茅(*Deyeuxia arundinacea*)、鳶尾(*Iris tectorum*)、紫花猪屎豆(*Crotalaria occulta*)、黄花稔(*Sida acuta*)、牡蒿(*Artemisia japonica*)、山菅(*Dianella ensifolia*)、爵床(*Rostellularia procumbens*)、类芦(*Neyraudia reynaudiana*)、薯蓣(*Dioscorea opposita*)、鼠麴草(*Gnaphalium affine*)、半夏(*Pinellia ternata*)、倒提壶(*Cynoglossum amabile*)、西南委陵菜(*Potentilla fulgens*)、硬杆子草(*Capillipedium assimile*)、画眉草(*Cyclosorus interruptus*)、扁核木(*Prinsepia utilis*)、求米草(*Oplismenus undulatifolius*)、黄龙尾(*Agrimonia pilosa*)、苦麦菜(*Cichorium endivia*)、饭包草(*Commelina benghalensis*)等。

2) 云南油杉群落

该群落分布在玉溪市 1800m 一带，高约 10m，盖度为 92%，分为：乔木层、灌木层和草本层。

乔木层高约 10m，盖度为 90%，主要植物有：云南油杉(*Keteleeria evelyniana*)、高山栲(*Castanopsis delavayi*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)。

灌木层高约 1.7m，盖度为 20%，主要植物有：华西小石积(*Osteomeles schwerinae*)、牛筋条(*Dichotomanthus tristaniaecarpa*)、小铁仔(*Myrsine africana*)、斑鸠菊(*Vernonia esculenta*)、大叶小檗(*Berberis ferdinandi-coburgii*)、鲜黄小檗(*Berberis diaphana*)。

草本层高约 0.3m，盖度为 10，主要植物有：紫茎泽兰(*Ageratina adenophora*)、地桃花(*Urena lobata*)、疏叶蹄盖蕨(*Athyrium*

dissitifolium)。

3) 华山松林群落

该群落类型海拔在 1900m。该群落类型总高度 14m，总盖度为 100%，群落结构可分为三层。

乔木层，层盖度一般 90%左右，高 14m 左右，主要物种有华山松 (*Pinus armandi*)、云南松 (*Pinus yunnanensis*)、楝 (*Melia azedarach*)、漆树 (*Toxicodendron vernicifluum*) 等。

灌木层，层盖度一般 40%左右，高 3m 左右，主要物种有盐肤木 (*Rhus chinensis*)、勾儿茶 (*Berchemia sinica*)、铁仔 (*Myrsine africana*)、鞍叶羊蹄甲 (*Bauhinia brachycarpa*)、圆锥山蚂蝗 (*Desmodium elegans*)、薄叶鼠李 (*Rhamnus leptophylla*)、斑鸠菊 (*Vernonia esculenta*)、华西小石积 (*Osteomeles schwerinae*)、野拔子 (*Elsholtzia rugulosa*)、光萼猪屎豆 (*Crotalaria trichotoma*)、银叶铁线莲 (*Clematis delavayi*)、坡柳 (*Dodonaea viscosa*)、川梨 (*Pyrus pashia*)、马桑 (*Coriaria nepalensis*) 等。

草本层，层盖度一般 20%左右，高 1m，主要物种有紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*)、魁蒿 (*Artemisia princeps*)、猪殃殃 (*Galium spurium*)、蒿属 (*Artemisia*)、黄龙尾 (*Agrimonia pilosa*)、四川香茶菜 (*Isodon setschwanensis*)、滇紫草 (*Onosma paniculatum*)、吉祥草 (*Reineckia carnea*)、钩毛茜草 (*Rubia oncotricha*)、茅瓜 (*Melothria heterophylla*)、薯蓣 (*Dioscorea opposita*)、砖子苗 (*Mariscus umbellatus*)、倒提壶 (*Cynoglossum amabile*)、拔毒散 (*Sida szechuensis*)、浆果薹草 (*Carex baccans*)、云南兔儿风 (*Ainsliaea yunnanensis*)、牡蒿 (*Artemisia japonica*)、细柄草 (*Capillipedium parviflorum*) 等。

(5) 暖温性稀树灌木草丛

1) 黄茅中草草丛群落

该群落类型在海拔 1790m 一带。该群落类型总高度 2m，总盖度为 90%，群落结构可分为两层。

灌木层，层盖度一般 35%左右，高 1.5-2m，主要物种有余甘子 (*Phyllanthus emblica*)、坡柳 (*Dodonaea viscosa*)、华西小石积 (*Osteomeles anthyllidifolia*)、夹竹桃 (*Nerium indicum*)、戟叶酸模 (*Rumex hastatus*)、银叶铁线莲 (*Clematis delavayi*)、白刺花 (*Sophora davidii*)、西南杭子梢 (*Campylotropis delavayi*)、鞍叶羊蹄甲 (*Bauhinia brachycarpa*) 等。

草本层，层盖度一般 80%左右，高 0.6m，主要物种有黄茅 (*Heteropogon contortus*)、画眉草 (*Cyclosorus interruptus*)、灰苞蒿 (*Artemisia roxburghiana*)、水蔗草 (*Apluda mutica*)、钮子瓜 (*Zehneria maysorensis*)、藜 (*Chenopodium album*)、孔雀草 (*Tagetes patula*)、紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*)、鬼针草 (*Bidens pilosa*)、翅茎草 (*Pterygiella nigrescens*)、纤花耳草 (*Hedyotis tenelliflora*)、酢浆草 (*Oxalis corniculata*)、黄背草 (*Themeda japonica*) 等。

(6) 暖性石灰岩灌丛

1) 华西小石积灌丛

该群落分布在 1700-1800m 一带，高约 2-3m，盖度为 80%-90%，分为灌木层和草本层。

灌木层高约 2-3m，盖度为 60%-70%，主要植物有：华西小石积 (*Osteomeles schwerinae*)、清香木 (*Pistacia weinmannifolia*)、黄泡 (*Rubus pectinellus*)、牛筋条 (*Dichotomanthus tristaniaecarpa*)、野丁香 (*Leptodermis*

potanini)、小野漆(*Toxicodendron succedaneum*)、密蒙花(*Buddleja officinalis*)、山茶(*Camellia japonica*)、铁仔(*Myrsine africana*)。

草本层高约 0.3-0.6m, 盖度为 30%-45%, 主要植物有: 紫茎泽兰(*Ageratina adenophora*)、灰苞蒿(*Artemisia roxburghiana*)、鬼针草(*Bidens pilosa*)、千里光(*Senecio scandens*)、云南兔儿风(*Ainsliaea yunnanensis*)、地石榴(*Breynia retusa*)、荩草(*Arthraxon hispidus*)、刚莠竹(*Microstegium ciliatum*)、类芦(*Neyraudia reynaudiana*)、鹅毛玉凤花(*Habenaria dentata*)、蜈蚣草(*Pteris vittata*)、藿香蓟(*Ageratum conyzoides*)、小蓬草(*Erigeron canadensis*)、龙葵(*Solanum nigrum*)、粘山药(*Dioscorea hemslayi*)。

(7) 暖温性灌丛

1) 马桑灌丛

该群落在昆明、红河州均有分布, 群落高 1.5m, 盖度为 75%, 分为: 灌木层和草本层; 灌木层高 1.5m, 盖度为 75%, 主要有: 马桑(*Coriaria nepalensis*)、水东哥(*Saurauia tristyla*)、密蒙花(*Buddleja officinalis*)、车桑子(*Dodonaea viscosa*)、小叶栒子(*Cotoneaster microphyllus*)、华西小石积(*Osteomeles schwerinae*)、红泡刺藤(*Rubus niveus*)、沙针(*Osyris wightiana*)、鲜黄小檗(*Berberis diaphana*)、裂叶铁线莲(*Clematis parviloba*)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)、野拔子(*Elsholtzia rugulosa*)等。

草本层高 0.6-1m, 盖度为 50%, 主要有: 飞蓬(*Conyza canadensis*)、类芦(*Neyraudia reynaudiana*)、蜈蚣草(*Pteris vittata*)、地石榴(*Ficus tikoua*)、金丝草(*Pogonatherum crinitum*)、木贼(*Equisetum hyemale*)、粽叶芦(*Thysanolaena latifolia*)、小叶荩草(*Arthraxon lancifolius*)、灰苞蒿(*Artemisia roxburghiana*)、鬼针草(*Bidens pilosa*)、短叶决明(*Caesalpinia mimosoides*)、云南银莲花(*Anemone demissa* var. *yunnanensis*)、钩毛茜草(*Rubia oncotricha*)、

三花枪刀药(*Hypoestes triflora*)、截叶铁扫帚(*Lespedeza cuneata*)、杏叶茴芹(*Pimpinella candolleana*)、紫茎泽兰(*Ageratina adenophora*)、千里光(*Senecio scandens*)、两头毛(*Incarvillea arguta*)、黄茅(*Heteropogon contortus*)、尼泊尔老鹳草(*Geranium nepalense*)、孔颖草(*Bothriochloa pertusa*)、瓜子金(*Dischidia chinensis*)、淡黄香茶菜(*Rabdosia flavida*)、小糙毛求米草(*Oplismenus hirtellus*)、倒提壶(*Cynoglossum amabile*)、细柄草(*Capillipedium parviflorum*)、烟管头草(*Carpesium cernuum*)、黄龙尾(*Agrimonia pilosa* var. *nepalensis*)、龙芽草(*Agrimonia pilosa*)等。

2)小叶栒子灌丛

该群落在玉溪一带有分布，分布在海拔 1800m，群落高约 1.4m，盖度约为 70%，分为灌木层和草本层。

灌木层高约 1.3m，盖度约为 50%。主要植物有：小叶栒子(*Cotoneaster microphyllus*)。

草本层高约 0.6m，盖度约为 35%。主要植物有：酢浆草(*Oxalis corniculata*)、鸭跖草(*Commelina communis*)、三花枪刀药(*Hypoestes triflora*)、老鹳草(*Geranium wilfordii*)、马鞭草(*Verbena officinalis*)、绣球防风(*Leucas ciliata*)、龙芽草(*Agrimonia pilosa*)。

(8) 热性灌丛

1) 车桑子群落

该群落在评价区内分布广泛，群落高约 1.6-2m，盖度为 80%-100%，分为：灌木层和草本层；灌木层高约 1.8m，盖度为 45%-60%，主要有：车桑子(*Dodonaea viscosa*)、杭子梢(*Campylotropis macrocarpa*)、羊耳菊(*Inula cappa*)、余甘子(*Phyllanthus emblica*)、须弥茜树(*Himalrandia lichiangensis*)、鞍叶羊蹄甲(*Bauhinia brachycarpa*)、

华西小石积 (*Osteomeles schwerinae*)、木蓝 (*Indigofera tinctoria*)、圆柏 (*Sabina chinensis*)、白刺花 (*Sophora davidii*)、野拔子 (*Elsholtzia rugulosa*)、艾纳香 (*Indigofera mengtzeana*)、沙针 (*Osyris wightiana*)、仙人掌 (*Opuntia dillenii*) 等。

草本层高 0.8m，盖度约为 40%-75%，主要种类有：戟叶酸膜 (*Rumex hastatus*)、毛莲菜 (*Picris hieracioides*)、蒲公英 (*Taraxacum mongolicum*)、飞蓬 (*Conyza Canadensis*)、黄茅 (*Heteropogon contortus*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon*)、酢浆草 (*Oxalis corniculata*)、菝葜 (*Arthraxon hispidus*)、莼花 (*Wikstroemia canescens*)、千里光 (*Senecio scandens*)、刺蒴麻 (*Triumfetta rhomboidea*)、百脉根 (*Lotus corniculatus*)、豨莶 (*Siegesbeckia orientalis*)、百日菊 (*Zinnia elegans*)、黄花稔 (*Bothriochloa pertusa*)、鬼针草 (*Bidens pilosa*) 等。

2.人工植被

评价区内人工植被广泛分布，包括农田、桉树、竹林、园地等。记录有 1 个桉树林群落。

1) 蓝桉群落

该群落分布在红河州海拔 1600m 处。该群落类型总高度 12m，总盖度为 95%，群落结构可分为三层。

乔木层，层盖度一般 85%，高度 12m，主要物种有：蓝桉 (*Eucalyptus globulus*)、杉木 (*Cunninghamia lanceolate*)、小漆树 (*Toxicodendron delavayi*) 等。

灌木层，层盖度一般 30%-60%，高度 1.5-3m，主要物种有：早花悬钩子 (*Rubus preptanthus*)、华西小石积 (*Osteomeles schwerinae*)、马桑 (*Coriaria nepalensis*)、云南含笑 (*Michelia yunnanensis*) 等。

草本层，层盖度一般 60%，高度 2m，主要物种有：紫茎泽兰 (*Ageratina Adenophora*)、藿香蓟 (*Ageratum conyzoides*)、白花鬼针草 (*Bidens alba*)、白酒草 (*Eschenbachia japonica*)、类芦 (*Neyraudia reynaudiana*)、地果 (*Ficus tikoua*) 等。

4.8.4.3 工程占地区植被现状

骨干工程占用的主要植被亚型如表 4.8.4-2 所示。根据调查，大理段巍山干线占用 6 个群落类型，分别为锥连栎群落、云南松群落、华山松群落、华西小石积灌丛群落、坡柳灌丛群落及黄茅中草草丛群落；宾川东干线占用 4 个群落类型，分别为云南松群落、华西小石积灌丛群落、坡柳灌丛群落及黄茅中草草丛群落。

楚雄段双柏干线占用 3 个群落类型，分别为云南松群落、马桑灌丛群落、华西小石积灌丛群落。

昆明段安宁干线占用 4 个群落类型，分别为滇石栎、旱冬瓜群落、华山松群落、马桑灌丛群落及车桑子灌丛群落；盘龙干线不涉及自然植被，占地区为人工植被；大箐水库扩建主要占用 4 个群落类型，分别为滇石栎-旱冬瓜群落、华山松群落、车桑子灌丛群落、马桑灌丛群落；黄坡水库扩建主要占用 4 个群落类型，分别为滇石栎-旱冬瓜群落、华山松群落、车桑子灌丛群落、马桑灌丛群落。

红塔干线占用 7 个群落类型，分别为云南松群落、麻栎群落、云南油杉群落、锥连栎群落、华西小石积灌丛群落、小叶栒子灌丛群落、车桑子灌丛群落；通海干线主要为人工植被；

石屏干线占用 5 个群落类型，分别为云南松群落、华山松群落、马桑灌丛群落、车桑子灌丛群落、蓝桉群落；蒙自干线主要为马桑灌丛群落；大唐水库占用 3 个群落类型，分别为云南松群落、马桑灌丛群落、车桑子

灌丛群落；杨柳田水库占用 2 个群落类型，分别为车桑子灌丛群落、人工林蓝桉群落。

表 4.8.4-2 骨干工程占用植被情况一览表

工程 \ 植被亚型	半湿润常绿阔叶林	干热河谷硬叶常绿阔叶林	暖温性针叶林	落叶阔叶林	暖温性稀树灌木草丛	暖性石灰岩灌丛	暖温性灌丛	热性灌丛	人工植被
巍山干线		●	●		●	●	●		
宾川东干线			●		●	●	●		●
双柏干线			●			●	●		
安宁干线	●		●			●	●		●
盘龙干线									●
红塔干线			●	●	●		●		
通海干线									●
石屏干线			●		●			●	●
蒙自干线			●		●				●
大黑箐隧洞	●		●				●		●
大箐水库扩建	●		●				●		
黄坡水库扩建	●		●				●		●
大唐水库						●			●
杨柳田水库								●	●

4.8.5 生态系统

4.8.5.1 生态系统功能

(1) 群落生产力

评价区内各类植被类型的面积、平均生产力和总生产量见下表。

表 4.8.5-1 评价区生物生产力现状

植被类型		平均生产力(g/m ² ·a)	面积		生产量	
			hm ²	%	t/a	%
自然植被	半湿润常绿阔叶林	1600	618.11	2.71	9889.76	4.98
	硬叶常绿阔叶林	1100	8.72	0.04	95.92	0.05
	落叶阔叶林	1350	16.11	0.07	217.49	0.11
	暖温性针叶林	1080	7802.31	34.26	84264.95	42.47
	灌丛	900	3126.63	13.73	28139.67	14.18
	稀树灌木草丛	800	699.12	3.07	5592.96	2.82
合计			12271	53.89	128200.74	64.62
人工植被	人工林	550	930.67	4.09	5118.69	2.58
	园地	450	147.61	0.65	664.25	0.33
	水田	1200	1566.82	6.88	18801.81	9.48
	旱地	700	5817.73	25.55	40724.11	20.53
合计			8462.83	37.17	65308.88	32.92

植被类型		平均生产力(g/m ² ·a)	面积		生产量	
			hm ²	%	t/a	%
其他	水体	400	159.2	0.70	636.80	0.32
	城镇居民点	250	1587.73	6.97	3969.33	2.00
	交通用地	100	103.64	0.46	103.64	0.05
	工矿用地	100	186.49	0.82	186.49	0.09
合计			2037.06	8.95	4896.25	2.47
总计			22770.89	100.00	198405.88	100.00

评价区年生产力 198405.88t。其中自然植被生产力 128200.74t/a，占总生产力的 64.62%，人工植被生产力 65308.88t/a，占总生产力的 32.92%。自然植被的生产力主要来自暖温性针叶林和灌丛，两类型的生产力总和为 112404.62t/a，占自然植被生产力的 87.65%，人工植被的生产力主要来自旱地，生产力 40724.11t/a，占人工植被生产力的 62.36%。

(2) 水土保持能力

采用各土壤侵蚀等级比例计算：

$$PP=(微度*100+轻度*80+中度*40+强烈*20+极强烈*10+剧烈*1)/100$$

土壤侵蚀等级比例见下表：

表 4.8.5-2 评价区土壤侵蚀等级比例

强度分类	微度侵蚀	轻度侵蚀	中度侵蚀	重度侵蚀	合计
面积/hm ²	11101.94	3274.24	6516.85	1877.86	22770.89
比例/%	48.75	14.38	28.62	8.25	100.00

因此水土保持能力

$$PP=(48.75*100+14.38*80+28.62*40+8.25*20)/100=73.35。$$

4.8.5.2 生态系统质量

(1) 生物量

评价区内各类植被类型的面积、平均生物量和总生物量见下表。

表 4.8.5-3 评价区生物量现状

植被/景观类型		平均生物量(t/hm ²)	面积		生产量	
			hm ²	%	t	%
自然植被	半湿润常绿阔叶林	180	618.11	2.71	111259.80	14.07
	硬叶常绿阔叶林	160	8.72	0.04	1395.20	0.18
	落叶阔叶林	150	16.11	0.07	2416.50	0.31
	暖温性针叶林	60	7802.31	34.26	468138.60	59.18
	灌丛	20	3126.63	13.73	62532.60	7.91
	稀树灌木草丛	15	699.12	3.07	10486.80	1.33
合计			12271.00	53.89	656229.50	82.96
人工植被	人工林	30	930.67	4.09	27920.10	3.53
	园地	20	147.61	0.65	2952.20	0.37
	水田	15	1566.82	6.88	23502.30	2.97
	旱地	12	5817.73	25.55	69812.76	8.83
合计			8462.83	37.17	124187.36	15.70
其他	水体	5	159.20	0.70	796.00	0.10
	城镇居民点	6	1587.73	6.97	9526.38	1.20
	交通用地	1	103.64	0.46	103.64	0.01
	工矿用地	1	186.49	0.82	186.49	0.02
合计			2037.06	8.95	10612.51	1.34
总计			22770.89	100.00	791029.37	100.00

评价区生物量 791029.37t。其中自然植被生物量 656229.50t，占总生物量的 82.96%，人工植被生物量 124187.36t，占总生物量的 15.70%。自然植被的生物量主要来自暖温性针叶林，生物量 468138.60t，占自然植被生物量的 71.32%。人工植被的生物量主要来自旱地，生物量 69812.76t，占人工植被生物量的 56.22%。

(2) 生态状况

评价区生态状况指数见下表。

表 4.8.5-4 评价区生态状况指数

物种丰富度指数	生境质量指数	生态状况指数
SRI	HQI	ECI
0.6156	0.7054	0.6605

评价区内物种丰富度相对较低，为 0.6156，生境质量指数为 0.7054，相对较好，生态状况指数为 0.6605，根据其评价，生态状况指数处于 0.50~0.75 之间，评定其生态状况等级为好。

(3) 生态系统质量

评价区生态系统质量见下表。

表 4.8.5-5 评价区生态状况指数

生态系统功能指数	生态系统胁迫指数	生态系统质量指数
EFI	ESI	EQI
0.8449	0.2946	0.5503

评价区内的生态系统功能指数较高，为 0.8449，且生态系统胁迫指数较低，为 0.2946，则生态系统质量指数为 0.5503，处于 0.40~0.60，评定其等级为好。

4.8.6 景观生态现状

4.8.6.1 景观斑块特征

评价区的景观生态体系包括河流生态系统、森林生态系统、草原生态系统、农业生态系统、乡村聚落复合系统等，这些不同的景观生态类型按其内在的规律整合在一起，形成和评价区内统一的景观生态体系。生态系统质量的优劣取决于系统要素的性质与特征，以及结构和时空格局的特征。一般来说，森林比灌丛和灌草丛有更为复杂的群落结构、更高的生物生产力，同样其生态潜力也较高，对环境质量的影响也更大。旱地、裸岩及其他人工群落，具有结构简单、种类单一、靠人工管理维持等特点，因此相对于自然植被来说，自身的稳定性与对外界干扰的抵抗力都较弱。

以植被分类系统为基础，结合土地利用类型划分以下景观生态体系。

表 4.8.6-1 工程评价区景观生态组成分析

植被类型	景观面积 CA	景观比例 PLAND	斑块数量 NP	景观密度 PD	平均斑块面积 AREA_MN
半湿润常绿阔叶林	618.11	2.71	11	1.88	56.19
硬叶常绿阔叶林	8.72	0.04	2	0.34	4.36
落叶阔叶林	16.11	0.07	2	0.34	8.06
暖温性针叶林	7802.31	34.26	86	14.73	90.72
热性灌丛	312.93	1.37	12	2.05	26.08
暖性石灰岩灌丛	106.91	0.47	17	2.91	6.29

植被类型	景观面积 CA	景观比例 PLAND	斑块数量 NP	景观密度 PD	平均斑块面积 AREA_MN
暖温性灌丛	2706.79	11.89	81	13.87	33.42
稀树灌木草丛	699.12	3.07	53	9.08	13.19
人工林	930.67	4.09	42	7.19	22.16
园地	147.61	0.65	3	0.51	49.20
水田	1566.82	6.88	37	6.34	42.35
旱地	5817.73	25.55	126	21.58	46.17
水体	159.20	0.70	8	1.37	19.90
城镇居民点	1587.73	6.97	57	9.76	27.85
交通用地	103.64	0.46	7	1.20	14.81
工矿用地	186.49	0.82	40	6.85	4.66
合计	22770.89	100	584	100	38.99

评价区内各类景观斑块数合计 584 个，其中旱地的斑块数最多，其次为暖温性针叶林。评价区内斑块破碎程度小。

评价区总面积 22770.89hm²，自然景观占评价区的 53.89%，面积最大的景观类型是暖温性针叶林，为 7802.31hm²，占评价区总面积的 34.26%；其次为暖温性灌丛，为 2706.79hm²，占评价区面积的 11.89%，其他自然植被占地面积较小。人工景观占地为 37.86%，其中旱地景观面积最大，占评价区总面积的 25.55%。

在评价区内，人工景观和自然景观分布集中，旱地和果园主要分布在海拔较低，地势平坦的地带，山体上的农田大多被废弃，逐渐从较低等级的群落向高等级的群落演替。自然植被分布在山体上，占整个评价区的较大面积，所以整个评价区的稳定性和完整性较高。

4.8.6.2 景观多样性特征

总体来看，评价区的景观多样性指数和均匀度指数相对较高，Shannon 多样性指数为 1.7341，Shannon 均匀度指数为 0.6761，景观优势度指数为 0.3239，表明评价区的各类景观分布相对均匀，有较大的多样性，评价区景观类型尺度景观多样性见下表。

表 4.8.6-2 工程评价区景观多样性指数

SHDI	SIDI	SHEI	SIEI	LSDI
多样性指数	多样性指数	均匀度指数	均匀度指数	优势度指数
1.7341	0.7604	0.6761	0.8238	0.3239

4.8.6.3 景观空间特征

总体来看，评价区的聚集度指数和连通度指数较高，分别为 87.7814、96.3256，表明评价区的各类型景观呈现出较高的集群化趋势，但破碎度指数较低，为 44.2224，则景观的破碎化程度则较低，评价区景观类型尺度景观指数见下表。

表 4.8.6-3 工程评价区景观空间格局指数

CONTAG	AI	COHESION	DIVISION	SPLIT
蔓延度	聚集度	连通度	分割度指数	破碎度
56.5453	87.7814	96.3256	0.9774	44.2224

4.8.7 陆生维管束植物

4.8.7.1 植物种类数量

二期骨干工程评价区共有维管束植物 181 科 740 属 1358 种，其中蕨类植物共 29 科 61 属 114 种，裸子植物共 3 科 8 属 9 种，被子植物共 149 科 671 属 1235 种（表 4.8.7-1）。

表 4.8.7-1 二期骨干工程评价区植物种类统计

植物类群	分类阶元	大理州段	楚雄州段	昆明市段	玉溪市段	红河州段	总计
蕨类植物	科	14	15	20	25	20	29
	属	22	22	36	35	36	61
	种	33	31	57	47	56	114
裸子植物	科	2	1	1	2	2	3
	属	3	1	1	3	3	8
	种	4	2	2	6	6	9
被子植物	科	87	94	100	94	120	149
	属	255	272	340	298	387	671
	种	399	461	558	496	632	1235
合计	科	103	110	121	121	142	181
	属	280	295	377	336	426	740
	种	436	494	617	549	694	1358

4.8.7.2 植物区系组成及特征

区系的划分参照吴征镒的《中国种子植物属的分布区类型》(1991)和吴征镒等的《中国种子植物区系地理》(2011),蕨类部分参照吴兆洪,秦仁昌的《中国蕨类植物科属志》(1991)。如表 4.8.7-2。

表 4.8.7-2 二期骨干工程环境影响评价区植物区系成分

区系地理分布类型	属数	占总数%
1. 世界分布	60	~
2. 泛热带(或全热带)分布	113	16.62
3. (热带)亚热带亚洲和热带(亚热带)美洲环太平洋洲际间断分布	47	6.91
4. 旧世界热带分布	55	8.09
5. 热带亚洲和热带大洋洲分布	36	5.29
6. 热带亚洲和热带非洲连续或间断分布	42	6.18
7. 热带亚洲分布	66	9.71
8. 北温带分布	119	17.50
9. 东亚和北美间断分布	42	6.18
10. 欧亚温带分布	49	7.21
11. 温带亚洲分布	5	0.74
12. 地中海、西亚至中亚分布	15	2.21
13. 中亚特有分布	1	0.15
14. 东亚分布	73	10.74
15. 中国特有分布	17	2.50
总计(不含世界分布属)	680	100

维管束植物区系的地理成分中属于世界分布的属有 60 个属: 卷柏属 *Selaginella*、木贼属 *Equisetum*、银莲花属 *Anemone*、铁线莲属 *Clematis*、碎米荠属 *Cardamine*、酸模属 *Rumex*、藜属 *Chenopodium*、老鹤草属 *Geranium*、金丝桃属 *Hypericum*、荨麻属 *Urtica*、荸荠属 *Eleocharis*、卫矛属 *Euonymus*、鼠李属 *Rhamnus*、积雪草属 *Centella*、拉拉藤属 *Galium*、鬼针草属 *Bidens*、剪股颖属 *Agrostis* 等,充分显示了当地植物区系与世界各地植物区系有广泛的、历史久远的联系。

泛热带(或全热带)分布的属〔2〕有 113 个属: 如海金沙属 *Lygodium*、凤尾蕨属 *Pteris*、短肠蕨属 *Allantodia*、节节菜属 *Rotala*、秋海棠属 *Begonia*、叶下珠 *Phyllanthus*、乌柏属 *Sapium*、羊蹄甲属 *Bauhinia*、合欢属 *Albizia*、

朴属 *Celtis*、榕属 *Ficus*、冬青属 *Ilex*、南蛇藤属 *Celastrus*、山矾属 *Symplocos*、下田菊属 *Adenostemma*、白酒草属 *Conyza*、蓝花参属 *Wahlenbergia*、紫金牛属 *Ardisia*、马兜铃属 *Aristolochia*、白茅属 *Imperata* 等，占总属数(不含世界分布，下同)的 16.62%。说明当地植物区系热带成分较为密切的联系。

亚热带(热带)亚洲和热带(亚热带)美洲环太平洋洲际间断分布的属[3]有 47 个：芒萁属 *Dicranopteris*、安息香属 *Styrax*、假酸浆属 *Nicandra*、柃木属 *Eurya*、龙舌兰属 *Agave*、落葵薯属 *Anredera*、美人蕉属 *Canna*、木姜子属 *Litsea*、瓜属 *Cucurbita*、泡花树属 *Meliosma*、青皮木属 *Schoepfia*、雀梅藤属 *Sageretia*、仙人掌属 *Opuntia*、肿柄菊属 *Tithonia*、紫茎泽兰属 *Ageratina* 等，占总属数的 6.91%，说明当地植物区系与亚热带(热带)亚洲和热带(亚热带)美洲环太平洋区系地理成分的联系甚少。

旧世界热带分布的属〔4〕有 55 个：八角枫属 *Alangium*、白叶藤属 *Cryptolepis*、补骨脂属 *Psoralea*、海桐花属 *Pittosporum*、鸡脚参属 *Orthosiphon*、荩草属 *Arthraxo*、箬竹属 *Bambusa*、链荚豆属 *Alysicarpus*、楝属 *Melia*、牛膝属 *Achyranthes*、千斤拔属 *Flemingia*、秋葵属 *Abelmoschus*、五月茶属 *Antidesm*、细柄草属 *Capillipedium*、野桐属 *Mallotus*、一点红属 *Emilia*、异木患属 *Allophylus*、鹰爪花属 *Artabotrys* 等，占总属数的 8.09%。说明当地植物区系与旧世界热带分布区系地理成分的联系不多。

热带亚洲和热带大洋洲分布的属[5]有 36 个：槲蕨属 *Drynaria*、桉属 *Eucalyptus*、带唇兰属 *Tainia*、杜英属 *Elaeocarpus*、黑面神属 *Breynia*、黑莎草属 *Gahnia*、鸡血藤属 *Callerya*、栝楼属 *Trichosanthes*、莼花属 *Wikstroemia*、山姜属 *Alpinia*、蜈蚣草属 *Eremochloa*、小花藤属 *Micrechites*、银背藤属 *Argyreia*、锥头麻属 *Poikilospermum*，占总属数(不含世界分布)的 5.29%。说明当地植物区系与热带亚洲和热带大洋洲植物区系的联系微弱。

热带亚洲分布的属〔6〕有 42 个：贯众属 *Cyrtomium*、蓖麻属 *Ricinus*、杠柳属 *Periploca*、黑蒴属 *Alectra*、姜花属 *Hedychium*、木豆属 *Cajanus*、牛角瓜属 *Calotropis*、青藤属 *Illigera*、水麻属 *Debregeasia*、铁仔属 *Myrsine*、土连翘属 *Hymenodictyon*、香茶菜属 *Isodon*、野苘蒿属 *Crassocephalum*、玉叶金花属 *Mussaenda*、紫雀花属 *Parochetus*，占总属数的 6.18%。说明当地植物区系与热带亚洲区系地理成分的联系较弱。

热带亚洲分布的属〔7〕有 66 个：新月蕨属 *Pronephrum*、崖姜蕨属 *Pseudodrynaria*、钝果寄生属 *Taxillus*、柑橘属 *Citrus*、葛属 *Pueraria*、构属 *Broussonetia*、九里香属 *Murraya*、罗汉果属 *Siraitia*、密脉木属 *Myrioneuron*、牡竹属 *Dendrocalamus*、乳突果属 *Adelostemma*、山茶属 *Camellia*、石椒草属 *Boenninghausenia*、水蔗草属 *Apluda*、宿苞豆属 *Shuteria*、须药藤属 *Stelmatocrypton*、薏苡属 *Coix*、竹叶吉祥草属 *Spatholirion* 等，占总属数的 9.71%。同样说明当地植物区系与热带亚洲区系地理成分的联系微弱。

北温带分布的属〔8〕最多，共 119 个：紫萁属 *Osmunda*、葱属 *Allium*、独活属 *Heracleum*、胡桃属 *Juglans*、虎耳草属 *Saxifraga*、花锚属 *Halenia*、桦木属 *Betula*、蓟属 *Cirsium*、接骨木属 *Sambucus*、看麦娘属 *Alopecurus*、柳属 *Salix*、柳叶菜属 *Epilobium*、龙牙草属 *Agrimonia*、露珠草属 *Circaea*、桤木属 *Alnus*、槭属 *Acer*、茜草属 *Rubia*、蔷薇属 *Rosa*、雀麦属 *Bromus*、桑属 *Morus*、山蓼属 *Oxyria*、水芹属 *Oenanthe*、茵草属 *Beckmannia*、乌头属 *Aconitum*、喜冬草属 *Chimaphila*、香青属 *Anaphalis*、香杨梅属 *Myrica*、小檗属 *Berberis*、缬草属 *Valeriana*、岩菖蒲属 *Tofieldia*、樱属 *Cerasus*、榆属 *Ulmus*、圆柏属 *Sabina*、月见草属 *Oenothera*、越橘属 *Vaccinium*、泽兰属 *Eupatorium*、獐牙菜属 *Swertia* 等，占总属数的 17.50%。

东亚和北美间断分布的属〔9〕有 42 个：白头菀属 *Doellingeria*、刺槐

属 *Robinia*、大丁草属 *Leibnitzia*、络石属 *Trachelospermum*、落新妇属 *Astilbe*、马醉木属 *Pieris*、漆树属 *Toxicodendron*、蛇葡萄属 *Ampelopsis*、石楠属 *Photinia*、檀梨属 *Pyrularia*、五味子属 *Schisandra*、绣球属 *Hydrangea*、岩扇属 *Shortia*、玉兰属 *Yulania*、皂荚属 *Gleditsia* 等，占总属数的 6.18%。说明当地植物区系与东亚和北美间断分布区系地理成分的联系不多。

欧亚温带广泛分布的属〔10〕有 49 个：败酱属 *Patrinia*、川续断属 *Dipsacus*、飞廉属 *Carduus*、风毛菊属 *Saussurea*、附地菜属 *Trigonotis*、黑麦草属 *Lolium*、火棘属 *Pyracantha*、筋骨草属 *Ajuga*、锦葵属 *Malva*、梨属 *Pyrus*、萝卜属 *Raphanus*、毛连菜属 *Picris*、苜蓿属 *Medicago*、荞麦属 *Fagopyrum*、沙参属 *Adenophora*、蜀葵属 *Althaea*、桃属 *Amygdalus*、橐吾属 *Ligularia*、香薷属 *Elsholtzia*、萱草属 *Hemerocallis* 等，占总属数的 7.21%。显示当地植物区系与欧亚温带广泛分布区系成分有较明显的联系和亲源关系。

温带亚洲分布的属〔11〕有 5 个：杭子梢属 *Campylotropis*、虎杖属 *Reynoutria*、大油芒属 *Spodiopogon*、狼毒属 *Stellera*、黄鹌菜属 *Youngia*，占总属数的 0.74%。说明当地植物区系与温带亚洲区系地理成分有联系。

地中海、西亚至中亚分布的属〔12〕共有 15 个：小膜盖蕨属 *Araiostegia*、节肢蕨属 *Arthromeris*、假蹄盖蕨属 *Athyriopsis*、凸轴蕨属 *Metathelypteris*、兵豆属 *Lens*、沙针属 *Osyris* 等，占总属数的 2.21%。说明当地植物区系与地中海、西亚至中亚区系地理分布有联系。

中亚特有分布的属〔13〕有 1 个，中国蕨属 *Sinopteris*，占总属数的 0.15%。

东亚分布的属〔14〕共有 73 个：苍术属 *Atractylodes*、勾儿茶属 *Berchemia*、鬼吹箫属 *Leycesteria*、合耳菊属 *Synotis*、蕺菜属 *Houttuynia*、雷公藤属 *Tripterygium*、猕猴桃属 *Actinidia*、千针苋属 *Acroglochin*、射干属 *Belamcanda*、

双参属 *Triplostegia*、兔儿风属 *Ainsliaea*、沿阶草属 *Ophiopogon*、野丁香属 *Leptodermis*、异腺草属 *Anisadenia*、油杉属 *Keteleeria* 等, 占总属数的 10.74%。显示当地植物区系与东亚分布区系成分有较直接而明显的联系和亲源关系。

中国特有分布的属〔15〕有 17 个, 长蕊斑种草属 *Antiotrema*、喜树属 *Camptotheca*、巴豆藤属 *Craspedolobium*、杉木属 *Cunninghamia*、牛筋条属 *Dichotomanthes*、金钱槭属 *Dipteronia*、鹭鸶草属 *Diuranthera*、虾子草属 *Mimulicalyx*、地涌金莲属 *Musella*、南一笼鸡属 *Paragutzlaffia*、假福王草属 *Paraprenanthes*、翅茎草属 *Pterygiella*、异叶苣苔属 *Whytockia* 等, 占总属数的 2.50%。说明当地植物区系有特有属, 但成分不多。

根据以上分析, 评价区植物区系具有以下特点:

1) 植物区系成分以泛热带(或全热带)分布和热带亚洲分布为主, 其中泛热带(或全热带)分布的属有 114 个占总属数的 16.62%, 属于北温带分布的属有 119 个占总数的 16.16%。

2) 从属的地理成分来看, 累计属于热带成分的属有 359 属, 占属总数的 54.90%, 温带类型的有 321 属, 占总数的 49.08%, 热带类型分布的属与温带分布的属相当, 维管束植物区系地理成分表明该区系没有明显的热带与亚热带和温带性质, 与该区域的地理特点相一致。

4.8.7.3 植物资源

1) 工业用植物资源

评价区内的植物可提供木材、纤维、芳香油等工业原料的有: 云南松 *Pinus yunnanensis*、华山松 *Pinus armandii*、杉木 *Cunninghamia lanceolata*、苕麻 *Boehmeria nivea*、香叶树 *Lindera communis*、毛叶木姜子 *Litsea mollis*、盐肤木 *Rhus chinensis*、马桑 *Coriaria nepalensis*、栓皮栎 *Quercus variabilis*、乌桕 *Sapium sebiferum*、金合欢 *Acacia farnesiana*、云南柳 *Salix cavalerie*、

滇榛 *Corylus yunnanensis*、长叶水麻 *Debregeasia longifolia* 等。

2) 药用植物资源

包括中药、草药、化学药品原料植物。如蜈蚣草 *Pteris vittata*、酢浆草 *Oxalis corniculata*、胡颓子 *Elaeagnus pungens*、垂穗石松 *Palhinhaea cernua*、海金沙 *Lygodium japonicum*、商陆 *Phytolacca acinosa*、何首乌 *Fallopia multiflora*、紫花地丁 *Viola philippica*、苦苣菜 *Sonchus oleraceus*、黄草乌 *Aconitum vilmorinianum*、杠板归 *Persicaria perfoliata*、土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*、石海椒 *Reinwardtia indica*、地桃花 *Urena lobata*、桉 *Eucalyptus robusta*、云南柃衣 *Docynia delavayi* 等。

3) 食用植物资源

该评价区内可直接或间接的食用植物有：蛇莓 *Duchesnea indica*、火棘 *Pyracantha fortuneana*、香椿 *Toona sinensis*、柿 *Diospuros kaki*、西南悬钩子 *Rubus assamensis*、三裂蛇葡萄 *Ampelopsis delavayana*、花椒 *Zanthoxylum bungeanum*、地涌金莲 *Musella lasiocarpa*、蒙自樱桃 *Cerasus henryi*、马桑 *Coriaria nepalensis* 等。

4) 防护和改造环境的植物资源

包括防风固沙植物，改良环境植物，绿化美化保护环境植物：如火棘 *Pyracantha fortuneana*、牛筋条 *Dichotomanthus tristaniaecarpa*、乌桕 *Sapium sebiferum*、一文钱 *Stephania delavayi*、酢浆草 *Oxalis corniculata*、构树 *Broussonetia papyifera*、紫花地丁 *Viola philippica*、沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*、碎米莎草 *Cyperus iria*、蜈蚣草 *Pteris vittata*、紫茉莉 *Mirabilis jalapa*、秋海棠 *Begonia grandis* 等。

4.8.7.4 珍稀保护植物

根据林草局 农业农村部发布的《国家重点保护野生植物名录》(2021

年第 15 号),调查区域有国家二级保护植物云南金钱槭 (*Dipteronia dyeriana*) 1 种,分布在云南松林下(样地编号 DZHH012)。

云南金钱槭 *Dipteronia dyeriana* Henry (国家二级保护植物)

乔木,高 5-12m;树皮灰色,平滑;小枝圆柱形,灰色或灰绿色。奇数羽状复叶,长 30-40cm;小叶纸质,9-15 枚,顶生小叶片基部楔形,具长 2-3cm 的小叶柄,侧生小叶片基部斜形,近于无小叶柄,小叶片披针形或长圆状披针形,长 9-14cm,宽 2-4cm,先端锐尖或尾状锐尖,边缘具很稀疏粗锯齿;叶面深绿色,背面淡绿色,疏被短柔毛,中肋两面均显著,被短柔毛,侧脉 13-14 对,背面明显。花的特征不详。果序顶生,圆锥状,长 30cm,密被黄绿色的短柔毛,每果梗上着生两个扁形的果实,圆形的翅环绕于其周围,直径约 4.5-6cm,幼时绿色,成熟时黄褐色;果梗长约 2 厘米,密被短柔毛。果期 9 月。产蒙自,生于海拔 1800-2400m 的沟边杂木林中或林缘;贵州西南部亦有。

4.8.7.1 名木古树

根据野外调查,评价区内未发现名木古树分布。

4.8.8 陆生脊椎动物

4.8.8.1 陆栖脊椎动物种类组成

根据野外调查和各种资料的综合分析,目前评价区分布有陆栖脊椎动物 30 目 78 科 208 属 373 种(表 4.8.8-1)。其中,两栖类 2 目 8 科 13 属 21 种,爬行类 2 目 6 科 17 属 26 种,鸟类 17 目 43 科(其中鹁科含 4 亚科) 139 属 271 种,哺乳类 9 目 22 科 39 属 55 种(附录 3)。野外调查表明大部分物种的个体数量不多。

表 4.8.8-1 评价区陆栖脊椎动物分布数量

动物类群	目	科	属	种
两栖类	2	8	13	21
爬行类	2	6	17	26
鸟类	17	43	139	271
哺乳类	9	22	39	55
小计	30	79	208	373

4.8.8.2 陆栖脊椎动物区系特点

(1) 两栖类

评价区分布的 21 种两栖动物全部为东洋界成分，未发现有古北界种类和古北东洋两界广布种类分布。在 21 种两栖动物中，西南区种类占优势，有 12 种，占全部两栖动物种数的 57.14 %；华南区种类有 5 种，占全部两栖动物种数的 23.81 %；华中-华南区种类有 3 种，占全部两栖动物种数的 14.29 %；东洋界广布种类有 1 种，占全部两栖动物种数的 4.76 %；无华中区种类。

表 4.8.8-2 评价区两栖动物区系分析

区系成分	东洋界成分					小计
	西南区	华南区	华中-华南区	东洋界广布	华中区	
种数	12	5	3	1	0	21
%	57.14	23.81	14.29	4.76	0	100.00

(2) 爬行类

评价区分布的 26 种爬行动物中，东洋界种类占绝对优势，有 25 种，占全部爬行动物种数的 96.15 %；古北东洋两界种类有 1 种，占全部爬行动物种数的 3.85 %；无古北界种类。在 25 种东洋界爬行动物中，西南区种类占优势，有 14 种，占全部东洋界爬行动物种数的 56.00 %；华南区种类有 6 种，占全部东洋界爬行动物种数的 24.00 %；东洋界广布种类有 3 种，占全部东洋界爬行动物种数的 12.00 %；华中-华南区种类有 2 种，占全部东洋界爬行动物种数的 8.00 %；无华中区种类。见表 4.8.8-3。

表 4.8.8-3 评价区爬行类动物区系分析

区系成分	东洋界古北界广布种	东洋界种类				小计
		西南区	华南区	东洋界广布	华南-华中区	
种数	1	14	6	3	2	26
%	3.85	53.84	23.08	11.54	7.69	100

(3) 鸟类

评价区贯穿大理、楚雄、昆明、玉溪市、红河州（市）五个州市的部分县市（区），但宽度狭小，调查所录鸟类种数偏少，不足以准确反映该范围的鸟类区系。根据《云南鸟类志》的分析，云南鸟类区系特点已有定论。云南省鸟类的区系特征，以东洋种的鸟类区系成分为主，广布种和广布种的区系成分较少。云南省的主体在中国动物地理区划中属于东洋界。

对评价区的 271 种鸟类进行分析，其居留状态分析结果如表 4.8.8-4，结果表明，繁殖鸟中东洋界种类占 66.48%，仍然是主体；其次，广布种和古北界种类占据相当的比例；其中古北界种类比例较高，主要是大量的冬候鸟——水禽分布、栖息在大理洱海、昆明滇池、玉溪抚仙湖和杞麓湖、红河个旧大屯海以及和各县市区的水库、湿地所致；但还是表明评价区在中国动物区划属于东洋界的范围。这种结果虽与上述云南省资料(杨岚、杨晓君等，2003)分析有差异，但总体趋势是相似的；结论相同。以繁殖鸟资料分析鸟类区系成分结果如表 4.8.8-5。

表 4.8.8-4 评价区鸟类居留状态分析

居留状态	留鸟	夏候鸟	冬候鸟	旅鸟	小计
种数	155	27	82	7	271
%	57.20	9.96	30.26	2.58	100.00

表 4.8.8-5 评价区繁殖鸟类区系分析

区系从属	东洋界	古北界	广布种	小计
种数	121	14	47	182
%	66.48	7.69	25.82	100.00

(4) 哺乳类

评价区分布的 55 种哺乳动物中，东洋界种类有 46 种，占绝对优势，

占全部哺乳动物种数的 83.64%；古北东洋两界共有种类有 9 种，占全部哺乳动物种数的 16.36%；无古北界种类分布。在 46 种东洋界哺乳动物中，东洋界广布种类占优势，有 30 种，占全部东洋界哺乳动物种数的 65.22%；西南区种类有 11 种，占全部东洋界哺乳动物种数的 23.91%；华南区种类有 5 种，占全部东洋界哺乳动物种数的 10.87%；无华中区种类和华中—华南区种类，见表 4.8.8-6。

表 4.8.8-6 哺乳类动物区系分析

区系成分	东洋界古北界 广布种	东洋种			小计
		东洋界广布	西南区	华南区	
种数	6	13	6	3	28
%	21.43	46.43	21.43	10.71	100

综上所述，评价区陆栖脊椎动物区系特点为以东洋界物种为主体，有部分东洋界-古北界广布种分布。这与该范围在中国地理区划中属于东洋界范围是相吻合的。

4.8.8.3 珍稀濒危保护动物

对照《国家重点保护野生动物名录》(2021)、《云南省重点保护野生动物名录》(1988)、《中国脊椎动物红色名录》(蒋志刚等, 2016)和《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES), 评价区 373 种陆栖脊椎动物中, 共有珍稀保护种类 50 种, 其中国家重点保护野生动物 42 种(国家 I 级保护动物 6 种(鸟类 2 种, 哺乳类 4 种), 国家 II 级保护动物 36 种(两栖类 2 种、鸟类 31 种、哺乳类 3 种)); 有云南省级保护种类 1 种(爬行类), 被《中国脊椎动物红色名录》列为珍稀濒危种类 14 种(两栖类 3 种, 爬行类 5 种, 鸟类 2 种, 哺乳类 4 种), 被《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录收录的物种有 31 种。这四个名录有些种类有重复, 如下表。评价区无狭域分布的种类。评价区保护动物分布见附图 12。

表 4.8.8-7 哺乳类动物区系分析

编号	类群	种中文名	种拉丁名	保护动物	省保	红色名录	CITES
1	两栖类	红瘰疣螈	<i>Tylototriton verrucosus</i>	II			
2	两栖类	虎纹蛙	<i>Rana tigrina</i>	II		EN	
3	两栖类	双团棘胸蛙	<i>Paa yunnanensis</i>			EN	
4	两栖类	云南臭蛙	<i>Rana andersonii</i>			VU	
5	爬行类	王锦蛇	<i>Elaphe carinata</i>			EN	
6	爬行类	三索锦蛇	<i>Elaphe radiata</i>			EN	
7	爬行类	黑眉锦蛇	<i>Elaphe taeniura</i>			EN	
8	爬行类	黑线乌梢蛇	<i>Zaocys carinata</i>			VU	
9	爬行类	孟加拉眼镜蛇	<i>Naja kaouthia</i>		√	EN	
10	鸟类	青头潜鸭	<i>Aythya baeri</i>	I		CR	
11	鸟类	黄胸鹀	<i>Emberiza aureola</i>	I		EN	
12	鸟类	黑翅鸢	<i>Elanus caeruleus</i>	II			II
13	鸟类	[黑]鸢	<i>Milvus migrans</i>	II			II
14	鸟类	凤头蜂鹰	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	II			II
15	鸟类	凤头鹰	<i>Accipiter trivigatus</i>	II			II
16	鸟类	雀鹰	<i>Accipiter nisus</i>	II			II
17	鸟类	松雀鹰	<i>Accipiter virgatus</i>	II			II
18	鸟类	普通鵟	<i>uteo buteo</i>	II			II
19	鸟类	苍鹰	<i>Accipiter gentile</i>	II			II
20	鸟类	白尾鹞	<i>Circus cyaneus</i>	II			II
21	鸟类	鹊鹞	<i>Circus melanoleucos</i>	II			II
22	鸟类	红隼	<i>Falco tinnunculus</i>	II			II
23	鸟类	游隼	<i>Falco peregrinus</i>	II			I
24	鸟类	燕隼	<i>Falco</i>	II			II
25	鸟类	灰鹤	<i>Grus Grus</i>	II			II
26	鸟类	白鹇	<i>Lophura nycthemera</i>	II			
27	鸟类	白腹锦鸡	<i>Chrysolophus amherstiae</i>	II			
28	鸟类	楔尾绿鸠	<i>Trerons phenura</i>	II			II
29	鸟类	草鸮	<i>Tyto capensis</i>	II			II
30	鸟类	红角鸮	<i>Otus scops</i>	II			II
31	鸟类	领角鸮	<i>Otus bakkamoena</i>	II			II
32	鸟类	鸱鸺	<i>Bubo bubo</i>	II			II
33	鸟类	领鸺鹠	<i>Glaucidium brodiei</i>	II			II
34	鸟类	斑头鸺鹠	<i>Glaucidium cuculoides</i>	II			II
35	鸟类	褐林鸮	<i>Strix leptogrammica</i>	II			II
36	鸟类	白胸翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	II			
37	鸟类	红喉歌鸲	<i>Luscinia calliope</i>	II			
38	鸟类	画眉	<i>Garrulax canorus</i>	II			II
39	鸟类	红嘴相思鸟	<i>Leiothrix lutea</i>	II			II
40	鸟类	橙翅噪鹛	<i>Garrulax ellietii</i>	II			
41	鸟类	红胁绣眼鸟	<i>Zosterops erythropleura</i>	II			
42	鸟类	滇鹇	<i>Sitta yunnanensis</i>	II			
43	哺乳类	大灵猫	<i>Viverra zibetha</i>	I		VU	III

编号	类群	种中文名	种拉丁名	保护动物	省保	红色名录	CITES
44	哺乳类	小灵猫	<i>Viverricula indica</i>	I		VU	III
45	哺乳类	林麝	<i>Moschus berezovski</i>	I		CR	II
46	哺乳类	穿山甲	<i>Manis pentadactyla</i>	I		CR	II
47	哺乳类	猕猴	<i>Macaca mulatta</i>	II			II
48	哺乳类	赤狐	<i>Vulpes vulpes</i>	II			
49	哺乳类	豹猫	<i>Prionailurus bengalensis</i>	II			II
50	哺乳类	复齿鼯鼠	<i>Trogopterus xanthipes</i>				III
合计				42	1	14	31

注：保护动物：国家重点保护野生动物名录等级；省保：云南省省级重点保护野生动物；红色名录：中国脊椎动物红色名录；CITES：《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录等级。CR：极危动物；EN：濒危动物；VU：易危动物。

(1) 两栖动物

评价区分布的 21 种两栖动物中，无国家 I 级重点保护野生动物；有国家 II 级重点保护野生动物 2 种，即红瘰疣螈(*Tylototriton verrucoosus*)和虎纹蛙(*Rana tigrina*)；无云南省级重点保护野生动物；有珍稀濒危动物 3 种，即虎纹蛙和双团棘胸蛙(*Paa yunnanensis*)被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危动物，云南臭蛙(*Rana andersonii*)被《中国脊椎动物红色名录》列为易危动物。

①红瘰疣螈 *Tylototriton verrucoosus*

头部平扁，两侧脊棱显著隆起，无唇褶，体两侧各有 1 排球形瘰粒 14~16 粒。彼此分界明显。指 4，趾 5。尾较弱而侧扁，鳍褶较低。背面棕黑色；头部、四肢、尾部以及背脊棱和瘰疣部位均为棕红色或棕黄色。捕食蚯蚓、蜈蚣、步行虫、蜗牛等。在云南西部分布较广，数量也较多，但因其去内脏的干制品而被捕捉；又以其色斑艳丽，活体也被出售供饲养观赏，数量急剧减少。加以人口增长，开发山区，栖息环境日益缩小，也影响其数量，需加以保护。红瘰疣螈被国家列为 II 级重点保护野生动物。

评价区内楚雄州和红河州的适宜生境中有分布。

②虎纹蛙 *Rana tigrina*

一般栖息于丘陵地带的稻田、鱼塘、水坑和沟渠内。白天隐匿于水域

岸边的洞穴内；夜间外出活动，跳跃能力很强，稍有响动即迅速跳入深水中。捕食各种昆虫，也捕食蝌蚪、小型蛙类和小鱼等。分布于河南、陕西、四川、云南、贵州、湖北、安徽、江苏、浙江、江西、湖南、福建、台湾、广东、海南、广西和香港。虎纹蛙被国家列为 II 级重点保护野生动物。被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危动物

评价区内红河州蒙自市的稻田、山溪、小河等生境有分布。

③双团棘胸蛙 *Paa yunnanensis*

多分布于 1400-2600m 的山溪洄水坑或溪水附近塘内，塘边林密，昆虫滋生，为双团棘胸蛙生活的良好环境。致危因素及现状：①大捕大吃：双团棘胸蛙是体大味美的蛙类，凡产双团棘胸蛙的山区，群众都熟悉该蛙类的生活习性，捕食颇多。②产地居民对保护蛙类的认识不足，致使双团棘胸蛙的成蛙、蝌蚪及卵的生活环境遭受破坏。③各产地普遍使用化学农药，杀死了大量动物和幼体。

双团棘胸蛙被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危动物。

评价区内大理州、楚雄州、昆明市和红河州等地山溪、小河等生境有分布。

④云南臭蛙 *Rana andersonii*

背部皮肤较粗糙，自吻端至肛部满布痣粒，有分散大疣和刺粒；头侧及鼓膜周缘有小白刺；颞褶宽厚，平直；肩上方至胯部以及体后端小白刺疣密集；股后方有扁平疣。

生活时体前部多为绿色，杂以不规则的棕色斑，有的连成不规则的大网状斑，或呈点状斑，大疣粒周围多为棕黑色，个体小者疣粒和色斑清晰，个体大者色斑较一致；体后 1/3 部位为黑褐色与灰黄色相间；体侧有不规则的黑褐色与黄色相间成大、小云斑；唇缘及四肢有黑褐色与灰黄色相间

的横纹，一般股、胫部各有 5-7 条。咽喉部灰黄色，腹部和四肢腹面为浅黄色；股后面有黑褐色大斑，其斑多为股部横纹的延伸，其间夹有浅黄色细纹；掌突及跖蹠部腹面紫灰色。

常栖森林地带较为阴湿的大山溪水丛中，常栖于溪旁富有绿色苔藓植物的岩石上或蹲于灌丛笼罩的石块、草地上，稍受惊忧，即从岩石上跳跃到溪水中，潜入石隙内。我国特有种，分布于广西、四川、贵州和云南等省区。

云南臭蛙被《中国脊椎动物红色名录》列为易危动物。

评价区内楚雄州的适宜生境中有分布。

(2) 爬行动物

评价区分布的 26 种爬行动物中，无国家级重点保护野生动物；有 1 种云南省省级重点保护野生动物，即孟加拉眼镜蛇(*Naja kaouthia*)；孟加拉眼镜蛇、王锦蛇(*Elaphe carinata*)、三索锦蛇(*Elaphe radiata*)和(黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*)被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危动物；黑线乌梢蛇(*Zaocys nigromarginatus*)被《中国脊椎动物红色名录》列为易危动物。故共有珍稀保护爬行动物 5 种。

① 孟加拉眼镜蛇 *Naja kaouthia*

系大型前沟牙类地栖型毒蛇,成体平均长度可达 1.5~2m。头背部具有单眼(白色环,边缘黑色,中间一黑点,二、三个黑点的罕见)。受惊时,会竖起前半身颈部平扁扩大做攻击姿态。体色一般为棕褐或灰褐色,背部有黑褐色横细纹腹部前部为暗白色后部为灰褐色颈背部斑纹为单圈。食物为鼠、鸟、蜥蜴、蛇、蛙等。卵生。分布于广西、四川、云南、西藏。国外见于印度、尼泊尔等地,大多栖息于荒山,灌丛,草坡等处。

属于云南省省级重点保护野生动物。已被《中国脊椎动物红色名录》

列为濒危动物。

评价区内大理州、楚雄州和红河州的适宜生境中有分布。

②王锦蛇 *Elaphe carinara*

生活在峡谷地区河谷，该地区为河谷及农耕地生境，植被为有刺的多浆草丛。头顶无色斑；通身背面灰棕色，无任何菜花黄色；其前 2/3 段密布黑色窄横纹，横纹宽不超过 2 枚鳞长，愈后愈不清晰；体后段两侧各有 2 条较浅的黑色纵纹；体后段和尾背鳞缘不显著黑色和鳞片中央不呈黄色；上唇鳞后缘鳞缝处有极窄的黑色纹；下颌缘灰白色，无色斑；腹面灰白色，两端有碎黑点，尾下与腹面同；体后段和尾背不成网格状纹。

已被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危动物。

评价区内昆明市和红河州的适宜生境中有分布。

③三索锦蛇 *Elaphe radiata*

生活于山区、平原、丘陵地带，多见于土坡、田基和路边，有时也闯进居民点内。主要捕食鼠类、蛙类及鸟类，甚至取食蚯蚓。4月至10月活动，5~6月产卵于灌木丛的落叶下，卵数6~12枚。40-50天孵化。11月至翌年3月为冬眠期，冬眠主要是在田基或墓地向南的鼠洞内，单一或成群，优势并和其他种类的蛇在一起。冬眠初醒时，常伏地等待阳光照射。行动敏捷，性较凶猛，遇人则作攻击状。

已被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危动物。

评价区内楚雄和红河州的适宜生境中有分布。

④黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*

体型大，行动迅速，善攀爬，性较猛，受惊即竖起头颈作攻击之势；平原、丘陵及山区均发现其活动，常在房屋及其附近栖居，好盘踞于老式房屋的屋檐，故有“家蛇”之称。食鼠类、鸟类及蛙类，食量大。肉供食

用；皮供工业用；该蛇是制备蛇酒和五蛇胆原料之一，供药用；蛇蜕也供药用；善于捕食鼠类，对灭鼠害有利。应防止滥捕。

已被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危动物。

在国内分布于河北、河南、山西、陕西、西藏、四川、云南、贵州、湖北、安徽、江苏、浙江、江西、湖南、福建、台湾、广东、海南和广西。国外分布于印度、缅甸、泰国、越南和朝鲜。

评价区内大理市、楚雄州、昆明市和玉溪市的适宜生境中有分布。

锦蛇属蛇种主要以小型兽类为食，在人类居住区或耕作区活动的锦蛇则主要捕食啮齿动物如鼠类，对消灭有害动物起到重要作用；另一方面，锦蛇类大多色彩艳丽，适于观赏，加以部分种类个体较大，往往大量被捕杀。因此建议将锦蛇类都列为保护动物。

⑤黑线乌梢蛇 *Zaocys nigromarginatus*

黑线乌梢蛇生活于低山热带及亚热带林区，多在农耕地如水稻田及其附近草坡上活动。村寨及房舍内偶有发现。习栖树上、灌木上，也见于芭蕉树上。以其体型较大，近年被用作食物，又以其颜色鲜艳可供观赏；此外，由于砍伐森林，其栖息环境相对缩小，故种群数量逐渐降低。国内分布于贵州、云南、云南和西藏。国外分布于尼泊尔、锡金、印度、缅甸、泰国、越南、印度尼西亚、马来西亚和菲律宾。

已被《中国脊椎动物红色名录》列为易危动物。

评价区内大理州、楚雄州、昆明市、红河州的适宜生境中有分布。

(3) 鸟类

评价区的 271 种鸟类中，有属于国家重点保护野生动物的鸟类 33 种，其中国家 I 级有 2 种(青头潜鸭和黄胸鹀)，其余 31 种为国家 II 级。其中青头潜鸭同时被《中国脊椎动物红色名录》列为极危物种，黄胸鹀同时被

《中国脊椎动物红色名录》列为濒危物种。有 23 种《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES)列为保护物种(其中游隼为 CITES I 保护物种,其余 22 种为 CITES II 保护物种;为猛禽类、鸮类和小型鸣禽)。无云南省省级重点保护野生动物。这 4 个名录有些种类有重复,故在评价区内有珍稀濒危保护鸟类 33 种。

表 4.8.8-8 评价区鸟类国家重点保护动物

编号	中名	学名	国家保护	省保	红色名录	CITES	分布
1	青头潜鸭	<i>Aythya baeri</i>	I		CR		1
2	黄胸鹇	<i>Emberiza aureola</i>	I		EN		3,5
3	黑翅鸢	<i>Elanus caeruleus</i>	II			II	1,3
4	[黑]鸢	<i>Milvus migrans</i>	II			II	1,3
5	凤头蜂鹰	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	II			II	3
6	凤头鹰	<i>Accipiter trivigatus</i>	II			II	3
7	雀鹰	<i>Accipiter nisus</i>	II			II	3,4,5
8	松雀鹰	<i>Accipiter virgatus</i>	II			II	1,2,3,4,5
9	普通鵟	<i>Buteo buteo</i>	II			II	1,2,3,4,5
10	苍鹰	<i>Accipiter gentile</i>	II			II	2
11	白尾鹞	<i>Circus cyaneus</i>	II			II	3
12	鵟鹞	<i>Circus melanoleucos</i>	II			II	3
13	红隼	<i>Falco tinnunculus</i>	II			II	1,2,3,4,5
14	游隼	<i>Falco peregrinus</i>	II			I	1
15	燕隼	<i>Falco subbuteo</i>	II			II	3
16	灰鹤	<i>Grus grus</i>	II			II	3
17	白鹇	<i>Lophura nycthemera</i>	II				5
18	白腹锦鸡	<i>Chrysolophus amherstiae</i>	II				1,2,3,4,5
19	楔尾绿鸠	<i>Trerons phenura</i>	II				3,5
20	草鸮	<i>Tyto capensis</i>	II			II	3
21	红角鸮	<i>Otus scops</i>	II			II	1
22	领角鸮	<i>Otus bakkamoena</i>	II			II	2
23	鸮鸮	<i>Bubo bubo</i>	II			II	2,3,5
24	领鸺鹠	<i>Glaucidium brodiei</i>	II			II	2
25	斑头鸺鹠	<i>Glaucidium cuculoides</i>	II			II	1,2,3
26	褐林鸮	<i>Strix leptogrammica</i>	II			II	2
27	白胸翡翠	<i>Halcyon smyrnsensis</i>	II				1,2,3,4,5
28	红喉歌鸲	<i>Luscinia calliope</i>	II				1,2,3,4,5
29	画眉	<i>Garrulax canorus</i>	II			II	3,4,5
30	红嘴相思鸟	<i>Leiothrix lutea</i>	II			II	4,5
31	橙翅噪鹛	<i>Garrulax ellietii</i>	II				1

编号	中名	学名	国家保护	省保	红色名录	CITES	分布
32	红胁绣眼鸟	<i>Zosterops erythropleura</i>	II				3,4,5
33	滇鸭	<i>Sitta yunnanensis</i>	II				1,2,3,4
合计			33		2	23	

注：国家保护——国家重点保护野生动物名录等级；省保护——云南省重点保护野生动物；红色名录——中国脊椎动物红色名录；CITES——《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录等级；CR——极危动物；EN——濒危动物；VU——易危动物；II——国家 II 级重点保护野生动物，V——《中国濒危动物红皮书》中“易危”物种；物种分布——1.大理段、2.楚雄段、3.昆明段、4.玉溪段、5.红河段。

①青头潜鸭 *Aythya baeri*

形态特征：体圆，头大，雄鸟头和颈黑色，并具绿色光泽，眼白色。上体黑褐色，下背和两肩杂以褐色虫蠹状斑，腹部白色，与胸部栗色截然分开，并向上扩展到两胁前面，下腹杂有褐斑；两肋、淡栗褐色，具白色端斑。雌鸟体羽纯褐色。

生态习性：繁殖期主要栖息在富有芦苇和蒲草等水生植物的小湖中，在山区森林地带多水草的小型湖泊、水塘和沼泽地带也常出入。冬季多栖息在大的湖泊、江河、海湾、河口、水塘和沿海沼泽地带。不喜欢水流湍急的河流。常成对或成小群活动在水边水生植物丛中或附近水面上。主要以各种水草的根、叶、茎和种子等为食，也吃软体动物、水生昆虫、甲壳类、蛙等动物性食物。觅食方式主要通过潜水，但也能在水边浅水处直接伸头摄食。

地理分布：繁殖于西伯利亚东南部贝加尔湖以东地区，越冬在朝鲜、日本、缅甸、印度、泰国、孟加拉国等亚洲东部和西南部地区。中国主要繁殖于东北黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古及河北东北部等地区，越冬在长江中下游以及福建、广东等沿海地区，偶尔飘泊到台湾省。

保护级别：属中国国家 I 级重点保护种类。已被《中国脊椎动物红色名录》列为极危动物。

评价区内大理州(洱海)的适宜生境中有分布。

②黄胸鹀 *Emberiza aureola*

形态特征：属小型鸣禽，体长 14-15cm，有 2 个亚种，云南省分布的是指名亚种。额、头顶、头侧、颊及上喉均黑，翕及尾上覆羽栗褐；上体余部栗色；中覆羽白色，形成非常明显的白斑；颈胸部横贯栗褐色带；尾下覆羽几纯白；下体余部鲜黄色。

生态习性：栖息于低山丘陵和开阔平原地带的灌丛、草甸、草地和林缘地带。繁殖期间常单独或成对活动，非繁殖期则喜成群，特别是迁徙期间和冬季，集成数百至数千只的大群，最多达 3500-7000 只。一般主食植物种子。喙为圆锥形，与雀科的鸟类相比较为细弱，上下喙边缘不紧密切合而微向内弯，因而切合线中略有缝隙。

分布于芬兰、俄罗斯、中国、蒙古、朝鲜、日本等地；越冬于欧洲中部、南部、巴基斯坦、印度、尼泊尔、不丹、孟加拉国、缅甸、中南半岛和马来西亚以及菲律宾等地。

属中国国家 I 级重点保护种类，已被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危动物。

昆明市和红河州的适宜生境中有分布。

③黑翅鸢 *Elanus caeruleus*

形态特征：体形较小，上嘴具弧形垂；鼻孔裸露，眼先被须；上体灰色，翅上小覆羽黑色。下体白色。

成鸟：前额灰白，眼先须羽和眼上的狭窄眉纹黑色；头顶、后颈、背部、尾上覆羽和中央尾羽表面，初级覆羽，大覆羽和次级飞羽概为烟灰色；初级飞羽亦程烟灰色，尖端缀灰褐色；翅上小覆羽亮黑色，形成明显的翅上黑斑；颊、颊、喉和胸腹部、腋羽、翅下覆羽和覆腿羽、尾下覆羽均白色，胸部两侧微沾灰色；外侧尾羽灰白色。两性相似。

生态习性：常见单个活动于开阔的田坝区，栖息在电杆和树木顶端，或翱翔天空。捕食青蛙、老鼠和昆虫。

地理分布：滇中昆明、石林、宜良、通海、寻甸；滇西巍山、保山、腾冲；滇南泸西、普洱、景洪等地，留鸟。省外分布于广西和浙江。国外分布于印度、巴基斯坦、斯里兰卡、尼泊尔、孟加拉及印度支那和马来亚半岛。

在云南省分布于海拔 800-2400m。

保护级别：属中国国家 II 级重点保护种类。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) II 物种。资源现状常见种。

评价区内大理州、昆明市的适宜生境中有分布。

④〔黑〕鸢 *Milvus migrans*

形态特征：体长约 600mm 左右，上部包括两翅和尾羽表面主要呈暗褐色；外侧初级飞羽几呈黑色，内翮羽基白色，形成翅下白色块斑，飞翔时尤其显著；尾呈叉状，具波形黑褐色横斑，尖端淡棕白；眼先和颊部灰白；颜、喉白，羽干纹黑褐色；胸腹和肋部暗棕褐；尾下覆羽淡棕白。两性相似。成鸟与幼鸟羽色变异较大，幼鸟头部和腹部满布纵纹。

生态习性：栖息于森林、草甸、灌丛、田野和农田或城镇等各种生境中，多见单独栖息于高大的树木顶部突出处，或电杆顶端，或建筑物顶部。天气晴朗时，可见单独在高空中盘旋，历久不休，或滑翔于空中，两翅不很振动，好象高悬于空中。方向时常变更，多为圆圈状。飞翔时常发出尖锐的哨音；视觉敏锐，一旦发现猎物，俯冲直下，抓获猎物之后迅速腾空飞去，至隐蔽地点取食；当其静立在树上时，远望其几为黑色，故名黑鸢。多单独活动，但春、秋季节也可见其结群活动。黑鸢主要以鼠类为食，有时也取食蛇、昆虫及动物尸体及弃物。

多在高大的乔木上营巢，有时也营于山岩峭壁处，巢由粗树枝堆积而成，内垫有细枝、树叶、树皮、草和动物（羽）毛等，每产 1-3 枚卵，多为 2 枚。黑鸢食物以鼠类为主，对预防鼠害和预防鼠疫的发生有一定的益处。

资源状况为常见种。国家 II 级重点保护鸟类，被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录（CITES）II 物种。野外调查未见，工程沿线可能有黑鸢在高空觅食，但工程沿线未发现适宜的繁殖环境。

评价区内大理市和昆明市的适宜生境中有分布。

⑤ 凤头蜂鹰 *Accipiter ptilorhynchus*

形态特征：体形居中，翅长 380mm 以上，上嘴侧缘无齿突，眼先无须而被圆形鳞状羽，跗蹠前缘上部被羽，后缘和前缘下部均被网状鳞；尾圆形；羽色多变，上体羽黑褐色，下体棕色、白色或黑褐色；尾羽具横斑。

生态习性：栖息于阔叶林或针阔混交林中，常见单个或成对活动。主要捕食蜜蜂胡蜂等蜂类的成虫和幼虫，也食蜂蜜和蜂蜡及其它昆虫。

地理分布：分布于昆明、蒙自、景洪、勐腊、芒市、耿马、孟连、丽江、腾冲、勐海、楚雄；省外分布于东北北部、南部和西部，新疆西部、河北、山东、江苏、福建、青海西宁、贵州、四川、海南岛、台湾、广西和广东等地。国外分布于印度、斯里兰卡、缅甸等地。

在云南省分布于 600-2400m。

保护级别：属中国国家 II 级重点保护种类。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) II 物种。资源现状为常见种。

评价区内昆明市的适宜生境中有分布。

⑥ 凤头鹰 *Accipiter trivorgatus*

形态特征：体形与褐冠鹞隼相似，但头顶至后颈黑褐色，后枕部具黑

褐色短形冠羽；上上体暗褐色，尾上覆羽具白色端斑，尾羽具 4-5 道黑褐色带斑。胸部具黑褐色或棕褐色纵纹，腹部具棕褐色横斑。

生态习性：栖息于热带、亚热带湿性常绿阔叶林中，常见单个活动，有时停息在大树顶端，有时在空中飞翔。捕食小动物。

地理分布：昆明、寻甸、景东、耿马、腾冲、丽江、蒙自、河口、景洪、勐腊、盈江等地及怒山。省外分布于四川、贵州、广东、广西、海南等地。国外分布于印度、缅甸、泰国、马来西亚、越南和老挝等地。

在云南省分布于海拔 624-2000m。

保护级别：属中国国家 II 级重点保护种类。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) II 物种。资源现状为常见种。

评价区内昆明市的适宜生境中有分布。

⑦雀鹰 *Accipiter nisus*

形态特征：体长 312-390mm，上体大多暗褐色，后颈，肩羽和翅上覆羽灰褐基部具白斑，常显露其外呈黑白斑杂状；飞羽和尾羽灰褐，具暗褐色带斑，次级飞羽端缘淡棕白；眼先灰白，羽须黑色，颊和耳羽黑褐色而杂白色纵纹。颞、喉白色，具纤细的黑褐色羽干纹；尾下覆羽白色。下体余部淡棕白而满布棕褐色波形横斑。雌雄相似，雌鸟体形稍大。

生态习性：栖息于山地、农田、林缘和居民区，常见单个栖息于树木顶端或电杆顶部等突出物上，或长时间飞翔于空中。飞翔时鼓动双翅数次后，再长距离滑翔。视力敏锐，发现地面猎物，迅即落地捕捉后飞起，到隐蔽地点取食。以小鸟和鼠为食，有时也取食昆虫等。

在森林中高大的树上营巢，有时也营于山岩峭壁处。巢由树枝堆成。内垫(羽)毛、细枝等，每产 2-4 枚。孵化期 20-23 天，育雏期 24-30 天。

雀鹰以鼠类为食，对农林业生产有利，虽取食小型鸟类，但多为病弱

者，对调节生态平衡有一定的积极作用。

地理分布：分布于昆明、凤庆、景洪、勐腊、腾冲、丽江、永善、寻甸，夏候鸟和留鸟。省外分布于四川美姑、宝兴、松潘，重庆南江、巫山，西藏朗县洞嘎、昌都，青海等地，留鸟、夏候鸟。国外分布于阿富汗、巴基斯坦东部山地、印度北部、缅甸北部等地。

在云南省分布于海拔 600-2400m。

保护级别：属中国国家 II 级重点保护鸟类被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) II 物种。资源状况为常见种。

评价区内昆明市、玉溪市和红河州的适宜生境中有分布。

⑧松雀鹰 *Accipiter virgatus*

形态特征：中等体型（33cm）的深色鹰。似凤头鹰但体型较小并缺少冠羽。成年雄鸟：上体深灰色，尾具粗横斑，下体白，两胁棕色且具褐色横斑，喉白而具黑色喉中线，有黑色髭纹。雌鸟及亚成鸟：两胁棕色少，下体多具红褐色横斑，背褐，尾褐而具深色横纹。亚成鸟胸部具纵纹。虹膜 - 黄色；嘴 - 黑色，蜡膜灰色；腿及脚 - 黄色。

与雀鹰相似，但喉部具显著的中央喉纹；第 6 枚初级飞羽外翮无缺刻。两性基本相似，但雌性成鸟体形稍大，上体多褐色，下体棕褐色的斑纹更浓著。

生态习性：栖息于山地林区，多见单个盘旋于空中或停歇在突出的枝头或枯树枝上。飞翔于高空时，两翅鼓动数次后即直线滑翔一段距离，有时作圈状翱翔。以捕食小型动物如小鸟、昆虫等为食。捕食时先用锐爪捕捉，然后用嘴撕碎，将不能消化的食物残块由口中吐出。

在乔木上营巢，巢小而坚固，由树枝、等筑成，每产 4-5 枚近白色卵。

广布于全省各地，留鸟。省外分布于西藏东南部察隅，四川西部万源、

秀山、峨嵋、马边，贵州东部江口、贵阳，广西，海南岛。国外在克什米尔以东的喜马拉雅山至缅甸北部繁殖，冬季迁至缅甸南部、泰国和印度支那地区越冬。

资源状况为常见种。国家Ⅱ级重点保护鸟类，被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录（CITES）Ⅱ物种。

评价区内大理市、楚雄市、昆明市、玉溪市、红河州的适宜生境中有分布。

⑨ 普通鵟 *Buteo buteo*

形态特征：全长 480-530mm。羽色变化较大，有黑色型、棕色型及中间型。上体暗褐色；头顶、颈及颈侧具红棕色羽缘；下体暗褐色或淡褐色，具深棕色横斑；尾羽通常灰褐色，具 4-5 条不显著的黑褐色横斑，跗蹠和趾为黄色。全身体色大致为暗褐或灰褐色。飞行时腹面淡色，初级飞羽末端黑色、翼角黑色，喉暗褐色、胸及腹部淡褐色，腹部有黑褐色纵斑，尾羽褐色呈扇形，并有数条黑褐色横纹。

生活习性：栖息于海拔 3700m 以下的各类生境中，多停息在高大的乔木等突出部位，也常见单独在稀疏林中和农田等多种生境的上空翱翔，食物以鼠类为主，也捕食野兔、小型鸟类、蜥蜴、蛙类和昆虫等。

分布于昆明、昭通、绥江、永善、寻甸、师宗、新平、通海、景东、思茅、临沧、耿马、沧源、腾冲、丽江、蒙自、盈江、潞西、大理、剑川、景洪、泸水、贡山等县，几遍布全省，冬候鸟。省外在内蒙古及东北地区繁殖；新疆、甘肃、青海、河北、河南、山东等地；旅鸟；西藏东南部、四川及长江以南各省区、海南岛和台湾，冬候鸟。国外在库页岛和日本等地为繁殖鸟，南迁到印度、印度支那、马来亚等地越冬。

在云南省分布于 400-2750m。资源状况为常见种。国家Ⅱ级重点保护

鸟类，被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录（CITES）II 物种。

评价区内大理市、楚雄市、昆明市、玉溪市、红河州的适宜生境中有分布。

⑩苍鹰 *Accipiter gentilis*

形态特征：体长可达 60cm，翼展约 1.3m。头顶、枕和头侧黑褐色，枕部有白羽尖，眉纹白杂黑纹；背部棕黑色；胸以下密布灰褐和白相间横纹；尾灰褐，有 4 条宽阔黑色横斑，尾方形。飞行时，双翅宽阔，翅下白色，但密布黑褐色横带。雌鸟显著大于雄鸟。

生态习性：栖息于疏林、林缘和灌丛地带。次生林中也较常见。栖息于不同海拔高度的针叶林、混交林和阔叶林等森林地带，也见于山区、平原和丘陵地带的疏林和小块林内。

地理分布：国内分布于北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、上海、安徽、江西、浙江、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、四川、贵州、云南、西藏，陕西、甘肃、宁夏、新疆、台湾、香港。国外分布于欧洲、北美和亚洲多个国家。

保护级别：中国国家 II 级重点保护鸟类。被《濒危野生动植物国际贸易公约》（CITES）收录为附录 II 物种。

评价区内楚雄州三峰山自然保护区适宜的生境中有分布。

⑪白尾鹞 *Circus cyaneus*

形态特征：雄性成鸟体羽主要呈蓝灰色，尾上覆羽和腹部及翅下覆羽纯白色。雌性成鸟体羽主要呈棕褐色，头至后颈和前胸具黑褐色纵纹；尾上覆羽白色。

生态习性：栖息于开阔的草原、田野和沼泽湿地，单个活动。飞翔敏捷，以小型鼠类、食虫类、鸟类、两栖类、爬行类及昆虫等动物为生，是

农田益鸟。

地理分布：繁殖于欧亚大陆、北美，往南至墨西哥；越冬于欧洲南部、西部、北非、伊朗、印度、缅甸、泰国、中南半岛和日本。

保护级别：为中国国家 II 级重点保护野生动物。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) II 物种。资源现状为常见种。

评价区内昆明市的适宜生境中有分布。

⑫ 鹊鸂 *Circus melanoleucos*

形态特征：雄鸟体羽主要呈亮黑色；翅上具灰白色斑块，尾上覆羽和腹部纯白，形似喜鹊花斑，故称“鹊鸂”。雌鸟上体暗褐，尾上覆羽白而具棕褐色斑纹。下体棕褐色。

生态习性：栖息于开阔河谷地带的田坝区，常见单个活动，觅食昆虫、青蛙及小型爬行动物，也捕食小型鸟类和鼠类。

地理分布：分布于俄罗斯、中国、蒙古和朝鲜，越冬于印度、缅甸、泰国、中南半岛和马来西亚等地。

保护级别：属中国国家 II 级重点保护野生动物。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) II 物种。资源现状为常见种。

评价区内昆明市的适宜生境中有分布。

⑬ 红隼 *Falco tinnunculus*

形态特征：体长 350mm 左右，雄鸟头顶至后颈灰，并具黑色条纹；背羽砖红色，布有黑色粗斑；尾羽青灰色，具宽阔的黑色次端斑及棕白色端缘，外侧尾羽较中央尾羽短甚，呈凸尾型。雌鸟上体砖红色，头顶满布黑色纵纹，背具黑色横斑，爪黑色。雌雄鸟胸和腹均淡棕黄色，具黑色纵纹和点斑。

生态习性：栖息于林缘、灌丛、田野等开阔地及居民区。常单独活成

对活动。飞行速度快，有时见在空中振翅定点停留，主要捕食地面上的食物，如昆虫、两栖类、小型爬行类、小型鸟类和小型兽类等，有时也取食少量植物性食物。

资源状况为常见种。国家Ⅱ级重点保护鸟类，被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录（CITES）Ⅱ物种。

评价区内大理市、楚雄市、昆明市、玉溪市、红河州的适宜生境中有分布。

⑭游隼 *Falco peregrinus*

形态特征：中型猛禽。头顶和后颈暗石板蓝灰色到黑色，有的缀有棕色；背、肩蓝灰色，具黑褐色羽干纹和横斑，腰和尾上覆羽亦为蓝灰色，但稍浅，黑褐色横斑亦较窄；尾暗蓝灰色，具黑褐色横斑和淡色尖端；翅上覆羽淡蓝灰色，具黑褐色羽干纹和横斑；飞羽黑褐色，具污白色端斑和微缀棕色斑纹，内翮具灰白色横斑；脸颊部和宽阔而下垂的髭纹黑褐色。喉和髭纹前后白色，其余下体白色或皮黄白色，上胸和颈侧具细的黑褐色羽干纹，其余下体具黑褐色横斑，翼下覆羽，腋羽和覆腿羽亦为白色，具密集的黑褐色横斑。

生态习性：栖息于开阔地带，如农田、河谷、草地和低山的林缘稀树草坡，多停歇在乔木树顶、电杆或建筑物的突出处。飞行迅速。单独活动。捕食小型鸟类和哺乳动物。

地理分布：分布甚广，几乎遍布于世界各地。

保护级别：属中国国家Ⅱ级重点保护野生动物。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES)Ⅰ物种。资源现状为稀有种。

评价区内大理州的适宜生境中有分布。

⑮燕隼 *Falco subbuteo*

形态特征：体形较小，翅长不及 300mm，中趾长(不连爪)不及 40mm；尾呈圆形；胸和腹白色，具黑褐色纵纹；头黑，背灰，覆腿羽和尾下覆羽锈红色。

生态习性：多见栖息在开阔地带的高大乔木树顶或建筑物的突出处，或在田野上空飞行，寻找猎物。以小型鸟类和昆虫为食。栖息地生境多为开阔地带带田坝区，或山坡稀树灌丛及耕地。

地理分布：昆明、盈江、腾冲、丽江。省外分布于广东、安徽、四川、陕西南部及长江以南地区和台湾。国外分布于缅甸北部和东部，印度支那北部。

保护级别：属中国国家 II 级重点保护野生动物。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录 (CITES) II 物种。资源现状为稀有种。

评价区内昆明市的适宜生境中有分布。

⑩灰鹤 *Grus Grus*

形态特征：通体灰色，头喉及上颈部黑色有一白色条纹从眼后一直延伸至颈侧，在后颈相连；头顶裸露，皮肤红色；初级飞羽和次级飞羽黑色，三级飞羽先端亦黑色；尾灰色；脚黑色。

生态习性：越冬时栖息于湖边、沼泽及农田中，多集群活动。

地理分布：昆明、巧家、嵩明、寻甸、会泽、中甸、丽江、蒙自、个旧、勐海等地，冬候鸟

保护级别：属中国国家 II 级重点保护野生动物。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录 (CITES) II 物种。资源现状为常见物种。

评价区内昆明市的适宜生境中有分布。

⑪白鹇 *Lophura nycthemera*

形态特征：雄鸟冠羽蓝黑色；脸部裸露呈腓红色；上体白而密布黑色

斜纹；尾长，大都白色；下体蓝黑色。雌鸟通体橄榄褐色，枕冠近黑色。脚均赤红色。

生态习性：主要栖息在热带季风常绿阔叶林、沟谷雨林、亚热带常绿阔叶林、常绿和落叶混交林、针阔混交林以及竹木混交林内。以森林茂密而下木稀少的阴暗林区最多见。非繁殖季节常见数只至几十只的小群在林下活动。繁殖季节雌鸟进入孵化期时结群解体，此时可见雄鸟单独或 2 只结伴活动。性极机警，受惊时常急步躲入灌丛或迅速飞往远处。夜间上树栖宿。以植物的种子、浆果、嫩叶等植物性食物为食，也吃少量昆虫。

地理分布：分布于中国、缅甸、泰国和中南半岛。

保护级别：属中国国家 II 级重点保护野生动物。

栖息地海拔高度约 500-2300m。资源现状为常见种。

评价区内红河州的适宜生境中有分布。

⑱白腹锦鸡 *Chrysolophus amherstiae*

形态特征：体形中等，翅长 217-226mm。雄鸟头顶具一簇红色丝状冠羽，后颈翎领白色，具墨绿色横斑和羽缘；头顶余部、背及胸部羽毛呈金翠绿色，腰羽金黄而染红色；尾羽形长呈白色，而具而具墨绿色斜形带斑和云石状花纹；尾上覆羽具橙红色羽端，常垂于尾基部两侧；腹部纯白色。雌鸟上体、胸部和尾部满布棕黄色与黑褐色相间的横斑和细纹；腹淡棕白；尾羽短而直。

生态习性：主要栖息于常绿阔叶林、针阔混交林、针叶林及落叶林中，偶尔可见在荒山稀树灌丛、草地及农田耕作地上觅食，是比较典型的林栖雉类。非繁殖季节常十余只结群活动，繁殖期多单个活动。以各种植物的茎、叶、花、果及种籽为食，也吃部分昆虫，是以植物性食物为主的杂食性鸟类。

3-6月繁殖，巢营于林下灌木草丛之中的隐蔽处，十分简陋。呈圆形或椭圆形的浅坑状，坑内垫有少量枯叶和羽毛。窝卵数6-7枚，孵卵概由雌鸟担任。孵化期约23天。

白腹锦鸡雄鸟羽色艳丽，姿态优美，有很高的观赏价值。另外肉质细嫩，可供食用，羽毛色彩丰富华丽，可作装饰品及羽毛画等工艺品的原料，有一定的经济意义。

分布于昆明、嵩明、石林、安宁、潞西、昭通、永善、绥江、盐津、会泽、曲靖、寻甸、师宗、罗平、玉溪、澄江、通海、峨山、景东、凤庆、沧源、镇康、耿马、保山、腾冲、丽江、弥勒、石屏、蒙自、泸西、大姚、楚雄、大理、宾川、盈江、贡山、泸水、德钦等地，留鸟。省外见于西藏东南部、四川中部及西南部、贵州戏班等地。国外分布于缅甸东北部的中缅边界地区。

栖息地高度约海拔1500-3600m。资源现状为常见种。属国家Ⅱ级重点保护鸟类。已被“中国濒危动物红皮书”列为易危动物。区系从属西南山地特有种。

该种在云南分布较为广泛；评价区内大理市、楚雄市、昆明市、玉溪市、红河州的适宜生境中有分布。

⑲楔尾绿鸠 *Treron sphenura*

形态特征 体形与家鸽相似，翅长165-186mm。通体羽毛主要呈草绿色，尾呈楔形，最外侧两对尾羽具黑色次端斑；第3枚初级飞羽内翮无凹处。雄鸟背及翅上覆羽暗栗红色；头和胸染橙黄色；最外侧两对尾羽具黑色次端斑。雌鸟与雄鸟相似，但背和翅上无暗栗红色羽区，头和胸为黄绿色。

生态习性 多成对或数只结群活动于阔叶林或针阔混交林中。鸣声低沉悦耳，似“ke-gu-gu”。以植物的果实和幼嫩叶芽等为食。

每年 4-7 月繁殖，在树上的枝叶茂密处营巢，巢由树枝等构成，每产 2 枚卵。

资源现状为常见种。国家 II 级重点保护鸟类。

评价区内昆明市和红河州的适宜生境中有分布。

⑳草鸮 *Tyto longimembris*

形态特征：草鸮是中型猛禽。体长 32cm，翼展 116cm，体重 450g。上体暗褐，具棕黄色斑纹，近羽端处有白色小斑点。似仓鸮，面盘灰棕色，呈心脏形，有暗栗色边缘。飞羽黄褐色，有暗褐色横斑；尾羽浅黄栗色，有四道暗褐色横斑；下体淡棕白色，具褐色斑点。嘴黄褐色。

生态习性：栖息于山麓草灌丛中，以鼠类、蛙、蛇、鸟卵等为食。叫声响亮刺耳。白天，草鸮躲在树林里养精蓄锐，夜间却非常活跃。草鸮的身体结构和功能都适应于黑夜捕捉老鼠。第一，草鸮的眼睛内的视锥细胞密度是人眼的八倍。加上草鸮眼睛的瞳孔很大，感光能力强，所以草鸮能看清黑夜里活动的老鼠。第二，草鸮有一对听力极强的大耳朵。不论在空中飞翔，还是在树枝上“守株待鼠”，老鼠在地面活动时发出的微弱响声，都能听得一清二楚。第三，草鸮的头部可以自由地旋转 270 度，也就扩大了视觉器官和听觉器官的“扫描探测”范围。第四，草鸮全身羽毛尤其是翅膀上的羽毛特别柔软蓬松。飞行时的时候无声无息，能出鼠不意而捕杀之。加上它有钩子般的趾爪和利喙，捕杀老鼠是百发百中。

草鸮性格凶猛、残暴，抓到老鼠后，个小的整头吞食，对个大的老鼠则先啄食其头部，然后撕其身体，即使吃得饱饱的，见到老鼠也仍不会放过。一般来说，某一个地区老鼠多，该地区的草鸮每窝就会产较多的卵，反之则产较少的卵，很会“计划生育”。

地理分布：草鸮分布于澳大利亚、中国、斐济、印度、印度尼西亚、

缅甸、尼泊尔、新喀里多尼、巴布亚新几内亚、菲律宾、日本、越南。中国安徽（屯溪）、浙江（温岭）、江西（泰和、峡江）、湖南、福建、台湾、广东、广西、贵州、云南。

保护级别：属于中国国家 II 级保护动物。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) II 物种。

评价区内昆明市的适宜生境中有分布。

⑳红角鸮 *Otus scops*

形态特征：全长约 20cm。上体灰褐色(有棕栗色)，有黑褐色虫蠹状细纹。面盘灰褐色，密布纤细黑纹；领圈淡棕色；耳羽基部棕色；头顶至背和翅覆羽杂以棕白色斑。飞羽大部黑褐色，尾羽灰褐，尾下覆羽白色。下体大部红褐至灰褐色，有暗褐色纤细横斑和黑褐色羽干纹。嘴暗绿色，先端近黄色。爪灰褐色。

生态习性：栖息于山地林间。以昆虫、鼠类、小鸟为食。筑巢于树洞中，每窝产卵多为 4 枚，白色。羽干纹似树皮。在大陆分布较广，为留鸟；台湾为旅鸟。

地理分布：国外分布于中南半岛、缅甸、泰国等地。国内分布于广东、广西、四川、贵州及云南等地。

保护级别：属于中国国家 II 级保护动物。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) II 物种。

评价区内大理州的适宜生境中有分布。

㉑领角鸮 *Otus bakkamoena*

形态特征：额和面盘白色或灰白色，稍缀以黑褐色细点；两眼前缘黑褐色，眼端刚毛白色具黑色羽端，眼上方羽毛白色。耳羽外翳黑褐购具棕褐色斑，内翳棕白色而杂以黑褐色斑点。上体包括两翅表面大都灰褐色，

具黑褐色羽干纹和虫蠹状细斑，并杂有棕白色斑点，这些棕白色斑点在后颈处特别大而多，从而形成一个不完整的半领圈；肩和翅上外侧覆羽端具有棕色或白色大型斑点。初级飞羽黑褐色，外翮杂以宽阔的棕白色横斑。尾灰褐色，横贯以 6 道棕色而杂有黑色斑点的横斑。颏、喉白色，上喉有一圈皱领，微沾棕色，各羽具黑色羽干纹，两侧有细的横斑纹，其余下体白色或灰白色，满布粗著的黑褐色羽干纹及浅棕色波状横斑；尾下覆羽纯白色，覆腿羽棕白色而微具褐色斑点，趾被羽。

生态特征：除繁殖期成对活动外，通常单独活动。夜行性，白天多躲在树上浓密的枝叶丛间，晚上才开始活动和鸣叫。鸣声低沉。为“不、不、不”或“bo-bo-bo”的单音，常连续重覆 4~5 次。飞行轻快无声。主要以鼠类、壁虎、蝙蝠、甲虫、蝗虫、鞘翅目昆虫为食。主要栖息于山地阔叶林和混交林中，也出现于山麓林缘和村寨附近树林内。

地理分布：国外分布于孟加拉、不丹、文莱、柬埔寨、印度、印度尼西亚、日本、朝鲜、韩国、老挝、马来西亚、缅甸、尼泊尔、巴基斯坦、俄罗斯、新加坡、斯里兰卡、泰国、越南。国内分布于黑龙江、吉林、辽宁、河北、山东、陕西、河南、江苏、江西、安徽、福建、广东、广西、云南、贵州、四川、香港、台湾和海南岛。

保护级别：中国国家 II 级重点保护鸟类。被《濒危野生动植物国际贸易公约》(CITES) 收录为附录 II 物种。

评价区内楚雄州三峰山自然保护区适宜的生境中有分布。

②③ 鵞鹞 *Bubo bubo*

大型鵞鹞类，体长在 600mm 以上。面盘和皱领不甚明显，虹膜亮黄色，头顶两侧具明显的羽突，形似双耳；体羽大都黄褐色，上体满布黑褐色块斑；喉斑白色；胸、胁具浓密的褐色条纹，腹部及尾下覆羽具狭窄的褐色

横纹；跗蹠和趾均被羽。

栖息于居民点附近、山地森林的枝叶茂密处、裸露的岩石或峭壁的间隙间，夜间也见于农耕地及居民点附近的高树上。夜行性鸟类，白天一般在密林中栖息，黄昏时飞出觅食，拂晓后又返回栖息地。

食物以鼠类为主，偶尔也捕食兔类及雉鸡。

地理分布：分布于昆明、东川、永善、腾冲、景洪、蒙自、贡山、泸水及德钦等县，留鸟。国内见于甘肃南部、陕西南部、山东、河南，南至福建、广东、广西，西抵四川北部、青海西部及西藏东南部。国外见于朝鲜及日本。

在云南省分布于海拔 300-2100m。资源现状为稀有种，属国家 II 级重点保护种类，被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录（CITES）II 物种。

评价区内楚雄市、昆明市和红河州的适宜生境中有分布。

②④领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*

形态特征：小型鸺鹠类，体长约 150mm 左右。羽色有褐色型和棕色型两个色型。后颈具棕黄色或皮黄色领斑；上体暗褐具皮黄色横斑或呈棕红色而具黑褐色横斑；颈、下喉纯白，上喉具一杂有白色点斑的暗褐色或棕红色横斑，并一直延伸至颈侧；胸与上体同色，但中央纯白；腹部白色，具暗褐色或棕红色纵纹。

生态习性：多见于针阔混交林和常绿阔叶林中。此种鸺鹠不怕阳光，白天也活动觅食，能在阳光下自由飞翔，飞行时常急促地拍打翅膀，然后作一段滑翔。栖息时常常从一侧到另一侧摆动尾羽。晚上通宵达旦地鸣叫，白天有时也能听其叫声。食物以昆虫为主，有时也食鼠类及小鸟。

地理分布：分布于普洱、景东、孟连、勐腊、元江、新平、弥勒、河

口、宾川、双柏、贡山、福贡等县。国内广泛分布于我国南部，北起甘肃南部、陕西南部、河南、江苏等地。国外分布于喜马拉雅地区到印度支那北部及马来亚。

在云南省分布于海拔 740-3000m。

保护级别：属中国国家 II 级保护种类。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) II 物种。资源现状为稀有种。

评价区内楚雄州的适宜生境中有分布。

②⑤斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*

多栖息于耕作地边和居民点的乔木树上、乔木林中，有时也见于竹林中。多单个活动，白天也见其活动，夜晚鸣叫频繁，叫声似“duo-luo-luo-duo-luo-luo”，十分宏亮。食性较广，包括昆虫、蛙类、蜥蜴类、小鸟及小型哺乳类。

分布于昆明、丽江、镇雄、永善、景东、双江、镇康、永德、耿马、潞西、腾冲、盈江、临沧、景洪、勐海、勐腊、孟连、河口、元江等地。

资源现状为常见种，属国家 II 级重点保护野生动物，被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录 (CITES) II 物种。

评价区内大理市、楚雄市和昆明市的适宜生境中有分布。

②⑥褐林鸮 *Strix leptogrammica*

形态特征：中型猛禽，头部为圆形，没有耳簇羽，面盘显著，呈棕褐色或棕白色，眼圈为黑色，有白色或棕白色的眉纹。头顶为纯褐色、没有点斑或横斑，通体为栗褐色，在肩部、翅膀和尾上覆羽有白色的横斑。喉部为白色，其余下体为皮黄色，具细密的褐色横斑。虹膜深褐色；嘴角褐色，尖端角黄色，趾裸露部分及趾底橙黄色，爪尖黄色，尖端较暗。

生态习性：夜行性鸮鸟，常成对或单独活动，白天多躲藏在茂密的森

林中，一动不动地、直立地栖息在靠近树干而又有浓密枝叶的粗枝上，黄昏和晚上才出来活动和猎食，有时在阴暗的白天和树林深处亦出来活动。性机警而胆怯，稍有声响，即迅速飞离。白天遭扰时体羽缩紧如一段朽木，眼半睁以观动静。黄昏出来捕食前配偶相互以叫声相约。会发出各种各样的类似号啕大哭、震颤、尖叫声和窃笑声。主要以啮齿类为食，也吃小鸟、蛙、小型兽类和昆虫，偶尔在水中捕食鱼类。捕食方式主要是等候在树枝头，当猎物出现时，突然扑向猎物的偷袭方式。栖息于山地森林、热带森林沿岸地区、平原和低山地区。活动高度在海平面与海拔 500m 之间。是亚热带山区森林留鸟。

地理分布：国外分布于孟加拉国、不丹、文莱、柬埔寨、印度、印度尼西亚、老挝、马来西亚、缅甸、尼泊尔、斯里兰卡、泰国、越南。

保护级别：属中国国家 II 级重点保护野生动物。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) II 物种。

评价区内楚雄州三峰山自然保护区适宜的生境中有分布。

⑳白胸翡翠 *Halcyon smyrmensis*

形态特征：体型中等，成鸟体长 26-30cm，头、后颈、上背棕赤色；下背、腰、尾上覆羽、尾羽亮蓝色。翼也亮蓝色，但初级飞羽端部黑褐色，中部内羽片为白色，飞时形成一大白斑；中覆羽黑色；小覆羽棕赤色。颜、喉、前胸和胸部中央白色。

生态习性：通常沿河流、稻田中的沟渠、稀疏丛林、城市花园、鱼塘和海滩狩猎。在平原和海拔 1500m 的高度均有分布。完全是肉食性，以鱼、蟹、软体动物和水生昆虫为食。白胸翡翠常单独活动，多站在水边树木枯枝上或石头上，有时亦站在电线上，常长时间地望着水面，以待猎食。飞行时成直线，速度较快，常边飞边叫，叫声尖锐而响亮。

营巢于河岸、沟谷田坎土岩洞中，掘洞为巢，巢呈隧道状，末端扩大为巢室，巢室大小直径多为 15-20cm。巢洞深至 0.5-1.2m，随土崖土质松软、打洞困难与否而有较大变化。

主要以鱼、蟹、软体动物和水生昆虫为食，也吃蚱蜢、蝗虫、甲虫、鳞翅目、直翅目、鞘翅目和膜翅目昆虫及幼虫等陆栖昆虫和蛙、蛇、鼠类等小型陆栖脊椎动物。

属中国国家 II 级重点保护野生动物。

评价区内大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市、红河州的适宜生境中有分布。

⑳红喉歌鸲 *Luscinia calliope*

形态特征：体长 14-17cm，体重 16-27g。雄鸟头部、上体主要为橄榄褐色。眉纹白色。颈部、喉部红色，周围有黑色狭纹。胸部灰色，腹部白色。雌鸟颈部、喉部不呈赤红色，而为白色。虹膜褐色。嘴暗褐色。脚角色或角黄色。

生态习性：主要是栖息于低山丘陵和山脚平原地带的次生阔叶林和混交林中，也栖于平原地带繁茂的草丛或芦苇丛间，尤其喜欢靠近溪流等近水地方。由于是地栖鸟类，在迁徙期时，容易在荆棘高丛，高的干草丛，麦田，豆角地，玉米地，棉花地，高粱地或芦苇塘见到它们的身影，偶尔也会在绿化带或树林及果树园见到。迁徙总是不会离开水源很远，很少走山地或盆地，多走平原及沿海，迁徙时大面积见于在中国华北平原及沿海地区。

属中国国家 II 级重点保护野生动物。

评价区内大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市、红河州的适宜生境中有分布。

②⑨画眉 *Garrulax canorus*

形态特征：体长约 23cm。上体橄榄色，头顶至上背棕褐色具黑色纵纹，眼圈白色，并沿上缘形成一窄纹向后延伸至枕侧，形成清晰的眉纹，极为醒目。下体棕黄色，喉至上胸杂有黑色纵纹，腹中部灰色。虹膜橙黄色或黄色，上嘴橘色，下嘴橄榄黄色，跗蹠和趾黄褐色或浅角色。

生态习性：一般栖息于亚热带气候，比较温暖，光照充足，雨量充沛。这些地区大多河流纵横交错，水库、小溪众多，淡水资源丰富，湿润度较大。因此，这些地区植被茂盛，昆虫、植物种籽和植物果实都比较多，十分适宜于画眉的繁衍、生长、生活和栖息。

作为产地的留鸟，画眉终年较固定地生活在一个区域内，一般不会往远处迁徙。它的栖息地主要是山丘的灌木丛和村落附近的灌丛或矮树林，亦活动于海拔 1000m 以上的阔叶林、针阔混交林、针叶林、竹林及田园边的灌木丛中。画眉在野外常常单独活动，有时结小群活动。画眉喜爱清洁、讲卫生，一年四季几乎每天都要洗浴。因此，没有水和树林的地方是不会有画眉的。画眉既机灵又胆怯，且好隐匿，常常在密林中飞窜而行，或立于茂密的树梢枝杈间鸣叫。

属中国国家 II 级重点保护野生动物。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录（CITES）II 物种。

评价区内楚雄州、昆明市、玉溪市、红河州适宜生境中有分布。

③⑩红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*

形态特征：体长 13-16cm。嘴赤红色，上体暗灰绿色、眼先、眼周淡黄色，耳羽浅灰色或橄榄灰色。两翅具黄色和红色翅斑，尾叉状、黑色，颏、喉黄色，胸橙黄色。

生态习性：栖息于海拔 1200-2800m 的山地常绿阔叶林、常绿落叶混交

林、竹林和林缘疏林灌丛地带。除繁殖期间成对或单独活动外，其他季节多成 3-5 只或 10 余只的小群，有时亦与其他小鸟混群活动。主要以毛虫、甲虫、蚂蚁等昆虫为食，也吃植物果实、种子等植物性食物，偶尔也吃少量玉米等农作物。

红嘴相思鸟在中国分布较广，种群数量较丰富。该鸟羽色艳丽、鸣声婉转动听，是世界各地著名的笼养观赏鸟之一，也是中国传统的外贸出口鸟类。每年除大量捕捉供各动物园和个人饲养观赏外，还出口境外，致使种群数量显著减少，应控制捕猎，注意保护资源。

属中国国家 II 级重点保护野生动物，被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录（CITES）II 物种。

玉溪市和红河州适宜生境中有分布。

③①橙翅噪鹛 *Garrulax ellietii*

形态特征：体长 22-25cm。头顶深葡萄灰色或沙褐色。上体灰橄榄褐色，外侧飞羽外翮蓝灰色、基部橙黄色，中央尾羽灰褐色，外侧尾羽外翮绿色而缘以橙黄色并具白色端斑。喉、胸棕褐色，下腹和尾下覆羽砖红色。

生态习性：栖息于海拔 1500-3400m 的山地和高原森林与灌丛中。除繁殖期间成对活动外，其他季节多成群。常在灌丛下部枝叶间跳跃、穿梭或飞进飞出，有时亦见在林下地上落叶层间活动和觅食。以昆虫和植物果实与种子为食，属杂食性。所吃昆虫主要以金龟甲等鞘翅目昆虫居多，其次是毛虫等鳞翅目幼虫。

属中国国家 II 级重点保护野生动物。

分布于印度和中国青海、甘肃、陕西、湖北、四川、贵州、云南和西藏等地。

评价区内大理州的适宜生境中有分布。

③②红胁绣眼鸟 *Zosterops erythropleura*

形态特征：中等体型，体长 12cm。与暗绿绣眼鸟及灰腹绣眼鸟的区别在上体灰色较多，两胁栗色(有时不显露)，下颚色较淡，黄色的喉斑较小，头顶无黄色。虹膜红褐；嘴橄榄色；脚灰色。眼周具明显的白圈；体形大小和上体羽色均与暗绿绣眼鸟相似，但两胁呈显著的栗红色，与其他绣眼鸟极易区别。

生态习性：常见于海拔 1000-2200m 的原始林及次生林。有时与暗绿绣眼鸟混群，在野外喜欢吃小虫和甜食。叫声是该属特有的喊喳叫声 dze-dze。主要分布在东亚、中国华东、华南及印度支那。繁殖于中国东北，越冬往南至华中、华南及华东。

地理分布：主要分布在东亚、中国华东、华南及印度支那。繁殖于中国东北，越冬往南至华中、华南及华东。

保护级别：属中国国家 II 级重点保护野生动物。

评价区内昆明市、玉溪市、红河州适宜生境中有分布。

③③滇鸲 *Sitta yunnanensis*

形态特征：体小(12cm)的灰、黑及皮黄色鸲。特征为黑色的宽眼纹至后端更宽，其上具狭窄的白色眉纹。脸侧及喉白色，下体余部粉皮黄。幼鸟眼纹及眉纹较细而不显著。

生态习性：常见于海拔 1300-3200m 中山和高山沟谷林、山坡针叶林或针阔混交林带。该物种的模式产地在云南南部景谷。分布于西藏、四川、云南等地。

地理分布：四川南部及西南部、贵州西部、云南及西藏东南部的针叶林，夏季于海拔 2000~3350m，冬季低至 1200m。

保护级别：属中国国家 II 级重点保护野生动物。

评价区内大理州、楚雄州、昆明市和玉溪市的适宜生境中有分布。

(4) 哺乳类

在评价区分布的 55 种哺乳动物中,有国家级重点保护野生动物 7 种(其中国家 I 级重点保护野生动物 4 种,国家 II 级重点保护野生动物 3 种),即大灵猫 (*Viverra zibetha*)、小灵猫 (*Viverricula indica*)、林麝 (*Moschus berezovski*) 和穿山甲 (*Manis pentadactyla*) 为国家 I 级重点保护野生动物; 猕猴 (*Macaca mulatta*)、赤狐 (*Vulpes vulpes*) 和豹猫 (*Felis bengalensis*) 为国家 II 级重点保护野生动物。有 7 种被《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES)收录,即林麝、穿山甲、猕猴、豹猫、大灵猫、小灵猫和复齿鼯鼠 (*Trogopterus xanthipes*)。无云南省省级重点保护动物。大灵猫、小灵猫、林麝和穿山甲被《中国脊椎动物红色名录》收录为珍稀濒危动物。这四个名录有些种类有重复,故在评价区分布的 55 种哺乳动物中,共有 8 种珍稀保护野生哺乳动物。

①大灵猫 *Viverra zibetha*

形态特征: 体形细长,比家猫大得多,大小与家犬相似,成年体重 6~10kg,体长 60~80 cm,最长可达 100 cm。头略尖,耳小,额部较宽阔,吻部稍突,前足第三、四趾有皮瓣构成的爪。体毛为棕灰色,带有黑褐色斑纹,口唇灰白色,额、眼周围有灰白色小麻斑。背中央至尾基有一条黑色的由粗硬鬃毛组成的纵纹,颈侧和喉部有 3 条显著的波状黑领纹,其间夹有白色宽纹,腹毛浅灰色。四肢较短,黑褐色,尾长超过体长的一半,尾具 5~6 条黑白相间的色环,末端黑色。

生态习性: 生性孤独,喜夜行,生性机警,听觉和嗅觉都很灵敏,昼伏夜出、行动敏捷、听觉灵敏,性狡猾多疑,故称狐狸猫。白天隐藏在灌丛、草丛、树洞、土洞、岩穴中,晨昏开始活动,常在森林边缘、农耕地

附近、沟谷、甚至居民点附近觅食，两三小时后又回到栖息地。除繁殖期外，基本上营独。其善于攀登树木，也善于游泳，为了捕获猎物经常涉入水中，但主要在地面上活动。在活动区内有固定的排便处，可根据排泄物推断其活动强度。遇敌时，可释放极臭的物质，用于防身。捕猎时多采用伏击的方式，有时将身体没入两足之间，像蛇一样爬过草丛，悄悄地接近猎物，突然冲出捕食。大灵猫食性较杂，动物性食物包括小型兽类、鸟类、两栖爬行类、甲壳类、昆虫，如鼠类、小鸟、蛇、蛙、鱼、蟹、鸟卵、昆虫、蚯蚓和野禽。植物性食物包括茄科植物的茎叶、多种无花果的种子及布渣果、酸浆果等，但大灵猫对植物的消化能力差。

地理分布：分布于南亚、东南亚的阔叶林、灌木丛和农耕地区，包括中国、印度尼西亚、印度、孟加拉、不丹、锡金、尼泊尔、缅甸、柬埔寨、老挝、马来西亚、泰国、越南等。在中国广泛分布于热带与亚热带地区，包括甘肃南部、四川、陕西秦岭、安徽南部、浙江、福建、江西、湖北、湖南、广东、海南、广西、贵州、云南以及西藏东南低海拔地区。

保护级别：属中国国家 I 级重点保护野生动物。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) III 物种。被《中国脊椎动物红色名录》收录为易危动物。

评价区内楚雄州三峰山自然保护区和白马山自然保护区内适宜的生境中有分布。

②小灵猫 *Viverricula indica*

形态特征：外形与大灵猫相似而较小，长约 48~58cm，尾长 33~41cm，体重 2~4kg，比家猫略大，吻部尖而突出，额部狭窄，耳短而圆，眼小而神。小灵猫的尾部较长，尾长一般超过体长的一半。四肢健壮，后肢略长于前肢；足具五趾，但前足的第三趾和第四趾没有爪鞘保护，有伸缩性，

能从足垫中间裸出。会阴部有高度发达的囊状香腺，闭合时外观像 1 对肾脏，开启时形如一个半切开的苹果。雄性的香腺比雌性的略大。小灵猫的基本毛色以棕灰、乳黄色多见。眼眶前缘和耳后呈暗褐色，从耳后至肩部有 2 条黑褐色色颈纹，从肩到臀通常有 3~5 条颜色较暗的背纹，背部中间的两条纹路较清晰，两侧的背纹不清晰。四足深棕褐色。尾巴的被毛通常呈白色与暗褐色相间的环状，尾尖多为灰白色。

生态习性：为独居夜行性动物，昼伏夜出，活动的高潮主要集中在每天的 15 时至晚上的 22 时，性格机敏而胆小，行动灵活，会游泳，善于攀缘，能爬树上捕食小鸟、松鼠或采摘果实。小灵猫食性较杂，主要以动物性食物为主，以植物性食物为辅。动物性食物如老鼠、小鸟、蛇、蛙、小鱼、虾、蟹、蜈蚣、蚱蜢、蝗虫等，植物性食物如野果、树根、种子等。小灵猫的活动范围与其食性和季节的变化有关，秋季是各种果实成熟的时候，小灵猫常常在树林中活动，采食野果；冬季多在田边、林缘灌丛觅食小动物。

地理分布：在中国小灵猫主要分布在浙江、安徽、福建、广东、广西、海南、四川、贵州、云南、台湾等地，中国以外主要分布在越南、泰国、老挝、柬埔寨等地。

保护级别：属中国国家 I 级重点保护野生动物。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) III 物种。被《中国脊椎动物红色名录》收录为易危动物。

评价区内楚雄州三峰山自然保护区和白马山自然保护区内适宜的生境中有分布。

③ 林麝 *Moschus berezovski*

形态特征：雌雄均无角；耳长直立，端部稍圆。雄麝上犬齿发达，向

后下方弯曲，伸出唇外；腹部生殖器前有麝香囊，尾粗短，尾脂腺发达。四肢细长，后肢长于前肢。体毛粗硬色深，呈橄榄褐色，并染以橘红色。下颌、喉部、颈下以至前胸为界限分明的白色或橘黄色区。臀部毛色近黑色，成体不具斑点。毛色上一个很明显的特征是在颈部的两侧各有一条比较宽的白色带纹，一直延伸到腋下。

生态习性：主要栖于针阔混交林，也适于在针叶林和郁闭度较差的阔叶林的生境生活。栖息高度可达 2000-3800m，但低海拔环境也能生存。林麝性情胆怯，过独居生活；嗅觉灵敏，行动轻快敏捷。随气候和饲料的变化垂直迁移。食物多以灌木嫩枝叶为主。

栖息范围：原生种分布地，中国、越南。在中国主要分布于宁夏六盘山、陕西秦岭山脉；东至安徽大别山、湖南西部；西至四川、西藏波密、察隅、云南北部；南至贵州、广东及广西北部山区。

保护级别：中国国家 I 级重点保护野生动物。被《濒危野生动植物国际贸易公约》(CITES) 收录为附录 II 物种；中国脊椎动物红色名录将其列为极危物种。

评价区内楚雄州三峰山自然保护区和白马山自然保护区内适宜的生境中有分布。

④穿山甲 *Manis pentadactyla*

形态特征：吻细长。脑颅大，呈圆锥形。具有一双小眼睛，形体狭长，全身有鳞甲，四肢粗短，尾扁平而长，背面略隆起。不同个体体重和身长差异极大。头呈圆锥状，眼小，吻尖。舌长，无齿。耳不发达。足具 5 趾，并有强爪；前足爪长，尤以中间第 3 爪特长，后足爪较短小。全身鳞甲如瓦状。鳞片与体轴平行，共 15~18 列自额顶部至背、四肢外侧、尾背腹面都有。尾上另有纵向鳞片 9~10 片。鳞甲从背脊中央向两侧排列，呈纵列

状。鳞片呈棕色，腹部的鳞片略软，呈灰白色。鳞有三种形状：背鳞成阔的菱形，鳞基有纵纹，边缘光滑。纵纹条数不一，随鳞片大小而定。腹侧、前肢近腹部内侧和后肢鳞片成盾状，中央有龙骨状突起，鳞基也有纵纹。尾侧鳞成折合状。鳞片之间杂有硬毛。两颊、眼、耳以及颈腹部、四肢外侧、尾基都生有长的白色和棕黄色稀疏的硬毛。绒毛极少。成体两相邻鳞片基部毛相合，似成束状。雌体有乳头一对。和同属中的其他物种的差别是耳朵露在外面。

生态习性：喜炎热，能爬树。能在泥土中挖深 2~4m、直径 20~30cm 的洞。末端的巢直径约 2m。以长舌舐食白蚁、蚁、蜜蜂或其他昆虫。猛兽、猛禽为天敌，偶尔遭家犬袭击。穿山甲过着孤独的生活。虽然它们是高度陆地动物，但它们也完全有能力攀爬树木，还有很好的游泳能力。穿山甲经常缓慢地移动四肢，用自己的指关节，其前爪卷曲在下面，产生一些非常独特的足迹。偶尔，它们可能会抬起后腿，身体更加直立，前肢保持在空中，这也是攻击白蚁巢穴时所采取的姿势。

地理分布：国外分布于不丹、印度、老挝、缅甸、尼泊尔、泰国和越南。国内分布于广东、广西、云南、福建、重庆等 18 个省（直辖市、自治区）。

保护级别：中国国家 I 级重点保护野生动物。被《濒危野生动植物国际贸易公约》（CITES）收录为附录 II 物种；《中国脊椎动物红色名录》将其列为极危物种。

评价区内楚雄州三峰山自然保护区和白马山自然保护区内适宜的生境中有分布。

⑤ 猕猴 *Macaca mulatta*

形态特征：体长 51-63cm。是典型的猕猴属动物，主要特征是尾短，

具颊囊。躯体粗壮，平均体长约 50 cm，它们的前肢与后肢大约同样长，拇指能与其它四指相对，抓握东西灵活，前额低，有一突起的棱。头部呈棕色，背部棕灰或棕黄色，下部橙黄或橙红色，腹面淡灰黄色。

生态习性：栖息广泛，草原、沼泽各类森林。主要栖息在石山峭壁、溪旁沟谷和江河岸边的密林中或疏林岩山上，群居。成十余只乃至数百只大群。以树叶、嫩枝、野菜等为食，也吃小鸟、鸟蛋、各种昆虫，捕食其它小动物。相互之间联系时会发出各种声音或手势，互相之间梳毛也是一项重要社交活动。猕猴适应性强，容易驯养繁殖，生理上与人类较接近，常被用于进行各种医学试验。乱捕滥猎是猕猴致危的主要因素。

地理分布：国内主要分布于主要分布于南方诸省(区)，以广东、广西、云南、贵州等地分布较多，福建、安徽、江西、湖南、湖北、四川次之，陕西、山西、河南、河北、青海、西藏等局部地点也有分布。国外分布于阿富汗、巴基斯坦、印度北部。

保护级别：属中国国家 II 级重点保护野生动物。被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) II 物种。

野外调查遇见。大理州和楚雄州的适宜生境中有分布。

⑥赤狐 *Vulpes vulpes*

形态特征：成兽体长约 70cm，后足长 13.5-17.2cm，头骨之颅基长 13.4-16.9cm。体形纤长。吻尖而长，鼻骨细长，额骨前部平缓，中间有一狭沟，耳较大，高而尖，直立。四肢较短，尾较长，略超过体长之半。尾形粗大，覆毛长而蓬松，躯体覆有长的针毛，冬毛具丰盛的底绒。耳背之上半部黑色，与头部毛色明显不同，尾梢白色。足掌长有浓密短毛；具尾腺，能施放奇特臭味，称“狐臊”；乳头 4 对。毛色因季节和地区不同而变异很大，南方地区如广西所产毛被薄而短，北方所产毛长而丰密。一般背

面毛色棕黄或趋棕红，或呈棕白色，毛尖灰白，变异甚多，北方干旱地区所产富白色毛尖，故色调浅淡。双耳背面上部及四肢外侧均趋黑色延伸至足面，吻部两侧具黑褐色毛区。喉及前胸以及腹部毛色浅淡，呈乌灰及乌白色。从耳间自头顶至背中央有一栗褐色明显带，背中央且渗有白色毛尖。后肢较呈暗红色。尾部上面红褐色而带黑、黄或灰色细斑，尾梢白色，尾下面亦呈棕白色。幼年毛色呈浅灰褐色。

生态习性：栖息环境非常多样，如森林、草原、荒漠、高山、丘陵、平原及村庄附近，甚至于城郊，皆可栖息。赤狐喜欢居住在土穴、树洞或岩石缝中，有时也占据兔、獾等动物的巢穴，冬季洞口有水气冒出，并有明显的结霜，以及散乱的足迹，尿迹和粪便等，夏季洞口周围有挖出的新土，上面有明显的足迹，还有非常浓烈的狐臊气味。但赤狐的住处常不固定，而且除了繁殖期和育仔期间外，一般都是独自栖息。赤狐听觉、嗅觉发达，性狡猾，行动敏捷。喜欢单独活动。在夜晚捕食。通常夜里出来活动，白天隐蔽在洞中睡觉，长长的尾巴有防潮、保暖的作用，但在荒僻的地方，有时白天也会出来寻找食物。赤狐的腿脚虽然较短，爪子却很锐利，跑得也很快，追击猎物时速度可达每小时 50 多 km，而且善于游泳和爬树。主要以草地田鼠、鼠、松鼠、兔鼠类为食，也吃野禽、蛙、鱼、昆虫等，还吃各种野果和农作物。

属中国国家 II 级重点保护野生动物。

评价区内大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市、红河州的适宜生境中有分布。

⑦豹猫 *Felis bengalensis*

主要栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近。在半开阔的稀树灌丛生境中数量最多，浓密的原始森林、垦殖的人工林和空旷的平原农耕地

数量较少。主要为地栖，但攀爬能力强，在树上活动灵敏自如。夜行性，晨昏活动。善游水，喜在水塘边、溪沟边、稻田边等近水之处活动和觅食，主要以鼠类、松鼠、飞鼠、兔类、蛙类、蜥蜴、蛇类、小型鸟类、昆虫等为食，也吃浆果、榕树果和部分嫩叶、嫩草，有时潜入村寨盗食鸡鸭等家禽。属中国国家 II 级重点保护野生动物，被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录（CITES）II 物种。

评价区内大理市、楚雄市、昆明市和红河州的适宜生境中有分布。

⑧复齿鼯鼠 *Trogopterus xanthipes*

形态特征：体型中等，略比红腹松鼠大，体重 300~400g，体长 300~340mm，尾稍扁，与身体等长，后足长 40~48mm，耳长 30~35mm。头圆眼大，吻部短，耳壳发达圆宽。复齿鼯鼠耳基部有长而软的显著毛丛，背毛基部淡灰黑色，上部淡黄色，尖端呈黑色。颈背部黄色比背部明显，腹部毛呈灰白色，具淡橙色毛尖，飞膜色与腹面同，唯边缘为灰白色，可清楚地看出背腹的分界。尾背面色与体背部相近，但较浅，尾端黑色，尾腹面除尾基的毛稍为浅黄外，其余毛梢皆呈黑色，形成一纵纹直至尾端。眼眶四周成黑圈。

生态习性：生活在海拔 1360-2750m 的山区。常在陡峭山崖的岩洞或石隙内营巢，洞口一般离地面高 30m 以上。洞间距近者为 1-2m 远者可达 10 余 m。洞内有巢窝，以苔草类枝叶构成，通常一巢一鼠。夜行性，善攀爬，能滑翔 100m 以上。以栎树、松子、山杏、上核桃、石黄连等果实为食。在一些地方较普遍，在适宜的栖息地可能保持一个稳定的密度。但近些年来，人类经济活动发展，开山采石，使其栖息地遭到一定的破坏。同时，非法滥捕也给种群生存带来严重威胁，在不少地方数量在减少。如果再不注意保护，数量将继续下降。

地理分布：广泛分布于河南，河北(平山、涉县)，辽宁，吉林，山西(介休、灵石、排定)，陕西(洛南、商州、山阳、柞水、安康、宁陕、石泉、西乡)，湖北(宜昌)，四川(城口、苍溪、万源、达县、南充、万县、巫溪、南江、平武、黑水、二郎山、巴塘、理县、金川、灌县、峨嵋、宜宾、屏山、筠连、叙永、秀山)，云南，西藏(措美)，青海，贵州，甘肃，福建。

保护级别：被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录(CITES) III 物种。

在大理州评价区边缘可能有该物种活动。

4.8.8.4 工程建设区动物概况

骨干工程占地区的陆栖脊椎动物现状与上述评价区动物现状基本相同，由于骨干工程穿越大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市、红河州等 5 个州市的部分县市区，汇总之后所列动物种类数量就相对较多，但骨干工程施工所涉及的狭长区域的宽度更小，所以出现在施工范围的动物种类数量是十分贫乏的。

骨干工程建设区域可见的两栖类动物种类不多，主要是大蹼铃蟾 (*Bombina maxima*)、华西蟾蜍 (*Bufo andrewsi*)、黑眶蟾蜍 (*Bufo melanostictus*)、华西树蟾 (*Hyla annectans*)、昭觉林蛙 (*Rana chaochiaoensis*)、泽蛙 (*Rana limnocharis*)、滇蛙 (*Rana pleuraden*)、无指盘臭蛙 (*Rana grahami*)、多疣狭口蛙 (*Kaloula verrucosa*) 和饰纹姬蛙 (*Microphyla ornata*)。国家重点保护动物中的两栖类在骨干工程区域未见踪迹。

骨干工程建设区域的爬行类动物种类较少。调查未发现国家重点保护动物的爬行类在输水管道、沟渠工程区域分布。在此分布的主要是中国壁虎 (*Gekko chinensis*)、原尾蜥虎 (*Hemidactylus bowringii*)、疣尾蜥虎 (*Hemidactylus frenatus*)、昆明攀蜥 (*Japalura varcoae*)、云南攀蜥 (*Japalura*

yunnanensis)、多线南蜥(*Mabuya multifasciata*)、蓝尾石龙子(*Plestiodon elegns*)、昆明滑蜥(*Scincella barboursi*)、铜蜓蜥(*Sphenomorphus indicus*)、八线腹链蛇(*Amphiesma octolineata*)、斜鳞蛇(*Pseudoxenodon macrops*)、缅甸颈槽蛇(*Rhabdophis leonardi*)、颈槽蛇(*Rhabdophis nuchalis*)、红脖颈槽蛇(*Rhabdophis supralabialis*)、山烙铁头蛇(*Ovophis monticola*)、菜花原矛头蝮(*Protobothrops jerdonii*)、竹叶青蛇(*Timeresurus stejnegeri*)和云南竹叶青(*Trimeresurus yunnanensis*)等常见的蜥蜴和蛇类。

骨干工程建设区域的鸟类种类与评价区的没有太大差别。由于骨干工程区域范围更趋狭小，且多为平坦的农田和灌丛草丛，有少量人工林地，所以在范围内活动的种类贫乏。国家重点保护动物中，仅有少数鹰隼类鸟类可出现在该范围内高空盘旋，未发现该范围内有这些猛禽的营巢生境；此外评价区可能有白腹锦鸡(*Chrysolophus amherstiae*)在活动，但在骨干工程区域范围内，也无该鸟类活动的迹象。在施工区缺乏其它重要鸟类。该施工范围内可以见到的体型稍大的种类仅有鹭类(*Ardeidae* spp.)、斑鸠类(*Streptopelia* spp.)、杜鹃(*Cuculus* spp.)及戴胜(*Upupa epops*)等种类，其余主要为小型雀形目种类如鹁鸪(*Motacilla* spp.)、鹎类(*Pycnonotus* spp.)、伯劳(*Lanius* spp.)、卷尾(*Dicrurus* spp.)、鹊鸂(*Copsychus saularis*)、黑喉石即鸟(*Saxicola torquata*)、柳莺(*Phylloscopus* spp.)、麻雀(*Passer montanus*)等。

骨干工程建设区域的哺乳类主要为小型种类，如食虫目和啮齿目的种类，以鼯鼠科(*Soricidae*)、松鼠科(*Sciuridae*)、仓鼠科(*Cricetidae*)和鼠科(*Muridae*)的种类为主；总体上讲种类贫乏。略大型的哺乳类由于人类活动频繁，一般都踪迹难觅。国家重点保护动物中的哺乳类在工程区域范围内的调查中无记录。分布在该范围的主要种类有如：中国鼯鼠

(*Neotetracus sinensis*)、短尾鼯(*Anurosorex suaveolens*)、普通鼯鼠(*Sorex areneus*)、树鼯(*Tupaia belangeri*)、云南兔(*Lepus comus*)、赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)、泊氏长吻松鼠(*Dremomys pernyi*)、隐纹花松鼠(*Tamiops swinhoei*)、大绒鼠(*Eothenomys miletus*)、小家鼠(*Mus musculus*)、社鼠(*Niviventer confucianus*)、黄胸鼠(*Rattus flavipectus*)、大足鼠(*Rattus nitidus*)、褐家鼠(*Rattus norvegicus*)等种类,优势种为赤腹松鼠、隐纹花松鼠、小家鼠、社鼠、黄胸鼠和褐家鼠。

4.8.8.5 各州市湿地和受水水库动物概况

湿地和受水水库范围内两栖类分布相对集中而丰富,主要种类有大蹼铃蟾(*Bombina maxima*)、华西蟾蜍(*Bufo andrewsi*)、黑眶蟾蜍(*Bufo melanostictus*)、华西树蟾(*Hyla annectans*)、昭觉林蛙(*Rana chaochiaoensis*)、泽蛙(*Rana limnocharis*)、滇蛙(*Rana pleuraden*)、沼蛙(*Rana guentheri*)、无指盘臭蛙(*Rana grahami*)、多疣狭口蛙(*Kaloula verrucosa*)和饰纹姬蛙(*Microphyla ornata*)等种类。未调查到国家、省级重点保护动物中的两栖类。

爬行类动物在湿地域出现的种类和数量相对较多。主要有中国壁虎(*Gekko chinensis*)、原尾蜥虎(*Hemidactylus bowringii*)、疣尾蜥虎(*Hemidactylus frenatus*)、昆明攀蜥(*Japalura varcoae*)、云南攀蜥(*Japalura yunnanensis*)、多线南蜥(*Mabuya multifasciata*)、蓝尾石龙子(*Plestiodon elegns*)、昆明滑蜥(*Scincella barbouri*)、铜蜓蜥(*Sphenomorphus indicus*)、八线腹链蛇(*Amphiesma octolineata*)、斜鳞蛇(*Pseudoxenodon macrops*)、缅甸颈槽蛇(*Rhabdophis leonardi*)、颈槽蛇(*Rhabdophis nuchalis*)、红脖颈槽蛇(*Rhabdophis supralabialis*)、山烙铁头蛇(*Ovophis monticola*)、菜花原矛头蝮(*Protobothrops jerdonii*)、竹叶青蛇(*Timeresurus stejnegeri*)和云南竹叶青(*Trimeresurus yunnanensis*)等常见的蜥蜴和蛇类。调查未发现属国家重点保

护动物的爬行类在湿地区域。

湿地和受水水库范围内鸟类分布相对集中而丰富，尤其是水鸟类在湿地生态系统内集中分布。补水湖泊滇池记录到鸟类 127 种，隶属于 14 目 35 科。其中有湿地鸟类 67 种，如有小鸊鷉 (*Tachybaptus ruficollis*)、池鹭 (*Ardeola bacchus*)、绿翅鸭 (*Anas crecca*)、骨顶鸡 (*Fulica atra*) 等；杞麓湖记录到鸟类 63 种，隶属 11 目 23 科，其中，游禽 14 种，如赤麻鸭 (*Tadorna ferruginea*)、小鸊鷉 (*Tachybaptus ruficollis*) 和红嘴鸥 (*Larus ridibundus*) 等；涉禽 19 种，如白鹭 (*Egretta garzetta*)、黑水鸡 (*Gallinula chloropus*)、白骨顶 (*Fulica atra*) 等；异龙湖记录到鸟类 94 种，其中，游禽 14 种，常见种类包括赤麻鸭 (*Tadorna ferruginea*)、绿翅鸭 (*Anas crecca*)、斑嘴鸭 (*Anas poecilorhyncha*)、赤膀鸭 (*Anas strepera*)、红嘴鸥 (*Larus ridibundus*) 等，涉禽 26 种，常见种类包括苍鹭、池鹭 (*Ardeola bacchus*)、白鹭 (*Egretta garzetta*)、白骨顶 (*Fulica atra*)、白腰草鹬 (*Tringa ochropus*) 等。

湿地和受水水库区域活动的哺乳类主要为小型种类，如食虫目和啮齿目的种类，以鼯鼠科 (*Soricidae*)、松鼠科 (*Sciuridae*) 和鼠科 (*Muridae*) 的种类为主；总体上讲种类贫乏。略大型的哺乳类由于人类活动频繁，一般都踪迹难觅。国家重点保护动物中的哺乳类在该区域未见分布，哺乳类优势种为赤腹松鼠 (*Callosciurus erythraeus*)、隐纹花松鼠 (*Tamiops swinhoei*)、小家鼠 (*Mus musculus*)、社鼠 (*Niviventer confucianus*)、黄胸鼠 (*Rattus flavipectus*) 和褐家鼠 (*Rattus norvegicus*)。

4.9 水生生态

评价单位委托中科院昆明动物研究所开展滇中引水工程二期工程水生

生态影响评价工作。

4.9.1 现状调查工作情况

(1) 调查时间和频次

本工程水生态调查的水生生境、水生生物和鱼类资源调查，大理州分别于2019年4月、8月开展2次（旱季和雨季）；楚雄州2019年4月、11月开展2次；昆明市2018年11月、2019年1月至3月开展2次；玉溪市2019年5月、9月开展2次；红河州2019年4月、8月开展2次。

(2) 调查范围和断面

通过野外调查和采样监测，对大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市和红河州段工程主要影响的河流和水库的鱼类和水生生态系统进行详细的调查，调查范围涵盖评价区金沙江、澜沧江、南盘江、红河4大水系内的干流、主要支流、已建水库、天然湖泊等水体。二期工程评价区共设置197个采样断面，具体调查断面见表4.9.1-1、图4.9.1-1。

表 4.9.1-1 二期工程水生生态影响评估调查断面

编号	区域	样点	纬度	经度	海拔	县	水系
大理州水生生态调查断面							
河流							
1	受水区	落漏河（西邑）	24°55'55.96"	102°41'09.41"	1886	大理州鹤庆县	金沙江
2	受水区	桑园河（瓦溪河上游甸头村）	25°42'43.54"	100°21'43.70"	2025	大理州宾川县	金沙江
3	受水区	桑园河（瓦溪河）	25°44'43.35"	100°23'43.973"	1844	大理州宾川县	金沙江
4	退水区	桑园河（海稍水库下游溪流）	25°41'43.874"	100°37'43.674"	1632	大理州宾川县	金沙江
5	受水区	桑园河（卜甲村）	26°1'43.572"	100°33'43.011"	1327	大理州永胜县	金沙江
6	受水区	渔泡江（麻栗园）	25°32'43.830"	100°34'43.022"	1945	大理州祥云县	金沙江
7	受水区	渔泡江（罗家村）	25°30'43.976"	100°35'43.094"	1985	大理州祥云县	金沙江
8	受水区	楚场河（禾甸镇）	25°34'43.335"	100°44'43.294"	1965	大理州祥云县	金沙江
9	受水区	楚场河（渔泡江汇口）	25°47'43.360"	100°57'43.274"	1487	大理州祥云县	金沙江
10	受水区	黑惠江（平坡镇）	25°34'43.615"	100°2'43.232"	1406	大理州漾濞县	澜沧江
11	退水区	黑惠江（徐村桥）	25°30'43.359"	99°59'43.058"	1342	大理州漾濞县	澜沧江
12	退水区	徐村水电站	25°25'43.724"	99°59'43.398"	1302	大理州漾濞县	澜沧江
13	受水区	西河（大仓镇）	25°24'43.046"	100°12'43.485"	1740	大理州巍山县	元江
14	受水区	西河（巍宝山乡）	25°10'43.758"	100°19'43.119"	1674	大理州巍山县	元江

15	退水区	西河（下游）	25°4'43.748"	100°29'43.839"	1393	大理州南涧县	元江
16	受水区	西河（汇口）	25°3'43.657"	100°31'43.324"	1358	大理州南涧县	元江
17	受水区	毗雄河（新街）	25°22'43.944"	100°27'43.475"	1683	大理州弥渡县	元江
18	退水区	毗雄河（苴力）	25°12'43.527"	100°34'43.349"	1640	大理州弥渡县	元江
19	受水区	毗雄河汇口	25°4'43.144"	100°33'43.142"	1353	大理州南涧县	元江
水库							
20	受水区	海稍水库	25°41'43.874"	100°37'43.674"	1482	大理州宾川县	金沙江
21	受水区	团结水库	25°7'43.532"	100°37'43.550"	1523	大理州弥渡县	金沙江
22	受水区	大银甸水库	25°48'43.538"	100°30'43.216"	1432	大理州宾川县	金沙江
23	受水区	花桥水库	25°54'43.863"	100°25'43.739"	1337	大理州宾川县	金沙江
24	受水区	仙鹤水库	25°55'43.695"	100°27'43.607"	1548	大理州宾川县	金沙江
25	受水区	益民海水库	25°55'43.702"	100°26'43.920"	1293	大理州宾川县	金沙江
26	受水区	崔家箐水库	25°33'43.455"	100°34'43.611"	1400	大理州宾川县	金沙江
27	受水区	锁水阁水库	25°27'43.830"	100°14'43.368"	1463	大理州巍山县	金沙江
28	受水区	甸中河水库	25°23'43.909"	100°15'43.281"	1874	大理州巍山县	金沙江
29	受水区	大坝水库	25°28'43.929"	100°25'43.475"	1984	大理州弥渡县	金沙江
30	受水区	巴冲箐水库	25°27'43.259"	100°26'43.350"	1901	大理州弥渡县	金沙江
31	受水区	桑木箐水库	25°25'43.998"	100°28'43.547"	1868	大理州弥渡县	金沙江
32	受水区	黑泥箐水库	25°23'43.784"	100°29'43.081"	1756	大理县弥渡县	金沙江
33	受水区	小官村水库	25°31'43.255"	100°31'43.377"	2089	大理州祥云县	金沙江
灌区							
34	退水区	黄坪灌区（黄坪镇）	26°6'43.221"	100°14'43.184"	1475	大理州鹤庆县	金沙江
35	退水区	黄坪灌区（上六村）	26°9'43.976"	100°26'43.832"	1267	大理州永胜县	金沙江
36	退水区	宾川灌区（州城镇）	25°45'43.749"	100°34'43.672"	1463	大理州宾川县	金沙江
37	退水区	乔甸灌区（乔甸镇下游）	25°38'43.978"	100°37'43.072"	1639	大理州宾川县	金沙江
38	退水区	楚场河灌区（米甸镇）	25°40'43.892"	100°46'43.683"	1951	大理州祥云县	金沙江
39	退水区	祥云灌区（七河村）	25°28'43.113"	100°35'43.892"	1981	大理州祥云县	金沙江
40	退水区	祥云灌区（云南驿秧田海）	25°24'43.362"	100°40'43.314"	1964	大理州祥云县	金沙江
41	退水区	祥云灌区（下庄刘厂镇）	25°28'43.836"	100°47'43.884"	1952	大理州祥云县	金沙江
42	退水区	弥渡灌区（弥渡县城，毗雄河）	25°20'43.993"	100°29'43.670"	1671	大理州弥渡县	金沙江
43	退水区	巍山灌区（庙街）	25°20'43.672"	100°14'43.941"	1719	大理州巍山县	金沙江
44	退水区	大理灌区（满江）	25°36'43.516"	100°18'43.758"	1965	大理州下关县	金沙江
楚雄州水生生态调查断面							
河流							
45	退水区	旧麦甸村	25°07'24.73"	101°23'02.80"	1848	楚雄州楚雄州	龙川江
46	退水区	鹿城镇周西河	25°02'57.80"	101°33'32.00"	1778	楚雄州楚雄州	龙川江
47	退水区	适中乡大平地	25°33'26.59"	101°32'29.31"	1843	楚雄州姚安县	龙川江
48	退水区	江边村	25°57'00.85"	101°52'44.78"	944	楚雄州元谋县	龙川江
49	退水区	五福村	25°46'47.92"	101°49'47.89"	1066	楚雄州元谋县	龙川江
50	退水区	上格拉	25°40'17.19"	101°43'06.51"	1633	楚雄州双柏县	龙川江
51	退水区	禄丰县城（鲁禄干渠末）	25°08'43.02"	102°03'41.45"	1569	楚雄州禄丰县	龙川江
52	退水区	一平浪镇	25°09'34.90"	101°54'10.73"	1716	楚雄州禄丰县	绿汁江

53	退水区	广通镇	25°08'34.73"	101°45'49.85"	1810	楚雄州禄丰县	绿汁江
54	退水区	彩云镇河口村	25°54'07.96"	101°55'55.49"	1406	楚雄州禄丰县	绿汁江
55	退水区	彩云镇老耳村	25°00'51.57"	101°55'11.30"	1338	楚雄州禄丰县	绿汁江
56	退水区	姚安县大河口乡	25°27'28.29"	101°01'00.25"	1783	楚雄姚安县	渔泡江
57	受水区	武定麻栗园	25°30'02.77"	102°23'28.65"	1768	楚雄州武定县	绿汁江
58	受水区	小鲁支(鲁支河分水口)	25°19'32.26"	102°03'18.59"	1849	楚雄州禄丰县	绿汁江
59	受水区	迤石坝周溪河	24°58'09.02"	101°34'40.02"	1850	楚雄州楚雄市	龙川江
60	受水区	双柏大庄沙甸河	25°43'30.14"	101°50'17.20"	1558	楚雄州双柏县	龙川江
61	受水区	羊街镇	25°32'28.82"	101°55'29.51"	1539	楚雄州元谋县	龙川江
62	受水区	元谋县凤仪村	25°41'33.64"	101°51'05.66"	1102	楚雄州元谋县	龙川江
63	受水区	元谋县河西村	25°45'41.95"	101°50'09.25"	1062	楚雄州元谋县	龙川江
64	受水区	黑泥坡	25°34'03.33"	101°51'34.91"	957	楚雄州元谋县	龙川江
65	受水区	戊茂乡	25°34'03.33"	101°51'34.91"	1018	楚雄州元谋县	龙川江
66	受水区	小石门水电站下游	25°39'19.74"	101°41'02.56"	1471	楚雄州元谋县	龙川江
67	受水区	妥安乡龙川江分水口	25°16'19.38"	101°42'39.82"	1841	楚雄州元谋县	龙川江
68	受水区	南华县柳南干渠	25°11'02.84"	101°16'21.67"	1844	楚雄州南华县	龙川江
69	受水区	庄房村(万大干渠)	25°34'47.86"	101°13'48.04"	1868	楚雄州大姚县	龙川江
70	受水区	阮屯(万大干渠)	25°44'06.21"	101°22'03.55"	1920	楚雄州大姚县	龙川江
71	受水区	前场镇金家村	25°33'11.63"	101°28'10.151"	2018	楚雄姚安县	龙川江
湖泊							
72	受水区	查姆湖(凤双干渠)	25°40'33.09"	101°38'14.17"	1951	楚雄州双柏县	龙川江
水库							
73	受水区	小石门水库	25°33'46.51"	101°37'07.44"	1630	楚雄州牟定县	龙川江
74	受水区	龙虎水库	25°22'55.65"	101°28'05.65"	1908	楚雄州牟定县	龙川江
75	受水区	庆丰水库	25°19'08.36"	101°29'59.24"	1841	楚雄州牟定县	龙川江
76	受水区	东清水库	25°17'20.45"	101°33'46.56"	1796	楚雄州牟定县	龙川江
77	受水区	共和水库	25°14'41.34"	101°32'23.04"	1842	楚雄州牟定县	龙川江
78	受水区	新民水库	25°26'50.18"	101°40'00.52"	2000	楚雄州牟定县	龙川江
79	受水区	挨小河水库	25°39'05.11"	101°56'30.93"	1577	楚雄州元谋县	龙川江
80	受水区	洋派水库	25°30'55.48"	101°11'47.19"	1892	楚雄州姚安县	龙川江
81	受水区	妙峰水库	25°37'29.11"	101°16'53.17"	1983	楚雄州大姚县	龙川江
82	受水区	罗家冲水库	25°10'50.06"	101°11'22.26"	1950	楚雄州南华县	龙川江
83	受水区	耐桥水库	25°06'31.58"	101°17'01.43"	1948	楚雄州南华县	龙川江
84	受水区	九龙甸水库	25°13'16.56"	101°24'36.73"	1869	楚雄州楚雄市	龙川江
85	受水区	西静河水库	25°05'20.05"	101°23'23.89"	1984	楚雄州楚雄市	龙川江
86	受水区	中石坝水库	25°57'53.83"	101°34'28.56"	1859	楚雄州楚雄市	龙川江
87	受水区	石门水库	25°06'59.52"	102°05'58.16"	1611	楚雄州禄丰县	绿汁江
88	受水区	赵家箐水库	25°10'55.02"	101°46'38.80"	1959	楚雄州禄丰县	绿汁江
89	受水区	大跃进水库	25°27'12.13"	102°16'56.00"	1848	楚雄州禄丰县	绿汁江
90	受水区	老鸦关水库	24°58'46.09"	102°12'41.83"	1916	楚雄州禄丰县	绿汁江
灌区							
91	退水区	南华灌区大河边村	25°11'25.44"	101°15'59.02"	1846	楚雄州南华县	龙川江
92	退水区	黄瓜园镇	25°49'28.22"	101°51'33.76"	1064	楚雄州元谋县	龙川江
93	退水区	大姚阮屯灌区	25°43'29.80"	101°21'14.94"	1918	楚雄州大姚县	龙川江
94	退水区	仁兴镇	25°21'27.95"	101°55'13.29"	1803	楚雄州禄丰县	绿汁江
95	退水区	赵家村禄丰县灌区	25°10'21.49"	102°04'12.60"	1574	楚雄州禄丰县	绿汁江

96	受水区	武定戴家村(观武干渠)	25°27'36.33"	102°21'33.47"	1774	楚雄州武定县	绿汁江
97	受水区	勤丰镇灌区	25°07'25.36"	102°17'42.51"	1845	楚雄州禄丰县	绿汁江
98	受水区	勤丰镇河西村(观易干渠)	25°11'48.365"	102°17'18.19"	1866	楚雄州禄丰县	绿汁江
99	受水区	仁兴镇温泉村(观音山分水口)	25°20'58.15"	102°17'38.42"	1791	楚雄州禄丰县	绿汁江
100	受水区	苍岭镇	25°03'55.57"	101°39'59.06"	1813	楚雄州楚雄市	龙川江
101	受水区	广通镇	25°08'34.73"	101°45'49.85"	1810	楚雄州楚雄市	龙川江
102	受水区	广通镇龙禄干渠	25°11'31.11"	101°44'14.25"	1779	楚雄州楚雄市	龙川江
103	受水区	东华镇阿良波(凤双干渠交叉处)	24°59'56.40"	101°28'43.50"	1835	楚雄州楚雄市	龙川江
104	受水区	凤屯镇伍庄村分水口	25°14'38.93"	101°29'10.32"	1919	楚雄州牟定县	龙川江
105	受水区	牟定县灌区	25°18'07.07"	101°32'43.30"	1774	楚雄州牟定县	龙川江
106	受水区	潘猫村(伍牟干渠)	25°26'30.26"	101°32'49.92"	1936	楚雄州牟定县	龙川江
107	受水区	凤屯镇分水口	25°16'02.44"	101°22'24.06"	1936	楚雄州牟定县	龙川江
108	受水区	平田乡	25°45'09.23"	101°46'21.67"	1180	楚雄州元谋县	龙川江
109	受水区	柳家村分水口	25°16'38.85"	101°16'25.38"	2006	楚雄州南华县	龙川江
110	受水区	徐营镇	25°09'55.24"	101°13'49.09"	1902	楚雄州南华县	龙川江
111	受水区	龙街乡	25°39'51.26"	101°31'51.54"	1730	楚雄州大姚县	龙川江
112	受水区	大姚县土桥村	25°41'18.48"	101°18'35.91"	1862	楚雄州大姚县	龙川江
113	受水区	姚安县塔山村	25°28'31.32"	101°15'09.43"	1896	楚雄姚安县	龙川江
114	受水区	太平镇	25°23'25.02"	101°14'14.32"	2006	楚雄姚安县	龙川江
115	受水区	弥兴镇万家(万家分水口)	25°20'19.38"	101°10'17.18"	2016	楚雄姚安县	龙川江
昆明市水生生态调查断面							
116	补水河段	滇池(昆明福保)	24°55'55.96"	102°41'09.38"	1886	昆明市盘龙区	滇池-螳螂川
117	补水河段	滇池(晋宁鸽子湾)	24°40'13.04"	102°38'47.05"	1886	昆明市晋宁区	滇池-螳螂川
118	补水河段	盘龙江距入滇池口200m(洪家小村)	24°57'03.95"	102°41'23.37"	1889	昆明市盘龙区	滇池-螳螂川
119	补水河段	宝象河入滇池口200m(宝丰湿地公园附近)	24°55'23.94"	102°43'28.46"	1886	昆明市盘龙区	滇池-螳螂川
120	充蓄水库	张家坝水库(安宁)	24°55'01.95"	102°26'53.66"	1879	昆明市安宁区	滇池-螳螂川
121	充蓄水库	宝象河水库(昆明大板桥)	25°02'09.58"	102°56'07.03"	2057	昆明市盘龙区	滇池-螳螂川
122	充蓄水库	黄坡水库(扩建)及坝下河段2km处(富民)	25°10'59.70"	102°32'00.92"	1751	昆明市富民县	滇池-螳螂川
123	充蓄水库	大箐水库(扩建)及坝下河段2km处(安宁)	24°55'42.72"	102°18'38.04"	1930	昆明市安宁区	滇池-螳螂川
124	充蓄水库	箐门口水库(在建,安宁)	25°00'05.96"	102°26'12.64"	1853	昆明市安宁区	滇池-螳螂川

125	充蓄水 库	王家滩水库(大箐 水库下游 10km, 安 宁)	24°52'28.50"	102°19'24.24"	1785	昆明市安宁区	滇池-螳 螂川
126	退水区	扒河(绿汁江、易 门县下江口)	24°39'27.24"	102°13'31.01"	1549	玉溪市易门县	绿汁江
127	退水区	螳螂川(普渡河) 入水口下游 2km 处	24°47'00.74"	102°35'24.65"	1885	昆明市海口镇	滇池-螳 螂川
128	退水区	螳螂川(普渡河) 入水口下游 20km 处	24°56'45.69"	102°27'13.13"	1838	昆明市安宁市	滇池-螳 螂川
129	输水线 路区	洛龙河入水口下游 5km(洛龙河公园)	24°53'41.48"	102°49'14.46"	1900	昆明市呈贡区	滇池-螳 螂川
130	输水线 路区	洛龙河(呈贡段)	24°53'00.25"	102°51'10.42"	1913	昆明市呈贡区	滇池-螳 螂川
131	输水线 路区	盘龙江分水口处 (瀑布公园下 2km)	25°07'13.47"	102°45'11.97"	1907	昆明市盘龙区	滇池-螳 螂川
132	输水线 路区	盘龙江分水口下游 2km 处(霖雨桥下 游)	25°05'35.48"	102°44'05.11"	1897	昆明市盘龙区	滇池-螳 螂川
133	输水线 路区	宝象河分水口下游 1.5km 处	25°00'23.53"	102°49'58.71"	1928	昆明市盘龙区	滇池-螳 螂川
134	输水线 路区	柴河小扑村东 600m(柴河管道分 水闸处)	24°40'03.71"	102°42'52.57"	1907	昆明市晋宁区	滇池-螳 螂川
135	输水线 路区	螳螂川(分水口处, 富民小鱼坝)	25°10'26.82"	102°27'01.93"	1763	昆明市富民县	滇池-螳 螂川
136	实验区	滇池(白鱼口)	24°47'32.16"	102°39'34.32"	1886	昆明市海口镇	滇池-螳 螂川
137	实验区	滇池(下梁河湿地)	24°42'27.25"	102°40'57.94"	1890	昆明市晋宁区	滇池-螳 螂川
玉溪市水生生态调查断面							
河流							
138	退水区	扒河(六街镇)	24°48'25.34"	102°14'01.99"	1669	玉溪市易门县	红河
139	退水区	扒河(易门县)	24°39'53.77"	102°13'24.49"	1537	玉溪市易门县	红河
140	退水区	九溪镇分水口	24°17'59.99"	102°38'12.97"	1705	玉溪市	南盘江
141	退水区	曲江(大营街镇)	24°20'36.33"	102°29'41.21"	1622	玉溪市	南盘江
142	退水区	曲江(峨山县)	24°11'03.80"	102°24'23.48"	1547	玉溪市峨山县	南盘江
143	退水区	曲江(曲江镇)	24°58'20.38"	102°49'07.52"	1320	红河州建水县	南盘江
144	退水区	曲江(南盘江汇口)	24°12'45.34"	103°07'02.31"	1125	玉溪市华宁县	南盘江
145	退水区	南盘江(澄江县)	24°41'55.05"	103°02'36.71"	1443	玉溪市澄江县	南盘江
146	退水区	南盘江(盘溪镇)	24°13'41.51"	103°06'18.53"	1127	玉溪市华宁县	南盘江
湖泊							
147	评价区	抚仙湖	24°25'29.16"	102°51'32.57"	1735	玉溪市	南盘江
148	退水区	星云湖	24°19'11.97"	102°46'05.79"	1722	玉溪市江川区	南盘江
149	受水区	杞麓湖	24°09'47.07"	102°46'44.05"	1796	玉溪市通海县	南盘江
水库							
150	受水区	琉璃河水库	24°10'49.73"	102°49'16.04"	1577	玉溪市通海县	南盘江

151	受水区	岔河水库	24°50'32.17"	102°10'12.01"	1761	玉溪市易门县	红河
152	受水区	东风水库	24°20'53.27"	102°36'11.72"	1684	玉溪市	南盘江
153	受水区	凤凰水库	24°17'28.57"	102°28'43.33"	1702	玉溪市	南盘江
154	受水区	石河水库	24°22'24.01"	102°42'51.59"	1798	玉溪市江川区	南盘江
155	受水区	跃进水库	24°16'58.21"	102°43'07.02"	1786	玉溪市江川区	南盘江
156	受水区	捧寨水库	24°15'42.69"	102°45'02.77"	1776	玉溪市江川区	南盘江
157	受水区	大寨水库	24°15'28.57"	102°46'24.26"	1804	玉溪市江川区	南盘江
158	受水区	白龙河水库	24°13'54.67"	102°54'12.32"	1735	玉溪市华宁县	南盘江
159	受水区	阿斗村分水站	24°21'30.42"	102°43'00.46"	1786	玉溪市江川区	南盘江
灌区							
160	退水区	易门县灌区(六街镇)	24°48'35.90"	102°13'37.29"	1670	玉溪市易门县	红河
161	退水区	易门灌区(易门县)	24°39'53.06"	102°12'27.68"	1552	玉溪市易门县	红河
162	退水区	北城镇灌区	24°25'19.52"	102°33'02.72"	1654	玉溪市	南盘江
163	退水区	红塔区灌区	24°21'42.18"	102°31'13.69"	1625	玉溪市	南盘江
164	退水区	研和镇灌区	24°15'31.63"	102°29'19.23"	1650	玉溪市	南盘江
165	退水区	江城镇灌区	24°24'16.96"	102°48'20.42"	1732	玉溪市江川区	南盘江
166	退水区	大街镇灌区	24°19'08.96"	102°45'07.94"	1728	玉溪市江川区	南盘江
167	退水区	通海灌区	24°08'33.15"	102°43'04.46"	1797	玉溪市通海县	南盘江
168	退水区	华宁灌区	24°11'55.70"	102°56'41.13"	1605	玉溪市华宁县	南盘江
红河州水生生态调查断面							
河流							
169	退水区	大桥河	23°57'02.26"	102°21'35.45"	1140	红河州石屏县	红河
170	退水区	甸中河	23°52'15.98"	102°30'09.35"	1742	红河州石屏县	红河
171	退水区	百花龙河	23°47'41.21"	102°33'28.92"	1423	红河州石屏县	红河
172	退水区	泸江(阎把寺段)	23°39'29.05"	102°57'13.80"	1286	红河州建水县	南盘江
173	退水区	泸江(个旧北郊)	23°35'18.22"	103°09'15.80"	1132	红河州个旧市	南盘江
174	退水区	黑水河(三角海下游)	23°32'51.31"	103°15'57.79"	1234	红河州开远市	南盘江
175	退水区	南洞河与泸江汇口	23°40'57.00"	103°15'55.05"	1056	红河州开远市	南盘江
176	退水区	泸江与南盘江汇口	23°47'52.86"	103°16'08.70"	1061	红河州开远市	南盘江
湖泊							
177	受水区	异龙湖	23°40'04.44"	102°36'26.88"	1414	红河州石屏县	南盘江
178	评价区	大屯海	23°26'32.83"	103°19'23.37"	1300	红河州蒙自市	南盘江
179	退水区	三角海	23°33'27.24"	103°17'59.68"	1291	红河州开远市	南盘江
水库							
180	受水区	高冲水库	23°45'06.23"	102°30'09.35"	1482	红河州石屏县	南盘江
181	受水区	阿白冲水库	23°48'37.07"	102°34'22.82"	1523	红河州石屏县	南盘江
182	受水区	红罩塘水库(待建)	23°39'14.64"	102°46'46.11"	1432	红河州建水县	南盘江
183	受水区	青云水库	23°38'54.47"	102°49'39.04"	1337	红河州建水县	南盘江
184	受水区	跃进水库	23°44'08.02"	102°41'28.52"	1548	红河州石屏县	南盘江
185	受水区	长桥海	23°26'43.40"	103°23'14.68"	1293	红河州蒙自市	南盘江
186	受水区	大庄水库	23°36'46.21"	103°24'21.42"	1400	红河州开远市	南盘江
187	受水区	五里冲水库	23°13'09.41"	103°29'04.54"	1463	红河州蒙自市	南盘江
灌区							
188	退水区	石屏灌区(宝秀镇)	23°41'57.21"	102°30'32.14"	1419	红河州石屏县	南盘江
189	退水区	坝心镇灌区	23°39'35.16"	102°37'56.03"	1421	红河州石屏县	南盘江
190	退水区	建水县城灌区	23°37'15.97"	102°50'46.55"	1311	红河州建水县	南盘江

191	退水区	蒙自灌区	23°23'28.27"	103°22'57.62"	1299	红河州蒙自市	南盘江
192	退水区	十里铺镇灌区	23°24'59.36"	103°22'14.76"	1285	红河州蒙自市	南盘江
193	退水区	大屯镇灌区	23°23'12.17"	103°18'25.82"	1302	红河州蒙自市	南盘江
194	退水区	草坝镇灌区	23°29'26.93"	103°24'56.19"	1281	红河州蒙自市	南盘江
195	退水区	沙甸镇-鸡街镇灌区	23°31'59.11"	103°13'12.44"	1215	红河州个旧市	南盘江
196	退水区	开远灌区	23°44'20.86"	103°15'03.90"	1062	红河州开远市	南盘江
197	退水区	大庄乡灌区	23°35'03.32"	103°21'48.72"	1325	红河州开远市	南盘江



图 4.9.1-1 水生生态影响评估调查断面分布示意图

(3) 调查内容

1) 水环境要素

水环境要素调查包括调查水域的河道生境特征、水温、溶解氧、pH 值、透明度、河流底质等。

2) 水生生物资源

水生生物资源调查包括浮游植物、固着藻类、浮游动物、底栖动物和水生维管束植物的种类、分布密度、生物量、优势种。

3) 鱼类资源

鱼类资源调查包括:

①鱼类(包括珍稀保护、洄游鱼类、特有和主要经济鱼类)的种属名称、分类地位、种类组成、地理分布、区系结构及其演变、保护级别与资源状况,支流分布情况等;

②鱼类的摄食、洄游、栖息特征;

③鱼类“三场”的分布区域、范围、繁殖规模、繁殖时间及环境状况;

④珍稀保护、主要经济鱼类介绍;

⑤影响河流天然捕捞渔获量、渔获物的种类组成、相对数量比例、相对重量比例;

⑥珍稀、特有和主要经济鱼类的主要渔获对象的种群结构;

⑦渔业生产状况,包括专(副)业渔民人数、渔船数、作业方式(渔具、渔法)、渔业经济产值等;

4) 其他水生生物

其它水生动物,如水生哺乳类,以访问调查为主,实地调查为辅。

(4) 调查方法

水生生物的调查方法参照《内陆水体水生生物调查操作规范》、《内陆水域渔业自然资源调查手册》、《水环境监测规范》、《河流水生生物调查指南》、《淡水浮游生物研究方法》等相关规范进行。其它必需的资料采用访问法、文献法等进行收集。研究区域水生生物现状以实地调查为主。

4.9.2 水生生物资源

4.9.2.1 浮游植物

(1) 种类组成

根据实地调查采样和显微鉴定的结果，滇中调水项目涉及的河流、湖泊、水库共 197 个水体共观察到浮游植物 35 属，分别隶属于蓝藻门、硅藻门、裸藻门、甲藻门和绿藻门等 5 个门（见下图），其中硅藻门的种类最多，有 16 个属，分别占全部藻类种类的 45.7 %；其次是绿藻门，有 10 个属，占全部藻类种类 28.6 %，再次为蓝藻门，有 6 个属，占全部藻类种类的 17.7 %；裸藻门有 2 个属，占全部藻类种类的 5.7 %，甲藻门有 1 个属，占全部藻类种类的 2.9 %。

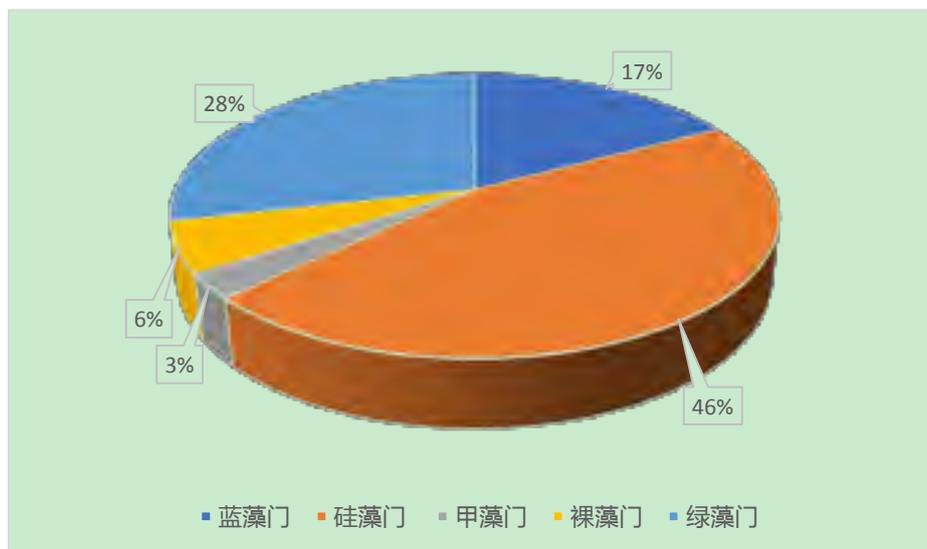


表 4.9.2-1 调查区域浮游植物组成

(3) 现状评价

本次调查中所观察到的浮游植物中组成有以下显著的特点：

① 调查河流中浮游植物种类以蓝藻门植物种类为主，和其他地区河流中多以硅藻门植物不同，与本次调查涉及的河段多为人工河段和湖泊下游河段有关。湖泊中以绿藻门植物种类居多，水库中以硅藻门和绿藻门种类居多；

② 本次调查涉及的河段多为人工河段和湖泊下游河段，水体营养程度高，且受上游湖泊、水库浮游植物群落影响，整体浮游植物和动物密度较高；

③ 同种水体类型，但不同营养程度的水体浮游植物密度和生物量相差较大。

④ 调查中的藻类基本为广布种。

4.9.2.2 浮游动物

(1) 种类组成

通过 2018-2019 年对滇中调水大理、楚雄、昆明、玉溪、红河所涉及的河流、湖泊和水库的浮游动物进行调查监测，调查断面 197 个，共检出浮游动物 3 门 4 纲 12 目 43 科 77 属 105 种。其中原生动物 2 纲 6 目 26 科 33 属 50 种，占总种数的 47.62%；轮虫 1 纲 2 目 9 科 20 属 25 种，占总种数的 23.81%；枝角类 5 科 15 属 21 种，占总种数的 20%；桡足类 3 科 9 属 9 种，占总种数的 8.57%。浮游动物种类组如表 4.9.2-2 所示。

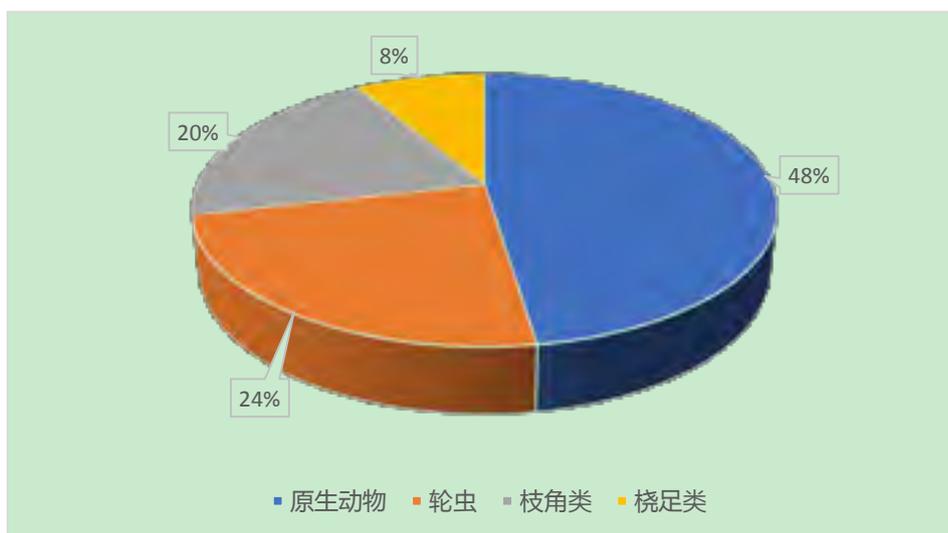


表 4.9.2-2 调查区域浮游动物组成

(2) 数量与生物量

调查的 197 个断面浮游动物密度，其中大理浮游动物河道平均密度是

41.21 个/L，水库平均密度是 307.64 个/L，灌区平均密度为 227.5 个/L；楚雄浮游动物河道平均密度是 58.66 个/L，湖泊平均密度是 65.50 个/L。水库平均密度是 246.97 个/L，灌区平均密度为 76.72 个/L；昆明浮游动物河道平均密度是 3157.66 个/L，湖泊平均密度是 10454.87 个/L，水库平均密度是 2415.16 个/L；玉溪浮游动物河道平均密度是 123.40 个/L，湖泊平均密度是 502.50 个/L，水库平均密度是 162.23 个/L，灌区平均密度为 165.33 个/L；红河浮游动物河道平均密度是 26.50 个/L，湖泊平均密度是 395.33 个/L，水库平均密度是 110.43 个/L，灌区平均密度为 50.67 个/L。

调查 197 个断面浮游动物生物量，大理浮游动物河道平均生物量是 0.2968 mg/L，水库平均生物量是 0.8236 mg/L，灌区平均生物量为 0.0770 mg/L；楚雄浮游动物河道平均生物量是 0.0770 mg/L，湖泊平均生物量是 0.4124 mg/L，水库平均生物量是 0.5227 mg/L，灌区平均生物量为 0.0756 mg/L；昆明浮游动物河道平均生物量是 4.0091 mg/L，湖泊平均生物量是 20.6762 mg/L，水库平均生物量是 4.4801 mg/L；玉溪浮游动物河道平均生物量是 0.0703 mg/L，湖泊平均生物量是 0.8011 mg/L，水库平均生物量是 0.1672 mg/L，灌区平均生物量为 0.2690 mg/L；红河浮游动物河道平均生物量是 0.0282 mg/L，湖泊平均生物量是 0.8207 mg/L，水库平均生物量是 0.2059 mg/L，灌区平均生物量为 0.0873 mg/L。

(3) 现状评价

调查结果显示浮游动物种类组成有如下特点：

- ① 河道浮游动物受上游湖泊、水库等影响较大，如红河州泸江河受上游影响，枝角类和桡足类也大量出现在河道中；
- ② 水体营养程度不同，其浮游动物的密度和生物量成也不相同；
- ③ 调查中河道浮游动物生物量较高，甚至高于水库中的量，与本次调

查涉及的河段多为人工河段和湖泊下游河段，浮游动物种群受上游影响有关；

④ 调查中的浮游动物基本为广布种。

4.9.2.3 底栖动物

(1) 种类组成

通过两次对滇中调水大理、楚雄、昆明、玉溪、红河等地区涉及的 197 个水体进行调查监测，共检出底栖动物 33 种，隶属于 3 门 6 纲 18 目 22 科，其中环节动物 3 种，占总物种数的 9.09%，软体动物 14 种，占总物种数的 42.42%，节肢动物门甲壳纲 6 种，占总物种数的 18.18%，节肢动物门昆虫纲 10 种，占总物种数的 30.30% (表 4.9.2-3)。调查物种中，金苹果螺和克氏原螯虾是外来物种。金苹果螺原产于南美洲亚马逊河流域，克氏原螯虾原产于中、南美洲和墨西哥东北部地区，是我国危害较大的外来入侵种。在本次调查区内，金苹果螺和克氏原螯虾在红河、玉溪采集到活体，星云湖等自然水体中也有发现。

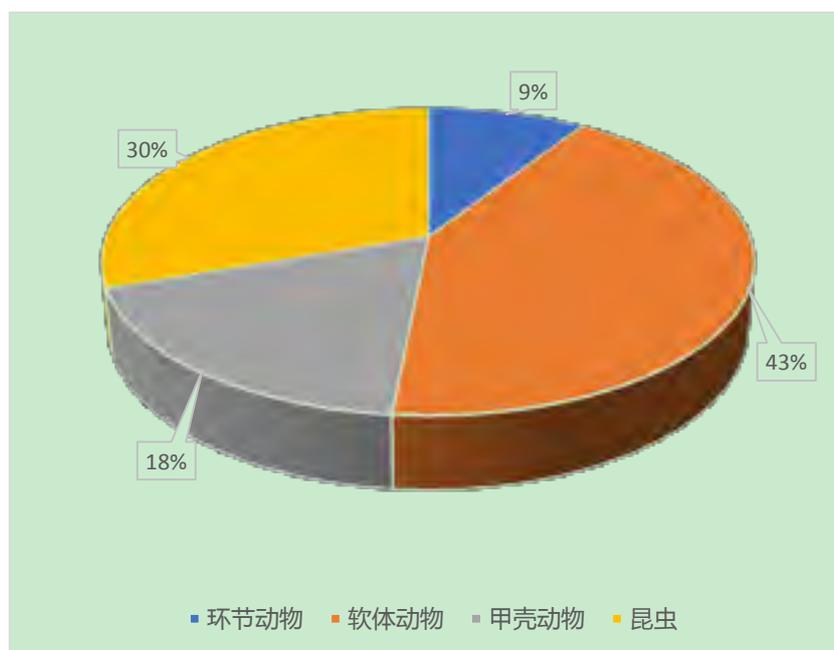


表 4.9.2-3 调查区域底栖动物组成

(2) 数量与生物量

调查的 174 个断面中，大理底栖动物河道平均生物量是 0.4636 克/平方米，水库平均生物量是 1.6260 克/平方米，灌区平均生物量为 0.4021 克/平方米；楚雄底栖动物河道平均生物量是 0.2356 克/平方米，湖泊平均生物量是 0.6000 克/平方米，水库平均生物量是 0.3644 克/平方米，灌区平均生物量为 0.2314 克/平方米；昆明底栖动物河道平均生物量是 0.4254 克/平方米，湖泊平均生物量是 1.4600 克/平方米，水库平均生物量是 0.4858 克/平方米；玉溪底栖动物河道平均生物量是 0.3000 克/平方米，湖泊平均生物量是 0.7500 克/平方米，水库平均生物量是 0.4563 克/平方米，灌区平均生物量为 0.3833 克/平方米；红河底栖动物河道平均生物量是 0.3063 克/平方米，湖泊平均生物量是 0.5833 克/平方米，水库平均生物量是 0.3750 克/平方米，灌区平均生物量为 0.3222 克/平方米。

(3) 现状评价

调查区域底栖动物多为广布种，其中光肋螺蛳为抚仙湖特有种，仅分布在抚仙湖深水区，在调查区域仅发现有螺壳。克氏原螯虾和福寿螺为外来物种，在湖泊和周围水库、一些河道中都有发现，应予以重视。

4.9.2.4 水生植物

调查 197 个水域共监测到水生植物 15 种，自然河段水生植物较少，仅在由于水势较缓的河段发育有沉水植物。水库库区水深，且水位变化较大，不适合水生植物生长，仅有一些漂浮植物。

湖泊水生植物较为丰富，滇池、星云湖湖体及沿岸带记录有大型水生植物 27 种，其中挺水植物 6 种，浮叶植物 3 种，漂浮植物 5 种，沉水植物 13 种。主要是茭草群落，红线草、狐尾藻等沉水植物。

4.9.3 鱼类

4.9.3.1 鱼类组成及特点

(1) 金沙江流域干流及其主要支流与湖泊断面

1) 鱼类组成

本次野外实际采样调查、市场调查、访问调查、文献资料查询以及中国科学院昆明动物研究所鱼类标本库的馆藏标本记录，滇中引水二期工程金沙江流域共记录到鱼类 77 种（见表 4.9.3-1），隶属于 7 目 20 科 57 属，其中土著种 38 种，外来种 39 种，该水系调查断面未发现长距离洄游鱼类，其中金沙江水系特有鱼类 22 种（西昌华吸鳅、红尾荷马条鳅、异色云南鳅、黑斑云南鳅、滇池球鳔鳅、昆明高原鳅、前鳍高原鳅、云南鲴、多鳞白鱼、银白鱼、滇池金线鲃、中华倒刺鲃、四川裂腹鱼、昆明裂腹鱼、小鲤、杞麓鲤、中臀拟鲮、长须鲢、昆明鲃、中华纹胸鮡、金氏鮡、黑尾鮡）。评价区金沙江流域记录的鱼类中，滇池金线鲃、小鲤、昆明鲃、多鳞白鱼、金氏鮡 5 种被列为国家 II 级重点保护野生动物；银白鱼被列为云南省重点保护野生动物。

金沙江流域野外调查期间采集到的鱼类物种为：泥鳅、红尾荷马条鳅、侧纹云南鳅、横纹南鳅、前鳍高原鳅、高体鲃、鲮、棒花鱼、麦穗鱼、拉氏大吻鲃、鲫、瓦氏黄颡鱼、鲃、太湖新银鱼、齐氏罗非鱼、蓝鳃太阳鱼、子陵吻鰕虎鱼、褐吻鰕虎鱼和宽额鳢等 19 种，其中，流域内河流水体采集土著鱼类 7 种，包括 1 种列入《中国生物多样性红色名录内陆鱼类》中易危（VU）类别的鱼类侧纹云南鳅，外来物种有 12 种；滇池流域水体采集到的土著鱼类物种仅为泥鳅、黄鲢和鲫鱼 3 种。

金沙江支流落漏河上游西邑断面无鱼；中游黄坪灌区有一定鱼类资源，以常见种和外来种为主，如中华细鲫、棒花鱼、麦穗鱼、鲮、泥鳅、大鳞

副泥鳅、褐吻虾虎鱼、波氏吻虾虎鱼，新发现外来种宽额鳢；下游上六村断面干季仅有泥鳅，雨季有麦穗鱼、棒花鱼、中华细鲫、鳅、泥鳅、大鳞副泥鳅、波氏吻虾虎鱼、褐吻虾虎鱼、宽额鳢。

金沙江支流桑园河上游支流瓦溪河无鱼；中游宾居河是长须鮠 *Leiocassis longibarbus* 的模式产地，但现场调查发现宾居镇河段基本没有鱼类分布；州城镇断流无鱼，仅在雨季有少量鲫、泥鳅、宽额鳢；宾居河下游长时间处于断流状态，仅雨季有少量泥水，基本没有鱼类生存。

渔泡江上游支流中河长时间处于断流状态，无鱼；中游刘厂镇断面在雨季有鲫鱼、麦穗鱼、大鳞副泥鳅、食蚊鱼、小黄黝鱼等；渔泡江支流楚场河上游禾甸镇断面干季断流无鱼，雨季有鲫、麦穗鱼、泥鳅、食蚊鱼、褐吻虾虎鱼、小黄黝鱼；中游米甸镇断面干季断流无鱼，雨季有鲫鱼、麦穗鱼、高体鳊、泥鳅、小黄黝鱼、褐吻虾虎鱼等；楚场河汇口有宽鳍鱲、鲫、麦穗鱼、棒花鱼、泥鳅、大鳞副泥鳅、红尾荷马条鳅、横纹南鳅、小黄黝鱼、褐吻虾虎鱼、蓝鳃太阳鱼。

通过昆明动物研究所 2001-2013 年的考察和监测数据，滇池湖体确认现存土著鱼类 16 种，其中滇池金线鲃、云南光唇鱼、多鳞白鱼、银白鱼、云南盘鮠、昆明裂腹鱼、侧纹云南鳅、异色云南鳅、昆明高原鳅、横纹南鳅、中臀拟鲮、鲃、中华青鲂等仍然存在于滇池及其附属水体；并在滇池附属水体发现 2 个新记录种：细头鳅、横纹南鳅；另有 2 个土著种被重新发现：黑斑云南鳅、红尾荷马条鳅。一些种类如中华倒刺鲃、云南鲴、小鲤、杞麓鲤、长身鲃、滇池球鳃鳅、昆明鲃、金氏鳅、黑尾鳅等已约 30 年没有采集记录。从 2009 年起，每年有超过 10 万尾滇池金线鲃鱼苗投放进入滇池，目前种群数量得到恢复并稳步增加。

滇池流域的外来种已由 29 种（何纪昌、刘振华，1985）增加到现在的

40种，姜昊辰等（2017）报道了采自滇池的云南首例新外来物种粘皮鲢虾虎鱼，此次调查新发现外来种陈氏新银鱼，滇池湖体的鱼类组成已经由土著种为主体演变为完全由外来种为主体。为改变滇池鱼类区系以实现渔业增收，自1958年以来从外省引入四大家鱼（青鱼、草鱼、鲢、鳙）、鲤及太湖新银鱼等经济鱼类至滇池内。与此同时，一些经济价值不高的野杂鱼如：麦穗鱼、棒花鱼、鲮类、吻鰕虎鱼类、小黄魮鱼等亦被带入滇池。近年来不合理的放生及养殖场养殖鱼种的逃逸也是滇池新的外来种出现的原因，如虹鳟、丁鲷、鲇（金锦锦等，2018）、下口鲇、罗非鱼等。也有一些外来物种因不能适应滇池水体环境的变化而绝迹，如：鲸、鳢、鳊等。为净化水质，近年渔业部门每年都投放大量的鲢、鳙进入滇池。

根据昆明市水产研究所2015-2017年《滇池鱼类资源年度监测报告》，滇池（外海）现有鱼类24种，隶属于7目12科23属，其中仅滇池金线鲃、银白鱼、鲫鱼、泥鳅、黄鳝等5种为土著鱼类，而且数量稀少，其余19种均为外来种。

2018年11月的调查中，对福保村鱼市场和昆阳南门市场进行了市场调查，调查发现以下鱼类为目前滇池常见鱼类：鲤、鲫、鲢、鳙、草鱼、红鳍原鲃、鳊、麦穗鱼、高体鳊、陈氏新银鱼、间下鲃鱼、黄鳝、光泽黄颡鱼、黄颡鱼、泥鳅、大鳞副泥鳅、食蚊鱼、小黄魮鱼、子陵吻鰕虎鱼、褐吻鰕虎鱼；土著种云南盘鲃、鲇较为少见。调查各水库鱼类组成相似，均以放养的鲢、鳙为主；其他常见经济鱼类包括：草鱼、鲤、鲫、红鳍原鲃、鳊、池沼公鱼、银鱼；野杂鱼包括：麦穗鱼、棒花鱼、高体鳊、食蚊鱼、小黄魮鱼、子陵吻鰕虎鱼等。在少数水库，如大箐水库采集到了土著种中华青鲂。

既分布于金沙江水系，同时又在其他水系有分布的鱼类，包括澜沧江

水系 27 种；南盘江水系 36 种；元江水系 27 种。

表 4.9.3-1 滇中引水二期金沙江流域鱼类名录

中文名	拉丁名	采集记录	KIZ 标本文献记录	物种属性	分布水系
I 鲤形目	CYPRINIFORMES				
i 鳅科	Cobitidae				
1 泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor)	●			1,2,3,4
2 大鳞副泥鳅	<i>Paramisgurnus dabryanus</i> (Sauvage)			□	1,2,3,4
ii 爬鳅科	Balitoridae				
3 西昌华吸鳅	<i>Sinogastromyzon sichangensis</i> (Chang)		■	★	1
iii 条鳅科	Nemacheilidae				
4 红尾荷马条鳅	<i>Homatula variegata</i> (Dabry de Thiersant)	●		★	1
5 异色云南鳅	<i>Yunnanilus discoloris</i> (Zhou et He)		■	★	CR 1
6 黑斑云南鳅	<i>Yunnanilus nigromaculatus</i> (Regan)		■	★	EN 1
7 侧纹云南鳅	<i>Yunnanilus pleurotaenia</i> (Regan)	●			VU 1,3
8 滇池球鳅	<i>Sphaerophysa dianchiensis</i> (Cao Zhu)		■	★	CR 1
9 横纹南鳅	<i>Schistura fasciolata</i> (Nichols et Pope)	●			1,2,3,4
10 昆明高原鳅	<i>Triplophysa grahami</i> (Regan)		■	★	1
11 前鳍高原鳅	<i>Triplophysa anterodorsalis</i> (Zhu et Cao)	●		★	1
12 细尾高原鳅	<i>Triplophysa stenura</i> (Herzenstein)		■		1,2
iv 鲤科	Cyprinidae				
鲃亚科	Danioninae				
13 中华细鲫	<i>Aphyocypris chinensis</i> Günther		■	□	1
14 宽鳍鱮	<i>Zacco platypus</i> (Temminck et Schlegel)		■		1,2
鲮亚科	Acheilognathinae				
15 长身鲮	<i>Acheilognathus elongatus</i> (Regan)		■	□	CR 1
16 大鳍鲮	<i>Acheilognathus macropterus</i> (Bleeker)		■	□	1
17 兴凯鲮	<i>Acheilognathus chankaensis</i> (Dybowski)		■	□	1
18 高体鳊	<i>Rhodeus ocellatus</i> (Kner)	●			1,2,3,4
鲴亚科	Xenocyprinae				
19 云南鲴	<i>Xenocypris yunnanensis</i> (Nichols)		■	★	EN 1
鮡亚科	Cultrinae				
20 团头鲂	<i>Megalobrama amblycephala</i> (Yih)		■	□	1,3
21 似鲃	<i>Toxabramis swinhonis</i> Günther		■	□	1
22 红鳍原鮡	<i>Cultrichthys erythropterus</i> (Basilewsky)		■	□	1,3
23 鳊	<i>Parabramis pekinensis</i> (Basilewsky)		■	□	1
24 鲮	<i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky)	●			1,2,3,4
25 多鳞白鱼	<i>Anabarilius polylepis</i> (Regan)		■	★	II 级 1
26 银白鱼	<i>Anabarilius alburnops</i> (Regan)		■	★	EN 1
鮡亚科	Gobioninae				
27 棒花鱼	<i>Abbotina rivularis</i> (Basilewsky)	●			1,2,3,4
28 麦穗鱼	<i>Pseudoras parva</i> (Temminck Schlegel)	●		□	1,2,3,4
29 黑鳍鳈	<i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i> (Günther)			□	1
30 华鳈	<i>Sarcocheilichthys sinensis</i> Bleeker			□	1
雅罗鱼亚科	Leuciscinae				

中文名	拉丁名	采集记录	KIZ 标本文献记录	物种属性		分布水系
31 青鱼	<i>Mylopharyngodon piceus</i> (Richardson)		■	□		1,2,3,4
32 草鱼	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes)		■	□		1,2,3,4
33 鯨	<i>Luciobrama macrocephalus</i> (Lacepède)			□		1
34 赤眼鱒	<i>Squaliobarbus curriculus</i> (Richardson)			□		1
35 鱮	<i>Ochetobius elongatus</i> (Kner)			□		1
36 鳊	<i>Elopichthys bambusa</i> (Richardson)			□		1
37 丁鲷	<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus)			□		1
38 拉氏大吻鲈	<i>Rhynchocypris lagowskii</i> (Dybowski)	●		□		1
鲢亚科	Hypophthalmichthyinae					
39 鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes)			□		1,2,3,4
40 鳙	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson)			□		1,2,3,4
鲃亚科	Barbinae					
41 滇池金线鲃	<i>Sinocyclocheilus grahami</i> (Regan)		■	★	II 级	1
42 中华倒刺鲃	<i>Spinibarbus sinensis</i> (Bleeker)		■	★	LC	1
43 云南光唇鱼	<i>Acrossocheilus yunnanensis</i> (Regan)		■		LC	1,3
野鲮亚科	Labeoninae					
44 云南盘鮈	<i>Discogobio yunnanensis</i> (Regan)		■			1,3,4
裂腹鱼亚科	Schizothoracinae					
45 四川裂腹鱼	<i>Schizothorax kozlovi</i> (Nikolsky)		■	★		1
46 昆明裂腹鱼	<i>Schizothorax grahami</i> (Regan)		■	★	EN	1
鲤亚科	Cyprininae					
47 鲤	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus)		■			1,2,3,4
48 鲫	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus)	●				1,2,3,4
49 小鲤	<i>Cyprinus micristius</i> (Regan)		■	★	II 级	1
50 杞麓鲤	<i>Cyprinus chilia</i> (Wu et al)		■	★	EN	1,3
II 鲇形目	SILURIFORMES					
v 鲿科	Bagridae					
51 瓦氏黄颡鱼	<i>Pelteobagrus vachelli</i> (Richardson)	●				1,2,3,4
52 中臀拟鲿	<i>Pseudobagrus medianalis</i> (Regan)		■	★	CR	1
53 长须鲿	<i>Leiocassis longibarbus</i> Cui		■	★	CR	1
vi 鲇科	Siluridae					
54 昆明鲇	<i>Silurus mento</i> (Regan)		■	★	II 级	1
55 鲇	<i>Silurus asotus</i> Linnaeus	●		□		1,2,3,4
56 大口鲇	<i>Silurus meridionalis</i> Chen			□		1,3
vii 鮡科	Sisoridae					
57 中华纹胸鮡	<i>Glyptothorax sinensis</i> (Regan)		■	★		1,3,4
viii 钝头鮡科	Amblycipitidae					
58 金氏鮡	<i>Liobagrus kingi</i> (Tchang)		■	★	DD	1
59 黑尾鮡	<i>Liobagrus nigricauda</i> (Regan)		■	★	DD	1
III 胡瓜鱼目	OSMERIFORMES					
ix 胡瓜鱼科	Osmeridae					
60 池沼公鱼	<i>Hypomesus olidus</i> (Pallas)		■	□		1,3
x 银鱼科	Salangidae					

中文名	拉丁名	采集记录	KIZ 标本文献记录	物种属性	分布水系
61 太湖新银鱼	<i>Neosalanx taihuensis</i> (Chen)		■	□	1,2,3
62 陈氏新银鱼	<i>Neosalanx tangkahkeii</i> (Wu)	●		□	1
IV 颌针鱼目	BELONIFORMES				
x i 鱚科	Hemiramphidae				
63 间下鱚鱼	<i>Hyporhamphus intermedius</i> (Cantor)		■	□	1,3
x ii 怪颌鱚科	Adrianichthyidae				
64 中华青鲂	<i>Oryzias sinensis</i> (Chen,Uwa et Chu)		■		1,2,3,4
V 鲂形目	CYPRINODONTIFORMES				
x iii 胎鲂科	Oryziatidae				
65 食蚊鱼	<i>Gambusia affinis</i> (Barird et Girard)		■	□	1,2,3,4
VI 合鳃鱼目	SYNBRANCHIFORMES				
x iv 合鳃鱼科	Synbranchidae				
66 黄鳝	<i>Monopterus albus</i> (Zuiew)		■		1,2,3,4
VII 鲈形目	PERCIFORMES				
x v 丽鱼科	Cichlidae				
67 尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis nilotica</i> (Linnaeus)		■	□	1,2,3,4
68 齐氏罗非鱼	<i>Coptodon zillii</i> (Gervais)	●		□	1
x vi 沙塘鳢科	Odontobutidae				
69 小黄鱼幼鱼	<i>Micropercops swinhonis</i> (Günther)		■	□	1,2,3,4
x vii 太阳鱼科	Centrarchidae				
70 蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i> Rafinesque	●		□	1
x viii 鰕虎鱼科	Gobiidae				
71 子陵吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius giurinus</i> (Rutter)	●		□	1,2,3,4
72 褐吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius breus</i> (Temminck et Schlegel)	●	■	□	1,2,3,4
73 波氏吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius cliffordpopei</i> (Nichols)		■	□	1,2,3,4
74 粘皮鲢虾虎鱼	<i>Mugilogobius myxodermus</i> (Herre)		■	□	1
x ix 鱧科	Channidae				
75 乌鱧	<i>Channa argus</i> (Cantor)		■		1,3,4
76 宽额鱧	<i>Channa gachua</i> (Hamilton)	●		□	1,2,3,4
x x 鲮科	Sinipercidae				
77 鲮	<i>Siniperca chuatsi</i> (Blasilewsky)		■	□	1

注：●表示野外调查采集到的物种；■表示昆明动物所已有馆藏标本；□表示该鱼类是外来物种；★表示该鱼类是该区域本地物种或是中国特有种；英文字母表示该鱼类的物种现状：灭绝（EX）、野外灭绝（EW）、极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、无危（LC）；物种分布水系代码：1 金沙江、2 澜沧江、3 南盘江、4 元江。

2) 鱼类组成特点

根据现场调查结果，从评价区域内的现有鱼类组成可以看出，鲤形目的鱼类占绝大多数，鲤形目鱼类共 4 科 50 种，占鱼类总数 64.94%；鲈形目鱼类 6 科 10 种，占总数 14.29%；鲇形目为 4 科 9 种，占总数 11.69%；胡瓜鱼目为 2 科 3 种，占总数 3.90%；鲂形目为 2 科 2 种，占总数 2.60%；

颌针鱼目、合鳃鱼目各 1 科 1 种，各占 1.30%（表 4.9.3-2）。

鲤科为最大科，有 38 种，占鱼类总数 49.35%；其次为条鳅科，有 9 种，占 11.69%；鰕虎鱼科有 4 种，占 5.19%；鲮科、鲇科各 3 种，各占 3.90%；鳅科、钝头鮠科、银鱼科、丽鱼科、鱧科各 2 种，各占 2.60%；其余各科仅 1 种，各占 1.30%。

表 4.9.3-2 滇中引水二期工程金沙江流域鱼类组成

目	科	种数	比例 (%)
鲤形目 CYPRINIFORMES	鳅科 Cobitidae	2	2.60%
	条鳅科 Nemacheilidae	9	11.69%
	爬鳅科 Balitoridae	1	1.30%
	鲤科 Cyprinidae	38	49.35%
鲇形目 SILURIFORMES	鲮科 Bagridae	3	3.90%
	鲇科 Siluridae	3	3.90%
	鮡科 Sisoridae	1	1.30%
	钝头鮠科 Amblycipitidae	2	2.60%
胡瓜鱼目 OSMERIFORMES	胡瓜鱼科 Osmeridae	1	1.30%
	银鱼科 Salangidae	2	2.60%
鲟形目 CYPRINODONTIFORMES	胎鲟科 Poeciliidae	1	1.30%
颌针鱼目 BELONIFORMES	鲃科 Hemiramphidae	1	1.30%
	怪颌鲟科 Adrianichthyidae	1	1.30%
合鳃鱼目 SYNBRANCHIFORMES	合鳃鱼科 Synbranchidae	1	1.30%
鲈形目 PERCIFORMES	丽鱼科 Cichlidae	2	2.60%
	太阳鱼科 Centrarchidae	1	1.30%
	沙塘鳢科 Odontobutidae	1	1.30%
	鰕虎鱼科 Gobiidae	4	5.19%
	鱧科 Channidae	2	2.60%
	鳅科 Sinipercidae	1	1.30%
合计：7 目	20 科	77	100%

滇池流域中鱼类共记录有鱼类 64 种，其中以鲤形目鱼类为主，共 45 种，占鱼类种数的 70.3%，而鲤形目中又以鲤科鱼类为主，占鱼类总数的 54.7%；鲇形目鱼类 8 种，占鱼类总数的 12.5%，鲈形目鱼类 4 种，占鱼类总数的 6.3%；颌针鱼目、胡瓜鱼目鱼类 2 种，均占鱼类总数的 3.1%，鲟形目、鲟形目、合鳃鱼目鱼类均为 1 种，均占鱼类总数的 1.6%（表 4.9.3-3）。

表 4.9.3-3 金沙江中上游流域滇池鱼类组成

目	科	种数	比例 (%)
---	---	----	--------

鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	35	54.7
	鳅科 Cobitidae	3	4.7
	条鳅科 Nemacheilidae	7	10.9
鲇形目 SILURIFORMES	钝头鮠科	3	4.7
	鲇科 Siluridae	3	4.7
	鮠科 Bagridae	2	3.1
鲈形目 PERCIFORMES	鰕虎鱼科 Gobiidae	1	1.6
	丽鱼科 Cichlidae	1	1.6
	塘鳢科 Eleotridae	1	1.6
	鳊科 Siniperidae	1	1.6
颌针鱼目 BELONIFORMES	鱼鲛科 Hemiramphidae	1	1.6
	怪颌鲂科	1	1.6
鲟形目	胎鲟科 Poeciliidae	1	1.6
合鳃鱼目	合鳃鱼科	1	1.6
鲑形目 SALMONIFORMES	鲑科 Salmonidae	1	1.6
胡瓜鱼目 OSMERIFORMES	胡瓜鱼科 Osmeridae	1	1.6
	银鱼科 Salangidae	1	1.6

(2) 澜沧江流域干流及其主要支流断面

1) 鱼类组成

本次野外实际采样调查、市场调查、访问调查、文献资料查询以及中国科学院昆明动物研究所鱼类标本库的馆藏标本记录，鱼类历史记录主要参考《云南鱼类名录》(陈小勇, 2013)及中国科学院昆明动物研究所鱼类标本库的标本记录。滇中引水二期工程澜沧江流域共记录有鱼类 5 目 10 科 22 属 28 种(详见表 4.9.3-4)，其中澜沧江水系特有鱼类 8 种(黑线安巴沙鳅、小头原缨口鳅、张氏间吸鳅、拟鳊荷马条鳅、奇额墨头鱼、云南裂腹鱼、裸腹裂腹鱼、老挝纹胸鲃)。土著鱼类有 18 种，外来鱼类 10 种。鲮、青鱼、草鱼、鲢、鳙和黄颡鱼等为该流域库区常见引入养殖经济鱼类；棒花鱼、食蚊鱼和子陵吻鰕虎鱼等为引种养殖带入的外来种鱼类。土著种鱼类中，除鲫、胡子鲇、鲤、黄鲢外，其余均为小型鱼类。调查记录到的所有鱼类中裸腹裂腹鱼收录于《中国生物多样性红色名录》濒危等级为易危(VU)，其余物种没有国家级和省级保护鱼类，也没有列入《中国濒危动物红皮书鱼类》和《中国物种红色名录》的濒危物种。

评价区涉及的澜沧江流域野外调查期间采集到的鱼类物种为：泥鳅、大鳞副泥鳅、湄南南鳅、鲮、棒花鱼、麦穗鱼、鲫、小黄鱼幼鱼、鲇、子陵吻鰕虎鱼、褐吻鰕虎鱼、波氏吻鰕虎鱼和食蚊鱼等 13 种，未采集到珍稀保护鱼类，其中流域内河流水体采集土著鱼类为 3 种，外来物种有 10 种。

该江段没有长距离洄游鱼类，奇额墨头鱼、光唇裂腹鱼、云南裂腹鱼、裸腹裂腹鱼、横纹南鳅、拟鳗副鳅、横斑原缨口鳅、老挝纹胸鲃和扎那纹胸鲃等是中国特有鱼类，也是黑惠江土著鱼类。其余小型鱼类大多为外来种。

既分布于澜沧江水系，同时又在其他水系有分布的鱼类。包括金沙江水系 16 种；南盘江水系 17 种；元江水系 17 种。

表 4.9.3-4 滇中引水二期工程澜沧江流域鱼类名录

中文名	拉丁名	采集记录	KIZ 标本文献记录	物种属性	分布水系
I 鲤形目	CYPRINIFORMES				
i 沙鳅科	Botiinae				
1 黑线安巴沙鳅	<i>Ambastaia nigrolineata</i> (Kottelat et Chu)		■	★	2
ii 鳅科	Cobitidae				
2 泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor)	●			1,2,3,4
3 大鳞副泥鳅	<i>Paramisgurnus dabryanus</i> (Sauvage)	●			1,2,3,4
iii 爬鳅科	Balitoridae				
4 小头原缨口鳅	<i>Vanmanenia microcephala</i> Li, Zhou et Che		■	★	2
5 张氏间吸鳅	<i>Hemimyzon tchangi</i> (Zheng)		■	★	2
iv 条鳅科	Nemacheilinae				
6 湄南南鳅	<i>Schistura kengtungensis</i> (Fowler)	●		★	2
7 拟鳗荷马条鳅	<i>Homatula anguillioides</i> (Zhu et Wang)		■	★	2
v 鲤科	Cyprinidae				
鲃亚科	Danioninae				
8 丽色低线鱮	<i>Barilius pulchellus</i> (Smith)		■	★	2
鲃亚科	Acheilognathinae				
9 高体鲃	<i>Rhodeus ocellatus</i> (Kner)		■	□	1,2,3,4
鲃亚科	Cultrinae				
10 鲮	<i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky)	●		□	1,2,3,4
鲃亚科	Gobioninae				
11 棒花鱼	<i>Abbotina rivularis</i> (Basilewsky)	●		□	1,2,3,4
12 麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et	●		□	1,2,3,4
鲢亚科	Hypophthalmichthyinae				
13 鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes)		■	□	1,2,3,4
14 鳙	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson)		■	□	1,2,3,4

中文名	拉丁名	采集记录	KIZ 标本文献记录	物种属性	分布水系
野鲮亚科	Labeoninae				
15 奇额墨头鱼	<i>Garra mirofrontis</i> Chu et Cui		■	★	2
裂腹鱼亚科	Schizothoracinae				
16 光唇裂腹鱼	<i>Schizothorax lissolabiatu</i> s Tsao		■		2,3,4
17 云南裂腹鱼	<i>Schizothorax yunnanensis yunnanensis</i>		■	★	2
18 裸腹裂腹鱼	<i>Schizothorax nudiventris</i> Yang, Chen et Yang		■	★	2
鲤亚科	Cyprininae				
19 鲤	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus)		■		1,2,3,4
20 鲫	<i>Carassius auratus auratus</i> (Linnaeus)	●			1,2,3,4
II 鲇形目	SILURIFORMES				
vi 鮡科	Sisoridae				
21 老挝纹胸鮡	<i>Glyptothorax laosensis</i> (Fowler)		■	★	2
22 长须纹胸鮡	<i>Glyptothorax longinema</i> Li		■	★	2
III 鲈形目	PERCIFORMES				
vii 沙塘鳢科	Odontobutidae				
23 小黄鱼幼鱼	<i>Micropercops swinhonis</i> (Günther)	●		□	1,2,3,4
viii 鰕虎鱼科	Gobiidae				
24 子陵吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius giurinus</i> (Rutter)	●		□	1,2,3,4
25 褐吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius brunneus</i> (Temminck et	●	■	□	1,2,3,4
26 波氏吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius cliffordpopei</i> (Nichols)	●	■	□	1,2,3,4
IV 鲿形目	CYPRINODONTIFORMES				
ix 胎鲿科	Poeciliidae				
27 食蚊鱼	<i>Gambusia affinis</i> (Barird et Girard)	●			1,2,3,4
V 合鳃鱼目	SYNBRANCHIFORMES				
x 合鳃鱼科	Synbranchidae				
28 黄鳝	<i>Monopterus albus</i> (Zuiew)		■		1,2,3,4

注：★表示流域特有种；□表示外来种；●表示野外调查采集到的种类；■表示具有馆藏标本记录或者历史文献记录；表示物种分布水系代码：1 金沙江、2 澜沧江、3 南盘江、4 元江。

2) 鱼类组成特点

根据现场调查结果，从评价区域内的现有鱼类组成可以看出，鲤形目的鱼类占绝大多数，鲤形目鱼类共 5 科 21 种，占鱼类总数 75.00%；鲈形目为 2 科 4 种，占总数 14.29%；鮡形目、鲿形目、合鳃鱼目各 1 科 1 种，各占 3.57%（表 4.9.3-5）。

鲤科为最大科，有 14 种，占鱼类总数 50.00%；其次为鰕虎鱼科，有 3 种，占 10.71%；鳅科、条鳅科和爬鳅科各 2 种，各占 7.14%；其余各科仅 1 种，各占 3.57%。

表 4.9.3-5 滇中引水二期工程澜沧江流域鱼类组成

目	科	种数	比例 (%)
鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	14	50.00%
	鳅科 Cobitidae	2	7.14%
	条鳅科 Nemacheilidae	2	7.14%
	爬鳅科 Balitoridae	2	7.14%
	沙鳅科 Botiinae	1	3.57%
鲇形目 SILURIFORMES	鮡科 Sisoridae	1	3.57%
鲮形目 CYPRINODONTIFORMES	胎鲮科 Poeciliidae	1	3.57%
合鳃鱼目 SYNBRANCHIFORMES	合鳃鱼科 Synbranchidae	1	3.57%
鲈形目 PERCIFORMES	沙塘鳢科 Odontobutidae	1	3.57%
	鰕虎鱼科 Gobiidae	3	10.71%
合计: 5目	10科	28	100%

(3) 南盘江流域干流及其主要支流与湖泊断面

1) 鱼类组成

野外实地采样调查、市场调查、访问调查、文献资料查询以及中国科学院昆明动物研究所鱼类标本库的馆藏标本记录，滇中引水二期工程南盘江流域一共记录到鱼类 72 种（见表 4.9.3-6），隶属于 9 目 18 科 49 属，其中有土著鱼类 48 种，外来种 24 种；该水系调查断面未发现长距离洄游鱼类；南盘江水系特有鱼类 26 种（褚氏云南鳅、长臀云南鳅、钝吻云南鳅、寡鳞荷马条鳅、抚仙高原鳅、湖高原鳅、小鰕鲮、鰕鱼良白鱼、杞麓白鱼、星云白鱼、抚仙金线鲃、云南瓣结鱼、抚仙吻孔鲃、云南倒刺鲃、花鲈鲤、长须盘鮡、长鰕盘鮡、宜良墨头鱼、鳞胸裂腹鱼、异鰕裂腹鱼、大头鲤、云南鲤、翘嘴鲤、抚仙鲤、异龙鲤、抚仙鲇）。单纹似鲃、花鲈鲤为《中国物种红色名录》收录物种和国家 II 级保护野生动物。

据文献记录、昆明动物所馆藏标本、综合两次野外采集和访问调查，抚仙湖共有鱼类 43 种，隶属于 7 目 15 科 35 属（见表 4.9.3-6）。其中具有土著鱼类 25 种。外来鱼类也较多，如太湖新银鱼、青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼、麦穗鱼、棒花鱼、食蚊鱼和鰕虎鱼等。抚仙鲤、花鲈鲤、抚仙金线鲃

为《中国物种红色名录》收录物种，均为我国国家Ⅱ级保护野生动物。

通过实际野外调查、查询文献资料以及昆明动物所(KIZ)的馆藏标本记录，杞麓湖共有鱼类25种，隶属于5目9科19属(见表4.9.3-6)。其中土著鱼类有11种。外来的经济鱼类主要有青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼、团头鲂、翘嘴红鲌，其次由于引种也带来一些小型外来鱼类，如麦穗鱼、高体鳊、鰕虎鱼、棒花鱼等。在所有土著鱼类中，云南鲤、翘嘴鲤、杞麓白鱼为杞麓湖特有鱼类，大头鲤、抚仙鲌为云南高原淡水湖泊特有种。大头鲤为《国家重点保护野生动物名录》收录物种，为国家Ⅱ级；被《中国物种红色名录》收录的鱼类有翘嘴鲤濒危(EN)、大头鲤易危(VU)、云南鲤濒危(EN)，同时该3种云南特有鱼类也收录于《中国濒危动物红皮书》，濒危等级为大头鲤易危(VU)、大头鲤是国家Ⅱ级重点保护野生鱼类，云南鲤濒危(EN)，翘嘴鲤濒危(EN)；云南鲤和翘嘴鲤为云南省重点保护野生动物。

结合本次调查结果、历史资料以及昆明动物研究所(KIZ)鱼类标本的馆藏记录，星云湖共记录分布的鱼类有30种，隶属于5目8科26属(见表4.9.3-6)。星云湖土著鱼类有15种，为：星云白鱼、小鰾、云南光唇鱼、云南倒刺鲃、抚仙鲤、大头鲤、杞麓鲤、鲫鱼、长臀云南鳅、湖高原鳅、泥鳅、抚仙鲌、中华青鲂、黄鲢、乌鳢。为发展渔业经济引入“四大家鱼”、鳊、团头鲂、华南鲤等鱼类，从而也带来了一些小型野杂鱼类。星云白鱼、长臀云南鳅和湖高原鳅为星云湖特有鱼类，小鰾、抚仙鲤、大头鲤、抚仙鲌、杞麓鲤为云南高原湖泊特有鱼类。云南光唇鱼、云南倒刺鲃、中华青鲂、银鲴、长臀高原鳅、湖高原鳅等鱼类在星云湖湖体中已经灭绝，大头鲤为《中国濒危动物红皮书》收录物种，为国家二级重点保护野生鱼类。

据文献记录、昆明动物所馆藏标本、本次野外采集和访问调查，异龙湖共有鱼类 20 种，隶属于 4 目 9 科 16 属（见表 4.9.3-6）。异龙湖有土著鱼类 13 种：马口鱼、大鳞白鱼、大头鲤、异龙鲤、华南鲤、鲫鱼、细头鳅、单纹似鲃、抚仙鲃、乌鳢、月鳢、泥鳅、黄鳝。外来鱼类有麦穗鱼、鲢鱼、鳙鱼、胡子鲃、食蚊鱼、小黄鱼幼鱼，均为人工引种带入湖体。其中大鳞白鱼、异龙鲤为异龙湖特有鱼类，单纹似鲃、杞麓鲤、细头鳅、抚仙鲃为云南高原特有种。异龙鲤、大头鲤收录于《中国濒危动物红皮书》，异龙鲤濒危等级为绝灭（EX），大头鲤濒危等级为易危（VU），为我国二级重点保护野生鱼类。

评价区涉及的南盘江流域野外调查期间采集到的鱼类物种为：泥鳅、大鳞副泥鳅、抚仙高原鳅、横纹南鳅、高体鲫、鲮、棒花鱼、麦穗鱼、云南盘鮈、鲃、太湖新银鱼、小黄鱼幼鱼、子陵吻鰕虎鱼、褐吻鰕虎鱼、波氏吻鰕虎鱼、食蚊鱼和宽额鳢等 17 种，未采集到珍稀保护鱼类，其中流域内河流水体采集土著鱼类为 3 种，外来物种有 13 种；抚仙高原鳅仅仅采集于抚仙湖湖体；星云湖、杞麓湖和异龙湖采集到的土著鱼类仅为鲫、泥鳅。详见表 4.9.3-6。

既分布于南盘江水系，同时又在其他水系有分布的鱼类。包括金沙江水系 30 种；澜沧江水系 25 种；元江水系 30 种。

表 4.9.3-6 滇中引水二期工程南盘江流域鱼类名录

中文名	拉丁名	采集记录	KIZ 标本文献记录	物种属性	分布水系
I 鲟形目	ACIPENSERIFORMES				
i 鲟科	Acipenseridae				
1 匙吻鲟	<i>Polyodon spathala</i> (Gray)		■	□	3
II 鳗鲡目	ANGUILLIFORMES				
ii 鳗鲡科	Anguillidae				
2 欧洲鳗鲡	<i>Anguilla Anguilla</i> (Linnaeus)		■	□	3
III 鲤形目	CYPRINIFORMES				
iii 鳅科	Cobitidae				
3 泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor)	●			1,2,3,4

中文名	拉丁名	采集记录	KIZ 标本文献记录	物种属性	分布水系
4 大鳞副泥鳅	<i>Paramisgurnus dabryanus</i> (Dabry de Thiersant)	●			1,2,3,4
5 细头鳅	<i>Paralepidocephalus yui</i> (Tchang)		■	★ EN	3
iv 条鳅科	Nemacheilinae				
6 侧纹云南鳅	<i>Yunnanilus pleurotaenia</i> (Regan)		■	★ VU	3
7 褚氏云南鳅	<i>Yunnanilus chui</i> (Yang)		■	★	3
8 长臀云南鳅	<i>Yunnanilus analis</i> (Yang)		■	★	3
9 钝吻云南鳅	<i>Yunnanilus obtusirostris</i> (Yang)		■	★	3
10 寡鳞荷马条鳅	<i>Homatula oligolepis</i> (Cao et Zhu)		■	★	3
11 抚仙高原鳅	<i>Triplophysa fuxianensis</i> (Yang et Chu)	●		★	3
12 湖高原鳅	<i>Triplophysa lacustris</i> (Yang et Chu)		■	★	3
13 横纹南鳅	<i>Schistura fasciolata</i> (Nichols et Pope)	●			1,2,3,4
v 鲤科	Cyprinidae				
鱼丹亚科	Danioninae				
14 马口鱼	<i>Opsariichthys bidens</i> (Günther)		■		2,3,4
鱮亚科	Acheilognathinae				
15 高体鳊	<i>Rhodeus ocellatus</i> (Kner)	●	■	□	1,2,3,4,5,6
16 小鰾	<i>Acheilognathus microphysa</i> (Yang, Chu et Chen)		■	★	3
鲴亚科	Xenocyprinae				
17 大鳞鲴	<i>Xenocypris macrolepis</i> Bleeker		■		3,4
鮈亚科	Cultrinae				
18 鳊白鱼	<i>Anabarilius grahami</i> (Regan)		■	★ VU	3
19 杞麓白鱼	<i>Anabarilius qilouensis</i> (Chen et Chu)		■	★ CR	3
20 星云白鱼	<i>Anabarilius andersoni</i> (Regan)		■	★ CR	3
21 红鳍鮈	<i>Culter alburnus</i> Basilewsky		■	□	3
22 翘嘴原鮈	<i>Chanodichthys erythropterus</i> (Basilewsky)		■		3,4
23 鳊	<i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky)	●			1,2,3,4,
24 团头鲂	<i>Megalobrama amblycephala</i> (Yih)		■	□	1,3
鮠亚科	Gobioninae				
25 棒花鱼	<i>Abbotina rivularis</i> (Basilewsky)	●			1,2,3,4
26 麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel)	●			1,2,3,4
雅罗鱼亚科	Leuciscinae				
27 青鱼	<i>Mylopharyngodon piceus</i> (Richardson)		■	□	1,2,3,4
28 草鱼	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes)		■	□	1,2,3,4
鲢亚科	Hypophthalmichthyinae				
29 鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes)		■	□	1,2,3,4
30 鳙	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson)		■	□	1,2,3,4
鮡亚科	Barbinae				
31 云南瓣结鱼	<i>Folifer yunnanensis</i> (Wang, Zhuang et Gao)		■	★ EN	3
32 云南光唇鱼	<i>Acrossocheilus yunnanensis</i> (Regan)		■	★	3
33 抚仙吻孔鮡	<i>Poropuntius fuxianhuensis</i> (Wang, Zhuang et Gao)		■	★	3
34 云南倒刺鮡	<i>Spinibarbus yunnanensis</i> (Regan)		■	★	3
35 抚仙金线鮡	<i>Sinocyclocheilus tingi</i> (Fang)			国家 II 级	
36 单纹似鳊	<i>Luciocyprinus langsoni</i> (Vaillant)		■	国家 II 级	3
37 花鲈鲤	<i>Percocypris regain</i> (Tchang)		■	★ 国家 II 级	3
野鲮亚科	Labeoninae				
38 长须盘鮡	<i>Discogobio longibarbatu</i> Wu		■	★	3

中文名	拉丁名	采集记录	KIZ 标本文献记录	物种属性	分布水系
39 长鳊盘鮡	<i>Discogobio macrophysallidos</i> Huang		■	★	3
40 云南盘鮡	<i>Discogobio yunnanensis</i> (Regan)	●			1,3
41 宜良墨头鱼	<i>Garra yiliangensis</i> (Wu et Chen)		■	★	3
42 缺须墨头鱼	<i>Garra imberba imberba</i> (Garman)		■		1,2,3,4
裂腹鱼亚科	Schizothoracinae				
43 鳞胸裂腹鱼	<i>Schizothorax lepidothorax</i> Yang		■	★ EN	3
44 异鳊裂腹鱼	<i>Schizothorax heterophysallidos</i> Yang, Chen et Yang		■	★	3
鲤亚科	Cyprininae				
45 鲫	<i>Carassius auratus auratus</i> (Linnaeus)		■		1,2,3,4
46 白鲫	<i>Carassius cuvieri</i> (Temminck et Schlegel)		■	□	3
47 大头鲤	<i>Cyprinus pellegrini</i> (Tchang)		■	★ 国家 II 级	3
48 云南鲤	<i>Cyprinus yunnanensis</i> (Tchang)		■	★ CR	3
49 翘嘴鲤	<i>Cyprinus illshaestomus</i> (Chen et Hwang)		■	★ VU	3
50 抚仙鲤	<i>Cyprinus fuxianensis</i> (Yang et al)		■	★ 国家 II 级	3
51 杞麓鲤	<i>Cyprinus chilia</i> (Wu et al)		■	EN	3
52 华南鲤	<i>Cyprinus rubrofuscus</i> (Lacépède)		■	□	3,4
53 异龙鲤	<i>Cyprinus yilongensis</i> (Yang et al)		■	★ EX	3
IV 鲇形目	SILURIFORMES				
vi 胡子鲇科	Clariidae				
54 胡子鲇	<i>Clarias fuscus</i> (Lacépède)		■	□	3,4
vii 鲿科	Bagridae				
55 黄颡鱼	<i>Pelteobagrus fulvidraco</i> (Richardson)		■	□	1,2,3,4
viii 鲇科	Siluridae				
56 抚仙鲇	<i>Silurus grahami</i> (Regan)		■	★	3
57 鲇	<i>Silurus asotus</i> Linnaeus	●		□	1,2,3,4
58 大口鲇	<i>Silurus meridionalis</i> Chen		■	□	1,3
ix 甲鲇科	Loricariidae				
59 下口鲇	<i>Hypostomus plecostomus</i> (Linnaeus)		■	□	
V 胡瓜鱼目	OSMERIFORMES				
x 银鱼科	Salangidae				
60 太湖新银鱼	<i>Neosalanx taihuensis</i> (Chen)	●		□	1,3
VI 颌针鱼目	BELONIFORMES				
x i 鲃科	Hemiramphidae				
61 间下鲃鱼	<i>Hyporhamphus intermedius</i> (Cantor)		■	□	1,3
x ii 怪颌鲃科	Adrianichthyidae				
62 中华青鲃	<i>Oryzias sinensis</i> (Chen, Uwa et Chu)		■		1,2,3,4
VII 鲃形目	CYPRINODONTIFORMES				
x iii 胎鲃科	Poeciliidae				
63 食蚊鱼	<i>Gambusia affinis</i> (Barird et Girard)	●		□	1,2,3,4
VIII 合鳃鱼目	SYNBRANCHIORMES				
x iv 合鳃鱼科	Synbranchidae				
64 黄鳝	<i>Monopterus albus</i> (Zuiew)		■		1,2,3,4
IX 鲈形目	PERCIFORMES				
x v 丽鱼科	Cichlidae				
65 尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis nilotica</i> (Linnaeus)	●		□	1,2,3,4
x vi 沙塘鳢科	Odontobutidae				

中文名	拉丁名	采集记录	KIZ 标本文献记录	物种属性	分布水系
66 小黄鱼幼鱼	<i>Micropercops swinhonis</i> (Günther)	●		□	1,2,3,4
x vii 鰕虎鱼科	Gobiidae				
67 子陵吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius giurinus</i> (Rutter)	●		★	1,2,3,4
68 褐吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius brunneus</i> (Temminck et Schlegel)	●		★	1,2,3,4
69 波氏吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius cliffordpopei</i> (Nichols)	●		□	1,2,3,4
x viii 鱧科	Channidae				
70 乌鱧	<i>Channa argus</i> (Cantor)		■	□	1,3,4
71 月鱧	<i>Channa asiatica</i> (Linnaeus)		■	★	3
72 宽额鱧	<i>Channa gachua</i> (Hamilton)	●	■	□	1,2,3,4

注：●表示野外调查采集到的物种；■表示昆明动物所已有馆藏标本；□表示该鱼类是外来物种；★表示该鱼类是该区域本地物种或是中国特有种；英文字母表示该鱼类的物种现状：灭绝（EX）、野外灭绝（EW）、极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、无危（LC）；物种分布水系代码：1 金沙江、2 澜沧江、3 南盘江、4 元江。

2) 鱼类组成特点

结合野外调查结果和馆藏标本记录，南盘江流域本工程影响评价区共记录有鱼类 72 种，隶属于 7 目 18 科 49 属，土著鱼类 48 种，外来种 24 种。从评价区域内的鱼类组成可以看出，鲤形目的鱼类占绝大多数，鲤形目鱼类共 3 科 51 种，占鱼类总数 70.83%；鲈形目鱼类共 4 科 8 种，占总数的 11.11%；鲇形目鱼类共 4 科 6 种，占总数 8.33%；鱈形目 2 科 2 种，占 2.78%；其余各目各 1 科 1 种，各占 1.39%（见表 4.9.3-7）。

表 4.9.3-7 滇中引水二期工程南盘江流域鱼类组成

目	科	种数	比例 (%)	
鲟形目 ACIPENSERIFORMES	鲟科 Acipenseridae	1	1.39%	
鳗鲡目 ANGUILLIFORMES	鳗鲡科 Anguillidae	1	1.39%	
鲤形目 CYPRINIFORMES	鳅科 Cobitidae	3	4.17%	
	条鳅科 Nemacheilidae	8	11.11%	
鲈形目 SILURIFORMES	鲤科 Cyprinidae	40	55.56%	
	鲮科 Bagridae	1	1.39%	
	鲇科 Siluridae	3	4.17%	
	甲鲇科 Loricariidae	1	1.39%	
胡子鲇科 Amblycipitidae	胡子鲇科 Amblycipitidae	1	1.39%	
	胡瓜鱼目 OSMERIFORMES	银鱼科 Salangidae	1	1.39%
	鱈形目 CYPRINODONTIFORMES	胎鱈科 Poeciliidae	1	1.39%
颌针鱼目 BELONIFORMES	鱈科 Hemiramphidae	1	1.39%	
	怪颌鱈科 Adrianichthyidae	1	1.39%	
合鳃鱼目 SYNBRANCHIFORMES	合鳃鱼科 Synbranchidae	1	1.39%	
鲈形目 PERCIFORMES	丽鱼科 Cichlidae	1	1.39%	

	沙塘鳢科 Odontobutidae	1	1.39%
	鰕虎鱼科 Gobiidae	3	4.17%
	鱧科 Channidae	3	4.17%
合计: 9目	18科	72	100%

从两次调查结果来看，抚仙湖鱼类以鲤形目为主，占到所有鱼类总数的 62.8%，鲤形目又以鲤科鱼类为主要组成，鱼类数量所占比例接近 50%。其次为鲈形目，占抚仙湖鱼类总数 11.6%（如表 4.9.3-8 所示）。

表 4.9.3-8 抚仙湖鱼类组成

目	科	种数	比例(%)
鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	21	48.8
	鳅科 Cobitidae	1	2.3
	条鳅科 Nemacheilidae	5	11.6
鲈形目 PERCIFORMES	沙塘鳢科 Odontobutidae	1	2.3
	鰕虎鱼科 Gobiidae	2	4.7
	丽鱼科 Cichlidae	1	2.3
	鱧科 Channidae	1	2.3
鲇形目 SILURIFORMES	鲇科 Siluridae	2	4.7
	胡子鲇科 Clariidae	1	2.3
	鲿科 Bagridae	1	2.3
颌针鱼目 BELONIFORMES	鱻科 Hemiramphidae	1	1.39%
	怪颌鲂科 Adrianichthyidae	1	2.3
鲿形目 CYPRINODONTIFORMES	胎鲿科 Poeciliidae	1	2.3
鲟形目 ACIPENSERIFORMES	鲟科 Acipenseridae	1	2.3
鲑形目 SALMONIFORMES	银鱼科 Salangidae	1	2.3
鳗鲡目 ANGUILLIFORMES	鳗鲡科 Anguillidae	1	2.3
合鳃鱼目 SYNBRANCHIORMES	合鳃鱼科 Synbranchidae	1	2.3

杞麓湖共有鱼类 25 种，其中鲤形目鱼类 16 种，占鱼类总数 64.0%；鲈形目 5 种，占 20.0%；颌针鱼目、鲿形目、鲇形目与合鳃鱼目均 1 种，均占鱼类总数 4.0%（表 4.9.3-9 所示）。

表 4.9.3-9 杞麓湖鱼类组成

目	科	种数	比例(%)
鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	15	60.0
	鳅科 Cobitidae	1	4.0
鲈形目 PERCIFORMES	鰕虎鱼科 Gobiidae	3	12.0
	沙塘鳢科 Odontobutidae	1	4.0
	鱧科 Channidae	1	4.0
颌针鱼目 BELONIFORMES	怪颌鲂科 Adrianichthyidae	1	4.0

鲮形目 CYPRINODONTIFORMES	胎鲮科 Poeciliidae	1	4.0
鲇形目 SILURIFORMES	鲇科 Siluridae	1	4.0
合鳃鱼目 SYNBRANCHIFORMES	合鳃鱼科 Synbranchidae	1	4.0

星云湖共有鱼类 30 种，其中鲤形目鱼类 24 种，占鱼类总数 80.0%；鲮形目与颌针鱼目均为 2 种，各占 6.7%；鲮形目与鲇形目均 1 种，各占鱼类总数 3.3%（表 4.9.3-10 所示）。

表 4.9.3-10 星云湖鱼类组成

目	科	种数	比例(%)
鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	21	70.0
	鳅科 Cobitidae	1	3.3
	条鳅科 Nemacheilidae	2	6.7
颌针鱼目 BELONIFORMES	怪颌鲮科 Adrianichthyidae	1	3.3
	鲃科 Hemiramphidae	1	3.3
鲮形目 CYPRINODONTIFORMES	胎鲮科 Poeciliidae	1	3.3
鲈形目 PERCIFORMES	沙塘鳢科 Odontobutidae	1	3.3
	鳢科 Channidae	1	3.3
鲇形目 SILURIFORMES	鲇科 Siluridae	1	3.3

异龙湖共有鱼类 20 种，其中鲤形目鱼类 12 种，占鱼类总数 60.0%；鲈形目 4 种，占鱼类总数 20.0%；鲇形目为 2 种，各占 10.0%；鲮形目与颌针鱼目均为 1 种，均占 5%（表 4.9.3-11 所示）。

表 4.9.3-11 异龙湖鱼类组成

目	科	种数	比例(%)
鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	10	50.0
	鳅科 Cobitidae	2	10.0
鲈形目 PERCIFORMES	鳢科 Channidae	2	10.0
	沙塘鳢科 Odontobutidae	1	5.0
	鰕虎鱼科 Gobiidae	1	5.0
鲇形目 SILURIFORMES	鲇科 Siluridae	1	5.0
	胡子鲇科 Clariidae	1	5.0
颌针鱼目 BELONIFORMES	怪颌鲮科 Adrianichthyidae	1	5.0
鲮形目 CYPRINODONTIFORMES	胎鲮科 Poeciliidae	1	5.0

(4) 元江-红河流域干流及其主要支流与湖泊断面

1) 鱼类组成

本次野外实际采样调查、市场调查、访问调查、文献资料查询以及中国科学院昆明动物研究所鱼类标本库的馆藏标本记录，滇中引水二期工程

元江流域共记录到鱼类 38 种（见表 4.9.3-12），隶属于 5 目 14 科 32 属，土著种 21 种，外来种 17 种，其中元江水系特有鱼类 2 种（斑原缨口鳅和四斑纹胸鲃）。调查记录到的所有鱼类中没有国家级和省级保护鱼类，也没有列入《中国生物多样性红色名录》、《中国濒危动物红皮书鱼类》和《中国物种红色名录》的濒危物种。该水系调查断面未发现长距离洄游鱼类。

礼社江上游西河大仓镇断面干季仅有泥鳅、大鳞副泥鳅和食蚊鱼，雨季还发现鲫、麦穗鱼、棒花鱼、小黄黝鱼、子陵吻虾虎鱼和褐吻虾虎鱼；庙街断面干季仅有食蚊鱼，雨季有鲫、麦穗鱼、棒花鱼、高体鳊、泥鳅、大鳞副泥鳅、食蚊鱼、子陵吻虾虎鱼；西河下游巍宝山断面分布有鲤、鲫、高体鳊、麦穗鱼、棒花鱼、泥鳅、大鳞副泥鳅、食蚊鱼、小黄黝鱼、子陵吻虾虎鱼；下游巍山河汇口断面还分布有横纹南鳅和昆明高原鳅。

礼社江上游支流毗雄河上游新街镇断面分布有泥鳅、大鳞副泥鳅、食蚊鱼、小黄黝鱼；弥渡县城附近无鱼；中游苴力镇断面分布有鲫鱼、棒花鱼、横纹南鳅、昆明高原鳅、食蚊鱼、小黄黝鱼；下游毗雄河汇口断面还分布有马口鱼、麦穗鱼、斑原缨口鳅。

绿汁江及星宿江此次调查发现泥鳅，侧纹云南鳅，横纹南鳅，红尾荷马条鳅，横斑原缨口鳅，鲫鱼及 2 种外来种子陵吻鰕虎鱼和棒花鱼。但未发现马口鱼、墨头鱼等鱼类。

评价区涉及的元江流域野外调查期间采集到的鱼类物种为：泥鳅、大鳞副泥鳅、横纹南鳅、高体鳊、鲮、棒花鱼、花鲮、麦穗鱼、鲫、鲤、四斑纹胸鲃、小黄鱼幼鱼、食蚊鱼、子陵吻鰕虎鱼、褐吻鰕虎鱼、波氏吻鰕虎鱼和宽额鳢等 17 种，其中，流域内河流水体采集土著鱼类为 7 种，外来物种有 10 种。详见表 4.9.3-12。

既分布于元江水系，同时又在其他水系有分布的鱼类。包括金沙江水

系 27 种；澜沧江水系 28 种；南盘江水系 33 种。

表 4.9.3-12 滇中引水二期工程元江流域鱼类名录

中文名	拉丁名	采集记录	KIZ 标本文献记录	物种属性	分布水系
I 鲤形目	CYPRINIFORMES				
i 鳅科	Cobitidae				
1 泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor)	●			1,2,3,4
2 大鳞副泥鳅	<i>Paramisgurnus dabryanus</i> (Sauvage)	●		□	1,2,3,4
ii 爬鳅科	Balitoridae				
3 斑原缨口鳅	<i>Vanmanenia striata</i> (Chen)		■	★	4
iii 条鳅科	Nemacheilinae				
4 横纹南鳅	<i>Schistura fasciolata</i> (Nichols et Pope)	●			1,2,3,4
5 湄南南鳅	<i>Schistura kengtungensis</i> (Fowler)	●			2,4
6 侧纹云南鳅	<i>Yunnanilus pleurotaenia</i> (Regan)				1,3,4
7 红河荷马条鳅	<i>Homatula coccinocola</i> Endruweit, Min et Yang		■		4
iv 鲤科	Cyprinidae				
鲃亚科	Danioninae				
8 马口鱼	<i>Opsariichthys bidens</i> Günther		■		2,3,4
9 丽色低线鱮	<i>Barilius pulchellus</i> (Smith)		■		3,4
鱮亚科	Acheilognathinae				
10 高体鳊	<i>Rhodeus ocellatus</i> (Kner)	●			1,2,3,4
鳊亚科	Xenocyprinae				
11 大鳞鳊	<i>Xenocypris macrolepis</i> Bleeker		■		3,4
鮠亚科	Cultrinae				
12 鮠	<i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky)	●		□	1,2,3,4
13 翘嘴鮠	<i>Culter alburnus</i> (Basilewsky)		■		3,4
鮠亚科	Gobioninae				
14 棒花鱼	<i>Abbotina rivularis</i> (Basilewsky)	●		□	1,2,3,4
15 花鲢	<i>Hemibarbus maculatus</i> (Bleeker)	●			2,4
16 麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel)	●		□	1,2,3,4
雅罗鱼亚科	Leuciscinae				
17 青鱼	<i>Mylopharyngodon piceus</i> (Richardson)		■	□	1,2,3,4
18 草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i> (Valenciennes)		■	□	1,2,3,4
鲢亚科	Hypophthalmichthyinae				
19 鳙	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson)		■	□	1,2,3,4
20 鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes)		■	□	1,2,3,4
野鲮亚科	Labeoninae				
21 缺须墨头鱼	<i>Garra imberba imberba</i> (Garman)		■		1,2,3,4
鲤亚科	Cyprininae				
22 鲫	<i>Carassius auratus auratus</i> (Linnaeus)	●			1,2,3,4
23 鲤	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus)	●			1,2,3,4
24 华南鲤	<i>Cyprinus rubrofasciatus</i> Lacépède		■		3,4
II 鲇形目	SILURIFORMES				
v 鲿科	Bagridae				
25 瓦氏黄颡鱼	<i>Pelteobagrus vachelli</i> (Richardson)		■	□	1,2,3,4

中文名	拉丁名	采集记录	KIZ 标本文献记录	物种属性	分布水系
vi 鲈科	Siluridae				
26 鲈	<i>Silurus asotus</i> (Linnaeus)		■		1,2,3,4
vii 鮡科	Sisoridae				
27 四斑纹胸鮡	<i>Glyptothorax quadriocellatus</i> Mai	●		★	4
III 鲿形目	CYPRINODONTIFORMES				
viii 胎鲿科	Poeciliidae				
28 食蚊鱼	<i>Gambusia affinis</i> (Barird et Girard)	●		□	1,2,3,4
IV 颌针鱼目	BELONIFORMES				
ix 怪颌鲿科	Adrianichthyidae				
29 中华青鲿	<i>Oryzias sinensis</i> (Chen,Uwa et Chu)		■		1,2,3,4
VII 合鳃鱼目	SYNBRANCHIORMES				
x 合鳃鱼科	Synbranchidae				
30 黄鲢	<i>Monopterus albus</i> (Zuiew)		■		1,2,3,4
V 鲈形目	PERCIFORMES				
x i 沙塘鳢科	Odontobutidae				
31 小黄鱼幼鱼	<i>Micropercops swinhonis</i> (Günther)	●		□	1,2,3,4
x ii 鰕虎鱼科	Gobiidae				
32 孑陵吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius giurinus</i> (Rutter)	●		□	1,2,3,4
33 褐吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius brunneus</i> (Temminck et Schlegel)	●		□	1,2,3,4
34 波氏吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius cliffordpopei</i> (Nichols)	●		□	1,2,3,4
x iii 丽鱼科	Cichlidae				
35 莫桑比克罗非鱼	<i>Oreochromis mossambica</i> (Peters)		■	□	4
36 尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis nilotica</i> (Linnaeus)		■	□	1,2,3,4
x iv 鳢科	Channidae				
37 乌鳢	<i>Channa argus</i> (Cantor)		■		1,3,4
38 宽额鳢	<i>Channa gachua</i> (Hamilton)	●	■	□	1,2,3,4

注：●表示野外调查采集到的物种；■表示昆明动物所已有馆藏标本；□表示该鱼类是外来物种；★表示该鱼类是该区域本地物种或是中国特有种；英文字母表示该鱼类的物种现状：灭绝（EX）、野外灭绝（EW）、极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、无危（LC）；物种分布水系代码：1 金沙江、2 澜沧江、3 南盘江、4 元江。

2) 鱼类组成特点

根据现场调查结果，从评价区域内的现有鱼类组成可以看出，鲤形目的鱼类占绝大多数，鲤形目鱼类共 4 科 24 种，占鱼类总数 63.16%；鲈形目鱼类 4 科 8 种，占总数 21.05%；鲈形目为 3 科 3 种，占总数 7.90%；鳢形目 2 科 2 种，占总数 5.26%；合鳃鱼目 1 科 1 种，占 2.63%(表 4.9.3-13)。

鲤科为最大科，有 17 种，占鱼类总数 44.73%；其次为条鳅科，有 4 种，占 10.52%；鰕虎鱼科有 3 种，占 7.89%；鳅科、丽鱼科和鳢科各 2 种，

占 5.26%；其余各科仅 1 种，各占 2.63%。

表 4.9.3-13 滇中引水二期工程元江流域鱼类组成

目	科	种数	比例 (%)
鲤形目 CYPRINIFORMES	鳅科 Cobitidae	2	5.26%
	条鳅科 Nemacheilidae	4	10.52%
	爬鳅科 Balitoridae	1	2.63%
	鲤科 Cyprinidae	17	44.73%
鲇形目 SILURIFORMES	鲿科 Bagridae	1	2.63%
	鲇科 Siluridae	1	2.63%
	鮡科 Sisoridae	1	2.63%
鲮形目 CYPRINODONTIFORMES	胎鲮科 Poeciliidae	1	2.63%
颌针鱼目 BELONIFORMES	怪颌鲮科 Adrianichthyidae	1	2.63%
合鳃鱼目 SYNBRANCHIFORMES	合鳃鱼科 Synbranchidae	1	2.63%
鲈形目 PERCIFORMES	丽鱼科 Cichlidae	2	5.26%
	沙塘鳢科 Odontobutidae	1	2.63%
	鰕虎鱼科 Gobiidae	3	7.89%
	鳢科 Channidae	2	5.26%
合计: 5 目	14 科	38	100%

4.9.3.2 鱼类区系特点

剔除外来种之后，滇中引水二期工程涉及的金沙江、澜沧江、南盘江和元江流域土著鱼类，这些鱼类可以代表该流域的鱼类区系特点。

淡水鱼类区系类型的划分主要依据《中国动物志 硬骨鱼纲 鲤形目 中卷》(陈宜瑜, 1998)，照此中国鲤科鱼类可分为老第三纪原始类群、北方冷水性类群、东亚类群、南方类群和青藏高原类群等五大类群。

总体来看，滇中引水二期工程涉及的四大水系由于各自独特的地质条件、地理环境和气候条件，鱼类区系各有其特点。其中，澜沧江和金沙江由于都发源于青藏高原，其鱼类区系均明显带有青藏高原鱼类区系的特征，如这两大水系上游的鱼类区系组成的主体均是裂腹鱼类、高原鳅类及鳢类，在生态上的共同点是对高寒、高海拔环境的高度适应；而下游鱼类区系组成则以喜暖性的鲃类、野鲮类、南鳅类、爬鳅类和鲇类为主。南盘江和元江均起源于滇中地区，其鱼类区系与澜沧江、金沙江下游鱼类组成相

似。

云南仅见于金沙江的科有 3 个：鲟科、亚口鱼科及钝头科，金沙江水系特有属有 2 个：原鲮、球鳔鳅，金沙江以虎跳峡为大致的界线，虎跳峡上下鱼类区系组成差异较大，上游种类稀少，以裂腹鱼类、高原鳅类及鳢鲡类等青藏高原类群为主体，中下游种类繁多，呈现由青藏高原类群向东亚江河平原鱼类过渡的趋势，很多江河平原鱼类逐渐出现，且逐渐占据主导地位。

仅见于澜沧江的科有 3 个：双孔鱼科、鱼芒科、粒鲃科；中国特有属有裸鱼丹属澜沧江上游鱼类区系组成较为简单，主要由适应高寒环境和急流环境的青藏高原特有的裂腹鱼类、高原鳅类和鮡科鳢鲡鱼类三大类群组成，杂有适应暖温环境和急流生活的类群中的个别适应高寒环境的特化种，如张氏间吸鳅等。至中游种类开始增加，喜温的鲃类、野鲮类及纹胸鮡类大量出现。至下游西双版纳江段，种类繁多，许多主要分布于下游湄公河的热带洪泛平原鱼类类群出现，澜沧江鱼类区系自上而下具有明显的青藏高原鱼类区系和向热带江河平原鱼类区系过渡的特点，同时受到自东而来的东亚鱼类区系的渗透。

南盘江水系的鱼类区系以东亚江河平原鱼类、山地溪流鱼类为主，杂有北方冷水性鱼类，由于受到青藏高原的影响较小，青藏高原类群种类较少。另外，由于地处云贵高原喀斯特地貌高度发育的地区，地表水和地下水生境多样性极高，为地表生活鱼类和穴居鱼类的强烈分化提供了适宜的环境条件。鳊鱼良白鱼、大鳞白鱼、长须盘鮡、鳞胸裂腹鱼、异龙鲤、大头鲤、纺锤云南鳅、抚仙高原鳅及抚仙鲃等为抚仙湖、星云湖、杞麓湖及异龙湖等南盘江附属湖泊所特有。主要生活在地下的洞穴鱼类在珠江水系分化出了众多的特有种，如金线鲃属为云贵高原鱼类物种分化最强烈的属。

元江水系的鱼类区系特点与南盘江水系相似，其相互了间的鱼类区系组成十分相似，上游种类较少，中、下游均以喜温性的鲃类、野鲮类、爬鳅类、南鳅类及鲇类为主，兼有赤眼鱧、鳢及鳊鲃类等东亚江河平原鱼类，青藏高原类群贫乏。

滇中引水二期工程涉及的四大水系鱼类区系的特点可简要归结为以下几点：

(1) 缺乏以鲤形目鲤科雅罗鱼亚科为代表的“北方冷水性类群”，本地出现的青、草、鲢、鳙等，以及后续出现的齐氏罗非鱼、蓝鳃太阳鱼和拉氏大吻鲃等均为外来种。

(2) “东亚类群”中，仅有鲤科鲃亚科和鮡亚科，缺乏鲢亚科，鮡亚科物种在金沙江流域为土著种，元江和澜沧江水系的麦穗鱼、棒花鱼，及鳊、鳙等为外来种。

(3) 以鲤科鱼丹亚科、鱮亚科、鲤亚科为代表的“老第三纪类群”、以野鲮亚科为代表的“南方类群”和以高原鳅属为代表的青藏高原类群是主要区系成分，但各区系成分种类并不丰富。鱼丹亚科有宽鳍鱮、马口鱼和中华细鲫，鱮亚科仅有高体鳊鲂，鲤亚科仅有鲤、鲫，野鲮亚科仅有云南盘鮡，在滇中二期影响评价区域内仅分布于金沙江、南盘江水系；青藏高原类群仅有高原鳅而缺乏裂腹鱼亚科，本区的一些高山溪流是裂腹鱼类的潜在生境，而金沙江支流桑园河和渔泡江原来记录有四川裂腹鱼，阻隔和环境改变导致其无法自金沙江上溯到龙川江上游支流产卵，导致多数龙川江上游支流即使具备裂腹鱼类生存的条件，也仅有定居性的条鳅科鱼类生存；元江和澜沧江干流及较大的支流也都有裂腹鱼分布。

(4) 从老第三纪类群、东亚类群和南方类群中，还可以进一步细分出“云贵高原特有类群”，这些类群多以云南高原为分化中心和主要分布区，

特有属和特有种较多，白鱼属、金线鲃属、云南鳅属、盘鮡属为代表性特有属，杞麓鲤、长身鱖等是金沙江、南盘江中下游为代表性特有种。虽然本区位于云南高原西部，但是“云贵高原特有类群”仅有云南盘鮡，分布于元江流域；杞麓鲤等特有种仅分布于本区域的洱海、剑湖等湖泊中；侧纹云南鳅在桑园河有历史记录，该种对水质要求比较高，在本区缺失可能也是局域性灭绝的结果。

(5) 非鲤科鱼类以鳅科、条鳅科、爬鳅科、鲇科、鲢科类为主要组成部分，鲇科、鲢科分布广泛，可以认为是“老第三纪类群”，条鳅科的荷马条鳅属、南鳅属、纹胸鮡属主要分布于南方，可以认为是“南方类群”；滇中二期环境影响评价区域内 4 大水系兼有少量合鳃鱼科鱼类，黄鳝在分布上更接近于“老第三纪类群”。

本地区鱼类区系在较古老的老第三纪类群的基础上，曾广泛地受到多次其他区系成分的入侵，目前的分布格局是各个区系成分相互制约从而达到平衡的结果；而且本区是人口集中分布区，鱼类的生境可能受到较大的人为干扰和破坏，因此目前的鱼类区系以抗干扰能力较强的广布种为主，并受到了较大的外来种入侵影响。

4.9.3.3 鱼类生活史特点

(1) 生活史类型

滇中二期环境影响评价区域内 4 大水系的鱼类，从不同鱼类的栖息水层和喜好生境来看，可将本项目影响区鱼类的生活史类型划分为以下 4 类：

1) 江河中上层缓流型，如：马口鱼、鳡、鲢、鳙、食蚊鱼、麦穗鱼、高体鳊、间下鱊、中华青鳉等。

2) 江河中下层缓流型，如：鲤、鲫等。

3) 江河湖泊底栖缓流型，如：泥鳅、大鳞副泥鳅、细头鳅、云南鳅、

棒花鱼、云南盘鮡、中华倒刺鲃、昆明裂腹鱼、中臀拟鲮、鲃、黄鲢、小黄魮鱼、吻鰕魮鱼、宽额鳢、短吻颌须鮡、宽额鳢等。

4) 江河底栖激流型，如：横纹南鳅、红尾荷马条鳅、昆明高原鳅、斑原缨口鳅。

(2) 食性

滇中引水二期工程水生态环境影响评价区域内 4 大水系的鱼类，从对该河段鱼类的口唇结构和食性组成分析上来看，本项目区的鱼类食性可以划分为 6 类：

1) 刮食性鱼类，口下位，下唇具锐利的角质或吸盘，适应于刮取着生藻类，如云南盘鮡、斑原缨口鳅、墨头鱼、纹胸鮡、裂腹鱼等。

2) 滤食性鱼类，主要通过发达的鳃耙和鳃上器滤食水体中的浮游生物，如鲢、鳙。

3) 主要摄食浮游动物的鱼类，如太湖新银鱼、池沼公鱼、中华青鳉、食蚊鱼等。

4) 主要摄食底栖动物的鱼类，如：横纹南鳅、红尾荷马条鳅、昆明高原鳅、小黄魮鱼、鰕虎鱼。

5) 肉食性鱼类，主要捕食鱼虾，如马口鱼、宽鳍鱮、鲃、黄颡鱼、尼罗罗非鱼、蓝鳃太阳鱼、中臀拟鲮、鲃、乌鳢、宽额鳢、黄鲢等。

6) 杂食性鱼类，既摄食水生昆虫、虾类、软体动物等动物性饵料，也摄食藻类及植物的残渣、种子，如云南鲃、滇池金线鲃、云南光唇鱼、中华倒刺鲃、白鱼、鲮、高体鳊、麦穗鱼、棒花鱼、鲤、鲫。

4.9.3.4 珍稀保护和特有鱼类

滇中引水二期工程水生态环境影响评价区域内 4 大水系的鱼类中，记录到珍稀保护和特有鱼类共 32 种，包括 10 种国家 II 级和 5 种云南省级重

点保护野生鱼类，以及其他 26 种列入《中国濒危动物红皮书鱼类》、《中国生物多样性红色名录内陆鱼类》珍稀鱼类，未发现洄游性鱼类。金沙江水系：滇池金线鲃、多鳞白鱼、小鲤、金氏鲃和昆明鲃被列为国家 II 级重点保护野生动物；银白鱼被列为云南省重点保护野生动物；云南鲃、银白鱼、滇池金线鲃、小鲤、昆明鲃、中臀拟鲃、金氏鲃等 7 种珍稀特有鱼类列入《中国濒危动物红皮书鱼类》，级别均为濒危（EN）；有 15 种鱼类于 2015 年列入《中国生物多样性红色名录内陆鱼类》受胁等级，其中异色云南鲃、滇池球鳔鲃、长身鲃、云南鲃、滇池金线鲃、小鲤、中臀拟鲃、昆明鲃、长须鲃（长须拟鲃）等 9 种被评为极危（CR）；细头鲃、黑斑云南鲃、多鳞白鱼、银白鱼、昆明裂腹鱼、杞麓鲤等 6 种被评为濒危（EN）；四川裂腹鱼、侧纹云南鲃被评为易危（VU）。南盘江水系：大头鲤、抚仙鲤、单纹似鲃、抚仙金线鲃和花鲃鲤被列为国家 II 级重点保护野生动物；抚仙鲤、翘嘴鲤、单纹似鲃和云南鲤被列为云南省重点保护野生动物；列入《中国生物多样性红色名录内陆鱼类》极危等级（CR）为云南鲤，易危等级（VU）为大头鲤、长臀云南鲃、鳊鱼良白鱼、抚仙吻孔鲃、花鲃鲤，濒危等级（EN）为宜良墨头鱼，绝灭等级（EX）为异龙鲤和大鳞白鱼。滇中二期环境影响评价区域内涉及的澜沧江水系和元江水系鱼类，没有列入国家级、省级重点保护野生动物，也没有列入《中国濒危动物红皮书鱼类》的珍稀特有鱼类。

表 4.9.3-14 滇中引水二期工程评价区珍稀保护和特有鱼类

编号	物种	特有性	保护等级	《中国濒危动物红皮书》	《中国生物多样性红色名录》
1	滇池金线鲃	滇池特有	国家 II 级	濒危（EN）	极危（CR）
2	大头鲤	南盘江水系特有	国家 II 级		易危（VU）
3	银白鱼	滇池特有	云南省级	濒危（EN）	濒危（EN）
4	单纹似鲃	南盘江水系	国家 II 级		濒危（EN）
5	抚仙鲤	抚仙湖和星云湖特有	国家 II 级		
6	抚仙金线鲃	抚仙湖特有	国家 II 级		
7	翘嘴鲤	杞麓湖特有	云南省级		极危（CR）
8	细头鲃	云南高原特有			濒危（EN）
9	侧纹云南鲃	云南高原特有			易危（VU）

10	黑斑云南鳅	中国特有			濒危 (EN)
11	异色云南鳅	滇池流域特有			极危 (CR)
12	长臀云南鳅	云南特有			易危 (VU)
13	滇池球鳔鳅	滇池特有			极危 (CR)
14	鱧鱼良白鱼	抚仙湖特有			易危 (VU)
15	多鳞白鱼	滇池特有	国家 II 级		濒危 (EN)
16	大鳞白鱼	云南特有			绝灭 (EX)
17	云南鲴	滇池特有		濒危 (EN)	极危 (CR)
18	长身鱖	滇池特有		濒危 (EN)	极危 (CR)
19	抚仙吻孔鲃	抚仙湖特有			易危 (VU)
20	花鲈鲤	抚仙湖特有	国家 II 级		易危 (VU)
21	宜良墨头鱼	云南特有			濒危 (EN)
22	杞麓鲤	云南高原特有			濒危 (EN)
23	异龙鲤	异龙湖特有			绝灭 (EX)
24	云南鲤	杞麓湖特有			极危 (CR)
25	小鲤	滇池特有	国家 II 级	濒危 (EN)	极危 (CR)
26	昆明裂腹鱼	金沙江水系特有			濒危 (EN)
27	四川裂腹鱼				易危 (VU)
28	光唇裂腹鱼	中国特有			
29	昆明鲃	滇池特有	国家 II 级	濒危 (EN)	极危 (CR)
30	金氏鲃	金沙江水系特有	国家 II 级	濒危 (EN)	濒危 (EN)
31	中臀拟鲃	金沙江水系特有		濒危 (EN)	极危 (CR)
32	长须鲃	金沙江流域特有			极危 (CR)

(1) 国家级、省级重点保护鱼类:

1) 滇池金线鲃 *Sinocyclocheilus grahami* Regan



(陈小勇 摄)

地方名：金线鱼、小洞鱼。

鉴别特征：体侧扁，头的背面平直，中部稍下凹，头后背部隆起，吻端尖。鼻孔位于眼的前上角，离眼前缘比离吻端近。口角须长于吻须，达到眼后缘的垂直线。口次下位，上颌长于下颌。上下唇在口角处相连。鳃膜在前鳃盖骨之前、眼窝之后垂直线上与鳃峡相连。背鳍外缘稍内凹或平

截，末根不分枝鳍条基部变粗、变硬，其后缘有锯齿。臀鳍起点紧接肛门之后，至腹鳍起点的距离较至尾鳍基的距离近，后伸不到尾鳍基。腹鳍后伸不达臀鳍起点。尾鳍叉形。

地理分布：滇池特有种，现仅存于湖体、入湖溪流及龙潭。由于滇池环境恶化，滇池水体野生种曾经一度灭绝，现有种群系 2009 年开始增殖放流形成。

生态习性：喜清泉流水，营半穴居生活，通常在夜间洞外觅食，主食浮游动物、小鱼、小虾和水生昆虫等，繁殖期亲鱼集群到洞中产卵，卵粒粘附在砾石上孵化。

濒危等级：极度濒危；国家 II 级重点保护野生动物；CR（中国生物多样性红色名录，2015）；CR（IUCN, 2012）；EN《中国物种红色名录，2004》；EN（中国濒危动物红皮书，1998）。

2) 大头鲤 *Cyprinus pellegrini* Tchang



（陈小勇 摄）

地方名：大头鱼、碌鱼。

鉴别特征：体延长，侧扁，头后背部隆起。头大且宽，头长较体高或背鳍基为长。吻端圆钝。眼间距宽且平坦，大于尾柄高及下颌骨长。唇薄，紧贴于上下颌外面。一般无须，偶在口角有一对微细的须。背鳍起点相对腹鳍稍前，胸鳍末端圆，腹鳍末端不达肛门，尾鳍叉形。鳞片较大。侧线完全，略向下弯曲。生活时背部青灰色，腹部银白色，体侧反射黄绿色光

泽。背鳍灰黑色，胸鳍、腹鳍和臀鳍淡黄色，尾鳍亦呈淡黄色，下叶稍带红色。

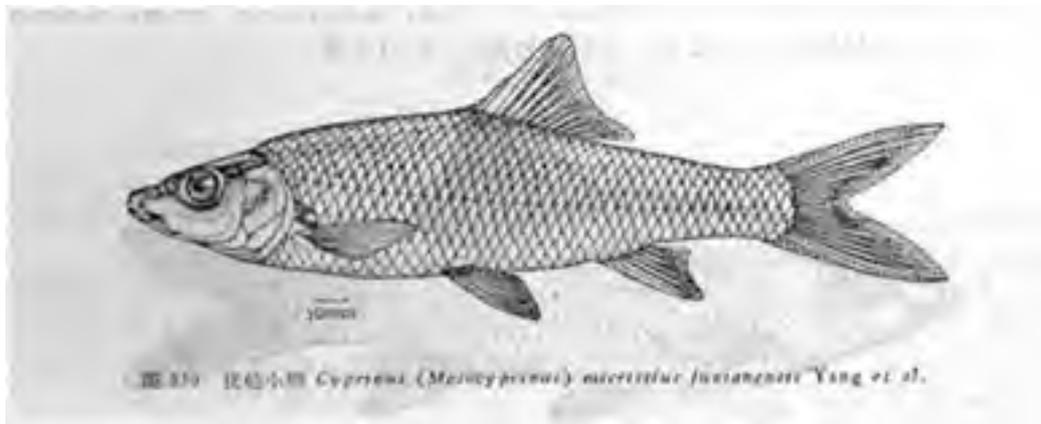
生态习性：常常生活于湖泊中水深而清的地方，游泳迅速，为中上层鱼类。食性较单一，均以浮游动物为主。产卵期较长，卵分批产出，具有粘性。

评估数量：50、60年代是星云湖和杞麓湖的主要渔业产量，经济价值极高。目前湖泊中很难见到。

地理分布：星云湖和杞麓湖。

濒危等级：中国特有种，国家级II级重点保护野生动物，《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》极危等级(CR); VU(中国物种红色名录 Vol.1, 2004)。

3) 抚仙鲤 *Cyprinus fuxianensis* Yang et al



(云南鱼类志 上册)

地方名：菜呼、麻鱼

鉴别特征：体纺锤形，侧扁，头背部微微隆起，一般在背鳍起点处为最高点。口端位，马蹄形，口裂略倾斜，上颌较下颌突出。唇较发达，具微小乳突。须2对，口角须较吻须稍长，向后伸至眼前缘下方。眼侧上位。背鳍起点与腹鳍起点相对或是略后，臀鳍起点位于背鳍基部末端之后，至腹鳍起点较至尾鳍基更近。背鳍、臀鳍末根不分枝鳍条为后缘具细齿的硬

刺。腹鳍末端不达肛门，起点至臀鳍起点及胸鳍起点约相等。尾鳍叉型。鳞片大，腹鳍基有一较发达的腋鳞。侧线完全，略下弯，向后入尾柄的正中。

生活时眼上方黄色，背部为褐色，体侧为较浅的黄绿色，腹部银白色。背鳍和尾鳍草绿带黄，边缘浅灰黑色；其他各鳍浅黄色。

地理分布：抚仙湖、星云湖。

生境及生态习性：喜生活于水草丛生的浅水处，目前多年未有采集记录，物种鱼类资源贫乏。

濒危等级：国家Ⅱ级重点保护野生动物；省级重点保护野生动物。

4) 小鲤 *Cyprinus micristius* Regan



(赵亚鹏 摄)

地方名：菜呼、麻鱼、马边鱼。

鉴别特征：生活时背部和头部呈青灰色，腹部及体侧下部淡黄色，背鳍和尾鳍灰绿色，其余各鳍的边缘带黄色。眼上部橙红色。

地理分布：滇池特有种，近30年未见踪迹。

生态习性：多栖息于静水水体多草的地区，为中下层鱼类。食性杂，以动物性饵料为主。个体不大，生长速度较缓慢。

濒危等级：极度濒危；国家Ⅱ级重点保护野生动物；CR（中国生物多样性红色名录，2015）；CR（IUCN，2012），EN（中国物种红色名录 Vol.1，2004）；EN（中国濒危动物红皮书，1998）。

5) 单纹似鲢 *Luciocyprinus langsoni* Vaillant



(昆明动物所)

地方名：杆条鱼

鉴别特征：体修长，呈圆筒形。头较长。吻尖。口大，口裂伸达眼前缘的垂直线或更后。下颌会合处内侧有一突起，与上颌相应部位的凹陷嵌和。鳞很细小。背鳍无硬刺，外缘内凹。尾鳍长，深分叉。鲜活时背部青灰略带暗红，腹部银白，体侧银灰略带黄色，自鳃孔至尾鳍基有一粗黑纵条纹，仅尾部更深，偶鳍及尾鳍灰黑带橘红色。

地理分布：国内分布于西江水系，国外可见于越南。

生境及生态习性：生活于水体的中上层，健泳，常追击小型鱼类。繁殖期在春夏之交，产卵场要求一定水流。过去是经济鱼类，现在数量下降，成为易危物种。

濒危等级：国家Ⅱ级重点保护野生动物；省级重点保护野生动物，《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》濒危等级（EN）。

6) 多鳞白鱼 *Anabarilius polylepis* (Regan)



(赵亚鹏 摄)

地方名：大白鱼、桃花白鱼。

鉴别特征：体长而侧扁，吻端尖。口端位，无须。腹棱自腹鳍基之后明显隆起伸至肛门。尾鳍叉形，叶端尖。体呈银白色，背部灰褐色，体侧

呈现淡蓝色反光。

地理分布：滇池特有种，数量稀少，现仅存于滇池湖体。

生态习性：栖息于水体的中上层。常在湖中水草茂密处觅食，主要食物为水草，其次为小鱼虾。每年春初，亲鱼成群游向近岸砾石产卵，繁殖旺季为3月。

濒危等级：濒危；国家II级重点保护野生动物；EN（中国生物多样性红色名录, 2015）；EN（IUCN, 2012）；EW（中国物种红色名录 Vol.1, 2004）。

7) 花鲈鲤 *Percocypris pingi* Tchang



（陈小勇 摄）

俗名：花鱼。

鉴别特征：背鳍 iv, 7-9；臀鳍 iii, 5；胸鳍 I, 16-17；腹鳍 I, 9。围尾柄鳞 16-18。体延长，侧扁，头后背部隆起，背腹轮廓弧度相当。吻端圆钝。下颌突出于上颌。口次上位，上颌末端伸达鼻孔后缘下方，上颌骨伸达至眼前缘的垂直线。鼻孔距离眼睛较距离吻端为近。眼在头侧的前上方，接近头部背面轮廓。鳃膜在接近眼后缘的垂直线。鼻孔距离眼前缘较距离吻端近，眼在头侧的前上方，接近头部背面轮廓。臀鳍起点距腹鳍起点稍近于距尾鳍基。尾鳍叉形。肛门紧靠臀鳍起点。

地理分布：分布抚仙湖，以及南盘江水系，记录于宜良、富源。

栖息地及生态习性：喜栖息于敞水区，以小型鱼类为食。春季繁殖，

受精卵

资源现状：整个江段数量已经极少。根据当地渔民反映，每年仅能捕获几尾。

濒危等级：国家Ⅱ级重点保护野生动物；被《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》列为易危等级（VU）。

8) 昆明鲇 *Silurus mento* Regan



(赵亚鹏 摄)

地方名：鲇鱼。

鉴别特征：体延长，背缘接近平直，前躯短，后躯长而侧扁。颌须短，最多至胸鳍基部。生活时体青灰色，有时有云纹斑，腹部乳白色。

地理分布：滇池特特有种，近30年未见踪迹。

生态习性：栖息于湖岸多水草处，肉食性。

濒危等级：极度濒危；国家Ⅱ级重点保护野生动物；CR（中国生物多样性红色名录，2015）；CR（IUCN,2012）；EN（中国物种红色名录 Vol.1，2004）；EN（中国濒危动物红皮书，1998）。

9) 银白鱼 *Anabarilius alburnops* (Regan)



(赵亚鹏 摄)

地方名：小白鱼。

鉴别特征：体长而侧扁，吻端尖，口端位或次上位，无须。腹棱自腹鳍基之后明显隆起伸至肛门。体呈银白色，尤其体侧更为鲜艳，背部稍暗，腹部较淡，各鳍为灰白色。

地理分布：滇池特有种，数量稀少，现仅存于滇池湖体。

生态习性：活动于水体的中上层，常在草丛中觅食。食性杂，产卵盛期为4月。

濒危等级：濒危；云南省重点保护动物（1989）；EN（中国生物多样性红色名录，2015），EN（IUCN, 2012），EN（中国物种红色名录 Vol.1, 2004）；EN（中国濒危动物红皮书，1998）。

10) 翘嘴鲤 *Cyprinus ilishaestomus* Chen et Hwang



（昆明动物所）

地方名：龙眼鲤

鉴别特征：体延长且侧扁，头后背部显著隆起，一般从鳃盖后上方至背鳍起点较为平缓。头长大于体高，背鳍基长。吻长。鼻孔前方显著隆起。眼侧上位，较大。眼间距窄，小于吻长。口上位，下颌突出于上颌之前，下颌倾斜。上唇薄，紧贴于上颌外面，下唇稍发达。无须。背鳍起点与腹鳍起点相对或稍后。尾鳍叉形。鳞较大，在腹鳍基有一较大的腋鳞。侧线完全，略下弯。

生活时背部黄绿色，体侧渐淡，腹部银白色；鳍为浅黄绿色，胸鳍略带灰色。体侧鳞片后部具一新月形斑纹。

地理分布：杞麓湖。

生境及生态习性：食物主要是虾和小鱼，兼食水草。个体较大，原为产地常见经济鱼。70年代后期数量剧减，现已几乎绝迹。

濒危等级：《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》极危等级（CR）。

（2）其他珍稀濒危鱼类：

1) 细头鳅 *Paralepidocephalus yui* Tchang Cao et Zhu



（陈小勇 摄）

地方名：花鱼。

鉴别特征：体细长，稍侧扁。背缘与腹缘较平直。头较小。吻端较尖。眼小，位于头背。眼下刺分叉。口下位，上唇侧端连于口角须基部。下唇分为两叶，边缘光滑无突起。须 2 对，均短。身体和头部均裸露无鳞，无侧线。生活时，身体上部呈浅橙黄色，腹部乳白色，体侧沿中线有 5 个矩形大斑，体侧上方具虫蚀花纹，背部隐约有 12 个矩形黑斑，头部散步小斑点。

地理分布：分布于异龙湖、阳宗海、滇池及南盘江支流，数量稀少。

生态习性：生活于溪流底层，喜泥沙底质。

濒危等级：濒危；EN（中国生物多样性红色名录，2015）；VU（IUCN,2012）；VU（中国物种红色名录 Vol.1，2004）。

2) 侧纹云南鳅 *Yunnanilus pleurotaenia* (Regan)

同物异名：侧纹条鳅 *Nemachilus pleurotaenia*。



(陈小勇 摄)

鉴别特征：体中等长，侧扁。腹部圆，头侧扁。吻稍钝，前后鼻孔分离。眼中等大，侧上位。口次下位，弧形。上下唇都较厚，须 3 对，均较长。除头部外，全身被细密鳞片。侧线直，不完全。

地理分布：云南特有种。滇池、抚仙湖、洱海及金沙江支流。在滇池流域仅见于部分滇池附属水体溪流和龙潭。

生态习性：江河湖泊型，栖息于湖岸浅水区、溪流、龙潭水流缓慢处，常躲避在水草中。集群于水底，行动较迟缓。

现状与保护：被《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》列为易危等级（VU）。

3) 黑斑云南鳅 *Yunnanilus nigromaculatus* (Regan)



(陈小勇 摄)

鉴别特征：体中等长，侧扁。头较大，吻钝。前后鼻孔分离，前鼻孔短管状，后鼻孔周围无瓣膜，紧位眼前上缘。口端位。尾鳍后缘平截，上、

下角钝圆。体侧和背部有许多不规则褐色斑纹，头背具虫状褐色斑纹。背鳍基部黑色，中央具有斑纹 1 条，其余各鳍灰色。

地理分布：中国特有种，分布于滇池、杨林湖、贵州草海，在滇池流域仅见于部分附属水体溪流，数量稀少。

生态习性：生活在水草丰茂的山溪缓流中。

濒危等级：濒危；EN（中国生物多样性红色名录，2015）；EN（IUCN，2012）。

4) 异色云南鳅 *Yunnanilus discoloris* Zhou et He



（赵亚鹏 摄）

鉴别特征：体延长，略侧扁。前、后鼻孔分离。口下位，呈马蹄形。身体裸露无鳞。雌雄异色，雌雄两性个体的体表均呈金黄色基调。雄性个体沿体侧中轴，自眼后缘至尾鳍基，具一黑色纵带。雌性个体除腹部外，全体具不规则的黑色斑点或斑块。

地理分布：滇池流域特有种，分布极其狭窄，仅见于呈贡白龙潭。

生态习性：生活于沙砾为底质，间杂大块岩石，水体流动、清澈透明、沉水植物丰富的龙潭泉水中。

濒危等级：极度濒危；CR（中国生物多样性红色名录，2015）；CR（IUCN,2012）。

5) 长臀云南鳅 *Yunnanilus analis* Yang



(昆明动物所)

鉴别特征：体略长，侧扁。背、腹轮廓线弧度约相等，腹部圆。头中等大。侧扁。吻较钝，吻长明显小于眼后头长。前后鼻孔分离，前鼻孔短管状，约位于眼前缘至吻中点之略前，管长明显小于眼径；后鼻孔周围无瓣膜。眼较大，上位，腹视不可见。口次下位。上、下唇均较薄，无明显皱褶。上唇中央无缺刻，下唇中央缺刻明显。全身裸露无鳞，侧线不完全。

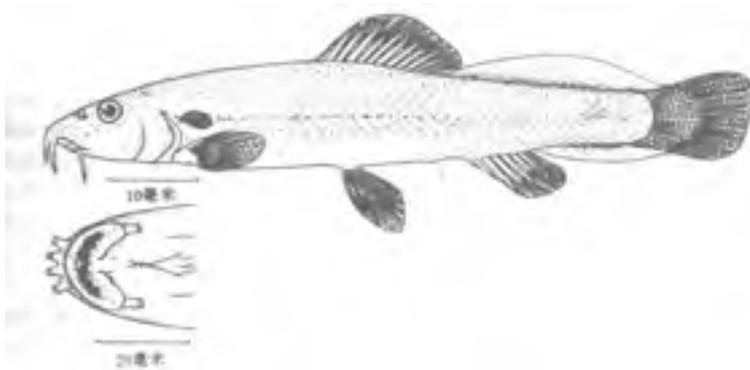
地理分布：云南特有种，星云湖。

生态习性：湖泊型。

评估数量：现为偶见种。

濒危等级：被《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》列为易危等级 (VU)。

6) 滇池球鰾鳅 *Sphaerophysa dianchiensis* Cao et Zhu



(图片源自《中国条鳅志》)

鉴别特征：身体稍延长，侧扁。眼侧上位，口下位。唇面光滑或有浅皱。上颌中部有一齿状突，下颌匙状。须3对。背鳍之后的后躯具小鳞。侧线不完全。背部在背鳍和尾鳍之间及尾柄的下侧缘有发达的膜质软鳍褶；

骨质鳔囊膨大呈圆球形。

地理分布：滇池特有种，自首次发现至今再无记录。

生态习性：生活于多石的流水环境。

濒危等级：极度濒危；CR(中国生物多样性红色名录, 2015); CR(IUCN, 2012)。

7) 鱮鱼良白鱼 *Anabarilius grahami* Regan



(陈小勇 摄)

地方名：鱮鱼良鱼。

鉴别特征：体细圆而不显著侧扁，整个身体轮廓成一狭长的纺锤形，背部平直，腹缘呈浅弧形，体高显著小于头长。吻端尖，其长大于尾柄高，更大于眼间距。眼侧上位。口次上位，口裂斜向上，下颌突出，略长于上颌。无须。腹棱自腹鳍基部逐渐隆起向后延伸至肛门。背鳍最后不分枝鳍条基部较硬。尾鳍叉形，也端尖，下叶稍长于上叶。鳞小，在腹鳍基具两枚相互重叠的细长腋鳞。活体呈银白色，背部较暗，鳍为灰白色。眼上下缘红色。

地理分布：抚仙湖。

生态习性：喜水质新鲜、含氧量较高的水域环境，为中上层鱼类，平时栖息开阔的敞水面。

估计数量：抚仙湖特有鱼类，是产地重点保护和发展鱼类。现野生种群数量较少，为偶见种。

濒危等级：中国特有种，被《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》列为易危等级（VU）；《中国物种红色名录》VU（濒危）；未收录于《中国濒危动物红皮书》。

8) 大鳞白鱼 *Anabarilius macrolepis* Yih et Wu



（昆明动物所）

鉴别特征：体长而侧扁，头后部明显隆起，身体最高处在躯干前部。腹缘弧形。吻端稍钝。鼻孔离眼较离吻端为近。眼侧上位，眼间距略大于吻长，更大于眼径。口次上位，下颌略长于上颌，口裂斜向上，后缘伸达鼻孔中点的正下方。无须。腹棱自腹鳍基部至肛门。

地理分布：云南特有种。异龙湖、罗平龙王庙水库。

生态习性：喜栖于湖的开敞水面，活动于水的中上层。食性杂，摄食浮游动物及小虾等。

评估数量：现为偶见种。

濒危等级：被《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》列为绝灭等级（EX）；EX（IUCN,2012）；EX（中国物种红色名录 Vol.1，2004）。

9) 云南鲴 *Xenocypris yunnanensis* Nichols



（赵亚鹏 摄）

地方名：油鱼。

鉴别特征：体长形，侧扁，腹部圆，腹棱自肛门至腹鳍末端处。吻短而钝圆，眼侧上位。口小，横裂。下唇很薄，下颌具发达的角质边缘。无须。背鳍具后缘光滑的硬刺，胸、腹和臀鳍均短小，背部灰黑色，体侧及腹部银白色。背鳍灰色，臀鳍淡红色，尾鳍桔红色。

地理分布：滇池特有种，近 30 年无捕获记录。

生态习性：活动于水的中下层。食性杂，除枝角类、桡足类外，还有藻类和有机物碎屑。

濒危等级：极度濒危；CR(中国生物多样性红色名录, 2015); CR(IUCN, 2012); EN(中国物种红色名录 Vol.1, 2004); EN(中国濒危动物红皮书, 1998)。

10) 长身鱊 *Acheillogathus elongatus* (Regan)



(赵亚鹏 摄)

地方名：糠片鱼、旁皮鱼。

鉴别特征：身体侧扁，较长。背缘和腹缘隆起。眼侧上位。口次上位，口角无须。鳞大，腹鳍基有一狭长的腋鳞。侧线完全，较平直，仅中段下弯。沿尾柄中部有一黑色条斑，向前延伸消失在背鳍起点下方。雄鱼臀鳍外缘具一前宽后窄的黑色条纹。

地理分布：滇池特有种，近 30 年无捕获记录。

生态习性：生活于湖泊沿岸水草丛生处。食性杂，主要以高等植物的

叶片、浮游及固着藻类为食。

濒危等级：极度濒危；CR（中国生物多样性红色名录，2015）；CR（IUCN,2012），EN（中国物种红色名录 Vol.1，2004）；EN（中国濒危动物红皮书，1998）。

11) 抚仙吻孔鲃 *Poropuntius fuxianhuensis* (Wang, Zhuang et Gao)



（昆明动物所）

同物异名：抚仙四须鲃 *Barbodes fuxianhuensis*。

鉴别特征：体中等长，侧扁，背缘和腹缘轮廓弧度约相等。头侧扁，头长小于或等于体高。吻端侧面观尖，吻端光滑。吻皮边缘较薄，盖及上唇基部或仅露上唇边缘。吻侧在前眶骨前下缘有一缺刻和浅沟。鼻孔位于眼的前上角，离眼前缘较离吻端为近。口亚下位，呈马蹄形，上唇稍突出于下唇。须2对，均纤细。眼较大，侧上位。鳞中等大，侧线中央略下弯。

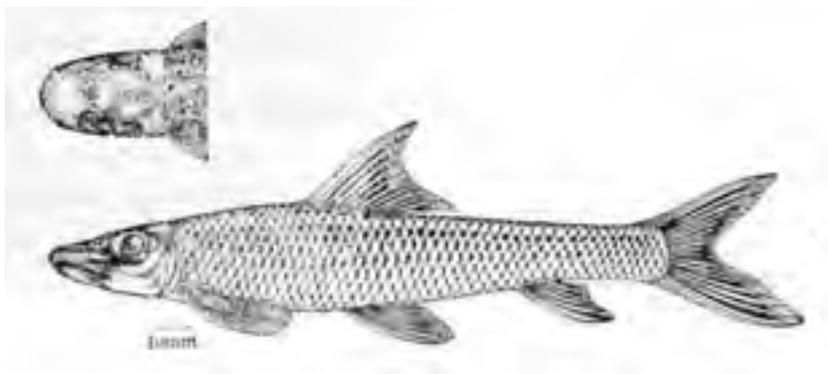
地理分布：云南特有种，仅分布于抚仙湖。

生态习性：湖泊型，栖息于湖泊敞水区中上层，偶尔出现于下层。

评估数量：现为偶见种。

濒危等级：被《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》列为易危等级（VU）。

12) 宜良墨头鱼 *Garra imberba yiliangensis* Wu et Chen



(《云南鱼类志》)

地方名：棍子鱼。

鉴别特征：背鳍 ii, 1; 臀鳍 ii, 5; 胸鳍 I, 16-17; 腹鳍 I, 8; 侧线鳞 49-50。
围尾柄鳞 16。

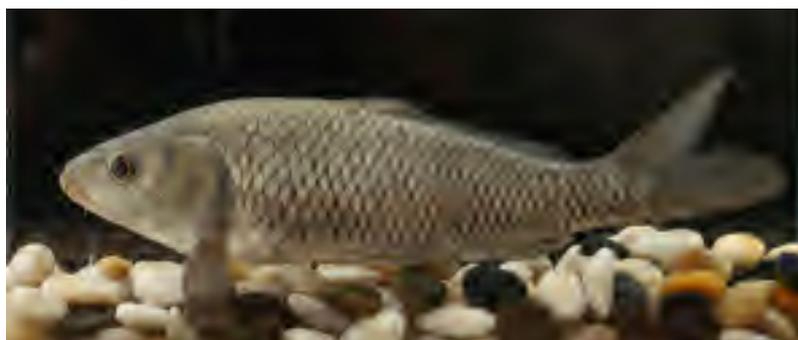
体细长，略呈圆筒状，腹面较为平直，尾柄侧扁而细长。头长大于头宽。吻圆钝，鼻孔前无凹陷，不形成吻突，前端有角质珠星。口大，下位，横裂。吻皮覆盖于上颌之外，向腹面扩展，其边缘呈流苏状。口吸盘宽大，约与该处头宽相等，前缘的乳突较后缘大。鳃孔伸至头腹面，在眼后缘的垂直下方与鳃峡相连。背鳍无硬刺，臀鳍不达尾鳍。尾鳍深分叉。

地理分布：云南特有种，仅分布于罗平、宜良南盘江干流及其水系，稀少。在石屏灌区无确切分布。

生境及生态习性：底栖鱼类，喜欢栖息在水质清澈、水流湍急、水底多岩石的环境，常以肉质的吸盘吸附在水底石块上，是典型的急流鱼类。

濒危等级：《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》濒危等级（EN）。

13) 杞麓鲤 *Cyprinus chilia* Wu et al



(陈小勇 摄)

地方名：鲤鱼。

鉴别特征：体延长，侧扁，头后背部隆起不十分显著，一般至背鳍起点为最高点。头较长，约与体高或背鳍基部长相等。口端位，上颌较下颌略突出，马蹄形，口裂较倾斜。眼侧上位，上缘与主鳃盖骨前角平齐，下缘与口裂顶端成一水平线，鼻孔前方有凹陷。眼间距较窄，小于尾柄高和下颌骨长，通常须 2 对，吻须约为口角须的一半，有的个体吻须消失。背鳍起点略前于腹鳍起点或相对。背鳍、臀鳍末根不分支鳍条均为后缘具细齿的硬刺。生活时背部青灰色，体侧浅草绿色略带青灰色，尾鳍边缘带黑色。

地理分布：云南高原湖泊特有种，分布于滇池、抚仙湖、洱海、星云湖、杞麓湖、阳宗海、异龙湖、剑湖、茈碧湖、程海、文笔水库等云南高原湖泊，在滇池流域已经绝迹。

生态习性：湖泊型，栖息于沿岸带和敞水区中下层，多见于水草丛中或其附近。

濒危等级：濒危；EN（中国生物多样性红色名录，2015）；EN（IUCN, 2012）。

14) 异龙鲤 *Cyprinus yilongensis* Yang et al.



（昆明动物所）

地方名：红眼尖嘴、小红眼鱼

鉴别特征：体纺锤形，侧扁，腹部圆，背部隆起，体的最高点在背鳍起点之前。头锥形。吻端略尖。口端位，马蹄形，口裂略倾斜，上颌较下

颌略向前突出。唇较薄，须 2 对。眼大，侧上位。背鳍起点位于腹鳍起点之后，背鳍外缘平直，尾鳍叉形。鳞较大，在腹鳍基有一较大的腋鳞。侧线完全，略下弯。

生活时，眼球上部橙红色，身体背部和头部呈灰黑或带深绿色，体侧银白带黄色，腹部乳白色，奇鳍灰色，偶鳍微黄。

地理分布：异龙湖，目前绝迹。

濒危等级：红色名录绝灭等级 (EX); 被《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》列为绝灭等级 (EX); EX (IUCN,2012); EX (中国物种红色名录 Vol.1, 2004)。

15) 云南鲤 *Cyprinus yunnanensis* Tchang



(昆明动物所)

地方名：黄尖嘴

鉴别特征：体长且侧扁，头后背部隆起明显。头长较体高、背鳍基长为体高。吻尖而窄，向前突出，吻较长，大于眼间距，鼻孔前方微隆起。眼侧上位，较大，眼间距较窄。口次上位，下颌稍突出，口裂倾斜。上唇薄，紧贴于上颌外面，下唇略厚。无须或只具有一对口角须。背鳍起点与腹鳍起点相对或稍后，尾鳍叉形。鳞较大，在腹鳍基有一较大的腋鳞。侧线完全，略下弯。

生活时背部黄绿色，体侧渐淡，带银白色，腹部乳白。背鳍和尾鳍草绿带灰黑色，胸鳍及臀鳍金黄色，尾鳍下叶稍带红色。体侧各鳞片的后部有一新月形斑块。

地理分布：杞麓湖。

生境及生态习性：喜生活于水草丛生的浅水处，多在水的中下层游动和摄取食物，行动较迅速。适应力强，不易死亡，故在市场上常有活鱼出售。食性颇杂，以动物性食料为主，如小虾、小鱼、水生昆虫的幼虫等，部分个体也摄食水草。生殖期为四五月间，产粘性卵，常附着于水草上。体长 130 毫米的个体已达性成熟。一般 2-3 龄后生长速度显著增加。个体中等，可达 0.5 公斤，肉质极佳，原为产地常见经济鱼，虽个体不大，但产量还高，是最受欢迎的食用鱼类。今年已极难见到。

濒危等级：《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》极危等级（CR）。

16) 昆明裂腹鱼 *Schizothorax grahami* (Regan)



(陈小勇 摄)

地方名：细鳞鱼。

鉴别特征：在肛门和臀鳍两侧各自排列一列特化的大型鳞片，形成了腹部中线上的一条裂缝。下颌前缘是角质。身体背部蓝灰色，腹面银白色；尾鳍下叶浅红色。

地理分布：长江水系特有种。分布于滇池，金沙江下游各支流及乌江上游。在滇池流域目前仅见于少数滇池附属河流。

生态习性：底层流水性鱼类，食物以底栖无脊椎动物及着生藻类为主。

濒危等级：濒危；EN（中国生物多样性红色名录，2015）；CR（IUCN, 2012），VU（中国物种红色名录 Vol.1, 2004）。

17) 四川裂腹鱼 *Schizothorax kozlovi* Nikolskii

地方名：细壳鱼、白鱼。



(孔德平 摄)

鉴别特征：背鳍起点在腹鳍起点的稍后上方，末根不分枝鳍条为后缘具强锯齿的硬刺。体延长，略侧扁，头后背部隆起至背鳍基部末端下降，后部背缘平直。吻圆钝，眼较大，口下位呈弧形或马蹄形，口裂前端不达眼前缘下方。下颌外侧无角质边缘。下唇发达分左、右两叶，两叶前部联汇，无乳突，游离部分成褶皱，唇后沟连续。具粗长的须 2 对，口角须后伸达到或超过眼后缘，吻须后伸达到或超过眼前缘。生活时身体呈浅灰色或灰黄色，背部呈灰色，背侧散布不规则的细小黑斑，尾鳍带红色，腹部银白色。

地理分布：金沙江、雅砻江。

生态习性：以水生昆虫、藻类、水生植物、环节动物和软体动物等为食，属于底栖杂食性鱼类。主要饵料为水生昆虫，其次为藻类。繁殖期为每年的 3—4 月，作为群体而言，是分批产卵的鱼类，作为个体而言是一次性产卵的类型。产卵最低水温 13℃，受精卵为有粘性的沉性卵。产卵期雄鱼有筑巢护卵的习性，产卵场在砾石泥沙混合底质的江河段。雄鱼最小 3 龄性成熟，雌鱼最小 5 龄性成熟（陈永祥，罗泉笙，1997）。

现状与保护：被《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》列为易危等级（VU）。本种是主要分布于金沙江上游及其支流的一种鱼类，个体较大，经济价值较高，是产地主要的经济鱼类之一。目前在金沙江干流还有一定

的种群数量。贵州省毕节地区水产技术推广站联合长江水产研究所和贵州省水产技术推广站在贵州已初步突破了四川裂腹鱼的人工繁殖技术（周礼敬等，2012）。

18) 光唇裂腹鱼 *Schizothorax lissolabiatu*s Tsao



(陈小勇 摄)

地方名：细鳞鱼。

鉴别特征：体延长，侧扁或稍侧扁，背腹缘均隆起，腹部圆。吻钝圆。口下位，横裂，弧形或近横直，口裂前缘在眼下缘水平线之下，下颌前部角质，边缘锐利。下唇不发达，在下颌两侧分左右两叶，两叶前部不联汇，表面光滑无乳突。唇后沟中断。须 2 对，约等长，约等于或略于眼径，吻须后伸达后鼻孔乃至眼中部的下方，口角须后伸达眼中部乃至过眼后缘的下方。背鳍末根不分支鳍条为硬刺，后缘具强齿或较强的齿。身体背面及侧面被细鳞，胸及前腹面裸露无鳞，自胸鳍尖端之后的腹面始有鳞片。体背侧蓝灰色，部分标本散布有不规则黑斑，腹侧银白色，尾鳍略带红色。

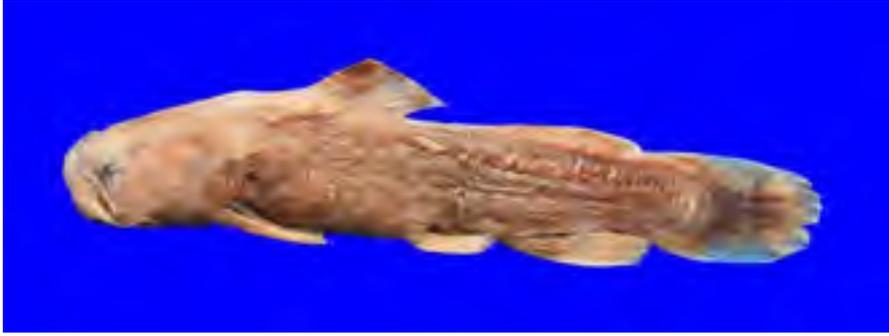
地理分布：怒江中下游、澜沧江中上游、洱海、剑湖、抚仙湖、南盘江上游、北盘江上游、元江上游。

生态习性：江河型，栖息于江河干支流中下层流水中。

估计数量：中国特有种，现为优势种。

濒危等级：常见种，未列入濒危等级。

19) 金氏鱼央 *Liobagrus kingi* (Tchang)



(赵亚鹏 摄)

鉴别特征：体长形，前躯较圆，后躯渐侧扁。头宽而钝。眼小，背位。口大，端位，须 4 对，发达。无鳞，无侧线。外颌须短于头长，肛门距臀鳍基部起点较距腹鳍起点近。背鳍刺光滑。脂鳍低而长。尾鳍圆形。全身棕灰，散有不规则的褐色小点。鳍黄色，背、尾鳍中央黑色。

地理分布：金沙江水系特有种，分布于滇池和金沙江下游，在滇池近 30 年未见记录。

生态习性：生活于底质多石的流水环境，为底层生活的小型肉食性鱼类。

濒危等级：濒危；DD（中国生物多样性红色名录，2015）；EN（IUCN, 2012）；EN（中国濒危动物红皮书，1998）；EN（中国物种红色名录 Vol.1, 2004）。

20) 中臀拟鲿 *Pseudobagrus medianalis* (Regan)



(陈小勇 摄)

地方名：弯丝。

鉴别特征：体延长，前部略纵扁，后部侧扁。口下位，上、下颌具绒毛状细齿，形成宽齿带，下颌齿带中央分离。体呈黄色，腹部较淡。体侧有暗色斑块，项部有浅色横带纹。

地理分布：金沙江水系特有种，仅见于滇池、禄劝掌鸠河，在滇池为偶见种，分布于河流和龙潭。

生态习性：多夜间活动，以水生昆虫及其幼虫、蚯蚓、小型软体动物、甲壳类和小鱼为食。

濒危等级：极度濒危；CR(中国生物多样性红色名录, 2015); CR(IUCN, 2012); EN(中国物种红色名录 Vol.1, 2004); EN(中国濒危动物红皮书, 1998)。

21) 长须鮠 *Leiocassis longibarbus* Cui

同物异名：长须拟鲿 *Pseudobagrus longibarbus*。



(图片来源：《金沙江鱼类》)

鉴别特征：体延长，背缘隆起，轮廓幅度大于腹缘；背鳍起点为身体最高点，向前略下斜，向后稍平直。头部腹面较平，头宽大于头高。头背包括上枕骨棘，背面被皮肤。上枕骨棘与背鳍基骨前突相接，吻钝圆。口下位，横裂。上颌突出于下颌。眼侧位，腹视略可见。须4对，其中鼻须1对，紧位于后鼻孔之前，后伸超过眼后缘；颌须1对，后伸超过胸鳍起点；颏须2对，外侧颏须超过鳃膜，内侧颏须短于外侧颏须，仅可伸达鳃膜联合处。鳃膜游离，不与鳃峡相连。背鳍具硬刺，前缘光滑，后缘粗糙有齿痕。脂鳍起点略后于臀鳍起点的垂直上方，后缘游离，基长小于臀鳍基。胸鳍具硬刺，前缘光滑，

后缘具强锯齿。尾鳍深分叉，上叶略长于下叶，末端略尖。浸制的标本背部灰褐色，腹部浅灰，各鳍灰色。

地理分布：金沙江流域特有种，仅记录于金沙江支流宾居河。

生态习性：不详。

现状与保护：被《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》列为极度濒危等级（CR）。

4.9.3.5 鱼类资源状况

两次野外调查共采集到鱼类 6,310 尾，总重量为 72,962.7 g。由于渔获物的调查会受到标本大小的影响，所以同时对标本数量、体长大小、重量进行了分别统计。另外，野外调查的过程中，部分鱼类个体太大、或不具备标本保存条件的，均现场计数和称量，并计入最终的鱼类资源量统计当中。访问调查数据是对渔获物数据的补充，可以提示没有采集到的种类和难以短时间采集到的种类。

（1）评价区鱼类资源演变情况

评价区内的金沙江水系野外调查期间采集到的鱼类标本共 19 种，其中土著鱼类仅为 7 种，外来物种有 12 种，详见表 4.9.3-1；滇池流域水体采集到的土著鱼类物种仅为泥鳅、黄鳝和鲫鱼 3 种，其余均为外来物种。依据滇中引水二期工程金沙江流域鱼类物种数据整理，该水系历史分布记录为 76 种，其中土著鱼类 38 种，外来物种 38 种。

评价区内的澜沧江水系野外调查期间采集到的鱼类共 13 种，其中，该水系内河流水体采集土著鱼类仅为 3 种，外来物种有 10 种，详见表 4.9.3-4。该水系历史分布记录为 28 种，其中土著鱼类 18 种，外来物种 10 种。

评价区内的南盘江水系野外调查期间采集到的鱼类共 17 种，其中，该南盘江水系内河流水体采集土著鱼类仅为 4 种，外来物种有 13 种，详见表

4.9.3-6; 抚仙高原鳅仅仅采集于抚仙湖湖体; 星云湖、杞麓湖和异龙湖采集到的土著鱼类仅为鲫、泥鳅。依据滇中引水二期工程南盘江流域鱼类物种数据整理, 该水系历史分布记录为 72 种, 其中土著鱼类 48 种, 外来物种 24 种。

评价区内的元江-红河水系野外调查期间采集到的鱼类共 18 种, 其中, 该水系内河流水体采集土著鱼类为 8 种, 外来物种有 10 种, 详见表 4.9.3-12。该水系历史分布记录为 38 种, 其中土著鱼类 21 种, 外来物种 17 种。

总体来看, 滇中引水二期工程 4 大水系受退水区内河流段野外采集到的渔获物物种主要以大鳞副泥鳅、棒花鱼、麦穗鱼、高体鳊、鳙和罗非鱼等外来物种为主, 兼有少数泥鳅、鲫、云南盘鮈、湄南南鳅和横纹南鳅等土著鱼类; 湖泊水库水体主要是以青、草、鲢、鳙、鲤和鲫等经济鱼类, 以及棒花鱼、麦穗鱼、高体鳊和鰕虎鱼等外来野杂鱼类为主; 访问滇池还有少量的滇池金线鲃、银白鱼土著鱼类渔获物; 抚仙湖还有少量的鳊白鱼、抚仙高原鳅和花鲈鲤等土著鱼类渔获物。综上, 滇中引水二期工程 4 大水系河流、湖泊和水库调查水域现有分布鱼类资源主要为外来经济鱼类或是小型野杂鱼类, 土著鱼类资源仅为泥鳅、鲫、云南盘鮈、湄南南鳅、横纹南鳅、滇池金线鲃、银白鱼、鳊鱼良白鱼、抚仙高原鳅和花鲈鲤等少数鱼类物种, 且鱼类资源在该 4 大水系流域范围内所在比例中均较低, 滇池金线鲃、银白鱼、鳊鱼良白鱼等珍稀濒危鱼类主要还在依靠人工增殖放流以恢复自然种群资源。以上鱼类资源演变是近 30 年以来云南各流域个水体类型中普遍存在的现状, 外来物种经济养殖鱼类和随之带入的小型野杂鱼类逐步占据了现有的自然水体鱼类资源。此外, 根据水生专题对 4 大水系各调查样点渔获物组成现状分析结果, 各水系各采样点土著鱼类物种组成相对较为单一, 外来物种在物种组成和数量上均较为显著, 尤其是湖泊和

库区水体。

(2) 鱼类资源的分布特点

从四大流域层面来看，现场调查采集到的鱼类种类组成基本反映了评价区的鱼类组成特征，四大流域总体上以鲤形目、鲈形目种类为主，详见表 4.9.3-15。现场采集的鱼类以外来鱼类为主，其中澜沧江、南盘江流域外来种类占比较高。

表 4.9.3-15 评价区各流域鱼类组成表

组成	金沙江		澜沧江		南盘江		元江-红河	
	全部种类	采集种类	全部种类	采集种类	全部种类	采集种类	全部种类	采集种类
鲟形目					1			
鳗鲡目					1			
鲤形目	50	11	21	7	51	9	24	11
鲇形目	9	2	1		6	1	3	1
胡瓜鱼目	2	1			1	1		
鲈形目	1		1	1	1	1	1	1
颌针鱼目	2						1	
合鳃鱼目	1		1		1		1	
鲈形目	11	5	4	4	8	6	8	5
合计	76	19	28	12	72	17	38	18

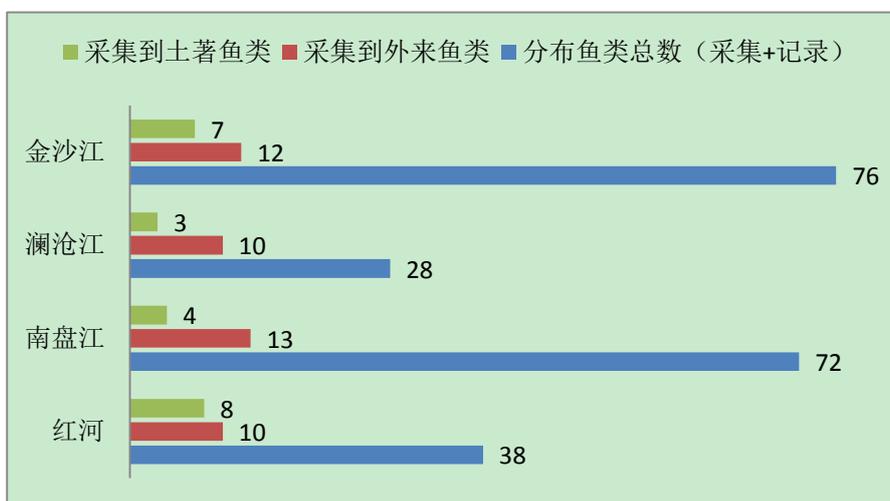


图 4.9.3-1 评价区四大水系鱼类资源概况

根据现场采集标本和调查访问情况来看，评价区的支流中，落漏河、桑园河、渔泡江等受水区河流长时间断流或水污染较严重，基本没有鱼类分布；毗雄河、绿汁江、龙川江、螳螂川、黑惠江等受退水区河流和各灌区受人为干扰强度较大，有一定鱼类资源，但以耐污性的常见种和外来种

为主；曲江、泸江等河流自然生境相对完整，鱼类资源相对丰富，有部分鳅、鲤、鲫等土著种分布，但总体仍以外来种为主。此外，受水区的渔泡江支流楚场河、澜沧江水系支流西河、龙川江等部分小支流鱼类种类略丰富（5-9种），但以耐污性的外来种为主，这与这些支流地处农村地区有一定关系。农田灌溉退水区水体鱼类种类和资源量总体较少，部分小河沟鱼类种类略丰富，基本为耐污性的外来小型鱼类和泥鳅等土著种。

各受水区水库因历史上或现状普遍放养花白鲢控制水质和鲤、鲫等常见经济鱼类，因而带入了麦穗鱼、棒花鱼、虾虎鱼等野杂鱼，这些水库均缺乏有保护价值的土著鱼类分布。

从空间分布特点来看，鱼类资源与河流及沿岸生态状况、人类开发活动强度、水文水质条件、水利水电工程设施等因素关联较大，即生态系统较良好、人为开发活动影响少、水量充沛且水质较好的河段，鱼类相对丰富、并有少量土著种分布，城镇段、农村段及水库、水电站区域鱼类则较贫乏、以小型化的外来种为主。

表 4.9.3-16 部分代表性断面鱼类资源情况

类别	断面	所属水系	采集种类	土著种	外来种	人为干扰及生态环境条件
一级支流	曲江（大营街镇）	南盘江	8	2	6	集镇、农村段，有一定干扰
	泸江（阎把寺段）	南盘江	15	5	10	生态、水文状况较好，干扰较少
	毗雄河（新街）	元江-红河	4	1	3	集镇、农村段，干扰较多
	毗雄河汇口	元江-红河	11	4	7	水文状况较好，干扰较少
	黑惠江（徐村桥）	澜沧江	9	2	7	农村段，有一定干扰
	桑园河（瓦溪河）	金沙江	0	0	0	缺水、断流，人为干扰较多
下级支流	楚场河（渔泡江汇口）	金沙江	10	3	7	水文状况较好
	元谋县凤仪村小河流	金沙江	9	3	6	农田段，有一定干扰
退水区	黄坪灌区（黄坪镇）	金沙江	9	2	7	农田段，有一定干扰
	祥云灌区（下庄刘厂镇）	金沙江	5	1	4	农田段，有一定干扰
天然湖泊	滇池（昆明福保）	金沙江	9	3	6	水文状况较好，有一定干扰

4.9.3.6 产卵场

鱼类产卵场是特指鱼类产卵繁殖的区域。不同的鱼类根据其自然进化历史和生态习性的不同，对产卵场的条件要求也各不相同。我们一般所说

的产卵场，是指适合大多数鱼类产卵繁殖的生境。本次调查研究主要针对鱼类比较集中的产卵场，评价主要根据多年鱼类生态学资料的积累、近期相关地区调查资料及查阅文献等，结合各流域生境的特点，推测其主要鱼类产卵场的分布。滇中引水二期工程评价区产卵场生境基本情况详见表4.9.3-17。

整个滇中引水二期工程水生态影响评价区域涉及的金沙江、澜沧江、南盘江和元江水系干支流流域土著鱼类资源贫乏，未见典型的鱼类集中产卵场，多为河流、湖泊和水库断面的零星产卵场分布。金沙江水系的龙川江干流上游，水质较为清澈，水流量相对较小，底质为细沙、砾石，适合急流型小型鱼类产卵，如条鳅科类。龙川江中段多建有水库及水电站，水面较宽，水流平缓，已演变成为典型水库养殖的江河湖泊平缓型鱼类的栖息地。下游水位升高，水流量增大，水质浑浊，底质多数为泥沙，处于农田灌溉区，酷鱼滥捕现象较为严重，不具备典型产卵场。龙川江较大的一级支流蜻蛉河干流上已建有三个中型水库，多个小型水库和水电站，使得蜻蛉河水流平缓，水流量小，常有截坝灌溉，污水排放现象，水质条件已经不适合一些土著鱼类的繁殖。勐岗河大部分断面处于山谷中，水流湍急，自然保护良好，成为一些激流性土著鱼类的产卵场。螳螂川-普渡河和盘龙江，从调查结果来看，目前河流水环境条件较差，鱼类组成较为简单，鱼类资源量也较少，未发现集中的土著鱼类产卵场。滇池及其附属水体、龙潭目前还分布有较多的土著鱼类，而土著鱼类的产卵场往往分布在周边水质较好的龙潭，滇池金线鲃、云南盘鮡等种类主要是进洞产卵，侧纹云南鳅则在水质较好的上游水草丰富处产卵。其余支流落漏河、桑园河、渔泡江、楚场河、西河、毗雄河等受水区河流长时间断流或水污染较严重，基本没有鱼类分布。滇池湖体一些水质稍好湖湾等区域的则成为很多外来

经济鱼类的繁殖场所，如鲫鱼等种类主要在湖周水草处产卵。与滇中引水一期工程对比，原推测的渔泡江三岔河镇幸福村河段产卵场，由于生态栖息地的消失，该非典型产卵场已不复存在。同时，根据野外调查结果，在滇池南岸晋宁区太史湾和鸽子湾水域，周边水质较好、水草丰富，又有东大河入湖河流；同时，太史湾和鸽子湾均位于晋宁南滇池国家湿地公园范围内，人为干预较少，湿地恢复较为集中，是红鳍鲌、鲫等土著鱼类的集中产卵场。

澜沧江水系一级支流黑惠江干流建有梯级电站，其中下游河段多为库区，或是坝下断流河段，其零星产卵场分布于洱源县炼铁乡大门甸一带水流较急，尚属自然河段，鱼类种类也相对较多，是典型的中小型鱼类的产卵场。与滇中引水一期工程对比，原推测的黑惠江洱源县炼铁乡大门甸段鱼类产卵场，目前现状较好。

南盘江水系曲江干流曲江镇段、华溪镇段，以及泸江干流面甸镇段为零星产卵场分布。从野外调查情况来看，该 2 条一级支流穿越城镇、村庄和农业种植区，河水水流缓急交替，部分河段为落水洞，底质多为泥沙、砾石，有适合河流型小型鱼类产卵的河段水域，但并非流域内集中的产卵场。泸江的面甸镇段及其以上 2 km 至燕子洞景区河段，以及曲江的曲江镇上下 2 km 范围内河段等，水面较宽，水流平缓，是该流域土著小型鱼类潜在的集中产卵场。其余调查河流断面多位于农业种植灌溉区，退水区河流和各灌区受人为干扰强度较大，有一定鱼类资源，但以耐污性的常见种和外来种为主，硬化河道和灌区沟渠水质普遍较差，基本不具备土著鱼类的产卵条件。该水系涉及的溪流及其附属水体、龙潭等，目前还分布有较多的土著鱼类，而土著鱼类的产卵场往往分布在周边水质较好的龙潭，侧纹云南鳅、云南盘鮡等种类主要是在水质较好的上游水草丰富处产卵。与滇

中引水一期工程对比，原推测的曲江干流竹鸡河段与华溪镇河段产卵场，位于两个山谷之间，人为干预相对有限，其水生态栖息生境保持较好，仍为该河段较理想的产卵场；本次调查新发现曲江的曲江镇段，以及泸江的面甸镇段产卵场。

元江水系绿汁江楚雄段，以及大桥河段自然生境良好，常年保持一定的流量，可能是滇中引水二期工程水生态影响评价区域内该水系潜在的零星产卵场，仅分布有横纹南鳅和鲫等广布种。与滇中引水一期工程对比，原推测的礼社江上游鄂嘉镇段，以及绿汁江上游绿汁镇段产卵场，人为干预相对较少，水生态栖息生境保持良好；本次调查新发现元江水系一级支流小河底河支流大桥河零星产卵场。

滇中引水二期工程水生态影响评价 4 大水系各受水区水库库区缺乏土著鱼类的产卵条件，鲤鱼、鲫鱼等鱼类及很多外来经济鱼类可利用库区水草较为繁茂的区域产卵，南鳅等小型土著鱼类可利用水质较好的入库溪流产卵，但这些潜在产卵场较为分散，目前未发现集中的产卵场。不同种类的产卵场根据种类不同而呈现出不同。“四大家鱼”（青草鲢鳙）等种类为产漂流性卵鱼类，需要大江大河才能产卵，在水库中无法繁殖；即使有条件产卵受精，也难以完成孵化的过程，也许会沿着水域河流上溯至干流上游产卵。鳊、鲤、鲫、麦穗鱼、棒花鱼、泥鳅、鰕虎鱼等种类产卵地点较为广泛，在水库沿岸坡度较缓的浅水区和水库区支流以及水库入库河流缓流区均可产卵，产卵于砂石、水生植物、树枝上，卵为粘沉性，产卵地点分散，一般不会形成集中的产卵场。与滇中引水一期工程对比，原推测的 4 大水系涉及湖泊和调蓄水库产卵场，情况基本一致。

4.9.3.7 索饵场

索饵场，是指鱼类和虾类等群集摄食的水域。一般主要位于河口附近，

该水域有机质和营养盐类丰富，饵料生物繁盛，鱼类常群集进入索饵、生长、育肥。在灌区工程项目影响评价区，由于鱼类习性、环境条件不同，索饵场也有很大变化。鱼类索饵场一般在食物比较丰富的地方，如支流和干流的交汇口，干流沿岸植被较好，水草丰富的地方；灌区一些水量较大、水质较好的河段底栖动物丰富，也是鱼类可以利用的索饵场。滇中引水二期工程评价区索饵场生境基本情况详见表 4.9.3-18。

金沙江水系分布的云南鳅、云南盘鮡喜清泉流水，营半穴居生活，经常夜间洞外觅食，其索饵场分布在水库、龙潭及其附属水体的溪流及其出水口水域。南鳅、高原鳅等喜流水性鱼类，只能生活在水质较好的砂石底质流水河段，并在石缝间搜索底栖动物为食，由于底栖动物的分布极为分散，这些鱼类基本没有集中的索饵场；鲤、鲫、麦穗鱼、虾虎鱼等杂食性鱼类主要在水库水草处觅食，其索饵场多散布在沿岸岸水草生长带周边。龙川江干流底质多为卵石、粗砾，水深。干流部分河段常有不同厚度的淤泥沉积，饵料生物丰富，既有浮游生物、又有沉水植物，还有一些昆虫幼虫在漫滩卵石间生活，是鱼类理想的觅食场所。该类型索饵场在该河段不太多，主要存在灌区处。龙川江的最大支流蜻蛉河干流的农业面源污染、水坝截流灌溉发电及生活污水乱排放现象较为严重，大部分不可能成为理想的索饵场，只适合如食蚊鱼，泥鳅等小型鱼类。勐岗河大部分处于深切峡谷，谷深幽暗，水流湍急，阳光不能直射、光合作用弱，水体初级生产力较低，不能形成较大规模的索饵场所。而支流与干流汇合处河面宽阔，水流变缓，由于常年的流水冲击，带来支流上游丰富的饵料。渔泡江调查断面相对处于自然状态，水流富有变化，既有平缓的河湾，也有急流河道，河滩发育良好，河岸植被茂密，适合鱼类索饵。滇池流域分布的滇池金线鲃、云南盘鮡喜清泉流水，营半穴居生活，经常夜间洞外觅食，因此其索

饵料场也分布在滇池周边的龙潭及其附近水体。湖体鲤、鲫等杂食性鱼类主要在湖周水草处觅食，其索饵场多散布在沿湖岸水草生长带周边；红鳍原鲌、太湖新银鱼主要在滇池敞水区表层集群活动觅食，其索饵场会根据浮游动物和小鱼等饵料生物的分布而变化，浮游动物的分布又受到水温、光线、风向等因素的影响，因此对这些鱼类而言，没有固定的索饵场。

澜沧江水系一级支流黑惠江干流建有梯级电站，其中下游河段多为库区，或是坝下断流河段，其零星产卵场分布于洱源县炼铁乡大门甸一带水流较急，尚属自然河段，鱼类种类也相对较多，既是典型的中小型鱼类的产卵场，又是其索饵场的零星分布河段。

南盘江水系曲江、泸江干流，河水水流缓急交替，部分河段为落水洞，底质多为泥沙、砾石，有适合河流型小型鱼类产卵的河段水域。因此对这些鱼类而言，相对集中的索饵场主要与该调查区域内零星产卵场同域分布，如：曲江、泸江与南盘江干流交汇处，以及曲江干流曲江镇段、泸江干流面甸镇段干支流交汇；入库溪流与库尾交汇处等。

元江水系星宿江为绿汁江支流，适合棒花鱼、鲫、麦穗鱼、虾虎鱼等杂食性鱼类在河段有水草处觅食，其索饵场多散布在沿岸水草生长带周边，绿汁江、星宿江与沙甸河，以及大桥河与小河底河汇口处是鱼类理想的索饵场。

各水库断面，鳊、鲢、鳙主要在水库敞水区表层集群活动觅食，其索饵场会根据浮游动物和小鱼等饵料生物的分布而变化，浮游动物的分布又受到水温、光线、风向等因素的影响，因此对这些鱼类而言，没有固定的索饵场。此外，河流受大坝的拦截，原本自然流动的河水汇聚，形成库区，当支流或是上游含丰富饵料的河水往下流入库区，当流入库区尾水时，流动变缓，饵料物质堆积，常常为鳊、鲢、鳙等库区鱼类典型的最佳索饵场。

表 4.9.3-17 评价区鱼类产卵场基本情况表

编号	河段范围/湖泊、水库	水系	地理位置（经纬度范围）	河段长度	主要分布鱼类	生境概况
S 1	勐岗河	金沙江	起点：东经 101°35'08.46"， 北纬 25°31'17.51"； 终点：东经 101°37'16.92"， 北纬 25°33'15.72"	约 5 km	横纹南鳅、前鳍高原鳅等	S214 沿路河流、水流湍急、自然生境和沿岸植被较好
S 2	滇池及其附属水体、龙潭	金沙江	起点：东经 102°40'19.35"， 北纬 25°01'06.30"； 终点：东经 102°42'08.12"， 北纬 24°49'31.36"	滇池沿岸	滇池金线鲃、云南盘鮈和侧纹云南鳅等	入湖河流自然生境良好、水质清澈；周边龙潭多为封闭式管理，水质清澈、自然生境较好
S 3	黑惠江洱源县炼铁乡段	澜沧江	起点：东经 99°45'50.45"， 北纬 26°03'23.03"； 终点：东经 99°48'08.57"， 北纬 25°55'38.37"	约 5 km	湄南南鳅、鲫、泥鳅等	属天然流水河段，水质清澈、沿岸植被河道自然生境较好
S 4	曲江干流曲江镇段	南盘江	起点：东经 102°45'32.05"， 北纬 23°59'22.03"； 终点：东经 102°49'15.56"， 北纬 23°58'15.14"	约 2 km	胡子鲇、鲫、泥鳅等； 访问光唇裂腹鱼	沿岸河堤硬化加固、河岸滩原有水生植物、河道多为自然状态，生境较好
S 5	曲江干流竹鸡河段	南盘江	起点：东经 102°50'31.16"， 北纬 23°59'39.17"； 终点：东经 102°53'48.11"， 北纬 23°59'09.05"	约 5 km	横纹南鳅、光唇裂腹鱼、马口鱼等	多为峡谷河段、人为干扰相对较少、多为自然生境河道
S 6	曲江干流华溪镇段	南盘江	起点：东经 102°59'55.09"， 北纬 24°03'39.19"； 终点：东经 103°02'19.28"， 北纬 24°04'43.51"	约 2 km	横纹南鳅、光唇裂腹鱼、鲫、泥鳅等	汇口以上，多为流水河段，自然较好
S 7	泸江干流阁把寺至燕子洞景区河段	南盘江	起点：东经 102°56'37.62"， 北纬 23°39'28.27"； 终点：东经 103°02'59.34"， 北纬 23°38'10.25"	约 6 km	横纹南鳅、条纹小鲃、云南盘鮈、胡子鲇、线足鲈等	自然河道、水流缓急有序、两岸多为天然河堤，自然生境较好
S 8	绿汁江上游绿汁镇段	元江	起点：东经 101°57'36.59"， 北纬 24°40'00.59"； 终点：东经 101°57'10.03"， 北纬 24°35'09.03"	约 2 km	横纹南鳅、泥鳅、鲫等	沿岸植被较好、多为天然流水河段、自然生境较好
S 9	大桥河	元江	起点：东经 102°21'46.06"， 北纬 23°51'34.02"； 终点：东经 102°26'31.57"， 北纬 23°49'02.27"	约 2 km	横纹南鳅、鲫、泥鳅	多为天然流水河段、自然生境较好
S 10	滇池南岸（太史湾、鸽子湾）	金沙江	起点：东经 102°35'35.06"， 北纬 24°39'39.02"； 终点：东经 102°39'39.57"， 北纬 24°42'42.05"	约 8km	红鳍鲃、鲫等	天然湖湾，且沿岸湿地逐渐恢复自然

表 4.9.3-18 评价区鱼类索饵场基本情况表

编号	河段范围/湖泊、水库	水系	地理位置（经纬度范围）	河段长度	主要分布鱼类	生境概况
F 1	龙川江干流	金沙江	起点：东经 101°49'42.01"， 北纬 25°31'30.12"； 终点：东经 101°51'02.01"， 北纬 25°27'16.24"	约 15 km	横纹南鳅、前鳍高原鳅、鲫等	干流底质多为天然砾石、鹅卵石，饵料丰富
F 2	勐岗河	金沙江	起点：东经 101°42'35.57"， 北纬 25°39'37.18"； 终点：东经 101°47'53.52"， 北纬 25°40'45.13"	约 13 km	横纹南鳅、前鳍高原鳅、鲫等	山谷溪流、水流湍急、自然生境和沿岸植被较好
F 3	渔泡江干流及汇口	金沙江	起点：东经 100°54'37.63"， 北纬 26°09'56.19"； 终点：东经 100°57'07.19"， 北纬 26°00'53.24"	约 15 km	横纹南鳅、前鳍高原鳅、宽鳍鱲、鲫等	中下游山谷溪流、水流湍急、自然生境和沿岸植被较好
F 4	滇池周边水体及龙潭	金沙江	起点：东经 102°40'19.35"， 北纬 25°01'06.30"； 终点：东经 102°42'08.12"， 北纬 24°49'31.36"	滇池沿岸	滇池金线鲃、云南盘鮈、侧纹云南鳅等	入湖河流自然生境良好、水质清澈；周边龙潭多为封闭式管理，水质清澈、自然生境较好
F 5	黑惠江洱源县炼铁乡	澜沧江	起点：东经 99°45'50.45"， 北纬 26°03'23.03"； 终点：东经 99°48'08.57"， 北纬 25°55'38.37"	约 10 km	湄南南鳅、鲫、泥鳅等	属天然流水河段，水质清澈、沿岸植被河道自然生境较好
F 6	曲江干流及支流交汇处	南盘江	起点：东经 102°45'32.05"， 北纬 23°59'22.03"； 终点：东经 103°02'19.28"， 北纬 24°04'43.51"	约 10 km	横纹南鳅、光唇裂腹鱼、马口鱼、云南盘鮈等	多为峡谷河段、人为干扰相对较少、多为自然生境河道
F 7	泸江干流及支流交汇处	南盘江	起点：东经 102°56'37.62"， 北纬 23°39'28.27"； 终点：东经 103°02'59.34"， 北纬 23°38'10.25"	约 15 km	横纹南鳅、条纹小鲃、云南盘鮈、胡子鲇、线足鲈等	自然河道、水流缓急有序、两岸多为天然河堤，自然生境较好
F 8	绿汁江	元江	起点：东经 101°57'36.59"， 北纬 24°40'00.59"； 终点：东经 101°57'10.03"， 北纬 24°35'09.03"	约 5 km	横纹南鳅、马口鱼、裂腹鱼等	沿岸植被较好、多为天然流水河段、自然生境较好
F 9	星宿江与沙甸河交汇处	元江	起点：东经 101°55'49.08"， 北纬 25°04'44.09"； 终点：东经 101°56'00.05"， 北纬 25°01'52.18"	约 5 km	马口鱼、泥鳅、鲫等	交汇处沿岸植被较好、多为天然流水河段、自然生境较好
F 10	大桥河与小河底河交汇处	元江	起点：东经 102°21'46.06"， 北纬 23°51'34.02"； 终点：东经 102°26'31.57"， 北纬 23°49'02.27"	约 2 km	横纹南鳅、鲫、泥鳅等	多为天然流水河段、自然生境较好

备注：滇中引水二期工程影响评价区内河流断面鱼类索饵场多为广泛分布，以上列举的鱼类索饵场多为野外调查中发现的相对较为集中的索饵场，无法列举和估算出评价区内所有的鱼类索饵场大小。

图 4.9.3-2 评价区鱼类产卵场和索饵场部分生境照片情况

评价区鱼类产卵场部分生境	评价区鱼类索饵场部分生境
 <p data-bbox="432 748 534 786">勐岗河</p>	 <p data-bbox="959 748 1252 786">勐岗河下游河道岔口</p>
 <p data-bbox="336 1301 630 1339">滇池周边水体及龙潭</p>	 <p data-bbox="959 1290 1252 1328">宝象河汇入滇池汇口</p>
 <p data-bbox="416 1776 550 1814">泸江干流</p>	 <p data-bbox="959 1760 1252 1798">泸江汇入南盘江汇口</p>



滇池南岸（太史湾、鸽子湾）



盘龙江汇入滇池汇口



曲江干流



曲江汇入南盘江汇口



大桥河



大桥河



图 4.9.3-3 评价区产卵场和索饵场分布示意图（产卵场、索饵场）

4.9.3.8 越冬场

鱼类经过夏秋季的索饵，大多在体内贮积大量脂肪。每年入秋以后，天气转冷，水温随着下降，而江水流量依次减少，水位降低，透明度增大，饵料减少。此时在不同深度、不同环境中觅食的主要鱼类，逐渐受气候等各种内外因素变化的影响进入深水区活动，渔民称之为“归沱”。这种“归沱”就是鱼类进入越冬场的开始。越冬场一般水深较深，底质多为乱石、卵石等，水流缓慢，为越冬鱼类提供良好的栖息隐蔽条件。

滇中引水二期工程水生态环境影响评价区域内，金沙江水系鱼类的越冬场主要在江河和水库的深水区，如龙川江干流南华-楚雄段；蜻蛉河干流大姚-姚安段；绿汁江干流禄丰县-彩云镇段，以及滇池湖体和水库。澜沧江水系主要涉及黑惠江，为澜沧江以及支流，但由于其梯级电站造成河段季

节性断流，该河流段无越冬场分布，该水系越冬场主要集中于汇口或澜沧江干流江段。南盘江水系鱼类的越冬场主要集中在南盘江干流，泸江和曲江下游深水区，以及东风水库等水库断面的深水区；此外，各河流上游多有水库大坝或低头坝，造成下游河道大多不深，基本无明显意义上的越冬场；因此，河流大坝库区和水库是鱼类理想的越冬场，但本区域冬季也较温暖，水温一般不会降低到零度以下，多数鱼类在冬季较温暖的时段仍然活动觅食，不会越冬。元江水系河流库区和水库是鱼类理想的越冬场，如扒河库区、岔河水库等，本区域冬季也较温暖，水温一般不会降低到零度以下，多数鱼类在冬季较温暖的时段仍然活动觅食，不会越冬。

4.9.3.9 重点区域鱼类现状调查结果

(1) 新建杨柳田水库鱼类现状

依据新建杨柳田水库实地采集、勘察和访问调查数据，以及查阅相关资料记载，新建杨柳田水库季节性河沟无鱼类分布。

(2) 新建大唐水库鱼类现状

依据大唐水库实地采集、勘察和访问调查数据，以及相关的水库管理局资料记载，新建大唐水库季节性河沟断面没有鱼类分布。

(3) 扩建黄坡水库鱼类现状

依据黄坡水库实地采集、勘察和访问调查数据，以及相关的水库管理局资料记载，黄坡水库现有分布鱼类分别为 16 种，隶属于 5 目 7 科 15 属，其中土著鱼类 3 种，外来物种 13 种；水库记录分布的鱼类中均未发现国家级和省级保护鱼类。

表 4.9.3-19 扩建黄坡水库鱼类物种名录

中文名	拉丁名	采集记录	访问或资料记录
I 鲤形目	CYPRINIFORMES		
i 鳅科	Cobitidae		
1 泥鳅#	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	●	
2 大鳞副泥鳅*	<i>Paramisgurnus dabryanus</i>		■

ii 鲤科	Cyprinidae		
鱮亚科	Acheilognathinae		
3 高体鲮鱼*	<i>Rhodeus ocellatus</i>		■
鲃亚科	Cultrinae		
4 鲮*	<i>Hemiculter leucisculus</i>		
鮡亚科	Gobioninae		
5 麦穗鱼*	<i>Pseudoras parva</i>	●	
雅罗鱼亚科	Leuciscinae		
6 青鱼*	<i>Mylopharyngodon piceus</i>		■
7 草鱼*	<i>Ctenopharyngodon idella</i>		■
鲢亚科	Hypophthalmichthyinae		
8 鲢*	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		
9 鳙*	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>		
鲤亚科	Cyprininae		
10 鲤*	<i>Cyprinus carpio</i>		■
11 鲫#	<i>Carassius auratus</i>		■
II 鲇形目	SILURIFORMES		
iii 鲇科	Siluridae		
12 鲇*	<i>Silurus asotus</i>		■
III 鲿形目	CYPRINODONTIFORMES		
iv 胎鲿科	Oryziatidae		
13 食蚊鱼*	<i>Gambusia affinis</i>	●	■
IV 合鳃鱼目	SYNBRANCHIFORMES		
v 合鳃鱼科	Synbranchidae		
14 黄鳝#	<i>Monopterus albus</i>		■
V 鲈形目	PERCIFORMES		
vi 沙塘鳢科	Odontobutidae		
15 小黄鲈鱼*	<i>Micropercops swinhonis</i>	●	
vii 鰕虎鱼科	Gobiidae		
16 子陵吻鰕虎鱼*	<i>Rhinogobius giurinus</i>	●	

注：●表示实际采集物种；■表示访问或是资料记录物种；#表示土著物种，*表示外来物种。

(4) 扩建大箐水库鱼类现状

依据大箐水库实地采集、勘察和访问调查数据，以及相关的水库管理局资料记载，大箐水库 17 种鱼类，隶属于 6 目 8 科 16 属，其中土著鱼类 4 种，外来物种 13 种。两个水库记录分布的鱼类中均未发现国家级和省级保护鱼类。

表 4.9.3-20 扩建大箐水库鱼类物种名录

中文名	拉丁名	采集记录	访问或资料记录
I 鲤形目	CYPRINIFORMES		
i 鳅科	Cobitidae		
1 泥鳅#	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	●	
2 大鳞副泥鳅*	<i>Paramisgurnus dabryanus</i>		■
ii 鲤科	Cyprinidae		

鱚亚科	Acheilognathinae		
3 高体鲌鱼*	<i>Rhodeus ocellatus</i>		■
鲃亚科	Cultrinae		
4 鲃*	<i>Hemiculter leucisculus</i>		
鮡亚科	Gobioninae		
5 麦穗鱼*	<i>Pseudoras parva</i>	●	
雅罗鱼亚科	Leuciscinae		
6 青鱼*	<i>Mylopharyngodon piceus</i>		■
7 草鱼*	<i>Ctenopharyngodon idella</i>		■
鲢亚科	Hypophthalmichthyinae		
8 鲢*	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		
9 鳙*	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>		
鲤亚科	Cyprininae		
10 鲤*	<i>Cyprinus carpio</i>		■
11 鲫#	<i>Carassius auratus</i>		■
II 鲇形目	SILURIFORMES		
iii 鲇科	Siluridae		
12 鲇*	<i>Silurus asotus</i>		■
III 颌针鱼目	BELONIFORMES		
iv 怪颌鲂科	Adrianichthyidae		
13 中华青鲂#	<i>Oryzias sinensis</i>	●	■
IV 鲢形目	CYPRINODONTIFORMES		
v 胎鲢科	Oryziatidae		
14 食蚊鱼*	<i>Gambusia affinis</i>	●	■
V 合鳃鱼目	SYNBRANCHIFORMES		
vi 合鳃鱼科	Synbranchidae		
15 黄鳝#	<i>Monopterus albus</i>		■
VI 鲈形目	PERCIFORMES		
vii 沙塘鳢科	Odontobutidae		
16 小黄鲈鱼*	<i>Micropercops swinhonis</i>	●	
viii 鰕虎鱼科	Gobiidae		
17 子陵吻鰕虎鱼*	<i>Rhinogobius giurinus</i>	●	

注：●表示实际采集物种；■表示访问或是资料记录物种；#表示土著物种，*表示外来物种。

4.9.4 其他水生生物

滇池湖体记录有麝鼠 *Ondatra zibethicus*，属啮齿目哺乳动物。系外来种，原产地：加拿大、美国。麝鼠作为毛皮兽大量养殖，中国则经人工散放，从前苏联沿着伊犁河、塔克斯河、额尔齐斯河，以及黑龙江流域自然扩散侵入。麝鼠陆地栖居，在水中能游泳和潜水，是半水栖的兽类。多起居在芦苇、香蒲等挺水植物丛生、水流平缓、适于筑窝的江湾、河汊、浅水小湖塘（水深约 0.3-1 米）及常年积水，有池塘（俗称“水泡子”）的沼泽甸子中。麝鼠吃香蒲及其他水中的植物、淡水河蚌、青蛙、淡水螯虾及小龟。因捕食水中生活的甲壳类和双壳类，间接影响到当地鱼类的生存。对水利

工程有影响，在土坝的水下坝壁打洞营巢，危害河堤和防洪设施等。

本次野外调查期间，滇池及其附属水体尚未发现有水生哺乳动物活动迹象。其余州市本次野外调查期间，尚未发现有水生哺乳动物活动迹象。

4.10 环境敏感区

根据现阶段工程布置和已有敏感区资料分析，工程区评价区分布有自然保护区 1 个、风景名胜区 3 个、国家森林公园 1 个、重要湿地 1 处、国家湿地公园 1 个、饮用水水源地保护区 4 处。二期骨干工程与评价区内生态敏感区位置关系见附图 14，与评价区内水源保护区位置关系见附图 19。

本工程涉及 2 个风景名胜区、1 个国家森林公园，1 个国家湿地公园以及 4 处饮用水水源保护区。针对工程占地涉及的环境敏感区，评价单位分别编制了工程建设对环境敏感区的影响专题报告。工程涉及环境敏感区主管部门意见见附件 13~21。

4.10.1 玉溪红塔山市级自然保护区

（一）自然保护区概况

玉溪红塔山市级自然保护区位于滇中高原，玉溪市红塔区境内，地理坐标介于东经 $102^{\circ}34'21''\sim 102^{\circ}40'07''$ ，北纬 $24^{\circ}27'29''\sim 24^{\circ}32'29''$ 之间，分东风、灵秀、北山三个片区，保护区总面积 5680.54hm^2 。其中，核心区面积 2612.83hm^2 ，占保护区总面积的 46.00%，是保护区自然生态系统、水源涵养保存最为完整的区域。为黑翅鸢、雀鹰、松雀鹰、普通鵟、鹊鹑、红隼、白鹇、白腹锦鸡、领角鸮和金荞麦、异颖草、冬樱花、大花香水月季等主要保护对象集中分布的区域，该区域人为干扰较少；缓冲区面积 284.61hm^2 ，占保护区总面积的 5.01%；实验区面积 2783.10hm^2 ，占保护区总面积的 48.99%。

（二）主要保护对象

主要保护对象为玉溪市中心城区东风水库、红旗水库、大红坡水库、龙母箐水库和二龙潭水库径流区以水源涵养为主的半湿润常绿阔叶林、暖性针叶林等森林生态系统和重点保护野生动植物。

（三）保护区环境现状及保护管理存在的问题

保护区的原生植被为亚热带常绿阔叶林，由于自然演替规律及人为干扰作用的影响下，保护区内大部分林分演变为天然次生林，仅局部区域仍保留着滇青冈+栓皮栎林、元江栲+白穗石栎林属原生植被类型，而演替出的次生类型有暖性针叶林云南松林、油杉林、华山松林，落叶阔叶林旱冬瓜林、麻栎+栓皮栎林，硬叶常绿阔叶林清香木林、锥连栎林，暖温性灌丛地盘松+白穗石栎萌生灌丛、白穗石栎萌生灌丛、硬斗石栎萌生灌丛、清香木+华西小石积灌丛、马桑灌丛。因此，就整个保护区而言，自然性已显著降低。从1990年以后，保护区的天然林采伐得到有效控制，人为干扰较少；随着保护力度的加强，区内次生林分逐步朝正向演替，野生动物种群数量也呈逐年上升趋势，群落结构已趋稳定。但要恢复到原生植被群落的状况，仍是一个较为艰难和缓慢的过程。目前，保护区分布有5个植被型、5个植被亚型、16个群系。据不完全统计，保护区内记录到野生维管束植物134科、391属、640种。保护区共记录有哺乳动物7目11科24种，有爬行动物1目6科19种，两栖动物1目3科10种，鸟类有13目，26科，62种。

自然保护区保护管理存在的问题主要包括：保护区周边村寨多，农村生产、生活与保护存在一定矛盾、周边群众对保护区存在一定程度的经济依赖度、森林火灾及病虫害威胁、保护区内还有部分耕地，群众仍在持续耕种等问题。

（四）工程区环境现状

工程区及周边植被为云南松林群落，暖温性针叶林是保护区及滇中地区常见的植被类型，植物种类以云南松为单优树种，群落中灌木和草本植

物稀疏，常见的灌木有盐肤木、铁仔、牛筋条、斑鸠菊等，草本植物有蔞草、灰苞蒿、姜花、白茅、鬼针草等。由于长期人为干扰，植被具有一定的次生性，栖居此生境下的动植物资源有限，仅见少量常见鸟类出现，调查未见保护动植物分布。

4.10.2 昆明滇池国家级风景名胜区

（一）风景名胜区概况

1988年，国务院批准昆明滇池国家级风景名胜区为第二批国家级风景名胜区。昆明滇池国家级风景名胜区是大型的综合型风景名胜，集山水自然风光、人文景观特色为一体，包括滇池外海、滇池沿岸西山的风光名胜。2011年3月15日，经国务院同意，中华人民共和国住房和城乡建设部批准实施《昆明滇池国家级风景名胜区总体规划》（2011-2025）。

昆明滇池国家级风景名胜区位于云南省昆明市西南部，东经 $102^{\circ}36'$ - $102^{\circ}48'$ ，北纬 $24^{\circ}40'$ - $25^{\circ}02'$ ，坐落在滇西横断山脉与滇东高原之间，四周分别为昆明主城、呈贡、晋城、昆阳和西山区的海口镇。

根据《昆明滇池国家级风景名胜区总体规划（2011-2025）》，昆明滇池风景名胜区范围主要包括滇池外海水域和西山山体。规划范围总用地面积为 355.16km^2 ，其中水面面积为 287.49km^2 。

根据分级保护规划，将保护区划为三个等级。即一级保护区、二级保护区、三级保护区。一级保护区保护面积： 10.48km^2 ，范围为西山“睡美人”山体“头、颈、身”轮廓部分，包括龙门石窟等一级景点比较集中的区域。二级保护区保护面积： 41.29km^2 ，范围包括“睡美人”山体“头发”及“头、颈、身体”低于一级保护区高程的可视范围。三级保护区保护面积： 303.39km^2 ，范围为西山低于二级保护区高程的部分区域及滇池外海水面。

（二）风景区环境现状及保护管理存在的问题

根据昆明滇池国家级风景名胜区景观资源分布特点，在空间上规划采取“一水、一山、五区”集中布局的基本形式。一水：指滇池外海水域，是整个景区的景观核心。一山：指西山。滇池四面环山，其中西山与滇池互为景观、相依相托，密不可分。五区：昆明滇池国家级风景名胜区可分为五个景区，即滇池外海景区、滇池湖滨景区、西山龙门景区、西山“睡美人”景区和西山后山景区。

风景名胜区内自然景源以滇池山水等自然景观的欣赏价值、生态价值和游憩价值为主，人文景源以欣赏价值、历史文化价值和游憩价值为主。

风景区保护管理存在的问题主要为：1) 滇池水污染，自然空间被过度侵占，生态系统有待大力度恢复；2) 违章无序建设对景区环境造成一定危害；3) 风景名胜区内由于存在着较多的社会居民人口，其中又分布和穿插了大量的非风景用地，再加之林权、土地使用权等问题的争议，利益冲突等诸多问题和矛盾的交织，使景区的统一管理和保护造成了相当大的难度。

(三) 工程区环境现状

根据调查，工程区及周边无景区规划中的景点，工程占地区景观主要为人工林景观，主要为桉树林和黑荆树林。根据 2019 年水质监测，滇池全湖水质为 IV 类，营养状态为轻度富营养。其中，草海全年平均水质类别为 IV 类，外海全年平均水质类别为 V 类。

4.10.3 玉溪九龙池风景名胜区

(一) 风景名胜区概况

玉溪九龙池风景名胜区于 1993 年经云南省人民政府批准设立，2009 年编制完成《玉溪九龙池风景名胜区总体规划（2010—2025）》。

九龙池风景名胜区是以名山明泉、石林石景、天然地景钟乳石溶洞等自然景观及古建筑群人文景观为主要特点，以宗教崇拜、科考、生态观光

旅游为主要功能的省级风景名胜区。

玉溪九龙池风景名胜区由九龙池景区、白龙潭景区、龙马溶洞景区三个独立不相连的区域组成，总规划面积 943.53hm²。

其中白龙潭景区位于玉溪市城东北 10km 处。处于龙马山中部长红石崖的山脊延伸地带，景区范围涉及红塔区李棋镇、北城镇和小石桥乡的部分地区。北以龙马石城为界，南以白龙寺以南 130~260m 范围为界。规划面积 486.15hm²。核心景区保护范围位于景区南部白龙寺、原始丛林、白龙潭、双仙洞等区域，以及景区北部龙马石城区域，面积 24.94hm²，占景区总面积的 5.13%。保护对象为白龙寺、龙马石城。一般景区位于核心景区外侧，保护景区的大部分区域，功能上起到承接景区内外的过渡、缓冲作用。面积 461.21hm²，占景区总面积的 94.87%。保护对象主要为保护森林植被、自然山体及景区整体景观环境。

九龙池景区北以九龙池古建筑群省级文物保护单位建设控制地带、市委党校及九龙路界限为界，南以玉溪总体规划中规划的城市道路为界，西以现状昆玉铁路为界，东以现状城市道路为界，景区规划界限与文物保护单位建设控制地带界限重合。规划面积 351.17hm²。

龙马溶洞景区北以龙母箐河北部 110~400m 范围为界，南以龙母箐河南部 110~550m 为界。规划面积 137.21hm²。

（二）风景区环境现状及保护管理存在的问题

工程涉及的片区为白龙潭景区。景区内自然景观包括：龙马山、龙马石城、龙虎玲、双仙洞、白龙洞、白龙潭、白龙渠、原始森林等。人文景观包括白龙寺、999 级天梯、龙马山观景塔等。景区现状森林覆盖度较高，植被以暖温性针叶林为主，自然景观质量总体较好。景区门前设有专人管理，除存在少量放牧外，人为活动对景区干扰较小。

风景区保护管理存在的问题主要为：景区内存在部分耕地零散分布于

景区各个部分，对景区景观质量和管理造成影响；受交通条件滞后影响，对景区开发带来一定的制约。

（三）工程区环境现状

该段工程为董炳隧洞，隧洞埋深一般 270~340m，无地表工程建设。隧洞穿越分水岭地带，侏罗系~震旦系地层均有出露，主要为泥岩、页岩、砂岩、灰岩、白云岩。根据调查，隧洞工程区上方及周边地表植被主要为暖温性针叶林和耕地植被，区域受人为活动干扰显著，动植物种类及数量稀少，工程区上方无景区规划中的景点。

4.10.4 石屏异龙湖省级风景名胜区

（一）风景名胜区概况

异龙湖风景名胜区是 1996 年 7 月由云南省人民政府审定公布的第三批省级风景名胜区之一。位于石屏县境内，异龙湖流域范围。

由异龙湖、古城、宝秀三个片区组成，景区面积约 150km²。各片区的景区范围和外围保护地带如下：

异龙湖片区：南以鸡石高速公路为界，北到个碧石铁路北 200m，西至大瑞城，东至坝心，景区面积约为 120km²。异龙湖水面及近岸 50m 为景区核心。

古城片区：以古城环城东路、环城南路、环城西路、环城北路以外 50m 为景区范围，面积约为 1.0km²。环城路以内为景区核心。

宝秀片区：东至小何家寨，南至秀山山顶，西至高家山山顶，北含宝秀镇区，面积 30km²。郑营村和秀山寺是景区核心。

石屏世称“文献名邦”、商贾云集之地。当时归纳的景观特征为：千亩荷池飘香，异龙渔舟竞渡。鹤亭登高远望，平湖万家在抱。古城民居独特，秀山古刹钟声。春花秋实遍山，花腰民族风情。旅游观光探奇，寻古访幽

宝地。

（二）风景区环境现状及保护管理存在的问题

异龙湖已成为封闭型浅水湖，水资源缺乏导致异龙湖处于湖泊沼泽化过程，湖面逐渐萎缩，影响到流域生态良性循环和景观环境质量。同时，流域内人为活动频繁，城镇、耕地、经济林地耗水量大，注入异龙湖的河水、泉水逐年减少，入湖水量渐减，目前急需进行保护和恢复。

风景区管理保护存在的问题可归纳为：异龙湖周边村镇密集，湖体水质现状差，村镇生活污水、农业面源污染对水质影响较大；湖体生态补水量不足，异龙湖所在地年均蒸发量大于年均降雨量，需要依靠周边径流进行补水，多年的连续干旱使得异龙湖水量、水位急剧下降，湿地生态需水量无法得到保证，造成水体交换能力降低；保护资金投入困难，导致综合防治工作在后续资金投入上的严重不足；挺水植物面积大，腐烂后的植物残体加快了湖泊沼泽化进程；随着流域内工业、城化发展进程的加快，流域集镇人口的不断增加，异龙湖水质得不到改善；湖滨带生态功能退化，异龙湖流域生态系统相对脆弱，环境保护相关基础设施得不到建设。

（三）工程区环境现状

工程区附近临近村庄及公路，处于景区中的风景恢复区，工程区周边景点有仁寿休闲度假区、泉潭、石屏古城、大瑞城、小瑞城、乾阳古洞，植被现状主要为暖温性针叶林、干热性稀树灌木草丛等次生植被，主要植物种类为云南松、悬钩子、岗柃、小石积、白酒草、珠光香青等，工程建设区域未见国家级重点保护植物、云南省级重点保护植物分布。动物资源以小型鸟类为主，如山麻雀、树鹑、戴胜等，偶见赤腹松鼠等小型哺乳动物出现。

4.10.5 弥渡东山国家森林公园

(一) 森林公园概况

弥渡东山国家森林公园位于弥渡县新街镇境内，于 1992 年 11 月经国家林业部批准建设国家森林公园，2013 年 5 月，受弥渡县林业局委托，云南省林业调查规划院生态分院承担了东山国家森林公园总体规划编制工作，2020 年 8 月 10 日，《总体规划》通过了由云南省林业和草原局组织有关专家的评审，完成了《总体规划》的全部编制工作。

东山国家森林公园坐标介于东经 $100^{\circ}25'28'' \sim 100^{\circ}33'26''$ ，北纬 $25^{\circ}20'5'' \sim 25^{\circ}28'57''$ 之间，总占地面积 4540.8hm^2 ，其中，林地面积 3878.75hm^2 ，非林地 662.05hm^2 。

根据《云南东山国家森林公园总体规划》(2020-2030)，公园按功能分区包括：核心景观区、生态保育区、一般游憩区、管理服务区 4 个区。

(二) 森林公园环境现状及保护管理存在的问题

森林公园处于中亚热带常绿阔叶林带，公园内的森林以云南松暖温性针叶林为主体，还分布有锥连栎、滇石栎等为代表树种的常绿阔叶林，含云南松、锥连栎、滇石栎的稀树灌木草丛等。园内野生动植物丰富，主要树种有云南松、华山松、云南油杉、圆柏、白杨、樟树、合欢、麻栎、杜鹃、旱冬瓜等 100 余种。动物资源较为丰富，记录陆生脊椎动物 26 目 56 科，167 种。有国家 II 级重点保护野生动物红瘰疣螈、鸢、苍鹰、雀鹰、松雀鹰、普通鵟、红隼、白鹇、白腹锦鸡、斑头鹤鹑 10 种，有云南省重点保护野生动物眼镜蛇 1 种。

森林公园的问题主要体现在人为干扰对公园存在一定程度影响，目前，公园北部区域西侧，中部区域西侧，南部区域南侧村庄较为密集，公园内及公园周边还有少量放牧、农耕现象存在，这都将会对公园景观资源的保存及保护构成较大的威胁。

（三）工程区环境现状

工程区周边自然植被主要为暖温性针叶林和暖温性稀树灌木草丛，主要植物种类为云南松、华山松、盐肤木、小石积、米饭花、白茅、黄茅等，工程建设区域未见国家级保护植物、云南省省级保护植物分布。动物资源以小型鸟类为主，偶见赤腹松鼠等小型哺乳动物。

4.10.6 石屏异龙湖重要湿地（湿地公园）

（一）异龙湖重要湿地概况

异龙湖是国家重要湿地及云南省省级重要湿地，是云贵高原典型的湿地资源类型。以其特有的“三岛九曲七十二弯”成为我国高原山地型湖泊湿地中一颗璀璨明珠，具有调节气候、净化污水、提供水源、农田灌溉、提供水产品和休闲游憩的综合功能。

在《云南省第三批省级重要湿地名录》通知中，石屏县异龙湖省级重要湿地认定范围介于东经 $102^{\circ}29'49.09''\sim 102^{\circ}37'40.28''$ ，北纬 $23^{\circ}38'50.21''\sim 23^{\circ}42'12.13''$ 之间，湿地面积为 3622.68hm^2 ，湿地类型均为永久性淡水湖湿地，采用的保护方式为国家湿地公园。

异龙湖国家湿地公园于 2014 年 2 月，被国家林业局批准为国家湿地公园（试点）。异龙湖国家湿地公园规划总面积 3749hm^2 ，其中湿地面积 3636hm^2 ，湿地率为 97%。公园分为五大功能区：即生态保育区、管理服务区、科普宣教区、合理利用区、生态恢复区。

（二）异龙湖湿地环境现状及保护管理存在的问题

异龙湖水质污染严重，造成了异龙湖内的原生植被发生了很大变化，群落结构逐趋单一，根据调查，湿地内有维管束植物 47 科、115 属、135 种，脊椎动物 151 种，其中鱼类记录 26 种，两栖类 11 种，爬行类 10 种，兽类 10 种，鸟类 94 种。

目前异龙湖的环境问题主要为水质污染严重、湿地生态需水量不足、湖泊沼泽化、底泥淤积和外来物种入侵。

（三）工程区环境现状

工程区部分区域附近临近村庄及公路，周边植被主要为暖温性针叶林、干热性稀树灌木草丛等次生植被，动植物资源种类及数量稀少，仁寿休闲度假区和泉潭处于工程 200-400 视觉范围内。

4.10.7 云南晋宁南滇池国家湿地公园

（一）湿地公园概况

云南晋宁南滇池国家湿地公园位于云南省昆明市晋宁县境内，介于东经 $102^{\circ}35'54'' \sim 102^{\circ}40'08''$ ，北纬 $24^{\circ}39'59'' \sim 24^{\circ}42'17''$ 之间。规划总面积 1220.0hm^2 ，由滇池南部水域（含滇池太史湾水域和滇池鸽子窝湾水域）和南滇池湖滨地带组成，湿地公园按功能划分为湿地保育区、湿地恢复重建区、宣教展示区、合理利用区和管理服务区五个部分。南滇池湿地公园规划区有 4 个植被型组，9 个植被（亚）型，26 个群系。记录有植物 226 种，隶属 81 科 179 属。脊椎动物共计 168 种，隶属于 23 目 29 科。

湿地公园主要保护水鸟及其栖息生境，保护生物多样性；维护生态系统的健康，保护滇池南水域不受污染。

（二）湿地公园环境现状及保护管理存在的问题

晋宁南滇池国家湿地是典型的高原淡水湖泊湿地，湿地类型多样，季相各异。有 4 种湿地类、5 种湿地型。湿地类包括湖泊湿地、河流湿地、沼泽湿地和人工湿地，湿地型包括永久性淡水湖、永久性河流、草本沼泽、森林沼泽和库塘。太史湾和鸽子湾位于晋宁南滇池国家湿地公园范围，人为干预较少，湿地恢复较为集中，通过资料查阅以及现场调查结果推断该水域主要是红鳍鲌、鲫等产粘性卵土著鱼类的集中产卵场。

保护管理存在的问题主要体现在：湖滨带退化，面山植被受城市开发建设影响；外来物种入侵影响。

（三）工程区环境现状

工程区位于南滇池国家湿地公园南侧边缘地带，靠近环湖路，该区域受人为活动影响严重，工程区所涉及的区域狭长，宽度较小，所以出现在施工范围的动物种类数量是十分贫乏的。工程区及周边哺乳动物稀少，仅见小型兽类，如小家鼠、黄胸鼠、赤腹松鼠等。两栖类有滇蛙、泽蛙、华西蟾蜍等，爬行类有云南半叶趾虎、昆明攀蜥、八线腹链蛇等。调查未发现属国家重点保护动物的两栖类、爬行类、兽类在工程区域分布。工程区北侧为滇池水域，南侧为滇池面山，因鸟类移动能力强，活动范围大，所以工程区周边鸟类资源种类和数量较多，而且该区域每年有大量的红嘴鸥迁徙至此。重点保护动物中，仅有少数鹰隼类鸟类可出现在工程区内高空盘旋，未发现这些猛禽的营巢生境。

4.10.8 饮用水水源保护区

据叠图分析，工程评价区内分布有 4 处饮用水水源保护区：楚雄市九龙甸水库、昆明市柴河水库、玉溪市东风水库、石屏县阿白冲水库饮用水水源地保护区，4 处水源保护区均受工程建设影响。

4.10.8.1 楚雄市九龙甸水库饮用水水源保护区

（一）水源保护区概况

九龙甸水库是楚雄市主要饮用水供水水源地，位于楚雄市吕合镇境内、龙川江上游紫甸河上游，距楚雄市城区 40km。水库库容 6300 万 m^3 （其中死库容 388 万 m^3 ，调洪库容 1932 万 m^3 ），土坝高 38.5m。坝址以上流域面积 257.6 km^2 。年供灌溉用水 2500 万 m^3 ，城市生活用水 1500 万 m^3 。

根据《楚雄市集中式饮用水水源地环境保护规划》，九龙甸水库水源保

保护区面积为 173.96km²，占其集水面积的 67.53%（集水面积为 257.60km²），保护范围分为一级、二级和准保护区，其中，一级保护区包括：水库大坝以取水口为圆心的 300m 半径范围的水面，整座大坝两侧以内的半圆水面；与此相对应的正常蓄水位 1907m 以上高程 2107m 以下的陆域。一级保护区面积为 0.36km²，其中水面面积 0.15km²，陆地面积 0.21km²；二级保护区包括：一级保护区边界外的水域面积及一级保护区边界外正常水位线以上至分水岭范围内的区域。二级保护区面积为 167.80km²，其中水面面积 3.05km²，陆地面积 164.75km²；准保护区包括：紫甸河楚雄辖区段（徐嘴子村以上，赵山村以下区间）为紫甸河楚雄辖区段两岸分水岭以内区域，面积为 5.8km²。

（二）水源保护区环境现状

九龙甸水库水质类别为 II 类，水源保护区内森林覆盖度相对较高，植被现状以暖温性针叶林为主。工程沿河道布设，涉及植被为云南松林和耕地，生物多样性相对单一，受人为活动长期影响，野生动物资源相对匮乏。

4.10.8.2 昆明市柴河水库饮用水水源地保护区

（一）水源保护区概况

柴河水库作为昆明市主城区六个集中式饮用水水源地之一，被纳入《云南省县级以上城市重要集中式饮用水源地名录》，水质保护目标为 III 类。柴河水库总库容 2093 万 m³，其任务以城市供水为主，承担昆明马金铺和晋宁晋城镇及上蒜村生活用水，同时兼顾农田灌溉和防洪。柴河水库地处普渡河上，属于金沙江水系。柴河水库划分为两区进行保护：一级保护区为水库范围，面积 176.62 亩，二级保护区为除一级保护区外的径流区范围。

（二）水源保护区环境现状

柴河水库水质满足目标要求，但库区仍存在农村生活污水污染、农田径流污染、水土流失等问题，水源保护区现状森林覆盖程度较高，植被包

含半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林等。

4.10.8.3 玉溪市东风水库饮用水水源保护区

（一）水源保护区概况

东风水库位于玉溪市红塔区东北部沙头村，距市区 4km，地理坐标为东经 102°34'36"、北纬 24°28'24"。水库位于珠江流域西江水系南盘江一级支流曲江上游，坝址海拔高程 1636.83m，控制径流面积 309.5km²，多年平均径流量 6970m³。

东风水库是一座以防洪、灌溉、城市供水为主，兼顾渔业的综合利用水库，是玉溪市红塔区防洪、灌溉的骨干工程，也是玉溪市中心城区唯一的供水水源。根据《玉溪市东风水库水源保护区划分方案》，一级保护区面积 22.19km²，其中水域面积 2.61km²，二级保护区面积 154.62km²，其中北片区 66.27km²，南片区 88.35km²，准保护区面积 132.69km²，其中北片区 56.48km²，南片区 76.21km²。

（二）水源保护区环境现状

东风水库自建成使用以来一直是玉溪中心城区生活和工农业用水的重要水源地。随着城市建设的发展，水库距中心城区距离较近，加之水库径流区内红塔区和江川区的部分地区属经济较为发达地区，水源区内的开发建设和对水源有污染的人为活动不断增加，致使东风水库水质下降，曾一度从Ⅱ类水降为Ⅳ类，目前水质虽维持在Ⅲ类，但全年水质达标率仅在 70% 左右，水源区水污染隐患较大。东风水库径流区植被以暖温性针叶林和半湿润常绿阔叶林为主。

4.10.8.4 石屏县阿白冲水库集中式饮用水水源地保护区

（一）水源保护区概况

根据《红河州生态环境局关于进一步加强乡镇级集中式饮用水水源地

保护工作的函》(红环函[2020]11号),阿白冲水库集中式饮用水水源地保护区于2020年被划定为乡镇级水源保护区。阿白冲水库位于石屏县新城乡阿白冲村,东经 $102^{\circ}34'22.3''$,北纬 $23^{\circ}48'34.5''$,阿白冲水库保护区面积为 26.130km^2 ,其中一级保护区面积 0.313km^2 ,其中,水域面积 0.104km^2 ,陆域面积 0.209km^2 ,二级保护区陆域面积 12.649km^2 ,另划分准保护区面积 13.168km^2 。

(二) 水源保护区环境现状

阿白冲水库集中式饮用水水源地保护区水质达标率高,富营养化状态为中度富营养,水库汇水区森林覆盖率相对较高。

4.10.8.5 饮用水水源保护区保护现状问题

工程涉及的4处水源保护区均存在较为共性的保护现状问题,主要为:部分水源地没有进行勘界定桩,水源地范围不明确,容易被周边村镇居民侵占;政策、资金缺乏成为水源地保护之瓶颈,保护区巡查、保护区标志进行维护更换得不到资金保障;水源地汇水区域内农业面源污染日趋严重,农药、化肥、无序排放的人畜粪便等,这些污染源直接随着地表径流进入水体,造成水源地水质污染;水源保护区水资源量不足等问题。

4.10.9 生态保护红线

(1) 工程永久占地

根据建设项目踏勘选址论证报告,本项目占用生态保护红线 72.7350hm^2 ,其中大箐水库 50.5038hm^2 、倒虹吸 0.5719hm^2 、渡槽 0.8694hm^2 、对外交通 9.2644hm^2 、闸室 0.0794hm^2 、分水口 0.6652hm^2 、输水线路 5.1792hm^2 、水池 0.7282hm^2 、隧洞口 1.4582hm^2 、支洞口 3.4153hm^2 ,工程占用生态保护红线不可避让性论证已取得云南省人民政府意见(附件23)。

各类工程涉及生态红线划定及各州市涉及生态保护红线情况如下表:

表 4.10.9-1 项目占用生态保护红线统计表

序号	工程类型	面积 (hm ²)
1	大箐水库	50.5038
2	倒虹吸	0.5719
3	渡槽	0.8694
4	对外交通	9.2644
5	阀室	0.0794
6	分水口	0.6652
7	输水线路	5.1792
8	水池	0.7282
9	支洞口	5.0277
10	隧洞口	1.4582
合计		72.7350

表 4.10.9-2 工程占用各州市生态保护红线情况表

行政区	类型	主导功能	占用区域名称	面积 (hm ²)	
昆明市	安宁市	金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线	水土保持	/	55.9769
	晋宁区	高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线	水源涵养	/	1.4045
	西山区	高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线	水源涵养	滇池生态保护红线-滇池一级保护区、晋宁南滇池国家湿地公园	0.9135
	小计				58.2949
玉溪市	江川区	高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线	水源涵养、水土保持	东风水库饮用水水源保护区生态红线、玉溪九龙池风景名胜保护区生态红线	2.2587
	红塔区	珠江上游及滇东南喀斯特地带水土保持生态保护红线	水土保持、水源涵养	东风水库饮用水水源保护区生态红线	0.406
	小计				2.6647
红河州	石屏县	高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线	水源涵养、水土保持	/	7.4032
	小计				7.4032
楚雄州	楚雄市	哀牢山-无量山山地生物多样性维护与水土保持生态保护红线	生物多样性维护、水土保持	九龙甸水库饮用水水源保护区生态红线	4.3722
	小计				4.3722
合计				72.7350	

(2) 工程临时用地

根据工程临时占地涉及生态保护红线的查询结果及方案优化，临时占地共占用生态保护红线 16.2581hm²，如表 4.10.9-3。其中占用金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线 0.2387hm²，占用哀牢山-无量山山地生物多样性维护与水土保持生态保护红线 1.2947hm²，占用高原湖泊及牛栏江上

游水源涵养生态保护红线 12.6208hm²，占用珠江上游及滇东南喀斯特地带水土保持生态保护红线 2.1039hm²，占用红线区域不涉及自然保护区核心区、风景名胜区核心景区等禁止占用区域。工程建筑物包括输水管、隧洞口、支洞口、场内道路、施工平台。由于本工程输水线路长，涉及面积广，为节约土地，部分输水管线占地作为临时占地征用，埋管后地表复耕复绿，因此，因此部分主体工程征地性质为临时占地。

表 4.10.9-3 工程临时占地占用生态保护红线（公开版）统计表

建筑物名称		征地区	公开版生态保护红线			
			类型	主导功能	占用区域名称	面积 (hm ²)
双柏干线	九龙甸输水管	九龙甸管道	哀牢山-无量山山地生物多样性维护与水土保持生态保护红线	生物多样性维护、水土保持	九龙甸水库饮用水水源保护区生态红线	1.2947
红塔干线	董炳隧洞	进场道路	珠江上游及滇东南喀斯特地带水土保持生态保护红线	水土保持、水源涵养	东风水库饮用水水源保护区生态红线	1.392
		埋管占地	珠江上游及滇东南喀斯特地带水土保持生态保护红线	水土保持、水源涵养	东风水库饮用水水源保护区生态红线	0.5458
		施工平台	珠江上游及滇东南喀斯特地带水土保持生态保护红线	水土保持、水源涵养	东风水库饮用水水源保护区生态红线	0.1661
石屏干线	白花龙倒虹吸	白花龙倒虹吸施工平台	高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线	水源涵养、水土保持	/	0.2213
石屏干线	金山坡隧洞	场内道路	高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线	水源涵养、水土保持	/	9.1728
石屏干线	金山坡隧洞	金山坡2#支洞口	高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线	水源涵养、水土保持	/	0.4047
石屏干线	金山坡隧洞	金山坡支洞口	高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线	水源涵养、水土保持	/	1.8307
石屏干线	金山坡隧洞	万家营入湖管道	高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线	水源涵养、水土保持	/	0.0413
安宁干线	安宁干线骨干	小律隧洞2#施工支洞	金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线	水土保持	/	0.2387
大黑箐隧洞		大黑箐隧洞	高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线	水源涵养、水土保持	滇池生态保护红线-滇池一级保护区、晋宁南滇池国家湿地公园	0.95
合计						16.2581

4.11 基本农田、公益林

根据用地预审单位提供资料，工程占用永久基本农田 2601.47 亩，其中永久占地占用永久基本农田 2064.76 亩，临时占地占用永久基本农田 536.71 亩，不涉及 25° 以上坡耕地。工程永久占用公益林 1112.60 亩，临时占用公益林 1784.80 亩。

4.12 评价区存在主要环境问题

(1) 资源性缺水问题突出，水资源开发利用率高

滇中引水工程二期工程受水区降水、径流量总体较少，水资源匮乏、人均水资源量低于全省平均水平，社会经济发展与水资源供给之间的矛盾突出，导致现有河湖水系水资源开发利用程度较高，目前滇中主要经济区水资源利用程度已达 47%，其中滇池流域因湖水多次重复利用导致水资源利用率达 161%，开发利用程度都大大超过国际公认的 40% 的河流水资源开发利用上限。随着社会经济的发展，取水量逐年增加，水资源短缺问题日益突出，对受水区社会经济发展形成制约。

(2) 存在水质超标问题，环境保护压力巨大

评价区地处云南省社会经济发展程度较高的区域，城镇及人口、农田集中，工矿企业较发达，区域内水污染负荷较大。目前，评价区普遍存在城镇污水处理设施建设相对滞后，污水管网不够完善，地表水体与城市污水处理达标指标不匹配等问题；工业园区环保基础设施普遍缺失，工业企业普遍规模小，生产、经营、管理粗放落后，水污染防治能力和水平普遍偏弱。根据目前收集到的资料及现状调查，受水区有部分河流、水库断面水质超标，其中普渡河、桑园河、曲江、泸江等河流，滇池、杞麓湖水质超标情况较突出。随着城镇化、工业化进程加快，城市人口增加，入河、入库污染负荷逐步增加，对受水区水环境可能造成进一步的污染影响，导致水生态系统受损加剧。

（3）生产生活用水挤占生态需水，河湖水生态系统退化明显

评价区内水资源缺乏，导致对河湖水系水资源的过度利用，存在较为突出的生产生活用水挤占生态用水问题，致使受水区内大部分水库下游河道减水严重，枯水期断流时间长，河道生态功能受损。滇中地区几大高原湖泊，近年来富营养化水平也在逐年增加，目前滇池、杞麓湖、异龙湖、星云湖等均处在富营养化水平，洱海、抚仙湖、阳宗海也处于中营养水平。总体上，河湖水系所需的维持水生生物群落生存、维护生态系统结构、发挥生态服务功能、保障河湖水系健康所需的水量、水位和水质得不到保障，致使受水区地区环境恶化、生态用水不足，存在河湖湿地面积进一步萎缩、水生态系统退化的趋势。

（4）生态环境问题突出

评价区内自然生态的水、热、光、土和地形的时空分布不均不同，加之长期以来人为的干扰和破坏，水土流失严重，两者作用致使部份地区生态环境脆弱。区内人类对土地空间的开发利用程度较高，生态系统的人工化、次生化特点突出，自然生态系统分布范围较少、生态系统质量不高；同时，生态保护资金投入不足，生态补偿机制体制不健全，补偿不到位；此外，缺乏统一的生态功能区划和空间管制，无序开发和不科学不可持续的生产活动，使一些地区的生态环境多样性、稳定性受到威胁，生态安全降低，城市上山、工业上山与生态环境的矛盾也日益突出。

云南省滇中引水二期骨干工程 环境影响报告书

下册

建设单位：云南省滇中引水工程建设管理局

评价单位：云南省水利水电勘测设计院

二〇二二年四月

云南省滇中引水二期骨干工程 环境影响报告书

下册

建设单位：云南省滇中引水工程建设管理局

评价单位：云南省水利水电勘测设计院

目 录

5	环境影响预测评价	519
5.1	水资源利用影响分析	519
5.1.1	生产生活用水水资源利用影响	519
5.1.2	受水湖泊水资源利用影响	523
5.2	地表水环境影响评价	524
5.2.1	水文情势影响分析	524
5.2.2	受水区河流生态流量确定与论证分析	585
5.2.3	受退水区污染负荷预测	608
5.2.4	受退水区水环境影响预测分析	625
5.2.5	充蓄水库水质变化预测	639
5.2.6	充蓄水库富营养化影响预测	667
5.2.7	生态补水湖泊影响分析	673
5.2.8	受退水区水温影响分析	692
5.2.9	生产生活废水影响分析	717
5.3	地下水环境影响评价	723
5.3.1	施工期地下水环境影响	723
5.3.2	运行期地下水环境影响	731
5.4	陆生生态影响预测	733
5.4.1	对土地利用的影响	733
5.4.2	对陆生植被的影响	734
5.4.3	对生态系统的影响	743
5.4.4	对景观的影响	746
5.4.5	对植物的影响	747
5.4.6	对陆生动物影响	749
5.5	水生生态影响预测	755
5.5.1	对浮游植物的影响	755
5.5.2	对浮游动物的影响	757
5.5.3	对底栖动物的影响	758

5.5.4	对水生植物的影响	759
5.5.5	对鱼类的影响	760
5.5.6	对鱼类三场的影响	780
5.5.7	对滇池国家级水产种质资源保护区的影响	784
5.5.8	外来物种入侵对受水区鱼类的影响与风险分析	790
5.5.9	滇池调蓄方案对鱼类的影响评价	796
5.6	声环境影响预测	798
5.6.1	施工期噪声影响预测	798
5.6.2	运行期噪声影响预测	805
5.7	空气环境影响预测	806
5.7.1	施工期空气环境的影响	806
5.7.2	运行期空气环境的影响	811
5.8	固体废弃物影响预测	811
5.8.1	施工弃渣	811
5.8.2	建筑垃圾	811
5.8.3	生活垃圾	812
5.9	土壤环境影响预测	812
5.9.1	施工期影响	812
5.9.2	运行期影响	813
5.10	对环境敏感区的影响	818
5.10.1	对玉溪红塔山市级自然保护区的影响	818
5.10.2	对风景名胜区的影响	819
5.10.3	对弥渡东山国家森林公园的影响	825
5.10.4	对石屏异龙湖重要湿地（湿地公园）的影响	828
5.10.5	对国家湿地公园的影响	828
5.10.6	对饮用水水源保护区的影响	831
5.10.7	对生态保护红线的影响	834
5.10.8	对基本农田、公益林的影响	834
6	环境保护对策措施	836

6.1	地表水环境保护措施.....	836
6.1.1	施工期废水处理措施.....	836
6.1.2	运行期废污水处理措施.....	857
6.1.3	运行期水环境保护措施.....	858
6.2	水资源保护措施.....	877
6.2.1	生态流量泄放措施.....	877
6.2.2	优化水资源配置方案.....	881
6.2.3	提高节水水平.....	881
6.2.4	提高用水效率.....	882
6.2.5	加强水资源管理制度的建设.....	884
6.3	地下水环境保护措施.....	885
6.3.1	应急性供水措施.....	885
6.3.2	替代水源工程措施.....	886
6.3.3	受退水区地下水环境保护措施.....	889
6.4	陆生生态保护措施.....	891
6.4.1	避让措施.....	891
6.4.2	减缓措施.....	892
6.4.3	补偿措施.....	893
6.4.4	修复措施.....	893
6.4.5	其他生态保护措施.....	902
6.5	水生生态保护措施.....	903
6.5.1	施工期水生生态保护.....	903
6.5.2	拦鱼措施.....	905
6.5.3	生态调度.....	907
6.5.4	退水排放入河管理.....	908
6.5.5	渔政管理措施.....	908
6.5.6	开展运行期鱼类影响研究.....	909
6.6	声环境保护措施.....	910
6.6.1	防治标准.....	910
6.6.2	噪声源控制措施.....	910

6.6.3	传播途径控制措施	912
6.6.4	主要敏感对象保护措施	912
6.7	空气环境保护措施	913
6.7.1	防治标准	913
6.7.2	粉尘防治措施	913
6.7.3	废气控制措施	914
6.8	固体废弃物处理措施	915
6.8.1	施工弃渣	915
6.8.2	建筑垃圾	915
6.8.3	生活垃圾	916
6.9	土壤环境保护措施	918
6.10	环境敏感区保护措施	920
6.10.1	玉溪红塔山市级自然保护区的保护措施	920
6.10.2	风景名胜区保护措施	920
6.10.3	东山国家森林公园的保护措施	922
6.10.4	异龙湖重要湿地的保护措施	923
6.10.5	云南晋宁南滇池国家湿地公园的保护措施	923
6.10.6	饮用水水源保护区的保护措施	925
6.10.7	生态保护红线的保护措施	926
6.10.8	基本农田、公益林的保护措施	926
6.11	环境保护信息化方案	926
6.11.1	一期工程环境保护信息化建设方案	927
6.11.2	二期工程信息化建设方案	927
6.11.3	信息化系统方案设计	929
7	环境风险分析	933
7.1	环境风险识别	933
7.1.1	施工期	933
7.1.2	运行期	933
7.2	环境风险分析	933

7.2.1	施工期	933
7.2.2	运行期	937
7.3	环境风险防范与应急措施	938
7.3.1	环境风险防范措施	938
7.3.2	应急措施	939
7.4	应急预案	940
8	环境管理与监测计划	941
8.1	环境管理	941
8.1.1	环境管理目标	941
8.1.2	环境管理工作范围	942
8.1.3	环境管理体系	942
8.1.4	环境管理职责	944
8.2	环境监理	947
8.2.1	环境监理目的	947
8.2.2	环境监理依据	948
8.2.3	环境监理范围	948
8.2.4	环境监理内容与职责	948
8.2.5	环境监理工作制度	950
8.3	环境监测	951
8.3.1	地表水水质监测	951
8.3.2	大气和声环境质量监测	955
8.3.3	陆生生态监测	955
8.3.4	水生生态监测	958
8.3.5	地下水监测	960
8.3.6	土壤监测	962
9	环境保护投资估算与环境影响经济损益分析	963
9.1	环境保护投资估算	963
9.1.1	估算原则	963

9.1.2	估算依据	963
9.1.3	环境保护总投资	963
9.2	环境经济损益分析	974
9.2.1	效益分析	974
9.2.2	环境经济损益分析	976
10	评价结论与建议	977
10.1	工程的环境合理性分析结论	977
10.2	环境现状评价结论	978
10.2.1	地表水环境	978
10.2.2	大气和声环境	979
10.2.3	地下水环境	979
10.2.4	环境敏感区	980
10.2.5	陆生生态	980
10.2.6	水生生态	981
10.3	环境影响评价结论	981
10.3.1	地表水环境	981
10.3.2	地下水环境	984
10.3.3	大气和声环境影响	985
10.3.4	环境敏感区影响	985
10.3.5	陆生生态影响	985
10.3.6	水生生态影响	986
10.4	公众参与	987
10.5	综合评价结论	988
10.6	建议	988

5 环境影响预测评价

5.1 水资源利用影响分析

5.1.1 生产生活用水水资源利用影响

(1) 供需平衡分析

滇中引水二期工程以主体工程初设阶段社会经济发展指标预测成果为基础，结合受退水区 2019 年现状社会经济发展状况和最新的社会经济发展布局，对滇中二期受退水区水资源供需平衡进行了复核细化。

2019 年受水区需水量 48.57 亿 m³，供水量 34.33 亿 m³，缺水量 14.24 亿 m³，其中城乡生活缺水量 1.13 亿 m³，工业缺水量 2.28 亿 m³，农业灌溉缺水量 10.77 亿 m³。受水区总的缺水率为 29.3%。

2030 年受水区需水量 59.99 亿 m³，供水量 36.94 亿 m³，缺水量 23.05 亿 m³，其中城乡生活缺水量 6.63 亿 m³，工业缺水量 9.43 亿 m³，农业灌溉缺水量 6.99 亿 m³。受水区总的缺水率为 38.4%，城镇生活和工业缺水占 70%，农业缺水占比为 30%。

2040 年受水区需水量 66.37 亿 m³，供水量 38.78 亿 m³，缺水量 27.59 亿 m³，其中城乡生活缺水量 8.77 亿 m³，工业缺水量 12.26 亿 m³，农业灌溉缺水量 6.56 亿 m³。受水区总的缺水率为 41.5%，城镇生活和工业缺水占 76%，农业缺水占比为 24%。滇中引水工程实施前各水平年水资源供需平衡详见下表。

表 5.1.1-1 未实施滇中工程各水平年水资源供需平衡表 单位：万 m³

水平年		城镇生活	城镇生态	城镇工业	农业灌溉	农村生活	小计
2019 年	需水	67476	8320	91998	303016	14858	485671
	供水	56518	7943	69152	195297	14364	343273
	缺水	10959	376	22846	107720	494	142397
2030 年	需水	109977	14172	156419	297865	21467	599900
	供水	44575	13596	62110	227982	21138	369398
	缺水	65401	576	94310	69883	329	230500

水平年		城镇生活	城镇生态	城镇工业	农业灌溉	农村生活	小计
2040 年	需水	135569	18695	193763	293746	21882	663654
	供水	48955	18008	71127	228137	21574	387807
	缺水	86614	687	122636	65609	308	275847

通过二期工程建设，在当地水资源与滇中外调水的联合调度下，2030 年受水区总需水量 59.99 亿 m³，总供水量 57.16 亿 m³，缺水量 2.63 亿 m³，供水水量保证程度为 95%城镇生活、工业的时段保证率达到 95%，农业灌溉年保证率达到 75%-98%。

2040 年受水区总需水量 66.37 亿 m³，总供水量 64.04 亿 m³，缺水量 2.33 亿 m³，城镇生活、工业的时段保证率达到 95%，农业灌溉年保证率达到 75%-98%。

滇中引水工程的实施，将滇中外调水量输送给受退水区的城镇生活、工业、农灌和湖泊补水等各类用户的配水节点，使滇中引水工程真正发挥供水效益，受退水区缺水率大幅度降低。

表 5.1.1-2 滇中引水后受水区资源供需平衡表 单位：万 m³

水平年		城镇生活	城镇生态	城镇工业	农业灌溉	农村生活	小计
2030 年	需水	103033	13210	152611	285452	20954	575260
	供水	102249	13172	148520	263659	20626	548223
	缺水	784	39	4092	21793	328	26213
2040 年	需水	126698	17367	188609	281607	21389	635669
	供水	125738	17336	186016	263196	21086	613375
	缺水	1071	77	2433	18414	305	22297

(2) 水资源利用影响分析

2030 年滇中引水工程多年平均引水量 26.23 亿 m³ (渠首水量)，其中供给城镇生活 6.99 亿 m³、工业 9.63 亿 m³，供给农业灌溉 5.00 亿 m³，向湖泊环境补水 4.61 亿 m³，各部门分水比重依次为 27%、37%、19%和 17%。各州(市)水量分配：大理 3.03 亿 m³，丽江 0.21 亿 m³，楚雄 3.40 亿 m³，昆明 11.99 亿 m³，玉溪 3.63 亿 m³，红河 3.96 亿 m³；比重依次为：10%、0.6%、

11%、49%、15%、14%，昆明市引水量最大。

2040年滇中引水工程多年平均引水量34.03亿 m^3 (渠首水量)，其中供给城镇生活9.55亿 m^3 、工业12.74亿 m^3 ，供给农业灌溉5.02亿 m^3 ，向湖泊环境补水6.72亿 m^3 ，各部门分水比重依次为28%、37%、15%和20%。各州(市)水量分配：大理3.42亿 m^3 ，丽江0.22亿 m^3 ，楚雄3.75亿 m^3 ，昆明16.70亿 m^3 ，玉溪5.03亿 m^3 ，红河4.92亿 m^3 ；比重依次为：10%、0.6%、11%、49%、15%、14%，昆明市引水量最大。

滇中引水工程实施后，受水区水资源量将大幅度增加，可有效缓解受水区严重缺水的局面。滇中引水水资源配置充分考虑了以当地水源供农业与生态环境用水为主，调入水量则以供城市用水为主，从现状年当地水资源供水结构与滇中供水后水资源供水结构对比可以看出，滇中引水后，当地水资源供水结构发生较大变化，通过滇中引水供水，6个受水区州市当地水资源供水比例变化情况为：

1) 大理州受水区

大理州受水区通过滇中引水供水，当地水资源2030年城镇生活、城镇工业供水比例从25.1%下降到22%，农业供水比例从68.3%上升到72%，2040年城镇生活、城镇工业供水比例从26.5%下降到23%，农业供水比例从66.2%上升到70%。

2) 丽江市受水区

丽江市受水区通过滇中引水供水，当地水资源2030年城镇生活、城镇工业供水比例从6.2%下降到2.5%，农业供水比例从60.3%上升到88.9%，2040年城镇生活、城镇工业供水比例从8.3%下降到3.1%，农业供水比例从57.9%上升到86.6%。

3) 楚雄州受水区

楚雄州受水区通过滇中引水供水，当地水资源2030年城镇生活、城镇

工业供水比例从 20.3%下降到 8.3%，农业供水比例从 75.7%上升到 85.8%，2040 年城镇生活、城镇工业供水比例从 22.6%下降到 9.1%，农业供水比例从 73.1%上升到 84.5%。

4) 昆明市受水区

昆明市受水区通过滇中引水供水，当地水资源 2030 年城镇生活、城镇工业供水比例从 69.5%下降到 50.9%，农业供水比例从 29.3%上升到 47.9%，2040 年城镇生活、城镇工业供水比例从 73.4%下降到 51.9%，农业供水比例从 25.5%上升到 46%。

5) 玉溪市受水区

玉溪市受水区通过滇中引水供水，当地水资源 2030 年城镇生活、城镇工业供水比例从 32.5%下降到 5.6%，农业供水比例从 63.3%上升到 82.2%，2040 年城镇生活、城镇工业供水比例从 42.5%下降到 12.3%，农业供水比例从 53.9%上升到 81.2%。

6) 红河州受水区

红河州受水区通过滇中引水供水，当地水资源 2030 年城镇生活、城镇工业供水比例从 46.8%下降到 20.8%，农业供水比例从 49.1%上升到 75.1%；当地水资源 2040 年城镇生活、城镇工业供水比例从 53.5%下降到 21.4%，农业供水比例从 42.6%上升到 74.7%。

滇中引水实施后，滇中地区 6 个州市受水区总的当地水资源 2030 年城镇生活、城镇工业供水比例从 30.4%下降到 25.13%，农业供水比例从 64.5%上升到 70.8%；当地水资源 2040 年城镇生活、城镇工业供水比例从 34.8%下降到 26.47%，农业供水比例从 60.3%上升到 68.57%。

同时，在水资源配置中，6 个州市受水区均考虑了丰水期生态流量为多年平均天然流量的 30%下泄，枯水期生态流量为多年平均天然流量的 10%下泄。

综上，滇中引水供水后，从当地水资源供水结构变化情况可以看出，滇中引水置换了当地水资源城镇生活、城镇工业供水，将被城市挤占的当地用水归还农业和生态用水，通过置换城市占用的部分当地水来满足农业和生态用水，充分体现了水资源的合理利用和“向城镇生活、工业供水为主，兼顾生态和农业用水”的目标。

5.1.2 受水湖泊水资源利用影响

2030年滇池环境需水量为4.85亿m³，牛栏江-滇池补水工程向滇池补水1.56亿m³，缺水3.29亿m³；2040年滇池环境需水6.33亿m³，牛栏江-滇池补水工程向滇池补水1.56亿m³，缺水4.77亿m³。

2030年、2040年杞麓湖、异龙湖环境需水量分别为0.6亿m³、0.16亿m³，无外流域补水，杞麓湖、异龙湖环境缺水量分别为0.6亿m³、0.16亿m³。2030年湖泊环境缺水量4.05亿m³，2040年湖泊环境缺水量5.53亿m³。

表 5.1.2-1 未实施滇中引水工程湖泊环境补水供需平衡 单位：亿 m³

水平年	湖泊	需水	供水	缺水
2030年	滇池	4.85	1.56	3.29
	杞麓湖	0.6	0	0.6
	异龙湖	0.16	0	0.16
	小计	5.61	1.56	4.05
2040年	滇池	6.33	1.56	4.77
	杞麓湖	0.6	0	0.6
	异龙湖	0.16	0	0.16
	小计	7.09	1.56	5.53

滇中引水工程实施后，利用干渠的富余输水能力补充湖泊环境用水。2030年可以向滇池、杞麓湖、异龙湖分别补充生态环境水量3.31亿m³、0.65亿m³、0.36亿m³；2040年可以向滇池、杞麓湖、异龙湖分别补充生态环境水量5.31亿m³、0.65亿m³、0.37亿m³，详见表5.1.2-2。

通过滇中引水，在补充规划年生态缺水量的同时，2030年还多补充0.02-0.2亿m³的生态水量，2040年多补充0.05-0.54亿m³的生态水量，对滇

池、杞麓湖、异龙湖补充生态环境用水的效果明显，可有效缓解滇池、杞麓湖、异龙湖环境缺水的局面。

表 5.1.2-2 滇中引水工程湖泊环境补水量及供需平衡分析表 单位：亿 m³

水平年	湖泊	需水	湖泊补水 (亿 m ³)			余 (+) 缺 (-) 水
			牛栏江-滇池补水 工程供水	滇中引水 工程供水	供水小计	
2030 年	滇池	4.85	1.56	3.31	4.87	+0.02
	杞麓湖	0.6	0	0.65	0.65	+0.05
	异龙湖	0.16	0	0.37	0.37	+0.19
	小计	5.61	1.56	4.33	5.89	+0.26
2040 年	滇池	6.33	1.56	5.31	6.87	+0.54
	杞麓湖	0.6	0	0.65	0.65	+0.05
	异龙湖	0.16	0	0.37	0.37	+0.21
	小计	7.09	1.56	6.33	7.89	+0.8

5.2 地表水环境影响评价

5.2.1 水文情势影响分析

5.2.1.1 输水支渠跨越河流水文情势影响

二期骨干工程输水线路涉及金沙江、红河、南盘江 3 大水系，跨越较大支流共计约 6 条，各受水区输水线路与河流平交情况如下：

大理州二期骨干工程输水线路涉及金沙江、红河水系，输水建筑物跨越较大支流有桑园河、毗雄河 2 条河流，跨河建筑物的主要为管道和倒虹吸。

楚雄州二期骨干工程输水线路涉及金沙江水系，输水建筑物跨越紫甸河 1 条河流，跨河建筑物的主要为管道和倒虹吸。

昆明市二期骨干工程输水线路涉及金沙江水系，输水线路跨越的较大规模河流有盘龙江、宝象河 2 条河流。跨河建筑物的主要为渡槽和倒虹吸。

玉溪市二期骨干工程输水线路涉及南盘江水系，输水建筑物跨越曲江（玉溪大河）1 条河流，跨河建筑物主要为管道和倒虹吸。

红河州二期骨干工程不涉及跨河建筑物。

从 5 个州市受水区二期骨干工程跨越河流情况，输水线路工程在跨越这些河流时以管道、渡槽或倒虹吸穿过，跨越河流的管道、渡槽和倒虹吸支墩基础埋地承台一般采用“筑岛+沉井、分期围堰、涵管过流”的导流方式，河流上游来水全部下泄，工程施工期不会造成河道的断流，不会影响河流原有的水文情势。跨河工程的主要涉水建筑物为支墩，工程运行后也不会对这些河流的水文情势造成影响改变。

5.2.1.2 对输水通道河流水文情势的影响

(1) 受退水区补水通道变化分析

按照滇中引水主体工程初设阶段的分水口布局成果，输水总干渠各分水口供给受退水区的绝大部分城镇生产生活用水和农业灌溉用水，其配套的引水管道以渠道、隧洞、渡槽、涵洞或倒虹吸等水工建筑物为主，只有楚雄市城镇生活用水、玉溪市城镇生活用水、滇池环境补水和元谋用水分别通过凤屯、盘龙江、宝象河、阿斗村分水口门分水后，分别利用紫甸河、盘龙江、宝象河、董炳河的天然河道进行补水。

对比二期骨干工程可研与主体工程初设阶段的分水口布局成果，细化输水总干渠的分水口后，调整并补充了一些利用天然河道进行补水的情况。主体初设与二期骨干可研的补水河道对比情况如下表所示。

表 5.2.1-1 输水通道河流比对成果表

主体工程初设成果				二期骨干工程可研成果			
序号	分水口	补水通道	补水对象	序号	分水口	补水通道	补水对象
1	凤屯	紫甸河	九龙甸水库	1	甸头	炼洞河	花桥、仙鹤、益民海水库
2	盘龙江	盘龙江	滇池	2	甸头	十二箐河	大银甸水库
3	宝象河	宝象河	滇池	3	甸头	瓦溪河	海稍水库
4	阿斗村	董炳河	东风水库	4	麻栗园北	麻栗园河	海稍水库
				5	麻栗园南	甸中河小三家河	甸中河水库
	-	-	-	6	凤屯	紫甸河	九龙甸水库
	-	-	-	7	凤屯	子午大河	中石坝水库
	-	-	-	8	伍庄村	普登河	小石门水库

主体工程初设成果				二期骨干工程可研成果			
序号	分水口	补水通道	补水对象	序号	分水口	补水通道	补水对象
	-	-	-	9	盘龙江	盘龙江	滇池
	-	-	-	10	宝象河	宝象河	滇池
	-	-	-	11	何官营	红旗河	杞麓湖
	-	-	-	12	跃进	黄尼河	跃进水库

(2) 充蓄水库补水通道水文情势影响

二期骨干工程共利用在线调节、直接充蓄调节水库 53 座，其中，大理州受水区花桥水库、宜民海水库、仙鹤水库、大银甸水库、海稍水库、甸中河水库共 6 个充蓄水库，楚雄州受水区九龙甸水库、中石坝水库、小石门水库共 3 个充蓄水库，红河州受水区跃进水库 1 个水库，共计 10 个充蓄水库通过分水口直接下泄水量至水库上游河道输水入库进行充蓄调节。根据本工程水资源配置成果，2040 年利用河道输水具体情况见表 5.2.1-2。

表 5.2.1-2 充蓄水库利用河道输水统计表

受水区	充蓄水库	输水河流	水系	利用河道长度 (km)	
大理州	花桥水库	炼洞河	金沙江	2.3	
	宜民海水库	炼洞河	金沙江	1.9	
	仙鹤水库	炼洞河	金沙江	2.65	
	大银甸水库	十二箐河	金沙江	3.05	
	海稍水库		麻栗园河	金沙江	14.73
			瓦溪河	金沙江	9.16
	甸中河水库	甸中河	红河	1.35	
楚雄州	九龙甸	紫甸河	金沙江	1.1	
	中石坝	子午大河	金沙江	11.4	
	小石门	普登河	金沙江	27.7	
玉溪市	杞麓湖	红旗河	南盘江	10.5	
昆明市	滇池	盘龙江	金沙江	20.9	
	滇池	宝象河	金沙江	20.3	
红河州	跃进水库	黄尼河	南盘江	1.5	

分析结果可知，与现状水平年相比，2030 年和 2040 年，二期配套工程引水量将使各输水通道河流年均流量有较大程度的增加，补水对输水通道河流水文情势影响较大。

其中，炼洞河花桥水库入库断面补水后增幅为 6%~30%，仙鹤水库入库断面补水增幅为 14%~72%；大银甸水库入库断面补水后增幅为

40%~233%；麻栗园河海稍水库入库断面补水后增幅为 149%~432%；瓦溪河甸头分水口以下断面补水后增幅为 24%~71%；紫甸河九龙甸水库入库断面补水增幅为 25%~81%；子午河中石坝水库入库断面补水后增幅为 22%~126%；普登河小石门水库入库断面补水后增幅为 2%~109%；黄尼河跃进水库入库断面补水后增幅为 173%~262%。

在二期骨干工程补水前，对输水通道河流河道两岸进行加固和清污，输水通道过流能力统计如表 5.2.1-3 所示，补水后不会导致河流漫溢现象，也不会对输水通道河流河两岸房屋建筑和耕地造成淹没。

表 5.2.1-3 输水河道过流能力统计表

受水区	充蓄水库	输水通道河流	滇中输水设计流量 (m ³ /s)	输水通道河流过 流能力 (m ³ /s)	河流是否满足 滇中输水要求	河道整治措施
大理州	花桥水库	炼洞河	2.64	6-2	部分段不满足	四段河道进行原挡墙顶加高 0.3-0.8m 处理
	宜民海水库	炼洞河	0.84	5	满足	不需要整治
	仙鹤水库	炼洞河	0.6	5	满足	不需要整治
	大银甸水库	十二箐河	3	5	满足	不需要整治
	海稍水库	麻栗园河	9	39	满足	列入海稍水库扩建工程，不需要整治
		瓦溪河	11.45	16.5-61.1	满足	不需要整治
	甸中河水库	甸中河 (小三家河)	0.6	37.8	满足	不需要整治
楚雄州	九龙甸水库	紫甸河	5.5	80.3	满足	不需要整治
	中石坝水库	子午大河	1.9	21.9	满足	不需要整治
	小石门水库	普登河	6.3	102	满足	不需要整治
玉溪市	杞麓湖	红旗河	2.1	25	满足	不需要整治
昆明市	滇池	盘龙江	30	90	满足	不需要整治
	滇池	宝象河	15	19	满足	不需要整治
红河州	跃进水库	泥冲河	2.3	26.4	满足	不需要整治

(2) 湖泊生态补水通道水文情势影响

滇池环境补水通过盘龙江和宝象河水口门分水后，分别利用盘龙江和宝象河天然河道进行输水，输水河道至滇池的长度分别约为 20.9km 和 20.3km。杞麓湖生态补水由杞麓湖天然入湖河道红旗河进入杞麓湖，利用红旗河天然河道约 10.5km。

1) 补水对盘龙江水文情势的影响分析

以盘龙江分水口下游 7.4km 的盘龙江水文站和入滇池断面作为控制站点，分析补水后两个断面流量、水深、流速和水面宽变化情况。

与现状水平年相比，2030 年，滇中引水工程引水量尚未达到设计运行规模，将使盘龙江年均流量有较大程度的减少。与现状水平年相比，2030 年，较现状年降幅为 13%、38%、30%，2040 年较现状年降幅为 37%、8%、10%；2030 年盘龙江丰、平、枯水年年均水深将由天然状况 3.03m、2.77m、2.16m 减小为 2.45m、1.99m、1.75m，年平均增幅幅度为 -19%、-26%、14%。而丰、平、枯水年年均流速将由天然状况 1.59m/s、1.48m/s、1.20m/s 减小为 1.34m/s、1.15m/s、1.04m/s，年平均增幅为 -15%、-21%、6%。丰、平、枯水年年均水面宽将由天然状况 9.42m、8.91m、7.69m 减小为 8.26m、7.36m、6.88m，年平均增幅为 -12%、-16%、-3%。随着滇中引水工程引水量逐渐增加，至 2040 年，将使盘龙江年均流量基本恢复至现状年水平。2040 年盘龙江丰、平、枯水年年均水深增幅为 -2%、-2%、-13%，流速增幅为 -1%、-1%、-10%，水面宽的增幅为 -1%、-1%、-6%，因此 2040 年丰、平水年补水对盘龙江水文情势影响较小，而枯水年补水对盘龙江的水文情势具有较大影响。

表 5.2.1-4 补水通道盘龙江流量变化表 单位：m³/s

水平年	典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
现状流量（牛栏江补水）	丰水年	21.80	19.80	21.50	20.50	22.10	24.30	27.50	29.40	29.40	26.70	25.00	22.10	24.18
	平水年	21.20	19.30	20.90	15.40	2.30	27.60	29.10	29.50	27.80	25.30	24.40	21.60	22.03
	枯水年	0.40	0.30	0.40	0.30	9.00	23.90	26.10	26.00	24.80	25.20	23.70	21.10	15.10
2030年补水后流量	丰水年	14.7	15.6	22	28.4	16.2	1.6	34.7	36.4	34.5	30.2	2.2	15.1	20.97
	平水年	24.2	20.9	17.4	23.5	7.4	7.9	5.6	6.7	5	20.5	1.6	23.9	13.72
	枯水年	6.1	10.6	11.4	19.7	3.7	1.2	10.5	2.9	5	31.1	0.9	23.3	10.53
2030年流量变化率	丰水年	-33%	-21%	2%	39%	-27%	-93%	26%	24%	17%	13%	-91%	-32%	-13%
	平水年	14%	8%	-17%	53%	222%	-71%	-81%	-77%	-82%	-19%	-93%	11%	-38%
	枯水年	1425%	3433%	2750%	6467%	-59%	-95%	-60%	-89%	-80%	23%	-96%	10%	-30%
2040年补水后流量	丰水年	22.1	24.1	26	16.2	11.5	13.3	9.3	8.2	5.9	28.2	2.2	15	15.17
	平水年	35.9	32.1	32.7	18.3	11.3	23.6	13.2	15.5	5	27.4	1.6	27.2	20.32
	枯水年	5.3	10.6	9.4	3	0.9	5	27.2	12.4	24.8	28.1	0.9	35.5	13.59
2040年流量变化率	丰水年	1%	22%	21%	-21%	-48%	-45%	-66%	-72%	-80%	6%	-91%	-32%	-37%
	平水年	69%	66%	56%	19%	391%	-14%	-55%	-47%	-82%	8%	-93%	26%	-8%
	枯水年	1225%	3433%	2250%	900%	-90%	-79%	4%	-52%	0%	12%	-96%	68%	-10%

表 5.2.1-5 补水通道盘龙江水文站断面逐月水深及变化表 单位：m

水平年	典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
现状水深（牛栏江补水）	丰水年	3.01	2.97	2.98	3.04	3.16	2.83	2.82	3.19	3.15	3.13	3.03	3.04	3.03
	平水年	2.63	2.71	2.48	1.67	2.78	3.03	3.14	3.17	3.03	2.93	2.88	2.81	2.77
	枯水年	0.85	0.8	0.75	1.82	2.71	2.95	2.94	2.95	2.93	2.84	2.72	1.62	2.16
2030年补水后水深	丰水年	2.22	2.55	2.88	2.38	1.16	2.91	3.24	3.19	3.04	1.68	1.94	2.16	2.45
	平水年	2.54	2.36	2.63	1.8	1.6	1.42	1.46	1.33	2.31	1.4	2.37	2.71	1.99
	枯水年	1.84	1.91	2.4	1.45	0.74	1.68	1.21	1.23	2.76	1.6	2.34	1.85	1.75
2030年水深变化率	丰水年	-26%	-14%	-3%	-22%	-63%	3%	15%	0%	-3%	-46%	-36%	-29%	-19%
	平水年	-3%	-13%	6%	8%	-42%	-53%	-54%	-58%	-24%	-52%	-18%	-4%	-26%
	枯水年	116%	139%	220%	-20%	-73%	-43%	-59%	-58%	-6%	-44%	-14%	14%	14%
2040年补水后水深	丰水年	3.25	3.12	2.52	2.28	2.87	3.19	3.26	3.35	3.4	2.59	2.76	3.08	2.97
	平水年	3.01	3	2.34	1.73	2.7	2.64	2.76	2.44	3.14	2.34	3.03	3.2	2.69
	枯水年	0.44	0.32	0.88	1.23	1.97	2.81	2.62	3.09	3.24	2.21	2.89	1.76	1.96
2040年水深变化率	丰水年	8%	5%	-15%	-25%	-9%	13%	16%	5%	8%	-17%	-9%	1%	-2%
	平水年	14%	11%	-6%	4%	-3%	-13%	-12%	-23%	4%	-20%	5%	14%	-2%
	枯水年	-48%	-60%	17%	-32%	-27%	-5%	-11%	5%	11%	-22%	6%	9%	-13%

表 5.2.1-6 补水通道盘龙江水文站断面逐月流速及变化表 单位：m/s

水平年	典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
现状流速（牛栏江补水）	丰水年	1.58	1.57	1.57	1.59	1.64	1.5	1.5	1.66	1.64	1.63	1.59	1.6	1.59
	平水年	1.43	1.46	1.36	1.01	1.49	1.59	1.64	1.65	1.59	1.55	1.52	1.5	1.48
	枯水年	0.61	0.58	0.54	1.08	1.46	1.56	1.55	1.56	1.55	1.51	1.47	0.98	1.20
2030年补水后流速	丰水年	1.25	1.4	1.53	1.33	0.76	1.54	1.68	1.66	1.6	1.01	1.14	1.23	1.34
	平水年	1.39	1.32	1.43	1.07	0.98	0.89	0.91	0.85	1.29	0.88	1.33	1.46	1.15
	枯水年	1.09	1.12	1.34	0.9	0.53	1.02	0.79	0.8	1.49	0.98	1.31	1.09	1.04
2030年流速变化率	丰水年	-21%	-11%	-3%	-16%	-54%	3%	12%	0%	-2%	-38%	-28%	-23%	-15%
	平水年	-3%	-10%	5%	6%	-34%	-44%	-45%	-48%	-19%	-43%	-13%	-3%	-21%
	枯水年	79%	93%	148%	-17%	-64%	-35%	-49%	-49%	-4%	-35%	-11%	11%	6%
2040年补水后流速	丰水年	1.69	1.63	1.38	1.28	1.53	1.66	1.69	1.73	1.75	1.41	1.49	1.62	1.57
	平水年	1.59	1.58	1.31	1.04	1.46	1.44	1.49	1.35	1.64	1.31	1.6	1.66	1.46
	枯水年	0.37	0.31	0.63	0.8	1.15	1.51	1.43	1.62	1.68	1.25	1.53	1.05	1.11
2040年流速变化率	丰水年	7%	4%	-12%	-19%	-7%	11%	13%	4%	7%	-13%	-6%	1%	-1%
	平水年	11%	8%	-4%	3%	-2%	-9%	-9%	-18%	3%	-15%	5%	11%	-1%
	枯水年	-39%	-47%	17%	-26%	-21%	-3%	-8%	4%	8%	-17%	4%	7%	-10%

表 5.2.1-7 补水通道盘龙江水文站断面逐月水面宽及变化表 单位：m

水平年	典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
现状水面宽（牛栏江补水）	丰水年	9.37	9.31	9.32	9.44	9.69	9.02	9	9.75	9.67	9.61	9.42	9.44	9.42
	平水年	8.63	8.79	8.34	6.73	8.92	9.43	9.64	9.7	9.41	9.22	9.12	8.99	8.91
	枯水年	5.1	5	4.9	7.02	8.78	9.27	9.24	9.26	9.23	9.04	8.82	6.61	7.69
2030年补水后水面宽	丰水年	7.81	8.48	9.12	8.13	5.7	9.18	9.84	9.75	9.44	6.73	7.26	7.7	8.26
	平水年	8.46	8.09	8.64	6.98	6.58	6.21	6.31	6.04	7.98	6.18	8.12	8.78	7.36
	枯水年	7.05	7.19	8.18	6.28	4.86	6.75	5.8	5.85	8.88	6.58	8.04	7.08	6.88
2030年水面宽变化率	丰水年	-17%	-9%	-2%	-14%	-41%	2%	9%	0%	-2%	-30%	-23%	-18%	-12%
	平水年	-2%	-8%	4%	4%	-26%	-34%	-35%	-38%	-15%	-33%	-11%	-2%	-16%
	枯水年	38%	44%	67%	-11%	-45%	-27%	-37%	-37%	-4%	-27%	-9%	7%	-3%
2040年补水后水面宽	丰水年	9.87	9.6	8.41	7.93	9.1	9.74	9.88	10.06	10.17	8.56	8.88	9.52	9.31
	平水年	9.39	9.36	8.05	6.84	8.77	8.65	8.9	8.24	9.64	8.05	9.43	9.77	8.76
	枯水年	4.28	4.04	5.16	5.84	7.32	8.99	8.61	9.54	9.85	7.8	9.15	6.9	7.29
2040年水面宽变化率	丰水年	5%	3%	-10%	-16%	-6%	8%	10%	3%	5%	-11%	-6%	1%	-1%
	平水年	9%	6%	-3%	2%	-2%	-8%	-8%	-15%	2%	-13%	3%	9%	-1%
	枯水年	-16%	-19%	5%	-17%	-17%	-3%	-7%	3%	7%	-14%	4%	4%	-6%

表 5.2.1-8 补水通道盘龙江入滇池断面逐月水深及变化表 单位：m

水平年	典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
现状水深（牛栏江补水）	丰水年	1.57	1.55	1.56	1.59	1.67	1.47	1.46	1.68	1.66	1.65	1.59	1.59	1.59
	平水年	1.37	1.41	1.28	0.85	1.44	1.59	1.65	1.67	1.58	1.52	1.49	1.46	1.44
	枯水年	0.47	0.45	0.42	0.92	1.4	1.54	1.53	1.54	1.53	1.47	1.42	0.82	1.13
2030年补水后水深	丰水年	1.1	1.28	1.47	1.18	0.52	1.48	1.69	1.66	1.56	0.8	0.93	1.07	1.23
	平水年	1.28	1.17	1.33	0.86	0.76	0.65	0.67	0.6	1.14	0.65	1.18	1.38	0.97
	枯水年	0.88	0.92	1.19	0.67	0.29	0.8	0.54	0.55	1.4	0.77	1.16	0.89	0.84
2030年水深变化率	丰水年	-30%	-17%	-6%	-26%	-69%	1%	16%	-1%	-6%	-52%	-42%	-33%	-22%
	平水年	-7%	-17%	4%	1%	-47%	-59%	-59%	-64%	-28%	-57%	-21%	-5%	-30%
	枯水年	87%	104%	183%	-27%	-79%	-48%	-65%	-64%	-8%	-48%	-18%	9%	2%
2040年补水后水深	丰水年	1.69	1.61	1.26	1.13	1.46	1.65	1.7	1.75	1.78	1.31	1.4	1.59	1.53
	平水年	1.55	1.54	1.16	0.82	1.37	1.34	1.41	1.22	1.62	1.17	1.56	1.66	1.37
	枯水年	0.17	0.12	0.37	0.55	0.95	1.43	1.33	1.59	1.69	1.1	1.47	0.85	0.97
2040年水深变化率	丰水年	8%	4%	-19%	-29%	-13%	12%	16%	4%	7%	-21%	-12%	0%	-3%
	平水年	13%	9%	-9%	-4%	-5%	-16%	-15%	-27%	3%	-23%	5%	14%	-5%
	枯水年	-64%	-73%	-12%	-40%	-32%	-7%	-13%	3%	10%	-25%	4%	4%	-20%

表 5.2.1-9 补水通道盘龙江入滇池断面逐月流速及变化表 单位：m/s

水平年	典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
现状流速（牛栏江补水）	丰水年	1.24	1.23	1.23	1.24	1.27	1.19	1.19	1.28	1.27	1.26	1.24	1.24	1.24
	平水年	1.14	1.16	1.11	0.89	1.18	1.24	1.26	1.27	1.24	1.22	1.21	1.19	1.18
	枯水年	0.63	0.62	0.61	0.93	1.16	1.23	1.22	1.23	1.22	1.2	1.17	0.88	1.01
2030年补水后流速	丰水年	1.01	1.11	1.19	1.07	0.69	1.2	1.28	1.27	1.24	0.86	0.94	0.99	1.07
	平水年	1.11	1.06	1.13	0.9	0.82	0.78	0.79	0.76	1.04	0.78	1.06	1.14	0.95
	枯水年	0.91	0.93	1.07	0.79	0.55	0.85	0.71	0.72	1.16	0.83	1.05	0.92	0.87
2030年流速变化率	丰水年	-19%	-10%	-3%	-14%	-46%	1%	8%	-1%	-2%	-32%	-24%	-20%	-13%
	平水年	-3%	-9%	2%	1%	-31%	-37%	-37%	-40%	-16%	-36%	-12%	-4%	-19%
	枯水年	44%	50%	75%	-15%	-53%	-31%	-42%	-41%	-5%	-31%	-10%	5%	-4%
2040年补水后流速	丰水年	1.28	1.25	1.1	1.04	1.19	1.27	1.28	1.31	1.32	1.12	1.16	1.24	1.21
	平水年	1.23	1.23	1.06	0.88	1.14	1.13	1.16	1.08	1.26	1.06	1.23	1.27	1.14
	枯水年	0.38	0.32	0.6	0.72	0.95	1.17	1.13	1.25	1.28	1.01	1.2	0.89	0.91
2040年流速变化率	丰水年	3%	2%	-11%	-16%	-6%	7%	8%	2%	4%	-11%	-6%	0%	-2%
	平水年	8%	6%	-5%	-1%	-3%	-9%	-8%	-15%	2%	-13%	2%	7%	-2%
	枯水年	-40%	-48%	-2%	-23%	-18%	-5%	-7%	2%	5%	-16%	3%	1%	-12%

表 5.2.1-10 补水通道盘龙江入滇池断面逐月水面宽及变化表 单位：m

水平年	典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
现状水面宽（牛栏江补水）	丰水年	23.34	23.17	23.2	23.51	24.18	22.39	22.33	24.32	24.14	24	23.47	23.52	23.46
	平水年	21.47	21.85	20.66	16.75	22.14	23.48	24.07	24.23	23.44	22.9	22.63	22.33	22.16
	枯水年	13.34	13.16	12.89	17.38	21.82	23.04	22.95	23.02	22.92	22.45	21.91	16.53	19.28
2030年补水后水面宽	丰水年	19.01	20.69	22.39	19.82	13.79	22.51	24.39	24.13	23.25	16.35	17.52	18.78	20.22
	平水年	20.66	19.71	21.15	16.91	15.96	14.94	15.18	14.52	19.41	14.93	19.74	21.58	17.89
	枯水年	17.02	17.37	19.91	15.15	11.67	16.29	13.99	14.06	21.79	16.04	19.55	17.13	16.66
2030年水面宽变化率	丰水年	-19%	-11%	-3%	-16%	-43%	1%	9%	-1%	-4%	-32%	-25%	-20%	-14%
	平水年	-4%	-10%	2%	1%	-28%	-36%	-37%	-40%	-17%	-35%	-13%	-3%	-18%
	枯水年	28%	32%	54%	-13%	-47%	-29%	-39%	-39%	-5%	-29%	-11%	4%	-8%
2040年补水后水面宽	丰水年	24.45	23.71	20.54	19.32	22.32	24.08	24.49	24.94	25.22	20.96	21.81	23.47	22.94
	平水年	23.13	23.03	19.63	16.56	21.54	21.22	21.85	20.11	23.81	19.65	23.2	24.18	21.49
	枯水年	10.62	10.18	12.4	14.05	17.7	22.05	21.11	23.52	24.4	19.04	22.43	16.75	17.85
2040年水面宽变化率	丰水年	5%	2%	-11%	-18%	-8%	8%	10%	3%	4%	-13%	-7%	0%	-2%
	平水年	8%	5%	-5%	-1%	-3%	-10%	-9%	-17%	2%	-14%	3%	8%	-3%
	枯水年	-20%	-23%	-4%	-19%	-19%	-4%	-8%	2%	6%	-15%	2%	1%	-8%

2) 补水对宝象河水文情势的影响分析

滇中补水后的宝象河流量、水位变化情况见表 5.2.1-11、表 5.2.1-12。由表可见,2030 年和 2040 年工程运行宝象河分水口分水后,宝象河丰、平、枯水年年均流量将由天然状况 $3.9\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2.4\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1.6\text{m}^3/\text{s}$ 增大为 $7.5\text{m}^3/\text{s}$ 、 $5.2\text{m}^3/\text{s}$ 、 $4.5\text{m}^3/\text{s}$, 年平均增加幅度为 92%、117%、181%, 工程对宝象河的流量变化影响较大。

滇中补水后的宝象河水深、流速和水面宽变化情况见表 5.2.1-13、表 5.2.1-14。由表可见,2030 年和 2040 年工程运行宝象河分水口分水后,宝象河丰、平、枯水年年均水深将由天然状况 0.35m 、 0.24m 、 0.16m 增大为 0.64m 、 0.51m 、 0.46m , 年平均增加幅度为 98%、150%、240%。丰、平、枯水年年均流速由天然状况 $0.70\text{m}/\text{s}$ 、 $0.57\text{m}/\text{s}$ 、 $0.47\text{m}/\text{s}$ 增大为 $0.94\text{m}/\text{s}$ 、 $0.83\text{m}/\text{s}$ 、 $0.79\text{m}/\text{s}$, 年平均增加幅度为 36%、56%和 73%。丰、平、枯水年年均水面宽由天然状况 10.09m 、 9.30m 、 8.72m 增大为 12.08m 、 11.18m 、 10.81m , 年平均增加幅度为 20%、21%和 24%。补水工程对宝象河的水文情势影响较大。

表 5.2.1-11 补水通道宝象河入滇池断面流量变化表 单位：m³/s

水平年	典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
现状流量	丰水年	2.1	1.5	1.3	1	0.7	1.6	6.3	8.5	10.1	7.3	3.6	2.8	3.9
	平水年	1.3	1.1	0.9	0.9	0.4	1.7	4.4	8.9	3.9	2.2	2.6	1.5	2.4
	枯水年	1	0.8	0.8	1	0.4	1.4	2.8	3.4	3.2	2	1.6	1.4	1.6
2030年补水后流量	丰水年	5.1	5.1	6	5.9	5.4	5.1	9.1	12.3	14.5	10.3	3.6	7.9	7.5
	平水年	4.4	5.8	5.6	5.5	4.6	5.5	4.8	8.9	6.6	5.1	2.6	4.5	5.2
	枯水年	4.3	1.9	2.2	6.1	6.1	7.8	6.3	4.1	5.2	5	1.6	4.5	4.5
2030年流量变化率	丰水年	143%	240%	362%	490%	671%	219%	44%	45%	44%	41%	0%	182%	92%
	平水年	238%	427%	522%	511%	1050%	224%	9%	0%	69%	132%	0%	200%	117%
	枯水年	330%	138%	175%	510%	1425%	457%	125%	21%	63%	150%	0%	221%	181%
2040年补水后流量	丰水年	5.1	5.1	6	5.9	5.4	5.1	9.1	12.3	14.5	10.3	3.6	7.9	7.5
	平水年	4.4	5.8	5.6	5.5	4.6	5.5	4.8	8.9	6.6	5.1	2.6	4.5	5.2
	枯水年	4.3	1.9	2.2	6.1	6.1	7.8	6.3	4.1	5.2	5	1.6	4.5	4.5
2040年流量变化率	丰水年	143%	240%	362%	490%	671%	219%	44%	45%	44%	41%	0%	182%	92%
	平水年	238%	427%	522%	511%	1050%	224%	9%	0%	69%	132%	0%	200%	117%
	枯水年	330%	138%	175%	510%	1425%	457%	125%	21%	63%	150%	0%	221%	181%

表 5.2.1-12 补水通道宝象河入滇池断面逐月水深及变化表 单位：m

水平年	典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
现状水深	丰水年	0.21	0.21	0.24	0.35	0.27	0.39	0.36	0.51	0.64	0.47	0.32	0.26	0.35
	平水年	0.16	0.14	0.12	0.21	0.28	0.37	0.36	0.32	0.3	0.22	0.19	0.18	0.24
	枯水年	0.09	0.05	0.07	0.16	0.22	0.22	0.21	0.2	0.18	0.17	0.16	0.13	0.16
2030年补水后水深	丰水年	0.55	0.61	0.65	0.71	0.59	0.61	0.63	0.78	0.83	0.51	0.62	0.57	0.64
	平水年	0.59	0.59	0.58	0.59	0.61	0.48	0.37	0.52	0.55	0.3	0.44	0.5	0.51
	枯水年	0.27	0.27	0.56	0.65	0.74	0.59	0.36	0.4	0.48	0.25	0.42	0.49	0.46
2030年水深变化率	丰水年	162%	190%	171%	103%	119%	56%	75%	53%	30%	9%	94%	119%	98%
	平水年	269%	321%	383%	181%	118%	30%	3%	63%	83%	36%	132%	178%	150%
	枯水年	200%	440%	700%	306%	236%	168%	71%	100%	167%	47%	162%	277%	240%
2040年补水后水深	丰水年	0.55	0.61	0.65	0.71	0.59	0.61	0.63	0.78	0.83	0.51	0.62	0.57	0.64
	平水年	0.59	0.59	0.58	0.59	0.61	0.48	0.37	0.52	0.55	0.3	0.44	0.5	0.51
	枯水年	0.27	0.27	0.56	0.65	0.74	0.59	0.36	0.4	0.48	0.25	0.42	0.49	0.46
2040年水深变化率	丰水年	162%	190%	171%	103%	119%	56%	75%	53%	30%	9%	94%	119%	98%
	平水年	269%	321%	383%	181%	118%	30%	3%	63%	83%	36%	132%	178%	150%
	枯水年	200%	440%	700%	306%	236%	168%	71%	100%	167%	47%	162%	277%	240%

表 5.2.1-13 补水通道宝象河入滇池断面逐月流速及变化表 单位：m/s

水平年	典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
现状流速	丰水年	0.56	0.56	0.62	0.71	0.65	0.73	0.71	0.83	0.95	0.77	0.69	0.64	0.70
	平水年	0.42	0.38	0.39	0.56	0.66	0.72	0.72	0.7	0.68	0.59	0.52	0.5	0.57
	枯水年	0.39	0.38	0.39	0.43	0.59	0.58	0.56	0.54	0.49	0.45	0.4	0.38	0.47
2030年补水后流速	丰水年	0.87	0.92	0.95	0.98	0.91	0.92	0.94	1.03	1.07	0.83	0.93	0.9	0.94
	平水年	0.91	0.91	0.9	0.91	0.92	0.78	0.72	0.84	0.88	0.68	0.74	0.82	0.83
	枯水年	0.65	0.65	0.89	0.95	0.99	0.91	0.71	0.73	0.79	0.63	0.74	0.8	0.79
2030年流速变化率	丰水年	55%	64%	53%	38%	40%	26%	32%	24%	13%	8%	35%	41%	36%
	平水年	117%	139%	131%	63%	39%	8%	0%	20%	29%	15%	42%	64%	56%
	枯水年	67%	71%	128%	121%	68%	57%	27%	35%	61%	40%	85%	111%	73%
2040年补水后流速	丰水年	0.87	0.92	0.95	0.98	0.91	0.92	0.94	1.03	1.07	0.83	0.93	0.9	0.94
	平水年	0.91	0.91	0.9	0.91	0.92	0.78	0.72	0.84	0.88	0.68	0.74	0.82	0.83
	枯水年	0.65	0.65	0.89	0.95	0.99	0.91	0.71	0.73	0.79	0.63	0.74	0.8	0.79
2040年流速变化率	丰水年	55%	64%	53%	38%	40%	26%	32%	24%	13%	8%	35%	41%	36%
	平水年	117%	139%	131%	63%	39%	8%	0%	20%	29%	15%	42%	64%	56%
	枯水年	67%	71%	128%	121%	68%	57%	27%	35%	61%	40%	85%	111%	73%

表 5.2.1-14 补水通道宝象河入滇池断面逐月水面宽及变化表 单位：m

水平年	典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
现状水面宽	丰水年	9.11	9.09	9.32	10.08	9.54	10.36	10.12	11.2	12.11	10.89	9.86	9.43	10.09
	平水年	8.75	8.6	8.49	9.09	9.56	10.21	10.14	9.88	9.73	9.2	8.97	8.92	9.30
	枯水年	8.26	8.01	8.12	8.77	9.2	9.18	9.1	9.04	8.89	8.82	8.72	8.52	8.72
2030年补水后水面宽	丰水年	11.45	11.89	12.17	12.54	11.76	11.88	12.05	13.07	13.4	11.21	11.96	11.63	12.08
	平水年	11.73	11.71	11.65	11.76	11.85	10.95	10.21	11.25	11.48	9.75	10.72	11.12	11.18
	枯水年	9.49	9.53	11.56	12.19	12.75	11.73	10.11	10.43	10.96	9.38	10.54	11.03	10.81
2030年水面宽变化率	丰水年	26%	31%	31%	24%	23%	15%	19%	17%	11%	3%	21%	23%	20%
	平水年	34%	36%	37%	29%	24%	7%	1%	14%	18%	6%	20%	25%	21%
	枯水年	15%	19%	42%	39%	39%	28%	11%	15%	23%	6%	21%	29%	24%
2040年补水后水面宽	丰水年	11.45	11.89	12.17	12.54	11.76	11.88	12.05	13.07	13.4	11.21	11.96	11.63	12.08
	平水年	11.73	11.71	11.65	11.76	11.85	10.95	10.21	11.25	11.48	9.75	10.72	11.12	11.18
	枯水年	9.49	9.53	11.56	12.19	12.75	11.73	10.11	10.43	10.96	9.38	10.54	11.03	10.81
2040年水面宽变化率	丰水年	26%	31%	31%	24%	23%	15%	19%	17%	11%	3%	21%	23%	20%
	平水年	34%	36%	37%	29%	24%	7%	1%	14%	18%	6%	20%	25%	21%
	枯水年	15%	19%	42%	39%	39%	28%	11%	15%	23%	6%	21%	29%	24%

3) 补水对红旗河水文情势的影响分析

滇中来水由何官营分水口分水，向通海秀山的城镇生活和工业供水，兼顾农业和杞麓湖的生态补水；杞麓湖的生态补水部分可利用纳古分干渠相机补水，剩余部分通过红旗河下放进入杞麓湖。以红旗河入湖断面作为控制断面，分析补水后红旗河的流量变化情况。由表可见，滇中引水工程通水前，红旗河入湖断面丰、平、枯水年年均流量为 1.32m³/s、1.12m³/s、0.94m³/s。2030 年和 2040 年，滇中引水二期配套工程通过红旗河向杞麓湖相机补水，补水后丰、平、枯水年红旗河入湖断面年均流量为 3.43m³/s、3.50m³/s、3.51m³/s。

综上，与现状水平年相比，2030 年和 2040 年，滇中引水二期配套工程引水量将使红旗河年均流量有较大程度的增加，补水对红旗河水文情势影响较大，红旗河入湖断面补水后丰、平、枯水年增幅为 160%、212%和 274%。河道两岸均得到了加固和清污，滇中引水二期配套工程补水后不会导致河流漫溢现象，也不会对红旗河两岸房屋建筑和耕地造成淹没。

表 5.2.1-15 补水通道红旗河流量变化表 单位：m³/s

水平年	典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
现状流量	丰水年	0.59	0.45	0.43	0.44	0.90	1.53	2.41	3.40	2.25	1.58	1.11	0.76	1.32
	平水年	0.50	0.38	0.37	0.37	0.76	1.30	2.05	2.88	1.91	1.34	0.94	0.64	1.12
	枯水年	0.42	0.32	0.31	0.31	0.64	1.09	1.72	2.42	1.60	1.12	0.79	0.54	0.94
2030年补水后流量	丰水年	4.14	1.44	2.60	3.86	3.67	5.21	4.98	4.00	2.51	3.73	1.11	3.90	3.43
	平水年	3.51	2.92	5.10	3.73	3.55	4.97	2.97	4.51	2.36	3.69	0.94	3.75	3.50
	枯水年	2.63	0.67	3.75	2.90	3.23	4.63	6.76	5.19	4.90	3.29	0.79	3.45	3.51
2030年流量变化率	丰水年	600%	220%	505%	781%	309%	240%	106%	18%	12%	136%	0%	415%	160%
	平水年	598%	664%	1298%	902%	366%	282%	45%	56%	24%	176%	0%	484%	212%
	枯水年	523%	108%	1124%	828%	405%	324%	293%	115%	206%	193%	0%	540%	274%
2040年补水后流量	丰水年	4.14	1.44	2.60	3.86	3.67	5.21	4.98	4.00	2.51	3.73	1.11	3.90	3.43
	平水年	3.51	2.92	5.10	3.73	3.55	4.97	2.97	4.51	2.36	3.69	0.94	3.75	3.50
	枯水年	2.63	0.67	3.75	2.90	3.23	4.63	6.76	5.19	4.90	3.29	0.79	3.45	3.51
2040年流量变化率	丰水年	600%	220%	505%	781%	309%	240%	106%	18%	12%	136%	0%	415%	160%
	平水年	598%	664%	1298%	902%	366%	282%	45%	56%	24%	176%	0%	484%	212%
	枯水年	523%	108%	1124%	828%	405%	324%	293%	115%	206%	193%	0%	540%	274%

(3) 补水通道水文情势影响小结

根据以上对配套二期配套工程引水前后不同水平年流量变化分析可知，

12 条输水通道河流中，除盘龙江流量较现状年降低外，其余 11 条河流流量都有较大程度的增加。

盘龙江现状由牛栏江工程补水，二期配套工程建成后，将替代牛栏江补水，本工程实施后，2030 年，较现状年降幅为 13%、38%、30%，2040 年较现状年降幅为 37%、8%、10%。

其余 11 条输水通道河流，本工程补水后丰水年增幅为 6%-170%，平水年增幅为 0%-279%，枯水年增幅为 30%-432%，对输水通道河流水文情势影响较大。滇中引水二期工程补水后不会导致补水通道漫溢现象，也不会对补水通道两岸房屋建筑和耕地造成淹没。

5.2.1.3 对退水河流水文情势的影响

(1) 退水区退水方向概况

本工程共涉及丽江市、大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市、红河州 6 个州市，34 个受水小区，根据受水区所在区域水系情况，受水区退水去向如下：

丽江市只有 1 个受水小区，即永胜太平山受水小区，其退水主要通过达旦河退入金沙江。

大理州有 6 个受水小区，大理市退水通过黑惠江退入澜沧江；鹤庆黄坪退水通过落漏河退入金沙江；宾川牛井退水通过达旦河退入金沙江；祥云祥城退水通过渔泡江退入金沙江；巍山南诏退水通过西河退入红河（礼社江）；弥渡弥城退水通过毗雄河退入红河（礼社江）。

楚雄州有 9 个受水小区，大姚金碧及姚安栋川退水均通过渔泡江退入金沙江；南华龙川、楚雄鹿城、牟定共和及元谋元马均通过龙川江退入金沙江；武定近城退水通过普渡河退入金沙江；禄丰金山及双柏妥甸退水通过绿汁江退入红河。

昆明市有 6 个直接受水小区、2 个间接受水小区，富民永定、安宁连然、西山谷律退水通过普渡河退入金沙江；四城区退水通过西园隧道进入普渡河（螳螂川），最终退入金沙江；晋宁昆阳、呈贡龙城退水通过普渡河（螳螂川）退入金沙江，间接受水区官渡小哨、嵩明嵩阳退水通过牛栏江退入金沙江。

玉溪市有 5 个受水小区，玉溪红塔退水通过玉溪大河退入曲江，最终退入南盘江；江川大街退水通过入星云湖环湖截污工程最终退入南盘江；通海秀山通过杞麓湖出流改道隧洞退入曲江，最终退入南盘江；华宁宁州退水通过龙洞河退入曲江，最终退入南盘江；易门龙泉退水通过绿汁江退入红河。退水不涉及抚仙湖。

红河州有 5 个受水小区，异龙湖退水通过异龙湖退入泸江，最终退入南盘江；建水临安、个旧个旧、蒙自文澜、开远开远均通过泸江退入南盘江。

滇中引水对滇池、杞麓湖、异龙湖生态补水，滇池生态补水退水退入金沙江，杞麓湖、异龙湖生态补水退水退入南盘江。

受退水区退水方向概化图如图 5.2.1-1 所示。

（2）退水区退水过程

根据工程调水规模和水资源配置方案，工程用水分为城市生活用水、城镇生态、工业用水、农村生活用水以及灌溉用水，城镇生态用水无退水，报告按照城市生活、工业用水、农村生活以及灌溉 4 个方面来设定不同用水方式的退水量。

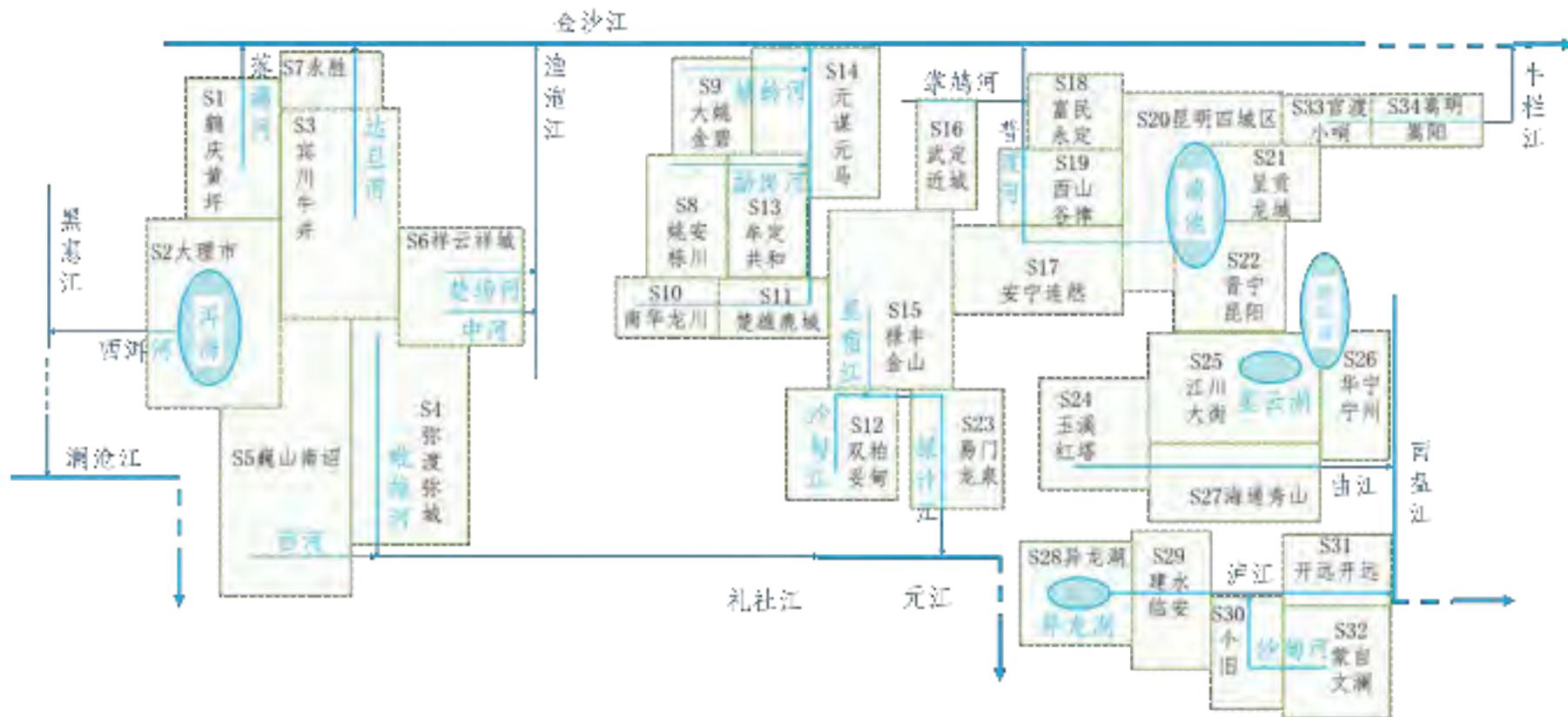


图 5.2.1-1 受退水区退水方向概化图

表 5.2.1-16 不同水平年各退水河流及流域内计算单元典型年退水过程统计表

流域	河流	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年退水量
金沙江流域	落漏河	现状年	63.3	72.5	90.5	138.3	175.5	105.3	26.3	34.2	20.9	49.0	62.4	65.0	903.1
		2030年	92.4	98.8	90.5	166.4	204.6	133.4	55.4	63.3	49.1	78.2	90.6	94.1	1216.7
		2040年	96.7	102.7	93.5	170.6	208.9	137.6	59.7	67.6	53.2	82.5	94.8	98.4	1266.3
	达旦河	现状年	180.4	131.3	220.6	259.5	398.5	333.0	120.6	111.9	91.5	82.3	91.3	140.4	2217.4
		2030年	327.9	239.4	235.3	474.4	730.0	609.8	217.6	201.6	164.7	147.0	164.4	254.2	3766.6
		2040年	339.6	250.2	255.1	485.8	741.7	621.2	229.3	213.2	176.1	158.7	175.7	265.9	3847.0
	渔泡江	现状年	101.9	72.2	113.8	110.8	158.6	88.7	74.0	62.9	50.9	82.5	60.1	94.0	1022.2
		2030年	204.0	126.0	201.7	233.6	371.8	168.3	121.4	88.6	56.3	146.5	83.5	180.8	1982.6
		2040年	213.2	134.3	194.0	242.5	381.1	177.3	130.7	97.9	65.3	155.7	92.5	190.0	2077.2
	龙川江	现状年	1103.1	969.5	1038.4	1067.5	1348.2	1075.9	1003.8	909.2	868.2	1065.2	1028.3	1250.1	12727.3
		2030年	1692.5	1497.0	1620.3	1581.1	2241.3	1611.2	1494.8	1414.8	1288.4	1581.3	1582.3	1845.5	19450.4
		2040年	1933.4	1716.9	1877.7	1816.3	2479.8	1846.0	1738.4	1659.1	1525.7	1824.2	1809.6	2085.5	22312.6
	普渡河	现状年	290.0	234.6	290.0	276.5	337.0	267.9	262.9	239.2	225.6	262.0	255.0	270.0	3210.8
		2030年	1164.2	1001.0	1160.7	1126.9	1241.7	1096.8	1106.1	1065.4	1023.5	1112.8	1089.1	1123.0	13311.2
		2040年	1626.7	1418.8	1623.3	1574.5	1704.2	1544.4	1568.6	1528.0	1471.1	1575.3	1519.3	1585.5	18739.5
小计	现状年	1738.7	1480.1	1753.3	1852.6	2417.8	1870.8	1487.6	1357.4	1257.1	1541	1497.1	1819.5	20080.8	
	2030年	3481	2962.2	3308.5	3582.4	4789.4	3619.5	2995.3	2833.7	2582	3065.8	3009.9	3497.6	39727.5	
	2040年	4209.6	3622.9	4043.6	4289.7	5515.7	4326.5	3726.7	3565.8	3291.4	3796.4	3691.9	4225.3	48242.6	
澜沧江流域	西洱河	现状年	542.5	429.0	595.9	587.6	761.1	517.0	474.7	438.9	392.2	489.0	412.5	532.6	6196.4
		2030年	466.6	403.7	485.4	499.2	588.9	540.4	433.0	428.1	404.9	411.5	404.8	444.1	5514.3
		2040年	528.9	460.0	563.2	559.5	651.2	600.7	495.3	490.4	465.2	473.8	465.1	506.4	6155.1
	小计	现状年	542.5	429.0	595.9	587.6	761.1	517.0	474.7	438.9	392.2	489.0	412.5	532.6	6196.4
		2030年	466.6	403.7	485.4	499.2	588.9	540.4	433.0	428.1	404.9	411.5	404.8	444.1	5514.3
		2040年	528.9	460.0	563.2	559.5	651.2	600.7	495.3	490.4	465.2	473.8	465.1	506.4	6155.1

流域	河流	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年退水量
红河 流域	礼社江	现状年	376.8	279.8	365.9	402.2	598.1	396.1	310.8	224.7	192.0	308.1	245.1	343.2	3972.7
		2030年	629.8	483.9	522.7	650.9	944.6	627.4	511.2	369.7	314.1	507.6	420.9	572.3	6555.2
		2040年	700.0	547.0	544.5	719.7	1018.0	696.1	581.2	438.8	380.4	577.0	487.7	642.3	7300.9
	绿汁江	现状年	474.4	440.8	498.2	395.5	768.7	459.6	352.4	361.5	314.4	408.4	404.8	488.1	5366.8
		2030年	671.6	587.1	649.7	573.9	870.4	722.5	555.7	498.5	479.8	556.5	498.7	653.7	7318.3
		2040年	782.2	686.6	760.7	681.0	979.4	828.4	666.4	610.0	587.5	667.8	606.5	764.2	8620.9
	小计	现状年	851.2	720.6	864.1	797.7	1366.8	855.7	663.2	586.2	506.4	716.5	649.9	831.3	9339.5
		2030年	1301.4	1071	1172.4	1224.8	1815	1349.9	1066.9	868.2	793.9	1064.1	919.6	1226	13873.5
		2040年	1482.2	1233.6	1305.2	1400.7	1997.4	1524.5	1247.6	1048.8	967.9	1244.8	1094.2	1406.5	15921.8
南盘江 流域	曲江	现状年	820.9	749.0	745.7	888.1	889.9	775.0	597.7	586.6	610.3	753.4	799.9	825.0	9041.5
		2030年	1306.3	1183.9	1194.2	1339.3	1353.7	1216.4	1027.2	1017.0	1032.1	1224.6	1263.1	1301.5	14459.3
		2040年	1658.6	1501.5	1554.0	1684.1	1713.5	1548.9	1370.8	1364.7	1381.3	1571.7	1598.9	1648.2	18596.1
	泸江	现状年	1111.5	1082.1	1182.1	1165.9	1485.8	1137.2	1026.8	960.2	923.2	1049.7	1048.4	1138.8	13311.6
		2030年	1755.7	1704.7	1697.1	1839.9	2289.2	1776.8	1631.9	1532.5	1469.6	1661.1	1656.1	1791.1	20802.3
		2040年	2080.9	1994.8	2024.2	2150.2	2599.1	2089.1	1960.2	1863.6	1790.4	1988.8	1971.8	2115.0	24695.4
	小计	现状年	1932.4	1831.1	1927.8	2054	2375.7	1912.2	1624.5	1546.8	1533.5	1803.1	1848.3	1963.8	22353.1
		2030年	3062	2888.6	2891.3	3179.2	3642.9	2993.2	2659.1	2549.5	2501.7	2885.7	2919.2	3092.6	35261.6
		2040年	3739.5	3496.3	3578.2	3834.3	4312.6	3638	3331	3228.3	3171.7	3560.5	3570.7	3763.2	43291.5
受水区退水河流 合计	现状年	5064.8	4460.8	5141.1	5291.9	6921.4	5155.7	4250	3929.3	3689.2	4549.6	4407.8	5147.2	57969.8	
	2030年	8311	7325.5	7857.6	8485.6	10836.2	8503	7154.3	6679.5	6282.5	7427.1	7253.5	8260.3	94376.9	
	2040年	9960.2	8812.8	9490.2	10084.2	12476.9	10089.7	8800.6	8333.3	7896.2	9075.5	8821.9	9901.4	117166	

(3) 退水区退水河流水文情势影响分析

工程涉及四个流域 11 条主要退水河流，具体包括长江流域的落漏河、达旦河、渔泡江、龙川江、普渡河、牛栏江（间接退水），澜沧江流域的西洱河（黑惠江支流），红河流域的礼社江和绿汁江，南盘江的曲江和绿江。与现状水平年相比，2030 年和 2040 年，二期工程调水将增加退水河流的退水量，叠加流域本地用水量的增减，将导致退水河流的水文情势发生变化。按照四个流域主要退水河流，结合受水小区与退水河流的路由关系，并参考国控和省控断面，选择典型断面对水文情势变化开展分析。

表 5.2.1-17 退水区退水河流水文情势影响分析典型断面

干流	一级支流	二级、三级支流	退水控制断面	断面性质	受水小区			
金沙江	落漏河	/	陈家庄大桥	省控断面	鹤庆黄坪			
	桑园河 (达旦河)		大惠庄	省控断面	宾川牛井			
					永胜太阳平山			
	渔泡江		地索村坡脚	朵腊河底	国控断面	祥云祥城		
						祥云祥城		
	龙川江		西观桥	国控断面	南华龙川			
					楚雄鹿城			
			蜻蜓河	江底河大桥	国控断面	牟定共和		
						元谋元马		
	螳螂川-普渡河	富民大桥	普渡河桥	国控断面	姚安栋川			
					鸣矣河	通仙桥	国控断面	安宁连然
					菜园河	木果甸村	国控断面	武定近城
	牛栏江		崔家庄	国控断面	嵩明嵩阳、官渡小哨			
南盘江	泸江		石桥	国控断面	石屏异龙湖			
					建水临安			
					蒙自文澜			
					开远开远			
	倘甸河	倘甸双河入泸江口	省控断面	个旧个旧				
				玉溪红塔				
曲江		永昌桥	国控断面	江川大街				
				通海秀山				
		九甸大桥	国控断面	华宁宁州				
		长虹桥	国控断面					

干流	一级支流	二级、三级支流	退水控制断面	断面性质	受水小区
红河 (礼社江)	礼社江		龙叔桥	国控断面	巍山南诏 弥渡弥城
			礼社江口	国控断面	
	绿汁江 (星宿江)		水文站	国控断面	禄丰金山
			绿汁江大桥	国控断面	双柏妥甸
			绿汁江口	国控断面	
		扒河	大谷厂水管所	国控断面	易门龙泉
澜沧江	黑惠江	西洱河	四级坝	国控断面	大理市
			徐村桥	国控断面	大理市

1) 金沙江流域退水河流水文情势影响分析

金沙江流域内退水河流有落漏河、桑园河、渔泡江、龙川江、普渡河 5 条退水河流。退水河流在工程建设前后各典型年流量过程详见表 5.2.1-18、表 5.2.1-19。

落漏河流域，工程退水以工业退水为主，工业退水主要集中在北衙工业园区和西邑镇。针对陈家庄大桥断面以平水年为例，由于本地用水增加，与现状相比全年各月流量有着不同程度的减少。2030 年流量年均变幅为 -21.07%，变化幅度为 -26.39%（9 月）至 -11.45%（4 月）；2040 年流量年均变幅 -21.01%，变化幅度为 -26.77%（9 月）至 -10.79%（4 月）。

达旦河流域，工程退水以农业供水为主，工业及城镇生活退水量较小，农业退水主要分布在大营片和金牛片。针对大惠庄断面以平水年为例，由于外调水退水量增加，与现状相比流量有着不同程度的增加。2030 年流量年均变幅为 59.64%，变化幅度为 30.07%（3 月）至 86.65%（6 月）；2040 年流量年均变幅 64.24%，变化幅度为 37.03%（3 月）至 90.02%（6 月）。

渔泡江流域，退水主要是祥城片的城镇生活退水和工业退水，以及下庄片的城镇生活退水和农业退水，禾米片无新增退水。以平水年为例，地索村坡脚断面和朵腊河底断面各月流量过程较现状略有减少。其中，地索村坡脚断面 2030 年流量年均变幅为 -4.82%，变化幅度为 -8.76%（9 月）至

1.82% (4月); 2040年流量年均变幅-4.72%, 变化幅度为-8.82% (9月)至2.41% (4月)。朵腊河底断面2030年流量年均变幅为-10.92%, 变化幅度为-15.61% (9月)至-3.43% (4月); 2040年流量年均变幅-10.95%, 变化幅度为-15.81% (9月)至-2.95% (4月)。

龙川江流域, 退水以城镇生活退水和农业退水为主。与现状相比流量有着不同程度的增加, 以平水年为例, 龙川西观桥断面, 与现状相比, 2030年流量年均变幅为1.91%, 变化幅度为-2.64% (1月)至9.52% (6月); 2040年流量年均变幅1.11%, 变化幅度为-3.98% (11月)至7.43% (6月); 黑井断面, 2030年流量年均变幅为15.18%, 变化幅度为2.82% (8月)至25.4% (3月); 2040年流量年均变幅17.72%, 变化幅度为-0.64% (8月)至34.04% (3月); 黄瓜园断面2030年流量年均变幅为10.11%, 变化幅度为-1.68% (8月)至20.58% (3月); 2040年流量年均变幅10.92%, 变化幅度为-6.17% (8月)至27.2% (3月)。

普渡河流域, 退水为城镇生活退水和工业退水。本工程引水后将使不同水平年的流量发生较大增幅: 2040年工程运行后丰水年、平水年和枯水年, 螳螂川富民大桥断面的年均流量增幅为15.9%、62.9%和48.4%, 以平水年变幅最大, 丰水年变幅最小。

表 5.2.1-18 工程建设前后金沙江流域退水河流各典型年流量过程 单位：m³/s

河流	断面	分类	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
落漏河	陈家庄大桥	现状年流量	丰水年	3.01	2.22	2.02	2.04	2.60	5.69	10.40	19.38	17.57	13.14	6.96	3.89	7.41	
			平水年	2.16	1.63	1.51	1.57	2.06	4.12	7.22	13.50	12.21	9.19	4.92	2.80	5.24	
			枯水年	1.03	0.83	0.81	0.87	1.12	1.92	3.05	5.62	5.05	3.89	2.19	1.32	2.31	
		引水后流量	2030年	丰水年	2.64	1.98	1.73	1.88	2.36	4.87	8.71	16.13	14.63	10.99	5.89	3.36	6.26
				平水年	1.75	1.36	1.19	1.39	1.79	3.20	5.38	9.94	8.99	6.83	3.74	2.21	3.98
				枯水年	0.63	0.57	0.50	0.70	0.86	1.05	1.28	2.20	1.95	1.63	1.06	0.76	1.10
			2040年	丰水年	2.64	1.99	1.74	1.89	2.37	4.86	8.69	16.08	14.58	10.96	5.88	3.36	6.25
				平水年	1.75	1.36	1.19	1.40	1.80	3.20	5.36	9.89	8.94	6.80	3.74	2.21	3.97
				枯水年	0.64	0.58	0.50	0.71	0.87	1.05	1.26	2.15	1.91	1.60	1.05	0.76	1.09
		变化率	2030年	丰水年	-12.37%	-10.79%	-14.47%	-7.67%	-9.18%	-14.54%	-16.17%	-16.77%	-16.76%	-16.39%	-15.39%	-13.64%	-13.68%
				平水年	-19.26%	-16.64%	-21.18%	-11.45%	-13.14%	-22.17%	-25.53%	-26.36%	-26.39%	-25.68%	-23.94%	-21.06%	-21.07%
				枯水年	-38.58%	-30.97%	-38.13%	-19.55%	-22.91%	-45.44%	-58.13%	-60.86%	-61.34%	-58.23%	-51.72%	-42.58%	-44.04%
			2040年	丰水年	-12.16%	-10.43%	-14.20%	-7.16%	-8.82%	-14.60%	-16.37%	-17.05%	-17.03%	-16.62%	-15.51%	-13.56%	-13.62%
				平水年	-18.96%	-16.16%	-20.81%	-10.79%	-12.69%	-22.25%	-25.82%	-26.75%	-26.77%	-26.01%	-24.11%	-20.94%	-21.01%
				枯水年	-37.96%	-30.02%	-37.45%	-18.34%	-22.09%	-45.62%	-58.80%	-61.80%	-62.27%	-59.01%	-52.11%	-42.33%	-43.98%
达旦河	大惠庄	现状年流量	丰水年	1.85	1.32	1.61	2.05	3.30	3.06	4.52	8.21	7.92	5.92	3.26	2.10	3.75	
			平水年	1.31	0.94	1.25	1.56	2.48	2.24	2.65	4.64	4.44	3.35	1.92	1.38	2.34	
			枯水年	0.84	0.62	0.87	1.04	1.60	1.42	1.33	2.15	2.04	1.57	0.98	0.82	1.27	
		引水后流量	2030年	丰水年	2.73	1.99	1.97	3.11	4.97	5.08	6.32	10.59	10.12	7.75	4.32	2.95	5.14
				平水年	2.20	1.62	1.63	2.63	4.05	4.17	4.23	6.91	6.60	5.21	2.92	2.23	3.69
				枯水年	1.56	1.17	1.18	1.89	2.84	2.74	2.57	3.99	3.80	3.00	1.80	1.52	2.33
			2040年	丰水年	2.80	2.04	2.06	3.17	5.05	5.16	6.44	10.77	10.31	7.90	4.42	3.02	5.24
				平水年	2.26	1.67	1.72	2.69	4.13	4.25	4.35	7.09	6.79	5.36	3.01	2.30	3.79
				枯水年	1.62	1.22	1.27	1.95	2.91	2.81	2.69	4.18	3.98	3.15	1.89	1.60	2.43
		变化率	2030年	丰水年	47.60%	50.80%	22.04%	51.61%	50.78%	65.97%	39.70%	28.93%	27.85%	30.80%	32.53%	40.52%	40.76%
				平水年	67.31%	72.67%	30.07%	68.83%	63.37%	86.65%	59.26%	48.92%	48.62%	55.72%	52.08%	62.22%	59.64%
				枯水年	85.24%	89.44%	36.71%	81.11%	76.97%	93.22%	93.86%	85.73%	86.37%	91.05%	83.14%	86.50%	82.44%
			2040年	丰水年	51.04%	54.90%	27.45%	54.59%	53.10%	68.42%	42.32%	31.23%	30.17%	33.29%	35.46%	43.91%	43.82%
				平水年	72.17%	78.44%	37.03%	72.75%	66.44%	90.02%	63.71%	52.99%	52.75%	60.13%	57.06%	67.39%	64.24%
				枯水年	92.83%	98.22%	46.78%	86.99%	81.73%	98.54%	102.80%	94.55%	95.41%	100.48%	92.90%	95.23%	90.54%

河流	断面	分类	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
渔泡江	地索村坡脚	现状年流量	丰水年	6.08	4.84	4.62	4.44	7.90	15.68	25.31	35.10	27.71	19.83	10.91	7.44	14.14	
			平水年	4.38	3.48	3.36	3.23	5.70	11.13	17.91	24.81	19.59	14.06	7.75	5.33	10.05	
			枯水年	2.08	1.65	1.63	1.57	2.72	5.10	8.13	11.22	8.87	6.41	3.56	2.50	4.62	
		引水后流量	2030年	丰水年	5.99	4.70	4.55	4.51	7.99	14.94	23.89	33.02	26.04	18.79	10.32	7.23	13.49
				平水年	4.28	3.33	3.27	3.29	5.78	10.37	16.46	22.68	17.88	12.99	7.14	5.10	9.37
				枯水年	2.00	1.54	1.56	1.62	2.78	4.52	7.03	9.60	7.56	5.60	3.10	2.33	4.10
		2040年	丰水年	6.01	4.72	4.52	4.53	8.00	14.94	23.88	33.00	26.03	18.79	10.33	7.24	13.49	
			平水年	4.30	3.34	3.24	3.31	5.80	10.38	16.45	22.66	17.86	12.99	7.15	5.12	9.37	
			枯水年	2.02	1.55	1.54	1.63	2.79	4.52	7.02	9.58	7.55	5.60	3.11	2.35	4.10	
		变化率	2030年	丰水年	-1.40%	-2.81%	-1.58%	1.55%	1.15%	-4.70%	-5.59%	-5.92%	-6.04%	-5.21%	-5.40%	-2.81%	-3.23%
				平水年	-2.26%	-4.33%	-2.61%	1.82%	1.47%	-6.84%	-8.11%	-8.57%	-8.76%	-7.57%	-7.90%	-4.22%	-4.82%
				枯水年	-3.64%	-6.93%	-4.08%	2.80%	2.27%	-11.37%	-13.58%	-14.41%	-14.71%	-12.63%	-13.06%	-6.85%	-8.02%
	2040年		丰水年	-1.11%	-2.47%	-2.18%	1.98%	1.35%	-4.68%	-5.63%	-5.98%	-6.08%	-5.22%	-5.30%	-2.60%	-3.16%	
			平水年	-1.86%	-3.85%	-3.43%	2.41%	1.74%	-6.81%	-8.15%	-8.65%	-8.82%	-7.57%	-7.77%	-3.93%	-4.72%	
			枯水年	-2.79%	-5.91%	-5.77%	4.01%	2.84%	-11.29%	-13.69%	-14.60%	-14.85%	-12.64%	-12.78%	-6.22%	-7.81%	
	朵腊河底	现状年流量	丰水年	8.22	6.53	6.26	6.02	10.70	21.13	34.07	47.24	37.30	26.70	14.69	10.04	19.06	
			平水年	5.82	4.62	4.48	4.32	7.62	14.75	23.70	32.80	25.90	18.60	10.26	7.08	13.32	
			枯水年	2.68	2.12	2.12	2.04	3.52	6.50	10.33	14.23	11.25	8.15	4.53	3.21	5.88	
引水后流量		2030年	丰水年	7.76	6.07	5.97	5.89	10.41	19.19	30.62	42.28	33.33	24.11	13.23	9.33	17.33	
			平水年	5.35	4.14	4.18	4.17	7.32	12.77	20.18	27.75	21.86	15.96	8.76	6.34	11.55	
			枯水年	2.32	1.75	1.89	1.93	3.29	5.00	7.65	10.39	8.17	6.14	3.40	2.65	4.54	
2040年		丰水年	7.78	6.08	5.93	5.91	10.43	19.18	30.58	42.21	33.28	24.08	13.23	9.34	17.32		
		平水年	5.37	4.15	4.14	4.19	7.33	12.76	20.13	27.68	21.81	15.93	8.76	6.36	11.54		
		枯水年	2.34	1.77	1.84	1.95	3.30	4.98	7.61	10.32	8.12	6.11	3.40	2.66	4.53		
变化率		2030年	丰水年	-5.51%	-7.09%	-4.62%	-2.27%	-2.68%	-9.15%	-10.13%	-10.49%	-10.63%	-9.71%	-9.93%	-7.06%	-7.44%	
			平水年	-8.08%	-10.44%	-6.82%	-3.43%	-3.89%	-13.39%	-14.86%	-15.40%	-15.61%	-14.23%	-14.59%	-10.34%	-10.92%	
			枯水年	-13.37%	-17.27%	-10.97%	-5.56%	-6.48%	-23.12%	-25.93%	-26.99%	-27.34%	-24.71%	-25.08%	-17.35%	-18.68%	
	2040年	丰水年	-5.30%	-6.83%	-5.31%	-1.92%	-2.57%	-9.22%	-10.26%	-10.65%	-10.77%	-9.81%	-9.93%	-6.94%	-7.46%		
平水年		-7.79%	-10.07%	-7.77%	-2.95%	-3.74%	-13.49%	-15.04%	-15.62%	-15.81%	-14.37%	-14.58%	-10.16%	-10.95%			

河流	断面	分类	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
龙川江	西观桥	现状年流量	枯水年	-12.74%	-16.46%	-12.99%	-4.53%	-6.16%	-23.35%	-26.35%	-27.52%	-27.81%	-25.04%	-25.08%	-16.96%	-18.75%	
			丰水年	6.52	5.39	5.21	4.91	7.46	14.37	20.55	27.36	22.32	17.06	9.40	7.46	12.33	
			平水年	4.65	3.90	3.96	3.80	5.45	9.57	12.85	16.45	13.63	10.97	6.02	5.15	8.03	
			枯水年	2.86	2.48	2.75	2.69	3.34	4.96	5.38	5.76	5.24	5.10	2.77	2.94	3.86	
		引水后流量	2030年	丰水年	6.30	5.32	5.19	4.95	8.11	15.34	21.03	27.50	22.56	17.75	9.18	7.30	12.54
				平水年	4.53	3.91	3.97	3.73	5.77	10.48	13.38	16.52	13.89	11.72	5.90	5.15	8.24
				枯水年	2.86	2.55	2.83	2.68	3.89	6.40	6.62	6.96	6.33	6.40	2.95	3.10	4.47
			2040年	丰水年	6.36	5.38	5.29	5.05	8.13	15.14	20.59	26.78	22.04	17.45	9.06	7.32	12.38
				平水年	4.58	3.97	4.08	3.83	5.79	10.28	12.94	15.80	13.36	11.42	5.78	5.17	8.08
				枯水年	2.92	2.62	2.93	2.78	3.91	6.21	6.19	6.25	5.81	6.11	2.83	3.12	4.31
		变化率	2030年	丰水年	-3.39%	-1.32%	-0.37%	0.90%	8.63%	6.70%	2.35%	0.50%	1.10%	4.07%	-2.40%	-2.15%	1.22%
				平水年	-2.64%	0.30%	0.29%	-1.89%	5.94%	9.52%	4.17%	0.39%	1.89%	6.87%	-2.02%	0.04%	1.91%
	枯水年			-0.03%	2.90%	2.76%	-0.19%	16.42%	29.08%	23.17%	20.80%	20.84%	25.49%	6.38%	5.45%	12.76%	
	2040年		丰水年	-2.55%	-0.11%	1.62%	2.94%	8.94%	5.30%	0.19%	-2.11%	-1.26%	2.30%	-3.67%	-1.89%	0.81%	
			平水年	-1.46%	1.98%	2.92%	0.76%	6.37%	7.43%	0.72%	-3.95%	-1.97%	4.12%	-3.98%	0.42%	1.11%	
			枯水年	1.94%	5.58%	6.58%	3.58%	17.17%	25.11%	15.04%	8.54%	10.93%	19.67%	2.21%	6.17%	10.21%	
	黑井	现状年流量	丰水年	9.19	7.56	7.14	6.72	10.68	20.58	30.17	40.80	33.01	24.70	13.77	10.65	17.91	
			平水年	6.28	5.24	5.20	4.99	7.52	13.12	18.21	23.81	19.49	15.22	8.51	7.04	11.21	
			枯水年	3.51	3.04	3.33	3.27	4.23	5.95	6.55	7.17	6.43	6.11	3.46	3.64	4.72	
		引水后流量	2030年	丰水年	10.26	8.65	8.44	8.04	12.50	22.58	31.46	41.49	33.97	26.34	14.67	11.75	18.00
				平水年	7.44	6.42	6.53	6.21	9.02	15.07	19.60	24.49	20.49	16.95	9.51	8.30	11.27
				枯水年	4.91	4.37	4.80	4.64	6.12	8.70	9.10	9.62	8.76	8.73	4.95	5.18	5.48
			2040年	丰水年	10.63	9.02	8.88	8.47	12.82	22.54	31.06	40.67	33.43	26.16	14.78	12.06	19.20
				平水年	7.81	6.78	6.97	6.64	9.34	15.03	19.20	23.66	19.96	16.77	9.63	8.62	12.53
枯水年				5.29	4.74	5.25	5.07	6.44	8.66	8.70	8.80	8.23	8.55	5.08	5.50	6.69	
变化率		2030年	丰水年	11.62%	14.52%	18.09%	19.56%	17.02%	9.70%	4.29%	1.71%	2.89%	6.66%	6.52%	10.34%	10.24%	
			平水年	18.52%	22.47%	25.40%	24.28%	20.03%	14.82%	7.65%	2.82%	5.15%	11.33%	11.85%	17.89%	15.18%	
			枯水年	40.00%	44.01%	44.39%	41.79%	44.52%	46.25%	38.94%	34.14%	36.28%	42.80%	42.98%	42.15%	41.52%	
2040年	丰水年	15.64%	19.30%	24.36%	26.06%	20.01%	9.52%	2.96%	-0.31%	1.26%	5.93%	7.37%	13.29%	12.12%			

河流	断面	分类	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
黄瓜园			水平年	24.44%	29.40%	34.04%	32.98%	24.25%	14.54%	5.44%	-0.64%	2.39%	10.15%	13.24%	22.38%	17.72%	
			枯水年	50.64%	56.00%	57.92%	55.05%	52.04%	45.70%	32.90%	22.81%	28.04%	39.93%	46.51%	50.88%	44.87%	
		现状年流量	丰水年	16.03	13.22	11.97	11.50	18.53	36.07	54.36	74.65	59.91	44.10	25.05	18.59	31.98	
			平水年	10.03	8.36	7.99	7.62	12.31	21.81	31.51	42.21	34.15	26.00	14.98	11.89	19.06	
			枯水年	5.17	4.50	4.94	4.77	6.03	8.32	9.42	10.73	9.45	9.00	5.80	5.67	6.98	
		引水后流量	2030年	丰水年	17.42	14.47	13.51	13.02	20.75	37.59	54.82	73.92	59.73	45.10	25.94	20.13	31.84
				平水年	11.71	9.87	9.63	9.09	14.14	23.29	32.01	41.50	34.05	27.11	16.03	13.55	18.93
				枯水年	7.39	6.43	6.85	6.47	8.27	11.35	12.22	13.22	11.87	11.75	7.72	8.05	8.12
			2040年	丰水年	17.79	14.86	14.04	13.53	21.03	37.20	53.73	72.02	58.38	44.42	25.88	20.40	32.76
				平水年	12.09	10.26	10.16	9.60	14.42	22.90	30.92	39.60	32.71	26.44	15.97	13.82	19.90
				枯水年	7.77	6.82	7.38	6.98	8.56	10.97	11.14	11.35	10.55	11.09	7.67	8.33	9.05
		变化率	2030年	丰水年	8.66%	9.50%	12.91%	13.20%	11.97%	4.21%	0.84%	-0.97%	-0.30%	2.26%	3.55%	8.31%	6.18%
				平水年	16.75%	18.10%	20.58%	19.30%	14.91%	6.77%	1.60%	-1.68%	-0.27%	4.26%	7.02%	13.95%	10.11%
				枯水年	43.13%	42.77%	38.69%	35.70%	37.14%	36.47%	29.64%	23.23%	25.61%	30.55%	33.05%	42.02%	34.83%
			2040年	丰水年	10.99%	12.46%	17.31%	17.65%	13.50%	3.14%	-1.17%	-3.51%	-2.54%	0.72%	3.32%	9.73%	6.80%
				平水年	20.51%	22.80%	27.20%	26.00%	17.20%	5.02%	-1.88%	-6.17%	-4.20%	1.67%	6.66%	16.21%	10.92%
				枯水年	50.45%	51.52%	49.42%	46.39%	41.87%	31.96%	18.18%	5.77%	11.58%	23.19%	32.23%	46.79%	34.11%
		蜻蛉河	河大桥	现状年流量	丰水年	9.98	7.90	6.72	6.70	11.98	24.99	40.32	56.76	44.81	31.76	17.80	12.41
平水年	5.45				4.43	3.85	4.09	6.30	12.38	19.79	27.54	21.81	15.68	9.00	6.61	11.40	
枯水年	2.70				2.20	1.94	1.99	2.93	4.88	7.81	10.68	8.44	6.48	3.81	3.13	4.75	
引水后流量	2030年			丰水年	9.72	7.79	6.91	6.82	12.24	23.44	37.30	52.24	41.29	29.56	16.73	11.88	21.32
				平水年	5.08	4.25	4.00	4.17	6.60	10.64	16.31	22.50	17.81	13.18	7.78	5.91	9.85
				枯水年	2.55	2.22	2.24	2.26	3.60	4.31	6.41	8.05	6.43	5.62	3.21	3.11	4.17
	2040年			丰水年	9.77	7.84	7.03	6.88	12.27	23.41	37.20	52.05	41.16	29.49	16.74	11.92	21.30
				平水年	5.13	4.30	4.12	4.23	6.63	10.61	16.20	22.31	17.68	13.11	7.79	5.95	9.83
				枯水年	2.59	2.27	2.36	2.32	3.62	4.27	6.30	7.84	6.29	5.55	3.22	3.15	4.15
变化率	2030年			丰水年	-2.54%	-1.38%	2.81%	1.72%	2.19%	-6.20%	-7.48%	-7.96%	-7.85%	-6.92%	-6.01%	-4.24%	-3.66%
				平水年	-6.72%	-4.07%	3.98%	1.88%	4.84%	-14.07%	-17.58%	-18.30%	-18.36%	-15.97%	-13.56%	-10.48%	-9.03%
				枯水年	-5.55%	0.97%	15.42%	13.45%	22.74%	-11.66%	-17.84%	-24.63%	-23.79%	-13.32%	-15.66%	-0.61%	-5.04%
2040年	丰水年			-2.08%	-0.75%	4.56%	2.63%	2.45%	-6.33%	-7.75%	-8.30%	-8.14%	-7.12%	-5.96%	-3.96%	-3.40%	

河流	断面	分类	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
			平水年	-5.87%	-2.94%	7.05%	3.37%	5.28%	-14.33%	-18.11%	-19.00%	-18.96%	-16.38%	-13.46%	-9.95%	-8.61%
			枯水年	-3.84%	3.21%	21.51%	16.53%	23.65%	-12.45%	-19.34%	-26.55%	-25.47%	-14.40%	-15.51%	0.48%	-4.35%

表 5.2.1-19 预测年螳螂川（普渡河）主要断面的水文情势变化

断面		典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
中滩闸 门	现状流量 (牛栏江补水前)	丰水年	10.10	9.27	8.44	9.35	19.30	30.50	128.00	166.00	80.90	112.00	31.30	18.90	52.0
		平水年	10.70	9.84	4.62	4.65	2.92	11.30	16.40	58.90	88.90	46.10	24.70	22.60	25.1
		枯水年	4.28	3.86	2.02	2.43	5.25	4.04	16.70	16.40	27.10	13.30	7.95	5.39	9.1
	滇池出水量 和退水量之和	丰水年	20.96	14.30	10.99	20.08	31.05	81.55	87.32	67.69	85.33	33.00	9.96	41.67	42.0
		平水年	33.75	28.24	23.51	22.42	43.59	39.50	88.11	58.70	55.35	27.01	5.54	42.64	39.0
		枯水年	17.75	9.51	2.79	3.02	11.28	34.74	43.84	63.03	44.30	5.18	2.50	27.07	22.1
	变化率	丰水年	107.5%	54.2%	30.2%	114.7%	60.9%	167.4%	-31.8%	-59.2%	5.5%	-70.5%	-68.2%	120.5%	35.9%
		平水年	215.4%	187.0%	408.9%	382.2%	1392.9%	249.6%	437.3%	-0.3%	-37.7%	-41.4%	-77.6%	88.7%	267.1%
		枯水年	314.7%	146.3%	38.2%	24.4%	114.9%	759.8%	162.5%	284.3%	63.5%	-61.1%	-68.6%	402.3%	181.8%
安宁大 桥	现状流量 (牛栏江补水前)	丰水年	32.76	31.15	28.52	29.91	42.40	61.10	175.76	207.82	131.06	154.13	57.60	42.99	82.9
		平水年	32.15	30.59	24.04	24.33	23.76	36.07	39.23	100.72	125.65	74.40	47.53	45.53	50.3
		枯水年	23.72	16.65	10.97	11.23	20.17	28.55	41.81	43.78	50.64	38.74	30.26	26.25	28.6
	滇池出水量 和退水量之和	丰水年	47.73	40.29	35.18	44.75	58.26	116.27	139.19	113.63	139.60	79.23	40.37	69.88	77.0
		平水年	59.31	53.11	47.05	46.22	68.55	68.38	115.05	104.63	96.21	59.42	32.48	69.69	68.3
		枯水年	41.30	26.41	15.85	15.94	30.32	63.35	73.06	94.52	71.95	34.73	28.92	52.04	45.7
	变化率	丰水年	45.7%	29.3%	23.4%	49.6%	37.4%	90.3%	-20.8%	-45.3%	6.5%	-48.6%	-29.9%	62.5%	16.7%
		平水年	84.5%	73.6%	95.7%	89.9%	188.5%	89.6%	193.3%	3.9%	-23.4%	-20.1%	-31.7%	53.1%	66.4%
		枯水年	74.1%	58.6%	44.5%	41.9%	50.3%	121.9%	74.8%	115.9%	42.1%	-10.4%	-4.4%	98.3%	59.0%
富民大 桥	现状流量 (牛栏江补水前)	丰水年	33.68	31.84	28.88	32.01	44.42	63.16	179.87	214.10	136.40	158.29	59.24	44.41	85.5
		平水年	32.54	30.93	24.23	26.19	25.92	38.18	40.92	103.74	127.94	76.21	48.64	46.32	51.8
		枯水年	24.84	17.71	11.70	13.45	22.30	30.26	49.24	49.66	53.61	42.71	32.03	27.54	31.3
	滇池出水量 和退水量之和	丰水年	48.74	41.10	35.78	45.46	59.54	118.87	145.46	118.59	146.52	84.48	42.17	71.23	79.8
		平水年	60.06	53.68	47.51	46.74	69.33	69.68	116.91	109.66	100.14	61.57	33.53	70.80	70.0
		枯水年	41.60	26.68	16.22	16.29	31.04	64.64	74.23	96.30	72.90	36.25	29.90	52.69	46.6

断面		典型年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
	变化率	丰水年	44.7%	29.1%	23.9%	42.0%	34.1%	88.2%	-19.1%	-44.6%	7.4%	-46.6%	-28.8%	60.4%	15.9%
		平水年	84.6%	73.6%	96.1%	78.5%	167.5%	82.5%	185.7%	5.7%	-21.7%	-19.2%	-31.1%	52.9%	62.9%
		枯水年	67.5%	50.7%	38.7%	21.1%	39.2%	113.6%	50.8%	93.9%	36.0%	-15.1%	-6.7%	91.3%	48.4%
普渡河 桥	现状流量 (牛栏江 补水前)	丰水年	34.62	32.73	29.53	32.47	45.07	63.97	186.71	219.31	138.89	161.71	60.67	45.48	87.6
		平水年	33.27	31.42	24.63	26.49	26.24	38.99	41.86	105.72	130.50	79.14	50.07	47.18	53.0
		枯水年	25.07	17.89	11.81	13.58	22.36	30.84	50.76	50.31	54.82	43.67	32.53	27.92	31.8
	滇池出水量 和退水量之和	丰水年	49.77	42.09	37.30	46.79	61.08	119.80	152.42	123.92	149.13	88.02	43.69	72.40	82.2
		平水年	60.88	54.27	48.78	47.91	70.54	70.61	117.97	111.76	102.82	64.62	35.05	71.76	71.4
		枯水年	41.93	26.96	17.20	17.29	31.99	65.34	75.87	97.07	74.23	37.33	30.49	53.17	47.4
	变化率	丰水年	43.8%	28.6%	26.3%	44.1%	35.6%	87.3%	-18.4%	-43.5%	7.4%	-45.6%	-28.0%	59.2%	16.4%
		平水年	83.0%	72.7%	98.1%	80.9%	168.9%	81.1%	181.8%	5.7%	-21.2%	-18.4%	-30.0%	52.1%	62.9%
		枯水年	67.2%	50.7%	45.7%	27.3%	43.1%	111.8%	49.5%	92.9%	35.4%	-14.5%	-6.3%	90.4%	49.4%

2) 澜沧江流域退水河流水文情势影响分析

黑惠江为澜沧江一级支流，工程受水区环洱海分布，废污水经环湖截污工程经西洱河入黑惠江。

西洱河流域，退水为城镇生活退水和工业退水。本工程引水后，与现状相比流量变化不大。以平水年为例，西洱河四级坝断面，与现状相比，2030年流量年均变幅为-2.71%，变化幅度为-11.53%（10月）至0.77%（6月）；2040年流量年均变幅1.01%，变化幅度为-3.63%（12月）至9.18%（11月）。

3) 红河流域退水河流水文情势影响分析

红河流域内退水河流有礼社江江、绿汁江2条退水河流。

礼社江为元江上游段，退水主要来自于城镇生活和农业面源。本工程引水后与现状相比流量变化不大，以平水年为例，礼社江龙树桥断面，与现状相比2030年流量年均变幅为0.71%，变化幅度为-3.58%（9月）至5.12%（2月）；2040年流量年均变幅1.16%，变化幅度为-4.12%（9月）至7.07%（2月）。

表 5.2.1-20 工程建设前后各典型年西洱河流量过程 单位：m³/s

河流	断面	分类		水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
				丰水年	平水年	枯水年												
西洱河	四级坝	现状年流量		丰水年	40.84	18.80	31.26	82.44	61.84	18.89	16.89	13.80	10.65	3.09	2.65	3.28	25.38	
				平水年	23.90	11.30	18.60	47.40	36.10	11.50	10.30	8.50	6.65	2.56	2.18	2.74	15.14	
				枯水年	12.07	4.17	7.09	5.53	6.63	2.57	5.27	4.96	6.23	4.23	3.28	3.18	5.43	
		引水后流量		2030年	丰水年	40.56	18.70	30.85	82.11	61.20	18.97	16.73	13.76	10.70	2.81	2.62	2.95	25.17
					平水年	23.61	11.20	18.18	47.06	35.44	11.59	10.14	8.46	6.70	2.26	2.15	2.40	14.93
					枯水年	11.84	4.09	6.75	5.26	6.09	2.63	5.15	4.92	6.27	4.00	3.26	2.92	5.26
				2040年	丰水年	40.79	18.92	31.15	82.34	61.44	19.20	16.97	14.00	10.93	3.04	2.85	3.19	25.41
					平水年	23.85	11.42	18.48	47.29	35.68	11.82	10.38	8.70	6.93	2.50	2.38	2.64	15.17
					枯水年	12.07	4.30	7.04	5.48	6.33	2.86	5.39	5.16	6.50	4.24	3.49	3.15	5.50
		变化率		2030年	丰水年	-0.69%	-0.50%	-1.32%	-0.40%	-1.04%	0.45%	-0.92%	-0.29%	0.44%	-9.29%	-1.07%	-10.01%	-2.05%
					平水年	-1.21%	-0.85%	-2.26%	-0.71%	-1.82%	0.77%	-1.54%	-0.48%	0.73%	-11.53%	-1.35%	-12.29%	-2.71%
					枯水年	-1.92%	-1.85%	-4.81%	-4.97%	-8.08%	2.15%	-2.36%	-0.63%	0.65%	-5.42%	-0.64%	-8.37%	-3.02%
				2040年	丰水年	-0.11%	0.64%	-0.37%	-0.12%	-0.65%	1.67%	0.49%	1.43%	2.60%	-1.63%	7.59%	-2.79%	0.73%
					平水年	-0.22%	1.05%	-0.67%	-0.23%	-1.16%	2.77%	0.76%	2.31%	4.18%	-2.27%	9.18%	-3.63%	1.01%
					枯水年	0.05%	3.30%	-0.63%	-0.82%	-4.51%	11.08%	2.14%	4.16%	4.33%	0.18%	6.37%	-0.91%	2.06%

绿汁江为元江支流，退水主要来自于城镇生活和农业面源。以平水年为例，星宿江水文站断面，与现状相比，2030年流量年均变幅为3.78%，变化幅度为0.06%（8月）至10.98%（4月）；2040年流量年均变幅5.61%，变化幅度为0.39%（8月）至15.11%（4月）。绿汁江大桥断面，与现状相比，2030年流量年均变幅为1.79%，变化幅度为-0.30%（8月）至6.59%（4月）；2040年流量年均变幅3.01%，变化幅度为-0.10%（8月）至9.43%（4月）。绿汁江口断面，与现状相比，2030年流量年均变幅为2.30%，变化幅度为-0.25%（8月）至6.86%（4月）；2040年流量年均变幅4.24%，变化幅度为0.09%（8月）至11.31%（4月）。扒河大谷厂水管所断面，与现状相比，2030年流量年均变幅为0.54%，变化幅度为-7.70%（8月）至10.10%（3月）；2040年流量年均变幅8.63%，变化幅度为-4.96%（8月）至24.58%（4月）。

表 5.2.1-21 工程建设前后红河流域退水河流各典型年流量过程 单位：m³/s

河流	断面	分类	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
礼社江	龙树桥	现状年流量	丰水年	15.97	11.30	11.27	15.06	24.87	24.29	51.10	96.35	93.46	69.99	36.76	20.81	39.08	
			平水年	12.34	8.74	8.82	11.65	19.15	18.38	38.30	71.71	69.61	52.26	27.53	15.78	29.38	
			枯水年	7.13	5.08	5.17	6.69	10.83	10.24	20.82	38.34	37.09	28.15	14.98	8.93	16.05	
		引水后流量	2030年	丰水年	16.41	11.70	11.58	15.54	25.43	24.50	50.32	93.95	91.04	68.63	36.35	21.12	38.70
				平水年	12.83	9.18	9.09	12.16	19.74	18.53	37.46	69.22	67.12	50.82	27.06	16.03	28.97
				枯水年	7.68	5.58	5.55	7.22	11.48	10.60	20.40	36.71	35.49	27.36	14.86	9.34	15.95
			2040年	丰水年	16.57	11.87	11.59	15.71	25.55	24.61	50.24	93.56	90.65	68.43	36.36	21.25	38.69
				平水年	13.00	9.35	9.11	12.33	19.87	18.64	37.39	68.83	66.74	50.62	27.07	16.16	28.96
				枯水年	7.85	5.75	5.56	7.39	11.60	10.71	20.33	36.33	35.12	27.16	14.87	9.47	15.94
		变化率	2030年	丰水年	2.72%	3.51%	2.75%	3.22%	2.26%	0.87%	-1.53%	-2.49%	-2.60%	-1.93%	-1.11%	1.49%	0.59%
				平水年	4.01%	5.12%	3.16%	4.39%	3.10%	0.85%	-2.17%	-3.48%	-3.58%	-2.75%	-1.72%	1.59%	0.71%
				枯水年	7.64%	9.73%	7.41%	7.98%	6.00%	3.56%	-1.98%	-4.25%	-4.31%	-2.80%	-0.80%	4.59%	2.73%
			2040年	丰水年	3.76%	5.00%	2.89%	4.33%	2.76%	1.30%	-1.68%	-2.90%	-3.01%	-2.23%	-1.09%	2.13%	0.94%
				平水年	5.37%	7.07%	3.33%	5.85%	3.76%	1.44%	-2.36%	-4.01%	-4.12%	-3.13%	-1.68%	2.44%	1.16%
				枯水年	9.98%	13.06%	7.71%	10.49%	7.13%	4.60%	-2.32%	-5.24%	-5.31%	-3.51%	-0.72%	6.09%	3.50%
绿汁江	水文站	现状年流量	丰水年	6.87	4.93	4.83	4.12	8.88	17.40	33.96	49.92	32.13	22.11	13.49	8.07	17.23	
			平水年	4.93	3.61	3.51	2.98	6.39	12.17	23.69	34.70	22.36	15.52	9.53	5.86	12.11	
			枯水年	2.31	1.73	1.75	1.53	3.23	5.55	10.06	14.46	9.39	6.69	4.20	2.77	5.31	
		引水后流量	2030年	丰水年	7.39	5.30	5.10	4.28	8.75	17.92	34.27	50.14	32.50	22.41	13.80	8.56	17.54
				平水年	5.30	3.85	3.75	3.31	6.54	12.63	23.92	34.72	22.52	15.60	9.63	6.08	12.33
				枯水年	2.66	2.03	2.03	1.96	3.41	5.55	9.61	13.56	9.00	6.49	4.09	2.96	5.28
			2040年	丰水年	7.52	5.42	5.23	4.41	8.87	18.04	34.39	50.25	32.62	22.53	13.93	8.68	17.67
				平水年	5.43	3.96	3.88	3.43	6.66	12.75	24.04	34.83	22.63	15.73	9.76	6.21	12.45
				枯水年	2.79	2.14	2.16	2.08	3.52	5.66	9.72	13.67	9.11	6.61	4.21	3.08	5.40
		变化率	2030年	丰水年	7.56%	7.52%	5.72%	3.99%	-1.47%	3.00%	0.90%	0.44%	1.15%	1.35%	2.34%	6.00%	3.21%
				平水年	7.46%	6.59%	6.87%	10.98%	2.40%	3.78%	0.98%	0.06%	0.69%	0.54%	1.12%	3.90%	3.78%
				枯水年	15.28%	17.04%	15.90%	27.80%	5.67%	0.04%	-4.43%	-6.26%	-4.21%	-3.01%	-2.59%	6.62%	5.65%
			2040年	丰水年	9.41%	9.82%	8.39%	7.03%	-0.05%	3.68%	1.26%	0.67%	1.51%	1.91%	3.24%	7.57%	4.54%
				平水年	10.03%	9.72%	10.53%	15.11%	4.33%	4.73%	1.48%	0.39%	1.21%	1.33%	2.40%	6.05%	5.61%
				枯水年	20.57%	23.36%	23.00%	35.49%	9.25%	2.02%	-3.31%	-5.51%	-3.04%	-1.25%	0.25%	11.02%	9.32%

河流	断面	分类	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
绿汁江大桥	现状年流量	丰水年	15.40	10.96	10.63	9.01	19.48	39.23	77.08	113.36	72.91	49.94	30.48	18.00	38.89		
			平水年	11.00	7.93	7.69	6.50	14.04	27.45	53.64	78.76	50.67	34.88	21.42	12.88	27.25	
			枯水年	5.03	3.71	3.68	3.17	6.67	12.12	22.50	32.57	21.11	14.81	9.32	5.94	11.72	
		引水后流量	2030年	丰水年	16.11	11.46	10.99	9.23	19.18	40.07	77.58	113.79	73.53	50.48	30.89	18.74	39.36
				平水年	11.41	8.19	7.93	6.93	14.02	28.00	53.85	78.52	50.75	34.97	21.43	13.18	27.44
				枯水年	5.34	3.99	3.95	3.74	6.77	11.78	21.16	30.24	19.87	14.10	8.76	6.00	11.31
			2040年	丰水年	16.30	11.63	11.18	9.41	19.36	40.24	77.75	113.95	73.70	50.66	31.07	18.92	39.54
				平水年	11.59	8.36	8.12	7.11	14.20	28.17	54.01	78.68	50.92	35.14	21.60	13.36	27.62
				枯水年	5.52	4.15	4.14	3.91	6.94	11.94	21.32	30.39	20.02	14.27	8.94	6.18	11.48
	变化率	2030年	丰水年	4.61%	4.59%	3.39%	2.39%	-1.55%	2.15%	0.65%	0.38%	0.86%	1.07%	1.34%	4.08%	1.99%	
			平水年	3.70%	3.31%	3.16%	6.59%	-0.18%	2.03%	0.39%	-0.30%	0.17%	0.24%	0.01%	2.32%	1.79%	
			枯水年	6.12%	7.64%	7.47%	18.01%	1.55%	-2.82%	-5.95%	-7.16%	-5.88%	-4.78%	-6.01%	0.94%	0.76%	
		2040年	丰水年	5.82%	6.13%	5.19%	4.47%	-0.60%	2.58%	0.87%	0.52%	1.09%	1.43%	1.92%	5.11%	2.88%	
			平水年	5.41%	5.45%	5.64%	9.43%	1.11%	2.64%	0.70%	-0.10%	0.49%	0.75%	0.85%	3.77%	3.01%	
			枯水年	9.76%	12.11%	12.56%	23.62%	4.13%	-1.48%	-5.23%	-6.70%	-5.13%	-3.62%	-4.11%	4.01%	3.33%	
	绿汁江口	现状年流量	丰水年	21.38	15.25	14.84	12.50	26.72	53.94	105.85	155.63	100.13	68.71	41.96	24.88	53.51	
			平水年	15.37	11.11	10.85	9.08	19.33	37.87	73.66	108.13	69.64	48.05	29.52	17.83	37.56	
			枯水年	7.16	5.31	5.33	4.51	9.27	16.68	30.95	44.81	29.09	20.51	12.93	8.33	16.25	
引水后流量		2030年	丰水年	22.37	16.00	15.49	12.93	26.76	55.06	106.64	156.40	101.04	69.55	42.61	25.89	54.26	
			平水年	16.02	11.59	11.36	9.70	19.59	38.60	73.90	107.86	69.76	48.26	29.67	18.34	37.91	
			枯水年	7.57	5.72	5.77	5.20	9.51	16.20	29.06	41.58	27.32	19.55	12.29	8.47	15.69	
		2040年	丰水年	22.78	16.38	15.91	13.34	27.17	55.44	107.03	156.78	101.42	69.95	43.01	26.30	54.65	
			平水年	16.43	11.97	11.78	10.11	20.00	38.98	74.28	108.23	70.14	48.66	30.07	18.75	38.30	
			枯水年	7.98	6.09	6.18	5.60	9.91	16.58	29.44	41.94	27.69	19.95	12.68	8.88	16.08	
变化率		2030年	丰水年	4.64%	4.93%	4.37%	3.46%	0.15%	2.08%	0.75%	0.50%	0.90%	1.22%	1.56%	4.04%	2.38%	
			平水年	4.23%	4.39%	4.70%	6.86%	1.37%	1.93%	0.32%	-0.25%	0.17%	0.45%	0.51%	2.87%	2.30%	
			枯水年	5.81%	7.69%	8.25%	15.38%	2.59%	-2.90%	-6.11%	-7.23%	-6.08%	-4.66%	-4.97%	1.66%	0.79%	
		2040年	丰水年	6.57%	7.38%	7.19%	6.72%	1.69%	2.80%	1.12%	0.74%	1.28%	1.80%	2.50%	5.69%	3.79%	
平水年			6.92%	7.75%	8.56%	11.31%	3.48%	2.95%	0.84%	0.09%	0.71%	1.29%	1.85%	5.18%	4.24%		

河流	断面	分类		水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
				枯水年	11.52%	14.66%	16.02%	24.19%	6.88%	-0.64%	-4.88%	-6.41%	-4.81%	-2.74%	-1.93%	6.55%	4.87%	
扒河	大谷厂水管所	现状年流量		丰水年	3.10	2.29	2.31	1.88	3.76	7.04	13.41	19.59	12.69	8.90	5.53	3.49	7.00	
				平水年	2.33	1.76	1.82	1.44	2.82	4.99	9.14	13.31	8.68	6.17	3.89	2.55	4.91	
				枯水年	0.87	0.74	0.82	0.64	1.09	1.23	1.78	2.41	1.67	1.41	1.03	0.92	1.22	
		引水后流量		2030年	丰水年	3.22	2.43	2.50	2.01	3.91	6.90	12.87	18.71	12.18	8.66	5.46	3.57	6.87
					平水年	2.44	1.90	2.00	1.57	2.95	4.83	8.50	12.29	8.08	5.87	3.78	2.61	4.74
					枯水年	1.00	0.88	1.00	0.78	1.25	1.14	1.34	1.65	1.24	1.24	0.99	1.02	1.13
				2040年	丰水年	3.47	2.65	2.74	2.24	4.16	7.17	13.19	19.07	12.49	8.95	5.71	3.82	7.14
					平水年	2.69	2.12	2.24	1.80	3.20	5.09	8.82	12.65	8.38	6.16	4.03	2.86	5.01
					枯水年	1.25	1.09	1.24	1.01	1.50	1.41	1.66	2.02	1.55	1.52	1.24	1.27	1.40
		变化率		2030年	丰水年	4.04%	6.14%	8.01%	6.94%	4.04%	-1.95%	-4.04%	-4.50%	-4.03%	-2.65%	-1.39%	2.46%	1.09%
					平水年	5.04%	7.78%	10.16%	8.62%	4.90%	-3.19%	-7.03%	-7.70%	-6.91%	-4.80%	-2.91%	2.55%	0.54%
					枯水年	14.56%	18.88%	21.60%	20.87%	14.76%	-7.25%	-25.08%	-31.23%	-25.61%	-12.66%	-4.13%	11.50%	-0.32%
				2040年	丰水年	11.96%	15.65%	18.36%	19.21%	10.67%	1.84%	-1.65%	-2.64%	-1.60%	0.58%	3.25%	9.58%	7.10%
					平水年	15.58%	20.16%	23.33%	24.58%	13.74%	2.16%	-3.52%	-4.96%	-3.36%	-0.14%	3.69%	12.30%	8.63%
枯水年	42.61%				48.46%	50.74%	56.75%	37.65%	14.39%	-7.09%	-16.05%	-7.17%	7.67%	20.81%	38.63%	23.95%		

4) 南盘江流域退水河流水文情势的影响分析

南盘江流域内退水河流有曲江、泸江 2 条退水河流。

曲江为南盘江一级支流，流域内分布有抚仙湖、星云湖、杞麓湖等高原湖泊，退水主要来自于城镇生活和农业面源。本工程引水后，与现状相比流量有着不同程度的增加，以平水年为例，永昌桥断面，与现状相比，2030 年流量年均变幅为 28.64%，变化幅度为 12.98%（8 月）至 43.16%（3 月）；2040 年流量年均变幅 43.05%，变化幅度为 16.00%（8 月）至 71.12%（3 月）；九甸大桥断面，2030 年流量年均变幅为 15.53%，变化幅度为 6.85%（8 月）至 24.96%（3 月）；2040 年流量年均变幅 22.45%，变化幅度为 8.06%（8 月）至 38.62%（3 月）。

泸江同为南盘江一级支流，于曲江汇入口下游约 55km 处入南盘江。退水主要来自于农业面源。本工程引水后，与现状相比流量有着不同程度的增加，以平水年为例，石桥断面，与现状相比，2030 年流量年均变幅为 17.67%，变化幅度为 4.92%（8 月）至 27.32%（2 月）；2040 年流量年均变幅 23.60%，变化幅度为 5.34%（8 月）至 37.15%（2 月）。倘甸双河入泸江断面，2030 年流量年均变幅为 41.47%，变化幅度为 31.53%（8 月）至 50.26%（5 月）；2040 年流量年均变幅 52.78%，变化幅度为 35.70%（8 月）至 66.26%（4 月）。

表 5.2.1-22 工程建设前后南盘江流域退水河流各典型年流量过程 单位：m³/s

河流	断面	分类	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
曲江	永昌桥	现状年流量	丰水年	4.53	3.67	3.66	3.81	6.30	9.54	14.03	19.27	13.13	9.71	7.27	5.42	8.36	
			平水年	3.74	3.07	3.12	3.24	5.07	7.47	10.70	14.58	10.02	7.55	5.76	4.40	6.56	
			枯水年	2.65	2.24	2.32	2.43	3.43	4.70	6.47	8.60	6.05	4.74	3.76	3.03	4.20	
		引水后流量	2030年	丰水年	5.90	4.88	5.00	5.14	7.71	11.29	15.86	22.86	18.28	15.18	8.97	6.78	10.65
				平水年	5.11	4.29	4.47	4.58	6.48	9.23	12.51	16.47	11.77	9.33	7.46	5.77	8.12
				枯水年	4.04	3.47	3.67	3.77	4.86	6.51	8.39	10.63	7.89	6.58	5.50	4.41	5.81
		2040年	丰水年	6.73	5.65	5.85	5.97	8.54	11.69	16.20	21.46	15.22	11.90	9.40	7.60	10.51	
			平水年	5.98	5.08	5.34	5.43	7.35	9.70	12.97	16.92	12.21	9.81	7.94	6.63	8.78	
			枯水年	4.98	4.31	4.58	4.63	5.78	7.14	9.11	11.44	8.58	7.24	6.11	5.37	6.60	
		变化率	2030年	丰水年	30.22%	33.18%	36.61%	34.90%	22.47%	18.41%	13.04%	18.61%	39.23%	56.40%	23.48%	25.18%	29.31%
				平水年	36.68%	39.73%	43.16%	41.27%	27.83%	23.55%	16.90%	12.98%	17.39%	23.56%	29.60%	31.02%	28.64%
				枯水年	52.20%	54.87%	58.29%	55.40%	41.72%	38.37%	29.58%	23.65%	30.32%	38.72%	46.32%	45.79%	42.93%
	2040年		丰水年	48.71%	54.02%	59.77%	56.68%	35.62%	22.58%	15.45%	11.37%	15.94%	22.55%	29.29%	40.43%	34.37%	
			平水年	59.90%	65.38%	71.12%	67.65%	45.08%	29.85%	21.21%	16.00%	21.81%	29.95%	37.92%	50.69%	43.05%	
			枯水年	87.88%	92.62%	97.50%	90.74%	68.63%	51.85%	40.64%	33.12%	41.67%	52.58%	62.61%	77.53%	66.45%	
	九甸大桥	现状年流量	丰水年	11.34	9.05	8.76	9.27	16.14	25.24	37.88	52.54	35.59	25.95	19.03	13.80	22.04	
			平水年	9.12	7.38	7.17	7.65	12.72	19.37	28.56	39.40	26.90	19.91	14.80	10.94	16.99	
			枯水年	6.15	5.12	4.98	5.43	8.23	11.75	16.69	22.65	15.78	12.10	9.27	7.17	10.44	
		引水后流量	2030年	丰水年	13.23	10.72	10.48	10.99	18.04	27.56	40.41	56.99	41.43	32.10	21.32	15.70	24.90
				平水年	11.01	9.06	8.90	9.39	14.60	21.67	31.03	42.10	29.30	22.35	17.08	12.84	19.10
				枯水年	8.11	6.85	6.74	7.20	10.20	14.21	19.45	25.74	18.44	14.73	11.68	9.16	12.70
		2040年	丰水年	14.21	11.64	11.47	11.94	18.92	27.94	40.61	55.35	38.27	28.84	21.90	16.65	24.80	
			平水年	12.01	9.97	9.94	10.39	15.61	22.24	31.56	42.58	29.87	22.93	17.67	13.84	19.88	
			枯水年	9.24	7.83	7.89	8.24	11.35	15.19	20.70	27.26	19.62	15.72	12.55	10.32	13.82	
变化率		2030年	丰水年	16.67%	18.50%	19.69%	18.63%	11.73%	9.17%	6.67%	8.46%	16.40%	23.69%	12.03%	13.76%	14.62%	
			平水年	20.79%	22.80%	24.06%	22.61%	14.78%	11.86%	8.65%	6.85%	8.92%	12.25%	15.43%	17.36%	15.53%	
			枯水年	31.89%	33.85%	35.40%	32.57%	23.91%	20.90%	16.54%	13.67%	16.88%	21.69%	26.03%	27.68%	25.08%	
	2040年	丰水年	25.36%	28.61%	31.00%	28.80%	17.17%	10.70%	7.20%	5.33%	7.52%	11.14%	15.06%	20.67%	17.38%		
		平水年	31.77%	35.11%	38.62%	35.67%	22.72%	14.79%	10.51%	8.06%	11.06%	15.17%	19.42%	26.44%	22.45%		
		枯水年	50.18%	53.04%	58.59%	51.55%	37.92%	29.23%	24.03%	20.37%	24.34%	29.87%	35.38%	43.95%	38.20%		

河流	断面	分类	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
泸江	石桥	现状年流量	丰水年	10.76	9.63	10.31	10.73	17.84	21.26	31.90	34.46	22.96	15.57	14.96	15.15	17.95	
			平水年	9.75	8.30	9.05	9.63	14.38	16.65	20.87	23.76	17.63	12.45	11.57	10.69	13.72	
			枯水年	7.80	6.79	7.27	7.84	10.25	13.20	12.84	12.01	11.14	9.69	7.58	7.87	9.52	
		引水后流量	2030年	丰水年	12.94	11.79	12.06	13.15	20.81	23.40	33.70	35.15	24.06	17.20	16.73	17.63	19.88
				平水年	12.16	10.56	10.93	12.21	17.39	19.04	22.67	24.93	19.24	14.41	13.54	13.02	15.84
				枯水年	10.13	9.01	8.97	10.24	12.89	15.47	14.09	12.29	12.31	11.58	9.28	10.02	11.36
		2040年	丰水年	13.83	12.60	12.99	14.03	21.54	23.99	34.05	35.24	24.50	17.90	17.44	18.46	20.54	
			平水年	13.05	11.38	11.86	13.08	18.12	19.63	23.02	25.03	19.68	15.12	14.26	13.85	16.50	
			枯水年	11.03	9.83	9.92	11.13	13.65	16.08	14.45	12.40	12.75	12.29	10.00	10.86	12.03	
		变化率	2030年	丰水年	20.21%	22.44%	16.91%	22.61%	16.68%	10.08%	5.64%	2.01%	4.79%	10.43%	11.80%	16.35%	13.33%
				平水年	24.70%	27.32%	20.70%	26.76%	20.89%	14.32%	8.64%	4.92%	9.19%	15.76%	17.09%	21.78%	17.67%
				枯水年	29.90%	32.55%	23.31%	30.62%	25.77%	17.22%	9.72%	2.28%	10.49%	19.48%	22.32%	27.42%	20.92%
			2040年	丰水年	28.51%	30.92%	25.97%	30.77%	20.76%	12.87%	6.74%	2.28%	6.69%	14.95%	16.56%	21.86%	18.24%
				平水年	33.85%	37.15%	31.02%	35.84%	25.96%	17.86%	10.30%	5.34%	11.67%	21.41%	23.24%	29.58%	23.60%
				枯水年	41.40%	44.62%	36.39%	41.95%	33.14%	21.79%	12.50%	3.21%	14.53%	26.82%	31.80%	38.10%	28.85%
倘甸河	倘甸双河	现状年流量	丰水年	4.50	3.93	4.19	4.21	6.48	7.59	11.12	14.18	9.57	6.84	6.22	5.23	7.00	
			平水年	3.57	3.19	3.41	3.44	4.96	5.48	7.43	9.23	6.49	4.95	4.55	4.04	5.06	
			枯水年	2.69	2.45	2.65	2.66	3.49	3.46	4.40	5.18	3.86	3.28	3.06	2.91	3.34	
		引水后流量	2030年	丰水年	6.21	5.49	5.30	5.90	8.61	9.58	13.46	16.82	11.69	8.78	8.05	7.03	8.91
				平水年	5.33	4.79	4.57	5.16	7.12	7.62	9.98	12.14	8.79	7.00	6.48	5.90	7.07
				枯水年	4.32	3.95	3.70	4.29	5.47	5.23	6.38	7.32	5.65	5.02	4.72	4.60	5.05
		2040年	丰水年	6.78	6.00	5.84	6.45	9.12	10.07	13.90	17.20	12.14	9.30	8.57	7.59	9.41	
			平水年	5.90	5.30	5.10	5.71	7.63	8.11	10.42	12.53	9.25	7.52	6.99	6.46	7.57	
			枯水年	4.88	4.46	4.23	4.84	5.98	5.70	6.80	7.67	6.08	5.53	5.23	5.15	5.55	
		变化率	2030年	丰水年	38.00%	39.77%	26.72%	40.17%	32.77%	26.25%	21.07%	18.61%	22.14%	28.21%	29.40%	34.44%	29.80%
				平水年	49.34%	50.19%	33.96%	50.26%	43.38%	39.20%	34.22%	31.53%	35.55%	41.24%	42.43%	46.30%	41.47%
				枯水年	60.38%	61.28%	39.85%	61.46%	56.64%	51.05%	44.97%	41.26%	46.25%	53.01%	54.22%	58.01%	52.37%
			2040年	丰水年	50.66%	52.88%	39.43%	53.23%	40.69%	32.64%	25.01%	21.27%	26.85%	35.87%	37.67%	45.01%	38.43%
				平水年	65.30%	66.32%	49.57%	66.26%	53.79%	48.02%	40.19%	35.70%	42.53%	51.83%	53.78%	60.02%	52.78%
				枯水年	81.40%	82.17%	59.83%	82.01%	71.36%	64.82%	54.47%	48.03%	57.52%	68.70%	70.78%	76.83%	68.16%

5) 间接退水区河流水文情势的影响

昆明段官渡小哨和嵩明嵩阳两个间接受水区新增的工农业及城镇生活用水用水后的主要退水河流为牛栏江，通过滇中引水工程运行前后的间接退水河流流量变化来分析间接受水区新增退水对牛栏江水文情势的影响。

本工程引水后将使不同水平年的流量发生较大增幅：2040 年工程运行后丰水年、平水年和枯水年，牛栏江的年均流量增幅为 157.16%、185.72% 和 72.61%，以平水年变幅最大，枯水年变幅最小。

5.2.1.4 对充蓄水库水文情势影响

滇中引水二期工程共利用调蓄水库 53 座，其中在线调节水库 13 座，直接充蓄水库 40 座。53 座水库中，48 座利用现有已建水库进行直接充蓄调节，5 座在二期工程内新建和扩建后进行充蓄调节，新建 3 座分为是玉溪市的中村水库、红河州的大唐水库和杨柳田水库，扩建水库为昆明市的黄坡水库和大箐水库。5 座新建和扩建水库中，中村水库列入二期配套工程，其余 4 座列入二期骨干工程。

调蓄水库利用水库的调蓄能力，对工农业和城镇生活需水进行错峰调节，汛期滇中引水优先供水并充蓄水库，枯期滇中引水工程来水不足时，由水库补充供水。

(一) 利用已建充蓄水库水文情势影响分析

在 48 座利用现有已建的在线和充蓄水库中，丰水年、平水年 4~6 月为滇中引水工程向水库充蓄时段，枯水年 4~5 月为充蓄时段，水库水量、水位均有一定的增加，增加水量在兴利库容范围内，所有水库充蓄后水库水位平均年变幅为 10.2m，仍在水库运行时的正常蓄水位~死水位之间波动的变幅范围内，占水库水位平均正常变幅范围 22.2m 的 46%。

表 5.2.1-23 滇中二期受退水区充蓄水库充蓄占比及充蓄时段统计

序号	分水口*	水库 序号	调蓄水库	水库特性		调蓄方式	充蓄水量	充蓄占比	充蓄时段（月份）		
				兴利库容	正常蓄水位				丰水年	平水年	枯水年
1	甸头	1	大银甸水库	3177	1542	充蓄	2279	72%	1-2, 11-12	1-2, 11-12	1-5, 11-12
		2	花桥水库	1329	1803.7	充蓄	369	28%	1-2, 11-12	1-2, 11-12	1-2, 11-12
		3	仙鹅水库	747	1685.24	充蓄	275	37%	1-3, 11-12	1-4, 11-12	1-5, 11-12
		4	益民海水库	289	1751.6	充蓄	137	47%	1-2, 11-12	1-2, 11-12	1-2, 11-12
2	麻栗园北	5	海稍水库扩建	10441	1635.5	充蓄	6527	47%	1-5, 11-12	1-5, 11-12	1-5, 11-12
		6	崔家箐水库	65	1818.7	充蓄	92	142%	1-2, 11-12	1-2, 11-12	1, 11-12
3	麻栗园南	7	大坝水库	553	1937.85	充蓄	1130	204%	1-8, 10, 12	1-10, 12	1-10, 12
		8	巴冲箐水库	258	1937.85	充蓄	402	156%	1-8, 10, 12	1-8, 10, 12	1-8, 10, 12
		9	桑木箐水库	91	1810	充蓄	263	289%	1-7, 10, 12	1-10, 12	1-8, 10, 12
		10	黑泥箐水库	117	1755.44	充蓄	376	321%	1-8, 10, 12	1-10, 12	1-10, 12
		11	团结水库	163	1568	充蓄	951	583%	1-10, 12	1-10, 12	1-8, 10, 12
		12	甸中河水库	388	1881.35	充蓄	58	15%	-	-	1,3,7-8
		13	锁水阁水库	854	1893.26	充蓄	23	3%	-	9	9
4	万家	14	洋派水库	3615	1891.26	充蓄	922	26%	4-9	7	5-10
		15	妙峰水库	441	2041.8	充蓄	120	27%	1-10	1-10	1-10
5	柳家村	16	罗家冲水库	280	1902	充蓄	812	290%	4-5	4-5	3-7
		17	耐桥水库	84	1912.9	充蓄	70	83%			
6	凤屯	18	九龙甸水库	5393	1907	充蓄	771	14%	1-10, 12	1-10	1-10
		19	中石坝水库	918	1842	充蓄	418	46%	1-4,6	1-6, 10, 12	1-6, 10, 12
7	伍庄村	20	龙虎水库	1042	1931.36	充蓄	424	41%	4-5	4-5	1, 4-5
		21	庆丰水库	937	1812.37	充蓄	152	16%	-	,5	5
		22	东清水库	89	1791.2	充蓄	242	272%	4-5	4-5	1-2, 4-5, 9
		23	共和水库	71	1819.6	充蓄	156	220%			
		24	小石门水库	9609	1675	充蓄	1708	18%	6	-	6-10
8	龙川江	25	挨小河水库	218	1323	充蓄	757	347%	1, 3-10, 12	1-10, 12	1-10, 12
9	鲁支河	26	石门水库	1068	1628.43	充蓄	187	18%	-	-	8

序号	分水口*	水库 序号	调蓄水库	水库特性		调蓄方式	充蓄水量	充蓄占比	充蓄时段(月份)		
				兴利库容	正常蓄水位				丰水年	平水年	枯水年
10	观音山	27	大跃进水库	294	1871.5	充蓄	374	127%	1-6, 11-12	1-8, 10, 12	1-4, 6-12
		28	老鸦关水库	520	1923.3	充蓄	655	126%	1-6, 10, 12	1-6, 9-10, 12	1-10
		29	岔河水库	2140	1811.8	充蓄	5011	223%	1-12	1-12	1-12
		30	白龙水库	104	1821.9	在线			1-12	1-12	1-12
11	螳螂川	31	黄坡水库扩建	600	1770.5	充蓄	735	123%	3, 5, 7	1-5	1-7
		32	箐门口水库	939	1884.1	充蓄	809	86%	1-12	1-12	1-12
		33	张家坝水库	1230	1883	充蓄	1242	101%	1-12	1-12	1-12
		34	大箐水库扩建	1600	1928	在线	1282	80%	4-6	4-6	4-6
12	阿斗村	35	石河水库	575	1798	在线	72	13%	1-10, 12	1-10, 12	1-10, 12
		36	东风水库	6138	1676.83	在线	3807	62%	4-10	4-8	6-10
		37	凤凰水库	310	1698.8	充蓄	307	99%	4-6	4-6	4-10
13	小龙潭	38	跃进水库	250	1785.5	在线	223	89%	3-9	3-10	1-10, 12
		39	捧寨水库	69	1767.5	充蓄	46	67%	-	3-10	1-10, 12
		40	大寨水库	157	1801.25	充蓄	66	42%	1, 3-8,12	1, 4-10,12	1-10, 12
		41	白龙河水库	955	1720	充蓄	786	82%	4-6	1-7	3-7, 12
14	何官营	42	琉璃河水库扩建	366.5	1924.96	在线	3728	1017%	1-12	1-12	1, 3-12
15	龙尾	43	阿白冲水库	1226	1562.62	在线	5196	237%			
		44	高冲水库	970	1478.41	在线					
16	跃进	45	跃进水库	3910	1541.57	充蓄	2112	54%			
		46	青云水库	200	1335.5	充蓄	218	109%			
		47	红罩塘水库	222	1434.6	在线	306	138%			
17	新坡背	48	长桥海水库	1587	1288.94	在线	1362	86%			
		49	大庄水库	2041	1406.5	在线	852	42%			
		50	五里冲水库	5076	1458	在线	403	8%			
受退水区合计				73844			49213	67%			

注：其余 10 个分水口由本区水源水库进行补偿调节，无充蓄或在线调节水库。

表 5.2.1-24 二期配套工程受水区充蓄水库典型水文年逐月水位调度过程

调蓄水库	正常蓄水位	死水位	频率	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	变幅	
大银甸水库	1542.0	1513.0	丰	1541.4	1540.7	1539.4	1538.1	1535.7	1533.6	1538.5	1542.0	1542.0	1542.0	1542.0	1542.0	8.5	
			平	1541.0	1539.9	1538.4	1536.9	1534.3	1534.0	1536.0	1540.1	1542.0	1542.0	1542.0	1542.0	1542.0	8.0
			枯	1540.8	1539.8	1538.5	1537.2	1534.6	1514.9	1528.6	1536.9	1542.0	1542.0	1542.0	1542.0	1541.6	27.1
花桥水库	1803.7	1789.0	丰	1803.7	1803.4	1802.8	1802.2	1801.2	1799.8	1802.8	1803.9	1803.9	1803.9	1803.9	1803.9	4.0	
			平	1803.3	1802.7	1802.1	1801.3	1800.1	1800.3	1801.0	1802.9	1803.9	1803.9	1803.9	1803.9	1803.7	3.7
			枯	1803.4	1802.9	1802.3	1801.7	1800.6	1789.6	1797.7	1802.7	1803.9	1803.9	1803.9	1803.9	1803.7	14.3
仙鹤水库	1685.2	1661.3	丰	1684.0	1688.5	1688.5	1688.5	1688.3	1686.8	1686.4	1685.0	1684.0	1682.7	1681.1	1678.3	10.2	
			平	1678.9	1685.4	1688.5	1688.5	1688.5	1688.2	1688.2	1686.9	1685.9	1684.4	1682.7	1679.7	9.6	
			枯	1678.6	1677.6	1676.7	1676.1	1675.0	1671.9	1676.3	1676.9	1677.1	1676.5	1675.2	1671.4	7.1	
益民海水库	1751.6	1735.0	丰	1741.4	1741.2	1741.0	1740.7	1740.3	1741.4	1741.4	1741.8	1742.0	1742.0	1741.8	1741.6	1.7	
			平	1739.0	1739.0	1739.0	1739.0	1739.0	1740.0	1739.7	1739.8	1739.8	1740.0	1739.4	1739.1	1.0	
			枯	1740.9	1740.7	1740.4	1740.1	1739.1	1739.0	1739.0	1740.4	1741.0	1741.2	1741.2	1741.1	2.2	
海稍水库扩建	1635.5	1618.0	丰	1633.2	1632.3	1631.1	1630.9	1629.9	1629.0	1630.7	1632.2	1633.8	1635.5	1634.9	1634.1	6.5	
			平	1632.6	1631.6	1630.3	1629.6	1627.7	1626.8	1629.7	1631.7	1632.9	1635.5	1634.2	1633.5	8.7	
			枯	1626.9	1625.1	1622.1	1620.8	1618.0	1618.0	1623.2	1626.2	1628.4	1629.8	1629.5	1628.4	11.8	
崔家箐水库	1818.7	1800.0	丰	1816.3	1815.6	1814.8	1814.1	1813.0	1814.0	1814.5	1816.1	1817.2	1817.4	1817.2	1816.9	4.5	
			平	1813.1	1812.5	1811.9	1811.2	1810.2	1812.4	1812.2	1812.7	1814.1	1814.5	1814.1	1813.6	4.3	
			枯	1811.7	1810.8	1809.6	1808.5	1808.0	1809.4	1809.6	1810.4	1812.5	1813.0	1812.8	1812.5	5.0	
大坝水库	1937.9	1918.4	丰	1934.4	1930.7	1927.4	1924.3	1922.6	1924.0	1924.3	1926.5	1937.9	1937.9	1937.9	1937.6	15.3	
			平	1934.1	1931.5	1928.5	1926.5	1925.2	1919.5	1921.6	1928.0	1933.4	1936.3	1937.9	1937.9	1937.9	18.4
			枯	1937.2	1936.7	1936.4	1936.7	1935.6	1931.6	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.3	6.2
巴冲箐水库	1937.9	1908.8	丰	1937.4	1937.9	1937.4	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.1	0.8	
			平	1937.9	1937.9	1937.1	1937.7	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	0.7
			枯	1937.9	1937.9	1937.6	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.9	1937.1	0.7
桑木箐水库	1810.0	1791.0	丰	1796.2	1793.8	1793.4	1792.7	1791.7	1791.3	1809.3	1810.0	1810.0	1810.0	1810.0	1810.0	18.7	
			平	1810.0	1807.1	1805.0	1804.8	1804.3	1797.1	1797.0	1801.0	1808.4	1810.0	1810.0	1810.0	1809.5	13.0
			枯	1805.4	1803.6	1800.3	1799.0	1799.5	1795.8	1800.8	1804.0	1810.0	1810.0	1810.0	1810.0	1808.3	14.2
黑泥箐水库	1755.4	1739.0	丰	1897.2	1897.2	1896.5	1896.6	1896.9	1895.0	1896.1	1898.5	1898.5	1898.5	1898.5	1898.5	3.5	
			平	1897.6	1896.8	1896.1	1896.2	1896.4	1895.7	1896.8	1898.5	1898.5	1898.5	1898.5	1898.5	1898.0	2.8
			枯	1896.3	1896.7	1896.5	1897.6	1898.1	1897.3	1897.9	1898.5	1898.5	1898.5	1898.5	1898.5	1898.1	2.2

调蓄水库	正常蓄水位	死水位	频率	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	变幅
团结水库	1568.0	1553.9	丰	1562.5	1559.1	1555.5	1555.6	1558.4	1557.8	1559.8	1564.6	1568.0	1568.0	1566.1	1561.1	12.5
			平	1560.8	1557.2	1555.5	1555.3	1558.3	1559.0	1559.0	1564.4	1568.0	1568.0	1565.1	1559.3	12.7
			枯	1556.2	1556.0	1555.5	1555.7	1558.4	1557.9	1559.5	1565.6	1568.0	1567.9	1568.0	1564.5	12.5
甸中河水库	1881.4	1849.3	丰	1741.4	1741.2	1741.0	1740.7	1740.3	1741.4	1741.4	1741.8	1742.0	1742.0	1741.8	1741.6	1.7
			平	1739.0	1739.0	1739.0	1739.0	1739.0	1740.0	1739.7	1739.8	1739.8	1740.0	1739.4	1739.1	1.0
			枯	1740.9	1740.7	1740.4	1740.1	1739.1	1739.0	1739.0	1740.4	1741.0	1741.2	1741.2	1741.1	2.2
锁水阁水库	1893.3	1874.1	丰	1886.8	1885.5	1884.2	1882.9	1881.7	1884.2	1886.2	1893.3	1892.0	1890.7	1889.4	1888.1	11.6
			平	1883.0	1881.7	1880.5	1879.2	1877.9	1880.4	1882.4	1893.3	1888.2	1886.9	1885.6	1884.3	15.4
			枯	1879.3	1878.0	1876.7	1875.4	1874.1	1876.7	1878.7	1889.5	1884.4	1883.1	1881.8	1874.1	15.4
洋派水库	1891.3	1878.6	丰	1891.0	1890.4	1889.9	1889.3	1889.6	1889.4	1889.9	1891.3	1891.3	1891.3	1891.3	1891.3	2.0
			平	1891.2	1890.5	1889.8	1889.1	1888.4	1887.1	1886.0	1887.0	1888.4	1889.2	1891.3	1891.3	5.2
			枯	1890.1	1889.0	1887.9	1886.8	1885.7	1884.4	1884.2	1884.6	1885.7	1886.4	1887.3	1886.4	5.8
妙峰水库	2041.8	2018.9	丰	2022.5	2019.8	2019.3	2019.1	2018.9	2018.9	2026.4	2041.8	2041.8	2041.8	2041.8	2041.8	22.9
			平	2041.6	2040.6	2038.9	2036.4	2034.4	2029.9	2028.0	2033.4	2041.8	2041.8	2040.8	2040.7	13.8
			枯	2019.3	2019.1	2019.1	2019.0	2018.9	2018.9	2019.1	2019.9	2020.6	2019.8	2030.1	2026.2	11.2
罗家冲水库	1902.0	1888.0	丰	1897.8	1891.0	1890.2	1889.5	1888.5	1895.5	1890.3	1890.5	1900.5	1902.0	1902.0	1902.0	13.5
			平	1891.8	1890.5	1890.0	1889.4	1888.5	1895.9	1890.3	1899.9	1902.0	1902.0	1900.1	1897.9	13.5
			枯	1891.8	1890.4	1889.7	1890.1	1888.5	1888.2	1890.3	1897.0	1896.1	1896.1	1892.7	1891.3	8.7
九龙甸水库	1907.0	1873.8	丰	1904.3	1903.3	1902.7	1901.7	1901.3	1900.3	1900.1	1902.1	1907.0	1907.0	1907.0	1907.0	6.9
			平	1905.2	1904.5	1904.0	1903.3	1903.0	1901.8	1902.1	1906.8	1907.0	1907.0	1907.0	1906.1	5.2
			枯	1901.0	1899.7	1898.8	1897.4	1896.8	1895.4	1894.1	1893.9	1894.6	1895.8	1899.6	1898.0	7.1
中石坝水库	1842.0	1825.8	丰	1830.3	1834.1	1835.5	1836.8	1837.1	1834.4	1836.6	1833.3	1840.3	1840.4	1840.5	1840.5	10.2
			平	1831.1	1834.3	1835.4	1836.5	1836.6	1836.4	1838.0	1839.8	1839.6	1839.1	1836.1	1833.4	8.6
			枯	1830.3	1833.5	1834.7	1836.1	1836.6	1836.6	1837.3	1830.0	1826.7	1826.1	1828.2	1826.4	11.2
龙虎水库	1931.4	1893.0	丰	1902.0	1895.6	1894.6	1893.1	1896.9	1903.6	1906.9	1919.4	1923.8	1930.8	1931.4	1930.3	38.3
			平	1929.0	1927.4	1925.7	1923.2	1923.9	1926.2	1923.9	1924.0	1928.3	1928.9	1927.6	1926.1	5.8
			枯	1908.0	1907.6	1904.0	1899.1	1900.5	1906.5	1902.1	1899.8	1899.0	1899.6	1908.6	1903.8	9.6
庆丰水库	1812.4	1796.3	丰	1801.8	1800.8	1800.2	1797.9	1797.1	1796.8	1798.8	1806.1	1808.7	1812.4	1812.4	1812.4	15.6
			平	1812.0	1811.8	1811.5	1810.8	1810.2	1809.8	1809.2	1809.8	1812.4	1812.4	1812.4	1812.4	3.2
			枯	1801.5	1800.4	1798.8	1797.3	1796.7	1797.0	1796.7	1796.4	1796.4	1796.8	1801.4	1801.4	5.1

调蓄水库	正常蓄水位	死水位	频率	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	变幅	
东清水库	1791.2	1782.5	丰	1906.5	1903.4	1902.1	1899.0	1902.8	1899.9	1904.0	1913.0	1914.0	1914.0	1914.0	1914.0	15.0	
			平	1912.8	1912.2	1911.5	1909.8	1911.4	1909.4	1908.4	1910.2	1914.0	1914.0	1914.0	1914.0	1914.0	5.6
			枯	1902.4	1903.2	1904.2	1901.5	1903.8	1899.3	1903.0	1904.5	1904.7	1906.1	1909.6	1909.1	1909.1	10.3
小石门水库	1675.0	1596.1	丰	1672.7	1671.0	1669.1	1667.2	1664.5	1641.1	1655.7	1673.0	1673.0	1673.0	1673.0	1672.9	31.9	
			平	1668.4	1664.9	1661.1	1658.2	1653.8	1663.4	1668.8	1673.0	1673.0	1672.3	1672.9	1671.1	19.2	
			枯	1652.2	1647.6	1642.5	1637.5	1630.8	1635.3	1646.7	1653.1	1657.3	1664.1	1660.9	1656.4	1656.4	33.3
挨小河水库	1323.0	1294.0	丰	1294.0	1294.0	1294.0	1294.5	1294.6	1294.5	1294.2	1294.6	1298.5	1304.3	1304.5	1294.0	10.4	
			平	1294.0	1294.1	1294.2	1294.5	1294.5	1294.5	1294.5	1294.5	1294.3	1294.6	1294.4	1294.1	1294.0	0.6
			枯	1294.0	1294.1	1294.2	1294.5	1294.6	1294.7	1294.5	1294.5	1294.5	1294.1	1294.0	1294.1	1294.0	0.7
石门水库	1628.4	1609.8	丰	1627.9	1627.2	1626.6	1625.6	1624.5	1623.2	1626.6	1627.9	1627.9	1627.9	1627.9	1627.9	4.8	
			平	1626.2	1625.2	1624.1	1622.8	1621.3	1619.3	1620.3	1625.7	1627.9	1627.9	1627.9	1627.9	8.6	
			枯	1609.9	1609.9	1609.8	1609.8	1609.8	1609.9	1610.0	1612.8	1618.8	1620.4	1620.0	1618.4	1618.4	10.6
大跃进水库	1871.5	1854.2	丰	1871.5	1871.5	1871.4	1870.3	1870.4	1862.6	1860.1	1870.6	1871.5	1871.5	1871.5	1871.5	11.4	
			平	1871.5	1871.5	1871.5	1871.5	1871.5	1864.7	1861.3	1864.9	1869.0	1871.5	1871.5	1871.5	1871.5	10.2
			枯	1869.3	1868.9	1868.0	1866.0	1863.3	1857.6	1858.9	1865.2	1869.1	1871.5	1871.5	1871.0	1871.0	13.9
老鸦关水库	1923.3	1910.0	丰	1927.7	1927.8	1927.8	1927.7	1927.6	1924.7	1926.9	1929.0	1929.0	1929.0	1928.8	1928.9	4.3	
			平	1921.1	1921.3	1921.3	1921.6	1921.8	1919.4	1921.2	1922.7	1926.0	1926.2	1926.3	1925.4	1925.4	6.9
			枯	1909.4	1912.4	1912.2	1912.9	1913.6	1909.0	1911.0	1910.4	1912.2	1913.4	1912.8	1907.7	1907.7	5.8
岔河水库	1811.8	1790.9	丰	1808.6	1807.3	1806.0	1804.1	1805.3	1806.2	1808.0	1810.5	1810.5	1810.5	1810.5	1809.2	6.4	
			平	1801.8	1799.0	1796.0	1793.1	1793.9	1793.2	1794.4	1796.5	1804.2	1807.9	1808.6	1806.9	1806.9	15.6
			枯	1806.2	1804.3	1802.2	1799.4	1800.4	1800.4	1801.1	1803.7	1806.8	1808.5	1809.3	1806.7	1806.7	9.9
白龙水库	1821.9	1806.2	丰	1807.2	1807.0	1806.8	1806.5	1806.2	1806.3	1806.4	1806.8	1807.3	1807.6	1807.5	1807.2	1.3	
			平	1807.2	1807.0	1806.8	1806.5	1806.2	1806.3	1806.4	1806.8	1807.3	1807.6	1807.5	1807.2	1807.2	1.3
			枯	1807.2	1807.0	1806.8	1806.5	1806.2	1806.3	1806.4	1806.8	1807.3	1807.6	1807.5	1806.6	1806.6	1.3
箐门口水库	1884.1	1858.1	丰	1859.2	1858.3	1858.2	1858.1	1873.5	1879.8	1880.7	1879.8	1878.6	1877.3	1875.4	1859.2	22.6	
			平	1865.6	1863.7	1860.4	1858.4	1873.5	1881.0	1882.8	1881.8	1882.4	1881.7	1880.2	1866.0	1866.0	24.4
			枯	1858.6	1858.3	1858.2	1858.1	1873.4	1879.9	1879.9	1877.9	1877.5	1876.4	1874.2	1859.2	1859.2	21.8
张家坝水库	1883.0	1862.5	丰	1872.3	1872.9	1873.2	1873.2	1878.2	1879.2	1880.2	1881.2	1882.1	1882.8	1883.6	1872.7	11.3	
			平	1873.8	1875.3	1876.5	1877.1	1881.0	1881.9	1882.8	1883.7	1884.4	1884.4	1884.4	1875.7	1875.7	10.7
			枯	1876.5	1876.8	1877.0	1876.9	1880.9	1881.7	1882.6	1883.6	1884.4	1884.4	1884.4	1874.2	1874.2	10.2

调蓄水库	正常蓄水位	死水位	频率	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	变幅	
石河水库	1798.0	1780.5	丰	1690.0	1690.3	1690.6	1690.9	1690.9	1691.1	1691.9	1693.7	1700.0	1701.7	1703.3	1701.5	13.3	
			平	1698.6	1697.6	1696.7	1696.3	1694.8	1692.9	1693.6	1695.0	1697.1	1698.6	1699.1	1696.8	6.1	
			枯	1696.6	1695.2	1694.0	1693.0	1690.8	1689.8	1690.2	1690.6	1691.9	1693.3	1693.6	1690.6	6.8	
东风水库	1676.8	1651.2	丰	1670.5	1669.0	1666.9	1663.8	1665.5	1667.1	1669.8	1673.0	1676.8	1676.8	1676.8	1674.6	13.0	
			平	1668.0	1665.3	1660.5	1656.3	1657.9	1660.2	1663.9	1668.4	1673.7	1675.0	1674.7	1670.7	18.7	
			枯	1652.7	1651.2	1651.2	1651.2	1651.2	1676.0	1676.8	1676.8	1676.8	1676.8	1676.8	1676.8	1672.5	25.7
凤凰水库	1698.8	1679.5	丰	1641.8	1641.9	1641.9	1641.6	1641.7	1641.8	1642.8	1643.8	1643.8	1643.8	1643.8	1641.7	2.2	
			平	1642.2	1642.0	1641.7	1641.3	1641.7	1642.8	1643.8	1643.8	1643.8	1643.8	1643.8	1643.8	1641.6	2.5
			枯	1640.3	1639.6	1639.3	1639.2	1643.2	1643.8	1643.8	1643.8	1643.8	1643.8	1643.8	1643.8	1640.9	4.6
跃进水库	1785.5	1767.5	丰	1692.1	1688.8	1686.5	1691.2	1694.2	1696.6	1697.9	1699.7	1700.6	1702.1	1699.8	1689.8	15.6	
			平	1687.4	1686.5	1686.3	1688.0	1692.2	1695.0	1697.6	1699.8	1700.9	1702.1	1702.0	1689.8	15.7	
			枯	1690.9	1692.4	1694.0	1695.4	1696.7	1697.9	1699.0	1700.0	1700.6	1701.1	1701.4	1689.8	11.6	
捧寨水库	1767.5	1758.6	丰	1688.9	1688.9	1688.9	1688.9	1688.8	1688.8	1688.8	1689.1	1691.8	1692.5	1692.7	1688.2	4.6	
			平	1687.0	1686.9	1686.8	1687.8	1688.8	1689.6	1690.6	1691.3	1692.4	1693.3	1693.0	1688.2	6.4	
			枯	1688.4	1688.7	1689.2	1689.7	1690.2	1690.5	1690.9	1691.3	1691.8	1692.3	1692.6	1688.2	4.4	
大寨水库	1801.3	1791.7	丰	1688.9	1688.4	1687.6	1687.9	1687.7	1687.7	1688.9	1697.2	1698.4	1698.4	1698.4	1689.6	10.8	
			平	1688.1	1688.3	1687.6	1687.5	1688.9	1690.2	1692.1	1692.9	1697.4	1698.4	1698.2	1689.6	11.0	
			枯	1691.4	1691.6	1691.8	1692.0	1692.2	1692.3	1692.4	1692.7	1693.4	1694.3	1694.2	1689.6	4.7	
白龙河水库	1720.0	1692.5	丰	1712.4	1705.6	1700.0	1692.0	1695.0	1693.5	1707.2	1717.0	1720.0	1720.0	1718.6	1712.8	28.0	
			平	1702.9	1701.9	1701.1	1701.1	1695.0	1693.5	1701.6	1713.1	1720.0	1720.0	1718.7	1714.0	26.5	
			枯	1702.9	1698.8	1690.7	1698.1	1695.0	1693.5	1703.7	1717.4	1718.7	1714.4	1706.4	1700.4	28.1	
琉璃河水库 扩建	1925.0	1898.6	丰	1920.6	1922.3	1924.2	1925.0	1925.0	1925.0	1925.0	1925.0	1925.0	1925.0	1915.1	1917.8	9.9	
			平	1920.3	1922.2	1924.0	1925.0	1925.0	1925.0	1925.0	1925.0	1925.0	1925.0	1925.0	1915.5	1918.3	9.5
			枯	1910.8	1899.5	1899.4	1899.4	1905.1	1911.8	1916.1	1921.5	1925.0	1925.0	1915.3	1918.1	25.6	
高冲水库	1478.4	1452.6	丰	1475.6	1475.5	1475.7	1475.9	1475.9	1473.0	1470.7	1468.3	1476.9	1476.8	1476.3	1476.5	8.7	
			平	1476.6	1476.6	1476.8	1477.0	1476.9	1471.2	1476.8	1476.5	1476.2	1475.8	1475.1	1475.2	5.7	
			枯	1477.0	1477.0	1477.3	1477.5	1477.5	1474.4	1478.3	1478.3	1476.2	1475.9	1477.9	1473.9	4.4	
青云水库	1335.5	1331.5	丰	1333.3	1333.9	1331.5	1331.5	1334.8	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1332.9	4.0	
			平	1335.2	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1333.3	2.2	
			枯	1333.9	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1335.5	1332.6	2.9	

调蓄水库	正常蓄水位	死水位	频率	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	变幅	
红罩塘水库	1434.6	1410.1	丰	1528.6	1528.6	1525.1	1525.1	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.4	3.5	
			平	1528.6	1528.6	1527.8	1527.2	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1.4
			枯	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1528.6	1527.7	0.9
长桥海水库	1288.9	1284.4	丰	1286.8	1286.7	1286.5	1286.3	1287.0	1287.7	1288.9	1288.9	1288.9	1288.9	1288.9	1286.7	2.6	
			平	1287.3	1287.2	1287.2	1287.1	1287.9	1288.7	1288.9	1288.9	1288.9	1288.9	1288.9	1288.9	1287.2	1.9
			枯	1286.6	1286.4	1286.3	1286.0	1286.8	1287.5	1288.0	1288.9	1288.9	1288.9	1288.9	1288.9	1287.0	2.9
五里冲水库	1458.0	1422.0	丰	1458.0	1458.0	1458.0	1457.9	1456.0	1447.2	1447.1	1452.1	1458.0	1458.0	1458.0	1457.2	10.9	
			平	1457.8	1458.0	1458.0	1458.0	1456.4	1452.8	1451.9	1453.0	1458.0	1458.0	1458.0	1458.0	1456.7	6.1
			枯	1432.2	1432.7	1432.5	1430.6	1427.1	1422.8	1422.0	1424.9	1429.0	1441.2	1443.2	1441.7	21.2	

（二）二期骨干工程内新建、扩建水库水文情势影响分析

5座新建和扩建水库中，新建中村水库列入二期配套工程，新建大唐水库、新建杨柳田水库、扩建大箐水库、扩建黄坡水库4座列入骨干工程，因此，本报告重点对列入二期骨干工程的4座水库进行影响分析。

（1）新建杨柳田水库

滇中引水工程新坡背分水口配置供水量32899万 m^3 ，其中30154万 m^3 水量可直接供给水厂，2742万 m^3 水量需要调蓄工程调蓄。杨柳田水库位于位于滇中引水一期工程的尾端新坡背分水口处，杨柳田水库作为末端调蓄水库主要目的是为一期来水提供一个中转点，重点调蓄滇中引水工程新坡背不均匀水量，在滇中引水工程检修期间和水量足时向水厂供水，使供水保证率达到设计保证率95%以上，保障滇南中心城市供水安全。

杨柳田水库主要为存储、调节滇中主干渠来水，为全封闭式人工开挖水库（半挖半填），其水源主要为滇中引水主干渠，本区径流主要为坝址以上区间降雨径流，无常流水。水库总库容1285万 m^3 ，水库兴利库容1240万 m^3 。

杨柳田水库兴利调度运行方式为滇中引水工程新坡背分水口供水量优先向各水厂直接供水，滇中引水量过程大于水厂需求过程时充蓄到调蓄水库。

表 5.2.1-25 滇中引水二期骨干工程新建、扩建调蓄工程规模特性表

项目	单位	杨柳田水库	大唐水库	大箐水库	黄坡水库
工程任务		调蓄新坡背不均匀水量，在滇中引水工程检修期间和水量不足时向个旧市大屯水厂、北坡水厂供水，使供水保证率达到设计保证率 95%以上，保障供水安全	调蓄供开远市不均匀水量，在工程检修期间和水量不足时向开远市城市生活和工业补偿供水（供水保证率不低于 95%以上），保障开远市供水安全；巩固提升西山片区农村饮水安全，保障西山片区高原特色扶贫农业和西部面山国家储备林供水安全	在解决原大箐水库的生活用水和灌溉用水的基础上，作为滇中引水工程安宁干线的在线调节水库，保障工程停水检修期安宁工业园区（草铺片）的工业供水	调蓄滇中引水工程水量，使得富民麦竜水厂和黄坡灌区的供水满足设计保证率
坝址位置		杨柳田村附近，泸江流域沙甸河支流土基甸河	开远泸江左岸支流老熊洞冲上	红河流域绿汁江支流王家滩河上	金沙江流域普渡河支流大营河
坝址以上流域面积	km ²	3.94	8.66	10.1	28.9
多年平均径流量	万 m ³	56.6	145	140	648.2
多年平均流量	m ³ /s	0.02	0.046	0.044	0.206
设计来水量	万 m ³	1346	974	1282	735
正常蓄水位	m	1384	1300	1928	1770.5
正常库容	万 m ³	1285	1263.7	1613.9	668.9
水库面积	km ²	0.604	0.38	0.75	0.485
死水位	m	1355.8	1233.5	1886.4	1750.4
死库容	万 m ³	45	42.9	46.9	69.3
兴利库容	万 m ³	1240	1220.8	1567	599.6
设计洪水位（P=2%）	m	1384.51	1301.34	1929.1	1771.95
校核洪水位	m	1384.77	1302.07	1929.8	1772.58
总库容	万 m ³	1331	1344.1	1749.1	775
最大坝高	m	45.8	102.3	69	39.8
回水长度	km	1.66	1.73	3.3	1.5

1) 库区水文情势变化

杨柳田水库为修筑于季节性冲沟上的全封闭式人工开挖水库(半挖半填),水库蓄水后,正常蓄水位为 1384m,回水长约 1.66km,形成库区,库区水面面积达到 0.604km²,相对于天然冲沟水面明显增加。库区形成后,库区水位明显增高,丰、平、枯水年年内水位在 1363.1-1384.0m,年内水位变幅分别为 16.1m、16.0m、20.9m。

2) 坝址下泄流量过程变化

根据现场调查,水库下游左边缘距坝址 1km 处有箐沟,为季节性河流土基甸河,天然情况下枯水期基本断流,无水生生态敏感保护目标分布。水库为修筑于季节性冲沟上的全封闭式人工开挖水库(半挖半填),本地径流量很小。水库运行后丰、平、枯水年坝下年下泄水量分别为 85.65 万 m³、0.0 万 m³、57.20 万 m³,相比天然状况略有增减,丰水年增加 14.65 万 m³、平水年减少 67 万 m³,枯水年增加 19.20 万 m³。

表 5.2.1-26 杨柳田水库入出库水量及水库水位过程表

项目		频率	逐月过程线												
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
入库 (万 m ³)	本区 径流	P=25%	4.29	2.18	1.61	1.56	1.61	6.48	17.14	16.61	6.48	5.36	4.92	2.68	71
		P=50%	2.68	2.42	1.87	1.81	2.95	7.00	15.00	10.98	12.70	3.75	3.63	2.41	67
		P=90%	3.75	2.42	2.41	2.33	1.61	1.30	4.29	5.36	5.44	4.02	2.85	2.14	38
	滇中 充蓄	P=25%	0.00	0.00	0.00	357.24	369.15	228.88	5.68	0.00	280.29	78.89	0.00	0.00	1320
		P=50%	0.00	0.00	0.00	357.24	369.15	85.54	7.00	0.00	8.06	10.88	0.00	339.05	1177
		P=90%	159.05	0.00	0.00	223.62	369.15	306.42	290.38	151.50	9.25	12.51	0.00	0.00	1522
出库 (万 m ³)	供水	P=25%	4.77	4.31	722.28	0.00	0.00	0.00	0.00	347.41	0.00	0.00	4.77	4.77	1088
		P=50%	4.77	4.31	722.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77	0.00	736
		P=90%	0.00	360.26	722.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	283.72	4.77	1371
	生态	P=25%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		P=50%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		P=90%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	弃水	P=25%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.60	6.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86
		P=50%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		P=90%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.20	0.00	0.00	0.00	57
水库下泄水量 (万 m ³)	P=25%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.60	6.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.65	
	P=50%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	P=90%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.20	0.00	0.00	0.00	57.20	
水库月末水位 (m)	P=25%	1368.5	1368.3	1367.9	1375.2	1381.6	1384.0	1384.0	1377.9	1382.7	1383.9	1370.4	1370.1		
	P=50%	1369.8	1369.6	1367.9	1376.3	1382.6	1383.9	1384.0	1383.9	1384.0	1383.9	1370.3	1376.9		
	P=90%	1373.5	1365.1	1367.9	1363.1	1372.0	1377.6	1382.6	1384.0	1384.0	1384.0	1370.4	1370.2		

(2) 新建大唐水库

1) 库区河段水文情势变化

水库蓄水后,正常蓄水位为 1300m,回水长约 1.7km,形成库区,库区水面面积达到 0.38km²,相对于天然河道明显增加。水库库区形成后,库区水位明显增高,丰、平、枯水年年内水位在 1233.5-1300.0m,年内水位变幅分别为 9.4m、9.4m、57.5m。

2) 坝址下泄流量过程变化

大唐水库工程任务为调蓄开远市滇中引水工程不均匀水量,向开远市城市生活和工业补偿供水,使供水保证率达到设计保证率 95%以上,保障开远市供水安全。

根据现场调查,大唐水库位于泸江一级支流老熊洞冲上交汇口,大坝坝下有冲沟,为季节性冲沟,本地径流量很小,天然情况下枯水期基本断流,无水生态敏感保护目标分布。水库运行后丰、平、枯水年坝下年下泄水量分别为 298.0 万 m³、272.0 万 m³、0 万 m³,相比天然状况略有增减,丰水年增加 121 万 m³、平水年增加 101 万 m³,枯水年减少 126 万 m³。

表 5.2.1-27 大唐水库入出库水量及水库水位过程表

项目		频率	逐月过程线												
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
入库 (万 m ³)	本区径流	P=25%	10.84	5.72	4.36	4.00	3.78	16.29	43.02	42.02	16.21	13.87	12.00	7.06	179
		P=50%	6.56	5.95	4.93	4.44	6.88	18.18	38.02	28.02	32.21	9.64	9.00	6.85	171
		P=90%	7.00	3.00	4.00	4.00	5.00	13.04	24.84	24.84	21.07	9.47	5.00	4.85	126
	滇中充蓄	P=25%	90.16	62.28	0.00	0.00	7.22	43.71	98.98	98.98	95.79	67.13	77.64	88.94	731
		P=50%	84.44	56.05	0.00	31.56	2.12	40.82	98.98	98.98	95.79	65.36	82.07	83.15	739
		P=90%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	131.96	193.16	193.16	186.93	159.53	0.00	83.15	948
出库 (万 m ³)	供水	P=25%	0.00	0.00	319.60	0.00	85.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	405
		P=50%	0.00	0.00	319.60	0.00	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	400
		P=90%	650.40	320.90	319.60	3.30	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	1302
	生态	P=25%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		P=50%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		P=90%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	弃水	P=25%	88.00	69.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.00	97.00	298
		P=50%	78.00	88.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.00	57.00	272
		P=90%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
水库下泄水量 (万 m ³)		P=25%	88.00	69.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.00	97.00	298.00	
		P=50%	78.00	88.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.00	57.00	272.00	
		P=90%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
水库月末水位 (m)		P=25%	1296.1	1297.6	1290.6	1298.9	1298.9	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1299.3	1293.2	
		P=50%	1295.4	1296.8	1290.6	1299.2	1299.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1298.7	1293.0	
		P=90%	1266.7	1234.1	1279.1	1233.5	1233.5	1253.5	1268.2	1278.2	1285.8	1291.0	1234.0	1282.3	

(3) 扩建大箐水库水文情势影响

1) 对库区水文情势的影响

大箐水库水库蓄水后,正常蓄水位为 1928m,较现状增加 11.5m。回水长约 3.3km,库区水面面积达到 0.75km²,较现状有所增加。水库扩建后,库区水位较现状有所增高,丰、平、枯水年年内水位在 1898.8m-1928.0m,年内水位变幅分别为 28.3m、29.2m、28.0m。

2) 坝址下泄流量过程变化

大箐水库扩建工程建成后,坝下河道流量主要为水库弃水和生态流量下泄。经分析,由于滇中引水充蓄作用,坝址下游较天然状况,河道年均下泄流量将出现不同程度的增加,其中丰、平、枯水年坝址下泄水量分别为 254、374、148 万 m³,丰、平、枯水年较天然状况分别增加 31 万 m³、176 万 m³、55 万 m³,增幅分别为 14%、89%、59%。

与现状相比,多年平均扩建后较现状增加下泄 148.9 万 m³,其中 6-10 月较现状增加下泄 10.3~154.6 万 m³,现状断流的 7-9 月分别增加 10.3、25.6、25.0 万 m³,11 月至 4 月较现状减少下泄 3.9~14.8 万 m³。枯减后各月均满足生态流量泄放要求。

(4) 扩建黄坡水库水文情势影响

1) 库区河段水文情势变化

水库蓄水后,正常蓄水位为 1770.5m,较现状增加 7.5m。回水长约 1.5km,库区水面面积达到 0.485km²,较现状有所增加。水库扩建后,库区水位较现状有所增高,丰、平、枯水年年内水位在 1750.4-1770.5m,年内水位变幅分别为 20.1m、1.9m、11.4m。

2) 坝址下泄流量过程变化

黄坡水库为多年调节水库,扩建工程建成后,坝下河道流量主要

为水库弃水和生态流量下泄。经分析，由于滇中引水充蓄作用，坝址下游较天然状况，河道年均下泄流量将出现不同程度的增减，其中丰、平、枯水年坝址下泄水量分别为 279、1049、964 万 m^3 ，丰水年较天然状况减少 144 万 m^3 ，而平、枯水年则分别增加 356 万 m^3 、507 万 m^3 。

与现状相比，多年平均扩建后较现状增加下泄 283.4 万 m^3 ，其中 5-9 月及 2 月较现状增加下泄 6.5~131.6 万 m^3 ，10 月至 1 月及 3-4 月较现状减少下泄 17.3~47.3 万 m^3 。扩建后各月均满足生态流量泄放要求。

表 5.2.1-28 大箐水库扩建入出库水量及水库水位过程表

项目		频率	逐月过程线												
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
入库 (万 m ³)	本区 径流	P=25%	7	4	9	4	2	7	5	57	63	32	19	14	223
		P=50%	6	4	4	4	4	25	36	53	26	20	10	8	198
		P=90%	5	3	2	3	1	12	8	23	16	9	6	4	93
	滇中 充蓄	P=25%	0	0	0	622	725	142	0	0	0	0	0	0	1489
		P=50%	0	0	0	622	725	232	0	0	0	0	0	0	1579
		P=90%	0	0	0	622	725	142	0	0	0	0	0	0	1489
出库 (万 m ³)	供水	P=25%	16	14	1209	14	22	14	12	4	4	13	14	14	1350
		P=50%	16	14	1209	14	20	13	9	4	4	13	14	14	1344
		P=90%	25	21	1221	22	29	20	16	7	6	20	18	21	1427
	生态 流量	P=25%	2	2	2	2	2	5	5	5	5	5	5	2	43
		P=50%	2	2	2	2	2	5	5	5	5	5	5	2	43
		P=90%	2	2	2	2	2	5	5	5	5	5	5	2	43
	弃水	P=25%	0	0	0	0	9	123	0	22	48	8	0	0	211
		P=50%	0	0	0	0	35	233	14	38	11	0	0	0	331
		P=90%	0	0	0	0	0	105	0	0	0	0	0	0	105
水库下泄水量 (万 m ³)	P=25%	2	2	2	2	11	128	5	28	54	14	5	2	254	
	P=50%	2	2	2	2	37	238	20	44	16	5	5	2	374	
	P=90%	2	2	2	2	2	110	5	5	5	5	5	2	148	
水库月末水位 (m)	P=25%	1927.5	1926.1	1899.7	1900.2	1917.9	1928.0	1928.0	1928.0	1927.9	1927.6	1928.0	1927.5		
	P=50%	1925.8	1925.7	1898.9	1898.8	1915.0	1927.9	1927.6	1927.4	1927.4	1927.3	1928.0	1927.2		
	P=90%	1927.0	1926.6	1900.7	1900.0	1915.9	1928.0	1927.9	1927.7	1928.0	1927.8	1928.0	1927.4		

表 5.2.1-29 多年平均大箐水库扩建后较现状下泄水量变化情况表 单位: 万 m³

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
天然状况	5.1	3.4	3.2	2.7	3.6	10.5	22.2	32.3	23.2	16.6	9.9	6.6	139.2
现状水库下泄	16.6	15.9	15.3	15.1	13.4	4.3	0.0	0.0	0.0	3.7	9.2	16.3	109.9
扩建后水库下泄	1.8	1.6	1.8	1.8	16.5	158.9	10.3	25.6	25.0	8.3	5.3	1.8	258.8
扩建后变化值	-14.8	-14.3	-13.5	-13.3	3.1	154.6	10.3	25.6	25.0	4.6	-3.9	-14.5	148.9

(4) 扩建黄坡水库

1) 库区河段水文情势变化

水库蓄水后，正常蓄水位为 1770.5m，较现状增加 7.5m。回水长约 1.5km，库区水面面积达到 0.485km²，较现状有所增加。水库扩建后，库区水位较现状有所增高，丰、平、枯水年年内水位在 1750.4-1770.5m，年内水位变幅分别为 20.1m、1.9m、11.4m。

2) 坝址下泄流量过程变化

黄坡水库为多年调节水库，扩建工程建成后，坝下河道流量主要为水库弃水和生态流量下泄。经分析，由于滇中引水充蓄作用，坝址下游较天然状况，河道年均下泄流量将出现不同程度的增减，其中丰、平、枯水年坝址下泄水量分别为 279、1049、964 万 m³，丰水年较天然状况减少 144 万 m³，而平、枯水年则分别增加 356 万 m³、507 万 m³。

与现状相比，多年平均扩建后较现状增加下泄 283.4 万 m³，其中 5-9 月及 2 月较现状增加下泄 6.5~131.6 万 m³，10 月至 1 月及 3-4 月较现状减少下泄 17.3~47.3 万 m³。扩建后各月均满足生态流量泄放要求。

表 5.2.1-29 黄坡水库入出库水量及水库水位过程表

项目		频率	逐月过程线												
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
入库 (万 m ³)	本区 径流	P=25%	28	23	37	23	20	25	19	70	47	62	38	31	424
		P=50%	27	22	21	23	37	67	73	159	99	45	73	47	693
		P=90%	23	18	20	17	28	15	26	73	122	49	37	30	457
	滇中 充蓄	P=25%	0	0	0	0	344	238	148	0	0	0	0	0	731
		P=50%	240	170	0	49	428	279	0	0	0	0	0	0	1164
		P=90%	88	226	0	281	418	283	145	0	0	0	0	0	1442
出库 (万 m ³)	供水	P=25%	62	37	445	63	97	45	31	11	5	42	40	46	885
		P=50%	61	36	445	62	93	43	23	6	5	42	40	46	863
		P=90%	64	38	448	65	96	48	31	8	5	44	42	47	895
	生态 流量	P=25%	5	5	5	5	5	16	16	16	16	16	16	5	129
		P=50%	5	5	5	5	5	16	16	16	16	16	16	5	129
		P=90%	5	5	5	5	5	16	16	16	16	16	16	5	129
	弃水	P=25%	0	0	0	0	14	0	76	38	22	0	0	0	150
		P=50%	0	90	0	0	359	4	29	132	74	0	0	0	920
		P=90%	0	0	0	0	317	229	120	44	98	0	0	0	834
水库下泄水量 (万 m ³)	P=25%	5	5	5	5	19	16	93	54	38	16	16	5	279	
	P=50%	5	95	5	5	365	20	46	149	90	16	16	5	1049	
	P=90%	5	5	5	5	322	245	137	61	114	16	16	5	964	
水库月末水位	P=25%	1770.5	1769.8	1750.4	1757.5	1755.2	1770.5	1769.7	1770.5	1770.5	1770.5	1770.5	1770.1		
	P=50%	1770.5	1770.5	1768.6	1768.6	1768.6	1770.5	1770.5	1770.5	1770.5	1770.5	1770.5	1770.4		
	P=90%	1769.0	1769.9	1759.1	1764.4	1763.8	1770.5	1770.5	1770.5	1770.5	1770.5	1770.5	1769.7		

表 5.2.1-30 多年平均黄坡水库扩建后较现状下泄水量变化情况表 单位：万 m³

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
天然状况	33.1	26.3	25.3	23.1	26.9	46.8	90.6	126.1	94.3	69.4	53.2	39.0	654.1
水库下泄	49.3	28.4	47.5	52.6	103.9	48.9	28.8	10.4	3.9	36.1	33.2	37.6	480.6
扩建后水库下泄	5.5	34.9	5.5	5.3	235.5	93.7	91.7	88.0	80.4	16.5	15.9	5.5	764.0
扩建后变化值	-43.8	6.5	-42.0	-47.3	131.6	44.8	62.9	77.6	76.5	-19.6	-17.3	-32.1	283.4

5.2.2 受水区河流生态流量确定与论证分析

5.2.2.1 受水区河流生态流量估算方法

(1) 断面设置

生态流量考核断面设置须充分考虑评价区域内河流生态及河流开发的基本特征,参考有关工程或规划环评已布设的生态流量考核断面,并综合考虑敏感生态目标的空间分布。

受水区内河流径流量年内年际差异大,土地资源条件较好的坝子地带是人类生产生活的集中地带,也是集中用水的主要区域。为了解决由此产生的持续而强烈的用水矛盾,在金沙江-澜沧江-红河-南盘江分水岭地带的各水系的源头区域修建了大量中小型水库,以便就近为附近的坝区供水。由此造成了生产生活用水挤占生态用水不断加重,引起的坝下河流季节性断流现象普遍存在,加之河道硬化渠化、过度捕捞、盲目引种等综合作用,受水区内河流生境普遍退化,水生生物群落结构也随之不断退化。

滇中引水工程在规划论证过程中,其建设任务以城镇生活与工业供水为主,兼顾农业和生态用水,整体上以退还挤占的受水区水系的生态用水为目标,提出工程断面优先保障下泄河流生态基流,利用输水总干渠的富余输水能力向滇池、异龙湖、杞麓湖等高原湖泊生态补水等生态补水目标。

考虑到受水区内水资源开发利用方式以分布于分水岭源头地带的中小型水库为主,点多面广,在本期工程中又利用其作为调节水库,发挥在线调节、充蓄调节、补偿调节等对水量的调节作用,退还挤占的生态用水可以从源头区域即发挥生态修复的宝贵作用,为此,考虑

将各水库的坝下断面设置为生态流量考核断面（详见表 5.2.2-1），以明确泄放主体，方便进行生态流量的计量监控。

表 5.2.2-1 受水区调蓄水库生态流量考核断面基本情况表

序号	调节水库	水库规模	所处河流	所处水系		
1	大银甸水库	中型	大营河（炼洞河支流）	桑园河	金沙江	
2	花桥水库	中型	炼洞河			
3	益民海水库	小型	炼洞河			
4	仙鹤水库	中型	炼洞河			
5	崔家箐水库	小(-)型	铁城河支流			
6	海稍水库	大型	铁城河			
7	洋派水库	中型	蜻蛉河	龙川江		
8	妙峰水库	小(-)型	蜻蛉河支流			
9	大坝水库	小(-)型	西河支流鲁村河			
10	罗家冲水库	小(-)型	龙川江支流			
11	耐桥水库	小(-)型	龙川江支流			
12	九龙甸水库	中型	紫甸河			
13	中石坝水库	中型	青龙河			
14	龙虎水库	中型	牟定河支流			
15	庆丰水库	中型	牟定河支流			
16	东清水库	小(-)型	牟定河支流			
17	共和水库	小(二)型	牟定河支流			
18	小石门水库	大型	普登河			滇池
19	挨小河水库	小(-)型	挨小河			
20	松华坝水库	大型	盘龙江			
21	老鸦关水库	小(-)型	老鸦关河			
22	黄坡水库	中型	普渡河支流	普渡河		
23	箐门口水库	中型	普渡河支流			
24	张家坝水库	中型	普渡河支流			
25	巴冲箐水库	小(-)型	毗雄河支流	毗雄河		
26	桑木箐水库	小(-)型	毗雄河支流			
27	黑泥箐水库	小(-)型	毗雄河支流			
28	锁水阁水库	中型	西河支流	西河		
29	甸中河水库	小(-)型	西河支流			
30	团结水库	小(-)型	一街河二级支流	礼社江		
31	阿白冲水库	中型	白花龙河	小河底河		
32	大跃进水库	小(-)型	东河	绿汁江		
33	石门水库	中型	南河			
34	大箐水库	小(-)型	老耳河支流			
35	岔河水库	中型	扒河			
36	白龙水库	小(-)型	扒河支流			
37	石河水库	小(-)型	星云湖入湖支流	星云湖		
38	跃进水库	小(-)型	星云湖入湖支流			
39	捧寨水库	小(二)型	星云湖入湖支流			
40	大寨水库	小(-)型	星云湖入湖支流			
41	东风水库	中型	曲江	曲江		

序号	调节水库	水库规模	所处河流	所处水系	
42	凤凰水库	小(-)型	曲江支流		
43	中村水库	小(-)型	董炳河支流小麦田河		
44	白龙河水库	中型	龙洞河(曲江二级支流)		
45	琉璃河水库	小(-)型	杞麓湖入湖支流	杞麓湖	
46	高冲水库	中型	异龙湖入湖支流	异龙湖	
47	跃进水库	中型	泸江支流	泸江	
48	大唐水库	中型	泸江支流老熊洞冲		
49	青云水库	小(-)型	泸江支流		
50	红罩塘水库	小(-)型	泸江支流		
51	长桥海水库	中型	沙甸河		
52	五里冲水库	中型	沙甸河		
53	杨柳田水库	中型	沙甸河		

(2) 生态流量组分的确定

根据受水区水生生态调查结果,以及受水区河流系统基本特征的分析,受水区河流绝大多数为发源于金沙江-澜沧江-红河-南盘江分水岭地带的山区河流,高原河段和山区河段相间分布,源短流急,汇水面积小,人类开发利用力度集中于相对宽缓的坝子河段。流域内供水以地表水占绝对主体,且以分布于分水岭地带的源头河流汇水区内的中小型水库为主,水库数量多、汇水面积小。河道内流量过程受到布置于源头区域的大量中小型水库运行调度的深刻影响,而用水集中的坝子地带人类开发利用历史悠久,河道相对宽缓,河岸河底均已修筑堤防,或已被硬化,成为渠化河道,河岸带植被结构简单,质量偏差。而河道比降大、水流湍急的山区河段仍属自然河段,河谷狭窄,河漫滩不发育,也不存在面积较大、质量良好的河岸林及湿地。

而受水区水系内水生生物群落结构也受到水资源开发利用、河道硬化渠化等深刻影响,水库内现有鱼类种类较少且绝大多数现为外来物种,水库坝下河段季节性断流,浮游植物、浮游动物的群落结构受到水库内浮游生物群落结构的深刻影响,旱季因缺水无鱼类分布,雨季则仅有少量耐污、广布、外来种鱼类物种分布。从鱼类生活型来看,仅有江河底栖激流型鱼类仍绝大部分为本地物种,在鱼类食性上,也

仅有刮食性鱼类、主要摄食底栖动物鱼类中仍以本地物种占绝对优势，二者也均属江河底栖性鱼类。而就鱼类栖息地分布状况而言，根据水生生态调查结果，在受水区水系中，绝大多数河流内土著鱼类资源贫乏，未见典型的鱼类产卵场，仅在部分河段内，如龙川江干流上游、普登河中游河段内有适合条鳅科等急流型小型鱼类产卵。与水库有关的鱼类产卵场则主要包括两类产卵场，一类是包括鲫鱼、鲤鱼等土著鱼类及外来经济鱼类，可利用受水区水库库区水草较繁茂区域产卵；另一类则为南鳅等小型土著鱼类，可利用水质较好的入库溪流产卵，但其潜在产卵场较为分散，未发现集中产卵场。

考虑到受水区内河流普遍缺乏明确的鱼类保护目标，无集中分布的较大面积的河滩林、湿地等保护目标，河流生态流量组分拟重点考虑生态基流。

（3）生态基流计算方法

生态基流的计算方法大致分为水文学法、水力学法、水文-生物分析法、生境模拟法、综合法和生态水力学法等。根据本工程的实际情况，受水区生态基流计算的对象主要为调蓄水库下游河道，二期工程所利用的调蓄水库绝大部分为已建水库，部分调蓄水库坝址下游500m范围内已经没有天然河道，同时缺少断面实测资料。根据水生生态现状调查，调蓄水库坝下无需要保护的生物物种。本工程的生态流量推荐计算方法的适用情况分析见下表。

表 5.2.2-2 本工程的生态流量推荐计算方法的适用性分析

方法	名称	计算方法	适用或限制条件	是否适用	备注
水文学法	Tennant 法	根据水文资料以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态。最小生态用水量不应小于工程所在河流控制断面多年平均流量的 10%	是目前世界上最广为使用的水文学方法，作为河流进行最初目标管理、战略性管理方法使用	适用	
	Q90 法	以 90%保证率最小月平均实测径流量的多年平均值作为河流基本生态环境需水量	适合于干旱、半干旱区域生态环境目标复杂的河流。对生态目标相对单一的地区，计算结果可能偏大	适用	
水力学法	湿周法	采用湿周作为栖息地的质量指标，绘制临界栖息地区域湿周与流量的关系曲线，根据湿周流量关系图中的转折点确定河道推荐流量值	适用于河床形状稳定的宽浅矩形和抛物线型河道	不适用	缺少河道断面实测资料，部分水库下游河道退化或不存在
水文-生物分析法	组合法	采用多变量回归统计方法，建立初始生物数据与环境条件的关系，来判断生物对河流流量的需求	采用多变量回归统计方法，建立初始生物数据与环境条件的关系，来判断生物对河流流量的需求	不适用	评价河段受人类活动影响较大
生境模拟法		根据指示物种所需的水力条件的模拟，确定河流流量	适用河流主要生态功能为某些生物物种的保护	不适用	评价河段无需要保护的特殊生物物种
综合法		以 BBM 法为代表，从河流生态系统整体出发，根据专家意见综合研究流量、泥沙运输、河床形状与河岸带群落之间的关系	资源消耗大、时间长，一般至少需要 2a 时间。综合性、大流域生态需水	不适用	研究周期过长，资料要求高
生态水利学法		通过水生生物适应的水力生境确定合适的流量，属于生境模拟法	适用于大中型河流内的水生生物所需生态流量的计算	不适用	评价河段属于小型河流

综上，本次评价生态基流估算选取 Tennant 法、Q90 法（90%保证率最枯月流量法）进行计算，并取两者中的较大值作为推荐值。

5.2.2.2 生态流量分析计算

(1) 受退水区丰枯水期分期

根据对受退水区气候气象、水文径流过程的分析，受退区内

河流均以降水补给为主，受降水季节变化影响，径流在年内的分配也较悬殊，呈现显著的丰枯分期，且丰枯水期分布基本一致，一个水文年内丰水期一般在 6-11 月，水量占全年径流量的 74.7~85.4%之间，而枯水期则在 12 月至来年 5 月，枯水期水量占全年径流量的 14.6%~25.3%之间，其中，西部较东部丰枯水量差异更为明显，如毗雄河、西河、龙川江水系丰、枯期水量分别占年径流量的 85%、15%左右，而绿汁江的西河、泸江水系丰、枯期水量分别占全年径流量的 75%、25%左右。各水系内丰枯水期水量占全年径流量之比见下表：

表 5.2.2-3 受退水区内各水系的丰枯水量占全年净流量之比汇总表

断面	丰水期水量占年径流量之比	枯水期水量占年径流量之比
毗雄河	85.38%	14.61%
西河	85.09%	14.88%
落漏河	83.43%	16.60%
龙川江	85.37%	14.64%
普登河	84.18%	15.81%
蜻蛉河	80.47%	19.53%
入滇池河流	79.71%	20.30%
普渡河干流	80.39%	19.62%
星云湖入湖河流	81.51%	18.49%
曲江	81.81%	18.19%
杞麓湖入湖河流	80.35%	19.68%
扒河	80.45%	19.57%
东河	77.99%	22.03%
西河	74.68%	25.32%
泸江	75.93%	24.07%

本工程受退水区中，大理州和楚雄州的枯期为 11 月-5 月，昆明市、玉溪和红河州的枯期为 12 月-5 月；大理州和楚雄州的汛期为 6 月-10 月，昆明市、玉溪和红河州的汛期为 6 月-11 月。

(2) 调蓄水库生态需水量计算

1) 推荐生态流量计算

调蓄水库坝址下游的枯期和汛期生态流量，分别使用 Tennant 法计算多年平均流量（枯期取 10%，汛期取 30%），Q90 法计算 90%保

证率最枯月平均流量，并取二者的较大值作为环评推荐的生态流量。

53 座调蓄水库的推荐生态流量计算结果如下表：

表 5.2.2-4 调蓄水库推荐生态流量计算表 单位：m³/s

序号	州(市)	水库	多年平均流量	Tennant 法		Q90 法	推荐生态流量	
				枯期 (10%)	汛期 (30%)		枯期	汛期
1	大理州	大银甸水库	0.617	0.062	0.185	0.016	0.062	0.185
2	大理州	花桥水库	0.642	0.064	0.193	0.017	0.064	0.193
3	大理州	仙鹤水库	0.501	0.050	0.150	/	0.050	0.150
4	大理州	益民海水库	0.015	0.002	0.005	0.000	0.002	0.005
5	大理州	海稍水库扩建	0.593	0.059	0.178	0.016	0.059	0.178
6	大理州	崔家箐水库	0.021	0.002	0.006	0.001	0.002	0.006
7	大理州	大坝水库	0.417	0.042	0.125	0.006	0.042	0.125
8	大理州	巴冲箐水库	0.055	0.006	0.017	0.001	0.006	0.017
9	大理州	桑木箐水库	0.160	0.016	0.048	0.002	0.016	0.048
10	大理州	黑泥箐水库	0.240	0.024	0.072	0.000	0.024	0.072
11	大理州	团结水库	0.076	0.008	0.023	0.001	0.008	0.023
12	大理州	甸中河水库	0.327	0.033	0.098	0.004	0.033	0.098
13	大理州	锁水阁水库	0.409	0.041	0.123	0.005	0.041	0.123
14	楚雄州	洋派水库	0.300	0.030	0.090	0.029	0.030	0.090
15	楚雄州	妙峰水库	0.160	0.016	0.048	0.017	0.017	0.048
16	楚雄州	罗家冲水库	0.020	0.002	0.006	0.002	0.002	0.006
17	楚雄州	耐桥水库	0.070	0.007	0.021	0.008	0.008	0.021
18	楚雄州	九龙甸水库	2.100	0.210	0.630	0.215	0.215	0.630
19	楚雄州	中石坝水库	0.500	0.050	0.150	0.057	0.057	0.150
20	楚雄州	龙虎水库	0.400	0.040	0.120	0.036	0.040	0.120
21	楚雄州	庆丰水库	0.400	0.040	0.120	0.041	0.041	0.120
22	楚雄州	东清水库	0.070	0.007	0.021	0.008	0.008	0.021
23	楚雄州	共和水库	0.060	0.006	0.018	0.006	0.006	0.018
24	楚雄州	小石门水库(新建)	4.670	0.467	1.401	0.227	0.467	1.401
25	楚雄州	挨小河水库	0.140	0.014	0.042	0.020	0.020	0.042
26	楚雄州	石门水库	0.762	0.076	0.229	0.024	0.076	0.229
27	楚雄州	大跃进水库	0.360	0.036	0.108	0.046	0.046	0.108
28	楚雄州	老鸦关水库	0.195	0.020	0.059	0.006	0.020	0.059
29	昆明市	大箐水库(扩建)	0.044	0.004	0.013	0.003	0.004	0.013
30	昆明市	黄坡水库(扩建)	0.223	0.022	0.067	0.010	0.022	0.067
31	昆明市	松华坝水库	6.280	0.628	1.884	0.540	0.628	1.884
32	昆明市	箐门口水库(在建)	0.299	0.030	0.090	0.014	0.030	0.090
33	昆明市	张家坝水库	0.007	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002
34	玉溪市	白龙水库	0.018	0.002	0.005	0.002	0.002	0.005
35	玉溪市	东风水库	1.780	0.178	0.534	0.255	0.255	0.534
36	玉溪市	跃进水库	0.038	0.004	0.011	0.004	0.004	0.011
37	玉溪市	琉璃河水库(扩建)	0.047	0.005	0.014	0.005	0.005	0.014
38	玉溪市	中村水库(新建)	0.201	0.020	0.060	0.000	0.020	0.060
39	玉溪市	岔河水库	0.840	0.084	0.252	0.089	0.089	0.252

序号	州(市)	水库	多年平均流量	Tennant 法		Q90 法	推荐生态流量	
				枯期 (10%)	汛期 (30%)		枯期	汛期
40	玉溪市	凤凰水库	0.160	0.016	0.048	0.003	0.016	0.048
41	玉溪市	捧寨水库	0.025	0.003	0.008	0.003	0.003	0.008
42	玉溪市	大寨水库	0.083	0.008	0.025	0.009	0.009	0.025
43	玉溪市	石河水库	0.076	0.008	0.023	0.008	0.008	0.023
44	玉溪市	白龙河水库	0.550	0.055	0.165	0.011	0.055	0.165
45	红河州	阿白冲水库	0.166	0.017	0.050	0.003	0.017	0.050
46	红河州	高冲水库	0.020	0.002	0.006	0.000	0.002	0.006
47	红河州	红罩塘水库(在建)	0.003	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
48	红河州	五里冲水库	0.300	0.030	0.090	0.065	0.065	0.090
49	红河州	杨柳田水库(新建)	0.021	0.002	0.006	0.000	0.002	0.006
50	红河州	大唐水库(新建)	0.055	0.006	0.017	0.000	0.006	0.017
51	红河州	青云水库	0.044	0.004	0.013	0.011	0.011	0.013
52	红河州	跃进水库	0.774	0.077	0.232	0.200	0.200	0.232
53	红河州	长桥海水库	1.500	0.150	0.450	0.320	0.320	0.450

2) 生态流量月过程和全年值计算

根据环评推荐生态流量计算结果，得出滇中引水二期工程 53 座调蓄水库在生态流量的月过程和全年值。

表 5.2.2-5 调蓄水库生态流量月过程计算表(大理、楚雄) 单位:万 m³

序号	州(市)	水库	汛期逐月生态流量 (推荐生态流量)					枯期逐月生态流量 (推荐生态流量)					全年合计		
			6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		4月	5月
1	大理州	大银甸水库	48.0	49.6	49.6	48.0	49.6	16.0	16.5	16.5	14.9	16.5	16.0	16.5	357.5
2	大理州	花桥水库	49.9	51.6	51.6	49.9	51.6	16.6	17.2	17.2	15.5	17.2	16.6	17.2	372.1
3	大理州	仙鹤水库	38.9	40.2	40.2	38.9	40.2	13.0	13.4	13.4	12.1	13.4	13.0	13.4	290.3
4	大理州	益民海水库	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	8.6
5	大理州	海稍水库扩建	46.1	47.7	47.7	46.1	47.7	15.4	15.9	15.9	14.4	15.9	15.4	15.9	343.9
6	大理州	崔家箐水库	1.6	1.7	1.7	1.6	1.7	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	12.0
7	大理州	大坝水库	32.4	33.5	33.5	32.4	33.5	10.8	11.2	11.2	10.1	11.2	10.8	11.2	241.5
8	大理州	巴冲箐水库	4.3	4.4	4.4	4.3	4.4	1.4	1.5	1.5	1.3	1.5	1.4	1.5	31.9
9	大理州	桑木箐水库	12.4	12.8	12.8	12.4	12.8	4.1	4.3	4.3	3.9	4.3	4.1	4.3	92.6
10	大理州	黑泥箐水库	18.7	19.3	19.3	18.7	19.3	6.2	6.4	6.4	5.8	6.4	6.2	6.4	139.2
11	大理州	团结水库	5.9	6.1	6.1	5.9	6.1	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0	2.0	2.0	43.8
12	大理州	甸中河水库	25.4	26.2	26.2	25.4	26.2	8.5	8.7	8.7	7.9	8.7	8.5	8.7	189.4
13	大理州	锁水阁水库	31.8	32.9	32.9	31.8	32.9	10.6	11.0	11.0	9.9	11.0	10.6	11.0	237.1
14	楚雄州	洋派水库	23.3	24.1	24.1	23.3	24.1	7.8	8.0	8.0	7.3	8.0	7.8	8.0	173.9
15	楚雄州	妙峰水库	12.4	12.9	12.9	12.4	12.9	4.4	4.6	4.6	4.1	4.6	4.4	4.6	94.6
16	楚雄州	罗家冲水库	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	11.6
17	楚雄州	耐桥水库	5.4	5.6	5.6	5.4	5.6	2.1	2.1	2.1	1.9	2.1	2.1	2.1	42.4
18	楚雄州	九龙甸水库	163.3	168.7	168.7	163.3	168.7	55.7	57.6	57.6	52.0	57.6	55.7	57.6	1226.6
19	楚雄州	中石坝水库	38.9	40.2	40.2	38.9	40.2	14.8	15.3	15.3	13.8	15.3	14.8	15.3	302.7

序号	州(市)	水库	汛期逐月生态流量 (推荐生态流量)					枯期逐月生态流量 (推荐生态流量)					全年合计		
			6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		4月	5月
20	楚雄州	龙虎水库	31.1	32.1	32.1	31.1	32.1	10.4	10.7	10.7	9.7	10.7	10.4	10.7	231.9
21	楚雄州	庆丰水库	31.1	32.1	32.1	31.1	32.1	10.6	11.0	11.0	9.9	11.0	10.6	11.0	233.7
22	楚雄州	东清水库	5.4	5.6	5.6	5.4	5.6	2.1	2.1	2.1	1.9	2.1	2.1	2.1	42.4
23	楚雄州	共和水库	4.7	4.8	4.8	4.7	4.8	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	34.8
24	楚雄州	小石门水库 (新建)	363.1	375.2	375.2	363.1	375.2	121.0	125.1	125.1	113.0	125.1	121.0	125.1	2707.4
25	楚雄州	挨小河水库	10.9	11.2	11.2	10.9	11.2	5.2	5.4	5.4	4.8	5.4	5.2	5.4	92.2
26	楚雄州	石门水库	59.3	61.2	61.2	59.3	61.2	19.8	20.4	20.4	18.4	20.4	19.8	20.4	441.9
27	楚雄州	大跃进水库	28.0	28.9	28.9	28.0	28.9	11.9	12.3	12.3	11.1	12.3	11.9	12.3	227.0
28	楚雄州	老鸦关水库	15.2	15.7	15.7	15.2	15.7	5.1	5.2	5.2	4.7	5.2	5.1	5.2	113.0

表 5.2.2-6 调蓄水库生态流量月过程计算表（昆明、玉溪、红河） 单位:万 m³

序号	州(市)	水库	汛期逐月生态流量 (推荐生态流量)					枯期逐月生态流量 (推荐生态流量)					全年合计		
			6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		4月	5月
1	昆明市	大箐水库 (扩建)	3.5	3.6	3.6	3.5	3.6	3.5	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	28.0
2	昆明市	黄坡水库 (扩建)	17.3	17.9	17.9	17.3	17.9	17.3	6.0	6.0	5.4	6.0	5.8	6.0	140.8
3	昆明市	松华坝水库	488.3	504.6	504.6	488.3	504.6	488.3	168.2	168.2	151.9	168.2	162.8	168.2	3966.0
4	昆明市	箐门口水库 (在建)	23.2	24.0	24.0	23.2	24.0	23.2	8.0	8.0	7.2	8.0	7.7	8.0	188.8
5	昆明市	张家坝水库	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.9
6	玉溪市	白龙水库	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	11.5
7	玉溪市	东风水库	138.4	143.0	143.0	138.4	143.0	138.4	68.3	68.3	61.7	68.3	66.1	68.3	1245.3
8	玉溪市	跃进水库	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	1.1	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	24.2
9	玉溪市	琉璃河水库 (扩建)	3.7	3.8	3.8	3.7	3.8	3.7	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	30.2
10	玉溪市	中村水库 (新建)	15.6	16.2	16.2	15.6	16.2	15.6	5.4	5.4	4.9	5.4	5.2	5.4	126.9
11	玉溪市	岔河水库	65.3	67.5	67.5	65.3	67.5	65.3	23.9	23.9	21.6	23.9	23.1	23.9	538.8
12	玉溪市	凤凰水库	12.4	12.9	12.9	12.4	12.9	12.4	4.3	4.3	3.9	4.3	4.1	4.3	101.1
13	玉溪市	捧寨水库	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	16.6
14	玉溪市	大寨水库	6.4	6.7	6.7	6.4	6.7	6.4	2.4	2.4	2.2	2.4	2.3	2.4	53.5
15	玉溪市	石河水库	5.9	6.1	6.1	5.9	6.1	5.9	2.1	2.1	1.9	2.1	2.1	2.1	48.8
16	玉溪市	白龙河水库	42.7	44.2	44.2	42.7	44.2	42.7	14.7	14.7	13.3	14.7	14.2	14.7	347.2
17	红河州	阿白冲水库	12.9	13.3	13.3	12.9	13.3	12.9	4.4	4.4	4.0	4.4	4.3	4.4	104.7
18	红河州	高冲水库	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	12.7
19	红河州	红罩塘水库 (在建)	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.8
20	红河州	五里冲水库	23.3	24.1	24.1	23.3	24.1	23.3	17.4	17.4	15.7	17.4	16.9	17.4	244.6

序号	州(市)	水库	汛期逐月生态流量 (推荐生态流量)							枯期逐月生态流量 (推荐生态流量)					全年合计
			6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
21	红河州	杨柳田水库 (新建)	1.6	1.7	1.7	1.6	1.7	1.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	13.1
22	红河州	大唐水库 (新建)	4.3	4.4	4.4	4.3	4.4	4.3	1.5	1.5	1.3	1.5	1.4	1.5	34.9
23	红河州	青云水库	3.4	3.5	3.5	3.4	3.5	3.4	3.1	3.1	2.8	3.1	3.0	3.1	38.8
24	红河州	跃进水库	60.2	62.2	62.2	60.2	62.2	60.2	53.4	53.4	48.3	53.4	51.7	53.4	680.9
25	红河州	长桥海水库	116.6	120.5	120.5	116.6	120.5	116.6	85.7	85.7	77.4	85.7	82.9	85.7	1214.7

(3) 计算结果分析

1) 与可研报告的比较

环评推荐生态流量与可研报告水资源配置提出的生态流量进行比较分析，结果见下表。

表 5.2.2-7 调蓄水库生态流量与可研规划比较 单位：万 m³

序号	州(市)	水库	环评推荐值	可研	差值	差值占比(%)
1	大理州	大银甸水库	357.5	357.5	0.0	0.0
2	大理州	花桥水库	372.1	372.1	0.0	0.0
3	大理州	仙鹤水库	290.3	290.3	0.0	0.0
4	大理州	益民海水库	8.6	8.6	0.0	0.0
5	大理州	海稍水库扩建	343.9	341.4	2.5	0.7
6	大理州	崔家箐水库	12.0	12.0	0.0	0.0
7	大理州	大坝水库	241.5	241.5	0.0	0.0
8	大理州	巴冲箐水库	31.9	31.9	0.0	0.0
9	大理州	桑木箐水库	92.6	92.6	0.0	0.0
10	大理州	黑泥箐水库	139.2	139.2	0.0	0.0
11	大理州	团结水库	43.8	43.8	0.0	0.0
12	大理州	甸中河水库	189.4	189.4	0.0	0.0
13	大理州	锁水阁水库	237.1	237.1	0.0	0.0
14	楚雄州	洋派水库	173.9	173.9	0.0	0.0
15	楚雄州	妙峰水库	94.6	92.8	1.8	2.0
16	楚雄州	罗家冲水库	11.6	11.6	0.0	0.0
17	楚雄州	耐桥水库	42.4	40.6	1.8	4.5
18	楚雄州	九龙甸水库	1226.6	1217.5	9.2	0.8
19	楚雄州	中石坝水库	302.7	289.9	12.8	4.4
20	楚雄州	龙虎水库	231.9	231.9	0.0	0.0
21	楚雄州	庆丰水库	233.7	231.9	1.8	0.8
22	楚雄州	东清水库	42.4	40.6	1.8	4.5
23	楚雄州	共和水库	34.8	34.8	0.0	0.0
24	楚雄州	小石门水库(新建)	2707.4	2707.4	0.0	0.0

序号	州(市)	水库	环评推荐值	可研	差值	差值占比(%)
25	楚雄州	挨小河水库	92.2	81.2	11.0	13.5
26	楚雄州	石门水库	441.9	441.9	0.0	0.0
27	楚雄州	大跃进水库	227.0	208.7	18.3	8.8
28	楚雄州	老鸦关水库	113.0	113.0	0.0	0.0
29	昆明市	大箐水库(扩建)	28.0	28.0	0.0	0.0
30	昆明市	黄坡水库(扩建)	140.8	140.8	0.0	0.0
31	昆明市	松华坝水库	3966.0	3966.0	0.0	0.0
32	昆明市	箐门口水库(在建)	188.8	188.8	0.0	0.0
33	昆明市	张家坝水库	4.9	4.2	0.7	15.7
34	玉溪市	白龙水库	11.5	11.4	0.1	0.9
35	玉溪市	东风水库	1245.3	1125.8	119.5	10.6
36	玉溪市	跃进水库	24.2	23.8	0.4	1.5
37	玉溪市	琉璃河水库(扩建)	30.2	29.7	0.5	1.6
38	玉溪市	中村水库(新建)	126.9	126.9	0.0	0.0
39	玉溪市	岔河水库	538.8	530.7	8.1	1.5
40	玉溪市	凤凰水库	101.1	99.5	1.6	1.6
41	玉溪市	捧寨水库	16.6	15.9	0.8	4.8
42	玉溪市	大寨水库	53.5	52.4	1.1	2.1
43	玉溪市	石河水库	48.8	48.2	0.6	1.2
44	玉溪市	白龙河水库	347.2	347.2	0.0	0.0
45	红河州	阿白冲水库	104.7	104.7	0.0	0.0
46	红河州	高冲水库	12.7	12.7	0.0	0.0
47	红河州	红罩塘水库(在建)	2.8	2.0	0.8	37.4
48	红河州	五里冲水库	244.6	189.5	55.2	29.1
49	红河州	杨柳田水库(新建)	13.1	13.1	0.0	0.0
50	红河州	大唐水库(新建)	34.9	34.9	0.0	0.0
51	红河州	青云水库	38.8	27.8	11.0	39.6
52	红河州	跃进水库	680.9	488.9	192.0	39.3
53	红河州	长桥海水库	1214.7	947.4	267.3	28.2

从上表中可知,部分水库可研规划水资源配置中的生态流量值与环评推荐生态流量存在差值(其中耐桥水库、中石坝水库、东清水库、挨小河水库、大跃进水库、张家坝水库、东风水库、捧寨水库、大寨水库、规划红罩塘水库、五里冲水库、青云水库、跃进水库和长桥海水库的差值较大),应按照环评推荐值下泄生态流量。

2) 合理性分析

根据可研报告水资源配置,滇中引水二期工程优先保证受水区城

镇生活用水，当地水源供农业与生态环境用水为主，通过置换城镇挤占的部分当地水来返还下游河道作为生态需水。在水资源配置中，53座调蓄水库和55座补偿调节水库均预留了生态流量，汛期生态流量为多年平均天然流量的30%，枯期按多年平均天然流量的10%下泄，水资源配置时优先保障。

根据《水工程规划设计生态指标体系与应用指导意见》（水总环移〔2010〕248号），我国南方河流，生态基流应不小于90%保证率最枯月平均流量和多年平均天然径流量的10%两者之间的大值，也可采用Tennant法取多年平均天然径流量的20-30%或以上。基于上述指导意见，根据生态流量分析，部分水库90%保证率最枯月平均流量高于多年平均流量的10%，因此取Tennant法和Q90法二者的较大值作为环评推荐的生态流量是合理的。因此，各充蓄调节水库的生态流量下泄量需要按照环评推荐值下泄生态流量。

5.2.2.3 生态流量泄放原则和需求分析

(1) 调蓄水库

二期工程共涉及的53座调蓄水库，具体见下表：

表 5.2.2-8 调蓄水库工程一览表

序号	州（市）	水库名称	调蓄类型	规模	总库容
1	大理州	海稍水库扩建	充蓄	大型	12145.0
2	大理州	崔家箐水库	充蓄	小一型	104.0
3	大理州	大坝水库	充蓄	小一型	683.0
4	大理州	巴冲箐水库	充蓄	小一型	300.0
5	大理州	桑木箐水库	充蓄	小一型	
6	大理州	黑泥箐水库	充蓄	小一型	
7	大理州	团结水库	充蓄	小一型	
8	大理州	甸中河水库	充蓄	小一型	521.0
9	大理州	锁水阁水库	充蓄	小一型	1219.0
10	大理州	大银甸水库	充蓄	中型	4085.0
11	大理州	花桥水库	充蓄	中型	1960.0
12	大理州	仙鹤水库	充蓄	中型	
13	大理州	益民海水库	充蓄	小一型	370.0

序号	州(市)	水库名称	调蓄类型	规模	总库容
14	楚雄州	九龙甸水库	充蓄	中型	6300.0
15	楚雄州	中石坝水库	充蓄	中型	1098.0
16	楚雄州	洋派水库	充蓄	中型	4000.0
17	楚雄州	妙峰水库	充蓄	小一型	
18	楚雄州	罗家冲水库	充蓄	小一型	
19	楚雄州	耐桥水库	充蓄	小一型	
20	楚雄州	龙虎水库	充蓄	中型	1370.0
21	楚雄州	庆丰水库	充蓄	中型	1147.0
22	楚雄州	东清水库	充蓄	小一型	
23	楚雄州	共和水库	充蓄	小一型	
24	楚雄州	小石门水库(新建)	充蓄	大型	11679.0
25	楚雄州	挨小河水库	充蓄	小一型	
26	楚雄州	石门水库	充蓄	中型	1734.0
27	楚雄州	大跃进水库	充蓄	小一型	
28	楚雄州	老鸦关水库	充蓄	小一型	
29	昆明市	大箐水库扩建	在线	中型	1749.0
30	昆明市	松华坝水库	在线	大型	21900
31	昆明市	黄坡水库扩建	在线	小一型	762.6
32	昆明市	箐门口水库	充蓄	中型	1136.0
33	昆明市	张家坝水库	充蓄	中型	1350.0
34	玉溪市	东风水库	在线	中型	9025.0
35	玉溪市	琉璃河水库扩建	在线	小一型	
36	玉溪市	凤凰水库	充蓄	小一型	
37	玉溪市	白龙水库	在线	小一型	
38	玉溪市	跃进水库	在线	小一型	5370.0
39	玉溪市	中村水库(新建)	在线	小一型	580.2
40	玉溪市	岔河水库	充蓄	中型	2640.0
41	玉溪市	捧寨水库	充蓄	小一型	
42	玉溪市	大寨水库	充蓄	小一型	
43	玉溪市	石河水库	在线	小一型	650.0
44	玉溪市	白龙河水库	充蓄	中型	1200.0
45	红河州	阿白冲水库	在线	中型	1538.0
46	红河州	高冲水库	在线	中型	1017.0
47	红河州	五里冲水库	在线	中型	7949.0
48	红河州	杨柳田水库	在线	中型	1285.0
49	红河州	大唐水库	在线	中型	1281.0
50	红河州	长桥海水库	在线	中型	4480.0
51	红河州	青云水库	充蓄	小(-)型	
52	红河州	红罩塘水库(在建)	在线	小(-)型	
53	红河州	跃进水库	充蓄	中型	5370.0

(2) 生态流量下泄原则

本工程的调蓄水库中,已经有环评要求的,按照环评要求建设生态流量下泄措施,并下泄生态流量(包括海稍水库、挨小河水库、仙鹤水库、红罩塘水库和小石门水库等),其余按照下述原则下泄。

1) 环评要求

根据《云南省元谋县挨小河水库工程环境影响报告表》，挨小河水库通过专门的生态流量下放措施保障下放 $0.034\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量直接进入下游河道，保证鱼类生存的河道最小流量。

根据《宾川县仙鹅水库环境影响报告书》，仙鹅水库大坝建成后，坝脚距离鸡足山二级水电站尾水口仅约 50m ，且该段炼洞河河道较为平直。建设单位计划库区施工结束后对该段河道进行清理、取平，使电站尾水能回流至坝脚，从而使该段不断流。根据水资源论证报告，仙鹅水库坝址处多年平均流量为 $0.33\text{m}^3/\text{s}$ ，加上鸡足山二级电站坝址以上径流，仙鹅水库坝址处复核后的径流应为 $1.44\text{m}^3/\text{s}$ ，仙鹅水库坝后应保证生态用水达到 $1.44\text{m}^3/\text{s}$ 的 10% ，即 $0.144\text{m}^3/\text{s}$ 。而鸡足山二级电站尾水量可达 $0.884\text{m}^3/\text{s}$ 左右，可满足下游生态用水需求。同时这一措施还可以保障水库初期蓄水期坝后不断流，因此初期蓄水期不再采取生态放流措施。

根据《建水县红罩塘水库工程建设项目环境影响报告表》，红罩塘水库下泄生态流量只考虑在区间引水引水闸上设置无节制生态流量泄放措施，拟采用氧焊机在引水闸门门面上焊吹一个半径为 0.1m 的圆形孔（流速约 $1\text{m}/\text{s}$ ），保证引水口下游大关河减水河段的生态需水（最小生态环境用水选取多年平均流量的 10% ，即 $0.032\text{m}^3/\text{s}$ ， 100.9 万 m^3/a ），并设置实时监控传输系统。

根据《楚雄州小石门水库工程环境影响报告书》，小石门水库工程的生态流量按照枯期多年平均天然流量的 15% ，汛期多年平均的 30% 天然流量的要求下泄，即枯期 $0.74\text{m}^3/\text{s}$ ，汛期 $1.47\text{m}^3/\text{s}$ 。

2) 生态流量下泄措施方案主要原则

为发挥本工程的生态环境效益，本工程将改造已建调蓄水库的生

态流量泄放措施，作为“以新带老”环保措施。根据调蓄水库的生态流量实际需求，结合调蓄水库生态流量的计算及满足程度分析，生态流量下泄措施方案主要原则如下：

①在线调节和充蓄调节水库与二期工程有直接的工程联系，本工程环评针对已建的在线调节和充蓄调节两类水库采取“以新带老”措施，增设生态流量下泄措施方案；补偿调节水库在本工程中，仅参与水资源配置，和二期工程本身无直接的工程联系，因此本工程环评不考虑补偿调节水库的生态流量下泄措施。

②工程建设内容不包含在二期工程中的拟建和拟扩建的水库（单独立项完成建设程序），则在相应的拟建和扩建工程可研和环保设计过程中设计生态流量下泄措施，本工程将不再考虑生态流量下泄措施。

③根据调蓄水库坝下河道现状分析确定坝下河道类型，结合坝下河段的水生生境情况和水库供水方式，综合确定是否进行“以新带老”生态流量下泄措施的改造或补建。大坝下游无自然河道的情况，无水生生境的河沟，生态水量很小，对下游天然河道贡献不大等情况，本工程环评不再进行“以新带老”生态流量下泄措施；供水方式为通过坝下农灌沟供水的情况，可直接通过河道下泄生态流量，不再进行“以新带老”生态流量下泄措施的改造或补建。

④针对一些特殊情况，例如仙鹤水库，根据其环评报告，对仙鹤水库坝下河道进行清理、取平，使电站尾水能回流至坝脚，从而使该段不断流，仙鹤水库坝址下游的鸡足山二级水电站尾水可回流至坝脚，实现坝后炼洞河不断流满足生态流量要求，故不再作为生态流量的改造对象；五里冲水库为特殊构造的无坝水库，坝下无河道，因此不下泄生态流量，故不再作为生态流量的改造对象。

(3) 生态流量下泄分析

根据上述生态流量下泄原则，调蓄水库坝下河道现状调查、水生生态情况和供水方式，综合进行生态流量下泄措施判别，并提出本工程拟采取的下泄措施。

1) 大箐水库扩建工程

大箐水库建于 1970 年，现状主要承担农业灌溉用水任务，水库建设前坝址断面多年平均径流量为 140.0 万 m^3 ，由于水库建成年代较早，未设置单独的生态流量下放措施。根据现场调查，现状大箐水库的坝下有鱼塘，大坝下游坝下约 6km 大箐河均为人工河道，王家滩水库以上约 3km 范围内的王家滩河为自然河道，随后进入王家滩水库的库尾。根据二期工程生态流量下泄原则，大箐水库扩建后，环评推荐的生态流量为枯期 $0.004m^3/s$ ，汛期 $0.013m^3/s$ 。水库扩建后，主要功能为滇中引水二期工程的调节池，水库主要来水为滇中引水的充蓄水，王家滩河本区来水较小，环评提出在大箐水库扩建中设置生态流量下泄措施，按要求下泄生态流量。

2) 黄坡水库扩建工程

黄坡水库建于 1957 年，现状主要承担农业灌溉用水任务，水库建设前坝址断面多年平均径流量为 654.1 万 m^3 ，由于水库建成年代较早，未设置单独的生态流量下放措施。根据现场调查，现状黄坡水库的坝下为黄坡小河自然河段均为人工修复河道，根据二期工程生态流量下泄原则，大箐水库扩建后，环评推荐的生态流量为枯期 $0.022m^3/s$ ，汛期 $0.067m^3/s$ 。水库扩建后，主要功能为滇中引水二期工程的调节池，水库主要来水为滇中引水的充蓄水，本区来水作为补充，由于坝下存在河道，因此环评提出在黄坡水库扩建中设置生态流量下泄措施，

按要求下泄生态流量。

3) 杨柳田水库工程（总干渠末端分水枢纽）

杨柳田水库为滇中引水工程二期工程拟新建的在线调蓄水库工程。杨柳田水库主要为存储、调节滇中主干渠来水，为全封闭式人工开挖水库（半挖半填），水库分为上、下两库。根据现场调查，水库位于泸江一级支流沙甸河流域范围内，下坝左边缘有箐沟，为季节性河流土基甸河。根据二期工程生态流量下泄原则，大唐水库建设后，环评推荐的生态流量为枯期 $0.002\text{m}^3/\text{s}$ ，汛期 $0.006\text{m}^3/\text{s}$ 。由于水库建设后，主要功能为滇中引水二期工程的调节池，水库主要来水为滇中引水的充蓄水，土基甸河本区来水很小，河道很短，往下 1km 就汇入干流，且坝址下游为季节性冲沟，天然情况下枯水期基本断流，因此没有下泄生态流量的生态学意义，而丰水期水量相对丰富，在弃水和泄洪的基础上，自然弃水过程满足生态流量要求，因此本工程环评不考虑杨柳田枢纽工程的生态流量下泄措施。

4) 大唐水库工程

大唐水库为滇中引水工程二期工程拟新建的在线调蓄水库工程。除了作为调蓄池外，大唐水库的供水包括农村生活供水、农业灌溉供水和工业供水。根据现场调查，水库位于泸江一级支流老熊洞冲上交汇口，大坝坝下有冲沟，为季节性冲沟。根据二期工程生态流量下泄原则，大唐水库建设后，环评推荐的生态流量为枯期 $0.006\text{m}^3/\text{s}$ ，汛期 $0.017\text{m}^3/\text{s}$ 。由于水库建设后，主要功能为滇中引水二期工程的调节池，水库主要来水为滇中引水的充蓄水，老熊洞河本区来水很小，且坝址下游为季节性冲沟，天然情况下枯水期基本断流，因此没有下泄生态流量的生态学意义，而丰水期水量相对丰富，在弃水和泄洪的

基础上，自然弃水过程满足生态流量要求，因此本工程环评不考虑大唐水库工程的生态流量下泄措施。

5) 中村水库工程

中村水库为滇中引水工程二期工程拟新建的在线调蓄水库工程，作为江川干线在线调蓄水库，与石河水库联合调度，解决江川受水区前卫、江城的城镇生活、工业及农业灌溉缺水问题。根据现场调查，水库位于珠江流域南盘江一级支流曲江的上游段，董炳河左岸一级支流小麦田河流域范围内，坝址下游有天然河道。根据二期工程生态流量下泄原则，中村水库建设后，环评推荐的生态流量为枯期 $0.02\text{m}^3/\text{s}$ ，汛期 $0.06\text{m}^3/\text{s}$ 。根据中村水库主体设计，拟建的中村水库不拦蓄本区来水（不拦蓄下游东风水库径流区的水量），为了满足不拦蓄本区来水，考虑水库的导流输水隧洞过流能力应满足水库本区坝址历年最大日平均流量的要求，本区径流量通过导流输水隧洞下放至下游河道，通过调度实现来多少泄多少的，相当于实现了 100% 的生态流量下泄，因此不需要单独设置生态流量下泄设施。

6) 其他调蓄水库工程

目前受水区已建充蓄水库中，琉璃河水库拟扩建，挨小河水库为新立项已建项目，红罩塘水库为在建项目，小石门水库为新立项项目，跃进水库拟新立项扩建，其他水库建设年代较早。调蓄水库下泄需求分析具体见下表。

表 5.2.2-9 生态流量下泄需求分析表 单位: m³/s

序号	州(市)	水库名称	环评推荐生态流量		坝下河道现状	水生生境情况	供水方式	生态流量下泄措施判别	拟采取的下泄措施
			枯期	汛期					
1	大理州	海稍水库(扩建)*	0.059	0.178	大坝下游存在人工修复河道, 6km 后为天然河道	天然河道分布少量土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	水库已经完成新立项扩建设计, 在扩建中落实生态流量下泄措施	无
2	大理州	崔家箐水库*	0.002	0.006	大坝下游无天然河道	无水生生境	坝下供水	无水生生境, 不考虑下泄措施	无
3	大理州	大坝水库*	0.042	0.125	大坝下游为巴冲箐水库库尾	无水生生境	坝上供水	无水生生境, 不考虑下泄措施	无
4	大理州	巴冲箐水库*	0.006	0.017	大坝下游无天然河道	无水生生境	坝上供水	无水生生境, 不考虑下泄措施	无
5	大理州	桑木箐水库*	0.016	0.048	大坝下游为季节性河沟	季节性河沟主要分布少量土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水渠道简单改造接入
6	大理州	黑泥箐水库*	0.024	0.072	大坝下游无天然河道	无水生生境	坝上供水	无水生生境, 不考虑下泄措施	无
7	大理州	团结水库*	0.008	0.023	大坝下游无天然河道	无水生生境	坝上供水	无水生生境, 不考虑下泄措施	无
8	大理州	甸中河水库*	0.033	0.098	大坝下游存在人工修复河道, 3km 后为天然河道	较差, 天然河道分布较少一般鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水渠道简单改造接入
9	大理州	锁水阁水库*	0.041	0.123	大坝下游为季节性河沟	较差, 天然河道分布较少一般鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水渠道简单改造接入
10	大理州	大银甸水库	0.062	0.185	大坝下游存在人工修复河道和天然河道	较好, 天然河道主要分布土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	压力输水管道上接入
11	大理州	花桥水库	0.064	0.193	大坝下游为季节性河沟	较差, 季节性河沟分布较少一般鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水渠道简单改造接入
12	大理州	仙鹤水库	0.050	0.150	大坝下游为季节性河沟	季节性河沟分布少量土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	根据项目环评, 对仙鹤水库坝下河道进行清理、取平, 使电站尾水能回流至坝脚, 从而使该段不断流, 不再下泄生态流量	无

序号	州(市)	水库名称	环评推荐生态流量		坝下河道现状	水生生境情况	供水方式	生态流量下泄措施判别	拟采取的下泄措施
			枯期	汛期					
13	大理州	益民海水库	0.001	0.004	大坝下游为季节性河沟	较差,季节性河沟分布较少一般鱼类	坝下供水	坝下水可直接进入河道,不需要补建措施	无
14	楚雄州	九龙甸水库*	0.215	0.630	大坝下游存在人工修复河道,4km后为天然河道	天然河道主要分布较少土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	水库已经完成新立项扩建设计,在扩建中落实生态流量下泄措施	无
15	楚雄州	中石坝水库*	0.057	0.150	大坝下游存在人工硬化河道,8km后为天然河道	天然河道主要分布较少土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	水库已经完成新立项扩建设计,在扩建中落实生态流量下泄措施	无
16	楚雄州	洋派水库	0.030	0.090	大坝下游存在人工修复河道,4km后为天然河道	天然河道主要分布较少土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水渠道简单改造接入
17	楚雄州	妙峰水库	0.017	0.048	大坝下游存在人工修复河道,5km后为天然河道	天然河道主要分布较少土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水渠道简单改造接入
18	楚雄州	罗家冲水库	0.002	0.006	大坝下游存在人工修复河道,5km后为天然河道	天然河道主要分布较少土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	生态水量很小,生态流量对下游天然河道贡献不大,不考虑下泄措施	无
19	楚雄州	耐桥水库	0.008	0.021	大坝下游存在人工修复河道,4km后为天然河道	天然河道主要分布较少土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	生态水量很小,对下游天然河道贡献不大,不考虑下泄措施	无
20	楚雄州	龙虎水库	0.040	0.120	大坝下游存在天然河道	天然河道主要分布较少土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水渠道简单改造接入
21	楚雄州	庆丰水库	0.041	0.120	大坝下游为季节性河沟,下游汇口前200m为自然河流	季节性河沟常常断流,未发现有鱼类分布	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水渠道简单改造接入
22	楚雄州	东清水库	0.008	0.021	大坝下游存在天然河道	天然河道主要分布较少土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	生态水量很小,生态流量对下游天然河道贡献不大,不考虑下泄措施	无
23	楚雄州	共和水库	0.006	0.018	大坝下游存在人工修复河道,3km后为天然河道	天然河道主要分布较少土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	生态水量很小,生态流量对下游天然河道贡献不大,不考虑下泄措施	无

序号	州(市)	水库名称	环评推荐生态流量		坝下河道现状	水生生境情况	供水方式	生态流量下泄措施判别	拟采取的下泄措施
			枯期	汛期					
24	楚雄州	小石门水库(新建)	0.740	1.470	大坝下游存在天然河道,设计有生态流量下放设施	较好,天然河道主要分布土著鱼类	坝上供水	新立项新建时设置生态流量下泄措施	无
25	楚雄州	挨小河水库	0.034	0.034	大坝下游存在人工修复河道,12km后为天然河道	较差,天然河道分布较少一般鱼类	坝上供水	新立项新建时已经设置生态流量下泄措施	无
26	楚雄州	石门水库	0.076	0.229	大坝下游存在人工修复河道,4km后为天然河道	天然河道主要分布少量土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水渠道简单改造接入
27	楚雄州	大跃进水库	0.046	0.108	大坝下游存在人工修复河道,8km后为天然河道	天然河道主要分布少量土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水渠道简单改造接入
28	楚雄州	老鸦关水库	0.019	0.058	大坝下游存在人工修复河道,5km后为天然河道	天然河道主要分布少量土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水管道上接入
29	昆明市	大箐水库(扩建)*	0.004	0.013	大坝下游存在人工修复河道,6km后为天然河道	天然河道存在常见鱼类	坝上供水	扩建新增生态流量下泄措施	本工程中扩建后通过压力输水管道上接入
30	昆明市	黄坡水库(扩建)*	0.022	0.067	大坝下游存在人工修复河道和天然河道	天然河道广泛分布外来鱼类	坝上供水	扩建新增生态流量下泄措施	本工程中扩建后通过放空管旁通接入
31	昆明市	松华坝水库*	0.628	1.884	大坝下游存在人工修复河道	人工修复河道鱼类物种多样性有所恢复	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	坝下即为水厂,通过水厂进水管分叉改造后下泄生态流量
32	昆明市	箐门口水库(在建)*	0.030	0.090	大坝下游存在天然河道	较好,主要分布土著鱼类和广泛分布外来鱼类	尚未供水	新立项新建时设置生态流量下泄措施	无

序号	州(市)	水库名称	环评推荐生态流量		坝下河道现状	水生生境情况	供水方式	生态流量下泄措施判别	拟采取的下泄措施
			枯期	汛期					
33	昆明市	张家坝水库*	0.001	0.002	大坝下游无天然河道, 为河流冲沟, 现状基本无水	无水生生境	坝上供水	无水生生境, 不考虑下泄措施	无
34	玉溪市	东风水库*	0.255	0.534	大坝下游存在天然河道	天然河道存在常见鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	压力输水管道上接入
35	玉溪市	琉璃河水库(扩建)*	0.005	0.014	大坝下游无天然河道	无水生生境	尚未供水	新立项扩建时设置生态流量下泄措施	无
36	玉溪市	凤凰水库*	0.016	0.048	大坝下游为季节性河沟, 4.5km后为天然河道	天然河道存在常见鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水管道上接入
37	玉溪市	白龙水库	0.002	0.005	大坝下游存在人工修复河道, 现状无水	无水生生境	坝上供水	无水生生境, 不考虑下泄措施	无
38	玉溪市	跃进水库	0.004	0.011	大坝下游存在人工修复河道和天然河道	天然河道存在常见鱼类	坝上供水	生态水量很小, 生态流量对下游天然河道贡献不大, 不考虑下泄措施	无
39	玉溪市	中村水库	0.020	0.060	大坝下游存在天然河道	较好, 天然河道主要分布土著鱼类和广泛分布外来鱼类	联合调度	不拦蓄本区来水, 导流输水隧洞按照来多少泄多少的原则下泄100%的生态流量	无
40	玉溪市	岔河水库	0.089	0.252	大坝下游存在天然河道	较好, 天然河道主要分布土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水管道上接入
41	玉溪市	捧寨水库	0.003	0.008	大坝下游无天然河道	无水生生境	坝上供水	无水生生境, 不考虑下泄措施	无
42	玉溪市	大寨水库	0.009	0.025	大坝下游无天然河道	无水生生境	坝下供水	坝下水可直接进入河道, 不需要补建措施	无
43	玉溪市	石河水库	0.008	0.023	大坝下游为季节性河沟	无水生生境	坝上供水	无水生生境, 不考虑下泄措施	无
44	玉溪市	白龙河水库	0.055	0.165	大坝下游为季节性河沟, 4.5km后为天然河道	季节性河沟常常断流, 无鱼类分布, 下游主要分布土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	压力输水管道上接入

序号	州(市)	水库名称	环评推荐生态流量		坝下河道现状	水生生境情况	供水方式	生态流量下泄措施判别	拟采取的下泄措施
			枯期	汛期					
45	红河州	阿白冲水库*	0.017	0.050	大坝下游为季节性河沟, 3km后为天然河道	季节性河沟常常断流, 无鱼类分布, 下游主要分布土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	新立项新建时已经设置生态流量下泄措施, 通过水库导流输水隧洞下泄生态流量	无
46	红河州	高冲水库*	0.002	0.006	大坝下游为季节性河沟, 10km后为天然河道	季节性河沟常常断流, 无鱼类分布, 下游主要分布土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝下供水	生态水量很小, 生态流量对下游天然河道贡献不大, 不考虑下泄措施	无
47	红河州	五里冲水库*	0.065	0.090	无自然河流	无水生生境	库内供水	无水生生境, 不考虑下泄措施	无
48	红河州	杨柳田枢纽(新建)*	0.002	0.006	大坝下游为季节性河沟	无水生生境	新建, 尚未供水	无水生生境, 且生态流量很小, 不考虑下泄措施	无
49	红河州	大唐水库(新建)*	0.006	0.017	大坝下游为季节性河沟	4km河沟无水生生境	新建, 尚未供水	无水生生境, 且生态流量很小, 不考虑下泄措施	无
50	红河州	长桥海水库*	0.320	0.450	大坝下游存在人工修复河道	较差, 天然河道分布有较少外来鱼类	坝上供水	采取“以新带老”的生态流量下泄措施	输水管道上接入
51	红河州	红罩塘水库(在建)	0.032	0.032	大坝下游无天然河道	无水生生境	在建, 尚未供水	新立项新建时设置生态流量下泄措施	无
52	红河州	青云水库	0.011	0.013	大坝下游存在人工修复河道, 4km后为天然河道	较好, 天然河道主要分布土著鱼类和广泛分布外来鱼类	坝上供水	生态水量很小, 生态流量对下游天然河道贡献不大, 不考虑下泄措施	无
53	红河州	跃进水库	0.200	0.232	大坝下游无天然河道	无水生生境	坝上供水	新立项扩建时设置生态流量下泄措施	无

注：“*”为骨干工程涉及的调蓄水库。

5.2.2.4 小结

受退水区内调节水库建成年代均较早，绝大多数水库无生态流量泄放要求，无生态流量泄放设施，现状受退水区河流生态环境呈现显著退化态势。报告书分别从水资源配置、生态流量泄放可行性和生态流量满足程度等角度进行了分析，确保滇中引水二期工程的生态流量泄放保障措施能够真正落实。

选择 23 个设计依据站、参证站的水文站，33 个水库站及 3 个湖泊站，并对受上游人类活动影响的水文站点进行天然径流还原计算，并根据前述代表性分析确定的径流分析计算系列，对径流系列长度不满足要求的站点需进行插补延长，最终获取了受退水区内各水系 1960-2014 的径流序列。基于以上径流序列，计算了各水库坝址断面的年平均流量、枯期生态基流（10%年均流量）、丰水期生态基流（30%年均流量）。

环评期间对涉及的水量调节水库进行了现场踏勘，调查现状泄放生态流量状况、生态流量泄放设施状况、坝下河道现状、现状供水方式，分析了拟采取的生态流量泄放措施（设施）。根据各座水库的基本条件，以及在滇中引水二期工程中发挥的不同的调节作用，对 53 座调蓄水库按照“以新带老”原则增设生态流量泄放措施，对 55 座补偿调节水库在本次滇中引水二期工程不考虑补偿调节水库的“以新带老”生态流量下泄措施，在水资源配置中预留生态水量。根据调节计算成果，设计水平年各调节水库的生态流量基本可以得到满足。

5.2.3 受退水区污染负荷预测

5.2.3.1 受退水区污染负荷

根据《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040 年）》（以下简称“补充规划”），34 个受水区 2030 年废污水存量及新增排放量

合计为 108402.18 万 m³，其中氨氮污染物总排放量为 4240.45t/a，COD 污染物入河量为 49184.39t/a。

2040 年废污水存量及新增排放量合计为 123173.50 万 m³，其中氨氮污染物入河量为 4918.30t/a，COD 污染物入河量为 57201.11t/a。

5.2.3.2 污染负荷复核

(1) 补充总磷污染负荷

考虑受退水区现状水质 TP 存在超标现象，本次环评地表水影响评价专题参考补充规划提出的预测方法及依据，对工程涉及各条河流的 TP 入河量进行了估算。

(2) 排污系数复核

根据重点流域“十四五”规划、滇中一期批复的 3 个河流断面（普渡河、富民大桥、九甸大桥）水质目标，有 9 个断面水质目标与水功能区划存在差异，从 III-IV 类提高到了 II 类（详见表 5.2.3 1）。同时，围绕云南省致力于建设生态文明建设排头兵，深入打好污染防治攻坚战的战略要求，根据地方政府发布的污染物排放地方标准，以及滇中地区地方政府在各流域规划及正在开展实施的环境综合整治提升三年行动实施方案、截污治污实施方案、河道综合治理、湿地建设、河湖长制工作等治污规划和措施，根据滇中地区各受退水小区的实际情况差异，重点围绕“十四五”水质目标提升至 II 类的退水河流和受退水小区，对污染负荷和排污系数进行了进一步复核。

表 5.2.3-1 退水河流控制断面水质目标

干流	支流	国/省控断面	断面属性	水功能区水质目标	重点流域“十四五”规划及治污规划中确定水质目标			滇中一期环评批复要求
				2030	2025	2030	2040	通水前
金沙江	落漏河	陈官庄	十四五省控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
	渔泡江	地索村坡脚	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
		朵腊河底	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
	龙川江	黄瓜园	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
红河	礼社江	龙树桥	十四五国控	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
	绿汁江	绿汁江大桥	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
		绿汁江口	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
	扒河	大谷厂水管所	十四五国控	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	/
南盘江	曲江	九甸大桥	十四五国控	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅱ类

1) 城镇生活污水排放量及排放浓度

昆明市印发的《滇池保护规划（2020-2035年）》（2021年5月），至2035年，滇池流域城镇污水处理设施出水将全面达到《城镇污水处理厂主要水污染物排放限值》（DB5301/T 43-2020）A级（准Ⅲ类）排放标准，流域各区域城镇污水收集达到98%，处理率达100%，再生水使用率达到40%以上。根据《玉溪市“湖泊革命”生活污水、生活垃圾全域截污治污实施方案》（2022年1月），星云湖流域的江川区南污水处理厂、北污水处理厂，杞麓湖流域的通海县第一、第二污水处理厂正在开展提标改造，提标改造后的污水处理厂出水将达到《玉溪市“三湖”城镇污水处理厂主要水污染物排放限值(暂行)》B级限值（准Ⅳ类）。

云南省发改委、财政厅、住建厅、生态环境厅、水利厅《转发关于完善长江经济带污水处理收费机制有关政策指导意见的通知》（云发改价格〔2020〕812号）明确提出，“鼓励地方根据企业排放污水中主要污染物种类、浓度、环保信用评级等，分类分档制定差别化收费标准，促进企业污水预处理和污染物排放”“污水处理费标准要与污水处理排放标准挂钩”。通过政策引导，加快引入市场机制，污水处理厂提标改造将吸引社会资本加大投入和建设力度。

基于以上国家政策、政府文件、地方标准，结合退水区污水处理厂现状实际出水水质，规划水平年昆明市城镇污水处理厂、工业园区污水处理厂出水标准提升至昆明市地方标准的 A 级。玉溪市受退水小区内城镇污水处理厂出水提升至玉溪市地方标准的 B 级。除昆明、玉溪外，其余水质目标从水功能区划确定的 III~IV 类提高到 II 类的退水河流断面以上区域，城镇污水处理厂、工业企业污水处理厂出水标准提升至准IV类。

2) 灌溉污水排放量及排放浓度

2021 年 9 月，农业农村部印发《全国高标准农田建设规划（2021-2030 年）》，规划到 2022 年建成高标准农田 10 亿亩，到 2025 年建成 10.75 亿亩，并改造提升现有高标准农田 1.05 亿亩，到 2030 年建成 12 亿亩。同时，将高效节水灌溉与高标准农田建设统筹规划、同步实施，2021—2030 年完成 1.1 亿亩新增高效节水灌溉建设任务。2022 年度，农业农村部下达云南省高标准农田建设任务 480 万亩，高效节水灌溉面积 80 万亩。

《云南省“十四五”高原特色现代农业发展规划》提出，到 2025 年全省新建 1500 万亩、改造提升 550 万亩高标准农田。滇中地区是全省高标准农田建设的主要区域，农业高效节水灌溉面积占农田有效灌溉面积的比例将大幅提升，高于全省平均水平。根据各受水小区的农业发展实际情况，进一步复核农业面源污染负荷。

表 5.2.3-2 受退水区高效节水灌区建设及规划情况

州市	受水小区	高效节水面积			有效灌溉面积			高效节水比例		
		2019	2030	2040	2019	2030	2040	2019	2030	2040
大理州	宾川牛井	16.10	36.10	42.20	29.49	46.00	46.00	54.6%	78.5%	91.7%
	祥云祥城	6.28	20.49	24.60	25.70	33.00	33.00	24.4%	62.1%	74.5%
丽江市	永胜太阳平山	0.10	3.60	3.60	2.10	5.00	5.00	4.8%	72.0%	72.0%
楚雄州	姚安栋川	6.20	7.16	9.16	14.21	15.14	15.14	43.6%	47.3%	60.5%
	大姚金碧	5.48	11.84	12.74	14.06	17.12	17.12	38.9%	69.1%	74.4%
	南华龙川	6.50	9.00	9.00	9.89	11.77	11.77	65.7%	76.5%	76.5%
	元谋元马	16.77	39.14	46.18	38.51	55.40	59.40	43.5%	70.6%	77.7%
昆明市	安宁连然	7.22	10.22	10.22	12.34	12.92	12.92	58.5%	79.1%	79.1%
玉溪市	通海秀山	12.46	15.46	18.56	16.84	21.79	21.79	74.0%	70.9%	85.2%
红河州	建水临安	5.61	11.22	14.03	20.56	25.95	25.95	27.3%	43.2%	54.0%
	个旧个旧	2.42	4.42	4.42	7.39	7.49	7.49	32.7%	59.0%	59.0%
	开远开远	9.02	11.02	14.02	12.59	16.10	16.10	71.7%	68.5%	87.1%
	蒙自文澜	18.62	22.62	26.62	33.96	30.65	30.65	54.8%	73.8%	86.8%

3) 农村生活污水排放量及排放浓度

2022年1月,生态环境部、农业农村部、住房和城乡建设部、水利部、国家乡村振兴局联合印发的《农业农村污染治理攻坚战行动方案(2021—2025年)》,到2025年,农村环境整治水平显著提升,农业面源污染得到初步管控,农村生态环境持续改善。新增完成8万个行政村环境整治,农村生活污水治理率达到40%。

《云南省“十四五”生态环境保护规划》提出,到2025年,全省农村生活污水治理率达到40%,实施2100个行政村环境整治工程,重点实施九湖流域农村生活污水治理、集中式饮用水水源地农村生活污水治理工程。《云南省“十四五”九大高原湖泊保护治理规划》提出,到2025年,九湖流域农村生活污水收集处理率均在75%以上。

结合不同受退水小区农村生活污水治理现状情况和规划目标,进一步复核农村生活污染负荷系数。

5.2.3.3 退水河流污染负荷预测

根据污染负荷复核成果,2030年,34个受水区氨氮入河量为3218.18t/a,

COD 污染物入河量为 40782.31t/a, TP 入河量为 470.92 t/a。2040 年, 氨氮入河量为 3808.22t/a, COD 污染物入河量为 47900.33t/a, TP 入河量为 515.85t/a。

金沙江流域 2030 年氨氮、COD、TP 入河量分别为 1785.14t、22139.2t 和 214.02t。2040 年氨氮、COD、TP 入河量分别为 2029.44t、25266.54t 和 232.03t。

红河流域 2030 年氨氮、COD、TP 入河量分别为 438.17t、4570.1t 和 87.87t, 与现状相比削减比例分别为 74.27%、56.98%和 79.00%; 2040 年氨氮、COD、TP 入河量分别为 523.41t、5371.19t 和 97.73t, 与现状相比削减比例分别为 69.27%、49.44%和 76.64%。

澜沧江流域 2030 年氨氮、COD、TP 入河量分别为 208.86t、2510.16t 和 26.06t。2040 年氨氮、COD、TP 入河量分别为 231.91t、2957.94t 和 25.31t。

南盘江流域 2030 年氨氮、COD、TP 入河量分别为 786.01t、11562.85t 和 142.97t。2040 年氨氮、COD、TP 入河量分别为 1023.46t、14304.64t 和 160.78t。

表 5.2.3-3 不同水平年主要河流入河污染负荷 单位：t/a

干流	支流	现状年			2030 年			2040 年		
		CODcr	氨氮	TP	CODcr	氨氮	TP	CODcr	氨氮	TP
金沙江	落漏河	335.56	65.62	15.65	237.08	22.99	5.23	264.75	25.95	6.03
	达旦河	2760.96	421.82	25.86	871.75	74.66	9.74	993.68	83.26	10.46
	渔泡江	1811.93	327.73	120.27	982.57	44.16	24.17	1192.47	58.81	26.86
	龙川江	10980.28	1826.44	144.56	3947.00	389.54	69.36	4476.09	440.44	74.50
	普渡河	20814.59	2449.64	257.04	15101.06	1151.93	81.26	17190.75	1304.01	88.18
	牛栏江	3709.00	236.98	27.35	999.74	101.86	24.26	1148.80	116.97	26.00
小计		40412.32	5328.23	590.73	22139.20	1785.14	214.02	25266.54	2029.44	232.03
红河	红河（礼社江）	5903.99	896.58	189.45	1668.51	167.42	29.13	1945.89	197.63	32.58
	绿汁江（星宿江）	4720.06	806.51	228.88	2901.59	270.75	58.74	3425.30	325.78	65.15
小计		10624.05	1703.09	418.33	4570.10	438.17	87.87	5371.19	523.41	97.73
澜沧江	西洱河	5807.28	811.86	40.29	2510.16	208.86	26.06	2957.94	231.91	25.31
小计		5807.28	811.86	40.29	2510.16	208.86	26.06	2957.94	231.91	25.31
南盘江	曲江	8395.06	1180.85	173.64	4280.38	159.88	48.60	5775.26	291.44	56.20
	泸江	16124.21	2176.64	118.14	7282.47	626.13	94.37	8529.38	732.02	104.58
小计		24519.27	3357.49	291.78	11562.85	786.01	142.97	14304.64	1023.46	160.78
合计		81362.92	11200.67	1341.13	40782.31	3218.18	470.92	47900.33	3808.22	515.85

5.2.3.4 主要补水湖泊污染负荷预测

2030 近期设计水平年和 2040 远期设计水平年，主体工程初设审定成果与二期可研复核成果中，对于滇池、杞麓湖和异龙湖三个重要湖泊的环境补水量和补水方式量均未发生变化。主体工程环境影响报告书预测三个重要补水湖泊水文情势的边界条件均未发生变化，设计水平年及污染治理目标相同。因此，本次工作中，不再采取新的污染负荷预测方法，继续沿用在主体工程环境影响报告书以及《滇中引水工程受退水区水污染防治规划》已经确定的方法及相关系数，对主体工程环境影响报告书的补水湖泊的污染负荷预测结果进行了复核。

(1) 滇池污染负荷预测

1) 规划水平年滇池入湖污染物估算

①2030 近期设计水平年污染负荷入湖量

《滇池流域水污染防治“十二五”规划》是以改善滇池水环境质量，力争控制滇池藻类生长为导向，以滇池外海力争实现 IV 类水环境功能要求为目标。滇池流域城镇生活源和工业源经治理后排放入湖的 COD、TN 和 TP 分别控制在 14100t、5435t 和 315t 以内。假设无后续新增措施，利用校准好的滇池流域水文与非点源过程模拟模型（HSPF）和一维衰变动力学模拟模型估计了 2030 年丰水年陆域的 COD、TN、TP 入湖负荷分别为 21487t、5915t 和 531t，平水年陆域的 COD、TN、TP 入湖负荷分别为 21487t、5301t 和 467t，枯水年陆域的 COD、TN、TP 入湖负荷分别为 21487t、4819t 和 423t。

表 5.2.3-4 2030 年不同年型下滇池流域各陆域污染源的入湖污染负荷 单位：t

污染源	丰水年			平水年			枯水年		
	COD	TN	TP	COD	TN	TP	COD	TN	TP
生活点源	17015	3324	343.9	17015	3324	343.9	17015	3324	343.9
企业点源	4472	640	36	4472	640	36	4472	640	36
农业非点源	-	1641	130.1	-	1104	65	-	709	30
城市非点源	-	310	31.1	-	233	22	-	146	13
小计	21487	5915	541	21487	5301	467	21487	4819	423

从流域分布来看，草海陆域单元 COD、TN 和 TP 入湖负荷丰水年分别为 3755t、986t 和 175t，平水年分别为 3755t、880t 和 156t，枯水年分别为 3755t、780t 和 112t。而外海陆域单元 COD、TN 和 TP 入湖负荷丰水年分别为 17732t、4928t 和 356t，平水年分别为 17732t、4420t 和 312t，枯水年分别为 17732t、3967t 和 302t。

②2040 远期设计水平年污染负荷入湖量

滇池流域 2040 年丰水年陆域的 COD、TN、TP 入湖负荷分别为 24234t、7353t 和 653t，平水年陆域的 COD、TN、TP 入湖负荷分别为 24234t、6739t 和 579t，枯水年陆域的 COD、TN、TP 入湖负荷分别为 24234t、6257t 和 535t。

表 5.2.3-3 2040 年不同典型年滇池流域各陆域污染源的入湖污染负荷 单位：t

污染源	丰水年			平水年			枯水年		
	COD	TN	TP	COD	TN	TP	COD	TN	TP
生活点源	21431	4852	464	21431	4852	464	21431	4852	464
企业点源	2812	550	28	2812	550	28	2812	550	28
农业非点源	-	1641	130.1	-	1104	65	-	709	30
城市非点源	-	310	31.1	-	233	22	-	146	13
小计	24243	7353	653	24243	6739	579	24243	6257	535

从流域分布来看，草海陆域单元 COD、TN 和 TP 入湖负荷丰水年分别为 5511t、1273t 和 214t，平水年分别为 5511t、1208t 和 188t，枯水年分别为 5511t、1008t 和 149t。而外海陆域单元 COD、TN 和 TP 入湖负荷丰水年分别为 18732t、6081t 和 439t，平水年分别为 18732t、5532t 和 392t，枯水年分别为 18732t、5249t 和 387t，主要来自于盘龙江和大清河子流域。

2) 滇池水环境容量及总量控制方案

①滇池水环境容量核算

滇池在规划水平年 2030/2040 年不同设计水文条件下, 为了达到各规划水平年的水质保护目标, 推算得到滇池在规划水平年不同设计水文条件下的水环境容量。

表 5.2.3-6 规划水平年不同设计水文条件下滇池环境容量预测 单位: t/a

水文条件		水质指标	环境容量		
规划水平年	水文年		草海	外海	滇池总量
2030/2040	丰水年	COD	3715	25932	29646
		TP	19	290	309
		TN	268	3716	3984
	平水年	COD	2888	24032	26921
		TP	16	283	300
		TN	222	3646	3868
	枯水年	COD	2682	22007	24689
		TP	16	280	295
		TN	216	3541	3757

②滇池流域容量总量控制方案

根据滇池流域水文及污染物迁移过程, 以子流域为基本单元, 在子流域调查和分析的基础上, 按照子流域的内部差异性, 综合考虑子流域的土地利用、河流水系、污染负荷、预期发展等特征, 将 110 个子流域结果合并为 8 个控制单元, 即松花坝水源保护区、城西草海汇水区、外海北岸重污染排水区、外海东北岸城市-城郊-农村复合污染区、外海东岸新城、外海东南岸农业面源污染控制区、外海西南岸高富磷区、外海西岸湖滨散流区, 并确定其边界, 建立二级分区体系。

表 5.2.3-7 滇池流域容量总量控制单元划分

一级区	二级区名称	分区类别	涉及水系	主要对策
草海陆域控制区	城西草海汇水区	优先控制区	新运粮河、老运粮河、船房河、西坝河	管网覆盖及雨污分流、中水回用与资源、入湖河道整治
外海陆域控制区	松花坝水源保护区	生态管育区	冷水河、牧羊河	污染防治、陆地生态修复、生态补偿机制
	外海北岸重污染排水区	优先控制区	盘龙江、大清河	管网覆盖及雨污分流、入湖河道整治、中水回用
	宝象河子流域控制区	重点控制区	宝象河	污染防治(上、中、下游污染特征不同)、河道整治

一级区	二级区名称	分区类别	涉及水系	主要对策
	外海东岸新城控制区	重点预防区	洛龙河、捞鱼河	污染控制与预防、中水回用和控源截污、水资源循环、湖滨和入湖河口生态修复
	外海东南岸农业面源污染控制区	重点控制区	大河、柴河	农业及农村面源污染控制、清水产流
	外海西南岸高富磷区	重点控制区	古城河、东大河	农业及农村面源污染控制、清水产流、富磷区控制
	外海西岸湖滨散流区	生态管育区		农业生产方式改变、污水集中收集和處理、湿地、陆地生态恢复

滇池“流域-子流域”尺度容量总量分配优化，依据上述分配规则，确定规划水平年年滇池流域、8个控制单元最大允许入湖量、最小削减量和削减率（削减率为各控制单元入湖负荷削减量/入湖量，与前述削减率不同）。为了实现控制指标（COD、TN、TP）在外海和草海分别达到III类和IV类水平，通过不确定容量总量控制“模拟-优化”耦合技术计算，滇池流域 TN、TP 陆域最大允许入湖负荷分别为 2054 吨/年和 81 吨/年（不含内源和大气沉降规模）；其中，滇池外海 TN、TP 陆域最大允许入湖负荷分别为 1507 吨/年和 62 吨/年，滇池草海 TN、TP 陆域最大允许入湖负荷分别为 547 吨/年和 19 吨/年。

表 5.2.3-8 滇池“流域—子流域”容量总量控制单元总量优化分配结果

控制单元	基准年入湖量 TN(t)	基准年入湖量 TP(t)	最大允许入湖总量 TN(t)	最大允许入湖总量 TP(t)	最小入湖削减量 TN(t)	最小入湖削减量 TP(t)	削减率 TN(%)	削减率 TP(%)
滇池(外海+草海)	6286.1	630.1	2054.4	80.5	4231.7	551	67.30	87.40
外海	5202.1	551.3	1507.2	61.6	3694.9	491.1	71.00	89.10
草海	1084	78.8	547.2	18.9	536.8	59.9	49.50	76.00
松花坝水源保护区	489.6	13.6	142.9	4.3	346.7	9.3	70.80	68.40
外海北岸重污染排水区	2620	249	908	35	1712	214	65.30	85.90
外海东北岸城市-城郊-农村复合污染区	365.4	52.6	113.2	6	252.2	46.6	69.00	88.60
外海东岸新城控制区	328	6	130	7.4	198	0	60.40	0.00
外海东南岸农业面源控制区	1146.7	187.5	138.1	5.8	1008.6	181.7	88.00	96.90
外海西南岸高富磷区	203	39.1	57.2	2.2	145.8	36.9	71.80	94.40
外海西岸湖滨散流区	49.4	3.5	17.8	0.9	31.6	2.6	64.00	74.3

滇池流域 TN、TP 入湖负荷在 2008 年基础上至少需要削减 4231 和 551 吨/年，削减率分别为 67.3%和 87.4%；其中，滇池外海的 TN、TP 最小入

湖负荷削减量分别为 3695 吨/年和 491 吨/年，削减率为 71%和 89%；滇池草海的 TN、TP 最小入湖负荷削减量分别为 536.8 吨/年和 59.9 吨/年，削减率为 49.5%和 76%。

滇池“子流域—污染源”尺度容量总量分配优化，将上述子流域最大允许入湖负荷控制目标，落实到各个污染源，为确定滇池流域控源减排方案提供设计标准。通过滇池流域水文与非点源过程模拟模型和不确定容量总量控制“模拟-优化”耦合技术计算，得到各污染源 TN、TP 陆域最大允许排放量、最小削减量及对应的削减率成果。

表 5.2.3-9 滇池“子流域—污染源”总量控制优化成果

污染源		最大允许排放量(t)		最小削减量(t)		削减率(%)	
		TN	TP	TN	TP	TN	TP
滇池流域	城镇生活点源	2592	148	9436	869	78	85
	企业点源	0	0	980	151	100	100
	农业面源*	9694	4283	18765	8278	66	66
	城市面源	623	37	848	52	58	58
外海	城镇生活点源	1810	104	6586	608	78	85
	企业点源	0	0	827	130	100	100
	农业面源*	9533	4175	18506.6	8105	66	66
	城市面源	510	30.6	736	44.8	59	59
草海	城镇生活点源	783	44.4	2849.1	260.6	78	85
	企业点源	0	0	153	20.6	100	100
	农业面源*	161	108.3	258	173	62	62
	城市面源	112	6.8	112	6.8	50	50

*：农业面源中的 TN、TP 均为施肥量。

(2) 杞麓湖污染负荷预测

1) 规划水平年杞麓湖入湖污染物估算

①2030 近期设计水平年流域污染源预测分析

通过对杞麓湖流域 2030 年工矿企业、农村与农业面源污染、陆地生态系统进行现场调查和对不同污染物产生量计算分析，杞麓湖流域主要污染源为畜禽养殖污染和农村生活污水。根据流域污染源的产生量，参照全国第一次污染源普查各类污染源的排污系数、流失系数并考虑流域内现有污水、垃圾、畜禽养殖污染等收集、处理、处置等设施的运行情况和污染物

削减量,预测各污染源排放量、2030 年杞麓湖流域污染物产生量及排放量。

表 5.2.3-4 2030 年杞麓湖流域污染负荷产生量总表 单位: t/a

类型	污染源		COD		TN		TP	
			产生量	排放量	产生量	排放量	产生量	排放量
点源	工业污染		19747.41	3950.73	412.70	407.32	--	--
	城镇生活污染	城镇生活污水	2824.00	1491.79	517.01	320.69	44.32	13.74
		城镇生活垃圾	417.08	220.33	20.85	12.94	8.34	2.59
面源	农村生活污染	农村生活污水	4236.00	1270.77	781.38	234.38	66.47	19.92
		农村生活垃圾	625.62	125.12	31.28	6.29	12.51	2.50
	农田面源污染		3869.98	1929.94	1445.04	482.10	123.91	44.22
	畜禽养殖污染		13585.45	309.99	3051.61	65.04	1042.94	17.16
	水土流失		--	--	21.97	6.80	10.41	3.20
	干湿沉降		--	--	--	44.50	--	4.60
	合计		45305.54	9298.68	6281.85	1580.06	1308.90	107.92

杞麓湖流域内通过开展水污染综合防治措施,污染源排放量得到了有效控制。其中,城镇生活污染源由于污水处理厂配套管网的完善,排放量得到明显控制;农村生活污染源及农田面源污染由于农村环境综合整治及农业面源污染控制等措施的实施,排放量也得到一定程度控制,但仍需加大控制措施。2030 年杞麓湖流域入湖污染负荷排放量见下表。湖泊流域污染物入湖量主要来自农村生活污水和农田面源,入湖途径主要为地表径流、地表散流和湖面干湿沉降。2030 年流域入杞麓湖的污染负荷量 COD 为 6355.48t/a, TN 为 985.83t/a, TP 为 63.84t/a。

表 5.2.3-5 2030 年杞麓湖流域污染负荷入湖量总表 单位: t/a

类型	污染源		COD	TN	TP
点源	工业污染		915.37	71.55	--
	城镇生活污染	城镇生活污水	1476.27	240.59	7.73
		城镇生活垃圾	218.03	9.70	1.46
面源	农村生活污染	农村生活污水	1199.95	167.78	10.69
		农村生活垃圾	118.15	4.50	1.34
	农田面源污染		2091.73	396.12	27.24
	畜禽养殖污染		335.98	53.44	10.57
	水土流失		--	5.59	1.97
	干湿沉降		--	36.56	2.83
合计			6355.48	985.83	63.84

②2040 远期设计水平年流域污染源预测分析

与 2030 年预测方法一致,可得 2040 年流域污染源入湖量见表 5.2.3-6。

表 5.2.3-6 2040 年杞麓湖流域污染负荷入湖量总表 单位：t/a

类型	污染源	COD	TN	TP	
点源	工业污染	1027.31	77.69	--	
	城镇生活污染	城镇生活污水	1656.80	261.23	7.93
		城镇生活垃圾	244.70	10.54	1.49
面源	农村生活污染	农村生活污水	1346.69	182.18	10.97
		农村生活垃圾	132.60	4.89	1.38
	农田面源污染		2347.53	430.11	27.95
	畜禽养殖污染		377.07	58.03	10.84
	水土流失		--	6.07	2.02
	干湿沉降		--	39.70	2.91
合计		7132.70	1070.43	65.49	

③滇中引水工程通水后新增水量退水污染负荷核算

滇中引水工程通水后新增水量退水污染负荷包括生产生活用水退水及农业灌溉退水污染负荷两种。

通过对杞麓湖流域 2030、2040 年生产生活用水退水量、农业灌溉退水量和对不同污染物产生量的计算和预测分析，可知杞麓湖流域 2030、2040 年污染物入湖量分别为为 COD 为 525.63.00t/a、527.55t/a，TN 为 174.19t/a、174.8t/a，TP 为 8.25t/a、8.27t/a。

表 5.2.3-7 设计水平年杞麓湖流域生产生活退水污染负荷入湖量 单位：t/a

年份	退水量 (万 m ³ /a)		COD	TN	TP
2030 年	生产生活用水	775.01	465	155	7.75
	农业灌溉	265.25	60.63	19.19	0.5
	合计	1040.26	525.63	174.19	8.25
2040 年	生产生活用水	775.01	465	155	7.75
	农业灌溉	268.7	62.55	19.8	0.52
	合计	1043.71	527.55	174.8	8.27

④规划水平年杞麓湖入湖污染物估算

滇中引水工程通水后杞麓湖流量入湖污染物负荷增量包括两部分，分别为人口与经济发展增量和调水水量增量产生的污染负荷。通过对杞麓湖流域人口与经济发展增量、调水水量增量和对不同污染物产生量计算和预测分析，可知杞麓湖流域 2030 年污染物入湖量 COD 为 6881.11t/a，TN 为 1160.02 t/a，TP 为 72.09t/a。2040 年污染物入湖量 COD 为 7660.26t/a，TN

为 1245.23t/a，TP 为 73.76t/a。

2) 杞麓湖水环境容量及总量控制方案

采用试算法计算水环境容量，以实测的水位、流量、水质资料对所建立的水动力学及水质模型进行率定及验证，使模型可以准确地反映评价区域的水动力及水质特征。改变污染负荷量输入模型，利用已经建立的水动力及水质模型可以了解在特定污染负荷条件下水体的水质浓度，直到水体的计算浓度与目标浓度相符，这时的污染负荷量即为水体水环境容量。根据以上的计算思路进行了试算，控制水体各月的水质浓度不超过Ⅲ类水质标准，此时进入杞麓湖的污染量即为水环境容量。如表 5.2.3—14 所示为不补水条件下用试算法计算的水环境容量，计算结果为杞麓湖达到地表水Ⅲ类水质时水环境容量如下表所示。

表 5.2.3-8 引水前丰、平、枯年型的污染物的水环境容量表

年型	TN	TP	COD
丰水年	217.30	24.96	3185.69
平水年	208.11	22.31	2789.48
枯水年	163.10	12.49	956.43

到 2030/2040 年杞麓湖如果不补水 TN、TP、COD 均达不到地表水Ⅲ类水质标准，所以到 2030/2040 年必须采用污染物控制措施进行污染物削减，2030/2040 年污染物排放总量减去不补水条件下（现状条件）的水环境容量即为削减量及削减比例如下表所示。

表 5.2.3-9 引水后 2030/2040 年丰、平、枯年型的污染物总量及削减率表

规划年	年型	污染物量（吨）			污染物削减量			污染物削减率		
		TN	TP	COD	TN	TP	COD	TN	TP	COD
2040 年	丰	1358.1	83.2	9102	1140.8	58.2	5916.3	84%	70%	65%
	平	1070.4	65.5	7132.7	862.3	43.2	4343.2	81%	66%	61%
	枯	407.7	25	2732.7	244.6	12.5	1776.2	60%	50%	65%
2030 年	丰	1289.7	80.8	8317.3	1072.4	55.84	5131.61	83%	69%	62%
	平	985.8	63.8	6355.5	777.69	41.49	3566.02	79%	65%	56%
	枯	387.2	24.3	2497.1	224.1	11.81	1540.67	58%	49%	62%

如上表所示，杞麓湖要达到地表水Ⅲ类水质，2030/2040 年 COD、TN、TP 的削减率变化范围在 49%和 84%之间，所以要使杞麓湖的水质达到地表

水Ⅲ类，污染削减幅度是比较大的，其中 TN 的削减率比 TP 和 COD 的削减率略大，说明 COD、TN、TP 三个指标中 TN 污染最为严重。

(3) 异龙湖污染负荷预测

1) 规划水平年异龙湖入湖污染物估算

根据现场调查和资料收集，异龙湖入湖水污染物主要有农村生活污水、城镇生活垃圾污染、工业水污染和水土流失污染。

①流域污染负荷产生量预测

通过对异龙湖流域 2030 年、2040 年工矿企业、农村与农业面源污染、陆地生态系统进行现场调查和对不同污染物产生量计算分析。

表 5.2.3-10 规划水平年异龙湖流域污染负荷产生量总表 单位：t/a

类型	污染源	COD		TN		TP		氨氮		
		2030 年	2040 年							
点源	工业污染	5515	7720	248	347	55	77	35	48	
	城镇生活污染	城镇生活污水	1314	1578	258	310	20	24	186	223
		城镇生活垃圾	174	208	9	10	3	4	4	5
面源	农村生活污染	农村生活污水	3016	2736	592	537	46	42	427	387
		农村生活垃圾	398	361	20	18	8	7	10	9
	农田面源污染	2322	2032	557	488	46	41	186	163	
	畜禽养殖污染	101828	101828	4968	4968	1164	1164	1703	1703	
	水土流失	514	450	10	9	3	3	7	6	
	城市面源	306	306	0	0	0	0	0	0	
	降雨降尘	0	0	31	27	1	1	0	0	
	鱼塘	305	305	16	16	2	2	3	3	
	合计	115692	117524	6709	6730	1349	1365	2559	2547	

由表可知，异龙湖流域主要污染源为畜禽养殖污染和农村生活污水。2030 年异龙湖流域污染物产生量 COD 为 115692t/a，TN 为 6709t/a，TP 为 1349t/a，氨氮为 2559t/a；2040 年异龙湖流域污染物产生量 COD 为 117524t/a，TN 为 6730t/a，TP 为 1365t/a，氨氮为 2547t/a。

②流域污染负荷排放量预测

根据《异龙湖流域水污染综合防治规划》(2011-2015 年)，异龙湖入湖各项营养负荷削减 77%，各项水质指标达到Ⅲ水质标准，结合当前最严格

水资源管理制度要求，至 2030 年异龙湖水功能达标率应达到 95%。因此，现状年至 2030 年异龙湖流域污染物排放量年削减率应控制在 4.7%的水平才能满足最严格水资源管理制度的要求。2031 年至 2040 年流域污染物排放量年削减率应控制在 1%的水平。2030 年流域污染物排放量 COD 为 2699t/a，TN 为 335t/a，TP 为 36t/a，氨氮为 143t/a；2040 年异龙湖流域污染物排放量 COD 为 2943t/a，TN 为 328t/a，TP 为 36t/a，氨氮为 134t/a。

表 5.2.3-11 规划水平年异龙湖流域污染负荷排放量总表 单位：t/a

类型	污染源	COD		TN		TP		氨氮		
		2030 年	2040 年							
点源	工业污染	1392	1763	76	96	12	15	9	11	
	城镇生活污染	城镇生活污水	332	360	79	85	4	5	48	52
		城镇生活垃圾	44	48	3	3	1	1	1	1
面源	农村生活污染	农村生活污水	237	195	78	64	8	7	56	46
		农村生活垃圾	31	26	3	2	1	1	1	1
	农田面源污染	205	162	74	58	7	6	25	19	
	畜禽养殖污染	0	0	0	0	0	0	0	0	
	水土流失	215	170	2	2	1	1	1	1	
	城市面源	108	98	0	0	0	0	0	0	
	降雨降尘	0	0	14	11	0	0	0	0	
	鱼塘	135	122	7	6	1	1	1	1	
	合计	2699	2943	335	328	36	36	143	134	

③流域污染负荷入湖量预测

异龙湖流域内通过开展水污染综合防治措施，未来水平年各项污染源入湖量将得到有效控制，2030 年实现湖泊Ⅲ类水质目标。2030 年流域污染物入湖量 COD 为 527t/a，TN 为 89t/a，TP 为 7t/a，氨氮为 31t/a；2040 年异龙湖流域污染物入湖量 COD 为 464t/a，TN 为 79t/a，TP 为 6t/a，氨氮为 28t/a。

表 5.2.3-12 规划水平年异龙湖流域污染负荷入湖量总表 单位：t/a

类型	污染源	COD		TN		TP		氨氮		
		2030 年	2040 年							
点源	工业污染	159	183	20	23	1	2	3	3	
	城镇生活污染	城镇生活污水	38	37	21	20	1	1	16	15
		城镇生活垃圾	5	5	1	1	0	0	0	0
面源	农村生活污染	农村生活污水	84	62	22	17	2	2	7	5
		农村生活垃圾	11	8	1	1	0	0	0	0
	农田面源污染	90	65	17	12	2	2	4	3	
	畜禽养殖污染	0	0	0	0	0	0	0	0	

类型	污染源	COD		TN		TP		氨氮	
		2030年	2040年	2030年	2040年	2030年	2040年	2030年	2040年
	水土流失	95	68	1	1	0	0	1	0
	城市面源	38	31	0	0	0	0	0	0
	降雨降尘	0	0	6	4	0	0	0	0
	鱼塘	6	5	0	0	0	0	0	0
	合计	527	464	89	79	7	6	31	28

2) 异龙湖水环境容量及总量控制方案

① 异龙湖水环境容量核算

根据异龙湖水环境功能区划，2030年和2040年水质目标为III类。通过二维水环境数值模型反复试算，最终计算得到规划水平年2030年异龙湖水体高锰酸盐指数、TN、TP纳污能力，2040年异龙湖水质目标与2030年一致，但2040年异龙湖入湖污染物总体减少。

表 5.2.3-13 规划水平年异龙湖水环境容量 单位：t/a

规划水平年	情景	水环境容量		
		高锰酸盐指数	TP	TN
现状年	无补水	510	7.2	133
2030	补水后	564	8.5	141
2040	补水后	571	8.9	147

② 异龙湖容量总量控制方案

根据现状异龙湖入湖污染物总量及湖泊水环境容量核算结果，异龙湖南年污染物入湖量削减 77%，异龙湖流域的污染负荷得到有效的控制，污染物入湖量中化学需氧量、总氮、总磷分别为 527t/a、89t/a、7t/a，异龙湖水质可以达到III类。

5.2.4 受退水区水环境影响预测分析

5.2.4.1 补水河道水环境影响预测分析

二期骨干工程地表水专题报告中，选取了 COD、高锰酸盐、TP、TN 和氨氮 5 个指标，采用混合模型对补水通道河流进行了水质预测。

炼洞河、十二箐河、瓦溪河、麻栗园河、子午大河、普登河、黄尼河滇中补水后 COD、高锰酸盐、氨氮、TN 和 TP 平均浓度分别为丰、平、枯

均能够满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准限值。紫甸河除了TN为III类水质外,其余指标均能够满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类水质标准限值。

盘龙江作为牛栏江—滇池补水工程的入湖通道,在牛栏江—滇池补水工程建成通水前,昆明市对盘龙江沿岸的入河污染源实施了全程截污,除降雨期间沿河两岸临近区域的城市地表径流入河外,基本无其他污染源进入盘龙江,从而实现了盘龙江清水通道的建设。二期配套工程来水汇入后,由于工程补水,流量增加,流速加快,污染物在河道水体中滞留时间较短,导致沿程浓度变化较小,COD、TN与TP均达到III类水质要求。

宝象河作为滇池的补水通道河流,目前水质存在一定程度超标。二期配套工程来水汇入后,由于工程补水,流量增加,流速加快,污染物在河道水体中滞留时间较短,导致沿程浓度变化较小,除平水期(11月)分水口以上河段TN未能达到III类水质要求,其余情况下,COD、TN与TP均能达到III类水质要求。

红旗河作为杞麓湖的输水通道河流,目前水质较差,存在一定程度超标。补水后高锰酸盐能够满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准限值,COD、氨氮、TN和TP不能够满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准限值。

综上,在充分考虑“实施最严格的水资源管理政策”、《水污染防治行动计划》、《云南省水污染防治工作方案》、《滇中引水工程受退水区水污染防治规划(2013-2040年)》《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划》的要求,严格落实完善补水通道区域的环境综合治理措施的前提下,补水通道河流补水后,均能满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准限值。在落实区域治污规划和滇中引水工程受退水区水污染防治规划后,进一步控制和削减污染负荷的情况下,补水通道河流III类水质目标

完全是可达的。

5.2.4.2 退水河流水环境影响预测模型

(1) 模拟范围

模拟范围包含滇中地区金沙江、澜沧江、红河、南盘江四大水系与受水小区退水相关的主要河流。金沙江水系内，主要涉及退水河流有落漏河、达旦河、渔泡江、龙川江（含支流蜻蛉河）、普渡河及牛栏江；澜沧江流域内仅涉及西洱河，为黑惠江支流；红河流域内主要涉及红河上游礼社江和绿汁江（含支流星宿江、扒河）；珠江流域内主要涉及河流为曲江和庐江（含支流倘甸河）。

(2) 预测模型条件概化

1) 动力学条件概化

根据受退水区退水河流河道地形数据、干支流相关水文站点流量水位等资料，确定河网及模拟河段如图 5.2.4-1 所示。河道大断面数据来自于以下三种途径，一是正式出版的水文年鉴红本和收集流域水文站点的实测大断面数据；二是整理和分析相关报告中的相关内容，得到各模拟河段的河底纵向坡降数据，结合相关工程的水文断面成果；三是利用 90×90m 数字高程模型数据和 1:10000 地形图；三者进行配准、校核处理。由于缺乏支流断面的资料，汇入支流简化处理为源项。模型上边界为流量类型，下边界为水位流量关系类型。通过典型年实测流量确定上边界还原流量，叠加计算单元用退水量及结构，调蓄水库作为水工建筑物节点，下泄流量采用设计水平年规划数据。

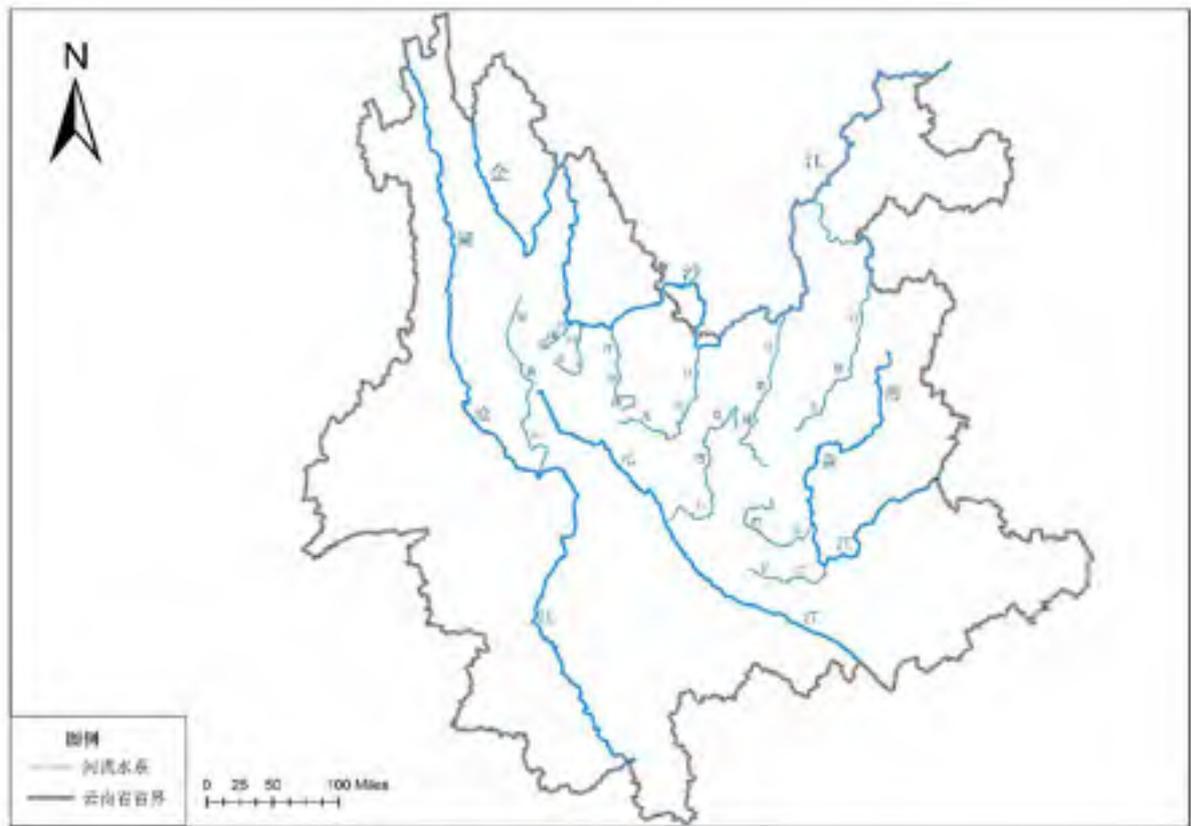


图 5.2.4-1 滇中二期受退水区河流水系及模拟河段示意图

2) 污染负荷条件概化

本工程为滇中引水工程的二期工程，与污染负荷预测相关的内容中，二者受退水范围相同，设计水平年及污染治理目标相同，主要在各受水小区以计算单元为基准对各行业水量进行了具体分配。本次工作在《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040 年）》基础上，对补充规划污染负荷预测结果进行细化并分解。

（3）预测数学模型

1) 水流运动基本方程

采用圣维南方程，建立描述河道水流运动的一维非恒定流数学模型：

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \\ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\alpha \frac{Q^2}{A})}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \\ h(x)|_{\zeta} = h_1 \\ Q(x)|_{\zeta} = q_1 \\ h(t), Q(t)|_{t=0} = h_0, Q_0 \end{array} \right.$$

(公式 5.2.4-1)

式中：Q—流量(m³/s)；A—断面面积(m²)；q—源汇项(m²/s)；α—流速垂向分布修正系数；h—水位(m)；C—谢才系数；R—水力半径(m)；g—重力加速度(m/s²)；h₁、q₁—边界水位(m)和流量(m³/s)；h₀、q₀—初始水位(m)和流量(m³/s)；ζ—边界。

谢才系数 C 与过水断面形状、壁面粗糙度以及雷诺数等因素有关，常用曼宁公式来表示：

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$$

(公式 5.2.4-2)

式中，n 为糙率，是度量壁面粗糙对水流影响的无量纲系数，天然河道的糙率取值一般在 0.01-0.1 之间。糙率 n 是需要确定的模型参数。

2) 水质基本方程

在受退水区补水河道和退水河流水流数学模型的基础上，结合污染负荷状况的统计，深入分析了河流水质及其变化特征，将物理、化学及生物作用对河流污染物的作用统一概化为综合衰减作用，并由综合衰减系数 K 表征，由此建立受退水区补水河道和退水河流水质模型，对工程前后河流水质进行预测分析。一维水质模型基本方程为：

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(AD_L \frac{\partial C}{\partial x} \right) - AKC + c_2 q$$

(公式 5.2.4-3)

式中， Q 为流量； A 为断面面积； q 为旁侧入流； C 为水质指标浓度； D_L 为纵向扩散系数； A 为断面面积； K 为综合降解系数； c_2 为源汇项浓度。

(4) 数值求解

1) 水流模型数值求解

模型求解采用有限差分法来离散水动力学数学方程，进行河道离散时把计算节点分为流量和水位两类，并且流量和水位节点交错分布，见下图。模拟河段剖分的空间步长取 10km，时间步长 1 分钟。

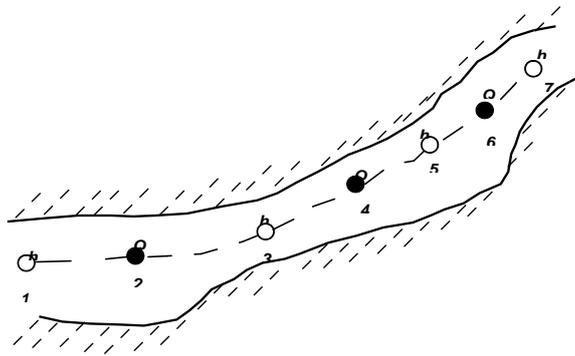


图 5.2.4-2 一维计算节点沿河流的分布示意图

圣维南方程组中的连续方程、动量方程的数值求解采用六点中心差分显式有限差分格式，见下图所示。

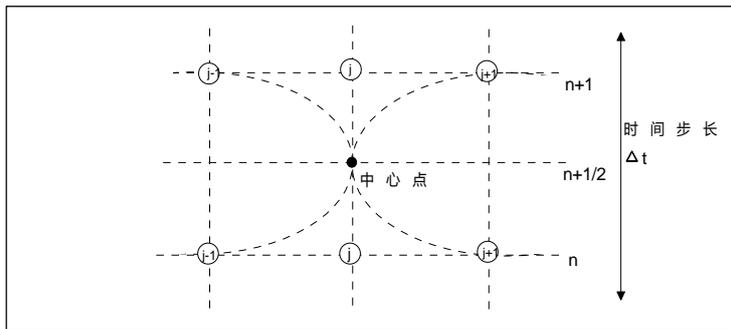


图 5.2.4-3 六点中心差分格式

最终得到的离散形式方程表达式为：

$$\alpha_j Z_{j-1}^{n+1} + \beta_j Z_j^{n+1} + \gamma_j Z_{j+1}^{n+1} = \delta_j$$

(公式 5.2.4-4)

式中， Z 为 h 或 Q ；各系数表达式为：

$$\begin{cases} \alpha_j = f(A) \\ \beta_j = f(Q_j^n, \Delta t, \Delta x, C, A, R) \\ \gamma_j = f(A) \\ \delta_j = f\left(A, \Delta x, \Delta t, \alpha, q, v, \phi, h_{j-1}^n, Q_{j-1}^{n+\frac{1}{2}}, Q_j^n, h_{j+1}^n, Q_{j+1}^{n+\frac{1}{2}}\right) \end{cases}$$

(公式 5.2.4-5)

2) 水质模型数值求解

初始条件：根据初始时刻干流各水文站和水位站的实测资料，以及水质断面的水质监测资料，通过插值内插出初始变量沿程分布，确定计算初始条件。

上游边界条件： $Q=Q(0,t)$ ， $C_i=C_i(0,t)$ ， $(x=0)$ ；下游边界条件： $z=Z(Q,L,t)$ ， $\frac{\partial C_i}{\partial x}=0$ ， $(x=L)$ ；式中各项含义同上。

采用完全时间和空间中心隐式差分格式进行离散，线性方程组的求解采用双重扫描算法，在流量节点和水位节点上都求解模拟变量。对流扩散方程采用了无条件稳定差分格式，同时为了减少三阶截断误差，引入一个校正项，使得带有梯度较大浓度前锋面的对流扩散问题得以求解。

(5) 模型参数的确定

1) 模型河床糙率系数确定

本文采用同为滇中地区受退水区河流西洱河作为验证率定河段，移用该河流水动力模型的率定参数，作为本研究水动力模型的参数。采用 2004 年、2009 年西洱河下关水文站实测的月均流量、水位数据进行模型参数的率定和验证，其中 2004 年实测水文数据用于率定模型，2008 年实测水文数据用于验证模型。由于下关水文站距西洱河节制闸位置很近，因此提取节制闸断面计算水位数据与下关水文站实测水位数据进行率定和验证。根据 2004 年实测水文资料，模型计算得到下关站断面水位与实测值拟合较好，如下图所示，确定的糙率 n 取值为 0.03。

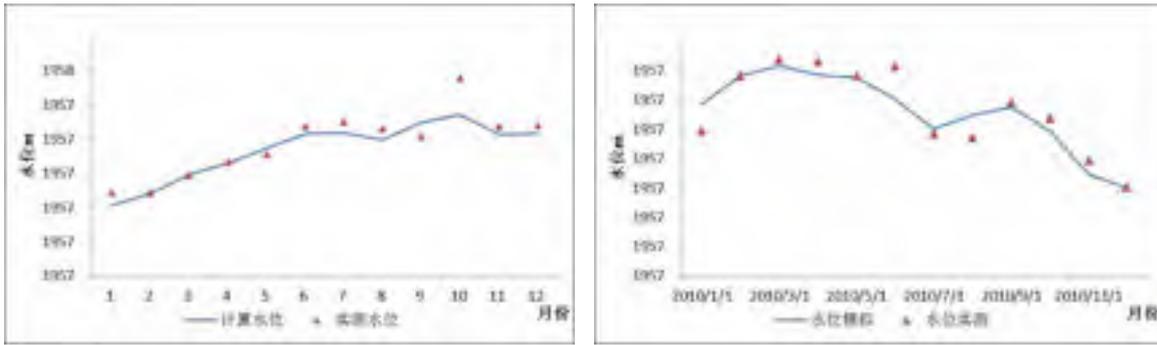


图 5.2.4-4 西洱河水位率定与验证成果

模型验证成果如图 5.2.4-4，模型验证结果较好，建立的一维水动力学模型可用于水流预测计算，最终确定的糙率 $n=0.03$ 。

2) 模型水质综合降解系数确定

根据国内外河流研究成果，降解系数与水质、河流规模等有关。根据水质优劣状况、河流规模进行水质降解系数参考值的选取，参考《滇中引水工程环境影响报告书》，根据受纳河流的水质及生态环境状况，确定各河流降解系数，其他支流参考其干流的降解系数，详见下表。

表 5.2.4-1 受纳河流降解系数取值一览表

序号	受纳河流	COD	氨氮
1	达旦河（源头至入金沙江河段）	0.25	0.20
2	渔泡江（源头至出祥云县境河段）	0.20	0.20
3	龙川江（源头至毛板桥水库入口河段）	0.18	0.15
4	龙川江（毛板桥水库至黄瓜园河段）	0.22	0.19
5	龙川江（黄瓜园至入金沙江河段）	0.22	0.19
6	螳螂川（中滩闸门至富民大桥河段）	0.20	0.20
7	螳螂川（富民大桥至出富民县境河段）	0.20	0.20
8	黑惠江（大理市境河段）	0.20	0.18
9	星宿江（东河水库源头至小江口河段）	0.22	0.19
10	绿汁江（小江口至入元江河段）	0.22	0.19
12	泸江（源头至温水潭河段）	0.20	0.20
13	泸江（温水潭至入南盘江河段）	0.20	0.20
14	曲江（源头至峨山小街河段）	0.20	0.20
15	曲江（峨山小街至入南盘江河段）	0.20	0.20
16	落漏河（黄坪至入金沙江河段）	0.25	0.25

选取金沙江流域的落漏河、龙川江，澜沧江流域的西洱河，红河流域的绿汁江，南盘江流域的曲江、泸江，采用 2019 年国控断面实测的水质数据进行模型参数的率定验证，典型国控断面实测值与模拟值的对比情况如图 5.2.4-5 至图 5.2.4-10 所示。



图 5.2.4-5 金沙江流域落漏河陈家庄大桥断面水质实测与模拟对比图



图 5.2.4-6 金沙江流域龙川江西观桥断面水质实测与模拟对比图



图 5.2.4-7 澜沧江流域西洱河四级坝断面水质实测与模拟对比图

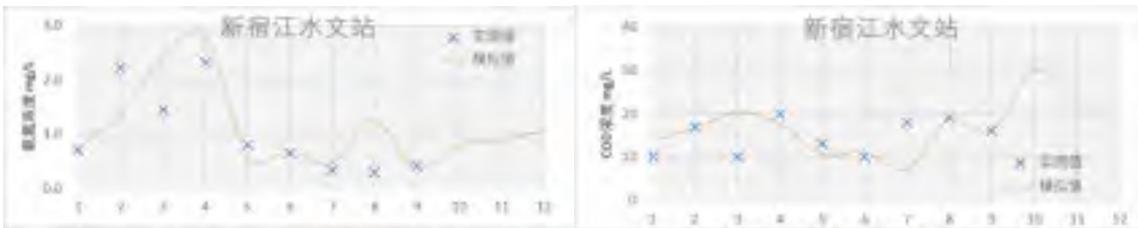


图 5.2.4-8 红河流域绿汁江新宿江水文站断面水质实测与模拟对比图



图 5.2.4-9 南盘江流域曲江永昌桥断面水质实测与模拟对比图



图 5.2.4-10 南盘江流域泸江石桥断面水质实测与模拟对比图

应用《滇中引水工程环境影响报告书》提供的水质综合降解系数，建立的水质模型较为准确的反映了退水河流的污染物迁移转化过程，模拟了退水河流的水质年内变化趋势，能够用于滇中二期工程运行后退水河流水质影响的预测分析。

5.2.4.3 退水河流水环境影响预测分析

(1) 受退水区水环境影响预测断面

滇中引水工程环评报告书批复明确要求，须确保受水区水质只能改善不能恶化，其中，针对螳螂川富民大桥、普渡河桥和曲江九甸大桥等 3 个断面为国控断面，滇中引水工程环评报告书批复明确要求通水后水质在满足水环境功能区划要求的 V 类、IV 类、IV 类基础上，富民大桥断面水质应达到 IV 类，普渡河桥断面水质应达到 III 类，九甸大桥断面水质应达到 II 类。另外，根据《云南省重点流域水生态环境保护十四五规划》的要求，《滇中引水工程受退水区污染防治补充规划（2019-2040 年）》提出各国、省控断面及水质目标见表 5.2.4-2。

表 5.2.4-2 工程受退水区国、省控断面基本情况

序号	干流	支流	控制断面	断面属性	2019 年现状水质	水质类别目标		
						2025	2030	2040
1	金沙江	落漏河	陈家庄大桥	十四五省控	II 类	II 类	II 类	II 类
2		达旦河	大惠庄	十四五省控	IV 类	III 类	III 类	III 类
3		渔泡江	地索村坡脚	十四五国控	II 类	II 类	II 类	II 类
4			朵腊河底	十四五国控	II 类	II 类	II 类	II 类
5		龙川江	黄瓜园	十四五国控	II 类	II 类	II 类	II 类
6			西观桥	十四五国控	IV 类	IV 类	IV 类	IV 类
7			黑井	十四五国控	II 类	III 类	III 类	III 类
8		蜻蛉河	江底河大桥	十四五国控	III 类	III 类	III 类	III 类
9		螳螂川-普渡河	富民大桥	十四五国控	V 类	V 类	IV 类	IV 类
10			普渡河桥	十四五国控	IV 类	III 类	III 类	III 类
11	红河	扒河	大谷厂水管所	十四五国控	II 类	II 类	II 类	II 类
12		礼社江	龙树桥	十四五国控	III 类	III 类	II 类	II 类
13		绿汁江	绿汁江大桥	十四五国控	II 类	II 类	II 类	II 类
14		绿汁江	绿汁江口	十四五国控	II 类	II 类	II 类	II 类
15		星宿江	水文站	十四五国控	IV 类	III 类	III 类	III 类
16	澜	西洱河	四级坝	十四五国控	劣 V 类	IV 类	III 类	III 类

序号	干流	支流	控制断面	断面属性	2019年现状水质	水质类别目标		
						2025	2030	2040
17	南盘江	曲江	永昌桥	十四五国控	IV类	III类	III类	III类
18			九甸大桥	十四五国控	III类	III类	III类	III类
19		泸江	石桥	十四五国控	IV类	IV类	IV类	IV类

滇中二期受退水区国控断面布置示意位置如下图所示。

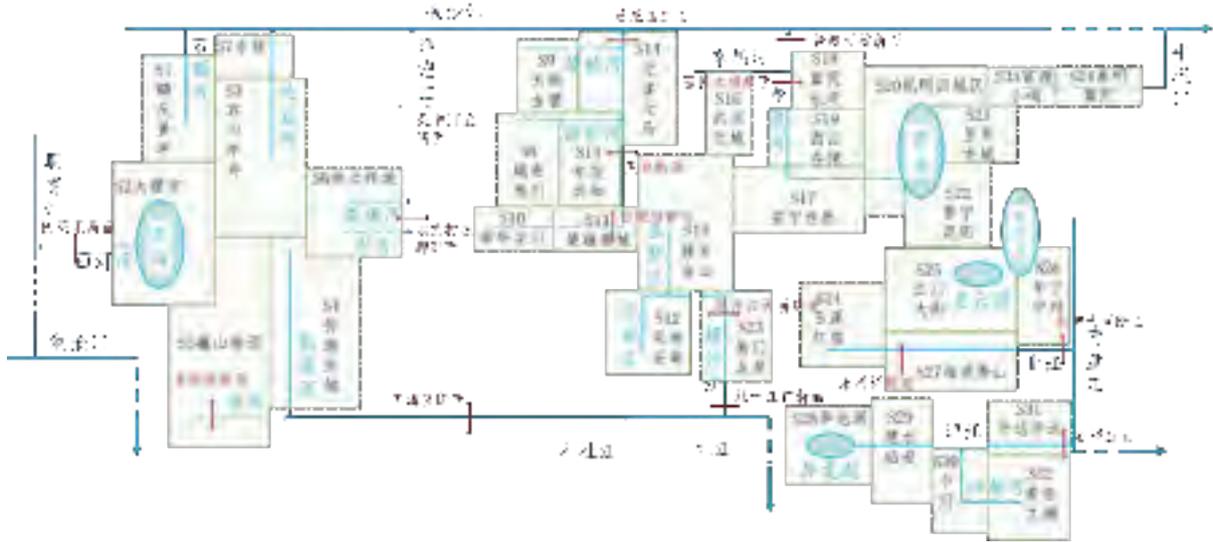


图 5.2.4-11 滇中二期受退水区国控断面位置示意图

(2) 直接受退水区水环境影响预测

本工程地表水专题报告中，选取了 COD、TP、氨氮 3 个指标，采用数值对退水河流进行了水质预测。不同设计水平年退水河流各断面丰水期、平水期、枯水期污染物浓度预测结果详见表 5.2.4-3，预测评价结果详见表 5.2.4-4。

根据预测评价结果，P=90%来水条件，2030、2040 年丰、平、枯水期 13 条支流 19 个断面均达标。

表 5.2.4-3 直接退水河流 P=90%来水条件下 2030 年、2040 年水质预测结果表

流域	河流	断面	水质目标	指标	2030 年				2040 年			
					年均值	丰水期	平水期	枯水期	年均值	丰水期	平水期	枯水期
金沙江流域	落漏河	陈家庄大桥	II	氨氮	0.31	0.47	0.28	0.16	0.33	0.49	0.32	0.18
				COD	3.47	5.07	3.23	2.10	3.91	5.77	3.62	2.33
				TP	0.06	0.10	0.06	0.03	0.07	0.10	0.07	0.03
	达旦河	大惠庄	III	氨氮	0.77	0.87	0.80	0.64	0.83	0.90	0.86	0.74
				COD	9.52	9.77	9.94	8.86	10.68	10.43	11.15	10.46
				TP	0.10	0.14	0.11	0.06	0.11	0.14	0.11	0.07
	渔泡江	地索村坡脚	II	氨氮	0.13	0.17	0.16	0.07	0.22	0.22	0.26	0.19
				COD	6.62	4.32	6.59	8.94	8.26	5.16	8.40	11.22
				TP	0.09	0.10	0.10	0.07	0.10	0.10	0.10	0.08
		朵腊河底	II	氨氮	0.17	0.21	0.20	0.11	0.25	0.26	0.28	0.21
				COD	6.10	4.40	6.19	7.73	7.57	5.21	7.82	9.68
				TP	0.09	0.10	0.10	0.08	0.09	0.10	0.09	0.08
	蜻蛉河	江底河大桥	III	氨氮	0.67	0.63	0.64	0.76	0.84	0.75	0.80	0.97
				COD	8.23	7.22	7.79	9.69	10.47	8.81	9.98	12.63
				TP	0.08	0.11	0.08	0.06	0.09	0.11	0.08	0.07
	龙川江	西观桥	IV	氨氮	1.08	0.62	1.14	1.49	1.11	0.69	1.16	1.48
				COD	14.18	7.92	14.74	19.86	14.27	8.70	14.98	19.13
				TP	0.14	0.15	0.14	0.13	0.15	0.18	0.15	0.13
		黑井	III	氨氮	0.65	0.52	0.67	0.77	0.74	0.64	0.76	0.83
				COD	9.75	7.43	10.01	11.81	10.91	8.94	11.21	12.58
				TP	0.11	0.14	0.10	0.08	0.11	0.16	0.11	0.07
黄瓜园		II	氨氮	0.44	0.44	0.43	0.46	0.49	0.49	0.48	0.48	
			COD	9.83	9.11	9.71	10.67	11.50	11.39	11.28	11.85	
			TP	0.08	0.10	0.09	0.06	0.08	0.10	0.08	0.06	
螳螂川/ 普渡河	富民大桥	IV	氨氮	1.16	0.83	1.11	1.53	1.05	0.72	1.05	1.38	
			COD	21.38	19.00	21.74	23.40	20.60	18.09	20.74	22.96	
			TP	0.21	0.16	0.22	0.25	0.22	0.16	0.22	0.26	
	普渡河桥	III	氨氮	0.91	0.77	0.98	0.99	0.87	0.67	0.94	0.99	

流域	河流	断面	水质目标	指标	2030年				2040年			
					年均值	丰水期	平水期	枯水期	年均值	丰水期	平水期	枯水期
				COD	19.15	17.82	19.74	19.89	18.62	16.99	18.89	19.98
				TP	0.13	0.09	0.13	0.16	0.17	0.13	0.17	0.19
				氨氮	0.56	0.56	0.56	0.56	0.61	0.60	0.61	0.63
澜沧江流域	西洱河	四级坝	III	COD	7.24	6.88	7.26	7.59	8.39	7.73	8.48	8.95
				TP	0.06	0.10	0.06	0.03	0.06	0.10	0.06	0.02
				氨氮	0.35	0.32	0.31	0.41	0.39	0.37	0.35	0.46
红河流域	礼社江	龙树桥	II	COD	3.45	3.03	3.00	4.34	4.20	3.65	3.75	5.20
				TP	0.05	0.06	0.05	0.04	0.05	0.07	0.05	0.04
				氨氮	0.34	0.26	0.33	0.44	0.40	0.29	0.39	0.52
	绿汁江	绿汁江大桥	II	COD	4.83	3.39	4.65	6.45	5.63	3.74	5.40	7.75
				TP	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08
				氨氮	0.24	0.17	0.23	0.31	0.30	0.21	0.29	0.39
	绿汁江	绿汁江口	II	COD	5.63	3.76	5.39	7.73	6.55	4.23	6.28	9.16
				TP	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04
				氨氮	0.32	0.25	0.32	0.41	0.39	0.28	0.38	0.50
	星宿江	水文站	III	COD	4.67	3.34	4.55	6.14	5.61	3.77	5.45	7.62
				TP	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06
				氨氮	0.36	0.21	0.34	0.52	0.42	0.25	0.41	0.60
	扒河	大谷厂水管所	II	COD	5.67	3.12	5.39	8.49	6.62	3.66	6.36	9.84
				TP	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
				氨氮	0.30	0.37	0.31	0.22	0.62	0.60	0.63	0.63
南盘江流域	曲江	永昌桥	III	COD	13.49	10.63	13.50	16.35	16.79	13.45	16.97	19.95
				TP	0.11	0.16	0.11	0.06	0.12	0.17	0.12	0.08
				氨氮	0.18	0.19	0.19	0.15	0.31	0.26	0.32	0.34
	曲江	九甸大桥	II	COD	7.57	4.99	7.58	10.13	9.30	6.03	9.39	12.47
				TP	0.05	0.06	0.05	0.04	0.06	0.07	0.07	0.05
				氨氮	1.30	1.37	1.29	1.24	1.42	1.52	1.40	1.34
	泸江	石桥	IV	COD	17.66	18.00	17.61	17.37	19.47	20.08	19.38	18.95
				TP	0.18	0.25	0.17	0.12	0.19	0.27	0.17	0.12
				氨氮	1.30	1.37	1.29	1.24	1.42	1.52	1.40	1.34

表 5.2.4-4 直接退水河流 P=90%来水条件下 2030 年、2040 年水质预测评价结果表

流域	一级支流	涉及退水小区	水质预测断面	水质目标	2030 年				2040 年			
					年均值	丰水期	平水期	枯水期	年均值	丰水期	平水期	枯水期
金沙江	落漏河	鹤庆黄坪	陈家庄大桥	II	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	达旦河	宾川、永胜太阳平山	大惠庄	III	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	渔泡江	祥云祥城	地索村坡脚	II	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
			朵腊河底	II	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	龙川江	南华龙川、楚雄鹿城、大姚金碧、姚安栋川、牟定共和、元谋元马	西观桥	IV	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
			黑井	III	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
			黄瓜园	II	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	蜻蛉河	大姚金碧、姚安栋川、元谋元马	江底桥	III	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	螳螂川/普渡河	武定近城、安宁连然、富民永定、西山谷律、昆明四城区	富民大桥	IV	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
			普渡河大桥	III	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
澜沧江	西洱河	大理市	四级坝	III	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
红河	礼社江	弥渡弥城、巍山南诏	龙树桥	II	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	绿汁江	双柏妥甸、禄丰金山、易门龙泉	绿汁江大桥	II	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
			绿汁江口	II	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	星宿江	禄丰金山、易门龙泉	水文站	III	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
扒河	易门龙泉	大谷厂水管所	II	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
南盘江	曲江	玉溪红塔、江川大街、华宁宁州、通海秀山	永昌桥	III	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
			九甸大桥	II	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	泸江	建水临安、石屏异龙湖、开远开远	石桥	IV	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	

(2) 间接退水河流牛栏江地表水环境影响分析

1) 预测因子及预测工况

根据滇中引水受退水区分布，选定牛栏江上的四营水文站断面作为间接受水区评价的控制断面。根据牛栏江现状河段水质监测结果与污染源现状分析，预测年牛栏江水质预测因子选择 COD、TP 和 TN。针对平水年的丰、枯水期开展水质预测。

2) 预测结果

由于预测年滇中引水补滇池，而牛栏江的流量将在变大，根据收退水情况等采用纵向一维水动力水质模型进行模拟，间接受水区四营水文站控制断面的水质预测结果如下。

表 5.2.4-5 间接受水区四营水文站控制断面水质预测结果

水期	COD(mg/L)	TP(mg/L)	TN(mg/L)
枯水期	14.1	0.148	0.85
丰水期	14.1	0.143	0.92

由上表可知，预测年 2040 年，间接受水区 COD、TP 和 TN 的浓度均满足 III 类水质标准。

(3) 小结

二期骨干工程涉及的四个流域 13 条主要退水河流在滇中引水工程实施后，在全面实施工程受退水区水污染防治补充方案的前提下，工程受退水河流水质整体良好，在 P=90% 来水条件下，13 条支流 19 个断面水质均达标，满足规划水平年水质目标要求。

5.2.5 充蓄水库水质变化预测

二期骨干工程共涉及调蓄调节水库 53 座。二期骨干工程继续沿用在主体工程环境影响报告书以及《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019 年-2040 年）》已经确定的方法及相关系数，对主体工程环境影响报告书的污染负荷预测结果进行补充、细化、复核并调整。

5.2.5.1 充蓄水库水质预测模型

根据各充蓄水库的大小状况、水质空间分布特点、湖区水动力条件特征和滇中引水工程来水后库区水体的均匀混合程度，各充蓄水库水质预测采用完全均匀混合型水质模型进行预测。

$$C_t = \frac{W_0 + C_p Q_p t + C_E Q_E t}{Q_p t + Q_E t + V_0}$$

式中： C_t ：充蓄水库 t 时刻完全混合的水质浓度（mg/L）；

W_0 ：充蓄水库初始时刻库区污染物总量（g）；

V_0 ：充蓄水库初始时刻库区总水量（ m^3 ）；

Q_p 、 C_p ：充蓄水库上游来水设计流量（ m^3/s ）与设计入库水质浓度（mg/L）；

Q_E 、 C_E ：滇中引水工程分水入库设计流量（ m^3/s ）与入库水质浓度（mg/L）；

t ：时间（s）。

5.2.5.2 规划水平年引水前充蓄水库水质预测分析

以规划水平年 2030 年和 2040 年为时间节点，以二期骨干工程可行性研究成果中确定的沿程各充蓄水库的月初蓄水量、库区流域入库水量过程、水库出库流量过程为水量边界条件，以前面的各充蓄水库本底水质浓度和规划年入流水质目标浓度为水质边界条件，预测各充蓄水库在工程引水未进入之前的年均水质状况。

表 5.2.5-1 规划水平年引水工程实施前各充蓄水库水质状况预测（丰水年）

序号	调蓄水库	水质目标	设计水平年水质指标预测值（mg/L）				评价结果
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
1	大银甸水库*	III	5.0	0.8	0.065	0.8	IV(TP)
2	花桥水库*	III	5.0	0.8	0.078	0.8	IV(TP)
3	仙鹤水库*	III	5.0	0.8	0.077	0.8	IV(TP)
4	益民海水库*	III	5.0	0.8	0.040	0.8	达标
5	海稍水库扩建*	III	5.0	0.8	0.048	0.8	达标
6	崔家箐水库*	III	5.0	0.8	0.064	0.8	IV(TP)
7	大坝水库*	II	3.3	0.4	0.041	0.4	III(TP)

序号	调蓄水库	水质目标	设计水平年水质指标预测值 (mg/L)				评价结果
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
8	巴冲箐水库	IV	8.3	1.2	0.093	1.2	IV(TP)
9	桑木箐水库	IV	8.3	1.2	0.133	1.2	V(TP)
10	黑泥箐水库	IV	8.3	1.2	0.123	1.2	V(TP)
11	团结水库	III	5.0	0.8	0.060	0.8	IV(TP)
12	甸中河水库*	III	5.0	0.8	0.079	0.8	IV(TP)
13	锁水阁水库*	III	5.0	0.8	0.077	0.8	IV(TP)
14	洋派水库*	III	5.0	0.8	0.066	0.8	IV(TP)
15	妙峰水库*	III	5.0	0.8	0.073	0.8	IV(TP)
16	罗家冲水库	V	12.5	1.7	0.180	1.7	达标
17	耐桥水库	V	12.5	1.7	0.144	1.7	达标
18	九龙甸水库*	II	3.3	0.4	0.035	0.4	III(TP)
19	中石坝水库	V	12.5	1.7	0.166	1.7	达标
20	龙虎水库*	III	5.0	0.8	0.069	0.8	IV(TP)
21	庆丰水库	V	12.5	1.7	0.158	1.7	达标
22	东清水库	V	12.5	1.7	0.181	1.7	达标
23	共和水库*	III	5.0	0.8	0.060	0.8	IV(TP)
24	小石门水库*	III	5.0	0.8	0.045	0.8	达标
25	挨小河水库*	III	5.0	0.8	0.079	0.8	IV(TP)
26	石门水库*	III	5.0	0.8	0.078	0.8	IV(TP)
27	大跃进水库	V	12.5	1.7	0.177	1.7	达标
28	老鸦关水库*	III	5.0	0.8	0.068	0.8	IV(TP)
29	岔河水库*	II	3.3	0.4	0.034	0.4	III(TP)
30	白龙水库*	II	3.3	0.4	0.038	0.4	III(TP)
31	黄坡水库扩建	III	5.0	0.8	0.054	0.8	IV(TP)
32	箐门口水库	III	5.0	0.8	0.063	0.8	IV(TP)
33	张家坝水库	III	5.0	0.8	0.027	0.8	达标
34	大箐水库扩建	III	5.0	0.8	0.031	0.8	达标
35	松华坝水库	II	3.0	0.4	0.03	0.3	达标
36	石河水库	V	12.5	1.7	0.132	1.7	达标
37	东风水库*	III	5.0	0.8	0.062	0.8	IV(TP)
38	凤凰水库*	III	5.0	0.8	0.076	0.8	IV(TP)
39	跃进水库	V	12.5	1.7	0.135	1.7	达标
40	捧寨水库	V	12.5	1.7	0.156	1.7	达标
41	大寨水库	V	12.5	1.7	0.164	1.7	达标
42	白龙河水库*	II	3.3	0.4	0.037	0.4	III(TP)
43	琉璃河水库扩建*	III	5.0	0.8	0.050	0.8	达标
44	阿白冲水库*	III	5.0	0.8	0.073	0.8	IV(TP)
45	高冲水库*	II	3.3	0.4	0.038	0.4	III(TP)
46	跃进水库*	II	3.3	0.4	0.030	0.4	III(TP)
47	青云水库*	II	3.3	0.4	0.033	0.4	III(TP)
48	红罩塘水库	III	5.0	0.8	0.079	0.8	IV(TP)
49	长桥海水库	III	5.0	0.8	0.068	0.8	IV(TP)
50	五里冲水库*	II	3.3	0.4	0.030	0.4	III(TP)

注：评价结果中括号内的指标为水质控制性指标，即为超标水质指标

表 5.2.5-2 规划水平年引水工程实施前各充蓄水库水质状况预测（平水年）

序号	调蓄水库	水质目标	设计水平年水质指标预测值（mg/L）				评价结果
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
1	大银甸水库*	III	5.0	0.8	0.060	0.8	IV(TP)
2	花桥水库*	III	5.0	0.8	0.068	0.8	IV(TP)
3	仙鹤水库*	III	5.0	0.8	0.075	0.8	IV(TP)
4	益民海水库*	III	5.0	0.8	0.036	0.8	达标
5	海稍水库扩建*	III	5.0	0.8	0.045	0.8	达标
6	崔家箐水库*	III	5.0	0.8	0.059	0.8	IV(TP)
7	大坝水库*	II	3.3	0.4	0.039	0.4	III(TP)
8	巴冲箐水库	IV	8.3	1.2	0.088	1.2	IV(TP)
9	桑木箐水库	IV	8.3	1.2	0.128	1.2	达标
10	黑泥箐水库	IV	8.3	1.2	0.116	1.2	达标
11	团结水库	III	5.0	0.8	0.056	0.8	IV(TP)
12	甸中河水库*	III	5.0	0.8	0.065	0.8	IV(TP)
13	锁水阁水库*	III	5.0	0.8	0.076	0.8	IV(TP)
14	洋派水库*	III	5.0	0.8	0.064	0.8	IV(TP)
15	妙峰水库*	III	5.0	0.8	0.066	0.8	IV(TP)
16	罗家冲水库	V	12.5	1.7	0.177	1.7	达标
17	耐桥水库	V	12.5	1.7	0.144	1.7	达标
18	九龙甸水库*	II	3.3	0.4	0.031	0.4	III(TP)
19	中石坝水库	V	12.5	1.7	0.156	1.7	达标
20	龙虎水库*	III	5.0	0.8	0.061	0.8	IV(TP)
21	庆丰水库	V	12.5	1.7	0.148	1.7	达标
22	东清水库	V	12.5	1.7	0.176	1.7	达标
23	共和水库*	III	5.0	0.8	0.060	0.8	IV(TP)
24	小石门水库*	III	5.0	0.8	0.035	0.8	达标
25	挨小河水库*	III	5.0	0.8	0.071	0.8	IV(TP)
26	石门水库*	III	5.0	0.8	0.074	0.8	IV(TP)
27	大跃进水库	V	12.5	1.7	0.172	1.7	达标
28	老鸦关水库*	III	5.0	0.8	0.063	0.8	IV(TP)
29	岔河水库*	II	3.3	0.4	0.030	0.4	III(TP)
30	白龙水库*	II	3.3	0.4	0.035	0.4	III(TP)
31	黄坡水库扩建	III	5.0	0.8	0.063	0.8	IV(TP)
32	箐门口水库	III	5.0	0.8	0.068	0.8	IV(TP)
33	张家坝水库	III	5.0	0.8	0.029	0.8	达标
34	大箐水库扩建	III	5.0	0.8	0.030	0.8	达标
35	松华坝水库	II	3.0	0.4	0.03	0.3	达标
36	石河水库	V	12.5	1.7	0.123	1.7	达标
37	东风水库*	III	5.0	0.8	0.058	0.8	IV(TP)
38	凤凰水库*	III	5.0	0.8	0.071	0.8	IV(TP)
39	跃进水库	V	12.5	1.7	0.125	1.7	达标
40	捧寨水库	V	12.5	1.7	0.145	1.7	达标
41	大寨水库	V	12.5	1.7	0.154	1.7	达标
42	白龙河水库*	II	3.3	0.4	0.036	0.4	III(TP)
43	琉璃河水库扩建*	III	5.0	0.8	0.043	0.8	达标
44	阿白冲水库*	III	5.0	0.8	0.067	0.8	IV(TP)

序号	调蓄水库	水质目标	设计水平年水质指标预测值 (mg/L)				评价结果
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
45	高冲水库*	II	3.3	0.4	0.035	0.4	III(TP)
46	跃进水库*	II	3.3	0.4	0.028	0.4	III(TP)
47	青云水库*	II	3.3	0.4	0.022	0.4	达标
48	红罩塘水库	III	5.0	0.8	0.077	0.8	IV(TP)
49	长桥海水库	III	5.0	0.8	0.054	0.8	IV(TP)
50	五里冲水库*	II	3.3	0.4	0.025	0.4	达标

表 5.2.5-3 规划水平年引水工程实施前各充蓄水库水质状况预测 (枯水年)

序号	调蓄水库	水质目标	设计水平年水质指标预测值 (mg/L)				评价结果
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
1	大银甸水库*	III	5.0	0.8	0.048	0.8	达标
2	花桥水库*	III	5.0	0.8	0.052	0.8	IV(TP)
3	仙鹤水库*	III	5.0	0.8	0.059	0.8	IV(TP)
4	益民海水库*	III	5.0	0.8	0.036	0.8	达标
5	海稍水库扩建*	III	5.0	0.8	0.043	0.8	达标
6	崔家箐水库*	III	5.0	0.8	0.053	0.8	IV(TP)
7	大坝水库*	II	3.3	0.4	0.037	0.4	III(TP)
8	巴冲箐水库	IV	8.3	1.2	0.086	1.2	IV(TP)
9	桑木箐水库	IV	8.3	1.2	0.120	1.2	V(TP)
10	黑泥箐水库	IV	8.3	1.2	0.108	1.2	V(TP)
11	团结水库	III	5.0	0.8	0.056	0.8	IV(TP)
12	甸中河水库*	III	5.0	0.8	0.070	0.8	IV(TP)
13	锁水阁水库*	III	5.0	0.8	0.066	0.8	IV(TP)
14	洋派水库*	III	5.0	0.8	0.032	0.8	达标
15	妙峰水库*	III	5.0	0.8	0.050	0.8	达标
16	罗家冲水库	V	12.5	1.7	0.176	1.7	达标
17	耐桥水库	V	12.5	1.7	0.144	1.7	达标
18	九龙甸水库*	II	3.3	0.4	0.024	0.4	达标
19	中石坝水库	V	12.5	1.7	0.138	1.7	达标
20	龙虎水库*	III	5.0	0.8	0.048	0.8	达标
21	庆丰水库	V	12.5	1.7	0.130	1.7	达标
22	东清水库	V	12.5	1.7	0.163	1.7	达标
23	共和水库*	III	5.0	0.8	0.060	0.8	IV(TP)
24	小石门水库*	III	5.0	0.8	0.030	0.8	达标
25	挨小河水库*	III	5.0	0.8	0.058	0.8	IV(TP)
26	石门水库*	III	5.0	0.8	0.060	0.8	IV(TP)
27	大跃进水库	V	12.5	1.7	0.161	1.7	达标
28	老鸦关水库*	III	5.0	0.8	0.051	0.8	IV(TP)
29	岔河水库*	II	3.3	0.4	0.026	0.4	III(TP)
30	白龙水库*	II	3.3	0.4	0.031	0.4	III(TP)
31	黄坡水库扩建	III	5.0	0.8	0.055	0.8	IV(TP)
32	箐门口水库	III	5.0	0.8	0.062	0.8	IV(TP)
33	张家坝水库	III	5.0	0.8	0.027	0.8	达标
34	大箐水库扩建	III	5.0	0.8	0.028	0.8	达标

序号	调蓄水库	水质目标	设计水平年水质指标预测值 (mg/L)				评价结果
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
35	松华坝水库	II	3.0	0.4	0.03	0.3	达标
36	石河水库	V	12.5	1.7	0.110	1.7	达标
37	东风水库*	III	5.0	0.8	0.047	0.8	达标
38	凤凰水库*	III	5.0	0.8	0.034	0.8	达标
39	跃进水库	V	12.5	1.7	0.112	1.7	达标
40	捧寨水库	V	12.5	1.7	0.127	1.7	达标
41	大寨水库	V	12.5	1.7	0.142	1.7	达标
42	白龙河水库*	II	3.3	0.4	0.029	0.4	III(TP)
43	琉璃河水库扩建*	III	5.0	0.8	0.037	0.8	达标
44	阿白冲水库*	III	5.0	0.8	0.029	0.8	达标
45	高冲水库*	II	3.3	0.4	0.015	0.4	达标
46	跃进水库*	II	3.3	0.4	0.026	0.4	III(TP)
47	青云水库*	II	3.3	0.4	0.017	0.4	达标
48	红罩塘水库	III	5.0	0.8	0.067	0.8	IV(TP)
49	长桥海水库	III	5.0	0.8	0.043	0.8	III(TP)
50	五里冲水库*	II	3.3	0.4	0.025	0.4	达标

由上表所示结果可知，在规划水质保护目标和现状水质状况综合约束条件下，至规划水平年 2030 年和 2040 年，除部分充蓄水库 TP 指标略有超标外，其余 3 指标均可满足各充蓄水库水环境功能区划水质保护目标要求。从不同水情变化条件下各充蓄水库水质状况差异来看，枯水年条件下库区水质相对略好，平水年次之，丰水年相对略差，这主要是由于库区流域自身来水较水库本底水质差所致。

由于滇中引水工程输水渠道很长，沿线充蓄水库较多，为反映规划水平年输水渠道沿线充蓄水库的年内水质变化过程，现根据不同的水环境功能区类型和水库规模大小，选取建水县跃进水库（一级水源保护，II类）和红塔区东风水库（二级水源保护，III类）为代表类型，给出各充蓄水库年内水质变化过程，其结果见下图。

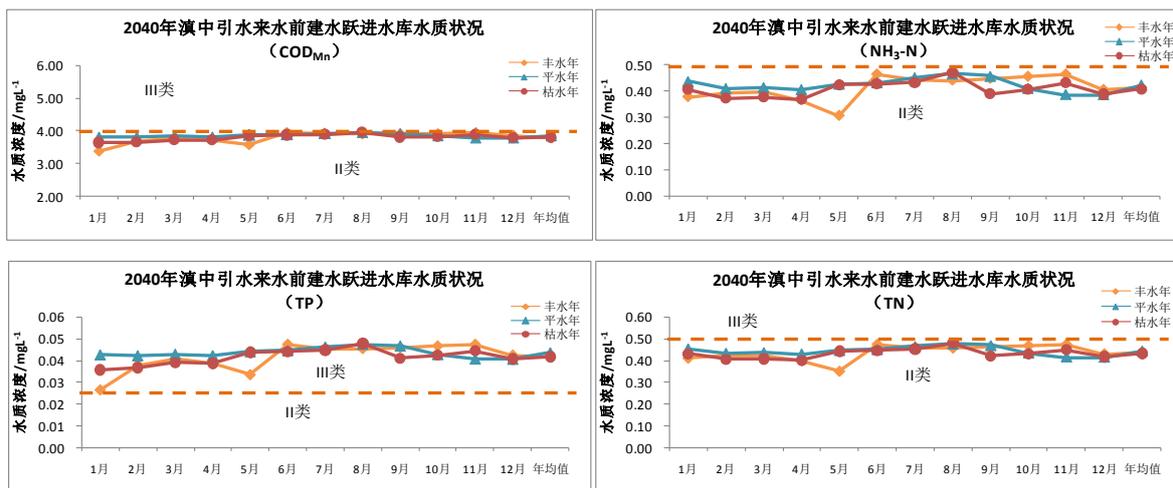


图 5.2.5-1 2040 年引水前建水跃进水库水质年内变化过程

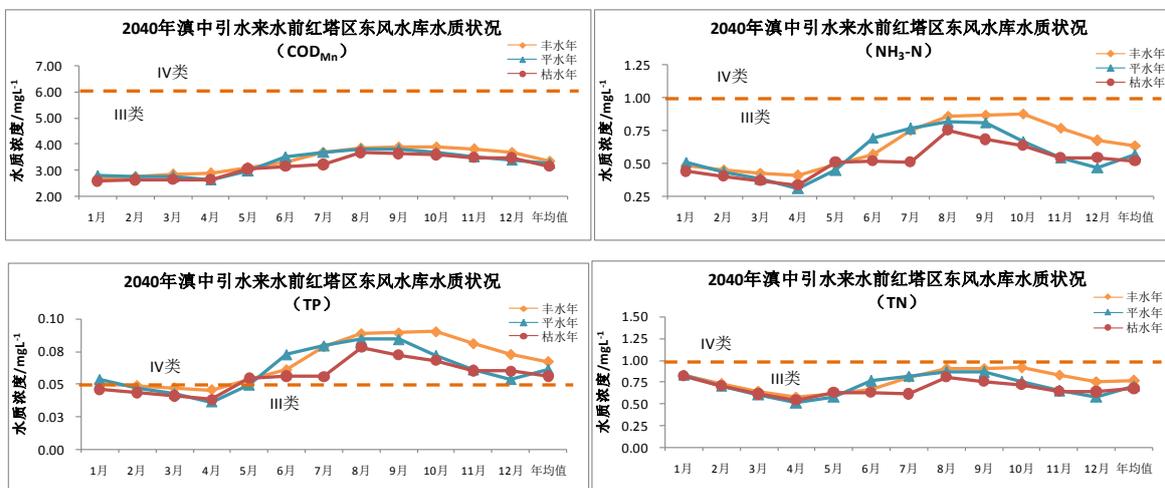


图 5.2.5-2 2040 年引水前玉溪东风水库水质年内变化过程

由上图所示结果可知，建水跃进水库和红塔东风水库年内水质类别均受 TP 指标控制，均表现为 TP 指标超标。年内水质变化过程表现为丰水期水质略差，枯水期水质相对较好，同时受水库规模和库区蓄水量大小影响较为显著。

5.2.5.3 对充蓄水库水质影响预测

以工程确定的各充蓄水库的月初蓄水量、库区流域入库水量过程、水库出库流量过程及滇中引水工程各口门分水入库水量过程为水量边界条件，以各充蓄水库本底水质浓度和入流水质浓度为水质边界条件，预测各充蓄水库在滇中引水工程实施前后的水质状况。充蓄水库补水入流水质浓

度采用金沙江石鼓取水口断面近 5 年实测年平均浓度值，COD_{Mn}、氨氮、TP 和 TN 具体浓度如表 5.2.5-4 所示。

表 5.2.5-4 金沙江石鼓取水口断面近 5 年实测年平均浓度值

指标	COD _{Mn}	氨氮	TP	TN
浓度 mg/L	1.28	0.08	0.023	0.33

(1) 对饮用一级区水库水质影响预测

引水工程沿线纳入充蓄水库的饮用一级区水库有大坝水库、龙甸水库、岔河水库、白龙水库、白龙河水库、高冲水库、建水县跃进水库、青云水库和五里冲水库等 9 座,水质保护目标为 II 类。根据前述设计的边界条件,结合滇中引水工程对应于 9 座水库的分水方案,计算得到滇中引水工程来水后库区水质整体状况、相应的水质改善效果及其引水前后库区水质年内变化过程,结果见下表。

表 5.2.5-5 规划水平年引水工程对饮水一级区水库水质改善效果预测

饮水一级区 水库名称	计算方案	典型年	水质指标				综合水质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
大坝水库	引水前 (mg/L)	丰水年	3.33	0.42	0.041	0.42	III
		平水年	3.33	0.42	0.039	0.42	III
		枯水年	3.33	0.42	0.037	0.42	III
	引水后 (mg/L)	丰水年	2.72	0.32	0.033	0.38	III
		平水年	2.52	0.29	0.029	0.37	III
		枯水年	2.40	0.27	0.026	0.36	III
	水质改善程 度(mg/L)	丰水年	-0.61	-0.09	-0.008	-0.04	/
		平水年	-0.81	-0.13	-0.010	-0.05	/
		枯水年	-0.93	-0.14	-0.011	-0.06	/
	水质改善效 果(%)	丰水年	18.44%	22.78%	19.76%	9.22%	/
		平水年	24.38%	30.12%	25.70%	12.19%	/
		枯水年	27.85%	34.40%	28.63%	13.92%	/
九龙甸水库	引水前 (mg/L)	丰水年	3.33	0.42	0.035	0.42	III
		平水年	3.33	0.42	0.031	0.42	III
		枯水年	3.33	0.42	0.024	0.42	II
	引水后 (mg/L)	丰水年	3.02	0.37	0.032	0.40	III
		平水年	2.88	0.35	0.027	0.39	III
		枯水年	2.85	0.34	0.021	0.39	II
	水质改善程 度(mg/L)	丰水年	-0.31	-0.05	-0.003	-0.02	/
		平水年	-0.45	-0.07	-0.004	-0.03	/
		枯水年	-0.48	-0.07	-0.003	-0.03	/
	水质改善效 果(%)	丰水年	9.35%	11.55%	9.38%	4.67%	/
		平水年	13.44%	16.60%	12.63%	6.72%	/

饮水一级区 水库名称	计算方案	典型年	水质指标				综合水质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
岔河水库	引水前 (mg/L)	枯水年	14.38%	17.76%	11.41%	7.19%	/
		丰水年	3.33	0.42	0.034	0.42	III
		平水年	3.33	0.42	0.030	0.42	III
	引水后 (mg/L)	枯水年	3.33	0.42	0.026	0.42	III
		丰水年	2.32	0.26	0.024	0.35	II
		平水年	2.21	0.24	0.021	0.35	II
	水质改善程度 (mg/L)	枯水年	2.09	0.22	0.018	0.34	II
		丰水年	-1.01	-0.16	-0.010	-0.06	/
		平水年	-1.12	-0.17	-0.009	-0.07	/
	水质改善效果 (%)	枯水年	-1.24	-0.19	-0.008	-0.08	/
		丰水年	30.30%	37.43%	29.87%	15.15%	/
		平水年	33.58%	41.48%	31.05%	16.79%	/
白龙水库	引水前 (mg/L)	枯水年	37.24%	46.00%	31.02%	18.62%	/
		丰水年	3.33	0.42	0.038	0.42	III
		平水年	3.33	0.42	0.035	0.42	III
	引水后 (mg/L)	枯水年	3.33	0.42	0.031	0.42	III
		丰水年	1.22	0.09	0.013	0.28	II
		平水年	1.18	0.08	0.012	0.28	II
	水质改善程度 (mg/L)	枯水年	1.15	0.08	0.012	0.28	II
		丰水年	-2.12	-0.33	-0.025	-0.13	/
		平水年	-2.15	-0.33	-0.023	-0.13	/
	水质改善效果 (%)	枯水年	-2.18	-0.34	-0.019	-0.14	/
		丰水年	63.47%	78.40%	66.37%	31.73%	/
		平水年	64.51%	79.69%	64.90%	32.26%	/
白龙河水库	引水前 (mg/L)	枯水年	65.38%	80.76%	61.54%	32.69%	/
		丰水年	3.33	0.42	0.037	0.42	III
		平水年	3.33	0.42	0.036	0.42	III
	引水后 (mg/L)	枯水年	3.33	0.42	0.029	0.42	III
		丰水年	3.05	0.37	0.034	0.40	III
		平水年	2.49	0.29	0.027	0.36	III
	水质改善程度 (mg/L)	枯水年	2.58	0.30	0.023	0.37	II
		丰水年	-0.28	-0.04	-0.003	-0.02	/
		平水年	-0.84	-0.13	-0.009	-0.05	/
	水质改善效果 (%)	枯水年	-0.75	-0.12	-0.006	-0.05	/
		丰水年	8.41%	10.39%	8.69%	4.21%	/
		平水年	25.29%	31.23%	25.69%	12.64%	/
高冲水库	引水前 (mg/L)	枯水年	22.44%	27.72%	20.46%	11.22%	/
		丰水年	3.33	0.42	0.038	0.42	III
		平水年	3.33	0.42	0.035	0.42	III
	引水后 (mg/L)	枯水年	3.33	0.42	0.015	0.42	II
		丰水年	1.99	0.21	0.022	0.33	II
		平水年	1.85	0.19	0.020	0.32	II
	水质改善程度 (mg/L)	枯水年	1.45	0.13	0.012	0.30	II
		丰水年	-1.35	-0.21	-0.016	-0.08	/
		平水年	-1.48	-0.23	-0.016	-0.09	/

饮水一级区 水库名称	计算方案	典型年	水质指标				综合水质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
	水质改善效果(%)	枯水年	-1.88	-0.29	-0.003	-0.12	/
		丰水年	40.43%	49.95%	42.25%	20.22%	/
		平水年	44.46%	54.93%	44.94%	22.23%	/
		枯水年	56.50%	69.79%	21.91%	28.25%	/
跃进水库	引水前 (mg/L)	丰水年	3.33	0.42	0.030	0.42	III
		平水年	3.33	0.42	0.028	0.42	III
		枯水年	3.33	0.42	0.026	0.42	III
	引水后 (mg/L)	丰水年	2.84	0.34	0.026	0.39	III
		平水年	2.80	0.33	0.024	0.38	II
		枯水年	2.77	0.33	0.022	0.38	II
	水质改善程度(mg/L)	丰水年	-0.49	-0.08	-0.004	-0.03	/
		平水年	-0.53	-0.08	-0.004	-0.03	/
		枯水年	-0.57	-0.09	-0.004	-0.04	/
	水质改善效果(%)	丰水年	14.81%	18.29%	13.61%	7.41%	/
		平水年	15.95%	19.70%	14.06%	7.97%	/
		枯水年	16.95%	20.94%	14.29%	8.48%	/
青云水库	引水前 (mg/L)	丰水年	3.33	0.42	0.033	0.42	III
		平水年	3.33	0.42	0.022	0.42	II
		枯水年	3.33	0.42	0.017	0.42	II
	引水后 (mg/L)	丰水年	2.63	0.31	0.026	0.37	III
		平水年	2.33	0.26	0.017	0.35	II
		枯水年	2.23	0.25	0.014	0.35	II
	水质改善程度(mg/L)	丰水年	-0.70	-0.11	-0.007	-0.04	/
		平水年	-1.01	-0.16	-0.005	-0.06	/
		枯水年	-1.10	-0.17	-0.003	-0.07	/
	水质改善效果(%)	丰水年	21.09%	26.05%	20.68%	10.54%	/
		平水年	30.19%	37.30%	21.73%	15.10%	/
		枯水年	33.02%	40.78%	16.71%	16.51%	/
大庄水库	引水前 (mg/L)	丰水年	3.33	0.42	0.038	0.42	III
		平水年	3.33	0.42	0.036	0.42	III
		枯水年	3.33	0.42	0.035	0.42	III
	引水后 (mg/L)	丰水年	3.09	0.38	0.035	0.40	III
		平水年	3.06	0.37	0.033	0.40	III
		枯水年	3.03	0.37	0.032	0.40	III
	水质改善程度(mg/L)	丰水年	-0.24	-0.04	-0.003	-0.01	/
		平水年	-0.27	-0.04	-0.003	-0.02	/
		枯水年	-0.30	-0.05	-0.003	-0.02	/
	水质改善效果(%)	丰水年	7.15%	8.84%	7.45%	3.58%	/
		平水年	8.14%	10.06%	8.33%	4.07%	/
		枯水年	8.95%	11.06%	9.00%	4.48%	/
五里冲水库	引水前 (mg/L)	丰水年	3.33	0.42	0.030	0.42	III
		平水年	3.33	0.42	0.025	0.42	II
		枯水年	3.33	0.42	0.025	0.42	II
	引水后 (mg/L)	丰水年	3.25	0.40	0.030	0.41	III
		平水年	3.22	0.40	0.024	0.41	II

饮水一级区 水库名称	计算方案	典型年	水质指标				综合水质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
	水质改善程度(mg/L)	枯水年	3.22	0.40	0.024	0.41	II
		丰水年	-0.08	-0.01	-0.001	-0.01	/
		平水年	-0.11	-0.02	-0.001	-0.01	/
	水质改善效果(%)	枯水年	-0.11	-0.02	-0.001	-0.01	/
		丰水年	2.54%	3.14%	2.38%	1.27%	/
		平水年	3.28%	4.05%	2.70%	1.64%	/
		枯水年	3.27%	4.04%	2.69%	1.64%	/

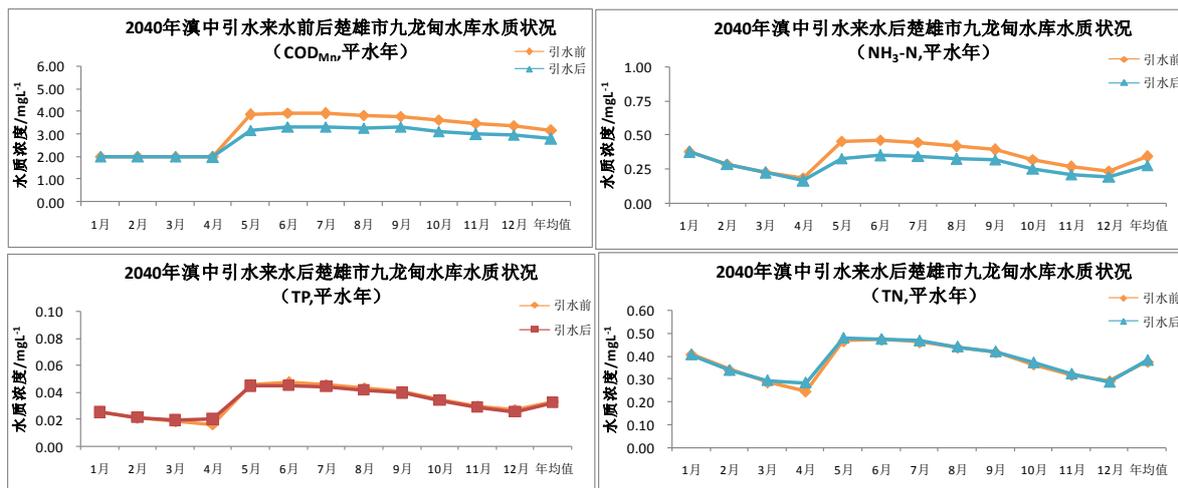


图 5.2.5-3 工程实施前后楚雄九龙甸水库水质年内变化过程

根据上表所示结果可知，工程实施后，根据设计分水方案对饮水一级区水库补水后，由于金沙江来流水质由于水库水质，库区高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮等指标都有不同程度地改善。

从引水前后的水质类别变化来看，工程引水工程来水改变了部分水库库区水体综合水质类别，岔河水库、白龙水库、高冲水库、建水县跃进水库等 4 座的水质类别从 III 类提高到 II 类，满足水质保护目标；青云水库和五里冲水库等 2 座的水质类别类别与补水前保持 II 类不变，基本满足水质保护目标；补水后大坝水库、龙甸水库、白龙河水库等 3 座的水质类别类别与补水前保持 III 类不变，但水质有提高，超标因子为 TP。

(2) 对饮用二级区水库水质影响预测

工程输水渠道沿线纳入充蓄水库设计方案的饮用二级区水库有大银甸水库、花桥水库、仙鹤水库、益民海水库、海稍水库、崔家箐水库、甸

中河水库、锁水阁水库、洋派水库、妙峰水库、龙虎水库、共和水库、小石门水库、挨小河水库、石门水库、老鸦关水库、东风水库、凤凰水库、琉璃河水库扩建、阿白冲水库共 20 座，其水质保护目标均为Ⅲ类。根据前面设计确定的入库水量、水质边界条件，再结合工程对应的分水方案设计情景，计算得到来水后的库区水质整体状况、相应的水质改善效果及其引水前后库区水质年内变化过程，其结果见表 5.2.5-6。本报告由于篇幅所限以大银甸水库和东风水库为例，分析其平水年年内的逐月水质变化见图 5.2.5-4 和图 5.2.5-5。

表 5.2.5-6 规划水平年引水工程对饮水二级区水库水质改善效果预测

饮水二级区 水库名称	计算方案	典型年	水质指标				综合水 质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
大银甸水库	引水前(mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.065	0.83	IV
		平水年	5.00	0.83	0.060	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.048	0.83	III
	引水后(mg/L)	丰水年	4.27	0.69	0.055	0.73	IV
		平水年	4.14	0.67	0.049	0.71	III
		枯水年	3.30	0.50	0.032	0.59	III
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	-0.73	-0.14	-0.010	-0.10	/
		平水年	-0.86	-0.17	-0.011	-0.12	/
		枯水年	-1.69	-0.33	-0.016	-0.24	/
	水质改善效果 (%)	丰水年	14.56%	17.02%	15.37%	12.40%	/
		平水年	17.15%	20.06%	17.78%	14.61%	/
		枯水年	33.90%	39.65%	33.06%	28.87%	/
花桥水库	引水前(mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.078	0.83	IV
		平水年	5.00	0.83	0.068	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.048	0.83	III
	引水后(mg/L)	丰水年	4.83	0.80	0.075	0.81	IV
		平水年	4.74	0.78	0.064	0.80	IV
		枯水年	4.59	0.75	0.048	0.78	III
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	-0.17	-0.03	-0.003	-0.02	/
		平水年	-0.26	-0.05	-0.004	-0.04	/
		枯水年	-0.41	-0.08	0.000	-0.06	/
	水质改善效果 (%)	丰水年	3.46%	4.05%	3.77%	2.95%	/
		平水年	5.21%	6.09%	5.54%	4.44%	/
		枯水年	8.14%	9.52%	-0.90%	6.94%	/
仙鹤水库	引水前(mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.077	0.83	IV
		平水年	5.00	0.83	0.075	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.059	0.83	IV
	引水后(mg/L)	丰水年	4.63	0.76	0.071	0.78	IV

饮水二级区 水库名称	计算方案	典型年	水质指标				综合水 质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
		平水年	4.39	0.71	0.065	0.75	IV
		枯水年	3.96	0.63	0.046	0.69	III
		丰水年	-0.37	-0.07	-0.006	-0.05	/
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-0.61	-0.12	-0.010	-0.09	/
		枯水年	-1.04	-0.20	-0.013	-0.15	/
		丰水年	7.40%	8.65%	8.06%	6.30%	/
	水质改善效果 (%)	平水年	12.22%	14.29%	13.23%	10.41%	/
		枯水年	20.81%	24.33%	21.49%	17.72%	/
		丰水年	5.00	0.83	0.040	0.83	III
益民海水库	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.036	0.83	III
		枯水年	5.00	0.83	0.036	0.83	III
		丰水年	4.14	0.67	0.040	0.71	III
	引水后(mg/L)	平水年	3.92	0.62	0.030	0.68	III
		枯水年	4.51	0.74	0.033	0.76	III
		丰水年	-0.85	-0.17	0.000	-0.12	/
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-1.08	-0.21	-0.007	-0.15	/
		枯水年	-0.49	-0.10	-0.003	-0.07	/
		丰水年	17.10%	20.00%	0.60%	14.56%	/
水质改善效果 (%)	平水年	21.59%	25.25%	19.11%	18.39%	/	
	枯水年	9.86%	11.53%	8.73%	8.40%	/	
	丰水年	5.00	0.83	0.048	0.83	III	
海稍水库	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.045	0.83	III
		枯水年	5.00	0.83	0.043	0.83	III
		丰水年	4.14	0.67	0.040	0.71	III
	引水后(mg/L)	平水年	3.77	0.59	0.034	0.66	III
		枯水年	3.47	0.54	0.030	0.62	III
		丰水年	-0.85	-0.17	-0.008	-0.12	/
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-1.23	-0.24	-0.011	-0.18	/
		枯水年	-1.53	-0.30	-0.012	-0.22	/
		丰水年	17.10%	20.00%	16.68%	14.56%	/
水质改善效果 (%)	平水年	24.66%	28.84%	23.59%	21.00%	/	
	枯水年	30.56%	35.74%	28.76%	26.03%	/	
	丰水年	5.00	0.83	0.064	0.83	IV	
崔家箐水库	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.059	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.053	0.83	IV
		丰水年	4.17	0.67	0.053	0.72	IV
	引水后(mg/L)	平水年	3.81	0.60	0.044	0.66	III
		枯水年	3.75	0.59	0.040	0.66	III
		丰水年	-0.82	-0.16	-0.011	-0.12	/
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-1.19	-0.23	-0.014	-0.17	/
		枯水年	-1.25	-0.24	-0.013	-0.18	/
		丰水年	16.49%	19.29%	17.36%	14.05%	/
水质改善效果 (%)	平水年	23.73%	27.75%	24.48%	20.21%	/	
	枯水年	25.08%	29.33%	25.24%	21.36%	/	
	丰水年	5.00	0.83	0.079	0.83	IV	
甸中河水库	引水前(mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.079	0.83	IV

饮水二级区 水库名称 (滇中二期 丰水年和平 水年无供水)	计算方案	典型年	水质指标				综合水 质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.065	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.070	0.83	IV
		丰水年	5.00	0.83	0.079	0.83	IV
	引水后(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.065	0.83	IV
		枯水年	4.34	0.70	0.060	0.74	IV
		丰水年	5.00	0.83	0.000	0.000	/
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	0.00	0.00	0.000	0.000	/
		枯水年	-0.66	-0.13	-0.010	-0.09	/
		丰水年	0.00	0.00	0.000	0.000	/
	水质改善效果 (%)	平水年	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	/
		枯水年	13.17%	15.40%	14.10%	11.22%	/
		丰水年	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	/
锁水阁水库 (滇中二期 丰水年无供 水)	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.076	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.066	0.83	IV
		丰水年	5.00	0.83	0.077	0.83	IV
	引水后(mg/L)	平水年	4.99	0.83	0.076	0.83	IV
		枯水年	4.87	0.81	0.064	0.82	IV
		丰水年	5.00	0.83	0.000	0.000	/
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-0.01	0.00	0.000	0.000	/
		枯水年	-0.13	-0.02	-0.002	-0.02	/
		丰水年	0.00	0.00	0.00%	0.00%	/
	水质改善效果 (%)	平水年	0.13%	0.15%	0.14%	0.11%	/
		枯水年	2.54%	2.97%	2.69%	2.16%	/
		丰水年	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	/
洋派水库	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.064	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.032	0.83	III
		丰水年	5.00	0.83	0.066	0.83	IV
	引水后(mg/L)	平水年	4.93	0.82	0.063	0.82	IV
		枯水年	3.85	0.61	0.026	0.67	III
		丰水年	4.31	0.70	0.056	0.74	IV
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-0.06	-0.01	-0.001	-0.01	/
		枯水年	-1.15	-0.22	-0.006	-0.16	/
		丰水年	-0.69	-0.13	-0.010	-0.10	/
	水质改善效果 (%)	平水年	1.30%	1.52%	1.37%	1.11%	/
		枯水年	22.96%	26.85%	19.18%	19.56%	/
		丰水年	13.82%	16.17%	14.63%	11.77%	/
妙峰水库	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.066	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.050	0.83	IV
		丰水年	5.00	0.83	0.073	0.83	IV
	引水后(mg/L)	平水年	4.59	0.75	0.060	0.78	IV
		枯水年	4.37	0.71	0.044	0.74	III
		丰水年	4.69	0.77	0.068	0.79	IV
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-0.40	-0.08	-0.006	-0.06	/
		枯水年	-0.63	-0.12	-0.006	-0.09	/
		丰水年	-0.31	-0.06	-0.005	-0.04	/
	水质改善效果	丰水年	6.27%	7.33%	6.77%	5.34%	/

饮水二级区 水库名称	计算方案 (%)	典型年	水质指标				综合水 质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
龙虎水库	引水前(mg/L)	丰水年	8.10%	9.47%	8.56%	6.90%	/
		平水年	12.62%	14.76%	12.48%	10.75%	/
		枯水年	5.00	0.83	0.069	0.83	IV
	引水后(mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.061	0.83	IV
		平水年	5.00	0.83	0.048	0.83	III
		枯水年	4.60	0.75	0.063	0.78	IV
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	4.47	0.73	0.055	0.76	IV
		平水年	4.14	0.67	0.040	0.71	III
		枯水年	-0.40	-0.08	-0.006	-0.06	/
水质改善效果 (%)	丰水年	-0.53	-0.10	-0.007	-0.08	/	
	平水年	-0.86	-0.17	-0.008	-0.12	/	
	枯水年	8.04%	9.41%	8.59%	6.85%	/	
共和水库	引水前(mg/L)	丰水年	10.68%	12.48%	11.12%	9.09%	/
		平水年	17.24%	20.17%	16.85%	14.69%	/
		枯水年	5.00	0.83	0.060	0.83	IV
	引水后(mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.060	0.83	IV
		平水年	5.00	0.83	0.060	0.83	IV
		枯水年	3.69	0.58	0.044	0.65	III
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	3.69	0.58	0.044	0.65	III
		平水年	3.69	0.58	0.044	0.65	III
		枯水年	-1.31	-0.26	-0.016	-0.19	/
水质改善效果 (%)	丰水年	-1.31	-0.26	-0.016	-0.19	/	
	平水年	-1.31	-0.26	-0.016	-0.19	/	
	枯水年	26.22%	30.67%	27.20%	22.33%	/	
小石门水库 (滇中二期 平水年无供 水)	引水前(mg/L)	丰水年	26.22%	30.67%	27.20%	22.33%	/
		平水年	26.22%	30.67%	27.20%	22.33%	/
		枯水年	26.22%	30.67%	27.20%	22.33%	/
	引水后(mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.075	0.83	IV
		平水年	5.00	0.83	0.065	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.049	0.83	III
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	4.94	0.82	0.074	0.82	IV
		平水年	5.00	0.83	0.065	0.83	IV
		枯水年	3.94	0.63	0.038	0.68	III
水质改善效果 (%)	丰水年	-0.06	-0.01	-0.001	-0.01	/	
	平水年	0.00	0.00	0.000	0.00	/	
	枯水年	-1.06	-0.21	-0.010	-0.15	/	
挨小河水库	引水前(mg/L)	丰水年	1.19%	1.40%	1.29%	1.02%	/
		平水年	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	/
		枯水年	21.21%	24.80%	20.82%	18.06%	/
	引水后(mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.079	0.83	IV
		平水年	5.00	0.83	0.071	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.058	0.83	IV
	水质改善程度	丰水年	3.45	0.53	0.052	0.61	IV
		平水年	2.76	0.40	0.037	0.52	III
		枯水年	2.23	0.29	0.025	0.44	II
水质改善程度	丰水年	-1.55	-0.30	-0.027	-0.22	/	

饮水二级区 水库名称	计算方案 (mg/L)	典型年	水质指标				综合水 质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
		平水年	-2.24	-0.44	-0.034	-0.32	/
		枯水年	-2.77	-0.54	-0.033	-0.39	/
		丰水年	30.94%	36.19%	33.80%	26.36%	/
	水质改善效果 (%)	平水年	44.75%	52.34%	48.07%	38.12%	/
		枯水年	55.38%	64.76%	56.84%	47.16%	/
		丰水年	5.00	0.83	0.078	0.83	IV
石门水库(滇 中二期丰水 年和平水年 无供水)	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.074	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.060	0.83	IV
		丰水年	5.00	0.83	0.078	0.83	IV
	引水后(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.074	0.83	IV
		枯水年	4.68	0.77	0.056	0.79	IV
		丰水年	5.00	0.83	0.078	0.83	IV
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	0.00	0.00	0.000	0.00	/
		平水年	0.00	0.00	0.000	0.00	/
		枯水年	-0.32	-0.06	-0.004	-0.05	/
	水质改善效果 (%)	丰水年	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	/
		平水年	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	/
		枯水年	6.36%	7.44%	6.60%	5.42%	/
老鸦关水库	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.063	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.051	0.83	IV
		丰水年	5.00	0.83	0.068	0.83	IV
	引水后(mg/L)	平水年	3.52	0.54	0.043	0.62	III
		枯水年	3.27	0.50	0.034	0.59	III
		丰水年	3.64	0.57	0.048	0.64	III
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	-1.36	-0.27	-0.020	-0.19	/
		平水年	-1.48	-0.29	-0.020	-0.21	/
		枯水年	-1.73	-0.34	-0.018	-0.25	/
	水质改善效果 (%)	丰水年	27.22%	31.83%	28.94%	23.18%	/
		平水年	29.68%	34.71%	31.11%	25.28%	/
		枯水年	34.65%	40.52%	34.56%	29.51%	/
东风水库	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.058	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.047	0.83	III
		丰水年	5.00	0.83	0.062	0.83	IV
	引水后(mg/L)	平水年	4.09	0.66	0.047	0.70	III
		枯水年	3.92	0.62	0.037	0.68	III
		丰水年	3.93	0.63	0.048	0.68	III
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	-1.06	-0.21	-0.014	-0.15	/
		平水年	-0.91	-0.18	-0.011	-0.13	/
		枯水年	-1.07	-0.21	-0.010	-0.15	/
	水质改善效果 (%)	丰水年	21.30%	24.91%	22.25%	18.14%	/
		平水年	18.15%	21.23%	18.70%	15.46%	/
		枯水年	21.49%	25.13%	20.83%	18.30%	/
凤凰水库	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.071	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.034	0.83	III
		丰水年	5.00	0.83	0.076	0.83	IV
	引水后(mg/L)	丰水年	4.56	0.75	0.069	0.77	IV

饮水二级区 水库名称	计算方案	典型年	水质指标				综合水质类别	
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN		
	计算方案	平水年	4.16	0.67	0.058	0.71	IV	
		枯水年	2.60	0.37	0.020	0.49	II	
		丰水年	-0.44	-0.09	-0.007	-0.06	/	
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-0.84	-0.16	-0.013	-0.12	/	
		枯水年	-2.40	-0.47	-0.014	-0.34	/	
		丰水年	8.78%	10.26%	9.53%	7.47%	/	
	水质改善效果 (%)	平水年	16.74%	19.58%	17.95%	14.26%	/	
		枯水年	47.92%	56.05%	40.92%	40.82%	/	
		丰水年	5.00	0.83	0.050	0.83	IV	
	琉璃河水库 扩建	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.043	0.83	III
			枯水年	5.00	0.83	0.037	0.83	III
			丰水年	3.97	0.63	0.040	0.69	III
引水后(mg/L)		平水年	4.12	0.66	0.036	0.71	III	
		枯水年	4.26	0.69	0.032	0.73	III	
		丰水年	-1.03	-0.20	-0.010	-0.15	/	
水质改善程度 (mg/L)		平水年	-0.88	-0.17	-0.007	-0.13	/	
		枯水年	-0.74	-0.14	-0.005	-0.11	/	
		丰水年	20.61%	24.11%	20.39%	17.55%	/	
水质改善效果 (%)		平水年	17.64%	20.63%	16.64%	15.02%	/	
		枯水年	14.82%	17.33%	13.18%	12.62%	/	
		丰水年	5.00	0.83	0.073	0.83	IV	
阿白冲水库	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.067	0.83	IV	
		枯水年	5.00	0.83	0.029	0.83	III	
		丰水年	2.73	0.39	0.037	0.51	III	
	引水后(mg/L)	平水年	2.51	0.35	0.032	0.48	III	
		枯水年	1.86	0.22	0.015	0.39	II	
		丰水年	-2.27	-0.44	-0.036	-0.32	/	
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-2.49	-0.49	-0.035	-0.35	/	
		枯水年	-3.14	-0.61	-0.014	-0.45	/	
		丰水年	45.44%	53.15%	49.00%	38.70%	/	
	水质改善效果 (%)	平水年	49.83%	58.28%	52.85%	42.44%	/	
		枯水年	62.79%	73.43%	49.24%	53.48%	/	
		丰水年	5.00	0.83	0.029	0.83	III	

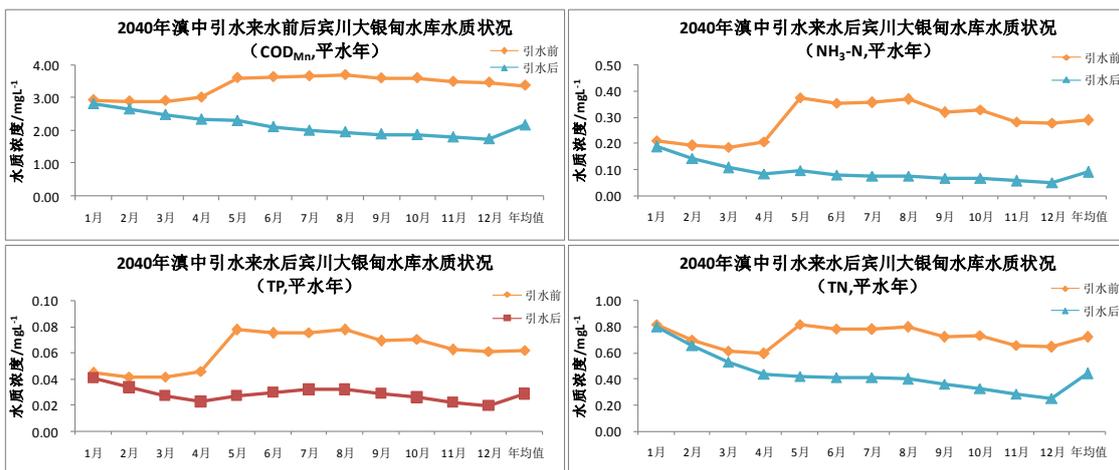


图 5.2.5-4 工程实施前后宾川大银甸水库水质年内变化过程

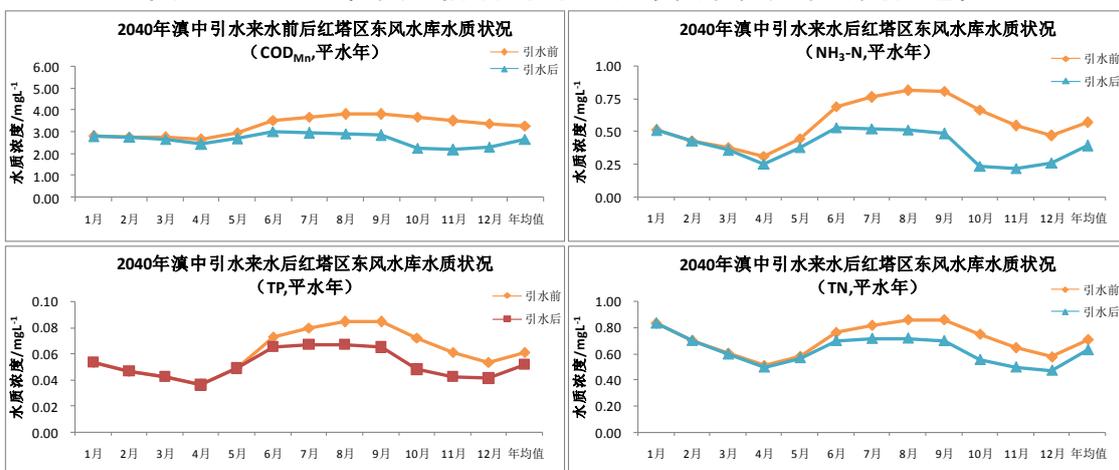


图 5.2.5-5 工程实施前后玉溪东风水库水质年内变化过程

根据上表所示结果可知，工程实施后，根据设计分水方案对饮水二级区水库补水后，库区各指标（包括高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮）都有较大程度地改善。

从引水前后的水质类别变化来看，工程引水工程来水改变了部分水库库区水体综合水质类别，大银甸水库、崔家箐水库、共和水库、挨小河水库、老鸦关水库、东风水库、阿白冲水库等 7 座的水质类别可由 IV 类提高到 III 类，满足水质保护目标；益民海水库、海稍水库、琉璃河水库等 3 座的水质类别类别与补水前保持 III 类不变，基本满足水质保护目标；补水后花桥水库、仙鹤水库、甸中河水库、锁水阁水库、洋派水库、妙峰水库、龙虎水库、小石门水库、石门水库、凤凰水库等 10 座的水质类别类别与

补水前保持IV类不变，但水质有提高，超标因子为 TP。

(3) 对工业农业用水水库水质影响预测

滇中二期引水工程输水渠道沿线纳入充蓄水库设计方案的工业、农业用水水库有共 20 座，团结水库、黄坡水库、箐门口水库、张家坝水库、大箐水库、红罩塘水库、长桥海水库等 7 座水库水质保护目标为 III 类，巴冲箐水库、桑木箐水库、黑泥箐水库等 3 座水库水质保护目标为 IV 类，罗家冲水库、耐桥水库、中石坝水库、庆丰水库、东清水库、大跃进水库、石河水库、跃进水库、捧寨水库、大寨水库等 10 座水库水质保护目标为 V 类。根据前面设计确定的入库水量、水质边界条件，再结合滇中二期引水工程对应于各充蓄水库的分水方案设计情景，计算得到滇中二期引水工程来水后的库区水质整体状况、相应的水质改善效果及其引水前后库区水质年内变化过程，其结果见表 5.2.5-7。本报告由于篇幅所限以白龙河水库为例，分析其平水年年内的逐月水质变化见图 5.2.5-6。

表 5.2.5-7 规划水平年引水工程对工业农业用水水库水质改善效果预测

工业农业用水水库名称	计算方案	典型年	水质指标				综合水质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
巴冲箐水库	引水前(mg/L)	丰水年	8.33	1.25	0.093	1.25	IV
		平水年	8.33	1.25	0.088	1.25	IV
		枯水年	8.33	1.25	0.086	1.25	IV
	引水后(mg/L)	丰水年	5.18	0.74	0.057	0.83	IV
		平水年	4.85	0.68	0.051	0.78	IV
		枯水年	4.92	0.69	0.051	0.79	IV
	水质改善程度(mg/L)	丰水年	-3.15	-0.51	-0.036	-0.42	/
		平水年	-3.48	-0.57	-0.037	-0.47	/
		枯水年	-3.41	-0.56	-0.035	-0.46	/
	水质改善效果(%)	丰水年	37.82%	41.06%	38.21%	33.83%	/
		平水年	41.76%	45.34%	41.83%	37.35%	/
		枯水年	40.92%	44.42%	40.87%	36.60%	/
桑木箐水库	引水前(mg/L)	丰水年	8.33	1.25	0.133	1.25	V
		平水年	8.33	1.25	0.128	1.25	V
		枯水年	8.33	1.25	0.120	1.25	V
	引水后(mg/L)	丰水年	6.47	0.95	0.101	1.00	V
		平水年	5.87	0.85	0.088	0.92	IV
		枯水年	5.18	0.74	0.073	0.83	IV
	水质改善程度	丰水年	-1.86	-0.30	-0.031	-0.25	/

工业农业用水水库名称	计算方案 (mg/L)	典型年	水质指标				综合水质类别	
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN		
		平水年	-2.47	-0.40	-0.040	-0.33	/	
		枯水年	-3.15	-0.51	-0.047	-0.42	/	
		丰水年	22.38%	24.30%	23.52%	20.02%	/	
	水质改善效果 (%)	平水年	29.60%	32.13%	31.01%	26.47%	/	
		枯水年	37.78%	41.02%	39.32%	33.79%	/	
		丰水年						
黑泥箐水库	引水前(mg/L)	丰水年	8.33	1.25	0.123	1.25	V	
		平水年	8.33	1.25	0.116	1.25	V	
		枯水年	8.33	1.25	0.108	1.25	V	
	引水后(mg/L)	丰水年	5.35	0.76	0.077	0.85	IV	
		平水年	4.61	0.64	0.063	0.75	IV	
		枯水年	4.21	0.58	0.053	0.70	IV	
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	-2.98	-0.49	-0.046	-0.40	/	
		平水年	-3.72	-0.61	-0.054	-0.50	/	
		枯水年	-4.13	-0.67	-0.055	-0.55	/	
	水质改善效果 (%)	丰水年	35.78%	38.84%	37.32%	32.00%	/	
		平水年	44.63%	48.45%	46.31%	39.92%	/	
		枯水年	49.53%	53.77%	50.97%	44.30%	/	
	团结水库	引水前(mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.060	0.83	IV
			平水年	5.00	0.83	0.056	0.83	IV
			枯水年	5.00	0.83	0.056	0.83	IV
引水后(mg/L)		丰水年	1.98	0.25	0.022	0.41	II	
		平水年	1.91	0.23	0.021	0.39	II	
		枯水年	1.99	0.25	0.022	0.41	II	
水质改善程度 (mg/L)		丰水年	-3.02	-0.59	-0.038	-0.43	/	
		平水年	-3.09	-0.60	-0.035	-0.44	/	
		枯水年	-3.01	-0.59	-0.035	-0.43	/	
水质改善效果 (%)		丰水年	60.32%	70.54%	62.52%	51.37%	/	
		平水年	61.82%	72.30%	63.04%	52.65%	/	
		枯水年	60.24%	70.45%	61.54%	51.30%	/	
罗家冲水库	引水前(mg/L)	丰水年	12.50	1.67	0.180	1.67	V	
		平水年	12.50	1.67	0.177	1.67	V	
		枯水年	12.50	1.67	0.176	1.67	V	
	引水后(mg/L)	丰水年	10.07	1.33	0.144	1.37	V	
		平水年	9.28	1.22	0.130	1.27	V	
		枯水年	7.41	0.95	0.103	1.05	V	
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	-2.43	-0.34	-0.036	-0.30	/	
		平水年	-3.22	-0.45	-0.047	-0.39	/	
		枯水年	-5.08	-0.71	-0.073	-0.62	/	
	水质改善效果 (%)	丰水年	19.45%	20.41%	19.95%	17.75%	/	
		平水年	25.73%	27.00%	26.37%	23.49%	/	
		枯水年	40.68%	42.70%	41.68%	37.14%	/	
耐桥水库	引水前(mg/L)	丰水年	12.50	1.67	0.144	1.67	V	
		平水年	12.50	1.67	0.144	1.67	V	
		枯水年	12.50	1.67	0.144	1.67	V	
	引水后(mg/L)	丰水年	8.69	1.13	0.100	1.20	IV	

工业农业用水水库名称	计算方案	典型年	水质指标				综合水质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
		平水年	8.69	1.13	0.100	1.20	IV
		枯水年	8.69	1.13	0.100	1.20	IV
		丰水年	-3.81	-0.53	-0.044	-0.46	/
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-3.81	-0.53	-0.044	-0.46	/
		枯水年	-3.81	-0.53	-0.044	-0.46	/
		丰水年	30.49%	32.00%	30.78%	27.83%	/
	水质改善效果 (%)	平水年	30.49%	32.00%	30.78%	27.83%	/
		枯水年	30.49%	32.00%	30.78%	27.83%	/
		丰水年	12.50	1.67	0.166	1.67	V
中石坝水库	引水前(mg/L)	平水年	12.50	1.67	0.156	1.67	V
		枯水年	12.50	1.67	0.138	1.67	V
		丰水年	10.91	1.44	0.145	1.47	V
	引水后(mg/L)	平水年	9.97	1.31	0.124	1.36	V
		枯水年	8.43	1.10	0.093	1.17	IV
		丰水年	-1.59	-0.22	-0.022	-0.19	/
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-2.52	-0.35	-0.032	-0.31	/
		枯水年	-4.07	-0.57	-0.045	-0.49	/
		丰水年	12.73%	13.36%	12.99%	11.62%	/
	水质改善效果 (%)	平水年	20.20%	21.20%	20.52%	18.44%	/
		枯水年	32.53%	34.14%	32.72%	29.70%	/
		丰水年	12.50	1.67	0.158	1.67	V
庆丰水库(滇中二期丰水年无供水)	引水前(mg/L)	平水年	12.50	1.67	0.148	1.67	V
		枯水年	12.50	1.67	0.130	1.67	V
		丰水年	12.50	1.67	0.158	1.67	V
	引水后(mg/L)	平水年	11.65	1.55	0.138	1.56	V
		枯水年	11.24	1.49	0.117	1.51	V
		丰水年	0.00	0.00	0.000	0.00	/
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-0.85	-0.12	-0.010	-0.10	/
		枯水年	-1.25	-0.18	-0.013	-0.15	/
		丰水年	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	/
	水质改善效果 (%)	平水年	6.80%	7.13%	6.87%	6.20%	/
		枯水年	10.03%	10.53%	10.03%	9.16%	/
		丰水年	12.50	1.67	0.181	1.67	V
东清水库	引水前(mg/L)	平水年	12.50	1.67	0.176	1.67	V
		枯水年	12.50	1.67	0.163	1.67	V
		丰水年	9.17	1.20	0.132	1.26	V
	引水后(mg/L)	平水年	8.17	1.06	0.114	1.14	V
		枯水年	4.61	0.56	0.058	0.71	IV
		丰水年	-3.33	-0.47	-0.050	-0.41	/
	水质改善程度 (mg/L)	平水年	-4.33	-0.61	-0.062	-0.53	/
		枯水年	-7.89	-1.10	-0.105	-0.96	/
		丰水年	26.66%	27.98%	27.37%	24.34%	/
	水质改善效果 (%)	平水年	34.61%	36.32%	35.46%	31.59%	/
		枯水年	63.13%	66.26%	64.33%	57.63%	/
		丰水年	12.50	1.67	0.177	1.67	V
大跃进水库	引水前(mg/L)	丰水年	12.50	1.67	0.177	1.67	V

工业农业用水水库名称	计算方案	典型年	水质指标				综合水质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
	计算方案	平水年	12.50	1.67	0.172	1.67	V
		枯水年	12.50	1.67	0.161	1.67	V
		丰水年	10.81	1.43	0.152	1.46	V
	引水后(mg/L)	平水年	10.00	1.32	0.137	1.36	V
		枯水年	8.73	1.14	0.112	1.21	V
		丰水年	-1.68	-0.24	-0.024	-0.21	/
	水质改善程度(mg/L)	平水年	-2.50	-0.35	-0.035	-0.30	/
		枯水年	-3.77	-0.53	-0.049	-0.46	/
		丰水年	13.48%	14.15%	13.82%	12.31%	/
	水质改善效果(%)	平水年	20.00%	20.99%	20.46%	18.25%	/
		枯水年	30.18%	31.68%	30.73%	27.55%	/
		丰水年	5.00	0.83	0.054	0.83	IV
黄坡水库	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.063	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.055	0.83	IV
		丰水年	3.36	0.51	0.036	0.60	III
	引水后(mg/L)	平水年	3.14	0.47	0.038	0.57	III
		枯水年	2.73	0.39	0.030	0.51	III
		丰水年	-1.64	-0.32	-0.018	-0.23	/
	水质改善程度(mg/L)	平水年	-1.86	-0.36	-0.025	-0.26	/
		枯水年	-2.27	-0.44	-0.026	-0.32	/
		丰水年	32.77%	38.33%	33.11%	27.91%	/
	水质改善效果(%)	平水年	37.28%	43.59%	39.03%	31.75%	/
		枯水年	45.39%	53.09%	46.15%	38.66%	/
		丰水年	5.00	0.83	0.063	0.83	IV
箐门口水库	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.068	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.062	0.83	IV
		丰水年	3.12	0.47	0.038	0.57	III
	引水后(mg/L)	平水年	3.26	0.50	0.043	0.59	III
		枯水年	3.09	0.46	0.037	0.56	III
		丰水年	-1.88	-0.37	-0.025	-0.27	/
	水质改善程度(mg/L)	平水年	-1.73	-0.34	-0.025	-0.25	/
		枯水年	-1.91	-0.37	-0.025	-0.27	/
		丰水年	37.68%	44.07%	39.47%	32.09%	/
	水质改善效果(%)	平水年	34.70%	40.58%	36.89%	29.55%	/
		枯水年	38.25%	44.73%	39.93%	32.58%	/
		丰水年	5.00	0.83	0.027	0.83	III
张家坝水库	引水前(mg/L)	平水年	5.00	0.83	0.029	0.83	III
		枯水年	5.00	0.83	0.027	0.83	III
		丰水年	3.25	0.49	0.020	0.59	III
	引水后(mg/L)	平水年	3.01	0.45	0.020	0.55	III
		枯水年	3.27	0.50	0.020	0.59	III
		丰水年	-1.75	-0.34	-0.007	-0.25	/
	水质改善程度(mg/L)	平水年	-1.99	-0.39	-0.009	-0.28	/
		枯水年	-1.73	-0.34	-0.007	-0.25	/
		丰水年	34.92%	40.84%	25.85%	29.74%	/
	水质改善效果	丰水年	34.92%	40.84%	25.85%	29.74%	/

工业农业用水水库名称	计算方案 (%)	典型年	水质指标				综合水质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
大箐水库	引水前(mg/L)	丰水年	39.81%	46.55%	31.06%	33.90%	/
		平水年	34.62%	40.48%	25.64%	29.48%	/
		枯水年	5.00	0.83	0.031	0.83	III
	引水后(mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.030	0.83	III
		平水年	5.00	0.83	0.028	0.83	III
		枯水年	3.33	0.51	0.022	0.60	III
	水质改善程度(mg/L)	丰水年	3.26	0.49	0.022	0.59	III
		平水年	3.29	0.50	0.021	0.59	III
		枯水年	-1.67	-0.33	-0.008	-0.24	/
水质改善效果(%)	丰水年	-1.74	-0.34	-0.009	-0.25	/	
	平水年	-1.71	-0.33	-0.007	-0.24	/	
	枯水年	33.43%	39.09%	27.16%	28.47%	/	
石河水库	引水前(mg/L)	丰水年	34.82%	40.72%	28.10%	29.66%	/
		平水年	34.23%	40.03%	26.24%	29.15%	/
		枯水年	12.50	1.67	0.13	1.67	V
	引水后(mg/L)	丰水年	12.50	1.67	0.12	1.67	V
		平水年	12.50	1.67	0.11	1.67	V
		枯水年	11.57	1.54	0.12	1.55	V
	水质改善程度(mg/L)	丰水年	11.45	1.52	0.11	1.54	V
		平水年	11.28	1.50	0.10	1.52	IV
		枯水年	-0.93	-0.13	-0.010	-0.11	/
水质改善效果(%)	丰水年	-1.05	-0.15	-0.010	-0.13	/	
	平水年	-1.21	-0.17	-0.011	-0.15	/	
	枯水年	7.41%	7.78%	7.42%	6.77%	/	
跃进水库	引水前(mg/L)	丰水年	8.40%	8.82%	8.35%	7.67%	/
		平水年	8.40%	8.82%	8.35%	7.67%	/
		枯水年	9.71%	10.19%	9.55%	8.86%	/
	引水后(mg/L)	丰水年	12.50	1.67	0.135	1.67	V
		平水年	12.50	1.67	0.125	1.67	V
		枯水年	12.50	1.67	0.112	1.67	V
	水质改善程度(mg/L)	丰水年	8.93	1.17	0.096	1.23	IV
		平水年	7.80	1.01	0.078	1.09	IV
		枯水年	7.61	0.98	0.069	1.07	IV
水质改善效果(%)	丰水年	-3.56	-0.50	-0.039	-0.43	/	
	平水年	-4.70	-0.66	-0.047	-0.57	/	
	枯水年	-4.89	-0.68	-0.043	-0.59	/	
捧寨水库(滇中二期丰水年无供水)	引水前(mg/L)	丰水年	28.51%	29.93%	28.61%	26.03%	/
		平水年	37.62%	39.48%	37.49%	34.34%	/
		枯水年	39.10%	41.04%	38.52%	35.70%	/
	引水后(mg/L)	丰水年	12.50	1.67	0.156	1.67	V
		平水年	12.50	1.67	0.145	1.67	V
		枯水年	12.50	1.67	0.127	1.67	V
	水质改善程度	丰水年	12.50	1.67	0.156	1.67	V
		平水年	9.03	1.18	0.105	1.24	V
		枯水年	8.26	1.07	0.084	1.15	IV
水质改善程度	丰水年	0.00	0.00	0.000	0.00	/	

工业农业用水水库名称	计算方案 (mg/L)	典型年	水质指标				综合水质类别
			COD _{Mn}	氨氮	TP	TN	
		平水年	-3.46	-0.48	-0.041	-0.42	/
		枯水年	-4.24	-0.59	-0.043	-0.52	/
		丰水年	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	/
	水质改善效果 (%)	平水年	27.71%	29.08%	27.98%	25.30%	/
		枯水年	33.91%	35.59%	33.85%	30.95%	/
		丰水年	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	/
大寨水库	引水前(mg/L)	丰水年	12.50	1.67	0.164	1.67	V
		平水年	12.50	1.67	0.154	1.67	V
		枯水年	12.50	1.67	0.142	1.67	V
	引水后(mg/L)	丰水年	12.33	1.64	0.162	1.65	V
		平水年	10.56	1.40	0.130	1.43	V
		枯水年	11.32	1.50	0.128	1.52	V
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	-0.16	-0.02	-0.002	-0.02	/
		平水年	-1.94	-0.27	-0.024	-0.24	/
		枯水年	-1.18	-0.16	-0.013	-0.14	/
	水质改善效果 (%)	丰水年	1.31%	1.37%	1.33%	1.19%	/
		平水年	15.51%	16.28%	15.74%	14.16%	/
		枯水年	9.42%	9.89%	9.49%	8.60%	/
红罩塘水库	引水前(mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.08	0.83	IV
		平水年	5.00	0.83	0.08	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.07	0.83	IV
	引水后(mg/L)	丰水年	4.02	0.64	0.06	0.69	IV
		平水年	3.93	0.63	0.06	0.68	IV
		枯水年	3.60	0.56	0.05	0.63	III
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	-0.98	-0.19	-0.017	-0.14	/
		平水年	-1.07	-0.21	-0.018	-0.15	/
		枯水年	-1.40	-0.27	-0.020	-0.20	/
	水质改善效果 (%)	丰水年	19.52%	22.83%	21.34%	16.63%	/
		平水年	21.33%	24.94%	23.20%	18.16%	/
		枯水年	27.93%	32.66%	29.67%	23.78%	/
长桥海水库	引水前(mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.068	0.83	IV
		平水年	5.00	0.83	0.054	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.043	0.83	III
	引水后(mg/L)	丰水年	4.00	0.64	0.053	0.69	IV
		平水年	3.68	0.58	0.039	0.65	III
		枯水年	3.47	0.53	0.030	0.62	III
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	-1.00	-0.19	-0.014	-0.14	/
		平水年	-1.32	-0.26	-0.014	-0.19	/
		枯水年	-1.53	-0.30	-0.012	-0.22	/
	水质改善效果 (%)	丰水年	19.98%	23.36%	21.24%	17.02%	/
		平水年	26.39%	30.86%	26.64%	22.48%	/
		枯水年	30.61%	35.80%	28.82%	26.07%	/

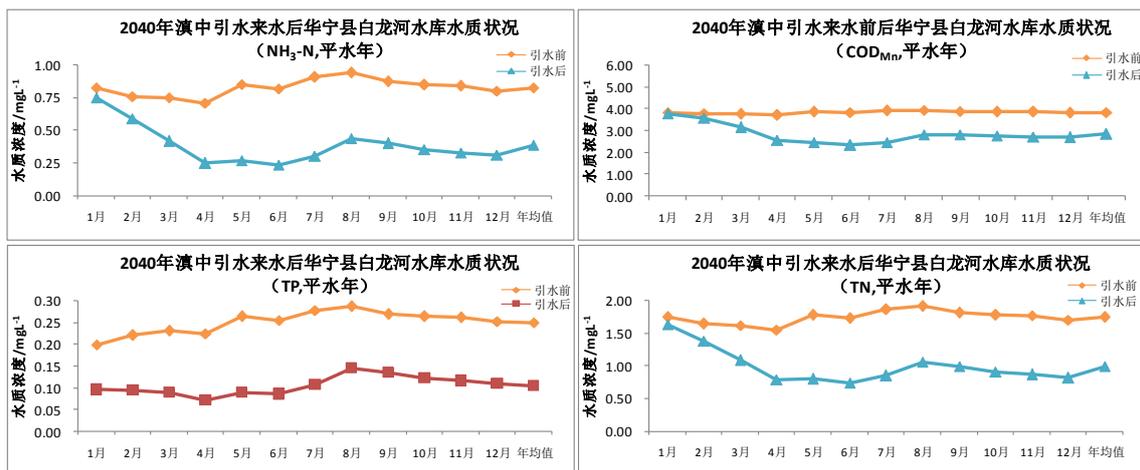


图 5.2.5-6 工程实施前后华宁白龙河水库水质年内变化过程

根据上表所示结果可知，工程实施后，根据设计分水方案对工业、农业用水水库补水后，库区各指标（包括高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮）都有大程度地改善。在不同水情条件下各水库高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮指标浓度可分别降低。

从水质类别变化来看，工程来水后，8座水库水质类别提高，其中团结水库由IV类提高到II类，黄坡水库、箐门口水库、长桥海水库可由IV类提高到III类，桑木箐水库、耐桥水库、黑泥箐水库、跃进水库可由V类提高到IV类，满足水质保护目标；其他水库水质改善仍基本维持原有水质类别，其中张家坝水库、大箐水库维持在III类水质不变，巴冲箐水库、红罩塘水库基本维持在IV类水质不变，罗家冲水库、中石坝水库、庆丰水库、东清水库、大跃进水库、石河水库、捧寨水库、大寨水库基本维持在V类水质不变。所有水库中仅红罩塘水库无法满足III类水质保护目标，超标因子为总磷（TP）。

5.2.5.4 新建、扩建水库水质预测分析

由于各新建、扩建水库库容相对较小（中小型水库），且滇中引水工程经各分口进入各水库的年水量基本均远大于水库的兴利库容，故滇中引水工程来水进入各充蓄水库后，库区水体和滇中引水来水混合相对较为均

匀，采用与各充蓄水库一致的湖库均匀混合模型分析预测工程补水后的库区水质状况，预测得到滇中引水工程来水后的库区水质整体状况、相应的水质改善效果及其引水前后库区水质年内变化过程，其结果见表 5.2.5-8。

表 5.2.5-8 规划水平年二期骨干工程新建、扩建水库水质预测

水库名称	计算方案	典型年	水质指标				综合水质类别
			CODmn	NH ₃ -N	TP	TN	
黄坡水库	引水前 (mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.054	0.83	IV
		平水年	5.00	0.83	0.063	0.83	IV
		枯水年	5.00	0.83	0.055	0.83	IV
	引水后 (mg/L)	丰水年	3.52	0.55	0.040	0.69	III
		平水年	3.32	0.51	0.042	0.68	III
		枯水年	2.95	0.44	0.035	0.64	III
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	-1.48	-0.28	-0.014	-0.14	/
		平水年	-1.68	-0.32	-0.021	-0.16	/
		枯水年	-2.05	-0.39	-0.021	-0.19	/
	水质改善效果 (%)	丰水年	29.58%	34.16%	26.79%	16.66%	/
		平水年	33.64%	38.86%	32.85%	18.95%	/
		枯水年	40.97%	47.32%	37.61%	23.08%	/
大箐水库	引水前 (mg/L)	丰水年	5.00	0.83	0.031	0.83	III
		平水年	5.00	0.83	0.030	0.83	III
		枯水年	5.00	0.83	0.028	0.83	III
	引水后 (mg/L)	丰水年	3.49	0.54	0.026	0.69	III
		平水年	3.43	0.53	0.025	0.69	II
		枯水年	3.45	0.54	0.024	0.69	II
	水质改善程度 (mg/L)	丰水年	-1.51	-0.29	-0.005	-0.14	/
		平水年	-1.57	-0.30	-0.005	-0.15	/
		枯水年	-1.54	-0.30	-0.004	-0.15	/
	水质改善效果 (%)	丰水年	30.17%	34.85%	15.82%	17.00%	/
		平水年	31.43%	36.29%	16.16%	17.70%	/
		枯水年	30.89%	35.68%	13.47%	17.41%	/
杨柳田水库	建成后	丰水年	1.96	0.22	0.05	0.62	IV
		平水年	1.97	0.22	0.05	0.62	IV
		枯水年	1.84	0.20	0.04	0.61	IV
大唐水库	建成后	丰水年	2.58	0.34	0.07	0.68	IV
		平水年	2.54	0.33	0.07	0.68	IV
		枯水年	2.24	0.28	0.06	0.65	IV

5.2.5.5 充蓄水库水质目标可达性分析

滇中引水二期工程沿线各充蓄水库库区基本无大中型工业和城镇生活污染源，入库污染物基本均来自于汇水区域内的农村分散式生活点源、畜禽养殖点源和农田非点源。各充蓄水库基本均地处山区或支流源头区，

随着城镇化快速发展，农村人口逐渐向附近的城镇转移，各充蓄水库库区内的常驻人口将呈逐步减少趋势，农田种植面积呈自然减少趋势，畜禽养殖规模显著减少，故从总体趋势上来看，各充蓄水库的入库污染物负荷量将呈现逐渐减少趋势，有利于库区水质向好的方向发展。根据《滇中引水工程受退水区污染防治补充规划》、地方“水十条”要求和城镇集中生活饮用水源区保护的相关规定，各充蓄水库汇水区域内应全面开展畜禽养殖污染、农业非点源污染治理、农业种植结构优化调整和农村环境综合整治等，尽可能地减少库区流域污染物的产生量和入库量，使各充蓄水库水环境逐步改善，在实现污染防治规划和“水十条”目标的同时实现各充蓄水库的供水水质目标。

《补充规划》按照云南省水功能区划及《云南省重点流域水生态环境保护十四五规划》（征求意见稿）对于饮用水源地的具体考核要求，明确了充蓄调节水库中饮用水水源地水质目标，详见表 5.2.5-9。

表 5.2.5-9 滇中引水二期工程受退水区充蓄调节水库中饮用水水源地水质目标

序号	地市	受水小区	所属流域	水源地名称	水源级别	2019年水质	2025年目标	2030年目标	2040年目标	备注
1	丽江市	永胜太阳平山	长江流域	片角镇八湾水库水源地	乡镇级	Ⅲ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
2	大理州	宾川牛井	长江流域	仙鹤水库	县级	Ⅱ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
3	大理州	宾川牛井	长江流域	崔家箐水库	乡镇级	Ⅱ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
4	大理州	巍山南诏	红河流域	锁水阁水库	千吨万人	Ⅲ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《原规划》原有
5	大理州	巍山南诏	红河流域	黄栎嘴水库	县级	Ⅲ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
6	大理州	巍山南诏	红河流域	巍宝山水库	县级	Ⅲ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
7	大理州	弥渡弥城	红河流域	大横箐水库	县级	Ⅲ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
8	大理州	祥云祥城	长江流域	小官村水库	县级	Ⅲ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
9	楚雄州	楚雄鹿城	长江流域	九龙甸水库	地级	Ⅱ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《原规划》原有

序号	地市	受水小区	所属流域	水源地名称	水源级别	2019年水质	2025年目标	2030年目标	2040年目标	备注
10	楚雄州	牟定共和	长江流域	龙虎水库	县级	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《原规划》原有
11	楚雄州	元谋元马	长江流域	挨小河水库	千吨万人	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
12	楚雄州	禄丰金山	长江流域	土官镇老鸦关水库	乡镇级	III类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
13	楚雄州	禄丰金山	红河流域	大跃进水库	千吨万人	I类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
14	楚雄州	楚雄市	长江流域	西静河水库	地级	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
15	楚雄州	禄丰金山	红河流域	西河水库	地级	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
16	楚雄州	禄丰金山	红河流域	大箐水库	千吨万人	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
17	楚雄州	禄丰金山	红河流域	大冲箐水库	千吨万人	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
18	楚雄州	禄丰金山	红河流域	赵家箐水库	千吨万人	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
19	楚雄州	大姚金碧	长江流域	大坝水库	县级	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
20	楚雄州	大姚金碧	长江流域	大坡水库	县级	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
21	楚雄州	禄丰金山	红河流域	东河水库	县级	III类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
22	楚雄州	牟定共和	长江流域	中屯水库	县级	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
23	楚雄州	南华龙川	长江流域	老厂河水库	县级	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
24	楚雄州	南华龙川	长江流域	兴隆坝水库	县级	III类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
25	楚雄州	双柏妥甸	红河流域	新华水库	县级	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
26	楚雄州	姚安栋川	长江流域	大麦地水库	县级	III类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
27	楚雄州	禄丰金山	红河流域	和平镇石坝冲水库	乡镇级	III类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
28	昆明市	昆明市区	长江流域	松华坝水库	地级	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《原规划》原有
29	昆明市	安宁连然	长江流域	箐门口水库	千吨万人	III类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《原规划》原有
30	昆明市	安宁连然	长江流域	车木河水库	县级	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
31	昆明市	富民永定	长江流域	拖担水库	县级	II类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增
32	昆明市	晋宁昆阳	长江流域	双龙水库	县级	III类	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	不低于III类且优于现状	《补充规划》新增

序号	地市	受水小区	所属流域	水源地名称	水源级别	2019年水质	2025年目标	2030年目标	2040年目标	备注
33	昆明市	呈贡龙城	长江流域	大河水库	地级	Ⅲ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
34	昆明市	昆明市区	长江流域	宝象河水库	地级	Ⅱ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
35	昆明市	昆明市区、晋宁昆阳	长江流域	柴河水库	地级	Ⅳ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
36	昆明市	昆明市区、西山谷律	长江流域	云龙水库	地级	Ⅱ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
37	玉溪市	玉溪市红塔区	珠江流域	东风水库	地级	Ⅱ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《原规划》原有
38	玉溪市	通海秀山	珠江流域	琉璃河水库	千吨万人	Ⅲ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
39	玉溪市	江川大街	珠江流域	海棠水库	千吨万人	Ⅲ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
40	红河州	石屏异龙湖	珠江流域	高冲水库	县级	Ⅲ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
41	红河州	蒙自文澜	红河流域	五里冲	地级	Ⅱ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
42	红河州	石屏异龙湖	红河流域	阿白冲水库	乡镇级	Ⅱ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增
43	红河州	建水临安	红河流域	跃进-青云水库	县级	Ⅱ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《原规划》原有
44	红河州	个旧	珠江流域	白云水库	县级	Ⅱ类	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	不低于Ⅲ类且优于现状	《补充规划》新增

综上所述，在污染防治补充规划和“水十条”的全面落实条件下，规划水平年各充蓄水库的供水水质目标是可以实现的，但受农业农村非点源控制难度较大与河库 TP 水质目标浓度不一致的影响，仍有可能存在 P 营养元素超标的风险。

5.2.6 充蓄水库富营养化影响预测

(1) 充蓄水库富营养化现状评价

根据收集的基础资料和补充监测分水期水质监测成果，采用营养状态指数法，现状年工程输水干渠沿线各充蓄水库的营养状态综合评分介于 37.0-129.1 之间，营养状态等级为中营养-重度富营养，详细评价结果见表 5.2.6-1 所示。

其中仙鹅水库、崔家箐水库、大坝水库、巴冲箐水库、甸中河水库、

锁水阁水库、九龙甸水库、龙虎水库、岔河水库、白龙水库、黄坡水库、箐门口水库、大箐水库、东风水库、凤凰水库、阿白冲水库、高冲水库、跃进水库和五里冲水库营养状态等级为中营养；花桥水库、益民海水库、海稍水库、桑木箐水库、黑泥箐水库、团结水库、洋派水库、罗家冲水库、中石坝水库、庆丰水库、东清水库、共和水库、小石门水库、挨小河水库、石门水库、大跃进水库、老鸦关水库、跃进水库、捧寨水库、白龙河水库、琉璃河水库和青云水库营养状态等级为轻度富营养；大银甸水库、张家坝水库、石河水库、大寨水库、红罩塘水库、长桥海水库营养状态等级为中度富营养；妙峰水库和耐桥水库营养状态等级为重度富营养。

各饮用水源水库中除大银甸水库为中度富营养之外，其他水库的营养等级均为中营养或轻度富营养，富营养化程度均相对较轻。

表 5.2.6-1 充蓄水库富营养化现状评价

序号	调蓄水库	地表水水环境功能区划		现状	
		功能	水质目标	营养状态指数	营养状态
1	大银甸水库*	饮用二级、农业用水	III	62.7	富营养
2	花桥水库*	饮用二级、农业用水	III	50.8	富营养
3	仙鹤水库*	饮用二级、工业用水、农业用水	III	48	中营养
4	益民海水库*	饮用二级、工业用水、农业用水	III	53.9	富营养
5	海稍水库扩建*	饮用二级、工业用水、农业用水	III	53.6	富营养
6	崔家箐水库*	饮用二级、工业用水、农业用水	III	47.3	中营养
7	大坝水库*	饮用一级、农业用水	II	51.1	中营养
8	巴冲箐水库	工业用水、农业用水	IV	48.9	中营养
9	桑木箐水库	工业用水、农业用水	IV	55.7	富营养
10	黑泥箐水库	工业用水、农业用水	IV	59.8	富营养
11	团结水库	农业用水、一般鱼类保护	III	50.6	富营养
12	甸中河水库*	饮用二级、农业用水	III	43.9	中营养
13	锁水阁水库*	饮用二级、农业用水	III	46.7	中营养
14	洋派水库*	饮用、农业用水	III	51.3	富营养
15	妙峰水库*	饮用、农业用水	III	103.2	富营养
16	罗家冲水库	农业用水	V	56.1	富营养
17	耐桥水库	农业用水	V	129.1	富营养
18	九龙甸水库*	饮用一级、农业用水	II	47.8	中营养
19	中石坝水库	农业用水	V	51.2	富营养
20	龙虎水库*	饮用、农业用水	III	42.5	中营养
21	庆丰水库	农业用水	V	57.8	富营养
22	东清水库	农业用水	V	57.4	富营养
23	共和水库*	饮用、农业用水	III	57.9	富营养

序号	调蓄水库	地表水水环境功能区划		现状	
		功能	水质目标	营养状态指数	营养状态
24	小石门水库*	饮用、农业用水	III	54.1	富营养
25	挨小河水库*	饮用、农业用水	III	52.6	富营养
26	石门水库*	饮用、农业用水	III	52.2	富营养
27	大跃进水库	农业用水	V	51.3	富营养
28	老鸦关水库*	饮用、农业用水	III	56	富营养
29	岔河水库*	饮用一级、农业用水	II	47.2	中营养
30	白龙水库*	饮用一级、农业用水	II	45.4	中营养
31	黄坡水库扩建	农业用水	III	43.9	中营养
32	箐门口水库	农业用水	III	47.7	中营养
33	张家坝水库	工业用水、景观用水	III	65.2	富营养
34	大箐水库扩建	农业用水	III	37.0	中营养
35	松华坝水库	饮用一级	II	32	中营养
36	石河水库	农业用水	V	60.6	富营养
37	东风水库*	饮用二级、农业用水	III	45.8	中营养
38	凤凰水库*	饮用二级、农业用水	III	42.9	中营养
39	跃进水库	农业用水	V	55.5	富营养
40	捧寨水库	农业用水	V	51.4	富营养
41	大寨水库	农业用水	V	64.4	富营养
42	白龙河水库*	饮用一级	II	50.4	富营养
43	琉璃河水库扩建*	饮用二级、农业用水	III	51	富营养
44	阿白冲水库*	饮用二级、农业用水	III	43.4	中营养
45	高冲水库*	饮用一级、工业用水、农业用水	II	47.5	中营养
46	跃进水库*	饮用一级、农业用水、工业用水	II	44.9	中营养
47	青云水库*	饮用一级、农业用水、工业用水	II	50.7	富营养
48	红罩塘水库	农业用水、工业用水、一般鱼类保护	III	60.4	富营养
49	长桥海水库	工业用水、一般鱼类保护、农业用水	III	64.1	富营养
50	五里冲水库*	饮用一级、工业用水、农业用水	II	45.9	中营养

(2) 规划水平年充蓄水库富营养化预测

针对现状年充蓄水库存在的水环境问题，并结合《滇中引水工程受退水区污染防治规划》和行政区“水十条”目标管理及总量控制要求，有针对性地提出了充蓄水库水环境治理与保护对策措施，定量预测了规划水平年各充蓄水库的水环境质量状况，并以平水年为典型，采用营养状态指数法，对输水干渠沿线各充蓄水库的营养状态进行了预测评价，各水库的营养状态指数综合评分为 34.7-67.2，营养状态为中营养-中度富营养，详细评价结果见表 5.2.6-2 所示。

在落实相关治污规划和措施后，规划水平年充蓄水库的富营养化状况得到很好的控制，改善效果显著。

表 5.2.6-2 规划水平年输水干渠沿线各充蓄水库富营养化评价

序号	调蓄水库	地表水水环境功能区划		规划水平年补水前	
		功能	水质目标	营养状态指数	营养状态
1	大银甸水库*	饮用二级、农业用水	III	47.0	中营养
2	花桥水库*	饮用二级、农业用水	III	47.3	中营养
3	仙鹤水库*	饮用二级、工业用水、农业用水	III	47.6	中营养
4	益民海水库*	饮用二级、工业用水、农业用水	III	45.4	中营养
5	海稍水库扩建*	饮用二级、工业用水、农业用水	III	46.1	中营养
6	崔家箐水库*	饮用二级、工业用水、农业用水	III	46.9	中营养
7	大坝水库*	饮用一级、农业用水	II	36.5	中营养
8	巴冲箐水库	工业用水、农业用水	IV	56.9	富营养
9	桑木箐水库	工业用水、农业用水	IV	58.1	富营养
10	黑泥箐水库	工业用水、农业用水	IV	57.8	富营养
11	团结水库	农业用水、一般鱼类保护	III	46.7	中营养
12	甸中河水库*	饮用二级、农业用水	III	47.2	中营养
13	锁水阁水库*	饮用二级、农业用水	III	47.7	中营养
14	洋派水库*	饮用、农业用水	III	47.2	中营养
15	妙峰水库*	饮用、农业用水	III	47.2	中营养
16	罗家冲水库	农业用水	V	67.2	富营养
17	耐桥水库	农业用水	V	66.6	富营养
18	九龙甸水库*	饮用一级、农业用水	II	35.8	中营养
19	中石坝水库	农业用水	V	66.8	富营养
20	龙虎水库*	饮用、农业用水	III	47.0	中营养
21	庆丰水库	农业用水	V	66.6	富营养
22	东清水库	农业用水	V	67.2	富营养
23	共和水库*	饮用、农业用水	III	47.0	中营养
24	小石门水库*	饮用、农业用水	III	47.2	中营养
25	挨小河水库*	饮用、农业用水	III	47.5	中营养
26	石门水库*	饮用、农业用水	III	47.6	中营养
27	大跃进水库	农业用水	V	67.1	富营养
28	老鸦关水库*	饮用、农业用水	III	47.1	中营养
29	岔河水库*	饮用一级、农业用水	II	35.7	中营养
30	白龙水库*	饮用一级、农业用水	II	36.2	中营养
31	黄坡水库扩建	农业用水	III	47.1	中营养
32	箐门口水库	农业用水	III	47.3	中营养
33	张家坝水库	工业用水、景观用水	III	44.7	中营养
34	大箐水库扩建	农业用水	III	44.9	中营养
35	石河水库	农业用水	V	66.1	富营养
36	东风水库*	饮用二级、农业用水	III	46.9	中营养
37	凤凰水库*	饮用二级、农业用水	III	47.5	中营养
38	跃进水库	农业用水	V	66.1	富营养
39	捧寨水库	农业用水	V	66.6	富营养
40	大寨水库	农业用水	V	66.8	富营养
41	白龙河水库*	饮用一级	II	36.3	中营养
42	琉璃河水库扩建*	饮用二级、农业用水	III	45.9	中营养
43	阿白冲水库*	饮用二级、农业用水	III	47.3	中营养
44	高冲水库*	饮用一级、工业用水、农业用水	II	36.2	中营养
45	跃进水库*	饮用一级、农业用水、工业用水	II	35.5	中营养

序号	调蓄水库	地表水水环境功能区划		规划水平年补水前	
		功能	水质目标	营养状态指数	营养状态
46	青云水库*	饮用一级、农业用水、工业用水	II	34.7	中营养
47	红罩塘水库	农业用水、工业用水、一般鱼类保护	III	47.7	中营养
48	长桥海水库	工业用水、一般鱼类保护、农业用水	III	46.6	中营养
49	大庄水库*	饮用一级、农业用水、工业用水、景	II	36.3	中营养
50	五里冲水库*	饮用一级、工业用水、农业用水	II	35.2	中营养

(3) 二期配套工程对充蓄水库富营养化影响预测

规划水平年二期工程实施后，金沙江石鼓水源区相对优质的 II 类水质将通过输水干渠源源不断地向充蓄水库补水，在充分缓解充蓄水库水资源紧缺、保障水库下游减水河段生态流量、正常发挥充蓄水库供水功能的同时，优质的来水将较大程度地增加充蓄水库的水环境容量，在必要的流域水污染综合防治措施条件下，滇中引水来水后充蓄水库水环境质量将呈明显的改善趋势，水库富营养化程度将进一步不同程度的改善。基于工程对充蓄水库水质影响预测成果，以平水年为典型，采用营养状态指数法，预测得到滇中引水来水后各充蓄水库的富营养化情况，各水库的营养状态指数综合评分为 26.8-65.9，营养状态为中营养-轻度富营养，详细评价结果见后表。二期工程补水后，充蓄水库的富营养化状态与规划水平年工程补水之前没有变化，水库富营养化程度有不同程度的改善。

表 5.2.6-3 工程对充蓄水库富营养化影响预测

序号	调蓄水库	地表水水环境功能区划		规划水平年补水前	
		功能	水质目标	营养状态指数	营养状态
1	大银甸水库*	饮用二级、农业用水	III	45.0	中营养
2	花桥水库*	饮用二级、农业用水	III	46.8	中营养
3	仙鹤水库*	饮用二级、工业用水、农业用水	III	46.2	中营养
4	益民海水库*	饮用二级、工业用水、农业用水	III	43.0	中营养
5	海稍水库扩建*	饮用二级、工业用水、农业用水	III	43.1	中营养
6	崔家箐水库*	饮用二级、工业用水、农业用水	III	44.0	中营养
7	大坝水库*	饮用一级、农业用水	II	33.9	中营养
8	巴冲箐水库	工业用水、农业用水	IV	51.2	富营养
9	桑木箐水库	工业用水、农业用水	IV	54.3	富营养
10	黑泥箐水库	工业用水、农业用水	IV	51.5	富营养
11	团结水库	农业用水、一般鱼类保护	III	36.7	中营养
12	甸中河水库*	饮用二级、农业用水	III	47.2	中营养
13	锁水阁水库*	饮用二级、农业用水	III	47.7	中营养
14	洋派水库*	饮用、农业用水	III	47.0	中营养

序号	调蓄水库	地表水水环境功能区划		规划水平年补水前	
		功能	水质目标	营养状态指数	营养状态
15	妙峰水库*	饮用、农业用水	III	46.3	中营养
16	罗家冲水库	农业用水	V	64.0	富营养
17	耐桥水库	农业用水	V	62.7	富营养
18	九龙甸水库*	饮用一级、农业用水	II	34.5	中营养
19	中石坝水库	农业用水	V	64.4	富营养
20	龙虎水库*	饮用、农业用水	III	45.8	中营养
21	庆丰水库	农业用水	V	65.9	富营养
22	东清水库	农业用水	V	62.6	富营养
23	共和水库*	饮用、农业用水	III	43.7	中营养
24	小石门水库*	饮用、农业用水	III	47.2	中营养
25	挨小河水库*	饮用、农业用水	III	41.1	中营养
26	石门水库*	饮用、农业用水	III	47.6	中营养
27	大跃进水库	农业用水	V	64.7	富营养
28	老鸦关水库*	饮用、农业用水	III	43.4	中营养
29	岔河水库*	饮用一级、农业用水	II	32.0	中营养
30	白龙水库*	饮用一级、农业用水	II	26.8	中营养
31	黄坡水库扩建	农业用水	III	42.2	中营养
32	箐门口水库	农业用水	III	42.8	中营养
33	张家坝水库	工业用水、景观用水	III	39.8	中营养
34	大箐水库扩建	农业用水	III	40.7	中营养
35	石河水库	农业用水	V	65.1	富营养
36	东风水库*	饮用二级、农业用水	III	44.8	中营养
37	凤凰水库*	饮用二级、农业用水	III	45.5	中营养
38	跃进水库	农业用水	V	61.1	富营养
39	捧寨水库	农业用水	V	63.1	富营养
40	大寨水库	农业用水	V	65.0	富营养
41	白龙河水库*	饮用一级	II	33.5	中营养
42	琉璃河水库扩建*	饮用二级、农业用水	III	43.9	中营养
43	阿白冲水库*	饮用二级、农业用水	III	40.0	中营养
44	高冲水库*	饮用一级、工业用水、农业用水	II	30.8	中营养
45	跃进水库*	饮用一级、农业用水、工业用水	II	33.9	中营养
46	青云水库*	饮用一级、农业用水、工业用水	II	31.7	中营养
47	红罩塘水库	农业用水、工业用水、一般鱼类保护	III	45.1	中营养
48	长桥海水库	工业用水、一般鱼类保护、农业用水	III	43.4	中营养
49	大庄水库*	饮用一级、农业用水、工业用水、景	II	35.5	中营养
50	五里冲水库*	饮用一级、工业用水、农业用水	II	34.9	中营养

综上所述，现状年条件下，各充蓄水库的营养等级多为轻度和中度富营养；结合《滇中引水工程受退水区污染防治规划》和地方“水十条”目标管理及总量控制要求，针对充蓄水库目前存在的主要水环境问题，有针对性地提出相应的水环境治理与保护对策措施并落实后，规划水平年各充蓄水库的富营养程度均有不同程度的减轻；规划水平年滇中引水工程实施后，

随着相对优质的金沙江水源不断地进入各充蓄水库，库区水资源条件得到有效恢复和补充、水体自净能力得到提高、水环境质量得到有效改善，各充蓄水库的富营养化程度均得到不同程度的减缓和改善，其中作为饮用水源水库的营养等级基本均为中营养，作为农业用水水库的营养状态等级均为轻度富营养，并基本消灭中重度富营养型水库。

5.2.7 生态补水湖泊影响分析

按照一期工程可研发改委审查意见，滇池连接线（大黑箐隧洞）纳入二期工程建设，并增加了滇池调蓄方案，本阶段编制了《滇中引水二期骨干工程利用滇池调蓄对湖泊水环境及水生态影响专题研究报告》。一期工程初设审定成果与二期工程可研复核成果中，设计水平年对于杞麓湖和异龙湖的环境补水量、补水方式量、污染治理目标和污染负荷入湖量均未发生变化。杞麓湖、异龙湖影响分析不再采取新的污染负荷预测方法，继续沿用在一期工程环评已经确定的方法及相关系数，对结果进行复核。

5.2.7.1 对滇池的影响分析

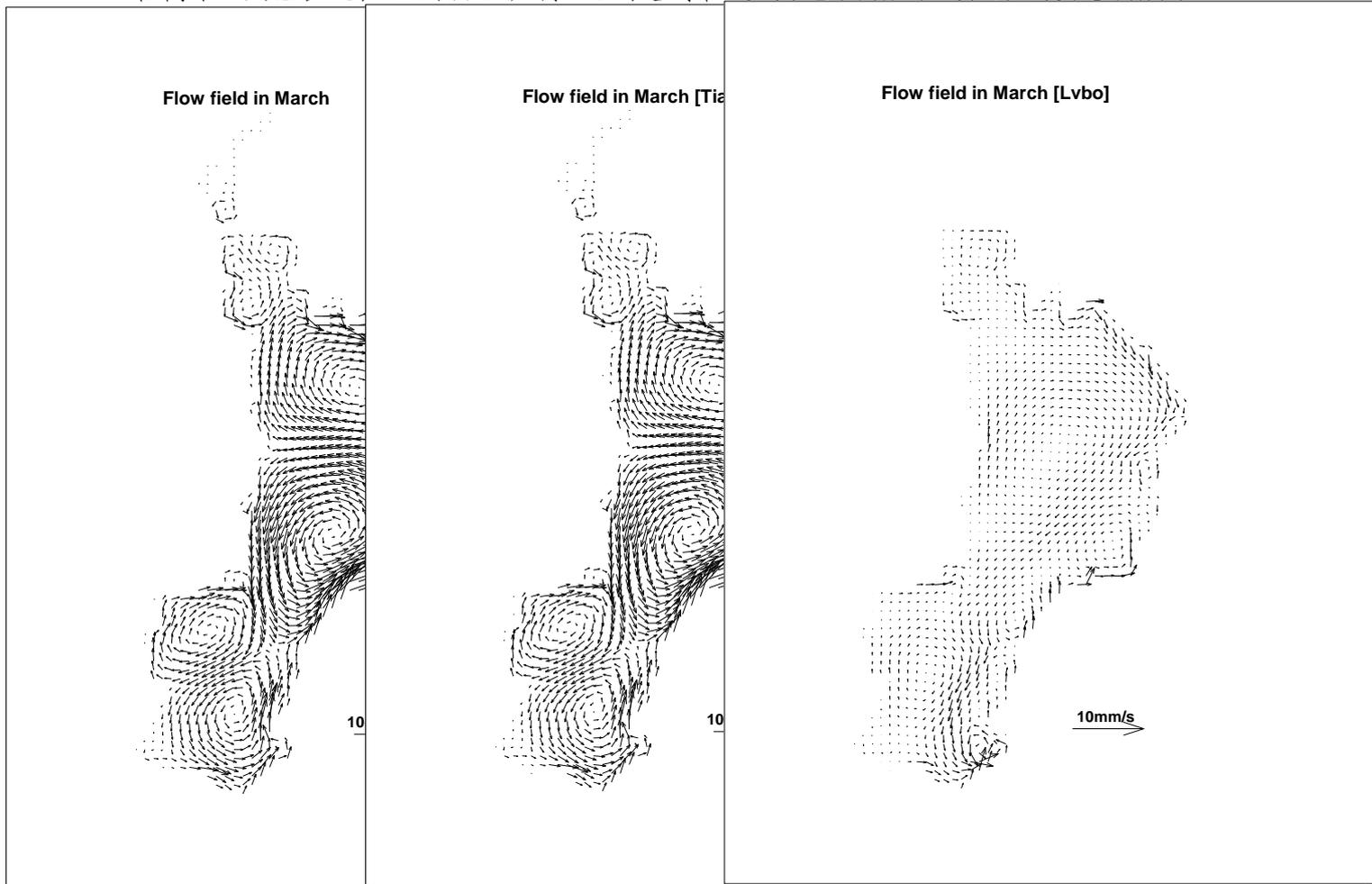
2040年滇池水质稳定达到湖泊III类时利用滇池进行调蓄，以满足滇中引水工程3月份检修期间玉溪红河受水区的生产生活需求。

表 5.2.7-1 2040 年各典型年利用滇池调蓄过程 单位：m³/s

月份	入湖过程（盘龙江、宝象河）			出湖过程（大黑箐隧洞）		
	枯水年	平水年	丰水年	枯水年	平水年	丰水年
1月	0	0	0	0	0	0
2月	0.02	0	0	0	0	0
3月	0	0	0	16.50	13.53	16.43
4月	0	0	0	0	0	0
5月	3.63	0	4.39	0	0	0
6月	0	0	0.13	0	0	0
7月	0	1.22	0	0	0	0
8月	0	0	0	0	0	0
9月	3.46	2.69	2.83	0	0	0
10月	3.77	0.94	1.89	0	0	0
11月	4.72	4.72	4.72	0	0	0
12月	2.20	5.03	5.34	0	0	0

(1) 对滇池湖泊水动力条件的影响

工程利用滇池调蓄对滇池水动力条件影响最大的时段为3月份，水动力影响程度最大的区域应该为大黑菁隧洞进口附近的湖区。图5.2.7-1分别给出了利用滇池调蓄前后的流场对比及调蓄带来的流场变化。由图中所示结果表明：利用滇池调蓄增加的出湖流量（ $16\text{m}^3/\text{s}$ ）几乎不会对滇池湖流结构和环流形态产生明显影响，只是对位于滇池西南部的大黑菁隧洞所在



(2) 对滇池湖泊年内水位变化的影响

工程主要是利用农田灌溉空闲时段（主要集中在9-12月）输水总干渠内可以调剂出来的水量放入滇池存储起来，在滇中引水工程检修期间（3月）通过滇池西南端的大黑菁隧洞向玉溪红河受水区供水，年内调节水量约为0.70亿 m^3 ，仅占滇池湖容（15.6亿 m^3 ）的4.49%，占滇池水利调节库容（6.85亿 m^3 ）的10.22%，且利用滇池调蓄时间段均处于汛后期和旱

季，不会对滇池防洪产生影响，也基本不会改变滇池年内水位的变化过程，只是在供水的3月及后续的4-6月会带来滇池运行水位的小幅下降，并缩短汛后蓄水至正常高水位的时间。各典型水文年滇中引水工程利用滇池调蓄对滇池水位影响的详细结果见图5.2.7-2所示。

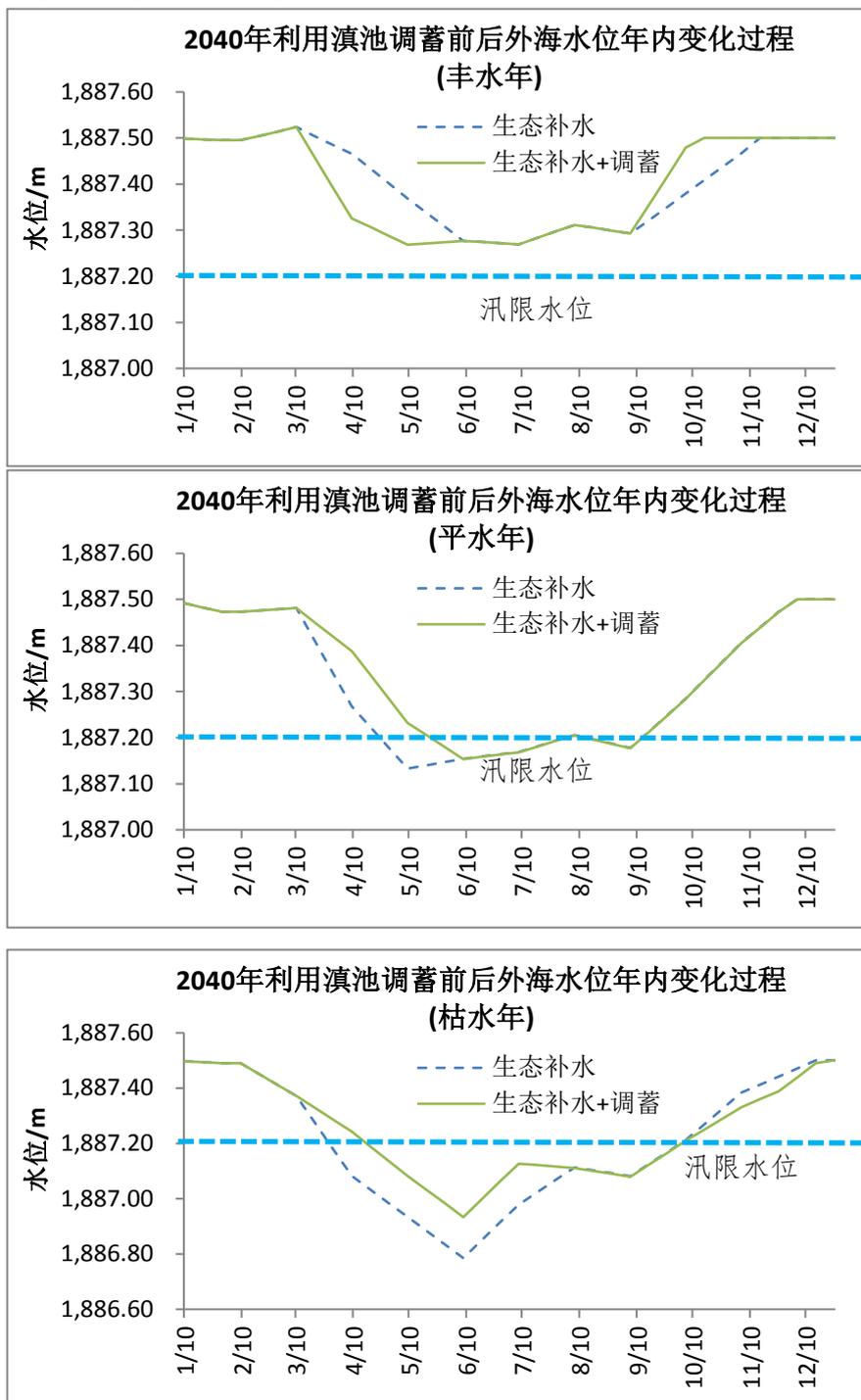


图 5.2.7-2 典型水文年利用滇池调蓄对湖泊水位年内变化影响

(3) 对滇池湖泊水环境的影响

基于 2040 年各典型水文年滇池流域各入湖河流的水量与水质状况，并结合生态补水过程、利用滇池调蓄过程，预测得到规划水平年(2040 年)利用滇池调蓄条件下，丰、平、枯水年滇池外海水质状况及其年内变化过程，其结果见表 5.2.7-2，同时对比分析了利用滇池调蓄前后湖泊水质变化，其结果见

表 5.2.7-3 和图 5.2.7-3 ~ 图 5.2.7-5 所示。

表 5.2.7-2 2040 年利用滇池调蓄后外海湖区水质状况预测 单位：mg/L

月份	2040(丰)			2040(平)			2040(枯)		
	TP	TN	COD	TP	TN	COD	TP	TN	COD
1月	0.049	0.96	17	0.049	0.96	17	0.049	0.94	17
2月	0.049	1.02	17	0.048	0.99	17	0.048	0.98	17
3月	0.047	0.93	17	0.046	0.91	17	0.046	0.90	17
4月	0.051	0.91	19	0.05	0.88	18	0.051	0.86	19
5月	0.043	0.88	20	0.042	0.87	20	0.041	0.82	20
6月	0.046	0.90	20	0.040	0.81	21	0.043	0.85	22
7月	0.059	1.03	19	0.051	0.94	20	0.051	0.94	22
8月	0.066	1.09	19	0.056	0.99	19	0.057	1.02	21
9月	0.047	1.24	18	0.037	1.02	19	0.039	1.07	21
10月	0.044	1.00	18	0.037	0.81	19	0.039	0.86	21
11月	0.043	1.01	18	0.04	0.87	19	0.039	0.88	21
12月	0.043	0.98	17	0.041	0.84	19	0.04	0.86	20
年均值	0.049	1.00	18	0.045	0.91	19	0.045	0.91	20

表 5.2.7-3 2040 年利用滇池调蓄对外海湖区水质影响预测

项目		外海年均浓度(mg/L)			水质改善效果(%)		
		TP	TN	COD	TP	TN	COD
丰水年	生态补水	0.049	1.00	18.35			
	生态补水+调蓄	0.049	1.00	18.30	0.34	-0.03	0.24
平水年	生态补水	0.045	0.91	18.70			
	生态补水+调蓄	0.045	0.91	18.67	-0.19	-0.15	0.13
枯水年	生态补水	0.045	0.91	19.81			
	生态补水+调蓄	0.045	0.91	19.81	0.00	-0.38	-0.03

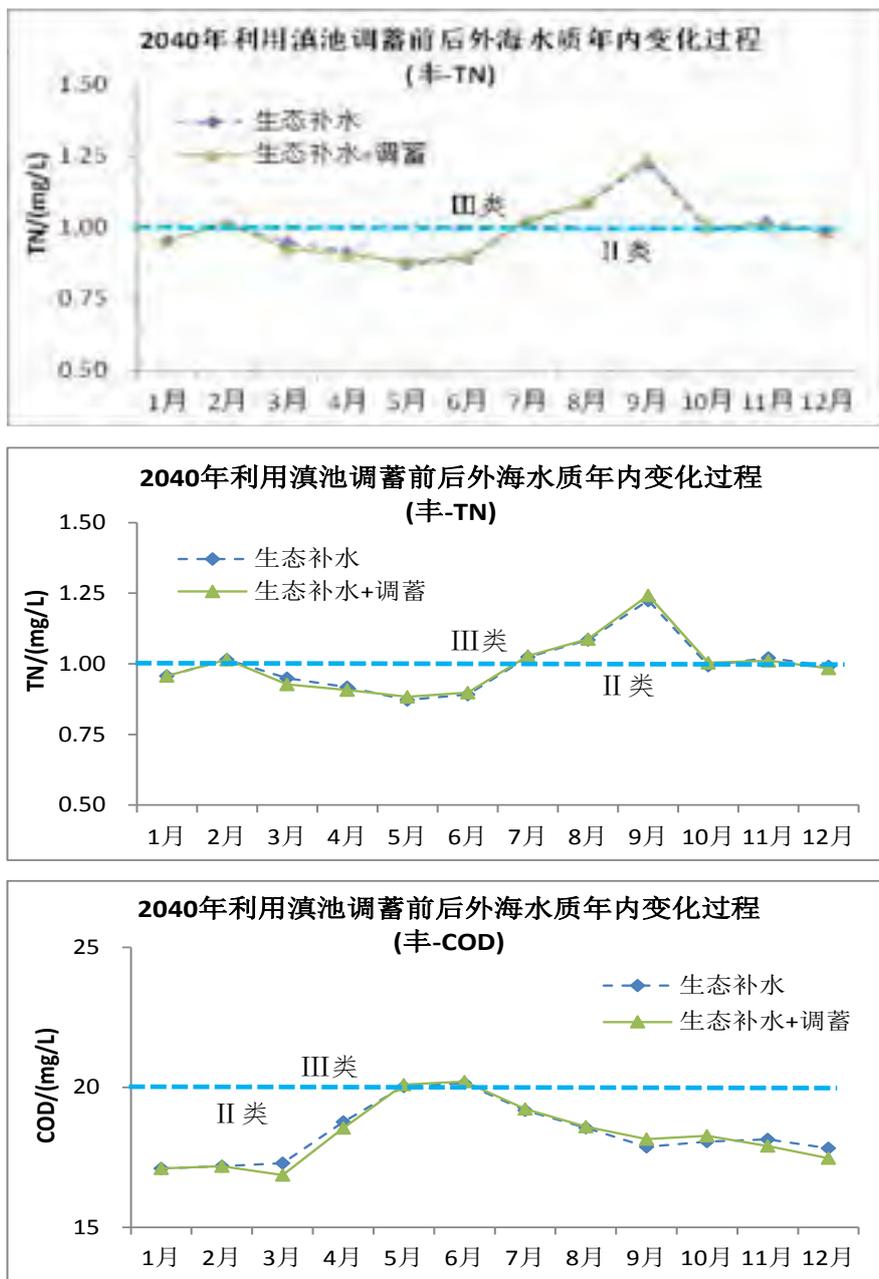


图 5.2.7-3 2040 年利用滇池调蓄对外海水质年内变化过程影响（丰水年）

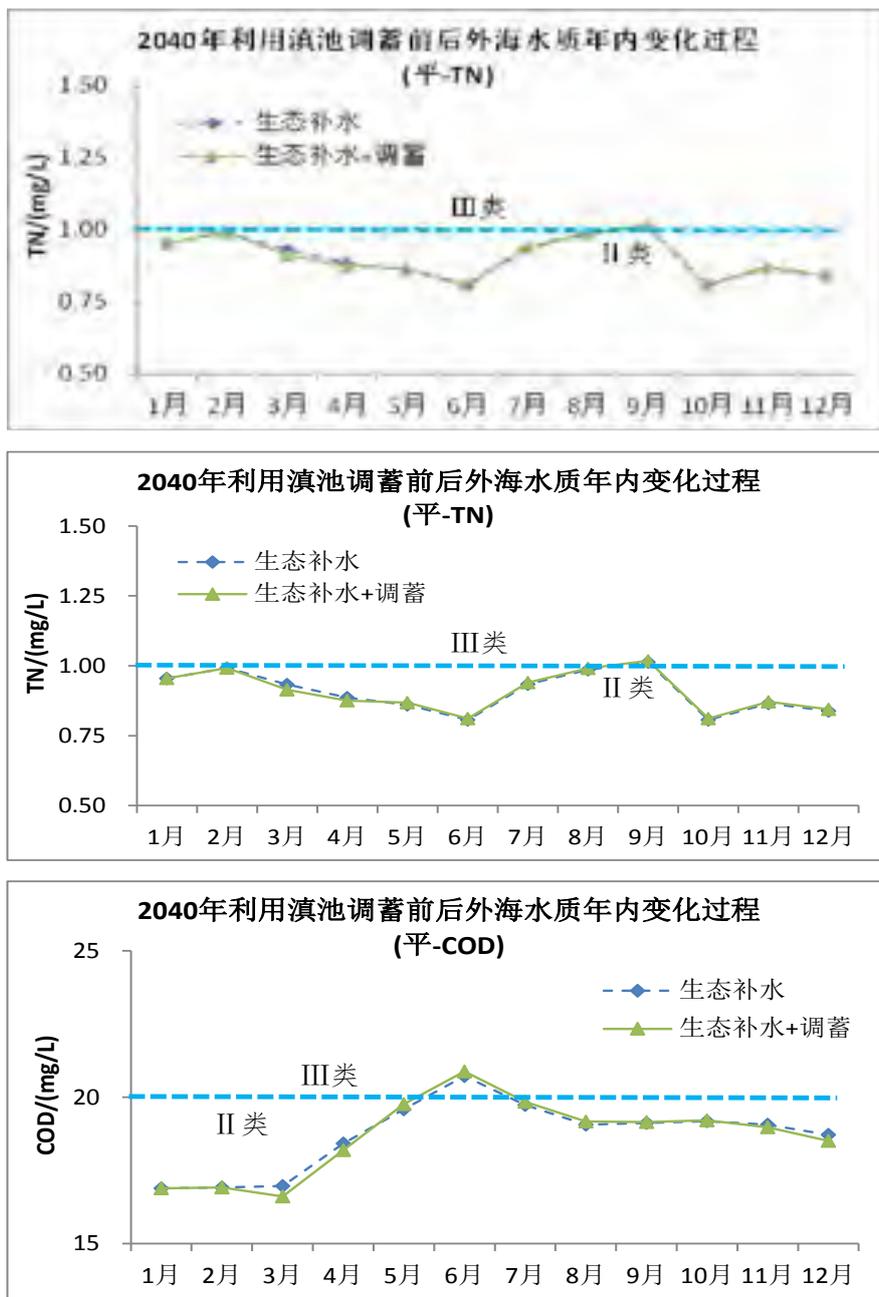


图 5.2.7-4 2040 年利用滇池调蓄对外海水质年内变化过程影响（平水年）

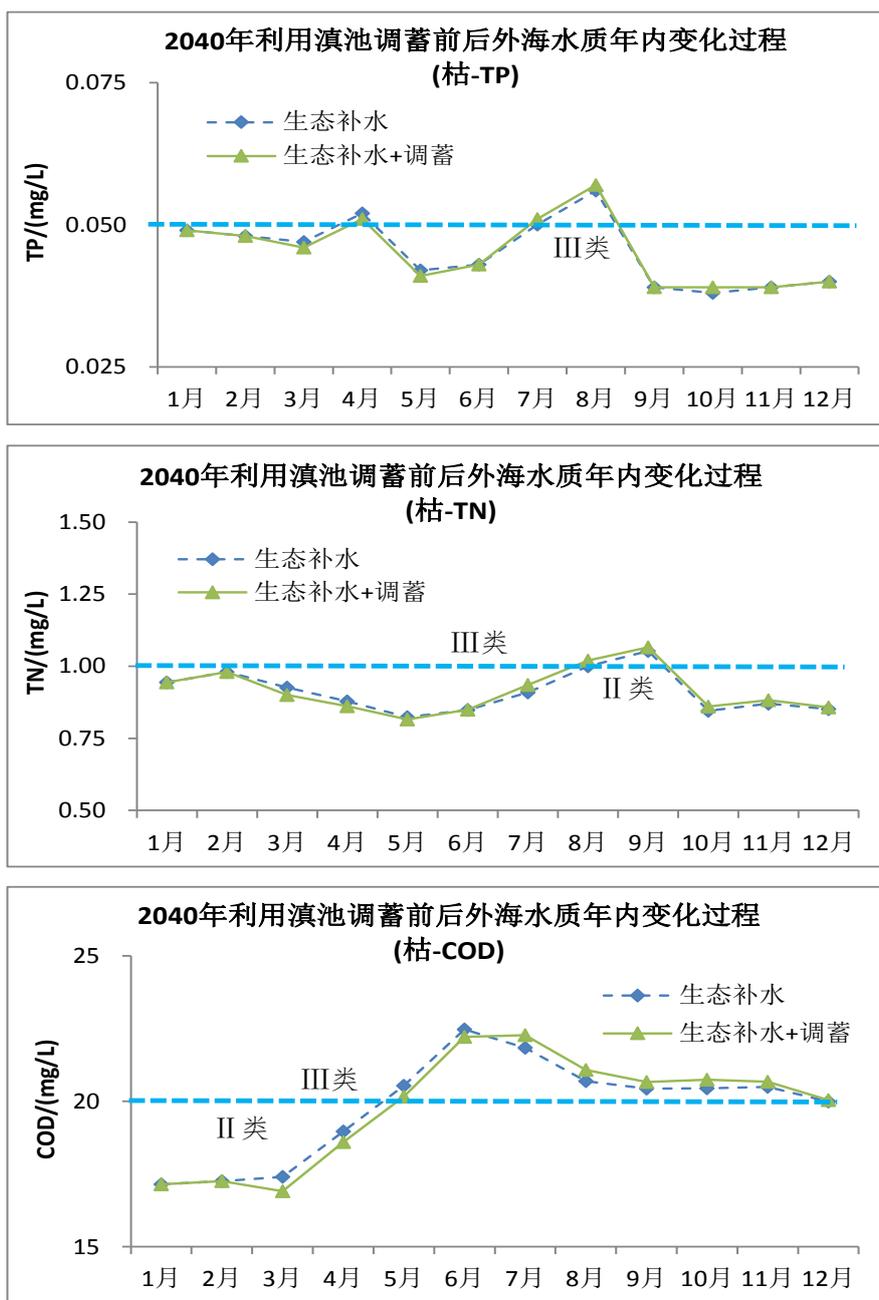


图 5.2.7-5 2040 年利用滇池调蓄对外海水水质年内变化过程影响（枯水年）

根据以上图表所示的结果可知，2040 年在滇池外海水水质稳定达到湖泊 III 类条件下，滇中引水工程利用滇池调蓄库容年内调节 0.7 亿 m³（9-12 月多进，3 月份集中出湖），对滇池外海年均水质几乎无影响（年内逐月水质浓度变化率均小于 3%，年均水质变化率小于 0.5%），同时利用滇池调蓄还可以适当改善 3 月份的水质状况（水质改善率为 2%-3%）。因此，利用滇池调蓄并在 3 月份向玉溪、红河供水，从水质达标角度是比较有利的。

5.2.7.2 对杞麓湖的影响分析

(1) 水文情势影响分析

1) 杞麓湖入湖水量影响

杞麓湖当地径流量 5359 万 m^3 , 滇中引水工程补水规模为 6500 万 m^3 , 年初蓄量为 17841 万 m^3 , 计算结果见表 5.2.7-4, 可以看出: 滇中引水工程引水后, 杞麓湖年均入湖水量增长 40.7%, 入湖水量增加十分显著, 能在很大程度上缓解杞麓湖面临的水资源量贫乏、供需矛盾突出的问题。

表 5.2.7-4 补水前、后杞麓湖换水周期变化

水力学参数	杞麓湖
湖泊库容 ($\times 10^4 m^3$)	17841
补水前当地径流量 ($\times 10^4 m^3$)	5359
滇中引水补水量 ($\times 10^4 m^3$)	6500
补水后多年平均入湖水量 ($\times 10^4 m^3$)	11559
入湖水量增加率 (%)	1.16
补水前换水周期 (年)	3.33
补水后换水周期 (年)	1.54

补水前后, 杞麓湖换水周期分别为 3.33 年、1.54 年。可以看出, 滇中引水工程较明显的缩短了杞麓湖的换水周期, 增大了湖泊的水力冲刷率, 加大了湖泊水体的交换量, 减少污染物质的水力滞留时间, 利于湖水中营养物质的输出。

2) 滇中引水工程对杞麓湖湖区水位影响分析

根据《云南省杞麓湖保护条例》, 杞麓湖最高蓄水位为 1797.65m (黄海高程), 最低蓄水位为 1794.95m (黄海高程)。杞麓湖上半年为枯水期, 通过入湖河流进入杞麓湖泊水量很少, 滇中调水工程不补水条件下, 由于湖面蒸发的作用水位呈下降趋势, 6-7 月份后随着降雨量的增加, 入湖水量增加水位上升, 全年水位呈现“V”字型运行。滇中调水工程补水后, 平水年和枯水年对杞麓湖水位影响较小。由于丰水年水量丰富, 上半年的外调水量较大, 所以上半年麓杞湖水位也没有呈下降趋势。总体来说, 丰、

平、枯水年，滇中引水工程的补水有效地弥补了杞麓湖流域来水量不足问题，有利于维持麓杞湖水位的正常调度运行。

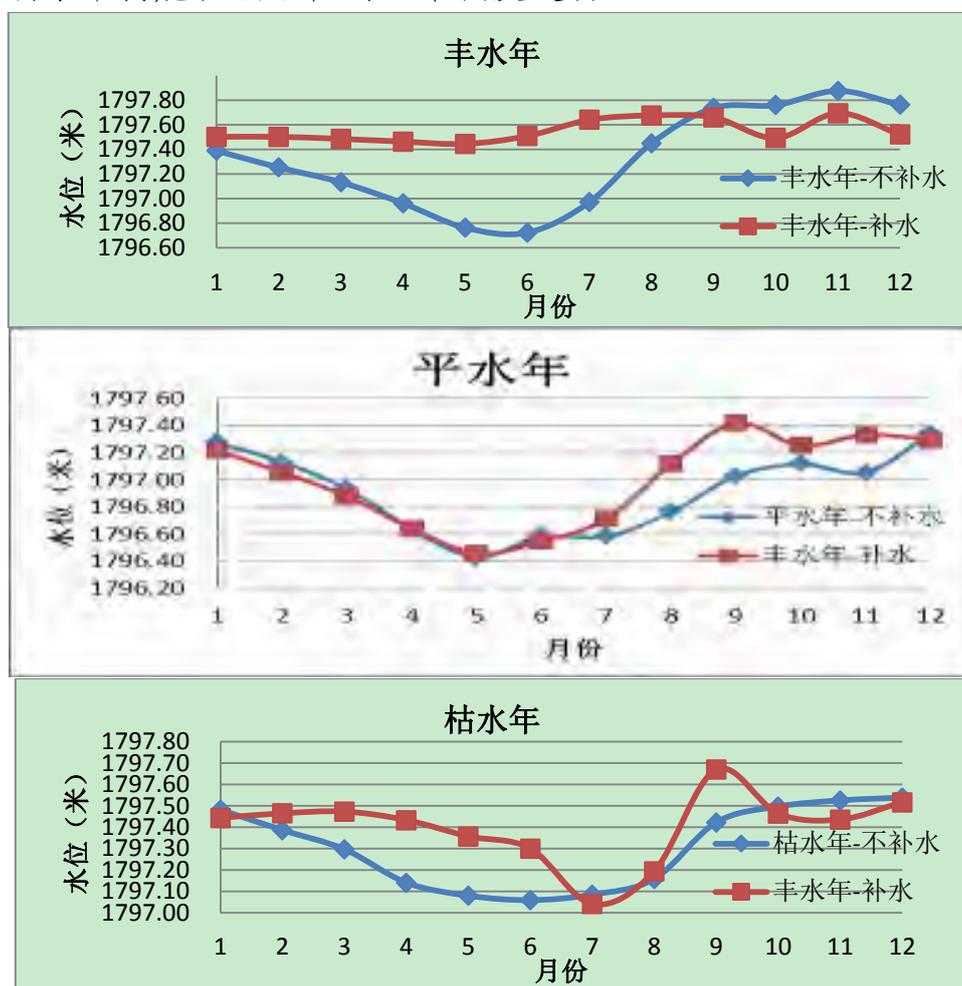


图 5.2.7-6 引水前、后丰水年杞麓湖水位运行过程图

(2) 水质影响分析

1) 补水对杞麓湖水质影响预测

以平水年为例，分析滇中引水对杞麓湖的水质改善效果。2030/2040年平水年通过污染物削减，在不补水的条件下杞麓湖可达地表水III类水平，此时杞麓湖的入湖污染负荷正好为其水环境容量：TN208.11t/a、TP22.31t/a、COD2789.48t/a。如图 5.2.7-7 为引水污染负荷条件下补水前后各水质指标的变化情况。从图中可以看出，滇中引水工程每年 1-4 个月不向杞麓湖输水，所以前 4 个月补水前后两种计算工况的水质浓度是相同的，在 5 月份

后补水后的各项水质指标均优于补水前的状况，8-12月补水前比补水后有所改善，高锰酸盐指数、TN、TP 平均浓度降低了 0.68mg/L、0.14mg/L、0.002mg/L，高锰酸盐指数、TN、TP 的Ⅲ类水水质标准分别 6mg/L、1.0mg/L、0.05mg/L，水质浓度的改善分别为Ⅲ类水水质标准的 11%、14%、5%，所以滇中引水工程通水后有利于杞麓湖水质的改善。

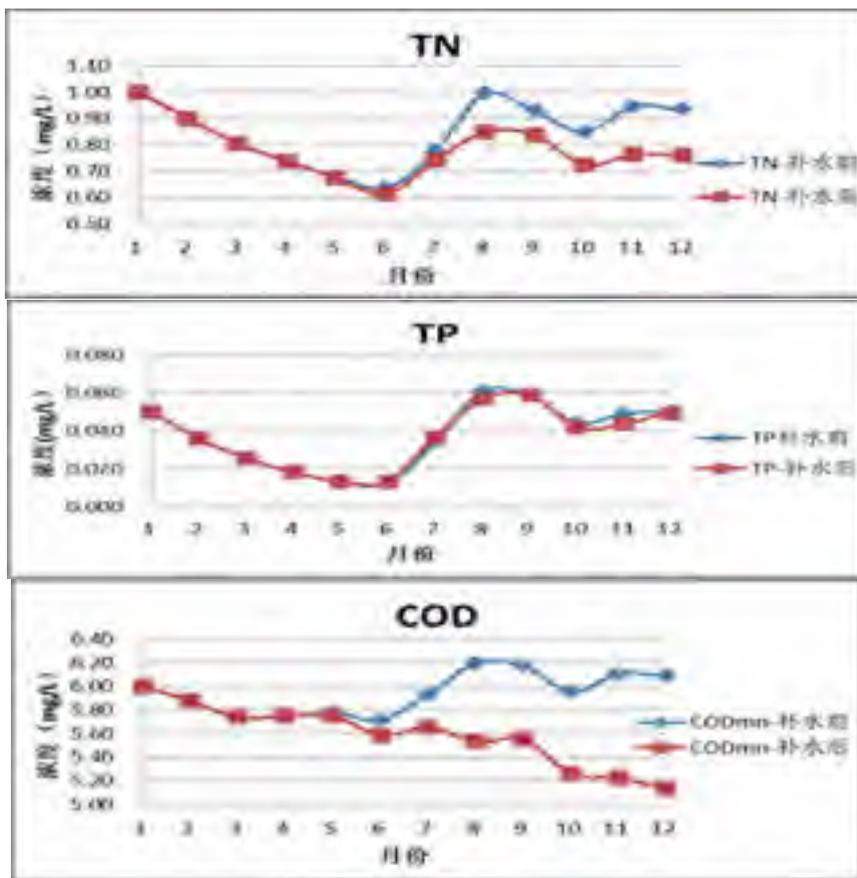


图 5.2.7-7 平水年补水前后均浓度对比图

如图 5.2.7-8 所示，平水年高锰酸盐指数浓度在补水前后的浓度差异比较大，补水前高锰酸盐指数浓度在 5.6mg/L 以上，浓度较高的区域超过了 6mg/L；而在补水后大部分区域低于 5.6mg/L，只在西部的小湖弯处浓度略高。

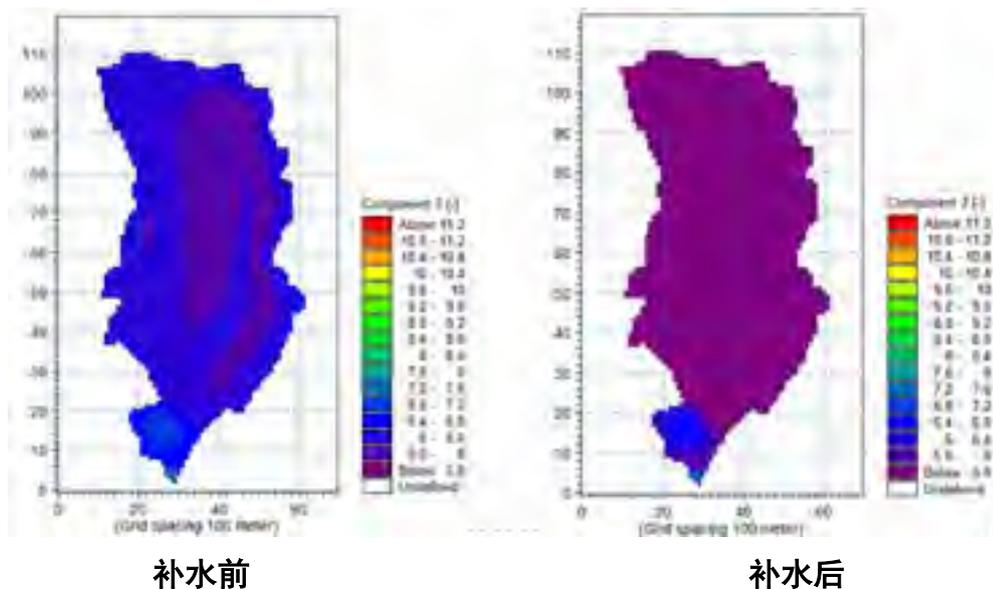


图 5.2.7-8 平水年补水前后高锰酸盐指数平均浓度对比图

TN 浓度在补水前后浓度有一定差异，TN 和 TP 在丰水年 12 月份时在大部分湖区的分布大体相同，只是补水之后在局部湖区比补水前的浓度值较低。

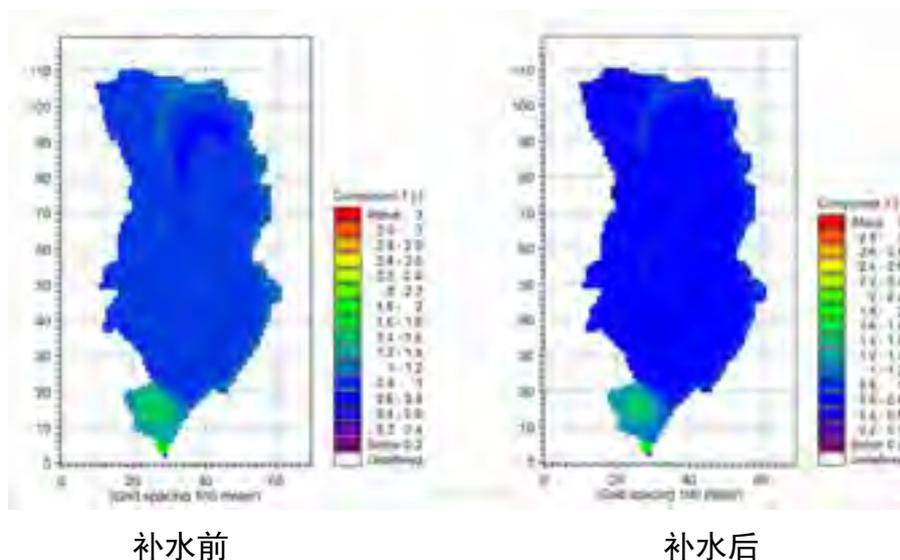
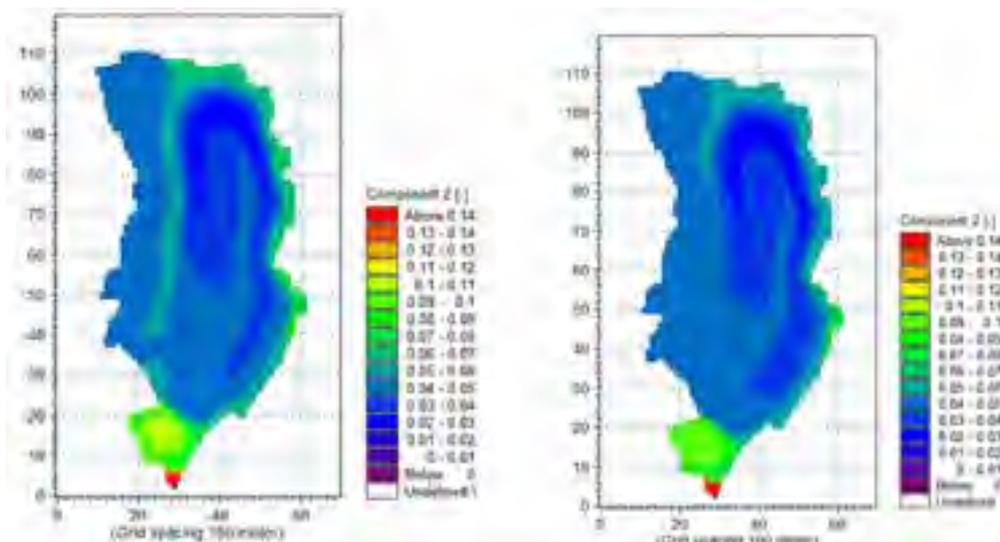


图 5.2.7-9 平水年补水前后 TN 平均浓度对比图



补水前

补水后

图 5.2.7-10 平水年补水前后 TP 平均浓度对比图

2030/2040 年丰水年，通过污染物削减，在不补水的条件下杞麓湖可达地表水Ⅲ类水平，此时杞麓湖的入湖污染负荷正好为其水环境容量：TN217.30t/a、TP24.96t/a、COD3185.69t/a。在 5 月份后补水后的各项水质指标均优于补水前的状况，8-12 月补水前比补水后有所改善，高锰酸盐指数、TN、TP 平均浓度降低了 1.01mg/L、0.11mg/L、0.003mg/L，高锰酸盐指数、TN、TP 的Ⅲ类水水质标准分别 6mg/L、1.0mg/L、0.05mg/L，水质浓度的改善分别为Ⅲ类水水质标准的 17%、11%、16%，所以滇中引水工程通水后有利于杞麓湖水质的改善。

2030/2040 年枯水年，通过污染物削减，在不补水的条件下杞麓湖可达地表水Ⅲ类水平，此时杞麓湖的入湖污染负荷正好为其水环境容量：TN163.10t/a、TP12.49t/a、COD956.43 t/a。在 5 月份后补水后的各项水质指标均优于补水前的状况，8-12 月补水前比补水后有所改善，高锰酸盐指数、TN、TP 平均浓度降低了 0.65mg/L、0.06mg/L、0.001mg/L，高锰酸盐指数、TN、TP 的Ⅲ类水水质标准分别 6mg/L、1.0mg/L、0.05mg/L，水质浓度的改善分别为Ⅲ类水水质标准的 11%、6%、2%，所以滇中引水工程

通水后有利于杞麓湖水质的改善。

2) 补水效果分析

2030、2040 年杞麓湖补水量一样，都采用的达到水环境容量时的污染负荷做为本流域在 2030/2040 年的负荷，所以 2030/2040 年浓度改变一致。杞麓湖丰、平、枯水年补水前后高锰酸盐指数、TN、TP 平均浓度见表 5.2.7-5。

由表可见，2030/2040 年丰、平、枯水年引水前、后杞麓湖水质均能满足湖泊III类水质目标。较补水前，补水后丰、平、枯水年的杞麓湖的总氮、总磷、高锰酸盐指数浓度分别下降 0.06mg/L、0.001 mg/L、0.69mg/L，0.08mg/L、0.001 mg/L、0.36 mg/L，0.04mg/L、0.001mg/L、0.43 mg/L，丰、平、枯水年最大改善比例分别为 12.1%、9.3%、7.7%。因此，滇中引水工程向杞麓湖补水后高锰酸盐指数、TN、TP 均有不同程度的下降，相对而言，高锰酸盐指数改善效果最明显，其次是 TP，TN 改善效果最小。

表 5.2.7-5 2030/2040 年杞麓湖补水前、后水质浓度对比表 单位：mg/L

年型	是否补水	TN	TP	高锰酸盐指数
丰水年	补水前	0.80	0.033	5.68
	补水后	0.74	0.032	4.99
	浓度降低值	0.06	0.001	0.69
	浓度降低比例	7.5%	3.0%	12.1%
平水年	补水前	0.86	0.039	5.91
	补水后	0.78	0.038	5.55
	浓度降低值	0.08	0.001	0.36
	浓度降低比例	9.3%	2.6%	6.1%
枯水年	补水前	0.82	0.027	5.59
	补水后	0.78	0.026	5.16
	浓度降低值	0.04	0.001	0.43
	浓度降低比例	4.9%	3.7%	7.7%

(3) 水温预测

杞麓湖湖流划分为风生湖流和吞吐流。通过补水前后杞麓湖流场分析表明，吞吐流流速十分微弱，对湖体湖流影响很小，杞麓湖以风生湖流为主，并且补水对杞麓湖整个流场无明显的影响。杞麓湖湖面面积为 37km²，其水温主要受湖面太阳辐射强度、湖面气温和湖面风速等气象因素影响，

由于何家营分水口进入杞麓湖的补水流量较小，最大流量也小于 $4\text{m}^3/\text{s}$ ，补水效果的水温影响相对较小。综合分析，杞麓湖湖流及水温主要受外界气象条件影响，滇中引水工程的实施将使杞麓湖水温有一定降低，但影响有限。

5.2.7.3 对异龙湖的影响分析

(1) 水文情势影响

1) 湖泊换水周期影响分析

异龙湖多年平均入湖水量为 0.4764 亿 m^3 ，滇中引水工程补水规模为 0.36 亿 m^3 ，为统一计算，采用多年平均水位 1412.84m 下的各项特征值进行计算。计算结果见下表 5.4.4-6，可以看出：滇中引水工程引水后，异龙湖年均入湖水量增长 75.57% ，入湖水量增加十分显著，能在很大程度上缓解异龙湖面临的水资源量贫乏、供需矛盾突出的问题。

表 5.2.7-6 补水前后异龙湖换水周期变化

水力学参数	异龙湖
湖泊库容 ($\times 10^8\text{m}^3$)	1.15
补水前多年平均入湖水量 ($\times 10^8\text{m}^3$)	0.48
滇中引水补水量 ($\times 10^8\text{m}^3$)	0.36
补水后多年平均入湖水量 ($\times 10^8\text{m}^3$)	0.84
入湖水量增加率 (%)	75.57
补水前换水周期 (年)	2.41
补水后换水周期 (年)	1.37
换水周期变化 (年)	1.04

补水前后，异龙湖换水周期分别为 2.41 年、1.37 年，降低 1.04 年。可以看出，滇中引水工程显著缩短了异龙湖的换水周期，增大了湖泊的水力冲刷率，加大了湖泊水体的交换量，减少污染物质的水力滞留时间，利于湖水中营养物质的输出。

2) 湖泊水位的变化

异龙湖补水后水位抬升过程见图 5.2.7-11。

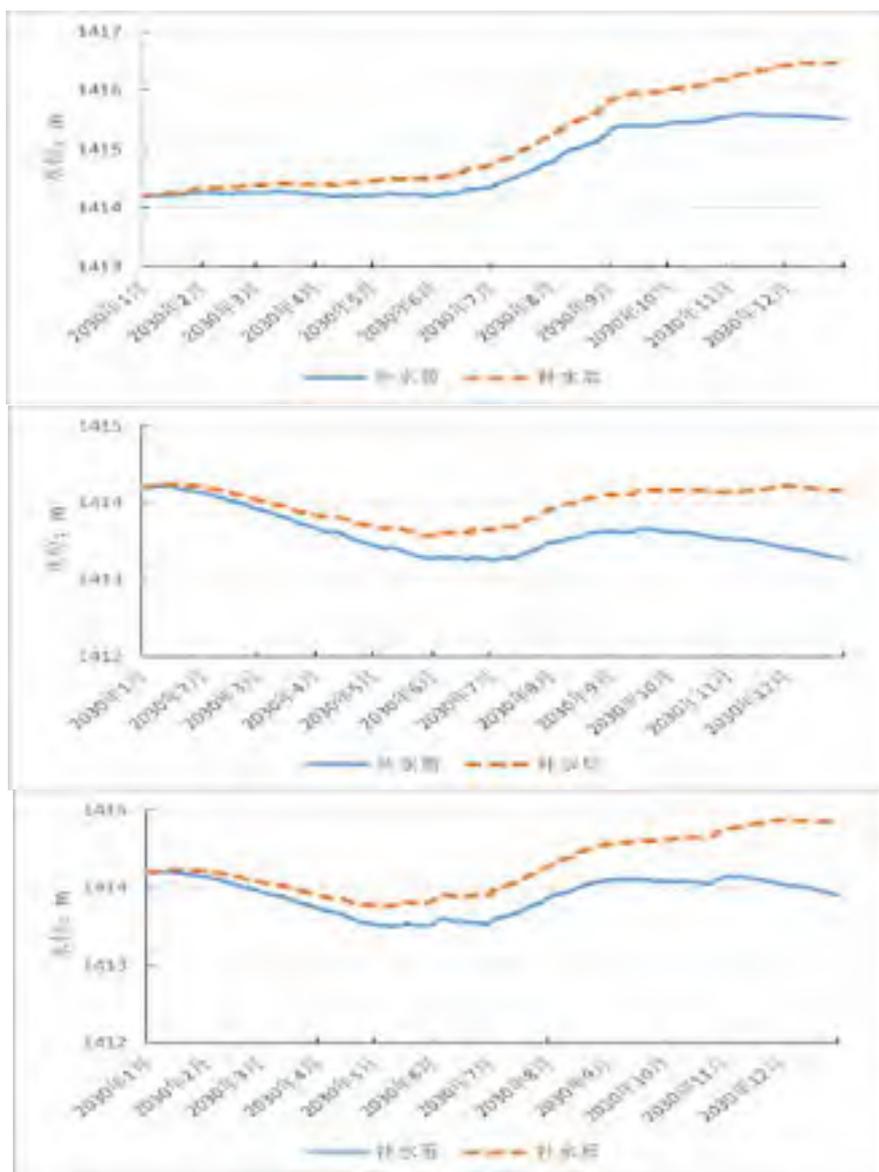


图 5.2.7-11 丰、平、枯水年滇中引水对异龙湖水位影响对比图

以 2007 年作为典型丰水年情景开展数值模拟可知，假设初始水位为正常蓄水位 1414.2m，年内水库无泄流，则滇中调水年终将抬高异龙湖水位至 1416.49m，相对无补水情景，滇中调水最大可抬升水位 0.97m。

以 2001 年作为典型平水年模拟分析，平水年滇中引水工程可为异龙湖抬升水位 0.93m。

以 2009 年作为典型枯水年情景模拟分析，枯水年滇中引水将极大地改善异龙湖水资源紧缺的局面，特别是近期连续枯水年导致异龙湖水位急剧下降，滇中引水可抬升异龙湖水位 0.90m。

综上所述，异龙湖典型丰水年滇中引水最大可抬升湖面水位 0.97m，平水年抬升水位 0.93m，而枯水年滇中引水将极大地改善异龙湖水资源紧缺的局面，特别是近期连续枯水年导致异龙湖水位急剧下降，滇中引水可抬升异龙湖水位 0.90m。

(2) 水质影响

1) 2030 年水质预测

假设至 2030 年异龙湖入湖污染物总量在现状年基础上削减 77%，2030 年丰、平、枯水平年滇中引水前后水质变化情况见图 5.2.7-12。

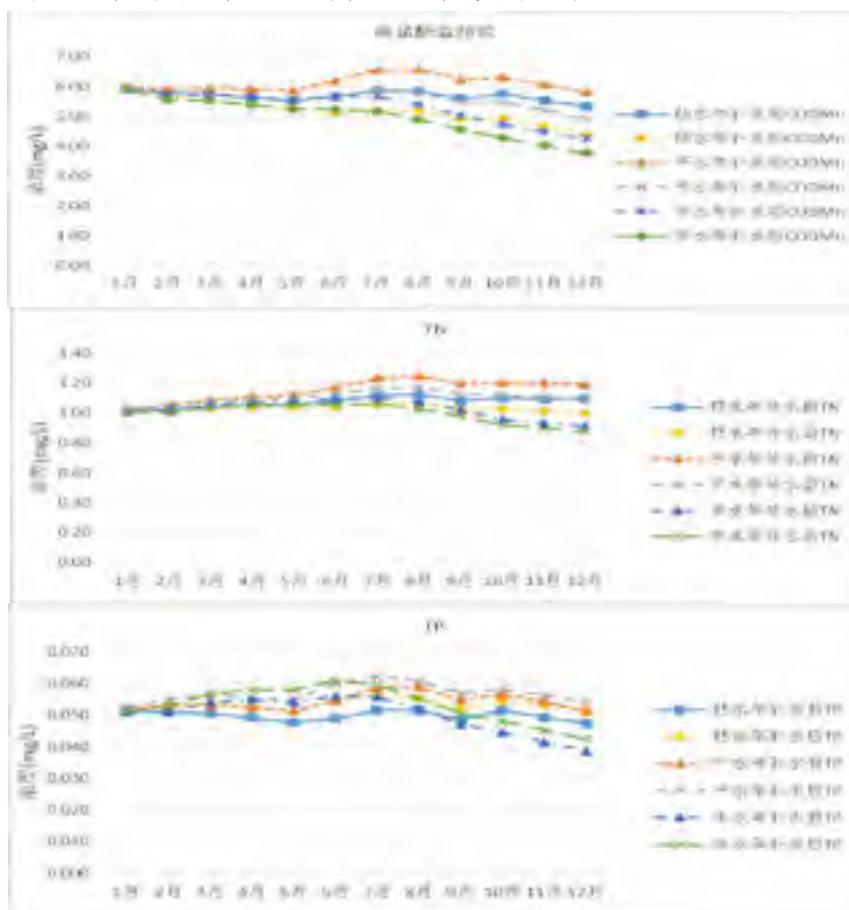


图 5.2.7-12 2030 年滇中引水补水对异龙湖水质的影响

由表可见，2030 丰、平、枯水年引水后异龙湖水质均能满足湖泊Ⅲ类水质目标。较补水前，补水后丰、平、枯水年的异龙湖的高锰酸盐指数、总氮、总磷浓度分别下降 0.36mg/L、0.03 mg/L、0.003 mg/L，0.52mg/L、

0.05 mg/L、0.003 mg/L, 0.50mg/L、0.04mg/L、0.003 mg/L, 丰、平、枯水年最大改善比例分别为 6.8%、8.5%、8.8%。相对而言, 高锰酸盐指数改善效果最明显, 其次是 TP, TN 改善效果最小。

表 5.2.7-7 2030 年异龙湖补水前、后水质浓度对比表 单位: mg/L

年型	是否补水	高锰酸盐指数	TN	TP
丰水年	补水前	5.32	1.03	0.046
	补水后	4.96	1.00	0.043
	浓度降低值	0.36	0.03	0.003
	浓度降低比例	6.8%	2.9%	6.5%
平水年	补水前	6.11	1.15	0.049
	补水后	5.59	1.10	0.046
	浓度降低值	0.52	0.05	0.003
	浓度降低比例	8.5%	4.3%	6.1%
枯水年	补水前	5.68	1.07	0.047
	补水后	5.18	1.03	0.044
	浓度降低值	0.50	0.04	0.003
	浓度降低比例	8.8%	3.7%	6.4%

2) 2040 年水质预测

基于异龙湖流域 2030 年水污染防治污染负荷削减 77%, 2031 年至 2040 年入湖污染负荷年削减 1% 为模型输入边界条件, 预测得到规划水平年 2040 年滇中引水补水前后条件下各水年异龙湖水质状况见图 5.2.7-13。

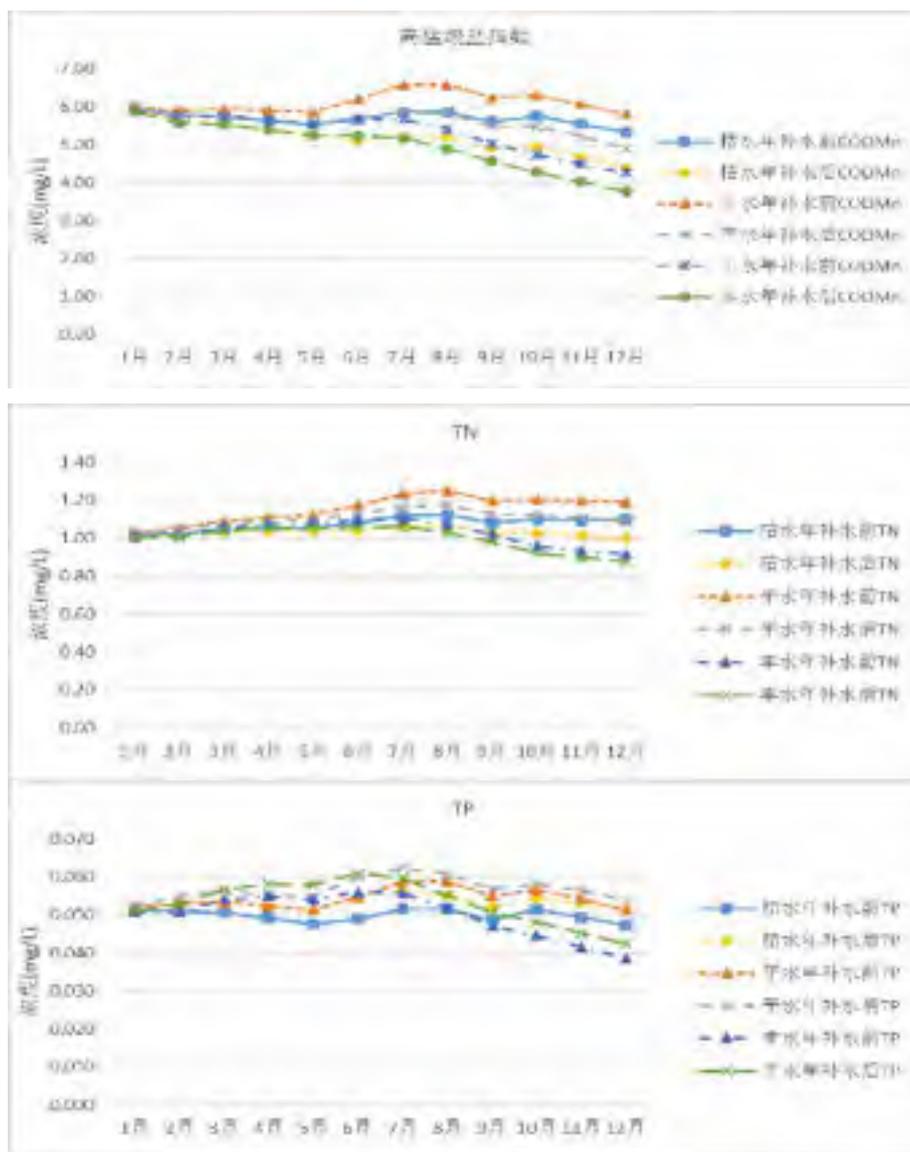


图 5.2.7-13 2040 年滇中引水补水对异龙湖水质的影响

由表可见，2040 丰、平、枯水年引水前、后异龙湖水质均能满足湖泊 III 类水质目标。较补水前，补水后丰、平、枯水年的异龙湖的高锰酸盐指数、总氮、总磷浓度分别下降 0.33mg/L、0.03 mg/L、0.004 mg/L，0.48mg/L、0.04 mg/L、0.003 mg/L，0.47mg/L、0.04mg/L、0.003 mg/L，丰、平、枯水年最大改善比例分别为 9.3%、8.2%、8.6%。相对而言，高锰酸盐指数和 TP 改善效果较明显，TN 改善效果最小。

表 5.2.7-8 2040 年异龙湖补水前、后水质浓度对比表 单位: mg/L

年型	是否补水	高锰酸盐指数	TN	TP
丰水年	补水前	5.02	0.99	0.043
	补水后	4.69	0.96	0.039
	浓度降低值	0.33	0.03	0.004
	浓度降低比例	6.6%	3.0%	9.3%
平水年	补水前	5.86	1.11	0.048
	补水后	5.38	1.07	0.045
	浓度降低值	0.48	0.04	0.003
	浓度降低比例	8.2%	3.6%	6.3%
枯水年	补水前	5.48	1.05	0.046
	补水后	5.01	1.01	0.043
	浓度降低值	0.47	0.04	0.003
	浓度降低比例	8.6%	3.8%	6.5%

(3) 水温预测

异龙湖正常蓄水水位为 1414.20m 时，湖面面积 30.63km²，相应水量 1.13 亿 m³，最大水深 6.55m，平均水深 2.75m。异龙湖为典型宽浅型湖泊，其水温主要受湖面太阳辐射强度、湖面气温和湖面风速等气象因素影响，由于跃进营分水口进入异龙湖的补水流量较小，最大流量也小于 3m³/s，补水效果的水温影响相对较小。综合分析，异龙湖水温主要受外界气象条件影响，滇中引水工程的实施将使异龙湖水温有一定程度的降低，但影响较小。

5.2.7.4 小结

2030 近期设计水平年和 2040 远期设计水平年，主体工程初设审定成果与二期骨干工程可研复核成果中，对于滇池、杞麓湖和异龙湖三个重要湖泊的环境补水量和补水方式量均未发生变化，主体工程环境影响报告书预测三个重要补水湖泊水文情势的边界条件均为发生变化。滇池、杞麓湖、异龙湖是滇中引水工程三个重要的补水湖泊，滇中引水工程利用空闲时段相机向湖泊补水 6.33 亿 m³，为滇池流域环湖截污、污水处理厂尾水外排工程的正常运行和滇池湖泊健康水循环体系的构建提供了水资源支撑条件，为杞麓湖、异龙湖流域水污染综合治理提供了关键的资源性支撑。滇

中引水工程实施后，外流域来水将加快受水湖泊水体的循环与交换，改善湖泊水体水动力条件，增加湖泊水体的水环境容量，提高受水湖泊的水环境承载能力，有利于受水湖泊水环境质量继续向趋好的方向发展；并在规划的流域水污染综合防治措施逐步落实并达到预期治理效果条件下，滇中引水工程来水后各受水湖泊的水环境质量可基本满足湖泊水环境功能区划目标要求，受水湖泊富营养化程度较现状年将有较大程度的缓解和改善。

5.2.8 受退水区水温影响分析

滇中引水二期工程共利用了 53 座调蓄水库，其中中村列入二期配套工程建设，大箐、黄坡、杨柳田、大唐 4 座水库列入滇中二期骨干工程建设，其余的 48 座水库中包括另行立项审批的新建水库 4 座，其中大型水库 1 座（小石门水库）、中型水库 1 座（箐门口水库）、小型水库两座（挨小河水库及红罩塘水库）（详见表 5.2.8-1）；另行审批的扩建水库 4 座，其中大型水库 1 座（海稍水库）、中型水库 2 座（中石坝水库及长桥海水库），小型水库 1 座（琉璃河水）（详见表 5.2.8-2）；利用现有已建水库 40 座，其中大型水库 1 座，中型水库 17 座，小型水库 22 座（详见表 5.2.8-3）。以上水库中，仅有箐门口、张家坝、岔河 3 座水库无灌溉功能，其余 44 座水库均有灌溉功能。

表 5.2.8-1 滇中引水二期工程拟利用的其他新建调蓄水库

序号	受水小区	水库	水库类型	地市	县市	调蓄方式	所处水系	所处河流	水库功能
1	元谋元马	小石门	大(二)型	楚雄	牟定	充蓄	金沙江	普登河	城镇、灌溉
2	安宁连然	箐门口	中型	昆明	安宁	充蓄	金沙江	棋古河	城镇、工业
3	元谋元马	挨小河	小(一)型	楚雄	元谋	充蓄	金沙江	挨小河	城镇、灌溉
4	建水临安	红罩塘	小(一)型	红河	建水	在线	南盘江	山脚洼地	城镇、灌溉

表 5.2.8-2 滇中引水二期工程拟利用的扩建调蓄水库

序号	受水小区	水库	水库类型	地市	县市	调蓄方式	所处水系	所处河流	水库功能
1	宾川牛井	海稍	大(二)型	大理	宾川	充蓄	金沙江	铁城河	灌溉
2	楚雄鹿城	中石坝	中型	楚雄	楚雄市	充蓄	金沙江	中石坝河	工业、灌溉
3	个旧个旧	长桥海	中型	红河	蒙自	充蓄	南盘江	沙甸河	城镇、工业、灌溉
4	通海秀山	琉璃河	小(一)型	玉溪	通海	在线	南盘江	大山沟	城镇、工业、农业

表 5.2.8-3 滇中引水二期工程拟利用的已建水库

序号	受水小区	水库	水库类型	地市	县市	调蓄方式	所处水系	所处河流	水库功能
1	宾川牛井	大银甸	中型	大理	宾川	充蓄	金沙江	大营河	城镇、工业、灌溉
2	宾川牛井	花桥	中型	大理	宾川	充蓄	金沙江	炼洞河	灌溉
3	宾川牛井	仙鹤	中型	大理	宾川	充蓄	金沙江	炼洞河	城镇、灌溉
4	姚安栋川	洋派	中型	楚雄	姚安	充蓄	金沙江	洋派河	城镇、灌溉
5	楚雄鹿城	九龙甸	中型	楚雄	楚雄市	充蓄	金沙江	紫甸河	城镇、灌溉
6	牟定共和	龙虎	中型	楚雄	牟定	充蓄	金沙江	牟定河	工业、灌溉
7	牟定共和	庆丰	中型	楚雄	牟定	充蓄	金沙江	九零沟	灌溉
8	昆明四城区	松花坝	大型	昆明	四城区	充蓄	金沙江	冷水河、牧羊河	城镇
9	安宁连然	张家坝	中型	昆明	安宁	充蓄	金沙江	鸣矣河支流	工业
10	巍山南诏	锁水阁	中型	大理	巍山	充蓄	红河	深沟河	城镇、灌溉
11	禄丰金山	石门	中型	楚雄	禄丰	充蓄	红河	南河	工业、灌溉
12	石屏异龙湖	阿白冲	中型	红河	石屏	在线	红河	阿白冲河	城镇、灌溉
13	易门龙泉	岔河	中型	玉溪	易门	充蓄	红河	扒河	生活、工业
14	华宁宁州	白龙河	中型	玉溪	华宁	充蓄	南盘江	北大沟	城镇、工业、灌溉
15	建水临安	跃进	中型	红河	建水	充蓄	南盘江	跃进高沟	城镇、工业、农业
16	玉溪红塔	东风	中型	玉溪	红塔	在线	南盘江	玉溪大河	城镇、工业、农业
17	石屏异龙湖	高冲	中型	红河	石屏	在线	南盘江	朱家寨沟	城镇、灌溉
18	蒙自文澜	五里冲	中型	红河	蒙自	在线	南盘江	天然洼地	城镇、工业、农业
19	宾川牛井	益民海	小（一）型	大理	宾川	充蓄	金沙江	炼洞河	灌溉
20	宾川牛井	崔家箐	小（一）型	大理	宾川	充蓄	金沙江	崔家箐	城镇、灌溉
21	大姚金碧	妙峰	小（一）型	楚雄	大姚	充蓄	金沙江	妙峰小河	工业、灌溉
22	南华龙川	罗家冲	小（一）型	楚雄	南华	充蓄	金沙江	罗家冲	灌溉
23	南华龙川	耐桥	小（一）型	楚雄	南华	充蓄	金沙江	石门河	灌溉
24	牟定共和	东清	小（一）型	楚雄	牟定	充蓄	金沙江	中坝河	灌溉
25	牟定共和	共和	小（一）型	楚雄	牟定	充蓄	金沙江	牟定河二级支流	城镇、灌溉
26	江川大街	跃进	小（一）型	玉溪	江川	在线	南盘江	大街河支流	城镇、灌溉
27	玉溪红塔	凤凰	小（一）型	红河	红塔	充蓄	南盘江	迷罗沟	城镇、工业、灌溉
28	江川大街	石河	小（一）型	玉溪	江川	充蓄	南盘江	海口河	城镇、灌溉
29	江川大街	捧寨	小（一）型	玉溪	江川	充蓄	南盘江	大庄河	灌溉
30	江川大街	大寨	小（一）型	玉溪	江川	充蓄	南盘江	大寨河	灌溉
31	建水临安	青云	小（一）型	红河	建水	充蓄	南盘江	西庄河支流	城镇、灌溉
32	易门龙泉	白龙	小（一）型	玉溪	易门	在线	红河	三五大河	城镇、工业、农业
33	弥渡弥城	大坝	小（一）型	大理	弥渡	充蓄	红河	巴冲箐	灌溉
34	弥渡弥城	巴冲箐	小（一）型	大理	弥渡	充蓄	红河	巴冲箐	灌溉
35	弥渡弥城	桑木箐	小（一）型	大理	弥渡	充蓄	红河	桑木箐	灌溉
36	弥渡弥城	黑泥箐	小（一）型	大理	弥渡	充蓄	红河	黑泥箐	灌溉
37	弥渡弥城	团结	小（一）型	大理	弥渡	充蓄	红河	德苴河	灌溉
38	巍山南诏	甸中河	小（一）型	大理	巍山	充蓄	红河	甸中街河	城镇、灌溉
39	禄丰金山	大跃进	小（一）型	楚雄	禄丰	充蓄	红河	东大沟	灌溉
40	禄丰金山	老鸦关	小（一）型	楚雄	禄丰	充蓄	红河	东沟	城镇、工业、灌溉

5.2.8.1 二期配套工程新建中村水库水温影响分析

中村水库总库容 530.2 万 m³，建成后与石河水库联合调度供水，不拦蓄本区天然来水量，本区天然来水量通过导流输水隧洞下放至下游河道。据前判别，水库水温结构为分层型。

其水源主要为滇中引水主干渠和本地径流，本地径流量为 635.1 万 m³，滇中二期来水量为 1679.7 万 m³，滇中二期来水量为本地径流量的 2.6 倍。水库水温结构受滇中二期来水水温的强烈影响。

采用东勘院经验公式根据逐月运行水深预测出库水温。中村水库水温结构如图 5.2.8-1 所示，水库出库水温与天然水温对比见表 5.2.8-4。

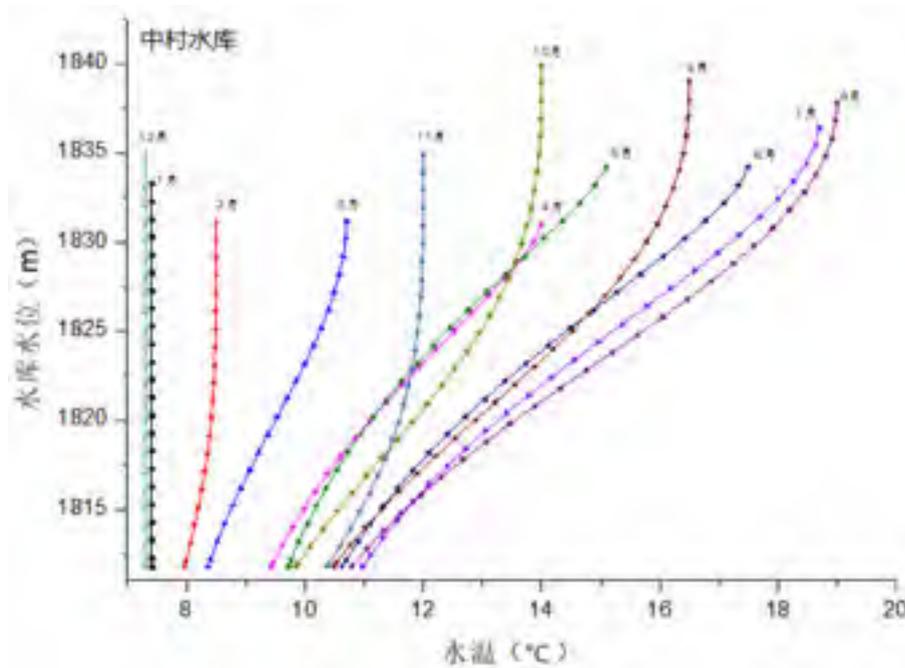


图 5.2.8-1 中村水库水库坝前各月水温预测图

表 5.2.8-4 中村水库出库水温与天然水温对比表 单位：°C

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
出库水温	7.4	8.5	10.3	12.5	13.4	15.7	17.3	18.2	16.2	13.9	12.0	7.3
天然水温	8.9	10.5	14.0	17.9	20.4	21.0	20.8	20.3	19.0	16.5	12.5	8.8
温差值	-1.5	-2.0	-3.7	-5.4	-7.0	-5.3	-3.5	-2.1	-2.8	-2.6	-0.5	-1.5

中村水库供水对象为城镇及农灌用水。中村水库运行后水库从导流输水隧洞供水，采用东勘院经验公式根据逐月运行水深预测出库水温，出库

水温与天然水温最大差值为 -7.0°C 。根据黄坡水库灌区资料，水稻分蘖期（5月）最低临界水温为 17°C ，最高水温为 39°C ，最适水温是 32°C ，水温低于 17°C 分蘖停止。中村水库取水后，5月水温为 13.4°C ，6月份水温为 15.7°C ，均低于 17°C 。由于灌溉用水自流至田间需一段时间，出库水温再经沿程增温后有较大幅度升温，对水稻生长的不利影响不大。

中村水库本地径流量不大，水库建成后坝址下泄河道水量为生态水量，生态流量年下泄水量 126.3万 m^3 ，虽然部分月份下泄水温较低，但由于下泄生态流量很小，进入河道后会很快因水气热量交换而快速升温，对下游河道的水温影响较小。

5.2.8.2 二期骨干工程新建、扩建水库水温影响分析

(1) 新建、扩建水库水温结构判断

根据新建扩建水库的特性，对水库的 α 、 β 指数及密度弗劳德数 Fr 进行了计算，结果如表 5.2.8-5 所示。

表 5.2.8-5 新建、扩建水库水温结构类型判别表

项目	单位	杨柳田水	大唐水库	大箐水库扩建	黄坡水库扩建
多年平均径流量	万 m^3	56.6	145	140	648.2
滇中二期来水量	万 m^3	1346	974	1282	735
充蓄水量占入库水量百分比	%	96.0	87.0	90.2	53.1
兴利库容	万 m^3	1240	1220.8	1567	599.6
总库容	万 m^3	1331	1344.1	1749.1	775
平均水深	m	21.3	33.3	21.5	13.8
回水长度	km	1.7	1.7	3.3	1.5
现状总库容	万 m^3	0	0	273	213
现状兴利库容	万 m^3	0	0	240	137
设计洪水洪量（1日）	万 m^3	45.8	78.76	107.38	189.3
现状库容系数		0	0	1.71	0.93
现状调节特性		/	/	多年调节	多年调节
建成后库容系数		0.88	1.09	1.10	0.43
建成后调节特性		多年调节	多年调节	多年调节	多年调节
现状 α 值		/	/	0.51	3.04
水温结构类型		/	/	分层型	分层型
建成后 α 值		1.05	0.83	0.81	1.78
水温结构类型 α 值		分层型	分层型	分层型	分层型

项目	单位	杨柳田水	大唐水库	大箐水库扩建	黄坡水库扩建
$\beta_{1 \text{ 日设计洪量}}$		0.03	0.06	0.06	0.24
是否影响分层结构		否	否	否	否
密度弗劳德数 Fr		0.001	0.0004	0.001	0.002
水温结构类型 _{Fr}		分层型	分层型	分层型	分层型

大箐水库、黄坡水库现状为多年调节水库，扩建后，仍为多年调节水库；建成后，杨柳田水库、大唐水库为多年调节水库。

现状情况下，大箐、黄坡水库的 α 值分别为 0.51、3.04，均小于 10，判定为水温分层型水库；扩建后， α 值分别为 0.81、1.78，均小于 10，判定为水温分层型水库。设计水平年，水库建成后，杨柳田水库、大唐水库的 α 值分别为 1.05、0.83，均小于 10，判定为水温分层型水库。

设计水平年，5 座水库按一日设计洪量计算的 $\beta_{1 \text{ 日设计洪量}}$ 值均小于 0.5。据此判定，洪水对 5 座水库水温的分布结构没有影响。

设计水平年，5 座水库的密度弗劳德数 Fr 均小于 0.1，由此判别各水库均为温度分层型水库。

综合 α - β 指数法及密度弗劳德数判别法结果，新建、扩建 4 座水库建成后水温结构为分层型。

(2) 新建杨柳田水库水温影响分析

根据《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)》，结合使用水科院朱伯芳公式、东勘院计算方法等，计算不同水深情况下坝前水温，结果详见图 5.2.8-2。

由图可知杨柳田水库水温随水深呈现梯度变化，12 月、1 月、2 月库表水温与库底水温差别不大，温跃层不明显；春季随着太阳辐射量增加，水库分层现象渐渐明显，库表水温明显高于下层水温，其中 5 月~8 月份时温跃层最为明显。9-11 月水温分层程度持续减弱。

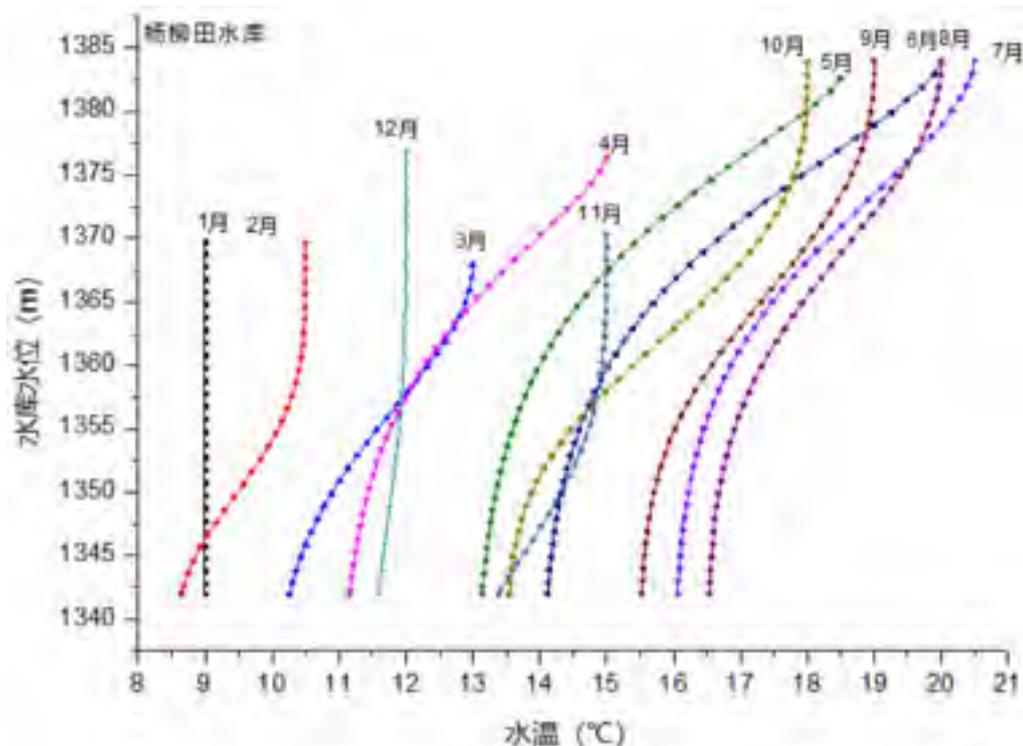


图 5.2.8-2 杨柳田枢纽坝前水温垂向分布图

杨柳田枢纽泵站取水管前接杨柳田水库引水、放空输水隧洞，后接杨柳田泵站。杨柳田水库输水隧洞进口底板高程为 1350.20m。据此进行出库水温预测，水库出库水温与天然水温对比见表 5.2.8-6。

表 5.2.8-6 杨柳田枢纽出库水温与天然水温对比表 单位：℃

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
气温	7.6	9.9	13.6	16.9	19.2	20.4	20.1	19.6	17.9	15.2	11.1	7.6	14.9
天然水温	9.4	10.3	12.7	14.5	17.3	19.0	20.0	19.5	18.3	16.0	12.8	10.1	15.0
滇中来水水温	4.9	6.7	9.3	12.2	14.5	16.2	17.0	17.1	15.3	12.2	8.3	11.6	12.1
水库入库水温	5.1	6.8	9.4	12.3	14.6	16.3	17.1	17.2	15.4	12.4	8.5	11.5	12.2
出库水温	9.0	9.6	11.0	11.4	13.4	14.4	16.3	16.8	15.8	14.1	14.4	11.8	13.2
与天然水温差	-0.4	-0.7	-1.7	-3.1	-3.9	-4.6	-3.7	-2.7	-2.5	-1.9	1.6	1.7	-1.8

根据出库水温预测结果，杨柳田水库运行后出水年均水温较天然水温差为-1.8℃，月均最大水温差为-4.6℃，出现在 6 月份。

(3) 新建大唐水库水温影响分析

采用水科院朱伯芳公式、东勘院计算方法预测计算不同水深情况下坝前水温，结果详见图 5.2.8-3。大唐水库运行后水库从输水隧洞（进口底板高程为 1231.5m）供水，据此进行出库水温预测，水库出库水温与天然水

温对比见表 5.2.8-7。

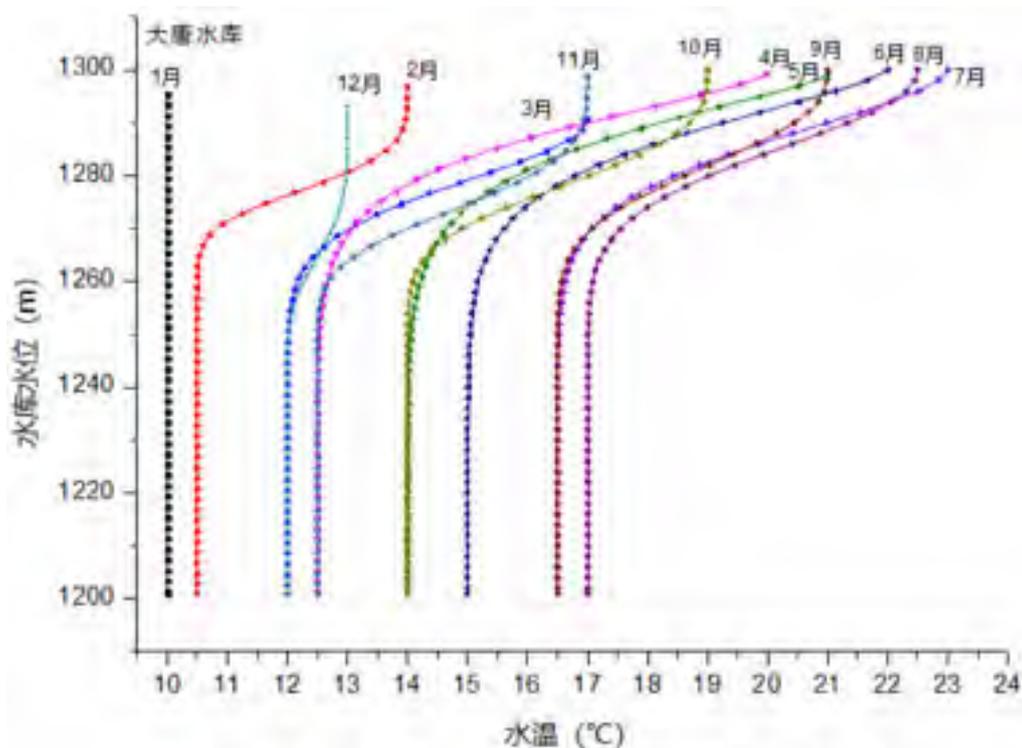


图 5.2.8-3 大唐水库坝前各月水温预测图

表 5.2.8-7 大唐水库出库水温与天然水温对比表 单位：°C

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
气温	13.2	15.2	19.0	22.1	23.9	24.6	24.3	23.9	22.5	19.9	16.2	13.0	19.8
天然水温	12.7	14.2	16.5	18.3	20.0	21.7	23.0	22.5	21.8	19.5	17.8	13.5	18.5
滇中来水水温	4.9	6.7	9.3	12.2	14.5	16.2	17.0	17.1	15.3	12.2	8.3	11.6	12.1
入库水温	5.9	7.7	10.2	13.0	15.2	16.9	17.8	17.8	16.1	13.1	9.5	11.8	12.9
出库水温	10.0	10.5	12.0	12.5	14.0	16.5	16.5	17.0	16.5	14.0	12.5	12.0	13.7
与天然水温差	-2.7	-3.7	-4.5	-5.8	-6.0	-5.2	-6.5	-5.5	-5.3	-5.5	-5.3	-1.5	-4.8

根据出库水温预测结果，大唐水库出库年均水温较天然水温差为 -4.8°C，月均最大水温差为 -6.5°C，出现在 7 月份。

(4) 扩建大箐水库水温影响分析

采用水科院朱伯芳公式、东勘院计算方法预测计算不同水深情况下坝前水温，大箐水库坝前垂向水温预测成果见图 5.2.8-4。

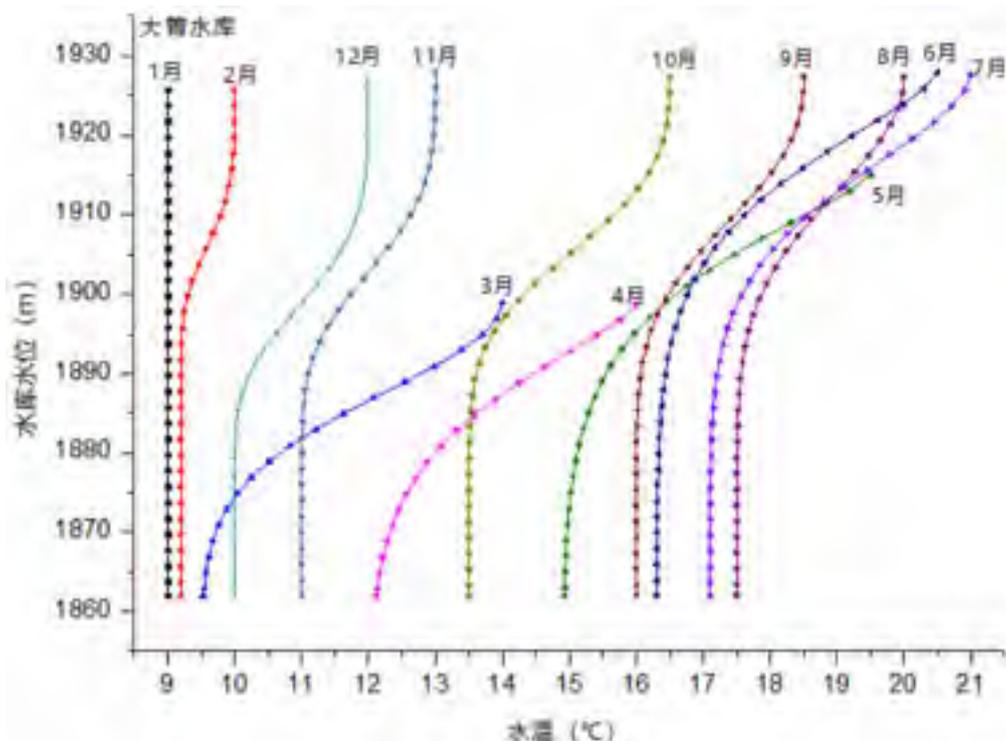


图 5.2.8-4 大箐水库坝前垂向水温分布图

大箐水库放空输水洞进口底板高程 1882.9m，据此进行水库出库水温预测，水库出库水温及与天然水温对比见表 5.2.8-8。

表 5.2.8-8 大箐水库天然水温、取水口水温年内变化表 单位：℃

项目/月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
气温	7.6	9.9	13.6	16.9	19.2	20.4	20.1	19.6	17.9	15.2	11.1	7.6	14.9
天然水温	9.0	10.0	12.0	15.0	18.0	19.5	20.3	19.7	18.3	15.3	12.3	9.3	14.9
滇中来水水温	5.1	6.9	9.5	12.4	14.7	16.4	17.2	17.3	15.5	12.4	8.5	11.8	12.3
入库水温	5.4	7.3	9.8	12.6	15.0	16.6	17.5	17.6	15.9	12.8	9.0	11.7	12.6
底孔取水水温	9.0	9.2	11.6	13.6	15.2	16.4	17.1	17.5	16.0	13.5	11.0	10.0	13.3
差值	0.0	-0.8	-0.4	-1.4	-2.8	-3.1	-3.2	-2.2	-2.3	-1.8	-1.3	0.7	-1.5

大箐水库的供水对象包括灌溉用水。由表可见，大箐水库出库年均水温较天然水温差为-1.5℃，月均最大水温差为-3.2℃，出现在7月份。

(5) 扩建黄坡水库水温影响分析

采用水科院朱伯芳公式、东勘院计算方法预测计算不同水深情况下坝前水温，黄坡水库坝前垂向水温预测成果见图 5.2.8-5。

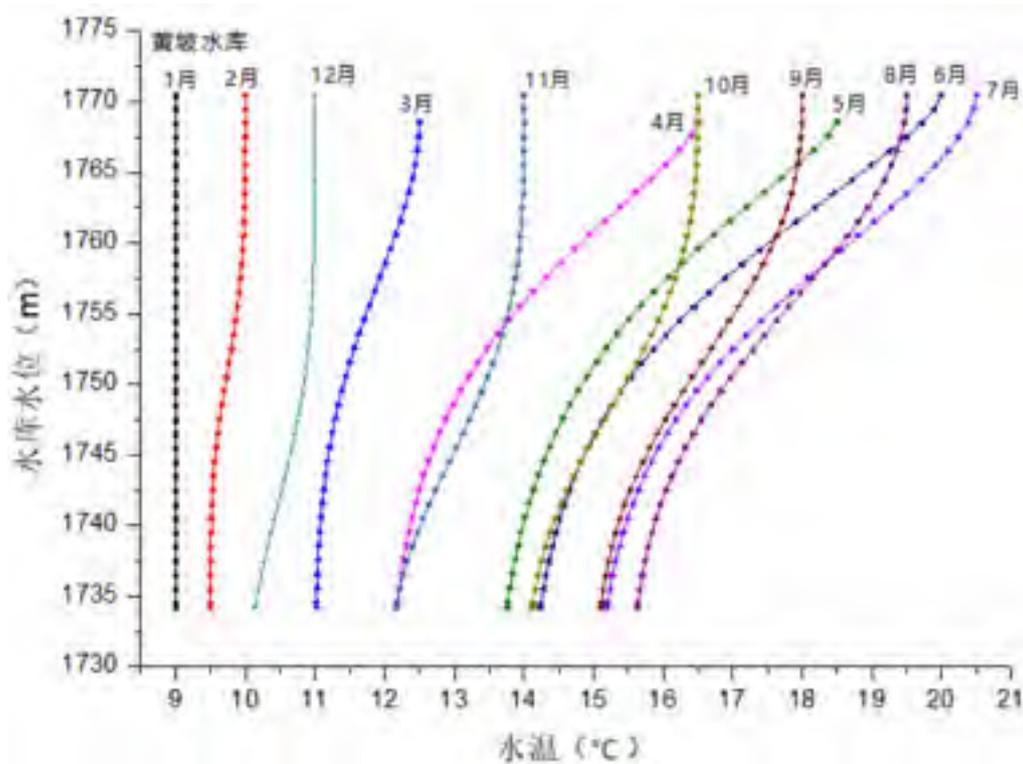


图 5.2.8-5 黄坡水库坝前垂向水温分布图

黄坡水库的导流输水隧洞取水竖井井口高程为 1748.90m。据此，预测黄坡水库出库水温见表 5.2.8-9。

表 5.2.8-9 黄坡水库天然水温、取水口水温年内变化表 单位：℃

项目/月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
气温	8.2	10.3	13.8	17.7	20.6	21.3	21.0	20.2	18.9	16.5	12.2	8.3	15.8
天然水温	8.6	11.2	12.5	14.3	17.5	18.7	20.5	19.9	19.1	16.5	14.0	10.3	15.3
滇中来水水温	5.1	6.9	9.5	12.4	14.7	16.4	17.2	17.3	15.5	12.4	8.5	11.8	12.3
入库水温	6.7	8.9	10.9	13.3	16.0	17.5	18.7	18.5	17.2	14.3	11.1	11.1	13.7
出库水温	9.0	9.7	11.5	13.4	16.2	17.3	18.3	18.5	17.9	15.9	13.4	11.6	14.4
差值	0.4	-1.5	-1.0	-0.9	-1.3	-1.4	-2.2	-1.4	-1.2	-0.6	-0.6	1.3	-0.9

黄坡水库的供水对象为城镇及农业供水。由上表可见，黄坡水库出库年均水温与天然水温差为-0.9℃，月均最大温差为-2.2℃，出现在7月份。

(6) 新建、扩建水库水温影响小结

受滇中引水工程来水水温偏低影响，且新建扩建水库均采用从导流（放空）输水隧洞取水的方式，而取水隧洞的进口底板高程均接近于死水位，新建扩建水库运行后出库水温较天然河流水温低，年均温差在

-0.9℃~-4.8℃之间，月最大温差在-2.2~-6.5℃之间，其中处于滇中引水输水渠道末端的大唐水库、杨柳田水库年均温差与月最大温差均较小，大唐水库出库水温与天然水温月最大温差为-6.5℃，年均温差为-4.8℃，杨柳田水库月最大温差为-4.6℃，年均温差为-1.8℃。由于大唐水库、杨柳田水库供水对象均为城镇和工业供水，供水对象对水温没有特别要求，出库水温偏低对供水对象无影响。同时，大唐水库、杨柳田水库坝址天然径流量均很小，其下泄生态流量则更小，其出库水温在进入河道后会很快因水气热量交换而快速升温，对下游河道的水温影响较小。

而大箐水库、黄坡水库的出库水温年均值与天然水温差在-0.9~-1.5℃之间，月最大温差在-2.2~-3.2℃之间。大箐水库、黄坡水库供水对象包含农灌用水，5-7月作物生长季节出库水温均在15℃以上。滇中地区种植作物主要为水稻、玉米、小麦、油菜、红薯等喜温性作物。麦类根系生长的最低允许温度为2℃，适宜温度为15~20℃；对灌溉水温要求最大的是水稻，其最低发育温度是10~14℃，幼苗生长的最低温度为12~14℃，水稻生长过程中最低温度为16℃。由此可见，大箐水库、黄坡水库出库水温满足作物生长的基本要求。而且，出库水温在出库后在自流至田间需一段时间，出库水温再经沿程增温后有较大幅度升温，因此，虽然由于滇中引水工程来水水温较低而一定程度上造成出库水温低于本地天然水温，但出库水温仍基本满足作物生长的水温需求，对作物生长的不利影响较小。

5.2.8.3 其他规划新建充蓄水库水温影响分析

小石门、箐门口、挨小河、红罩塘为4座规划新建充蓄水库，但工程投资不纳入滇中二期工程内。对4座规划新建的充蓄水库按照 α - β 指数法进行了 α 指数计算，同时计算了库容系数以及充蓄水量/本区入库水量以及充蓄水量/总入库水量，并进行了调节性能、水温结构类型的判断，详见表

5.2.8-10。

表 5.2.8-10 其它规划新建调蓄水库调节性能及水温结构类型判断

水库	小石门	箐门口	挨小河	红罩塘
本区入库(万 m ³)	15175	1009	599	714
设计水平年本区入库(万 m ³)	15175	1009	599	714
充蓄水量 (万 m ³)	1708	809	757	306
设计兴利库容(万 m ³)	9609	939	218	222
设计水平年总库容(万 m ³)	11679	1136	447.38	242.8
库容系数	57%	52%	16%	22%
调节性能	多年	多年	不完全年	年
α	1.45	1.6	3.03	4.2
水温结构类型	分层	分层	分层	分层
充蓄水量/总入库水量	10%	44%	56%	30%

由上表可见规划新建的 4 座水库库容系数在 16%~57%之间,其中小石门水库、箐门口水库调节性能为多年调节,红罩塘水库为完全年调节,挨小河水库为不完全年调节。4 座新建水库的 α 指数均 <10 ,水温结构均为分层型。4 座水库中充蓄水量/总入库水量在 10%~56%之间,其中小石门水库充蓄水量占总入库水量约 10%,滇中二期低温水的入蓄对水库水温结构影响较小;红罩塘水库、箐门口水库、挨小河水库充蓄水量占总入库水量比在 30%~56%之间,滇中二期较低的来水水温入蓄会引起水库入流水温显著降低,进而降低水库水温。为此分别选择小石门水库和挨小河水库为例,进行了水库水温及下泄水温预测分析。

(1) 小石门水库

小石门水库位于龙川江流域的勐岗河上,其工程任务是:以农业灌溉、乡镇供水为主,兼顾发电,承担滇中引水工程的调蓄功能,为巩固区域脱贫攻坚创造条件的综合性水利枢纽工程。其水源主要是本地来水和部分滇中二期工程来水,其中滇中二期充蓄水量为 1708 万 m³,占总入库水量的 10%。其水温结构经判别为分层型。在正在开展的《云南省楚雄州小石门水库工程环境影响报告书》中,利用立面二维水温数学模型对小石门水库水温进行模拟。其平水年水温结构详见图 5.2.8-6。

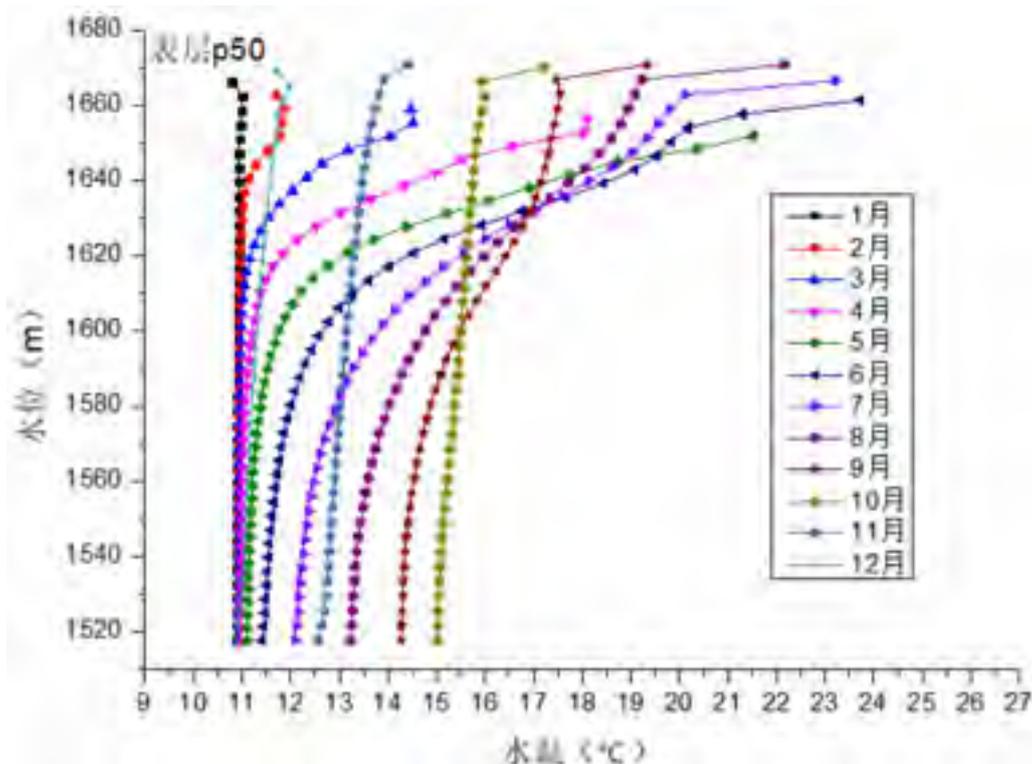


图 5.2.8-6 小石门水库平水年 (P=50%) 坝前水温结构

小石门水库采用了浮筒门结合分层取水口取水方案，其出库水温及与天然水温温差见表 5.2.8-11。

表 5.2.8-11 小石门水库天然水温、取水口水温年内变化表 单位：℃

项目/月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
气温	11.2	14.2	18.0	21.3	23.1	23.1	22.5	21.9	20.4	18.0	13.9	10.5	18.2
天然水温	11.0	12.5	14.0	17.0	20.0	21.5	20.0	19.0	17.0	15.0	12.0	10.4	15.8
滇中来水水温	5.2	7.0	9.6	12.5	14.8	16.5	17.3	17.4	15.6	12.5	8.6	5.8	11.9
入库水温	10.4	12.0	13.6	16.6	19.5	21.0	19.7	18.8	16.9	14.8	11.7	9.9	15.4
出库水温	10.9	11.8	14.5	18.1	20.9	22.5	21.7	20.7	18.4	16.6	14.2	11.8	16.8
温差	-0.1	-0.7	0.5	1.1	0.9	1.0	1.7	1.7	1.4	1.6	2.2	1.4	1.1

由上表可见，在采用浮筒门结合分层取水口取水方案后，小石门水库的出库水温除 1、2 月略低于天然水温外，其余月份略高于天然水温，对灌区作物生长无不利影响。

(2) 挨小河水库

挨小河水库位于楚雄州元谋县，是以农业灌溉、农村人畜饮水为主，兼顾防洪等综合利用的水库。水库总库容 447.38 万 m³，水库规模属小(一)型。经判别，其水温结构为分层型。

采用气象相关法确定了挨小河水库的天然入流水温，结合挨小河水库的水源组成确定了挨小河水库的入流水温过程。采用水科院朱伯芳公式、东勘院计算方法预测计算不同水深情况下坝前水温，挨小河水库坝前垂向水温预测成果见图 5.2.8-7。

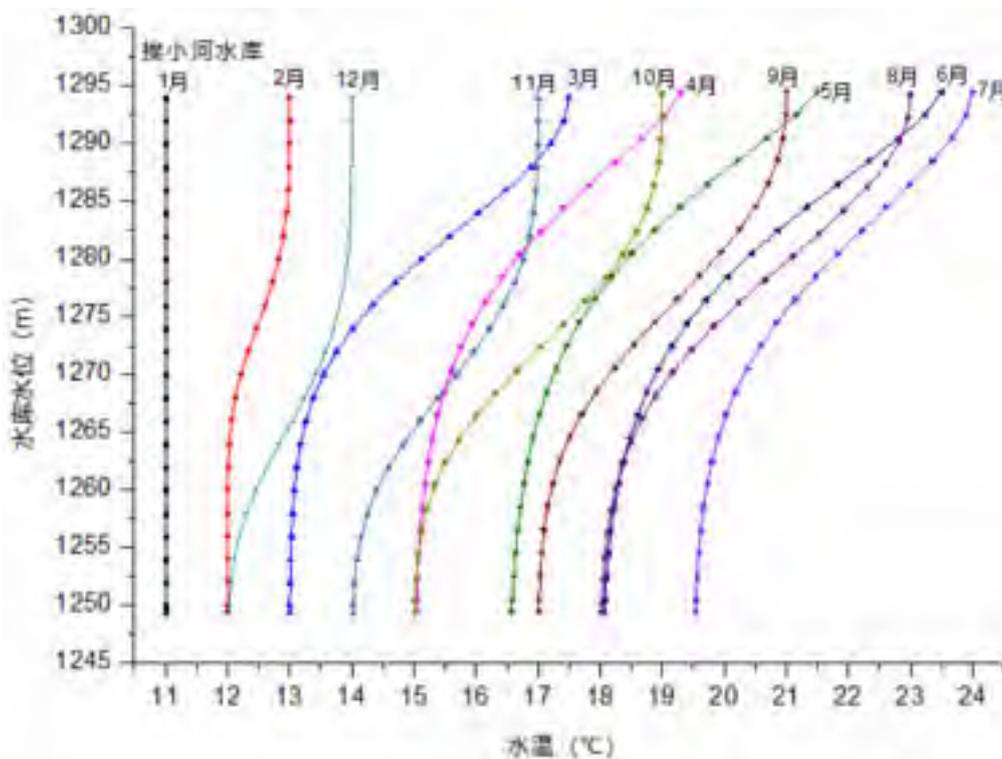


图 5.2.8-7 挨小河水库坝前垂向水温分布图

挨小河水库从导流输水隧洞取水。水库取水水温预测结果见表 5.2.8-12。

表 5.2.8-12 挨小河水库下泄水温 单位：°C

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
气温	14.5	17.5	21.3	24.6	26.4	26.4	25.8	25.2	23.7	21.3	17.2	13.8	21.5
天然水温	12.0	14.0	16.0	18.5	20.0	21.0	21.5	21.5	20.5	18.0	16.0	13.0	17.7
滇中来水水温	5.1	6.9	9.5	12.4	14.7	16.4	17.2	17.3	15.5	12.4	8.5	11.8	12.3
入库水温	8.1	10.0	12.4	15.1	17.0	18.4	19.1	19.1	17.7	14.9	11.8	12.3	14.7
出库水温	11.0	12.0	13.1	15.2	16.8	18.4	19.8	18.4	17.4	15.5	14.6	12.6	15.4
与天然水温差	-1.0	-2.0	-2.9	-3.3	-3.2	-2.6	-1.7	-3.1	-3.1	-2.5	-1.4	-0.4	-2.3

由表可见，挨小河水库下泄水温年均值与天然水温温差为-2.3°C，月最大温差为-3.3°C。类比前述的纳入滇中二期工程投资的黄坡水库（充蓄水量占总入库水量的 53%）扩建后及新建挨小河水库的水温预测结果，红

罩塘、箐门口水库的出流水温较天然水温月最大温差在-2℃左右。

5.2.8.4 其他规划扩建充蓄水库水温影响分析

海稍、中石坝、长桥海、琉璃河为规划扩建的 4 座水库，其扩建投资不纳入滇中引水二期工程。对规划扩建 4 座充蓄水库按照 α - β 指数法进行了现状及扩建后水库的 α 指数、库容系数计算以及扩建后充蓄水量/本区入库水量以及充蓄水量/总入库水量计算，并进行了扩建前后调节性能、水温结构类型的判断，详见表 5.2.8-13。

表 5.2.8-13 扩建调蓄水库调节性能及水温结构类型判断

水库	海稍水库	中石坝	长桥海	琉璃河
本区入库	1859	1698	1569	148
设计水平年本区入库	3883	1698	1569	148
充蓄水量	6527	417	118	3728
现状兴利库容	3717	381.3	3779.9	50.2
现状总库容	5231	591.7	5200.6	50.2
设计兴利库容	10441	918	4513.5	366.5
设计水平年总库容	12145	1098	5719.9	437.2
库容系数_现状	200%	22.00%	241%	33.90%
调节性能_现状	多年	年	多年	多年
库容系数_运行	100%	43%	268%	9%
调节性能_运行	多年	多年	多年	不完全年
α _现状	0.35	2.87	0.3	2.95
水温结构类型_现状	分层	分层	分层	分层
α _运行	0.86	1.93	0.29	8.87
水温结构类型_扩建后	分层	分层	分层	分层
充蓄水量/总入库水量	63%	20%	7%	96%

由上表可见规划扩建的 4 座水库现状库容系数在 22.0%~241%之间，调节性能为完全年调节~多年调节，扩建后库容系数在 9%~268%之间，其中长桥海水库、海稍水库仍为多年调节，中石坝水库由完全年调节变为多年调节，而琉璃河水库库容系数扩建后降低为 9%，调节性能由多年调节变为不完全年调节。规划扩建的 4 座水库现状 α 指数在 0.30~2.95 之间，现状水温结构类型均为分层，扩建后 α 指数在 0.29~8.87 之间，仍小于 10，水温结构仍为分层。4 座水库的充蓄水量占总入库水量百分比在 7%~96%之间，其中长桥海水库为 7%，中石坝水库为 20%，海稍水库及琉璃河水

库为 63%、96%。为此选择海稍水库和琉璃河水库为例，进行了水库水温及下泄水温预测分析。

(1) 海稍水库

对于海稍水库，已批复的《云南省大理州宾川海稍水库扩建工程环境影响报告书》中，采用了 3 维水流水质模型进行了水库水温结构预测，结果见图 5.2.8-8。

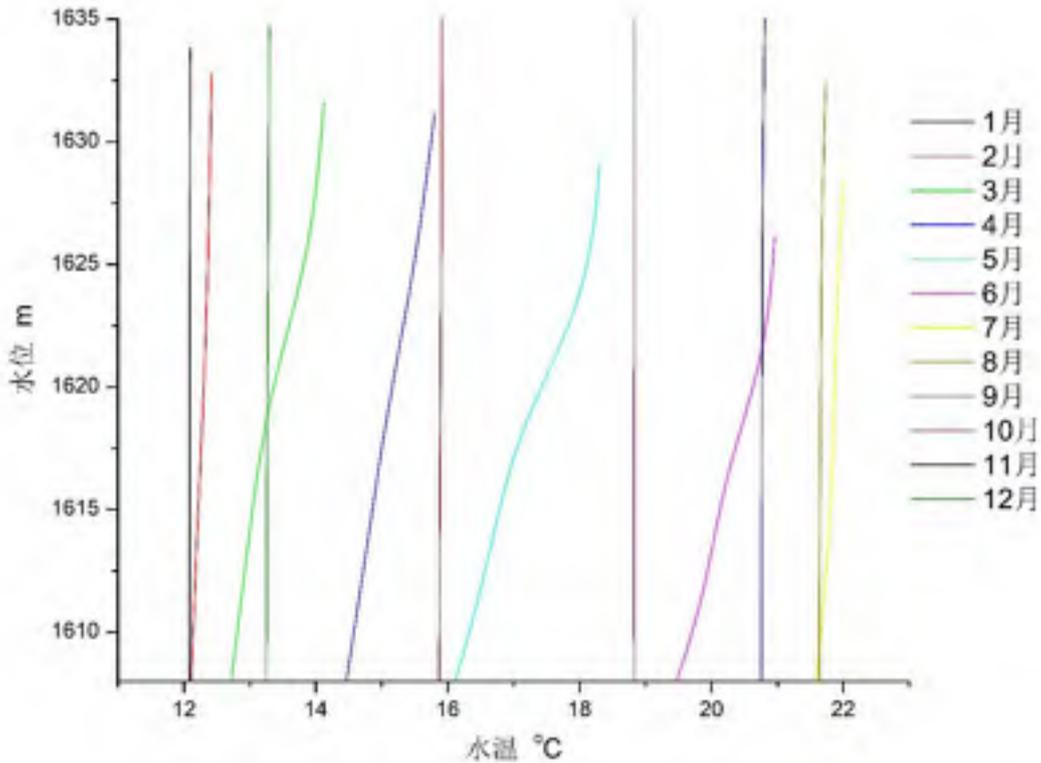


图 5.2.8-8 海稍水库扩建后水温结构（平水年）

海稍水库采用了二层取水方案，其取水水温过程见表 5.2.8-14。

表 5.2.8-14 海稍水库扩建后下泄水温（单位：°C）

项目/月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
气温	11.3	13.5	16.5	19.0	21.7	22.9	22.3	21.6	20.6	17.7	14.1	11.3	17.7
天然水温	12.2	13.1	13.7	15.3	18.7	21.2	21.7	21.0	20.5	18.3	15.3	12.6	17.0
滇中来水水温	5.2	7.0	9.6	12.5	14.8	16.5	17.3	17.4	15.6	12.5	8.6	5.8	11.9
入库水温	7.8	9.3	11.1	13.5	16.2	18.2	18.9	18.7	17.4	14.7	11.1	8.3	13.8
出库水温	12.1	12.4	13.9	15.5	18.1	20.8	21.9	21.7	20.8	18.8	15.9	13.3	17.1
温差	-0.1	-0.8	0.3	0.2	-0.6	-0.3	0.2	0.7	0.2	0.5	0.7	0.7	0.1

由表可见，在采用了二层取水方案后，海稍水库的出库水温除 1、2、5、6 月略低于天然水温外，其余月份略高于天然水温，对灌区作物生长无

不利影响。

(2) 琉璃河水库

对于琉璃河水库扩建工程，采用气象相关法确定了琉璃河水库的天然入流水温，结合琉璃河水库的水源组成确定了琉璃河水库的入流水温过程。采用水科院朱伯芳公式、东勘院计算方法预测计算不同水深情况下坝前水温。扩建后的琉璃河水库水温结构见图 5.2.8-9。琉璃河水库扩建后出流水温较天然水温月最大温差约为-2.5℃左右，详见表 5.2.8-15。

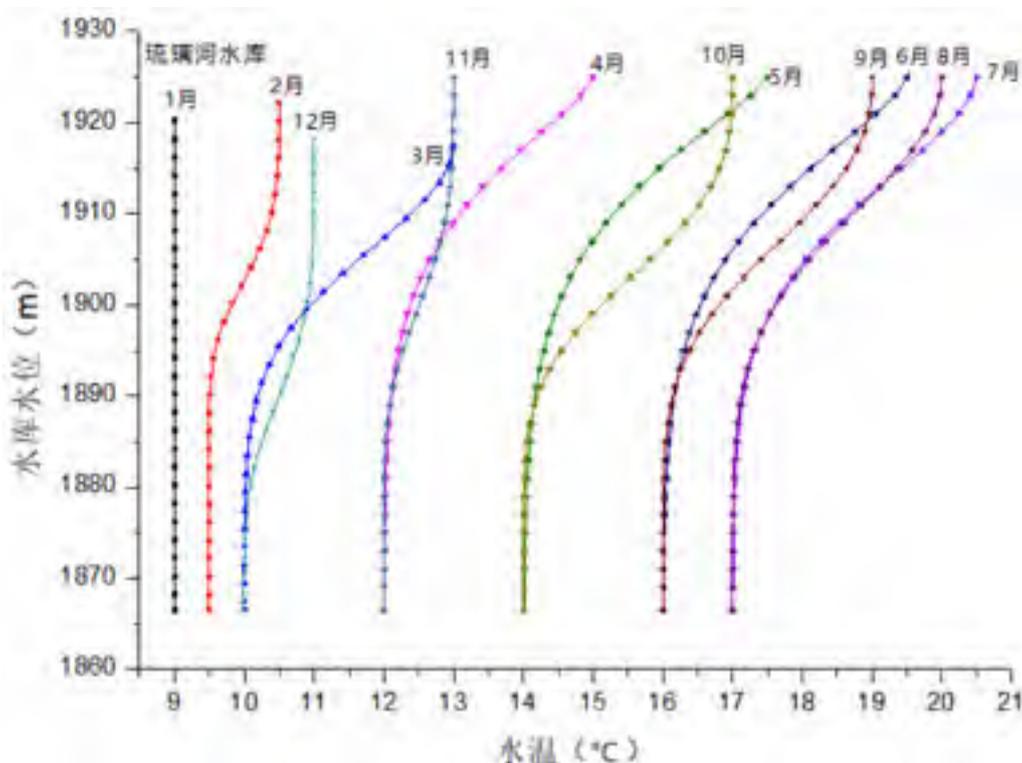


图 5.2.8-9 琉璃河水库扩建后水温结构（平水年）

表 5.2.8-15 琉璃河水库下泄水温（单位：℃）

项目/月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
气温	9.4	11.3	15.0	18.0	19.7	20.3	20.0	19.6	18.2	15.9	12.3	9.0	15.7
天然水温	9.0	10.3	12.3	14.7	16.7	18.4	18.0	17.6	16.5	15.0	12.1	9.5	14.2
滇中来水水温	5.0	6.8	9.4	12.3	14.6	16.3	17.1	17.2	15.4	12.3	8.4	11.7	12.2
入库水温	5.2	6.9	9.5	12.4	14.7	16.4	17.1	17.2	15.4	12.4	8.5	11.6	12.3
出库水温	9.0	9.5	10.3	12.2	14.2	16.2	17.2	17.2	16.3	14.4	12.2	10.6	13.3
与天然水温差	0.0	-0.8	-2.0	-2.5	-2.5	-2.2	-0.8	-0.4	-0.2	-0.6	0.1	1.2	-0.9

5.2.8.5 对已建充蓄水库的水温影响预测分析

滇中二期引水工程共利用已建水库 40 座，按照 α - β 指数法进行了现状及工程运行后水库的 α 指数、库容系数计算以及充蓄水量/本区入库水量以及充蓄水量/总入库水量计算，并进行了滇中二期工程运行前后调节性能、水温结构类型的判断，详见表 5.2.8-16。

(1) 40 座已建水库现状库容系数在 18%~5857%之间，除桑木箐水库为不完全年调节、大跃进水库为年调节外，其余水库均为多年调节。滇中二期引水工程运行后，40 座水库的库容系数均较现状有所减小，在 2.0%~300.9%，水库的调节性能有所减弱，但仍有 29 座水库为多年调节，4 座水库（岔河、阿白冲、高冲、耐桥水库）由多年调节变为年调节，东清、共和、黑泥箐、团结水库由多年调节降低为不完全年调节，1 座水库（大跃进水库）由年调节降低为不完全年调节，白龙水库由多年调节降低为无调节，桑木箐水库库容系数由 18%降低为 12%，仍为不完全年调节。

(2) 40 座已建水库现状 α 指数在 0.02~4.07 之间，均小于 10，水库水温结构为分层型；滇中二期引水工程运行后， α 指数除白龙水库为 37.62>20 外，其余 39 座水库 α 指数在 0.21~6.24 之间，均小于 10。根据 α 指数判断，滇中二期引水工程运行后，白龙水库水温结构为混合型，其余 39 座水库的水温结构仍为分层型。

(3) 40 座水库的充蓄水量与总入库水量之比在 1%~98%之间，其中 14 座水库的充蓄水量/总入库水量大于 50%，分别为张家坝、岔河、阿白冲、跃进（建水）、高冲、益民海、崔家箐、罗家冲、跃进（红塔）、白龙、巴冲箐、黑泥箐、团结、老鸦关水库；4 座水库的充蓄水量/总入库水量小于 10%，分别为锁水阁、石门、五里冲、甸中河水库；其余 22 座水库的充蓄水量/总入库水量在 10%~50%之间。

(4) 对于充蓄水量与总入库水量之比较高（超过 50%）的已建水库，

以张家坝水库（充蓄水量比 98%，分层型）、白龙水库（充蓄水量比 96%，混合型）、团结水库（充蓄水量比 80%，分层型）为例，利用东勘院经验公式法进行了水温结构及下泄水温预测分析。三座水库的水温结构分别见图 5.2.8-10 至图 5.2.8-12。三座水库的下泄水温及与天然水温的差值见表 5.2.8-17 至表 5.2.8-19。张家坝水库、白龙水库、团结水库下泄水温较天然水温最大温差分别为 -2.3°C 、 -2.7°C 、 -2.2°C 。

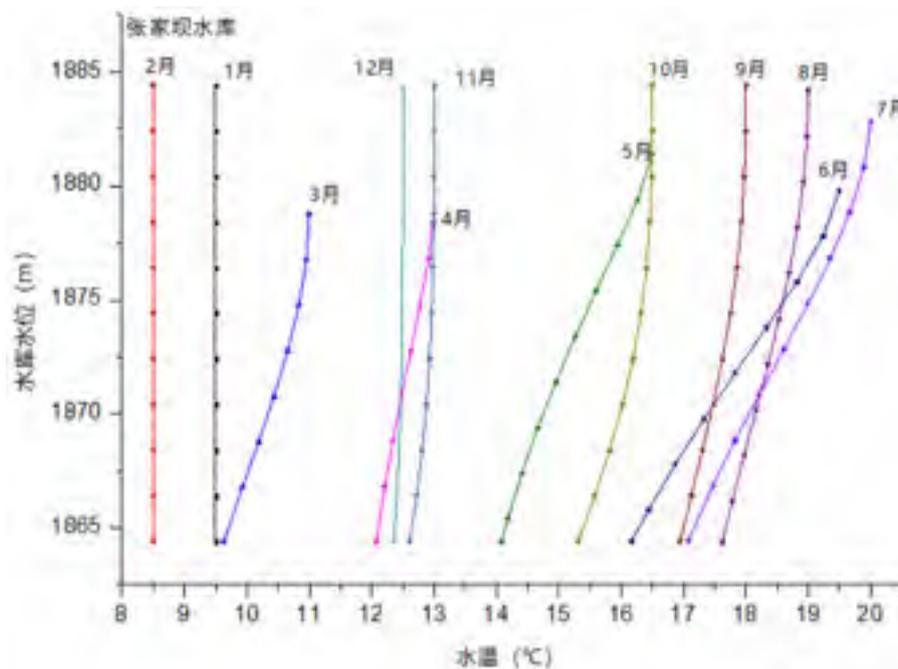


图 5.2.8-10 张家坝水库水温结构（平水年）

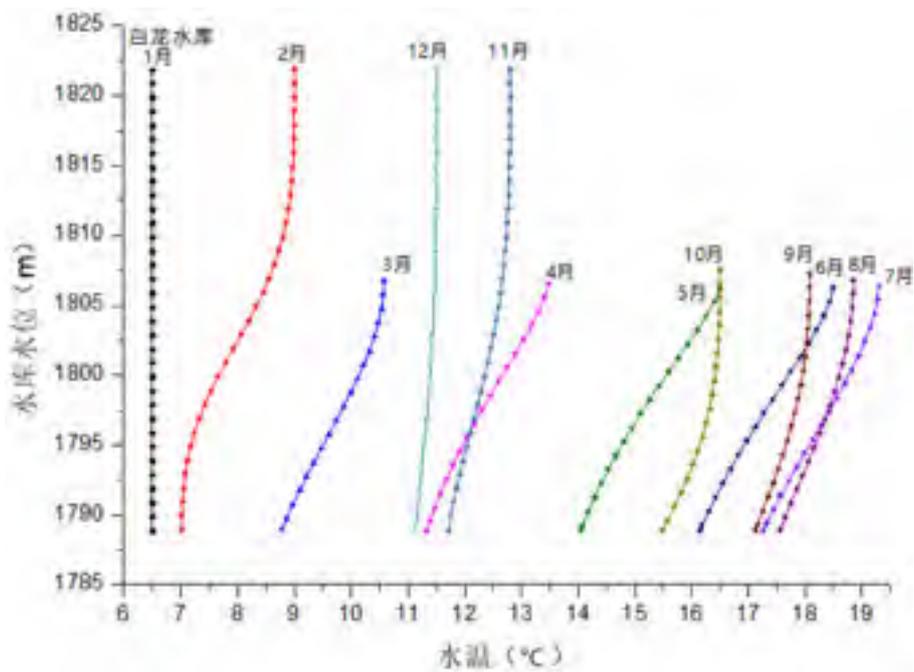


图 5.2.8-11 白龙水库水温结构（平水年）

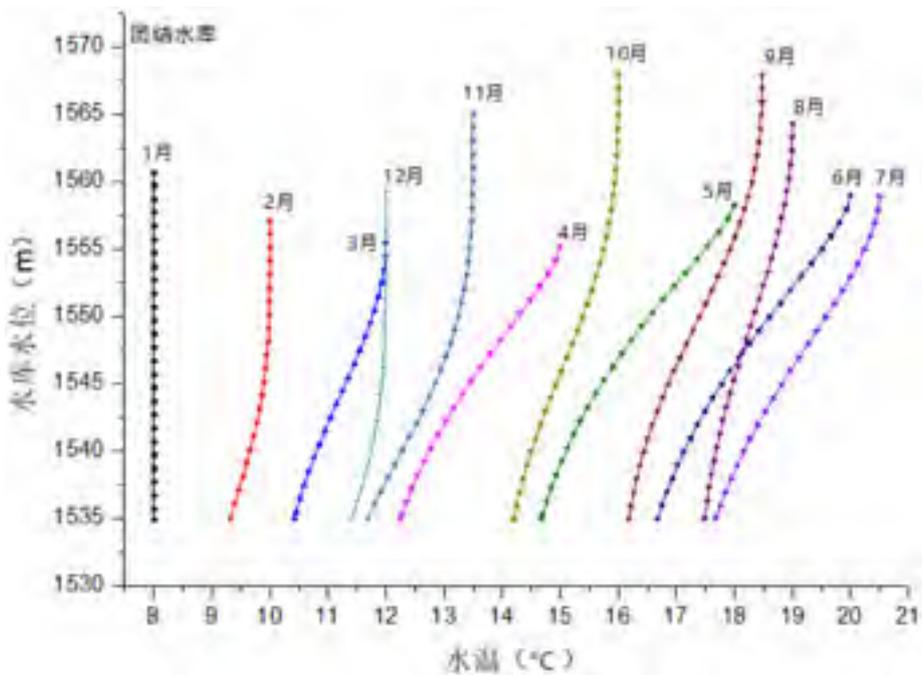


图 5.2.8-12 团结水库水温结构（平水年）

表 5.2.8-16 滇中二期引水工程对已建调蓄水库调节特性、水温结构的影响分析表

序号	水库	本区入库	充蓄水量	兴利库容	总库容	库容系数_现状	调节性能_现状	库容系数_运行	调节性能_运行	α 现状	水温结构类型_现状	α 运行	水温结构类型_运行	充蓄水量/总入库水量
1	大银甸	2645	2279	3177	4085	120%	多年	65%	多年	0.65	分层	1.21	分层	46%
2	花桥	1716	369	1329	1960	77%	多年	64%	多年	0.88	分层	1.06	分层	18%
3	仙鹅	1580	275	747	1140	47%	多年	40%	多年	1.39	分层	1.63	分层	15%
4	洋派	4327	1051	3615	4000	84%	多年	67%	多年	1.08	分层	1.34	分层	20%
5	九龙甸	6617	4877	5393	6300	82%	多年	47%	多年	1.05	分层	1.82	分层	42%
6	龙虎	1220	424	1042	1370	85%	多年	63%	多年	0.89	分层	1.20	分层	26%
7	庆丰	1204	152	937	1147	78%	多年	69%	多年	1.05	分层	1.18	分层	11%
8	松花坝	20329	2629	10500	21900	52%	多年	45%	多年	0.93	分层	1.04	分层	11%
9	张家坝	21	1242	1230	1350	5857%	多年	97%	多年	0.02	分层	0.94	分层	98%
10	锁水阁	1824	23	854	1219	47%	多年	46%	多年	1.50	分层	1.52	分层	1%
11	石门	2429	25	1068	1734	44%	多年	44%	多年	1.40	分层	1.42	分层	1%
12	岔河	2348	5011	2140	2640	91%	多年	29%	年	0.89	分层	2.79	分层	68%
13	阿白冲	2010	2338	1226	1538	61%	多年	28%	年	1.31	分层	2.83	分层	54%
14	白龙河	1733	786	955	1200	55%	多年	38%	多年	1.44	分层	2.10	分层	31%
15	跃进（建水）	1839	2112	3910	5370	213%	多年	99%	多年	0.34	分层	0.74	分层	53%
16	东风	5737	3807	6138	9025	107%	多年	64%	多年	0.64	分层	1.06	分层	40%
17	高冲	1860	2338	970	1017	52%	多年	23%	年	1.83	分层	4.13	分层	56%
18	五里冲	1569	118	5076	7949	324%	多年	301%	多年	0.20	分层	0.21	分层	7%
19	益民海	47	137	289	385.3	615%	多年	157%	多年	0.12	分层	0.48	分层	74%

序号	水库	本区入库	充蓄水量	兴利库容	总库容	库容系数_现状	调节性能_现状	库容系数_运行	调节性能_运行	α 现状	水温结构类型_现状	α 运行	水温结构类型_运行	充蓄水量/总入库水量
20	崔家箐	65	92	65	112.8	100%	多年	41%	多年	0.58	分层	1.39	分层	59%
21	妙峰	655	120	441	563	67%	多年	57%	多年	1.16	分层	1.38	分层	15%
22	罗家冲	53	812	280	373.3	528%	多年	32%	多年	0.14	分层	2.32	分层	94%
23	耐桥	238	70	84	112	35%	多年	27%	年	2.13	分层	2.75	分层	23%
24	东清	276	162	89	118.7	32%	多年	20%	不完全年	2.33	分层	3.69	分层	37%
25	共和	206	179	71	94.7	34%	多年	18%	不完全年	2.18	分层	4.07	分层	46%
26	跃进（红塔）	119	223	250	315	210%	多年	73%	多年	0.38	分层	1.09	分层	65%
27	凤凰	512	307	310	472	61%	多年	38%	多年	1.08	分层	1.74	分层	37%
28	石河	241	72	575	650	239%	多年	184%	多年	0.37	分层	0.48	分层	23%
29	捧寨	79	46	69	100.5	87%	多年	55%	多年	0.79	分层	1.24	分层	37%
30	大寨	262	66	157	264	60%	多年	48%	多年	0.99	分层	1.24	分层	20%
31	青云	357	218	200	266.7	56%	多年	35%	多年	1.34	分层	2.16	分层	38%
32	白龙	206	5011	104	138.7	50%	多年	2%	无调节	1.49	分层	37.62	混合	96%
33	大坝	1176	1130	553	737.3	47%	多年	24%	多年	1.59	分层	3.13	分层	49%
34	巴冲箐	170	402	258	300.4	152%	多年	45%	多年	0.57	分层	1.90	分层	70%
35	桑木箐	494	263	91	121.3	18%	不完全年	12%	不完全年	4.07	分层	6.24	分层	35%
36	黑泥箐	324	376	117	156	36%	多年	17%	不完全年	2.08	分层	4.49	分层	54%
37	团结	234	951	163	243.3	70%	多年	14%	不完全年	0.96	分层	4.87	分层	80%
38	甸中河	1046	59	388	517.3	37%	多年	35%	多年	2.02	分层	2.14	分层	5%
39	大跃进	1156	374	294	392	25%	年	19%	不完全年	2.95	分层	3.90	分层	24%
40	老鸦关	615	655	520	699.1	85%	多年	41%	多年	0.88	分层	1.82	分层	52%

表 5.2.8-17 张家坝水库下泄水温

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
气温	7.6	9.9	13.6	16.9	19.2	20.4	20.1	19.6	17.9	15.2	11.1	7.6	14.9
天然水温	8.4	9.2	11.6	14.5	17.0	19.0	20.3	20.0	18.0	16.0	12.0	10.0	14.7
滇中来水水温	5.0	6.8	9.4	12.3	14.6	16.3	17.1	17.2	15.4	12.3	8.4	11.7	12.2
入库水温	5.1	6.8	9.4	12.3	14.6	16.4	17.2	17.3	15.5	12.4	8.5	11.7	12.3
底孔取水水温	9.5	8.5	10.4	12.5	14.7	17.3	18.2	18.2	17.5	16.0	12.9	12.5	14.0
差值	1.1	-0.7	-1.2	-2.0	-2.3	-1.7	-2.1	-1.8	-0.5	0.0	0.9	2.5	-0.7

表 5.2.8-18 白龙水库下泄水温

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
气温	8.3	10.1	13.6	17.6	20.8	21.8	21.3	20.8	19.5	17.0	12.7	8.8	16.0
天然水温	9.2	9.5	11.5	14.4	17.4	19.3	20.5	18.6	18.5	16.8	12.5	9.5	14.8
滇中来水水温	5.1	6.9	9.5	12.4	14.7	16.4	17.2	17.3	15.5	12.4	8.5	11.8	12.3
入库水温	5.3	7.0	9.6	12.5	14.8	16.5	17.3	17.4	15.6	12.6	8.7	11.7	12.4
底孔取水水温	6.5	7.8	10.2	12.7	15.6	17.8	18.8	18.7	18.0	16.4	12.4	11.4	13.9
差值	-2.7	-1.7	-1.3	-1.7	-1.8	-1.5	-1.7	0.1	-0.5	-0.4	-0.1	1.9	-1.0

表 5.2.8-19 团结水库下泄水温

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
气温	9.0	10.9	14.3	18.2	21.3	21.9	21.4	20.8	19.6	17.1	12.8	9.3	16.4
天然水温	10.0	10.5	12.0	15.0	18.0	19.0	19.5	19.0	18.0	15.4	13.0	11.0	15.0
滇中来水水温	5.3	7.1	9.7	12.6	14.9	16.6	17.4	17.5	15.7	12.6	8.7	12.0	12.5
入库水温	6.2	7.7	10.1	13.0	15.5	17.0	17.8	17.8	16.1	13.1	9.5	11.8	13.0
出库水温	8.0	9.9	11.4	13.5	15.8	17.8	19.0	18.0	16.9	14.9	12.8	11.9	14.1
与天然水温差	-2.0	-0.6	-0.6	-1.5	-2.2	-1.2	-0.5	-1.0	-1.1	-0.5	-0.2	0.9	-0.9

之所以在调蓄水量占比同样很高的张家坝水库、白龙水库以及前述的杨柳田水库，其下泄水温与天然水温最大差值差异较大，其主要原因在于水库所处的各县市的入流水温差别较大。根据《云南省地面气象资料整编成果》，滇中引水工程受水区内各县(市)多年平均气温在 14.8~21.5℃之间，其中元谋县年均气温最高，达到 21.5℃，南华县最低，为 14.8℃。除元谋县、宾川县等受显著干热河谷气象影响而年平均气温显著偏高外，总体上呈红河市开远、建水、蒙自市年均气温较高(19.8~18.6℃)，而红河市个旧市及其余各县市年均气温基本维持在 16℃左右的态势，详见图 5.2.8-13。

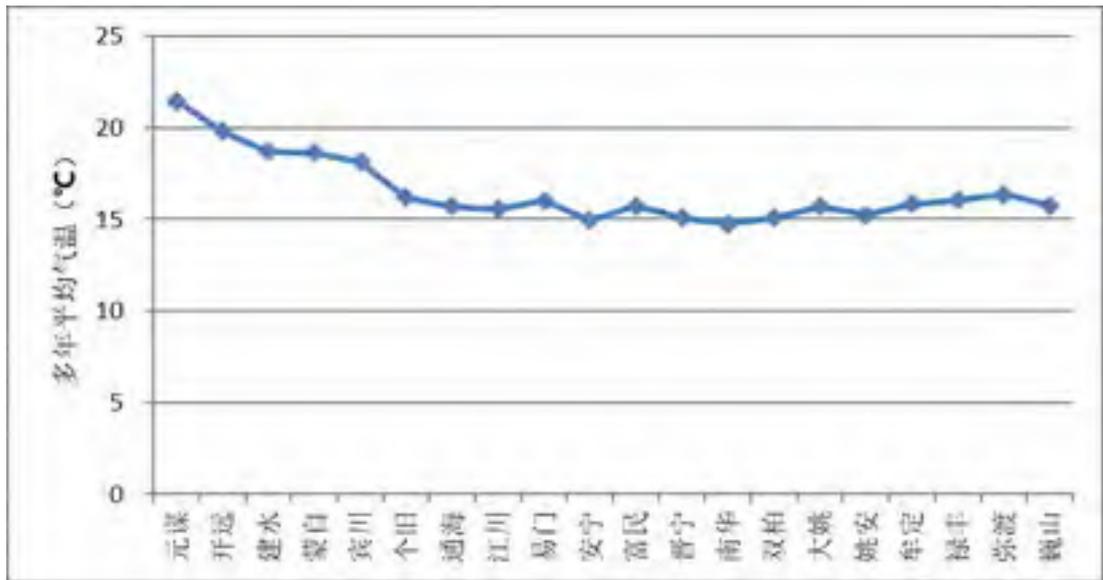


图 5.2.8-13 滇中引水工程受水区各县市多年平均气温

因此，可以判断益民海（74%）、巴冲箐（70%）、岔河（68%）、岔河（68%）、跃进（红塔）（65%）在滇中二期引水工程运行后，水库下泄水温较天然水温月最大温差在-2°C左右。

（5）对于充蓄水量与总入库水量之比 50%以下的已建水库，在已批复的《滇中引水工程环境影响报告书》中，以东风水库和九龙甸水库为例，分析计算了滇中引水工程对其水温的影响。东风水库、九龙甸水库滇中充蓄水量与总入库水量之比分别为 40%、42%。根据《滇中引水工程环境影响报告书》预测结果，滇中引水后，因石鼓水源点“低温水”效应及充蓄水库补水后较现状年高水位运行等因素，会引起水库低温水加剧现象。

滇中引水工程实施后，平水年 1 月~3 月未向东风水库补水，其入库径流过程及入流水温保持天然状态，故东风水库 1 月~3 月引水前后下泄水温维持一致。而 4 月~12 月，滇中引水工程不同程度的向东风水库补水，石鼓水源点的低温水与当地径流混合后的水温，较天然水温有所降低，由此导致水库下泄低温水加剧现象。4 月~12 月引水后下泄水温较引水前平均偏低 1.2°C，最大低 2.0°C，详见表 5.2.8-20。引水后九龙甸水库 1 月~3 月下泄水温与引水前保持一致，仅 4 月较引水前升高 0.2°C，其余月份下泄水温

较引水前普遍偏低，平均低 0.5℃，最大偏低 0.8℃，详见表 5.2.8-21、表 5.2.8-20。

表 5.2.8-20 东风水库引水前后下泄水温（引水水温）对比 单位：℃

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	均值
天然水温	11.2	13.1	15.3	18.2	21.1	22.2	21.8	21.4	20.1	17.8	14.6	12.3	17.4
引水前下泄水温	11.7	11.6	13.6	17	20.4	22.5	22.9	22.8	21.5	19.7	17.2	13.8	17.9
引水后下泄水温	11.7	11.6	13.6	16.7	20	21.7	21.7	21.4	20	17.7	15.2	12.7	17
引水前-天然水温	0.5	-1.5	-1.7	-1.2	-0.7	0.3	1.1	1.4	1.4	1.9	2.6	1.5	0.5
引水后-引水前	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.4	-0.8	-1.2	-1.4	-1.5	-2.0	-2.0	-1.1	-0.9
引水后-天然水温	0.5	-1.5	-1.7	-1.5	-1.1	-0.5	-0.1	0	-0.1	-0.1	0.6	0.4	-0.4

表 5.2.8-21 九龙甸水库引水前后下泄水温（引水水温）对比 单位：℃

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	均值
天然水温	11	13.2	15.6	18.8	21.5	22.3	21.8	21.2	19.5	17.4	14.2	12.1	17.4
引水前下泄水温	12.4	12.2	13	15.8	20.5	22.7	22.9	22.7	21.5	19.8	17.4	14.1	17.9
引水后下泄水温	12.4	12.2	13	16	19.7	22	22.2	22.2	21.1	19.4	17	13.9	17.6
引水前-天然水温	1.4	-1	-2.6	-3	-1	0.4	1.1	1.5	2	2.4	3.2	2	0.5
引水后-引水前	0.0	0.0	0.0	0.2	-0.8	-0.7	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.3
引水后-天然水温	1.4	-1	-2.6	-2.8	-1.8	-0.3	0.4	1	1.6	2	2.8	1.8	0.2

5.2.8.6 水库下泄水温对灌溉的影响分析

滇中引水二期工程中拟利用的其他规划新建、扩建、在建充蓄水库大多数具有灌溉功能，滇中引水工程运行后，这些水库的下泄水温较天然水温有一定程度的下降。除了一些充蓄水量占比较高且位于气温偏高的一些县市内的水库，如挨小河水库、白龙水库、琉璃河水库下泄水温较天然水温月最大温差在-2.5~-3.3℃外，其余的水库均在-2.0℃以内。

滇中地区种植作物主要为水稻、玉米、小麦、油菜、红薯等喜温性作物。灌溉水的水温对农作物的生长影响颇大，水温偏低，对作物的生长起抑制作用；麦类根系生长的最低允许温度为 2℃，适宜温度为 15~20℃；对灌溉水温要求最大的是水稻，其最低发育温度是 10~14℃，幼苗生长的最低温度为 12~14℃，水稻生长过程中最低温度为 16℃。

由上可见，以上水库的下泄水温 5 月份基本满足水稻生长最低温度。根据类似工程水温实测资料，升钟灌区主要灌溉季节 5 月总干渠沿程 24km

增温约 0.2°C ，斗渠 3.5km 增温约 0.2°C ，干支渠水温增幅不大，斗农毛渠水温增幅相对干支渠较明显，预计水流最后到达田间水温能增温 2°C 以上，水温基本能满足作物要求温度，不影响作物正常生长。

考虑到滇中二期工程是为现有水库补充水量，且涉及水平年各调蓄水库的灌片内绝大部分改造为高效节水灌溉方式，且受水区内光照增温效应强烈，预计充蓄水量占总入库水量比例较高的水库虽有一定的低温水影响，但影响有限，对作物生长不利影响较小。

5.2.8.7 受退水区水温影响小结

滇中引水工程水源及主干渠水温较低，对滇中引水二期工程的新建、扩建、已建充蓄水库的入流水温及水库水温结构造成一定的低温水影响。其低温水影响程度受控于充蓄水量占水库总水量比例以及水库所处位置处的天然水温。滇中引水工程受水区内各县(市)多年平均气温在 $14.8\sim 21.5^{\circ}\text{C}$ 之间，除元谋县、宾川县等受显著干热河谷气象影响而年平均气温显著偏高外，总体上呈处于输水总干渠末端红河市开远、建水、蒙自市年均气温较高 ($19.8\sim 18.6^{\circ}\text{C}$)，而红河市个旧市及其余各县市年均气温基本维持在 16°C 左右的态势。充蓄水量占比越高，水库所处位置越偏东南或干热河谷内，低温水影响越显著。

根据水温预测结果，充蓄水量占比在 70~90% 的充蓄水库，其出库水温较天然水温月最大温差在 $-2.2\sim -6.5^{\circ}\text{C}$ 之间，其中大唐、杨柳田、大箐水库分别为 -6.5°C 、 -4.6°C 、 -3.2°C ，琉璃河、张家坝、白龙、团结等水库月最大温差在 $-2.7\sim -2.2^{\circ}\text{C}$ 之间。充蓄水量占比在 50%~70% 的水库，其出库水温较天然水温最大温差除挨小河水库在 -3.3°C 外，其余水库在 -3°C 以内。充蓄水量占比在 50% 以下的水库，其出库水温较天然水温月最大温差在 -2°C 以内。

以上月最大温差较大的水库中，大唐、杨柳田、张家坝水库均为工业、

城镇供水，出库水温偏低对供水对象无影响。其余水库虽然因充蓄滇中引水工程较低温度来水而有低温水现象，但考虑到滇中二期工程是为现有水库补充水量，但 5-7 月作物生长季水库出库水温均不低于 14℃，且涉及水平年各调蓄水库的灌片内绝大部分改造为高效节水灌溉方式，且受水区内部光照增温效应强烈，预计充蓄水量占总入库水量比例较高的水库虽有一定的低温水影响，但对作物生长及水生生物的不利影响较小。

5.2.9 生产生活废水影响分析

5.2.9.1 基坑排水

大黑箐隧洞进口位于滇池水域，隧洞进口施工采取围堰导流，基坑开挖作业面不大，产生的基坑排水量较小，不含有毒有害物质，主要污染物 SS 浓度约 1000mg/L。由于大黑箐隧洞进口段位于滇池外海水域，基坑排水须处理达标后回用或综合利用，禁止外排。

5.2.9.2 隧洞排水

(1) 隧洞施工涌水量预测

分别采用地下水径流模数法、大气降水入渗法和地下水动力学法对隧洞施工期涌水量进行预测，计算结果显示地下水径流模数法和大气降水入渗法得到的涌水量数值整体偏小，原因在于地下水径流模数法和大气降水入渗法本质上属于水均衡法，各项参数难以取得精确数据，而且两种方法没有考虑地下水静态储量对隧道涌水的影响，也不能够很好地表征断裂带的影响。因此，地下水动力学的计算结果可靠性相对更高。在地下水动力学法中，各种计算公式之间的结果相差也较大。综合对比，采用各计算公式中最大值，并以正常涌水量确定隧洞排水处理池的规模。

表 5.2.9-1 二期骨干工程隧洞涌水量预测汇总表

干线名称	隧洞名称	平均单位涌水量 (m ³ /d·m)		隧洞总涌水量 (m ³ /d)	
		正常单位涌水量	最大单位涌水量	正常总涌水量	最大总涌水量
巍山干线	雪峰山隧洞	13.10	28.80	175998.00	387890.00

安宁干线	小律隧洞	4.60	9.90	33801.00	72634.90
	牛背山隧洞	3.99	8.44	48875.10	103377.50
	九子山交通洞	1.11	5.79	2944.64	15362.81
红塔干线	中村隧洞	5.40	11.85	4856.70	10669.60
	董炳隧洞	21.27	59.73	197894.20	564488.40
石屏干线	摸左哨隧洞	0.42	1.21	901.00	2594.88
	腊家山隧洞	0.31	0.89	1091.00	3142.08
	金山坡隧洞	6.63	19.09	25974.00	74805.12
蒙自干线	杨柳田隧洞	2.07	3.93	351.74	668.30
大黑箐隧洞		2.23	6.90	21887.80	65271.10

(2) 隧洞排水影响分析

本工程施工期隧洞排水口点较多且分散，废水产生量较大，废水中不含有毒物质，但悬浮物含量较高，浇筑混凝土时 pH 值会较高。类比一期工程监测结果，本工程施工高峰期隧洞排水主要污染物浓度为：悬浮物 100~5000mg/L，pH 值为 8~10。隧洞施工过程中已经考虑采取了预灌浆固结、边开挖边衬砌等施工措施，隧洞排水的强度已经大大减少。隧洞排水直接排放情况下，会造成受纳的地表水体岸边局部水域悬浮物浓度增大，对排放口周围一定范围的水体水质产生一定影响。本工程隧洞排水受纳水体见下表：

表 5.2.9-2 二期骨干工程隧洞施工排水汇总表

受水区	序号	隧洞施工分区	受纳水体	水环境功能	行政区
大理州	1	雪峰山隧洞进、出口，支洞口	毗雄河、大坝水库、巴冲箐水库	IV类	祥云县
昆明市	2	小律隧洞进、出口，支洞口	螳螂川	V类	安宁市
	3	牛背山隧洞进、出口，支洞口	螳螂川	V类	安宁市
	4	九子山交通洞进、出口	螳螂川	V类	安宁市
玉溪市	5	中村隧洞进、出口	东风水库	III类	红塔区
	6	董炳隧洞进、出口，支洞口	东风水库	III类	红塔区
红河州	7	摸左哨隧洞进、出口	阿白冲水库	III类	石屏县
	8	腊家山隧洞进、出口	阿白冲水库	III类	石屏县
	9	金山坡隧洞进、出口，支洞口	阿白冲水库、异龙湖	III类	石屏县
	10	杨柳田隧洞进、出口	泸江	IV类	个旧市
11	大黑箐隧洞进、出口，支洞口	滇池外海	III类	昆明市	

二期骨干工程隧洞施工排水受纳水体主要有毗雄河、螳螂川、异龙湖、泸江、滇池外海、大坝水库、巴冲箐水库、东风水库、阿白冲水库，其中具有饮用功能的有东风水库、阿白冲水库。

根据隧洞施工排水接纳水体水环境功能，涉及Ⅲ～Ⅴ类水体径流区的隧洞排水处理后达标排放，对于饮用水水源地径流区内隧洞排水处理达标后需引至径流区外排放。

5.2.9.3 施工生产生活废污水

(1) 砂石料加工系统生产废水

二期骨干工程设大箐水库、大唐水库 2 座砂石料加工系统，施工期砂石料加工系统生产废水产生量约 214.8 万 m³，主要污染物 SS 浓度可达 50000mg/L。砂石料加工系统生产废水须处理达标后排放，对水环境影响较小。

表 5.2.9-3 二期骨干工程砂石料加工系统生产废水情况表

序号	系统名称	料源	供料对象	砂石料加工量 (万 m ³)	废水产生量 (万 m ³)
1	大箐水库砂石料加工系统	奔标山石料场	大箐水库及安宁干线	74.71	149.42
2	大唐水库砂石料加工系统	大唐水库石料场	大唐水库枢纽	32.69	65.38
合计				107.4	214.8

(2) 混凝土拌和冲洗废水

二期骨干工程共布设 73 台混凝土拌和机，含单独计列大黑箐隧洞的 8 台。施工期混凝土拌和冲洗废水产生量约 0.81 万 m³，主要污染物 SS 浓度可达 5000mg/L，pH 呈碱性。混凝土拌和冲洗废水须处理达标后回用，对水环境影响较小。

表 5.2.9-4 二期骨干工程混凝土拌和冲洗废水情况表

序号	受水区	混凝土拌和机 (座)	生产规模 (m ³ /h)	系统型号	废水产生量 (万 m ³)
1	大理州	8	304	JZC250、JQ350、HZ25-1Q500、3XJ ₃ -1.00、HZS90、LQB800	0.1
2	楚雄州	4	42	JQ350	0.01
3	昆明市	17	221	JZC250、HZ25-1Q500、3XJ ₃ -1.00、HZS90、LQB800	0.19
4	玉溪市	18	218	JQ350、JZ500	0.19
5	红河州	18	369	JZC250、JQ350、JZ500、HZ25-1Q500、3XJ ₃ -1.00、HZS90、LQB800	0.20

6	大黑箐隧洞	8	120	JZ500	0.12
	合计	73	1274		0.81

(3) 机修含油废水

二期骨干工程共布设 48 个生产生活区,含单独计列的大黑箐隧洞 4 个。生产生活区机械设备、车辆冲洗产生少量含油废水,废水主要污染物 SS、石油类浓度分别为 300~1500mg/L、10~50mg/L。

对于 II 类水环境功能的受纳水体,含油废水须处理达标后回用或综合利用,禁止外排;对于 III 类~V 类水环境功能的受纳水体,含油废水处理达标后排放;大黑箐隧洞施工含油废水须处理达标后回用或综合利用,禁止外排;含油废水经处理达标后回用、综合利用或排放,对水环境的影响较小。

(4) 施工人员生活污水

二期骨干工程共布设 48 个生产生活区,含单独计列的大黑箐隧洞 4 个。施工人员生活污水产生量约 51.66 万 m³,主要污染物 SS、COD、BOD₅、总磷、氨氮浓度分别为 150mg/L、250mg/L、150mg/L、4.5mg/L、20mg/L。

表 5.2.9-5 二期骨干工程施工人员生活污水基本情况表

序号	受水区	生产生活区 (个)	平均施工人数 (人)	高峰施工人数 (人)	施工期 (月)	污水产生量 (万 m ³)
1	大理州	6	580~1240	696~1615	19~68	15.12
2	楚雄州	1	85	127	12	0.24
3	昆明市	19	69~223	128~412	18~51	4.49
4	玉溪市	8	20~420	26~546	3~57	5.76
5	红河州	10	40~621	52~812	9~61	20.15
6	大黑箐隧洞	4	390	468	63	5.90
	合计	48				51.66

对于 II 类水环境功能的受纳水体,生活污水须处理达标后回用或综合利用,禁止外排;对于 III 类~V 类水环境功能的受纳水体,生活污水处理达标后排放;大黑箐隧洞施工生活污水须处理达标后回用或综合利用,禁止外排;生活污水经处理达标后回用、综合利用或排放,对水环境的影响较小。

(5) 施工期排水情况

施工期隧洞排水涉及东风水库、阿白冲水库 2 个饮用水水源保护区的，须 SS 处理满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准，其他指标处理满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准后排放。其他涉及 III类 ~ V类水体径流区的隧洞排水须处理满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级、二级标准后排放。

大黑箐隧洞进口施工基坑排水、生活污水须处理满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》(GB/T18920-2002) 后回用或综合利用，禁止外排；隧洞施工排水 SS 处理满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准，其他指标处理满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准后排放。

施工期废污水受纳水体涉及 II 类水环境功能和 III类饮用功能的有东风水库、跃进水库，上述水体径流区产生的废污水须处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》(GB/T18920-2002) 后回用或综合利用，禁止外排。

施工期废污水受纳水体涉及 III类水环境功能的有渔泡江，该径流区产生的废污水须处理满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准后排放。

施工期废污水受纳水体涉及 IV类、V类水环境功能的有毗雄河、龙川江、螳螂川、曲江、泸江，上述水体径流区产生的废污水须处理满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 二级标准后排放。

表 5.2.9-6 二期骨干工程施工期废污水排放情况统计表

受水区	受水小区	受纳水体	水环境功能	排放情况
大理州	弥渡县	毗雄河	IV类	达标排放
	祥云县	渔泡江	III类	达标排放
楚雄州	楚雄市	龙川江	IV类	达标排放
	牟定县	龙川江	IV类	达标排放
昆明市	盘龙区	螳螂川	V类	达标排放

	空港區	螳螂川	V类	达标排放
	安宁市	螳螂川	V类	达标排放
玉溪市	红塔区	曲江、东风水库	V类、III类	达标排放、禁止外排
	通海县	曲江	IV类	达标排放
	江川区	曲江	IV类	达标排放
红河州	建水县	跃进水库	II类	禁止外排
	蒙自市	泸江	IV类	达标排放
大黑箐隧洞		滇池外海	III类	隧洞排水达标排放，基坑排水和其他废污水禁止外排

5.2.9.4 线路交叉对河流水环境影响

二期骨干工程穿越较大规模河流时，可能对线路交叉河流造成短期影响。

表 5.2.9-7 二期骨干工程线路交叉主要河流一览表

序号	受水区	交叉河流名称	跨越方式
1	大理州	毗雄河、渔泡江等	管道、箱涵、倒虹吸穿过
2	楚雄州	龙川江等	管道、箱涵、倒虹吸穿过
3	昆明市	螳螂川、盘龙江等	管道、倒虹吸穿过
4	玉溪市	曲江等	管道、倒虹吸穿过
5	红河州	泸江等	管道穿过

根据河流不同地质、水文条件、河床形状，输水线路穿越河流方式主要有管道、箱涵、倒虹吸。根据施工组织设计，上述跨河建筑物施工时，需开挖基坑修筑跨河建筑物，达到跨越或下穿河流，箱涵和倒虹吸一般只需要修筑支墩，属部分河段基坑开挖，对地表水的影响更小。

跨河建筑物基坑开挖和混凝土浇筑过程中，排水、降水、渗水、养护水等汇成基坑排水。基坑排水属间断性排放，主要污染物 SS 浓度约 2000mg/L，pH 为 11~12。输水线路施工过程中，须加强跨河建筑物施工基坑排水的收集、处理，防止跨河建筑施工开挖对地表水的影响。

跨河建筑物施工过程中，通过涵管、渠道进行导流，不会使河道断流，但围堰施工会短时增加河道泥沙含量，对河道水质产生一定短期影响。而河道开挖一般在枯水季施工，这种影响程度将会增加。工程施工过程中，应注意开挖土石方的合理堆弃，施工结束后对开挖断面进行土石方回填、压实，拆除围堰恢复河道自然状态后，对地表水体的影响不大。

5.2.9.5 运行期生活污水

二期骨干工程运行后管理编制人员合计 394 人。运行期管理人员生活污水产生量约 31.52m³/d。该部分污水须经处理满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》(GB/T18920-2002)后优先选择用作园区绿化,剩余部分排放。

表 5.2.9-8 二期骨干工程管理人员生活污水基本情况表

序号	机构	工程管理人数(人)	生活污水产生量(m ³ /d)
1	滇中引水工程有限公司及建设管理调度中心	58	5.04
2	大理分公司	26	2.32
3	楚雄分公司	28	2.56
4	昆明分公司	89	8.32
5	玉溪分公司	37	4.24
6	红河分公司	109	9.04
	合计	347	31.52

5.3 地下水环境影响评价

5.3.1 施工期地下水环境影响

(1) 巍山干线雪峰山隧洞

桑木箐村泉点位于桑木箐头箐东村,泉流量 21.73L/s,高程 1534m,该泉水作为饮用水,供祥云县桑木箐村、箐东村、箐中村约 600 人饮用,供水牲畜约 1200 头。该泉点出露于二叠系下统(P₁)地层,岩性为厚层块状纯灰岩,岩溶发育,该泉点位于雪峰山隧洞的南偏东 30 度的位置,与雪峰山隧洞直线距离约 2km²,泉点与隧洞水平和垂直距离都较长,且与隧洞不处于相同水文地质单元,水力联系较弱;但该泉点位于隧洞涌水影响半径范围内,而且隧址区穿过该泉的一小部分水源补给区,隧洞开挖袭夺了一部分泉点的补给水源,可能会使泉流量减小,在故判断隧洞施工对该泉点有影响,影响程度中等。

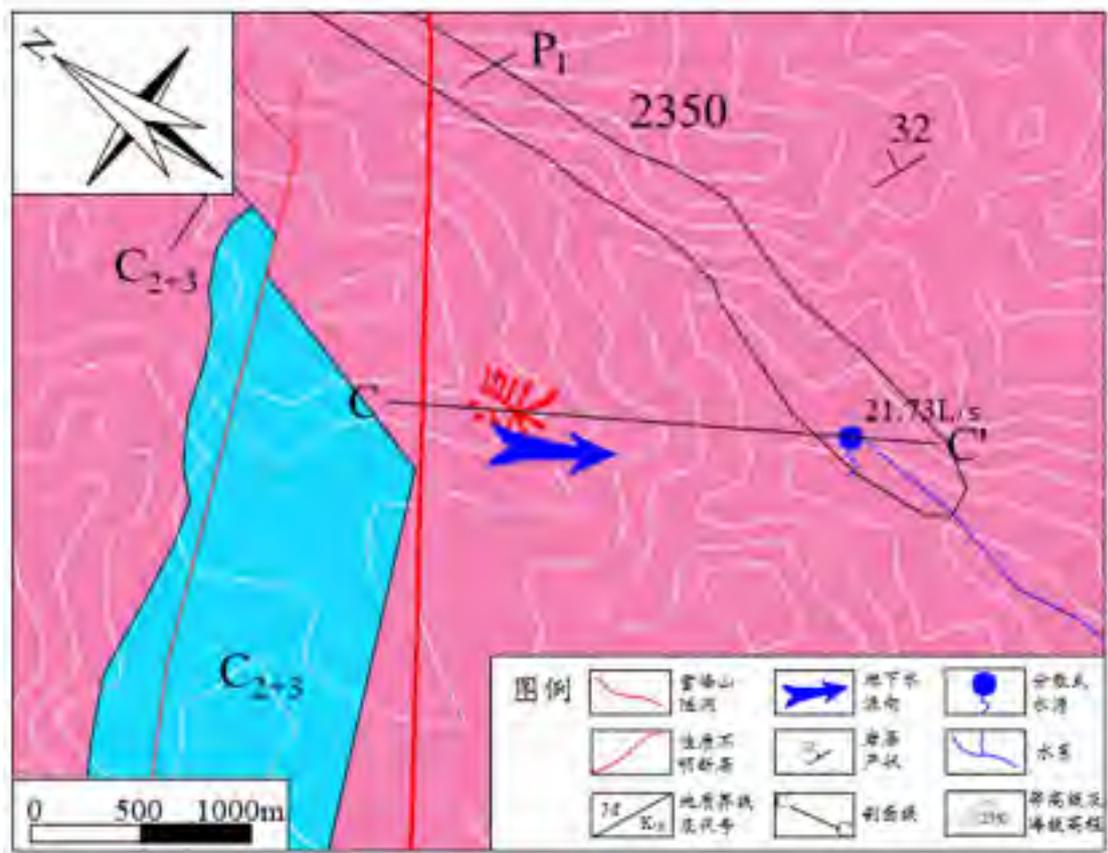


图 5.3.1-1 桑木菁村泉点点位及水文地质平面图

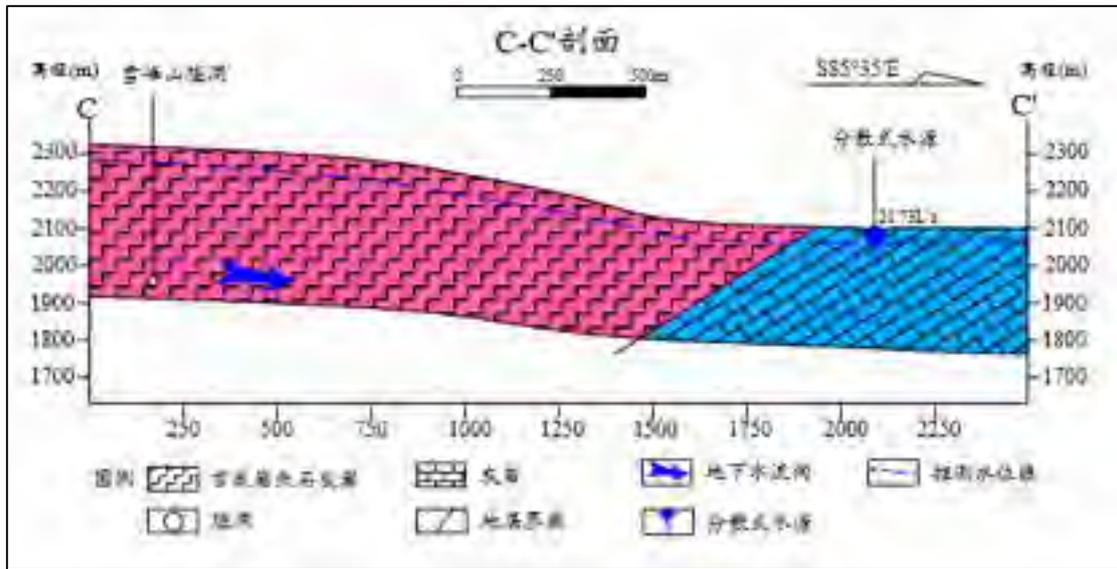


图 5.3.1-2 桑木菁村泉点水文地质剖面图

(2) 安宁干线牛背山隧洞

六岔路村位于安宁段牛背山隧洞4#施工斜井东南方向1km左右,2.7km左右为百王寨村,如图4.3.1.3-1。该村饮用水水源为山泉水,该泉位于村东

南冬瓜箐以东 300m 左右沟谷中，泉流量 0.015L/s，高程 2214m，泉水用输水水管直接引至村中饮水水池集中向村民供水。饮用泉水地下水类型为澄江组（Zac）长石石英砂岩风化裂隙水，与工程输水隧洞开挖为同一地层，且富水性中等。该泉距隧道直线距离 2.4km，与引水隧洞相对高差 341m，虽然该饮用泉与隧洞间水力梯度较大（0.17），且属同一含水层，但因该泉距隧洞位置较远，其间亦有后期侵入的辉绿岩相隔，该侵入岩富水性较弱，有一定的隔水性能，故判断该隧洞对六岔路村饮用泉点影响较小。



图 5.3.1-3 六岔路村泉点点位及水文地质平面图

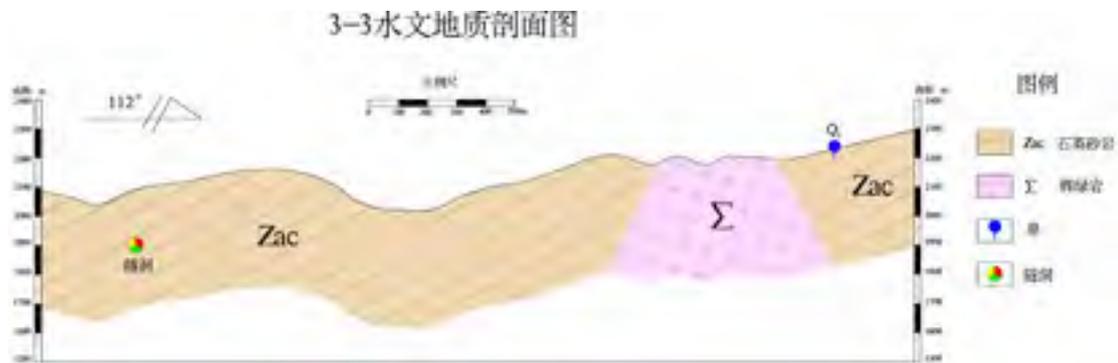


图 5.3.1-4 六岔路村泉水文地质剖面图

(3) 安宁干线小律隧洞

1) 大平地西村

大平地西村和桃圈村饮用泉均位于小律隧洞 1#渣场东南 128°方向 860m 左右山谷位置。该泉泉点高程 2300m 左右，泉流量 0.65L/s，地下水类型均为震旦系灯影组白云岩、白云质灰岩岩溶裂隙水。隧洞在距离泉点

约 950m 左右位置穿过同一地层，隧洞高程 1900m 左右，相对高差 400m，水力梯度 0.42，水力联系较强，故判断该隧洞可能会对该泉点造成影响，影响程度中等。

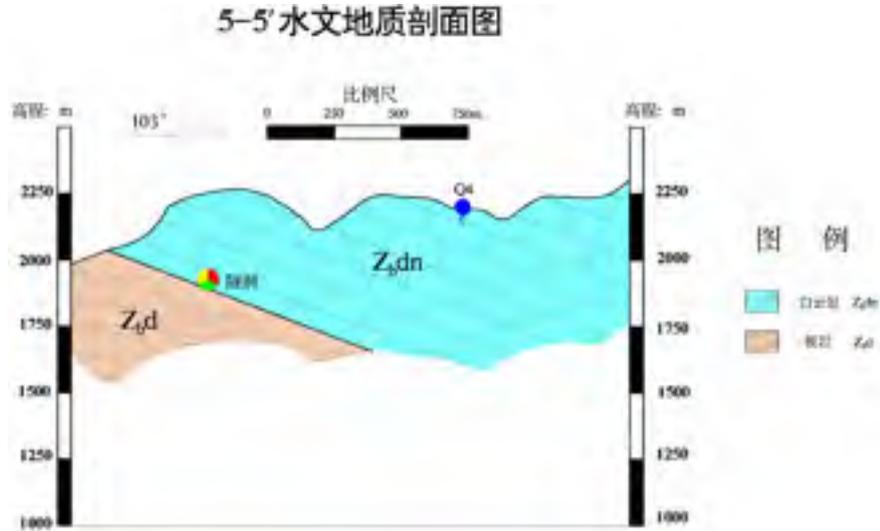


图 5.3.1-5 大平地西村饮用水水文地质剖面图

2) 大谷律村

大谷律村位于安宁段小律隧洞 2#施工斜井口北东方向 4 公里左右，该村饮用水水源为机井供水，井深 316m，高程 2297m，平季水位埋深 30m 左右，旱季水位埋深 70-80m 左右，该井同时为小谷律上下排和白泥山村供水，基井旁有泉水（Q2）出露。饮用机井揭露地层为灯影组白云岩和陡山沱组中厚层泥质板岩、石英砂岩，该基井地下水类型主要为灯影组白云岩岩溶水，出露泉水地下水类型为灯影组白云岩岩溶裂隙水。隧洞开挖澄江组（Zac）长石石英砂岩，其富水性较弱；中间有陡山沱组中厚层泥质板岩和石英砂岩相隔，富水性较弱-中等，如图 5.3.1-6。该村基井及出露泉点距离输水隧洞 3.5km 左右，相对高差 397m，但其间水力联系较弱，故判断该段隧洞对大谷律村基井饮用水影响较小。

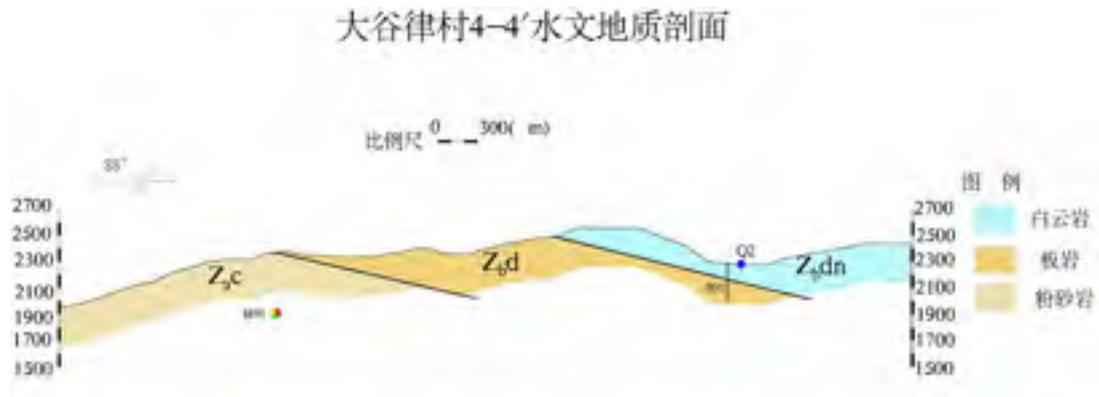


图 5.3.1-6 大谷律村机井、泉点水文地质剖面图

(4) 红塔干线董炳隧洞

玉溪盆地东侧，安华向斜西翼大面积出露 P_{1y} 、 $C+D$ 、 Z_{bd} 、 Z_{bdn} 灰岩与白云岩地层，溶蚀槽谷、洼地、溶洞、暗河发育。地下水接受大气降水补给，沿可溶岩条带由北东向南西方向径流，在玉溪盆地东侧可溶岩与非可溶岩接触带上出露成泉。在北城街涩水乡至白龙潭公园一带以泉的形式排泄，泉点出露高程在 1690~1753m 范围内，泉的总流量约 132 L/s。其中，白龙潭（YX01）为暗河出口（图 4.5.4.1-2），出露层位为 $D+C$ ，出露高程 1753m，流量 80L/s，泉口经修葺，李旗镇山头村生活水源，并用于灌溉农田；小龙潭（YX25）出露地层为 Z_{bdn} ，高程 1710m，流量 36L/s，泉口经修葺、建造蓄水池塘，作为古城村生活水源；双林寺泉（YX24）出露地层为 Z_{bdn} ，高程 1689m，流量 11L/s，泉口经修葺、建造水窖，作为东前村生活水源。

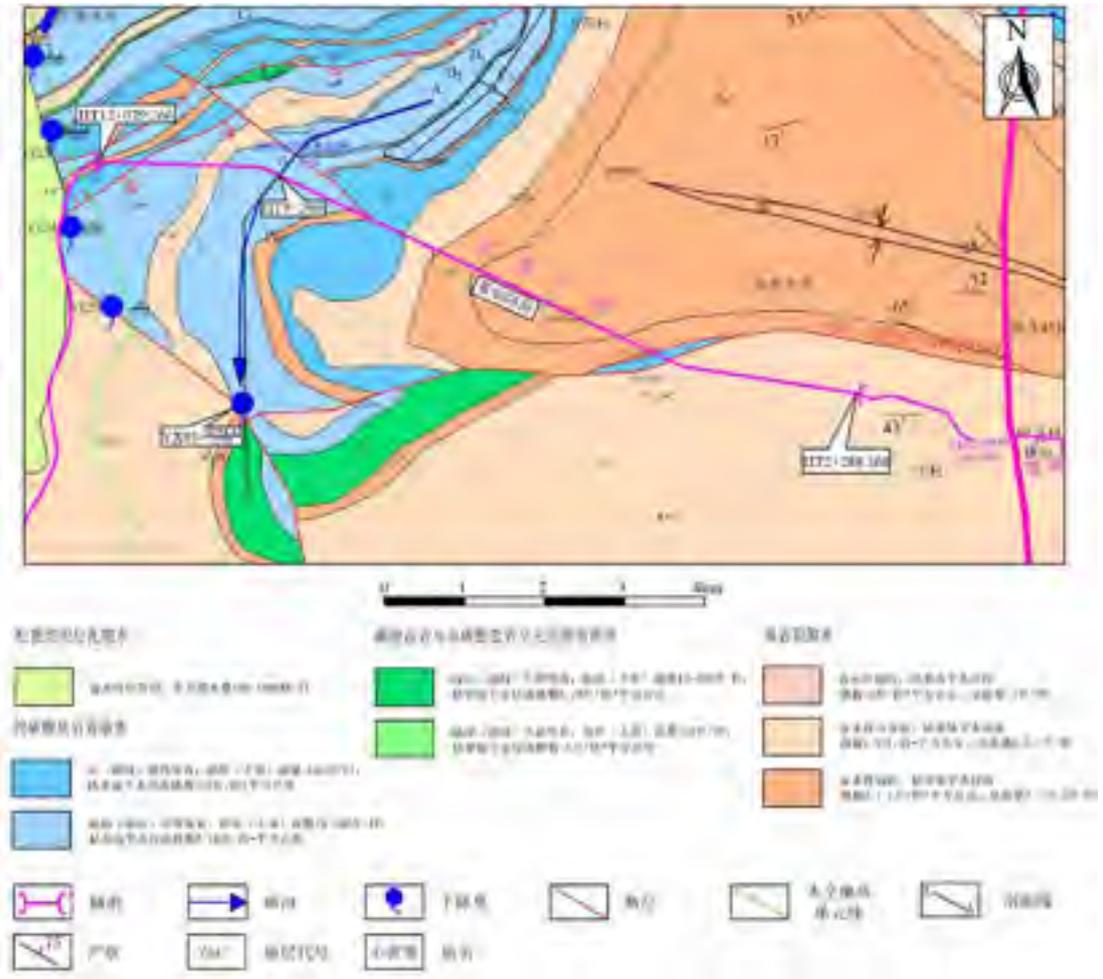


图 5.3.1-7 董炳隧洞与白龙潭、小龙潭、双林寺泉群平面位置关系图



图 5.3.1-8 白龙潭暗河出口

董炳隧洞洞线从红塔自然保护区北面穿过红塔区东面山体，出口位于前卫营东面的山坡上，隧洞长 9790.898m，设计流量 $14\text{m}^3/\text{s}$ ，设计底坡 1/1000，断面型式为城门洞型，断面尺寸 $2.6\times 3.4\text{m}$ 。董炳隧洞的底板高程在 1847.517~1837.726m 之间。董炳隧洞在 HT7+424~HT12+079.66m 穿越 P₁y、C+D、Zbd、Zbdn 灰岩与白云岩地层，穿越白龙潭、小龙潭、双林寺泉群的补给径流区（见下图）。董炳隧洞施工过程中会揭露地下暗河管道，造成白龙潭、小龙潭、双林寺泉群的减流，影响较大。



图 5.3.1-9 董炳隧洞与白龙潭暗河位置关系图

(5) 石屏干线金山坡隧洞

石屏干线金山坡隧洞主要穿越石炭系、泥盆系可溶岩地层，含水岩组富水性好，地下水类型以岩溶水为主，隧洞涌突水量较大，并且隧址区内构造发育，有岩溶泉出露（S04、S06），隧洞施工排水会影响其流量。

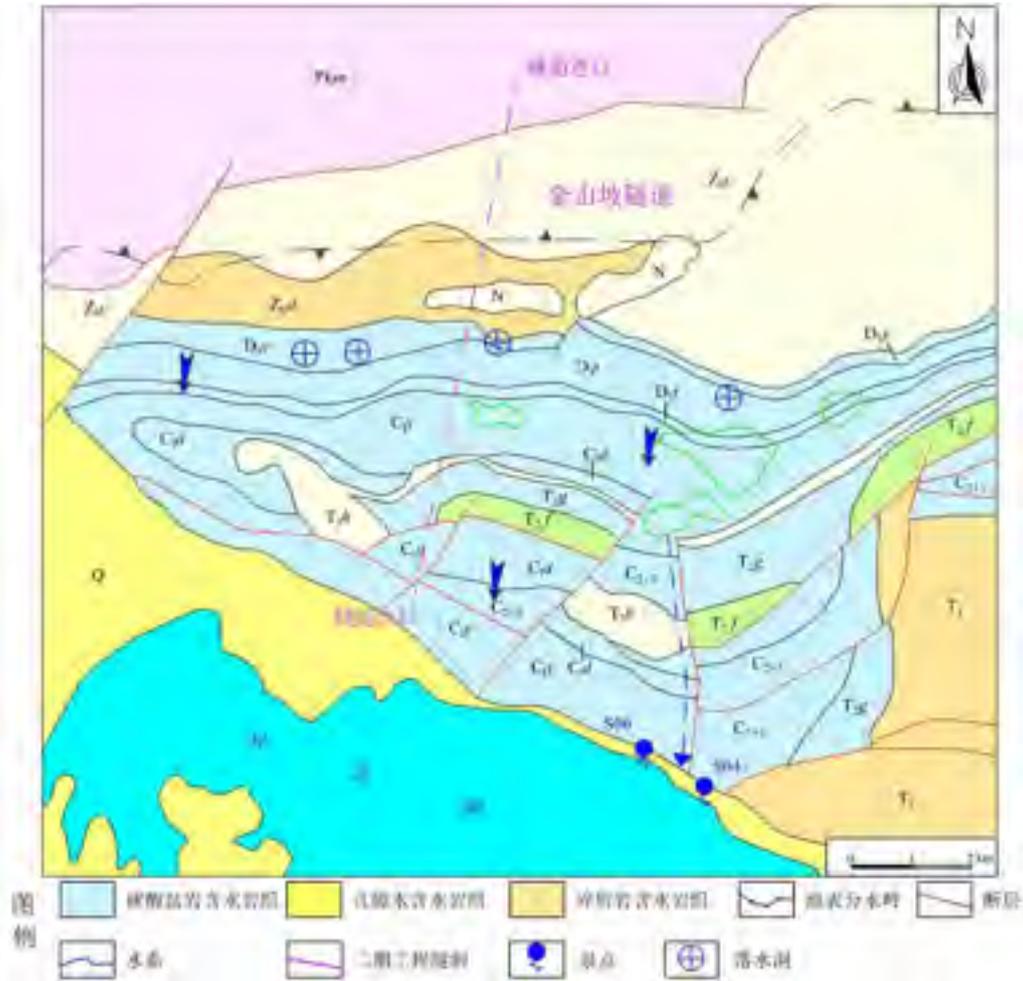


图 5.3.1-10 金山坡隧洞位置平面图

如上图所示，金山坡隧洞穿越异龙湖北边可溶岩区，隧址区内沿异龙湖北缘出露泉点（S06、S04），初步推测为沿南北向断层径流于异龙湖这个排泄低点出露排泄进入异龙湖。根据现场调查，泉点为灌溉用水，非饮用水源。隧道施工排水对泉点径流途径中的获得的补给存在分流袭夺，对泉流量有一定影响。但泉点作为仅灌溉水源，对当地居民生活影响较小。

（7）大黑箐隧洞

柴河水库是昆明市主城区 6 个集中式饮用水水源地之一，担负着昆明马金铺和晋宁晋城镇及上蒜村生活、生产用水供应任务。柴河水库涉及供水人数 13280 人，灌区面积 14946.6 亩。柴河水库也是滇池最主要的向心水系之一，从属滇池和长江中上游水土保持地域范畴。

柴河水库距离大黑箐隧洞轴线 790m，距离大黑箐隧洞 3#施工支洞 300m，柴河水库水面高程为 1939m，大黑箐隧洞出口段高程 1873m，3#支洞进口高程约 1930m。柴河水库库盆地层为美党组(Pt1m)，岩性为板岩、变质粉砂岩，富水性弱，渗透性弱。因此，大黑箐隧洞的施工和运行不会对柴河水库产生影响。



图 5.3.1-11 大黑箐隧洞与柴河水库饮用水源保护区位置关系图

5.3.2 运行期地下水环境影响

(1) 工业用水对地下水环境的影响

二期工程受水区内工业废水处理达标排放，处理后排水沿各条支流最终汇入金沙江、澜沧江、红河、南盘江，受滇中地区高原地形地貌控制，

地表河流为区域地下水的排泄途径，地下水一般不受地表河流水量的补给。因此，二期工程通水后，受水区内工业退水对地下水水质和水量基本无影响。

（2）生活用水对地下水环境的影响

二期工程通水运行后，城镇生活污水进入污水处理厂达标排放，其中大理市、楚雄市、昆明市、红塔区、个旧市、开远市生活污水收集率 95%，其他受水小区生活污水收集率 85%，大部分城镇生活污水都能进入污水处理厂得到处理。2040 年受水区内的污水处理厂处理工艺经升级改造后出水可达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标，因此污水处理厂排水浓度 COD50mg/L、氨氮 5mg/L。污水处理厂排水进入各条支流最终汇入金沙江、澜沧江、红河、南盘江，城镇生活退水对受水区地下水水质和水量基本无影响。

受水区生活用水有少部分为农村生活用水，存在农村生活污水的分散排放的现实，对于这部分不能进入污水处理厂的小部分生活污水，生活污水的初始浓度为 COD120mg/L、氨氮 25mg/L。本工程农村生活供水量较小，农村生活污水产生量较小，随着国家乡村振兴战略、农村人居环境整治行动计划的实施，农村生活污水收集处理系统的逐步建立，农村生活污水对地下水环境的影响将越来越小。

（3）农业用水对地下水环境的影响

2040 年受水区内灌溉水利用系数将由现状的 0.59 提高到 0.66~0.67，实施滇中引水二期工程后，灌溉水利用系数将有所提高，农业灌溉的回归水系数 0.1。农业灌溉对地下水环境的影响主要是由大气降水和灌溉回归水溶解一部分化肥和农药进入地下水造成。农田过量施用化学氮肥后，未被植物吸收利用的氮素（主要以 NH_4^+ 形式存在），一部分转化为 NH_3 （排入大气）或被土壤所吸附、交换，余下部分在地下水好痒带（主要是表层土），

被硝化为 NO_3^- 。由于 NO_3^- 带负电荷，难于被土壤颗粒吸附，因而其在地下水环境中具有高度的流动性和稳定性，除少量 NO_3^- 被脱氮菌转化为氮气外，大量 NO_3^- 进入地下水，从而造成长期的、广泛的污染。农药经过喷洒之后，一部分挥发进入大气，一部分被土壤颗粒吸附，一部分随水分渗入进入地下水中，其毒性、高残留特性便会发生效应，造成水体及土壤的污染。

农业灌溉会引起地下水中氮和磷含量的增加。因此，需要施行多种措施缓解农灌区的地下水环境，并及时对地下水水质进行监测评价。

(4) 矿产压覆地带地下水影响

二期骨干工程不涉及探明的矿产压覆地带，不存在矿产压覆地带地下水对本工程输水水质的不利影响。

5.4 陆生生态影响预测

5.4.1 对土地利用的影响

工程评价区总面积 22770.89hm^2 ，工程占用面积 1030.08hm^2 ，占评价区总面积 4.52% 。占用面积最大的是乔木林地，占用面积 435.12hm^2 ，占评价区乔木林地面积的 4.64% ；其次旱地和水田，面积分别为 288.45hm^2 和 79.84hm^2 ，比例为 4.96% 和 5.10% 。占用面积比例最大的是园地，占用面积 81.66hm^2 ，比例 55.32% ；其他土地利用类型占用的面积和比例均较小（表 5.4.1-1）。除占用园地比例稍大外，占用其他土地利用类型的比例都较小，对区域土地利用结构影响不大；占用农田面积较大，对区域农业生产会产生一定影响。

表 5.4.1-1 二期骨干工程占地对土地利用的影响

土地利用类型	评价区面积(hm ²)	占用面积(hm ²)	占用比例(%)
乔木林地	9375.92	435.12	4.64
灌木林地	3126.63	84.64	2.71
荒草地	699.12	10.78	1.54
园地	147.61	81.66	55.32
水田	1566.82	79.84	5.10
旱地	5817.73	288.45	4.96
水体	159.2	6.51	4.09
城镇居民点	1587.73	4.64	0.29
交通用地	103.64	23.59	22.76
工矿用地	186.49	14.86	7.97
合计	22770.89	1030.08	4.52

5.4.2 对陆生植被的影响

5.4.2.1 施工期对植被的影响

(1) 工程建设对植被的总体影响

工程建设占地总面积 1030.08hm²，其中永久占地 374.76hm²，临时占地 655.31hm²，合计占评价区总面积 22770.89hm² 的 4.52%。工程占用各植被类型面积情况如下表所示。

表 5.4.2-1 工程占地对植被的影响

植被/景观类型	评价区(hm ²)	占地面积(hm ²)			占总占地比例(%)	占评价区同类型比例(%)
		永久占用	临时占用	合计		
半湿润常绿阔叶林	618.11	11.15	11.02	22.17	2.15	3.59
硬叶常绿阔叶林	8.72	0.16	0.22	0.38	0.04	4.40
落叶阔叶林	16.11	0.23	0.51	0.74	0.07	4.62
暖温性针叶林	7802.31	47.74	177.69	225.43	21.88	2.89
热性灌丛	312.93	2.73	13.02	15.75	1.53	5.03
暖性石灰岩灌丛	106.91	1.45	5.47	6.92	0.67	6.47
暖温性灌丛	2706.79	14.06	47.91	61.97	6.02	2.29
稀树灌木草丛	699.12	8.12	2.66	10.78	1.05	1.54
人工林	930.67	71.39	114.99	186.38	18.09	20.03
园地	147.61	31.23	50.43	81.66	7.93	55.32
水田	1566.82	36.24	43.6	79.84	7.75	5.10
旱地	5817.73	134.35	154.09	288.45	28.00	4.96
水体	159.2	4.06	2.46	6.51	0.63	4.09
城镇居民点	1587.73	3.29	1.34	4.64	0.45	0.29
交通用地	103.64	3.58	20.02	23.59	2.29	22.76
工矿用地	186.49	4.98	9.88	14.86	1.44	7.97
合计	22770.89	374.76	655.31	1030.08	100.00	4.52

工程占用面积最大的植被类型为旱地，为 288.45hm²，占总占地面积的 28.00%，占评价区同类型植被面积的 4.50%；占用自然植被面积最大的类型为暖温性针叶林，占用面积 225.43hm²，占总占地面积的 21.88%，占评

价区同类型植被面积的 2.89%；工程还占用地带性植被半湿润常绿阔叶林 22.17hm²，占总占地面积的 2.15%，占评价区同类型植被面积的 3.59%；此外，工程占用硬叶常绿阔叶林面积 0.38hm²，占用落叶阔叶林面积 0.74hm²，占用热性灌丛 15.75hm²，占用暖性石灰岩灌丛 6.92hm²，占用暖温性灌丛 61.97hm²，占用稀树灌木草丛 10.78hm²，分别占评价区同类型植被面积的 4.40%、4.62%、5.03%、6.47%、2.29%和 1.54%。

工程占用较大面积的农田，对区域农业生产有一定影响，但占用面积比例不大，影响十分有限。工程占用面积较大的暖温性针叶林和暖温性灌丛均为区域广泛分布的植被类型，占用自然植被面积比例都不大，工程建设不会引起区域景观组成和结构和生态系统完整性的明显改变。但工程施工临时占用森林面积较大，建议进一步优化工程施工布置，减少对临时占地区的森林占用。

（2）调蓄工程建设对植被的影响

骨干工程改扩建大箐水库和黄坡水库，新建大唐水库和总干渠末端分水枢纽（杨柳田水库工程）。调蓄工程对植被的影响主要体现在淹没和工程占地影响。调蓄工程占地总面积约 625.85hm²，各调蓄工程建设对植被的影响分述如下：

1) 扩建大箐水库

扩建大箐水库占地总面积 137.96hm²。其中淹没面积 44.82hm²，工程永久占地 19.62hm²，临时占地 73.52hm²。大箐水库现状主要承担下游农村人畜饮水和灌区的农业灌溉供水，库区植被受到较好的保护。工程占地以林地为主，占用面积约 125.60hm²，占用草地 2.40hm²，根据调查，受影响的植被主要为半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林，工程占用的自然植被将对区域植被及生态功能带来一定不利影响，工程占用水田 3.88hm²、旱地 1.52hm²、园地 2.69hm²，工程占用耕园地将对地方农业生产带来一定影响。

此外，工程占用非植被面积 1.87hm^2 。大箐水库扩建工程占用较多的林地，将对区域生态环境和植被造成一定不利影响。

2) 扩建黄坡水库

扩建黄坡水库占地总面积 96.50hm^2 。其中淹没面积 26.72hm^2 ，工程永久占地 14.44hm^2 ，临时占地 55.34hm^2 ，工程区人为活动相对频繁且集中，植被现状具有较强的次生性。工程占地以耕地和园地为主，其中占用水田面积约 29.15hm^2 、占用旱地面积约 8.59hm^2 、占用园地约 29.08hm^2 ，工程占用耕园地将对地方农业生产带来一定影响。此外，工程占用林地面积 22.29hm^2 ，植被现状主要为暖温性针叶林和次生的半湿润常绿阔叶林。工程占用的自然植被将对区域植被及生态功能带来一定不利影响，但影响相对有限，此外，工程占用非植被面积 6.97hm^2 。

3) 大唐水库

大唐水库占地总面积 250.45hm^2 ，其中永久征地 69.28hm^2 ，临时占地 181.17hm^2 ，工程占用旱地面积最大，约有 60.22hm^2 ，其次为有林地，面积约 40.03hm^2 ，植被类型主要为人工桉树林；工程占用灌木林地面积约 17.38hm^2 ，植被主要为暖温性灌丛。分析可知，工程建设区植被以人工植被为主，生物多样性单一。自然植被为强次生性的常见灌丛，大唐水库建设对区域植被及生态功能带来的影响有限。

4) 总干渠末端分水枢纽（杨柳田水库）

总干渠末端分水枢纽为挖填水库，整个库区都需开挖，占地总面积 140.94hm^2 ，全部为永久占地，工程占地以旱地为主，面积有 103.79hm^2 ，占水库总征地面积的 73.64% ，此外，工程占用有林地 15.35hm^2 ，灌木林地 1.59hm^2 ，其他草地 5.30hm^2 ，工程涉及的自然植被主要为人工林、暖温性灌丛和暖温性稀树灌木草丛，均是次生化严重的植被类型，生物多样性较为单一，是评价区背景化的植被类型。因此，总干渠末端分水枢纽的建设

对区域植被及生态功能影响有限。

通过分析可知,4座调蓄工程占地涉及的植被包括人工植被和自然植被,自然植被主要有暖温性针叶林、暖温性灌丛、暖温性稀树灌木草丛和半湿润常绿阔叶林,均是评价区常见的植被类型且具有一定的次生性。调蓄工程占地面积占总征地面积的60.76%,4座调蓄工程分散在评价区内,对评价区植被的影响较弱。总体而言,工程建设对植被的影响较为有限,但其影响是长期,累积性的。

(3) 输水线路工程对植被的影响

本工程涉及到地表的输水线路全长44.48km,占线路总长的38.92%,其中管道13条,长38.61km;倒虹吸4条,长4.35km;箱涵3座,长1.52km。

输水线路占地总面积124.41hm²,占用自然植被以暖温性针叶林为主,另外还占用小面积的半湿润常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、落叶阔叶林、热性灌丛、暖性石灰岩灌丛、暖温性灌丛、稀树灌木草丛等类型。其中,工程永久占地22.57hm²,临时占地101.84hm²,临时工程占地中,自然植被面积44.44hm²,以暖温性针叶林为主,占用面积32.36hm²,占用热性灌丛5.83hm²、占用半湿润常绿阔叶林4.97hm²、占用暖温性灌丛0.82hm²、占用暖性石灰岩灌丛0.19hm²、占用稀树灌木草丛0.15hm²、占用落叶阔叶林0.08hm²、占用干热河谷硬叶常绿阔叶0.04hm²,工程临时占用重要植被类型半湿润常绿阔叶林及干热河谷硬叶常绿阔叶面积较小。输水工程占地属线性工程,占地具有带状狭长,面积小的特点,虽然工程占地破坏地表植被,对现有植被造成切割,但受影响的区域易于进行恢复,相对与整个评价区而言,线路工程建设对各类植被的整体影响较为有限。

(4) 隧洞工程建设对植被的影响

隧洞常作为减轻对地表影响的无害化的工程类型,本工程隧洞11条,长69.81km,占线路总长的61.08%,占地面积21.72hm²,隧洞对地表的植

被影响主要体现在隧洞进出口占地影响以及对地下水水位变化对地表植被的间接影响，本工程隧洞进出口、支洞不可避免的占用部分自然植被，主要为半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林及灌丛等。其占地具有面积小的特点，对植被的影响也相对较小，本工程隧洞进出口尽量减少占地，并注意避让保护价值高的植被类型，因此，隧洞进出口占地对植被的影响较小。

隧洞一般埋深 18~300m 之间，最大埋深约 420m，大部分洞段顶板高程低于地下水位线。研究表明，植物赖以生存的水分主要来自大气降水、空气湿度和土壤水分。隧洞施工将造成地下水水位变化，影响土壤含水量。

工程区位于滇中高原面，区域降水时空分布不均突出，区域多年平均年降水量约 860mm，在 565-1082mm 间，降水主要集中在汛期（5-10 月），一般占全年的 78.3-92.9%。全段一般年温差在 10-15℃，日温差在 10℃ 以上，多年平均蒸发量在 1126-2314mm 之间，蒸发量年内分配不均匀，主要集中在 2-8 月，占全年的 62.2-75.7%，其中 3-5 月最突出，其水面蒸发量占年蒸发量的 29.0-49.0%。

根据调查，隧洞沿线的地表自然植被类型主要为暖温性针叶林，小部分区域为半湿润常绿阔叶林，植物的生长与植被的发育与区域气候条件相适应，区域植被类型在生长过程中，绝大多数植物根系利用的土壤水分为 1m-3m 的地表土壤水，极少数植物的根系可以深入地表以下 3m-5m，有研究表明：云南松的根系分布深可达 115cm，生物量的 75% 以上集中分布在距地表 40cm 的区域。而本工程涉及隧洞埋深多位于 16.25-934m 之间，隧洞埋深较深，植物根系处于地下水包气带的土壤水带和过渡带范围内，其水分的供给主要是依靠天然降水，隧洞下穿导致的地下水位有所降低对地表植被和植物的影响相对较小，对隧洞上方植物、植被的生长和繁育影响也较小。

总体而言，隧洞上方植物优势种类多为云南松、华山松等针叶树种和

以栎类为主的壳斗科物种，绝大多数对水分不敏感，且不属于高耗水的植物，植物对水分的依赖主要来自于区域内的大气降水，区域内降水完全能够满足这些植物正常生长的需要，隧洞工程对地表植被的影响不显著。

(5) 施工道路对植被的影响

滇中引水二期骨干工程输水线路布设施工道路 195.34km，其中永久道路 17.78km，临时道路 103.64km，利用现有道路 73.92km。永久道路采用沥青混凝土路面，临时道路采用泥结碎石路面。施工道路充分利用现有道路，大大缩减了新建道路的建设里程，从而减轻的对植被的影响。道路工程占地总面积 226.26hm²，其中永久占用 30.89hm²，临时占用 191.37hm²，施工道路占地整体以林地为主，占用植被类型主要为暖温性针叶林，另涉及小面积的常绿阔叶林和灌丛，对评价区自然植被造成一定的影响。但工程永久占地面积不大。道路工程临时占地中，涉及自然植被面积 63.32hm²，以暖温性针叶林为主，占用面积 51.45hm²，占用暖温性灌丛 8.04hm²、半湿润常绿阔叶林 1.42hm²、热性灌丛 0.95hm²、稀树灌木草丛 0.72hm²、暖性石灰岩灌丛 0.60hm²、落叶阔叶林 0.11hm²，干热河谷硬叶常绿阔叶林 0.03hm²，如表 5.4.2-2。通过优化布置，临时道路选址尽量避让了重要植被类型和不易植被恢复的区域，道路工程占地大，线路长，其建设对评价区植被将造成一定的影响，但总体而言，道路工程占地区植被均为常见类型且具有次生性，其影响不显著。

(6) 渣、料场对植被的影响

工程共布设 21 个弃渣场，占地面积 176.73hm²；布设 2 个石料场，占地面积 44.12hm²；2 个土料场，占地面积 86.83hm²。

弃渣场区占用自然植被面积 61.69hm²，人工植被和其他 115.04hm²，自然植被中，占用暖温性针叶林 43.21hm²、暖温性灌丛 14.41hm²、暖温性稀树灌木草丛 1.79hm²、暖性石灰岩灌丛 1.45hm²、热性灌丛 0.6hm²、半湿润

常绿阔叶林 0.16hm²、落叶阔叶林 0.05hm²、干热河谷硬叶常绿阔叶林 0.02hm²，如表 5.4.3-2。弃渣场将破坏一定面积的暖温性针叶林、暖温性灌丛、暖性石灰岩灌丛、人工林、耕地、园地等植被。对半湿润常绿阔叶林、热性灌丛、暖性石灰岩灌丛、暖温性稀树灌木草丛、干热河谷硬叶常绿阔叶林的影响相对较小。弃渣场造成区域自然植被和人工植被面积减少，对评价区植被造成一定影响。弃渣场占用较大面积的暖温性针叶林和少量半湿润常绿阔叶林，建议下一阶段继续调整优化，避让森林植被及重要植被类型。

石料场占用自然植被面积 26.38hm²，人工植被及其他 17.74hm²，自然植被中，占用暖温性灌丛 22.63hm²、暖性石灰岩灌丛 2.97hm²、热性灌丛 0.37hm²、暖温性针叶林 0.19hm²、半湿润常绿阔叶林 0.18hm²、落叶阔叶林 0.02hm²、干热河谷硬叶常绿阔叶林 0.02hm²，如表 5.4.3-2。石料场破坏的自然植被以暖温性灌丛、暖性石灰岩灌丛为主，以上植被具有一定次生性，另外，占地范围内存在小面积的暖温性针叶林、半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿阔叶林等植被，其影响相对较小。石料场造成区域自然植被和人工植被面积减少，对评价区植被造成一定影响。

土料场占用自然植被 2.12hm²，人工植被 84.71hm²，以人工植被为主，占用的自然植被中，有暖温性灌丛 0.81hm²、暖温性针叶林 0.58hm²、半湿润常绿阔叶林 0.34hm²、热性灌丛 0.31hm²、暖性石灰岩灌丛 0.03hm²、落叶阔叶林 0.03hm²、干热河谷硬叶常绿阔叶林 0.02hm²，土料场占用自然植被面积较小，且该区域自然植被具有较强的次生性，因此，工程占用对自然植被影响有限。

(7) 生产生活区对植被的影响

工程共布设 48 处施工生产生活区及 4 个永久办公生活区。占地共 47.09hm²，其中，施工生产生活区占地面积 46.52hm²、4 座水库永久办公生

产区占地面积 0.57hm²。占地区占用自然植被面积 23.51hm²，占用人工植被面积 23.58hm²，自然植被中，占用暖温性针叶林 20.21hm²、半湿润常绿阔叶林 1.51hm²、热性灌丛 0.83hm²、暖温性灌丛 0.65hm²、暖性石灰岩灌丛 0.19hm²、落叶阔叶林 0.08hm²、干热河谷硬叶常绿阔叶林 0.04hm²，如表 5.4.3-2。生产生活区占用自然植被面积有限，且占地区自然植被次生性较强，以常见的暖温性针叶林为主。因此，生产生活区建设对植被的影响有限，建议下一阶段继续调整优化，避让森林植被及重要植被类型。

(8) 泵站工程对植被的影响

泵站占地面积 9.09hm²，占地区基本不涉及自然植被，以人工植被和非植被为主，泵站工程对植被的影响甚微。

表 5.4.2-2 工程临时占地对自然植被的影响

工程类型		植被类型								合计
		半湿润常绿阔叶林	干热河谷硬叶常绿阔叶林	落叶阔叶林	暖温性针叶林	热性灌丛	暖性石灰岩灌丛	暖温性灌丛	稀树灌木草丛	
输水线路区	管道工程区	4.97	0.04	0.08	32.36	5.49	0.11	0.69	0	43.74
	渠道工程区	0	0	0	0	0.34	0.08	0.13	0.15	0.7
	隧洞工程区	0.06	0.02	0.03	1.28	0	0	0	0	1.39
	泵站工程区	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	临时道路	0.78	0.02	0.05	27.28	0.22	0.53	4.39	0.72	33.99
	施工生产生活区	0.82	0.02	0.04	10.63	0.26	0.14	0.59	0	12.5
	弃渣场区	0.07	0.01	0.02	23.07	0.28	0.77	6.57	1.79	32.58
	合计	6.7	0.11	0.22	94.62	6.59	1.63	12.37	2.66	124.9
水源工程区	大坝枢纽区	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管道工程区	2.38	0.03	0.11	28.41	4.13	0.04	0.55	0	35.65
	土料场区	0.34	0.02	0.03	0.58	0.31	0.03	0.81	0	2.12
	石料场区	0.18	0.02	0.02	0.19	0.37	2.97	22.63	0	26.38
	临时道路	0.64	0.01	0.06	24.17	0.73	0.07	3.65	0	29.33
	施工生产生活区	0.69	0.02	0.04	9.58	0.57	0.05	0.06	0	11.01
	弃渣场区	0.09	0.01	0.03	20.14	0.32	0.68	7.84	0	29.11
	合计	4.32	0.11	0.29	83.07	6.43	3.84	35.54	0	133.6
总计	11.02	0.22	0.51	177.69	13.02	5.47	47.91	2.66	258.5	

(9) 工程建设对植被的总体影响

工程建设占地总面积 1030.08hm²，其中永久占地 374.76hm²，临时占地

655.31hm²，合计占评价区总面积 22770.89hm² 的 4.52%。工程占用各植被类型面积情况如下表所示。

表 5.4.2-3 工程占地对植被的影响

植被/景观类型	评价区(hm ²)	占地面积(hm ²)			占总占地比例 (%)	占评价区同类型比例(%)
		永久占用	临时占用	合计		
半湿润常绿阔叶林	618.11	11.15	11.02	22.17	2.15	3.59
硬叶常绿阔叶林	8.72	0.16	0.22	0.38	0.04	4.40
落叶阔叶林	16.11	0.23	0.51	0.74	0.07	4.62
暖温性针叶林	7802.31	47.74	177.69	225.43	21.88	2.89
热性灌丛	312.93	2.73	13.02	15.75	1.53	5.03
暖性石灰岩灌丛	106.91	1.45	5.47	6.92	0.67	6.47
暖温性灌丛	2706.79	14.06	47.91	61.97	6.02	2.29
稀树灌木草丛	699.12	8.12	2.66	10.78	1.05	1.54
人工林	930.67	71.39	114.99	186.38	18.09	20.03
园地	147.61	31.23	50.43	81.66	7.93	55.32
水田	1566.82	36.24	43.6	79.84	7.75	5.10
旱地	5817.73	134.35	154.09	288.45	28.00	4.96
水体	159.2	4.06	2.46	6.51	0.63	4.09
城镇居民点	1587.73	3.29	1.34	4.64	0.45	0.29
交用地	103.64	3.58	20.02	23.59	2.29	22.76
工矿用地	186.49	4.98	9.88	14.86	1.44	7.97
合计	22770.89	374.76	655.31	1030.08	100.00	4.52

工程占用面积最大的植被类型为旱地，为 288.45hm²，占总占地面积的 28.00%，占评价区同类型植被面积的 4.50%；占用自然植被面积最大的类型为暖温性针叶林，占用面积 225.43hm²，占总占地面积的 21.88%，占评价区同类型植被面积的 2.89%；工程还占用地带性植被半湿润常绿阔叶林 22.17hm²，占总占地面积的 2.15%，占评价区同类型植被面积的 3.59%；此外，工程占用硬叶常绿阔叶林面积 0.38hm²，占用落叶阔叶林面积 0.74hm²，占用热性灌丛 15.75hm²，占用暖性石灰岩灌丛 6.92hm²，占用暖温性灌丛 61.97hm²，占用稀树灌木草丛 10.78hm²，分别占评价区同类型植被面积的 4.40%、4.62%、5.03%、6.47%、2.29%和 1.54%。

工程占用较大面积的农田，对区域农业生产有一定影响，但占用面积比例不大，影响十分有限。工程占用面积较大的暖温性针叶林和暖温性灌丛均为区域广泛分布的植被类型，占用自然植被面积比例都不大，工程建

设不会引起区域景观组成和结构和生态系统完整性的明显改变。但工程施工临时占用森林面积较大，建议进一步优化工程施工布置，减少对临时占地区的森林占用。

5.4.2.2 运行期对植被的影响

本工程运行期不再对植被造成不利影响，受施工期影响的植被也将逐步得到恢复，工程运行阶段，评价区生态用水得到补偿，对评价区内水汽条件改善具有一定积极作用，土壤和空气中含水率有所增加，有利于植被的恢复和繁衍，对评价区植被向更高层次群落的演替具有促进作用。

5.4.3 对生态系统的影响

5.4.3.1 施工期对生态系统的影响

(1) 对生态系统功能的影响

工程占地区总面积 1030.08hm²，生物生产力减少 8097.41t/a，占评价区生物生产力 198405.89t/a 的 4.08%。主要损失来自人工植被，损失量 4369.79t/a，占评价区比例的 6.69%，剩余部分主要是自然植被损失，损失量 3651.53 t/a，占评价区比例的 2.85%。如表 5.4.3-1。

表 5.4.3-1 二期骨干工程占地区生物生产力损失

植被类型	平均生产力(g/m ² ·a)	评价区		占地损失			
		面积 hm ²	生产量 t/a	面积 hm ²	t/a	占评价区比例%	
自然植被	半湿润常绿阔叶林	1600	618.11	9889.76	22.17	354.72	3.59
	硬叶常绿阔叶林	1100	8.72	95.92	0.38	4.18	4.36
	落叶阔叶林	1350	16.11	217.485	0.74	9.99	4.59
	暖温性针叶林	1080	7802.31	84264.948	225.43	2434.644	2.89
	灌丛	900	3126.63	28139.67	84.64	761.76	2.71
	稀树灌木草丛	800	699.12	5592.96	10.78	86.24	1.54
小计		12271.00	128200.74	344.14	3651.53	2.85	
人工植被	人工林	550	930.67	5118.685	186.38	1025.09	20.03
	园地	450	147.61	664.245	81.66	367.47	55.32
	水田	1200	1566.82	18801.84	79.84	958.08	5.10
	旱地	700	5817.73	40724.11	288.45	2019.15	4.96
小计		8462.83	65308.88	636.33	4369.79	6.69	
其他	水体	400	159.2	636.8	6.51	26.04	4.09
	城镇居民点	250	1587.73	3969.325	4.64	11.6	0.29

植被类型	平均生产力(g/m ² ·a)	评价区		占地损失		
		面积 hm ²	生产量 t/a	面积 hm ²	t/a	占评价区比例%
交通用地	100	103.64	103.64	23.59	23.59	22.76
工矿用地	100	186.49	186.49	14.86	14.86	7.97
小计		2037.06	4896.26	49.60	76.09	1.55
合计		22770.89	198405.89	1030.08	8097.41	4.08

(2) 对水土保持力的影响

受到工程的影响，工程区内施工前后的水土保持能力有所下降，其变化了 1.90%，基本不受影响，如表 5.4.3-2。

表 5.4.3-2 施工前后评价区水土保持力变化

时期	水土保持能力
施工前	73.35
施工后	71.98
变化百分比	-1.90

(3) 生态系统质量变化

工程区生物量损失 25198.01t, 占评价区总生产量 791029.37t 的 3.19%。主要损失来自自然植被，损失量 19542.70t，占评价区比例的 2.98%，剩余部分主要是人工植被损失，损失量 5654.32t，占评价区比例的 4.55%，表 5.4.3-3。

表 5.4.3-3 二期骨干工程占地区生物量损失

植被类型	平均生物量(g/m ² a)	评价区		占地损失			
		面积 hm ²	生产量 t/a	面积 hm ²	生产量 t/a	占评价区比例%	
自然植被	半湿润常绿阔叶林	180	618.11	111259.80	22.17	3990.60	3.59
	硬叶常绿阔叶林	160	8.72	1395.20	0.38	60.80	4.36
	落叶阔叶林	150	16.11	2416.50	0.74	111.00	4.59
	暖温性针叶林	60	7802.31	468138.60	225.43	13525.80	2.89
	灌丛	20	3126.63	62532.60	84.64	1692.80	2.71
	稀树灌木草丛	15	699.12	10486.80	10.78	161.70	1.54
小计		12271.00	656229.50	344.14	19542.70	2.98	
人工植被	人工林	30	930.67	27920.10	186.38	5591.40	20.03
	园地	20	147.61	2952.20	81.66	16.33	0.55
	水田	15	1566.82	23502.30	79.84	11.98	0.05
	旱地	12	5817.73	69812.76	288.45	34.61	0.05
小计		8462.83	124187.36	636.33	5654.32	4.55	
其他	水体	5	159.20	796.00	6.51	0.33	0.04
	城镇居民点	6	1587.73	9526.38	4.64	0.28	0.00
	交通用地	1	103.64	103.64	23.59	0.24	0.23
	工矿用地	1	186.49	186.49	14.86	0.15	0.08

植被类型	平均生物量(g/m ² a)	评价区		占地损失		
		面积 hm ²	生产量 t/a	面积 hm ²	生产量 t/a	占评价区比例%
小计		2037.06	10612.51	49.60	0.99	0.01
合计		22770.89	791029.37	1030.08	25198.01	3.19

(4) 生态状况指数的影响

受工程的影响，评价区施工前后的生态状况指数有轻微的下降，其变化了 0.46%，基本不受工程建设的影响，如表 5.4.3-4。

表 5.4.3-4 施工前后评价区生态状况指数变化

时期	生态状况指数
施工前	0.6605
施工后	0.6575
变化百分比(%)	-0.46

(5) 生态系统质量指数的影响

受到工程的影响，评价区施工前后的生态系统质量指数有所下降，其前后变化了 1.11%，由此工程建设对评价区生态系统质量的影响较小，基本不受影响，见下表。

表 5.4.3-5 施工前后评价区生态系统指数变化

时期	生态系统功能指数	生态系统胁迫指数	生态系统质量指数
施工前	0.8449	0.2946	0.5503
施工后	0.8449	0.3007	0.5442
变化百分比(%)	0.00	2.07	-1.11

总体而言，工程建设对评价区生物生产力和水土保持能力的减少都很少，对生物量、生态状况指数以及生态系统质量指数的减少都很少，工程建设对评价区生态系统功能和生态系统质量的影响不明显。

5.4.3.2 运行期对生态系统的影响

本工程建设运行后，无污染物产生，不再新增占地影响，评价区水资源量有所增加，区内生态用水得到补偿，河道内、各库区及湖泊水量增加，裸露的河滩地面积将逐渐减少，随着时间延长，天然河段生态系统将逐步改善。在经过一段时期后，评价区生态系统将建立新的平衡。

5.4.4 对景观的影响

5.4.4.1 景观生态组成变化

受工程影响各类景观斑块数总计变为 923 块，其中稀树灌木草丛的斑块数增加数量最多，增加了 162 块，除了人工林和园地，其余的均有所增加。各类景观平均斑块面积均有减少。工程总体对景观生态组成变化的影响不大。如下表。

表 5.4.4-1 二期骨干工程占地对景观组成的影响

景观类型	景观面积 (hm ²)		斑块数量(个)		平均斑块面积变化 (hm ²)
	施工前	施工后	施工前	施工后	
半湿润常绿阔叶林	618.11	618.11	11	13	-8.64
硬叶常绿阔叶林	8.72	8.7	2	2	-0.01
落叶阔叶林	16.11	16.15	2	2	0.01
暖温性针叶林	7802.31	7987.63	86	138	-32.84
热性灌丛	312.93	315.73	12	13	-1.79
暖性石灰岩灌丛	106.91	108.26	17	18	-0.28
暖温性灌丛	2706.79	2462.35	81	88	-5.44
稀疏灌木草丛	699.12	887.79	53	215	-9.06
人工林	930.67	375.58	42	40	-12.77
园地	147.61	140.23	3	2	20.92
水田	1566.82	1628.58	37	53	-11.62
旱地	5817.73	6035.6	126	211	-17.57
水体	159.2	161.03	8	16	-9.93
城镇居民点	1587.73	1580.04	57	58	-0.61
交通用地	103.64	75.61	7	8	-5.36
工矿用地	186.49	369.5	40	46	3.37
合计	22770.89	22770.89	584	923	-14.32

5.4.4.2 景观格局影响预测与评价

(1) 景观多样性指数变化

施工前后评价区景观多样性指数和景观均匀度指数略有下降，Shannon-Weaver 多样性指数由 1.7341 下降至 1.7315，Shannon 均匀度指数由 0.6761 下降至 0.6751，Simpson 多样性指数由 0.7604 下降到 0.7587，Simpson 均匀度指数由 0.8238 下降到 0.8219。总的说来，评价区的景观多样性指数并不因工程的实施而发生明显的改变。景观多样性指数变化见下表。

表 5.4.4-2 施工前后评价区景观多样性指数变化

时期	多样性指数 SHDI	多样性指数 SIDI	均匀度指数 SHEI	均匀度指 数 SIEI	优势度指 数 LSDI
施工前	1.7341	0.7604	0.6761	0.8238	0.3239
施工后	1.7315	0.7587	0.6751	0.8219	0.3249

(2) 景观空间格局变化

施工前后评价区景观空间格局指数破碎度指数增加，破碎度由 44.2224 上升至 44.9401，景观更加破碎化，而聚集度、连通度均有所下降，聚集度由 87.7814 下降至 87.7586，连通度由 96.3256 下降至 96.3207。总的说来，评价区的景观空间格局指数并不因工程的实施而发生明显的改变。景观空间格局指数变化见下表。

表 5.4.4-3 施工前后评价区景观空间格局指数变化

时期	蔓延度 CONTAG	聚集度 AI	连通度 COHESION	分割度指数 DIVISION	破碎度 SPLIT
施工前	56.5453	87.7814	96.3256	0.9774	44.2224
施工后	56.4358	87.7586	96.3207	0.9777	44.9401

总体来看，工程建设对评价区的景观生态组成、景观多样性指数以及景观空间格局变化的影响不大。

5.4.5 对植物的影响

5.4.5.1 施工期对植物的影响

(1) 水库淹没对植物的影响

扩建水库（大箐水库、黄坡水库）淹没区较重要的植被类型主要有半湿润常绿阔叶林和暖温性针叶林。根据现状调查，受损的植物个体主要为滇石栎、滇青冈、光叶石栎、云南松、高山栲、清香木、矮杨梅、珍珠花、小铁仔、硬杆子草、白茅、白健杆等一些常见植物种类；大唐水库淹没区以人工桉树林和耕地为主，受损的植物资源以常见的草本和栽培植物为主；总干渠末端分水枢纽为挖填水库，自然植被仅为自然植被长期破坏后的灌

草丛，受水库淹没影响植物种类约 400 余种，植物种类均为滇中地区常见物种。

工程建设将使水库淹没区的植物消失，但被破坏的植物在评价区内都有分布，少数植物个体数量的损失对评价区植物多样性及区系组成的影响有限，调蓄工程建设不会造成植物种类的减少或丧失。

(2) 工程占地对植物资源的影响

工程建设将造成地表植被扰动，输水线路开挖、弃渣场、施工道路、料场等设施建设，将破坏一定面积的云南松林、半湿润常绿阔叶林、暖性石灰岩灌丛、暖温性稀树灌木草丛等植被。根据植被影响分析，工程占用自然植被以暖温性针叶林和暖温性灌丛为主，占用半湿润常绿阔叶林和硬叶常绿阔叶林的面积有限。根据占地区植物植被调查，受影响的植物均为常见植物种类，且在评价区广泛分布。受影响的主要植物种类约 800 余种，如云南松、华山松、云南油杉、滇石栎、锥连栎、麻栎、旱冬瓜、车桑子、华西小石积等木本植物和区域广泛分布的草本植物。

由于受影响的植物均与区域广泛分布的植物种类，工程建设不会导致植物个体数量的明显减少，种群结构和区系组成、特征的明显改变，更不会导致物种的灭绝。

(3) 对保护植物的影响

国家二级保护植物云南金钱槭 (*Dipteronia dyeriana*)距建水干线距离超过 500m，不受工程建设影响。

(4) 对名木古树的影响

评价区内未调查到名木古树分布，因此，工程建设对名木古树无影响。

5.4.5.2 运行期对植物的影响

工程运行期不再对评价区植物造成不利影响，评价区内生态用水得到

补偿，区域水湿条件有所改善，将有利于植物的生长发育。

5.4.6 对陆生动物影响

5.4.6.1 施工期对陆生动物的影响分析

(1) 工程占地及淹没对陆生动物的影响

工程占地及淹没对陆栖脊椎动物的不利影响主要表现为栖息地丧失和对动物通道的阻隔。

大箐水库、黄坡水库现在生境保护相对较好，本次在已有库区基础上扩建，很大程度上减少了淹没面积。现状工程区动物种类和数量均较少，且栖居在此的动物对库区阻隔具有一定适应性；大唐水库和总干渠末端分水枢纽植被现状以人工植被为主，人为活动频繁，区内缺乏动物藏身和觅食场所，不适宜陆生动物栖息，因此，动物种类和数量均较少。

工程输水线路狭长，占地面积较小，且以隧洞为主，同时，施工涉及以倒虹吸、渡槽、暗涵、明管、埋管结合的方式布置，极大程度减轻了线路工程的阻隔影响。调查也未发现横穿骨干工程建设区域的重要动物通道。

虽然工程占地和淹没将对动物的生境造成一定破坏，压缩动物的生存空间，但不会对动物的生存和繁殖造成明显影响；工程影响是短期的，施工结束后将进行土地复垦和植被恢复，多数动物有重返原环境的条件和可能。

(2) 工程施工对陆生动物的影响

工程兴建过程中，对陆生动物的影响具体表现为：

①主体工程基础开挖与排水，砂石料冲洗废水，施工人群生活污水以及各类机械的含油污水等，对水质将会产生不利影响，影响沿河生活的一些种类，如两栖类和水生型爬行类、水域栖居型鸟类。

②基础开挖、交通运输、拌和机械的运行产生噪声污染；砂石料加工

产生的粉尘与扬尘形成粉尘污染；燃煤、燃油产生废气导致气体污染。施工区的噪声污染、粉尘污染和气体污染可能使一些中小型兽类暂时迁出施工区，由于施工区处于河谷缓坡，地势相对开阔，气体和噪声的扩散条件较好，对区域环境空气质量影响不会太严重。

③弃渣、开挖造成的水土流失、生产生活的垃圾等，均会对施工区的野生动物生存产生一定程度的影响，但都可以采取措施加以预防和减免。

④工程施工期人类活动干扰加重，可能对动物的活动产生一定影响，但工程建设的大部分地段已是受人类活动强烈影响的区域，且大多数地段沿现有公路布线，原有人为干扰已经很严重，大多数物种对干扰已经适应，在加强施工管理等措施基础上，施工期人类活动对野生动物的影响不明显。

从整体上说，骨干工程建设将使动物的栖息和活动场所缩小，如小型穴居兽类和爬行类的洞穴、鸟类巢区的生境遭到破坏后，少数动物的繁殖将有可能受到一定影响。结果迫使原栖息在这一带的动物迁往其他生境适宜的地区，但不会导致任何物种的消失。两栖类动物也会受到一定影响，种群在一段时间内将会有大的波动，最后随着工程建设的结束，生态环境逐渐恢复，种群又会得以恢复或略有增长。

(2) 对珍稀濒危保护动物的影响

评价区有国家重点保护野生动物 42 种(国家 I 级保护动物 6 种(鸟类 2 种，哺乳类 4 种)，国家 II 级保护动物 36 种(两栖类 2 种、鸟类 31 种、哺乳类 3 种))；有云南省级保护种类 1 种(爬行类)，被《中国脊椎动物红色名录》列为珍稀濒危种类 14 种(两栖类 3 种，爬行类 5 种，鸟类 2 种，哺乳类 4 种)，被《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录收录的物种有 24 种。这四个名录有些种类有重复，故有珍稀保护种类 50 种。

33 种保护鸟类中有 20 种为猛禽，因为其活动范围大而进入评价区内觅食，但并不在此繁殖，故工程建设不会对其产生明显影响；国家 I 级重点保

护鸟类青头潜鸭(*Aythya baeri*)栖息于评价区的大理洱海中,工程施工和运营不会其栖息和觅食产生影响。另外一种国家 I 级重点保护鸟类黄胸鹀(*Emberiza aureola*)栖息于昆明市和红河州的评价区低山丘陵和开阔平原地带的灌丛、草甸、草地和林缘地带。其主要威胁来自于人类捕杀,特别是来自非法捕猎,已经濒临灭绝。在中国,黄胸鹀(俗名禾花雀)在鸟类贸易中占有很大份额,中国南方和北方该物种进入贸易市场的形式也有着极大的差异。在中国北方,此物种作为一种宠物进入贸易市场,因其雄性外形优美叫声悦耳而受到欢迎;而在中国南方,此物种作为食品进入市场,由于中医理论认为该物种有滋补强壮的作用,因而在广东民间人们将中医理论加以衍生,错误地宣传食用以黄胸鹀为主要原料煲制的汤可以补肾壮阳,极大地提高男性的性能力。虽然这一说法没有得到现代药理学的实验支持,但这一传统仍然随着粤菜和广东食文化的传播而广泛传播,由于此物种始终未能实现人工繁殖,饮食文化所需的个体均系野外捕捉。这一饮食文化给黄胸鹀带来了灭顶之灾,并造成野生黄胸鹀的种群数量大幅度下降。国家 2021 年把该种动物列为 I 级重点保护鸟类,极可能是居于此种原因。所以对这种保护鸟类的威胁不是来自引水工程,本工程对黄胸鹀影响不大。

根据资料表明苍鹰(*Accipiter gentile*)分布于楚雄州的白马山自然保护区和三峰山自然保护区内,由于其分布区距离工程布置区和影响评价区较远,工程项目施工和运行不会对该种动物产生影响。

根据资料表明领角鸮(*Otus bakkamoena*)和褐林鸮(*Strix leptogrammica*)分布于楚雄州三峰山自然保护区内,由于其分布区距离工程布置区和影响评价区较远,工程项目施工和运行不会对它们产生影响。

根据资料表明燕隼(*Falco subbuteo*)分布于昆明市评价区的田坝、山坡稀树灌丛及耕作地,活动范围大。工程项目实施和运行对该种动物的影响很小。

灰鹤 (*Grus grus*) 栖息于湖泊湿地及附近的农田中。引水工程有利于扩大其越冬的栖息地和觅食地, 有利于该种动物的生存和繁衍。

白胸翡翠(*Halcyon smyrnensis*)栖息于河流、稻田中的沟渠、稀疏丛林、城市花园、鱼塘。工程有利于扩大其栖息地, 有利于该种动物的生存和繁衍。

红喉歌鸲(*Luscinia calliope*)、画眉(*Garrulax canorus*)和红嘴相思鸟(*Leiothrix lutea*)鸣声婉转动听, 是世界各地著名的笼养观赏鸟类, 也是中国传统的外贸出口鸟类。每年除大量捕捉供各动物园和个人饲养观赏外, 还出口境外, 致使它们的种群数量显著减少, 应控制捕猎, 注意保护资源。故本工程对上述 3 种保护鸟类的影响不大。

橙翅噪鹛(*Garrulax ellietii*)栖息于海拔 1500-3400m 的山地和高原森林与灌丛中。主要在大理州工程影响区边缘活动, 在海拔较高的区域繁殖(吴至康观察到巢穴位于 2400m, 杨岚等观察到的巢穴位于 3250m), 工程对该种保护鸟类影响不大。

红胁绣眼鸟(*Zosterops erythropleura*)生活于阔叶林、针叶林、园亭、果园、高大行道树和竹园间。在滇中引水工程影响评价区, 分布于昆明市、玉溪市和红河州。工程对该种保护鸟类影响不大。

滇鸲(*Sitta yunnanensis*)常见于海拔 1300-3200m 中山和高山沟谷林、山坡针叶林或针阔混交林带。在较大的树干上作短距离攀行, 寻觅树皮中的昆虫为食。所以在工程建设中, 应注意保护乔木树及乔木林。一般而言对该种保护鸟类影响不大。该种鸟类分布在大理州、楚雄州、昆明市和玉溪市适宜的生境中。

白腹锦鸡(*Chrysolophus amherstiae*)、白鹇(*Lophura nycthemera*)和楔尾绿鸠(*Treron phenura*)虽在评价区有分布, 但基本上是在评价区相邻的山林地区活动, 偶尔可能出现在评价区范围内。工程施工和运营不会对上述的

国家重点保护动物在当地的生存、繁衍及种群密度造成明显影响。

保护动物两栖类——虎纹蛙(*Rana tigrina*)分布于红河州段的蒙自等地稻田、山溪、小河等生境，工程对它的影响不大，工程建成运行后，会扩大其栖息地，有利于该种动物的生存和繁衍。

红瘰疣螈(*Tylototriton verrucoosus*)在评价区内楚雄州和红河州的适宜生境中有分布。因其去内脏的干制品认为有药用价值而被捕捉；又以其色斑艳丽，活体也被出售供饲养观赏，数量急剧减少。加以人口增长，开发山区，栖息环境日益缩小，也影响其数量，需加以保护。工程对红瘰疣螈的影响不大，工程建成运行后，会扩大其栖息地，有利于该种动物的生存和繁衍。

对珍稀物种云南臭蛙(*Rana andersonii*)和双团棘胸蛙(*Paa yunnanensis*)主要的威胁是人们对它们的捕食，要严禁施工人员购买、捕捉和食用双团棘胸蛙及云南臭蛙，以保护这2种动物。

对爬行类中的珍稀保护物种孟加拉眼镜蛇(*Naja kaouthia*)、王锦蛇(*Elaphe carinata*)、三索锦蛇(*Elaphe radiata*)、黑眉锦蛇(*Elaphe taeniura*)和黑线乌梢蛇(*Zaocys nigromarginatus*)同样存在着购买、捕捉和食用的问题。中国传统习惯有把蛇类制成泡酒饮用，认为这样制成的酒类可以治疗风湿、关节炎，这些都对蛇类和珍稀保护蛇类造成较大的威胁。要教育施工人员严格遵守国家和云南省野生动物保护法和有关条例，严禁工程施工人员购买、捕捉和食用蛇类。

根据资料，大灵猫(*Viverra zibetha*)、小灵猫(*Viverricula indica*)、林麝(*Moschus berezovski*)和穿山甲(*Manis pentadactyla*)等4种国家I级重点保护野生动物分布于楚雄州的白马山自然保护区和三峰山自然保护区内，由于其分布区距离工程布置区和影响评价区较远，工程项目施工和运行不会对这些动物产生影响。

对于保护物种猕猴 (*Macaca mulatta*)、赤狐 (*Vulpes vulpes*)和豹猫(*Felis bengalensis*), 其个体大, 反应机敏、运动能力极强, 且分布在评价区边缘, 故工程施工和运行对它们的影响不大。

对哺乳类中的珍稀物种复齿鼯鼠(*Trogopterus xanthipes*), 由于其运动能力强, 且分布在评价区边缘, 故工程施工和运行对它的影响不大。

5.4.6.2 营运期对陆生动物的影响分析

工程运行期不产生污染, 不会产生陆生动物生境污染的影响。根据施工建筑物布置形式, 输水工程布置以隧洞、倒虹吸、明渠、箱涵等形式相结合的方式布设, 不会对陆生脊椎动物产生明显的阻隔影响; 4座新建水源工程占地有限且分散, 另外, 工程管护人员检修和管理会带来一定的扰动, 但其行为对动物的影响甚微。在工程运行后, 评价区水资源量得到增加, 天然河道生态用水得到补偿, 对喜湿的两栖类带来有利影响, 会扩大珍稀濒危保护动物双团棘胸蛙等两栖动物的栖息地, 有利于上述保护动物的生存和繁衍。同时, 一些水鸟和以两栖类为食的爬行类动物会有所增加。

工程对滇池、杞麓湖、异龙湖三个高原湖泊进行生态补水, 根据对补水湖泊现状存在环境问题分析以及补水对湖泊水资源、水质、水位的分析结论, 滇池补水有利于滇池水环境改善, 通过调度运行, 补水不会造成滇池水位明显改变, 因此, 对滇池的鸟类无明显不利影响; 生态补水有效地弥补了杞麓湖流域来水量不足问题, 有利于维持麓杞湖水位的正常调度运行, 不会造成水位的突增突减。生态补水有利于杞麓湖水质的改善, 对湿地生态系统恢复和改善具有积极作用, 也有利于鸟类, 尤其是水鸟类栖息生境的改善。异龙湖生态补水能够打破水资源日益短缺和水环境恶化的局面, 对异龙湖沼泽化起到遏制作用, 对鸟类的生境恢复具有促进作用, 生态补水最大可抬升湖面水位 0.97m, 生态补水有利于异龙湖在法定水位线上

调度，但不会造成水位的突增突减。水量增加和水质改善有利于生态系统恢复，鸟类栖息地恢复。对解决游禽种类和数量减少，生境退化等威胁的消除具有积极作用。

5.5 水生生态影响预测

5.5.1 对浮游植物的影响

5.5.1.1 施工区影响

工程建设期对浮游植物的影响主要体现在施工对河道或其他水体的物理扰动，这种扰动往往是小范围和短期的，待工程施工结束后，这种影响会消失，被扰动的区域的浮游植物也会逐渐得到还原，总体影响较小。

5.5.1.2 受水区影响

(1) 2030 年影响预测

2030 水平年滇中引水工程新增来水量为 26.23 亿 m^3 ，新建调蓄水库中中村水库库区水体由河流态转变为湖库态，浮游植物密度和生物量均会有所上升；大唐、杨柳田水库坝址处河流为季节性冲沟，现状浮游植物生物量较少，建库后库区浮游植物密度和生物量上升变化较明显。对于黄坡、大箐 2 座扩建调蓄水库而言，水质将会得到改善，浮游植物密度和生物量将会降低，往喜清洁型浮游植物群落方向发展。部分水库目前水质较好，预测来水对水库水质影响不大，浮游植物群落变化较小。

由于滇中引水工程来水水质较好，在已建调蓄水库中现状水质较好的水库，浮游植物群落结构影响较小；对一些水质尚好，但劣于来水水质的水库，水质将得到提升，浮游植物密度将会减少，往喜清洁型浮游植物群落方向发展。

受水河道中水质较好的，浮游植物群落趋于稳定，受水后影响较小；水质较差的，水质将得到较大提升，水流增大，浮游植物密度和生物量将

会降低，往喜清洁型、河流型浮游植物群落方向发展。

受水的湖泊在长期的清洁水体稀释下，水质改善，浮游植物将会有下降趋势，往喜清洁型浮游植物群落方向发展。

调查河段的浮游植物均为广布种，不会形成新的外来物种入侵。

(2) 2040 年影响预测

2040 水平年滇中引水工程新增来水量为 34.03 亿 m^3 ，对受水区浮游植物的影响为：受水区水库、河道、湖泊的水质进一步改善，浮游植物的变化趋势与 2030 年基本相同，浮游植物往喜清洁型群落方向发展，密度和生物量进一步下降。

5.5.1.3 退水区影响

(1) 2030 年影响预测

2030 水平年滇中引水工程新增退水量为 4.60 亿 m^3 ，工业及城镇生活退水由用水户排放经污水处理厂处理后进入河流，农业用水由灌区排放至下游河流，各类退水从支流逐渐汇入 11 条一级支流、最终进入 4 大流域的干流河段。退水区水量增加，水质总体得到改善，且退水区浮游植物密度和生物量与受水区密切相关，预测退水区的河流浮游植物密度均有下降的趋势。

(2) 2040 年影响预测

2040 水平年滇中引水工程新增退水量为 5.80 亿 m^3 ，退水途径与 2030 年一致。退水影响为：工业退水由用水户排放经污水处理厂处理后，最终进入下游河流的水量增加，水质变化较小，根据本报告对退水河流地表水环境的影响分析结果，退水区的水质总体得到进一步改善，水量进一步增加，退水区河流的流量增大，河流流动性增强，预测退水区的河流浮游植物密度和生物量将会进一步降低，往喜清洁型浮游植物群落方向发展。

5.5.2 对浮游动物的影响

5.5.2.1 施工区影响

工程建设期对浮游动物的影响主要体现在施工对河道或其他水体的物理扰动，这种扰动往往是小范围和短期的，待工程施工结束后，这种影响会消失，被扰动的区域的浮游动物也会逐渐得到还原，总体影响较小。

5.5.2.2 受水区影响

(1) 2030 年影响预测

至 2030 水平年，新建调蓄水库的中村水库库区水体由河流态转变为湖库态，浮游动物密度和生物量均会有所上升；大唐、杨柳田水库坝址处河流为季节性冲沟，现状浮游植物生物量较少，建库后库区浮游动物密度和生物量上升变化较明显。对于黄坡、大箐 2 座扩建调蓄水库而言，水质将会得到改善，浮游植物密度和生物量将会降低，往喜清洁型浮游植物群落方向发展。部分水库目前水质较好，预测来水对水库水质影响不大，浮游植物群落变化较小。

由于滇中引水工程来水水质较好，在已建调蓄水库中现状水质较好的水库，浮游动物群落结构影响较小；对一些水质尚好，但劣于来水水质的水库，水质将得到提升，浮游动物密度将会减少，往喜清洁型浮游动物群落方向发展。

受水的河道中，水质较好的河道，浮游动物群落趋于稳定，受水后影响较小；水质较差的河道，水质将得到较大提升，水流增大，浮游动物密度和生物量将会降低，往喜清洁型、河流型浮游动物群落方向发展。

受水的湖泊在长期的清洁水体稀释下，水质改善，浮游动物将会有个体大型化，密度下降趋势，往喜清洁型浮游动物群落方向发展。

调查河段的浮游动物均为广布种，不会形成新的外来物种入侵。

(2) 2040 年影响预测

至 2030 水平年，对受水区浮游动物的影响为：受水区水库、河道、湖泊的水质进一步改善，浮游植物的变化趋势与 2030 年基本相同，浮游植物密度和生物量进一步降低，浮游动物密度和生物量将会随之降低，往喜清洁型浮游动物群落方向发展。

5.5.2.3 退水区影响

(1) 2030 年影响预测

2030 水平年，退水区水质得到较大改善，水量增加，且退水区浮游动物密度和生物量与受水区密切相关，预测退水区的河流浮游动物密度和生物量均有下降的趋势。

(2) 2040 年影响预测

2040 水平年退水区河道的水质总体得到进一步改善，水量进一步增加，退水区河流的流量增大，河流流动性增强，预测退水区的河流浮游动物密度和生物量将会进一步降低，往喜清洁型浮游动物群落方向发展。

5.5.3 对底栖动物的影响

5.5.3.1 施工区影响

项目施工区域将会扰动和占据部分原有底栖动物的生活环境，导致局部底栖动物不复存在，但这些区域都比较小，仅在新建水库坝址和输水线路涉水建筑物等局部区域，对整体的底栖动物群落影响较小，且调查中的底栖动物均是广布种，对物种生存影响较小。

5.5.3.2 受水区影响

(1) 2030 年影响预测

2030 水平年受水区内新建、扩建调蓄水库总体上底栖动物种类和数量将均有增加；此次对受水区水库的监测发现，各水库中底栖动物主要以节肢动物门的种类为主，随着已建水库库区水量和水位的增加，节肢动物门

种类的种群数量也将有所增加。

调查河段的底栖动物均为广布种，在项目范围内不会出现新的外来物种入侵。但应注意局部分布的外来入侵种随工程扩散，特别应对在滇池流域内现的淡水壳菜予以关注，淡水壳菜可能随引水工程进入滇池以下的受水区湖库和河道，即玉溪和红河的受水区和退水区。

(2) 2040 年影响预测

2040 水平年受水区水库、河道、湖泊的水质进一步改善，底栖动物往喜清洁型群落方向发展，密度和生物量将会增加。滇池流域局部分布的外来入侵种淡水壳菜依然可能随引水进入玉溪和红河的受水区和退水区。应予以关注。

5.5.3.3 退水区影响

(1) 2030 年影响预测

根据本报告对退水河流地表水环境的影响分析结果，2030 水平年退水河流水质改善，一些其它的底栖动物种群会重新在河流内建立，但可能需要很长的一段时间。另外，退水区河流水量的增加，也将有利于底栖动物群落的建立和恢复。总体底栖动物群落会向喜清洁型方向发展。

(2) 2040 年影响预测

根据本报告对退水河流地表水环境的影响分析结果，2040 水平年预测退水区的河流水质将继续得到改善，底栖动物往喜清洁型底栖动物群落方向发展。

5.5.4 对水生植物的影响

5.5.4.1 施工区域影响

项目施工区域将会扰动和占据部分原有水生植物的生活环境，导致局部水生植物不复存在，但这些区域都比较小，仅在仅在新建水库坝址和输

水线路涉水建筑物等局部区域，对水生植物群落整体影响较小，且调查中的水生植物均是广布种，对物种生存影响较小。

5.5.4.2 受水区影响

(1) 2030 年影响预测

2030 水平年，受水库区内水生植物较少，多为漂浮植物，调水对水库内水生植物影响较小。

调查河段的水生植物均为广布种，不会形成新的外来物种入侵，但应关注已有的外来物种在调水后的种群变化。

(2) 2040 年影响预测

2040 水平年受水区水库、河道、湖泊的水质进一步改善，预测受水区水库和湖泊的水生植物群落会朝着喜清洁型发展，河道的变化可能不明显。

5.5.4.3 退水区影响

(1) 2030 年影响预测

2030 水平年，随着调水水量的增加，各坝区河流的水量增加，退水区河流流动性增强，不利于水生植物群落的定植，但退水区河流水质改善，有利于水生植物生长，水生植物群落会向喜清洁型方向发展。

(2) 2040 年影响预测

2040 水平年退水区的水质总体得到进一步改善，有利于水生植物的生长，水生植物群落会向喜清洁型方向发展。同时水量进一步增加，退水区河流的流量增大，河流流动性增强，对退水区河流水生植物群落的稳定性会造成一定影响。

5.5.5 对鱼类的影响

滇中引水二期工程施工期对鱼类的影响主要是涉水工程对鱼类及其生境的影响。工程建成运行后，将水源区金沙江来水引入受退水区，受退水

范围主要涉及金沙江、澜沧江、红河和珠江（南盘江）水系，对受退水区内的现有充蓄水库、河流、补水湖泊等水文情势、水质等产生影响，进而对这些水体中的鱼类及其生境产生影响，同时也存在水源区鱼类进入受退水区水体造成的外来种入侵的可能性；此外二期工程新建的 3 座水库还将新增大坝阻隔并造成鱼类生境变化。

根据本次评价地表水预测成果，二期工程实施后，滇中来水将导致受水区和退水区河流湖库水量有一定程度的增大，进而影响水文情势。其中 2040 水平年输水通道河流水量平均增幅为 82%，年内流量增幅变化情况总体为汛期 6-10 月变化较小、枯期变化较大。充蓄水库年平均水位有所增高，但仍在正常蓄水位~死水位之间波动的变幅范围内；年内库区水位变化情况总体为汛期变化较小、枯期变化较大。2030、2040 水平年退水进入的一级支流水量年平均增加率分别为 59.9%和 91.6%，年内变化情况总体为汛期 8、9 月增量最小，枯期 3 月增量最大。

同时，二期工程对受退水区水质也将造成一定影响，根据水环境预测结果，在充分考虑“实施最严格的水资源管理政策”、《水污染防治行动计划》、《云南省水污染防治工作方案》、《滇中引水工程受退水区水污染防治规划（2013-2040 年）》及《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040 年）》的要求，严格落实完善相关水环境综合治理措施、进一步控制和削减存量和增量水污染负荷前提下，2030、2040 水平年受退水区水体总体满足水功能区的规划水质目标要求。其中输水通道河流、退水河流（四大水系的一级支流）水质预测结果显示为总体达标；充蓄水库的水质较充蓄前总体有所改善，但多数水库水质类别保持不变、部分水库水质类别有所提升。由于不同时期水污染负荷削减任务、预测情景有所差异，受退水区 2030、2040 水平年水质预测结果没有明显的差异性规律。

结合上述水环境预测成果和评价区鱼类资源现状，本节针对性开展工

程对鱼类的影响预测评价工作。

5.5.5.1 施工区影响

工程建设期间，人类活动增加，所产生的生活污水、生产垃圾以及工程弃渣、废水，影响施工河段的水质，导致鱼类生境环境受到一定影响；施工爆破、噪声将会使鱼驱离施工区附近的河段，但一般不造成鱼类死亡。施工期地表基础开挖、车辆等设备冲洗、场地降尘洒水等会造成工程区局部河段水体浑浊，透明度降低，水质下降；尤其是输水线路上跨河建筑物等涉水工程施工，将对水体河床底泥造成扰动，局部范围内影响到鱼类栖息地，对鱼类有驱赶作用。此外施工开挖建设、基坑排水、交通运输过程中，可导致泥沙、污染物经雨水冲刷入河，引起河水悬浮物偏高，同时加剧对周围河流及其他水体水质的破坏，对鱼类生长造成一定的不利影响。上述这些都会造成河流水质发生变化，影响浮游生物生物量，从而影响了鱼类索饵场以及适宜生境。由于本工程为线性工程，线路长但施工范围较狭窄，与河流水系的交叉点不多，在做好污水、固废、渣土收集清运、处理等环保措施的前提下，工程施工对评价区鱼类生境的影响较有限。同时，随着施工结束，生境逐渐恢复，鱼类会回到工程影响区域并寻找适应的生境生长、繁殖。

根据可研方案，二期配套工程建筑物共有 113 个工程项目需要进行导流，其中管道与河流交叉段选择分期导流或者明渠、涵管导流；隧洞进出口、施工支洞洞口等场地紧张区域主要采用盖板涵导流，上部覆盖开挖渣料形成作业平台。采用各类导流形式的工程数量为：明渠导流 53 处、涵管导流 38 处、分期导流 15 处、盖板涵导流 4 处、输水隧洞导流 1 处（中村水库）、原河道导流 2 处。明渠、涵管和分期导流等形式，导流工程对河流水环境和鱼类的影响与上述涉水工程影响方式较相似，会导致导流涉及的

局部河段在短期内出现水体浑浊、水质下降等情况，改变导流河段局部的鱼类栖息地、对鱼类有一定的驱赶作用，但由于导流时期主要为枯期，且为与河流点状交叉的工程，对水环境和鱼类生境的影响范围和程度较有限，主体设计和环评中也考虑了污水、固废、渣土等污染物收集处理措施，可有效减少对涉及河流鱼类的不利影响。

根据近年及本项目的现场调查，施工区河流都是以耐污性的广布种和外来种为主，如麦穗鱼、棒花鱼、鲫鱼、泥鳅、鰕虎鱼等；各充蓄水库的鱼类组成十分相似，均是以鲤、鲫、草鱼、鲢、鳙、鳊等大中型经济鱼类为主，杂以喜浅水区生活的小型杂鱼，如麦穗鱼、棒花鱼、泥鳅、鰕虎鱼、黄幼鱼、食蚊鱼等，均未发现有保护价值的土著鱼类。因此，施工对评价区土著鱼类的影响较小。

5.5.5.2 对受水区的影响

大理州断面受水区包括落漏河、桑园河、楚场河等金沙江水系一级支流，西河、毗雄河等礼社江支流和澜沧江支流黑惠江等流域及海稍、团结、大银甸、花桥、仙鹤、益民海、崔家箐、锁水阁、甸中河、大坝、巴冲箐、桑木箐、黑泥箐等充蓄水库在内的大理市广大受水区域。

楚雄州断面受水区包括龙川江、蜻蛉河、普登河等金沙江水系一、二级支流，绿汁江及其支流沙甸河，还包括东清、共和、挨小河、洋派、妙峰、罗家冲、耐桥、九龙甸、龙虎、庆丰、小石门（拟建，单独立项）、中石坝、石门、大跃进、老鸦关等充蓄水库在内的楚雄州广大受水区域。

昆明市断面受水区包括补水湖泊滇池以及黄坡（扩建）、大箐（扩建）、宝象河、箐门口、张家坝水库等充蓄水库在内的昆明市广大受水区域。

玉溪市断面受水区包括杞麓湖和琉璃河水库、岔河水库、东风水库、凤凰水库、石河水库、跃进水库、捧寨水库、大寨水库、白龙河水库、中

村水库（拟建）等在内的玉溪市广大受水区域。

红河州断面受水区包括异龙湖和长桥海、高冲水库、阿白冲水库、青云水库、跃进水库、五里冲水库、大唐水库（拟建）、杨柳田水库（拟建）等在内的红河州广大受水区域。

对所有州市受水区的影响主要体现以下方面：

（1）对鱼类区系组成的影响

1) 2030 水平年影响

滇中引水工程为跨流域调水，工程建成运行后，金沙江水将会被引入澜沧江水系、红河水系和南盘江水系。人为引水后，如果不采取措施，可能造成金沙江鱼类进入其他水系的现象。滇中引水工程水源区位于石鼓段金沙江干流，该水域经调查无大型凶猛型鱼类分布，主要为裂腹鱼类、高原鳅和鱼晏鮡类，因此不存在水源区凶猛型鱼类成体进入受水区的可能，即使难免有鱼类幼体或鱼卵等早期资源进入，由于缺乏适宜的产卵场和索饵场，其在长距离的输水线路中难以存活。

根据水生生态专题调查成果，各输水通道河流和充蓄水库鱼类以广布种和外来种为主，土著特有鱼类很少，水源区分布的 5 种外来物种在受退水区基本上均有分布，因此即使发生外来种入侵，对受退水区鱼类区系组成的影响较轻微。同时在《滇中引水工程环境影响报告书》预测评价及对水源区取水口、主干渠分水口门等处采取相应一系列拦鱼措施的基础上，本次水生生态专题评价认为，滇中引水二期工程受水区外来种鱼类及其卵苗输入的可能性较小，按照《外来物种环境风险评估技术导则》，入侵风险级别评价结果为可接受。因此，滇中引水二期工程受水区发生外来种入侵的风险及影响轻微。

滇中引水工程实施后，对 6 个州市受水区的河流、湖泊和水库水资源配置中发挥着积极的作用，水量的增加不仅使 6 个州市原有的自然河道多

转变为生态用水，而且在水资源配置中，均考虑到 6 个州市受水区丰水期生态流量以多年平均天然流量的 30%下泄，枯水期生态流量以多年平均天然流量的 10%下泄。2030 年滇中引水量为 26.23 亿 m^3 ，不仅充蓄和提升了受水区河流、湖泊和水库的水体总量，而且取水口金沙江石鼓段水质为地表水 II 类，这对受水区水质和水文情势的改变均为积极的作用。根据近年及本项目的现场调查，受水区河流、湖泊和水库目前现有分布主要是以鲫、鲤等常见经济鱼类，以及麦穗鱼、食蚊鱼等小型外来物种鱼类为主，包括少量的滇池金线鲃、银白鱼滇池湖体人工增殖放流种群，花鲈鲤、抚仙高原鳅等抚仙湖湖体自然种群；滇中引水受水区河流、湖泊和水库水文情势的变化均朝着水质变好的方向演变，这对栖息受水区的鱼类来说将会产生积极的影响，水质的改善也有利于湖体中土著鱼类自然种群的重新建立和恢复。

滇中引水工程来大部分利用新建和现有渠系进行输水，同时少部分水量利用盘龙江、宝象河等 12 条河流作为输水通道，利用河道长度合计 128.54km。供水导致 12 条输水河道中除盘龙江以外，其余河道水量增大、水位升高、流速加快，这对栖息于输水通道河流的鱼类来说有利于喜流水的土著鱼类的生存，不利于多数喜静水的外来种的生存。但其水量增量有限，新增的滇中输水量与河流天然状态下的汛期水量相比变化不大，同时根据水工专业分析，除炼洞河部分河段外，其余河流过流能力均满足滇中输水需求，因此对鱼类生境的影响较有限。对于输水量较大的几条输水通道河流而言，盘龙江现有分布鱼类主要以泥鳅、鲫、黄鳝、云南盘鮡、鰕虎鱼、麦穗鱼、高体鳊鲃等常见土著鱼类和外来物鱼类为主，兼有少量的滇池金线鲃增殖放流种群；宝象河鱼类主要以泥鳅、鲫、鲤、黄鳝，以及鰕虎鱼、麦穗鱼和高体鳊鲃的为主；瓦溪河主要分布除泥鳅、黄鳝和鲫鱼以外，多为外来物种。这 3 条河流的鱼类以适应流水环境的种类为主，对

水量、流速变化具有适应性，其余河流水量增幅有限、输水河道长度也较短，鱼类以耐污性的广布种和外来种为主，总体对水量、流速变化有一定适应性。因此滇中引水二期工程对 12 条输水河流的鱼类区系的影响不大，而且以正影响为主，通过补水改善了原有河道的水质和水文情势，推动输水河流环境向流动性增强和水质清洁的方向转变，从而更有利于健康的河流水生态系统的建立。

经核实，受水区共利用 53 座在线调节、充蓄调节水库进行调蓄，调蓄水量总体依据当地供水需求、结合各水库兴利库容大小进行分配。而且，各充蓄水库的鱼类组成均是以鲤、鲫、草鱼、鲢、鳙、鲮等大中型经济鱼类，以及麦穗鱼、棒花鱼、泥鳅、鰕虎鱼、小黄幼鱼、食蚊鱼等小型外来物种鱼类为主，现有分布鱼类均为能适应大水面静水水域的鱼类，工程运行后对库区水体流态、水生生境影响不大，滇中来水调蓄对 53 座在线调节、充蓄调节水库现有鱼类区系的组成影响较小。

由于部分水源区来水需进入充蓄水库进行调节，然后再进行供水的情况，可能发生在输水管线、充蓄调节水库内的鱼类进入输水线路的可能，存在鱼类随管线输送至供水末端水体的可能，也存在鱼类在输水管线内死亡而污染水质、影响滇中引水二期工程沿线的供水安全保障的风险。因此，需采取针对性的拦鱼措施，以避免引水工程带来不同流域鱼类相互流动的不利影响。

2) 2040 水平年影响

受水区 2040 年滇中来水量为 34.03 亿 m^3 ，工程供水大部分利用新建和现有渠系进行输水，同时少部分水量利用盘龙江、宝象河等 12 条河流作为输水通道，利用河道长度合计 128.54km。经核实，受水区在线调节、充蓄调节水库合计调蓄水量为 3.8 亿 m^3 ，各水库调蓄水量在 46 万 m^3 （捧寨水库）~ 6527 万 m^3 （海稍水库扩建）之间。

2040年引水量虽比2030年增加近8亿 m^3 ，增加的引水量均通过分水口按照滇中引水规划方案向各州市分水，仍为饮用水、工业用水和生态用水，对于2040年比2030年增加的8亿 m^3 水量来说，其对6个州市受水区的河流、湖泊和水库的总水量和水文情势变化与2030年基本一致，推测其对2040年受水区鱼类区系组成的影响也较小。

(2) 对鱼类繁殖的影响

1) 2030水平年影响

调水工程影响鱼类繁殖的因素很多，但是根据以往的研究经验来看，最主要的影响因素可能是水温、水位、流速等水文情势和要素的改变。

低温水对鱼类的影响主要是延迟鱼类生长速度，以及对于繁殖期的鱼类可能会因为水温过低而繁殖失败。根据《滇中引水工程环境影响报告书》评价结果，以滇中引水工程输水总干渠最末端分水口门——新坡背为例，新坡背水温较石鼓水源区水温略有降低，降低幅度为 0.4°C ，因此滇中引水工程输水总干渠沿程水温降温影响较小。滇中引水二期工程输水线路中管道占线路总长的64.51%，隧洞仅占线路总长的10.50%。因此，滇中引水工程二期工程输水隧洞长度和占比均较低，二期工程隧洞输水过程对来水水温基本无影响，对于输水线路上的管道、渡槽等其他建筑物而言，其输水过程中受外环境温度影响，对滇中来水可发生一定程度的增温，因此经二期工程输水至受水区后，将进一步减小滇中来水与受水区水体的温差；而对滇池、杞麓湖、异龙湖3个天然湖泊而言，水源区来水对湖泊水温无明显影响。同时，根据本次环评地表水影响预测结果，滇中来水进入已建、扩建调蓄水库后不会对库区水温产生明显影响，新建的大唐、杨柳田、中村水库建成后库区可能会出现垂向水温分层现象，但新建水库所在河流现状鱼类资源较贫乏，水库建成后扩大了水域面积、增加鱼类生存空间，对这3座水库所在河流鱼类资源存在有利影响。因此，水源区来水的水体温

差对受水区鱼类繁殖总体上无明显影响。

工程建成引水后对水位、流速对受水区鱼类繁殖的影响在于，如发生水位频繁大幅涨落、河岸受强烈冲刷等情况，会对产粘沉性卵鱼类的鱼卵孵化造成不利影响；此外水位频繁的大幅涨落会影响受水区水库、河流着生藻类、底栖动物的生长，从而影响鱼类的觅食。对于 12 条输水通道河流而言，盘龙江、宝象河、瓦溪河输水流量较大，其余河流较小。根据地表水环境预测成果，12 条输水通道河流中除盘龙江流量较现状年平均水量降低 38%外，其余 11 条河流流量都有增加，增幅较大的有麻栗园河、黄尼河和红旗河，年内流量变化情况总体为汛期 6-10 月增幅较小、枯期增幅较大。滇中来水导致 12 条输水河道中的 11 条水量增大、水位升高、流速加快，对不同生态习性鱼类的繁殖的具体影响不同。受水区绝大多数鱼类都是产粘沉性卵的类型，河道水量增大、流速加快有利于选择在砾石滩产粘沉性卵的鱼类完成繁殖活动，滇中受水区河流产粘沉性卵鱼类的繁殖期多在枯水期（3-5 月），由于近年滇中地区较为干旱，在枯水期工农业从河道抽水较多，叠加水利水电工程的影响，河道水位无法得到保证，部分河段水位极低甚至发生断流，滇中来水后水位升高可以保证河道水位，以免鱼卵暴露在空气中，总体有利于产粘沉性鱼类的繁殖；对产漂流性卵的鱼类而言，长距离的流动河道是这些鱼类的鱼卵不致沉降的重要前提，滇中受水区这 12 条受水河流均不具备产漂流性卵鱼类繁殖的条件，现状调查也没有发现这类鱼类；其他产卵类型鱼类在受水区河流中也很常见，代表性物种为高体鲮鱼，多在缓流中生活，产卵于无齿蚌等软体动物鳃腔中，水流的变化对该种可能有一定的不利影响。对水量减少的盘龙江而言，对产粘沉性卵的鱼类可能会有一定不利影响，但由于盘龙江现状水位波动较大、人工硬化河岸较多，河道内实际分布的鱼类种类和资源量均较有限，滇中来水后有利于盘龙江的水量、流态稳定，因此对产粘沉性卵鱼类影响较有限。此

外减水可能会对已经在盘龙江重新建群的滇池金线鲃的繁殖产生影响。按照目前对该种的认知，滇池金线鲃性成熟后将回溯至与上游支流相通的地下河中繁殖，由于松华坝水库的阻隔，目前无法上溯，近年也没有监测到该种在盘龙江自行繁殖。该种是否会在盘龙江选择新的生境进行繁殖，目前未知，需要在后续的生态监测中予以重点关注。

对本工程充蓄水库而言，滇中来水进入调蓄水库后，各水库库区水位总体有所提高，但仍在水库运行时的正常蓄水位~死水位之间波动的变幅范围内，年内库区水位变化情况总体为汛期变化较小、枯期变化较大。滇中来水进入库区调蓄不会改变水库特征水位，但会加快库区水体置换周期、流速有所加快，导致库区水位处于较高水位的运行时段增长，对库区鱼类产卵繁殖产生一定影响。根据调查，这些充蓄水库目前主要鱼类为鲢、鳙、鲤、鲫等常见种类，这些鱼类对库区水体流速的变化具有一定适应性，因鲤、鲫会选择在沿岸带产粘性卵，滇中来水造成的水位变化对鲤、鲫繁殖的产生一定影响，由于调蓄水库没有产粘沉性卵的珍稀保护和特有鱼类、重要土著鱼类分布，因此这一影响较小；而鲢、鳙为产漂流性卵的大型鱼类，在水库无法繁殖，而且会被逐渐捕捞，滇中来水对其繁殖的影响可以忽略不计；总体上工程运行造成水位、流速变化对充蓄水库鱼类影响较为有限，随着工程长期稳定运行后，调蓄水库鱼类将会逐渐适应滇中来水造成的水环境变化。对于受水区河流而言，评价范围内分布的产粘沉性卵鱼类在繁殖期间会将卵产于浅滩的沙砾上或粘附在植物、树枝上，在水流的刺激下孵化，如受水区河段水位发生大幅涨落的情况，以及河水流速过大、强烈冲刷河岸的情况，会严重影响鱼类的繁殖。

根据现状调查，评价区内受水区输水通道河流、调蓄水库没有典型的鱼类产卵场分布，受影响的主要是常见、广布鱼类，且滇中来水过程较为均匀，一般不会造成受水区河段的大幅涨落，地表水分析预测认为滇中来

水不会影响河岸稳定、不会造成明显冲刷影响，如前分析，对受水区鱼类繁殖的影响总体较小，以正影响为主。同时可保障受水区调蓄水库坝下河道生态流量需求，有利于坝下河道鱼类的生存和繁殖。

滇中引水二期工程水源区水质状况较好，水源区来水进入受水区水体后，有利于受水区河流、充蓄水库水质的提升，根据本次环评地表水影响预测结果，工程运行期一些现状水质存在超标问题的充蓄水库水质都得到明显改善。因此，随着滇中引水二期工程受水区水体水质改善，对鱼类的繁殖和生存、生境的改善都存在有利影响。

综上，本工程运行期影响鱼类繁殖的因素主要是水位、流速变化因素，水温因素无明显影响，水质因素为有利影响；结合鱼类组成和资源、分布状况分析，工程运行期对受水区鱼类繁殖造成的不利影响较小。但为尽量减免不利影响，在保证减水河段生态基流的基础上，需要根据鱼类生态习性，进行生态调度并加强对水环境和水生生物的监测，保证受水区水域水位的连续性和稳定性。

2) 2040 水平年影响

对于 12 条输水通道河流而言，2040 年滇中输水流量在 $0.6 \sim 30 \text{ m}^3/\text{s}$ 之间，其中盘龙江、宝象河、瓦溪河输水流量分别为 $30 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $15 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $11.45 \text{ m}^3/\text{s}$ ，其余河流输水流量均小于 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ 。根据地表水环境预测成果，12 条输水通道河流中除盘龙江流量较现状年降低外，其余 11 条河流流量都有较大程度的增加，12 条河年平均增幅均为 82%，增幅在 0%~279%之间，增幅较大的有麻栗园河、黄尼河和红旗河（均大于 200%），年内流量变化情况总体为汛期 6-10 月增幅较小、枯期增幅较大。2040 年受水区在线调节、充蓄调节水库合计调蓄水量为 3.8 亿 m^3 ，各水库调蓄水量在 46 万 m^3 （捧寨水库）~6527 万 m^3 （海稍水库扩建）之间，各水库仍在正常蓄水位~死水位之间的正常变幅范围内。2040 年输水通道河流、调蓄水库的水文情势变化趋势、

变化时段与 2030 年一致，但输水流量、水量、水位等要素均有所增大。

2040 水平年对鱼类繁殖的影响与 2030 水平年一致，影响的程度略大，总体更有利于输水通道河流中喜流水的土著鱼类的繁殖，不利于喜静水的外来鱼类的繁殖，更有利于土著鱼类种类和数量的恢复。盘龙江流量较现状年平均水量降低 8%，对产粘沉性卵的鱼类可能会有一定不利影响、但影响较轻，与 2030 年相比，2040 水平年总体上对盘龙江鱼类的影响较轻。

（3）对渔业资源的影响

1) 2030 水平年影响

工程建成运行后，2030 水平年受水区的水量较现状有明显增加、水质总体可达到水功能区划目标，受水水库水量会增加，水置换速率加快，水质得到改善，河流或水库流量增加，为水生生物提供更好的生活环境。在水环境得到改善的同时，水体渔业产量也会相应提高，从而促进渔业资源的发展。此外，二期工程输水线路以管道为主、隧洞仅占 10.50%，管径大多较小且多为明管，因此工程建成运行后，虽然水源地水温较低，但由于输水线路较长，通过输水管线以后，水温可逐步提升，一般不会存在低温水的进入水库造成的不利影响。对于受水区异龙湖等湖泊及各充蓄水库而言，目前现存的鱼类是以外来种为主，投放的鱼苗、鱼种主要是鲢、鳙等滤食性鱼类，投放这些鱼类的主要目的是为了控制水质而不是渔业增产，而且这些水体目前的主要功能也是供水和生态用水，不是渔业生产，因此补水对渔业资源存在有利影响，同时不会影响这些水体的主要功能。

2) 2040 水平年影响

2040 水平年对鱼类资源的影响与 2030 水平年一致，由于各充蓄水库仍在正常蓄水位~死水位之间的正常变幅范围内，预测对渔业资源的影响没有显著变化。

（4）新建、扩建水库对鱼类的影响

1) 2030 水平年影响

滇中引水二期骨干工程共利用调蓄水库 53 座，其中在线调节水库 13 座，直接充蓄水库 40 座。53 座水库中，纳入滇中引水二期工程新建及扩建的有 5 座，包括玉溪市的中村水库、红河州的大唐水库和杨柳田水库 3 座新建水库，以及昆明市的黄坡水库和大箐水库 2 座扩建水库；其余调蓄水库大多为已建、少数为单独立项新建。5 座新建和扩建水库中，中村水库列入二期配套工程，其余 4 座列入二期骨干工程。

中村水库、大塘水库和杨柳田水库等 3 座新建水库，将使原有的库区天然河流水体转变为库区缓流水体，其水文情势和水文将会发生一定的变化，其水生生物也将由喜流水栖息类群转变为静水类群。根据野外实地调查结果，3 座新建水库原有水体中，中村水库分布的鱼类主要有鲫、鲤、泥鳅和黄鳝等土著鱼类，以及麦穗鱼、棒花鱼、高体鳊和鰕虎鱼等小型野杂鱼类，其余大唐水库和杨柳田水库所在河流为季节性河沟，基本无鱼类分布。因此，新建水库工程中仅中村水库存在对鱼类的不利影响，但受影响的种类以鲫、鲤、泥鳅、麦穗鱼、棒花鱼等种类为主，均为广布种与外来物种，无珍稀特有和保护鱼类、长距离洄游性鱼类，工程区及库区也没有鱼类“三场”等重要生境分布，因此，水库的修建不会对鱼类物种和区系组成造成明显不利影响。此外，黄坡水库和大箐水库等 2 座扩建水库的建设，工程建设主要是坝址的加固和加高，不会对库区原有鱼类的物种组成和栖息生境产生较大的影响，反而运行后由于水面更广、栖息范围更大，其对库区鱼类来说是积极的影响，因此扩建水库工程建成运行后不会对鱼类产生不利影响。

2) 2040 水平年影响

由于引水量的增加，以及水库蓄水累积量增加，2040 水平年与 2030 水平年相比水库水位和蓄水量均会有所增加，经预测复核分析新建、扩建水

库仍在正常蓄水位~死水位之间的正常变幅范围内，预测 2040 年水平年对鱼类的影响也较小。同时由于新建、扩建水库蓄水量和水域面积的增加，不可避免的会导致外来物种鱼类的引入，建议在以上水库的运行期内加强鱼类组成和鱼类资源的监测。

5.5.5.3 对退水区的影响

滇中引水二期工程退水区主要涉及金沙江水系的龙川江、渔泡江、螳螂川，澜沧江水系黑惠江，南盘江水系的泸江、曲江，以及元江水系的扒河、礼社江等，这些河流水体既是金沙江引水后的受水区，同时又是滇中引水蓄水进入下游生活、生产和农业灌溉用水的退水区。工程建成运行后，退水区的水量都会得到提高，水置换速率加快，但退水水质可能较差，退水进入河流后可能对下游水质可能会产生不利影响。工程对这些河流鱼类的影响主要体现在以下方面：

(1) 对鱼类区系组成的影响

金沙江水系退水区主要河流流龙川江、螳螂川（普渡河）、落漏河、桑园河、楚场河、蜻蛉河、普登河等与引水水源同一水系，从鱼类区系来看，金沙江上游江段相对以“青藏高原类群”为主，落漏河、桑园河等退水区河流长期断流或污染较大，基本没有鱼类分布，楚场河等河流鱼类组成以广布种和外来种为主，土著鱼类中鲫鱼、泥鳅等“老第三纪类群”为区系主要成分，与水源区的鱼类种类组成有一定差异。螳螂川（普渡河）、牛栏江则是以“老第三纪类群”为主(王晓爱等,2009),各自的鱼类种类组成相差较大，尤其是珍稀、特有物种。

珠江流域南盘江水系的曲江、泸江等河流鱼类组成以广布种和外来种为主，土著鱼类中鲫鱼、泥鳅等“老第三纪类群”为区系主要成分，与水源区的鱼类种类组成有一定差异。

元江支流大桥河、扒河、西河、毗雄河、星宿江鱼类组成以广布种和外来种为主，土著鱼类中鲫鱼、泥鳅等“老第三纪类群”为区系主要成分，兼有一些以昆明高原鳅为代表的“青藏高原类群”、以斑原缨口鳅、横纹南鳅为代表的“南方类群”和以马口鱼为代表的“东亚类群”，与水源区的鱼类种类组成差异较大。

澜沧江支流黑惠江鱼类组成以广布种和外来种为主，土著鱼类中鲫鱼、泥鳅等“老第三纪类群”为区系主要成分，兼有少量以湄南南鳅为代表的“南方类群”，与水源区的鱼类种类组成有一定差异。

1) 2030 水平年影响

因为滇中引水工程的特点，引水进入引水湖泊和水库后，供给城镇生活用水、工农业用水后退水经过污水处理过程流入退水河流中，基本不会有大鱼、小鱼及鱼苗成活，因此推测上游金沙江物种入侵下游退水河流的风险较小。从退水过程分析，城镇生活、工业用水、农业灌溉用水用完之后自然退入河流，退水河流里的水体与输水管线没有直接联系。假设退水河流里的鱼类能进入输水管线，这些鱼类需要逆流进入受水区，首先需要克服海拔落差，各退水河流的海拔比受水区及周边充蓄水库的海拔都低；其次需要经历用水及污水处理过程，即经过退水河流上溯到污水处理设施、经过工农业及生活用水单元后，再经管道废水逆流进入受水区水库和湖泊，再从输水管线进入引水区的可能性基本为零。由此可见，滇中引水导致生物入侵的可能性较小。在采取了一系列的拦鱼措施后，发生鱼类物种入侵的可能性会更小。滇中引水二期工程退水区集中的6个州市4个水系的11条河流调水后将增加退水河流的流量，叠加流域本地用水量的增减，退水经污水处理厂进行有效处理达标排放后，将导致退水河流的水质和水文情势向好的方向变化，更加有利于退水区河流鱼类的生长和发育，维持原有鱼类区系组成，因此对退水区的鱼类区系不会产生较大的影响，且有一定

有利于自然水体鱼类区系组成的正影响。对牛栏江而言，退水将减缓牛栏江引水工程导致的减水对牛栏江鱼类的不利影响。

2) 2040 水平年影响

2040 水平年对鱼类区系的影响与 2030 水平年一致，2040 年较 2030 年对退水区 11 条河流的水量有所增加，对鱼类区系的积极影响也会随之加强。

(2) 对鱼类繁殖的影响

鱼类繁殖对水质、流量、水位等水环境因子都有一定的要求，土著鱼类对这些水环境因子的变化尤其敏感，大多数鱼类鱼卵的孵化都需要清洁、高溶氧的流水。根据本报告水环境影响预测评价结果，随着退水区水污染防治和水环境保护工作不断加强，本工程运行期退水河流水质与现状相比均得到一定程度的改善和提升，对于退水区一级支流和 4 大干流的水质预测断面而言，运行期除普渡河（螳螂川）水质超过 III 类水质标准外，其余河流断面均可满足 III 类水质标准。而工程运行期退水区河流水质的改善，则有利于鱼类的生存和繁殖。

1) 2030 水平年影响

2030 水平年滇中引水工程新增退水总量为 4.60 亿 m^3 ，各一级支流新增退水量在 143 万 m^3 （落漏河）~ 7676 万 m^3 （普渡河）之间，退水进入的一级支流较现状年平均增加率为 59.9%，各河流年平均增加范围分别在 -1.9%（黑惠江）~ 314.6%（普渡河）之间；年内变化情况总体为汛期 8、9 月增量最小，枯期 3 月增量最大。

滇中引水工程的实施将导致退水河道中水量增大、水位升高、流速加快，对不同生态习性鱼类的繁殖的具体影响不同。退水区绝大多数鱼类都是产粘沉性卵的类型，河道水量增大、流速加快有利于选择在砾石滩产粘沉性卵的鱼类完成繁殖活动，退水后水位升高可以保证产卵场的水位，以免鱼卵暴露在空气中，总体有利于产粘沉性鱼类的繁殖；退水对产漂流性

卵的鱼类也是有利的，可保证这些鱼类的鱼卵长距离漂浮并孵化，根据现状调查目前滇中退水河流中未观察到产漂流性卵鱼类繁殖；其他产卵类型鱼类高体**鲮**等在退水区河流中也很常见，退水河流水流的变化对该种可能有一定的不利影响。

在退水过程中，随着 4 大水系各河道流量加大、流速加快，水质改善将有利于喜流水的鱼类，特别是宽鳍**鱈**、光唇鱼、墨头鱼等土著鱼类的繁殖。此外，运行期退水会对退水河流的鱼类资源产生一定影响，不过从目前所调查的鱼类种类来看，退水区鱼类组成以耐污性较强的外来种为主，如麦穗鱼、食蚊鱼、泥鳅等，较少有土著鱼类分布；同时结合水质预测结果考虑，未来在强化退水收集处理、农业面源污染防治、河流水环境治理等措施的前提下，退水河流水质也会逐步改善，有利于恢复较好的鱼类生存环境，退水区鱼类可以利用水质较好的支流繁殖，实际影响程度可能有限。因此，工程运行期退水水质对鱼类生存环境的不利影响总体较小、且存在一定的有利影响。

对于退水区大部分产粘沉性卵的鱼类（如高原鳅、鲤、鲫等），如果引水过程中导致受水水体水位变幅过大，对退水区而言，流量、水位等因子均不稳定，粘附鱼类的水草的水位和微环境温度也不稳定，从而会影响鱼卵的孵化和鱼苗的生长。根据本工程可研报告，二期工程 2030 水平年供水量组成中，大部分为城镇生活和工业用水，这些用水对象为均匀用水，其产生的退水也是均匀的，无明显季节和时段的差异；农业用水过程与农业耕作生产过程有关，产生的退水存在一定的季节性差异，总体为汛期退水量小、枯期退水量大，且退水是一个缓慢且具有缓冲的过程，对河流水文情势的影响较为缓和，基本不会造成退水河流水位、流量的大幅波动，对鱼卵孵化和鱼苗生长等繁殖过程不会造成明显不利影响。此外，由于退水河流水位、流量较现状有所增加，为鱼类繁衍提供了更大的生境空间，也

有利于鱼类资源的提升。

综上，本工程运行期对退水河流鱼类繁殖的影响较小，且对土著鱼类的繁殖和种群恢复具有一定的有利影响。但为加强鱼类资源保护，需要加强对水环境和水生生物的监测，并做好运行期鱼类资源保护和管理措施。

2) 2040 水平年影响

2040 水平年滇中引水工程实施后新增污水总排放量为 5.80 亿 m^3 ，较 2030 水平年增加 1.20 亿 m^3 ，2030 至 2040 水平年进入退水河流的水量逐渐增大。各一级支流新增退水量在 155 万 m^3 （落漏河）~9510 万 m^3 （普渡河）之间，退水进入的一级支流较现状年平均增加率为 91.6%，各河流年平均增加范围分别在 10.6%（绿汁江）~483.6%（普渡河）之间；年内变化情况总体为汛期 8、9 月增量最小，枯期 3 月增量最大。

2040 水平年对鱼类繁殖的影响与 2030 水平年一致，影响的程度略大，总体更有利于退水河流中喜流水的土著鱼类的繁殖，不利于喜静水的外来鱼类的繁殖，更有利于土著鱼类种类和数量的恢复。

5.5.5.4 对珍稀保护和特有鱼类的影响

滇中引水二期工程水生态环境影响评价区域内 4 大水系的鱼类中，记录到珍稀保护和特有鱼类共 31 种，包括 10 种收录于《国家重点保护野生动物名录》的国家 II 级保护物种，5 种云南省级重点保护野生鱼类，以及其他 25 种列入《中国濒危动物红皮书 鱼类》、《中国生物多样性红色名录 内陆鱼类》珍稀鱼类，未发现洄游性鱼类。上述珍稀保护和濒危鱼类多分布于评价区内的几大高原湖泊及和本工程退水区的主要河流，包括金沙江、南盘江干流和支流、及其附属水体等。其中滇池金线鲃、昆明鲃、金氏鲃、多鳞白鱼和小鲤等 5 种国家 II 级保护鱼类仅分布于滇池周边龙潭及其附属水体，国家 II 级保护鱼类大头鲤分布于星云湖，也曾引入异龙湖养殖；特

有鱼类中鳊鱼、良白鱼、抚仙金线鲃、抚仙鲤分布于抚仙湖，大鳞白鱼、异龙鲤仅分布于异龙湖，杞麓鲤、抚仙鲃曾分布于抚仙湖和异龙湖；由于异龙湖曾全湖干涸，曾经分布于异龙湖的国家Ⅱ级保护鱼类大头鲤、特有鱼类大鳞白鱼、异龙鲤、杞麓鲤、抚仙鲃等珍稀濒危物种已灭绝。

1) 2030 水平年影响

对于评价区内的高原湖泊，滇池、异龙湖、杞麓湖为二期工程生态补水湖泊，鱼类受到生态补水影响；工程对退水河流鱼类的影响主要是水文水质等水环境要素变化造成的影响。根据地表水专题的预测，至设计水平年 2035 年，滇池、异龙湖、杞麓湖湖体水质能够较现状明显改善，年内全湖平均浓度能够达到Ⅲ类水要求。随着该引水工程的运行，水质将会得到改善，土著鱼类的整体生存环境改善，水生植物群落逐渐恢复，浮游生物群落和底栖动物群落逐渐由耐污型向清洁型演替，同时随着土著特有鱼类增殖放流等保护工作的不断推进，受水区和退水区湖泊和河流的土著特有鱼类群落将逐渐恢复，滇中引水二期工程项目全面运行后，将会对受水区湖泊、水库和河流水体鱼类产生积极的改善和水生态系统恢复。对于抚仙湖、星云湖，因本工程不对其产生补水、受退水影响，因此基本不会对其湖区分布的珍稀保护鱼类产生影响。

滇中受退水区河流受退水量增大、水位升高将对不同生态习性珍稀保护鱼类产生一定的影响。滇中受退水区河流中的珍稀特有鱼类主要包括，鳅科、条鳅科、鲃亚科、野鲮亚科、裂腹鱼亚科等类群，这些类群的鱼类大都是底栖性、喜流水、清洁型、产粘沉性卵的生态类型，受退水区河流水体流动性加强、水位升高，对绝大多数珍稀特有鱼类是有利的，可以改善底栖性鱼类偏好的流水生境，有利于保障产粘沉性卵鱼类产卵场的水位，促进鱼卵的顺利孵化，并通过水体容量的扩大，为仔稚鱼和幼鱼的生长提供了更广阔的空间；与此同时，这种流动性较强的水流相对不利于大多数

喜静水的外来种的生存和繁衍，因此对这些珍稀濒危鱼类而言，河流受退水量增大、水位升高的影响总体是有利的。

根据本次评价的水源工程、管渠引水工程等产生的干支流上游退水影响分析，随着退水区水污染防治和水环境保护工作不断加强，二期工程运行期各河流水质与现状相比均有所改善，这一趋势有利于珍稀濒危和特有鱼类的保护。根据地表水预测分析，2030年退水将导致各水系一级支流流量、水位等均比现状有所增大，其中水量平均增大59.9%；但随着流程向下游延伸，对流量、水位的影响程度逐渐减小。根据现状调查，分布于退水区河流的珍稀濒危鱼类主要有中华倒刺鲃、昆明裂腹鱼、光唇裂腹鱼、四川裂腹鱼和中华纹胸鮡等，种类和数量均不多，其中昆明裂腹鱼、四川裂腹鱼和中华纹胸鮡主要分布于金沙江水系，光唇裂腹鱼主要还分布于澜沧江、南盘江水系，这些鱼类均为适应江河环境的流水性鱼类。从生态习性分析，这些珍稀濒危鱼类对退水区河流流量、水位增大带来的变化具有较强的适应性，且退水河流及其干流有较多的适生生境，不会对其造成明显不利影响。

2) 2040 水平年影响

2040水平年退水将导致各水系一级支流流量、水位等均进一步增大，其中水量较现状年平均增大91.6%。2040水平年对鱼类繁殖的影响与2030水平年一致，影响的程度略大，且湖泊水体水质的改善对水生植物群落的恢复也有利，会促使一些产粘性卵的土著鱼类更好地栖息和繁殖，如滇池土著鱼类银白鱼。总体更有利于受退水区河流中喜流水的珍稀濒危鱼类的生存和繁衍，也更有利于受水区湖泊珍稀濒危鱼类的恢复。

综上，根据珍稀濒危鱼类的分布状况、生态习性和工程对其生存条件的影响分析来看，滇中引水二期工程运行期珍稀濒危鱼类物种的不利影响极小。

5.5.6 对鱼类三场的影响

(1) 对产卵场影响

1) 2030 水平年影响

滇中引水二期工程水生态影响评价区域金沙江、澜沧江、南盘江和元江 4 大水系鱼类相对典型的集中产卵场分布情况为：金沙江水系支流勐岗河，滇池及其附属水体、龙潭；澜沧江水系一级支流黑惠江洱源县炼铁乡段；南盘江水系曲江干流曲江镇段、华溪镇段，泸江干流面甸镇段；元江水系绿汁江绿汁镇段、大桥河段。

根据地表水预测成果，主要的鱼类产卵场所在水体 2030 年水文情势变化情况如下：勐岗河产卵场下游的龙川江勐岗河汇口断面水量年平均增量为 15.5%（与现状年相比，下同）；黑惠江洱源县炼铁乡段相距较近的黑惠江西洱河出口断面水量年平均增量为 83.3%；曲江干流曲江镇段、华溪镇段相距较近的杞麓湖改道入曲江口断面水量年平均增量为 19.7%，泸江干流面甸镇段相距较近的面甸片退水下游断面水量年平均增量为 14.0%；元江水系绿汁江绿汁镇段、大桥河段相距较近的红河绿汁江汇口下游断面水量年平均增量为 -3.5%；对滇池及其附属水体、龙潭而言，由于滇中来水补入滇池，将导致平水年 3-5 月、9-11 月湖区水位有所增大，但变幅均处于滇池低水位和高水位之间，总体对滇池水位影响较小。

根据本报告地表水影响预测评价结果，运行期在严格落实完善相关水污染防治规划及水环境综合治理措施、进一步控制和削减存量和增量水污染负荷前提下，2030 水平年受退水区退水河流、充蓄水库等水体水质预测结果显示为总体达标，相较于受退水区现状水质有所改善，其溶氧量、水温以及浮游动植物的变化均有利于水生生态系统的稳定，所以对于支流土著鱼类产卵繁殖总体影响较小，可能对土著鱼类的生活史产生积极的影响。依据调查结果，以上金沙江、澜沧江、南盘江和元江 4 大水系评价区鱼类

集中产卵场多分布于一级支流河段，常分布有横纹南鳅、条纹小鲃、湄南南鳅、前鳍高原鳅、鲫、泥鳅等中小型土著鱼类，河流常年保持较为稳定的流量、流速、水温和水文指标。经核实，黑惠江洱源县炼铁乡段的鱼类产卵场位于退水范围上游，不受退水影响，另 2030 水平年由于本地用水量增幅较大，导致绿汁江绿汁镇段断面水量较现状略有减少，但该变化与二期工程无直接关系；其余产卵场所在河流由于二期供水后产生的退水汇入，水量和水位较现状相比均有一定程度增大，但增幅总体在水环境可承受范围；而对于水位增幅较突出的输水通道河流、充蓄水库则没有鱼类集中产卵场分布，故没有相应不利影响。退水汇入导致水体的流量增加将会对以上提及产卵场带来积极效应，在这些产卵场繁殖的绝大多数鱼类都是产粘沉性卵的类型，河道水量增大、流速加快有利于选择在砾石滩产粘沉性卵的鱼类完成繁殖活动，滇中受水区河流产粘沉性卵鱼类的繁殖期多在枯水期（3-5 月），由于近年滇中地区较为干旱，在枯水期工农业从河道抽水较多，叠加水利水电工程的影响，河道水位无法得到保证，部分河段水位极低甚至发生断流，滇中来水后水位升高可以保证产卵场的水位，以免鱼卵暴露在空气中，总体有利于鱼类的繁殖。

滇中引水一期、二期工程均为管道、隧洞输水，无意间进入管渠的稚鱼或鱼卵难以存活，并在所有各级渠道进出口加装拦网的前提下，均能预防物种的扩散，因此管渠引水造成物种扩散的影响几率较小。新建和改扩建水库，以及已建调蓄水库多为人工增殖的鲢、鳙、鲫、鲤和罗非鱼等经济鱼类，以及麦穗鱼、鰕虎鱼、高体鳊和食蚊鱼等养殖引入的小型野杂鱼类，其亦能在库区完成自然繁殖，同时下泄河道也未发现土著鱼类集中产卵场。因此，滇中引水二期工程对评价区鱼类产卵场的影响不大。

2) 2040 水平年影响

根据地表水预测成果，主要的鱼类产卵场所在水体 2040 年水文情势变

化情况如下：勐岗河产卵场下游的龙川江勐岗河汇口断面水量年平均增量为 18.6%（与现状年相比，下同）；黑惠江洱源县炼铁乡段相距较近的黑惠江西洱河出口断面水量年平均增量为 86.8%；曲江干流曲江镇段、华溪镇段相距较近的杞麓湖改道入曲江口断面水量年平均增量为 27.4%，泸江干流面甸镇段相距较近的面甸片退水下游断面水量年平均增量为 19.2%；元江水系绿汁江绿汁镇段、大桥河段相距较近的红河绿汁江汇口下游断面水量年平均增量为 -5.9%；对滇池及其附属水体、龙潭而言，由于滇中来水补入滇池，将导致平水年 3-5 月、9-11 月湖区水位有所增大，但变幅均处于滇池低水位和高水位之间，总体对滇池水位影响较小。

2040 水平年除绿汁江外，其余水体水量较 2030 年进一步增大。对产卵场的影响趋势与 2030 年一致，特别是对河流产卵场的影响程度更大，在保障产卵场水位的方面是正影响，但如果繁殖期水位过高，流速过快，可能会导致原有产卵场不适宜鱼类产卵的情况发生，但变化不会太大，相应的改变能够促使鱼类在邻近水域寻找新的适宜产卵场，在后续生态监测中应予以重点关注。

（2）对索饵场影响

1）2030 水平年影响

根据滇中引水二期工程评价区鱼类索饵场调查，评价区鱼类集中索饵场主要分布于金沙江水系龙川江干流、支流勐岗河、渔泡江干流、滇池周边水系和龙潭，澜沧江水系黑惠江，南盘江水系曲江干流、泸江干流，元江水系绿汁江干流、支流星宿江和沙甸河汇口、以及大桥河。依据现场水质以及水生生物的调查情况来看，退水进入各水系的干支流水体，水流量增加，水体化肥农药残留将会对索饵场鱼类产生一定的影响，但影响较小，且以上提及的主要为评价区相对较为集中的鱼类索饵场，分布的横纹南鳅、条纹小鲃、湄南南鳅、前鳍高原鳅、鲫、泥鳅等土著鱼类，其只要河流生

境适宜以及饵料生物丰富，其鱼类索饵场多为生境范围内广泛分布；对于新建和改扩建水库短期内浮游动、植物和底栖生物总量增加，使基础饵料生物资源量显著增加，索饵场面积增大，会为库区鱼类的天然生物饵料资源提供保证，并随着浮游动植物生物量逐渐达到新的平衡，鱼类索饵场也将达到稳定状态。

根据地表水预测分析，2030年滇中引水将会导致大多数鱼类索饵场河流水体水量和水位的增加，与上述水量和流速增加后对鱼类产卵场的影响分析一致。鱼类产卵场和索饵场往往为相邻水域分布，在新产卵场孵化的鱼苗将会邻近觅食，成体或亚成体将会集中于原有的索饵场觅食；水流的加强会导致受退水区的浮游动物和底栖动物群落密度和生物量下降，群落往清洁型方向发展，对鱼类而言，会降低河流中食物的可获得性，会在一定程度上促使鱼类扩大索饵的水域范围，并促使鱼类进一步往索饵场集中。滇中引水二期工程对评价区鱼类索饵场的总体影响可接受。

2) 2040 水平年影响

2040水平年除绿汁江外，其余水体水量较2030年进一步增大，但变化不会太大。对鱼类索饵场的影响趋势与2030年一致，对鱼类索饵场的影响进一步增大。

(3) 对越冬场的影响

1) 2030 水平年影响

新建和改扩建水库，形成库区，水域面积增大，水流变缓，水位加深，岸边水温在日照条件下上升较快，冬季饵料生物资源会增大，且不易受到外界干扰，这些又为鱼类提供了理想的越冬场所。已建调蓄水库库区深水区域也多为库区鱼类潜在越冬场，灌区输水和供水即使会导致库区水位下降，但对整个库区来说变化不大，其对库区鱼类越冬场影响较小。另外，滇中引水二期工程评价区河流断面干支流鱼类集中的越冬场主要集中于龙

川江、黑惠江干流下游深水区，金沙江、澜沧江、南盘江和元江干流，基于工程影响分析，引水作业后集中越冬场的水文情势将不会发生变化，对鱼类越冬基本没有影响。

2) 2040 水平年影响

2040 年水平年比 2030 年相比，滇中引水的引水量将会导致金沙江、澜沧江、南盘江和红河干支流水体水量有所增加，根据水量和水位预测分析，其波动范围均不会引起干流、主要支流下游和库区水体鱼类越冬场水文情势的改变。因此，滇中引水 2040 年水平年对鱼类越冬场的影响与 2030 年一致。

5.5.7 对滇池国家级水产种质资源保护区的影响

滇中引水二期骨干工程通过大黑箐隧洞将滇池与一期工程输水总干渠连通，实现工程利用滇池进行调蓄。利用滇池调蓄可能对滇池国家级水产种质资源保护区造成影响，本节内容做相应分析。

(1) 保护区概况

根据农业部办公厅关于公布第三批国家级水产种质资源保护区的面积范围和功能分区的通知（农办渔[2010]104 号）要求，2010 年 9 月 30 日设立滇池国家级水产种质资源保护区。

保护区位于昆明市滇池流域，总面积 1865.3 公顷，其中核心区面积 1832 公顷，实验区面积 33.3 公顷。保护区功能区划见图 5.5.7-1。

核心区是盘龙江上游的牧羊河、冷水河（沿河岸垂直外延 100 米区域）其拐点坐标分别为（102° 49′ 10.29″ E，25° 10′ 14.49″ N；102° 46′ 21.82″ E，25° 20′ 50.05″ N；102° 48′ 58.55″ E，25° 21′ 46.89″ N）和以滇池周边 9 个龙潭（见表 5.5.7-1）涌泉为圆心、半径 200 米区域。

实验区分为两处：滇池西岸实验区：位于滇池西岸海口办事处白鱼口

村委会水域，范围在东经 102° 39′ 25.51″ —102° 39′ 27.04″ ，北纬 24° 48′ 21.25″ —24° 48′ 01.11″ 之间，面积 20 公顷；滇池东岸实验区：位于滇池东岸晋宁县新街乡水域，范围在东经 102° 39′ 27.38″ ，北纬 24° 48′ 11.35″ 之间，面积 13.3 公顷。

核心区特别保护期为 1 月 1 日-5 月 31 日。主要保护对象是滇池金线鲃，其他保护物种有昆明裂腹鱼、云南光唇鱼、云南盘鮈、昆明高原鳅、横纹南鳅、侧纹云南鳅、细头鳅、鲫鱼等。

表 5.5.7-1 9 个龙潭核心区位置

编号	地点	所属地	纬度 (N)	经度 (E)
S1	青龙潭	嵩明	25°18'16.8"	102°53'19.3"
S2	黑龙潭	嵩明	25°16'23.2"	102°52'52.7"
S3	上村龙潭	嵩明	25°17'41.7"	102°51'47.1"
S4	承龙水苑	官渡	25°08'47.1"	102°57'49.5"
S5	白草村龙潭	西山	24°50'03.0"	102°38'56.7"
S6	白莲寺龙潭	西山	24°48'27.7"	102°39'05.4"
S7	里仁龙潭	海口	24°47'45.6"	102°35'22.4"
S8	旧寨龙潭	晋宁	24°44'30.8"	102°35'28.1"
S9	龙王潭	晋宁	24°32'31.5"	102°40'22.4"



图 5.5.7-1 滇池国家级水产种质资源保护区功能区划示意图

(2) 工程与保护区的位置关系

滇中引水二期工程骨干输水线路与滇池国家级水产种质资源保护区不交叉，且还有较远距离。其中，大黑箐隧洞进口位于滇池南部鸽子湾，距离滇池东岸实验区直线距离约 8km，距离滇池西岸实验区直线距离约 13km；大黑箐隧洞出口接一期工程输水总干渠，距离 S9 龙王潭核心区约 6km。位置关系见图 5.5.7-2。

(3) 工程对保护区的影响分析

1) 工程对保护区核心区的影响分析

二期骨干工程与保护区核心区距离较远，不会对其产生直接影响。其中龙王潭核心区位于柴河水库上游，距离大黑箐隧洞出口约 6km。龙王潭出露高程约 1958m，大黑箐隧洞出口高程 1873m，隧洞低于龙潭约 85m。大黑箐隧洞所在地层为第四系冲积层(Q)和陡山沱组(Zbd)，第四系冲积层(Q)岩性为砾石、砂质黏土，陡山沱组(Zbd)岩性为石英砂岩夹白云岩。大黑箐隧洞施工开挖会疏排地下水，导致地下水位下降，在陡山沱组(Zbd)段地下水位影响半径约 320m，在第四系冲积层(Q)段地下水位影响半径约 1000m。龙王潭与柴河水库位于同一地层美党组(Pt1m)，岩性为板岩、变质粉砂岩，富水性弱，渗透性弱。因此，龙王潭距离大黑箐隧洞较远，隧洞与龙潭不在同一套地层，大黑箐隧洞地下水影响半径有限，隧洞施工开挖不会对龙潭水位、水量造成影响，也不会影响到龙潭内的土著鱼类。

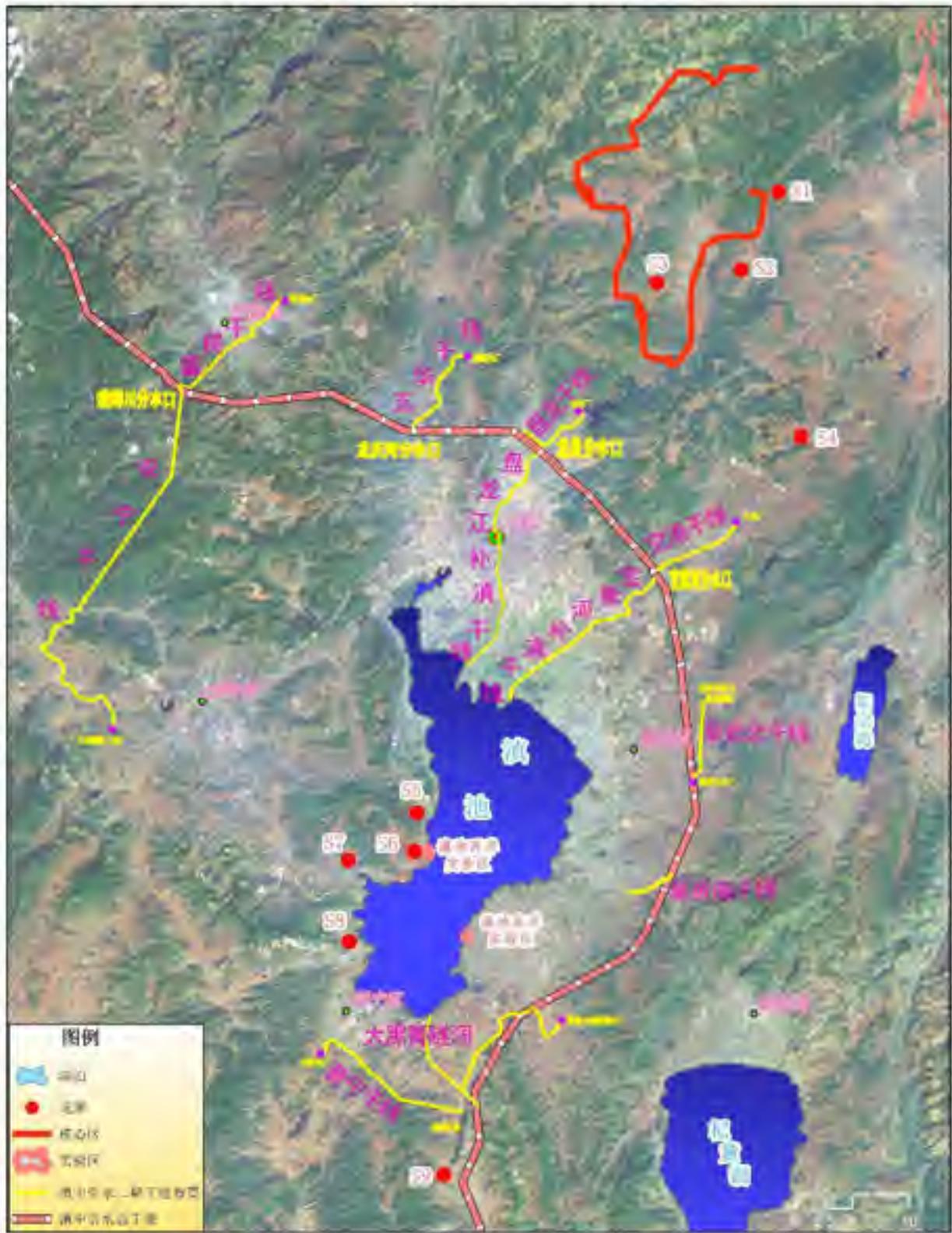


图 5.5.7-2 滇中引水二期工程与滇池水产种质资源保护区的位置关系图

2) 工程对保护区实验区的影响分析

根据《云南省滇池保护条例》规定，滇池正常蓄水位为 1887.50m，主汛期水位维持 1887.20m，当出现设计洪水，洪水将由西园隧洞和海口河同时下泄，以保障滇池水位维持在 1887.20m 左右。结合滇池调蓄水位变化过程预测分析，不利用滇池调蓄年内滇池外海 3-6 月水位变化为：丰水年至 6 月 10 日达到水位最低点，水位下降 0.25m；平水年至 5 月 10 日达到水位最低点，下降 0.35m；枯水年至 6 月 10 日达到水位最低点，水位下降 0.65m。2040 年利用滇池调蓄后，多年平均调蓄水量约为 0.70 亿 m^3 ，与不利用滇池调蓄相比，3-6 月滇池外海水位变化为：丰水年至 4 月 10 日水位下降约 0.2m，至 5 月 10 日水位已基本达到最低点，下降约 0.25m，水位变幅基本相同，但水位下降过程更快；平水年至 6 月 10 日水位达到最低点，较不利用滇池调蓄时推迟了一个月，水位最大变幅约 0.33m，水位下降过程更为平缓；枯水年也是 6 月 10 日达到水位最低点，水位下降约 0.45m，水位变幅减小近 0.2m，下降过程更平缓。

利用滇池调蓄后，的水位年内变化更加平缓，除丰水年（滇池调蓄和补水变化差为 0-0.1m）外，利用滇池调蓄后的水位均高于现状水平年。利用滇池调蓄丰水年 3-6 月水位提前下降，下降过程加快，这些变化对保护区的滇池西岸和滇池东岸实验区水域的水位会产生一定影响，从而对水生植物有一定影响，3-6 月为鱼类的繁殖期，利用滇池调蓄对鱼类的繁殖会产生一定影响。两个实验区水生植物较为分散，群落规模不大，不是滇池鱼类的主要产卵场。实验区内现有鱼类多为鲫、鲤、鲢和鳙等经济鱼类，以及棒花鱼、高体鳊、麦穗鱼和鰕虎鱼等外来鱼类为主，能够长期适应湖泊水位变化的不利影响。

综合分析，滇中引水二期工程利用滇池调蓄对滇池国家级水产种质资源保护区的结构和功能均不产生直接影响，更不会影响保护区重点保护鱼

类的重要生境，对保护区的总体影响很小，工程对保护区结构和功能影响是短暂、可控、可恢复的。

5.5.8 外来物种入侵对受水区鱼类的影响与风险分析

(1) 外来入侵物种种类分析

本地种(*Indigenous species, or native species*)是指分布在原生地(*native range*)的物种。外来种或非本地种(*Alien species, or Nonindigeous species*)是指因种种原因被引入到非原生地的物种。入侵种(*Invasive species*)是指在引入地建立了庞大的种群，并向周围地区扩散，对新分布区生态系统的结构和功能造成了明显的损害和影响的外来种。因此，按此定义，我们将原本生活在水源区的物种作为潜在入侵受退水区的物种进行分析。

2014年水利部水工程生态研究所通过对水源区鱼类资源的2次调查，同时结合中国科学院昆明动物研究所历年调查数据，石鼓至虎跳峡江段共分布有鱼类20种，其中土著鱼类15种，分别为短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、硬刺松潘裸鲤、软刺裸裂尻鱼、戴氏山鳅、修长高原鳅、短尾高原鳅、斯氏高原鳅、勃氏高原鳅、安氏高原鳅、细尾高原鳅、拟硬鳍高原鳅、中华金沙鳅、长须石爬鳅；外来广布鱼类5种，分别为：棒花鱼、麦穗鱼、高体鲃、鲫、泥鳅，结合大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市和红河州的水生态调查数据，这5种鱼类在引水区和受退水区均有分布，在很多地区已经存在了超过30年，已经成为了事实上的当地种，因此不纳入受退水区外来种分析。

根据渔获物调查及早期资源调查结果及相关文献资料分析，将鱼类进入引水渠的可能性分为以下两类：

表 5.5.8-1 滇中引水二期工程进入引水渠的可能性

类别	种类	依据
进入引水渠几率较大的种类	短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、硬刺裸鲤、软刺裸裂尻鱼	种群规模较大，成鱼或幼鱼随水流进入引水渠几率较大
	高原鳅（修长高原鳅、短尾高原鳅、斯氏高原鳅、勃氏高原鳅、安氏高原鳅、细尾高原鳅、拟硬鳍高原鳅）	这几种高原鳅生态习性相似，可作为高原鳅属鱼类总体分析。由于高原鳅属小型鱼类，个体小、种群规模大，因此其进入引水渠的几率较大
	中华金沙鳅	种群规模较小，但产漂流性卵，卵苗顺水漂流进入引水渠的可能性较大
	棒花鱼、麦穗鱼、高体鲫、鲫、泥鳅	外来种类，目前在水源区种群规模不大，但由于游泳能力较弱，成鱼和幼鱼均有可能顺水进入引水渠，且这些外来种类种群规模可能在水源区宽谷江段迅速增长，增加其进入引水渠的几率
进入引水渠几率较小的种类	戴氏山鳅	分布海拔较低，水源区分布极少
	长须石爬鮡	主要分布在峡谷急流江段，其宗至石鼓宽谷江段分布极少

(2) 外来入侵物种的危害

外来种是指在一定区域内历史上没有自然发生分布而由人类活动直接或间接引入，在当地自然或人为生态系统中建立了可自我维持的种群的物种。外来种会对土著种的生存造成压力，竞争土著种类的生存、食物资源，有些甚至会与土著种杂交，降低物种多样性。能够成功入侵的外来种一般生存、繁殖能力较强，常以其他鱼类及鱼卵为食，这也是导致土著鱼类的种群数量急剧下降的原因之一。

(3) 外来入侵物种的风险评估

全球化的外来生物入侵问题导致了日益严重的地区特有物种衰竭，生物多样性丧失，生态环境变化和经济损失。对外来物种入侵风险进行有效评估是防止入侵的最有效手段之一。近年来，国内外相关研究不断发展，窦寅等（2011）在现状调查、文献分析和专家咨询的基础上，构建了一套包含 5 个一级指标、12 个二级指标、44 个三级指标的可量化的外来鱼类入侵风险评估指标体系（见下表 5.5-2）。本报告的评估程序和撰写格式按照《外来物种环境风险评估技术导则》（HJ 624-2011）的要求进行，具体指标采用窦

寅等（2011）。

据《滇中引水工程项目建议书 第一册》，滇中引水石鼓泵站取水口位于金沙江石鼓水文站基本断面下游约 1.77km，泵站布置在冲江河右岸山体中，本次评价将奔子栏至虎跳峡河段及支流冲江河作为滇中引水工程水源区外来种的来源河段。

根据水工程生态研究所《滇中引水工程（水源区及调出区）水生生态影响评价专题研究》的调查成果，奔子栏至虎跳峡河段及冲江河分布有鱼类 20 种，其中土著鱼类 15 种，分别为短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、硬刺松潘裸鲤、软刺裸裂尻鱼、戴氏山鳅、修长高原鳅、短尾高原鳅、斯氏高原鳅、勃氏高原鳅、安氏高原鳅、细尾高原鳅、拟硬鳍高原鳅、中华金沙鳅、长须石爬鮡；外来鱼类 5 种，分别为：棒花鱼、麦穗鱼、高体鰮鮡、鲫、泥鳅，这 5 种外来鱼类在受退水区已有分布，因此不纳入受退水区的外来种风险分析。因此，将以上 15 种鱼类将作为滇中引水工程水源区外来种的来源物种。

结合各物种特性将这 15 种鱼类分成 4 大类，即裂腹鱼鱼类、高原鳅鱼类、中华金沙鳅和长须石爬鮡。在这 4 类鱼中，每一类至少选取 1 种鱼作为代表种进行分析，共分析了 5 个物种，即四川裂腹鱼、硬刺裸鲤、细尾高原鳅、中华金沙鳅、长须石爬鮡。

由于输水线路为全封闭式管道、隧洞等，退水区是生产生活用水退入退水河流，外来种基本无影响，因此，我们着重以受水区的湖泊、水库为分析对象，将受水区分成滇池、杞麓湖、异龙湖、各调蓄水库四个类别来逐一分析。

窦寅等（2011）提出的风险评估总分值的计算公式为：

$$W = \sum_{i=1}^5 \alpha_i \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} \sum_{k=1}^n \alpha_{ijk} P_{jk}$$

式(1)中, W 为外来鱼类入侵风险评估总分值; α_i 为一级指标的权重分值; α_{ij} 为二级指标的权重分值; α_{ijk} 为三级指标的权重分值; P_{ijk} 为三级指标的评估值; n 为第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标下的三级指标个数; m 为第 i 个一级指标下的二级指标个数。

表 5.5.8-2 外来鱼类入侵风险评估指标体系及评分标准 (窦寅等)

一级指标	二级指标		三级指标		不同分值所对应的评估标准				
	名称	权重	名称	权重	0	1	2		
入侵历史与分布现状	0.45	入侵历史	0.60 是否存入侵史 (P_{101})	0.10	否		是		
			对入侵地区本地种的影响 (P_{102})	0.50	降低 0~10%	降低 10%以上	减少 1种本地种灭绝		
		评估地区分布情况	0.40 对入侵地区生态环境的影响 (P_{111})	0.25	不显著	显著	较显著		
			对入侵地区经济贸易的影响 (P_{112})	0.15	不显著	显著	较显著		
			0.40 人工种植规模 (P_{121})	0.15	0~0.1%	0.1%~2.0%	>2.0%		
			人工种植分布 (P_{122})	0.15	高度集中	比较集中	广泛分布		
			自然生态系统中的分布 (P_{123})	0.20	未发现	偶见	常见		
			0.20 环境适应能力	0.55 对本地的适应情况 (P_{201})	0.20	不适应	部分适应	完全适应	
		定殖与建群的可能性	0.20	环境适应能力	对水化因子的适应情况 (P_{202})	0.20	不适应	部分适应	完全适应
					对水文条件的适应情况 (P_{203})	0.15	不适应	部分适应	完全适应
存在天然饲料资源的情况 (P_{204})	0.10				无	存在	充足		
存在有效天敌的情况 (P_{205})	0.15				较多	较少	无		
生长繁殖能力	存在竞争压力的情况 (P_{206})			0.10	高	较高	较低		
	遗传多样性高低 (P_{207})			0.10	很低	较高	很高		
	0.45 生长速度 (P_{211})			0.10	缓慢	一般	迅速		
	初次性成熟年龄 (P_{212})			0.30	>2 a	1~2 a	<1 a		
	繁殖次数 (P_{213})			0.15	每年或多年 1次	每年 2~3次	每年 4次以上		
	0.10 繁殖策略 (P_{214})			0.10	r-策略	中	K-策略		
传播与扩散的可能性	0.20	个体易扩散性	0.35 个体形态特征可分解程度 (P_{301})	0.20	易分解	较难分解	很难分解		
			繁殖体形态特征 (P_{302})	0.30	浮性卵	能附活动物体	黏附固定物体的黏性卵		
		环境易扩散性	0.25 个体或繁殖体在运输环境中的存活率 (P_{311})	0.10	0~3%	>3%~50%	>50%		
			迁徙范围 (P_{312})	0.40	定居	一定范围	长距离迁徙		
			0.25 水域可连通性 (P_{321})	0.65	封闭水系	存在一定连通性	连通性强,水系发达		
			0.35 水域受自然干扰次数 (P_{322})	0.35	较少	偶尔	频繁		
		人为传播的可能性	0.40 船目的性物种与传播的程度 (P_{331})	0.45	较低	一般	较高		
			评估区渔业水产产业发展的程度 (P_{332})	0.30	较低	一般	较高		
			0.25 其他人活动强度 (P_{333})	0.25	较低	一般	较高		
			0.25 对本物种的影响与危害	0.60 繁殖干扰 (P_{401})	0.30	无干扰	领域式干扰	"杂交"式干扰	
影响与危害的评估	0.25	对本物种的影响与危害	捕食危害 (P_{402})	0.35		广食性	专食性		
			竞争压力 (P_{403})	0.20	无竞争	干扰式竞争	掠夺式竞争		
			是否为原产地的媒介物种 (P_{404})	0.15	否	是			
			0.40 对自然类群的影响 (P_{411})	0.40	无	一定程度破坏	较大程度破坏		
		对环境的影响与危害	对水环境的影响 (P_{421})	0.60	无	一定程度降低	较大程度降低		
			0.30 是否为人畜病体的媒介物种 (P_{431})	0.40	否	是			
		对人类的影响与危害	个体及其分泌物对人类的危害 (P_{432})	0.30	无	一定危害	较大危害		
			对经济活动的影响 (P_{433})	0.30	无或较低	一般	较高		
			0.50 引入渠道的规范性 (P_{501})	0.35	较高	一般	较低		
			使用程序的规范性 (P_{502})	0.35	较高	一般	较低		
预防与控制的难度	0.20	预防入侵的难度	公众对该外来鱼入侵的防范意识 (P_{503})	0.30	很强	一般	无或较低		
			0.50 现有控制技术 (P_{511})	0.50	存在简便的控制方式	存在复杂的控制方式	没有可行的控制方式		
		控制入侵的难度	控制所需成本 (P_{512})	0.20	无或较低	较高	很高		
			控制造成的负面效应 (P_{513})	0.30	无或较低	一般	较高		

注:占水产养殖总面积比例。

根据外来鱼类入侵风险评估总分值 W ，可确定外来鱼类的风险级别和相应的管理措施，3 类风险级别的判定标准则依据使用该体系对若干种已知具风险和无风险的外来鱼作出的评分结果进行分析而确定。

表 5.5.8-3 风险评估总分值(W)、风险级别及管理措施的对照

W 值	风险级别	管理措施
[0, 0.700)	可接受	可引进
[0.700, 1.000)	一定风险	需进一步获取信息, 采取防范监控措施
[1.000, 2.000]	不可接受	入侵风险高, 禁止引进

根据《云南鱼类志 上下册》(褚新洛、陈银瑞等, 1989, 1990)、《四川鱼类志》(丁瑞华, 1994)、《青藏高原鱼类》(武云飞、吴翠珍, 1992)、《西藏鱼类及其资源》(张春光等, 1995)、《长江鱼类早期资源》(曹文宣等, 2007) 等文献资料和中国科学院昆明动物研究所未发表的数据, 确定各评估指标的赋值; 找不到现有数据的, 根据近缘种的数据或评估专家的经验判定。

(4) 评估结果

1) 四川裂腹鱼风险评估

风险评估: 四川裂腹鱼入侵滇池、杞麓湖、异龙湖、各水库的风险评估总分值分别为 0.32、0.344、0.32、0.344, 风险级别为可接受。

金沙江水系四川裂腹鱼入侵至南盘江、澜沧江、红河水系的风险级别为可接受。

2) 硬刺裸鲤风险评估

风险评估: 硬刺裸鲤入侵滇池、杞麓湖、异龙湖、各水库的风险评估总分值 (W 值) 分别为 0.2535、0.2775、0.2535、0.2775, 风险级别为可接受。

硬刺裸鲤入侵至南盘江、澜沧江、红河水系的风险级别为可接受。

3) 细尾高原鳅风险评估

风险评估：细尾高原鳅引入滇池、杞麓湖、异龙湖、各水库的风险评估总分值（W 值）分别为为 0.2425、0.2665、0.2425、0.2665，风险级别为可接受。

细尾高原鳅入侵至南盘江、澜沧江、红河水系的风险级别为可接受。

4) 中华金沙鳅风险评估

风险评估：中华金沙鳅引入滇池、杞麓湖、异龙湖、各水库的风险评估总分值（W 值）为 0.1785、0.2025、0.1785、0.2025，风险级别为可接受。

中华金沙鳅入侵至南盘江、澜沧江、红河水系的风险级别为可接受。

5) 长须石爬鮡风险评估

风险评估：长须石爬鮡引入滇池、杞麓湖、异龙湖、各水库的风险评估总分值（W 值）为 0.1785、0.2025、0.1785、0.2025，风险级别为可接受。

长须石爬鮡入侵至南盘江、澜沧江、红河水系的风险级别为可接受。

(5) 入侵风险综合分析

综上所述，通过对四川裂腹鱼、硬刺裸鲤、细尾高原鳅、中华金沙鳅和长须石爬鮡等 5 种金沙江上游取水点广泛分布的鱼类作为代表，着重分析了裂腹鱼亚科、条鳅科、爬鳅科和鮡科等鱼类入侵至滇池、杞麓湖、异龙湖和其余调蓄水库风险，结果显示：根据《外来物种环境风险评估技术导则》，以上 5 种鱼类的入侵风险级别均为可接受；也就是说金沙江上游取水点鱼类通过滇中引水干支渠进入澜沧江水系、南盘江水系和红河水系，并在受水区 3 大水系干支流、湖泊和调蓄水库建立入侵种群的风险很小。

此外，结合《滇中引水工程环境影响报告书》对金沙江取水口、分水口门等处采取相应一系列拦鱼措施的基础上，鱼类成体很难经过输水管线成功进入其他水体。因此本次评价认为鱼卵和鱼苗进入取水口的可能性较小，即使有少量鱼卵和鱼苗随水流进入取水口，但在取水口强大的吸力下，

卵苗能够存活的可能性极小，即使有极少量存活下来，经过滇中引水工程主干线和二期工程各分段长达数百公里的输水管道之后，随着沿程溶氧的降低和水力冲击，估计基本不会有存活卵苗的能够成功进入调蓄水库等水体。

因此，对滇中二期工程受退水区而言，可以预测滇中引水管线来水没有外来种鱼类及其卵苗输入，综合来看外来种入侵风险及影响轻微。

5.5.9 滇池调蓄方案对鱼类的影响评价

(1) 对滇池鱼类区系分析

根据滇池调蓄水规划方案，引水主要通过宝象河、盘龙江汇入滇池，各月盘龙江、宝象河分水口向滇池补水流量为 $5\text{m}^3/\text{s}\sim 16\text{m}^3/\text{s}$ 之间，根据前文预测评价，滇中引水工程利用滇池调蓄对滇池的鱼类组成及区系不会产生较大的影响；滇池特有鱼类基本仅存在于远离湖体的附属水体中，因上游松华坝水库等水利工程的阻隔，即使金沙江鱼类进入滇池，也无法上溯到这些附属水体，而对于下游周边的龙潭，因这些外来种无法入侵滇池湖体生存，因而也不会由滇池湖体入侵到周边龙潭之中，因此不会对滇池特有鱼类和区系组成造成实质性的影响。

滇中引水工程实施后，滇池补水量占滇池水量比重较小，补水量所占比重为 $0.89\%\sim 3.61\%$ ，两者混合后，对滇池水温影响较小，滇池水温变化不大，对其生活的鱼类影响较小。而且工程对滇池进行补水，从而增加了滇池流域的水量，增加了水域面积，改善了滇池水质，促进了鱼类的繁殖，对恢复增加滇池特有鱼类种群的恢复还能起到积极作用。

(2) 调蓄出水对南岸鱼类的影响分析

大黑箐隧洞其取水点位于晋宁南滇池国家湿地公园范围内的鸽子湾水域。滇池南岸鸽子湾和太史湾水域主要分布鱼类为：鲢、鳙、鲫、鲤、鳊、

草鱼、红鳍鲌等中大型经济鱼类，其次食蚊鱼、麦穗鱼、小黄鱼幼鱼、高体鳊和虾虎鱼等野杂鱼也占有一定的比例；滇池金线鲃、银白鱼等重点保护和珍稀濒危鱼类在该水域却较为少见。鸽子湾和太史湾均位于晋宁南滇池国家湿地公园范围内，人为干预较少，湿地恢复较为集中，通过资料查阅以及现场调查结果推断该水域主要是红鳍鲌、鲫等产粘性卵土著鱼类的集中产卵场。

大黑箐隧洞工程建设期涉及到隧洞进口建筑物的建设，由于工程建设所产生的废水、固体建设垃圾、施工机械震动及施工人员的干扰，若在繁殖季节，则将导致鱼类产卵受到一定程度抑制，势必会对现有推断的红鳍鲌产卵鱼类造成一定的不利影响，但该方面的影响会随着施工期的结束得到缓解或消除。

该隧洞工程运行后，虽然外围和取水口可布置拦鱼设施进行拦挡，避免较大体型鱼类进入，但仍可能存在滇池中的大型鱼类稚鱼和鱼卵，以及小型鱼类进入到滇中引水工程的主干渠，甚至扩散到以下的受水区湖泊和水库中。因此，滇池金线鲃、银白鱼和长身鲮等滇池特有土著鱼类，以及兴凯鲮、大鳍鲮、黑鳍鲈等仅分布于滇池的外来种鱼类仍然存在通过引水干支渠扩散到受水区的湖泊和水库的可能。

同时，由于但其隧洞设计引水流量为 $40\text{m}^3/\text{s}$ ，难免会使鸽子湾局部水域由原先的趋于静止水体变成快速流动的水体，将会进一步加大水体流速，漂浮型水生植物和湖体表面悬浮物将会随着水流向隧洞取水口汇集，其水体的流动可能在一定程度上对鸽子湾水域红鳍鲌产卵场产生不利影响，但其影响程度大小有待后续滇池水动力模型分析，以及鸽子湾水域红鳍鲌、鲫鱼等产粘性卵鱼类的深入研究。

5.6 声环境影响预测

5.6.1 施工期噪声影响预测

通过工程分析可知，本工程施工期噪声主要来自两方面：一是施工机械设备运行产生的固定电源噪声，二是机械车辆行驶产生的流动交通噪声。现根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)分别采用不同的预测模式进行预测评价。

5.6.1.1 施工机械噪声预测

(1) 预测模式及参数选择

施工噪声可近似视为点声源处理，固定源噪声采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)中推荐的无指向性点源户外声传播衰减模式，公式如下：

$$L_i=L_1-20\lg(r_i/r_1)$$

其中： L_i ——与声源相距 r_i (m) 处的单机施工机械噪声级 (dB)；

L_1 ——与声源相距 r_1 (m) 处的单机施工机械噪声级 (dB)；

L ——与声源相距 r_1 (m)处的机械联合作业施工机械噪声级(dB)；

r_1 ——测点据声源源强距离 (m)。

(2) 预测结果

在噪声预测过程中，不考虑噪声在传播过程中的几何发散、遮挡、空气吸收和地面效应作用下产生的衰减量，点噪声源贡献值预测结果见表 5.6.1-1。

表 5.6.1-1 施工区主要施工机械噪声影响预测表

声源	源强 dB (A)	与声源不同距离的噪声值 dB (A)						达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》的距离 (m)	
		10m	20m	50m	100m	200m	400m	昼间	夜间
混凝土拌和站	80	60.0	54.0	46.0	40.0	34.0	28.0	4	18
挖掘机	80	62.0	56.0	48.0	42.0	36.0	30.0	4	18
推土机	85	65.0	59.0	51.0	45.0	39.0	33.0	6	32
手持式风钻	68.5	48.5	42.5	34.5	28.5	22.5	16.5	1	5

振动碾	85	65.0	59.0	51.0	45.0	39.0	33.0	6	32
振捣器	85	65.0	59.0	51.0	45.0	39.0	33.0	6	32
钢筋加工系统	90	70.0	64.0	56.0	50.0	44.0	38.0	10	56
电焊机	67.5	47.5	41.5	33.5	27.5	21.5	15.5	1	5
汽车起重机	83	63.0	57.0	49.0	43.0	37.0	31.0	5	25
装载机	80	60.0	54.0	46.0	40.0	34.0	28.0	4	18

计算最不利情况，即所有声源同时作用下在距离处的噪贡献值预测结果见表 5.6.1-2。

表 5.6.1-2 不同施工机械噪声叠加预测值

声源	源强 dB (A)	与声源不同距离的噪声值 dB (A)					
		10m	15	20m	50m	100m	200m
等效值	94	73.9	70.4	66.0	59.9	53.9	47.9

工程夜间不施工，因此，根据上述两表计算结果分析，各施工机械影响范围昼间大部约在 10m 左右，因此处于 10m 以内的居民点施工机械噪声不达标，如果不同机械同时施工，则影响范围在 15m 左右，因此联合施工的情况下，15m 以内的居民点超过建筑施工场界环境噪声排放标准。

(3) 声环境敏感点影响分析

据调查，工程输水线路、弃渣场、生产生活区评价范围内分布有 40 个居民点，其中弃渣场周边有 1 个居民点，生产生活区周边有 8 个居民点。工程区周边居民点主要受影响为输水线路施工开挖平整、弃渣车辆运输、生产区加工的影响。

根据施工特性，施工期敏感点噪声影响预测结果详见表 5.6-3。本工程夜间禁止施工，因此，夜间不会对居民点产生影响。表 5.6-3 中，昼间在无遮挡、联合施工的情况下，输水线路区金竹林、杨凹子、中卫营、薛井村、赵家寨、大水村、左锁村、姚家寨、李家寨、作佳、普陀岩、半月池、陶村居民点超标，超标 0.7~16.3dB。生产生活区周边金马村、山头村分别超标 6.5dB、0.5 dB。

在实际施工过程中施工机械一般为间歇性使用，例如推土机、挖掘机仅在前期土石方开挖时使用，钢筋加工也是间歇性工作，因此不会出现以

上所有施工机械持续性的运行而造成强烈的噪声影响的情况。表 5.6-3 中的预测值仅仅考虑了距离衰减，而实际传播过程中还会受到树木、建筑物等对噪声的阻隔和衰减作用，因此实际当中施工机械噪声的影响程度及范围应比理论上的推算要低一些，主要受影响对象为距离工程最近的第一排房屋居民，背后其余居民由于前排房屋起到一定的阻隔作用受到的噪声影响将有很程度的降低。居民点与工程区存在 0~40m 的高差，噪声影响会得到进一步减小。另外，由于输水线路均呈线性，分段施工后各段工程量不大，施工周期短，居民点所受施工噪声影响仅局限于一定的施工时段内，所受的影响时间较短。但为减轻施工机械噪声影响，在施工过程中必须对作业时段进行合理的安排，做好机械的维修保养，尽量减少噪声对居民的影响，生产区布置在远离居民点的一侧。

施工噪声仅伴随于施工活动，随工程结束而消失，所以施工机械对周围声环境质量不会产生明显影响。

表 5.6.1-3 环境敏感点施工噪声预测 单位：dB (A)

工程区	敏感点	距离最近的工程/直线距离(m)	主要使用的施工机械							联合作业噪声预测	背景值		叠加背景值		建筑施工场界环境噪声排放标准		超标	
			推土机	挖掘机	载重汽车	钢筋加工	汽车吊	电焊机	混凝土拌合站		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
输水线路	三孔桥	30.0	55.5	50.5			34.5	38.0		56.7	49.8	41.4	57.5	56.9	70	55	达标	1.9
	金竹林	5.0	71.0	66.0			50.0	53.5		72.3	48.9	39.2	72.3	72.3	70	55	2.3	17.3
	杨凹子	5.0	71.0	66.0			50.0	53.5		72.3	48.9	39.2	72.3	72.3	70	55	2.3	17.3
	盘江西路埋管两侧居民点	40.0	53.0	48.0			32.0	35.5		54.2	52.9	42.1	56.6	54.5	70	55	达标	达标
	八水厂一级支渠道沿线居民	12.0	63.4	58.4			42.4	45.9		64.7	53.2	42.5	65.0	64.7	70	55	达标	9.7
	前卫营	120.0	43.4	38.4			22.4	25.9		44.7	50.7	47.5	51.7	49.3	70	55	达标	达标
	中卫营	3.0	75.5	70.5			54.5	58.0		76.7	50.7	47.5	76.7	76.7	70	55	6.7	21.7
	薛井村	3.0	75.5	70.5			54.5	58.0		76.7	50.7	47.5	76.7	76.7	70	55	6.7	21.7
	土基甸	45.0	51.9	46.9			30.9	34.4		53.2	47.9	41.4	54.3	53.5	70	55	达标	达标
	杨柳田	51.0	50.8	45.8			29.9	33.3		52.1	47.9	41.4	53.5	52.5	70	55	达标	达标
	湾子寨	93.0	45.6	40.6			24.6	28.1		46.9	47.6	42.1	50.3	48.1	70	55	达标	达标
	赵家寨	5.0	71.0	66.0			50.0	53.5		72.3	47.6	42.1	72.3	72.3	70	55	2.3	17.3
	大水村	2.0	79.0	74.0			58.0	61.5		80.3	47.6	42.1	80.3	80.3	70	55	10.3	25.3
	左锁村	2.0	79.0	74.0			58.0	61.5		80.3	47.6	42.1	80.3	80.3	70	55	10.3	25.3
	姚家寨	3.0	75.5	70.5			54.5	58.0		76.7	47.6	42.1	76.7	76.7	70	55	6.7	21.7
	李家寨	1.0	85.0	80.0			64.0	67.5		86.3	47.6	42.1	86.3	86.3	70	55	16.3	31.3
	作佳	3.0	75.5	70.5			54.5	58.0		76.7	47.6	42.1	76.7	76.7	70	55	6.7	21.7
	普陀岩	4.0	73.0	68.0			52.0	55.5		74.2	47.6	42.1	74.2	74.2	70	55	4.2	19.2
	王三寨	104.0	44.7	39.7			23.7	27.2		45.9	47.6	42.1	49.9	47.4	70	55	达标	达标
半月池	3.0	75.5	70.5			54.5	58.0		76.7	47.6	42.1	76.7	76.7	70	55	6.7	21.7	
肖家海	67.0	48.5	43.5			27.5	31.0		49.8	47.6	42.1	51.8	50.4	70	55	达标	达标	
寺脚底	65.0	48.7	43.7			27.8	31.2		50.0	47.6	42.1	52.0	50.7	70	55	达标	达标	

	万家营	7.0	68.1	63.1			47.1	50.6		69.4	47.6	42.1	69.4	69.4	70	55	达标	14.4
	许家营	8.0	66.9	61.9			45.9	49.4		68.2	47.6	42.1	68.3	68.2	70	55	达标	13.2
	陶村	6.0	69.4	64.4			48.4	51.9		70.7	47.6	42.1	70.7	70.7	70	55	0.7	15.7
	旧符家营	8.0	66.9	61.9			45.9	49.4		68.2	47.6	42.1	68.3	68.2	70	55	达标	13.2
	唐家边	50.0	51.0	46.0			30.0	33.5		52.3	47.6	42.1	53.6	52.7	70	55	达标	达标
	九天观	48.0	51.4	46.4			30.4	33.9		52.7	47.6	42.1	53.8	53.0	70	55	达标	达标
	孙家营	117.0	43.6	38.6			22.6	26.1		44.9	47.6	42.1	49.5	46.7	70	55	达标	达标
	松村	45.0	51.9	46.9			30.9	34.4		53.2	47.6	42.1	54.3	53.5	70	55	达标	达标
	高坡	7.0	68.1	63.1			47.1	50.6		69.4	47.6	42.1	69.4	69.4	70	55	达标	14.4
弃渣场	赵山	10.0			70.0					70.0	48.9	39.2	70.0	70.0	70	55	达标	15.0
生产生活区	三孔桥	30.0				60.5			50.5	60.9	49.8	41.4	61.2	60.9	70	55	达标	5.9
	大石洞	133.0				47.5			37.5	47.9	49.8	41.4	52.0	48.8	70	55	达标	达标
	落索坡新村居民点	39.0				58.2			48.2	58.6	52.9	42.1	59.6	58.7	70	55	达标	3.7
	龙泉小学	109.0				49.3			39.3	49.7	56.5	43.0	57.3	50.5	70	55	达标	达标
	金马村	5.0				76.0			66.0	76.4	53.2	42.5	76.5	76.4	70	55	6.5	21.4
	沙沟村	12.0				68.4			58.4	68.8	53.2	42.5	68.9	68.8	70	55	达标	13.8
	东古城	145.0				46.8			36.8	47.2	50.7	47.5	52.3	50.4	70	55	达标	达标
	山头村	10.0				70.0			60.0	70.4	50.7	47.5	70.5	70.4	70	55	0.5	15.4

5.6.1.2 交通噪声

交通噪声采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)中推荐的公路(道路)交通运输噪声预测模式。

机动车辆产生的噪声,距行驶路面中心 7.5m 处的平均辐射噪声级,可按下列各式计算:

小型车(3.5t 以下): $L_S=12.60+34.73 \lg V_L$

中型车(3.5-12.0t): $L_M=8.80+40.48 \lg V_M$

大型车(12.0t 以上): $L_H=22.0+36.32 \lg V_H$

施工区以大型车辆为主(主要为 15t~25t),选择单车种(15t)进行预测。交通噪声预测范围在距道路中心线 200m 内。预测点接受到的交通噪声值为:

$$L_{eq}(h)_i = (\overline{L_{OE}})_i + 10 \lg \left(\frac{N_i}{V_i T} \right) + 10 \lg \left(\frac{7.5}{r} \right) + 10 \lg \left(\frac{\psi_1 + \psi_2}{\pi} \right) + \Delta L - 16$$

式中: $L_{eq}(h)_i$ — 第 i 类车的小时等效声级, dB(A);

$(\overline{L_{OE}})_i$ — 第 i 类车速度为 V_i , km/h; 水平距离为 7.5 米处的能量平均 A 声级, dB(A);

N_i — 昼间,夜间通过某个预测点的第 i 类车平均小时车流量, 辆/h;

r — 从车道中心线到预测点的距离, m; (A12) 适用于 $r > 7.5m$ 预测点的噪声预测。

V_i — 第 i 类车的平均车速, km/h;

T — 计算等效声级的时间, 1h;

ψ_1 、 ψ_2 — 预测点到有限长路段两端的张角, 弧度; 式中取 $\psi_1 = \psi_2 = \pi/2$;

ΔL — 由其他因素引起的修正量, dB(A)。

本次预测忽略 ΔL 的影响, 按最不利条件(即最靠近公路最近距离、且未采取任何措施时)预测各路段交通噪声影响程度。

滇中引水工程二期配套工程分为大理段、丽江段、楚雄段、昆明段、玉溪段、红河段。输水线路各段场内施工道路，均按按三级路设计，为泥结碎石路面，各段路面宽大部分为 3.5m。

各输水线路各条主要道路均按照最高时段车流量进行预测，影响范围预测详见表 5.6.1-4。各输水线路段最高时段车流量根据施工组织设计得知。

表 5.6.1-4 道路高峰时段噪声预测值

场内道路	时间段	车流量 (辆/小时)	车速 (km/h)	与声源不同距离的噪声预测值 dB (A)							
				10m	20m	50m	70m	80m	100m	150m	200m
大理段	昼间	25	20	52.97	49.96	45.98	44.52	43.94	42.97	41.21	39.96
	夜间	12	15	46.50	43.49	39.51	38.05	37.47	36.50	34.74	33.49
丽江段	昼间	25	20	52.97	49.96	45.98	44.52	43.94	42.97	41.21	39.96
	夜间	12	15	46.50	43.49	39.51	38.05	37.47	36.50	34.74	33.49
楚雄段	昼间	25	20	52.97	49.96	45.98	44.52	43.94	42.97	41.21	39.96
	夜间	12	15	46.50	43.49	39.51	38.05	37.47	36.50	34.74	33.49
昆明段	昼间	30	25	56.32	53.31	49.33	47.86	47.28	46.32	44.55	43.31
	夜间	15	15	47.47	44.46	40.48	39.02	38.44	37.47	35.71	34.46
玉溪段	昼间	20	20	52.00	48.99	45.01	43.55	42.97	42.00	40.24	38.99
	夜间	10	15	45.71	42.70	38.72	37.25	36.67	35.71	33.94	32.70
红河段	昼间	21	20	52.22	49.21	45.23	43.76	43.19	42.22	40.46	39.21
	夜间	10	15	45.71	42.70	38.72	37.25	36.67	35.71	33.94	32.70

由上表预测结果可以看出，输水线路各路段场内各条主要道路两侧 20m 以外处均满足 1 类声环境质量标准，10m 以外处均满足 2 类声环境质量标准。

位于二期骨干工程场内道路 200m 范围内的无居民点分布，因此交通运输对周边居民点不产生影响。

5.6.1.3 爆破及振动影响预测

(1) 爆破影响

由于爆破噪声具有短时、定时、定点的特点，噪声强度可达 125~132dB (A)，本工程爆破点有地下泵房以及施工支洞等，此外，工程在土石方开挖时还会有少量爆破作业，其产生的影响是瞬间的。由于爆破时噪声很大，对施工人员及施工区附近居民都会有一定的影响，因此，需合理安排好爆

破时间，避免爆破施工对周围居民点日常生活造成较大影响。

(2) 爆破振动影响

根据国家 GB6722-2003 《爆破安全规程》，爆破振动对建筑物的安全允许标准见表 5.6.1-5。

表 5.6.1-5 爆破振动对建筑物影响的安全允许标准

序号	保护对象类型	安全允许振速 (cm/s)		
		<10Hz	10-50Hz	50-100Hz
1	土坯房、毛石房、土窑洞	0.5-1.0	0.7-1.2	1.1-1.5
2	一般砖房	2.0-2.5	2.3-2.8	2.7-3.0
3	钢筋混凝土结构房屋	3.0-4.0	3.5-4.5	4.2-5.0

根据相关研究成果，单响装药量和离爆炸点的距离是确定地面震动等级的重要参数，通过质点速度与距离函数的相关换算（参看《爆破与振动控制》1993年10月第5期），0.5cm/s的换算距离为9m/kg，并得出安全极限曲线，并计算出各级装药量下的安全距离。经计算，本项目当装药量在30-60kg时的安全距离为69.7m。

实施阶段，建设单位应根据实际单孔装药量对现场振动影响进行实时监测，确定对厂界建筑物无影响的具体爆破方案，报监理后方可实施。

5.6.2 运行期噪声影响预测

工程建成运行后，主要噪声源为泵站运行噪声，水泵运行噪声源强一般为85~90 dB(A)，水泵和电机安装在水泵房，运转时直接影响工作人员和周围环境。

泵站位于厂房内，根据《建筑隔声设计 空气隔声技术》中推荐的经验公式：

$$R=23 \log m - 9 \quad (\text{式 } 1)$$

$$R=13.5 \log m + 13 \quad (\text{式 } 2)$$

其中，*m* 为构件的综合面密度。

式 1 适用于 $m \geq 200\text{kg/m}^2$ ，式 2 适用于 $m \leq 200\text{kg/m}^2$ 。

厂房墙体一般为砖、水泥等材料，综合面密度约为 396 kg/m^2 ，大于 200 kg/m^2 ，因此，选用公式 5.6-2，经计算，泵站厂房隔声约为 51 dB ，则经过墙体隔声后的泵站噪声约为 $34 \text{ dB} \sim 39 \text{ dB}$ ，小于声环境《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准，因此，建设单位只要认真落实采取低噪声设备、合理布局泵站设置、安装减振垫以及增强泵房密闭性等措施，运行期泵站不会对居民点产生噪声影响。

5.7 空气环境影响预测

5.7.1 施工期空气环境的影响

5.7.1.1 燃油废气影响

工程施工期间，各种施工机械、爆破、运输车辆等将产生一定量的燃油废气。施工区的燃油设备主要是施工机械和运输车辆，其排放的尾气在施工期间对施工作业点和交通道路附近的大气环境造成一定程度的污染，产生 SO_2 、 CO 、 NO_2 等污染物。运输车辆的废气是沿交通路线沿程排放。施工机械的废气基本是以点源形式排放。由于工程排污量不是很大，且为瞬时排放，且工程区环境空气质量较好，工程区地势开阔有利于污染物干降尘、湿降尘及大气扩散转移，从而使空气中的污染物浓度大大降低，空气质量将大大好转。因此，预测施工生产废气排放对环境造成的影响不大。

总体来说，本工程燃油废气的排放量小、排放点分散、属施工期间歇性排放，工程施工区地势开阔，空气流通性好，环境空气质量现状良好，排放废气中的各项污染物能够很快扩散，不会引起局部大气环境质量的恶化。

5.7.1.2 扬尘的影响

（1）交通扬尘的影响分析

本工程施工期交通对环境空气的影响主要包括车辆运输过程中产生的

扬尘和尾气排放的影响。目前国家已经对出厂及正在投入行驶的各类机动车辆制定了严格的检测、限制要求，施工期使用的运输将要求选择达到相应国家标准的车辆，其尾气排放中的主要污染物 CO、NO₂ 等对沿线环境的影响很小。由于施工交通主要是大型车辆运输砂石料、水泥、弃渣等，运输过程中产生的 TSP 等对沿线的环境将产生一定影响。

车辆行驶产生的扬尘，在完全干燥情况下，可按下列经验公式计算：

$$Q = 0.123(V/5)(W/6.8)^{0.85}(P/0.5)^{0.75}$$

式中：Q——汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

V——汽车速度，km/h；

W——汽车载重量，t；

P——道路表面粉尘量，kg/m²。

表 5.7.1-1 为一辆载重 20t 的卡车，通过一段长度为 500m 的路面时，不同行驶速度和不同路面清洁程度下产生的扬尘量。由此可见，在同样路面清洁情况下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面清洁度越差，则扬尘量越大。

表 5.7.1-1 不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘 单位：kg/辆·km

车速 \ P	0.1 (kg/m ²)	0.2 (kg/m ²)	0.3 (kg/m ²)	0.4 (kg/m ²)	0.5 (kg/m ²)	1 (kg/m ²)
5 (km/h)	0.11	0.19	0.25	0.31	0.37	0.63
10 (km/h)	0.22	0.37	0.51	0.63	0.74	1.25
15 (km/h)	0.33	0.56	0.76	0.94	1.16	1.88
20 (km/h)	0.44	0.75	1.01	1.26	1.49	0.63

尘粒在空气中的传播扩散情况与风速等气象条件有关，也与尘粒本身的沉降速度有关。不同粒径的尘粒的沉降速度见表 5.7.1-2。

表 5.7.1-2 不同粒径尘粒的沉降速度 单位：kg/辆·km

粒径 (μm)	10	20	30	40	50	60	70
沉降速度 (m/s)	0.003	0.012	0.027	0.048	0.075	0.108	0.147
粒径 (μm)	80	90	100	150	200	250	350
沉降速度 (m/s)	0.158	0.17	0.182	0.239	0.804	1.005	1.829
粒径 (μm)	450	550	650	750	850	950	1050

沉降速度 (m/s)	2.211	2.614	3.016	3.418	3.82	4.222	4.624
------------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------

由表可知，尘粒的沉降速度随粒径的增大而迅速增大。当粒径为 250 μ m 时，沉降速度为 1.005m/s，因此可以认为当尘粒大于 250 μ m 时，主要影响范围在扬尘点下风向近距离范围内，而真正对外环境产生影响的是一些微小尘粒。

交通运输扬尘不会在大范围内平均分布，但在小空间内浓度较高，在道路局部地段积尘较多的地方，载重车辆经过时会掀起浓密的扬尘，根据其他工程现场实测情况，类似路面交通运输产生的扬尘影响范围一般在宽 10~50m、高 4~5m 的空间内，3 分钟后较大颗粒即可沉降于地面，微细颗粒在空中停留时间较长，但是在扬尘中所占比重较小，因此影响也较小。

根据经验公式，交通运输扬尘产生量与车辆的行驶速度和路面清洁程度有关，在同样路面清洁程度条件下，速度越快，扬尘量越大，所以必须实施车辆限速行驶；而在同样车速的情况下，路面越脏，扬尘量越大，因此必须保持路面清洁。根据相关工程经验，施工阶段对行驶路面勤洒水(每天 4~5 次)，可以使空气中粉尘量减少 70~90%，起到了很好的降尘效果。当洒水频率为 4~5 次/d 时，扬尘造成的 TSP 污染距离可缩小到 20~50m 范围内，预计对周边环境影响较小。

根据现场调查情况，工程施工道路区附近无居民点分布，因此交通运输扬尘不会对居民点产生不利影响，运输粉状物料须采取密闭措施。

(2) 施工区扬尘

施工期土石方开挖与填筑及施工结束后临时设施拆除均会造成粉尘、扬尘等环境空气污染；混凝土拌和产生粉尘和扬尘；建筑材料若运输、装卸、储存方式不当，可能造成泄露，产生扬尘和粉尘污染。

根据对类似施工现场及周边的 TSP 监测，距施工场地不同距离处空气中的 TSP 浓度变化见表 5.7.1-3。

表 5.7.1-3 施工近场空气中 TSP 浓度监测值 单位：mg/m³

监测点位置	场地不洒水	场地洒水
10m	1.75	0.437
20m	1.30	0.350
30m	0.78	0.310
40m	0.365	0.265
50m	0.345	0.250
100m	0.330	0.238

由监测数据可知，施工场地周边地区 TSP 浓度值在 50m 范围内呈明显下降趋势，50m 范围以外，通过洒水降尘等措施，TSP 的影响基本控制在 50m 以内。

5.7.1.3 砂石料加工系统粉尘影响分析

砂石料加工系统原料经过破碎、筛分、传输过程中将产生粉尘，类比相似砂石加工项目，产尘量约为原材料的 0.01%。本工程砂石加工系统生产能力为 250t/h，则砂石加工产生粉尘 25kg/h。砂石料加工系统采取湿法加工，破碎、筛分、皮带输送机头部及尾部（转运点）安装自动喷雾除尘装置，场内加强洒水降尘等措施，生产粉尘可减少 99.5%。则砂石加工系统无组织排放粉尘量为 0.125kg/h。

（1）污染源情况

表 5.7.1-4 正常情况下砂石加工系统无组织污染源参数

无组织位置	无组织排放源（m）			污染物	无组织源强（kg/h）	质量标准（μg/m ³ ）
	长	宽	高			日均值的 3 倍折算
生产区	122	87.0	5.0	颗粒物	0.125	900

（2）AERSCREEN 模型预测

采用《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）推荐模式清单中的 AERSCREEN 模型进行预测，计算预测因子最大落地地面浓度值。根据项目所在地环境特点，项目估算模型参数详见表 5.7.1-5。

表 5.7.1-5 估算模型参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数 (城市选项时)	/
最高环境温度/°C		33.3
最低环境温度/°C		-7.0
土地利用类型		草地
区域湿度条件		中等湿度
是否考虑地形	考虑地形	不考虑
	地形分辨率/m	/
是否考虑岸边熏烟	考虑岸边熏烟	不考虑
	岸线距离/km	/
	岸线方向/°	/

通过采用 AERSCREEN 估算模式对项目正常工况下无组织废气排放情况进行计算，得到项目排放废气最大地面浓度为 $59.98\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，最大地面浓度占标率 $P_{\text{max}}=6.66\%$ ， $1\% < P_{\text{max}} < 10\%$ ，根据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018)，大气评价等级为二级。按照导则的要求，二级评价项目不进行进一步预测与评价，只对污染物排放量进行核算。

(3) 污染物排放量核算

污染物排放量核算表包括有组织及无组织排放量、大气污染物年排放量、非正常排放量等。”因此，本项目污染物排放量核算主要包括无组织排放量核算、大气污染物年排放量核算及非正常排放量核算。砂石料加工系统无组织排放粉尘量核算详见表 5.7.1-6。

表 5.7.1-6 项目无组织排放量核算表

序号	无组织位置	产污环节	污染物	排放标准		年排放量 (t/a)
				标准名称	浓度限值 (mg/m^3)	
1	砂石料加工系统	筛选、破碎、传输	颗粒物	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)	1.0	1.1

通过模型预测可知，砂石料加工系统通过湿法加工、采取喷雾除尘、密闭破碎传输等措施后，无组织排放粉尘最大落地浓度为 $59.98\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，对周边环境空气质量影响有限。环评建议严格按照湿法作业、喷雾除尘、密闭破碎传输进行生产加工，定期对喷淋系统进行检修，一旦发现设备有破损，

则应立即停产，待废气处置设备恢复运行后再行生产。

5.7.1.4 混凝土生产粉尘影响分析

混凝土生产系统粉尘产生在水泥、粉煤灰、骨料的运输、装卸及进料过程中。本工程在各工程分散布置混凝土拌合机、拌和站，混凝土系统较为分散，规模均不大，粉尘影响范围有限；系统粉尘主要对现场工作人员产生影响。为降低系统粉尘对现场工作人员的影响，混凝土生产系统过程中进行洒水降尘，以降低现场粉尘。

5.7.2 运行期空气环境的影响

工程运行设工程管理所，除管理人员做饭产生的餐厨油烟外，不产生其他废气排放，油烟经大气稀释后，对环境空气质量基本不产生影响。

5.8 固体废弃物影响预测

5.8.1 施工弃渣

工程弃渣将按照水土保持设计要求堆放在指定的弃渣场。工程开挖产生的土石方除一部分作为混凝土系统料源外，大部分作为弃渣堆放在弃渣场。

弃渣堆放将破坏原地貌、植被与地表组成物。同时由于弃渣场属人工塑造的松散堆积体，若不采取适当的护坡、排水等防护措施，容易造成渣体冲刷、滑落和坍塌，引发新的水土流失。若严格执行水土保持设计规范要求，届时工程弃渣不会对环境造成重大影响。

结合水土保持设计报告完善内容。

5.8.2 建筑垃圾

工程的建筑垃圾大多为固体废弃物，主要来自于建筑活动的三个环节：建筑物的施工（生产）、建筑物的使用和维修（使用）、建筑物的拆除（报废）。施工过程中产生的建筑垃圾主要有开挖的土石方、碎砖、混凝土、砂

浆、桩头、包装材料等；使用过程中产生的主要有塑料、橡胶等；拆卸废料如：废混凝土、废砖、废瓦、废钢筋、木材、碎玻璃、塑料制品等。建筑垃圾露天堆放影响空气质量；且长期堆放的建筑垃圾对于发酵、雨水淋溶等而渗滤出污水，严重污染周围的地下水和地表水；施工场地附近多成为建筑垃圾的临时堆场所，由于只考虑施工方便和缺乏应有的防护措施，在外界因素的影响下建筑垃圾堆出现崩塌，阻碍道路甚至冲向其他建筑物的现象时有发生。

5.8.3 生活垃圾

生活垃圾产生部位分散于输水沿线各建构筑物及生产生活区。施工生活垃圾分为有机物和无机物，有机物主要有厨余、纸类、塑料、皮革、织物、草木等；无机物主要有废玻璃、废易拉罐、砖石、灰土等。

生活垃圾若不妥善处理，一方面将破坏周围自然景观，可能造成地表水环境和土壤污染，另一方面生活垃圾孳生蚊蝇、造成鼠类肆虐，对环境卫生和人群健康不利。为保障工程施工区环境卫生，维护施工人员清洁卫生的工作和生活环境，防止蚊、蝇和鼠类大量繁殖引起传染病流行，防止水体水质及环境空气污染，生活区垃圾必须及时清扫并妥善处理。

运行期输水工程管理人员以附近交通便利的村镇为生活区，生活垃圾归入当地的收运系统。而不具备交通条件的工程段，运行管理人员选择原有的适宜的施工营地作为生活区，生活垃圾投放至施工期原有的垃圾桶和垃圾池内。

5.9 土壤环境影响预测

5.9.1 施工期影响

(1) 施工废水对土壤环境的影响

施工机械、运输车辆保养、冲洗过程中均会有含油废水产生，主要

污染因子为 SS、石油类，浓度分别约 1200mg/L、100mg/L，排放方式为间歇排放。含油废水排放会对土壤的理化性质产生影响，对周边农作物的生长不利，造成农作物减产。因此必须采取相应措施，避免含油废水排放对周边土壤造成不利影响。

(2) 工程施工对土壤环境的影响

提水泵站、调蓄水库等工程较为集中，对土壤影响集中在小区域范围内，输水干支线的管道、倒虹吸、明渠（或暗涵）、渡槽等工程主要分布于沿线及灌区范围内，对土壤影响呈线性分布。

输水骨干工程、配套工程和田间工程，以及施工道路、渣场和生产生活区等临时措施的建设可能造成施工期表土扰动，弃渣等，将导致部分地区土壤紧实度、含水量等性质发生改变，表层土壤环境被破坏，从而影响植物的生长。因此，施工期应对扰动区表土采取相应措施，缓解对土壤环境产生的影响。

5.9.2 运行期影响

工程运行期的主要污染物为各级工程管理所产生的生活污水，通过当地污水管网或厕所收集，不会引起土壤的盐化、酸化和碱化。

本工程对土壤环境的影响主要集中在运行期的农业灌溉，2030 水平年供给农业灌溉 4.94 亿 m³，2040 水平年，工程供给农业灌溉 5.00 亿 m³。2017 年，滇中引水工程受水区有效灌溉面积 534.90 万亩，占云南省有效灌溉面积的 18.9%，预测到 2030 水平年，滇中受水区灌溉面积将达到 622.91 万亩，其中农田有效灌溉面积 554.28 万亩，耕地灌溉率为 62.2%。对于新增和改善的灌区，对土壤的可能的影响包括盐渍化、潜育化和浸没等。

根据国内外研究表明，土壤如果长期受污水灌溉，会对土壤环境产生影响。会增加土壤容重，堵塞土壤孔隙，破坏土壤结构，使土壤出现板结

现象等，使土壤肥力降低。污水在带来营养物质的同时，有些还带来重金属离子及盐分，对土壤质量造成巨大的威胁，并进一步威胁着人类健康。本工程取水水质很好，满足灌溉用水要求，不会对土壤造成威胁，但为保护土壤环境，需要确保灌溉水质，避免灌溉水在输送过程中受到污染。本工程运行期提水灌溉可能对土壤的影响包括土壤盐渍化、潜育化和浸没影响。

(1) 对土壤的盐渍化影响

耕作土壤的次生盐渍化主要与大气蒸发力、地下水埋深、土壤特性、矿化度和人为灌溉、施肥和种植方式有着直接的关系。

根据调查，本工程受水区滇中地区主要的土壤类型为红壤、赤红壤和紫色土等，土壤的渗透性能较好。灌区现状灌区不存在盐渍化现象。通过对灌溉土壤 pH 值的测定，其值在 4.61~8.55。从目前灌区灌溉状况看，地下水位没有明显升高。本工程实施后，受水区的灌区灌溉主要采用节水灌溉的方式，如滴灌、微灌等，灌区地下水位提升有限，同时由于节水灌溉退水量少，灌区排泄条件好，水位升高不大。

针对工程运行期可能引起的盐化影响，采用《环境影响评价技术导则土壤环境导则（试行）》（HJ 964-2018）中的附录 F“土壤盐化综合评分预测方法”进行预测评价。

计算土壤演化综合评分值（ S_a ），具体如下：

$$S_a = \sum_{i=1}^n Wx_i \times Ix_i$$

式中： n — 影响因素指标数目；

Wx_i — 影响因素 i 指标评分；

Ix_i — 影响因素 i 指标权重。

土壤盐化因素赋值情况见下表：

表 5.9.2-1 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分值				权重
	0分	2分	4分	6分	
地下水位埋深 (GWD) / (m)	GWD≥2.5	1.5≤GWD<2.5	1.0≤GWD<1.5	GW<1.0	0.35
干燥度 (蒸降比值) (EPR)	EPR<1.2	1.2≤EPR<2.5	2.5≤EPR<6	EPR≥6	0.25
土壤本底含盐量 (SSC) / (g/kg)	SSC<1	1≤SSC<2	2≤SSC<4	SSC≥4	0.15
地下水溶解性总固体 (TDS) / (g/L)	TDS<1	1≤TDS<2	2≤TDS<5	TDS≥5	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	沙壤、粉土、砂粉土	0.10

根据本工程土壤监测理化特性资料，并结合地下水专题的相关资料，对各个土壤监测点的盐化进行预测评价，详见下表：

表 5.9.2-2 工程盐化预测评价表

序号	采样点位	地下水位埋深 GWD (m)		干燥度 (蒸降比值) EPR		土壤本地含盐量 SSC / (g/kg)		地下水溶性总固体 TDS / (g/L)		土壤质地		综合评分 Sa
		数值	分值	数值	分值	数值	分值	数值	分值	数值	分值	
1	鹤庆灌区	>5	0	2.03	2	0.04	0	<1	0	壤土	4	0.9
2	巍山灌区	>5	0	2.49	2	0.02	0	<1	0	壤土	4	0.9
3	弥渡灌区	>5	0	2.70	4	0.02	0	<1	0	壤土	4	1.4
4	祥云灌区	>5	0	3.01	4	0.16	0	<1	0	壤土	4	1.4
5	宾川灌区旱地	>5	0	4.62	4	0.46	0	<1	0	壤土	4	1.4
6	宾川灌区水田	>5	0	4.62	4	1.16	2	<1	0	壤土	4	1.7
7	拟建海稍灌区旱地	>5	0	4.62	4	0.24	0	<1	0	壤土	4	1.4
8	拟建海稍灌区水田	>5	0	4.62	4	0.6	0	<1	0	壤土	4	1.4
9	姚安灌区	>5	0	2.81	4	0.07	0	<1	0	壤土	4	1.4
10	牟定灌区	>5	0	2.23	2	0.06	0	<1	0	壤土	4	0.9
11	楚雄灌区	>5	0	2.27	2	0.09	0	<1	0	壤土	4	0.9
12	双柏受水区	>5	0	2.09	2	0.1	0	<1	0	壤土	4	0.9
13	元谋灌区	>5	0	4.82	4	0.07	0	<1	0	壤土	4	1.4
14	武定受水区	>5	0	2.03	2	0.15	0	<1	0	壤土	4	0.9
15	大箐水库淹没的库周	>5	0	2.24	2	0.76	0	<1	0	黏土	0	0.5
16	大箐水库下游灌区	>5	0	2.24	2	0.81	0	<1	0	黏土	0	0.5
17	黄坡水库淹没的库周	>5	0	2.25	2	0.34	0	<1	0	黏土	0	0.5
18	黄陂水库下游灌区	>5	0	2.25	2	1.45	2	<1	0	黏土	0	0.8
19	拟建马金铺水厂附近	>5	0	2.61	4	0.84	0	<1	0	黏土	0	1
20	拟建西山团结水厂附近	>5	0	1.82	2	1.14	2	<1	0	黏土	0	0.8
21	红塔灌区	>5	0	1.77	2	0.08	0	<1	0	壤土	4	0.9
22	江川灌区	>5	0	2.27	2	0.01	0	<1	0	壤土	4	0.9
23	琉璃河水库扩建淹没区	>5	0	1.98	2	0.08	0	<1	0	壤土	4	0.9
24	通海灌区	>5	0	1.98	2	0.09	0	<1	0	壤土	4	0.9
25	易门灌区	>5	0	2.17	2	0.02	0	<1	0	壤土	4	0.9

序号	采样点位	地下水埋深 GWD (m)		干燥度 (蒸发比 降比值) EPR		土壤本地含盐量 SSC/ (g/kg)		地下水溶性总固体 TDS/(g/L)		土壤质地		综合评分 Sa
		数值	分值	数值	分值	数值	分值	数值	分值	数值	分值	
26	华宁灌区	>5	0	1.91	2	0.1	0	<1	0	壤土	4	0.9
27	蒙自灌区	>5	0	2.69	4	0.02	0	<1	0	壤土	4	1.4
28	开远灌区	>5	0	2.50	4	0.07	0	<1	0	壤土	4	1.4
29	大练庄水库淹没的库周	>5	0	2.06	2	0.5	0	<1	0	砂壤	6	1.1
30	石屏县异宝片灌区	>5	0	2.06	2	0.5	0	<1	0	砂壤	6	1.1
31	石屏县北部山片灌区	>5	0	2.06	2	0.6	0	<1	0	砂壤	6	1.1
32	东风水库淹没的库周	>5	0	2.68	4	0.6	0	<1	0	砂土	2	1.2
33	双帽山水库淹没的库周	>5	0	2.68	4	0.5	0	<1	0	砂壤	6	1.6
34	云降寨水库淹没的库周	>5	0	2.68	4	0.6	0	<1	0	砂壤	6	1.6
35	曲江提水泵站周边	>5	0	2.68	4	0.6	0	<1	0	砂壤	6	1.6
36	建水县跃进片灌区	>5	0	2.68	4	0.8	0	<1	0	砂壤	6	1.6
37	建水县青龙片灌区	>5	0	2.68	4	0.3	0	<1	0	砂壤	6	1.6
38	建水县老楚蚌片灌区	>5	0	2.68	4	0.5	0	<1	0	砂壤	6	1.6
39	建水县清水塘片灌区	>5	0	2.68	4	0.6	0	<1	0	砂壤	6	1.6
40	建水县面甸片灌区	>5	0	2.68	4	0.5	0	<1	0	砂壤	6	1.6
41	建水县曲江片灌区	>5	0	2.68	4	0.6	0	<1	0	砂壤	6	1.6

从表中可以看出，各个土壤监测点的盐化综合评分值 Sa 大于 1 且小于 2，根据导则中的土壤盐化预测表，本项目建成后，水库、泵站和受水区的灌区土壤可能存在轻度盐化的现象。

(2) 对土壤的潜育化影响

土壤潜育化是指土壤长期滞水，严重缺氧，产生较多还原物质，使高价铁、锰化合物转化为低价状态，使土壤变成蓝灰色或青灰色的现象。潜育化土壤较非潜育化土壤还原性有害物质较多，土性冷，土壤的生物活动较弱，有机物矿化作用受抑制，易导致稻田僵苗不发，迟熟低产。

本工程所在的滇中地区的灌区所在区表层土层透水性较好，区域耕地土壤普遍缺硼、锰、钼和硫等元素，灌溉水利条件较好，且排泄条件好使其灌溉时间短而排水快，因此工程实施后不存在对土壤潜育化影响。

(3) 对土壤的浸没影响

本工程的输水管道大部分位于地下水位之上，工程运行时，输水管道

不存在漏水的情况下，不会产生对周边土壤的浸没现象。

退水区的灌区内残积土壤区及坡积土壤区主要分布于低山丘陵区的山坡及山顶地带，地下水位埋深较大，基本不会产生灌溉引起的浸没问题。河流冲积土壤区地下水位埋深浅，工程运行后，分布在坝区和坝区边缘的丘陵地区，灌区推行高效节水灌溉，不存在大面积漫灌形式，不会产生浸没影响。

（4）对土壤环境质量的影响

本工程退水区的灌区土壤以红壤、赤红壤和紫色土等为主。土壤是一种多孔体，土壤水分和土壤空气共存于土壤孔隙中，土壤中的水分，直接制约着通气状况。水分过多及由之引起的地下水位抬升，土壤渍涝和沼泽化均可恶化土壤的通气状况。灌溉后将促进作物对土壤养分的吸收能力，对土壤微生物活动有提高作用。但灌水过多，将导致有效养分流失，同时土壤在腐殖质化的同时，积累大量的有机酸、硫化氢、甲烷等物质，对作物和微生物产生毒害作用。在通气不良的土壤中，速效性的硝态氮也容易收到反硝化细菌的作用变成游离氮消失在大气中。

本工程供水后，预测到 2030 水平年，滇中引水工程受水区灌溉面积将由现状 2017 年的 534.90 万亩达到 622.91 万亩，灌溉面积较工程建设前有所增加，但现状灌区工程涉及的区域主要地类为农田，在农业生产中，将来必须精准施肥、微灌或滴灌，则不会明显增加灌区化肥、农药的施用量，如果耕种、灌溉的方式不科学，将增加灌区内的农业面源污染物的残留，对土壤的质量有一定的不利影响。

因此，为减小对灌区土壤质量的影响，应从灌溉方式、灌区化肥、农药的种类和施用量等方面进行优化。

5.10 对环境敏感区的影响

环评单位针对工程涉及的环境敏感区编制了工程建设对环境敏感区的生态影响专题报告，并将专题报环境敏感区主管部门出具意见，目前工程涉及的所有敏感区均已获得主管部门意见。

5.10.1 对玉溪红塔山市级自然保护区的影响

（一）工程与自然保护区位置关系

玉溪段红塔干线接滇中引水一期工程阿斗村分水口，红塔干线为避让红塔山市级自然保护区选择北线方案，工程占地不涉及玉溪红塔山市级自然保护区，玉溪段红塔干线北市区二水厂分干线距保护区边界最近直线距离约 2.0m。

（二）工程对保护区的影响分析

由于本工程不涉及占用保护区土地，因此对保护区生态系统结构、功能及保护对象无直接影响。工程施工对保护区的影响主要为施工间接影响，体现在大气和噪声污染。

（1）对保护区大气环境的影响

工程施工期间，各种施工机械、运输车辆等将产生一定量的燃油废气和粉尘。产生 SO_2 、 CO 、 NO_2 等污染物。对施工作业点和交通道路附近的大气环境造成一定程度的污染。但保护区内工程量仅有 1 个隧洞口、1 个支洞口和短距离道路，工程量较小。工程燃油废气的排放具有量小、排放点分散、属施工期间歇性排放的特点，加上工程施工区地势开阔，空气流通性好，环境空气质量现状良好，排放废气中的各项污染物能够很快扩散，不会引起局部大气环境质量的恶化。施工期所带来的粉尘污染只要采取适当洒水、密闭运输等措施，其影响可降至最低，对自然保护区环境质量的影响不大。施工结束后这种影响将消失。

(2) 对保护区声环境的影响

工程施工爆破、使用施工机械和运输车辆，将不可避免的会对保护区范围内的声环境质量造成临时性的超标，尤其会对在其中活动的野生动物产生惊扰。但施工噪声仅伴随于施工活动，随工程结束而消失，所以施工机械对周围声环境质量不会产生明显影响。

5.10.2 对风景名胜区的的影响

5.10.2.1 对滇池国家级风景名胜区的的影响

(一) 工程与风景名胜区位置关系

根据滇池风景名胜区矢量范围图，大黑箐隧洞工程处于风景名胜区南侧，隧洞进口距风景区边界最近距离约 140m。

(二) 工程对风景区的影响分析

由于本工程处于滇池流域，且工程布置与风景区距离较近，因此工程建设将会对风景区造成一定间接影响。

(1) 对风景区景观及景点的影响

根据滇池国家级风景名胜区总体规划，工程区距风景名胜区最近的景点白鱼口（二级景点）直线距离约 15km，距规划的码头最近的直线距离 2.2km 且有山体阻隔，不在可视域范围内。因此，工程建设对滇池国家级风景名胜区影响非常有限。

(2) 对风景名胜区水环境的影响

大黑箐隧洞工程处在滇池流域，工程施工将产生隧洞施工排水，生产生活废水，混凝土拌和系统废水等。拟针对隧洞排水采用平流式絮凝沉淀法处理达标后排放，生产生活废污水、缓凝土拌合系统废水处理后回用，不外排。采取措施后，工程建设不会影响到滇池水质和景观质量。

5.10.2.2 对玉溪九龙池风景名胜区的影

(一) 工程与风景名胜区位置关系

玉溪段红塔干线董炳隧洞工程约 575m 下穿九龙池风景区白龙潭景区，隧洞进出口及施工临时设施均不涉及风景区范围且距离较远(大于 0.5km)。工程下穿区域属一般景区，不涉及核心景区，位置关系见附图 16。

(二) 工程对风景区的影响分析

(1) 工程建设对风景名胜区结构和主要景点影响分析

本工程董炳隧洞下穿风景名胜区，景区内无地表工程，隧洞进出口均远离风景名胜区范围，隧洞施工不会对风景名胜区的地表造成破坏，不会对风景名胜区的景点造成影响，也不会影响到景区正常游览活动。工程运行期不产生任何污染物，因此，工程建设对风景名胜区结构和主要景点无影响。

(2) 工程建设对风景名胜区生态系统影响分析

隧洞上方地表区域植被主要为暖温性针叶林、耕地等，本工程下穿风景名胜区段隧洞埋深一般在 270~340m 间，位于地下水位线以下，隧洞施工可能造成局部地下水水位下降，从而影响地表土壤含水率，对地表植被造成一定不利影响。根据工程分析，董炳隧洞拟采用 2.6m × 3.4m 圆拱直墙式断面，衬砌厚度 50cm，在采取及时衬砌的措施后，工程施工期一般不会对地下水水位造成显著影响，类比同类型地表植被根系分布情况，其根系分布一般在地下 1~3m 区域，不超过 5m，植被生长依靠地表降雨为主，地下水水位短期变化，不会对地表植被造成显著影响。

(3) 工程建设对风景区野生动物的影响

隧洞工程不产生地表占地，对动物栖息环境无影响。

隧洞施工放炮产生的噪声和震动可能对栖息在风景区的动物产生一定不利影响，但由于隧洞埋深较深，放炮属于瞬间行为，一般不会对风景区

野生动物造成显著影响，况且董炳隧洞位于风景区边缘地带，区内野生动物资源种类和数量均较少，因此工程建设对风景区野生动物的影响非常有限。

5.10.2.3 对石屏异龙湖风景名胜区的影

（一）工程与风景区位置关系

依据石屏异龙湖风景名胜区总体规划的范围图，石屏干线涉及风景名胜区发展控制区和风景恢复区，不涉及核心景区。石屏干线渠首（摸左哨隧洞）接滇中一期主干渠龙尾分水口，新建线路由摸左哨隧洞出口分水闸控制，将 $4.7\text{m}^3/\text{s}$ 流量经腊家山隧洞、白花龙倒虹吸及金山坡隧洞将水由北向南引至异龙湖附近的大水村山坡，后将水流一分为二， $1.05\text{m}^3/\text{s}$ 流量由万家营输水管道输水至县自来水厂，提供生活用水，其余水量全部进入异龙湖进行生态补水。

其中，骨干工程金山坡隧洞涉及风景恢复区长度约 2.5km 。永久新建道路涉及风景恢复区约 2.6km ，临时新建道路涉及风景恢复区约 1.1km 。（配套工程万家营输水管道穿越区域属于石屏风景名胜区的发展控制区涉及长度约 6.1km ，涉及风景恢复区约 0.25km ）本工程输水线路设计中已将弃渣场、生产生活区调出异龙湖风景名胜区范围，工程与风景区位置关系见附图 17。

（二）工程对风景区的影响分析

（1）工程建设对异龙湖风景区结构完整性的影响分析

本次工程中引水隧洞及输水管道不会对风景名胜区的地表造成较大破坏。新建临时道路部分线路临近仁寿休闲度假区、泉潭等景点；引水隧洞及输水管道，均远离主要景点且不影响景区的游览活动。在施工期间也可保证风景区对外交通的畅通，工程不影响风景区对外交通、风景区游览。

工程建完成后，引水隧洞、输水管道基本对风景名胜区无影响；施工进场公路不影响景区游览，因此，线路未切割功能区和游览线路，石屏干线建设对异龙湖风景名胜区结构无影响。

(2) 工程建设对风景名胜区主要景点影响分析

石屏干线涉及异龙湖风景名胜区内工程线路沿线主要分布石屏古城、仁寿休闲度假区、泉潭及乾阳古洞等景点。工程区域地形复杂，山脊纵横，林木繁茂，根据现状，仁寿休闲度假区和泉潭处于工程 200-400m 视觉范围内。对景点的影响主要是施工期，施工结束后随着植被的恢复，对景观的逐渐降低并消失。石屏古城、大瑞城、小瑞城、乾阳古洞等景点处于 400m 范围外，由于万家营输水管道属于线性工程，对地表开挖较小，且周围有城区房屋、山脊或树林阻挡视线，因此项目的建设对以上景点无视觉景观影响。

(3) 工程对风景名胜区景观环境的影响分析

1) 隧洞工程

隧洞是对景观影响最小的一种工程方式，也常常成为减轻环境影响的工程措施之一。对风景名胜区景观环境影响轻微。但隧洞对景观环境的影响主要集中在隧洞进出口，由于隧洞进出口对山体进行切割，消坡，使自然山体的线形遭到破坏，从而造成对山体景观的影响。另外，隧洞洞口水泥混凝土与周围的自然植被不协调，也会造成视觉冲突。因此，必须做好金山破隧洞洞口的景观恢复工程。

2) 输水管道

石屏干线输水管道基本沿道路边埋管。本项目万家营输水管道涉及风景区发展控制区，长约 6.2km；路线基本沿现状道路内侧建设不涉及景点，对风景区异龙湖风景名胜区的影响主要是施工期对景观的视觉影响。施工期禁止在道路沿线弃土，并防止降雨来临时回填土可能造成水土流失，

在完善边坡绿化及景观设计的前提下，对风景名胜区的影​​响将逐渐减弱并消失。

3) 施工进场公路

石屏干线涉及异龙湖风景名胜区内施工进场道路分临时道路和永久道路，永久新建道路涉及风景恢复区约 2.6km，临时新建道路涉及风景恢复区约 1.1km。公路建设临近风景区内仁寿村和泉潭景点，对风景区内的影响主要为视觉影响，体现在施工期及边坡修复等对风景区自然景观的切割，影响风景区远景观环境。因此在施工期应做好禁止弃土随意堆放，并防止降雨来临时回填土可能造成水土流失，在施工后完善边坡绿化及道路景观。临时新建道路在施工结束后，将根据原有生态环境、景观等条件，进行恢复。永久新建道路可在施工结束后改为景区公路，以便风景区游览。因此，此类工程在做好此类保护措施前提下，对风景名胜区的影​​响将逐渐减少并消失。

(4) 工程建设对风景名胜区生态系统影响分析

1) 工程建设对风景名胜区天然植被的影响

石屏干线工程建设需对地表进行一定开挖，将破坏一定面积的暖温性针叶林、干热性稀树灌丛等，使这些植被中的植物种类部分个体受到损失。但由于工程为线性工程，破坏的植被面积有限，影响这些物种的植株数量少，且这些物种在评价区内广泛存在，因此，工程建设不会造成评价区植物种类的减少和种群数量的明显降低。

2) 工程建设对风景区野生动物的影响

工程建设对动物的影响主要表现在对动物栖息地的影响和对动物本身的影响两个方面。工程建设将破坏和缩小动物的栖息地和活动场所，使部分原栖息在这一带的动物死亡或迫使它们迁往其他环境适合的地区，动物数量和分布会有不同程度的变化。但本工程为线性工程，占地面积小、工

程量小、工期短，这些动物很容易迁徙到邻近区域，只要施工人员不捕杀，线路施工对其影响不大。在施工期间人为活动增加，各类工程措施产生的噪音将会对野生动物的栖息形成干扰，这种干扰在工程完工后将消除。因此，只要加强施工管理、有效控制各种狩猎活动，对动物造成的威胁和影响将会减小。

(5) 施工期对风景名胜区环境的影响分析

1) 地表水环境：施工开挖、工人生活污水以及少量的材料清洗废水对风景名胜区地表水和地下水环境的影响。

2) 地下水环境：隧洞下穿会造成地下水漏失，引起地表水源枯竭、植被干枯，因此在隧洞施工期间，应做好隧洞支护、回填灌浆及固结灌浆及防参与排水措施，将此类影响降至最小。

3) 大气环境：工程建设施工、土方工程、材料运输与露天堆放以及车辆运输等所产生的扬尘，降低空气的能见度，对风景名胜区环境空气有一定的影响。但工程废气的排放特性为间歇性、流动性排放，每天的排放量较小，无法形成积累，且扬尘主要源于部分施工区域和工程运输道路附近，影响范围较有限。

4) 声环境：施工期噪声污染源为各种施工设备、运输车辆等，施工期间，施工噪声源强大多超过规定标准，对于周边的居民点有一定影响，需采取防护措施。且由于是沿现状公路施工，因此施工噪音对旅游有一定的影响，需加强管理。

5) 固体废物：建筑垃圾、施工人员生活垃圾以及工程弃土将对风景名胜区生态环境和景观产生影响。尤其是临近村庄及景区景点的工程，必须加强施工期的土方管理与控制，土石方应及时运送至指定弃渣场。

(6) 运行期对异龙湖风景名胜区景观环境的影响分析

异龙湖为本工程的受水湖泊，2040年，异龙湖年生态补水 6.72 亿 m³，

入湖水量增加，有利于异龙湖生态水位的保持，同时滇中引水源头水水质为 II 类水，优于异龙湖现状水质（异龙湖水质为 III 类以下），补水后可改善异龙湖水质。对异龙湖景区景观资源质量的提升有促进作用，有利于异龙湖风景名胜区景观环境及生态环境的改善。

5.10.3 对弥渡东山国家森林公园的影响

（一）工程与国家森林公园位置关系

大理段巍山干线接滇中一期总干渠麻栗园南分水口，骨干工程包含雪峰山隧洞及隧洞出口箱涵，其中雪峰山隧洞约 2.7km 下穿森林公园一般游憩区，隧洞出口及 1.15km 箱涵约位于森林公园一般游憩区内。另外，配套工程弥渡东分干线有约 13.8km 涉及穿越东山国家森林公园一般游憩区和管理服务区，弥东 R01、R02、L01-L11 改建及新建道路约 10km 涉及穿越东山国家森林公园一般游憩区。工程与国家森林公园位置关系见附图 15。

（二）工程与森林公园总体规划的关系

本工程已列入《云南东山森林公园总体规划》（2020-2030）与森林公园相关重大建设项目中。

（三）工程对森林公园的影响分析

（1）工程对森林公园结构、功能及完整性的影响分析

本次工程中涉及东山国家森林公园内的工程内容为：隧洞、管道、箱涵及新建/扩建的施工道路，工程建设不会对森林公园地表造成较大破坏。输水线路离森林公园内核心景点较远，仅涉及一般游憩区和管理服务区。在施工期间可保证森林公园对外交通的畅通，工程不影响森林公园对外交通、森林公园游览。工程建完成后，隧洞、管道埋设于地面下不会造成原有景观结构的变化，基本对森林公园无影响，因此，工程建设对东山国家森林公园结构、功能和完整性无明显影响。

(2) 工程对森林公园景观资源的影响分析

项目施工对周围景观的影响主要在施工初期，随着工程的推进，景观将逐渐协调。工程区部分区域穿越一般游憩区和管理服务区，施工场地布设和施工活动将会使一定区域内的景观不协调，工程施工会对小范围内的景观造成一定影响。主要表现在，破坏了当地自然景观的连续和协调一致，增加了景观的碎裂度，造成视觉的不和谐，影响景观的整体美。本次工程中管道、隧洞不会在空间上切断原有的景观；新建/扩建道路均为在原有道路基础上进行，施工结束后，将根据原有生态环境、景观等条件，进行恢复，可降低对森林公园景观效果的影响。同时，新建/扩建道路可在施工结束后改建为景区公路，为景区游览和管理服务提供便利。

(3) 工程对森林公园内植物植被的影响分析

施工期，项目占地范围内的植物会受到铲除、填埋、践踏等轻微破坏，且清理场地、开挖地面、物料运输等会对施工区域及周边植被造成一定影响。但本次工程性质为线性工程，占用减少的林地及灌木林地面积占项目区域林地及灌木林地面积的比重较小，受影响的物种在评价区内分布广泛，为常见种类，不会对评价区物种资源造成较大的影响，工程施工期结束后，对破坏植被的地块进行植被恢复等实施，能将此类影响降至最低。

因此，项目工程建设对植物植被造成的影响相对较弱，在可接受的范围内。

(4) 工程对森林公园陆生脊椎动物的影响分析

施工期间对动物可能造成的影响主要为清理场地、开挖地面、物料运输等工程对动物及其栖息环境的改变和干扰，但施工区域存在的小型兽类大多生性机警，会迅速离开施工现场，影响很弱；涉及森林公园内水系的工程短期内可能迫使两栖动物离开栖息地，缩小其活动和分布范围，但这种影响是暂时、局部且可逆，随着施工活动的结束会从邻近区域逐渐迁移

回来；林木伐移及栽种会使鸟类远离施工现场，但其活动范围一般都很大，能够高空飞行，能够主动避开施工区域，这种影响会很弱，随着工程的结束，森林栖境会更加丰富，鸟类也将逐渐迁移回来。森林公园内施工，还会改变地表植被，可能会影响到部分灌丛鸟的活动，还可能出现施工人员或机械破坏鸟巢、捡拾鸟卵或幼鸟等现象，影响繁殖成功率。从长远看，被破坏占用的动物栖息地占森林公园的比例有限，也不会造成动物生境隔离。通过加强文明施工管理、杜绝人为捕猎行为，有效避免人为破坏，施工不会对野生动物造成明显的不利影响。

（5）施工对水环境的影响

雪峰山隧洞穿越东山森林公园，部分区域可能会产生地下涌水，隧洞排水具间断性和分散性特点，水中不含有毒物质，主要污染物为 SS，需处理后排放或回用于绿化和道路洒水。

在隧洞开挖初期，需使用混凝土浇注衬砌以支护围岩洞室，此时，混凝土砂浆与喷涌出的地下水相互混杂形成混凝土浇筑废水，也即隧洞施工废水。隧洞施工废水主要为喷混和衬砌时产生的废水，通过收集处理达标后回用生产，对水环境的影响较小。

（6）施工对大气、声环境的影响

施工爆破、临时便道修建等施工过程中，将产生一定的噪声和扬尘，对施工场界 200m 以内区域的环境有一定的不利影响。对植物植被而言，在干旱季节，粉尘、扬尘将会降低近邻地区植物的光合作用，对部分种类的个别植物产生一定的影响，但雨季到来后，这种影响将极大的降低。在施工过程，采取湿法作业、洒水降尘等措施后，这种间接影响将会降至最小，且随施工结束而消失。

工程施工中需要使用许多大型施工机械和运输车辆，施工时，不可避免的会对公园范围内的声环境质量造成临时性的超标，尤其会对在其中活

动的野生动物产生惊扰。但工程区周边人为活动较多，野生动物活动较少。而且施工噪声仅伴随于施工活动，随工程结束而消失，所以施工机械对周围声环境质量不会产生明显影响。

5.10.4 对石屏异龙湖重要湿地（湿地公园）的影响

（一）工程与湿地的位置关系

经叠图分析，工程建设不涉及异龙湖重要湿地，拟建石屏干线距离湿地最近直线距离约 230m。异龙湖为滇中引水工程 3 个拟进行生态补水的湖泊之一，当异龙湖水位低于 1412m 时可开始进行补水，补水后水位不高于湖泊正常蓄水位 1414.20m。

（二）工程对湿地的影响分析

工程占地不涉及异龙湖重要湿地，不会对重要湿地造成直接影响。在做好施工期管理，防止施工“三废”进入异龙湖的前提下，对异龙湖产生不利影响有限。石屏异龙湖重要湿地为本工程充蓄湖泊，工程运行期，工程向异龙湖生态补水，使异龙湖年均入湖水量增长 75.57%，入湖水量增加十分显著，生态补水能够打破水资源日益短缺和水环境恶化的局面，补水对异龙湖湿地生态系统的恢复具有积极的作用，对鸟类，尤其是水鸟类的生境恢复具有促进作用，生态补水最大可抬升湖面水位 0.97m，对异龙湖沼泽化起到遏制作用，生态补水有利于异龙湖在法定水位线上调度，不会造成水位的突增突减。同时，工程补水显著缩短了异龙湖的换水周期，减少污染物质的水力滞留时间，有利于受水湖泊水环境质量向趋好的方向发展。水量增加和水质改善有利于生态系统恢复，鸟类栖息地恢复。对解决游禽种类和数量减少，生境退化等威胁的消除具有积极作用。

5.10.5 对国家湿地公园的影响

（一）工程与湿地公园的位置关系

大黑箐隧洞位于国家湿地公园东南侧边缘地带，工程涉及云南晋宁南滇池国家湿地公园面积 0.8416hm^2 ，其中合理利用区 0.7572hm^2 、管理服务区 0.0844hm^2 。大黑箐隧洞进口占用 0.535hm^2 、管护道路占用 0.3066hm^2 （新建面积约 0.1407hm^2 、湿地公园内园区内原有道路使用面积约 0.1659hm^2 ），工程与湿地公园位置关系见附图 18。

（二）工程对南滇池国家湿地公园的影响分析

（1）对生态系统及景观的影响分析

本工程以隧洞形式下穿湿地公园，隧洞口和永久进场道路占用国家湿地公园，根据现场调查，工程仅涉及人工林生态系统，生态系统组成较为简单，工程占用人工林生态系统占湿地公园同类型生态系统面积的 1.74% ，对湿地公园生态功能影响较小。工程隧洞口距滇池湖岸较近，工程施工期会对湿地公园景观质量产生一定影响。但由于工程区位于湿地公园边缘地带，在施工期进行围挡等措施的基础上，对湿地公园景观格局影响有限。

本工程建成后，隧洞口及周边将进行景观设计，施工道路两侧栽植绿植并与园区道路和谐统一，生态系统功能将逐渐恢复，工程建设期对陆生生态系统的影响逐渐减弱至消失。工程运行期对陆生生态系统无影响。

工程运行期，滇池水量受滇中来水影响，将对湿地公园内水生生态系统造成一定影响。此外，滇中来水为 II 类水质，工程运行有利于滇池水质的改善，对水体景观质量具有改善作用。

（2）对植物植被的影响

工程区植被现状以人工植被桉树林和黑荆树林为主、植物种类为常见景观植物，工程建设不会对植物多样性造成影响。

（3）对陆栖脊椎动物的影响

项目区植被现状以人工植被为主，缺乏哺乳动物生境，同时，区内两栖、爬行及兽类种类少，种群数量小，无保护种类。陆生脊椎动物以鸟类

为主，施工期间，工程占地会侵占鸟类栖息环境，减少鸟类觅食范围；人为活动的增加以及隧洞开挖、施工机械噪音会惊吓、干扰某些鸟类；但工程占地面积小，鸟类将通过迁移和飞翔来避免工程施工对其栖息和觅食的影响。由于鸟类对噪声比较敏感，施工活动和机械噪声可能对工程周边鸟类停歇会有一定影响，因此应采取一定的降噪、减震措施。在采取措施基础上，其影响不大。本工程运行不产生噪声和污染物，生态补水不会改变滇池水位变化，不会对鸟类，尤其是水鸟类产生明显不利影响。

(4) 对鱼类的影响

工程取水点位于晋宁南滇池国家湿地公园范围内的鸽子湾水域，工程建设期涉及到取水管道的安装、涉水坝基的修建以及沿岸永久性施工道路的建设，由于工程建设所产生的废水、固体建设垃圾、施工机械震动及施工人员的干扰，若在繁殖季节，则将导致鱼类产卵受到一定程度抑制，势必会对现有推断的红鳍鲃产卵鱼类造成一定的不利影响，应采取相应的保护措施。但该影响会随着施工期的结束得到缓解或消除。

工程运行期，取水口设有拦鱼措施，主要为了防止调蓄水库滇池中的鱼类，以及其他可能会堵塞引水干渠的相关阻碍物，如：杂草、水生植物和悬浮物等进入取水隧洞。但是，即使有拦网，还是无法避免的存在滇池中的大型鱼类稚鱼和鱼卵，以及小型鱼类进入到滇中引水工程的主干渠，甚至扩散到受水区的湖泊和水库中。滇池金线鲃、银白鱼等滇池特有土著鱼类，以及兴凯鲮、大鳍鲮、黑鳍鲮等仅分布于滇池的外来种鱼类仍然存在通过引水干支渠扩散到受水区的湖泊和水库的可能。

同时，由于隧洞设计引水流量为 $40\text{m}^3/\text{s}$ ，难免会使鸽子湾局部水域由原先的趋于静止水体变成快速流动的水体，将会进一步加大水体流速，漂浮型水生植物和湖体表面悬浮物将会随着水流向隧洞取水口汇集，其水体的流动可能在一定程度上对鸽子湾水域红鳍鲃产卵场产生不利影响。

(5) 对地表水环境的影响

工程施工过程中不可避免地会对评价区的水环境产生一定的影响。主要影响包括隧洞排水和机修含油废水、混凝土拌和冲洗废水和施工人员生活污水对水质的污染影响。

(6) 对大气环境的影响

本工程对大气产生影响主要来自于燃油废气的影响交通扬尘的影响，这些污染物在施工期将使周围大气环境质量阶段性下降。

5.10.6 对饮用水水源保护区的影响

5.10.6.1 对楚雄市九龙甸水库饮用水水源保护区的影响

(一) 工程与水源保护区位置关系

九龙甸水库是本工程直接充蓄调节水库，根据水源保护区保护范围图，骨干工程九龙甸输水管约 0.2km 涉及水源保护区一级区、2.1km 涉及二级保护区、3.8km 涉及准保护区。位置关系见附图 20。

(二) 工程对水源保护区影响分析

本工程不属于污染型项目，工程运行后不排放污染物，工程对水源保护区的影响主要是施工产生的影响。

施工期对水源保护区的影响主要是施工废水对地表水体的影响；地表扰动对植被的破坏、对动物生境带来的影响以及施工固体废弃物带来的影响。在采取废污水处理措施后，出水可以回用于生产、绿化，固体废弃物的合理处置不会影响到九龙甸水库水质。施工开挖将不可避免对水源保护区内地表植被造成破坏，局部地貌将发生改变。本工程在水源保护区内施工扰动面积约 22.12hm²，占地面积比例不大，主要为管线工程，影响有限。采取水土保持措施后，影响可以得到控制，施工结束后随着植被恢复措施的落实，扰动区域内植被的水源涵养能力可以得到逐步恢复。在严格执行

相关环保水保措施基础上，工程施工不会对九龙甸水库水质造成明显影响。

5.10.6.2 对昆明市柴河水库饮用水水源保护区的影响

（一）工程与水源保护区位置关系

大黑箐隧洞进口位于滇池南端晋宁县上蒜镇，在总干渠李官营处接入滇中一期工程总干渠。隧洞下穿柴河水库饮用水水源保护区二级区，长度约 700m。水源保护区内无地表工程。位置关系见附图 21。

（二）工程对水源保护区影响分析

大黑箐隧洞下穿水源保护区二级区，水源保护区内无地表工程。因此，工程施工不会对饮用水水源保护区地表水水质造成影响，根据地质分析，隧洞均位于地下水位以下，水位埋深普遍较浅，岩体透水性弱~中等为主，隧洞施工有可能造成水库渗漏，应进行施工超前预报，提前固结灌浆，防止水库渗漏影响用水。

在严格执行相关环保措施基础上，工程施工对昆明市柴河水库饮用水水源保护区不利影响有限。

5.10.6.3 对玉溪市东风水库饮用水水源保护区的影响

（一）工程与水源保护区位置关系

东风水库是本工程在线调节水库，北市区二水厂干线约 140m 涉及水源保护区一级区；董炳隧洞 6065m、董炳 1#支洞 830m 下穿水源保护区二级区，中村河倒虹吸约 600m、董炳河倒虹吸约 562m 涉及水源保护区二级区；大石洞、中村东、中村西生产生活区涉及准保护区。此外，配套工程中村水库、华宁干线约 74m、江川干线约 166m、涉及水源保护区二级区、江川干线约 2020m、临时道路 1950m、团山隧洞进口及洞身约 110m、阿斗村生产生活区涉及准保护区。位置关系见附图 22。

（二）工程对水源保护区影响分析

董炳隧洞全长 8.651km，隧洞一般埋深 150~270m，最大埋深 320m，隧洞进出口段、深切冲沟段埋深 25~54m，埋深较浅，上覆有效岩体 10~36m，属浅埋洞段，累计长度约 380m。浅埋洞段围岩工程地质条件较差，地下水活动性较强，隧洞施工可能造成地下水位下降，对水源保护区水量造成影响。

施工期混凝土加工系统冲洗废水、机修含油废水、隧洞外排水、施工人员生活污水将对水源保护区水质造成不利影响，因此，施工期废水需全部处理后回用，禁止外排。项目建成后，基本没有污染物的排放，不会对水源地造成明显的不利影响。

在严格执行相关环保措施基础上，工程施工对东风水库饮用水水源保护区的影响较小。

5.10.6.4 对石屏县阿白冲水库集中式饮用水水源地保护区的影响

（一）工程与水源保护区位置关系

骨干工程石屏干线腊家山隧洞 685m、新建场内临时道路 1931m 位于二级保护区内，摸左哨隧洞全段 2100m、摸左哨村弃渣场位于准保护区。位置关系见附图 24。

（二）工程对水源保护区影响分析

涉及水源保护区输水线路主要为隧洞形式。隧洞洞身本身不会对地表植被造成破坏，但洞口、施工道路等在施工建设过程开挖对地表的扰动及对植被的破坏，会造成一定的水土流失，如果不实施水土保持措施，将会对水源保护区产生一定的影响；隧洞施工过程中，可能会产生隧洞外排水，隧洞排水具间断性和分散性特点，水中不含有毒物质，主要污染物为 SS，需处理后回用于绿化和道路洒水，禁止在保护区内外排。

体而言，本工程在做好水保及环保措施的前提下，工程建设对水源保

护区的影响较小。

工程运行期无任何污染物排放，同时具有向水库补水的功能，依据水质监测结果，滇中引水水质为Ⅱ类水，阿白冲水库现状水质为Ⅲ-Ⅳ类，供水可增加阿白冲水库的水环境容量，有利于水质的改善和保护。因此本工程的建设对阿白冲水库水源保护区影响较小。

5.10.7 对生态保护红线的影响

工程永久占地将不可避免的涉及生态保护红线 72.7350hm²，工程施工将造成生态保护红线在州市范围内面积减小，性质改变。但由于本工程为线路工程，占地多为条带状，占地面积占同区域内划定红线面积比例小，在补划红线资源，恢复占地等措施基础上，不会对生态保护红线的主导功能造成显著影响。

根据临时占地占用生态保护红线查询结果，在进一步调整避让红线后，工程临时占地占用生态保护红线 16.2581hm²，占用红线区域不涉及自然保护区核心区、风景名胜区核心景区等禁止占用区域，红线区自然植被现状以暖温性针叶林为主，另有小面积暖温性石灰岩灌丛和暖温性稀树灌木草丛。工程占用生态保护红线会对区域水土保持、水源涵养及生物多样性维护功能造成一定程度的损失，在采取水土保持措施及植被保护措施基础上，其影响可显著降低。小范围临时占地不会对降低区域生态红线主导功能，施工结束后随着临时占地的恢复，占地区生态保护红线功能也将逐步恢复，因此，临时占地对生态保护红线的影响是可以接受的。

5.10.8 对基本农田、公益林的影响

(1) 对基本农田的影响

本工程建设征地涉及征占基本农田 2601.47 亩，对评价范围内部分行政村或自然村的影响较大。基本农田的占用，无疑会对项目区的农业生产产

生一定的影响，建设单位在项目开工前应办理土地使用手续，特别是基本农田占用的批准手续，协助沿线土地管理部门做好土地占用的补偿工作和基本农田保护工作，并应做好施工结束后临时用地的复垦工作。

根据《基本农田保护条例》第十五条规定“基本农田保护区经依法划定后，任何单位和个人不得改变或者占用。国家能源、交通、水利、军事设施等重点建设项目选址确实无法避开基本农田保护区，需要占用基本农田，涉及农用地转用或者征用土地的，必须经国务院批准。”

第十六条“经国务院批准占用基本农田的，当地人民政府应当按照国务院的批准文件修改土地利用总体规划，并补充划入数量和质量相当的基本农田。占用单位应当按照占多少、垦多少的原则，负责开垦与所占基本农田的数量与质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应当按照省、自治区、直辖市的规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。”

开工建设前建设单位应严格遵循《基本农田保护条例》相关规定，办理相关办理用地手续。严格按照“占多少、垦多少”的原则对占用的基本农田进行调入补偿。

（2）对公益林的影响

本工程建设永久占用公益林 1112.60 亩，临时占用公益林 1784.8 亩，工程的建设将会对该区域的公益林产生一定程度的不利影响。建设单位应按照国家有关投资体制的要求，编制《林地征占用可行性研究报告》，依法办理用地审核、林地征占审批手续，并报林业主管部门批准后方开工建设。

6 环境保护对策措施

6.1 地表水环境保护措施

6.1.1 施工期废水处理措施

6.1.1.1 基坑排水

(1) 排水特性

二期骨干工程大黑箐隧洞进口段施工采取围堰导流，施工基坑开挖作业面不大，由降水、渗水与岩屑混合形成基坑排水。类比同类工程，基坑排水不含有毒有害物质，主要污染物 SS 浓度约 1000mg/L。

(2) 处理要求

从环境保护角度考虑，应对基坑排水进行处理。大黑箐隧洞进口段位于滇池外海水域，施工基坑排水须处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2002）后用于绿化和道路洒水，禁止外排。

(3) 处理工艺

根据基坑排水量小、污染物种类单一、处理工艺简单的特点，以及所在区域水环境敏感特征，结合类似工程实际处理效果，本阶段推荐采用平流式沉淀法处理工艺。平流式沉淀池停留时间 2h，处理后上清液用于绿化和道路洒水，沉砂每 2 天清理 1 次至弃渣场压实堆存处理。

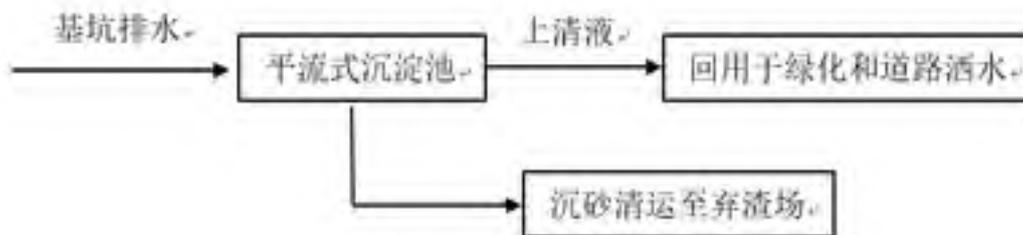


图 6.1.1-1 基坑排水平流沉淀法处理工艺流程图

(4) 构筑物设计

根据基坑排水处理工艺及排水特点，对基坑排水处理设施进行典型设计。按照大黑箐隧洞进口段排水规模 $1.44\text{m}^3/\text{h}$ ，平流式沉淀池设计有效停留

时间 2h，沉淀池有效容积为排水规模的 1.2 倍考虑。

表 6.1.1-1 二期骨干工程基坑排水处理设施典型设计表

名称	排水规模 (m ³ /h)	平流式沉淀池 长×宽×高 (m)	数量 (个)	构筑物结构	备注
大黑箐隧洞	1.44	3.0×1.2×1.0	1	钢筋砼	沉淀池有效容积按排水规模的 1.2 倍考虑

表 6.1.1-2 二期骨干工程基坑排水处理设施主要工程量表

处理设施名称	土石方开挖 (m ³)	土石方回填 (m ³)	垫层混凝土 (m ³)	池体混凝土 (m ³)	钢筋 (t)
平流式沉淀池	18.79	9.72	0.76	5.83	1.17

6.1.1.2 隧洞排水

(1) 排水特性

二期骨干工程施工过程中，隧洞高程较低且地下水位埋深较高时，可能产生大量隧洞施工涌水。隧洞开挖使用混凝土浇注衬砌支护围岩洞室，混凝土砂浆与喷涌的地下水相互混杂形成混凝土浇筑废水，即隧洞排水。

二期骨干工程共布设隧洞 11 座，隧洞排水点主要位于隧洞进出口和施工支洞口，涉及排水点共计 38 个。根据同类工程经验，隧洞排水具间断性和分散性，排水不含有毒有害物质，主要污染物 SS 浓度可达 100~5000mg/L，pH 值呈碱性。

表 6.1.1-3 二期骨干工程隧洞排水情况表

序号	隧洞名称	隧洞排水点	接纳水体，功能	排水强度 (m ³ /h)	处理规模 (m ³ /h)	排放要求
1	雪峰山隧洞	雪峰山隧洞进口	毗雄河，IV	4040.5	4100	二级
2		雪峰山隧洞 1#支洞口	巴冲箐水库，IV	4040.5	4100	二级
3		雪峰山隧洞 2#支洞口	巴冲箐水库，IV	4040.5	4100	二级
4		雪峰山隧洞出口	大坝水库，IV	4040.5	4100	二级
5	小律隧洞	小律隧洞进口	螳螂川，V	605.3	650	一级 A 标
6		小律隧洞 1#支洞口	螳螂川，V	605.3	650	一级 A 标
7		小律隧洞 2#支洞口	螳螂川，V	605.3	650	一级 A 标
8		小律隧洞 3#支洞口	螳螂川，V	605.3	650	一级 A 标
9		小律隧洞出口	螳螂川，V	605.3	650	一级 A 标
10	牛背山隧洞	牛背山 1#隧洞进口	螳螂川，V	717.9	750	二级
11		牛背山隧洞 4#支洞口	螳螂川，V	717.9	750	一级 A 标
12		牛背山隧洞 5#支洞口	螳螂川，V	717.9	750	一级 A 标

序号	隧洞名称	隧洞排水点	受纳水体, 功能	排水强度 (m ³ /h)	处理规模 (m ³ /h)	排放要求
13		牛背山隧洞 6#支洞口	螳螂川, V	717.9	750	一级 A 标
14		牛背山隧洞 7#支洞口	螳螂川, V	717.9	750	一级 A 标
15		牛背山隧洞出口	螳螂川, V	717.9	750	一级 A 标
16	九子山交通洞	九子山交通洞进口	螳螂川, V	320.1	350	一级 A 标
17		九子山交通洞出口	螳螂川, V	320.1	350	一级 A 标
18	中村隧洞	中村隧洞进口	东风水库, III	222.3	300	禁止排放
19		中村隧洞出口	东风水库, III	222.3	300	禁止排放
20	董炳隧洞	董炳隧洞进口	东风水库, III	5880.1	6000	禁止排放
21		董炳隧洞 1#支洞口	东风水库, III	5880.1	6000	禁止排放
22		董炳隧洞 2#支洞口	东风水库, III	5880.1	6000	禁止排放
23		董炳隧洞出口	东风水库, III	5880.1	6000	禁止排放
724	摸左哨隧洞	摸左哨隧洞进口	阿白冲水库, III	54.1	100	禁止排放
25		摸左哨隧洞出口	阿白冲水库, III	54.1	100	禁止排放
26	腊家山隧洞	腊家山隧洞进口	阿白冲水库, III	65.5	100	禁止排放
27		腊家山隧洞出口	阿白冲水库, III	65.5	100	禁止排放
28	金山坡隧洞	金山坡隧洞进口	阿白冲水库, III	779.2	800	禁止排放
29		金山坡隧洞 1#支洞口	异龙湖, III	779.2	800	一级
30		金山坡隧洞 2#支洞口	异龙湖, III	779.2	800	一级
31		金山坡隧洞出口	阿白冲水库, III	779.2	800	禁止排放
32	杨柳田隧洞	杨柳田隧洞进口	泸江, IV	13.9	20	二级
33		杨柳田隧洞出口	泸江, IV	13.9	20	二级
34	大黑箐隧洞	大黑箐隧洞进口	滇池外海, III	543.9	600	一级
35		大黑箐隧洞 1#支洞口	滇池外海, III	543.9	600	一级
36		大黑箐隧洞 2#支洞口	滇池外海, III	543.9	600	一级
37		大黑箐隧洞 3#支洞口	滇池外海, III	543.9	600	一级
38		大黑箐隧洞出口	滇池外海, III	543.9	600	一级

(2) 处理要求

从环境保护角度考虑, 应对隧洞排水进行处理。根据隧洞进出口和施工支洞口所处区域水环境功能以及环境敏感程度, 涉及东风水库、阿白冲水库 2 个饮用水水源保护区和大黑箐隧洞的, 须 SS 处理满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准, 其他指标处理满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准后排放; 其他 III 类, IV 类、V 类水体径流区, 隧洞排水处理分别达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级、二级标准后排放。昆明段隧洞排水处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准后排放。

(3) 处理工艺

根据隧洞排水量、污染物种类、处理工艺以及受纳水体水环境敏感特征，本阶段选择平流式自然沉淀法、辐流式混凝沉淀法、平流式絮凝沉淀法三种处理工艺进行比选。

平流式自然沉淀法：高悬浮物的隧洞排水经隧洞口提升泵进入调节池，除去大颗粒悬浮物，然后进入两级平流沉淀池进行自然沉淀，上清液排放，泥沙外运至弃渣场。该处理方案工艺流程简单，基建技术要求不高，运行操作简单，运行费用少，但为达到较好处理效果，沉淀池规模较大，占地面积大。

辐流式混凝沉淀法：高悬浮物的隧洞排水经隧洞口提升泵进入调节池，除去大颗粒悬浮物，然后进入加药间加入混凝剂、助凝剂的反应池，进行絮凝反应，再进入一级辐流式沉淀池进行沉淀出水排放，泥沙外运至弃渣场。该处理方案添加了加药环节，处理效果较自然沉淀法好，但工艺流程稍复杂，施工难度大，且耐负荷冲击能力差。

平流式絮凝沉淀法：高悬浮物的隧洞排水经隧洞口提升泵进入调节池，除去大颗粒悬浮物，然后进入由加药间加入絮凝剂、助凝剂的反应池，进行絮凝反应，再进入一级平流式沉淀池进行沉淀出水排放，泥沙外运至弃渣场。该处理方案与辐流式混凝沉淀工艺处理效果类似，但施工难度低，耐负荷冲击能力提高，而占地面积较辐流混凝沉淀工艺稍高。

由于隧洞排水初期悬浮物含量高，中后期含量可能较低，处理负荷变幅大，且大部分隧洞出口位于沟箐、山脊地区，生产用地紧张，施工难度大，综合考虑处理效果、场地条件、施工简便性等方面，推荐在每个隧洞进出口和施工支洞口采用平流式絮凝沉淀法的隧洞排水处理工艺。

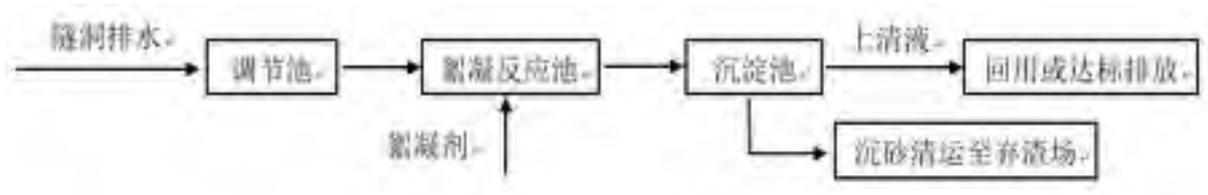


图 6.1.1-2 隧洞排水水平流式絮凝沉淀法处理工艺流程图

(4) 构筑物设计

根据隧洞排水处理工艺及排水量，对不同排水规模处理设施进行典型设计。二期骨干工程共布设 11 个隧洞，隧洞进出口和施工支洞口排水点 38 个，预测排水量在 13.9 ~ 4050.5m³/h。其中，涉及 III 类水体的排水点 19 个，涉及 IV 类水体的排水点 6 个，涉及 V 类水体的排水点 13 个。

本阶段选取 20、100、300、350、600、650、750、800、4100 和 6000m³/h 共 10 个排水处理规模设施进行设计，隧洞排水处理规模根据排水量取上限进行匹配。参照滇中引水工程隧洞排水处理工艺，调节池停留时间 1h，絮凝反应池停留时间 0.5h，沉淀池停留时间 2h，各处理设施设计高度已预留超高。

表 6.1.1-4 二期骨干工程隧洞排水处理设施典型设计表

序号	规模 (m ³ /h)	数量 (个)	预沉池 (单格) 长×宽×高 (m)	絮凝反应池 长×宽×高 (m)	沉淀池 (单格) 长×宽×高 (m)	清水池 长×宽×高 (m)	构筑物结构	备注
1	20	2	2.5×2×2.3	1.25×4×2.3	5×2×2.3	1.25×4×2.3	钢筋砼	沉淀池为 2 格
2	100	4	4×5×2.8	20×10×2.8	8×5×2.8	2×10×2.8		
3	300	2	8.33×6×3.3	41.67×12×3.3	16.67×6×3.3	4.17×12×3.3		
4	350	2	9.72×6×3.3	48.61×12×3.3	19.44×6×3.3	4.86×12×3.3		
5	600	5	12.5×8×3.3	62.5×16×3.3	25×8×3.3	6.25×16×3.3		
6	650	5	13.54×8×3.3	67.71×16×3.3	27.08×8×3.3	6.77×16×3.3		
7	750	6	15.63×8×3.3	78.13×16×3.3	31.25×8×3.3	7.81×16×3.3		
8	800	4	16.67×8×3.3	83.33×16×3.3	33.33×8×3.3	8.33×16×3.3		
9	4100	4	34.17×20×3.3	170.83×40×3.3	68.33×20×3.3	17.08×40×3.3		
10	6000	4	40×25×3.3	200×50×3.3	80×25×3.3	20×50×3.3		
总计		38						

(5) 典型设计

针对隧洞进口排水的特点，红河段杨柳田隧洞进口属于非可溶岩地区，隧洞排水处理宜采用清污合流措施，施工废水排放强度按 13.9m³/h 计。根

据前述处理工艺，拟定在隧洞口采取预沉池+混凝+沉淀的污水处理工艺，经处理后上清液最终排放至泸江径流范围，污泥运至弃渣场处置。隧洞施工排水处理工艺流程见图 6.1.1-3。

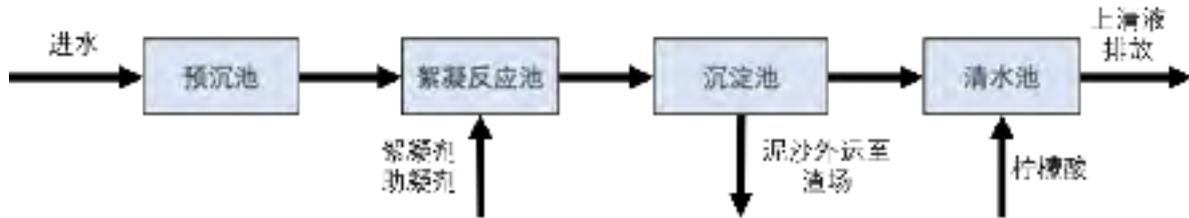


图 6.1.1-3 隧洞进口隧洞排水处理工艺流程图

预沉池：有效停留时间设计为 1h，则预沉池总有效容积应不小于 20.0m^3 ，分 2 格，单格尺寸设计为 $2.5\text{m}\times 2.0\text{m}\times 2.3\text{m}$ ，其中有效水深为 2.0m。建筑结构为钢筋混凝土结构。

絮凝反应池：反应时间按 0.5h 设计，则反应池有效容积应不小于 10.0m^3 ，池体尺寸设计为 $1.25\text{m}\times 4.0\text{m}\times 2.3\text{m}$ ，其中有效水深为 2.0m。建筑结构为钢筋混凝土结构。

沉淀池：有效停留时间设计为 2h，则沉淀池总有效容积应不小于 40.0m^3 ，分 2 格，单格尺寸设计为 $5.0\text{m}\times 2.0\text{m}\times 2.3\text{m}$ ，其中有效水深为 2.0m。

清水池：有效停留时间按 0.5h 设计，则清水池有效容积应不小于 10.0m^3 ，池体尺寸设计为 $1.25\text{m}\times 4.0\text{m}\times 2.3\text{m}$ ，其中有效水深为 2.0m。建筑结构为钢筋混凝土结构。

加药间：出水须达一级标准，加药浓度按照絮凝剂 40mg/L 、助凝剂 0.4mg/L 计算，日加药量分别为 2.20kg 和 0.02kg ，考虑一定的药剂堆放处，则加药间尺寸设计为 $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ 。建筑结构为轻钢结构。

排水处理构筑物设计参数详见下表。

表 6.1.1-5 红河段杨柳田隧洞进口隧洞进口隧洞排水处理构筑物设计

构筑物	停留时间 (h)	数量 (座)	单座尺寸 (m)	备注
预沉池 (调节池)	1	2	2.5m×2.0m×2.3m	1 个系统分 2 格
絮凝反应池	0.5	1	1.25m×4.0m×2.3m	
沉淀池	2	2	5.0m×2.0m×2.3m	1 个系统分 2 格
清水池	0.5	1	1.25m×4.0m×2.3m	
加药间	/	1	2.0m×2.0m	

(6) 工程量统计

二期骨干工程隧洞排水处理设施主要工程量表见下表:

表 6.1.1-6 二期骨干工程隧洞排水处理设施主要工程量表

处理设施名称	土石方开挖 (m ³)	土石方回填 (m ³)	垫层混凝土 (m ³)	池体混凝土 (m ³)	钢筋 (t)
预沉池 (调节池)	40513.6	4213.4	1081.6	22523.2	2702.8
絮凝反应池	9242.2	850.2	449.4	850.0	102.0
沉淀池	17694.3	1158.4	881.3	1451.9	174.2
清水池	9242.2	850.2	449.4	850.0	102.0
合计	76692.3	7072.3	2861.8	25675.1	3081.0

6.1.1.3 砂石料加工系统废水

(1) 废水特性

二期骨干工程配套建设大箐水库、大唐水库 2 座砂石料加工系统, 施工期砂石料加工系统生产废水产生量约 214.8 万 m³。类比同类工程经验, 生产废水主要污染物 SS 浓度可达 50000mg/L。

(2) 处理要求

从环境保护角度考虑, 应对生产废水进行处理。大箐水库、大唐水库砂石料加工系统废水受纳水体水环境功能为 III 类, 大箐水库位于安宁, 生产废水处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准后排放, 大唐水库生产废水处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准后排放。

(3) 处理工艺

根据生产废水特点及受纳水体水环境特征, 结合国内大中型砂石料加工系统废水处理有效实例, 本阶段选择平流式絮凝沉淀法, 辐流式混凝沉

淀法，混凝、分离、过滤一体成套设备处理法三种处理工艺进行比选。

平流式絮凝沉淀法：废水先进入预沉池进行沉淀后通过自流加入絮凝剂，进入平流沉淀池进行二次沉淀，经重力分离过程从平流沉淀池顶部排出经处理后的清水达标排放；从沉淀池底部排出的沉砂清运至弃渣场。

辐流式混凝沉淀法：废水在辐流式沉淀池中进行加药混凝沉淀，污泥进行重力沉降，上清液达标排放，沉渣干化后清运至弃渣场。

混凝、分离、过滤一体成套设备（DH 高效成套设备）：废水经废水提升泵提升至 DH 高效污水净化器中，在废水提升泵出口管道上设置混凝混合器，在混凝混合器前后分别投加絮凝剂和助凝剂，在管道中完成直流混凝反应。然后进入净化器中，经离心分离、重力分离及污泥浓缩等过程从净化器顶部排出经处理后的清水。从净化器底部排出的沉渣提升至真空带式过滤后脱水干化，干化沉渣清运至弃渣场。

表 6.1.1-7 砂石料加工系统废水处理工艺技术比较

序号	项目	DH 高效污水净化器	辐流式混凝沉淀工艺	平流式絮凝沉淀工艺
1	工作原理	采用一体化组合式废水处理技术，将混凝反应、旋流分离、重力分离、污泥浓缩等功能组合运用，将废水沉淀停留时间缩短（20~30min），实现了污水快速高效处理	运用重力沉降原理，废水沉淀停留时间较长，加药絮凝废水沉淀时间不小于 3h，设备体积较大，处理效率略低	采用重力沉降原理，废水加药沉淀停留时间不小于 3h，沉淀池容量要求大，对于细颗粒处理效率较低
2	处理负荷	进水 SS 适应性强，浓度可高达 60000mg/L，对 SS 颗粒无要求。处理 ≤50000mg/L 的高浓度废水时，无需进行预处理减轻处理负荷。可以满足处理负荷水量、水质较大范围的浓度	对高浓度高悬浮物废水处理浓度可高达 170000mg/L，但对处理负荷波动性适应能力相对较差	在沉淀池面积足够大时，对高浓度悬浮物适应能力较强
3	排泥	所排污泥浓度高，污泥含水量 <80%，排泥量较小	所排污泥浓度高，污泥含水量 <85%	污泥含水率较高，达 90%以上
4	运行稳定性	运行稳定可靠，可任意启停，进水水量在 20%波动范围内不影响处理效果；而冲击负荷强，运行操作简单，可实时监控	运行稳定性较差，影响因素多，如体积庞大，进、出水难均匀，易发生短流，影响沉淀效率	运行较稳定，处理效果受沉淀物的粒径、浓度等影响
5	日常维护保养	本体设备无转动部件，罐体内部无需保养和维护；污泥定时排放，采用快速排泥，不堵塞	刮泥机械故障多，排泥管易堵塞，需人工清理	需人工或机械利泥，劳动强度较大

6	占地面积	单台处理能力 200m ³ /h 的设备占地面积约 16m ²	单台处理能力为 200m ³ /h 的辐流沉淀池占地面积约 150m ²	场地条件要求高, 处理能力 200m ³ /h 占地面积约 200m ²
7	设备费用	投资较高	投资较低	投资较低
8	运行费用	耗电, 费用相对较高	费用一般	费用较低
9	处理效率	极高	较低	较高
10	效果	可满足砂石料加工系统回用水质要求及《城市污水再生利用 城市杂用水水质》中道路清扫、消防及城市绿化水质标准		

针对砂石料加工系统实际情况和排水受纳水体水环境功能为 III 类特征, 综合考虑建设、占地及施工条件、运行经济性等因素, 推荐采用平流式絮凝沉淀法的生产废水处理工艺。

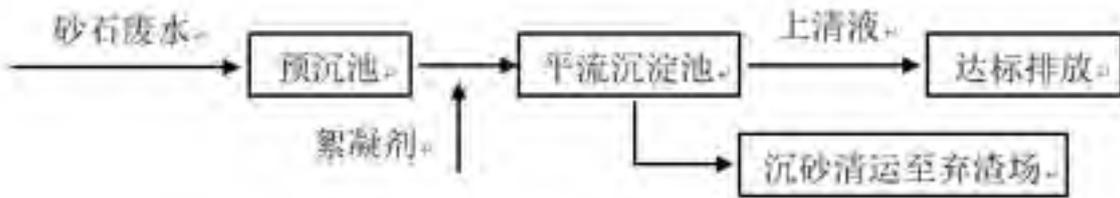


图 6.1.1-4 砂石料加工系统废水平流式絮凝沉淀法处理工艺流程图

(4) 构筑物设计

根据生产废水处理工艺及废水量, 对生产废水处理设施进行典型设计。大箐水库、大唐水库砂石料加工系统废水排放规模分别为 24.4m³/h、15.2m³/h, 预沉池停留时间 1h, 规模按废水排放规模的 1.2 倍考虑。平流式沉淀池两座并联, 每座一组间歇沉淀, 设计沉淀时间 1h。

表 6.1.1-8 二期骨干工程砂石料加工系统废水处理设施典型设计表

名称	废水规模 (m ³ /h)	处理规模 (m ³ /h)	预沉池 长×宽×高 (m)	平流沉淀池 长×宽×高 (m)	数量 (套)	构筑物结构	备注
大箐水库砂石料加工系统	24.4	30.0	5.0×4.0×1.8	5.0×4.0×1.8	1	钢筋砼	平流沉淀池两座并联, 间歇沉淀
大箐水库砂石料加工系统	15.2	18.0	4.0×3.0×1.8	4.0×3.0×1.8	1	钢筋砼	

(5) 典型设计

大箐水库砂石料加工系统处理采用平流式絮凝沉淀法工艺。

根据大箐水库砂石加工系统的工艺及所使用的机械设备估算，系统用水量 $30.5\text{m}^3/\text{h}$ ，生产消耗用水 $6.1\text{m}^3/\text{h}$ （占生产用水量的 20%），待处理生产废水共 $24.4\text{m}^3/\text{h}$ （占生产用水量的 80%），设计废水处理量 $30\text{m}^3/\text{h}$ 。

预沉池：有效停留时间设计为 1h，则调节池有效容积需 30m^3 ，设计池体尺寸为 $5.0\text{m}\times 4.0\text{m}\times 1.8\text{m}$ ，其中有效水深 1.5m。

加药廊道：尺寸为 $2.0\text{m}\times 5.0\text{m}\times 1.8\text{m}$ ，其中有效水深 1.5m，上设搁板用于放置配置好的加药桶。

平流式沉淀池：1 座结构，梯形有斗单池容积 30m^3 ，单座尺寸 $5.0\text{m}\times 4.0\text{m}\times 1.8\text{m}$ ，其中有效水深 1.5m，沉淀时间 1h，表面水力负荷 $1.5\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，进水口设置挡板，池底设泥斗 2 个。

清水泵房：其地上部分平面尺寸为 $6.0\text{m}\times 2.2\text{m}\times 2.0\text{m}$ ，地下部分尺寸为 $5.0\text{m}\times 2.2\text{m}\times 2.1\text{m}$ ，选用中水回用泵 2 台，1 用 1 备。

污水处理典型规模构筑物设计的尺寸下表：

表 6.1.1-9 宾居砂石加工系统污水处理典型规模构筑物尺寸

序号	项目	尺寸	设计参数
1	预沉池	$5.0\text{m}\times 4.0\text{m}\times 1.8\text{m}$	有效停留时间设计为 1h，则调节池有效容积需 30m^3 ，其中有效水深 1.5m
2	加药廊道	$2.0\text{m}\times 5.0\text{m}\times 1.8\text{m}$	其中有效水深 1.5m，上设搁板用于放置配置好的加药桶（每个加药廊道 3 个）
3	平流式沉淀池	$5.0\times 4.0\times 1.8$	1 座结构，其中有效水深 1.5m，沉淀时间 1h，表面水力负荷 $1.5\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，进水口设置挡板，池底设泥斗 2 个
4	清水泵房	地上部分 $6.0\text{m}\times 2.2\text{m}\times 2.0\text{m}$ 地下部分 $5.0\text{m}\times 2.2\text{m}\times 2.1\text{m}$	选用中水回用泵 2 台，1 用 1 备

（6）工程量统计

二期骨干工程砂石料加工系统废水处理设施主要工程量表见下表：

表 6.1.1-10 二期骨干工程砂石料加工系统废水处理设施主要工程量表

处理设施名称	土石方开挖 (m^3)	土石方回填 (m^3)	垫层混凝土 (m^3)	池体混凝土 (m^3)	钢筋 (t)
预沉池	142.4	62.0	4.6	35.6	7.1
平流沉淀池	284.8	124.0	9.2	71.2	14.2
合计	427.2	186.0	13.8	106.8	21.4

6.1.1.4 混凝土拌和冲洗废水

(1) 废水特性

二期骨干工程共布设 73 台混凝土拌和机，含大黑箐隧洞布设的 8 台。混凝土拌和废水主要来自拌和设备的日常冲洗，冲洗废水产生量较小，呈间歇性排放，主要污染物 SS 浓度可达 5000mg/L，pH 呈碱性。

(2) 处理要求

从环境保护角度考虑，应对冲洗废水进行处理。混凝土拌和冲洗废水受纳水体水环境功能在 III 类 ~ V 类，冲洗废水处理达《混凝土用水标准》（JGJ63-2006）后（ $\text{pH} > 5$ ， $\text{SS} \leq 2000\text{mg/L}$ ）回用于混凝土拌和，不外排。

(3) 处理工艺

根据冲洗废水特点及受纳水体水环境特征，本阶段选择中和沉淀法、成套设备法两种处理工艺进行比选。

中和沉淀法：冲洗废水经简易沉砂池沉淀后，投酸性中和药剂进入中和沉淀池进行中和沉淀反应，上清液进入蓄水池，经水泵抽至混凝土拌和机处进行回用。本方法适用于废水产生量小的混凝土拌和处理系统。

成套设备法：将混凝反应、旋流分离、重力分离、污泥浓缩等功能组合运用，将废水处理时间缩短为 20 ~ 30min，实现污水快速高效处理。本方法适用于废水产生量大、连续排放的混凝土拌和处理系统。

工程施工作业面点多分散，施工量较小，混凝土拌和冲洗废水排放量小，呈间歇性，综合经济适用推荐采用中和沉淀法的冲洗废水处理工艺。

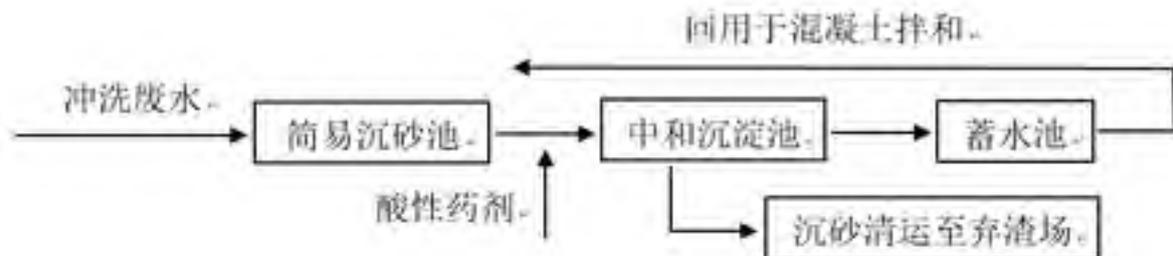


图 6.1.1-5 混凝土拌和冲洗废水中和沉淀法处理工艺流程图

(4) 构筑物设计

根据冲洗废水处理工艺及废水排放量，对不同废水规模处理设施进行典型设计。二期骨干工程混凝土拌和机生产规模在 1.5 ~ 90m³/h，废水规模分 1、3、5、10、30m³/d 共 5 个类别考虑。其中废水规模为 5m³/d 的混凝土拌和机占比最多。

简易沉砂池停留时间 12h，规模按废水规模的 1.2 倍考虑，1 座 2 格间歇使用。中和沉淀池停留时间 24h，规模按 2 格简易沉砂池考虑。蓄水池设计有效停留时间 24h，规模与中和沉淀池一致。

表 6.1.1-11 二期骨干工程混凝土拌和冲洗废水处理设施典型设计表

序号	废水规模 (m ³ /h)	数量 (套)	简易沉砂池 长×宽×高 (m)	中和沉淀池 长×宽×高 (m)	蓄水池 长×宽×高 (m)	构筑物结构	备注
1	1	2	1.0×1.0×1.2	2.0×1.0×1.2	2.0×1.0×1.2	钢筋砼	简易沉砂池规模按废水规模的 1.2 倍考虑
2	3	12	2.0×1.5×1.2	4.0×1.5×1.2	4.0×1.5×1.2		
3	5	53	2.5×2.0×1.2	5.0×2.0×1.2	5.0×2.0×1.2		
4	10	5	4.0×2.0×1.5	4.0×4.0×1.5	4.0×4.0×1.5		
5	30	1	9.0×2.0×2.0	6.0×6.0×2.0	6.0×6.0×2.0		
总计		73					

(5) 典型设计

根据前述废水产生量，本工程选取 10m³/d 作为典型设计。

简易沉砂池：1 座 2 格间歇使用，单格设计停留时间 12h，单格尺寸为 4.0m×2.0m×1.5m；

中和沉淀池：设计停留时间 24h，池体尺寸为 4.0m×4.0m×1.5m；

蓄水池：设计停留时间 24h，池体尺寸为 4.0m×4.0m×1.5m；

加药廊道：其平面尺寸为 4.0m×1.0m×2.0m，采用人工加药。

本工程废水处理设施为半地埋式，基地质条件相对单一，结合场地内建筑物的具体情况，建议地基开挖至碎、砾石粉质粘土层，水池基础采用筏板式现浇钢筋混基础，以适应局部土体承载力相对较弱的情况，根据地勘资料，不再单独进行基础处理。

混凝土生产系统废水处理设施主要构筑物为：简易沉砂池、中和沉淀池、蓄水池及加药廊道，其中简易沉砂池、中和沉淀池、蓄水池为存储水结构，对结构防水性能有较高要求，水池主体采用现浇 C25 钢筋混凝土结构，基础垫层采用 100mm 厚 C10 混凝土垫层，所有构筑物均采用钢筋混凝土结构。

简易沉砂池、中和沉淀池、蓄水池采用现浇一体式钢筋混凝土结构，水池内部进行功能结构划分，有利于施工和将来的维护管理。池体采用现浇钢筋混凝土自防水结构，水池基础采用筏板式现浇钢筋混凝土基础，以适应局部土体承载力相对较弱的情况，根据地勘资料，不再单独进行基础处理。

以上池体池壁厚 300mm，底板厚度 300mm，主体采用现浇 C25 钢筋混凝土。其下垫层采用厚度为 100mm 的 C10 素混凝土垫层。

(6) 工程量统计

二期骨干工程混凝土拌合冲洗废水处理设施主要工程量表见下表：

表 6.1.1-12 二期骨干工程混凝土拌和冲洗废水处理设施主要工程量表

处理设施名称	土石方开挖 (m ³)	土石方回填 (m ³)	垫层混凝土 (m ³)	池体混凝土 (m ³)	钢筋 (t)
简易沉砂池	4243.3	2303.2	133.6	1093.1	218.6
中和沉淀池	8486.6	4606.4	267.2	2186.1	437.2
蓄水池	4243.3	2303.2	133.6	1093.1	218.6
合计	16973.1	9212.9	534.5	4372.3	874.5

6.1.1.5 机修含油废水

(1) 废水特性

二期骨干工程共布设 48 个生产生活区，含大黑箐隧洞布设的 4 个。生产生活区施工机械、车辆检修、保养等产生少量含油废水。类比同类工程经验，废水不含有毒物质、呈间歇性排放，主要污染物 SS、石油类浓度分别为 300~1500mg/L、10~50mg/L。

(2) 处理要求

从环境保护角度考虑，应对含油废水进行处理。根据含油废水受纳水体水环境功能，位于II类水体和饮用水源径流区的，含油废水须处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》(GB/T18920-2002)后用于绿化和道路洒水，禁止外排；III类、IV类、V类水体径流区，含油废水处理分别达《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级、二级标准后排放。昆明段含油废水处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准后排放。

(3) 处理工艺

根据含油废水特点及受纳水体水环境特征，本阶段选择简易除油沉淀法、隔油沉淀法、隔油过滤法、成套油水分离器四种处理工艺进行比选。

表 6.1.1-13 生产区含油废水处理工艺方案比较

处理工艺	方案比较
简易除油沉淀	适用于场地狭窄、处理规模小的机修及保养系统。设置集水池及简易隔油池处理后排放。在施工区车辆停放场，可在洗车检修台下布置排水沟，车辆停放场周边布置集水池，收集排水沟内的机械清洗废水，在集水池末端设隔油板，集水池出口处设薄壁堰溢流水。定时清除隔油板壁聚积的废油，并清理沟底淤泥。
隔油沉淀法	由隔油池与沉淀池组成，占地规模较大，处理量灵活。设置集水沟和隔油池，并进行一定时间的沉淀处理后出水。在施工区车辆停放场，可在洗车检修台下布置集水沟。
隔油过滤法	污水在小型隔油池内由浮子撇油器排除废油，废水再经焦炭过滤器进一步除油。
成套油水分离器	油水分离效果好，油份回收和去除率高，适用于含油量高的废水，能满足大修时石油类高峰浓度达标排放的要求。

经四种处理工艺比较，推荐对II类水体和饮用水源径流区产生的含油废水采用成套油水分离器的处理工艺，处理达标后用于道路浇洒及绿化用水，不外排；对III类~V类水体径流区产生的含油废水采用隔油沉淀法的处理工艺。



图 6.1.1-6 成套油水分离器处理工艺流程图

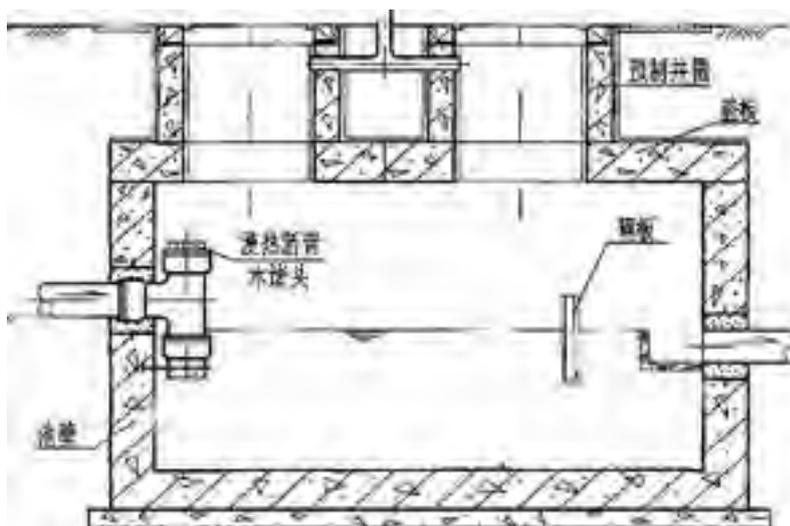


图 6.1.1-7 隔油沉淀池处理工艺流程图

(4) 构筑物设计

根据含油废水处理工艺、废水量以及接纳水体水环境功能，对含油废水处理设施进行典型设计。

生产生活区点多面广分散，含油废水产生量在 1~4m³/d，按废水规模 1.2 倍，即 5m³/d 的含油废水处理设施进行设计。

表 6.1.1-14 二期骨干工程含油废水接纳水体水环境功能及处理工艺表

接纳水体水环境功能	废水规模 (m ³ /d)	数量 (套)	处理工艺
II 类、饮用水源地	5	15	成套油水分离器
III 类~V 类	5	33	隔油沉淀法
合计		48	

(5) 典型设计

成套油水分离器型号为 YSF-1，调节池设计有效停留时间 8h，回用池设计有效停留时间 12h。隔油沉淀池型号为 GC-1QF，废水停留时间 10min，流速不大于 0.005m/s，清污周期 10~15d，规模见给排水标准图集 04S519《小型排水构筑物》。

表 6.1.1-15 二期骨干工程含油废水处理设施典型设计表

处理工艺	废水规模 (m ³ /d)	数量 (套)	调节池 长×宽×高 (m)	回用池 长×宽×高 (m)	备注
成套油水分离器	5	15	2.5×1.0×1.0	2.5×1.0×1.0	设备型号 YSF-1
隔油沉淀法	5	34	废水停留时间 10min，流速不大于 0.005m/s，清污周期 10~15d		设备型号 GC-1QF

成套油水分离器选择一体化钢结构设备。隔油沉淀池采用钢筋混凝土结构，活荷载考虑顶面可过汽车，有覆土。钢筋混凝土池池壁、底板、盖板混凝土强度等级采用 C25，垫层采用 C10，当环境类别为二类 b（见《混凝土结构设计规范》）时，混凝土强度等级最低用 C30。

(6) 工程量统计

二期骨干工程含油废水处理设施主要工程量表见下表：

表 6.1.1-16 二期骨干工程含油废水处理设施主要工程量表

处理设施名称	土石方开挖 (m ³)	土石方回填 (m ³)	垫层混凝土 (m ³)	池体混凝土 (m ³)	钢筋 (t)
调节池	238.6	134.5	8.9	70.4	14.1
回用池	238.6	134.5	8.9	70.4	14.1
隔油沉淀池	1081.7	609.6	40.4	319.2	63.8
合计	1559.0	878.5	58.2	460.0	92.0

6.1.1.6 施工人员生活污水

(1) 污水特性

二期骨干工程共布设 48 个生产生活区，含大黑箐隧洞布设的 4 个。生产生活区施工人员产生一定生活污水。根据相似工程经验，生活污水不含有毒物质、呈间歇性排放，主要污染物 SS、COD、BOD₅、总磷、氨氮浓度分别为 150mg/L、250mg/L、150mg/L、4.5mg/L、20mg/L。

(2) 处理要求

从环境保护角度考虑，应对生活污水进行处理。生活污水接纳水体水环境功能为 II 类水体、饮用水源径流区以及滇池流域的，生活污水须处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》（GB T 18920-2002）后用于场地、道路浇洒及绿化用水，禁止外排；生活污水接纳水体水环境功能为 III 类，IV 类、V 类的，生活污水须分别处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级、二级标准后排放。昆明段生活污水处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准后排放。

(3) 处理工艺

根据生活污水特点及受纳水体水环境特征，本阶段选择成套处理设备、污水处理站、厌氧生物膜池三种处理工艺进行比选。

表 6.1.1-17 生活区生活污水处理工艺方案比较

处理工艺	成套处理设备	污水处理站	厌氧生物膜池
工艺	A/O (厌氧+生物接触氧化法)、 A/A/O (厌氧+缺氧+生物接触氧化法)	A/A/O (活性污泥法)	A/A/O (活性污泥法)
运行费用	1 元/m ³ ~2 元/m ³	1 元/m ³ ~2 元/m ³	0.3 元/m ³ ~0.6 元/m ³
占地	较小	较大	一般
处理能力	200m ³ /d 以下	5000m ³ /d 以上	200m ³ /d 以下
处理效果	《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》(GB T 18920-2002)	《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A、B 标	《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级、二级标准
运行管理	全自动控制，不需人员管理	需专人管理运行	无需专人管理运行

经三种处理工艺比较，推荐对 II 类水体和饮用水源径流区产生的生活污水采用厌氧+生物接触氧化法(A/O)+过滤+消毒的处理工艺，对 III 类~V 类水体径流区产生的生活污水，污水量较小的(5m³/d、10m³/d)采用厌氧生物膜池处理工艺，污水量较大的(15m³/d 以上)采用厌氧+生物接触氧化法(A/O)处理工艺。



图 6.1.1-8 厌氧+生物接触氧化法+过滤+消毒处理工艺流程图



图 6.1.1-9 厌氧生物膜池处理工艺流程图

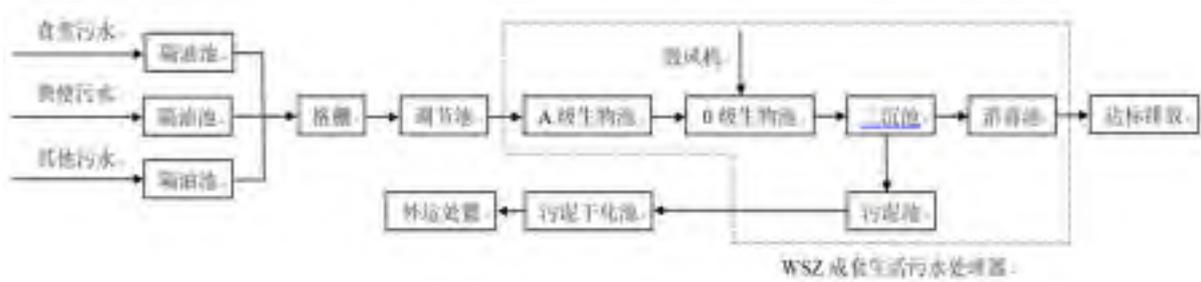


图 6.1.1-10 厌氧+生物接触氧化法处理工艺流程图

(4) 构筑物设计

根据生活污水处理工艺、污水量及接纳水体水环境功能，对不同污水规模处理设施进行典型设计。

生产生活区生活污水规模在 4~30m³/d，按污水规模 1.2 倍，即 5~40m³/d 的生活污水量进行处理设施设计。

表 6.1.1-18 二期骨干工程生活污水接纳水体水环境功能及处理工艺表

接纳水体水环境功能	污水规模 (m ³ /d)	数量 (套)	处理工艺
II 类、饮用水源	5	2	厌氧+生物接触氧化法+ 过滤+消毒
	10	6	
	15	3	
	20	2	
	30	1	
	40	1	
III类~V类	5	2	厌氧生物膜池法
	10	10	
	15	13	厌氧+生物接触氧化法
	20	5	
	30	2	
	40	1	
合计		48	

厌氧+生物接触氧化法+过滤+消毒处理工艺调节池设计有效停留时间 8h，回用水池设计有效停留时间 12h。格栅渠型号为 RSD-500×2000×5，隔油池型号为 GG-1SF，化粪池型号为 G1-2QF，成套污水处理设备型号为 WSZ-F-1 (3L13×D 型风机 2 台，功率 1.5kW，AS10-2CB 型水泵 2 台，功率 1.1kW)，回用水泵 1 台。

厌氧+生物接触氧化法处理工艺调节池设计有效停留时间 8h，回用水

池设计有效停留时间 12h。格栅渠型号为 RSD-500×2000×5，隔油池型号为 GG-1SF，化粪池型号为 G1-2QF，成套污水处理设备型号为 WSZ-F-1（3L13×D 型风机 2 台，功率 1.5kW，AS10-2CB 型水泵 2 台，功率 1.1kW），回用水泵 1 台。

厌氧生物膜池处理工艺沉淀区、过滤区设计有效停留时间 12h，厌氧区、兼氧区设计有效停留时间 24h。

(5) 典型设计

二期骨干工程的生活营地共计 48 个，分布分散，涉及水体多，本报告对三种工艺分别进行典型设计。其中，厌氧+生物接触氧化法+过滤+消毒处理工艺选取 20m³/h，厌氧生物膜池法处理工艺选取 5 和 10m³/h，厌氧+生物接触氧化法处理工艺选取 20m³/h。

1) 成套厌氧+生物接触氧化法+过滤+消毒处理工艺

设计调节池的有效停留时间为 8h，回用水池的停留时间为 12h。成套厌氧+生物接触氧化法+过滤+消毒处理工艺典型设计规模的污水处理构筑物尺寸见下表。

表 6.1.1-19 成套设备（A/O 工艺+过滤+消毒）建筑物尺寸（处理规模 20m³/h）

序号	项目名称	尺寸 (m)	备注
1	格栅渠	2.0×0.6×1.5	选用 RSD-500×2000×5
2	隔油池	1.5×1.0×3.7	GG-1SF
3	化粪池	2.95×1.35×4.25	G1-2QF
4	调节池	2.0×2.0×2.0	
5	成套污水处理设备（含过滤、消毒、污泥池等）	占地 18m ²	WSZ-F-2, 3L13×D 型风机 2 台，功率为 1.5kW，AS10-2CB 型水泵 2 台，功率 1.1kW
6	污泥池	1.0×1.5×1.5	
7	污泥干化池	3.0×1.5×1.5	滤料 6.0m ³
8	中水池	3.0×2.0×2.3	回用水泵 1 台

2) 厌氧生物膜池法处理工艺

设计沉淀区有效停留时间为 8h，厌氧区有效停留时间为 12h，兼氧区的停留时间为 24h，过滤区停留时间为 12h。厌氧生物膜池处理工艺典型设计规模的污水处理构筑物尺寸见下表。

表 6.1.1-20 厌氧生物膜池处理工艺参数设计表

序号	规模	项目名称	尺寸 (m)
1	5m ³ /d	沉淀区	1.0×2.0×2.7
2		厌氧区	2.0×2.0×2.7
3		兼氧区	2.0×2.0×2.7
4		过滤区	1.0×2.0×2.7
1	10m ³ /d	沉淀区	1.0×2.0×2.7
2		厌氧区	2.0×2.0×2.7
3		兼氧区	2.0×2.0×2.7
4		过滤区	1.0×2.0×2.7

3) 成套厌氧 + 生物接触氧化法处理工艺

设计调节池的有效停留时间为 8h，回用水池的停留时间为 12h。成套厌氧 + 生物接触氧化法处理工艺典型设计规模的污水处理构筑物尺寸见下表。

表 6.1.1-21 成套设备 (A/O 工艺) 参数设计表 (处理规模 20m³/h)

序号	项目名称	尺寸 (m)	备注
规模 (20m ³ /d)			
1	格栅渠	2.0×0.6×1.5	选用 RSD-500×2000×5
2	隔油池	1.5×1.0×3.7	GG-1SF
3	化粪池	2.95×1.35×4.25	G1-2QF
4	调节池	2.0×2.0×2.0	
5	成套污水处理设备	占地 18m ²	WSZ-F-1, 3L13×D 型风机 2 台, 功率为 1.5kW, AS10-2CB 型水泵 2 台, 功率 1.1kW
6	污泥池	1.0×1.5×1.5	
7	污泥干化池	3.0×1.5×1.5	滤料 4.5m ³
8	回用水池	3.0×2.0×2.3	回用水泵 1 台

表 6.1.1-22 二期骨干工程施工期生活污水处理设施典型设计表

处理工艺	污水规模 (m ³ /d)	数量 (套)	格栅渠 长×宽×高 (m)	隔油池 长×宽×高 (m)	化粪池 长×宽×高 (m)	调节池 长×宽×高 (m)	成套生活污水 处理设备	回用水池 长×宽×高 (m)	备注
厌氧+生物接触氧化法+过滤+消毒	5	2	2.0×0.6×1.5	1.5×1.0×3.7	2.95×1.35×4.25	1.3×1.7×1.0	WSZ-F-1	2.0×1.7×1.0	调节池、回用水池设计有效停留时间分别为 8h、12h
	10	6	2.0×0.6×1.5	1.5×1.0×3.7	2.95×1.35×4.25	1.3×1.7×2.0	WSZ-F-1	2.0×1.7×2.0	
	15	3	2.0×0.6×1.5	1.5×1.0×3.7	2.95×1.35×4.25	2.0×1.7×2.0	WSZ-F-1	3.0×1.7×2.0	
	20	2	2.0×0.6×1.5	1.5×1.0×3.7	2.95×1.35×4.25	2.6×1.7×2.0	WSZ-F-1	4.0×1.7×2.0	
	30	1	2.0×0.6×1.5	1.5×1.0×3.7	2.95×1.35×4.25	4.0×1.7×2.0	WSZ-F-1	6.0×1.7×2.0	
	40	1	2.0×0.6×1.5	1.5×1.0×3.7	2.95×1.35×4.25	5.0×1.7×2.0	WSZ-F-1	8.0×1.7×2.0	
厌氧+生物接触氧化法	15	13	2.0×0.6×1.5	1.5×1.0×3.7	2.95×1.35×4.25	2.0×1.7×2.0	WSZ-F-1	3.0×1.7×2.0	调节池、回用水池设计有效停留时间分别为 8h、12h
	20	5	2.0×0.6×1.5	1.5×1.0×3.7	2.95×1.35×4.25	2.6×1.7×2.0	WSZ-F-1	4.0×1.7×2.0	
	30	2	2.0×0.6×1.5	1.5×1.0×3.7	2.95×1.35×4.25	4.0×1.7×2.0	WSZ-F-1	6.0×1.7×2.0	
	40	1	2.0×0.6×1.5	1.5×1.0×3.7	2.95×1.35×4.25	5.0×1.7×2.0	WSZ-F-1	8.0×1.7×2.0	
处理工艺	污水规模 (m ³ /d)	数量 (套)	沉淀区 长×宽×高 (m)	厌氧区 长×宽×高 (m)	兼氧区 长×宽×高 (m)	过滤区 长×宽×高 (m)	备注		
厌氧生物膜池法	5	2	0.5×2.0×3.0	1.0×2.0×3.0	1.0×2.0×3.0	0.5×2.0×3.0	沉淀区、过滤区设计有效停留时间 12h，厌氧区、兼氧区设计有效停留时间 24h		
	10	10	1.0×2.0×3.0	2.0×2.0×3.0	2.0×2.0×3.0	1.0×2.0×3.0			

(6) 工程量统计

二期骨干工程生活污水处理设施主要工程量表见下表：

表 6.1.1-23 二期骨干工程施工期生活污水处理设施主要工程量表

处理设施名称	土石方开挖 (m ³)	土石方回填 (m ³)	垫层混凝土 (m ³)	池体混凝土 (m ³)	钢筋 (t)
格栅渠	933.1	713.8	14.5	157.2	31.4
隔油池	7009.7	6500.0	15.3	309.9	62.0
化粪池	11549.5	10358.4	29.8	579.5	115.9
调节池	2102.3	1521.5	28.6	312.0	62.4
回用水池	2501.7	1679.1	39.7	412.8	82.6
沉淀池	1425.0	1264.1	5.8	97.1	19.4
厌氧池	1606.7	1348.6	8.8	130.5	26.1
兼氧池	1606.7	1348.6	8.8	130.5	26.1
过滤池	1425.0	1264.1	5.8	97.1	19.4
合计	30159.8	25998.2	157.1	2226.6	445.3

6.1.2 运行期废污水处理措施

(1) 污水特性

二期骨干工程运行期，管理人员产生一定人员生活污水。根据类似工程经验，生活污水不含有毒物质，产生量小、较分散，主要污染物 SS、COD、BOD₅、总磷、氨氮浓度分别为 150mg/L、250mg/L、150mg/L、4.5mg/L、20mg/L。

(2) 处理要求

从环境保护角度考虑，应对管理人员生活污水进行处理。运行期单个管理处（所）人员数量较少。从综合利用角度考虑，应对污水处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》（GB T 18920-2002）后用于场地及绿化用水，不外排。

(3) 处理工艺

根据施工人员生活污水产生量及处理工艺比选，结合运行期管理人员数量及生活污水特点，推荐采用厌氧生物膜池的污水处理工艺。处理工艺流程见图 6.1.1-9。

(4) 构筑物设计

运行期,各管理处(所)人员在3~82人,生活污水规模在0.24~6.56m³/d,按污水规模1.2倍,结合管理处(所)人员数量综合考虑,取2m³/d、4m³/d、8m³/d的生活污水量进行处理设施设计。其中,2m³/d、4m³/d、8m³/d污水处理设施分别为4套、10套、2套。

表 6.1.2-1 二期骨干工程运行期生活污水处理设施典型设计表

处理工艺	污水规模 (m ³ /d)	数量 (套)	沉淀区 长×宽×高 (m)	厌氧区 长×宽×高 (m)	兼氧区 长×宽×高 (m)	过滤区 长×宽×高 (m)	备注
厌氧生物膜池法	2	4	0.5×0.8×3.0	1.0×0.8×3.0	1.0×0.8×3.0	0.5×0.8×3.0	沉淀区、过滤区设计有效停留时间12h,厌氧区、兼氧区设计有效停留时间24h
	4	10	0.5×1.6×3.0	1.0×1.6×3.0	1.0×1.6×3.0	0.5×1.6×3.0	
	8	2	1.0×1.6×3.0	2.0×1.6×3.0	2.0×1.6×3.0	1.0×1.6×3.0	

表 6.1.2-2 二期骨干工程运行期生活污水处理设施主要工程量表

处理设施名称	土石方开挖 (m ³)	土石方回填 (m ³)	垫层混凝土 (m ³)	池体混凝土 (m ³)	钢筋 (t)
沉淀池	1695.416	1568.256	4.816	90.04	18.008
厌氧池	1826.416	1637.376	6.816	114.8	22.96
兼氧池	1826.416	1637.376	6.816	114.8	22.96
过滤池	1695.416	1568.256	4.816	90.04	18.008
合计	7043.664	6411.264	23.264	409.68	81.936

6.1.3 运行期水环境保护措施

在“滇中引水工程环境影响报告书”和“滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划”中,已经系统、全面的制定了工程受退水区水环境保护措施,但由于本期工程在总取、退水量以及调蓄水库等方面发生了一些变化,需要针对这些变化新增的环境影响制定相应的水环境保护措施。

6.1.3.1 输水水质保护措施

二期工程主要是在一期工程的主干渠的基础上,向周边修建引水支渠

进行生活、灌溉、调蓄以及工业等引水，沿线工程建筑物除隧洞以外，主要为管道、渠道、暗涵、倒虹吸等，同时还存在利用天然河道输水。因此二期工程的水质污染事故风险主要存在于各支线中，特别是含有明渠段的支线和利用天然河道输水。由于明渠和利用天然河道输水部分处于露天状态，因此明渠和河道水质污染风险主要来源于外部污染物的进入。输水总干渠明渠（暗涵）段和天然河道输水段应严格按照《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的有关要求，对于干渠两侧露天输水构筑物划定水源保护范围，在保护范围内执行《饮用水水源保护区污染防治管理规定》。

滇中引水二期配套工程共设置明渠（暗涵）72条，总长为65.17km，其中丽江段明渠（暗涵）8条，长13.2km；大理段明渠（暗涵）11条，长3.74km；楚雄段明渠（暗涵）37条，长47.62km；昆明段无明渠；玉溪段明渠（暗涵）14条，长0.44km；红河段明渠（暗涵）2条，长0.18km。二期配套工程利用天然河道或现有输水系统18条，长290.86km。

在上述保护范围内明渠两侧修建栅栏隔离屏障130.34km，天然河道两侧修建栅栏隔离屏障581.72km，并设置相应的界桩、警示牌、标示牌等，强化饮用水水源安全监管建设，保障人民群众饮水安全。防护隔离栏的选择应考虑与景观协调、抗老化、耐侵蚀、不易受外力撞击变形等特点，且施工安装不受地形起伏限制，需要对于山地、坡地、多弯地带适应性强。综合以上因素，采取目前在公路工程上普遍采用的防护栏较为合适，防护栏主要由混凝土支墩加金属立柱进行固定，焊接低碳钢丝编制的防护网，该种防护网适合长距离大面积使用，防护效果良好。

6.1.3.2 受水区与退水河流污染物排放治理

根据国家《重点流域水生态环境“十四五”规划》（征求意见稿）、《云南省重点流域水生态环境“十四五”规划》（征求意见稿）的总体要求，结

合滇中引水二期工程的变化，为推动滇中引水二期工程实施，同时保障滇中引水二期工程实施满足新时期云南省水生态环境保护要求，结合国家和云南省水污染防治行动计划与《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040）》，以受退区内人民政府为实施主体，需开展受水区与退水河流污染物排放治理。

(1) 城镇生活污水的控制

①加大城镇生活污水管网建设力度，提升城镇生活污水收集处理能力
 加快污水处理厂配套管网建设、强化污水处理能力建设，到 2025 年，城镇污水收集率、处理率不低于现状（2019 年）值，城镇污水处理厂出水水质达到一级 A 标。到 2030 年，受水区涉及城镇生活污水收集率全面达到 95%，污水处理率和达标率均达到 100%，受退水区污染较重的地市级和县城污水处理厂增加除磷脱氮工艺。到 2040 年，确保受水区涉及城镇生活污水收集率全面达到 95%以上且不低于 2030 年。详见表 6.1.3-1。

表 6.1.3-1 滇中引水工程受退水区城镇污水处理厂建设目标

州 (市)	县(市)	2025 年		2030 年		2040 年		出水水质	污水达标率 (%)	是否增设除磷脱氮
		污水收集率 (%)	污水处理率 (%)	污水收集率 (%)	污水处理率 (%)	污水收集率 (%)	污水处理率 (%)			
大理	宾川县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
	大理市	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	鹤庆县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
	弥渡县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
	巍山县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
	祥云县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
丽江	永胜县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
楚雄	楚雄市	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
	大姚县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
	禄丰县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
	牟定县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
	南华县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
	双柏县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否

州 (市)	县(市)	2025 年		2030 年		2040 年		出水水质	污水达 标率 (%)	是否增 设除磷 脱氮
		污水收 集率 (%)	污水处 理率 (%)	污水收 集率 (%)	污水处 理率 (%)	污水收 集率 (%)	污水处 理率 (%)			
昆明	武定县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
	姚安县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
	元谋县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
昆明	安宁市	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	呈贡县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	富民县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	晋宁县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	盘龙区	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	五华区	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	西山区	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	官渡区	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	嵩明县	≥现状	≥现状	90	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
玉溪	红塔区	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	华宁县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	江川县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	通海县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	易门县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	否
红河	个旧市	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	建水县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	开远市	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	蒙自市	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是
	石屏县	≥现状	≥现状	95	100	≥95	100	一级 A 标	100	是

② 持续巩固城镇污水处理厂提标改造，强化污水处理能力

加快推进城市污水处理厂提标改造。规划近期（2025 年）以现状不符合《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 A 排放标准的楚雄州 6 个县市（大姚县、禄丰县、牟定县、双柏县、武定县、元谋县），红河州 3 个县市（个旧市、建水县、开远市）个县（区）为重点，加快实施县级集中式污水处理厂提标改改造工程，由现状的一级 B 标提升至一级 A 标，现状排放标准已全面达到一级 A 标的昆明市、安宁市，强化污水处

理厂提质增效，将安宁市第一污水处理厂、昆明市第十三水质净化厂和昆阳水质净化厂按照《昆明市城镇污水处理厂主要水污染物排放限值》（修订试用）中的 C 级标准（总磷 $\leq 0.2\text{mg/L}$ ）进行提标改造。到 2025 年，受水区城镇污水处理厂不符合一级 A 标控制要求的要全面进行提标改造，确保 34 个受退水小区全面实现县级及以上城市污水处理厂达到一级 A 排放标准。

强化污水处理能力建设。到 2025 年，在楚雄鹿城、建水临安、玉溪红塔区、武定近城等 16 个受退水小区新建城市集中式污水处理厂 13 座，扩建原有城镇污水处理厂 11 座，新增污水处理能力 100.7 万 m^3/d 。到 2030 年，完成受水区内所有建制镇的城镇污水处理厂建设，同时根据城镇社会经济发展，进一步完善地级市和县级市（包括县城）的污水处理厂建设，重点在鹤庆黄坪、宾川牛井等 23 个受退水小区新增城镇污水处理厂规模 37.1 万 m^3/d ，使受退水区城镇污水处理能力达到 314.9 万 m^3/d 。到 2040 年，在保证已有污水处理厂正常运行的同时，根据城镇社会经济发展进一步完善城镇生活污水处理系统，重点在玉溪红塔、呈贡龙城等 28 个受退水小区新增城镇污水处理规达 28.4 万 m^3/d ，使受退水区城镇污水处理能力达到 343.4 万 m^3/d 。本规划各受水区目标年新增城镇污水处理量情况见表 5.1.1-2。

表 6.1.3-2 滇中引水工程受退水区规划水平年新增城镇污水处理能力 单位：万 m^3/d

受水区	州（市）	小区名称	2030 年新增污水处理能力	2030 年污水处理能力	2040 年新增污水处理能力	2040 年污水处理能力
直接受水区	大理	鹤庆黄坪	0.2	0.2	0.1	0.3
		大理市	0.0	20.7	0.0	20.7
		宾川牛井	0.7	2.2	0.7	2.9
		弥渡弥城	1.0	2.2	0.7	2.9
		巍山南诏	1.0	1.5	0.5	2.1
		祥云祥城	1.0	2.9	1.1	4.0
		小计	3.9	29.8	3.1	32.9
	丽江	太阳平山	0.1	0.1	0.0	0.1
		小计	0.1	0.1	0.0	0.1
	楚雄	姚安栋川	0.7	1.7	0.8	2.5
		大姚金碧	0.0	2.0	0.3	2.3
		南华龙川	0.0	1.5	0.4	1.9

受水区	州（市）	小区名称	2030年新增污水处理能力	2030年污水处理能力	2040年新增污水处理能力	2040年污水处理能力
直接受水区		楚雄鹿城	0.0	16.0	0.0	16.0
		双柏妥甸	0.0	1.0	0.3	1.3
		牟定共和	0.2	1.4	0.6	2.0
		元谋元马	1.4	2.9	1.0	3.8
		禄丰金山	4.2	4.2	1.6	5.8
		武定近城	0.3	1.3	0.3	1.6
		小计	6.8	32.0	5.3	37.3
	昆明	安宁连然	2.5	12.5	1.9	14.5
		富民永定	1.3	1.3	0.3	1.6
		西山谷律	3.3	3.3	0.7	4.0
		昆明四城区	0.0	141.5	0.0	141.5
		呈贡龙城	8.4	9.9	3.1	13.0
		晋宁昆阳	0.0	7.5	1.7	9.2
		小计	15.6	176.1	7.7	183.8
	玉溪	易门龙泉	1.2	2.3	0.8	3.1
		玉溪红塔	0.0	15.0	2.2	17.2
		江川大街	0.3	2.3	1.3	3.6
		华宁宁州	1.0	2.0	0.7	2.7
		通海秀山	0.8	2.8	0.7	3.5
		小计	3.3	24.3	5.7	30.1
	红河	石屏异龙湖	0.0	3.0	0.6	3.6
		建水临安	0.0	8.5	0.0	8.5
		个旧个旧	2.5	7.5	1.6	9.1
		开远开远	0.9	6.9	1.1	8.0
		蒙自文澜	2.2	9.2	1.1	10.3
		小计	5.6	35.1	4.4	39.4
	直接受水区小计			35.2	297.3	26.3
间接受水区	昆明	官渡小哨	0.0	9.6	0.0	9.6
		嵩明嵩阳	1.9	8.0	2.2	10.2
	间接受水区小计		1.9	17.6	2.2	19.8
受水区合计			37.1	314.9	28.4	343.4

③提升城市中水回用规模

现状各州（市）城镇污水处理有一定规模，但在中水回用方面，仅昆明城区有一定规模的中水回用水量，其它城镇中水回用水量均较小，大部分处于中水回用工程建设或项目前期规划阶段。

针对受水区全局范围制定建立全面、系统的中水回用机制体制，也无

规模化、网络化的中水利用工程及设施等问题，在受水区县级以上城市，以污水处理厂出水为水源，建立中水回用系统，并建设相应区域再生水配套管网。滇中引水一期工程到 2020 年，建设 16 套污水处理厂再生水设施，配套中水回用管网 260km，使城镇中水回用能力增加 23 万 t/d，截止目前六个州市共有 8 个项目延续到十四五期间建设（楚雄州 3 个，昆明市 2 个，玉溪市 2 个，红河州 1 个）。滇中引水二期工程可研中规划水平年可供水考虑了再生水利用，上游城市生活和工业回归水的大幅增长，再生水利用量逐年增加，到 2025 年，中水回用设施覆盖所有县级以上城镇，同时受水区城镇污水处理厂中水回用量新增 36.38 万 t/d。到 2030 年，中水回用设施覆盖所有县级以上城镇，同时受水区城镇污水处理厂中水回用量新增 62.43 万 t/d。到 2040 年，受水区城镇污水处理厂中水回用量新增 98.02 万 t/d 以上。如污水处理能力增加，按污水量 35% 以上的水量要求，建设规模相适应的中水回用设施。

表 6.1.3-3 受水区各水平年中水回用量表 单位：万 m³

受水区类型	序号	州(市)	受水区	2025 水平年	2030 水平年	2040 水平年
直接受水区	1	大理州	鹤庆黄坪	22	37	41
	2		大理市	735	1413	2226
	3		宾川牛井	100	160	214
	4		弥渡弥城	109	155	205
	5		巍山南诏	92	115	150
	6		祥云祥城	192	245	330
			小计	1249	2124	3167
	7	丽江市	永胜太阳平山	4	5	5
			小计	4	5	5
	8	楚雄州	姚安栋川	93	146	326
	9		大姚金碧	102	121	505
	10		南华龙川	96	282	303
	11		楚雄鹿城	645	942	1640
	12		双柏妥甸	61	78	100
	13		牟定共和	104	144	340
	14		元谋元马	109	246	310
15	禄丰金山		260	340	473	
16	武定近城		78	100	150	
	小计	1548	2399	4147		

受水区类型	序号	州(市)	受水区	2025 水平年	2030 水平年	2040 水平年
直接受水区	17	昆明市	安宁连然	1716	3647	9791
	18		富民永定	88	200	245
	19		西山谷律	110	268	314
	20		昆明四城区	3706	5281	6456
	21		呈贡龙城	177	688	985
	22		晋宁昆阳	171	491	609
			小计	5969	10574	18399
	23	玉溪市	易门龙泉	156	223	310
	24		玉溪红塔	788	1109	1888
	25		江川大街	170	194	347
	26		华宁宁州	117	163	217
	27		通海秀山	195	533	557
		小计	1426	2221	3320	
	28	红河州	石屏异龙湖	132	195	300
	29		建水临安	275	429	435
	30		个旧个旧	428	917	1227
	31		开远开远	390	586	976
	32		蒙自文澜	455	1087	1181
	小计	1680	3214	4119		
	直接受水区小计			11877	20537	33158
间接受水区	33	昆明市	官渡小哨	182	299	428
	34		嵩明嵩阳	1219	1952	2191
		间接受水区小计			1401	2251
受水区合计				13278	22788	35778

(2) 工业污染防治

为保证规划水平年滇中引水工程受退水区水质考核断面达到目标要求，在滇中引水二期工程设定的规划目标年与受水区配水方案条件下，基于污染负荷预测及水环境容量总量控制要求，持续提高受退水区工业污水集中处置能力，工业污染治理综合考虑存量与增量排水的污染防控，到 2030 年工业废水处理能力要求达到 56.9 万 m³/d，2040 年工业废水处理能力要求达到 67.63 万 m³/d。

① 工业废水排水控制指标

依据受退水区规划发展产业，结合不同产业的终端排水与新水用量之比，按行业系数法以均衡发展进行设定。按设定的分散处置+集中处置方式，分散处置按满足集中处置进水要求设定；重点考虑集中处置指标，按出水

满足一级 A 标。受水区工业排水控制指标见表 6.1.3-4。

表 6.1.3-4 滇中引水工程受退水区规划目标年工业排水控制指标表

水区类型	州(市)	小区名称	存量排水系数	增量排水系数	处置方式	集中处置要求	
直接受水区	大理州	宾川牛井	0.35	0.30	分散+集中	满足一级 A	
		大理市	0.28	0.20	分散+集中	满足一级 A	
		鹤庆黄坪	0.15	0.12	分散+集中	满足一级 A	
		弥渡弥城	0.35	0.30	分散+集中	满足一级 A	
		巍山南诏	0.35	0.30	分散+集中	满足一级 A	
		祥云祥城	0.28	0.20	分散+集中	满足一级 A	
		小计	/	/	/	/	
	丽江市	永胜太阳平山	0.2	0.15	分散+集中	满足一级 A	
		小计	/	/	/	/	
	楚雄州	楚雄鹿城	0.35	0.30	分散+集中	满足一级 A	
		大姚金碧	0.38	0.30	分散+集中	满足一级 A	
		禄丰金山	0.05	0.05	分散+集中	满足一级 A	
		牟定共和	0.2	0.15	分散+集中	满足一级 A	
		南华龙川	0.25	0.20	分散+集中	满足一级 A	
		双柏妥甸	0.35	0.30	分散+集中	满足一级 A	
		武定近城	0.2	0.15	分散+集中	满足一级 A	
		姚安栋川	0.35	0.30	分散+集中	满足一级 A	
		元谋元马	0.25	0.20	分散+集中	满足一级 A	
		小计	/	/	/	/	
	昆明市	安宁连然	0.1	0.08	分散+集中	满足一级 A	
		呈贡龙城	0.15	0.10	分散+集中	满足一级 A	
		富民永定	0.25	0.20	分散+集中	满足一级 A	
		晋宁昆阳	0.1	0.10	分散+集中	满足一级 A	
		昆明四城区	0.15	0.10	分散+集中	满足一级 A	
		西山谷律	0.1	0.10	分散+集中	满足一级 A	
		小计	/	/	/	/	
	玉溪市	玉溪红塔	0.2	0.15	分散+集中	满足一级 A	
		华宁宁州	0.35	0.10	分散+集中	满足一级 A	
		江川大街	0.3	0.30	分散+集中	满足一级 A	
		通海秀山	0.25	0.20	分散+集中	满足一级 A	
		易门龙泉	0.2	0.15	分散+集中	满足一级 A	
		小计	/	/	/	/	
	红河州	个旧个旧	0.05	0.05	分散+集中	满足一级 A	
		建水临安	0.05	0.05	分散+集中	满足一级 A	
		开远开远	0.05	0.05	分散+集中	满足一级 A	
		蒙自文澜	0.05	0.05	分散+集中	满足一级 A	
		石屏异龙湖	0.2	0.15	分散+集中	满足一级 A	
		小计	/	/	/	/	
	直接受水区小计		/	/	/	/	
	间接受水区	昆明市	官渡小哨	0	0	分散+集中	满足一级 A
			嵩明嵩阳	0	0	分散+集中	满足一级 A
		间接受水区小计		/	/	/	/
	受水区合计			/	/	/	/

(2) 提升工业废水集中处置能力、实施工业污染源全面达标排放

接受水区规划年存量及增量配水方案，根据设定的排水系数，基于“十三五”规划完成情况，同时结合《国家重点流域水生态环境“十四五”规划》、《云南省重点流域水生态环境“十四五”规划》的总体要求任务，最终核定本规划受水区各污染控制单元需要具备的废水集中处置能力。

持续巩固十三五滇中引水工程受退水区工业园区或聚集区城镇污水处理厂提标改造成果，加快提升弥渡弥城，楚雄州禄丰金山、牟定共和等受水小区工业园区集中集中污水处理设施提标改造工作，以滇中城市群工业聚集区等涉重点企业分布区为重点，系统排查整治工业污染源超标排放、偷排偷放等问题，深化网格化监管制度，实现将所有工业污染源纳入在线监控范围。加强企业污染防治指导，提升氮磷污染防治水平，强化重点行业运行管理、提高脱氮除磷能力和效率。实施重点流域重点行业氮磷排放总量控制，严控氮磷新增排放，加强固定污染源氮磷排放执法监管，持续开展畜牧业、农副食品加工业、食品制造业、纺工织业、造纸业等其他氮磷排放重点行业企业超标整治工作。

表 6.1.3-5 滇中引水工程受退水区规划目标年工业废水集中处置能力

受水区	州(市)	小区名称	2030年处置能力 (t/a)	2040年处置能力 (t/a)
直接受水区	大理	鹤庆黄坪	0.34	0.34
		大理市	5.33	5.97
		宾川牛井	0.44	0.55
		弥渡弥城	0.32	0.39
		巍山南诏	0.42	0.48
		祥云祥城	1.48	1.78
		小计	8.32	9.52
	丽江	太阳平山	0.01	0.02
		小计	0.01	0.02
	楚雄	姚安栋川	0.47	0.55
		大姚金碧	0.73	0.94
		南华龙川	0.34	0.39
		楚雄鹿城	7.75	7.75
		双柏妥甸	0.48	0.63
		牟定共和	0.43	0.46

受水区	州(市)	小区名称	2030年处置能力 (t/a)	2040年处置能力 (t/a)
直接受水区		元谋元马	0.5	0.57
		禄丰金山	0.44	0.58
		武定近城	0.35	0.37
		小计	11.48	12.23
	昆明	安宁连然	7.91	11.75
		富民永定	3.02	3.8
		西山谷律	0.59	0.59
		昆明四城区	8.9	9.16
		呈贡龙城	0.98	0.72
		晋宁昆阳	1.33	1.4
		小计	22.73	27.43
	玉溪	易门龙泉	1.67	2.21
		玉溪红塔	4.93	7.16
		江川大街	1.21	1.38
		华宁宁州	0.77	0.85
		通海秀山	1.75	1.71
		小计	10.33	13.31
	红河	石屏异龙湖	0.58	0.6
		建水临安	0.4	0.51
		个旧个旧	1.5	1.87
		开远开远	0.82	1.16
蒙自文澜		0.71	0.97	
小计		4.01	5.11	
直接受水区小计			56.9	67.63
间接受水区	昆明	官渡小哨	0	0
		嵩明嵩阳	0	0
	间接受水区小计		0	0
受水区合计			56.9	67.63

(2) 农业农村污染防治

通过强化农业面源污染防治、农村生活污染防治、畜禽及水产养殖污染防治，逐步提高滇中引水受退水区农业农村污染治理水平，到 2025 年，滇中受退水区化肥农药使用总量相对“十三五”保持零增长，其中九湖流域化肥农药使用量实现负增长。滇中受退水区农村生活污水治理率达到 40% 以上，其中三个补水湖泊流域达到 75% 以上，农村人居环境长效管护机制全面形成。滇中受退水区畜禽粪污得到有效处理且综合利用率达 80% 以上，其中三个补水湖泊流域畜禽粪污综合利用率达 90% 以上，规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到 95% 以上。到 2030~2040 年，农村人居环境长效

管护机制全面形成。

①强化农业面源污染防治

优化种植结构，改进种植模式，突破农业面源污染防治瓶颈。以滇中34个受退水区以县为单位，完善农业产业准入负面清单。以三个补水湖泊流域以及南盘江流域等农业面源污染问题突出的区域为重点，重点涉及呈贡龙城、晋宁昆阳、华宁宁州、通海秀山、建水临安、石屏异龙湖等受退水区，着力开展种植结构调整，缩减水果、蔬菜、地栽花卉等高耗水作物种植面积，大力发展节水农业，持续在滇中水资源紧缺片区实行退地减水，推进实施水肥一体化。鼓励有条件的地区，适时实行土地流转，实行标准化生产、集约化经营，按照“源头减施、过程控制、末端治理”的方式，采用农田生态沟渠、污水净化塘、地表径流蓄积池等措施实施重点区域农田退水治理；推进农药化肥减量增效，推行农业灌溉用水总量控制和定额管理，逐步转变传统的大水大肥农业生产模式，提高农业废弃物资源化利用率。到2025年，滇中受退水区化肥农药使用量比2020年保持零增长，三个补水湖泊流域化肥农药使用量实现负增长。到2030~2040年，全面实施水肥一体化等农业面源综合治理工程的示范及推广。

②提升农村生活污染治理水平

以滇中受退水区乡镇政府驻地和中心村为重点梯次推进农村生活污水治理，切实提升农村污水治理水平。规划近期（2025年）以滇中受退水区农村截污短板突出的楚雄、玉溪、红河片区为重点，在楚雄州的7个受退水区（大姚金碧、南华龙川、楚雄鹿城、牟定共和、禄丰金山、双柏妥甸、武定近城）、玉溪市的5个受退水区（玉溪红塔区、江川大街、华宁宁州、通海秀山和易门龙泉），红河州的4个受退水小区（个旧、开远、蒙自文澜、石屏异龙湖）新建农村污水收集处理设施，配套建设村落截污管网，逐步补齐重点受退水区的农村污水治理设施短板，按照分散与集中相结合的原

则，结合农村环境人居环境综合提升，加快推进农村污水处理设施建设。到 2025 年，滇中受退水区农村生活污水治理率达到 40%以上，其中三个补水湖泊流域达到 75%以上。到 2030~2040 年，农村生活污水治理率持续提升，滇中受退水区涉及的行政村生活污水处理设施实现全覆盖。

持续推进农村生活垃圾处理设施建设，完善农村垃圾收集处理系统。在健全农村环境基础设施建设运行标准规范的基础上，推进“厕所革命”，持续推进“村收集镇转运县处理”、“组收集村（镇）转运镇（片区）处理”、“源头减量、就近就地处理”等多种模式融合，稳步解决“垃圾围村”问题，整治提升村容村貌。到 2025 年，优先完成永胜太阳平山、鹤庆黄坪、大姚金碧、南华龙川、楚雄鹿城、牟定共和、禄丰金山、武定近城、玉溪红塔区、蒙自文澜等 10 个受退水小区的农村垃圾收集处理设施建设，配置垃圾斗（桶）、垃圾清运车、垃圾清运工具，完善垃圾收集转运系统。到 2030 年~2040 年，农村人居环境长效管护机制全面形成，滇中受退水区生活垃圾分类收集处理的行政村占比全面提升。

③持续推进畜禽及水产养殖污染防治

防治畜禽养殖污染，实施畜禽养殖废弃物资源化利用。科学布局畜禽养殖，科学合理划定禁养区，促进养殖规模与资源环境相匹配。巩固“十三五”规模化畜禽养殖污染治理成果，加快发展种养有机结合的循环农业；重点聚焦滇中受退水区昆明、玉溪、大理、红河等规模化畜禽养殖聚集的江河湖泊沿线区域，开展规模化畜禽养殖业污染防治试点；全面推进标准化规模养殖排查，持续规范畜禽养殖场做好养殖废弃物资源化利用。提升规模以下畜禽养殖污染治理水平。散养密集区持续推动建立政府组织、企业牵头、农户参与的农村畜禽养殖废弃物收集、转化、利用三级网络，鼓励规模以下畜禽养殖户采用“种养结合”、“截污建池、收运还田”等模式。到 2025 年，滇中受退水区畜禽粪污得到有效处理且综合利用率达 80%以上，

其中三个补水湖泊流域畜禽粪污综合利用率达 90%以上，规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到 95%以上。

防治水产养殖污染。以滇中受退水区金沙江等重点干支流涉及大型电站库区的区域为重点，合理布局水产养殖生产，严格水产养殖投入品管理，严格控制河流湖库投饵网箱养殖，开展水产养殖尾水整治专项行动。依法确定水产养殖清理整顿面积，加快取缔非法网箱养鱼点，持续减轻对重点水域的污染。加快构建水产养殖业绿色发展空间格局。积极探索水产养殖废弃物资源化利用新模式，加快养殖尾水处理等环保设施升级改造，在重点水域推进池塘养殖清洁生产改造、工厂化循环水养殖减排和网箱养殖减排工程。强化对外来物种养殖的管理，规范民间放生行为，严控外来物种入侵。到 2022 年，水产养殖主产区基本实现尾水达标排放，健康养殖示范面积达 70%以上。

6.1.3.3 严格实施《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019 年-2040 年）》

从工程受退水区各河流水质变化趋势分析中可知，“十三五”阶段工程受退水区主要河流水质整体呈现改善趋势，但从“滇中引水工程受退水区水污染防治规划”水污染治理措施执行情况总结也反应出已制定水污染治理措施的落实整体偏慢。其原因与工程治污方案和地州区域治污方案的不匹配存在一定的因果。

《滇中引水工程水污染防治补充规划（2019 年-2040 年）》以“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”为原则，以水环境质量改善为核心，“增产不增污”为目的，基于滇中引水二期工程实施水污染防治形势需求，结合一期治污规划实施情况评估，按照补充规划提出的近、中、远期项目按照目标指标和任务分为工业污染防治、城镇污染防治、农业农村污染防治、水资源高效利用、饮用水水源地保护、水生态保护与建设、监管能力建设 7

个类型共 919 个项目，总投资 9386850 万元。其中《原规划》延续 473 个项目，规划总投资 5394596 万元，《补充规划》新增 443 个项目，规划投资 3992255 万元，项目投资及实施责任主体为滇中引水工程受退水区各州市各级政府。

在切实实施规划中提出的工业污染防治、城镇污染防治、农业农村面源污染防治、水资源高效利用、饮用水源地保护、水生态保护修复和水生态环境监管能力建设等工程项目的前提下，到 2030 年工业废水处理能力要求达到 56.9 万 m^3/d 、城镇污水处理能力达到 314.9 万 m^3/d ，城镇中水回用规模增加 62.43 万 t/d ，2040 年工业废水处理能力要求达到 67.63 万 m^3/d ，城镇污水处理能力达到 343.4 万 m^3/d ，城镇中水回用规模增加 98.02 万 t/d ，使受退水区各受水区的新增污水得到妥善处理。经测算，通过工程实施 2030 年削减污染负荷 COD6.26 万 t/a 、氨氮 1.05 万 t/a ，2040 年削减污染负荷 COD6.18 万 t/a 、氨氮 0.96 万 t/a ，达到 2030 年、2040 年补充规划提出的治污指标水平，即到 2030 年，受水区涉及城镇生活污水收集率全面达到 95% 以上，污水处理率和达标率均达到 100%，城镇生活污水中水回用率大于 24%，工业废水处理率达到 100%；2040 年，受水区涉及城镇生活污水收集率在 2030 年基础上进一步提升，城镇生活污水中水回用率大于 28%，工业废水处理率维持 100%，使受退水区污染负荷排放在水质目标条件下计算出的环境容量内，总量目标可达。

6.1.3.4 饮用水水源地水质保障措施

对滇中引水二期工程受退水区现状不达标水库开展达标治理、饮用水水源地规范化建设、饮用水水源地环境综合整治等，使库区水质符合满足《地表水环境质量标准 (GB3838-2002)》相关要求，保证饮用水水源安全。

(1) 持续巩固地级及以上集中式饮用水水源保护治理成果

以“十三五”期间尚未稳定达标的柴河水库等地级及以上饮用水水源地为重点，以空间管控为抓手，强化集中式饮用水水源地保护。按照生态红线的优先地位及刚性约束要求进行管理，严禁不符合主体功能定位和影响水源涵养功能的各类开发活动，严禁任意改变用途。进一步加强水源保护区水环境风险排查、强化应急防控能力建设、建立健全饮用水安全保障长效机制制度，确保滇中引水工程充蓄水库中 10 个地级及以上集中式饮用水水源地（楚雄州西静河水库、西河水库、九龙甸水库、昆明市松华坝水库、大河水库、宝象河水库、柴河水库、云龙水库、玉溪市东风水库、红河州五里冲水库）全面稳定达标且不低于现状水质。

（2）全面开展县级城市集中式饮用水水源地以及不达标水库不达标整治

以大理州弥渡县大横箐水库、楚雄州（南华县老厂河水库、姚安大麦地水库）、昆明市（晋宁昆阳双龙水库）5 个存在达标风险的县级及以上饮用水水源地，以及 16 座滇中引水工程涉及不达标水库（昆明市黄坡水库，玉溪市中村水库、跃进水库、石河水库、捧寨水库、大寨水库，红河州杨柳田水库、大唐水库，大理州花桥水库、益民海水库、桑木箐水库、黑泥箐水库，楚雄州妙峰水库、罗家冲水库、耐桥水库、东清水库）达标整治为重点，对饮用水水源地各级保护区分类管控，实施差别化的保护与管控措施，制定水源地保护及污染整治方案，明确整改及达标时限。清理整顿违法违规项目及排污口，对于保护区内有村庄的水源地，积极引导村庄逐步迁出，对于暂时不具备迁出条件的，应全面落实农村环境综合整治工作。强化农业面源整治工作，严格控制一级保护区化肥、农药施用，逐步推动退耕还湿还林，进一步规范二级保护区的农业种植行为，推动精准施肥、加强分散式畜禽养殖资源化利用，取缔未采取有效措施网箱养殖、坑塘养殖、水面围网养殖等活动。建立风险源名录，加强对水源地水质状况及安全形势的研判，及时发出水源地安全预警，定期向社会公开饮用水安全状

况信息。建立联防联控应急机制，提升水源地综合执法能力。以县、区为单位组织编制水源地突发环境事件应急预案，制定切实并有可操作性的应急处置措施，定期开展应急演练，确保发生污染事件时能立即响应，切实保障饮用水安全。全面提升滇中引水二期工程受退水区 108 座充蓄水库中 20 个县级饮用水水源地监控能力，确保全面稳定达标。

（3）稳步推进农村饮用水水源及直接供水水库保护治理工作

以滇中引水二期工程受退水区 108 座充蓄水库中 9 个“千吨万人”和 5 个乡镇级饮用水水源地、18 座滇中引水工程通水后的直接供水水库为重点，着力推进规范化建设。加快饮用水源地保护区地理界标和明显的警示标志设立工作；定期开展农村饮用水水源保护区环境风险排查整治水源地进行日常排查，对破损的隔离防护网及标识牌及时进行修缮维护。加强饮用水水源地环境监管，完善水源地评估及监测预警能力。加强水源水、出厂水、管网水、末梢水的全过程管理，建立健全水源环境档案制度。加强部门联动，科学制定水源地水质监测计划，加强基础监测能力设施建设，建立健全监测数据共享机制，推进“千吨万人”及乡镇级集中式水源地保护区综合整治，确保农村饮用水安全。

6.1.3.5 加强输水河流污染防治工作

二期骨干工程共利用 53 座调蓄水库，同时利用 12 条河流作为输水河道。目前，调蓄水库和输水通道河流污染问题比较严峻，部分调蓄水库由于供水功能变化提高了水质保护目标。

根据滇中引水环评批复中“在输水涉及的相关河库达到相应水质要求前，不得实施调水、输水”的要求，在滇中引水通水前，应根据输水河流、充蓄水库径流区存在的污染问题，地方政府应编制污染防治方案，对输水河流开展清淤疏浚、河岸加固、污染治理，确保输水河流输水后水质达标，

补水后不会导致河流漫溢现象。

通过采取有针对性的污染防治措施，以有效削减、控制水污染源，改善水库、输水河道水质，确保滇中引水通水前各输水河流达到相应水质目标。

6.1.3.6 加强水质保护监督与管理

(1) 输水线路

强化水质保护管理，设立专门机构协同各县区对输水线路水质保护进行统一管理，制定应急预案。

加强输水线路水质保护，避免人畜活动、意外事故对明渠段水质的影响，保证滇中引水工程输水安全。

规划输水线路经过的跨河建筑物施工时，应采取措施保护交叉河流的水质，避免污染河流水质。

加强线路水质环境管理和宣传教育工作，提高公众环保意识。

(2) 受退水区

严格执行行政区污染物排放总量控制制度，建立实施受水区退水河流域污染物排放总量控制制度，执行污染物排放总量控制防控方案。

1) 严格执行行政区污染物排放总量控制制度

实施污染物排放总量控制是环境保护法规定的一项基本制度，并已纳入各行政区首长任期的考核指标范围。我国实施总量控制的水污染物有两项，为 COD 和氨氮。按设定的计算条件，滇中引水工程实施后，受水区所属行政区 2030 年、2040 年六个区域排污量，与“十三五”期间总量控制指标相比较，可控制在合理范围内；对应的 34 个受水小区 2030 年、2040 年排污量，与“十三五”期间总量控制指标相比较，在合理范围内。

实施总量控制的污染物及其指标并不是固定不变，而是根据对社会经

济发展及环境保护的总体要求在五年计划中作出规定或调整。因此，就滇中引水工程实施后六个受水区所属行政区的总量控制要求而言，实际上处于无法确定的状态。从《水污染防治行动计划》规定的目标、指标、任务看，未来总量控制要求存在进一步趋严的可能。因此，必须严格执行总量控制制度，保障各受水区符合现行总量控制要求。

2) 建立实施受水区退水河流域污染物排放总量控制制度

滇中引水工程 34 个受水区退水共涉及 12 条河流。以受水区为控制单元，根据水环境保护功能区划，12 条退水河流设置控制断面，以满足控制断面达标、预留非受水区排水需求为原则，建议制定规划目标年 2030 年和 2040 年退水河流域水污染物排放总量控制制度。

基于河流水环境保护的流域性特点，为保障滇中引水工程实施后退水河流的水环境保护功能要求，受水区应当按退水河流域建立起联防联控的环境保护机制体制，建立实施受水区退水河流域污染物排放的总量控制制度，进行严格管控，从环境保护上建立起适应于流域环境管理的机制、体制和制度，才能为滇中引水工程的实施及受水区社会经济的绿色发展保驾护航。

3) 建立水文情势变化与水质监测相结合的联合防控机制

为防止退水河流枯水期天然流量波动加重退水对河流水环境质量的影响，应建立水文情势变化与水质监测相结合的联合防控机制。当退水河流水文情势向不利于河流稀释自净能力方向变化且水质监测结果出现加重趋势时，可根据工业企业的性质、类别，根据需要，通过安排检修、错时运行、限产等手段调整工业配水方案，减轻对退水河流水质的影响。水资源保护措施。

6.2 水资源保护措施

6.2.1 生态流量泄放措施

为发挥本二期工程的生态效益，可研报告水资源配置中预留了调蓄水库和补偿调节水库的生态水量，本次环评提出已建水库的生态流量泄放设施改造方案，作为“以新带老”环保措施。根据《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040）》的水资源、水生态和水环境三水统筹原则，水生态最重要的指标为生态流量，因此补偿调节水库的生态流量下放纳入到水污染防治补充规划措施体系中，本次环评“以新带老”生态流量措施主要针对调蓄水库。

6.2.1.1 下泄措施布设原则

（1）针对一些小型水库，供水方式是通过水库涵洞（涵管）放水进入渠道（或者河道）后，再从渠道（或者河道）取水灌溉，这些水库的坝下生态流量可从河道或者渠道下放，通过输水渠道（河道）简单改造接入管道即可下泄生态流量。

（2）针对中型水库，一般情况下采用在压力管道或者放空管上接入生态流量专用设施，通过生态放水管将生态流量下泄到坝址下游河道内。

（3）针对输水管线和供水线路与下游河道较远的情况，采取虹吸管措施下泄生态流量。

6.2.1.2 下泄措施方案

二期工程共涉及的 53 座调蓄水库，根据调蓄水库所在干线对应骨干工程、配套工程建设内容，其中 28 座调蓄水库的措施及投资纳入配套工程环评，25 座调蓄水库的措施及投资纳入骨干工程环评。经分析，本次骨干工程环评对其中 9 座调蓄水库提出“以新带老”生态流量下泄措施。具体见下表。

表 6.2.1-1 骨干调蓄水库生态流量下放设施改造一览表

序号	州(市)	水库名称	规模	总库容 (兴利库容)	“以新带老”增设生态流量下泄措施方案	
					接入方案	生态放水管径
1	大理州	桑木箐水库	小(-)型	(91.0)	输水渠道简单改造接入	DN50mm, 钢管长度约 10m
2		甸中河水库	小一型	521.0	输水渠道简单改造接入	DN50mm, 钢管长度约 30m
3		锁水阁水库	小一型	1219.0	输水渠道简单改造接入	DN50mm, 钢管长度约 50m
4	昆明市	大箐水库 (扩建)	中型	1749.0	压力输水管道上接入	DN100mm, 钢管长度约 50m
5		黄坡水库 (扩建)	小一型	762.6	水库放空管末端旁通接入	DN200mm, 钢管长度约 4m
6		松华坝水库	大型	21900.0	坝下即为水厂, 通过水厂进水管分叉改造后下泄生态流量	DN200mm, 钢管长度约 200m
7	玉溪市	东风水库	中型	9025.0	压力输水管道上接入	DN300mm, 钢管长度约 100m
8		凤凰水库	小(-)型	(310.0)	输水管道上接入	DN100mm, 钢管长度约 50m
9	红河州	长桥海灌溉库	中型	4480.0	压力输水管道上接入	DN300mm, 钢管长度约 50m

对于上述水库, 必须优先保证下泄河道内生态流量, 汛期生态流量按多年平均天然流量的 30% 及 Q90 法较大值, 枯期按多年平均天然流量的 10% 及 Q90 法较大值进行生态流量下泄。

6.2.1.3 典型措施方案

(1) 压力输水管道上接入方案

该方案在原有水库的输水隧洞内增设生态流量管, 或在输水管线内增设阀门和管线, 将管线延伸至坝址下游河道下泄生态流量。

方案需要结合大坝的输水隧洞形式和实际情况进行分析论证, 完成设计工作。典型压力输水管道上接入方案见下图:

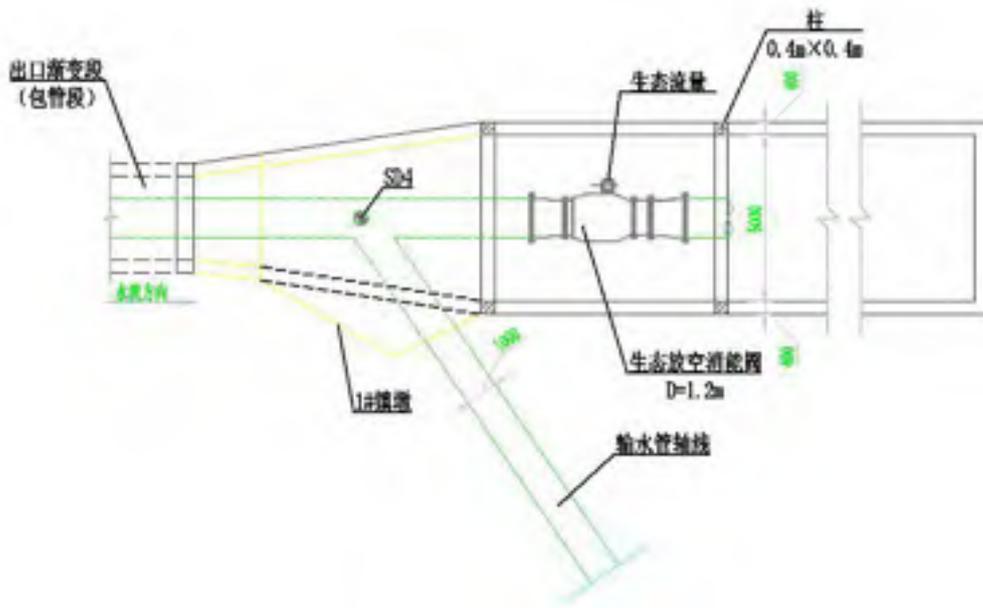


图 6.2.1-1 压力输水管道上接入方案典型设计图

(2) 输水渠道简单改造接入方案

本方案利用拦河坝后的引水渠首部埋设生态流量管，通过渠首下泄生态流量。

方案在引水渠首部埋设相应管径的生态放流管道，工程量较小，但生态管道中心高程需要高于库底高程，才能保证下游生态流量下泄。输水渠道简单改造接入方案典型设计图见下图。

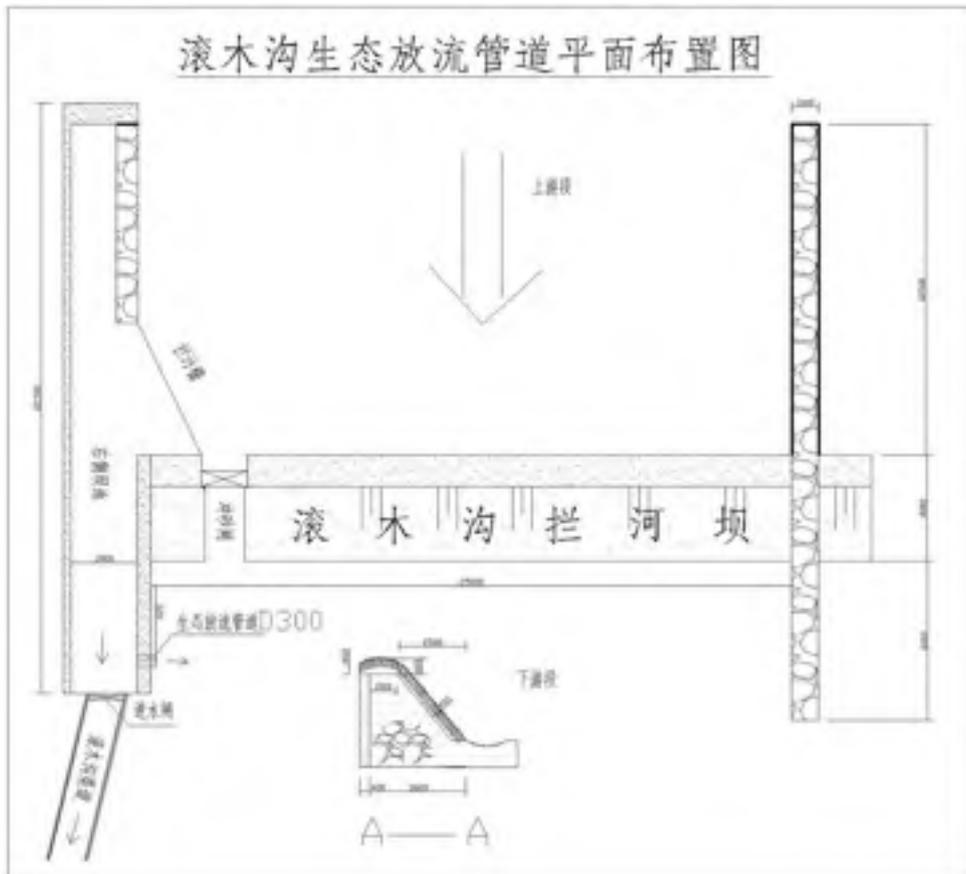


图 6.2.1-2 输水渠道简单改造接入方案典型设计图

(3) 倒虹吸方案

本方案为在大坝上游和下游之间建立一个虹吸管方案构筑物，通过真空泵在虹吸管中形成水头，将库区内的水下泄到坝后，作为生态流量下泄。

方案需安装虹吸管及真空泵，该方案只需安装真空泵及固定虹吸管即可，对水库大坝和水库取水不产生影响，虹吸管方案施工完毕后，不会对水库的运行产生影响。倒虹吸方案典型设计图见下图。

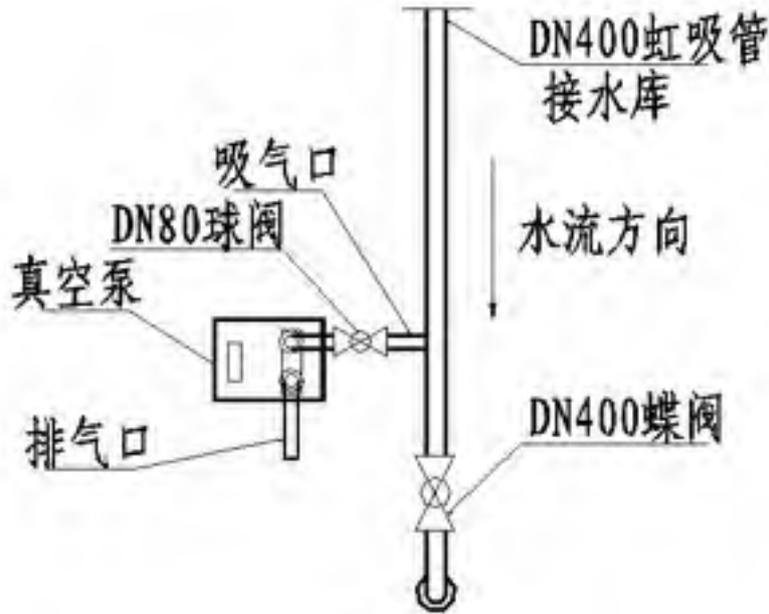


图 6.2.1-3 倒虹吸方案典型设计图

6.2.2 优化水资源配置方案

加强水资源的统一管理，遵循“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的“三先三后”原则和实行最严格水资源管理制度的原则，合理配置生活、生产、生态用水。

加大受水区经济结构的调整力度，促进经济结构优化升级和区域经济社会协调发展，加大低耗水产业比重，提高循环经济水平，限制高耗水产业发展，实现经济增长方式由“高消耗、高污染、低效益”向“低消耗、低污染、高效益”转变，从根本上扭转对水资源的高度依赖，减轻水资源利用的压力。

6.2.3 提高节水水平

在农业生产中提高灌溉水利用系数、扩大节水灌溉面积；在工业方面调整水价、限制高耗水企业的发展和推行节水工艺和技术、工业废水回用；在城市生活方面普及节水器具和减少城市管网漏损率等措施。不断提高水资源利用效率，大力建设节水型社会，缓解水资源供需矛盾，建立并完善总量控制和定额管理相结合制度、取水许可与水资源有偿使用制度、科学

的水价形成机制等。

根据受水区的资源条件和产业发展结构，支柱产业几乎包括了所有高用水工业。鉴于受水区的水资源特点，建议滇中地区在充分发挥当地特有资源优势的条件下，严格高耗水产业的准入门槛，引进先进工艺技术，提高工业用水回用率。鼓励建立规模化的生态园区，形成循环经济产业链，做到上游产品、下游产品的综合循环利用，构建生态工业群落。通过吸收、借鉴国内外新技术和经验，逐步建立健全污水再生利用产业及政策，提升再生水回用水平。

6.2.4 提高用水效率

(1) 城镇生活节水指标

城镇生活节水主要体现在城镇管网漏失率的降低，节水器具的使用程度上。滇中地区现状管网漏失率 15%，略大于全国平均管网漏失率 12% ~ 13%。通过普及节水器具，加强实施节水措施等，预测规划年城镇管网漏失率下降为 10%。

在综合考虑各类节水措施的基础上，结合滇中地区经济社会发展水平、水资源条件、节水措施的实施力度、节水的社会和经济承受能力等因素，提出规划水平年的节水目标要求，见表 6.2.4-1。

表 6.2.4-1 滇中规划区城镇生活节水指标

州(市)	年份	城镇生活节水指标 (L/人d)			节水器具普及率 (%)		
		居民住宅	公共用水	城镇环境	节水水嘴	节水便器	节水洗衣机
大理	2030	149	89	32	90	85	95
	2040	156	90	37	95	95	98
永胜	2030	135	80	29	90	85	95
	2040	150	87	36	95	95	98
楚雄	2030	143	85	31	90	85	95
	2040	150	87	36	95	95	98
昆明	2030	156	93	34	95	90	95
	2040	162	94	38	100	98	98
玉溪	2030	151	90	33	90	85	95

州（市）	年份	城镇生活节水指标（L/人d）			节水器具普及率（%）		
		居民住宅	公共用水	城镇环境	节水水嘴	节水便器	节水洗衣机
	2040	159	92	38	95	95	98
红河	2030	137	82	30	90	85	95
	2040	148	86	35	95	95	98
曲靖	2030	129	77	28	90	85	95
	2040	139	80	33	95	95	98
滇中规划区	2030	148	88	32	92	88	95
	2040	156	90	37	98	98	98

（2）城镇工业节水指标

滇中地区工业用水浪费严重、利用效率低，并且本地区可利用水资源缺乏，要维持滇中地区工业发展、满足用水需求，采取提高工业用水重复利用率以降低工业取水定额、减少工业取水总量，是行之有效的节水措施之一。根据滇中地区水资源状况、节水投入的可能性及国家的有关要求，将工业用水重复利用率目标定为：2030 年达到 81% 以上，2040 年提高到 86% 以上。滇中地区各地（州）市工业用水重复利用率发展目标均以此为标准。为保证滇中地区工业经济与资源、环境的协调发展，根据滇中规划区工业行业的实际状况，确定滇中规划区工业取水总量控制目标为：2030 年年均增长率控制在 2.1% 以内，2040 年年均增长率控制在 1.2%。见表 6.2.4-2。

表 6.2.4-2 滇中规划区一般工业节水指标

节水指标	2030 年	2040 年
万元工业增加值取水量（m ³ /万元）	35	25
取水量年均增长率	2.1%	1.2%
重复利用率（%）	81%	86%

（3）灌溉节水

灌溉节水主要体现在灌溉水利用系数的提高。目前滇中地区灌溉水利用系数平均达到 0.54，已高于全国平均水平。由于滇中地区水资源相对紧缺，根据滇中灌区规模和节水灌溉发展实际，各规划水平年按照节水要求，仍需逐步提高节水水平。

滇中地区农业节水措施是在加强节水管理，结合调整作物结构及农艺措施节水的基础上，主要通过以渠道衬砌为主的防渗措施提高水利用系数，局部条件较好的地区可推广先进的节水灌溉技术。规划 2030 年滇中区灌溉水利用系数提高到 0.63 ~ 0.67，平均由现状的 0.54 提高到 0.65。灌溉水利用系数在达到国家节水灌溉强制性规范要求的基础上，进一步有所提高。

滇中区应落实节约资源和保护环境的基本国策，逐步建立与水资源和水环境承载能力相适应的国民经济体系。建立自律式发展的节水机制，在产业布局和城镇发展中充分考虑水资源条件；控制用水总量，转变用水方式，提高用水效率，减少废污水排放，降低经济社会发展对水资源的过度消耗和对水环境与生态的破坏。实行严格的总量控制，控制需求的过快增长，通过节约用水和提高水的循环利用，满足经济社会发展的需要。现状水资源开发利用挤占生态环境用水的地区，要通过节约使用和优化配置水资源，逐步退减经济发展挤占生态环境的水量，修复和保护河流生态和地下水生态；按照提高水资源利用效益的要求，严格用水定额，控制不合理的需求，通过节水减少排污量，保护水环境；在生态环境脆弱地区，要按照保护优先、有限开发、有序开发的原则，加强对生态环境的保护。

6.2.5 加强水资源管理制度的建设

(1) 建立健全流域与区域管理相结合的水资源管理体制

完善水资源管理制度，逐步形成有利于水资源合理开发、高效利用、有效保护，实现水资源评价、规划、配置、调度、节约、保护的综合管理，提高管理水平，是水资源可持续利用的重要任务。

贯彻落实《中华人民共和国水法》，建立并完善流域水资源管理体制，明确流域与区域管理的职责，建立各方参与的民主协商、共同决策、分工负责的流域议事决策机制和高效的执行机制，建立健全区域水资源可持续

利用协调机制，完善流域与区域相结合的水资源管理体制，加强流域水资源统一规划、统一配置、统一调度、统一管理。

（2）建立健全总量控制与定额管理相结合的用水管理制度

云南省水行政主管部门组织有关行业主管部门，按照职责分工，结合节水型社会建设的发展需要，科学制订本行政区域内用水定额，明确各行政区域的用水总量控制目标。各行政区域按照总量控制目标，逐级分配用水总量控制指标。按照统筹协调、综合平衡、留有余地的原则，取水许可审批机关向取水户下达用水计划，保障合理用水，抑制不合理的需求。

（3）实施以水功能区管理为基础的水资源保护制度

建立健全排污总量控制制度，严格入河排污权管理，建立入河排污口登记和审批制度，将水功能区限排总量分解到入河排污口，加强对排污口的监督管理。新建、改建、扩建入河入湖排污口要进行严格论证，强化对主要河流和水库的管制，坚决取缔饮用水水源保护区内的排污口。严格取水和退水水质管理，合理制定取用水户退排水的监督管理控制标准。通过多部门协作，加大水污染治理力度，减少废污水和污染物的排放量。采取强有力的措施，控制和减少非点源污染物入河量。

6.3 地下水环境保护措施

6.3.1 应急性供水措施

根据以往工程经验，一般在两种情况下采取应急性供水措施：一是在地下水源点受工程施工影响大，已经造成泉点或水井疏干，需要采取长期性的供水替代方案，由于供水替代方案施工需要一定周期，为保障这段时间内当地居民基本生活，采取应急供水措施；二是地下水水源点与工程存在一定水力联系，工程施工会造成泉点或水井水量有所减少但不会疏干，该情况下雨季工程建设对水源点水量影响不显著，不影响居民正常生活，

但旱季短期内可能造成居民取水困难，从而影响居民正常生活，这种情况下可采用应急供水措施。

在水资源出现短缺、供水紧急状态下，坚持遵循“先生活，后生产”的原则，应首先保证人民生活需要，维护社会安定为基本原则，保障人民生活供水；其次是保证生活必需品的生产供水；最后是保证支柱产业的重点工业用水。

应急供水措施一般采用水车送水的方式。水车送水不仅方便居民就近取水，而且由于水车为相对封闭的环境，因此便于水的卫生防护，还可以在水车中进行饮水消毒。因此，这种应急性供水方式一般能符合卫生需求。一辆8吨的水车，日供水4~6次时，按每人每日供水80升计算，可供400~600人饮用。本工程可能需要应急供水的有6个村组，涉及的人口数量约为12942人，因此这些村组出现取水困难问题时，3个片区配备1辆8吨的水车，日供水6次，可以满足受影响村组的正常饮水需求。

表 6.3.1-1 应急性供水措施一览表

序号	居民点	受影响人口	用水量 (m ³ /d)	应急供水水源	运距 (km)
1	桑木箐村	600	48	祥城镇自来水厂	11.7
2	六岔路村	140	11.2	团结乡自来水厂	20.1
2	大平地西村	200	16	谷律乡自来水厂	5.7
3	桃园村	100	8		23.1
	大谷律村	200	16		12.0
4	山头村	12042	963	东风水库	5.1
5	古城村			北城镇自来水厂	4.8
6	东前村				4.1

6.3.2 替代水源工程措施

6.3.2.1 实施原则

评价区村镇常用的水源主要来自于地下泉点、水井、箐沟、水库、自来水等。隧洞施工期，替代性水源的选择应结合村镇水源特点，考虑以下

几个方面:

(1) 水质良好。地下水水质符合《地下水质量标准》GB/T14848-1993的Ⅲ类标准;地表水源水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)的要求,或符合《生活饮用水水源水质标准》(CJ3020-1993)的要求。

(2) 水量充沛。设计取水量保证率一般为95%。

(3) 如果附近已经有自来水管网的,应优先选择自来水作为水源,将管网接通至受影响居民点。

(4) 当有多个水源可选时,应从水质、水量、投资、运行成本、施工和管理条件、卫生防护条件进行综合比较,择优选取。

(5) 当选用山泉水时,尽可能使之重力自流,以节省造价。

(6) 取水、输水、净化设施安全经济和维护方便。

(7) 具有施工条件。

6.3.2.2 替代水源方案

(1) 供水替代方案比选

根据以往工程经验,替代供水措施主要分为以下几种类型:

1) 隧洞开挖之后,可能导致地下水用水户现状水源点疏干及影响大,周边可以找到泉眼、水库、小溪等稳定的替代水源的地区,对此类解决措施为在泉眼、水库、小溪引水至每个村落,在每个村落设置一个高位水池,在高位水池进行消毒处理之后,再由高位水池输水至各用水户。

2) 隧洞开挖之后,可能导致村落现状水源点疏干及影响大,周边找不到水库、河流等稳定的替代水源,但可以开采利用地下水的区域,采取打机井抽水的措施解决人畜饮水问题。

3) 隧洞开挖之后,对地下水用水户现状水源点可能造成水量减少(影响程度中等、弱),影响程度不严重,针对此类的解决措施主要为修筑水窖,

加大储水量，必要时采取水车运水的供水措施，以保证居民正常生活用水。

根据工程区特殊的雨水、地表水及地下水的转化规律、水资源形成机理和过程，以及土地资源分布及社会经济情况，按照“因地制宜、因土制宜、因水制宜及按需制宜”的原则，不同片区选择不同的供水替代方案。

（2）替代水源方案

1) 大理段不涉及地下水集中式水源地，以及岩溶水源地，因此没有影响大的保护目标。仅在巍山干线中的雪峰山隧洞的开挖中，由于该条隧洞属于埋深长隧洞，在开挖过程中容易影响附近的含水层，可能造成隧洞周边桑木箐村的生活用水的井泉漏失。根据评价区地下水用水户受影响程度及所在区域特点，替代性水源包括地下泉水、地表溪沟水、地表库水，对造成影响的用水户采取修建水窖、打井、引地表水等恢复措施。

2) 昆明段设计替代水源工程 3 处。如出现隧洞施工造成敏感饮用泉点流量减小或直接将其疏干，并对饮用村庄饮水造成影响的，提出替代解决方案。本次主要选在泉点附近低洼地带以新建机井的方式为影响到的村庄集中供水，在大平地西村、桃圈村各打一口机井，并通过水泵抽水至高位蓄水池，并铺设管道进入户。

3) 玉溪段红塔干线董炳隧洞会穿越玉溪盆地东侧白龙潭、小龙潭、双林寺泉群的补给径流区，董炳隧洞施工过程中会揭露地下暗河管道，造成白龙潭、小龙潭、双林寺泉群的减流，甚至断流。白龙潭、小龙潭、双林寺泉群地下水供水对象为山头村、古城村和东前村，人口 12042 人，牲畜 11316 头，耕地面积 5410 亩。山头村、古城村和东前村位于红塔区坝区，周边已经有自来水管网，因地下水资源丰富当地居民习惯于以地下水作为生产生活水源。董炳隧洞施工期应加强对周边泉点的水量监测，一旦出现水量减少影响到当地居民生产生活情况的，建议采取从周边自来水管网主管接入受影响村庄，再铺设支管至各户，并对自来水费进行一定补偿。自

来水水质、水量有保障，对于坝区内的受影响用水户，是较为理想的替代水源措施。

6.3.3 受退水区地下水环境保护措施

受退水区的工业、农业和生活用水的回灌亦会影响区域地下水水质。对受退水可能带来的受纳水体污染问题，提出以下控制对策与建议：

(1) 严格控制受退水区的居民生活用水及工业用水的直接回灌，建立相应处理能力的污水处理厂，配套建设污水管网，使得污水处理后出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级 A 标要求后一部分用作中水回用，部分排放。

(2) 灌区生产源头控制措施。加强科学技术指导，大力宣传科学施肥知识，并采取措施。通过提高化肥、农药的使用效率来减少其使用量;鼓励施用有机肥;通过采用平衡施肥、测土施肥、肥料深施等措施来改良施肥方法，避免在作物生长的早期大量使用氮肥。

(3) 灌区退水向地表水迁移过程的生态工程措施。通过生态拦截和湿地自然净化系统建设对灌区农田退水污染进行控制。从过程阻截、多级净化的角度出发，利用生态排水渠道进行首次拦截，之后再利用湿地条件，形成稳定塘-植被-根系-土壤等多级复合湿地生态净化系统，对农田灌溉退水损失的氮磷和农药成分进行在此拦截净化，可将径流中污染物浓度降至最低。

(4) 大力发展生态农业，合理施用农药、化肥。深入开展无公害农产品、绿色食品和有机食品生产基地建设土作，加强绿色、有机食品管理体系建设，组织绿色、有机食品认证土作;结合受水区实际，主要发展以山林为基地、种养结合的生态农业园和种养殖和沼气池配套组合的生态农业园。及时回收和贮存旧农膜，提高残留地膜回收及循环利用率，大力推广适期

揭膜技术，减少白色污染，促进农业发展。同时大力推广测土配方施肥技术，注重氮、磷、钾之间的合理比例，改善肥料结构，做到平衡、科学施肥，提高化肥利用率，以减少农业面源污染。实行农作物病虫害综合防治，积极控制和削减农药施用量，禁止高毒高残留农药的使用，大力推广高效低毒低残留的生物农药，这样，有利于促进生态农业的快速发展，改善受水区生态环境，提高人民的生活质量。

(5) 提高对农村人居环境改造的资金投入。加大对农村生态环境保护基础设施建设的资金投入力度，加快农村由化肥、农药、畜禽导致的水污染处理设施的建设步伐。

(6) 提高基层组织、群众、农民的环保意识。在受退水区地下水环境保护过程中，提高基层组织、群众、农民特别是农民的环境意识。首先，应通过广播、电视、报纸等新闻媒体向农民宣传环境保护知识，宣传获得经济、生态效益的典型事例，并让他们参观一些生态农业示范区，调动农民保护环境的积极性。其次，发挥农村社区、非政府组织的作用，提高农民的环境意识和参与环境保护的积极性。受退水区地下水环境保护，需要基层组织、农民的广泛参与，应建立健全农民的公众参与制度；发挥非政府组织在环境保护中的积极作用。

(7) 加强农村新能源建设。大力发展以沼气为纽带的“畜（禽）-沼-果（粮、菜、茶、药）”生态养殖-沼气-有机肥料-高效种植的循环农业模式，减少畜禽养殖污染。进行秸秆气化，推广应用秸秆气化炉等。把沼气池与厕所、鸡舍、猪圈等畜禽设施相配套，使畜禽产生的废弃物与秸秆进入沼气池，将沼液、沼渣的综合利用与种养业的高效开发同步进行，既解了各种秸秆、畜禽的废弃物利用难题，又大大改善了农民的居住环境和卫生条件，能有效减少受退水区地下水污染。

(8) 加强对受退水区灌溉退水的水质监测，特别是水质的 COD_{Cr}、氨

氮、总氮、总磷、亚硝酸盐氮等指标的监测。

6.4 陆生生态保护措施

6.4.1 避让措施

(1) 要综合考虑区域的植被覆盖情况，合理布置工程用地，以减少对区域植被的破坏。工程设计时要尽量减少高质量植被区域的占用以保持区域的生物生产力，如半湿润常绿阔叶林。同时避开恢复力较差的植被，以避免后期植被恢复措施难以实施或者实施的效果较差。

(2) 优化工程布置，减少临时占地，临时占地尽量避免占用自然植被，尤其应注意避让半湿润常绿阔叶林和硬叶常绿阔叶林。

(3) 加强宣传教育和施工管理，减少施工影响。工程施工期间，加强施工人员的教育和管理，严格控制薪柴使用，严禁乱砍滥伐，偷捕盗猎，减少工程施工对植被和动植物的影响。

(4) 加强施工监理，规范施工。在施工过程中，不随意破坏植被或进行施工占地；在人员活动较多和较集中的施工营地，设置自然保护、环境保护的警示牌，提醒人们依法保护自然环境和生物多样性。

(5) 加强防火，预防森林火灾。在工程建设期，应加强防护，如在施工区、临时居住区及周围山上竖立防火警示牌，划出可生火范围、巡回检查、做好消防队伍及设施的建设工作等，以预防和杜绝森林火灾发生。在项目施工期严格管理，避免可能引起林火的施工作业，对施工人员加强管理，严禁一切野外用火。森林防火道应根据不同林分区划进行。

(6) 加强水域污染防治，保护栖息环境。良好的生态环境是动物赖以生存的物质条件，根据相关法律法规，加强对环境(特别是水体)污染的防治，施工过程中要建立一系列施工注意事项，在加强水域质量监测的同时，要求施工建设单位或个人及时发现、上报污染源，预防和减少机械用油、施

工耗材、生活污水对水体的污染。此外，对施工、生活垃圾实行定点堆放，科学处理。

(7) 加强卫生防疫，杜绝传染病发生。部分啮齿类是一些自然疫源性疾病的传染媒介，工程建设将侵占它们的部分栖息地，它们在转移过程中会在临近某些局部范围的密度增高。在这种情况下，既要维护自然生态系统的食物链关系，又要重视对施工人员的宣传教育，避免施工人员接触，也要做好相关防疫工作。

(8) 制定合理的水库初期蓄水计划，减少对冬眠动物的影响。各水库蓄水初期，应结合野生动物的生态习性，制定水库蓄水计划，水库蓄水选择夏季进行并控制水面提升速度，避开两栖、爬行类等野生动物的冬眠期，避免其受淹没死亡。

6.4.2 减缓措施

(1) 结合水土保持工程，加强植被保护和景观维持。采用等高线施工作业，严禁弃渣、弃土直接倒入水体中。避免雨天施工，减少水土流失量。

(2) 及时进行临时占地生态恢复和永久占地区的绿化美化，减少水土流失，提高生态环境质量。

(3) 工程施工期间，严格控制在规划用地范围内施工，不干扰周围动植物，对相关施工装备安装隔声设备，减少工程施工及爆破噪声对野生动物的惊扰，并力求避免在晨昏和夜间施工。避免影响一些夜行性动物和趋旋光性的动物的夜间活动。

(4) 设立动物救护站，对于工程范围内受伤的动物进行救治，并实施动物种群分布、数量监测，加强保护力度。无论是在施工期，还是在运行期，均需加强对评价区内野生动物分布及数量的监测，以此为保护措施的制定及执行提供科学合理的参考数据。此外，特别要对重点保护及濒危野

生动物的重要越冬地、繁殖地、觅食地的保护，防治和控制生态环境污染，严禁在此类型地域开展游玩、施工等干扰性、破坏性活动，以最大程度上减少人为干扰因素对珍稀濒危保护动物的影响，实现此类型动物的就地保护。

(5) 工程区若发现调查错漏的保护植物，应及时上报林草部门，并采取移栽及采种育苗等措施，以保护其种质资源。

6.4.3 补偿措施

工程建设要永久性的和临时性占用一部分耕地、森林等，使这些资源受到损失，因此必须按照国家相关土地补偿标准予以补偿。

(1) 林地补偿

工程占用的有林地。应根据国家关于林地补偿相关规定，业主向地方缴纳森林植被恢复费，专款用于异地造林和养护。

(2) 耕地补偿

工程占用的水田和旱地，应根据有关政策对占用的耕地和农田进行补偿，缴纳耕地开垦费，并根据“占数量多少，垦数量多少”的原则开垦与所占耕地数量质量相当的耕地，确保评价区农田的动态平衡。

6.4.4 修复措施

6.4.4.1 生态修复原则

(1) 保护原有生态系统的原则

工程区生态环境复杂，植被类型多样，在生态修复的过程中，必须尽量保护施工占地区原有的生态环境，生态修复的植被类型应尽量与工程区原有的植被类型相一致。

(2) 保护生物多样性的原则

植被修复措施不仅考虑植被覆盖率，而且需要在利用当地原有物种的

情况下，尽量使物种多样化，避免单一。

(3) 保护耕地资源的原则

评价区耕地资源珍贵。可利用的土地范围较狭小，因此，应尽量恢复原有耕地资源。

(4) 与其它相关措施协调

生态恢复措施与水土保持专业植物措施相结合，在满足水土保持设计原则、标准及要求的基础上，对工程涉及的环境敏感地带，尤其是工程涉及各类环境敏感区，水保专业选择环评专业建议植被恢复的树种、灌木、草本和藤本，并提高苗木、草种规格；对工程涉及敏感区范围重点设计，通过植物措施规格的提高，缩短了植物恢复周期、提升生态效益及景观质量，在很大程度上降低工程建设带来的不利影响。

6.4.4.2 植被修复措施总体布局

(1) 管道工程区

管道工程主要包括输水管、倒虹吸、提水管等管道建筑物，分为埋管和明管两种方式。

埋管段：埋管段主要布置在坝区。主体工程对占用耕地的临时用地实施复耕。根据管道施工作业带表土厚度剥离收集表土，采用密目网覆盖进行防护。施工结束后把收集的表土平铺到施工作业带，土地整治后对占用林草地区域恢复植被，考虑植被根系对管道的影响，管道顶部 5m 范围撒播草籽，范围外乔灌草植被恢复。

明管段：明管段主要布置在山区。主体工程在明管段边坡考虑工程护坡和草皮护坡，占用耕地的临时用地实施复耕。收集剥离的表土用于植被恢复，考虑明管管槽范围外乔灌草植被恢复。横坡明管段考虑在开挖边坡顶部和坡脚栽植藤本植物护坡，在填方边坡主要以灌草恢复植被。

穿越城区段：针对穿越城区的管道开挖周边实施景观绿化措施。

（2）隧洞工程区

施工前收集剥离表土，在主体工程护坡的基础上在坡脚和坡顶栽植藤本进行边坡垂直绿化；对工程施工场地平台采用乔灌草的方式植被恢复；对工程施工场地回填边坡采用灌草的方式植被恢复。

（3）渠道工程区

渠道工程主要包括明渠、箱涵等渠道建筑物。明渠、箱涵沿等高线布置。占用耕地的临时用地实施复耕。

施工前收集剥离表土，针对箱涵、明渠施工场地采用乔灌草的方式植被恢复；明渠、箱涵开挖边坡的顶部和坡脚栽植藤本植物护坡；明渠、箱涵回填边坡采用灌草的方式植被恢复；箱涵顶部撒播草籽，降低植被根系对管道的影响；在箱涵、明渠外侧栽植护渠林。在渠道工程填方边坡坡脚采用临时拦挡，减少对项目周边的影响。

（4）大坝枢纽区

在枢纽工程开挖边坡马道平台栽植攀缘植物进行边坡垂直绿化美化。施工期从大坝开挖料中收集表土，用于大坝坝体下游边坡后期植草护坡及边坡载土槽绿化覆土。

（5）泵站工程区

泵站一般选择较为平整的场地，施工前实施表土剥离并对表土堆场实施临时拦挡和临时苫盖；施工结束后把表土平铺到泵站绿化区域，满足景观绿化的要求。在主体工程护坡的基础上在坡脚和坡顶栽植藤本，美化绿化边坡；对泵站场内绿化区域实施景观绿化。

（6）交通道路工程区

1) 永久道路

施工前实施表土剥离用于施工后植被恢复，在永久道路两侧空旷处栽

植行道树；在工程护坡和开挖边坡的顶部和坡脚栽植藤本植物护坡，美化绿化边坡；道路填方边坡采用灌草方式植被恢复。

2) 临时道路

施工前实施表土剥离用于施工后植被恢复，在临时道路开挖边坡的顶部和坡脚栽植藤本植物护坡，美化绿化边坡；道路填方边坡采用灌草方式植被恢复；道路平台采用乔灌草的方式植被恢复。

(7) 施工生产生活防治区

施工生产生活区一般选择较为平缓的场地，施工前实施表土剥离，施工期对表土堆场实施临时拦挡和临时绿化，施工结束后把表土平铺到施工场地绿化区域，对开挖边坡坡脚和坡顶栽植藤本，美化绿化边坡；对回填边坡采用采用灌草方式植被恢复；对施工场地平台采用乔灌草方式植被恢复。

(8) 工程永久办公生活防治区

工程管理一般选择较为平整的场地。目前工程管理处没有明确位置，施工期对材料堆场实施临时拦挡和临时苫盖，减少水土流失；施工结束后从管理处附近管道工程区或弃渣场取用表土，表土平铺到管理区绿化区域，进行土地整治，对绿化区域实施景观绿化。

(9) 料场区

1) 土料场区

施工前表土保护收集；施工完成后进行土地平整、并根据原土地利用类型进行植被恢复或复耕等。

2) 石料场区

施工前表土保护收集，对开采平台进行植被恢复，以灌草植物为主。

(10) 生态护坡

针对主体工程开挖边坡中的土质或碎石边坡，在不进行工程护坡且能

保证稳定安全的前提下，考虑挂网喷播植草生态护坡。

(11) 环境敏感区

本工程不可避免的涉及风景名胜区、饮用水源保护区等区域，针对穿越环境敏感区的恢复措施为提高绿化标准，栽植大苗且保持与周边原有景观的一致性。

6.4.4.3 植物措施

(1) 树草种选择

根据各分区不同的立地条件和设计标准，考虑水土保持、生物多样性及景观绿化效果，植物种类选择要点如下：

- ①选择耐旱、耐瘠薄、繁殖容易，根系发达、保水固土能力强的树(草)种；
- ②选择容易种植、繁殖和管理、抗病虫能力强的(草)树种；
- ③树(草)种具有良好的景观效果，与周围的植被和景观协调；
- ④草坪选择适应性强、耐践踏、易繁殖、草叶绿、生长快的草种；
- ⑤道路栽植行道树绿化美化。

主要水土保持植物种生物学及生态学特性见下表。主要水土保持植物种见表 6.4.4-1，涉及环境敏感区恢复树草种，见表 6.4.4-2。

表 6.4.4-1 主要绿化树草种主要用途表

用途	物 种
边坡垂直绿化植物	爬山虎、常春藤、葛藤、紫藤
行道树和景观树种	滇柏、香樟、灯台树、栾树、滇朴、栓皮栎
迹地植被恢复乔木	余甘子、旱冬瓜、山黄麻、干香柏、山桐子
迹地植被恢复灌木木	杜鹃、车桑子、火棘、马桑、球花石楠
迹地植被恢复草籽	狗牙根、猪屎豆、高羊茅、戟叶酸模、白三叶

表 6.4.4-2 环境敏感区迹地恢复树草种推荐表

敏感区	敏感区名称	工程区及周边现状植被类型	植被恢复建议物种			恢复面积
			乔木	灌木	草本	
风景名胜	石屏异龙湖省级风景名胜区	暖温性针叶林、暖热性稀树灌木草丛	云南松、西南桦、凤凰木	车桑子、余甘子、马桑、水锦树	狗牙根、柳叶菜、蜈蚣草、鸭跖草、葛藤	恢复临时道路占地 8.95hm ² ，永久道路绿化 2.631km，隧洞口进行景观设计
森林公园	东山国家森林公园	暖温性针叶林、硬叶常绿阔叶林、暖温性稀树灌木草丛、石灰岩灌丛、人工林	云南松、华山松、早冬瓜	清香木、火棘、厚皮香、云南含笑、山茶、矮杨梅、华西小石积、金花小檗	狗牙根、天门冬、酢浆草、爬山虎、崖爬藤	修复箱涵地表面积 1.82hm ² ，隧洞口进行景观设计
国家湿地公园	云南晋宁南滇池国家湿地公园	人工植被、人工绿化带	昆明朴、樱桃、复羽叶栎树、蓝花楹	女贞、金丝桃、夹竹桃、杜鹃、萼距花、叶子花、假连翘	肾蕨、白车轴草、酢浆草、紫花地丁、香薷、香蒲、水莎草、天门冬、灯心草、水蓼	永久道路绿化 0.876km，隧洞口进行景观设计
饮用水源保护区	楚雄市九龙甸水库饮用水水源保护区	暖温性针叶林	云南松、云南油杉、早冬瓜、川梨	火棘、矮杨梅、华西小石积、车桑子、南烛、盐肤木、金丝桃、女贞、荚蒾、清香木	狗牙根、砖子苗、酢浆草、滇蔗茅、白茅、爬山虎、千里光、崖爬藤	占地区植被恢复 20.62hm ² ，其中，输水管植被恢复 15.8hm ² ，临时道路修复 1.0hm ² ，弃渣场恢复 3.82hm ²
	玉溪市东风水库饮用水水源保护区	暖温性针叶林、半湿润常绿阔叶林	云南松、栓皮栎、早冬瓜、川梨、朴树	火棘、矮杨梅、车桑子、南烛、盐肤木、金丝桃、女贞、荚蒾、芒种花、清香木、小叶栒子、铁仔	狗牙根、砖子苗、酢浆草、马鞭草、西南委陵菜、滇蔗茅、白茅、沿阶草	占地区植被恢复 18.24hm ² ，永久道路绿化 440m
	石屏县阿白冲水库饮用水水源地保护区	暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛	早冬瓜、川梨、朴树	车桑子、余甘子、女贞、荚蒾、芒种花、清香木	狗牙根、荩草、沿阶草、积雪草、葛藤	占地区植被恢复 3.17hm ² ，隧洞口进行景观设计

(2) 苗木种籽要求

植物措施采用苗木和草种均选用 I、II 级标准，无病虫害，具活力，色泽正常，苗干通直，主干不分叉，根系发达完整，充分木质化，无各种机械损伤，萌芽力弱的针叶树种顶芽发育饱满，嫁接苗接口充分愈合。其中景观绿化乔木为多年生移栽大苗，苗高大于 300~650cm，胸径大于 10cm，冠幅大于 200cm，土球直径约 60cm；行道树乔木为多年生移栽苗木，苗高

大于 200cm，胸径大于 3.0cm，冠幅大于 60cm；植被恢复乔木为多年生营养袋苗木，苗高大于 85cm，地径大于 2.0cm，冠幅大于 40cm；灌木为 I 级营养袋苗，苗高大于 40cm，冠幅不小于 30cm；攀援植物为 I 级苗，栽植藤长不小于 50cm；草种纯度 90%，发芽率 85%以上。

(2) 种植及养护管理要求

1) 种植方式

工程种植一般采用如下方式进行：

①种植方式：栽植、播植。播植为穴播、撒播。

②草坪种草主要在泵站厂区和工程永久办公生活区实施，按园林绿化要求进行，多为规则式草坪，有的要结合花灌、花台等进行建设。

③原为耕地的覆土层应在施工结束后及时复耕。对不能及时复耕的，应种植临时性草种。

④抚育管理：栽植、播种后，根据实际情况及时浇水、除杂草。

2) 造林模式及要求

本工程树种选择由各类型区根据实际情况选择，造林方式如下：

①主体工程区恢复方式：埋管段顶部撒播植草，两侧施工作业带采用乔灌草结合，隧洞边坡修建载土槽种植灌草，渠道及河道沿线栽植防护林，开挖边坡栽植爬藤垂直绿化，泵站绿化区进行景观绿化。乔木株行距按 2m×4m，灌木株行距按 2m×2m，撒播草籽 160kg/hm²，爬藤株距 0.5m。

②永久道路行道树种植方式：行道树坑穴种植，株距 3m，坑穴尺寸 0.6m×0.6m×0.6m。临时道路种植方式：临时道路采用乔、灌、草结合，乔木株行距按 2m×4m，灌木株行距按 2m×2m，撒播草籽 160kg/hm²；道路边坡栽植藤本，株距 0.5m。开挖边坡栽植爬藤垂直绿化，爬藤株距 0.5m。

③弃渣场种植方式：弃渣场平台采用乔、灌、草结合，乔木株行距按 2m×4m，灌木株行距按 2m×2m，撒播草籽 160kg/hm²；渣场坡面采用灌、

草结合，灌木株行距按 2m×2m，撒播草籽 160kg/hm²。

④施工生产生活场地种植方式：采用乔、灌、草结合，乔木株行距按 2m×4m，灌木株行距按 2m×2m，撒播草籽 160kg/hm²。

⑤调蓄工程管理所及工程管理区绿化用地进行景观绿化。

3) 养护管理要求

①对于成活率低于 85%的林地要进行苗木补植，同时要禁止放牧和人为破坏。

②植苗造林所用的苗木必须是未受冻害、未损伤、根系较完整、失水少且经过较短时间和距离运输的苗木，尤其以附近苗圃繁育的优质壮苗为佳；播植后洒水，保持土壤湿润至全部出苗。

(3) 典型植被恢复技术

1) 植树造林技术

表 6.4.4-3 植被恢复典型设计表（乔、灌、草结合）

立地条件特征		土壤主要为红壤
造林技术	植物类型	乔木、灌木、草籽
	造林方式	乔灌木进行行间混交、林下撒播草籽，草籽为多种混播
	株行距	乔木株行距 2m×4m (3m×3m)、灌木株行距 2m×2m
	初植密度	乔木 1250 株/hm ² ；灌木：2500 株/hm ² ；草籽 160kg/hm ²
	配置方式	行间“品”字形配置
	场地清理	覆土、清除地表大石块和其它杂物
	整地	全面整地
	苗木	乔木：袋装移植苗；灌木：袋装移植苗；草籽：一级种，发芽率大于 90%籽粒饱满，无病虫害一级纯净良种
	栽植季节	雨季 5~10 月，阴天或小雨天
	抚育管理	次年雨季补植；第二年、第三年各除草培土 1 次；防火，防病虫害，防牲畜和人为损害。

表 6.4.4-4 植被恢复典型设计表（行道树、护渠林）

立地条件特征		土壤主要为红壤
造林技术	植物类型	乔木
	造林方式	栽植行道树乔木
	株距	乔木株距 4m
	初植密度	乔木：250 株/km
	配置方式	单排栽植
	场地清理	覆土、清除地表大石块和其它杂物并换填土
	整地	穴状整地
	苗木	乔木：袋装移植苗
	栽植季节	雨季 5~10 月，阴天或小雨天
	抚育管理	次年雨季补植；第二年、第三年各除草培土 1 次；防火，防病虫害，防牲畜和人为损害。

表 6.4.4-5 植被恢复典型设计特性表（灌、草结合）

立地条件特征		土壤主要为红壤
造林技术	植物类型	灌木、草籽
	造林方式	栽植灌木、林下撒播草籽，草籽为多种混播
	株行距	灌木株行距 2m×2m
	初植密度	灌木：2500 株/hm ² ；草籽 160kg/hm ²
	配置方式	行间“品”字形配置
	场地清理	覆土、清除地表大石块和其它杂物
	整地	全面整地
	苗木	灌木：袋装移植苗；草籽：一级种，发芽率大于 90%籽粒饱满，无病虫害一级纯净良种
	栽植季节	雨季 5~10 月，阴天或小雨天
	抚育管理	次年雨季补植；第二年、第三年各除草培土 1 次；防火，防病虫害，防牲畜和人为损害。

表 6.4.4-6 植被恢复典型设计特性表（栽植攀缘植物）

立地条件特征		土壤主要为红壤
造林技术	植物类型	爬藤植物
	造林方式	栽植爬藤
	株行距	爬藤株距 0.5m
	初植密度	爬藤 2000 株/km
	场地清理	覆土、清除地表大石块和其它杂物
	整地	全面整地
	苗木	一~二年生壮苗，藤长不小于 0.50m
	栽植季节	雨季 5~10 月，阴天或小雨天
	抚育管理	次年雨季补植；第二年、第三年各除草培土 1 次；防火，防病虫害，防牲畜和人为损害。

2) 植草技术

表 6.4.4-7 植被恢复典型设计特性表（撒播草籽）

立地条件特征		土壤主要为红壤
造林技术	植物类型	草籽（灌木）
	造林方式	撒播
	初植密度	撒草（灌木）120kg/hm ²
	配置方式	混播
	场地清理	覆土、清除地表大石块和其它杂物
	整地	全面整地
	苗木	草籽：发芽率大于 90%籽粒饱满，无病虫害一级纯净良种
	栽植季节	雨季 5~10 月，阴天或小雨天
	抚育管理	次年雨季补植；第二年、第三年各除草培土 1 次；防火，防病虫害，防牲畜和人为损害

根据对水保专题植物措施工程量统计，滇中引水二期骨干工程植被恢复 391.83hm²，挂网喷播 1.28hm²，植物护坡 187.63hm²，景观绿化 3.28hm²，栽植行道树 8785 株，栽植乔木 72998 株，栽植灌木 452717 株，栽植爬藤 10645 株，撒播草籽 327.06hm²，抚育管理 413.67hm²。

6.4.5 其他生态保护措施

(1) 防范外来物种入侵

在工程施工时，要严格对施工机械和施工人员的检疫，防止外来物种进入施工区；进行施工区土壤保持和生态修复时，应根据施工工地的立地条件，选用当地物种，并以施工区的地带性植被为依据，构建当地的顶级植物群落结构，让土著物种优先占据生态位，杜绝外来物种的入侵；在运行期，慎引入农作物新品种，对确实需要引入的农作物品种，必须经过严格的检疫；若在建成区发现外来物种，可采用人工铲除（或机械）和喷洒农药的方法进行消灭。

(2) 科学安排引水

加强对工程区的生态保护，提高森林覆盖率，增加两栖类和其他动物的多样性。科学安排引水量，保证枯水季节下泄生态用水量的充足，避免减水区水位暴涨暴落，减少对于沿岸动物的不利影响。

(3) 保护现存自然植被，提高森林覆盖率

采取并推广有效的技术手段，改变传统的生产、生活方式，在合理利用自然资源的前提下提高当地居民的生活水平，如药材、食用菌、兰花的种植，优良品种山羊的圈养等，以减轻和避免对自然植被生境的人为干扰和破坏。

在林区和周边地区，逐步改变以烧柴为主的农村能源结构，推广沼气和节柴灶，减轻对木材的需求和对植被的破坏。

6.5 水生生态保护措施

根据滇中引水工程一期水生生态保护总体思路，水生生态保护措施以栖息地保护为主，其他多种保护措施为辅的水生生态保护方案，滇中一期提出设置拦鱼设施，因此，滇中引水二期工程不会发生跨流域物种入侵问题，根据水资源配置，工程对水环境影响主要体现在水位、水温变化上。因此，提出保护方案如下表。

表 6.4.5-1 滇中引水二期骨干工程鱼类保护规划方案

措施类型	措施体系具体内容	保护对象
施工期保护	水生生态宣传保护和管理、优化设计、减少涉水工程，认真落实废水、固废收集处理措施	工程区河流及水库
拦鱼-外来种防治措施	在引水口处设立拦鱼设施，采取综合措施严防外来种通过输水管线扩散	所有土著种类
生态调度	在产粘沉性卵鱼类繁殖期保障下游水位稳定；保证充蓄水库的水位、水温稳定	产粘沉性卵鱼类
退水排放入河管理	可在退水河流硬化河道段铺设底泥底砂，恢复水生植物和湿生植物，改善水生生物生境	所有土著种类
渔政管理	加强宣传教育，禁止放生外流域的鱼类；严禁非法渔具渔法；加强禁渔期管理	所有土著种类

6.5.1 施工期水生态保护

(1) 加强宣传保护教育

加强宣传保护教育，制定生态环境保护手册，设置水生生物保护警示牌，增强施工人员生态环境保护意识，建立和完善鱼类资源保护的规章制度

度。

(2) 加强施工管理

加强施工管理，严禁施工人员捕捞鱼类，严禁开展破坏河流、湖库水生生态环境的行为。施工期间应强化河滩湿地环境维护，施工机械和施工人员应严格限定在划定的施工场地内活动；不得在划定的施工区域外采砂、挖土及弃渣。工程建设和运行严格按照坚持工程开发与资源保护措施“三同时”原则。

(3) 优化工程设计方案，加强重要时段、重要生境保护

优化工程方案、做好施工组织设计，针对性的采取重要时段、重要生境保护措施。尽量缩短涉水工程建设周期、减少涉水工程扰动范围，工程围堰的建设与拆除等涉水工程施工应尽量在枯水期进行，避开鱼类繁殖季节，大致为每年的4-6月。

合适的位置设立“重要水体”警告标示，加强公众保护环境意识。保护重要河段周边的水环境和水生生态系统、维持原有水体状态，同时应考虑沿岸周边湿地、浅滩植被的保护，为鱼类提供庇护和繁殖的场所，尤其是产粘性鱼卵的鱼类。

(4) 认真落实相关环境保护措施

1) 施工期间应做好施工废水、固废收集处理和清运措施，避免在河道中挖沙、取石，改变水流流向和加重泥沙含量等行为，禁止向工程附近的河道倾倒固体废物。

2) 生产生活产生的污废水应按照本报告中水环境保护措施认真做好收集处理，禁止污水直接排放。

3) 施工营地物料区及临时堆场在当地雨季到来之前，施工方应采用稻草帘覆盖场地表面，以减少堆弃固体废物的裸露表面产生水土流失。

4) 水土保持措施按照水土保持方案修建防洪沟道，在沟道的下方修建

沉砂地，以降低水土流失量。

5) 对于工程破坏的岸边植被尽快恢复，防止水土流失，避免和减少泥沙和有害物质流入附近河道和库区而影响水域环境。

6.5.2 拦鱼措施

根据《云南省滇中引水工程输水线路及受退水区水生生态影响评价》专题报告中的外来种影响分析评估，在水源区分布的 20 种鱼类中，裂腹鱼、高原鳅、中华金沙鳅、长须石爬鮡等金沙江土著鱼类入侵下游湖泊、水库的风险评估为可接受，棒花鱼、麦穗鱼等广布外来种入侵下游湖泊、水库的风险评估为不可接受。虽然金沙江土著鱼类入侵下游湖泊、水库的风险性为可接受，但是仍然需要一系列的拦鱼等预防措施；棒花鱼、麦穗鱼等广布外来种入侵下游湖泊、水库的风险评估为不可接受，根据鱼类现状调查结果，滇中引水二期工程红河段的异龙湖及各充蓄水库中已有棒花鱼、麦穗鱼等广布外来种，但为了防止外来种数量增长，也需要采取预防措施。

目前滇中引水工程环评中已考虑在水源区引水口处设立拦鱼设施，为进一步加强措施效果，需进一步考虑对二期工程采取拦鱼设施。此外滇中引水二期工程输水过程中，可能发生在线、充蓄调节水库内的鱼类进入输水线路的可能，存在鱼类在输水管线内死亡而污染水质、影响滇中引水二期工程沿线的供水安全保障的风险。因此，须在二期工程主要分水口、输水线路末端出口处，以及充蓄水库入库、出库的管线接口处设立拦鱼设施。另外，为防止滇池鱼类进入下游南盘江流域，须在大黑箐隧洞进水口布置拦鱼设施。

拦鱼设施均设机械和电器两种，前者又分为栅栏和网栏两类。因此，本工程在水源引水口可考虑设置多层金属拦鱼栅、网、尼龙拦鱼网及电栅、电网。拦鱼网网目的大小可借鉴蓟县于桥水库经验，根据需要拦的鱼的大

小，运用公式计算得出： $a=k.L$ ， a ：网目单脚长度， k ：鱼体的体形系数， L ：被拦鱼长度。电栅是利用电极形成电场，使鱼感电后发生防御性反应后改变游向，避开电场达到拦鱼目的的一种设施。电栅拦鱼的效果取决于鱼的行为特性和拦鱼电场的分布。鱼的特性主要包括洄游习性、集群性、逃避习性和鱼的抗流能力。上述特性对电栅拦顺水鱼的成败起决定性作用，设置在水流速度小于鱼的克流速度但大于鱼的感应速度处的电栅拦顶流性强、集群性好、逃避方向由浅向深、由小水面向大水面逃离的鱼成功可能性就高。实践表明（周迪华等，1996），电拦鱼栅是一种有效的拦截鱼类的行之可效的方法，不仅可防止鱼类随水流流走，而且不影响正常的排污、泄洪，维修也极为方便。拜泉水库的实例表明，设置电拦鱼栅的位置应选择在水流小于 0.6 米/秒的地方，超过这个速度，鱼会被水流冲走，而使电拦鱼栅失效。通过多层拦鱼栅、网基本可阻拦水源区的鱼类进入输水管道。另外，因为鱼苗和鱼卵其本身个体很小，电阻很小，为防止从电网、栅栏中漏掉，可考虑增加一层通过电加热的金属网，通过电热对金属网加温，让鱼苗和鱼卵难以成活。

对于其他可能发生的外来种入侵可以采取以下手段综合防治：

（1）加强监测

对水调水区域的风险物种要详细的调查，明确风险物种的分布区域，对已有分布区域要控制数量，尚未分布的区域，要定期监测，一旦发现，及时清理。

（2）有关措施

生物防治：采用本地土著种类作为天敌，来控制外来入侵种的种群数量；

物理防治：主要用各种网具或地笼来捕获克氏原螯虾，人为的摘除金苹果螺的卵块等

通过发挥土著虾类的经济价值，减少对克氏原螯虾的饲养。

在输水管道入口加入一些网眼较小的铁网，减少进入管道的外来种，并定期对输水管道进行清理。

(3) 法律措施

2018年10月16日，云南省人大常委会通过了《云南省生物多样性保护条例》，将于2019年1月1日起施行。该《条例》是我国首部生物多样性保护的地方性法规。该条例对禁止扩散、放生或者丢弃外来入侵物种进行了专门规定。通过对该法规的实施，将从根本上规范滇中引水各受退水区无序的放生放流外来种等不法活动。

6.5.3 生态调度

滇中引水二期工程的调度运行过程中对生态与环境造成的不利影响不可忽略。生态调度是一种降低水库大坝建设运行对河流生态系统负面影响的措施。该措施相对费用较低，可以帮助改善传统的水库调度方式，合理运行大坝设施，部分恢复自然水文情势，修复大坝上下游河流的生态系统结构和功能。为了保护二期工程各充蓄水库坝址下游河道水量水质和水生生态环境，在工程运行期及新建、扩建充蓄水库初期蓄水阶段，水库坝下生态用水按枯季不低于坝址多年平均径流量的10%下放，汛期不少于多年平均天然径流量的30%下放。

此外，滇中引水二期工程建成运行后，会使受退水区河流、水库水量、水位、流速等要素发生变化，对沿岸带水生维管束植物、底栖动物和着生藻类等繁衍不利。特别是产粘性卵鱼类繁殖季节，水位的频繁涨落会导致鱼类卵苗搁浅死亡。因此，应加强对受水水体的监测，通过制定科学合理的调度原则和细则，来尽量避免上述不良影响；工程调度时，应充分考虑这些影响，尤其是产粘性卵鱼类繁殖季节，应尽量保持水位的稳定。

由于二期骨干工程中的新建、扩建充蓄水库都属于中坝，因此低温水下泄、水体气体过饱和的影响较小，暂不考虑减免措施。

6.5.4 退水排放入河管理

引水工程实施后，退水区的河流接收城镇生产、生活及农业废水，水质污染，鱼类生存受到影响。退水区河流湖泊水质好坏直接关系着鱼类的生存，因此，评价区工农业、城镇用水应按照国家相关要求处理达标后再排放。此外，二期工程农业灌溉用水进入退水河流，仍然存在部分河流水质下降的可能，建议可在硬化河道铺设底泥底砂，通过自然演替，让水生植物和湿生植物自然恢复，通过植物对水中氮磷的吸收，对灌区退水进行净化处理，以改善鱼类及水生生物生存所需的环境。

同时，支流是河流生态系统不可或缺的一部分，也是河流生物多样性的一个主要组成部分，许多鱼类完成生命周期的过程如摄食、繁殖或越冬都需要往返于干流和支流之间，即使部分的干流、支流被开发之后，它们仍然保持着这种习性，因此支流保护也是不可忽视的一个重要部分，需对相关流域的支流实施保护，设置警示牌、加强渔政管理、严格执行禁渔期等措施。

6.5.5 渔政管理措施

天然渔业资源的减少一方面是水环境条件逐渐恶化，另外一个主要原因是人类的过度捕捞，工程建设和运行期，外来人口增加，对鱼类资源的需求也相应增加，因此，需要加强红河州段渔政管理措施，禁止在天然河流和水库中电鱼、炸鱼、毒鱼等违法违规捕捞行为。可通过设立禁渔期或禁渔区等渔政管理措施，限制人类的过度捕捞行为，为鱼类的正常繁衍提供充足的环境，从而做到渔业资源的可持续发展。

加强渔政管理是保护水生生物资源的重要手段，因此须进一步加强队

伍建设、增加投入，继续推进“分段管理”的模式。滇中引水工程建成后，随着水量的增加，鱼类的生物量可能会随之增加，库区、输水管线及其他关键栖息地保护、水生生物的监测与调查等都给渔政管理带来了极大的工作量。为了使渔政管理工作顺利进行，应该加强渔政部门的能力建设，提高渔政部门的执法力度。

6.5.6 开展运行期鱼类影响研究

(1) 研究内容

滇中引水的水源区、引水干支渠及受水区主要涉及到金沙江与澜沧江、南盘江和红河 3 个水系，在引水进入滇中 3 个水系的同时有可能带入了源头区的广布种和土著种鱼类，其有可能进入到受水区形成新的外来物种风险，虽然在引水设计方案中已经加装拦鱼电栅和拦鱼网等物理性措施，但对于金沙江鱼类是否能够在澜沧江、南盘江和红河 3 个水系现有水体中存活并建立自然种群，以及金沙江潜在入侵种鱼类栖息生境和生态学研究目前还缺乏实证研究，因此要尽快开展源头区金沙江鱼类与补水区 3 大水系的鱼类生态关系研究，为更好的设计和实施水生生态保护提供基础资料和技术支撑。

(2) 研究方案

初步拟挑选源头区金沙江干流现有分布的细尾高原鳅、四川裂腹鱼、硬刺裸鲤和中华金沙鳅等 4 种鱼类作为代表物种，分别将以上 4 种源头区金沙江水系代表性鱼类在补水区的澜沧江、南盘江和红河水系干流及主要支流自然水体或仿自然水体完成引种，分别记录其在补水区 3 个水体中的整个生活史，并完成以上 4 种代表性鱼类在补水区的存活研究及其与补水区鱼类的生态关系研究。同时，基于以上源头区代表性鱼类与补水区鱼类的共存关系研究获取实验数据，还可以用于佐证金沙江源头区鱼类入侵补

水区水系的可能性。每个研究物种应考虑受精卵、鱼苗、幼体、成体等不同发育阶段，补水区应包括河流、水库、湖泊等不同生境，研究时间最好能覆盖各物种完整的生活史周期，至少应为一个年周期。源头区金沙江水系代表性鱼类与补水区 3 个水系鱼类共存关系研究见下表所示。

表 6.5.6-1 源头区金沙江水系代表性鱼类与补水区 3 个水系鱼类共存关系研究

源头区拟选物种	澜沧江水系	南盘江水系	红河水系
短尾高原鳅	河流	河流	河流
四川裂腹鱼	水库	水库	水库
硬刺裸鲤	湖泊	湖泊	湖泊
中华金沙鳅			

6.6 声环境保护措施

6.6.1 防治标准

根据工程施工区声环境质量要求，施工区满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)，即昼间为 70dB(A)、夜间为 55dB(A)。环境影响区噪声满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 1、2 类区标准，1 类昼夜标准限值为昼间为 55dB(A)、夜间为 45dB(A)；2 类昼夜标准限值昼间为 60dB(A)、夜间为 50dB(A)。

6.6.2 噪声源控制措施

(1) 施工期噪声防治措施

1) 设立警示牌

为提醒进入施工区的外来人员及当地居民注意交通安全和自我防护，拟在对主要施工路设置警示牌，限制车速，禁止鸣笛，提醒来往车辆减速慢行，可降噪约 3~5dB。

2) 固定点源控制

选用符合国家有关标准的施工机具，如打桩机、砂石加工系统等符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)。加强设备的维护和

保养，保持机械润滑，降低运行噪声。对混凝土拌和系统等振动大的设备使用减噪槽、减振机座等。

3) 交通噪声控制

①在危险、敏感路段设执勤人员，车辆在本段应适当减速行驶，并禁鸣高音喇叭。

②加强道路养护和车辆的维修保养，禁止使用高噪声车辆，在学校、居民点周围控制机动车辆行驶速度，并且禁止鸣笛；夜间禁止鸣放高音喇叭。

4) 施工、爆破噪声控制

①在施工过程中，优先选择先进、低噪声施工工艺，合理安排施工时间，夜间（22:00~次日6:00）禁止施工。

②合理安排施工工序，由于施工不能中断技术原因和其他特殊情况，确需中午或夜间连续施工作业的，向建设行政主管部门和环保部门申请，取得相应的施工许可证后方可施工。

③建设单位应坚持防治结合、以预防为主的原则，经常不断的对施工单位进行有关环保政策、法规的宣传教育，向施工单位传达国家、省、市有关噪声管理的规定，增强施工队伍的环境意识，尽量降低对沿线噪声污染。

(2) 运行期噪声防治措施

1) 噪声源控制

选用低噪声机械设备，同时加强施工设备的维护和保养。

2) 传播途径控制

泵房位于室内，泵房采用隔声性能好的建筑材料，在房间四周、房顶增设吸音棉等消声隔声材料。

6.6.3 传播途径控制措施

针对临近施工区域一侧居民点，采取设置声屏障。声屏障选择金属和复合材料结构，根据相关资料该结构为世界各国普遍使用，材料可加工成各种形式，安装简易，易于景观设计。移动声屏障设置方案：①根据施工方案，工程采取分工区分段施工方式，本报告移动声屏障设置以最大限度覆盖各段施工区域受影响人数最多敏感对象为基本原则进行考虑。②工程采用高度 5m，倒 L 型声屏障结构，减噪效果约 12dB，可有效改善受保护敏感点声环境。该型声屏障由上下部两层 0.85m 高吸声屏体、中部 2m 高透明隔声屏体和上部两层 0.5m 高吸声屏体（其中顶部一层为倒 L 型部分）组成。下部吸声屏体采用穿孔铝合金板内包离心玻璃棉，竖立屏体部分的吸声构建采用倾斜安装，使吸声面倾斜向下，最大限度的减少噪声向上散逸。上部倾斜屏体采用双效微穿孔板共振吸声结构。中部透明隔声屏体使用双钢化夹胶玻璃板。声屏障设置长度，大理段约 100m、楚雄段约 150m、昆明段约 200km、玉溪段约 150km、红河段 1km。

施工结束后为避免影响周围景观应及时拆除声屏障。

6.6.4 主要敏感对象保护措施

- (1) 施工前及时告知受影响居民，做好宣传工作，取得其理解和支持；
- (2) 合理安排施工强度，合理布置机械设备，避免在同一地点集中布置过多强噪声设备；
- (3) 对受影响人数较多且超标严重的工段，采取设置移动式声屏障降噪，声屏障高度 5m，底部采用滑轮形式，便于移动；隔声屏采用折叠式，便于施工结束后收纳、转移；
- (4) 对距离施工区较近，采取隔声屏障等降噪措施仍然存在噪声超标现象的居民，考虑给予一定经济补偿；
- (5) 严格控制施工时段，挖掘机、振捣器等机械作业应避免居民中午

休息时间（12:00~14:00），夜间（22:00~次日 8:00）禁止施工；

（6）在进入声环境敏感点工段前 50m 处设置限速牌，车速不得超过 20km/h，并禁止鸣笛，以减轻交通噪声的影响。

施工过程中，施工单位在严格落实以上提出的具体措施后，施工噪声影响可得到妥善解决。

6.7 空气环境保护措施

6.7.1 防治标准

削减施工大气污染物排放量，阻碍污染物扩散，改善施工现场工作条件，保护施工生活区及外环境敏感区环境空气质量。保证敏感区域环境空气质量分别满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）一级标准和二级标准，施工期废气排放达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

6.7.2 粉尘防治措施

（1）施工工艺要求

优先选择先进、低尘施工工艺。尽量采用凿裂法施工；凿裂和钻孔尽量采用湿法作业；优先运用预裂爆破、光面爆破、缓冲爆破技术、深孔微差挤压爆破技术等；采用带有捕尘罩的浅孔钻进行钻孔，禁止把岩粉作为炮孔的堵塞炮泥。

（2）土石方开挖

在开挖、爆破高度集中区，非雨日采取洒水措施（主要针对开挖弃渣装载场地）以加速粉尘沉降，采用洒水、覆盖草袋等降尘措施，洒水次数及用水量根据天气情况和场地粉尘产生情况确定。

（3）砂石加工及混凝土拌合系统

砂石系统采用湿法破碎的低尘工艺，并且降低砂石原料转运落差，砂

石料破碎闭路循环破碎后再进入主筛分楼，与干法破碎工艺相比，粉尘减少量将达到 60%以上。筛分、皮带传输等设备配备喷雾除尘装置，进一步降低粉尘量。为混凝土系统配置袋式收尘器，除尘设施与拌和楼同时运行，同时加强对除尘器的维护保养，使其始终处于良好的工作状态。

(4) 场内交通

加强道路管理和维护，做到路面常年平坦、无损、经常清扫，无雨日的早、中、晚洒水；配备公路养护、维修、清扫队伍，使道路常年处于良好的运用状态；物资运输中注意防止空气污染，装载多尘物料时，应对物料适当加湿或用帆布覆盖，运送散装水泥车辆的储罐应保持良好密封状态，运送袋装水泥必须覆盖封闭，经常清洗运输车辆；在靠近居民点、施工管理生活区行驶的车辆，车速不得超过 20km/h。

(5) 弃渣场区

对于渣场扬尘，采取在堆渣过程中洒水降尘，对于堆渣作业频次较低的渣场，采用防尘网、防尘布覆盖渣堆，必要时进行喷淋，带渣场堆场结束后，按水土保持方案中设计的措施进行植被绿化。

(6) 配置洒水车

配备洒水车，在各段干线各配备一台洒水车，共 36 台，由专人负责洒水，非雨日早、中、晚在集中施工区、集中施工区运输道路、集中施工区~弃渣场运输道路等地来回洒水，洒水次数不少于 6 次/d，以减少扬尘，缩短粉尘扩散距离和控制粉尘污染范围。

6.7.3 废气控制措施

(1) 施工机械废气控制措施

选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输车辆，使用符合标准的油料或清洁能源，使其排放的废气能够达到国家标准。应执行《在用汽车

报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，要及时更新；按《汽车排污监管办法》和《汽车排放监测制度》要求，对运输车辆进行监督管理，定期和不定期对运输车辆排放的尾气进行监测，对未达标的车辆实施处罚措施并禁止其在施工区的使用。

（2）燃煤废气控制

施工期优先采用液化气或电能，尽量减少煤炭的使用量，如食堂采用液化气，取暖采用空调等电器，减轻煤炭燃烧污染物对环境空气的影响。

6.8 固体废弃物处理措施

6.8.1 施工弃渣

施工期，开挖废弃土石方及时清运至规划弃渣场压实、堆放；弃渣场下方应修筑挡渣墙、拦渣坝等挡护坡脚，坡面采取工程防护措施，结合地形条件布置排水设施；弃渣确需临时堆放时应压实，并在四周开挖排水沟；车辆运输散体物料和废弃物时必须密闭、覆盖篷布并限速慢行，不得沿途散落。采取合理的临时利用料堆放场和弃渣场防护措施。

6.8.2 建筑垃圾

加强施工期组织管理，优化施工工艺、技术，减少建筑垃圾产生量。废弃建筑垃圾须做到尽量回收利用，剩余部分规范分类堆存。工程结束后，及时清理场地遗弃的建筑垃圾，清运至就近弃渣场压实、堆存。

有毒工业制品及其残余物，有毒药物，化学反应产生的有害物质，腐蚀性或放射性物质，易燃、易爆等危险品，生物危险品和医疗垃圾，其他严重污染环境的物质须委托有资质的单位进行专业处理，严禁进入弃渣场。

6.8.3 生活垃圾

6.8.3.1 施工人员生活垃圾

为保障二期工程生产生活区环境卫生，维护施工人员清洁卫生的工作生活环境，防止蚊、蝇和鼠类大量繁殖引起传染病流行，生产生活区垃圾须及时清扫并妥善处置。

(1) 垃圾特性

二期工程共布设生产生活区 372 个，点多、面散，单个生产生活区生活垃圾产生量不大，主要为厨余物和废弃包装物，一般不含有毒有害物质。

(2) 处置方案

根据生产生活区生活垃圾特点，结合工程所在区域环境、交通条件，选取生活垃圾就地处置与外运处置两种方案进行比选。

就地处置：在施工生产生活区附近选择合适场地，对生活垃圾进行填埋、堆肥或者焚烧。首先，工程区附近选址存在一定难度；其次，填埋场虽操作简单对垃圾量也无特殊要求，但运行过程中产生的渗滤液需配套处理措施，填埋场防渗和临时覆盖等措施必须严格执行，否则将严重污染施工区的地下水和环境空气；焚烧虽然可实现减量化，但燃烧不稳定，烟气达标率很低，且施工生产生活区产生的垃圾量较少；堆肥可以通过有机物堆肥生产肥料，但目前存在恶臭难治，堆肥质量不高和产品销路不畅等问题。从上述情况可知，在施工生产生活区就地处置生活垃圾，对于管理和维护要求都很高，造价也高。

外运处置：工程施工区交通较为便利，受水区县都有可依托的生活垃圾处理机构和填埋场。施工生产生活区生活垃圾外运至就近生活垃圾填埋场，一方面减少了施工生产生活区生活垃圾管理和维护难度，也很大程度上避免了由此产生的环境二次污染，保障了施工区环境质量。

结合一期工程生活垃圾处置方案比选，本阶段推荐在生产生活区设置移动式垃圾收集桶、水泥抹面垃圾坑，塑料及纸质包装物回收利用，厨余

垃圾由临近农户用于饲养牲畜或堆肥，煤灰、少量建筑垃圾清运至弃渣场卫生填埋，剩余不可回收利用部分由垃圾桶、垃圾坑暂存收集，委托环卫部门定期清运至所在县区生活垃圾填埋场的处置措施。

综上所述，施工生产生活区生活垃圾外运处置的方案更为合理，可行性更高。

(3) 外运处置对比

表 6.8.3-1 生活垃圾外运处置方式对比表

外运方式	自行运输	与垃圾处理单位协议运输	委托第三方
模式	自行配置垃圾运输车，自行安排运输至县城处理中心	与垃圾处理单位签订协议，由垃圾填埋场负责定期清运垃圾	单独招标，委托专门清运公司负责垃圾的清运
经济性	较差	好	好
环境性	较差	好	好
可操作性	较差，比较麻烦	需要协议，较好	需单独招标，较好

经比选分析，自行运输需配置垃圾运输车辆及安排人员负责垃圾清运，不仅经济性较差，而且由于操作人员不专业以及施工任务繁重，可能导致清运不能按期进行影响施工区生活环境。由垃圾处理单位协议运输以及委托第三方清运从环境和可操作性看都是更优选择。由于不明确是否进行第三方单独招标，本阶段推荐选用与就近垃圾处理单位协议运输的方式，具体实施过程也可根据实际情况灵活处理。

(4) 设施配备

二期工程施工期，除楚雄段生产生活区平均施工人数超过 150 人外，其他段生产生活区平均施工人数在 60 人左右。因此，对楚雄段每个生产生活区配置 8 个移动式垃圾收集桶，1 个水泥抹面垃圾坑。其他段每个生产生活区配置 5 个移动式垃圾收集桶，1 个水泥抹面垃圾坑。二期配套工程施工期共配置移动式垃圾收集桶 2274 个，水泥抹面垃圾坑 372 个。

表 6.8.3-2 二期工程施工期生活垃圾处置设施表

受水区	丽江市	大理州	楚雄州	昆明市	玉溪市	红河州	合计
生产生活区 (个)	9	94	138	48	40	43	372
移动式垃圾收集桶 (个)	45	470	1104	240	200	215	2274
水泥抹面垃圾坑 (个)	9	94	138	48	40	43	372

6.8.3.2 管理人员生活垃圾

二期工程运行期，管理人员分布于各州市受水区。根据施工期生活垃圾产生量及处置方案比选，结合运行期管理人员生活垃圾特点、受水区生活垃圾处置条件，推荐采用移动式垃圾收集桶、水泥抹面垃圾坑的方式，将管理处（所）产生的生活垃圾可回收利用的尽量分拣利用，剩余部分暂存于移动式垃圾收集桶、水泥抹面垃圾坑，委托环卫部门定期清运至就近生活垃圾填埋场的处置措施。

根据各州市受水区运行管理处（所）分布及人员配置情况，对少于 20 人的管理处（所），配置 2 个移动式生活垃圾桶。对少于 40 人的管理处（所），配置 3 个移动式生活垃圾桶和 1 个水泥抹面垃圾坑。对大于 40 人的管理处（所），配置 4 个移动式生活垃圾桶和 1 个水泥抹面垃圾坑。二期配套工程运行期共配置移动式垃圾收集桶 103 个，水泥抹面垃圾坑 22 个。

表 6.8.3-3 二期工程运行期生活垃圾处置设施表

受水区	丽江市	大理州	楚雄州	昆明市	玉溪市	红河州	合计
工程管理处、所 (个)	1	7	10	6	5	3	32
移动式垃圾收集桶 (个)	2	15	26	15	13	7	78
水泥抹面垃圾坑 (个)	0	1	6	3	3	1	14

6.9 土壤环境保护措施

针对本工程实施后对土壤和农业生态可能带来的不利影响，现提出如下对策措施建议：

(1) 保护工程供水水质，防止供水工程管道渗漏、破损，以免造成土壤浸没和污染等影响。

(2) 区域土壤监测中，镉、汞、砷、铅指标超过风险筛选值，工程退水区涉及的建水县、楚雄州、玉溪市、红河州等范围内的灌区应当采取农艺调控、替代种植等安全利用措施。灌区应科学施用化肥，积极使用农家肥和新型有机肥，尽量减少化肥施用过量或不当造成土壤板结和肥力退化，降低农业面源污染危害。

(3) 退水区的灌区科学施用农药，尽量施用生物农药或高效、低毒、低残留农药，推广作物病、虫、草害综合防治和生物防治，减少农药对农业生态系统的不良影响以及污染危害。

(4) 加大退水区的灌区农业塑料薄膜的回收和综合利用，推广使用可降解的农业塑料薄膜制品，降低对土壤理化性能的破坏及农业生态环境的污染影响。

(5) 加强退水区的灌区范围内沟谷低洼地带地下水位的排水，防止地下水位上升和滞洪等导致低洼区出现渍涝现象，进而引发土壤次生盐渍化等问题。

(6) 本工程退水区的灌区可能存在轻度盐化现象，应采用先进的灌溉技术，膜下滴灌技术由于生育期灌溉用水较常规灌溉节省 20%~30%，并且有良好的压盐效果，可有效避免土壤盐渍化。

(7) 制定灌溉用水计划，实现优化管理，科学调度。保持水利工程完好，及时维修保养灌溉设施，提高用水效率，节水灌溉。

(8) 针对退水区的灌区施工生产废水的处理措施，见本报告地表水环境保护措施部分。

6.10 环境敏感区保护措施

6.10.1 玉溪红塔山市级自然保护区的保护措施

工程不对玉溪红塔山自然保护区造成直接影响，由于距离较近，将产生间接影响。具体措施如下：

(1) 严格按照征地红线范围施工，禁止越界。

(2) 开展森林火灾的防控工作，施工单位制定相关管理规定，加强用火监管，规避工程施工带来的生态风险。

(3) 减少扰动带来的间接影响

施工过程中严格控制放炮时间和单响药量，采用先进的施工工艺和施工设备以减少对动物的惊吓，合理选择施工时间，避开动物活动的高峰时段，比如早晨和黄昏。施工过程中，注意洒水降尘。

(4) 宣传教育

制定严格的施工制度，通过印发生物多样性宣传手册等进行宣传教育，加强监理人员、管理人员和施工人员生物多样性保护意识，并安排专人负责施工中的生态和环境保护的管理和监督工作，切实落实该区域的生物多样性保护，减少不必要的破坏。此外，坚决杜绝偷砍盗伐、捕猎等非法活动。

(5) 设置警示牌

在近邻保护区的渣料场、生产生活区等各作业点及主要路口、人为活动密集区域分别设置警示牌和宣传牌，明确施工人员等不得随意进入自然保护区。

6.10.2 风景名胜区保护措施

6.10.2.1 滇池国家级风景名胜区的保护措施

(1) 施工污染防治措施

在施工前，进行工程区遮挡，禁止在施工范围线外开展施工行为，施工期，施工废水处理回用，不外排。

(2) 宣传教育

制定严格的施工制度，加强监理人员、管理人员和施工人员生态和景观保护意识，并安排专人负责施工中的生态保护的管理和监督工作，切实落实该区域生态保护和景观保护，减少不必要的破坏。

6.10.2.2 玉溪九龙池风景名胜区的保护措施

建设单位在施工前向风景区主管部门进行报备。隧洞开挖过程中，加强地下水位监测，密切关注隧洞涌水及地下水水位变化情况，对隧洞及时衬砌。

6.10.2.3 石屏异龙湖省级风景名胜区保护措施影响

(1) 设计优化措施

优化工程线路走向，尽量少占用景区土地。

(2) 施工保护措施

严格施工用地范围，禁止超范围占地，禁止施工人员破坏占地范围外植被等景区环境；结合水环境部分保护措施，施工生产生活废污水处理后回用，禁止排入景区内；采用湿法作业，洒水降尘，消除扬尘对风景及景区植物的影响；严格落实水保措施，防治水土流失；严格禁止在景区内弃渣和丢弃垃圾；管道等施工材料临时堆放尽量做到美观整齐，水泥、沙土等建筑材料需做好遮盖，以防大风天气造成扬尘污染或雨季产生水土流失。

(3) 施工迹地景观恢复措施

针对金山坡隧洞出口进行景观设计、恢复临时道路占地 8.95hm²，永久道路绿化 2.631km。

(4) 管理保护措施

制定严格的施工制度，通过印发风景区保护宣传手册等进行宣传教育，施工现场布设宣传牌、标语等，加强监理人员、管理人员和施工人员生态和景观保护意识，并安排专人负责施工中的风景区保护的管理和监督工作，切实落实风景区的保护工作，减少不必要的破坏。

(5) 履行程序

建设单位应将异龙湖景区涉及的建设方案报送景区主管部门，并要求纳入景区总体规划。待规划批复后，涉及异龙湖风景名胜区的建设内容方可开工建设。

6.10.3 东山国家森林公园的保护措施

(1) 施工保护措施

1) 严格按照征地红线范围施工，禁止越界。

2) 做好施工“三废”处理。结合水环境部分保护措施，施工期对施工废水处理回用或用于绿化，禁止排入森林公园内，隧洞涌水需做好排水、沉淀处理措施；固废集中收集处理，禁止在森林公园内弃渣、丢弃垃圾。

3) 生态保护措施

施工过程中注意保护好表层土壤，用于施工结束后施工迹地的恢复。施工结束后，应督促施工单位及时拆除临时建筑，清理和平整场地，修复箱涵地表面积 1.82hm²，隧洞口进行景观设计。采用森林公园内常见的乡土植物进行“恢复性”种植，禁止选用外来种，然后采取“封育”手段，促进自然恢复。

(2) 管理保护措施

建设项目施工前，建设单位必须按有关规定按照有关程序逐级上报审批，得到批准后方可施工；建设单位必须遵守《中华人民共和国森林法》、《建设项目环境保护管理条例》、《云南省林地管理条例》以及森林公园管

理等有关法律法规，占用林地需依法进行报批；加强对施工人员的宣传和监管，避免施工人员破坏公园内的景观资源和动植物资源；施工单位制定相关管理规定，做好安全生产教育，加强用火监管，做好森林火灾的防控工作。

6.10.4 异龙湖重要湿地的保护措施

(1) 湿地周边的工程施工废水全部回收，禁止外排。

(2) 在做好施工期管理，严禁越界施工行为发生。

(3) 减少扰动带来的间接影响

施工中严格控制放炮时间和单响药量，以减少对湿地栖息鸟类的惊吓，合理选择施工时间，避开鸟类活动的高峰时段，比如早晨和黄昏。

(4) 宣传教育

加强监理人员、管理人员和施工人员生态和景观保护意识，并安排专人负责施工中的生态保护的管理和监督工作，切实落实该区域生态保护和景观保护。

6.10.5 云南晋宁南滇池国家湿地公园的保护措施

(1) 施工管理措施

1) 施工单位进入施工区域之前必须对施工人员进行培训教育，加强对施工人员生态保护的宣传教育，通过制度化严禁施工人员非法砍伐植被、捕猎野生动物；

2) 施工人员必须严格按照指定的路线及区域行走、开展施工活动；

3) 在施工过程中施工人员应自觉维护周围的生态环境，不得破坏植被，干扰野生动物，污染环境。

(2) 植物及植被保护措施

1) 优化施工路线，工程运输路线尽量利用现有道路，避免破坏植被及

植物资源，改变土地利用性质。

2) 严格控制施工作业的范围，湿地公园内不得设置施工营地等临时工程，施工边界两侧设置遮挡板，施工道路不得超越用地界，施工中要注意保护地表植被，尽量减少施工区占地面积。

3) 采用先进的施工工艺和施工设备，减少对湿地公园的环境污染，尤其是施工粉尘，应严格执行降尘措施，工程运输材料车辆必须密闭和遮盖。

4) 工程施工结束后，对隧洞口进行景观设计，绿化永久道路 0.876km。

5) 清除工程区周边外来有害植物，如紫荆泽兰、喜旱莲子草、鬼针草等，防治外来生物入侵。

6) 维护工程区及道路周边绿化，对病、枯、死植株和外来入侵植物进行清除，并对裸地区域进行补植。

(3) 动物保护措施

1) 加强施工监管和生态保护宣传教育，杜绝在湿地范围内捕鸟、狩猎、捕鱼、投毒等破坏野生动物的行为。

2) 严格控制施工范围，避免施工人员的非施工活动惊扰到动物的栖息。

3) 合理安排施工作业时间，减少在湿地鸟类繁殖、迁徙、越冬期的作业内容，减缓对鸟类活动的影响。鉴于鸟类对噪声和光线特殊要求，禁止夜间施工；爆破时间避开动物繁育期，施工车辆在湿地公园内尽量减少鸣笛，设置减速带、湿地范围标志和“禁鸣”标志牌。

4) 爆破作业应避开鱼类产卵期，减轻施工扰动影响，在隧洞进口加装拦鱼设施。

5) 每年的 11 月~4 月是候鸟的迁徙季节，应建立鸟类的警示措施，通过湿地公园的监测站进行预警，保证工程建设不会影响到鸟类迁徙，同时，可通过投喂方式减轻栖息地占用影响。

6) 隧洞进口安置拦鱼设施，避免滇池鱼类进入隧洞。

7) 关注工程运行对湿地公园鱼类的影响, 根据运行期监测结果, 有针对性采取保护措施。

8) 施工期间接受湿地公园管理部门的监督、检查。开展施工期的工程环境监理工作, 切实保障各项措施的落实, 控制工程施工对生态系统和鸟类的影响。

(4) 水环境保护措施

对隧洞排水进行处理。采用平流式絮凝沉淀法处理工艺, 隧洞排水处理后回用(农灌回用和洒水降尘), 禁止排放。

6.10.6 饮用水水源保护区的保护措施

(1) 优化施工布置

下阶段中设计应当优化设计方案, 尽量减少占地, 同时尽量避免渣场、生产生活区等临时施工布置布设在水源保护区内。

(2) 生产污水处理措施

对于在水源保护区的汇水区域内的废水通过采取废水处理措施后全部回用, 不外排。

(3) 设置于水源保护区内的弃渣场应采取严格水土保持措施, 降低新增水土流失量。

(4) 宣传教育

加强施工人员环保意识学习, 强化施工管理, 避免生活垃圾随意丢弃而影响水源保护区水质。

(5) 水源保护区附近的隧洞工程, 加快衬砌进度并密切关注隧洞涌水情况。

(6) 对水源保护内的施工临时占地进行植被恢复。

6.10.7 生态保护红线的保护措施

(1) 进一步优化方案，减少生态保护红线的占用。

(2) 严格按照征地红线范围施工，禁止越界。

(3) 临时用地占用生态保护红线，应根据《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2号）等程序规定，在项目开工前办理相关手续，未取得手续不得开工建设。

(4) 补划红线资源，恢复占地，减轻影响。

6.10.8 基本农田、公益林的保护措施

(1) 基本农田的保护措施

进一步优化设计方案，减少基本农田占用。应优先选择能够最大限度节约土地、保护耕地的方案，要充分利用荒山、荒坡地、废弃地、劣质地。

工程建设用地应严格按照有关规定办理建设用地审批手续，其中涉及占用耕地的必须做到占补平衡。经批准占用的耕地，按照“占多少、垦多少”的原则，认真执行耕地补偿制度。

(2) 公益林保护措施

进一步优化设计方案，减少生态公益林占用。

对工程占用的生态公益林，需经同级人民政府同意，报主管部门批准后，按有关规定办理林地手续、林木采伐审批手续。建设单位应按照《中华人民共和国森林法》等有关规定进行补偿、报批，在取得林草部门批复后方可开工建设。

6.11 环境保护信息化方案

随着环境保护事业的发展，为环境管理和科学决策提供基础依据，建立环境保护信息化管理系统。

6.11.1 一期工程环境保护信息化建设方案

滇中引水一期工程的信息建设方案内容主要包括水源区的生态流量自动监测系统和运行期水质在线监测系统，并在《滇中引水工程环评报告书》和初步设计报告中计列了相关的环保投资。

(1) 水源区生态流量自动监测系统

一期工程水源区的生态流量自动监测包含在环评报告书的水资源保护措施的预防性措施中。滇中引水工程在金沙江岸边无坝取水，一期工程在水源区大同取水点的泵站抽水处安装生态景观流量在线监测设备，由上游已建的石鼓水文站和拟建的引水渠水情测报系统联合构建生态流量自动监测系统，实现数据实时传输，来对引水后石鼓下游流量进行监控。

(2) 运行期水质在线监测系统

运行期水质在线监测系统包含在滇中引水工程环评报告书的环境监测计划中，拟在金沙江泵站取水口前设 1 个自动监测站，并计列了环境保护投资。滇中引水工程环境影响报告书的批复中明确要求：“开展受退水区富营养化调控、面源污染控制等科学研究，增建水质自动监测站，增加水质监测断面和频次，开展长期监测，提高水质保障能力。”

初步设计阶段，一期工程大理 I 段、大理 II 段、楚雄段、昆明段、玉溪段、红河段等各个分段均在环保措施中考虑了主干线的分水口水质自动监测设备，并计列了环境保护投资。

6.11.2 二期工程信息化建设方案

6.11.2.1 信息化系统总体方案

二期工程信息化是滇中引水工程系统的重要组成部分，二期工程的信息化系统以输水配水工程自动化监控为核心，以提供水量调度综合决策信息为目标，兼顾工程安全监测、水量水质监测、用水信息、征地移民、地质与生态环境、综合办公等多方面业务的信息化作业平台和调度会商决策

支撑环境，实现“信息技术标准化”。

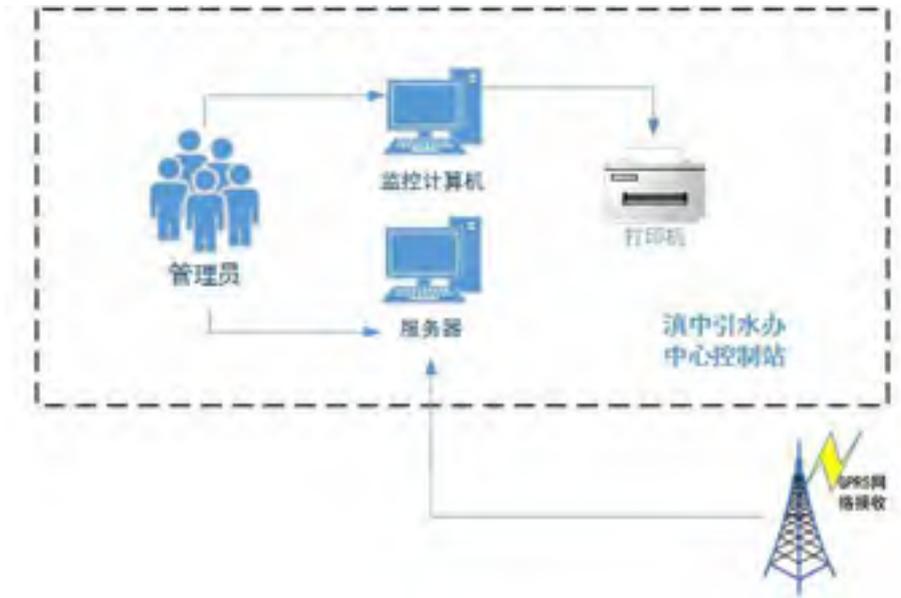


图 6.11.2-1 滇中引水二期工程信息化系统示意图

6.11.2.2 环境保护信息化系统方案设计

环境保护信息化系统是滇中引水二期工程信息化方案的一部分，拟针对工程运行过程中的生态流量和水质两项环境信息进行采集汇总分析，为工程运行过程中的环境保护提供数据分析、决策分析和预警等。

滇中引水二期工程环境保护信息化管理系统将结合一期工程，主要包括以下内容：

(1) 河湖生态流量监测信息化子系统

在已批复的滇中引水工程环境影响报告书中提出：“建议下阶段已建水库配套设施和箐门口水库建设时，采取生态流量泄放的保障措施，设置生态流量泄放建筑物，同时，布设生态流量在线监测系统。”

二期骨干工程对在线调节和充蓄调节水库提出“以新带老”生态流量下泄措施。

(2) 水源点水质监测信息化子系统

通过建立无人值守实时监控的水质自动监测站，可以及时获得连续在

线的水质监测数据（包括 pH、温度、电导率、浊度（悬浮固体）、溶解氧、COD、氨氮、重金属等），进行数据采集并将有关水质数据传送至环保信息中心，有利于掌握水质状况和动态变化趋势。水质在线监测系统由水质在线分析仪、采样系统、辅助参数监测系统等组成。

本阶段对在线调蓄全部设置水质在线监控；针对二期工程水环境功能区划中有生活、饮用功能的水库，以及二期工程供水任务中包含城镇和生活供水功能的水库，设置水质在线监控系统。

（3）接入方式

环境保护信息化系统充分依托已有线路接入主干线信息系统。

6.11.3 信息化系统方案设计

6.11.3.1 河湖生态流量监测信息化子系统

（1）设计原则

满足生态环境部门和云南省滇中引水工程建设管理局对生态流量实时在线监控要求，并且将流量信息等数据通过无线传输方式传送至云南省主管部门和信息中心。

（2）总体设计

生态流量在线监测系统自动化运行，自动采集流量、气象参数、重要部位视频等综合信息，并实时传输至云南省主管部门和信息中心。

（3）在线监测点位和项目

对骨干工程调蓄水库中的 6 座调蓄水库的生态流量在线监控。在线监测的项目为瞬时生态流量（ m^3/s ）。

根据可研报告，昆明市、玉溪市和红河州的汛期为 6 月~11 月，枯期 12 月~5 月；大理州和楚雄州的汛期为 6 月~10 月，枯期 11 月~5 月。各调蓄水库下游的河流生态流量，枯水期应满足多年平均径流量的 10%和 Q90

的较大值，丰水期应满足多年平均径流量的 30%。

设置水位流量计和无线视频监控两种形式的生态流量监控系统。骨干工程生态流量监测设置具体见下表（枯期水量低于 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ 的，只设置视频监控）：

表 6.11.3-1 骨干工程生态流量监测点位和监测流量数据表

序号	州(市)	水库	规模	兴利库容 (万 m^3)	本区入库 (万 m^3/a)	下泄生态 (万 m^3/a)	水资源配置生态流量		生态流量在线 监控
							汛期 (m^3/s)	枯期 (m^3/s)	
1	昆明市	黄坡水库扩建	小一型	600.0	648.0	141.0	0.0661	0.0220	流量计+视频
2		松华坝水库	大型	593.0	20329.0	3896.0	1.884	0.628	流量计+视频
3	玉溪市	东风水库	中型	6129.0	5737.0	1126.0	0.5340	0.2550	流量计+视频
4	楚雄州	九龙甸水库	中型	5912.0	9212.0	1192.0	0.6300	0.2150	流量计+视频
5		中石坝水库	中型	632.0	2151.0	295.0	0.1500	0.0570	流量计+视频
6	红河州	长桥海水库	中型	3833.0	1362.0	0.0	0.4500	0.3200	流量计+视频

(4) 监测时间和频次

进行常年观测，采用流量计和在线视频系统进行监测。

6.11.3.2 水源点水质监测信息化子系统

(1) 设计原则

整体方案和技术应符合国家地表水监测相关要求。

(2) 总体设计

水质自动监测系统由站房（含土建工程）、仪表分析单元、取水单元、配水单元、控制系统、数据采集/处理/传输系统、防雷设备组成。其中仪表分析单元由多参数分析仪（温度、pH、溶解氧、电导率、浊度）、氨氮分析仪、总磷分析仪、总氮分析仪、高锰酸盐指数分析仪、铁分析仪、锰分析仪、叶绿素 a 分析仪、采样器等组成；采水系统将水样采集预处理后供各分析仪使用；系统数据有线光纤、4G/5G 无线传输两种传输模式。

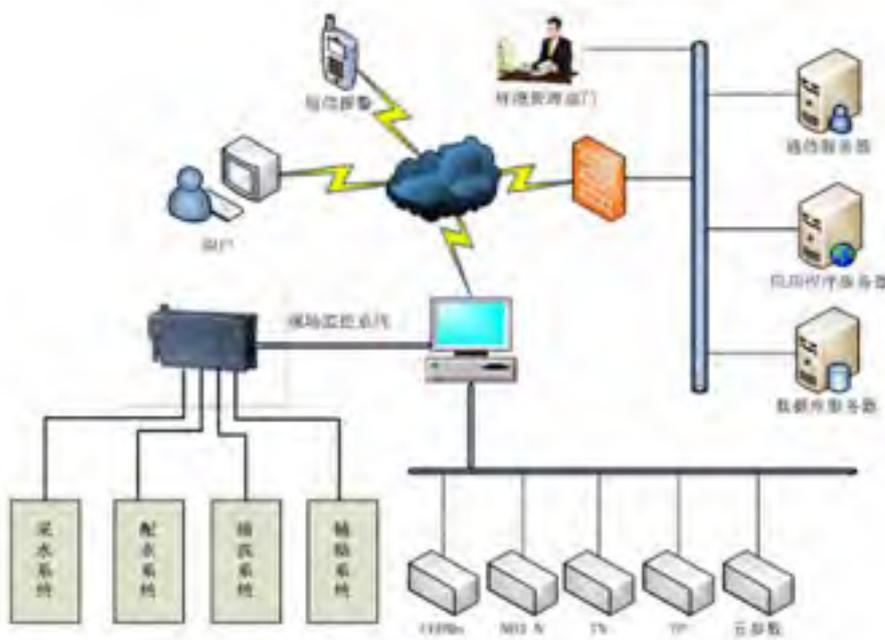


图 6.11.3-1 系统总体架构示意图

(3) 监测点位和项目

二期工程的骨干调蓄水库中，对调蓄水库中有饮用功能的 18 座设置水质在线监控系统。

调蓄水库涉及到人饮功能，水质在线监测项目选择常规五参数（水温、pH、溶解氧、电导率和浊度）、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、叶绿素 a、铁、锰，采用自动在线监测。具体见下表：

表 6.11.3-2 二期骨干工程调蓄水库在线监控系统设置一览表

序号	州(市)	设置在线监控系统的水库	规模	环境功能区划	二期工程供水任务	监测项目
1	大理州	海稍水库扩建	大型	饮用二级、工业用水、农业用水	农业	水温、pH、溶解氧、电导率和浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、叶绿素 a、铁、锰
2		崔家箐水库	小一型	饮用二级、工业用水、农业用水	农业	
3		大坝水库	小一型	饮用一级、农业用水	农业	
4		甸中河水水库	小一型	饮用二级、农业用水	农业	
5		锁水阁水库	小一型	饮用二级、农业用水	农业	
6	楚雄州	九龙甸水库	中型	饮用一级、农业用水	生活、农业	
7	昆明市	大箐水库扩建	中型	农业用水	工业	
8		黄坡水库扩建	小一型	农业用水	工业、农业	
9		松华坝水库	大型	饮用一级	生活	
10		箐门口水库	中型	农业用水	生活	
11	玉溪市	东风水库	中型	饮用二级、农业用水	城镇	
12		琉璃河水水库扩建	小一型	饮用二级、农业用水	城镇、工业	
13		凤凰水库	小一型	饮用、农业用水	生活、工业	

序号	州(市)	设置在线监控系统的水库	规模	环境功能区划	二期工程供水任务	监测项目
14	红河州	阿白冲水库	中型	生活、工业、农业	生活、工业	
15		高冲水库	中型	生活、工业、农业	生活、工业	
16		五里冲水库	中型	生活、工业、农业	生活、工业、农业	
17		杨柳田枢纽	中型	生活、工业、农业	生活、工业、农业	
18		大唐水库	中型	生活、工业、农业	生活、工业、农业	
19		长桥海水库	中型	工业、农业	生活、工业	

(4) 监测时间和频次

进行常年观测，采用水质在线监测站进行监测，满足实时监测要求。

7 环境风险分析

7.1 环境风险识别

7.1.1 施工期

二期骨干工程为一期工程的续建、配套，环境影响类型属非污染生态影响。根据二期骨干工程组成、施工组织特点以及工程区环境特征，识别施工期环境风险主要为施工所需油料、炸药运输、使用不当，可能造成的火灾、爆炸；油料、危险化学品等易燃易爆、有毒有害物质运输车辆发生事故造成泄漏以及施工废污水收集处理不当未内达标排放造成的水体污染。

7.1.2 运行期

运行期环境风险主要为工程输水线路发生破裂、损坏，以及危险化学品运输车辆穿越工程充蓄水库、补水河道等水体时发生事故，造成有毒有害物质泄漏污染水体。

7.2 环境风险分析

7.2.1 施工期

7.2.1.1 油料、炸药风险分析

工程施工期共需油料 1.15 万 t、炸药 0.18 万 t。施工现场不设油库、炸药库，但油料、炸药在运输和使用过程中均存在一定环境风险。

为此，油料运输车辆须采用密闭性优越的储油罐体和配备必须的安全防护设施。炸药运送时不得与雷管混装运输。油料、炸药运输全过程须符合相关安全管理要求，确保不造成环境危害。此外，须加强对施工人员的防火宣传教育，严格规范和限制施工人员野外活动，严禁施工人员私自野外用火，作好生活用火火源管理，严格控制易燃易爆器材使用。

7.2.1.2 危险品运输风险分析

(1) 风险识别

工程涉及的危险品主要为油料、炸药，运输线路涉及各受水区的对外交通道路和施工场内道路。危险品运输可能出现的环境风险类型为交通事故、火灾和爆炸。

(2) 源项分析

工程受水区涵盖丽江、大理、楚雄、昆明、玉溪、红河下辖的 34 个县（区、市），覆盖的主要交通干线有大丽高速、楚大高速、昆楚高速、昆玉高速等，涉及的省道、县道则覆盖了各州市受水县（区、市）。施工道路方面，除利用已建部分道路外，为满足施工需求还需新建部分施工道路。

为满足施工需求，危险品运输过程中若发生突发性环境事故，导致危险品泄露，可能对沿线村镇、水体造成影响。

危险品运输罐车发生事故造成罐体破损，运输物质泄漏、逸散污染周围空气及水体，若遇明火还可能造成火灾、爆炸，直接影响附近村庄居民人身安全和财产。当危险品运输车辆事故发生在跨河桥梁或饮用水源附近时，危险品泄漏将直接流入地表水体，造成严重水体污染。

(3) 风险评价

随着工程施工作业面的全面铺开和施工强度的不断增大，油料、炸药使用量以及施工车辆使用频次迅速增加，发生风险事故的概率也相应提高。通常情况下，发生的交通事故中，一般性事故的比重最大，重大事故可能性较低，特大事故发生的概率最小。尽管重大、特大事故发生概率相对较小，但若此类事故一旦发生，将产生难以估量的严重后果，须采取高度重视予以严格防范。

7.2.1.3 火灾风险分析

(1) 风险识别

工程输水线路较长，线路分散到各州市受水区。输水线路穿越区主要为山区、城市郊区，这些区域分布有大量林地，输水线路落点主要在城市建成区外围。施工期，施工人员吸烟管理不到位、油料使用不规范或遇非人为因素产生雷电、静电、电气火花引起明火可能造成工程区森林山火火灾。

（2）源项分析

根据类似工程历史经验，引起森林火灾的主要因素为雷电和人为因素。雷电自然因素不可控，人为因素主要是在林区吸烟、野外生活等。此外施工区爆破器材的使用，也是引起森林火灾的因素之一。

（3）风险评价

随着工程施工作业面的全面铺开和施工强度的不断增大，油料、炸药使用量增加，施工人员大量进驻，发生风险事故的概率也相应提高。通常情况下，自然因素引发的森林火灾可能性较小。施工期，在采取严格的危险物料、设备、人员安全生产防范、管控措施条件下，人为因素引发的森林火灾可能性也不大。

7.2.1.4 废污水事故排放风险分析

（1）风险识别

工程施工期生产一定量的砂石料加工系统废水、混凝土拌和冲洗废水、机修含油废水以及施工人员生活污水。正常情况下，施工生产生活废污水收集处理后回用、综合利用或达标排放。事故情况下，施工生产生活废污水若未经处理直接排放，将对受纳水体水质产生不利影响。

（2）源项分析

工程生产生活区点多、面广，机械、设备使用量大，工期长，施工人员多，废污水产生量较大，主要污染物为 SS、石油类和有机类，成分较为

简单，污染物处理技术要求不高。

(3) 风险评价

砂石料加工系统废水、混凝土拌和冲洗废水、机修含油废水、施工人员生活污水事故排放包括：废污水处理设备检修或故障，设备无法正常运行导致进水、出水水质异常，系统处理负荷降低，处理效果不理想；废污水处理系统运行管理不善或闲置。上述情况下废污水若未经处理或处理不达标直接排放，将对地表水体产生不良影响。

工程针对施工期废污水影响进行了环保设施设计，配套有完善、严格的环保设施运行管理规章、制度和应急措施，确保产生的废污水得到有效处理。废污水处理后部分回用、综合利用，剩余部分达标排放。因此，施工期发生废污水事故排放污染水体的风险较小。

7.2.1.5 隧洞涌水事故排放风险分析

(1) 风险识别

工程输水线路布设多条隧洞，隧洞区地层、岩性复杂、多样，若隧洞区地下水水位埋深高于隧洞顶板高程，隧洞施工开挖过程可能造成隧洞区地下水水文流场的改变，导致发生隧洞涌水事故。

(2) 源项分析

隧洞涌水本身不含有毒有害污染物，但与隧洞施工作业面钻孔岩屑、开挖泥沙等混合后形成隧洞排水，排水主要污染物为 SS。另一方面，若隧洞区地层、岩性透水性较强，则可能产生大量涌水。涌水夹杂岩屑、泥沙形成隧洞排水。事故情况下，隧洞排水若导排、收集处理不当、不达标排放，将对接纳水体水质产生不利影响。

根据可研阶段设计成果，工程隧洞施工存在不同程度的涌水事故风险。其中，雪峰山隧洞、董炳隧洞预测施工排水量较大，发生隧洞涌水事故

风险较大。

(3) 风险评价

根据国内外同类水利工程输水隧洞施工安全生产情况，在采取相应超前预报、支护衬砌、导排等防护措施后，发生隧洞重大涌水事故的几率较小。

7.2.2 运行期

7.2.2.1 水质安全风险分析

二期工程建成通水后，供水任务有城镇及农村生活供水功能。若输水管线发生破裂、损坏，以及危险化学品运输车辆穿越工程充蓄水库、补水河道等水体时发生事故，可能造成有毒有害物质泄漏污染水体，对居民健康造成严重危害。

根据国内外同类水利工程运行管理情况，在采取加强输水线路巡查管护，输水水质监测、建立健全水质污染事故应急预案等措施后，可有效保障输水水质安全。

7.2.2.2 生态环境风险分析

根据《滇中引水工程输水线路及受退水区水生生态影响评价》的风险分析，水源区分布的 20 种鱼类中，裂腹鱼、高原鳅、中华金沙鳅、长须石爬鮡等金沙江土著鱼类入侵下游湖泊、水库的风险评估为可接受，棒花鱼、麦穗鱼等广布外来种入侵下游湖泊、水库的风险评估为不可接受。虽然金沙江土著鱼类入侵下游湖泊、水库的风险性为可接受，但仍需采取一系列拦鱼等预防措施；二期工程红河段异龙湖及各充蓄水库已有棒花鱼、麦穗鱼等广布外来种，为防止外来种数量增长，需采取预防措施。

7.3 环境风险防范与应急措施

7.3.1 环境风险防范措施

7.3.1.1 施工期

(1) 车辆运输过程中，须严格遵守危险货物运输有关规定，炸药运输不得将炸药和雷管混装运输，运送油料的运输车辆须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害。

(2) 施工生产生活区建立防火及火灾警报系统，对施工人员进行防火宣传教育，严格规范和限制施工人员野外活动，作好吸烟和生活用火等火源管理，确保区域森林资源及居民生命财产安全。

(3) 加强对危险路段、车辆集中线路的交通管制，设置安全警示标志牌，注意路面维护，降低风险发生概率。

(4) 加强装卸作业管理，装卸作业人员须具备合格专业技能，装卸作业机械设备性能须符合要求，加强对装卸作业人员技能培训。

(5) 加强对油料、炸药等危险品的生产安全监管，提高工作人员安全防范意识。

(6) 隧洞施工过程中，采取超前地质预报、固结灌浆、堵水限排、灌浆封堵、衬砌支护等工程措施。

(7) 隧洞施工进出口、支洞口设置隧洞排水收集处理池，加强收集处理设施的日常管护，确保排水处理效率满足相应管理要求。

(8) 若确因工程输水隧洞开挖引起地下水漏失，造成地下水水资源利用功能影响的，须切实采取替代水源或经济补偿等措施。

7.3.1.2 运行期

(1) 输水线路倒虹吸、渠道等施工过程中，可在构筑物穿越、跨越部位选择合适位置设置事故排水沟涵，降低突发污染事故对水质的风险。

(2) 加强对工程输水管线的日常巡查、管护，输水管线沿线设置安全警示牌。工程充蓄水库、补水河道等区域设置危险化学品运输安全警示牌和事故收集池。车辆穿行时须减速慢行。

(3) 制定突发水质污染事故应急预案，建立水质监测系统，一旦发生突发性水污染事故，根据影响范围，迅速停止取、供水，及时上报事故相关信息。

(4) 充分利用现代信息技术，建立工程水质预警、预报系统。

(5) 加强对受退水区的生态跟踪监测，定期科学评估生态环境风险级别，必要时采取相应生态风险防范应对措施。

7.3.2 应急措施

(1) 组织体系

施工期成立工程应急指挥部，运行期成立各受水州市工程建管局，明确各阶段、各部门职责，在上位应急组织机构框架和自身职能基础上，开展相关应急处置工作。

(2) 通讯联络

建立工程管理机构，政府相关职能部门间通讯网络，保证信息畅通，提高事故发生时的快速反应能力。

(3) 事故处理

遭遇突发环境污染事件时，事故相关处置机构与地方相关职能部门密切配合，开展突发环境事件的应急处置工作。

(4) 安全管理

加强对施工单位、人员，运行管理技术人员突发环境事件应急处置培训、演练，物质储备，确保发生事故时在自身职责范围内能得到及时有效安全处置。

7.4 应急预案

为有效预防、管控工程突发环境事件危害，建立、健全突发环境事件应急机制，提高突发环境事件应急能力，及时有效处理突发环境事件，减轻突发环境事件危害，保障环境安全，保护人民群众身心健康，根据《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发〔2015〕4号）、《企业事业单位突发环境事件应急预案工作指南（试行）》（环办应急〔2018〕8号），结合政府应急管理职能部门要求，统筹、协调与一期工程衔接关系，在工程自身管理权限及应急处置能力范围内，组织编制突发环境事件应急预案，并报生态环境主管部门备案。

本次环评针对工程突发环境事件应急预案编制提出原则要求。工程实施、运行过程中根据实际情况进行调整、优化、完善。

突发环境事件应急预案编制应满足工作指南要求，结合工程实际情况，开展环境风险源识别、环境风险分析评估、应急资源调查，综合判定环境风险等级分级，明确各方应急机构与职责，提出应急响应及保障措施、机制，以及开展突发环境事件应急培训、演练，物资储备计划要求。

8 环境管理与监测计划

8.1 环境管理

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。滇中引水工程规模大、范围广，产生的环境影响深远，二期工程是整个滇中引水工程的重要组成部分，为充分发挥二期工程社会效益、经济效益和生态效益，保护工程建设区和受退水区生态环境，环境管理必须贯穿整个工程建设期和运行期。环境管理的目的在于保证各项环境保护措施的顺利实施，使工程的兴建对环境的不利影响得以减免，维护区域生态平衡，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。二期工程建设单位负责组织、监督和落实工程环境保护工作。

8.1.1 环境管理目标

- (1) 确保本工程建设和运行符合国家和地方的环境保护法律法规要求。
- (2) 保证各项环境保护措施按照环境影响报告书以及审批文件、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施正常、有效的运行。
- (3) 严格按照征地范围施工，尽可能减少施工活动对植被、植物资源的扰动，对保护植物采取避让措施，保护野生动物栖息环境，定期开展环保宣传教育。
- (4) 预防污染事故的发生，保证各类污染物达标排放或合理回用，使工程区的水环境、环境空气、声环境、土壤环境质量达到相应标准。
- (5) 水土流失和生态破坏得到有效控制，通过采取措施使工程临时征占地恢复原有的水土保持功能和生态环境质量。
- (6) 做好施工区卫生防疫工作，完善疫情管理体系，控制施工人群传染病发病率，避免传染病爆发和蔓延。
- (7) 协调工程建设与生态景观的关系，保障工程建设顺利进行的同时

促进工程区环境美化。

(8) 通过信息化管理, 及时掌握引水水质与充蓄水库水质变化情况, 用准用好水资源。

8.1.2 环境管理工作范围

(1) 将环境影响报告书及批文、环境保护设计中提出的各项环境保护措施和要求纳入工程实施计划中, 包括了设计文件、投标书、合同、施工方案、施工规划和技术规范。

(2) 与承包商签订合同时, 须规定承包商关于项目环境保护方面的责任和义务, 并将之写入合同中。

(3) 委托具有资质或相应技术能力的单位在工程施工期进行环境监理和监测, 并妥善处理监理和监测过程中发现的环境问题。

(4) 工程施工结束后, 对施工期环境管理、环境监理、环境监测等相关资料进行归纳整理, 保障工程顺利通过竣工环境保护验收。

(5) 制定工程运行环境管理办法, 定期进行运行期环境监测, 确保工程运行措施符合各项环境保护法律法规, 并重视信息反馈, 随时鉴别和纠正遗留环境问题。

8.1.3 环境管理体系

国家及地方各级生态环境主管部门对二期工程建设及运行进行全面的监督管理。二期工程建设管理机构分为省级、州(市)级两个层次:

(1) 省级机构: 云南省政府组建滇中引水工程建设管理局, 制定工程建设有关政策和管理办法, 协调工程建设中的重大问题。按照现代企业制度的要求, 成立滇中引水工程有限公司, 负责工程的建设、运营与管理。

(2) 州(市)级机构: 丽江市、大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市、红河州政府成立滇中引水工程建设管理领导机构, 落实省委省政府对滇中

引水工程的决策部署，协调组织推进二期工程建设管理相关工作。

与滇中引水工程建设管理机构相配套，二期工程建设和运行期间应成立环境管理机构。二期工程环境管理体系分为两个层次：省滇中引水工程建设管理局下设环境与征地移民处，州（市）滇中引水工程建设管理分局。

二期工程环境管理工作由工程建设单位负责，工程施工单位按建设单位要求实施环境保护措施，工程设计单位提供技术咨询服务。各级政府生态环境管理部门，根据国家有关环境保护政策法规，对二期工程环境保护管理工作实施监督，工程建设单位也应自觉接受各级环境保护部门的监督。

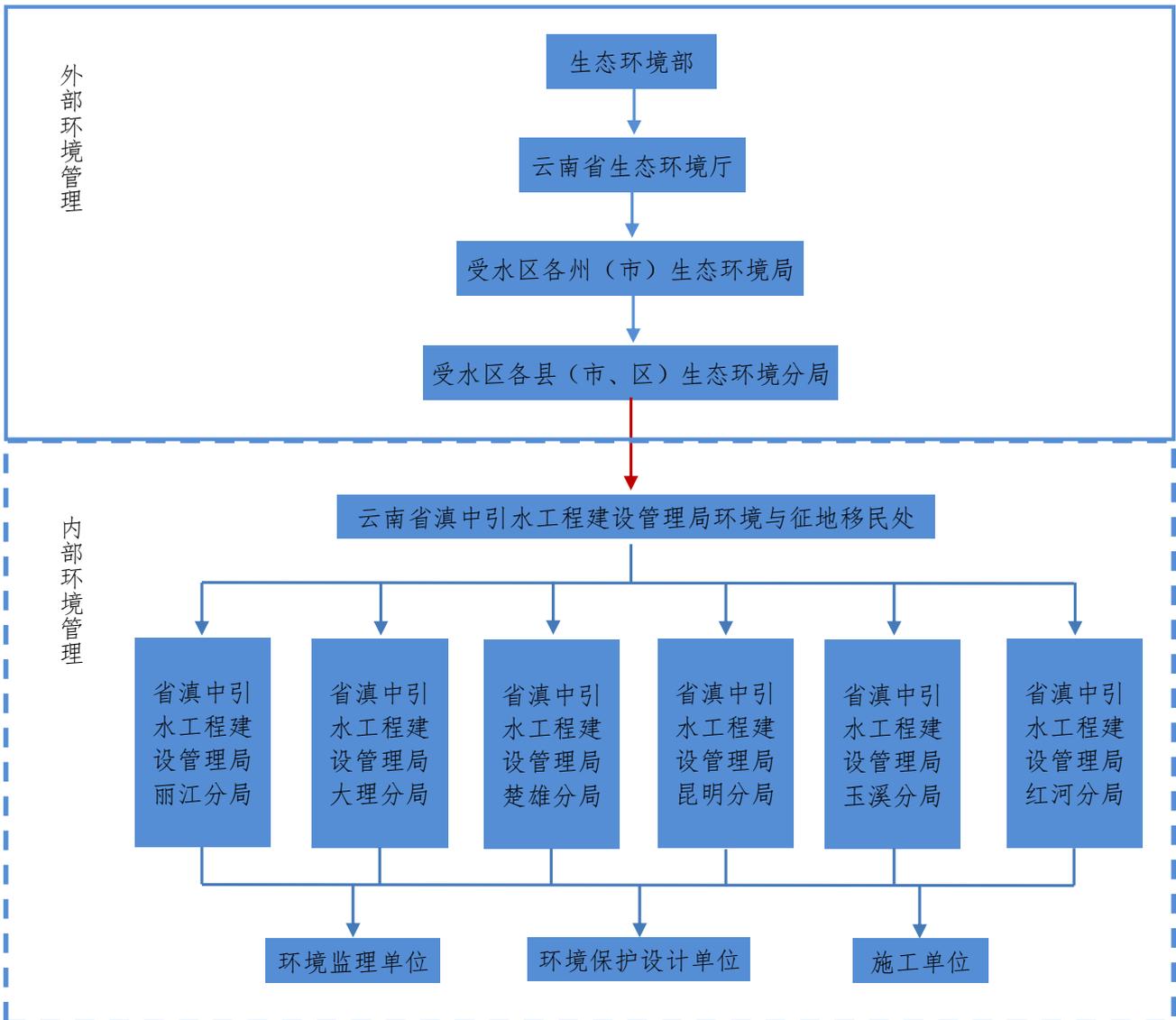


图 8.1.3-1 二期工程环境管理体系

8.1.4 环境管理职责

(1) 省滇中引水工程建设管理局环境与征地移民处

①落实国家、省以及省滇中引水建管局有关环境保护规定和要求，协调、监督各参建单位完成经批准的环境影响报告书所确定的各项环境保护建设任务；

②负责环境保护监理、监测单位的管理及考核工作；

③监督各参建单位履行合同中约定的环境保护责任和义务；

④负责协调配合有关部门的环境保护监督检查工作；

⑤收集、整理、归档工程环境保护资料，按有关规定定期上报相关资料和报告；

⑥组织工程竣工环境保护自主验收；

⑦配合国家和省级生态环境主管部门的环境影响事件或事故的调查处理。

(2) 省滇中引水工程建设管理局各州（市）分局

①负责按照合同要求，组织完成辖区内环境保护建设各项任务；

②监督辖区内各参建单位环境保护管理体系建设及运行；

③监督环境保护监理、监测（生态调查）单位按照合同约定开展环境保护监理、监测（生态调查）工作，督促落实环境保护监理、监测（生态调查）单位提出的整改意见和建议；

④定期或不定期对环境保护工作进行巡查、检查；

⑤配合生态环境主管部门做好环境保护监督检查工作，督促落实监督检查提出的整改意见，并及时报告整改情况；

⑥负责对辖区内施工监理及施工单位的环境保护工作进行考核；配合环境与征地移民处对环境保护监理、监测（生态调查）单位的环境保护工作进行考核；

⑦负责收集、整理、归档辖区内环境保护资料；按有关规定定期上报相关资料；

⑧组织对辖区内的环境保护工程进行专项验收；

⑨督促辖区内各参建单位完成本单位突发环境事件应急预案的编制及演练工作；

⑩负责对辖区内的环境保护设施运行管理情况进行监督；

⑪负责辖区内环境保护法律法规及规章制度的宣贯、培训；

⑫配合参与辖区内环境影响事件或事故调查处置工作。

（3）工程设计单位

①根据环境影响报告书及批复文件要求，及时开展环境保护后续设计；

②根据现场实际，对不满足环境保护要求的设计及时进行优化；

③根据省滇中引水建管局安排，开展环境保护应急专项设计工作；

④深入施工现场做好技术服务工作；

⑤配合生态环境主管部门做好环境保护监督检查工作；

⑥协助省滇中引水建管局及各直属分局完成环境保护专项验收和自主验收；

⑦配合参与环境影响事件或事故的调查处理。

（4）工程施工单位

①建立健全环境保护管理体系，制定环境保护质量岗位责任制、环境保护奖惩制度，设置环境保护组织机构，并配备专职管理人员，保证环境保护管理体系有效运行；

②编制环境保护施工组织设计、施工方案、工作计划，并报施工监理审批；

③按设计落实各项环境保护措施；

④负责环境保护设施的日常运行管理维护工作，并做好环境保护措施

及投资等台账记录;

⑤按时编制标段内环境保护施工报告(月、季、年报),项目完工后编写环境保护施工总结报告,及时申请环境保护设施验收;

⑥接受各级生态环境主管部门、省滇中引水建管局及各直属分局、施工监理及环境保护监理单位的环境保护监督检查,根据检查意见,及时整改闭合;

⑦制定项目部突发环境事件应急预案并组织演练;

⑧规范收集、整理、归档环境保护资料,及时报送相关信息材料;

⑨负责开展本单位环境保护制度宣贯及培训工作;

⑩规范施工,创建环保模范和文明工地;

⑪配合完成环境影响事件或事故的调查处理。

(5) 工程监理单位

①编制环境保护监理规划及实施细则,并按环境保护监理规划及实施细则开展相关工作;

②协助省滇中引水建管局及各直属分局建立健全工程环境保护管理体系,指导监督各参建单位建立健全环境保护管理体系,并检查各参建单位环境保护管理体系的运行情况;

③协助省滇中引水建管局及各直属分局对环境保护措施实施形象进度、运行效果、投资落实情况、台账记录情况等进行跟踪检查,并提出整改意见和建议;

④根据相关规定,及时对环境保护变更进行识别,并协助省滇中引水建管局完成变更(备案)手续;

⑤协助审查施工及施工监理合同中的环境保护条款,对招标设计、招标文件中环境保护技术要求和设计方案提出意见和建议;

⑥参与标段内的施工组织设计、施工方案环境保护篇章及环境保护相

关专项方案的审查，并提出审查意见；

⑦配合省滇中引水建管局及各直属分局开展标段内的环境保护专项验收和自主验收工作；

⑧协助省滇中引水建管局审批环境保护监测（生态调查）方案，负责监理标段内环境监测（生态调查）项目的监督管理；

⑨负责标段内环境保护信息数据的收集、统计、分析，定期提交环境保护监理工作报告并及时归档，督促各参建单位编制环境保护月报、季报、年报及专项报告，监督并指导各参建单位完善环境保护工作台账；

⑩协助省滇中引水建管局及各直属分局与各级生态环境主管部门进行沟通协调，配合完成各级生态环境主管部门环境保护监督检查工作，监督落实环境保护整改要求；

⑪协助省滇中引水建管局及各直属分局组织开展环境保护法律法规及规章制度的宣贯、培训与对外宣传工作；

⑫配合参与环境影响事件或事故的调查处理，协助省滇中引水建管局及各直属分局对受不利环境影响的社会公众相关环境影响问题进行闭合处理。

8.2 环境监理

8.2.1 环境监理目的

环境监理是环境管理工作的重要组成部分，应贯穿工程建设全过程。在工程施工期间，工程建设单位委托环境监理机构，在工程建设单位授权范围内，代其进行工程环境管理。检查施工单位各项环境保护措施的实施和效果，监督各项污染物达标排放情况，及时处理和解决临时出现的环境事件，将工程施工活动产生的不利环境影响降低到可接受的程度。

8.2.2 环境监理依据

环境监理的依据主要包括：国家和地方环境保护有关法律法规、政策文件，环境影响报告书以及批复文件，环境保护设计，施工、环境监理标书及合同，建设单位制定的环境保护管理办法等。

8.2.3 环境监理范围

环境监理的范围为二期工程建设区，包括渣场、料场、施工道路区等可能造成环境污染和生态破坏的区域。

8.2.4 环境监理内容与职责

在环境监理招标文件、合同中，明确环境监理的内容与职责，应包括：

（1）根据施工特点和环境状况，编制环境监理计划，拟定环境监理项目和内容。

（2）环境监理工作方式以巡视为主，辅以必要的仪器监测。

（3）监督检查承包商对施工合同中环境保护相关条款的落实情况，发现和掌握施工过程中的环境问题，提出要求施工单位限期整改的指令，并跟踪检查整改情况。

（4）根据施工区的实地条件、环境现状，对施工中不适宜的环保措施提出改善意见，提出改进措施经设计单位同意后实施。

（5）对承包商进行监理，防止和减轻施工作业引起的环境污染和对植被、野生动植物的破坏行为和森林火灾发生。

（6）全面检查施工单位负责的渣场、施工迹地的处理及恢复情况，主要包括边坡稳定、迹地恢复和绿化措施及效果等。

（7）负责落实生态监测和环境监测的实施，审核有关环境报表，根据监测结果，对各项施工及管理提出相应要求，尽量减少工程施工给环境带来的不利影响。

(8) 编写环境监理日志，并对施工单位提交的环境月报、季报、年报进行审查，提出审查和修改意见。施工完成后，编写环境监理总结报告，作为工程竣工环境保护验收的主要依据。

表 8.2.4-1 主要环境监理内容一览表

监理环节	环保措施	监理内容
地表水环境	砂石料加工系统、混凝土拌合系统、隧洞排水、施工含油废水、生活污水、基坑排水等施工期废水处理设施	①废水处理设施的处理工艺、处理能力等是否满足环境影响评价文件及其批复和设计文件要求 ②废水处理设施是否与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产使用” ③废水处理系统的运行制度（人员配备、职责分工、运行管理制度、运行台帐记录等） ④废水的产生量、处理量及排放去向，排放水质是否满足相应的排放标准，回用水质是否符合相应的回用要求 ⑤沉淀池淤泥的处置情况，包括清理频次、处置工艺、处理量以及处理后的去向
环境空气	施工区扬尘控制措施	①砂石料生产工艺（干法或湿法），所采取的除尘（降尘）措施及效果 ②施工作业面、施工道路相关降尘措施，包括洒水设备的配备情况、洒水时间和频次、降尘效果
声环境	噪声控制措施、敏感点防护措施	①环境影响评价文件及其批复要求中施工噪声控制措施的落实情况，包括强噪声的施工设备在选址时是否避开了周边的敏感目标，周围有敏感目标的施工场地周围是否设置了临时隔声围护，夜间采取的施工控制等管理措施，采取措施后效果如何 ②环境影响评价文件及其批复中敏感点噪声控制措施的落实情况，包括隔声屏障等安装情况，禁鸣限速标志的设立情况，采取的车辆运行调度管理措施等，敏感点声环境是否达标，有无发生噪声扰民事件以及环境投诉事件
固体废弃物	生活垃圾处理措施	①垃圾收集点位布置是否合理，是否涵盖了施工区所有的垃圾产生部位，收集点是否定期采取了相关的杀菌灭鼠工作，防治蚊蝇、老鼠滋扰 ②垃圾收运的台帐记录情况，包括清运频次、时间和清运量 ③垃圾车在清运过程中是否有垃圾洒落现象，是否及时有效采取了相关处理措施 ④生活垃圾的产生量和处理量台帐记录，是否全部外运至指定场所处理，有无发生垃圾随意丢弃事件
陆生生态	动植物保护、植被修复、敏感区保护措施	①施工过程中采取的植被保护措施，施工结束后施工基地是否及时得到恢复 ②施工过程中采取的野生动物保护措施及效果 ③珍稀动植物保护措施（包括工程措施和管理措施）及其效果 ④生态修复措施，包括修复的位置、规模（面积）、修复所采取的措施（包括植物措施和工程措施）和相应工程量以及效果 ⑤环境敏感区的陆生生态影响减缓措施的落实及效果
水生生态	鱼类增殖放流措施、鱼类栖息生境保护措施、下泄生态流量措施	①鱼类放流的放流对象、规格和数量，放流的时间、周期和地点等是否满足环境影响评价文件及其批复要求 ②工程采取的鱼类三场及天然栖息地保护等鱼类栖息生境保护措施，措施是否满足环境影响评价文件及其批复要求 ③下泄生态流量措施，包括下泄流量、流量监测、视频监控是否满足环境影响评价文件及其批复要求

监理环节	环保措施	监理内容
环境监测	水、声、大气环境监测，陆生生态、水生生态监测	①监测点位/断面、监测项目、监测时间和频次等是否满足环境影响报告书以及监测合同要求 ②采样及分析方法是否符合规范的要求 ③若监测数据超标，对超标原因进行了分析说明 ④当生态调查结论和环评阶段生态调查结论有较大差异时，阐述原因，针对施工期的生态影响提出相关补救措施建议

8.2.5 环境监理工作制度

(1) 监理日志制度

环境监理工程师根据工作情况作出工作记录（监理日记），重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，指出存在的环境问题，导致问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，提出处理意见及处理结果。

(2) 监理报告制度

监理工程师应组织编写环境监理的月报、季报、年报、总结报告，负责审核承包商的环境月报、季报、年报，并报建设单位环境管理办公室。

(3) 函件往来制度

监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，应下发通知单，通知承包商及时纠正或处理。监理工程师对承包商某些方面的规定或要求，要通过书面的形式通知对方。因情况紧急需口头通知，随后必须以书面函件形式予以确认。

(4) 环境例会制度和会议纪要签发制度

每月召开一次环保会议。在环境例会期间，承包商对本月环境保护工作回顾总结，监理工程师对该月各标段的环境保护工作进行全面评议，会后编写会议纪要并发给与会各方，督促有关单位遵照执行。

重大环境污染及环境影响事故发生后，由环境监理工程师组织环保事故的调查，会同建设单位、地方环境保护部门共同研究处理方案，下发给承包商实施。

8.3 环境监测

8.3.1 地表水水质监测

8.3.1.1 施工期水质监测

为便于工程施工管理以及满足工程竣工验收要求，作好工程区环境保护工作，验证环境影响预测评价结果，预防突发性事故对环境的危害。同时为工程施工期环境污染控制和环境管理的环境保护工作提供科学依据，有必要开展环境监测工作。

本工程根据项目特征，拟定对地表水水环境进行监测。

(1) 监测目的

对砂石料加工废水、混凝土拌和系统冲洗废水、生产区含油废水、隧洞排水和施工生活污水进行监测，监测的目的为验证废污水处理系统运行效果。施工区上、下游河道水质进行常规地表水的监测，以分析和评价施工废水对环境保护目标的影响。

(2) 监测项目

水质监测项目：隧洞排水、混凝土拌和系统冲洗废水监测 pH 值和 SS；生产区含油废水监测 SS 和石油类；施工生活污水监测 SS、COD、BOD₅、TP、氨氮等 5 项；地表水环境质量监测 pH、SS、石油类、COD、BOD₅、TP、氨氮等 7 项。

(3) 监测计划

施工废水监测地点、项目、时间、方法详见表 8.3.1-1，施工期地表水监测地点、项目、时间、方法详见表 8.3.1-2。

表 8.3.1-1 施工废污水监测表

监测对象	监测点位	监测因子	监测时间及频率	监测方法	备注
砂石料加工系统废水处理系统进出口水质	在砂石加工系统废水处理系统的进口及清水池出口	水量、SS	选择砂石料正常生产时间进行监测，监测 2 年（施工高峰年和正常年），每季度监测 1 天，每天 10:00、14:00、17:00 时 3 个时段监测	《环境监测技术规范》	监测废污水处理后回用水达标情况及废污水处理效果
混凝土拌和冲洗废水处理系统进出口水质	各段分别选取 2 个代表性混凝土拌和冲洗废水处理系统的进口及清水池出口	水量、pH、SS	监测 2 年（施工高峰年和正常年），每季度监测 1 天，选择混凝土拌合冲洗废水排放时间（交班时段、每天 3 次）进行监测		
生产区含油废水处理系统进出口水质	各段分别选取 2 个代表性生产区废水处理系统进口及清水池出口	水量、SS、石油类	选择正常生产时间进行监测，监测 2 年（施工高峰年和正常年），每季度监测 1 天，每天 10:00、14:00、17:00 时 3 个时段监测		
隧洞排水处理系统进出口水质	各段分别选取 2 个代表性隧洞排水处理系统进口及清水池出口	水量、pH、SS	监测 2 年（施工高峰年和正常年），每季度监测 1 天，选择系统正常运行时段监测 3 次		
生活污水处理系统进出口水质	各段分别选取 2 个代表性施工生活区污水处理系统进口及清水池出口	水量、SS、COD、BOD ₅ 、TP、氨氮	监测 2 年（施工高峰年和正常年），每季度监测 2 天，每天 8:00、12:00、18:00 时 3 个时段监测		

表 8.3.1-2 施工期地表水监测表

监测对象	监测断面	监测因子	监测时间及频次	监测方法
与输水路线交叉或者受输水路线施工影响的河流、水库	河流监测断面选择与输水工程交叉点下游 100m，湖库监测断面选择临近施工区一侧水域	pH、SS、石油类、COD、BOD ₅ 、TP、氨氮	监测 2 年（施工高峰年和正常年），丰、平、枯水期各监测 1 期，每期监测 3 天	《环境监测技术规范》、《地表水环境质量标准》

8.3.1.2 运行期水质监测

(1) 监测站点布设

运行期水质监测主要是充蓄水库水质监测、受水湖泊水质监测、退水河流水质监测和补水河流水质监测。

运行期水质监测断面的设置不考虑已布置的国控、省控常规监测断面，仅考虑对无常规监测断面的河流和水库设置监测断面，以分析和评价运行期充蓄水库和受水湖泊水质，以及工程退水对水质的影响。

①受水湖泊：滇池、杞麓湖、异龙湖均设置有国控、省控常规监测断面，二期工程不考虑新增监测断面。

②充蓄水库：二期工程调蓄水库中 11 座水库为集中式饮用水水源地，有常规监测断面，这 11 座水库二期工程不考虑新增监测断面。滇中引水建成通水后，对其他无常规监测断面的水库开展运行期水质监测。

③退水河流：11 条主要退水河流落漏河、桑园河、西洱河、渔泡江、龙川江、普渡河、西河、毗雄河、绿汁江、曲江、泸江均已布置的国控、省控常规水质监测断面，本次不再增加监测断面。

④补水河流：炼洞河、十二箐河、瓦溪河、麻栗园河、甸中河、子午大河、普登河、紫甸河、黄尼河 9 条作为充蓄水库输水通道的河流均未设置国控、省控常规水质监测断面，对 9 条河流入库前断面开展运行期水质监测。

盘龙江、宝象河、红旗河、海河 4 条滇池、杞麓湖、异龙湖 3 个湖泊生态补水河流，盘龙江、宝象河设置有常规监测断面，这 2 条河本次不再增加监测断面。本次对红旗河、海河入湖前断面开展运行期水质监测。

(2) 监测项目

常规监测参数按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)要求的分析项目进行。主要监测项目包括：水温、pH、溶解氧、COD_{Mn}、BOD₅、

氨氮、挥发酚、铬（六价）、氰化物、汞、砷、镉、铜、铅、锌、硒、氟化物、阴离子表面活性剂、石油类及粪大肠菌群、TP、TN 等。其中充蓄水库还需监测叶绿素 a、透明度 2 项指标。

(3) 监测频次

充蓄水库、补水河流的水质实施月监测，全年监测 12 次，在每月初实施监测工作，如遇特殊情况，可适当增加监测频次。

表 8.3.1-2 运行期地表水水质监测表

监测区域	监测断面	监测项目	监测时间及频次	监测方法	备注
受水湖泊	滇池、杞麓湖、异龙湖	按国控、省控常规水质监测指标要求执行	按国控、省控常规水质监测时、频次要求执行	《环境监测技术规范》和《地表水环境质量标准》	采用常规监测资料
充蓄水库	11 座集中式饮用水水源地	按国控、省控常规水质监测指标要求执行	按国控、省控常规水质监测时、频次要求执行	《环境监测技术规范》和《地表水环境质量标准》	采用常规监测资料
	无常规监测充蓄水库	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中 24 项，加叶绿素 a、透明度	通水前监测 1 次，通水后每年 12 个月各采样 1 次进行监测	《环境监测技术规范》和《地表水环境质量标准》	二期工程新增
补水河流	盘龙江、宝象河	按国控、省控常规水质监测指标要求执行	按国控、省控常规水质监测时、频次要求执行	《环境监测技术规范》和《地表水环境质量标准》	采用常规监测资料
	红旗河、海河	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中 24 项	通水前监测 1 次，通水后每年 12 个月各采样 1 次进行监测	《环境监测技术规范》和《地表水环境质量标准》	二期工程新增
	9 条水库输水通道河流	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中 24 项	通水前监测 1 次，通水后每年 12 个月各采样 1 次进行监测	《环境监测技术规范》和《地表水环境质量标准》	二期工程新增
退水河流	落漏河、桑园河、西洱河、渔泡江、龙川江、普渡河、西河、毗雄河、绿汁江、曲	按国控、省控常规水质监测指标要求执行	按国控、省控常规水质监测时、频次要求执行	《环境监测技术规范》和《地表水环境质量标准》	采用常规监测资料

监测区域	监测断面	监测项目	监测时间及频次	监测方法	备注
受水湖泊	滇池、杞麓湖、异龙湖	按国控、省控常规水质监测指标要求执行	按国控、省控常规水质监测时、频次要求执行	《环境监测技术规范》和《地表水环境质量标准》	采用常规监测资料
充蓄水库	11座集中式饮用水水源地	按国控、省控常规水质监测指标要求执行	按国控、省控常规水质监测时、频次要求执行	《环境监测技术规范》和《地表水环境质量标准》	采用常规监测资料
	无常规监测充蓄水库	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表1中24项,加叶绿素a、透明度	通水前监测1次,通水后每年12个月各采样1次进行监测	《环境监测技术规范》和《地表水环境质量标准》	二期工程新增
	江、泸江11条主要退水河流				

8.3.2 大气和声环境质量监测

为了解工程建设对环境空气的影响,结合工程施工总布置及敏感点分布,在施工影响区选取代表性环境空气监测点,共布置12个监测点位。详见表8.3.2-1。

表 8.3.2-1 大气和声环境监测计划

分区	监测点	监测参数	监测时间及频次	监测方法
大理段	三孔桥、大石洞	环境空气监测: TSP、SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 声环境监测:等效连续A声级	施工高峰年、正常年共2年,每年每季度进行一次,每次3天。监测时段:8:00—22:00	《环境监测技术规范》
楚雄段	金竹林、赵山			
昆明段	金马村、龙泉小学、沙沟村			
玉溪段	中卫营、东古城			
红河段	杨柳田、湾子寨、高坡			

8.3.3 陆生生态监测

8.3.3.1 陆生生态环境变化监测

(1) 监测目的

通过对二期骨干工程建设前后陆生生态环境的时空变化及其规律进行监测，掌握工程建设对陆生生态环境影响的程度，以及陆生生态环境保护措施实施后的效果，为区域陆生生态环境保护和环境管理提供依据。

（2）监测对象

工程建设区内重要自然植被类型为暖温性针叶林、半湿润常绿阔叶林、落叶阔叶林，以这三类植被为主要监测对象，选择监测点设置样方进行植被及其变化调查，同时调查样方内的植物种类和数量，调查临近地区动物种类和数量变化。

（3）监测方案

① 监测区域

由于本工程影响线路较长，但范围较小，根据区域陆生生态环境情况，在每个州市各选择 2~3 个地段设置群落样地进行监测。

② 监测时间

施工期（施工高峰期）监测 1 次，建议于旱季和雨季开展 2 期监测。

运行期，建议开展 3 次监测，监测时间分别为施工期结束（竣工验收前）第 1 年、竣工验收后第 3 年、第 5 年（每次监测均建议于旱季和雨季开展 2 期监测）。

（4）监测方法

① 遥感监测

采用“3S”技术，对二期工程植被类型、土地利用类型及景观类型进行判读、分析和制图，结合资料收集和野外实地调查，分析陆生生态系统完整性变化情况。

② 实地监测

i 植物群落调查

根据所设定的植物群落类型进行监测：阔叶林的调查面积为 20m × 20m，

针叶林和人工林的调查面积为 $10\text{m} \times 10\text{m}$ ，灌丛的调查面积为 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 。调查内容包括：群落结构，优势种数量、冠幅、胸径、枝下高，植物种类构成，盖度、数量多度、高度、叶层高度等。

ii 动物监测

选择有代表性的区域，设置 3 条样线，每条样线长度不小于 5km 。

两栖类和爬行类：采用观测法、访问法调查两栖类和爬行类动物种类、数量、分布特征等。

哺乳动物：采用观测法、访问法调查哺乳动物动物种类、数量、分布特征等。

鸟类：采用观测法、访问法调查鸟类种类、数量、分布特征等。

8.3.3.2 陆生生态恢复措施效果监测

陆生生态恢复措施效果监测在每个州市选择 1~2 个主要临时占地场区监测点进行监测。

根据施工布置及区域陆生生态环境现状选择恰当的监测点，每个监测点在代表性地段布置 $20\text{m} \times 20\text{m}$ 样方进行植被和植物调查。

(1) 植被调查

记录样方内的植物种类、大小和数量，制图分析或估计各类型所占比例，反映施工区域陆生生态环境现状。记录内容为：乔木植物：逐株测量树高、胸径、冠幅；灌木植物：在样方内设置 1 个 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 小样方，逐种记录丛(株)数，每丛记录高度、丛径、株数；草本植物：在样方内设置 1 个 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 小样方，逐种记录丛(株)数，每丛记录高度、丛径。

(2) 植物调查

记录样线区域的所有植物物种，并按其数量采用 5 级分级说明其相对数量。

8.3.4 水生生态监测

8.3.4.1 监测内容

鉴于滇中引水二期工程水生生态及鱼类资源的现状和可能产生的影响，需要在工程施工期和运行期进行长期的监测，监测内容包括水环境、饵料生物、鱼类、外来种监测等。

(1) 水环境

水体透明度、pH、悬浮物、COD、BOD₅、叶绿素、溶氧、电导等项目。

(2) 饵料生物

浮游植物、浮游动物、水生高等植物、着生藻类、底栖动物的种类组成、生物量、优势种及变化趋势等。

定性监测种类组成、优势类群及其季节变化；定量监测数量变动、生物量。

(3) 鱼类和珍稀水生动物资源

鱼类和珍稀水生动物资源监测包括：珍稀鱼类、特有鱼类、主要经济鱼类的种类组成、资源量、优势种、种群动态以及主要经济鱼类的年龄、生长、食性、繁殖习性、鱼类“三场”变化等。

统计各监测点渔获物的种类组成、数量组成、长度组成、重量组成，以及专业和副业渔民人数、渔具渔法及其数量、经济效益。

(4) 外来种监测

工程运行中需要长期监测受退水区外来物种种类和数量的变化情况，并分析其来源、环境适宜性和风险，根据分析结果制定相应的预防和防治措施，维护受退水区水生生态系统的稳定。

(5) 生态调度监测

通过鱼类早期资源采样和水文条件的监测，对生态调度期间的水文水力学要素进行监测和数学模型计算研究，为鱼类产卵的主要水文要素提供

依据，此外还需进行生态流评估，采用栖息地模拟法和整体评估法，监测适宜水生生物生存的生态流量。

(6) 拦鱼设施效果监测

因滇中引水工程引入外来种的可能性较小，而水源区的鱼类进入输水线路的可能性较大，以及调蓄水库输水过程中，现有水库分布的鱼类进入输水管道缺氧死亡，因此将会采取在引水进出口处设立拦鱼设施。运行期在安装拦鱼设施的取水口、水库进出水口以及受水区出水口均设置拦鱼设施监测点位，主要关注金沙江干流和滇池湖体可能扩散至受水区的鱼类物种组成、种群结构、繁殖生态等。

以上监测项目须委托专业一家研究机构来承担。

8.3.4.2 监测断面及监测时间

由于本工程规模较大，影响范围较广，进行全面的监测较为困难，因此需要进行统筹规划，选取重点区域进行监测，建议监测断面和监测时间见下表。

表 8.3.4-1 水生生态监测断面和监测时间

序号	分段工程	监测断面	监测时间及频次	备注	
1	大理段	落漏河（黄坪镇下游）	施工期监测 2 年（每年监测丰枯 2 次）；工程竣工后 10 年内每两年监测一年	金沙江支流	
2		桑园河（州城镇下游）			
3		楚场河（禾甸镇下游）			
4		中河（下庄镇下游）		礼社江支流	
5		西河（巍宝山乡下游）			
6		毗雄河（苴力镇下游）			
7		黑惠江（徐村桥）			
8	楚雄段	元谋县凤仪村		澜沧江支流	
9		龙川江分水口			龙川江干流
10		楚雄市龙川江干流			
11		南华县龙川江干流			龙川江支流
12		大姚县			
13		南华县凤屯乡			
14		姚安县大河口乡			渔泡江
15		绿汁江（彩云镇）			绿汁江干流
16		小鲁支河（禄丰县）			绿汁江支流
17		受水水库			18 个
18		昆明段			螳螂川（普渡河）

序号	分段工程	监测断面	监测时间及频次	备注
19		盘龙江		
20		滇池		天然湖泊
21	玉溪段	扒河		红河水系
22		曲江（峨山段）		南盘江水系
23		曲江（大营街段）		
24		曲江（曲靖真段）		
25		抚仙湖		
26		星云湖		
27		杞麓湖		
28	红河段	大桥河		红河水系
29		泸江（个旧段）		南盘江水系
30		泸江（阎把寺段）		
31		南洞河		
32		黑水河		
33		南盘江		

8.3.4.3 监测方法

按《生物多样性观测技术导则 内陆水体鱼类》（HJ 710.7-2014）的规定执行。

8.3.5 地下水监测

8.3.5.1 地下水监测内容

地下水监测主要针对工程（主要是隧洞）施工可能对地下水环境造成影响的范围进行监测。监测内容包括地下水水位、水质等。

（1）地下水位：通过监测地下水位的变化及时掌握地下水的补给的变化情况，可通过自动监测方法进行实时测量。

（2）地下水水质：水质监测从工程影响范围内的井和泉点取样，针对工程施工场站污染来源进行针对性的项目分析。

8.3.5.2 监测项目和频次

（1）监测项目

1）地下水位：监测点中井监测水位（m），泉点监测流量（m³/h）。

2）地下水水质：Ca²⁺、Mg²⁺、K⁺、Na⁺、硫化物、氟化物、COD_{Mn}、总硬度、铁、锰、溶解性总固体、氨氮、硝酸盐、铜、铅、锌、砷、镉、汞、

六价铬、碳酸根、重碳酸根。

(2) 监测频次

1) 地下水水质：施工期每月 1 次。若发现水质变化较大，应加密监测。运营期跟踪监测 5 年，每年的丰、平、枯季做一次水质监测。

2) 地下水水位：施工期水位 10 天监测一次。运营期跟踪监测 5 年，每年的丰、平、枯季做一次水位监测。

(3) 监测点位

二期骨干工程共设地下水监测点位 30 个，其中水质、水位（量）监测点 15 个，水位（量）监测点 15 个。监测对象主要是泉点和水井，泉点监测水量，水井监测水位。具体监测点位见下表：

表 8.3.5-1 二期骨干工程地下水监测点位表

序号	行政区	点位名称	类型	经度	纬度	监测项目
1	弥渡县	祁家营	井	100.477700	25.380940	水位
2		杨家营	井	100.431000	25.387360	水位
3		新街乡下坝庄大营	井	100.460882	25.354118	水质、水位
4		王家庄	井	100.430773	25.414480	水质、水位
5		朝阳村	泉	100.437400	25.452630	水量
6		古城谷女寺	泉	100.394110	25.426831	水质、水量
7	祥云县	祥云县河边村	井	100.640000	25.640000	水位
8		祥云县程官村	井	100.580000	25.490000	水位
9		祥云县大马军村	井	100.600000	25.490000	水质、水位
10		祥云县茅草庄	井	100.630000	25.610000	水质、水位
11	富民县	大平地西村	泉	25.149444	102.461944	水质、水量
12	西山区	桃园村	泉	25.149444	102.461944	水质、水量
13	红塔区	白龙潭	泉	102.598889	24.398611	水质、水量
14		北城街东营村	泉	102.574289	24.431394	水量
15		北城街双林寺	泉	102.578108	24.420600	水质、水量
16		北城街小龙潭	泉	102.588144	24.408044	水质、水量
17	江川区	伏家营镇文庙泉	泉	102.788889	24.274167	水质、水量
18		江城镇庄科村	泉	102.776064	24.402942	水量
19		大龙潭	泉	102.742500	24.271389	水质、水量
20		伏家营镇摆寨	泉	102.798611	24.283611	水质、水量
21	石屏县	白酒坟	泉	102.422200	23.772500	水量
22		郑营村龙井	泉	102.402100	23.742800	水质、水量
23		石宝寨	泉	102.496800	23.657000	水量
24		白夷村	井	102.469200	23.730100	水位
25		小寨	井	102.567200	23.637200	水位
26	个旧市	乍甸镇水头村暗河出口	泉	103.159700	23.448300	水质、水量

序号	行政区	点位名称	类型	经度	纬度	监测项目
27	蒙自市	大台子村	井	103.325900	23.443600	水位
28		柒零村	井	103.347100	23.436400	水位
29	晋宁县	段七村机井	井	102.686536	24.614608	水位
30		段七村水井	井	102.686536	24.614608	水位

8.3.6 土壤监测

(1) 监测点位: 按照现状监测点布点原则, 运行期主要影响为退水区, 因此在工程受水区设置土壤环境监测点, 共设置 22 个监测点 (其中, 大理州 5 个, 楚雄州 6 个, 昆明市 2 个, 玉溪市 5 个, 红河州 4 个)。

表 8.3.6-1 运行期土壤监测点一览表

序号	受水区	行政区	乡镇	监测点位	地理坐标	用地类型
1	大理州	鹤庆县	黄坪镇	鹤庆灌区	E: 100°15'13.24" N: 26° 6'25.34"	农用地
2		巍山县	双廊镇	巍山灌区	E: 100°16'8.98" N: 25°19'25.19"	农用地
3		弥渡县	双廊镇	弥渡灌区	E: 100°27'8.04" N: 25°22'29.24"	农用地
4		祥云县	双廊镇	祥云灌区	E: 100°46'18.02" N: 25°26'10.46"	农用地
5		宾川县	力角镇	宾川灌区水田	E: 100°35'20.44" N: 25°56'55.09"	农用地
6	楚雄州	姚安县	栋川镇	姚安灌区	E: 101°14'49.49" N: 25°31'49.99"	农用地
7		牟定县	共和镇	牟定灌区	E: 101°30'18.93" N: 25°20'0.93"	农用地
8		楚雄市	吕合镇	楚雄灌区	E: 101°23'31.38" N: 25°10'50.97"	农用地
9		双柏县	妥甸镇	双柏受水区	E: 101°37'40.94" N: 24°42'25.17"	其他用地
10		元谋县	黄瓜园镇	元谋灌区	E: 101°53'19.50" N: 25°49'26.39"	农用地
11		武定县	武定县	武定受水区	E: 102°25'19.34" N: 25°32'58.02"	农用地
12	昆明市	安宁市	草铺镇	大箐水库下游灌区	E: 102°19'31.80" N: 24°55'58.04"	农用地
13		富民县	大营镇	黄陂水库下游灌区	E: 102°31'29.94" N: 25°11'10.76"	农用地
14	玉溪市	红塔区	大营街镇	红塔灌区	E: 102°29'28.70" N: 24°18'57.99"	农用地
15		江川区	前卫镇	江川灌区	E: 102°44'16.38" N: 24°19'39.12"	农用地
16		通海县	四街镇	通海灌区	E: 102°42'44.85" N: 24°8'32.74"	农用地
17		易门县	六街镇	易门灌区	E: 102°14'37.61" N: 24°52'32.00"	农用地
18		华宁县	宁州镇	华宁灌区	E: 102°55'50.57" N: 24°10'42.81"	农用地
19	红河州	蒙自市	雨过铺镇	蒙自灌区	E: 103°20'35.03" N: 23°25'20.33"	农用地
20		开远市	灵泉街道	开远灌区	E: 103°16'41.41" N: 23°41'27.28"	农用地
21		石屏县	异龙镇	石屏县异龙宝片灌区	E: 102°32'14.91" N: 23°41'35.69"	农用地
22		建水县	南庄镇	建水县跃进片灌区	E: 102°51'46.06" N: 23°40'41.32"	农用地

(2) 监测项目: pH、含盐量、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌, 共计 10 项指标。

(3) 监测频率: 运行期前 3 年, 每年 1 次, 农作物收获后监测。

(4) 监测方案: 按照《土壤环境监测技术规范》中的要求进行。

9 环境保护投资估算与环境影响经济损益分析

9.1 环境保护投资估算

9.1.1 估算原则

(1) 环境保护作为工程建设的一项重要内容,其费用构成、取费依据、价格水平年应与主体工程一致;

(2) 工程本身具有的环境保护功能的措施,其费用列入主体工程,本估算不再重复计列;

(3) 对于受设计深度限制,本阶段无法明确工程量的环境保护措施,参照同类型工程单价,采用综合指标法进行估算。

9.1.2 估算依据

(1) 《水利水电工程环境保护概估算编制规程》SL359-2006;

(2) 《水利工程设计概(估)算编制规定》水利部水总(2002)116号文;

(3) 《开发建设项目水土保持概(估)算编制规定和定额》水利部水总(2003)67号文;

(4) 滇中引水一期工程环境影响评价文件以及环境保护设计成果。

9.1.3 环境保护总投资

滇中引水二期骨干工程环境保护投资估算为 29473.48 万元,其中环境保护措施 6616.59 万元;环境监测费 1306.16 万元;仪器设备及安装 4526.26 万元;环境保护临时措施 6477.47 万元;环境保护独立费用 7389.12 万元;基本预备费 3157.87 万元。环境保护工程投资见表 9.1.3-1。

表 9.1.3-1 滇中引水二期骨干工程环境保护投资总表

序号	项目	总投资 (万元)	比例 (%)
I	环境保护措施	6616.59	22.4
II	环境监测措施	1306.16	4.4
III	环保仪器设备及安装	4526.26	15.4
IV	环境保护临时措施	6477.47	22.0
I~IV 部分合计		18926.48	
V	环境保护独立费用	7389.12	25.1
I~V 部分合计		26315.60	
VI	预备费	3157.87	10.7
环境保护静态投资		29473.48	

表 9.1.3-2 滇中引水二期骨干工程环境保护投资表

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
I	环境保护措施				6616.59	
一	陆生生态保护措施				1164.01	
1	减缓措施				215.55	
1.1	警示牌	块	1607	810	130.14	施工区每 10 亩设置 1 块
1.2	宣传教育	项	1		85.41	
2	植被修复与管护	项	1		420.90	
3	生态敏感区保护措施	个	4	500000	200.00	大理段 1 个, 玉溪段 1 个, 红河段 1 个, 大黑箐隧洞 1 个
4	珍稀动植物保护措施	项	1		327.56	
二	水环境保护措施				630.88	
1	运行期水质保护措施 (防护拦网)	m ²	133440	45	600.48	塑钢围网, 1.5m 高
2	充蓄水库水质保护				0.00	列入水污染防治规划
3	运行期废水处理设施运行费	项	1		30.40	运行期第 1 年
三	移民安置环境保护措施				0.00	列入移民安置专项报告
四	水生生态保护措施				19.60	
	拦鱼措施	项	1		19.60	大黑箐隧洞进口、出口
五	调蓄水库生态流量下放设施改造				180.00	
1	压力管道接入	座	4	400000	160.00	九龙甸、黄坡、东风、长桥海 4 座水库
2	输水渠道接入	座	1	200000	20.00	中石坝水库
六	受退水区水质保护				0.00	列入水污染防治规划
七	地下水替代性水源工程				4604.00	
1	引水工程	处	11	2500000	2750.00	
2	机井工程	处	9	1500000	1350.00	
3	水窖工程	座	336	15000	504.00	
八	运行期生活垃圾处理	项	1		18.10	运行期第 1 年
II	环境监测措施				1306.16	
一	水质监测				394.80	

序号	项目	单位	数量	单价(元)	合计(万元)	备注
1	施工期废污水监测				273.60	
1.1	混凝土拌和冲洗废水处理系统进出口水质监测	次	528	1000	52.80	11个点位, 监测2年, 每季度1天, 1天3次
1.2	生产区含油废水处理系统进出口水质监测	次	528	1000	52.80	11个点位, 监测2年, 每季度1天, 1天3次
1.3	隧洞施工废水处理系统进出口水质监测	次	528	1000	52.80	11个点位, 监测2年, 每季度1天, 1天3次
1.4	生活污水处理系统进出口水质监测	次	1056	1000	105.60	11个点位, 监测2年, 每季度1天, 1天3次
1.5	砂石加工废水处理系统进出口水质监测	次	96	1000	9.60	2个点位, 监测2年, 每季度1天, 1天3次
2	施工期地表水监测	次	216	2000	43.20	12个断面, 监测2年, 丰、平、枯各1期, 1期3次
3	试运行期地表水监测	次	312	2500	78.00	24个断面, 通水前1次, 通水后第1年每月1次
二	环境空气监测	次	336	3000	100.80	14个点位, 监测2年, 每季度1次, 每次3天
三	声环境监测	次	336	200	6.72	14个点位, 监测2年, 每季度1次, 每次3天
四	人群健康监测	项	1		109.51	
五	水生生态监测	项	1		180.00	
六	陆生生态调查	项	1		295.00	
七	地下水环境监测	项	1		209.43	
八	土壤监测	次	33	3000	9.90	
III	环保仪器设备及安装				4526.26	
一	生活垃圾处理				295.78	
1	垃圾桶	个	596	1000	59.60	
2	垃圾箱	个	196	3800	74.48	
3	垃圾车	辆	147	11000	161.70	
二	混凝土拌和系统废水处理设备及安装	套	71	62000	440.20	每个拌和站1套
三	生产区含油废水处理设备及安装	套	49	51000	249.90	每个施工区1套
四	生活污水处理设备及安装	套	49	110000	539.00	每个生活区1套
五	隧洞排水处理设备及安装	套	38	95100	361.38	隧洞进出口及支洞口
六	砂石加工系统废水处理设备及安装	套	2	350000	70.00	昆明段1座、红河段1座
七	生态流量监测设备安装	套	5	200000	100.00	九龙甸、中石坝、黄坡、东风、长桥海5座水库
八	水质自动监测设备及安装	套	19	1300000	2470.00	18座调蓄水库和大黑箐隧洞进口, 其中土建30万, 设备100万
IV	环境保护临时措施				6477.47	

序号	项目	单位	数量	单价(元)	合计(万元)	备注
一	废污水处理				4907.20	
1	隧洞施工废水处理				3017.20	
1.1	隧洞排水处理土建工程费	处	38	461000	1751.80	
1.2	隧洞排水处理运行费	处	38	333000	1265.40	
2	混凝土拌和冲洗废水处理				440.20	
2.1	混凝土拌和冲洗废水处理土建工程费	处	71	46000	326.60	
2.2	混凝土拌和冲洗废水处理运行费	处	71	16000	113.60	
3	生产区含油废水处理				347.90	
3.1	生产区含油废水处理土建工程费	处	49	61000	298.90	
3.2	生产区含油废水处理运行费	处	49	10000	49.00	
4	生活污水处理				641.90	
4.1	生活污水处理土建工程费	处	49	86000	421.40	
4.2	生活污水处理运行费	处	49	45000	220.50	
5	砂石加工系统废水处理				460.00	
5.1	砂石加工系统废水处理土建工程费	处	2	1000000	200.00	
5.2	砂石加工系统废水处理运行费	处	2	1300000	260.00	
二	噪声防护				262.22	
	施工围栏、隔声挡板	延米	21851.6	120	262.22	
三	固体废物处理				194.52	
1	垃圾清运	项	1		78.83	
2	垃圾处理	项	1		115.70	
四	环境空气质量保护				350.19	
1	洒水降尘	项	1		248.73	
2	施工场地临时设施遮盖	项	1		101.45	
五	人群健康保护				134.12	
六	应急供水				629.23	
1	车次	次	6772	800	541.73	
2	水费	m ³	4	21876.3	87.51	

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	I~IV部分合计				18926.48	
V	环境保护独立费用				7389.12	
一	建设管理费				1184.12	
1	建设管理费				210.32	前四项合计的 1.1%
2	环境保护设施竣工验收费				755.00	
3	环境保护宣传及技术培训费				218.80	前四项合计的 1.2%
二	环境监理费				1016.00	
三	科研勘测设计咨询费				5189.00	
1	环境保护科学研究试验费				797.00	
1.1	陆生生态科研试验费				78.00	
1.2	水生生物外来物种入侵实验研究				145.00	
1.3	受水区富营养化调控研究				113.00	
1.4	退水区面源污染控制研究				131.00	
1.5	突发环境事件应急预案				120.00	
1.6	饮用水水源保护区划定方案				210.00	
2	环境影响评价费				2471.00	
3	环境保护勘察设计费				1865.00	
3.1	可行性研究环境保护勘测设计费				541.00	
3.1.1	勘察费				400.00	
3.1.2	设计费				141.00	
3.2	环境保护工程勘察设计费				1324.00	
3.2.1	勘察费				441.00	
3.2.2	设计费				883.00	
5	技术咨询费				56.00	
	I~V部分合计				26315.60	
VI	预备费				3157.87	费率与主体一致，为前五项目合计的 12%
	环境保护静态投资				29473.48	

表 9.1.3-3 二期骨干工程分区域环境保护投资 单位：万元

序号	项目	分州（市）					大黑箐隧洞	合计
		大理	楚雄	昆明	玉溪	红河		
I	环境保护措施	1136.22	161.86	2000.36	1178.57	1741.67	397.92	6616.59
一	陆生生态保护措施	90.56	17.88	370.29	182.38	436.58	66.32	1164.01
1	减缓措施	9.12	3.50	82.66	32.84	81.11	6.32	215.55
1.1	警示牌	7.96	2.50	45.20	19.84	54.32	0.32	130.14
1.2	宣传教育	1.15	1.00	37.47	13.00	26.79	6.00	85.41
2	修复措施	11.45	8.09	174.15	49.74	167.47	10.00	420.90
2.1	植被修复与管护	11.45	8.09	174.15	49.74	167.47	10.00	420.90
2.2	景观修复	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	生态敏感区保护措施	50.00	0.00	0.00	50.00	50.00	50.00	200.00
4	珍稀动植物保护措施	19.99	6.28	113.48	49.80	138.00	0.00	327.56
二	水环境保护措施	153.66	83.49	208.07	114.59	70.09	1.00	630.88
1	运行期水质保护措施（防护拦网）	150.66	82.49	205.07	112.19	50.09	0.00	600.48
2	利用天然河道输水水质保护措施	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	充蓄水库水质保护	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	大箐水库铰接浮筒式表层取水措施	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	运行期废污水处理设施运行费	3.00	1.00	3.00	2.40	20.00	1.00	30.40
三	移民安置环境保护措施		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
四	水生生态保护措施	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.60	19.60
1	拦鱼措施	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.60	19.60
2	渔政管理	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	栖息地保护	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	鱼类增殖放流	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
五	生态流量下放	0.00	60.00	40.00	40.00	40.00	0.00	180.00
	调蓄水库生态流量下放设施改造	0.00	60.00	40.00	40.00	40.00	0.00	180.00

序号	项目	分州（市）					大黑箐隧洞	合计
		大理	楚雄	昆明	玉溪	红河		
七	受退水区水质保护	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
八	地下水环境保护	890.00	0.00	1380.00	840.00	1185.00	309.00	4604.00
1	替代性水源工程	890.00	0.00	1380.00	840.00	1185.00	309.00	4604.00
2	地下水水质保护工程	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
九	景观资源保护措施	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
十	运行期生活垃圾处理	2.00	0.50	2.00	1.60	10.00	2.00	18.10
II	环境监测措施	183.20	48.88	324.15	260.25	389.66	100.02	1306.16
一	水质监测	67.65	29.30	77.80	84.15	108.30	27.60	394.80
1	施工期废污水监测	24.00	19.20	57.60	67.20	81.60	24.00	273.60
1.1	混凝土拌和冲洗废水处理系统进出口水质监测	4.80	4.80	9.60	14.40	14.40	4.80	52.80
1.2	生产区含油废水处理系统进出口水质监测	4.80	4.80	9.60	14.40	14.40	4.80	52.80
1.3	隧洞施工废水处理系统进出口水质监测	4.80	0.00	14.40	9.60	19.20	4.80	52.80
1.4	生活污水处理系统进出口水质监测	9.60	9.60	19.20	28.80	28.80	9.60	105.60
1.5	砂石加工废水处理系统进出口水质监测	0.00	0.00	4.80	0.00	4.80	0.00	9.60
2	施工期地表水监测	14.40	3.60	7.20	7.20	7.20	3.60	43.20
3	试运行期地表水监测	29.25	6.50	13.00	9.75	19.50	0.00	78.00
二	环境空气监测	28.80	7.20	7.20	43.20	14.40	0.00	100.80
三	声环境监测	1.92	0.48	0.48	2.88	0.96	0.00	6.72
四	人群健康监测	3.49	1.00	36.00	10.25	56.77	2.00	109.51
五	水生生态监测	20.00	0.00	40.00	40.00	40.00	40.00	180.00
六	陆生生态调查	20.00	10.00	100.00	45.00	120.00	0.00	295.00
七	地下水环境监测	40.44	0.00	60.87	32.07	46.53	29.52	209.43
八	土壤监测	0.90	0.90	1.80	2.70	2.70	0.90	9.90
III	环保仪器设备及安装	870.76	217.82	1080.01	778.84	1263.90	314.93	4526.26
一	生活垃圾处理	36.52	6.92	112.48	55.28	61.20	23.38	295.78
1	垃圾桶	7.60	2.10	20.90	11.90	13.00	4.10	59.60

序号	项目	分州（市）					大黑箐隧洞	合计
		大理	楚雄	昆明	玉溪	红河		
2	垃圾箱	9.12	1.52	28.88	13.68	15.20	6.08	74.48
3	垃圾车	19.80	3.30	62.70	29.70	33.00	13.20	161.70
二	混凝土拌和系统废水处理设备及安装	49.60	24.80	93.00	111.60	111.60	49.60	440.20
三	生产区含油废水处理设备及安装	30.60	5.10	96.90	45.90	51.00	20.40	249.90
四	生活污水处理设备及安装	66.00	11.00	209.00	99.00	110.00	44.00	539.00
五	隧洞排水处理设备及安装	38.04	0.00	123.63	57.06	95.10	47.55	361.38
六	砂石加工系统废水处理设备及安装	0.00	0.00	35.00	0.00	35.00	0.00	70.00
七	生态流量下放监控	0.00	40.00	20.00	20.00	20.00	0.00	100.00
1	流量监控设备及安装	0.00	40.00	20.00	20.00	20.00	0.00	100.00
2	视频监控设备及安装	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
八	水质自动监测设备及安装	650.00	130.00	390.00	390.00	780.00	130.00	2470.00
IV	环境保护临时措施	648.24	62.50	2204.09	954.67	1927.01	680.96	6477.47
一	废污水处理	488.40	45.00	1739.00	769.80	1337.60	527.40	4907.20
1	隧洞施工废水处理	317.60	0.00	1032.20	476.40	794.00	397.00	3017.20
1.1	隧洞排水处理土建工程费	184.40	0.00	599.30	276.60	461.00	230.50	1751.80
1.2	隧洞排水处理运行费	133.20	0.00	432.90	199.80	333.00	166.50	1265.40
2	混凝土拌和冲洗废水处理	49.60	24.80	93.00	111.60	111.60	49.60	440.20
2.1	混凝土拌和冲洗废水处理土建工程费	36.80	18.40	69.00	82.80	82.80	36.80	326.60
2.2	混凝土拌和冲洗废水处理运行费	12.80	6.40	24.00	28.80	28.80	12.80	113.60
3	生产区含油废水处理	42.60	7.10	134.90	63.90	71.00	28.40	347.90
3.1	生产区含油废水处理土建工程费	36.60	6.10	115.90	54.90	61.00	24.40	298.90
3.2	生产区含油废水处理运行费	6.00	1.00	19.00	9.00	10.00	4.00	49.00
4	生活污水处理	78.60	13.10	248.90	117.90	131.00	52.40	641.90
4.1	生活污水处理土建工程费	51.60	8.60	163.40	77.40	86.00	34.40	421.40
4.2	生活污水处理运行费	27.00	4.50	85.50	40.50	45.00	18.00	220.50
5	砂石加工系统废水处理	0.00	0.00	230.00	0.00	230.00	0.00	460.00
5.1	砂石加工系统废水处理土建工程费	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	200.00

序号	项目	分州（市）					大黑箐隧洞	合计
		大理	楚雄	昆明	玉溪	红河		
5.2	砂石加工系统废水处理运行费	0.00	0.00	130.00	0.00	130.00	0.00	260.00
二	噪声防护	16.00	5.03	90.84	39.87	110.47	0.00	262.22
1	噪声补偿费用	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	施工围栏、隔声挡板	16.00	5.03	90.84	39.87	110.47	0.00	262.22
三	固体废物处理	4.13	2.00	41.40	15.05	106.94	25.00	194.52
1	垃圾清运	2.30	1.00	8.50	8.15	43.87	15.00	78.83
2	垃圾处理	1.83	1.00	32.90	6.90	63.07	10.00	115.70
四	环境空气质量保护	11.31	3.47	133.00	21.90	150.50	30.00	350.19
1	洒水降尘	7.12	2.00	99.00	10.70	107.91	22.00	248.73
2	施工场地临时设施遮盖	4.19	1.47	34.00	11.20	42.59	8.00	101.45
五	人群健康保护	7.08	7.00	17.24	10.90	81.90	10.00	134.12
六	地下水环境保护	121.32	0.00	182.61	97.15	139.59	88.56	629.23
	应急供水	121.32	0.00	182.61	97.15	139.59	88.56	629.23
	I~IV部分合计	2838.42	491.06	5608.61	3172.33	5322.23	1493.83	18926.48
V	环境保护独立费用	1070.95	261.00	1995.38	1089.90	2312.72	659.17	7389.12
一	建设管理费	139.95	50.00	373.38	157.90	400.72	62.17	1184.12
1	建设管理经费	24.95	5.00	71.05	28.90	69.72	10.70	210.32
2	环境保护设施竣工验收费	90.00	40.00	220.00	105.00	260.00	40.00	755.00
3	环境保护宣传及技术培训费	25.00	5.00	82.33	24.00	71.00	11.47	218.80
二	环境监理费	180.00	30.00	251.00	125.00	380.00	50.00	1016.00
三	科研勘测设计咨询费	751.00	181.00	1371.00	807.00	1532.00	547.00	5189.00
1	环境保护科学研究试验费	169.00	29.00	143.00	132.00	283.00	41.00	797.00
1.1	陆生生态科研试验费	10.00	8.00	10.00	10.00	30.00	10.00	78.00
1.2	水生生物外来物种入侵实验研究	21.00	0.00	21.00	41.00	41.00	21.00	145.00
1.3	受水区富营养化调控研究	15.00	5.00	36.00	19.00	38.00	0.00	113.00
1.4	退水区面源污染控制研究	18.00	6.00	41.00	22.00	44.00	0.00	131.00
1.5	突发环境事件应急预案	15.00	10.00	35.00	10.00	40.00	10.00	120.00

序号	项目	分州（市）					大黑箐隧洞	合计
		大理	楚雄	昆明	玉溪	红河		
1.6	饮用水水源保护区划定方案	90.00	0.00	0.00	30.00	90.00	0.00	210.00
2	环境影响评价费	287.00	96.00	674.00	353.00	718.00	343.00	2471.00
2.1	环境影响报告书	260.00	87.00	610.00	320.00	649.00	343.00	2269.00
2.2	受退水区水污染防治规划实施情况评估	10.00	3.00	23.00	12.00	25.00	0.00	73.00
2.3	受退水区水污染防治补充规划	17.00	6.00	41.00	21.00	44.00	0.00	129.00
3	环境保护勘察设计费	285.00	51.00	544.00	316.00	516.00	153.00	1865.00
3.1	可行性研究环境保护勘察设计费	87.00	17.00	151.00	94.00	144.00	48.00	541.00
3.1.1	勘察费	62.00	13.00	113.00	69.00	108.00	35.00	400.00
3.1.2	设计费	25.00	4.00	38.00	25.00	36.00	13.00	141.00
3.2	环境保护工程勘察设计费	198.00	34.00	393.00	222.00	372.00	105.00	1324.00
3.2.1	勘察费	66.00	11.00	131.00	74.00	124.00	35.00	441.00
3.2.2	设计费	132.00	23.00	262.00	148.00	248.00	70.00	883.00
4	技术咨询费	10.00	5.00	10.00	6.00	15.00	10.00	56.00
I~V部分合计		3909.37	752.06	7603.99	4262.23	7634.95	2153.00	26315.60
VI	预备费	469.12	90.25	912.48	511.47	916.19	258.36	3157.87
环境保护静态投资		4378.49	842.31	8516.47	4773.69	8551.15	2411.36	29473.48

9.2 环境经济损益分析

9.2.1 效益分析

9.2.1.1 经济效益

二期工程是滇中引水工程不可或缺的重要组成部分，通过二期工程建设输水干渠分水口门至水厂、湖泊、调蓄水库等配水节点的输水线路及连通工程，使滇中引水工程真正发挥供水效益。二期工程向 32 个直接受水小区供水，并通过置换水量间接向 2 个受水小区供水，受水区共计 35 个县(市、区) 235 个乡镇(镇、街道)。滇中引水工程 2040 年渠首引水量 34.03 亿 m^3 ，至各受水小区末端水量为 31.69 亿 m^3 ，其中城镇生活 8.87 亿 m^3 ，城镇工业 11.76 亿 m^3 ，农业灌溉 4.63 亿 m^3 ，湖泊环境补水 6.33 亿 m^3 （滇池 5.31 亿 m^3 、杞麓湖 0.65 亿 m^3 、异龙湖 0.37 亿 m^3 ）。二期工程多年平均城镇生活和工业供水量为 20.63 亿 m^3 ，根据工程可研报告经济评价，城镇供水每年创造经济效益 123.23 亿元。二期工程多年平均可供灌溉用水量 4.63 亿 m^3 ，新增灌溉面积 56.7 万亩，改善灌溉面积 69.5 万亩，合计 126.2 万亩，结合灌区内农作物种植结构、灌溉定额、农作物主副产品单价等计算，二期工程灌溉供水每年产生效益为 18.61 亿元。综上，以 2040 年供水量计算，滇中引水二期工程年供水效益为 141.84 亿元。

二期骨干工程建设期 70 个月，期间大量施工人员的生活需求将主要由当地农产品及服务满足，消费需求的猛增，将极大促进地方农业、餐饮业和其它服务业的发展，有利于地方农业产业结构调整 and 第三产业的快速发展。此外，随着工程的建设，工程区域对外交通条件可得到明显改善，有利于区域经济的良好发展，将带来长期且难以预估的社会经济效益。

9.2.1.2 社会效益

云南是一个集边疆、山区、民族和贫困于一体的农业省份。人口 6000

人以上的世居少数民族有 25 个，其中 15 个为云南独有。少数民族人口占全省总人口的 33.4%，民族自治地方土地面积占全省国土面积的 70.2%，少数民族交错分布，表现为大杂居与小聚居。2017 年滇中地区有 21 个贫困县，其中 17 个为国家扶贫工作重点县。云南省地貌类型中高原山地占 94%，而集中了全省 2/3 人口和 1/3 耕地的坝子仅占 6%，其中 2/3 的坝子主要集中在滇中地区，这些坝子土地肥沃，日照充足，是云南省主要农业基地。滇中地区处于“三江一河”四大水系的分水岭地带，河流源短流小，是云南省水资源供需矛盾最为突出的区域。滇中受水区人均水资源量 $638\text{m}^3/\text{人}$ ，按照国际水资源丰富程度指标划分，属水资源紧缺地区。受水区现状水资源开发利用率已超过国际公认的 40% 水资源合理开发上限，本区内水资源几乎没有进一步开发利用的空间。行业用水竞争激烈，农业灌溉用水常难以保障，水资源短缺与社会发展之间的矛盾已经很突出。

二期工程的实施，每年将引入 8.87 亿 m^3 水质优良、水量稳定的金沙江雪域高原之水供滇中地区居民生活用水，支撑滇中地区新型城镇化进程，通过二期工程置换供水，受水区当地水源退还农业供水 1.10 亿 m^3 ，同时还直接向农业供水 4.63 亿 m^3 ，有效地提高受水区农业供水保障程度，支撑高原特色农业的快速发展，从而增加农民种地收入，充分发挥农业在农村社会保障体系中的基础性作用，助推扶贫工作的成效，巩固扶贫攻坚的胜利战果。通过水量置换，为本区水源下泄生态流量提供水资源条件，同时直接向重要的高原湖泊生态补水，修复和改善河湖生态环境，给滇中地区广大人民群众创造良好的生活环境，这是最普惠的民生福祉。

9.2.1.3 生态效益

受水区内城镇生活和工业用水挤占农业用水，农业用水又挤占生态环境用水的情况较为普遍，使得区内河湖生态环境恶化。通过调整供水优先

次序进行供水情景假定分析，现状水平年滇中受水区城镇用水挤占生态水量为 4.8 亿 m^3 。河湖生态用水被挤占是滇池、杞麓湖、异龙湖等高原湖泊水污染严重和恶化趋势难以遏制的根本原因之一。

滇中引水二期工程实施后，通过水量置换本区水源工程退还挤占的生态用水，同时直接向滇池、杞麓湖、异龙湖 3 个水质恶化的高原湖泊补充清洁水资源 6.33 亿 m^3 ，通过水系连通工程兼顾解决这些湖泊主要入湖河流的生态修复用水，将极大地改善流域内河道和湖泊的生态及水环境状况。工程的实施具有巨大且不可估量的生态效益。

9.2.2 环境经济损益分析

为减免、恢复或修复本工程建设和运行所带来的不利环境影响，拟采取的环境保护措施主要包括：施工期污废水处理、大气污染防治、噪声防治、固体废弃物处置、地下水环境保护、土壤环境保护；运行期水环境保护、水生态保护、生态流量下放。二期骨干工程环保措施总投资为 2.95 亿元，占工程静态总投资的 2.76%，约为工程运行年供水效益的 2%。

根据以上分析，在不计入工程生态效益和社会效益的条件下，本工程建设的经济效益远大于环境经济损失。为减免不利环境影响所采取的环保措施总费用为 2.95 亿元，在各项环保措施得到落实的情况下，其费用产生的环境效果较为明显，可在较大程度上减少和修复环境损失。二期工程具有巨大的社会效益和生态效益，工程产生的环境正效益远远大于环境损失，因此本工程环境保护措施和措施费用在经济上是合理的。

10 评价结论与建议

10.1 工程的环境合理性分析结论

环评项目组全程参与了二期骨干工程可行性研究的报告编制，对工程线路和施工布置进行了多次调整优化，工程选址选线共避让避让红塔山市级自然保护区、避让云南晋宁南滇池国家湿地公园保育区、取消布置于弥渡东山国家森林公园内的弃渣场及生产生活区。但由于一期输水干线布置、充蓄水库位置等原因，二期骨干工程不可避免的涉及到 2 处风景名胜区的 一般景区（其中 1 处为隧洞下穿），1 座国家森林公园、1 座国家湿地公园、4 处饮用水水源保护区。经过与环境敏感区相关法规协调性分析，工程选址选线符合相关法规要求。从环境角度来看，在进一步做好环境敏感区保护措施，取得敏感区主管部门意见的前提下，工程选址选线方案是合理的。

二期工程在水资源配置过程中遵循总的原则不变，仅在一期的基础上进行了复核、细化、完善。水资源配置调整内容充分考虑了减少新增工程建设、节约水资源等环境有利因素，二期工程在水资源配置时，所有已建或规划工程断面优先下泄生态流量，生态流量下泄标准与一期主体工程确定的标准一致：汛期生态流量为多年平均天然流量的 30%，枯期为多年平均天然流量的 10%。水资源配置调整不占用河流下泄生态流量、湖泊生态补水量和过程，主要调整生产生活用水。二期工程水资源配置方案环境上是合理的。

二期工程调蓄方案对水源区来水的调蓄能力显著提高，远期滇池纳入调蓄，其中直接调蓄能力增加至 3.8 亿 m^3 ，同时补偿调节水库发挥退还农业、生态用水功能。二期工程调蓄方案对滇中引水工程水源区取水调度提供了优化改善的空间，可增加水源区汛期引水量，减少枯水期、平水期引水量，优化调整了水源区水资源配置，有效减少滇中引水工程对水源区取

水口下游金沙江干流的不利影响。此外，二期工程调蓄方案可恢复受水区内的河流生态用水，有利于受水区水生生态系统的恢复重建。因此，二期工程调蓄方案具有环境合理性。

10.2 环境现状评价结论

10.2.1 地表水环境

滇中引水工程受退水区 6 个州废水排放量合计 5.8 亿 t, 其中 COD 排放量 8.56 万 t, 氨氮排放量 0.98 万 t, TP 排放量 0.13 万 t。

对受退水范围内金沙江、澜沧江、红河、南盘江 4 大干流、11 条一级支流及主要二级支流共 44 个断面国控断面、3 个省控断面开展了水质现状评价，其中，2019 年有 26 个断面水质达标，17 个断面水质超标；2020 年有 29 个断面水质达标，15 个断面水质超标；2021 年有 32 个断面水质达标，12 个断面水质超标。超标河流主要为金沙江流域螳螂川、龙川江，澜沧江西洱河，南盘江曲江、泸江，主要受有机污染和氮、磷营养物质污染，超标因子主要为氨氮、TP、COD、高锰酸盐指数。污染源主要为城镇生活面源、农业面源、农村面源无序排放所致，特别是近几年，滇中地区大量发展高原特色经济作物，径流区内种植结构调整，大量种植经济作物，需要大量施肥，导致河流断面 TP 超标较严重。滇中地区城镇、农田集中分布在各大支流中上游河段，总体上呈现出上游水质劣于下游水质的情况，

工程共利用炼洞河、十二箐河、瓦溪河、麻栗园河、甸中河、子午大河、普登河、紫甸河、黄尼河 9 条河流作为充蓄水库输水通道。其中炼洞河、紫甸河、普登河、甸中河 4 条河流水质较好，其余 5 条均存在一定程度的超标，麻栗园河水水质超标较严重，丰水期、枯水期水质类别为劣 V 类。

工程共利用 53 座充蓄调节水库。根据调查评价结果，53 座水库中，具有城镇供水功能水库 35 座，工业、农业供水水库 18 座。53 座水库中，24

座水库满足水功能水质目标，29座水库均存在一定程度的超标。

10.2.2 大气和声环境

根据各州环境状况公报，滇中引水二期骨干工程涉及的大理、楚雄、昆明、玉溪和红河环境空气质量均符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值。云南坤发环境科技有限公司于2019年1月15日~1月21日对昆明段、2019年11月12日~2019年11月18日对大理、楚雄、玉溪、红河段大气进行现场采样监测，34个监测点位的监测项目均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准要求。

根据声环境监测结果，昆明段的新民村、黄坡村、乌龙小村、龙泉小学、温泉中心小学、安宁中学、大箐村、化乐中学、小营明天小学、玉溪段的上屯村、戴文村、大营村的昼间噪声超标，超标0.1 dB(A)~3.1 dB(A)，大理段的百长村夜间超标，分别超标0.3 dB(A)、0.9 dB(A)。监测点主要因当地交通、百姓活动、学校学生活动导致。

10.2.3 地下水环境

评价区内地下水开发利用较为广泛，地下水开发主要通过井、泉方式作为当地居民生活饮用水源。二期工程地下水环境调查中共设置监测点位17个，选取 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、铁、锰、pH、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、硫酸盐、氯化物、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、氟化物、铅、汞、六价铬、砷、总大肠菌群，共23项作为检测项目。根据地下水环境监测结果，评价区内地下水水质均有不同程度的超标情况，不能满足地下水水质III类标准，超标项目主要有总硬度、溶解性总固体、pH、铁、锰、氯化物、硝酸盐、氨氮、氟化物等。其中铁和锰元素超标是原生地质环境下地下水淋滤的结果，表明了原生地层岩性含有丰富的铁、锰元素。地下水呈现弱酸性主要是地下水赋存的含水层存在酸性

岩盐，经溶滤作用而使得地下水呈现弱酸性。其他指标超标主要是由于采样点周边长期的农业活动和居民生活所导致。

10.2.4 环境敏感区

二期骨干工程评价区内分布有自然保护区 1 个，风景名胜区 3 处，森林公园 1 座，重要湿地 1 处，国家湿地公园 1 处，饮用水水源保护区 4 处。

工程布置涉及 2 处风景名胜区，为玉溪九龙池风景名胜区、石屏异龙湖省级风景名胜区；涉及弥渡东山国家森林公园；涉及云南晋宁南滇池国家湿地公园；涉及楚雄市九龙甸水库、昆明柴河水库、玉溪市东风水库、石屏县阿白冲水库 4 处饮用水水源保护区及部分生态保护红线。目前，环境敏感区涉及的地方政府、省级和各州（市）林草部门针对环评单位编制的生态影响专题报告出具了意见。

10.2.5 陆生生态

评价区总面积 22770.89hm²，自然植被划分 6 个植被型、7 个植被亚型和 11 个群系。评价区自然生态系统占 53.89%，人工生态系统占 37.86%。自然生态系统中面积最大的类型是暖温性针叶林，占评价区总面积的 34.26%；其次为暖温性灌丛，占评价区面积的 11.86%，其他自然植被占地面积较小。人工生态系统中面积最大的类型为其中旱地，占评价区总面积的 25.55%。评价区的景观多样性指数和均匀度指数相对较高。

评价区年生产力 198405.88t。其中自然植被生产力 128200.74 t/a，占总生产力的 64.62%，人工植被生产力 65308.88 t/a，占总生产力的 32.92%。评价区生物量 791029.37t。其中自然植被生物量 656229.50t，占总生物量的 82.96%，人工植被生物量 124187.36t，占总生物量的 15.70%。评价区水土保持能力为 73.35，相对较好。评价区的生态状况和生态系统质量好。

评价区共有维管束植物 181 科 740 属 1358 种，植物区系成分以泛热带

(或全热带)分布和热带亚洲分布为主。骨干工程评价区发现有国家二级保护植物云南金钱槭，未发现名木古树分布。

评价区内分布有陆栖脊椎动物 30 目 78 科 208 属 373 种。大部分物种的个体数量不多，仅有少数种类表现个体数量尚丰富，如鸟类中的鹡鸰类(*Motacilla* spp.)、麻雀类(*Passer* spp.)，哺乳类中的松鼠科(*Sciuridae*)、鼠科(*Muridae*)少数种类。评价区陆栖脊椎动物区系特点为以东洋界物种为主体，有部分东洋界-古北界广布种分布，仅有少量古北界物种。记录的 373 种动物中，共有珍稀保护种类 50 种，其中国家重点保护野生动物 42 种(国家 I 级保护动物 6 种(鸟类 2 种，哺乳类 4 种)，国家 II 级保护动物 36 种(两栖类 2 种、鸟类 31 种、哺乳类 3 种)); 有云南省级保护种类 1 种(爬行类)，被《中国脊椎动物红色名录》列为珍稀濒危种类 14 种(两栖类 3 种，爬行类 5 种，鸟类 2 种，哺乳类 4 种)，被《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录收录的物种有 31 种。

10.2.6 水生生态

评价区内涉及的河流、湖泊、水库共观察到浮游植物 35 属，浮游动物 105 种，底栖动物 33 种，水生植物 15 种。评价区内的金沙江流域共记录到鱼类 77 种、澜沧江流域鱼类 28 种、南盘江流域鱼类 72 种、元江流域鱼类 38 种，其中四大流域共记录到珍稀保护和特有鱼类共 31 种，包括 2 种国家二级和 4 种云南省级重点保护野生鱼类，以及其他 25 种珍稀鱼类。

10.3 环境影响评价结论

10.3.1 地表水环境

滇中引水供水后，从当地水资源供水结构变化情况可以看出，滇中引水置换了当地水资源城镇生活、城镇工业供水，将被城市挤占的当地用水归还农业和生态用水，通过置换城市占用的部分当地水来满足农业和生

态用水，充分体现了水资源的合理利用和“向城镇生活、工业供水为主，兼顾生态和农业用水”的目标。

二期骨干工程输水线路主要以管道、渡槽和倒虹吸形式跨越河流，主要涉水建筑物为支墩，支墩施工过程中一般采用“筑岛+沉井、分期围堰、涵管过流”的导流方式，河流上游来水全部下泄，工程施工期不会造成河道的断流，不会影响河流原有的水文情势。

工程利用 12 条河道向水库、湖泊进行补水，运行期直接向 10 条河流退水、1 条河流间接退水，经预测分析，工程运行后输水河道、退水河流水文情势均有一定改变，主要表现为流量在不同时段有不同程度的增大。工程利用的在 53 座调蓄水库中，丰水年、平水年 4-6 月为滇中引水工程向水库充蓄时段，枯水年 4-5 月为充蓄时段，水库水量、水位均有一定的增加，增加水量在兴利库容范围内，所有水库充蓄后水库水位平均年变幅为 10.2m，仍在水库运行时的正常蓄水位-死水位之间波动的变幅范围内，占水库水位平均正常变幅范围 22.2m 的 46%。

根据生态流量分析，部分水库 90%保证率最枯月平均流量高于多年平均流量的 10%，因此取 Tennant 法和 Q90 法二者的较大值作为环评推荐的生态流量，各充蓄调节水库的生态流量下泄量需要按照环评推荐值下泄生态流量。

根据《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019-2040 年）》，设计水平年，滇中引水受水区各退水河流均实现了“增水减污”。根据滇中地区各受退水小区的实际情况差异，重点围绕“十四五”水质目标提升至 II 类的退水河流和受退水小区，对污染负荷和排污系数进行了进一步复核。经复核后，34 个受水区 2030 年氨氮入河量为 3218.18t/a，COD 污染物入河量为 40782.13t/a，TP 入河量为 470.92 t/a。2040 年氨氮入河量为 3808.22t/a，COD 污染物入河量为 47900.33t/a，TP 入河量为 515.85t/a。与现状相比，工

程受退水河流氨氮、COD 入河量均有较大规模削减。

经预测分析，在落实区域治污规划和《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划(2019-2040年)》后，进一步控制和削减污染负荷的情况下，工程输水的河道 III 类水质目标是可达的。滇中引水工程实施后，在全面实施工程受退水区水污染防治补充规划的前提下，在 P=90%来水条件下，受退水河流国、省控断面均达标，满足水质目标要求。

规划水平年工程运行向在线、充蓄调节水库补水，经预测补水水库水质均有一定改善，其中 13 座水库的水质类别可以得到提升，其他水库水质类别仍然维持不变，仍有一定数量的水库水质依然超标，超标的因子主要是 TP。规划水平年滇中引水工程实施后，随着相对优质的金沙江水源不断地进入各充蓄水库，库区水资源条件得到有效恢复和补充、水体自净能力得到提高、水环境质量得到有效改善，各充蓄水库的富营养化程度均得到不同程度的减缓和改善，其中作为饮用水源水库的营养等级基本均为中营养，作为农业用水水库的营养状态等级均为轻度富营养，并基本消灭中重度富营养型水库。

滇池、杞麓湖、异龙湖是滇中引水工程三个重要的补水湖泊，滇中引水工程利用空闲时段相机向湖泊补水 6.33 亿 m³。滇中引水工程实施后，外流域来水将提高受水湖泊的水环境承载能力，同时在规划的流域水污染综合防治措施逐步落实并达到预期治理效果条件下，滇中引水工程来水后各受水湖泊的水环境质量可基本满足湖泊水环境功能区划目标要求，受水湖泊富营养化程度较现状年将有较大程度的缓解和改善。

滇中引水工程水源及主干渠水温较低，对滇中引水二期工程的充蓄水库的入流水温及水库水温结构造成一定的低温水影响。根据水温预测结果，充蓄水量占比在 70~90%的充蓄水库，其出库水温较天然水温月最大温差在 -2.2~-6.5℃之间，其中大唐、杨柳田、大箐水库分别为 -6.5℃、-4.6℃、-3.2℃，

琉璃河、张家坝、白龙、团结等水库月最大温差在 $-2.7\sim-2.2^{\circ}\text{C}$ 之间。充蓄水量占比在 $50\%\sim 70\%$ 的水库，其出库水温较天然水温最大温差除挨小河水库在 -3.3°C 外，其余水库在 -3°C 以内。充蓄水量占比在 50% 以下的水库，其出库水温较天然水温月最大温差在 -2°C 以内。

以上月最大温差较大的水库中，大唐、杨柳田、张家坝水库均为工业、城镇供水，出库水温偏低对供水对象无影响。其余水库虽然因充蓄滇中引水工程较低温度来水而有低温水现象，但考虑到滇中引水二期工程是为现有水库补充水量，但5-7月作物生长季水库出库水温均不低于 14°C ，且涉及水平年各调蓄水库的灌片内绝大部分改造为高效节水灌溉方式，且受水区光照增温效应强烈，预计充蓄水量占总入库水量比例较高的水库虽有一定的低温水影响，但对作物生长及水生生物的不利影响较小。

工程施工期对水环境的影响主要有隧洞施工排水、施工生产废水、施工人员生活污水。本工程施工区分散，涉及面广，单个施工区规模不大，因此废污水产生量也不大，涉及II类-V类水体流域，对II类水体流域内废污水进行处理后回用，其他水质类别水体流域内废污水处理达到相应标准后排放，施工活动对水环境的影响较小。工程运行期管理人员生活污水产生量小，该部分污水须处理满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2002）后优先选择用作园区绿化。

10.3.2 地下水环境

分别采用地下水径流模数法、大气降水入渗法和地下水动力学法对隧洞施工期涌水量进行预测，地下水动力学的计算结果可靠性相对更高，在地下水动力学法中，各种计算公式之间的结果相差也较大。综合对比，采用各计算公式中最大值，并以此值确定隧洞排水处理池的规模。

经预测分析，本工程7条隧洞施工会对周边6个泉、井水位和流量产

生不同程度的影响，从而影响到当地居民的生产生活。规划水平年，工程向水库充蓄后，因为水位的抬升，会对水库周边产生一定的浸没影响。

10.3.3 大气和声环境影响

输水线路区金竹林、杨凹子、中卫营、薛井村、赵家寨、大水村、左锁村、姚家寨、李家寨、作佳、普陀岩、半月池、陶村 13 个居民点超标，生产生活区周边金马村、山头村 2 个居民点，存在超标情况。需通过选用低噪声设备、合理安排施工时间等措施，降低施工噪声影响。施工道路附近无居民点分布，因此施工道路车辆行驶不会对居民点产生影响。均存在昼间噪声超标现象，考虑设置隔声屏障或采取必要的经济补偿。

工程施工及公路运输时均存在较大的扬尘污染，需采取有效的降尘措施。但工程施工对环境的这些不利影响是短期的，在采取相应的环保措施后可得到有效减缓，随着施工的开始，这些影响也将消失。

10.3.4 环境敏感区影响

工程建设将对风景名胜区、弥渡东山国家森林公园、国家湿地公园、生态保护红线面积和功能造成一定影响；在采取环保措施基础上，其影响能够得到缓解；工程建设对工程涉及的 4 处饮用水水源保护区影响较小。

10.3.5 陆生生态影响

工程建设占地总面积 1030.08hm²，其中永久占地 374.76hm²，临时占地 655.31hm²，占评价区总面积的 4.52%。工程占用面积最大的植被类型为旱地，为 288.45hm²，占评价区同类型植被面积的 4.96%；占用自然植被面积最大的类型为暖温性针叶林，占用 225.43hm²，占评价区同类型植被面积的 2.89%；工程还占用半湿润常绿阔叶林 22.17hm²、硬叶常绿阔叶林 0.38hm²，分别占评价区同类型植被面积的 3.59%和 4.40%。

受工程影响各类景观斑块数总计增加，其中稀树灌木草丛的斑块数增

加数量最多，除了人工林和园地，其余的均有所增加。施工前后评价区景观多样性指数和景观均匀度指数略有下降，但变化不明显，施工前后评价区景观空间格局指数破碎度指数增加，而聚集度、连通度均有所下降，但工程总体对景观生态组成变化、景观多样性指数变化以及景观空间格局变化的影响不大。

工程占地造成评价区生物生产力减少 8097.41t/a，占评价区生物生产力的 4.08%，主要损失来自人工植被。工程区生物量损失 25198.01t，占评价区总生产量的 3.19%，主要损失来自自然植被。工程总体对生态系统功能变化以及生态系统质量变化的影响不大。工程占地不会对评价区景观组成和结构、生态系统功能和完整性产生明显影响。

工程建设对保护植物云南金钱槭无影响；工程建设将导致部分植物个体数量减少，但受影响的植物均为区域常见植物种类，在评价区广泛分布，工程建设不会导致评价区这些物种种群结构、区系特征的明显改变，不会导致物种灭绝。

骨干工程施工将使陆栖脊椎动物的栖息地部分减少，人类活动干扰可能对动物的觅食产生一定影响。由于施工占地面积有限，加之骨干工程周边人类活动对动物的影响已经非常频繁和严重，区内分布的动物资源相对有限且对人为活动具有一定的适应性。在严格执行保护措施基础上，本次工程建设对动物的影响有限，不会对动物的生存、繁衍及种群密度造成明显影响。

10.3.6 水生生态影响

滇中引水二期工程建成后，可有效改善受水区河道生态环境，底栖动物和水生高等植物多样性将会有所提高，有利于鱼类繁殖和摄食，促进鱼类生长。同时由于水量的增加和水质的改善，对于改善其水生生物的栖息

环境是非常有利的。通过分析，金沙江上游鱼类入侵输水管线及受退水区的可能性很小，不会通过输水管道进入其他水体，不会产生生物入侵影响。工程对受退水区鱼类生境、鱼类区系组成、鱼类繁殖、渔业资源、珍稀保护鱼类的影响较轻。

针对受退水区水生生态影响，主要采取栖息地保护、水生生态补偿措施、鱼类增殖放流、生态调度和拦鱼措施、渔政管理措施保护受退水区的水生生态系统和水生生物。

10.4 公众参与

根据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）的相关要求，建设单位开展了滇中引水二期骨干工程环境影响评价公众参与工作。

2019年10月30日，建设单位在云南滇中引水网站对二期工程环境影响评价进行了首次信息公示，2019年11月4日-2020年3月13日，建设单位分别在丽江、大理、楚雄、昆明、玉溪、红河6个受水区州（市）的人民政府网站进行了二期工程环境影响评价信息公示。同时，建设单位在6个州（市）受水区开展了问卷调查，调查对象包括团体和个人两部分，共回收有效问卷1568份。总体而言，公众对滇中引水二期工程建设的认知度是较高，公众对工程建设均持支持态度，无反对意见。公众提出的意见和建议主要集中在严格做好施工期“三废”的处理，确保废污水处理后达标排放，涉及饮用水水源保护区不能回用的废污水要采用专用管道引至保护区之外排放，合理安排施工时段，减小扬尘、噪声对周边产生的影响等。

2021年7月，评价单位编制完成报告书征求意见稿，建设单位组织相关单位通过网络平台、报纸及现场张贴公示的形式进行了公众参与第二次信息公示。2021年7月5日，建设单位在云南省滇中引水网站进行了第二次信息公示。报纸公示选取云南省受众面广、认知度高的主流媒体云南日报作为载体，公示时

间分别为 2021 年 7 月 7 日-2021 年 7 月 20 日。2021 年 7 月 5 日起，建设单位在 6 个州（市）受水区县、镇人民政府所在地进行了公众参与第二次信息张贴公示。第二次信息公示公示期间，未收到公众的反馈意见。

建设单位对公众参与调查过程中公众反馈的意见和建议进行了整理，评价单位在报告书中对公众反馈的意见均予以采纳。

10.5 综合评价结论

滇中引水二期骨干工程是滇中引水工程真正发挥供水效益不可或缺的重要组成部分，工程的建设是必要的和迫切的，工程建设符合国家相关产业政策，符合国家相关法律法规，工程与相关规划相协调。

工程建设会对评价范围内水环境、生态环境、大气和声环境等带来一定的影响，但在落实报告书提出的各类环保对策措施后，工程建设对环境的不利影响可以得到有效控制。工程输水线路长，经多轮方案比选和线路优化后，还涉及到部分生态敏感区和生态保护红线，工程不涉及这些生态敏感区的核心保护区域，与国家相关法律不冲突，在征得各生态敏感区主管部门同意，采取适当的环保对策措施后，工程建设对生态敏感区的影响在可接受范围内，不构成本工程建设的主要限制因素。在落实有关水污染防治措施的情况下，本工程通水运行后，退水区河流总体上可以满足水质目标要求。

综上所述，工程建设不存在重大环境制约因素，经采取本报告书提出的环保对策措施后，可以有效减缓工程建设带来的不利环境影响，工程建设是可行的。

10.6 建议

（1）建议受水区各级人民政府加强水污染防治工作，并加强对各调蓄水库和输水河道、退水河流的水质监测，根据监测成果适时强化水污染防

治措施，切实做到“先治污后通水、先环保后用水”。

(2) 进一步优化工程的运行调度管理制度，确保在满足滇中引水工程环评批复的“减小枯期引水量”原则以及“保障 4 月下旬至 6 月 $411\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量、其他时间 $300\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量”刚性约束的条件下运行。

(3) 建议加快推进滇池流域、跃进水库的水污染防治工作，水质达标后尽早实现滇中引水工程主干渠在线调蓄，进一步优化引水过程中，做到“汛期多引、枯期少引”，减缓引水对取水口下游金沙江生态环境的影响。

(4) 建议在工程运行通水前，地方完成所有饮用功能调蓄水库的水源保护区划定工作。

(5) 骨干工程涉及风景名胜区、国家森林公园、国家湿地公园、水源保护区、生态保护红线等环境敏感区，工程开工建设前必须按照国家相关要求完成相应的占用林地、使用土地等行政审批手续，并在工程建设过程中高度重视主管部门的要求和建议。



建设项目环境影响报告书审批基础信息表

填表单位

填表人(签字): [Signature]

项目经办人(签字): [Signature]

建设项目	项目名称	云南省滇中引水二期骨干工程				建设内容	共布置9条干线及1条滇池引出线, 输水线路全长114.21km, 共布置31个输水建筑物, 主要为隧洞(69.81km, 占比61.08%), 其次为管道(38.61km, 占比33.79%)。共布置提水泵站4座, 总装机65.50MW。共建设调蓄水库4座(2座扩建、2座新建), 总库容5199万m³				
	项目代码	2109-000000-19-01-258056									
	环评信用平台项目编号	248yxr									
	建设地点	云南省大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市、红河州				建设规模	2040年渠首多年平均引水量34.03亿m³, 其中供给城镇生活9.55亿m³、工业12.74亿m³, 供给农业灌溉5.02亿m³, 向湖泊环境补水6.72亿m³, 各部门分水比重依次为28%、37%、15%和20%; 建设调蓄水库4座, 1座规模为小型, 3座规模为中型				
	项目建设周期(月)	70.0				计划开工时间	2023年2月				
	环境影响评价行业类别	引水工程				预计投产时间	2026年12月				
	建设性质	新建(迁建)				国民经济行业类型及代码	水资源管理				
	现有工程排污许可证或排污登记表编号(改、扩建项目)	现有工程排污许可管理类别(改、扩建项目)				项目申请类别	新申报项目				
	规划环评开展情况	有				规划环评文件名	滇中引水工程规划(2010年修订)环境影响报告书				
	规划环评审查机关	环境保护部				规划环评审查意见文号	环审[2014]135号				
建设地点中心坐标(非线性工程)	经度		纬度		占地面积(平方米)	10300780	环评文件类别	环境影响报告书			
建设地点坐标(线性工程)	起点经度	100.569160	起点纬度	25.536948	终点经度	103.223501	终点纬度	23.462153	工程长度(千米)	114.29	
总投资(万元)	1072107.00				环保投资(万元)	28935.88		所占比例(%)	2.70		
建设单位	单位名称	云南省滇中引水工程建设管理局		法定代表人	刘加喜	环评编制单位	单位名称	云南省水利水电勘测设计院		统一社会信用代码	91530000MA6PX8MC03
		统一社会信用代码(组织机构代码)	11530000346728242A		联系电话		13888771836	编制主持人	姓名	曹东福	联系电话
	统一社会信用代码(组织机构代码)	11530000346728242A		联系电话	13888771836		编制主持人	信用编号	BH019202		
	统一社会信用代码(组织机构代码)	11530000346728242A		联系电话	13888771836		编制主持人	职业资格证书管理号	07355343506530361		
通讯地址	云南省昆明市盘龙区北京路2196号附1号				通讯地址	云南省昆明市五华区青年路376号					
污染物排放量	污染物	现有工程(已建+在建)		本工程(拟建或调整变更)	总体工程(已建+在建+拟建或调整变更)			区域削减来源(国家、省级审批项目)			
		①排放量(吨/年)	②许可排放量(吨/年)	③预测排放量(吨/年)	④“以新带老”削减量(吨/年)	⑤区域平衡替代本工程削减量(吨/年)	⑥预测排放总量(吨/年)	⑦排放增减量(吨/年)			
	废水	废水量(万吨/年)						0.000	0.000		
		COD						0.000	0.000		
		氨氮						0.000	0.000		
		总磷						0.000	0.000		
		总氮						0.000	0.000		
		铅						0.000	0.000		
		汞						0.000	0.000		
		镉						0.000	0.000		
		铬						0.000	0.000		
		类金属砷						0.000	0.000		
	其他特征污染物						0.000	0.000			
	废气	废气量(万标立方米/年)						0.000	0.000		
		二氧化硫						0.000	0.000		
		氮氧化物						0.000	0.000		
		颗粒物						0.000	0.000		
		挥发性有机物						0.000	0.000		
铅							0.000	0.000			
汞							0.000	0.000			
镉							0.000	0.000			
铬						0.000	0.000				
类金属砷						0.000	0.000				
其他特征污染物						0.000	0.000				

影响及主要措施	生态保护目标		名称	级别	主要保护对象 (目标)	工程影响情况	是否占用	占用面积 (公顷)	生态防护措施					
									<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
项目涉及法律法规规定的保护区情况	生态保护红线		金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线、高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线、珠江上游及滇东南喀斯特地带水土保持生态保护红线、哀牢山-无量山山地生物多样性维护与水土保持生态保护红线		生物多样性维护、水土保持、水源涵养		是	88.99	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	避让 减缓 补偿 重建(多选)	
	自然保护区								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	避让 减缓 补偿 重建(多选)	
	饮用水水源保护区(地表)		楚雄市九龙甸水库饮用水水源保护区、玉溪市东风水库饮用水水源保护区、石屏县阿白冲水库集中式饮用水源地保护区、昆明市柴河水库饮用水源地保护区	县级以上、乡镇级	/	一级保护区、二级保护区、准保护区	部分占用,柴河水库水源保护区为隧洞下穿			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	避让 减缓 补偿 重建(多选)
	饮用水水源保护区(地下)				/					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	避让 减缓 补偿 重建(多选)
	风景名胜区		玉溪九龙池风景名胜区、石屏异龙湖风景名胜区	省级	高原湖泊、自然景观、人文景观	一般景区、风景恢复区	异龙湖风景名胜区为占用,九龙池风景名胜区为隧洞下穿			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	避让 减缓 补偿 重建(多选)
	国家湿地公园		云南晋宁南滇池国家湿地公园	国家级	保护水鸟及其栖息生境,保护生物多样性;维护生态系统的健康,保护滇池南水城不受污染	合理利用区		0.79		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	避让 减缓 补偿 重建(多选)
	国家森林公园		弥渡东山国家森林公园	国家级	森林植被、自然景观、人文景观	一般游憩区、管理服务区				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	避让 减缓 补偿 重建(多选)
主要原料及燃料信息	主要原料						主要燃料							
	序号	名称	年最大使用量	计量单位	有毒有害物质及含量(%)		序号	名称	灰分(N)	硫分(N)	年最大使用量	计量单位		
大气污染治理与排放信息	有组织排放(主要排放口)	序号(编号)	排放口名称	排气筒高度(米)	污染防治设施工艺			生产设备		污染物排放				
					序号(编号)	名称	污染防治设施处理效率	序号(编号)	名称	污染物种类	排放浓度(毫克/立方米)	排放速率(千克/小时)	排放量(吨/年)	排放标准名称
	无组织排放	序号	无组织排放源名称			污染物种类		排放浓度(毫克/立方米)	排放标准名称					

附表 2

地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目			
影响识别	影响类型	水污染影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ; 水文要素影响型 <input checked="" type="checkbox"/>			
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 <input checked="" type="checkbox"/> ; 饮用水取水口 <input type="checkbox"/> ; 涉水的自然保护区 <input type="checkbox"/> ; 重要湿地 <input checked="" type="checkbox"/> ; 重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input type="checkbox"/> ; 重要水生生物的自然产卵地及索耳场、越冬场和洄游通道、天然渔场等水体; 涉水的风景名胜区 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>			
	影响途径	水污染影响型		水文要素影响型	
		直接排放 <input checked="" type="checkbox"/> ; 间接排放 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		水温 <input checked="" type="checkbox"/> ; 径流 <input checked="" type="checkbox"/> ; 水域面积 <input checked="" type="checkbox"/>	
影响因子	持久性污染物 <input type="checkbox"/> ; 有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ; 非持久性污染物 <input checked="" type="checkbox"/> ; pH 值 <input checked="" type="checkbox"/> ; 热污染 <input type="checkbox"/> ; 富营养化 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		水温 <input checked="" type="checkbox"/> ; 水位(水深) <input checked="" type="checkbox"/> ; 流速 <input checked="" type="checkbox"/> ; 流量 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		
评价等级	水污染影响型		水文要素影响型		
	一级 <input type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 A <input checked="" type="checkbox"/> ; 三级 B <input type="checkbox"/>		一级 <input checked="" type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 <input type="checkbox"/>		
现状调查	区域污染源	调查项目		数据来源	
		已建 <input checked="" type="checkbox"/> ; 在建 <input checked="" type="checkbox"/> ; 拟建 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/> ;	拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	排污许可证 <input checked="" type="checkbox"/> ; 环评 <input checked="" type="checkbox"/> ; 环保验收 <input type="checkbox"/> ; 即有实测 <input checked="" type="checkbox"/> ; 现场监测 <input checked="" type="checkbox"/> ; 入河排放口数据 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
	受影响水体水环境质量	调查时期		数据来源	
		丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> ; 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 夏季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冬季 <input checked="" type="checkbox"/>		生态环境保护主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ; 补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
	区域水资源开发利用状况	未开发 <input type="checkbox"/> ; 开发量 40% 以下 <input type="checkbox"/> ; 开发量 40% 以上 <input checked="" type="checkbox"/>			
	水文情势调查	调查时期		数据来源	
丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> ; 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 夏季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冬季 <input checked="" type="checkbox"/>		水行政主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ; 补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/>			
补充监测	监测时期		监测因子	监测断面或点位	
	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> ; 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 夏季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冬季 <input checked="" type="checkbox"/>		(常规 24 项和集中饮用地表水 5 项)	监测断面或点位个数 (77) 个	
现状评价	评价范围	1) 输水线路区评价范围: 输水工程交叉的金沙江水系的桑园河、渔泡江、蜻蛉河、大姚西河、双甸河、盘龙江、宝象河、螳螂川、洛龙河等, 澜沧江水系的玉龙河, 南盘江水系的董炳大河、玉溪大河、九溪大河、庐江、旷野河、南庄河、沙甸河等, 红河水系的毗雄河、西河、中河、扒河等, 共 36 条河流。 2) 受水区评价范围: 53 座调蓄水库, 重点关注配套工程新建的中村水库; 受水湖泊为生态补水的滇池、异龙湖、杞麓湖。 3) 退水区评价范围: 工程运行后农业、工业、生活退水进入的河流, 工程共 32 个直接退水区和 2 个间接退水区, 退水涉及金沙江、澜沧江、红河、南盘江四大水系, 直接退水区主要为一级支流桑园河、落漏河、渔泡江、龙川江、普渡河、黑惠江、绿汁江、泸江、曲江、礼社江 10 条河流; 间接退水区为牛栏江。			
	评价因子	河流: 基本项目 24 项; 不具有人饮功能充蓄水库: 基本项目 24 项+透明度+叶绿素 a 具有人饮功能充蓄水库: 基本项目 24 项+补充项目 5 项+透明度+叶绿素 a			
	评价标准	河流、湖库、河口: I 类 <input type="checkbox"/> ; II 类 <input checked="" type="checkbox"/> ; III 类 <input checked="" type="checkbox"/> ; IV 类 <input checked="" type="checkbox"/> ; V 类 <input type="checkbox"/> ; 近岸海域: 第一类 <input type="checkbox"/> ; 第二类 <input type="checkbox"/> ; 第三类 <input type="checkbox"/> ; 第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准 (II 类 <input checked="" type="checkbox"/> ; III 类 <input checked="" type="checkbox"/> ; IV 类 <input checked="" type="checkbox"/> ;)			
	评价时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> ; 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 夏季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冬季 <input checked="" type="checkbox"/>			

工作内容		自查项目				
影响预测	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况： 达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 底泥污染评价 <input type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input checked="" type="checkbox"/> 流域(区域)水资源(包括水能资源)与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 <input checked="" type="checkbox"/>			达标区 <input checked="" type="checkbox"/>	不达标区 <input type="checkbox"/>
	预测范围	河流：桑园河、落漏河、渔泡江、龙川江、普渡河、黑惠江、绿汁江、泸江、曲江、礼社江、牛栏江 水库：53座充蓄水库 输水通道河流：炼洞河、瓦溪河、麻栗园河、紫甸河、普登河、甸中河、子午大河、黄尼河、十二箐河、盘龙江、宝象河、红旗河12条输水通道河流。 补水湖泊：滇池、杞麓湖、异龙湖				
	预测因子	(COD、TN、TP、氨氮、流量、水温、流速、水位等)				
	预测时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> ； 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input checked="" type="checkbox"/> ；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季 <input checked="" type="checkbox"/> 设计水文条件 <input type="checkbox"/>				
	预测情景	建设期 <input checked="" type="checkbox"/> ；生产运行期 <input checked="" type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> 正常工况 <input type="checkbox"/> ；非正常工况 <input type="checkbox"/> 污染控制可减缓措施方案 <input checked="" type="checkbox"/> 区(流)域环境质量改善目标要求情景 <input checked="" type="checkbox"/>				
预测方法	数值解 <input type="checkbox"/> ；解析解 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>					
影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区(流)域环境质量改善目标 <input checked="" type="checkbox"/> ；替代消减源口				
	水环境影响评价	排放口混合去外满足水环境保护要求 <input type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 <input type="checkbox"/> 满足区(流)域环境质量改善目标要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 <input checked="" type="checkbox"/> 对于新设或调整入河(湖库、近岸海域)排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 <input type="checkbox"/> 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 <input checked="" type="checkbox"/>				
	污染源排放量核算	污染物名称	排放量/(t/a)		排放浓度/(mg/L)	
		本工程为水利工程，污染物为供水量增加后新增退水产生的污染物： 2030年(COD/氨氮) 2040年(COD/氨氮)	2030年 (22288.78/1724.68) 2040年 (28782.65/2196.61)		分别按2030年，2040年34个退水小区城镇生活污水处理厂排水标准、工业污水处理厂排水标准、灌溉退水排放浓度确定	
替代源排放量情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量	排放浓度/(mg/L)	
	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	

工作内容		自查项目		
	生态流量确定	枯期生态基流按 10%年径流量、丰水期生态基流 30%年径流量		
防治措施	环保措施	污水处理设施 <input checked="" type="checkbox"/> ; 水文减缓设施 <input type="checkbox"/> ; 生态流量保障设施 <input checked="" type="checkbox"/> ; 区域消减依托其他工程措施 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/>		
	监测计划		环境质量	污染源
		监测方法	手动 <input checked="" type="checkbox"/> ; 自动 <input checked="" type="checkbox"/> ; 无检测 <input type="checkbox"/>	
		监测点位	河流: 落漏河、桑园河、西洱河、渔泡江、龙川江、普渡河、西河、毗雄河、绿汁江、曲江、泸江 充蓄水库: 53 个充蓄水库 ()	
	监测因子	常规 24 项和 集中饮用地表水 5 项 ()		
污染物排放清单	<input type="checkbox"/>			
评价结论	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ; 不可以接受 <input type="checkbox"/> ;			
注: “口” 为勾选项, 可√; “()” 为内容填写项: “备注” 为其他补充内容。				

土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况			备注	
影响识别	影响类型	污染影响型 <input type="checkbox"/> ；生态影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ；两种兼有 <input type="checkbox"/>				
	土地利用类型	建设用地 <input type="checkbox"/> ；农用地 <input checked="" type="checkbox"/> ；未利用地 <input type="checkbox"/>			土地利用类型图	
	占地规模	(1030.08) hm ²				
	敏感目标信息	敏感目标(无)、方位(无)、距离(无)				
	影响途径	大气沉降 <input type="checkbox"/> ；地面漫流 <input checked="" type="checkbox"/> ；垂直入渗 <input type="checkbox"/> ；地下水位 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他()				
	全部污染物					
	特征因子	pH				
	所属土壤环境影响评价项目类别	I类 <input checked="" type="checkbox"/> ；II类 <input type="checkbox"/> ；III类 <input type="checkbox"/> ；IV类 <input type="checkbox"/>				
	敏感程度	敏感 <input type="checkbox"/> ；较敏感 <input checked="" type="checkbox"/> ；不敏感 <input type="checkbox"/>				
评价工作等级		一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input checked="" type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>				
现状调查内容	资料收集	a) <input type="checkbox"/> ；b) <input checked="" type="checkbox"/> ；c) <input type="checkbox"/> ；d) <input checked="" type="checkbox"/>				
	理化特性	颜色、结构、质地、砂砾含量、其他异物、pH值、土壤容重/(kg/m ³)			同附录C	
	现状监测点位		占地范围内	占地范围外	深度	点位布置图
		表层样点数	3	38	0.2m	
		柱状样点数				
现状监测因子	pH值、土壤含盐量、镉、砷、汞、铜、铅、镍、锌、铬					
现状评价	评价因子	pH值、土壤含盐量、镉、砷、汞、铜、铅、镍、锌、铬				
	评价标准	GB 15618 <input checked="" type="checkbox"/> ；GB 36600 <input type="checkbox"/> ；表D.1 <input checked="" type="checkbox"/> ；表D.2 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他()				
	现状评价结论	<p>昆明市的K3#监测点的铜超过土壤污染风险筛选值，该区域土壤可能存在农用地土壤污染风险，应加强土壤环境监测和农产品协同监测；大理州的D1#、D3#、D4#、D6#监测点位，楚雄州的C4#~C9#监测点位，昆明的K4#监测点位，玉溪市的Y1#、Y3#、Y4#、Y5#、Y6#、Y7#监测点位、红河州的H2#、H3#、H12#、H14#~H17#监测点位的镉、汞、砷、铅指标超过土壤污染风险筛选值，可能存在食用农产品不符合质量安全标准等土壤污染风险，原则上应当采取农艺调控、替代种植等安全利用措施；玉溪市的Y3#监测点位镉指标超过土壤污染风险管制值，食用农产品不符合质量安全标准等农用地土壤污染风险高，且难以通过安全利用措施降低食用农产品不符合质量安全标准等农用地土壤污染风险，原则上应采取禁止种植食用农产品、退耕还林等严格管控措施。</p>				
影响预测	预测因子	土壤盐分含量、pH值				
	预测方法	附录E <input type="checkbox"/> ；附录F <input checked="" type="checkbox"/> ；其他				
	预测分析内容	<p>影响范围(工程占地区、工程供水灌区)</p> <p>影响程度(水库建成后，库区周边土壤不会发生盐化现象，灌区会有轻度盐化；不会造成评价区土壤潜育化、沼泽化现象。)</p>				
	预测结论	<p>达标结论：a)<input type="checkbox"/>；b)<input checked="" type="checkbox"/>；c)<input type="checkbox"/></p> <p>不达标结论：a)<input type="checkbox"/>；b)<input type="checkbox"/></p>				
防治措	防控措施	土壤环境质量现状保障 <input type="checkbox"/> ；源头控制 <input checked="" type="checkbox"/> ；过程防控 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他				
	跟踪监测	监测点数	监测指标	监测频次		
22		PH、SSC、镉、汞、砷、	运行期前3年，每年1次，农			

施			铅、铬、铜、镍、锌、 地下水位埋深、地下水 溶解性总固体	作物收获后监测	
	信息公开指标				
评价结论		从工程建设对土壤环境影响的角度，本工程建设是可行的。			
注 1：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。					
注 2：需要分别开展土壤环境影响评级工作的，分别填写自查表。					

大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目						
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input checked="" type="checkbox"/>		三级 <input type="checkbox"/>		
	评价范围	边长=50km <input checked="" type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5km <input type="checkbox"/>		
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a <input type="checkbox"/>		500~2000t/a <input type="checkbox"/>		<500t/a <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价因子	基本污染物 (PM _{2.5} 、PM ₁₀ 、O ₃ 、CO、SO ₂ 、NO ₂) 其他污染物 (/)			包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>			
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input type="checkbox"/>		附录 D <input type="checkbox"/>	其他标准 <input type="checkbox"/>	
	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>		二类区 <input type="checkbox"/>		一类区和二类区 <input checked="" type="checkbox"/>		
现状评价	评价基准年	(2018、2019) 年						
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input type="checkbox"/>		主管部门发布的数据 <input checked="" type="checkbox"/>		现状补充数据 <input checked="" type="checkbox"/>		
	现状评价	达标区 <input checked="" type="checkbox"/>			不达标区 <input type="checkbox"/>			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 <input type="checkbox"/>		拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>		其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>		区域污染源 <input type="checkbox"/>
		本项目非正常排放源 <input type="checkbox"/>						
大气环境影响评价	预测模型	AERMO D <input type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2000 <input type="checkbox"/>	EDMS /AED T <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>	网格模型 <input type="checkbox"/>	其他 <input checked="" type="checkbox"/>
	预测范围	边长≥50km <input checked="" type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5km <input type="checkbox"/>		
	预测因子	预测因子 (TSP、CO、NO ₂ 、SO ₂ 、C _m H _n)				包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>		
	正常排放短期浓度贡献值	C _{本项目} 最大占标率 ≤100% <input checked="" type="checkbox"/>				C _{本项目} 最大占标率 >100% <input type="checkbox"/>		
	正常排放年均浓度贡献值	一类区		C _{本项目} 最大占标率 ≤10% <input checked="" type="checkbox"/>		C _{本项目} 最大占标率 >10% <input type="checkbox"/>		
		二类区		C _{本项目} 最大占标率 ≤30% <input checked="" type="checkbox"/>		C _{本项目} 最大占标率 >30% <input type="checkbox"/>		
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 (/) h		C _{非正常} 最大占标率 ≤100% <input type="checkbox"/>		C _{非正常} 最大占标率 >100% <input type="checkbox"/>		
	保证率日均浓度和年平均浓度叠加值	C _{叠加} 达标 <input type="checkbox"/>				C _{叠加} 不达标 <input type="checkbox"/>		
区域环境质量的整体变化情况	k ≤ -20% <input type="checkbox"/>				k > -20% <input type="checkbox"/>			
环境监测计划	污染源监测	监测因子: (TSP、SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀)		有组织废气监测 <input type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input checked="" type="checkbox"/>			无监测 <input type="checkbox"/>	
	环境质量监测	监测因子: (/)		监测点位数 (/)			无监测 <input checked="" type="checkbox"/>	
评价结论	环境影响		可以接受 <input checked="" type="checkbox"/>		不可以接受 <input type="checkbox"/>			

论	大气环境保护距离	距 (/) 厂界最远 (200) m			
	污染源年排放量	SO ₂ : () t/a	NO _x : () t/a	颗粒物: () t/a	VOCs: () t/a

注: “□”为勾选项, 填“√”; “()”为内容填写项

环境风险评价自查表

工作内容		完成情况								
风险调查	危险物质	名称	汽柴油	炸药						
		存在总量/t	11500t	1800t						
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数_____人				5km 范围内人口数_____人			
			每公里管段周边 200m 范围内人口数（最大）						_____人	
		地表水	地表水功能敏感性	F1 <input type="checkbox"/>		F2 <input checked="" type="checkbox"/>		F3 <input type="checkbox"/>		
			环境敏感目标分级	S1 <input type="checkbox"/>		S2 <input type="checkbox"/>		S3 <input checked="" type="checkbox"/>		
地下水	地下水功能敏感性	G1 <input type="checkbox"/>		G2 <input checked="" type="checkbox"/>		G3 <input type="checkbox"/>				
	包气带防污性能	D1 <input type="checkbox"/>		D2 <input checked="" type="checkbox"/>		D3 <input type="checkbox"/>				
物质及工艺系统危险性		Q 值	Q<1 <input type="checkbox"/>		1≤Q<10 <input type="checkbox"/>		10≤Q<100 <input type="checkbox"/>		Q>100 <input type="checkbox"/>	
		M 值	M1 <input type="checkbox"/>		M2 <input type="checkbox"/>		M3 <input type="checkbox"/>		M4 <input type="checkbox"/>	
		P 值	P1 <input type="checkbox"/>		P2 <input type="checkbox"/>		P3 <input type="checkbox"/>		P4 <input type="checkbox"/>	
环境敏感程度		大气	E1 <input type="checkbox"/>			E2 <input type="checkbox"/>		E3 <input checked="" type="checkbox"/>		
		地表水	E1 <input type="checkbox"/>			E2 <input checked="" type="checkbox"/>		E3 <input type="checkbox"/>		
		地下水	E1 <input type="checkbox"/>			E2 <input checked="" type="checkbox"/>		E3 <input type="checkbox"/>		
环境风险潜势		IV+ <input type="checkbox"/>	IV <input type="checkbox"/>		III <input type="checkbox"/>		II <input type="checkbox"/>		I <input checked="" type="checkbox"/>	
评价等级		一级 <input type="checkbox"/>			二级 <input type="checkbox"/>		三级 <input type="checkbox"/>		简单分析 <input checked="" type="checkbox"/>	
风险识别	物质危险性	有毒有害 <input type="checkbox"/>				易燃易爆 <input checked="" type="checkbox"/>				
	环境风险类型	泄露 <input type="checkbox"/>			火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 <input checked="" type="checkbox"/>					
	影响途径	大气 <input checked="" type="checkbox"/>			地表水 <input checked="" type="checkbox"/>		地下水 <input type="checkbox"/>			
事故情形分析		源强设定方法	算法 <input type="checkbox"/>		经验估算法 <input type="checkbox"/>		其他估算法 <input checked="" type="checkbox"/>			
风险预测与评价	大气	预测模型	SLAB <input type="checkbox"/>		AFTOX <input type="checkbox"/>		其他 <input checked="" type="checkbox"/>			
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_____m							
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围_____m							
	地表水	最近环境敏感目标_____, 到达时间_____h								
	地下水	下游厂区边界到达时间_____d								
最近环境敏感目标_____, 到达时间_____d										
重点风险防范措施		<p>(1) 车辆运输过程中, 须严格遵守危险货物运输有关规定, 炸药运输不得将炸药和雷管混装运输, 运送油料的运输车辆须采用密闭性能优越的储油罐, 确保不造成环境危害。</p> <p>(2) 施工生产生活区建立防火及火灾警报系统, 对施工人员进行防火宣传教育, 严格规范和限制施工人员野外活动, 作好吸烟和生活用火等火源管理, 确保区域森林资源及居民生命财产安全。</p> <p>(3) 加强对危险路段、车辆集中线路的交通管制, 设置安全警示标志牌, 注意路面维护, 降低风险发生概率。</p> <p>(4) 加强装卸作业管理, 装卸作业人员须具备合格专业技能, 装卸作业机械设备性能须符合要求, 加强对装卸作业人员技能培训。</p> <p>(5) 加强对油料、炸药等危险品的生产安全监管, 提高工作人员安全防范意识。</p> <p>(6) 隧洞施工过程中, 采取超前地质预报、固结灌浆、堵水限排、灌浆封堵、衬砌支护等工程措施。</p> <p>(7) 隧洞施工进出口、支洞口设置隧洞排水收集处理池, 加强收集处理设施的日常管护, 确保排水处理效率满足相应管理要求。</p> <p>(8) 若确因工程输水隧洞开挖引起地下水漏失, 造成地下水水资源利用功能影响的, 须切实采取替代水源或经济补偿等措施。</p>								

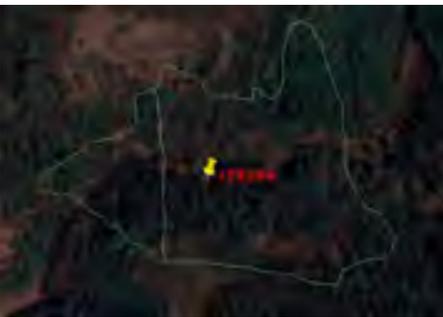
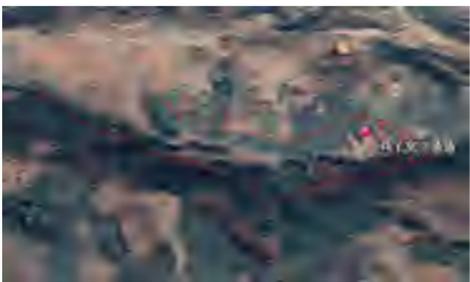
评价结论与建议	结合项目实际情况，本评价提出了相关防护措施，在加强管理及积极落实有关防范措施后，本项目环境事故发生的可能性很低，风险可以规避。
注：“□”为勾选项，“_____”为填写项。	

附表 3 弃渣场生境情况一览表

序号	分段	弃渣场名称	生境描述	卫星影像	无人机影像
1	大理段	龙王庙弃渣场	主要为云南松、桉树和稀树灌草丛		
2		黑泥箐弃渣场	主要为云南松和灌丛		
3		小青坡弃渣场	主要为云南松、稀树灌草丛、旱地		
4		凤尾弃渣场	主要为人工林和旱地		
5		白蒿箐弃渣场	主要为稀树灌草丛和旱地		
6	楚雄州	赵山弃渣场	主要为旱地和稀树灌草丛		

序号	分段	弃渣场名称	生境描述	卫星影像	无人机影像
7	昆明段	桃园弃渣场	主要为常绿阔叶林和灌草丛		
8		河尾巴弃渣场	主要为常绿阔叶林和稀树灌草丛		
9		百王寨弃渣场	主要为常绿阔叶林和稀树灌草丛		
10		争箐村弃渣场	主要为常绿阔叶林和稀树灌草丛		
11		大箐水库	大海子弃渣场	主要为云南松和草丛	

序号	分段	弃渣场名称	生境描述	卫星影像	无人机影像
12	黄坡水库	烂泥田弃渣场	主要为云南松和草丛		
13	玉溪段	小石桥村弃渣场	主要为灌草丛和裸地		
14		玉苗弃渣场	主要为桉树和耕地		
15	红河段	摸左哨村弃渣场	主要为阔叶林和灌草丛		
16		湾子寨弃渣场	主要为园地和灌草丛		

序号	分段	弃渣场名称	生境描述	卫星影像	无人机影像
17		岩子脚弃渣场	主要为桉树林和旱地		
18	大黑箐隧洞	大黑箐弃渣场	主要为云南松林、旱地		
19		燕子窝渣场	主要为灌草丛和旱地		
20	大唐水库	上浑水塘渣场	主要为灌草丛、人工林和旱地		
21		绿差冲渣场	主要为灌草丛和旱地		

附录 1 野外调查群落样地记录

1 滇中引水大理段评价区植物群落样地综合表

表 1 锥连栎林群落样地记录表

植 物 名 称	群落名称	锥连栎林
	样地编号	DZDL002
	日期	191001
	样地面积/m×m	10*10
	经度/E(°)	100.5936E
	纬度/N(°)	25.5678N
	海拔/m	1744
	坡向	N10
	坡度/(°)	25
	总盖度(%)	85%
	群落高(m)	12
	乔木层盖度(%)	70%
	乔木层高度(m)	12
	灌木层盖度(%)	40%
	灌木层高度(m)	2
草本层盖度(%)	60%	
草本层高度(m)	1	
乔木层		多优度-群聚度
锥连栎 <i>Quercus franchetii</i>		5.5
麻栎 <i>Quercus acutissima</i>		3.3
黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>		2.2
蓝桉 <i>Eucalyptus robusta</i>		+
苹果 <i>Malus pumila</i>		+
灌木层		多优度-群聚度
华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>		2.2
铁仔 <i>Myrsine africana</i>		+
坡柳 <i>Dodonaea viscosa</i>		+
薄叶鼠李 <i>Rhamnus leptophylla</i>		+
地果 <i>Ficus tikoua</i>		1.1
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>		+
蓖麻 <i>Ricinus communis</i>		+
光萼猪屎豆 <i>Crotalaria trichotoma</i>		+
斑鸠菊 <i>Vernonia esculenta</i>		+
草本层		多优度-群聚度

黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>	2.2
细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>	2.2
砖子苗 <i>Mariscus umbellatus</i>	+
江南卷柏 <i>Selaginella moellendorffii</i>	+
石椒草 <i>Boenninghausenia sessilicarpa</i>	+
云南兔儿风 <i>Ainsliaea yunnanensis</i>	+
石蝴蝶 <i>Petrocosmea duclouxii</i>	+
薯蓣 <i>Dioscorea opposita</i>	+
翠雀 <i>Delphinium grandiflorum</i>	1.1
凤丫蕨 <i>Coniogramme japonica</i>	+
假酸浆 <i>Nicandra physalodes</i>	+
皱叶狗尾草 <i>Setaria plicata</i>	+
茅瓜 <i>Melothria heterophylla</i>	+
山土瓜 <i>Merremia hungaiensis</i>	+
云南鼠尾草 <i>Salvia yunnanensis</i>	+
铁线蕨 <i>Adiantum capillus-veneris</i>	+

表 2 云南松群落群落样地记录表

植 物 名 称	群落名称	云南松群落	
	样地编号	DZDL028	DZDL029
	日期	191004	191004
	样地面积/m×m	10×10	10×10
	经度/E(°)	100.4058E	100.4099E
	纬度/N(°)	25.3457N	25.4565N
	海拔/m	2092	1964
	坡向	NW310	SE117
	坡度/(°)	5	35
	总盖度(%)	80%	90%
	群落高(m)	10	12
	乔木层盖度(%)	70%	80%
	乔木层高度(m)	10	12
	灌木层盖度(%)	70%	10%
	灌木层高度(m)	2	1
	草本层盖度(%)	30%	20%
	草本层高度(m)	1	1
	乔木层	多优度-群聚度	
	云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>	4.4	5.5
灌木层	多优度-群聚度		
碎米花 <i>Rhododendron spiciferum</i>	2.2		
厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	4.4		
野拔子 <i>Elsholtzia rugulosa</i>	+		

水红木 <i>Viburnum cylindricum</i>		
华西小石积 <i>Osteomeles anthyllidifolia</i>	+	+
圆锥山蚂蝗 <i>Desmodium elegans</i>		+
川梨 <i>Pyrus pashia</i>	+	
铁仔 <i>Myrsine africana</i>	+	+
乌鸦果 <i>Vaccinium fragile</i>	+	+
米饭花 <i>Vaccinium mandarinorum</i>		
楚雄安息香 <i>Styrax limprichtii</i>	+	+
斑鸠菊 <i>Vernonia esculenta</i>	+	+
帚枝鼠李 <i>Rhamnus virgata</i>		
截叶铁扫帚 <i>Clematis hexapetala</i>	+	
沙针 <i>Osyris quadripartita</i>	+	
野丁香 <i>Leptodermis potanini</i>	+	
常绿蔷薇 <i>Rosa sempervirens</i>	+	
牛筋条 <i>Dichotomanthus tristaniaecarpa</i>	+	
锐齿槲栎 <i>Quercus aliena</i> var. <i>Acuteserrata</i>	+	
滇杨 <i>Populus yunnanensis</i>	+	
菝葜 <i>Smilax china</i>	+	
川滇金丝桃 <i>Hypericum forrestii</i>	+	
椭圆悬钩子 <i>Rubus ellipticus</i>		+
西南杭子梢 <i>Campylotropis delavayi</i>		+
越桔 <i>Vaccinium vitis-idaea</i>		+
越南叶下珠 <i>Phyllanthus cochinchinensis</i>		+
地果 <i>Ficus tikoua</i>		+
草本层	多优度-群聚度	
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	+	3.3
孔颖草 <i>Bothriochloa pertusa</i>	2.2	
猪殃殃 <i>Galium aparine</i>		+
蒿属 <i>Artemisia</i>		+
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>		2.2
爵床 <i>Rostellularia procumbens</i>		+
酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	+	
砖子苗 <i>Mariscus sumatrensis</i>		+
浆果薹草 <i>Carex baccans</i>	+	+
拟鼠鞠草 <i>Pseudognaphalium affine</i>		+
半夏 <i>Pinellia ternata</i>		+
西南委陵菜 <i>Potentilla fulgens</i>	+	
画眉草 <i>Cyclosorus interruptus</i>		+
扁核木 <i>Prinsepia utilis</i>		
求米草 <i>Oplismenus undulatifolius</i>		+
黄龙尾 <i>Agrimonia pilosa</i>	+	
云南兔儿风 <i>Ainsliaea yunnanensis</i>	+	

黄背草 <i>Themeda japonica</i>	+	
滇黄芩 <i>Scutellaria amoena</i>	+	
草血竭 <i>Polygonum paleaceum</i>	+	
牡蒿 <i>Artemisia japonica</i>	+	
地桃花 <i>Urena lobata</i>	+	
轮叶黄精 <i>Polygonatum verticillatum</i>		+
土瓜狼毒 <i>Euphorbia prolifera</i>		+
鹭鸶草 <i>Diuranthera major</i>		+
西南天门冬 <i>Asparagus munitus</i>		+
粉背蕨 <i>Aleuritopteris pseudofarinosa</i>		+
短葶飞蓬 <i>Erigeron breviscapus</i>		+
一掌参 <i>Peristylus foriceps</i>		+
鹅毛玉凤花 <i>Habenaria dentata</i>		+

表 3 华山松林群落样地记录表

植 物 名 称	群落名称	华山松林
	样地编号	DZDL030
	日期	191004
	样地面积/m×m	10*10
	经度/E(°)	100.4416E
	纬度/N(°)	25.4581N
	海拔/m	1882
	坡向	W280
	坡度/(°)	10
	总盖度(%)	100%
	群落高(m)	14
	乔木层盖度(%)	80%
	乔木层高度(m)	14
	灌木层盖度(%)	40%
	灌木层高度(m)	3
	草木层盖度(%)	25%
	草木层高度(m)	1
乔木层		多优度-群聚度
华山松 <i>Pinus armandi</i>		4.4
云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>		2.2
楝 <i>Melia azedarach</i>		2.2
漆树 <i>Toxicodendron vernicifluum</i>		1.1
灌木层		多优度-群聚度
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>		2.2
勾儿茶 <i>Berchemia sinica</i>		2.2
铁仔 <i>Myrsine africana</i>		2.2

鞍叶羊蹄甲 <i>Bauhinia brachycarpa</i>	+
圆锥山蚂蝗 <i>Desmodium elegans</i>	+
薄叶鼠李 <i>Rhamnus leptophylla</i>	+
斑鸠菊 <i>Vernonia esculenta</i>	+
华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>	+
野拔子 <i>Elsholtzia rugulosa</i>	+
光萼猪屎豆 <i>Crotalaria trichotoma</i>	+
毛茛铁线莲 <i>Clematis ranunculoides</i>	+
坡柳 <i>Dodonaea viscosa</i>	+
川梨 <i>Pyrus pashia</i>	+
马桑 <i>Coriaria nepalensis</i>	+
截叶铁扫帚 <i>Lespedeza cuneata</i>	+
小叶栒子 <i>Cotoneaster microphyllus</i>	+
两面针 <i>Zanthoxylum nitidum</i>	+
胡颓子 <i>Elaeagnus pungens</i>	+
草本层	多优度-群聚度
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	2.2
魁蒿 <i>Artemisia princeps</i>	+
猪殃殃 <i>Galium spurium</i> Linnaeus	+
蒿属 <i>Artemisia</i>	+
黄龙尾 <i>Agrimonia pilosa</i>	+
四川香茶菜 <i>Isodon setschwanensis</i>	+
滇紫草 <i>Onosma paniculatum</i>	+
吉祥草 <i>Reineckia carnea</i>	+
钩毛茜草 <i>Rubia oncotricha</i>	+
茅瓜 <i>Melothria heterophylla</i>	+
薯蓣 <i>Dioscorea opposita</i>	+
砖子苗 <i>Mariscus umbellatus</i>	+
倒提壶 <i>Cynoglossum amabile</i>	+
拔毒散 <i>Sida szechuensis</i>	+
浆果薹草 <i>Carex baccans</i>	+
云南兔儿风 <i>Ainsliaea yunnanensis</i>	+
牡蒿 <i>Artemisia japonica</i>	+
细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>	+
齿牙毛蕨 <i>Cyclosorus dentatus</i>	+
山黑豆 <i>Dumasia truncata</i>	+
三叶悬钩子 <i>Rubus delavayi</i>	+
烟管头草 <i>Carpesium cernuum</i>	+
钮子瓜 <i>Zehneria maysorensis</i>	+
藤本	多优度-群聚度
鹅绒藤 <i>Cynanchum chinense</i>	+

表 4 华西小石积灌丛群落样地综合表

植物名称	群落名称	华西小石积灌丛					存在度
	样地编号	DZDL008	DZDL009	DZDL010	DZDL15	DZDL017	
	日期	191002	191002	191002	191003	191003	
	样地面积/m×m	5*5	5*5	5*5	5*5	5*5	
	经度/E(°)	100.5157E	100.5165E	100.4335E	100.1951E	100.1886E	
	纬度/N(°)	25.6781N	25.6779N	25.7519N	26.1138N	26.1134N	
	海拔/m	1666	1655	1801	2106	2274	
	坡向	NE38	NE38	N100	NE37	NW335	
	坡度/(°)	20	20	30	10	15	
	总盖度(%)	70%	80%	95%	90%	80%	
	群落高(m)	2	2	3	4	2.5	
	灌木层盖度(%)	70%	70%	80%	70%	60%	
	灌木层高度(m)	2	2	3	4	2.5	
	草木层盖度(%)	40%	40%	70%	70%	60%	
	草木层高度(m)	0.4	0.4	0.6	0.8		
灌木层		多优度-群聚度					
华西小石积	<i>Osteomeles schwerinae</i>	3.3	3.3	4.4	4.4	3.3	III
野桐	<i>Mallotus japonicus var. floccosus</i>		3.3				I
车桑子	<i>Dodonea viscosa</i>	2.2	2.2	+	3.3		I
女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>		2.2				I
川滇高山栎	<i>Quercus aquifolioides</i>			3.3			I
楚雄安息香	<i>Styrax limprichtii</i>				3.3		I
川梨	<i>Pyrus pashia</i>				2.2		I
锥连栎	<i>Quercus franchetii</i>					2.2	I
栓皮栎	<i>Quercus variabilis</i>					2.2	I
假杜鹃	<i>Barleria cristata</i>	+		2.2			I
灰毛蕨	<i>Caryopteris forrestii</i>	4.4	+				I
紫药女贞	<i>Ligustrum delavayanum</i>	2.2					I
滇榄仁	<i>Terminalia franchetii</i>	2.2					I
清香木	<i>Pistacia weinmannifolia</i>			+	+	+	I
西南栒子	<i>Cotoneaster franchetii</i>				+	+	I
银叶铁线莲	<i>Clematis delavayi</i>				+	+	I
瑞香	<i>Daphne odora</i>				+	+	I
圆锥山蚂蝗	<i>Desmodium elegans</i>		+	+			I
鞍叶羊蹄甲	<i>Bauhinia brachycarpa</i>	+	+		+		I

山槐	<i>Albizia kalkora</i>				1.1		I
小檗美登木	<i>Maytenus berberoides</i>		+				I
拔毒散	<i>Sida szechuensis</i>	+					I
野拔子	<i>Elsholtzia rugulosa</i>	+	+				I
水茄	<i>Solanum torvum</i>			+			I
漾鼻荚蒾	<i>Viburnum chingii</i>				+		I
戟叶酸模	<i>Rumex hastatus</i>				+		I
锐齿槲栎	<i>Quercus aliena var. acutiserrata</i>					+	I
小叶栒子	<i>Cotoneaster microphyllus</i>					+	I
黑果荚蒾	<i>Viburnum melanocarpum</i>					+	I
水红木	<i>Viburnum cylindricum</i>					+	I
云南松	<i>Pinus yunnanensis</i>					+	I
头状四照花	<i>Cornus capitata</i>					+	I
沙针	<i>Osyris quadripartita</i>					+	I
杭子梢	<i>Campylotropis macrocarpa</i>					+	I
野豇豆	<i>Vigna vexillata</i>					+	I
毛木通	<i>Clematis buchananiana</i>					+	I
薄叶鼠李	<i>Rhamnus leptophylla</i>					+	I
小铁仔	<i>Myrsine africana</i>					+	I
芒种花	<i>Hypericum uralum</i>					+	I
地石榴	<i>Thesium chinense</i>					+	I
响叶杨	<i>Populus adenopoda</i>					+	I
蒙自木蓝	<i>Indigofera mengtzeana</i>					+	I
草本层		多优度-群聚度					
黄茅	<i>Heteropogon contortus</i>	+	2.2	2.2	4.4	2.2	II
鬼针草	<i>Bidens pilosa</i>	+	+	+	+		I
圆叶牵牛	<i>Ipomoea purpurea</i>		+				I
百日菊	<i>Zinnia elegans</i>	+		+	+		I
马鞭草	<i>Verbena officinalis</i>				+	+	I
黄背草	<i>Themeda japonica</i>				+	+	I
牛膝	<i>Achyranthes bidentata</i>			3.3			I
草血竭	<i>Polygonum paleaceum</i>					2.2	I
石蝴蝶	<i>Petrocosmea duclouxii</i>		+		+		I
求米草	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	+			+		I
江南卷柏	<i>Selaginella moellendorffii</i>	+					I
鸡蛋参	<i>Codonopsis convolvulacea</i>	+			+		I
千根草	<i>Euphorbia thymifolia</i>	+					I

紫茎泽兰	<i>Ageratina adenophora</i>	+					I	
江南卷柏	<i>Selaginella moellendorffii</i>		+				I	
硬枝野荞麦	<i>Fagopyrum urophyllum</i>		+				I	
细毡毛忍冬	<i>Lonicera similis</i>		+				I	
三角叶薯蓣	<i>Dioscorea deltoidea</i>		+				I	
垫状卷柏	<i>Selaginella pulvinata</i>		+				I	
一把伞南星	<i>Stellaria yunnanensis</i>					+	I	
细柄草	<i>Capillipedium parviflorum</i>					+	I	
瓜子金	<i>Dischidia chinensis</i>					+	I	
蒿	<i>Artemisia</i>					+	I	
川续断	<i>Dipsacus asper</i>					+	I	
牵牛花	<i>Pharbitis nil</i>					+	I	
竹叶草	<i>Oplismenus compositus</i>					+	I	
孔颖草	<i>Bothriochloa pertusa</i>					+	I	
倒提壶	<i>Cynoglossum amabile</i>					+	I	
千里光	<i>Senecio scandens</i>					+	I	
金粉蕨	<i>Onychium siliculosum</i>					+	I	
浆果薹草	<i>Carex baccans</i>					+	I	
黄花稔	<i>Sida acuta</i>					+	I	
孔雀草	<i>Tagetes patula</i>					+	I	
毛蕨菜	<i>Callipteris esculentum</i>					+	I	
百蕊草	<i>Thesium chinense</i>						+	I
柴胡	<i>Bupleurum Chinense</i>						+	I
毒芹	<i>Cicuta virosa</i>						+	I
窃衣	<i>Torilis scabra</i>						+	I
火絨草	<i>Leontopodium leontopodioides</i>						+	I
风轮菜	<i>Clinopodium chinense</i>						+	I
薯蓣	<i>Dioscorea opposita</i>						+	I
鸢尾	<i>Iris tectorum</i>						+	I
吉祥草	<i>Reineckia carnea</i>						+	I
偏翅唐松草	<i>Thalictrum delavayi</i>						+	I
云南兔儿风	<i>Ainsliaea yunnanensis</i>						+	I
狼毒	<i>Stellera chamaejasme</i>						+	I
小龙胆	<i>Gentiana parvula</i>						+	I
画眉草	<i>Cyclosorus interruptus</i>						+	I
毛蕨	<i>Cyclosorus interruptus</i>						+	I
尼泊尔老鹳草	<i>Geranium nepalense</i>						+	I

茜草	<i>Rubia cordifolia</i>					+	I
钩毛茜草	<i>Rubia oncotricha</i>					+	I
短葶飞蓬	<i>Erigeron breviscapus</i>					+	I
蔗茅	<i>Erianthus rufipilus</i>					+	I

表 5 黄茅中草草丛群落样地记录表

植物名称	群落名称	黄茅中草草丛	
	样地编号	DZDL001	DZDL004
	日期	191001	191001
	样地面积/m×m	5*5	5*5
	经度/E(°)	100.5862E	100.6361E
	纬度/N(°)	25.5603N	25.5962N
	海拔/m	1795	1741
	坡向	NW330	SW100
	坡度/(°)	30	20
	总盖度(%)	90%	85%
	群落高(m)	1	2
	灌木层盖度(%)	10%	35%
	灌木层高度(m)	1	2
	草本层盖度(%)	80%	80%
草本层高度(m)	0.6	0.8	
灌木层		多优度-群聚度	
余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i>	1.1	3.3	
坡柳 <i>Dodonaea viscosa</i>	+	+	
夹竹桃 <i>Nerium indicum</i>	2.2		
戟叶酸模 <i>Rumex hastatus</i>	2.2		
银叶铁线莲 <i>Clematis delavayi</i>	1.1		
蓝桉 <i>Eucalyptus robusta</i>	+		
白刺花 <i>Sophora davidii</i>	+		
西南杭子梢 <i>Campylotropis delavayi</i>	+		
华西小石积 <i>Osteomeles anthyllidifolia</i>			+
鞍叶羊蹄甲 <i>Bauhinia brachycarpa</i>	+		
草本层		多优度-群聚度	
黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>	5.5	5.5	
灰苞蒿 <i>Artemisia roxburghiana</i>	2.2		
水蔗草 <i>Apluda mutica</i>	2.2		
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	+		
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	+		
钮子瓜 <i>Zehneria maysorensis</i>	+		

藜 <i>Chenopodium album</i>	+	
孔雀草 <i>Tagetes patula</i>	+	
画眉草 <i>Cyclosorus interruptus</i>		+
翅茎草 <i>Pterygiella nigrescens</i>		+
纤花耳草 <i>Hedyotis tenelliflora</i>		+
酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>		+
黄背草 <i>Themeda japonica</i>		+

表 6 坡柳灌丛群落样地记录表

植 物 名 称	群落名称	坡柳灌丛
	样地编号	DZDL003
	日期	191001
	样地面积/m×m	5*5
	经度/E(°)	100.6326E
	纬度/N(°)	25.6023N
	海拔/m	1722
	坡向	NE60
	坡度/(°)	5
	总盖度(%)	90%
	群落高(m)	1.5
	灌木层盖度(%)	45%
	灌木层高度(m)	1.5
	草本层盖度(%)	75%
草本层高度(m)	0.5	
灌木层		多优度-群聚度
坡柳 <i>Dodonaea viscosa</i>		3.3
余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i>		+
戟叶酸模 <i>Rumex hastatus</i>		+
截叶铁扫帚 <i>Lespedeza cuneata</i>		+
草本层		多优度-群聚度
黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>		
狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>		5.5
豨莶 <i>Siegesbeckia orientalis</i>		2.2
百日菊 <i>Zinnia elegans</i>		2.2
拔毒散 <i>Sida szechuensis</i>		2.2
孔颖草 <i>Bothriochloa pertusa</i>		
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>		+
酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>		+
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>		+
画眉草 <i>Cyclosorus interruptus</i>		+
倒提壶 <i>Cynoglossum amabile</i>		+

黑麦草 <i>Lolium perenne</i>	+
越南叶下珠 <i>Phyllanthus cochinchinensis</i>	+
蒿属 <i>Artemisia</i>	+
川滇山箭菜 <i>Eutrema lancifolium</i>	+

2 滇中引水楚雄段评价区植物群落综合样地表

表 1 云南松林群落样地记录表

植物名称	群落名称	云南松林群落
	样地编号	DZCX227
	样方面积(m×m)	10×10
	经度	101.381986
	纬度	25.266722
	海拔(m)	1930
	坡向(°)	
	坡度(度)	
	总盖度(%)	80%
	总高度(m)	7
	乔木层盖度(%)	80
	乔木层高度(m)	7
	灌木盖度(%)	40%
	灌木层高度(m)	2
	草本层盖度(%)	20%
草本层高度(m)	0.5	
乔木层		多优度-群聚度
云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>		4.4
滇石栎 <i>Lithocarpus dealbatus</i>		1.1
灌木层		
锥连栎 <i>Quercus franchetii</i>		1.1
厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>		1.1
石楠 <i>Photinia serrulata</i>		+
薄叶鼠李 <i>Rhamnus leptophylla</i>		+
杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i>		+
草本层		多优度-群聚度
野拔子 <i>Elsholtzia rugulosa</i>		+
尖叶长柄山蚂蝗 <i>Podocarpium podocarpum</i> var. <i>oxyphyllum</i>		1.1
钝叶黑面神 <i>Breynia retusa</i>		+
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>		+
灰苞蒿 <i>Artemisia roxburghiana</i>		+
截叶铁扫帚 <i>Lespedeza cuneata</i>		2.2
短叶决明 <i>Cassia leschenaultiana</i>		+

白花银背藤 <i>Argyreia seguinii</i>	+
豨莶 <i>Siegesbeckia orientalis</i>	+
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	+
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	+

表 2 锥连栎群落样地综合表

植 物 名 称	群落名称	锥连栎林									存 在 度
	样地编号	DZCX 101	DZCX 116	DZCX 117	DZCX 118	DZCX 123	DZCX 213	DZCX2 15	DZCX2 16	DZCX2 28	
	样方面积 (m×m)	10×10	20×20	20×20	10×10	20×20	5×5	20×20	20×20	10×10	
	经度	101.91 8	101.58 9	101.45 8	101.59 6	101.39 4	101.90 6	101.547	101.545	101.425	
	纬度	25.58	25.846	25.047	25.049	25.096	25.484	25.408	25.391	25.257	
	海拔(m)	1452	2112	1904	1806	1937	1909	1945	1968	1975	
	坡向(°)	西南 210°	西北 325°	东南 130°	东北 54°	东北 115°		东南 128°	东南 130°	东南 127°	
	坡度(度)	15°	25°	10°	10°	11°		20	12	31	
	总盖度(%)	90%	90%	92%	91%	100%	75%	90%	90%	90%	
	总高度(m)	10	7	8	5	9	2.3	12	12	4	
	乔木层盖度 (%)	89%	80%	80%	90%	89%		80%	85%		
	乔木层高度 (m)	10	7	8	5	9		12	12		
	灌木盖度(%)	40%	40%	30%	15%	30%	65%	40%	30%	90%	
	灌木层高度 (m)	1.8	2	3	2	4	2.3	3	2.5	4	
	草本层盖度 (%)	30%	10%	5%	80%	10%	30%	15%	40%	75%	
草本层高度 (m)	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.5	0.4	0.6	1.1		
乔木层		多优度-群聚度									
锥连栎 <i>Quercus franchetii</i>	4.4	5.5	3.3	5.5	3.3		5.5	3.3		IV	
云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>		1.1	4.4		1.1		2.2	3.3		III	
厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>							+	2.2		II	
云南油杉 <i>Keteleeria evelyniana</i>			+		+		+			II	
锐齿槲栎 <i>Quercus aliena</i> var. <i>acuteserrata</i>			1.1		+					II	
高山栲 <i>Castanopsis delavayi</i>		+								I	
光叶柯 <i>Lithocarpus mairei</i>					1.1					I	
栓皮栎 <i>Quercus variabilis</i>					2.2					I	
灌木层		多优度-群聚度									
铁仔 <i>Myrsine africana</i>		+	3.3	+		+	1.1	1.1		IV	

华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>	1.1						+	+	1.1	III
薄叶鼠李 <i>Rhamnus leptophylla</i>	+			+				+	+	III
锥连栎 <i>Quercus franchetii</i>						2.2			3.3	II
华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>	3.3		+	3.3						II
车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i>	1.1						+			II
川梨 <i>Pyrus pashia</i>			2.2	2.2			+			II
荷苞山桂花 <i>Polygala arillata</i>										I
鲜黄小檗 <i>Berberis diaphana</i>										I
羊耳菊 <i>Inula cappa</i>		+								I
小叶栒子 <i>Cotoneaster microphyllus</i>								+		I
毛叶柿 <i>Diospyros mollifolia</i>	2.2									I
清香木 <i>Pistacia weinmannifolia</i>	1.1									I
薄皮木 <i>Leptodermis oblonga</i>	+									I
假杜鹃 <i>Barleria cristata</i>	+									I
铁仔 <i>Myrsine africana</i>										I
冬青 <i>Ilex purpurea</i> var. <i>purpurea</i>			+							I
矮杨梅 <i>Ilex chamaebuxus</i>					+					I
火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>							+			I
厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>							1.1			I
落羽松叶下珠 <i>Phyllanthus taxodiifolius</i>							+			I
余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i>									+	I
石楠 <i>Photinia serrulata</i>									+	I
草本层	多优度-群聚度									
华火绒草 <i>Leontopodium sinense</i>	+	+	1.1		+		1.1	1.1		IV
野古草 <i>Arundinella anomala</i>	+		1.1	+	+		+	+	3.3	IV
小叶菵草 <i>Arthraxon lancifolius</i>	1.1	+		1.1		+	+	2.2	1.1	IV
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	+		+	+		+			+	III
野拔子 <i>Elsholtzia rugulosa</i>		+	+		1.1		+		2.2	III
云南长柄山蚂蝗 <i>Hylodesmum longipes</i>			1.1		+		1.1	+	+	III
酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	+	+	+		+			+	+	III
浆果薹草 <i>Carex baccans</i>				+	+		+			II
细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>	2.2	+	+					+		II
狭叶沿阶草 <i>Ophiopogon stenophyllus</i>										II

紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>		+			+			+		II
云南兔儿风 <i>Ainsliaea yunnanensis</i>					1.1		1.1	+		II
薯蓣 <i>Dioscorea opposita</i>		+		+			+			II
瘤足蕨 <i>Plagiogyria adnata</i>			+		+		+			II
旱蕨 <i>Pellaea nitidula</i>				+			+		+	II
淡黄香茶菜 <i>Rabdosia flavida</i>				+			+			II
灰苞蒿 <i>Artemisia roxburghiana</i>				+				+		II
乌鸦果 <i>Vaccinium fragile</i>		1.1	1.1					+		II
黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>	3.3					+		+		II
佩兰 <i>Eupatorium fortunei</i>								+	1.1	II
竹叶草 <i>Oplismenus compositus</i>	1.1			+						II
金色狗尾草 <i>Setaria glauca</i>		+		+						II
白牛皮消 <i>Cynanchum lysimachioides</i>			1.1	+						II
万寿菊 <i>Tagetes erecta</i>			+	+						II
灰色木蓝 <i>Indigofera wightii</i>				+	+					II
地桃花 <i>Urena lobata</i>				+					+	II
磨芋 <i>Amorphophallus rivieri</i>										I
小膜盖蕨 <i>Araiostegia delavayi</i>										I
粘山药 <i>Dioscorea hemsleyi</i>										I
勾儿茶 <i>Berchemia sinica</i>										I
一把伞南星 <i>Arisaema erubescens</i>							+			I
大丁草 <i>Gerbera anandria</i>							+			I
细木通 <i>Clematis subumbellata</i>							+			I
硬杆子草 <i>Capillipedium assimile</i>							+			I
紫草 <i>Lithospermum erythrorhizon</i>							+			I
钩毛茜草 <i>Rubia oncotricha</i>				+			+			I
薯蓣 <i>Dioscorea opposita</i>							+			I
杏叶茜芹 <i>Pimpinella candolleana</i>							+			I
细叶金丝桃 <i>Hypericum gramineum</i>							+			I
野拔子 <i>Elsholtzia rugulosa</i>								+		I
草玉梅 <i>Anemone rivularis</i>								+		I
兵豆 <i>Vaccinium fragile</i>								+		I
苦远志 <i>Polygala sibirica</i> var. <i>Megalopha</i>								+		I
糯米团 <i>Gonostegia hirta</i>	1.1									I
苦苣 <i>Conandron ramondioides</i>	1.1									I

宿苞豆 <i>Shutteria involucrata</i>										I
柠檬草 <i>Cymbopogon citratus</i>										I
豨薟 <i>Siegesbeckia orientalis</i>										I
费菜 <i>Sedum aizoon</i>										I
藿香蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>										I
三花枪刀药 <i>Hypoestes triflora</i>				+						I
灰色木蓝 <i>Indigofera wightii</i>										I
苦苣菜 <i>Ixeris polycephala</i>		+								I
江南卷柏 <i>Selaginella moellendorffii</i>										I
黄花稔 <i>Sida acuta</i>										I
短叶决明 <i>Cassia mimosoides</i>									+	I
飞蛾藤 <i>Porana racemosa</i>										I
斑鸠菊 <i>Vernonia esculenta</i>										I
金丝桃 <i>Hypericum monogynum</i>		+								I
黑果拔毒散 <i>Sida szechuensis</i>		+								I
蓝花参 <i>Wahlenbergia marginata</i>		+								I
三脉兔儿风 <i>Ainsliaea trinervis</i>				1.1						I
爆杖花 <i>Rhododendron spinuliferum</i>				+						I
白酒草 <i>Conyza japonica</i>				+						I
银粉蔷薇 <i>Rosa sempervirens</i>				+						I
下田菊 <i>Adenostemma lavenia</i>				+						I
滇紫草 <i>Onosma paniculatum</i>				+						I
江南越桔 <i>Vaccinium mandarinorum</i>				+						I
小叶三点金 <i>Desmodium microphyllum</i>								+		I
大丁草 <i>Gerbera anandria</i>								+		I
费菜 <i>Sedum aizoon</i>								+		I
紫花地丁 <i>Viola philippica</i>								+		I
铁角蕨 <i>Asplenium trichomanes</i>								+		I
白牛皮消 <i>Cynanchum lysimachioides</i>								+		I
砖子苗 <i>Mariscus umbellatus</i>								+		I
叶穗香茶菜 <i>Isodon phyllostachys</i>								+		I
娃儿藤 <i>Tylophora ovata</i>								+		I
土瓜狼毒 <i>Euphorbia prolifera</i>								+		I
大丁草 <i>Gerbera anandria</i>								+		I
四脉金茅 <i>Eulalia quadrinervis</i>								+		I
繁缕 <i>Stellaria media</i>								+		I

千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>						+				I
牛筋草 <i>Eleusine indica</i>						+				I
木犀榄 <i>Olea europaea</i>						+				I
石生紫菀 <i>Aster oreophilus</i>						+				I
长节耳草 <i>Hedyotis uncinella</i>						+				I
丹参 <i>Salvia miltiorrhiza</i>						+				I
冰草 <i>Agropyron cristatum</i>									+	I
白花银背藤 <i>Argyreia seguinii</i>									+	I

表 3 马桑群落样地记录表

植 物 名 称	群落名称	马桑灌丛	
	样地编号	DZCX013	DZCX223
	样方面积(m×m)	5×5	5×5
	经度	101.170	101.459
	纬度	25.339	25.311
	海拔(m)	1990	1924
	坡向(°)	115	279
	坡度(度)	65	21
	总盖度(%)	100%	85%
	总高度(m)	1.5	2.5
	乔木层盖度(%)		
	乔木层高度(m)		
	灌木盖度(%)	45%	80%
	灌木层高度(m)	1.5	2.5
	草本层盖度(%)	80%	40%
	草本层高度(m)	1	0.6
		灌木层	多优度-群聚度
马桑 <i>Coriaria nepalensis</i>		3.3	3.3
戟叶酸模 <i>Rumex hastatus</i>		3.3	
车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i>		2.2	
小叶栒子 <i>Cotoneaster franchetii</i>			1.1
锥连栎 <i>Quercus franchetii</i>			1.1
华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>		+	1.1
红泡刺藤 <i>Rubus niveus</i>		+	
沙针 <i>Osyris wightiana</i>		+	
银荆 <i>Acacia dealbata</i>			+
鲜黄小檗 <i>Berberis diaphana</i>			+
裂叶铁线莲 <i>Clematis parviloba</i>		+	+
火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>			+
铁仔 <i>Myrsine africana</i>			+
清香水 <i>Pistacia weinmannifolia</i>			+
野拔子 <i>Elsholtzia rugulosa</i>		+	+
	草本层	多优度-群聚度	
小叶荩草 <i>Arthraxon lancifolius</i>			2.2

云南长柄山蚂蝗 <i>Hylodesmum longipes</i>		+
灰苞蒿 <i>Artemisia roxburghiana</i>		+
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>		+
短叶决明 <i>Cassia mimosoides</i>		+
云南银莲花 <i>Anemone demissa</i>		+
钩毛茜草 <i>Rubia oncotricha</i>		+
三花枪刀药 <i>Hypoestes triflora</i>		+
截叶铁扫帚 <i>Lepedeza cuneata</i>	+	+
杏叶茴芹 <i>Pimpinella candolleana</i>		+
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	3.3	
千里光 <i>Senecio scandens</i>	2.2	
两头毛 <i>Incarvillea arguta</i>	2.2	
黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>	2.2	
尼泊尔老鹳草 <i>Geranium nepalense</i>	+	
孔颖草 <i>Bothriochloa pertusa</i>	+	
黄花苜蓿 <i>Medicago falcata</i>	+	
瓜子金 <i>Dischidia chinensis</i>	+	
淡黄香茶菜 <i>Rabdosia flavida</i>	+	
小糙毛求米草 <i>Oplismenus hirtellus</i>	+	
黄花蒿 <i>Artemisia annua</i>	+	
倒提壶 <i>Cynoglossum amabile</i>	+	
细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>	+	
烟管头草 <i>Carpesium cernuum</i>	+	
黄龙尾 <i>Agrimonia pilosa</i> var. <i>nepalensis</i>	+	
龙芽草 <i>Agrimonia pilosa</i>	+	

表 4 车桑子群落样地记录表

植 物 名 录	群落名称	车桑子灌丛				存 在 度
	样地编号	DZCX004	DZCX007	DZCX209	DZCX233	
	样面积(m×m)	5×5	5×5	5×5	5×5	
	经度	101.28	101.282	101.308	102.098	
	纬度	25.645	25.63	25.424	25.203	
	海拔(m)	1986	2074	1888	1647	
	坡向(°)		249		114	
	坡度(度)	0	45		15	
	总盖度(%)	90%	100	80	85	
	总高度(m)	2	1.5	2.8	4	
	灌木盖度(%)	60%	60%	75%	85%	
	灌木层高度(m)	2	1.5	2.8	4	
	草本层盖度(%)	80%	80%	15%	80%	
	草本层高度(m)	1	1	0.3	1	
灌木层	多优度-群聚度					
车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i>	4.4	4.4	1.1	4.4	V	

华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>	+		+	2.2	IV
裂叶铁线莲 <i>Clematis parviloba</i>		+	+		III
滇瑞香 <i>Daphne feddei</i>	+			+	III
圆锥山蚂蝗 <i>Desmodium elegans</i>			3.3		II
马桑 <i>Coriaria nepalensis</i>		2.2			II
滇青冈 <i>Cyclobalanopsis glaucooides</i>			+		II
香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i>			+		II
锥连栎 <i>Quercus franchetii</i>			+		II
曼陀罗 <i>Datura stramonium</i>			+		II
蓖麻 <i>Ricinus communis</i>			+		II
野拔子 <i>Elsholtzia rugulosa</i>	+				II
铁仔 <i>Myrsine africana</i>	+				II
清香木 <i>Pistacia weinmannifolia</i>		+			II
沙针 <i>Osyris wightiana</i>		+			II
余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i>		+			II
戟叶酸模 <i>Rumex hastatus</i>		+			II
西南栒子 <i>Cotoneaster franchetii</i>				+	II
黄檀 <i>Dalbergia hupeana</i>				+	II
丁香 <i>Syringa oblata</i>				+	II
白刺花 <i>Sophora davidii</i>				+	II
毛叶柿 <i>Diospyros mollifolia</i>				+	II
斑鸠菊 <i>Vernonia esculenta</i>				+	II
乌鸦果 <i>Vaccinium fragile</i>				+	II
艾纳香 <i>Blumea balsamifera</i>				+	II
银叶铁线莲 <i>Clematis delavayi</i>				+	II
堯花 <i>Wikstroemia canescens</i>				+	II
蒙自木蓝 <i>Indigofera mengtzeana</i>				+	II
野豇豆 <i>Vigna vexillata</i>				+	II
草本层	多优度-群聚度				
黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>	+	+	+	+	V
画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	3.3	3.3			III
截叶铁扫帚 <i>Lespedeza cuneata</i>	+	+			III
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>		3.3	+		III
黄背草 <i>Themeda japonica</i>	+			+	III
狼尾草 <i>Pennisetum alopecuroides</i>			+	+	III
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	5.5				II
小叶三点金 <i>Desmodium microphyllum</i>			1.1		II
瓜子金 <i>Dischidia chinensis</i>	+				II
细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>		3.3			II
野苘蒿 <i>Crassocephalum crepidioides</i>		+			II
薯蓣 <i>Dioscorea opposita</i>		+			II
小蓬草 <i>Conyza canadensis</i>			+		II

黄花稔 <i>Sida acuta</i>			+		II
地石榴 <i>Thesium chinense</i>				+	II
茜草 <i>Rubia cordifolia</i>				+	II
鼠尾粟 <i>Sporobolus fertilis</i>				+	II
千里光 <i>Senecio scandens</i>				+	II

表 5 华西小石积灌丛样地综合表

植 物 名 称	群落名称	华西小石积灌丛				存 在 度
	样地编号	DZCX105	DZCX207	DZCX208	DZCX210	
	样方面积(m×m)	5×5	5×5	5×5	5×5	
	经度	101.496	101.775	101.791	101.813	
	纬度	25.275	25.401	25.422	25.42	
	海拔(m)	1865	1503	1679	2037	
	坡向(°)	230				
	坡度(度)	11°				
	总盖度(%)	80%	75%	70%	80%	
	总高度(m)	1.6	2	1.8	2.1	
	灌木盖度(%)	75%	60%	65%	70%	
	灌木层高度(m)	1.6	2	1.8	2.1	
	草本层盖度(%)	30%	10%	5%	10%	
	草本层高度(m)	0.2	0.3	0.3	0.4	
灌木层		多优度-群聚度				
华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>	3.3	2.2	2.2	3.3	V	
车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i>		+	+	+	IV	
戟叶酸模 <i>Rumex hastatus</i>	+		+	+	IV	
西南栒子 <i>Cotoneaster franchetii</i>		1.1	1.1		III	
短叶决明 <i>Cassia mimosoides</i>		+		+	III	
锥连栎 <i>Quercus franchetii</i>				1.1	II	
西南杭子梢 <i>Campylotropis delavayi</i>	2.2				II	
小叶栒子 <i>Cotoneaster microphyllus</i>	1.1				II	
臭荚蒾 <i>Viburnum foetidum</i>		+			II	
火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>			+		II	
清香木 <i>Pistacia weinmannifolia</i>				+	II	
云南长柄山蚂蝗 <i>Hylodesmum longipes</i>				+	II	
白刺花 <i>Sophora davidii</i>	+				II	
草本层		多优度-群聚度				
小叶荩草 <i>Arthraxon lancifolius</i>	+	+	+	+	V	
黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>	1.1		+	+	IV	
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	+			+	III	
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>		1.1			II	

百日菊 <i>Zinnia elegans</i>		+			II
龙舌兰 <i>Agave americana</i>		+			II
下田菊 <i>Adenostemma lavenia</i>		+			II
假臭草 <i>Praxelis clematidea</i>		+			II
羊蹄甲 <i>Bauhinia purpurea</i>		+			II
酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>		+			II
白苞猩猩草 <i>Euphorbia heterophylla</i>		+			II
截叶铁扫帚 <i>Lespedeza cuneata</i>			+		II
虎尾草 <i>Chloris virgata</i>				+	II
裂叶铁线莲 <i>Clematis parviloba</i>				+	II
钻叶紫菀 <i>Aster subulatus</i>				+	II
万寿菊 <i>Tagetes erecta</i>	+				II
千里光 <i>Senecio scandens</i>	+				II
灰苞蒿 <i>Artemisia roxburghiana</i>	+				II
假酸浆 <i>Nicandra physalodes</i>	+				II
两头毛 <i>Incarvillea arguta</i>	+				II

3 滇中引水昆明段评价区植物群落综合样地表

表 1 滇石栎、旱冬瓜群落样地记录表

植 物 名 称	调查时间	2019.1.4	2019.1.4
	经度	102°25'43.95" E	102°27'2.84" E
	纬度	25° 7'18.58" N	25° 7'35.12" N
	海拔(m)	2030	2335
	坡向(°)	S	SE
	坡度(°)	11	15
	样地面积(m ²)	100	400
	群落高(m)	5	11
	总盖度(%)	80	75
	乔木层高度(m)	5	11
	乔木层盖度(%)	25	45
	灌木层高度(m)	2	1.5
	灌木层盖度(%)	50	30
	草本层高度(m)	0.6	0.8
	草本层盖度(%)	10	45
乔木层		多优度—群聚度	
滇石栎 <i>Lithocarpus dealbatus</i>		2.2	1.1
光叶柯 <i>Lithocarpus mairei</i>		1.1	1.1
大白花杜鹃 <i>Rhododendron decorum</i>		1.1	

厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	1.1	+
香叶树 <i>Lindera communis</i>	+	
细齿叶柃 <i>Eurya nitida</i>	1.1	
滇润楠 <i>Machilus yunnanensis</i>		+
米饭花 <i>Lyonia ovalifolia</i>	1.1	
金叶子 <i>Craibiodendron yunnanense</i>		+
灰背栎 <i>Quercus senescens</i>	0.1	
云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>		+
灌木层	多优度—群聚度	
小铁仔 <i>Myrsine africana</i>	1.1	1.1
米饭花 <i>Lyonia ovalifolia</i>	1.1	1.1
云南含笑 <i>Michelia yunnanensis</i>	1.1	2.2
美丽马醉木 <i>Pieris formosa</i>	2.2	2.2
爆杖花 <i>Rhododendron spinuliferum</i>	1.1	+
亮毛杜鹃 <i>Rhododendron microphyton</i>		+
碎米花 <i>Rhododendron spiciferum</i>	+	
乌鸦果 <i>Vaccinium fragile</i>	2.2	
厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	1.1	+
水红木 <i>Viburnum cylindricum</i>		
野拔子 <i>Elsholtzia rugulosa</i>	+	+
滇瑞香 <i>Daphne feddei</i>		+
堯花 <i>Wikstroemia canescens</i>	+	
小叶柃子 <i>Cotoneaster microphyllus</i>	+	
滇藏叶下珠 <i>Phyllanthus clarkei</i>	+	+
牛筋条 <i>Dichotomanthes tristaniaecarpa</i>		1.1
香叶树 <i>Lindera communis</i>		1.1
怒江山茶 <i>Camellia saluenensis</i>		+
尖萼金丝桃 <i>Hypericum acmosepalum</i>	+	+
华山矾 <i>Symplocos chinensis</i>		+
长叶女贞 <i>Ligustrum compactum</i>		+
金叶子 <i>Craibiodendron yunnanense</i>	1.1	+
珍珠荚蒾 <i>Viburnum foetidum</i> var. <i>ceanothoides</i>		
水红木 <i>Viburnum cylindricum</i>	+	
草本层	多优度—群聚度	
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	1.1	2.2
过路黄 <i>Lysimachia christinae</i>	2.2	
云南兔儿风 <i>Ainsliaea yunnanensis</i>	1.1	+
异花兔儿风 <i>Ainsliaea heterantha</i>		1.1
路边青 <i>Geum aleppicum</i>	+	2.2
凤尾蕨 <i>Pteris cretica</i>	2.2	1.1
栗柄金粉蕨 <i>Onychium lucidum</i>		+
对马耳蕨 <i>Polystichum tsus-simense</i>	+	+

普通凤了蕨 <i>Coniogramme intermedia</i>	1.1	+
竹叶草 <i>Oplismenus compositus</i>	1.1	
拔毒散 <i>Sida szechuensis</i>	+	+
疏叶蹄盖蕨 <i>Athyrium dissitifolium</i>		+
沿阶草 <i>Ophipogon bodinieri</i>	+	
普通铁线蕨 <i>Adiantum edgeworthii</i>		+
千里光 <i>Senecio scandens</i>	+	+
四脉金茅 <i>Eulalia quadrinervis</i>	+	+
细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>		
房县野青茅 <i>Deyeuxia henryi</i>		+
金发草 <i>Pogonatherum paniceum</i>	+	
白草 <i>Pennisetum flaccidum</i>		+
羊耳菊 <i>Inula cappa</i>		+
三出隐子蕨 <i>Crypsinus trisectus</i>		+
菊三七 <i>Gynura japonica</i>	+	
绿茎还阳参 <i>Crepis lignea</i>		+
万丈深 <i>Crepis phoenix</i>	+	
大丁草 <i>Leibnitzia anandria</i>	+	+
短葶飞蓬 <i>Erigeron breviscapus</i>		
草果药 <i>Hedychium spicatum</i>		+
层间植物	多优度—群聚度	
无刺菝葜 <i>Smilax mairei</i>	+	
鳞轴小膜盖蕨 <i>Araiostegia perdurans</i>		+
鸡矢藤 <i>Paederia scandens</i>		+
菱叶崖爬藤 <i>Tetrastigma triphyllum</i>		+
何首乌 <i>Fallopia multiflora</i>	+	+
肉色土圞儿 <i>Apios carnea</i>	+	+
素方花 <i>Jasminum officinale</i>	+	

表 2 华山松群落样地综合表

植物名称	调查时间	2019/1/17	2019/1/17	2019/1/17	存在度
	经度	102°50'39.08" E	102°50'38.00" E	102°54'41.94" E	
	纬度	25° 7'39.28" N	25° 7'39.66" N	25°11'5.32" N	
	海拔(m)	2170	2179	2204	
	坡向(°)	SW	W	NW	
	坡度(°)	15	12	10	
	样地面积(m ²)	20×20	20×20	20×20	
	群落高(m)	12	11	9	
	总盖度(%)	85%	90%	95%	
	乔木层高度(m)	12	11	7	

	乔木层盖度(%)	50	45	40	
	灌木层高度(m)	2	1.8	1.5	
	灌木层盖度(%)	35	40	30	
	草本层高度(m)	0.8	1	0.6	
	草本层盖度(%)	20	35	30	
乔木层		多优度—群聚度			
华山松 <i>Pinus armandii</i>		4.4	4.4	4.4	V
云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>		+		+	IV
旱冬瓜 <i>Alnus nepalensis</i>			+		II
灌木层		多优度—群聚度			
川梨 <i>Pyrus pashia osoides</i>		+1	1.1		IV
芒种花 <i>Hypericum uralum</i>		+1		+	IV
火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>		+	+1		IV
马桑 <i>Coriaria nepalensis</i>		+1		+1	IV
臭荚蒾 <i>Viburnum foetidum</i>			+1		II
青刺尖 <i>Prinsepia utilis</i>		+1		+	IV
多花杭子梢 <i>Campylotropis polyantha</i>		+	+	+	V
水红木 <i>Viburnum cylindricum</i>			+		II
云南含笑 <i>Michelia yunnanensis</i>			1.1	+	IV
椭圆悬钩子 <i>Rubus ellipticus</i>		+	+		IV
厚皮香 <i>Ternstroemi agymnanthera</i>		+1			II
粉叶小檗 <i>Berberis pruinosa</i>		+	+1		IV
小叶栒子 <i>Cotoneaster microphyllus</i>		+1		+1	IV
荷包山桂花 <i>Polygala arillata</i>			+1		II
南烛 <i>Lyonia ovalifolia</i>		+1		+1	IV
常绿蔷薇 <i>Rosa multiflora</i>			+		II
草本层		多优度—群聚度			
刺芒野古草 <i>Arundinella setosa</i>		1.1	1.1		IV
黄龙尾 <i>Agrimonia pilosa</i>		+1	1.1	+	V
硬秆子草 <i>Capillipedium glaucopsis</i>		+	+1	+1	V
云南薯蓣 <i>Dioscorea yunnanensis</i>				+	II
接骨木 <i>Sambucus williamsii</i>		1.1		+1	IV
蜈蚣蕨 <i>Pteris vittata</i>		+1	+		IV
葎草 <i>Arthraxon hispidus</i>		+		+	IV
三叶鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>			+	1.1	IV
地石榴 <i>Ficus tokoua</i>				+1	II
截叶铁扫帚 <i>Lespedeza cuneata</i>		+	+1	+	V
三点金 <i>Desmodium triflorum</i>			+1		II
糯米团 <i>Memoria lishirta</i>		+			II
紫茎泽兰 <i>Eupatorium adenophoruma</i>			+1		II
蔗茅 <i>Erianthus rufipilus</i>		+	+1	+	V

土茯苓 <i>Smilax glabra</i>		+1		II
铜锤玉带草 <i>Pratia nummularia</i>		+		II
画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	1.1			II
酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	+			II
毛茛菜 <i>Picris hieracioides</i>	+	+		IV
砖子苗 <i>Mariscus sumatrensis</i>		+	+	IV

表 3 蓝桉群落样地记录表

调查时间	2019.1.5	2019.1.5
GPS 信息	24°56'59.60"N 102°26'0.33"E	24°36'56.97"N 102°45'41.34"E
海拔(m)	2190	2017
坡向(°)	中	中
坡度(°)	3	2-5
样地面积(m ²)	100(10×10)	100(10×10)
群落高(m)	8-9	9-10
总盖度(%)	85	85
乔木层高度(m)	8-9	9-10
乔木层盖度(%)	65	60-70
灌木层高度(m)	0.9	1.2
灌木层盖度(%)	2	5
草本层高度(m)	0.8	1
草本层盖度(%)	50	55
乔木层	多优度—群聚度	
蓝桉 <i>Eucalyptus globulus</i>	4.4	4.4
灌木层	多优度—群聚度	
川滇金丝桃 <i>Hypericum forrestii</i>	+	+1
悬钩子 <i>Rubus coreanus</i>		+
火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>	+	
草本层	多优度—群聚度	
白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	3.3	3.3
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	+1	1.1
画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	+1	1.1
银毛委陵菜 <i>Potentilla fulgens</i>	1.1	1.1
刺芒野古草 <i>Arundinella setosa</i>	+	1.1
毛蕨菜 <i>Pteridium revolutum</i>	1.1	1.1
川续断 <i>Dipsacus asperoides</i>		+
火绒草 <i>Leontopodium sinense</i>	+	
地耳草 <i>Hypericum japonicum</i>	+	+
小鱼眼草 <i>Dichrocephala benthamii</i>		+1

皱叶狗尾草 <i>Setaria plicata</i>	+	+
千里光 <i>Senecio scandens</i>	+	+
砖子苗 <i>Mariscus sumatrensis</i>	+	
金发草 <i>Pogonatherum paniceum</i>	+	+
加蓬 <i>Conyza canadensis</i>	+	
西南野古草 <i>Arundinella hookeri</i>		+
大丁草 <i>Leibnitzia anandria</i>		+

表 4 马桑群落样地记录表

植物名称	群落名称	马桑灌丛
	样地编号	DZKM046
	样方面积(m×m)	5×5
	经度	102.45296
	纬度	25.16847
	海拔(m)	2125
	坡向(°)	115
	坡度(度)	20
	总盖度(%)	70%
	总高度(m)	1.5
	乔木层盖度(%)	
	乔木层高度(m)	
	灌木层盖度(%)	70%
	灌木层高度(m)	1.5
	草本层盖度(%)	50%
草本层高度(m)	1	
灌木层		多优度-群聚度
马桑 <i>Coriaria nepalensis</i>		3.3
车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i>		2.2
小叶栒子 <i>Cotoneaster franchetii</i>		+
锥连栎 <i>Quercus franchetii</i>		+
华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>		+
红泡刺藤 <i>Rubus niveus</i>		+
沙针 <i>Osyris wightiana</i>		+
鲜黄小檗 <i>Berberis diaphana</i>		+
裂叶铁线莲 <i>Clematis parviloba</i>		+
火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>		+
野拔子 <i>Elsholtzia rugulosa</i>		+
草本层		多优度-群聚度
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>		2.2
千里光 <i>Senecio scandens</i>		2.2
两头毛 <i>Incarvillea arguta</i>		2.2
黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>		2.2

小叶荩草 <i>Arthraxon lancifolius</i>	+
灰苞蒿 <i>Artemisia roxburghiana</i>	+
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	+
短叶决明 <i>Cassia mimosoides</i>	+
云南银莲花 <i>Anemone demissa</i>	+
钩毛茜草 <i>Rubia oncotricha</i>	+
三花枪刀药 <i>Hypoestes triflora</i>	+
截叶铁扫帚 <i>Lespedeza cuneata</i>	+
杏叶茴芹 <i>Pimpinella candolleana</i>	+
尼泊尔老鹳草 <i>Geranium nepalense</i>	+
孔颖草 <i>Bothriochloa pertusa</i>	+
黄花苜蓿 <i>Medicago falcata</i>	+
瓜子金 <i>Dischidia chinensis</i>	+
淡黄香茶菜 <i>Rabdosia flavida</i>	+
小糙毛求米草 <i>Oplismenus hirtellus</i>	+
黄花蒿 <i>Artemisia annua</i>	+
倒提壶 <i>Cynoglossum amabile</i>	+
细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>	+
烟管头草 <i>Carpesium cernuum</i>	+
黄龙尾 <i>Agrimonia pilosa</i> var. <i>nepalensis</i>	+
龙芽草 <i>Agrimonia pilosa</i>	+

表 5 车桑子群落样地记录表

植 物 名 称	调查时间	2019/1/17
	纬度	24°58'14.54"E
	经度	102°53'13.77" N
	海拔(m)	2076
	坡度(°)	25
	坡向(°)	西南
	坡位	中
	面积(m×m)	5×5
	总盖度(%)	80%
	群落高(m)	1.6-2
	灌木层盖度(%)	60
	灌木层高度(m)	1.6-2
	草本层盖度(%)	40
	草本层高度(m)	0.8
灌木层		
车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i>		3.3

杭子梢 <i>Campylotropis macrocarpa</i>	1.1
羊耳菊 <i>Inula cappa</i>	0.1
沙针 <i>Osyris wightiana</i>	0.1
草本层	
戟叶酸膜 <i>Rumex hastatus</i>	2.2
毛蓬菜 <i>Picris hieracioides</i>	1.1
蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	+1
飞蓬 <i>Conyza Canadensis</i>	+1
酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	+1
苎草 <i>Arthraxon hispidus</i>	+1
堇花 <i>Wikstroemia canescens</i>	+
千里光 <i>Senecio scandens</i>	+
刺蒴麻 <i>Triumfetta rhomboidea</i>	+
百脉根 <i>Lotus corniculatus</i>	+

4 滇中引水玉溪段评价区植物群落综合样地表

表 1 麻栎群落样地记录表

植物名称	群落名称	麻栎群落				存在度
	样地编号	DZYX009	DZYX011	DZYX013	DZYX038	
	经度	102.642	102.639	102.636	102.684	
	纬度	24.1387	24.148	24.1533	24.3906	
	海拔	1816	1798	1792	1783	
	总盖度(%)	89	95	93	85	
	群落高(m)	9	8	9	8	
	乔木层盖度(%)	85	90	90	70	
	乔木层高度(m)	9	8	9	8	
	灌木层盖度(%)	60	60	30	30	
	灌木层高度(m)	3.5	2.1	2	3	
	草木层盖度(%)	0.15	0.55	0.15	0.3	
	草木层高度(m)	0.5	0.5	0.4	0.3	
	样地面积/m×m	10×10	10×10	10×10	10×10	
	乔木层		多优度-群聚度			
麻栎 <i>Quercus acutissima</i>	2.3	5.5	5.5	3.3	V	
干香柏 <i>Cupressus duclouxiana</i>	3.3				II	
灌木层		多优度-群聚度				
铁仔 <i>Myrsine africana</i>	+	2.2		1.1	IV	
斑鸠菊 <i>Vernonia esculenta</i>	+	+	+		IV	
牛筋条 <i>Dichotomanthus tristaniaecarpa</i>		3.3			II	
高山栲 <i>Castanopsis delavayi</i>	2.2				II	

合欢 <i>Albizia julibrissin</i>			2.2		II
华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>		1.1			II
云南油杉 <i>Keteleeria evelyniana</i>	1.1				II
香叶树 <i>Lindera communis</i>	1.1				II
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>			1.1		II
川梨 <i>Pyrus pashia</i>		+			II
清香木 <i>Pistacia weinmannifolia</i>		+			II
银荆 <i>Acacia dealbata</i>				+	II
山茶属 <i>Camellia</i>				+	II
密蒙花 <i>Buddleja officinalis</i>				+	II
黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	+				II
黄泡 <i>Rubus pectinellus</i>	+				II
草本层		多优度-群聚度			
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	3.3	5.5	2.2		IV
千里光 <i>Senecio scandens</i>		1.1	+	+	IV
浆果薹草 <i>Carex baccans</i>	+	+	+		IV
灰苞蒿 <i>Artemisia roxburghiana</i>				1.1	II
千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>				1.1	II
荩草 <i>Arthraxon hispidus</i>		+ .1			II
白茅 <i>Imperata cylindrica</i>			+ .1		II
姜花 <i>Hedychium coronarium</i>		+			II
皱叶狗尾草 <i>Setaria plicata</i>		+			II
狭叶沿阶草 <i>Ophiopogon stenophyllus</i>			+		II
薯蓣 <i>Dioscorea opposita</i>			+		II
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>				+	II

表 2 云南松林群落样地记录表

植物名称	群落名称	云南松群落			存在度
	样地编号	DZYX001	DZYZ003	DZYX010	
	经度	102.6065	102.5931	102.6319	
	纬度	24.3817	24.3739	24.1387	
	海拔	1983	1713	1893	
	总盖度(%)	100	95	85	
	群落高(m)	11	10	9	
	乔木层盖度(%)	90	85	80	
	乔木层高度(m)	11	10	9	
	灌木层盖度(%)	65	30	50	
	灌木层高度(m)	4	3.5	1.9	
	草木层盖度(%)	0.4	0.3	0.1	
	草木层高度(m)	0.4	0.4	0.3	
	样地面积/m×m	10×10	10×10	10×10	

乔木层	多优度-群聚度			
云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>	3.3	3.3	3.3	V
银木荷 <i>Schima argentea</i>		1.1		II
合欢 <i>Schima argentea</i>			1.1	II
石楠 <i>Photinia serrulata</i>		+		II
早冬瓜 <i>Alnus nepalensis</i>	+			II
滇石栎 <i>Lithocarpus dealbatus</i>	+			II
灌木层	多优度-群聚度			
山茶 <i>Camellia japonica</i>	2.2	+	+	V
铁仔 <i>Myrsine africana</i>	1.1		+	IV
云南含笑 <i>Michelia yunnanensis</i>	+		+	IV
斑鸠菊 <i>Vernonia esculenta</i>	+	+		IV
车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i>			2.2	II
木荷属 <i>Schima</i>	2.2			II
爆仗花 <i>Rhododendron spinuliferum</i>	2.2			II
杭子梢 <i>Campylotropis macrocarpa</i>	2.2			II
碎米花 <i>Rhododendron spiciferum</i>	1.1			II
小叶柃子 <i>Cotoneaster microphyllus</i>			+	II
岗柃 <i>Eurya groffii</i>			+	II
余甘子 <i>Phyllanthus taxodiifolius</i>			+	II
南烛 <i>Vaccinium bracteatum</i>		+		II
乌鸦果 <i>Vaccinium fragile</i>		+		II
黄泡 <i>Rubus pectinellus</i>		+		II
菝葜 <i>Smilax china</i>		+		II
光叶柯 <i>Lithocarpus mairei</i>	+			II
草本层	多优度-群聚度			
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	2.2	3.3	1.1	V
灰苞蒿 <i>Artemisia roxburghiana</i>	+	1.1	1.1	V
地桃花 <i>Urena lobata</i>	+	+	+	II
菎草 <i>Arthraxon hispidus</i>	+	1.1		I
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	+	+		IV
戟叶火绒草 <i>Leontopodium dedekensii</i>	+		+	IV
疏叶蹄盖蕨 <i>Athyrium dissitifolium</i>			1.1	II
野拔子 <i>Elsholtzia rugulosa</i>	1.1			II
细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>			+ .1	II
野青茅 <i>Deyeuxia arundinacea</i>			+ .1	II
西南鸢尾 <i>Iris bulleyana</i>		+ .1		II
紫花猪屎豆 <i>Crotalaria occulta</i>			+	II
小蓬草 <i>Erigeron canadensis</i>		+		II
千里光 <i>Senecio scandens</i>		+		II

牡蒿 <i>Artemisia japonica</i>		+		II
山菅 <i>Dianella ensifolia</i>		+		II
爵床 <i>Rostellularia procumbens</i>		+		II
里白 <i>Diplopterygium glaucum</i>	+			II
云南兔儿风 <i>Ainsliaea yunnanensis</i>	+			II
黄花稔 <i>Sida acuta</i>	+			II
浆果薹草 <i>Carex baccans</i>	+			II
类芦 <i>Neyraudia reynaudiana</i>	+			II
薯蓣 <i>Dioscorea opposita</i>	+			II
镰叶瘤足蕨 <i>Plagiogyria distinctissima</i>	+			II

表 3 云南油杉群落样地综合表

植物名称	群落名称	云南油杉群落			存在度
	样地编号	DZYX012	DZYX007	DZYX019	
	经度	102.6385	102.7051	102.9024	
	纬度	24.149	24.1038	24.1965	
	海拔	1786	1828	1704	
	总盖度(%)	92	100	96	
	群落高(m)	10	10	10	
	乔木层盖度(%)	90	85	95	
	乔木层高度(m)	10	10	10	
	灌木层盖度(%)	20	60	60	
	灌木层高度(m)	1.7	3	2.3	
	草木层盖度(%)	10	40	20	
	草木层高度(m)	0.3	0.4	0.4	
	样地面积/m×m	10×10	10×10	10×10	
乔木层		多优度-群聚度			
云南油杉 <i>Keteleeria evelyniana</i>	5.5	3.3	4.4	V	
合欢 <i>Albizia julibrissin</i>		2.2		II	
云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>			3.3	II	
麻栎 <i>Quercus acutissima</i>			1.1	II	
高山栲 <i>Castanopsis delavayi</i>	1.1			II	
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	+			II	
灌木层		多优度-群聚度			
牛筋条 <i>Dichotomanthus tristaniaecarpa</i>	1.1			II	
小铁仔 <i>Myrsine africana</i>	1.1		+	IV	
斑鸠菊 <i>Vernonia esculenta</i>	1.1			II	
华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>	+	1.1	3.1	V	
大叶小檗 <i>Berberis ferdinandi-coburgii</i>	+			II	
粉叶小檗 <i>Berberis pruinosa</i>	+			II	

锥连栎 <i>Quercus franchetii</i>		2.2		II
车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i>		2.2		II
麻栎 <i>Quercus acutissima</i>		2.2		II
薄皮木 <i>Leptodermis oblonga</i>		2.2		II
密蒙花 <i>Buddleja officinalis</i>		+ .1	+	IV
清香木 <i>Pistacia weinmannifolia</i>		+	1.1	IV
黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>			1.1	II
黄泡 <i>Rubus pectinellus</i>			+	II
羊耳菊 <i>Inula cappa</i>			+	II
香叶树 <i>Lindera communis</i>			+	II
厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>			+	II
乌鸦果 <i>Vaccinium fragile</i>		+		II
草本层	多优度-群聚度			
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	1.1	5.5	+	V
疏叶蹄盖蕨 <i>Athyrium dissitifolium</i>	1.1			II
地桃花 <i>Urena lobata</i>	+	+	+	V
浆果薹草 <i>Carex baccans</i>	+			II
细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>		1.1	2.2	IV
野青茅 <i>Deyeuxia arundinacea</i>		1.1		II
灰苞蒿 <i>Artemisia roxburghiana</i>		+ .1		II
薯蓣 <i>Dioscorea opposita</i>		+		II
砖子苗 <i>Cyperus cyperoides</i>		+		II
野拔子 <i>Elsholtzia rugulosa</i>		+		II
山扁豆 <i>Cassia mimosoides</i>		+		II
黄龙尾 <i>Agrimonia pilosa</i>		+		II
黄花稔 <i>Sida acuta</i>		+		II
千里光 <i>Senecio scandens</i>		+		II
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>		+		II
云南兔儿风 <i>Ainsliaea yunnanensis</i>		+		II
钝萼铁线莲 <i>Clematis peterae</i>			+	II
硬秆子草 <i>Capillipedium assimile</i>			+	II
刚莠竹 <i>Microstegium ciliatum</i>			+	II

表 4 锥连栎群落样地记录表

植 物 名 称	群落名称	锥连栎群落
	样地编号	DZYX004
	经度	102.4429
	纬度	24.1878
	海拔	1571
	总盖度(%)	98
	群落高(m)	12
	乔木层盖度(%)	95
	乔木层高度(m)	12
	灌木层盖度(%)	30
	灌木层高度(m)	2.5
	草本层盖度(%)	30
	草本层高度(m)	0.6
	样地面积/m×m	20×20
乔木层		多优度-群聚度
锥连栎	<i>Quercus franchetii</i>	4.4
银木荷	<i>Schima argentea</i>	2.2
灌木层		多优度-群聚度
长叶悬钩子	<i>Rubus dolichophyllus</i>	+
华西小石积	<i>Osteomeles schwerinae</i>	+
马桑	<i>Coriaria nepalensis</i>	+
西南栒子	<i>Cotoneaster franchetii</i>	+
皱叶荚蒾	<i>Viburnum rhytidophyllum</i>	+
草本层		多优度-群聚度
紫茎泽兰	<i>Ageratina adenophora</i>	2.2
类芦	<i>Neyraudia reynaudiana</i>	1.1
地石榴	<i>Breynia retusa</i>	1.1
加拿大蓬	<i>Conyza canadensis</i>	1.1
臭灵丹	<i>Laggera pterodonta</i>	+
灰苞蒿	<i>Artemisia roxburghiana</i>	+
钝萼铁线莲	<i>Clematis peterae</i>	+
鸡矢藤	<i>Paederia scandens</i>	+
美女樱	<i>Verbena hybrida</i>	+
红果莎	<i>Carex baccans</i>	+
刚莠竹	<i>Microstegium ciliatum</i>	+

表 5 华西小石积灌丛群落样地记录表

植 物 名 称	群落名称	华西小石积灌丛	
	样地编号	DZYX002	DZYX037
	经度	102.5926	102.636
	纬度	24.3886	24.3745
	海拔	1717	1839
	总盖度(%)	90	80
	群落高(m)	3	2
	灌木层盖度(%)	60	70
	灌木层高度(m)	3	2
	草本层盖度(%)	45	30
	草本层高度(m)	0.6	0.3
	样地面积/m×m	5×5	5×5
	灌木层		多优度-群聚度
华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>		2.2	2.2
牛筋条 <i>Dichotomanthus tristaniaecarpa</i>			1.1
清香木 <i>Pistacia weinmannifolia</i>			+
黄泡 <i>Rubus pectinellus</i>			+
小野漆 <i>Toxicodendron succedaneum</i>		+	
密蒙花 <i>Buddleja officinalis</i>		+	
山茶 <i>Camellia japonica</i>		+	
小铁仔 <i>Myrsine africana</i>		+	
草本层		多优度-群聚度	
灰苞蒿 <i>Artemisia roxburghiana</i>		+	2.2
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>		+	+
千里光 <i>Senecio scandens</i>		+	+
类芦 <i>Neyraudia reynaudiana</i>		4.4	
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>		2.2	
地石榴 <i>Breynia retusa</i>		1.2	
刚莠竹 <i>Microstegium ciliatum</i>		+	
鹅毛玉凤花 <i>Habenaria dentata</i>		6	
蜈蚣草 <i>Pteris vittata</i>		+	
藿香蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>		+	
小蓬草 <i>Erigeron canadensis</i>			+
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>			+
粘山药 <i>Dioscorea hemsleyi</i>			+
荩草 <i>Arthraxon hispidus</i>			+
云南兔儿风 <i>Ainsliaea yunnanensis</i>			+

表 6 小叶栒子群落样地记录表

植物名称	群落名称	小叶栒子灌丛
	样地编号	DZYX060
	经度	102.69469
	纬度	24.39757
	海拔	1851
	总盖度(%)	70
	群落高(m)	1.4
	乔木层盖度(%)	
	乔木层高度(m)	
	灌木层盖度(%)	70
	灌木层高度(m)	1.3
	草本层盖度(%)	40
	草本层高度(m)	0.4
	样地面积/m×m	5×5
灌木层		多优度-群聚度
小叶栒子	<i>Cotoneaster microphyllus</i>	1.1
草本层		多优度-群聚度
酢浆草	<i>Oxalis corniculata</i>	1.1
鸭跖草	<i>Commelina communis</i>	+
三花枪刀药	<i>Hypoestes triflora</i>	+
老鹳草	<i>Geranium wilfordii</i>	+
马鞭草	<i>Verbena officinalis</i>	+
绣球防风	<i>Leucas ciliata</i>	+
龙芽草	<i>Agrimonia pilosa</i>	+

表 7 车桑子群落样地记录表

植物名称	群落名称	车桑子灌丛		
	样地编号	DZYX018	DZYX022	DZYX046
	经度	102.9198	102.7116	102.1863
	纬度	24.2012	24.3003	24.6878
	海拔	1704	1787	1619
	总盖度(%)	85	90	80
	群落高(m)	3	4	2
	乔木层盖度(%)			
	乔木层高度(m)			
	灌木层盖度(%)	75	85	65
	灌木层高度(m)	3	4	2
	草本层盖度(%)	40	20	30
	草本层高度(m)	0.9	0.3	0.5
	样地面积/m×m	5×5	5×5	5×5
				存在度

灌木层		多优度-群聚度			
车桑子	<i>Dodonaea viscosa</i>	3.3	3.3	2.2	V
小铁仔	<i>Myrsine africana</i>		+	1.1	IV
羊耳菊	<i>Inula cappa</i>		+	+	IV
锥连栎	<i>Quercus franchetii</i>		2.2		II
云南松	<i>Pinus yunnanensis</i>		2.2		II
旱冬瓜	<i>Alnus nepalensis</i>		2.2		II
西南栒子	<i>Cotoneaster franchetii</i>		2.2		II
桉树	<i>Eucalyptus robusta</i>		1.1		II
四蕊朴	<i>Celtis tetrandra</i>	+			II
爆仗花杜鹃	<i>Rhododendron spinuliferum</i>		+		II
檀香	<i>Santalum album</i>	+			II
云南含笑	<i>Michelia yunnanensis</i>		+		II
黄泡	<i>Rubus pectinellus</i>	+			II
密蒙花	<i>Buddleja officinalis</i>	+			II
越桔	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>		+		II
鼠李	<i>Rhamnus davurica</i>		+		II
草本层		多优度-群聚度			
细柄草	<i>Capillipedium parviflorum</i>	2.2		+ .1	IV
紫茎泽兰	<i>Ageratina adenophora</i>	1.1		+	IV
刚莠竹	<i>Microstegium ciliatum</i>		+	+	IV
鬼针草	<i>Bidens pilosa</i>	+	+		IV
黄茅	<i>Heteropogon contortus</i>		+	+	IV
灰苞蒿	<i>Artemisia roxburghiana</i>	3.3			II
千金子	<i>Leptochloa chinensis</i>		1.1		IV
栝楼	<i>Trichosanthes kirilowii</i>	+			II
蔗茅	<i>Erianthus rufipilus</i>	+			II
黑麦草	<i>Lolium perenne</i>	+			II
圆叶牵牛	<i>Pharbitis purpurea</i>	+			II
红果莎	<i>Carex baccans</i>		+		II
火绒草	<i>Leontopodium leontopodioides</i>		+		II
地桃花	<i>Urena lobata</i>	+			II
野拔子	<i>Elsholtzia rugulosa</i>			+	II
钝萼铁线莲	<i>Clematis peterae</i>			+	II

5 滇中引水红河段评价区植物群落综合样地表

表 1 云南松群落样地记录表

植 物 名 称	群落名称	云南松林群落
	样地编号	DZHH012
	样方面积($m \times m$)	10×10
	经度	102.7
	纬度	23.72
	海拔(m)	1600
	坡向($^{\circ}$)	41
	坡度(度)	15
	总盖度(%)	95%
	总高度(m)	4
	乔木层盖度(%)	70%
	乔木层高度(m)	4
	灌木盖度(%)	70%
	灌木层高度(m)	1.4
	草本层盖度(%)	40%
	草本层高度(m)	0.5
乔木层		多优度-群聚度
云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>		3.3
银木荷 <i>Schima argentea</i>		1.1
云南油杉 <i>Keteleeria evelyniana</i>		1.1
灌木层		多优度-群聚度
云南金钱槭 <i>Dipteronia dyeriana</i>		1.1
大叶千斤拔 <i>Flemingia macrophylla</i>		1.1
黄药大头茶 <i>Gordonia chrysantra</i>		1.1
小铁仔 <i>Myrsine africana</i>		1.1
荆条 <i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i>		1.1
尖果荚蒾 <i>Viburnum brachybotryum</i>		1.1
华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>		1.1
云南含笑 <i>Michelia yunnanensis</i>		1.1
杭子梢 <i>Campylotropis macrocarpa</i>		1.1
岗铃 <i>Eurya groffii</i>		1.1
草本层		多优度-群聚度
白花鬼针草 <i>Bidens alba</i>		1.1
芒 <i>Miscanthus sinensis</i>		1.1
白酒草 <i>Eschenbachia japonica</i>		1.1
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>		1.1
大叶越桔 <i>Vaccinium petelotii</i>		1.1

云南沿阶草 <i>Ophiopogon tienensis</i>	1.1
草地风毛菊 <i>Saussurea amara</i>	1.1
东风草 <i>Blumea megacephala</i>	1.1
六棱菊 <i>Laggera alata</i>	1.1
千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>	1.1
变异凤尾蕨 <i>Pteris inaequalis</i>	1.1
圆锥菝葜 <i>Smilax bracteata</i>	1.1
类芦 <i>Neyraudia reynaudiana</i>	1.1
苦麦菜 <i>Cichorium endivia</i>	+
饭包草 <i>Commelina benghalensis</i>	+
截叶铁扫帚 <i>Lespedeza cuneata</i>	+
野豌豆 <i>Vicia sepium</i>	+
珠光香青 <i>Anaphalis margaritacea</i>	+
肿柄菊 <i>Tithonia diversifolia</i>	+
滇南羊耳菊 <i>Inula wissmanniana</i>	+
芒萁 <i>Dicranopteris pedata</i>	+

表 2 华山松群落林样地记录表

植 物 名 称	群落名称	华山松群落
	样地编号	DZHH020
	样方面积 (m×m)	10×10
	经度	103.516
	纬度	23.318
	海拔 (m)	1800
	坡向 (°)	345
	坡度 (度)	45
	总盖度 (%)	95%
	总高度 (m)	12
	乔木层盖度 (%)	85%
	乔木层高度 (m)	12
	灌木层盖度 (%)	30%
	灌木层高度 (m)	2
	草本层盖度 (%)	95%
	草本层高度 (m)	1
乔木层		多优度-群聚度
华山松 <i>Pinus armandii</i>		4.4
云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>		1.1
漆树 <i>Toxicodendron vernicifluum</i>		1.1
灌木层		多优度-群聚度

锦绣杜鹃 <i>Rhododendron pulchrum</i>	1.1
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	1.1
中华绣线梅 <i>Neillia sinensis</i>	1.1
草本层	多优度-群聚度
老鹳草 <i>Geranium wilfordii</i>	1.1
蝇子 <i>Silene gallica</i>	1.1
狗脊 <i>Woodwardia japonica</i>	1.1
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	1.1
白花鬼针草 <i>Bidens alba</i>	1.1
火炭母 <i>Polygonum chinense</i>	1.1
竹叶草 <i>Oplismenus compositus</i>	1.1
南烛 <i>Vaccinium bracteatum</i>	1.1
猪殃殃 <i>Galium spurium</i>	1.1
山蚂蝗 <i>Hylodesmum podocarpum</i>	1.1

表 3 马桑灌丛样地记录表

植物名称	群落名称	马桑灌丛
	样地编号	DZHH043
	样方面积($m \times m$)	5×5
	经度	102.53656
	纬度	23.71125
	海拔(m)	1504
	坡向($^{\circ}$)	115
	坡度(度)	15
	总盖度(%)	75%
	总高度(m)	1.4
	乔木层盖度(%)	
	乔木层高度(m)	
	灌木层盖度(%)	70%
	灌木层高度(m)	1.4
	草本层盖度(%)	50%
	草本层高度(m)	0.6
乔木层	多优度-群聚度	
水东哥 <i>Saurauia tristyla</i>	1.1	
灌木层	多优度-群聚度	
马桑 <i>Coriaria nepalens</i>	3.3	
悬钩子 <i>Rubus rosifolius</i>	2.2	
密蒙 <i>Buddleja officinalis</i>	1.1	

沙针 <i>Osyris quadripartita</i>	1.1
木蓝 <i>Indigofera tinctoria</i>	1.1
草本层	多优度-群聚度
类芦 <i>Neyraudia reynaudiana</i>	1.1
白花鬼针草 <i>Bidens alba</i>	1.1
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	1.1
蜈蚣草 <i>Pteris vittata</i>	1.1
地石榴 <i>Ficus tikoua</i>	1.1
金丝草 <i>Pogonatherum crinitum</i>	+
木贼 <i>Equisetum hyemale</i>	+
粽叶芦 <i>Thysanolaena latifolia</i>	+

表 4 蓝桉群落群落样地记录表

植 物 名 称	群落名称	蓝桉群落
	样地编号	DZHH027
	样方面积(m×m)	10×10
	经度	102.72
	纬度	23.758
	海拔(m)	1600
	坡向(°)	335
	坡度(度)	26
	总盖度(%)	95%
	总高度(m)	12
	乔木层盖度(%)	85%
	乔木层高度(m)	12
	灌木盖度(%)	60%
	灌木层高度(m)	3
	草本层盖度(%)	60%
草本层高度(m)	2	
乔木层	多优度-群聚度	
蓝桉 <i>Eucalyptus globulus</i>	3.3	
杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	2.2	
小漆树 <i>Toxicodendron delavayi</i>	1.1	
灌木层	多优度-群聚度	
早花悬钩子 <i>Rubus preptanthus</i>	1.1	
华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i>	1.1	
马桑 <i>Coriaria nepalensis</i>	1.1	
云南含笑 <i>Michelia yunnanensis</i>	1.1	
草本层	多优度-群聚度	

紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	2.2
藿香蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>	1.1
白花鬼针草 <i>Bidens alba</i>	1.1
金丝草 <i>Pogonatherum crinitum</i>	1.1
白酒草 <i>Eschenbachia japonica</i>	1.1
类芦 <i>Neyraudia reynaudiana</i>	1.1
地果 <i>Ficus tikoua</i>	1.1
牡蒿 <i>Artemisia japonica</i>	1.1
滇石栎 <i>Lithocarpus dealbatus</i>	1.1
芒 <i>Miscanthus sinensis</i>	1.1
柄腺山扁豆 <i>Cassia pumila</i>	1.1
毛轴蕨 <i>Pteridium revolutum</i>	+
败酱 <i>Patrinia scabiosifolia</i>	+
截叶铁扫帚 <i>Lespedeza cuneata</i>	+

表 5 车桑子群落样地记录表

植物名称	群落名称	车桑子群落			存在度
	样地编号	DZHH005	DZHH034	DZHH036	
	样方面积(m×m)	5×5	5×5	5×5	
	经度	103.2337	102.5584	102.5144	
	纬度	23.5449	23.7945	23.8165	
	海拔(m)	1300	1600	1550	
	坡向(°)	SW230	NW330	SE152	
	坡度(度)	14	18	20	
	总盖度(%)	95%	95%	95%	
	总高度(m)	3	4	4	
	乔木层盖度(%)		10%	10%	
	乔木层高度(m)		4	4	
	灌木层盖度(%)	30%	60%	85%	
	灌木层高度(m)	3	2	4	
	草本层盖度(%)	95%	90%	90%	
	草本层高度(m)	0.5	1.5	1	
乔木层		多优度-群聚度			
漆树 <i>Toxicodendron vernicifluum</i>		1.1		II	
余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i>		1.1		II	
构树 <i>Broussonetia papyrifera</i>			1.1	II	
锥连栎 <i>Quercus franchetii</i>		1.1	1.1	IV	
灌木层		多优度-群聚度			
车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i>	3.3	3.3	3.3	V	
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	2.2	2.2	2.2	V	

盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>		1.1		II
余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i>			1.1	II
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>			1.1	II
南蛇筋藤 <i>Acacia pennata</i>			1.1	II
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>			1.1	II
忍冬 <i>Lonicera japonica</i>			1.1	II
蓖麻 <i>Ricinus communis</i>			1.1	II
沙针 <i>Osyris quadripartita</i>			1.1	II
草本层	多优度-群聚度			
黄背草 <i>Themeda triandra</i>	2.2			II
扭黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>	2.2			II
飞机草 <i>Alternanthera pungens</i>	1.1		1.1	IV
鸡蛋参 <i>Codonopsis convolvulacea</i>	1.1			II
求米草 <i>Oplismenus undulatifolius</i>	1.1			II
野荞麦 <i>Fagopyrum dibotrys</i>	1.1			II
蜈蚣草 <i>Pteris vittata</i>	1.1			II
地石榴 <i>Ficus tikoua</i>	+	1.1		II
何首乌 <i>Fallopia multiflora</i>		1.1	1.1	IV
香附子 <i>Cyperus rotundus</i>		1.1		II
鸭跖草 <i>Commelina communis</i>		1.1		II
苦竹 <i>Pleioblastus amarus</i>		1.1	1.1	IV
野葛 <i>Pueraria montana</i>		1.1		II
马鞭草 <i>Verbena officinalis</i>		1.1		II
类芦 <i>Neyraudia reynaudiana</i>		+		II
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>		+		II
地涌金莲 <i>Musella lasiocarpa</i>		+		II
千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>			1.1	II
地桃花 <i>Urena lobata</i>			1.1	II
赛葵 <i>Malvastrum coromandelianum</i>			1.1	II
土荆芥 <i>Dysphania ambrosioides</i>			1.1	II
蕨菜 <i>Pteridium aquilinum</i>			1.1	II
牛尾蒿 <i>Artemisia dubia</i>			1.1	II
青蓝花野苘蒿 <i>Crassocephalum rubens</i>			1.1	II
藿香蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>			+	II
爵床 <i>Justicia procumbens</i>			+	II
荨麻 <i>Urtica fissa</i>			+	II
牛筋条 <i>Dichotomanthes tristaniicarpa</i>			+	II
龙舌兰 <i>Agave americana</i>			+	II

附录 2 环境影响评价区陆生维管束植物

1 蕨类植物门 Pteridophyta

石杉科 Huperziaceae

蛇足石杉 *Huperzia serrata* (Thunb.ex Murray) Trevisan 生于山地常绿阔叶林及苔藓林下，海拔 1000~2600 米。

石松科 Lycopodiaceae

扁枝石松 *Diplazium complanatum* (L.) Holub 海拔 1600~3100 米的山地酸性土地带均有分布；生于云南松林、松栎混交林疏林下及灌丛草坡，是较冷而湿的气候环境中酸性土的指示植物之一。

垂穗石松 *Palhinhaea cernua* (L.) Vasc.f.cernua 生于生于田边地埂上，海拔 100~2200 米。

卷柏科 Selaginellaceae

大叶卷柏 *Selaginella bodinieri* Hieron. ex H. Christ 生于常绿阔叶林及灌木林下，海拔 1500~2050 米。

布朗卷柏 *Selaginella braunii* Baker 多生于石灰岩地段灌木林下钙质土上，海拔 400~1800 米。

兖州卷柏 *Selaginella involvens* (Sw.) Spring 生于常绿阔叶林、附生苔藓林林中岩石上或树干上，海拔 500~2600 米，石灰岩地区较多，少见于灌木林中岩隙。

江南卷柏 *Selaginella moellendorffii* Hieron.生于岩石缝中，海拔 100~1500 米。

耳叶卷柏 *Selaginella pseudopaleifera* Hand.-Mazz. 生于热带稀树干热河谷中有竹丛的疏林下。

垫状卷柏 *Selaginella pulvinata* (Hook.et Grev.) Maxim.生于岩石露头及峭壁上，多见于石灰岩地区，海拔 1100~3000 米。

疏叶卷柏 *Selaginella remotifolia* Spring 多生于常绿阔叶林及松栎林下，较少见于林缘湿润处岩石上，海拔 650~2600 米。

翠云草 *Selaginella uncinata* (Desv.)Spring 生于海拔 50~1200 米的林中。

木贼科 Equisetaceae

木贼 *Equisetum hyemale* 海拔 100-3000 米。

披散问荆 *Equisetum diffusum* D.Don 生于疏荫林缘溪沟边及河边湿地, 海拔 550~2500 米。

笔管草 *Hippochaete debilis* Desf.subsp.debile (Roxb.ex Vauch.) Hauke 生于江河边卵石沙地、山谷林缘溪沟边、平坝田沟地埂、路旁湿地灌草丛等多种生境, 海拔 100~2300 米。

瓶尔小草科 Ophioglossaceae

心叶瓶尔小草 *Ophioglossum reticulatum* L.生于山谷疏林下草地及竹林下草地, 海拔 1950~3400 米。

紫萁科 Osmundaceae

紫萁 *Osmunda japonica* Thunb.生于海拔 2300 米以下的酸性土上。

瘤足蕨科 Plagiogyriaceae

镰叶瘤足蕨 *Plagiogyria distinctissima* Ching 生于常绿阔叶林下溪沟边, 海拔 1350~2100 米。

里白科 Gleicheniaceae

大芒萁 *Dicranopteris ampla* Ching et Chiu 生于山地疏林中或林缘, 海拔 150~2250 米。

芒萁 *Dicranopteris pedata* (Thunb.) Berhn 生于强酸性土地带林缘、疏林中或灌丛中, 常在地荒坡上形成密不可入的纯灌丛, 海拔 100~2100 米。

里白 *Diplopterygium glaucum* (Thunb.ex Houtt.) Nakai 生于山谷常绿阔叶林林缘及灌丛中, 海拔 800~2100 米。

海金沙科 Lygodiaceae

海金沙 *Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw.生于次生灌木丛中, 海拔 1500~1700 米。

碗蕨科 Dennstaedtiaceae

碗蕨 *Dennstaedtia scabura* (Wall.ex Hook.) Moore var.scabra 生于林下、林缘、溪边或路边土坎上, 海拔 850~2500 米。

西南鳞盖蕨 *Microlepia khasiyana* (Hook.) Presl 生于常绿阔叶林下阴湿溪边或附生苔藓林下, 海拔 1250~2300 米。

毛阔叶鳞盖蕨 *Microlepia kurzii* (Clarke) Bedd.生于密林下溪边阴湿处, 海拔 350~1300 米。

多毛鳞盖蕨 *Microlepia pilosissima* Ching 生于常绿阔叶林下、林缘、溪边及灌丛阴湿处,

海拔 900~2100 米。

针毛鳞盖蕨 *Microlepia trapeziformis* (Roxb.) Kuhn 常生于常绿阔叶林下、林缘阴处及溪边，海拔 1300~1900 米。

鳞始蕨科 Lindsaeaceae

鳞始蕨 *Lindsaea odorata* Roxb. 生于林缘灌丛下，海拔 900~2500 米。

乌蕨 *Sphenomeris chinensis* (L.) Maxon 生于酸性土地区的林缘空地上，海拔 100~2250 米。

姬蕨科 Hypolepidaceae

姬蕨 *Hypolepis punctata* (Thunb.) Mett. ex Kuhn 生于林缘空地上或荒坡上，海拔 1000~2300 米。

蕨科 Pteridiaceae

毛轴蕨 *Pteridium revolutum* (Bl.) Nakai 生山坡阳处或山谷疏林中的林间空地，海拔 570~3000 米。

凤尾蕨科 Pteridaceae

栗蕨 *Histiopteris incisa* (Thunb.) J.Sm. 生于林缘荒山，海拔 1000~1600 米。

狭眼凤尾蕨 *Pteris biaurita* L. 生于林下或林缘，海拔 600~2000 米。

变异凤尾蕨 *Pteris inaequalis* var. *inaequalis* (Bak.) S.H.Wu 生于溪边或林下阴湿处，海拔 800~2000 米。

欧洲凤尾蕨 *Pteris cretica* 生于海拔 200-1600 米的阔叶林中。

粗糙凤尾蕨 *Pteris laeta* Wall. ex Ettingsh. 生于林下或林缘，海拔 1500~2600 米。

凤尾蕨 *Pteris nervosa* Thunb. 生于林下或林缘，海拔 1500~2500 米。

蜈蚣草 *Pteris vittata* L. 生钙质土或石灰岩上，达海拔 2000 米以下，也常生于石隙或墙壁上。

云南凤尾蕨 *Pteris wallichiana* var. *yunnanensis* 生于林缘荒地，海拔 2000~2500 米。

中国蕨科 Sinopteridaceae

裸叶粉背蕨 *Aleuritopteris duclouxii* (Christ) Ching 生于石灰岩石隙，海拔 1200~2050 米。

阔盖粉背蕨 *Aleuritopteris grisea* (Blanford) Panigrahi 生于林下岩石上，海拔 2900~3500 米。

粉背蕨 *Aleuritopteris pseudofarinosa* Ching et S. K. W 生于林缘疏荫处石上或石隙，海拔

1200~2100 米。

大理碎米蕨 *Cheilosoria hancockii* (Bak.) Ching et Shing 生于灌丛下及杂木林林缘疏荫处，
砌石隙及岩隙，海拔 1650~3250 米。

栗柄金粉蕨 *Onychium lucidum* (D.Don) Spreng 生于疏林下或灌丛中，海拔 700~2500 米。
金粉蕨 *Onychium siliculosum* (Desv.) C.Chr.生于干旱河谷斜坡石缝或路边灌丛下，海拔
100~1350 米。

狭叶金粉蕨 *Onychium tenuifrons* Ching 生于松林下、灌丛疏荫处或路边土埂上，海拔
750~3000 米，常群生成丛。

小叶中国蕨 *Sinopteris albofusca* (Bak.) Ching 生于林下、路旁及灌丛石灰缝，海拔
1150~2350 米。

铁线蕨科 Adiantaceae

铁线蕨 *Adiantum capillus-veneris* L.f.capilluveneris 生于石灰岩地区海拔 500~2500 米的潮
湿处岩隙和滴水岩壁上，也常见于有石灰质的潮湿处砌石隙。

普通铁线蕨 *Adiantum edgeworthii* Hook.生于海拔 850~2500 米的林下、灌丛中、路边土
坎上、岩隙和砌石缝中。

假鞭叶铁线蕨 *Adiantum malesianum* Ghatak 生于海拔 400~2000 米的林下、路边或岩隙。

裸子蕨科 Hemionitidaceae

普通凤了蕨 *Coniogramme intermedia* Hieron.生于常绿阔叶林林下或林缘，海拔
1500—2500 米

凤丫蕨 *Coniogramme japonica* (Thunb.) Diels 生湿润林下和山谷阴湿处，海拔 100-1300
米

书带蕨科 Vittariaceae

曲鳞书带蕨 *Vittaria plurisulcata* Ching 常绿阔叶林中附生树干上或生于岩石上，海拔
1850~2900 米。

蹄盖蕨科 Athyriaceae

狭翅短肠蕨 *Allantodia alata* (Christ) Ching 生于阴湿阔叶林下及深谷溪沟边，海拔
550~2200 米。

大叶短肠蕨 *Allantodia maxima* (D.Don) Ching 生于山地沟谷常绿阔叶林下溪边，海拔

1200~1850 米。

昆明假蹄盖蕨 *Athyriopsis longipes* Ching 生于山谷常绿阔叶林、竹林及灌木林下溪沟边，海拔 1700~2500 米。

毛轴假蹄盖蕨 *Athyriopsis petersenii* (Kunze) Ching 生长于海拔 2500 米以下的常绿阔叶林中溪沟边。

宿蹄盖蕨 *Athyrium anisopterum* Christ 生林下岩石缝中或溪边阴湿泥土上，海拔 1100~2500 米。

芽胞蹄盖蕨 *Athyrium clarkei* Bedd. 生于暖温带常绿阔叶林、针阔混交林及灌丛溪沟边，海拔 2000~2700 米。

疏叶蹄盖蕨 *Athyrium dissitifolium* (Bak.) C.Chr. var. *dissitifolium* 生于常绿栎类林及松栎混交林下，海拔 1100~2700 米。

蒙自蹄盖蕨 *Athyrium roseum* Hieron. 生于常绿阔叶林下及林缘，湿性常绿阔叶林下较多，海拔 1750~3000 米。

介蕨 *Dryoathyrium boryanum* (Willd.) Ching 生于山谷常绿阔叶林及热带沟谷雨林下阴湿处，较少见于水渠边灌丛中及无林阴湿峡谷中，海拔 650~2350 米。

金星蕨科 Thelypteridaceae

齿牙毛蕨 *Cyclosorus dentatus* (Forsk.) Ching 生于常绿阔叶林林缘，海拔 1000~2000 米。

薄叶凸轴蕨 *Metathelypteris flaccida* (Bl.) Ching 生于杂木林林下，海拔 1000~2100 米。

长根金星蕨 *Parathelypteris beddomei* (Bak.) Ching 生于林缘，海拔 1500~2500 米。

披针新月蕨 *Pronephrium penangianum* (Hook.) Holtt. 生于林缘，海拔 1500~2500 米。

西南假毛蕨 *Pseudocyclosorus esquirolii* (Christ) Ching 生于常绿阔叶林林缘荒坡，海拔 1500~2000 米。

铁角蕨科 Aspleniaceae

北京铁角蕨 *Asplenium pekinense* Hance 生于岩石上或石缝中，海拔 380~3900 米。

狭叶铁角蕨 *Asplenium stenophyllum* Bedd. 生于杂木林中树干上或溪边岩石，海拔 1700~3500 米。

半边铁角蕨 *Asplenium unilaterale* Lam 生于林下或溪边石上，海拔 120~2700 米。

变异铁角蕨 *Asplenium varians* Wall. ex Hook. et Grev. 生于杂木林下潮湿岩石上或岩壁上，

海拔 650~3500 米。

云南铁角蕨 *Asplenium yunnanense* Franch. 生于林下岩石缝隙中，海拔 1100~3300 米。

乌毛蕨科 Blechnaceae

狗脊蕨 *Woodwardia japonica* (L.f.) Sm. 生长于较阴湿的水沟旁及坑穴边缘，也生长于山坡灌丛中或疏林下。

滇南狗脊蕨 *Woodwardia magnifica* Ching et P.S. Chiu 生于热带、亚热带山地常绿阔叶林林下、林缘及空气湿润地区的次生灌丛、人工杉木林林下，海拔 650~2050 米。

鳞毛蕨科 Dryopteridaceae

美丽复叶耳蕨 *Arachniodes speciosa* (Don) Ching 生于海拔 800~1800 米的常绿阔叶林林下。

等基贯众 *Cyrtomium aequibasis* (C. Chr.) Ching 生于海拔 1500~2000 米的常绿阔叶林林下。

刺齿贯众 *Cyrtomium caryotideum* (Wall. ex Hook. et Grev.) Presl 生于海拔 1800~2500 米的常绿阔叶林林下。

小羽贯众 *Cyrtomium lonchitoides* (Christ) Christ 生于海拔 1800~2000 米的常绿阔叶林林下。

二型鳞毛蕨 *Dryopteris cochleata* (Buch. Ham. ex D. Don) C. Chr. 生阔叶林林下，海拔 1250~2000 米。

硬果鳞毛蕨 *Dryopteris fructuosa* (Christ) C. Chr. 常生于松林或常绿阔叶林林缘，海拔 1800~3400 米。

假稀羽鳞毛蕨 *Dryopteris pseudosparsa* Ching 生于林下，海拔 800~2000 米。

凸背鳞毛蕨 *Dryopteris pseudovaria* (Christ) C. Chr. 常生于松林或常绿阔叶林林缘，海拔 1300~2500 米。

蕨状鳞毛蕨 *Dryopteris pteridiformis* Christ 生于常绿阔叶林林下，海拔 1900~2100 米。

狭鳞鳞毛蕨 *Dryopteris stenolepis* (Bak.) C. Chr. 生于溪边林下，海拔 700~2200 米。

长叶芽胞耳蕨 *Polystichum attenuatum* Tagawa et K. Iwatsuki 生于海拔 1500~2300 米的常绿阔叶林林下，成片生长。

失盖耳蕨 *Polystichum grandifrons* C. Chr. 生于海拔 1600~2300 米的常绿阔叶林林下。

对马耳蕨 *Polystichum tsus-simense* (Hook.) J. Sm. 生于海拔 1900~2500 米的半湿润常绿阔

叶林林下。

叉蕨科 *Aspidiaceae*

云南叉蕨 *Tectaria yunnanensis* (Bak.) Ching 生于海拔 100~1400 米林下沟边阴湿处。

实蕨科 *Bolbitidaceae*

长叶实蕨 *Bolbitis heteroclita* (Presl) Ching 生于密林下树干基部或岩石上，海拔 50~1500 米。

肾蕨科 *Nephrolepidaceae*

肾蕨 *Nephrolepis auriculata* (L.) Trimen 生于海拔 600~1900 米的季雨林或常绿阔叶林下岩石上或灌丛中。

骨碎补科 *Davalliaceae*

绿叶小膜盖蕨 *Araiostegia imbricata* Ching 生于海拔 850~1600 米的山地常绿阔叶林下岩石上。

鳞轴小膜盖蕨 *Araiostegia perdurans* (Christ) Copel. 生于海拔 1700~2900 米的山地混交林或云杉林中，附生于树干上或岩石上。

水龙骨科 *Polypodiaceae*

多羽节肢蕨 *Arthromeris mairei* (Brause) Ching 生于海拔 1400~2600 米的常绿阔叶林下。

三出隐子蕨 *Crypsinus trisectus* (Bak.) Tagawa 生于海拔 1400~2400 米的常绿阔叶林下。

紫柄隐子蕨 *Crypsinus crenatopinnatus* (Clarke) Copel. 生于海拔 1000-3000 米的常绿阔叶林、落叶阔叶林下或岩石上。

友水龙骨 *Goniophlebium amoenum* K.Schum. 生于海拔 850~3000 米的常绿阔叶林下岩石上或树干上。

二色瓦韦 *Lepisorus bicolor* (Takeda) Ching 生于海拔 1000~3000 米的常绿阔叶林或杂木林下岩石上或树干上。

扭瓦韦 *Lepisorus contortus* (Christ) Ching 生于海拔 1600~3800 米的常绿阔叶林或暗针叶林下树干上或岩石上。

大瓦韦 *Lepisorus macrosphaerus* (Bak.) Ching 生于海拔 600~3000 米的常绿阔叶林或杂木林下岩石上或树干上。

光亮瘤蕨 *Phymatodes cuspidatum* (D.Don) J.Sm. 生于海拔 500~2000 米的常绿阔叶林下或

生岩石上。

尖齿拟水龙骨 *Polypodium argutum* (Wall.ex Hook.) Ching 生于海拔 1500~2600 米的常绿阔叶林下岩石上或树干上。

西南石韦 *Pyrrosia gralla* (Gies.) Ching 生于海拔 1700~2400 米的常绿阔叶林或灌丛下岩石上。

石韦 *Pyrrosia lingua* (Thunb.) Farwell 生于海拔 1000~2000 米的常绿阔叶林下岩石上或树干上。

槲蕨科 Drynariaceae

石莲姜槲蕨 *Drynaria propinqua* (Wall.ex Mett.) J.Sm.ex Bedd.生于海拔 1350~2000 米的常绿阔叶林中树干上或岩石上。

崖姜蕨 *Pseudodrynaria coronans* (Wall.ex Mett.) Ching 生于海拔 500~1300 米的常绿阔叶林中树干上或岩石上。

2 裸子植物门 Gymnospermae

松科 Pinaceae

云南油杉 *Keteleeria evelyniana* Mast.中部至南部海拔 1200~1600 米的地带。

华山松 *Pinus armandi* Franch.生于海拔 1600~3300 米，而以 2100~2800 米地带分布比较集中，生长也较好，组成单纯林或与其它针叶树种、栎类树种成混交林。

云南松 *Pinus yunnanensis* Franch.垂直分布自海拔 1000 米至 2800(~3000)米，多组成纯林或与华山松。

杉科 Taxodiaceae

杉木 *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.在滇东南多分布海拔 1000 米以下，滇中及以北地区多分布海拔 1600~2300 米地带，最高可达 2900 米。

柏科 Cupressaceae

干香柏 *Cupressus duclouxiana* Hickel 垂直分布在西北部自海拔 2000 米，可达 3400 米。

侧柏 *Platycladus orientalis* (L.) Franco 海拔 1800~3400 米地带。

昆明柏 *Sabina gaussenii* (Cheng) Cheng et W.T.Wang 产昆明、玉溪、西畴等地，海拔 1200~2000 米地带。

3 被子植物门 Angiospermae

木兰科 Magnoliaceae

山玉兰 *Magnolia delavayi* Franch. 生于海拔 1500~2800 米的石灰岩山地阔叶林中或沟边较潮湿的坡地。

白兰 *Michelia alba* DC. 云南各地有栽培。

小毛含笑 *Michelia floribunda* Fin et et Gagnep. 生于海拔 2500~2800 米的林中。

云南含笑 *Michelia yunnanensis* Franch. ex Fin et et Gagnep. 生于海拔 1500 米的山坡密林中。

八角科 Illiciaceae

小花八角 *Illicium micranthum* Dunn 生于海拔 500~2600 米的山地沟谷、溪边或山坡湿润常绿阔叶林中。

野八角 *Illicium simonsii* Maxim. 生于海拔 1300~4000 米的山地沟谷、溪边湿润常绿阔叶林中。

五味子科 Schisandraceae

翼梗五味子 *Schisandra henryi* C.B. Clarke. 生于海拔 500~1500 米的河谷边、山坡林下或灌丛中。

滇藏五味子 *Schisandra neglecta* A.C. Smith 生于海拔 1200~2500 米的山谷丛林或林间。

领春木科 Eupteleaceae

领春木 *Euptelea pleiospermum* Hook. f. et Thoms. 生于海拔 1500~3500 米的山谷、山坡溪边阔叶林中。

番荔枝科 Annonaceae

老人皮 *Polyalthia cerasoides* (Roxb.) Benth. et Hook. f. ex Bedd. 生于海拔 120~1100 米山谷、河旁或疏林中。

樟科 Lauraceae

樟 *Cinnamomum camphora* (L.) presl 广布于南方及西南各省区，野生或为栽培。

假桂皮树 *Cinnamomum tonkinense* (Lec.) A. Chev. 生于常绿阔叶林中的潮湿处，海拔 1000~1800 米。

香叶树 *Lindera communis* Hemsl. 生于常绿阔叶林中，不少地方在村旁由于人工加予抚育

而形成纯林。

黑壳楠 *Lindera megaphylla* Hemsl.生于海拔 1600~2200 米山坡、谷地湿润常绿阔叶林或灌丛中。

滇粤山胡椒 *Lindera metcalfiana* Allen 生于海拔 1200~2000 米山坡、林缘、路旁或常绿阔叶林中。

山鸡椒 *Litsea cubeba* (Lour.) Pers.生于向阳的山地、灌丛、疏林或林中路旁、水边，海拔 500~3200 米。

红叶木姜子 *Litsea rubescens* Lec.生于森林，林缘，山谷中的常绿阔叶林的间隙，山坡上的灌丛;700~3800 米。

轮叶木姜子 *Litsea verticillata* Hance 生于杂木林或溪边灌丛中，海拔 380~1300 米。

滇润楠 *Machilus yunnanensis* Lec.生于山地 1500~2000 米的山地常绿阔叶林中。

莲叶桐科 Hernandiaceae

心叶青藤 *Illigera cordata* Dunn 生于海拔 670~2000 米的密林或灌丛中。

毛茛科 Ranunculaceae

黄草乌 *Aconitum vilmorinianum* Kom.生海拔 2100~2500 米间山地灌丛中。

云南银莲花 *Anemone demissa* Hook.f.et Thomson var.yunnanensis Franch.生草坡上或灌丛中，海拔 3000~3900 米。

草玉梅 *Anemone rivularis* Buch.Ham.生草坡、沟边或疏林中，海拔 1800~3100。

野棉花 *Anemone vitifolia* Buch.Ham.生于山地草坡上、沟边或疏林中，海拔 1200~2400 米。

小叶绣球藤 *Clematis montana* Buch.Ham.ex DC.var.sterilis Hand.Mazz.生于山地林中或灌丛中，海拔 2300~2800 米。

裂叶裂叶铁线莲 *Clematis parviloba* Gardn.et Champ.生山坡灌丛中或林中或林边，海拔 1000~3000 米。

毛茛铁线莲 *Clematis ranunculoides* Franch.生于海拔 500~3000 米的山坡、沟边、林下及灌丛中。

银叶铁线莲 *Clematis delavayi* Franch.生海拔 2200~3200 米间山地、沟边、河边、路旁以及山谷灌丛中

翠雀 *Delphinium grandiflorum* L.生于海拔 500~2800 米山地草坡或丘陵砂地。

云南翠雀花 *Delphinium yunnanense* (Franch.) Franch 生海拔 1000~2400 米山地草坡或灌丛边。

苍山毛茛 *Ranunculus cangshanicus* W.T.Wang 生于海拔 2000~3400 米。

石龙芮 *Ranunculus sceleratus* L.生于河沟边及平原湿地。

钩柱毛茛 *Ranunculus silerifolius* Levl.生溪边、林边或湿草地，海拔 850~2500 米。

小檗科 Berberidaceae

大叶小檗 *Berberis ferdinandi-coburgii* Schneid.生于海拔 100~2700 米的山坡及路边灌丛中。

粉叶小檗 *Berberis pruinosa* Franch.生于灌丛中，高山栎林、云杉林缘、路边或针叶林下。海拔 1800~4000 米。

金花小檗 *Berberis wilsonae* Hemsl.生于山坡、灌丛中、石山、河滩、路边、松林、栎林缘或沟边。海拔 1000~4000 米。

鸭脚黄连 *Mahonia flavida* Schneid.生海拔 1050~2400 米间的山地林下，路旁及水旁的阴处。

木通科 Lardizabalaceae

防己科 Menispermaceae

一文钱 *Stephania delavayi* Diels 生灌丛、园篱、路边等处。

地不容 *Stephania epigaea* H.S.Lo 常生石山，亦常见栽培。

云南地不容 *Stephania yunnanensis* Lo 生石灰岩石山上。

马兜铃科 Aristolochiaceae

背蛇生 *Aristolochia tuberosa* C.F.Liang et S.M.Hwang 生于海拔 150~1600 米石灰岩山上或山沟两旁灌丛中。

变色马兜铃 *Aristolochia versicolor* S.M.Hwang 生于海拔 500~1500 米的石灰岩山坡林中及山地阴湿地。

胡椒科 Piperaceae

石蝉草 *Peperomia dindygulensis* Miq.生于海拔 800~1600 米的灌丛、岩石表面或树上附生；。

短穗草胡椒 *Peperomia duclouxii* C.DC.in Lecomte 生于海拔 1000~2800 米的常绿阔叶林及落叶林下。

豆瓣绿(原变种)*Peperomia tetraphyllum* var. *tetraphylla* 生于海拔 800~2900 米的苔藓栎林、湿润处岩石表面、树杈上。

球穗胡椒 *Piper thomsonii* (C.DC.) Hook.f.生于亚热带山谷密林或疏林中、攀援于树上，海拔 380~1700 米。

三白草科 Saururaceae

蕺菜 *Houttuynia cordata* Thunb.生于海拔 150~2500 米的林缘水沟边、湿润的路边、村旁沟边、田埂沟边等潮湿的肥土上。

紫堇科 Fumariaceae

金钩如意草 *Corydalis taliensis* Franch.生于海拔 1500~1800 米的林下、灌丛下或草丛中，房前屋后、田间地头也常见。

扭果紫金龙 *Dactylicapnos torulosa* (Hook.f.et thoms.) Hutch.生于海拔 1200~3000 米的林下、灌丛下或沟边、路旁。

山柑科 Capparidaceae

野香橛花 *Capparis bodinieri* Levi.生于海拔 2500 米以下的大部分地区生于灌丛或次生森林中，石灰岩山坡道旁或平地尤其常见。

十字花科 Cruciferae

芸苔 *Brassica campestris* L.*栽培。

油白菜(变种)*Brassica chinensis* var. *oleifera* Makino 云南各地栽培；我国广为栽培。

碎米荠 *Cardamine hirsuta* L.除滇西北高山地区外几遍布全省各地，生山坡、路旁、荒地及耕地的草丛中，海拔 600~2700 米。

萝卜 *Raphanus sativus* L.*栽培。

无瓣焯菜 *Rorippa dubia* (Pers.) Hara 生于山坡路旁、山谷、河边湿地、园圃及田野较潮湿处，海拔 500~3700 米。

川滇山箭菜 *Eutrema lancifolium* (Franch.) O. E. Schulz 生于山地草丛中、林下或沟边，海拔 3800-4000 米

堇菜科 Violaceae

紫花地丁 *Viola philippica* Cav.生于田间、荒地、山坡草丛、林缘或灌丛中。在庭园较湿润处常形成小群落。

远志科 Polygalaceae

荷包山桂花 *Polygala arillata* Buch.Ham.生于海拔(700~)1000~2800(~3000)米的石山林下。

瓜子金 *Polygala japonica* Houtt.生于山坡草地或田埂上，海拔 800~2100 米。

小扁豆 *Polygala tatarinowii* Regel 生于海拔 540~3900 米的山坡草地，石灰岩及路旁草丛中。

景天科 Crassulaceae

轮叶景天 *Sedum chauveaudii* Ham et 生于林缘石坡上或岩石上，海拔 1900~3500 米。

石莲 *Sinocrassula indica* (Decne.) Berger 山谷或山坡上的岩石，干燥的石质和砾石斜坡，河岸;500~4000 米。

虎耳草科 Saxifragaceae

溪畔落新妇 *Astilbe rivularis* Buch.-Ham.生于海拔 920~3200 米的林下、林缘、灌丛和草丛中。

凹瓣梅花草 *Parnassia mysorensis* Heyne ex Wight et Arn.生于山坡杂木林内、灌丛草甸、山坡草地或山坡开阔的地方，海拔 2490~3600 米。

锐尖凹瓣梅花草 *Parnassia mysorensis* Heyne ex Wight et Arn.var.aucta Diels 生于海拔 2200~3300 米的林下、林缘或山地草丛中。

鸡眼梅花草 *Parnassia wightiana* Wall.ex Wight et Am.生于海拔(1000~)2300~3600(~4200)米的林下、灌丛下、草地或沟边路旁。

茅膏菜科 Droseraceae

茅膏菜 *Drosera peltata* Smith 生于云南松林下、山坡灌丛、竹灌丛内和干山坡、草地。

石竹科 Caryophyllaceae

无心菜 *Arenaria serpyllifolia* L.生于海拔 550~3980 米沙质或石质荒地、田野、园圃、山坡草地。

鹅肠菜 *Myosoton aquaticum* (L.) Moench 生于海拔 350~2700 米的河流两旁冲积沙地的低湿处或灌丛林缘和水沟旁。

漆姑草 *Sagina japonica* (Sw.) Ohwi 生于海拔 600~4000 米间河岸沙质地、撂荒地或路旁

草地。

繁缕 *Stellaria media* (L.) Cyrillus 生海拔 5400~3700 米的田间、路旁、山坡、林下。

马齿苋科 Portulacaceae

土人參 *Talinum portulacifolium* (Jacq.) Gaertn. 喜生于半阴半阳的墙头、墙脚、寺庙房瓦上及山坡岩石缝中或地边。

蓼科 Polygonaceae

细柄野荞麦 *Fagopyrum gracilipes* (Hemsl.) Damm.ex Diels 生于海拔 1300~3400 米的草坡、荒坡、石灰岩山、林中、沼泽地路边等处，常为杂草。

长柄野荞麦 *Fagopyrum statice* (Levl.) H.Gross 生于海拔 1850 米的山坡草地。

硬枝野荞麦 *Fagopyrum urophyllum* (Bur.et Franch.) H.Gross 生于海拔 1150~2800 米的草坡、石灰岩山、山谷、灌丛等处。

何首乌 *Fallopia multiflora* (Thunb.) Harald. 生山谷灌丛、山坡林下、沟边石隙，海拔 200~3000 米。

山蓼 *Oxyria digyna* (L.) Hill. 生于海拔 1300~4120 米的草坡、石坡、高山草地、山谷、溪边、路旁等处。

篇蓄 *Polygonum aviculare* L. 生田边路、沟边湿地，海拔 10~4200 米。

火炭母 *Polygonum chinense* L. 生于海拔 115~3200 米的林中、林缘、河滩、灌丛、沼泽地林下等处。

紫苞蓼 *Polygonum jucundum* Meisn. 生于海拔 330~1600 米的灌丛、草丛、溪边、林中等潮湿处。

酸模叶蓼(原变种) *Polygonum lapathifolium* L. var. *lapathifolium* 生于海拔 500~3100 米的草滩、灌丛、山谷、石灰岩山坡水边、溪边等处。

长鬃蓼 *Polygonum longisetum* De Br. 生于海拔 330~2500 米的草坡、山谷、水边灌丛、溪边沼泽等处。

尼泊尔蓼 *Polygonum nepalense* Meisn. 生于海拔 600~4100 米的草坡、林下、灌丛、河边、沼泽地边、山谷、林缘、石边等处。

草血竭 *Polygonum paleaceum* Wall.ex HK.f. 生于海拔 1350~4200 米的草坡、山谷、沟边、林中、林缘、林下等处。

伏毛蓼 *Polygonum pubescens* Blume 生于海拔 410~2200 米的河边、林中、灌丛中、沼泽地等潮湿处。

赤胫散(变种)*Polygonum runcinatum* Buch.Ham.var.*sinense* Hemsl.生于海拔 210~3900 米的草坡、林下、林缘、石灰岩山谷溪边、竹林中等潮湿处。

平卧蓼 *Polygonum strindbergii* J.Schust.生于海拔 1200~2850 米的水边、林中、林缘、沼泽、路边湿处等处。

戟叶蓼 *Polygonum thunbergii* Sieb.et Zucc.生于海拔 1350~2400 米的草坡、林缘、山谷林下等处。

虎杖 *Reynoutria japonica* Houtt.生于海拔 340~1500 米的山谷、溪边、路旁。

戟叶酸模 *Rumex hastatus* D.Don 生于海拔 300~2700 米的干热河谷、灌丛、林中、溪边、干燥路边、石坡等处；在山边撩荒地或老城墙上极为常见，且成大片生长。

尼泊尔酸模 *Rumex nepalensis* Spreng.生于海拔 1000~4300 米的山坡路旁、山谷草地。

商陆科 Phytolaccaceae

商陆 *Phytolacca acinosa* Roxb.生于 900~3400 米的山谷缓坡或山箐润湿处，石灰岩山坡、田边、路边有时也见，或栽培于房前屋后及园地，多生长于湿润肥沃地，喜生垃圾堆上。

藜科 Chenopodiaceae

千针苋 *Acroglchin persicarioides* (Poir.) Moq.多生于田边、路旁、河边、荒地等处。

藜 *Chenopodium album* L.生于路旁、荒地及田间，为很难除掉的杂草。

土荆芥 *Chenopodium ambrosioides* L.生于海拔 320~900 米的江边、农田、公路旁向阳山坡，为常见杂草。

苋科 Amaranthaceae

土牛膝 *Achyranthes asper* L.生于山坡疏林或村庄附近空旷地，海拔 800~2300 米。

牛膝 *Achyranthes bidentata* Blume 生于海拔 200~3300 米的山坡林下、路边。

刺花莲子草 *Alternanthera pungens* H.B.K.生于海拔 900~2100 米河谷、坡地及林缘路边呈杂草状。

莲子草 *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br 生在村庄附近的草坡、水沟、田边或沼泽、海边潮湿处。

老枪谷 *Amaranthus caudatus* L.*栽培。

绿穗苋 *Amaranthus hybridus* L.生于海拔 400~1100 米的田野、旷地或山坡。

苋 *Amaranthus tricolor* Linn.全省均有栽培，有时为半野生；全国各地均有栽培。

青葙 *Celosia argentea* L.生于海拔 600~1650 米，分布于全国各地。

浆果苋 *Deeringia amaranthoides* (Lamk.) Merr.生于海拔 340~2800 米山坡灌丛林缘。

落葵科 Basellaceae

落葵薯 *Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis 我省各地广泛栽培。

亚麻科 Linaceae

异腺草 *Anisadenia pubescens* Griff.生于海拔 1600~2800 米松林下及林缘灌丛草坡，路边湿润处。

蒺藜科 Zygophyllaceae

蒺藜 *Tribulus terrester* L.生于沙地、荒地、山坡、居民点附近。

牻牛儿苗科 Geraniaceae

观音倒座草 *Geranium delavayi* R.Knuth 生于海拔 3200~4100 米的林间草地、林缘、灌丛或草地。

五叶草 *Geranium nepalense* Swe et 生于海拔 100~3600 米的林下、灌丛下、山坡、草地、路边、水沟边、荒地等。

酢浆草科 Oxalidaceae

酢浆草 *Oxalis corniculata* L.生于海拔(3500~)1000~3400 米的路边、山坡草地或林间空地。

凤仙花科 Balsaminaceae

锐齿凤仙花 *Impatiens arguta* Hook.f.et Thoms.生于海拔 1200~3200 米的潮湿林下，灌丛中，水沟边。

蓝花凤仙花 *Impatiens cyanantha* Hook.f.生于海拔 1300~2400 米阴湿林下或溪边。

金凤花 *Impatiens cyathiflora* Hook.f.生于山坡混交林下潮湿处或草丛中，海拔 1900~2300 米。

黄金凤 *Impatiens siculifer* Hook.f.生于海拔 1300~2800 米常绿阔叶林下或溪边。

紫溪凤仙花 *Impatiens zixishanensis*

千屈菜科 Lythraceae

圆叶节节菜 *Rotala rotundifolia* (Roxb.) Koehne 生于水田或潮湿的地方。

柳叶菜科 Onagraceae

高原露珠草 *Circaea alpina* L subsp. *imaicola* (Asch. et Magn.) Kitamura 生于沟边湿处，灌丛中或山区落叶阔叶林及针叶林中，海拔 2000~4000 米。

狭叶露珠草 *Circaea alpina* L. subsp. *angustifolia* (Hand. Mazz) Bouford 生于松林、栎林、杂木林或竹林下的枯枝落叶层内。

南方露珠草 *Circaea mollis* S. et Z. 生于箐沟、山谷、溪边的林下。

柳叶菜 *Epilobium hirsutum* L. 生于灌丛、草地、沟边，常为水库、公路旁、沟埂的先锋植物。

瑞香科 Thymelaeaceae

滇瑞香 *Daphne feddei* Levl. 生于海拔 1800-2600 米的疏林下或灌丛中

白瑞香 *Daphne papyracea* Wall. ex Steud. 生于海拔 1500~2400(~3000)米的荒坡、疏林下。

甘遂 *Stellera chamaejasme* L. 生于荒坡、沙地、田边、低山坡、路旁等。

堇花 *Wikstroemia canescens* (Wall.) Meisn. 海拔 2800 米的山坡灌丛中。

紫茉莉科 Nyctaginaceae

紫茉莉 *Mirabilis jalapa* L. 我国南北各地常栽培，为观赏花卉，有时逸为野生。

马桑科 Coriariaceae

马桑 *Coriaria nepalensis* Wall. 生于海拔 400~3200 米的灌丛中。

海桐科 Pittosporaceae

短萼海桐 *Pittosporum brevicalyx* (Oliv.) Gagnep. 森林，灌丛，山坡，石灰岩地区，路边；600~3500 米。

大风子科 Flacourtiaceae

毛枝柞木 *Xylosma congestum* var. *pubescens* (Rehd. et Wils.) Chun 生于低海拔地区。

西番莲科 Passifloraceae

圆叶西番莲 *Passiflora henryi* Hemsl. 生于海拔 450~1600 米的山坡，沟谷灌木丛中。

葫芦科 Cucurbitaceae

南瓜 *Cucurbita moschata* (Duch. ex Lam.) Duch. ex Poiret*栽培。

黄瓜 *Cucumis sativus* L.*栽培。

毛绞股蓝 *Gynostemma pubescens* (Gagnep.) C.Y.Wu ex C.Y.Wu et S.K.Chen 生海拔 850~2350 米的山坡林下或灌丛中。7(14)。

刺瓜藤 *Sicyos angulatus* Linn.路边。

云南罗汉果(变种)*Siraitia borneensis* var. *yunnanensis* A.M.Lu et Z.Y.Zhang 产峨山，生海拔 1800 米的山坡林中。

茅瓜 *Solena amplexicaulis* (Lam.) Gandhi 生海拔 600~2600 米的林下或灌丛中。

钮子瓜 *Zehneria maysorensis* (Wight & Arn.) Arn.生于海拔 500-1000 米的林边或山坡路旁潮湿处

糙点栝楼 *Trichosanthes dunniana* Levl.生海拔 920~1900 米的山谷密林中或山坡疏林或灌丛中。

异叶赤爬 *Thladiantha hookeri* C.B.Clarke 生于海拔 1250~1760 米的山坡林下或林缘。

秋海棠科 Begoniaceae

小秋海棠 *Begonia parvula* Levl.et Vant.生于海拔 200~1300 米林下阴湿处石灰岩石壁上。

仙人掌科 Cactaceae

单刺仙人掌 *Opuntia monacantha* (Willd.) Haw.生于海边或山坡开旷地。

仙人掌 *Opuntia stricta* (Haw.) Haw.var.*dillenii* (Ker-Gawl.) Benson 多地区常见栽培。

山茶科 Theaceae

山茶 *Camellia japonica* L.云南省中部至西部栽培。

滇山茶(原变型)*Camellia reticulata* f.*reticulata* 生于海拔 1500~2500(~2800)的阔叶林或混交林中。

茶(原变种)*Camellia sinensis* var.*sinensis* 生于海拔(130~)1300~2100 米的阔叶林下或灌丛中。

猴子木 *Camellia yunnanensis* (Pitard ex Diels) Cohen Stuart 生于海拔 1960~2850 米的林下或林缘灌丛中。

怒江山茶 *Camellia saluenensis* Stapf ex Bean 生于海拔 1900—2800(—3200)的干燥山坡云南松林或混交林下，或山顶灌丛中

岗柃 *Eurya groffii* Merr.生于海拔 600~2500 米的阔叶林下或林缘灌丛中。

细齿叶柃 *Eurya nitida* Korth.生于海拔(500—)1500—2600 米的林下或石山灌丛中

黄药大头茶 *Gordonia chrysandra* Cowan 生于海拔 1600 米。

银木荷 *Schima argentea* Pritz.ex Diels 生于海拔 1600~3200 米的阔叶林或针阔混交林中。

厚皮香(原变种)*Ternstroemia gymnanthera* var.*gymnanthera* 生于海拔(760~)1100~2700 米的阔叶林、松林下或林缘灌丛中。

阔叶厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera* var.*wightii* 生于海拔 1400~2770 米的林下或林缘灌丛中。

猕猴桃科 Actinidiaceae

山羊桃 *Actinidia callosa* Lindl.森林, 林缘, 灌丛, 山坡, 山谷, 溪边, 潮湿的地方, 也广泛种植;400~2600 米。

桃金娘科 Myrtaceae

柠檬桉 *Eucalyptus citriodora* Hook.f.云南南部及东南等地均有栽培。

隆缘桉 *Eucalyptus exserta* F.V.Muell.云南南部及东南部等较热的地方栽培较多。

蓝桉 *Eucalyptus globulus* Labill.栽培。

桉 *Eucalyptus robusta* Smith 滇中及其以南地区多有栽培。

细叶桉 *Eucalyptus tereticornis* Smith 云南大部分地方有栽培。

番石榴 *Psidium guajava* Linn.滇南常有栽培, 间有逸为野生。

野牡丹科 Melastomataceae

宽叶金锦香 *Osbeckia chinensis* L.var.*angustifolia* (D.Don) C.Y.Wu et C.Chen 生于海拔 550~2700 米的山坡矮草地和路旁矮草坡阳处。

金丝桃科 Hypericaceae

尖萼金丝桃 *Hypericum acmosepalum* N.Robson 生于海拔 900~3000 米的山坡路旁、灌丛、林间空地、开旷的溪边以及荒地上。

西南金丝梅 *Hypericum henryi* Lévl.et Van 生于海拔 1300~2440 米山坡山谷的疏林下或灌丛中。

地耳草 *Hypericum japonicum* Thunb.ex Murray 生田边、沟边、草地以及撩荒地上, 海拔 0~2800 米。

遍地金 *Hypericum wightianum* Wall.ex Wight et Arn.生于田地或路旁草丛中, 海拔 800~2750 米。

川滇金丝桃 *Hypericum forrestii* (Chittenden) N. Robson 生长在海拔 1500-3300 米的山坡多石地，有时亦在溪边或松林林缘。

椴树科 Tiliaceae

长蒴黄麻 *Corchorus olitorius* L. 全省大部分地区有栽培或逸生。

云南澄广花 *Orophea yunnanensis* P.T.Li 生于山地林中。

椴(原变种) *Tilia tuan* var. *tuan* 生海拔 1700~2200 米山地阔叶林中。

小刺蒴麻 *Triumfetta annua* L. 生海拔 450~2100 米灌草丛及旷野。

刺蒴麻 *Triumfetta rhomboidea* Jack. 生海拔 130~1500 米旷野或林缘。

杜英科 Elaeocarpaceae

滇印杜英 *Elaeocarpus varunua* Buch.-Ham. in Wall. 生海拔 350~1400 米的沟谷等湿润常绿阔叶林中。

梧桐科 Sterculiaceae

火绳树 *Eriolaena spectabilis* (DC.) Planch. ex Mast. 生于海拔 500~1300 米的山坡疏林中或稀树灌丛中。

锦葵科 Malvaceae

黄蜀葵 *Abelmoschus manihot* (L.) Medicus 栽培。

刚毛黄蜀葵(变种) *Abelmoschus manihot* var. *pungens* (Roxb.) Hochr. 生于海拔 500~1000 米的山坡常绿阔叶林中和林缘。

蜀葵 *Althaea rosea* (Linn.) Cavan. 栽培。

朴叶扁担杆 *Grewia celtidifolia* Juss. 开放的森林，灌丛带；100~1800 米。

木芙蓉(变型) *Hibiscus mutabilis* f. *mutabilis* 栽培。

单瓣白花木槿(变型) *Hibiscus syriacus* f. *totalbus* T. Moore 栽培。

野西瓜苗 *Hibiscus trionum* L. 平原、山野、丘陵或田埂。

野葵 *Malva verticillata* Linn. 在海拔 1600~3000 米的山坡、林缘、草地、路旁常见之。

中华野葵 *Malva verticillata* var. *chinensis* (Miller) S.Y. Hu 在海拔 1900~3500 米的草坡、路旁、山谷、村寨中常见。

黄花稔 *Sida acuta* Burm. f. 海拔 200~1400 米的山坡灌丛或路旁、荒坡。

拔毒散 *Sida szechuensis* Matsuda 在海拔 300~2700 米的山坡、路旁、灌丛或疏林下。

地桃花 *Urena lobata* Linn.生于海拔 220~2500 米的干热空旷地、荒坡或疏林下。

大戟科 Euphorbiaceae

铁苋菜 *Acalypha australis* Linn.生于海拔 400~1900 米的空旷草地、田间路边或石灰岩山疏林下。

二药五月茶 *Antidesma acidum* Retz.生于海拔 140~1500 米的山地疏林中。

钝叶黑面神 *Breynia retusa* (Dennst.) Alston 生于海拔 1000~2000 米的山地疏林下或山谷灌木丛中。

飞扬草 *Euphorbia hirta* L.生于海拔 800~2500 米的路旁、草丛、灌丛及山坡，多见于砂质土。

通奶草 *Euphorbia hypericifolia* Linn.生于海拔 1050~2100 米的旷野、荒地、路旁、灌丛及田间；。

钩腺大戟 *Euphorbia sieboldiana* Rupr.生于田间、林缘、灌丛、林下、山坡、草地。我国绝大部分省区有分布。

千根草 *Euphorbia thymifolia* L.生于低海拔路旁、草丛及稀疏灌丛中。

土瓜狼毒 *Euphorbia prolifera* Buch.-Ham. ex D. Don 生于海拔 500-2 300 米的冲刷沟边、草坡或松林下

云南土沉香 *Excoecaria acerifolia* F.Didrich 生于海拔 1200~3300 米的山坡、溪边或灌丛中。

一叶萩 *Flueggea suffruticosa* (Pall.) Baill.生于海拔 800~2500 米山坡灌丛中或山沟、路边。

尼泊尔野桐 *Mallotus nepalensis* Muell.Arg.生于海拔 1700~2700 米的常绿阔叶林或杂木林中。

粗糠柴 *Mallotus philippensis* (Lam.) Muell.Arg.生于海拔 200~2000 米的山地林中或林缘。

云南叶轮木 *Ostodes paniculata* var. *katharinae* 生于海拔 700~2050 米的阴湿疏密林中。

滇藏叶下珠 *Phyllanthus clarkei* Hook.f.生于海拔 800~3000 米山地疏林中或河边沙地灌丛中。

越南叶下珠 *Phyllanthus cochinchinensis* (Lour.) Spreng.生于旷野、山坡灌丛、山谷疏林下或林缘。

余甘子 *Phyllanthus emblica* Linn.生于海拔 160~2100 米的山地疏林、灌丛、荒地或山沟向阳处。

蓖麻 *Ricinus communis* L. 我国大部分省区有栽培。云南各处海拔 2300 米以下均有栽培或逸生。

乌桕 *Sapium sebiferum* (Linn.) Roxb. 生于海拔 320~1750 米的疏林。

绣球花科 Hydrangeaceae

长叶溲疏 *Deutzia longifolia* Franch. 生于海拔 1800~3200 米山坡林下灌丛中。

白绒绣球 *Hydrangea mollis* (Rehd.) W.T.Wang 生于山谷溪边次生林中或高山松林下，海拔 2500~3500 米。

滇南山梅花 *Philadelphus henryi* Koehne 生于海拔 1300~2200 米山坡灌丛中。

蔷薇科 Rosaceae

黄龙尾(变种) *Agrimonia pilosa* Ldb. var. *nepalensis* (D. Don) Nakai 生于海拔 1200~3100 米的山坡疏林中。

桃 *Amygdalus persica* L. *栽培。

蒙自樱桃 *Cerasus henryi* (Schneid.) Yu et Li 生于 600~3400 米的山坡杂树林中。模式标本采自蒙自。

皱皮木瓜 *Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai 云南大部分地有栽培。

黄杨叶栒子 *Cotoneaster buxifolius* Lindl. 生于海拔 1000~3300 米的多石砾坡地、灌丛中。

厚叶栒子 *Cotoneaster coriaceus* Franch. 河边长满草的山坡或灌丛; 1800~2700 米。

滇中矮生栒子 *Cotoneaster dammerii* subsp. *songmingensis* 生于 1800~2600 米的山坡草地。

西南栒子 *Cotoneaster franchetii* Bois 生于海拔 1700~3050 米的多石向阳山坡灌丛中。

小叶栒子 *Cotoneaster microphyllus* Wall. ex Lindl. 生于海拔 2100~4000 米的山坡石缝中或河谷灌丛中。

云南山楂 *Crataegus scabrifolia* (Franch.) Rehd. 生于松林边灌木丛中或溪岸杂木林中，海拔 1500~3000 米。

牛筋条 *Dichotomanthes tristaniaecarpa* Kurz 生于海拔 900~3000 米的山坡开旷地杂木林中、常绿栎林边缘、干燥山坡或路旁。

云南柃衣 *Docynia delavayi* (Franch.) Schneid. 生于海拔 1180~2900 米的杂木林中或干燥山坡。

蛇莓 *Duchesnea indica* (Andr.) Focke 生于山坡、草地、河岸、林缘、路旁、潮湿的地方，

海拔 2400 米以下。

窄叶南亚枇杷 *Eriobotrya bengalensis f. angustifolia* 生于海拔 150~1550 米的山坡疏林中。

枇杷 *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. 云南全省各地栽培。

棠梨 *Flacourtia ramontchi* L'Herit. 常绿阔叶林森林; 200~1700 米。

黄毛草莓 *Fragaria nilgerrensis* Schlecht. ex Gay 生山坡草地或沟边林下, 海拔 700~3000 米。

路边青 *Geum aleppicum* Jacq. 生山坡草地、沟边、地边、河滩、林间隙地及林缘, 海拔 200~3500 米。

毛叶高粱泡 *Rubus lambertianus* Ser. var. *paykouangensis* (Levl.) Hand.-Mazz. 生低海山坡、山谷或路旁灌木丛中阴湿处或生于林缘及草坪。

苹果 *Malus pumila* Mill. 生于海拔 50~2500 米山坡梯田、平原旷野以及黄土丘陵等处。

华西小石积 *Osteomeles schwerinae* Schneid. 全省各地均有分布; 生于海拔 1100~2000 米的斜坡、灌丛或干燥处。

全缘石楠(原变种) *Photinia integrifolia* var. *integrifolia* 生于海拔 1000~3000 米的山谷常绿阔叶林中或岩石上、灌丛中。

石楠 *Photinia serratifolia* (Desf.) Kalkm. 生于海拔 950~2600 米的常绿栎林边、石灰岩灌丛中或杂木林中。

西南委陵菜 *Potentilla fulgens* Wall. ex Hook. 生于海拔 1100~3600 米的山坡草地、灌丛、林缘。

长柔毛委陵菜 *Potentilla griffithii* Hook. f. var. *Velutina* Card. 生于海拔 2000~4100 米的山坡草地或杂木林中。

扁核木 *Prinsepia utilis* Royle 生于海拔 1000~2800 米的山坡、路旁、阳处。

李 *Prunus salicina* Lindl. *生于山坡灌丛中、山谷疏林中或水边、沟底、路旁等处。海拔 400~2600 米。

窄叶火棘 *Pyracantha angustifolia* (Franch.) Schneid. 生于阳坡灌丛中或路边, 海拔 1600~3000 米。

火棘 *Pyracantha fortuneana* (Maxim.) Li 生于海拔 500~2800 米的松林下或干燥山坡及路旁。

川梨 *Pyrus pashia* Buch.-Ham.ex D.Don 生于海拔 2600 米以下的山谷斜坡丛林中。

长尖叶蔷薇 *Rosa longicuspis* Bertol. 生丛林中，海拔 600~2100 米。

大花香水月季 *Rosa odorata* var. *gigantea* 生于海拔 800~2600 米的山坡林缘或灌丛中。

峨眉蔷薇 *Rosa omeiensis* Rolfe 生于海拔 2400~4000 米的山坡灌丛中或箐沟边林中。

常绿蔷薇 *Rosa sempervirens* L. 栽培。

西南悬钩子 *Rubus assamensis* Focke 生于山谷或沟边杂木林下或林缘，海拔 1400~3000 米。

齿萼悬钩子 *Rubus calycinus* Wall.ex D.Don 生于山坡或沟边杂木林下或林缘，海拔 1900~3000 米。

小柱悬钩子 *Rubus columellaris* Tutcher 生于海拔 700~2200 米的山坡、山谷疏密杂木林内。

山莓 *Rubus corchorifolius* L.f. 生于山坡、路边疏林中、溪边、山谷和荒野灌木丛中，海拔 1500~2600 米。

三叶悬钩子 *Rubus delavayi* Franch. 生山坡杂木林下，海拔 2000-3000 米。

椭圆悬钩子 *Rubus ellipticus* Smith 生山坡、路旁或灌丛中，海拔 300~2000 米。

大乌泡(原变种) *Rubus multibracteatus* levl.et Vant. var. *multibracteatus* 生于山坡及沟谷林内或林缘，也见于灌丛中，海拔 350~2700 米。

红泡刺藤 *Rubus niveus* Thunb. 生于山坡，疏、密林中，灌丛或山谷河滩及溪流旁，海拔 1000~2000 米。

黄泡 *Rubus pectinellus* Maxim. 生海拔 1000-3000 米的山地林中。

红毛悬钩子 *Rubus pinfaensis* levl.et Vant. 生山坡灌丛、杂木林内或林缘，也见于山谷或山沟边，海拔 500~2200 米。

早花悬钩子 *Rubus preptanthus* Focke 生于海拔 1000~2800 米地区的竹林下或灌丛中。

粉花绣线菊 *Spiraea japonica* L.f. 生于海拔 700~4000 米各类生境。

苏木科 Caesalpiniaceae

羊蹄甲 *Bauhinia purpurea* L. 栽培。

小鞍叶羊蹄甲 *Brachycarpa* Wall. var. *microphylla* (Oliv. ex Craib) K. et S.S. Larsen 生于海拔 800~2200 米的山地草坡和河溪旁灌丛中。

见血飞 *Caesalpinia cucullata* Roxb. 生于海拔 150~1200 米山坡灌丛、林缘或沟边、疏林中。

云实 *Caesalpinia decapetala* (Roth.) Alst.生于海拔 700~1500(~2300)米山坡灌丛或山谷、
河边。

短叶决明 *Cassia leschenaultiana* DC.生于海拔 500~2200 米山坡草地、灌丛、路旁。

水皂角 *Cassia mimosoides* L.生于海拔 510~2800 米草坡、灌丛、林缘或路边、河岸等地。

茳芒决明 *Cassia sophora* Linn.生于海拔 200~1800 米荒坡或路旁。

柄腺山扁豆 *Cassia pumila* Lam.生于山地及空旷地的灌木丛或草丛中

滇皂荚 *Gleditsia japonica* Miq.var.*delavayi* (Franch.) L.C.L.生于海拔 1200~5000 米山坡疏
林或路边村旁。

大翅老虎刺 *Pterolobium macropterum* Kurz 生于海拔 380~1600 米山坡灌丛、路旁或林缘。

含羞草科 Mimosaceae

银荆树 *Acacia dealbata* Link 栽培。

昆明金合欢 *Acacia delavayi* var.*kunmingensis* 生于海拔 700~1900 米的石灰山灌丛、林中、
林缘。

金合欢 *Acacia farnesiana* (Linn.) Willd.多生于阳光充足，土壤较肥沃、疏松的地方。

羽叶金合欢 *Acacia pennata* (Linn.) Willd.生于海拔 340~1300 米的山坡阳处灌丛林缘。

蒙自合欢 *Albizia bracteata* Dunn 生于海拔 100~2100 米的林中、林缘、山坡、河边。

合欢 *Albizia julibrissin* Durazz.栽培。

山合欢 *Albizia kalkora* (Roxb.) Prain 生于海拔 500~2200 米的山坡常绿阔叶林、杂木林内。

银合欢 *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit 云南西部、西南部、南部、东南部热带及亚
热带地区逸生或栽培。

牛蹄豆 *Pithecolobium dulce* (Roxb.) Benth.西双版纳、河口、开远等地有栽培。

蝶形花科 Papilionaceae

相思子 *Abrus precatorius* Linn 生于海拔 350~1500 米的山地疏林、稀疏草坡中。

皱缩链荚豆 *Alysicarpus rugosus* (Willd.) DC.生于海拔 380~1500 米的荒坡草地、沟边灌丛
以及河谷丛林下。

链荚豆 *Alysicarpus vaginalis* (L.) DC.生于海拔 300~1500 米的空旷草坡及河边沙地。

肉色土圞儿 *Apios carnea* (Wall.) Benth.ex Baker 生于海拔 300~3200 米的沟谷杂木林或路
旁。

紫云英 *Astragalus sinicus* L.生于海拔 400~3000 米间的山坡、溪边及潮湿处。

鞍叶羊蹄甲 *Bauhinia brachycarpa* Wall.生于海拔(500~)1500~2200 米山坡灌丛中，路边，尤以石灰岩山地灌丛中最常见。

大花虫豆 *Cajanus grandiflorus* (Benth.ex Baker) Vaniot der Maesen 生于海拔 1070~2500 米的林缘路旁灌丛中。

蔓草虫豆 *Cajanus scarabaeoides* (Linn.) Thouars 生于海拔 180~1600 米的旷野、路旁或山坡草丛中。

灰毛崖豆藤 *Callerya cinerea* Benth.生于海拔 1120 米的山坡次生常绿林中。

马尿藤 *Campylotropis bonatiana* (Pamp.) Schindl.生于海拔 1200~2800 米的干燥山坡、灌丛或林中。

细花梗杭子梢 *Campylotropis capillipes* (Franch.) Schindl.生于海拔 400~2700 米的灌丛、路边、林缘及林中。

西南杭子梢 *Campylotropis delavayi* (Franch.) Schindl.生于海拔 1100~2300 米的干燥山坡草地及灌丛中。

大红袍 *Campylotropis hirtella* (Franch.) Schindl.山脚，草地。

阔叶杭子梢 *Campylotropis latifolia* (Dunn) Schindl.生于海拔 800~1400 米的山地草坡、路边及灌丛中。

绒毛杭子梢 *Campylotropis pinetorum* ssp.*velutina* (Dunn) Ohashi 生于山坡、灌丛、林缘、疏林内、开阔的草坡及溪流旁等处，海拔 700~2800 米。

小雀花(原变种)*Campylotropis polyantha* var.*polyantha* 生于海拔 1000(400)~3000 米的向阳地的灌丛、沟边、林边、山坡草地上。

三棱枝杭子梢 *Campylotropis trigonoclada* (Franch.) Schindl.生于海拔 500~2500 米的草坡、灌丛及林缘、疏林内。

杭子梢 *Campylotropis macrocarpa* (Bunge) Rehder 生于山坡、灌丛、林缘、山谷沟边及林中，海拔 150-1900 米，稀达 2000 米以上

小花香槐 *Cladrastis sinensis* Hemsl 生于海拔 1600~2750 米的常绿阔叶林中、河谷下部。

舞草 *Codariocalyx motorius* (Houtt.) Ohashi 生于海拔 130~2000 米的湿润草地、河谷及山地灌丛、疏林或沟谷密林中。

巴豆藤 *Craspedolobium schochii* Harms 生于海拔 2000 米以下土壤湿润的常绿阔叶林、疏林下和灌丛中。

假地蓝 *Crotalaria ferruginea* Grah.ex Benth.生于海拔 280~2200 米湿润的林缘及干燥开旷的荒坡草地及灌丛中。

响铃豆 *Crotalaria albida* Heyne ex Roth 生于海拔 300~2000 米干燥的荒坡草地及灌丛中。

大猪屎豆 *Crotalaria assamica* Benth.生于海拔 380~2400 米湿润的灌木林中以及干燥的草坡和灌丛中。

长萼猪屎豆 *Crotalaria calycina* Schrank 生于海拔 380~2400 米湿润的河边灌丛及干燥的路边荒地、草坡和灌丛中。

菽麻 *Crotalaria juncea* L.栽培于海拔 500~1900 米阴处。

线叶猪屎豆 *Crotalaria linifolia* L.f.生于海拔 400~2200 米湿润的溪流边和干燥开旷的路边草坡及灌丛中。

假苜蓿 *Crotalaria medicaginea* Lamk.生于海拔 400~2800 米湿润的河边沙滩和干燥开旷的草坡及疏林下。

紫花猪屎豆 *Crotalaria occulta* Grah.ex Benth 生于海拔 800~1000 米的山坡路旁疏林中。

猪屎豆 *Crotalaria pallida* var.*obovata* 生于海拔 320~1030 米湿润的河边及干燥开旷的荒坡草地上。

俯伏猪屎豆 *Crotalaria prostrata* Rottler ex Willd.生于海拔 120~130 米湿润的荒坡地。

光萼猪屎豆 *Crotalaria trichotoma* Bojer 生海拔 100-1000 米田园路边及荒山草地。非洲、亚洲、大洋洲、美洲热带、亚热带地区均有。

象鼻藤 *Dalbergia mimosoides* Franch.生于海拔 940~2200 米的林中、灌丛或河边。

斜叶黄檀 *Dalbergia pinnata* (Lour.) Prain 生于海拔 300~1700 米的山地、沟谷或干热河谷。

亮叶中南鱼藤(变种)*Derris fordii* var.*lucida* How 生于海拔 500~1600 米的山坡疏林、灌丛中。

粗茎鱼藤 *Derris scabri caulis* (Franch.) Gagnep.生于海拔 1400~2400 米的山坡灌木林中。

圆锥山蚂蝗 *Desmodium elegans* DC. 生于松、栎林缘，林下，山坡路旁或水沟边，海拔 1000-3700 米。

疏果山蚂蝗 *Desmodium griffithianum* Benth.生于山地草坡、路旁或松栎林下，海拔

1500~2300 米。

假地豆 *Desmodium heterocarpon* (L.) DC.生于海拔 230~1900 米的山坡草地、水边路旁、灌丛及林下。分布于长江以南各省区。

小叶三点金 *Desmodium microphyllum* (Thunb.) DC.生于海拔 330~2800 米的荒地草丛、灌丛、阔叶林及针叶林中。

饿蚂蝗 *Desmodium multiflorum* DC.生于海拔 1100~3200 米的山坡路边、草地、灌丛、林中或林缘。

三点金 *Desmodium triflorum* (L.) DC.生于海拔 380~1540 米的旷野草地、路旁或河边、灌丛及林中。

心叶山黑豆 *Dumasia cordifolia* Benth.ex Baker 常生于海拔 700~2100 米的山坡阳处灌丛中。

小鸡藤 *Dumasia forrestii* Diels 生于海拔 1250~3200 米的山坡灌丛中。

山黑豆 *Dumasia truncata* Sieb.et Zucc.生于海拔 1100~2350 米的山地路旁潮湿处。

鸡头薯 *Eriosema chinense* Vog.生于海拔 1300~2000 米的山坡草丛中、石缝或林下。

绵三七 *Eriosema himalaicum* Ohashi 生于海拔 1200~2000 米的山坡草丛中、石缝或林下。

大叶千斤拔 *Flemingia macrophylla* (Willd.) Prain 常生于海拔 260~1800 米的林缘或沟边。

千斤拔 *Flemingia philippinensis* Merr.et Rolfe 常生于海拔 500~1670 米的干热河谷、灌丛中。

大豆 *Glycine max* (Linn.) Merr.云南全省广泛栽培。

劳豆 *Glycine soja* Sieb.et Zucc.云南各地分布；生于海拔 150~2650 米潮湿的田边、山坡、草甸向阳的矮灌丛，林下疏见。

云南长柄山蚂蝗 *Hylodesmum longipes* (Pampan.) Yang et Huang 生于海拔 1450~3200 米的山坡灌丛及林下。分布于四川西南部。

尖叶长柄山蚂蝗 *Hylodesmum oxyphyllum* (DC.) Yang et Huang var.*oxyphyllum* (DC.) Yang et Huang 生于海拔 800~2500 米的山坡路旁、沟旁、林缘或阔叶林中。

蒙自木蓝 *Indigofera mengtzeana* Craib 生于海拔 1400~2100 米的干燥向阳山谷草坡和路旁灌丛中。

兵豆 *Lens culinaris* Medic.栽培于海拔 1700~2450 米的田中。

截叶铁扫帚 *Lespedeza cuneata* G.Don 生于海拔 2500 米以下的山坡路边。

美丽胡枝子 *Lespedeza formosa* (Vog.) Koehne 生于海拔 1200~3000 米的山坡、路旁及林缘灌丛中。

百脉根 *Lotus corniculatus* Linn.生于海拔 1500~3500 米的草坡、田边、沟边、林缘等地。

野苜蓿 *Medicago falcata* L.生于砂质偏旱耕地、山坡、草原及河岸杂草丛中。

天蓝苜蓿 *Medicago lupulina* Linn.生于海拔 1200~3250 米的草地、田边、路旁、山坡、荒地中。

紫苜蓿 *Medicago sativa* Linn.生于海拔 1360~3400 米的山坡、地边、山箐和田边。

绒毛鸡血藤 *Millettia velutina* Dunn 生于海拔 1000~2400 米的山坡、旷野杂木林中。

紫雀花 *Parochetus communis* Buch.Ham.ex D.Don 生于海拔 1350~3100 米的山坡、草地、路边、林下。

棉豆 *Phaseolus lunatus* Linn.云南各地均有栽培，现广泛栽培于热带和温带地区。

菜豆 *Phaseolus vulgaris* Linn.云南各地均有栽培，现广泛栽培于热带至温带地区。

补骨脂 *Psoralea corylifolia* Linn.生于海拔 1150~1750 米山坡、溪边、田边。

食用葛 *Pueraria edulis* Pampan.生于海拔 1800~2500 米的山沟林中。

葛麻姆 *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi var.*montana* (Lour.) Vaniot der Maesen 常生于海拔 220~2200 米的旷野灌丛和山地疏林中。

粉葛(变种)*Pueraria lobata* var. *thomsonii* (Benth) van der Maesen 生于海拔 500~3200 米的沟边灌丛或林下。

菱叶鹿藿 *Rhynchosia dielsii* Harms 生于海拔 980~2250 米的山坡、路旁灌丛。

紫脉花鹿藿 *Rhynchosia himalensis* Benth.ex Baker var.*craibiana* (Rehd.) Peter-Stibal 常生于海拔 810~3200 米的河谷灌丛、山坡阳处灌丛以及云南松林下。

刺槐 *Robinia pseudoacacia* Linn.云南大部分地区种植。

刺田菁 *Sesbania bispinosa* (Jacq.) W.F.Wight 生于山坡路旁湿润处。

硬毛宿苞豆 *Shuteria hirsuta* Baker 生于海拔 250~2000 米的山坡、疏林、路旁、灌丛中。

宿苞豆 *Shuteria involucrata* (Wall.) Wight et Arn.生于海拔 500~2300 米的干热河谷、山坡灌丛及常绿阔叶林下。

光宿苞豆 *Shuteria involucrata* (Wall.) Wight et Arn.var.*glabrata* (Wight et Arn.) Ohashi 生于

海拔 1000~2800 米山坡疏林、草地和路旁。

白刺花 *Sophora davidii* (Franch.) Skeels 全省皆有分布。

苦参 *Sophora flavescens* Ait. 生于海拔 1600~3000 米的山坡阴处灌丛和沙质土上。

西南槐 *Sophora prazeri* var. *mairei* (Pamp.) Tsoong 生于海拔 450~1680 米的山谷灌丛。

短绒槐 *Sophora velutina* Lindl. 生于海拔 1000~2300 米的干热河谷、江边灌丛。

密花豆 *Spatholobus suberectus* Dunn 生于海拔 600~2100 米的常绿阔叶林林中或山地疏林、密林沟谷、灌丛中。

白车轴草 *Trifolium repens* Linn. 栽培于昆明等地。我国大部地区栽培。

野番豆 *Uraria clarkei* (Clarke) Gagnep. 生于海拔 700~2200 米的干燥山坡草地、路边、疏林或次生林中。

猫尾草 *Uraria crinita* (L.) Desv. ex DC. 生于海拔 150~1200(~1900)米的山地路旁、灌丛或常绿林中。

中华狸尾豆 *Uraria sinensis* (Hemsl.) Franch. 生于海拔 890~2700 米的河谷、山地草坡灌丛、疏林下。

心叶算珠豆 *Urariopsis cordifolia* (Wall.) Schindl. 生于海拔 300~500 米的山坡草地。

野豌豆 *Vicia sepium* L. 分布于海拔 1460~2000 米的路边、田中。

赤小豆 *Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi et Ohashi 云南全省野生或栽培；我国南部有栽培。

长豇豆 *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* (Linn.) Verdc. 云南全省至全国常见栽培。

野豇豆 *Vigna vexillata* (Linn.) Rich. 生于旷野、灌丛或疏林中。

丁癸草 *Zornia gibbosa* Spanog. 生于海拔 1250~1750 米的田边、村边稍干旱的旷野草地上。

旌节花科 Stachyuraceae

西域旌节花 *Stachyurus himalaicus* var. *himalaicus* 海拔 1700~2900 米的山坡林中。

金缕梅科 Hamamelidaceae

檫木 *Loropetalum chinense* (R.Br.) Oliver 森林，灌木丛，阳光普照的山丘；1000~1200 米。

黄杨科 Buxaceae

清香桂 *Sarcococca ruscifolia* Stapf 生于山坡、林下或沟谷中，耐阴性强，海拔 200~2600 米。

杨柳科 Salicaceae nom. conserv.

滇杨 *Populus yunnanensis* Dode 山，森林;1300~3700 米。

云南柳 *Salix cavaleriei* Levl. 生海拔 1100~2500 米间的河边、林缘或栽培于路旁及风景区。

丑柳 *Salix inamoena* Hand.-Mazz. 生于路边、水沟边及潮湿山谷。

杨梅科 Myricaceae

毛杨梅 *Myrica esculenta* Buch.-Ham. 生于海拔 1000~2500 米的杂木林内或干燥的山坡上。

矮杨梅 *Myrica nanta* Cheval. 生长在海拔 1500~3500 米的山坡、林缘及灌木丛中。

桦木科 Betulaceae

柁木 *Alnus cremastogyne* Burk. 生于海拔 1400~1790 米的河边台地和湿润的坡地。

旱冬瓜 *Alnus nepalensis* D. Don 生于海拔 700~3600 米的山坡林中、河岸阶地及村落中。

西南桦 *Betula alnoides* Buch.-Ham. ex D. Don 生于海拔 500~2100 米的山坡杂木林中。

滇鹅耳枥 *Carpinus monbeigiana* Hand.-Mazz. 生于海拔 1700~2800 米的石灰岩山地杂木林中。

榛科 Corylaceae

滇榛 *Corylus yunnanensis* (Franch.) A. Camus 生于海拔 2000~3700 米的山坡灌丛中。

壳斗科 Fagaceae

高山栲 *Castanopsis delavayi* Fr. 生于海拔 1600~2200 米，滇南 900~1600 米，滇西北可达海拔 2800 米。

青冈 *Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oersted 产滇西北，滇中以至滇东南，生海拔 700~2400 米山谷山坡林中。

滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides* Schottky 生海拔 1100~3000 米山地森林中，为滇中地区的习见树种。

窄叶石栎 *Lithocarpus confinis* Huang 生于海拔 1100~2400 米杂木林中。

滇石栎 *Lithocarpus dealbatus* (Hook. f. et Thoms) Rehd. 常生于海拔 1300~2700 米山地湿润森林中。此外贵州、四川等地均有分布。

白穗石栎 *Lithocarpus leucostachyus* A. Camus 生于海拔 2500~3300 米山地杂木林中，常与云杉、冷杉或云南松和高山栎类植物混生组成松栎林生于山顶及岩石旁侧的多呈灌木状。

光叶柯 *Lithocarpus mairei* (Schott.) Rehd 常生于海拔 1500~2300 米向阳山坡。

元江栲 *Orthacantha* Franch.生于海拔 1500~3200 米疏或密林中，为针叶阔叶混交林中的主要树种，有时成小片纯林。

麻栎 *Quercus acutissima* Carr.生于生于松林中。

锐齿槲栎(变种)*Quercus aliena* Bl.var.*acuteserrata* Max.生于海拔 2200~3200 米干燥山坡或杂木林中。我国黄河流域以南各省均有分布。

槲栎 *Quercus aliena* Blume 生于海拔 1900~2600 米向阳山坡或松林中。

锥连栎 *Quercus franchetii* Skan 生于海拔 1100~2600 山地或松林中。

黄背栎 *Quercus pannosa* Hand.-Mazz.生于海拔 2500~3900 米的山坡栎林或松栎林中，为西南高山地区组成硬叶常绿栎林的主要树种。

栓皮栎 *Quercus variabilis* Bl.常生于海拔 700~2300 米阳坡或松栎林中。

灰背栎 *Quercus senescens* Hand.-Mazz.生于海拔 1 900-3 300 米的向阳山坡、山谷或松栎林中

榆科 Ulmaceae

黑弹树 *Celtis bungeana* Bl.生于海拔 1300~2700 米的林缘及沟谷。

昆明朴 *Celtis kunmingensis* Cheng et.T.Hong 多生于沟谷、河谷的林中和林缘，山坡灌丛中也有，海拔 700~1500 米。

毛枝榆 *Ulmus androssowii* Litw.var.*subhirsuta* (Schneid.) P.H.Huang 生于海拔 1200~2800 米地带之坡地、山谷的阔叶林中。

桑科 Moraceae

藤构 *Broussonetia kaempferi* Sieb.var.*australis* Suzuki 多生海拔 310~1000 米的山谷灌丛中或沟边、山坡路旁。

构树 *Broussonetia papyrifera* (Linn.) L'Hér.ex Vent 全省各地均有野生，少有栽培；长江和珠江流域各省区均有分布。

钩毛榕 *Ficus asperiuscula* Kunth et Bouch 生海拔 200~1500 米的山地或沟谷林中。

印度榕 *Ficus elastica* Roxb.ex Hornem.于海拔 800~1500 米的地方有野生，西双版纳曾大量栽培。

绿叶冠毛榕 *Ficus gasparriniana* Miq.var. *viridescens* (Lévl.et Vant.) Corner 生海拔 600~2700 米的地方。

菩提树 *Ficus religiosa* L. 常见栽培于海拔 400~630 米的平原或村寨附近佛寺中。

心叶榕 *Ficus rumphii* Bl. 产云南西部等地，生海拔 650 米的路边。

无梗匍茎榕 *Ficus sarmentosa* f. *sessilis* 生石灰岩山地。

珍珠榕 *Ficus sarmentosa* var. *henryi* 生海拔 700~2500 米的阔叶林下或灌木及岩石缝中。

薄叶匍茎榕 *Ficus sarmentosa* var. *lacrymans* 生海拔 450~1380 米的阔叶林中或岩石上。

地果 *Ficus tikoua* Bur. 常生于荒地、草坡或岩石缝中。

桑 *Morus alba* L. 常生海拔 200~2800 米的平原或山地。

鸡桑 *Morus australis* Poir. 生于海拔 500~1000 米石灰岩山地或林缘及荒地。

蒙桑 *Morus mongolica* (Bur.) Schneid. 生于海拔 800~1500 米山地或林中。

鲁桑 *Morus multicaulis* Perrott. 云南各地均有栽培。

双果桑 *Streblus macrophyllus* Bl. 生海拔 190~300 米的河边杂木林中。

荨麻科 Urticaceae

序叶苧麻 *Boehmeria clidemioides* Miq. var. *diffusa* (Wedd.) Hand.-Mazz. 生于山谷林中或林边，海拔 1300~2500 米。

苧麻 *Boehmeria nivea* (L.) Gaudich. 云南南北各地常见栽培生于海拔 1400~2700 米的田边、村边及山坡。

长叶水麻 *Debregeasia longifolia* (Burm.f.) Wedd. 生于海拔 800~2100 米的河谷、溪边或林缘潮湿处。

滇黔楼梯草 *Elatostema backeri* H. Schorter 生于山谷林中或林边阴处，海拔 1280~1750 米。

蝎子草 *Girardinia diversifolia* (Link) Friis 生于海拔 900~2800 米的林下、灌丛中及林缘湿润处。

假楼梯草 *Lecanthus peduncularis* (Royle) Wedd. 生于海拔 1100~3300 米的林下或灌丛沟边及荫湿处。

糯米团 *Memorialis hirta* (Bl.) Miq. 产全省南北各地生于海拔 1300~2900 米的山地灌丛或沟边。

翠茎冷水花 *Pilea hilliana* Hand.-Mazz. 生于海拔 720~2600 米的常绿阔叶林下荫湿处或沟边。

石筋草 *Pilea plataniflora* C.H. Wright 生于半阴坡路边灌丛中石上或石缝内，有时生于疏

林下湿润处，海拔 200~2400 米。

粗齿冷水花 *Pilea sinofasciata* C.J.Chen 生于海拔 700~2500 米山坡林下阴湿处。

红雾水葛 *Pouzolzia sanguinea* (Bl.) Merr.生于低山山谷或山坡林边或林中、灌丛中、沟边，在西南，海拔高度一般为 1000~2300 米。

小果荨麻 *Urtica atrichocaulis* (Hand.-Mazz.) C.J.Chen 生于海拔 300~2600 米山脚路旁、山谷或沟边。

荨麻 *Urtica fissa* E.Pritz.生于海拔约 1500 米的山地林缘、路旁、住宅附近。

滇藏荨麻 *Urtica mairei* Levl.生于海拔 1500~3400 米林下潮湿处。

冬青科 Aquifoliaceae

毛背高冬青(变种)*Ilex excelsa* var.*hypotricha* (Loes.) S.Y.Hu 生于海拔 760~1200 米河谷疏林中。

大果冬青 *Ilex macrocarpa* Oliv.生于海拔 500~2400 米山谷和山坡林中。

红河冬青 *Ilex manneiensis* S.Y.Hu 生于海拔 2400~2700 米的常绿阔叶林或疏林中。

多脉冬青 *Ilex polyneura* (Hand.-Mazz.) S.Y.Hu 生于海拔 1260~2600 米的林中或灌丛中。

卫矛科 Celastraceae

苦皮藤 *Celastrus angulatus* Maxim.生于海拔 700~3000 米的荒坡、灌丛或林缘。

哥兰叶 *Celastrus gemmatus* Loes.生于海拔 550~3000 米的山地。

棘刺卫矛 *Euonymus echinatus* Sprague 生于海拔 1300~3500 米的灌丛和林中，常见。

扶芳藤 *Euonymus fortunei* (Turcz) Hand.Mazz.生于海拔 150~3400 米的高山地林地及灌丛，常见。除极个别省区外，几遍全国。

冷地卫矛 *Euonymus frigidus* Wall.ex Roxb.生于海拔 5000~4000 米的灌丛及林中。

茶叶卫矛 *Euonymus theifolius* Wall.生于海拔 1550~3400 米的山地林中，较常见。

云南卫矛 *Euonymus yunnanensis* Franch.生于海拔 1700~2400 米的林中。常见。

贵州美登木 *Maytenus esquirolii* (Levl.) C.Y.Cheng 生于海拔 1550 米的石灰山常绿阔叶林中。

昆明山海棠 *Tripterygium hypoglaucum* (Levl.) Levl.生于海拔 1200~3000 米的林缘或疏林灌丛中。

铁青树科 Olacaceae

青皮木 *Schoepfia jasminodora* Sieb.et Zucc.森林, 常绿阔叶林, 山坡, 山谷;500~2600 米。

桑寄生科 Loranthaceae

油杉寄生 *Arceuthobium chinense* Lecte.生于海拔 1500~2700 米山地油杉林或油杉-云南松林中, 寄生于云南油杉上。

梨果寄生 *Scurrula philippensis* (Cham.et Schlecht.) G.Don 海拔 1200~2900 米山地阔叶林中, 常寄生于楸树、油桐、桑树或壳斗科植物上。

桑寄生 *Taxillus nigrans* (Hance) Danser 海拔 300~1300 米山地、丘陵或河谷盆地阔叶林中, 寄生于樟树、桑树、油茶或栎属、柳属植物上。

柿寄生 *Viscum diospyrosicolum* Hayata 生于樟、柿或壳斗科植物上。

檀香科 Santalaceae

沙针 *Osyris wightiana* Wall.产云南各地生于海拔 1550~2500 米的灌丛及松栎林缘。

油葫芦 *Pyrularia edulis* (Wall.) A.DC.生长于海拔 700~1600 米林中。

鼠李科 Rhamnaceae

多花勾儿茶 *Berchemia floribunda* (Wall.) Brongn.生于海拔 750~2700 米的山地灌丛或阔叶林中。

云南勾儿茶 *Berchemia yunnanensis* Franch.常生于山坡、溪流边灌丛或林中, 海拔 1500~3900 米。

勾儿茶 *Berchemia sinica* Schneid.生于山坡、沟谷灌丛或杂木林中, 海拔 1000-2500 米

多脉猫乳 *Rhamnella martinii* (Levl.) Schneid.生于海拔 800~2900 米的山地灌丛或阔叶林中。

薄叶鼠李 *Rhamnus leptophylla* Schneid.生于海拔 1500~2800 米的灌丛或沟边疏林中。

帚枝鼠李 *Rhamnus virgata* Roxb.生于海拔 1200-3800 米的山坡灌丛或林中

胡颓子科 Elaeagnaceae

长柄胡颓子 *Elaeagnus delavayi* Lecomte 生于海拔 1300~3150 米的向阳山地疏林中或灌丛中。

宜昌胡颓子 *Elaeagnus henryi* Warb.apud Diels 生于海拔 1400~2300 米的疏林或灌丛中。

胡颓子 *Elaeagnus pungens* Thunb.生于海拔 1900~3000 米的向阳山坡或路旁。

葡萄科 Vitaceae

三裂蛇葡萄 *Ampelopsis delavayana* Planch.生于海拔 300~2200 米的山谷林中或山坡灌丛或林中。

乌莓 *Cayratia japonica* (Thunb.) Gagnep.生山谷林中或山坡灌丛, 海拔 300~2500 米。

七小叶崖爬藤 *Tetrastigma delavayi* Gagnep.生于海拔 1000~2500 米的山谷林中或灌丛中。

崖爬藤 *Tetrastigma obtectum* (Wall.) Planch.生于海拔 1250~2400 米的山坡岩石或林下石壁上。

锈毛喜马拉雅崖爬藤 *Tetrastigma rumicispermum* (Laws.) Planch.var.*lasiogynum* W.T.Wang 生于海拔 850~2300 米的山谷林中或灌丛。

狭叶崖爬藤 *Tetrastigma serrulatum* (Roxb.) Planch.生山谷林中或山坡灌丛,海拔 900~2400 米。

菱叶崖爬藤 *Tetrastigma triphyllum* (Gagnep.) W.T.Wang 生于海拔 1100~2000 米的山坡、山谷林中。

毛菱叶崖爬藤 *Tetrastigma triphyllum* (Gagnep.) W.T.Wang var.*hirtum* (Gagnep.) W.T.Wang 生山坡或山谷林中, 海拔 700~2000 米。

蓊蓊 *Vitis bryoniaefolia* Bge.生山谷林中、灌丛、沟边或田埂, 海拔 150~2500 米。

蒙自葡萄 *Vitis mengziensis* C.L.Li 生于海拔约 1600 的林中。

葡萄 *Vitis vinifera* L.云南部分地区栽培。原产亚洲西部, 现世界各地栽培, 为著名水果, 根和藤药用能止呕、安胎。

芸香科 Rutaceae

臭节草 *Boenninghausenia albiflora* (Hook.) Reichb.ex Meisn.生于低海拔石灰岩灌丛及山沟林缘。

石椒草 *Boenninghausenia sessilicarpa* Levl.生境与臭节草相同但见于海拔较高的山地。

黎檬 *Citrus limonia* Osb.生灌丛林中干燥处或阴湿低洼地, 海拔 500~900 米, 常见各地乡村栽培。

桔 *Citrus reticulata* Blanco 全省均有栽培。

毛黑果黄皮 *Clausena dunniana* var.*robusta* 生海拔 300~1350 米的石灰岩灌丛林中。

假黄皮 *Clausena excavata* Burm.F.生于平地至海拔 1000 米山坡灌丛或疏林中。

小花山小桔 *Glycosmis parviflora* (Sims) Kurz 生海拔 200~1250 米的热带石灰岩森林或旷

野。

大管 *Micromelum falcatum* (Lour.) Tanaka 生海拔 400~1200 米的热带低山沟谷灌丛林缘及
中山常绿林中，石灰岩地区也常见。

千里香 *Murraya paniculata* (L.) Jack. 生于沟谷林中、石灰岩丛林，海拔 130~1300 米。

乔木茵芋 *Skimmia laureola* subsp. *Arborescens* 生海生海拔 1000~2700(3500)米的湿性苔藓
林内及常绿阔叶林中及沟边密箐中。

刺花椒 *Zanthoxylum acanthopodium* DC. 生海拔 1000~2500 米的林缘山坡灌丛中。

毛刺花椒 *Zanthoxylum acanthopodium* var. *timbor* Hook. f. 见于海拔 1400~2500 米山地灌木
丛或疏林中。

竹叶椒 *Zanthoxylum armatum* DC. 见于低丘陵坡地至海拔 2200 米山地的多类生境，石灰
岩山地亦常见。

花椒 *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. 生海拔 1200~3600 米的河边、山坡、灌丛林中及房
前屋后，常见林中栽培。

两面针 *Zanthoxylum nitidum* (Roxb.) DC. 见于海拔 800 米。

野花椒 *Zanthoxylum simulans* Hance 生于平地、低丘陵或略高的山地疏或密林下，喜阳
光，耐干旱。

楝科 Meliaceae

灰毛浆果楝 *Cipadessa cinerascens* (Pellegr.) Hand.-Mazz. 多生长在山地疏林或灌木林中。

楝 *Melia azedarach* L. 产全省，海拔 130~1900 米的林内、林缘、路边、村旁。

红椿 *Toona ciliata* Roem. 生于海拔 560~1550 米的沟谷林内或河旁村边。

无患子科 Sapindaceae

长柄异木患 *Allophylus longipes* Radlk. 生于海拔 1000~2400 米林中潮湿处。

金丝苦楝 *Cardiospermum halicacabum* var. *microcarpum* 生于海拔 320~1400 米的山坡草地
和疏林下干燥处。

车桑子 *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. 生于海拔 800~2800 米的山坡及河谷沙地或干燥的稀
疏灌丛草地。

皮哨子 *Sapindus delavayi* (Franch.) Radlk. 生于海拔 200~3100 米的山坡密林或沟谷疏林
中。

槭树科 Aceraceae

青榨槭 *Acer davidii* Franch. 常生于海拔 500~1500 米的疏林中。

云南金钱槭 *Dipteronia dyeriana* Henry 生于海拔 1800—2400 米的沟边杂木林中或林缘

清风藤科 Sabiaceae

泡花树 *Meliosma cuneifolia* Franch. 生于海拔 1500~2500 米的山谷林中。

二色清风藤 *Sabia yunnanensis* Franch. var. *mairei* (Lévl.) L. Che 生长于海拔 800 米以下的山谷、林缘灌木林中。

省沽油科 Staphyleaceae

山麻风树 *Turpinia pomifera* (Roxb.) DC. var. *Minor* C. C. Huang 生于海拔 740~1500 米的密林中。

漆树科 Anacardiaceae

藤漆 *Pegia nitida* Colobr. 生于海拔 240~1750 米的沟谷林中。

盐肤木 *Rhus chinensis* Mill. 生于海拔 170~2700 米的向阳山坡、沟谷、溪边的疏林、灌丛和荒地上。

小漆树 *Toxicodendron delavayi* (Franch.) F. A. Barkl. 生于海拔 1100~2500 米的向阳山坡林下或灌丛中。

云南漆 *Toxicodendron yunnanense* C. Y. Wu 生于海拔 1650~2200 米的箐沟边林内。

野漆 *Toxicodendron succedaneum* (L.) Kuntze 生于海拔(150~)300~1500(~2500)米的林中。

漆树 *Toxicodendron vernicifluum* (Stokes) F. A. Barkley 生于 3000m 以下的向阳山坡、山谷湿润林中，常见栽培。

黄连木 *Pistacia chinensis* Bunge 生于海拔 972—2400 米的山坡林中。

清香木 *Pistacia weinmanniifolia* J. Poisson ex Franchet 生于山坡灌丛。

胡桃科 Juglandaceae

黄杞 *Engelhardtia roxbuighiana* Wall. 生于海拔 400~1550 米的山坡疏林中。

野核桃 *Juglans cathayensis* Dode 生于海拔 1800~2000 米的杂木林中。

胡桃 *Juglans regia* Linn. 生于海拔 1300~2600 米的山坡、沟旁、树旁、路边，多为人工栽培。

泡核桃 *Juglans sigillata* Dode 生于海拔 1300~2700 米的沟谷林中，多栽培。

山茱萸科 Cornaceae

头状四照花 *Cornus capitata* Wallich 生于海拔 1000~1400 米的森林中。

小栎木 *Cornus paucinervis* Hance 生于海拔 520~2400 米的沟边、河边石滩上。

青菜叶 *Helwingia japonica* (Thunb.) Dietr. 常生于海拔 3300 米以下的林中，喜阴湿及肥沃的土壤。

小叶青菜叶 *Helwingia himalaica* Batal. var. *parvifolia* Fang et Soong 生于海拔 1300~2400 米的山坡林下。

髯毛八角枫 *Alangium barbatum* (R.Br.) Baill. 生于海拔 120~1100 米的疏林或小乔木林中。

深裂八角枫 *Alangium chinense* (Lour.) Harms subsp. *triangulare* (Wanger.) Fang 生于海拔 1800~2500 米的丛林中或林边较为潮湿的环境。

紫树科 Nyssaceae

喜树 *Camptotheca acuminata* Decne. 生于海拔 600~1800 米的山坡或溪边，常栽培于公路边。

五加科 Araliaceae

刚毛叶五加 *Acanthopanax tyifoliatum* var. *setosum* 海拔 1100~1400 米山谷、山坡次生林中。

梁王茶 *Nothopanax delavayi* (Fr.) Harms ex Diels

密脉鹅掌柴 *Schefflera venulosa* (Wight et Arn.) Harms 生于海拔 900~2100 米的丛林中。

伞形科 Umbelliferae

小柴胡 *Bupleurum hamiltonii* N.P. Balakrishnan 海拔 1300 米，阴湿地方。

积雪草 *Centella asiatica* (L.) Urban 生于海拔 300~1900 米的林下阴湿草地上和河沟边。

白亮独活 *Heracleum candicans* Wall. 生长于山坡林下及路旁，海拔 2000~4200 米。

中华天胡荽 *Hydrocotyle burmanica* (Dunn) Craib 生于海拔 1000~2900 米的河沟边及湿润路旁草地。

普渡天胡荽 *Hydrocotyle burmanica* subsp. *handelii* 生于海拔 2200~2350 米的山坡路旁、混交林下和潮湿的杂草地。

天胡荽 *Hydrocotyle sibthorpioides* Lam. 喜生在湿润的路旁、草地、河沟边、湖滩、溪谷及山地；海拔 150~2500 米。

藏香叶芹 *Meeboldia yunnanensis* (Wolff) Constance et Pu 生长在山坡草地，疏林或岩石缝

中，海拔 2000~2520 米。

水芹 *Oenanthe javanica* (Bl.) DC. 多生于浅水低洼地方或池沼、水沟旁。

蒙自水芹 *Oenanthe rivularis* Dunn 生于海拔 100~2000 米的林下潮湿处或河沟边。

滇芎 *Physospermopsis delavayi* (Franch.) Wolff 生于海拔 2800~3000 米的山坡松林下或河沟边。

杏叶茴芹 *Pimpinella candolleana* Wight et Arn. 生于海拔 1350~3500 米的灌丛中、草坡上、沟边、路旁或林下。

高鹅掌柴 *Schefflera elata* (Ham.) Harms 产云南东南部及西北部。

小窃衣 *Torilis japonica* (Houtt.) DC.

杜鹃花科 Ericaceae

金叶子 *Craibiodendron yunnanense* W.W.Smith 生于海拔(250~)700~1600(~2700)米的疏林中。

米饭花 *Lyonia ovalifolia* (Wall.) Drude 广布于全省各地生于山坡疏林灌丛中。

美丽马醉木(原变种) *Pieris formosa* var. *formosa* 生于海拔(800~)1500~2800 米的干燥山坡、林中常见。

长苞美丽马醉木 *Pieris formosa* var. *forrestii* 产海拔 1800~2500 米的山坡干燥处。

大白花杜鹃 *Rhododendron decorum* Franch. 生于松林、杂木林或灌丛中。

马缨花(原变种) *Rhododendron delavayi* var. *delavayi* 生于常绿阔叶林或云南松林下。

滇南杜鹃 *Rhododendron hancockii* Hemsl. 生于山坡灌丛、松林或杂木林内，海拔 1100~2000(~2460)米。

亮毛杜鹃 *Rhododendron microphyton* Franch. 生于海拔 2200 米的常绿阔叶林缘或灌丛中。

云上杜鹃 *Rhododendron pachypodum* Balf.f.et W.W.Smith 生于干燥山坡灌丛或山坡杂木林下、石山阳处，海拔 1200~3100 米。

糙叶杜鹃 *Rhododendron scabrifolium* Franch. 生于海拔 2000~2600 米的山坡杂木林内或山坡灌丛。

杜鹃 *Rhododendron simsii* Planch. 生于山坡灌木丛、混交林或次生林内，海拔 700~2600 米。

厚叶杜鹃 *Rhododendron sinofalconeri* Fang 生于海拔 1600~2500 米，混交林中。

碎米花 *Rhododendron spiciferum* Franch.()生于海拔 800~2100(~2880)米的山坡灌丛中、松林下或杂木林下。

爆杖花 *Rhododendron spinuliferum* Franch.生于松林、松~栎林、油杉林或山谷灌木林，海拔 1900~2500 米。

南烛 *Vaccinium bracteatum* Thunb.生于密林或灌丛中，海拔 1100~2500 米。

云南越桔 *Vaccinium duclouxii* (Levl.) Hand.Mazz.生于山坡灌丛或山地常绿阔叶林、松、栎林林下，海拔 1550~3100 米。

乌鸦果 *Vaccinium fragile* Franch.生于海拔 1100~3400 米的云南松林、次生灌丛或草坡，为酸性土的指示植物。

大叶越桔 *Vaccinium petelotii* Merr.生于沟谷常绿阔叶林中，偶有附生于林中树上，海拔 1100—1700 米。分布越南北部(沙巴)

米饭花 *Vaccinium sprengelii* (G. Don) Sleumer. 生于山坡疏林中。

越桔 *Vaccinium vitis-idaea* L.常见于落叶松林下、白桦林下、高山草原或水湿台地，海拔 900-3 200 米，常成片生长

鹿蹄草科 Pyrolaceae

喜冬草 *Chimaphila japonica* Miq.生于松林或阔叶林中，海拔 2100~2800 米。

水晶兰科 Monotropaceae

水晶兰 *Monotropa uniflora* Linn.生于山坡林下，海拔 1650~3200 米。

岩梅科 Diapensiaceae

华岩扇 *Shortia sinensis* Hemsl.生湿润密林下，海拔 1000~1500 米。

柿树科 Ebenaceae

岩柿 *Diospyros dumetorum* W.W.Smith 生于 700~2700 米的山地灌丛、混交林中、山谷中、河边或村边田畔或石灰岩石山上。

柿 *Diospyros kaki* Thunb.全省大部分地区有分布或栽培。

野柿 *Diospyros kaki* Thunb.var.*sylvestris* Makino 生山地密林、山坡疏林或路边，海拔 2200~2300 米。

君迁子 *Diospyros lotus* L.云南省大部分地区均产。生山坡、山谷或路边，也有栽培。

毛叶柿 *Diospyros mollifolia* Rehd.et Wilson 生林内或山坡灌丛或路边。海拔 600~2200 米。

山榄科 Sapotaceae

梭子果 *Eberhardtia tonkinensis* Lec. 分布于海拔 360~1800 米的疏的或密的混交林中。

紫金牛科 Myrsinaceae

散花紫金牛 *Ardisia conspersa* E. Walker 生于海拔 850~1400 米的山谷疏、密林下阴湿处。

伞形紫金牛 *Ardisia corymbifera* Mez 生于海拔 700~1800 米的疏、密林下，潮湿或略干燥的地方。

柳叶紫金牛 *Ardisia hypargyrea* C. Y. Wu et C. Chen 分布于海拔约 1200 米的水边或林下。

匍匐酸藤子 *Embelia procumbens* Hemsl. 生于海拔 1300~2550 米的丛林或竹林中。

铁仔 *Myrsine africana* Linn. 生于海拔 1100~3600 米的石山坡、荒坡、疏林中，干燥阳处。

野茉莉科 Styracaceae

楚雄野茉莉 *Styrax limprichtii* Lingelsh. et Borza 生于海拔 1700~2400 米的林中。

山矾科 Symplocaceae

华山矾 *Symplocos chinensis* (Lour.) Druce 生于海拔 1000 米以下的山坡杂木林中。

坚木山矾 *Symplocos dryophila* C. B. Clarke in Hook. f. 生于海拔 1600~3200 米的常绿阔叶林及杂木林中。

柔毛山矾 *Symplocos pilosa* Rehd. 生于海拔 1500~2100 米的湿润密林中。

马钱科 Loganiaceae

暗蓝花醉鱼草 *Buddleja adenantha* Diels 生于海拔 1100~2700 米山坡、路旁灌丛中。

七里香 *Buddleja asiatica* Lour. 生海拔 200~3000 米向阳山坡灌木丛中或疏林缘。

滇西醉鱼草 *Buddleja henryi* var. *hancockii* 生于海拔 1900~3000 米的山坡灌丛中。

密蒙花 *Buddleja officinalis* Maxim. 生于海拔 700~2800 米山坡、河边杂木林中。

木樨科 Oleaceae

白枪杆 *Fraxinus malacophylla* Hemsl. 多生于石灰岩山地杂木林，海拔 500~1960 米。

密花素馨 *Jasminum coarctatum* Roxb. 生于海拔 250~1200 米的山坡及沟谷密林或灌丛。

丛林素馨 *Jasminum duclouxii* (Lévl.) Rehd 生峡谷、林中或灌丛中，海拔 1200~3100 米。

青藤仔 *Jasminum nervosum* Lour. 生于密林或路边灌丛，海拔 300~1700 米。

银花素馨 *Jasminum nintoooides* Rehd. 生于密林及石山灌丛或石缝中，海拔 1300~1500。

素馨花 *Jasminum officinale* f. *grandiflorum* (L.) Kobuski 栽培。

素方花 *Jasminum officinale* L. 生山坡、石缝、山沟灌丛中，海拔 1900~3960 米。

多花素馨 *Jasminum polyanthum* Franch. 生于海拔 1000~2800 米的山谷、溪旁或山坡疏林及灌丛，也见于村寨附近及石灰岩山坡。

长叶女贞 *Ligustrum compactum* (Wall.) Hook. f. et Thoms. ex Brand. 生山谷疏、密林中及灌丛中，海拔 680~3400 米。

女贞 *Ligustrum lucidum* Ait. 生于混交林或林缘，海拔 1300~3000 米；长江流域及以南各省区和甘肃南部均有分布。

小叶女贞 *Ligustrum quihoui* Carr. 生于山坡及路边灌丛或石崖上向阳处，海拔 1100~2200 米。

小蜡 *Ligustrum sinense* Lour. 我省大部份地区有分布生于山地疏林或路旁、沟边；我国长江以南各省区也有。

木犀 *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Loureiro 栽培。

蒙自桂花 *Osmanthus henryi* P.S. Green 生于山地密林或疏林，海拔 750~2800 米。

夹竹桃科 Apocynaceae

假虎刺 *Carissa spinarum* L. 生于山地灌木丛中。

大叶鹿角藤 *Chonemorpha macrophylla* G. Don 生于山地阔叶林中，攀援树上。

海南狗牙花 *Ervatamia hainanensis* Tsiang 生于海拔 160~900 米山地林中。

薄叶山橙 *Melodinus tenuicaudatus* Tsiang et P.T. Li 生于海拔 750~1800 米山地密林中或灌木丛中。

雷打果 *Melodinus yunnanensis* Tsiang et P.T. Li 生于海拔 1500~2000 米山地潮湿密林中。

小花藤 *Micrechites polyantha* (Bl.) Miq. 生于海拔 300~800 米山地密林潮湿处或山谷林中。

夹竹桃 *Nerium indicum* Mill. 云南各地公园或路旁有栽培。全国各省区也有栽培，尤以南方为多。

欧洲夹竹桃 *Nerium oleander* L. 全国各省区有栽培。

乳儿绳 *Trachelospermum cathayanum* Schneid. 生于山坡灌木丛中或山谷水沟旁、或疏林岩石上。

萝藦科 Asclepiadaceae

乳突果 *Adelostemma gracillimum* (Wall. ex Wight) Hook. f. 生于海拔 500~1000 米的山地林

中或山坡灌木丛中。

牛角瓜 *Calotropis gigantea* (L.) Dry.ex Ait.f.于低海拔向阳山坡、旷野地。

古钩藤 *Cryptolepis buchananii* Roem.et Schult.生于海拔 500~1500 米的山地疏林中或山谷密林中，攀援树上。

鹅绒藤 *Cynanchum chinense* R. Br.生长于海拔 500 米以下的山坡向阳灌木丛中或路旁、河畔、田埂边

刺瓜 *Cynanchum corymbosum* Wight 生于海拔 1000~2100 米山地疏林潮湿处、或溪旁或河边灌木丛中。

大理白前 *Cynanchum forrestii* Schltr.生于生于林下沟谷草地。

青羊参 *Cynanchum otophyllum* Schneid.生长于海拔 1500~2800 米的山地、溪谷疏林中或山坡路边。

轮叶白前 *Cynanchum verticillatum* Hemsl.生于山地林谷湿地。

昆明杯冠藤 *Cynanchum wallichii* Wight 生长于山坡草地、村边和路旁灌木丛中或山谷等处。

苦绳(变种) *Dregea sinensis* var. *sinensis* 生于海拔 500~3000 米山地疏林中或灌木丛中。

黑龙骨 *Periploca forrestii* Schltr.生于海拔 2000 米以下的山地疏林向阳处或荫湿的杂木林下或灌木丛中。

鲫鱼藤 *Secamone lanceolata* Bl.生于海拔 1000 米山地密林中，攀援树上。

吊山桃 *Secamone sinica* Hand.-Mazz.生于山地溪旁密林荫处，攀援树上。

须药藤 *Stemmatocrypton khasianum* (Benth.) H.Baill.生于海拔 1000~1600 米山地或山谷阔叶林中或山地路旁灌木丛中。

锈毛弓果藤 *Toxocarpus fuscus* Tsiang 生于山地疏林中。

西藏弓果藤 *Toxocarpus himalensis* Falc.ex Hook.f.生于海拔 1000 米山地林缘灌木丛中或山谷密林中。

茜草科 Rubiaceae

柳叶虎刺 *Damnacanthus labordei* (Levl.) Lo 生于海拔 800~1800 米处的山坡、山谷林中或灌丛。

香果树 *Emmenopterys henryi* Oliv.生于海拔 700~1600 米处的河边疏林、山谷和山坡林中。

小红参 *Galium elegans* Wall.ex Roxb.生于山地、溪边、旷野的林中、灌丛、草地或岩石上，海拔 650~3500 米。

肾柱拉拉藤 *Galium elegans* Wall.ex Roxb.var.*Nephrostigmaticum* (Diels) W.C.Chen 生于海拔 1500~3000 米处的山谷林中、林缘、草坡。

小叶猪殃殃 *Galium trifidum* L.生于潮湿地，海拔 1350~2500 米。

猪殃殃 *Galium aparine* L.生于海拔 20-4600 米的山坡、旷野、沟边、河滩、田中、林缘、草地

耳草 *Hedyotis auricularia* Linn.生于海拔 1000~1600 米处的林下、灌丛、草坡或路边。

攀茎耳草 *Hedyotis scandens* Roxb.生于疏林内或山谷湿润土壤上。

纤花耳草 *Hedyotis tenelliflora* Bl.生于海拔 980~2200 米的草坡、路旁、溪边。

长节耳草 *Hedyotis uncinella* Hook.et Arn.生于海拔 840~3000 米处的山地林中、林缘、旷坡、溪边、草坡。

须弥茜树 *Himalrandia lichiangensis* (W.W.Smith) Tirveng.生于海拔 1400~2500 米处的山坡、山谷沟边的林中或灌丛。

土连翘 *Hymenodictyon flaccidum* Wall.生于海拔 1100~3000 米处的山谷溪边林中或灌丛中。

耳叶龙船花 *Ixora auricularis* How ex Ko 生于海拔约 1100 米处的山谷林中。

红大戟 *Knoxia valerianoides* Thorel ex Pitard 生于海拔 1100~1600 米处的山地或丘陵的灌丛或草坡。

聚花野丁香 *Leptodermis glomerata* Hutchins.生于海拔 1000~2700 米处的山坡、林中、草地或荒地。

野丁香 "*Leptodermis potanini* Batal."生于海拔 800-2400 米的山坡灌丛中

滇丁香 *Luculia pinceana* Hook.生于海拔 600~3000 米处的山坡、山谷溪边的林中或灌丛中。

展枝玉叶金花 *Mussaenda divaricata* Hutchins.生于海拔 1100~1800 米处的山谷溪边林中或灌丛。

柔毛玉叶金花 *Mussaenda divaricata* Hutchins.var.*mollis* Hutch.生于海拔 1100~1400 米处的山谷林中或灌丛。

多毛玉叶金花 *Mussaenda mollissima* C.Y.Wu ex Hsue et H.Wu 生于海拔 550~1500 米处的林缘、灌丛或路边。

越南密脉木 *Myrioneuron tonkinensis* Pitard 生于海拔 100~1700 米处的山谷溪边林中。

紫花新耳草 *Neanotis calycina* (Wall.ex Hook.f.) Lewis 生于海拔 1100~1900 米处的林缘、溪沟旁、草坡。

薄叶新耳草 *Neanotis hirsuta* (Linn.f.) Lewis 生于海拔 900~2600 米处的山谷溪边林中。

鸡矢藤 *Paederia scandens* (Lour.) Merr.生于海拔 200~2000 米的山坡、林中、林缘、沟谷边灌丛中或缠绕在灌木上。

云南鸡矢藤 *Paederia yunnanensis* (H.Lév.) Rehd 生于海拔 2700 米的山谷林缘。

黄脉九节 *Psychotria straminea* Hutch.生于海拔 170~2700 米处的山坡或山谷溪边林中。

钩毛茜草 *Rubia oncotricha* Hand.Mazz.生于海拔约 700~2600 米处的山谷林下、石灰岩山地和草坡。

大叶茜草 *Rubia schumanniana* Pritzels 生于海拔 1300~3000 米处的山谷、山坡、路边的林中或灌丛。

多花茜草 *Rubia wallichiana* Decne.()生于海拔 1300~2600 米处的林中、林缘、旷野草地、村边园篱、灌丛，常攀附于其他树上。8~4(14)。

紫参 *Rubia yunnanensis* Diels 生于海拔 1400~2500 米处的山谷、山坡、路边的林中、灌丛或草坡。

裂果金花 *Schizomussaenda dehiscens* (Craib) Li 生于海拔 130~1300 米处的山顶、山坡、山谷、溪边的林中或灌丛。

假桂乌口树 *Tarenna attenuata* (Voigt) Hutchins.生于海拔 800~1520 米处的山谷溪边林中或灌丛。

垂枝水锦树 *Wendlandia pendula* (Wall.) DC.生于海拔 200~1500 米处的山谷溪边林中或灌丛。

东方水锦树 *Wendlandia tinctoria* (Roxb.) DC.ssp.orientalis Cowan 生于海拔 280~2032 米处的山谷林中或灌丛。广西也有。

忍冬科 Caprifoliaceae

风吹箫(原变种)*Leycesteria formosa* var.*formosa* 生于海拔 1400~3300 米的山坡、山谷溪沟

边、河边、林下或林缘灌丛中。

亮叶忍冬 *Lonicera ligustrina* var. *yunnanensis* Franch. 生于山谷林中，海拔 (1600~)2100~3000 米。

短柄忍冬 *Lonicera pampaninii* Levl. 生林下或灌丛中，海拔约 1400 米。

细毡毛忍冬 *Lonicera similis* Hemsl. 生于海拔 550~2200 米山谷溪旁或向阳山坡灌丛或林中。

接骨草 *Sambucus chinensis* Lindl. 生于海拔 300~2600 米的山坡、林下、沟边和草丛中，亦有栽种。

漾濞荚蒾 *Viburnum chingii* Hsu 生于海拔 2000~2900 米的山谷、山坡疏或密林内或灌丛中。

水红木 *Viburnum cylindricum* Buch. Ham. ex D. Don 生于海拔 1120~3200 米的阳坡常绿阔叶林或灌丛中。8(9)。

珍珠荚蒾 *Viburnum foetidum* var. *ceanothoides* (C. H. Wright) Hand. -Mazz. 生于山坡密林或灌丛中，海拔 900~2600 米。

鳞斑荚蒾 *Viburnum punctatum* Buch. -Ham. ex D. Don 生于海拔 700~1900 米的山谷、山坡或河岸的林缘、林内或灌丛中。

尖果荚蒾 *Viburnum brachybotryum* Hemsl. 生于山谷密林或山坡灌丛中，海拔 (400-) 600-1900 米

败酱科 Valerianaceae

败酱 *Patrinia scabiosaefolia* Fisch. ex Trev. 生于海拔 2600~4000 米的山坡林缘、灌丛、路边。

柔垂缬草 *Valeriana flaccidissima* Maxim. 生于林边、沟边、草地、山坡林下及山沟阴湿处，喜生长于含水量较大的土壤上。

岩参 *Valeriana hardwickii* Wall. 生于山坡林缘、林间空地及平原草地，海拔 1680~2850 米。

川续断科 Dipsacaceae

川续断 *Dipsacus asper* Wallich ex Candolle 生于海拔 2000~3600 米的林边、灌丛、草地。

大花双参 *Triplostegia grandiflora* Gagnep. 生于海拔 1800~3800 米的山谷林下、草坡。

菊科 Compositae

下田菊 *Adenostemma lavenia* (L.) O.Kuntze 生于海拔 380~3000 米的林下、林缘、灌丛中、山坡草地或沟边、路旁。

紫茎泽兰 *Ageratina adenophora* (Spreng.) R.M.King et H.Robinson 我省许多地州在海拔 950~2200 米的各种生境下常见。

藿香蓟 *Ageratum conyzoides* L. 由低海拔到 2800 米的地区都有分布。

熊耳草 *Ageratum houstonianum* Miller 生于海拔 150~1500 米的山坡草地、山谷沟边、路旁。

心叶兔儿风 *Ainsliaea bonatii* Beauvd. 生于海拔 1200~3500 米的林下、林缘或山坡草丛中。

秀丽兔儿风 *Ainsliaea elegans* Hemsl. 生于海拔 1000~1900 米的林下或灌丛下的石缝中。

宽叶兔儿风(原变种) *Ainsliaea latifolia* (D.Don) Sch.Bip. var. *latifolia* 生于海拔 1200~3500 米的林下、林缘、灌丛中或山坡。

云南兔儿风 *Ainsliaea yunnanensis* Franch. 生于海拔 1200~2800 米的林下、灌丛下和山坡草地。

异花兔儿风 *Ainsliaea heterantha* Hand.-Mazz. 生于林缘、水沟边或杂木林下，海拔 1900-2800 米

黄腺香青 *Anaphalis aureo-punctata* Lingelsh 生于高山林下、草坡及石砾地，海拔 3000~4200 米。

珠光香青 *Anaphalis margaritacea* (L.) Benth. et Hook. f. () 生于海拔(900~)1200~3000(~3600) 米的林下、林缘、灌丛中、山坡草地或荒地和路边。

山黄菊 *Anisopappus chinensis* (L.) Hook. et Arn. 生于海拔 1000~2100 米的林下、林缘、灌丛中、山坡草地或路边。

艾 *Artemisia argyi* Levl. 生于山坡、路旁、林缘及草地，中、低海拔地区。

青蒿(原变种) *Artemisia carvifolia* Buch. Ham. var. *carvifolia* 产昆明、玉溪、东川。

牛尾蒿 *Artemisia dubia* Wall. ex Bess. 生于干山坡、草原、疏林下及林缘，低海拔至 3500 米地区。

五月艾 *Artemisia indica* Willd. 生于中、低海拔地区路旁、林缘、坡地及灌丛处。

牡蒿 *Artemisia japonica* Thunb. 湿润、半湿润或半干旱的环境里生长，常见于林缘、林中空地、疏林中、旷野、灌丛、丘陵、山坡、路旁等，分布于 3300 米以下中、低海

拔地区。

白苞蒿 *Artemisia lactiflora* Wall.ex DC.生于林下、林缘、灌丛、山谷等地区，低海拔至 3000 米附近地区。

矮蒿 *Artemisia lancea* Vant.生于路旁、山坡、林缘及疏林下，中、低海拔地区。

白叶蒿 *Artemisia leucophylla* (Turcz.ex Bess.) C.B.Clarke 生于山坡、林缘、路旁、草地及河湖岸边，中、低海拔地区。

白毛多花蒿 *Artemisia myriantha* var.*pleiocephala* (Pamp.) Y.R.Ling 生于山坡与路旁，中、高海拔地区。

西南牡蒿 *Artemisia parviflora* 生于草丛、坡地、林缘及路旁等，海拔 2200~3100 米地区。

魁蒿 *Artemisia princeps* Pamp.多生于低海拔或中海拔地区的路旁、山坡、灌丛、林缘及沟边。

南艾蒿 *Artemisia verlotorum* Lamotte 生于山坡、路旁、田边等，中、低海拔地区。

灰苞蒿 *Artemisia roxburghiana* Wall. ex Bess.生于荒地、干河谷、路旁、草地，从低海拔至 3900 米处

钻叶紫菀 *Aster subulatus* Michx.生于海拔 1100~1900 米的山坡灌丛中、草坡、沟边、路旁或荒地。

白术 *Atractylodes macrocephala* Koidz.云南各地均有栽培。

婆婆针 *Bidens bipinnata* L.生路边荒地、山坡及田间。

铁筲箐 *Bidens biternata* (Lour.) Merr.生于海拔 500~1300 米的山坡、灌丛中或路边。

鬼针草 *Bidens pilosa* L.C668()生于海拔(350~)820~2800 米的山坡、草地、路边、沟旁和村边荒地。

白花鬼针草 *Bidens pilosa* L.var.*radiata* Sch.-Bip.生于海拔 200~2500 米的路边、田边、沟边、山坡、草地、灌丛中或村边、荒地，密林下也偶见。

馥芳艾纳香 *Blumea aromatica* DC.生于海拔 700~2000 米的林下、林缘、灌丛中、山坡或荒地。

艾纳香 *Blumea balsamifera* (L.) DC.生于海拔 190~1800 米的林下、林缘、灌丛下、山坡草地、河谷或路边。

东风草 *Blumea megacephala* (Randeria) Chang et Tseng 生于海拔 470~1900 米的林下、林

缘、灌丛中。

毛艾纳香 *Blumea mollis* (D.Don) Merr.生于田野或空旷草地，海拔 400~900 米。

丝毛飞廉 *Carduus crispus* L.生于海拔 1700~3300 米的林下、山坡草地或路边、水沟边、田边。

烟管头草 *Carpesium cernuum* L.()生于海拔(540~)1200~2500 米的林下、灌丛下、山坡、路边、沟边或荒地。

菊苣 *Cichorium endivia* L.栽培。

两面刺 *Cirsium chlorolepis* Petrak 生林缘及山坡草地，海拔 1300~1800 米。

蓟 *Cirsium japonicum* Fisch.ex DC.生于山坡林中、林缘、灌丛中、草地、荒地、田间、路旁或溪旁，海拔 400~2100 米。

香丝草 *Conyza bonariensis* (L.) Cronq.生于海拔 800~3000 米的田边、地旁或荒地。

白酒草 *Conyza japonica* (Thunb.) Less.生于海拔 750~2500 米的松林下、山坡草地、田边和地旁。

粘毛白酒草 *Conyza leucantha* (D.Don) Ludlow et Raven 生于海拔 700~2400 米的林下、草坡、荒地和路边。

羽裂白酒草 *Conyza stricta* Willd.var.pinnatifida (D.Don) Kitam.生于海拔 1700~2400 米的林下、草坡或荒地。

飞蓬(加蓬)*Conyza canadensis* (L.) Cronq 常生长于旷野、荒地、田边和路旁，为一种常见的杂草。

秋英 *Cosmos bipinnata* Cav.在海拔 850~2000 米的山坡、田边、路旁以至疏林下常见生长。

野茼蒿 *Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S.Moore 生于海拔 330~4000 米的山坡、水边、沟谷林缘、山顶石缝中。

绿茎还阳参 *Crepis lignea* (Vaniot) Babcock 生于海拔 700~3000 米的松林下、向阳山坡或路边、田边的草丛中。

万丈深 *Crepis phoenix* Dunn 生于海拔 1500~2000 米的山坡或路边草地。

短冠东风菜 *Doellingeria marchandii* (Levl.) Ling 楚雄地区有栽培。

小一点红 *Emilia prenanthoidea* DC.生于海拔 550~2000 米的山坡、林中。

一点红 *Emilia sonchifolia* (L.) DC.生于海拔 330~2000 米的山坡、田边、路旁。

短葶飞蓬 *Erigeron breviscapus* (Vant.) Hand.-Mazz.生于海拔 1100~3500 米的松林下、林缘、灌丛下、草坡或路旁、田边。

破坏草 *Eupatorium coelestinum* L.生潮湿地或山坡路旁，有时可依树而上，或在空旷荒野可独自形成成片群落。

白头婆 *Eupatorium japonicum* Thunb.生于丘陵地带的山坡向阳草丛中及沟边。

飞机草 *Eupatorium odoratum* L.多见于干燥地、森林破坏迹地、垦荒地、路旁、住宅及田间。

大丁草 *Leibnitzia anandria* (Linnaeus) Turczaninow 生于海拔 1550~2680 米的多种生境中。

火石花 *Gerbera delavayi* Franch.生于山顶、山谷丛林、荒坡、沟边或风化的岩石上。

蒙自火石花 *Gerbera delavayi* var.*henryi* 生于 1800~2800 米林缘、荒坡或针叶林下。

宽叶鼠麴草 *Gnaphalium adnatum* (Wall.ex DC.) Kitam.生于海拔 650~2500 米的林下、林缘、山坡灌丛、草坡或路边、溪旁。

鼠麴草 *Gnaphalium affine* D.Don 生于海拔 330~3600)米的各种生境中，以山坡、荒地、路边、田边最常见。

木耳菜 *Gynura cusimbua* (D.Don) S.Moore 生于海拔 1400~3400 米林下、山坡、路边。

菊三七 *Gynura japonica* (Thunb.) Juel.生于海拔 1100~3000 米的山谷、山坡草地、林缘。

狗头七 *Gynura pseudochina* (L.) DC.生于海拔 700~2500 米的山坡沙地、林缘或路边。

羊耳菊 *Inula cappa* (Buch.Ham.) DC.()生于海拔(180~)800~2800 米的林下、林缘、灌丛下、草地、荒地或路边。

显脉旋覆花 *Inula nervosa* Wall.生于海拔 1200~2600 米的林下、灌丛下、山坡、草地、荒地或路边。

滇南羊耳菊 *Inula wissmanniana* Hand.-Mazz.生于海拔 1200~1650 米的松林下、山坡或路边。

苦苣菜 *Ixeris polycephala* Cass.生于海拔 1000~2400 米的荒坡、路边或田中、水中。

六棱菊 *Laggera alata* (D.Don) Sch.-Bip.ex Oliv.生于海拔 330~2800 米的林下、林缘、灌丛下、草坡或田边路旁。

翼齿六棱菊 *Laggera pterodonta* (DC.) Benth.生于海拔 250~2400 米的山坡草地、荒地、村边、路旁和田头地角。

无茎栓果菊 *Launaea acaulis* (Roxb.) Babcock ex Kerr.生于海拔 450~1600 米的山坡、草地、荒地、路边、水沟边。

松毛火绒草 *Leontopodium andersonii* C.B.Clarke 生于高山和亚高山荒原、草甸、砾石坡地和针叶林外缘，海拔 2500~2900 米。

戟叶火绒草 *Leontopodium dedekensii* (Bur.et Franch.) Beauv.生于海拔 1400~3500 米的松林下、灌丛下或山坡草地。

华火绒草 *Leontopodium sinense* Hemsl.生于海拔 1600~3400 米的针叶林下、灌丛下或山坡草地。

小叶橐吾 *Ligularia parvifolia* C.C.Chang 生于海拔 1700~2300 米的溪边。

圆舌粘冠草 *Myriactis nepalensis* Less.生山坡山谷林缘、林下、灌丛中，或近水潮湿或荒地上。海拔 1250~3400 米。

茄叶羽叶菊 *Nemosenecio solenoides* (Dunn) B.Nord.生于海拔 1800 米的林缘。

绵毛天名精 *nepalense* Less.var.*lanatum* (Hook.f.et Thoms.ex C.B.Clarke) Kitam.生于海拔 1200~2700 米的林下、林缘、灌丛中、山坡、草地和路边、溪旁。

密毛假福王草 *Paraprenanthes glandulosissima* (Chang) Shih 生于林下或林缘。

银胶菊 *Parthenium hysterophorus* L.()生于海拔(100~)750~1400(~2400)米的灌丛、草坡、路边、沟边或田埂边。

垂头苇谷草 *Pentanema cernuum* (Dalz.et Gibs.) Ling 记载玉溪有分布。

毛蓬菜 *Picris hieracioides* subsp.*hieracioides* 生于海拔 1400~3800 米的林下、林缘、灌丛中、草坡或田边、沟边、荒地。

兔耳一枝箭 *Piloselloides hirsuta* (Forssk.) C.J.Jeffr.生于林缘、草丛中或旷野荒地上。

拟鼠麴草 *Pseudognaphalium affine* (D.Don) Anderberg 生于低海拔干地或湿润草地上，尤以稻田最常见。

高大翅果菊 *Pterocypsela elata* (Hemsl.) Shih 生于海拔 1200~1950 米的林下或山坡草地。

翅果菊 *Pterocypsela indica* (L.) Shih 生于海拔 330~1900 米的林下、林缘、沟边、路边和耕地边。

草地风毛菊 *Saussurea amara* (L.) DC.生于海拔 1200~1770 米的山坡草地、灌丛中。

三角叶风毛菊 *Saussurea deltoidea* (DC.) Sch.Bip.生于海拔 1100~3100 米的林下、灌丛中、

山坡草地、沟边及路旁。

糙叶千里光 *Senecio asperifolius* Franch.生于海拔 690~2600 米的干旱山坡和岩石山坡。

匍枝千里光 *Senecio filiferus* Franch.生于海拔 750~3200 米的草坡、林缘、林下。

菊状千里光 *Senecio laetus* Edgew.生于海拔 1400~3750 米的林下、林缘、草坡、田边、路边。

裸茎千里光 *Senecio nudicaulis* Buch.-Ham.ex D.Don Prodr.生于海拔 1600~2200 米的林下或草坡。

钝叶千里光 *Senecio obtusatus* Wall.ex DC.Prodr.生于海拔 1500~3300 米的草地。

千里光 *Senecio scandens* Buch.Ham.ex D.Don 生于海拔 1151~3200 米的林缘、灌丛、岩石边、溪边。

岩生千里光 *Senecio wightii* (DC.ex Wight) Benth.ex C.B.Clarke 生于海拔 1150~2070 米的溪边或路边。

豨薟 *Siegesbeckia orientalis* L.生于海拔 110~2500 米的林下、灌丛中、草地、路边、溪边或荒地。

无腺腺梗豨薟 *Siegesbeckia pubescens* f.eglandulosa 生于海拔 850~2800 米的林下、林缘、灌丛中、草坡、荒地及路边、溪旁。

苦苣菜 *Sonchus oleraceus* L.生于山坡或山谷林缘、林下或平地田间、空旷处或近水处，海拔 170~3200 米。

短裂苦苣菜 *Sonchus uliginosus* M.B.(.)生于海拔(380~)1500~2200 米的林下、灌丛下、荒地、田边、沟边、路旁。

美形金纽扣 *Spilanthes callimorpha* A.H.Moore 生于海拔 910~2500 米的林下、灌丛下、山坡草地或溪边、路旁。

昆明合耳菊 *Synotis cavaleriei* (Levl.) C.Jeffrey 生于山坡多岩石处、溪边及瀑布边潮湿处，海拔 1700~3000 米。

锯叶合耳菊 *Synotis nagensium* (C.B.Clarke) C.Jeffrey 生于海拔 650~3900 米的林下、灌丛及山坡草地。

三舌合耳菊 *Synotis triligulata* (Buch.Ham.ex D.Don) C.Jeffrey 生于海拔 1200~2300 米的林下、灌丛中。

孔雀草 *Tagetes patula* L.各地庭园常有栽培。

蒲公英 *Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz.广泛生于中、低海拔地区的山坡草地、路边、田野、河滩。

肿柄菊 *Tithonia diversifolia* A.Gray 我国南部有引种栽培。

夜香牛 *Vernonia cinerea* (L.) Less.)生于海拔 300~2700)米的山坡灌丛、草坡、荒地、沟边、田边和路旁。

斑鸠菊 *Vernonia esculenta* Hemsl.生于海拔 920~2300 米的林下、林缘、灌丛中或山坡路旁。

柳叶斑鸠菊 *Vernonia saligna* (Wall.) DC.(.)常生于开旷山坡灌丛中或疏林下，海拔 500~1600(~2100)米。

苍耳 *Xanthium sibiricum* Patrín ex Widder 生于海拔 140~3800 米的林下、灌丛中、山坡草地、荒地、田边、溪边或路旁。

黄鹌菜 *Youngia japonica* (L.) DC.生于山坡、山谷及山沟林缘、林下、林间草地及潮湿处、河边沼泽地、田间与荒地上。

百日菊 *Zinnia elegans* Jacq.在我国各地栽培很广，有时成为野生。

龙胆科 Gentianaceae

头花龙胆 *Gentiana cephalantha* Franch.ex Hemsl.生于山坡草地，山坡路边、灌丛中、林缘、林下，海拔 1800~4450 米。

滇龙胆草 *Gentiana rigescens* Franch.ex Hemsl.生于山坡草地、林下、灌丛中，海拔 1000~2800 米。

椭圆叶花锚(原变种)*Halenia elliptica* D.Don var.*elliptica* 生于山坡林下、草地及灌丛中，海拔 1800~3300 米。

獐牙菜 *Swertia bimaculata* (Sieb.et Zucc.) Hook.f.et Thoms.ex C.B.Clarke 生于灌丛草地、林缘、林下，海拔 1200~2700 米。

显脉獐牙菜 *Swertia nervosa* (G.Don) Wall.ex C.B.Clarke 生于山坡草地、灌丛、松林中、江边沙地，海拔 1800~2700 米。

睡菜科 Menyanthaceae

荇菜 *Nymphoides peltatum* (Gmel.) O.Ktze.生于池塘或不甚流动的河溪中，海拔 60~1800

米。

报春花科 Primulaceae

过路黄 *Lysimachia christinae* Hance 生于山坡草地中。

临时救 *Lysimachia congestiflora* Hemsl. 生于海拔 700~2200(~3200)米的林内、林缘草地、溪沟边，通常见于湿处。

长蕊珍珠菜 *Lysimachia lobelioides* Wall. 生于海拔 800~2800 米的林下、草坡或路边。

小叶星宿菜 *Lysimachia parvifolia* Franch. 生于海拔 1200~2500(~3000)米的水田、田边、沟边或山坡。

腾冲过路黄 *Lysimachia tenyuehensis* Hand.Mazz. 生于海拔(350~)1000~2100 米的溪边湿地或林下，亦见于路边或稻田边。

滇海水仙花 *Primula pseudodenticulata* Pax 生于海拔 1500~2300(~3300)米的湿草地。四川西部也有。

蓝雪科 Plumbaginaceae

紫金标 *Ceratostigma willmottianum* Stapf 生长于路边灌丛、荒地、砾石堆上。

车前科 Plantaginaceae

疏花车前 *Plantago erosa* Wall. 生山坡草地、路边湿润处、灌丛下，海拔 600~3000 米。

桔梗科 Campanulaceae

云南沙参 *Adenophora khasiana* (Hook.f.et Thoms.) Coll.et Hemsl. 生于海拔 1000~2800 米的杂木林、灌丛、或草丛中。

球果牧根草 *Asyneuma chinensis* Hong 生于海拔 3000 米以下山坡草地，林缘或林下。

西南风铃草 *Campanula colorata* Wall. 生于海拔 1000~4000 米的山坡草地和疏林下。

大花金钱豹 *Campanumoea javanica* Bl. 生于海拔 400~1800(~2200)米山坡草地或灌丛中。

鸡蛋参 *Codonopsis convolvulacea* Kurz. 生于海拔 1000~3100 米山坡草地或灌丛中。

红毛蓝钟花 *Cyananthus inflatus* var. *rufus* 生于海拔(2000~)3000~4000 米山坡草地、草甸，岩坡灌丛中，有时生混交林下，或杂木林中。

蓝花参 *Wahlenbergia marginata* (Thunb.) A.DC. 生于低海拔的田边、路边和荒地中，有时生于山坡或沟边，在云南可达海拔 2800 米的地方。

半边莲科 Lobeliaceae

三翅半边莲 *Lobelia heyneana* Roem.et Schult.生于河边，潮湿草地，林下。

微毛野烟(变种)*Lobelia seguinii* var.*doniana* (Skotts.) E.Wimm.生于海拔 1100~2800(3000)米，山坡草地，疏林下或溪沟、河边。

野烟(变种)*Lobelia seguinii* var.*seguinii* 生于海拔 1100~3000 米，山坡疏林，或林缘、路边灌丛中，溪沟旁。

铜锤玉带草 *Pratia nummularia* (Lam.) A.Br.et Aschers.生于田边、路旁以及丘陵、低山坡或疏林中的潮湿处。

紫草科 Boraginaceae

长蕊斑种草 *Antiotrema dunnianum* (Diels) Hand.-Mazz.生海拔 1600~2500 米山坡草地。

倒提壶 *Cynoglossum amabile* Stapf et Drumm.生于海拔 1100~3600 米的林下、灌丛下、草地、路旁等地。

小花倒提壶 *Cynoglossum lanceolatum* Forsk.ssp.*eulanceolatum* Brand 生海拔 300~2800 米丘陵、山坡草地及路边。

露蕊滇紫草 *Onosma exsertum* Hemsl.生于海拔 1120~2700 米的草坡、灌丛下和松栎林下。

滇紫草 *Onosma paniculatum* Bur.et Fr.生于海拔 2000~3300 米的草坡、灌丛下或松栎林下。

狭叶西南附地菜 *Trigonotis cavaleriei* (Levl.) Hand.Mazz.var *angustifolia* C.J.Wang 产楚雄。

附地菜 *Trigonotis peduncularis* (Trev.) Benth.ex Baker et S.Moore 生于海拔 1200~2300 米的林下、草坡、田边或水沟边。

茄科 Solanaceae

曼陀罗 *Datura stramonium* L.生于海拔 1100~3300 米的村边、路旁、草地。

番茄 *Lycopersicon esculentum* Mill.在热带地区常沦为野生。云南也有栽培，在滇东南及滇西南等热带地区常沦为野生。

假酸浆 *Nicandra physaloides* (Linn.) Gaertn.生于海拔 1200~2400 米的村边路旁。

烟草 *Nicotiana tabacum* L.云南及全国各地均有栽培。

碧冬茄 *Petunia hybrida* Vilm.我国各城市普遍栽培。

苦刺 *Solanum deflexicarpum* C.Y.Wu et S.C.Huang 海拔 1500 米的路旁。

刺天茄 *Solanum indicum* L.生于海拔 180~1700 米的林下、路边、荒地，在干燥灌丛中有时成片生长。

龙葵 *Solanum nigrum* L.生于海拔 450~3400 米的田边，荒地及村庄附近。

旋花茄 *Solanum spirale* Roxb.生于海拔 500~1900 米的溪边灌丛中或林下，稀生于荒地。

假烟叶树 *Solanum verbascifolium* L.常见于海拔 300~2100 米的荒山荒地及沟边林缘。

黄果茄 *Solanum xanthocarpum* Schrad.et Wendl 海拔 125~880 米地区，个别也上达到海拔 1100 米，喜生于干热河谷沙滩上。

旋花科 Convolvulaceae

白花银背藤 *Argyreia seguinii* (Levl.) Van.ex Levl.生于海拔 1000~1300 米路边。

刺毛月光花 *Calonyction pavonii* Hall.f.生海拔 1000~1300 米的河谷干草坡灌丛或密林下。

马蹄金 *Dichondra micrantha* Urban 生于海拔 1300~1980 米，山坡草地，路旁或沟边。

圆叶牵牛 *Ipomoea purpurea* Lam.生于平地以至海拔 2800 米的田边、路边、宅旁或山谷林内，栽培或沦为野生。

山土瓜 *Merremia hungaiensis* (Lingelsh.et Borza) R.C.Fang 生于海拔 1200~3200 米的草坡、山坡灌丛或松林下。

牵牛 *Pharbitis nil* (L.) Choisy 我省大部分地区均有，栽培或逸生，见于海拔 7200~1100 米的村边路旁、田边或山坡路旁。

蒙自飞蛾藤 *Porana dinetoides* Schneid.生于海拔 1200~2400 米草坡或灌丛中。

飞蛾藤 *Porana racemosa* Roxb.多生于海拔 850~3200 米灌丛，石灰岩山地。

三列飞蛾藤 *Porana duclouxii* Gagnep.& Curch et 海拔 1000~1600 米，多生于石灰岩灌丛中。

菟丝子科 Cuscutaceae

大花菟丝子 *Cuscuta reflexa* Roxb.生于海拔 900~2700 米，常见寄生于路旁或沟边的灌木丛。

玄参科 Scrophulariaceae

黑蒴 *Alectra avensis* (Benth.) Hand.-Mazz.生于海拔 850~2200 米的山坡草地及疏林中。

来江藤 *Brandisia hancei* Hook.f.生海拔 500~2600 米的林中及林缘。

总花来江藤 *Brandisia racemosa* Hemsl.生于海拔 1100~2800 米的石灰岩山坡灌丛、疏林、公路旁。

鞭打绣球 *Hemiphragma heterophyllum* Wall.生于海拔 1800~4100)米的高山草坡灌丛、林

缘、竹林、裸露岩石、沼泽草地、湿润山坡。

沼生虾子草 *Mimulicalyx paludigenus* Tsoong 生于海拔 1100~1520 米的沼泽浅水及水田和沟边。

虾子草 *Mimulicalyx rosulatus* Tsoong 生于海拔 1300 米。

尼泊尔沟酸浆 *Mimulus tenellus* Bunge var. *nepalensis* (Benth.) Tsoong 生于海拔 600~3400 米的路旁，溪边潮湿处及山坡岩石上。

黑马先蒿 *Pedicularis nigra* Vaniot ex Bonati 生于海拔 1100~2300 米的荒草坡中。

大王马先蒿 *Pedicularis rex* C.B. Clarke ex Maxim. 生于海拔 2,500~4,300 米的空旷山坡草地与疏稀针叶林中，有时也见于山谷中。

地黄叶马先蒿 *Pedicularis veronicifolia* Franch. 生于海拔 1000~2600 米的草地中及林下。

松蒿 *Phtheirospermum japonicum* (Thunb.) Kanitz 生于海拔 150~3000 米山坡灌丛草坡，阳处松林下，碎石堆上，江边草地。

杜氏翅茎草 *Pterygiella duclouxii* Franch. 生于海拔 630~2600 米山坡灌丛及混交林下。

翅茎草 *Pterygiella nigrescens* Oliv. 生于海拔 300~2600 米的山坡、林缘灌丛中。

短冠草 *Sopubia trifida* Buch.-Ham. ex D. Don 生于海拔 1450~2200 米荒地，草坡及杂木林下。

密花独脚金 *Striga densiflora* Benth. 生于海拔 1300 米的山地草坡。

单色蝴蝶草 *Torenia concolor* Lindl. 生于海拔 890~2070 米的山坡、路旁、林缘及阔叶林下。

兰猪耳 *Torenia fournieri* Linden 云南及我国南方常见栽培。

北水苦苣 *Veronica anagallis-aquatica* L. 生于海拔 1200~3100 米的水边，沟谷及沼泽地。

华中婆婆纳 *Veronica henryi* Yamazaki 生于海拔 1000~2000 米的山谷疏林潮湿处及路旁常绿阔叶林下。

疏花婆婆纳 *Veronica laxa* Benth.

苦苣苔科 Gesneriaceae

猫耳朵 *Boea hygrometrica* (Bunge) R.Br. in Benn. 生于干热河谷中灌丛草坡的石岩上，海拔 330~1250 米。

圆叶唇柱苣苔 *Chirita dielsii* (Borza) Burtt. 生于山地林下岩石上，海拔 1450~2500 米。

石胆草 *Corallodiscus flabellatus* (Craib) B.L.Burtt 生于山地岩石上,海拔 1700~2800(~3000)米。

石蝴蝶 *Petrocosmea duclouxii* Craib 生于石灰山岩石隙缝中或岩石上,海拔 2100~2600 米。

蒙自石蝴蝶 *Petrocosmea iodoides* Hemsl.生于石山阴处陡崖上,海拔 1100~2200 米;。

长冠苣苔 *Rhabdothamnopsis chinensis* (Franch.) Hand.-Mazz.生于山地林内,海拔 (1600~)2000(~2550)米。

线柱苣苔 *Rhynchotechum obovatum* (Griff.) Burtt 生于谷地密林内或沟边,海拔 1200~1700 米。

小白花异叶苣苔 *Whytockia tsiangiana* var.*minor* 生于山地密林中石上或山谷阴湿处,海拔 1300~1600 米。

爵床科 Acanthaceae

尖药花 *Aechmanthera tomentosa* Nees 生山坡草地或疏林边。

囊管花 *Asystasia salicifolia* Craib.生于海拔 600~1500 米。

假杜鹃 *Barleria cristata* L.生于生于干燥草坡或岩石中。

长花黄猄草 *Championella longiflora* (R.Ben.) C.Y.Wu et C.C.Hu 产云南东南部亚热带地区。

观音山金足草 *Goldfussia feddei* (Levl.) E.Hossain 产云南东南部亚热带地区。

聚花金足草 *Goldfussia glomerata* Nees 生于海拔 700~1800 米的林下。

山一笼鸡 *Gutzlaffia aprica* Hance 生于海拔 2200 米以下的干旱疏林下或山坡灌丛。

三花刀枪药 *Hypoestes triflora* Roem.et Schult.生于海拔 350~2100 米的路边或林下。

南一笼鸡 *Paragutzlaffia henryi* (Hemsl.) H.P.Tsui 生于海拔 1000~2200 米的山坡。

异蕊一笼鸡 *Paragutzlaffia lyi* (Levl.) H.P.Tsui 生于海拔 2800 米以下的路边、山坡及杂木林下等处。

地皮消 *Pararuellia delavayana* (Baill.) E.Hossain 生于海拔 750~3000 米的山地草坡、疏林下。

红毛蓝 *Pyrrothrix rufo-hirta* (C.B.Clarke) C.Y.Wu et C.C.Hu 生于海拔 100~1560 米。

爵床 *Rostellularia procumbens* (L.) Nees 生于海拔 2200~2400 米的山坡林间草丛中,为习见野草。

匍匐鼠尾黄 *Rungia stolonifera* C.B.Clarke 生于海拔 1000~2600 米的湿地。

红花山牵 *Thunbergia coccinea* Wall.生于海拔 850~960 米山地林中。

碗花草 *Thunbergia fragrans* Roxb.生于海拔 1100~2300 米的山坡灌丛中。

马鞭草科 Verbenaceae

红紫珠(变型)*Callicarpa rubella* Lindl.var.*rubella* form.*rubella* 海拔 800~1900 米的疏林或灌丛中。

腺茉莉 *Clerodendrum colebrookianum* Walp.生于海拔 280~2100 米的山坡疏林、灌丛或路旁，通常生于比较向阳而润湿的地方。

棘桐 *Clerodendrum japonicum* Walp.生于海拔 100~1200(~1600)米的疏、密林中，也见于村边路旁，通常生长在较为阴湿的地方。

大坪子豆腐柴 *Premna tapintzeana* P.Dop 海拔 1700~2400 米的杂木林中。

美女樱 *Verbena hybrida* Voss 行道绿化栽培。

马鞭草 *Verbena officinalis* L.广布于云南全省各地，海拔 350~2900 米的荒地上。

荆条 *Vitex negundo* L.var.*heterophylla* (Franch.) Rehd.生于海拔 1200~3200 米的河边灌木丛中。

唇形科 Labiatae

矮紫背金盘 *Ajuga nipponensis* Makino var.*pallescens* (Maxim.) C.Y.Wu et C.Chen

火把花 *Colquhounia coccinea* Wall.生于灌丛中，海拔 240~2700 米。

簇序 *Craniotome furcata* (Link) O.Kuntze 海拔 900~3200 米的林下或灌丛中。

香薷(变种)*Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyland.var.*ciliata* 云南各地均有分布，常见于海拔 1250~3450 米的路旁、河谷两岸、山坡荒地及林中。

野苏子 *Elsholtzia flava* (Benth.) Benth.生于海拔 1500~2900 米的开旷耕地、路边、沟谷灌丛中及密林边缘。

鸡骨柴(变种)*Elsholtzia fruticosa* (D.Don) Rehd.in Sarg.var.*fruticosa* 常见于海拔 1450~3200 米的沟边、箐底潮湿处及路边或开旷的山坡草地中。

野拔子 *Elsholtzia rugulosa* Hemsl.生于海拔 1300~2800 米山坡草地、旷地、路旁、林中或灌丛中。

四川香茶菜 *Isodon setschwanensis* (Handel-Mazzetti) H.Hara 生于海拔 2150~3500 米的林

下。

白花夏枯 *Lagopsis supina* (Steph.) Ik.Gal.ex Knorr.生长于田边、路旁、村前、房后或灌丛草地。

益母草 *Leonurus heterophyllus* Swe et 在海拔 3400 米以下的多种生境均有生长，但以荒地多为多。

绣球防风 *Leucas ciliata* Benth.生于海拔 500~2750 米的多种生境如路旁、溪边、灌丛或草地。

姜味草 *Micromeria biflora* (Ham.ex D.Don) Benth.喜生于石灰岩，开旷草地等干旱生境，海拔 2000~2550 米。

云南冠唇花 *Microtoena delavayi* Prain 生于海拔 2200~2600 米阴湿的林内、灌丛中或林缘、路边及草坡上。

牛至 *Origanum vulgare* L.生于海拔 500~3600 米的路旁、山坡、林下及草地。

鸡脚参 *Orthosiphon wulfenioides* (Diels) Hand.-Mazz.海拔 1200~2900 米的松林下或草坡上。

硬毛夏枯草 *Prunella hispida* Benth.生长于 1500~3800 米的路旁，林缘及山坡草地上。

夏枯草 *Prunella vulgaris* L.生长于海拔 1400~2800(~3000)米的荒坡、草地、田埂、溪旁及路边等潮湿地上。

腺花香茶菜 *Rabdosia adenantha* (Diels) Hara 生于(1150~)1600~2300(~3400)米的松林、松栎林及竹林下或林缘草地上。

毛萼香茶菜 *Rabdosia eriocalyx* (Dunn) Hara 生于山坡阳处，灌丛中。

线纹香茶菜(变种)*Rabdosia lophanthoides* (Hamilt.ex D.Don) Hara var.*lophanthoides* 产云南全省(除最西北外)，海拔 500~2700 米的沼泽地上或林下潮湿处。

黄花香茶菜 *Rabdosia sculponeata* (Vaniot) Hara 海拔 1100~2800 米的空旷草地上或灌丛中。

云南鼠尾草 *Salvia yunnanensis* C.H.Wright 生于海拔 1800~2900 米的山坡杂木林、山坡草地、路边灌丛，通常见于比较干燥的地方。

滇黄芩 *Scutellaria amoena* C.H.Wright 生长于 1300~3200 米左右的云南松林下和灌丛草地中。

半枝莲 *Scutellaria barbata* D.Don 生长于海拔 1500~1800 米的水田边, 溪边或湿润草地上。
屏风草 *Scutellaria orthocalyx* Hand.-Mazz.-生长于海拔 1200~2300(-3300)米的草坡或松林中。

西南水苏 *Stachys kouyangensis* (Vaniot) Dunn 生于海拔 900~2100(~2800)米的山坡草地、荒地及潮湿沟边。

鸭跖草科 Commelinaceae

竹节草 *Commelina diffusa* (Retz.) Trin.生于海拔 200~2300 米的溪旁、山坡草地阴湿处及林下。

饭包草 *Commelina benghalensis* L.生于海拔 2 300 米以下的湿地。

毛果网籽草 *Dictyospermum scaberrimum* (Bl.) J.K.Morton ex Hong 生于海拔 550~1300(~2100)米的潮湿山坡、沟谷及林中。

竹叶吉祥草 *Spatholirion longifolium* (Gagnep.) Dunn 生于海拔 1200~2500 米山坡草地、溪旁及山谷林下。

竹叶子 *Streptolirion volubile* Edgew.生于海拔 1100~3000 米的山谷、杂林或密林下。

黄谷精科 Xyridaceae

黄谷精 *Xyris capensis* var.*schoenoides* (Mart.) Nilsson 生于水沟边、池塘、沼泽地, 海拔 1600~2600 米。

谷精草科 Eriocaulaceae

谷精草 *Eriocaulon buergerianum* Koern.生于海拔 1900 米的水田中。

白药谷精草 *Eriocaulon cinereum* R.Br.生于稻田中。

芭蕉科 Musaceae

芭蕉 *Musa basjoo* Sieb.& Zucc.多栽培于庭园及农舍附近。

地涌金莲 *Musella lasiocarpa* (Fr.) C.Y.Wu ex H.W.Li 生于海拔 1500~2500 米的山间坡地, 或栽于庭院内。

美人蕉科 Cannaceae

蕉芋 *Canna edulis* Ker 分布于海拔 2000 米以下地区引种栽培。

美人蕉 *Canna indica* L.云南全省各地均有引种栽培, 庭园观赏。

姜科 Zingiberaceae

光叶云南草蔻 *Alpinia blepharocalyx* K.Schum.var.*glabrior* (Hand.-Mazz.) T.L.Wu 生于海拔 350~1200 米的林中或灌丛中。

姜花 *Hedychium coronarium* Koen.生于林缘或林中。

圆瓣姜花 *Hedychium forrestii* Diels 生于海拔 600~2100 米的山谷密林、疏林或灌丛中。

草果药 *Hedychium spicatum* Buch.-Ham. ex Smith 生于海拔 1900—2800 米的山坡林下。

藏象牙参 *Roscoea tibetica* Bat.生于山坡、草地或松林下。

百合科 Liliaceae

大花蜘蛛抱蛋 *Aspidistra tonkinensis* (Gagnep.) Wang et Lang 生于海拔 1400~1800 米的林下。

西南吊兰 *Chlorophytum nepalense* (Ldl.) Baker 生于海拔 810~2700 米的云南松林、草坡、江边灌丛、山坡石缝中。

山菅 *Dianella ensifolia* (Lam.) Dc.(景生于海拔 240~2200(景东)米的林下、灌丛或草地；广东、广西、贵州、江西、福建、台湾、浙江也有。

鹭鸶草 *Diuranthera major* Hemsl.生于海拔 1200~1900 米的山坡上或林下草地。

摺叶萱草 *Hemerocallis plicata* Stapf 生于海拔 1850~3100 米的云南松林、华山松林、草坡、荒草地。

百合 *Lilium brownii* F.E.Brown.ex Miellez.生于海拔 700~2500 米的草坡、常绿阔叶林内，石灰岩山灌丛。

山麦冬 *Liriope spicata* (Thunb.) Lour.全省各地均有栽培。

间型沿阶草 *Ophiopogon intermedius* D.Don

狭叶沿阶草 *Ophiopogon stenophyllus* (Merr.) Rodrig 生于海拔 1950~2200 米的山坡密林下阴湿处。

沿阶草 *Ophiopogon bodinieri* Levl.生于海拔 1000—4000 米的山坡、山谷潮湿处、沟边、灌木丛下和密林下。。

云南沿阶草 *Ophiopogon tienensis* F. T. Wang & Tang 生于海拔 2200-2300 米的林下。

滇黄精 *Polygonatum kingianum* Coll.et Hemsl.生于海拔 620~3650 米的常绿阔叶林下、竹林下、林缘、山坡阴湿处、水沟边或岩石上。

轮叶黄精 *Polygonatum verticillatum* (L.) All.生林下或山坡草地，海拔 2100-4000 米。

吉祥草 *Reineckia carnea* (Andr.) Kunth 生于海拔 1000~3200 米的密林下、灌丛中或草地。
叉柱岩菖蒲 *Tofieldia divergens* Bur.et Franch.生于海拔 1000~4300 米的草坡、溪边、林下
岩缝中或石面上、石堆中。

假叶树科 Ruscaceae

羊齿天门冬 *Asparagus filicinus* Buch.-Ham.ex D.Don 生海拔(700~)1200~3500 米的云南松
林、栎林、灌丛或草坡。

短梗天门冬 *Asparagus lycopodineus* Walld.ex Bak.生海拔 2600 米以下的石灰岩山疏林、灌
丛或草坡。

密齿天门冬 *Asparagus meiocladus* Lévl 生海拔 1500~2500 米的云南松林和华山松林下，
山谷、溪旁或山坡灌丛。

文竹 *Asparagus setaceus* (Kunth) Jessop 云南各地广泛栽培供观赏；我国南北各地多见栽
培。

滇南天门冬 *Asparagus subscandens* Wang et S.C.Chen 生海拔 550~1800 米的常绿阔叶林，
季雨林中或林缘竹丛，山坡疏林灌丛或草丛中。

大理天门冬 *Asparagus taliensis* Wang et Tang 生海拔 1850~2000 米的林下、路旁。

曲枝天门冬 *Asparagus trichocladus* (Wang et Tang) Wang et S.C.Chen 生海拔 1350~2400 米
的箐沟阔叶林，山坡疏林中。

西南天门冬 *Asparagus munitus* F. T. Wang & S. C. Chen"生于海拔 1900-2400 米的灌丛下
或林缘。

"

雨久花科 Pontederiaceae

鸭舌草 *Monochoria vaginalis* (Burm.f.) C.Presl 生于海拔 500~2300 米的水田，沼泽、溪沟。

菝葜科 Smilacaceae

云南肖菝葜 *Heterosmilax yunnanensis* Gagnep.生于海拔 1350~2050 米的山坡密林、次生
灌丛、干燥山坡。

圆锥菝葜 *Smilax bracteata* C.Presl.生于海拔 600~2300 米的林内或灌丛中。

菝葜 *Smilax china* L.于海拔 1150~2200 米的次生林、灌丛中及路边。

长托菝葜 *Smilax ferox* Wall.生于海拔 810~3500 米的林下及灌丛中。

土茯苓 *Smilax glabra* Roxb.生于海拔 1800 米以下的林中、灌丛下、河岸或山谷中，也见于林缘与疏林中。。

束丝菝葜 *Smilax hemsleyana* Craib 生于海拔 650~1200 米的疏林。

短梗菝葜 *Smilax scobinicaulis* C.H.Wright 生于海拔 1600~2100 米的林下、灌丛中。

无刺菝葜 *Smilax mairei* H. Lév. 生于海拔 1000-3000 米的林下、灌丛中或山谷沟边。

天南星科 Araceae

疣柄磨芋 *Amorphophallus virosus* N.E.Brown 海拔 180~780 米，常见于河谷草坡、灌丛或疏林下。

一把伞南星 *Arisaema erubescens* (Wall.) Schott 产全省大部分地区。海拔 1100~3200 米，生长于林下、灌丛、草坡或荒地。

象头花 *Arisaema franchetianum* Engl.生于海拔 960~3000 米，生长于林下，灌丛，草坡。

河谷南星 *Arisaema prazeri* Hook.f.生于海拔 150~1500 米，多见于干热河谷石堆灌丛中。

半夏 *Pinellia ternata* Hook.f.生于海拔 150-1500 米，多见于干热河谷石堆灌丛中。

浮萍科 Lemnaceae

浮萍 *Lemna minor* L.生于水田、池沼或其他静水水域。

紫萍 *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.生于海拔米 minor 形成覆盖水面的漂浮植物群落。

香蒲科 Typhaceae

香蒲 *Typha orientalis* Presl.生于海拔 1200~2000 米的湖滨、沼泽地。

石蒜科 Amaryllidaceae

葱 *Allium fistulosum* L.各地栽培，国内外广泛栽培作蔬菜。

蒜 *Allium sativum* L.全省各地栽培。

鸢尾科 Iridaceae

射干 *Belamcanda chinensis* (L.) Redout 产全省各地生于林缘或山坡草地，海拔 1500~2200 米。

西南鸢尾 *Iris bulleyana* Dykes 生于海拔 2300~3500 米山坡草地或溪流旁的湿地上。

薯蓣科 Dioscoreaceae

叉蕊薯蓣 *Dioscorea collettii* Hook.f.生于海拔 1000~2800(~3200)米，疏林、林缘、灌丛、草地或荒地上。

粘山药 *Dioscorea hemsleyi* Prain et Burkill 海拔 1000~3100 米, 生长于山坡或沟谷的松林, 松栎林, 灌丛及草地, 攀于灌木或草丛上。

粘黏黏 *Dioscorea melanophyma* Prain 生于海拔 1300~2100 米生于山谷或山坡林缘、灌丛中。

薯蓣 *Dioscorea opposita* Thunb. 生于海拔 1600~2500 米生于路旁、山坡灌丛或。

龙舌兰科 Agavaceae

龙舌兰 *Agave americana* L. 我国华南及西南各省区常引种栽培。

棕榈科 Palmae

仙茅科 Hypoxidaceae

大叶仙茅 *Curculigo capitulata* (Lour.) O.Ktze. 生海拔 2480 米以下的常绿阔叶林、栎林、季雨林、雨林及灌丛、草坡中。

小金梅草 *Hypoxis aurea* Lour. 产全省各地, 生海拔 2800 米以下的云南松林、松栎林、针阔叶混交林间的灌丛、草坡或荒地。

兰科 Orchidaceae

筒瓣兰 *Anthogonium gracile* Lindl. 生于海拔 1180~2300 米的山坡草丛中或灌丛下。

竹叶兰 *Arundina graminifolia* (D.Don) Hochr. 生于海拔 500~2400 米的林下灌丛中及草坡。

长足石豆兰 *Bulbophyllum pectinatum* Fin et 生于海拔 1400~2000 米的山地林中树干上和岩石上。

杜鹃兰 *Cremastra appendiculata* (D.Don) Makino 生于海拔 2900 米以下的湿地或沟边湿地上以及山坡林下荫湿处。

莎叶兰 *Cymbidium cyperifolium* Wall.ex Lindl. 生于海拔 750~1750 米的林下多石之地或岩石缝中。

长叶兰 *Cymbidium erythraeum* Lindl. 生于海拔 1200~2800 米的沟边阔叶林树上、石上或路旁林下。

春兰 *Cymbidium goeringii* (Rchb.f.) Rchb.f. 生于海拔 800~2550 米的草坡、林缘或疏林中。

球花石斛 *Dendrobium thyrsiflorum* Rchb.f. 生于海拔 750~1800 米的山地林中树干上。

单叶厚唇兰 *Epigeneium fargesii* (Finet) Gagnep. 生于海拔 400~2400 米的山地林中树干上或沟谷岩石上。

指叶毛兰 *Eria pannea* Lindl. 生于海拔 1300~2200 米的林中或沟谷旁树干或树枝上。

波密斑叶兰 *Goodyera bomiensis* K.Y.Lang 生于海拔 2200 米以下的山坡阔叶林下。散布于西藏(波密)、湖北(神农架)。

鹅毛玉凤花 *Habenaria dentata* (Sw.) Schltr. 生于海拔 750~2300 米的沟边密林中、山坡灌丛、草坡或沼泽地。

粉叶玉凤花 *Habenaria glaucifolia* Bur.et Franch. 生于海拔 2800~3300 米山坡松栎混交林下、林缘、杜鹃灌丛中、石岩上、草甸或草坝上。

宽药隔玉凤花 *Habenaria limprichtii* Schltr. 生于海拔 1900~3200 米的林下、灌丛、草坡、荒地、草坝或溪旁草地上。

短距舌喙兰 *Hemipilia limprichtii* Schltr. 生于海拔 1600 米的山坡或开阔的湿地。

叉唇角盘兰 *Herminium lanceum* (Thunb.ex Sw.) Vuijk 生于海拔 1800~3300 米的阔叶林、松林、疏林、灌丛或草地中。

见血青 *Liparis nervosa* (Thunb.ex A.Murray) Lindl. 生于海拔 500~2100 米的林下、溪谷旁、草丛中或岩石上。

香花羊耳蒜 *Liparis odorata* (Wild.) Lindl. 生于海拔 550~2200 米的疏林下、山坡草丛中。

长茎羊耳蒜 *Liparis viridiflora* (Bl.) Lindl. 生于海拔 650~2300 米的山谷林中树上或石上。

狭叶鸢尾兰 *Oberonia caulescens* Lindl. 生于海拔 1200~2600 米的林中树上或石上。

平卧曲唇兰 *Panisea cavaleriei* Schltr. 生于海拔 1700~2100 米的常绿阔叶林中树干上或岩石上。

龙头兰 *Pecteilis susannae* (L.) Rafin. 生于海拔 1300~2100 米的山坡松林、山箐疏林下、草坡。

一掌参 *Peristylus forceps* Finet 生于海拔 1200~3400 米的山坡草地、山脚沟边或山坡栎树林下。

纤茎阔蕊兰 *Peristylus mannii* (Rchb.f.) Makerjee 生于海拔 1800~2600 米的山坡疏林、灌丛中或草坡上。

华西蝴蝶兰 *Phalaenopsis wilsonii* Rolfe 生于海拔 800~1990 米的山地疏生林中树干上或林下阴湿的岩石上。

云南石仙桃 *Pholidota yunnanensis* Rolfe 生于海拔 1200~1700 米林下岩石上或树上。

云南独蒜兰 *Pleione yunnanensis* (Rolfe) Rolfe 生于海拔 1200~2800 米的林下、林缘、草坡。

缘毛鸟足兰 *Satyrium ciliatum* Lindl. 生于海拔 1200~4000 米的山坡次生杂木林、云南松林、云杉林、落叶松林下、竹灌丛中、箐沟、草坡、火烧迹地或石上。

苞舌兰 *Spathoglottis pubescens* Lindl. 生于海拔 1150~1700 米的山坡草丛及路边林下。

高褶带唇兰 *Tainia viridifusca* (Hook.) Benth. et Hook. f. 常生于海拔 1500~2000 米常绿阔叶林下。

灯心草科 Juncaceae

片髓灯心草 *Juncus inflexus* L. 生于海拔 1300~3000 米的干燥草坡和沼泽地。

莎草科 Cyperaceae

浆果薹草 *Carex baccans* Nees 生于山谷、林下、灌丛中、河边及村旁，海拔 760~2400 米。

十字薹草 *Carex cruciata* Wahlenb. 生于林边或沟边草地、路旁、火烧迹地，海拔 330~2500 米。

蕨状薹草 *Carex filicina* Nees 生于林间或林边湿润草地海拔 1200~2800 米。

碎米莎草 *Cyperus iria* L. 生于海拔 1450~2500 米田间、山坡、路旁等阴湿处。

南莎草 *Cyperus niveus* Retz. 生于海拔 960~2250 米的河岸沙地。

香附子 *Cyperus rotundus* L. 生于海拔 200~2600 米山坡荒地草丛中或水边潮湿处。

假香附子 *Cyperus tuberosus* Rottb. 生于路边草丛中。

牛毛毡 *Eleocharis yokoscensis* (Franch et Savatier) Tang F.T. Wang

两歧飘拂草 *Fimbristylis dichotoma* f. *dichotoma* 生于山谷疏林缘湿润处及草坡。

滇飘拂草 *Fimbristylis yunnanensis* C.B. Clarke 生于海拔 1500 米的山坡上。

爪哇黑莎草 *Gahnia javanica* Moritzi 分布于云南东南部蒙自等地。

砖子苗 *Mariscus sumatrensis* (Retz.) J. Raynal 生于海拔 200~3200 米山坡阳处、路旁草地、松林下或溪边。

小球穗扁莎 *Pycnus flavidus* (All.) Reichb. var. *nilagiricus* (Hochst.) C.B. Clarke 生于海拔 1400~2950 米浅水中、溪边或阴湿的地方。

球穗扁莎 *Pycnus globosus* (All.) Reichb. Fl. Germ. 生于海拔 600~3400 米田边、沟边潮湿处

或溪边湿的沙土上。

陆生珍珠茅 *Scleria elata* Thw.生于山谷、山坡、林中、草地、路边，海拔 160~1850 米。

禾本科 Poaceae

剪股颖 *Agrostis clavata* Trin.生于海拔 300~3900 米的山坡草地、路旁、林缘、溪边及湿润的生境。

多花剪股颖(原变种) *Agrostis myriantha* var. *myriantha* 产全省 900~3700 米的道旁、山坡、草地、林下、河边、湿地、沼泽。

看麦娘 *Alopecurus aequalis* Sobol.产全省海拔 1200~3500 米的沟谷、田野、湿地、沼泽、林缘及亚高山草甸。

水蔗草 *Apluda mutica* L.生于海拔 2200 米以下的山坡草地、丘陵灌丛、道旁田野、河谷岸边。

荩草 *Arthraxon hispidus* (Thunb.) Makino 全省有分布；常见于海拔 1300~1800 米的田野草地、丘陵灌丛、山坡疏林、湿润或干燥地带都有。

小叶荩草 *Arthraxon lancifolius* (Trin.) Hochst.常见于海拔 2800 米以下的多种生境，开旷地带或潮湿疏荫处、陡峭山坡或裸露岩石、肥沃土壤或贫瘠沙地等环境中均能见到。

毛背荩草 *Arthraxon pilophorus* B.S.Sun 常生于山坡道旁或疏林下、荒地、沙地或湿地上。

冷箭竹 *Arundinaria faberi* Rendle 生于海拔 2300~3500 米的亚高山针叶林下，也可形成纯林。

野古草 *Arundinella anomala* Steud.生于海拔 2000 米以下的山坡草地、灌丛或林缘，更常见于田地边或水沟旁。

刺芒野古草 *Arundinella setosa* Trin.全省海拔 2500 米以下的山坡草地、灌丛、松林或栎林下常见。

野燕麦 *Avena fatua* Linn.生长于耕地或荒芜田野。

马蹄竹 *Bambusa lapidea* McClure 多生于平地、低丘陵较湿润地方或河流两岸、村落附近。

孔颖草 *Bothriochloa pertusa* (L.) A.Camus 生于海拔 200~1800 米的干热河谷、阳坡草地、路旁及乱石间。

扁穗雀麦 *Bromus catharticus* Vahl.我国及云南引种栽培为牧草。

硬秆子草 *Capillipedium assimile* (Steud.) A.Camus 生于海拔 300~3500 米的山坡草地、丘

陵灌丛、道旁河岸、旷野或林中。

细柄草 *Capillipedium parviflorum* (R.Br.) Stapf.生于海拔 300~3000 米的山坡草地、丘陵灌丛、沟边河谷、田野道旁。

蒺藜草 *Cenchrus echinatus* L.生于海拔 90~120 米的河岸沙石滩或路边草丛中。

虎尾草 *Chloris virgata* Sw.产全省 500~3700 米的房顶及墙头、路旁荒野、河岸沙滩。

薏苡 *Coix lachryma-jobi* Linn.生于河岸、沟边、湖边或阴湿山谷中。广布于世界温暖地区。

狗牙根(原变种)*dactylon* var.*dactylon* 产全省 2300 米以下的道旁荒野、田野间或撂荒地、河岸沙滩、荒坡草地，常为果树林园及早作地中难除杂草。

椅子竹 *Dendrocalamus bambusoides* Hsueh et D.Z.Li 产玉溪和昆明地区以及红河州北部。

小叶龙竹 *Dendrocalamus barbatus* Hsueh et D.Z.Li 云南东南至西南海拔 360~1100 米分布，但均是栽培。

黄竹 *Dendrocalamus membranaceus* Munro 生于海拔 1000 米以下的低山与河谷地区。

碟环竹 *Dendrocalamus patellaris* Gamble 生于海拔 1000~1800 米的阔叶林下。

野青茅 *Deyeuxia arundinacea* (L.) Beauv.生于海拔 1700~3600 米之山坡草地、林缘、灌丛、溪边路旁。

房县野青茅 *Deyeuxia henryi* Rendle 生于海拔 1300~2600 之山坡草地、沟边。

双花草 *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf in Prain 常生于海拔 100~2200 米的山坡草地、路旁或耕作地边。

升马唐 *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel.生于路旁、荒野、荒坡，是一种优良牧草，也是果园旱田中危害庄稼的主要杂草。

十字马唐 *Digitaria cruciata* (Nees) A.Camus 分布于全省海拔 1000~3200 米的大部分山坡草地。

短颖马唐 *Digitaria microbachne* (Presl) Henr.生于海拔 100~1200 米的路旁田野、荒坡草地、丘陵灌丛边。

马唐 *Digitaria sanguinalis* (Linn.) Scop.生于路旁、田野，是一种优良牧草，但又是危害农田、果园的杂草。广布于两半球的温带和亚热带山地

竖毛马唐 *Digitaria stricta* Roth ex Roem.et Schult.生于海拔 1700~2100 米的山坡草地或林

缘。

光头稗 *Echinochloa colonum* (Linn.) Link 生于海拔 600~2400 米的田野、园圃及道旁常见。

稗 *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. 多生于沟边或草地上。

牛筋草 *Eleusine indica* (L.) Gaertn. 产全省海拔 100~2500 米地区。

大画眉草 *Eragrostis cilianensis* (All.) F.T.Hubbard 生于海拔 400~2200 米的山坡路边、地中。广布于世界温暖地区。

知风草 *Eragrostis ferruginea* (Thunb.) Beauv. 生于海拔 1100~3500 米山坡草地、林下、田地及路边。

黑穗画眉草 *Eragrostis nigra* Nees ex Steud. 生于海拔 1400~2700 米的山坡草地、路边、田边、地中、宅旁，为常见的野生杂草。

鼠妇草 *Eragrostis nutans* (Retz.) Nees ex Steud. 生于海拔 300~2000 米的山坡及坝区、田边、路边、林下、江边湿地、沙滩及水沟中。

画眉草 *Eragrostis pilosa* (L.) Beauv. 多生于荒芜田野草地上。

鲫鱼草 *Eragrostis tenella* (Linn.) Beauv. ex Roem. et Schult. 生于海拔 120~1500 米的坝区地中、路边或山坡草丛。

西南马陆草 *Eremochloa bimaclulata* Hack. 生于海拔 1200~2200 米的山坡草地常见。

四脉金茅 *Eulalia quadrinervis* (Hack.) Kuntze 常生于山坡草地。

拟金茅 *Eulaliopsis binata* (Retz.) C.E.Hubb. 生于海拔 1500~2500 米较干燥的山坡草地，疏林或灌丛中。

苇状羊茅 *Festuca arundinacea* Schreb. 为优良牧草，云南引种栽培。

滇藏羊茅 *Festuca vierhapperi* Hand.-Mazz. 生于海拔 1800~3500 米山坡灌丛草地或疏林下。

黄茅 *Heteropogon contortus* (L.) P.Beauv. ex Roem. et Schult. 生于海拔 100~2300 米地段的干热河谷及干燥的山坡草地。

白茅 *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. 生于平原、荒地、山坡道旁、溪边或山谷湿地生长更佳。旧世界热带及亚热带，常延伸至温带。

柳叶箬 *Isachne globosa* (Thunb.) O.Ktze. 生于海拔 100~2400 米的沟边、田边、路旁、荒地及疏荫潮湿处。

千金子 *Leptochloa chinensis* (L.) Nees 生于海拔 100~1200 米的山谷溪边，田野湿地。

多花黑麦草 *Lolium multiflorum* Lam. 原产欧亚温带。我国及云南省均引种栽培作牧草，且在许多地区为逸生。

黑麦草 *Lolium perenne* L. 生于草甸草场，路旁湿地常见。

刚莠竹 *Microstegium ciliatum* (Trin.) A. Camus 生于海拔 2300 米以下温热地区的疏林、林缘、灌丛、草坡、沟边常见。

芒 *Miscanthus sinensis* Anderss. 生于海拔 1900 米以下的山坡、草地、荒地、田野或岸边湿地。

类芦 *Neyraudia reynaudiana* (Kunth) Keng ex Hitchc. 产全省 2300 米以下的河湖岸边、山坡灌丛。

竹叶草 *Oplismenus compositus* (L.) Beauv. 生于海拔 100~2500 米的灌丛、疏林和阴湿处。

小糙毛求米草 *Oplismenus hirtellus* (Linn.) Beauv. 生于海拔 700~1850 米灌丛中、疏林下或水沟边。

求米草 *Oplismenus undulatifolius* (Arduino) Beauv. 常生于海拔 740~2000 米的山坡疏林下。

无稃细柄黍 *Panicum psilopodium* var. *epaleatum* Keng ex S.L.Chen 产全省大部分地区。贵州也有。

双穗雀稗 *Paspalum paspalodes* (Michx.) Scribner 生于海拔 1000~2000 米的河岸、沟边、田野潮湿地区。

狼尾草 *Pennisetum alopecuroides* (L.) Spreng. 生于海拔 1400~2100 米的田野、道旁、撂荒地、河湖岸边及沼泽边缘。

白草 *Pennisetum centrasiaticum* Tzvel. 生于海拔 1600~3100 米较干燥的山坡草地或灌丛边缘。

小藨草 *Phalaris minor* Retz. 产大理、玉溪、楚雄、保山等地州的麦地中。

变形藨草 *Phalaris paradoxa* Linn. 产大理、玉溪、楚雄、保山等地的麦田中。

石绿竹 *Phyllostachys arcana* McClure 生于海拔 1500~2000 米的地带。

人面竹 *Phyllostachys aurea* Carr. ex A. et C. Riv. 生于海拔 1200~1900 米的地带。

灰金竹(变种) *Phyllostachys nigra* var. *henonis* (Mitford) Stapf ex Rendle 生于海拔 1000~2000 米的地带。

金丝草 *Pogonatherum crinitum* (Thunb.) Kunth 常生石岩或石缝间、河岸及田地埂上、潮湿山坡。

金发草 *Pogonatherum paniceum* (Lam.) Hack.生于海拔 100~2000 米山坡草地、路旁阳处、溪边草地。

筒轴茅 *Rottboellia cochinchinensis* L.f.常生于海拔 1900 米以下的河岸沙滩、荒地上、耕地中、较湿润的山坡草地及路旁。

蔗茅 *Saccharum rufipilum* Steudel 生于海拔 1200~2700 米的山坡、路旁、荒山、荒地、灌丛、林缘或疏林中。

沟颖草 *Sehima nervosum* (Rottl.) Stapf 生于海拔 800~1600 米阳坡草地、干热河谷灌丛。

皱叶狗尾草 *Setaria plicata* (Lam.) T.Cooke 全省 2400 米以下的田野、沟边、道旁、灌丛、林缘及各种较湿润的生境都常见。

金色狗尾草 *Setaria pumila* (Poir.) Roem.et Schult.全省 3200 米以下的河岸、沟边、路旁、田野、撂荒地上、果园及灌丛中常见。

狗尾草 *Setaria viridis* (L.) Beauv.全省海拔 3500 米以下的荒地、田野、道旁常见。

大油芒 *Spodiopogon sibiricus* Trin.通常生于山坡、路旁林荫之下、也分布于日本、西伯利亚，在亚洲北部的温带区域广布。

鼠尾粟 *Sporobolus fertilis* (Steud.) W.D.Clayt.产全省海拔 2600 米以下的山坡草地、果树林园、旷野荒地。

苞子草 *Themeda caudata* (Nees) A.Camus 生于海拔 300~2300 米的山坡草地、路边及田野间。

黄背草 *Themeda triandra* (Willd.) Tanaka 常生于海拔 800~2200 米的山坡草地、丘陵灌丛、道旁田野、河谷荒地上。

附录 3 评价区陆栖脊椎动物名录

1 两栖纲 AMPHIBIA

编号	动物名称及类群		区系从属	栖息地		保护动物	红色名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m				
O1	有尾目	CAUDATA							
F1	蝾螈科	Salamandridae							
1	蓝尾蝾螈	<i>Cynops cyanurus</i>	SW	1,3-5	1900-2400			3	1,2,3
2	红瘰疣螈	<i>Tylototriton verrucosus</i>	SW	1-5	1200-2400	II		2,5	1,2
O2	无尾目	ANURA							
F2	铃蟾科	Bombinidae							
3	大蹼铃蟾	<i>Bombina maxima</i>	SW	2-5	2500-3600			1,2,3	1,2,3
F3	角蟾科	Megophryidae							
4	宽头短腿蟾	<i>Brachytarsophrys carinensis</i>	SC	1-3	1500-2100			1,2,3	1,2
5	白颌大角蟾	<i>Megophrys lateralis</i>	SC	1-3	1500-2100			1	1,2
F4	蟾蜍科	Bufoidea							
6	华西蟾蜍	<i>Bufo andrewsi</i>	SW	4-6	1500-3650			1,2,3,4	1,2,3
7	黑眶蟾蜍	<i>Bufo melanostictus</i>	CC-S	1-6	100-1800			2,3,4,5	1,2,3
F5	树蟾科	Hylidae							
8	华西树蟾	<i>Hyla annectans</i>	SW	3-6	1750-2470			1,2,3,4,5	1,2,3
F6	蛙科	Ranidae							
9	双团棘胸蛙	<i>Paa yunnanensis</i>	SW	1,2	1400-2600		EN	1,2,3,5	2,3
10	云南臭蛙	<i>Rana andersonii</i>	SW	1-3	800-2100		VU	2	1,2
11	昭觉林蛙	<i>Rana chaochiaoensis</i>	SW	3-5	1800-3200			1,2,3,4,5	1,2,3
12	泽蛙	<i>Rana limnocharis</i>	CC-S	3-6	1200-1700			2,3,5	1,2,3
13	滇蛙	<i>Rana pleuraden</i>	SW	3-6	1800-2050			1,2,3,4	1,2,3
14	无指盘臭蛙	<i>Rana grahami</i>	SW	1,2	1350-1800			1,2,3,4	1,2,3
15	沼蛙	<i>Rana guentheri</i>	CC-S	3-6	1200-1400			5	1,2,3
16	虎纹蛙	<i>Rana tigrina</i>	SC	3-6	100-1500	II	EN	5	1,2,3
F7	树蛙科	Rhacophoridae							
17	斑腿泛树蛙	<i>Polypedates leucomystax</i>	SC	1,3-6	800-1600			2	1,2,3
18	无声囊泛树蛙	<i>Polypedates mutus</i>	SC	3	180-1700			5	1,2
F8	姬蛙科	Microhylidae							
19	云南小狭口蛙	<i>Calluella yunnanensis</i>	SW	1-5	1800-3100			3	1,2
20	多疣狭口蛙	<i>Kaloula verrucosa</i>	SW	3-5	1500-2100			1,2,3	1,2,3
21	饰纹姬蛙	<i>Microphyla ornata</i>	OD	4-6	650-1000			2,4,5	1,2,3

区系: SC: 华南区; CC: 华中区; SW: 西南区; CC-S: 中华南区; OD: 东洋界广布; POD: 古北-东洋广布种。

生境: 1. 溪流及溪流边; 2. 河流及河流边; 3. 水水域边; 4. 水渠及池塘; 5. 沼泽; 6. 农田、林地; 7. 其他。

分布: 1. 大理段; 2. 楚雄段; 3. 昆明段; 4. 玉溪段; 5. 红河段。

资料来源: 1. 现场记录; 2. 文献资料; 3. 访问获得。

保护动物: I、II 中国国家 I、II 级重点保护野生动物。省保: 云南省级重点保护野生动物。红色名录: 《中国脊椎动

物红色名录》。EN：濒危动物，VU：易危动物。

2 爬行纲 REPTILIA

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m				
O1	蜥蜴目	ACERTILIA							
F1	壁虎科	Gekkonidae							
1	中国壁虎	<i>Gekko chinensis</i>	SC	3,4	1540-190 0			1	1,2
2	原尾蜥虎	<i>Hemidactylus bowringii</i>	SC	3,4	1000-150 0			2,5	1,2,3
3	疣尾蜥虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>	SC	3,4	800-1400			2	1,2,3
4	云南半叶趾虎	<i>Hemiphyllodactylus yunnanensis</i>	SW	2,3	1280-180 0			3,5	1,2
F2	鬣蜥科	Agamidae							
5	昆明攀蜥	<i>Japalura varcoae</i>	SW	2-4	1630-273 0			1,2,3	1,2
6	云南攀蜥	<i>Japalura yunnanensis</i>	SW	2-4	1400-277 0			1,2,3,4	1,2,3
F3	石龙子科	Scincidae							
7	多线南蜥	<i>Mabuya multifasciata</i>	SC	2,3	800-1500			2,	1
8	蓝尾石龙子	<i>Plestiodon elegns</i>	CC-S	5,6	1600-210 0			3	1,2,3
9	昆明滑蜥	<i>Scincella barboursi</i>	SW	5,6	1600-210 0			3	1,2
10	铜蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>	OD	2-4	1200-240 0			1,2,3,4,5	1,2,3
O2	蛇目	SERPENTS							
F4	游蛇科	Colubridae							
11	八线腹链蛇	<i>Amphiesma octolineata</i>	SW	1,2	1000-220 0			1,2,3,4,5	1,2,3
12	棕网腹链蛇	<i>Amphiesma johannis</i>	SW	1,5	1600-210 0			3	1,2
13	王锦蛇	<i>Elaphe carinata</i>	OD	1-3	1000-180 0		EN	3,5	2
14	紫灰锦蛇	<i>Elaphe porphyracea</i>	SW	2,3	700-2500			1,2,3,4,5	1,2,3
15	三索锦蛇	<i>Elaphe radiata</i>	SC	2,3	800-1400		EN	2,5	1,2
16	黑眉锦蛇	<i>Elaphe taeniura</i>	POD	1-3	500-3000		EN	1,2,3,4	1,2
17	斜鳞蛇	<i>Pseudoxenodon macrops</i>	SW	2,3	1600-260 0			1,2,3,4,5	1,2,3
18	缅甸颈槽蛇	<i>Rhabdophis leonardi</i>	SW	2,3	1250-285 0			1,2	1,2

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m				
19	颈槽蛇	<i>Rhabdophis nuchalis</i>	SW	1-3	1200-2600			3	2
20	红脖颈槽蛇	<i>Rhabdophis subminiatus</i>	OD	1,2	850-2250			1,2,3,4,5	1,2,3
21	黑线乌梢蛇	<i>Zaocys carinata</i>	SW	1-3	1150-2000		VU	1,2,3,5	1,2
F5	蝰科	Viperidae							
22	山烙铁头蛇	<i>Ovophis monticola</i>	SW	2-3	1000-2600			1,2,3,5	1,2,3
23	菜花原矛头蝮	<i>Protobothrops jerdonii</i>	SW	2-3	1500-3160			1,2,3	1,2,3
24	竹叶青蛇	<i>Trimeresurus stejnegeri</i>	CC-S	2-4	450-2100			1,2,4,5	1,2,3
25	云南竹叶青	<i>Trimeresurus yunnanensis</i>	SW	2-4	1500-2600			2,4	2
F6	眼镜蛇科	Elapidae							
26	孟加拉眼镜蛇	<i>Naja kaouthia</i>	SC	1-3	600-1900	省保	EN	1,2,5	1,2,3

区系: SC: 华南区; CC: 华中区; SW: 西南区; CC-S: 华中华南区; OD: 东洋界广布; POD: 古北-东洋广布种
生境: 1. 各种水域、湿地; 2. 林地, 2a 湿性林地; 2b 干热林地; 2c 开阔林地; 2d 多岩林地; 2e 农田林地; 3. 灌丛、
草丛; 3a 湿草地; 4. 树、墙面; 5. 生境广泛。

分布: 1. 大理段; 2. 楚雄段; 3. 昆明段; 4. 玉溪段; 5. 红河段。

资料来源: 1. 现场记录; 2. 文献资料; 3. 访问获得。

保护动物: I、II 中国国家 I、II 级重点保护野生动物。省保: 云南省级重点保护野生动物。红色名录: 《中国脊椎动物红色名录》。EN: 濒危动物; VU: 易危动物。

3 鸟纲 AVES

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		居留 状态	保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m					
O1	鸬鹚目	PODICIPEDIFORMES								
F1	鸬鹚科	Podicipedidae								
1	小鸬鹚	<i>Podiceps ruficollis</i>	D	8	400-2600	R			1,2,3,4,5	1,2,3
2	凤头鸬鹚	<i>Podiceps cristatus</i>	P	8	1140-2600	W			1,3	1,2
O2	鸬鹚目	PELECANIFORMES								
F2	鸬鹚科	Phalacrocoracidae								
3	[普通]鸬鹚	<i>Phalacrocorax carbo</i>	P	8	800-2700	W			1,3	1,2,3
O3	鸬鹚目	CICONIFORMES								
F3	鹭科	Ardeidae								
4	苍鹭	<i>Ardea cinerea</i>	D	178	600-2500	W			1,2,3,4,5	1,2,3
5	绿鹭	<i>Butorides striatus</i>	O	8	600-2200	R			1,3,4,5	1,2
6	池鹭	<i>Ardeola bacchus</i>	O	78	500-2400	R			1,2,3,4,5	1,2
7	白鹭	<i>Egretta garzetta</i>	O	78	624-2700	R			1,2,3,4,5	1,2,3
8	大白鹭	<i>Egretta alba</i>	D	78	600-2400	W			4	1,2
9	中白鹭	<i>Egretta intermedia</i>	O	78	600-2200	R			1,2,3,4	1,2

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		居留 状态	保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m					
10	黄斑苇鳉	<i>Ixobrychus sinensis</i>	O	78	600-1400	R			5	1
11	栗苇鳉	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	O	78	160-2100	S			3,4	1
12	大麻鳉	<i>Botaurus stellaris</i>	P	8	1300-1800	M			3,4	1
O4	雁形目	ANSERIFORMES								
F4	鸭科	Anatidae								
13	灰雁	<i>Anser anser</i>	P	8	1900-4000	W			1	1
14	斑头雁	<i>Anser indicus</i>	P	8	2000-3510	W			1	1,2,3
15	赤麻鸭	<i>Tadorna ferruginea</i>	P	8	800-3600	W			1,2,3,4,5	1,2,3
16	翘鼻麻鸭	<i>Tadorna tadorna</i>	P	8	1200-2650	W			1,3	1
17	针尾鸭	<i>Anas acuta</i>	P	8	1200-2500	W			1,3	1,2
18	绿翅鸭	<i>Anas crecca</i>	P	8	400-2700	W			1,2,3,4,5	1,2,3
19	罗纹鸭	<i>Anas falcata</i>	P	8	1800-1980	W			1	1
20	绿头鸭	<i>Anas platyrhynchos</i>	P	8	1200-4000	W			1,2,3,4	1,2,3
21	斑嘴鸭	<i>Anas poecilorhyncha</i>	D	8	200-3300	W			1,2,3,4	1,2
22	赤膀鸭	<i>Anas strepera</i>	P	8	1400-2700	W			1,3	1,2
23	赤颈鸭	<i>Anas penelope</i>	P	8	1200-2650	W			1,3,4,5	1,2
24	白眉鸭	<i>Anas querquedula</i>	P	8	1400-2700	W			1	1,2
25	琵嘴鸭	<i>Anas clypeata</i>	P	8	400-2700	W			1,3	1,2
26	赤嘴潜鸭	<i>Netta rufina</i>	P	8	1300-2700	W			1,3,4	1
27	红头潜鸭	<i>Aythya ferina</i>	P	8	1250-2700	W			3	1,2
28	白眼潜鸭	<i>Aythya nyroca</i>	P	8	1200-3700	W			1,3	1,2
29	青头潜鸭	<i>Aythya baeri</i>	P	8	1900-2100	W	I	CR	1	1
30	凤头潜鸭	<i>Aythya fuligula</i>	P	8	600-3700	W			1,3	1
31	鹊鸭	<i>Bucephala clangula</i>	P	8	1200-3000	W			1	1
32	普通秋沙鸭	<i>Mergus merganser</i>	P	8	100-2650	W			1,3,4	1,2,3
O5	隼形目	FALCONIFORMES								
F5	鹰科	Accipitridae								
33	黑翅鸢	<i>Elanus caeruleus</i>	O	78	800-2400	R	II		1,3,6	1
34	[黑]鸢	<i>Milvus migrans</i>	D	67	500-3800	W	II		1,3	1
35	凤头蜂鹰	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	D	3,4	600-2400	W	II		3	1
36	凤头鹰	<i>Accipiter trivigatus</i>	O	2	624-2400	R	II		3	1,2
37	雀鹰	<i>Accipiter nisus</i>	P	7	600-2400	R	II		3,4,5	1,2
38	松雀鹰	<i>Accipiter virgatus</i>	D	1-5	620-3000	R	II		1,2,3,4,5	1,2,3
39	普通鵟	<i>Buteo buteo</i>	P	1-7	400-2750	W	II		1,2,3,4,5	1,2,3
40	苍鹰	<i>Accipiter gentile</i>	P	37	600-2400	R	II		2	
41	白尾鹞	<i>Circus cyaneus</i>	P	7,8	400-2500	W	II		3	1,2
42	鵟鹞	<i>Circus melanoleucos</i>	P	7	80-2000	W	II		3	1,2

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		居留 状态	保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m					
F6	隼科	<i>Falconidae</i>								
43	红隼	<i>Falco tinnunculus</i>	D	17	500-3600	R	II		1,2,3,4,5	1,2,3
44	游隼	<i>Falco peregrinus</i>	D	7	500-1800	R	II		1	1
4 5	燕隼	<i>Falco subbuteo</i>	D	17	200-1900	S	II		3	2,3
O6	鸡形目	GALLIFORMES								
F7	雉科	Phasianidae								
46	鹧鸪	<i>Francolinus pintadeanus</i>	O	13	100-1450	R			2,5	1,2,3
47	棕胸竹鸡	<i>Bambusicola fytchii</i>	O	134	800-2500	R			2,3,5	1,2
48	白鹇	<i>Lophura nycthemera</i>	O	23	500-2300	R	II		5	1,2
49	环颈雉	<i>Phasianus colchicus</i>	D	24	300-3350	R			1,2,3,4,5	1,2,3
50	白腹锦鸡	<i>Chrysolophus amherstiae</i>	O	2	1500-3600	R	II		1,2,3,4,5	1,2,3
O7	鹤形目	GRUIFORMES								
F8	三趾鹑科	Turnicidae								
51	棕三趾鹑	<i>Turnix suscitator</i>	O	3,4,7	600-1800	R			3	1
F9	鹤科	Gruidae								
52	灰鹤	<i>Grus grus</i>	P	78	300-3200	W			3	2
F10	秧鸡科	Rallidae								
53	普通秧鸡	<i>Rallus aquaticus</i>	P	78	480-760	W			2	1,2,3
54	蓝胸秧鸡	<i>Rallus striatus</i>	O	78	400-2750	S			3,5	1
55	小田鸡	<i>Porzana pusilla</i>	P	78	300-1890	W			3,5	1,2
56	红胸田鸡	<i>Porzana fusca</i>	O	78	100-2100	R			1,2,3	1,2,3
57	白胸苦恶鸟	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	O	78	100-2700	R			2,3,5	1,2,3
58	董鸡	<i>Gallicrex cineres</i>	D	178	200-2100	S			3	1,2,3
59	黑水鸡	<i>Gallinula chloropus</i>	D	8	400-2700	R			1,3,4	1,2,3
60	骨顶鸡	<i>Fulica atra</i>	P	8	800-2700	R			1,3,4,5	1,2,3
O8	鸻形目	CHARDRIFORME								
F11	鸻科	Charadriidae								
61	凤头麦鸡	<i>Vanellus vanellus</i>	P	78	600-3300	W			1,3	1,2
62	灰头麦鸡	<i>Vanellus cinereus</i>	P	78	400-2400	W			1,2,3,4,5	1,2
63	肉垂麦鸡	<i>Vanellus indicus</i>	O	78	200-1400	R			1	1,2
64	金斑鸻	<i>Pluvialis dominica</i>	P	8	800-2400	W			3	1
65	金眶鸻	<i>Charadrius dubius</i>	D	8	200-2200	R			1,3,4,5	1,2
66	长嘴剑鸻	<i>Charadrius placidus</i>	P	78	600-2600	W			3	1
67	环颈鸻	<i>Charadrius alexandrinus</i>	P	8	1400-2300	W			1,4	1

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		居留 状态	保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m					
F12	鹬科	Scolopacidae								
68	白腰草鹬	<i>Tringa ochropus</i>	P	4,5	500-2670	W			2,3	1,2
69	青脚鹬	<i>Tringa nebularia</i>	P	8	760-2400	W			1,3,4,5	1
70	林鹬	<i>Tringa glareola</i>	P	8	800-1740	W			4,5	1,2
71	矶鹬	<i>Tringa hypoleucos</i>	P	18	280-2600	W			1,2,3,4,5	1,2
72	针尾沙锥	<i>Capella stenura</i>	P	78	600-3000	W			3,5	1,2
73	扇尾沙锥	<i>Capella gallinago</i>	P	78	760-2100	W			4,5	1,2
74	丘鹬	<i>Scolopax rusticola</i>	P	38	400-2800	W			2,3,4,5	1,2
75	乌脚滨鹬	<i>Calidris temminckii</i>	P	78	270-1870	W			3	1
F13	反嘴鹬科	Recurvirostridae								
76	黑翅长脚鹬	<i>Himantopus himantopus</i>	P	8	480-2400	W			3	1
O9	鸥形目	LARIFORMES								
F14	鸥科	Laridae								
77	银鸥	<i>Larus argentatus</i>	P	8	870-2050	W			1,3	1
78	渔鸥	<i>Larus ichthyaetus</i>	P	8	1800-2700	W			1,3	1
79	红嘴鸥	<i>Larus ridibundus</i>	P	8	100-2700	W			1,2,3,4,5	1,2,3
80	棕头鸥	<i>Larus brunnicephalus</i>	P	8	480-2640	W			3	1
81	细嘴鸥	<i>Larus genei</i>	P	8	1900-2000	W			1	1
O10	鸽形目	COLUMBIFORMES								
F15	鸠鸽科	Columbidae								
82	楔尾绿鸠	<i>Trerons phenura</i>	O	34	100-2600	R	II		3,5	1,2,3
83	点斑林鸽	<i>Columba hodgsonii</i>	O	34	600-4000	R			2,5	1,2
84	山斑鸠	<i>Streptopelia orientalis</i>	D	1347	100-3250	R			1,2,3,4,5	1,2,3
85	珠颈斑鸠	<i>Streptopelia chinensis</i>	O	17	90-2500	R			1,2,3,4,5	1,2,3
86	火斑鸠	<i>Oenopopelia tranquebarica</i>	D	14	90-2100	R			2,3,5	1,2
O11	鹃形目	CUCULIFORMES								
F16	杜鹃科	Cuculidae								
87	红翅凤头鹃	<i>Clamatorcoromandus</i>	O	23	80-1800	S			3	1,2
88	鹰鹃	<i>Cuculus sparveroides</i>	O	1-37	100-2500	S			2,3	1
89	四声杜鹃	<i>Cuculus micropterus</i>	D	23	600-1890	S			1,2	1,2,3
90	大杜鹃	<i>Cuculus canorus</i>	D	1-47	200-2500	S			1,2,3,4,5	1,2,3
91	八声杜鹃	<i>Cuculus merulinus</i>	O	1-37	200-2100	S			3,5	1,2,3
92	翠金鹃	<i>Chalcites maculatus</i>	O	34	100-2100	S			3	1,2,3
93	噪鹃	<i>Eudynamis scolopacea</i>	O	1-37	100-2100	S			3,4,5	1,2
O12	鸮形目	STRIGIFORMES								
F17	草鸮科	Tytonidae								
94	草鸮	<i>Tyto capensis</i>	O	37	300-2100	R	II		3	1

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		居留 状态	保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m					
F18	鸱鸃科	Strigidae								
95	红角鸮	<i>Otus scops</i>	D	34	1800-2500	R	II		6	1,2
96	领角鸮	<i>Otus bakkamoena</i>	D	23	300-1400	R	II		2	2
97	鸱鸃	<i>Bubo bubo</i>	D	7	300-2100	R	II		2,3,4,5	1,2
98	领鸺鹠	<i>Glaucidium brodiei</i>	O	23	740-3000	R	II		2	1,2
99	斑头鸺鹠	<i>Glaucidium cuculoides</i>	O	1-37	90-2500	R	II		1,2,3,4	1,2,3
100	褐林鸮	<i>Strix leptogrammica</i>	O	23	1000-1700	R	II		2	2
O13	雨燕目	APODIFORMES								
F19	雨燕科	Apodidae								
101	短嘴金丝燕	<i>Collocaliabrevirostris</i>	O	34	600-2100	S			3	1,2
102	小白腰雨燕	<i>Apus affinis</i>	O	17	300-1890	S			2,3,4,5	1,2,3
103	白腰雨燕	<i>Apus pacificus</i>	D	7	1400-1750	S			3,4,5	1,2,3
O14	夜鹰目	CAPRIMULGIFORMES								
F20	夜鹰科	Caprimulgidae								
104	普通夜鹰	<i>Caprimulgus indicus</i>	D	137	290-3350	R			3,5	1
O15	佛法僧目	CORACIIFORMES								
F21	翠鸟科	Alcedinidae								
105	普通翠鸟	<i>Alcedo atthis</i>	D	178	80-2750	R			1,2,3,4,5	1,2,3
106	白胸翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	O	178	80-2100	R	II		1,2,3,4,5	1,2,3
107	蓝翡翠	<i>Halcyon pileata</i>	D	78	80-1750	R			3,5	1
F22	戴胜科	Upupidae								
108	戴胜	<i>Upupa epops</i>	D	7	110-2950	R			1,2,3,4,5	1,2,3
O16	鴉形目	PICIFORMES								
F23	啄木鸟科	Picidae								
109	蚁鴲	<i>Jynx torquilla</i>	P	134	400-3350	W			3	1
110	姬啄木鸟	<i>Picumnus innominatus</i>	O	13-5	200-3600	R			3	1
111	黑枕绿啄木鸟	<i>Picus canus</i>	D	13-5	300-3600	R			1,2,3,4	1,2,3
112	大斑啄木鸟	<i>Dendrocopos major</i>	D	3-5	200-3750	R			1,2,3,4,5	1,2
113	赤胸啄木鸟	<i>Dendrocopos cathpharius</i>	O	13-5	400-2750	R			2,3	1,2
114	棕腹啄木鸟	<i>Dendrocopos hyperythrus</i>	D	134	760-3650	W			3	1,2
115	星头啄木鸟	<i>Dendrocopos canicapillus</i>	D	2-4	100-3300	R			1,4,5	1,2
O17	雀形目	PASSERIFORMES								
F24	百灵科	Alaudidae								
116	小云雀	<i>Alauda gulgula</i>	O	67	500-3250	R			1,2,3,4,5	1,2,3

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		居留 状态	保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m					
F25	燕科	Hirundinidae								
117	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	D	178	150-2750	S			1,2,3,4,5	1,2,3
118	金腰燕	<i>Hirundo daurica</i>	D	178	100-2600	S			1,3	1,2
119	斑腰燕	<i>Hirundo striolata</i>	O	17	160-2000	S			1,5	1,2
F26	鹡鹑科	Motacillidae								
120	黄头鹡鹑	<i>Motacilla citreola</i>	P	78	500-2000	S			4,5	1
121	灰鹡鹑	<i>Motacilla cinerea</i>	P	8	80-2670	R			1,2,3,4,5	1,2,3
122	白鹡鹑	<i>Motacilla alba</i>	P	178	100-3250	R			1,2,3,4,5	1,2,3
123	田鸫	<i>Anthus novaeseelandiae</i>	D	178	300-2500	W			1,2,3,4,5	1,2
124	树鸫	<i>Anthus hodgsoni</i>	D	2-57	100-4050	W			1,2,3,4,5	1
125	粉红胸鸫	<i>Anthus roseatus</i>	D	7	500-3900	R			1,3,4,5	1,2,3
126	水鸫	<i>Anthus spinoletta</i>	P	78	1500-3140	W			1	1,2
127	山鸫	<i>Anthus sylvanus</i>	O	17	1300-2400	R			1	1,2
F27	山椒鸟科	Campephagidae								
128	暗灰鹃鵙	<i>Coracina melaschistos</i>	O	1-47	100-2100	R			2,3	1
129	粉红山椒鸟	<i>Pericrocotus roseus</i>	O	2-4	100-2100	B			3,5	1,2
130	长尾山椒鸟	<i>Pericrocotus ethologus</i>	O	1-4	100-3650	R			1,2,3,4,5	1,2,3
131	短嘴山椒鸟	<i>Pericrocotus brevirostris</i>	O	2-4	300-2100	S			3,5	1,2
F28	鹎科	Pycnontidae								
132	凤头雀嘴鹎	<i>Spizixos canifrons</i>	O	2-47	300-2800	R			1,3	1,2
133	黄臀鹎	<i>Pycnonotus xanthorrhous</i>	O	1-47	250-2750	R			1,2,3,4,5	1,2,3
134	白喉红臀鹎	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	O	237	100-1950	R			1,4,5	1,2,3
135	绿翅短脚鹎	<i>Hypsipetes mccllellandii</i>	O	1-4	100-2800	R			2,3,5	1,2,3
136	黑[短脚]鹎	<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	O	1-4	100-2700	W			2,3,5	1
F29	伯劳科	Laniidae								
137	虎纹伯劳	<i>Lanius tigrinus</i>	P	17	300-3100	W			3,5	1
138	红尾伯劳	<i>Lanius cristatus</i>	D	17	300-2750	W			3	1
139	棕背伯劳	<i>Lanius schach</i>	O	17	100-2500	R			1,2,3,4,5	1,2,3
140	灰背伯劳	<i>Lanius tephronotus</i>	O	1-47	300-3600	R			1,3,5	1,2
F30	黄鹂科	Oriolidae								
141	黑枕黄鹂	<i>Oriolus chinensis</i>	D	1-4	100-2500	S			1,2,3,4	1
F31	卷尾科	Dicruridae								
142	黑卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	O	1-37	100-1900	R			1,2,3,4,5	1,2,3
143	灰卷尾	<i>Dicrurus leucophaeus</i>	D	1-4	150-3000	S			1,2,3,4,5	1,2,3
144	发冠卷尾	<i>Dicrurus hottentottus</i>	O	1-3	80-2100	S			3	1
F32	椋鸟科	Sturnidae								

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		居留 状态	保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m					
145	灰头椋鸟	<i>Sturnus malabaricus</i>	O	237	100-1600	R			1,2,5	1,2,3
146	普通八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	O	237	100-2100	R			2,3,5	1
F33	鸮科	Corvidae								
147	松鸦	<i>Garrulus glandarius</i>	D	2-57	400-3700	R			3	1
148	红嘴蓝鹊	<i>Urocissa erythrorhyncha</i>	D	1-46	200-2750	R			1,2,3,4,5	1,2,3
149	喜鹊	<i>Pica pica</i>	D	17	600-2500	R			1,2,3,4,5	1,2,3
150	灰喜鹊	<i>Cyanopica cyanns</i>	P	1-7	600-2500	R			3	1,2,3
151	星鸦	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	P	45	1900-4000	R			1	1
152	大嘴乌鸦	<i>Corvus macrorhynchos</i>	D	1-7	200-3500	R			1,2,3,4,5	1,2,3
153	小嘴乌鸦	<i>Corvus corone</i>	P	1-7	250-3500	R			3	1
F34	鸛鹑科	Troglodytidae								
154	鸛鹑	<i>Troglodytes troglodytes</i>	D	4-7	1700-4000	R			1	
F35	岩鸛科	Prunellidae								
155	领岩鸛	<i>Prunella collaris</i>	P	6	2800-5000	R			1	1
156	栗背岩鸛	<i>Prunella immaculata</i>	O	4-7	2100-4100	R			1	1,2
F36	河乌科	Cinclinidae								
157	褐河乌	<i>Cinclus pallasii</i>	D	1-4	750-2600	R			1,3	1,2
F37	鸫科	Muscicapidae								
SF1	鸫亚科	Turdinae								
158	红喉歌鸫	<i>Luscinia calliope</i>	P	23	100-2070	M	II		3,4,5	1,2
159	红胁蓝尾鸫	<i>Tarsiger cyanurus</i>	P	1-6	300-3970	W			1,2,3,4,5	1,2
160	金色林鸫	<i>Tarsiger chrysaeus</i>	O	2-6	760-3970	R			1	1,2
161	鹊鸲	<i>Copsychus saularis</i>	O	1-378	2100m 以下	R			1,2,3,4,5	1,2,3
162	黑喉红尾鸫	<i>Phoenicurus hodgsoni</i>	O	347	1300-2640	R			1	1,2
163	蓝额红尾鸫	<i>Phoenicurus frontalis</i>	O	3-7	330-4600	R			1,3,5	1,2,3
164	北红尾鸫	<i>Phoenicurus aureus</i>	P	1346	600-3200	R			3	1
165	红尾水鸫	<i>Rhyacornis fuliginosus</i>	D	1-478	300-3400	R			1,2,3,4,5	1,2,3
166	白冠燕尾	<i>Enicurus leschenaulti</i>	O	1-48	250-2160	R			1,3	1,2
167	黑喉石鸫	<i>Saxicola torquata</i>	D	17	76-3200	R			1,2,3,4,5	1,2,3
168	灰林鸫	<i>Saxicola ferrea</i>	O	1-47	300-2800	R			1,2,3,4,5	1,2
169	白顶溪鸫	<i>Chaimarrornis leucocephalus</i>	O	1-58	300-3350	R			1,2,3	1,2
170	栗腹矶鸫	<i>Monticola rufiventris</i>	O	34	1540-3900	R			1	1
171	蓝矶鸫	<i>Monticola solitarius</i>	D	67	1300-3700	R			1,2,3,4,5	1,2
172	紫啸鸫	<i>Myiophoneus caeruleus</i>	O	1-478	250-3300	R			1,2,3,4,5	1,2
173	灰头鸫	<i>Turdus rubrocanus</i>	O	2-47	300-4700	W			1,3	1
174	赤颈鸫	<i>Turdus ruficollis</i>	P	3-5	1400-3900	M			1	1

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		居留 状态	保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m					
175	斑鸫	<i>Turdus naumanni</i>	P	17	200-3000	W			1,3,5	1,2
176	黑胸鸫	<i>Turdus dissimilis</i>	O	2-4	300-2750	R			3	1,2
177	白眉鸫	<i>Turdus obscurus</i>	P	2-578	200-3140	W			3	1
178	乌鸫	<i>Turdus merula</i>	D	237	600-2000	R			2,3,5	1,2
179	光背地鸫	<i>Zoothera mollissima</i>	O	23	1300-4000	M			1,3	1
180	虎斑地鸫	<i>Zoothera dauma</i>	P	2-4	600-2750	W			2,3	1
SF2	画鹟亚科	Timaliinae								
181	斑胸钩嘴鹟	<i>Pomatorhinus erythrocnemis</i>	O	1-47	300-3200	R			1,2,3,4,5	1,2,3
182	棕颈钩嘴鹟	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>	O	1-3	80-2670	R			1,2,3,4,5	1,2,3
183	红头穗鹟	<i>Stachyris ruficeps</i>	O	1-47	300~ 2670	R			3	1
184	矛纹草鹟	<i>Babax lanceolatus</i>	O	134	550-3600	R			1,3	1
185	灰翅噪鹟	<i>Garrulax cineraceus</i>	O	134	2670 以下	R			1,3	1
186	画眉	<i>Garrulax canorus</i>	O	1-4	2000 以下	R	II		2,3,4,5	1,2,3
187	红嘴相思鸟	<i>Leiothrix lutea</i>	O	13	300-2400	R	II		2,5	1,2,3
188	白颊噪鹟	<i>Garrulax sannio</i>	O	1-378	150-2500	R			1,2,3,4,5	1,2,3
189	橙翅噪鹟	<i>Garrulax ellietii</i>	O	3-5	2500-4700	R	II		1	1
190	红翅鵙鹟	<i>Pteruthius flaviscapis</i>	O	23	120-2500	R			1	1
191	淡绿鵙鹟	<i>Pteruthius xanthochlorus</i>	O	34	800-2700	R			1	1
192	蓝翅希鹟	<i>Minla cyanouroptera</i>	O	2-4	350-2550	R			1,2,3,4,5	1
193	斑喉希鹟	<i>Minla strigula</i>	O	34	1350-3000	R			1	1
194	火尾希鹟	<i>Minla ignotincta</i>	O	1-3	840-2550	R			1,3,5	1
195	棕头雀鹟	<i>Alcippe ruficapilla</i>	O	34	1400-2650	R			1,3	1
196	褐胁雀鹟	<i>Alcippe dubia</i>	O	1-47	80-2670	R			1,3,4,5	1,2
197	灰眶雀鹟	<i>Alcippe morrisonia</i>	O	1-4	600-2750	R			1,2,3,4,5	1,2
198	黑头奇鹟	<i>Heterophasia melanoleuca</i>	O	2-4	300-3200	R			1,2,3	1,2
199	丽色奇鹟	<i>Heterophasia pulchella</i>	O	3-6	1500-3000	R			1	1
200	栗耳凤鹟	<i>Yuhina castaniceps</i>	O	23	600-1600	R			5	1
201	黄颈凤鹟	<i>Yuhina flavicollis</i>	O	3	250-2500	R			3	1
202	白领凤鹟	<i>Yuhina diademata</i>	O	2-5	180-3350	R			1,2,3,5	1
203	棕肛凤鹟	<i>Yuhina occipitalis</i>	O	2-5	1000-3350	R			1,3	1,2
204	点胸鸦雀	<i>Paradoxornis guttaticollis</i>	O	23	1000-2750	R			1,3	1
205	棕翅缘鸦雀	<i>Paradoxornis webbianus</i>	O	1347	1460-2200	R			3,5	1

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		居留 状态	保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m					
206	褐翅缘鸦雀	<i>Paradoxornis brunneus</i>	O	1347	1500-2300	R			1	1
SF3	莺亚科	Sylviinae								
207	沼泽大尾莺	<i>Megalurus palustris</i>	O	78	500-1800	R			3	1,2
208	东方大苇莺	<i>Acrocephalus orientalis</i>	P	8	600-2100	B			1,3,5	1
209	厚嘴苇莺	<i>Acrocephalus aedon</i>	P	78	500-2200	M			3,5	1
210	黄腹柳莺	<i>Phylloscopus affinis</i>	O	134	600-3200	W			1,2,3,4,5	1,2
211	棕腹柳莺	<i>Phylloscopus subaffinis</i>	O	1-5	800-3250	W			1,2,3,4,5	1,2
212	褐柳莺	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	P	1-57	250-3210	W			1,2,3,4,5	1,2
213	棕眉柳莺	<i>Phylloscopus armandii</i>	P	1-47	190-3950	W			1,5	1,2
214	橙斑翅柳莺	<i>Phylloscopus pulcher</i>	O	3-6	1500-4130	R			1,3,5	1
215	黄眉柳莺	<i>Phylloscopus inornatus</i>	P	1-7	500-4000	W			1,3,5	1,2
216	黄腰柳莺	<i>Phylloscopus proregulus</i>	P	3-7	250-3970	W			1,3,5	1,2
217	暗绿柳莺	<i>Phylloscopus trochiloides</i>	P	1-7	100-3900	W			1,2,3,5	1,2
218	冠纹柳莺	<i>Phylloscopus reguloides</i>	O	1-5	600-3300	S			3,4,5	1
219	白斑尾柳莺	<i>Phylloscopus davisoni</i>	O	3-5	600-3000	R			1,5	1
220	戴菊	<i>Regulus regulus</i>	D	3	2000	R			1,3,5	1
221	金眶鸫莺	<i>Seicercus burkii</i>	O	1-7	500-3340	W			1,3,5	1,2
222	棕扇尾莺	<i>Cisticola juncidis</i>	D	2378	500-2250	R			1,3,4,5	1
223	灰胸鹪莺	<i>Prinia hodgsonii</i>	O	2378	160-2050	R			1,5	1
224	褐头鹪莺	<i>Prinia subflava</i>	O	1-37	100-2000	R			1,2,3,4,5	1
225	山鹪莺	<i>Prinia criniger</i>	O	237	600-2150	R			1,3	1
226	褐山鹪莺	<i>Prinia polychroa</i>	O	37	300-2150	R			2,3,5	1
227	黑喉山鹪莺	<i>Prinia atrogularis</i>	O	23	500-2250	R			1,3,5	1
SF4	鸫亚科	Muscicapinae								
228	红喉[姬]鸫	<i>Ficedula parva</i>	P	3-5	300-3920	M			2,3,4,5	1
229	橙胸[姬]鸫	<i>Ficedula strophiatea</i>	O	1-6	600-3600	M			1,2,3,5	1,2
230	锈胸蓝[姬]鸫	<i>Ficedula hodgsonii</i>	O	3-6	600-3550	R			1	1
231	小斑[姬]鸫	<i>Ficedula westermanni</i>	O	237	800-2100	S			4,5	1
232	小仙鸫	<i>Niltava macrogrogoriae</i>	O	23	900-2200	R			5	1
233	棕腹仙鸫	<i>Niltava sundara</i>	O	23	300-2750	R			1,2,3,5	1,2
234	山蓝仙鸫	<i>Niltava banyumas</i>	O	23	200-2000	R			1,3,5	1
235	乌鸫	<i>Muscicapa sibirica</i>	P	1-7	900-3600	B			3,5	1
236	北灰鸫	<i>Muscicapa dauurice</i>	P	13-6	500-3600	W			3,5	1
237	铜蓝鸫	<i>Muscicapa thalassina</i>	O	1-4	300-2500	R			1,2,3,4,5	1,2,3
238	方尾鸫	<i>Culicicapa ceylonensis</i>	O	1-3	100-2670	R			1,2,3,4,5	1,2
239	白喉扇尾鸫	<i>Rhipidura albicollis</i>	O	2-4	500-2670	R			1,2,3,4,5	1,2
240	黄腹扇尾鸫	<i>Rhipidura hypoxantha</i>	O	2-4	850-3950	R			1,5	1

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		居留 状态	保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m					
F38	山雀科	Paridae								
241	大山雀	<i>Parus major</i>	D	1-57	100-3200	R			1,2,3,4,5	1,2,3
242	绿背山雀	<i>Parus monticolus</i>	O	1-57	100-3000	R			1,2,3,4,5	1,2
243	红头长尾山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	O	134	760-2670	R			1,2,3,4,5	1,2,3
244	黑头长尾山雀	<i>Aegithalos iouschistos</i>	O	13-6	2000-4300	R			1,5	1
F39	鸮科	Sittidae								
245	滇鸮	<i>Sitta yunnanensis</i>	O	34	1200-3350	R	II		1,2,3	1
246	普通鸮	<i>Sitta europaea</i>	D	3-5	800-3200	R			1,2,4,5	1,2
F40	啄花鸟科	Dicaeidae								
247	纯色啄花鸟	<i>Dicaeum concolor</i>	O	23	100-2100	R			5	1
248	红胸啄花鸟	<i>Dicaeum ignipectus</i>	O	1-3	500-2350	R			1,2,3,4,5	1,2
F41	太阳鸟科	Nectariniidae								
249	蓝喉太阳鸟	<i>Aethopyga gouldiae</i>	O	1-5	600-3100	R			1,2,3,4,5	1,2,3
F42	绣眼鸟科	Zosteropidae								
250	暗绿绣眼鸟	<i>Zosterops japonica</i>	O	1-47	300-2800	R			1,2,3,4	1,2,3
251	灰腹绣眼鸟	<i>Zosterops palpebrosa</i>	O	2-47	250-2500	W			1,2,3,5	1
252	红肋绣眼鸟	<i>Zosterops erythropleura</i>	P	1-47	300-2350	W	II		3,5	1,2
F43	文鸟科	Ploceidae								
253	树麻雀	<i>Passer montanus</i>	D	17	150-3100	R			1,2,3,4,5	1,2,3
254	山麻雀	<i>Passer rutilans</i>	D	13-57	760-3000	R			1,2,3,4,5	1,2,3
255	斑文鸟	<i>Lonchura punctulata</i>	O	7	100-2100	R			1,2,4,5	1,2
256	白腰文鸟	<i>Lonchura striata</i>	O	7	100-2350	R			3	1,2
F44	雀科	Fringillidae								
257	燕雀	<i>Fringilla montifringilla</i>	P	7	1400-2200	W			1,3	1
258	黑头金翅雀	<i>Carduelis ambigua</i>	O	1-57	300-3300	R			1,2,3,4,5	1,2
259	暗胸朱雀	<i>Carpodacus nipalensis</i>	O	4-6	2000-4100	R			1,3	1
260	酒红朱雀	<i>Carpodacus vinaceus</i>	O	37	1300-2900	R			1,3	1
261	白眉朱雀	<i>Carpodacus thura</i>	O	4-7	2700-4600	R			1	1
262	普通朱雀	<i>Carpodacus erythrinus</i>	P	346	600-3400	W			1,2,3,4,5	1,2
263	灰头灰雀	<i>Pyrrhula erythaca</i>	D	4-7	1500-3300	R			1	1
264	黄胸鹀	<i>Emberiza aureola</i>	P	7	300-2200	W	I		3,5	1
265	黄喉鹀	<i>Emberiza elegans</i>	D	17	1500-2700	R			1,3	1
266	灰头鹀	<i>Emberiza spodocephala</i>	D	17	500-2700	W			1,3,5	1,2
267	灰眉岩鹀	<i>Emberiza cia</i>	P	17	800-3300	R			1,2,3,4,5	1,2
268	栗鹀	<i>Emberiza rutila</i>	P	237	300-2500	W			3,5	1,2
269	栗耳鹀	<i>Emberiza fucata</i>	P	17	500-2800	W			1,3,5	1
270	小鹀	<i>Emberiza pusilla</i>	P	1-47	300-3100	W			1,2,3,4,5	1,2
271	凤头鹀	<i>Melophus lathami</i>	O	1-37	150-2400	R			1,2,3,4,5	1,2

区系: 古: 古北种, 东: 东洋种, 广: 广布种

生境: 1.干热河谷, 2.雨林季雨林, 3.常绿阔叶林, 4.针阔混交林, 5.暗针叶林, 6.高山灌丛草甸, 7.城镇农田, 8.各种水域湿地

居留状态: M: 旅鸟, R: 留鸟, S: 夏候鸟, W: 冬候鸟

分布: 1.大理段; 2.楚雄段; 3.昆明段; 4.玉溪段; 5.红河段。

资料来源: 1.现场记录; 2.文献资料; 3.访问获得。

保护动物: I、II 中国国家 I、II 级重点保护野生动物。省保: 云南省级重点保护野生动物。红色名录: 《中国脊椎动物红色名录》。CR: 极危动物; EN: 濒危动物; VU: 易危动物。

4 哺乳纲 MAMMALIAN

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m				
O1	食虫目	INSECTIVORA							
F1	猬科	Erinaceidae							
1	中国鼯猬	<i>Neotetracus sinensis</i>	SW	1,2,4,5	1900-2800			2	1
F2	鼯鼠科	Soricidae							
2	短尾鼯	<i>Anourosorex squamipes</i>	SW	2-5	1800-2200			1,2,3	1
3	川鼯	<i>Blarinella quadraticauda</i>	SW	1-5	1800-2200			2	1
4	长尾大麝鼯	<i>Crocidura dracula</i>	OD	2-5	1850-2950			1,2,3,4,5	1
5	中麝鼯	<i>Crocidura russula</i>	OD	2,5	1500-2300			2	1
6	普通鼯鼠	<i>Sorex areneus</i>	POD	3-5	2200-3700			1	1,2
F3	鼯鼠科	Talpidae							
7	长吻鼯鼠	<i>Nasillus gracilis</i>	SW	3-5	1850-3900			1	1
O2	攀鼯目	SCANDENTIA							
F4	树鼯科	Tupaiaidae							
8	树鼯	<i>Tupaia belangeri</i>	SC	1-6	1680-1600			1,2,3,4,5	1,2,3
O3	翼手目	CHIROPTERA							
F5	菊头蝠科	Rhinolophidae							
9	马铁菊头蝠	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	OD	5-7	1800-2500			1,2,3,4,5	1,2
10	鲁氏菊头蝠	<i>Rhinolophus rouxi</i>	OD	1-4,7	1800-2300			1	1
11	皮氏菊头蝠	<i>Rhinolophus pearsoni</i>	OD	7	600-3000			3	1
F6	蝙蝠科	Vespertilionidae							
12	南蝠	<i>Ia io</i>	OD	1,2	1000-2000			3	1
13	大棕蝠	<i>Eptesicus serotinus</i>	POD	8	1300-2200			2	1
14	班蝠	<i>Scotomanes ornatus</i>	OD	8	1000-1800			2	1
15	灰伏翼	<i>Pipistrellus pulveratus</i>	OD	1-7	1500-2500			1,2,4,5	1
16	东亚伏翼	<i>Pipistrellus abramus</i>	OD	9	1200-2000			5	1,2
F7	蹄蝠科	Hipposiderida							
17	大蹄蝠	<i>Hipposideros armiger</i>	OD	8	900-2200			2,3,4,5	1
O4	灵长目	PRIMATES							
F8	猴科	Cercopithecidae							
18	猕猴	<i>Macaca mulatta</i>	OD	1-5	1000-2200	II		1,2	1,2,3

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m				
O5	食肉目	CARNIVORA							
F9	犬科	Canidae							
19	赤狐	<i>Vulpes vulpes</i>	POD	2-6	460-2300	II		1,2,5	1,3
F10	鼬科	Mustelidae							
20	黄腹鼬	<i>Mustela kathiah</i>	OD	1-6	1300-2000			5	1,3
21	黄鼬	<i>Mustela sibirica</i>	POD	1-7	1950-2500			1,2,3,4,5	1,2,3
22	鼬獾	<i>Melogale moschata</i>	OD	1-6	1000-2000			5	1,2,3
F11	灵猫科	Viverridae							
23	大灵猫	<i>Viverra zibetha</i>	OD			I			
24	小灵猫	<i>Viverricula indica</i>	OD		1680-2500	I			
25	果子狸	<i>Paguma larvata</i>	SC	1-6	1900-2600			1,2,4,5	1,2,3
F12	猫科	Felidae							
26	豹猫	<i>Felis bengalensis</i>	OD	2-7	1800-2500	II	VU	1,2,3,4,5	1,2,3
O6	偶蹄目	ARTIODACTYLA							
F13	鹿科	Cervidae							
27	林麝	<i>Moschus berezovski</i>	POD	1-3	1500-2500	I	CR	2	1
28	赤鹿	<i>Muntiacus muntjak</i>	OD	2-5	1000-2000			2,5	1,2,3
F14	猪科	Suidae							
29	野猪	<i>Sus scrofa</i>	POD	1-6	1000-2500			2,5	1,2,3
O7	鳞甲目	PHOLIDOTA							
F15	穿山甲科	Manidae							
30	穿山甲	<i>Manis pentadactyla</i>	OD	1-6	500-1500	I		2	1
O8	兔形目	LAGOMORPHA							
F16	兔科	Leporidae							
31	云南兔	<i>Lepus comus</i>	SW	2-6	1800-3000			1,2,3,4,5	1,2,3
O9	啮齿目	RODENTIA							
F17	豪猪科	Hystriidae							
32	豪猪	<i>Hystrix hodgsoni</i>	OD	1-5	1850-2500			1	1,3
F18	竹鼠科	Rhizomyidae							
33	银星竹鼠	<i>Rhizomys pruinosus</i>	SC	1-5	1000-1900			2,5	1,2,3
34	中华竹鼠	<i>Rhizomys sinensis</i>	OD	1-5	1800-2600			1	1,2,3
F19	鼯鼠科	Petauristidae							
35	红白鼯鼠	<i>Petaurista alborufus</i>	OD	1-4	1850-2400			1,2,5	1,3
36	小鼯鼠	<i>Petaurista elegans</i>	SW	1-4	1700-2400			1	1
37	灰背大鼯鼠	<i>Petaurista philippensis</i>	SC	1-4	1000-1900			2,5	1
38	复齿鼯鼠	<i>Trogopterus xanthipes</i>	SW	1-4	1800-2100		VU	1	
F20	松鼠科	Sciuridae							
39	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythaeus</i>	OD	1-6	1800-2500			1,2,3,4,5	1,2,3

编号	动物名称及类群		区系 从属	栖息地		保护 动物	红色 名录	分布	资料来源
	中名	学名		生境	海拔 m				
40	泊氏长吻松鼠	<i>Dremomys pernyi</i>	OD	1-4	1800-2500			1,3,4,5	1,2,3
41	红颊长吻松鼠	<i>Dremomys rufigenis</i>	SC	1-5	1000-2200			2,5	1
42	侧纹岩松鼠	<i>Sciurotamias forresti</i>	SW	2-4	2000-2500			1,2,3,5	1
43	隐纹花松鼠	<i>Tamiops swinhoei</i>	OD	1-5	1800-2500			1,2,3,4,5	1,2,3
F21	仓鼠科	Cricetidae							
44	大绒鼠	<i>Eothenomys miletus</i>	SW	1,4-6	1900-2500			1,2,3,4	1
45	黑腹绒鼠	<i>Eothenomys melanogaster</i>	OD	4-6	900-2300			3	1
46	滇绒鼠	<i>Eothenomys olitor</i>	SW	4-6	1500-2500			1,2,3,4	1
F22	鼠科	Muridae							
47	黑线姬鼠	<i>Apodemus agrarius</i>	POD	5-7	1800-3100			1,2,3	1
48	齐氏姬鼠	<i>Apodemus chevrieri</i>	SW	4-5	1500-2500			1,2,3,4,5	1
49	中华姬鼠	<i>Apodemus draco</i>	OD	5,6	1500-4100			1,2,3,4,5	1
50	小家鼠	<i>Mus musculus</i>	POD	4-7	1850-3000			1,2,3,4,5	1,2,3
51	社鼠	<i>Niviventer confucianus</i>	OD	1-6	1550-2500			1,2,3,4,5	1,2,3
52	黄胸鼠	<i>Rattus flavipectus</i>	OD	1,4-7	1500-2950			1,2,3,4,5	1,2,3
53	大足鼠	<i>Rattus nitidus</i>	OD	4-7	800-3200			1,2,3,4,5	1
54	褐家鼠	<i>Rattus norvegicus</i>	POD	6,7	1600-2100			1,2,3,4,5	1,2,3
55	白腹鼠	<i>Rattus coxingi</i>	OD	1-6	1300-2300			4	1

区系: SC: 华南区; CC: 华中区; SW: 西南区; OD: 东洋界广布; 古北界: P; POD: 古北-东洋广布

生境: 1.河谷地区; 2.阔叶林; 3.针叶林; 4.针阔混交林; 5.稀树灌丛; 6.山地农田; 7.居民点; 8.岩洞; 9.生境广泛。

分布: 1.大理段; 2.楚雄段; 3.昆明段; 4.玉溪段; 5.红河段。

资料来源: 1.现场记录; 2.文献资料; 3.访问获得。

保护动物: I、II 中国国家 I、II 级重点保护野生动物。省保: 云南省级重点保护野生动物。红色名录: 《中国脊椎动物红色名录》。EN: 濒危动物; VU: 易危动物。

附件1

委托书

云南秀川环境工程技术有限公司：

经研究，委托你公司承担云南省滇中引水二期工程环境影响评价报告的牵头及汇总工作。你公司应根据国家及地方环境保护相关法律、法规、技术导则要求，尽快汇总编制完成云南省滇中引水二期工程环境影响报告书，供建设单位上报审批。

特此委托！

云南省水利水电勘测设计研究院

2019年10月24日



关于云南秀川环境工程技术有限公司 与云南省水利水电勘测设计院关系的说明

云南秀川环境工程技术有限公司是由云南省水利水电勘测设计研究院环评水保室整体改制而成，云南省水利水电勘测设计院是云南省水利水电勘测设计研究院出资成立的国有全资子公司。为了与云南省水利水电勘测设计研究院的深化改革相衔接，促进产业结构升级，加快业务板块整合和国有资产优化配置，2022年3月14日，几方共同签署了股权无偿划转协议，将云南秀川环境工程技术有限公司100%股权划入云南省水利水电勘测设计院。

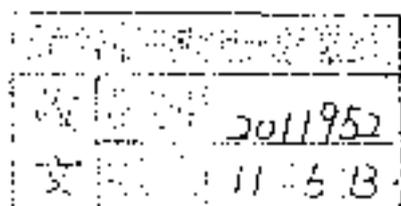
2022年1月4日，云南秀川环境工程技术有限公司全体人员劳动关系转入云南省水利水电勘测设计院。2022年2月17日，云南省水利水电勘测设计院在环境影响评价信用平台完成注册。按照《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》的规定，云南秀川环境工程技术有限公司的环评技术人员已在环境影响评价信用平台完成从业单位变更手续，从业单位已变更为云南省水利水电勘测设计院。云南秀川环境工程技术有限公司所承担的环境影响评价项目由云南省水利水电勘测设计院继续完成。

特此说明。

云南省水利水电勘测设计院

云南秀川环境工程技术有限公司

2022年4月14日



水利部文件

水规计〔2011〕200号

关于滇中引水工程规划的批复

云南省水利厅,云南省发展和改革委员会:

云南省发展改革委和水利厅《关于请求批准滇中引水工程规划报告(2010年修订)的请示》(云发改办公〔2010〕1793号)收悉。我部水利水电规划设计总院对该工程规划报告进行了技术审查并提出了审查意见(见附件),经研究,我部基本同意该审查意见,现批复如下:

一、滇中地区是云南省政治、经济、文化的中心地区,区内有昆明、玉溪、楚雄、曲靖、大理、红河以及丽江七个市(州)的49个县(区、市),国土面积约9.49万平方公里,耕地面积2522万亩,总人口1794万,交通便利,经济发达,人口集中,国内生产总值占全省总量的61%。但该地区位于金沙江、澜沧江、红河、珠江四大水系分水岭地带及云贵高原和横断山脉交错地带,水资源相对匮乏,人

均水资源量约 640 立方米,其中滇池流域人均水资源量不足 200 立方米,区内旱灾频繁。目前区内水资源开发利用程度已达到 47%,受地形条件限制,进一步开发利用困难,缺水导致城市用水挤占农业和生态用水,经济社会发展受到严重影响。随着云南省实施中国面向西南开放桥头堡战略和加快推进全面建设小康社会进程,水资源供需矛盾将进一步加剧。

国务院批复的《长江流域综合利用规划简要报告(一九九〇年修订)》和《全国水资源综合规划(2010~2030年)》均提出在金沙江干流引水,以满足滇中地区用水需求。实施该工程可有效缓解滇中地区较长时期内的缺水矛盾,改善河道及高原湖泊的生态及水环境状况,对促进云南省经济社会协调、可持续发展具有重要作用。因此,建设该工程是必要的。

二、基本同意工程建设任务和供水范围。工程建设任务是以城镇生活及工业供水为主,兼顾生态和农业。供水范围为大理州大理、巍山、宾川、祥云、弥渡、南涧等 6 个县(市),楚雄州楚雄、南华、禄丰、元谋、牟定、姚安、大姚等 7 个县(市),丽江市永胜县,昆明市五华、盘龙、官渡、西山、安宁、嵩明、呈贡、晋宁、富民等 9 个县(市、区),玉溪市红塔、江川、澄江、通海等 4 个县(区),红河州个旧、蒙自、开远、建水等 4 个县(市),国土面积 3.24 万平方公里。

三、规划现状水平年为 2008 年,近期水平年为 2030 年,远期水平年为 2040 年。

四、原则同意水资源配置方案。下阶段应进一步分析用水需

求的合理性及提高用水效率的可能性,研究进一步开发利用当地水资源以支撑经济社会可持续发展的潜力,深入论证滇中引水工程总引水量及其水量配置方案的合理性。

五、原则同意工程总体布局方案。以金沙江虎跳峡及以上河段为水源区,考虑该河段梯级开发方案暂未明确,初步拟定金沙江干流石鼓提水和奔子栏自流引水为代表性水源方案。石鼓水源需建泵站提水至望城坡,奔子栏水源需在金沙江干流建库壅水并利用隧洞自流引水至望城坡,自望城坡以下通过总干渠自流输水入滇中地区,沿程向各受水片供水。下阶段应对两水源方案进行深入论证,综合比选,并进一步研究利用洱海、滇池输水的可行性,并根据筹资方式和缺水紧迫性,进一步比选建设方案,论证分期建设的必要性与合理性。

六、按照《规划环境影响评价条例》(国务院令 559 号)的规定,我部水利水电规划设计总院对《滇中引水工程规划环境影响报告书》进行审查并提出了审查意见(水总环移[2011] 233 号)。根据审查意见,规划水源区满足水质目标要求;规划实施后,受水区滇池、杞麓湖和异龙湖生态用水量有所增加,有利于湖泊水质和生态的改善。对于工程涉及多处环境敏感区、拦河筑坝改变水生环境等主要环境影响,下阶段要切实做好评价工作,采取相应的环保措施最大程度地减缓对环境产生不利影响。

七、请你省根据受水区和调出区实际情况,进一步加强对需水预测、用水结构、调水规模等重点问题的研究论证,从工程建设条

件、技术经济指标、社会和生态环境影响及供水风险等方面综合比较,合理确定工程规模、布局和建设方案。深入分析引水对下游的影响,尽可能将不利影响降至最低。进一步完善调水后的水资源配置方案,分析和确定水价、工程建设资金筹措方案,保证工程建设和良性运行。

附件:关于报送滇中引水工程规划报告(2010年修订)审查意见的报告(水总规〔2011〕196号)



水利部

水利水电规划设计总院文件

水总院[2011]196号

签发人：刘伟平

关于报送滇中引水工程规划报告 (2010年修订)审查意见的报告

水利部：

我院于2011年1月8-10日在北京召开会议，对云南省发展改革委和水利厅以云发改办公[2010]1793号文报送的《滇中

引水工程规划报告》(2010年修订)(以下简称《规划报告》)进行了审查,会后规划编制单位对报告进行了适当修改。经审核,我院基本同意修改后的《规划报告》。现将审查意见(见附件)报上,请核批。有关情况汇报如下:

2003年云南省委托长江勘测规划设计研究院(以下简称长江设计院)会同中国水电顾问集团中南勘测设计研究院(以下简称中南院)、昆明勘测设计研究院(以下简称昆明院)及云南省水利水电勘测设计研究院(以下简称云南省院)开展滇中引水工程规划工作,针对水资源配置、生态与环境,工程布置、建管体制、水价等重大问题,编制单位先后开展了多项专题研究,于2005年提出了《滇中调水工程规划报告》,规划取水水源为虎跳峡(龙盘)水库。2008年云南省政府以云政复[2008]12号文批复了该工程规划报告。由于虎跳峡河段开发方案一直未定,滇中引水工程前期工作一度放缓。

2009~2010年,滇中地区遭遇秋冬春特大连续干旱,人畜饮水困难,工农业生产缺水严重,造成了重大的经济损失,为根本解决滇中干旱缺水问题,抓紧开展滇中引水工程前期工作,云南省政府提出滇中引水工程不与金沙江干流水电梯级水库捆绑开发的设想。2010年4月,云南省滇中调水工程建设前期工作领导小组办公室委托长江设计院作为技术总成单位,联合昆明院、云南省院开展滇中引水工程规划修订工作,于2010年12月

完成了《滇中引水工程规划报告》（2010年修订）。

滇中地区地处金沙江、珠江、红河、澜沧江的一、二级支流源头地区和四大水系的分水岭地带，是云南省政治、经济、文化的中心地区。该地区水资源开发利用程度较高，且受地形条件影响，水资源进一步开发利用困难。目前，云南省正在实施牛栏江-滇池补水工程，即将开展西南五省重点水源工程规划的近期工程建设，可缓解滇中地区近期水资源供需矛盾，但随着云南实施中国面向西南开放桥头堡战略和加快推进全面建设小康社会进程，滇中地区水资源供需矛盾依然突出。

国务院批复的《长江流域综合利用规划简要报告（一九九〇年修订）》和《全国水资源综合规划（2010-2030年）》均提出在金沙江干流引水满足滇中地区用水需求。滇中引水工程作为云南省的重大水利基础设施，可有效缓解滇中地区较长时期内的缺水矛盾，改善河道及高原湖泊的水生态环境，对促进云南省经济社会协调可持续发展具有重要作用。因此，实施滇中引水工程是必要的。

《规划报告》提出：滇中引水工程的任务是以城镇生活及工业供水为主，兼顾生态和农业；受水区分布在大理、楚雄、丽江、昆明、玉溪及红河6个市州的31个市、县、区，面积约3.24平方公里；规划初定渠首引水流量为145立方米每秒，多年平均从金沙江引水34.2亿立方米，其中城镇生活和工业用水22.3亿立

方兴，湖泊环境补水 5.8 亿立方米，农业灌溉 6.1 亿立方米。滇中引水工程规模大、涉及面广，下阶段还需进一步分析用水需求的合理性，提高用水效率及进一步开发利用当地水资源的可能性，深入论证滇中引水工程总规模及水量配置方案。

规划在以往工作的基础上，初步分析了从金沙江、澜沧江、红河、南盘江、怒江引水的条件，拟定了金沙江干流石鼓提水、奔子栏自流、澜沧江干流古水水库自流、乌弄龙以及黄登水库提水等方案。经技术经济比较，本阶段推荐金沙江干流引水方案。

规划滇中引水工程总体布局方案以金沙江虎跳峡及以上河段为水源区，金沙江干流的石鼓、奔子栏为水源点，其中石鼓水源需建泵站提水至望城坡，奔子栏水源需在金沙江干流建库壅水并利用隧洞自流引水至望城坡；自望城坡以下通过总干渠自流输水入滇中地区，沿程向各受水片供水。

从工程建设条件、技术经济合理性、环境影响角度分析，推荐金沙江干流石鼓提水和奔子栏自流引水作为本阶段的代表性水源方案。下阶段需对水源方案进行深入综合比选。

石鼓或奔子栏两水源方案在望城坡以下的工程布置和供水格局相同。输水线路分为大理 I 段、大理 II 段、楚雄段、昆明段、玉溪红河段等 5 段，规划输水线路在洱海和滇池附近通过，下阶段需进一步研究利用洱海、滇池输水的可行性。

滇中引水工程跨越多个地质构造单元和多条活动断裂，工程

区域地震基本烈度多为 7 度、少部分为 8 度或大于 8 度，两水源点均不存在制约工程建设的重大工程地质问题；输水干线以隧洞为主，存在深埋隧洞高地应力引起的岩爆、岩溶洞段的突水突泥、软岩洞段围岩稳定、跨越活动断裂的工程抗断和围岩稳定、含盐地层地下水对混凝土的腐蚀性等问题。下阶段需对有关地质问题进行专题研究。

《规划报告》提出的规划方案不存在重大环境制约因素。奔子栏水源工程涉及白马雪山国家级自然保护区，奔子栏至篁城坡段输水线路部分隧洞穿越“三江并流”风景名胜区老君山片区边缘地带。从环境角度分析，石鼓方案优于奔子栏方案。

本工程输水线路长，工程规模大，经技术经济比较，《规划报告》推荐全线一次建成方案。下阶段应根据受水区水资源利用状况、工程建设条件和技术经济指标、资金筹措等，进一步论证分期建设方案。

《规划报告》初步匡算石鼓提水方案工程投资为 623 亿元，奔子栏自流引水方案工程投资 845 亿元。下阶段要根据进一步核算的工程量及工程投资，研究不同资金筹集方案条件下的供水成本、水价和受水区水价承受能力，进一步分析工程建设的经济合理性。

附件：滇中引水工程规划报告（2010年修订）审查意见



附件：

滇中引水工程规划报告（2010年修订） 审查意见

2011年1月8~10日，水利部水利水电规划设计总院在北京召开会议，对长江勘测规划设计研究有限责任公司等单位编制完成、云南省发展和改革委员会和水利厅以云发改办公〔2010〕1793号文报送水利部的《滇中引水工程规划报告》（2010年修订）（以下简称《规划报告》）进行了审查。参加会议的有特邀专家，水利部规划计划司、长江水利委员会、珠江水利委员会，云南省人民政府、发展和改革委员会，水利厅、环境保护厅、农业厅，滇中调水工程建设前期工作领导小组办公室，金沙江中游水电开发有限公司，昆明市、玉溪市、曲靖市、丽江市、红河州、大理州、楚雄州、迪庆州等市（州），长江勘测规划设计研究有限责任公司，中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院、云南省水利水电勘测设计研究院等单位的领导、专家和代表。会议听取了编制单位关于《规划报告》主要内容的介绍，进行了认真的讨论，会后编制单位根据会议意见对《规划报告》进行了适当修改。经审核，基本同意修改后的《规划报告》，主要审查意见如下：

一、工程建设的必要性和开发任务

（一）工程建设的必要性

滇中地区是云南省政治、经济、文化的中心地区，区内有省会昆明市和丽江、大理、楚雄、曲靖、玉溪、红河等市（州）；2008年区内总人口为1794万人（其中城镇人口803.7万人），国内生产总值占全省总量的61%。

滇中地区主要分布在金沙江、珠江、红河、澜沧江的一、二级支流源头地区和四大水系的分水岭地带，径流年内、年际变化大，目前水资源开发利用程度相对较高，且受地形条件影响，水资源进一步开发利用困难。2009~2010年云南遭遇特大于旱，该区工程性、资源性缺水问题愈显突出。目前，云南省正在实施牛栏江-滇池补水工程，即将开展西南五省重点水源工程规划的近期工程建设，可缓解滇中地区近期水资源供需矛盾。但随着云南实施中国面向西南开放桥头堡战略和加快推进全面建设小康社会进程，该地区作为云南发展的核心区域，经济社会将会快速发展，对水资源的需求不断增加，滇中地区供需矛盾依然突出，对云南经济社会发展制约依然明显。

国务院批复的《长江流域综合利用规划简要报告（一九九〇年修订）》和《全国水资源综合规划（2010~2030年）》均提出在金沙江干流引水，以满足滇中地区用水需求。规划的滇中引水工程作为云南省可持续发展的重大基础设施，可有效缓解滇中地区较长时期内的缺水矛盾，改善河道及高原湖泊的生态及水环境状况，对促进云南省经济社会协调、可持续发展具有重要作用。

因此，实施滇中引水工程是必要的。

（二）工程任务

基本同意滇中引水工程的工程任务为：以城镇生活及工业供水为主，兼顾生态和农业。

二、水文

（一）基本同意受水区内 32 个小区和有关大、中、小型水库 1956-2008 年径流系列，受水区多年平均年径流量为 61.98 亿立方米。

（二）基本同意引水区金沙江石鼓泵站取水口和奔子栏坝址 1953~2008 年径流系列，多年平均年径流量分别为 357 亿立方米和 426 亿立方米。

三、工程地质

（一）滇中引水工程规划区处于青藏高原的东南部、属川滇山地，横跨三江褶皱系，松潘~甘孜褶皱系和扬子准地台等三个一级构造单元。区域内三大构造体系在地质发展历史中经历了多期强烈构造变动，形成极为复杂的构造格架及断裂系统，输水线路跨越多条活动断裂。区域内地震活动强烈、强度大、频度高，区域内几次大的地震均与活动断裂有关。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），工程区大部分地区地震动峰值加速度为 0.10~0.15g，相应地震基本烈度为 7 度；部分地区地震动峰值加速度为 0.20~0.40g，局部地区地震动峰值加速度大于

0.40g，相应地震基本烈度为 8 度或大于 8 度。

(二)基本同意对比选水源点工程地质条件的评价意见，石鼓泵站站址岩性主要为结晶灰岩与绢云母片岩互层夹白云岩、绿片岩及石英砂岩夹灰岩等，具备修建泵站的工程地质条件。奔子栏坝址岩性主要为灰岩和板岩，地形地质条件可满足修建混凝土高坝要求。两方案均不存在制约工程建设的重大工程地质问题。

(三)输水干线主要为构造侵蚀中高山区、中山区、中低山丘陵区，断陷湖盆地、冲湖积倾斜平原盆地区以及高中山侵蚀溶蚀区等地貌单元。区内出露的地层岩性主要为砂岩、泥岩、粉砂岩、砂砾岩、灰岩、白云岩、白云质灰岩等沉积岩，其次为变质岩及少量的岩浆岩。褶皱、断裂发育。输水干线以隧洞为主。存在深埋隧洞高地应力引起的岩爆、岩溶洞段的突水突泥、软岩洞段围岩稳定、跨越活动断裂的工程抗断和围岩稳定、含盐地层中的地下水对混凝土的腐蚀性等问题，需考虑必要的工程处理措施。对输水线路可能遇到的煤矿采空区、滑坡、泥石流等问题，采取避让措施是合适的。下阶段应进行必要的专题研究，并对地下水位进行长期观测。

四、水资源配置与建设规模

(一)规划水平年及设计标准

1、基本同意现状水平年采用 2008 年，近期水平年为 2030 年，远期水平年为 2040 年。

2. 基本同意城镇生活和工业供水保证率为 95%。

(二) 规划范围和受水区

1. 基本同意规划范围为滇中区，包括昆明市、丽江市、大理州、楚雄州、曲靖市、玉溪市及红河州的 49 个县（市、区），国土面积 9.49 万平方公里。

2. 基本同意受水区选择原则及受水区范围。本次规划滇中引水受水区范围包括大理州大理市、巍山县、宾川县、祥云县、弥渡县、南涧县，楚雄州楚雄市、南华县、禄丰县、元谋县、牟定县、姚安县、大姚县，丽江市永胜县，昆明市五华区、盘龙区、官渡区、西山区、安宁市、嵩明县、呈贡县、晋宁县、富民县，玉溪市红塔区、江川县、澄江县、通海县，红河州个旧市、蒙自县、开远市、建水县等，共计 31 个县（市、区），国土面积 3.24 万平方公里，2008 年人口 1004.8 万人。

(三) 受水区需水预测和供需分析

1. 基本同意受水区现状水资源利用评价结论和经济社会需水预测成果。

2. 原则同意受水区当地水利设施可供水量的分析成果。下一阶段应在进一步核实牛栏江-滇池补水工程、西南五省重点水源工程近期建设条件、供水目标、供水量等相关内容的前提下，进一步分析受水区已纳入西南五省重点水源工程建设规划中的水源工程可供水量及当地水利设施的可供水量，复核受水区不同水

旱年供需分析成果及河道生态用水成果。

(四) 工程规模与水资源配置

《规划报告》提出从金沙江引水 34.2 亿立方米，其中城镇生活和工业用水 22.3 亿立方米，湖泊环境补水 5.8 亿立方米，农业灌溉 6.1 亿立方米；初拟渠首引水规模为 145 立方米每秒，进入楚雄为 112 立方米每秒，进入昆明市 74 立方米每秒，出昆明市 41 立方米每秒。

滇中引水工程规模大、涉及面广，下阶段应进一步分析用水需求的合理性及提高用水效率的可能性，研究进一步开发利用当地水资源以支撑经济社会可持续发展的潜力，深入论证滇中引水工程总引水量及其水量配置方案的合理性，根据水量配置方案优化各段引水流量规模。

五、工程总体布局

(一) 水源工程

《规划报告》在以往工作的基础上，初步分析了从金沙江、澜沧江、红河、南盘江、怒江引水的条件，拟定了金沙江干流石鼓提水、奔子栏自流和澜沧江干流古水水库自流、乌弄龙以及黄登水库提水等方案，经技术经济比较，推荐金沙江干流引水方案。现有成果表明：推荐的石鼓提水方案、奔子栏自流引水方案的工程地质、施工建设方面均无制约性因素，两方案均是可行的；从技术经济合理性、环境影响角度分析，石鼓方案较优。

考虑金沙江虎跳峡及以上河段梯级开发方案暂不明确，推荐金沙江干流石鼓提水和奔子栏自流引水作为本阶段的代表性水源方案是合适的，下阶段应对两水源方案进行深入论证，综合比选，合理选定。

（二）输水工程

《规划报告》推荐的望城坡以下输水工程总体布局基本可行。下阶段应进一步研究利用洱海、滇池输水的可行性。

（三）工程建设方案

在规划确定的滇中引水工程任务和规模以及推荐的两水源工程方案、输水工程布局前提下，《规划报告》对工程建设方案比选了石鼓提水全线一次建成、奔子栏自流全线一次建成、昆明至红河段缓建及仅考虑城镇供水等5个方案，经技术经济比较，初步推荐全线一次建成方案。鉴于一次建成方案投资较大，下阶段应根据筹资方式和缺水紧迫性，进一步论证分期建设的必要性与合理性。

六、工程布置及建筑物

（一）工程等别和标准

1、根据工程任务和规模，基本同意滇中引水工程为Ⅰ等工程，主要建筑物级别为1级。

2、基本同意本阶段初定的洪水标准，石鼓水源工程泵站设计洪水标准为100年一遇，校核洪水标准为300年一遇；奔子栏

水源工程大坝设计洪水标准为 500 年一遇,校核洪水标准为 2000 年一遇。

3、基本同意主要建筑物抗震设防烈度同地震基本烈度。石鼓水源工程地震动峰值加速度为 $0.2g$ ；奔子栏水源工程地震动峰值加速度为 $0.1g$ 。

(二) 水源工程

基本同意石鼓和奔子栏水源工程选址、工程总布置和施工初步规划。

(三) 输水工程

1、基本同意输水工程线路平面布置及纵断面布置原则。

2、综合考虑地形地质条件、城镇建设规划、环境生态影响、交叉建筑物布置及施工条件等因素,基本同意本阶段初拟的线路走向及建筑物布置。

3、原则同意本阶段初拟的深埋长隧洞、高架渡槽等建筑物施工规划以及初拟的施工进度安排。

4、下阶段应根据地形地质条件、工程区地震烈度及施工条件和方法,进一步研究跨沟建筑物型式及抗震措施;深入研究高地应力、高地下水位、软岩、采空区及活动断裂带等特殊不良地质段隧洞的结构设计及施工方案。

七、建设征地及移民安置

(一) 基本同意本阶段水源工程建设征地范围确定的原则。

(二)基本同意输水干线建设区永久占地和临时占地的划分原则和范围。下阶段应优化临时占地布置。

(三)基本同意本阶段农村移民和城镇移民初步安置规划,以及专业项目处理的原则和初步规划方案,下阶段应复核库周交通恢复方案。

(四)同意耕地补偿补助倍数之和取 1.6 倍。各类土地的补偿补助标准根据国家及云南省有关规定确定。

八、环境影响评价

(一)环境影响总体评价

《规划报告》提出的工程规划方案与所在区域或流域相关规划基本相符。滇西北是云南生物多样性丰富地区,工程规划方案涉及多处自然保护区、风景名胜区等环境敏感目标。水源工程建设及运行对金沙江水生生态产生一定不利影响,规划实施时需对设计方案进一步优化,保证调出区生态用水。

(二)规划方案的环境合理性评价

调出区金沙江河段现状水资源开发利用程度较低,滇中引水工程多年平均引水量占引水断面比例不超过 10%,引水对下游的水文情势将产生一定的影响。奔子栏和不鼓断面引水后典型年部分月份下泄流量过程不满足下游生态环境用水要求,下阶段需调整引水过程。

金沙江虎跳峡及以上江段现状水质为 II 类,满足供水水源水

质目标要求。

受水区水资源配置方案考虑对滇池、杞麓湖和异龙湖进行生态环境补水，有利于湖泊水质和生态的改善；同时受水区增加用水后存在水污染负荷增加的风险，需加大水污染治理力度。

（三）规划方案环境比选

规划推荐石鼓提水和奔子栏自流引水两方案均不存在重大环境制约因素。但奔子栏水源工程涉及白马雪山国家级自然保护区，且奔子栏至望城坡段输水线路部分隧洞穿越“三江并流”风景名胜区长白山片区边缘地带，同时拦河筑坝对金沙江干流水生态影响较大。从环境角度分析，石鼓方案优于奔子栏方案。下阶段应对两方案做进一步比选。

九、工程管理和经济分析

（一）《规划报告》提出了滇中引水工程建管体制和管理机构设置的初步方案。下阶段应根据工程实际情况和管理要求，进一步研究管理机构设置方案及运行管理体制。

（二）《规划报告》初步匡算滇中引水工程石鼓提水方案投资为 623 亿元，奔子栏自流引水方案投资为 845 亿元。下阶段要根据工程量等合理估算工程投资，研究不同资金筹集方案条件下的供水成本、水价和受水区水价承受能力，进一步分析工程建设经济合理性。

主题词:引水工程 规划 审查 云南 报告

抄送:云南省水利厅,云南省发展和改革委员会、云南省滇中调水
工程建设前期工作领导小组办公室

水利部水利水电规划设计总院

2011年3月30日印发

主题词：水利 引水工程 规划 云南 批复

抄送：水利水电规划设计总院，长江水利委员会。

水利部办公厅

2011年5月4日印发

附件3

中华人民共和国环境保护部

环审〔2014〕135号

关于《滇中引水工程规划报告(2010年修订) 环境影响报告书》的审查意见

云南省发展和改革委员会：

2013年12月4日—5日，我部在昆明市组织召开了《滇中引水工程规划(2010年修订)环境影响报告书》(以下简称《报告书》)审查会。会议由有关部门代表和专家共23人组成审查小组(名单见附件)，对《报告书》进行了评审，提出审查意见如下：

一、《滇中引水工程规划(2010年修订)》(以下简称《规划》)拟由金沙江虎跳峡以上江段或澜沧江上游选取水源地，向滇中地区昆明、丽江、楚雄、大理、玉溪、红河州等6个市(州)引水，受水区总面积3.24万平方公里，年规划引水量34.2亿立方米，其中城镇生

活补水 8.1 亿立方米、工业补水 14.2 亿立方米、农业灌溉补水 6.1 亿立方米、湖泊环境补水 5.8 亿立方米。《规划》工程主要由水源工程和输水工程组成，规划阶段水源工程的代表性方案为金沙江奔子栏建坝和石鼓提水两个方案；输水总干线长度分别为 846.52 公里和 662.09 公里，自望城坡以下线路相同，隧洞长度均占总长度的 90% 以上。《规划》还配套受水区相关工程，拟利用当地调蓄水库 15 座，兴利库容总计 2.71 亿立方米；市里输水渠道工程 142 条，总长 1546.3 公里；提水泵站 23 座，提水扬程 13 米—283 米；新建水厂 64 座，新增处理能力 354.3 万立方米/日，改扩建水厂 23 座，扩建后新增处理能力 238.5 万立方米/日。

二、《报告书》在环境现状调查的基础上，识别了《规划》实施的主要环境制约因素，分析了《规划》与有关政策和规划的协调性，预测评价了《规划》实施对水文水资源、水环境、水生生态、陆生生态、社会环境以及重要生态环境保护目标等可能带来的影响，进行了环境风险和资源承载力评价，开展了公众参与，提出了避免或减缓不利环境影响的对策与措施。《报告书》评价方法基本适当，环境影响分析基本合理，提出的减缓不利环境影响的对策措施原则可行。

三、从总体上看，《规划》与国家《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》、《全国水资源综合规划》和《长江流域综合规划》

等基本协调,实施后有利于解决滇中地区缺水矛盾,对受水湖泊、河流的水环境及周边生态有改善作用。但是,《规划》属长距离跨流域调水,横跨长江、珠江、澜沧江和元江(红河)四大流域,工程规模大,涉及地域广,影响深远复杂。规划区域生态环境脆弱敏感,水源地所在的三江并流区域是我国乃至世界生物多样性的重点保护区域,《规划》还涉及各类自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园等众多环境敏感目标。《规划》实施将对水源区及其下游区、输水沿线产生较大不利影响,对受水区的水文情势、水环境、生态环境产生重大改变。因此,应统筹《规划》开发与生态环境保护的关系,依据《报告书》结论和审查小组意见,科学深入地补充并比选水源方案,做好《规划》的优化和完善充实,认真落实各项环境保护对策和措施,有效预防或减缓《规划》实施可能产生的不利环境影响。

四、在《规划》优化调整和实施过程中应重点做好的工作

(一)遵循尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念和节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针,从区域生态的系统性保护角度,按照国务院批复的《长江流域综合规划》要求,依据“优水优用”原则,进一步分析用水需求的环境合理性及提高用水效率的可能性,研究开发利用当地水资源的潜力,深入论证滇中引水工程

规模,优化用水结构和水量分配,制定阶段性引水目标,最大限度维护金沙江干流生态系统的结构和功能。

(二)建议从国家战略高度,统筹考虑《规划》实施对涉及区域、流域生态系统产生的整体影响,从流域水资源综合利用的角度,根据界河水资源开发区域协调的要求,对各水源方案可能产生的生态环境影响差异进行深入分析,经比选论证后提出推荐方案。

(三)结合金沙江干流水电梯级发展规划的规模、布局和建设时序,明确基于生态基流的生态调度原则,确保下泄水量满足生态需水要求。

(四)进一步优化输水线路布局,减缓输水对高原湖泊生态以及各调蓄水庄的不利影响,加强土地节约利用,避让沿线自然保护区、风景名胜区等环境敏感区,做好生态风险防范、地质灾害风险防范和工程弃渣等的有效处置。

(五)实行“最严格的水资源管理制度”,按照“先节水后调水,先治污后通水,先环保后用水”的原则,明确受水区各类用水项目的环保准入要求和用水红线指标。加强政策研究,依据西部大开发重点区域和行业发展战略环境影响评价成果,落实生产力布局优化方向和要求,加快二农业产业升级,提高水资源利用效率。制定并严格实施受水区水污染综合治理规划,明确退水处理的工程和管理

理措施,做好区域污染防治工作。

(六)制定跨流域水生生态保护规划,加强栖息地保护和修复,尽可能保留自然生境,做好替代生境保护与相关规划的衔接。进一步开展水生生态保护研究,提出有效的过鱼设施建设和增殖放流措施。高度重视并采取有效措施防范和控制外来水生生物入侵。

(七)建立协调联动的环境管理体系和应急响应机制。建立健全下泄生态流量、重要生境、水陆生生态、地下水和地表水水质等监测监控体系。

(八)根据修改完善的规划环评成果,及时优化调整《规划》的实施方案。

(九)当《规划》修编时应重新编制环境影响报告书。在《规划》实施过程中,适时进行环境影响跟踪评价,根据跟踪评价结论调整《规划》实施方案,提出改进措施。

五、《规划》所包含的近岸建设项目,在开展环境影响评价时,应遵循《报告书》主要结论和环保对策措施要求,重点分析水源工程的生态环境影响,对项目实施可能造成的水文水资源、水环境、生态环境等的影响开展深入评价。对涉及自然保护区、风景名胜區、森林公园、地质公园、鱼类“三场”等环境敏感区域的,应就其影

响方式、范围和程度开展分析预测,进行局部线路方案比选,强化环境保护措施落实,预防或者减轻可能产生的不利环境影响。

附件:《滇中引水工程规划报告(2010年修订)环境影响报告书》审查小组名单



附件

《滇中引水工程规划报告（2010年修订） 环境影响报告书》审查小组名单

2013年12月4-5日

姓名	单 位	职务/职称
尹俊奇	环境保护部科学技术委员会	研究员
毛文水	环境保护部环境工程评估中心	研究员
陈凯健	环境保护部环境工程评估中心	研究员
夏 士	中国环境科学研究院	研究员
王家骥	中国环境科学研究院	研究员
王祥午	中国农村生态环境保护协会	研究员
杨 晴	水利部水利水运规划设计总院	教 高
史彦新	水利部水利水运规划设计总院	教 高
杨定强	长江流域水资源保护局	教 高
潘金波	水利部中科院水工程生态研究所	研究员
任新宜	北京师范大学	教 授
高联芳	中国水电工程顾问集团中南勘测设计研究院	教 高
欧晓红	云南大学	教 授
刘良云	环境保护部环境影响评价司	处 长
姜 波	农业部渔业局	副处长
王志臣	国家林业局野生动植物保护与自然保护区管理司	处 长
肖会敏	国家能源局新能源司	主任科员

姓名	单 位	职务/职称
马 波	云南省环境保护厅	副厅长
谭 强	四川省环境保护厅	副厅长
龙道华	云南省农业厅	副厅长
程晓东	云南省林业厅	处 长
施学东	昆明市环境保护局	处 长
王雪云	丽江市环境保护局	副局长

抄 送：国家发展和改革委员会、水利部、农业部、国家林业局、国家能源局，四川省环境保护厅，云南省环境保护厅、水利厅、农业厅、林业厅，昆明市环境保护局、水务局，丽江市环境保护局、水务局，环境保护部西南环境保护督查中心、环境工程评估中心，长江勘测规划设计研究有限责任公司。

环境保护部办公厅

2014年6月6日印发



中华人民共和国环境保护部

环审〔2016〕115号

关于滇中引水工程环境影响报告书的批复

云南省滇中引水工程建设管理领导小组办公室：

你单位《关于重新申请审批滇中引水工程环境影响报告书的请示》(云引办技术〔2016〕31号)收悉。经研究，批复如下：

一、滇中引水工程拟从云南省丽江市石鼓镇金沙江中游干流河段右岸无坝取水，向昆明、丽江、玉溪、大理、红河及楚雄等6个市(州)35个县(市、区)供水，2030年拟引水27.04亿立方米，2040年拟引水34.03亿立方米。工程开发任务为解决滇中地区的城镇生活、工业、农业和生态用水。工程由水源工程、输水工程和青龙湖调节池、黄坡调节池、松华坝提水及其配套渠道工程组成。其

中,水源工程是从金沙江石鼓河段大同取水口引水,采用一级地下泵站提水,设计引水流量 135 立方米/秒。输水线路总长 661.06 公里,包括隧洞、渡槽、倒虹吸、暗涵、分水口门、节制闸、退水闸、事故闸、工作闸、检修闸、消能建筑物等 270 座输水建筑物和控制建筑物。

该工程总体符合《全国水资源综合规划(2010~2030 年)》《长江流域综合规划(2012~2030 年)》及《滇中引水工程规划(2010 修订)》等相关规划。水利部出具了《关于报送滇中引水工程环境影响报告书预审意见的函》(水资源函[2016]120 号)和《关于滇中引水工程水土保持方案的批复》(水保函[2016]86 号)。工程实施将对金沙江中游取水口以下河段水资源及水文情势、输水沿线生态环境等产生不利影响,在采取环境影响报告书和本批复要求的各项污染防治及生态保护措施后,不利环境影响可以得到一定程度的减缓和控制。

由于本工程采用无坝取水且沿线调蓄能力不足,引水后对取水口下游河段水资源、水文情势、生态及景观影响显著。同时,利用现有水库进行调蓄,部分水库现状水质较差,不能满足输水水质要求,直接影响工程开发任务中城镇生活供水目标的实现。建议

国家相关部门和云南省人民政府在项目论证、决策和实施过程中，增加切实有效的在线供水终端调蓄工程，认真全面落实受退水区水污染防治规划，以保障人民群众饮水安全。我部原则同意环境影响报告书中所列建设项目的性质、规模、地点和拟采取的环境保护措施。

二、区域及项目建设环境影响与运行管理中应重点做好的工作

(一)严格落实受退水区水环境保护措施。受水区退水受纳河流部分现状水质超标，新增退水进一步增加了区域水污染治理压力。应将修改完善后的《滇中引水工程受退水区水污染防治规划(2013—2040年)》重新报云南省人民政府批复后再组织实施，并切实做好相关水环境保护工作，确保受水区水质只能改善不能恶化，为工程实施创造条件。工程主要受纳水体为4大流域10条支流，13个水质控制断面中螳螂川富民大桥、普渡河桥和曲江九甸大桥3个为国控断面，现状水质分别为劣V类、IV类、IV类，通水后水质在满足水环境功能区划要求的V类、IV类、IV类基础上，富民大桥断面水质应达到IV类，普渡河桥断面水质应达到III类，九甸大桥断面水质应达到II类。滇池水质现状为劣V类，通水后池外海水水质应达到III类，草海水质达到IV类。尽快细化和完善受退水区

水污染防治规划,按时保质完成各项工作任务,切实改善受退水区水环境质量。在输水涉及的相关河库达到相应水质要求前,不得实施调水、输水。在水源区、输水线路以及具有饮用功能的调蓄水库划定饮用水水源保护区。开展受退水区富营养化调控、面源污染控制等科学研究,增建水质自动监测站,增加水质监测断面和频次,开展长期监测,提高水质保障能力。尽快启动与工程水污染防治等相关的地方性法规的制定工作,为工程水环境保护等提供法律保障。

(二)严格落实生态流量保障措施。优化引水调度方案,严格引水刚性要求,减缓对调出区下游河段不利影响。建立枯水期和生态敏感时段的工程引水预警制度,并纳入运行调度和实施方案。下阶段应继续做好增加受水区在线调蓄工程的可能性和可行性研究论证工作,进一步优化引水调度方案,尽量减少枯期引水量,在保障4月下旬至6月411立方米/秒生态流量、其他时间300立方米/秒生态流量的基础上引水,当来水小于下游所需生态流量时,工程停止引水,减缓对取水口下游河段的不利影响。

(三)严格落实生态保护措施。在水源区大同取水口引水渠设置拦鱼电栅,防止鱼类进入泵站造成损伤。在水源工程泵站管理

管地附近建设鱼类增殖放流站,近期放流长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、四川裂腹鱼、软刺裸裂尻鱼等,恢复鱼类资源。将取水口下游支流冲江河及河口作为鱼类重要栖息地加以保护,并采取生态护岸等河道生境修复措施,恢复水生生态系统。对拦鱼措施、增殖放流、生物入侵防控、水生生态监测等措施效果进行跟踪和优化。配合相关部门加强对姚安大尖山及楚雄三峰山州级自然保护区的保护,严格控制施工范围,严禁在自然保护区内开展各项施工活动。进一步完善工程设计方案,开展景观设计,减缓对玉龙雪山国家级风景名胜区等环境敏感区的影响。

(四)严格落实施工期环境保护措施。工程施工期长,占地范围广,涉及环境敏感目标多,应高度重视并采取有效措施,以减缓施工造成的不利环境影响。严格控制施工范围,合理安排施工时段,尽量减少占地和对动植物及其生境的扰动。加强施工期环境管理,施工污(废)水经处理后回用或综合利用,不能回用的需达标排放,涉及饮用水水源保护区不能回用的污(废)水经专用管道排至水库汇水区外,不得影响供水水质。隧洞施工需及时封堵,减少隧洞涌水量,隧洞涌水抽排至地表处理后达标排放。对受影响的地下水用水户采取打井、修建水窖、应急供水等替代水源措施。对

可能影响地下水水质的弃渣场采取铺设防渗膜措施。施工前剥离表层土壤单独堆存回用,施工中采取水土保持和绿化措施。尽量利用开挖料进行填筑,强化弃渣综合利用,工程弃渣应运至规定的弃渣场,并采取必要的环境保护措施,防止造成二次生态破坏和环境污染。施工结束后,及时对渣场、施工迹地等进行复垦或生态恢复。采用声屏障、车辆限速等措施减缓噪声影响,采取洒水降尘、密闭运输等措施控制施工扬尘,建筑垃圾优先回用,生活垃圾收集后交当地环卫部门清运处置,危险废物交有资质单位妥善处置。

(五)严格落实运行期环境风险防控措施。严格水源区及输水沿线的水环境管理,强化环境准入;严格落实受退水区水污染防治规划,加强污染治理与管理;加强受水区水域水生生物监测,制定本地物种的恢复方案;制定各类风险应急预案,定期开展应急演练,发生突发水污染事故时应停止调水并采取有效应对措施,保障输水水质安全。

(六)做好移民安置环境保护工作。需结合当地自然条件和土地资源条件,合理选择移民安置区及生产方式,加强集中安置地生态保护、水土流失防治、水环境保护、污水处理与垃圾处置等措施。落实迁复建工程环保措施。

三、工程建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。落实建设单位内部环境管理的部门、人员和制度,进一步明确环境保护责任,统筹推进各项环境保护措施落实。根据批复的环保措施重新核定环保投资概算。落实环保设计合同,同步进行环境保护总体设计、招标设计和技术施工设计。开展环境保护工程招标,将环保措施纳入施工承包合同。严格落实施工期环境监测和环境监理工作,定期向当地环保部门报送环境监理报告。工程建成后,须按规定程序实施竣工环境保护验收。经验收合格后,项目方可正式投入使用。

四、你单位在开展可行性研究工作时,应将各项环境保护措施纳入可行性研究报告。环境影响报告书经批准后,项目的性质、规模、地点或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的,应当重新报批该项目的环境影响报告书。自环境影响报告书批复文件批准之日起,如超过5年方决定工程开工建设的,环境影响报告书应当报我部重新审核。项目竣工环保验收后运行3至5年,应开展环境影响后评价工作。

五、我部委托西南环境保护督查中心、云南省环境保护厅,分

别组织开展该项目的“三同时”监督检查和监督管理工作。

六、你单位应在收到本批复后 20 个工作日内,将批准后的环境影响报告书分送我部西南环境保护督查中心、云南省环境保护厅以及昆明市、丽江市、玉溪市、大理白族自治州、红河哈尼族彝族自治州和楚雄彝族自治州环境保护局,并按规定接受各级环境保护主管部门的日常监督检查。



抄 送:发展改革委、水利部,云南省人民政府,中国国际工程咨询公司,水利部水利水电规划设计总院,云南省环境保护厅,丽江市、昆明市、玉溪市、大理白族自治州、红河哈尼族彝族自治州和楚雄彝族自治州环境保护局,中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司,环境保护部西南环境保护督查中心、环境工程评估中心。

环境保护部办公厅

2016年8月11日印发



中华人民共和国水利部办公厅

办规计函〔2020〕692号

水利部办公厅关于云南省滇中引水二期工程 可行性研究报告的意见

云南省水利厅：

你厅关于审查滇中引水工程二期工程可行性研究报告的请示（云水规计〔2020〕27号）收悉。经商国家发展改革委，该工程审批权限应执行《国家发展改革委关于下放政府出资水利项目审批事项的通知》（发改农经〔2017〕2296号）规定，将符合大型引调水工程标准的建设内容报中央审批。请你厅对滇中引水二期工程任务、规模等进一步梳理论证，合理划分项目单元，抓紧做好工程可行性研究报告编制及审查审批有关工作。



抄送：云南省发展改革委。

水利部

水利水电规划设计总院文件

签发人: 王志强

水总设〔2021〕110号

(沈凤生已阅)

水规总院关于报送滇中引水二期骨干工程 可行性研究报告审查意见的报告

水利部:

2020年12月10~12日,我院在昆明市组织召开会议,对云南省水利厅以云水规计〔2020〕57号文报送水利部的《滇中引水二期骨干工程可行性研究报告》(以下简称《可研报告》)进行了审查。会后,设计单位对《可研报告》进行了修改和补充。2021年2月,我院组织召开视频会议,对修改后的《可研报告》

进行了复核。

云南省滇中引水工程是解决滇中地区缺水矛盾，保障区域经济社会发展的大型跨流域调水工程，水利部于 2018 年 3 月批复了《滇中引水工程初步设计报告》（水许可决〔2018〕20 号），目前滇中引水工程总干渠已全面开工建设。滇中引水二期骨干工程从总干渠分水，是滇中引水工程骨干工程重要组成部分，工程开发任务为以城镇生活与工业供水为主，兼顾农业和生态用水。实施该工程，可有效发挥滇中引水工程整体供水效益，提高区域水资源配置能力，构建云南省供水安全保障网络，有效缓解滇中地区较长时期内的缺水矛盾，改善河道及高原湖泊的生态及水环境状况，对促进云南省经济社会协调、可持续发展具有重要作用。

滇中引水二期骨干工程的供水范围涉及大理州宾川县、弥渡县、祥云县、巍山县，丽江市永胜县，楚雄州楚雄市、双柏县，昆明市五华区、官渡区、西山区、盘龙区、安宁市、富民县，玉溪市红塔区、通海县、峨山县，红河州石屏县、蒙自市、个旧市、开远市等共 20 个县（市、区），以及滇池、杞麓湖和异龙湖等 3 个补水湖泊。2030 年配置生产生活水量 14.36 亿立方米（总干渠分水口，下同），其中城镇生活 4.63 亿立方米，工业用水 7.44 亿立方米，农业灌溉 2.29 亿立方米；计入可补湖水量 1.02 亿立方米，2030 年水平年共配置水量为 15.38 亿立方米。2040 年配置生产生活水量 18.01 亿立方米，其中城镇生活 6.10 亿立方米，

工业用水 9.52 亿立方米，农业灌溉 2.39 亿立方米；计入可补湖水量 2.37 亿立方米，2040 年水平年共配置水量为 20.38 亿立方米。

滇中引水二期骨干工程的总体布局为：通过新建巍山干线、宾川东干线、双柏干线、安宁干线等 9 条输水干线，1 条连通工程（大黑箐隧洞），新建和扩建 4 座调蓄水库，向滇中地区 20 个县（市、区）供水，并向滇池、杞麓湖和异龙湖等 3 个湖泊补水。

巍山干线、宾川东干线、双柏干线、安宁干线、盘龙干线、红塔干线、蒙自干线等 7 条输水干线设计流量为 10.0~24.0 立方米每秒；以湖泊补水为主的通海干线、石屏干线设计流量分别为 7.3 立方米每秒、7.0 立方米每秒；大黑箐隧洞设计流量为 40.0 立方米每秒。总干渠末端分水枢纽（杨柳田）调蓄库容为 1240 万立方米，大唐水库调蓄库容为 1221 万立方米，大箐水库扩建后调蓄库容为 1567 万立方米，黄坡水库扩建后调蓄库容为 600 万立方米。

滇中引水工程为 I 等工程，滇中引水二期骨干工程是滇中引水工程的重要组成部分。二期骨干工程由输水工程和调蓄工程组成，输水工程包括 9 条输水干线、1 条滇池引出线，线路总长度 114.29 公里，其中管道 13 条、长 38.61 公里；倒虹吸 4 座、长 4.35 公里；隧洞 11 条、长 69.81 公里；箱涵 3 座、长 1.52 公里。调蓄工程包括新建总干渠末端分水枢纽（杨柳田）和大唐水

库工程、扩建黄坡水库和大箐水库工程等。

骨干输水工程安宁干线、盘龙干线、红塔干线、蒙自干线及其渠系建筑物，龙泉一级泵站、昆明空港干线的宝象河提水泵站，以及滇池与总干线连通工程大黑箐隧洞主要建筑物级别为 2 级，设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 200 年一遇；巍山干线、宾川东干线、双柏干线、通海干线、石屏干线及其渠系建筑物主要建筑物级别为 3 级，设计洪水标准为 30 年一遇，校核洪水标准为 100 年一遇。总干渠末端分水枢纽（杨柳田）主要建筑物级别为 3 级，大坝、溢洪道、放空引水洞等主要建筑物设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇；大唐水库土石坝坝高大于 90 米，建筑物级别提高一级为 2 级，其他主要建筑物级别为 3 级，大坝、溢洪道和导流输水放空洞等主要建筑物设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇；大箐水库大坝、溢洪道、放空输水洞等主要建筑物级别为 3 级，设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇；黄坡水库大坝、溢洪道、输水洞等主要建筑物级别为 4 级，设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇。主要建筑物按所在场地地震基本烈度 7 度~8 度设防。

滇中引水二期骨干工程施工工期为 70 个月。

工程永久用地 5621 亩，其中耕地 2559 亩，园地 468 亩；临时用地 9830 亩，其中耕地 2966 亩，园地 756 亩。需搬迁人口

194人，拆迁房屋4万平方米。涉及公路、电力线路、通信线路、广播电视线路等专项设施，涉及探矿权2处。

按2020年第四季度价格水平，工程静态总投资为1053725万元，总投资为1072107万元。其中工程部分投资850372万元，建设征地移民补偿投资153541万元，环境保护工程投资28012万元，水土保持工程投资21800万元，建设期融资利息18382万元。

审查认为，该《可研报告》基本达到可行性研究阶段的设计深度要求，工程规模基本合适，工程技术方案基本可行，移民安置方案基本明确，环境方面不存在重大制约因素，经济评价基本合理，社会稳定风险分析篇章已按规定编写。经审查，我院基本同意该《可研报告》。现将审查意见报上，请核批。



滇中引水二期骨干工程 可行性研究报告审查意见

滇中引水工程位于云南省中部，是从金沙江石鼓河段提水，解决滇中地区严重缺水问题的大型跨流域调水工程，也是全国 172 项节水供水重大水利工程之一，水利部于 2018 年 3 月批复了《滇中引水工程初步设计报告》（水许可决〔2018〕20 号），目前滇中引水工程总干渠已全面开工建设。滇中引水二期工程是滇中引水工程的重要骨干工程，通过建设输水总干渠分水口门以下的输水线路及连通工程，可将滇中引水工程调入水量输送到受水区城镇生活、工业供水、农业灌溉和湖泊补水等配水节点，使滇中引水工程全面发挥供水效益。

受云南省滇中引水工程建设管理局委托，按照 2020 年 9 月《水利部办公厅关于云南省滇中引水二期工程可行性研究报告的意见》的要求，云南省水利水电勘测设计研究院（以下简称云南省院）、中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司（以下简称中电建昆明院）、大理白族自治州水利水电勘测设计研究院（以下简称大理州院）于 2020 年 10 月编制完成了《滇中引水二期骨干工程可行性研究报告》（以下简称《可研报告》），云南省水利厅以云水规计〔2020〕57 号文将《可研报告》报送水利部。

2020 年 12 月 10-12 日，水利部水利水电规划设计总院（以

下简称水规总院)在昆明市组织召开会议,对《可研报告》进行了审查。参加会议的有:水利部长江水利委员会、珠江水利委员会,云南省发展和改革委员会、自然资源厅、水利厅、林草局、搬迁安置办公室、滇中引水工程建设管理局、滇中引水工程有限公司,红河州人民政府,个旧市人民政府、发展改革局、水务局,昆明市、玉溪市、楚雄州、红河州、个旧市、建水县、大理州滇中引水办,云南省院,中电建昆明院,大理州院等单位的领导、专家和代表。与会人员听取了设计单位关于《可研报告》的汇报,分组进行了认真讨论。会后,设计单位对《可研报告》进行了修改和补充,水规总院组织对修改后的《可研报告》进行了复核。经审查,基本同意修改后的《可研报告》。主要审查意见如下:

一、工程建设的必要性

滇中地区是云南省政治、经济、文化中心区域,主要分布在金沙江、澜沧江、红河、珠江四大水系的分水岭地带及云贵高原和横断山脉交错地带,水资源相对匮乏,区域旱灾频繁,高原湖泊生态环境急需改善。目前区内水资源开发利用程度已达47%,受地形条件限制,进一步开发利用困难,经济社会发展受到严重影响。为根本解决该地区缺水矛盾,保障区域经济社会发展,云南省提出建设滇中引水工程。2017年4月,国家发展改革委批复《滇中引水工程可行性研究报告》(发改农经〔2017〕687号);2018年3月,水利部批复《滇中引水工程初步设计报告》(水许

可决〔2018〕20号),目前滇中引水工程总干渠已全面开工建设。

滇中引水二期骨干工程从总干渠分水,是滇中引水工程骨干工程重要组成部分,工程建成后可将滇中引水工程调入水量输送给滇中地区的20个县(市、区)和滇池、杞麓湖和异龙湖等高原湖泊。实施该工程,可有效发挥滇中引水工程整体供水效益,提高区域水资源配置能力,构建云南省供水安全保障网络,有效缓解滇中地区较长时期内的缺水矛盾,改善河道及高原湖泊的生态及水环境状况,对促进云南省经济社会协调、可持续发展具有重要作用。因此,建设该工程是必要的。

二、水文

(一)基本同意二期工程351处断面(含区间)1960年6月至2013年5月经流系列和成果。

(二)设计洪水

1.基本同意21处交叉断面年最大设计洪水成果。

2.基本同意新建、改扩建水库及总干渠末端分水枢纽(杨柳田)等4处年最大设计洪水成果。

(三)基本同意21处交叉断面和新建、改扩建水库及总干渠末端分水枢纽(杨柳田)等4处枯水期施工设计洪水成果。

(四)泥沙

1.基本同意河道冲刷计算采用南桥水文站计算的多年平均悬移质最大月含沙量成果。

2. 基本同意新建和改扩建水库及总干渠末端分水枢纽（杨柳田）等 4 处的泥沙成果。

（五）水位流量关系曲线

1. 基本同意 21 处交叉断面水位流量关系曲线。

2. 初设阶段应完善实测断面，进一步复核交叉断面水位流量关系曲线和设计洪水位。

（六）基本同意二期骨干工程水量自动监测系统规划及参与二期骨干工程配置的调节水库遥测设备更新改造，该系统主要监测 4 处改扩建、新建水库和末端分水枢纽的水库水位（兼测雨量），通信方式为 GPRS，备用通信为北斗卫星。

三、工程地质

（一）区域构造稳定性与地震动参数

1. 工程区涉及扬子准地台和华南褶皱系两个一级大地构造单元。区域断裂发育，历史地震活动频繁，区域构造稳定较好~稳定性差。

2. 根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），工程区 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.15g~0.30g，相应地震基本烈度为 7~8 度。

（二）输水线路比选

1. 基本同意对巍山干线雪峰山隧洞线路比选的工程地质评价结论。方案二线路较长，但硬岩占比较高，避开了穿竹子箐尾

矿库浅埋段突泥突砂的风险，对土泥哨村、上泥哨村和部队仓库地段地下水环境影响减小，工程地质条件较优，同意推荐方案二。

2. 基本同意对宾川东干线方案比选的工程地质评价结论。有压管道方案和明渠方案均不存在地质制约因素，有压管道方案线路短，建筑物布置简明，地质条件较优，基本同意推荐有压管道方案。

3. 基本同意对双柏干线线路比选的工程地质评价结论。西线方案线路最短，隧洞占比大；东线方案线路最长，隧洞占比次之；沿紫甸河布置方案线路长度居中，均为管道，工程地质问题相对明确。同意推荐沿紫甸河布置方案。

4. 基本同意对安宁干线线路比选的工程地质评价结论。两个方案工程地质条件相近，同意推荐线路 2。

5. 基本同意对玉溪段红塔干线线路比选的工程地质评价结论。南线方案不涉及岩溶地层，围岩岩性以中硬岩为主，工程地质条件较优，同意推荐南线方案。

（三）输水干线工程地质

1. 基本同意对各输水隧洞的工程地质评价结论。隧洞穿越地层岩性复杂，初步分类以 IV、V 类为主，主要存在围岩稳定、涌水、突泥等工程地质问题，需采取工程处理措施。

2. 基本同意对各输水箱涵的工程地质评价结论。箱涵地基以强风化基岩为主，承载力满足要求。

3. 基本同意对各输水管道的工程地质评价结论。输水管道地基以强风化基岩、第四系冲洪积砂卵砾石层、含砾粘土、粉土等为主，地基承载力基本满足要求；部分管道地基分布冲湖积淤泥质软土层，存在不均匀沉降问题，需采取处理措施。

4. 基本同意对各倒虹吸的工程地质评价结论。倒虹吸地基以全、强风化基岩为主，局部为第四系冲洪积砂卵砾石层，地基承载力满足要求。部分倒虹吸两侧边坡较陡，且局部存在顺向坡，应注意开挖边坡稳定问题。

5. 基本同意对龙泉一级泵站及宝象河泵站的工程地质评价结论。泵站地基均为基岩，承载力基本满足要求；泵站建基面均位于地下水位以下，且存在岩土混合边坡，需加强边坡支护和排水措施。

6. 基本同意对各控制建筑物和交叉建筑物的工程地质评价结论。

（四）调蓄水库工程地质

1. 总干渠末端分水枢纽（杨柳田）

（1）基本同意对库区工程地质问题的评价结论。库区分布三叠系个旧组灰岩，岩溶发育，水库存在岩溶渗漏问题，采取防渗措施是必要的。

（2）坝基表部为坡残积粘土夹碎石，下部主要为第三系泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩，局部为三叠系法郎组钙质页岩夹

炭质页岩、灰岩及三叠系个旧组灰岩，坝地质条件适合修建土石坝。表部分布的坡残积物结构松散，需清除。

(3) 基本同意对溢洪道的工程地质评价结论。溢洪道地基以第三系泥岩为主，承载力基本满足要求，泥岩具有弱~中等膨胀性，且遇水后易软化、崩解，应注意开挖边坡稳定问题。

(4) 基本同意对泵站的工程地质评价结论。泵站地基为第三系泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩，承载力基本满足要求，泥岩具弱~中等膨胀性，开挖后应及时封闭。

(5) 基本同意对引水放空隧洞及排水隧洞的工程地质评价结论。隧洞围岩以第三系泥岩和三叠系个旧组灰岩为主，初步围岩分类以IV、V类为主，稳定性差，需加强支护措施。

(6) 基本同意对配水池的工程地质评价结论。配水池开挖边坡为岩土混合边坡，且泥岩具弱~中等膨胀性，开挖后应及时封闭并加强支护。

2. 大唐水库

(1) 库区右岸分布三叠系鸟格组灰岩，岩溶发育，可能存在沿灰岩地层向下游渗漏问题。初设阶段应进一步查明库区碳酸盐岩地层分布和岩溶水文地质条件，为防渗设计提供依据。

(2) 坝基地层岩性为三叠系上统鸟格组砂岩和页岩，岩体风化深度大，坝地质条件适宜修建土石坝。初设阶段应进一步查明坝基岩体风化情况和岩体物理力学性质。

(3) 基本同意对溢洪道的工程地质评价结论。溢洪道地基为全风化泥质粉砂岩和页岩，应加强边坡支护措施。

(4) 基本同意对输水放空隧洞的工程地质评价结论。隧洞围岩类别以IV、V类为主，稳定性差，需加强支护措施。

(5) 基本同意对泵站的工程地质评价结论。泵站地基为全风化基岩，承载力满足要求，泵站建基面位于地下水位以下，且存在岩土混合边坡，需加强边坡支护和降排水措施。

3. 大箐水库

(1) 基本同意对库区工程地质问题的评价结论。水库不存在永久渗漏、浸没和水库诱发地震问题，库区岸坡稳定性总体较好，局部存在崩塌及土质岸坡再造问题。

(2) 基本同意对坝基的工程地质评价结论。坝基岩性为元古界昆阳群美党组绢云母板岩、变质砂岩和板岩。针对初拟的混凝土面板堆石坝坝型，趾板地基利用弱风化岩体是合适的；挖除两岸及河床覆盖层，全、强风化的基岩可作为堆石体地基。

(3) 基本同意对溢洪道的工程地质评价结论。

(4) 基本同意对放空输水洞（兼导流洞）的工程地质评价结论。隧洞围岩地层岩性为元古界昆阳群美党组板岩夹变质砂岩，初步围岩分类以IV、V类为主，稳定性差，需加强支护措施。

4. 黄坡水库

(1) 基本同意水库不存在渗漏、浸没、库岸稳定和水库诱

发地震问题的评价结论。

(2) 坝基表部为冲洪积砂卵砾石与粘土互层，下部为二叠系峨眉山组玄武岩，基岩地层基本满足建坝要求。初设阶段应进一步查明原坝体填筑土及河床覆盖层的物理力学性质。

(3) 基本同意对溢洪道的工程地质评价结论。溢洪道地基为全风化玄武岩，抗冲刷能力差，需采取加固措施。

(4) 基本同意对输水隧洞（兼导流洞）的工程地质评价结论。隧洞围岩类别为V类，稳定性差，需加强支护措施。

(五) 天然建筑材料

1. 昆明奔标山石料场地层岩性为震旦系灯影组白云岩，作为安宁干线段混凝土人工骨料料源，质量和储量基本满足设计要求；其他输水干线天然建筑材料可考虑外购解决。

2. 总干渠末端分水枢纽（杨柳田）大坝填筑料可利用合格的库盆开挖料，工程所需混凝土骨料考虑外购解决。

3. 大唐水库所选粘土心墙料和坝壳料的质量和储量基本满足设计要求。

4. 大箐水库堆石料利用奔标山石料场白云岩，料源质量和储量基本满足要求。

5. 黄坡水库所选粘土心墙料和坝壳风化料的质量和储量基本满足设计要求。

四、工程任务和规模

（一）工程开发任务

滇中引水二期骨干工程是滇中引水工程的重要组成部分，同意工程开发任务以城镇生活与工业供水为主，兼顾农业和生态用水。

（二）供水范围

基本同意滇中引水二期骨干工程的供水范围。即大理州宾川县、弥渡县、祥云县、巍山县，丽江市永胜县，楚雄州楚雄市、双柏县，昆明市五华区、官渡区、西山区、盘龙区、安宁市、富民县，玉溪市红塔区、通海县、峨山县，红河州石屏县、蒙自市、个旧市、开远市等共 20 个县（市、区），以及滇池、杞麓湖和异龙湖等 3 个补水湖泊。

（三）设计水平年和标准

1. 基本同意基准年为 2019 年，近期设计水平年为 2030 年，远期设计水平年为 2040 年。

2. 基本同意城乡生活和工业供水设计保证率为 95%，农业灌溉设计保证率为 75%。

（四）水资源供需分析

1. 需水预测

基本同意滇中引水工程受水区 2030 年和 2040 年河道外多年平均净需水量为 60.00 亿立方米和 66.37 亿立方米。

2. 当地水利设施可供水量

基本同意滇中引水工程受水区 2030 年和 2040 年当地水利设施多年平均可供水量分别为 36.94 亿立方米和 38.78 亿立方米。

3. 水资源供需平衡分析

基本同意滇中引水工程受水区设计水平年水资源供需平衡分析成果。经本阶段分析，受水区 2030 年多年平均缺水量（不含湖泊缺水）为 23.06 亿立方米（用户端，下同），其中城乡生活缺水量 6.64 亿立方米，工业缺水量 9.43 亿立方米，农业灌溉缺水量 6.99 亿立方米；2040 年多年平均缺水量为 27.59 亿立方米，其中城乡生活缺水量 8.77 亿立方米，工业缺水量 12.26 亿立方米，农业灌溉缺水量 6.56 亿立方米。

（五）水资源配置方案

基本同意滇中引水工程和二期骨干工程水资源配置方案。滇中引水工程 2030 年配置生产生活水量为 20.48 亿立方米（总干渠分水口水量，下同），计入补湖水量 4.33 亿立方米，2030 年共配置水量为 24.81 亿立方米，其中滇中引水二期骨干工程配置生产生活水量为 14.36 亿立方米（城镇生活为 4.63 亿立方米，工业为 7.44 亿立方米，农业灌溉为 2.29 亿立方米），计入补湖水量 1.02 亿立方米，2030 年共配置水量为 15.38 亿立方米；滇中引水工程 2040 年水平年配置生产生活水量为 25.83 亿立方米，计入补湖水量 6.33 亿立方米，2040 年共配置水量为 32.16 亿立方米，其中滇中引水二期骨干工程配置生产生活水量为 18.01 亿

立方米(城镇生活为 6.10 亿立方米,工业为 9.52 亿立方米,农业灌溉为 2.39 亿立方米),计入补湖水量 2.37 亿立方米,2040 年水平年共配置水量为 20.38 亿立方米。

(六) 工程总体布局

1. 滇中引水二期工程规划共布置输水线路 157 条,其中输水干线 32 条,分干线 82 条,支线 43 条;布置在线调节水库 13 座、充蓄水库 39 座,利用已建在建水库 44 座,新建(扩建)8 座;结合布置提水泵站 53 座,其中新建提水泵站 52 座,已建泵站 1 座。

根据《水利部办公厅关于云南省滇中引水二期工程可行性研究报告的意见》,并考虑工程效益发挥的重要性,《可研报告》提出滇中引水二期骨干工程的划分原则为:输水流量大于 10 立方米每秒或年输水量大于 3 亿立方米,以及输水流量小于 10 立方米每秒、但以湖泊补水公益性为主的输水干线;直接调蓄滇中引水工程水量的重点新建和扩建水库。

基本同意按照上述原则确定的滇中引水二期骨干工程建设内容,包括巍山干线、宾川东干线、双柏干线、安宁干线、盘龙干线、红塔干线、蒙自干线、通海干线和石屏干线等输水干线 9 条,连通工程(大黑箐隧洞)1 条,新建(扩建)总干渠末端分水枢纽(杨柳田)、大唐水库、大箐水库、黄坡水库等 4 座调蓄工程,其他工程作为配套工程由云南省负责立项建设。初设阶段

应结合调蓄工程总体布局的优化和输水干线工程规模的复核,进一步复核滇中引水二期骨干工程建设内容。

2. 基本同意滇中引水二期骨干工程的总体布局:通过新建巍山干线、宾川东干线、双柏干线、安宁干线等9条输水干线,1条连通工程(大黑箐隧洞),新建和扩建4座调蓄水库,向滇中地区20个县(市、区)供水,并向滇池、杞麓湖和异龙湖等3个湖泊补水。

(七) 滇中引水二期骨干工程规模

1. 调蓄工程

(1) 基本同意总干渠末端分水枢纽(杨柳田)调蓄库容为1240万立方米,相应正常蓄水位1384.0米,死水位1355.8米;设计洪水位为1384.51米,校核洪水位1384.77米。初设阶段应优化总干渠末端分水枢纽和大唐水库的联合调度运行方式,进一步复核总干渠末端分水枢纽的调蓄库容,相应复核水库特征水位。

(2) 基本同意大唐水库调蓄库容为1221万立方米,相应正常蓄水位为1300.0米,死水位1233.5米;设计洪水位为1301.34米,校核洪水位1302.07米。初设阶段应结合联合调度运行方式优化,进一步复核水库调蓄库容,相应复核水库特征水位。

(3) 基本同意大箐水库扩建后调蓄库容为1567万立方米,相应正常蓄水位1928.0米,死水位1886.4米;设计洪水位为

1929.11 米，校核洪水位 1929.76 米。

(4) 基本同意黄坡水库扩建后调蓄库容为 600 万立方米，相应正常蓄水位 1770.5 米，死水位 1750.4 米；设计洪水位为 1771.95 米，校核洪水位 1772.58 米。

2. 输水工程

(1) 基本同意巍山干线、宾川东干线、双柏干线、安宁干线、盘龙干线、红塔干线、蒙自干线等 7 条输水干线渠首设计流量为 10.0~24.0 立方米每秒。初设阶段应进一步复核宾川东干线、双柏干线和蒙自干线的的设计流量。

(2) 基本同意通海干线渠首设计流量为 7.3 立方米每秒，石屏干线渠首设计流量为 7.0 立方米每秒。初设阶段应进一步复核该成果。

3. 连通工程

基本同意大黑箐隧洞设计流量为 40.0 立方米每秒。

(八) 工程调度运行方式

基本同意初拟的工程调度运行方式。初设阶段应进一步完善工程调度运行方式。

五、节水评价

(一) 根据批复的《滇中引水工程初步设计报告》，《可研报告》对滇中引水工程受水区现状节水水平和节水潜力、节水目标和指标、水资源配置方案节水符合性、工程节水符合性等进行了

深入评价，评价方法基本可行，评价内容较全面，符合《大中型水资源开发利用建设项目节水评价篇章编制指南(试行)》和《规划和建设项目节水评价技术要求》的相关要求，评价结论基本合适。

(二)受水区各行业现状节水水平及节水潜力分析结论基本合适。滇中引水工程受水区属水资源缺乏地区，现状受水区工业用水综合节水水平高于省内平均水平，农业用水综合节水水平处于省内先进水平。经初步测算，滇中引水工程受水区通过实施节水措施方案，2040年综合节水量为8.84亿立方米，其中城镇生活节水量0.54亿立方米，工业节水量3.79亿立方米，农业灌溉节水量4.51亿立方米。

(三)《可研报告》提出的万元工业增加值用水量、管网漏损率、灌溉水利用系数等指标基本合理。受水区内有43个工业园区，工业园区的主导产业有烟草、食品饮料、医药制造业、冶金深加工和新型建材等。大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市等州(市)工业园区烟草制造业2040年用水量为0.20立方米每标箱，大理州工业园以液奶为主要产品的食品饮料2040年用水量为3.0立方米每吨，昆明市工业园区以片剂为主要产品的生物制药业2040年用水量为2.5立方米每万片，红河州工业园区以无机锡为主的有色金属冶炼业2040年用水量为18.0立方米每吨，以水泥为主要产品的制造业2040年用水量为0.27立方米每吨；受

水区 2040 年综合一般工业万元增加值用水量为 21 立方米, 县级以上城市管网漏损率为 8%; 受水区内灌区 2040 年主要种植蔬菜、水稻、玉米和烟草等, 蔬菜是受水区普遍种植的经济作物之一, 分为大春蔬菜和小春蔬菜, 大春蔬菜 $P=75\%$ 灌溉定额为 100~285 立方米每亩, 小春蔬菜 $P=75\%$ 灌溉定额为 185~345 立方米每亩; 水稻是大理州、楚雄州和红河州各灌区普遍种植的粮食作物之一, 其 $P=75\%$ 灌溉定额为 389~680 立方米每亩; 玉米是大理州、楚雄州、昆明市和玉溪市各灌区普遍种植的粮食作物之一, 其 $P=75\%$ 灌溉定额为 120~150 立方米每亩; 烟草是大理州、楚雄州和玉溪市各灌区普遍种植的经济作物之一, 其 $P=75\%$ 灌溉定额为 40~50 立方米每亩。滇中引水工程灌区综合灌溉水利用系数为 0.69。

(四) 建议结合工程实施, 进一步加大再生水回用力度, 健全完善节水制度, 落实受水区全民节水行动计划, 挖掘节水潜力, 提升工业园区企业的用水效率, 大力推行居民生活用水阶梯水价和非居民生活用水及特种用水超定额累进加价制度, 加强水资源全过程管理, 以保障节水效果。

六、工程布置及建筑物

(一) 工程等级及标准

1. 同意滇中引水工程为 I 等工程, 滇中引水二期骨干工程为滇中引水工程的重要组成部分。

2. 基本同意纳入骨干输水工程的安宁干线、盘龙干线、红塔干线、蒙自干线及其渠系建筑物，龙泉一级泵站、昆明空港干线的宝象河提水泵站，以及滇池与总干线连通工程的大黑箐隧洞主要建筑物级别为 2 级，设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 200 年一遇；巍山干线、宾川东干线、双柏干线、通海干线、石屏干线及其渠系建筑物主要建筑物级别为 3 级，设计洪水标准为 30 年一遇，校核洪水标准为 100 年一遇。

3. 基本同意调蓄工程主要建筑物级别和洪水标准。

总干渠末端分水枢纽（杨柳田）大坝、溢洪道、泵站、引水放空洞和排水隧洞主要建筑物级别为 3 级；配水池和泵站设计洪水标准为 30 年一遇，校核洪水标准为 100 年一遇；其他建筑物设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇，溢洪道消能防冲建筑物洪水标准为 30 年一遇。

大唐水库土石坝坝高大于 90 米，建筑物级别提高一级为 2 级，溢洪道、导流输水放空洞、大唐泵站等主要建筑物级别为 3 级，泵站设计洪水标准为 30 年一遇，校核洪水标准为 100 年一遇，其他主要建筑物设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇，溢洪道消能防冲建筑物洪水标准为 30 年一遇。

大箐水库大坝、溢洪道、放空输水洞等主要建筑物级别为 3 级，设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇，溢洪道消能防冲建筑物洪水标准为 30 年一遇。

黄坡水库大坝、溢洪道、输水洞等主要建筑物级别为 4 级，设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇，溢洪道消能防冲建筑物洪水标准为 20 年一遇。

4. 基本同意建筑物永久开挖边坡与建筑物级别一致。

5. 工程区基本地震基本烈度为 7 度和 8 度。基本同意二期骨干工程主要建筑物按其场地地震基本烈度 7 度和 8 度设防，设计地震动峰值加速度采用 $0.15g \sim 0.30g$ 。

6. 基本同意工程合理使用年限为 100 年，2 级建筑物设计合理使用年限为 100 年，3 级建筑物为 50 年。

7. 基本同意工程永久对外交通道路采用四级公路标准设计。

8. 与铁路、公路等交叉建筑物设计除应满足本行业设计标准和要求外，尚应满足相关行业设计标准。

（二）输水工程

1. 输水线路选择及布置

（1）结合穿越雪峰山隧洞长度和出口位置，以及二期配套工程布局，拟定了两条线路进行比选。两方案终点均为毗雄河倒虹吸进口，方案一隧洞出口布置在水茂坪村附近，方案二隧洞出口布置在巴冲箐水库上游。方案一虽隧洞较短，但输水线路较长，且需穿越竹子箐尾矿库和土泥哨村，出口涉及生态保护区，环境影响大；方案二输水线路短，隧洞较长，但隧洞避开了页岩软岩变形不良地质条件，沿线环境影响小，投资相对较省。经综合分

析，基本同意推荐方案二，由麻栗园南分水口至弥渡东分干线分水口，隧洞出口向巴冲箐水库分水。

(2) 基本同意宾川东干线输水管道沿河道布置，由麻栗园北分水口至宾川东干线3[#]分水口，沿线设置两个分水口。

(3) 基本同意双柏干线沿紫甸河岸边布置，由凤屯分水口至九龙甸分水口。

(4) 根据分水口位置，结合二期配套工程布局，安宁干线末段主要沿现有道路布置，并与二期配套管线衔接，仅对螳螂川分水口至官庄箐分水口段拟定的两条线路进行比选。根据地形条件，方案一采取折线布置，方案二近于直线布置，但需要两次跨越沟道。两方案工程地质条件基本相当，方案二施工支洞和渣场布置涉及生态红线，且移民征占地较多，工程投资略高。经综合分析，基本同意推荐方案一，由螳螂川分水口至工业园区一水厂分水口，沿线设置九子山分水口和官庄箐分水口。

(5) 根据城区建设现状、建设规划和受水点位置，考虑工程施工条件、生产生活影响等因素，并结合牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程布置情况，基本同意盘龙干线线路布置，由龙泉分水口经沔源路、盘江西路至龙泉二级泵站。

(6) 根据受水点的位置，考虑红塔自然保护区分布，结合二期配套工程建设，对红塔干线拟定了南线、北线两个方案进行

了比选。北线方案线路短，占地少，投资省，经综合分析，基本同意红塔干线推荐北线方案，由阿斗村分水口至北市区二水厂。

(7) 结合二期配套线路布置，基本同意通海干线线路，由何官管分水口至纳古灌区分水口。

(8) 根据地形条件和受水点位置，基本同意设计推荐的石屏干线线路布置方案。初设阶段应进一步研究摸左哨隧洞出口位置和金山坡隧洞洞线布置。

(9) 根据地形地质条件和长桥海分水口位置，对蒙自干线拟定了隧洞+管道输水线路和管道输水线路进行比较，管道输水线路长，征占地面积大，工程投资较高，经综合分析，基本同意推荐隧洞+管道输水线路布置方案。初设阶段应复核优化穿越沟道型式及线路布置。

(10) 根据滇池水位和小扑隧洞水位关系，基本同意推荐的大黑箐输水隧洞线路布置。

2. 泵站站址选择

综合工程布置、工程地质及施工条件等因素，基本同意龙泉一级泵站和宝象河提水泵站推荐站址。

3. 输水型式

基本同意输水采用隧洞、箱涵和管道等型式，穿越沟道和低洼地采用倒虹吸。

4. 输水方式

基本同意石屏干线摸左哨隧洞采用有压输水，其他隧洞和箱涵采用无压输水方式，管道采用有压输水方式。

5. 工程总布置

基本同意二期骨干输水工程总体布置，由 9 条输水干线、1 条滇池引出线等组成。输水线路总长度 114.29 公里，其中管道 13 条，长 38.61 公里；倒虹吸 4 座，长 4.35 公里；隧洞 11 条，长 69.81 公里；箱涵 3 座，长 1.52 公里。

6. 主要建筑物

(1) 取水建筑物

基本同意结合滇中引水工程总干渠分水口设计，盘龙干线采用泵站提水，石屏干线采用有压隧洞引水，出口设置闸阀控制，蒙自干线取水闸采用胸墙式结构，其他干线取水口采用涵洞式水闸结构；滇池引出线大黑箐隧洞取水闸采用开敞式结构。初设阶段应考虑闸后水流衔接，优化工程布置。

(2) 输水管道

基本同意管材、管径、管道设计压力选择，红塔干线二段和通海干线采用球墨铸铁管，其他管段采用钢管；基本同意蒙自干线管道采用明管敷设，其他管段采用埋管敷设。初设阶段应复核优化高压管道段线路布置，结合水力过渡过程分析计算成果，复核管道设计压力和管径；研究蒙自干线地下埋管方案。

(3) 隧洞

基本同意摸左哨有压隧洞采用圆形断面，其他无压隧洞主要采用城门洞形和马蹄形断面，均采用钢筋混凝土衬砌。初设阶段应结合水文地质条件，复核隧洞防渗排水设计。

(4) 暗涵

基本同意输水工程暗涵采用单孔钢筋混凝土矩形结构及断面布置。

(5) 倒虹吸

基本同意倒虹吸采取单管布置，倒虹管采用钢管和球墨铸铁管。初设阶段应进一步复核进、出口水力条件。

(6) 泵站

基本同意龙泉一级泵站和宝象河一级泵站采取地下厂房型式及其布置。

(7) 交叉建筑物

基本同意输水管线穿越铁路、高速公路、等级公路、河道等方案设计。初设阶段应复核跨越河道架空管结构，穿越铁路的方式和布置应取得相关管理部门意见。

(8) 永久交通

基本同意工程永久对外交通工程布置。

(9) 边坡工程

基本同意边坡支护设计。

(10) 控制建筑物

基本同意控制建筑物布置原则及各建筑物设计。

(三) 调蓄工程

1. 总干渠末端分水枢纽(杨柳田)

(1) 根据新坡背分水口周边地形地质条件, 为便于配水管理调度, 基本同意总干渠末端分水枢纽(杨柳田)布置在土基甸村以南, 杨柳田村以北, 锁蒙高速及在建高速以西的范围。

(2) 考虑调蓄水库挖填平衡和全库盆防渗需要, 基本同意水库围坝采用土石坝为基本坝型、复合土工膜防渗土石坝为代表坝型。

(3) 基本同意总干渠末端分水枢纽(杨柳田)工程布置, 由配水池、大坝、溢洪道、排水隧洞、泵站等建筑物组成。配水池上接一期分水池, 下接开远干线。调蓄水库由配水池侧墙溢流充水, 溢洪道布置在围坝左岸转弯处, 水库放空设施首段与泵站引水道共用, 布置在围坝的右岸上端, 放空设施后段接明渠和排水隧洞入沟道; 大坝为三面围坝, 坝线长 2160 米, 最大坝高 45.8 米。初设阶段应结合水库防洪要求, 并考虑放空设施泄流能力, 进一步研究设置溢洪道的必要性; 复核溢洪道出口沟道的承泄能力。

(5) 基本同意库盆防渗采取土工膜防渗处理方案及结构布置。

(6) 基本同意大坝断面布置, 采用均质坝体、土工膜防渗。

(7) 基本同意采用开敞式溢洪道，控制段采用无闸控制实用堰。

(8) 基本同意放空设施布置，首段与泵站引水隧洞共用，为钢筋混凝土衬砌圆形断面，出口设消能闸室，后接矩形明渠和城门洞型无压隧洞。

(9) 基本同意泵站采用坝后半地下泵房结构型式及布置，采用隧洞库内引水，出水管采用钢管、沟埋式敷设。

2. 大唐水库

(1) 根据地形地质条件，考虑燕子窝村的位置和库容需求，基本同意设计初选坝址。初设阶段应进一步研究水库右岸岩溶渗漏问题，复核坝线布置及防渗措施。

(2) 基本同意选定土石坝为基本坝型、粘土心墙坝为代表坝型。初设阶段应结合防渗料源分布和储量，进一步研究防渗体型式。

(3) 基本同意枢纽布置，由大坝、溢洪道、导流输水放空洞和大唐泵站等建筑物组成，拦河布置粘土心墙石渣坝，右岸布置溢洪道，左岸布置输水放空洞，左岸坝下布置提水泵站。初设阶段应进一步研究设置溢洪道的必要性。

(4) 基本同意大坝断面布置，基础采取帷幕灌浆防渗。初设阶段应进一步研究防渗处理标准，复核防渗处理范围。

(5) 基本同意溢洪道采用开敞式布置，控制段采用宽顶堰，

出口采用底流消能。

(6) 基本同意利用导流洞改建输水洞布置，进口采用竖井式，有压洞输水，出口设置闸门控制。

(7) 基本同意提水泵站选址，采用半地下式厂房结构，出水管采用钢管，采用明管和地埋敷设。

3. 大箐水库

(1) 基本同意利用原坝址进行扩建，原坝体作为导流围堰，新建大坝采用混凝土面板堆石坝。

(2) 基本同意枢纽布置，右岸布置溢洪道，左岸布置充水管道和输水隧洞。

(3) 基本同意大坝断面布置，基础采取帷幕灌浆防渗。初设阶段进一步研究防渗处理标准，复核防渗处理范围。

(4) 基本同意溢洪道采用开敞式布置，控制段采用无闸宽顶堰，出口采用底流消能。

(5) 基本同意利用导流洞改建输水洞布置，进口采用竖井式，出口设置控制闸。

4. 黄坡水库

(1) 基本同意利用原有坝体进行加高扩建，大坝采用粘土心墙风化料坝。

(2) 基本同意枢纽工程布置，由大坝、溢洪道和输水导流洞组成，溢洪道和输水导流洞布置在左岸，充库管道右岸布置。

(3) 基本同意大坝加高断面布置, 采用粘土心墙防渗, 坝基防渗采用混凝土防渗墙+防渗帷幕措施, 坝肩采用防渗帷幕措施。初设阶段应复核心墙建基面; 进一步研究防渗处理标准, 复核防渗处理范围。

(4) 基本同意溢洪道采用无闸开敞式布置, 控制段采用驼峰堰, 出口采用底流消能。

(5) 基本同意利用导流改建输水洞及其布置, 进口采用竖井式, 出口设置闸阀室控制。

5. 边坡工程

基本同意各水库工程边坡支护设计原则及措施。

6. 交通工程

基本同意各水库永久对外交通布置。

(四) 安全监测

基本同意主要建筑物安全监测设计原则以及初选的监测项目和监测断面布置。

七、机电及金属结构

(一) 水力机械

1. 泵站工程

(1) 基本同意龙泉一级泵站至一水厂、七水厂方向供水均选用 4 台卧式离心泵 (各含 1 台备用); 一水厂方向水泵配套电机的额定功率为 3550 千瓦, 七水厂方向水泵配套电机的额定功

率为 560 千瓦，泵站总装机容量为 16.44 兆瓦。初设阶段应根据工程总体布置，优化泵型选择和机组布置。

(2) 基本同意宝象河泵站至八水厂、宝象河水厂、宝象河河道方向供水分别选用 4 台、2 台、3 台卧式离心泵（各含 1 台备用）以及初选的水泵参数，配套电机额定功率分别为 4500 千瓦、2000 千瓦、4000 千瓦，总装机功率 34 兆瓦。

(3) 基本同意杨柳田泵站选用高、低扬程的卧式离心泵各 3 台，水泵配套电机的额定功率分别为 1600 千瓦、1120 千瓦，总装机功率 8160 千瓦。

(4) 基本同意大唐泵站选用高、低扬程的卧式离心泵各 3 台，水泵配套电机的额定功率分别为 1400 千瓦、900 千瓦，总装机功率 6900 千瓦。

(5) 基本同意龙泉一级泵站至一水厂、七水厂方向供水各选用 2 台水泵采用变频调速运行方式；宝象河泵站至八水厂方向 2 台水泵、宝象河水厂方向 1 台水泵采用变频调速运行方式；杨柳田泵站和大唐泵站高、低扬程离心泵均采用变频调速运行方式。初设阶段应分析杨柳田泵站和大唐泵站高、低扬程离心泵共用变频调速装置的可能性。

(6) 原则同意各泵站的水力过渡过程分析成果和初选的水锤防护措施。初设阶段应复核出水管道最小压力要求，对龙泉一级泵站、宝象河泵站的水力过渡过程进行研究，优选水锤防护措

施。

(7) 基本同意各泵站水泵出水断流工作阀、进水检修阀和出水检修阀的选型和配置。

(8) 基本同意各泵站厂房起重设备的配置，以及水力机械辅助系统的设计和初选的主要设备。

(9) 原则同意龙泉一级、宝象河泵站通风空调系统、消防系统的设计；基本同意杨柳田、大唐泵站通风空调系统、消防系统的设计和主要设备的配置。初设阶段应根据龙泉一级、宝象河泵站地下泵房的布置，优化其通风空调系统和消防系统的设计。

(10) 基本同意总干渠末端分水枢纽（杨柳田）放空工作阀选用液控锥形阀，以及初选的工作阀主要参数。

2. 压力输水管线附属设施

(1) 基本同意二期骨干工程各压力输水管道的分水阀、检修阀（包括爆管关断阀）、空气阀、放空阀的设置原则和配置。

(2) 基本同意二期骨干工程各压力输水系统流量、压力/液位测量设施的设置原则和配置。

(二) 电气

1. 输水线路

(1) 基本同意闸（阀）站负荷等级的划分原则和主要负荷统计。

(2) 基本同意闸（阀）供电方案，结合周边电源情况就近

从电网引接 10 千伏电源供电，配置柴油发电机组作为二级负荷备用电源，小容量负荷采用风光互补电源装置，管理处配置移动供电车作为管理段内备用电源。

(3) 同意拟定的电气主接线型式。

(4) 基本同意主要电气设备选型及布置方案。

(5) 基本同意拟定的闸（阀）现地监控设备配置方案。

2. 泵站

(1) 基本同意泵站初拟负荷等级和主要负荷统计。

(2) 基本同意本工程的泵站采用 110 千伏、35 千伏两个电压等级供电；二级负荷采用双电源供电，三级负荷采用单电源供电。建议尽早商电力部门落实供电方案。

(3) 基本同意 110 千伏配电装置采用 GIS 设备，35 千伏和 10 千伏配电装置采用户内金属封闭开关设备。基本同意电动机起动方式选择。

(4) 基本同意泵站现地计算机监控系统结构。

(5) 基本同意各泵站拟定的继电保护配置原则。

(6) 基本同意泵站系统通信和站内通信设计方案。

3. 调蓄水库

(1) 基本同意水库初拟的负荷等级和主要负荷统计。

(2) 基本同意初拟的供电方案，就近引接 10kV 电源或采用永临结合 10kV 施工电源，并配置柴油发电机组作为水库的备用

电源。

(3) 同意拟定的电气主接线型式。

(4) 基本同意主要电气设备选型及布置方案。

(5) 基本同意拟定的水库计算机监控设计方案。

(三) 工程信息化

1. 基本同意以输水工程运行监视、视频监视、工程运行维护、决策会商支持、三维 GIS+BIM 可视化仿真、综合管理办公等功能为基础，建设二期骨干工程信息系统。初设阶段应结合工程管理机构职能，进一步优化系统功能模块设计，并完善与滇中引水工程一期工程、二期配套工程的信息系统设计衔接。

2. 基本同意信息系统总体架构设计。

3. 基本同意数据存储、数据资源管理和应用支撑平台设计方案。

4. 基本同意管理机构之间采用租用公网的方式通信，初设阶段应细化网络设计方案和二期骨干工程光缆线路设计方案。

5. 基本同意信息系统的网络安全防护设计原则。

6. 基本同意系统集成设计和信息资源共享方案设计。

(四) 金属结构

1. 基本同意闸门、启闭机的选型设计原则及布置型式。

2. 基本同意干线上各节制闸、分水闸、退水闸、倒虹吸、提水泵站等闸门采用定轮闸门，启闭机采用固定卷扬式启闭机；

拦污栅采用平面活动栅，人工清污；以及闸门、拦污栅和启闭机的主要设计参数、布置型式。

3. 基本同意大黑箐隧洞进口拦污栅采用直立式滑动栅，液压抓斗清污；检修闸门与工作闸门互为备用，均采用定轮闸门，启闭机采用固定卷扬式启闭机。基本同意闸门、拦污栅和启闭机的主要设计参数、布置型式。初设阶段应结合工程建筑和功能要求，进一步比选闸门门型。

4. 基本同意总干渠末端分水枢纽（杨柳田）、黄坡水库输水隧洞进水口拦污栅采用直立式活动栅、人工清污，事故闸门采用定轮闸门、启闭机采用固定卷扬式启闭机，以及闸门、拦污栅和启闭机的主要设计参数、布置型式。

5. 基本同意大箐水库放空洞事故闸门采用定轮闸门、启闭机采用固定卷扬式启闭机，工作闸门采用弧形闸门、启闭机采用液压启闭机，以及闸门和启闭机的主要设计参数、布置型式。

6. 基本同意大唐水库导流输水放空隧洞拦污栅采用笼式固定栅、低水位人工清污；挡水闸门采用滑动闸门，共用门槽，启闭机共用台车式启闭机；事故闸门采用定轮闸门，启闭机采用固定卷扬式启闭机；出口工作闸门采用弧形闸门，启闭机采用液压启闭机。基本同意各闸门、拦污栅和启闭机的主要设计参数、布置型式。初设阶段应进一步比选事故闸门平压方式，完善金属结构设计。

7. 同意钢闸门及埋件外露面（不锈钢表面除外）采用喷锌加封闭漆的防腐蚀设计方案。

八、施工组织设计

（一）料场选择与开采

1. 基本同意工程所需钢筋、水泥等建筑材料从当地建材市场选购，运输采用公路运输方式。

2. 基本同意工程所需砂砾石料、块石料部分采用料场开采，其余采用外购获得；填筑土石方部分采用料场开采，其余利用开挖料作为料源。

（二）施工导流

1. 基本同意大唐水库、安宁干线里多亩倒虹吸和奶亩庄倒虹吸、红塔干线董炳倒虹吸、蒙自干线输水管道和大黑箐隧洞施工导流建筑物级别为 4 级；大唐水库导流设计洪水标准采用 20 年一遇，坝体临时度汛标准采用 50 年一遇；倒虹吸工程和输水管道工程导流设计洪水标准采用 10 年一遇；大黑箐隧洞导流设计洪水标准采用 20 年一遇。

2. 基本同意总干渠末端分水枢纽（杨柳田）、大箐水库、黄坡水库和宾川东干线施工导流建筑物级别为 5 级；总干渠末端分水枢纽（杨柳田）导流设计洪水标准采用 5 年一遇，坝体临时度汛标准采用 20 年一遇；大箐水库和黄坡水库导流设计洪水标准采用 10 年一遇，坝体临时度汛标准采用 50 年一遇；宾川东干线

导流设计洪水标准采用 5 年一遇。

3. 基本同意施工导流采用隧洞、明渠、涵管等导流方式。基本同意各施工导流建筑物的布置方案，总干渠末端分水枢纽（杨柳田）导流挡水建筑物采用混凝土结构型式，其他导流挡水建筑物采用土石围堰结构型式。初设阶段应结合总干渠末端分水枢纽（杨柳田）坝址处水文复核成果，进一步研究采用围堰拦蓄来水、机械抽排导流方式的可能性。

（三）主体工程施工

基本同意主体工程的主要施工程序、施工方法和主要施工机械设备选型。初设阶段应结合施工支洞布置的地形地貌条件，进一步复核施工支洞布置。

（四）施工交通运输

基本同意工程场内外主要施工道路的设计标准以及交通干线的布置方案。

（五）施工工厂设施

基本同意工程施工混凝土拌和、风水电系统以及附属工厂设施的设计规模、布置方案和主要设备配套选型。

（六）施工总布置

基本同意沿各输水线路分段布置施工生产、生活设施和弃渣场的施工总布置方案，以及场内外交通道路、施工风水电、混凝土拌和系统及附属工厂设施设计规模。

（七）施工总进度

1. 基本同意滇中引水二期骨干工程施工进度的编制原则和编制依据。

2. 滇中引水二期骨干工程属于滇中引水工程施工范畴。基本同意各单项工程施工进度计划和施工进度安排，滇中引水二期骨干工程施工工期为 70 个月。

九、建设征地与移民安置

（一）建设征地范围

1. 基本同意大唐水库、大箐水库、黄坡水库等 3 座调蓄工程水库淹没处理设计洪水标准。居民迁移线采用坝前段正常蓄水位加 1.0 米安全超高的水平线和建库后 20 年一遇洪水水面线组成的外包线；耕地、园地征收线采用坝前段正常蓄水位加 0.5 米安全超高的水平线和建库后 5 年一遇洪水水面线组成的外包线；林地、其他土地按正常蓄水位征收。

2. 基本同意调蓄工程建设区永久用地和临时用地确定的原则和范围。永久用地包括永久建筑物区、总干渠末端分水枢纽（杨柳田）库区、永久道路和管理区；临时用地包括料场、渣场、临时道路、施工营地、其他临时设施用地等。

3. 基本同意输水工程永久用地和临时用地范围。永久用地包括输水明渠、明管、隧洞进出口、倒虹吸、渡槽、浅埋输水管、浅埋暗涵、泵站、阀井、水池、永久道路等占地及管理范围；临

时用地包括深埋输水管、深埋暗涵、施工生产生活区、施工临时道路、渣场和料场等。

4. 初设阶段应根据工程布置、施工组织设计和工程管理范围的优化、调整，本着集约节约用地的原则，进一步复核工程永久用地和临时用地范围。

（二）实物调查

1. 基本同意实物调查的内容、方法和组织形式。

2. 2020年3月18日，云南省人民政府发布了《关于禁止在滇中引水工程二期工程建设征地区新增建设项目和迁入人口的通告》（云政函〔2020〕17号）。2020年4月至12月，设计单位、项目业主和地方政府各有关部门组成联合调查组，对建设征地区范围内的实物进行了全面调查，调查成果已完成签字、公示。根据调查，工程建设征地区范围涉及大理州、楚雄州、昆明市、玉溪市和红河州共5州（市）18个县（市、区），主要实物为：

永久用地 5621 亩（其中耕地 2559 亩，园地 468 亩，林地 2234 亩，其他类别土地 360 亩），临时用地 9830 亩（其中耕地 2966 亩，园地 756 亩，林地 5441 亩，其他类别土地 667 亩）。需搬迁人口 56 户 194 人，拆迁房屋 4 万平方米。涉及公路、电力线路、通信线路、广播电视线路等专项设施若干，涉及探矿权 2 处。

3. 征地区涉及的各有关县（市、区）人民政府已对上述实物

调查成果出具了书面确认意见。

4. 项目业主已委托相关单位对征地范围内文物古迹和矿产资源压覆进行了初步调查。

（三）农村移民安置规划

1. 基本同意农村移民安置规划编制的依据、指导思想和原则。

2. 基本同意农村移民安置规划设计基准年为 2020 年，输水工程区和调蓄工程建设区规划设计水平年为 2023 年，调蓄工程水库区规划设计水平年为 2025 年。

3. 基本同意结合工程建设区社会经济调查成果，确定人口自然增长率取 10%。

4. 基本同意生产安置人口的计算方法和成果，至规划设计水平年，生产安置人口为 1100 人。

5. 基本同意搬迁安置人口计算成果，至规划设计水平年，搬迁安置人口为 206 人。

6. 基本同意采取货币补偿的生产安置方案。初设阶段应根据云南省有关政策，拓宽移民生产安置渠道，优化移民生产安置方案。

7. 基本同意移民采取集中安置为主、分散安置为辅的搬迁安置方案。规划集中安置点 1 个，安置移民 155 人，其余均采用后靠分散安置。

8. 基本同意耕地占补平衡和临时用地恢复方案。

（四）专业设施处理

1. 基本同意专项设施处理的原则。

2. 基本同意交通设施、电力设施、通讯设施、管道设施等专业项目的处理方案。初设阶段应进一步优化 220kV、110kV 等电力线路规划设计。

3. 基本同意本阶段暂列压覆矿产资源和文物古迹处理费用。初设阶段应根据主管部门批复意见进一步复核。

（五）库底清理

基本同意《可研报告》提出的库底清理范围、方法和技术要求。

（六）建设征地移民补偿费用估算

1. 基本同意建设征地移民补偿费用估算编制的原则、依据和方法。

2. 同意按照《云南省自然资源厅关于公布实施全省征收农用地地区片综合地价的通知》（云自然资〔2020〕173号）规定确定永久征收农村集体土地的补偿标准。

3. 基本同意参照近期实施的区域内类似工程确定各类房屋补偿标准。初设阶段应根据房屋重置单价分析成果，复核各类房屋补偿单价。

4. 基本同意按照各地有关规定，综合分析确定地上附着物

补偿标准。

5. 基本同意按照《水利工程设计概（估）算编制规定（建设征地移民补偿）》（水总〔2014〕429号）确定其他费用和基本预备费费率。

6. 基本同意根据国家和云南省有关规定确定耕地占用税、耕地开垦费、森林植被恢复费和被征地农民社保费等有关税费标准。

7. 本次核定的建设征地移民补偿投资是审批本工程可行性研究报告估算投资的技术经济依据，不作为征地补偿和移民安置具体实施过程中有关补偿、补助兑付的直接标准。

十、环境影响评价

（一）基本同意环境影响总体评价结论。滇中引水二期骨干工程通过建设连接输水总干渠分水口门与配套工程的输水线路和连通工程，对实现滇中引水工程整体供水效益具有重要作用。工程实施对环境的不利影响主要是输水线路和调蓄水库开挖占地对环境敏感区、生态保护红线和周边环境的扰动，受纳水域水环境影响，施工期“三废”、噪声、隧洞施工地下水排水和水土流失对周围环境的影响等。在落实受水区水污染防治规划及相关措施和环境敏感区行政许可程序后，不利环境影响可以得到有效减缓和控制，从环境角度分析，工程建设可行。

（二）二期工程从金沙江水源区引水总量及过程与批复的滇

中引水工程方案一致。初设阶段应结合滇中引水工程环评批复（环审〔2016〕115号）要求，补充完善枯水期下游生态影响分析。

（三）受水区环境影响与工程方案环境合理性

1. 基本同意灌区开发方案环境合理性。二期工程水资源配置方案的灌区面积和分布基本维持批复的滇中引水工程方案，环境影响变化不大。

2. 基本同意水资源配置方案环境合理性。二期工程供水总量不变，供水结构略有调整。3个高原湖泊生态补水量不变。社会经济供水中，农业供水总量变化很小，各州（市）供水总量不变，昆明市、楚雄州、红河州等部分工业供水调整为生活供水，调整水量约占2040年滇中工程社会经济供水总量（分干末端）的6%，占受水区社会经济供水总量的2%，预计带来的水污染负荷变幅总体有限。滇中引水工程环评批复要求工程通水后受水区水环境改善，3个国控断面水质比现状提高1~2个类别。考虑到二期工程受水区供水结构及滇中水源供水结构较《滇中引水工程受水区水污染防治规划》（云政复〔2017〕27号）发生一定变化，初设阶段应结合治污规划实施效果及二期工程受水区水污染防治规划编制，分析昆明等供水结构变化市（州）污染物入河量变化与水质改善目标可达性。

3. 原则同意调蓄水库布局环境合理性。二期工程增加总干

渠与滇池连通工程，可为远期滇池水质满足要求后作为总干渠在线调蓄水库，进一步优化水源区引水过程、减少枯水期引水量创造条件。总干渠分水口门以下在线充蓄调节水库较批复的滇中引水工程有所增加。监测表明，大部分调蓄水库（或拟建水库坝址河段）水质不满足目标要求，超标项目主要为总氮、总磷，其中长桥海、五里冲、大银甸等水库超标严重。初设阶段应结合二期工程受水区水污染防治规划，复核设计水平年调蓄水库水质目标可达性。

4. 滇中引水工程环评批复提出充蓄调节水库非汛期和汛期下泄生态流量按坝址多年平均流量的10%和30%确定的原则要求。基本同意《可研报告》在详查各在线、充蓄调节水库下游河道径流、生态状况基础上，提出的生态流量复核调整成果。

（四）新建骨干工程环境影响与工程方案环境合理性

1. 二期骨干工程中的巍山干线约3.7公里从地下穿越弥渡东山国家级森林公园一般游憩区，弥渡县林业和草原局同意工程建设。红塔干线董炳隧洞约0.6公里从地下穿越九龙池省级风景名胜区一般景区，玉溪市林业和草原局复函同意工程选址。石屏干线金山坡隧洞约2.5公里及部分施工布置涉及石屏异龙湖省级风景名胜区。大黑箐隧洞挡水围堰布置临近滇池国家级风景名胜区，局部线路、施工临时布置或渣场涉及九龙甸、东风水库饮用水水源保护区和阿白冲水库水源地。工程布置涉及部分生态保护

红线。初设阶段应结合异龙湖风景名胜区总体规划批复和阿白冲水库饮用水水源保护区划定情况，进一步复核石屏干线及其渣场、临时道路等布置的环境合理性。项目开工前应征得环境敏感区和生态保护红线主管部门同意工程建设的意见。

2. 基本同意输水渠道工程水环境和生态影响预测评价。二期骨干工程输水渠道主要采取隧洞或地下管道形式，有利于保护输水水质，对区域生态完整性总体影响不大。董炳、小律隧洞施工可能影响附近泉、潭潜地下水。初设阶段应进一步复核隧洞施工地下水影响范围和程度。

3. 基本同意新建杨柳田、大唐和扩建大箐、黄坡4座调蓄水库生态影响预测评价。水库拟建于小流域内，工程建设对区域生态环境总体影响不大。初设阶段应进一步复核水库蓄水后供水水质目标可达性和出库水温影响。

4. 基本同意施工期新增污染和移民安置环境影响预测评价。

（五）水环境保护措施

1. 基本同意输水明渠和4座新（扩）建调蓄水库饮用水水源保护区划分、隔离防护、库底环境卫生清理、工程管理站生活污水处理回用等二期骨干工程供水水质保障措施。

2. 原则同意受水区水污染防治措施。初设阶段应根据滇中引水工程环评批复要求，结合《滇中引水工程受退水区水污染防治规划》实施进展，编制二期工程受水区水污染防治规划，确保

受水区水质改善。

(六)基本同意扩建黄坡水库和已建调蓄水库生态流量泄放改造与监控措施。初设阶段应进一步复核新(扩)建水库分层取水措施;结合环境敏感区影响,完善相关减缓措施。

(七)基本同意施工期新增污染防治和移民安置环境保护措施。初设阶段应复核隧洞施工地下水影响减缓措施。

(八)基本同意环境管理方案和环境监测计划。

(九)基本同意环境保护投资估算的依据和方法。

十一、水土保持

(一)基本同意本工程水土保持制约性因素分析评价结论。项目区涉及滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区、杞麓湖~星云湖市级水土流失重点预防区、玉溪中部市级水土流失重点治理区和珠江西源及异龙湖补水区州级水土流失重点预防区,通过提高水土流失防治标准、优化工程占地和施工工艺,可减少工程建设的水土流失影响,工程建设基本不存在重大水土保持制约性因素。

(二)基本同意水土流失防治责任范围界定和防治分区。

(三)基本同意水土流失预测时段、内容、方法和结果。

(四)滇中引水二期工程涉及国家级和州(市)级水土流失重点预防区、重点治理区,同意本工程水土流失防治执行西南岩溶区一级标准及相应防治指标值。

(五)基本同意弃渣场选址、确定的堆渣方案和弃渣场级别以及地质评价结论。

(五)基本同意表土剥离、保护与利用设计方案。

(六)分区水土保持措施布设

1. 基本同意弃渣场拦挡、排洪工程级别与设计标准, 以及根据工程建筑物级别和各段对生态功能的要求确定的植被恢复与建设工程级别和设计标准。

2. 基本同意各防治区的水土保持措施布设。输水工程区泵站及调蓄水库等工程区土地整治后进行绿化, 管道、暗涵顶部临时占地区种植灌草恢复植被, 作业带种植乔灌草进行防护, 明渠、箱涵回填边坡种植灌草恢复植被, 施工扰动区域种植乔灌草, 各类边坡栽植攀缘植物防护; 永久道路的外侧种植行道树, 边坡采用植物措施防护; 施工生产生活区和临时道路区施工期采取临时排水措施, 施工结束后回覆表土、整治土地种植乔灌草恢复植被; 弃渣场采取拦挡、排洪、截排水措施及植物防护措施; 土料场和石料场终采平台土地整治并种植乔灌草防护, 石料场马道平台设置载土槽种植灌木和攀爬植物防护; 移民安置区种植乔灌草绿化。

(七)基本同意水土保持监测内容、频次、方法和监测点的布置。基本同意对于3级弃渣场实施安全监测。

(八)基本同意水土保持工程投资估算编制依据和方法。

十二、劳动安全与工业卫生

基本同意对主要危险有害因素的分析,以及初拟的劳动安全防范措施及工业卫生防护方案。初设阶段应完善劳动安全防范措施。

十三、节能评价

(一)滇中引水二期骨干工程依托滇中引水工程的输水总干线,主要采用自流供水、视需要设置泵站提水,工程总体布局基本符合节能要求。

(二)基本同意提出的工程建设期和运行期的能耗量,以及主要的节能降耗措施。滇中引水二期骨干工程泵站设计选用的水泵效率偏低,初设阶段应复核优选水泵的结构型式和布置方式,以提高水泵效率、降低泵站的运行能耗。

十四、工程管理

(一)根据云南省人民政府办公厅《关于滇中引水工程项目法人有关事项的通知》,云南省滇中引水工程有限公司为滇中引水工程项目法人,负责工程建设和运行管理,隶属于云南省滇中引水管理局。滇中引水二期骨干工程项目法人为云南省滇中引水工程有限公司。

(二)基本同意根据二期骨干工程建设项目的运行管理要求,确定的相应岗位和人员编制配置。应尽快落实项目法人管理机构设置。

(三) 基本同意办公、生产生活管理用房面积和占地面积。

(四) 基本同意工程管理范围和保护范围。

(五) 基本同意管理交通设施配置。

(六) 工程运行费用来源于水费。

十五、投资估算

(一) 基本同意投资估算依据水利部《水利工程设计概(估)算编制规定(工程部分)》(水总〔2014〕429号)、《水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》(办水总〔2016〕132号)、《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》(办财务函〔2019〕448号)和现行水利工程定额编制。主体工程按引水工程标准编制,龙泉一级泵站、宝象河泵站按枢纽工程标准编制。

(二) 滇中引水二期骨干工程投资估算已对以下主要内容进行复核、调整:

1. 复核钢筋、水泥、油料、砂石料、炸药等主要材料预算价格;复核钢管、PCCP管、球墨铸铁管等管材价格。

2. 调整土石方槽挖、土石方回填和碎石、砂垫层等工程单价;复核管线土方开挖和石方开挖工程量;复核管件投资。

3. 复核永久对外交通、永久供电、永久房屋和交通工具等工程量及投资;复核安全监测投资。

4. 复核信息化系统、管理自动化设备及安装工程投资。

5. 复核临时道路、临时供电、临时房屋单位造价指标和投资。施工排水费不单独计列。

6. 复核工程建设监理费、勘测设计费。

按 2020 年第四季度价格水平，根据审查意见调整后，估算工程静态总投资为 1053725 万元，总投资为 1072107 万元。其中工程部分投资 850372 万元，建设征地移民补偿投资 153541 万元，环境保护工程投资 28012 万元，水土保持工程投资 21800 万元，建设期融资利息 18382 万元。详见滇中引水二期骨干工程可行性研究估算总表。

十六、经济评价

（一）国民经济评价

基本同意国民经济评价采用的原则和方法。实施该工程，可有效发挥滇中引水工程供水效益，提高区域水资源配置能力，构建云南省供水安全保障网络，有效缓解滇中地区较长时期内的缺水矛盾，改善河道及高原湖泊的生态及水环境状况，对促进云南省经济社会协调、可持续发展具有重要作用。经计算，国民经济内部收益率大于 6%，建设本项目在经济上是合理的。

（二）资金筹措方案

1. 水价分析

（1）滇中引水二期骨干工程静态总投资为 1053725 万元。按照 2018 年 3 月水利部批复《滇中引水工程初步设计报告》工

程供水水价（城镇供水平均水价 2.94 元每立方米，农业灌溉供水平均水价 0.57 元每立方米，湖泊生态供水平均水价 1.45 元每立方米），计入滇中引水二期骨干工程原水水费后，经本阶段测算，滇中引水二期骨干工程的城镇用水单位供水成本为 3.29 元每立方米，单位运行成本为 3.18 元每立方米；农业灌溉单位供水成本为 0.71 元每立方米，单位运行成本为 0.62 元每立方米；湖泊生态单位供水成本为 1.55 元每立方米，单位运行成本为 1.51 元每立方米。

（2）据调查，滇中引水工程各受水区现行居民生活用水价格为 2.30~5.10 元每立方米（含污水处理费，下同），工业用水价格为 2.60~6.90 元每立方米，农业灌溉用水价格为 0.05~1.00 元每立方米。

2. 贷款测算条件

（1）本阶段考虑不同用水对象的工程综合单位供水成本和可承受水价等因素，农业灌溉供水水价采用 0.62 和 0.72 元每立方米 2 个水价，湖泊生态供水水价采用 1.51、1.75、2.00 元每立方米等 3 个水价，城镇供水水价采用 3.50、3.70、3.90、4.12 元每立方米等 4 个水价，共组合 24 个方案进行贷款能力测算分析。

（2）滇中引水工程规模大，规划的供水量受各种因素影响多。本阶段工程建成后第 1 年供水量按设计规模的 24%，以后每

年逐步增长，至第 17 年达到设计规模。

(3) 贷款偿还期为 25 年，长期贷款利率为 4.90%，资本金在还贷期内无回报。

3. 贷款测算成果

经测算，本工程需资本金 610035 万~1041790 万元，占静态总投资的比例为 57.9%~98.9%，贷款本金 11935 万~443690 万元，建设期利息为 1876 万~69748 万元，总投资为 1055601 元~1123473 万元。

4. 推荐资金筹措方案

根据本工程的特点、单位供水成本和不同用户水价承受能力，本阶段推荐城镇供水水价为 3.70 元每立方米，农业灌溉供水水价为 0.62 元每立方米，湖泊生态供水水价为 1.51 元每立方米，相应本项目需资本金为 936793 万元，占静态总投资 88.9%；贷款本金为 116932 万元，建设期利息为 18382 万元，工程总投资为 1072107 万元。

(三) 财务评价

1. 经对推荐资金筹措方案进行财务分析，本项目供水收入基本满足运行成本要求，具有一定的财务生存能力。

2. 本项目在前五年均没有盈余资金，财务生存能力较差，且需使用短期借款，才能满足项目运行初期清偿能力要求，最多短期贷款额度达到 3.91 亿元。自工程建成运行后第七年开始方

有盈余资金。

3. 经测算，本项目全部投资财务内部收益率税前为 4.00%、税后为 2.70%，盈利能力较弱。

十七、社会稳定风险分析

根据国家发展改革委《关于印发国家发展改革委重大固定资产投资社会稳定风险评估暂行办法的通知》（发改投资〔2012〕2492号）和水利部《重大水利建设项目社会稳定风险评估暂行办法》（水规计〔2012〕474）的要求，本项目已编写了社会稳定风险分析篇章，本项目预期风险等级为“低风险”。

滇中引水二期骨干工程可行性研究估算总表

单位：万元

编号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
I	工程部分投资				
	第一部分：建筑工程	564101			564101
一	大理州	69582			69582
1	宾川东干线	17304			17304
2	巍山干线	52278			52278
二	楚雄州	13757			13757
1	双柏干线	13757			13757
三	昆明市	222853			222853
1	黄坡水库	17591			17591
2	大箐水库	20902			20902
3	安宁干线	99004			99004
4	盘龙干线	44958			44958
5	昆明空港干线	40398			40398
四	玉溪市	39925			39925
1	红塔干线	39136			39136
2	通海干线	789			789
五	红河州	137290			137290
1	杨柳田水库	54952			54952
2	大唐水库	43539			43539
3	蒙自干线	5023			5023
4	石屏干线	33776			33776
六	大黑箐隧洞	44996			44996
七	交通工程	3602			3602
八	房屋建筑工程	6446			6446
九	供电设施工程	4514			4514
十	其他建筑工程	21136			21136
	第二部分：机电设备及安装工程	6679	29099		35778
一	大理州	433	543		976

滇中引水二期骨干工程可行性研究估算总表

单位：万元

编号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
1	变配电站设备及安装工程	83	78		161
2	公用设备及安装工程	350	465		815
二	楚雄州	3	182		185
1	公用设备及安装工程	3	182		185
三	昆明市	4028	22231		26259
1	黄坡水库	56	63		119
2	大箐水库	68	146		214
3	安宁干线	112	213		325
4	盘龙干线	1010	5208		6218
5	空港干线	1718	9338		11056
6	公用设备及安装工程	1064	7263		8327
四	玉溪市	544	648		1192
1	变配电室设备及安装工程	112	213		325
2	公用设备及安装工程	432	435		867
五	红河州	1515	5383		6898
1	泵站水机设备及安装工程	387	2674		3061
2	泵站电气一次设备及安装工程	799	1248		2047
3	泵站电气二次设备及安装工程	149	547		696
4	变配电室设备及安装工程	112	173		285
5	公用设备及安装工程	68	741		809
六	大黑箐隧洞	156	112		268
1	变配电室设备及安装工程	20	12		32
2	公用设备及安装工程	136	100		236
	第三部分：金属结构设备安装工程	1682	4720		6402
一	大理州	93	648		741
1	宾川东干线	83	608		691
2	巍山干线	10	40		50
二	楚雄州	14	103		117

滇中引水二期骨干工程可行性研究估算总表

单位：万元

编号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
1	双柏干线	14	103		117
三	昆明市	1300	2047		3347
1	黄坡水库	5	24		29
2	大箐水库	32	189		221
3	安宁干线	259	1738		1997
4	盘龙干线	147	57		204
5	空港干线	857	39		896
四	玉溪市	94	668		762
1	红塔干线	78	557		635
2	通海干线	16	111		127
五	红河州	151	1078		1229
1	杨柳田水库	34	243		277
2	大唐水库	37	264		301
3	蒙自干线	10	72		82
4	石屏干线	70	499		569
六	大黑箐隧洞	30	176		206
	第四部分：施工临时工程	64596			64596
一	导流工程	901			901
二	施工交通工程	27360			27360
三	施工场外供电工程	4306			4306
四	施工房屋建筑工程	6490			6490
五	支护工程	6986			6986
六	其他施工临时工程	18553			18553
	第五部分：独立费用			88384	88384
一	建设管理费			11335	11335
二	工程建设监理费			8388	8388
三	联合试运转费			328	328
四	生产准备费			4199	4199

滇中引水二期骨干工程可行性研究估算总表

单位：万元

编号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
五	科研勘测设计费			61115	61115
六	其他			3019	3019
	一至五部分投资合计	637058	33819	88384	759261
	基本预备费				91111
	静态投资				850372
II	建设征地移民补偿投资				
	静态投资				153541
III	环境保护工程投资				
	静态投资				28012
IV	水土保持工程投资				
	静态投资				21800
V	工程投资总计				
	静态总投资				1053725
	建设期贷款利息				18382
	总投资				1072107



172512050187



检测报告

坤发环检字[2019]-09087号

项目名称：滇中引水工程大理州、楚雄州、玉溪市、红河州二期工程环境质量现状监测（丰水期为9月中旬）

委托单位：云南秀川环境工程技术有限公司

检测类别：委托检测

报告日期：2019年10月11日



云南坤发环境科技有限公司

声 明

- 1、报告无“章”、“云南坤发环境科技有限公司检验检测专用章”、“骑缝章”和“正本”章无效。
- 2、复制报告未加盖上述章无效。
- 3、报告内容涂改无效；无编制、校核、审核和批准人（授权签字人）签字无效。
- 4、检测委托方如对本报告有异议，请于收到报告之日起或在指定领取检测报告终止之日起三日内，向本公司申请复验，逾期不申请的，视为认可本检测报告。
- 5、由委托单位自行采集的样品，本公司仅对送检样品的测试数据负责，不对样品来源负责；测试条件和工况变化大的样品、无法保存和复现的样品，本公司仅对本次所采样品的检测数据负责。
- 6、未经本公司书面批准，本报告及数据不得用于商业宣传，违者必究。
- 7、未经本机构批准，不得复制（全文复制除外）本报告。

本机构通讯资料

监测业务联系电话及传真：(0871) 63339220 63339221

质量投诉电话及传真：(0871) 63339221

行风监督举报电话及传真：63339220

邮政编码：650106

地址：昆明市高新区海源中路 30 号创新大厦 A 段 4 楼

1、委托单位信息

表 1-1 委托单位信息一览表

委托单位名称	云南秀川环境工程技术有限公司		
通讯地址	大理州、楚雄州、玉溪市、红河州		
联系人	李工	联系电话	13608885471

2、检测分析方法、检测分析仪器检出限及分析人员

检测方法、方法来源、使用仪器、检出限及分析人员见表 2-1。

表 2-1 检测分析方法、主要仪器、检出限及分析人员一览表

检测类型	检测项目	检测方法来源	主要仪器型号	最低检出限或范围	分析人员
地表水	pH	便携式 pH 计法 《水和废水监测分析方法》(第四版)	FG2 便携式 pH 计 /YNDQ/XC-134/KF027-02、06、05	/	何龙 叶广达 李师文 赵朝玉 惠焯腾 赵映雄
	流量	流速仪法 《水和废水检测分析方法》(第四版) 国家环保总局 (2002 年)	旋浆式流速仪/KF058-01、03、02	/	
	流速				
	水温	水质 水温的测定 温度计法 GB13195-1991	水银温度计/KFW-03、01、05	/	
	透明度	塞氏盘法 《水和废水监测分析方法》(第四版)	塞式盘/YNDQ/XC-124、125/KF058-01	/	
	溶解氧	水质 溶解氧的测定 电化学探头法 HJ506-2009	FG4 便携式溶氧仪 /YNDQ/XC-138/KF002-08/KF002-07	0.01 mg/L	
	化学需氧量	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法 HJ828-2017	50ml 酸式滴定管/KFD-05	4 mg/L	尹元金 曾葇
	氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ535-2009	723N 可见分光光度计/KF013	0.025mg/L	杨发红
	五日生化需氧量	水质 五日生化需氧量的测定 稀释与接种法 HJ505-2009	50mL 酸式滴定管/KFD-07	0.5mg/L	杨杏开
	悬浮物	水质 悬浮物的测定 重量法 GB11901-1989	BSA224S 电子天平/KF018-04	/	尹元金 曾葇
	石油类	水质 石油类的测定 紫外分光光度法(试行) HJ970-2018	UV765 紫外可见分光光度计/ KF023	0.01mg/L	朱梅
	硫化物	水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法 GB/T16489-1996	723N 可见分光光度计/KF013	0.005 mg/L	海克英
	总氮	水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解-紫外分光光度法 HJ636-2012	UV765 紫外可见分光光度计/ KF023	0.05 mg/L	李泽艳
	总磷	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法 GB11893-89	723N 可见分光光度计/KF013	0.01 mg/L	
	阴离子表面活性剂	水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲基蓝分光光度法 GB7494-87		0.05 mg/L	杨杏开
	挥发酚	水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法 HJ503-2009		0.0003 mg/L	海克英
高锰酸盐指数	水质 高锰酸盐指数的测定 GB11892-1989	50mL 酸式滴定管/KFD-04	0.5 mg/L		
粪大肠菌群	水质 总大肠菌群、粪大肠菌群和大肠埃希氏菌的测定 酶底物法 HJ1001-2018	DHP-360 型电热恒温培养箱 /KF001-01	10 MPN/L	杨发红	

(续)表 2-1 检测分析方法、主要仪器、检出限及分析人员一览表

检测类型	检测项目	检测方法来源	主要仪器型号	最低检出限或范围	分析人员		
水质	氟化物	水质 氟化物的测定 离子选择电极法 GB 7484-87	WL-15B 微处理离子计 /KF032	0.05mg/L	李衍文		
	六价铬	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分 光光度法 GB7467-87	723N 可见分光光度计 /KF013	0.004 mg/L	朱梅		
	氰化物	水质 氰化物的测定 异烟酸-吡唑啉 酮分光光度法 HJ484-2009		0.004 mg/L	杨发红		
	叶绿素 a	水质 叶绿素 a 的测定 分光光度法 HJ897-2017	723N 可见分光光度计 /KF013	0.002mg/L	海克英		
	硫酸盐	水质 硫酸盐的测定 铬酸钡分光光度 法 (试行) HJ/T342-2007		8mg/L	李泽艳		
	硝酸盐	水质 硝酸盐氮的测定 紫外分光光度 法 (试行) HJ/T 346-2007	UV765 紫外可见分光光 度计/ KF023	0.08 mg/L			
	氯化物	水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法 GB11896-89	50ml 酸式滴定管 /KFD-04	10mg/L	海克英		
	砷	水质 汞、砷、硒、铊和铋的测定原子 荧光法 HJ694-2014	AFS-230E 型原子荧光光 度计/KF037	3.0×10^{-4} mg/L	邢亚杰		
	硒			4.0×10^{-4} mg/L			
	汞			4.0×10^{-5} mg/L			
	铜	水质铜、 锌、铅、镉的测定 原子吸 收分光光度法 GB/T7475-1987	AA-6300C 型原子吸收分 光光度计/KF062	0.005 mg/L	陈宇琳		
	锌			0.005 mg/L			
	铁	水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分 光光度法 GB/T11911-1989		0.03 mg/L			
	锰			0.01 mg/L			
镉	《水和废水监测分析方法》(第四版) 国家环保总局(2002年)石墨炉原子 吸收法	1.0 $\times 10^{-4}$ mg/L					
铅	水质 32 种元素的测定 电感耦合等离 子体发射光谱法 HJ776-2015	Aivo200 电感耦合等离 子体发射光谱仪/KF099		0.0009 mg/L		邢亚杰	
现场采样人员: 何龙、叶广达、李衍文、赵朝玉、惠焯腾、赵映雄							
检测日期: 2019.09.18~2019.10.04							

3、水质检测结果

水质检测结果见表3-1、表3-2、表3-3、表3-4、表3-5、表3-6、表3-7、表3-8、表3-9、表3-10、表3-11、表3-12、表3-13、表3-14、表3-15、表3-16、表3-17、表3-18、表3-19、表3-20、表3-21、表3-22、表3-23、表3-24、表3-25、表3-26、表3-27、表3-28、表3-29、表3-30、表3-31、表3-32、表3-33、表3-34、表3-35、表3-36、表3-37、表3-38、表3-39、表3-40。

表3-1 地表水检测结果一览表

项目	检测点位		
	W190919W01-1 2019.09.19/2019.09.20	W190920W01-1 2019.09.20/2019.09.21	W190921W01-1 2019.09.21/2019.09.22
采样日期/采样日期	2019.09.19/2019.09.20	2019.09.20/2019.09.21	2019.09.21/2019.09.22
样品状态	土红, 无味, 浑浊	土红, 无味, 浑浊	微黄, 无味, 微浑
pH (无量纲)	8.18	8.01	8.11
水温 (°C)	26.12	26.44	25.38
溶解氧 (mg/L)	5.74	5.83	5.69
化学需氧量 (mg/L)	7	8	11
五日生化需氧量 (mg/L)	2.4	2.4	2.7
粪大肠菌群 (MPN/L)	2.7×10^4	2.6×10^4	2.4×10^4
总磷 (mg/L)	0.027	0.032	0.028
氨氮 (mg/L)	0.080	0.091	0.071
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.02
氯化物 (mg/L)	0.415	0.423	0.412
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.016	0.015	0.015
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0029	0.0024	0.0049
镉 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
汞 (mg/L)	<1.0 × 10 ⁻⁴	<1.0 × 10 ⁻⁴	<1.0 × 10 ⁻⁴
砷 (mg/L)	8.8×10^{-4}	4.6×10^{-4}	7.6×10^{-4}
硒 (mg/L)	<4.0 × 10 ⁻⁴	<4.0 × 10 ⁻⁴	<4.0 × 10 ⁻⁴
钼 (mg/L)	4.45×10^{-5}	4.68×10^{-5}	5.24×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.42	1.35	1.32
总氮 (mg/L)	0.21	0.19	0.10
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	0.054
挥发酚 (mg/L)	1.12×10^{-3}	3.68×10^{-4}	3.68×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	116	126	146

备注: 因流速过慢, 流量、流速无法测量。

表 3-2 地表水检测结果一览表

检测点位		桑园河汇入金沙江汇口处	
样品编号	W190919W03-1	W190920W03-1	W190921W03-1
采样日期/接样日期	2019.09.19/2019.09.20	2019.09.20/2019.09.21	2019.09.21/2019.09.22
项目	样品状态	样品状态	样品状态
pH (无量纲)	7.98	7.82	8.03
水温 (°C)	30.07	30.21	30.09
流量 (m³/s)	0.278	0.256	0.319
流速 (m/s)	1.15	1.00	1.14
溶解氧 (mg/L)	5.94	6.13	5.94
化学需氧量 (mg/L)	18	17	16
五日生化需氧量 (mg/L)	3.6	3.4	3.5
粪大肠菌群 (MPN/L)	2.4×10^3	2.5×10^3	2.0×10^3
总磷 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01
氨氮 (mg/L)	0.111	0.122	0.102
硫化物 (mg/L)	0.009	<0.005	0.007
石油类 (mg/L)	0.04	0.03	0.03
氯化物 (mg/L)	0.442	0.457	0.447
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.005	0.006	0.006
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0072	0.0017	0.0066
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}
砷 (mg/L)	< 3.0×10^{-4}	< 3.0×10^{-4}	< 3.0×10^{-4}
硒 (mg/L)	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}
汞 (mg/L)	6.12×10^{-5}	4.57×10^{-5}	4.26×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.86	1.79	1.96
总氮 (mg/L)	0.30	0.28	0.30
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.057	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	3.05×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	38	37	31

表 3-3 地表水检测结果一览表

检测点位		黑惠江汇入澜沧江汇口处	
样品编号	W190921W05-1	W190922W05-1	W190923W05-1
采样日期/接样日期	2019.09.21/2019.09.22	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.23/2019.09.24
项目	样品状态	样品状态	样品状态
pH (无量纲)	7.18	7.41	7.81
水温 (°C)	27.10	27.18	27.02
溶解氧 (mg/L)	5.63	5.74	5.66
化学需氧量 (mg/L)	16	15	17
五日生化需氧量 (mg/L)	3.0	2.9	3.2
粪大肠菌群 (MPN/L)	5.9×10^3	5.0×10^3	5.3×10^3
总磷 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01
氨氮 (mg/L)	0.161	0.173	0.181
硫化物 (mg/L)	0.016	0.014	0.013
石油类 (mg/L)	0.03	0.04	0.03
氟化物 (mg/L)	0.202	0.197	0.197
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.009	0.009	0.008
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0020	0.0037	0.0034
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}
砷 (mg/L)	6.1×10^{-3}	5.9×10^{-3}	6.1×10^{-3}
硒 (mg/L)	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}
汞 (mg/L)	7.87×10^{-5}	8.09×10^{-5}	7.68×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.67	2.76	2.72
总氮 (mg/L)	0.29	0.29	0.28
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	0.051	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	4.30×10^{-4}	3.68×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	34	24	23

备注：黑惠江汇入澜沧江汇口处因水宽、水过深，流量无法测量。

表 3-4 地表水检测结果一览表

项目	中河汇入滇池江汇口处		
	W190927W08-1 2019.09.27/2019.09.28	W190928W08-1 2019.09.28/2019.09.29	W190929W08-1 2019.09.29/2019.09.30
检测点位	中河汇入滇池江汇口处		
样品编号	W190928W08-1		
采样日期/接样日期	2019.09.28/2019.09.29		
样品状态	微黄、无味、微浑		
pH (无量纲)	7.58	7.66	7.47
水温 (°C)	21.17	21.28	21.34
流量 (m ³ /s)	2.24	2.16	2.74
流速 (m/s)	1.04	1.05	1.05
溶解氧 (mg/L)	6.10	5.96	5.90
化学需氧量 (mg/L)	16	19	17
五日生化需氧量 (mg/L)	3.4	3.7	3.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	7.3×10 ³	6.1×10 ³	7.6×10 ³
总磷 (mg/L)	0.110	0.107	0.103
氨氮 (mg/L)	0.161	0.173	0.150
硫化物 (mg/L)	0.009	<0.005	0.007
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03
氯化物 (mg/L)	0.688	0.672	0.710
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0067	0.0067	0.0067
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴
砷 (mg/L)	2.5×10 ⁻³	2.2×10 ⁻³	2.2×10 ⁻³
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.02	3.08	2.97
总氮 (mg/L)	0.21	0.23	0.27
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.069	0.066	0.060
挥发酚 (mg/L)	4.30×10 ⁻⁴	3.05×10 ⁻⁴	3.05×10 ⁻⁴
悬浮物 (mg/L)	28	25	24

表 3-5 地表水检测结果一览表

检测点位		龙场河汇入滇池江汇口处		滇池江汇入金沙江汇口处	
样品编号	W190927W09-1	W190928W09-1	W190929W09-1	W190927W10-1	W190928W10-1
采样日期/接样日期	2019.09.27/2019.09.28	2019.09.28/2019.09.29	2019.09.29/2019.09.30	2019.09.27/2019.09.28	2019.09.28/2019.09.29
样品状态	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	土红色、无味、浑浊	土红色、无味、浑浊
项目					
pH (无量纲)	7.68	7.72	7.54	7.83	7.97
水温 (°C)	20.23	20.41	21.01	22.12	22.42
流量 (m³/s)	0.631	0.751	0.617	/	/
流速 (m/s)	0.257	0.254	0.263	/	/
溶解氧 (mg/L)	6.20	6.14	6.13	6.07	6.13
化学需氧量 (mg/L)	17	15	19	9	11
五日生化需氧量 (mg/L)	3.6	3.3	3.2	2.4	2.5
粪大肠菌群 (MPN/L)	8.7×10 ²	1.0×10 ⁴	9.2×10 ³	7.0×10 ³	8.7×10 ³
总磷 (mg/L)	0.018	0.019	0.015	0.064	0.066
氨氮 (mg/L)	0.094	0.108	0.085	0.068	0.085
硫化物 (mg/L)	0.009	0.014	0.013	0.007	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
氯化物 (mg/L)	0.206	0.202	0.205	0.210	0.220
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0038	0.0025	0.0058	0.0047	0.0062
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴				
砷 (mg/L)	<3.0×10 ⁻⁴				
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴				
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵				
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.70	2.68	2.64	2.68	2.62
总氮 (mg/L)	0.19	0.20	0.20	0.10	0.12
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.072	0.078	0.072	0.069	0.075
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	4.30×10 ⁻⁴	3.68×10 ⁻⁴
悬浮物 (mg/L)	24	21	25	210	222

备注：滇池江汇入金沙江汇口处因水面宽，流速快，流量无法测量。

表 3-6 地表水检测结果一览表

检测点位	武定河出武定县断面		沙甸河与板桥河交汇处	
样品编号	W190921W11-1	W190922W11-1	W190925W12-1	W190926W12-1
采样日期/采样日期	2019.09.21/2019.09.22	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.25/2019.09.26	2019.09.26/2019.09.27
样品状态	无色、无味、澄清	无色、无味、澄清	无色、无味、澄清	无色、无味、澄清
pH (无量纲)	8.03	8.01	8.15	8.27
水温 (°C)	18.32	18.67	19.14	19.87
流量 (m³/s)	8.67	8.24	/	/
流速 (m/s)	2.47	2.29	/	/
溶解氧 (mg/L)	5.71	5.83	5.41	5.52
化学需氧量 (mg/L)	24	23	27	25
五日生化需氧量 (mg/L)	3.3	3.6	3.3	3.4
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.3×10^4	8.7×10^3	1.9×10^4	1.6×10^4
总磷 (mg/L)	0.182	0.181	0.178	0.178
氨氮 (mg/L)	0.860	0.871	0.221	0.229
硫化物 (mg/L)	0.041	0.044	0.052	0.057
石油类 (mg/L)	0.22	0.22	0.15	0.15
氯化物 (mg/L)	0.218	0.245	0.258	0.278
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.007	0.008	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	<0.0009	<0.0009	0.0078	0.0029
镉 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
汞 (mg/L)	<1.0 × 10 ⁻⁴			
砷 (mg/L)	<3.0 × 10 ⁻⁴	<3.0 × 10 ⁻⁴	6.5×10^{-4}	8.1×10^{-4}
硒 (mg/L)	<4.0 × 10 ⁻⁴			
钼 (mg/L)	1.90×10^{-4}	1.60×10^{-4}	<4.0 × 10 ⁻⁵	<4.0 × 10 ⁻⁵
硝酸盐氮 (mg/L)	3.59	3.51	3.32	3.32
总氮 (mg/L)	0.94	0.92	0.32	0.29
高锰酸钾指数 (mg/L)	0.063	0.072	0.072	0.081
挥发酚 (mg/L)	1.36×10^{-3}	1.43×10^{-3}	4.30×10^{-3}	5.51×10^{-3}
总有机碳 (mg/L)	28	89	130	154

备注：沙甸河与板桥河交汇处以上断面断面流量，流速未测，流量未测。

表 3-7 地表水检测结果一览表

检测点位		扒河汇入绿汁江汇口处	
样品编号	W190918W13-1	W190919W13-1	W190920W13-1
采样日期/接样日期	2019.09.18/2019.09.19	2019.09.19/2019.09.20	2019.09.20/2019.09.21
样品状态	土黄色, 无味, 浑浊	土黄色, 无味, 浑浊	土黄色, 无味, 浑浊
pH (无量纲)	8.22	8.31	8.32
水温 (°C)	24.17	24.31	23.84
溶解氧 (mg/L)	5.12	5.18	5.14
化学需氧量 (mg/L)	14	13	15
五日生化需氧量 (mg/L)	3.3	3.5	3.8
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.3×10^3	1.4×10^3	2.0×10^3
总磷 (mg/L)	0.073	0.070	0.072
氨氮 (mg/L)	0.221	0.235	0.208
硫化物 (mg/L)	0.018	0.013	0.014
石油类 (mg/L)	0.02	0.03	0.02
氰化物 (mg/L)	0.547	0.550	0.542
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.011	0.011	0.011
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0011	0.0051	0.0051
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}
砷 (mg/L)	5.7×10^{-5}	5.7×10^{-5}	6.8×10^{-5}
硒 (mg/L)	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}
汞 (mg/L)	8.36×10^{-5}	9.07×10^{-5}	9.43×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.12	2.09	2.09
总氮 (mg/L)	0.36	0.36	0.31
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.057	0.060	0.054
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	3.36×10^{-4}	3.05×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	222	216	198

备注: 扒河汇入绿汁江汇口处因河流太宽, 流速慢, 水太浑, 流量无法测量。

表 3-8 地表水检测结果一览表

检测点位	白龙河出华宁县, 304 省道处		落漏河汇入后金沙江断面			
	W190921W21-1 2019.09.21/2019.09.22	W190922W21-1 2019.09.22/2019.09.23	W190923W21-1 2019.09.23/2019.09.24	W190919W28-1 2019.09.19/2019.09.20	W190920W28-1 2019.09.20/2019.09.21	W190921W28-1 2019.09.21/2019.09.22
采样日期/接样日期						
样品状态	黄色, 无味, 浑浊	黄色, 无味, 浑浊	黄色, 无味, 浑浊	微黄, 无味, 浑浊	微黄, 无味, 浑浊	微黄, 无味, 浑浊
pH (无量纲)	8.31	8.32	8.28	6.87	6.98	7.21
水温 (°C)	23.28	23.82	23.40	22.03	22.61	22.18
流量 (m³/s)	2.41	2.53	2.47	/	/	/
流速 (m/s)	1.04	1.04	1.04	/	/	/
溶解氧 (mg/L)	5.41	5.44	5.47	6.13	6.07	5.99
化学需氧量 (mg/L)	17	16	17	14	12	13
五日生化需氧量 (mg/L)	3.2	3.0	3.3	2.6	2.3	2.2
粪大肠菌群 (MPN/L)	8.5×10^2	8.2×10^2	8.1×10^3	2.4×10^2	2.5×10^2	2.6×10^2
总磷 (mg/L)	0.161	0.158	0.154	0.052	0.056	0.054
氨氮 (mg/L)	0.488	0.474	0.497	0.250	0.272	0.232
硫化物 (mg/L)	0.014	0.011	0.014	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.360	0.350	0.368	0.222	0.216	0.227
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.008	0.008	0.009
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0025	0.0011	0.0045	0.0016	0.0049	0.0018
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	<1.0 × 10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	<3.0 × 10 ⁻⁴	<3.0 × 10 ⁻⁴	<3.0 × 10 ⁻⁴	1.4 × 10 ⁻³	1.0 × 10 ⁻³	2.2 × 10 ⁻³
硒 (mg/L)	<4.0 × 10 ⁻⁴					
汞 (mg/L)	5.38×10^{-5}	6.99×10^{-5}	7.32×10^{-5}	<4.0 × 10 ⁻⁵	<4.0 × 10 ⁻⁵	<4.0 × 10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.99	2.96	2.94	1.19	1.20	1.17
总氮 (mg/L)	0.61	0.59	0.59	0.30	0.31	0.30
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.057	0.063	0.051	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	226	250	276	154	170	164

备注: 落漏河汇入后金沙江断面因水流过慢, 流量无法测量。

表 3-9 地表水检测 results 一览表

检测点位		桑园河汇入后金沙江断面		渔泡江汇入后金沙江断面	
样品编号	W190919W29-1	W190920W29-1	W190921W29-1	W190927W30-1	W190928W30-1
采样日期/采样日期	2019.09.19/2019.09.20	2019.09.20/2019.09.21	2019.09.21/2019.09.22	2019.09.27/2019.09.28	2019.09.28/2019.09.29
样品状态	浅灰、无味、微浑	浅灰、无味、微浑	浅灰、无味、清浊	浅黄、无味、微浑	浅黄、无味、微浑
pH (无量纲)	6.99	7.03	7.18	7.28	7.45
水温 (°C)	21.88	21.69	22.14	20.18	21.01
溶解氧 (mg/L)	6.20	6.87	6.94	6.12	6.20
化学需氧量 (mg/L)	8	12	10	11	12
五日生化需氧量 (mg/L)	2.9	2.4	2.8	2.6	2.0
粪大肠菌群 (MPN/L)	4.6×10^3	4.9×10^3	4.4×10^3	3.6×10^3	3.3×10^3
总磷 (mg/L)	0.014	0.013	0.014	0.021	0.018
氨氮 (mg/L)	0.328	0.345	0.430	0.083	0.074
硫化物 (mg/L)	0.005	0.007	<0.005	0.007	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.210	0.219	0.220	0.151	0.148
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.030	0.030	0.029	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0021	0.0019	0.0029	0.0079	0.0051
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴				
砷 (mg/L)	3.2×10^{-4}	5.9×10^{-4}	6.2×10^{-4}	7.9×10^{-4}	1.2×10^{-3}
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴				
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵				
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.66	2.13	2.49	1.64	1.54
总氮 (mg/L)	0.43	0.50	0.50	0.12	0.12
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.072	0.072
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	4.30×10^{-4}	4.30×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	64	56	32	93	72

备注：桑园河汇入后金沙江断面因江面过深，过宽、过缓，流量无法测量；渔泡江汇入后金沙江断面因水而过宽、水深，流速较慢，流量无法测量。

表 3-10 地表水检测结果一览表

检测点位	金沙江江边乡断面			澜沧江 1# (黑惠江汇入后澜沧江断面)		
	W190921W31-1 2019.09.21/2019.09.22	W190922W31-1 2019.09.22/2019.09.23	W190923W31-1 2019.09.23/2019.09.24	W190921W32-1 2019.09.21/2019.09.22	W190922W32-1 2019.09.22/2019.09.23	W190923W32-1 2019.09.23/2019.09.24
采样日期/接样日期						
样品状态	浅绿色、无味、微浑	浅绿色、无味、微浑	浅绿色、无味、微浑	无色、无味、清透	无色、无味、清透	无色、无味、清透
pH (无量纲)	7.77	7.83	7.72	7.11	7.18	7.25
水温 (°C)	20.8	20.1	21.2	23.81	24.02	23.99
溶解氧 (mg/L)	5.51	5.56	5.67	6.83	6.76	6.80
化学需氧量 (mg/L)	21	22	25	14	17	19
五日生化需氧量 (mg/L)	4.4	4.3	4.4	2.7	2.9	2.5
粪大肠菌群 (MPN/L)	5.5×10^3	3.2×10^3	2.3×10^3	3.2×10^3	4.1×10^3	3.2×10^3
总磷 (mg/L)	0.019	0.021	0.021	<0.01	<0.01	<0.01
氨氮 (mg/L)	1.37	1.38	1.36	0.274	0.266	0.485
硫化物 (mg/L)	0.013	0.014	0.016	0.007	0.013	0.011
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
氯化物 (mg/L)	0.168	0.166	0.180	0.246	0.236	0.233
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.008	0.008	0.008
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0018	0.0055	0.0044	0.0025	0.0062	0.0036
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}					
砷 (mg/L)	< 3.0×10^{-4}	< 3.0×10^{-4}	< 3.0×10^{-4}	3.8×10^{-3}	3.6×10^{-3}	4.3×10^{-3}
硒 (mg/L)	< 4.0×10^{-4}	4.5×10^{-4}	4.6×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	4.4×10^{-4}
汞 (mg/L)	5.91×10^{-5}	6.83×10^{-5}	5.36×10^{-5}	8.98×10^{-5}	6.64×10^{-5}	6.71×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.23	2.17	2.30	2.57	2.49	2.52
总氮 (mg/L)	1.51	1.58	1.53	0.43	0.39	0.49
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.087	0.092	0.101	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	6.79×10^{-4}	7.72×10^{-4}	6.17×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	27	37	31	20	21	16

备注：金沙江江边乡断面因河面太宽，水面流速慢，流量无法测量；澜沧江 1# (黑惠江汇入后澜沧江断面) 因河面太宽、水深，流速慢，流量无法测量。

表 3-11 地表水检测结果一览表

项目	澜沧江 2# (黑惠江汇入后澜沧江断面)		
	检测点位 样品编号	W190921W33-1	W190922W33-1
采样日期/接样日期	2019.09.21/2019.09.22	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.23/2019.09.24
样品状态	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈
pH (无量纲)	7.51	7.66	7.43
水温 (°C)	19.98	19.72	20.18
流量 (m³/s)	/	/	/
流速 (m/s)	/	/	/
溶解氧 (mg/L)	7.10	7.24	7.15
化学需氧量 (mg/L)	10	15	15
五日生化需氧量 (mg/L)	2.5	2.8	2.7
粪大肠菌群 (MPN/L)	8.3×10^3	6.4×10^3	6.9×10^3
总磷 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01
氨氮 (mg/L)	0.136	0.150	0.128
硫化物 (mg/L)	0.009	0.014	0.018
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03
氟化物 (mg/L)	0.220	0.215	0.212
氯化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0015	0.0057	0.0031
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}
砷 (mg/L)	1.9×10^{-3}	2.5×10^{-3}	2.3×10^{-3}
硒 (mg/L)	4.8×10^{-4}	4.5×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}
汞 (mg/L)	8.40×10^{-5}	8.96×10^{-5}	9.12×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.36	2.31	2.20
总氮 (mg/L)	0.22	0.22	0.22
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	20	16	23

备注：澜沧江 2# (黑惠江汇入后澜沧江断面) 因水面太宽、水深、流速慢，流量无法测量。

表 3-12 地表水检测结果一览表

检测点位	炼洞河 1# (炼洞河入花桥水库前断面)		十一普河入大银何水库前断面	
	W190919W39-1 2019.09.19/2019.09.20 微黄、无味、微浑	W190920W39-1 2019.09.20/2019.09.21 微黄、无味、微浑	W190921W39-1 2019.09.21/2019.09.22 微黄、无味、微浑	W190919W41-1 2019.09.19/2019.09.20 无色、无味、清激
样品编号	W190919W39-1	W190920W39-1	W190921W39-1	W190919W41-1
采样日期/采样日期	2019.09.19/2019.09.20	2019.09.20/2019.09.21	2019.09.21/2019.09.22	2019.09.19/2019.09.20
样品状态	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	无色、无味、清激
项目				
pH (无量纲)	7.21	7.31	7.17	6.49
水温 (°C)	23.12	23.38	23.47	20.83
流量 (m³/s)	3.48	3.60	3.71	0.031
流速 (m/s)	1.43	1.43	1.43	0.231
溶解氧 (mg/L)	6.14	6.07	6.25	6.84
化学需氧量 (mg/L)	16	15	14	12
五日生化需氧量 (mg/L)	3.3	3.2	3.4	2.8
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.3×10^2	2.5×10^2	1.2×10^2	63
总磷 (mg/L)	0.161	0.165	0.163	0.015
氨氮 (mg/L)	0.250	0.272	0.227	0.159
砷化物 (mg/L)	0.005	0.009	0.007	0.009
石油类 (mg/L)	0.03	0.04	0.03	0.03
氟化物 (mg/L)	0.510	0.496	0.488	0.496
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.007	0.006	0.006	0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0040	0.0049	0.0030	<0.0009
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}			
砷 (mg/L)	3.2×10^{-3}	4.0×10^{-3}	3.3×10^{-3}	< 3.0×10^{-4}
硒 (mg/L)	< 4.0×10^{-4}			
汞 (mg/L)	7.26×10^{-5}	6.84×10^{-5}	8.76×10^{-5}	6.70×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.22	2.07	1.98	2.82
总氮 (mg/L)	0.33	0.30	0.42	0.22
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.175	0.151	0.119	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	3.05×10^{-4}	2.05×10^{-3}
悬浮物 (mg/L)	44	52	50	26
				24

表 3-13 地表水检测结果一览表

检测点位		麻栗园河入海稍水库前断面	
样品编号	W190918W43-1	W190919W43-1	W190920W43-1
采样日期/按样日期	2019.09.18/2019.09.19	2019.09.19/2019.09.20	2019.09.20/2019.09.21
样品状态	土黄色、无味、浑浊	土黄色、无味、浑浊	土黄色、无味、浑浊
pH (无量纲)	7.21	7.24	7.18
水温 (°C)	25.08	24.47	25.18
流量 (m ³ /s)	/	/	/
流速 (m/s)	/	/	/
溶解氧 (mg/L)	6.67	6.34	6.59
化学需氧量 (mg/L)	47	48	45
五日生化需氧量 (mg/L)	10.6	10.1	10.0
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.3×10 ⁴	1.4×10 ⁴	1.5×10 ⁴
总磷 (mg/L)	0.085	0.086	0.082
氨氮 (mg/L)	1.37	1.38	1.34
硫化物 (mg/L)	0.005	<0.005	0.009
石油类 (mg/L)	0.04	0.04	0.04
氯化物 (mg/L)	0.781	0.758	0.743
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.012	0.011	0.011
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0037	0.0069	0.0049
锌 (mg/L)	0.007	0.007	0.008
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻⁴
砷 (mg/L)	0.0107	0.0102	0.0104
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	9.97×10 ⁻⁵	8.60×10 ⁻⁵	9.66×10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	5.36	5.22	5.10
总氮 (mg/L)	1.94	1.78	1.90
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.184	0.198	0.195
挥发酚 (mg/L)	3.05×10 ⁻⁴	3.05×10 ⁻⁴	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	250	227	243

备注：麻栗园河入海稍水库前断面因流速过慢，流量无法测量。

表 3-14 地表水检测结果一览表

检测点位	甸中河入甸中河水库前断面			子午大河入中石坝水库前,下马房村断面			
	样品编号	W190921W44-1	W190922W44-1	W190923W44-1	W190925W45-1	W190926W45-1	W190927W45-1
采样日期/按样日期	2019.09.21/2019.09.22	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.23/2019.09.24	2019.09.25/2019.09.26	2019.09.26/2019.09.27	2019.09.27/2019.09.28
样品状态	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	微绿、微浑、无味	微绿、微浑、无味	微绿、微浑、无味
pH (无量纲)	7.38	7.31	7.42	7.42	6.66	6.61	6.72
水温 (°C)	22.18	22.19	22.41	22.41	18.09	18.47	18.33
流量 (m³/s)	2.60	2.79	2.65	2.65	0.143	0.147	0.151
流速 (m/s)	2.15	2.15	2.15	2.15	0.876	0.851	0.849
溶解氧 (mg/L)	5.14	5.20	5.17	5.17	5.89	5.94	5.98
化学需氧量 (mg/L)	9	10	8	8	17	15	17
五日生化需氧量 (mg/L)	2.1	2.4	2.3	2.3	2.8	2.5	2.4
粪大肠菌群 (MPN/L)	9.1×10 ³	9.6×10 ⁴	8.7×10 ³	8.7×10 ³	3.4×10 ³	3.4×10 ³	3.5×10 ³
总磷 (mg/L)	0.033	0.021	0.024	0.024	0.083	0.079	0.080
氨氮 (mg/L)	0.099	0.116	0.108	0.108	0.505	0.514	0.496
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	0.007	0.007	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.04	0.04	0.04	0.22	0.21	0.21
氟化物 (mg/L)	0.122	0.120	0.121	0.121	0.481	0.472	0.483
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.008	0.008	0.009	0.009	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0049	0.0040	0.0040	0.0053	0.0078	0.0048	0.0052
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴						
砷 (mg/L)	7.7×10 ⁻⁴	8.2×10 ⁻⁴	7.0×10 ⁻⁴	7.0×10 ⁻⁴	3.4×10 ⁻⁴	8.3×10 ⁻⁴	3.6×10 ⁻⁴
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴						
汞 (mg/L)	9.10×10 ⁻⁵	9.17×10 ⁻⁵	6.68×10 ⁻⁵	6.68×10 ⁻⁵	8.44×10 ⁻⁵	7.76×10 ⁻⁵	8.06×10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.47	2.32	2.33	2.33	2.28	2.22	2.26
总氮 (mg/L)	0.11	0.16	0.20	0.20	0.62	0.63	0.63
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.084	0.066	0.054	0.054	0.051	0.057	0.054
挥发酚 (mg/L)	3.68×10 ⁻⁴	4.30×10 ⁻⁴	3.68×10 ⁻⁴	3.68×10 ⁻⁴	6.17×10 ⁻⁴	4.30×10 ⁻⁴	4.30×10 ⁻⁴
总浮游物 (mg/L)	7	7	6	6	35	31	27

表 3-15 地表水检测结果一览表

检测点位 样品编号 采样日期/采样日期 样品状态	砧坝河 2# (砧坝河入砧坝水库前断面)		紫甸河入九龙坝水库, -J嘴子村断面	
	W190919W40-1 2019.09.19/2019.09.20	W190919W40-1 2019.09.20/2019.09.21	W190925W46-1 2019.09.25/2019.09.26	W190927W46-1 2019.09.27/2019.09.28
pH (无量纲)	7.02	7.13	7.21	7.92
水温 (°C)	19.81	20.11	21.41	19.7
流量 (m³/s)	1.73	2.01	1.86	/
流速 (m/s)	1.31	1.31	1.30	/
溶解氧 (mg/L)	7.12	7.05	7.10	6.11
化学需氧量 (mg/L)	10	12	11	9
五日生化需氧量 (mg/L)	3.8	3.9	3.6	2.7
氨大肠菌群 (MPN/L)	9.6 × 10 ³	8.3 × 10 ³	8.7 × 10 ³	5.8 × 10 ³
总磷 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.035
氨氮 (mg/L)	0.126	0.148	0.176	0.226
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.02
氯化物 (mg/L)	0.404	0.414	0.410	0.135
氟化物 (mg/L)	0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.007	0.007	0.007	0.013
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0020	0.0031	0.0028	0.0030
镉 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
锰 (mg/L)	<1.0 × 10 ⁻⁴			
砷 (mg/L)	<3.0 × 10 ⁻⁴			
硒 (mg/L)	<4.0 × 10 ⁻⁴			
汞 (mg/L)	9.49 × 10 ⁻⁵	9.91 × 10 ⁻⁵	8.44 × 10 ⁻⁵	4.50 × 10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	0.839	0.895	0.782	1.57
总氮 (mg/L)	0.24	0.25	0.30	0.46
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.166	0.160	0.163	<0.05
挥发酚 (mg/L)	3.36 × 10 ⁻⁴	3.05 × 10 ⁻⁴	<0.0003	3.05 × 10 ⁻⁴
总浮游物 (mg/L)	22	28	24	26
总氮 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	0.154
总磷 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.083	0.084	0.094	0.086
硫酸盐 (mg/L)	24.5	23.5	22.7	51.2
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10

备注: 紫甸河入九龙坝水库, -J嘴子村断面因河面太宽, 水太深, 流速慢, 流量无法测量。

表 3-16 地表水检测结果一览表

检测点位	黄尼河入跃进水库前断面			
样品编号	W190922W49-1	W190923W49-1	W190924W49-1	
采样日期/接样日期	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.23/2019.09.24	2019.09.24/2019.09.25	
项目	样品状态	无色、透明、无味	无色、透明、无味	无色、透明、无味
pH (无量纲)	8.35	8.30	8.27	
水温 (°C)	26.82	26.77	26.76	
溶解氧 (mg/L)	6.72	6.63	6.65	
化学需氧量 (mg/L)	17	19	16	
五日生化需氧量 (mg/L)	3.1	3.3	3.5	
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.4×10^3	1.5×10^3	1.4×10^3	
总磷 (mg/L)	0.032	0.037	0.042	
氨氮 (mg/L)	0.206	0.198	0.212	
硫化物 (mg/L)	0.014	0.018	0.013	
石油类 (mg/L)	0.03	0.04	0.03	
氟化物 (mg/L)	0.367	0.356	0.363	
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	
六价铬 (mg/L)	0.015	0.014	0.014	
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	
铅 (mg/L)	0.0030	0.0030	0.0077	
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	
砷 (mg/L)	2.2×10^{-3}	2.0×10^{-3}	2.3×10^{-3}	
硒 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$	
汞 (mg/L)	8.22×10^{-5}	7.34×10^{-5}	7.49×10^{-5}	
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.27	3.20	3.10	
总氮 (mg/L)	0.36	0.40	0.34	
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.060	<0.05	<0.05	
挥发酚 (mg/L)	6.17×10^{-4}	6.48×10^{-4}	7.41×10^{-4}	
悬浮物 (mg/L)	43	34	30	
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.087	0.116	0.107	
硫酸盐 (mg/L)	49.7	49.3	48.5	
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	

备注：黄尼河入跃进水库前断面因流速慢，流量无法测量。

表 3-17 地表水检测结果一览表

检测点位	海稍水库			大银甸水库		
	W190918W50-1 2019.09.18/2019.09.19	W190919W50-1 2019.09.19/2019.09.20	W190920W50-1 2019.09.20/2019.09.21	W190918W51-1 2019.09.18/2019.09.19	W190919W51-1 2019.09.19/2019.09.20	W190920W51-1 2019.09.20/2019.09.21
样品状态	黄绿, 无味, 清澄	微黄, 无味, 清澄	黄绿色, 无味, 清澄	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明
pH (无量纲)	7.11	7.01	7.17	7.41	7.18	7.24
溶解氧 (mg/L)	6.39	6.40	6.51	6.67	6.48	6.35
透明度 (cm)	71	81	74	104	110	108
化学需氧量 (mg/L)	17	15	16	15	19	16
五日生化需氧量 (mg/L)	3.6	3.5	3.6	2.5	2.2	2.2
总磷 (mg/L)	0.035	0.032	0.019	0.016	0.013	0.012
氨氮 (mg/L)	0.261	0.295	0.272	0.103	0.126	0.171
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.19	3.17	3.11	2.12	2.17	2.07
总氮 (mg/L)	0.40	0.31	0.40	0.22	0.32	0.33
叶绿素 a (mg/L)	0.005	0.003	<0.002	<0.002	<0.002	0.002

表 3-18 地表水检测结果一览表

检测点位	花桥水库			益民海水库		
	W190919W52-1 2019.09.19/2019.09.20	W190920W52-1 2019.09.20/2019.09.21	W190921W52-1 2019.09.21/2019.09.22	W190919W54-1 2019.09.19/2019.09.20	W190920W54-1 2019.09.20/2019.09.21	W190921W54-1 2019.09.21/2019.09.22
样品状态	微黄, 无味, 微浑	微黄, 无味, 微浑	微黄, 无味, 微浑	黄绿, 无味, 微浑	黄绿, 无味, 微浑	浅黄, 无味, 微浑
pH (无量纲)	7.23	7.41	7.28	7.12	7.14	7.11
溶解氧 (mg/L)	6.69	6.73	6.58	6.94	6.83	6.79
透明度 (cm)	74	70	72	97	99	103
化学需氧量 (mg/L)	6	8	7	16	15	15
五日生化需氧量 (mg/L)	2.9	3.2	2.8	3.6	3.2	3.4
总磷 (mg/L)	0.084	0.088	0.084	0.088	0.097	0.110
氨氮 (mg/L)	0.334	0.357	0.312	0.323	0.345	0.304
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.22	2.11	2.07	3.21	3.23	3.10
总氮 (mg/L)	0.38	0.37	0.38	0.42	0.57	0.56
叶绿素 a (mg/L)	0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002

表 3-19 地表水检测结果一览表

检测点位	甸中河水库			桑木箐水库		
	样品编号	W190921W57-1	W190922W57-1	W190923W57-1	W190924W62-1	W190925W62-1
采样日期/接样日期	2019.09.21/2019.09.22	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.23/2019.09.24	2019.09.24/2019.09.25	2019.09.25/2019.09.26	2019.09.26/2019.09.27
样品状态	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	浅黄、无味、浑浊	微黄、无味、浑浊
项目						
pH (无量纲)	7.45	7.44	7.31	7.28	7.31	7.41
溶解氧 (mg/L)	6.64	6.75	6.59	6.12	6.03	5.92
透明度 (cm)	137	135	131	48	44	47
化学需氧量 (mg/L)	12	8	11	28	27	26
五日生化需氧量 (mg/L)	2.6	2.0	2.1	3.4	3.8	3.9
总磷 (mg/L)	0.011	0.018	0.028	0.271	0.268	0.274
氨氮 (mg/L)	0.108	0.119	0.128	0.723	0.734	0.706
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.47	2.43	2.39	3.13	3.14	3.17
总氮 (mg/L)	0.19	0.22	0.24	0.85	0.83	0.84
叶绿素 a (mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002

表 3-20 地表水检测结果一览表

检测点位	黑泥箐水库			中石坝水库		
	样品编号	W190924W63-1	W190925W63-1	W190926W63-1	W190926W68-1	W190927W68-1
采样日期/接样日期	2019.09.24/2019.09.25	2019.09.25/2019.09.26	2019.09.26/2019.09.27	2019.09.25/2019.09.26	2019.09.26/2019.09.27	2019.09.27/2019.09.28
样品状态	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	微绿、无味、微浑	微绿、无味、微浑	微绿、无味、微浑
项目						
pH (无量纲)	7.78	7.88	7.61	7.66	7.61	7.64
溶解氧 (mg/L)	5.76	5.83	5.64	6.41	6.52	6.48
透明度 (cm)	44	45	47	117	123	115
化学需氧量 (mg/L)	24	27	25	17	15	13
五日生化需氧量 (mg/L)	3.4	3.7	3.3	2.9	2.7	2.8
总磷 (mg/L)	0.267	0.252	0.268	0.032	0.035	0.032
氨氮 (mg/L)	0.229	0.235	0.215	0.643	0.635	0.626
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.28	3.26	3.27	2.46	2.51	2.49
总氮 (mg/L)	0.30	0.30	0.29	0.71	0.71	0.72
叶绿素 a (mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	0.008	0.009	0.009

表 3-21 地表水检测结果一览表

检测点位	罗家冲水库			耐桥水库		
	样品编号	采样日期/接样日期	样品状态	样品编号	采样日期/接样日期	样品状态
项目	W190924W69-1	2019.09.24/2019.09.25	黄绿色、有腥味、微浑	W190925W70-1	2019.09.25/2019.09.26	绿色、有鱼腥味、微浑
pH (无量纲)	8.17			8.17		
溶解氧 (mg/L)	5.12			5.31		
透明度 (cm)	87			92		
化学需氧量 (mg/L)	17			15		
五日生化需氧量 (mg/L)	3.3			3.0		
总磷 (mg/L)	0.239			0.236		
氨氮 (mg/L)	0.688			0.674		
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.70			2.79		
总氮 (mg/L)	0.73			0.74		
叶绿素 a (mg/L)	0.004			0.003		
				0.005		
				0.234		
				0.666		
				2.73		
				0.70		
				0.198		
				0.226		
				2.45		
				4.20		
				2.46		
				0.196		
				0.227		
				2.41		
				4.28		
				2.44		
				0.202		

表 3-22 地表水检测结果一览表

检测点位	石河水库			跃进水库		
	样品编号	采样日期/接样日期	样品状态	样品编号	采样日期/接样日期	样品状态
项目	W190922W81-1	2019.09.22/2019.09.23	微绿、有鱼腥味、微浑	W190923W82-1	2019.09.23/2019.09.24	浅黄绿色、无味、微浑
pH (无量纲)	7.87			7.79		
溶解氧 (mg/L)	5.81			5.67		
透明度 (cm)	51			53		
化学需氧量 (mg/L)	36			38		
五日生化需氧量 (mg/L)	4.7			5.2		
总磷 (mg/L)	0.172			0.164		
氨氮 (mg/L)	0.599			0.644		
高锰酸盐指数 (mg/L)	0.55			0.48		
总氮 (mg/L)	0.79			0.77		
叶绿素 a (mg/L)	<0.002			0.002		
				0.002		
				8.56		
				5.57		
				44		
				26		
				3.1		
				0.053		
				0.342		
				2.96		
				0.46		
				0.002		
				8.51		
				5.64		
				47		
				26		
				3.2		
				0.050		
				0.350		
				2.89		
				0.44		
				0.002		
				8.64		
				5.68		
				49		
				29		
				3.4		
				0.048		
				0.367		
				2.91		
				0.44		
				<0.002		

表 3-23 地表水检测结果一览表

检测点位		林寨水库		大寨水库	
样品编号	W190922W83-1	W190923W83-1	W190924W83-1	W190922W84-1	W190923W84-1
采样日期/接样日期	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.23/2019.09.24	2019.09.24/2019.09.25	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.23/2019.09.24
样品状态	黄色、无味、浑浊	黄色、无味、浑浊	黄色、无味、浑浊	绿色、无味、浑浊	绿色、无味、浑浊
pH (无量纲)	8.89	8.91	8.94	8.91	8.76
溶解氧 (mg/L)	5.24	5.28	5.31	5.61	5.66
透明度 (cm)	31	32	34	24	22
化学需氧量 (mg/L)	22	25	21	38	37
五日生化需氧量 (mg/L)	3.3	3.4	3.4	4.9	4.8
总磷 (mg/L)	0.060	0.058	0.055	0.161	0.158
氨氮 (mg/L)	0.387	0.395	0.409	0.268	0.277
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.91	2.99	2.90	4.52	4.49
总氮 (mg/L)	0.72	0.49	0.49	0.37	0.39
叶绿素 a (mg/L)	<0.002	0.003	0.002	<0.002	0.002

表 3-24 地表水检测结果一览表

检测点位		红翠塘水库 (拟建)		长桥海水库	
样品编号	W190922W94-1	W190923W94-1	W190924W94-1	W190928W96-1	W190929W96-1
采样日期/接样日期	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.23/2019.09.24	2019.09.24/2019.09.25	2019.09.28/2019.09.29	2019.09.29/2019.09.30
样品状态	浅黄、微弱腥味、微浑	浅黄、微弱腥味、微浑	浅黄、微弱腥味、微浑	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	8.03	8.06	8.03	8.29	8.27
溶解氧 (mg/L)	5.52	5.51	5.53	5.84	5.79
透明度 (cm)	15	13	14	54	52
化学需氧量 (mg/L)	16	19	15	9	11
五日生化需氧量 (mg/L)	2.7	2.2	2.4	2.4	2.6
总磷 (mg/L)	0.035	0.036	0.038	<0.01	<0.01
氨氮 (mg/L)	0.298	0.409	0.425	0.407	0.385
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.06	2.11	1.99	2.36	2.36
总氮 (mg/L)	0.49	0.46	0.44	0.56	0.57
叶绿素 a (mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	0.022	0.026

表 3-25 地表水检测结果一览表

检测点位	仙鹤水庄			相安普水庄		
	W190919W53-1 2019.09.19/2019.09.20	W190921W53-1 2019.09.21/2019.09.22	W190918W55-1 2019.09.18/2019.09.19	W190919W55-1 2019.09.19/2019.09.20	W190920W55-1 2019.09.20/2019.09.21	W190920W55-1 2019.09.20/2019.09.21
采样日期/采样日期	2019.09.19/2019.09.20	2019.09.21/2019.09.22	2019.09.18/2019.09.19	2019.09.19/2019.09.20	2019.09.20/2019.09.21	2019.09.20/2019.09.21
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈
pH (无量纲)	7.13	7.17	7.17	6.75	6.78	6.69
水温 (℃)	25.81	25.41	25.41	25.10	25.18	25.47
透明度 (cm)	130	142	138	203	217	209
溶解氧 (mg/L)	6.49	6.61	6.54	7.01	7.13	7.19
化学需氧量 (mg/L)	13	14	14	10	12	10
五日生化需氧量 (mg/L)	2.4	3.2	3.1	2.7	2.4	2.5
粪大肠菌群 (MPN/L)	9.1×10^5	8.3×10^4	8.3×10^4	2.9×10^5	4.8×10^4	6.0×10^4
总磷 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氨氮 (mg/L)	0.122	0.130	0.145	0.206	0.215	0.198
硫化物 (mg/L)	0.009	0.007	0.013	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04
氯化物 (mg/L)	0.252	0.245	0.238	0.275	0.257	0.251
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.009	0.009	0.009	0.008	0.008	0.008
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0042	0.0047	0.0028	0.0030	0.0031	0.0030
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	<3.0×10 ⁻⁴					
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴	4.1×10 ⁻⁴				
汞 (mg/L)	6.09×10^{-5}	7.73×10^{-5}	5.46×10^{-5}	8.93×10^{-5}	9.31×10^{-5}	8.45×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.05	2.09	2.07	2.04	2.10	2.07
总氮 (mg/L)	0.48	0.45	0.49	0.48	0.47	0.42
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.163	0.157	0.145	0.081	0.107	0.095
总有机碳 (mg/L)	3.68×10^{-4}	3.05×10^{-4}	<0.0003	4.30×10^{-4}	3.05×10^{-4}	3.05×10^{-4}
总悬浮物 (mg/L)	22	28	25	25	25	25
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.083	0.080	0.081	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	27.9	27.0	27.7	27.7	27.0	26.2
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	12.7	10.5	13.4
叶绿素 a (mg/L)	0.008	0.006	0.008	<0.002	<0.002	<0.002

表 3-26 地表水检测结果一览表

检测点位	坝水园水庄			黄草滩水庄		
	W190921W56-1 2019.09.21/2019.09.22 W190921W58-1 2019.09.21/2019.09.23	W190922W56-1 2019.09.22/2019.09.23	W190923W56-1 2019.09.23/2019.09.24	W190921W58-1 2019.09.21/2019.09.22	W190922W58-1 2019.09.22/2019.09.23	W190923W58-1 2019.09.23/2019.09.24
采样日期/采样日期 样品状态	无色、无味、微浑	无色、无味、微浑	无色、无味、微浑	无色、无味、清浊	无色、无味、清浊	无色、无味、清浊
pH (无量纲)	7.23	7.14	7.22	6.98	6.91	6.95
水温 (°C)	22.19	22.43	22.71	22.11	23.17	24.01
透明度 (cm)	156	151	161	125	127	118
溶解氧 (mg/L)	6.57	6.64	6.72	6.97	6.86	6.90
化学需氧量 (mg/L)	12	12	14	13	11	12
五日生化需氧量 (mg/L)	2.9	3.0	2.8	2.5	2.4	2.3
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.0×10^1	1.1×10^3	1.2×10^3	1.1×10^3	1.7×10^3	1.7×10^3
总磷 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氨氮 (mg/L)	0.238	0.255	0.278	0.205	0.227	0.255
硫化物 (mg/L)	0.007	0.011	0.009	<0.005	0.009	0.007
石油类 (mg/L)	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.170	0.165	0.166	0.189	0.180	0.192
高锰酸盐指数 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.008	0.008	0.007	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0071	0.0026	0.0030	0.0021	0.0023	0.0019
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}
砷 (mg/L)	4.2×10^{-3}	4.1×10^{-3}	4.0×10^{-3}	< 3.0×10^{-4}	< 3.0×10^{-4}	< 3.0×10^{-4}
硒 (mg/L)	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}
汞 (mg/L)	9.77×10^{-5}	8.71×10^{-5}	6.92×10^{-5}	8.29×10^{-5}	8.99×10^{-5}	8.19×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.37	2.39	2.35	2.35	2.32	2.26
总氮 (mg/L)	0.44	0.47	0.45	0.39	0.38	0.38
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	0.054	<0.05	0.069	0.054	0.051
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	3.05×10^{-4}	3.05×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	26	28	33	23	28	30
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.076	0.095	0.069	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	17.0	16.2	15.8	14.8	15.2	14.1
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.006	0.004	0.002	<0.002	0.002	0.002

表 3-27 地表水检测结果一览表

检测点位	罐宝山水库			大坝水库		
	W190921W59-1 2019.09.21/2019.09.22 样品状态 无色、无味、微浑	W190922W59-1 2019.09.22/2019.09.23 无色、无味、微浑	W190923W59-1 2019.09.23/2019.09.24 无色、无味、微浑	W190924W60-1 2019.09.24/2019.09.25 微黄、无味、微浑	W190925W60-1 2019.09.25/2019.09.26 微黄、无味、微浑	W190926W60-1 2019.09.26/2019.09.27 微黄、无味、微浑
pH (无量纲)	7.13	7.10	7.08	7.89	7.87	7.54
水温 (°C)	22.21	22.24	22.18	22.11	22.17	22.08
透明度 (cm)	129	127	111	82	87	88
溶解氧 (mg/L)	5.94	5.87	5.86	6.94	6.87	6.93
化学需氧量 (mg/L)	17	18	17	10	11	12
五日生化需氧量 (mg/L)	2.6	2.5	2.2	2.9	2.8	2.8
粪大肠菌群 (MPN/L)	2.6×10^3	2.3×10^3	3.8×10^3	3.8×10^3	7.2×10^2	6.8×10^2
总磷 (mg/L)	0.070	0.066	0.067	0.018	0.016	0.019
氨氮 (mg/L)	0.244	0.283	0.306	0.159	0.164	0.172
硫化物 (mg/L)	0.018	0.014	0.013	0.007	<0.005	0.013
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03
氯化物 (mg/L)	0.112	0.117	0.118	0.214	0.220	0.210
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	0.004	0.004	0.009	0.008	0.008
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	<0.0009	0.0026	0.0038	0.0014	0.0034	0.0057
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴
砷 (mg/L)	<3.0×10 ⁻⁴	<3.0×10 ⁻⁴	<3.0×10 ⁻⁴	<3.0×10 ⁻⁴	<3.0×10 ⁻⁴	<3.0×10 ⁻⁴
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	9.69×10^{-5}	8.46×10^{-5}	9.38×10^{-5}	8.56×10^{-5}	8.10×10^{-5}	6.61×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.35	2.40	2.38	2.44	2.41	2.48
总氮 (mg/L)	0.45	0.47	0.43	0.45	0.47	0.44
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.054	0.052
挥发酚 (mg/L)	3.05×10^{-4}	<0.0003	3.05×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	43	30	36	31	43	38
铁 (mg/L)	0.102	0.103	0.102	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.173	0.129	0.160	0.123	0.127	0.121
硫酸盐 (mg/L)	10.0	10.6	9.45	41.0	41.2	40.6
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.017	0.016	0.015	0.035	0.034	0.034

表 3-28 地表水检测结果一览表

检测点位	巴冲晋水库				团结水库	
	W190924W61-1 2019.09.24/2019.09.25	W190925W61-1 2019.09.25/2019.09.26	W190926W61-1 2019.09.26/2019.09.27	W190924W64-1 2019.09.24/2019.09.25	W190925W64-1 2019.09.25/2019.09.26	W190926W64-1 2019.09.26/2019.09.27
样品编号	W190924W61-1	W190925W61-1	W190926W61-1	W190924W64-1	W190925W64-1	W190926W64-1
采样日期/按样日期	2019.09.24/2019.09.25	2019.09.25/2019.09.26	2019.09.26/2019.09.27	2019.09.24/2019.09.25	2019.09.25/2019.09.26	2019.09.26/2019.09.27
样品状态	微黄、无味、清澈	微黄、无味、清澈	微黄、无味、清澈	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑
pH (无量纲)	7.76	7.63	7.59	7.18	7.11	7.03
水温 (°C)	22.01	22.11	22.34	26.21	26.31	24.18
透明度 (cm)	108	105	106	41	40	45
溶解氧 (mg/L)	6.84	6.91	6.85	5.53	5.64	5.58
化学需氧量 (mg/L)	10	9	13	19	17	16
五日生化需氧量 (mg/L)	2.8	2.5	2.4	2.9	3.2	3.2
菌类菌落群 (MPN/L)	4.7×10^2	5.5×10^2	6.4×10^2	7.2×10^2	6.4×10^2	6.1×10^2
总磷 (mg/L)	0.020	0.018	0.022	0.038	0.036	0.032
氨氮 (mg/L)	0.125	0.133	0.142	0.266	0.289	0.308
硫化物 (mg/L)	<0.005	0.005	0.007	<0.005	0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
氯化物 (mg/L)	0.226	0.238	0.223	0.660	0.650	0.625
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.012	0.011	0.011	0.010	0.009	0.010
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0068	0.0045	0.0043	0.0047	0.0108	0.0071
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$					
砷 (mg/L)	$<3.0 \times 10^{-4}$					
硒 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-4}$					
汞 (mg/L)	7.77×10^{-5}	6.03×10^{-5}	6.74×10^{-5}	7.99×10^{-5}	6.64×10^{-5}	9.35×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.18	2.16	2.22	2.13	1.99	2.08
总氮 (mg/L)	0.47	0.42	0.46	0.50	0.49	0.48
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.078	0.089	0.094
挥发酚 (mg/L)	3.05×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总浮游物 (mg/L)	14	19	18	42	34	45
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	0.143	0.141	0.142
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.243	0.263	0.255	0.095	0.105	0.088
硫酸盐 (mg/L)	43.7	44.1	43.1	14.6	15.2	15.4
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.002	0.002	0.002	<0.002	<0.002	0.012

表 3-29 地表水检测结果一览表

检测点位	大槽营水库			山高村水库		
	W190924W65-1 2019.09.24/2019.09.25	W190925W65-1 2019.09.25/2019.09.26	W190926W65-1 2019.09.26/2019.09.27	W190924W66-1 2019.09.24/2019.09.25	W190925W66-1 2019.09.25/2019.09.26	W190926W66-1 2019.09.26/2019.09.27
项目	无色、无味、清透	无色、无味、清透	无色、无味、清透	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑
pH (无量纲)	6.87	6.81	6.54	7.39	7.47	7.42
水温 (°C)	19.81	19.07	19.31	23.17	23.47	23.51
透明度 (cm)	103	105	107	71	74	70
溶解氧 (mg/L)	7.12	7.05	7.22	5.76	5.63	5.57
化学需氧量 (mg/L)	17	18	18	16	18	16
五日生化需氧量 (mg/L)	2.7	2.5	2.4	3.2	3.1	3.3
粪大肠菌群 (MPN/L)	2.0×10^3	1.9×10^3	2.9×10^3	1.2×10^3	1.2×10^3	1.2×10^3
总磷 (mg/L)	0.024	0.021	0.021	0.119	0.117	0.115
氨氮 (mg/L)	0.119	0.105	0.099	0.449	0.437	0.460
硫化物 (mg/L)	0.009	0.013	0.007	0.013	<0.005	0.011
石油类 (mg/L)	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
氯化物 (mg/L)	0.074	0.078	0.078	1.40	1.35	1.38
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	0.004	<0.004	0.004	0.004	0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0043	0.0041	0.0070	0.0044	0.0098	0.0043
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}					
砷 (mg/L)	< 3.0×10^{-4}	< 3.0×10^{-4}	< 3.0×10^{-4}	4.8×10^{-5}	5.3×10^{-5}	4.9×10^{-5}
硒 (mg/L)	< 4.0×10^{-4}					
汞 (mg/L)	9.14×10^{-6}	7.43×10^{-6}	6.54×10^{-6}	7.39×10^{-6}	6.95×10^{-6}	8.64×10^{-6}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.38	2.36	2.35	2.63	2.67	2.65
总氮 (mg/L)	0.48	0.42	0.46	0.50	0.49	0.48
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.066	0.051	0.060
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总浮游 (mg/L)	40	31	36	53	61	56
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.145	0.144	0.143	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	<8	<8	<8	26.4	26.8	25.6
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.006	0.007	0.009	0.012	0.013	0.013

表 3-30 地表水检测结果一览表

检测点位	小官村水庫			妙砂水庫			
	样品编号	W190918W67-1	W190919W67-1	W190920W67-1	W190924W71-1	W190925W71-1	W190926W71-1
采样日期/采样日期	2019.09.18/2019.09.19	2019.09.19/2019.09.20	2019.09.20/2019.09.21	2019.09.24/2019.09.25	2019.09.25/2019.09.26	2019.09.26/2019.09.27	
样品状态	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	绿色、有腥味、微浑	绿色、有腥味、微浑	绿色、有腥味、微浑
pH (无量纲)	7.24	7.35	7.31	8.21	8.24	8.27	8.27
水温 (°C)	22.75	22.61	22.66	21.71	21.44	21.86	21.86
透明度 (cm)	75	74	76	83	87	89	89
溶解氧 (mg/L)	6.54	6.37	6.49	5.14	5.23	5.41	5.41
化学需氧量 (mg/L)	18	15	17	54	56	52	52
五日生化需氧量 (mg/L)	3.3	3.4	3.5	13.7	15.4	15.8	15.8
粪大肠菌群 (MPN/L)	7.0×10^3	8.0×10^3	1.0×10^4	1.2×10^4	9.6×10^3	5.4×10^3	5.4×10^3
总磷 (mg/L)	0.015	0.025	0.020	0.135	0.132	0.129	0.129
氨氮 (mg/L)	0.452	0.469	0.430	0.302	0.277	0.268	0.268
氯化物 (mg/L)	0.009	0.007	0.011	0.009	0.013	0.007	0.007
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
硫化物 (mg/L)	0.223	0.227	0.248	0.378	0.392	0.404	0.404
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	0.005	0.004	0.004
六价铬 (mg/L)	0.015	0.014	0.014	0.004	<0.004	0.004	0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0026	0.0037	0.0011	0.0069	0.0073	0.0079	0.0079
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	<1.0 × 10 ⁻³	<1.0 × 10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	1.9×10^3	1.8×10^3	2.0×10^3	2.2×10^3	2.4×10^3	2.4×10^3	2.4×10^3
硒 (mg/L)	<4.0 × 10 ⁻⁴						
汞 (mg/L)	8.18×10^5	8.53×10^5	7.11×10^5	8.09×10^5	9.41×10^5	8.90×10^5	8.90×10^5
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.13	2.16	2.19	5.48	5.56	5.53	5.53
总氮 (mg/L)	0.58	0.61	0.60	0.48	0.43	0.49	0.49
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.078	0.063	0.078	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	3.68×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	3.05×10^{-4}	3.05×10^{-4}	3.05×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	33	36	30	33	26	36	36
钙 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
镁 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.029	0.028	0.026	0.026
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.115	0.099	0.118	0.086	0.100	0.104	0.104
硫酸盐 (mg/L)	37.6	38.3	38.9	<8	<8	<8	<8
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	19.2	19.9	20.1	20.1
叶绿素 a (mg/L)	0.034	0.029	0.029	0.156	0.151	0.162	0.162

表 3-31 地表水检测结果--览表

检测点位	庆丰水库			东清水库		
	样品编号	W190924W72-1	W190925W72-1	W190926W72-1	W190924W73-1	W190925W73-1
采样日期/采样日期	2019.09.24/2019.09.25	2019.09.25/2019.09.26	2019.09.26/2019.09.27	2019.09.24/2019.09.25	2019.09.25/2019.09.26	2019.09.26/2019.09.27
样品状态	微绿, 微浑, 无味	微绿, 微浑, 无味	微绿, 微浑, 无味	微绿, 微浑, 无味	绿色, 无味, 微浑	绿色, 无味, 微浑
pH (无量纲)	8.21	8.17	8.15	8.15	8.57	8.49
水温 (°C)	21.17	21.22	21.61	21.61	22.34	23.16
透明度 (cm)	118	114	111	111	81	74
溶解氧 (mg/L)	6.04	6.12	6.08	6.08	5.91	5.74
化学需氧量 (mg/L)	15	13	17	17	19	16
五日生化需氧量 (mg/L)	3.1	2.8	2.6	2.6	2.5	2.8
粪大肠菌群 (MPN/L)	3.6×10^2	3.7×10^2	4.7×10^2	4.7×10^2	5.0×10^2	4.8×10^2
总磷 (mg/L)	0.019	0.020	0.022	0.022	0.118	0.114
氨氮 (mg/L)	0.238	0.210	0.266	0.266	0.396	0.368
硫化物 (mg/L)	0.005	<0.005	0.009	0.009	0.011	0.014
石油类 (mg/L)	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
氯化物 (mg/L)	0.275	0.287	0.297	0.297	0.815	0.796
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.015	0.014	0.014	0.014	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0058	0.0081	0.0085	0.0085	0.0010	0.0065
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$					
砷 (mg/L)	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$	4.7×10^{-5}	4.7×10^{-5}
硒 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-4}$					
汞 (mg/L)	8.83×10^{-5}	8.38×10^{-5}	8.92×10^{-5}	8.92×10^{-5}	9.66×10^{-5}	6.44×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.57	2.56	2.52	2.52	2.47	2.36
总氮 (mg/L)	0.49	0.46	0.48	0.48	0.51	0.49
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	6.79×10^{-4}	8.04×10^{-4}	5.55×10^{-4}	5.55×10^{-4}	4.92×10^{-4}	3.68×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	40	46	39	39	21	25
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.020	0.024
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.166	0.164	0.162	0.162	0.085	0.083
硫酸盐 (mg/L)	24.2	24.8	23.3	23.3	18.9	17.9
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.039	0.042	0.042	0.042	0.002	<0.002

表 3-32 地表水检测结果一览表

检测点位	共和水库			抚小河水库		
样品编号	W190924W74-1	W190925W74-1	W190926W74-1	W190921W75-1	W190922W75-1	W190923W75-1
采样日期/采样日期	2019.09.24/2019.09.25	2019.09.25/2019.09.26	2019.09.26/2019.09.27	2019.09.21/2019.09.22	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.23/2019.09.24
样品状态	微绿、微浑、无味	微绿、微浑、无味	微绿、微浑、无味	微绿、微浑、无味	微绿、微浑、无味	微绿、微浑、无味
pH (无量纲)	8.23	8.27	8.24	7.96	7.95	7.97
水温 (℃)	22.81	23.12	22.74	24.17	24.63	24.26
透明度 (cm)	134	139	132	121	118	125
溶解氧 (mg/L)	6.12	6.19	6.24	6.12	6.22	6.31
化学需氧量 (mg/L)	17	18	17	11	16	13
五日生化需氧量 (mg/L)	3.1	3.0	3.3	3.1	2.7	2.5
氨氮 (mg/L)	1.4×10^3	1.3×10^3	1.7×10^3	2.6×10^3	4.8×10^3	2.1×10^3
总磷 (mg/L)	0.031	0.031	0.032	0.019	0.016	0.015
氨氮 (mg/L)	0.334	0.312	0.357	0.362	0.340	0.385
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
氯化物 (mg/L)	0.348	0.336	0.342	0.359	0.346	0.357
硫酸盐 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0146	0.0107	0.0142	0.0033	0.0010	0.0036
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$					
砷 (mg/L)	4.0×10^{-4}	4.7×10^{-4}	4.1×10^{-4}	1.3×10^{-3}	1.7×10^{-3}	1.0×10^{-3}
硒 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$	4.9×10^{-4}	4.3×10^{-4}	4.6×10^{-4}
汞 (mg/L)	8.41×10^{-5}	8.65×10^{-5}	7.73×10^{-5}	9.54×10^{-5}	9.88×10^{-5}	8.00×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.16	3.14	3.12	2.36	2.24	2.28
总氮 (mg/L)	0.57	0.54	0.52	0.46	0.46	0.44
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	6.17×10^{-4}	5.54×10^{-4}	6.79×10^{-4}	6.79×10^{-4}	6.79×10^{-4}	5.55×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	16	19	18	13	16	15
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.153	0.158	0.144	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	57.9	50.3	58.5	136	135	136
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.038	0.043	0.042	0.023	0.027	0.032

表 3-33 地表水检测结果一览表

检测点位	石臼水庄			大跃进水库		
	W190924W76-1 2019.09.24/2019.09.25 微黄、微浑、无味	W190925W76-1 2019.09.25/2019.09.26 微黄、微浑、无味	W190926W76-1 2019.09.26/2019.09.27 微黄、微浑、无味	W190924W77-1 2019.09.24/2019.09.25 微黄、微浑、无味	W190925W77-1 2019.09.25/2019.09.26 微黄、微浑、无味	W190926W77-1 2019.09.26/2019.09.27 微黄、微浑、无味
项目						
pH (无量纲)	7.43	7.41	7.45	7.21	7.23	7.19
水温 (℃)	24.71	24.14	25.05	21.95	21.41	22.12
透明度 (cm)	106	108	109	103	105	110
溶解氧 (mg/L)	5.87	5.94	5.80	6.67	6.84	6.69
化学需氧量 (mg/L)	18	15	17	13	17	18
五日生化需氧量 (mg/L)	2.6	2.5	2.4	2.5	2.4	2.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.8×10^3	2.3×10^3	2.0×10^3	3.7×10^3	4.1×10^3	3.3×10^3
总磷 (mg/L)	0.012	0.013	0.010	0.025	0.026	0.023
氨氮 (mg/L)	0.430	0.452	0.402	0.176	0.199	0.216
硫化物 (mg/L)	0.009	0.007	0.011	0.007	0.009	0.009
石油类 (mg/L)	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03
氯化物 (mg/L)	0.412	0.407	0.404	0.154	0.148	0.148
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0048	0.0058	0.0033	0.0043	0.0049	0.0054
镉 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
锰 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}					
钾 (mg/L)	< 3.0×10^{-4}					
钠 (mg/L)	< 4.0×10^{-4}					
汞 (mg/L)	6.28×10^{-5}	7.04×10^{-5}	8.53×10^{-5}	6.43×10^{-5}	6.00×10^{-5}	6.13×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.30	2.28	2.25	2.31	2.26	2.38
总氮 (mg/L)	0.48	0.51	0.52	0.43	0.47	0.46
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	3.05×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	4.30×10^{-4}	4.30×10^{-4}	3.68×10^{-4}
总浮游物 (mg/L)	52	49	59	25	21	23
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.015	0.018	0.026
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	<0.08	<0.08	<0.08	0.159	0.159	0.158
硫酸盐 (mg/L)	46.4	46.0	46.8	33.7	32.7	33.1
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.023	0.019	0.024	0.018	0.021	0.023

表 3-34 地表水检测结果一览表

检测点位	老鸦关水库			东风水库				
	样品编号	采样日期/采样日期	样品状态	W190924W78-1	W190925W78-1	W190919W79-1	W190920W79-1	W190921W79-1
项目								
pH (无量纲)	7.57	7.58	7.40	7.40	7.40	8.76	8.76	8.73
水温 (°C)	21.26	21.37	21.63	21.63	21.63	26.01	26.23	26.44
透明度 (cm)	211	218	221	221	221	157	161	164
溶解氧 (mg/L)	6.79	6.84	6.65	6.65	6.65	6.64	6.69	6.73
化学需氧量 (mg/L)	18	17	15	15	15	19	16	19
五日生化需氧量 (mg/L)	2.7	2.9	2.6	2.6	2.6	3.9	3.7	3.8
粪大肠菌群 (MPN/L)	9.1×10^3	8.3×10^3	8.7×10^3	8.7×10^3	8.7×10^3	2.6×10^3	3.1×10^3	4.2×10^3
总磷 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氨氮 (mg/L)	0.154	0.176	0.210	0.210	0.210	0.254	0.266	0.243
硫化物 (mg/L)	0.013	0.014	0.009	0.009	0.009	0.013	0.011	0.011
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
氯化物 (mg/L)	0.213	0.208	0.209	0.209	0.209	0.266	0.262	0.268
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.011	0.011	0.011
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0066	0.0030	0.0055	0.0055	0.0055	<0.0009	<0.0009	<0.0009
锌 (mg/L)	0.006	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	3.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}	2.0×10^{-4}	2.0×10^{-4}	2.0×10^{-4}	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$
砷 (mg/L)	$<3.0 \times 10^{-4}$							
硒 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-4}$							
汞 (mg/L)	9.06×10^{-5}	8.64×10^{-5}	8.47×10^{-5}	8.47×10^{-5}	8.47×10^{-5}	7.85×10^{-5}	5.29×10^{-5}	5.00×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.98	1.95	1.90	1.90	1.90	2.15	2.14	2.07
总氮 (mg/L)	0.46	0.39	0.41	0.41	0.41	0.48	0.48	0.43
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	0.063	<0.05	<0.05	<0.05	0.086	0.082	0.084
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	3.05×10^{-3}	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	16	11	14	14	14	28	32	39
钙 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	0.012	0.012	0.016	0.016	0.016	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.166	0.086	0.119	0.119	0.119	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	139	140	139	139	139	25.8	25.2	26.4
氯化物 (mg/L)	<10	<10	10.2	10.2	10.2	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.015	0.018	0.022	0.022	0.022	0.011	0.011	0.008

表 3-35 地表水检测结果一览表

检测点位	凤凰水库			白龙河水库		
	W190919W80-1 2019.09.19/2019.09.20	W190920W80-1 2019.09.20/2019.09.21	W190921W80-1 2019.09.21/2019.09.22	W190921W85-1 2019.09.21/2019.09.22	W190922W85-1 2019.09.22/2019.09.23	W190923W85-1 2019.09.23/2019.09.24
项目	无色, 无味, 清澈	无色, 无味, 清澈	无色, 无味, 清澈	淡黄色, 无味, 微浑	淡黄色, 无味, 微浑	淡黄色, 无味, 微浑
pH (无量纲)	8.46	8.52	8.47	8.18	8.13	8.08
水温 (°C)	24.85	25.26	25.47	23.84	24.21	24.13
透明度 (cm)	181	184	188	84	88	92
溶解氧 (mg/L)	6.84	6.91	6.78	6.21	6.44	6.34
化学需氧量 (mg/L)	16	14	16	14	11	10
五日生化需氧量 (mg/L)	3.4	3.5	3.2	2.6	2.5	2.8
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.4×10^1	1.7×10^1	1.5×10^1	20	62	52
总磷 (mg/L)	0.010	<0.01	0.012	0.025	0.021	0.024
氨氮 (mg/L)	0.083	0.074	0.095	0.297	0.288	0.305
硫化物 (mg/L)	0.009	0.005	0.007	<0.005	0.009	0.007
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.175	0.170	0.168	0.123	0.118	0.118
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	0.0012
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$					
砷 (mg/L)	$<3.0 \times 10^{-4}$					
硒 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-4}$	4.0×10^{-4}	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$
汞 (mg/L)	8.50×10^{-5}	7.11×10^{-5}	6.58×10^{-5}	$<4.0 \times 10^{-5}$	4.06×10^{-5}	$<4.0 \times 10^{-5}$
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.24	2.17	2.24	2.12	2.18	2.07
总氮 (mg/L)	0.18	0.19	0.18	0.36	0.39	0.38
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.057	0.072	0.081	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	25	28	21	47	41	58
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	18.7	16.0	15.0	24.8	25.4	26.2
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	10.5	11.3	9.93
叶绿素 a (mg/L)	0.005	0.003	0.003	0.018	0.020	0.019

表 3-36 地表水检测结果一览表

检测点位		筑坝河水库			岔河水库		
样品编号	W190922W86-1	W190923W86-1	W190924W86-1	W190918W87-1	W190919W87-1	W190920W87-1	
采样日期/采样日期	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.23/2019.09.24	2019.09.24/2019.09.25	2019.09.18/2019.09.19	2019.09.19/2019.09.20	2019.09.20/2019.09.21	
样品状态	浅黄, 无味, 微浑	浅黄, 无味, 微浑	浅黄, 无味, 微浑	无色, 无味, 清微	无色, 无味, 清微	无色, 无味, 清微	
pH (无量纲)	7.96	7.88	7.86	7.64	7.56	7.59	
水温 (°C)	21.86	21.66	22.31	25.14	24.87	25.65	
透明度 (cm)	91	94	96	201	206	202	
溶解氧 (mg/L)	6.91	6.86	6.74	7.14	7.19	7.18	
化学需氧量 (mg/L)	14	17	15	11	10	12	
五日生化需氧量 (mg/L)	2.7	2.2	2.4	2.3	2.2	2.1	
粪大肠菌群 (MPN/L)	8.0×10^3	9.8×10^3	9.6×10^3	1.3×10^3	1.6×10^3	1.8×10^3	
总磷 (mg/L)	0.014	0.012	0.010	<0.01	0.010	<0.01	
氨氮 (mg/L)	0.328	0.340	0.312	0.114	0.122	0.133	
硫化物 (mg/L)	0.009	0.007	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
氯化物 (mg/L)	0.187	0.182	0.191	0.219	0.215	0.213	
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	
六价铬 (mg/L)	0.008	0.007	0.008	0.005	0.006	0.005	
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
砷 (mg/L)	0.0023	0.0015	0.0044	0.0026	0.0017	0.0034	
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$						
砷 (mg/L)	$<3.0 \times 10^{-4}$						
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-4}$	4.1×10^{-4}	5.0×10^{-4}	4.9×10^{-4}	5.0×10^{-4}	5.4×10^{-4}	
铬 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$						
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.08	2.12	2.12	2.06	1.98	1.99	
总氮 (mg/L)	0.47	0.42	0.48	0.27	0.29	0.25	
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
挥发酚 (mg/L)	3.05×10^{-4}	3.05×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	1.18×10^{-4}	<0.0003	
悬浮物 (mg/L)	86	101	93	18	20	16	
铁 (mg/L)	0.120	0.137	0.132	<0.03	<0.03	<0.03	
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.103	0.108	0.122	<0.08	<0.08	<0.08	
硫酸盐 (mg/L)	<8	<8	<8	30.0	30.2	29.8	
氯化物 (mg/L)	12.7	11.9	12.6	<10	<10	<10	
叶绿素 a (mg/L)	0.006	0.008	0.009	0.006	0.006	0.003	

表 3-37 地表水检测结果一览表

检测点位	白龙水庫			阿日冲水庫		
	W190918W88-1 2019.09.18/2019.09.19	W190919W88-1 2019.09.19/2019.09.20	W190920W88-1 2019.09.20/2019.09.21	W190922W89-1 2019.09.22/2019.09.23	W190923W89-1 2019.09.23/2019.09.24	W190924W89-1 2019.09.24/2019.09.25
项目	样品状态	样品状态	样品状态	样品状态	样品状态	样品状态
pH (无量纲)	8.42	8.46	8.47	8.54	8.50	8.51
水温 (°C)	24.86	25.17	25.41	24.92	24.91	24.86
透明度 (cm)	121	126	126	159	157	159
溶解氧 (mg/L)	6.41	6.49	6.33	6.32	6.30	6.27
化学需氧量 (mg/L)	12	11	12	6	7	9
五日生化需氧量 (mg/L)	2.9	2.5	2.6	2.4	2.1	2.4
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.8×10^3	1.9×10^3	1.8×10^3	1.4×10^3	1.8×10^3	1.6×10^3
总磷 (mg/L)	0.014	0.013	0.010	<0.01	<0.01	<0.01
氨氮 (mg/L)	0.333	0.325	0.314	0.088	0.099	0.115
硫化物 (mg/L)	0.007	0.009	0.005	<0.005	0.007	0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
氯化物 (mg/L)	0.331	0.324	0.323	0.186	0.181	0.178
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.008	0.008	0.008	0.006	0.006	0.005
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0020	0.0020	0.0032	<0.0009	<0.0009	<0.0009
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}					
砷 (mg/L)	1.5×10^{-3}	1.7×10^{-3}	1.5×10^{-3}	< 3.0×10^{-4}	< 3.0×10^{-4}	< 3.0×10^{-4}
硒 (mg/L)	5.5×10^{-4}	6.7×10^{-4}	5.9×10^{-4}	4.2×10^{-4}	4.3×10^{-4}	4.4×10^{-4}
汞 (mg/L)	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}	4.07×10^{-5}	4.71×10^{-5}	4.37×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.22	2.14	1.96	2.74	2.72	2.78
总氮 (mg/L)	0.47	0.49	0.43	0.12	0.18	0.20
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	5.54×10^{-4}	4.30×10^{-4}	4.30×10^{-4}
总悬浮物 (mg/L)	26	38	29	21	18	26
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以N计) (mg/L)	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	34.7	35.2	34.8	35.0	34.7	33.7
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.011	0.008	0.008	0.008	0.006	0.007

表 3-38 地表水检测结果一览表

检测点位	高冲水库			青云水库		
	样品编号	W190920W90-1	W190921W90-1	W190922W92-1	W190923W92-1	W190924W92-1
采样日期/采样日期	2019.09.19/2019.09.20	2019.09.20/2019.09.21	2019.09.21/2019.09.22	2019.09.22/2019.09.23	2019.09.23/2019.09.24	2019.09.24/2019.09.25
项目	样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	8.78	8.75	8.72	8.93	8.90	8.87
水温 (°C)	26.32	26.31	26.33	26.12	26.13	26.10
透明度 (cm)	123	123	123	113	112	113
溶解氧 (mg/L)	6.70	6.72	6.68	6.41	6.38	6.36
化学需氧量 (mg/L)	11	10	13	17	14	18
五日生化需氧量 (mg/L)	2.6	2.7	2.9	2.8	2.5	2.4
粪大肠菌群 (MPN/L)	3.1×10^3	2.1×10^3	3.0×10^3	8.0×10^2	8.2×10^2	9.3×10^2
总磷 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氨氮 (mg/L)	0.066	0.077	0.091	0.173	0.178	0.187
硫化物 (mg/L)	0.009	0.007	0.011	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.193	0.188	0.188	0.450	0.436	0.432
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0040	0.0037	0.0030	<0.0009	<0.0009	<0.0009
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$					
砷 (mg/L)	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$	8.5×10^{-4}	6.4×10^{-4}	5.5×10^{-4}
硒 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$	4.5×10^{-4}	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	4.50×10^{-5}	4.22×10^{-5}	4.10×10^{-5}	4.68×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.26	2.33	2.38	2.48	2.50	2.39
总氮 (mg/L)	0.19	0.19	0.21	0.28	0.39	0.40
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	3.05×10^{-4}	<0.0003	3.05×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	15	17	21	24	28	32
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.094	0.092	0.090	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	48.5	48.1	47.0	44.3	43.9	42.9
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	11.4	12.6	11.1
叶绿素 a (mg/L)	0.008	0.006	0.006	<0.002	<0.002	<0.002

表 3-40 地表水检测结果一览表

检测点位 样品编号	五里冲水库		
	W190928W97-1	W190929W97-1	W190930W97-1
采样日期/接样日期	2019.09.28/2019.09.29	2019.09.29/2019.09.30	2019.09.30/2019.10.01
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
项目			
pH (无量纲)	8.72	8.70	8.71
水温 (°C)	24.33	24.30	24.35
透明度 (cm)	160	161	160
溶解氧 (mg/L)	6.19	6.16	6.17
化学需氧量 (mg/L)	12	9	11
五日生化需氧量 (mg/L)	2.6	2.8	2.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	2.0×10^3	1.4×10^3	2.0×10^3
总磷 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01
氨氮 (mg/L)	0.312	0.289	0.259
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	0.007
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02
氟化物 (mg/L)	0.154	0.162	0.162
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
铅 (mg/L)	0.0048	0.0017	0.0037
锌 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$
砷 (mg/L)	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$
硒 (mg/L)	5.3×10^{-4}	4.6×10^{-4}	4.5×10^{-4}
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.55	2.60	2.52
总氮 (mg/L)	0.46	0.41	0.43
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	0.050
挥发酚 (mg/L)	4.30×10^{-4}	3.05×10^{-4}	4.03×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	14	15	11
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.085	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	40.6	40.2	41.1
氯化物 (mg/L)	11.6	11.6	11.2
叶绿素 a (mg/L)	<0.002	0.008	0.012

编制:

日期: 2019 年 10 月 11 日

校核:

日期: 2019 年 10 月 11 日

审核:

日期: 2019 年 10 月 11 日

批准:

日期: 2019 年 10 月 11 日

附件8

正本



172512050187

检 测 报 告

坤发环检字[2019]-09089-01 号

项目名称：滇中引水工程大理州、楚雄州、玉溪市、红河州二期工程（枯水期为4月上旬）

委托单位：云南秀川环境工程技术有限公司

检测类别：委托检测

报告日期：2020年5月13日



声 明

- 1、报告无“CMA章”、“云南坤发环境科技有限公司检验检测专用章”、“骑缝章”和“正本”章无效。
- 2、复制报告未加盖上述章无效。
- 3、报告内容涂改无效；无编制、校核、审核和批准人（授权签字人）签字无效。
- 4、检测委托方如对本报告有异议，请于收到报告之日起或在指定领取检测报告终止之日起三日内，向本公司申请复验，逾期不申请的，视为认可本检测报告。
- 5、由委托单位自行采集的样品，本公司仅对送检样品的测试数据负责，不对样品来源负责；测试条件和工况变化大的样品、无法保存和复现的样品，本公司仅对本次所采样品的检测数据负责。
- 6、未经本公司书面批准，本报告及数据不得用于商业宣传，违者必究。
- 7、未经本机构批准，不得复制（全文复制除外）本报告。

本机构通讯资料

监测业务联系电话及传真：(0871) 63339220 63339221

质量投诉电话及传真：(0871) 63339221

行风监督举报电话及传真：63339220

邮政编码：650106

地址：昆明市高新区海源中路 30 号创新大厦 A 段 4 楼

1、委托单位信息

表 1-1 委托单位信息一览表

委托单位名称	云南秀川环境工程技术有限公司		
通讯地址	大理州、楚雄州、玉溪市、红河州		
联系人	李工	联系电话	13608885471

2、检测分析方法、检测分析仪器检出限及分析人员

检测方法、方法来源、使用仪器、检出限及分析人员见表 2-1。

表 2-1 检测分析方法、主要仪器、检出限及分析人员一览表

检测类型	检测项目	检测方法来源	主要仪器型号	最低检出限或范围	分析人员	
水质	pH	便携式 pH 计法《水和废水监测分析方法》(第四版)	FG2、F2 便携式 pH 计 /KF027-05、11、12、01	(0~14) 无量纲	陆磊 保德云 赵朝玉 刘超 龙鼎南 李涛 叶广达 姜文涛 孟凡胜	
	流量	流速仪法《水和废水检测分析方法》(第四版) 国家环保总局(2002 年)	旋浆式流速仪 /KF058-02/XJL-180/YNXC-128	/		
	流速					
	水温	水质 水温的测定 温度计法 GB13195-1991	水银温度计/KFW-09、10、11、05	分度值 0.1℃		
	透明度	塞氏盘法《水和废水监测分析方法》(第四版)	塞式盘/XJL-181	/		
	溶解氧	水质 溶解氧的测定 电化学探头法 HJ506-2009	FG4 便携式溶氧仪/KF002-03、06、04、05	0.01 mg/L		
	化学需氧量	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法 HJ828-2017	50ml 酸式滴定管/KFD-05	4 mg/L		毕映海
	氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ535-2009	723N 可见分光光度计/KF013	0.025mg/L		杨发红
	五日生化需氧量	水质 五日生化需氧量的测定 稀释与接种法 HJ505-2009	50mL 酸式滴定管/KFD-07	0.5mg/L		杨杏开
	悬浮物	水质 悬浮物的测定 重量法 GB11901-1989	BSA224S 电子天平/KF018-04	/		毕映海
	石油类	水质 石油类的测定 紫外分光光度法(试行) HJ970-2018	UV8000 紫外可见分光光度计/KF023-01	0.01mg/L	宋梅	
	硫化物	水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法 GB/T16489-1996	723N 可见分光光度计/KF013	0.005 mg/L	海克英	
	总氮	水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解-紫外分光光度法 HJ636-2012	UV8000 紫外可见分光光度计/KF023-01	0.05 mg/L	李泽艳	
	总磷	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法 GB11893-89		0.01 mg/L		
	阴离子表面活性剂	水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲基蓝分光光度法 GB7494-87	723N 可见分光光度计/KF013	0.05 mg/L	杨杏开	
	挥发酚	水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法 HJ503-2009		0.0003 mg/L	海克英	
高锰酸盐指数	水质 高锰酸盐指数的测定 GB11892-1989	50mL 酸式滴定管/KFD-04	0.5 mg/L			
粪大肠菌群	水质 总大肠菌群、粪大肠菌群和大肠埃希氏菌的测定 酶底物法 HJ1001-2018	DHP-360 型电热恒温培养箱 /KF001-01	10 MPN/L	杨发红		

(续)表 2-1 检测分析方法、主要仪器、检出限及分析人员一览表

检测类型	检测项目	检测方法来源	主要仪器型号	最低检出限或范围	分析人员
水质	色度	水质 色度的测定 稀释倍数法 GB11903-1989	50mL 具塞比色管	/	海克英
	石油类	水质 石油类的测定 紫外分光光度法 (试行) HJ970-2018	UV8000 紫外可见分光光度计/KF023-01	0.01mg/L	朱梅
	六价铬	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法 GB7467-87	723N 可见分光光度计/KF013	0.004 mg/L	
	氰化物	水质 氰化物的测定 异烟酸-吡啶啉酮分光光度法 HJ484-2009		0.004 mg/L	杨发红
	氟化物	水质 氟化物的测定 离子选择电极法 GB 7484-87	WL-15B 微处理离子计/KF032	0.05mg/L	李师文
	叶绿素 a	水质 叶绿素 a 的测定 分光光度法 HJ897-2017	723N 可见分光光度计/KF013	0.002mg/L	海克英
	硫酸盐	水质 硫酸盐的测定 铬酸钡分光光度法 (试行) HJ/T342-2007		8mg/L	李泽艳
	硝酸盐	水质 硝酸盐氮的测定 紫外分光光度法 (试行) HJ/T 346-2007	UV8000 紫外可见分光光度计/KF023-01	0.08 mg/L	
	氯化物	水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法 GB11896-89	50ml 酸式滴定管/KFD-04	10mg/L	李师文
	砷	水质 汞、砷、硒、铋和锡的测定 原子荧光法 HJ694-2014	AFS-230E 型原子荧光光度计/KF037	3.0×10 ⁻⁴ mg/L	邢亚杰
	硒			4.0×10 ⁻⁴ mg/L	
	汞			4.0×10 ⁻⁵ mg/L	
	铜	水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法 HJ776-2015	Aivo200 电感耦合等离子体发射光谱/KF099	0.006mg/L	邢亚杰
	锌			0.004mg/L	
	铁	水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法 GB/T11911-1989	AA-6300C 型原子吸收分光光度计/KF062	0.03 mg/L	海克英
	锰			0.01 mg/L	
镉	《水和废水监测分析方法》(第四版) 国家环保总局(2002年)石墨炉原子吸收法		1.0×10 ⁻⁴ mg/L	陈宇琳	
铅			0.001 mg/L		
现场采样人员: 陆磊、保德云、赵朝玉、刘超、龙鼎南、李涛、叶广达、孟凡胜、姜文涛					
检测日期: 2020.04.13-2020.05.03					

3、水质检测结果

水质检测结果见表 3-1、表 3-2、表 3-3、表 3-4、表 3-5、表 3-6、表 3-7、表 3-8、表 3-9、表 3-10、表 3-11、表 3-12、表 3-13、表 3-14、表 3-15、表 3-16、表 3-17、表 3-18、表 3-19、表 3-20、表 3-21、表 3-22、表 3-23、表 3-24、表 3-25、表 3-26、表 3-27、表 3-28、表 3-29、表 3-30、表 3-31、表 3-32、表 3-33、表 3-34、表 3-35、表 3-36、表 3-37、表 3-38。

表 3-1 地表水检测结果一览表

项目	落澜河汇入金沙江汇口处		
	检测点位 样品编号	W200416GD1-1 2020.04.16/2020.04.17	W200417GD1-1 2020.04.17/2020.04.18
采样日期/接样日期	W200418GD1-1 2020.04.18/2020.04.19		
样品状态	无色、无味、透明		
pH (无量纲)	7.68	7.83	7.73
水温 (°C)	23.51	23.42	23.36
溶解氧 (mg/L)	6.57	6.62	6.67
化学需氧量 (mg/L)	12	14	11
五日生化需氧量 (mg/L)	2.3	2.5	2.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.4×10^3	1.7×10^3	2.0×10^3
总磷 (mg/L)	0.02	0.02	0.03
氨氮 (mg/L)	0.066	0.077	0.088
硫化物 (mg/L)	<0.005	0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.01	0.01	<0.01
氯化物 (mg/L)	0.306	0.316	0.296
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.005	0.004	0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<math>1.0 \times 10^{-4}	<math>1.0 \times 10^{-4}	<math>1.0 \times 10^{-4}
砷 (mg/L)	<math>3.0 \times 10^{-4}	<math>3.0 \times 10^{-4}	<math>3.0 \times 10^{-4}
硒 (mg/L)	<math>4.0 \times 10^{-4}	<math>4.0 \times 10^{-4}	<math>4.0 \times 10^{-4}
汞 (mg/L)	<math>4.0 \times 10^{-5}	<math>4.0 \times 10^{-5}	<math>4.0 \times 10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.5	3.6	3.5
总氮 (mg/L)	0.49	0.47	0.44
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	14	11	15

备注：落澜河汇入金沙江汇口处因流速过慢，流量，流速无法测量；桑园河汇入金沙江汇口处无水，无法采样。

表 3-2 地表水检测结果一览表

检测点位		黑惠江汇入澜沧江汇口处	
样品编号	W200413G05-1	W200414G05-1	W200415G05-1
采样日期/接样日期	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16
项目	样品状态	样品状态	样品状态
pH (无量纲)	7.68	7.82	7.69
水温 (°C)	17.41	17.42	17.45
溶解氧 (mg/L)	6.74	6.64	6.54
化学需氧量 (mg/L)	15	16	16
五日生化需氧量 (mg/L)	3.3	3.4	3.1
粪大肠菌群 (MPN/L)	4.1×10^3	3.8×10^2	4.8×10^2
总磷 (mg/L)	0.08	0.09	0.09
氨氮 (mg/L)	0.091	0.080	0.103
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.01	0.02	0.02
氟化物 (mg/L)	0.199	0.194	0.200
氯化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.006	0.005	0.006
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	0.005	0.006	0.006
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}
砷 (mg/L)	5.1×10^{-3}	6.2×10^{-3}	6.2×10^{-3}
硒 (mg/L)	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}
汞 (mg/L)	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.8	2.8	2.8
总氮 (mg/L)	0.47	0.48	0.47
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	16	17	21

备注：黑惠江汇入澜沧江汇口处因水流过宽、过深流量过慢，流量、流速无法测量。

检测点位		中河汇入渔泡江汇口处	
样品编号	W200416G08-1	W200417G08-1	W200418G08-1
采样日期/接样日期	2020.04.16/2020.04.17	2020.04.17/2020.04.18	2020.04.18/2020.04.19
项目	样品状态	样品状态	样品状态
pH (无量纲)	8.34	8.32	8.35
水温 (°C)	20.10	20.08	20.12
溶解氧 (mg/L)	5.40	5.67	5.51
化学需氧量 (mg/L)	16	18	18
五日生化需氧量 (mg/L)	2.5	2.7	2.7
粪大肠菌群 (MPN/L)	7.6×10^3	8.7×10^3	6.5×10^3
总磷 (mg/L)	0.12	0.12	0.14
氨氮 (mg/L)	0.165	0.173	0.187
硫化物 (mg/L)	0.008	0.012	0.014
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.01
氟化物 (mg/L)	0.258	0.249	0.262
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.004	0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}
砷 (mg/L)	1.4×10^{-3}	1.9×10^{-3}	1.6×10^{-3}
硒 (mg/L)	5.7×10^{-4}	5.4×10^{-4}	5.3×10^{-4}
汞 (mg/L)	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.5	3.5	3.4
总氮 (mg/L)	0.44	0.45	0.47
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	27	29	32

备注：中河汇入渔泡江汇口处因流速过慢，流量、流速无法测量。

表 3-4 地表水检测结果一览表

检测点位	楚场河汇入渔泡江汇口处			渔泡江汇入金沙江汇口处		
	W200416G09-1 2020.04.16/2020.04.17	W200417G09-1 2020.04.17/2020.04.18	W200418G09-1 2020.04.18/2020.04.19	W200416G10-1 2020.04.16/2020.04.17	W200417G10-1 2020.04.17/2020.04.18	W200418G10-1 2020.04.18/2020.04.19
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	8.81	8.79	8.82	8.64	8.65	8.68
水温 (°C)	22.51	22.49	22.50	20.70	20.72	20.68
溶解氧 (mg/L)	7.22	7.26	6.98	5.66	6.12	5.96
化学需氧量 (mg/L)	10	9	11	12	14	14
五日生化需氧量 (mg/L)	3.1	3.2	3.4	2.7	2.3	2.4
粪大肠菌群 (MPN/L)	4.5×10^2	4.3×10^2	5.1×10^2	1.1×10^3	8.8×10^2	9.4×10^2
总磷 (mg/L)	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03
氨氮 (mg/L)	0.077	0.060	0.069	0.114	0.128	0.136
硫化物 (mg/L)	0.010	0.008	0.008	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.130	0.127	0.134	0.125	0.123	0.129
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	<0.004	0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	1.5×10^{-1}	1.7×10^{-3}	1.5×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.4×10^{-3}
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	8.4×10^{-4}	5.7×10^{-4}	5.6×10^{-4}
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵					
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.5	2.5	2.5	1.5	1.6	1.5
总氮 (mg/L)	0.14	0.16	0.17	0.44	0.45	0.46
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	19	19	16	14	21	19

备注：楚场河汇入渔泡江汇口处因流速过慢，流量、流速无法测量；渔泡江汇入金沙江汇口处因水面宽，流量、流速无法测量。

表 3-5 地表水检测结果一览表

检测点位	武定河口武定县断面		武定河口武定县断面	
	样品编号	W200113G11-1 2020.04.13/2020.04.14	W200114G11-1 2020.04.14/2020.04.15	W200115G11-1 2020.04.15/2020.04.16
采样日期/采样日期				
样品状态	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明
W200113G13-1	W200114G13-1	W200115G13-1	W200116G13-1	W200117G13-1
2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16	2020.04.16/2020.04.17	2020.04.17/2020.04.18
颜色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明
pH (无量纲)	6.98	6.93	6.87	8.16
水温 (°C)	16.45	17.32	17.12	18.50
流量 (m³/s)	6.68	6.72	6.64	/
流速 (m/s)	2.12	2.24	2.26	/
溶解氧 (mg/L)	6.31	6.35	6.21	5.09
化学需氧量 (mg/L)	37	38	36	20
五日生化需氧量 (mg/L)	3.3	3.8	3.8	3.4
粪大肠菌群 (MPN/L)	6.1×10^3	5.4×10^3	7.7×10^2	6.8×10^2
总磷 (mg/L)	0.22	0.20	0.23	0.01
氨氮 (mg/L)	1.48	1.47	1.50	0.198
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.01	0.02	<0.01
氯化物 (mg/L)	0.267	0.260	0.279	0.246
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.012	0.010	0.011	0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
镉 (mg/L)	0.008	0.008	0.009	<0.004
镍 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$
砷 (mg/L)	4.0×10^{-3}	4.1×10^{-3}	4.4×10^{-3}	1.9×10^{-3}
汞 (mg/L)	5.3×10^{-3}	5.5×10^{-3}	5.4×10^{-3}	7.0×10^{-3}
苯 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.4	4.4	4.3	2.5
总氮 (mg/L)	3.57	3.60	3.61	0.49
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.056	0.050	0.053	0.056
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总悬浮物 (mg/L)	19	21	17	14
备注: 该点位与武定河口武定县断面, 无法采样; 武定河口武定县断面, 水质, 流速无法测量。				
				17

表 3-6 地表水检测结果一览表

检测点位		白龙河出华宁县, 304 省道处	
样品编号	W200419G21-1	W200420G21-1	W200421G21-1
采样日期/采样日期	2020.04.19/2020.04.20	2020.04.20/2020.04.21	2020.04.21/2020.04.22
项目	样品状态	样品状态	样品状态
pH (无量纲)	8.21	8.25	8.27
水温 (°C)	19.43	19.40	19.32
流量 (m ³ /s)	1.04	1.02	1.02
流速 (m/s)	0.3275	0.3273	0.3275
溶解氧 (mg/L)	5.39	5.43	5.42
化学需氧量 (mg/L)	12	13	10
五日生化需氧量 (mg/L)	3.0	3.2	3.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	2.2×10 ²	4.4×10 ²	3.2×10 ²
总磷 (mg/L)	0.17	0.19	0.18
氨氮 (mg/L)	0.139	0.128	0.150
硫化物 (mg/L)	<0.005	0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01
氟化物 (mg/L)	0.274	0.279	0.266
氯化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	0.006	0.006	0.006
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴
砷 (mg/L)	6.1×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻³	9.2×10 ⁻⁴
硒 (mg/L)	5.8×10 ⁻⁴	5.7×10 ⁻⁴	5.3×10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.9	3.0	2.9
总氮 (mg/L)	0.94	0.95	0.96
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	0.0006	0.0005	0.0006
悬浮物 (mg/L)	30	31	27

表 3-7 地表水检测结果一览表

检测点位	落澜河汇入后金沙江断面		
	W200416G28-1	W200417G28-1	W200418G28-1
样品编号	2020.04.16/2020.04.17	2020.04.17/2020.04.18	2020.04.18/2020.04.19
采样日期/接样日期	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
样品状态			
pH (无量纲)	8.41	8.36	8.32
水温 (°C)	19.80	19.82	19.69
溶解氧 (mg/L)	5.26	5.43	5.52
化学需氧量 (mg/L)	14	15	12
五日生化需氧量 (mg/L)	3.2	3.9	3.4
粪大肠菌群 (MPN/L)	9.0×10^3	7.0×10^3	9.8×10^2
总磷 (mg/L)	0.14	0.15	0.13
氨氮 (mg/L)	0.153	0.165	0.176
硫化物 (mg/L)	0.008	0.010	0.014
石油类 (mg/L)	0.01	0.01	0.01
氟化物 (mg/L)	0.154	0.149	0.159
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.011	0.012	0.011
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
铝 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}
砷 (mg/L)	2.0×10^{-3}	1.2×10^{-3}	1.4×10^{-3}
硒 (mg/L)	1.3×10^{-3}	1.0×10^{-3}	1.2×10^{-3}
汞 (mg/L)	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.1	1.1	1.1
总氮 (mg/L)	0.38	0.39	0.40
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	0.0006	0.0007	0.0005
悬浮物 (mg/L)	25	23	29

备注：落澜河汇入后金沙江断面因水面宽、流速慢，流量、流速无法测量。

表 3-8 地表水检测结果一览表

检测点位	桑园河汇入后金沙江断面		渔泡江汇入后金沙江断面	
样品编号	W200416G29-1	W200417G29-1	W200418G29-1	W200416G30-1
采样日期/接样日期	2020.04.16/2020.04.17	2020.04.17/2020.04.18	2020.04.18/2020.04.19	2020.04.16/2020.04.17
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	8.57	8.53	8.49	8.45
水温 (°C)	18.10	18.21	18.30	18.42
溶解氧 (mg/L)	6.34	6.39	6.51	6.58
化学需氧量 (mg/L)	11	10	11	10
五日生化需氧量 (mg/L)	2.7	2.2	2.2	2.3
粪大肠菌群 (MPN/L)	5.1×10^2	6.5×10^3	7.5×10^2	4.1×10^2
总磷 (mg/L)	0.02	0.03	0.03	0.03
氨氮 (mg/L)	0.041	0.052	0.060	0.063
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.01
氟化物 (mg/L)	0.153	0.150	0.157	0.135
氯化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.007	0.005	0.006	0.006
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0 × 10 ⁻⁴			
砷 (mg/L)	9.5×10^{-4}	7.4×10^{-4}	6.9×10^{-4}	9.4×10^{-4}
硒 (mg/L)	6.1×10^{-4}	6.3×10^{-4}	6.2×10^{-4}	4.8×10^{-4}
汞 (mg/L)	<4.0 × 10 ⁻⁵			
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.2	4.2	4.3	1.2
总氮 (mg/L)	0.35	0.35	0.36	0.20
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	10	11	10	10

备注：桑园河汇入后金沙江断面因水面宽，流速慢，流量、流速无法测量；渔泡江汇入后金沙江断面因水面过宽，过深，流速慢，流量、流速无法测量。

表 3-9 地表水检测结果一览表

检测点位	金沙江江边乡断面			澜沧江1#(黑惠江汇入后澜沧江断面)		
	W200413G31-1 2020.04.13/2020.04.14	W200414G31-1 2020.04.14/2020.04.15	W200415G31-1 2020.04.15/2020.04.16	W200413G32-1 2020.04.13/2020.04.14	W200414G32-1 2020.04.14/2020.04.15	W200415G32-1 2020.04.15/2020.04.16
采样日期/接样日期	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH(无量纲)	7.54	7.58	7.46	8.97	8.86	8.92
水温(℃)	13.18	14.33	14.24	19.71	19.80	18.65
溶解氧(mg/L)	6.12	6.08	6.14	6.85	6.89	6.92
化学需氧量(mg/L)	9	8	8	14	14	13
五日生化需氧量(mg/L)	2.5	2.2	2.4	2.5	2.7	2.6
粪大肠菌群(MPN/L)	1.1×10^3	1.3×10^3	1.3×10^3	1.3×10^3	1.2×10^3	1.6×10^3
总磷(mg/L)	0.09	0.09	0.08	0.04	0.05	0.03
氨氮(mg/L)	0.072	0.080	0.097	0.100	0.088	0.111
硫化物(mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类(mg/L)	<0.01	0.01	<0.01	0.02	0.02	0.02
氟化物(mg/L)	0.135	0.132	0.128	0.159	0.169	0.165
氯化物(mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬(mg/L)	0.004	0.004	0.004	0.011	0.012	0.012
铜(mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅(mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌(mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉(mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$					
砷(mg/L)	8.4×10^{-4}	8.8×10^{-4}	4.6×10^{-4}	1.6×10^{-3}	1.7×10^{-3}	1.9×10^{-3}
硒(mg/L)	7.2×10^{-4}	5.7×10^{-4}	5.7×10^{-4}	9.6×10^{-4}	8.7×10^{-4}	9.3×10^{-4}
汞(mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$					
高锰酸盐指数(mg/L)	1.6	1.6	1.6	3.5	3.4	3.4
总氮(mg/L)	0.53	0.54	0.55	0.59	0.61	0.63
阴离子表面活性剂(mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚(mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总悬浮物(mg/L)	18	16	20	16	13	15

备注：金沙江江边乡断面因河面太宽，水面流速慢，流量、流速无法测量；澜沧江1#(黑惠江汇入后澜沧江断面)因水面过宽、过深、流速慢，流量、流速无法测量。

表 3-10 地表水检测结果一览表

检测点位		湖沧江 2# (黑惠江汇入后湖沧江断面)	
样品编号	W200413G33-1	W200414G33-1	W200415G33-1
采样日期/接样日期	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16
项目	样品状态	样品状态	样品状态
pH (无量纲)	7.86	7.82	7.76
水温 (°C)	14.80	15.60	14.72
溶解氧 (mg/L)	7.45	7.48	7.36
化学需氧量 (mg/L)	10	8	8
五日生化需氧量 (mg/L)	2.9	2.6	2.3
粪大肠菌群 (MPN/L)	5.5×10^3	6.9×10^3	5.2×10^3
总磷 (mg/L)	0.02	0.01	0.02
氨氮 (mg/L)	0.083	0.094	0.103
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.171	0.167	0.176
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.004	0.004	0.004
铜 (mg/L)	<0.006	0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴
砷 (mg/L)	2.9×10^{-3}	3.3×10^{-3}	3.3×10^{-3}
硒 (mg/L)	4.1×10^{-4}	4.6×10^{-4}	4.2×10^{-4}
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.2	1.2	1.2
总氮 (mg/L)	0.49	0.49	0.48
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	18	16	18

备注：湖沧江 2# (黑惠江汇入后湖沧江断面) 因水面过宽，水深、流速慢，流量、流速无法测量。

表 3-11 地表水检测结果一览表

检测点位	炼洞河 1# (炼洞河入花桥水库前断面)		十二箐河入大根甸水库前断面			
	W200416G39-1 2020.04.16/2020.04.17	W200417G39-1 2020.04.17/2020.04.18	W200418G39-1 2020.04.18/2020.04.19	W200416G41-1 2020.04.16/2020.04.17	W200417G41-1 2020.04.17/2020.04.18	W200418G41-1 2020.04.18/2020.04.19
样品日期/采样日期						
样品状态	无色, 无味, 透明					
pH (无量纲)	8.51	8.41	8.54	8.30	8.41	8.52
水温 (°C)	20.50	20.41	20.32	20.01	20.23	20.21
溶解氧 (mg/L)	5.41	5.46	5.42	5.53	5.59	6.03
化学需氧量 (mg/L)	13	14	11	12	11	10
五日生化需氧量 (mg/L)	2.4	2.8	3.0	2.8	2.7	2.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.0×10^3	1.3×10^3	1.1×10^3	5.2×10^2	7.2×10^2	6.4×10^2
总磷 (mg/L)	0.12	0.11	0.12	0.08	0.09	0.08
氨氮 (mg/L)	0.472	0.460	0.483	0.412	0.401	0.429
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	0.008	0.005
石油类 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
氟化物 (mg/L)	0.324	0.316	0.313	0.350	0.347	0.372
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.011	0.010	0.010	0.005	0.004	0.005
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	1.29×10^{-3}	1.32×10^{-3}	1.39×10^{-3}
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}					
砷 (mg/L)	1.2×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.2×10^{-3}	< 3.0×10^{-4}	< 3.0×10^{-4}	< 3.0×10^{-4}
硒 (mg/L)	6.4×10^{-4}	5.2×10^{-4}	5.3×10^{-4}	4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	4.1×10^{-4}
汞 (mg/L)	< 4.0×10^{-5}					
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.4	4.4	4.4	2.4	2.4	2.4
总氮 (mg/L)	0.52	0.54	0.53	0.83	0.86	0.87
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	0.0006	0.0004	0.0004	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	12	11	13	11	21	18

备注: 炼洞河 1# (炼洞河入花桥水库前断面), 十二箐河入大根甸水库前断面因流速较慢, 流量, 流速无法测量。

表 3-12 地表水检测 results 一览表

检测点位		甸中河入甸中河水库前断面	
样品编号	W200413G44-1	W200414G44-1	W200415G44-1
采样日期/接样日期	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16
项目	样品状态	样品状态	样品状态
pH (无量纲)	8.63	8.56	8.67
水温 (°C)	14.10	13.80	14.31
溶解氧 (mg/L)	5.29	5.38	5.17
化学需氧量 (mg/L)	8	8	7
五日生化需氧量 (mg/L)	2.3	2.0	2.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	5.0×10^3	4.4×10^3	5.5×10^3
总磷 (mg/L)	0.03	0.04	0.03
氨氮 (mg/L)	0.083	0.091	0.105
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02
氟化物 (mg/L)	0.121	0.117	0.124
氯化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.005	0.004	0.005
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0 × 10 ⁻⁴	<1.0 × 10 ⁻⁴	<1.0 × 10 ⁻⁴
砷 (mg/L)	1.1 × 10 ⁻³	2.0 × 10 ⁻³	2.1 × 10 ⁻³
硒 (mg/L)	1.1 × 10 ⁻³	9.4 × 10 ⁻⁴	8.7 × 10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	<4.0 × 10 ⁻⁵	<4.0 × 10 ⁻⁵	<4.0 × 10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.7	1.8	1.7
总氮 (mg/L)	0.21	0.22	0.26
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	15	22	18

备注: 甸中河入甸中河水库前断面因流速过慢, 流量、流速无法测量; 麻栗河入海稍水库前断面流水, 无法采样, 子午大河入中石坝水库前, 下马房村断面断流无水, 无法采样。

表 3-13 地表水检测结果一览表

检测点位	株营河 2# (株营河入仙鹤水库前断面)		紫甸河入九龙河水库 -> 嘴子村断面	
	W200416G40-1 2020.04.16/2020.04.17	W200417G40-1 2020.04.17/2020.04.18	W200418G40-1 2020.04.18/2020.04.19	W200419G46-1 2020.04.14/2020.04.15
项目	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	8.32	8.38	7.35	7.41
水温 (°C)	22.10	22.31	21.53	19.43
流量 (m³/s)	/	/	1.96	2.04
流速 (m/s)	/	/	1.68	1.73
溶解氧 (mg/L)	5.51	5.55	6.04	6.12
化学需氧量 (mg/L)	13	14	12	13
五日生化需氧量 (mg/L)	2.8	2.8	2.9	2.8
氨氮 (mg/L)	1.3×10^{-3}	1.1×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.6×10^{-3}
总磷 (mg/L)	0.03	0.03	0.09	0.09
总氮 (mg/L)	0.125	0.136	0.145	0.235
硫化物 (mg/L)	0.010	0.012	0.017	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.01	0.01
氯化物 (mg/L)	0.243	0.231	0.253	0.253
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.004	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0 × 10 ⁻⁴			
砷 (mg/L)	<3.0 × 10 ⁻⁴	<3.0 × 10 ⁻⁴	<3.0 × 10 ⁻⁴	3.9 × 10 ⁻⁴
硒 (mg/L)	4.7 × 10 ⁻⁴	4.1 × 10 ⁻⁴	8.3 × 10 ⁻⁴	7.3 × 10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	<4.0 × 10 ⁻⁵			
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.1	1.1	3.2	3.2
总氮 (mg/L)	0.79	0.80	0.80	0.83
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总浮游物 (mg/L)	11	10	16	13
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	0.02	0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.495	0.524	0.359	0.388
硫酸盐 (mg/L)	8.30	8.71	38.6	37.8
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10

备注: 株营河 2# (株营河入仙鹤水库前断面) 因水流断面较浅, 较宽, 流速较慢, 流量, 流速无法测量, 黄泥河入跃进水库前断面测试, 无法采样。

表 3-14 地表水检测结果一览表

检测点位	海稍水库			大银甸水库		
	样品编号	W200416G50-1	W200417G50-1	W200418G50-1	W200416G51-1	W200417G51-1
采样日期/接样日期	2020.04.16/2020.04.17	2020.04.17/2020.04.18	2020.04.17/2020.04.18	2020.04.18/2020.04.19	2020.04.16/2020.04.17	2020.04.17/2020.04.18
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
项目						
pH (无量纲)	8.19	8.23	8.23	8.23	8.30	8.31
溶解氧 (mg/L)	6.08	6.23	6.23	6.16	7.29	7.31
透明度 (cm)	58	57	57	59	51	52
化学需氧量 (mg/L)	10	10	10	11	10	9
五日生化需氧量 (mg/L)	2.6	2.6	2.6	2.3	2.2	2.5
总磷 (mg/L)	0.07	0.07	0.07	0.06	0.03	0.03
氨氮 (mg/L)	0.252	0.244	0.244	0.269	0.055	0.069
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.4	4.4	4.4	4.6	3.6	3.6
总氮 (mg/L)	0.64	0.65	0.65	0.66	0.47	0.46
叶绿素 a (mg/L)	0.011	0.014	0.014	0.013	0.015	0.019

表 3-15 地表水检测结果一览表

检测点位	花桥水库			益民海水库		
	样品编号	W200416G52-1	W200417G52-1	W200418G52-1	W200416G54-1	W200417G54-1
采样日期/接样日期	2020.04.16/2020.04.17	2020.04.17/2020.04.18	2020.04.17/2020.04.18	2020.04.18/2020.04.19	2020.04.16/2020.04.17	2020.04.17/2020.04.18
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
项目						
pH (无量纲)	8.87	8.90	8.90	8.86	8.10	8.04
溶解氧 (mg/L)	5.84	5.92	5.92	6.01	6.99	7.12
透明度 (cm)	70	71	71	73	70	69
化学需氧量 (mg/L)	12	13	13	12	11	13
五日生化需氧量 (mg/L)	2.8	3.0	3.0	2.8	3.2	3.4
总磷 (mg/L)	0.09	0.07	0.07	0.08	0.10	0.10
氨氮 (mg/L)	0.387	0.376	0.376	0.367	0.074	0.088
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.6	2.7	2.7	3.0	4.9	4.9
总氮 (mg/L)	0.48	0.40	0.40	0.42	0.56	0.57
叶绿素 a (mg/L)	0.01	0.014	0.014	0.015	0.010	0.011

表 3-16 地表水检测结果一览表

检测点位		甸中河水库				桑木管水库				
样品编号	W200413G57-1	W200414G57-1	W200415G57-1	W200413G62-1	W200414G62-1	W200415G62-1	采样日期/接样日期	W200413G57-1	W200414G62-1	W200415G62-1
采样日期/接样日期	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16
样品状态	无色、无味、透明									
pH (无量纲)	8.81	7.69	7.98	8.52	8.43	8.49	8.52	8.43	8.43	8.49
溶解氧 (mg/L)	6.45	6.39	6.49	6.13	6.07	6.14	6.13	6.07	6.07	6.14
透明度 (cm)	72	75	74	62	63	67	62	63	63	67
化学需氧量 (mg/L)	14	11	14	16	15	18	16	15	15	18
五日生化需氧量 (mg/L)	3.2	3.1	3.0	2.7	2.5	2.4	2.7	2.5	2.5	2.4
总磷 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.27	0.29	0.26	0.27	0.29	0.29	0.26
氨氮 (mg/L)	0.142	0.152	0.167	0.097	0.108	0.119	0.097	0.108	0.108	0.119
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.1	4.0	4.0	4.3	4.2	4.2	4.3	4.2	4.2	4.2
总氮 (mg/L)	0.24	0.25	0.25	0.87	0.91	0.89	0.87	0.91	0.91	0.89
叶绿素 a (mg/L)	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.005	0.006	0.006	0.007

表 3-17 地表水检测结果一览表

检测点位		黑泥管水库				中石坝水库				
样品编号	W200413G63-1	W200414G63-1	W200415G63-1	W200413G68-1	W200414G68-1	W200415G68-1	采样日期/接样日期	W200413G63-1	W200414G68-1	W200415G68-1
采样日期/接样日期	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16
样品状态	无色、无味、透明									
pH (无量纲)	8.63	8.53	8.21	7.99	8.03	7.88	7.99	8.03	8.03	7.88
溶解氧 (mg/L)	6.93	6.68	6.54	5.18	5.12	5.23	5.18	5.12	5.12	5.23
透明度 (cm)	52	54	55	78	75	77	78	75	75	77
化学需氧量 (mg/L)	13	16	14	16	13	17	16	13	13	17
五日生化需氧量 (mg/L)	3.4	3.3	3.0	3.4	3.1	3.1	3.4	3.1	3.1	3.1
总磷 (mg/L)	0.20	0.21	0.19	0.06	0.07	0.05	0.06	0.07	0.07	0.05
氨氮 (mg/L)	0.128	0.114	0.142	0.136	0.100	0.114	0.136	0.100	0.100	0.114
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.3	4.2	4.2	4.7	4.6	4.7	4.7	4.6	4.6	4.7
总氮 (mg/L)	0.97	0.98	0.97	0.92	0.94	0.97	0.92	0.94	0.94	0.97
叶绿素 a (mg/L)	0.026	0.028	0.024	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003

表 3-18 地表水检测结果一览表

检测点位		罗家冲水库			耐桥水库		
样品编号	W200413G69-1	W200414G69-1	W200415G69-1	W200413G70-1	W200414G70-1	W200415G70-1	
采样日期/接样日期	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16	
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	浅绿、无味、微浊	浅绿、无味、微浊	浅绿、无味、微浊	
pH (无量纲)	7.63	7.61	7.58	7.89	7.74	7.78	
溶解氧 (mg/L)	5.14	5.04	5.32	5.63	5.45	5.38	
透明度 (cm)	40	39	38	20	19	18	
化学需氧量 (mg/L)	9	7	10	69	73	75	
五日生化需氧量 (mg/L)	2.1	2.5	2.4	13.2	17.4	16.9	
总磷 (mg/L)	0.08	0.04	0.06	0.36	0.35	0.37	
氨氮 (mg/L)	0.091	0.100	0.108	6.21	6.35	6.49	
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.4	4.3	4.3	6.3	6.2	6.3	
总氮 (mg/L)	0.83	0.85	0.86	11.9	12.0	12.1	
叶绿素 a (mg/L)	0.007	0.006	0.009	0.041	0.043	0.045	

表 3-19 地表水检测结果一览表

检测点位		石河水库			跃进水库		
样品编号	W200416G81-1	W200417G81-1	W200418G81-1	W200416G82-1	W200417G82-1	W200418G82-1	
采样日期/接样日期	2020.04.16/2020.04.17	2020.04.17/2020.04.18	2020.04.18/2020.04.19	2020.04.16/2020.04.17	2020.04.17/2020.04.18	2020.04.18/2020.04.19	
样品状态	浅绿、无味、微浑	浅绿、无味、微浑	浅绿、无味、微浑	浅黄、无味、微浑	浅黄、无味、微浑	浅黄、无味、微浑	
pH (无量纲)	7.75	7.80	7.83	8.49	8.53	8.57	
溶解氧 (mg/L)	5.67	5.60	5.58	5.46	5.50	5.53	
透明度 (cm)	49	48	49	45	43	43	
化学需氧量 (mg/L)	14	15	12	10	8	11	
五日生化需氧量 (mg/L)	2.2	2.4	2.7	2.7	2.6	2.7	
总磷 (mg/L)	0.10	0.09	0.10	0.05	0.06	0.06	
氨氮 (mg/L)	0.069	0.077	0.086	0.576	0.565	0.587	
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.3	4.2	4.2	5.2	5.2	5.3	
总氮 (mg/L)	0.49	0.48	0.47	0.89	0.90	0.92	
叶绿素 a (mg/L)	0.007	0.006	0.007	0.009	0.009	0.010	

表 3-20 地表水检测结果一览表

检测点位	大寨水库		
样品编号	W200416G84-1	W200417G84-1	W200418G84-1
采样日期/接样日期	2020.04.16/2020.04.17	2020.04.17/2020.04.18	2020.04.18/2020.04.19
项目	样品状态	样品状态	样品状态
pH (无量纲)	8.83	8.80	8.85
溶解氧 (mg/L)	5.60	5.63	5.66
透明度 (cm)	23	22	22
化学需氧量 (mg/L)	12	15	11
五日生化需氧量 (mg/L)	3.3	3.2	3.1
总磷 (mg/L)	0.20	0.21	0.22
氨氮 (mg/L)	0.593	0.621	0.638
高锰酸盐指数 (mg/L)	5.7	5.6	5.7
总氮 (mg/L)	0.98	0.99	0.99
叶绿素 a (mg/L)	0.012	0.010	0.010
备注: 捧寨水库、红翠塘水库 (拟建) 无水, 无法采样。			

表 3-21 地表水检测结果一览表

检测点位	长桥海水库		
样品编号	W200419G96-1	W200420G96-1	W200421G96-1
采样日期/接样日期	2020.04.19/2020.04.20	2020.04.20/2020.04.21	2020.04.21/2020.04.22
项目 \ 样品状态	浅黄、无味、微浑	浅黄、无味、微浑	浅黄、无味、微浑
pH (无量纲)	8.23	8.20	8.25
溶解氧 (mg/L)	5.75	5.70	5.78
透明度 (cm)	45	44	45
化学需氧量 (mg/L)	33	32	30
五日生化需氧量 (mg/L)	5.6	5.8	5.7
总磷 (mg/L)	0.18	0.18	0.16
氨氮 (mg/L)	1.12	1.06	1.16
高锰酸盐指数 (mg/L)	5.0	5.0	5.7
总氮 (mg/L)	1.86	1.88	1.89
叶绿素 a (mg/L)	0.009	0.010	0.011

表 3-22 地表水检测结果一览表

检测点位	独酌水庄			崔家营水庄		
	W200416G53-1 2020.04.16/2020.04.17 样品状态 无色、无味、透明	W200417G53-1 2020.04.17/2020.04.18 无色、无味、透明	W200418G53-1 2020.04.18/2020.04.19 无色、无味、透明	W200413G55-1 2020.04.13/2020.04.14 无色、无味、透明	W200414G55-1 2020.04.14/2020.04.15 无色、无味、透明	W200415G55-1 2020.04.15/2020.04.16 无色、无味、透明
组口						
pH (无量纲)	8.67	8.70	8.63	8.57	8.51	8.46
水温 (℃)	20.40	21.01	20.80	18.60	18.11	18.20
透明度 (cm)	67	68	69	61	64	62
溶解氧 (mg/L)	6.55	6.58	6.63	5.22	5.36	5.47
化学需氧量 (mg/L)	6	5	5	15	16	18
五日生化需氧量 (mg/L)	2.1	2.3	2.5	2.5	2.5	2.4
粪大肠菌群 (MPN/L)	4.9×10^2	4.0×10^2	5.0×10^2	2.1×10^2	3.0×10^2	1.8×10^2
总磷 (mg/L)	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03
氨氮 (mg/L)	0.105	0.117	0.125	0.091	0.100	0.108
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005
石油类 (mg/L)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
氯化物 (mg/L)	0.279	0.266	0.290	0.342	0.328	0.338
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.005	0.004	0.005	0.006	0.005	0.005
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$
砷 (mg/L)	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$
硒 (mg/L)	5.4×10^{-4}	5.6×10^{-4}	4.7×10^{-4}	4.8×10^{-4}	4.2×10^{-4}	4.5×10^{-4}
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.9	1.9	1.9	2.9	2.9	3.0
总氮 (mg/L)	0.62	0.63	0.65	0.47	0.48	0.47
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0004	0.0005	0.0006
悬浮物 (mg/L)	15	13	17	33	37	40
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.03	0.03
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.437	0.466	0.462	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	<8	<8	<8	19.3	19.9	19.5
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
总硬度 (mg/L)	0.012	0.012	0.011	0.006	0.004	0.004

表 3-23 地表水检测项目一览表

检测点位	德水园水库			黄板嘴水库		
	W200413G56-1 2020.04.13/2020.04.14	W200414G56-1 2020.04.14/2020.04.15	W200415G56-1 2020.04.15/2020.04.16	W200413G58-1 2020.04.13/2020.04.14	W200414G58-1 2020.04.14/2020.04.15	W200415G58-1 2020.04.15/2020.04.16
项目	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	8.64	8.56	8.48	8.27	8.19	8.32
水温 (°C)	14.81	12.63	15.60	18.51	18.10	19.21
透明度 (cm)	70	68	67	52	55	54
溶解氧 (mg/L)	5.85	5.92	5.89	6.13	6.28	6.09
化学需氧量 (mg/L)	7	9	8	18	19	15
五日生化需氧量 (mg/L)	2.0	2.2	2.1	3.2	3.3	3.3
粪大肠菌群 (MPN/L)	3.0×10^3	3.2×10^3	4.1×10^3	8.7×10^3	9.6×10^3	9.2×10^3
总磷 (mg/L)	0.03	0.03	0.02	0.05	0.05	0.04
氨氮 (mg/L)	0.297	0.286	0.308	0.055	0.043	0.063
砷化物 (mg/L)	<0.005	0.010	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
氯化物 (mg/L)	0.340	0.328	0.345	0.316	0.308	0.328
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.010	0.010	0.010
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
镉 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
锰 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$					
锌 (mg/L)	2.8×10^3	3.3×10^3	3.4×10^3	6.0×10^4	8.9×10^4	8.5×10^4
镍 (mg/L)	6.3×10^{-4}	5.6×10^{-4}	5.3×10^{-4}	5.7×10^{-4}	4.6×10^{-4}	4.0×10^{-4}
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$					
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.3	3.4	3.4	4.5	4.5	4.5
总氮 (mg/L)	0.66	0.69	0.71	0.37	0.39	0.41
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	15	18	15	17	15	16
铁 (mg/L)	0.05	0.04	0.04	<0.03	<0.03	0.03
锰 (mg/L)	<0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.262	0.233	0.252	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	28.4	26.6	27.6	21.0	20.1	20.8
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.003	0.004	0.003	0.009	0.008	0.010

表 3-24 地表水检测数据一览表

检测点位	麓宝山水庫				大朗水庫			
	W200413G59-1 2020.04.13.2020.04.14 无色、无味、透明	W200414G59-1 2020.04.14.2020.04.15 无色、无味、透明	W200415G59-1 2020.04.15.2020.04.16 无色、无味、透明	W200413G60-1 2020.04.13.2020.04.14 无色、无味、透明	W200414G60-1 2020.04.14.2020.04.15 无色、无味、透明	W200415G60-1 2020.04.15.2020.04.16 无色、无味、透明		
项目								
pH (无量纲)	8.61	8.52	8.48	8.67	8.52	8.58		
水温 (°C)	18.20	19.10	18.81	22.10	21.90	20.10		
透明度 (cm)	62	65	64	66	69	67		
溶解氧 (mg/L)	6.25	6.10	6.18	6.05	6.18	6.30		
化学需氧量 (mg/L)	13	12	14	16	19	14		
五日生化需氧量 (mg/L)	2.8	2.4	2.7	2.8	2.5	2.4		
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.3×10^4	1.0×10^4	8.6×10^3	6.6×10^4	5.7×10^4	6.6×10^3		
总磷 (mg/L)	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.02		
氨氮 (mg/L)	0.077	0.086	0.094	0.328	0.317	0.339		
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005		
石油类 (mg/L)	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01		
氟化物 (mg/L)	0.128	0.121	0.134	0.267	0.257	0.275		
氯化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004		
六价铬 (mg/L)	0.009	0.008	0.009	0.005	0.005	0.005		
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006		
铝 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004		
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$							
砷 (mg/L)	5.7×10^{-4}	6.3×10^{-4}	7.9×10^{-4}	5.4×10^{-4}	3.3×10^{-4}	$<3.0 \times 10^{-4}$		
硒 (mg/L)	4.8×10^{-4}	4.3×10^{-4}	4.1×10^{-4}	5.9×10^{-4}	6.5×10^{-4}	6.0×10^{-4}		
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$							
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.1	4.2	4.2	2.4	2.4	2.4		
总氮 (mg/L)	0.25	0.27	0.25	0.63	0.69	0.65		
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003		
总有机碳 (mg/L)	19	22	21	19	14	16		
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	0.04	0.04	0.03		
锰 (mg/L)	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04		
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	<0.08	<0.08	<0.08	0.214	0.223	0.204		
硫酸盐 (mg/L)	<8	<8	<8	58.3	60.2	58.9		
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
叶绿素 a (mg/L)	0.003	0.002	0.002	0.08	0.009	0.011		

表 3-25 地表水检测结果一览表

检测点位	巴冲湾水岸		团结水库	
	W200413G61-1 2020.04.13.2020.04.14	W200414G61-1 2020.04.14.2020.04.15	W200413G64-1 2020.04.13.2020.04.14	W200414G64-1 2020.04.14.2020.04.15
采样日期/采样日期	2020.04.13.2020.04.14	2020.04.14.2020.04.15	2020.04.13.2020.04.14	2020.04.14.2020.04.15
样品状态	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明
pH (无量纲)	8.74	8.63	8.58	8.46
水温 (°C)	21.20	22.10	17.40	18.10
透明度 (cm)	54	55	74	77
溶解氧 (mg/L)	5.69	6.02	5.29	5.68
化学需氧量 (mg/L)	14	15	13	12
五日生化需氧量 (mg/L)	2.5	2.5	2.9	2.4
粪大肠菌群 (MPN/L)	2.8×10^3	4.2×10^3	9.1×10^3	6.9×10^3
总磷 (mg/L)	0.04	0.05	0.02	0.02
氨氮 (mg/L)	0.283	0.297	0.080	0.088
砷化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.01	0.01	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.287	0.277	0.657	0.666
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.012	0.012	0.005	0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铝 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$
砷 (mg/L)	3.5×10^{-4}	3.7×10^{-4}	3.0×10^{-4}	3.0×10^{-4}
硒 (mg/L)	5.7×10^{-4}	5.5×10^{-4}	8.2×10^{-4}	8.4×10^{-4}
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.3	2.4	5.0	5.0
总氮 (mg/L)	0.48	0.49	0.45	0.46
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	20	18	31	29
铁 (mg/L)	0.08	0.07	0.03	0.03
锰 (mg/L)	0.06	0.06	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	<0.08	<0.08	0.087	0.087
硫酸盐 (mg/L)	40.2	39.0	20.3	21.0
氯化物 (mg/L)	<10	<10	12.5	12.3
叶绿素 a (mg/L)	0.008	0.009	0.016	0.014
				0.017

表 3-26 地表水检测结果一览表

检测点位	大营当水坑			山后村水坑		
	W200413G65-1 2020.04.13/2020.04.14 无色、无味、透明	W200414G65-1 2020.04.14/2020.04.15 无色、无味、透明	W200415G65-1 2020.04.15/2020.04.16 无色、无味、透明	W200413G66-1 2020.04.13/2020.04.14 无色、无味、透明	W200414G66-1 2020.04.14/2020.04.15 无色、无味、透明	W200415G66-1 2020.04.15/2020.04.16 无色、无味、透明
pH (无量纲)	8.68	8.51	8.42	8.88	8.89	8.86
水温 (℃)	20.10	20.81	21.10	16.80	17.20	17.61
透明度 (cm)	61	65	67	62	63	64
溶解氧 (mg/L)	5.17	5.23	5.28	5.82	5.88	5.54
化学需氧量 (mg/L)	10	10	9	33	34	33
五日生化需氧量 (mg/L)	2.5	2.2	2.6	2.5	2.5	2.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	7.7×10^3	8.0×10^3	1.0×10^4	2.5×10^3	1.8×10^3	1.8×10^3
总磷 (mg/L)	0.03	0.04	0.03	0.21	0.20	0.18
氨氮 (mg/L)	0.072	0.062	0.083	1.27	1.34	1.22
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	0.008	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	<0.01	0.01	<0.01	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.096	0.091	0.098	1.37	1.34	1.41
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.004	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0 × 10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	<3.0 × 10 ⁻⁴	<3.0 × 10 ⁻⁴	<3.0 × 10 ⁻⁴	3.5×10^{-3}	3.6×10^{-3}	3.6×10^{-3}
硒 (mg/L)	8.3×10^{-4}	1.0×10^{-3}	9.2×10^{-4}	4.6×10^{-4}	4.4×10^{-4}	4.1×10^{-4}
汞 (mg/L)	<4.0 × 10 ⁻⁵					
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.1	2.0	2.1	3.7	3.6	3.7
总氮 (mg/L)	0.20	0.22	0.21	1.91	1.94	1.95
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总悬浮物 (mg/L)	17	15	22	27	24	28
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.04	0.03
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	<8	<8	<8	67.1	68.0	70.4
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	18.7	19.2	18.7
叶绿素 a (mg/L)	0.014	0.013	0.017	0.033	0.032	0.030

表 3-27 地表水检测结果一览表

检测点位	小官村水庫			妙峰水庫		
	W200413G67-1 2020.04.13/2020.04.14	W200414G67-1 2020.04.14/2020.04.15	W200415G67-1 2020.04.15/2020.04.16	W200413G71-1 2020.04.13/2020.04.14	W200414G71-1 2020.04.14/2020.04.15	W200415G71-1 2020.04.15/2020.04.16
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	浅黄、无味、透明	浅黄、无味、透明	浅黄、无味、透明
pH (无量纲)	8.87	8.86	8.79	7.48	7.52	7.55
水温 (°C)	20.70	21.60	21.31	17.38	18.34	18.53
透明度 (cm)	72	71	70	45	43	45
溶解氧 (mg/L)	5.82	5.73	5.86	5.31	5.38	5.26
化学需氧量 (mg/L)	18	16	19	26	27	25
五日生化需氧量 (mg/L)	3.6	3.7	3.9	4.3	4.0	4.2
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.3×10^3	1.0×10^3	1.6×10^3	7.5×10^3	8.8×10^3	1.0×10^4
总磷 (mg/L)	0.03	0.03	0.02	0.19	0.17	0.18
氨氮 (mg/L)	0.257	0.266	0.277	0.156	0.165	0.173
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.008	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.303	0.291	0.310	0.660	0.628	0.615
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.005	0.004	0.004	0.013	0.012	0.012
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
镉 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
汞 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	2.0×10^{-3}	2.1×10^{-3}	1.2×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.5×10^{-3}	1.6×10^{-3}
硒 (mg/L)	5.2×10^{-4}	5.2×10^{-4}	4.0×10^{-4}	9.3×10^{-4}	8.2×10^{-4}	5.4×10^{-4}
苯 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵					
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.9	4.9	4.9	4.6	4.5	4.6
总氮 (mg/L)	0.95	0.97	0.94	1.48	1.49	1.45
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.073	0.079	0.076	0.062	0.078	0.070
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0004	0.0003	0.0004
总悬浮物 (mg/L)	24	29	15	17	18	19
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.02	0.03
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.602	0.592	0.563	0.165	0.165	0.155
硫酸盐 (mg/L)	111	108	114	77.0	76.1	77.8
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	22.9	23.0	22.5
叶绿素 a (mg/L)	0.010	0.012	0.014	0.005	0.006	0.005

表 3-28 地表水检测结果一览表

检测点位	茨王水库			东清水库		
	W200413G72-1 2020.04.13/2020.04.14	W200414G72-1 2020.04.14/2020.04.15	W200415G72-1 2020.04.15/2020.04.16	W200413G73-1 2020.04.13/2020.04.14	W200414G73-1 2020.04.14/2020.04.15	W200415G73-1 2020.04.15/2020.04.16
项目	无色, 无味, 透明					
pH (无量纲)	7.68	7.78	7.56	7.82	7.75	7.84
水温 (°C)	19.49	20.09	22.45	19.53	20.14	22.45
透明度 (cm)	72	68	69	58	51	54
溶解氧 (mg/L)	5.24	5.13	5.08	5.08	5.82	5.13
化学需氧量 (mg/L)	18	16	19	18	13	15
五日生化需氧量 (mg/L)	3.1	3.2	3.1	3.3	3.2	3.2
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.8×10^3	1.8×10^3	2.5×10^3	8.7×10^3	9.1×10^3	9.8×10^3
总磷 (mg/L)	0.03	0.03	0.04	0.12	0.13	0.11
氨氮 (mg/L)	0.390	0.381	0.401	0.170	0.182	0.165
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.010	0.008
石油类 (mg/L)	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
氯化物 (mg/L)	0.334	0.344	0.323	0.953	0.915	0.969
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.007	0.006	0.006	0.012	0.011	0.012
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$					
砷 (mg/L)	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$	$<3.0 \times 10^{-4}$	2.2×10^{-3}	2.3×10^{-3}	2.2×10^{-3}
硒 (mg/L)	9.2×10^{-4}	6.3×10^{-4}	7.4×10^{-4}	7.9×10^{-4}	6.9×10^{-4}	6.5×10^{-4}
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$					
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.1	1.1	1.1	4.6	4.5	4.5
总氮 (mg/L)	0.59	0.62	0.60	0.96	0.98	0.97
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.053	0.059	0.062	0.056	0.053	0.050
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	15	18	16	27	33	28
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.155	0.165	0.141	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	36.1	35.1	35.8	230	225	231
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	21.6	21.2	22.0
叶绿素 a (mg/L)	0.008	0.008	0.009	0.011	0.014	0.011

表 3-30 地表水检测 results 一览表

检测点位	共和水库			茨小河水库		
	W200413G74-1 2020.04.13/2020.04.14 样品状态 无色、无味、透明	W200414G74-1 2020.04.14/2020.04.15 无色、无味、透明	W200415G74-1 2020.04.15/2020.04.16 无色、无味、透明	W200413G75-1 2020.04.13/2020.04.14 无色、无味、透明	W200414G75-1 2020.04.14/2020.04.15 无色、无味、透明	W200415G75-1 2020.04.15/2020.04.16 无色、无味、透明
pH (无量纲)	7.96	7.88	7.86	6.86	6.91	6.83
水温 (°C)	19.81	21.32	21.53	21.18	18.43	21.32
透明度 (cm)	58	62	56	45	48	43
溶解氧 (mg/L)	5.32	5.21	5.28	5.48	5.51	5.46
化学需氧量 (mg/L)	18	19	20	11	12	9
五日生化需氧量 (mg/L)	3.2	3.6	3.2	2.4	2.1	2.7
粪大肠菌群 (MPN/L)	5.5×10^3	4.4×10^3	5.5×10^3	2.0×10^2	1.3×10^2	3.1×10^2
总磷 (mg/L)	0.05	0.04	0.06	0.03	0.03	0.03
氨氮 (mg/L)	0.195	0.173	0.207	0.156	0.142	0.131
砷化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
氯化物 (mg/L)	0.356	0.340	0.329	0.472	0.493	0.462
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.014	0.013	0.014	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	1.32×10^{-3}	1.61×10^{-3}	1.54×10^{-3}
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$
砷 (mg/L)	3.9×10^{-4}	4.5×10^{-4}	4.0×10^{-4}	$<3.0 \times 10^{-4}$	3.3×10^{-4}	5.1×10^{-4}
硒 (mg/L)	7.3×10^{-4}	6.2×10^{-4}	5.9×10^{-4}	7.9×10^{-4}	7.1×10^{-4}	6.6×10^{-4}
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.8	3.8	3.8	1.4	1.3	1.5
总氮 (mg/L)	0.48	0.45	0.49	0.25	0.27	0.25
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.056	0.059	0.053
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	25	21	22	20	18	23
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.136	0.126	0.126	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	36.1	35.7	34.4	224	221	222
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.05	0.006	0.007	0.004	0.005	0.007

表 3-32 地表水检测结果一览表

检测点位	老鸦关水库		东风水库	
	样品编号 W200413G78-1 2020.04.13/2020.04.14	W200414G78-1 2020.04.14/2020.04.15	W200415G78-1 2020.04.15/2020.04.16	W200416G79-1 2020.04.16/2020.04.17
采样日期/按样日期	2020.04.13/2020.04.14	2020.04.14/2020.04.15	2020.04.15/2020.04.16	2020.04.16/2020.04.17
样品状态	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明
pH (无量纲)	6.98	6.82	6.91	8.73
水温 (°C)	20.32	16.37	20.45	18.35
透明度 (cm)	63	65	66	158
溶解氧 (mg/L)	5.38	5.35	5.45	6.63
化学需氧量 (mg/L)	15	11	11	15
五日生化需氧量 (mg/L)	2.6	2.8	2.8	3.0
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.1×10^3	1.2×10^5	1.4×10^5	3.1×10^3
总磷 (mg/L)	0.03	0.04	0.03	0.05
氨氮 (mg/L)	0.179	0.184	0.195	0.325
氯化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02
氟化物 (mg/L)	0.247	0.253	0.240	0.292
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.007	0.006	0.007	0.006
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}
砷 (mg/L)	9.5×10^{-4}	8.2×10^{-4}	8.7×10^{-4}	1.1×10^{-3}
硒 (mg/L)	6.5×10^{-4}	7.0×10^{-4}	6.1×10^{-4}	5.9×10^{-4}
汞 (mg/L)	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.4	4.3	4.4	5.2
总氮 (mg/L)	0.38	0.41	0.39	0.46
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	16	21	19	31
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	<0.08	<0.08	<0.08	0.087
硫酸盐 (mg/L)	54.6	51.7	53.2	20.1
氯化物 (mg/L)	12.6	12.2	11.8	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.010	0.009	0.007	0.004
				0.006
				0.005
				0.005
				0.01
				0.300
				<0.004
				0.005
				<0.006
				<0.001
				<0.004
				< 1.0×10^{-4}
				1.0×10^{-3}
				5.9×10^{-4}
				< 4.0×10^{-5}
				5.1
				0.44
				<0.05
				<0.0003
				30
				<0.03
				0.02
				0.097
				21.8
				<10
				0.005

表 3-33 地表水检测结果一览表

检测点位	凤凰水库			白龙河水库		
	W200413G80-1 2020.04.13/2020.04.14	W200414G80-1 2020.04.14/2020.04.15	W200415G80-1 2020.04.15/2020.04.16	W200419G85-1 2020.04.19/2020.04.20	W190920W85-1 2020.04.20/2020.04.21	W190921W85-1 2020.04.21/2020.04.22
采样日期/采样日期 样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	8.39	8.41	8.43	8.07	7.95	7.98
水温 (°C)	17.88	17.90	17.95	17.50	17.43	17.42
透明度 (cm)	183	183	183	90	91	91
溶解氧 (mg/L)	6.75	6.77	6.79	6.20	6.25	6.17
化学需氧量 (mg/L)	12	15	10	8	6	9
五日生化需氧量 (mg/L)	2.2	2.5	2.4	2.7	2.8	2.9
粪大肠菌群 (MPN/L)	2.0×10^3	2.6×10^3	3.4×10^3	1.9×10^3	2.4×10^3	3.1×10^3
总磷 (mg/L)	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
氨氮 (mg/L)	0.094	0.100	0.108	0.139	0.150	0.156
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.008	<0.005
石油类 (mg/L)	0.01	0.01	<0.01	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.243	0.236	0.259	0.412	0.398	0.420
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铝 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	7.8×10^{-4}	7.0×10^{-4}	8.1×10^{-4}	4.7×10^{-4}	5.1×10^{-4}	5.3×10^{-4}
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	8.5×10^{-4}	8.5×10^{-4}	8.6×10^{-4}
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵					
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.5	3.5	3.5	2.7	2.7	2.7
总氮 (mg/L)	0.23	0.25	0.24	0.75	0.77	0.77
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	9	8	8	45	40	38
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.107	0.097	0.087	0.437	0.427	0.408
硫酸盐 (mg/L)	15.1	15.6	14.3	37.6	38.4	37.8
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	12.4	12.8	12.2
叶绿素 a (mg/L)	0.002	0.004	0.003	0.018	0.020	0.018

表 3-3-4 地表水检测结果一览表

检测点位	疏堵河水库			岔河水库		
	W200416G86-1 2020.04.16/2020.04.17 黄色, 无味, 微浑	W200417G86-1 2020.04.17/2020.04.18 黄色, 无味, 微浑	W200418G86-1 2020.04.18/2020.04.19 黄色, 无味, 微浑	W200413G87-1 2020.04.13/2020.04.14 无色, 无味, 透明	W200414G87-1 2020.04.14/2020.04.15 无色, 无味, 透明	W200415G87-1 2020.04.15/2020.04.16 无色, 无味, 透明
项目						
pH (无量纲)	7.85	7.82	7.80	7.58	7.53	7.56
水温 (°C)	18.63	18.60	18.65	19.23	19.29	19.31
透明度 (cm)	93	92	92	198	199	199
溶解氧 (mg/L)	6.83	6.80	6.87	6.97	6.95	6.93
化学需氧量 (mg/L)	19	18	16	13	15	14
五日生化需氧量 (mg/L)	2.4	2.4	2.2	2.5	2.4	2.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	4.4×10^2	5.6×10^3	3.9×10^2	8.9×10^3	9.8×10^2	7.0×10^2
总磷 (mg/L)	0.06	0.07	0.07	0.01	0.02	0.01
氨氮 (mg/L)	0.100	0.108	0.120	0.114	0.128	0.139
砷化物 (mg/L)	0.010	0.012	0.014	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
氟化物 (mg/L)	0.079	0.085	0.081	0.313	0.299	0.330
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.005	0.004	0.004	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	$\leq 1.0 \times 10^{-4}$					
砷 (mg/L)	5.2×10^{-4}	5.3×10^{-4}	5.4×10^{-4}	6.0×10^{-4}	6.3×10^{-4}	7.6×10^{-4}
硒 (mg/L)	5.2×10^{-4}	4.1×10^{-4}	4.5×10^{-4}	5.6×10^{-4}	5.5×10^{-4}	5.4×10^{-4}
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$					
高锰酸盐指数 (mg/L)	5.2	5.2	5.1	3.2	3.2	3.2
总氮 (mg/L)	0.62	0.64	0.63	0.27	0.28	0.29
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	0.0008	0.0008	0.0007	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	50	62	57	29	33	31
铁 (mg/L)	0.26	0.28	0.25	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	0.01	0.03	0.03	<0.01	0.01	0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08
硫酸盐 (mg/L)	33.4	31.5	32.2	27.4	26.6	27.6
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.006	0.006	0.008	0.002	0.003	0.004

表 3-35 地表水检测结果一览表

检测点位	白龙水庄			阿厂冲水庄		
	W200413G88-1 2020.04.13/2020.04.14	W200414G88-1 2020.04.14/2020.04.15	W200415G88-1 2020.04.15/2020.04.16	W200422G89-1 2020.04.22/2020.04.23	W200423G89-1 2020.04.23/2020.04.24	W200424G89-1 2020.04.24/2020.04.25
项目	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
样品状态						
pH (无量纲)	8.40	8.35	8.38	8.42	8.40	8.37
水温 (°C)	21.01	21.05	20.95	16.55	16.53	16.50
透明度 (cm)	123	122	123	155	156	155
溶解氧 (mg/L)	6.32	6.30	6.27	6.21	6.25	6.17
化学需氧量 (mg/L)	9	8	9	6	5	6
五日生化需氧量 (mg/L)	2.0	2.2	2.2	2.1	2.2	2.8
粪大肠菌群 (MPN/L)	4.8×10^5	4.6×10^5	5.1×10^5	1.9×10^5	2.1×10^5	1.8×10^5
总磷 (mg/L)	0.03	0.03	0.04	0.01	0.02	0.01
氨氮 (mg/L)	0.128	0.139	0.148	0.063	0.049	0.055
砷化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	0.008	0.005	0.010
石油类 (mg/L)	0.01	0.01	<0.01	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.324	0.317	0.336	0.316	0.308	0.322
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.006	0.005	0.006	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$					
钾 (mg/L)	1.2×10^5	1.3×10^5	1.2×10^5	6.1×10^5	5.7×10^5	5.0×10^5
钠 (mg/L)	6.0×10^4	6.0×10^4	7.2×10^4	$<4.0 \times 10^4$	$<4.0 \times 10^4$	$<4.0 \times 10^4$
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$					
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.8	2.7	2.8	2.1	2.1	2.1
总氮 (mg/L)	0.26	0.27	0.31	0.36	0.38	0.39
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总磷物 (mg/L)	29	34	10	18	19	15
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03	<0.03
锰 (mg/L)	0.04	0.03	0.04	0.01	0.01	0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	<0.08	<0.08	<0.08	0.233	0.204	0.214
硫酸盐 (mg/L)	40.5	41.5	41.3	21.0	20.1	20.5
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.010	0.011	0.012	0.015	0.016	0.016

表 3-36 地表水检测结果一览表

检测点位	高冲水库			普云水库		
	W200422G90-1 2020.04.22/2020.04.23 样品状态 无色、无味、透明	W200423G90-1 2020.04.23/2020.04.24 无色、无味、透明	W200424G90-1 2020.04.24/2020.04.25 无色、无味、透明	W200422G92-1 2020.04.22/2020.04.23 无色、无味、透明	W200423G92-1 2020.04.23/2020.04.24 无色、无味、透明	W200424G92-1 2020.04.24/2020.04.25 无色、无味、透明
pH (无量纲)	8.75	8.73	8.70	8.81	8.76	8.75
水温 (℃)	16.35	16.30	16.32	19.31	19.25	19.27
透明度 (cm)	113	112	112	101	99	99
溶解氧 (mg/L)	5.66	5.63	5.60	6.22	6.25	6.20
化学需氧量 (mg/L)	12	11	14	9	8	7
五日生化需氧量 (mg/L)	2.7	2.7	2.2	2.6	2.6	2.4
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.4×10^4	1.5×10^3	1.7×10^3	1.5×10^3	1.7×10^3	1.9×10^3
总磷 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.04	0.04
氨氮 (mg/L)	0.139	0.145	0.153	0.111	0.119	0.128
硫化物 (mg/L)	0.005	0.008	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.01	0.02	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氯化物 (mg/L)	0.286	0.277	0.299	0.438	0.414	0.452
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.009	0.009	0.009
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$
砷 (mg/L)	8.7×10^{-4}	7.3×10^{-4}	6.6×10^{-4}	1.8×10^{-3}	1.9×10^{-3}	2.0×10^{-3}
硒 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<4.0 \times 10^{-4}$
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.9	2.0	1.9	4.0	4.1	4.0
总氮 (mg/L)	0.44	0.45	0.45	0.62	0.63	0.66
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	18	21	17	43	38	43
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.194	0.146	0.175	0.087	0.087	0.092
硫酸盐 (mg/L)	32.2	33.2	31.7	37.3	36.7	37.0
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10	11.7	11.9	11.4
叶绿素 a (mg/L)	0.003	0.004	0.003	0.019	0.021	0.020

表 3-37 地表水检测结果一览表

检测点位	跃进水库			大庄水库		
	W200422G93-1 2020.04.22/2020.04.23	W200423G93-1 2020.04.23/2020.04.24	W200424G93-1 2020.04.24/2020.04.25	W200419G95-1 2020.04.19/2020.04.20	W200420G95-1 2020.04.20/2020.04.21	W200421G95-1 2020.04.21/2020.04.22
项目	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	8.53	8.50	8.55	8.53	8.55	8.50
水温 (°C)	18.37	18.40	18.42	20.37	20.35	20.30
透明度 (cm)	153	152	152	170	170	169
溶解氧 (mg/L)	6.53	6.50	6.48	7.30	7.25	7.27
化学需氧量 (mg/L)	8	10	8	7	5	9
五日生化需氧量 (mg/L)	2.2	2.2	2.2	2.3	2.2	2.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	7.3×10^2	6.7×10^2	8.3×10^2	7.7×10^2	6.6×10^2	8.6×10^2
总磷 (mg/L)	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
氨氮 (mg/L)	0.176	0.190	0.207	0.111	0.122	0.131
硫化物 (mg/L)	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	<0.01	0.01	<0.01
氯化物 (mg/L)	0.472	0.462	0.491	0.268	0.258	0.280
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.005	0.004	0.005	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}					
砷 (mg/L)	2.1×10^{-5}	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	9.0×10^{-5}	8.1×10^{-5}	8.4×10^{-5}
硒 (mg/L)	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	5.5×10^{-4}	5.7×10^{-4}	5.4×10^{-4}
汞 (mg/L)	< 4.0×10^{-5}					
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.5	3.6	3.5	1.9	1.9	1.9
总氮 (mg/L)	0.35	0.36	0.38	0.43	0.46	0.45
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总浮游物 (mg/L)	38	34	34	21	18	18
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.087	0.087	0.087	0.252	0.233	0.262
硫酸盐 (mg/L)	25.1	24.3	25.3	75.7	74.3	75.5
氯化物 (mg/L)	11.2	10.8	11.0	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.014	0.016	0.016	0.016	0.018	0.019

表 3-38 地表水检测结果一览表

检测点位		五里冲水库	
样品编号	W200419CG97-1	W200420CG97-1	W200421CG97-1
采样日期/接样日期	2020.04.19/2020.04.20	2020.04.20/2020.04.21	2020.04.21/2020.04.22
项目	样品状态	样品状态	样品状态
pH (无量纲)	8.75	8.70	8.73
水温 (°C)	17.90	17.85	17.88
透明度 (cm)	160	159	159
溶解氧 (mg/L)	6.07	6.10	6.15
化学需氧量 (mg/L)	7	9	8
五日生化需氧量 (mg/L)	2.4	2.7	2.7
粪大肠菌群 (MPN/L)	5.1×10^3	5.2×10^3	6.6×10^3
总磷 (mg/L)	0.01	0.01	0.02
氨氮 (mg/L)	0.052	0.066	0.074
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02
氟化物 (mg/L)	0.291	0.284	0.286
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.005	0.006	0.006
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}
砷 (mg/L)	5.4×10^{-4}	5.3×10^{-4}	6.0×10^{-4}
硒 (mg/L)	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}	< 4.0×10^{-4}
汞 (mg/L)	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}	< 4.0×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.9	2.0	1.9
总氮 (mg/L)	0.71	0.73	0.74
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总浮游物 (mg/L)	13	11	15

(续) 表 3-38 地表水检测结果一览表

检测点位		五里冲水库	
样品编号	W200419G97-1	W200420G97-1	W200421G97-1
采样日期/采样日期	2020.04.19/2020.04.20	2020.04.20/2020.04.21	2020.04.21/2020.04.22
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	0.01	0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.505	0.495	0.495
硫酸盐 (mg/L)	18.9	17.6	19.3
氯化物 (mg/L)	<10	<10	<10
叶绿素 a (mg/L)	0.017	0.017	0.018

编制:

日期: 2020 年 5 月 13 日

校核:

日期: 2020 年 5 月 13 日

审核:

日期: 2020 年 5 月 13 日

批准:

日期: 2020 年 5 月 13 日

附件9

正本



检 测 报 告

坤发环检字[2019]-09088 号

项目名称：滇中引水工程大理州、楚雄州、玉溪市、红河州二期工程（平水期为11月中旬）

委托单位：云南秀川环境工程技术有限公司

检测类别：委托检测

报告日期：2019年12月20日

云南坤发环境科技有限公司



声 明

- 1、报告无“CMA章”、“云南坤发环境科技有限公司检验检测专用章”、“骑缝章”和“正本”章无效。
- 2、复制报告未加盖上述章无效。
- 3、报告内容涂改无效；无编制、校核、审核和批准人（授权签字人）签字无效。
- 4、检测委托方如对本报告有异议，请于收到报告之日起或在指定领取检测报告终止之日起三日内，向本公司申请复验，逾期不申请的，视为认可本检测报告。
- 5、由委托单位自行采集的样品，本公司仅对送检样品的测试数据负责，不对样品来源负责；测试条件和工况变化大的样品、无法保存和复现的样品，本公司仅对本次所采样品的检测数据负责。
- 6、未经本公司书面批准，本报告及数据不得用于商业宣传，违者必究。
- 7、检验检测机构应做出未经本机构批准，不得复制（全文复制除外）报告或证书的声明。

本机构通讯资料

监测业务联系电话及传真：(0871) 63339220 63339221

质量投诉电话及传真：(0871) 63339221

行风监督举报电话及传真：63339220

邮政编码：650106

地址：昆明市高新区海源中路 30 号创新大厦 A 段 4 楼

1、委托单位信息

表 1-1 委托单位信息一览表

委托单位名称	云南秀川环境工程技术有限公司		
通讯地址	大理州，楚雄州，玉溪市，红河州		
联系人	李工	联系电话	13608885471

2、检测分析方法、检测分析仪器检出限及分析人员

检测方法、方法来源、使用仪器、检出限及分析人员见表 2-1。

表 2-1 检测分析方法、主要仪器、检出限及分析人员一览表

检测类型	检测项目	检测方法来源	主要仪器型号	最低检出限或范围	分析人员
尹元金	pH	便携式 pH 计法 《水和废水监测分析方法》(第四版)	F2 便携式 pH 计/ KF027-13 FG2 便携式 pH 计/ KF027-10、 04/YJHJKYG/JY07	/	岩嫩相 刘超 何龙 杨兆坚 付世涛 赵映雄 龙鼎南 杨红 郑晓雄 打爬
	流量	流速仪法 《水和废水检测分析方法》(第四版) 国家环保总局 (2002 年)	LS1206B 旋浆式流速仪 /KF058-01、03/YJHJKYG/JY85	/	
	流速				
	水温	水质 水温的测定 温度计法 GB13195-1991	水银温度计/KFW-07、02、05	/	
	透明度	塞氏盘法 《水和废水监测分析方法》(第四版)	塞式盘	/	
	溶解氧	水质 溶解氧的测定 电化学探头法 HJ506-2009	F4 便携式溶解氧测定仪 /KF002-04、06、05 /YJHJKYG/JY22	0.01 mg/L	
	化学需氧量	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法 HJ828-2017	50ml 酸式滴定管/KFD-05	4 mg/L	尹元金 曾茸
	氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ535-2009	723N 可见分光光度计/KF013	0.025mg/L	杨发红
	五日生化需氧量	水质 五日生化需氧量的测定 稀释与接种法 HJ505-2009	50mL 酸式滴定管/KFD-07	0.5mg/L	杨杏开
	悬浮物	水质 悬浮物的测定 重量法 GB11901-1989	BSA224S 电子天平/KF018-04	/	尹元金 曾茸
	总氮	水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解-紫外分光光度法 HJ636-2012	UV8000 紫外可见分光光度计/ KF023-01	0.05 mg/L	李泽艳
	总磷	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法 GB11893-89		0.01 mg/L	
	阴离子表面活性剂	水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲基蓝分光光度法 GB7494-87	723N 可见分光光度计/KF013	0.05 mg/L	杨杏开
	色度	水质 色度的测定 稀释倍数法 GB11903-1989	50mL 具塞比色管	/	海克英
	挥发酚	水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法 HJ503-2009	723N 可见分光光度计/KF013	0.0003 mg/L	朱梅
	粪大肠菌群	水质 总大肠菌群、粪大肠菌群和大肠埃希氏菌的测定 酶底物法 HJ1001-2018	DHP-360 型电热恒温培养箱 /KF001-01	10 MPN/L	杨发红
高锰酸盐指数	水质 高锰酸盐指数的测定 GB11892-1989	50mL 酸式滴定管/KFD-04	0.5 mg/L	海克英	
石油类	水质 石油类的测定 紫外分光光度法 (试行) HJ970-2018	UV8000 紫外可见分光光度计/ KF023-01	0.01mg/L	朱梅	

(续)表 2-1 检测分析方法、主要仪器、检出限及分析人员一览表

检测类型	检测项目	检测方法来源	主要仪器型号	最低检出限或范围	分析人员
水质	硫化物	水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法 GB/T16489-1996	723N 可见分光光度计 /KF013	0.005 mg/L	曾登 邢亚杰
	六价铬	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法 GB7467-87	723N 可见分光光度计 /KF013	0.004 mg/L	朱梅
	氰化物	水质 氰化物的测定 异烟酸-吡啶啉酮分光光度法 HJ484-2009		0.004 mg/L	杨发红
	氟化物	水质 氟化物的测定 离子选择电极法 GB 7484-87	WL-15B 微处理离子计 /KF032	0.05mg/L	李师文
	叶绿素 a	水质 叶绿素 a 的测定 分光光度法 HJ897-2017	723N 可见分光光度计 /KF013	0.002mg/L	海克英
	硫酸盐	水质 无机阴离子 (F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、SO ₃ ²⁻) 的测定 离子色谱法 HJ84-2016	IC-8618 离子色谱仪 /KF078	0.018 mg/L	李师文
	硝酸盐			0.016 mg/L	
	氯化物			0.007 mg/L	
	砷	水质 汞、砷、硒、铋和锡的测定原子荧光法 HJ694-2014	AFS-230E 型原子荧光光度计/KF037	3.0×10 ⁻⁴ mg/L	邢亚杰
	硒			4.0×10 ⁻⁴ mg/L	
	汞			4.0×10 ⁻⁵ mg/L	
	铜	水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法 HJ776-2015	Aivo200 电感耦合等离子体发射光谱仪/KF099	0.006mg/L	邢亚杰
	锌			0.004 mg/L	
	铁	水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法 GB/T11911-1989	AA-6300C 型原子吸收分光光度计/KF062	0.03 mg/L	王萌
锰	0.01 mg/L				
镉	《水和废水监测分析方法》(第四版) 国家环保总局 (2002 年) 石墨炉原子吸收法		1.0×10 ⁻⁴ mg/L		
铅	水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法 HJ776-2015	Aivo200 电感耦合等离子体发射光谱/KF099	0.0009 mg/L	邢亚杰	
现场采样人员: 岩嫩相、刘超、何龙、杨兆坚、付世涛、赵映雄、龙燕南、杨红、郑晓雄、打爬					
检测日期: 2019.10.15-2019.11.29					

3、水质检测结果

水质检测结果见表3-1、表3-2、表3-3、表3-4、表3-5、表3-6、表3-7、表3-8、表3-9、表3-10、表3-11、表3-12、表3-13、表3-14、表3-15、表3-16、表3-17、表3-18、表3-19、表3-20、表3-21、表3-22、表3-23、表3-24、表3-25、表3-26、表3-27、表3-28、表3-29、表3-30、表3-31、表3-32、表3-33、表3-34、表3-35、表3-36。

表3-1 地表水检测结果一览表

检测点位	落洞河汇入金沙江汇口处		桑园河汇入金沙江汇口处			
	W191120H01-1 2019.11.20/2019.11.21 微黄, 无味, 微浑	W191121H01-1 2019.11.21/2019.11.22 微黄, 无味, 微浑	W191122H01-1 2019.11.22/2019.11.23 微黄, 无味, 微浑	W191120H03-1 2019.11.20/2019.11.21 土黄, 臭味, 浑浊	W191121H03-1 2019.11.21/2019.11.22 土黄, 无味, 浑浊	W191122H03-1 2019.11.22/2019.11.23 土黄, 无味, 浑浊
项目						
pH (无量纲)	8.16	8.03	8.10	7.98	7.82	8.13
水温 (°C)	21.03	21.62	20.97	20.43	21.01	20.59
溶解氧 (mg/L)	5.63	5.67	5.61	5.79	6.10	5.83
化学需氧量 (mg/L)	10	8	11	11	14	12
五日生化需氧量 (mg/L)	2.5	2.4	2.5	2.3	2.0	2.1
粪大肠菌群 (MPN/L)	6.2×10 ²	9.6×10 ²	1.1×10 ³	2.8×10 ²	3.8×10 ²	1.9×10 ²
总磷 (mg/L)	0.038	0.032	0.033	0.025	0.078	0.074
氨氮 (mg/L)	0.067	0.078	0.057	0.054	0.070	0.051
硫化物 (mg/L)	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
氯化物 (mg/L)	0.377	0.386	0.383	0.364	0.344	0.354
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.011	0.012	0.011	0.004	0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铝 (mg/L)	<0.0009	<0.0009	<0.0009	0.0012	<0.0009	0.0023
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	1.1×10 ⁻³	1.2×10 ⁻³	1.2×10 ⁻³	1.6×10 ⁻³	1.4×10 ⁻³	1.5×10 ⁻³
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴					
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵					
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.24	1.18	1.11	1.88	1.94	1.94
总氮 (mg/L)	0.18	0.20	0.19	0.14	0.16	0.20
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	4.92×10 ⁻⁴	3.68×10 ⁻⁴	3.68×10 ⁻⁴	6.17×10 ⁻⁴	4.92×10 ⁻⁴	4.92×10 ⁻⁴
总浮游物 (mg/L)	65	55	59	25	19	23

备注: 落洞河汇入金沙江汇口处因水宽, 流量、流速无法测量; 桑园河汇入金沙江汇口处因水浅, 流速、流量无法测量。

表 3-2 地表水检测结果一览表

检测点位	黑惠江汇入澜沧江汇口处		中河江入渔泡江汇口处	
	W191112H05-1 2019.11.12/2019.11.13 样品状态 无色、无味、清澈	W191113H05-1 2019.11.13/2019.11.14 无色、无味、清澈	W191114H05-1 2019.11.14/2019.11.15 无色、无味、清澈	W191115H08-1 2019.11.15/2019.11.16 无色、无味、清澈
pH (无量纲)	7.16	7.43	7.71	7.19
水温 (°C)	21.38	21.07	19.08	20.31
溶解氧 (mg/L)	5.22	5.27	5.49	6.10
化学需氧量 (mg/L)	13	16	14	12
五日生化需氧量 (mg/L)	3.0	3.1	3.0	2.5
粪大肠菌群 (MPN/L)	50	84	1.7×10 ²	1.3×10 ³
总磷 (mg/L)	0.039	0.037	0.030	0.037
氨氮 (mg/L)	0.041	0.043	0.051	0.051
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.02	0.02	0.03
氯化物 (mg/L)	0.186	0.180	0.191	0.613
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.004	0.005	0.005	0.005
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.0009	<0.0009	<0.0009	0.0087
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴
砷 (mg/L)	5.7×10 ⁻³	5.7×10 ⁻³	5.8×10 ⁻³	1.8×10 ⁻³
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.68	2.61	2.83	2.68
总氮 (mg/L)	0.20	0.24	0.27	0.30
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.059	0.053	0.062	0.059
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总浮游物 (mg/L)	15	20	18	20

备注：黑惠江汇入澜沧江汇口处因水宽，流速，流量无法测量；中河江入渔泡江汇口处因水面过浅，流速，流量无法测量。

表 3-3 地表水检测结果一览表

检测点位	楚场河汇入渔泡江汇口处		渔泡江汇入金沙江汇口处	
	W191120H09-1 2019.11.20/2019.11.21 样品状态 无色、无味、清澈	W191121H09-1 2019.11.21/2019.11.22 无色、无味、清澈	W191122H09-1 2019.11.22/2019.11.23 无色、无味、清澈	W191121H10-1 2019.11.21/2019.11.22 无色、无味、清澈
pH (无量纲)	7.68	7.78	7.51	7.83
水温 (°C)	20.73	20.41	20.31	16.37
溶解氧 (mg/L)	6.21	6.34	6.11	5.77
化学需氧量 (mg/L)	16	17	18	16
五日生化需氧量 (mg/L)	3.0	3.3	3.2	2.2
粪大肠菌群 (MPN/L)	30	73	41	6.4×10 ²
总磷 (mg/L)	0.099	0.070	0.078	0.035
氨氮 (mg/L)	0.054	0.070	0.076	0.254
硫化物 (mg/L)	0.008	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.03
氯化物 (mg/L)	0.183	0.180	0.195	0.195
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.007
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	0.0074	<0.0009	0.0070	0.0041
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴
钾 (mg/L)	9.1×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻³	8.1×10 ⁻⁴	1.8×10 ⁻³
钠 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	4.7×10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.66	2.60	2.67	2.02
总氮 (mg/L)	0.35	0.38	0.38	0.51
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.059	0.070	0.059	0.062
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	13	15	17	28

备注：楚场河汇入渔泡江汇口处因水面过宽，流速、流量如法测量；渔泡江汇入金沙江汇口处因水面过宽，流速、流量无法测量。

表 3-4 地表水检测结果一览表

检测点位	武定河出武定县断面			沙甸河与板桥河交汇口上游		
	W191113H11-1 2019.11.13/2019.11.12	W191112H11-1 2019.11.12/2019.11.13	W191113H11-1 2019.11.13/2019.11.14	W191111H12-1 2019.11.11/2019.11.12	W191112H12-1 2019.11.12/2019.11.13	W191113H12-1 2019.11.13/2019.11.14
采样日期/接样日期	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	浅黄、无味、微浊	浅黄、无味、微浊	浅黄、无味、微浊
pH (无量纲)	6.68	6.86	7.18	7.22	7.49	7.36
水温 (°C)	18.15	19.11	17.83	20.20	18.83	19.64
流量 (m³/s)	0.453	0.342	0.519	/	/	/
流速 (m/s)	0.21	0.18	0.23	/	/	/
溶解氧 (mg/L)	6.08	5.89	6.43	4.20	5.31	4.24
化学需氧量 (mg/L)	16	15	14	10	12	14
五日生化需氧量 (mg/L)	3.3	3.7	3.2	3.1	3.0	3.3
粪大肠菌群 (MPN/L)	7.7×10^3	8.7×10^3	5.5×10^3	1.6×10^4	1.1×10^4	1.0×10^4
总磷 (mg/L)	0.305	0.341	0.321	0.016	0.041	0.028
氨氮 (mg/L)	0.420	0.409	0.396	0.341	0.333	0.317
硫化物 (mg/L)	0.008	0.005	0.008	0.012	0.010	0.012
石油类 (mg/L)	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
氯化物 (mg/L)	0.202	0.197	0.193	0.234	0.227	0.236
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.009	0.008	0.007	0.004	0.005	0.005
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铝 (mg/L)	0.0016	0.0026	<0.0009	0.0069	<0.0009	0.0030
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	8.7×10^{-4}	6.8×10^{-4}	9.6×10^{-4}	1.9×10^{-3}	1.6×10^{-3}	1.8×10^{-3}
硒 (mg/L)	4.0×10^{-4}	4.5×10^{-4}	7.0×10^{-4}	8.9×10^{-4}	6.7×10^{-4}	8.7×10^{-4}
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵					
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.84	2.89	2.78	1.65	1.86	1.67
总氮 (mg/L)	0.49	0.47	0.49	0.48	0.46	0.49
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.070	0.059	0.062	0.076	0.059	0.067
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	5.54×10^{-4}	4.30×10^{-4}	4.92×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	64	51	58	83	76	90

备注：沙甸河与板桥河交汇口上游因河面太宽，流速太慢，流量无法测量。

表 3-5 地表水检测结果一览表

检测点位	扒河汇入绿汁江汇口处				白龙河出华宁县, 304省道处			
	W191114H13-1 2019.11.14/2019.11.15	W191115H13-1 2019.11.15/2019.11.16	W191116H13-1 2019.11.16/2019.11.17	W191114H21-1 2019.11.14/2019.11.15	W191115H21-1 2019.11.15/2019.11.16	W191116H21-1 2019.11.16/2019.11.17		
样品编号								
采样日期/采样日期								
样品状态	浅黄, 无味, 微浊	浅黄, 无味, 微浊	浅黄, 无味, 微浊	黄色, 无味, 浑浊	黄色, 无味, 浑浊	黄色, 无味, 浑浊		
pH (无量纲)	7.77	7.89	7.53	7.84	8.36	7.63		
水温 (°C)	21.27	20.82	19.60	19.85	18.61	19.60		
溶解氧 (mg/L)	5.83	5.63	5.31	5.91	5.64	5.34		
化学需氧量 (mg/L)	17	16	18	12	10	12		
五日生化需氧量 (mg/L)	3.3	3.1	3.4	3.1	3.0	3.2		
粪大肠菌群 (MPN/L)	40	62	84	1.3×10 ³	1.2×10 ³	1.3×10 ³		
总磷 (mg/L)	0.057	0.059	0.047	0.087	0.082	0.085		
氨氮 (mg/L)	0.517	0.504	0.496	0.522	0.514	0.538		
硫化物 (mg/L)	<0.005	0.008	0.005	0.010	0.012	0.008		
石油类 (mg/L)	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03		
氯化物 (mg/L)	0.386	0.374	0.363	0.318	0.335	0.312		
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004		
六价铬 (mg/L)	0.005	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005		
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006		
铅 (mg/L)	0.0022	0.0019	0.0046	0.0039	0.0027	<0.0009		
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004		
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴							
砷 (mg/L)	3.9×10 ⁻³	4.0×10 ⁻³	4.0×10 ⁻³	1.9×10 ⁻³	1.3×10 ⁻³	1.4×10 ⁻³		
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	4.2×10 ⁻⁴	4.7×10 ⁻⁴	4.8×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴		
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵							
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.95	1.95	1.99	2.79	2.82	2.82		
总氮 (mg/L)	0.73	0.75	0.77	0.80	0.79	0.82		
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.050	0.059	0.056		
挥发酚 (mg/L)	4.30×10 ⁻⁴	3.05×10 ⁻⁴	3.68×10 ⁻⁴	3.05×10 ⁻⁴	3.68×10 ⁻⁴	3.05×10 ⁻⁴		
悬浮物 (mg/L)	52	42	50	56	49	57		

备注: 扒河汇入绿汁江汇口处因水量较大, 流速, 流量无法测量; 白龙河出华宁县, 304省道处因水量较大, 流速, 流量无法测量。

表 3-6 地表水检测结果一览表

检测点位	落洞河汇入后金沙江断面			桑园河汇入后金沙江断面		
	W191120H28-1 2019.11.20/2019.11.21	W191121H28-1 2019.11.21/2019.11.22	W191122H28-1 2019.11.22/2019.11.23	W191120H29-1 2019.11.20/2019.11.21	W191121H29-1 2019.11.21/2019.11.22	W191122H29-1 2019.11.22/2019.11.23
样品编号						
采样日期/接样日期						
样品状态	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈
pH (无量纲)	6.93	6.77	6.83	7.22	7.03	7.18
水温 (°C)	19.21	19.35	19.71	19.31	19.27	19.54
溶解氧 (mg/L)	6.13	6.08	5.99	6.21	5.89	6.11
化学需氧量 (mg/L)	8	10	11	11	12	14
五日生化需氧量 (mg/L)	2.2	2.4	2.5	2.2	2.5	2.5
粪大肠菌群 (MPN/L)	51	73	1.1×10 ³	1.3×10 ³	84	81
总磷 (mg/L)	0.026	0.021	0.035	0.134	0.078	0.020
氨氮 (mg/L)	0.067	0.078	0.062	0.064	0.078	0.093
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02
氯化物 (mg/L)	0.183	0.189	0.180	0.184	0.197	0.197
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	0.0014	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	9.5×10 ⁻³	9.5×10 ⁻³	9.2×10 ⁻³	1.9×10 ⁻³	1.9×10 ⁻³	1.9×10 ⁻³
硒 (mg/L)	4.2×10 ⁻⁴	4.9×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴	4.4×10 ⁻⁴	4.5×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵					
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.52	1.40	1.35	2.07	2.10	2.10
总氮 (mg/L)	0.25	0.27	0.28	0.22	0.24	0.23
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	28	33	29	15	14	17

备注：落洞河汇入后金沙江断面因水面过宽，流速、流量无法测量；桑园河汇入后金沙江断面因水面过宽，流速、流量无法测量。

表 3-7 地表水检测结果一览表

检测点位	渔泡江汇入后金沙江断面		金沙江江边乡断面	
	W191120H30-1 2019.11.20/2019.11.21 样品状态 无色、无味、清澈	W191121H30-1 2019.11.21/2019.11.22 无色、无味、清澈	W191122H30-1 2019.11.22/2019.11.23 无色、无味、清澈	W191111H31-1 2019.11.11/2019.11.12 浅黄、无味、微浊
pH (无量纲)	7.18	7.19	7.23	7.28
水温 (°C)	18.18	18.72	18.11	18.82
溶解氧 (mg/L)	6.51	6.47	6.33	6.87
化学需氧量 (mg/L)	12	14	12	15
五日生化需氧量 (mg/L)	2.3	2.6	2.7	3.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	61	63	97	1.2×10 ³
总磷 (mg/L)	0.024	0.034	0.029	0.024
氨氮 (mg/L)	0.083	0.091	0.104	0.554
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.03
氯化物 (mg/L)	0.128	0.131	0.136	0.161
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.006	0.007	0.006	0.008
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	0.0038	<0.0009	<0.0009	<0.0009
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴
砷 (mg/L)	2.2×10 ⁻³	2.4×10 ⁻³	2.2×10 ⁻³	2.4×10 ⁻³
硒 (mg/L)	4.6×10 ⁻⁴	7.4×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁴	6.5×10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	4.56×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.71	1.66	1.71	1.54
总氮 (mg/L)	0.32	0.30	0.39	0.67
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.050	0.053	0.056	0.073
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	4.92×10 ⁻⁴
悬浮物 (mg/L)	26	31	30	22
备注: 渔泡江汇入后金沙江断面因水面过宽, 流速、流量无法测量; 金沙江江边乡断面因水量过大, 流速、流量无法测量。				19

表 3-8 地表水检测 results 一览表

检测点位	澜沧江 1# (黑惠江汇入后澜沧江断面)		澜沧江 2# (黑惠江汇入后澜沧江断面)	
	样品编号 W191114H32-1	W191115H32-1	W191116H32-1	W191115H33-1
采样日期/接样日期	2019.11.14/2019.11.15	2019.11.15/2019.11.16	2019.11.16/2019.11.17	2019.11.14/2019.11.15
样品状态	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈
pH (无量纲)	7.18	7.11	7.25	7.66
水温 (°C)	21.37	22.17	21.59	21.83
溶解氧 (mg/L)	6.89	6.88	6.87	7.13
化学需氧量 (mg/L)	13	15	14	13
五日生化需氧量 (mg/L)	3.0	3.0	3.2	3.1
粪大肠菌群 (MPN/L)	5.0×10^2	6.6×10^2	7.8×10^2	1.0×10^4
总磷 (mg/L)	0.041	0.028	0.038	0.029
氨氮 (mg/L)	0.183	0.170	0.214	0.501
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.02	0.02	0.02
氟化物 (mg/L)	0.225	0.218	0.229	0.203
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.006	0.007	0.006	0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	0.0011	<0.0009	<0.0009	<0.0009
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}			
钾 (mg/L)	1.7×10^{-3}	1.6×10^{-3}	1.4×10^{-3}	3.7×10^{-3}
钠 (mg/L)	6.6×10^{-4}	6.5×10^{-4}	4.7×10^{-4}	7.0×10^{-4}
汞 (mg/L)	< 4.0×10^{-5}			
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.72	2.64	2.76	2.44
总氮 (mg/L)	0.55	0.52	0.53	0.57
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总悬浮物 (mg/L)	20	24	26	21
				23

备注：澜沧江 1# (黑惠江汇入后澜沧江断面)、澜沧江 2# (黑惠江汇入后澜沧江断面) 因水面太宽，流速，流量无法测量。

表 3-9 地表水检测 results 一览表

检测点位	炼湖河 1# (炼湖河入花桥水库前断面)				十二、晋河入大银甸水库前断面			
	W191117H39-1	W191118H39-1	W191119H39-1	W191117H41-1	W191118H41-1	W191119H41-1	W191118H41-1	W191119H41-1
采样日期/按日期	2019.11.17/2019.11.18	2019.11.18/2019.11.19	2019.11.19/2019.11.20	2019.11.17/2019.11.18	2019.11.18/2019.11.19	2019.11.19/2019.11.20	2019.11.18/2019.11.19	2019.11.19/2019.11.20
样品状态	无色、无味、清澈							
pH (无量纲)	7.11	7.18	7.21	7.03	7.13	7.21	7.13	7.21
水温 (°C)	21.17	21.03	21.39	21.97	22.03	22.18	22.03	22.18
流量 (m³/s)	1.47	1.40	1.43	/	/	/	/	/
流速 (m/s)	2.18	2.15	2.16	/	/	/	/	/
溶解氧 (mg/L)	6.88	6.78	6.83	6.88	6.78	7.01	6.78	7.01
化学需氧量 (mg/L)	14	12	14	8	11	9	11	9
五日生化需氧量 (mg/L)	2.8	2.9	3.0	2.1	2.6	2.4	2.6	2.4
粪大肠菌群 (MPN/L)	4.8×10 ²	5.9×10 ²	7.3×10 ²	2.4×10 ⁴	2.0×10 ⁴	1.4×10 ⁴	2.0×10 ⁴	1.4×10 ⁴
总磷 (mg/L)	0.022	0.020	0.028	0.061	0.057	0.058	0.057	0.058
氨氮 (mg/L)	0.136	0.149	0.122	3.43	3.49	3.36	3.49	3.36
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02
氟化物 (mg/L)	0.432	0.409	0.423	0.440	0.422	0.433	0.422	0.433
氯化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	0.0027	0.0046	<0.0009	0.0082	0.0067	0.0063	0.0067	0.0063
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴							
砷 (mg/L)	1.5×10 ⁻³	1.5×10 ⁻³	1.6×10 ⁻³	1.5×10 ⁻³	1.3×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³	1.3×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³
硒 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	4.5×10 ⁻⁴	1.1×10 ⁻³	7.2×10 ⁻⁴	6.7×10 ⁻⁴	7.2×10 ⁻⁴	6.7×10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	8.19×10 ⁻⁵	8.39×10 ⁻⁵	4.87×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵				
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.18	2.14	2.14	1.81	1.84	1.80	1.84	1.80
总氮 (mg/L)	0.32	0.31	0.31	6.90	7.10	6.98	7.10	6.98
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.119	0.099	0.116	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	3.68×10 ⁻⁴	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	23	19	26	46	48	52	48	52

备注：十二晋河入大银甸水库前断面因水过浅，流速、流量无法测量。

表 3-10 地表水检测结果一览表

检测点位	麻栗园河入海稍水庄前断面			甸中河入甸中河水虎前断面		
	W191117H43-1 2019.11.17/2019.11.18	W191118H43-1 2019.11.18/2019.11.19	W191119H43-1 2019.11.19/2019.11.20	W191111H44-1 2019.11.11/2019.11.12	W191112H44-1 2019.11.12/2019.11.13	W191113H44-1 2019.11.13/2019.11.14
样品状态	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	微黄、无味、微浑	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈
pH (无量纲)	6.73	7.00	7.01	7.33	7.18	7.22
水温 (°C)	21.03	20.97	21.01	16.82	17.11	17.03
溶解氧 (mg/L)	6.13	6.13	6.18	6.66	6.68	6.59
化学需氧量 (mg/L)	45	43	44	9	10	8
五日生化需氧量 (mg/L)	8.2	8.9	8.6	2.3	2.2	2.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.1×10^5	9.1×10^4	8.7×10^4	1.2×10^3	1.3×10^3	9.9×10^2
总磷 (mg/L)	0.895	0.792	0.849	0.017	0.022	0.016
氨氮 (mg/L)	0.457	0.449	0.464	0.054	0.043	0.049
硫化物 (mg/L)	0.005	0.008	0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
氰化物 (mg/L)	0.642	0.608	0.606	0.109	0.116	0.123
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.006	0.006	0.007	0.005	0.005	0.005
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.0009	<0.0009	<0.0009	0.0047	0.0036	<0.0009
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	7.70×10^{-4}	7.72×10^{-4}	6.88×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}	< 1.0×10^{-4}
砷 (mg/L)	2.8×10^{-3}	2.7×10^{-3}	2.8×10^{-3}	6.8×10^{-3}	7.2×10^{-3}	7.2×10^{-3}
硒 (mg/L)	5.6×10^{-4}	5.2×10^{-4}	6.3×10^{-4}	7.8×10^{-4}	6.5×10^{-4}	4.5×10^{-4}
汞 (mg/L)	< 4.0×10^{-5}					
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.39	3.38	3.33	1.38	1.47	1.42
总氮 (mg/L)	0.65	0.69	0.66	0.20	0.23	0.22
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.079	0.067	0.070	0.059	0.056	0.062
挥发酚 (mg/L)	4.92×10^{-4}	5.55×10^{-4}	6.79×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	130	119	126	17	19	16

备注：麻栗园河入海稍水庄前断面因水面过宽，流速、流量无法测量；甸中河入甸中河水虎前断面因水面过宽，流速、流量无法测量。

表 3-11 地表水检测结果一览表

检测点位	入中石坝水库前，下马房村断面			
样品编号	W191111H45-1	W191112H45-1	W191113H45-1	
采样日期/接样日期	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14	
项目	样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	7.14	7.31	6.87	
水温 (°C)	15.21	16.83	17.82	
溶解氧 (mg/L)	5.35	5.73	5.33	
化学需氧量 (mg/L)	10	12	13	
五日生化需氧量 (mg/L)	2.5	2.7	2.8	
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.4×10^3	1.6×10^3	1.8×10^3	
总磷 (mg/L)	0.030	0.048	0.048	
氨氮 (mg/L)	0.041	0.051	0.048	
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	
氟化物 (mg/L)	0.436	0.452	0.422	
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	
六价铬 (mg/L)	0.004	<0.004	0.004	
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	
铅 (mg/L)	0.0063	0.0018	0.0024	
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	
砷 (mg/L)	3.7×10^{-3}	3.6×10^{-3}	3.4×10^{-3}	
硒 (mg/L)	1.4×10^{-3}	9.1×10^{-4}	1.4×10^{-3}	
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.22	2.31	2.27	
总氮 (mg/L)	0.16	0.16	0.18	
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	
挥发酚 (mg/L)	3.68×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	
悬浮物 (mg/L)	31	26	23	

表 3-12 地表水检测结果一览表

检测点位	炼湖河 2# (炼湖河入仙鹤水库前断面)		紫甸河入九龙湖水库,刁嘎子村断面		
	W191117H40-1 2019.11.17/2019.11.18 样品状态	W191118H40-1 2019.11.18/2019.11.19	W191119H40-1 2019.11.19/2019.11.20	W191112H46-1 2019.11.12/2019.11.13	W191113H46-1 2019.11.13/2019.11.14
项目	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	7.51	7.56	7.43	8.27	7.83
水温 (°C)	21.18	21.34	21.65	18.5	19.4
流量 (m³/s)	2.22	1.81	1.75	1.13	1.08
流速 (m/s)	1.71	1.67	1.66	0.33	0.31
溶解氧 (mg/L)	7.11	7.21	7.13	6.79	6.36
化学需氧量 (mg/L)	9	10	8	16	14
五日生化需氧量 (mg/L)	3.0	2.7	2.6	3.0	2.8
粪大肠菌群 (MPN/L)	5.3×10 ²	6.4×10 ²	7.2×10 ²	2.8×10 ³	2.7×10 ³
总磷 (mg/L)	0.022	0.030	0.032	0.032	0.024
氨氮 (mg/L)	0.214	0.228	0.198	0.159	0.146
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.368	0.347	0.354	0.239	0.216
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.007	0.006	0.006	0.008	0.009
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.0009	0.0038	0.0047	0.0058	0.0024
镉 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
锰 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴
砷 (mg/L)	3.3×10 ⁻³	3.5×10 ⁻³	3.6×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³	1.5×10 ⁻³
硒 (mg/L)	5.4×10 ⁻⁴	7.9×10 ⁻⁴	7.1×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.78	1.79	1.82	2.05	2.12
总氮 (mg/L)	1.88	1.82	1.82	0.23	0.30
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.107	0.110	0.103	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
悬浮物 (mg/L)	18	19	15	22	20
铁 (mg/L)	0.095	0.100	0.102	0.033	0.038
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	1.52	1.49	1.54	0.033	0.033
硫酸盐 (mg/L)	24.9	24.8	25.0	51.1	49.8
氯化物 (mg/L)	2.07	2.03	2.07	1.25	1.18

表 3-13 地表水检测结果一览表

检测点位	黄尼河入跃进水库前断面			
样品编号	W191116H49-1	W191117H49-1	W191118H49-1	
采样日期/接样日期	2019.11.16/2019.11.17	2019.11.17/2019.11.18	2019.11.18/2019.11.19	
项目	样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	8.16	8.12	8.13	
水温 (°C)	20.06	20.10	20.07	
流量 (m³/s)	0.041	0.041	0.041	
流速 (m/s)	0.105	0.104	0.106	
溶解氧 (mg/L)	7.01	6.92	6.90	
化学需氧量 (mg/L)	9	11	10	
五日生化需氧量 (mg/L)	2.6	2.9	3.0	
粪大肠菌群 (MPN/L)	4.7×10 ³	3.4×10 ³	4.6×10 ³	
总磷 (mg/L)	0.054	0.062	0.055	
氨氮 (mg/L)	0.314	0.301	0.325	
硫化物 (mg/L)	0.012	0.008	0.010	
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	
氟化物 (mg/L)	0.312	0.308	0.295	
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	
六价铬 (mg/L)	0.006	0.005	0.005	
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	
铅 (mg/L)	<0.0009	0.0022	0.0052	
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	
砷 (mg/L)	3.3×10 ⁻³	3.7×10 ⁻³	3.3×10 ⁻³	
硒 (mg/L)	1.4×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³	
汞 (mg/L)	5.12×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.26	2.16	2.17	
总氮 (mg/L)	2.49	2.57	2.44	
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	
挥发酚 (mg/L)	3.05×10 ⁻⁴	<0.0003	<0.0003	
悬浮物 (mg/L)	29	32	34	
铁 (mg/L)	0.160	0.154	0.164	
锰 (mg/L)	0.013	<0.01	0.012	
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	1.42	1.39	1.43	
硫酸盐 (mg/L)	31.4	30.7	31.4	
氯化物 (mg/L)	5.03	5.03	5.09	

表 3-16 地表水检测结果一览表

检测点位		甸中河水库		桑木管水库	
样品编号	W191111H57-1	W191112H57-1	W191113H57-1	W191114H62-1	W191115H62-1
采样日期/采样日期	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14	2019.11.14/2019.11.15	2019.11.15/2019.11.16
样品状态	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈
pH (无量纲)	7.43	7.45	7.61	7.32	7.44
溶解氧 (mg/L)	6.38	6.47	6.87	7.12	7.11
透明度 (cm)	72	83	80	83	88
化学需氧量 (mg/L)	11	12	11	16	14
五日生化需氧量 (mg/L)	2.4	2.2	2.3	3.2	3.4
总磷 (mg/L)	0.030	0.046	0.039	0.098	0.090
氨氮 (mg/L)	0.091	0.083	0.104	0.257	0.251
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.42	2.37	2.47	4.25	4.28
总氮 (mg/L)	0.25	0.24	0.26	0.80	0.82
叶绿素 a (mg/L)	0.002	0.003	0.004	<0.002	0.002

表 3-17 地表水检测结果一览表

检测点位		黑泥管水库		中石坝水库	
样品编号	W191114H63-1	W191115H63-1	W191116H63-1	W191111H68-1	W191112H68-1
采样日期/采样日期	2019.11.14/2019.11.15	2019.11.15/2019.11.16	2019.11.16/2019.11.17	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13
样品状态	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	浅黄、无味、微浊	浅黄、无味、微浊
pH (无量纲)	7.13	7.31	7.18	7.23	7.42
溶解氧 (mg/L)	5.43	5.43	5.57	5.88	5.64
透明度 (cm)	91	82	88	93	85
化学需氧量 (mg/L)	16	18	17	12	15
五日生化需氧量 (mg/L)	3.5	3.6	3.3	2.5	2.6
总磷 (mg/L)	0.091	0.085	0.085	0.019	0.037
氨氮 (mg/L)	0.638	0.628	0.847	0.070	0.078
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.79	4.62	4.71	2.69	2.65
总氮 (mg/L)	0.71	0.73	0.71	0.29	0.28
叶绿素 a (mg/L)	0.003	0.003	0.004	0.007	0.009

表 3-18 地表水检测结果一览表

检测点位	罗家冲水库			雨桥水库		
	样品编号	W191112H69-1	W191113H69-1	W191111H70-1	W191112H70-1	W191113H70-1
采样日期/接样日期	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14
样品状态	浅黄、无味、微浊	浅黄、无味、微浊	浅黄、无味、微浊	浅绿、无味、微浊	浅绿、无味、微浊	浅绿、无味、微浊
pH (无量纲)	7.87	7.43	8.13	7.46	7.58	7.26
溶解氧 (mg/L)	5.63	4.86	5.37	3.14	4.52	4.72
透明度 (cm)	75	73	70	68	70	60
化学需氧量 (mg/L)	14	16	18	33	30	32
五日生化需氧量 (mg/L)	3.1	3.2	3.0	9.0	10.0	11.1
总磷 (mg/L)	0.147	0.138	0.142	0.241	0.284	0.255
氨氮 (mg/L)	0.501	0.512	0.438	1.03	0.993	1.10
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.70	2.66	2.66	3.47	3.53	3.47
总氮 (mg/L)	0.64	0.66	0.64	1.90	1.90	1.92
叶绿素 a (mg/L)	0.004	0.004	0.006	0.119	0.124	0.122

表 3-19 地表水检测结果一览表

检测点位	石河水库			跃进水库		
	样品编号	W191114H81-1	W191115H81-1	W191114H82-1	W191115H82-1	W191116H82-1
采样日期/接样日期	2019.11.14/2019.11.15	2019.11.15/2019.11.16	2019.11.16/2019.11.17	2019.11.14/2019.11.15	2019.11.15/2019.11.16	2019.11.16/2019.11.17
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	浅黄、无味、微浊	浅黄、无味、微浊	浅黄、无味、微浊
pH (无量纲)	7.63	6.93	7.43	7.57	7.68	8.31
溶解氧 (mg/L)	5.40	5.16	5.52	4.33	5.36	4.86
透明度 (cm)	107	113	98	85	78	75
化学需氧量 (mg/L)	15	17	16	17	16	17
五日生化需氧量 (mg/L)	3.1	3.6	3.2	3.4	3.2	3.3
总磷 (mg/L)	0.045	0.029	0.039	0.051	0.057	0.045
氨氮 (mg/L)	0.762	0.749	0.778	0.604	0.617	0.586
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.06	1.04	1.02	3.15	3.13	3.18
总氮 (mg/L)	0.85	0.87	0.86	0.89	0.90	0.90
叶绿素 a (mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002

表 3-20 地表水检测结果一览表

检测点位		大寨水库			长桥海水库		
样品编号	W191114H84-1	W191115H84-1	W191116H84-1	W191119H96-1	W191120H96-1	W191121H96-1	
采样日期/接样日期	2019.11.14/2019.11.15	2019.11.15/2019.11.16	2019.11.16/2019.11.17	2019.11.19/2019.11.20	2019.11.20/2019.11.21	2019.11.21/2019.11.22	
项目	样品状态	样品状态	样品状态	样品状态	样品状态	样品状态	
pH (无量纲)	8.33	7.63	8.16	8.11	8.08	8.12	
溶解氧 (mg/L)	6.51	8.31	7.31	5.12	5.08	5.15	
透明度 (cm)	47	50	49	62	65	63	
化学需氧量 (mg/L)	26	22	24	8	11	12	
五日生化需氧量 (mg/L)	3.5	3.4	3.2	2.8	2.4	2.5	
总磷 (mg/L)	0.146	0.128	0.139	0.049	0.038	0.046	
氨氮 (mg/L)	0.325	0.341	0.310	0.207	0.191	0.241	
高锰酸盐指数 (mg/L)	4.89	4.80	4.80	2.55	2.59	2.60	
总氮 (mg/L)	0.45	0.46	0.45	0.49	0.50	0.48	
叶绿素 a (mg/L)	0.014	0.013	0.013	0.016	0.015	0.013	

备注：捧寨水库无水，无法采样；红罩塘水库（拟建）无水。

表 3-21 地表水检测结果一览表

检测点位		仙鹤水库			崔家菁水库		
样品编号	W191117H53-1	W191118H53-1	W191119H53-1	W191117H55-1	W191118H55-1	W191119H55-1	
采样日期/接样日期	2019.11.17/2019.11.18	2019.11.18/2019.11.19	2019.11.19/2019.11.20	2019.11.17/2019.11.18	2019.11.18/2019.11.19	2019.11.19/2019.11.20	
项目	样品状态	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	
pH (无量纲)	7.13	7.17	7.16	6.73	6.78	6.72	
水温 (°C)	22.13	22.03	21.93	20.25	21.03	21.11	
透明度 (cm)	103	102	101	82	81	85	
溶解氧 (mg/L)	6.43	6.47	6.49	7.03	7.00	6.89	
化学需氧量 (mg/L)	6	7	9	8	10	12	
五日生化需氧量 (mg/L)	3.0	2.8	2.6	2.3	2.5	2.6	
粪大肠菌群 (MPN/L)	40	84	62	2.6×10^3	2.7×10^3	3.6×10^3	
总磷 (mg/L)	0.066	0.078	0.051	0.049	0.039	0.030	
氨氮 (mg/L)	0.093	0.109	0.117	0.067	0.057	0.055	
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	
氯化物 (mg/L)	0.224	0.237	0.229	0.260	0.272	0.268	
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	
六价铬 (mg/L)	0.004	0.005	0.004	0.007	0.006	0.007	
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	
铅 (mg/L)	<0.0009	<0.0009	<0.0009	0.0067	<0.0009	0.0028	
镉 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	
汞 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴						
砷 (mg/L)	1.7×10^{-3}	1.9×10^{-3}	1.2×10^{-3}	9.9×10^{-4}	5.5×10^{-4}	4.2×10^{-4}	
硒 (mg/L)	1.5×10^{-3}	1.5×10^{-3}	1.3×10^{-3}	9.6×10^{-4}	1.3×10^{-3}	1.3×10^{-3}	
汞 (mg/L)	9.66×10^{-5}	9.58×10^{-5}	5.52×10^{-5}	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.12	2.03	2.06	1.97	1.87	1.91	
总氮 (mg/L)	0.86	0.83	0.84	0.23	0.28	0.26	
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.079	0.085	0.086	0.082	0.079	0.073	
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	1.30×10^{-3}	4.92×10^{-4}	6.17×10^{-4}	
总浮游物 (mg/L)	14	12	11	15	18	17	
铁 (mg/L)	0.030	<0.03	0.043	<0.03	<0.03	<0.03	
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.023	0.016	0.017	
硝酸盐 (以N计) (mg/L)	0.713	0.711	0.700	0.097	0.103	0.106	
硫酸盐 (mg/L)	39.7	39.5	39.4	30.2	31.1	31.4	
氯化物 (mg/L)	3.46	3.41	3.42	1.57	1.62	1.63	
叶绿素 a (mg/L)	0.005	0.004	0.003	0.005	0.003	0.004	

表 3-22 地表水检测结果一览表

检测点位	横水圈水库			黄榔塘水库		
	W191111H56-1 2019.11.12/2019.11.12	W191113H56-1 2019.11.13/2019.11.13	W191111H58-1 2019.11.11/2019.11.12	W191112H58-1 2019.11.12/2019.11.13	W191113H58-1 2019.11.13/2019.11.14	W191113H58-1 2019.11.13/2019.11.14
样品编号	W191111H56-1	W191113H56-1	W191111H58-1	W191112H58-1	W191113H58-1	W191113H58-1
采样日期/采样日期	2019.11.12/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14	2019.11.13/2019.11.14
样品状态	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈
pH (无量纲)	7.18	7.13	7.14	7.03	7.13	7.21
水温 (°C)	19.72	19.31	19.15	21.33	21.07	20.97
透明度 (cm)	93	91	85	182	178	183
溶解氧 (mg/L)	6.83	6.47	6.78	6.65	6.43	6.53
化学需氧量 (mg/L)	19	16	18	13	14	12
五日生化需氧量 (mg/L)	2.8	2.9	2.8	2.5	2.2	2.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.7×10^2	2.4×10^2	3.0×10^2	8.7×10^4	1.1×10^2	8.7×10^2
总磷 (mg/L)	0.020	0.026	0.026	0.045	0.037	0.042
氨氮 (mg/L)	0.096	0.088	0.117	0.341	0.354	0.330
硫化物 (mg/L)	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.237	0.245	0.240	0.216	0.210	0.211
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	0.0042	0.0056	<0.0009	0.0013	0.0029	0.0043
镉 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
锰 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	1.7×10^{-5}	1.6×10^{-5}	1.5×10^{-5}	6.2×10^{-5}	9.5×10^{-5}	8.8×10^{-5}
硒 (mg/L)	1.2×10^{-5}	1.1×10^{-5}	9.2×10^{-5}	1.3×10^{-5}	5.6×10^{-5}	6.5×10^{-5}
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁶	<4.0×10 ⁻⁶	<4.0×10 ⁻⁶	9.43×10^{-5}	8.55×10^{-5}	9.97×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.47	2.37	2.42	2.11	2.15	2.23
总氮 (mg/L)	0.72	0.73	0.74	0.72	0.75	0.75
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.062	0.050	0.053	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	3.68×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总悬浮物 (mg/L)	20	22	18	25	23	28
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	0.040	0.045	0.030
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以N计) (mg/L)	0.449	0.455	0.474	<0.016	<0.016	<0.016
硫酸盐 (mg/L)	19.1	18.8	19.0	9.30	9.64	9.56
氯化物 (mg/L)	4.58	4.60	4.62	5.38	5.57	5.55
叶绿素 a (mg/L)	0.004	0.003	0.004	0.002	0.003	0.002

表 3-23 地表水检测结果一览表

检测点位	观音山水库			大坝水库		
	W191111H59-1 2019.11.11/2019.11.12	W191112H59-1 2019.11.12/2019.11.13	W191113H59-1 2019.11.13/2019.11.14	W191114H60-1 2019.11.14/2019.11.15	W191115H60-1 2019.11.15/2019.11.16	W191116H60-1 2019.11.16/2019.11.17
项目	W191111H59-1 2019.11.11/2019.11.12	W191112H59-1 2019.11.12/2019.11.13	W191113H59-1 2019.11.13/2019.11.14	W191114H60-1 2019.11.14/2019.11.15	W191115H60-1 2019.11.15/2019.11.16	W191116H60-1 2019.11.16/2019.11.17
样品状态	微绿、无味、微浑	微绿、无味、微浑	微绿、无味、微浑	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈
pH (无量纲)	7.11	7.18	7.15	7.03	7.07	7.10
水温 (°C)	19.72	19.53	20.31	21.03	20.97	20.83
透明度 (cm)	56	51	45	93	73	88
溶解氧 (mg/L)	6.93	6.78	6.84	5.93	5.42	5.03
化学需氧量 (mg/L)	11	8	10	7	8	6
五日生化需氧量 (mg/L)	2.8	2.6	2.5	2.4	2.5	2.7
粪大肠菌群 (MPN/L)	7.1×10^2	8.9×10^2	6.5×10^2	3.8×10^2	4.8×10^2	6.4×10^2
总磷 (mg/L)	0.188	0.192	0.187	0.062	0.053	0.038
氨氮 (mg/L)	0.167	0.154	0.188	0.157	0.167	0.175
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.04	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.118	0.115	0.112	0.296	0.309	0.317
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.008	0.009	0.008	0.005	0.005	0.005
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	<0.0009	0.0030	0.0036	<0.0009	0.0034	0.0018
镉 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
汞 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	1.5×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.8×10^{-3}	2.2×10^{-3}	2.3×10^{-3}	1.8×10^{-3}
硒 (mg/L)	4.8×10^{-4}	5.7×10^{-4}	9.6×10^{-4}	6.0×10^{-4}	6.7×10^{-4}	1.2×10^{-3}
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵					
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.30	2.37	2.33	2.46	2.58	2.42
总氮 (mg/L)	0.50	0.51	0.53	0.60	0.67	0.65
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	1.55×10^{-3}	1.30×10^{-3}	1.43×10^{-3}	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总浮游物 (mg/L)	36	30	33	13	17	15
铁 (mg/L)	0.032	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.014	<0.01	0.010
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.134	0.142	0.132	0.302	0.301	0.298
硫酸盐 (mg/L)	4.28	4.29	4.23	74.8	75.0	74.3
氯化物 (mg/L)	1.57	1.54	1.52	3.25	3.26	3.19
叶绿素 a (mg/L)	0.018	0.019	0.021	0.012	0.009	0.012

表 3-24 地表水检测结果一览表

检测点位	巴冲普水库			团结水库		
	W191114H61-1 2019.11.14/2019.11.15	W191115H61-1 2019.11.15/2019.11.16	W191116H61-1 2019.11.16/2019.11.17	W191114H64-1 2019.11.14/2019.11.15	W191115H64-1 2019.11.15/2019.11.16	W191116H64-1 2019.11.16/2019.11.17
样品编号						
采样日期/接样日期						
样品状态	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈
pH (无量纲)	6.78	6.81	6.74	6.99	6.97	6.91
水温 (°C)	17.29	19.31	18.47	20.97	21.03	20.86
透明度 (cm)	92	98	95	93	91	85
溶解氧 (mg/L)	6.73	6.75	6.83	6.63	6.47	6.53
化学需氧量 (mg/L)	7	10	8	15	14	16
五日生化需氧量 (mg/L)	2.8	2.9	2.8	3.0	3.1	3.2
粪大肠菌群 (MPN/L)	6.1×10^3	7.6×10^3	8.7×10^3	1.5×10^4	1.8×10^4	1.3×10^5
总磷 (mg/L)	0.042	0.033	0.030	0.021	0.028	0.021
氨氮 (mg/L)	0.138	0.149	0.122	0.172	0.162	0.189
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.360	0.334	0.349	0.599	0.568	0.568
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.004	0.005	0.005	0.005	0.006	0.005
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	0.0071	0.0050	<0.009	<0.009	0.0035	<0.009
镉 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
汞 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	1.2×10^{-3}	1.1×10^{-3}	1.0×10^{-3}	9.7×10^{-4}	9.4×10^{-4}	9.8×10^{-4}
硒 (mg/L)	6.5×10^{-4}	5.3×10^{-4}	6.5×10^{-4}	6.2×10^{-4}	5.8×10^{-4}	5.8×10^{-4}
苯 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	7.87×10^{-5}	5.88×10^{-5}	9.14×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.33	2.24	2.35	2.66	2.64	2.70
总氮 (mg/L)	0.56	0.61	0.57	0.48	0.49	0.50
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.059	0.062	0.070
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	3.68×10^{-4}	3.05×10^{-4}	3.05×10^{-4}
总浮游物 (mg/L)	18	13	15	24	21	26
铁 (mg/L)	0.039	0.034	<0.03	0.045	0.039	0.045
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.265	0.264	0.252	0.053	0.050	0.048
硫酸盐 (mg/L)	72.5	72.7	72.5	26.3	27.0	26.8
氯化物 (mg/L)	2.86	2.89	2.89	10.6	10.4	10.7
叶绿素 a (mg/L)	0.004	0.004	0.004	0.009	0.009	0.007

表 3-25 地表水检测结果一览表

检测点位	大槽晋水库			山高科水库		
	W191114H65-1 2019.11.14/2019.11.15 微绿、无味、清澈	W191115H63-1 2019.11.15/2019.11.16 微绿、无味、清澈	W191116H65-1 2019.11.16/2019.11.17 微绿、无味、清澈	W191114H66-1 2019.11.14/2019.11.15 无色、无味、清澈	W191115H66-1 2019.11.15/2019.11.16 无色、无味、清澈	W191116H66-1 2019.11.16/2019.11.17 无色、无味、清澈
项目						
pH (无量纲)	7.13	7.27	7.18	7.15	7.14	7.09
水温 (°C)	16.18	16.27	16.39	21.38	22.07	21.76
透明度 (cm)	168	159	165	82	88	91
溶解氧 (mg/L)	6.47	6.48	6.47	6.71	6.73	6.84
化学需氧量 (mg/L)	11	13	15	11	12	14
五日生化需氧量 (mg/L)	2.9	2.3	2.3	3.1	3.0	3.1
粪大肠菌群 (MPN/L)	5.9×10^3	8.0×10^3	9.2×10^3	6.5×10^4	5.5×10^4	9.2×10^4
总磷 (mg/L)	0.033	0.024	0.038	0.215	0.132	0.158
氨氮 (mg/L)	0.301	0.312	0.291	0.401	0.412	0.391
硫化物 (mg/L)	0.008	0.005	0.008	0.005	0.010	0.008
石油类 (mg/L)	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
氯化物 (mg/L)	0.117	0.112	0.121	1.34	1.29	1.22
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.008	0.008	0.008	0.005	0.005	0.005
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	0.0136	0.0153	0.0096	0.0059	0.0032	0.0080
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$					
砷 (mg/L)	1.0×10^{-3}	1.8×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.1×10^{-3}	1.1×10^{-3}
硒 (mg/L)	7.5×10^{-4}	1.4×10^{-3}	1.2×10^{-3}	6.7×10^{-4}	4.8×10^{-4}	$<4.0 \times 10^{-4}$
汞 (mg/L)	$<4.0 \times 10^{-5}$					
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.25	2.29	2.18	2.63	2.54	2.58
总氮 (mg/L)	0.66	0.70	0.65	0.95	0.96	0.95
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.062	0.067	0.056
挥发酚 (mg/L)	1.61×10^{-3}	1.49×10^{-3}	1.55×10^{-3}	<0.0003	3.05×10^{-4}	<0.0003
总悬浮物 (mg/L)	34	29	26	21	24	30
铁 (mg/L)	0.030	<0.03	0.041	0.045	0.033	0.038
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以N计) (mg/L)	0.043	0.046	0.045	0.396	0.372	0.375
硫酸盐 (mg/L)	24.6	24.5	24.6	69.2	67.1	66.2
氯化物 (mg/L)	0.799	0.785	0.791	18.5	18.5	18.4
明矾水 a (mg/L)	0.017	0.016	0.018	0.007	0.006	0.003

表 3-26 地表水检测 results 一览表

检测点位	小官村水库			蚂蜂水库		
	W191114H67-1 2019.11.14/2019.11.15	W191115H67-1 2019.11.15/2019.11.16	W191116H67-1 2019.11.16/2019.11.17	W191111H71-1 2019.11.11/2019.11.12	W191112H71-1 2019.11.12/2019.11.13	W191113H71-1 2019.11.13/2019.11.14
采样日期/采样日期	2019.11.14/2019.11.15	2019.11.15/2019.11.16	2019.11.16/2019.11.17	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14
项目	样品状态	样品状态	样品状态	样品状态	样品状态	样品状态
pH (无量纲)	6.91	6.93	6.95	7.81	8.45	7.45
水温 (°C)	19.37	20.11	19.68	17.76	18.43	17.81
透明度 (cm)	93	91	97	65	62	60
溶解氧 (mg/L)	6.54	6.55	6.60	5.38	4.64	5.73
化学需氧量 (mg/L)	18	15	17	29	26	28
五日生化需氧量 (mg/L)	3.9	4.0	4.2	9.8	11.2	10.3
粪大肠菌群 (MPN/L)	6.5×10 ³	5.8×10 ³	7.2×10 ³	1.3×10 ³	2.2×10 ³	5.0×10 ³
总磷 (mg/L)	0.047	0.041	0.045	0.061	0.057	0.089
氨氮 (mg/L)	0.383	0.375	0.364	1.61	1.52	1.49
砷化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	0.008
石油类 (mg/L)	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
氯化物 (mg/L)	0.216	0.206	0.221	0.532	0.504	0.519
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.008	0.008	0.007	0.009	0.009	0.008
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	0.0037	0.0090	0.0015	0.0031	0.0016	0.0050
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	4.0×10 ⁻³	3.7×10 ⁻³	3.7×10 ⁻³	3.4×10 ⁻³	3.5×10 ⁻³	3.5×10 ⁻³
硒 (mg/L)	9.8×10 ⁻⁴	6.3×10 ⁻⁴	6.1×10 ⁻⁴	<4.0×10 ⁻⁴	4.7×10 ⁻⁴	5.3×10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	4.52×10 ⁻⁵	4.64×10 ⁻⁵	4.68×10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	3.04	2.95	2.90	5.97	5.97	5.82
总氮 (mg/L)	0.98	0.97	0.98	3.86	3.82	3.87
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.062	0.073	0.067	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	6.17×10 ⁻⁴	4.92×10 ⁻⁴	4.92×10 ⁻⁴	5.55×10 ⁻⁴	6.17×10 ⁻⁴	4.92×10 ⁻⁴
总浮游物 (mg/L)	24	26	21	18	23	19
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.012	0.017	0.012
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.471	0.484	0.458	1.69	1.73	1.75
硫酸盐 (mg/L)	5.11	5.12	5.08	20.9	19.8	21.2
氯化物 (mg/L)	5.11	5.12	5.08	20.9	19.8	21.2
叶绿素 a (mg/L)	0.013	0.012	0.010	0.104	0.113	0.108

表 3-27 地表水检测结果一览表

检测点位	庆丰水库			东渭水库		
	样品编号	W191113H72-1	W191112H72-1	W191113H72-1	W191112H73-1	W191113H73-1
采样日期/采样日期	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14
样品状态	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	浅黄、无味、微油	浅黄、无味、微油	浅黄、无味、微油
pH (无量纲)	7.37	7.46	7.54	7.12	7.36	7.43
水温 (°C)	20.82	19.81	18.83	20.16	19.61	18.45
透明度 (cm)	85	80	80	90	100	95
溶解氧 (mg/L)	5.55	5.67	5.76	5.51	5.74	5.23
化学需氧量 (mg/L)	11	14	12	7	11	10
五日生化需氧量 (mg/L)	2.7	2.8	2.6	2.5	2.5	2.5
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.0×10^5	8.7×10^2	1.2×10^1	4.2×10^4	5.7×10^4	3.4×10^4
总磷 (mg/L)	0.033	0.037	0.036	0.184	0.120	0.110
氨氮 (mg/L)	0.251	0.238	0.230	0.101	0.093	0.114
砷化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
氯化物 (mg/L)	0.359	0.342	0.362	0.743	0.764	0.755
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.006	0.005	0.005	0.009	0.009	0.009
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铝 (mg/L)	0.0019	0.0030	0.0060	0.0056	0.0063	0.0057
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
锰 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
钾 (mg/L)	3.8×10^{-4}	3.5×10^{-3}	3.4×10^{-3}	3.6×10^{-3}	2.5×10^{-3}	1.9×10^{-3}
钠 (mg/L)	9.2×10^{-4}	5.8×10^{-4}	5.7×10^{-4}	6.9×10^{-4}	1.2×10^{-3}	6.9×10^{-4}
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵					
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.38	2.30	2.27	2.11	2.16	2.07
总氮 (mg/L)	0.59	0.59	0.60	0.32	0.34	0.36
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	8.04×10^{-4}	9.28×10^{-4}	8.04×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	45	38	42	30	28	25
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	<0.016	<0.016	<0.016	<0.016	<0.016	<0.016
硫酸盐 (mg/L)	5.51	5.24	5.19	80.7	79.5	79.7
氯化物 (mg/L)	5.51	5.24	5.19	17.8	17.6	17.9
叶绿素 a (mg/L)	0.010	0.011	0.013	0.005	0.005	0.006

表 3-28 地表水检测结果一览表

检测点位		共和水库			孩小河水库		
样品编号	W191111H74-1	W191112H74-1	W191113H74-1	W191111H75-1	W191112H75-1	W191113H75-1	
采样日期/采样日期	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14	
项目	样品状态	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	无色、无味、清澈	浅黄、无味、微浊	浅黄、无味、微浊	
pH (无量纲)	7.40	7.16	7.51	6.74	7.08	6.86	
水温 (°C)	19.85	19.63	18.82	20.55	19.80	19.63	
透明度 (cm)	120	127	120	150	147	147	
溶解氧 (mg/L)	5.37	6.13	5.63	5.73	5.25	5.61	
化学需氧量 (mg/L)	11	14	13	11	10	12	
五日生化需氧量 (mg/L)	2.9	2.8	3.0	2.8	2.7	2.8	
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.6×10^3	1.7×10^3	1.7×10^3	7.0×10^2	8.7×10^2	1.2×10^3	
总磷 (mg/L)	0.047	0.035	0.042	0.033	0.042	0.038	
氨氮 (mg/L)	0.086	0.096	0.107	0.072	0.088	0.101	
硫化物 (mg/L)	<0.005	0.005	0.008	<0.005	<0.005	0.008	
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	
氯化物 (mg/L)	0.298	0.311	0.303	0.432	0.457	0.462	
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	
六价铬 (mg/L)	0.004	<0.004	<0.004	0.005	0.005	0.005	
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	
铅 (mg/L)	0.0051	0.0017	0.0067	0.0023	0.0009	0.0077	
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	
镉 (mg/L)	< 1.0×10^{-4}						
砷 (mg/L)	8.8×10^{-4}	7.1×10^{-3}	7.5×10^{-3}	1.9×10^{-3}	1.9×10^{-3}	2.0×10^{-3}	
硒 (mg/L)	4.9×10^{-4}	8.7×10^{-4}	4.7×10^{-4}	5.7×10^{-4}	6.8×10^{-4}	7.3×10^{-4}	
汞 (mg/L)	< 4.0×10^{-5}						
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.20	2.25	2.12	2.28	2.15	2.19	
总氮 (mg/L)	0.25	0.27	0.27	0.20	0.22	0.25	
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	3.05×10^{-4}	3.05×10^{-4}	<0.0003	
总有机碳 (mg/L)	14	13	16	13	14	11	
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
锰 (mg/L)	0.016	0.017	0.029	<0.01	<0.01	<0.01	
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.018	0.016	0.016	<0.016	<0.016	<0.016	
硫酸盐 (mg/L)	34.8	33.8	33.9	218	211	214	
氯化物 (mg/L)	11.6	11.3	11.4	2.73	2.70	2.56	
叶绿素 a (mg/L)	0.012	0.010	0.009	0.020	0.019	0.018	

表 3-29 地表水检测结果一览表

检测点位	石门水庫			大跃进水庫		
	W191111H76-1 2019.11.11-2019.11.12	W191112H76-1 2019.11.12-2019.11.13	W191113H76-1 2019.11.13-2019.11.14	W191111H77-1 2019.11.11-2019.11.12	W191112H77-1 2019.11.12-2019.11.13	W191113H77-1 2019.11.13-2019.11.14
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	7.45	7.37	7.63	7.47	6.89	7.38
水温 (°C)	20.15	19.61	20.45	18.82	18.63	19.47
透明度 (cm)	98	100	96	105	101	110
溶解氧 (mg/L)	5.79	5.26	5.37	5.01	5.64	5.42
化学需氧量 (mg/L)	16	14	15	6	8	7
五日生化需氧量 (mg/L)	3.5	3.7	3.1	2.6	2.8	2.6
粪大肠菌群 (MPN/L)	2.4×10^4	1.4×10^4	1.7×10^4	9.4×10^3	8.9×10^3	1.0×10^4
总磷 (mg/L)	0.024	0.020	0.020	0.112	0.124	0.118
氨氮 (mg/L)	0.122	0.112	0.136	0.128	0.138	0.149
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
氟化物 (mg/L)	0.396	0.392	0.407	0.203	0.194	0.198
氯化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	0.0058	0.0038	0.0048	<0.0009	0.0050	0.0070
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	3.5×10^{-3}	3.1×10^{-3}	3.1×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.2×10^{-3}	1.3×10^{-3}
硒 (mg/L)	1.3×10^{-4}	9.9×10^{-4}	7.9×10^{-4}	5.3×10^{-4}	6.8×10^{-4}	6.1×10^{-4}
汞 (mg/L)	5.36×10^{-5}	<4.0×10 ⁻⁵	6.39×10^{-5}	5.31×10^{-5}	5.01×10^{-5}	5.21×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.87	1.92	1.83	2.36	2.42	2.39
总氮 (mg/L)	0.61	0.63	0.64	0.46	0.49	0.49
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	3.05×10^{-4}	3.68×10^{-4}	3.68×10^{-4}
悬浮物 (mg/L)	19	25	22	10	11	8
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.011	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.357	0.352	0.360	0.105	0.102	0.106
硫酸盐 (mg/L)	47.3	51.1	52.0	21.3	21.4	21.0
氯化物 (mg/L)	8.56	8.79	8.99	0.570	0.546	0.562
叶绿素 a (mg/L)	0.020	0.017	0.017	0.008	0.010	0.009

表 3-30 地表水检测结果一览表

检测点位		老鸦关水庫			东风水庫		
样品编号	W191111H78-1	W191112H78-1	W191113H78-1	W191114H79-1	W191115H79-1	W191116H79-1	
采样日期/采样日期	2019.11.11/2019.11.12	2019.11.12/2019.11.13	2019.11.13/2019.11.14	2019.11.14/2019.11.15	2019.11.15/2019.11.16	2019.11.16/2019.11.17	
样品状态	无色、无味、透明						
pH (无量纲)	7.59	7.74	7.28	7.95	7.43	8.08	
水温 (°C)	18.23	19.46	18.64	19.85	20.22	18.80	
透明度 (cm)	95	85	80	170	160	165	
溶解氧 (mg/L)	5.35	5.74	5.73	5.00	5.63	5.84	
化学需氧量 (mg/L)	10	11	9	16	18	14	
五日生化需氧量 (mg/L)	2.8	2.9	2.8	3.4	3.3	3.2	
粪大肠菌群 (MPN/L)	52	1.4×10 ²	2.6×10 ²	2.8×10 ²	4.1×10 ²	5.1×10 ²	
总磷 (mg/L)	0.171	0.194	0.167	0.025	0.032	0.028	
氨氮 (mg/L)	0.259	0.251	0.270	0.625	0.614	0.644	
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	0.008	0.010	<0.005	
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
氯化物 (mg/L)	0.237	0.229	0.238	0.295	0.322	0.289	
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	
六价铬 (mg/L)	0.006	0.006	0.005	<0.004	0.004	0.004	
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	
铅 (mg/L)	0.0023	<0.0009	<0.0009	0.0053	<0.0009	<0.0009	
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴						
砷 (mg/L)	7.7×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁴	6.5×10 ⁻⁴	7.2×10 ⁻⁴	6.4×10 ⁻⁴	
硒 (mg/L)	6.4×10 ⁻⁴	1.1×10 ⁻⁴	8.2×10 ⁻⁴	7.2×10 ⁻⁴	6.3×10 ⁻⁴	7.1×10 ⁻⁴	
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵						
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.56	2.66	2.50	2.30	2.24	2.23	
总氮 (mg/L)	0.91	0.96	0.93	0.82	0.81	0.81	
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	3.68×10 ⁻⁴	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	
悬浮物 (mg/L)	11	10	12	9	11	8	
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
锰 (mg/L)	0.010	<0.01	0.013	0.040	0.029	0.029	
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.509	0.503	0.495	<0.016	<0.016	<0.016	
硫酸盐 (mg/L)	64.7	63.0	64.9	42.5	43.0	42.4	
氯化物 (mg/L)	11.4	11.1	11.4	8.56	8.49	8.48	
叶绿素 a (mg/L)	0.008	0.007	0.009	0.007	0.005	0.003	

表 3-31 地表水检测结果一览表

检测点位	凤凰水渠			白龙河水渠		
	W191114H80-1 2019.11.14/2019.11.15	W191115H80-1 2019.11.15/2019.11.16	W191116H80-1 2019.11.16/2019.11.17	W191114H85-1 2019.11.14/2019.11.15	W191115H85-1 2019.11.15/2019.11.16	W191116H85-1 2019.11.16/2019.11.17
样品状态	无色, 无味, 透明					
pH (无量纲)	8.36	8.16	7.81	7.62	6.38	7.42
水温 (°C)	19.03	19.65	20.80	21.23	20.80	19.66
透明度 (cm)	135	129	140	62	71	70
溶解氧 (mg/L)	5.90	5.63	5.79	5.81	5.36	5.87
化学需氧量 (mg/L)	18	20	17	11	13	12
五日生化需氧量 (mg/L)	3.6	3.7	3.2	2.5	2.8	2.7
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.1×10^2	1.6×10^2	2.1×10^2	1.7×10^2	2.2×10^2	3.8×10^2
总磷 (mg/L)	0.041	0.043	0.029	0.203	0.308	0.211
氨氮 (mg/L)	0.093	0.080	0.072	0.193	0.212	0.228
硫化物 (mg/L)	<0.005	0.008	0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03
氯化物 (mg/L)	0.229	0.216	0.210	0.363	0.376	0.354
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.004	0.005	0.004	0.009	0.009	0.009
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铝 (mg/L)	0.0009	0.0020	<0.0009	0.0010	<0.0009	<0.0009
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴					
砷 (mg/L)	2.1×10^{-3}	1.7×10^{-3}	1.8×10^{-3}	5.2×10^{-4}	4.9×10^{-4}	6.0×10^{-4}
硒 (mg/L)	5.6×10^{-4}	1.1×10^{-3}	7.0×10^{-4}	<4.0×10 ⁻⁴	4.6×10^{-4}	4.6×10^{-4}
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵					
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.12	2.07	2.09	2.33	2.24	2.28
总氮 (mg/L)	0.65	0.76	0.70	0.70	0.71	0.72
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	3.99×10^{-4}	3.68×10^{-4}	3.68×10^{-4}	<0.0003	3.68×10^{-4}	3.68×10^{-4}
总有机碳 (mg/L)	14	15	17	30	32	26
铁 (mg/L)	0.058	0.056	0.058	0.051	0.040	<0.03
锰 (mg/L)	0.051	0.047	0.056	0.025	0.014	0.026
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.528	0.514	0.508	0.405	0.407	0.409
硫酸盐 (mg/L)	68.7	68.1	66.6	61.0	62.3	60.5
氯化物 (mg/L)	5.36	5.32	5.25	12.6	12.7	12.2
叶绿素 a (mg/L)	0.002	0.003	<0.002	0.002	<0.002	0.003

表 3-32 地表水检测结果一览表

检测点位		龙潭河水库			茗河水库		
样品编号	W191114H86-1	W191115H86-1	W191116H86-1	W191114H87-1	W191115H87-1	W191116H87-1	
采样日期/采样日期	2019.11.14/2019.11.15	2019.11.15/2019.11.16	2019.11.16/2019.11.17	2019.11.14/2019.11.15	2019.11.15/2019.11.16	2019.11.16/2019.11.17	
项目	样品状态	样品状态	样品状态	样品状态	样品状态	样品状态	
pH (无量纲)	8.37	8.41	7.89	7.69	7.44	7.87	
水温 (°C)	19.43	18.86	19.60	19.80	19.44	18.83	
透明度 (cm)	147	150	160	155	150	139	
溶解氧 (mg/L)	5.32	6.53	5.58	6.90	6.32	6.63	
化学需氧量 (mg/L)	8	10	12	8	10	11	
五日生化需氧量 (mg/L)	2.7	2.3	2.9	2.7	2.7	2.6	
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.5×10 ²	1.9×10 ²	3.0×10 ²	84	1.6×10 ²	2.3×10 ²	
总磷 (mg/L)	0.020	0.025	0.017	0.490	0.477	0.484	
氨氮 (mg/L)	0.188	0.209	0.228	0.167	0.178	0.217	
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
石油类 (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	
氯化物 (mg/L)	0.105	0.100	0.105	0.258	0.251	0.246	
氟化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.005	0.004	0.004	
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	
铅 (mg/L)	0.0018	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴						
砷 (mg/L)	9.7×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻³	9.7×10 ⁻⁴	9.4×10 ⁻⁴	7.0×10 ⁻⁴	4.9×10 ⁻⁴	
硒 (mg/L)	1.2×10 ⁻⁴	6.6×10 ⁻⁴	6.3×10 ⁻⁴	5.2×10 ⁻⁴	8.8×10 ⁻⁴	6.8×10 ⁻⁴	
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵						
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.25	2.25	2.24	2.18	2.18	2.23	
总氮 (mg/L)	0.47	0.47	0.61	0.75	0.74	0.77	
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	
总浮游物 (mg/L)	32	36	28	11	13	10	
铁 (mg/L)	0.130	0.142	0.122	<0.03	<0.03	<0.03	
锰 (mg/L)	0.014	0.017	<0.01	0.013	0.012	0.010	
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	<0.016	<0.016	<0.016	0.140	0.141	0.141	
硫酸盐 (mg/L)	23.1	22.9	22.2	39.0	39.7	39.5	
氯化物 (mg/L)	1.02	0.999	0.992	5.42	5.44	5.49	
叶绿素 a (mg/L)	0.004	0.004	0.002	<0.002	0.003	0.002	

表 3-33 地表水检测结果一览表

检测点位	白龙潭水库			阿门冲水库			
	样品编号	W191114H88-1	W191115H88-1	W191116H88-1	W191116H89-1	W191117H89-1	W191118H89-1
采样日期/检测日期	2019.11.14/2019.11.15	2019.11.15/2019.11.16	2019.11.16/2019.11.17	2019.11.16/2019.11.17	2019.11.17/2019.11.18	2019.11.18/2019.11.19	
样品状态	浅黄, 无味, 微浊	浅黄, 无味, 微浊	浅黄, 无味, 微浊	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明	无色, 无味, 透明	
项目							
pH (无量纲)	7.69	8.33	7.46	8.32	8.32	8.38	
水温 (°C)	17.82	18.67	19.25	19.05	19.26	19.38	
透明度 (cm)	68	70	65	162	165	164	
溶解氧 (mg/L)	6.68	6.36	6.34	6.25	6.13	6.04	
化学需氧量 (mg/L)	6	7	9	12	15	14	
五日生化需氧量 (mg/L)	2.9	3.0	2.5	2.6	2.5	2.6	
粪大肠菌群 (MPN/L)	5.0×10^2	6.4×10^2	7.0×10^2	1.3×10^3	2.1×10^3	1.7×10^3	
总磷 (mg/L)	0.028	0.029	0.025	0.091	0.101	0.087	
氨氮 (mg/L)	0.225	0.230	0.214	0.254	0.243	0.267	
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	
氟化物 (mg/L)	0.346	0.335	0.350	0.237	0.229	0.242	
氯化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	
六价铬 (mg/L)	0.011	0.011	0.011	0.004	0.004	0.004	
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	
铅 (mg/L)	<0.0009	0.0059	<0.0009	0.0038	0.0027	<0.0009	
镉 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	
砷 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$						
汞 (mg/L)	1.3×10^{-4}	9.1×10^{-4}	8.7×10^{-4}	4.0×10^{-4}	3.9×10^{-4}	4.0×10^{-4}	
铬 (mg/L)	4.8×10^{-4}	1.2×10^{-3}	8.8×10^{-4}	6.6×10^{-4}	6.1×10^{-4}	6.5×10^{-4}	
汞 (mg/L)	5.30×10^{-4}	7.08×10^{-5}	4.69×10^{-5}	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	$<4.0 \times 10^{-5}$	
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.12	2.07	2.14	2.19	2.16	2.11	
总氮 (mg/L)	0.38	0.39	0.37	1.28	1.44	1.31	
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
挥发酚 (mg/L)	4.30×10^{-4}	3.68×10^{-4}	4.30×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	3.05×10^{-4}	
悬浮物 (mg/L)	25	26	22	18	19	21	
铁 (mg/L)	0.049	0.062	0.053	<0.03	<0.03	<0.03	
锰 (mg/L)	0.040	0.028	0.030	<0.01	0.012	<0.01	
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	<0.016	<0.016	<0.016	0.965	0.909	0.882	
硫酸盐 (mg/L)	53.1	53.0	53.2	29.0	29.5	29.2	
氯化物 (mg/L)	2.26	2.19	2.21	4.17	4.21	4.20	
叶绿素 a (mg/L)	0.008	0.005	0.008	0.006	0.004	0.004	

表 3-34 地表水检测结果一览表

检测点位	高冲水库				青云水库			
	W191113H90-1 209.11.13/2019.11.14	W191114H90-1 209.11.14/2019.11.15	W191115H90-1 209.11.15/2019.11.16	W191116H92-1 209.11.16/2019.11.17	W191117H92-1 209.11.17/2019.11.18	W191118H92-1 209.11.18/2019.11.19		
采样日期/接样日期	209.11.13/2019.11.14	209.11.14/2019.11.15	209.11.15/2019.11.16	209.11.16/2019.11.17	209.11.17/2019.11.18	209.11.18/2019.11.19		
项目	样品状态							
pH (无量纲)	8.64	8.58	8.56	8.75	8.83	8.87		
水温 (°C)	20.06	20.01	19.92	18.56	18.64	18.58		
透明度 (cm)	126	123	125	115	117	118		
溶解氧 (mg/L)	5.69	5.57	5.54	6.24	6.35	6.41		
化学需氧量 (mg/L)	7	8	8	14	15	12		
五日生化需氧量 (mg/L)	2.6	2.7	2.6	2.9	2.8	2.3		
粪大肠菌群 (MPN/L)	4.8×10^3	4.6×10^3	5.1×10^3	3.1×10^3	3.6×10^3	2.0×10^3		
总磷 (mg/L)	0.025	0.033	0.030	0.038	0.053	0.043		
氨氮 (mg/L)	0.154	0.146	0.133	0.254	0.243	0.267		
硫化物 (mg/L)	0.005	0.008	0.008	0.005	<0.005	0.005		
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02		
氯化物 (mg/L)	0.227	0.224	0.221	0.246	0.234	0.226		
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004		
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.006	0.006	0.006		
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006		
铅 (mg/L)	<0.0009	0.0027	<0.0009	<0.0009	0.0076	0.0075		
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004		
锰 (mg/L)	<1.0 $\times 10^{-4}$							
砷 (mg/L)	1.6×10^{-3}	1.1×10^{-3}	8.7×10^{-4}	1.2×10^{-3}	9.8×10^{-4}	1.1×10^{-3}		
硒 (mg/L)	5.5×10^{-4}	1.3×10^{-3}	8.8×10^{-4}	9.2×10^{-4}	9.8×10^{-4}	7.3×10^{-4}		
汞 (mg/L)	<4.0 $\times 10^{-5}$							
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.34	2.42	2.34	2.07	2.07	2.12		
总氮 (mg/L)	0.87	0.92	0.89	0.48	0.49	0.48		
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.050	0.053	<0.05		
挥发酚 (mg/L)	3.05×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003		
悬浮物 (mg/L)	11	10	9	18	22	16		
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03		
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	0.643	0.643	0.640	0.023	0.024	0.024		
硫酸盐 (mg/L)	12.8	12.9	12.8	33.5	30.9	30.9		
氯化物 (mg/L)	3.93	3.90	3.84	11.4	12.2	12.1		
叶绿素 a (mg/L)	0.005	0.003	0.004	0.003	0.002	<0.002		

表 3-35 地表水检测结果一览表

检测点位	跃进水库			大庄水库		
	样品编号 W191116H93-1 2019.11.16/2019.11.17	W191117H93-1 2019.11.17/2019.11.18	W191118H93-1 2019.11.18/2019.11.19	W191119H95-1 2019.11.19/2019.11.20	W191120H95-1 2019.11.20/2019.11.21	W191121H95-1 2019.11.21/2019.11.22
项目	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
pH (无量纲)	8.65	8.61	8.63	8.06	8.08	8.01
水温 (°C)	20.13	20.18	20.25	20.36	20.31	20.38
透明度 (cm)	157	155	158	161	163	164
溶解氧 (mg/L)	6.53	6.64	6.60	5.78	5.69	5.72
化学需氧量 (mg/L)	10	11	12	7	9	8
五日生化需氧量 (mg/L)	2.4	2.9	2.8	2.9	2.8	3.0
粪大肠菌群 (MPN/L)	4.5×10^3	4.2×10^3	5.1×10^3	9.3×10^3	1.1×10^3	1.4×10^3
总磷 (mg/L)	0.045	0.057	0.041	0.018	0.014	0.025
氨氮 (mg/L)	0.225	0.212	0.238	0.243	0.209	0.222
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02
氯化物 (mg/L)	0.406	0.417	0.386	0.295	0.310	0.302
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.004	<0.004	0.004	0.007	0.008	0.007
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	0.0015	0.0032	<0.0009	0.0036	<0.0009	0.0010
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴
砷 (mg/L)	2.1×10^{-3}	1.9×10^{-3}	2.2×10^{-3}	2.9×10^{-3}	2.6×10^{-3}	2.4×10^{-3}
硒 (mg/L)	8.2×10^{-4}	8.1×10^{-4}	6.1×10^{-4}	9.2×10^{-4}	1.2×10^{-3}	9.5×10^{-4}
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	4.05×10^{-5}	7.32×10^{-5}	6.04×10^{-5}
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.47	2.42	2.48	2.47	2.56	2.49
总氮 (mg/L)	0.46	0.47	0.46	2.47	2.48	2.45
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
挥发酚 (mg/L)	3.68×10^{-4}	<0.0003	3.05×10^{-4}	<0.0003	<0.0003	<0.0003
总手物 (mg/L)	13	16	12	25	23	21
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	<0.016	<0.016	<0.016	1.72	1.71	1.74
硫酸盐 (mg/L)	28.0	29.1	28.9	195	192	195
氯化物 (mg/L)	11.1	11.2	11.2	1.51	1.50	1.51
叶绿素 a (mg/L)	0.002	0.002	0.003	<0.002	0.002	0.002

表 3-36 地表水检测结果一览表

检测点位	五里冲水库		
	W191119H97-1	W191120H97-1	W191121H97-1
样品编号	W191119H97-1	W191120H97-1	W191121H97-1
采样日期/接样日期	2019.11.19/2019.11.20	2019.11.20/2019.11.21	2019.11.21/2019.11.22
样品状态	无色、无味、透明	无色、无味、透明	无色、无味、透明
项目			
pH (无量纲)	8.61	8.58	8.64
水温 (°C)	20.57	20.59	20.51
透明度 (cm)	165	164	165
溶解氧 (mg/L)	6.05	6.01	6.03
化学需氧量 (mg/L)	7	8	9
五日生化需氧量 (mg/L)	2.8	3.2	2.9
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.9×10 ³	2.8×10 ³	4.1×10 ³
总磷 (mg/L)	0.038	0.047	0.033
氨氮 (mg/L)	0.143	0.130	0.154
硫化物 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005
石油类 (mg/L)	0.04	0.04	0.03
氟化物 (mg/L)	0.256	0.246	0.230
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
六价铬 (mg/L)	0.005	0.005	0.006
铜 (mg/L)	<0.006	<0.006	<0.006
铅 (mg/L)	0.0037	0.0036	<0.0009
锌 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
镉 (mg/L)	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴	<1.0×10 ⁻⁴
砷 (mg/L)	7.0×10 ⁻⁴	6.4×10 ⁻⁴	8.6×10 ⁻⁴
硒 (mg/L)	6.8×10 ⁻⁴	6.2×10 ⁻⁴	5.3×10 ⁻⁴
汞 (mg/L)	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵	<4.0×10 ⁻⁵
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.34	2.42	2.32
总氮 (mg/L)	1.46	1.55	1.48
阴离子表面活性剂 (mg/L)	<0.05	0.050	<0.05
挥发酚 (mg/L)	3.05×10 ⁻⁴	3.68×10 ⁻⁴	3.05×10 ⁻⁴
悬浮物 (mg/L)	9	11	10
铁 (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03
锰 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	1.27	1.26	1.24
硫酸盐 (mg/L)	21.3	21.2	21.0
氯化物 (mg/L)	3.70	3.65	3.63
叶绿素 a (mg/L)	0.008	0.009	0.007

编制:

解

日期: 2019 年 12 月 20 日

校核:

李新超

日期: 2019 年 12 月 20 日

审核:

阮雅婷

日期: 2019 年 12 月 20 日

批准:

叶之世

日期: 2019 年 12 月 20 日



172512050187



检 测 报 告

坤发环检字[2019]-09088-02 号

项目名称：滇中引水工程大理州、楚雄州、玉溪市、红河州二期工程（平水期为 11 月中旬）

委托单位：云南秀川环境工程技术有限公司

检测类别：委托检测

报告日期：2019 年 12 月 20 日



云南坤发环境科技有限公司



声 明

- 1、报告无“CMA章”、“云南坤发环境科技有限公司检验检测专用章”、“骑缝章”和“正本”章无效。
- 2、复制报告未加盖上述章无效。
- 3、报告内容涂改无效；无编制、校核、审核和批准人（授权签字人）签字无效。
- 4、检测委托方如对本报告有异议，请于收到报告之日起或在指定领取检测报告终止之日起三日内，向本公司申请复验，逾期不申请的，视为认可本检测报告。
- 5、由委托单位自行采集的样品，本公司仅对送检样品的测试数据负责，不对样品来源负责；测试条件和工况变化大的样品、无法保存和复现的样品，本公司仅对本次所采样品的检测数据负责。
- 6、未经本公司书面批准，本报告及数据不得用于商业宣传，违者必究。
- 7、检验检测机构应做出未经本机构批准，不得复制（全文复制除外）报告或证书的声明。

本机构通讯资料

监测业务联系电话及传真：(0871) 63339220 63339221

质量投诉电话及传真：(0871) 63339221

行风监督举报电话及传真：63339220

邮政编码：650106

地址：昆明市高新区海源中路30号创新大厦A段4楼

1、委托单位信息

表 1-1 委托单位信息一览表

委托单位名称	云南秀川环境工程技术有限公司		
通讯地址	大理州、楚雄州、玉溪市、红河州		
联系人	李工	联系电话	13608885471

2、检测方法、检测分析仪器检出限及分析人员 检测方法、方法来源、使用仪器、检出限及分析人员见表 2-1。

表 2-1 检测方法、主要仪器、检出限及分析人员一览表

检测类型	检测项目	检测方法来源	主要仪器型号	最低检出限或范围	分析人员
噪声	环境噪声	《声环境质量标准》GB3096-2008	AWA5680 型、AWA6228 型声级计 /KF042-10、04/065320 AWA6221A、AWA6021A 型声校准器 /KF015-02、12、10		岩嫩相 刘超 何龙 杨兆坚 付世涛 赵映雄 龙鼎南 杨红 郑晓雄 打爬
现场采样人员：岩嫩相、刘超、何龙、杨兆坚、付世涛、赵映雄、龙鼎南、杨红、郑晓雄、打爬					
检测日期：2019.10.15~2019.12.07					

一传

3、噪声检测结果

噪声检测结果见表3-1、表3-2、表3-3、表3-4。

表 3-1 环境噪声检测结果一览表 单位: dB (A)

检测点位	主要声源	检测日期	检测时间(时:分)	样品编号	昼间	检测时间(时:分)	样品编号	夜间
高坡村		2019.10.17	09:10	N191017F01-1	47.8	01:39	N191017F01-2	42.5
		2019.10.18	08:30	N191018F01-1	47.3	01:48	N191018F01-2	41.7
狮子口		2019.10.17	09:47	N191017F02-1	49.3	00:47	N191017F02-2	43.6
		2019.10.18	09:04	N191018F02-1	48.2	00:29	N191018F02-2	42.2
开远市灵泉街道	环境 人员	2019.10.17	12:47	N191017F03-1	54.2	22:00	N191017F03-2	46.5
		2019.10.18	12:09	N191018F03-1	53.8	2:00	N191018F03-2	45.4
红土坡村		2019.10.17	11:12	N191017F04-1	48.2	22:57	N191017F04-2	43.1
		2019.10.18	10:53	N191018F04-1	47.9	22:53	N191018F04-2	42.6
文兴村		2019.10.17	10:48	N191017F05-1	48.4	23:28	N191017F05-2	43.0
		2019.10.18	09:48	N191018F05-1	47.9	23:38	N191018F05-2	41.4

表 3-2 环境噪声检测结果一览表 单位: dB (A)

检测点位	主要声源	检测日期	检测时间(时:分)	样品编号	昼间	检测时间(时:分)	样品编号	夜间
海印		2019.11.12	09:10	N191112X01-1	50.7	22:08	N191112X01-2	42.9
		2019.11.13	09:27	N191113X01-1	51.2	22:00	N191113X01-2	43.3
北街		2019.11.12	11:20	N191112X02-1	49.5	00:43	N191112X02-2	40.9
		2019.11.13	12:08	N191113X02-1	49.1	00:44	N191113X02-2	40.4
小国梗寨家	环境	2019.11.12	14:12	N191112X03-1	51.5	02:27	N191112X03-2	44.0
		2019.11.13	14:49	N191113X03-1	51.7	02:10	N191113X03-2	44.3
新街		2019.11.20	08:18	N191120X04-1	49.8	22:11	N191120X04-2	40.9
		2019.11.21	08:40	N191121X04-1	49.3	22:04	N191121X04-2	40.4
杨保村		2019.11.20	08:57	N191120X05-1	51.4	22:45	N191120X05-2	43.5
		2019.11.21	09:22	N191121X05-1	51.8	22:39	N191121X05-2	43.9

表 3-3 环境噪声检测结果一览表 单位: dB (A)

检测点位	主要声源	检测日期	检测时间(时:分)	样品编号	昼间	检测时间(时:分)	样品编号	夜间
甸头	环境	2019.11.20	09:39	N191120X06-1	48.6	23:34	N191120X06-2	39.2
		2019.11.21	10:57	N191121X06-1	48.9	23:27	N191121X06-2	39.5
2019.11.20		11:06	N191120X07-1	50.7	00:25	N191120X07-2	42.2	
2019.11.21		11:42	N191121X07-1	50.3	00:33	N191121X07-2	41.9	
2019.11.20		13:27	N191120X08-1	51.3	01:38	N191120X08-2	43.2	
2019.11.21		13:04	N191121X08-1	51.5	01:52	N191121X08-2	43.6	
2019.11.20		15:16	N191120X09-1	53.8	03:12	N191120X09-2	45.9	
2019.11.21		15:02	N191121X09-1	53.5	03:47	N191121X09-2	45.3	
2019.11.20		16:57	N191120X10-1	52.2	04:05	N191120X10-2	44.8	
2019.11.21		17:02	N191121X10-1	52.7	04:21	N191121X10-2	44.9	
2019.11.28		09:40	N191128X11-1	50.2	22:09	N191128X11-2	40.4	
2019.11.29		09:08	N191129X11-1	50.8	22:24	N191129X11-2	41.0	
2019.11.28		12:02	N191128X12-1	48.6	00:44	N191128X12-2	39.2	
2019.11.29		11:47	N191129X12-1	48.3	00:56	N191129X12-2	38.9	
2019.11.28		14:21	N191128X13-1	52.7	03:08	N191128X13-2	44.3	
2019.11.29		14:03	N191129X13-1	52.2	03:25	N191129X13-2	43.6	
2019.12.06		08:10	N191206X14-1	50.8	22:00	N191206X14-2	42.0	
2019.12.07		08:27	N191207X14-1	51.1	22:33	N191207X14-2	42.4	
2019.12.06		12:30	N191206X15-1	48.7	00:48	N191206X15-2	39.0	
2019.12.07		12:49	N191207X15-1	49.1	01:04	N191207X15-2	39.4	
2019.11.29		13:24	N191129X16-1	51.6	00:36	N191129X16-2	40.3	
2019.11.30		13:47	N191130X16-1	52.4	00:29	N191130X16-2	40.9	
2019.12.06		14:25	N191206X17-1	51.2	02:33	N191206X17-2	42.6	
2019.12.07		14:36	N191207X17-1	50.9	03:18	N191207X17-2	42.2	
2019.11.14	08:14	N191114X18-1	56.4	22:18	N191114X18-2	42.7		
2019.11.15	08:26	N191115X18-1	54.9	22:36	N191115X18-2	40.8		

表 3-4 环境噪声检测结果一览表 单位: dB (A)

检测点位	主要声源	检测日期	检测时间 (时:分)	样品编号	昼间	检测时间 (时:分)	样品编号	夜间
大梨树	环境	2019.11.21	16:54	N191121X19-1	53.7	00:47	N191121X19-2	42.5
		2019.11.22	17:05	N191122X19-1	54.8	00:55	N191122X19-2	43.1
2019.11.21		17:35	N191121X20-1	54.9	01:19	N191121X20-2	43.7	
2019.11.22		17:28	N191122X20-1	55.8	01:36	N191122X20-2	41.5	
2019.11.21		16:18	N191121X21-1	56.8	00:19	N191121X21-2	40.5	
2019.11.22		16:31	N191122X21-1	57.3	00:28	N191122X21-2	44.3	
2019.11.14		12:16	N191114X22-1	55.8	23:19	N191114X22-2	41.5	
2019.11.15		12:34	N191115X22-1	56.2	23:26	N191115X22-2	42.3	
2019.11.21		14:29	N191121X23-1	53.2	22:08	N191121X23-2	42.4	
2019.11.22		14:36	N191122X23-1	52.6	22:19	N191122X23-2	43.8	
青龙潭		2019.11.29	08:24	N191129X24-1	54.3	22:18	N191129X24-2	41.7
三家村		2019.11.30	08:37	N191130X24-1	53.6	22:14	N191130X24-2	42.5

编制: 李新超 日期: 2019年12月20日

审核: 李新超 日期: 2019年12月20日

审核: 陈雅芳 日期: 2019年11月26日

批准: 叶之七 日期: 2019年12月20日

附件11

正本



172512050187

检 测 报 告

坤发环检字[2019]-09088-01 号

项目名称：滇中引水工程大理州、楚雄州、玉溪市、红河州二期工程（平水期为 11 月中旬）

委托单位：云南秀川环境工程技术有限公司

检测类别：委托检测

报告日期：2019 年 12 月 20 日

云南坤发环境科技有限公司



声 明

- 1、报告无“**MA**章”、“云南坤发环境科技有限公司检验检测专用章”、“骑缝章”和“正本”章无效。
- 2、复制报告未加盖上述章无效。
- 3、报告内容涂改无效；无编制、校核、审核和批准人（授权签字人）签字无效。
- 4、检测委托方如对本报告有异议，请于收到报告之日起或在指定领取检测报告终止之日起三日内，向本公司申请复验，逾期不申请的，视为认可本检测报告。
- 5、由委托单位自行采集的样品，本公司仅对送检样品的测试数据负责，不对样品来源负责；测试条件和工况变化大的样品、无法保存和复现的样品，本公司仅对本次所采样品的检测数据负责。
- 6、未经本公司书面批准，本报告及数据不得用于商业宣传，违者必究。
- 7、检验检测机构应做出未经本机构批准，不得复制（全文复制除外）报告或证书的声明。

本机构通讯资料

监测业务联系电话及传真：(0871) 63339220 63339221

质量投诉电话及传真：(0871) 63339221

行风监督举报电话及传真：63339220

邮政编码：650106

地址：昆明市高新区海源中路30号创新大厦A段4楼

1、委托单位信息

表 1-1 委托单位信息一览表

委托单位名称	云南秀川环境工程技术有限公司		
通讯地址	大理州、楚雄州、玉溪市、红河州		
联系人	李工	联系电话	13608885471

2、检测分析方法、检测分析仪器检出限及分析人员

检测方法、方法来源、使用仪器、检出限及分析人员见表 2-1。

表 2-1 检测分析方法、主要仪器、检出限及分析人员一览表

检测类型	检测项目	检测方法来源	主要仪器型号	最低检出限或范围	分析人员
环境空气	TSP	环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法 GB/T15432-1995	崂应 2050 型大气采样器/ YQ089、090、091、092、093、 094、095、096、097、 098/KF033-13、16、12、 15/XC035-03、04、01、02、05、 06 BSA224S 电子天平/KF0-04	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	杨杏开
	PM ₁₀	环境空气 PM ₁₀ 和 PM _{2.5} 的测定 重量法 HJ618-2011		10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	二氧化硫	环境空气二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法 HJ482-2009	崂应 2050 型大气采样器/ YQ089、091、093、095、 097/KF033-13、16、12、 15/XC035-03、04、01、02、05、 06 722S 可见分光光度计 /KF035-02、03/SJL-014	4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	岩嫩相 刘超 何龙 杨兆坚 付世涛 赵映雄 龙鼎南 杨红 郑晓雄 打爬
	二氧化氮	环境空气氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的测定盐酸萘乙二胺分光光度法 HJ479-2009		3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
现场采样人员：岩嫩相、刘超、何龙、杨兆坚、付世涛、赵映雄、龙鼎南、杨红、郑晓雄、打爬					
检测日期：2019.10.15-2019.12.14					

3、环境空气检测结果

环境空气检测结果见表3-1、表3-2、表3-3、表3-4、表3-5。

表3-1 环境空气 TSP、PM₁₀、SO₂、NO₂日均值检测结果 单位: μg/m³

检测点位	采样日期/接样日期	样品编号	检测结果			
			TSP	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂
高坡村	2019.10.15/2019.10.16	G191015F01-5	182	62	18	17
	2019.10.16/2019.10.17	G191016F01-5	195	68	16	14
	2019.10.17/2019.10.18	G191017F01-5	205	59	14	14
	2019.10.18/2019.10.19	G191018F01-5	183	68	12	12
	2019.10.19/2019.10.20	G191019F01-5	192	57	14	16
	2019.10.20/2019.10.21	G191020F01-5	221	65	13	15
	2019.10.21/2019.10.22	G191021F01-5	226	60	14	15
狮子口	2019.10.15/2019.10.16	G191015F02-5	193	57	15	11
	2019.10.16/2019.10.17	G191016F02-5	205	69	16	13
	2019.10.17/2019.10.18	G191017F02-5	197	66	12	14
	2019.10.18/2019.10.19	G191018F02-5	209	70	15	15
	2019.10.19/2019.10.20	G191019F02-5	216	67	12	15
	2019.10.20/2019.10.21	G191020F02-5	208	57	16	16
	2019.10.21/2019.10.22	G191021F02-5	223	61	14	13
开远市灵泉街道	2019.10.15/2019.10.16	G191015F03-5	199	52	20	21
	2019.10.16/2019.10.17	G191016F03-5	205	70	19	22
	2019.10.17/2019.10.18	G191017F03-5	185	67	22	20
	2019.10.18/2019.10.19	G191018F03-5	197	75	23	22
	2019.10.19/2019.10.20	G191019F03-5	208	74	24	23
	2019.10.20/2019.10.21	G191020F03-5	204	67	25	21
	2019.10.21/2019.10.22	G191021F03-5	200	68	24	22
红土坡村	2019.10.15/2019.10.16	G191015F04-5	212	75	23	25
	2019.10.16/2019.10.17	G191016F04-5	201	60	25	23
	2019.10.17/2019.10.18	G191017F04-5	216	64	22	24
	2019.10.18/2019.10.19	G191018F04-5	226	66	26	24
	2019.10.19/2019.10.20	G191019F04-5	215	62	22	22
	2019.10.20/2019.10.21	G191020F04-5	208	64	24	22
	2019.10.21/2019.10.22	G191021F04-5	218	73	23	24
文兴村	2019.10.15/2019.10.16	G191015F05-5	210	81	27	24
	2019.10.16/2019.10.17	G191016F05-5	218	71	24	26
	2019.10.17/2019.10.18	G191017F05-5	213	62	25	23
	2019.10.18/2019.10.19	G191018F05-5	208	69	23	25
	2019.10.19/2019.10.20	G191019F05-5	212	71	25	26
	2019.10.20/2019.10.21	G191020F05-5	208	74	24	24
	2019.10.21/2019.10.22	G191021F05-5	216	78	23	23

表 3-2 环境空气 TSP、PM₁₀、SO₂、NO₂日均值检测结果 单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

检测点位	采样日期/接样日期	样品编号	检测结果			
			TSP	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂
海印	2019.11.12/2019.11.13	G191112X01-5	164	61	13	12
	2019.11.13/2019.11.14	G191113X01-5	147	63	13	13
	2019.11.14/2019.11.15	G191114X01-5	181	65	12	11
	2019.11.15/2019.11.16	G191115X01-5	174	55	14	12
	2019.11.16/2019.11.17	G191116X01-5	170	67	15	12
	2019.11.17/2019.11.18	G191117X01-5	178	60	15	11
	2019.11.18/2019.11.19	G191118X01-5	185	63	14	12
北衙	2019.11.12/2019.11.13	G191112X02-5	131	57	16	15
	2019.11.13/2019.11.14	G191113X02-5	147	57	14	11
	2019.11.14/2019.11.15	G191114X02-5	167	60	12	13
	2019.11.15/2019.11.16	G191115X02-5	149	61	15	12
	2019.11.16/2019.11.17	G191116X02-5	131	49	16	14
	2019.11.17/2019.11.18	G191117X02-5	172	63	15	13
	2019.11.18/2019.11.19	G191118X02-5	174	59	12	12
小围埂寨家	2019.11.12/2019.11.13	G191112X03-5	163	52	11	12
	2019.11.13/2019.11.14	G191113X03-5	192	53	14	13
	2019.11.14/2019.11.15	G191114X03-5	178	60	14	13
	2019.11.15/2019.11.16	G191115X03-5	199	56	15	11
	2019.11.16/2019.11.17	G191116X03-5	147	53	13	11
	2019.11.17/2019.11.18	G191117X03-5	149	50	12	10
	2019.11.18/2019.11.19	G191118X03-5	168	60	14	12
河底村	2019.11.20/2019.11.21	G191120X04-5	129	54	16	13
	2019.11.21/2019.11.22	G191121X04-5	138	50	13	11
	2019.11.22/2019.11.23	G191122X04-5	131	45	12	12
	2019.11.23/2019.11.24	G191123X04-5	149	49	15	11
	2019.11.24/2019.11.25	G191124X04-5	179	60	13	14
	2019.11.25/2019.11.26	G191125X04-5	162	58	12	11
	2019.11.26/2019.11.27	G191126X04-5	149	47	14	10
弥渡东分干线	2019.11.20/2019.11.21	G191120X05-5	186	52	12	12
	2019.11.21/2019.11.22	G191121X05-5	190	41	11	13
	2019.11.22/2019.11.23	G191122X05-5	185	49	12	12
	2019.11.23/2019.11.24	G191123X05-5	197	55	14	11
	2019.11.24/2019.11.25	G191124X05-5	182	42	13	10
	2019.11.25/2019.11.26	G191125X05-5	147	40	12	10
	2019.11.26/2019.11.27	G191126X05-5	141	44	14	11

表3-3 环境空气 TSP、PM₁₀、SO₂、NO₂日均值检测结果 单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

检测点位	采样日期/接样日期	样品编号	检测结果			
			TSP	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂
百长村	2019.11.20/2019.11.21	G191120X06-5	138	47	10	15
	2019.11.21/2019.11.22	G191121X06-5	128	50	10	12
	2019.11.22/2019.11.23	G191122X06-5	140	54	12	15
	2019.11.23/2019.11.24	G191123X06-5	154	40	11	13
	2019.11.24/2019.11.25	G191124X06-5	140	52	10	12
	2019.11.25/2019.11.26	G191125X06-5	127	53	8	13
	2019.11.26/2019.11.27	G191126X06-5	124	50	11	14
长寿村	2019.11.28/2019.11.29	G191128X07-5	121	62	11	12
	2019.11.29/2019.11.30	G191129X07-5	85	69	9	11
	2019.11.30/2019.12.01	G191130X07-5	128	61	13	13
	2019.12.01/2019.12.02	G191201X07-5	136	63	11	14
	2019.12.02/2019.12.03	G191202X07-5	140	65	10	13
	2019.12.03/2019.12.04	G191203X07-5	123	67	11	13
	2019.12.04/2019.12.05	G191204X07-5	135	71	9	14
上东山	2019.11.28/2019.11.29	G191128X08-5	149	47	9	12
	2019.11.29/2019.11.30	G191129X08-5	138	50	8	11
	2019.11.30/2019.12.01	G191130X08-5	122	56	7	10
	2019.12.01/2019.12.02	G191201X08-5	128	54	10	11
	2019.12.02/2019.12.03	G191202X08-5	136	58	8	9
	2019.12.03/2019.12.04	G191203X08-5	144	56	11	8
	2019.12.04/2019.12.05	G191204X08-5	103	52	10	10
以口村	2019.11.28/2019.11.29	G191128X09-5	117	51	9	9
	2019.11.29/2019.11.30	G191129X09-5	106	55	10	11
	2019.11.30/2019.12.01	G191130X09-5	122	57	13	12
	2019.12.01/2019.12.02	G191201X09-5	102	50	9	11
	2019.12.02/2019.12.03	G191202X09-5	124	53	10	10
	2019.12.03/2019.12.04	G191203X09-5	103	58	8	9
	2019.12.04/2019.12.05	G191204X09-5	116	55	9	10
阔子仓	2019.12.06/2019.12.07	G191206X10-5	108	62	10	10
	2019.12.07/2019.12.08	G191207X10-5	151	65	10	12
	2019.12.08/2019.12.09	G191208X10-5	176	61	12	9
	2019.12.09/2019.12.10	G191209X10-5	142	53	11	11
	2019.12.10/2019.12.11	G191210X10-5	128	57	9	10
	2019.12.11/2019.12.12	G191211X10-5	138	48	8	12
	2019.12.12/2019.12.13	G191212X10-5	141	58	11	8

表3-4 环境空气 TSP、PM₁₀、SO₂、NO₂日均值检测结果 单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

检测点位	采样日期/接样日期	样品编号	检测结果			
			TSP	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂
麻栗村	2019.12.06/2019.12.07	G191206X11-5	197	61	10	10
	2019.12.07/2019.12.08	G191207X11-5	147	62	8	8
	2019.12.08/2019.12.09	G191208X11-5	195	63	11	11
	2019.12.09/2019.12.10	G191209X11-5	138	60	9	11
	2019.12.10/2019.12.11	G191210X11-5	140	51	10	12
	2019.12.11/2019.12.12	G191211X11-5	92	55	8	9
	2019.12.12/2019.12.13	G191212X11-5	147	56	9	10
新坝	2019.11.29/2019.11.30	G191129X12-5	174	53	8	11
	2019.11.30/2019.12.01	G191130X12-5	185	52	10	10
	2019.12.01/2019.12.02	G191201X12-5	190	58	11	9
	2019.12.02/2019.12.03	G191202X12-5	138	53	9	9
	2019.12.03/2019.12.04	G191203X12-5	172	47	8	10
	2019.12.04/2019.12.05	G191204X12-5	179	55	10	8
	2019.12.05/2019.12.06	G191205X12-5	183	43	9	12
风鸣村	2019.12.06/2019.12.07	G191206X13-5	170	45	8	11
	2019.12.07/2019.12.08	G191207X13-5	153	50	9	13
	2019.12.08/2019.12.09	G191208X13-5	190	54	8	9
	2019.12.09/2019.12.10	G191209X13-5	201	51	7	10
	2019.12.10/2019.12.11	G191210X13-5	185	48	11	11
	2019.12.11/2019.12.12	G191211X13-5	209	47	11	12
	2019.12.12/2019.12.13	G191212X13-5	205	43	10	10
上小屯	2019.11.14/2019.11.15	G191114X14-5	155	42	9	10
	2019.11.15/2019.11.16	G191115X14-5	149	46	10	13
	2019.11.16/2019.11.17	G191116X14-5	147	48	9	9
	2019.11.17/2019.11.18	G191117X14-5	197	52	11	10
	2019.11.18/2019.11.19	G191118X14-5	185	55	9	8
	2019.11.19/2019.11.20	G191119X14-5	190	50	8	12
	2019.11.20/2019.11.21	G191120X14-5	205	47	10	9
河西镇	2019.11.21/2019.11.22	G191121X15-5	216	48	10	12
	2019.11.22/2019.11.23	G191122X15-5	154	54	9	8
	2019.11.23/2019.11.24	G191123X15-5	190	51	11	11
	2019.11.24/2019.11.25	G191124X15-5	205	55	11	12
	2019.11.25/2019.11.26	G191125X15-5	121	57	8	9
	2019.11.26/2019.11.27	G191126X15-5	149	53	9	9
	2019.11.27/2019.11.28	G191127X15-5	154	50	11	10



检测报告

坤环检字[2020]06002号

项目名称: 滇中引水二期工程表层土壤质量现状监测

委托单位: 云南秀川环境工程技术有限公司

检测类别: 环境影响评价现状监测

报告日期: 2020年6月22日

云南坤环检测技术有限公司



声 明

- 1、报告无“”标识、“云南坤环检测技术有限公司检验检测专用章”或“云南坤环检测技术有限公司公章”、“正本”章和骑缝处无“云南坤环检测技术有限公司检验检测专用章”或“云南坤环检测技术有限公司公章”无效。
- 2、报告内容涂改无效；无签发人（授权签字人）签字无效。
- 3、检测委托方如对本报告有异议，请于收到报告之日起十五日内，向本公司或上级主管部门申请复验，逾期不申请的，视为认可本检测报告。
- 4、由委托单位自行采集的样品，本公司仅对送检样品检测数据和结果负责，结果仅适用于客户提供的样品；测试条件和工况变化大的样品、无法保存和复现的样品，本公司仅对本次所采样品的检测数据和结果负责。
- 5、未经本公司书面批准，不得复制（全文复制除外）报告。复制报告未加盖“云南坤环检测技术有限公司检验检测专用章”或“云南坤环检测技术有限公司公章”无效。

本机构通讯资料

公司名称：云南坤环检测技术有限公司
检测业务联系电话：15096646700 / 0871-63104225
质量投诉电话：0871-63104225
E-mail: ynhjcjsyxgs@qq.com
邮政编码： 650217
地址：云南省昆明经开区骏信国际汽配城 2 期 E 栋双创大厦 9 层

云南坤环检测技术有限公司

检测报告

坤环检字[2020]06002号

第 1 页 / 共 15 页

1.检测信息					
委托客户名称		云南秀川环境工程技术有限公司			
客户联系信息		联系人: 吴琦 电话: 15911677184 项目地址: 大理州、楚雄州、玉溪市和红河州			
项目名称		滇中引水二期工程表层土壤质量现状监测			
采样地点	土壤	鹤庆灌区(黄坪镇)、拟建海东泵站、巍山灌区(庙街镇)、弥渡灌区(新街镇)、拟建麻栗园泵站、祥云灌区(下庄镇)、拟建孙家屯泵站、拟建妙峰泵站、拟建小凹村泵站、姚安灌区(栋川镇)、牟定灌区(共和镇)、楚雄灌区(吕合镇)、双柏受水区(妥甸镇)、元谋灌区(黄瓜园镇)、武定受水区(武定县)、红塔灌区(大营街镇)、拟建红塔水库泵站、江川灌区(前卫镇)、琉璃河水库扩建淹没区、通海灌区(四街镇)、易门灌区(六街镇)、华宁灌区(宁州镇)、拟建长桥海泵站、蒙自灌区(雨过铺镇)、开远灌区(灵泉街道)、拟建新坡背泵站			
采样频次	土壤	采样一次	样品数量	26个	
检测项目	土壤	镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、pH、*水溶性总盐、*容重、*氧化还原电位、*阳离子交换总量、*饱和导水率			
样品情况	土壤	采样人	郑国文、刘平江 卢兴威、杨文泰	采样时间	2020.06.04-2020.06.08
		接样人	太军慧	接样时间	2020.06.09
		样品描述	样品容器外观完好,无破损,标识唯一,清晰、规范,保存措施和运输符合要求。	检测时间	2020.06.09-2020.06.17
备注:“*”左上角有该符号则表示该指标为分包项目。					
2.检测项目、方法、设备和人员					
检测项目	检测方法/标准编号	检出限	检测使用设备	仪器编号	检测人员
锌	土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法 HJ491-2019	1 mg/kg	原子吸收分光光度计(含石墨炉)	KHJC-JY-003	王海坤
砷	土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第2部分:土壤中总砷的测定GB/T 22105.2-2008	0.01 mg/kg	原子荧光光度计 AFS-933	KHJC-JY-002	李娟
铅	土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法 HJ491-2019	10 mg/kg	原子吸收分光光度计(含石墨炉)	KHJC-JY-003	王海坤
铬	土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法 HJ491-2019	4 mg/kg	原子吸收分光光度计(含石墨炉)	KHJC-JY-003	王海坤
铜	土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法 HJ491-2019	1 mg/kg	原子吸收分光光度计(含石墨炉)	KHJC-JY-003	王海坤

云南坤环检测技术有限公司

检测报告

坤环检字[2020]06002号

第 2 页 / 共 15 页

2.检测项目、方法、设备和人员(续)

检测项目	检测方法/标准编号	检出限	检测使用设备	仪器编号	检测人员
镉	土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ491-2019	3 mg/kg	原子吸收分光光度计(含石墨炉)	KHJC-JY-003	王海坤
汞	土壤质量总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法第1部分:土壤中总汞的测定 GB/T 22105.1-2008	0.002 mg/kg	原子荧光光度计 AFS-933	KHJC-JY-002	李娟
铜	土壤质量铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法 GB/T 17141-1997	0.01 mg/kg	原子吸收分光光度计(含石墨炉)	KHJC-JY-003	王海坤
pH	土壤 pH 值的测定电位法HJ 962-2018	/	pH 计 PHS-3E	KHJC-JY-015	王丽婷
*水溶性总盐	土壤检测 第16部分:土壤水溶性盐总量的测定 NY/T 1121.16-2006	/	梅特勒-托利多天平 ME104E/02	YK-JC-025.1 YK-JC-025.2	/
*容重	《土壤检测第4部分:土壤容重的测定》 (NY/T 1121.4-2006)	/	电子天平 JAS003B	T-071	/
*饱和导水率	《森林土壤渗透性的测定》 (LY/T 1218-1999)	/	/	/	/
*氧化还原电位	《土壤氧化还原电位的测定电位法》 (HJ 746-2015)	/	氧化还原电位(ORP)温度测定仪 CD-18 型	E-098	/
*阳离子交换总量	《土壤阳离子交换量的测定三氯化六氨合钴浸提-分光光度法》 (HJ 889-2017)	0.8 Cmol ⁺ /kg	紫外可见分光光度计 TM-1810PC	T-002	/

备注:“*”左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

3.检测结果

3.1 土壤检测结果

采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
鹤庆灌区 (黄坪镇)	2020.06.04	202006002 TR1-1-1	E: 100°15'13" N: 26°6'25"	pH	无量纲	8.05
				砷	mg/kg	21.0
				汞	mg/kg	0.120
				铬	mg/kg	238
				镍	mg/kg	83
				铜	mg/kg	2.02
				铅	mg/kg	252

备注:“*”左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

云南坤环检测技术有限公司

检测 报 告

坤环检字[2020]06002号

第 3 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)						
采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
鹤庆灌区 (黄坪镇)	2020.06.04	202006002 TR1-1-1	E: 100°15'13" N: 26°6'25"	铜	mg/kg	83
				锌	mg/kg	268
				*水溶性总盐	%	0.04
				*容重	g/cm ³	1.43
				*氧化还原电位	mV	373
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	39.8
				*饱和导水率	mm/min	0.320
拟建海东泵站	2020.06.04	202006002 TR2-1-1	E: 100°12'47" N: 25°52'55"	pH	无量纲	8.45
				砷	mg/kg	19.8
				汞	mg/kg	0.114
				铬	mg/kg	97
				镍	mg/kg	47
				镉	mg/kg	1.64
				铅	mg/kg	20
				铜	mg/kg	70
				锌	mg/kg	117
				*水溶性总盐	%	0.14
				*容重	g/cm ³	1.46
				*氧化还原电位	mV	386
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	35.8
				*饱和导水率	mm/min	0.336
巍山灌区 (庙街镇)	2020.06.04	202006002 TR3-1-1	E: 100°16'8" N: 25°19'25"	pH	无量纲	7.47
				砷	mg/kg	18.8
				汞	mg/kg	0.165
				铬	mg/kg	78
				镍	mg/kg	18
				镉	mg/kg	0.82
				铅	mg/kg	25
				铜	mg/kg	19

备注: "*"左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

云南坤环检测技术有限公司

检测报告

坤环检字[2020]06002号

第 4 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)

采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
巍山灌区 (庙街镇)	2020.06.04	202006002 TR3-1-1	E: 100°16'8" N: 25°19'25"	锌	mg/kg	70
				*水溶性总盐	%	0.02
				*容重	g/cm ³	1.42
				*氧化还原电 位	mV	362
				*阳离子交换 总量	Cmol ⁺ /kg	16.8
				*饱和导水率	mm/min	0.324
弥渡灌区 (新街镇)	2020.06.04	202006002 TR4-1-1	E: 100°27'8" N: 25°22'29"	pH	无量纲	7.70
				砷	mg/kg	13.1
				汞	mg/kg	0.893
				铬	mg/kg	95
				镍	mg/kg	25
				镉	mg/kg	1.05
				铅	mg/kg	8
				铜	mg/kg	20
				锌	mg/kg	76
				*水溶性总盐	%	0.02
				*容重	g/cm ³	1.33
				*氧化还原电 位	mV	366
				*阳离子交换 总量	Cmol ⁺ /kg	12.3
				*饱和导水率	mm/min	0.348
拟建麻栗园 泵站	2020.06.05	202006002 TR5-1-1	E: 100°33'45" N: 25°32'3"	pH	无量纲	5.29
				砷	mg/kg	20.4
				汞	mg/kg	1.29
				铬	mg/kg	68
				镍	mg/kg	20
				镉	mg/kg	0.80
				铅	mg/kg	29
				铜	mg/kg	8
				锌	mg/kg	88

备注: "*"左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

云南坤环检测技术有限公司

检测 报 告

坤环检字[2020]06002号

第 5 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)						
采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
拟建麻栗园 泵站	2020.06.05	202006002 TR5-1-1	E: 100°33'45" N: 25°32'3"	*水溶性总盐	%	0.03
				*容重	g/cm ³	1.38
				*氧化还原电 位	mV	376
				*阳离子交换 总量	Cmol ⁺ /kg	6.3
				*饱和导水率	mm/min	0.369
祥云灌区 (下庄镇)	2020.06.05	202006002 TR6-1-1	E: 100°46'18" N: 25°26'10"	pH	无量纲	7.05
				砷	mg/kg	9.02
				汞	mg/kg	0.143
				铬	mg/kg	82
				镍	mg/kg	21
				镉	mg/kg	1.11
				铅	mg/kg	18
				铜	mg/kg	17
				锌	mg/kg	62
				*水溶性总盐	%	0.16
				*容重	g/cm ³	1.49
				*氧化还原电 位	mV	365
				*阳离子交换 总量	Cmol ⁺ /kg	16.9
				*饱和导水率	mm/min	0.361
拟建孙家电 泵站	2020.06.05	202006002 TR7-1-1	E: 101°11'58" N: 25°13'29"	pH	无量纲	5.34
				砷	mg/kg	12.2
				汞	mg/kg	0.130
				铬	mg/kg	116
				镍	mg/kg	22
				镉	mg/kg	0.76
				铅	mg/kg	7
				铜	mg/kg	44
				锌	mg/kg	86
				*水溶性总盐	%	0.07

备注：“*”左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

云南坤环检测技术有限公司

检测 报 告

坤环检字[2020]06002号

第 6 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)						
采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
拟建孙家屯 泵站	2020.06.05	202006002 TR7-1-1	E: 101°11'58" N: 25°13'29"	*容重	g/cm ³	1.49
				*氧化还原电 位	mV	376
				*阳离子交换 总量	Cmol ⁺ /kg	7.1
				*饱和导水率	mm/min	0.410
拟建妙峰泵 站	2020.06.06	202006002 TR8-1-1	E: 101°16'57" N: 25°37'34"	pH	无量纲	6.43
				砷	mg/kg	10.0
				汞	mg/kg	0.529
				铬	mg/kg	147
				镍	mg/kg	43
				镉	mg/kg	0.73
				铅	mg/kg	16
				铜	mg/kg	6
				锌	mg/kg	86
				*水溶性总盐	%	0.22
				*容重	g/cm ³	1.29
				*氧化还原电 位	mV	355
				*阳离子交换 总量	Cmol ⁺ /kg	14.6
				*饱和导水率	mm/min	0.402
拟建小凹村 泵站	2020.06.06	202006002 TR9-1-1	E: 102°13'46" N: 24°58'30"	pH	无量纲	4.61
				砷	mg/kg	18.5
				汞	mg/kg	0.715
				铬	mg/kg	93
				镍	mg/kg	8
				镉	mg/kg	0.89
				铅	mg/kg	6
				铜	mg/kg	24
				锌	mg/kg	50
				*水溶性总盐	%	0.05
				*容重	g/cm ³	1.18

备注: "*"左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

云南坤环检测技术有限公司

检测 报 告

坤环检字[2020]06002 号

第 7 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)						
采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
拟建小凹村 泵站	2020.06.06	202006002 TR9-1-1	E: 102°13'46" N: 24°58'30"	*氧化还原电 位	mV	369
				*阳离子交换 总量	Cmol ⁺ /kg	9.2
				*饱和导水率	mm/min	0.361
姚安灌区 (栋川镇)	2020.06.06	202006002 TR10-1-1	E: 101°14'49" N: 25°31'49"	pH	无量纲	7.93
				砷	mg/kg	20.7
				汞	mg/kg	1.38
				铬	mg/kg	125
				镍	mg/kg	39
				镉	mg/kg	1.09
				铅	mg/kg	116
				铜	mg/kg	41
				锌	mg/kg	143
				*水溶性总盐	%	0.07
				*容重	g/cm ³	1.31
				*氧化还原电 位	mV	385
				*阳离子交换 总量	Cmol ⁺ /kg	26.9
*饱和导水率	mm/min	0.402				
牟定灌区 (共和镇)	2020.06.06	202006002 TR11-1-1	E: 101°30'18" N: 25°20'0"	pH	无量纲	7.40
				砷	mg/kg	17.0
				汞	mg/kg	1.26
				铬	mg/kg	87
				镍	mg/kg	20
				镉	mg/kg	1.87
				铅	mg/kg	50
				铜	mg/kg	76
				锌	mg/kg	195
				*水溶性总盐	%	0.06
				*容重	g/cm ³	1.33
				*氧化还原电 位	mV	378

备注: "*"左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

云南坤环检测技术有限公司

检测报告

坤环检字[2020]06002号

第 8 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)

采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
牟定灌区 (共和镇)	2020.06.06	202006002 TR11-1-1	E: 101°30'18" N: 25°20'0"	*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	23.2
				*饱和导水率	mm/min	0.340
楚雄灌区 (吕合镇)	2020.06.07	202006002 TR12-1-1	E: 101°23'31" N: 25°10'50"	pH	无量纲	8.34
				砷	mg/kg	7.40
				汞	mg/kg	1.03
				铬	mg/kg	116
				镍	mg/kg	39
				镉	mg/kg	0.90
				铅	mg/kg	30
				铜	mg/kg	23
				锌	mg/kg	106
				*水溶性总盐	%	0.09
				*容重	g/cm ³	1.37
				*氧化还原电位	mV	366
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	19.2
*饱和导水率	mm/min	0.344				
双柏受水区 (妥甸镇)	2020.06.07	202006002 TR13-1-1	E: 101°37'40" N: 24°42'25"	pH	无量纲	4.88
				砷	mg/kg	14.4
				汞	mg/kg	0.155
				铬	mg/kg	135
				镍	mg/kg	46
				镉	mg/kg	0.76
				铅	mg/kg	22
				铜	mg/kg	32
				锌	mg/kg	128
				*水溶性总盐	%	0.10
				*容重	g/cm ³	1.26
				*氧化还原电位	mV	363
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	12.3

备注: "*"左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

云南坤环检测技术有限公司

检测 报 告

坤环检字[2020]06002 号

第 9 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)						
采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
双柏受水区 (妥甸镇)	2020.06.07	202006002 TR13-1-1	E: 101°37'40" N: 24°42'25"	*饱和导水率	mm/min	0.365
元谋灌区 (黄瓜园镇)	2020.06.07	202006002 TR14-1-1	E: 101°53'19" N: 25°49'26"	pH	无量纲	5.90
				砷	mg/kg	9.10
				汞	mg/kg	1.15
				铬	mg/kg	114
				镍	mg/kg	33
				镉	mg/kg	0.76
				铅	mg/kg	12
				铜	mg/kg	22
				锌	mg/kg	80
				*水溶性总盐	%	0.07
				*容重	g/cm ³	1.43
				*氧化还原电位	mV	361
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	21.4
*饱和导水率	mm/min	0.369				
武定受水区 (武定县)	2020.06.07	202006002 TR15-1-1	E: 102°25'19" N: 25°32'58"	pH	无量纲	4.66
				砷	mg/kg	12.8
				汞	mg/kg	0.297
				铬	mg/kg	127
				镍	mg/kg	30
				镉	mg/kg	0.67
				铅	mg/kg	6
				铜	mg/kg	18
				锌	mg/kg	83
				*水溶性总盐	%	0.15
				*容重	g/cm ³	1.36
				*氧化还原电位	mV	346
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	6.6
*饱和导水率	mm/min	0.377				

备注: "*"左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

云南坤环检测技术有限公司

检测报告

坤环检字[2020]06002号

第 10 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)

采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
红塔灌区 (大营街镇)	2020.06.07	202006002 TR16-1-1	E: 102°29'28" N: 24°18'57"	pH	无量纲	6.94
				砷	mg/kg	12.3
				汞	mg/kg	0.289
				铬	mg/kg	113
				镍	mg/kg	23
				镉	mg/kg	1.07
				铅	mg/kg	28
				铜	mg/kg	37
				锌	mg/kg	135
				*水溶性总盐	%	0.08
				*容重	g/cm ³	1.12
				*氧化还原电位	mV	383
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	13.8
				*饱和导水率	mm/min	0.361
拟建红塔水 库泵站	2020.06.07	202006002 TR17-1-1	E: 102°34'38" N: 24°22'37"	pH	无量纲	6.57
				砷	mg/kg	18.6
				汞	mg/kg	0.145
				铬	mg/kg	90
				镍	mg/kg	17
				镉	mg/kg	0.86
				铅	mg/kg	29
				铜	mg/kg	39
				锌	mg/kg	70
				*水溶性总盐	%	0.17
				*容重	g/cm ³	1.17
				*氧化还原电位	mV	387
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	9.6
				*饱和导水率	mm/min	0.328

备注: "*"左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

检测报告

坤环检字[2020]06002号

第 11 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)						
采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
江川灌区 (前卫镇)	2020.06.08	202006002 TR18-1-1	E: 102°44'16" N: 24°19'39"	pH	无量纲	6.45
				砷	mg/kg	14.1
				汞	mg/kg	1.03
				铬	mg/kg	48
				镍	mg/kg	11
				镉	mg/kg	2.38
				铅	mg/kg	111
				铜	mg/kg	32
				锌	mg/kg	165
				*水溶性总盐	%	0.01
				*容重	g/cm ³	1.32
				*氧化还原电位	mV	371
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	16.7
*饱和导水率	mm/min	0.500				
琉璃河水库 扩建淹没区	2020.06.08	202006002 TR19-1-1	E: 102°37'50" N: 24°8'22"	pH	无量纲	5.33
				砷	mg/kg	5.97
				汞	mg/kg	1.18
				铬	mg/kg	64
				镍	mg/kg	4
				镉	mg/kg	0.54
				铅	mg/kg	16
				铜	mg/kg	10
				锌	mg/kg	53
				*水溶性总盐	%	0.08
				*容重	g/cm ³	1.27
				*氧化还原电位	mV	396
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	8.0
*饱和导水率	mm/min	0.418				

备注: "*"左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

云南坤环检测技术有限公司

检测报告

坤环检字[2020]06002号

第 12 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)

采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
通海灌区 (四街镇)	2020.06.08	202006002 TR20-1-1	E: 102°42'44" N: 24°8'32"	pH	无量纲	8.01
				砷	mg/kg	18.5
				汞	mg/kg	0.207
				铬	mg/kg	92
				镍	mg/kg	24
				镉	mg/kg	1.28
				铅	mg/kg	39
				铜	mg/kg	48
				锌	mg/kg	139
				*水溶性总盐	%	0.09
				*容重	g/cm ³	1.32
				*氧化还原电位	mV	386
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	22.2
				*饱和导水率	mm/min	0.471
易门灌区 (六街镇)	2020.06.07	202006002 TR21-1-1	E: 102°14'37" N: 24°52'32"	pH	无量纲	5.65
				砷	mg/kg	11.5
				汞	mg/kg	0.770
				铬	mg/kg	86
				镍	mg/kg	11
				镉	mg/kg	0.75
				铅	mg/kg	10
				铜	mg/kg	24
				锌	mg/kg	71
				*水溶性总盐	%	0.02
				*容重	g/cm ³	1.21
				*氧化还原电位	mV	392
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	6.1
				*饱和导水率	mm/min	0.221

备注: "*"左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

云南坤环检测技术有限公司

检测 报 告

坤环检字[2020]06002号

第 13 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)

采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
华宁灌区 (宁州镇)	2020.06.07	202006002 TR22-1-1	E: 102°55'50" N: 24°10'42"	pH	无量纲	8.15
				砷	mg/kg	7.29
				汞	mg/kg	0.733
				铬	mg/kg	305
				镍	mg/kg	43
				镉	mg/kg	1.30
				铅	mg/kg	24
				铜	mg/kg	41
				锌	mg/kg	129
				*水溶性总盐	%	0.10
				*容重	g/cm ³	1.09
				*氧化还原电位	mV	391
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	16.0
*饱和导水率	mm/min	0.295				
拟建长桥海 泵站	2020.06.07	202006002 TR23-1-1	E: 103°22'56" N: 23°27'2"	pH	无量纲	8.08
				砷	mg/kg	22.4
				汞	mg/kg	0.784
				铬	mg/kg	153
				镍	mg/kg	53
				镉	mg/kg	1.65
				铅	mg/kg	111
				铜	mg/kg	60
				锌	mg/kg	146
				*水溶性总盐	%	0.08
				*容重	g/cm ³	1.25
				*氧化还原电位	mV	386
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	24.7
*饱和导水率	mm/min	0.287				

备注:“*”左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

云南坤环检测技术有限公司

检测报告

坤环检字[2020]06002号

第 14 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)

采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
蒙自灌区 (雨过铺镇)	2020.06.07	202006002 TR24-1-1	E: 103°20'35" N: 23°25'20"	pH	无量纲	8.14
				砷	mg/kg	24.3
				汞	mg/kg	0.683
				铬	mg/kg	159
				镍	mg/kg	69
				镉	mg/kg	1.70
				铅	mg/kg	84
				铜	mg/kg	58
				锌	mg/kg	132
				*水溶性总盐	%	0.02
				*容重	g/cm ³	1.37
				*氧化还原电位	mV	381
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	26.9
				*饱和导水率	mm/min	0.283
开远灌区 (灵泉街道)	2020.06.06	202006002 TR25-1-1	E: 103°16'41" N: 23°41'27"	pH	无量纲	8.07
				砷	mg/kg	17.9
				汞	mg/kg	0.728
				铬	mg/kg	174
				镍	mg/kg	57
				镉	mg/kg	1.94
				铅	mg/kg	46
				铜	mg/kg	67
				锌	mg/kg	121
				*水溶性总盐	%	0.07
				*容重	g/cm ³	1.32
				*氧化还原电位	mV	386
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	25.1
				*饱和导水率	mm/min	0.328

备注: "*"左上角有该符号则表示该指标为分包项目。

云南坤环检测技术有限公司

检测 报 告

坤环检字[2020]06002号

第 15 页 / 共 15 页

3.1 土壤检测结果(续)						
采样点位	采样日期	样品编号	坐标	检测项目	单位	检测结果
拟建新坡背 泵站	2020.06.06	202006002 TR26-1-1	E: 103°12'44" N: 23°28'4"	pH	无量纲	5.09
				砷	mg/kg	20.5
				汞	mg/kg	0.578
				铬	mg/kg	128
				镍	mg/kg	51
				镉	mg/kg	1.41
				铅	mg/kg	19
				铜	mg/kg	40
				锌	mg/kg	138
				*水溶性总盐	%	0.06
				*容重	g/cm ³	1.32
				*氧化还原电位	mV	373
				*阳离子交换总量	Cmol ⁺ /kg	8.4
*饱和导水率	mm/min	0.311				
备注: "*"左上角有该符号则表示该指标为分包项目。						
4. 补充说明						
分包项目	土壤: *容重、*氧化还原电位、*阳离子交换总量、*饱和导水率					
分包实验室	单位名称	浙江爱迪信检测技术有限公司				
	单位地址	浙江省杭州市余杭区星桥街道星桥北路76号4幢401室				
	资质证书编号	191112052540	联系方式	0571-88582579		
分包项目	土壤: *水溶性总盐					
分包实验室	单位名称	浙江亚凯检测科技有限公司				
	单位地址	浙江省宁波高新区凌云路1177号006幢5号2层1区				
分包实验室	资质证书编号	171120341998	联系方式	0574-27907679		
5. 附件						
附件1: 检测点位图。						

报告编制: *大军慧* 报告审核: *陈永光* 报告签发: *查子子*

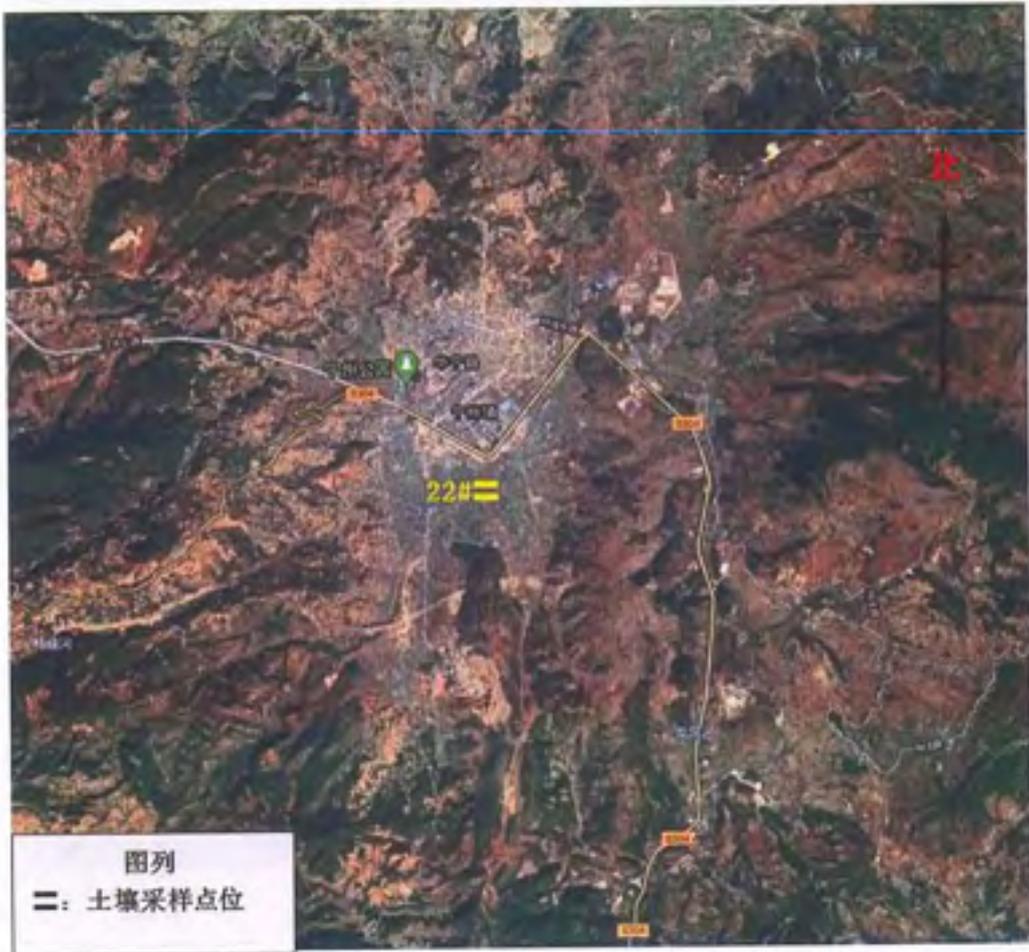
编制日期: *2020.06.22* 审核日期: *2020.06.22* 签发日期: *2020.06.22*

报告结束

附件 1 检测点位图

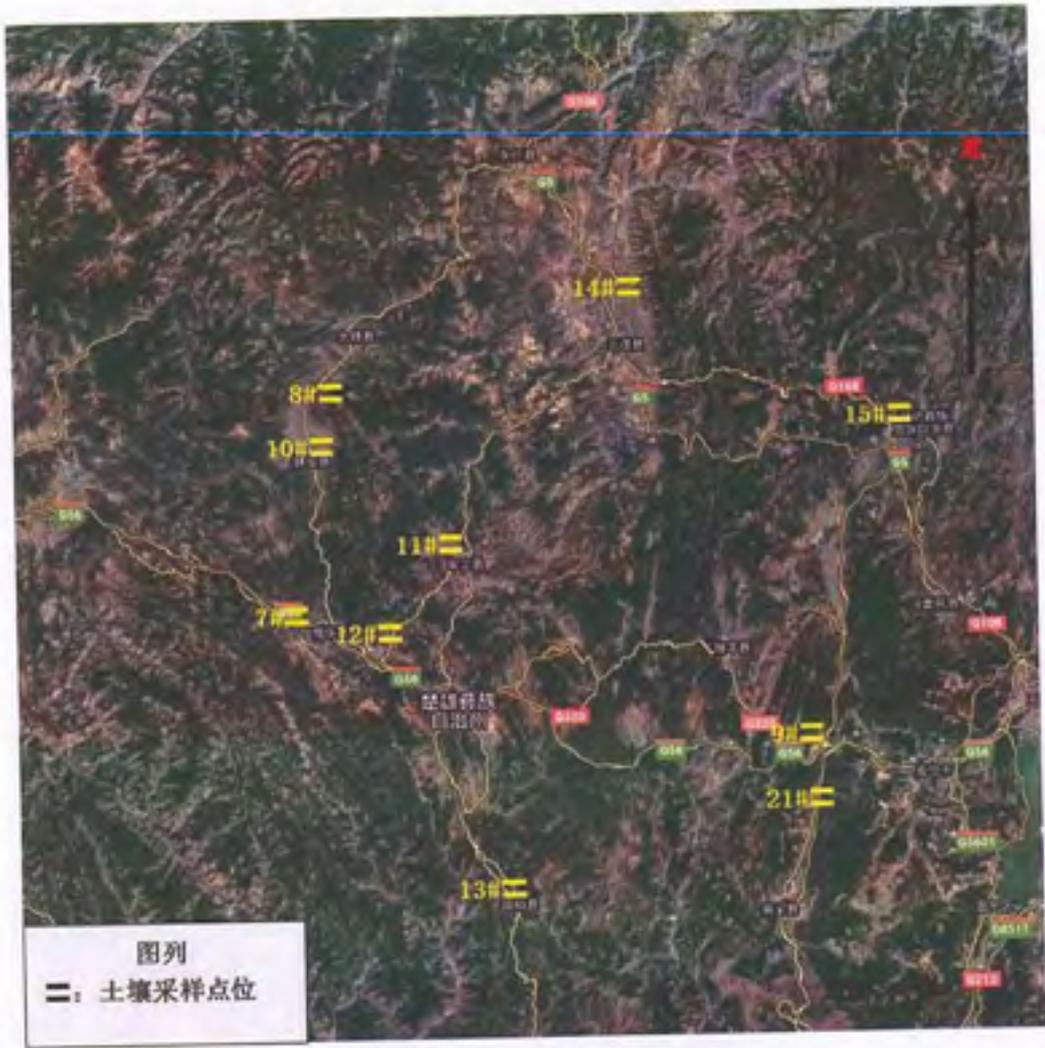


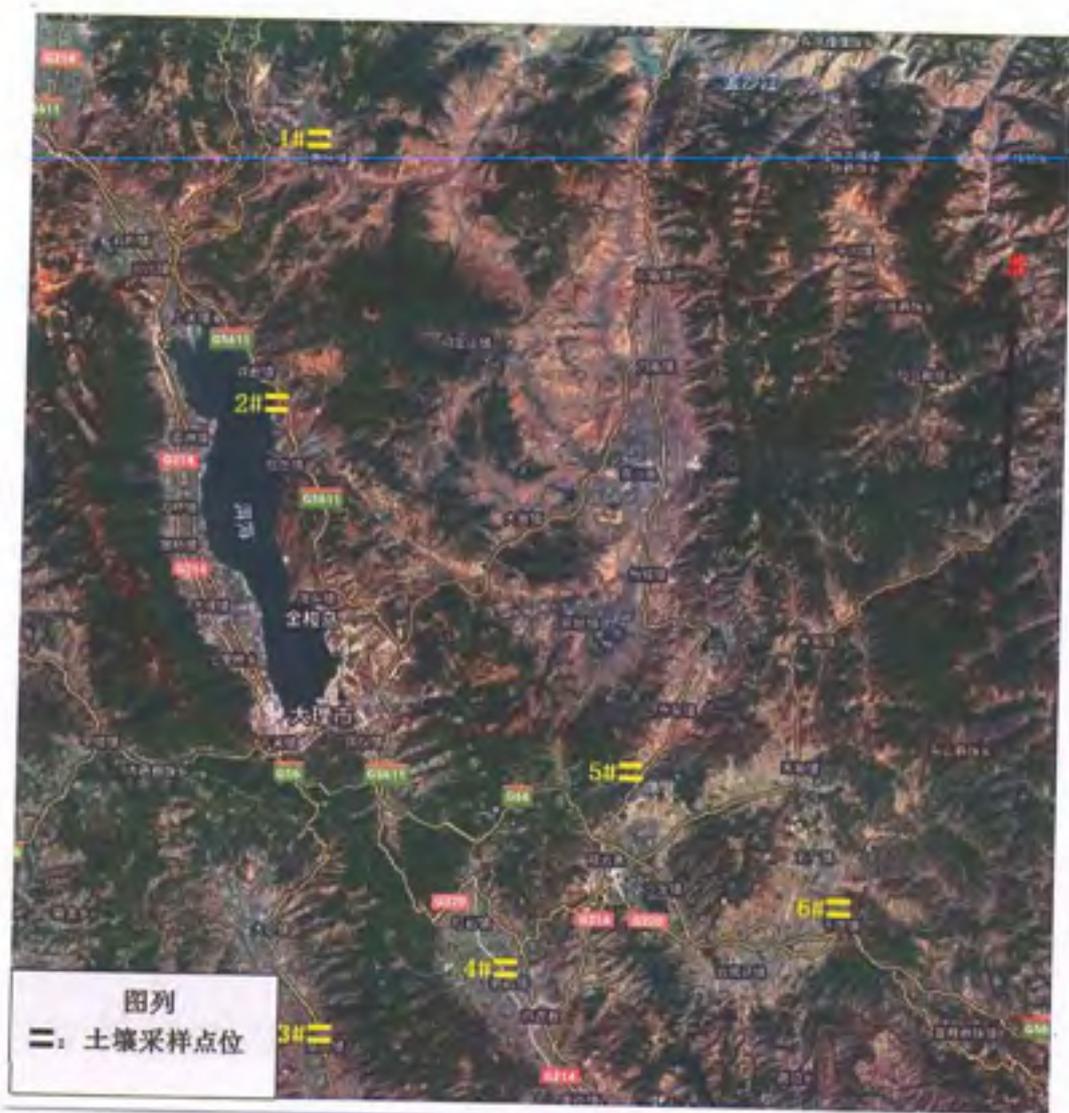
图示：■土壤监测点





图例
==, 土壤采样点位





六公局

玉溪市林业和草原局

关于滇中引水二期工程建设涉及环境敏感区 核查意见的复函

玉溪市滇中引水工程建设管理领导小组办公室：

贵办《关于协调办理滇中引水二期工程涉及环境敏感区相关意见的函》已收悉。经我局研究，现复函如下：

滇中引水工程作为解决滇中地区的城镇生活、工业、农业和生态用水的一项重点工程，对我市经济发展、生态建设具有重大意义，我局将积极支持项目建设。经核查，滇中引水二期工程（玉溪段）建设涉及穿越抚仙—星云湖泊省级风景名胜、九龙池省级风景名胜区的一般景区，穿越华宁登楼山县级自然保护区试验区。项目选址符合《云南省自然保护区管理条例》中：“实验区不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。”和《云南省风景名胜区条例》中：“在风景名胜区内可以建设符合风景名胜区规划，与风景名胜资源保护和利用有关的基础设施、旅游设施、文化体育设施等项目。”等相关规定。

建议按照建设项目使用林地及在森林和野生动物类型自然

保护区建设审批及风景名胜区建设项目选址许可审批的程序依法依规办理行政许可审批。



红河哈尼族彝族自治州林业和草原局

[2021] —3—13

红河州林业和草原局关于征求滇中引水二期工程（红河段）涉及云南蒙自长桥海国家湿地公园、石屏异龙湖省级风景名胜区意见的复函

红河州滇中引水工程建设管理领导小组办公室：

你单位《关于征求滇中引水二期工程（红河段）涉及云南蒙自长桥海国家湿地公园、石屏异龙湖省级风景名胜区意见的函》、《滇中引水二期工程涉及云南蒙自长桥海国家湿地公园影响报告》、《滇中引水二期工程涉及异龙湖风景名胜区影响评介报告》文本已收悉，根据你单位征求滇中引水二期工程（红河段）涉及云南蒙自长桥海国家湿地公园、石屏异龙湖省级风景名胜区的意见，我局及时组织蒙自市和石屏县林草局开展复核了滇中引水二期工程（红河段）与云南蒙自长桥海国家湿地公园位置关系及功能区和石屏异龙湖省级风景名胜区位置关系，具体核实情况如下：

一、核实情况

（一）滇中引水二期工程（红河段）蒙自干线长桥海分干线涉及云南蒙自长桥海国家湿地公园，在恢复重建区范围内，与《滇中引水二期工程涉及云南蒙自长桥海国家湿地公

园影响报告》基本一致。

(二) 滇中引水二期工程(红河段)石屏干线涉及石屏异龙湖省级风景名胜区,与《滇中引水二期工程涉及异龙湖风景名胜区影响评介报告》基本一致。

二、根据核实结果,提出如下意见

(一) 滇中引水二期工程(红河段)蒙自干线长桥海分干线建设单位请严格按照《国家湿地公园管理办法》、《湿地保护管理规定》、《国家林业局湿地保护管理中心关于工程建设占用国家湿地公园有关问题的函》(林湿地函[2016]32号)相关规定,按要求上报批复后方可建设施工。

(二) 滇中引水二期工程(红河段)石屏干线涉及石屏异龙湖省级风景名胜区。建议石屏县及时组织编制风景名胜区规划并上报省人民政府。石屏异龙湖省级风景名胜区总体规划经批复后,按照有关规定办理手续后方可建设施工。

联系人:张开平 电话:3856662



云南省林业和草原局

云南省林业和草原局关于滇中引水二期 骨干工程大黑箐隧洞工程与各级 自然保护地位置关系的函

省滇中引水工程建设管理局：

贵局《关于查询滇中引水二期骨干工程大黑箐隧洞工程与各级自然保护地位置关系的函》收悉。省林草局使用来函中提供的位置信息与自然保护地矢量数据进行了比对，并组织昆明市林草局进行了核实，现将有关意见反馈如下：

一、来函中提供的滇中引水二期骨干工程大黑箐隧洞工程项目用地范围涉及云南晋宁南滇池国家湿地公园 1.82 公顷，其中湿地保育区 0.27 公顷、合理利用区 1.51 公顷，管理服务区 0.04 公顷。另外，以隧洞轴线方式穿越云南晋宁南滇池国家湿地公园 148.82 米，其中，湿地保育区 53.67 米，合理利用区 95.15 米。

二、《湿地保护管理规定》（国家林业局令 第 48 号）第三十条第一款“建设项目应当不占或者少占湿地，经批准确需征收、占用湿地并转为其他用途的，用地单位应当按照‘先补后占、占补平衡’的原则，依法办理相关手续”。根据《国家湿地公园管理办法》（林湿发〔2017〕150 号）第十一条第二款“保育区除开展保

护、监测、科学研究等必需的保护管理活动外，不得进行任何与湿地生态系统保护和管理无关的其他活动。合理利用区应当开展以生态展示、科普教育为主的宣教活动，可开展不损害湿地生态系统功能的生态体验及管理服务等活动”。第十八条“禁止擅自征收、占用国家湿地公园的土地。确需征收、占用的，用地单位应当征求省级林业主管部门的意见后，方可依法办理相关手续。由省级林业主管部门报国家林业局备案。”

省林草局将严格按照上述规定、办法及《国家林业局湿地保护管理中心关于工程建设占用国家湿地公园有关问题的函》（林湿函〔2016〕32号）等的相关要求，对涉及湿地公园项目进行审核。

- 附件：1. 滇中引水二期骨干工程大黑箐隧洞工程用地范围与自然保护地的关系示意图
2. 国家林业局湿地保护管理中心关于工程建设占用国家湿地公园有关问题的函（林湿函〔2016〕32号）



（联系人及电话：孙锦山 65011524）

滇中引水二期骨干工程大黑箐隧洞工程用地范围与自然保护地的关系示意图



国家林业局湿地保护管理中心

林湿函〔2016〕32号

国家林业局湿地保护管理中心 关于工程建设占用国家湿地公园有关问题的函

各省、自治区、直辖市林业厅（局），内蒙古、龙江、大兴安岭森工（林业）集团公司，新疆生产建设兵团林业局，各计划单列市林业局：

为加强工程建设对国家湿地公园占用的管理，减少工程建设和运营对国家湿地公园的影响，经研究，现将有关事项函告如下。

一、要进一步强化对国家湿地公园的管理，加强对国家湿地公园的保护，尽量避免工程建设占用国家湿地公园。因重大工程确需占用国家湿地公园的，建设单位或相关部门在征求林业部门意见时，由省级林业主管部门组织专家评估论证并出具意见，报国家林业局备案。我中心将不定期组织抽查。

二、省级林业主管部门在出具意见之前，要认真研究建设单位提交的工程方案、生态影响评估报告，并组织专家到工程施工地点开展现场评估。应切实加强对工程施工的指导和监管，及时

发现并解决工程施工中存在的问题，确保对生态环境影响的各项减缓防范措施落实到位。

三、国家湿地公园管理机构应要求建设单位在工程施工和运营中按照《专家考察评估报告》、《工程建设方案》和《生态影响专题报告》中拟定的措施进行工程建设，采取有效措施减缓工程建设和运营对国家湿地公园的影响，加强工程施工的监管，按照国家有关规定应该予以补偿的，建设单位应给予适当补偿。

特此函告。



云南省林业和草原局办公室

云林办函〔2021〕21号

云南省林业和草原局办公室关于滇中引水二期 骨干工程占用南滇池国家湿地公园生态 影响有关意见的函

昆明市林草局：

你局《关于滇中引水二期骨干工程占用云南晋宁南滇池国家湿地公园的请示》（昆林保护〔2021〕16号）收悉。经认真研究，现提出如下意见：

一、滇中引水工程是国务院批准的172项重大节水供水工程之一，二期骨干工程是滇中引水工程的重要组成部分。《云南省滇中引水二期骨干工程占用云南晋宁南滇池国家湿地公园生态影响评估报告》已通过省林草局组织的专家现场考察和评估论证，可依法依规办理相关手续。

二、工程建设占用南滇池国家湿地公园范围、规模发生变化，须重新进行评估论证。工程建设及运行期间不得占用湿地公园保育区。

三、请你局切实加强了对工程施工的指导和监管，及时发现并解决工程施工中存在的问题，确保对生态环境影响的各项减缓措

施落实到位。

四、在工程施工和运行过程中，要严格落实好有关生态环境法规，以及滇中引水二期骨干工程占用云南晋宁南滇池国家湿地公园《工程建设方案》及《生态影响评估报告》提出的生态保护和恢复措施，将工程建设的生态不利影响降到最低。



云南省林业和草原局办公室

2021年11月9日

（此件依申请公开）

抄送：国家林草局湿地管理司。

昆明市滇池管理局文件

昆滇管审〔2021〕7号

关于云南省滇中引水二期骨干工程大黑箐隧洞建设项目的审查意见

昆明市滇中引水工程建设管理领导小组办公室：

你办《关于审核云南省滇中引水二期骨干工程大黑箐隧洞建设项目占用滇池保护区的函》及相关资料已收悉。根据你办申报材料，项目基本情况及建设内容如下：

滇中引水工程是国务院批准的 172 项重大节水供水工程之一，目前滇中引水一期工程（干线）已全面开工，滇中引水二期工程可行性研究按照省委省政府对二期工程与一期工程“同步实施、同步建成、同步发挥效益”的要求稳步推进。2017 年 4 月，经国务院同意，国家发改委对滇中引水工程可研报告进行了批复，批复意见提出在维持总干渠工程布置及规模不变的基础上，新增滇池南端取水口（大黑箐隧洞）到李官营输水隧洞与总干渠相连，利用滇池的调蓄作用，实现环保部提出的枯期少引水的要求，利

于滇池治理。目前根据批复意见修改完善后的滇中引水二期骨干工程可行性研究报告已于 2020 年 12 月经水利部水规总院审查，基本确定了工程建设规模和布置方案，同意二期骨干工程之一大黑箐隧洞（滇池连通一期干线）的工程布置方案。

一、项目建设内容

大黑箐隧洞工程项目用地范围涉及滇池一、二、三级保护区以及云南晋宁南滇池国家湿地公园的合理利用区、管理服务区。滇池一级保护区用地面积约 0.8416 公顷（其中包含云南晋宁南滇池国家湿地公园的合理利用区 0.7572 公顷、管理服务区 0.0844 公顷），大黑箐隧洞进口占用 0.535 公顷、管护道路占用 0.3066 公顷（新建面积约 0.1407 公顷、湿地公园内园区内原有道路使用面积约 0.1659 公顷）；1 号洞位于滇池二级保护区禁建区，面积约 0.3417 公顷；2 号洞及道路涉及滇池二级保护区限建区和滇池三级保护区，洞口整体位于滇池二级保护区限建区，面积约 0.6148 公顷，道路涉及滇池二级保护区限建区和滇池三级保护区，道路总占地面积约 0.3576 公顷（限建区 0.2347 公顷，三级区有 0.1229 公顷）；3 号洞涉及滇池二级保护区禁建区和滇池三级保护区，总占地面积约 0.859 公顷，其中禁建区占 0.7543 公顷，三级区 0.1047 公顷。

（一）项目位于滇池一级保护区内的建设内容

1. 隧洞进口

隧洞进口取水口面积约 0.535 公顷，底板高程为 1883.50m，

隧洞进口底板高程 1880.994m，隧洞底坡 1/1250，采用无压城门洞型断面，净断面尺寸 4m×5.3m（宽×高）。隧洞进口设塔式进水口进行取水，取水口按无坎宽顶堰进行设计，堰顶高程 1883.5m，共设 2 个孔口，单孔 5m，每个孔口设置 1 道拦污栅、1 道平板工作门、1 道平板检修门。进水口由引渠段和闸室段组成；引渠段长 15m，矩形过水断面，断面尺寸 15m×2.5m（宽×高），采用 C25 钢筋混凝土结构；闸室段全长 21.8m，过水断面尺寸 15m~2.5m×7.5m~10.51m（宽×高），操作平台高程 1891m，采用 C25 钢筋混凝土结构，闸顶设启闭机室。

2. 管护道路

管护道路面积约 0.3066 公顷，全长 876 米。其中利用原有湿地公园管护道路长度为 474 米，宽 3.5 米，面积约 0.1659 公顷。前段新建 241 米长道路，尾端新建 161 米长道路，总长度为 402 米，宽 3.5 米，面积约 0.1407 公顷。新建管护道路路面为生态透水材料铺设。

（二）项目位于滇池二、三级保护区内的建设内容

1 号支洞长 727m，隧洞净断面尺寸为 4.5m×4.5m（宽×高），采用 40cm 厚钢筋混凝土衬砌。支洞进口位于三多村北侧 028 乡道旁，进口底板高程 1935.0m，与主洞交汇点高程 1880.4m，底坡 9.02%，支洞除进口外均位于山体内部，主要构筑物为隧洞洞脸及开挖边坡，边坡采用系统挂网喷锚支护，开口线外约 2~3m 处布置截水沟。

2号支洞长857m,隧洞净断面尺寸为4.5m×4.5m(宽×高),采用40cm厚钢筋混凝土衬砌。支洞进口位于柳坝塘南侧028乡道旁,进口底板高程1955.0m,与主洞交汇点高程1877.2m,底坡9.40%,支洞除进口外均位于山体内部,主要构筑物为隧洞洞脸及开挖边坡,边坡采用系统挂网喷锚支护,开口线外约2~3m处布置截水沟。结合工程永久运行管理要求,本支洞为大黑箐隧洞永久检修支洞,洞口需新建约300m管护道路连接现有乡道,新建道路采用四级单车道标准,路基宽4.5m,路面宽3.5m,采用生态透水材料铺设。

3号支洞长817m,隧洞净断面尺寸为4.5m×4.5m(宽×高),采用40cm厚钢筋混凝土衬砌。支洞进口位于洗澡塘村北侧,进口底板高程1945.0m,与主洞交汇点高程1874.0m,底坡9.02%,支洞除进口外均位于山体内部,主要构筑物为隧洞洞脸及开挖边坡,开挖高度约3~20m,边坡采用系统挂网喷锚支护,开口线外约2~3m处布置截水沟。

二、审查意见

按照《云南省滇池保护条例》的相关规定,经报请市政府批示同意,审查意见如下:

(一)原则同意按请示事项在滇池一级保护区、滇池二级保护区禁建区、滇池二级保护区限建区、滇池三级保护区内实施云南省滇中引水二期骨干工程大黑箐隧洞建设项目,禁止建设请示事项外的建、构筑物。

(二)在施工及运行期间禁止占用云南晋宁南滇池国家湿地公园保育区范围。

(三)该项目开工建设前有关的环评文件须取得有审批权的生态环境部门批准;建设用地预审文件要取得有审批权的自然资源部门批准;工程建设占用国家湿地公园审批文件要取得有审批权的林草部门批准。

(四)因项目涉及滇池二级保护区禁建区和滇池二级保护区限建区,按照《云南省滇池保护条例》的相关规定及2021年中央第八生态环境保护督察组对昆明市生态环境整改要求,请你办论证该项目涉及滇池二级保护区禁建区部分属于必须且无法避让的线性基础设施;涉及滇池二级限建区内部分,应以生态为主,并确保项目符合公共服务、市政基础设施属性。

(五)项目施工和运行期间必须认真落实环境保护措施及要求,加强管理及环境监控,严格遵守《云南省滇池保护条例》的相关规定,产生的污、废水不得排入滇池,确保在项目施工和运行期间不对滇池水环境及周边环境造成污染。

(六)妥善处置施工中产生的淤泥、土、石、废渣等,建设及运营期间禁止向滇池水体内存倒垃圾、废渣等固体废弃物。

(七)施工期间临时占用滇池保护区构建的施工便道等施工设施,在项目施工结束后拆除临时设施,清理施工杂物、恢复现场土层和植被,因施工造成土、石散落于湖内或湖滨带的,须及时清除,禁止区域外土、石永久填入滇池一级保护区。项目施工

中不得大开大挖和破坏山体、破坏自然景观等行为。

(八)位于滇池一级保护区内的管护道路和位于滇池二级保护区限建区内的2号洞道路，路面须用生态透水材料铺设。

(九)位于滇池一级保护区内的启闭机室，不得改变其使用功能。

(十)项目在满足上述意见的前提下，符合《云南省滇池保护条例》的规定。

(十一)项目的建设内容、规模等按申请所述，如有变化须另行申报。

(十二)在项目施工期间请自觉接受滇池管理综合行政执法部门的监督管理。



(联系人及电话：行政审批处，64617635)

红河哈尼族彝族自治州人民政府办公室

红河州人民政府办公室关于 征求滇中引水二期工程涉及红河州饮用水水源 保护区意见的复函

省滇中引水建管局：

按照《云南省滇中引水工程建设管理局关于征求滇中引水二期工程涉及红河州饮用水水源保护区意见的函》要求，红河州人民政府高度重视，及时组织业务部门研究，征求相关县市及有关州级部门意见建议，现汇总整理意见如下：

一、在滇中引水工程充分论证涉及饮用水水源地保护区范围为唯一性和不可避让性的前提条件下，同意工程方案确定的线路。但在建设和运营过程中，必须严格落实环评报告及批复要求，落实好“三同时”制度；严格施工范围，严格管理施工行为，做好防护措施，禁止污水、泥浆、施工建材废弃物等污染物进入保护区范围，对于施工期开挖的线路及时回填、恢复植被，并做好水土保持工作。

二、第9页(1)一级保护区水域面积 5.2km^2 ，陆域面积 7.26km^2 ，共计 12.46km^2 ；(2)二级保护区面积 46.34km^2 ；(3)准保护区面

积 116.4km²。根据《红河州人民政府关于全州城市集中式饮用水水源保护区划分方案的批复》(红政复〔2012〕202号),跃进-青云水库水源保护区划分结果如下:一级保护区水域面积 5.8km²,陆域面积 8.55km²,共计 14.35km²;二级保护区面积 46.35km²;准保护区面积 139.7km²。建议修改各级保护区面积数据,与红政复〔2012〕202号文件一致。

三、第 9 页第四段“跃进-青云水库的现状水质为Ⅲ类,水质目标为Ⅱ类”,第 16 页第三段“跃进-青云水库水质目标为Ⅱ类,现状水质为Ⅱ类”。根据《红河州水污染防治工作方案》(红政发〔2016〕43号),跃进水库 2020 年水质目标为Ⅲ类,根据 2020 年水质监测数据,跃进水库 2020 年水质为Ⅲ类。建议修改为跃进水库现状水质为Ⅲ类,水质目标为Ⅲ类。

四、第 13 页第三段“《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)”,建议改为:《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)。“或达《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准引排至保护区外”,建议改为:隧洞外排水经过处理后,应同时达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准以及受纳水体水环境功能区划要求对应的《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)后排放至保护区外。

五、第 20 页 6.1.4 固体废弃物处理措施(1)施工期弃渣,建议补充弃渣场设置情况及采取的环境保护防治措施,禁止弃渣随雨水冲刷进入跃进水库径流区影响水源地水质。

六、把附件 5《对五里冲水库饮用水水源保护区的影响报告》第 18 页结论及建议“五里冲水库为红河市重要饮用水水源”更改为“五里冲水库为红河州重要饮用水水源”。



2021 年 10 月 21 日

楚雄彝族自治州人民政府

楚雄州人民政府关于滇中引水二期工程 饮用水水源保护区的意见

云南省滇中引水工程建设管理局：

经州人民政府研究，现将涉及我州饮用水水源保护区的相关意见反馈如下：

一、同意滇中引水二期骨干工程输水线路经过我州楚雄市的九龙甸水库，二期配套工程输水线路通过我州楚雄市的九龙甸水库、团山水库及牟定县的龙虎水库、禄丰市的中村大滴水等饮用水水源保护区。

二、请严格按照《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》等法律法规关于饮用水水源保护区管理的有关规定，认真落实最严格的各项水环境保护、环境应急和水土保持措施，最大可能减小工程建设对饮用水水源保护区的影响。

三、加强环境风险防范，最大限度降低环境影响风险，确保

饮用水水源地供水安全。



(联系人及电话：李洪亮 13987070989)

玉溪市人民政府办公室

玉政办函〔2021〕45号

玉溪市人民政府办公室关于滇中引水二期工程涉及玉溪市饮用水水源保护区意见的函

省滇中引水工程建设管理局：

《云南省滇中引水工程建设管理局关于征求滇中引水二期工程涉及玉溪市饮用水水源保护区意见的函》（云引水技术函〔2021〕219号）已收悉，玉溪市人民政府高度重视，及时组织有关部门研究，征求有关县（市、区）及市直有关部门意见建议，现将汇总整理意见反馈如下：

一、同意滇中引水二期骨干工程输水线路经过玉溪市东风水库、红旗水库饮用水水源保护区，同意二期配套工程输水线路经过玉溪市东风水库、白龙河水库饮用水水源保护区。

二、建议充分论证完善二期骨干工程泵站、道路、输水管等设施涉及东风水库饮用水水源一级保护区 1.82 平方公里不可避免性论证报告，说明路线选址方案的不可避免性及唯一性。

三、建议严格按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源地保护管理办法》等法律

法规关于饮用水水源保护区有关规定,进一步完善各项工程措施技术,在工程建设和运营过程中加强管理,严格落实环评报告及批复要求,落实好“三同时”制度,将工程对东风水库、白龙河水库、红旗水库3个饮用水水源保护区影响尽可能降到最低。

此函。



2021年10月27日

(联系人及电话:赵鹏 13908896904)



弥渡县林业和草原局

(2020) 93 号

弥渡县林业和草原局 滇中引水工程二期工程（大理段）穿越弥渡 国家森林公园的复函

弥渡县滇中引水办公室：

你单位《关于同意滇中引水工程二期工程（大理段）穿越弥渡国家森林公园》的函，我局已收悉，依据提供的滇中引水工程二期工程（大理段）矢量数据范围，根据《云南东山国家森林公园总体规划（2020-2030）》省级评审意见，以及结合弥渡县自然保护地整合优化工作开展情况，复函如下：

滇中引水工程二期工程（大理段）符合《云南东山国家森林公园总体规划（2020-2030）》。滇中引水工程二期工程（大理段）穿越云南东山国家森林公园，我局无意见。依据《建设项目使用林地审批管理办法》等规定，项目用地占用林地必须先行办理建设项目使用林地审核审批手续，取得上级使用林地同意后后方可施工。



2020年8月14日

云南省人民政府文件

云政复〔2022〕15号

云南省人民政府关于滇中引水工程受退水区 水污染防治补充规划（2019—2040年）的批复

省生态环境厅、省水利厅：

《云南省生态环境厅 云南省水利厅关于上报〈滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019—2040年）〉的请示》（云环字〔2022〕3号）收悉。经研究，现批复如下：

一、原则同意《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划（2019—2040年）》（以下简称规划），请认真组织实施。

二、规划实施要紧紧围绕“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”的原则，以水环境质量稳定达标为核心，统筹水资源利用、水生态保护和水环境治理，确保受退水区断面水质目

标达到考核要求，工业、城镇、农业农村污染收集处理能力明显增强，清洁生产水平、节水率、水资源重复利用率和污水再生利用率显著提高，主要污染物排放量不超过水环境容量，水环境管理水平不断提升，流域水生态环境不断改善，实现受退水区经济、社会、环境良性发展与和谐统一。

三、昆明市、玉溪市、楚雄州、红河州、大理州、丽江市人民政府是规划实施的责任主体，要加强滇中引水工程受退水区水资源利用、水生态保护、水环境治理工作的组织领导，按照任务项目化、项目清单化、清单具体化抓好规划任务落实，确保规划目标落到实处。

四、省发展改革委、省工业和信息化厅、省财政厅、省自然资源厅、省生态环境厅、省住房城乡建设厅、省农业农村厅、省水利厅、省林草局、省滇中引水建管局、省搬迁安置办等部门和单位要按照职能分工，加强工作支持和指导协调，确保规划顺利实施。



(此件公开发布)

抄送：生态环境部。

昆明市、玉溪市、楚雄州、红河州、大理州、丽江市人民政府，省直有关部门。

云南省人民政府办公厅

2022年4月1日印发



云南省人民政府

云南省人民政府关于云南省滇中引水二期 骨干工程建设项目占用生态保护红线 不可避免性论证意见的函

自然资源部：

云南省滇中引水二期骨干工程建设项目是列入《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》、《云南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》等的国家重点水利基础设施工程，是滇中引水工程的组成部分之一。项目建设对于从根本上解决滇中地区水资源供需矛盾、改善河道和高原湖泊生态及水环境状况等具有重要意义。项目位于昆明市官渡区、西山区、晋宁区、安宁市、富民县，玉溪市红塔区、江川区、通海县，楚雄州楚雄市、牟定县，红河州蒙自市、个旧市、开远市、石屏县，大理州祥云县、宾川县、弥渡县境内，工程等别为 I 等，用地总面积 305.7850 公顷，总投资 105.3725 亿元。按照自然资源部有关要求，经认真组织论证，现将有关情况函告如下：

一、项目占用生态保护红线情况

项目涉及占用生态保护红线面积 72.7350 公顷，主要为水库、倒虹吸、渡槽、对外交通、阀室、分水口、输水线路、水池、支洞

口、隧洞口等工程占用。其中，占用昆明市西山区生态保护红线 0.9135 公顷、晋宁区生态保护红线 1.4045 公顷，类型为高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线，主导功能为水源涵养；占用昆明市安宁市生态保护红线 55.9769 公顷，类型为金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线，主导功能为水土保持；占用玉溪市红塔区生态保护红线 0.4060 公顷，类型为珠江上游及滇东南喀斯特地带水土保持生态保护红线，主导功能为水土保持、水源涵养；占用玉溪市江川区生态保护红线 2.2587 公顷、红河州石屏县生态保护红线 7.4032 公顷，类型为高原湖泊及牛栏江上游水源涵养生态保护红线，主导功能为水源涵养、水土保持；占用楚雄州楚雄市生态保护红线 4.3722 公顷，类型为哀牢山—无量山山地生物多样性维护与水土保持生态保护红线，主导功能为生物多样性维护、水土保持。涉及生态保护红线内玉溪九龙池风景名胜区 0.4059 公顷（以隧道形式穿越，主要为支洞口占用），不涉及生态保护红线内自然保护区。

前期，已通过工程可行性方案论证及多方案比选，优化各类设施工程选址位置，最大限度避让生态保护红线，尽可能减少占用生态保护红线面积。

二、项目涉及生态保护红线的不可避免性

项目位于青藏滇“歹”字型构造体系南部，川滇南北向构造带以及云南山字型构造体系内，沿线地质构造极为复杂，区域性断裂和褶皱构造发育，工程地形条件较差，工程建设需充分考虑地形地貌、地质、施工以及运行安全等因素，减少对脆弱地质环境的扰动，

最大程度降低地质安全隐患，确保项目施工及后期运营安全。同时，项目需与滇中引水工程（一期）分水口、受水区等充分衔接，选址范围受到较大限制，不可避免占用生态保护红线。

三、项目减少环境影响及生态补偿的措施

（一）项目减少环境影响措施：1. 尽量采用埋管、隧道形式穿越生态保护红线区域，对输水线路工程、对外交通工程尽量采取支挡措施，减少工程占地和对地表植被的破坏；对占地范围内的保护植物进行移栽，对沿线的重点保护植物进行挂牌保护。2. 尽量采用隧洞下穿、利用现有涵洞改造等方式穿越高等级公路、铁路以及沟渠等，对油气管道采用保护措施后跨越，最大限度减少占用生态保护红线。3. 尽可能选择荒地安排废弃土石方堆放点，并及时对弃土方进行压实、植被覆盖。4. 避免大填大挖，力求挖填平衡，尽量控制、减少废方。5. 加强对松散堆积体、软土地段的特殊处理，严格控制取土面积和取土深度，剥离并妥善保存原有土地表层熟土，施工结束及时完成施工场地、取土弃渣场等临时用地的生态修复工作。

（二）项目生态补偿措施：1. 严格按照相关规定落实生态环境治理修复工作。2. 按规定缴纳森林植被恢复费，用于占用林地恢复。

综上所述，该项目通过工程可行性方案优化比选，最大限度减少占用和避让生态保护红线，确因选址范围受限，需不可避让占用生态保护红线面积 72.7350 公顷。对于确实无法完全避让生态保护红线的地段，我省将采取多种管控和补偿措施，尽可能降低生态环境影响。

此函。



(联系人及电话：冯敏 0871-63609689, 15887032251)

滇中引水二期骨干工程

环境影响报告书

附图册

建设单位：云南省滇中引水工程建设管理局

评价单位：云南省水利水电勘测设计院

2022年4月

目录:

附图 1 滇中引水二期工程地理位置示意图

附图 2 滇中引水二期工程总体布局示意图

附图 3 滇中引水二期骨干工程大理段总体布局示意图

附图 4 滇中引水二期骨干工程楚雄段总体布局示意图

附图 5 滇中引水二期骨干工程昆明段总体布局示意图

附图 6 滇中引水二期骨干工程玉溪段总体布局示意图

附图 7 滇中引水二期骨干工程红河段总体布局示意图

附图 8 滇中二期骨干工程水系图

附图 9 滇中引水工程受水区分区示意图

附图 10 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状总图

附图 10-1 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状图（大理、楚雄段）

附图 10-2 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状图（昆明段）

附图 10-3 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状图（玉溪段）

- 附图 10-4 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状图（红河段）
- 附图 11 滇中引水二期骨干工程评价区植被现状总图
- 附图 11-1 滇中引水二期骨干工程评价区植被现状图（大理、楚雄段）
- 附图 11-2 滇中引水二期骨干工程评价区植被现状图（昆明段）
- 附图 11-3 滇中引水二期骨干工程评价区植被现状图（玉溪段）
- 附图 11-4 滇中引水二期骨干工程评价区植被现状图（红河段）
- 附图 12 滇中引水二期骨干工程评价区保护动物分布示意图
- 附图 13 滇中引水二期骨干工程陆生生态调查路线和调查点位图
- 附图 14 滇中二期骨干工程与生态敏感区位置关系示意图
- 附图 15 大理段巍山干线与东山国家森林公园位置关系图
- 附图 16 玉溪段董炳隧洞与九龙池风景名胜区位置关系图
- 附图 17 红河段石屏干线与石屏异龙湖风景名胜区位置关系图
- 附图 18 大黑箐隧洞与云南晋宁南滇池国家湿地公园位置关系图
- 附图 19 滇中二期骨干工程与水源保护区位置关系示意图
- 附图 20 楚雄段双柏干线与九龙甸水库水源保护区位置关系图
- 附图 21 大黑箐隧洞与昆明柴河水库水源保护区位置关系图

附图 22 玉溪段骨干工程与东风水库水源保护区位置关系图

附图 23 红河段石屏干线与石屏县阿白冲水库饮用水源保护区位置关系图

附图 24 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用预测总图

附图 24-1 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用预测图（大理、楚雄段）

附图 24-2 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用预测图（昆明段）

附图 24-3 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用预测图（玉溪段）

附图 24-4 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用预测图（红河段）

附图 25 滇中引水二期骨干工程评价区植被类型预测总图

附图 25-1 滇中引水二期骨干工程评价区植被类型预测图（大理、楚雄段）

附图 25-2 滇中引水二期骨干工程评价区植被类型预测图（昆明段）

附图 25-3 滇中引水二期骨干工程评价区植被类型预测图（玉溪段）

附图 25-4 滇中引水二期骨干工程评价区植被类型预测图（红河段）

附图 26 滇中引水二期骨干工程(大理段)环评工作图

附图 27 滇中引水二期骨干工程(楚雄段)环评工作图

附图 28 滇中引水二期骨干工程(昆明段)环评工作图

附图 29 滇中引水二期骨干工程(玉溪段)环评工作图

附图 30 滇中引水二期骨干工程(红河段)环评工作图

附图 31 滇中引水二期骨干工程(大理段)环保措施典型布置图

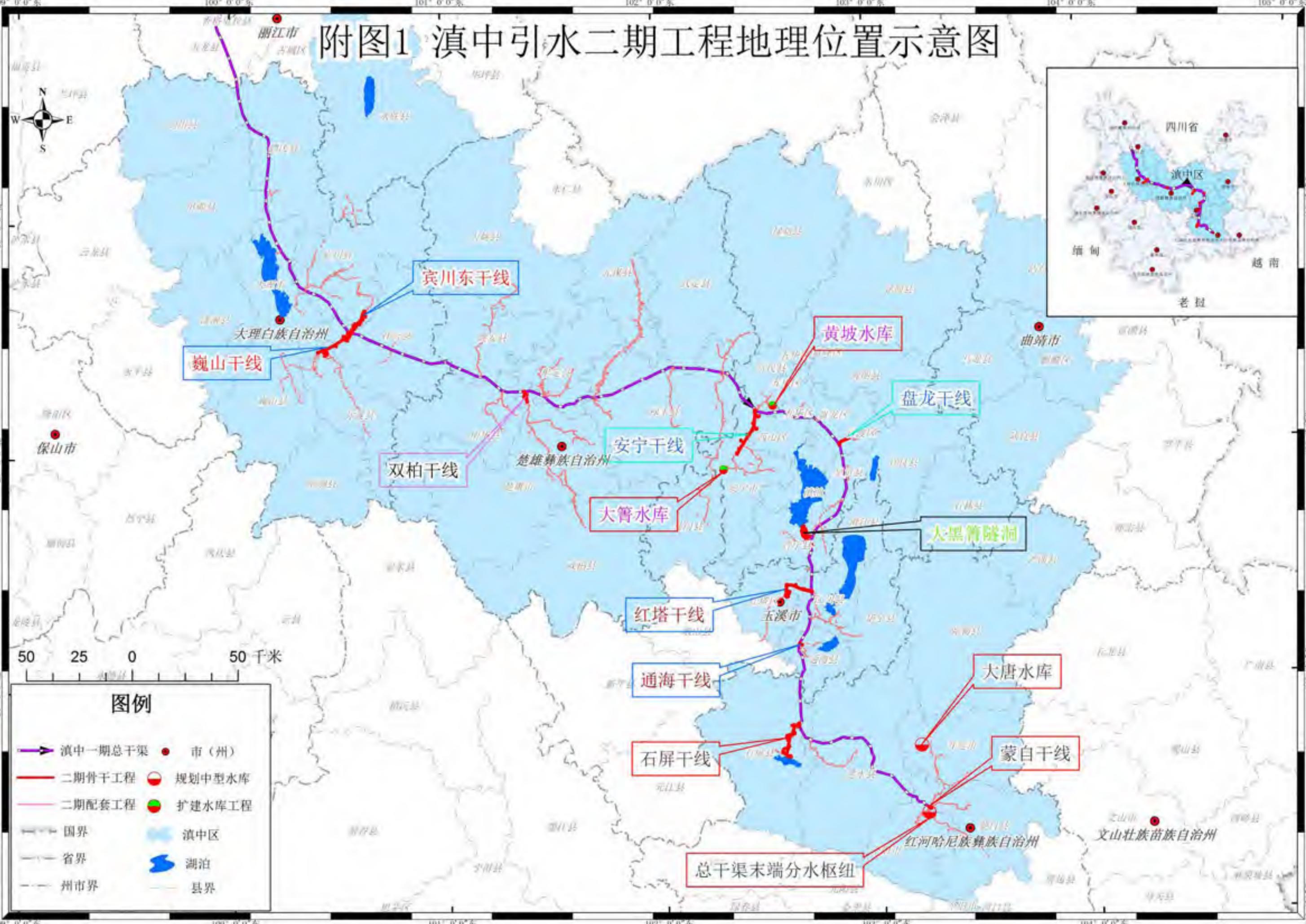
附图 32 滇中引水二期骨干工程(楚雄段)环保措施典型布置图

附图 33 滇中引水二期骨干工程(昆明段)环保措施典型布置图

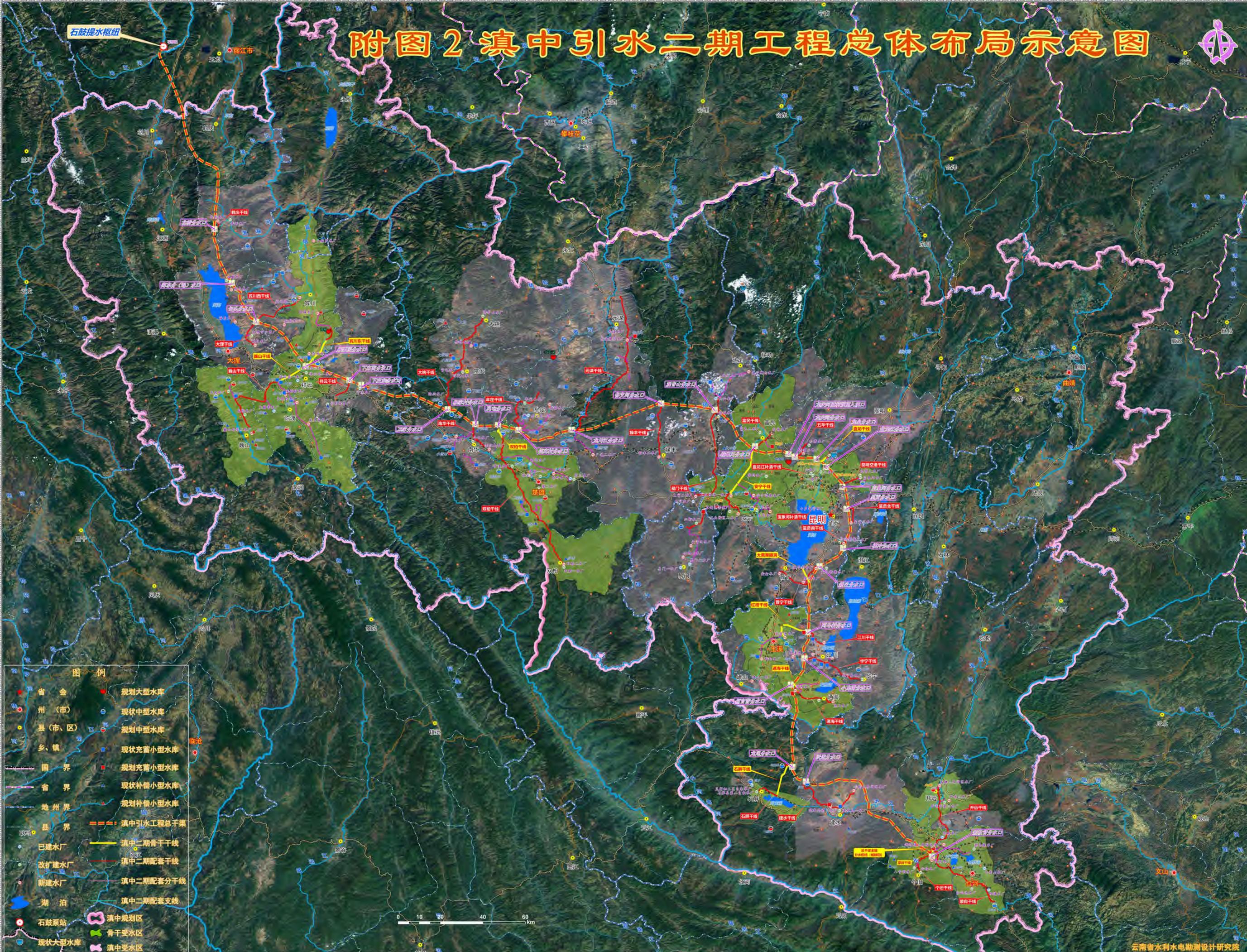
附图 34 滇中引水二期骨干工程(玉溪段)环保措施典型布置图

附图 35 滇中引水二期骨干工程(红河段)环保措施典型布置图

附图1 滇中引水二期工程地理位置示意图



附图2 滇中引水二期工程总体布局示意图

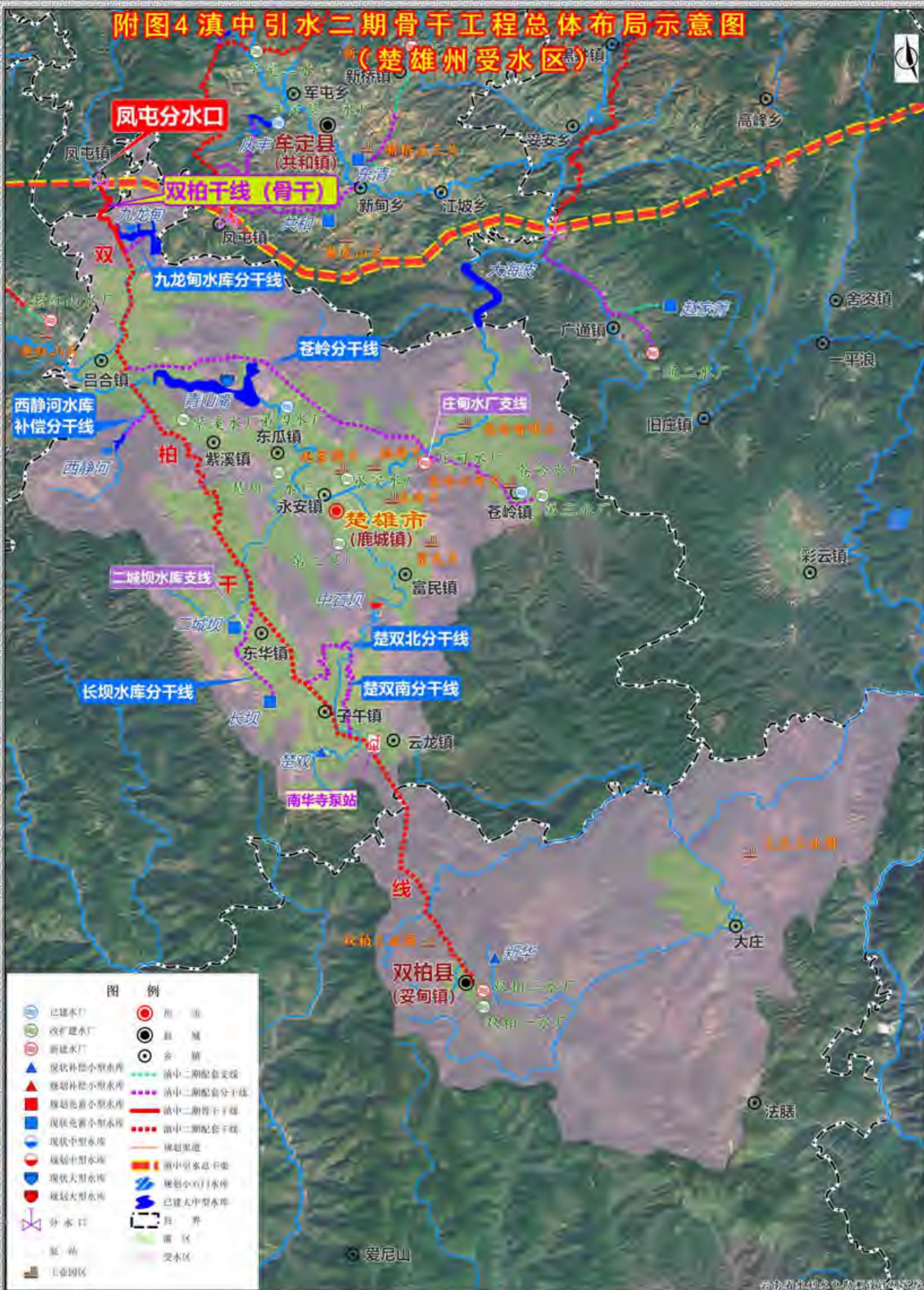


- 图例**
- 省会
 - 州(市)
 - 县(市、区)
 - 乡、镇
 - 国界
 - 省界
 - 地州界
 - 县界
 - 已建水厂
 - 改扩建水厂
 - 新建水厂
 - 湖泊
 - 石鼓泵站
 - 现状大型水库
 - 规划大型水库
 - 现状中型水库
 - 规划中型水库
 - 现状充蓄小型水库
 - 规划充蓄小型水库
 - 现状补偿小型水库
 - 规划补偿小型水库
 - 滇中引水工程总干渠
 - 滇中二期骨干线
 - 滇中二期配套干渠
 - 滇中二期配套分干渠
 - 滇中二期配套支渠
 - 滇中规划区
 - 骨干受水区
 - 滇中受水区



附图4 滇中引水二期骨干工程总体布局示意图

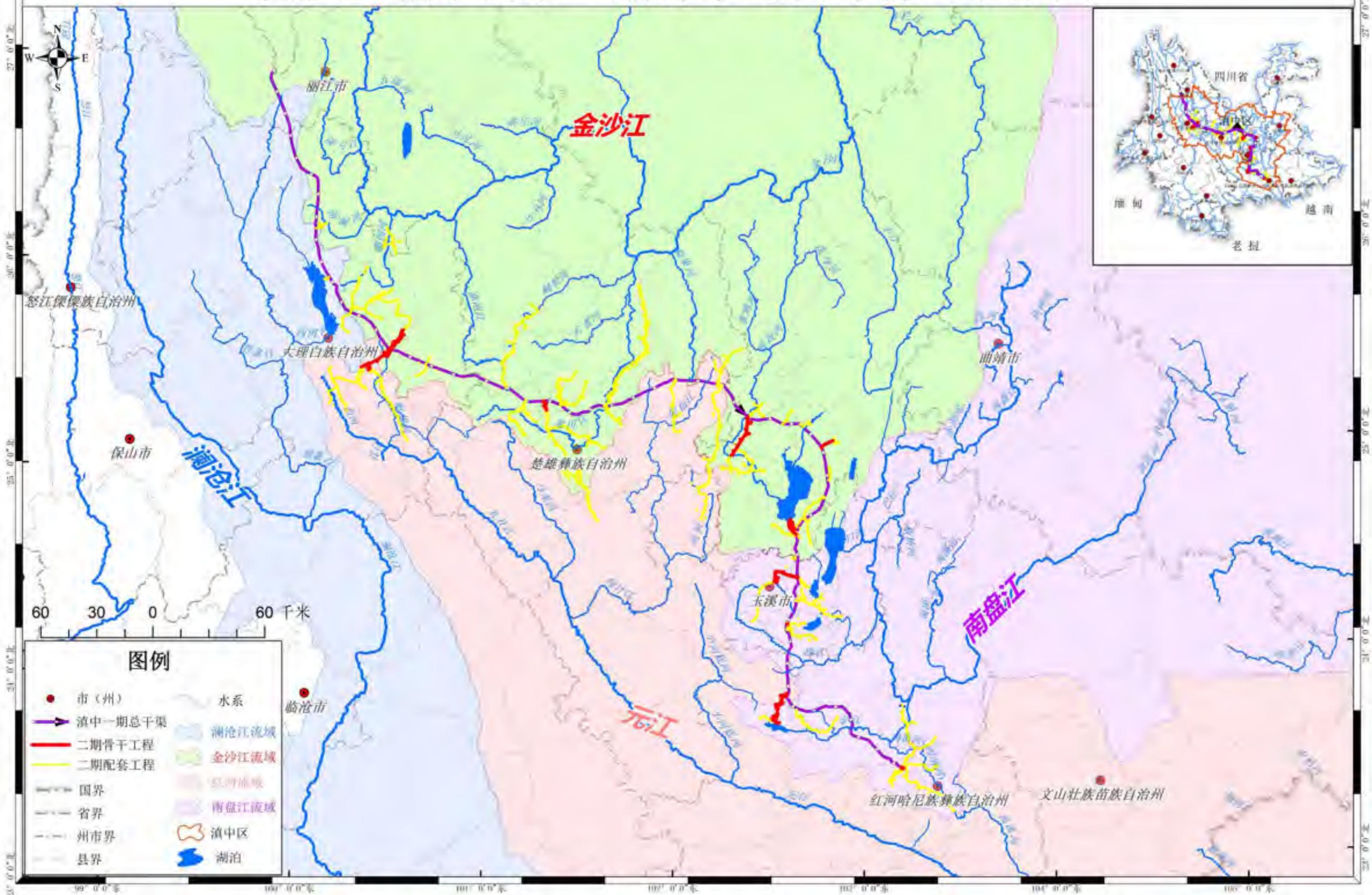
(楚雄州受水区)



图例

- | | | | |
|--|----------|--|-----------|
| | 已建水厂 | | 用 地 |
| | 改扩建水厂 | | 县 城 |
| | 新建水厂 | | 乡 镇 |
| | 现状补偿小型水库 | | 滇中二期配套支线 |
| | 规划补偿小型水库 | | 滇中二期配套分干线 |
| | 规划补偿小型水库 | | 滇中二期骨干线 |
| | 现状补偿小型水库 | | 滇中二期配套干线 |
| | 现状补偿小型水库 | | 滇中引水总干线 |
| | 现状中型水库 | | 规划渠道 |
| | 规划中型水库 | | 规划小(引)口水库 |
| | 现状大型水库 | | 已建大中型水库 |
| | 规划大型水库 | | 县 界 |
| | 分水口 | | 灌 区 |
| | 泵 站 | | 受水区 |
| | 工业园区 | | |

附图8 滇中引水二期骨干工程评价区水系图



附图9 滇中引水工程受水区分区示意图



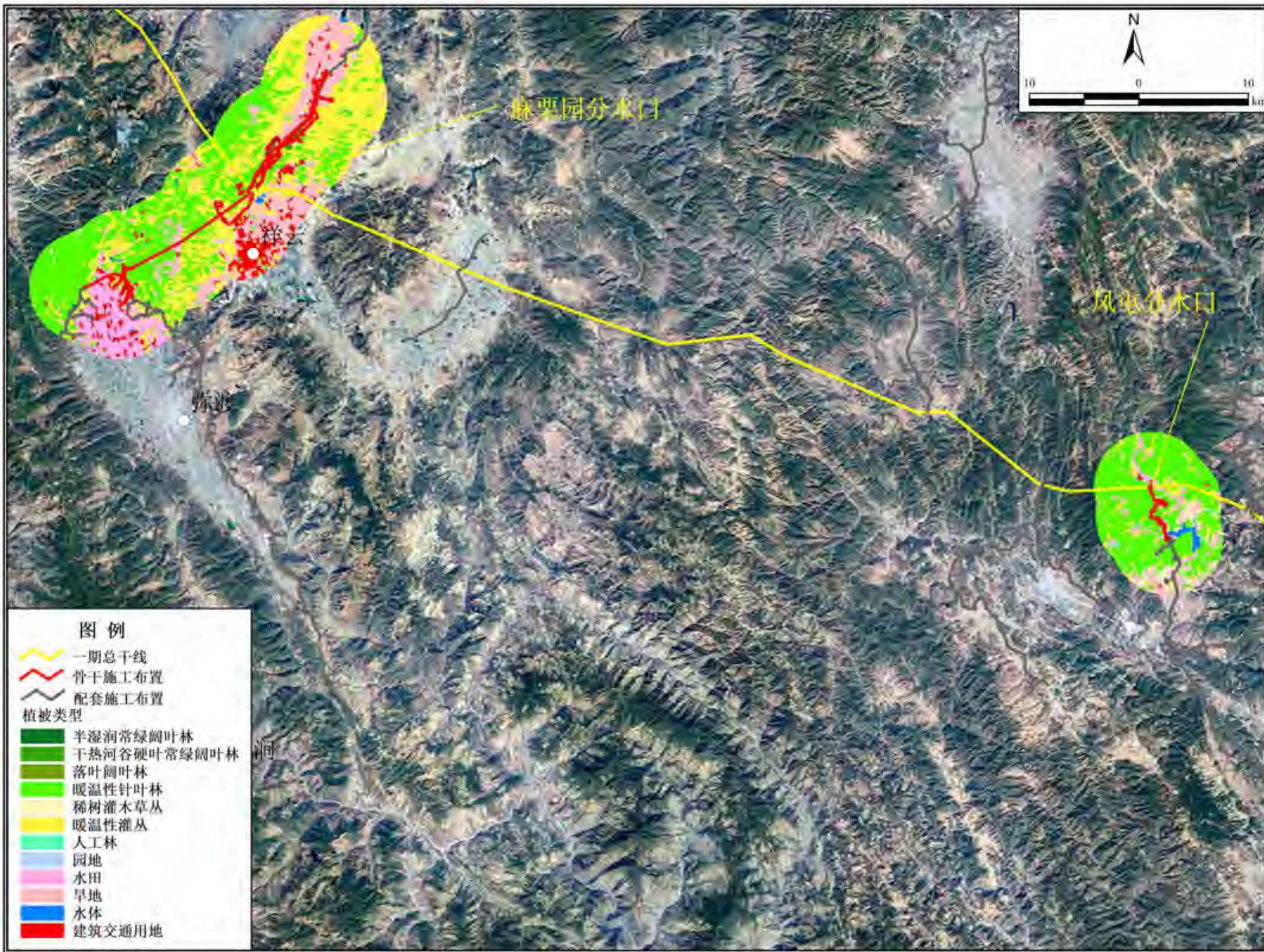
滇中引水工程二期工程计算分区表

序号	计算分区	序号	计算分区	序号	计算分区
1	纳溪黄坪黄坪片	40	东定共和西渡片	59	玉屏红塔洛河片
2	纳溪黄坪西昌片	31	元谋元马元马片	60	江川大街大街片
3	大渡市普河片	32	元谋元马新华片	61	江川大街德庆片
4	大渡市下关片	33	禄丰金山广通片	62	江川大街德庆片
5	大渡市凤仪片	34	禄丰金山彩云片	63	江川大街九通片
6	大渡市德昌片	35	禄丰金山金山片	64	江川大街江城片
7	武川牛井金牛片	36	禄丰金山勤碧片	65	华宁宁州宁州片
8	武川牛井西昌片	37	禄丰金山土官片	66	华宁宁州盘溪片
9	武川牛井大营片	38	武定近城狮子片	67	通海普山普山片
10	武川牛井普甸片	39	安宁连然连然片	68	通海普山里山片
11	会理会理城片	40	安宁连然草帽片	69	通海普山南大片
12	会理会理城瓦片	41	安宁连然鸣龙河片	70	石屏屏龙湖宝善片
13	会理会理城南片	42	富民永定永定片	71	石屏屏龙湖湖片
14	祥云祥云城片	43	富民永定款庄片	72	建水临安甸甸片
15	祥云祥云下庄片	44	西山岩律西寨片	73	建水临安安安片
16	祥云祥云城米片	45	西山岩律团结片	74	建水临安羊街片
17	永胜太阳平山片	46	昆明四城区飞龙片	75	建水临安青龙片
18	德安德安地州片	47	昆明四城区海口片	76	建水临安酒庄片
19	德安德安地州片	48	昆明四城区松华片	77	建水临安南甸片
20	大姚金碧金碧片	49	昆明四城区全地南片	78	个旧个旧甸甸片
21	大姚金碧龙南片	50	呈贡龙城龙城片	79	个旧个旧甸甸片
22	大姚金碧龙南片	51	呈贡龙城金马片	80	个旧个旧大屯片
23	南华龙川龙川片	52	晋宁昆阳昆阳片	81	开远开远凤泉片
24	楚雄楚雄城片	53	晋宁昆阳晋宁片	82	开远开远大庄片
25	楚雄楚雄城台片	54	晋宁昆阳大街片	83	蒙自文澜草帽片
26	楚雄楚雄城子片	55	易门龙泉龙泉片	84	蒙自文澜西甸片
27	双柏安和安和片	56	易门龙泉团结片	85	蒙自文澜文澜片
28	牟定共和共和片	57	玉屏红塔洛河片	86	宜通小河空港北片
29	牟定共和成街片	58	玉屏红塔祥和片	87	宜通小河空港南片

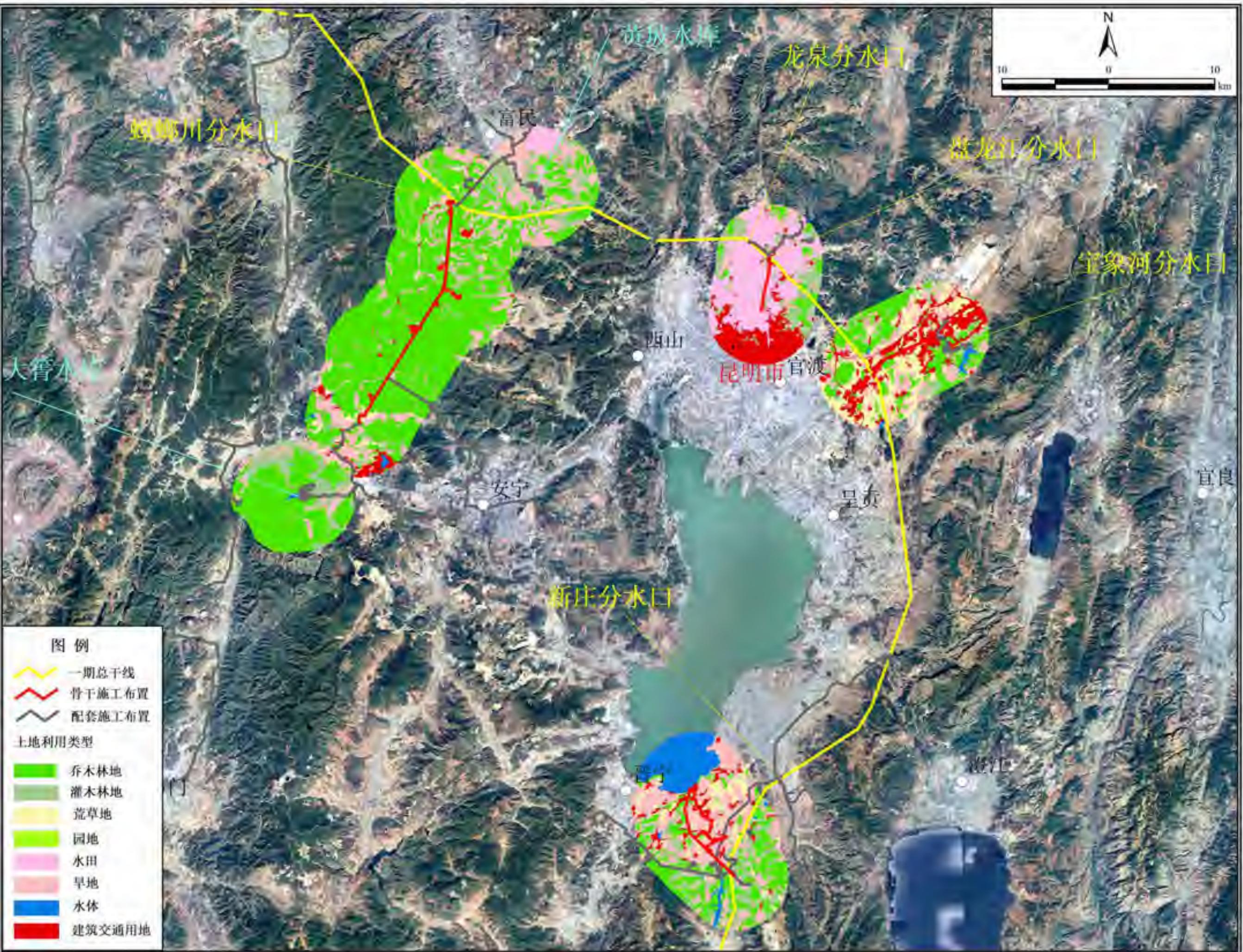
图例

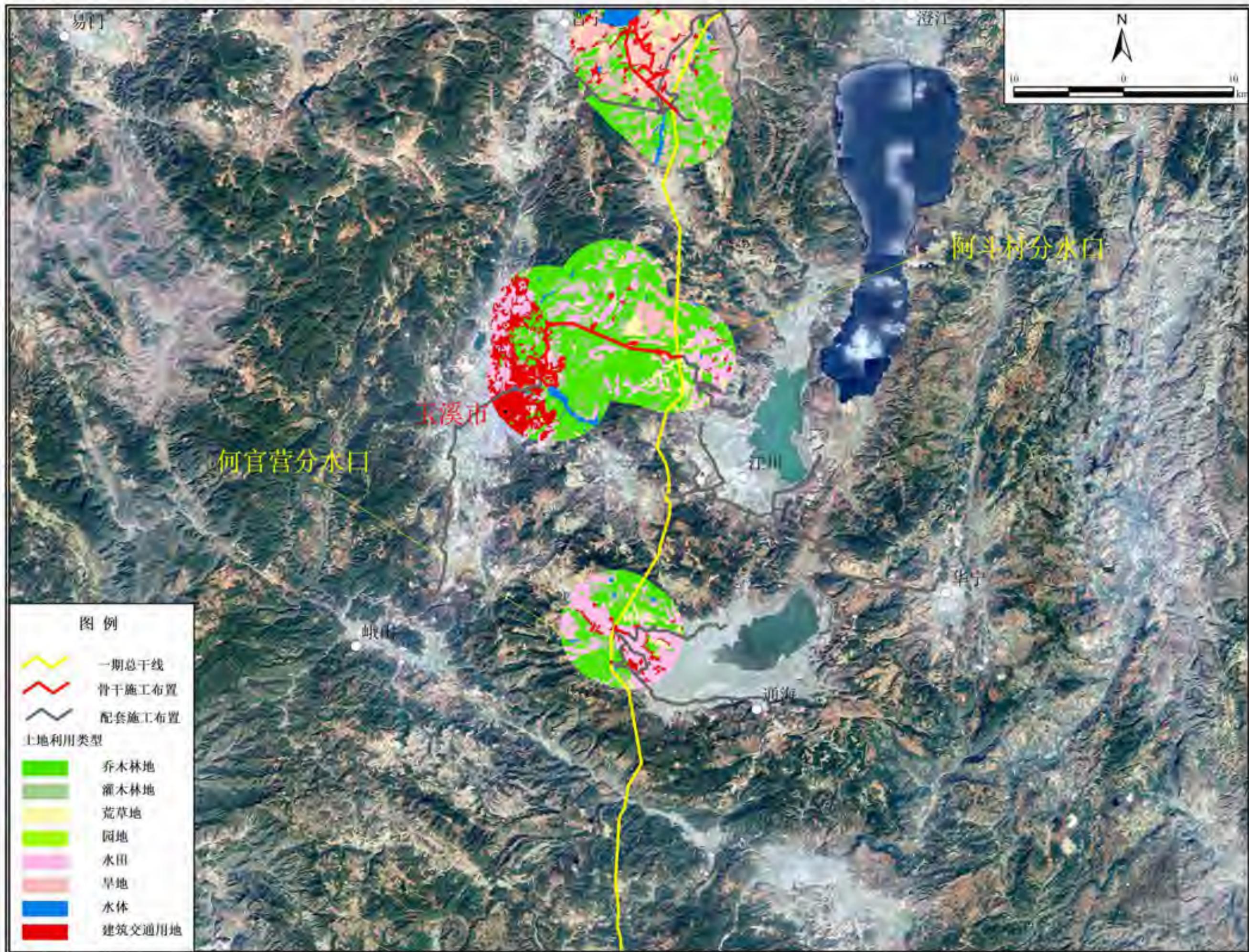
- 城镇名称
- 县级名称
- 市级名称
- 国道
- 省道
- 县道
- 乡道
- 村道
- 滇中引水工程主干渠
- 配套干渠
- 昆明受水区
- 红河受水区
- 澜沧江受水区
- 金沙江受水区
- 怒江受水区

附图 10-1 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状图(大理段、楚雄段)



附图 10-2 滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状图（昆明段）



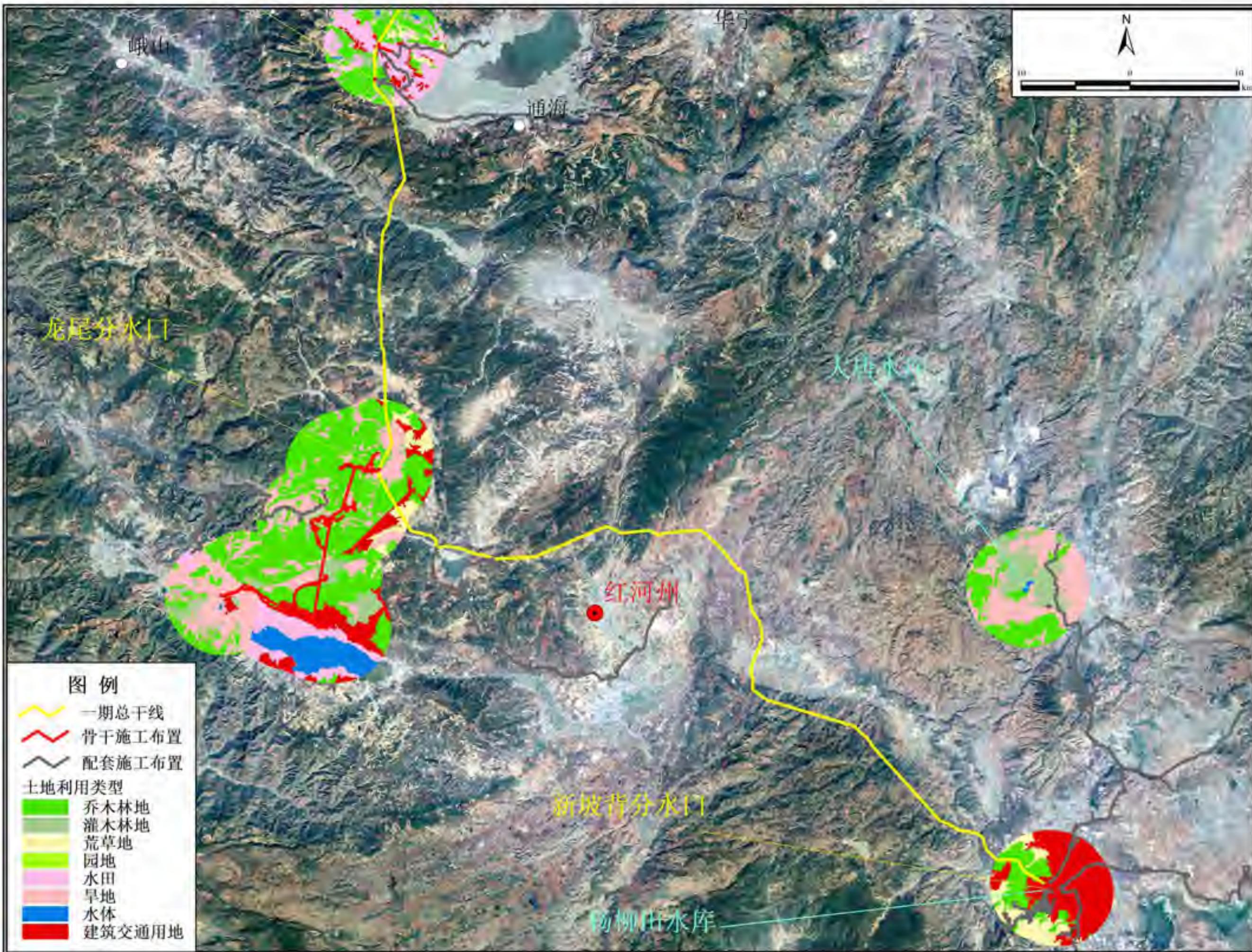


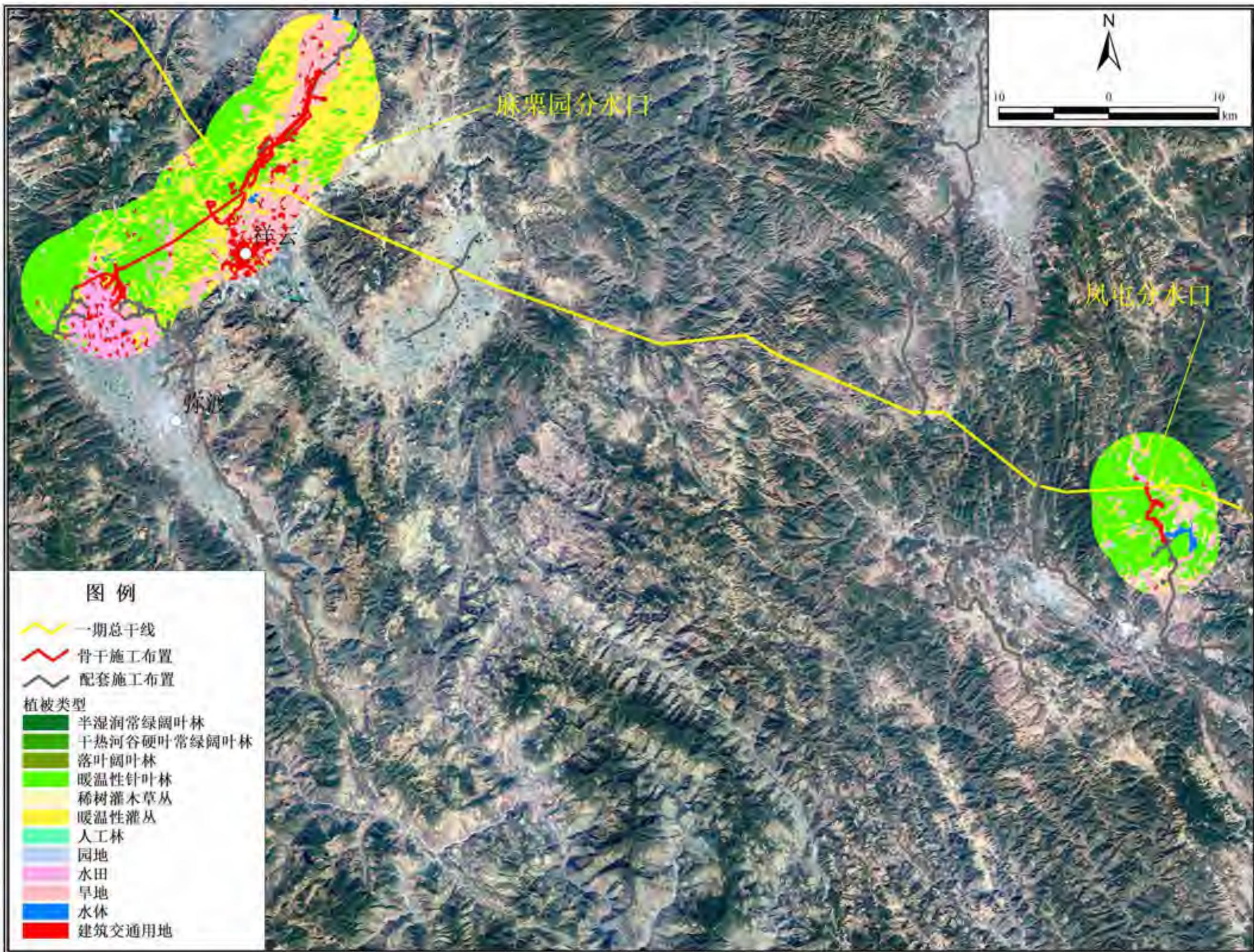
附图
10-3

滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状图（玉溪段）

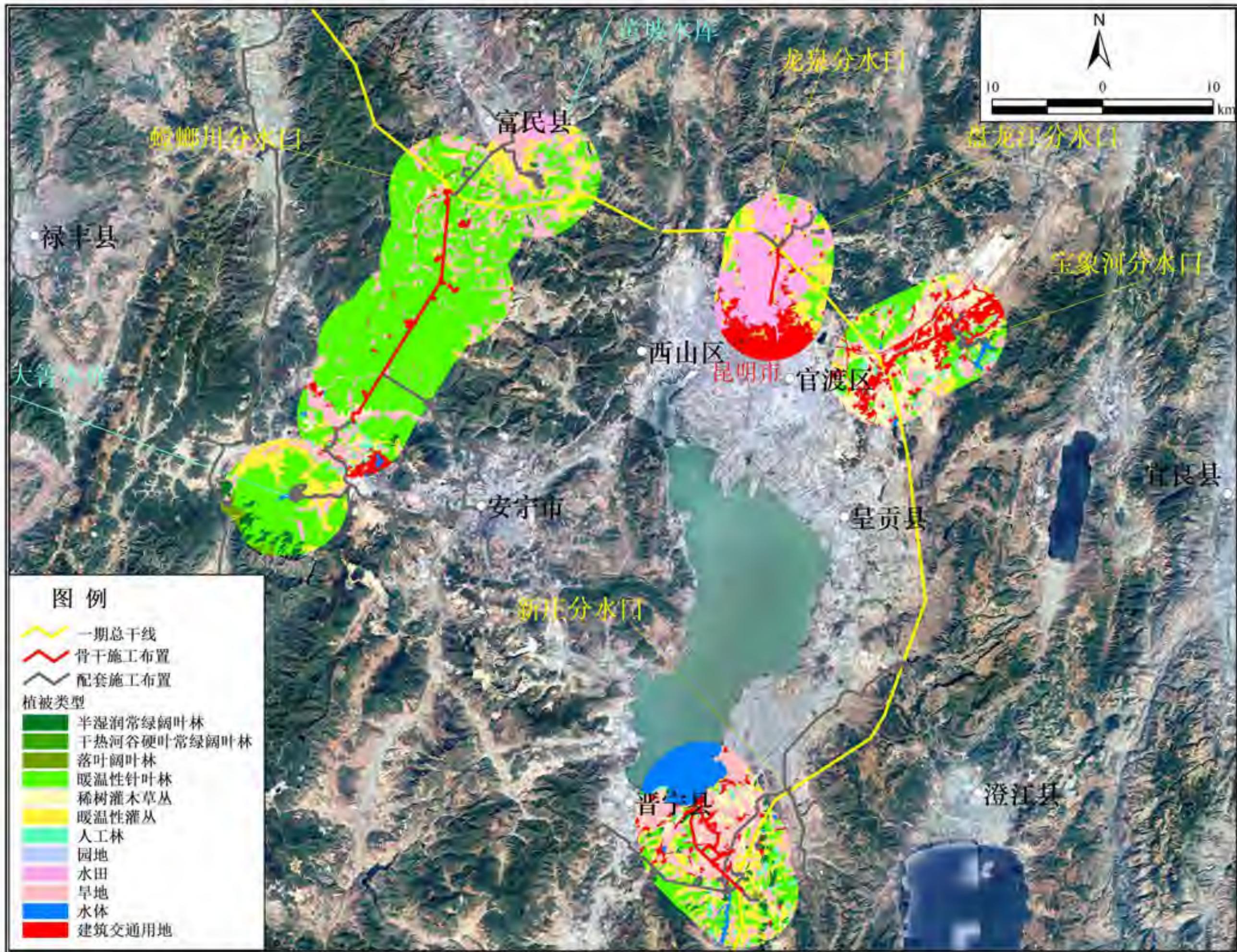
附图
10-4

滇中引水二期骨干工程评价区土地利用现状图（红河段）

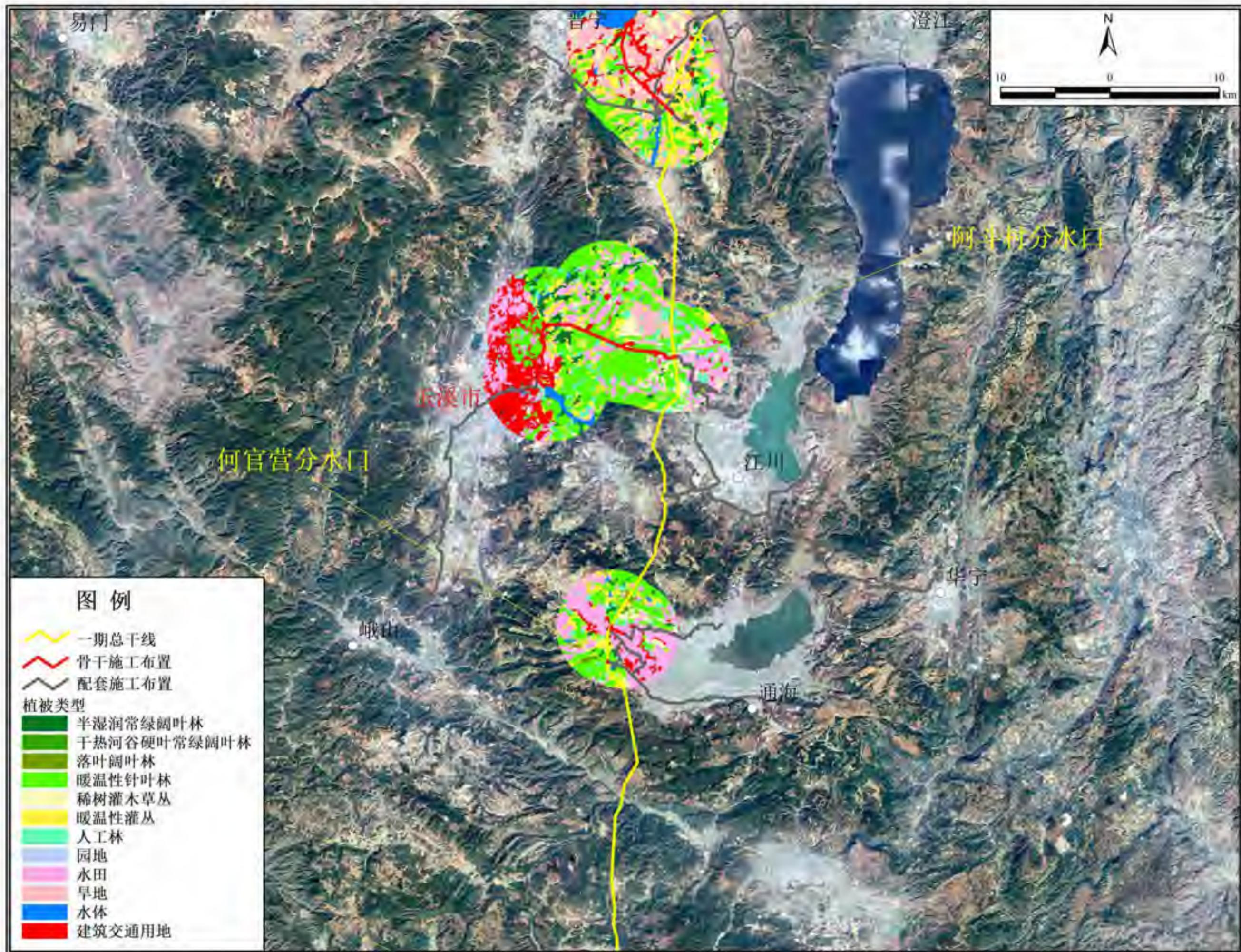




附图 11-1 滇中引水二期骨干工程评价区植被现状图（大理段、楚雄段）



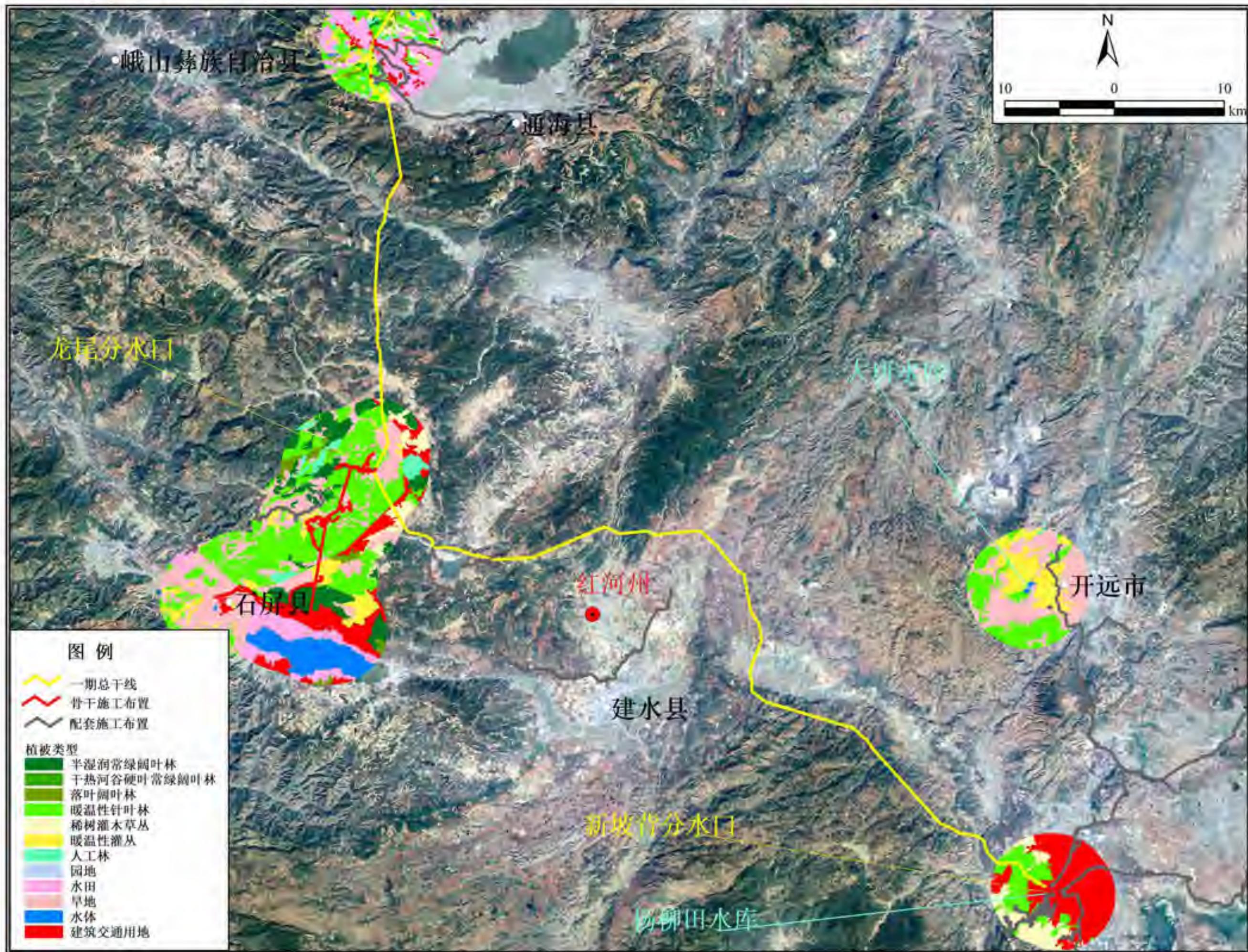
附图 11-2 滇中引水二期骨干工程评价区植被现状图（昆明段）



附图

11-3

滇中引水二期骨干工程评价区植被现状图（玉溪段）

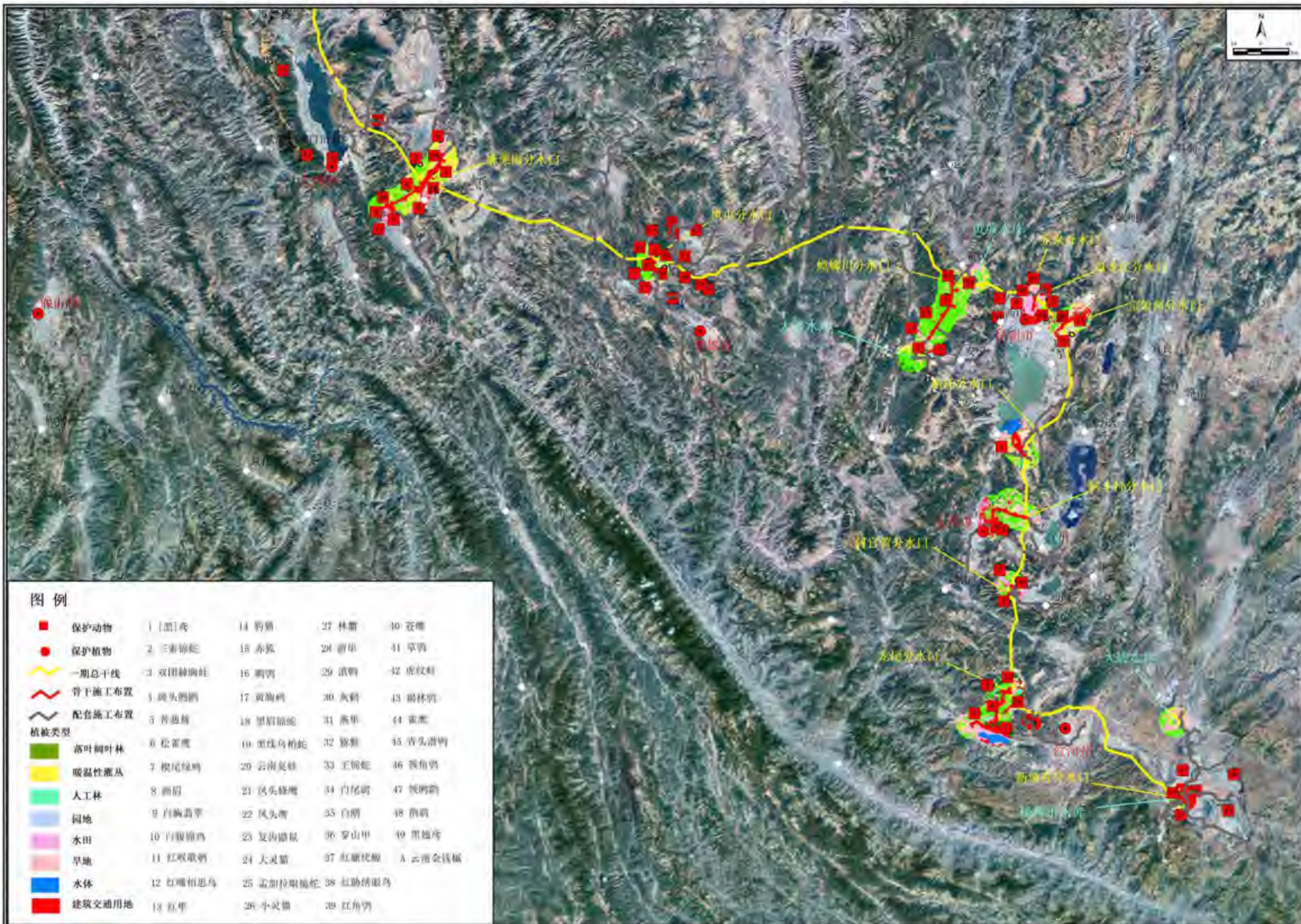


附图

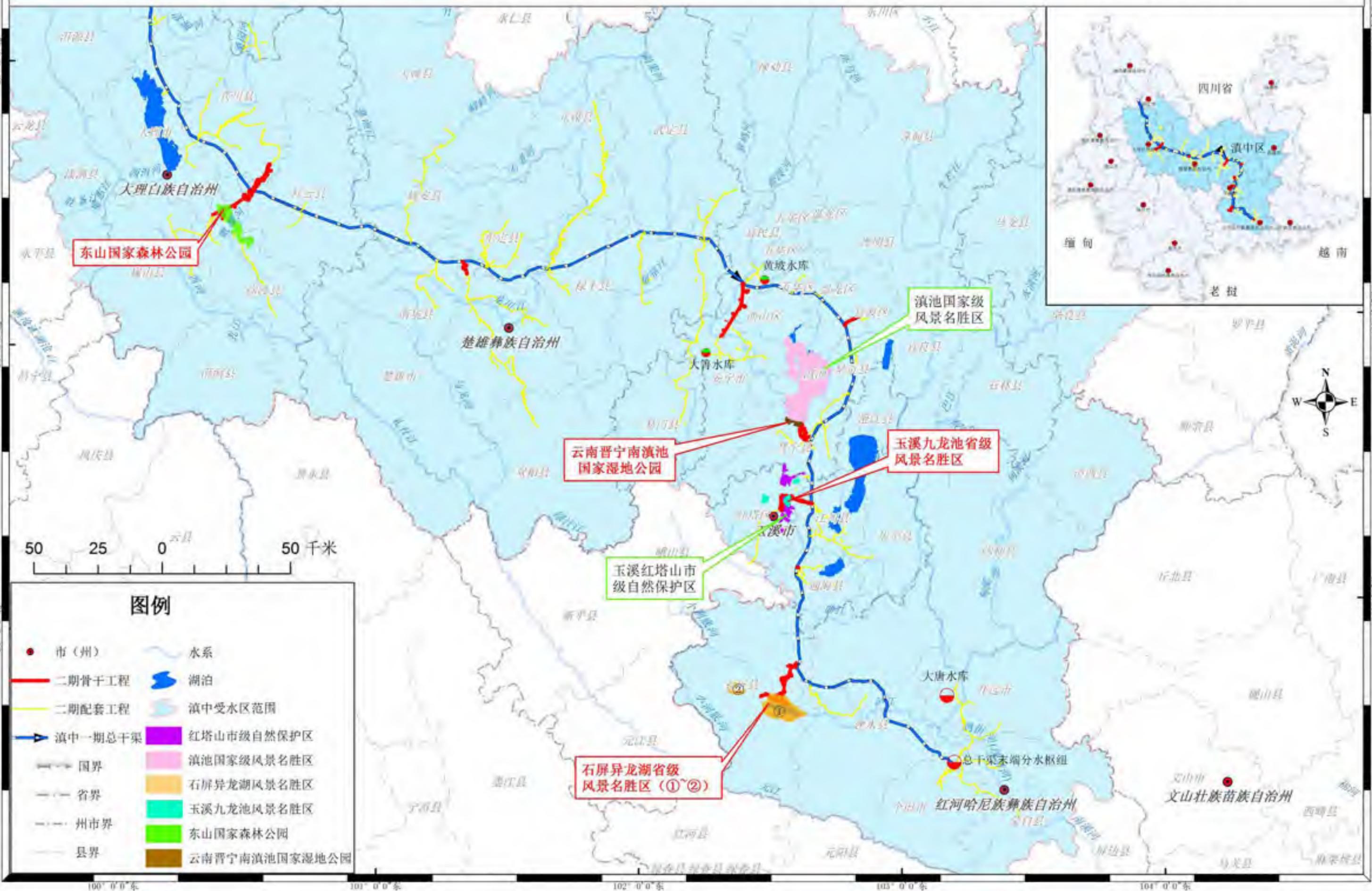
11-4

滇中引水二期骨干工程评价区植被现状图（红河段）

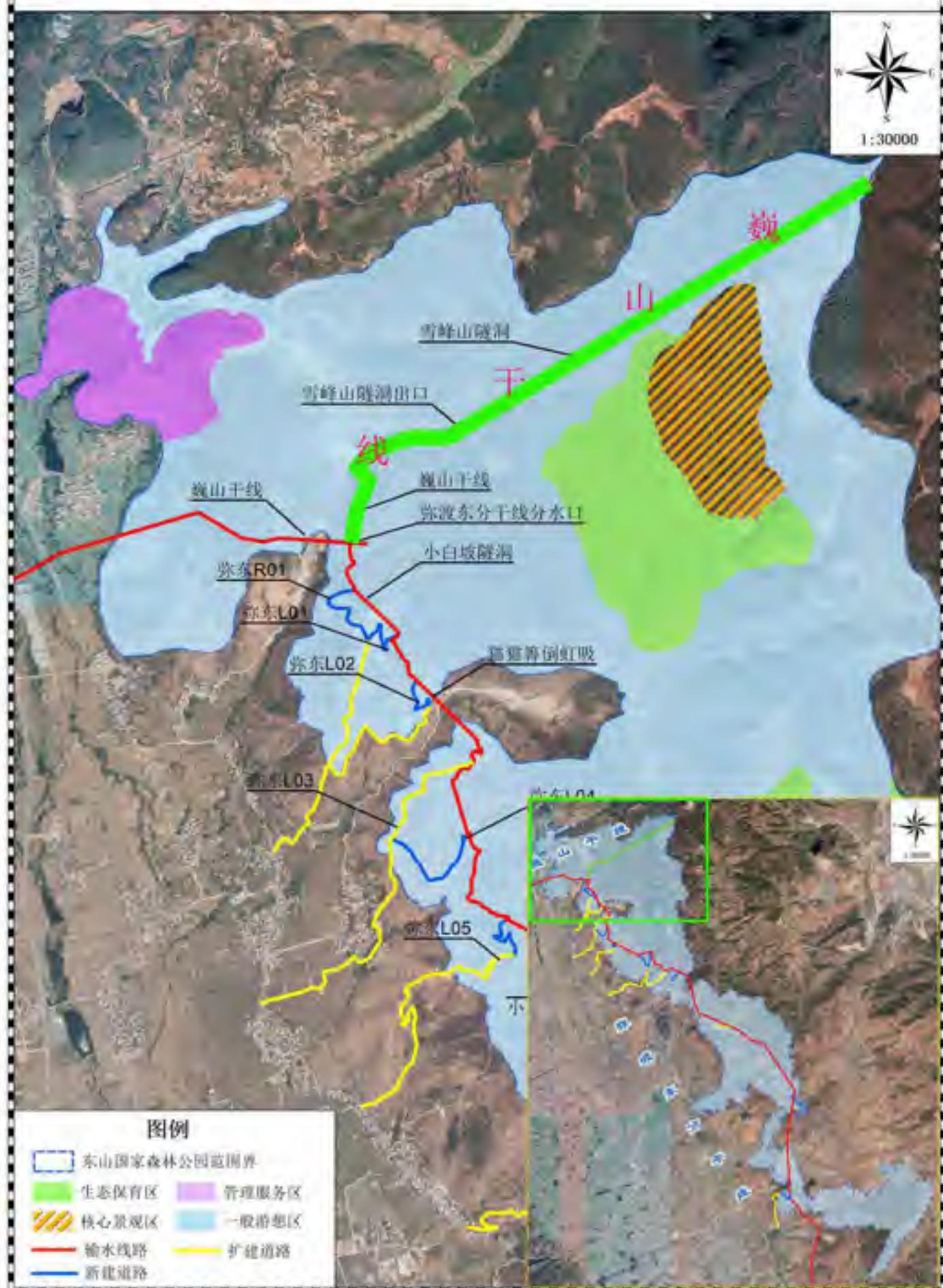
附图12 滇中引水二期骨干工程评价区保护动植物分布示意图



附图14 滇中引水二期骨干工程与生态敏感区位置关系示意图



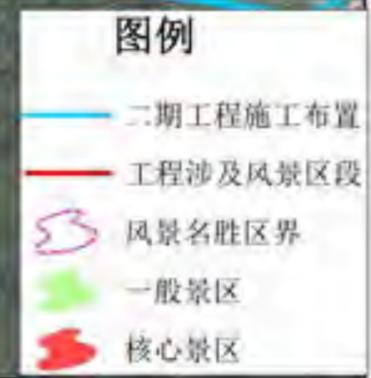
附图15 大理段巍山干线与东山国家森林公园位置关系图



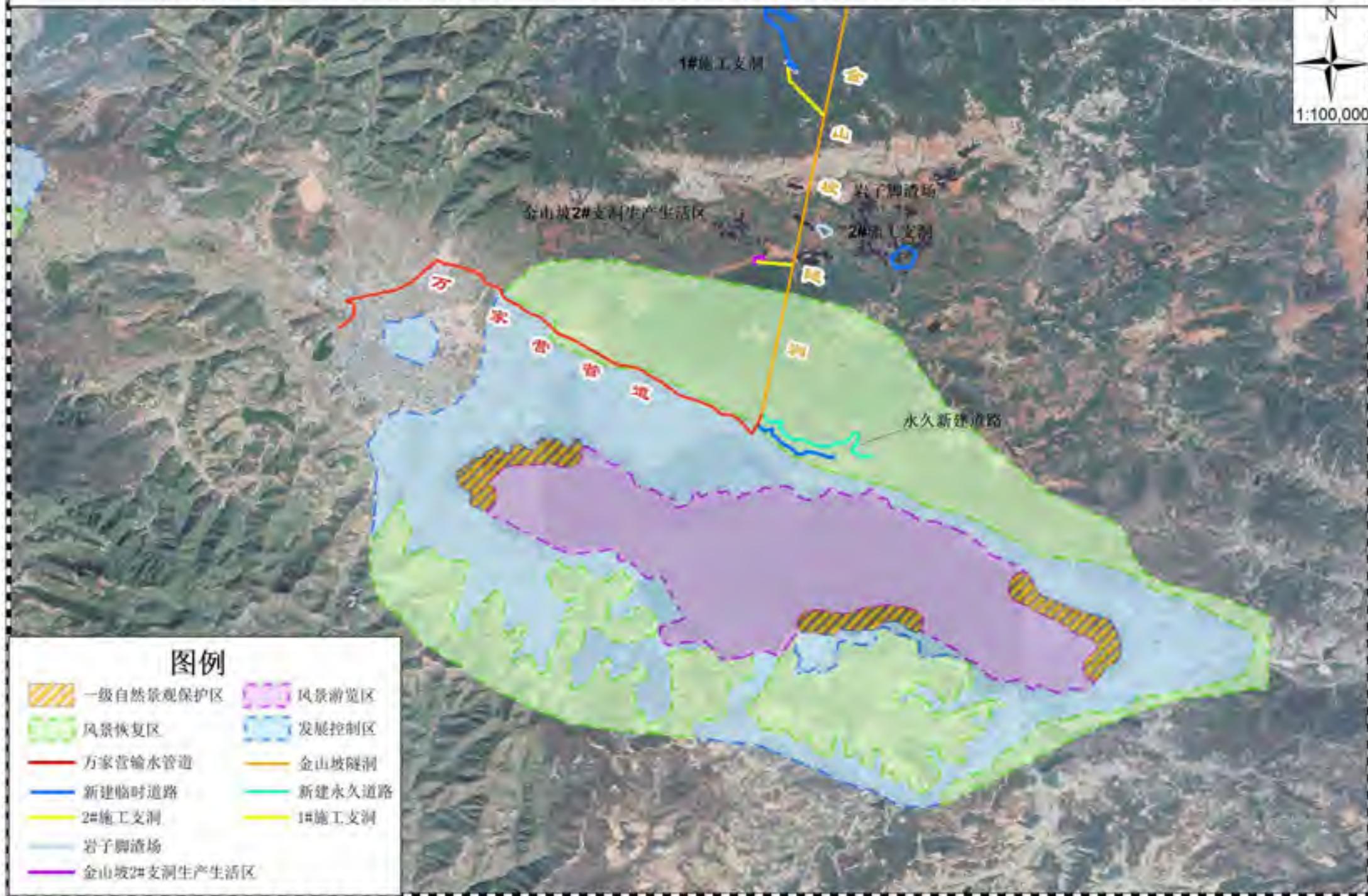
附图16 玉溪段董炳隧洞与玉溪九龙池风景名胜区位置关系图



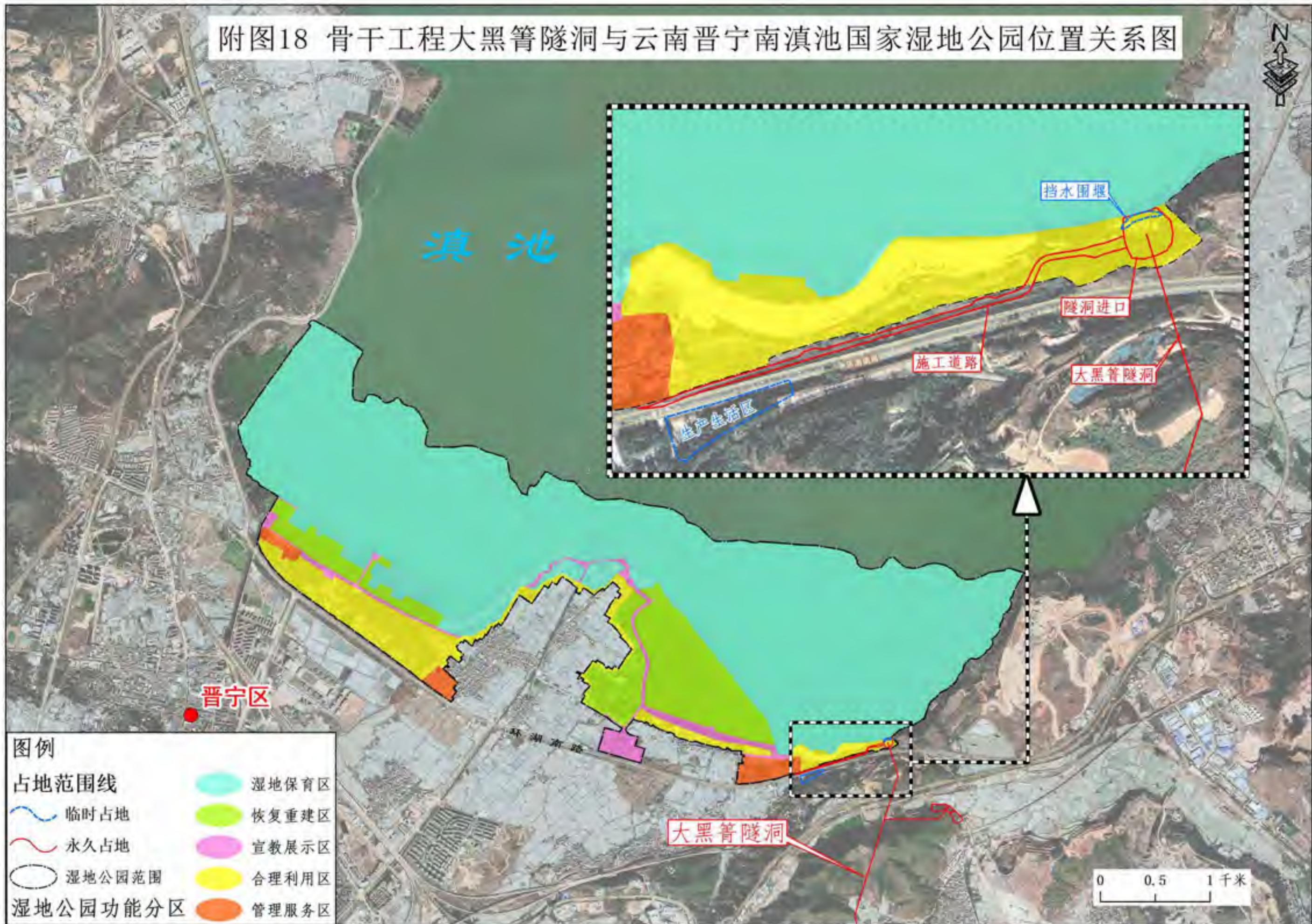
董炳隧洞



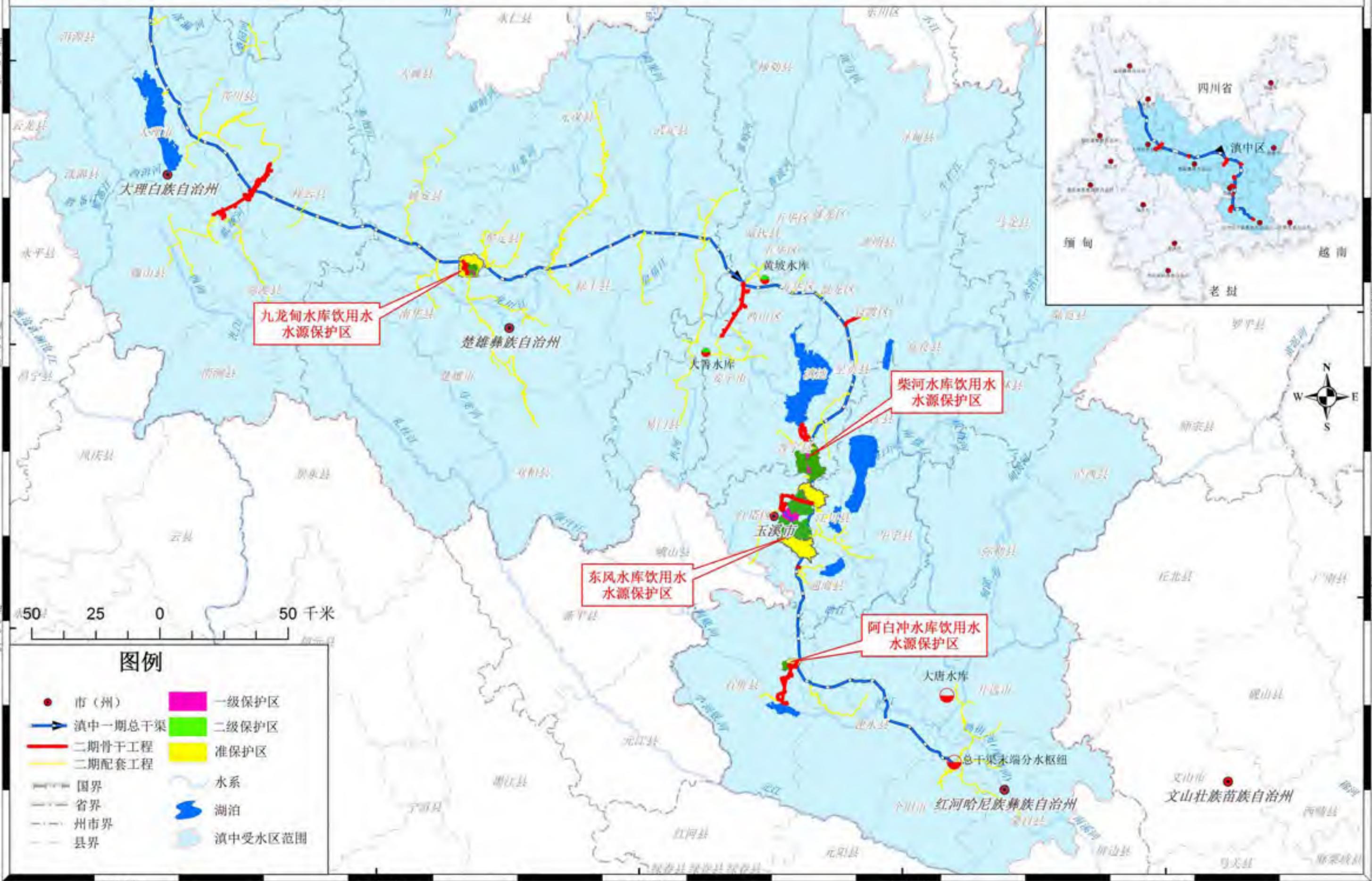
附图17 红河段石屏干线与石屏异龙湖风景名胜区位置关系图



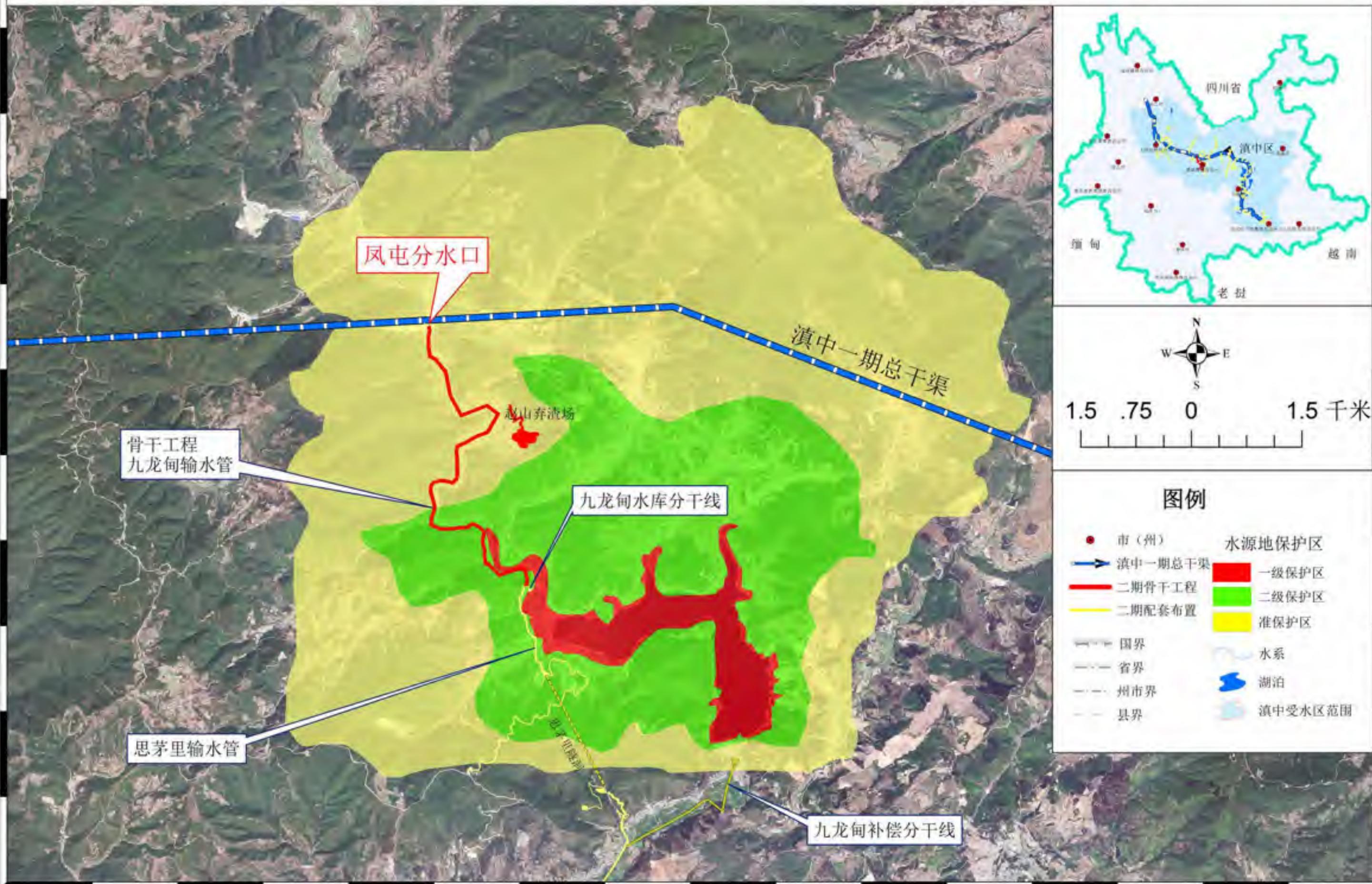
附图18 骨干工程大黑箐隧洞与云南晋宁南滇池国家湿地公园位置关系图



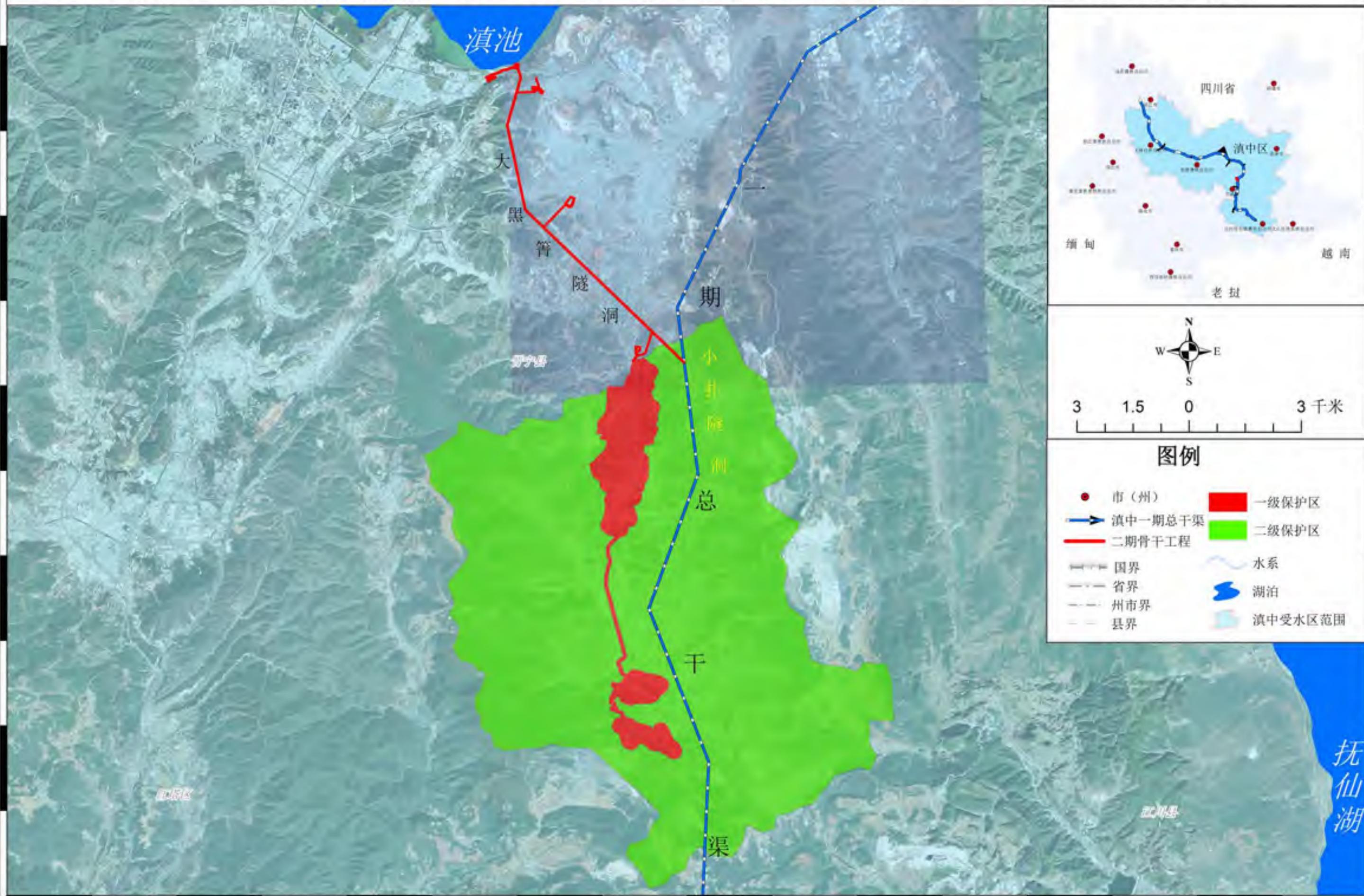
附图19 滇中引水二期骨干工程与饮用水水源保护区位置关系示意图



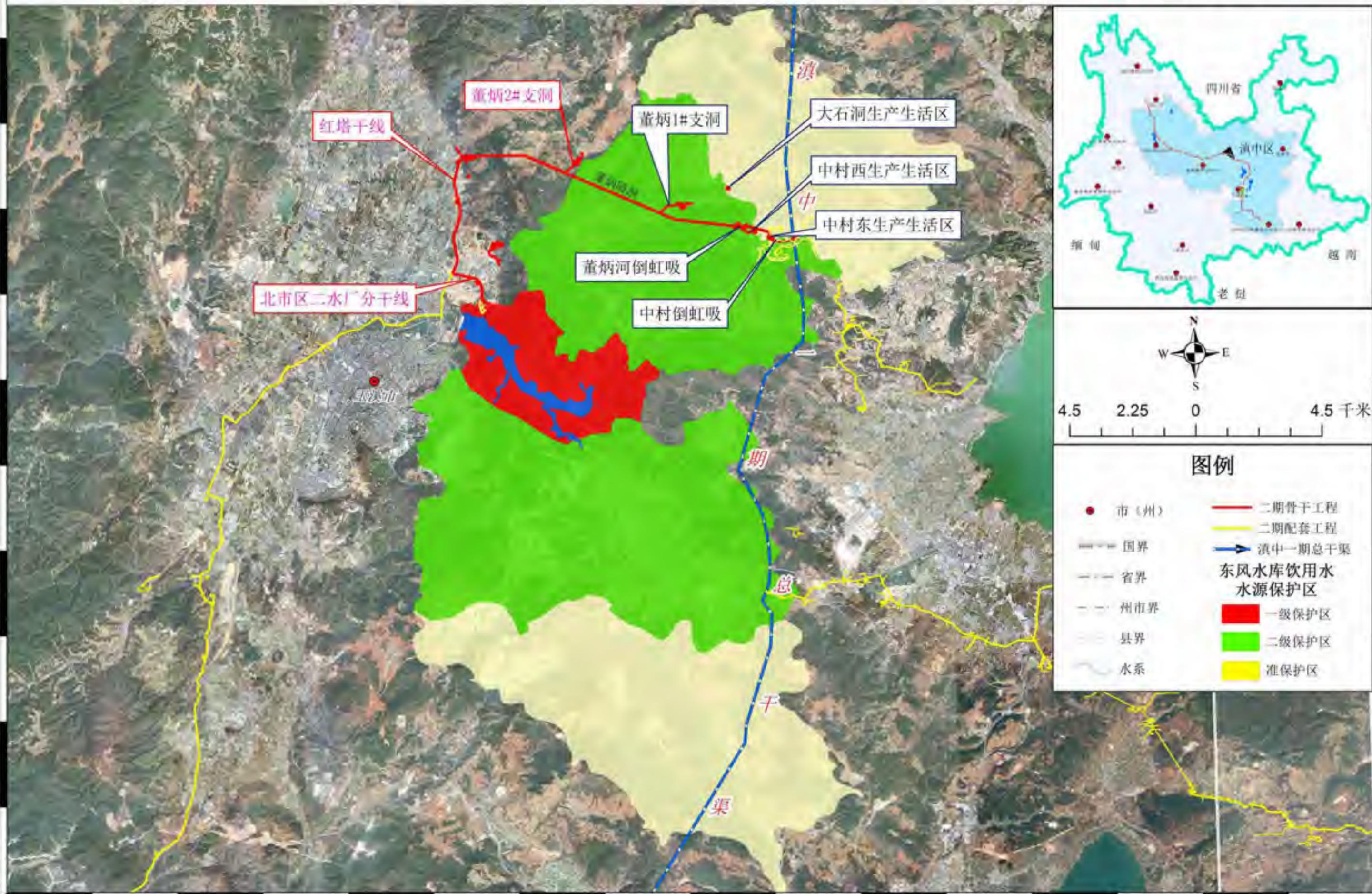
附图20 楚雄段双柏干线与九龙甸水库饮用水水源保护区位置图



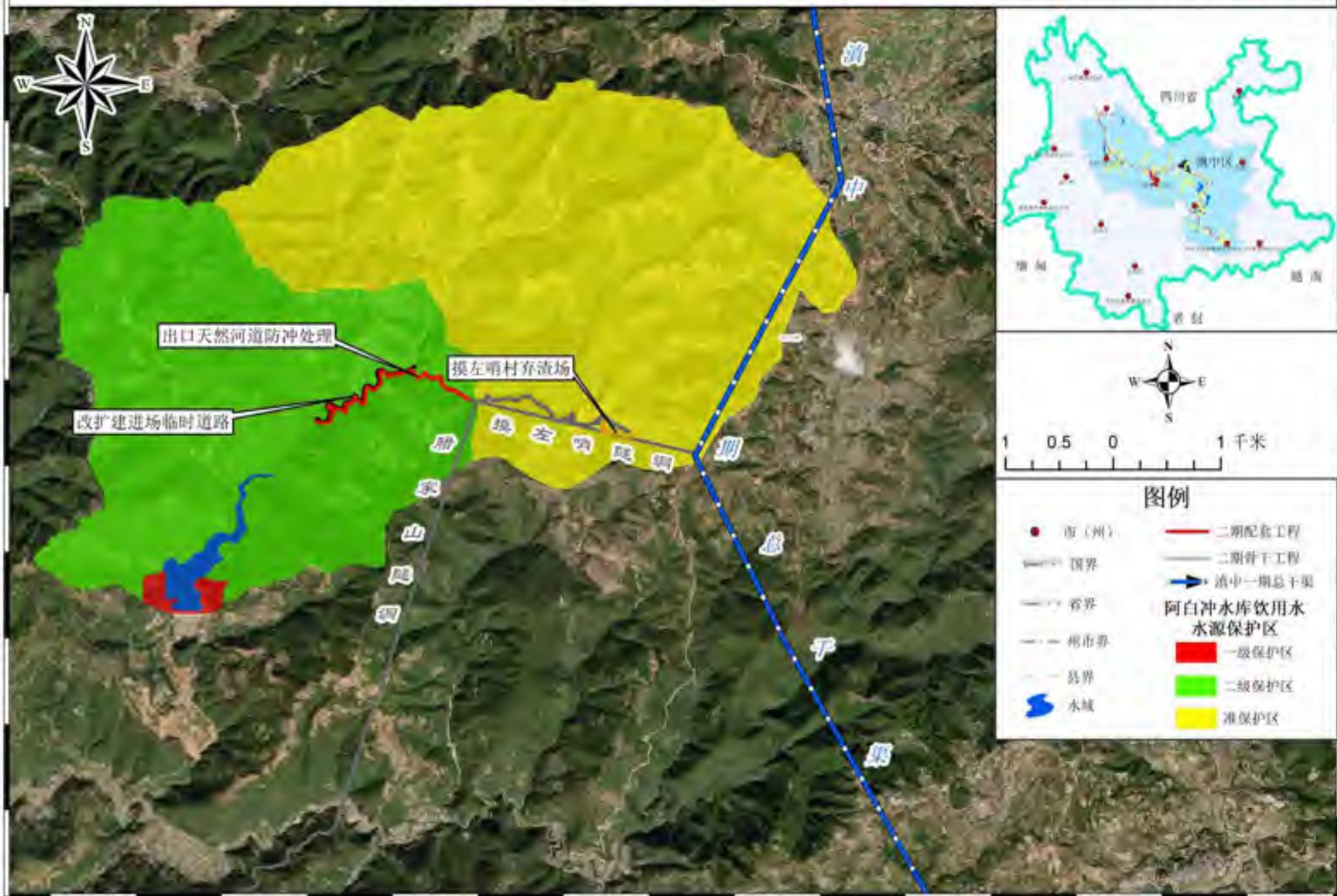
附图21 大黑箐隧洞与昆明柴河水库水源保护区位置关系图



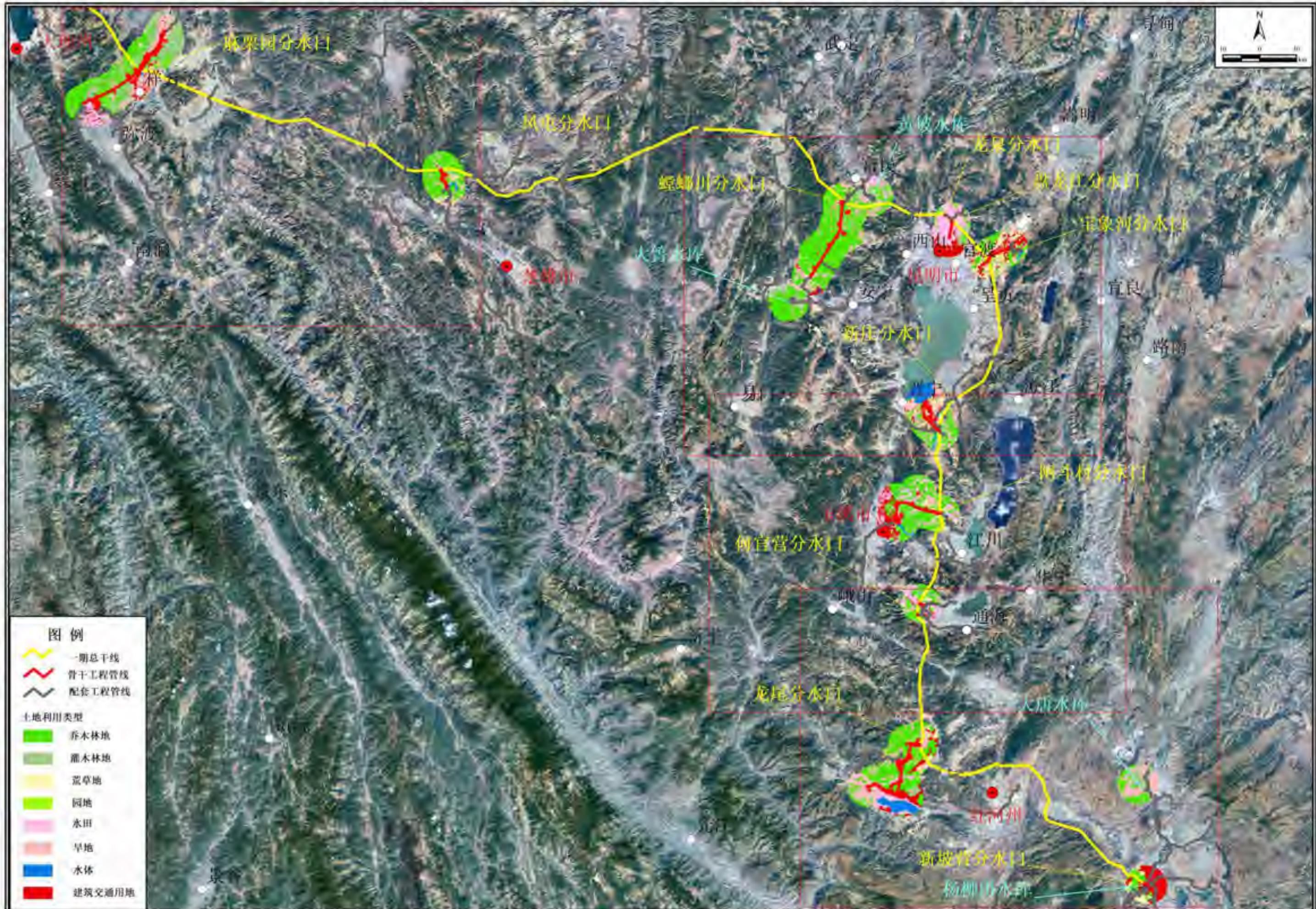
附图22 玉溪段骨干工程与东风水库饮用水水源保护区位置关系图



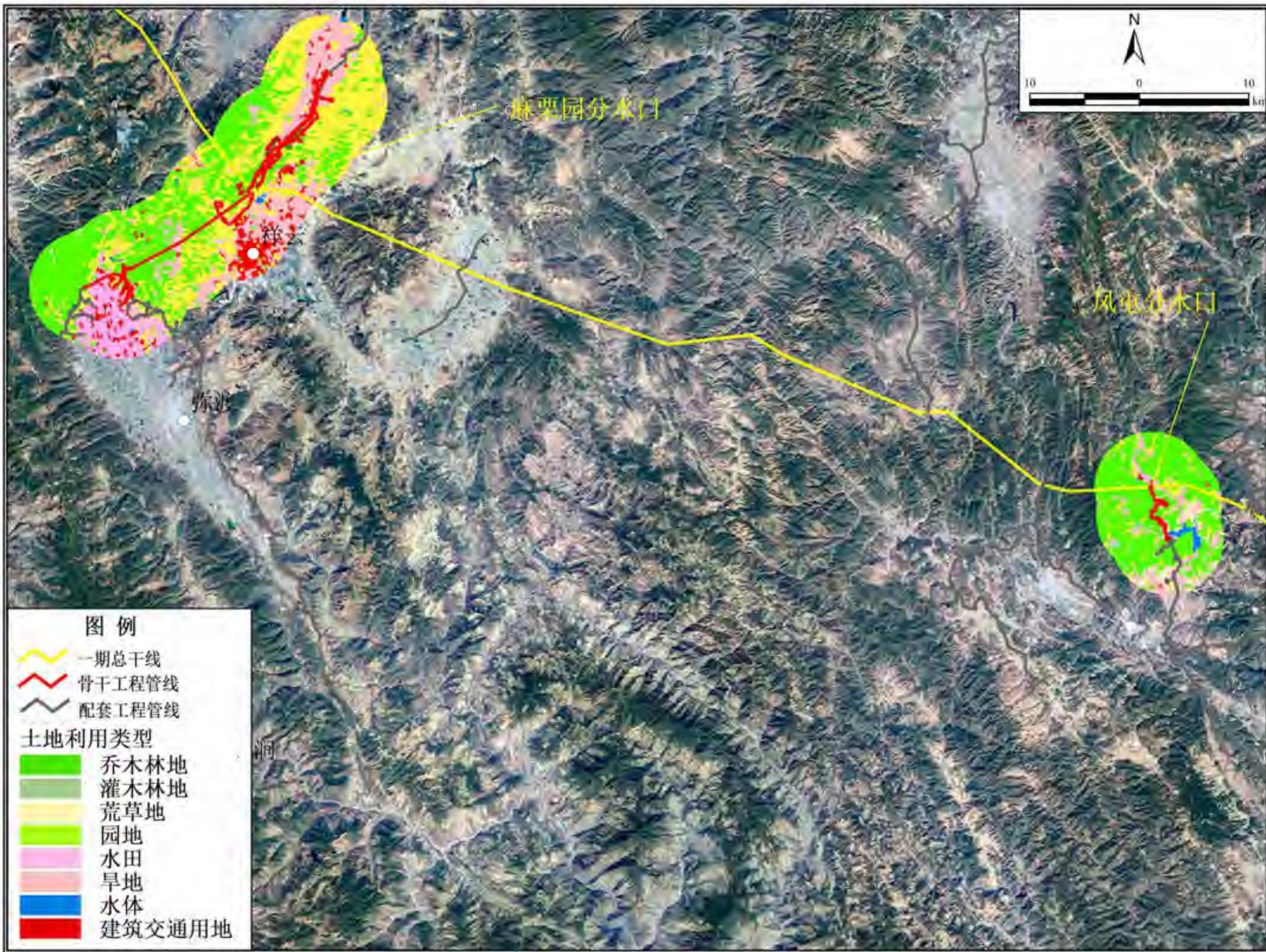
附图23 红河段石屏干线与石屏县阿白冲水库饮用水水源保护区位置关系图



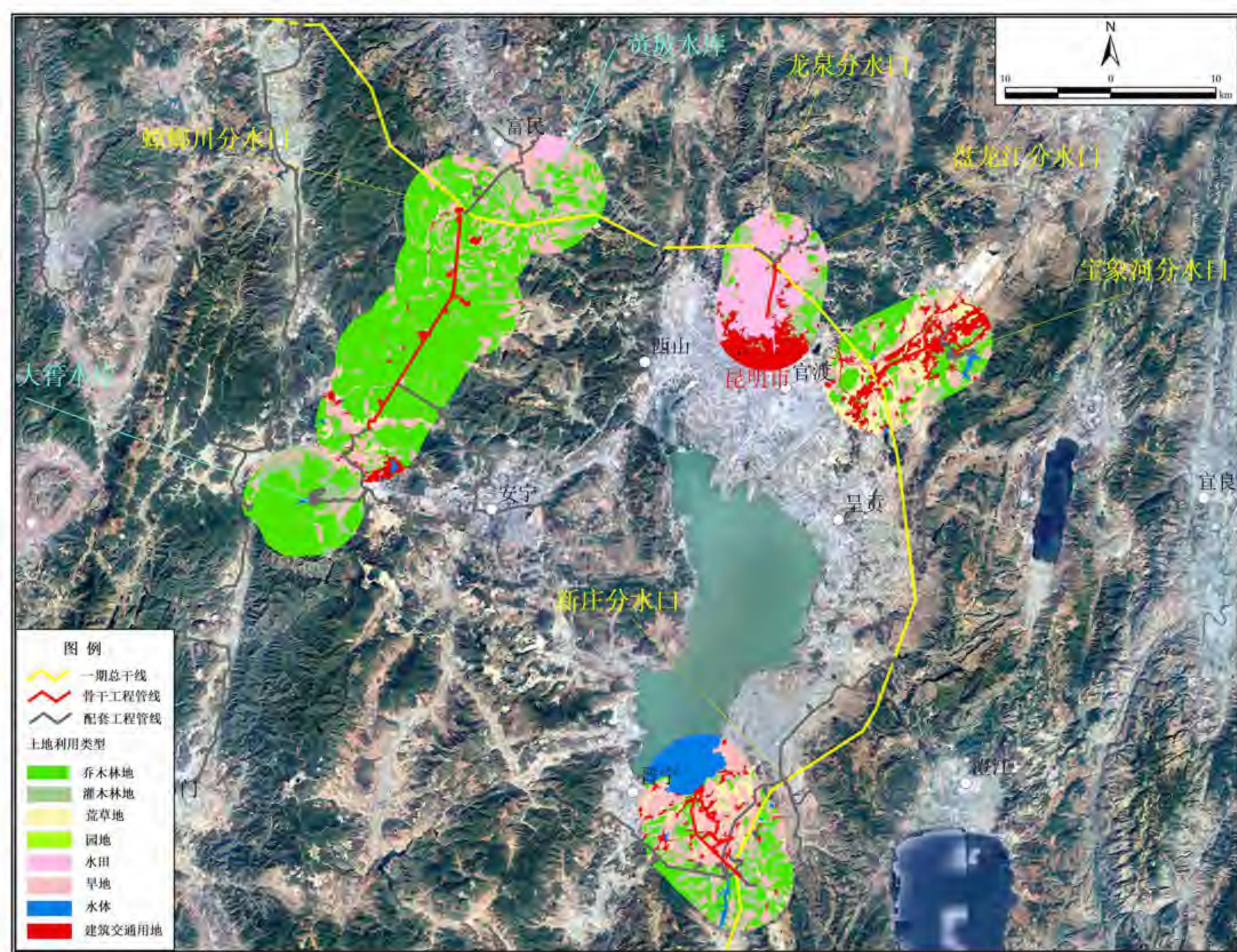
附图24 滇中引水二期骨干工程建成后评价区土地利用总图

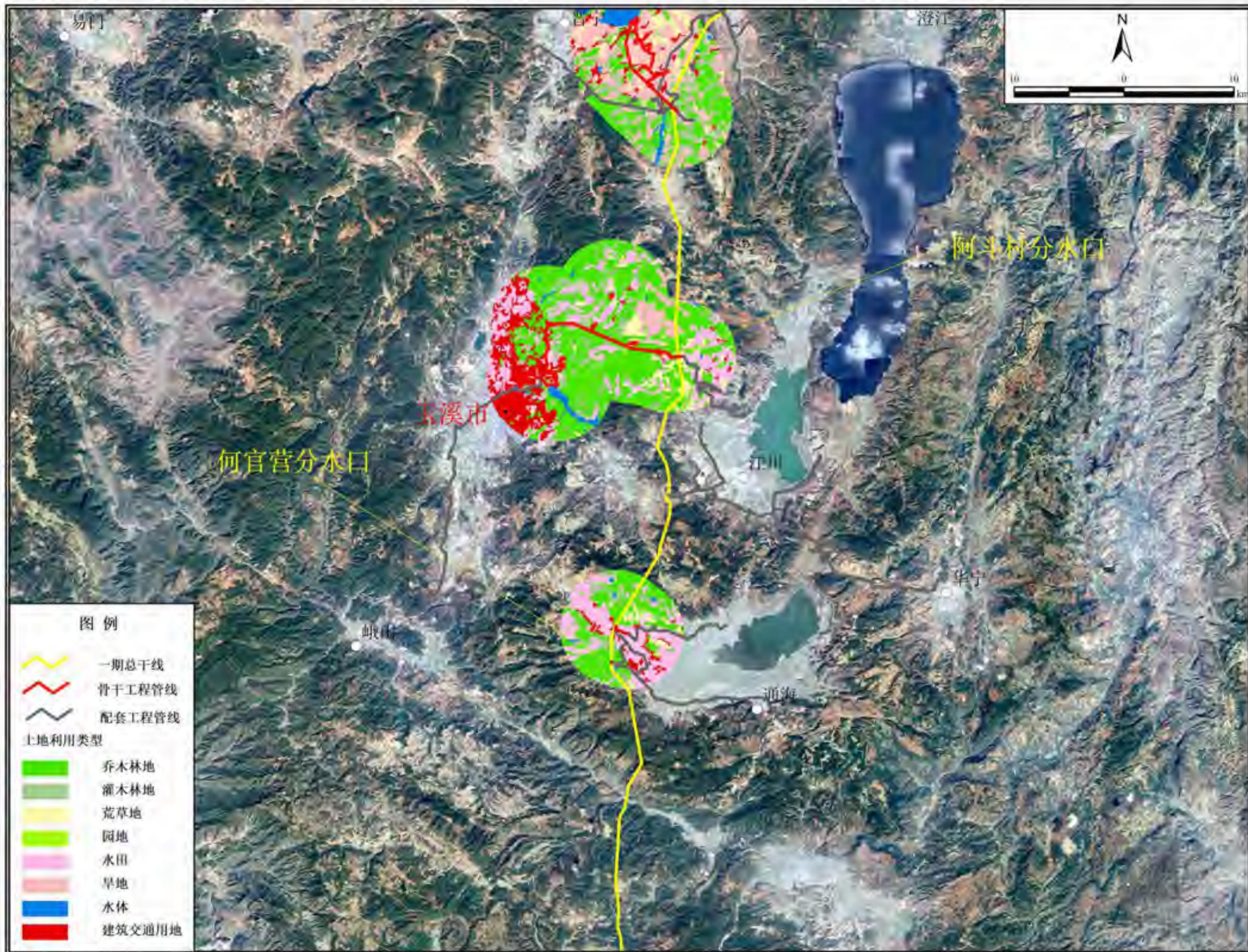


附图 24-1 滇中引水二期骨干工程建成后评价区土地利用图（大理段、楚雄段）

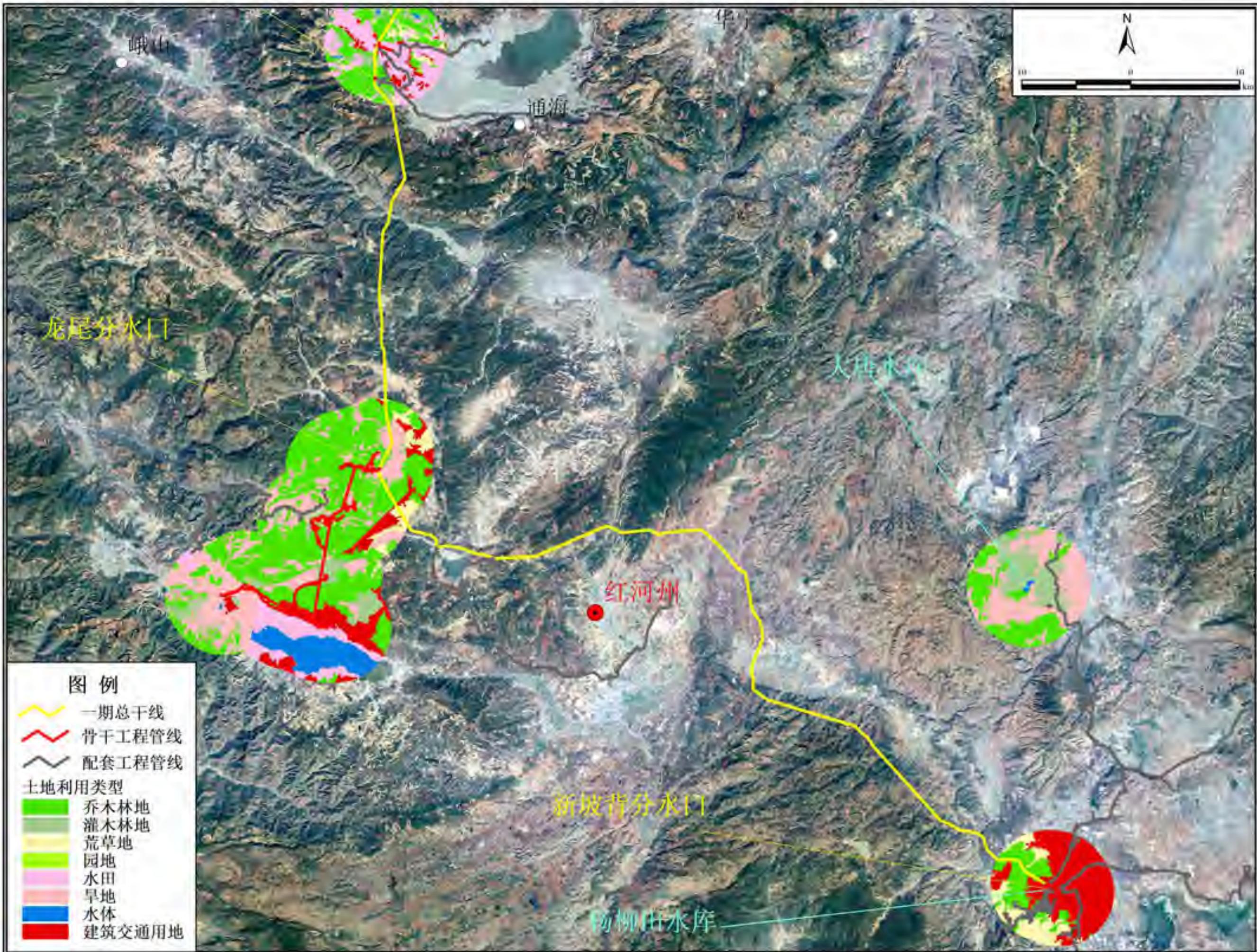


附图 24-2 滇中引水二期骨干工程建成后评价区土地利用图(昆明段)

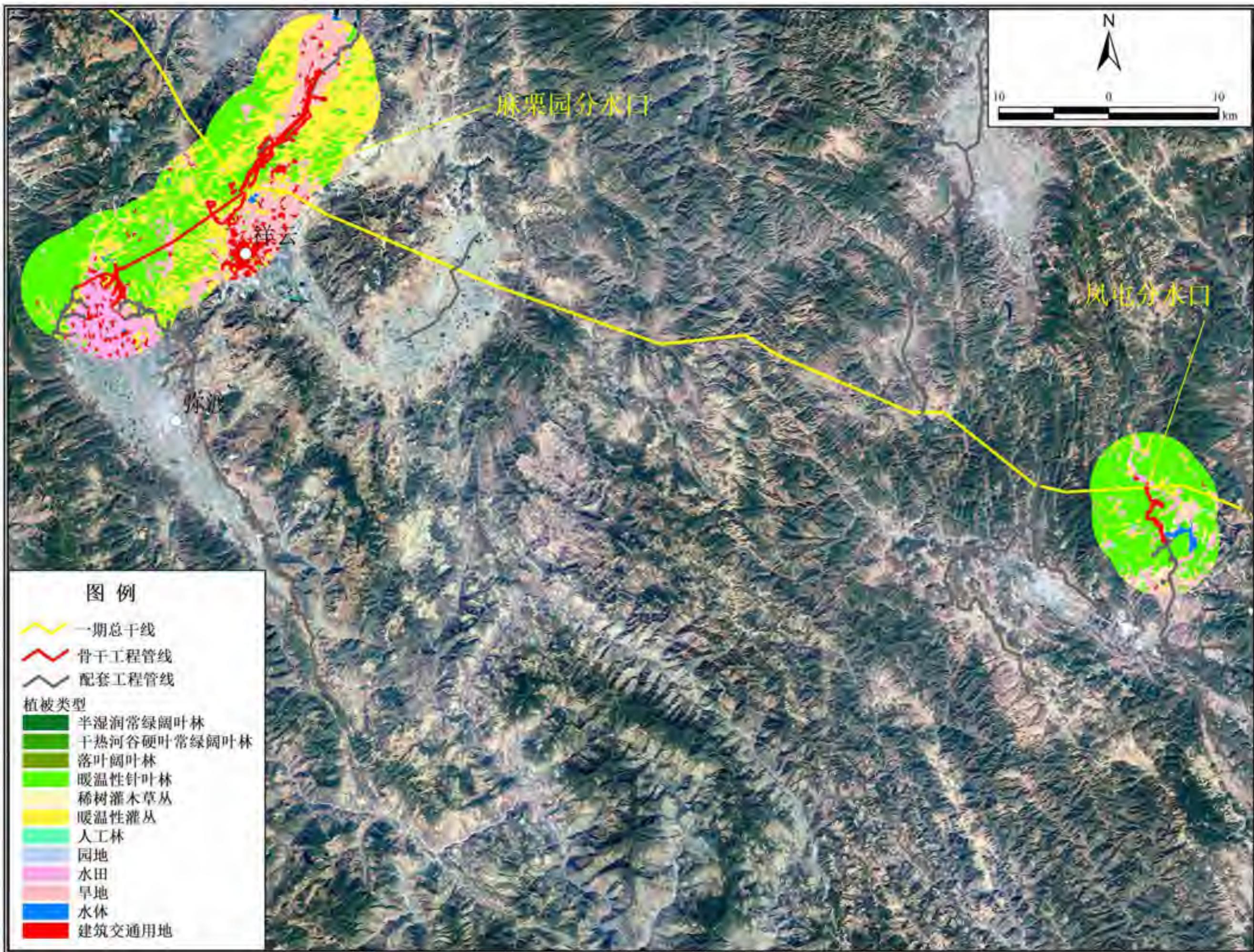


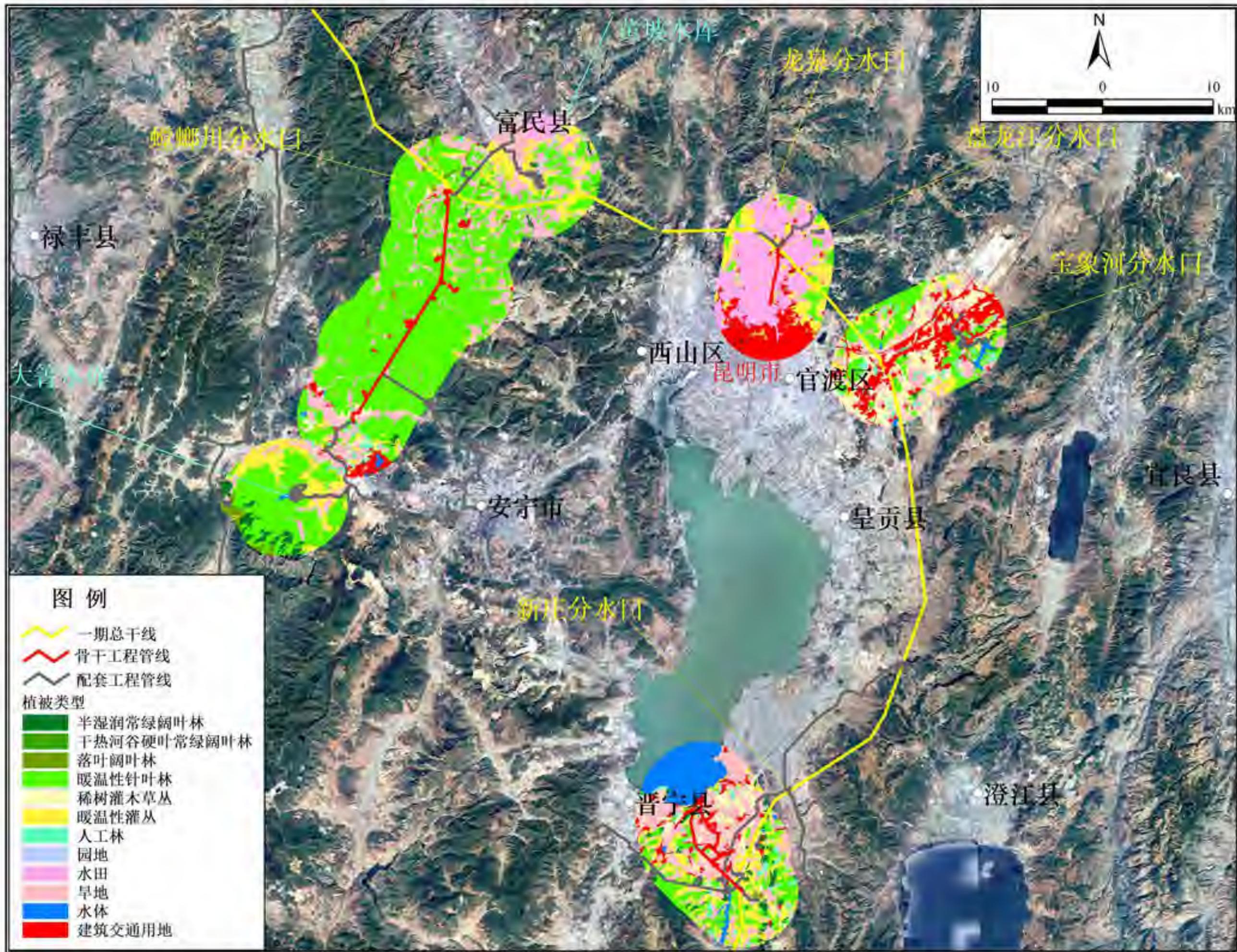


附图 24-3 滇中引水二期骨干工程建成后评价区土地利用图(玉溪段)

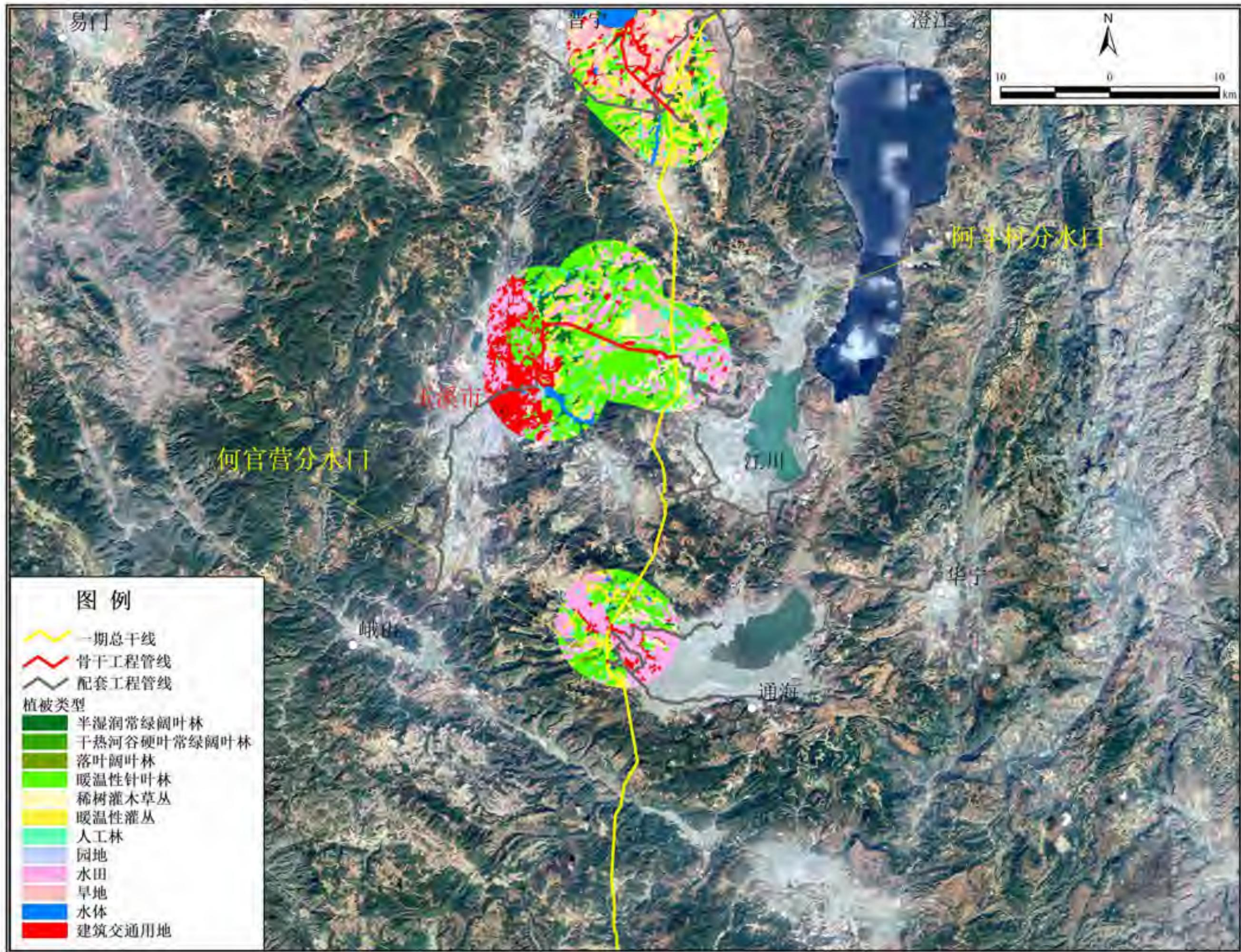


附图
24-4 滇中引水二期骨干工程建成后评价区土地利用图（红河段）

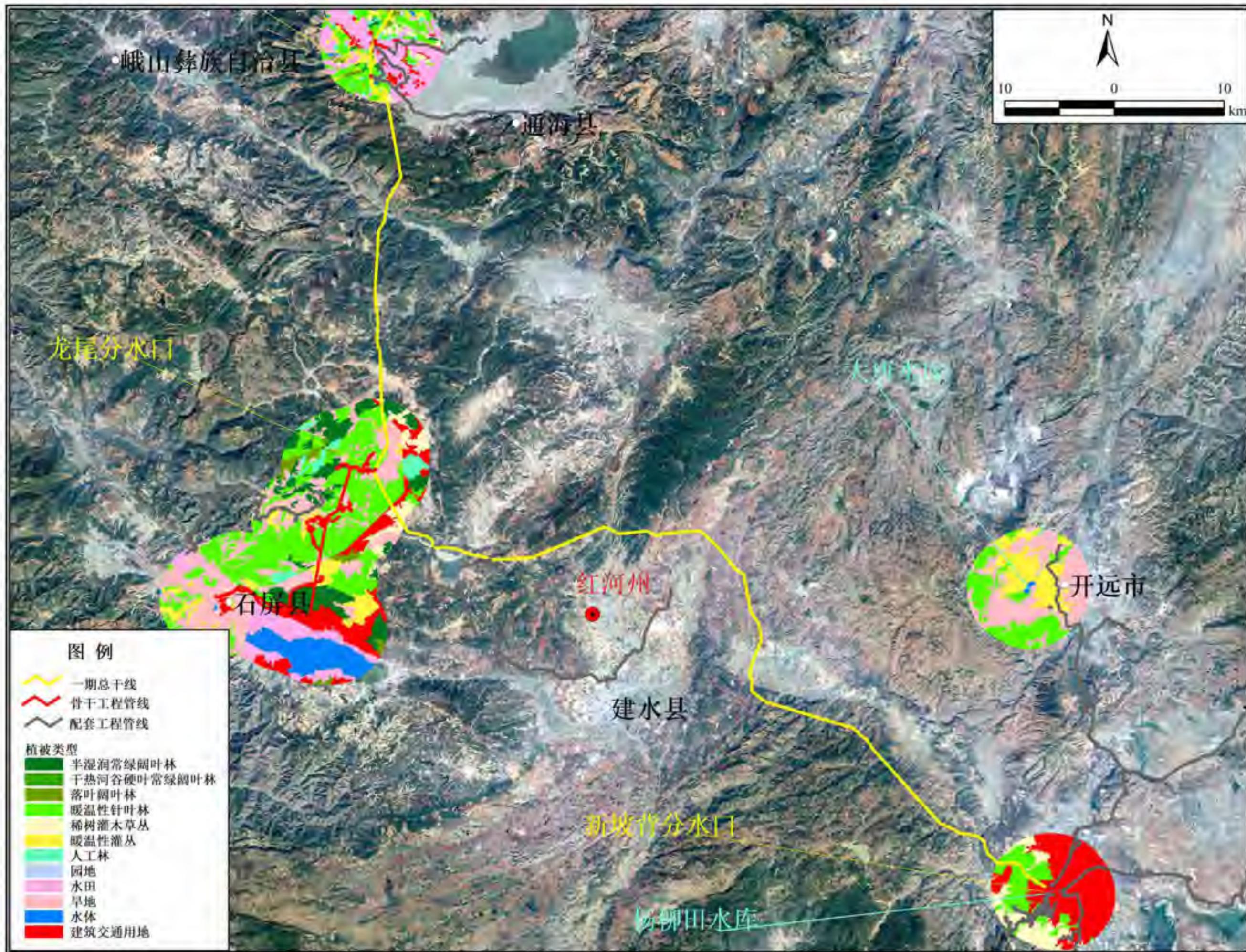




附图
25-2
滇中引水二期骨干工程建成后评价区植被类型图（昆明段）

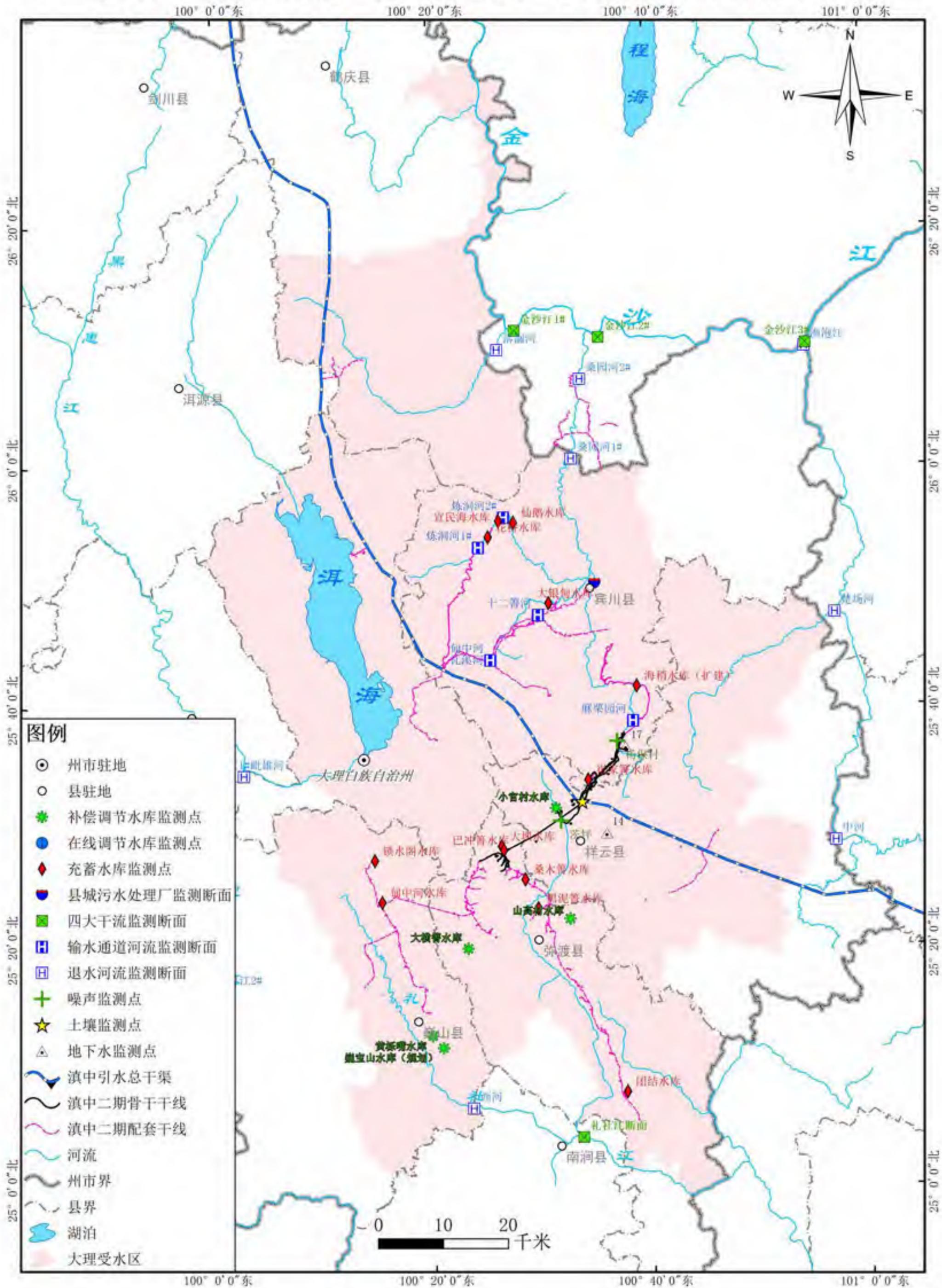


附图 25-3 滇中引水二期骨干工程建成后评价区植被类型图（玉溪段）

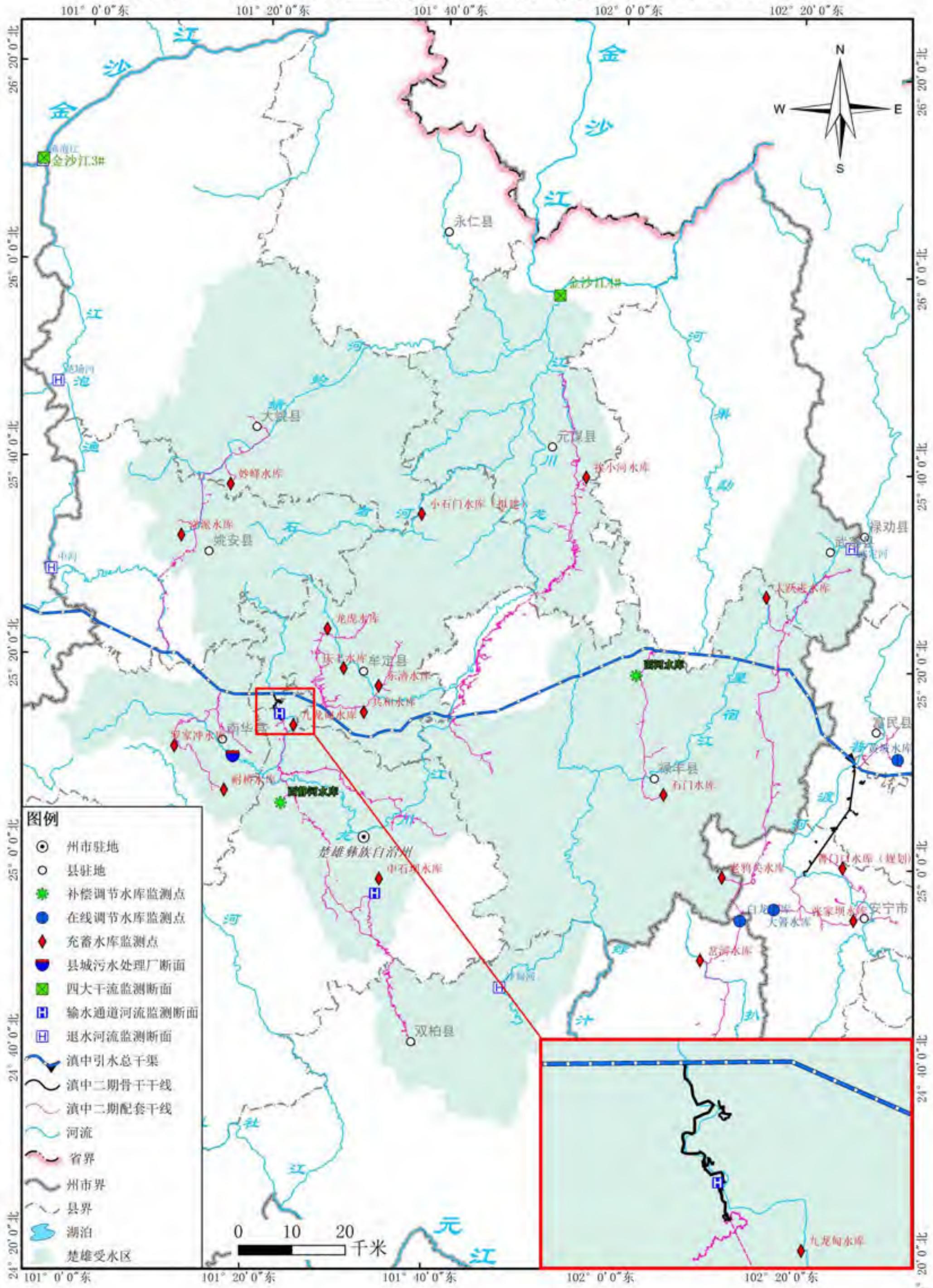


附图
25-4
滇中引水二期骨干工程建成后评价区植被类型图（红河段）

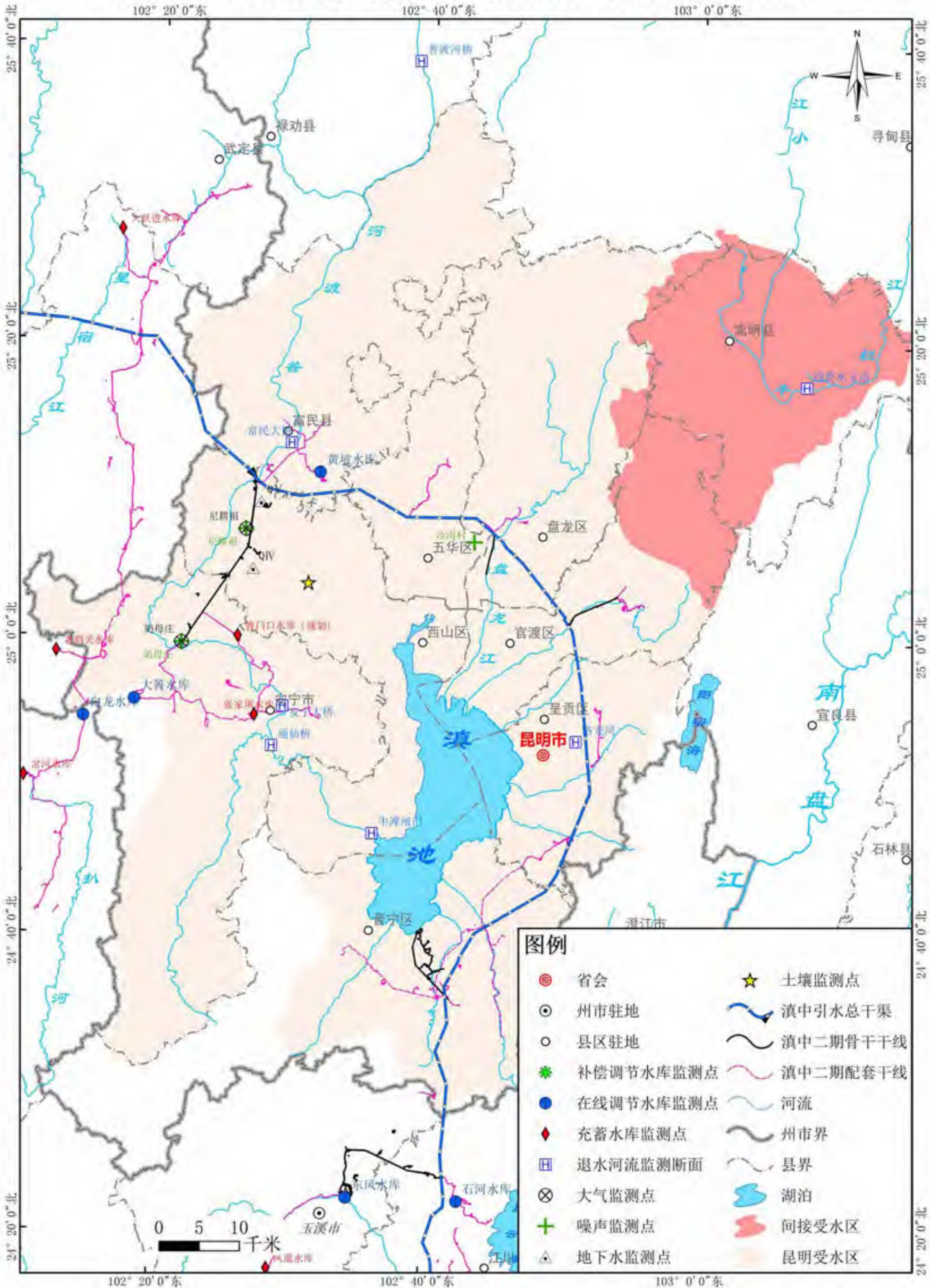
附图26 滇中引水二期骨干工程(大理段)环评工作图



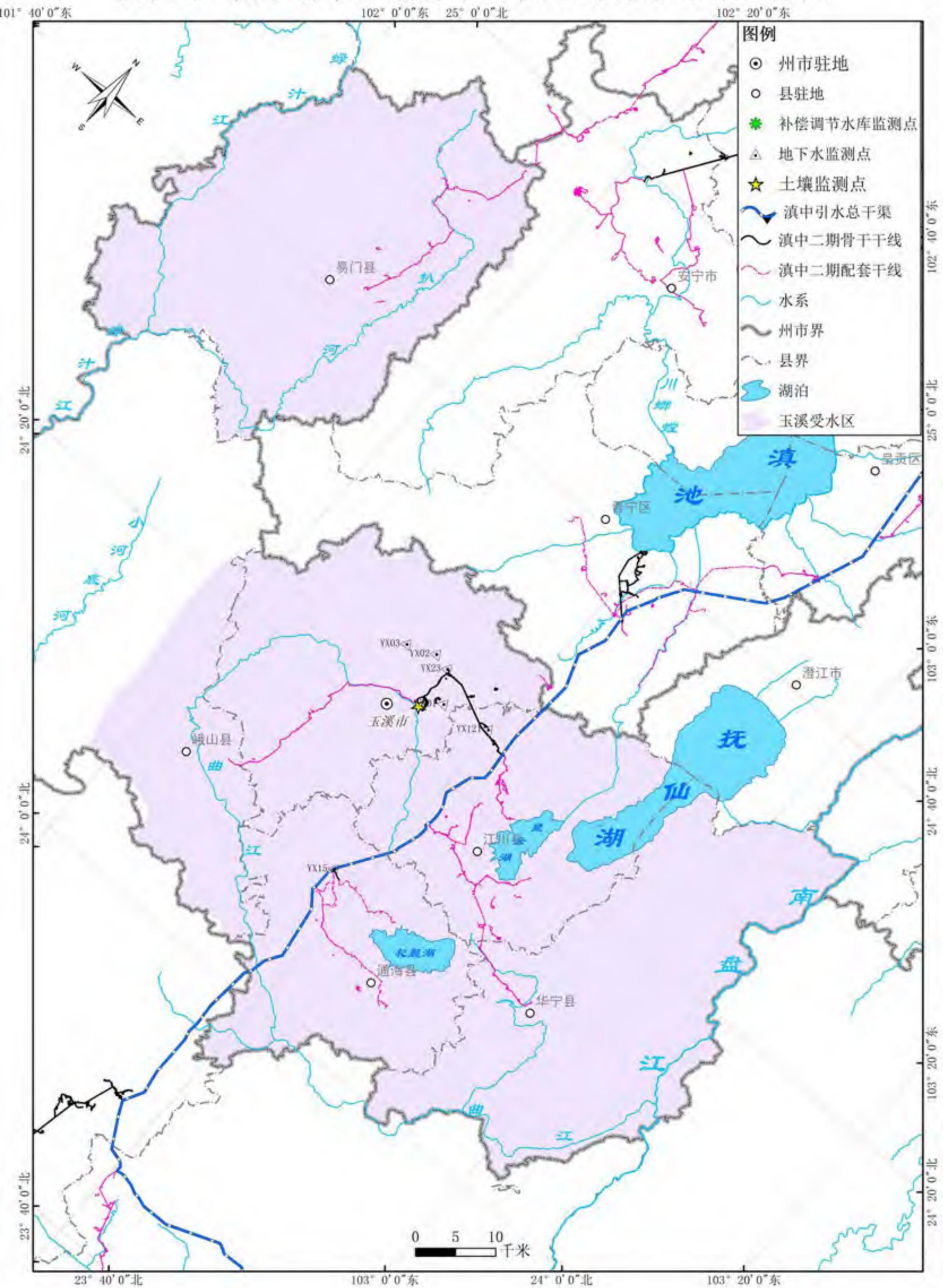
附图27 滇中引水二期骨干工程(楚雄段)环评工作图



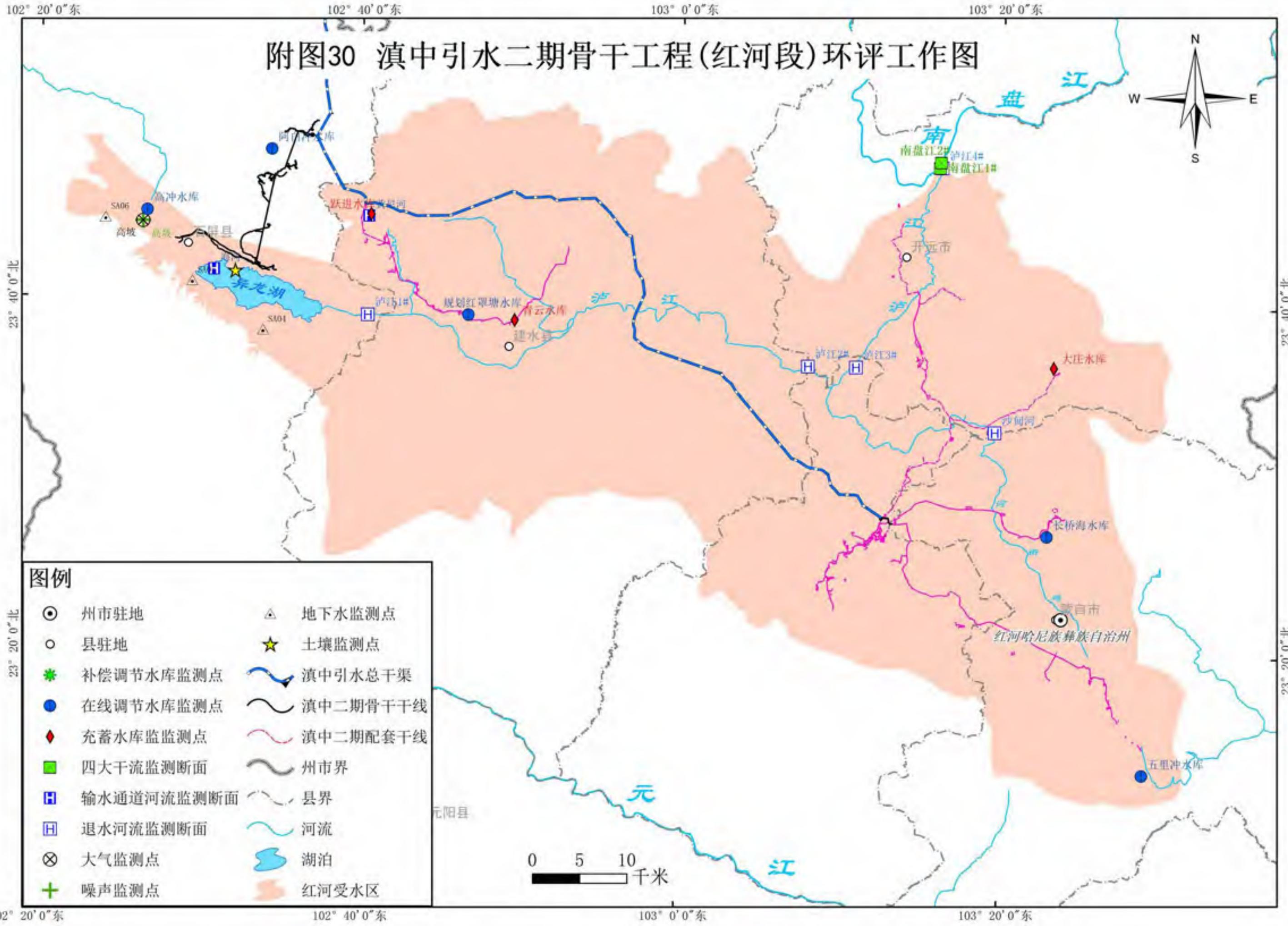
附图28 滇中引水二期骨干工程(昆明段)环评工作图



附图29 滇中引水二期骨干工程(玉溪段)环评工作图



附图30 滇中引水二期骨干工程(红河段)环评工作图



附图 31 滇中引水二期骨干工程(大理段)巍山干线弥渡段环保措施布置示意图



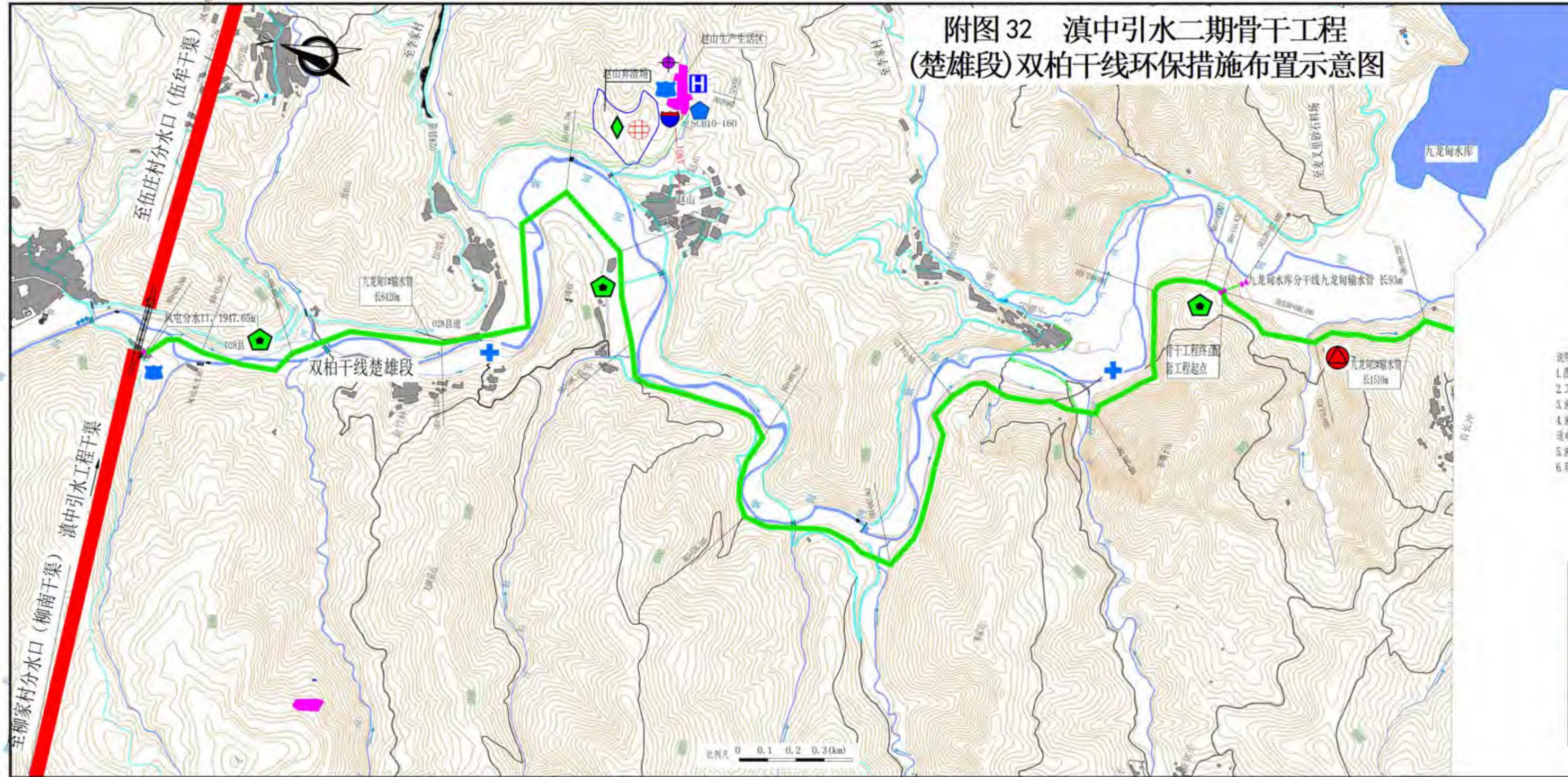
图例

说明:

1. 图中尺寸单位高程为m, 里程km, 里程均为平距里程。
2. 巍山干线骨干工程长14.638km, 由雪峰山隧洞及明渠段组成, 里程K50+000~K64+752。
3. 各水厂、泵站附近目前均有城市及乡村道路通过, 通过已建和新建的进厂公路可满足对外交通运输。
4. 巍山干线、各支线管道外侧平台均为3m宽, 可作为场内施工便道使用, 通过新建扩建的道路连接隧洞进出口及管道平台即可满足建筑材料及弃渣运输。
5. 施工营地及附属设施均沿管道平台或施工道路一侧布设, 供水、供电跟随施工营地布设。
6. 施工供电采用电网电, 从附近村庄T接沿管道沿线架设10kV线路; 施工供水采用抽引结合供给。

	成套油水分离器		减速禁鸣标识牌
	隔油沉淀池		生态修复
	生活污水处理系统		生态保护警示牌
	施工废水处理沉淀池		垃圾桶、垃圾坑
	隧洞排水絮凝沉淀池		施工营地
	洒水降尘		扩建公路
	遮盖防尘网布		新建公路
	隔声屏		

附图 32 滇中引水二期骨干工程
(楚雄段)双柏干线环保措施布置示意图



双柏干线主要施工设施表

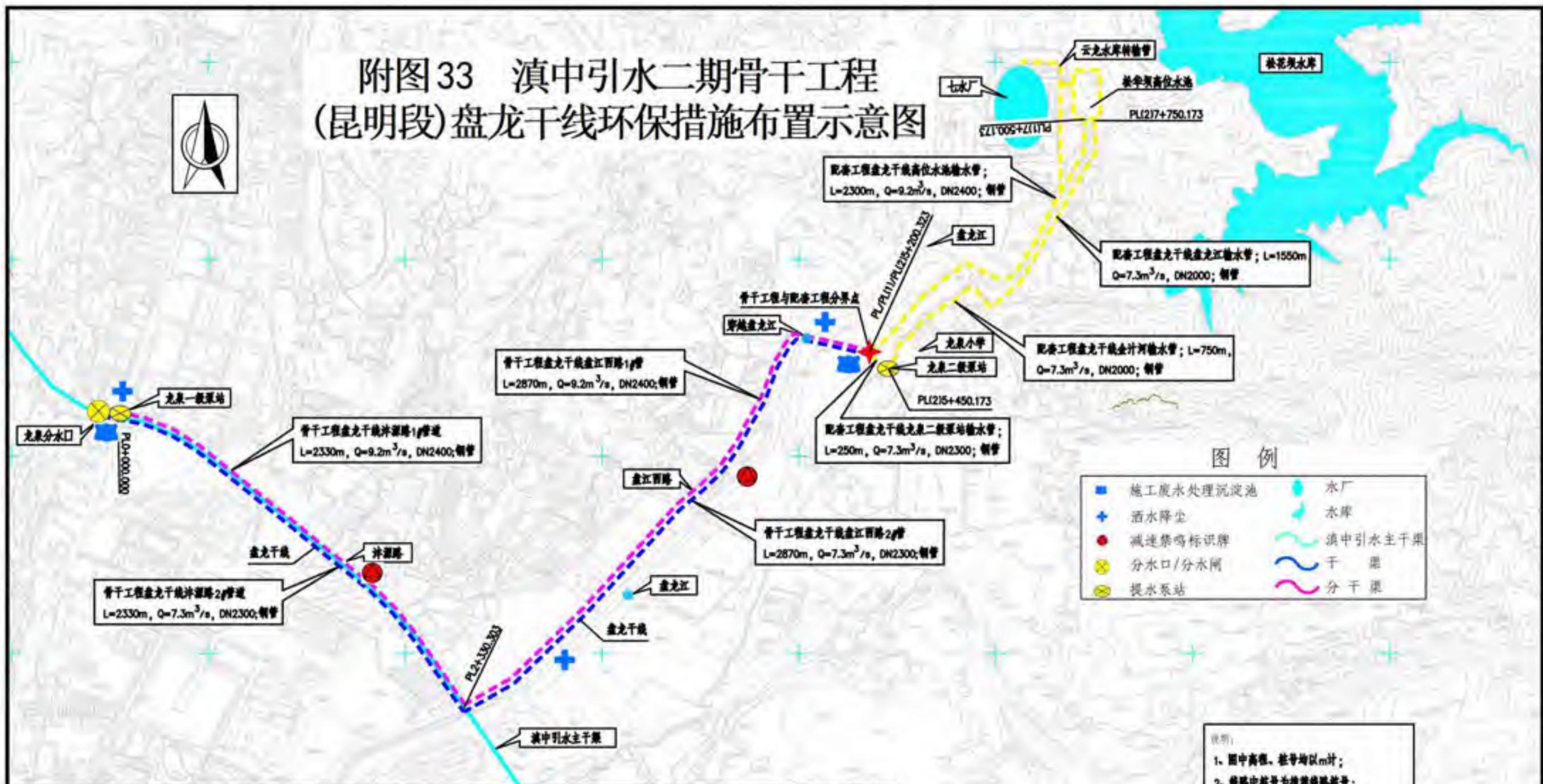
序号	项目	单位	数量		备注
			永久	临时	
1	施工道路	场内公路新建	km	1.50	四级单车道, 4.5m路基, 3.5m路面, 泥结石路面。
		跨河桥涵		1	公路一级
23	工供风能力	m³/min		12	供风系统4座
47	施工供水能力	m³/h		10	水系统1座
89	混凝土生产系统	m³/h		42	4座
	10kV降压站总容量	KVA		160	
	10kV输电线路	km		3	
	施工占地	10⁴m²		12.32	

说明:
 1. 图中里程、高程尺寸单位以米计。
 2. 工程所需的砂石料及块石外购解决, 风电分水口至南华寺泵站部分可从曼里石料场外购, 平均运距34km。
 3. 施工生产用水可从沿线湖泊、水库、河流、蓄沟等取用, 生活用水需处理满足饮用水标准。
 4. 施工供电线路从附近变电站或已有10kV线路接引电源, 架设10kV线路至各施工现场, 设置10kV变压器供电; 附近无合适电源点的采用柴油发电机供电。
 5. 施工通讯采用无线通讯。
 6. 双柏干线风电分水口至九龙甸水库分水口的九龙甸输水管为骨干工程, 之后均为配套工程。

图例

■	成套油水分离器	◆	生态修复
●	隔油沉淀池	●	生态保护警示牌
●	生活污水处理系统	◆	垃圾桶、垃圾坑
■	施工废水处理沉淀池	—	可利用的已有公路
■	隧洞排水絮凝沉淀池	—	新建临时公路
+	洒水降尘	—	改扩建临时公路
≡	遮盖防尘网布	—	新建永久公路
●	减速禁鸣标识牌	—	改扩建永久公路

附图33 滇中引水二期骨干工程 (昆明段) 盘龙干线环保措施布置示意图



图例

- 施工废水处理沉淀池
- 水厂
- +
- 洒水降尘
- 水库
- 减速禁鸣标识牌
- 滇中引水主干渠
- ⊗ 分水口/分水闸
- 干渠
- ⊙ 提水泵站
- 分干渠

说明：
1. 图中高程、桩号均以m计；
2. 线路中桩号为推荐线路桩号；

比例尺 0 20 40 60 (m)

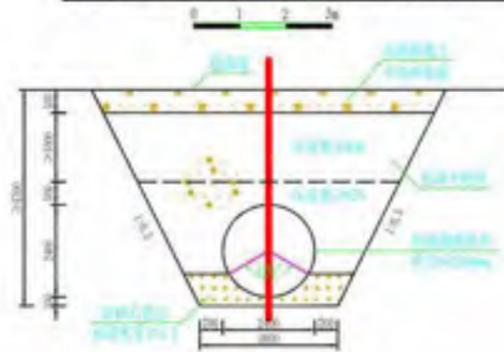
骨干工程盘龙干线建筑物特性表

序号	干支线名称	建筑物名称	里程	建筑物长度	设计流量	断面尺寸或管径	建筑物总长度	备注		
				(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)			
1	盘龙干线	龙泉一泵泵站	Q=9.2m ³ /s, H=81m, 装机容量14200kW					龙泉一泵泵站设两种泵型, 至1/2/4/5/6水厂泵型		
		冲源路1#管道	PL0+000.000 PL2+330.303	2330	9.2	D2.4钢管(Q355)	10400	通过龙泉一泵泵站直接提水至禄丰坝高位水池, 在冲源路及盘江西路直立开挖段, 与盘龙干线冲源路2#管及盘江西路2#管同槽并管埋设, 顶管穿越盘龙江1次		
		盘江西路1#管道	PL2+330.303 PL5+200.323	2870						
		龙泉一泵泵站	Q=7.3m ³ /s, H=16m, 装机容量2240kW							龙泉一泵泵站设两种泵型, 至七水厂泵型
		冲源路输水管	PL0+000.000 PL2+330.303	2330	7.3	D2.3, 钢管(Q355)			提水至龙泉一泵泵站地面水池之后, 自流至龙泉二泵提水泵站, 在冲源路及盘江西路直立开挖段, 与盘龙干线冲源路1#管及盘江西路1#管同槽并管埋设, 顶管穿越盘龙江1次	
		盘江西路输水管	PL2+330.303 PL5+200.323	2870						

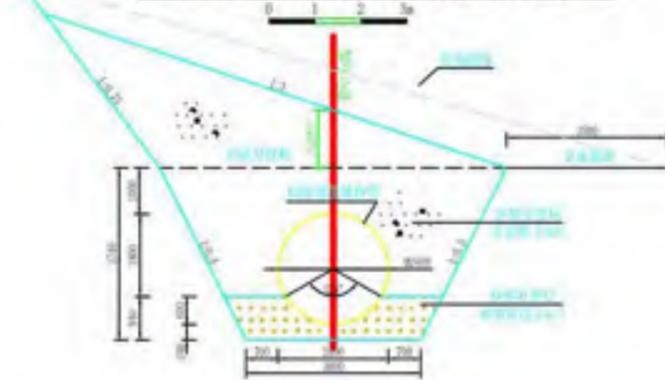
附图34 滇中引水二期骨干工程(玉溪段)通海干线环保措施布置示意图



DN2400埋管典型横断面图(耕地开挖段) 1:100



DN2400埋管典型横断面图(坡地开挖段) 1:100



说明:
1、本图除高程、里程以外,其余尺寸以毫米计;
2、耕地开挖坡比一般采用1:0.5~1:1.0;
3、本套图共7张,此为第1张。

图例

	成套油水分离器		遮盖防尘网布
	生活污水处理系统		隔声屏
	施工废水处理沉淀池		减速禁鸣标识牌
	隧洞排水絮凝沉淀池		生态修复
	洒水降尘		生态保护警示牌

附图 35 滇中引水二期骨干工程(红河段)蒙自干线环保措施布置示意图



控制点坐标

控制点	X	Y	桩号	备注
MZGG1	2596794.615	521494.986	MZGG0+000.000	
MZGG2	2596610.056	521568.094	MZGG0+280.000	隧洞进口
MZGG3	2596282.911	521979.344	MZGG0+805.500	隧洞出口
MZGG4	2596041.739	522996.245	MZGG1+920.000	

蒙自干线(骨干)段水力特性表

干线名称	建筑物名称	进口桩号	进口底板高程	出口桩号	出口底板高程	设计流量 (m³/s)	流速 (m/s)	设计水深 (m)	平面长度 (m)	断面尺寸 (m×m)	底坡	备注
蒙自干线	杨柳田箱涵进口段	MZGG0+000.000	1395.039	MZGG0+039.000	1394.539	12.0	/	/	39	2.5×3.5	/	
	杨柳田箱涵	MZGG0+039.000	1394.539	MZGG0+280.000	1394.298	12.0	1.98	2.42	241	2.5×3.5	1/1000	
	杨柳田隧洞	MZGG0+280.000	1394.298	MZGG0+805.500	1393.772	12.0	1.98	2.42	538	2.5×3.5	1/1000	
	杨柳田输水管道	MZGG0+805.500	1393.772	MZGG1+920.000	1364.547	12.0	1.70	/	1102	D=3.0	/	

图例

- | | | | |
|--|-----------|--|---------|
| | 成套油水分离器 | | 遮盖防尘网布 |
| | 生活污水处理系统 | | 隔声屏 |
| | 施工废水处理沉淀池 | | 减速禁鸣标识牌 |
| | 隧洞排水絮凝沉淀池 | | 生态修复 |
| | 洒水降尘 | | 生态保护警示牌 |

说明:

- 1、图中尺寸单位除高程、里程以m计外,其他均以mm计;
- 2、本图坐标为滇中引水工程(1500m)坐标系,1985国家高程基准;
- 3、蒙自干线(骨干段)起点从滇中引水工程(一期)新坡背分水口取水(Q=12.0m³/s);蒙自干线(骨干段)末端接长桥海水库分干线及蒙自干线小寨输水管道(配套段);
- 4、蒙自干线骨干段包含杨柳田箱涵、杨柳田隧洞及杨柳田输水管道;其中箱涵全长280m(包含进口段),断面为矩形,断面尺寸为2.5×3.5m;杨柳田隧洞全长538m(包含出水池),断面为城门洞型,断面尺寸为2.5×3.5m;杨柳田输水管道全长1102m,管道内径D=3.0m,管材采用Q355-B钢材,杨柳田输水管道全段为明管敷设;
- 5、蒙自干线(骨干段)穿越冲沟部位设置背水桥将冲沟洪水引至下游杨柳田水库坝脚排水沟内,具体布置形式见相关图纸;