重庆市云阳县向阳水库工程

环境影响报告书



向阳水库坝区效果图

建设单位：重庆市向洋水资源开发有限公司

二〇一九年十月

编制单位和编制人员情况表

建设项目名称	重庆市云阳县向阳水库工程
环境影响评价文件类型	报告书（送审稿）
一、建设单位情况	
建设单位（签章）	重庆市向洋水资源开发有限公司
法定代表人或主要负责人（签字）	
主管人员及联系电话	邹永佩 15923853888
二、编制单位情况	
主持编制单位名称（签章）	南京国环科技股份有限公司
社会信用代码	91320100339348292G
法定代表人（签章）	
三、编制人员情况	
编制主持人及联系电话	梁仲燕　13813919225

1.编制主持人

姓名	职业资格证书编号	签字
梁仲燕	0010175	梁仲燕

2.主要编制人员

姓名	职业资格证书编号	主要编写内容	签字
梁仲燕	0010175	前言、工程概况、工程分析、环境保护措施及其经济技术论证、评价结论	梁仲燕
陈惠平	00013607	总则、环境影响预测与评价、环境风险分析	陈惠平
李道进	0007827	环境管理及环境监测计划、环保投资概算及经济损益分析	李道进
朱卉静	00018728	环境现状调查与评价、公众参与	朱卉静

四、参与编制单位和人员情况

目 录

1. 前 言 1
1.1 建设项目的特点 3
1.2 环境影响评价技术路线 4
1.3 关注的主要环境问题 5
1.4 环境影响报告的主要结论 6
2. 总则 7
2.1 编制依据 7
2.2 评价原则 11
2.3 评价标准 11
2.4 评价工作等级 16
2.5 评价重点 20
2.6 评价范围 21
2.7 评价水平年 22
2.8 环境敏感保护目标 22
3. 工程概况 29
3.1 流域规划及开发利用情况 29
3.2 流域规划环评及主要结论 49
3.3 工程名称及地理位置 61
3.4 工程建设的必要性 61
3.5 工程任务及规模 63
3.6 工程总布置、主要建筑物及特性参数 65
3.7 施工组织设计 78
3.8 建设征地与移民安置 94
3.9 工程管理及运行调度 96
3.10 水库初期蓄水计划 102
3.11 工程投资 104
4. 工程分析 105

4.1 工程与相关政策、法律法规及规划的协调性、符合性分析 105
4.2 工程设计方案的环境合理性分析 124
4.3 施工期工程环境影响因素分析 166
4.4 工程运行期环境影响因素分析 173
4.5 移民安置及专项设施复建影响 177
4.6 工程分析结论 178
5. 环境现状调查与评价 179
5.1 自然环境 179
5.2 区域污染源调查与评价 184
5.3 环境质量现状监测与评价 194
5.4 .陆生生态环境现状 217
5.5 典型区域生态环境现状 255
5.6 水生生态调查环境现状调查与评价 272
5.7 特殊生态敏感区 298
5.8 地下水环境现状调查与评价 301
5.9 工程评价范围内存在的主要环境问题 323
6. 环境影响预测与评价 326
6.1 水资源开发利用影响预测与评价 326
6.2 向阳水库工程生态流量确定分析 334
6.3 水文情势影响预测与评价 357
6.4 地表水水质影响预测与评价 408
6.5 工程水温影响预测与评价 514
6.6 地下水环境影响预测与评价 558
6.7 生态环境影响评价 568
6.8 向阳水库泄洪过饱和 TDG 预测 593
6.9 施工期环境影响 607
7. 环境风险分析 606
7.1 风险识别 616
7.2 环境风险分析 616
7.3 环境风险防范措施 617

7.4 环境风险应急预案 626
8. 环境保护措施及其经济技术论证 628
8.1 环境保护措施设计原则和依据 628
8.2 生态流量保障措施 628
8.3 废污水水环境保护措施 633
8.4 向阳水库水污染防治规划 642
8.5 工程影响区水质保护措施 658
8.6 低温水减缓措施 672
8.7 过饱和 TDG 减缓措施 684
8.8 地下水环境保护措施 685
8.9 陆生生态保护措施 689
8.10 水生生态保护措施 697
8.11 环境空气保护措施 739
8.12 声环境保护措施 741
8.13 固体废物处理措施 743
8.14 移民安置及专项复建环境保护措施 745
8.15 人群健康保护措施 747
9. 环境管理及环境监测计划 749
9.1 环境监测 749
9.2 环境管理 755
9.3 环境监理 761
10. 环保投资概算及经济损益分析 763
10.1 环境保护投资估算 763
10.2 环境经济损益分析 770
10.3 环境影响损益分析 778
11. 评价结论 780
11.1 工程概况 780
11.2 工程区域环境质量现状 782
11.3 工程建设对环境可能造成的主要环境影响 785
11.4 预防或者减轻不良环境影响的主要对策和措施 792

11.5 公众参与 798
11.6 总结论 798
11.7 评价建议 799

1.前 言

云阳县位于重庆市东北部的长江两岸，三峡库区腹心，是三峡库区沿江生态经济走廊承东启西、南引北联的重要枢纽。云阳县幅员面积 3649km²，辖 4 个街道、29 个镇、9 个乡，常住人口 89.66 万人，生产总值 187.9 亿元，是中国著名的油桐之乡、山羊、生猪生产基地县。近年来，郑万高铁、沿江铁路的规划建设以及长江黄金水道的资源禀赋，成为云阳县积极融入“一带一路”、长江经济带发展大格局的重要抓手，云阳县经济社会迎来战略发展机遇，正着力打造全国生态经济示范县、长江经济带物资集散重要节点以及长江三峡国际黄金旅游带。

水是生命之源、生产之要、生态之基，国民经济和社会发展离不水资源、水安全的保障。为合理利用区域水资源、优化区域水空间、保障区域水安全，《水利改革发展“十三五”规划》、《重庆市水利发展战略规划》、《重庆市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《重庆市水利发展“十三五”规划》以及《云阳县“十三五”发展规划》等各级规划均提出兴建重庆市云阳县向阳水库工程，以保供水、防洪水为重点，充分利用当地径流，解决汤溪河沿岸 7.03 万亩农田的灌溉用水以及 6.2 万贫困人口、27 万多头牲畜的安全饮水，为云阳县城组团、河谷特色乡镇等的生产生活提供水保障，培育形成新的区域增长极，推动云阳县更好融入长江经济带战略发展格局和成渝城市群，助力区域经济平稳、快速、可持续发展，实现国家扶贫开发重点县的脱贫摘帽。

向阳水库工程是重庆市拟建重点水源工程之一，位于重庆市云阳县北部团滩河干流上，是一座以城乡供水和农业灌溉为主，综合防洪，兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件的水利工程。

向阳水库坝址位于团滩河干流江口镇新华村五同岔，下距河口约 12.64km（沿河道），坝址以上集雨面积 242km²，占团滩河流域面积的 84%。团滩河是汤溪河右岸一级支流，发源于云阳县与巫溪县交界的人头寨、老鸭梁一带，于江口镇处注入汤溪河，团滩河流域面积 286.9km²，主河道长 37.2km，河道平均比降 19.8‰。汤溪河是长江干流上游左岸一级支流，发源于大巴山南麓巫溪县三根树一带，干流全长 104km，流域面积 1707km²，河口多年平均径流量 17.4 亿 m³，多年平均流量 55.1m³/s。汤溪河在云阳县境内为中下游段，主河道长 62.5km，流域面积 1240km²，中下游河段江口镇以下位于三峡水库回水区。汤溪河流域水系发达，超过 100km² 的河流有三条，主要分布在中下游河段，分别为团滩河、南溪河、小溪沟。《汤溪河流域综合规划环境影响报告书》于 2018 年 9 月 30

日取得了重庆市生态环境局《关于汤溪河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（渝环函[2018]1191 号），《汤溪河流域综合规划》于 2018 年 10 月 30 日取得了重庆市人民政府《关于汤溪河流域综合规划的批复》（渝府[2018]37 号）。

2017 年 9 月云阳县宏源水利开发有限责任公司委托长江勘测规划设计研究有限责任完成了《重庆市云阳县向阳水库工程方案设计报告》（以下简称《方案设计报告》），经水规总院两次技术讨论会之后于 2017 年 11 月 20 日出具了《关于印送重庆市云阳县向阳水库工程方案设计报告技术讨论会议纪要的函》（水总规[2017]1188 号）。随后云阳县宏源水利开发有限责任公司委托长江勘测规划设计研究有限责任公司开展《重庆市云阳县向阳水库工程可行性研究报告》（以下简称《可研报告》），并在 2018 年 8 月 20-23 日通过了水规总院的报告审查会，水规总院于 9 月 10 日出具了《关于印送重庆市云阳县向阳水库工程可行性研究报告审查会议纪要的函》（水总规[2018]908 号）。

可研中确定向阳水库工程开发任务为：以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件。建设主要由两部分内容组成：水源工程和输水工程。水源工程包括混凝土面板堆石坝，溢洪道，泄洪洞，引水兼放空建筑物和坝后式生态电站厂房等建筑物组成等，水库死水位 390.00m，正常蓄水位 456.00m，兴利库容 0.90 亿 m^3，防洪限制水位 448.2m，防洪库容 0.174 亿 m^3；设计洪水位 456.00m，校核洪水位 458.27m，总库容 1.10 亿 m^3；回水长度为 6.7km；拦河坝最大坝高 130.00m；生态电站总装机 4200kW；在库内右岸设置供水、灌溉、发电、生态放水兼放空岸塔式进水口，后接引水隧洞，出洞后压力钢管一分为二，一条至输水工程调压室（供灌溉、供水），一条至发电厂房（供发电、生态放水和水库放空）。输水工程呈现“四干五支”的特点，合计总长度 109.051km，共设置 48 处分水建筑物、4 座管桥、4 处隧洞和一座提水泵站。

工程建成后，可将下游江口镇（沿团滩河侧）的防洪标准由约 5 年一遇提高到 20 年一遇，保障人民生命财产安全和经济社会平稳快速发展。向阳水库多年平均供水量 7852 万 m^3，其中城乡供水量 5938 万 m^3（工业供水量为 2443 万 m^3）、灌溉供水量 1914 万 m^3，改善汤溪河沿岸、云阳县城 64.3 万人的供水和 7.03 万亩土地的灌溉用水条件。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境保护管理条例》等相关规定及各级环保部门相关要求，建设单位重庆市向洋水资源开发有限公司（由云阳县宏源水利开发有限责任公司与重庆市水利投资（集团）有限公司共同出资组建）委托南京国环科技股份有限公司进行重庆市云阳县向阳水库工程环境影响评价工作。我单位接受委托后组织项目组先后多次到现场进行考察、调研和收

集资料等，与项目建设单位、设计单位进行了多次沟通协调，同时，建设单位委托水力学与山地河流国家重点实验室编制完成了《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划（2015-2030 年）》，并进行向阳水库地表水环境影响研究、坝址下游生态需水量研究、水温影响研究及溶解气体饱和影响研究；委托华侨大学进行生态专题报告编制工作；委托西南大学进行鱼类专题报告编制工作；委托四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心进行地勘及地下水专题报告编制工作。我单位在对工程可研报告内容了解、熟悉，对项目区环境状况详细调查分析等基础上，结合各专题报告成果，对工程建设的环境影响进行科学预测和客观评价。

在环境影响评价报告编制过程中，得到了重庆市生态环境局、重庆市水利局、云阳县人民政府、云阳县生态环境局、云阳县水务局等相关单位在基础资料收集上的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

1.1建设项目的特点

（1）工程点多、线长、面广，总工程量较大。向阳水库死水位 390.00m，正常蓄水位 456.00m，兴利库容 0.90 亿 m^3，防洪限制水位 448.2m，防洪库容 0.174 亿 m^3；设计洪水位 456.00m，校核洪水位 458.27m，总库容 1.10 亿 m^3，回用长度为 6.7km。由水源工程、输水工程两部分组成，其中水源工程包括混凝土面板堆石坝、溢洪道、泄洪洞、引水兼放空进水口、引水隧洞、坝后式地面厂房等；输水工程包括管道、泵站、隧洞、管桥等。供水对象为汤溪河沿岸江口、沙市、鱼泉、南溪、云安等 5 个乡镇以及云阳县城组团（黄石镇、水口镇、人和街道、青龙街道、双江街道、云阳工业园和万州经开区 C 区水口组团）；灌溉面积 7.03 万亩，其中新增灌溉面积 5.58 万亩，改善灌溉面积 1.45 万亩。

（2）工程占地与移民数量较大。建设征地总面积 6932.05 亩，其中水库区 2565.65 亩，坝区 1700.16 亩（永久征地 1280.55 亩、临时用地 419.61 亩），供水区 2666.24 亩（永久征地 635.1 亩、临时用地 2031.14 亩）。建设征地规划水平年生产安置人口 1956 人，搬迁安置人口 1349 人。

（3）本工程为新建水利工程，是汤溪河流域综合规划中唯一一个大型骨干水源工程，所在的团滩河现有分散在坝址以上淹没区单位内的三个小型水电站均列入本项目拆迁补偿计划，另外两个小水电站按照汤溪河综合流域规划环评审查意见的要求，也列入流域规划的关停计划中，所在团滩河没有重大污染及环境问题。

（4）本工程为非污染型生态影响类水利工程。工程产生的污染物及其环境影响主要在施工期；工程运行后，由于一定程度上促使受水区和灌区的水资源进行了重新配置，对团滩河、汤溪河及澎溪河的水文情势产生了一定的影响，同时也影响区域的水生态环境。工程坚持生态优先，生态流量优先的原则，所提出的生态环境保护措施可以有效减缓工程建设带来的环境影响。

（5）本工程涉及多个环境要素的环境敏感保护目标，主要包括声环境、地表水环境、生态环境等，需要重点关注其环境保护措施。

1.2环境影响评价技术路线

本次环评在调查项目所在地环境质量现状的基础上，通过工程分析，识别项目污染因子和环境影响因素，预测项目建设对周围环境的影响范围和程度，论证项目实施的环境可行性，提出减轻和防治污染的具体对策及建议，为工程设计、环保决策提供科学依据。本项目环境影响评价技术路线见 1.2-1。

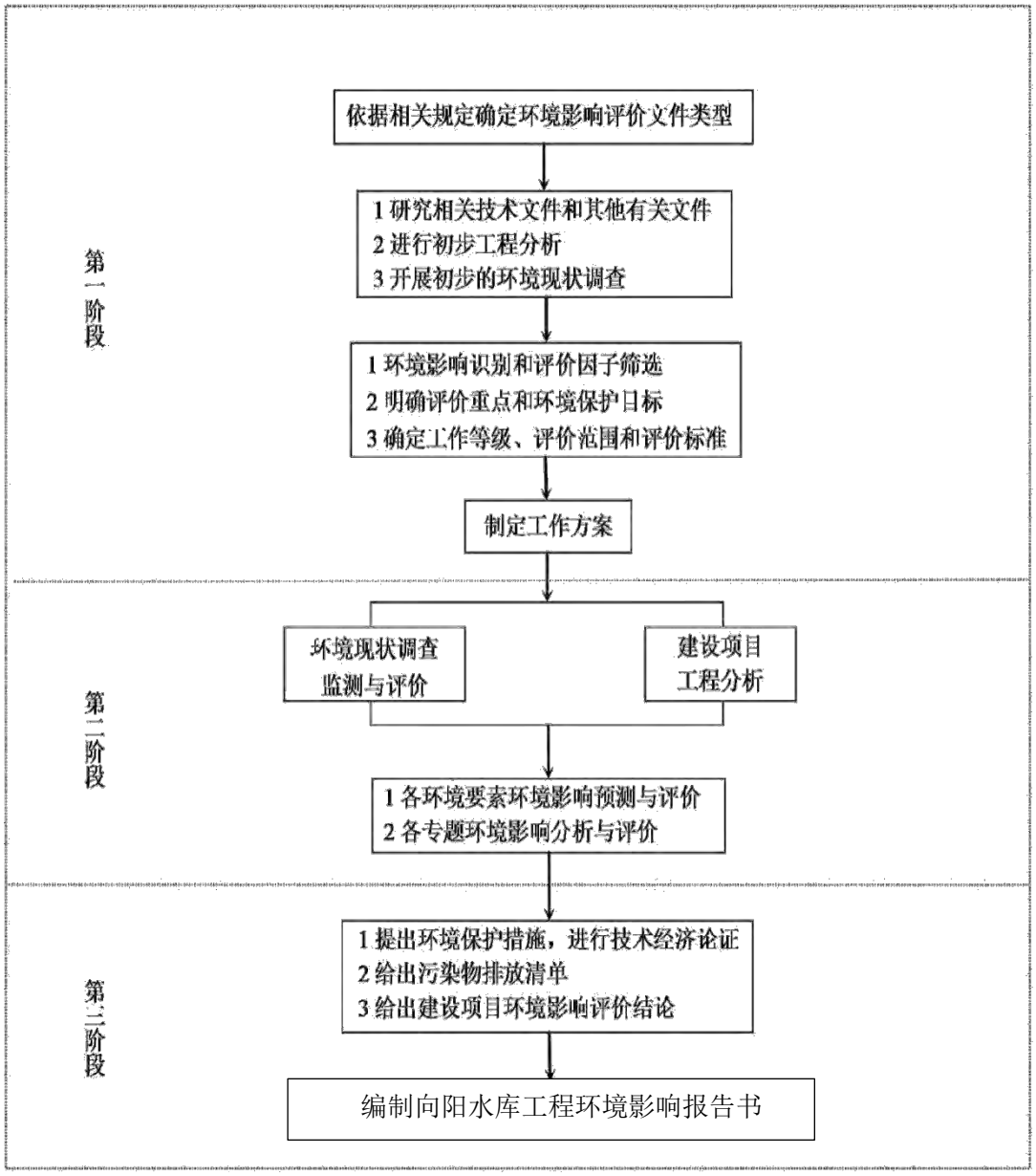


图 1.2-1　　环境影响评价工作程序框图

1.3关注的主要环境问题

（1）工程建设前后地表水评价范围内团滩河及受水河流汤溪河、澎溪河水文情势的变化情况；

（2）工程运行对库区及团滩河，受水河流汤溪河、澎溪河，长江退水影响河段水质影响；

（3）工程运行时，从稳定型分层水库取水对坝下鱼类产卵及灌区灌溉水温的影响；

（4）水库淹没及大坝阻隔对生态环境的影响，尤其是对流域水生生态环境及鱼类的影响；

（5）运行期及施工期的其它环境影响。

1.4环境影响报告的主要结论

向阳水库工程开发任务为“以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件”，工程建成后将为江口、沙市、鱼泉、南溪、云安等 5 个乡镇，以及云阳县城组团提供生产生活用水，向灌区提供农业灌溉用水，工程建设后可解决受水区水资源优化配置和供水安全的问题，保障江口镇防洪安全，符合国家相关政策及规划，符合《长江流域综合规划（2012～2030 年）》、《长江经济带生态环境保护规划》、《三峡后续工作规划》、《三峡库区及其上游水污染防治规划》（修订本）、《关于加强长江黄金水道环境污染防控治理的指导意见》中的相关要求，与重庆市及云阳县相关政策及规划相符，符合“三先三后”原则，满足汤溪河综合流域规划及规划环评中的相关要求，具有显著的社会效益和经济效益。

工程在选址阶段就充分避让了区域的生态保护红线和生态敏感保护目标，坚持生态优先、绿色发展，严守资源利用上线、生态保护红线、环境质量底线，全面贯彻落实“节水优先”的理念，按照“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”原则进行水资源配置。对环境的不利影响主要是水库淹没影响，大坝阻隔鱼类影响，工程实施对河流水文情势、水环境和水生态的影响，施工期“三废”、噪声及水土流失对周边环境的影响等。但在落实库区和受水区水污染防治规划、向阳水库工程采取本报告提出的环境保护措施后，工程带来的不利影响可以得到减缓。

总体上，向阳水库工程是提高江口镇团滩河侧的防洪能力的重要工程措施，有助于进一步完善河段防洪体系和保障区域水资源安全，并为区域扶贫开发和乡村振兴创造条件，工程建设是必要的。综合考虑工程建设的重大意义和工程的环境影响，在环境影响报告书提出的相关环境保护措施及生态保护和补偿措施及建议得到有效落实的基础上，从环境保护的角度，工程是可行的。

2.总则

2.1编制依据

2.1.1国家法律、法规及文件

(1)《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行；

(2)《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；

(3)《中华人民共和国水污染防治法》，2017 年 6 月 27 日修订；

(4)《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日修；

(5)《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2018 年 12 月 29 日修订；

(6)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2015 年 4 月修订；

(7)《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019 年 1 月 1 日起施行；

(8)《中华人民共和国水法》，2016 年 7 月 2 日修订；

(9)《中华人民共和国节约能源法》，2018 年 10 月 26 日修订；

(10)《中华人民共和国循环经济促进法》，2018 年 10 月 26 日修订；

(11)《中华人民共和国野生动物保护法》，2009 年 8 月 27 日修正；

(12)《中华人民共和国水土保持法》，2010 年 12 月 25 日修订；

(13)《中华人民共和国土地管理法》，2004 年 8 月 28 日修改；

(14)《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日修改；

(15)《中华人民共和国文物保护法》，2013 年 6 月 29 日修订；

(16)《中华人民共和国自然保护区条例》，2011 年 1 月 8 日修订；

(17)《中华人民共和国风景名胜区条例》，2006 年 9 月 6 日；

(18)《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，2013 年 12 月 7 日；

(19)《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》，2011 年 1 月 8 日修订；

(20)《中华人民共和国野生植物保护条例》，1996 年 9 月 30 日；

(21)《基本农田保护条例》，1998 年 12 月 27 日国务院令第 257 号；

(22)《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日；

(23)《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》，国发[2005]39 号；

(24)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号；

(25)《产业结构调整指导目录》（2013 年修正本）；

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

(27)《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）；

(28)《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）；

(29)《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令 第 34 号 2015 年 4 月 16 日）；

(30)《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发[2011]35 号）；

(31)《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；

(32)《环境影响评价公众参与办法》，环境保护部令第 4 号，2019 年 1 月 1 日实施；

(33)《建设项目环境影响评价分类管理名录》环境保护部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日实施；

(34)关于印发《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》的通知（环发[2015]162 号）；

(35)《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》（环办[2013]103 号）；

(36)《关于加强河流污染防治工作的通知》（环发[2007]201 号）；

(37)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号）；

(38)《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98 号）；

(39)《关于落实大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入的通知》（环办[2014]30 号）；

(40)《环境空气细颗粒物污染综合防治技术政策》（环境保护部公告，2013 年第 59 号）；

(41)《全国生态保护“十三五”规划》（环生态[2016]151 号）；

(42)《重点流域水污染防治规划》（2016-2020）（环保部、发改委、水利部发布）。

(43)《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）；

(44)关于落实《水污染防治行动计划》实施区域差别化环境准入的指导意见（环环评[2016]190 号）；

(45)《饮用水水源保护区污染防治管理规定》，2010 年 12 月 22 日修正；

(46)《水生生物增殖放流管理规定》（农业部令第 20 号，2009.5.1）；

(47)《关于印发水泥制造等七个行业建设项目环境影响评价文件审批原则的通知》（环办环评[2016]114 号）；

(48)《关于进一步加强水利规划环境影响评价工作的通知》（环发[2014]43 号）；

(49)《关于做好新形势下水利工程建设前期环境保护工作的通知》（水总环移[2016]956 号）；

(50)关于印发《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）》的函（环评函[2006]4 号）；

(51)《国家发展改革委环境保护部印发关于加强长江黄金水道环境污染防控治理的指导意见的通知》（发改环资[2016]370 号）；

(52)《国家发展改革委水利部关于切实做好引调水工程前期工作的指导意见》（发改农经[2015]3183 号）；

(53)《长江经济带环境保护规划》（环规财[2017]88 号）；

(54)《全国主体功能区规划》，2011 年 6 月；

(55)《全国生态功能区划（修编版）》，2015 年 11 月 13 日。

2.1.2地方有关法律、法规

(1)《重庆市环境保护条例》（2017 年 3 月 29 日修订，2017 年 6 月 1 日施行）；

(2)《重庆市大气污染防治条例》（2017 年 6 月 1 日起施行）；

(3)《重庆市环境噪声污染防治办法》（重庆市人民政府令第 270 号）；

(4)重庆市人民政府关于印发重庆市环境保护“五大行动”实施方案（2013-2017 年）的通知（渝府发[2013]43 号）；

(5)《重庆市突发环境事件应急预案》（渝府办发[2016]22 号）；

(6)《重庆市环境空气质量功能区划分规定》（渝府发[2016]19 号）；

(7)《重庆市地面水域适用功能类别划分规定》（渝府发[1998]89 号）；

(8)《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》（渝府发[2012]4 号）；

(9)《重庆市环境保护局关于印发城市区域环境噪声标准适用区域划分规定调整方案的通知》（渝环发[2007]39 号）；

(10)《重庆市环境保护局关于修正城市区域环境噪声标准适用区域划分规定调整方案有关内容的通知》（渝环发[2007]78 号）；

(11)《重庆市饮用水源保护区污染防治管理办法》；

(12)《重庆市长江三峡水库库区及流域水污染防治条例》（2011 年）；

(13)《重庆市生态文明建设 “十三五”规划》（渝府发[2016]34 号）；

(14)《重庆市重点生态功能区保护和建设规划（2011-2030 年）》；

(15)《重庆市人民政府关于发布重庆市生态保护红线的通知》（渝府发〔2018〕25号）；

(16)《中共重庆市委重庆市人民政府关于加快推进生态文明建设的意见》（渝委发[2014]19 号）；

(17)《重庆市人民政府关于印发贯彻落实国务院水污染防治行动计划实施方案的通知》（渝府发[2015]69 号）；

(18)《重庆市水利局、重庆市生态环境局、重庆市发展和改革委员会关于分解落实中央环保督察难以保证生态基流“问题电站”整改任务的函》（渝水函[2017]189 号）；

(19)《关于印发重庆市长江经济带小水电清理整改工作实施方案的通知》（渝水农水[2019]4 号）；

(20)《关于印发进一步规范重庆市高切坡、深开挖、高填方项目的若干规定的通知》（渝建发[2002]47 号）；

(21)《关于加强长江黄金水道环境污染防控治理的指导意见》；

(22)《重庆市生态文明和环境保护“十三五”规划》渝府发[2016]34 号（2016 年 8 月 17 日）。

2.1.3环评导则及技术规范

(1)《建设项目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 地面水环境》，HJ 2.3-2018；

(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 地下水影响》，HJ610-2016；

(6)《环境影响评价技术导则 生态影响》，HJ19-2011；

(7)《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ169-2018；

(8)《环境影响评价技术导则 水利水电工程》，HJ/T 88-2003；

(9)《地表水和污水监测技术规范》，HJ/T 91-2002；

(10)《河湖生态环境需水计算规范》（SL/2 712-2014）；

(11)《水域纳污能力计算规程》（GB/T25173-2010）；

(12)《水库渔业资源调查规范》（SL167-2014）。

2.1.4其它有关依据

(1)环评委托书；

(2)《重庆市云阳县城乡总体规划 （2015 年编制）》；

(3)《汤溪河流域综合规划》，长江勘测规划设计研究有限责任公司，2018.1；

(4)《汤溪河流域综合规划环境影响报告书》及批复；

(5)《重庆市云阳县向阳水库可行性研究报告》，长江勘测规划设计研究有限责任公司，2018.12；

(6)项目环境影响评价公示材料及环境质量现状监测报告；

(7)环境影响评价标准确认函；

(8)委托方提供的其它有关技术资料。

2.2评价原则

本工程环境影响评价遵循以下基本原则：

（1）产业政策及相关规划符合性原则：环境影响评价应论述工程建设是否符合国家产业发展政策的相关要求，与国民经济和社会发展规划等是否协调一致。

（2）生态优先原则：在工程占地处理、移民安置、环境保护措施中认真贯彻生态优先原则，做到源头和过程控制，强化后期恢复，将生态影响降低到最低程度。

（3）符合环境功能区划原则：工程运行期基本不产生和排放污染物，但工程施工期较长，施工期“三废一噪”的污染问题也不容忽视，施工期“三废一噪”排放应符合环境功能区划要求。

（4）客观性原则：对工程建设和影响可能产生的环境影响的预测和评价应客观、公平、公正。

（5）可持续发展原则：对工程环境影响的评价，其出发点是工程建设能否促进区域经济的协调、健康、可持续发展。

（6）建设与保护并重原则：工程建设应在落实切实可行的环境保护措施的条件下进行，并在工程建设时尽量降低对生态环境的不利影响，将环境保护放在与工程同等重要的地位。

2.3评价标准

经云阳县生态环境局确认，本工程环境影响评价执行以下标准：

2.3.1环境质量标准

（1）空气质量标准

本项目水源工程及输水管线沿线区域环境空气质量功能区为二类区，应执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

表 2.3-1　环境空气质量评价标准

序号	污染物名称	年平均	24 小时平均	1 小时平均	单位	标准来源
1	SO_2	60	150	500	μg/m³	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）
2	NO_2	40	80	200		
4	PM_{10}	70	150	-		
5	$PM_{2.5}$	35	75	-		
6	TSP	200	300	-		
6	CO	4000	10000	-		

（2）地表水质量标准

根据《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》（渝府发[2012]4 号），工程涉及的团滩河地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类，受纳水体汤溪河、澎溪河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；受纳水体长江执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II、III类标准。

工程区在区域地表水适用功能类别划分情况见表 2.3-2，标准值见表 2.3-3。

表 2.3-2　地面水域适用功能类别划分

编号	区县名称	河流名称	起始—终止地名	水域适用功能类别		水质控制断面
				适用功能	适用类别	
19	云阳县	长江	小江河口-三坝溪	饮用水源 工业用水	III	下岩寺
20	云阳县	长江	三坝溪-光武	饮用水源	II	口前
29—2	云阳县	澎溪河	养鹿镇—双江河口	饮用水源	III	双江河口
30	云阳县	汤溪河	云阳河段	饮用水源	III	云阳镇河口
53—2	云阳县	团滩河	云阳河段	饮用水源	III	农坝、团滩、江口

表 2.3-3　地表水环境质量标准及相关水质因子标准限值（单位：mg/L）

序号	项 目	II类	III类
1	水温（℃）	人为造成的环境水温变化应限值在：周平均最大温升≤1；周平均最大温降≤2	
3	溶解氧	≥6	≥5
4	高锰酸盐指数	≤4	≤6
5	化学需氧量（COD）	≤15	≤20
6	五日生化需氧量 BOD_5	≤3	≤4
7	氨氮（NH_3-N）	≤0.5	≤1.0

8	总磷（以 P 计）	≤0.1（湖、库 0.025）	≤0.2（湖、库 0.05）
9	总氮（湖、库，以 N 计）	≤0.5	≤1.0
10	铜	≤1.0	≤1.0
11	锌	≤1.0	≤1.0
12	氟化物（以 F 计）	≤1.0	≤1.0
13	硒	≤0.01	≤0.01
14	砷	≤0.05	≤0.05
15	汞	≤0.00005	≤0.0001
16	镉	≤0.005	≤0.005
17	铬（六价）	≤0.05	≤0.05
18	铅	≤0.01	≤0.05
19	氰化物	≤0.05	≤0.2
20	挥发酚	≤0.002	≤0.005
21	石油类	≤0.05	≤0.05
22	阴离子表面活性剂	≤0.2	≤0.2
23	硫化物	≤0.1	≤0.2
24	粪大肠菌群（个/L）	≤2000	≤10000

（3）声环境质量标准

根据渝环发[2007]39 号《重庆市环境保护局关于印发城市区域环境噪声标准适用区域划分规定调整方案的通知》、渝环发[2007]78 号《重庆市环境保护局关于修正城市区域环境噪声标准适用区域划分规定调整方案有关内容的通知》以及《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014），本项目工程区声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

表 2.3-4　声环境质量标准

类　别	标准值 dB（A）		依　据
	昼　间	夜　间	
项目所在地	60	50	《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类区

（4）地下水质量标准

执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）。

表 2.3-5　地下水质量标准及相关水质标准限值

项目	执行标准（mg/L　pH 无量纲）				
	I类	II类	III类	IV类	V类
pH	6.5～8.5			5.5～6.5，8.5～9	<5.5，>9
耗氧量（COD_{Mn}法）	≤1.0	≤2.0	≤3.0	≤10	>10
氨氮	≤0.02	≤0.10	≤0.50	≤1.50	>1.50
氟化物	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤2.0	>2.0

氯化物	≤50	≤150	≤250	≤350	>350
硫化物	≤0.005	≤0.01	≤0.02	≤0.10	>0.10
氰化物	≤0.001	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
铜	≤0.01	≤0.05	≤1	≤1.5	>1.5
锌	≤0.05	≤0.5	≤1	≤5	>5
铁	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤2.0	>2.0
铅	≤0.005	≤0.005	≤0.01	≤0.10	>0.10
砷	≤0.001	≤0.001	≤0.01	≤0.05	>0.05
汞	≤0.0001	≤0.0001	≤0.001	≤0.002	>0.002
镉	≤0.0001	≤0.001	≤0.005	≤0.01	>0.01
六价铬	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
总大肠菌群	≤3.0	≤3.0	≤3.0	≤100	>100

（5）土壤环境质量标准

土壤环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB 15618-2018） “农用地土壤污染风险筛选值”标准和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中表 1 建设用地土壤污染风险筛选值第二类用地标准，标准值详见下表。

表 2.3-6 农用地（其他）土壤污染风险筛选值（单位：mg/kg）

项目 风险筛选值	汞	镉	砷	铬	铅	铜	锌	镍
pH≤5.5	1.3	0.3	40	150	70	50	200	60
5.5＜pH≤6.5	1.8	0.3	40	150	90	50	200	70
6.5＜pH≤7.5	2.4	0.3	30	200	120	100	250	100
pH＞7.5	3.4	0.6	25	250	170	100	300	190

表 2.3-7 建设用地土壤污染风险筛选值第二类用地标准（单位：mg/kg）

编号	监测因子	第二类用地	
		筛选值	管制值
1	砷	60	140
2	镉	65	172
3	六价铬	5.7	78
4	铜	18000	36000
5	铅	800	2500
6	汞	38	82
7	镍	900	2000
8	四氯化碳	2.8	36
9	氯仿	0.9	10
10	氯甲烷	37	120
11	1,1-二氯乙烷	9	100

12	1,2-二氯乙烷	5	21
13	1,1-二氯乙烯	66	200
14	顺-1,2-二氯乙烯	596	2000
15	反-1,2-二氯乙烯	54	163
16	二氯甲烷	616	2000
17	1,2-二氯丙烷	5	47
18	1,1,1,2-四氯乙烷	10	100
19	1,1,2,2,-四氯乙烷	6.8	50
20	四氯乙烯	53	183
21	1,1,1-三氯乙烷	840	840
22	1,1,2-三氯乙烷	2.8	15
23	三氯乙烯	2.8	20
24	1,2,3-三氯丙烷	0.5	5
25	氯乙烯	0.43	4.3
26	苯	4	40
27	氯苯	270	1000
28	1,2-二氯苯	560	560
29	1,4-二氯苯	20	200
30	乙苯	28	280
31	苯乙烯	1290	1290
32	甲苯	1200	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	570	570
34	邻二甲苯	640	640
35	硝基苯	76	760
36	苯胺	260	663
37	2-氯酚	2256	4500
38	苯并[a]蒽	15	151
39	苯并[a]芘	1.5	15
40	苯并[b]荧蒽	15	151
41	苯并[k]荧蒽	151	1500
42	䓛	1293	12900
43	二苯并[a,h]蒽	1.5	15
44	茚并[1,2,3-cd]芘	15	151
45	萘	70	700

2.3.2污染物排放标准

（1）废水：施工废水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中一级标准。运营期水库及电站现场运行管理产生的少量生活污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）后回用于绿化和道路洒水，不外排。

表 2.3-8　污水综合排放标准

水质指标	《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）表 4 中一级标准	《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）
pH	6~9	6~9
COD	100	-
BOD	20	20
SS	70	-
氨氮	15	20
阴离子表面活性剂 LAS	5.0	1.0
溶解性总固体	-	1000
总磷	0.5	-
石油类	10	-
总大肠菌群	-	3 个/L

（2）废气：施工大气污染物排放执行重庆市《大气污染物综合排放标准》（DB50/418-2016）中“其他区域”无组织排放标准。

表 2.3-9　大气污染物排放标准限值

执行标准	污染物	无组织排放监控浓度限值	
		监控点	监控浓度（mg/m^3）
重庆市《大气污染物综合排放标准》（DB50/418-2016）中“其他区域”标准	SO_2	周界外浓度最高点	0.4
	NOx		0.12
	颗粒物		1.0

（3）噪声：营运期水源工程及输水加压泵站周边执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准，施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

表 2.3-10　噪声排放执行标准

标准名称及级（类）别	污染因子	噪声限值 dB（A）	
		昼间	夜间
《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准	运营期噪声	60	50
《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	施工期噪声	70	55

（4）固体废物：一般工业固废执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及环保部 2013 年第 36 号公告关于发布《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）等 3 项国家污染物控制标准修改单的公告，危险废物《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）、《危险废物鉴别标准》（GB5085-2007）、《危险货物品名录》（GB12268-2012）。

2.4评价工作等级

2.4.1生态环境

向阳水库工程建设征地范围包括水库淹没区、工程占地区，共占用约 4.16km^2，其中永久占地约 2.69km^2（包括水库淹没区），临时占地约 1.47km^2，占地范围面积介于2~20km^2 之间；水库建成后，干流团滩河回水长度 6.7km，库区主要支流帆水河回水长度 3.9km，后叶沟回水长度 2.0km，小河回水长度 0.8km，合计回水长度 13.4km，工程占地范围内水域长度小于 50km；项目管线工程总干管、县城干管、江沙干管、南云干管，线路长度 86.407km；斑竹支管、新里支管、卫星支管、竹林支管、毛坝支管，线路长度 22.644km，合计总长度 109.051km。复建公路全长 10.7km，合计长度>100km。

本工程施工占地范围内不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地等特殊生态敏感区，不涉及风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、原始天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、天然渔场等重要生态敏感区。

本工程输水线路距离云阳小江湿地县级自然保护区最近距离为 50m；工程所在的团滩河河段分布有 1 个鱼类产卵场，1 个鱼类越冬场，2 个鱼类索饵场，按照《环境影响评价技术导则　生态影响》（HJ19-2011）表 1，本项目评价等级属于“二级”。但由于本项目在团滩河上建坝，可明显改变水文情势，根据 HJ19-2011，评价工作等级应上调一级。

综上，确定本项目生态影响评价的工作等级为**“一级”**。

2.4.2地表水环境

向阳水库工程施工高峰期废（污）水水质复杂程度为简单，团滩河水域规模为小型，水环境功能为 III 类。受水区评价河段中，汤溪河、澎溪河均为大型河流，水环境功能为 III 类。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ/T2.3-2018)，评价等级分级原则见表 2.4-1。

表 2.4-1　水文要素影响型建设项目评价等级判定

评价等级	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与总库容百分比 α/%	兴利库容与年径流量百分比 β/%	取水量占多年平均径流量百分比 γ/%	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2；工程扰动水底面积 A_2/km^2；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 R/%		工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2；工程扰动水底面积 A_2/km^2
				河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	α≤10；或稳定分层	β≥20；或完全年调节与	γ≥30	A_1≥0.3；或 A_2≥1.5；或	A_1≥0.3；或 A_2≥1.5；或	A_1≥0.5；或 A_2≥3

		多年调节		R≥10	R≥10	
二级	20＞α＞10；或不稳定分层	20＞β＞2；或季节调节与不完全年调节	30＞γ＞10	0.3＞A_1＞0.05；或 1.5＞A_2＞0.2，或 10＞R＞5	0.3＞A_1＞0.05；或 1.5＞A_2＞0.2，或 20＞R＞5	0.5＞A_1＞0.15；或 3＞A_2＞0.5
三级	α≥20；或混合型	β≤2；或无调节	γ≤10	A_1≤0.05；或 A_2≤0.2；或 R≤5	A_1≤0.05；或 A_2≤0.2；或 R≤5	A_1≤0.15；或 A_2≤0.5
注 1：影响范围涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地，重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标、评价等级应不低于二级。 注 2：跨流域调水、引水式电站、可能受到河流感潮段影响，评价等级不低于二级。 注 3：造成入海河口（湾口）宽度束窄（束窄尺度达到原宽度的 5%以上），评价等级应不低于二级。 注 4：对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物（如防波堤、导流堤等），其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于 2km 时，评价等级应不低于二级。 注 5：允许在一类海域建设的项目，评价等级为一级。 注 6：同时存在多个水文要素影响的建设项目，分别判定各水文要素影响评价等级，并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。						

表 2.4-2　向阳水库工程环境影响评价等级判定

评价要素	水温	径流		受影响地表水域
评价参数	年径流量：2.07 亿 m^3	兴利库容：0.90 亿 m^3	取水量：7852 万 m^3	地表集水面积：218 km^2
	总库容：1.10 亿 m^3	年径流量：2.07 亿 m^3	多年平均径流量：2.07 亿 m^3	上坝址以上集水面积：242 km^2
	年径流量与总库容百分比 α=1.88	兴利库容与年径流量百分比 β=43.5%	取水量占多年平均径流量百分比 γ=37.93%	占用水域面积比例 R=90.0%
评价等级	一级	一级	一级	一级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ/T2.3-2018），依据水文要素影响型建设项目评价等级判定表（表 2.4-1），向阳水库工程按水温要素进行判定，评价等级为一级；按径流要素进行判定，评价等级为一级；按受影响地表水域要素进行判定，评价等级为一级。

根据导则，取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级，因此确定评价等级为一级。

2.4.3地下水环境

建设项目地下水环境影响评价等级划分根据建设项目行业分类和地下水环境敏感程度（表 2.4-3）进行判定。

表 2.4-3　本项目地下水环境敏感程度分级

分级	项目场地的地下水环境敏感特征	本工程
敏感	集中式饮用水源地（包括已建成的在用、备用、应急水源地，在建和规划的水源地）准保护区；除集中式饮用水源地以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区	根据现场调查，本项目库区周围居民分布较少，岩溶不发育，且无地下水集中式饮用水源；灌区评价面积为 13.5km^2，不存在地下水集中式饮用水源；引水隧洞评价区周边主要分布姜家院子 47 户、云盘村

较敏感（√）	集中式饮用水源地（包括已建成的在用、备用、应急水源地，在建和规划的水源地）准保护区以外的补给径流区；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区以及分散居民饮用水源等其它未列入上述敏感分级的环境敏感区	62 户、盐渠村 93 户、老观村 197 户、扇子塝 28 户、红岩村 34 户、安乐村 62 户、小寨子 21 户和老屋 51 户居民分散饮用评价区沟水。综上本项目评价范围无集中式地下水供水水源或其它与地下水环境相关的保护区，确定区内地下水环境敏感程度为“较敏感”。
不敏感	上述地区之外的其它地区	
注：“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区		

表 2.4-4　本项目地下水评价工作等级分级

项目类别 / 环境敏感程度	III类项目	本项目评价等级
敏感	二	本项目属III类项目，其地下水环境敏感程度为“较敏感”，根据评价工作等级分级表判定为“三”级评价。
较敏感	三（√）	
不敏感	三	

根据《云阳县人民政府办公室关于印发<云阳县乡镇集中式生活饮用水源保护区划分方案>的通知》（云阳府办发[2006]120 号）、《重庆市人民政府办公厅关于调整万州区等 31 个区县（自治县）集中式饮用水源保护区的通知》（渝府办[2013]40 号）、《重庆市人民政府办公厅关于调整万州区等 36 个区县（自治县）集中式饮用水水源保护区的通知》（渝府办[2016]19 号）和《重庆市人民政府办公厅关于调整万州区等 18 个区县（自治县）集中式饮用水水源保护区的通知》（渝府办[2017]21 号）。本项目区域内不存在地下水集中饮用水水源地。

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）附录 A 地下水环境影响评价行业分类表，该项目属于引水、灌区工程类别的环境影响报告书，其中引水工程对应地下水环境影响评价项目类别为III类，地下水环境敏感程度为“较敏感”，根据（HJ610-2016）判定依据，确定向阳水库工程地下水环境影响评价等级为三级评价。

2.4.4大气环境

工程运行期无大气污染物产生，因此，运行期大气环境不作评价。

工程施工期主要大气污染物为 TSP，但其排放量及排放浓度均具有不稳定性，且影响范围主要在施工场界内，因此根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），确定大气环境影响评价工作等级为三级。

2.4.5声环境

工程区声环境功能区为 GB3096-2008 的 2 类地区，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009）评价工作等级划分原则，确定声环境评价工作等级为二级。

2.4.6土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），建设项目土壤环境影响评价等级划分根据区域土壤敏感程度（表 2.4-5）和建设项目行业分类进行判定（表 2.4-6）。

表 2.4-5 生态影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据		
	盐化	酸化	碱化
敏感	建设项目所在地干燥度＞2.5 且常年地下水位平均埋深＜1.5 m 的地势平坦区域；或土壤含盐量＞4 g/kg 的区域	H≤4.5	pH>9.0
较敏感	建设项目所在地干燥度＞2.5 且常年地下水位平均埋深≥1.5 m 的，或1.8＜干燥度≤2.5 且常年地下水位平均埋深＜1.8 m 的地势平坦区域;建设项目所在地干燥度＞2.5 或常年 地下水位平均埋深＜1.5 m 的平原区；或2g/kg＜土壤含盐量≤4g/kg 的区域	4.5＜pH≤5.5	8.5≤pH＜9.0
不敏感	其他	5.5＜pH＜8.5	
是指采用 E601 观测的多年平均水面蒸发量与降水量的比值，即蒸降比值。			

表 2.4-6 生态影响型评价工作等级划分表

项目	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类
敏感	一级	二级	三级
较敏感	二级	二级	三级
不敏感	二级	三级	-

本项目地处重庆市云阳县，根据云阳县气象站 1957～2015 年观测资料，云阳县多年平均蒸发量为 1339.1mm，多年平均降水量为 1132.9mm，因此本项目所在区域干燥度为 1.18，因此本项目土壤敏感程度属于不敏感；对照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A，本项目为库容 1 亿 m^3 及以上水库，为Ⅰ类项目，因此确定土壤环境评价工作等级为二级。

2.4.7环境风险

本工程施工期可能产生的环境风险包括施工期炸药及油品运输贮存风险。对照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B1 和 B2，本工程运营期不涉及其中的危险物质，因此本项目环境风险潜势为 I。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中评价工作级别划分原则，确定本项目环境风险评价等级为简单评价。

2.5评价重点

根据工程所处的地理位置、环境特点及工程施工和运行特点，确定环境影响评价的重点为工程规模及布局的环境合理性、生态环境影响评价、供水及灌区退水影响、水库

水质影响等，并提出切实可行的环境保护措施。

2.6评价范围

2.6.1生态环境

（1）陆生生态

向阳水库工程区、施工道路区、水库库尾至坝下 1km 河道两侧至第一层山脊线以内区域，结合生态完整性评价及重要物种影响评价需要，根据实际情况适当扩大至坝下团滩河汇口区域;各个灌区以及灌区引水工程两侧 200m 以内区域;复建公路 Y108，G347，S406 两侧 200m 范围。合计评价范围面积共 189.93km^2。

（2）水生生态评价范围

根据可研，本项目灌溉管道均利用原有桥梁过河，对相关河流水生生态影响不大，本报告仅进行简评。

向阳水库回水区上游河段（干流团滩河段约 12.4km，后叶沟约 7.3km，小河约 8.5km，帆水河约 8.3km）；水库库区（即淹没回水范围，干支流合计 13.4km）；团滩河（向阳水库坝址至汤溪河汇入口）12.3km；汤溪河河段（沙市镇至长江汇入口）约 58.3km；澎溪河退水影响河段（黄石镇至长江汇口澎溪河）约 10.5km；长江退水影响河段（澎溪河汇口至汤溪河汇口）约 25.9km。

由于本工程输水管线中县城支管最近距离云阳小江湿地县级自然保护区实验区仅 50m，因此本次环评将云阳小江湿地县级自然保护区也纳入评价范围。

2.6.2地表水环境

向阳水库回水区上游河段（干流团滩河段约 12.4km，后叶沟约 7.3km，小河约 8.5km，帆水河约 8.3km）；水库库区（即淹没回水范围，干支流合计 13.4km）；团滩河（向阳水库坝址至汤溪河汇入口）12.3km；汤溪河河段（沙市镇至长江汇入口）约 58.3km；澎溪河退水影响河段（高阳镇至长江汇口）约 10.5km；长江退水影响河段（澎溪河汇口至汤溪河汇口）约 25.9km。

2.6.3地下水

本项目地下水环境影响评价范围包括水库库区、枢纽工程区、施工区输水工程和灌区。北侧以包含输水工程范围作为边界；南侧以最南部灌区的流域分水岭为边界；西侧主要以地下水分水岭，高阳镇-黄石镇段以小江适当外推为界。东侧以区域地下水分水

岭为边界。项目评价范围面积为 853km^2。

2.6.4声环境

评价范围为水源工程施工区边界外 200m 范围、输水工程施工区管线两侧 200 m 范围、施工道路、复建道路中心线两侧各 200m 范围，泵站周边 200m 范围。

2.6.5环境空气

水源工程施工区边界 200m 范围；输水工程管线两侧 200m 范围，并包括主要施工场地。

2.6.6土壤环境

向阳水库工程区、施工道路区、水库淹没区边界 200m 范围；输水工程管线两侧 200m 范围，并包括主要施工场地；各个灌区及灌区边界 200m 以内区域。

2.6.7环境风险

大气环境风险评价只做简单分析，地表水环境风险评价范围同于地表水评价范围。

2.7评价水平年

现状评价水平年为 2015~2018 年。施工期预测评价水平年为施工高峰年，运行期预测评价水平年为水库建成后的第 3 年以及工程设计水平年 2030 年。

2.8环境敏感保护目标

2.8.1生态环境保护目标

向阳水库枢纽及配套灌区工程建设范围内均不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、原始天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区等。

与向阳水库工程及配套灌区工程相邻近的生态敏感区为云阳小江湿地县级自然保护区。

在工程坝址所在的团滩河上分布有普通鱼类产卵场 1 个，即民兴煤矿产卵场；越冬场 1 个，即火山湾越冬场；索饵场两个，分别为新华村索饵场和朱家塝索饵场。

本项目生态保护目标见表 2.8-1。

表 2.8-6　生态环境敏感保护目标

环境要素	环境保护对象名称		概况	与工程关系	保护要求
生态环境保护目标	鱼类产卵场	民兴煤矿产卵场	鱼类 14 种，隶属于 3 目 5 科 14 属，分别为马口鱼、宽鳍鱲、西昌华吸鳅、瓣结鱼、泥鳅、齐口裂腹鱼、唇鲷、多鳞铲颌鱼、吻鮈、宽口光唇鱼、高体鳑鲏、麦穗鱼、切尾拟鲿、李氏吻虾虎鱼等	坝址以上库区	保护工程区域水生生态系统，减缓工程建设对水生生境的影响，落实水生生态保护要求。
	鱼类越冬场	火山湾越冬场		坝址以上库区	
	鱼类索饵场	新华村索饵场		坝址以下团滩河段	
		朱家塝索饵场			
	鸟类	黑鸢、普通鵟、红隼、白鹇	国家 II 级重点保护鸟类	工程范围内	严格控制施工占地，尽可能减少植被破坏面积，尽量避让林地，恢复临时占地区植被，禁止捕杀陆生动物，维护工程区陆生生态系统完整性和多样性。
		灰胸竹鸡、四声杜鹃	重庆市级保护鸟类		
	两栖类	黑斑侧褶蛙、沼蛙、棘腹蛙和泽陆蛙	重庆市级保护两栖类		
	特有种	北草蜥	我国特有种		
生态环境敏感区	云阳小江湿地县级自然保护区		由云阳县政府批准成立于 2008 年，为县级保护区。保护区地理坐标介于东经 108。32′23″～108。42′02″，北纬 30。56′24″之间，南北长约 24.14 公里，东西宽约 17.95 公里，总面积 10000 公顷。主要保护对象为保护该区域生物多样性。	位于县城干管输水管道西侧约 50m	保护工程区域生态系统，减缓工程建设对水生生境的影响，落实水生生态保护要求。

2.8.2地表水环境敏感保护目标

本项目地表水环境的敏感目标详见表2.8-2。

表 2.8-2　地表水环境敏感目标

环境保护对象名称		概况	与工程关系	保护要求
水源枢纽工程区	团滩河	水库回水区上游 12.4km 河道	水源工程所在河流	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准
	后叶沟	水库回水区上游约 7.3km 河道	库区汇入河流	
	小河	水库回水区上游约 8.5km 河道	库区汇入河流	
	帆水河	水库回水区上游约 8.3km 河道	库区汇入河流	
受水区	汤溪河	沙市镇至长江汇入口 58.3km 河道	退水受纳水体	
	澎溪河	黄石镇至长江汇口 10.5km 河道	退水受纳水体	
	团滩河	水库坝址至汤溪河汇入口 12.3km 河道	退水受纳水体	
	长江	澎溪河汇口至汤溪河汇口 25.9km 河道	退水受纳水体	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II、III类标准
水源地	云阳自来水厂	位于长江，澎溪河汇口下游	退水区范围内	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准
	江口水厂	位于帆水河，坝址东北侧约 1.5km	水库库区内，项目建成后取消	
	后叶水厂	位于后叶沟	水库回水区上游	
	云阳镇水厂	位于长江，汤溪河汇口上游	退水区范围内	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准

2.8.3声环境敏感保护目标

本项目声环境敏感保护目标详见表2.8-3。

表 2.8-3　声环境敏感保护目标

环境要素	环境保护对象名称		概况	与工程关系	保护要求
声环境	水库枢纽工程施工区	龙家坡	约56户	位于枢纽工程施工区西南侧 50m	《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 2类标准
	输水管线	横琴寨	约8户	总干管右侧50m	
		双鹿村	约18户	右干管右侧100m	
		黄沙村	约20户	右干管右侧60m	
		沙溪村	约16户	右干管右侧80m	
		九龙村	约25户	右干管右侧50m	
		青云村	约18户	县城支管右侧100m	
		石溪村	约8户	县城支管左侧40m	
		桂桥村	约14户	县城支管左侧30m	
		青印村	约25户	县城支管两侧20m	

		老屋村	约22户	县城支管两侧20m	
		天井村	约20户	南云支管左侧30m	
		水市村	约55户	南云支管左侧20m	
		黄堆村	约6户	南云支管两侧40m	
		花果村	约15户	南云支管两侧15m	
		鄢家村	约23户	南云支管右侧150m	
		云安镇	约35户	南云支管左侧100m	
		毛坝乡	约18户	南云支管左侧50m	
		团滩村	约 32 户	左干管右侧 150m	
		炭坝村	约 10 户	左干管右侧 120m	
		新里村	约 37 户	左干管两侧 80m	
		同乐村	约 8 户	新里支管左侧 40m	
		骑马村	约 15 户	江沙支管左侧 50m	
		木瓜村	约 12 户	江沙支管两侧 50m	
		鱼泉镇	约 10 户	江沙支管两侧 50m	
		马槽村	约 20 户	鱼泉支管左侧 150m	
		龙家老屋	约 25 户	江沙支管左侧 150m	
		柿坪村	约 12 户	江沙支管左侧 180m	
		沙市镇	约 15 户	江沙支管左侧 150m	
		田坝村	约 20 户	江沙支管两侧 15m	
	渣场	董家坝	约 25 户	西侧 20m	
		谭家坪	约 15 户	东南侧 15m	
	运输道路	横亭村	约 8 户	道路东侧 5m	
		新华村	约 5 户	道路南侧 50m	
	复建道路	下七村	约 36 户	道路南侧 10m	
		新华村	约 10 户	道路两侧 5m	
	泵站	青云村	约 15 户	东北侧 150m	

2.8.4地下水环境保护目标

向阳水库区域范围内，居民点主要分布于沟谷内，从野外调查情况分析，沿线均有泉点出露，居民饮用水主要以集体建设的中小型集水设施为主，水源来源于溪水和泉水。本项目地下水环境保护目标见表 2.8-4～表 2.8-6。

表 2.8-4 拟建项目地下水环境保护目标表—含水层

保护目标	主要保护内容	位置关系	影响因素
库区潜水含水层	库区地下水位	向阳水库为峡谷型水库，大部分河段岸坡基岩裸露，岸坡坡度较大，排水条件好。在团滩河右岸与后叶沟右岸交汇口附近的平进村附近，缓坡平台地形坡度 5°~15°左右，平台人为改造为耕地，种植水稻、玉	浸没高程在 456.0~457.5m 之间，浸没宽度 5~10m，沿 456m 水位线浸没长度约 863m，浸没面积约 6904m^2；在团滩河与后叶沟交汇口附近的平进村一带，水库两岸局部分布宽缓平台，水库蓄水后存在小

		米、蔬菜、果树等。	范围的农田浸没问题。
库区潜水含水层、地下水环境敏感区	地下水位、水质	坝址区巴东组（T_2b）泥质灰岩、泥灰岩，岩溶发育较弱，在河床和河谷谷坡一定深度范围内发育的小规模岩溶现象，可能产生一定渗漏。	水库水质受到污染，库水渗漏可能导致下游地下水受到污染。
隧洞潜水含水层	含水层水量	引水隧洞穿越区	引水隧洞共有兰草坝隧洞、唐家垭口隧洞、大梁子隧洞、芝麻梁隧洞，其中兰草坝隧洞施工期和运营期，疏排地下水，可能对含水层地下水流场和水量造成影响。其余 3 条隧洞产生影响较小。
灌区潜水含水层、地下水环境敏感区	水位、水质、地下水盐渍化	灌溉区域	灌区地下水上升、水质变化

表 2.8-5 拟建项目地下水环境保护目标表—分散式地下水饮用水源（泉点）

序号	野外编号	坐标		高程（m）	流量（L/s）	出露地层	服务人口（户/人）	位置关系	影响因素
		经度	纬度						
1	D004	1084750.99	310937.81	505.36	0.05	J_3p	15 户 70 人	兰草坝隧洞东侧 50m	引水隧洞施工期和运营期，疏排地下水，可能造成地下水位下降，进而引起泉流量减小或干涸。
2	D005	1084738.54	310946.77	521.61	0.05	J_3p	10 户 40 人	兰草坝隧洞西侧 253m	
3	D010	1084732.47	310918.47	585.21	0.05	J_3p	20 户 100 人	兰草坝隧洞西侧 310m	
4	D012	1084725.93	310919.98	626.32	0.02	J_3p	20 户 60 人	兰草坝隧洞西侧 515m	
5	D027	1084800.41	311013.98	610.32	0.03	J_3p	20 户 80 人	兰草坝隧洞东侧 410m	
6	B090	1084441.27	311419.83	263.52	0.4	J_2s^1	50 户 200 人	江口西 2 内	灌区地下水上升、水质变化
7	B092	1084529.80	311328.21	333.46	0.2	J_2s^2	60 户 300 人	江口西 2 内	
8	B062	1084652.02	311311.20	412.68	0.05	J_2s^2	10 户 50 人	江口西 3 内	
9	A049	1084904.16	311232.36	202.65	0.8	J_2s^2	50 户 200 人	江口东 3 内	
10	A004	1084801.72	311221.63	198.63	0.1	J_2s^2	6 户 30 人	江口西 4 内	
11	A033	1084703.53	311153.99	625.32	0.05	J_3sn	20 户 100 人	江口西 4 西侧 266m	
12	B057	1084552.19	311206.68	523.41	0.4	J_2s^2	30 户 100 人	云安西 3 南侧 330m	
13	B068	1084922.21	311844.94	593.51	0.5	J_2x	40 户 150 人	鱼泉西 1 西北侧 650m	
14	B075	1085145.50	311608.28	453.86	0.6	T_2b^2	15 户 60 人	鱼泉东 2 东侧 600m	
15	D037	1085049.37	310237.26	251.64	0.1	J_1z	30 户 100 人	云安西 2 内	
16	D048	1084937.15	310340.19	392.53	0.15	T_2b^3	10 户 50 人	南溪西 5 南侧 70m	
17	D067	1085135.46	310822.80	314.62	0.1	J_3sn	25 户 100 人	南溪东 1 内	
18	D081	1084814.74	310530.95	280.94	1.5	J_2s^1	15 户 50 人	南溪西 4 内	

表 2.8-6 拟建项目地下水环境保护目标表—分散式地下水饮用水源（井）

序号	野外编号	坐标		高程（m）	埋深（m）	涌水量（m^3/d）	揭露地层	服务人口（户/人）	位置关系	影响因素
		经度	纬度							
1	A006	1084818.97	311216.11	176.32	0.50	12	J_2s^2	10 户 80 人	江口西 4 灌区内	灌区地下水上升、水质变化
2	D070	1084507.04	310618.65	311.64	0.00	12.96	J_2s^2	40 户 200 人	南溪西 3 罐区内	
3	D026	1084813.82	311018.53	607.44	0.50	3	J_3p	4 户 12 人	兰草坝隧洞东侧 822m	隧洞施工期和运营期疏排地下水，可能造成地下水位下降，引起泉流量减小或干涸。
4	B094	1084440.03	311649.45	342.37	0.20	10	J_3p	10 户 30 人	兰草坝隧洞东侧 105m	

3.工程概况

3.1流域规划及开发利用情况

3.1.1流域概况

向阳水库坝址位于团滩河干流江口镇新华村五同岔，团滩河是汤溪河右岸一级支流，于江口镇处注入汤溪河。

汤溪河是长江干流上游左岸一级支流，发源于大巴山南麓巫溪县三根树一带，地理坐标为东经108°41′～109°06′，北纬31°21′～31°37′。流域形状呈长条形，东西宽约34km、南北长约72km，最高峰海拔2629.4m，河口处海拨150m左右，地势由北向南倾斜，坡度较大。干流由北向南，流经巫溪县红池坝镇、尖山镇、田坝镇后进入云阳县境内，再经上坝、沙市、鱼泉、江口、南溪、云安等场镇，在云阳镇小河口注入长江。汤溪河干流全长104km，流域面积1707km^2，河口多年平均径流量17.4亿m^3，多年平均流量55.1m^3/s。汤溪河在巫溪县境内为上游段，又称弯滩河，主河道长41.5km，流域面积467km^2，河道平均坡降13.1‰，上游河段地形复杂，谷深坡陡，水力开发条件优越；在云阳县境内为中下游段，主河道长62.5km，流域面积1240km^2，中下游河段江口镇以下位于三峡水库回水区变动区，各典型年1月~5月及9月~12月，三峡水库运行水位在155m~175m时，三峡水库回水区到达汤溪河江口镇附近；各典型年6月~8月，三峡水库运行水位在145m~155m时，三峡水库回水区到达汤溪河南溪镇附近。汤溪河水系发达、呈树枝状，一级支流34条，其中流域面积超过30km^{2}的支流有11条，流域面积超过100km^{2}的支流有3条，全部分布在中下游河段。

团滩河系汤溪河右岸一级支流，发源于云阳县与巫溪县交界的人头寨、老鸭梁一带。自北向南，流经洞子包、石院子、姚家湾，于青岗坪处纳入左支寨沟河后继续向南流，过温水坝、月亮庙至岩湾处纳入右岸较大支流后叶沟，再经下七坝，至五同岔处纳入左支帆水河，再过罗家垭口、团滩村，于江口镇处注入汤溪河。团滩河流域面积286.9km^2，河长37.2km，水系长294.0km，河道平均比降19.8‰，河口处多年平均流量7.94m^3/s，天然落差1525m，河流谷地多呈V或U形，谷深坡陡，河岸与河底常有基岩出露，底质多为卵石、砾石等，已建有5座引水式电站，在农坝、后叶、江口等场镇部分河段建有防洪护岸工程。向阳水库坝址以上集雨面积242km^2，占团滩河流域面积的84.3%。

澎溪河由养鹿乡入境，经养鹿、高阳等乡镇在长江北岸的黄石镇注入长江，境内河道流程 50.4 km。澎溪河全长 275 km，流域面积为 5600 km^2，水系发达，最大流量 6970 m^3/s，最小流量 6.27 m^3/s，年均径流深 698.1 mm。水面宽，容量大，河岸平坦，流速缓，有许多河谷平坝区，农林灌溉利用率高。每年平均降水量 1145.0 mm，地面平均径流深约 6000 mm。澎溪河是三峡库区中段、长江北岸流域面积最大的次级支流，渠马渡口是澎溪河回水区的起点，即三峡水库水位在 145m 附近时，三峡水库回水至渠马渡口位置。从入江口 10km 以上约有 35km 的河段属于云阳小江湿地自然保护区范围，与本项目相关的县城组团片区位于澎溪河下游，各污水处理厂排放口均位于保护区下游澎溪河和长江河段，此河段内现状没有水利水电工程开发。

3.1.2三峡水库相关调度概况

汤溪河干流江口镇以下河段属于三峡水库变动回水区。三峡水库水位在 175m 水位附近运行时，三峡水库回水至汤溪河干流江口镇附近；三峡水库水位降至 155m 时，三峡水库回水至汤溪河干流南溪镇附近；三峡水库水位降至 145m 时，三峡水库回水至汤溪河干流云安镇附近。三峡水库的运行调度对南溪、云安等场镇供水等产生一定的影响，提水工程取水口均位于 145m 以下，提水扬程和供水成本高。

澎溪河是三峡库区中段、长江北岸流域面积最大的次级支流，渠马渡口是澎溪河回水区的起点，即三峡水库水位在 145m 附近时，三峡水库回水至渠马渡口位置。

长江云阳县城段位于三峡库区中段，受三峡水库水位变动影响，现状一水厂提水泵站取水口位于 145m 水位以下，四个高水位水池高程最低 266m，最高 480m，提水扬程大，供水成本高。

3.1.3汤溪河流域规划概况

受云阳县水务局委托，长江勘测规划设计研究有限责任公司于 2017 年 11 月编制了《汤溪河流域综合规划》，并于 2018 年 10 月 30 日取得了重庆市人民政府《关于汤溪河流域综合规划的批复》（渝府[2018]37 号）。规划概况如下：

（1）规划范围

规划范围为汤溪河流域，流域面积 1707km^2。涉及巫溪县 3 个乡镇、云阳县 18 乡镇及开州区 1 个乡镇的部分区域。

（2）规划水平年

规划基准年为 2015 年，规划水平年为 2030 年。

（3）规划目标

1）水资源利用

到 2030 年，基本建成配置合理、高效利用的水资源保障体系，流域内水资源调配能力明显增强，用水需求基本得到满足，用水总量控制在 8560 万 m^3以内。

2）城乡供水

城乡供水保障能力显著增强，城乡供水保证率达到 95%以上，基本解决城乡居民用水需求；基本建成节水型社会，万元工业增加值用水量比 2015 年下降率为 35～40%，供水管网漏损率控制在 12%以下。

3）灌溉

到 2030 年流域有效灌溉面积达到 18.15 万亩，灌溉保证率达到 75%，农田灌溉水有效利用系数提高至 0.55。

4）防洪

到 2030 年，进一步提高流域防洪减灾能力。通过防洪体系的建设完善、支流团滩河向阳等水库的科学调度以及综合防洪减灾体系的联合运用，完善非工程措施建设，建立较为可靠的流域防洪保安体系，进一步提高流域防御洪水的能力，**使重点乡镇防洪标准达到 20 年一遇**，一般乡镇及人口密集村庄防洪标准达到 10 年一遇；山丘区山洪防灾、避灾能力显著提高。

5）水资源保护

水环境功能区主要控制指标达标率达 95%以上，水功能区污染物入河量基本控制在水功能区纳污能力范围内，水环境呈良性发展态势。

6）水生态环境保护及修复

流域干、支流引水式水电站均要设置生态流量下泄设施，保障生态流量下泄，恢复河流连通性。

7）水土保持

治理水土流失面积 439.06km^2，水土流失率降低到 25%，林草植被得到有效保护和恢复，林草覆盖率显著提高，年土壤流失总量控制在 177 万 t 以下，流域水土流失得到全面防治。

8）水力发电

合理有序开发干支流水能资源；已建、在建及规划水电站须保证下泄生态流量，枯水期按多年平均径流的10%作为生态基流下泄，来水条件较好时，适当增加下泄生态水量；加强水电站生态流量下泄的监管。

9）流域综合管理

实现最严格水资源管理制度和河长制管理体制；实现涉水事务的协调、统一管理；建立流域水质、水量、水生态环境等实时监测、监控系统等；加强水利管理能力建设，水行政管理能力得到较大提升。

汤溪河流域综合规划2030水平年主要目标值详见表3.1-1。

表3.1-1　汤溪河流域综合规划2030水平年主要目标值

序号	指标	单位	目标值	备注
1	用水总量控制	万 m^3	[8560]	约束性
2	城乡供水保证率	%	[95]	预期性
3	万元工业增加值用水量比2015年下降率	%	[35～40]	预期性
4	供水管网漏损率	%	[12]	预期性
5	农田有效灌溉面积	万亩	[18.15]	预期性
6	新增有效灌溉面积	万亩	7.30	预期性
7	农田灌溉保证率	%	[75]	预期性
8	农田灌溉水有效利用系数		[0.55]	预期性
9	水环境功能区主要控制指标达标率	%	[95]	约束性
10	水土流失综合治理面积	km^2	439.06	预期性
注：1、指标带“[　]”为期末达到数，其余为规划期累计数。				

（4）流域规划控制性指标

1）防洪控制指标

依据水文计算成果，汤溪河干支流主要防洪控制点防洪控制指标见表3.1-2。

表3.1-2　主要防洪控制点防洪控制指标表

所在河流	保护对象	防洪控制点	防洪控制指标		
			防洪标准	设计水位(m)	安全泄量(m^3/s)
汤溪河	老桥村	老桥村	10年一遇	540.8	1060
	田坝镇	013乡道桥下游0.46km	10年一遇	309.2	1420
	沙市镇	沙市小学下游1.06km	10年一遇	232.9	1660
	鱼泉镇	汤溪河与干溪河汇合口	10年一遇	206.1	1720
	江口镇	**汤溪河与团滩河汇合口下游147m**	**20年一遇**	**177.9**	**2600**
团滩河	**江口镇**	**团滩河口**	**20年一遇**	**178.21**	**1940**
农坝沟	农坝镇	新桥湾桥上游0.19km	10年一遇	626.0	103
后叶沟	后叶镇	石龙桥	10年一遇	648.2	90.3

南溪河	双土镇	镇政府上游 0.14km	10 年一遇	336.0	887

2）水环境功能区水质达标率

通过对流域内巫溪县、开州区、云阳县水功能区的水质、分布等情况调查，根据《长江流域综合规划》、《实行最严格水资源管理制度考核办法》等，结合流域水功能区的水体功能属性、现状达标率、污染程度分析成果，2030 年流域重要江河湖泊水环境功能区主要控制指标达标率达到 95%以上。

3）控制断面水质管理目标

根据国务院批复的《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030 年）》确定的控制断面水质管理目标，结合汤溪河流域水资源保护和水环境实际情况，选择 COD 和氨氮作为水质控制指标。为加强水资源管理和协调县际间用水关系，拟设立 4 个水质控制断面，各控制断面水质管理目标和浓度控制值见表 3.1-3。

表 3.1-3　汤溪河流域控制断面水质管理目标和浓度控制指标表

河流(湖库)名称	水质控制断面	水环境功能区	水质管理目标	备注
汤溪河干流	汤溪河大桥	III类	III类	市控
	汤溪河江口	III类	II类	国控
	汤溪河沙市镇	III类	III类	市控
南溪河	将军桥	III类	II类	县控

4）限制排污总量意见

在核定水功能区水域纳污能力的基础上，确定 2030 年水功能区 COD 限制排放总量为 0.16 万 t、氨氮限制排放总量为 0.02 万 t。

5）用水总量

根据《重庆市实行最严格水资源管理制度考核办法》（渝府办发[2013]95 号），综合考虑各区县经济社会发展布局和人口布局，结合流域水资源供需分析及配置结果，提出规划水平年汤溪河流域各县级行政区用水总量控制指标，见表 3.1-4。

表 3.1-4　汤溪河流域各县级行政区用水总量控制指标

行政区	2030 年（万 m^3）
巫溪县	550
开州区	10
云阳县	8000
合计	8560

7）用水效率

综合考虑汤溪河流域、重庆市农田灌溉水利用系数现状及其与全国平均水平的差距，重庆市 2020 年最严格水资源管理的要求及其与全国 2020 年的目标差距，提出 2030 年汤溪河流域灌溉水利用系数达到 0.55 以上。

（5）流域规划任务

根据流域开发利用与治理保护的现状、存在问题以及经济社会发展的需求，按照“共抓大保护、不搞大开发”的基本原则，拟定汤溪河流域的主要任务是：**灌溉、防洪、供水、水资源保护、水生态环境保护及修复及水土保持**等。

（6）流域规划总体布局

1）水资源配置

重点水源配置中，**规划新建的向阳水库多年平均供水量 8283 万 m^3，其中汤溪河流域内供水 4316 万 m^3，流域外供水 3968 万 m^3**；梅峰水库供水量 2756 万 m^3，其中流域内供水 42 万 m^3，流域外供水 2714 万 m^3；青杉水库供水量 1709 万 m^3，其中流域内供水 228 万 m^3，流域外供水 1481 万 m^3；板板桥水库供水量 483 万 m^3，均为向汤溪河流域外供水。

表 3.1-5　2030 年重点水源水量配置成果表（单位：万 m^3）

计算单元			向阳水库	梅峰水库	青杉水库	板板桥水库	当地其它水源	合计
流域内	巫溪县	红池坝镇片					212	212
		尖山镇片					143	143
		田坝镇片					186	186
	开州区	河堰镇片					7.87	7.87
	云阳县	上坝乡片					8.81	8.81
		沙市镇片	**190**				112.1	302
		鱼泉镇片	**469**				48.9	518
		江口镇片	**2033**				516	2549
		农坝镇片					352	352
		后叶镇片					176	176
		南溪镇片	**1333**				664	1997
		双土镇片					662	662
		大阳乡片					303	303
		高阳镇片					44.4	44.4
		石门乡片					114	114
		云安镇片	**291**	8.0			89	387
		云阳镇片		34.0	228		115.5	378
		栖霞镇片					37.6	37.6
	合计		**4316**	42.0	228	0	3791	8376

流域外	县城组团片	**3968**	2189			2651	8808
	小江灌区片				483	787	1270
	栖霞镇片		525			108	633
	青杉水库片			1481		213	1694
	合计	**3968**	2714	1481	483	3759	12405
总计		**8283**	2756	1709	483	7550	20781

2）城乡供水

推动城乡供水保障体系建设。新建一批骨干水源工程，提高城乡供水安全保障，巩固提升农村人畜饮水安全，加强后备水源建设。汤溪河上游适当建设小型调蓄水库，提高供水保障程度，巩固提升农村人畜饮水安全；**汤溪河中下游支流团滩河宜修建大中型调蓄水库，提高区域水资源调配能力，并为邻近的云阳县城组团提供优质水源**。

云阳镇现状常住人口 1.77 万人，2030 年常住人口 1.54 万人。现状供水工程主要为云安水厂、毛坝水厂，供水规模 0.18 万 t/d，取水水源为道路塘沟、豆牙沟。2030 年改扩建云安水厂，供水规模 0.5 万 t/d，**取水水源为向阳水库**。

表 3.1-6　汤溪河中下游片城乡供水工程规划表（单位：万 t/d）

乡镇	现状水厂	现状水源	现状规模	规划水厂	建设性质	规划水源	规划规模
后叶镇	后叶乡供水站	后叶沟	0.05	后叶乡供水站	新建	后叶沟	0.2
江口镇	**江口水厂、江口供水站等**	**帆水河、团滩河、青龙水库等**	**0.65**	**江口水厂**	**改扩建**	**向阳水库**	**3**
南溪镇	**卫星水厂、天景水厂**	**南溪水库、溪沟水**	**0.4**	**卫星水厂、天景水厂**	**改扩建**	**向阳水库**	**3**
农坝镇	农坝镇水厂	开州区龙洞河	0.13	农坝镇水厂	改扩建	开州区龙洞河、团滩河	0.6
沙市镇	**沙市水厂**	**汤溪河**	**0.2**	**沙市水厂**	**改扩建**	**向阳水库**	**0.6**
鱼泉镇	**鱼泉水厂**	**汤溪河**	**0.1**	**鱼泉水厂**	**改扩建**	**向阳水库**	**0.6**
云安镇	**云安水厂、毛坝水厂**	**道路塘沟、豆牙沟**	**0.18**	**云安水厂**	**改扩建**	**向阳水库**	**0.5**

3）灌溉

汤溪河上游红池坝镇、田坝镇规划新建马坪小（1）型水库，兴利库容 109 万 m^3，新建塘坝 28 处。

汤溪河中下游规划新建大（2）型水库 1 座（向阳水库），茨菇水库、王家湾水库等小（2）型水库 5 座，水库工程特性见表 3.1-7。

表 3.1-7　汤溪河流域新建灌溉水库工程特性表

序号	工程名称	类型	所在乡级行政区	所在河流	兴利库容（万 m^3）
1	**向阳水库**	**大（2）**	**江口镇**	**汤溪河团滩河**	**9017**

2	马坪水库	小（1）	田坝镇	汤溪河	109
3	茨菇水库	小（2）	鱼泉镇	汤溪河桐子沟	16.6
4	王家湾水库	小（2）	沙市镇	汤溪河三岔沟	27.6
5	同富水库	小（2）	南溪镇	南溪河三岔溪	74.5
6	东方水库	小（2）	南溪镇	南溪河石龙溪	27.9
7	富云水库	小（2）	双土镇	南溪河三道河	37.4

4）防洪减灾

依据流域自然地理特点，规划新建及加固防洪护岸工程，河道整治工程，**修建有防洪作用的向阳水库及病险水库除险加固**，加强山洪灾害防御体系建设，完善防洪指挥系统、洪水防御方案及防洪减灾风险管理等非工程措施建设，全面提升区域防洪减灾能力。

5）水资源保护

强化水资源保护。严格执行水功能区污染物限制排污总量控制方案；加快污水收集管网、污水和垃圾处理及配套设施的建设；推进产业结构优化升级，降低水资源密集型产业比重；加大面源污染的治理和控制力度，加强农村生活污水处理设施建设，调整畜禽养殖布局，综合利用农牧业废弃物，鼓励畜禽粪便的无害化处理和资源化利用；开展水库内源污染治理。

6）水生态环境修复及保护

加强水生态环境修复及保护。优先保护重要保护动物及其重要生境，加强鱼类种质资源及其生境保护；从河流生态系统结构与功能完整性和稳定性角度出发，保护水源地水质，保障河流生态基流，维持河流时空连通性，保护水生生物群落结构，水电开发必须建设生态流量泄放设施，实现水生态系统健康发展。

7）水力发电

合理有序开发小水电。已建电站加强生态流量下泄，恢复河流生态流量；新建电站充分论证其对生态环境的影响，合理有序开发。

汤溪河干流不再规划新建电站，汤溪河支流规划西流溪引水（跌水）、双流、**向阳生态** 3 座电站，总装机容量 16.2MW。

表 3.1-8　汤溪河支流水电规划

支流名称	所在县	序号	电站名称	装机容量（MW）	建设情况
茶山河	巫溪县	1	西流溪引水（跌水）	9.5	规划
游家河	巫溪县	2	双流	2.5	规划
团滩河	**云阳县**	**3**	**向阳水库生态电站**	**4.2**	**规划**
合计				16.2	

8）流域外调水

根据《重庆市云阳县江北片区水资源综合配置规划报告》，2030 年云阳县县城组团片、小江片（主要为高阳镇、渠马镇、双龙镇）为主要缺水区域之一。经分析论证，汤溪河流域水量丰富，工程建设经济、技术条件合理，**规划由团滩河向阳水库解决云阳县城组团片区的缺水问题**，由汤溪河支流石龙溪板板桥水库解决小江片区的用水缺口。

（7）重大水利工程布局

拟在汤溪河右岸一级支流团滩河上规划建设的向阳水库，是一座以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为区域扶贫开发和乡村振兴创造条件的重点水利工程。水库总库容 1.1 亿 m³，兴利库容 0.9 亿 m³，多年平均供水量 8283 万 m³，供水受益人口 63.5 万人，灌溉面积 7.03 万亩；水库设置防洪库容 1634 万 m³，可将江口镇的防洪标准由现状的约 5 年一遇提高到 20 年一遇；利用生态基流和水库弃水进行发电，多年平均发电量 1568 万 kW·h。为汤溪河流域的沙市、鱼泉、江口、南溪、云安等乡镇，以及汤溪河流域周边的黄石、水口、人和、青龙、双江等乡镇（街道）、云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团提供生产生活用水，为汤溪河沿岸 7.03 万亩田地提供灌溉用水（新增 5.58 万亩，改善 1.45 万亩），保障汤溪河沿岸 6.48 万农村人口、约 31 万头牲畜的饮水安全。

3.1.4汤溪河流域云阳县境内开发现状及环境影响回顾性评价

3.1.4.1汤溪河流域云阳县境内小水电整改落实情况

根据《重庆市环境保护督察具体问题整改清单》、《重庆市水利局、重庆市生态环境局、重庆市发展和改革委员会关于分解落实中央环保督察难以保证生态基流“问题电站”整改任务的函》（渝水函[2017]189 号），云阳县目前已经完成 “问题电站”的保障生态流量整改任务。属于拆除类的已经全部拆除，属于整改类的已经在 2017 年整改完成 19 座，2018 年整改完成 9 座，云阳县 2017 年和 2018 年“问题电站”目前整改任务完成情况统计表详见附件，其中属于汤溪河流域内的 28 座“问题电站”完成情况统计详见下表。

表 3.1-9　汤溪河流域云阳县境内 “问题电站”完成情况统计表

序号	电站名称	所在河流	建设地址	已完成的整改情况	完成时间
1	双宝一级电站	支流南溪河支沟	双土镇双土村八组	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
2	新寨电站	支流南溪河	双土镇新寨村十二组	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
3	龙源一级电站	支流黄溪河	沙市镇新桥村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年

4	龙源二级电站	支流双河	沙市镇新桥村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
5	协合电站	支流双河	沙市镇汤溪圆社区	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
6	上坝电站	干流汤溪河	上坝乡季湾村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
7	田垭电站	干流汤溪河	江口镇田垭村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
8	千丘电站	支流千丘河	江口镇千丘村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
9	盐渠电站	支流盐渠河	南溪镇青云村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
10	长洪电站	支流盐渠河	南溪镇青云村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
11	鸡鸣电站	支流南溪河支沟	大阳乡鸡鸣村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
12	无量电站	支流南溪河支沟三道河	双土镇无量村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
13	双宝二级电站	支流南溪河支沟	双土镇永胜村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
14	富家电站	支流南溪河	南溪河将军村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
15	富发电站	支流南溪河支沟深沟子河	南溪镇红石村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
16	金鞍电站	支流南溪河支沟	南溪镇安子村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
17	富云电站	支流南溪河支沟	南溪镇河务村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
18	青康电站	支流小溪河支沟响水洞	洞鹿乡青康村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
19	云海电站	支流盐渠河	南溪镇任家村	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2017 年
20	吉安电站	支流小溪河	南溪镇吉仙村二十组	在引水眼里钢管进水闸阀前端压力钢管上安装一根放水无缝钢管	2018 年
21	恒源电站	支流小溪河	云阳镇工农村二组	在沉沙池冲砂闸门底坎上，焊接安装 70*6 角钢二根顺水流方向布置，做冲沙闸门限位装置	2018 年
22	团滩电站	支流团滩河	江口镇双鹿村二组	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2018 年
23	双龙一级电站	支流团滩河	江口镇向家坪社区七组	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2018 年
24	互力一级电站	支流小溪河	云安镇新建村一组	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2018 年
25	互力二级电站	支流小溪河	云安镇新建村二组	在引水明渠外边墙上埋设无控制闸阀的钢管	2018 年
26	双龙二级电站	支流团滩河	江口镇向家坪社区八组	已纳入向阳水库工程征地拆迁范围	2018 年
27	天鹅湖电站	支流团滩河	后叶乡下七村四组	已纳入向阳水库工程征地拆迁范围	2018 年

28	新华电站	支流团滩河	江口镇新华村二组	已纳入向阳水库工程征地拆迁范围	2018 年

3.1.4.2汤溪河流域云阳县境内水利水电开发现状

（1）水电站

汤溪河流域云阳县境内经过 2017 年、2018 年小水电整治工程后，现状已建、在建电站共计 34 座，总装机规模 60.525MW。

汤溪河云阳境内干流已建成电站为田垭电站（原称江口电站）和上坝电站，在建电站为沙市电站（于 2004 年开工建设，在建设过程中由于业主融资困难，资金链断裂，导致工程停建至今），总装机规模 17.2MW；支流已建成的电站共 31 座电站，总装机规模 43.325MW。其中团滩河已建成的电站为双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华、团滩等 5 座电站，装机规模 1740kw。各电站基本情况见表 3.1-10。

表 3.1-10　汤溪河流域云阳县境内现状各电站情况一览表

序号	河流	电站	调节性能	开发方式	建设性质	建设地点	装机规模	引用流量	年发电量	投产日期	生态流量下放措施	减水段长度	脱水段长度
1	汤溪河干流	沙市电站	无调节性	引水式	在建	沙市镇新街	12600kw	45.2m³/s	5169 万 kw·h	/	/	6.0km	/
2		田垭电站	无调节性	引水式	已建	江口镇田垭村	2500kw	22.4m³/s	1077 万 kw·h	2006.1	有下放措施	2.0km	/
3		上坝电站	无调节性	引水式	已建	上坝乡季湾村	2100kw	6.74m³/s	730 万 kw·h	1984.1	有下放措施	0.9km	/
4	团滩河	双龙一级	无调节性	引水式	已建	江口镇向家坪社区	260kw	0.781m³/s	80 万 kw·h	1983.1	有下放措施	3.0km	/
5		双龙二级	无调节性	引水式	已建	江口镇向家坪社区	320kw	0.98m³/s	90 万 kw·h	1992.4	已纳入向阳水库工程征地拆迁范围	/	2.5km
6		天鹅湖电站	无调节性	引水式	已建	后叶镇平进村	260kw	0.48m³/s	130 万 kw·h	1984.12		/	1.0km
7		新华电站	无调节性	引水式	已建	江口镇双鹿村	500kw	1.35m³/s	246 万 kw·h	2002.10		3.8km	/
8		团滩电站	无调节性	引水式	已建	江口镇千丘村	400kw	1.43m³/s	200 万 kw·h	1984.3	有下放措施	3.2km	/
9	双河	龙源一级电站	无调节性	引水式	已建	沙市镇新桥村	1320kw	0.8m³/s	350 万 kw·h	2013.4	有下放措施	3.0km	/
10		龙源二级电站	无调节性	引水式	已建	沙市镇新桥村	900kw	1.1m³/s	270 万 kw·h	2015.5	有下放措施	2.0km	/
11		协合电站	无调节性	引水式	已建	沙市汤溪源社区	640kw	0.9m³/s	150 万 kw·h	2010.7	有下放措施	1.1km	
12	千丘河	千丘电站	无调节性	引水式	已建	江口镇千丘村	350kw	0.82m³/s	110 万 kw·h	1981.3	有下放措施	0.4km	/
13		咸盛电站	无调节性	混合式	已建	江口镇河东村	16000kw	1.56m³/s	3960 万 kw·h	1997.12	有下放措施	3.5km	/
14	南溪河	无量电站	无调节性	引水式	已建	双土镇无量村	320kw	0.2256m³/s	97 万 kw·h	1975.12	有下放措施	1.5km	/
15		新栽(寨)电站	无调节性	引水式	已建	双土镇新寨村	180kw	0.78m³/s	55 万 kw·h	1989.5	有下放措施	2.2km	/
16		鸡鸣电站	无调节性	引水式	已建	大阳乡鸡鸣村	200kw	0.34m³/s	80 万 kw·h	1978.5	有下放措施	1.1km	/
17		双宝一级电站	无调节性	引水式	已建	双土镇双土村	160kw	0.5m³/s	45 万 kw·h	1981.3	有下放措施	2.1km	/
18		双宝二级电站	无调节性	引水式	已建	双土镇永胜村	160kw	0.485m³/s	51 万 kw·h	1981.3	有下放措施	1.0km	/
19		富家电站	无调节性	引水式	已建	南溪镇将军村	500kw	1.3m³/s	315 万 kw·h	1986.5	有下放措施	3.2km	/
20		金鞍电站	无调节性	引水式	已建	南溪镇安子村	1030kw	0.58m³/s	236 万 kw·h	2009.6	有下放措施	2.5km	/

21		富发电站	无调节性	引水式	已建	南溪镇宏实村	525kw	0.72m^3/s	150 万 kw·h	1989.1	有下放措施	2.6km	/
22		富云电站	无调节性	引水式	已建	南溪镇卫星村	1000kw	3.15 m^3/s	397 万 kw·h	2008.11	有下放措施	0.5km	/
23		堡石电站	无调节性	引水式	已建	南溪镇石渠村	1120kw	1.40m^3/s	297 万 kw·h	2016.7	有下放措施	1.3km	/
24	石龙溪	云海电站	无调节性	引水式	已建	南溪镇长洪社区	600kw	0.681m^3/s	175 万 kw·h	2006.8	有下放措施	2.0km	/
25		吉安电站	无调节性	引水式	已建	南溪镇吉仙村	560kw	0.39m^3/s	195 万 kw·h	1982.12	有下放措施	2.0km	/
26		长洪电站	无调节性	引水式	已建	南溪镇青云村	320kw	1.3m^3/s	115 万 kw·h	1980.5	有下放措施	1.0km	/
27		盐渠电站	无调节性	引水式	已建	南溪镇长洪社区	480kw	1.068m^3/s	175 万 kw·h	2009.3	有下放措施	1.2km	/
28	小溪沟	青康电站	无调节性	引水式	已建	洞鹿乡青康村	125kw	0.242m^3/s	42 万 kw·h	1981.1	有下放措施	2.4km	/
29		互力一级电站	无调节性	引水式	已建	云安镇新建村	125kw	0.2m^3/s	16 万 kw·h	2006.4	有下放措施	1.0km	/
30		互力二级电站	无调节性	引水式	已建	云安镇新建村	320kw	0.24m^3/s	20 万 kw·h	2007.1	有下放措施	/	1.2km
31		恒源电站	无调节性	引水式	已建	云阳镇工农村	2500kw	1.6m^3/s	600 万 kw·h	2003.7	有下放措施	7.0km	/
32		青龙咀电站	无调节性	混合式	在建	云阳镇梅树村	3750kw	4.0m^3/s	1331 万 kw·h	/	/	3.0km	/
33		余水电站	无调节性	混合式	在建	云安镇大华村	7200kw	3.0m^3/s	2441 万 kw·h	/	/	1.0km	/
34		青杉坝后电站	多年调节性	坝后式	在建	洞鹿乡青康村	1200kw	3.6m^3/s	317 万 kw·h	/	有下放措施	/	/

（2）水库工程

汤溪河流域云阳县境内现状水库工程中已建中型水库 1 座，为梅峰水库；在建中型水库 1 座，为青衫水库，小（1）型水库 2 座，小（2）型水库 47 座，调节库容仅 1872.8 万 m^3，缺乏骨干调蓄工程，水资源调蓄能力差，工程性缺水突出。

表 3.1-11　汤溪河流域云阳县境内已建水库工程统计表

计算单元		水库类型	水库数量	总库容（万 m^3）	兴利库容（万 m^3）
云阳县	上坝乡片	小（2）	0	0	0
	沙市镇片	小（2）	1	19	13
	鱼泉镇片	小（2）	0	0	0
	江口镇片	小（2）	7	104	88.1
	农坝镇片	小（2）	1	11	9
	后叶镇片	小（2）	4	45	39
	南溪镇片	小（1）	2	239	211
		小（2）	14	219	162
	双土镇片	小（2）	8	195	149
	大阳乡片	小（2）	5	112	93.6
	石门乡片	小（2）	1	14	11
	洞鹿乡片	小（1）	1	171	139
		小（2）	2	24	20
	云安镇片	小（2）	1	16	14
	云阳镇片	中型	1	1053	897
		小（2）	1	14	14
	栖霞镇片	小（2）	1	15	13
流域合计			50	2251	1872.8

3.1.4.3关于四部委小水电去清理整改方案的执行情况

按照水利部、国家发展改革委、生态环境部、国家能源局《关于开展长江经济带小水电清理整改工作的意见》（水电[2018]312 号）要求，重庆市水利局、市发展和改革委员会、市生态环境局、市能源局联合制定了《重庆市长江经济带小水电清理整改工作实施方案》（渝水农水[2019]4 号），重庆市云阳县人民政府结合云阳县的实际情况，于 2019 年 5 月 14 日发布了《关于印发云阳县长江经济带小水电清理整改工作实施方案的通知》（云阳府办发[2019]46 号），实施方案的主要内容为：

（1）总体要求

全面贯彻党的十九大精神，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，切实增强政治意识、大局意识、核心意识、看齐意识，坚持节约资源和保护环境的基本国策，确保云阳县自然保护区水电站生态环境问题得到全面整改，实现人与自然和谐共生。

（2）基本原则

1）生态优先，保护第一

牢固树立和践行绿水青山就是金山银山，保护生态环境就是保护生产力理念，避免水电站退出对生态环境造成二次破坏。

2）核实问题，分类处置

按照“共性问题统一尺度、个性问题一站一策”的思路，科学合理确定水电站分类处置办法。

3）科学论证，合理补偿

坚持实事求是，尊重历史遗留问题，合理确定补偿方式和补偿金额，保障水电站业主合法权益。

4）防范风险，维护稳定

注重防范和化解水电站退出过程中可能引发的风险矛盾，切实维护社会和谐稳定。

（3）总体目标

限期退出涉及自然保护区核心区或缓冲区、严重破坏生态环境的违规水电站，全面整改审批手续不全、影响生态环境的水电站，完善建管制度和监管体系，有效解决长江经济带小水电生态环境突出问题，促进小水电科学有序可持续发展。2020 年底前完成清理整改。

（4）整改任务

1）问题核查评估

各管理部门负责开展问题核查。核查主要内容：自然保护区及生态敏感区；生态流量泄放，存在的生态环境问题；相关审批手续，主要包括立项审批（核准）、环境影响评价、水资源论证（取水许可）、土地（林地）征（占）用等。

评估单位进行评估分类。评估以流域为单元进行，统筹考虑经济社会发展、能源需求、社会稳定、生态环境影响、电站布局优化、整改修复可行性等因素，对每个电站，出具明确的综合评估意见，并按退出、整改、保留进行分类，建立台账。

联合工作组会同设计单位制定整改方案。按照综合评估意见，制定问题电站的整改措施，并分别编制“一站一策”整改方案。退出类电站的整改方案应明确退出时间、是否补偿以及补偿标准、补偿方式、拆除要求、生态恢复措施、社会风险评估等；整改类电站的整改方案应明确整改目标任务、整改措施、进度安排、责任人和资金落实等。

2）分类整改落实

①退出类

A.退出范围。满足以下条件之一的必须退出：一是位于自然保护区核心区或缓冲区内的（未分区的自然保护区视为核心区和缓冲区）；二是自 2003 年 9 月 1 日《环境影响评价法》实施后未办理环评手续违法开工建设且生态环境破坏严重的；三是自 2013 年以来未发电且生态环境破坏严重的；四是大坝已鉴定为危坝，严重影响防洪安全，重新整改又不经济的；五是县级以上人民政府及其部门文件明确要求退出而未执行到位的。

B.退出时间。列入退出类，原则上立即退出，在 2020 年前完成。其中，位于自然保护区核心区或缓冲区但在其批准设立前合法合规建设的、具有防洪灌溉供水等综合利用功能且对生态环境影响小的、电站退出会引起需供区供水供电中断的，可以延期至 2022 年退出。

C.退出后处理措施。退出类电站应当部分或全部拆除：对于具有防洪、灌溉、供水等综合效益的，可以不拆除拦河闸坝或渠道，但要修建生态流量泄放和监测设施，有重要保护鱼类的拦河闸坝还要建设必要的过鱼设施；其他的均应拆除拦河闸坝，封堵取水口，消除对流量下泄、河流阻隔等影响；工程拆除时要确保不产生新的生态环境破坏和安全隐患。退出限期到达时，应当注销相关行政许可文件及证书，解除电站上网。

②保留类

同时满足以下条件的可以保留：一是依法依规履行了行政许可手续；二是不涉及自然保护区核心区、缓冲区和其他依法依规应禁止开发区域；三是满足生态流量下泄要求。

③整改类

未列入退出类、保留类的，列入整改类。整改措施：

核定生态流量。在工程设计、水资源论证、环评批复等文件中有明确规定的，从其规定；存在不一致的或没有规定的，由县水利局会同县生态环境局核定。

实施生态改造。不满足生态流量泄放要求的，增设、改造无节制的生态泄放设施或调整运行方式；存在水环境污染或水生生态破坏的，相应采取水污染治理、增殖放流以及必要的过鱼等措施；没有完成植被覆盖的裸露地表，采取植被恢复措施。

开展流量监测。电站应选择合适的生态流量监测或监视点，安装监测或监视设施，逐步实现在线实时监测并与水利部门监控平台联网；无法安装监测或监视设施的，需安装无节制生态泄流设施。

完善审批手续。对审批手续不全的，本着尊重历史的原则，由相关行政主管部门依照不同历史时期的行政审批相关规定并结合综合评估意见以及整改措施落实等情况，指

导小水电企业完善有关手续。超过追诉期或不能补办的，按照电站综合评估意见及“一站一策”整改方案完成整改并经验收合格后，由县人民政府公布整改电站名单。依法依规应处罚的，应在办理手续前依法处罚到位。

（5）整改时间

1）问题核查阶段（2019 年 3 月—4 月）。

各相关部门 4 月底前按照小水电问题核查表内容逐站核查，摸清情况，报县水利局汇总后报县政府。

2）召开全县小水电清理整改工作启动会（2019 年 5 月上旬）。

由县政府组织相关部门、涉及乡镇、小水电企业、技术服务单位召开全县小水电清理整改工作启动会。

3）综合评估阶段（2019 年 5 月—6 月）。

各部门在问题核查基础上，分类提出退出、整改或保留的综合评估意见，经县政府审查同意后送市水利局等相关部门审核同意后执行。

4）电站“一站一策”整改方案编制阶段（2019 年 7 月—9 月）。

由设计单位编制“一站一策”退出类、整改类电站的整改方案，报县政府审批同意后上报市水利局等相关部门备案。

5）整改阶段（2019 年 10 月—2020 年 10 月）。

各部门及小水电企业按照分类整改的具体实施方案，组织开展分类整改和整改验收工作。

6）工作验收及总结（2020 年 11 月—12 月）。

对清理整改工作进行全面总结，由县政府送市水利局备案。

（6）保障措施

1）加强组织领导，明确职责

成立云阳县长江经济带小水电清理整改联合工作领导小组。由县水利局局长任联合工作组组长，县水利局、县发展改革委、县生态环境局分管领导为副组长，县经济信息委、县财政局、县规划自然资源局、县林业局、县信访办等部门及涉及乡镇分管负责人为成员。联合工作组办公室设在县水利局，由县水利局分管副局长任办公室主任，县水利局水利水电科科长任办公室副主任，各成员单位相关科室负责同志为办公室工作成员。各成员单位职责如下：

县水利局：承担联合工作组办公室日常事务。制定云阳县长江经济带小水电清理整改工作实施方案，组织开展综合评估，组织编制电站“一站一策”整改方案，组织小水电业主单位进行清理整改，负责申请清理整改和退出经费，建立和完善小水电绿色发展和运行监管体制机制，组织各部门参与清理整改工作验收及总结。督促业主完善小水电涉水审批手续。

县发展改革委：研究制定反映生态保护和修复治理成本的小水电优先上网及电价政策，督促业主完善小水电项目核准手续、制定小水电准入政策，协调注销退出类电站的电力业务许可等工作。

县经济信息委：督促供电企业实施退出电站的解网工作。

县财政局：为小水电清理整改做好县级经费保障，筹措落实整改资金并监督使用。

县规划和自然资源局：清理、指导完善小水电站规划及用地手续等工作。

县生态环境局：清理、指导小水电企业完善环评手续，处罚环保违法小水电，分类提出环保整改指导意见。

县林业局：清理、指导小水电企业完善涉林手续，核实自然保护区或敏感地内小水电开发情况等工作。

县信访办：督促指导开展社会稳定风险评估、统筹做好相关信访稳定工作。

各小水电涉及乡镇：负责核实辖区内小水电站的人饮、防洪、灌溉等民生功能，把生态基流监管纳入河长制巡河和常规工作。配合开展小水电问题核查、整改等工作。

各小水电企业是小水电整改的责任主体，要按照联合工作组办公室和相关部门、乡镇的要求开展小水电的问题核查，完善相关手续，编制电站“一站一策”整改方案，落实整改，申报验收销号，确保完成一座、验收一座、销号一座。

2）建立制度，强化督查

各有关部门要以此次清理整改为契机，制定小水电相关监督管理政策，完善全过程监督管理制度；加强生态环境保护的事中事后监管，建立监测监督体系；制定反映生态修复和治理成本的上网电价及资金支持政策等。

3）公布信息，接受监督

各有关部门要做好小水电清理整改工作的政策宣传，妥善处理电站退出及生态修复过程中出现的各类矛盾纠纷，切实维护社会稳定。每月 25 日向社会公开（云阳报、县人民政府网或县广播电视台）清理整改工作推进情况及对外公布联合工作组办公室举报电话，自觉接受社会监督。

目前云阳县正在按照以上方案进行区域小水电清理整改工作的有序开展。

3.1.4.4汤溪河综合流域已建水利水电工程环境影响回顾性评价

汤溪河流域已实施工程中无大型水库，只有一个已建成的中型水库-梅峰水库和一个在建的中型水库-青衫水库，流域已实施的中小型水利水电工程以及防洪、治涝、供水、灌溉等工程对流域内浮游生物、底栖动物、鱼类、地表植被、野生动植物、自然景观等带来一定不利影响，流域已实施的水电站对鱼类种类组成及资源量产生了一定影响。

（1）水文情势

流域内大部分梯级电站库容较小，水库面积不大，调蓄功能很低或无调节能力，主要的水文情势问题是取水坝的建设将导致坝下河段出现减脱水段，部分引水式电站的建设没有考虑下游减水河段的生态需水，致使下游河段形成减水河段甚至出现局部断流现象，部分河道砂石裸露，偶有基坑积水。河流的连续性遭到了一定破坏。

（2）生态流量

经过 2017 年和 2018 年对小水电的两轮整改，目前流域规划内的问题电站均已设置了生态放流设施，通过下泄生态流量保持河流基本生境，但由于生态放流设施易受人为控制，缺乏有效的监管措施，因此，在下一步小水电清理整顿工作中，落实生态放流监控设施建设，实现 24 小时实时监控，完善区域电站生态基流监控系统建设，实现统一联网，采取日常巡查和不定期抽查，保证了河流生态环境安全。

（3）地表水环境

根据例行数据和规划环评时的实测数据，汤溪河水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类水域标准，工业污染负荷不大，城镇生活污染负荷仅江口、南溪等场镇段较高。

已经各水利水电工程基本上处于山区，沿途居民稀少，各减水段基本无工业企业，生活污染负荷不大，已建的各电站常驻工作人员 2-3 人，产生的生活污水量少，基本修建了化粪池，生活污水经收集后用作绿化用水或农肥，对汤溪河流域水质影响小。

（4）水生生态环境

根据汤溪河流域鱼类种类及生活习性分析，鱼类以定居性鱼类为主，短距离洄游和山溪性鱼类较少，无长距离洄游性鱼类。汤溪河上游鱼类主要以小型的鱼类为主，一些个体较大、性成熟较晚、年龄组限较长的经济鱼类，如鲤鱼、草鱼、鲢鱼等，资源量显著下降。汤溪河中下游渔类组成以鲤鱼、鲫鱼、草鱼、黄颡鱼等食底栖生物鱼类为主，

数量较多，为当地主要经济鱼类，而“四大家鱼”等半洄游性鱼类数量较少，所占比例较小。

汤溪河流域分布的鱼类中没有长距离洄游性种类，短距离洄游鱼类较少。各电站取水坝在一定程度上阻隔和制约了鱼类交流。电站取水坝和减水河段的出现将把鱼类原有的生存空间分割为多个破碎段，汤溪河干流生境为中度破碎化，使其基因交流的范围进一步缩小，削弱上、下种群的遗传多样性，不利于鱼类繁衍。考虑到汤溪河目前的河流形态和鱼类资源状况，流域上游河段的坡降很大，有比较多的跌水，河流中鱼类资源较少，汤溪河鱼类资源主要集中在流域中下游河段，而江口镇至云阳镇位于三峡水库回水区，没有规划项目，对三峡库区鱼类资源影响不明显。但随着鱼类的生存环境的改变，水生生态系统随之改变，鱼类区系组成的改变在该水域将主要表现在急流鱼类相应减少，而适应缓流环境的鱼类相应增加，但鱼类的组成不会发生大的改变。

（5）陆生生态环境

水利水电工程开发形成一定面积的淹没区，导致淹没区范围内植被与植物资源的永久损失，电站永久占地也会导致占地范围内植被与植物资源的永久损失，占地面积小，对陆生植物影响小。施工场地临时占地会破坏植被，但经过多年的自然恢复，各电站临时施工场地已经得到恢复，对陆生植物影响小。从 2008 年-2017 年的土地利用变化分析可知，近 10 年来，流域内林地、草地面积有所增加，但未改变流域内林地占主体的整体格局，而水域面积的增加又带来耕地面积的增加，对流域整体生态系统产生一定的正效益，对流域社会经济发展带来正效益。淹没区植物种类和植被类型在河段上下游，在流域内广泛分布，永久占地的消失不影响其种群和群落的存在。

3.1.5团滩河水利水电开发现状及环境影响回顾性评价

3.1.5.1开发现状

团滩河上目前尚有 5 座引水式小电站，分别为双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华和团滩电站。

向阳水库工程建设征地涉及云阳县天鹅湖电站、双龙二级电站和新华电站三处小型水电站，均位于团滩河干流，为引水式电站。电站基本情况详见下表。

表 3.1-12　向阳水库建设征地涉及三处水电站基本情况表

电站名称	建成投产年份	企业类别	机组（台）	装机容量（kW)	设计发电水头（m）	厂房高程（m）	近三年平均发电量（万 kWh）	建设征地影响程度
新华电站	2005 年	普通	2	250+250	48.5	307	207.23	部分

		合伙						
双龙二级电站	1991 年	普通合伙	2	200+200	56	419	145.75	整体
天鹅湖电站	1988 年	普通合伙	2	160+100	32	422	96.22	整体

其中双龙二级电站和天鹅湖电站的拦水坝、引水渠、前池、厂房和主要发电及变配电设备均位于水库淹没区，整体受建设征地影响；新华电站的前池、发电厂房及变配电设备虽然位于建设征地区以外（坝址下游约 8km 处），但其拦水坝和大部分引水渠位于水库淹没区，且引水明渠受水库大坝影响，不具备改造条件，大坝动工建设后即无法再继续发电。

考虑到三座水电站受本工程影响的程度，已不具备搬迁改造的条件，经征求企业和主管部门意见，采取一次性补偿剩余寿命期电量损失的方案。

双龙一级和团滩电站不在向阳水库的淹没补偿范围内，但是根据汤溪河综合流域规划环评审查意见，要求关停团滩河上游规模较小的双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华和团滩电站。双龙一级和团滩电站均是建于 80 年代的小型电站，近三年来的平均发电量在 200 万 kWh 以内，经济效益较小，云阳县人民政府已经承诺负责落实双龙一级和团滩电站的关停工作。

3.1.5.2环境影响回顾性评价

团滩河上现状运行的 5 座引水式电站对河流的连续性造成了一定影响，运行多年没有考虑下泄生态流量，造成坝下一定减水（脱水）河段，水生生境存在一定的片段化，对河流水生生态环境带来了不利影响。团滩河上相对集中的鱼类“三场”有产卵场 1 处，为民兴煤矿产卵场；索饵场 2 处，分别为新华村、朱家塝索饵场；越冬场 1 处，为火山湾越冬场，现有电站均未考虑过鱼要求，上下游鱼类种群交流受到一定阻碍。

团滩河河道上存在多个天然跌瀑，其中最明显的一处跌瀑位于团滩河与汤溪河交汇口上游约 3.6km 处，因此对汤溪河的鱼类影响甚微。

3.2汤溪河流域规划环评及主要结论

3.2.1汤溪河综合流域规划环境影响评价情况

2018 年 8 月 31 日重庆市生态环境局邀请生态环境部环境工程评估中心，在重庆组织了《汤溪河流域综合规划环境影响报告书》技术审查会，于 2018 年 9 月 30 日出具了《关于汤溪河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（渝环函[2018]1191 号）。

3.2.2规划环评阶段环境现状调查与评价的主要结论

（1）地表水现状调查与评价

汤溪河干流 5 个断面、支流团滩河 3 个断面、支流南溪河 1 个断面、支流小溪沟 1 个断面各监测因子均未超标，能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的III类水域水质标准，水质现状较好。

（2）生态环境现状调查与评价

陆生植被：汤溪河流域内自然植被划分为 7 个植被型 45 个植物群系，流域河岸有维管植物 167 科 580 属 1040 种。流域分布有两种国家重点保护野生植物，即国家 I 级保护植物南方红豆杉，国家 II 级保护植物金荞麦。未发现列入《重庆市重点保护野生植物名录（第一批）》的植物。汤溪河流域共有古树名木 173 株，其中白皮松 1 株，柏木 56 株，刺柏 2 株，高山栎 2 株，桂花 10 株，核桃 3 株，红椿 1 株，黄荆树 1 株，黄桷树 32 株，梨树 1 株，马尾松 28 株，枇杷 1 株，青冈 4 株，杉木 2 株，石栗 1 株，柿子树 2 株，酸枣树 1 株，香叶树 4 株，香樟 8 株，银杏 5 株，油樟 1 株，枣树 1 株，皂荚树 7 株，均已经进行挂牌保护，其主要的生境包括房前屋后、庙前、路旁、坟旁、峭壁、山顶等区域。

陆生动物：流域范围内分布有陆生脊椎动物 190 种。其中，两栖类 14 种，爬行类 18 种，鸟类 115 种，哺乳类 43 种。流域范围内无国家 I 级重点保护动物，有 11 种国家 II 级重点保护野生动物，含两栖动物 1 种，兽类 2 种，鸟类 8 种；有重庆市重点保护陆生野生动物 9 种，含两栖类 1 种，鸟类 3 种，兽类 5 种；有重庆市重点保护水生野生动物 5 种，4 种为两栖动物，1 种为爬行动物。

水生生物：流域浮游植物 5 门 23 科 43 属 121 种；浮游动物有 43 属 82 种；底栖动物有 4 门 7 纲 45 科 112 种；湿生维管植物有 36 科 62 属 95 种；汤溪河流域有鱼类 5 目 14 科 72 种，以鲤形目鱼类组成为主，包括 4 科 41 种；鲇形目 4 科 10 种；鲈形目 4 科 7 种；合鳃鱼目 1 科 1 种；鳉形目 1 科 1 种。全部 14 个科中，鲤科鱼类最多 41 种，占总数的 56.94%。根据西南大学、云阳县渔政站近 5 年调查资料，汤溪河下游三峡库区回水变动区河段鱼类共有 29 种，分属于 3 目 12 科。其中国家 II 级重点保护鱼类 1 种，即胭脂鱼；重庆市重点保护水生野生动物 3 种，分别为长薄鳅、红唇薄鳅、岩原鲤。

鱼类“三场”：汤溪河流域河段为山区性河流，鱼类的产卵场、幼鱼的索饵场、越冬场不稳定，易受自然环境的影响，根据实地考察及访问，调查河段没有明显大规模的鱼类“三场”。经调查团滩河上符合条件的产卵场有民兴煤矿产卵场 1 处，主要是马口鱼、宽鳍鱲等小型地方鱼的类产卵场；巫溪县湾滩河河流域裂腹鱼鱼泉主要分布在龙台上游

1km 和 4km 等处；湾滩河斑鳜的产卵场主要分布在红池坝镇龙台上游 1km 处的鱼泉湾。团滩河鱼类索饵场比较零星分散，紧邻产卵场下游较大的 2 处索饵场是新华村、朱家塝索饵场。团滩河下游有 1 个火山湾鱼类越冬场，每年 10-12 月三峡大坝高水位蓄水，汤溪河下游库区段河段水深增加，全河段形成天然越冬场。

3.2.3汤溪河综合流域规划环评中划定的“三线一单”

3.2.3.1生态保护红线

（1）陆域生态保护红线

汤溪河流域生态保护红线陆域部分见表 3.2-1。

表 3.2-1　流域生态保护红线陆域部分

序号	名称	面积（km^2）	主要分布区域
1	环境敏感区	41.54	红池坝风景名胜区及国家森林公园、湾滩河上游等区域
2	生态公益林区	0.20	开州区河堰镇
3	水库消落区	4.68	云阳县江口、南溪、云安、栖霞、云阳镇等区域
4	水土流失敏感区	256.75	云阳县、巫溪县部分乡镇等区域
5	重点生态功能区	307.44	云阳县、巫溪县部分乡镇等区域
/	合计	610.61	/

（2）水域生态保护红线

汤溪河干流及主要支流划分鱼类栖息地保护区 5 处，总长 51.0km；重点饮用水水源保护区 3 处，总面积 3.18km^2，见表 3.2-2 和 3.2-3。

表 3.2-2　流域生态保护红线水域部分（饮用水水源保护区）

序号	名称	面积（km^2）	坝址坐标(经度/纬度)
1	向阳水库优先保护水域	2.34	108.751227/31.284855
2	青杉水库优先保护水域	0.29	109.033245/31.059795
3	梅峰水库优先保护水域	0.55	108.976758/31.070892
/	合计	3.18	/

表 3.2-3　流域生态保护红线水域部分（鱼类栖息地保护区）

序号	名称	所在河流	长度（km）	起点坐标(经度/纬度)	终点坐标(经度/纬度)
1	湾滩河龙台村段	湾滩河	6.0	108.929282/31.574980	108.905320/31.534369
2	茶山河龙台村段	茶山河	3.0	108.937507/31.526623	108.909962/31.534243
3	湾滩河洪泉电站段	湾滩河	0.5	108.867323/31.389674	108.867989/31.393978
4	向阳水库回水上游段	团滩河	1.0	108.730293/31.314734	108.736453/31.314320
		团滩河	1.0	108.707218/31.309573	108.716745/31.307507
		团滩河	1.0	108.709275/31.290239	108.717720/31.291226
		团滩河	1.0	108.761376/31.306942	108.766161/31.304302
		团滩河	1.0	108.772427/31.305640	108.766977/31.303898

5	三峡水库回水段	汤溪河	36.5	108.912792/30.953690	108.803251/31.216105
合计			51.0	/	/

3.2.3.2环境质量底线

汤溪河流域的环境质量底线见表 3.2-4。

表 3.2-4　流域环境质量底线

序号	断面名称	所在河段	水环境质量目标	断面类型
1	汤溪河沙市	汤溪河干流	III	市控断面
2	汤溪河江口	汤溪河干流	III	国控断面
3	汤溪河大桥	汤溪河干流	III	市控断面
4	南溪河将军桥	南溪河	II	县控
5	小溪沟河口	小溪沟	III	重要断面
6	石龙溪河口	石龙溪	III	重要断面

3.2.3.3资源利用上线

汤溪河流域主要干、支流水资源利用上限及供水情况见表 3.2-5。

表 3.2-5　流域干流及团滩河支流水资源情况

河流	水资源总量(亿 m^3)	水资源利用上限(亿 m^3)	规划供水量(亿 m^3)
团滩河	2.50	2.00	0.8283
石龙溪	1.08	0.86	0.0483
南溪河	2.01	1.61	0.8120
小溪沟	1.89	1.51	0.5770
汤溪河干流	18.04	14.43	0.8240

备注：流域规划环评中水资源利用上限按照河流水资源总量的 80%计算。

3.2.3.4环境准入负面清单

汤溪河流域不同区域和河段的环境准入负面清单如表 3.2-6 所示。

表 3.2-6　环境准入负面清单

分类	限制类	禁止类	主要依据或标准
产业政策	①无下泄生态流量的引水式水力发电。		《产业结构调整指导目录》（2013 年修订）
流域规划	①没有纳入流域综合规划规划的项目。		《关于进一步加强水利规划环境影响评价工作的通知》（环发[2014]43 号）
环保政策	①严重破坏风景名胜区景观和自然环境的项目。	①位于风景名胜区核心景区内的项目；②没有经风景名胜区管理机构审核同意及报有关主管部门批准的项目。	《风景名胜区条例》
	①对森林公园景观和生态造成严重影响或者导致森林风景资源质量明显降低的项目。	①擅自围、填、堵、截自然水系的项目；②没有依法办理林地占用、征收审核审批手续的项目；③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。	《国家级森林公园管理办法》

		①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；②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。	《中华人民共和国水污染防治法》及《饮用水水源保护区污染防治管理规定》
	①国家重大基础设施、重大民生保障项目等。	①其他建设项目。	《重庆市生态保护红线》及《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》

3.2.4汤溪河综合流域规划环境影响评价对向阳水库工程主要结论及建议

根据《汤溪河流域综合规划环境影响报告书》，对向阳水库工程的主要结论及建议为：

（1）向阳水库是汤溪河流域综合规划中的重大水工程规划项目之一，是影响汤溪河流域水资源配置、防洪减灾、改善河道水生态环境的关键性工程，经济效益、社会效益和生态环境效益显著。

（2）规划的向阳水库位于汤溪河支流团滩河上，向阳水库向汤溪河流域外调水对汤溪河流域水资源量影响很小。

（3）规划实施后，向阳水库对下游枯水期的补偿作用显著。

（4）规划实施后多年平均年江口和汤溪河大桥断面 TN 和 TP 浓度均能达到水质管理目标。

（5）国家在《长江经济带生态环境保护规划》中提出：严格水资源保护，优先保障枯水期供水和生态水量。协调好上下游、干支流关系，深化河湖水系连通运行管理和优化调度，增加枯水期下泄流量，保障生活和生产用水的同时，促进长江干流、鄱阳湖及洞庭湖生态系统平稳恢复。保障长江干支流 58 个主要控制节点生态基流占多年平均流量比例在 15％左右，其中干流在 20％以上。

考虑到向阳水库是汤溪河综合流域规划中唯一一座大型骨干水利工程项目，规划环评提出向阳水库的生态下泄流量方案为：汛期不小于多年平均径流的 40%，非汛期不小于多年平均径流的 20%。

（6）在项目环评阶段，应将规模及布局的环境合理性、生态环境影响评价、供水及灌区退水影响、水库水质影响等作为环评的重要评价内容，提出切实可行的环境保护措施。

（7）建议对团滩河上游水电和水利工程进行优化整合，关停团滩河上游规模较小的双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华、团滩电站，将向阳水库库区及上游河段作为鱼类栖息保护地。

（8）向阳水库取水口应叠梁门分层取水口型式等，以减小灌溉低温水对灌区农作物的影响。

（9）规划的向阳水库属于高坝，高达 130m，两岸山势较为陡峭，河谷狭窄，建议采用集运鱼系统。

（10）在向阳水库建成后，需开展水温跟踪观测。

（11）在工程建设之前开展生态本底调查，制定施工期和运行期的监测计划，开展生态监测，重点关注水生生态和鱼类“三场”。

（12）结合流域综合规划的跟踪评价，对流域控制性工程向阳水库实时进行环境影响后评价，关注水环境、水生态环境的影响变化。

3.2.5汤溪河综合流域规划环评审查意见

根据重庆市生态环境局《关于汤溪河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（渝环函[2018]1191 号），汤溪河综合流域规划环评审查意见主要内容为：

（1）对《汤溪河流域综合规划环境影响报告书》的总体意见

汤溪河流域干支流开发强度较大，部分结论与优化调整建议还应按照国家当前对长江经济带发展的总体要求，针对流域开发已经造成的生态环境影响，从流域生态系统整体性和长江干流生态环境保护等角度，进行补充论证和完善。

（2）对《汤溪河流域综合规划》的环境合理性、可行性的总体评价

汤溪河流域位于《全国主体功能区规划》中的秦巴生物多样性生态功能区、三峡库区水土保持生态功能区，以及《全国生态功能区划（2015 年修编版）》中的秦岭—大巴山生物多样性保护与水源涵养重要区，具有重要的生物多样性保护和水源涵养生态功能，流域中下游江口镇以下属于三峡水库回水区。流域已建、在建 62 座水电站基本为引水式开发，存在水电无序开发问题，部分河段有减水、脱水现象，干支流生态完整性已受到一定程度的破坏，河道自净能力下降，现状水源地等河段水质存在超标现象。按原《规划》方案实施后，流域内河流生境将进一步破碎化，局部河段水资源量将减少，本流域及长江三峡库区水污染负荷增加，本流域及长江三峡库区段区域生态安全将受到一定威胁。因此，规划应按照“把保护和修复长江生态环境摆在压倒性位置”“共抓大保护、不搞大开发”等要求，进一步明确以维护汤溪河流域及长江干流生态安全和改善环境质量

为总体目标，妥善处理开发与保护的关系，控制流域开发强度，将流域生态保护、修复与环境治理作为优先任务，完善和落实各项生态环境保护对策措施，有效预防和减缓《规划》实施的不良环境影响。

（3）对《汤溪河流域综合规划》优化调整和实施过程中的意见

1）坚持生态优先，绿色发展的理念。

针对流域突出生态环境问题，进一步明确近远期环境目标和“三线一单”管控要求，作为《规划》实施的硬约束，纳入相关河长履职情况督察、考核重要内容。根据流域功能定位和环境目标，将流域生态保护和环境治理作为《规划》优先任务，立足于挖掘节水潜力调整流域水资源配置，优化《规划》开发方案，提出流域生态环境保护、治理、修复具体任务，切实维护流域生物多样性保护、水源涵养、水土保持等重要功能。

2）严格保护生态空间，进一步优化《规划》空间布局。

将生态保护红线，流域源头区，天然流水生境保留率较高的茶山河等支流，三峡水库库尾以上流水江段，以及其他作为鱼类重要生境分布区或生态功能重要、敏感、具有重要保护价值的支流或河段列为禁止开发河段，保护鱼类重要栖息地、恢复河流基本生态功能。规划水电站中，渔泉一级、茶山电站涉及源头区鱼类产卵场、森林公园、风景名胜区等环境敏感区，鱼泉一级、鱼泉二级电站将对三峡水库库尾以上流水江段鱼类栖息保护地造成影响，湾滩、牛角洞、千丘二级、鸡鸣二级、青杉等引水式电站对河流生态影响显著，建议不纳入本次规划。规划水库、灌区等工程应优化选址、规模、布局、建设时序，依法严格落实生态保护红线及自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水源保护区、水土流失重点预防区等敏感区域的保护要求。

3）严格控制流域开发强度，优化开发任务。

结合工程所在区域供水、灌溉、防洪等任务的实际需求，**优化向阳水库等水源工程的规模、开发任务、选址，控制向外流域调水的规模，优化流域水资源配置方案、优先满足流域生态环境用水，确保满足重要断面水质水量要求，改善减水河段和枯水期河道水生态环境**，避免对流域内生态保护红线，自然保护区、风景名胜区、森林公园等重点生态功能区，鱼类“三场一通道”等重要生境，以及三峡库区生态环境产生不良影响。

4）加强流域生态保护和修复。

明确干支流应恢复连通的重点河段，结合河流生态环境影响评估结论，对已建、在建水电站提出清理整顿方案，**关停团滩河上游规模较小的双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华、团滩电站，保护团滩河鱼类栖息保护地**。研究提出流域生态调度方案，对依法保

留的水电站，针对相关环境敏感河段生态需水，严格落实相关工程和重要控制断面的生态流量要求。明确增殖放流、连通性恢复等流域生态环境修复任务和项目并纳入《规划》，确保改善汤溪河干、支流生态环境质量。提出建立流域生态补偿机制、落实工农业节水措施等环保对策建议。

5）严格控制流域污染物排放量，强化流域水环境综合整治，防范水环境风险，保障饮用水安全。

进一步统筹调整流域产业结构、调控高排放行业发展，优化水资源配置，控制入河污染物，强化流域巫溪云阳县界、**三峡库区回水河段等重要水域水污染防治**。加强水环境综合治理，确保饮用水水源保护区水质达标和流域水质改善。根据汤溪河沙市、江口、汤溪河大桥、干流入长江口，茶山、团滩河、南溪河、小溪河、石龙溪等主要支流入汤溪河河口等重要断面水环境质量目标，控制入河污染物，确保国家和地方考核断面水环境质量达标。

6）全面推进河长制，加强流域综合管理，健全长效机制。

落实干支流生境保护、污染治理任务，建立健全水文、水环境、生态流量、水陆生生态等监测体系，根据动态监测情况，落实和完善环境保护对策措施。

7）在《规划》实施过程中，适时开展环境影响跟踪评价。《规划》修编时应重新编制环境影响报告书。

（4）对《规划》包含的近期建设项目环评的指导意见

《规划》所包含的**近期建设项目在开展环境影响评价时，规划符合性分析等内容可适当简化**，应结合生态空间保护与管控要求，在落实流域保护、治理、修复方案基础上，**深入论证项目建设可能产生的水生态、水环境影响及其对环境敏感区的影响**，严格环境准入要求，制定切实可行的水污染防治措施和生态保护、补偿方案，预防或者减轻项目实施可能产生的不良环境影响。

3.2.6向阳水库工程环评落实情况对比

根据《汤溪河流域综合规划》，针对《汤溪河流域综合规划环境影响报告书》中的“三线一单”、对向阳水库工程的主要结论和建议，以及规划环评审查意见中的相关要求，分析向阳水库工程环评落实情况详见表 3.2-7。

表 3.2-7　向阳水库工程对汤溪河流域综合规划环评要求落实情况分析表

序号	汤溪河综合流域、规划环评及审查意见中的相关要求	向阳水库工程实际执行情况	落实情况分析
1	汤溪河流域综合规划的规划目标：通过流域保护、开发、治理及管理能力建设，逐步建成与当地经济社会发展相适应的水资源综合利用体系、防洪减灾体系、水资源及生态环境保护体系、流域综合管理体系，实现水资源可持续利用、水生态环境良性循环，维护河流健康，促进人水和谐，为流域人口、资源、环境和经济的协调发展提供坚强保障。明确提出向阳水库的工程任务：以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为区域扶贫开发和乡村振兴创造条件的大（2）型水库工程。	在向阳水库工程可研阶段，结合区域扶贫的实际现状，对工程任务进行了优化调整。向阳水库工程开发任务为：以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件。	已落实
2	水库正常蓄水位 456m，兴利库容 0.9 亿 m^3，可供水总量为 8284 万 m^3，多年平均城乡供水量 6328 万 m^3，其中向汤溪河流域外云阳县城组团片供水 3968 万 m^3；水库控制灌溉面积 7.03 万亩，多年平均灌溉水量 1956 万 m^3。	在向阳水库工程可研阶段进行了水源工程的深入、细化和优化。水库正常蓄水位 456m，兴利库容 0.9 亿 m^3，可供水总量为 7852 万 m^3，多年平均城乡供水量 5938 万 m^3，其中向汤溪河流域外云阳县城组团片供水 3578 万 m^3；水库控制灌溉面积 7.03 万亩，多年平均灌溉水量 1914 万 m^3。	可研比规划阶段节约供水 432 万 m^3，重点压缩了工业供水量，符合节水要求
3	向阳水库向汤溪河流域外调水对汤溪河流域水资源量影响很小。	根据分析，向阳水库向汤溪河流域外调水量 3578 万 m^3，占坝址以上多年平均径流的 17.3%，占团滩河多年平均径流的 14.3%，占汤溪河多年平均径流（18.04 亿 m^3）的 2%，对汤溪河流域水资源量影响很小。	已落实
4	向阳水库对下游枯水期的补偿作用显著。	向阳水库的调蓄作用使丰水期部分入库流量在库区蓄积起来至枯水期下泄，枯水期出库流量明显高于天然来水，其中以枯水期的 12 月至次年 1-2 月变化幅度较大，可见向阳水库对下游枯水期的补偿作用显著。	已落实
5	向阳水库灌溉规划实施后考核断面水质均能达到管理目标。	建设单位委托水力学与山地河流国家重点实验室编制完成并批复了《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划（2015~2030）》，对于向阳水库工程退水及纳污河流均提出了针对性的治理措施，可以确保在规划实施后考核断面水质均能达到管理目标。	已落实

		根据本次环评地表水水质预测结果，库区除 TP 以湖库标准评价时超标外，其余水质因子 COD、NH_3-N 和 TN 预测结果满足III类水质要求。与现状年相比，建库后团滩河河道上游水质发生明显变化，COD、NH_3-N、TN 浓度大体上有所降低，而 TP 浓度增加，成为超标因子；团滩河预测年 COD、氨氮和 TN 预测结果均满足III类水质要求，与现状年相比，建库后江口镇断面水质发生明显变化，COD、氨氮、TP 浓度大体上有所降低。 汤溪河沙市镇至江口镇河段水质较好，四个水质因子 COD、NH_3-N、TP 和 TN 均能达到III类水水质要求；汤溪河中下游河段江口镇以下位于三峡水库回水区变动区，各典型年 1 月~5 月及 9 月~12 月，三峡水库运行水位在 155m~175m 时，三峡水库回水区到达汤溪河江口镇附近；各典型年 6 月~8 月，三峡水库运行水位在 145m~155m 时，三峡水库回水区到达汤溪河南溪镇附近。汤溪河江口镇断面到长江汇口断面间河段是三峡水库回水区，受长江干流顶托，汤溪河在河口处滞留，交换周期长，长江来流的污染物输入是影响汤溪河、水质的主要因素，三峡水库来流总磷浓度高于III类水质标准（总磷湖库标准），受三峡水库回水影响，汤溪河江口镇至长江汇口河段水质较差，四个水质因子 COD、NH_3-N、TP 和 TN 中，COD 和 NH_3-N 在各典型年均能达到III类水标准，而 TP 仅当以湖库标准评价时在部分断面不能达标，TN 在部分断面超标。尤其在距离江口镇 16~29km 范围内及距离长江汇口断面 10km 内，水质因子浓度较高；主要退水口南溪镇退水口、云安镇退水口及栖霞镇退水口断面，各典型年 COD 和 NH_3-N 在全年均能达到III类水水质标准，TP 仅当以湖库标准评价时在个别月份不能达标，以河流标准评价时能达到III类水水质标准。对汤溪河江口镇至长江汇口河段丰水年及平水年的 5 月~7 月进行富营养化分析发现，该河段发生水华的风险较小，但不排除可能，需要加以防控。 三峡水库运行水位在 145m~175m 时，各典型年研究范围内澎溪河云阳（高阳渡口至澎溪河入江口）均属于三峡水库回水范围内。受长江干流顶托，澎溪河在河口处滞留，交换周期长，长江来流的污染物输入是影响澎溪河水质的主要因素，三峡水库来流总磷浓度高于III类水质标准（总磷湖库标准）。COD 和 NH_3-N 能达到III类水标准，而 TP 在以湖库标准评价时，整个和段内均不能达标，以河流标准评价时，大部分断面均能达到III类水质标准。整个河段内 TN 超标，尤其在靠近长江汇口断面处，水质因子浓度较高，随着距长江汇口距离的增加，各水质因子浓度有所降低。对澎溪河云阳段丰水年及平水年的 5 月~7 月进行富营养化分析发现，该河段出现富营养化的可能性较大，需要加强监测，采取措施，严加防控。	
6	规划环评中要求：向阳水库坝址断面汛期 5～10 月下泄多年平均流量的 30%作为生态流量，非汛期 11 月～次年 4 月下泄多年平均流量的 10%、Q90 法、湿周法三种方法的外包线作为生态基流；在水库蓄水较好或来水较丰的条件	根据水力学与山区河流开发保护国家重点实验室做的《重庆市云阳县向阳水库坝址下游生态需水量研究》：生态需水量采用了 Tennant 法、湿周法、R2-cross 法和生态水力学法进行对比分析。按最不利原则，取外包线值，向阳水库在枯水期需下泄的生态基流量为 1.20m^3/s（占多年平均流量 18.3%），丰水期下泄的生态基流量为 2.30 m^3/s（占多年平均流量 35.0%）。为了更好的保障水生生态稳定，减缓不利环境影响，并且考虑到规划环评及工程实际，建议最终生态流量为：在枯水期（11～4 月）下泄流量为 1.31m^3/s（占多年平均流量 20.0%），在丰水期（5～10 月）下泄流量	已落实

	下，汛期可按多年平均径流的 40%下泄生态流量，非汛期可按多年平均径流的 20%下泄生态流量。 规划环评审查意见中明确：向阳水库生态流量汛期和非汛期生态流量分别取多年平均径流量的 40%、20%。	为 2.63 m^3/s（占多年平均流量 40.0%）。	
6	在项目环评阶段，应将规模及布局的环境合理性、生态环境影响评价、供水及灌区退水影响、水库水质影响等作为环评的重要评价内容，提出切实可行的环境保护措施。	规模及布局的环境合理性、生态环境影响评价、供水及灌区退水影响、水库水质影响均是本次环境影响评价的重点，根据影响评价结果提出了有针对性的环境保护措施	已落实
7	建议对团滩河上游水电和水利工程进行优化整合，关停团滩河上游规模较小的双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华、团滩电站，将向阳水库库区及上游河段作为鱼类栖息保护地。	双龙二级、天鹅湖、新华电站均在向阳水库的建设征地范围内，采取一次性补偿的方式进行征地，双龙一级和团滩电站建议云阳县人民政府尽快按照规划环评的要求，在向阳水库工程开工建设前完成关停工作。	已落实
8	向阳水库取水口应叠梁门分层取水口型式等，以减小灌溉低温水对灌区农作物的影响。	向阳水库工程设计了叠梁门分层取水方案，达到取用上层温水减缓下泄低温水影响的目的。1 套叠梁闸门由 12 节组成，每节高度 5.85m，最小淹没水深 1.25m。当库水位变化时，通过启闭叠梁闸门的节数控制取水水位。水温在 4 月会比天然水温低 1.6-1.7℃，比水稻返青要求的最低水温 15℃低 0.8-0.9℃。从 5 月开始，各月灌溉水温均高于水稻分蘖(16-18℃)、孕穗(18-22℃)、扬花(22℃)、黄熟(22℃)所要求的水温，灌溉水温能够满足灌区农作物需求。	已落实
9	规划的向阳水库属于高坝，高达 130m，两岸山势较为陡峭，河谷狭窄，建议采用集运鱼系统。	向阳水库布置了集鱼及升鱼机过坝系统，详见 8.10.4 节中过鱼措施建设的内容。 考虑到团滩河作为汤溪河支流，向阳水库建设之后，将原先流入汤溪河的河水拦蓄在向阳水库中，可能对鱼类产生一定的影响，因此，从汤溪河流域，从渝东北的鱼类增殖放流角度考虑，适宜建设一个增殖放流站，为汤溪河乃至整个渝东北地区提供增殖放流苗种服务。	已落实
10	在向阳水库建成后，需开展水温跟踪观测。	在第 9 章的环境监测计划中，对本项目提出了详细的监测简化方案，包括水质、水温、陆域生态、水生生态及鱼类等内容。	已落实
11	在工程建设之前开展生态本底调查，制定施工期和运行期的监测计划，开展生态监测，重点关注水生生态和鱼类“三场”。		已落实
12	结合流域综合规划的跟踪评价，对流域控制性工程向阳水库实时进行环境影响后评价，关注水环境、水生态环境的	在第 9 章中明确提出：关注向阳水库工程实施工程中的水环境、水生态等影响变化，实时进行环境影响后评价。	已落实

	影响变化。		
13	“三线一单”的相关要求	（1）向阳水库工程在可研阶段就对云阳县的生态红线进行了合理避让，不涉及规划环评中陆域生态保护红线。水域生态保护红线中的向阳水库库区在本项目建成后严格水源地划定标准进行合理划分并经政府正式发布进行有效保护，针对库尾以上的鱼类栖息地进行了优化，将库尾以上所有河段都划定为鱼类栖息保护区，坝下团滩河段也禁止建设影响河流水文情势的项目，实行禁渔期制度，在每年的 2-6 月实行严格禁渔，全年禁止对天然鱼类资源的捕捞。纳入本项目的生态保护措施及环保投资，按管控要求进行严格保护； （2）本项目生产生活及灌溉退水对区域地表水环境可以做到“增产不增污”，没有增加区域地表水环境的污染负荷，并且通过本项目污染防治规划的实施，可以有效实施面源污染防控，提高区域集中污水处理厂的收集处理效率和提标改造，可以保证团滩河、汤溪河干流、澎溪河水质达到河流III水质标准要求； （3）向阳水库实施后，整个团滩河的供水量为 0.7852 亿 m^3，小于规划阶段核定的供水量 0.8283 亿 m^3，不会突破团滩河的水资源利用上限； （4）向阳水库工程是纳入汤溪河综合流域规划中的重大骨干水利工程，合理下泄生态流量，不会对区域生态敏感目标及生态保护红线造成不利影响，不属于环境准入负面清单中所列的限制类、禁止类项目。	已落实
14	其它	（1）向阳水库向流域外的云阳县城组团供水量为 3578 万 m3，占总供水量的 45.58%，占坝址以上多年平均径流的 17.3%，占团滩河多年平均径流的 14.3%，占汤溪河多年平均径流的 2%，对汤溪河流域水资源量影响很小。 （2）向阳水库作为骨干调蓄工程，工程效益体现在“蓄丰补枯”，主要拦蓄丰水时段水量，调蓄平、枯水时段水量，对坝址下游枯水期的补偿作用明显。 （3）向阳水库建成运行后，退水带来的污染负荷相对于现状有所减少，不会给江口和汤溪河大桥的水质带来不利影响。 （4）本次环评将规模及布局的环境合理性、生态环境影响评价、供水及灌区退水影响、水库水质影响等作为环评的重要评价内容，并提出了切实可行的环境保护措施。 （5）本次环评制定了详细的监测计划，并提出实时进行后评价的要求。	已落实

3.3工程名称及地理位置

工程名称：重庆市云阳县向阳水库工程

工程性质：新建

建设单位：重庆市向洋水资源开发有限公司（由云阳县宏源水利开发有限责任公司与重庆市水利投资（集团）有限公司共同出资组建）

地理位置：向阳水库工程位于重庆市云阳县北部汤溪河流域的团滩河干流上，坝址位于云阳县江口镇新华村五同岔，地理位置坐标东经 108°45′6″，北纬 31°17'8"。下距江口镇约 10km，下距云阳县城约 60km，云阳县城至重庆距离 310km，交通便利。

3.4工程建设的必要性

（1）是助推长江经济带可持续发展的需要

近年来云阳县社会经济发展迅猛，到 2030 年云阳县规划为 50km²、50 万人口的中等城市。拟建向阳水库工程是提高云阳县江北片区的水资源保障能力和江口镇防洪减灾能力的控制性骨干工程，是落实长江经济带“大保护”总体要求的重要载体，是秦巴山集中连片贫困地区脱贫攻坚的重要抓手，是培育形成新的区域增长极、实现乡村振兴战略的重要举措，是“统筹城乡发展生态经济示范县”和助推长江经济带可持续发展的德政工程。

（2）是优化水资源配置，保障云阳县供水安全的迫切需要

预测至 2030 年，云阳县江北片区常住人口 83.7 万人，工业增加值 187 亿元，多年平均需水量 2.21 亿 m^3，综合考虑水利工程现状供水能力、再生水利用等因素，在充分挖潜、提高节水水平与用水效率、利用非常规水的基础上，云阳县江北片区多年平均缺水量 0.94 亿 m^3。

汤溪河径流丰枯变化大，汛期 5～10 月径流占全年的 83%，枯水期部分河段时常断流，沿岸沙市、鱼泉等场镇水厂经常出现取水困难的情况，供水保证程度低。云阳县水资源开发利用具有“水在低处流，人在高处走”的特点，供水人口主要分布在 250～450m 高程，城乡供水以提水为主，其中云阳县城提水需 3～4 级加压，供水成本较高，其中一水厂现状年运行成本达 3930 万元，供水亏损部分由财政补贴。云阳县江北片区现状供水水源多为溪沟水、塘坝和小型水库，近三年饮用水源地水质达标率 94%，但农村饮水水质达标率仅 58%，现有场镇水厂多无标准制水工艺流程，水质保证程度低（云安、

黄石、水口等场镇水厂水质合格率不足 90%，南溪水厂水质合格率不足 70%）；云阳县江北片区各乡镇、街道无应急备用水源，应急供水能力差。

向阳水库建成后，可优化云阳县江北片区水资源配置，新增多年平均供水量 5938 万 m^3，供水成本 1.89 元/m^3，保证供水水质达到III类标准，有效解决云阳县城组团等核心发展区以及江口镇、南溪镇等特色发展区的缺水问题。

（3）是改善农田灌溉条件，促进云阳县特色农业发展的迫切需要

云阳县现状农田水利设施基础薄弱，汤溪河沿岸鱼泉、江口、南溪、云安等乡镇 400m 高程以下耕园地 10.25 万亩，有效灌溉面积仅 1.25 万亩，农田有效灌溉率仅 12.2%，大多数农田属于靠天吃水的望天田，农田水利设施薄弱是导致贫困的主要因素之一。

向阳水库位于汤溪河支流团滩河的上游河段，坝址地势高，水库水质好。工程建成后，多年平均灌溉水量 1914 万 m^3，可满足汤溪河沿岸鱼泉、江口、南溪、云安等乡镇 7.03 万亩农田的灌溉用水要求，其中新增灌溉面积 5.58 万亩，改善灌溉面积 1.45 万亩，稳定发展粮食生产，扩大经济作物种植面积，促进汤溪河河谷经济带和特色效益农业的发展，为实现产业扶贫创造条件。向阳水库工程建成后，将有效改善云阳县江北片区农田灌溉条件，每年新增农业灌溉效益 4574 万元，其中新增灌面灌溉效益为 3738 万元，改善灌面灌溉效益为 836 万元。

（4）是提高防洪减灾能力，保障江口镇防洪安全的需要

江口镇位于团滩河与汤溪河的汇合口处，现状汤溪河侧的防洪标准已达 20 年一遇，团滩河侧防洪标准约 3～10 年一遇。根据云阳县城乡总体规划和江口镇总体规划，江口镇作为云阳县副中心，镇区现状及未来主要沿团滩河展布。根据《防洪标准》（GB 50201-2014），江口镇的防洪标准为 20 年一遇。向阳水库坝址以上集雨面积 242km^2，占团滩河流域面积的 84.3%。向阳水库建成后，通过预留防洪库容，结合团滩河两岸的堤防建设，可将江口镇的防洪能力提高到 20 年一遇，保障团滩河沿岸江口镇的防洪安全。

（5）是建立长效扶贫机制，巩固扶贫攻坚成果的需要

汤溪河沿岸的沙市、鱼泉、江口、南溪、云安等乡镇是云阳县贫困人口的主要分布区，现状贫困人口 6.2 万人，占云阳县贫困人口的 47.3%。云阳县贫困群体大、贫困程度深、基础欠账大、返贫压力大，要实现区域脱贫、长效脱贫，必须发展产业经济。为此，云阳县确定了走特色效益发展之路，努力打造汤溪河河谷经济带，为实现长效扶贫创造条件。

向阳水库建成后，可保障汤溪河沿岸 6.2 万贫困人口、约 31 万头牲畜的饮水安全，改善贫困人口生计水平；可为江口、南溪等特色小镇的建设和发展提供水利支撑，有利于引导搬迁贫困人口向基础设施条件较好的城镇和中心村集中，促进贫困人口梯度转移，实现易地搬迁脱贫；可为云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团等劳动密集型产业园的发展提供水源，保障贫困人口和生态移民的就业与增收；可满足汤溪河沿岸 7.03 万亩农田的灌溉用水需求，稳定发展粮食生产，扩大经济作物种植面积，促进汤溪河河谷经济带和高效生态特色农业的发展，为产业扶贫创造条件。因此，建设向阳水库是建立长效扶贫机制、促进区域脱贫进程的需要。

（6）是实现乡村振兴战略，保障三峡库区移民安稳致富的需要

云阳县贫困人口的脱贫致富、三峡库区移民的安稳致富是云阳县实现乡村振兴必须跨越的两座大山。为了消除库区百姓日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾，云阳县制定了《云阳县实施乡村振兴战略行动计划》，计划建设向阳水库，实现江北片区乡村振兴战略，保障三峡库区移民安稳致富。向阳水库建成后，多年平均城乡供水量 5938 万 m^3，可为江口、南溪、云安、鱼泉、沙市、黄石、水口、青龙、双江、人和等乡镇、街道的居民生活和产业发展提供可靠的水源保障；可为云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团提供成本低、水质好、保证程度高的优质水源，推动生态园区和服务业的发展，增加就业机会，为贫困人口、移民人口的安稳、致富创造条件；可解决汤溪河沿岸 7.03 万亩农田的灌溉用水，促进汤溪河河谷经济带和高效生态特色农业的发展，提高农民收入水平；可将江口镇团滩河侧的防洪标准提高至 20 年一遇，为江口镇的发展建设和人民生命财产安全保驾护航；常年下泄一定生态流量，可显著改善团滩河下游水生态环境，为打造水清、岸绿、景美的团滩河生态河谷和宜居、宜游、易商的江口镇特色小镇创造条件；工程施工期间，大量资金、建材和人员流动等可直接拉动投资需求约 42 亿元，同时还将间接拉动创造社会产出约 124 亿元。

3.5工程任务及规模

3.5.1工程任务

向阳水库工程开发任务为：以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件。

（1）城乡供水

工程建设后可为汤溪河流域的沙市、鱼泉、江口、南溪、云安等乡镇，以及汤溪河流域周边的黄石、水口、人和、青龙、双江等乡镇（街道）、云阳工业园、万州经开区C区水口组团提供生产生活用水，促进云阳县经济社会平稳快速发展。

（2）农业灌溉及农村人畜饮水

向阳水库建成后，为汤溪河沿岸7.03万亩田地提供灌溉用水（新增5.58万亩，改善1.45万亩），保障汤溪河沿岸6.48万农村人口、约31万头牲畜的饮水安全，为汤溪河河谷经济带和高效特色农业带的发展、扶贫攻坚亩的实现创造条件。

（3）防洪

向阳水库坝址控制流域面积242km^2，占团滩河流域面积的84.3%，汛期预留防洪库容1741万m³，可有效拦蓄水库来水，将下游江口镇（沿团滩河侧）的防洪标准由约5年一遇提高到20年一遇，保障人民生命财产安全和经济社会平稳快速发展。

（4）为当地乡村振兴创造条件

云阳县属秦巴集中连片特困地区。向阳水库建成后，可保障贫困地区7.03万亩灌面的灌溉用水，解决汤溪河沿岸6.2万农村贫困人口、约31万头牲畜的饮水安全，可为高山生态移民、三峡移民集中安置点（江口镇等）以及云阳工业园、万州经开区C区水口组团等劳动密集型产业园的发展提供优质水源，可利用生态流量发电，为云阳县提供清洁能源1593万kW·h，工程建设期间直接、间接创造地区生产总值166亿元。向阳水库工程的建设，可为区域扶贫开发和当地乡村振兴创造条件。

3.5.2工程规模

3.5.2.1水源工程

向阳水库灌溉面积7.03万亩，其中新增灌溉面积5.58万亩，改善灌溉面积1.45万亩，供水受益人口63.3万人，其中农村人口6.5万人，涵盖汤溪河沿岸江口、沙市、鱼泉、南溪、云安等5个乡镇，以及云阳县城组团（黄石镇、水口镇、人和街道、青龙街道、双江街道、云阳工业园和万州经开区C区水口组团）。推荐坝址（上坝址）流域面积242km²，多年平均径流2.07亿m³（1970年1月～2015年12月），多年平均流量6.57m³/s，水库死水位390.00m，正常蓄水位456.00m，兴利库容0.90亿m³，防洪限制水位448.2m，防洪库容0.174亿m³；设计洪水位456.00m，校核洪水位458.27m，总库容1.10亿m³；回用长度为6.7km。水库多年平均供水量7852万m³，其中城乡供水量5938万m³，灌溉水量1914万m³。利用生态流量发电，发电装机4.2MW，多年平均发电量1593万kW·h。

3.5.2.2输水工程

城镇供水总设计流量为 2.29m^3/s，灌溉设计流量为 2.96m^3/s。

管线总体布局呈现“四干五支”的特点，即四干：总干管、县城干管、江沙干管、南云干管，线路长度 86.407km；五支：斑竹支管、新里支管、卫星支管、竹林支管、毛坝支管，线路长度 22.644km，合计总长度 109.051km。管道沿线共设置分水口 48 处分水建筑物，其中水厂分水口 6 处，管道分水节点 7 处，灌溉分水口 35 处；管桥 4 座，总长度 442m；隧洞 4 处，总长度 8.066km；提水泵站一座。

3.6设计水平年与设计保证率

设计水平年：现状年为 2015 年，设计水平年为 2030 年。

设计保证率：城乡生活和工业供水保证率 P=95%，灌溉设计保证率 P=75%。

3.7工程布置及主要建筑物

向阳水库工程由水源工程、输水工程两部分组成，其中水源工程包括混凝土面板堆石坝、溢洪道、泄洪洞、引水兼放空进水口、引水隧洞、坝后式地面厂房等；输水工程包括管道、泵站、隧洞、管桥等。

3.7.1水源工程布置及建筑物

3.7.1.1工程等级及标准

根据《防洪标准》（GB 50201-2014）及《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），向阳水库属II等大（2）型工程，大坝建筑物级别为 1 级；泄水建筑物级别为 2 级，引水兼放空进水口、引水隧洞建筑物级别为 2 级，厂房、开关站级别为 5 级。

河床布置混凝土面板堆石坝，溢洪道布置于左岸，引水兼放空建筑物布置于右岸，坝后式电站厂房布置于右岸，在支流帆水河布置导流洞。

3.7.1.2混凝土面板堆石坝

大坝主要由趾板（标准板、防渗板）、面板及其止水系统、大坝填筑体、坝顶防浪墙等组成。

坝顶高程为 459.00m，河床趾板建基面高程 329.00m，最大坝高 130.00m，坝顶长度 473.0m，坝顶宽 10m，坝底最大宽度 425.0m。坝顶设高 3.7m 的“L”型防浪墙，墙底高程 456.00m，墙顶高程 460.20m。大坝上游坝坡坡比为 1:1.4，下游坝坡与进厂公路相结合，设纵坡 9%的之字形马道，马道宽 6.5m，在高程 436.0m、414.0m、391.0m、361.0m、

347.0m 设置转弯平台，下游坝坡设计坡比 1:1.25，考虑道路宽度后综合坡比 1:1.5，采用块石护坡，护坡厚度 0.5m。

趾板采用平趾板型式，采用“X”线控制，共分 5 段，累计长 682m。混凝土面板顶部厚度取 0.4m，底部最大厚度 0.80m，中间按直线变化。面板垂直缝间距河床部位受压区面板宽度 12m，两岸坝肩受拉区面板宽度 8m。

周边缝设二道止水，周边缝采用沥青浸渍杉木板嵌缝。趾板伸缩缝与面板分缝错开，而且垂直于“x”线，设两道止水，与周边缝止水构成封闭系统。防浪墙伸缩缝间距为 8.0m 或 12m，设一道铜片止水，并与水平缝止水铜片相接形成封闭止水系统。

3.7.1.3泄洪建筑物

本工程泄洪建筑物采用“以溢洪道泄洪为主、泄洪洞泄洪为辅”的布置形式。

溢洪道布置于大坝左岸，为河岸开敞式有闸控制正堰溢洪道，由进水渠、控制段、泄槽段、消能防冲段组成，平面投影总长 369.16m。进水渠长 63.00m，进水口采用喇叭口型式。控制段设 2 孔，孔口尺寸为 10m×14m（宽×高），堰顶高程 442m，堰面曲线采用 WES 实用堰。闸室顺水流方向长度为 42m，溢流堰设一扇平板检修门和三扇弧形工作闸门，分别由坝顶门机及闸墩上的液压启闭机操作。溢洪道右侧设检修门库。考虑交通的要求，控制段前端设交通桥与坝顶相接。泄槽采用一孔矩形断面布置，底板纵坡分为 2 段，前、后段以抛物线衔接。溢洪道消能方式采用挑流消能，挑流消能段长 15.11m。

泄洪洞利用左岸导流洞改建而成，通过“龙抬头”与导流洞相结合。泄洪洞由进水渠段、短有压进口段、上平段、“龙抬头”斜井段、与导流洞结合段组成，总长 493.62m。进水渠长 50m，底宽 22.5m～10.5m，底板高程 400.00m。采用岸塔式短有压进水口，总长 35.0m，宽度 9.0m，塔高 64.2m，进水口底板高程 400.00m，底板厚 4.0m。进水塔为三向收缩型岸塔式，塔内设一道事故检修门，进水塔顶部设交通桥与库区内公路相接。进水塔后接由方变圆渐变段，渐变段长度 20m，渐变段后接城门洞型无压隧洞，泄 0+039.00m～泄 0+210.62m 段为“龙抬头”斜井段，经反弧分别与上平段及导流洞结合段衔接。

3.7.1.4引水兼生态放水、放空建筑物

在库内右岸设置供水、灌溉、发电、生态放水兼放空进水口，后接引水隧洞，引水隧洞出口接压力钢管，后压力钢管一分为二，一条至输水工程调压室（供灌溉、供水），一条至发电厂房（供发电、生态放水和水库放空），生态放水通过坝后生态电站旁通阀进入河道，水库放空通过引水压力钢管引至下游河道。

进水口为岸塔式，位于大坝轴线上游约 180m，塔顶及工作平台高程 459.5m，塔底高程 375.0m，塔高 84.5m。塔宽 9m，塔长 21m。进水塔布置有拦污栅、叠梁门和检修闸门。

引水洞采用两机一洞，分有压隧洞段、压力钢管段（含支管及放空管），引水隧洞出口接压力钢管段，在桩号 0+417.27m 处一分为二，分为灌溉供水钢管和发电生态放空钢管。引水线路总长约 703.67m，其中有压隧洞长 401.7m，压力钢管长 301.67m。

水库取水后经进水口、引水隧洞、坝后生态电站流入尾水渠，向下游河道提供生态用水。厂内设一根旁通管，管径 0.8m，由活塞式多功能控制阀控制，并设电磁流量计。当机组不发电时，或发电引用流量小于下游生态用水量时，由旁通管向下游泄放生态用水。

放空管出口高程 333.50m，直径 1.8m。出口设置 DN1800 锥形消能阀和消力池，消力池出口设出水渠顺接下游河道。

3.7.1.5生态电站

生态电站为坝后式地面厂房，位于大坝下游河床。电站建筑物包括进水渠及进水口、引水隧洞、电站厂房及开关站。

发电厂总装机 4200kW，安装 4 台单机 1050W 的卧轴混流式机组。厂房总体尺寸为 42.86m×23.86m×29.59m（长×宽×高）。主机间、安装间呈“一”字形布置，厂房自左至右依次布置为安装场段和 4 个机组段，总长 42.86m。

开关站采用 GIS 室内开关站。进厂交通通过进厂公路从厂房左端沿厂轴方向进入安装场。机组安装采用水平进场方式。

3.7.1.6管理用房

管理用房位于大坝左岸坝肩，总占地面积为 8400m^2。水库运行期管理人员约 40 人，办公用房 600m^2，仓库及车库 600m^2，生活及文化福利用房 1400m^2，与工程建设征地一并征用。

3.7.1.7集运鱼系统

工程建成后，由于高坝阻隔，鱼类无法沿天然河道巡游，为改善团滩河流域和库区生物种群结构，维护生物多样性，本工程拟采用固定集鱼系统结合升鱼机的综合过鱼方式。集鱼系统在坝下不断流的较宽河道修建，集鱼系统由进鱼口段和集鱼渠组成，升鱼机的提升运输方式采用“直接提升过坝”方案。

3.7.1.8增殖放流站

增殖放流站地址于水库大坝下游右岸，在河道中的集鱼设施旁边，这样便于取水和管理。总占地面积为 31717m^2。

增殖放流站方案设计布局包括：引水工程（引水渠、沉砂池）、水源净化区；亲鱼池 7292m^2、繁育车间 2100m^2、苗种培育池 5358m^2、沉淀集污池 450m^2、排水沟 230m（面积 690m^2）、生态废水处理区 3120m^2。

附属设施：办公楼住宿和质检室 568m^2、打包车间 450m^2、抽水房 30m^2、库房 60m^2、场区道路 1025m、绿地等。

3.7.1.9交通建筑物

枢纽工程区永久道路包括左岸上坝公路、左岸坝下游改建公路、右岸上坝公路、右岸取水塔公路及右岸取水塔交通桥，公路总长 1058.75m。左岸上坝公路起点位于溢洪道左侧平台处，终点至右侧复建公路；右岸上坝公路位于右岸坝轴线下游，公路起点在左侧复建公路终点至右岸坝肩；右岸取水塔公路从右岸坝肩向库内延伸至取水塔，通过交通桥与取水塔顶部连接。永久道路路面宽度 6.0m，路基宽度 6.5m，按四级公路要求进行设计。

3.7.2输水工程布置及建筑物

3.7.2.1工程等别及建筑物等别

输水工程主要建筑物由管道、隧洞、管桥及泵站组成。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），输水工程主要建筑物级别如表 3.7-1 所示。

表 3.7-1　输水工程主要建筑物级别

部位	建筑物名称	建筑物级别	备注
总干管、县城干管	管道、隧洞、管桥、泵站、水池、镇墩、倒虹吸、闸阀井	3	供水至县城
江沙干管、南云干管	管道、隧洞、管桥、镇墩、倒虹吸、闸阀井	4	供水至建制镇
支管	管道、管桥、镇墩、倒虹吸、闸阀井	5	灌溉

3.7.2.2输水工程总布置

向阳水库输水工程总供水量 7852 万 m^3，其中城乡供水量 5938 万 m^3、灌溉供水量 1914 万 m^3，改善汤溪河沿岸、云阳县城 64.3 万人的供水和 7.03 万亩土地的灌溉用水条件。工程总设计引用流量 5.251 m^3/s，其中城镇设计供水流量为 2.29 m^3/s，灌溉设计流量为 2.96 m^3/s。

输水管线走向基本与汤溪河和澎溪河流向一致，经过行政乡镇有江口镇、沙市镇、鱼泉镇、南溪镇、云安镇及高阳镇、黄石镇，管线总体布局呈现“四干五支”的特点，即

四干：总干管、县城干管、江沙干管、南云干管，线路长度 86.407km；五支：斑竹支管、新里支管、卫星支管、竹林支管、毛坝支管，线路长度 22.644km，合计总长度 109.051km。管道沿线共设置分水口 48 处分水建筑物，其中水厂分水口 6 处，管道分水节点 7 处，灌溉分水口 35 处；管桥 4 座，总长度 442m；隧洞 4 处，总长度 8.066km；提水泵站一座。

各段干管线路总体走向布置如下：

（1）总干管：即坝址→江口镇→南溪镇线路。从水库取水后，管道沿团滩河右岸向江口方向延展，经江口镇沙溪村、九龙村，从芝麻梁水库上游至兰草坝，过兰草坝隧洞后跨越石龙溪至南溪镇青云村分水口，线路长度约 21km。

（2）县城干管：即南溪镇→高阳镇→县城线路。在总干管末端分水后，沿石龙溪向上游延展，过青印村穿唐家垭口隧洞至高阳镇，随后沿澎溪河左岸省道 S305 上方山坡布置，经梨树村、铁炉村，止于宏源水厂，线路长度约 25km。

（3）南云干管：即南溪镇→云安镇线路。在总干管末端分水后，管道沿汤溪河右岸布置，经南溪镇政府、天井村、在水市村跨二道河后依次经南溪镇黄堆村、元通村、焉家村、云安镇演易台村、毛坝社区等，止于云安水厂，线路长度约 16km。

（4）江沙干管：即江口镇→鱼泉镇→沙市镇线路。在江口镇分水后，管道沿团滩河向下游延展，经新里村翻越枫香树垭口后至汤溪河右岸的金子村，继续沿汤溪河右岸山坡向上游延展，依次经鱼泉镇木瓜村，燕子村、望六村、沙市镇柿坪村，跨汤溪河至左岸，绕过黄家山止于沙市水厂，线路长度约 24km。

3.7.2.3管道

根据可研，输水管道管材及管径配置方案见表 3.7-2。

表 3.7-2　输水管径配置方案表

工程部位	桩号范围	管径 DN（mm）	长度（m）	选定管材
总干管	总干 0+000～总干 2+700	DN2000	2700	钢管
	总干 2+700～总干 21+000	DN1800	18300	钢管
县城干管	县干 0+000～县干 24+647	DN1200	24647	铸铁管
南云干管	云干 0+000～云干 2+893	DN1400	2893	铸铁管
	云干 2+893～云干 3+680	DN1200	787	铸铁管
	云干 3+680～云干 6+171	DN900	2491	铸铁管
	云干 6+171～云干 12+241	DN800	6070	铸铁管
	云干 12+241～云干 16+157	DN700	3916	铸铁管
	云干 16+157～云干 16+810	DN250	653	铸铁管

江沙干管	沙干 0+000～沙干 5+779	DN1200	5779	铸铁管
	沙干 5+779～沙干 14+596	DN1000	8817	钢管
	沙干 14+596～沙干 23+950	DN300	9354	钢管
新里支管	新支 0+000～新支 2+219	DN900	2219	铸铁管
	新支 2+219～新支 5+214	DN800	2995	铸铁管
	新支 5+214～新支 7+777	DN350	2563	铸铁管
斑竹支管	斑支 0+000～斑支 1+350	DN500	1350	铸铁管
	斑支 1+350～斑支 2+407	DN300	1057	铸铁管
竹林支管	竹支 0+000～竹支 2+700	DN600	2700	铸铁管
	竹支 2+700～竹支 5+699	DN500	2999	铸铁管
卫星支管	卫支 0+000～卫支 3+409	DN500	3409	铸铁管
	卫支 3+409～卫支 6+826	DN350	3417	铸铁管
毛坝支管	毛支 0+000～毛支 1+902	DN500	1902	铸铁管
合计			109051	

采用明管+埋管两种敷设方式。经统计管道线总长度 109.051km，其中明敷管道长 53.72km，占总管线长度的 46%；埋管管道长度 64.3km，占总管线长度的 54%。

3.7.2.4隧洞

线路中布置了 4 条隧洞，总长度 8065.60m，占整个输水管线长度的 7%。其中江沙干管大梁子隧洞长 121m，总干管兰草坝隧洞长 6641m，总干管芝麻梁隧洞长 63m，县城干管唐家垭口隧洞长 1240.60m。均采用城门洞型无压隧洞，采用洞内敷管的方式输水，全断面采用 40cm 厚钢筋混凝土衬砌。

隧洞特性见表 3.7-3。

表 3.7-3　隧洞特性一览表

序号	名称	桩号（km+m）	长度(m)	坡度	进口高程(m)	出口高程(m)
1	大梁子隧洞	沙干 3+864.5～沙干 3+985.50	121	1%	370	368.4
2	芝麻梁隧洞	总干 11+850.40～总干 11+913.40	63	1%	370	369
3	兰草坝隧洞	总干 13+319.40～总干 19+960.40	6641	1‰	366.5	359.86
4	唐家垭口隧洞	县干 6+843.40～县干 8+084.00	1240.60	1‰	398	396.76

3.7.2.5交叉建筑物

向阳水库输水管线沿线跨越河流、冲沟、洼地、道路等建筑物较多，根据管径大小、河沟规模及道路等级等因素，交叉建筑物共分为三种型式，即管桥建筑物、倒虹吸建筑物及穿路建筑物。

全线供水管道拟建管桥共计 4 座，总长度 442m，管桥特性统计见表 3.7-4。

表 3.7-4　管桥主要特征表

序号	管段	管桥名称	管径（mm）	长度	管桥中心桩号	设计洪水	管道中心

					（km+m）	位 P=2%（m）	线高程（m）
1	总干管	芭蕉湾管桥	DN1800	83	总干 2+856.76	249.30	255.00
2		谭家坝管桥	DN1800	58	总干 3+942.92	230.59	237.38
3	江沙干管	汤溪河管桥	DN300	66	沙干 22+746.45	233.60	234.80
4	南云干管	二道河管桥	DN1200	235	云干 3+798.05	176.38	188.00

其它穿越小河沟及小冲沟采用倒虹管，管道采用钢管，管道埋深不小于河床冲刷线下 1.0m，管道采用混凝土包裹钢管处理，共有 37 处倒虹管。

管线与公路交叉处，采取直接开挖管道沟槽，管道埋设完成后顶部按原路面结构恢复。穿公路段管道采用钢管，管道穿路位置共计 85 处，其中有两处穿越省道 S102，桩号分别为沙干 0+31.5m 和沙干 22+643.8m。

3.7.2.6泵站

由于向阳水库距离县城宏源水厂 43.30km，水头损失约 47.30m，取水控制水位为死水位 390.00m，而宏源水厂高程为 385.00m，考虑输水管道水头损失后没有足够的重力势能自流至水厂，因此需修建泵站提水。泵站位置选择县成干管始端和唐家垭口隧洞前两处位置，总装机容量 2400kW，主要设计参数见表 3.7-5。

表 3.7-5　水泵机组主要参数表

水泵型号	KQSN700-M17S-620
水泵台数	3 台，2 用 1 备
水泵流量	3000 m^3/h
最大扬程	56m
配套电机型号	YKK500-610kV 电机
配套电机功率	800kW

3.7.2.7附属建筑物及镇墩

管道附属建筑物包括进人孔、检修设施、通气设施、配水设施、量水设施等配套建筑物。在管道水平转角和竖向转角处设置镇墩来固定住管道，防止管线移位。

3.7.3工程特性及工程组成

根据工程可研，向阳水库工程特性见表 3.7-6。

表 3.7-6　向阳水库工程特性表

序号及名称	单位	数 量	备 注
一、水文			
1.流域面积			
全流域	km^2	286.9	团滩河
坝址以上	km^2	242	
2.利用的水文系列年限	年	46	1970 年 1 月～2015 年 12

序号及名称	单位	数 量	备 注
			月
3.多年平均年径流量	m^3	2.07	
4.代表性流量			
多年平均流量	m^3/s	6.57	
正常运用（设计）洪水标准 P 相应流量	% m^3/s	1% 2420	
非常运用（校核）洪水标准 P 相应流量	% m^3/s	0.05% 3780	
施工导流标准 P 相应流量	% m^3/s	10% 394	10-4 月
5.洪量			
设计洪水洪量（1d）	亿 m^3	0.590	P=1%
校核洪水洪量（1d）	亿 m^3	0.865	P=0.05%
6.泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	万 t	18.53	
多年平均含沙量	kg/m^3	0.975	
多年平均推移质年输沙量	万 t	2.78	
二、工程规模			
1.水库			
校核洪水位（P=0.05 %）	m	458.27	
设计洪水位（P= 1 %）	m	456.00	
正常蓄水位	m	456.00	
防洪高水位	m	456.00	
汛期限制水位	m	448.2	
死水位	m	390	
总库容	亿 m^3	1.10	
防洪库容	亿 m^3	0.174	
调节库容	亿 m^3	0.90	
死库容	亿 m^3	0.137	
正常蓄水位时水库面积	km^2	2.34	
回水长度	km	6.7	
库容系数		0.44	兴利库容/多年平均来水量
调节特性		多年调节	
校核洪水位时最大泄量 相应下游水位	m^3/s m	3145 342.74	
设计洪水位时最大泄量 相应下游水位	m^3/s m	2420 340.77	
最小下泄流量 相应下游水位	m^3/s m	0.9 329.6	
2.灌溉工程			
设计灌区面积	万亩	7.03	

序号及名称	单位	数 量	备 注
灌溉保证率 P	%	76.6	
年引水量	万 m^3	1914	
设计引水流量	m^3/s	2.96	
3.供水工程			
年引水量	万 m^3	5938	
设计引水流量	m^3/s	2.29	
供水保证率 P	%	95.1	
年引水时间	d	365	
4.防洪工程			
保护面积（或城镇、工矿区）	km^2	2	
设计标准 P	%	5	现标准（P＝33.3% ～20%）
5.水力发电工程			
装机容量	万 kW	0.42	
多年平均发电量	万 kW·h	1593	
装机年利用小时数	h	3793	
三、淹没损失及工程建设永久征地			
1.土地总面积	亩	4481.3	
耕地	亩	898.3	
园地	亩	30.46	
林地	亩	3088.28	
2.建设征地涉及人口	人	1317	
3.建设征地涉及农村房屋	万 m^2	6.70	
4. 建设征地涉工业企业房屋	万 m^2	1.05	
5.专业项目			
公路（二级/四级/机耕道）	km	3.86/5.28/9.31	
中型桥梁	座	6	
10kV 电力线路	km	5.4	
通信、广电线路	km	116.94	
基站	座	5	
输水管线	km	12	
四、主要建筑物及设备			
1.挡水建筑物			
型式		混凝土面板堆石坝	
地基特性		泥质灰岩、泥灰岩	
地震动峰值加速度	g	0.05	
地震基本烈度		VI度	
地震设计烈度		VII度	

序号及名称	单位	数 量	备 注
坝顶高程	m	459.00	
最大坝高	m	130.00	
坝轴线长度	m	473.00	
2.泄水建筑物			
型式		开敞式溢洪道 /泄洪洞	
地基特性		泥质灰岩、泥灰岩； 粉砂岩、泥页岩	
堰面型式		WES 实用堰 / -	
堰顶高程	m	442.00/400.00	
孔口尺寸（宽×高）	m×m	10×14/3×5	
孔数	个	2	
设计泄洪流量	m^3/s	2420	
校核泄洪流量	m^3/s	3145	
3.引水兼放空建筑物			
枯期引用流量	m^3/s	6.81	
汛期引用流量	m^3/s	8.15	
放空最大流量	m^3/s	42.63	
进水口底槛高程	m	380.00	
引水道型式		隧洞和压力管道	
长度	m	401.7/301.67	
断面尺寸	m	Φ2.8/ DN2800～DN1800	
4.输水建筑物			
设计流量	m^3/s	5.25	
输水道型式		管道	
干管长度	km	86.407	四条干管
支管长度	km	31.611	七条支管
1）分水口	处	40	
2）隧洞			
长度	km	8.066	
数量	4		
断面型式		无压城门洞型	
最长单洞	km	6.641	
3）管桥			
长度	km	0.442	
数量	座	4	
4.发电厂房			
型式		坝后式地面厂房	
主厂房尺寸（长×宽×高）	m×m×m	42.86×23.83×29.59	
水轮机安装高程	m	328.49	

序号及名称	单位	数 量	备 注
6.开关站（换流站、变电站）			
型式		GIS	
7.主要机电设备			
水轮机台数	台	4	
型号		HLA520-WJ-65	
发电机台数	台	4	
型号		SFW1000-6/1180	
单机容量	MW	1.05	
主变压器数量及规格		1 台 S11-1250/35kV 1 台 S11-4000/35kV	
8.输电线			
电压	KV	35/10	坝后电站/输水线路
回路数	回路	1/1	坝后电站/输水线路
引接点		110KV 新里变电站/ 110kV 新里变电站/ 35kV 高阳变电站/ 35kV 盐渠变电站	坝后电站/输水线路（总干管、江沙干管、县城干管、南云干管）
输电距离	km	25/35/30/35	坝后电站/输水线路
9.过鱼建筑物			
型式		集运鱼系统	
五、施工			
1.水源工程主要工程量			
土石方明挖	万 m^3	171.9	
石方洞挖	万 m^3	9.08	
坝体填筑	万 m^3	623.62	
混凝土	万 m^3	29.51	
锚杆	万根	3.96	
钢筋制安	万 t	1.75	
帷幕灌浆	万 m	4.50	
固结灌浆	万 m	4.87	
2.输水工程主要工程量			
土石方明挖	万 m^3	105.56	
石方洞挖	万 m^3	8.13	
土石填筑	万 m^3	30.96	
混凝土	万 m^3	35.49	
钢筋制安	万 t	1.04	
2.主要建筑材料数量			
木材	万 m^3	1.7	
水泥	万 t	26.4	
钢筋、钢材	万 t	3.06	
3.所需劳动力			

序号及名称	单位	数 量	备 注
总工日	万工日	195	
高峰工人数	人	1914	
4.施工动力及来源			
供电	kW	1352	
5.对外交通			
距离	km	60 310	坝址-云阳县 云阳县-重庆市
运量	万 t	119.1	
6.施工导流			
导流方式		一次拦断河床，全年围堰挡水，隧洞泄流，汛期坝体挡水	
初期导流流量	m^3/s	407	10%频率,10-4 月
度汛流量	m^3/s	1700/2100/2420	5%、2%、1%
导流方案		汇合口围堰+左岸导流洞	
导流隧洞尺寸	m	8×10（宽×高）	城门洞型
导流隧洞进口底板高程	m	345.0	
导流隧洞出口底板高程	m	330.0	
上游围堰结构型式		土石围堰结构	
上游围堰最大堰高	m	28.5	
下游围堰结构型式		土石围堰结构	
下游围堰最大堰高	m	9.5	
7.施工期限			
准备期	月	15	
主体工程施工期	月	39	
完建期	月	3	
总工期	月	57	
六、经济指标			
1.水源工程			
建筑工程	万元	97163	
机电设备及安装工程	万元	2580	
金属结构设备及安装工程	万元	5243	
临时工程	万元	24423	
独立费用	万元	27916	
基本预备费	万元	15733	
2. 输水工程	万元		
建筑工程	万元	99846	
机电设备及安装工程	万元	3101	
金属结构设备及安装工程	万元	3435	
临时工程	万元	9098	
独立费用	万元	17862	

序号及名称	单位	数 量	备 注
基本预备费	万元	13334	
3. 建设征地移民补偿投资	万元	103924	
4.水土保持工程部分	万元	7921	
5.环境保护工程部分	万元	8704	
6.静态总投资	万元	440283	
七.综合利用经济指标			
水库单位库容投资	元/m^3	48.8	
灌区单位面积投资	元/亩	6981	
单位供水量投资	元/m^3	59.00	
城乡供水总成本水价	元/m^3	1.97	
经济内部收益率	%	8.17	
贷款偿还年限	年	25	

向阳水库工程项目组成见表 3.7-7。

表 3.7-7　向阳水库工程项目组成表

工程项目		工程组成
主体工程	拦河坝	混凝土面板堆石坝，坝顶高程为 459.00m，河床趾板建基面高程 329.00m，最大坝高 130.00m，坝顶长度 473.0m，坝顶宽 12m，坝底最大宽度 425.0m。
	泄水建筑物	溢洪道布置于大坝左岸，为河岸开敞式有闸控制正堰溢洪道。由进水渠、控制段、泄槽段、消能防冲段组成，平面投影总长 369.16m。 泄洪洞利用左岸导流洞改建而成，通过“龙抬头”与导流洞相结合。泄洪洞由进水渠段、短有压进口段、上平段、“龙抬头”斜井段、与导流洞结合段组成，总长 493.62m。
	引水建筑物	引水洞采用两机一洞，分有压隧洞段、压力钢管段（含支管及放空管），压力钢管隧洞出口处一分为二，分为灌溉供水钢管和生态发电放空钢管。引水洞进口底高程 380.0m，出口高程 330.0m（放空管）。引水线路总长约 703.4m，其中有压隧洞长 401.7m，压力钢管长 301.67m。取水口采用叠梁门分层取水口型式。
	生态泄放设施（生态发电厂房）	坝后式地面厂房，发电厂房位于右岸引水隧洞出口与大坝下游之间的坡地上，总长 39.8m；坝下生态电站，装机 4200kW；备用生态放水管，直径 0.8m。
	输水工程	管线总体布局呈现“四干五支”的特点，即四干：总干管、县城干管、江沙干管、南云干管，线路长度 86.407km；五支：斑竹支管、新里支管、卫星支管、竹林支管、毛坝支管，线路长度 22.644km，合计总长度 109.051km。管道沿线共设置分水口 48 处分水建筑物，其中水厂分水口 6 处，管道分水节点 7 处，灌溉分水口 35 处；管桥 4 座，总长度 442m；隧洞 4 处，总长度 8.066km；提水泵站一座。
施工辅助工程	施工导流	采用围堰一次拦断河床、导流隧洞过流，汛期坝体临时断面挡水、导流隧洞泄流的导流度汛方式。
	施工分区及施工辅企	枢纽施工区；砂石骨料系统、拌和系统、钢木加工厂、骨料堆放场、钢筋堆放场、木材堆放场、施工机械修配及停放场、工具和材料仓库以及综合仓库等。
	施工生活营地	水源工程 1 个施工营地、1 个业主营地；输水工程 25 个办公生活区。

工程项目		工程组成
	场内交通	水源工程临时施工道路共规划 12 条道路，其中团滩河左岸规划 10 条，总长 22.9km（含新建道路 8 条计 7.7km，交通洞 1 条长 0.8km，扩建道路 2 条长 14.4km），右岸规划了 2 条，总长 0.9km（均为非主要干道，新建和扩建各 1 条，分别长 0.5km 和 0.4km）。考虑其它非主干道公路 2km，场内道路总长度约 25.8km。 输水工程共规划 46 条场内公路，道路总长 20.5km。其中新建施工临时公路 16.5km，改扩建公路 4km，另外布置了施工便道 16.2km。
	渣场、料场	水源工程 1 个渣场，输水工程 8 个渣场；共 1 个料场。
	施工风、水、电供应	施工供电、供水、供风系统
建设征地处理及移民安置	建设征地	建设征地总面积 6932.05 亩，其中水库区 2565.65 亩，坝区 1700.16 亩（永久征地 1280.55 亩、临时用地 419.61 亩），供水区 2666.24 亩（永久征地 635.1 亩、临时用地 2031.14 亩）。
	移民安置	建设征地规划水平年生产安置人口 1956 人，采取农业安置、养老保险安置和一次性货币补偿安置相结合的方式；规划水平年搬迁安置人口 1349 人，采取分散后靠建房和住房货币化安置相结合的方式。
	复建公路	复建规划包括国道 G347、省道 S406、乡道 Y018 及机耕道，复建公路全长 10.7km，其中等级公路全长 10.13km，机耕道全长 0.57km。
环保工程	施工“三废一噪”防治工程	施工废污水处理工程、大气污染防治、噪声污染防治、弃渣处理、生活垃圾处理
	水环境保护工程	建饮用水水源保护区、水源保护区物理隔离措施、饮用水源地警示牌、水温恢复措施（分层取水）、生态流量泄放等
	生态环境保护工程	陆生生态恢复、鱼类栖息地保护、过鱼设施、鱼类增殖放流、拦鱼拉渣设施、生态调度等

本项目环评内容为表 3.7-7 中的内容，与本项目有关的向阳水库工程城乡供水水厂及连接管线、本项目灌溉干管及支管之外的田间灌溉渠道和输变电线路不在本次评价范围内，建设单位进行单独立项、单独环评审批及验收。

3.8施工组织设计

3.8.1料场的选择与开采

向阳水库枢纽工程所需天然建筑材料主要为堆石料、碎石料、块石料、混凝土粗细骨料。

水源工程和输水工程均选择袁家河坝料场作为本工程块（堆）石料、混凝土人工骨料料源，横亭寨料场作为备用料源。料场设计开采石料量 491.42 万 m^3，规划开采量为 737.13 万 m^3，设计剥采比为 0.14，上坝综合运距约 3km。

袁家河坝料场位于水库大坝上游左支沟帆水河的右岸，整体地势南低北高。为不影响帆水河行洪，首先在底部 390m/410m 高程开挖形成平台，作为料场堆石料前期的装料平台，再由河岸向山体，自上而下进行分层开挖，挖至 375m 高程。为方便料场表面

覆盖层剥离，前期搭接现有道路布置了四个高程的便道，分别至高程 605m、510m、470m 和 390m，长度分别为 2.75km、0.85km 和 0.51km。

料场底部开采集料平台为 390m，为尽量多开挖有用料，拟在 390m 平台往下挖，料场开采最终底高程为 375m，形成的坑后期回填弃渣。因死水位为 390m，正常水位为 456m，开挖过后平台处于正常蓄水位以下无法恢复，且开采边坡无法复耕，根据规范，不能或难以复垦的土地，可列为永久用地。料场开采后，增加了库容约 250 万 m^3。

规划无用料共计 102.3 万 m^3，（设计开采剥离料 68.09 万 m^3）采用 132kW 推土机集渣，2m^3 装载机装 20t 自卸汽车运输，通过 1#公路和原有道路，直接运至弃渣场或临时堆存场地，运距约 14km 或 3km。有用料自上而下采用 ROC742HC 液压履带钻机及 YQ-100 型潜孔钻钻孔，深孔梯段微差挤压爆破，梯段高度 15m，推土机集料，3m^3 装载机装 32t 自卸汽车，通过 3#公路运至坝体填筑面，运距 3km。对于不能上坝的超径大石，可用手风钻钻孔爆破在料场进行破碎解小。

因筹建期及准备期有土建施工项目，包括导流隧洞、交通洞及复建道路，因袁家河坝料场和砂石料系统尚未投入使用，主体工程施工前的项目的料源选择为购买商品骨料，综合运距约 9km。

3.8.2水源工程施工导、截流

3.8.2.1施工导流

导流方式采用围堰一次拦断河床，隧洞泄流的导流方式。导流方案为在汇合口处修筑上游围堰，将帆水河与团滩河连通，同时在帆水河布置导流隧洞泄流。

施工导流程序表见表 3.8-1。

表 3.8-1　　施工导流程序表

导流时段			导流标准		导流建筑物		上游最高水位（m）	挡水建筑高程（m）
			频率（%）	流量（m^3/s）	挡水建筑物	泄水建筑物		
截流	第二年 10 月		10%（月均）	13	戗堤	导流隧洞	-	
第二年 10 月～第四年 4 月		19 个月	10%	1400	围堰	导流隧洞	367.2	369
第四年 5 月～第四年 9 月		5 个月	2%	2100	大坝	导流隧洞	380.5	425
第四年 10 月～第五年 4 月		7 个月	10%	407	围堰	导流隧洞	355	369
第五年 5 月～第五年 9 月		5 个月	1%	2420	大坝	导流隧洞	386.0	坝顶
第五年 10 月～第五年 12 月		3 个月	10%	407	大坝	导流隧洞	355	坝顶
导流洞下闸	第六年 1 月		10%（1 月）	1.38	大坝	导流隧洞	345.1	坝顶
导流洞封堵	第六年 1 月～	2 个月	1%	13.30	封堵闸门	预留生态管	-	坝顶

导流时段			导流标准		导流建筑物		上游最高水位（m）	挡水建筑高程（m）
			频率（%）	流量（m^3/s）	挡水建筑物	泄水建筑物		
	第六年 2 月					道		

3.8.2.2施工截流

截流时间选择第二年 10 月中旬，截流标准为 10 年一遇月平均流量为 13m^3/s；戗堤设计采用 10 月 5 年一遇洪峰流量 454m^3/s，结合连通明渠过流能力，确定戗堤挡水水位为 349.0m，戗堤顶高程 350m。

3.8.2.3下闸及封堵

导流隧洞于第六年 1 月下闸，下闸标准为 10 年一遇 1 月平均流量 1.38m^3/s，相应下闸水位 345.1m。

导流隧洞封堵时段为第六年 1 月～2 月，封堵期挡水闸门洪水标准采用大坝施工期洪水标准，即 100 年一遇，最大洪峰流量 13.30m^3/s（1～2 月），封堵期继续下放生态基流。根据生态环境保护需求，河道生态基流枯水期取多年平均径流的 20%，即 1.31m^3/s，相应隧洞出口处的水位为 329.8m，低于隧洞底板高程。

从起蓄水位 345m（导流洞底板高程）蓄至取水塔进口底板高程 380m，约需 133 天，初期蓄水下泄生态放水采用导流洞内埋管方式，在导流洞闸室段下游右边墩预埋一根 DN800 生态放水钢管，钢管进口中心高程 345.4m，在穿过边墩后进入导流洞内，导流洞内钢管沿隧洞右下角预埋，外用 C25 砼浇筑，钢管出口设在封堵体下游末端处，在封堵体下游侧设一 DN800 闸阀和 DN800 电磁流量计。钢管总长约 325m，其中洞内钢管长 295.5m。

3.8.2.4施工期蓄水与下游供水

根据施工进度安排，第六年 1 月初导流隧洞下闸，水库蓄水保证率取 80%。水库蓄水至取水建筑物最低取水高程时间为 2 个月。导流隧洞封堵完毕后即按永久工况运行。

导流隧洞封堵后，为保障下游河道生态流量，在导流隧洞底板预埋设一根钢管下泄生态流量，穿过闸墩，钢管进、出口分别设两座闸阀控制，下闸后开启进、出口闸阀，当蓄水至永久生态放水管高程后，关闭出口闸阀。

表 3.8-2　施工导流期间上游水位与流量变化表

水位（m）	流量（m^3/s）	水位（m）	流量（m^3/s）
345	0	361	1115
346	13	362	1139
347	36	363	1163

348	66	364	1187
349	102	365	1210
350	143	366	1232
351	187	367	1254
352	236	368	1276
353	289	369	1298
354	344	370	1319
355	403	371	1340
356	522	372	1360
357	640	373	1380
358	759	374	1400
359	878	375	1420
360	996	376	1439

表 3.8-3　施工导流期间下游水位与流量变化表

水位（m）	流量（m^3/s）	水位（m）	流量（m^3/s）
329.3	0	335.3	789
329.5	0.100	335.5	831
329.6	0.871	335.7	874
329.7	2.88	335.9	919
329.8	6.49	336.1	964
329.9	11.7	336.3	1010
330.0	19.3	336.5	1060
330.1	28.8	336.7	1110
330.2	40.2	336.9	1150
330.3	53.2	337.1	1200
330.4	67.5	337.3	1260
330.6	83.2	337.5	1310
330.7	100	337.7	1360
330.9	118	337.9	1420
331.1	138	338.1	1470
331.3	158	338.3	1530
331.5	180	338.5	1580
331.7	203	338.7	1640
331.9	226	338.9	1700
332.1	251	339.1	1760
332.3	277	339.3	1820
332.5	304	339.5	1890
332.7	332	339.7	1950
332.9	361	339.9	2010
333.1	392	340.1	2080
333.3	423	340.3	2150
333.5	455	340.5	2220
333.7	488	340.7	2280
333.9	522	340.9	2350

334.1	557	341.1	2430
334.3	593	341.3	2500
334.5	631	341.5	2570
334.7	669	341.7	2640
334.9	708	341.9	2720
335.1	748	342.1	2800

3.8.3输水工程导流

4 处管桥施工均采用左右岸分期导流施工，束窄河床导流方式。围堰均采用均质土石围堰，顶宽 3m，最大堰高 4.8m，迎背水面边坡均 1∶1.5，堰体铺设土工膜防渗，围堰堰脚距排架 3～5m。

输水工程的 68 处倒虹管埋管中，有 38 处所在支沟较小，平时基本无水，考虑在无降雨期间施工，不需采取导流措施。其余 30 处倒虹管中的王银庙、白水河两处埋管高程位于三峡库区，采用汛期施工，另外 28 处埋管处高程均在 200m 以上，不受三峡回水影响，施工工期较短，选择最枯时段 1 月～2 月即可满足要求，采用上下游围堰挡水，涵管导流的方式，围堰均采用均质土石围堰，最大堰高约 2m，顶宽 2.0m。

3.8.4施工交通及施工总布置

3.8.4.1施工交通

（1）对外交通

工程区已有云阳至开县的 G347 国道通过，本工程施工对外交通方便。工程对外交通线路：重庆→云阳→坝址，总长度约 370km。本工程施工期对外交通运输总量为 119.1 万 t，主要为水泥、粉煤灰、钢材、木材、火工材料、油料、建材、生活物资、机电设备、施工机械等。闸门可分块运输，现有公路隧道和桥梁均能满足要求。公路运输方案的线路为：重庆→垫江县→云阳县→江口镇→坝址，公路里程约 370km。其中重庆至云阳由沪渝高速接沪蓉高速，里程 310km；云阳至坝区为省道，里程 60km。

（2）场内交通

水源工程的场内交通运输主要包括土石方、混凝土的运输，以及其他施工材料和物资（如水泥、粉煤灰、钢筋、金属结构、机电设备、施工机械等）的场内运输，土石方运输在场内交通运输总量中占绝对比例，约占总运输量的 90.6%。根据各水工建筑物布置情况、施工临建设施布置情况及渣料场布置位置，将施工道路主要布置在团滩河左岸。临时施工道路共规划 12 条道路，其中团滩河左岸规划 10 条，总长 22.9km（含新建道路 8 条计 7.7km，交通洞 1 条长 0.8km，扩建道路 2 条长 14.4km），右岸规划了 2 条，总

长 0.9km（均为非主要干道，新建和扩建各 1 条，分别长 0.5km 和 0.4km）。考虑其它非主干道公路 2km，场内道路总长度约 25.8km。

输水工程共规划 46 条场内公路，道路总长 20.5km。其中新建施工临时公路 16.5km，改扩建公路 4.0km。公路路面均为泥结碎石，路面宽 4.0m，路基宽 4.5m，局部设置错车道。另外输水工程布置在陡峻的山坡上，为方便场内物资运输，布置了场内便道，便道总长 16.2km，便道宽 3m。

（3）桥梁

在跨帆水河处布置一座跨河贝雷桥，位于砂石加工系统附近，桥面高程为 380m（高于 20 年一遇水面线 372.4m），桥面宽度 8m，桥梁跨度 85m。桥梁不承担重大件运输任务；在右岸厂房下游与左岸拌和系统附近布置一座跨河贝雷桥。桥面高程为 338m，桥面宽度 4.5m，桥梁跨度 210m。桥梁不承担重大件运输任务，桥梁荷载等级为汽车-40 级；另外，为保障导流隧洞下闸，在导流隧洞进口闸室排架与现有道路间架设一座简支桥，桥面宽度 4.5m，跨度 20m。

水源工程各施工道路、桥梁的特性见表 3.8-4，输水工程的场内主要交通设施见表 3.8-5。

表 3.8-4　水源工程场内主要施工道路特性表

		编号	说明	路面宽度（m）	起/止高程（m）	长度（km）		高峰年运量（万 t）	道路等级	路面型式	备注
						公路	隧洞				
临时道路	左岸	1#公路	运料公路	8	400/390	0.8		621	二级	混凝土	新建
		1-1#公路	连接 1#公路、运料道路	8	370/412	0.4		621	二级	混凝土	扩建
		1-2#公路	连接 1-1#公路、运料道路	8	400/340		0.8	435	二级	混凝土	新建
		5#公路	至营地	4.5	370/370	0.7		15	三级	混凝土	新建
		9#公路	至渣场	8	460/860	14		311	三级	泥结石	局部扩建
		11#公路	至 9#公路	8	380/550	1.4		178	二级	泥结石	新建
	合计	新建				2.9	0.8				
		扩建				14.4					
	桥梁	跨帆水河		8		0.085				贝雷桥	新建
		导流隧洞进口闸室		4.5		0.02				简支	新建
		跨团滩河		4.5		0.21				贝雷桥	新建
永久道路	左岸	左岸上坝公路		6.5		0.4				混凝土路面	新建
	右岸	右岸上坝公路		6.5		0.55				混凝土路面	新建

表 3.8-5　输水工程场内施工道路特性表

管线名称	序号	长度（m）	占地（万 m^2）	备注	管线名称	序号	长度（m）	占地（万 m^2）	备注
总干管	1#公路	230	0.36	新建	江沙干管	14#公路	440	0.36	扩建
	2#公路	740	1.24	新建		15#公路	90	0.23	新建
	3#公路	300	0.52	新建		16#公路	260	0.42	新建
	4#公路	650	0.85	新建 400+扩建 250	县城干管	1#公路	460	1.85	新建
	5#公路	90	0.15	新建 400+扩建 250		2#公路	700	1.19	新建

管线名称	序号	长度（m）	占地（万 m^2）	备注	管线名称	序号	长度（m）	占地（万 m^2）	备注
	6#公路	720	1.18	新建		3#公路	660	1.23	新建
	7#公路	230	0.38	新建		4#公路	510	0.26	扩建
	8#公路	360	0.59	新建		5#公路	840	1.44	新建
	9#公路	880	2.26	新建		6#公路	150	0.23	新建
	10#公路	1100	2.3	新建		7#公路	260	0.37	新建
江沙干管	1#公路	200	0.36	新建		8#公路	750	1.3	新建
	2#公路	380	0.63	新建		9#公路	420	0.23	扩建
	3#公路	480	1.02	新建		10#公路	400	0.27	扩建
	4#公路	500	0.83	新建		11#公路	480	0.94	新建
	5#公路	160	0.23	新建		12#公路	800	0.59	扩建
	6#公路	120	0.16	新建		13#公路	360	0.39	扩建
	7#公路	210	0.34	新建	南云干管	1#公路	160	0.28	新建
	8#公路	330	0.43	新建		2#公路	800	1.13	扩建
	9#公路	80	0.09	新建		3#公路	630	1.45	新建
	10#公路	820	1.24	新建		4#公路	450	1.58	新建
	11#公路	320	0.53	新建	竹林支关	1#公路	800	1.12	新建
	12#公路	320	0.53	新建	卫星干管	1#公路	300	0.51	新建
	13#公路	210	0.36	新建	新里支管	1#公路	350	0.6	新建
						合计	20500	34.19	

3.8.4.2施工总布置

（1）水源工程

水源工程共分三个工区布置，分别是枢纽左岸工区、枢纽右岸工区、人工砂石骨料系统及料场工区。

枢纽左岸工区包括大坝和溢洪道，上游有 1#运料公路通过，下游搭接 G347 国道，该工区布置有拌合系统、油料库等设施。另外，上游汇合口旧煤窑厂附近平地下游侧布置导流隧洞施工临建设施。

枢纽右岸工区有库区复建公路，永久上坝公路搭接此路，与省道相通，工区内布置有供水站、供风站等；下游 0.5km 处郭家老屋布置有机电金结拼装场、综合加工厂、钢筋钢材库、变电站等设施。

人工砂石骨料系统位于料场下游 0.6km 的帆水河右岸袁家河坝,有 1#运料公路与料场连接，工区布置有供水站、变电站、骨料加工系统、实验室等设施。

库内团滩河两岸水库淹没线以下布置施工营地、业主营地及机械停放场、综合仓库等施工辅企，U 型河湾处布置临时堆料场。

水源工程临建设施布置情况见表 3.8-6。

表 3.8-6　水源工程临建设施统计表

编号	项目	建筑（m^2）	占地(m^2)	位置	备注
一	施工工厂				
1	拌合系统	1900	2000	坝下游左岸 0.5km	淹没范围内
2	砂石骨料系统	5800	22000	料场下游右岸 0.5km	淹没范围内
3	钢筋加工厂	1000	3200	坝下游右岸 0.5km	永久征地内
4	木材加工厂	900	2700	坝下游右岸 0.5km	永久征地内
5	钢筋钢材库	3000	4200	坝下游右岸 0.5km	永久征地内
6	变电站	500	2000	厂房附近	永久征地内
7	高位水池	2000	3200	共 4 个	2 永久,2 淹没
8	供风站	400	1000	共 5 个	4 永久,1 临时
9	配电房	280	700	共 7 个	1 永久,1 淹没
10	机电、金结拼装场	350	2600	坝下游右岸 0.5km	永久征地内
11	油料库	300	1400	坝下游右岸 0.5km	永久征地内
12	房建材料库	450	1800	团滩河左岸库区	淹没范围内
13	五金材料库	300	1200	团滩河左岸库区	淹没范围内
14	炸药库	250	1400	团滩河左岸库区	淹没范围内
15	机械修配厂	1200	4900	团滩河右岸库区	淹没范围内
16	施工设备库	1100	4600	团滩河右岸库区	淹没范围内

编号	项目	建筑（m^2）	占地(m^2)	位置	备注
17	停车场、汽修厂	1100	5100	团滩河右岸库区	淹没范围内
18	导流工程临建设施	1700	5000	坝上游汇合口左岸	永久征地内
二	料场		135600	坝上游帆水河右岸约1.5km	永久占地
三	戗堤填筑料备料场		5500	帆水河汇合口左岸	永久征地内
四	临时堆料场		44000	团滩河右岸库区	淹没范围内
五	生活福利设施				
	业主营地		6100	团滩河右岸库区	淹没范围内
	施工营地		9600	团滩河右岸库区	淹没范围内
六	弃渣场		192660		含便道
	合计(临时占地）	22530	462460		

（2）输水工程

输水工程主要由埋管、隧洞、倒虹吸和管桥等组成。管道沿线每 5km 左右设置一个施工区，部分管道与输水建筑物施工区可共用。输水工程沿线共规划 25 个施工区，施工区主要布置有固定或移动式混凝土搅拌站、砂石骨料堆场、综合加工厂、汽车机械停放场、供水站、配电房、综合仓库、施工营地及弃渣场。主要施工临时设施面积约 6.19 万 m^2（其中租用面积 0.99 万 m^2），存（弃）渣场 10.50 万 m^2，施工道路 34.19 万 m^2。

输水工程临建设施规划见表 3.8-7，输水工程临建设施建筑面积见表 3.8-8。

表 3.8-7　输水工程临建设施规划表

编号	位置	控制范围	占地（m^2）
1#	江干 0+8.87	总干 0+000-2+707.21	5500
2#	总干 3+945.787	谭家坝管桥、总干 2+707.21-6+945.787	4800
3#	总干 8+120.35	总干 6+945.787-9+236.42	4400
4#	总干 11+936.293	总干 9+236.42-13+317.22	4000
5#	总干 13+185.83	兰草坝隧洞进口	3500
6#	总干 17+038.365	兰草坝隧洞支洞	3200
7#	总干 20+007.59	兰草坝隧洞出口	5100
8#	县干 0+794.135	县干 0-5+121.903	1900
9#	县干 7+235.42	唐家垭口隧洞进口	2800
10#	县干 8+226.089	唐家垭口隧洞出口	1000
11#	县干 10+782.20	县干 8+138.344-13+182.36	1100
12#	县干 16+198.687	县干 13+182.36-18+482.01	1100
13#	县干 19+600.887	县干 18+482.01-24+647.018	1800
14#	卫支 0+274.971	二道河管桥、卫支 0-6+825.49	1700
15#	南干 3+917.667	二道河管桥、南干 0-5+953.89	1700
16#	南干 11+500.284	南干 0-5+953.89-11+079.27	4420
17#	南干 14+525.321	南干 11+079.27-16+810.004	4420
18#	江干 3+997.478	大梁子隧洞、江干 0-3+997.48	1200

编号	位置	控制范围	占地（m^2）
19#	新支 0+862.07	新支 0-4+000.00、江干 3+997.48-9+021.53	1000
20#	斑支 0+821.570	斑竹分支管、江干 9+021.53-16+035.26	920
21#	江干 22+727.600	江干 16+035.26-23+950.011	1300
22#	新支 7+271.180	新支 4+000.00-7+779.99	1000
23#	庙支 3+001.027	庙湾灌溉支管	1100
24#	竹支 0+331.288	竹林灌溉支管	1100
25#	卫支 4+613.109	卫星灌溉支管	1800
合计			61860

表 3.8-8　输水工程临建设施建筑面积统计表（单位：m^2）

编号	混凝土拌和系统	综合加工厂	施工变电站（所）	施工水厂（池）	机械汽车停放场	办公生活区	综合仓库	小计
1#	240	240	60	60	470	700	230	2000
2#	230	250	150	130	450	500	290	2000
3#	290	210	70	70	430	710	220	2000
4#	200	200	200	200	400	800	200	2200
5#	260	130	130	130	250	770	130	1800
6#	460	150	150	150	310	470	310	2000
7#	280	280	190	190	560	740	260	2500
8#	100	100	50	50	200	400	100	1000
9#	80	80	80	70	150	460	80	1000
10#	40	40	40	40	100	200	40	500
11#	70	40	40	40	80	200	30	500
12#	70	40	40	40	80	210	20	500
13#	40	40	40	40	70	200	70	500
14#	80	50	50	50	100	310	60	700
15#	90	50	50	50	90	320	50	700
16#	150	230	80	80	460	770	230	2000
17#	170	170	170	90	350	670	380	2000
18#	60	60	60	60	120	180	60	600
19#	40	40	40	40	80	170	90	500
20#	40	40	40	40	70	100	70	400
21#	70	50	30	30	90	170	60	500
22#	40	40	40	40	100	200	40	500
23#	70	40	40	40	80	200	30	500
24#	70	40	40	40	80	210	20	500
25#	40	40	40	40	70	200	70	500
合计	3280	2650	1920	1810	5240	9860	3140	27900

3.8.4.3主要施工工厂设施

（1）砂石骨料加工系统

水源工程砂石加工系统布置在大坝上游帆水河右岸袁家河坝，主要由一破碎车间（粗碎车间）、一筛分车间、二破碎车间（中碎车间）、二筛分车间、制砂（细碎）车间和成品料堆场等组成。

（2）混凝土生产系统

混凝土生产系统内不设置临时堆存料场。混凝土拌和均采用散装水泥，在拌和站设置散装水泥罐与粉煤灰罐，其容量满足 7 天用量要求。

输水工程为线性工程，混凝土用料部位主要为管线沿线镇支墩、管桥及输水隧洞等，用料不集中，因此拟采用固定与移动结合布置方式。在各管桥附近布置 JZC350 移动式搅拌机现场拌制，管桥结合管道共需约 56 台。由于输水隧洞混凝土需求量较大且集中，拟在隧洞进、出口各布置一座 JZ750 固定式拌合站，共 8 座（4 条隧洞）。

（3）其它施工工厂

水源工程的其它施工工厂主要包括综合加工厂（含钢筋、木材加工厂）、综合仓库（含生活物资、材料仓库）、机电金结拼装场、机械修配厂及机械停放场，均布置在坝下游右岸谭家坝，通过 4#扩建公路、新建桥梁及坝下游已建公路与枢纽相接。

输水工程其它施工工厂主要包括综合加工厂（含钢筋、木材加工厂）、综合仓库（含生活物资、材料仓库）及机械修配厂，根据工区划分及地形条件沿线布置。

（4）施工供风

水源工程主要供风部位为大坝、导流隧洞、料场等。总供风规模为 360 m^3/min，共设置 5 座空压站，分别位于大坝左岸、大坝右岸、料场、导流隧洞进口、导流隧洞出口。

输水工程的大梁子隧洞和芝麻梁隧洞出口各配备一台 12m^3/min 空压机；兰草坝隧洞设有支洞 1 座，3 个工作面分别配备 20m^3/min 空压机一台；唐家垭口隧洞进出口 2 个工作面分别配备 20m^3/min 空压机一台。其余各区均配备 2 台移动式 6m^3/min 空压机，沿线共计配备约 60 台。

（5）施工供水

水源工程主要供水部位为临建设施、施工及业主营地、大坝、砂石加工系统、拌和系统，主要取用团滩河及帆水河水，经检验合格后使用。

输水工程因地制宜的进行施工供水规划，生产用水建议采用附近溪沟水为主，抽提河水为辅。生活用水采用附近井水或自来水。

（6）施工供电

本工程施工用电由云阳县新由变电站供电，水源工程高峰负荷 1352kw，其中大坝设 100kw 柴油发电机停电备用。水源工程施工区 35kV 施工变电站结合电站、泵站升压站布置，前期为降压站，后期为升压站。场内由 10kV 施工变电站降压，共计 4 回（出线 2 回，备用 2 回），配合一座 2.5MVA，10/0.4KV 变电站。场外共计需 10KV 线路 10km，场内 10KV 线路总长 3.2km。

输水工程施工用电主要“T”接附近 10kv 线路，共计 13.3km。其中大梁子隧洞、芝麻梁隧洞出口各配备一台 100KVA 变压器，共计 2 台。兰草坝隧洞、唐家垭口隧洞洞口各配置 315KVA 变压器一台，共计 5 台。其余临建设施各配备一台 100KVA 变压器，共计 21 台。

3.8.5土石方平衡及渣场规划

（1）水源工程

水源工程包含大坝、溢洪道、取水建筑物、厂房、导流隧洞、泄洪洞、上坝公路、复建公路、料场等建筑物，土石方开挖（含料场开采有用料）共 807 万 m^3（自然方），经土石方平衡后，总弃渣料 182.79 万 m^3（自然方）。

本着少占耕地、保护环境、节约资源的原则布置弃渣场。董家坝弃渣场位于江口镇帆水乡董家坝村与谭家坪村之间的北东向冲沟内，弃渣场分布高程 784～859m，总体坡度较缓。冲沟中下游地表以荒地为主，冲沟上游沟底以田地为主，谷坡以林地为主，地表无建筑或构筑设施分布，渣场周边紧邻乡村公路，交通条件便利，容渣量约为 235 万 m^3，距坝枢约 14km。土石方平衡表见表 3.8-9。

（2）输水工程

输水工程分为总干管、江沙干管、县城干管、南云干管及 5 条灌溉支管，开挖量共约 120.99 万 m^3（自然方），回填量约 56.42 万 m^3（自然方），弃渣量约 88.70 万 m^3（松方），1#-8#弃渣场容积共计 96.31 万 m^3，综合运距在 5-11km。

5 条灌溉支管管弃渣 0.2 万 m^3（松方），因灌溉支管弃渣较少，多余弃渣可沿线堆放于埋管上方，平均堆高约 5cm，故灌溉支管不设渣场。

输水工程土石方平衡见表 3.8-10，弃渣规划见表 3.8-11。

表 3.8-9　水源工程土石方平衡表（单位：万 m^3）

项目	利用		围堰填筑	大坝填筑			土石回填	施工临时场地平场	砂石骨料毛料	块碎石料	料场回填	弃渣	
	开挖		石渣料	主堆石料	次堆石料	盖重料						董家坝弃渣场	
												自然方	松方
导流工程	覆盖层开挖	7.19						7.19					
	石方明挖	13.97					0.17	13.8					
	石方洞挖	7.24						7.24					
	围堰拆除	1.84										1.84	2.58
大坝	覆盖层开挖	24.36										24.36	29.23
	石方明挖	41.73	29.82				3.53					8.38	11.73
	石方洞挖	0.66										0.66	0.92
取水建筑物	覆盖层开挖	0.6										0.6	0.72
	石方明挖	16.1										16.1	22.54
	石方洞挖	0.75										0.75	1.05
溢洪道	覆盖层开挖	5.96					1.4					4.56	5.47
	石方明挖	62.55	19.2		21	21.26						1.09	1.53
厂房	覆盖层开挖	1.08										1.08	1.3
	石方明挖	2.1										2.1	2.94
上坝公路	覆盖层开挖	1.83										1.83	2.2
	石方明挖	4.27					0.84					4.27	5.98
复建公路	覆盖层开挖	24.9					6.31					18.59	22.31
	石方明挖	5.88					0.4					5.48	7.67
	石方洞挖	15.3										15.3	21.42
泄洪洞	覆盖层开挖	1.63										1.63	1.96
	石方明挖	6.48										6.48	9.07
	石方洞挖	1.16										1.16	1.62
袁家河坝料场	料场剥离	68.09									46.27	21.82	30.55
	石方明挖	491.33		217.04	172.15				55.48	45.56			
合　计		807	49.02	217.04	193.15	21.26	12.65	28.23	55.48	45.56	46.27	138.08	182.79

表 **3.8-10** 输水工程土石方平衡表（单位：万 m^3）

项目		数量	灌溉支管	江沙干管	总干管		县干管		南云支管	弃渣	
			土石回填	土石回填	土石回填	石渣回填	土石回填	石渣回填	土石回填	自然方	松方
总干管	覆盖层开挖	3.33								3.33	4.00
	石方明挖	30.14			14.46					15.68	21.95
	石方洞挖	15.44								15.44	21.62
江沙干管	覆盖层开挖	1.87								1.87	2.24
	石方明挖	16.82		7.83		0.97				8.02	11.23
	石方洞挖	0.22								0.22	0.31
县城干管	覆盖层开挖	2.71								2.71	3.25
	石方明挖	21.72					14.46	0.14		7.26	10.17
	石方洞挖	1.15								1.15	1.61
南云支管	覆盖层开挖	1.43								1.43	1.72
	石方明挖	12.91							5.48	7.43	10.40
灌溉支管	覆盖层开挖	1.34	1.17							0.17	0.20
	石方明挖	11.91	11.91								
合计		72.08	13.08	7.83	14.46	**0.97**	14.46	0.14	5.48	64.71	88.70

表 3.8-11 输水工程渣场统计表

管线名称	桩号	弃渣（万 m^3）	渣场名称	堆渣高度（m）	渣场容积（万 m^3）	综合运距（km）	占地面积（万㎡）
总干管	总干 0+000—总干 8+274	14.57	1#渣场	28.00	14.73	7.5	2.11
	总干 8+274—总干 21+000	33.00	2#渣场	29.00	33.20	9	2.45
江沙干管	沙干 0+000—沙干 14+243	8.12	7#渣场	13.00	9.87	10	1.47
	沙干 14+243—沙干 23+950	5.66	8#渣场	12.00	6.60	10.00	0.90
县城干管	县干 0+000—县干 10+196	6.14	3#渣场	12.00	10.17	8.5	1.72
	县干 10+196—县干 24+647	8.89	4#渣场	19.00	9.34	11	1.41

南云支管	云干 0+000—云干 4+036	2.95	5#渣场	14.00	3.10	5	0.44
	云干 4+036—云干 16+808	9.17	6#渣场	18.00	9.30	11	2.21
合　计		88.50			96.31		10.50

3.8.6施工总进度

水源工程总工期为 57 个月，即第一年 7 月～第六年 3 月。其中：施工准备期共 15 个月，即第一年 7 月～第二年 9 月；主体工程施工期共 39 个月，即第二年 10 月～第五年 12 月底结束；完建期 3 个月，即第六年 1 月～3 月。

输水工程总工期为 48 个月，第二年 1 月～第五年 12 月结束。

3.9建设征地与移民安置

3.9.1建设征地及影响范围

向阳水库工程建设征地范围包括枢纽工程水库区（简称水库区）、枢纽工程建设区（简称坝区） 和输水工程建设区（简称供水区）三部分。

建设征地总面积 6932.05 亩，其中水库区 2565.65 亩，坝区 1700.16 亩（永久征地 1280.55 亩、临时用地 419.61 亩），供水区 2666.24 亩（永久征地 635.1 亩、临时用地 2031.14 亩），详见表 3.9-1。

表 3.9-1　向阳水库工程建设征地土地面积汇总表（单位：亩）

项目			面积		
			合计	集体	国有
枢纽工程水库区	淹没区		2545.09	2513.65	31.44
	影响区	塌岸	14.01	14.01	
		浸没	6.55	6.55	
		小计	20.56	20.56	0
	小计		2565.65	2534.21	31.44
枢纽工程建设区	永久征地		1280.55	1253.31	31.44
	临时用地		419.61	419.61	27.24
	小计		1700.16	1700.16	
输水工程建设区	永久征地		635.1	621.66	13.44
	临时用地		2031.14	2031.14	
	小计		2666.24	2652.8	13.44
合计	永久征地		4481.3	4409.18	72.12
	临时用地		2450.75	2450.75	
	小计		6932.05	6859.93	72.12

3.9.2实物指标

向阳水库工程建设征地包括水库区、坝区和供水区，共涉及 8 个乡镇，48 个村。涉及居民户 289 户 1317，各类房屋面积 77530.37m^2（其中农村 67013.55 m^2，工业企业

10516.82m^2)；永久征收土地总面积 4481.3 亩（其中：国有土地 72.12 亩，集体土地 4409.18 亩），临时征用土地总面积 2450.75 亩（全部为集体土地）；涉及工业企业 7 家，其中水电站 3 座；公路 18.45km，桥梁 6 座，隧道 2 座；10kV 电力线路 5.4km，变压器 6 台，通信线路 88.97km，广播电视线路 27.97km；江口水厂取水构筑物及引水管道 12km；文物点 5 处；压覆煤（矿）层资源/储量 880kt。

3.9.3移民安置规划

（1）生产安置规划

建设征地规划水平年生产安置人口 1956 人，其中水库区 596 人、坝区 1304 人、供水区 56 人。按安置方式分，种植业安置 17 人，占 0.8%；养老保险安置 1656 人，占 84.7%；一次性货币补偿 283 人，占 14.5%。按安置去向分，本组安置 17 人，占 0.8%；养老保险安置 1656 人，占 84.7%；一次性货币补偿 283 人，占 141.5%，养老保险安置和一次性货币补偿均不局限于固定区域。

（2）搬迁安置规划

规划水平年搬迁安置人口 1349 人，其中水库区 371 人、坝区 978 人。按安置方式分，分散自主建房 265 人，占 19.6%；住房货币化安置 1084 人，占 80.4%。按安置去向分，本组建房 265 人，占 19.6%；住房货币化安置不局限于固定区域，可自行选择购房地点，占 80.4%。

3.9.4工业企业

向阳水库建设征地共涉及工业企业 7 家，4 家企业共占地 43.95 亩、3 座水电站总装机容量 1160kW、各类房屋面积 10516.82 ㎡、设施设备 155 台（套、项）。采取复建和一次性补偿 2 种方式。规划对云阳县玉成加油站进行复建，对重庆市奥迪尔铁合金有限责任公司、云阳县天池山泉水厂、民兴煤矿采取一次性补偿处理，对天鹅湖电站、双龙水电站二级电站、新华电站三座小水电站采取一次性补偿剩余寿命期电量损失的方案。

3.9.5专业项目

复建规划包括国道 G347、省道 S406、乡道 Y018 及机耕道，复建公路全长 10.7km，其中等级公路全长 10.13km，机耕道全长 0.57km。复建 10kV 输电线路 7.80km，搬迁变压器 4 台，总容量 210kVA。搬迁复建通信基站 5 座，通信光缆线路 134.3km，广播电视光缆线路 47.38km。

输水管道需局部改线，在坝址段，依据地形，输水管道高程 495m，高于取水建筑物坝顶高程 404m，不能保证自流引水，需设置加压泵站。在帆水河 2 条支流分别新建取水口取水，工程根据布置共分为 5 段输水管道，线路总长为 7217m。

向阳水库工程建设征地区共发现文物点 5 处，包括地下文物点 2 处、地面文物点 3 处，无法实施工程避让或原址保护。拟采取撤销登记、考古发掘、资料收集、搬迁保护等措施实施保护。文物保护方案详见表 3.9-2。

表 3.9-2　向阳水库工程建设征地文物保护规划方案表

序号	类别	名称	时代	地理坐标	高程（m）	分布面积（m^2）	规划方案
1	地下文物	下七坝墓地	汉至六朝	N31°17′46" E108°43′47"	390	200	考古发掘
2	地下文物	双河口梁赵氏墓	清	N31°18′31" E108°43′23.3"	441	10	撤销登记
3	地面文物	同兴桥修桥碑	清	N31°17′53" E108°43′18"	420	1	搬迁保护
4	地面文物	肖洞子箭楼	民国	N31°17′9" E108°44′56"	440	20	搬迁保护
5	地面文物	民兴煤矿		N31°17′44" E108°44′17"	380	5000	资料收集

重庆市文物局于 2018 年 7 月批复《重庆市文物局关于向阳大型水库建设工程文物保护的函》（渝文物[2018]222 号）。

3.10工程管理及运行调度

3.10.1工程管理

综合考虑本枢纽自动化程度和管理经验等各方面因素，向阳水库工程各类人员暂定为 90 人，其中管理类人员 18 人，生产类人员 72 人。

3.10.2运行调度方式

3.10.2.1兴利调度

（1）向阳水库非汛期兴利调度最高水位一般按 456m 控制，汛期 6～9 月兴利调度最高水位按汛期限制水位 448.2m 控制。

（2）根据水库来水和蓄水状况，按照以下方式进行兴利调度。

①当水库水位位于加大供水线与兴利上限水位之间时（加大供水区），可根据需求适当加大城乡供水及灌溉水量，电站可按装机容量进行发电运行；

②当水库水位位于加大供水线与灌溉限制线之间时（正常供水区），城乡供水、灌溉均按正常需求供给，电站利用生态基流进行发电；

③当水库水位位于灌溉限制线和供水限制线之间时（灌溉限制区），城乡供水、下游河道生态需水按正常需求供给，灌溉按允许破坏深度限制供水，电站利用生态基流进行发电；

④当水库水位位于供水限制线以下时（供水限制区），按允许破坏深度限制城乡供水和灌溉用水；当水库降至死水位时，水库按来水情况优先满足基本生活用水，生态基流允许破坏。

3.10.2.2防洪调度

向阳水库承担下游江口镇的防洪任务，江口镇防洪控制断面为团滩堰断面，允许安全泄量为 1110m^3/s。根据团滩堰断面洪水地区组成分析，为满足江口镇（团滩河侧）遭遇 20 年一遇洪水时团滩堰断面洪峰流量不超过允许安全泄量，向阳水库最大下泄水量为 545 m^3/s。向阳水库对江口镇及自身防洪安全调度方式如下：

（1）汛期 6～9 月水库水位按汛期限制水位 448.2m 控制运行。

（2）当团滩河发生大洪水、预计下游团滩堰断面的流量达到 1000m^3/s 左右时，向阳水库按不超过 545m^3/s 控制下泄流量，直至水库水位达到 456m 为止。

（3） 当水库水位超过 456m 时，水库转入保障枢纽安全的防洪调度方式，即当来水小于相应水位情况下水库的泄流能力，按来水进行下泄；当来水大于相应水位情况下水库的泄流能力，按水库泄流能力下泄水量。

（4） 当洪水过后，水库视下游水情尽快消落至汛期防洪限制水位 448.2m，以备下一次洪水到来。

向阳水库调度图见图 3.10-1。

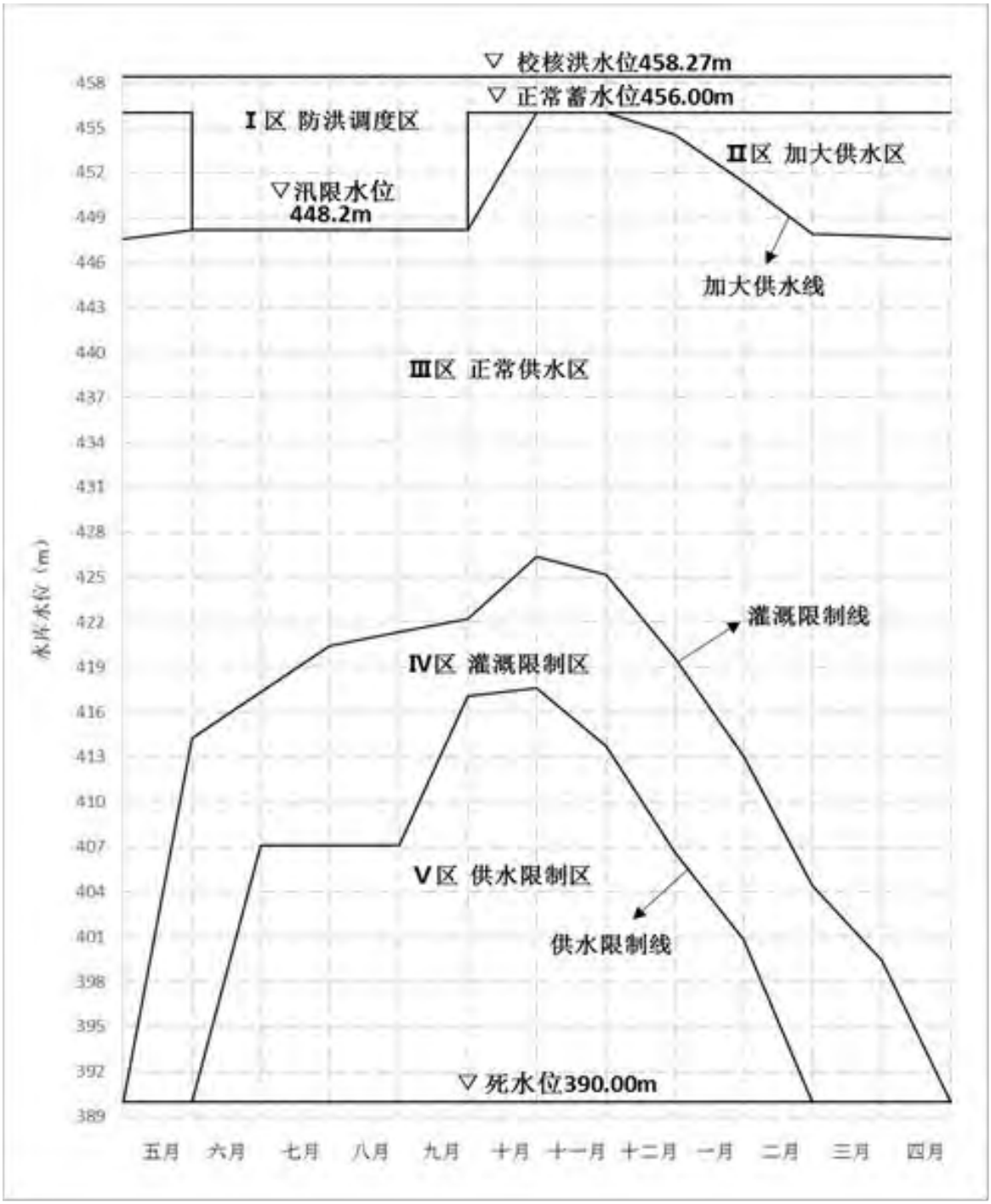


图 3.10-1　向阳水库调度图

3.10.2.3生态下泄水量运行调度

向阳水库应需保障下游河道一定的生态流量：汛期 5～10 月应下泄 2.63m³/s 的生态流量，非汛期 11 月～次年 4 月应下泄 1.31m^3/s 下泄生态流量。向阳水库布设有坝后式生态电站，电站装机 4*1.05MW，共计 4.2MW，过流能力可满足不同时期生态流量的下泄要求。同时电站引水管道设旁通管，若电站发电尾水满足不了生态流量下泄要求，或

发电水头小于最低发电水头、电站无发电任务、电站故障或机组检修时，生态流量由旁通管下泄。

（1）水库蓄水及来水条件好时，水库应保障下泄一定的生态水量，即：汛期 5～10 月下泄 2.63m³/s 的生态流量，非汛期 11 月～次年 4 月下泄 1.31m³/s 的生态流量。

（2）当水库消落至死水位时，水库按来水情况优先满足基本生活用水，生态下泄流量允许破坏。

（3）水库生态库容 459 万 m³，占兴利库容的比例约 5.1%，生态流量保证率可达 93.1%。

3.10.2.4生态电站运行调度

向阳水库坝后式生态电站利用生态流量和弃水发电，在电网中不承担调峰任务，电站装机 4*1.05MW，共计 4.2MW。

（1）水库水位降低至 395m 以下时，电站机组不发电；

（2）枯水期 11-次年 4 月，电站开机 1 台；

（3）汛期 5～10 月，水库产生弃水时，电站开机 4 台，否则电站开机 2 台。

3.10.2.5特殊情况运行调度

本节特殊运行情况指工程检修期、突发事故等工况。

（1）检修期供水运行调度

输水工程检修分为日常维护检查、设备更换检修两种。

① 管道日常维护检查

管道日常维护检查主要包括管道外部环境检查和管道本身检查。

管道外部环境检查有管道支墩、镇墩表观位移、裂缝检查，管道开挖边坡、管道周围施工环境以及管道管理范围内是否存在新增威胁管道运行的条件。管道本身及附件检查包括管道防腐、管道接口密封情况，排气阀、排泥阀、检修阀、流量阀，沿管道配电、监测设备检查等。

管道日常维护检查应形成运行管理制度，特别是管道每年均应在灌水前进行逐线逐点检查，保障供水安全。

管道日常维护检查不需要管道放空，不影响管道正常运行。

② 设备更换检修

设备更换检修分为设备到期需要更换及日常检查中发现设备破损或漏水，继续使用会影响运行安全时更换两种情况。

设备更换是否需要主管道停水与阀门种类有关。在主管道轴线上安装的阀门如减压阀、检修阀、过滤阀、截止阀等，需要关停主管道供水进行设备更换。在主管道侧面安装的阀门如排气阀或排泥阀等时，直接关闭阀前检修阀即可，不需关停主管道供水。

一般此类设备更换检修，时间均较短。

（2）突发事故供水运行调度

突发事故主要指输水管线出现爆管、损坏等突发性事故，具有不确定性、突发性等特点。本工程一旦发生突发事故，将直接威胁云阳县城的用水安全。向阳水库建成后与当地现有供水工程联合运行，向阳水库发生突发事故时，工程应急抢修期间一方面适时适当限制用水外，另一方面依靠当地水源和备用水源应急供水：县城组团依靠梅峰水库、县城一水厂等水源工程继续供水；汤溪河沿岸江口、鱼泉镇等场镇现状水厂取水设施在向阳水库建成后均转为备用水源工程，作为应急备用水源。

3.10.3水库多年运行特性

向阳水库工程是一座以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件的大型水利工程。推荐上坝址正常蓄水位 456m，正常蓄水位以下对应库容 1.10 亿 m^3，死水位 390m，死库容 0.137 亿 m^3，兴利库容 0.9 亿 m^3，库容系数 0.44，为多年调节水库。1970～2015 年共计 46 年间，水库多年平均运行水位 441.11m，有 3 年消落至死水位 390m，11 年蓄水至正常蓄水位 456m，蓄满率 24%。

水库多年平均供水量 7852 万 m^3，其中：城乡供水 5938 万 m^3，多年平均供水流量 1.89m^3/s，最大供水流量 2.29m^3/s，供水历时保证率 95%以上，供水发生破坏时，破坏深度 30%；灌溉水量 1914 万 m^3，多年平均供水流量 0.61m^3/s，最大供水流量 2.96m^3/s，年保证率 75%以上，灌溉发生破坏时，破坏深度 50%。

水库优先保障下游河道生态用水，多年平均下泄生态水量 6022 万 m^3，生态流量保证率 93.1%。

水库承担下游江口镇防洪任务，防洪库容 0.174 亿 m^3（与兴利库容完全结合），汛限水位 448.2m，与下游河道堤防护岸联合运行，可将江口镇团滩河侧的防洪标准提高至 20 年一遇。

坝后生态电站装机容量 4.2MW，利用生态流量和汛期弃水发电，多年平均发电量为 1593 万 kW•h，装机利用小时数 3793h。

运行典型年概况见表 3.10-1。

表 3.10-1　水库多年运行典型年概况统计表

典型年	月份	入库（m^3/s）	坝下流量（m^3/s）	供水、灌溉引水流量（m^3/s）	出库流量（m^3/s）	水库水位-时段末（m）
P=20%(1995)	1	1.40	1.31	2.46	3.77	437.79
	2	0.74	1.31	2.31	3.63	432.73
	3	0.58	1.31	2.01	3.32	427.20
	4	1.57	1.31	2.20	3.51	423.11
	5	3.03	2.63	4.38	7.01	413.60
	6	18.48	2.63	2.40	5.03	439.57
	7	33.57	24.6	2.64	27.19	448.16
	8	11.85	8.70	2.89	11.59	448.16
	9	11.99	9.81	1.91	11.72	448.16
	10	15.85	7.04	2.05	9.09	456.00
	11	1.68	1.31	2.17	3.49	453.45
	12	1.02	1.31	2.37	3.69	449.91
P=50%(2012)	1	1.19	1.31	2.19	3.50	451.43
	2	0.71	1.31	2.55	3.86	447.12
	3	1.13	1.31	2.00	3.32	443.78
	4	4.25	1.31	1.91	3.22	444.87
	5	13.34	2.63	4.56	7.19	452.40
	6	4.13	4.8	2.47	7.31	448.16
	7	23.47	20.05	3.15	23.20	448.16
	8	2.78	2.63	3.47	6.10	443.27
	9	20.27	14.5	1.91	16.45	448.16
	10	3.55	2.63	2.05	4.67	446.29
	11	1.06	1.31	2.15	3.47	442.63
	12	1.00	1.31	1.91	3.22	439.07
P=75%(1981)	1	0.26	1.31	2.44	3.75	436.16
	2	0.37	1.31	2.29	3.60	430.00
	3	0.78	1.31	1.91	3.22	425.11
	4	5.61	1.31	1.91	3.22	429.33
	5	7.00	2.63	3.97	6.60	429.77
	6	9.98	2.63	3.09	5.72	437.01
	7	3.28	2.63	3.50	6.13	431.90
	8	4.92	2.63	2.91	5.54	430.29
	9	4.94	2.63	1.91	4.54	430.77
	10	14.83	2.63	2.04	4.67	446.20
	11	2.13	1.31	2.12	3.44	444.07

	12	0.76	1.31	2.28	3.59	439.70

3.11水库初期蓄水计划

（1）初期蓄水时间

根据施工进度安排，第六年 1 月初导流隧洞下闸蓄水。根据施工组织设计方案，水库下闸蓄水后基本不影响工程施工，不需要考虑蓄水过快对其他工程的施工影响。

（2）初期蓄水原则

1）初期蓄水应确保大坝安全。

2）尽可能加快初期蓄水的进程，尽早发挥工程效益。

3）蓄水期应按照坝址下游生态流量要求下泄生态水量。

4）需要考虑蓄水期间水库蒸发渗漏损失。

（3）起蓄水位

起蓄水位按导流洞底板高程考虑，即 345m，相应库容 36 万 m^3。

（4）下游生态流量要求

根据施工组织设计，导流隧洞封堵后，为保障下游河道生态流量，在导流隧洞底板预埋设一根钢管下泄生态流量，穿过闸墩，钢管进、出口分别设两座闸阀控制，下闸后开启进、出口闸阀，当蓄水至永久生态放水管高程后，关闭出口闸阀。根据向阳水库生态流量下泄方案，初期蓄水期间，汛期 5～10 月下泄 2.63m^3/s、非汛期 11 月～次年 4 月下泄 1.31m^3/s。

（5）初期蓄水计划表

水库从起蓄水位 345m 开始，蓄水至死水位 390m 时（相应库容 1367 万 m^3），需蓄水 1331 万 m^3，根据坝址 1970-2015 年多年平均径流资料估算，从 1 月初开始蓄水，约至 5 月份可蓄至死水位。根据《水利工程水利计算规范》（SL 104-2015），以每年 1～5 月份的径流量排频，选取 P=50%（2008 年）、P=75%（1984 年）的典型年逐旬径流进行初期蓄水分析。

根据计算参数，按照初期蓄水原则分别对平水年（P=50%）和枯水年（P=75%）进行初期蓄水计算，结果见表 3.11-1 至表 3.11-4。P=50%年份，蓄水后至 4 月中旬可蓄至死水位 390m；P=75%年份，蓄水后至 5 月下旬可蓄至死水位 390m。

表 3.11-1　向阳水库初期蓄水计划计算表（P=50%）

年份	月份	旬	入库径流（万 m^3）	生态下泄水量（万 m^3）	蒸发渗漏损失（万 m^3）	时段末水位（m）	时段末蓄水量（万 m^3）

2008						345.0	36
	1	上	100.22	100.05	0.17	345.0	36
		中	100.22	100.05	0.17	345.0	36
		下	110.25	110.08	0.17	345.0	36
	2	上	105.41	105.24	0.17	345.0	36
		中	105.41	105.24	0.17	345.0	36
		下	84.33	84.16	0.17	345.0	100
	3	上	178.85	115.15	0.17	351.4	163
		中	178.85	115.15	0.39	355.9	244
		下	196.73	115.15	0.60	360.4	821
	4	上	692.93	115.15	0.86	379.2	1396
		中	692.93	115.15	2.65	390.5	1970
		下	692.93	115.15	4.35	399.3	2201

表 3.11-2　向阳水库初期蓄水流量、水位变化（P=50%）

年份	月份	旬	入库流量（m^3/s）	下泄流量（m^3/s）	坝上水位（m）	坝下水位（m）	坝下天然水位（m）
2008					345		
	1	上	1.14	1.14	345	329.64	329.64
		中	1.14	1.14	345	329.64	329.64
		下	1.26	1.26	345	329.66	329.66
	2	上	1.20	1.20	345	329.65	329.65
		中	1.20	1.20	345	329.65	329.65
		下	0.96	0.96	345	329.61	329.61
	3	上	2.04	1.31	351.4	329.67	329.77
		中	2.04	1.31	355.9	329.67	329.77
		下	2.25	1.31	360.4	329.67	329.81
	4	上	7.91	1.31	379.2	329.67	329.90
		中	7.91	1.31	390.5	329.67	329.90
		下	7.91	1.31	399.3	329.67	329.90

表 3.11-3　向阳水库初期蓄水计划计算表（P=75%）

年份	月份	旬	入库径流（万 m^3）	生态下泄水量（万 m^3）	蒸发渗漏损失（万 m^3）	时段末水位（m）	时段末蓄水量（万 m^3）
1984 年						345.0	36
	1	上	47.0	46.8	0.2	345.0	36
		中	47.0	46.8	0.2	345.0	36
		下	51.7	51.5	0.2	345.0	36
	2	上	23.5	23.3	0.2	345.0	36
		中	23.5	23.3	0.2	345.0	36
		下	18.8	18.6	0.2	345.0	36
	3	上	25.7	25.6	0.2	345.0	36
		中	25.7	25.6	0.2	345.0	36
		下	28.3	28.2	0.2	345.0	36

	4	上	146	115	0.2	348.5	67
		中	146	115	0.3	351.2	98
		下	146	115	0.4	353.6	128
	5	上	830	230	0.5	376.9	728
		中	830	230	2.4	389.3	1325
		下	913	230	4.1	399.8	2004

表 3.11-4　向阳水库初期蓄水流量、水位变化（P=75%）

年份	月份	旬	入库流量（m^3/s）	下泄流量（m^3/s）	坝上水位（m）	坝下水位（m）	坝下天然水位（m）
1984 年					345		
	1	上	0.54	0.53	345	329.56	329.56
		中	0.54	0.53	345	329.56	329.56
		下	0.59	0.59	345	329.56	329.56
	2	上	0.27	0.27	345	329.52	329.52
		中	0.27	0.27	345	329.52	329.52
		下	0.21	0.21	345	329.51	329.51
	3	上	0.29	0.29	345	329.52	329.53
		中	0.29	0.29	345	329.52	329.53
		下	0.32	0.32	345	329.53	329.53
	4	上	1.67	1.31	348.5	329.67	329.72
		中	1.67	1.31	351.2	329.67	329.72
		下	1.67	1.31	353.6	329.67	329.72
	5	上	9.47	2.63	376.9	329.86	329.90
		中	9.47	2.63	389.3	329.86	329.90
		下	10.42	2.63	399.8	329.86	329.90

3.12工程投资

按2019季度一季度价格水平计算，向阳水库工程静态总投资440283.18万元，其中：建筑工程197009.5万元，机电设备及安装工程5681.05万元，金属结构设备及安装工程8678.33万元，施工临时工程33520.67万元，独立费用45777.93万元，基本预备费29066.74万元；建设征地移民补偿投资103924万元，环境保护工程投资8704万元，水土保持工程投资7921万元。

向阳水库的兴建具有显著的社会效益和生态环境效益。国民经济评价结果表明，项目经济内部收益率为8.17%，项目经济净现值为145232万元，经济效益费用比为1.35，各项评价指标均满足规范要求，说明项目在经济上是合理可行的。

4.工程分析

4.1工程与相关政策、法律法规及规划的符合性分析

根据《关于汤溪河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（渝环函[2018]1191号），《规划》所包含的近期建设项目在开展环境影响评价时，规划符合性分析等内容可适当简化，因此本项目环评中主要针对于产业定位、长江三峡库区相关规划及区域生态环境保护相关规划进行重点分析。

4.1.1与国家相关政策、法律法规及规划的符合性分析

（1）与国家产业政策的符合性分析

根据国家发改委令第21号颁布的《产业结构调整指导目录》（2011年本）（修正）（2013.5.1实施），水利类中跨流域调水工程、城乡供水水源工程等均被列为鼓励类。向阳水库工程任务是以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件。因此本工程建设符合国家的产业政策要求。

（2）与《中华人民共和国野生动物保护法》等的符合性

评价范围内陆生脊椎动物中，未发现国家I级重点保护野生动物；有国家II级重点保护野生动物4种：黑鸢、普通鵟、红隼、白鹇，前三者为猛禽类，飞翔能力较强，活动范围较大，在评价区主要分布在山地森林、林缘地带和灌草丛，偶见于村落、农田附近，水库淹没、坝址建设施工等对其影响极小。白鹇分布范围广泛，适应能力强，多见于林缘地带、灌草丛、农田等，本项目直接建设区域不涉及。总体上，在控制人为捕杀的情况下，评价区内重点保护野生动物受工程实施的影响程度较低。

评价区范围内有重庆市级重点保护野生动物有5种，其中两栖类3种，鸟类2种，分别为黑斑侧褶蛙、沼蛙、棘腹蛙、灰胸竹鸡和四声杜鹃。重点保护动物中的鸟类能够通过高空飞行，在评价区主要分布在山地森林、林缘地带和灌草丛，偶见于村落、农田附近，水库淹没、坝址建设施工等对其影响极小。两栖类在水库蓄水后，水位抬升可为其提供更适宜的繁殖和觅食等环境，对其有一定的有利影响。

向阳水库工程采取本报告提出的保护性措施情况下，能够满足《中华人民共和国野生动物保护法》、《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》等法律法规中“保护野生动物及其生存环境”的相关规定。

（3）与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的协调性

《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的第十一条规定：“一、禁止一切破坏水环境生态平衡的活动以及破坏水源林、护岸林、与水源保护相关植被的活动。二、禁止向水域倾倒工业废渣、城市垃圾、粪便及其它废弃物。三、运输有毒有害物质、油类、粪便的船舶和车辆一般不准进入保护区，必须进入者应事先申请并经有关部门批准、登记并设置防渗、防溢、防漏设施。四、禁止使用剧毒和高残留农药，不得滥用化肥，不得使用炸药、毒品捕杀鱼类。”第十二条：“一、一级保护区内禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止向水域排放污水，已设置的排污口必须拆除；不得设置与供水需要无关的码头，禁止停靠船舶；禁止堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物；禁止设置油库；禁止从事种植、放养畜禽和网箱养殖活动；禁止可能污染水源的旅游活动和其他活动。二、二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；原有排污口依法拆除或者关闭；禁止设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒物品的码头。”

本报告中明确提出针对向阳水库取水口建设饮用水源地保护工程。1）通过地方政府立法，在向阳水库设立饮用水水源保护区，在一级保护区内拆除已设置的排污口或清理其它污染源；在二级保护区内，禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；原有排污口依法拆除或者关闭；2）在水源一级、二级保护区设置生物及物理隔离带。因此与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相协调。

（4）与《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》的一致性

最严格水资源管理制度提出了三条“红线”，确立水资源开发利用控制红线，到2030年全国用水总量控制在7000亿立方米以内；确立用水效率控制红线，到2030年用水效率达到或接近世界先进水平，万元工业增加值用水量（以2000年不变价计，下同）降低到40立方米以下，农田灌溉水有效利用系数提高到0.6以上；确立水功能区限制纳污红线，到2030年主要污染物入河湖总量控制在水功能区纳污能力范围之内，水功能区水质达标率提高到95%以上。

汤溪河流域综合规划的主要规划控制指标中明确提出：2030年汤溪河流域多年平均情况下用水总量不超过8650万m^3，其中巫溪境内550万m^3，云阳境内8000万m^3，开州境内10万m^3。这是以全国水资源综合规划为依据，参考《长江流域综合规划》相关成果确定的用水总量指标，满足水资源开发利用控制红线要求。规划提出2030年汤溪河流域万元工业增加值用水量不超过27m^3，满足三条红线要求。规划提出2030年流域

内水功能区水质达标率控制目标达到 100%，满足最严格水资源管理制度提出的水功能区达标率 95%的要求。

向阳水库供水区规划年的用水总量为 7852 万 m^3，其中供汤溪河流域内云阳县部分水量为 4274 万 m^3，流域外云阳组团部分水量为 3578 万 m^3，在汤溪河流域规划所限定的用水总量范围内。云阳县江北片区 2030 年万元工业增加值用水量 27m^3，其中云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团万元工业增加值用水量 25m^3，高效节水灌区灌溉水利用系数 0.85，一般灌区灌溉水利用系数 0.7，本项目受水区、退水区的所有河流水质达标率在规划年控制目标达到 100%，与《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》的要求一致。

（5）与《水污染防治行动计划》的一致性

《水污染防治行动计划》总体目标是到 2030 年，全国七大重点流域水质优良比例总体达到 75%以上，城市建成区黑臭水体总体得到消除，城市集中式饮用水水源水质达到或优于III类比例总体为 95%左右。《水污染防治行动计划》中要求着力节约保护水资源，加强水功能区监督管理，从严核定水域纳污能力；加强江河湖库水量调度管理，完善水量调度方案。采取闸坝联合调度、生态补水等措施，合理安排闸坝下泄水量和泄流时段，维持河湖基本生态用水需求，重点保障枯水期生态基流。

本项目进一步详细分析了受水区、退水区的水环境功能的可达性，确保在 2030 年控制目标为 100%，主要控制断面水质目标均达到或优于III类，功能区污染物入河量全部控制在水功能区限制排污总量范围内。生态基流按照如下方案进行下泄：枯水期（11～4 月）1.31m^3/s（占多年平均流量 20%），丰水期（5～10 月）2.63 m^3/s（占多年平均流量 40%），年均生态下泄水量约为 6022 万 m^3，可以确保团滩河的基本生态用水需求，要求水库建成后，尽快按照集中式水源地相关划分要求，将取水口进行合理的水源保护区划分。因此与《水污染防治行动计划》的要求一致。

（6）与《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》的协调性分析

《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》（环函[2012]4 号）中提及“……积极发展水电要在“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”的原则指导下，全面落实流域综合规划的生态环境保护要求……、……对环境承载能力较强的地区，可进行重点开发；对条件复杂、环境敏感的河流或河段，要考虑现阶段减缓不利环境影响的技术和能力，慎重开发；对部分生态脆弱地区和重要生态功能区，要根据功能定位，实行限制开发；在自然保护区、风景名胜区及其他具有特殊保护价值的地区，原则上禁止开发

水电资源……、……流域综合规划必须依法开展规划的环境影响评价，并作为流域综合规划决策的依据；已经批准的流域综合规划在修订或开发规模、布局、方式、时序等方面进行重大调整的，应当重新进行环境影响评价……”。

本项目所属的汤溪河综合流域规划已经取得了审查意见，本项目的开发始终坚持生态优先的原则，在确保生态流量的基础上进行水资源配置，项目永久占地和临时占地均不涉及生态保护红线，因此符合《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》中的相关要求。

（7）与《全国生态功能区划》的符合性分析

《全国生态功能区划（修编版）》（2015 年）将全国生态功能区划分为 3 大类，包括生态调节功能区、产品提供功能区与人居保障功能区。生态功能二级区共有 9 类，包括水源涵养、土壤保持、防风固沙、生物多样性保护、洪水调蓄等生态调节功能，农产品与林产品等产品提供功能，以及大都市群和重点城镇群人居保障功能二级生态功能区。生态功能区三级区共有 242 个。

根据《全国生态功能区划（修编版）》（2015 年），向阳水库工程所在的团滩河流域在全国生态功能区划方案中属于 I 生态调节功能区，I-03 土壤保持功能区，I-03-07 三峡库区土壤保持功能区。该类型区的主要生态问题：不合理的土地利用，特别是陡坡开垦、森林破坏、草原过度放牧，以及交通建设、矿产开发等人为活动，导致地表植被退化、水土流失加剧和石漠化危害严重。该类型区生态保护的主要方向：（1）调整产业结构，加速城镇化和新农村建设的进程，加快农业人口的转移，降低人口对生态系统的压力。（2）全面实施保护天然林、退耕还林、退牧还草工程，严禁陡坡垦殖和过度放牧。（3）开展石漠化区域和小流域综合治理，协调农村经济发展与生态保护的关系，恢复和重建退化植被。（4）在水土流失严重并可能对当地或下游造成严重危害的区域实施水土保持工程，进行重点治理。（5）严格资源开发和建设项目的生态监管，控制新的人为水土流失。（6）发展农村新能源，保护自然植被。

也属于（48）三峡库区土壤保持重要区。该区地处中亚热带季风湿润气候区，山高坡陡、降雨强度大，是三峡水库水环境保护的重要区域。主要生态问题：受长期过度垦殖和近年来三峡工程建设与生态移民的影响，森林植被破坏较严重，水源涵养能力较低，库区周边点源和面源污染严重；同时，水土流失量和入库泥沙量大，地质灾害频发，给库区人民生命财产安全造成威胁。生态保护主要措施：加大退耕还林和天然林保护力度；优化乔灌草植被结构和库岸防护林带建设，增强土壤保持与水源涵养功能；加快城镇化

进程和生态搬迁的环境管理与生态建设；加强地质灾害防治力度；开展生态旅游；在三峡水电收益中确定一定比例用于促进城镇化和生态保护。

本工程属于非污染类项目，工程输水线路为主要为地下隧洞和埋管形式，临时占地在施工结束后进行植被恢复，对土地资源、地表环境影响很小；水库成库后将划分水源保护区并对库周污染源进行综合治理，因此本工程符合《全国生态功能区划》（修编版）的相关要求。

（8）与全国主体功能分区的符合性分析

在 2010 年 12 月国务院颁发的《全国主体功能区划》中，向阳水库工程所在团滩河属于三峡库区水土保持生态功能区，具有重要的洪水调蓄功能，水环境质量对长江中下游生产生活有重大影响；目前森林植被破坏严重，水土保持功能减弱，土壤侵蚀量和入库泥沙量增大。其发展方向是巩固移民成功，植树造林，恢复植被，涵养水源，保护生物多样性。

向阳水库工程是以防洪、灌溉、供水等作为主要功能的水库工程，工程的建设对减少区域泥沙产生量、提高区域供水能力和灌溉能力具有重要作用，对植被恢复、涵养水源等具有重要价值，在发展方向上满足国家主体功能区规划的要求。

（9）与《重点流域水污染防治规划（2016-2020 年）》的协调性

《重点流域水污染防治规划（2016-2020 年）》中要求“长江经济带 11 省（市）涉及长江、珠江、淮河、浙闽片河流、西南诸河等流域，要坚持生态优先、绿色发展，以改善生态环境质量为核心，严守资源利用上线、生态保护红线、环境质量底线，建立健全长江生态环境协同保护机制，共抓大保护，不搞大开发，按照流域统筹的理念，在上游重点加强水源涵养、水土保持和高原湖泊湿地、生物多样性保护，强化自然保护区建设和管护，合理开发利用水资源，严控水电开发带来的生态影响，禁止煤炭、有色金属、磷矿等资源的无序开发，加大湖泊、湿地等敏感区的保护力度，加强云贵川喀斯特地区、四川盆地周边水土流失治理与生态恢复，推进成渝城市群环境质量持续改善”。

本项目按照“共抓大保护、不搞大开发”的基本原则，工程效益与生态环境效益兼顾，所处汤溪河流域开展了规划环评并取得了批复，从流域规划之初就从宏观角度对流域开发进行了合理布局，其中向阳水库工程是流域规划中唯一的重大水利工程，不涉及区域的生态保护红线，工程从设计原则开始强调生态优先、绿色发展，严格执行汤溪河综合流域规划环评中划定的“三线一单”，向阳水库库区在本项目建成后严格水源地划定标准进行合理划分并经政府正式发布进行有效保护，库尾以上的鱼类栖息地纳入本项目的生

态保护措施及环保投资，按管控要求进行严格保护；严守资源利用上线，工程取水量小于团滩河的水资源利用上限，本项目生产生活及灌溉退水对区域地表水环境可以做到“增产不增污”，没有增加区域地表水环境的污染负荷，并且通过本项目污染防治规划的实施，可以有效实施面源污染防控，提高区域集中污水处理厂的收集处理效率和提标改造，可以保证团滩河、汤溪河干流、澎溪河水质达到河流III水质标准要求，严守环境质量底线；不属于环境准入负面清单中所里限制或禁止类项目，在可研阶段对水资源开发进行了进一步的优化，比规划阶段的供水量减少了，相应影响也有所降低，因此与《重点流域水污染防治规划（2016-2020 年）》相关要求保持一致。

4.1.2与长江流域相关规划的符合性分析

（1）与《长江经济带生态环境保护规划》的符合性

《长江经济带生态环境保护规划》中指导思想为：围绕统筹推进“五位一体”总体布局和协调推进“四个全面”战略布局，牢固树立和贯彻落实创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，坚持生态优先、绿色发展，以改善生态环境质量为核心，坚持一盘棋思想，严守资源利用上线、生态保护红线、环境质量底线，建立健全长江生态环境协同保护机制，共抓大保护，不搞大开发，确保生态功能不退化、水土资源不超载、排放总量不突破、准入门槛不降低、环境安全不失控，努力把长江经济带建设成为水清地绿天蓝的绿色生态廊道和生态文明建设的先行示范带。基本原则为：生态优先，绿色发展；统筹协调，系统保护；空间管控，分区施策；强化底线，严格约束；改革引领，科技支撑。

本项目按照“共抓大保护、不搞大开发”的基本原则，始终把生态保护摆在第一位，确保坝下生态流量的有效下放，严格按照汤溪河综合流域规划划定的“三线一单”进行实施，本项目建设不会带来区域生态功能退化，水土资源超载，运行期地表水污染负荷和现状相比有所降低，在保护中有序合理开发，与《长江经济带生态环境保护规划》相关要求保持一致。

（2）与《三峡后续工作规划》的符合性

在《三峡后续工作规划》中对于本项目区水资源配置方面仅涉及肖家湾水厂，目前该水厂供水规模 4 万 t/d，供水水源为梅峰水库。2030 年向阳水库建成后，肖家湾水厂仍继续运行，与向阳水库、云阳一水厂联合向县城供水。

《三峡后续工作规划》生态环境保护相关内容指出：水库水域、消落区、生态屏障区和库区重要支流将被作为整体，综合采取控制污染、提高生态环境承载力、削减库区入库污染负荷等措施，建设生态环境保护体系。

向阳水库工程选址位于长江主要支流汤溪河的支流团滩河上，严格汤溪河综合流域规划及规划环评的要求及“三线一单”进行落实，将汤溪河流域作为整体，水库工程的建设可以改善区域的水资源合理配置，通过下泄生态流量，保障坝址下游团滩河年内径流严重分配不均的现状，改善区域水生态环境，通过向阳水库的水污染防治措施和本次提出的污染防治措施落实，在规划年 2030 年可以削减区域污染负荷，提高区域水环境承载力和生态承载力，将本工程的生态环境保护措施纳入到汤溪河流域的生态保护体系中。

综上所述，向阳水库工程与《三峡后续工作规划》相符合。

（3）与《三峡库区及其上游水污染防治规划》的符合性

根据《三峡库区及其上游水污染防治规划》（修订本）规划时段为 2005-2010 年，其中明确，汤溪河属于次级入库河流，水质要求达到III类，要求配套建设云阳县城北污水处理厂。污水处理厂和垃圾处理场应以城镇人口现状、污水排放现状和垃圾产生现状及城镇分布状况为依据，合理确定建设规模、执行标准和处理工艺，确保项目建成后的运行效率。新建污水处理厂必须达到一级 B 排放标准，排入封闭或半封闭水体，现已富营养化或存在富营养化威胁的水域的，应选用具有强化除磷脱氮功能的处理工艺。要妥善解决污水处理厂污泥和垃圾处理场渗滤液问题。 所有已建成和规划建设污水处理、垃圾处理设施的城镇，必须尽快落实污水、垃圾处理费征收政策，确保治污设施正常运营。结合产业结构调整，按期淘汰不符合国家产业政策的水污染严重企业和落后的生产能力、工艺、设备与产品。对区域内的造纸、化工、酿造、制药等行业进行产业优化升级，依法实行强制清洁生产审核。落实国家关于优化开发、重点开发、限制开发、禁止开发的主体功能区划分要求，确定不同地区的发展方向，从区域布局上协调三峡库区及其上游经济发展和水质保护的矛盾。库区要合理控制城镇发展规模，严格控制畜禽养殖业污染，禁止在库区进行投饵养鱼，深入研究水华发生机理与治理对策，探索建立库区生态补偿机制，启动三峡库区面源污染防治规划编制工作。要加强对城镇污水处理设施达标运行的监管，所有城镇污水处理厂应安装在线监测装置，投产三年以上的污水处理厂污水处理量不得低于设计能力的 75%。

根据汤溪河例行监测数据及本次环评实测数据来看，汤溪河水质现状可以达到III类已经按照规划建设完成并提标改造至一级 A。

按照国家及重庆市的“水十条”，云阳县发布并正在严格实施和落实《云阳县水污染防治行动计划实施方案》（2016-2030 年）、《云阳县水污染防治目标责任书》（2016 年～2020 年），围绕《云阳县生态文明建设第十三个五年规划》的目标、任务，以大工

程带动大治理，提出“十三五”期间对生态文明建设有巨大推进效益、操作性强的项目共4大类129项，投资估算为213.06亿元。按照项目类别，生态保护与修复项目27项，投资38.97亿元，占总项目数的20.9%、总投资的18.3%；环境质量改善项目64项，投资100.99亿元，占总项目数的49.6%、总投资的47.4%；资源节约和低碳发展项目17项，投资68.20亿元，占总项目数的13.2%、总投资的32.0%；生态文明建设能力与社会行动体系建设项目21个，投资4.90亿元，占总项目数的16.3%、总投资的2.3%。云阳县环境保护局十三五水污染防治取得阶段性成效。云阳县“一江四河”水质均达到II-III类，满足水域功能要求，县城集中式饮用水源地水质达标率继续保持100%，乡镇集中式饮用水源地水质达标率90.7%。

建设单位委托水力学与山地河流国家重点实验室编制完成了《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划》，并在2018年12月18日取得云阳县人民政府的批复（云阳府[2018]253号），此规划紧紧围绕引水工程“三先三后”的原则，以水环境质量稳定达标为核心，实现“增水不增污”，确保断面水质目标达到或优于水环境功能要求，为三峡库区水质全面达标提供保障，确保水污染治理水平不断提升，工业、城镇、农业农村污染收集处理能力明显增强。

因此向阳水库工程建设确保可以做到先治污后通水，先环保后用水，与《三峡库区及其上游水污染防治规划》相符合。

（4）与《关于加强长江黄金水道环境污染防控治理的指导意见》的协调性

《关于加强长江黄金水道环境污染防控治理的指导意见》中明确提出：将修复长江生态环境摆在压倒性位置，以改善水环境质量为核心，强化空间管控，优化产业结构，加强源头治理，注重风险防范，全面推进长江水污染防治和生态保护与修复。到2020年，长江经济带水环境质量持续改善，水质优良（达到或优于III类）比例总体稳定保持在75%以上，干流水质稳定保持在优良水平；饮水安全保障水平持续提升，地级及以上城市集中式饮用水源水质达到或优于III类比例总体高于97%；主要污染物排放总量大幅削减；三峡库区水质进一步改善。做好水功能区纳污能力核定工作，2016年底前完成长江经济带重要江河湖泊流域水体纳污能力核定和提出限制排污总量意见，作为总量控制的重要依据。严格执行水源地保护管理条例及相关法律法规，优化沿江取水口和排污口布局，科学划定水源保护区，加快应急备用水源建设。坚持“以水定发展”，统筹规划沿江岸线资源，严控下游高污染、高排放企业向上游转移。除在建项目外，严禁在干流及主要支流岸线1公里范围内新建布局重化工园区，严控在中上游沿岸地区新建石油化工

和煤化工项目。加强高耗水行业用水定额管理，严格控制高耗水项目建设。落实农业面源污染综合防治方案，积极开展农作物病虫害绿色防控和统防统治。2020 年，11 省市测土配方施肥技术推广覆盖率达到 93%以上，化肥利用率提高到 40%以上。

本项目做到开发与保护并重，在水利工程建设中加强对区域生态环境和地表水环境的保护，通过合理下放生态流量，可以改善团滩河枯水期河道生态环境，通过水污染防治规划的严格实施，不仅可以实现本项目“增产不增污”，还可以有效提高区域生产、生活污水的接管处理能力，改善农业面源污染的现状。

通过向阳水库工程的建设，可以加快云阳县应急备用水源建设，改变云阳组团目前单一水源的现状，及时进行库区水源地的划分，确保提供优质水源，坚持“以水定发展”，所供水范围内没有高耗水行业。

本项目的建设不会给长江生态环境带来不利影响，与《关于加强长江黄金水道环境污染防控治理的指导意见》中相关要求相符合。

（5）与《长江流域综合规划》的符合性

《长江流域综合规划》在 2030 年的总体规划目标是：治理开发与保护并重、更加侧重保护。通过完善工程措施和非工程措施，进一步提高流域防洪减灾能力，有效开发利用水资源，维系优良水生态环境，实现流域综合管理的现代化，长江的生态功能健全，服务功能正常发挥，保障经济社会的可持续发展。

进一步完善综合防洪减灾体系，进一步提高流域抗御洪水的能力。基本实现水资源高效利用，水资源开发利用率控制在 30%左右，水能资源开发利用率达到 45%左右。初步实现水资源与水生态环境健康发展。流域内水功能区主要控制指标达标率达到 95%以上；河流生态系统呈良性发展；水土流失严重地区实现基本治理。

防洪减灾体系总体布局中明确：流域防洪总体上应遵循“蓄泄兼筹、以泄为主”的治理方针，按照“人水和谐”、“江湖两利”和“左右岸兼顾、上中下游协调”的原则，安排好防洪工程措施和非工程措施，既要解决大江大河防洪安全问题，也要重视解决中小河流防洪和山洪灾害的防治问题。水资源综合利用体系总体布局中明确：流域水资源开发应按照“总量控制”、“三生用水兼顾”和“综合利用”的原则。应加强节水型社会建设，实行用水总量和用水效率控制，将水资源开发利用率严格限制在控制指标范围内。

城乡供水规划：到 2020 年，省会城市供水保证率达到 97%，大中型城市供水保证率达到 95%以上，小城市及县级城市（镇）供水保证率不低于 90%，城市（镇）自来水普及率达到 95%以上；农村自来水普及率大幅提高，东部地区达到 80%以上，中部达到

60％以上，西部达到40％以上；流域内节水型社会建设初见成效；主要城市后备供水水源地和应急供水体系基本形成。至2030年流域内城乡一体化的供水安全保障体系日趋完善，供水水质进一步提高，水源地安全得到有效保护；农村自来水普及率进一步提高。

灌溉规划：近期完成大型灌区、重点中型灌区的续建配套及更新改造，有条件的地区，还可增加一般中型灌区配套更新改造，新建一批灌区和水源工程，达到灌溉率58%、节水灌溉率35%、灌溉水利用系数0.55；远期进一步完善灌溉体系，灌溉率达到65%，节水灌溉率达到45%，灌溉水利用系数达到0.60。对现有灌溉工程进行充分的配套、挖潜和改造，大力提高工程管理水平和灌溉水利用率；推广节水、节能、高产、高效的灌溉新技术；同时兴建一批水源和灌区工程。

提出的环境保护措施主要有：加强水资源的统一管理。合理配置生活、生产、生态用水，促进人水和谐，维护河流健康。完善水利水电工程调度运行方式，保障河流生态环境需水量。加强饮用水源地水质保护；完善流域重大水污染事件应急工作机制；加强水资源保护能力建设。实现工程建设与生态环境保护“三同时”，达到工程经济效益与社会、环境效益相统一。按水功能区入河排污总量控制要求，加强入河工业污染源和城市生活污染源控制，做到增产减污或增产不增污。合理使用化肥、农药，逐步减少面源污染。加强水生生物保护。有洄游鱼类存在的干流和重要支流的水工程建设应在开发过程中采取适合的过鱼设施，保障河段水生生境的连通性；加强渔业资源管理，采取长江禁渔、增殖放流、底播贝类、栽植水生植被、建设人工鱼巢、加强水产种质资源保护区管理等措施，强化鱼类资源繁殖保护；水温分层的大型水利水电工程应根据影响对象和影响程度确定是否采取分层取水措施；加强流域内水生生物资源监测和科研工作。注重陆生生物保护。尽可能减少对农田和植被的淹没及占用，注重与国家正在实施的天然林资源保护、退耕还林、长江流域防护林体系建设等相衔接；加强原生植被的保护与修复；认真贯彻野生动物保护法规，加强宣传教育，严禁捕杀野生动物、乱砍滥伐。

向阳水库工程坚持开发与保护并重的原则，注重生态环境保护。确定以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件为开发任务。城乡生活和工业供水保证率 P=95%，灌溉设计保证率 P=75%，水资源配置方案满足区域用水总量红线控制指标，工程建成后供水、灌溉多年平均引水量7852万m^3，占坝址以上多年平均径流的37.9%，水资源开发利用率低于国际公认的40%警戒线。规划年高效节水灌区渠系水利用系数0.93，灌溉水利用系数0.85；一般灌区渠系水利用系数0.77，灌溉水利用系数0.7。将下游江口镇（沿团滩河侧）的防洪标准由约5年一遇提高到20年一遇。

调度运行坚持生态优先的原则，首先确保生态流量的下放。通过向阳水库工程水污染防治规划的有效实施，加大区域点源控制和减少面源，可以确保做到增产不增污。工程设置集鱼系统和增值放流站，有效保护流域鱼类资源，同时采用叠梁门有效减缓低温水下泄影响，工程在选址选线阶段充分避让生态敏感目标和生态保护红线，通过方案比选和优化，选择尽量少占地，少淹没的环保推荐方案，在工程实施工程中注重对陆域生态和水生生态环境的保护，坚决做好施工期环境监理，认真落实各项保护措施，确保工程建设与生态环境保护“三同时”，达到工程经济效益与社会、环境效益相统一。

因此，向阳水库工程建设符合《长江流域综合规划》中的相关要求。

4.1.3与重庆市相关政策、法律法规及规划的符合性分析

（1）与《重庆市生态功能区划（修编）》的符合性分析

本项目评价范围的在《重庆市生态功能区划（修编）》中属于 II 三峡库区（腹地）平行岭谷低山-丘陵生态区，II2 三峡水库水质保护生态亚区，II1-1 三峡库区（腹地）水质保护-水土保持生态功能区。主要生态环境问题是：水土流失、石漠化、地质灾害和干旱洪涝灾害均严重——水土流失、石漠化中度及以上面积分别占本功能区面积 45.9％和 12.8％，水土流失区主要分布于云阳、开县；次级河溪污染和富营养化较突出；三峡水库消落区可能导致较严重生态环境问题和影响危害。生态服务功能定位：三峡水库生态与环境安全保护，功能区地处三峡库区腹心地带，是国家最重要的三峡水库特殊生态功能保护区的核心区，保护三峡水库生态与环境安全最为重要，水质保护是核心，水土及营养物质流失是导致流入水库的次级溪河污染和富营养化的主要因子，因此，生态服务功能具体定位为库区水土保持——三峡水库水质保护。生态环境保护建设方向和重点是：加强水污染防治和农村面源污染防治，大力进行生态屏障建设，消落区生态环境综合整治，地质灾害和干旱洪涝灾害防治。发展生态经济，建设好“万开云”综合产业发展区和“丰忠”特色产业发展轴。

向阳水库项目占地及淹没影响的植被主要为毛竹群系、慈竹群系、火棘群系、水麻群系、白茅群系为主的灌草丛及少量以马尾松、柏木、枫香树、桤木等为代表的针叶和阔叶林群系，植被次生化现象突出；受损的森林植被可采取人工抚育、异地恢复等措施补偿生态影响，不会对本生态功能区的生态环境与功能发挥造成明显不利影响，不存在工程建设导致土地退化问题；水库建成后，库区划定水源保护区后，通过生态恢复，还可实现封山育林、提高森林覆盖的目的。此外，向阳水库工程城乡供水、工业供水有利

于提高城乡供水安全，提高区域城乡、工业供水保障率，增强了区域防灾减灾能力，有效促进当地社会经济发展。

因此，向阳水库工程与该区域的生态功能定位以及发展与保护要求是相符合的。

（2）与《重庆市人民政府关于印发贯彻落实国务院水污染防治行动计划实施方案的通知》的符合性分析

《重庆市人民政府关于印发贯彻落实国务院水污染防治行动计划实施方案的通知》（渝府发[2015]69 号）中提及：“加强江河湖库水量调度管理。……长江、嘉陵江、乌江一级支流采取闸坝联合调度、生态补水等措施，合理安排闸坝下泄水量和泄流时段，维持河湖基本生态用水需求，重点保障枯水期生态基流……。

本项目是水利开发项目，并考虑了合理的生态流量，符合《重庆市人民政府关于印发贯彻落实国务院水污染防治行动计划实施方案的通知》（渝府发[2015]69 号）的相关要求。

（3）与《重庆市生态保护红线》的符合性分析

《重庆市生态保护红线》（渝府发[2018]25 号）中提及“……全市生态保护红线管控空间格局呈现为"四屏三带多点"。"四屏"为大巴山、大娄山、华蓥山、武陵山四大山系，主要生态功能为水源涵养和生物多样性维护；"三带"为长江、嘉陵江、乌江三大水系，主要生态功能为水土保持；"多点"为自然保护区、森林公园、风景名胜区等各级各类保护地……。……重庆市生态保护红线管控区域主要分布在渝东南、渝东北以及主城"四山"地区。主要类型有水源涵养生态保护红线、生物多样性维护生态保护红线、水土保持生态保护红线、水土流失生态保护红线、石漠化生态保护红线等……。……巫溪县生态保护红线管控面积 1972.71km^2，占区域总面积 49.07%；云阳县生态保护红线管控面积 1153.69km^2，占区域总面积 31.72%……”。

本项目永久占地及临时占地范围均不直接占用以上生态保护红线，灌区涉及生态红线的部分为鱼泉社区木瓜村，原用地类型为林地、耕地和建设用地；江口镇黄沙村，原用地类型为林地、耕地、草地和建设用地。

鱼泉社区、江口镇等涉及生态保护红线的区域均为汤溪河干流两岸的水土保持生态保护红线。向阳水库工程修建有利于区域水资源有效配置，有利于水土流失、石漠化的治理，不损害该区域的主体功能。

与《重庆市生态保护红线》相符合。

4.1.4与“三先三后”原则的符合性分析

重庆市云阳县向阳水库工程在前期设计工作中，全面贯彻落实“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，统筹考虑工程引水与节水、治污、环境保护的关系。

4.1.4.1遵循“先节水后调水”的原则

向阳水库工程按照《水利部办公厅关于印发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）的通知》（办规计函[2018]1691 号）的要求，编制了节水评价篇章，并于 2019 年 3 月 26 日经过水规总院组织的专题审查会议。

（1）水资源配置节水符合性分析

①与区域用水总量红线指标的符合性分析

根据《重庆市实行最严格水资源管理制度考核办法》（渝府办发[2013]95 号）、《重庆市人民政府关于调整云阳县 2030 年用水总量指标的批复》（渝府[2017]30 号），云阳县 2030 年用水总量控制指标为 2.46 亿 m^3，其中，江北片区用水总量控制目标为 2.16 亿 m^3。设计水平年 2030 年，向阳水库多年平均供水量 7852 万 m^3，根据《重庆市云阳县江北片区水资源配置规划》，考虑江北片区其他现状及规划水源，江北片区用水总量共 2.14 亿 m^3，未超过其用水总量控制目标。因此，向阳水库水资源配置方案满足区域用水总量红线控制指标。

②与区域用水效率红线指标的符合性分析

根据工程设计，2030 年向阳水库高效节水灌区全部采用管道输水，灌溉水利用系数 0.85；一般灌区骨干工程采用管道输水，田间工程采用管道与渠道结合的输水方式，灌溉水利用系数为 0.7，满足《重庆市人民政府关于实行最严格水资源管理制度的实施意见》（渝府发[2012]63 号）中提出的 2030 年灌溉水利用系数 0.59 以上的要求，符合《汤溪河流域综合规划》中提出 2030 年流域内农田灌溉水有效利用系提高至 0.55 以上，也高于《长江流域综合规划（2012-2030）》中 2030 年长江流域的灌溉水利用系数 0.6 控制目标值。

本次水资源配置，按照《重庆市节约用水管理办法（试行）》中提出的加强非常规水源利用要求，并结合云阳县的实际情况，将非常规水源利用纳入水资源统一配置。江口镇、南溪镇 2030 年再生水利用率按 10%考虑，云阳县城按 20%考虑，至 2030 年向阳水库供水区再生水利用量约为 803 万 m^3。再生水的利用对解决云阳县水资源短缺，减少废污水排放，促进区域水系统良性循环具有非常重要的作用，也是云阳县建设节水型城市的重要环节。

因此，向阳水库工程开发和运行，能够提高云阳县的用水效率和用水水平，有利于云阳县用水效率控制管理，有利于区域实现用水效率红线控制管理目标。

③与中央以及地方相关政策、规划的符合性

2015-2030 年，是云阳县经济社会跨越式发展的黄金时期，云阳县提出要加快开展水资源配置能力建设，坚持以水定城、以水定地、以水定人、以水定产，切实将水资源水环境水生态承载能力作为区域发展、城市建设和产业布局的刚性约束，保障居民生活饮水安全。向阳水库工程是一项具有供水、灌溉和发电等经济效益的综合利用工程，工程建设符合重庆市对于云阳县经济社会发展战略部署，符合我国新时期治水方针，也与云阳县社会经济发展、城市总体规划布局相吻合。向阳水库工程供水对象为云阳县江北片区 10 个乡镇（街道）、云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团等，至设计水平年 2030 年，工程多年平均供水量 7852 万 m^3，能满足供水区 64 万人人居饮水、工业生产、灌溉以及生态环境建设用水需求。工程建成后可从根本上改善云阳县供水环境，工程水资源配置方案是合适的。

（2）建设项目工程方案布局及规模节水符合性评价

1）水源工程布局方案

①水库基本方案

向阳水库建成后，可解决江口、鱼泉、沙市等乡镇的城乡供水和江口、鱼泉灌片的农业灌溉用水，将向阳水库仅向以上区域供水的方案称为基本方案。

②水库方案 1

在向阳水库向江口镇、鱼泉镇以及沙市镇提供灌溉、供水水源的基础上，考虑供水管道向南溪、云安方向延伸，保障南溪、云安的城乡供水。

③水库方案 2

在向阳水库解决江口、鱼泉、沙市、南溪、云安供水以及江口灌片、鱼泉灌片农业灌溉用水的前提下，考虑由输水干管分水解决南溪、云安灌片的灌溉用水。

④水库方案 3

在向阳水库方案 2 的基础上，可考虑输水干管进一步延伸至县城组团片，即向阳水库供水方案 3。

2）水源工程节水符合性分析

根据可研阶段的研究成果，就各受水片区由向阳水库供水与当地就近提水两个方案进行对比分析，①将“方案 1”案与“基本方案+南溪供水泵站+云安供水泵站”进行比较，

经济性上向阳水库供水方案较南溪镇、云安镇新建提水泵站优；②将“水库方案 2”与组合方案“水库方案 1+新建南溪云安灌溉泵站”进行对比分析，经济性上向阳水库供水方案较优；③比较“水库方案 3”和组合方案“水库方案 2+新建县城提水泵站”的经济性，综合考虑供水安全保障程度、水库运行管理效率等因素，“水库方案 3”较优。

总之，向阳水库水源方案布局充分考虑了当地已有水源工程挖潜，并考虑再生水可回用于河道外生态环境用水以及工业冷凝水、冲洗水等方面，将其纳入水资源统一配置，工程布局方案具有经济性较优和供水安全保障度较高的特征，符合建设项目节水的要求。

3）输水工程布局方案

向阳水库输水工程根据工程实际情况并结合云阳县的地形特点，考虑了有压管道输水方案。向阳水库输水工程管线走向基本与汤溪河和澎溪河流向一致，按“四干五支”进行管线总体布局。其中四干线路长 86.407km，五支线路长 22.644km，线路总长度 109.051km。管道沿线共设置分水口 48 处分水建筑物，其中水厂分水口 6 处，管道分水节点 7 处，灌溉分水口 35 处；管桥 4 座，总长度 442m；隧洞 4 处，总长度 8.066km；提水泵站一座。

4）输水工程节水符合性分析

渠道由于蒸发、渗漏等因素，水利用系数一般在 0.55～0.75，而管道水利用系数一般都在 0.85～0.95；2030 年向阳水库高效节水灌区全部采用管道输水，水利用系数 0.93，灌溉水利用系数 0.85；一般灌区骨干工程采用管道输水，田间工程采用管道与渠道结合的输水方式，渠系水利用系数 0.77，灌溉水利用系数 0.7，能有效减少输水过程中水量损失，极大地提高农业用水效率。未来随着云阳县社会经济水平的提高，最严格水资源管理制度的实施，以及节水型社会的建设，发展高效节水农业，提高灌溉水利用效率，采用管道输水，实行可持续发展是必然趋势。因此，向阳水库输水工程布局方案符合节水相关要求。

（3）工程规模节水合理性评价

《可研》提出的向阳水库死水位、死库容、正常蓄水位、兴利库容、防洪高水位、设计洪水位、电站装机容量等指标，与《汤溪河流域综合规划》提出的相应指标一致；《可研》提出的汛限水位、校核洪水位、水库供水量与《汤溪河流域综合规划》基本一致。

本工程可研阶段进一步补充开展了历史洪水调查等外业工作，补充收集了洪水资料，复核了向阳水库坝址设计洪水和地区洪水组成，优化了水库防洪调度方式（保下游的防

洪调度中，《可研》提出水库最大泄量 545 m^3/s，《汤溪河流域综合规划》中相应成果为 610 m^3/s），确定了水库防洪限制水位启用时间为 6～9 月（《规划》中为 6～7 月），故《可研》提出的防洪库容较《汤溪河流域综合规划》中的成果略大（防洪高水位维持不变，汛限水位由 448.56m 下降到 448.20m）。从防洪调度方式的合理性和可操作性、可研阶段洪水资料的详实性和设计洪水成果的合理性看，本工程可研阶段提出的防洪库容是合理的。

可研阶段对工程泄洪建筑物的设计方案进行了重新优化，向阳水库工程泄洪建筑物由左岸 2 孔溢洪道、1 条泄洪洞等建筑物组成，采用“以表孔溢洪道为主、泄洪洞为辅”泄洪布置格局，泄洪能力较《汤溪河流域综合规划》增加，最终经调洪演算确定的校核洪水位比《汤溪河流域综合规划》提出的校核洪水位要低，工程量及工程投资更省。因此，可研阶段提出的校核洪水位是合理的。

本工程在可行性研究阶段进一步贯彻落实“节水优先”的理念，在水资源配置过程中着重考虑了高效节水灌溉和工业园区的节水，并结合云阳县的实际情况，将非常规水源利用纳入水资源统一配置。《可研》提出的向阳水库供水量虽然比《汤溪河流域综合规划》提出的供水量略小，但亦能满足汤溪河沿岸 5 个乡镇和云阳县城组团的用水需求，城乡供水保证率达 95%，灌溉保证率达 75%。工程建成后可置换以塘坝、窖池为水源的城乡供水工程以及供水成本高、保证程度低的小型引提水工程水源，从根本上改善云阳县供水环境，符合国家关于供给侧结构性改革的相关要求。因此，可研阶段提出的向阳水库建设规模是合理的。

（4）建设项目工程方案及规模节水符合性分析结论

工程布局方案及建设规模与云阳县社会经济发展、城市总体规划是协调一致的。向阳水库输水工程采用管道输水，能有效减少输水过程中水量损失，极大地提高用水效率。可研阶段进一步贯彻落实“节水优先”的理念，对水库调度运用方式、泄水建筑物设计方案以及工程水资源配置方案进行了调整与优化，提出的工程规模与《汤溪河流域综合规划》成果也基本一致。

总之，重庆市云阳县向阳水库工程采取了完善的节水措施，受水区用水定额及用水效率体现了较高的节水水平，并与最严格水资源管理制度的用水效率控制红线对比，满足控制红线要求，充分体现了“先节水、后调水”的原则。

4.1.4.2遵循“先治污后通水”的原则

目前，按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准中湖库标准评价，向

阳水库退水河流汤溪河、澎溪河的三峡库区回水变动区中的 TP 和 TN 存在超标。重庆市云阳县人民政府批复了《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划（2015~2030）》（云阳府 [2018] 253 号），此规划针对向阳水库影响区存在的主要环境问题，2019 年~2030 年共规划建设水污染防治项目 114 个，总投资 28210 万元。其中城镇工业废水防治规划项目 4 个，投资估算 8700 万元；城镇生活废水防治项目 19 个（包含配套的管网系统），投资估算 12610 万元；农业农村污染防治项目规划 64 个，投资 4300 万元；节约保护水资源项目 7 个，投资估算 2100 万元；饮用水源地保护投资估算 200 万元；环境监管能力建设项目 6 个，投资估算 300 万元。主要措施如下：

（1）城镇工业废水防治措施

针对工业废水的水污染防治项目共 4 项，2030 目标年投资估算共计 8700 万元。云阳县工业园区内现无完善的工业废水处理设施，在工业园区中规划建设污水处理厂，针对增量兼顾存量。新建、改建、扩建涉及化学需氧量、氨氮、总氮、总磷及重金属排放的建设项目，应进入工业园区或工业集中发展区，并且必须满足水环境质量以及污染物总量控制要求，符合工业企业环境准入规定，取得排污权指标。2020 年底前，保证工业企业污染治理设施等均能稳定达标运行。根据《云阳县城乡总体规划》，到 2030 年，工业污水必须满足《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）的要求，方可排入市政污水管网进入污水处理厂集中处理。云阳县工业园、万州经开区 C 区水口组团污水处理厂排放标准应执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918－2002)中的一级 A 类排放标准。工业废水处理率为 100%，工业废水排放达标率达到 100%。

强化工业园区污染治理。2020 年底前，新建污水集中处理设施达到相应排放标准，同时安装自动在线监控装置。鼓励园区和工业企业实施中水回用。园区污水处理厂的出水，可以部分利用于绿化、道路清扫、农灌，云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团回用率不低于 20%。

（2）城镇生活污染废水防治

针对城镇生活污染废水的水污染防治项目共 19 项，2030 目标年投资估算共计 12610 万元。为了加快城镇污水处理设施建设与改造，到 2030 年中心城区污水收集处理率达到 100%，回用率不低于 20%，城镇生活污水收集处理率达到 95%，江口镇、南溪镇回用率不低于 10%，城镇生活污水处理厂排放标准应执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918－2002)中的一级 A 类排放标准。

污水处理设施产生的污泥应进行稳定化、无害化和资源化处理处置，禁止处理处置

不达标的污泥进入耕地。非法污泥堆放点一律予以取缔。到 2030 年底，现有污泥处理处置设施基本完成达标改造，库区污泥无害化处理处置率达到 90%以上。

（3）农业、农村污染防治

针对农业、农村污染防治项目共 64 项，2030 目标年投资估算共计 4300 万元。至 2030 年前在聚集点新建 34 座小型集中式或一体化污水处理设施，并铺设配套管网设施和垃圾收集设施，实现各行政村驻地居民集中生活区的生活污水收集率达到 80%以上，污水处理率和达标率均达到 80%以上的目标，改善严重损害群众健康和影响农村可持续发展的突出环境问题。

1）在农业面源污染负荷较大的沙市镇、鱼泉镇、江口镇、南溪镇、云安镇、人和街道、青龙街道，2030 年前建立田间土壤化验监测点（站）共 7 个，投资估算共 700 万元，负责推广生物防治、物理防治、生态调控和精准施药技术，有效降低农药使用量。通过优化集成推广应用绿色防控技术和病虫害统防统治相结合，使农田化学农药使用量减少 15%以上。

2）云阳县的沙市镇、鱼泉镇、江口镇、南溪镇、云安镇、黄石镇、水口镇、青龙街道、双江街道、人和街道等 10 个乡镇 7.99 万人，各镇各乡村共配置 1000 个垃圾斗（桶）、40 辆垃圾清运车配套垃圾清运工具、建设垃圾转运站 5 座，新增垃圾转运能力 500t/d，新建和修建沤肥池、化粪池，规范农村地区垃圾的收集途径，提升其对垃圾的处理处置能力。上述措施 2030 年前全部完善，投资估算为 700 万元。

3）针对畜禽养殖污染，2030 年前，规划在各控制单元建立规模化畜禽养殖工程，共 10 个，投资 600 万元；引导散养农户建立沼气工程，并优化沼气垫料，投资估算 600 万元。

总之，本工程对区域内水质不达标的水体均采取了水环境保护措施，加大了污染治理工作，对受水区的农村污水进行处理、并加强对水库的保护。因此，本工程充分体现了“先治污后通水”的原则。

4.1.4.3遵循“先环保后用水”的原则

根据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》和《饮用水源保护区划分技术规范》，对向阳水库中的饮用水源保护区加以严格管理。实施库区水资源保护规划工作，控制库区污染物排放，建立严格的环境管理制度，确保库区达到相应的水质标准，满足相应的供水水体功能，保障受水区供水水源安全。

为维护向阳水库生态系统的稳定，整个水库需采取下泄生态流量的措施，尽量减小

对下游河道生态系统和河道外用水的影响。在水库蓄水期间，通过导流隧洞泄流，并应按照坝址下游生态流量要求下泄生态水量，汛期 5～10 月下泄 2.63m^3/s、非汛期 11 月～次年 4 月下泄 1.31m^3/s；工程施工期应加强水生生态监管，严格按环保要求施工，加强施工人员的各类卫生管理，避免工程废水、生活污水直接排放入河，减少水体污染。加强水库运行期的水质保护工作，优化施工工艺，防止水体污染事故和水体富营养化对鱼类生存环境的不利影响。在工程运行期间，向阳水库应优先保障下游河道生态流量，确保汛期 5～10 月按多年平均径流的 40%（2.63m^3/s）下泄生态流量，非汛期按多年平均径流的 20%（1.31m^3/s）下泄生态流量。工程建设以及运行过程中，须严格落实水库生态流量下泄措施，确保下游生态环境用水，并建设生态流量在线监测系统，进行实时监控，严格确保坝址处断面下泄生态流量满足要求。建立健全的生态用水保障机制，明确并保障研究河段重要断面的生态流量，维护流域生态平衡。全面落实污染防治及生态保护措施，减缓不利环境影响。

加强施工期生态保护管理及宣传教育，做好施工占地植被恢复工作，加强库周林地保护管理，开展蓄水前动物搜救。

本工程拟采用固定集鱼系统结合升鱼机的综合过鱼方式。集鱼系统在坝下不断流的较宽河道修建，集鱼系统由进鱼口段和集鱼渠组成，升鱼机的提升运输方式采用“直接提升过坝”方案。建设鱼类增殖放流，为了减缓向阳水库工程对鱼类繁殖造成的不利影响，开展对工程所涉及水域主要经济鱼类的人工繁殖及苗种培育，每年定期开展人工增殖放流，通过此措施来补偿保护该河流中的鱼类种质资源。

总之，从工程配水过程及用水原则可知，工程水资源在保证调出区团滩河生态及其它用水的前提下，优先保障城乡供水，其次保障灌溉供水，符合环境保护要求和“先环保后用水”的原则。

综上所述，云阳县向阳水库工程符合“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。

4.1.5与重庆市及云阳县“三线一单”的符合性分析

经核实，重庆市及云阳县的“三线一单”方案正在编制中，尚未对外发布最终成果。在本项目环评工作开展过程中，针对项目工程可研及环评初步成果征求了重庆市及云阳县生态环境局的意见，经与重庆市、云阳县“三线一单”初稿核对，向阳水库工程与云阳县“三线一单”基本不矛盾，在重庆市、云阳县“三线一单”方案完善过程中会充分考虑重庆市云阳县向阳水库工程的情况，确保项目建设与重庆市、云阳县“三线一单”有良好的

符合性。

4.2工程设计方案的环境合理性分析

4.2.1供水范围的合理性

长江横贯云阳，将云阳县分为江北片区、江南片区。江北片区为云阳县发展核心区域，辖区内人口占云阳县 75.5%，工业增加值占云阳县 84.3%。根据相关规划，在未来较长时间内，江北片区以县城、江口镇、高阳镇为中心，发展特色农业产业园区、高山生态农业示范区、生态水产产业区，打造河谷特色经济带。拟建的向阳水库位于江北片区，主要解决江北片区工程性缺水问题。

综合考虑流域水系、供水格局以及行政区划，将云阳县江北片区划分为县城组团片（黄石镇、水口镇、人和街道、青龙街道、双江街道、云阳工业园和万州经开区 C 区水口组团）、小江灌区片、咸池水库片、青杉水库片以及巴阳镇、栖霞镇、农坝镇、后叶镇、江口镇、南溪镇、鱼泉镇、沙市镇、云安镇、洞鹿乡、石门乡、上坝乡等 16 个分区。

（1）云阳县江北片区现状供需水情况

云阳县江北片区水资源现状供需平衡见表 4.2-1。

表 4.2-1　现状年水资源供需平衡分析表（单位：万 m^3）

分区	总需水量			总供水量			总缺水量		
	多年平均	75%	95%	多年平均	75%	95%	多年平均	75%	95%
县城组团片	4367	4412	4474	4268	4332	4322	99	80	152
小江灌区片	2602	2785	3038	1996	2083	1934	606	703	1104
咸池水库片	1636	1789	2001	1501	1633	1486	135	156	515
青杉水库片	848	899	969	473	479	460	375	420	509
巴阳镇	191	196	204	127	135	134	63.6	61.2	70.3
栖霞镇	591	648	725	560	648	630	31.6	0	95
农坝镇	357	375	400	223	223	219	134	152	180
后叶镇	168	177	189	144	157	147	23.2	19.6	42.2
江口镇	880	915	963	760	792	759	120	123	205
南溪镇	1724	1875	2085	807	828	783	917	1047	1301
鱼泉镇	296	309	327	222	218	212	74.9	91.4	115
沙市镇	215	226	240	90.6	90.7	87.5	125	135	153
云安镇	239	253	273	199	178	169	40.4	75.5	104
洞鹿乡	138	145	155	83.3	93.6	92.0	54.2	51.2	62.8
石门乡	73.6	77.5	82.8	69.9	77.5	74.5	3.68	0	8.26

上坝乡	84.9	88.2	92.7	21.5	21.5	21.5	63.4	66.7	71.3
合计	14410	15170	16218	11545	11987	11530	2865	3183	4689

可看出现状基准年云阳县江北片区多年平均需水量 14410 万 m^3，供水量 11545 万 m^3，缺水量 2865 万 m^3，缺水率 19.9%；P=75%年份需水量 15170 万 m^3，供水量 11987 万 m^3，缺水量 3183 万 m^3，缺水率 21.0%；P=95%年份需水量 16218 万 m^3，供水量 11530 万 m^3，缺水量 4689 万 m^3，缺水率 28.9%。除栖霞镇、石门乡基本不缺水外，其它片区均存在不同程度的缺水。县城组团片、巴阳镇、后叶镇、洞鹿乡等片区主要为城乡供水缺水；青杉水库正在建设，尚未发挥工程效益，该片区灌溉、供水均存在不同程度缺水；小江灌区片供水、灌溉均存在不同程度的缺口；咸池水库灌区右干渠迄今没有完成，工程效益未能完全发挥，片区内各乡镇存在灌溉缺水；农坝、江口、南溪、鱼泉、沙市、云安、上坝等乡镇供水分散，缺乏骨干工程，灌溉、供水均有不同程度的缺水。现状基准年缺水主要是工程性缺水。

（2）2030 年未新建向阳水库工程条件下，云阳县江北片区供需水情况

2030 年不新建水源工程的条件下，与基准年相比，可供水量计算条件发生以下几点变化：

① 在建工程投入运行

正在建设的青杉水库至 2030 年将建成投入运行。

② 再生水利用

根据《关于全面推进节水型社会建设的指导意见》，考虑到云阳县江北片区现状，至 2030 年云阳县城再生水利用率按 20%考虑，江口镇、南溪镇、高阳镇等重点镇再生水利用率按 10%考虑外，其它乡镇不考虑再生水利用。

表 4.2-2　规划年再生水统计情况表

涉及地区	城镇生活净供水量（含城镇公共）（万 m^3）	工业净供水量（万 m^3）	城镇生活净供水量（含城镇公共）		工业（万 m^3）		中水回用率（%）	中水回用量（万 m^3）
			污水排放系数	污水收集处理率（%）	污水排放系数	污水收集处理率（%）		
县城组团片	2889	2115	0.8	95	0.6	100	20	693
江口镇	712	256	0.8	95	0.6	100	10	69
南溪镇	428	147	0.8	95	0.6	100	10	41
合计								803

③ 水源调整

云阳县江北片区现状水源多为溪沟水，水质、水量难以保障。另外云阳县城以及江口、南溪等场镇现状无应急备用水源。为保障供水水质、水量，加强应急备用水源建设，至 2030 年规划建设新的水源工程，逐步减少提水供水、提水灌溉以及塘坝窖池供水比例，部分提水工程转为备用水源。

根据《汤溪河流域综合规划》，至 2030 年逐步减少或取缔以塘坝、窖池、小型引提水工程为水源的城乡供水工程（工程规模小而分散，水量保证程度低，供水水质难以保障），其中江口、南溪、鱼泉、沙市、云安等现状规模较大的场镇引提水供水工程保留取水设施，作为应急备用水源使用，塘坝、窖池转为灌溉水源，规模较小的引提水工程逐步退出。南溪、平安、白沙磅等 3 座水库，原设计以农业灌溉为主，随着社会经济的迅猛发展，水库水量被用于城乡供水，设计水平年，这部分城乡供水任务由向阳水库承担，恢复南溪水库、平安水库、白沙磅水库的灌溉效益。

表 4.2-3　水库工程水源调整情况表

水库	所在乡镇	城乡供水量		灌溉水量	
		现状	2030 年	现状	2030 年
平安水库	黄石镇	59.5	0	6.75	66.25
白沙磅水库	水口镇	7.5	0	29.5	37
南溪水库	南溪镇	52	0	101	153

表 4.2-4　引提水工程水源调整

片区	引提水工程	城乡供水量		备注
		现状	2030 年	
云阳县城组团	现状二水厂	365	0	现状已正在逐步退出运行
	其它小型引提水工程	76	0	规模小而分散的自备水源
江口镇	江口水厂	183	0	取水口在库区，工程建成后被淹没
	其它小型引提水工程	54	0	规模小而分散，水源为溪沟水，供水水质和水量难以保障
南溪镇	卫星水厂	73	0	溪沟水，供水水质和水量难以保障，2030 年取水工程转为备用水源
	其它小型引提水工程	7	0	规模小而分散，水源为溪沟水，供水水质和水量难以保障
沙市	沙市水厂	73	0	供水保证率不足，2030 年取水工程转为备用水源
鱼泉	鱼泉水厂	83	0	溪沟水，供水水质和水量难以保障，2030 年取水工程转为备用水源
	其它小型引提水工程	40		规模小而分散，水源为溪沟水，供水水质和水量难以保障
云安	云安水厂	64	0	溪沟水，供水水质和水量难以保障，2030 年取水工程转为备用水源

综合考虑现状工程、在建工程投入运行、再生水利用以及水源调整，得到云阳县江北片区 2030 水平年供需平衡分析结果见表 4.2-5。

表 4.2-5　2030 年未新建向阳水库工程条件下，云阳县江北片区供需水情况表

分区	总需水（万 m³）			总供水（万 m³）			总缺水（万 m³）		
	多年平均	75%	95%	多年平均	75%	95%	多年平均	75%	95%
县城组团片	8618	8804	9020	4882	5194	5160	3736	3610	3860
小江灌区片	2473	2674	2907	1962	2049	1901	510	625	1007
咸池水库片	1406	1562	1742	1357	1516	1380	49.2	45.4	362
青杉水库片	1668	1854	2069	1585	1854	2049	83.4	0	20.3
巴阳镇	214	220	226	117	124	124	97.5	95.7	102
栖霞镇	604	675	758	579	675	745	25.0	0	13
农坝镇	373	393	415	223	223	219	150	170	196
后叶镇	185	194	204	133	194	147	51.8	0	57.9
江口镇	2772	2871	3204	709	708	675	2064	2163	2530
南溪镇	2168	2291	2572	716	738	679	1452	1553	1893
鱼泉镇	579	606	673	64.0	60.4	54.4	515	545	619
沙市镇	313	326	341	54.8	54.9	51.7	259	271	289
云安镇	447	474	533	139	132	112	308	343	421
洞鹿乡	121	128	136	115	128	123	6	0	13
石门乡	60.5	64.1	68.3	57.5	64.1	61.6	3	0	7
上坝乡	72.1	75.2	78.8	21.5	21.5	21.5	50.6	53.7	57.3
合计	22075	23211	24949	12713	13735	13502	9361	9476	11447

可以看出至 2030 年，江北片区多年平均缺水量增加至 9361 万 m³，缺水率 42.4%；P=75%保证率下缺水 9476 万 m³，缺水率 40.8%；P=95%保证率下缺水 11447 万 m³，缺水率 45.9%，缺水原因主要是用水需求的增长。2030 水平年江北片区多年平均需水量 22075 万 m³，较基准年增加 7665 万 m³，常住人口的增长、城镇化进程的加快、农田有效灌溉面积及保证率的提高，导致生产生活需水、灌溉需水增加相对较多，云阳县城组团片区、小江片区、江口、鱼泉、沙市、南溪、云安等是缺水的主要区域。至 2030 年，用水需求的增长进一步加剧了云阳县江北片区工程性缺水的程度。

（3）云阳县灌溉供水概况

云阳县江北片区现状规模灌区有小江灌区、咸池水库灌区、梅峰水库灌区以及在建的青杉水库灌区。

青杉水库灌区涉及红狮镇、龙洞镇、云阳镇，在现状水水利工程、在建青杉中型水库等工程保障下，2030 水平年灌溉、供水需求可得到满足；咸池水库灌区涉及桑坪、双土、大阳等乡镇，在现状水利工程、规划富云小（2）型水库的条件下，2030 水平年用水需求可得到满足；小江大灌区涉及路阳、双龙、高阳、渠马、养鹿、平安等乡镇，在现状水利工程、规划的板板桥水库的供水保障下，2030 水平年灌溉、供水需求可以得到

满足；其它供水相对独立的乡镇，2030 水平年上坝乡规划新建一碗水小（2）型水库，用水可得到满足；栖霞镇、石门乡、洞鹿乡现状水利工程已能满足未来用水需求。

江口、沙市、鱼泉、南溪、云安以及云阳县城组团片虽然规划新建了一批小型水库，但仍存在较大用水缺口，需要新建水源工程满足用水需求。

（4）供水范围的合理确定

江口、鱼泉、沙市位于汤溪河中游，具备从汤溪河提水供水的条件，但汤溪河径流丰枯变化大，枯水期常出现取水困难的情况。根据《汤溪河流域综合规划环境影响报告书》的审查意见，汤溪河生态流量下泄方案为：枯水期按多年平均流量的 20%，汛期按多年平均流量的 40%。在考虑生态流量下泄水量要求的条件下，经长系列逐日供需平衡分析，设计水平年江口、鱼泉、沙市水厂供水保证率难以满足供水保证率要求。

南溪、云安位于汤溪河下游，属三峡库区，水源有保障，具备从三峡水库提水供水的条件，但受库区水位涨落的影响。南溪镇现状水厂主要有天景水厂，水源为南溪水库，现状供水规模 0.35 万 t/d，南溪水库原设计仅有灌溉任务，现状供城乡供水挤占了农业灌溉用水，设计水平年退还被挤占的农业灌溉用水后，南溪水库供水规模远远不够，如果考虑在汤溪河新建提水泵站，送至现状天景水厂，南溪天景水厂高程 355m，因位于三峡水库变动回水区，泵站取水口需要设置在 145m 以下。南溪灌片分东片和西片，由于灌区高程较大，需要各建两级泵站提水；云安镇现状供水水源为云安水厂，水源为溪沟水，现状供水规模为 0.18 万 t/d，溪沟水水质无法保障，规划年如果考虑在汤溪河新建提水泵站，提水至现状云安水厂（高程 270m），因位于三峡水库变动回水区，泵站取水口需要设置在 145m 以下。云安灌片位于汤溪河右岸，由于灌区高程较大，也需要建两级泵站提水。以上新建泵站的投资额较大，需要分散的新增用地，并且对周边环境带来噪声影响。

以县城为核心的县城组团片，包括青龙街道、双江街道、人和街道、黄石镇、水口镇、云阳工业园和万州经开区 C 区水口组团，该片区主要位于澎溪河和长江干流区（三峡库区），具备从澎溪河、长江提水供水的条件。现状县城主要由云阳一水厂和肖家湾水厂供给，现状供水能力分别为 3.5 万 t/d、4 万 t/d，县城一水厂从长江 4 级提水，肖家湾水厂由梅峰水库供水，供水规模 4 万 t/d；人和街道人和水厂由农纲水库、桂花水库供给，现状供水能力 1 万 t/d；黄石镇主要由黄石水厂供给，供水规模 0.4 万 t/d，水源为平安水库（供水挤占了原灌溉用水）；水口镇现状水厂为水口水厂、石云（豪禹）水厂，水厂规模分别为 0.5 万 t/d、0.3 万 t/d，以白沙磅水库、脱羊树水库为水源，其中白

沙磅水库灌溉用水被供水挤占。规划年如果考虑就近提水在澎溪河新建提水泵站，提水至规划的宏源水厂（根据《云阳县城市供水专项规划》，水厂位于黄石镇，高程 385m），作为县城组团的主要供水水源之一，与县城第一水厂、肖家湾水厂等现状水源联合供水，解决县城组团用水缺口，虽然投资尚可接受，但向阳水库供水成本低于县城提水供水成本，考虑到多水源供水保障的供水安全性高，水库供水保证率高、水质好、运行管理方便等因素，云阳县城组团推荐向阳水库供水方案。

综合以上分析，并结合《汤溪河综合流域规划》，确定向阳水库工程的城乡生产、生活供水对象为汤溪河沿岸江口、沙市、鱼泉、南溪、云安等 5 个乡镇，以及云阳县城组团（黄石镇、水口镇、人和街道、青龙街道、双江街道、云阳工业园和万州经开区 C 区水口组团）是合理的。

结合云阳县江北片区现有及在建的灌区情况，灌溉范围涉及江口、沙市、鱼泉、南溪、云安以及云阳县城组团片共计 7.03 万亩是合理的，并尽量实现全部自流灌溉，无法自流的可采用水库在高水位时自流向水池（利用灌区塘坝和窖池）补水。

（5）供水范围内工业园的产业政策符合性分析

向阳水库供水范围内涉及云阳工业园和万州经开区 C 区水口组团两个工业园区。

1）云阳工业园区

云阳工业园区包含人和组团、松树包组团和黄岭组团。

人和组团：人和组团是 2003 年经重庆市政府批准成立的工业园区，2017 年规划修改后的规划面积为 3.68km^2，四至范围：东至人和水库，南至马家梁大桥，西至人和隧道口，北至龙岗水库外（桃花村），以绿色食品加工工业、机械装备制造业、新材料和轻纺工业为主导产业。于 2018 年 9 月 20 日获得重庆市环境保护区《关于重庆云阳工业园区人和组团规划环境影响跟踪评价报告书审查意见的函》（渝环函[2018]1157）。人和园区污水处理设计处理规模 1100 吨/天，园区已投运企业及人和老街、园区内学校产生的废水均已接入现有人和污水处理。目前园区正在开展污水处理厂扩建工程，污水处理厂扩建近期 5000m^3/d，远期 10000m^3/d，建成后与现有污水处理厂联合运行。目前尾水达到《城镇污水处理厂污水排放标准》（GB18918-2002）中一级 B 标准后经木古河进入澎溪河，扩建后提标改造达到一级 A 标准。

松树包组团：松树包组团规划面积 2.3289km^2，四至范围：云万高速公路南侧云阳下道口东西两侧，西临澎溪河，东至渝巴路，南面通过规划双江二桥可至穆龙山、人和工业园。主导产业为食品加工、制盐、建材、新材料、整车及配件。于 2017 年 7 月 20

日获得重庆市环境保护区《关于重庆云阳工业园区松树包组团和黄岭组团规划环境影响报告书审查意见的函》（渝环函[2017]529）。松树包污水处理厂目前已建成规模为 0.5 万 m^3/d，尾水达到《城镇污水处理厂污水排放标准》（GB18918-2002）中一级 B 标准后排入澎溪河。远期规模达到 1.0 万 m^3/d，尾水提标改造至一级 A 标准。

黄岭组团：黄岭组团规划面积 1.6601km^2，四至范围：西以鸡爪山和鸡翅膀梁为界，东以黄岭岩为界，北至小槽湾，南端距云阳长江大桥北桥头 6.0km。于 2017 年 7 月 20 日获得重庆市环境保护区《关于重庆云阳工业园区松树包组团和黄岭组团规划环境影响报告书审查意见的函》（渝环函[2017]529），当时的产业定位为新材料、环保农药及中间体、氯碱化工、新型医药及中间体。

根据《重庆市发展和改革委员会关于云阳三阳化工项目及我市化工产业布局的意见》（渝发改文[2017]1404 号），意见中“二、关于我市化工产业布局的意见 （一）我市渝东北片区和渝东南片区除万州（不再拓展规模）外，其他区县原则上不再布局化工产业和新建化工项目；《重庆市发展和改革委员会关于印发重庆市国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）的通知》(渝发改规[2017]1597 号)，云阳县发展产业管控要求：禁止新建、扩建基础化学原料制造、肥料制造、合成材料制造、化学药品原料药制造。因此黄岭组团于 2018 年启动规划修编。修编后规划范围和面积均不变，产业定位调整为机械制造及电子产品（含新能源汽车及零部件生产），修编规划环评已经在 2019 年 4 月 15 日通过了重庆市生态环境局组织的审核会，目前正在上报审批过程中。此园区内目前尚无企业入驻。规划建设黄岭污水处理厂，一期处理规模 2500t/d，尾水达到《城镇污水处理厂污水排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准后排入长江。

2）万州经开区 C 区水口组团

万州经开区 C 区（云阳水口工业新区）水口组团规划面积 3.43km^2，四至边界：西以渝巴路为界、东以长冲柏树梁为界、北以水口皇家院子和高尖 10 组为界、南以万云高速公路为界，主导产业为新材料、机械装备制造和食品医药。于 2017 年 7 月 20 日获得重庆市环境保护区《万州经开区 C 区（云阳水口工业新区）水口组团一期规划环境影响报告书审查意见的函》（渝环函[2017]530）。规划水口污水处理厂正在施工，尚未投产，一期设计规模为 1.5 万 m^3/d，远期规模扩大至 2.5 万 m^3/d，尾水达到《城镇污水处理厂污水排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准后经黄岭污水厂的排放口排入长江。

以上工业园区产业定位合理，均不涉及高耗能高耗水行业，均履行了规划环评手续。

园区内现有及规划年的污废水均有集中的污水处理厂，可以实现有效接管后集中处理后达标排放。

4.2.2供水规模合理性分析

4.2.2.1与项目环评互动优化阶段的成果

（1）水资源开发利用规模

在汤溪河综合流域规划阶段，确定向阳水库的多年平均供水量为 8283 万 m^3，可研阶段向阳水库的多年平均供水量减少至 7852 万 m^3，减少 431 万 m^3。可研阶段工程规模的调整主要是随工作深度的增加，对工程区实际情况进行细化、核实，从而对汤溪河综合流域规划阶段的工程方案进一步设计优化，工程规模较规划阶段有所降低，对生态环境的影响也较汤溪河综合流域规划环评阶段有所减小。

从向阳水库工程方案论证阶段至可研阶段，工程规模论证充分与项目环评互动，向阳水库供水、灌溉引水量占坝址径流的比例由最初的 47.2%，逐步减小至现在的 38.2%（见下表），主要是通过压缩工业园区用水指标等途径节约用水，降低水资源开发利用规模。

表 4.2-6　与项目环评互动优化成果统计表

入库径流（万 m^3）	水库供水、灌溉引水量（万 m^3）	水库供水、灌溉引水比例	时间节点	备注
18553	8764	47.2%	2017 年 9 月	《向阳水库工程方案报告》第一次总院咨询
19116	8758	45.8%	2017 年 11 月	《向阳水库工程方案报告》第二次总院咨询
20975	8284	39.5%	2018 年 8 月	《向阳水库可行性研究报告》总院审查稿
20532	7852	38.2%	2018 年 11 月	《向阳水库可行性研究报告》总院审查后修改复核稿

（2）过鱼设施及增值放流站

2017 年 9 月，长江设计公司完成《重庆市云阳县向阳水库工程可行性研究阶段工程方案设计报告》，该阶段成果未考虑布设过鱼设施及增值放流站。

至 2017 年 12 月，由西南大学编制《重庆市云阳县向阳水库工程渔业资源监测评价报告》完成，2018 年 5 月项目环评又委托西南大学编制《重庆市云阳县向阳水库工程鱼类调查及评估报告》，报告中提出为了保护鱼类资源，恢复河流生物多样性，需要兴建过鱼设施和增值放流站，因此设计单位将过鱼设施和增值放流站的设计纳入《可行性研究报告》中。

4.2.2.2水资源利用率的合理性分析

向阳水库位于汤溪河支流团滩河上，坝址多年平均径流量 2.07 亿 m^3，工程建成后供水、灌溉多年平均引水量 7852 万 m^3，占坝址以上多年平均径流的 37.9%，占团滩河多年平均径流量（2.50 亿 m^3）的 27%（水库部分供水区位于坝址下游团滩河两岸，考虑一定的退水）。向阳水库向汤溪河流域外调水量 3578 万 m^3，占坝址以上多年平均径流的 17.3%，占团滩河多年平均径流的 14.3%，占汤溪河多年平均径流（18.04 亿 m^3）的 2%。向阳水库工程实施后，团滩河的水资源开发利用率低于国际公认的 40%警戒线。

现状拟建向阳水库坝址上游农坝、后叶镇供水、灌溉用水量 367 万 m^3；江口镇向阳水厂现状日供水能力 4857m^3，年供水量 177 万 m^3。向阳水库坝址以上多年平均径流量 20727 万 m^3，现状水资源开发利用率 2.6%。

向阳水库坝址处多年平均流量 6.57m^3/s，2030 年考虑上游社会经济耗水后多年平均 6.51m^3/s，水库建成运行后坝址多年平均流量减少至 4.02m^3/s，径流减少约 38.2%，建库前后坝址断面多年平均径流过程见图 4.2-1。

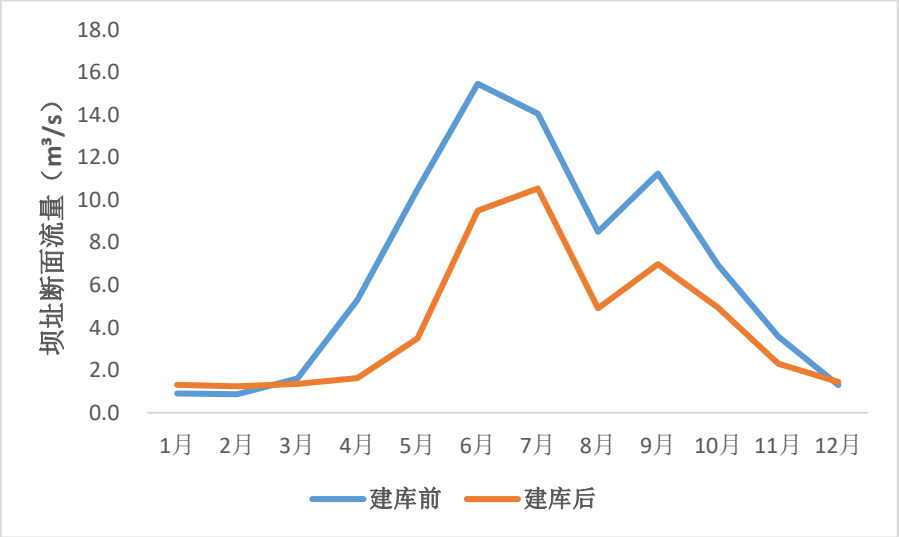


图 4.2-1　建库前后向阳水库坝址断面径流过程图

建库前后团滩河河口断面径流减少约 27.3%（考虑了向阳水库给团滩河两岸供水、灌溉后的退水）。因此向阳水库建成后对团滩河干流坝址以下段有一定程度影响，但下游现状及规划年均无取用水户。向阳水库建成后“蓄丰补枯”，且优先下泄生态流量，枯水期坝址下游河道流量有所增加，减水时段主要在汛期（5-10 月），汛期水量大，径流占全年的 83%，汛期减水对下游河道影响较小。建库前后团滩河河口断面径流过程见图 4.2-2。

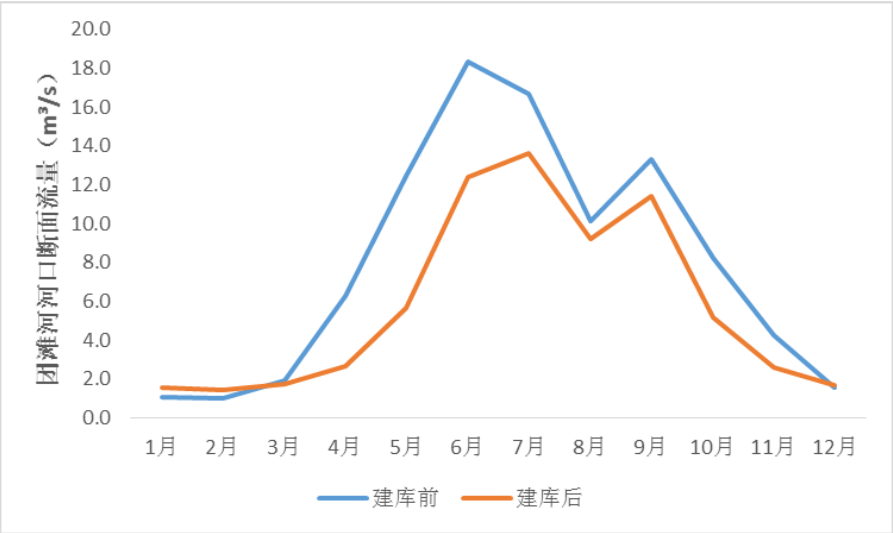


图 4.2-2　建库前后团滩河河口断面径流过程图

汤溪河干流团滩河汇入口处多年平均天然径流量 40.63m³/s，考虑上游现状社会经济耗水后约 40.33m³/s。至 2030 年修建向阳水库后，经分汤溪河干流团滩河汇入口析多年平均径流量 38.78m³/s，减少了 3.8%。建库前后汤溪河干流团滩河汇入口下游断面多年平均径流过程见图 4.2-3。

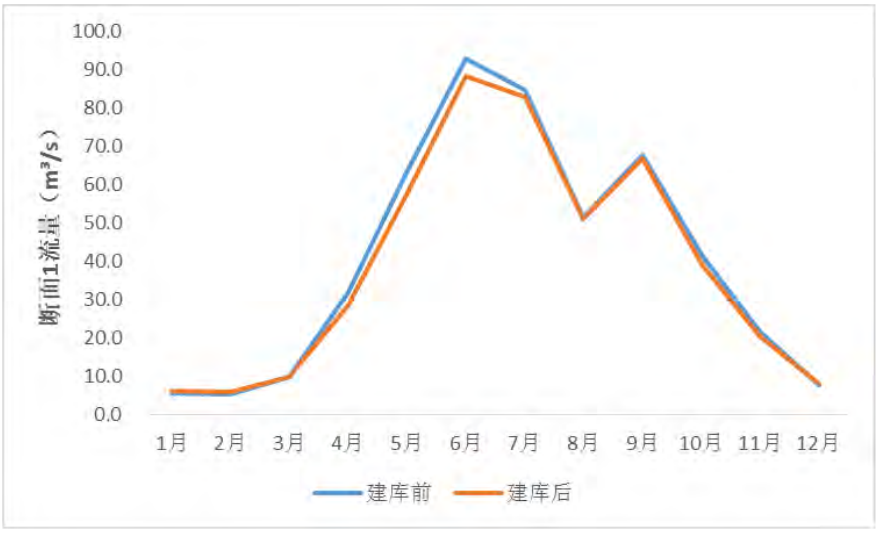


图 4.2-3　建库前后汤溪河干流团滩河汇入口下游断面径流过程图

由于汤溪河干流径流大，水库建成后对汤溪河干流径流基本无影响。

向阳水库建成后在提高江口镇防洪保安能力、保障区域供水安全、促进特色农业等扶贫产业发展、巩固脱贫攻坚成果、助推乡村振兴战略实施、保障三峡库区移民安稳致富、拓展和建成新型城镇化协调发展、助推长江经济带可持续协调发展等方面效益显著。因此，尽管向阳水库建成后，团滩河水资源开发利用率有所增加，但影响范围和影响程度小，且工程综合效益显著。

4.2.2.3城乡供水规模的合理性

（1）现状供水水源及供水能力

向阳水库供水区现状城乡供水水源包括：中型水库 1 座（梅峰水库），兴利库容 897 万 m³，主要通过肖家湾水厂向云阳县城供水，现状年供水能力 1258 万 m³；小型水库 40 座，总兴利库容 1091 万 m³，现状城乡供水能力 693 万 m³；塘坝、窖池 4850 处，现状城乡供水量 884 万 m³，主要为农村人畜饮水水源；现状引提水工程年供水能力 2348 万 m³，主要为县城及场镇供水；现状地下水可供水量 60.1 万 m³。供水区各水源城乡供水能力见表 4.2-7。

表 4.2-7　向阳水库供水区现状城乡供水能力（单位：万 m³）

计算单元	可供水量合计	水库	塘坝、窖池	引提水	地下水	再生水
县城组团片	3913	1828	354	1719	12	0
江口镇	484	0	166	316	2	0
南溪镇	467	123	223	80	41	0
鱼泉镇	188	0	65	123	0	0
沙市镇	69	0	23	44	2	0
云安镇	121	0	53	64	4	0
合计	5242	1951	884	2346	61	0

（2）设计水平年未新建向阳水库工程条件下可供水量

2030 年，在未新建向阳水库工程条件下，向阳水库供水区各水源城乡供水能力见表 4.2-8。

表 4.2-8　2030 年供水区城乡供水能力（未新建向阳水库工程）（单位：万 m³）

计算单元	供水合计	水库	塘坝、窖池	引提水	地下水	再生水
县城组团片	3744	1761	0	1278	12	693
江口镇	317	0	166	80	2	69
南溪镇	211	71	58	0	41	41
鱼泉镇	31	0	31	0	0	0
沙市镇	25	0	23	0	2	0
云安镇	22	0	18	0	4	0
合计	4350	1832	296	1358	61	803

（3）设计水平年新建向阳水库工程条件下可供水量

为解决云阳县城组团及汤溪河沿岸江口、沙市、鱼泉、南溪、云安等乡镇的城乡供水矛盾，拟在团滩河建设向阳水库工程，工程建成后，多年平均城乡供水量 5938 万 m³，其中向云阳县城组团供水 3578 万 m³，向江口、沙市、鱼泉、南溪、云安等乡镇供水 2360 万 m³。新建向阳水库工程条件下，供水区城乡供水工程可供水量见表 4.2-9。

表 4.2-9　2030 年向阳水库供水区城乡供水能力（新建向阳水库）（单位：万 m^3）

计算单元	供水合计	水库	塘坝、窖池	引提水	地下水	再生水
县城组团片	7322	5339	0	1278	12	693
江口镇	1418	1101	166	80	2	69
南溪镇	888	748	58	0	41	41
鱼泉镇	274	243	31	0	0	0
沙市镇	215	190	23	0	2	0
云安镇	169	147	18	0	4	0
合计	10286	7826	296	1358	61	803

（4）用水定额的确定

供水范围内现状城镇居民生活用水定额 90～100L/人d ，农村居民生活用水定额 60L/人d 。设计水平年考虑人民生活水平的提高，城镇居民生活用水定额 120～140L/人d ，其中县城组团及江口、南溪等重点镇 140L/人d ，其它乡镇 120L/人d ，农村居民生活用水定额为 85L/人d 。

现状及 2030 年牲畜用水定额、鱼塘补水不变，其中大牲畜 30L/头d ，小牲畜 16L/头d ，鱼塘补水定额 174m^3/亩。

现状工业用水定额为 45m^3/万元，考虑到工业生产技术的发展和节水技术水平的提高，规划到 2030 年工业用水定额为 27m^3/万元。

现状全县城镇公共用水定额，县城 45L/人d ，乡镇 28L/人d 。考虑设计水平年人民生活水平的提高等综合因素，2030 年城镇公共用水定额有一定提高，其中县城 60L/人d ，重点镇 55L/人d ，一般镇 45L/人d 。

现状人均浇洒道路和绿化面积县城、乡镇分别为 10.0m^2/人、5.0m^2/人，2030 年人均浇洒道路和绿化面积县城、乡镇分别按 15.0m^2/人、9.13m^2/人计算。根据《室外给水设计标准》（GB50013-2018），浇洒道路可按 2.0～3.0L/（m^2d ）计算，浇洒绿地可按 1.0～3.0L/（m^2d ）计算。现状及设计水平年浇洒道路及绿化用水综合定额取 1.6L/（m^2d ）。

根据《室外给水设计标准》（GB 50013-2018）和《村镇供水工程设计规范》（SL 687-2014），考虑管网漏损、水厂自用水、未可预见水量和远距离输水损失，计算城镇毛需水量：管网漏失水量占净需水的 10%，未可预见水量占前述用水量的 8%，水厂自用水量占前述用水总量的 5%，水库至水厂之间的输水损失取 3%。

工业园区需水根据不同用地类别进行测算。根据《城市给水工程规划规范》（GB50282-2016）确定各类建设用地用水定额（已包括管网漏失水量），详见表 4.2-10。

工业园区采用水厂集中供水，水厂自用水量占前述用水总量的 5%，水库至水厂之间的输水损失取 3%。

表 4.2-10　不同类别用地用水指标（单位：$m^3/hm^2.d$）

用地类型	工业用地	居住用地	公共设施	仓储用地	道路广场	绿化用地	市政设施
用水定额	101	87	34	34	20.2	20.2	65

注：已包含管网漏损量。

（5）需水成果

根据不同水平年供水区经济社会指标及用水定额分析成果，供水区基准年 2015 年城乡供水需求 5159 万 m^3，城镇生活（含公共）、农村生活、工业、牲畜及鱼塘补水、河道外生态用水量分别为 1698 万 m^3、455 万 m^3、2455 万 m^3、278 万 m^3和 274 万 m^3，占城乡供水需水的比例分别为 30.9%、8.8%、47.6%、5.4%和 5.3%。2030 年城乡供水需求 10369 万 m^3，较基准年增加 5210 万 m^3，主要为常住人口增长及工业园区发展带来的用水增长，城镇生活（含公共）、农村生活、工业、牲畜及鱼塘补水、河道外生态用水占城乡供水需水的比例分别为 50.5%、2.5%、37.1%、3.1%和 6.8%。供水区基准年及 2030 年城乡供水需水量见表 4.2-11。

表 4.2-11　供水区城乡供水需求表（单位：万 m^3）

水平年	计算分区	城镇生活		农村生活	工业	牲畜、鱼塘补水	河道外生态需水	总需水
		生活	公共					
2015 年	县城组团片	924	498	81.2	2002	108.7	256.1	3870
	江口镇	88.8	26.2	140	209	52.1	7.48	524
	南溪镇	65.7	19.3	111	120	65.9	5.53	388
	鱼泉镇	17.1	5.31	40.6	39.6	37.2	1.52	141
	沙市镇	22.8	7.09	42.0	42.6	4.8	2.02	121
	云安镇	18.0	5.59	39.7	41.4	9.3	1.60	116
	合计	1136	561	455	2455	278	274	5159
2030 年	县城组团片	2336	1123	48	3130	147.5	569.1	7354
	江口镇	657	258	59.8	329	53.6	68.5	1426
	南溪镇	395	155	56.6	189	67.4	41.2	904
	鱼泉镇	97.4	36.5	37.9	61.7	38.6	11.9	284
	沙市镇	82.2	30.8	31.1	67.3	5.05	10.0	226
	云安镇	51.2	19.2	25.1	64.9	9.23	6.23	176
	合计	3618	1623	258	3842	321	707	10369

（5）供需平衡分析

表 4.2-12　供水区现状城乡供水供需平衡分析表（单位：万 m^3）

计算单元	需水量	供水量	缺水量	缺水率/%
县城组团片	3992	3913	79	2.0
江口镇	590	484	106	18.0

南溪镇	467	467	0	0
鱼泉镇	190	188	2	1.1
沙市镇	129	69	60	46.5
云安镇	122	121	1	0.8
合计	5490	5242	256	4.7

由分析结果可知，供水区现状供水缺水 256 万 m³，缺水率 4.7%，缺水主要集中在县城组团片、江口镇和沙市镇。

表 4.2-13　2030 年供水区城乡供水供需平衡分析表

（未新建向阳水库工程）（单位：万 m³）

计算单元	需水量	供水量	缺水量	缺水率/%
县城组团片	7354	3744	3610	49.1
江口镇	1426	317	1109	77.8
南溪镇	904	211	693	76.7
鱼泉镇	284	31	253	89.1
沙市镇	226	25	201	89.2
云安镇	176	22	154	87.7
合计	10369	4350	6019	58.1

由上表可以看出，相较于现状，未新建向阳水库情况下，2030 年向阳水库供水区其它水库供水减少 57 万 m³，塘坝窖池、引提水工程分别减少 642 万 m³、990 万 m³，再生水新增供水 803 万 m³，供水缺水增加至 6019 万 m³。

表 4.2-14　2030 年供水区城乡供水供需平衡分析表（新建向阳水库）

计算单元	需水量（万 m³）	供水量（万 m³）			缺水量（万 m³）	缺水率（%）
		合计	向阳水库	其它水源		
县城组团片	7354	7322	3578	3744	32	0.40
江口镇	1426	1418	1101	317	8	0.50
南溪镇	904	889	678	210	16	1.70
鱼泉镇	284	274	243	31	10	3.60
沙市镇	226	214	190	24	11	5.30
云安镇	176	169	147	22	7	3.90
合计	10369	10286	5938	4348	84	0.80

由上表可以看出，新建向阳水库后，受水区多年平均缺水量降至 84 万 m³，缺水主要是设计保证率之外的部分，供水需求得到了很大的提高，基本得到保障。

综合以上分析，规划年（2030 年）不新建向阳水库工程时向阳水库供水区的总缺水量为 6019 万 m³，根据各受水对象的用水量需求，针对缺水量向阳水库进行了合理供水分配，各供水需求定额指标均符合水资源管理要求，未随意提高供水规模。同时向阳水

库工程考虑了坝址下游生态流量需求，在合理开发流域水资源的同时避免和减轻对下游河道的水资源状况的不利影响，因此本工程的城乡供水规模是合理的。

4.2.2.4灌溉供水规模的合理性

（1）现状灌溉基础设施

1）蓄水工程

灌区灌溉水源包括小（2）型水库 3 座，总兴利库容 47.82 万 m³，现状有效灌溉面积 2944 亩；塘坝 306 处，总容积 106.1 万 m³，现状有效灌溉面积 5933 亩；窖池 232 处，总容积 3.5 万 m³，现状有效灌溉面积 698.6 亩。灌区现状蓄水工程基本情况见表 4.2-15、表 4.2-16。

表 4.2-15　灌区现状水库工程情况表

水库	类型	兴利库容（万 m³）	灌溉面积（亩）	现状灌溉水量（万 m³）	效益灌片
罗家湾水库	小（2）型	9	300	12	江口北
青云水库	小（2）型	17.6	1700	15	南溪西
芝麻梁水库	小（2）型	21.22	944	30	江口西
合计		47.82	2944	57	

表 4.2-16　灌区现状塘坝、窖池情况表

片区	塘坝数量	塘坝容积（万 m³）	灌溉面积（亩）	窖池数量	窖池容积（万 m³）	灌溉面积（亩）	合计容积（万 m³）	合计灌溉面积（亩）
江口北	23	12.2	538	23	0.33	173.15	12.6	711
江口西	38	27.8	1847	29	0.21	81.95	28.0	1929
江口东	33	9.3	889	12	0.16	72.95	9.4	962
鱼泉东	17	13.9	349	43	0.60	257.06	14.5	606
鱼泉西	5	2.8	120	37	0.35	82.64	3.1	203
南溪西	99	17.8	714	26	0.60	17.38	18.4	731
南溪东	64	11.1	463	14	0.50	13.34	11.6	476
云安西	28	11.2	1013	47	0.72	0.11	11.9	1013
合计	306	106.1	5933	232	3.5	698.6	109.6	6631

2）引提水工程

灌区灌溉水源中，引水工程主要为规模较小的引水渠，现状有效灌溉面积约 4925 亩，但灌区水资源年内分配极不均匀，水源保证率低。

（2）现状灌区灌溉水资源供需平衡

现状灌区灌溉水资源供需平衡见表 4.2-17。

表 4.2-17　基准年向阳水库灌区灌溉水资源供需平衡分析表（单位：万 m³）

灌片分区	需水量		供水量		缺水量	
	多年平均	75%	多年平均	75%	多年平均	75%
江口北	74.6	84.6	26.0	24.6	48.6	60.0
江口西	141	157	61.2	57.8	79.6	100
江口东	57.5	64.1	10.5	9.9	47.0	54.2
小计	273	306	97.7	92.2	175	214
鱼泉东	32.4	36.1	16.1	15.2	16.3	20.9
鱼泉西	12.3	13.8	3.5	3.3	8.78	10.5
小计	44.7	49.9	19.6	18.5	25.1	31.4
南溪西	114	127	20.5	19.4	93.0	108
南溪东	31.5	35.2	27.9	26.3	3.63	8.83
小计	145	163	48.4	45.7	96.6	117
云安西	45.3	49.4	13.3	12.5	32.0	36.9
合计	508	568	179	169	329	399

由上表可以看出，灌区现状有效灌溉面积 1.45 万亩，多年平均、P=75%来水频率下灌溉需水量分别为 508 万 m^3、568 万 m^3，现状水源工程条件下，供水量分别为 179 万 m^3、169 万 m^3，缺水量分别为 329 万 m^3、399 万 m^3。

（2）设计水平年农业灌溉水资源供需平衡分析

向阳水库灌区现状有效灌溉面积 14500 亩，其中水田 4750 亩，旱地 9515 亩，园地 235 亩。向阳水库建成后，灌区设计灌溉面积 7.03 万亩。灌区现状粮食作物主要有水稻、小麦、玉米、红薯，经济作物主要有蔬菜、油菜和林果，现状耕地复种指数 1.58，多年平均综合灌溉定额 168 m^3/亩。

云阳县是国家扶贫开发重点县，根据《云阳县“十三五”脱贫攻坚规划》、《云阳县北部农旅融合发展示范区发展规划》、《云阳县实施乡村振兴战略行动计划》等，为促进贫困人口增收，灌区未来重点发展柑橘、粮油、蔬菜等经济作物。向阳水库建成后，灌区水源条件得到较大改善，减少红薯种植面积，适当增加柑橘、粮油、蔬菜等的种植面积，提高耕地复种指数（2030 年耕园地复种指数 2.09），现状年及设计水平年灌区种植结构见表 4.2-18。

表 4.2-18　向阳水库灌区种植结构表

作物名称	现状年				2030 年			
	田种植面积（亩）	土种植面积（亩）	园地种植面积（亩）	种植比例	田种植面积（亩）	土种植面积（亩）	园地种植面积（亩）	种植比例
水稻	16256			23%	16256			23%
小麦	9392	19213		41%	9934	10112		28%
蔬菜	3612	6573		14%	6322	60672		95%
玉米		17696		25%		17696		25%

红薯		15168		22%				0%
林果		5056	1722	10%		10112	1722	17%
油菜	6683	10112		24%	6322	7584		20%
合计	35944	73818	1722	158%	38834	106177	1722	209%
田面积（亩）	18062				18062			
土面积（亩）		50560				50560		
园地面积（亩）			1722				1722	
复种指数	199%	146%	100%	158%	215%	210%	100%	209%

2030 年调整灌区种植结构，减少红薯种植面积，增加柑橘、蔬菜等经济作物种植面积，复种指数提高至 2.09。多年平均来水情况下向阳水库灌区综合灌溉净定额 218m^3/亩（一般灌溉），P=75%来水频率下综合灌溉净定额 231m^3/亩（一般灌溉），均小于临近的梅峰水库灌区、青杉水库灌区的综合灌溉净定额。

向阳水库灌区设计灌溉面积 7.03 万亩中 6831 亩为高效节水灌区，灌区现状灌溉水利用系数为 0.479，规划年高效节水灌区渠系水利用系数 0.93，灌溉水利用系数 0.85；一般灌区渠系水利用系数 0.77，灌溉水利用系数 0.7。

向阳水库工程建成后，灌区有效灌溉面积 7.03 万亩，其中新增灌溉面积 5.58 万亩，改善灌溉面积 1.45 万亩。设计水平年灌区灌溉水资源供需平衡见表 4.2-19。

表 4.2-19　设计水平年向阳水库灌区灌溉水资源供需平衡分析表（单位：万 m³）

片区	需水量		供、缺水量					
			多年平均			P=75%		
	多年平均	75%	向阳供水	当地水源供水	缺水	向阳供水	当地水源供水	缺水
江口北	346	372	312	26.0	7.86	347	24.6	0
江口西	430	462	360	61.2	9.11	404	57.8	0
江口东	336	348	318	10.5	8.00	338	9.9	0
小计	1112	1182	989	97.7	25.0	1090	92.2	0
鱼泉东	147	154	128	16.1	2.94	139	15.2	0
鱼泉西	55.4	58.3	50.7	3	1.16	55.0	3.3	0
小计	202	212	178	19.6	4.10	194	18.5	0
南溪西	566	605	527	20.5	17.8	585	19.4	0
南溪东	105	108	74.2	27.9	2.54	81.2	26.3	0
小计	670	712	602	48.4	20.3	666	45.7	0
云安西	161	169	145	13.3	3.03	156	12.5	0
合计	2146	2275	1914	179	52.4	2106	169	0

多年平均来水情况，灌区需水总量 2146 万 m³，灌区各水源总灌溉供水量 2093 万 m³（其中向阳水库供水量 1914 万 m³），缺水量 52.4 万 m³；75%来水情况下，灌区需

水总量 2275 万 m³，灌区各水源总灌溉供水量 2275 万 m³，其中向阳水库供水量 2106 万 m³，缺水量 0 万 m³。

因此，在结合向阳水库灌区实际情况，并参考重庆市同类规模灌区工程，选取本灌区灌溉设计保证率为 75%，在 75%来水情况下，向阳水库在当地水源供水的缺口下进行分灌片补充供水，各灌溉供水需求定额指标均符合水资源管理要求，未随意提高灌溉供水规模。因此本工程的灌溉供水规模是合理的。

4.2.3工程水资源配置的环境合理性分析

根据《汤溪河流域综合规划》、《重庆市云阳县江北片区水资源综合配置规划报告》以及江北片区水资源配置成果，在汤溪河支流团滩河上新建向阳水库，解决区域工程性缺水问题。向阳水库受水区沿河分布在汤溪河和澎溪河河谷两岸。从河流分布和行政区域划分上看，沿汤溪河由北向南依次是沙市镇、鱼泉镇、江口镇、南溪镇、云安镇，沿河流呈带状分布，且大部分灌面分布在汤溪河的右岸，县城组团为受水区内最大的用水点，集中分布在澎溪河左岸县城城区。向阳水库工程在汤溪河综合流域规划的要求下进行工程水资源配置，并进行了合理优化。

汤溪河干流多年平均流量 57.2m^3/s，团滩河多年平均天然径流量 2.504 亿 m^3，多年平均流量 7.94m^3/s，具有水资源利用率低、水量时空分布不均等特征。为贯彻落实“生态优先、绿色发展”的理念及要求，向阳水库工程优先考虑团滩河河道生态用水，在扣除生态用水的前提下，对团滩河剩余水资源可开发量按照“以供定需”及“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”原则进行水资源配置，具体分析内容如下文。

（1）生态需水量

为保障下游河道基本生态功能需求，工程优先考虑团滩河河道基本生态用水，消除下游河道断流和生态流量不足问题，工程坝址下泄流量需满足不同时期的生态基流。

根据水力学与山区河流开发保护国家重点实验室《重庆市云阳县向阳水库坝址下游生态需水量研究》的最终成果：在坝址下游河段未涉及自然保护区和森林公园等用水敏感区域，也无划船、漂流类等休闲娱乐活动开展，故不考虑景观需水。并且该河段现状无生产生活取水口，仅团滩电站一处，中间无支流汇入。在向阳水库工程实施后，团滩河下游涉及范围内的城乡供水和农业灌溉均由向阳水库工程供给，不直接从坝址下游河道取水，故而在研究河段生态需水量确定时，河道外生态环境用水对其影响较小，可不作考虑。团滩河没有需要特殊保护的鱼类资源，坝下也没有鱼类产卵场存在，所以也不需要考虑鱼类产卵期对水量的要求。

经过分析计算，向阳水库在枯水期（11～4 月）下泄生态基流量为 1.31m^3/s（占多年平均流量 20%），在丰水期（5～10 月）下泄为 2.63m^3/s（占多年平均流量 40%），城乡供水发生破坏时，按允许破坏深度限制供水，按水库来水量和生态需水量的较小值下泄生态流量。经分析，年均生态下泄水量最少为 6022 万 m^3。

根据水库来水和蓄水状况，在优先下泄河道内生态用水的条件下，按照来水情况，供水优先顺序进行供水、灌溉。

（2）减淤水量需求

如果水库来水含沙量高，需要下泄一定水量排泄来沙确保水库长期保持有效库容。向阳水库的库沙比：Kt＝10384/16.4＝633，远大于 100，水库内泥沙淤积速度较慢，水库淤满年限远大于 100 年，泥沙问题相对不严重，库区泥沙为带状淤积。因此没有安排向阳水库的排沙调度，在水库兴利时考虑了泥沙淤积的兴利库容损失。

（3）剩余可供开发的水资源量

向阳水库入库径流量 20727 万 m^3，扣除下泄生态水量 6022 万 m^3，剩余可开发利用的水资源量 14705 万 m^3。按照“以供定需”及“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”原则进行配置，经调节计算，用于城乡供水量 5938 万 m^3、向阳水库灌区灌溉水量 1914 万 m^3，最终剩余水资源量 6853 万 m^3。

入库流量分配情况见表 4.2-20。

表 4.2-20　向阳水库入库流量分配情况表（单位：万 m^3）

序号	项目	水量	备注
1	入库径流量	20727	1970.01～2015.12
1.1	生态下泄水量	6022	
1.2	供水量	7852	
1.2.1	城乡供水	5938	
1.2.2	灌溉	1914	
1.3	上游社会经济耗水	195	农坝、后叶
1.4	水库损失水量	632	蒸发、渗漏等
1.5	弃水量	6026	水库达到兴利上限水位时，如果还有多余水量，必须要弃水，且主要集中在汛期

可以看出，向阳水库工程水资源配置中，针对区域主要的生态环境问题-河道生态流量不足等，在保证城乡居民生活用水的基础上，优先考虑团滩河河道生态用水，工程在保障城乡供水量 5938 万 m^3、向阳水库灌区供水量 1914 万 m^{3}后，并考虑上游社会经济耗水量为 195 万 m^3、水库蒸发和渗漏等损失水量为 632 万 m^3；多余水量为水库达到

兴利上限水位时必须要弃水的水量，约为6026万m^3，主要集中在汛期。可见工程的水资源配置整体具有环境合理性。

（4）供水对象水资源配置的环境合理性

向阳水库工程受水区范围为汤溪河流域内的江口、沙市、鱼泉、南溪、云安等5个乡镇和澎溪河流域内的云阳县城组团（黄石镇、水口镇、人和街道、青龙街道、双江街道、云阳工业园和万州经开区C区水口组团），根据预测2030年受水区城乡总需水量10369m^3，而当地可供水量为4348m^3，缺水量6019m^3。向阳水库可供开发水资源量仅5938万m^3，受水区多年平均缺水量降至84万m^3，缺水主要是设计保证率之外的部分，供水需求得到了很大的提高，基本得到保障。工程按照“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”原则，在保障城乡居民生活用水的基础上，保证团滩河生态水量，其次是工业生产和农业灌溉用水。多年平均来水情况，规划年灌区需水总量2146万m^3，灌区各水源总灌溉供水量2093万m^3（其中向阳水库供水量1914万m^3），缺水量52.4万m^3；75%来水情况下，灌区需水总量2275万m^3，灌区各水源总灌溉供水量2275万m^3，其中向阳水库供水量2106万m^3，缺水量0万m^3。

根据供水对象的水资源配置，现状年的供水水源类型仅包括地表水、地下水；规划水平年的供水水源类型除了地表水、地下水，增加了再生水的配置，再生水主要用于河道外生态用水，规划水平年水资源配置中的地下水维持现状地下水用水量不增加，主要是因为重庆山区部分地区集中供水的经济合理性较差，使用地下水是合理可靠的。

因此结合向阳水库工程进行水资源优化配置，提高地表水供水量和供水保障率，维持地下水开采量在规划年不新增。整体符合国家提出的优先使用再生水，降低地下水开采对地下水环境影响，具有环境合理性。

1）向阳水库供水区域城乡供水水资源配置成果

基准年向阳水库供水区域城乡供水见表4.2-21，规划年向阳水库供水区域城乡总供水情况见表4.2-22，规划年向阳水库向供水区提供城乡供水量见表4.2-23，规划年当地其他水源乡供水区提供城乡供水量见表4.2-24。

表4.2-21　现状年供水区城乡供水量表（单位：万m^3）

水平年	计算分区	城镇生活		农村生活		工业	河道外生态需水	总供水
		居民生活	城镇公共	居民生活	牲畜			
2015年	县城组团片	914.8	493.0	80.4	107.6	1981.8	253.5	3831.1
	江口镇	82.1	24.2	129.4	48.2	193.2	6.9	484.0
	南溪镇	65.0	19.1	109.9	65.3	118.8	5.5	383.6

	鱼泉镇	16.6	5.2	39.4	36.1	38.4	1.5	137.1
	沙市镇	18.4	5.7	33.9	3.9	34.4	1.6	98.0
	云安镇	17.8	5.5	39.3	9.2	41.0	1.6	114.4
	合计	1115	553	432	270	2408	271	5048

表 4.2-22　2030 年供水区城乡供水量表（总供水）（单位：万 m³）

水平年	计算分区	城镇生活		农村生活		工业	河道外生态需水	总供水
		居民生活	城镇公共	居民生活	牲畜			
2030 年	县城组团片	2326.0	1118.4	47.8	146.9	3116.2	566.6	7321.8
	江口镇	652.9	256.5	59.5	53.3	327.4	68.1	1417.6
	南溪镇	387.6	152.3	55.6	66.2	185.7	40.4	887.8
	鱼泉镇	93.9	35.2	36.5	37.2	59.6	11.4	273.9
	沙市镇	78.2	29.3	29.6	4.8	64.0	9.5	215.4
	云安镇	49.2	18.4	24.1	8.9	62.3	6.0	168.9
	合计	3588	1610	253	317	3815	702	10285

4.2-23　2030 年供水区城乡供水量表（向阳水库供水）（单位：万 m³）

水平年	计算分区	城镇生活		农村生活		工业	河道外生态需水	总供水
		居民生活	城镇公共	居民生活	牲畜			
2030 年	县城组团片	1138	546.5	23.3	71.8	1800	0	3579
	江口镇	506.9	199.1	46.2	41.4	307.1	0	1101
	南溪镇	295.9	116.3	42.5	50.6	172.7	0	678
	鱼泉镇	83.3	31.2	32.4	33.0	52.8	10.1	243
	沙市镇	69.1	25.9	26.1	4.2	56.6	8.4	190
	云安镇	42.8	16.0	21.0	7.7	54.2	5.2	147
	合计	2136	935	191	209	2443	24	5938

表 4.2-24　2030 年供水区城乡供水量表（当地水源供水）（单位：万 m³）

水平年	计算分区	城镇生活		农村生活		工业	河道外生态需水	总供水
		居民生活	城镇公共	居民生活	牲畜			
2030 年	县城组团片	1188.4	571.9	24.4	75.1	1316.4	566.6	3742.8
	江口镇	145.9	57.3	13.3	11.9	20.3	68.1	316.9
	南溪镇	91.7	36.0	13.1	15.7	13.0	40.4	209.9
	鱼泉镇	10.6	4.0	4.1	4.2	6.7	1.3	31.0
	沙市镇	9.1	3.4	3.4	0.6	7.4	1.1	25.0
	云安镇	6.4	2.4	3.1	1.2	8.1	0.8	22.0
	合计	1452	675	62	109	1372	678	4348

2）向阳水库供水区域灌溉供水水资源配置成果

基准年向阳水库供水区域灌溉供水见表 4.2-25，规划年向阳水库供水区域灌溉总供水情况见表 4.2-26。

表 4.2-25　2015 年灌溉水量表（单位：万 m³）

2015 年	灌片分区	灌溉供水量
	江口北	26

	江口西	61.2
	江口东	10.5
	小计	97.7
	鱼泉东	16.1
	鱼泉西	3.5
	小计	19.6
	南溪西	20.5
	南溪东	27.9
	小计	48.4
	云安西	13.3
	合计	179

表 4.2-26　2030 年灌溉水量表（单位：万 m³）

	片区	灌溉供水量		
		向阳水库	当地水源	合计
2030 年	江口北	312	26	338
	江口西	360	61.2	421.2
	江口东	317	10.5	327.5
	小计	989	97.7	1086.7
	鱼泉东	128	16.1	144.1
	鱼泉西	51	3.5	54.5
	小计	178	19.6	197.6
	南溪西	527	20.5	547.5
	南溪东	74	27.9	101.9
	小计	602	48.4	650.4
	云安西	145	13.3	158.3
	合计	1914	179	2093

从以上水资源配置成果可以看出，规划年向阳水库城乡供水量为 5938 万 m^3，占整个供水区域总供水量的 57.7%，是供水区的主要水源之一；规划年向阳水库灌溉供水量为 1914 万 m^3，占整个供水区域总供水量的 91.4%，是向阳水库灌区的最重要水源。

规划年向阳水库工业供水量为 2443 万 m^3，占向阳水库城乡供水量的 41.14%，占向阳水库总供水量的 31.11%，工业供水占比不大，主要供给云阳县城组团中的云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团。

云阳县是三峡库区移民大县和国家扶贫开发重点县，保障贫困人口和三峡库区移民安稳致富，必须发展产业经济，打造长效扶贫机制，其中云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团等产业园的发展是促进贫困人口和库区移民的就业、增收的重要保障，供水安全保障能力不足是制约因素之一。向阳水库建成后可为云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团提供成本低、水质好、保证程度高的优质水源，推动工业园区和服务业的发展，增加就业机会，为贫困人口、三峡库区移民的安稳、致富创造条件，助推新型城镇化和长江经济带可持续协调发展。2030 水平年，向阳水库供水区万元工业增加值用水量 27m^3

（其中云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团为 25m³/万元），较现状年（2015 年）的 45m³下降 40%，符合《汤溪河流域综合规划》中提出的 2030 年云阳县片区万元工业增加值用水下降率（较 2015 年下降 40%），符合《重庆市人民政府关于实行最严格水资源管理制度的实施意见》（渝府发[2012]63 号）提出的“2030 年万元工业增加值用水量降低到 45m³以下”的要求，低于《长江流域综合规划》中 2030 年长江流域的万元工业增加值用水量（56 m^3）。

综上所述，本项目水资源配置方案从环境角度分析是合理可行的。

4.2.4水库调度的环境合理性

（1）生态优先的原则

在向阳水库的调度原则中，在满足城乡生活用水的基础上优先保障下游河道生态流量，确保下游河道生态基流需求，改善现状生态基流不足或断流问题，生态流量下泄方案为：汛期 5～10 月下泄 2.63m³/s 的生态流量，非汛期 11 月～次年 4 月下泄 1.31m^3/s 的生态流量，当水库消落至死水位或城乡供水发生破坏时，生态水量按来水量和河道内生态需水量的较小值下泄。向阳水库布设有坝后式生态电站，生态电站过流能力可满足不同时期生态流量的下泄要求。同时生态电站引水管道设旁通管，在发电尾水不能满足生态流量下泄要求，或水头小于最低发电水头、电站无发电任务、电站故障或机组检修时生态流量由旁通管下泄。根据水库的多年运行特性分析，水库多年平均下泄生态水量 6022 万 m³，生态流量保证率可达 93.1%，只有当水库消落至死水位或城乡供水发生破坏时，生态水量按来水量和河道内生态需水量的较小值下泄。

根据水库来水和蓄水状况，在优先下泄河道内生态用水的条件下，按照来水情况、供水优先顺序进行生活供水、工业供水、农业供水。

向阳水库承担下游江口镇的防洪任务，考虑泥沙淤积对库容的影响，向阳水库满足江口镇防洪要求时需预留防洪库容为 1741 万 m³。

向阳水库作为骨干调蓄工程，工程效益体现在“蓄丰补枯”，主要拦蓄丰水时段水量，调蓄平、枯水时段水量，对下游河道减水程度相对较小，建库前后向阳水库坝址断面径流过程见图 4.2-1。

（2）防洪库容与兴利库容结合方式的合理性

本报告对比分析了防洪库容和兴利库容完全结合与部分结合两种布置方式。若采用完全结合的方式，正常蓄水位为 456m 时，根据兴利需求，防洪限制水位为 448.2m（防洪高水位为 456m），根据枢纽防洪标准和防洪调度方式，校核洪水位为 458.27m。若

采用部分结合方式，根据兴利调节计算，正常蓄水位较 456m 有所下降，当正常蓄水位为 455m 时，若满足供水、灌溉保证率要求，防洪限制水位最低为 449.3m，继续降低则不能满足兴利要求，此时防洪高水位、校核洪水位分别为 457m 和 458.66m。综合对比两种结合方式，从库区淹没的角度，防洪库容与兴利库容部分结合的方式，防洪限制水位较完全结合方式高，相同设计洪水情况下淹没范围大；从枢纽投资看，经分析水库坝顶高程受校核洪水位控制，部分结合方式校核洪水位高，枢纽工程投资大。综上所述，可研推荐采用防洪库容采用与兴利库容完全结合的方式是合理的，防洪限制水位为 448.2m。向阳水库的调度运行方式从环境角度来看是合理的。

表 4.2-27　防洪库容与兴利库容结合方式对比分析表

防洪库容与兴利库容结合方式	正常蓄水位	汛限水位	校核洪水位	防洪库容
完全结合	456	448.2	458.27	1741
部分结合	455	449.3	458.66	

4.2.5水库正常蓄水位的环境合理性分析

工程可研以死水位 390m 为基础，拟定不同正常蓄水位方案（454m、456m、458m），不同正常蓄水位下的环境影响比选见表 4.2-28。

表 4.2-28　不同正常蓄水位的环境影响比选表

正常蓄水位	生态	淹没、移民	社会环境	水环境	比较结果
454m	生态影响范围内均没有需要特殊保护的生态敏感目标，也没有旅游景点景观，对区域原始生态景观的改变程度随着正常蓄水位的增加而有所增大；蓄水后对区域短距离洄游鱼类将产生严重不利影响；各正常蓄水位方案对坝址以上位于库区范围的民兴煤矿产卵场均产生淹没影响；下泄低温水对坝下鱼类生长发育产生不利影响。	淹没耕园地 921.93 亩、林地 2890 亩，移民 1339 人	对社会经济有利影响随水位增加而增大。不同方案对人群健康影响差别不大。	建库后总体水质将稍优于建库前水质，局部河段和支流库湾水域水质可能变差。	
456m		淹没耕园地 974.55 亩，移民 1343 人			淹没面积增加 301.93 亩，移民增加 4 人
458m		淹没耕园地 1047.07 亩、林地 3459 亩，移民 1370 人			淹没面积增加 394.52 亩，移民增加 27 人
备注	上述方案均无环境制约因素，结合社会经济环境因素，推荐 456m 方案。				

从环境保护角度出发，正常蓄水位 454m、456m 和 458m 方案下防洪库容均为 1741 万 m^3，总库容分别为 1.08 亿 m^3、1.1 亿 m^3、1.11 亿 m^3，但 458m 方案相对而言对环境影响较大。正常蓄水位 454m、456m 方案均不存在重大环境制约因素，防洪效益相同，主要差别是正常蓄水位 454m 时，城乡供水保证率 94.2%、灌溉保证率 74.5%，不满足

供水、灌溉设计保证率的要求，并且正常蓄水位从 454m 提高到 456m 是经济可行的，进一步提高正常蓄水位方案在经济上不合适。根据向阳水库主要功能，以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件，从环境保护角度等综合考虑推荐 456m 方案作为正常蓄水位。

4.2.6水库坝址、坝型方案的环境合理性分析

（1）坝址方案

可研拟定了上、下两个坝址，上坝址位于团滩河与帆水河汇合口下游约 170m 处，下坝址位于团滩河与帆水河汇合口下游约 1.6km 处，两坝址相距约 1.4km。

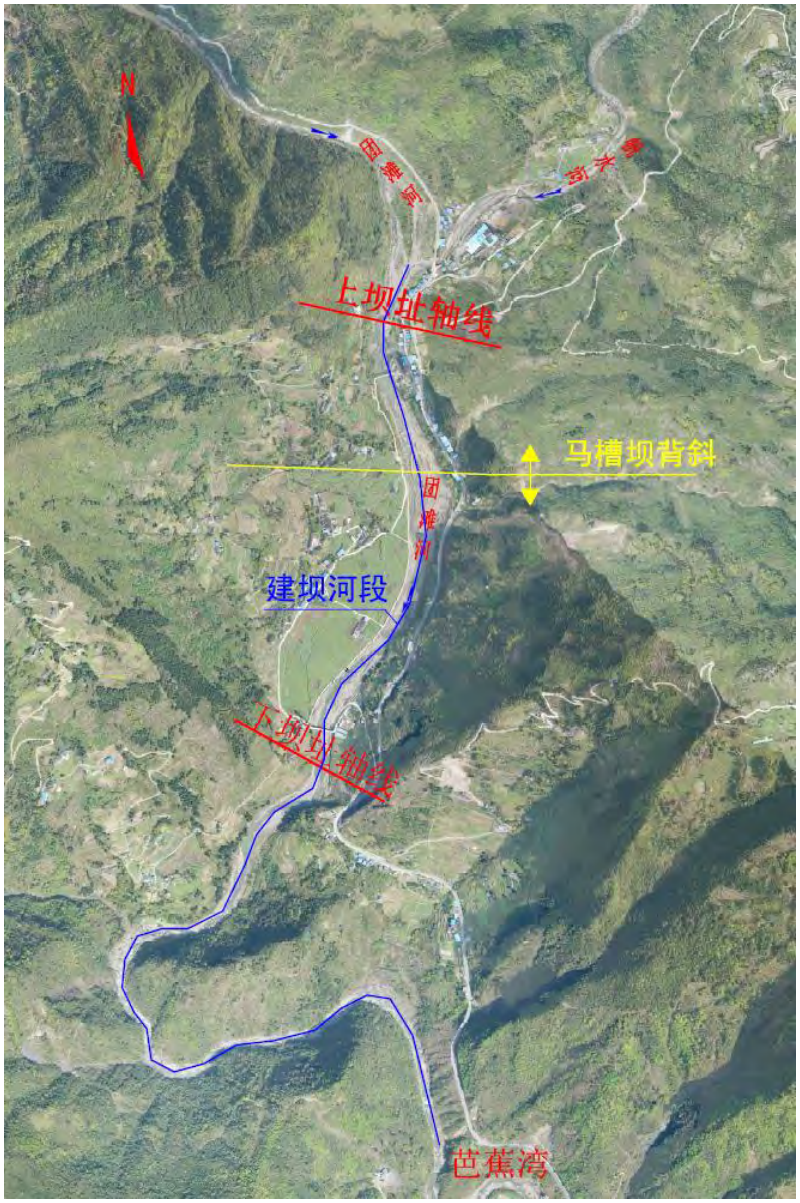


图 4.2-3　上下坝址相对位置示意图

上、下坝址在环境影响方面的对比分析详见表 4.2-29。

通过对比分析可以看出，上、下坝址均不存在重大环境制约因素，上坝址河谷相对稍窄，主要建筑物工程地质条件相对略优。永久征地面积为 4481.3 亩，比下坝址节省征地 604.12 亩；淹没影响总人口 1317 人，比下坝址少 183 人；淹没影响房屋 77530.37m^2，比下坝址少 7590.17m^2；规划生产安置人口 1596 人，比下坝址少 2201 人；规划搬迁安置人口 1349 人，比下坝址少 152 人。

表 4.2-29　上、下坝址环境影响方面的影响对比分析表

项目	条件	上坝址	下坝址	比较结果
工程比选	枢纽布置	（1）大坝：坝顶高程为 459.00m，最大坝高 130.0m，坝顶长度 473.0m，上游坝坡 1：1.4，下游综合坡比 1:1.5。大坝填筑量 623.61 万 m^3，下游围堰结合大坝下游布置。 （2）溢洪道：溢洪道布置于大坝左岸，平面投影总长 369.16m。孔口尺寸为 2 孔 10m×14m（宽×高），控制段采用 WES 实用堰，堰顶高程 442.00m。消能方式采用挑流消能。泄洪洞采用龙抬头形式与导流洞结合布置，孔口尺寸为 5m×4m，进口底板高程为 400.00m，采用底流消能。 （3）取水设施：布置于大坝上游右岸，采用岸塔式，塔顶及工作平台高程 459.5m，塔高 84.5m。	（1）大坝：坝顶高程 425.50m，最大坝高 119.0m，坝顶长度 477.0m。上游坝坡 1：1.4，下游综合坡比 1:1.5。大坝填筑量 598.02 万 m^3。 （2）溢洪道：溢洪道布置于大坝右岸，平面投影总长 486.10m。孔口尺寸为 2 孔 12m×14m，控制段采用 WES 实用堰，堰顶高程 409.00m。消能方式采用挑流消能。泄洪洞采用龙抬头形式与导流洞结合布置，孔口尺寸为 5m×4m，进口底板高程为 370.00m，采用底流消能。 （3）取水设施：布置于大坝上游左岸，采用岸塔式，塔顶及工作平台高程 426.5m，塔高 81.0m。	（1）下坝址大坝开挖工程量较上坝址增加 10.07 万 m^3，坝体填筑、混凝土、钢筋、帷幕灌浆工程量均较上坝址减少，总体而言，上坝址大坝工程量较下坝址大。 （2）下坝址溢洪道及滑坡处理开挖工程量较上坝址增加 54.97 万 m^3，占上坝址开挖量的 87%；下坝址下游不良地质体（陡嘴滑坡）在溢洪道冲坑影响范围内，需对其采用相应的工程处理措施，而上坝址对下游河道不需要进行防护。上坝址泄洪建筑物较下坝址优。 （3）取水设施基本一致。
	地形地质条件	（1）位于团滩河与支流帆水河交汇口下游约 170m 处，河谷宽高比约为 3.4，右岸地形较完整、左岸山梁略单薄。 （2）坝址基岩地层岩性为泥质灰岩、泥灰岩和泥质粉砂岩、泥、页岩。 （3）处于马槽坝背斜北翼，地层走向与河流流向大角度相交，岩层总体呈中缓倾角倾上游偏右岸，河谷结构为中缓倾角斜横向谷。地质构造形迹主要以层间褶曲、小规模断层、裂隙为主。 （4）坝基地层呈软硬岩相间分布，岩体结构不甚完整，其中较软弱的泥灰岩，岩体强度低、抗滑、抗变形性能差。 （5）可溶岩分布较广，岩体透水性较大；左岸 3Lu 线深度 85～95m，右岸 3Lu 线深度 30～60m，T3xj 长石石英砂岩部位 3Lu 线深度 70～100m。防渗线路长 1165.7m，帷幕面积 7.7 万 m^2。 （6）左岸分布 3 处堆积体，规模较小，左岸有顺	（1）位于团滩河与支流帆水河交汇口下游约 1.6km 处，河谷宽高比约为 3.8，右岸地形较完整，左岸山梁略单薄。 （2）坝址基岩地层岩性为泥质灰岩、泥灰岩和泥质粉砂岩、泥、页岩。 （3）处于马槽坝背斜南翼，地层走向与河流流向大角度相交，地层总体呈中缓倾角倾向下游，河谷结构为中缓倾角横向谷。地质构造形迹主要以小规模断层、裂隙为主。 （4）坝基地层呈软硬岩相间分布，岩体结构不甚完整，其中较软弱的泥灰岩，岩体强度低、抗滑、抗变形性能差。 （5）可溶岩组分布相对较少；左岸帷幕深度 60～137m，右岸帷幕深度 45～148m；河床及两岸巴东组第二段（T_2b^2）薄～中厚层泥质粉砂岩、泥页岩、夹少量泥灰岩，属隔水岩层，帷幕下限接 3Lu 线，深度 20～40m。帷幕总长	两坝址地形地质条件基本相当，上坝址河谷相对稍窄，主要建筑物工程地质条件相对略优，下坝址工程地质问题相对较为突出，从地形地质条件比较，上坝址略优于下坝址。

		向坡。	1100.9m，帷幕面积 6.2 万 m^2。 （6）左岸分布 1 处堆积体及顺向坡，规模较大，右岸有 1 处大型滑坡	
环境比选	土石方	主要建筑物土方开挖 40.58 万 m^3 、石方明挖 125.12 万 m^3 、石方洞挖 9.08 万 m^3	主要建筑物土方开挖 52.48 万 m^3、石方明挖 174.67 万 m^3、石方洞挖 9.78 万 m^3 ；滑坡工程土方开挖 22.45 万 m^3	上坝址地质条件较好，建筑物开挖及边坡处理工程量较小，下坝址地质条件略差，建筑物开挖及边坡处理工程量较大，且需要对陡嘴滑坡进行处理。从弃渣对环境的影响而言，上坝址优于下坝址。
	施工特性	（1）采用一次拦断河床，全年围堰挡水，隧洞泄流，汛期坝体挡水。左岸布置一条导流隧洞泄流，上下游分别布置围堰。导流隧洞长 540.5m。上下游围堰最大坝高为 28.5m、9.5m。 （2）临建设施主要布置在坝下游右岸的平缓滩地上，面积大，且较近。 （3）施工工区主要影响 S102 省道长度约 1km。 （4）采用袁家河坝石料场，距坝址直线距离 1km。 （5）总工期 57 个月。	（1）采用一次拦断河床，全年围堰挡水，隧洞泄流，汛期坝体挡水。左岸布置一条导流隧洞泄流，上游布置围堰，下游不设围堰，导流隧洞长 788.0m。上游围堰最大坝高为 20.0m。 （2）临建设施主要布置在下游约 5km 的平缓带，运距远。 （3）施工工区主要影响 S102 省道长度约 6.5km。 （4）采用袁家河坝石料场，距坝址直线距离 2.4km。 （5）总工期 56 个月。	从工程施工条件比较，上坝址对环境的影响小于下坝址，上坝址略优于下坝址。
	淹没影响	永久征地 4481.3 亩，淹没影响总人口 1317 人，移民补偿投资 103135 万元。	永久征地 5085 亩，淹没影响总人口 1500 人，移民补偿投资 112963 万元。	上坝址的永久征地比下坝址少 603.7 亩，淹没影响总人口减少 183 人，优于下坝址。
	工程效益	城乡供水为 5938 万 m^3，灌溉供水量为 1903 万 m^3；可将下游江口镇团滩河的防洪标准由 10 年一遇提高至 20 年一遇，防洪库容 1741 万 m^3。	城乡供水为 5938 万 m^3，灌溉供水量为 1903 万 m^3；可将下游江口镇团滩河的防洪标准由 10 年一遇提高至 20 年一遇，防洪库容 1680 万 m^3。	上、下坝址的供水能力一致，但是上坝址的防洪库容大于下坝址，工程效益更优。

从上表的对比分析可以看出，上、下坝址均不涉及生态保护红线，占地范围内不涉及保护类野生植物和古树名木，对评价区内的重点保护动物影响较小，不存在重大环境制约因素，但是从工程和环境影响方面来看，上坝址明显优于下坝址，因此从环境保护的角度建议推荐上坝址。

（2）坝型方案

可研阶段选择混凝土面板堆石坝和沥青混凝土心墙堆石坝两种坝型，从环境影响角度两种坝型的对比分析见表 4.2-30。

表 4.2-30　两种坝型从环境影响角度的对比分析表

条件 项目		混凝土面板堆石坝	沥青混凝土心墙堆石坝	比较结果
地形地质要求		对工程地质条件要求低，趾板需开挖至弱风化岩石	对工程地质条件要求低，心墙基座需坐落在弱风化岩石上	两种坝型均不受地形地质条件限制
主要建筑物型式及布置	大坝	1）坝顶高程为 459.00m，防浪墙顶高程 460.20m，大坝最大坝高 130.0m，坝顶长度 473.0m，坝底最大宽度 425.0m。混凝土面板堆石坝坝基主堆石区、下游堆石区置于强风化岩体之上，垫层区、过渡层及趾板置于弱风化岩体上。 2）大坝上游混凝土面板坡比为 1:1.4，上游坝坡在高程 374.0m 以下设置盖重区及铺盖区，盖重区上游坝坡坡比为 1:2.5，铺盖区上游坡坡比为 1:1.6。大坝下游坝坡与进厂公路相结合，下游坝坡设计坡比 1:1.25，考虑道路宽度后综合坡比 1:1.5，采用块石护坡，护坡厚度 1.0m。 3）大坝主堆石区布置在坝轴线上游侧，下游堆石区布置在坝轴线下游高程 344.00～443.00m 部位，下游堆石区上游坡比为 1:0.2，下游坝体高程 344.0m 以下为主堆石区。	1）大坝坝顶高程 459.00m，防浪墙顶高程 460.20m，沥青混凝土心墙基座底高程 318.00m，最大坝高 141m，坝顶长度 490.0m，坝顶宽度 12.0m，坝底最大宽度 540.0m。 2）大坝上游坝坡坡比为 1:1.9，高程 368.50m 以下为上游围堰，围堰顶宽 10m，堰体上游坡比为 1∶2.5，下游坡比为 1∶2。大坝下游综合坡比 1:2.3，采用框格梁草皮护坡。 3）沥青混凝土心墙顶高程为 457.20m,采用渐变式变厚度直心墙，心墙顶厚 60cm，心墙底厚 160cm，最低心墙底高程为 328.00m。	相对沥青混凝土心墙堆石坝，混凝土面板堆石坝的坝坡较陡，填筑量相对较小，混凝土面板为主要防渗体，填筑材料主要为堆石体、垫层料、过渡料等，材料要求相对较高；沥青混凝土心墙堆石坝坝坡较缓，填筑量相对较大，但填筑材料要求相对较低，反滤料和过渡料的用量小，坝体中部沥青混凝土心墙为主要防渗体，其应力和变形相对较为复杂。从大坝结构方面，混凝土面板堆石坝优于沥青混凝土心墙堆石坝。 从基础处理方面，两坝型基础处理难度基本相当。
	溢洪道	溢洪道布置于大坝左岸，平面投影总长 369.16m。孔口尺寸为 2 孔 10m×14m（宽×高），控制段采用 WES 实用堰，堰顶高程 442.00m。消能方式采用挑流消能。 泄洪洞采用龙抬头形式与导流洞结合布置，孔口尺寸为 5m×4m，进口底板高程为 400.00m，采用底流消能。		相同
	取水设施	1）取水兼放空进水口布置在大坝上游右岸，进水口为岸塔式，塔顶及工作平台高程 459.5m，塔底高程 375.0m，塔高 84.5m。 2）引水洞采用两机一洞，分有压隧洞段、压力钢管段（含支管及放空管），压力钢管隧洞出口处一分为二，分为灌溉供水钢管和发电生态放空钢管。 3）引水洞进口底高程 380.0m。引水线路总长约 713.2m，其中有压隧洞长 401.7m，压力钢管长 311.5m。	引水线路总长约 789m，其中有压隧洞长 426.9m，压力钢管长 362.1m。其余布置同混凝土面板堆石坝。	沥青混凝土心墙堆石坝比混凝土面板堆石坝的引水线路长 75.8 m。引水线路短可以减少施工开挖及施工期的临时占地带来的生态影响。 混凝土面板堆石坝略优。
土石方工程量		土石方开挖：254.19 万 m^3 ，土石方填筑：666.82 万 m^3	土石方开挖：188.41 万 m^3，土石方填筑：943.86 万 m^3	虽然混凝土面板堆石坝方案弃渣量较沥青混凝土心墙堆石坝多 65.78 万 m^3，但其料场开采量较沥青混凝土心墙堆石坝要少 217 万 m^3。且混凝土面板堆石坝在填筑量、扰动地

条件 项目	混凝土面板堆石坝	沥青混凝土心墙堆石坝	比较结果
			表、损坏水土保持设施面积、新增水土流失量等方面均优于沥青混凝土心墙堆石坝。
主要施工特性	1）临建设施主要布置在坝下游右岸的平缓滩地上，面积大，且较近。 2）初期导流采用全年围堰挡水、隧洞过流。导流隧洞断面 8×10m，洞长 540.5m，布置上下游围堰。 3）施工工艺相对简单，坝体填筑受气候影响较小，堆石体可作整体碾压，较易控制施工质量。	1）在近坝区施工场地布置沥青砂石混凝土系统较为困难。 2）施工导流方案同方案一，导流洞长度较方案一增加约 55m。上游围堰与大坝结合布置。 3）沥青混凝土心墙的摊铺、压实施工时受气候条件（特别降雨）的影响较大。工程地处内地山区，气候温和，降雨较充沛，冬季寒潮较少。心墙拟采用渐变式变厚度直心墙，最大心墙高度 133.2m，心墙施工工艺及技术管理相对复杂，施工难度较大	从施工条件、施工方式来看，凝土面板堆石坝施工期对坝址处的生态环境影响较小，混凝土面板堆石坝较优。 从施工导流方面沥青混凝土心墙堆石坝略优。
建筑材料	混凝土面板堆石坝填筑量约 623 万 m^3（填筑方），利用开挖料约 48 万 m^3（填筑方），需从袁家河坝料场开采料约 568 万 m^3（填筑方）。	沥青混凝土心墙堆石坝堆石填筑量约 900 万 m^3（填筑方），其中利用开挖料以及料场剥离料共计 220 万 m^3（填筑方），其余约 680 万（填筑方）m^3 从袁家河坝石料场开采。	沥青混凝土心墙堆石坝相比混凝土面板堆石坝具有坝体断面较大，总填筑及料场开采料较面板堆石坝增加 142 万 m^3。因此，混凝土面板堆石坝方案和沥青混凝土心墙堆石坝方案各有优缺点。
施工工期	57 个月	63 个月	混凝土面板堆石坝的施工期比沥青混凝土心墙堆石坝短 6 个月，施工期越长，因施工带来的施工扬尘、噪声及施工人员排污等越大，因此混凝土面板堆石坝较优。
征地移民	枢纽区建设征地约 2435 亩	枢纽区建设征地约 2470 亩	混凝土面板堆石坝比沥青混凝土心墙堆石坝建设征地少 35 亩，可以减少因永久占地带来的生态环境影响，因此混凝土面板堆石坝较优。
运行条件	面板堆石坝防渗体在大坝上游面，受大坝变形等影响，需检查维护。	建成后心墙基本不需要维护，但需在心墙底部廊道设置集水井进行抽排。	基本相同

从上表的对比分析可以看出，混凝土面板堆石坝对地形地质条件适应性较好，大坝高度为130m，设计、施工经验较成熟；主要防渗体为混凝土面板；坝坡较陡，填筑量相对较小，填筑材料要求相对较高；施工工艺相对简单，坝体填筑受气候影响较小，堆石体可作整体碾压，较易控制施工质量；总工期比沥青混凝土心墙堆石坝减少6个月，料场开材料较沥青混凝土心墙堆石坝减少142万m^3，开采范围较小；在运行维护及安全风险方面略优于沥青混凝土心墙堆石坝。从对生态环境的影响来看明显小于沥青混凝土心墙堆石坝，因此从环境保护的角度建议推荐混凝土面板堆石坝。

4.2.7输水方式及输水线路的环境合理性分析

4.2.7.1输水方式选择的环境合理性分析

输水方式一般有无压渠道输水和有压管道输水两种，二者在供水灌溉工程中应用均较为广泛。无压渠道输水和有压管道输水带来的主要环境影响对比分析见表4.2-31。

表4.2-31　无压渠道输水和有压管道输水主要环境影响对比分析

对比项目	无压渠道输水	有压管道输水	比选结果
施工技术特点	无压渠道输水方式中渠身材料一般为浆砌石或混凝土，材料单价较低，施工技术简单成熟，在一些原材料易于获得或水资源丰富的地区有很大优势。	有压管道输水方式中管材一般为钢管、铸铁管、PE管等，材料单价较高，随着技术的发展，管材生产技术及施工工艺的成熟，管道输水应用越来越广泛。	施工技术均比较成熟，并且管道输水未来应用会越来越广泛。
工程占地	渠道一般为明流无压输水，线路需沿等高线布置，渠线一般较长，跨沟渡槽、倒虹吸等交叉建筑物较多，永久征地范围较大。	管道输水一般为有压输水，线路布置不受等高线限制，因此其管线长度较渠道短，管道一般采用埋管敷设，无需永久征地。	管道输水不需要永久征地，可以避免占用区域的基本农田及有限的土地资源，也减少了由于永久征地所带来的生态量损失，同时不会像渠道那样对区域连续成片的生态造成切割和阻隔。从工程占地而言管道输水更优。
水质保障性	水质容易遭受周边环境的污染。	水质不易遭受周边环境的污染。	渠道一般段为明渠，输水水质容易受到周边雨水、工农业及生活污水排放等带来的水环境污染；管道是封闭压力管，不会受到外环境带来的水质污染。 管道输水更优。
施工开挖及弃渣	渠道施工开挖范围较大，且弃渣量大	管道埋于地下，弃渣量小。	渠道施工比管道施工的弃渣量大，弃渣过程中带来的各种环境影响也就比较大。 管道输水更优。
水利用系数	渠道由于蒸发、渗漏等因素，水利用系数一般在0.55～0.75左右。	水利用系数一般都在0.85～0.95。	管道输水极大提高了水利用系数，有利于节约水资源量。 管道输水更优。

随着经济水平的提高及国发[2012]3号文最严格水资源管理制度的实施，未来发展高效节水农业，提高灌溉水利用率，采用管道输水，实行可持续发展是必然趋势。

向阳水库受水区域属中、低山区，其间分布沟谷、阶地、山间盆地和深沟等，地形起伏较大，综合考虑地形适应性、工程造价、施工难度、运行管理、水资源利用、移民占地、环境影响等多方面因素，推荐采用有压管道输水方式。

同时由于向阳水库建成后与当地现有供水工程联合运行，县城组团和汤溪河沿岸江口、鱼泉、南溪、沙市、云安等场镇形成双水源供水格局。当向阳水库供水管道发生事故时，县城组团水源梅峰水库继续供水，不足水量采用县城一水厂和二水厂应急供水；各场镇采取限制供水措施，并通过现状供水工程（其它小型水库、提水泵站等）应急供水。因此本输水工程推荐采用单条有压管道输水方式是合理的。

4.2.7.2输水干管线路选择的环境合理性分析

向阳水库取水水源与主要受水区距离较远，各受水区间分布较为分散，但主要沿汤溪河和澎溪河成带状分布。管道从水源取水后基本沿汤溪河右岸山坡布置，在江口镇及南溪镇分出输水干管，根据地形地质条件，局部采用管桥跨河或隧洞穿越，总体呈现“一总三干”的布置格局，即总干管、县城干管、南云干管、江沙干管。

由于向阳水库输水工程的线路长，地形复杂，工程投资较大，对输水的安全性要求较高，结合地形地质、河道走向、供水灌溉特点分析，干管线路主要分五段进行比选。在管线选线之初就积极征求地方环境主管部门意见，并多次与环评单位沟通，对云阳县的生态保护红线进行了避让，五段管线比选方案均不涉及生态保护红线，也不涉及保护类动植物，没有明显的环境制约因素。环境影响对比分析见表 4.2-32。

表 4.2-32　输水线路五段管线比选方案环境影响对比分析表

分段	管线名称	比选范围	比选方案		主要环境影响概述	比选结果
第一段	总干管（坝后分水口～后湾段）	芭蕉湾～后湾段	方案一芭蕉湾分水方案	方案二后湾分水方案	（1）两种方案均有明敷管道和埋地管道，均为线状管槽施工开挖，施工难度不大。方案二后湾分水方案总干管管径 DN2100，管重较大，运输与安装均较方案一芭蕉湾分水方案管径 DN1800 难度大，另外方案二需要两次跨越团滩河，施工难度稍大。从施工方面来说，方案一芭蕉湾分水方案较优。 （2）两种方案管道长度相当，管道带状线路施工对环境有一定施工期临时影响，相差不大。 （3）方案二需要建设 2 座 193m 管桥，方案一仅需要建设 1 座 83m 管桥，方案一管桥施工带来的环境影响较小。	方案一芭蕉湾分水方案较优
第二段	总干管（后湾～南溪镇青山坡段）	兰草坝隧洞～南溪镇青山坡段	方案一隧洞敷管方案	方案二绕线沿路方案	（1）洞内敷管方案隧洞开挖属于常规隧洞开挖，隧洞上覆围岩厚度大，无不良地质洞段，要专门的施工器械，技术要求高，且隧洞洞挖弃渣量稍大，需要修建弃渣场；这个管段绕线沿路方案属于规模较大管道施工（DN2000），地形起伏大，管道转弯多，跨六处大型冲沟，施工难度大，风险大，施工质量不易控制，从施工方面两个方案各有利弊。 （2）方案二比方案一的线路长度长 5159m，带来的施工临时占地、土石方量都明显增加。 （3）方案二需要建设 6 座 256m 的管桥，方案一不需要，所以方案一完全没有管桥施工带来的环境影响。 （4）由于绕线沿路方案多为明管，露天敷设，占地范围较大；隧洞敷管方案为地下工程，移民占地较少，从占地对生态环境带来影响方面来说，隧洞方案较优。	方案一隧洞敷管方案较优
第三段	县城干管（南溪镇青云分水口～宏源水厂段）	唐家垭口隧洞～宏源水厂管段	方案一沿路方案	方案二隧洞方案	（1）隧洞方案施工技术要求高，需要专门的施工器械；这个管段属于规模较小的管槽开挖，施工难度低，风险小，施工质量易于控制，且当地交通路网系统发达，可充分利用既有交通设施；可从施工方面来说，沿路方案较优。 （2）隧洞方案隧洞总长度约 8.2km，洞身开挖产生大量弃渣，需要修建渣场，对环境保护产生一定影响；长距离隧洞穿越山体，属于地下工程，不确定因素较多，对当地地下水活动影响较大。管道方案多为明管施工，弃渣量小，对环境影响小，对地下水活动无影响，沿路方案较优。 （3）由于沿路方案多为明管，露天敷设，占地范围较大；隧洞方案为地下工程，移民占地较少，从占地方面来说，隧洞方案较优。	方案一沿路方案较优
第四段	南云干管（南溪镇青云分水口～云安水厂段）	二道河管桥～南溪镇凉风桥段	方案一右岸高线方案	方案二左岸沿路方案	（1）从施工技术要求和难度来说，两个方案均为管道敷设，差别较小。但方案一右岸方案管线在山间野外敷设，需要修建临时施工道路，方案二沿路敷设，交通方便，但方案二比方案一多跨越一次汤溪河，综合来说，两种方案施工条件相当。 （2）两种方案管线长度相当，均为线状管槽开挖，规模较小，弃渣量较小，由于弃渣对环境影响均较小。 （3）方案一右岸方案管线在山间野外敷设，管线稍长移民占地稍多。从占地方面来说，方案二略优。	方案一右岸高线方案较优

第五段	江沙干管（姚树湾～沙市水厂）	姚树湾分水口～柿坪村段	方案一右岸高线方案	方案二右岸沿路方案	（1）从施工技术要求和难度来说，两种方案均为管道敷设，差别较小。均在汤溪河右侧，有省道 S102 通过，且右岸村落路网发达，交通方便。 （2）均为线状管槽开挖，规模较小，弃渣量较小，对环境影响较小。 （3）案一右岸方案管线在山间野外敷设，管线稍长移民占地稍多。从占地方面来说，方案二略优。	方案一右岸高线方案较优

通过上表分析可知，从环境保护角度对于输水线路比选段的推荐方案与可研阶段的推荐方案一致，输水线路的设置从环境角度是合理的。

4.2.8施工方案的环境合理性分析

4.2.8.1施工总体布置方案的环境合理性分析

（1）施工总体布置原则合理性分析

向阳水库的施工总布置原则中首先提出的就是环境友好、节约资源，工程施工布置原则中充分考虑环境保护要求，包括施工中力求协调紧凑，节约用地，尽量利用荒地、滩地、坡地和水库淹没土地，少占耕地和经济林地；充分利用工程沿线各乡镇交通运输业、机械加工及修造业现有能力，以减少现场临建设施及施工占地，减少工程占地对当地环境影响；在土石方弃渣方面提出做好土石方挖填平衡，在符合环保要求和不影响河道排洪及抬高下游尾水位的前提下，充分利用渣场形成的施工场地；施工工厂设置中明确提出选择适当的施工临时设施项目和规模，砂石加工系统、混凝土系统等主要施工工厂设施结合枢纽布置情况和料场位置就近布置。综合来看，施工布置原则考虑问题较全面，充分照顾了环境保护的需求，并多次征求环境主管部门意见及与环评单位互动，避让了云阳县的生态保护红线，从环境保护角度来看是合理的。

（2）施工总体布置合理性分析

根据本工程施工战线长、施工工点多的特点，结合地形条件，施工布置采用了集中与分散相结合的形式。

水源工程共分三个工区布置，分别是枢纽左岸工区、枢纽右岸工区、人工砂石骨料系统及料场工区。枢纽左岸工区包括大坝和溢洪道，上游有 1#运料公路通过，下游搭接 G347 国道，该工区布置有拌合系统、油料库等设施。另外，上游汇合口旧煤窑厂附近平地下游侧布置导流隧洞施工临建设施；枢纽右岸工区有库区复建公路，永久上坝公路搭接此路，与省道相通，工区内布置有供水站、供风站等，下游 0.5km 处郭家老屋布置有机电金结拼装场、综合加工厂、钢筋钢材库、变电站等设施;人工砂石骨料系统位于料场下游 0.6km 的帆水河右岸袁家河坝，有 1#运料公路与料场连接，工区布置有供水站、变电站、骨料加工系统、实验室等设施；库内团滩河两岸水库淹没线以下布置施工营地、业主营地及机械停放场、综合仓库等施工辅企，U 型河湾处布置临时堆料场。

输水工程主要由埋管、隧洞、倒虹吸和管桥等组成。根据建筑物的分布特点、现有进场交通条件、分段管道土石方开挖与利用平衡等多方面综合考虑，在隧洞进、出口或施工支洞洞口、泵站、跨沟建筑物附近各设置一个施工区。管道沿线每 5km 左右设置一个施工区，部分管道与输水建筑物施工区可共用。据此，输水工程沿线共规划 25 个施工区，施工区主要布置有固定或移动式混凝土搅拌站、砂石骨料堆场、综合加工厂、汽

车机械停放场、供水站、配电房、综合仓库、施工营地及弃渣场。

可以看出，以上布置一方面考虑有利生产、方便职工生活、利用现有地势、节约临时工程投资等方面，另一方面减少对周边荒草地、林地、农田、灌木丛等扰动，减少水土流失和对自然植被及地貌影响。区域施工场地有限，采取集中与分散相结合的方式进行布置，砂石料加工系统、混凝土拌和系统等布置利用区域地形，与主体工程比较接近，降低对区域土地资源占用和破坏生态。另外，工程生活区、施工仓库等布置结合主体工程施工需要，施工工厂设施集中布置，便于进行砂石料加工、车辆冲洗等生产废水、生活污水和生活垃圾的收集、处理，污水处理的再生利用，减少工程对区域生态环境影响。

综上所述，施工布置时充分考虑区域地形地貌，利用荒地及水库淹没区土地资源，尽量少占耕地、林地，不直接占用或影响任何生态保护红线、生态敏感环境敏感目标及保护类野生植物，对区域保护类野生动物的影响较小。工程实施封闭管理，砂石料加工系统、混凝土拌和系统等主要噪声源均布置于远离居民点、学校、医院等环境保护目标的位置，减少工程施工对周边敏感点的影响。工程施工总体布置无重大环境制约因素，局部影响可通过采取相应的措施予以减缓，总体而言是环境合理的。

4.2.8.2料场选择及开采方案的环境合理性分析

坝枢附近有袁家河坝料场与横亭寨料场，有用层均为弱～微风化（变）长石石英砂岩、岩屑石英砂岩，质量均满足设计要求，两个料场的环境影响比选见表 4.2-33。

表 4.2-33　石料场环境影响对比分析表

项目	袁家坝料场	横亭寨料场	比选结果
施工布置	①增加库容；②堆石料经隧道从下游上坝；③临时堆料场在库内团滩河左岸，中转运距较近。	①堆石料从下游直接上坝；②临时堆料场在库内团滩河左岸，中转运距较远。	袁家坝料场比横亭寨料场的中转运距近，可以减少中转运输过程中带来的环境影响。 袁家坝料场较优。
新（扩）建道路	1.4km 道路+0.8km（隧道）+便道 4.61km	新建 0.8km+扩建 0.3km+便道 3.62km	横亭寨料场需要配套的运输道路比袁家坝料场要短，并且不涉及隧道施工，可以减少道路施工过程中的生态环境影响及隧道施工的弃渣影响。 横亭寨料场较优
综合上坝运距	3km	2.4km	横亭寨料场的综合运距比袁家坝料场少 0.6km，可以适当减少运输过程中的扬尘及噪声影响。 横亭寨料场较优
开采条件	地形陡峭，开采高差大，需分层布置便道；在库内，受洪水影响	地形陡峭，顶部布置便道，可分层自上而下开采；爆破区影响范围内房屋较多	横亭寨料场的爆破区影响范围内房屋较多，会给周边居民带来噪声及振动影响。 袁家坝料场较优。

项目	袁家坝料场	横亭寨料场	比选结果
开采高差	215m(规划开采高差)	164m(规划开采高差)	袁家坝料场的开采高差稍大，但是不会带来环境影响的差异。
周围影响	料场周边 200m 范围内无房屋，但爆破石料对河道可能有影响	200m 内有大量房屋，河对岸 160m 有房屋，爆破石料对河道可能有影响	袁家坝料场周边 200m 范围内无居民等环境保护目标。横亭寨料场的 200m 内有大量房屋，河对岸 160m 有房屋，在料场开采过程中对周边环境保护目标影响较大。 袁家坝料场较优。
料场区占地	215.88 亩	279.6 亩	袁家坝料场比横亭寨料场的占地面积少 63.72 亩，可以减少占地对生态环境带来的影响。 袁家坝料场较优。
骨料系统增加占地	在库内，不增加占地	40 亩（基本农田）布置在坝下游右岸，约 40 亩（占基本农田）	横亭寨料场的骨料系统布置在库区需要永久征地范围之外，新增临时占地 40 亩，并且是基本农田，相关生态影响较大。 袁家坝料场较优。

两个料场均不涉及生态保护红线，所在区域也没有重点保护植物，动物也不敏感，不存在重大环境制约因素。从上表的对比结果来看，袁家坝料场从施工条件、占地、对周边爆破影响等方面的环境影响均优于横亭寨料场，而横亭寨料场上坝运距和开采边坡高度上占优。综合以上分析，因外界条件影响因素较大，不可预见性费用较多，且横亭寨料场储量不满足规范要求，故选择袁家河坝料场作为本工程块（堆）石料、混凝土人工骨料料源，横亭寨料场作为备用料源是合理的。

输水工程料源选择主要针对混凝土粗细骨料，需求总量 36.29 万 m^3，因输水工程线路较长，若沿线设置开采料场可减少运距，但增加了占地费用及其他临时费用，相关开采手续程序繁琐，经济上不可行。根据输水管线的分布情况，拟将输水工程骨料料源选择为袁家河坝料场。因筹建期及准备期有土建施工项目，包括导流隧洞、交通洞及复建道路，因袁家河坝料场和砂石料系统尚未投入使用，主体工程施工前的项目的料源选择为购买商品骨料，综合运距约 9km。

4.2.8.3渣场布置的环境合理性分析

（1）水源工程渣场设置

本项目水源工程布置 1 座弃渣场，即董家坝渣场，位于江口镇帆水乡董家坝村与谭家坪村之间的北东向冲沟内，总体呈北东—南西向，渣场长约 950m，东西向宽一般 70～90m，局部达 140m，平面呈枝杈状，汇水面积 0.75km^2，沟床总体呈“V”型，冲沟两岸山顶高程一般 850～990m，两岸斜坡坡角一般 30°～45°，山体内小型冲沟发育。渣场范围内未见断层断裂发育，渣场周边无不良地质现象分布，场地稳定性较好。

董家坝渣场不涉及云阳县生态保护红线，冲沟中下游地表以荒地为主，冲沟上游沟

底以田地为主，谷坡以林地为主，没有需要特殊保护的动植物资源。董家坝渣场及四周以农田植被为主，山腰区域分布有小片毛竹林、马尾松林，有人工种植的喜树、柑橘等分布，中间有冲沟通过。植被现状均为常见种，农作物有玉米、土豆、水稻等，植被以灌丛及灌草丛为主，常见的灌丛群系有火棘群系、构树群系、悬钩子群系等，常见的灌草丛群系有芒群系、蕨群系等，常见的植物有盐肤木、枫杨、化香、枫香、马尾松、悬钩子属、蓼属、蒿属植物等。区域分布的常见的动物有中华蟾蜍、北草蜥、山雀、普通翠鸟、珠颈斑鸠、小家鼠、草兔等。

渣场不占用河道行洪断面，不会影响河道行洪安全。地表无建筑或构筑设施分布，渣场周边紧邻乡村公路，交通条件便利。渣场选用天然沟道，可减少土地资源损失和对地表植被的破坏。

（2）输水工程渣场设置

输水工程沿管线设置 8 个弃渣场，即 1#-8#渣场，输水线路弃渣场受场地地形限制，均为坡道型渣场，地形坡度一般在 5°～15°之间，整体较缓，场地覆盖层厚度不大，一般 1～3m 左右，地质构造简单，未见大的断裂通过，构造稳定性较好。土地利用类型以耕地、荒地为主，还有少量林地，没有需要特殊保护的动植物资源，渣场不占用河道行洪断面，不会影响河道行洪安全。地表无建筑或构筑设施分布，渣场周边紧邻乡村公路，交通条件便利。

输水工程渣场环境现状情况见表 4.2-35。

表 4.2-35　输水工程渣场环境概况一览表

弃渣场区	土地类型	植被及植物现状	陆生动物现状
1#	灌丛、耕地	常见的农作物有玉米、红薯、土豆，常见的植物有芦竹、竹、白茅、苎麻、盐肤木、悬钩子等。	常见的动物有麻雀、白鹡鸰、珠颈斑鸠、白头鹎等。
2#	耕地、林地	常见的农作物有水稻、玉米、各种蔬菜，常见的群系有柏木群系、毛竹群系、枫杨群系，常见的植物有马尾松、毛竹、水麻、火棘、枫杨、芒、苔草等	常见的动物有中国石龙子、乌梢蛇、喜鹊、麻雀、草兔等。
3#	耕地	以旱地为主，夹杂人工种植有少量的杨树，以红薯、土豆为主，常见的自然植物有芦竹、苎麻、狗尾草、苔草、桑、柑橘等。	常见的动物以鸟类为主，如麻雀、白头鹎等，以及鼠科等动物。
4#	耕地	旱地，以红薯为主、常见的群系有构树群系、白茅群系、枫杨群系，常见植物有白茅、构树、枫杨、柑橘、火棘、鹅观草、千里光、马桑等。	常见的动物有喜鹊、家燕、麻雀、黄鼬等。
5#	灌丛、草地	常见群系有白茅群系、蒿群系、竹群系等为主，常见的植物有白茅、蒿属、构树、盐肤木、柏木、慈竹、马鞭草等。	常见的动物有乌梢蛇、石龙子、麻雀、白鹡鸰等。

6#	经济林、草丛	以柑橘林为主，同时有种植红薯等，草本植物主要有白茅、狗尾草、狗牙根、蒿属等植物，以及鹅观草、芒、苎麻、悬钩子属等植物。	常见的动物有石龙子、游蛇、麻雀、珠颈斑鸠、家燕等。
7#	林地	以马尾松林为主，有蕨类植物，构树、盐肤木、白茅、栎类、异叶榕、油桐、悬钩子属、狗尾草、千里光、鹅观草等。	常见动物有石龙子、乌梢蛇、红嘴蓝鹊、麻雀、草兔等。
8#	耕地	区域以水田为主，水稻、马尾松、马桑、构树、柑橘、白茅、马桑、狗尾草等，沟渠中有分布有空心莲子草、富满江红、浮萍等。	常见动物有珠颈斑鸠、乌梢蛇等。

以上渣场不涉及云阳县生态保护红线，周边 200m 范围内没有居民点、学校、医院等环境敏感保护目标。可以实现较短的运距，减少弃渣运输过程中带来的扬尘、噪声等不利影响，渣场植被覆盖主要为灌木林地和草地，弃渣堆放影响地表植被和砍伐零星树木，将对局部植被产生破坏。水土保持设计已考虑采取修建挡渣墙、截排水沟等工程措施来引排各弃渣场上游汇水，以避免对弃渣场稳定构成威胁。

在严格按照弃渣规划进行堆渣，并按照水土保持报告做好渣场水土保持工作的情况下，渣场选址合理不存在环境制约性因素，因此本项目渣场选址符合环境保护要求。

4.2.8.4施工导流方案的环境合理性分析

本工程导流方式采用一次拦断河床围堰、导流隧洞导流。本工程大坝施工期共经历 3 个汛期，即第三年、第四年和第五年汛期。其中在第三年汛前，坝体填筑高程尚未超过上游围堰，因此，采用围堰挡水，隧洞泄流方式。二汛前和三汛前，坝体填筑高程均超过了上游围堰，由坝体临时断面挡水，隧洞泄流方式。由隧洞泄流下泄水量，在此期间河段水文条件（河面宽度，流速）改变，但流量与天然来流量相同，水文情势变化只是围堰挡水附近河段，范围较小，对下游影响不大；因此，总体上来说在整个导流过程对下游水文情势和水生生态影响相对较大的时段是第六年 1 月～第六年 5 月下旬，导流隧洞下闸封堵开始，蓄至取水塔进口底板高程 380m，约需 133 天，期间在在导流洞闸室段下游右边墩预埋一根 DN800 生态放水钢管（非汛期泄流能力 1.31m³/s，汛期泄流能力 2.63m^3/s）下泄生态流量，因此具有环境合理性。

4.2.8.5施工道路的环境合理性分析

对外交通主要依靠原有交通路线，公路运输方案的线路为：重庆→垫江县→云阳县→江口镇→坝址，公路里程约 370km。其中重庆至云阳由沪渝高速接沪蓉高速，里程 310km；云阳至坝区为省道，里程 60km。现有公路隧道和桥梁均能满足要求，不需要对外交通进行任何改建工作。

水源工程场内交通根据各水工建筑物布置情况、施工临建设施布置情况及渣料场布

置位置，将施工道路主要布置在团滩河左岸，临时施工道路共规划 12 条道路，其中利用现有道路进行扩建的有 3 条。输水工程共规划 46 条场内公路，道路总长 20.5km，其中新建施工临时公路 16.5km，改扩建公路 4.0km。场内道路布局时首选现有道路进行改扩建，减少新建道路占地带来的生态影响。

场内道路规划设计时已经考虑永久交通布置统筹规划、施工道路一路多用、尽量少占耕地和林地和减少拆迁，远离环境敏感区等因素，体现了环保理念。根据现场踏勘调查，施工交通道路中均不涉及云阳县生态保护红线。

道路施工中的土石方开挖、回填等将会对区域生态环境带来一定影响；部分施工道路靠近施工营地等，在做好相应的噪声污染防治、降尘等措施后，对区域的不利影响能够得到控制。建议加强施工道路建设过程中的水土保持、植被恢复等工作，以及划定施工区域，降低工程建设的不利影响。

从环境保护角度分析，施工道路规划较为合理。

4.2.8.6油库和爆破材料库布置的环境合理性分析

（1）油料库

根据可研，水源工程设置 1 处油料库，位于大坝下游右岸 0.5km 处的工程永久征地范围内。根据《石油库设计规范》（GB50074-2002）要求，五级油库与居住区及公共建筑物的距离不得小于 50m，与公路距离不得小于 15m。

本项目水源工程设置的油料库 0.5km 以内无居民点及公共建筑物，15m 内没有公路，符合《石油库设计规范》（GB50074-2002）要求。油料库距离团滩河河最近距离 0.5km，高差约 20m，油料库 15m 外部为公路，公路外才是团滩河，油料库在发生事故情况下油料泄漏大量进入团滩河的可能性很小。

（2）炸药库

根据可研，水源工程设置 1 处炸药库，位于团滩河左岸库区的淹没范围内。根据《民用爆破器材工程设计安全规范》（GB50089-2007）要求，在无高山屏障时，同类危险等级爆破材料库（单库存药量不大于 100t）与零散住户的距离须大于 570m，山高 30～50m，坡度 25°～30°，距离可减少 20%～25%。本项目炸药库周围 1km 范围内没有村庄分布，防护距离满足《民用爆破器材工程设计安全规范》（GB50089-2007）要求。因此，本工程的油料库、炸药库设置从环境角度是合理的。

4.2.9移民安置方案的环境合理性分析

4.2.9.1生产安置方案的环境合理性分析

工程规划水平年生产安置人口 1956 人，根据重庆市有关政策规定和环境容量分析成果，并结合移民生产安置意愿，确定农村移民生产安置主要采取农业安置、养老保险安置和一次性货币补偿安置相结合的方式。移民生产安置主要通过土地调整、划拨土地方式，没有开垦荒坡、草地、林地等，通过实施坡改梯、旱地平整、土壤改良及农田水利措施提高农作物产量，不会对安置区生态环境造成明显的不利影响。

4.2.9.2搬迁安置方案环境合理性分析

工程规划水平年搬迁安置人口 1349 人，根据搬迁安置规划方案，结合重庆市有关政策规定和移民搬迁安置意愿确定搬迁安置方式。本工程采取分散后靠建房和住房货币化安置相结合的方式。移民分散后靠建房均是在本村进行安置，安置后移民的社会关系没有发生变化，不会对移民和安置区居民心理产生较大影响。原址后靠安置是在原村庄可划拨建设用地范围内进行建房，不过新增耕地、林地等占用，对生态环境影响较小。生活垃圾和生活污水都按照本村现有及未来规划的相关设施进行处置。

因此本工程搬迁安置对环境影响较小，搬迁安置方案从环境角度是合理的。

4.2.9.3专业项目迁建规划的环境合理性分析

（1）工业企业处理规划合理性分析

向阳水库建设征地共涉及工业企业 7 家，复建企业 1 家，即云阳县玉成加油站，复建企业需要完成搬迁相关环保手续的审批后方可复建。其它企业采取一次性补偿方式，通过实施经济补偿，以及采取必要的库区清理措施，尤其是企业及电站的厕所、垃圾填埋池、油料储存区域等进行合理彻底的清除，水库蓄水前应该严格按照《水利水电工程水库库底清理设计规范》（SL644-2014）、《水电工程水库库底清理设计规范》（DL/T 5381-2007）等相关要求，做好淹没区域的清库环境保护措施，并且通过相关主管部门验收。

（2）复建道路的环境合理性分析

复建规划包括国道 G347、省道 S406、乡道 Y018 及机耕道，复建公路全长 10.7km，其中等级公路全长 10.13km，机耕道全长 0.57km。以上复建道路均不涉及生态保护红线，对于复建道路两侧分布有居民的路段进行施工时做好施工围挡，加强施工管理，降低施工对周边居民带来的不利影响。

因此，公路复建方案考虑了环境保护要求，对环境影响较小，是环境合理的。

（3）文物处理方案合理性分析

向阳水库工程建设征地区共发现文物点 5 处，无法实施工程避让或原址保护。拟采

取撤销登记、考古发掘、资料收集、搬迁保护等措施实施保护。建议在施工期关注文物发掘工作，并及时根据文物重要性，在水库蓄水前采取不同处理方案，并且通过文物相关主管部门的验收。

4.3施工期工程环境影响因素分析

4.3.1施工期污废水

施工期的水污染源主要包括生产废水和生活污水，其中生产废水主要包括砂石料加工系统冲洗废水、混凝土搅拌系统冲洗碱性废水、基坑排水、施工车辆冲洗及检修时的含油废水等，生活污水来自施工和管理人员盥洗等日常生活。

（1）砂石加工系统冲洗废水

砂石加工系统布置在大坝上游帆水河右岸袁家河坝，建筑面积 5800m^2，占地面积22000m^2，距料场约 0.6km，该系统生产水源工程、输水工程所需的混凝土骨料、垫层料等。按混凝土级配统计粗骨料 39.86 万 t, 细骨料 18.58 万 t, 其余砂、碎石 15.88 万 t，主要为垫层料。

根据施工进度安排，本系统承担工程混凝土高峰时段的月平均浇筑强度为 3.7 万 m^3/月，持续 4 个月时间。根据规范，本工程混凝土连续高峰时段大于 3 个月，故砂石加工系统处理能力除按高峰时段月平均强度取值外，砂石系统处理能力还应计入相应的不均匀系数，取值范围为 1.1～1.3，本阶段取系数 1.1。砂石加工系统设计规模按适度留有余地的原则设计，按满足混凝土高峰时段月平均浇筑强度 4.1 万 m^3/月为设计依据，相应高峰月砂石系统生产能力 4.9 万 t/月。砂石加工系统按 2 班制生产，每天工作 14h，月工作天数 25d，则系统设计处理规模为 141t/h。

根据《水利水电工程环境保护设计规范》（SL492-2011）、《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）和《水电工程砂石料加工系统设计规范》（DL/T5098-2010）等相关要求，根据本工程砂石料料源特征以及四川省、重庆市同类以往工程的实测结果，SS 浓度骨料在筛分冲洗以及制砂时，产生大量冲洗废水，每生产 1t 砂石料产品，综合用水 1.5m^3，废水中悬浮物浓度较高，浓度一般在 15000mg/L 以上。废水经处理后回用，考虑砂石料、骨料自身带走以及渗漏、蒸发等因素损耗 15%，废水处理系统渗漏、蒸发 15%，回用水量约占用水量的 72%。砂石加工系统生产能力及用水见表 4.3-1。

表 4.3-1　砂石加工系统生产能力及用水一览表

系统名称	生产班制	设计生产能力(t/h)	系统高峰用水量(m^3/月)	废水量(m^3/h)	回用水量(m^3/h)	损失水量(m^3/h)
砂石料加工系统	两班制	141	7.35 万	211.5	152.28	59.22

（2）混凝土拌和系统废水

水源工程混凝土施工分布在大坝、溢洪道、取水建筑物及导流隧洞，混凝土总量约29.51 万 m^3，高峰浇筑强度约 2.6 万 m^3/月。混凝土月有效生产时间为 500h，月不均匀系数 1.5，计算混凝土系统设地生产能力为：$Q_{设}$=78m^3/h，根据规模，本阶段选择 HLS120 混凝土搅拌楼，布置在袁家河坝，距大坝运输距离约 2km，占地面积 2000m^2，系统内不设置临时堆存料场。混凝土拌和均采用散装水泥，在拌和站设置散装水泥罐与粉煤灰罐，其容量满足 7 天用量要求。

输水工程为线性工程，混凝土用料部位主要为管线沿线镇支墩、管桥及输水隧洞等，用料不集中，因此拟采用固定与移动结合布置方式,混凝土浇筑量为 35.49 万 m^3。根据管线走向及地形条件，在各管桥附近布置 JZC350 移动式搅拌机现场拌制，使用完毕后移至输水管道。由于输水隧洞混凝土需求量较大且集中，拟在隧洞进、出口各布置一座 JZ750 固定式拌合站，共 8 座（4 条隧洞）。要求 JZC350 移动式搅拌机在现场拌制时不进行冲洗，移至 JZ750 固定式拌合站进行集中冲洗。

本工程总计混凝土浇筑量为 65 万 m^3，砼浇筑高峰强度 2.6 万 m^3/月。

混凝土拌和系统废水主要来源于每台班洗罐用水量。混凝土搅拌机一般是每班末冲洗一次，单台混凝土搅拌机每次冲洗废水根据搅拌机大小不同而不同，根据《水利水电工程环境保护设计规范》（SL492-2011）、《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）等相关要求，参考四川省、重庆市同类以往工程的实测结果，混凝土搅拌机每次冲洗废水约为 0.6~0.8m^3，系统生产采用三班制，则每台搅拌机废水产生量为 1.8~2.4m^3/d，废水中主要含悬浮物，pH 值也较高，悬浮物浓度在 5000mg/L 左右，pH 值在 11 左右。本工程水源工程搅拌机较大，搅拌缸冲洗废水产生量取 2.4m^3/d；输水工程固定式拌合站包含靠近施工的移动式拌合站冲洗废水量，取 1.8m^3/d。同时根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T 5260-2010）等及相关类比，按每立方米混凝土需要排放废水 0.3m^3，沉淀后回用。

混凝土拌和系统用水与废水产生情况见表 4.3-2。

表 4.3-2　混凝土拌和系统用水与废水产生情况

工程类别	拌合站位置	拌和站个数	班次	冲洗废水量(m^3/ d)	高峰废水量(m^3/月)	废水总量(万 m^3)

水源工程	袁家河坝	1	3	2.4	0.78 万	8.853
输水工程	4 条隧洞的进、出口	8	3	14.1	/	10.647
合计						19.50

（3）施工车辆冲洗含油废水

工程施工期机修汽修废水主要来自于机械、汽车的冲洗及修理废水，参照《环境影响评价技术手册水利水电工程》，汽车冲洗设计用水量为 400L/辆·次，冲洗时间为 15min/辆·次，1h 每冲洗台可冲洗 4 辆汽车，则停车场小时高峰用水量约为 1.6m^3/h，按一天高峰冲洗时间 14h 计，日最大用水量约 22.4m^3/d，产污率取 90%，则废水量为 20.16m^3/d。废水中主要污染物有石油类、COD 和悬浮物。一般情况下，石油类浓度约 10~30mg/L，COD 约 25~200mg/L，悬浮物约 500~4000mg/L。经隔油、沉淀处理后回用。

（4）基坑排水

基坑排水包括初期排水和经常性排水。

基坑初期排水：在上下游围堰闭气后即可进行基坑初期排水，本工程先截流上游，故基坑初期水位为下游水位 330.1m，相应基坑初期积水量 0.2 万 m^3。由于截流时段为枯期，降雨及基坑渗水量均较小，参考其它类似工程经验，初期排水量为考虑基坑积水量的 3 倍，即 0.6 万 m^3，平均水位下降速度控制在 1m/d 左右，最大抽水流量 80m^3/h，采用固定式排水泵站，配备 1 台 250QJ80-40/2-15 型潜水电泵，备用 1 台，布置在下游围堰，直接将基坑内的积水排往下游围堰下游河床内。

基坑经常性排水：对围堰渗水、施工废水、混凝土养护水和降雨等造成的基坑积水需要及时排除。施工期基坑经常性排水采用明沟排水系统，排水系统应兼顾基坑开挖后修建主体建筑物。基坑内布置排水干沟、支沟和集水井，集水井布置在建筑物轮廓线外侧。坝体上游布置一个集水井，井底高程低于干沟沟底高程，井内布置 2 台 JQB-1.5-6 型潜水泵排水，导流建筑物座落在河床基底基岩地基上，但地下水位较高。施工时基坑涌水量较大，由于基坑开挖和混凝土浇筑养护，基坑水悬浮物含量和 pH 值较高。经常性基坑排水 pH 值 11～12，悬浮物浓度 2000mg/L 左右。集水井的水排至沉淀池经中和、沉淀后排放至上游围堰上游河床内。

（5）生活污水

水源工程在团滩河右岸库区淹没范围内设置施工期的业主营地和施工营地，占地面积分别为 6100m^2 和 9600m^2。输水工程管道沿线每 5km 左右设置一个办公生活区，建议结合周边居民村庄分布情况，尽量租用现有民房，生活污水处理设施也尽量依托周边现

有生活污水处理设施。

生活污水主要包括食堂废水、洗涤污水、淋浴污水、粪便污水等，主要污染物来源于排泄物、食物残渣、洗涤剂等。根据其它工程经验，生活污水污染物指标：COD 浓度一般 400mg/L，NH_3-N 浓度一般 35mg/L。

水源工程高峰期人数 1154 人，施工为 197 万工时；输水工程高峰期人数 767 人，施工为 129 万工时。按生活供水每人 100L/d 计算，污水排放系数取 0.8，施工期水源工程高峰期生活污水日排放量 92.32m^3/d，输水工程高峰期生活污水日排放量 61.36m^3/d。施工高峰期生活污水产生情况见表 4.3-3。

表 4.3-3　向阳水库高峰期生活污水量一览表

污染源位置	高峰期人数（人）	污水量（m^3/d）	COD（kg/d）	NH_3-N（kg/d）
水源工程	1154	92.32	36.89	3.23
输水工程	767	61.36	24.54	2.15
合计	1921	153.68	61.43	5.38

施工生活人数众多，需要采取有效的水处理设施收集和处理生活污水，根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）相关要求，对于施工期大于 5 年且日排放污水量低于 1000m^3 的生活营区污水，采用成套污水处理设备，处理废水全部综合利用（绿化、除尘等），减少生活污水排放对水环境的影响，同时再生水用于绿化、降尘等，降低施工用水量。

本项目在水源工程的施工营地和业主营地设置一套污水处理设备，处理后的回用于施工区域的绿化、降尘等；输水工程的办公生活区比较分散，修建小型旱厕，旱厕修建只考虑干粪池，作为周边农林的农肥使用。

4.3.2施工燃油与废气、粉尘

施工期对大气环境产生影响的主要来自燃油产生的废气及砂石加工系统、混凝土拌和系统、工程开挖与爆破、交通运输等产生的粉尘、扬尘。

（1）油料与废气

工程施工过程中需使用大量的大型燃油机械设备及运输车辆，因此在使用过程中会产生 NOx、CO 等废气。机械燃油废气属于连续、无组织排放源，污染物呈面源分布。根据《环境保护实用数据手册》，柴油发动机大气污染物排放系数 NOx 为 21.9g/L、CO 为 33.3g/L。工程耗油量约 20002t，基本上为柴油，则 NOx 排放量为 547.6t、CO 排放量为 832.6t。

（2）砂石加工系统粉尘

砂石加工系统排放的污染物主要是粉尘，在粗碎、中碎、细碎、筛分和运输过程中均会产生粉尘污染。据国内有关工程实际监测资料分析，砂石加工系统粉尘排放系数在无措施情况下，一般为 0.77kg/t 产品（含破碎、筛选、运输等）。本工程砂石加工系统生产成品料 74.32 万 t，且系统设有除尘措施（洒水降尘、除尘器等），估算除尘后系统粉尘综合排放系数为 0.015kg/t 产品，粉尘排放总量约为 11.15t。

（3）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、骨料的运输、装卸及进料过程中。本工程水泥用量 26.4 万 t、混凝土骨料用量 74.32 万 t，在无防尘措施的情况下，粉尘排放系数约 0.91kg/t；采取离心通风机和袋式除尘器除尘后的粉尘排放系数约 0.005kg/t，施工期共排放粉尘约 5.05t。

（4）工程爆破与开挖粉尘

炸药爆破过程中产生的主要污染物是粉尘（TSP）和 NO_X，根据同类工程实测数据，炸药爆破产生的粉尘（TSP）约为 200kg/t，产生的 NO_X 约为 15kg/t。本工程施工期消耗炸药 4106t，炸药爆破产生的粉尘（TSP）为 821.2t，NO_X 为 61.6t。爆破属于瞬间源，影响范围主要集中在爆破源附近。

工程土石方明挖约 277.46 万 m^3，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，估算出在未采取降尘措施情况下土石方明挖粉尘排放量为 194.2t。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，粉尘排放量降为约 9.7t。

（5）交通运输扬尘

施工期施工车辆运输产生的污染物主要是扬尘，扬尘排放与车辆的行驶速度、载重量、路面形式、清洁程度等因素有关。

根据《矿山环境工程学》（冶金出版社）中有关露天矿山载重车辆扬尘排放的数据，在矿山每辆载重（载重量一般为 30t）汽车扬尘的排放系数为 620~3650mg/s。本工程施工区料场主要运输公路为硬质路面，运输条件好于矿山，路面的积尘远少于矿山，车辆载重量均小于 30t，车速与矿山车速基本一致（不大于 60km/h），估算施工运输扬尘排放系数约 500mg/s。根据相关工程经验，在采取路面洒水降尘、道路清扫干净的情况下，运输扬尘的去除率可达 90%，即为 50mg/s。

4.3.3施工机械设备与噪声

工程施工期使用的主要施工机械有土石方机械、起重机械、运输机械、混凝土机械

等。施工开挖、钻孔、爆破、砂石加工、混凝土拌和与浇筑等施工活动中的施工机械运行、车辆运输等将产生不同种类的噪声。

（1）交通噪声

对外交通运输总量为 119.1 万 t，主要为水泥、粉煤灰、钢材、木材、火工材料、油料、建材、生活物资、机电设备、施工机械等。另外，向阳水库工程属大型水利工程，重件和大件工程设备很多，需要运入工地的较大的设备主要有闸门、启闭机等金属结构，总重约 2343t，采用全公路运输方案，公路运输方案的线路为：重庆→垫江县→云阳县→江口镇→坝址，公路里程约 370km。其中重庆至云阳由沪渝高速接沪蓉高速，里程 310km；云阳至坝区为省道，里程 60km。因为本工程的对外交通运输，会带来沪渝高速、沪蓉高速及周边省道的交通运输量在局部时段内增大，同时也增加了这些道路的交通噪声影响。

场内交通运输主要包括土石方、混凝土的运输，以及其他施工材料和物资（如水泥、粉煤灰、钢筋、金属结构、机电设备、施工机械等）的场内运输。本工程土石方运输量约 1835 万 t，主要包括开挖弃渣、存料转运上坝、料场开采料（土料、石料）直接上坝，以及垫层料、反滤料和混凝土骨料的运输。本工程混凝土工程量为 34 万 m^3，按每方混凝土重 2.4t 考虑，混凝土场内交通运输量约 92 万 t。施工场内道路主要来往车辆为载重量 10t、15t、20t 级自卸汽车，车辆运输会产生交通噪声。交通噪声声源呈线形分布，属流动声源，源强与行车速度和车流量密切相关，一般在 70~90dB（A）之间。

根据施工规划，料场石料的运输线路主要由 1#公路、经 11#公路、接 9#公路、再接左岸复建公路（路面宽 4.5m），然后经 G347 道路至坝后，不需要新增道路，总长约 9.6km，复建公路及 G347 道路两侧分布有居民点；董家坝弃渣场位于江口镇帆水乡董家坝村与谭家坪村之间的北东向冲沟内，渣场周边紧邻乡村公路，交通条件便利，也分布有居民点，项目施工期取料、弃渣的交通噪声将会对道路沿线居民点产生影响。

（2）砂石加工系统噪声

砂石加工系统噪声主要来自破碎机、吊筛、座筛、筛分楼、皮带机、振动器等，产生的噪声为固定、连续式噪声。参照国内有关工程噪声实测值，噪声均大于 90dB(A)。

（3）主体工程施工噪声

主体工程施工噪声主要来自水库枢纽工程和隧洞的开挖、钻孔、爆破、混凝土浇筑等施工活动。开挖过程中使用的各种钻机产生的噪声为阵发性噪声，音频高，传播距离远，噪声强度均大于 85dB(A)。爆破噪声为瞬时噪声，声强大，主要与爆破的单响药量、

炮孔深度、填埋方式、爆心距离等因素有关。混凝土浇筑中振动碾的噪声大于 90dB(A)。

（4）料场开挖噪声

工程人工骨料、堆石料及垫层、过渡料开采采用手风钻造孔，浅孔爆破，反铲挖装 15t 自卸汽车，主要涉及手风钻、推土机、挖掘机等，根据资料以上设备噪声均大于 85dB(A)。

（5）其它施工辅企噪声

施工辅企噪声来自钢筋加工厂、木材加工厂、机械修配厂、汽车修理厂等，噪声源强一般为 70~80dB（A）。

4.3.4施工固体废弃物

4.3.4.1生活垃圾

水源工程的施工场地比较集中，设置 1 个业主营地和 1 个施工人员营地，输水工程的施工场地比较分散，沿线共设置 25 个办公生活区。生活垃圾成分受生活水平、生活习惯等因素影响。生活垃圾以厨余为主，此外草木、塑料包装袋、纸类、砖渣相对含量较高。水源工程高峰期人数 1154 人，施工为 197 万工时；输水工程高峰期人数 767 人，施工为 129 万工时。按每人每天产生 0.8kg/d 计算，则施工期水源工程高峰期生活垃圾日排放量 923.2 kg /d，输水工程高峰期生活垃圾日排放量 613.6kg/d。

4.3.4.2弃渣

本着少占耕地，保护环境,节约资源的原则，布置弃渣场，鉴于本工程的具体情况和现场条件，根据水源工程各建筑物的土石方开挖、回填利用平衡分析，水源工程弃渣总量 182.79 万 m^3（松方），运输至董家坝弃渣场。董家坝弃渣场位于江口镇帆水乡董家坝村与谭家坪村之间的北东向冲沟内，容渣量约为 235 万 m^3，距坝枢约 14km，可以满足弃渣需求。

输水工程干管工程弃渣量约 88.70 万 m^3（松方），因灌溉支管弃渣较少，只有 0.2 万 m^3（松方），可沿线堆放于埋管上方，平均堆高约 7cm，故灌溉支管不设渣场。输水干管弃渣运输至沿管线设置的 8 个弃渣场，容渣量约为 96.31 万 m^3，综合运距在 5-11km，可以满足弃渣需求。

4.3.4.3建筑垃圾和辅助企业生产垃圾

建筑垃圾主要是施工期地面拆除、清理产生的砖瓦、混凝土等，施工临时工程拆除时的建筑垃圾等。

施工辅助企业生产过程中产生一定数量的废弃物，如报废的施工机械和车辆、废旧

材料、钢管、油桶、包装袋、木材、蓄电池等。

以上垃圾均需要进行分类回收利用，不能回收利用的按照一般固废和危废在场地内按要求进行暂存，并及时委托专业的单位进行收集运输，合理处置，避免造成二次污染。

4.3.5施工对生态环境影响

施工期临时占地共计 163.38 公顷，对陆域生态环境的影响主要是临时占地对植被及植物资源造成影响、水土流失的影响。对陆生动物的影响主要表现为施工噪声造成的惊扰，水库蓄水、施工占地、土石方开挖、弃渣堆放等造成的生境占用和破坏以及可能发生的施工人员非法捕猎等。评价范围分布的 3 种猛禽飞翔能力较强，工程建设对其影响很小。蛙类在水库蓄水后，水库水位抬升可为其提供更适宜的繁殖和觅食等环境，对其有一定的有利影响。

工程施工过程中，特别是大坝及上、下游围堰，施工开挖、爆破、围堰截流等将影响上下游生境，对上下游鱼类及水生生物形成惊扰。

4.3.6施工隧洞涌水量

输水工程共有四个隧洞，其中兰草坝隧洞最长，因此选择兰草坝隧洞做为重点隧洞，进行涌水量计算。

根据地下水专题的计算结果，大气降雨入渗法计算隧洞涌水量为 2697.50m^3/d，地下水径流模数法计算隧洞涌水量为 2388.96m^3/d，根据解析法计算排水量及隧洞水文地质条件，环评建议本项目输水隧洞施工裸洞涌水量为 2700m^3/d。

隧洞未污染的涌水可以直接外排入河；隧洞湿式凿岩等废水则经沉淀池沉淀后回用至施工抑尘。

4.4工程运行期环境影响因素分析

4.4.1下泄生态流量

向阳水库蓄水初期及运行期应优先保障下游河道生态流量：汛期 5～10 月为 2.63m^3/s、非汛期 11 月～次年 4 月为 1.31m^3/s 下泄生态流量。从起蓄水位 345m（蓄至取水塔进口底板高程380m期间在导流洞闸室段下游右边墩预埋一根DN800生态放水钢管下泄生态流量；从 380m 蓄至水库死水位 390m 期间采用取水塔下泄生态流量；水位蓄至死水位 390m 之后及整个运行期，通过生态电站下泄生态流量，机组检修或停机等情况下通过在电站引水管道设旁通管下泄生态流量。

4.4.2水文情势及水资源的影响

4.4.2.1水库水位变化

向阳水库运行后，水库水位在正常蓄水位 456m 和死水位 390m 之间变动，水位最大变幅 66m。水位变化对库区水文情势、水温、水质等水环境产生一定影响。

向阳水库具有多年调节性能，多年平均水库水位变化较小，不同来水条件下水库水位年内变化幅度较大，工程进入稳定运行期间，水库形成约 66m“消落带”的变化将对该区域生态环境产生一定影响。向阳水库丰平枯三个典型年出入库径流量及水库水位变化见表 4.4-1。

表 4.4-1　向阳水库丰平枯三个典型年出入库径流量变化表

典型年	月份	入库流量（m^3/s）	下泄流量（m^3/s）	水库水位-时段末(m)
P=20%(1995)丰水年	1	1.40	1.31	437.79
	2	0.74	1.31	432.73
	3	0.58	1.31	427.20
	4	1.57	1.31	423.11
	5	3.03	2.63	413.60
	6	18.48	2.63	439.57
	7	33.57	24.6	448.16
	8	11.85	8.70	448.16
	9	11.99	9.81	448.16
	10	15.85	7.04	456.00
	11	1.68	1.31	453.45
	12	1.02	1.31	449.91
P=50%(2012)平水年	1	1.19	1.31	451.43
	2	0.71	1.31	447.12
	3	1.13	1.31	443.78
	4	4.25	1.31	444.87
	5	13.34	2.63	452.40
	6	4.13	4.8	448.16
	7	23.47	20.05	448.16
	8	2.78	2.63	443.27
	9	20.27	14.5	448.16
	10	3.55	2.63	446.29
	11	1.06	1.31	442.63
	12	1.00	1.31	439.07
P=75%(1981)枯水年	1	0.26	1.31	436.16
	2	0.37	1.31	430.00
	3	0.78	1.31	425.11
	4	5.61	1.31	429.33
	5	7.00	2.63	429.77
	6	9.98	2.63	437.01
	7	3.28	2.63	431.90
	8	4.92	2.63	430.29

典型年	月份	入库流量（m^3/s）	下泄流量（m^3/s）	水库水位-时段末(m)
	9	4.94	2.63	430.77
	10	14.83	2.63	446.20
	11	2.13	1.31	444.07
	12	0.76	1.31	439.70

4.4.2.2水资源量变化

向阳水库位于汤溪河支流团滩河上，坝址多年平均径流量 2.07 亿 m^3，现状水资源开发利用率 2.6%。工程建成后多年平均供水量 7852 万 m^3，占坝址多年平均径流的 38.2%（扣除坝址上游社会经济耗水 195 万 m^3），占团滩河多年平均径流（2.50 亿 m^3）的 27.3%（水库部分供水区位于坝址下游团滩河两岸，考虑一定的退水）。向阳水库向汤溪河流域外供水 3578 万 m^3，占坝址以上多年平均径流的 17.3%，占团滩河多年平均径流的 14.3%，占汤溪河多年平均径流（18.04 亿 m^3）的 1.98%。向阳水库的建设，对团滩河特别是坝址断面的水资源量有一定的影响，对汤溪河流域的水资源量影响很小。

4.4.2.3水文情势变化

按照图 4.2-1～4.2-3 所示，选取建库前后坝址（断面 1）、团滩河河口（断面 2）以及汤溪河干流团滩河汇入口下游（断面 3）这 3 个断面进行分析。

向阳水库坝址至团滩河河口之间的干流河道长度约 12.3km，坝址处多年平均流量 6.57m^3/s，考虑上游社会经济耗水后多年平均流量 6.51m^3/s，向阳水库建成运行后坝址多年平均流量减少至 4.02m^3/s，径流减少约 38.2%。

团滩河河口断面多年平均流量 7.94m^3/s，2030 年向阳水库建成运行后，河口断面多年平均流量减少至 5.77m^3/s，径流减少 27.3%。

汤溪河干流团滩河汇入口下游断面多年平均流量 40.63m^3/s，考虑上游社会经济耗水后约 40.33m^3/s。向阳水库建成运行后此断面多年平均流量减少至 38.78m^3/s，径流减少 3.8%，可见向阳水库建成运行后对汤溪河干流水文情势影响较小。

建库前后以上三个断面径流减少比例见表 4.4-2。

表 4.4-2　建库前后三个断面径流减少比例统计表（单位：%）

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	年平均
断面 1	46.0	41.0	-18.8	-73.2	-69.6	-44.1	-27.8	-16.9	-23.5	-49.5	-51.0	6.4	-38.2
断面 2	45.8	41.5	-10.4	-57.6	-54.5	-32.4	-18.3	-8.8	-14.6	-37.1	-38.4	11.4	-27.3
断面 3	10.8	9.9	-0.5	-9.9	-9.3	-4.9	-2.0	-0.1	-1.3	-5.8	-6.1	3.9	-3.8

综上所述，向阳水库建成后对汤溪河干流水文情势影响较小，对团滩河干流向阳水库坝址以下河段（约 12km）的水文情势有一定程度影响，多年平均情况下坝址断面全

年径流量较建库前减少 38.2%，其中 12 月～次年 2 月较建库前增加 27.9%，3～11 月较建库前减少 40.9%。

4.4.3评价区地表水污染源

4.4.3.1受水区地表水污染源强

统计预测年各来源污染物负荷见表 6.4-12。预测年向阳水库受水区 COD 排放量为 3559.92t/a，NH_3-N 排放量为 465.56t/a，TP 排放量为 44.78t/a，TN 排放量为 778.60t/a，COD、NH_3-N、TP 与 TN 排放量较于现状年分别减少了 818.45t/a（18.69%）、440.51t/a（48.62%）、51.55 t/a（53.51%）和 493.98 t/a（38.82%）。在水污染防治措施实施后，预测年退水量增加，而污染负荷均降低。

4.4.3.2管理站生活污水

运行期水库工程管理机构编制人员为 40 人，按生活供水每人 100L/d 计算，污水排放系数取 0.8，生活污水产生量为 3.2m^3/d。根据其它工程经验，生活污水污染物指标：COD 浓度一般 400mg/L，NH_3-N 浓度一般 35mg/L。

经过一体化地埋式生活污水处理系统处理并消毒后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002），回用于管理站的绿化和道路喷洒用水。

4.4.4水库水温情况

向阳水库在各典型水文年的水温结构均为季节性分层型，存在相对稳定的库底水温。2-7 月库底水温一般不超过 13℃，4-9 月存在表层或下层温跃层，水库垂向最大温差为平水年 7 月的 12.5℃，11 月~翌年 3 月库区垂向同温。

4.4.5泄洪溶解气体过饱和的影响

各工况下，泄水生成的过饱和 TDG 在下游河道内逐渐释放，TDG 饱和度逐渐降低。团滩河水域绝大多数鱼类为产粘性或沉性卵类群，其产卵季节多为春夏间，多数种类都需要一定流水刺激。鱼类产出的卵或粘附于石砾、水草发育，或落于石缝间在激流冲击下发育。此外，产漂流性卵鱼类需要湍急的水流条件，通常在汛期洪峰发生后产卵。所以泄洪期间主要对成鱼有一定影响，但鱼类幼鱼的影响不大。

4.4.6对生态环境的影响分析

（1）水库淹没及工程建设区占地影响

工程建设后各土地利用类型面积发生了变化，主要是坝枢区建设和库区蓄水淹没原来的草地、林地、耕地、建设用地等转换为水域。

（2）水库运行对陆生生物的影响

本工程淹没区为永久占地，占地类型以耕地为主，其次为林地及建设用地和水域，工程蓄水会造成淹没区植被生物量减少。

（3）工程运行对水生态环境的影响

由于水库大坝带来的阻隔影响、水文情势和水温变化导致的生境条件改变等，会对坝下团滩河，受水区汤溪河、澎溪河的水生态环境带来一定影响。

（4）对鱼类的影响

工程建成后，将阻隔库区与坝下的鱼类交流，库区鱼类组成将由流水性鱼类为主转变为缓流和静水性鱼类为主，喜流水生境鱼类将向其他河段迁移。下泄流量减少、低温水下泄等，将对坝下产粘沉性卵鱼类繁殖和生长产生不利影响。

按照本报告要求的生态下泄流量按时按量合理下放，拆除团滩河上现有人工阻隔，设置鱼类栖息地保护，可以有效改善团滩河目前的断流现象，改善鱼类的栖息生境。

（5）局地气候

向阳水库建库后改变原有下垫面性质，将对库区及周边地区的局地气候产生一定的影响。水库对小气候影响较为明显，但范围不大、程度不稳定，蓄水后在周围近库一带年温差有所缩小，但不会给生活和生产带来危害。

4.4.7固体废物

工程运行过程中的固废主要是向阳水库工程管理人员的生活垃圾等。工程管理人员40人，平均每天产生固体垃圾0.8kg，每年产生垃圾量为11.69t。

4.5移民安置及专项设施复建影响

规划水平年搬迁安置人口1349人，其中水库区371人、坝区978人。

根据生产安置规划方案，结合重庆市有关政策规定和移民搬迁安置意愿确定搬迁安置方式。本工程采取分散后靠建房和住房货币化安置相结合的方式。

按安置方式分，后靠分散建房243人，占18.0%；住房货币化安置1106人，占82.0%。按安置去向分，本组建房243人，占18.0%；住房货币化安置不局限于固定区域，可自行选择购房地点，占82.0%。

本工程不设置集中的移民安置区，后靠分散建房过程中，产生扬尘、固废等污染物均较小。

专业项目（交通工程、电力工程、通信工程等）复建过程中，将产生污废水、扬尘、

固废等污染物，不可避免地扰动地表，对周边生态环境产生一定影响。

4.6工程分析结论

通过工程分析，结合工程区的环境现状特征，可以认为：向阳水库工程建设符合国家产业政策要求，与国家及地方相关规划也是协调一致的。工程建设是十分必要的，工程选择的供水规模等设计方案从环境角度分析是合理的。

工程施工期的环境影响主要有：工程占地对地表植被、陆生动植物等生态环境的影响；工程开挖与弃渣堆放产生的水土流失问题；施工“三废一噪”对环境的影响。施工期环境影响是暂时的、局部的。

工程运行基本不产生污染物，但水库蓄水对水库库区、坝下河道的水文情势、水温、水质、水生生态等将产生影响，水库供水产生的退水会对受水区污水受纳河流产生影响，移民安置及专项实施复建也将对环境产生影响，这些环境影响将是工程环境影响评价的重点，也是应予采取环境保护措施的重点。

5.环境现状调查与评价

5.1自然环境

5.1.1地理位置

向阳水库工程是重庆市拟建重点水源工程之一，位于重庆市云阳县北部江口镇境内新华村五同岔处，坝址座落于汤溪河一级支流团滩河上，地理位置坐标东经 108°45′6″，北纬 31°17′8″。工程位于云阳县西北部的江口镇、后叶镇交汇区域，距江口镇约 10km，距云阳县城约 60km。工程直接受益范围覆盖江北片区江口、南溪、鱼泉、沙市、云安、水口、黄石、人和、双江、青龙等 10 余个乡镇（街道）。

5.1.2地形、地貌

向阳水库所在流域地处四川盆地的东北缘，总体属川东平行岭谷的一部分。评价区位于云阳县长江北岸，地处四川盆地的东北缘，总体属渝东平行岭谷的一部分。背斜成山，翼部多呈谷，呈现一山一谷一台相间的地貌景观。山脉走向与构造线走向基本一致，呈近东西向。主要背斜山有大梁子山、假角山、铁峰山等，海拔高程 900～1300m；向斜发育成梯状台地。有小尖山、木耳山等，海拔高程 500～1000m。其间并分布有高程 200～550m 宽谷、丘陵和山间坝子。工程区区域地貌总体发育了构造溶蚀、构造侵蚀、构造剥蚀三种地貌形态；地势北高南低，团滩河由北向南流入汤溪河，最后注入长江。流域内山峦起伏，沟壑纵横，主河道穿梭于崇山峻岭中。流域内降水丰沛，植被覆盖条件较好，人类活动不频繁。

5.1.3地层岩性

工程区区域范围出露的基岩地层主要有三叠系（T）和侏罗系（J）地层，二叠系（P）至震旦系（Z）地层主要分布在工程区北侧外围大巴山弧形断裂带以北；研究区第四系松散堆积层为冲崩积层、残坡积层及崩坡积层，主要分布于山麓和河谷区，工程区主要地层岩性特征见表 5.1-1。

表 5.1-1　工程区区域主要地层特征简表

地层名称				地层厚度（m）	岩性组合	分布位置
界	系	统	组			

新生界Kz	第四系Q			数米～数十米	冲崩积:粘土、砂、卵砾石、漂块石； 残坡积：粘土、碎石质粘土、粘土质碎块石； 崩坡积：粘土质碎块石、碎块石等		坝址区、水库区、输水工程区
中生界Mz	侏罗系J	上统J_3	蓬莱镇组（J_3p）		124～1300	三段：厚层至块状砂岩与泥岩组成的数个大韵律层，二段：泥岩夹细至粉粒砂岩、砂泥岩构成10余个正向韵律层，一段：下部厚层至块状砂岩、泥岩组成3个大韵律层、上部泥岩夹粉砂岩、顶部为页岩		输水工程区
			遂宁组（J_3sn）		200～600	鲜紫红色泥岩夹中、薄层粉砂岩和少量细砂岩		
		中统J_2	沙溪庙组（J_2s）		1100～2100	上部岩石颜色暗、泥岩富含钙质结核、砂岩变化大、砂泥岩组成多韵律，下部为灰、灰紫色厚层至块状粗、中粒至细粒长石石英砂岩、长石砂岩—紫红色粉砂岩、泥岩组成的2～4个不等厚韵律层		
			新田沟组（J_2x）		50～490	灰、灰黑、灰绿、紫红色砂页岩		
		下统J_1	自流井组（J_1zl）		300～420	上部深灰色介壳灰岩与黑色页岩不等厚互层，中部紫红、灰紫间少量灰、灰绿色泥页岩夹少量粉砂岩、细砂岩和薄层或透镜状泥灰岩、介壳灰岩，下部灰、深灰色灰岩、介壳灰岩、泥灰岩夹页岩		坝址区、水库区、输水工程区
			珍珠冲组（J_1z）	香溪组（TJ_x）	180～320	218	紫红间灰绿色泥岩夹砂岩	上部细—中粒岩屑长石砂岩，粉—细砂岩夹泥质砂岩、页岩，见煤线，下部砾石层夹细—粗粒岩屑石英杂砂岩
	三叠系T	上统T_3	须家河组（T_3xj）		250～650		灰、深灰色厚层中粒长石石英砂岩与页岩互层夹煤层	
		中统T_2	巴东组（T_2b）		350～1145		一般可分4段，一、三段为灰、深灰色泥灰岩、白云质灰岩、灰岩夹页岩，二、四段为紫红色、黄绿色泥页岩、粉砂岩夹泥灰岩、灰岩		输水工程区
		下统T_1	嘉陵江组（T_1j）		300～800		一般可分4段，一、三段为微晶灰岩、生物碎屑灰岩，二、四段为白云岩、白云质灰岩夹岩溶角砾岩		

5.1.4地层构造

向阳水库工程区位于扬子准地台（I1）二级构造单元重庆台坳（II1）东北部，三级大地构造单元重庆陷褶束（III1）之万州凹褶束（IV1）四级构造单元北东边界部位。工程区南部区域构造线走向自西向东总体由NE向渐转为近EW向，呈突向NW的弧形构造带，弧形构造多具扭性特点；次级或低序次褶皱往往雁行排列，整个褶皱形态为屉形向斜和梳状高背斜相间排列，组成隔档式构造，在背斜的西端北西翼缓、南东翼陡，东段也呈北缓、南陡的不对称褶皱；区域北部大巴山一带构造线走向自西向东总体由NW向渐转为近EW向，呈突向SW的弧形构造，背斜的西端南西翼缓、北东翼陡，东段呈南缓、北陡的不对称褶皱，形成别具一格的帚状构造。区域研究范围内，主要断裂均沿褶皱的核部发育，断裂走向自西向东总体表现为由NE向或NW向渐转为近EW向，多数断裂呈凸向NW或SW的弧形，构造统计表如表5.1-2。

表5.1-2　向阳水库区域构造统计表

构造名称	编号	位置	区内长度（km）	产状		
				走向（核部）	倾向	倾角
正坝～温泉逆冲断裂 F1	（1）	向阳水库坝址北西约 14km 处	16.415	南 95°东	北或南	60°～70°
红花逆冲断裂 F2	（2）	向阳水库坝址以北约 17.7km 处	7.858	南 120°东	北或南	50°～80°
F4	（3）	向阳水库坝址北东约 26km 处	29.6	南 120°东	北或南	-
F5	（4）	向阳水库坝址北东约 29km 处	14.787	南 110°东	北或南	-
长店坊-向家坪向斜	（5）	向阳水库坝址北约 2.5km 处	46.612	东	-	-
马槽坝背斜	（6）	向阳水库坝址南约 500m 处	29.251	北 45°东	-	-
渠马河向斜	（7）	向阳水库坝址南约 13.914km 处	63.8	南 105°东	-	-
铁峰山—梅子坝背斜	（8）	向阳水库坝址南约 24.5km 处	50.283	东	-	-
杨柳湾向斜	（9）	向阳水库坝址南约 29.52km 处	18.721	北 80°东	-	-
硐村背斜	（10）	向阳水库坝址南约 32km 处	34.377	北 80°东	-	-
故陵向斜	（11）	向阳水库坝址南东约 44km 处	35.091	北 70°东	-	-
剪刀架背斜	（12）	向阳水库坝址北东约 12.915km 处	25.681	南 110°东	-	-
田坝背斜	（13）	向阳水库坝址北东约 16.387km 处	38.692	南 120°东	-	-
温泉镇背斜	（14）	向阳水库坝址北西约 10.993km 处	20.168	南 100°东	-	-

5.1.5水文地质

汤溪河流域地层岩性总体上游碳酸岩分布广泛、下游以碎屑岩类为主，汤溪河流域为区内地表水和地下水侵蚀基准面，水文地质条件较简单，按地下水的赋存条件可分为基岩裂隙水、岩溶水及孔隙水。可溶碳酸岩发育溶洞、溶隙等岩溶现象赋存岩溶水，碎屑岩类发育的节理系统与原生孔隙赋存裂隙水，第四系松散覆盖层中的孔隙中赋存孔隙水。

汤溪河流域岩层走向近东西，总体与汤溪河大角度相交。上游段可溶碳酸岩分布广泛，主要有：奥陶系（O）灰岩与页岩互层；二叠系下统（P1）灰岩，岩质不纯，夹有页岩、硅质岩夹层；三叠系下统嘉陵江组（T1j）白云岩、灰岩，夹泥质灰岩、泥灰岩、页岩；三叠系中统巴东组（T2b）泥灰岩、泥质灰岩等可溶岩，属透水层，可能存在与邻谷相互补排地下岩溶水系统。下游段以碎屑岩类为主，主要有侏罗系（J）和三叠系上统（T3）砂岩及泥岩、页岩等碎屑岩，属隔水层，不存在与邻谷地下水水力联系。

5.1.6气候、气象

汤溪河流域属亚热带湿润季风气候区，气候温和，四季分明，雨量充沛，湿度较大，无霜期长，春季气温回升较早，但常受寒潮影响出现倒春寒，初夏雨量丰沛，盛夏炎热多伏旱，秋多绵雨，冬无严寒，云雾较多。

根据流域内的云阳县气象站 1957～2015 年观测资料统计：多年平均气温 18.5℃，气温年际变化不大，最高 19.4℃（1978 年），最低 17.7℃（1993 年），年内以 7、8 月平均气温最高，平均 29.4℃，1 月平均气温最低，平均 8.0℃，极端最高气温 41.7℃（1961、1972 年），极端最低气温-4.0℃（1977 年）；多年平均相对湿度 74.8%；多年平均风速 1.5m/s，多年平均年最大风速 11.2m/s，最多风向为 ENE；多年平均蒸发量为 1339.1mm（20cm 蒸发皿），7 月～8 月蒸发量占全年蒸发量的 31.6%。

据云阳气象站 1957～2015 年资料统计，多年平均降水量为 1132.9mm，其年际变化较大，最大年降水量为 1750.2mm（1963 年），最小年降水量为 730.5mm（1966 年），相差达 2.4 倍；降水在年内分配不甚均匀，4 月～10 月降水量约占全年降水量的 80.7%，11 月～次年 3 月仅占全年降水量的 19.3%；最大月降水量为 633.3mm（1982 年 7 月），最小月降水量仅 0.4mm（1984 年 2 月）。

5.1.7水文资料

团滩河系汤溪河上游右岸的一条支流，发源于云阳县与巫溪县交界的人头寨、老鸭梁一带。河流自北向南，流经洞子包、石院子、姚家湾，于青岗坪处纳入左支寨沟河后继续向南流，过温水坝、月亮庙至岩湾处纳入右岸较大支流后叶沟，再经下七坝，至五同岔处纳入左支帆水河，再过罗家垭口、团滩镇，于江口镇处注入汤溪河。团滩河流域面积 286.9km2，主河道长 37.2km，河道平均比降 19.8‰。向阳水库所在流域地处四川盆地的东北缘，总体属川东平行岭谷的一部分。流域内山峦起伏，沟壑纵横，主河道穿梭于崇山峻岭中。流域内降水丰沛，植被覆盖条件较好，人类活动不频繁。

团滩河径流主要来源于降雨，其次为地下水，径流的年内变化与降雨一致。每年 3 月下旬开始，随着降雨增加，径流也相应增大，4 月为汛前过渡期，5 月～9 月流域进入主汛期，径流量大增，但本流域常发生伏旱，伏旱期径流显著减少，10 月为汛后过渡期，降雨减少，径流也逐渐减少，11 月至翌年 2 月很少降雨，径流主要由地下水补给，12 月～次年 2 月是径流的最枯时期。所以团滩河的丰水期为 5 月~10 月，枯水期为 11 月~次年 4 月。

向阳水库所在的团滩河流域无水文气象观测资料，但在汤溪河干流下游设有盐渠水文站，且在邻近的小江支流普里河上设有余家（跳蹬）水文站。除水文测站外，另在云阳县城设有云阳气象站，以及汤溪河流域邻近的雨量站。工程水文设计成果主要依据余家水文站及流域邻近的雨量站资料进行分析计算。余家站 1970 年 1 月～2015 年 12 月天然流量资料统计：多年平均流量为 7.73m^3/s。拟建向阳水库坝址控制流域面积为 242km^2，根据余家水文站设计径流成果，采用水文比拟法并考虑面平均降雨量修正，计算得水库坝址多年平均流量为 6.57m^3/s，成果见表 5.1-3。

表 5.1-3　向阳水库设计径流成果表（单位：m^3/s）

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	年平均
流量（m^3/s）	0.89	0.85	1.59	5.19	10.30	15.10	13.80	8.33	11.00	6.79	3.51	1.26	6.57

5.1.8土壤资源

云阳县共有水稻土、紫色土、冲积土、黄壤、石灰岩 5 个土类，9 个亚类，22 个土属，108 个土种，152 个变种。水稻土零星分布于河谷低坝、单斜低山下部岩溶低山洼地，多分布在海拔 400～800 米之间，多呈微酸性和中性。冲积土分布在长江两岸及其一、二级支流宽缓弯曲地段，成土母质为第四条新冲积物，海拔 100～200 米，酸碱性为中性至微酸性。紫色土是全县主要土壤资源，分布于向斜低山，单斜低山区。紫色土呈微酸性至微碱性，含磷、钾丰富。山地黄壤，分布在石灰岩低中山以及背斜低山地势平缓地带，多呈酸性反应。石灰岩土，分布在石灰岩中山，在低山中上部亦有零星分布，土壤呈微碱性，石灰反应强烈。

5.1.9矿产资源

云阳县境内已发现可供开发的矿产有 11 种，其中，煤、菱铁矿、钼、钒埋藏浅、品位高、质量好；石灰岩、页岩、粘土矿遍布全县，品种优良，开采容易；岩盐储量 6.7 亿吨，含氯化钠 87%以上；煤矿储量 3900 余万吨；菱铁矿储量 1341 万吨，含铁 40%左右；天然气储量 9.3 亿立方米，已成功开采；已探明粉石英矿区位于农坝镇云峰山一带，面积 8.0 平方公里，储量达 5176.58 万吨，含二氧化硅 98%以上，可列为一级品和特级品矿石。矿区南部离渝巫公路（农坝镇）17 公里，长江边 91 公里，开采条件好。

5.1.10林业资源

云阳县植被属亚热带常绿针叶林，以喜温暖湿润的樟科、山毛榉科、大戟科为主的阔叶林和以马尾松、川柏木、杉木为主的针叶林。由于水热充沛，土壤类型多种，高差

悬殊等条件，形成了种类繁多的植被群落，常见的有 70 科，共 1000 多种。

林木有 65 科，252 种，竹类 12 个品种。经济林木有 100 多个品种，仅果树就有 8 个科，水果 70 多个品种。药材品种 118 个。云阳县保护植物以七曜山自然保护区和云阳小江湿地县级自然保护区为主，有保护植物 51 种，其中一级 5 种，如四川苏铁、苏铁、银杏、水杉、南方红豆杉等；二级 24 种，如樟、鹅掌秋、厚朴、凹叶厚朴、喜树、杜仲、金荞麦、胡桃、春兰、惠兰等。

5.2区域水污染源调查与评价

向阳水库水源区涉及云阳县江口镇，受水区涉及汤溪河沿岸江口、沙市、鱼泉、南溪、云安等 5 个乡镇，以及云阳县城组团（黄石镇、水口镇、人和街道、青龙街道、双江街道、云阳工业园和万州经开区 C 区水口组团）。

水污染源按照点源污染和面源污染进行识别。点源污染主要来自于城镇集中排放生活污水和工业废水。根据资料收集与现场踏勘，向阳水库水源区无工业废水排放，受水区云阳县县城片区有云阳工业园区和万州经开区 C 区水口组团，现状年云阳工业园工业废水通过人和污水处理厂排放，万州经开区 C 区水口组团工业废水通过水口污水处理厂排放。农村面源污染主要来自于农村散排生活污水、畜禽养殖、农田径流及灌溉退水四个方面。

5.2.1城镇点源污染负荷

根据调查分析，城镇点源污染主要来自于城镇集中排放生活污水和工业废水。

现状年向阳水库建有向家坪污水处理、鱼泉污水处理厂、江口污水处理厂、南溪污水处理厂、云安污水处理厂、人和污水处理厂、黄石污水处理厂、水口污水处理厂、县城污水处理厂共 9 座污水处理厂，其中人和污水处理厂同时处理云阳工业园排放的工业废水。污水处理厂的设计出水水质均为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标，处理率为 76.1%。根据《重庆市云阳县生态环境监测站监测报告》，各污水处理厂的实际污水排放量和特征污染物排放量如表 5.2-1 所示。

表 5.2-1　现状年水平年污水处理厂污染负荷排放量

受纳水体	乡镇	污水处理厂名称	污水排放量（t/d）	特征污染物排放量			
				COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
团滩河	江口镇	向家坪污水处理厂	178	3.90	0.97	0.06	1.30
汤溪河	鱼泉镇	鱼泉污水处理厂	696	15.24	3.81	0.25	5.08

汤溪河	江口镇	江口污水处理厂	1278	27.99	7.00	0.47	9.33
汤溪河	南溪镇	南溪污水处理厂	831	18.20	4.55	0.30	6.07
汤溪河	云安镇	云安污水处理厂	229	5.02	1.25	0.08	1.67
澎溪河	人和街道	人和污水处理厂	723	15.83	3.96	0.26	5.28
澎溪河	黄石镇	黄石污水处理厂	321	7.03	1.76	0.12	2.34
澎溪河	水口镇	水口污水处理厂	372	8.15	2.04	0.14	2.72
长江	青龙街道	云阳县城污水处理厂	33641	736.74	184.18	12.28	245.58
合计			38269	838.09	209.52	13.97	279.36

根据现场踏勘，除工业园区的工业废水经污水处理厂处理后排放外，有部分企业的工业废水未经处理直接排放。根据重庆市云阳县生态环境局所提供资料，企业的污染物排放量如表所示。

表 5.2-2　现状年规划区企业污染负荷入河量

乡镇	企业名称	工业废水排放量（t/a）	特征污染物排放量			
			COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
江口镇	云阳县渝洋食品有限公司	63000	6.27	0.60	0.76	1.26
南溪镇	重庆今朝醉酒业发展有限责任公司	54560	5.40	0.50	1.26	0.27
合计		117560	11.67	1.10	2.02	1.53

根据现场踏勘，除沙市镇未建有污水处理厂，其生活污水大部分未经处理，通过各种管道或沟渠收集后以点源方式集中排放外，其余乡镇 76.1%的生活污水经污水处理厂处理后排放外，23.9%的城镇生活污水未经处理直接排放。对现状年城镇未经处理的集中排放生活污染负荷进行计算，结果详见所示表 。

表 5.2-3　现状年水平年未集中处理的城镇生活废水及污染负荷排放量

乡镇	城镇人口（万人）	计算人口（万人）	污水量（万 t/a）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	0.52	0.52	19.44	124.51	14.58	1.91	20.80
鱼泉镇	0.39	0.09	3.50	22.41	2.62	0.34	3.74
江口镇	1.92	0.46	17.22	110.33	12.92	1.70	18.43
南溪镇	1.42	0.34	12.74	81.60	9.55	1.25	13.63
云安镇	0.41	0.10	3.68	23.56	2.76	0.36	3.94
云阳镇	0.37	0.37	13.83	88.59	10.37	1.36	14.80
栖霞镇	0.32	0.32	11.96	76.62	8.97	1.18	12.80
人和街道	2.63	0.63	23.59	151.13	17.69	2.32	25.25
黄石镇	0.86	0.21	7.71	49.42	5.79	0.76	8.26
水口镇	0.91	0.22	8.16	52.29	6.12	0.80	8.74
青龙街道	7.86	1.89	70.51	451.68	52.88	6.94	75.46
双江街道	5.90	1.42	52.92	339.05	39.69	5.21	56.65

合计	23.51	6.56	245.26	1571.21	183.95	24.14	262.51

*本表数据依据《云阳统计年鉴 2015》。

将现状年规划区内点源污染进行汇总，结果如表所示。从该表可知，青龙街道现状年点源污染负荷入河量较大。

表 5.2-4　现状年点源污染负荷汇总

乡镇	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	124.51	14.58	1.91	20.80
鱼泉镇	37.65	6.43	0.60	8.83
江口镇	148.49	21.49	2.98	30.32
南溪镇	105.20	14.60	2.82	19.97
云安镇	28.58	4.01	0.45	5.61
云阳镇	88.59	10.37	1.36	14.80
栖霞镇	76.62	8.97	1.18	12.80
人和街道	166.97	21.65	2.59	30.53
黄石镇	56.45	7.54	0.88	10.60
水口镇	60.44	8.16	0.94	11.45
青龙街道	1188.42	237.06	19.22	321.04
双江街道	339.05	39.69	5.21	56.65
合计	2420.97	394.55	40.14	543.4

5.2.2农村面源污染负荷

根据调查分析，农村面源污染主要来自于农村散排生活污水、畜禽养殖及农田径流三方面。

5.2.2.1农村散排生活污水

农村生活污染源主要来自两方面：一是粪便，通常置于干厕中，用于农田堆肥；二是其它生活废水，一般就地排放，渗入土壤，形成面源污染。规划区农村尚未建设垃圾处理设施和污水处理系统，污水没有进行有效处理，垃圾处于无序堆放状态，污水和垃圾污染仍然是农村环境的主要问题。对各乡镇现状年农村生活污水污染负荷进行计算，结果详见表 5.2-5。从该表可知，现状年江口镇和南溪镇由于农村人口较多，排入河流的农村生活污染负荷较大。

表 5.2-5　现状年规划区农村生活污染负荷排放量

乡镇	农村人口（万人）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	1.44	142.96	17.22	2.00	22.41
鱼泉镇	1.39	138.00	16.62	1.93	21.63
江口镇	4.79	475.55	57.28	6.64	74.55
南溪镇	3.81	378.26	45.56	5.28	59.30

云安镇	1.36	135.02	16.26	1.89	21.17
云阳镇	1.22	121.12	14.59	1.69	18.99
栖霞镇	1.22	121.12	14.59	1.69	18.99
人和街道	0.04	3.97	0.48	0.06	0.62
黄石镇	0.70	69.50	8.37	0.97	10.89
水口镇	0.62	61.55	7.41	0.86	9.65
青龙街道	0.22	21.84	2.63	0.31	3.42
双江街道	0.04	3.97	0.48	0.06	0.62
合计	16.85	1672.87	201.48	23.37	262.25

*本表数据依据《云阳统计年鉴 2015》

5.2.2.2畜禽养殖污染

国家规定规模化畜禽养殖场必须执行《畜禽养殖业污染物排放标准》（GB 18596-2001）。向阳水库水源区及受水区范围内除已有规模化养殖外，村庄畜禽养殖以散养为主，畜禽粪便常堆放于房前，易随降雨形成污染。根据调查，乡镇的畜禽养殖种类主要有猪、牛、羊、家禽。根据云阳县 2015 年年鉴及云阳县养殖场粪污资源化利用工程建设工程统计结果，计算得到规划区畜禽养殖产生的面源污染负荷入河量，结果见表 5.2-6 所示。从该表可知，现状年江口镇、南溪镇、鱼泉镇、人和街道的畜禽散养污染负荷入河量较高。

表 5.2-6　现状水平年禽畜散养污染负荷排放量

乡镇	猪当量（万头）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	0.07	2.00	0.11	0.02	0.22
鱼泉镇	0.49	14.46	0.76	0.17	1.61
江口镇	0.49	14.45	0.76	0.17	1.61
南溪镇	0.39	11.74	0.62	0.14	1.31
云安镇	0.07	1.98	0.10	0.02	0.22
云阳镇	0.31	9.15	0.48	0.11	1.02
栖霞镇	0.22	6.46	0.34	0.08	0.72
人和街道	1.45	43.23	2.29	0.51	4.81
黄石镇	0.09	2.67	0.14	0.03	0.30
水口镇	0.21	6.28	0.33	0.07	0.70
青龙街道	0.06	1.77	0.09	0.02	0.20
双江街道	0.15	4.51	0.24	0.05	0.50
总计	3.99	118.71	6.28	1.39	13.22

*本表数据依据《云阳统计年鉴 2015》及云阳县养殖场粪污资源化利用工程建设工程统计结果。

5.2.2.3农田径流污染

农田径流污染主要来源于：（1）农田化肥、农药施用不当，加上不合理的农田灌溉

方式，导致氮、磷污染物随降雨产生的径流流失进入水体；（2）流域内以种植业为主，农作物秸秆丰富，除少部分用作牲畜饲草、饲料外，其余存放于房前屋后进行露天沤肥，或在田间地头焚烧，通过水土交换加剧了水环境污染。对水源区及受水区范围内农田径流污染负荷进行计算，结果详见表。从该表可知，现状年人和镇和青龙街道农田径流污染负荷入河量较高。

表 5.2-7　现状年乡镇农田径流污染负荷排放量

乡镇	水田（亩）	旱地（亩）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	162.33	456.33	0.79	0.16	0.02	0.24
鱼泉镇	45.48	45.48	0.13	0.02	0.00	0.05
江口镇	108.98	306.35	0.53	0.11	0.01	0.16
南溪镇	540.00	1518.00	2.64	0.54	0.05	0.81
云安镇	340.76	957.91	1.66	0.34	0.03	0.51
云阳镇	499.65	1404.58	2.44	0.50	0.05	0.75
栖霞镇	396.90	1115.74	1.94	0.40	0.04	0.59
人和街镇	2474.52	6956.15	12.09	2.49	0.25	3.69
黄石镇	430.32	1209.68	2.10	0.43	0.04	0.64
水口镇	443.79	1247.54	2.17	0.45	0.04	0.66
青龙街道	1681.22	4726.11	8.21	1.69	0.17	2.51
双江街道	424.72	1193.94	2.07	0.43	0.04	0.63
总计	7548.68	21137.82	36.77	7.56	0.74	11.24

*本表数据依据《云阳统计年鉴 2015》

将规划区内面源污染进行汇总结果如表 5.2-8。从该表可知，现状年江口镇和南溪镇面源污染负荷入河量较高。

表 5.2-8　现状年面源污染负荷汇总

乡镇	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	156.80	19.76	2.26	26.25
鱼泉镇	154.35	17.65	2.13	24.01
江口镇	497.95	59.67	6.97	78.59
南溪镇	429.36	54.28	6.22	72.63
云安镇	161.84	21.48	2.42	28.98
云阳镇	166.69	114.41	11.65	167.95
栖霞镇	156.52	211.18	21.22	311.97
人和街道	227.58	39.87	4.24	60.56
黄石镇	103.53	14.96	1.64	20.78
水口镇	100.19	14.40	1.59	20.24
青龙街道	146.17	27.94	2.82	41.07
双江街道	39.44	7.09	0.74	10.59

乡镇	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
总计	2340.42	602.68	63.91	863.61

5.2.2.4灌溉回归水污染

灌溉回归水水质主要受农业生产的影响，一般由各级渠道退水和农田排水组成，由于化肥、农药的施用使稻田中有机质、营养物质增多，农田排水至主河网水系，对当地的水环境有一定的影响。

根据规划区水资源配置资料，在计算各个控制区、控制单元的各项退水量值时，采用了简化计算的方法。基于该控制区的农业供水的退水，最终退回到该控制区内的假定，各控制区、控制单元的灌溉退水量值采用该控制区或控制单元的供水量乘以灌溉退水系数的方法求得；各个控制区、控制单元的农村生活退水值采用该控制区或控制单元的区间汇流面积占整个片区区间汇流面积的比值乘以整个片区的农村生活退水量值的方法求得。

参考类似项目。灌溉退水水质计算浓度取 COD 浓度值为 41mg/L，NH_3-N 浓度值 0.696mg/L，TP 浓度值为 1.77mg/L，TN 浓度值为 0.96mg/L，退水系数为 0.4。结合灌溉供水计算现状年退水污染负荷见表。从该表可见，现状年南溪镇灌溉退水污染负荷量较高。

表 5.2-9　现状年灌溉退水负荷

行政区	灌溉供水量（万 t/a)	灌溉退水量（万 t/a)	现状年灌溉退水污染负荷			
			COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	5.10	2.04	0.84	0.01	0.02	0.04
鱼泉镇	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
江口镇	31.70	12.68	5.20	0.09	0.12	0.22
南溪镇	137.35	54.94	22.53	0.38	0.53	0.97
云安镇	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
云阳镇	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
栖霞镇	100.50	40.20	6.59	0.11	0.15	0.28
人和街道	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
黄石镇	109.50	43.80	7.18	0.12	0.17	0.31
水口镇	145.40	58.16	9.54	0.16	0.22	0.41
青龙街道	95.38	38.15	6.26	0.11	0.15	0.27
双江街道	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
总计	624.93	249.97	58.13	0.99	1.36	2.51

5.2.3污染源现状汇总

5.2.3.1向阳水库库区污染负荷统计分析

通过污染源调查，统计得到向阳水库库区污染负荷如下表所示。向阳水库库区现状年 COD、NH_3-N、TP、TN 排放量分别为 171.21t/a、20.76t/a、2.44t/a、27.68t/a。污染负荷主要来自于农村生活，COD、NH_3-N、TP、TN 分别占总污染负荷的 77.34%、76.83%、75.82%和 75.00%。

表 5.2-10　向阳水库库区现状年污染负荷综合统计表

污染负荷(t/a)		COD	NH_3-N	TP	TN
现状年点源	城镇生活污染负荷	34.62	4.57	0.54	6.43
	城镇集中排水区污染负荷所占比重(%)	20.22	22.01	22.13	23.23
	工业污染负荷	0.00	0.00	0.00	0.00
	工业污染负荷所占比重(%)	0.00	0.00	0.00	0.00
现状年面源	农村生活污染负荷	132.41	15.95	1.85	20.76
	农村生活污染负荷所占比重(%)	77.34	76.83	75.82	75.00
	禽畜散养污染负荷	4.02	0.21	0.05	0.45
	禽畜散养污染负荷所占比重(%)	2.35	1.01	2.05	1.63
	农田径流污染负荷	0.15	0.03	0	0.05
	农田径流污染负荷所占比重(%)	0.09	0.14	0.00	0.18
灌溉回归水	灌溉回归水污染负荷	0.00	0.00	0.00	0.00
	灌溉回归水污染负荷所占比重(%)	0.00	0.00	0.00	0.00
合计		171.21	20.76	2.44	27.68

5.2.3.2团滩河坝下河段污染负荷统计分析

通过污染源调查，统计得到团滩河坝下河段污染负荷如表所示。团滩河坝下现状年 COD、NH_3-N、TP、TN 排放量分别为 241.74t/a、28.32t/a、3.44t/a、37.82t/a。污染负荷主要来自于农村生活，COD、NH_3-N、TP、TN 分别占总污染负荷的 78.31%、80.51%、76.74%和 78.48%。

表 5.2-11　团滩河坝下河段现状年污染负荷综合统计表

污染负荷(t/a)		COD	NH_3-N	TP	TN
现状年点源	城镇生活污染负荷	43.92	5.14	0.67	7.34
	城镇集中排水区污染负荷所占比重(%)	18.17	18.15	19.48	19.41
	工业污染负荷	0.00	0.00	0.00	0.00
	工业污染负荷所占比重(%)	0.00	0.00	0.00	0.00
现状年面源	农村生活污染负荷	189.30	22.80	2.64	29.68
	农村生活污染负荷所占比重(%)	78.31	80.51	76.74	78.48
	禽畜散养污染负荷	5.75	0.30	0.07	0.64
	禽畜散养污染负荷所占比重(%)	2.38	1.06	2.03	1.69
	农田径流污染负荷	0.17	0.03	0.00	0.05
	农田径流污染负荷所占比重(%)	0.07	0.11	0.00	0.13
灌溉回归水	灌溉回归水污染负荷	2.60	0.05	0.06	0.11
	灌溉回归水污染负荷所占比重(%)	1.08	0.18	1.74	0.29

污染负荷(t/a)	COD	NH_3-N	TP	TN
合计	241.74	28.32	3.44	37.82

5.2.3.3汤溪河污染负荷统计分析

通过污染源调查，统计得到汤溪河污染负荷如表所示。汤溪河现状年 COD、NH_3-N、TP、TN 排放量分别为 1814.26t/a、219.33t/a、28.27t/a、295.99t/a。污染负荷主要来自于农村生活，COD、NH_3-N、TP、TN 分别占总污染负荷的 65.61%、65.36%、58.83%和63.04%。

表 5.2-12　汤溪河现状年污染负荷综合统计表

污染负荷(t/a)		COD	NH_3-N	TP	TN
现状年点源	城镇生活污染负荷	519.43	69.64	8.07	97.83
	城镇集中排水区污染负荷所占比重(%)	28.63	31.75	28.55	33.05
	工业污染负荷	11.67	1.10	2.02	1.53
	工业污染负荷所占比重(%)	0.64	0.50	7.15	0.52
现状年面源	农村生活污染负荷	1190.32	143.36	16.63	186.60
	农村生活污染负荷所占比重(%)	65.61	65.36	58.83	63.04
	禽畜散养污染负荷	50.47	2.67	0.59	5.62
	禽畜散养污染负荷所占比重(%)	2.78	1.22	2.09	1.90
	农田径流污染负荷	9.81	2.01	0.20	3.01
	农田径流污染负荷所占比重(%)	0.54	0.92	0.71	1.02
灌溉回归水	灌溉回归水污染负荷	32.56	0.55	0.76	1.40
	灌溉回归水污染负荷所占比重(%)	1.79	0.25	2.69	0.47
合计		1814.26	219.33	28.27	295.99

5.2.3.4澎溪河污染负荷统计分析

通过污染源调查，统计得到澎溪河污染负荷如表所示。澎溪河现状年 COD、NH_3-N、TP、TN 排放量分别为 1343.49t/a、158.26t/a、20.56t/a、225.54t/a。污染负荷主要来自于城镇生活，COD、NH_3-N、TP、TN 分别占总污染负荷的 79.98%、82.10%、80.50%和81.89%。

表 5.2-13　澎溪河现状年污染负荷综合统计表

污染负荷(t/a)		COD	NH_3-N	TP	TN
现状年点源	城镇生活污染负荷	1074.58	129.93	16.55	184.69
	城镇集中排水区污染负荷所占比重(%)	79.98	82.10	80.50	81.89
	工业污染负荷	0.00	0.00	0.00	0.00
	工业污染负荷所占比重(%)	0.00	0.00	0.00	0.00
现状年面源	农村生活污染负荷	160.83	19.37	2.25	25.21
	农村生活污染负荷所占比重(%)	11.97	12.24	10.94	11.18
	禽畜散养污染负荷	58.46	3.09	0.68	6.51
	禽畜散养污染负荷所占比重(%)	4.35	1.95	3.31	2.89
	农田径流污染负荷	26.64	5.48	0.54	8.14
	农田径流污染负荷所占比重(%)	1.98	3.46	2.63	3.61
灌溉回归水	灌溉回归水污染负荷	22.98	0.39	0.54	0.99
	灌溉回归水污染负荷所占比重(%)	1.71	0.25	2.63	0.44

污染负荷(t/a)	COD	NH_3-N	TP	TN
合计	1343.49	158.26	20.56	225.54

5.2.3.5长江研究河段污染负荷统计分析

通过污染源调查，统计得到长江研究河段污染负荷如表所示。长江研究河段现状年COD、NH_3-N、TP、TN 排放量分别为 736.74t/a、184.18t/a、12.28t/a、245.58t/a。污染负荷来自于城镇生活。

表 5.2-14　长江研究河段现状年污染负荷综合统计表

污染负荷(t/a)		COD	NH_3-N	TP	TN
现状年点源	城镇生活污染负荷	736.74	184.18	12.28	245.58

5.2.3.6现状年各来源污染物负荷汇总

统计现状年各来源污染物负荷见表 5.2-14。从该表可见，现状年向阳水库受水区COD 排放量为 4378.37t/a，NH_3-N 排放量为 906.07t/a，TP 排放量为 96.33t/a，TN 排放量为 1272.58t/a。

表 5.2-14　现状年各来源污染物负荷汇总

乡镇	COD（t/a）			NH_3-N（t/a）			TP（t/a）			TN（t/a）		
	点源	面源	灌溉	点源	面源	灌溉	点源	面源	灌溉	点源	面源	灌溉
沙市镇	124.51	158.21	0.84	14.58	18.15	0.01	1.91	2.18	0.02	20.80	24.26	0.04
鱼泉镇	37.65	140.13	0.00	6.43	16.74	0.00	0.60	1.95	0.00	8.83	21.91	0.00
江口镇	148.49	490.55	5.20	21.49	58.15	0.09	2.98	6.82	0.12	30.32	76.32	0.22
南溪镇	105.20	395.35	22.53	14.60	46.86	0.38	2.82	5.51	0.53	19.97	61.71	0.97
云安镇	28.58	148.42	0.00	4.01	17.22	0.00	0.45	2.06	0.00	5.61	22.98	0.00
云阳镇	88.59	166.69	0.00	10.37	114.41	0.00	1.36	11.65	0.00	14.80	167.95	0.00
栖霞镇	76.62	156.52	6.59	8.97	211.18	0.11	1.18	21.22	0.15	12.80	311.97	0.28
人和街道	166.97	18.04	0.00	21.65	3.07	0.00	2.59	0.32	0.00	30.53	4.54	0.00
黄石镇	56.45	114.82	7.18	7.54	11.09	0.12	0.88	1.52	0.17	10.60	16.35	0.31
水口镇	60.44	66.39	9.54	8.16	8.00	0.16	0.94	0.94	0.22	11.45	10.61	0.41
青龙街道	1188.42	36.34	6.26	237.06	4.65	0.11	19.22	0.55	0.15	321.04	6.63	0.27
双江街道	339.05	7.82	0.00	39.69	1.00	0.00	5.21	0.12	0.00	56.65	1.45	0.00
小计	2420.96	1899.27	58.14	394.56	510.53	0.98	40.13	54.84	1.36	543.39	726.69	2.50
总计	4378.37			906.07			96.33			1272.58		

5.3环境质量现状监测与评价

5.3.1大气环境质量现状调查与评价

根据《重庆市环境空气质量功能区划分规定》（渝府发[2016]19 号）等相关文件规定，本工程位于云阳县，所在区域环境空气功能区划为二类区，环境空气质量常规因子 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3 执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

5.3.1.1环境空气质量达标区判定

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）标准要求，本次评价引用《云阳县环境质量报告书（2017 年度）》对常规因子 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3 进行区域达标判定。空气质量达标区判定情况见表 5.3-1。

表 5.3-1　空气质量达标区判定情况一览表

年度	参数	年均值（mg/m³）	标准值（mg/m³）	占标率（%）	达标情况
2017 年	SO_2	0.008	0.060	13.33	达标
	NO_2	0.025	0.040	62.50	达标
	O_3	0.083	0.160	51.88	达标
	CO	0.8	4.000	20.00	达标
	PM_{10}	0.051	0.070	72.86	达标
	$PM_{2.5}$	0.035	0.035	100.00	达标

由上表可知，工程所在区域区环境空气均达《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，因此云阳县环境空气质量达标，为达标区。

5.3.1.2补充监测情况

本次评价工作在项目所在区域布设 5 个环境空气质量现状监测点，具体见表 5.3-2。

表 5.3-2　环境空气质量监测点布设表

序号	监测点	监测点经纬度（°）
G1	五同岔（坝址处）	108.751860°E,31.283906°N
G2	上元村（输水管线隧道起点）	108.795161°E,31.195072°N
G3	老马门（袁家河坝石料厂）	108.758941°E,31.298318°N
G4	横琴寨（横琴寨料场）	108.746967°E,31.268281°N
G5	双鹿村	108.736668°E,31.257239°N

②监测项目

监测 TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2，同时监测取样期间的气象条件。

③监测时间和频率

监测时间为 2018 年 2 月 25 日~2018 年 3 月 3 日，SO_2、$NO_2$1 小时平均值：有效监

测 7 天，每天监测 4 次；SO_2、NO_2、TSP、PM_{10} 24 小时平均值，有效监测 7 天，每天一次。

④监测及分析方法

采样方法按《环境监测技术规范》（大气部分）进行，分析方法按《环境空气质量标准》中的规定进行。

5.3.1.3大气环境质量评价

监测结果及评价结果详见表 5.3-3。监测结果表明：所有监测因子均达标，满足环境空气质量二级标准要求，项目所在区域大气环境质量较好。

5.3.2地表水环境质量现状调查与评价

5.3.2.1常规水质历史监测资料分析

（1）监测断面、时段

本次环评收集到了汤溪河（汤溪河大桥、沙市镇（原田坝电站）、汤溪河江口断面）、澎溪河（养鹿渡口（原渠马渡口）、高阳渡口）、长江（苦草沱断面）断面 2015~2017 年常规水质监测资料，其中 2017 年监测数据为逐月平均监测数据，包括了一整年的丰、平、枯三期的水质数据，2015、2016 年为年均数据。常规水质监测断面情况见表 5.3-4。

表 5.3-4　常规水质监测断面统计表

河流	断面	监测频次	断面级别	断面执行标准
长江	苦草沱	2015、2016、2017 全年	市控	III 类
澎溪河	养鹿渡口（原渠马渡口）	2015、2016、2017 全年	市控	III 类
	高阳渡口	2015、2016、2017 全年	国控	III 类
汤溪河	汤溪河大桥	2015、2016、2017 全年	市控	III 类
	沙市镇（原田坝电站）	2015、2016、2017 全年	市控	III 类
	汤溪河江口	2015、2016、2017 全年	国控	III 类

表 5.3-3　环境空气监测结果汇总表（单位：mg/Nm³）

点位	项目	一次/小时浓度监测值				日均浓度监测值			
		浓度范围	标准值	最大占标率	超标率%	浓度范围	标准值	最大占标率	超标率%
G1	SO_2	1.01×10^{-2}~1.54×10^{-2}	0.5	0.031	0	1.15×10^{-2}~1.38×10^{-2}	0.15	0.092	0
	NO_2	2.74×10^{-2}~3.82×10^{-2}	0.2	0.191	0	2.96×10^{-2}~3.45×10^{-2}	0.08	0.431	0
	PM_{10}	-	-	-	-	5.30×10^{-2}~6.54×10^{-2}	0.15	0.436	0
	TSP	-	-	-	-	0.122~0.165	0.3	0.55	0
G2	SO_2	1.02×10^{-2}~1.66×10^{-2}	0.5	0.033	0	1.15×10^{-2}~1.44×10^{-2}	0.15	0.096	0
	NO_2	2.9×10^{-2}~3.74×10^{-2}	0.2	0.187	0	3.26×10^{-2}~3.47×10^{-2}	0.08	0.434	0
	PM_{10}	-	-	-	-	4.92×10^{-2}~5.91×10^{-2}	0.15	0.394	0
	TSP	-	-	-	-	0.113~0.159	0.3	0.53	0
G3	SO_2	1.03×10^{-2}~1.64×10^{-2}	0.5	0.033	0	1.15×10^{-2}~1.32×10^{-2}	0.15	0.088	0
	NO_2	2.73×10^{-2}~3.53×10^{-2}	0.2	0.177	0	3.02×10^{-2}~3.31×10^{-2}	0.08	0.414	0
	PM_{10}	-	-	-	-	4.69×10^{-2}~5.31×10^{-2}	0.15	0.354	0
	TSP	-	-	-	-	0.114~0.131	0.3	0.437	0
G4	SO_2	1.01×10^{-2}~1.64×10^{-2}	0.5	0.033	0	1.21×10^{-2}~1.38×10^{-2}	0.15	0.092	0
	NO_2	2.88×10^{-2}~3.58×10^{-2}	0.2	0.179	0	3.02×10^{-2}~3.29×10^{-2}	0.08	0.411	0
	PM_{10}	-	-	-	-	5.62×10^{-2}~6.54×10^{-2}	0.15	0.436	0
	TSP	-	-	-	-	0.128~0.16	0.3	0.533	0
G5	SO_2	1.03×10^{-2}~1.65×10^{-2}	0.5	0.033	0	1.15×10^{-2}~1.32×10^{-2}	0.15	0.088	0
	NO_2	2.88×10^{-2}~3.58×10^{-2}	0.2	0.179	0	3.10×10^{-2}~3.37×10^{-2}	0.08	0.421	0
	PM_{10}	-	-	-	-	5.57×10^{-2}~6.23×10^{-2}	0.15	0.415	0
	TSP	-	-	-	-	0.134~0.148	0.3	0.493	0

根据统计，2015~2017 年各监测断面水质情况见表 5.3-5~表 5.3-7。

表 5.3-5　2015 年各监测断面水质情况表

河流	长江	澎溪河		汤溪河			III 类标准值
断面	苦草沱	养鹿渡口（原渠马渡口）	高阳渡口	汤溪河大桥	沙市镇（原田坝电站）	汤溪河江口	
PH 值	7.62	7.87	7.87	7.50	7.31	7.34	6~9
BOD	1.44	2.24	2.54	1.54	0.804	0.96	≤4
总磷	0.12	0.12	0.09	0.08	0.03	0.06	≤0.2 ≤0.05（湖库）
COD	10.8	16.4	16.504	13.7	5.07	6.4	≤20
挥发酚	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	≤0.005
阴离子表面活性剂	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	≤0.2
粪大肠菌群	1692	2517	2658	2658	1892	2833	≤10000
汞	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	≤0.0001
镉	0.00005	0.00005	0.00005	0.00006	0.00007	0.00007	≤0.005
六价铬	0.00200	0.00200	0.00200	0.00200	0.00200	0.00200	≤0.05
砷	0.00013	0.00013	0.00013	0.00013	0.00013	0.00013	≤0.01
铅	0.00050	0.00065	0.00050	0.00092	0.00092	0.00075	≤0.05
铜	0.02500	0.02500	0.02500	0.02708	0.02500	0.02500	≤1
悬浮物	-	18.0	-	14.6	-	12.4	≤30
锌	0.02500	0.02500	0.02500	0.02500	0.02500	0.02500	≤1
硒	0.00022	0.00022	0.00022	0.00022	0.00022	0.00022	≤0.01
氨氮	0.14	0.21	0.25	0.24	0.13	0.15	≤1
硝酸盐（以 N 计）	-	0.51	-	0.67	-	0.69	≤10
氰化物	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	≤0.2
硫化物	0.00250	0.00250	0.00250	0.00250	0.00250	0.00250	≤0.2
氟化物	0.23	0.24	0.22	0.23	0.20	0.22	≤1
石油类	0.017	0.020	0.021	0.014	0.008	0.010	≤0.05
高锰酸盐指数	1.59	2.68	3.21	2.45	1.42	1.67	≤6
溶解氧	7.397	7.917	7.667	8.19	8.397	8.59	≥5
总氮	-	1.07	1.267	1.247	0.87	1.01	≤1 （湖库）

表 5.3-6　2016 年各监测断面水质情况表

河流	长江	澎溪河		汤溪河			III 类标准值
断面	苦草沱	养鹿渡口（原渠马渡口）	高阳渡口	汤溪河大桥	沙市镇（原田坝电站）	汤溪河江口	
PH 值	7.62	7.87	7.87	7.50	7.31	7.34	6~9
BOD	1.44	2.24	2.54	1.54	0.81	0.96	≤4

总磷	0.12	0.12	0.09	0.08	0.03	0.06	≤0.2 ≤0.05（湖库）
COD	10.8	16.4	16.5	13.7	5.0	6.4	≤20
挥发酚	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	≤0.005
阴离子	0.02500	0.02500	0.02500	0.02500	0.02500	0.02500	≤0.2
粪大肠菌群	1692	2517	2658	2658	1892	2833	≤10000
汞	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	≤0.0001
镉	0.00005	0.00005	0.00005	0.00006	0.00007	0.00007	≤0.005
六价铬	0.00200	0.00200	0.00200	0.00200	0.00200	0.00200	≤0.05
砷	0.00013	0.00013	0.00013	0.00013	0.00013	0.00013	≤0.01
铅	0.00050	0.00065	0.00050	0.00092	0.00092	0.00075	≤0.05
铜	0.02500	0.02500	0.02500	0.02708	0.02500	0.02500	≤1
悬浮物		18.0		14.6		12.4	≤30
锌	0.02500	0.02500	0.02500	0.02500	0.02500	0.02500	≤1
硒	0.00022	0.00022	0.00022	0.00022	0.00022	0.00022	≤0.01
氨氮	0.14	0.21	0.25	0.24	0.13	0.15	≤1
硝酸盐（以N计）		0.51		0.67		0.69	≤10
氰化物	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	≤0.2
硫化物	0.00250	0.00250	0.00250	0.00250	0.00250	0.00250	≤0.2
氟化物	0.23	0.24	0.22	0.23	0.20	0.22	≤1
石油类	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	≤0.05
高锰酸盐指数	1.6	2.7	3.2	2.5	1.4	1.7	≤6
溶解氧	7.4	7.9	7.7	8.2	8.4	8.6	≥5
总氮		1.1	1.3	1.2	0.9	1.0	≤1 （湖库

表 5.3-7　2017 年各例行监测断面逐月水质情况表

监测月份	河流名称	断面名称	采样垂线	PH 值	五日生化需氧量	总磷	化学需氧量	挥发酚	阴离子表面活性剂（LAS）	粪大肠菌群	汞	镉	六价铬	砷	铅	铜	悬浮物	锌	硒	氨氮	硝酸盐（以N计）	氰化物	硫化物	氟化物	石油类	高锰酸盐指数	溶解氧	总氮
2017 年 1 月	长江	苦草沱	右	7.54	0.5L	0.084	13	0.0003L	0.05L	1200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.089		0.004L	0.005L	0.195	0.02	1.3	7.99	
	长江	苦草沱	中	7.53	0.5L	0.097	11	0.0003L	0.05L	1200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.081		0.004L	0.005L	0.195	0.02	1.3	8.02	
	长江	苦草沱	左	7.51	0.5L	0.09	12	0.0003L	0.05L	1200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.095		0.004L	0.005L	0.198	0.02	1.3	8.01	
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	右	7.57	0.8	0.104	16	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	17	0.05L	0.0004L	0.096	0.6	0.004L	0.005L	0.208	0.03	1.9	8.74	1.72
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	左	7.58	0.8	0.099	15	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	15	0.05L	0.0004L	0.092	0.61	0.004L	0.005L	0.212	0.03	1.9	8.73	1.54
	澎溪河	高阳渡口	右	7.66	0.5L	0.058	13	0.0003L	0.05L	2300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.153		0.004L	0.005L	0.181	0.02	1.8	8.64	1.56
	澎溪河	高阳渡口	左	7.67	0.5L	0.061	18	0.0003L	0.05L	2300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.166		0.004L	0.005L	0.186	0.02	1.8	8.65	1.57
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	右	6.63	0.5	0.035	10L	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.084		0.004L	0.005L	0.191	0.01	1.4	7.26	1.07
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	左	6.63	0.5L	0.031	10L	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.089		0.004L	0.005L	0.192	0.01	1.4	7.26	1.06
	汤溪河	汤溪河江口	右	7.75	1.4	0.056	10	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	16	0.05L	0.0004L	0.065	0.73	0.004L	0.005L	0.194	0.01	1.8	7.84	1.04
	汤溪河	汤溪河江口	左	7.76	1.4	0.051	11	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	17	0.05L	0.0004L	0.071	0.72	0.004L	0.005L	0.196	0.01	1.8	7.86	1.01
	汤溪河	汤溪河大桥	右	6.81	0.6	0.074	13	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	12	0.05L	0.0004L	0.073	0.77	0.004L	0.005L	0.198	0.01	1.6	6.84	1.59
	汤溪河	汤溪河大桥	左	6.79	0.6	0.078	14	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	14	0.05L	0.0004L	0.071	0.76	0.004L	0.005L	0.202	0.01	1.6	6.84	1.46
2017 年 2 月	长江	望丰村	右	7.85	0.8	0.099	13	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.11		0.004L	0.005L	0.218	0.01	1.6	9.39	
	长江	望丰村	中	7.85	0.8	0.102	13	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.113		0.004L	0.005L	0.217	0.01	1.6	9.39	
	长江	望丰村	左	7.83	0.8	0.106	13	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.116		0.004L	0.005L	0.221	0.01	1.6	9.39	
	长江	苦草沱	右	7.65	0.7	0.095	14	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.093		0.004L	0.005L	0.211	0.01	1.3	9.76	
	长江	苦草沱	中	7.66	0.7	0.09	13	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.088		0.004L	0.005L	0.204	0.01	1.3	9.77	
	长江	苦草沱	左	7.65	0.8	0.087	14	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.093		0.004L	0.005L	0.203	0.01	1.3	9.75	
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	右	7.59	0.8	0.102	19	0.0003L	0.05L	2200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	16	0.05L	0.0004L	0.078	0.64	0.004L	0.005L	0.216	0.02	2	8.96	1.32
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	左	7.62	0.8	0.097	18	0.0003L	0.05L	2200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	16	0.05L	0.0004L	0.082	0.62	0.004L	0.005L	0.214	0.02	2	9.12	1.44
	澎溪河	高阳渡口	右	7.65	0.7	0.053	18	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.107		0.004L	0.005L	0.202	0.02	1.8	8.43	1.47
	澎溪河	高阳渡口	左	7.62	0.7	0.057	19	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.104		0.004L	0.005L	0.2	0.01	1.8	8.36	1.43
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	右	7.36	0.7	0.028	10L	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.093		0.004L	0.005L	0.193	0.01L	1.5	9.46	0.8
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	左	7.34	0.7	0.023	10L	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.097		0.004L	0.005L	0.196	0.01L	1.5	9.44	0.84
	汤溪河	汤溪河江口	右	7.54	1	0.055	10L	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	17	0.05L	0.0004L	0.089	0.75	0.004L	0.005L	0.202	0.01	1.7	9.4	0.94
	汤溪河	汤溪河江口	左	7.52	0.9	0.06	10L	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	19	0.05L	0.0004L	0.099	0.73	0.004L	0.005L	0.201	0.01	1.7	9.41	0.92
	汤溪河	汤溪河大桥	右	7.71	1	0.079	15	0.0003L	0.05L	1200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	12	0.05L	0.0004L	0.077	0.8	0.004L	0.005L	0.219	0.02	1.8	9.24	1.52
	汤溪河	汤溪河大桥	左	7.71	1	0.076	14	0.0003L	0.05L	1200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	13	0.05L	0.0004L	0.085	0.78	0.004L	0.005L	0.222	0.02	1.8	9.22	1.51
2017 年 3 月	长江	苦草沱	右	7.04	0.9	0.092	15	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.103		0.004L	0.005L	0.218	0.02	1.4	9.35	
	长江	苦草沱	中	7.05	1	0.086	14	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.098		0.004L	0.005L	0.22	0.02	1.4	9.36	
	长江	苦草沱	左	7.04	0.9	0.088	15	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.109		0.004L	0.005L	0.221	0.02	1.4	9.33	
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	右	7.21	2.2	0.079	19	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	16	0.05L	0.0004L	0.087	0.62	0.004L	0.005L	0.213	0.02	2.4	11.78	1.68
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	左	7.23	2.3	0.075	19	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	15	0.05L	0.0004L	0.092	0.63	0.004L	0.005L	0.217	0.03	2.4	11.81	1.62
	澎溪河	高阳渡口	右	7.78	2.7	0.072	18	0.0003L	0.05L	2300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.091		0.004L	0.005L	0.206	0.02	2.9	11.96	1.48
	澎溪河	高阳渡口	左	7.71	2.7	0.067	19	0.0003L	0.05L	2300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.095		0.004L	0.005L	0.203	0.02	2.8	12.03	1.54
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	右	7.59	0.9	0.024	10L	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.081		0.004L	0.005L	0.195	0.01L	1.6	9.39	0.94
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	左	7.59	0.8	0.022	10L	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.086		0.004L	0.005L	0.192	0.01L	1.6	9.39	0.88
	汤溪河	汤溪河江口	右	7.78	0.6	0.064	10L	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	15	0.05L	0.0004L	0.059	0.74	0.004L	0.005L	0.201	0.01	1.8	9.38	0.94
	汤溪河	汤溪河江口	左	7.75	0.6	0.06	10L	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	15	0.05L	0.0004L	0.062	0.72	0.004L	0.005L	0.205	0.01	1.7	9.38	0.92
	汤溪河	汤溪河大桥	右	7.55	1.3	0.06	13	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	13	0.05L	0.0004L	0.114	0.79	0.004L	0.005L	0.212	0.01	1.8	9.23	1.15
	汤溪河	汤溪河大桥	左	7.58	1.2	0.056	12	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	14	0.05L	0.0004L	0.117	0.78	0.004L	0.005L	0.209	0.01	1.8	9.21	1.13
2017 年 4 月	长江	苦草沱	右	7.46	0.9	0.09	13	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.103		0.004L	0.005L	0.208	0.01	1.3	8.86	

	长江	苦草沱	中	7.49	0.9	0.087	13	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.097		0.004L	0.005L	0.213	0.01	1.3	8.9	
	长江	苦草沱	左	7.55	0.9	0.092	14	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.094		0.004L	0.005L	0.217	0.01	1.3	8.98	
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	右	8.43	2.4	0.095	19	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	17	0.05L	0.0004L	0.106	0.66	0.004L	0.005L	0.21	0.01	2.9	11.22	1.55
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	左	8.4	2.4	0.104	19	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	17	0.05L	0.0004L	0.11	0.64	0.004L	0.005L	0.209	0.01	2.9	11.26	1.52
	澎溪河	高阳渡口	右	7.16	2.2	0.079	17	0.0003L	0.05L	2200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.097		0.004L	0.005L	0.201	0.02	2.3	9.8	1.64
	澎溪河	高阳渡口	左	7.12	2.3	0.084	17	0.0003L	0.05L	2200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.092		0.004L	0.005L	0.199	0.02	2.3	9.91	1.64
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	右	7.32	0.6	0.031	10L	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.066		0.004L	0.005L	0.18	0.01	0.7	9.31	0.74
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	左	7.32	0.7	0.032	10L	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.069		0.004L	0.005L	0.182	0.01	0.7	9.31	0.81
	汤溪河	汤溪河江口	右	7.26	0.5L	0.05	10L	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	13	0.05L	0.0004L	0.078	0.66	0.004L	0.005L	0.194	0.02	0.9	9.24	0.87
	汤溪河	汤溪河江口	左	7.26	0.5L	0.052	10L	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	12	0.05L	0.0004L	0.076	0.66	0.004L	0.005L	0.191	0.01	0.9	9.24	0.84
	汤溪河	汤溪河大桥	右	7.64	1.5	0.07	15	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	14	0.05L	0.0004L	0.112	0.66	0.004L	0.005L	0.198	0.02	1.8	9.18	0.93
	汤溪河	汤溪河大桥	左	7.64	1.5	0.073	14	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	14	0.05L	0.0004L	0.11	0.7	0.004L	0.005L	0.197	0.02	1.8	9.18	0.91
2017 年 5 月	长江	望丰村	右	7.57	1	0.101	13	0.0003L	0.05L	700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.105		0.004L	0.005L	0.211	0.02	2.1	8.53	
	长江	望丰村	中	7.52	1	0.093	12	0.0003L	0.05L	700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.1		0.004L	0.005L	0.213	0.02	2.1	8.5	
	长江	望丰村	左	7.6	1	0.098	12	0.0003L	0.05L	700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.102		0.004L	0.005L	0.211	0.02	2.1	8.6	
	长江	苦草沱	右	7.62	0.7	0.082	13	0.0003L	0.05L	900	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.085		0.004L	0.005L	0.207	0.02	1.4	8.54	
	长江	苦草沱	中	7.56	0.8	0.09	12	0.0003L	0.05L	900	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.081		0.004L	0.005L	0.2	0.02	1.4	8.5	
	长江	苦草沱	左	7.68	0.7	0.096	13	0.0003L	0.05L	900	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.089		0.004L	0.005L	0.202	0.02	1.4	8.46	
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	右	7.86	3.6	0.094	19	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	21	0.05L	0.0004L	0.11	0.6	0.004L	0.005L	0.212	0.02	4.8	8.12	1.9
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	左	7.92	3.6	0.101	18	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	22	0.05L	0.0004L	0.113	0.6	0.004L	0.005L	0.211	0.02	4.8	8.11	1.96
	澎溪河	高阳渡口	右	8.05	3.6	0.114	16	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.105		0.004L	0.005L	0.191	0.01	4.2	8.25	2.72
	澎溪河	高阳渡口	左	8.1	3.6	0.122	17	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.116		0.004L	0.005L	0.195	0.01	4.2	8.2	2.66
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	右	7.65	1	0.031	6	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.07		0.004L	0.005L	0.179	0.01L	1.7	9.27	0.88
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	左	7.63	0.9	0.028	5	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.065		0.004L	0.005L	0.177	0.01L	1.7	9.29	0.94
	汤溪河	汤溪河江口	右	7.43	1.8	0.034	7	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	12	0.05L	0.0004L	0.093	0.6	0.004L	0.005L	0.176	0.01	2.3	8.95	0.96
	汤溪河	汤溪河江口	左	7.42	1.9	0.029	8	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	13	0.05L	0.0004L	0.097	0.61	0.004L	0.005L	0.174	0.01	2.3	8.95	0.9
	汤溪河	汤溪河大桥	右	7.78	2.2	0.052	12	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	13	0.05L	0.0004L	0.102	0.7	0.004L	0.005L	0.197	0.01	2.4	8.92	0.98
	汤溪河	汤溪河大桥	左	7.77	2.3	0.048	13	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	14	0.05L	0.0004L	0.1	0.67	0.004L	0.005L	0.194	0.01	2.4	8.92	0.99
2017 年 6 月	长江	苦草沱	右	7.89	1.4	0.1	15	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.049		0.004L	0.005L	0.212	0.01	2.3	6.44	2.18
	长江	苦草沱	中	7.86	1.4	0.093	14	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.054		0.004L	0.005L	0.213	0.01	2.3	6.38	2.22
	长江	苦草沱	左	8.01	1.4	0.097	16	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.049		0.004L	0.005L	0.215	0.01	2.3	6.42	2.19
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	右	8.12	2.6	0.123	19	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	22	0.05L	0.0004L	0.104	0.63	0.004L	0.005L	0.216	0.02	4.3	7.24	1.65
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	左	8.09	2.6	0.117	19	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	23	0.05L	0.0004L	0.102	0.65	0.004L	0.005L	0.214	0.02	4.3	7.28	1.68
	澎溪河	高阳渡口	右	8.67	2.8	0.078	19	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.075		0.004L	0.005L	0.204	0.02	3.5	8.71	2.2
	澎溪河	高阳渡口	左	8.63	2.5	0.093	18	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.046		0.004L	0.005L	0.206	0.02	3.5	8.76	2.19
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	右	7.72	0.5L	0.024	6	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.064		0.004L	0.005L	0.172	0.01L	1.5	10.26	0.95
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	左	7.69	0.5L	0.019	5	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.063		0.004L	0.005L	0.17	0.01L	1.5	10.19	0.94
	汤溪河	汤溪河江口	右	7.48	0.6	0.018	6	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	13	0.05L	0.0004L	0.054	0.46	0.004L	0.005L	0.17	0.01	1.8	8.02	0.98
	汤溪河	汤溪河江口	左	7.45	0.6	0.015	7	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	12	0.05L	0.0004L	0.058	0.46	0.004L	0.005L	0.171	0.01	1.8	7.92	0.98
	汤溪河	汤溪河大桥	右	7.75	1.3	0.07	13	0.0003L	0.05L	2700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	18	0.05L	0.0004L	0.1	0.67	0.004L	0.005L	0.184	0.01	2.1	8.46	1.17
	汤溪河	汤溪河大桥	左	7.71	1.2	0.063	13	0.0003L	0.05L	2700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	18	0.05L	0.0004L	0.105	0.68	0.004L	0.005L	0.187	0.01	2.1	8.46	1.14
2017 年 7 月	长江	苦草沱	右	7.96	0.5L	0.12	10	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.06		0.004L	0.005L	0.206	0.01	2	6.4	1.78
	长江	苦草沱	中	7.96	0.5L	0.1	9	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.05		0.004L	0.005L	0.207	0.01	2	6.52	1.76
	长江	苦草沱	左	7.96	0.5L	0.11	10	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.05		0.004L	0.005L	0.208	0.01	2	6.73	1.69
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	右	8.72	1.4	0.1	16	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	17	0.05L	0.0004L	0.07	0.594	0.004L	0.005L	0.209	0.02	2	7.16	1.13
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	左	8.78	1.4	0.09	15	0.0003L	0.05L	1100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	18	0.05L	0.0004L	0.07	0.575	0.004L	0.005L	0.206	0.02	2	7.18	1.11
	澎溪河	高阳渡口	右	8.47	2.2	0.06	15	0.0003L	0.05L	4300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.133		0.004L	0.005L	0.17	0.01	3.28	8.6	1.28

	澎溪河	高阳渡口	左	8.53	2.2	0.06	16	0.0003L	0.05L	4300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.124		0.004L	0.005L	0.18	0.01L	3.25	8.52	1.31
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	右	8.03	0.5L	0.03	4	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.09		0.004L	0.005L	0.165	0.01L	1.3	8.4	0.84
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	左	8.02	0.5L	0.02	4	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.08		0.004L	0.005L	0.166	0.01L	1.3	8.3	0.78
	汤溪河	汤溪河江口	右	7.79	0.5L	0.01	4	0.0003L	0.05L	3400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	12	0.05L	0.0004L	0.053	0.501	0.004L	0.005L	0.11	0.02	0.51	9.38	0.69
	汤溪河	汤溪河江口	左	7.75	0.5L	0.01	4	0.0003L	0.05L	3400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	13	0.05L	0.0004L	0.047	0.494	0.004L	0.005L	0.12	0.01L	0.52	9.3	0.7
	汤溪河	汤溪河大桥	右	7.9	0.5L	0.05	10	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	15	0.05L	0.0004L	0.08	0.657	0.004L	0.005L	0.177	0.02	2.7	7.53	0.88
	汤溪河	汤溪河大桥	左	7.97	0.5L	0.05	9	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	15	0.05L	0.0004L	0.08	0.658	0.004L	0.005L	0.178	0.02	2.7	7.62	0.86
2017 年 8 月	长江	望丰村	右	7.06	0.5L	0.12	13	0.0003L	0.05L	900	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.09		0.004L	0.005L	0.208	0.01	1.8	7.06	2.03
	长江	望丰村	中	6.99	0.5L	0.12	12	0.0003L	0.05L	900	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.11		0.004L	0.005L	0.205	0.01	1.8	7.12	2.01
	长江	望丰村	左	7.04	0.5L	0.12	14	0.0003L	0.05L	900	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.08		0.004L	0.005L	0.208	0.01	1.8	7.1	2.18
	长江	苦草沱	右	7.17	0.5L	0.12	14	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.06		0.004L	0.005L	0.203	0.02	1.8	7.13	2.02
	长江	苦草沱	中	7.16	0.5L	0.11	13	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.07		0.004L	0.005L	0.207	0.02	1.8	7.18	2.14
	长江	苦草沱	左	7.14	0.5L	0.11	14	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.07		0.004L	0.005L	0.205	0.02	1.8	7.15	2.11
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	右	8.32	1.3	0.04	15	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	16	0.05L	0.0004L	0.12	0.632	0.004L	0.005L	0.201	0.02	2.1	7.47	0.94
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	左	8.3	1.4	0.04	15	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	17	0.05L	0.0004L	0.12	0.619	0.004L	0.005L	0.2	0.02	2.1	7.47	0.96
	澎溪河	高阳渡口	右	7.66	2.2	0.04	15	0.0003L	0.05L	2300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.1		0.004L	0.005L	0.18	0.01	2.8	7.1	0.86
	澎溪河	高阳渡口	左	7.68	2.2	0.03	16	0.0003L	0.05L	2300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.11		0.004L	0.005L	0.18	0.01	2.8	7.12	0.86
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	右	7.81	0.5L	0.02	10L	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.05		0.004L	0.005L	0.164	0.01L	1.2	8.98	0.68
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	左	7.82	0.5L	0.02	10L	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.04		0.004L	0.005L	0.162	0.01L	1.2	8.99	0.67
	汤溪河	汤溪河江口	右	7.91	0.5L	0.01	4	0.0003L	0.05L	3300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	11	0.05L	0.0004L	0.08	0.556	0.004L	0.005L	0.14	0.01	0.7	9.14	0.71
	汤溪河	汤溪河江口	左	7.92	0.5L	0.02	4	0.0003L	0.05L	3300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	12	0.05L	0.0004L	0.08	0.571	0.004L	0.005L	0.14	0.01L	0.7	9.13	0.78
	汤溪河	汤溪河大桥	右	8.71	0.5L	0.05	10	0.0003L	0.05L	2200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	15	0.05L	0.0004L	0.07	0.688	0.004L	0.005L	0.157	0.01	2.3	7.34	0.86
	汤溪河	汤溪河大桥	左	8.7	0.5L	0.04	11	0.0003L	0.05L	2200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	14	0.05L	0.0004L	0.07	0.7	0.004L	0.005L	0.155	0.01	2.3	7.33	0.88
	长江	苦草沱	右	8.18	0.6	0.13	13	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.11		0.004L	0.005L	0.223	0.01	1.1	7.4	2.22
	长江	苦草沱	中	8.21	0.6	0.13	12	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.11		0.004L	0.005L	0.22	0.01	1.1	7.45	2.27
	长江	苦草沱	左	8.15	0.6	0.12	13	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.11		0.004L	0.005L	0.218	0.01	1.1	7.42	2.24
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	右	8.21	1.3	0.06	16	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	18	0.05L	0.0004L	0.18	0.623	0.004L	0.005L	0.194	0.02	1.9	7.55	0.94
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	左	8.28	1.4	0.06	17	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	18	0.05L	0.0004L	0.18	0.623	0.004L	0.005L	0.197	0.02	1.9	7.52	0.92
	澎溪河	高阳渡口	右	7.85	0.9	0.04	18	0.0003L	0.05L	2200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.13		0.004L	0.005L	0.18	0.01L	2.2	7.23	0.97
2017 年 9 月	澎溪河	高阳渡口	左	7.85	1.1	0.05	18	0.0003L	0.05L	2600	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.12		0.004L	0.005L	0.24	0.01L	2.2	7.23	0.94
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	右	7.89	0.5L	0.03	7	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.34		0.004L	0.005L	0.162	0.01	0.9	9.56	0.68
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	左	7.87	-0.5	0.04	8	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.34		0.004L	0.005L	0.158	0.01L	0.9	9.52	0.64
	汤溪河	汤溪河江口	右	7.57	0.9	0.02	11	0.0003L	0.05L	4300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	12	0.05L	0.0004L	0.09	0.516	0.004L	0.005L	0.1	0.01	1.2	9.23	0.68
	汤溪河	汤溪河江口	左	7.55	0.9	0.02	10	0.0003L	0.05L	4300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	12	0.05L	0.0004L	0.1	0.491	0.004L	0.005L	0.11	0.01	1.1	9.12	0.65
	汤溪河	汤溪河大桥	右	7.49	0.5	0.04	11	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	14	0.05L	0.0004L	0.13	0.704	0.004L	0.005L	0.156	0.02	1.3	8.28	0.96
	汤溪河	汤溪河大桥	左	7.47	0.5	0.04	12	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	13	0.05L	0.0004L	0.13	0.708	0.004L	0.005L	0.153	0.01	1.3	8.31	0.94
	长江	苦草沱	右	8.01	0.5L	0.11	10	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.08		0.004L	0.005L	0.196	0.01	1.1	7.37	1.42
	长江	苦草沱	中	7.94	0.5L	0.1	9	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.07		0.004L	0.005L	0.195	0.01	1.1	7.41	1.45
	长江	苦草沱	左	7.96	0.5L	0.09	10	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.07		0.004L	0.005L	0.198	0.01	1.1	7.39	1.43
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	右	8.08	2.1	0.08	15	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	25	0.05L	0.0004L	0.05	0.639	0.004L	0.005L	0.194	0.02	2.5	7.86	0.83
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	左	8.14	2	0.07	14	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	26	0.05L	0.0004L	0.05	0.633	0.004L	0.005L	0.193	0.02	2.5	7.82	0.81
2017 年 10 月	澎溪河	高阳渡口	右	7.58	1.2	0.08	9	0.0003L	0.05L	2800	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.16		0.004L	0.005L	0.18	0.01L	2.3	7.23	1.62
	澎溪河	高阳渡口	中	7.76	1	0.07	10	0.0003L	0.05L	3200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.14		0.004L	0.005L	0.18	0.01L	2.2	7.21	1.58
	澎溪河	高阳渡口	左	7.77	1.1	0.08	9	0.0003L	0.05L	3200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.17		0.004L	0.005L	0.17	0.01L	2.2	7.22	1.69
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	右	7.45	0.5L	0.03	10L	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.04		0.004L	0.005L	0.152	0.01L	0.8	8.92	0.58
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	左	7.59	0.5L	0.03	10L	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.04		0.004L	0.005L	0.15	0.01	0.8	8.71	0.56
	汤溪河	汤溪河江口	中	7.92	0.5L	0.03	4	0.0003L	0.05L	4000	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	12	0.05L	0.0004L	0.12	0.458	0.004L	0.005L	0.08	0.01	0.7	10.09	0.62

	汤溪河	汤溪河大桥	右	7.58	0.6	0.07	10	0.0003L	0.05L	2200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	14	0.05L	0.0004L	0.13	0.689	0.004L	0.005L	0.158	0.02	1.2	8.26	1.35
	汤溪河	汤溪河大桥	左	7.56	0.5	0.06	9	0.0003L	0.05L	2200	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	15	0.05L	0.0004L	0.13	0.684	0.004L	0.005L	0.157	0.01	1.2	8.31	1.35
2017 年 11 月	长江	望丰村	右	7.47	0.5L	0.07	16	0.0003L	0.05L	800	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.13		0.004L	0.005L	0.204	0.01	1.1	7.03	1.57
	长江	望丰村	中	7.49	0.5L	0.07	17	0.0003L	0.05L	800	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.12		0.004L	0.005L	0.203	0.01	1.1	7.07	1.64
	长江	望丰村	左	7.45	0.5L	0.06	14	0.0003L	0.05L	800	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.13		0.004L	0.005L	0.205	0.01	1.1	7.02	1.65
	长江	苦草沱	右	7.26	0.5L	0.07	11	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.11		0.004L	0.005L	0.19	0.01	1.1	7.39	1.57
	长江	苦草沱	中	7.26	0.5L	0.07	13	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.11		0.004L	0.005L	0.189	0.01	1.1	7.46	1.53
	长江	苦草沱	左	7.24	0.5L	0.06	12	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.11		0.004L	0.005L	0.192	0.01	1.1	7.41	1.57
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	右	6.78	2.4	0.07	14	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	18	0.05L	0.0004L	0.1	0.645	0.004L	0.005L	0.19	0.02	4	9.07	1.35
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	左	6.75	2.5	0.07	13	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	18	0.05L	0.0004L	0.1	0.644	0.004L	0.005L	0.19	0.02	4	9.05	1.32
	澎溪河	高阳渡口	右	8.42	1.6	0.06	13	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.12		0.004L	0.005L	0.18	0.01L	3	14.96	1.28
	澎溪河	高阳渡口	中	8.69	1.2	0.07	16	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.11		0.004L	0.005L	0.18	0.01L	3.9	15.29	1.19
	澎溪河	高阳渡口	左	8.77	1.1	0.06	13	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.1		0.004L	0.005L	0.18	0.01L	3	18.01	1.17
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	右	7.35	0.6	0.02	6	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.09		0.004L	0.005L	0.15	0.01L	1.1	8.86	0.84
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	左	7.38	0.6	0.02	4	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.09		0.004L	0.005L	0.15	0.01L	1.2	8.81	0.9
	汤溪河	汤溪河江口	中	7.78	0.5L	0.03	6	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	12	0.05L	0.0004L	0.16	0.394	0.004L	0.005L	0.15	0.01L	0.7	10.26	0.68
	汤溪河	汤溪河大桥	右	7.63	0.8	0.08	13	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	15	0.05L	0.0004L	0.08	0.688	0.004L	0.005L	0.165	0.01	1.4	8.45	1.84
	汤溪河	汤溪河大桥	左	7.61	0.8	0.07	12	0.0003L	0.05L	2100	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	15	0.05L	0.0004L	0.08	0.69	0.004L	0.005L	0.165	0.02	1.4	8.42	1.85
2017 年 12 月	长江	苦草沱	右	8.09	0.5L	0.06	15	0.0003L	0.05L	3300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.07		0.004L	0.005L	0.17	0.01	1	7.86	1.46
	长江	苦草沱	中	8.11	0.5L	0.05	15	0.0003L	0.05L	3300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.07		0.004L	0.005L	0.174	0.01	1	7.79	1.51
	长江	苦草沱	左	8.12	0.5L	0.05	14	0.0003L	0.05L	3300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.07		0.004L	0.005L	0.171	0.01	1.1	7.76	1.53
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	右	7.41	0.5L	0.06	16	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	18	0.05L	0.0004L	0.08	0.755	0.004L	0.005L	0.179	0.02	3.8	9.01	1.13
	澎溪河	养鹿码头（原渠马渡口）	左	7.36	0.5L	0.06	16	0.0003L	0.05L	1300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	17	0.05L	0.0004L	0.08	0.754	0.004L	0.005L	0.178	0.02	3.8	8.93	1.11
	澎溪河	高阳渡口	右	7.29	1	0.05	11	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.12		0.004L	0.005L	0.2	0.01L	1.8	6.29	1.36
	澎溪河	高阳渡口	中	7.4	1	0.05	10	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.11		0.004L	0.005L	0.2	0.01L	1.7	6.16	1.32
	澎溪河	高阳渡口	左	7.45	0.8	0.05	11	0.0003L	0.05L	1700	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.13		0.004L	0.005L	0.19	0.01L	1.8	6.14	1.31
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	右	7.93	0.5L	0.02	12	0.0003L	0.05L	4300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.1		0.004L	0.005L	0.132	0.01	0.9	9.09	0.84
	汤溪河	沙市镇（原田坝电站）	左	7.9	0.5L	0.02	11	0.0003L	0.05L	4300	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L		0.05L	0.0004L	0.1		0.004L	0.005L	0.137	0.01	1	9.12	0.85
	汤溪河	汤溪河江口	中	7.68	0.5L	0.01	4	0.0003L	0.05L	3000	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	12	0.05L	0.0004L	0.14	0.427	0.004L	0.005L	0.15	0.01L	0.6	9.73	0.82
	汤溪河	汤溪河大桥	右	7.05	0.5L	0.05	11	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	13	0.05L	0.0004L	0.08	0.807	0.004L	0.005L	0.164	0.02	1.1	8.56	1.42
	汤溪河	汤溪河大桥	左	7	0.5L	0.05	11	0.0003L	0.05L	1400	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.0003L	0.001L	0.05L	13	0.05L	0.0004L	0.08	0.804	0.004L	0.005L	0.164	0.02	1.1	8.52	1.43
III 类标准值				6~9	≤4	≤0.2 ≤0.05 （湖库）	≤20	≤0.005	≤0.2	≤10000	≤0.0001	≤0.005	≤0.05	≤0.01	≤0.05	≤1	≤30	≤1	≤0.01	≤1	≤10	≤0.2	≤0.2	≤1	≤0.05	≤6	≥5	≤1 （湖库）

根据表 5.3-5~表 5.3-7 可知，汤溪河、澎溪河、长江例行监测断面水质均可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类中的河流水质标准要求；但由于部分断面（长江苦草沱、澎溪河养鹿渡口、澎溪河高阳渡口、汤溪河大桥、汤溪河江口）位于三峡水库回水变动区范围内，对照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类中湖库标准，位于三峡回水变动区范围内断面的总磷、总氮基本处于超标的状态。根据现场实地走访调查，澎溪河入江口段时有水华现象发生。

5.3.2.2地表水环境质量现状监测

（1）监测断面、监测时段与采样频率

本次评价拟布设 24 个监测断面进行水质监测。监测断面具体位置详见表 5.3-8。

表 5.3-8　水质监测断面布置

编号	断面所在河流名称	监测断面位置	代表性	备注	水域功能
W1	团滩河（五同岔断面）	向阳水库坝址处，团滩河与帆水河交汇处	坝址断面		III 类
W2	团滩河（罗鼻寨断面）	团滩河库尾	入库断面		III 类
W3	帆水河（龙家湾断面）	帆水河库尾			III 类
W4	后叶沟（前进村断面）	后叶沟库尾			III 类
W5	小河（大田梁断面）	小河库尾			III 类
W6	团滩河	团滩河与汤溪河交汇处上游	坝下断面		III 类
W7	汤溪河	团滩河与汤溪河交汇处上游	汤溪河流域断面	三峡回水变动区内	III 类
W8	汤溪河	团滩河与汤溪河交汇处下游			III 类
W9	千丘河	千丘河与汤溪河交汇处上游			III 类
W10	汤溪河	千丘河与汤溪河交汇处下游			III 类
W11	南溪河	南溪河与汤溪河交汇处上游			III 类
W12	汤溪河	南溪河与汤溪河交汇处下游			III 类
W13	小溪沟	小溪沟与汤溪河交汇处上游			III 类
W14	汤溪河	小溪沟与汤溪河交汇处下游			III 类
W15	汤溪河	沙市镇上游		三峡回水变动区上游	III 类
W16	汤溪河	沙市镇下游			III 类
W17	长江	汤溪河汇入长江上游	长江断面	三峡回水变动区内	II类
W18	长江	汤溪河汇入长江下游			II类

W19	洞溪河	洞溪河与澎溪河交汇处上游	澎溪河流域断面	三峡回水变动区内	III 类
W20	澎溪河	洞溪河与澎溪河交汇处上游			III 类
W21	澎溪河	洞溪河与澎溪河交汇处下游			III 类
W22	澎溪河	澎溪河与长江交汇处上游			III 类
W23	长江	澎溪河与长江交汇处上游	长江断面	三峡回水变动区内	III 类
W24	长江	澎溪河与长江交汇处下游			III 类

（2）监测项目

根据项目性质，水质现状监测项目为水温、pH、溶解氧、化学需氧量、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、总氮、叶绿素 a、总磷（以 P 计）、悬浮物、石油类、总硬度(以 $CaCO_3$ 计)、挥发性酚、氰化物、六价铬、总汞、镉、铅、铜、总砷、氟化物、氯苯、粪大肠菌群。

（3）监测时段、频率、采样及分析方法

分平水期、枯水期二期进行监测，每期连续监测 3 天，每天 2 次。监测时间为 2018 年 10 月 29 日~2018 年 10 月 31、2018 年 12 月 6 日~2018 年 12 月 8 日。

采样及分析按照国家环保部发布的《环境监测技术规范》（地面水环境部分）及相关技术规范要求执行。

（4）地表水环境质量现状评价

评价方法：采用单项水质参数评价模式，在各项水质参数评价中，对某一水质参数的现状浓度采用多次监测的平均浓度值。单因子污染指数计算公式为：

$$S_{ij}=C_{ij}/C_{sj}$$

式中 S_{ij}：第 i 种污染物在第 j 点的标准指数；

C_{ij}：第 i 种污染物在第 j 点的监测平均浓度值，mg/L；

C_{Sj}：第 i 种污染物的地表水水质标准值，mg/L；

其中 DO 为：

$$S_{DO,j}=\frac{|DO_f-DO_j|}{DO_f-DO_s} \quad （DO_j \geq DO_s 时）$$

$$S_{DO,j}=10-9\times\frac{DO_j}{DO_s} \quad （DO_j < DO_s 时）$$

$$DO_f=468/（31.6+T）$$

pH 为：

$$S_{pH,j}=\frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{Sd}} \qquad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j}=\frac{pH_j-7.0}{pH_{Su}-7.0} \qquad pH_j > 7.0$$

式中：S_{pHj}：为水质参数 pH 在 j 点的标准指数；

pH_j：为 j 点的 pH 值；

pH_{su}：为地表水水质标准中规定的 pH 值上限；

pH_{sd}：为地表水水质标准中规定的 pH 值下限。

表 5.3-9　水环境质量监测数据统计及评价（平水期）

断面	项目	水温	pH	DO	COD	BOD	SS	氨氮	总氮	总磷	石油类	挥发类苯酚	粪大肠菌群	硫化物	氰化物	六价铬	砷	汞	硒	镉	铜	铅	锌	氟化物	亚硝酸盐(以N计)	硝酸盐(以N计)	阴离子表面活性剂	高锰酸盐指数	叶绿素
W1	最大值	17.8	8.24	6.09	6	1.1	6	0.12	1.01	0.040	0.03	ND	9300	ND	ND	ND	0.0004	0.00006	ND	ND	ND	ND	ND	0.66	0.046	1.27	ND	1.12	ND
	最小值	12.8	8.19	5.33	4	0.7	6	0.10	0.71	0.040	0.03	ND	3500	ND	ND	ND	0.0003	0.00004	ND	ND	ND	ND	ND	0.16	0.046	1.02	ND	1.01	ND
	污染指数	-	0.60	0.84	0.25	0.23	0.20	0.11	/	0.20	0.60	-	0.54	-	-	-	0.01	0.50	-	-	-	-	-	0.34	-	0.12	-	0.18	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W2	最大值	17.8	8.24	6.09	4	0.7	6	0.12	1.01	0.040	0.03	ND	9300	ND	ND	ND	0.0004	0.00006	ND	ND	ND	ND	ND	0.66	ND	1.27	ND	1.12	ND
	最小值	13	8.19	5.33	4	0.7	5	0.10	0.47	0.020	0.03	ND	50	ND	ND	ND	0.0003	0.00004	ND	ND	ND	ND	ND	0.16	ND	0.63	ND	0.84	ND
	污染指数	-	0.60	0.86	0.20	0.18	0.18	0.11	/	0.17	0.60	0	0.43	-	-	-	0.01	0.50	-	-	-	-	-	0.34	-	0.10	-	0.17	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W3	最大值	16	8.23	5.79	ND	ND	6	0.19	1.26	0.060	ND	ND	210	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.17	0.046	1.39	ND	1.04	ND
	最小值	14.5	8.22	5.21	ND	ND	6	0.16	1.05	0.060	ND	ND	110	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.12	0.046	1.16	ND	0.9	ND
	污染指数	-	0.61	0.89	-	-	0.20	0.18	/	0.30	-	0.00	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	-	0.13	-	0.16	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W4	最大值	15	8.04	5.5	14	2.8	6	0.81	3.17	0.420	0.02	ND	50	ND	ND	ND	0.0029	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.22	0.39	3.49	ND	3.22	ND
	最小值	14.8	7.8	5.21	10	2.1	6	0.74	2.83	0.410	0.01	ND	40	ND	ND	ND	0.0029	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.16	0.39	0.85	ND	3.04	ND
	污染指数	-	0.48	0.93	0.60	0.61	0.20	0.78	/	2.08	0.30	-	0.00	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	0.20	-	0.25	-	0.52	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W5	最大值	16.1	8.35	5.91	8	1.6	ND	0.31	0.49	0.030	0.02	ND	230	ND	ND	ND	ND	0.00004	ND	ND	ND	ND	ND	0.12	ND	0.27	ND	1.1	ND
	最小值	15.5	8.22	5.35	5	1	ND	0.05	0.38	0.030	0.01	ND	110	ND	ND	ND	ND	0.00004	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	ND	0.02	ND	1	ND
	污染指数	-	0.64	0.86	0.33	0.33	-	0.15	/	0.15	0.30	-	0.02	-	-	-	-	0.40	-	-	-	-	-	0.09	-	0.02	-	0.18	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W6	最大值	13.8	7.98	5.78	12	2.4	9	0.44	1.07	0.080	0.01	ND	1800	ND	ND	ND	0.0004	0.00005	ND	ND	ND	ND	ND	0.25	0.474	1.07	ND	1.44	ND
	最小值	13.7	7.85	5.43	6	1.2	9	0.41	0.83	0.070	0.01	ND	460	ND	ND	ND	0.0003	0.00005	ND	ND	ND	ND	ND	0.07	0.22	0.81	ND	1.12	ND
	污染指数	-	0.46	0.88	0.47	0.47	0.30	0.42	/	0.38	0.20	0.00	0.12	-	-	-	0.01	0.50	-	-	-	-	-	0.17	-	0.10	-	0.21	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W7	最大值	16.5	7.96	5.71	11	2.3	9	0.23	1.16	0.090	ND	ND	3500	ND	ND	ND	0.0007	0.00005	ND	ND	ND	ND	ND	0.19	0.119	1.28	ND	1.76	4
	最小值	15.5	7.89	5.19	10	2	8	0.21	0.93	0.060	ND	ND	2400	ND	ND	ND	0.0006	0.00005	ND	ND	ND	ND	ND	0.14	0.052	1.05	ND	1.7	4
	污染指数	-	0.47	0.89	0.52	0.53	0.28	0.21	/	0.37	-	-	0.28	-	-	-	0.01	0.50	-	-	-	-	-	0.16	-	0.12	-	0.29	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W8	最大值	21.2	7.61	5.77	6.5	1.33	ND	0.15	1.58	0.063	0.03	ND	90	ND	ND	ND	0.001	0.00004	ND	ND	ND	ND	ND	0.23	0.06	1.70	ND	2.51	3
	最小值	21.2	7.55	5.33	6	1.18	ND	0.12	1.36	0.053	0.01	ND	50	ND	ND	ND	0.0008	0.00004	ND	ND	ND	ND	ND	0.19	0.06	0.96	ND	1.58	3
	污染指数	-	0.29	0.84	0.31	0.31	-	0.14	/	0.29	0.38	-	0.01	-	-	-	0.02	0.40	-	-	-	-	-	0.21	-	0.13	-	0.36	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W9	最大值	21.3	7.94	6.01	9	1.70	ND	0.15	1.4	0.060	0.02	ND	490	ND	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.19	0.35	1.72	ND	2.64	6
	最小值	21.2	7.52	5.67	4	0.80	ND	0.12	1.37	0.050	0.02	ND	230	ND	ND	ND	0.0009	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.19	0.065	0.95	ND	1.64	4
	污染指数	-	0.38	0.78	0.30	0.29	-	0.13	/	0.28	0.40	-	0.04	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.19	-	0.13	-	0.34	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

W10	最大值	21.3	7.76	6	9.25	1.85	ND	0.17	1.41	0.060	0.04	ND	185	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.20	0.05	1.72	ND	1.76	4
	最小值	21.3	7.68	5.96	8.75	1.78	ND	0.15	1.21	0.058	0.02	ND	102.5	ND	ND	ND	0.0009	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.17	0.05	1.24	ND	1.44	4
	污染指数	-	0.35	0.75	0.45	0.46	-	0.16	/	0.30	0.50	-	0.02	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.19	-	0.16	-	0.26	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W11	最大值	21.3	7.95	5.89	6	1.1	ND	0.19	1.48	0.090	0.02	ND	110	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.18	0.125	1.23	ND	1.92	5
	最小值	21.2	7.76	5.46	4	0.8	ND	0.17	1.39	0.060	0.01	ND	70	ND	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.15	0.092	1.04	ND	1.74	5
	污染指数	-	0.42	0.82	0.25	0.24	-	0.18	/	0.37	0.30	-	0.01	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.17	-	0.12	-	0.30	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W12	最大值	21.3	7.82	5.96	10.25	2.03	ND	0.09	1.50	0.053	0.03	ND	76.7	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.20	0.158	1.42	ND	2.1	2
	最小值	21.3	7.49	5.51	6.75	1.40	ND	0.07	1.35	0.050	0.01	ND	66.7	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.19	0.158	1.16	ND	1.52	2
	污染指数	-	0.33	0.80	0.43	0.43	-	0.08	/	0.25	0.37	-	0.01	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.20	-	0.13	-	0.29	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W13	最大值	20.4	8.08	5.97	7	1.40	6	0.12	1.6	0.030	0.02	ND	490	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.42	ND	1.61	ND	1.79	ND
	最小值	20.4	7.78	5.53	4	0.80	6	0.06	1.43	0.030	0.02	ND	230	ND	ND	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.19	ND	0.70	ND	1.14	ND
	污染指数	-	0.49	0.80	0.27	0.27	0.20	0.10	/	0.15	0.40	-	0.04	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.33	-	0.10	-	0.23	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W14	最大值	20.4	7.69	5.87	8.75	1.75	ND	0.11	1.32	0.060	0.03	ND	115	ND	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.40	0.144	1.48	ND	1.86	ND
	最小值	20.4	7.62	5.42	6	1.13	ND	0.10	1.23	0.043	0.02	ND	103.3	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.19	0.144	1.01	ND	1.52	ND
	污染指数	-	0.33	0.82	0.36	0.35	-	0.11	/	0.25	0.41	-	0.01	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.27	-	0.13	-	0.27	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W15	最大值	20.4	8.07	5.65	10	2.10	87	0.25	1.39	0.040	0.02	ND	2400	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.15	ND	1.37	ND	0.8	ND
	最小值	20.4	7.96	5.34	6	1.20	66	0.10	0.54	0.030	0.01	ND	2400	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.09	ND	1.06	ND	0.59	ND
	污染指数	-	0.51	0.87	0.38	0.39	2.43	0.19	/	0.18	0.30	-	0.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	-	0.12	-	0.12	-
	超标率%	0	0	0	0	0	100	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W16	最大值	20.3	8.14	5.8	6	1.10	56	0.16	0.69	0.040	0.01	ND	9200	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.16	ND	1.14	ND	0.88	ND
	最小值	20.2	8.04	5.33	4	0.70	32	0.14	0.48	0.020	0.01	ND	3500	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.10	ND	0.97	ND	0.6	ND
	污染指数	-	0.55	0.85	0.25	0.23	1.44	0.15	/	0.17	0.20	-	0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	0.11	-	0.12	-
	超标率%	0	0	0	0	0	100	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W17	最大值	20.4	7.88	5.27	7	1.47	ND	0.07	1.29	0.05	ND	ND	797.5	ND	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.22	0.052	4.49	ND	3.24	ND
	最小值	20.4	7.78	4.92	5.3	0.98	ND	0.04	1.17	0.04	ND	ND	630	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.15	0.052	1.53	ND	1.47	ND
	污染指数	9	0.41	1.22	0.47	0.49	-	0.14	2.58	0.5	-	-	0.39875	-	-	-	0.022	-	-	-	-	-	-	0.22	-	0.449	-	0.81	-
	超标率%	0	0	100	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W18	最大值	20.4	7.75	5.58	7.3	1.3	ND	0.09	1.69	0.05	0.03	ND	2105	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.22	ND	1.65	ND	1.48	ND
	最小值	20.4	7.64	5.12	6.3	1.28	ND	0.08	1.39	0.043	0.01	ND	1397.5	ND	ND	ND	0.0008	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.04	ND	0.24	ND	1.2	ND
	污染指数	-	0.34	1.17	0.49	0.43	-	0.18	3.38	0.5	0.6	-	1.0525	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.22	-	0.165	-	0.37	-
	超标率%	0	0	100	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W19	最大值	18.5	7.86	5.81	13	2.50	8	0.19	1.86	0.060	0.01	ND	70	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.19	ND	1.66	ND	2.12	ND
	最小值	17.5	7.66	5.33	5	0.60	8	0.12	1.08	0.030	0.01	ND	20	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.17	ND	0.76	ND	1.94	ND
	污染指数	9.43	0.39	0.86	0.45	0.34	0.27	0.16	/	0.20	0.20	-	0.00	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.18	-	0.12	-	0.34	-

	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W20	最大值	19	8.13	5.98	8	1.60	8	0.14	1.47	0.060	0.02	ND	70	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.22	ND	1.8	ND	2.21	ND
	最小值	18.2	7.97	5.53	5	1.00	8	0.12	1.05	0.050	0.01	ND	50	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.16	ND	1.34	ND	1.2	ND
	污染指数	-	0.52	0.82	0.35	0.35	0.27	0.13	/	0.27	0.30	-	0.01	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.18	-	0.15	-	0.30	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W21	最大值	18.775	7.63	5.74	8.3	1.70	ND	0.15	1.39	0.033	0.03	ND	227.5	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.20	0.044	1.24	ND	1.78	ND
	最小值	13.275	7.52	5.36	7.3	1.48	ND	0.13	1.23	0.028	0.01	ND	97.5	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.15	0.044	0.76	ND	1.65	ND
	污染指数	-	0.29	0.87	0.39	0.39	-	0.14	/	0.15	0.33	-	0.01	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.17	-	0.09	-	0.29	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W22	最大值	20.3	7.82	6.12	14	2.90	6	0.08	1.7	0.080	0.02	ND	700	ND	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.25	0.051	1.51	ND	1.7	ND
	最小值	17.8	7.64	5.66	7	1.40	6	0.08	1.04	0.040	0.02	ND	330	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.17	0.051	1.36	ND	1.54	ND
	污染指数	-	0.38	0.79	0.48	0.48	0.20	0.08	/	0.28	0.40	-	0.05	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.21	-	0.14	-	0.27	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W23	最大值	14	7.93	5.94	10.8	2.15	ND	0.15	1.31	0.060	ND	ND	522.5	ND	ND	ND	0.0011	0.00006	ND	ND	ND	ND	ND	0.19	0.196	1.71	ND	2.4	ND
	最小值	13.25	7.79	5.55	6.8	1.38	ND	0.13	1.03	0.033	ND	ND	343.3	ND	ND	ND	0.0008	0.00006	ND	ND	ND	ND	ND	0.15	0.196	1.05	ND	1.6	ND
	污染指数	-	0.44	0.85	0.42	0.42	-	0.14	/	0.22	-	-	0.05	-	-	-	0.02	0.60	-	-	-	-	-	0.16	-	0.13	-	0.31	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W24	最大值	13.925	7.95	5.47	10.5	2.08	ND	0.14	1.60	0.053	0.02	ND	2000	ND	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.20	ND	1.76	ND	1.66	ND
	最小值	13.75	7.83	5.11	5.5	1.05	ND	0.12	1.24	0.048	0.01	ND	1357.5	ND	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.12	ND	1.19	ND	1.3	ND
	污染指数	-	0.44	0.94	0.41	0.40	-	0.13	/	0.25	0.31	-	0.17	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.16	-	0.15	-	0.24	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
《地表水环境质量标准》Ⅲ类		-	6-9	5	20	4	30	1	1（湖库）	0.2（湖库0.05）	0.05	0.005	10000	0.2	0.2	0.05	0.05	0.0001	0.01	0.005	1	0.05	1	1	-	10	0.2	6	-
《地表水环境质量标准》II类		-	6~9	6	15	3	25	0.5	0.5（湖库）	0.1（湖库0.025）	0.05	0.002	2000	0.1	0.05	0.05	0.05	0.00005	0.01	0.005	1	0.01	1	1	-	10	0.2	4	-

表 5.3-10　水环境质量监测数据统计及评价（枯水期）

断面	项目	pH	水温	DO	COD	BOD	SS	氨氮	总氮	总磷	石油类	挥发类苯酚	粪大肠菌群	硫化物	氰化物	六价铬	砷	汞	硒	镉	铜	铅	锌	氟化物	亚硝酸盐(以N计)	硝酸盐(以N计)	阴离子表面活性剂	高锰酸盐指数	叶绿素μg/L
W1	最大值	8.2	11.3	6.8	8	1.6	ND	0.076	1.26	0.039	0.04	ND	3500	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.217	ND	1.41	ND	1.26	ND
	最小值	8.16	9.3	6.5	ND	0.7	ND	0.052	1.1	0.034	ND	ND	2400	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.135	ND	1.34	ND	1.19	ND
	污染指数	0.59	0	0.74	0.35	0.28	-	0.07	/	0.18	0.8	-	0.31	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.18	-	0.14	-	0.2	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W2	最大值	8.44	11.2	6.4	12	2.4	ND	0.312	2.83	0.2	0.03	ND	35000	ND	ND	ND	0.0007	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.262	1.25	2.88	ND	1.52	ND
	最小值	8.25	10.2	6	6	1.1	ND	0.117	2.38	0.19	0.03	ND	9200	ND	ND	ND	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.172	ND	1.51	ND	1.19	ND
	污染指数	0.67	0	0.8	0.42	0.41	-	0.23	/	0.98	0.6	-	2.01	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.2	-	0.24	-	0.22	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	66.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W3	最大值	8.46	10.5	6.4	8	1.6	ND	0.115	0.72	0.033	0.04	ND	9200	ND	ND	ND	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.146	ND	1.47	ND	1.29	ND
	最小值	8.16	9.4	6.2	5	1.1	ND	0.062	0.67	0.031	0.02	ND	5400	ND	ND	ND	0.0003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.063	ND	0.783	ND	0.94	ND

	污染指数	0.66	0	0.79	0.33	0.33	-	0.09	/	0.16	0.6	-	0.79	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.11	-	0.1	-	0.19	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W4	最大值	8.23	10.5	6.2	14	2.8	5	0.372	2.35	0.182	0.02	ND	9200	ND	ND	ND	0.0017	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.201	0.07	2.64	ND	2.65	ND
	最小值	8.08	10.5	6	8	1.7	ND	0.238	2.1	0.174	0.01	ND	5400	ND	ND	ND	0.0016	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.048	ND	1.47	ND	2.5	ND
	污染指数	0.58	0	0.83	0.58	0.59	0.17	0.3	/	0.9	0.27	-	0.67	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	0.14	-	0.22	-	0.43	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W5	最大值	8.19	12.4	6.4	13	2.6	8	0.205	0.68	0.067	ND	ND	5400	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.151	ND	1.27	ND	2.4	ND
	最小值	8.1	11.3	5.9	6	1.1	ND	0.093	0.57	0.061	ND	ND	3500	ND	ND	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.072	ND	0.702	ND	2.03	ND
	污染指数	0.58	0	0.8	0.5	0.5	0.27	0.16	/	0.32	-	-	0.41	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.12	-	0.09	-	0.37	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W6	最大值	8.17	9.5	6.3	13	2.6	8	1.66	3.19	0.141	ND	ND	5400	ND	ND	ND	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.205	0.106	1.82	ND	2.27	ND
	最小值	8.07	8.4	5.8	8	1.5	ND	1.558	2.75	0.132	ND	ND	3500	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.151	ND	1.24	ND	1.98	ND
	污染指数	0.56	0	0.84	0.48	0.48	0.23	1.62	/	0.68	-	-	0.41	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.17	-	0.16	-	0.36	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	100	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W7	最大值	8.2	12.3	6.9	7	1.4	10	0.306	0.72	0.049	ND	ND	16000	ND	ND	ND	0.0005	0.00029	ND	ND	ND	ND	ND	0.165	ND	1.47	ND	0.97	ND
	最小值	8.08	11.2	6.1	ND	ND	ND	0.202	0.6	0.043	ND	ND	5400	ND	ND	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.082	ND	0.947	ND	0.63	ND
	污染指数	0.57	0	0.75	0.33	0.33	0.33	0.27	/	0.23	-	-	1.02	-	-	-	0.01	2.9	-	-	-	-	-	0.12	-	0.11	-	0.13	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	33.3	0	0	0	0	33.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W8	最大值	8.16	14.75	6.95	8.75	1.7	5	0.31	0.92	0.04	ND	ND	32250	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.188	ND	2.87	ND	1.19	ND
	最小值	8.14	14.55	6.35	ND	0.7	ND	0.29	0.91	0.03	ND	ND	9000	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.088	ND	1.03	ND	0.69	ND
	污染指数	0.58	0	0.69	0.38	0.31	0.17	0.3	/	0.18	-	-	1.85	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.15	-	0.18	-	0.15	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	66.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W9	最大值	8.08	8.2	6.4	11	2.1	6	0.293	0.83	0.038	ND	ND	49000	ND	ND	ND	0.0005	0.00008	ND	ND	ND	ND	ND	0.168	0.051	0.946	ND	2.69	ND
	最小值	7.94	6.7	5.9	7	1.5	ND	0.191	0.54	0.029	ND	ND	330	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.025	ND	0.617	ND	2.23	ND
	污染指数	0.51	0	0.83	0.42	0.43	0.2	0.24	/	0.17	-	-	1.66	-	-	-	0.01	0.8	-	-	-	-	-	0.09	0	0.08	-	0.41	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	33.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W10	最大值	8.1	14.45	6.75	8	1.63	8.5	0.22	0.92	0.05	ND	ND	11650	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.289	ND	0.895	ND	1.61	ND
	最小值	8.04	14.25	6.23	ND	1.1	ND	0.2	0.81	0.04	ND	ND	6350	ND	ND	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.104	ND	0.819	ND	1.24	ND
	污染指数	0.54	0	0.72	0.33	0.35	0.24	0.21	/	0.22	-	-	0.86	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.18	-	0.09	-	0.23	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	33.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W11	最大值	7.97	10.1	6.3	9	1.8	ND	0.115	1.28	0.056	ND	ND	3500	ND	ND	ND	0.0016	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.217	ND	1.39	ND	2.23	ND
	最小值	7.88	9.2	6.2	6	1.1	ND	0.062	1.04	0.054	ND	ND	2400	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.103	ND	0.905	ND	1.6	ND
	污染指数	0.46	0	0.8	0.37	0.36	-	0.09	/	0.28	-	-	0.28	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.16	-	0.12	-	0.31	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W12	最大值	7.98	15.23	6.15	12.25	2.45	5	0.09	1.36	0.06	ND	ND	10725	ND	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.196	ND	1.51	ND	1.95	ND
	最小值	7.94	14.5	5.85	8.5	1.7	ND	0.09	1.24	0.05	ND	ND	920	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.135	ND	1.38	ND	1.35	ND
	污染指数	0.48	0	0.8	0.52	0.52	0.17	0.09	/	0.28	-	-	0.1	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.16	-	0.14	-	0.27	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W13	最大值	8.11	12.5	6.7	9	1.8	7	0.098	1.43	0.073	0.01	ND	1300	ND	ND	ND	0.0014	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.175	ND	1.61	ND	1.9	ND

	最小值	7.94	11.8	6	5	0.9	ND	0.069	1.3	0.054	ND	ND	790	ND	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.135	ND	1.37	ND	1.21	ND
	污染指数	0.52	0	0.77	0.38	0.38	0.23	0.08	/	0.31	0.2	-	0.11	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.16	-	0.15	-	0.25	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W14	最大值	8.1	15.3	6.1	12.75	2.53	ND	0.11	1.45	0.06	ND	ND	450	ND	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.188	ND	1.69	ND	1.97	ND
	最小值	8.03	15.25	6.08	9.25	1.88	ND	0.08	1.34	0.05	ND	ND	385	ND	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.138	ND	1.31	ND	1.27	ND
	污染指数	0.53	0	0.78	0.53	0.53	-	0.09	/	0.28	-	-	0.04	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.16	-	0.15	-	0.25	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W15	最大值	8.22	10.1	6.4	12	2.4	10	0.399	0.81	0.035	0.01	ND	9200	ND	ND	ND	0.0003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.17	ND	1.58	ND	1.11	ND
	最小值	8.17	7.5	6	9	1.7	ND	0.188	0.71	0.02	ND	ND	3500	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.084	ND	0.965	ND	0.48	ND
	污染指数	0.6	0	0.81	0.53	0.53	0.25	0.27	/	0.15	0.2	-	0.6	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.13	-	0.13	-	0.13	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W16	最大值	8.28	10.7	7	10	1.9	18	0.386	0.73	0.045	ND	ND	24000	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.235	ND	1.54	ND	1.19	ND
	最小值	8.23	7.6	6.3	ND	0.5	8	0.273	0.67	0.031	ND	ND	9200	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.081	ND	1.01	ND	0.55	ND
	污染指数	0.63	0	0.74	0.38	0.28	0.42	0.33	/	0.2	-	-	1.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	-	0.13	-	0.13	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	66.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W17	最大值	8.12	15.33	6.13	14	2.8	ND	0.13	1.44	0.06	0.01	ND	2450	ND	ND	ND	0.0013	0.00008	ND	ND	ND	ND	ND	0.223	ND	1.62	ND	2.05	ND
	最小值	8.06	15.25	5.8	9.25	1.85	ND	0.11	1.33	0.06	ND	ND	1900	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.153	ND	1.52	ND	1.35	ND
	污染指数	0.55	0	1.03	0.93	0.93	-	0.26	2.88	0.6	0.2	-	1.225	-	-	-	0.026	1.6	-	-	-	-	-	0.223	-	0.162	-	0.5125	-
	超标率%	0	0	50	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W18	最大值	8.06	15.5	6.13	13.25	2.65	ND	0.16	1.43	0.06	0.01	ND	2125	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.144	ND	1.67	ND	1.76	ND
	最小值	6.1	15.25	5.85	9.25	1.83	ND	0.11	1.2	0.06	ND	ND	1950	ND	ND	ND	0.0008	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.024	ND	0.9	ND	1.35	ND
	污染指数	0.2	0	0.79	0.88	0.88	-	0.32	2.86	0.6	0.2	-	1.0625	-	-	-	0.024	-	-	-	-	-	-	0.144	-	0.167	-	0.44	-
	超标率%	0	0	1.03	0.00	0.00	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W19	最大值	7.92	15.1	6.4	10	2	ND	0.353	1.24	0.056	ND	ND	490	ND	ND	ND	0.0013	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.169	ND	1.44	ND	2.16	ND
	最小值	7.87	14.8	6.1	8	1.6	ND	0.139	1.13	0.026	ND	ND	330	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.159	ND	1.3	ND	1.6	ND
	污染指数	0.45	0	0.76	0.45	0.44	-	0.22	/	0.22	-	-	0.04	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.16	-	0.14	-	0.31	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W20	最大值	8.06	15	6.2	13	2.7	ND	0.41	1.19	0.057	ND	ND	3500	ND	ND	ND	0.0013	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.181	ND	1.53	ND	2.19	ND
	最小值	7.92	14.5	6	10	2	ND	0.128	0.86	0.053	ND	ND	2200	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.166	ND	1.32	ND	1.65	ND
	污染指数	0.48	0	0.78	0.58	0.59	-	0.26	/	0.27	-	-	0.28	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.17	-	0.14	-	0.31	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W21	最大值	7.97	15.33	6.18	13.75	2.73	ND	0.13	1.23	0.06	0.01	ND	11575	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.276	ND	1.51	ND	2.23	ND
	最小值	7.9	15.3	5.9	10.75	2.13	ND	0.1	1.15	0.05	ND	ND	6075	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.164	ND	1.44	ND	1.6	ND
	污染指数	0.47	0	0.79	0.61	0.6	-	0.12	/	0.27	0.2	-	0.84	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.2	-	0.15	-	0.31	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	33.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W22	最大值	7.95	15.3	6.2	10	2	ND	0.115	1.45	0.056	ND	ND	1300	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.208	ND	1.53	ND	2.15	ND
	最小值	7.94	14	6.2	8	1.5	ND	0.076	1.03	0.052	ND	ND	1100	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.117	ND	1.13	ND	1.47	ND
	污染指数	0.47	0	0.76	0.45	0.44	-	0.09	/	0.27	-	-	0.12	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.17	-	0.14	-	0.29	-

	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W23	最大值	8.12	15.45	6.38	10.75	2.1	ND	0.15	1.36	0.06	ND	ND	6200	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.195	ND	2.08	ND	3.37	ND
	最小值	8.05	15.33	6.13	7.75	1.53	ND	0.11	1.21	0.05	ND	ND	2225	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.193	ND	1.11	ND	1.52	ND
	污染指数	0.54	0	0.75	0.46	0.46	-	0.13	/	0.27	-	-	0.39	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.19	-	0.16	-	0.36	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W24	最大值	8.09	15.53	6.4	9.5	1.88	ND	0.12	1.37	0.06	0.01	ND	2600	ND	ND	ND	0.0018	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.183	ND	2.26	ND	1.76	ND
	最小值	8.04	15.3	6.08	7.75	1.53	ND	0.1	1.2	0.05	ND	ND	1950	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.088	ND	1.53	ND	1.21	ND
	污染指数	0.54	0	0.76	0.43	0.42	-	0.11	/	0.28	0.2	-	0.23	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	0.15	-	0.18	-	0.24	-
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
《地表水环境质量标准》Ⅲ类		-	-	5	20	4	30	1	1（湖库）	0.2（湖库0.05）	0.2	0.005	10000	0.2	0.2	0.05	0.05	0.0001	0.01	0.005	1	0.05	1	1	-	10	0.2	6	-
《地表水环境质量标准》II类		-	6~9	6	15	3	25	0.5	0.5（湖库）	0.1（湖库0.025）	0.05	0.002	2000	0.1	0.05	0.05	0.05	0.00005	0.01	0.005	1	0.01	1	1	-	10	0.2	4	-

从监测结果可以看出，除团滩河与汤溪河交汇处上游断面（W6）枯水期氨氮超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，其余各因子均可满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）相应II、III类河流标准要求。

汤溪河、澎溪河上位于三峡水库回水变动区范围内的监测断面经对照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）各断面相应标准中总氮、总磷的湖库标准，可以看出汤溪河汇口上下游长江断面（W17和 W18），汤溪河汇入长江上下游断面平水期、枯水期总氮、总磷均超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类湖库标准；2018 年平水期总氮各断面均超过总氮的湖库标准，总磷除小溪沟与汤溪河交汇处上游（W13）、洞溪河与澎溪河交汇处下游（W21）可达到 III 类湖库标准，其余断面均超过总磷 III 湖库标准；2018 年枯水期总氮除团滩河汇口上下游汤溪河断面（W7、W8）、千丘河汇入汤溪河汇口上游断面（W9）、千丘河汇口下游汤溪河断面（W10）断面总氮达到III类湖库标准，其余断面均不满足到III类湖库标准；总磷除团滩河汇口上下游汤溪河断面（W7、W8）、千丘河汇入汤溪河汇口上游断面（W9）、千丘河汇口下游汤溪河断面（W10）总磷的湖库标准，其余断面均不满足总磷 III 湖库标准。

长江来流的污染物输入是影响汤溪河江口镇汇口以下、澎溪河（三峡支库）水质的主要因素，三峡水库来流 TN 浓度高于 III 类标准中总氮的湖库标准，成为该区域超标的主要原因。有机化肥及农药是区域地表水体主要污染源，雨季土地表层残留物经雨水冲刷随地表径流进入河流，对水体造成一定影响，流域现状缺乏有效的面源污染防治措施，导致部分监测断面的总氮、总磷超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）湖、库水质II、III类标准。

5.3.2.3例行监测与本次监测对比分析

评价区域内例行监测断面与本次环评监测断面有 5 处相近，分别为：苦草沱断面与澎溪河汇口上下游长江断面（W23、W24）距离相近；澎溪河高阳渡口断面位于洞溪河汇口上游澎溪河断面（W20）上游约 3km 处；沙市镇（原田坝电站）断面与汤溪河上下游断面（W15、W16）相邻；汤溪河江口断面与团滩河汇口上游汤溪河断面（W7）所处位置相同；汤溪河大桥断面位于南溪沟汇口下游汤溪河断面（W12）约 2km 处。根据统计，在平水期和枯水期，例行监测断面与本次环评实际监测数据相差较小。

5.3.3声环境质量现状调查与评价

①监测点布设

本次评价工作在项目所在区域共布设 14 个噪声监测点，具体点位见表 5.3-11。

表 5.3-11　　环境噪声质量监测点布设表

编号	监测点位置	监测点经纬度（°）
N1	五同岔（坝址处）	108.751860°E,31.283906°N
N2	上元村（输水管线隧道起点）	108.795161°E,31.195072°N
N3	老马门（袁家河坝石料厂）	108.758941°E,31.298318°N
N4	横琴寨	108.746967°E,31.268281°N
N5	大鹿村	108.736668°E,31.257239°N
N6	团滩村（运输道路）	108.758640°E,31.250011°N
N7	青印村	108.747118°E,31.098494°N
N8	龙家坡（电站场址）	108.749810°E,31.281228°N
N9	凉水村	108.727720°E,31.303782°N
N10	双鹿村	108.748083°E,31.254671°N
N11	青云村（泵站）	108.799860°E,31.125242°N
N12	新华村（运输道路）	108.759102°E,31.288426°N
N13	横亭村（复建道路）	108.755250°E,31.273819°N
N14	下七村（复建道路）	108.727484°E,31.292689°N

②监测时间和频率

N1~N10 监测点于 2018.2.26~2.018.2.28 进行监测，N11~N14 监测点于 2018.10.26~2.018.10.28 进行监测每个测点连续监测两天，每天分昼夜两次进行（昼 06:00~22:00，夜 22:00~06:00）。

③监测结果：按国家生态环境局颁发的《环境监测技术规范》有关规定和要求执行。监测结果列于表 5.3-12。

表 5.3-12　　噪声监测结果（单位：dB（A））

监测点位	监测日期	监测值			
		昼间	达标情况	夜间	达标情况

五同岔，N1	2018.2.26	55.7	达标	39.7	达标
	2018.2.27	53.7	达标	38.1	达标
上元村，N2	2018.2.26	48.3	达标	37.7	达标
	2018.2.27	50.6	达标	37.5	达标
老马门，N3	2018.2.26	45.6	达标	37.9	达标
	2018.2.27	49	达标	37.4	达标
横琴寨，N4	2018.2.26	52.5	达标	38.9	达标
	2018.2.27	50.1	达标	38.5	达标
大鹿村，N5	2018.2.26	48.1	达标	36.6	达标
	2018.2.27	49	达标	36.9	达标
团滩村，N6	2018.2.26	56.7	达标	36	达标
	2018.2.27	57.8	达标	36.8	达标
青印村，N7	2018.2.26	49.1	达标	35.7	达标
	2018.2.27	50.8	达标	34.4	达标
龙家坡，N8	2018.2.26	50.6	达标	35.8	达标
	2018.2.27	49.7	达标	36.3	达标
凉水村，N9	2018.2.26	52.1	达标	35.9	达标
	2018.2.27	50.9	达标	37.2	达标
双鹿村，N10	2018.2.26	54	达标	34.4	达标
	2018.2.27	51.9	达标	36.9	达标
青云村，N11	2018.10.30	54.8	达标	46.4	达标
	2018.10.31	54.4	达标	43.7	达标
新华村，N12	2018.10.30	54.4	达标	46.1	达标
	2018.10.31	53.5	达标	45.4	达标
横亭村，N13	2018.10.30	51.9	达标	47	达标
	2018.10.31	52.9	达标	43.9	达标
下土村，N14	2018.10.30	52.6	达标	44.3	达标
	2018.10.31	50.9	达标	41.7	达标
标准值		60		50	

监测结果表明：各监测点昼夜噪声值均符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准，项目所在区域声环境质量状况较好。

5.3.4土壤环境现状监测与评价

①监测点布设

在项目沿线设置 17 个土壤、底泥监测点，具体点位见表 5.3-13。

表 5.3-13　土壤、底泥监测点位

序号	监测点位	监测点经纬度（°）	监测因子
T1	坝址北侧（废气铁合金厂区内，水库淹没区内）	108.754220°E,31.287216°N	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准

T2	下七坝（水库淹没区内）	108.729157°E,31.294211°N	（试行）》（GB36600—2018）表 1 中 45 项因子
T3	团滩河坝上河道底泥（水库淹没区内）	108.738213°E,31.294394°N	
T4	新华村（江口灌片、水田）	108.749819,31.277082	《土壤环境质量　农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618—2018）表 1 中 8 项因子
T5	五星村（江口灌片、旱地）	108.777504,31.237334	
T6	桃树湾（江口灌片、园地）	108.789368,31.237866	
T7	大军村（鱼泉灌片、水田）	108.844986,31.270738	
T8	江家垭口（鱼泉灌片、旱地）	108.861325,31.285830	
T9	地坝梁（江口灌片、旱地）	108.834987,31.226711	
T10	下元坝（江口灌片、水田）	108.803015,31.201423	
T11	桂桥村（南溪灌片、水田）	108.783703°E,31.105053°N	
T12	广木村（南溪灌片、园地）	108.812649,31.127175	
T13	卫星村（南溪灌片、园地）	108.845458,31.107551	
T14	大岩头（南溪灌片、旱地）	108.862758,31.123915	
T15	云安镇（云安灌片、园地）	108.850522°E,31.052199°N	
T16	毛坝村（云安灌片、水田）	108.839149,31.040433	
T17	三湾村（云安灌片、旱地）	108.826404,31.044956	

②监测项目：

《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 中 45 项因子，以及《土壤环境质量　农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表 1 中 8 项因子。

③监测时间和频率

2018.10.30，监测一天，每天一次。

（4）监测结果评价

项目占地范围内属于第二类用地，土壤环境质量执行《土壤环境质量标准 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地标准。河流底泥执行《农用污泥中污染物控制标准》（GB4284-84）。评价方法采用监测结果与评价标准值比值进行土壤环境质量评价。

由评价结果可知，灌区土壤环境质量可达到《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB 15618-2018） “农用地土壤污染风险筛选值”标准，坝址区建设用地土壤可达到《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中表 1 建设用地土壤污染风险筛选值第二类用地标准。

表 5.3-14　　土壤监测结果及评价表（单位 mg/kg）

监测项目	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB 15618-2018）		土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）
pH (无量纲)	7	6	6	6.5	6.8	6.8	5.8	6.5	7	7.1	6.1	6.9	6.1	6.8	7	7.1	6.7	5.5＜pH≤6.5	6.5＜pH≤7.5	-
砷	18.2	9.56	12.6	13.9	5.61	5.87	15.4	9.75	4.21	6.28	5.79	4.55	4.54	7.81	37.1	21.6	11.5	40	30	60
镉	0.254	0.337	0.365	0.306	0.136	0.123	0.366	0.288	0.248	0.151	0.231	0.129	0.26	0.271	0.742	0.261	0.301	0.3	0.3	65
铬	-	-	-	73.8	49.8	39.2	59.1	53.6	50.7	58.8	64.7	65.9	52.7	45.2	61.5	76.6	60.2	150	200	-
铜	50.3	24.3	31.3	32.2	16.1	10.8	27	23.5	19.6	21.8	25.6	17.9	18.2	15.7	41.9	33.4	25.4	50	100	18000
铅	36.2	28.7	40.6	28.3	23.4	24.2	28.6	22.4	24.1	23.8	27.4	22.6	24.6	24.9	47.3	30.2	28.3	90	120	800
汞	0.037	0.097	0.147	0.068	0.048	0.061	0.091	0.052	0.017	0.082	0.041	0.017	0.028	0.028	0.745	0.113	0.059	1.8	2.4	38
镍	39.3	32	37.2	37.1	19.7	19.7	27.7	24.6	22.8	28.8	32.1	38.7	25.6	23.2	30.5	40	28.9	70	100	900
锌	-	-	-	82.4	50	51.7	67.7	64.3	63.5	64	69.7	63.5	59	57.1	146	97.9	70.2	200	250	-
六六六	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-
滴滴涕	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-
#六价铬	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	5.7
四氯化碳	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	2.8
氯仿	5.4	3.2	2.9	2	4.7	3.2	2.1	ND	ND	2.4	1.4	5.3	8.3	11.7	4	5.1	ND	-	-	0.9
氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	37
1,1-二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	9
1,2-二氯乙烷	ND	ND	1.4	ND	ND	1.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	ND	ND	ND	-	-	5
1,1-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	66
顺-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	596
反-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	54
二氯甲烷	ND	ND	3	2.8	32.5	7.8	15.6	49.9	5.9	33.9	1.5	35.8	58.6	38.2	13.5	1.9	55.8	-	-	616
1,2-二氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	5
1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	10
1,1,2,2,-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	6.8
四氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	53
1,1,1-三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	840
1,1,2-三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	2.8
三氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	2.8
1,2,3-三氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	0.5

氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	0.43
苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	4
氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	270
1,2-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	560
1,4-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	20
乙苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	28
苯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	1290
甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	1200
间，对二甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	570
邻二甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	640
硝基苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	76
苯胺	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	260
2-氯酚	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	2256
苯并[a]蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	15
苯并[a]芘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	1.5
苯并[b]荧蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	15
苯并[k]荧蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	151
䓛	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	1293
二苯并[a,h]蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	1.5
茚并[1,2,3-cd]芘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	15
萘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	70

5.4陆生生态环境现状

5.4.1生态调查方法

5.4.1.1调查时间

建设单位委托华侨大学编制完成了《重庆市云阳县向阳水库工程生态影响评价报告》。华侨大学于 2017 年 12 月 01 日-15 日、2018 年 5 月 18 日-24 日、2018 年 9 月 28 日-10 月 7 日，分三次对评价区域水源工程区、输水工程区等区域进行了详细的野外样线、样方定量调查；于 2018 年 10 月 25-27 日、2018 年 11 月 25 日-28 日进行了定性调查。

5.4.1.2植被调查

植被类型、植物种类调查等采取样线调查与样方调查相结合的方法进行，珍稀濒危植物调查采取野外调查、民间访问和市场调查相结合的方法进行。对有疑问植物和经济植物现场采集标本并拍照。

（1）调查路线

水源工程调查：以枢纽工程区为中心，向上下游延伸调查，调查重点为坝址、淹没区、坝下游两岸。

输水工程调查：针对向阳水库输水工程布设，按照输水管线、隧道等走向，沿线路进行调查。

沿途记载植物种类、采集标本、观察生境等；对集中分布的植物群落及重点调查区域进行样方调查。

（2）样方布置原则

植被样方布置原则是：尽量在重点施工区域（如坝址、渣料场、生活区、施工区等），淹没线以下区域以及植被良好的区域设置样方，并考虑评价区样方布置的均匀性；样方布置所涉及的植被为评价区分布较普遍的类型；样方的设置避免对同一植被进行重复调查，针对特别重要的植物种类可增加样方；避免选择路边易到之处。

（3）样方调查内容

乔木层样方取 20m×20m，灌木层样方 5m×5m，草本层样方取 1m×1m。记录样方经纬度（中心点用 GPS 定位）、海拔，样方内植物物种数、盖度、平均高度、多度等。重点识别并记录群落的优势种和建群种。

5.4.1.3陆生动物调查

在调查过程中，确定评价区内动物的种类、资源状况及生存状况，尤其是重点保护陆生动物种类。主要调查方法有实地调查、访问调查和资料查询。

（1）实地调查

主要采用样线法。样线布设时，考虑不同生境的线路比例，同时考虑海拔高度，所布设样线要基本符合该区域生境和海拔分布的比例状况。样线长度以一个工作日计算，样线调查时穿越不同的生境，尽量调查在不同生境内活动的动物种类；除样线外，沿团滩河及汤溪河设置固定的观察点 6 处。记录种类、数量、海拔、生境等信息及样线的地理位置、小地名、经纬度、调查时间和调查人员等。进行样方调查时，记录样方的经纬度、海拔、生境状况、动物种类和数量等。

表 5.4-1　陆生动物调查样线样方位置

序号	样地名称	A 点		B 点		样线长度（m）
		经度	纬度	经度	纬度	
1	江口镇马坡岭-凉水村 S102	108°43′37.52″	31°18′58.09″	108°43′36.32″	31°18′23.77″	2460
2	江口镇鹅项颈-五同岔	108°43′21.53″	31°18′1.68″	108°44′47.73″	31°17′14.33″	3160
3	黄石镇白龙庙-龚家岭	108°43′7.69″	31°00′42.64″	108°43′46.81″	31°00′41.54″	2000
4	鱼泉社区龙塘村龙洞塘	108°51′14.69″	31°16′16.51″	108°51′42.00″	31°16′26.65″	1750
5	长洪镇长青村-南溪镇桂溪村	108°44′41.36″	31°06′0.93″	108°46′13.65″	31°06′31.86″	2720
6	南溪镇花果村-云安镇鄢家村	108°50′4.88″	31°03′53.85″	108°50′38.34″	31°03′20.17″	2100
7	南溪镇青云村-长岩嵌	108°47′17.21″	31°07′31.11″	108°47′42.53″	31°07′56.43″	1880
8	江口镇-江口镇上元坝	108°47′13.43″	31°12′56.45″	108°47′23.50″	31°12′6.49″	2050

表 5.4-2　陆生动物观察点

序号	名称	经度	纬度	海拔 m	生境
1	江口镇观音寺	108°45′14.54″	31°15′03.23″	220	河岸，灌丛，耕地，枫杨林
2	江口镇新华村	108°44′40.89″	31°16′34.73″	320	跨河桥，右岸为大片耕地，左岸为沿河住宅
3	江口镇三湾村	108°45′46.10″	31°17′55.99″	595	林地（马尾松林），道路
4	南溪镇青龙咀	108°49′07.09″	31°06′30.98″	180	河岸边，道路，草地，建设用地，可看消落带
5	鱼泉社区	108°50′23.58″	31°17′06.40″	320	林地，灌丛，草地，道路
6	高阳镇麻柳村	108°42′27.65″	31°04′21.15″	220	灌丛，草地，坡耕地

①两栖和爬行类

主要采用样线法调查，同时参照观察到的或采获的实体、幼体等标本确定属种。

②鸟类

鸟类主要采用样线法，根据生境类型及面积的大小设计样线，抽样强度高于 2%。样线法是沿着预先设定的一定路线，观测者沿着固定的线路行走，并记录沿途所见到的所有鸟类，一般样线长度在 1km~3km 为宜。

③兽类

调查方法主要为总体计数法和样方法。总体计数是在调查区域内通过肉眼观测哺乳类；样方法是在生境良好的林地设置 1 个 500m*500m 的样方，观测样方内哺乳类或者其活动痕迹如粪便、卧迹、足迹链、尿迹等。

（2）访问调查

与当地林业部门、工程周边地区人员等交谈，了解当地动物的分布及数量情况。

（3）查阅相关资料

查阅当地的野外调查资料和科学研究成果，主要参考资料包括《重庆市两栖动物物种多样性研究及保护》、《重庆市两栖动物资源及现状》、《重庆市爬行动物物种多样性研究及保护》、《重庆市兽类资源及其区系分析》、《重庆鸟类名录（2.0 版）》、《重庆库区陆生脊椎动物多样性》、《三峡库区鸟类区系及类群多样性》、《三峡库区不同阶段蓄水前后江面江岸冬季鸟类动态》、《中国两栖动物检索及图解》、《四川爬行类原色图鉴》、《四川鸟类原色图鉴》、《中国鸟类分类与分布名录》、《中国鸟类图鉴》、《中国鸟类特有种》、《四川兽类原色图鉴》、《重庆市陆生野生动物调查资料》等。通过分析、归纳和总结所收集的资料、访问调查结果和实地调查结果，从而得到项目现场及实施地和周边地区的动物物种。

5.4.1.4遥感和地理信息系统

采用 3S（GPS、RS 和 GIS）相结合的地理信息技术对遥感影像进行数字化判读，生成评价区的土地利用现状图和植被类型分布图，同时开展景观质量和生态环境质量的定性和定量评价。遥感影像为 Google Earth，采用 ENVI 对遥感影像进行解译，并采用 ArcGIS 软件对数据进行分析。

5.4.1.5生物生产力的测定与估算

由于评价范围较大，在短时间内不可能对每一种植被类型的生产力进行测定。因此，重点测定评价范围内分布面积广的植被类型生产力及生物量，其余类型参考国内外有关生物生产力及生物量的相关资料，并根据当地是实际情况作适当调整，估算评价范围植被类型的生产力与生物量。

5.4.2植被

5.4.2.1评价区植被分区

（1）植被分区

按照《中国植被》，重庆云阳向阳水库工程评价范围位于 IV 亚热带常绿阔叶林区域，IVA 东部（湿润）常绿阔叶林亚区域，IVAii 中亚热带常绿阔叶林地带，IVAiia 中亚热带常绿阔叶林北部亚地带，IVAiia-6 四川盆地，栽培植被、润楠、青冈林区。该区域人口集中，耕作历史悠久，地带性植被常绿阔叶林多已开垦种植，仅在西部和北部山地尚有部分保留，多分布在海拔 1600m 或 1800m 以上的地区。本区大面积分布马尾松林、杉木林和柏木林，大部分为人工林，其中杉木林一般生长在湿润的酸性土壤上，尤以边缘山地分布最多；马尾松林大部分分布在海拔 1000m 以下；柏木林在中部和北部的钙质紫色土上生长茂密。

（2）植被类型

通过对向阳水库生态环境影响评价区不同类型的植被调查统计，按照《中国植被》的分类方法，将评价区自然植被划分为 6 个植被型，43 个群系；人工植被划分为经济林、大田作物两大类，包括柑橘、油茶、漆树等，大田作物主要包括各类水稻、玉米、红薯、土豆，以及一年一季、一年多季蔬菜等。具体见表 5.4-3。

表 5.4-3　向阳水库工程评价范围植被构成

序号	植被型	群系	评价范围	淹没区（库区）	水源工程区	输水工程区
		自然植被				
1	阔叶林	枫杨-水麻+黄荆-白茅群系(Form. *Pterocarya stenoptera-Debregesia orientalis+Vitex negundo-Imperata cylindrica*)	√	√	√	
2		栎类林群系（Form. *Quercus* sp.）	√			√
3		桤木群系（Form. *Alnus cremastogyne*）	√	√		
4		枫香树群系（Form. *Liquidambar formosana*）	√			√
5		构树群系（Form. *Broussonetia papyrifera*）	√	√	√	√
6	针叶林	马尾松群系（Form. *Pinus massoniana*）	√	√	√	√
7		杉木群系（Form. *Cunninghamia lanceolata*）	√	√	√	√
8		柏木群系（Form. *Cupressus funebris*）	√	√	√	√
9		杉木-马桑-白茅群落(Form. *Vitex negundo-Coriaria nepalensis- Imperata cylindrica*)	√			√
10	竹林	楠竹群系（Form. *Phyllostachys pubescens*）	√	√	√	

11		慈竹群系（Form. *Sinocalamus affinis*）	√		√	√
12	灌草丛	栎类+火棘群系（Form. *Quercus* sp.+ *Pyracantha fortuneana*）	√	√		√
13		火棘、檵木群系（Form. *Pyracantha fortuneana*，*Loropetalum chinense*）	√	√		√
14		蔷薇群系（Form. *Rosa* sp.）	√	√	√	√
15		黄栌、马桑群系（Form. *Cotinus coggygria*，*Coriaria sinica*）	√			√
16		杜鹃、黄荆系（Form. *Rhododendron simsii, Vitex negundo*）	√	√		√
17		黄荆-金发草群系(Form. *Vitex negundo-Pogonatherum paniceum*)	√		√	
18		宜昌荚蒾-双穗雀稗+空心莲子草群系(Form. *Viburnum ichangense-Paspalum distichum+Alligator Alternanthera*)	√		√	√
19		山麻杆+马桑-芒+金发草群系(Form. *Alchornea davidii+Coriaria sinica-Miscanthus sinensis+Pogonatherum paniceum*)	√			√
20		山梅花+川莓-尼泊尔蓼群系(Form. *Philadelphus incanus+ Rubus setchuenensis-Polygonum nepalense*)	√	√	√	√
21		水麻+火棘-问荆群系(Form. *Debregeasia orientalis+Pyracantha fortuneana-Equisetum arvense*)	√	√	√	√
22		中华绣线菊-苔草群系(Form. *Spiraea chinensis - Arthraxon* spp.)	√		√	√
23		醉鱼草+水麻群系(Form. *Buddleja lindleyana + Debregeasia orientalis*)	√	√	√	
24		小果蔷薇+火棘群系(Form. *Rosa cymosa*、*Pyracantha fortuneana*)	√	√	√	√
25		小叶忍冬-野棉花群系(Form. *Lonicera microphylla+Anemone Vitifola*)	√	√	√	
26	草甸	苔草、鸡眼草群系（Form. *Arthraxon, Kummerowia*）	√	√	√	√
27		白茅群系（Form. *Imperata cylindrica* var. *major*）	√	√	√	√
28		芒群系(Form. *Miscanthus sinensis*)	√	√	√	√
29		拟金茅群系（Form. *Eulaliopsis binata*）	√		√	
30		铁芒萁群系（Form. *Dicranopteris dichotoma*）	√	√	√	√
31		狗牙根群系(Form. *Cynodon dactylon*)	√	√	√	√
32		苍耳群系（Form. *Xanthium sibiricum*）	√	√	√	√
33		莎草群系(Form.*Cyperus rotundus*)	√	√	√	√
34		稗草群系(Form.*Echinochloa crusgalli*)	√	√	√	√
35		蕨群系(Form.*Pteridium aquilinum* var.*latiusculum*)	√	√	√	√
36		小白酒草群系(Form.*Conyza canadensis*)	√	√	√	
37	水生植	香蒲群系(Form.*Typha orientalis*)	√	√	√	

38	被	蓼群系(Form.*Polygonum* sp.)	√	√	√	√
39		游草群系(Form.*Leersia hexandra*)	√	√	√	
40		水芹群系(Form.*Oenanthe javanica*)	√	√	√	
41		浮萍群系(Form.*Lemna minor*)	√	√	√	√
42		满江红群系(Form.*Azolla imbricate*)	√	√	√	√
43		菹草群系(Form.*Potamogeton crispus*)	√	√	√	
人工植被						
1	经济林	柑橘林（Form. *Citrus sinensis*，*Citrus reticulata*）	√	√	√	√
2		油茶林（Form. *Camellia oleifera*）	√			√
3		茶林（Form. *Camellia sinensis*）	√			√
4		油桐林（Form. *Aleurites fordii*）	√	√		
5		乌桕林（Form. *Sapium sebiferum*）	√			
6		桑林（Form. *Morus*）	√	√		√
7		漆树林（Form. *Rhus verniciflua*）	√			
8	大田作物	水稻、玉米、红薯、土豆等大田作物	√	√	√	√
9		一年一季、二季和多季蔬菜	√	√	√	√

5.4.2.2典型工程区植被分区

根据分析，水源工程区自然植被有 6 个植被型 37 个群系，人工植被有经济林柑橘林，大田作物有水稻、玉米等以及各种蔬菜，其中淹没区自然植被有 6 个植被型 33 个群系；输水工程区有自然植被 6 个植被型 37 个群系，人工植被有经济作物柑橘林、油茶林等多种，大田作物中的玉米、红薯、水稻及各种蔬菜等。

5.4.2.3典型植物群落

1、自然植被

（1）栎类群系（Form. *Quercus* sp.）

该群系自然分布区域常见于川东平行谷地和库区鄂西段 300-1800m 的地方。土壤为山地黄壤或山地棕壤，以及由紫色页岩发育起来的紫色土。麻栎可适应于各种环境条件下生长的阳性树种，萌生能力强，在人为干扰小的情况下，易形成高大乔木的森林群落。若砍伐严重，则该林变成矮林状灌丛。麻栎是组成本群落的建群种。阔叶树伴生种类有茅栗(*Castanea seguinii*)、板栗(*C. mollissima*)、槲栎(*Quercus aliena*)、山胡椒*(Lindera glauca*)。在群落中还常见有马尾松(*Pinus massoniana*)和杉木(*Cunninghamia lanceolata*)针叶树种。林下灌木层稀疏，主要有毛黄栌(*Cotinus coggygria* var. *pubescens*)、多种胡颓子(*Elaeagnus* spp.)、算盘子(*Glochidion puberum*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、映山红(*Rhododendron simsii*)等。层外植物有葛藤(*Pueraria lobata*)、铁线莲(*Clematis* sp.)、野葡

蔹(*Ampelopsis* spp.)、菝葜(*Smilax* spp.)。麻栎具有多种用途，树皮和壳斗含有单宁，可作工业原料，且其材质优良，是很好的用材树种。这种树分布幅度大，适应性强，故亦可发展用于山坡地的水土保持。

（2）枫杨-水麻+黄荆-白茅群落(Form. *Pterocarya stenoptera-Debregesia orientalis+Vitex negundo-Imperata cylindrica*)。

乔木层以枫杨(*Pterocarya stenoptera*)为主，偶见有苦楝(*Melia azedarach*)、白杨(*Populus tomentosa*)等，层高14~16m，郁闭度0.5-0.7之间；灌木层以黄荆(*Vitex negundo*)、水麻(*Debregesia orientalis*)为主，伴生种有水团花(*Adina pilulifera*)、枸杞(*Lycium chinense*)、醉鱼草(*Buddleja lindleyana*)等，层高2-4m，平均盖度60~80%；草本层以白茅(*Imperata cylindrica*)为主的禾草类居多，伴生苍耳(*Xanthium sibiricum*)、小白酒草(*Comnyza canadensis*)等，层高0.5~0.8m，盖度70%~80%。在评价区域内的支流河口段分布较为广泛。

（3）桤木林（Form. *Alnus cremastogyne*）

人工栽培于公路两旁、河岸、河漫滩、田边地角、房前屋后。据资料报道其上限海拔可达1500m左右，林结构极其简单，有时与枫杨(*Pterocarya stenoptera*)组成人工群落。林下灌木草本极少，主要因为人为活动影响所致。桤木生长迅速，树干通直，根系发达，在较好的土壤条件下，也可形成较深的根系。如与枫杨混栽，对于水土保持能起良好的作用。同时亦可供给农村薪柴和建房用材的来源。桤木除了上述用途之外，又是一种绿化环境，净化空气的风景林树种，宜加以适当发展。

（4）枫香树林

枫香树林在评价区分布较为广泛，多分布于山坡中、下部均匀坡或沟谷地带，以次生林为主，群落中林冠层以枫香树为主，枫香树平均高度为14m，胸径为18cm，林冠亚层枫香树平均高度为8m，胸径为10cm。群落中常见的其它伴生植物，主要有麻栎、化香树、盐肤木等。

林下还有部分枫香树以及麻栎幼树，但数量均较少，盖度分别为8%和5%，而灌木层中，主要以山莓为主，平均高度为1m，盖度达到30%，而灌木层中还可常见油茶、异叶榕以及小果蔷薇，盖度分别为10%、8%以及5%。

林下草本层中以芒、三脉紫菀为主，平均高度为1.2m和0.8m，盖度达到40%和20%，而草本层还可常见丛生的聚花过路黄，平均高度不高，但可常见丛生与草本层中，而草本层中还可见芒萁、竹叶草以及龙牙草。

（5）马尾松林（Form. *Pinus massoniana*）





分布于汤溪河流域海拔 100-1500m 之间，集中分布于 1000m 以下山坡的中、下部或丘陵低山的上部和顶部。这些地区气候和土壤条件优越，对马尾松的生长极为有利，往往形成先锋群落。生长良好，可形成大径材。但在土壤瘠薄、排水不良的生境下，树干弯曲矮小。分布区的土壤为酸性黄壤，酸性紫色土或酸性黄棕壤，石灰岩地区经淋溶后形成的酸性土壤亦能生长。本群落林相整齐。乔木、灌木、草本层次分明。马尾松林内混杂有较多其他乔木，如茅栗(*Castanea seguinii*)、漆树(*Rhus verniciflua*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、山矾*(Symplocos* sp.)。林下灌木有荚蒾(*Viburnum* spp.)、柃木(*Eurya* spp.)、冬青(*Ilex* sp.)、小檗(*Berberis* spp.)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)。有的地段马尾松组成单优势种群落，森林中灌木层以映山红(*Rhododendron*)、檵木(*Loropetalum chinense*)等为主，组成映山红、檵木-马尾松群丛。其林下还有马桑(*Coriaria sinica*)、毛黄栌(*Cotinus coggygria*)、乌饭树(*Vaccinium brateatum*)、算盘子(*Glochidion puberum*)、白栎(*Quercus faberi*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)等。但有的马尾松林生境干燥瘠薄,林内生长的灌木种类与上述不同，主要由短柄枹栎(*Quercus glandulifera*)、槲栎(*Q.aliena*)为主组成马尾松群丛类型。林下灌木还有火棘(*Pyracantha* spp.)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、马桑(*Coriaria sinica*)等。马尾松林一般为天然的次生林，也有人工林。目前已成为主要的用材林树种，只要采取封山育林措施，许多地方很快就被马尾松林所覆盖。

（6）杉木林（Form. *Cunninghamia lanceolata*）

杉木林在库区分布广泛，主要在海拔 600-1200m 的山地。土壤为砂岩、页岩及石灰岩上发育的山地黄壤和山地黄棕壤。

群落外貌黄绿色，结构层次清楚。由于库区内边缘山地云雾多、湿度大，杉木林内常有常绿树种渗入，如异叶梁王茶(*Nothopanax davidii*)、栲(*Castanopsis fargesii*)以及落叶树种茅栗(*Castanea seguinii*)、栓皮栎(*Quercus variabilis*)、短柄枹栎(*Q.glandlifera* var.

brevipetiolata)、桦(*Betula* sp.)。还有柏木(*Cupressus funebris*)、马尾松(*Pinus massonniana*)等。灌木层主要有映山红(*Rhododendron simsii*)、柃木(*Eurya* sp.)、马桑(*Coriaria sinica*)、小果蔷薇(*Rosa cymosa*)、荚蒾(*Viburnum* spp.)、南烛(*Lyonia ovalifolia*)、胡颓子(*Elaeagnus* sp.)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、栒子(*Cotoneaster* spp.)等。草本植物有芒(*Miscanthus* spp.)、莎草(*Cyperus* spp.)、珍珠菜(*Lysimachia clethroides*)，以及蕨类植物等。杉木为速生树种，是一种很好的用材树种。因杉木喜温凉湿润，海拔过低或过高都对它的生长不利。而海拔在 600-1200m 处为杉木最好的生长范围。

（7）柏木林（Form. Cupressus *funebris*）

一般是以疏林小块状分布的人工林。在海拔 300-1000m 之间广泛见到稀疏柏木林，少数亦有古老的高大乔木。生长在石灰岩地区的紫色土或黄壤土上。如有良好的土壤和温度条件，则柏木也会很快成材。但在瘠薄或缺土的酸性土壤上，则柏木生长缓慢，不易成材，形成稀疏矮小的柏木林。很多地方所见到的为人工柏木林，土壤干燥瘠薄，郁闭度小，形成柏木疏林状。群落内种类成分简单，常见伴生的乔木种类主要有化香(*Platycarya strobilacea*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)、油桐(*Vernicia fordii*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、麻栎(*Quercus acutissima*)。灌木层有马桑(*Coriaria sinica*)、牡荆(*Vitex negundo* var. *cannabifolia*)、铁仔(*Myrsine africana*)、火棘(*Pyracantha* spp.)、蔷薇(*Rosa* spp.)、悬钩子(*Rubus* spp.)。草本层有凤尾蕨(*Pteris* sp.)、狗尾草(*Setaria* sp.)、茅叶荩草(*Arthraxon lanceolatus*)，白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)、丛毛羊胡子草(*Eriophorum comosum*)等。

在石灰岩地区黄壤，经长期淋溶逐步酸化，其上除有柏木生长外，马尾松亦不断地侵入林内，甚至在数量上超过柏木。但在土壤深厚、环境阴湿之地,柏木生长良好。乔木、灌木、草本亦比较丰富，伴生阔叶树种有樟(*Cinnamomum* sp.)、青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)、黑壳楠(*Lindera megaphylla*)、化香(*Platycarya strobilacea*)、矩圆叶梾木(*Cornuso* blonga)、梾木(*C.macrophylla*)、八角枫(A*langium platanifolium*)等。灌木层有荚蒾(*Viburnum*)、冬青(*Ilex*)、铁仔(*Myrsine*)、梁王茶(*Nothopanax*)、海桐(*Pittosporum*)、鼠李(*Rhamnus*)、马桑(*Coriaria*)、牡荆(*Vitex*)、花椒(*Zanthoxylum*)等属植物。

目前在土壤瘠薄的石灰岩地区,柏木还是一种重要的荒山荒地绿化树种，而且柏木材质优良，在建筑上有很大用途。

（8）栎类+火棘群系（Form. Quercus sp.+ *Pyracantha fortuneana*）

主要分布在 1500m 以下的山地，土壤一般为黄壤和紫色土。群系中植物具有极强的

生活力，萌发力强，各种酸性和碱性土壤上都能生长,所以往往能形成灌丛的优势种，占有一定的盖度。与它相伴的主要灌木种类有白栎(*Quercus faberi*)、马桑(*Coriaria sinica*)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)、铁仔(*Myrsine africana*)、枸子(*Cotoneaster* spp.)、小果蔷薇(*Rosa cymosa*)、黄荆(*Vitex negundo)*、胡枝子(*Lespedeza* spp.)、翅柃(*Eurya alata*)、细齿叶柃(*E. nitida*)、小叶六道木(*Abelia parvifolia*)、糯米条(*A. chinen*sis)、荚蒾(*Viburnum* spp.)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、悬钩子(*Rubus* spp.)、小叶女贞(*Ligustrum quihoui*)、映山红(*Rhododendron simsii*)、算盘子(*Glochidion puberum*)、牛奶子(*Elaeagnus umbellata*)、构树(*Broussonetia* sp.)、野桐(*Malotus tenuifolius*)、化香(*Platycar strobilacea*)，及少量的针叶树种，如马尾松(*Pinus uifolius*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)等。草本植物有贯众(*Cyrtomium* sp.)、铁芒箕(*Dicranoptris dichotoma*)、芒(*Miscanthus* sp.)、矛叶荩草(*Arthraxon prionodes*)、白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)、大戟(*Euphorbia* sp.)、醉鱼草(*Buddleia lindleyana*)、龙牙草(*Agrimonia viscidula*)、金丝桃(*Hypericum chinense*)、地榆(*Sanguisorba officinalis*)、车前草(*plantago asiatica*)、夏枯草(*Prunella asiatica*)。藤本植物有葛藤(*Pueraria lobata*)、铁线莲(*Clematis* spp.)、蛇葡萄(*Ampelopsis* sp.)等。大部生长在干燥瘠薄的土壤上或岩缝之间，原生植被的恢复相当困难。但可在人工抚育下，有计划地栽一些耐瘠薄的针叶树种，如马尾松(*Pinus massoniana*)、杉木(*Cunninghamia lanceola*ta)或华山松(*Pinus armandii*)，逐步取代灌丛。

（9）火棘、檵木灌丛（Form. Pyracantha *fortuneana*，*Loropetalum chinense*）

本灌丛一般分布在 1500m 以下的低山、丘陵石灰质土壤上。土质差，很多地方是裸岩，其它森林植被生长困难。群落外貌全呈矮小灌丛状，基本无乔木树种生长。灌木中主要有火棘(*Pyracantha* fortuneana)、檵木(*Loropetalum chinense*)，其次有悬钩子(*Rubus* sp.)、小果蔷薇(*Rosa cymosa*)、金樱子(*Rosa laevigata*)、铁仔(*Myrsine aficana*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、马桑(*Coriaria sinica*)、胡枝子(*Lespedeza* spp.)、枸子(*Cotoneaster* spp.)、野桐(*Malotus tenuifolius*)、化香(*Platycarya strobilacea*)等。草本有狗脊(*Woodeardia japonica*)、白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)、荩草(*Arthraxon hispidus*)、野古草(*Arundinella* sp.)、芒(*Miscanthus* sp.)。藤本植物有三叶木通(*Akebia trifoliata*)、木防己(*Cocculus trilobus*)、鸡矢藤





(*Paederia scandens*)、菝葜(*Smilax* sp.)、肖菝葜(*Heterosmilax* sp.)、铁线莲(*Clematis* sp.)等。

（10）蔷薇灌丛（Form. *Rosa*）

群落外貌呈现绿色，不整齐，灌木层种类丰富，主要有蔷薇(Rosa spp.)，其次有悬钩子(*Rubus* spp.)、小檗(*Berberis* spp.)、小叶六道木(*Abelia parvifolia*)、短柱柃(*Eurya brevistyla*)、映山红(*Rhododendron simsii*)、荚蒾(*Viburnum* spp.)、冻绿(*Rhamnus utilis*)、栒子(*Cotoneaster* sp.)、锦带花(*Weigela florida*)、梾木(*Cornus macrophylla*)、冬青(*Ilex* sp.)、山胡椒(*Lindra glauca*)、棕竹(*Raphis excelsa*)、楤木(*Aralia chinensis*)、东陵绣球(*Hydrangea bretschneideri*)、华山矾(*Symplocos chinensis*)、白檀(*S. paniculata*)。草本植物有凤仙花(*Impatiens sp*.)、接骨草(*Sambucus chinensis*)、车前(*Plantago* asiatica)、委陵菜(*Potentilla* sp.)、尖叶唐松草(*Thalictrum acutifolium*)、东亚唐松草(*T. thunbergii*)、早熟禾(*Poa* sp.)、天门冬(*Asparagus* sp.)、打破碗花花(*Anemone hupehensis*)、柳叶菜(*Epilobium hirsutum*)，及一些蕨类植物等。藤本植物有菝葜(*Smilax* sp.)等。

（11）黄栌、马桑灌丛（Form. Cotinus *coggygria*，*Coriaria sinica*）



评价区内广泛分布，灌丛生境条件差，土壤干燥瘠薄，其它乔木树种生长困难，而黄栌、马桑生长良好。灌木层除了黄栌和马桑外，尚有胡枝子(*Lespedeza* sp.)、荚蒾(*Viburnum* spp.)、绣线菊(*Spiraea* spp.)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、川莓(*Rubus setchuenesis*)、卫矛(*Euonymus* sp.)、小檗(*Berberis* sp.)、小叶女贞(*Ligustrum quihoui*)、栒子(*Cotoneaster* sp.)、映山红(*Rhododendron simisii*)、檵木(*Loropetalum chinense*)、醉鱼草(*Buddleia* sp.)、绣球花(*Hydrangea* sp.)、毛黄栌(*Cotinus coggygria* var. *pubescens*)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)、圆齿火棘(*P. crenulata*)、野桐(*Malotus tenuuifolius*)、短柄枹栎(*Quercus glandulifera* var. *brevipetiolata*)、栓皮栎(*Q. variabilis*)、化香(*Platycarya* strobilacea)等。草本有白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)、金发草(*Pogonatherum* sp.)、打破碗花花(*Anemone hupehensis*)、鸢尾(*Iris* sp.)、防风(*Saposhnikovia divaricata*)、淫羊藿(*Epimedium sagittatum*)、金丝桃(*Hypericum chinense*)、千里光(*Senecio scandens*)、苦荬菜(*Ixeris denticulata*)、野菊



花(*Dendranthema indicum*)、金星蕨(*Parathelypteris* sp.)等。藤本有葛藤(*Pueraria lobata*)、南蛇藤(*Celastrus* sp.)、珠草(*Homulus* sp.)等。

（12）杜鹃、黄荆灌丛群系

评价区内的灌丛是森林砍伐后发育起来的次生类型。由于人类活动的影响，森林受到强度砍伐或其他原因，改变了自然环境条件，致使多种阳性落叶阔叶灌木迅速繁生，形成各种灌丛。灌丛外貌、多度和结构较为杂乱，零星分布于河流沟道边岸以及荒野边坡。灌丛中常有白栎、柑橘等乔木幼苗。灌木层总盖度约为50%～90%，草本层盖度40%～60%，灌木主要种类有杜鹃、黄荆、马桑等。草本主要有大披针薹草、白茅、金星蕨、淡竹叶等。参考同地区灌木林实地样方调查数据，灌木群落生物量约 13.32t/hm^2，净生产力为 2.6t/hm^2•a。整个群落物种丰富度为 11，主要功能为水土保持。

（13）黄荆-金发草群落(Form. *Vitex negundo-Pogonatherum paniceum*)

乔木层缺失，灌木层以黄荆为主，群落平均高度 2.0~3.5m，群落盖度 75%~85%，伴生种有盐肤木(*Rhus chinensis*)、马桑(*Coriaria sinica*)、胡颓子(*Elaeagnus* spp.)、枫杨等；草本层以金发草(*Pogonatherum paniceum*)为主，群落平均高度 0.6~0.8m，群落盖度 80~100%，伴生种有白茅、紫苏(*Perilla frutescens*)、蜈蚣草(*Ladder brake*)、小白酒草等。

（14）芒群落(Form. Miscanthus *sinensis*)





乔木层缺失和灌木层缺失。形成以芒(*Miscanthus sinensis*)为主的群落，高度 2.0~3.0 m 之间，盖度 50~80%之间；伴生有宜昌荚蒾(*Viburnum ichangense*)，川莓(*Rubusset chuenensis*)，小果蔷薇(*Rosa cymosa*)，灌木层高度 0.8~1.5m，盖度 10%~20%；地被层以问荆(*Equisetum arvense*)和地瓜藤(*Caulis fici*)为主，高 0.3~0.6m，盖度 40%~60%，伴生种有过路黄(*Lysimachia christinae*)、白苞蒿(*Artemisia lactiflora*)、山蚂蝗(*Desmodium racemosum*)、车前(*Plantago asiatica*)、野燕麦(*Avena fatua*)、紫堇(*Corydalis edulis*)等。

（15）宜昌荚蒾-双穗雀稗+空心莲子草群落(Form. *Viburnum ichangense-Paspalum distichum*+Alligator *Alternanthera*)

乔木层缺失，只有灌木层和草本层，灌木层以宜昌荚蒾(*Viburnum ichangense*)为主，

灌木层盖度达 80%~95%，高度 1.5~3.0m，伴生种有水麻、枸杞、醉鱼草等；草本层以双穗雀稗和空心莲子草为主，高度 0.4~0.8m，伴生种有扁穗牛鞭草(*Hemarthria compressa*)、问荆、水蓼(*Polygonum hydropiper*)、蜈蚣草、金发草等，盖度几乎达 100%。

（16）山麻杆+马桑-芒+金发草群落(Form. *Alchornea davidii*+*Coriaria sinica*-*Miscanthus sinensis*+Pogonatherum *paniceum*)

灌木层群落平均高度 0.8~2.5m，平均盖度 40%~65%，以山麻杆和马桑为主，伴生种有黄泡果(*Rubus ellipticus* var. *obcordatus*)、小叶忍冬(*Lonicera microphylla*)、小叶菝葜(*Smilax microphylla*)、山梅花(*Philadelphus incanus*)等；草本层分两层，上层以芒为主，平均高度 1.5~2.8m 之间，平均盖度 50%~70%，下层以金发草为主，高度 0.3~0.6m，盖度 30%~60%，伴生种有白苞蒿、雾水葛(*Pouzolzia zeylanica*)、千里光(*Senecio scandens*)、野棉花等。

（17）山梅花+川莓-尼泊尔蓼群落(Form. *Philadelphus incanus*+ *Rubus setchuenensis*-*Polygonum* nepalense)

灌木层以山梅花和川莓为主，群落平均高度 0.8~2.2m，群落平均盖度 60%~85%，伴生种有宜昌胡颓子(*Elaeagnus henryi*)、小叶黄杨、黄泡果、水麻等；草本层以尼泊尔蓼(*Polygonum nepalense*)为主，群落平均高度 0.3~1.3m，群落平均盖度 80%~90%，伴生种水蓼(Polygonum *hydropiper*)、马兰、小白酒草、繁缕(*Stellaria media*)等。

（18）小叶忍冬-野棉花群落(Form. *Lonicera microphylla*+*Anemone Vitifola*)。

灌木层高度 0.4~2.5m，平均盖度 25%~40%，伴生种十大功劳(*Mahonia fortunei*)、构骨(*llex cornuta*)、金樱子(*Rosa laevigata*)、山梅花等；草本层以野棉花为主，高度 0.1~0.5 m，平均盖度 60%~75%，伴生种有白苞蒿、堇菜、苦荬菜、酢浆草(*Oxalis corniculata*)等。

（19）小果蔷薇+火棘群落(Form. *Rosa cymosa*、*Pyracantha fortuneana*)。

灌木层以火棘和小果蔷薇为主，小果蔷薇攀援在灌木植株上，灌木层盖度 50~80%，高度 0.8~2.5m，常见伴生种有黄荆、马桑、烟管荚蒾(*Viburnum utile*)、爬藤榕(*Ficus martini*)、勾儿茶、铁仔(*Myrsine africana*)等；草本层盖度 80%，常见种类有飞蓬（*Erigeron acer*）、苦荬菜、青蒿(*Artemisia absinthium*)、问荆（*Equisetum arvense*）、车前（*Plantago asiatica*）、水芹(*Oenanthe javanica*)、野古草(*Arundinella hirta*)、蛇莓(*Duchesnea indica*)等。

（20）水麻+火棘-问荆群落(Form. *Debregeasia orientalis*+*Pyracantha fortuneana*-Equisetum *arvense*)

群落分两层，灌木层以水麻(*Debregeasia orientalis*)和火棘(*Pyracantha fortuneana*)为优势种，群落平均高度 1.5~3.2m，平均盖度 50%~75%，伴生种有马桑(*Coriaria sinica*)、野葡萄(*Amepelopsis sinica*)、绣线菊(*Spiraea salicifolia*)、花椒(Zanthoxylum bungeanum)、盐肤木(Rhus chinensis)、楤木(*Aralia chinensis*)等；草本层以问荆为主，高度 0.2~0.5m，盖度 50%~65%，伴生种有贯众(*Dryopteris setosa*)、井口边草(*Pteris cretica* var.*nervosa*)、野豌豆(Vicia sepium)、鹅观草(*Roegneria kamoji*)、龙牙草(*Agrimonia pilosa*)等。

（21）醉鱼草+水麻群落(Form. *Buddleja lindleyana* + *Debregeasia orientalis*)

群落分两层，灌木层以醉鱼草(*Buddleja lindleyana*)和水麻(*Debregeasia orientalis*)为优势种，群落平均高度 0.5~2.8m，平均盖度 20%~45%；草本层以禾本科植物为主，群落平均高度 0.05~0.4m，群落平均盖度 20%~35%，伴生种有艾蒿(*Artemisia argyi*)、千里光(*Senecio scandens*)、牛耳大黄(*Rumex nepalensis*)、小白酒草、细风轮(*Clinopodium gracile*)、茅叶荩草(*Athyxon prionodes*)等。

（22）中华绣线菊-荩草群落(Form. *Spiraea chinensis* - *Arthraxon* spp.)

灌木层盖度 60%~80%，平均高度 3.0~4.5m，伴生种有火棘、醉鱼草、马桑、川莓等；草本盖度 40~60%，平均高度 0.4~0.8m，伴生种有问荆、鸭儿芹(*Cryptotaeniajaponica*)、四叶葎(*Galium bungei*)、堇菜(*Viola verecumda*)、小白酒草等。

（23）荩草、鸡眼草草丛（Form. *Arthraxon, Kummerowia*）

分布于海拔 200-600m 的低山坡上。土壤是在砂岩和页岩上发育的黄沙土和紫色土，pH 值接近中性。草丛生境土质瘠薄，露岩较多。外貌呈现荒山荒地稀疏草坡特征。

草本植物主要有荩草(*Arthraxon hispidus*)和长萼鸡眼草(*Kummerowia stipulacea*)，其次有狗尾草(*Setaria viridus*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、马唐(*Digitaria sanguinalis*)、白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)、画眉草(*Eragrostis pilosa*)、早熟禾(*Poa* sp.)、猬草(*Asperella duthiei*)、香附子(*Cyperus rotundus*)、蓼(*Polygonum* spp.)、扛板归(*Polygonum perfoliatum*)、何首乌(*Polygonum multiflorum*)、地枇杷(*Ficus tikoua*)、马齿苋(*Portulaca oleracea*)、酢浆草(*Oxalis corniculata*)、贯叶连翅(*Hypericum perfoliatum*)、过路黄(*Lysimachia christinae*)、龙胆(*Gentiana* sp.)、火绒草(*Leontopodium* sp.)、紫菀(*Aster* sp.)、鼠曲草(*Gnaphalium affine*)、井栏边草(*Pteris multifida*)、卷柏(*Selaginella* sp.)、海金沙(*Lygodium japonicum*)等。山坡草丛中尚有极少的乔灌木种类，如悬钩子(*Rubus* spp.)、小果蔷薇(*Rosa cymosa*)、乌桕(*Sapium sebiferum*)、野漆树(Rhussylvestris)等。

（24）白茅草丛（Form. *Imperata cylindrica* var. *major*）

评价区域内广泛分布，白茅有极强的生活力，其生长幅度大，可在不同的生境条件下生长。凡是白茅生长密集的地方，由于其地下茎发达，相互交错在一起，具有极强的固土能力，其它植物难以侵入。





因草丛生长地的不同，其草本种类成分略有差异。主要种类除白茅外，还有荩草(*Arthraxon hispidus*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、早熟禾(*Poa* sp.)、野古草(*Arundinella hirta*)、菅(*Themeda* sp.)、金丝草(*Pogonatherum crinitum*)、黄茅(*Heteropogon contortus*)、苦荬菜(*Ixeris denticulata*)、芒(*Miscanthus sinensis*)、莎草(*Cyperus* sp.)、画眉草(*Eragrostis pilosa*)、菊(*Chenopo diumalbum*)等。

（25）拟金茅草丛（Form. *Eulaliopsis binata*）

拟金茅又叫蓑草，一种多年生宿根植物，根系发达，生长旺盛。此草生长密集的地方，其它植物难于侵入。非但能固土，减轻水土流失，改善周围的农业生态环境，而且因蓑草纤维长，拉力强，可大量用作优良造纸原料，还可作人造棉或编制草鞋等用，逐渐成为当地人民重要的多种经营项目之一。





（26）铁芒萁草丛（Form. *Dicranopteris dichotoma*）

铁芒箕草丛主要分布在流域范围内 1000m 以下的丘陵和山地酸性土壤上。草丛盖度可达 30%以上，在亚热带地区广为分布。铁芒箕可作酸性土壤上的指示植物，又因其根系发达,有固土作用，成为保持水土的良好植被类型。

草本植物以铁芒箕为主，伴生草类有石松(*Lycopodium clavatum*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)、铁线蕨(*Adiantum* sp.)、紫箕(*Osmunda japonica*)、凤尾蕨(*Pteris nervosa*)、千里光(*Senecio* spp.)、蒿(*Artemisia* sp.)、白茅(*Imperata cylindric*a var. *major*)、夏枯草

(*Prunella asiatica*)、野胡萝卜(*Daucus carota*)、鸡眼草(*Kummerowis* sp.)、酢浆草(*Oxalis corniculta*)、金丝桃(*Hypericum chinense*)。其中散生少量灌木，如檵木(*Loropetalum chinense*)、映山红(*Rhododendron simsii*)、短柄枹栎(*Quercus glandulifera* var. *brevipetiolata*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、楤木(*Aralia chinensis*)、紫珠(*Callicarpa* sp.)、算盘子(*Glochidion puberum*)、悬钩子(*Rubus* sp.)，藤本植物有菝葜(*Smilax* sp.)、木防己(*Cocculus trilobus*)。铁芒箕生长的地方，水热条件较好，容易恢复植被，作为发展经济林和用材林的宜林地。

（27）楠竹林（Form. *Phyllostachys pubescens*）

楠竹分布于从平原到 800m 的低山地区。它喜生于气候温暖、雨量丰富、排水良好、上壤肥沃的环境中。楠竹林大都是人工栽培群落，林相整齐，结构单一，稳定，成单层水平结构。竹林如在阔叶林区域内，常有栲属(*Castanopsis*)、青冈属(*Cyclobalanopsis*)、润楠属(Machilus)等属植物，以及枫香(*Liquidambar formosana*)、化香(*Platycarya strobilacea*)、马尾松(*Pinus massoniana*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)等种类混生。林下灌木和草本很少，灌木主要有柃木(*Eurya* spp.)、山矾(*Symplocos* sp.)、悬钩子(*Robus* spp.)等。草本常见的有各种蕨类和芒(*Miscanthus* sp.)、马唐(*Digitaria* sp.)等。





楠竹杆形单直，直径粗大，是建筑、工艺、美术和编制各种用具、家俱和造纸等方面的重要原料。根据楠竹的生态生物学特性和库区内优越的自然环境条件，今后可以发展成为优良速生竹种。

（28）慈竹林（Form. Sinocalamus affinis）

慈竹在汤溪河流域范围内分布较为广泛，栽培历史悠久。在海拔 1000m 以下的平原、丘陵、低山及河溪两岸的地区，气候温暖湿润，雨量多、湿度大、土壤肥沃,慈竹生长良好，特别是房前屋后疏松的土壤上，生长旺盛。慈竹的高度和直径不如楠竹，但竹杆壁薄，节间长，坚韧，有一定拉力，所以除供建筑、造纸和制农具外，还可加工成蔑，编制各种家俱、竹索、竹缆等。

慈竹为丛生竹类，生长密集，秀丽多姿，是绿化和改善环境的优良竹种之一。人工栽培的竹林，林相整齐，结构单纯，林中和林下植物很少。而在管理粗放的半天然慈竹林中，常混生有针叶树种马尾松(*Pinus massoniana*)、柏木(*Cupressus funebris*)、杉木

(*Cunninghamia laceolata*)，阔叶树枫香(*Liquidambar formosana*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、八角枫(*Alangium chinense*)，常见灌木有槲栎(*Quercus aliena*)、白栎(*Q.fabri*)、映山红(*Rhododendron simsii*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、悬钩子(*Rubus* spp.)、臭牡丹(*Clerodendron buugei*)等。草本植物以蕨类为主，有狗脊属(*Woodwardia*)、铁角蕨属(*Asplenium*)、凤尾蕨(*Pteris* sp.)等，其它草本有马唐(*Digitaria* spp.)等。





2、人工植被

（1）柑橘林（Form. *Citrus sinensis*，*Citrus reticulata*）

汤溪河流域范围内农村居民广泛种植的经济林木，有桔子、橙子、柚子等。因该地区的气候和土壤条件适宜，冬季极端最低气温不低于-5℃以下，年均温在 15℃以上，年雨量充沛，相对湿度达 80%以上，土壤深厚，呈微酸性反应，这些条件都适合于橙子的生长要求。

桔子比橙子生态幅度大，能耐寒，在土壤干燥瘠薄的地方也能生长，在流域 800m 以下地区都有种植。柑桔林一年四季常青，林相整齐，树冠大，其根系发达，又能固土。因此它是一种提供维生素，又可防止水土冲刷、净化空气、绿化环境的优良植物。

（2）油茶林（Form. *Camellia oleifera*）

油茶在我国亚热带地区经济林中占有重要地位，我国主要分布于亚热带低山丘陵地，对环境要求高，喜生于温暖湿润的酸性土壤。汤溪河流域范围内偶见于 800m 以下山坡，近几年来农民食油问题基本解决，油茶多已处于无人经营管理状态，甚至成熟的种子都烂在地上。油茶为多年生植物，管理简单，生长迅速，收益快。

（3）茶林（Form. Camellia *sinensis*）

茶叶在中国南部为主产区，是一种常绿饮料植物，也是中国传统的重要出口物产之一。分布于汤溪河流域海拔 1000m 以下的丘陵和山地。因气候温湿、雾多、雨量充沛，土壤酸性，完全适合于茶叶的生长发育。因此要因地制宜地积极发展茶叶生产。

（4）桑林（Form. *Morus*）

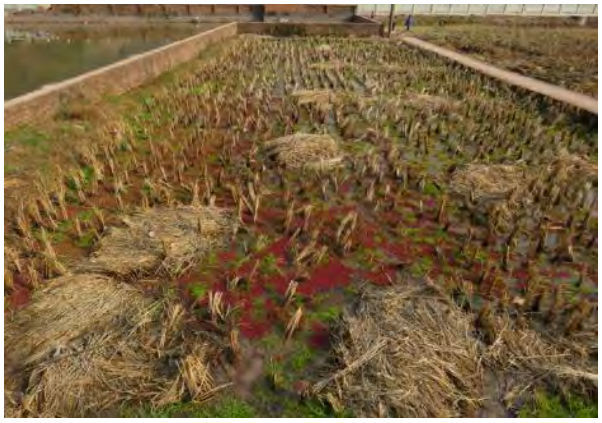
分布于流域范围内的丘陵低山，上限可达 1500m。桑树为多年生深根系经济林木，栽培历史悠久。桑在土壤肥沃、深厚，质地疏松，富含有机质，pH5-9 的土壤都宜种植。桑树的适宜温度在 12℃-40℃左右，最适为 25℃-35℃之间。日均温在 12℃以上开始萌发生长，10℃时开始落叶，8℃时生长基本停止。桑树种类有桑(*Morusalba*)、山桑(*Morusbombycis*)等。

桑树全身是宝，桑叶养蚕，树皮作纤维原料，树皮和叶可供药用，桑果可食用或酿酒，材质坚硬，可供建筑或制家俱。同时桑树还可起到固土护坡的作用。

其他一些经落叶经济林还有苹果(*Malus pumil*a)、梨(*Pyrus* spp.)、柿(*Diospyros kaki*)、核桃(*Juglans*)、板栗(Castanea *mollissima*)等。

（5）水稻、玉米、红薯、土豆等大田作物

评价范围内农民广泛种植的大田作物，以水稻和玉米为主，另外在山地、坡地等大量种植有红薯、土豆等。




（6）一年一季、二季和多季蔬菜

流域范围内广泛种植的一年一季、二季和多季的蔬菜，在城区边缘、乡镇驻地边缘，大量种植的蔬菜等。




5.4.3植物资源

5.4.3.1评价区植物资源

（1）物种组成

通过野外实地调查和资料查阅，评价区植物物种共计 123 科 568 种，其中蕨类植物 23 科 45 种，裸子植物 6 科 10 种，被子植物 94 科 513 种。包含种类数量达 20 种以上的大科分别是禾本科（Gramineae）42 种、蔷薇科（Rosaceae）29 种以及菊科（Compositae）25 种。

（2）生活型特征

在评价区 568 种维管植物中，以分布广、抗逆性强的草本植物最多，共计有 341 种，占总种数的 60.04%；有乔木 89 种，占总种数的 15.67%，灌木 107 种，占总种数的 18.84%；藤本有 31 种，占总种数的 5.46%。

表 5.4-4　评价区维管植物生活型组成

类型	乔木	灌木	藤本	草本	合计
种数	89	107	31	341	568
占总种数（%）	15.67	18.84	5.46	60.04	100.00

（3）重点保护及珍稀濒危植物

结合野外调查结果，依据《国家重点保护野生植物第一批》，建设项目直接影响区内未发现有国家重点保护野生植物和珍稀濒危植物分布，未发现重庆市重点保护野生植物分布。

（4）名木古树

通过实地调查，结合云阳县林业局提供的古树名木调查统计矢量数量，参考《全国古树名木普查建档技术规定》中有关等级划分标准，项目永久占地区内未见有古树名木分布。

5.4.3.2典型工程区植物资源

（1）淹没区植物资源

淹没区 115 科 382 种，占评价区种类总数的 67.4%。蕨类植物 19 科 27 种，裸子植物 6 科 8 种，被子植物 90 科 347 种。

（2）水源工程建设占地区植物资源

水源工程区有维管植物 103 科 329 种，占评价区总种数的 58.0%。蕨类植物 18 科 22 种，裸子植物 3 科 3 种，被子植物 82 科 304 种。

（3）输水工程区植物资源

输水工程区 107 科 356 种，占评价区总种数的 62.8%。蕨类植物 19 科 32 种，裸子植物 3 科 4 种，被子植物 85 科 320 种。

5.4.4陆生动物资源

5.4.4.1物种组成

根据野外调查数据并结合文献资料，评价范围内有野生脊椎动物 102 种。其中两栖类动物仅 1 目 4 科 7 种；爬行类动物有 1 目 5 科 9 种；鸟类最多，共计 9 目 33 科 77 种；兽类 6 目 7 科 9 种。

表 5.4-5　生态环境影响评价区脊椎动物种类组成统计

类群	目	科	种	占总种数（%）	II级	市级
两栖动物	1	4	7	6.96	0	3
爬行动物	1	5	9	8.82	0	0
鸟类	9	33	77	75.49	4	2
兽类	6	7	9	8.82	0	0
合计	17	49	102	100.00	4	5

5.4.4.2两栖类

（1）评价区

评价区域内两栖动物 1 目 4 科 7 种，全为无尾目。其中蛙科 4 种，蟾蜍科、姬蛙科和叉舌蛙科各 1 种。动物区系分布中，中华蟾蜍为广布种，饰纹姬蛙、沼蛙和泽陆蛙为华中华南区，棘腹蛙为华中区，牛蛙为典型的外来入侵种，黑斑侧褶蛙为古北东洋种。

根据其成体生活习性，可将评价区内的两栖动物分为陆栖和水栖两种类型。其中，中华蟾蜍为陆栖穴栖型，在评价区内灌丛、田埂等地方可观察到；黑斑侧褶蛙、沼蛙和饰纹姬蛙则属于水栖静水型，在评价区水田、池塘周围可观察到；牛蛙为典型的外来入侵种，在区域内各生境均能分布。

（2）淹没区

淹没区有两栖动物 1 目 2 科 5 种，其中蟾蜍科 1 种，即中华蟾蜍，蛙科 3 种，叉舌蛙科 1 种。

（3）水源工程区

水源工程区有两栖动物 1 目 3 科 4 种，分别为蟾蜍科 1 种，姬蛙科 1 种，蛙科 2 种。

（4）输水工程区

输水区有两栖动物 1 目 2 科 4 种，蟾蜍科 1 种，蛙科 3 种。

在所有区域中都有分布的有蟾蜍科的中华蟾蜍，蛙科的牛蛙。其余的种类在各个区域零散分布。

5.4.4.3爬行类

（1）评价区

评价区域内有爬行动物共 1 目 5 科 9 种，全为有鳞目。其中游蛇科种类最多，共 5 种，占所有种类的 55.55%，其余的壁虎科、蜥蜴科、石龙子科、蝰科各 1 种。

从地理分布上看，评价区内爬行动物有 3 种古北东洋种，1 种东洋种，5 种华中华南区。从生境来看，乌华游蛇主要为水栖型，其余均为陆栖型，为地上活动类型。

（2）淹没区

淹没区内有爬行动物 1 目 5 科 5 种，全为有鳞目。壁虎科、蜥蜴科、石龙子科、游蛇科和蝰科各 1 种。

（3）水源工程区

水源工程区内有爬行动物 1 目 2 科 3 种，为有鳞目壁虎科的蹼趾壁虎和游蛇科的赤链蛇、乌梢蛇，其中前两者为访问所得，乌梢蛇为目视见到。

（4）输水工程区

输水区内爬行动物有 1 目 4 科 7 种，分别为壁虎科的蹼趾壁虎，蜥蜴科的北草蜥，石龙子科的铜蜓蜥，游蛇科的赤链蛇、黑眉锦蛇和乌梢蛇，以及奎科的竹叶青蛇。

5.4.4.4鸟类

（1）评价区

评价区内有鸟类 9 目 33 科 77 种，其中雀形目鸟类最多，包括 24 科 54 种，占总种类数的 71.05%，雀形目中种类较多的有：画眉科 8 种，鸫科 9 种，鹎科 4 种。非雀形目鸟类共计 9 科 23 种，其中雉科 5 种，鹭科 5 种，啄木鸟科 3 种，杜鹃科 3 种。

从居留型看，有留鸟 57 种，20 种；从地理分布看，东洋界 33 种，代表物种有灰胸竹鸡、白头鹎、丝光椋鸟、白颊噪鹛等；广布种 33 种，代表物种有白鹭、池鹭、黑鸢、红隼、环颈雉、四声杜鹃等；古北界 11 种，代表物种有普通鵟、大斑啄木鸟、北红尾鸲等。

珠颈斑鸠、白头鹎、白鹡鸰等为评价范围的优势种，数量较多。

（2）淹没区

淹没区有鸟类 5 目 17 科 29 种。其中留鸟 22 种，候鸟 7 种；东洋界 13 种，广布种 11 种，5 种。

（3）水源工程区

枢纽区有鸟类 4 目 11 科 22 种。其中留鸟 16 种，候鸟 6 种。东洋界 9 种，广布种 8 种，5 种。

（4）输水工程区

输水工程区有鸟类 6 目 16 科 26 种。其中留鸟 18 种，候鸟 8 种。东洋界 12 种，广布种 9 种，古北界 5 种。

5.4.4.5兽类

（1）评价区

评价区域内兽类有 6 目 7 科 9 种。啮齿目 4 种，其中鼠科 3 种，松鼠科 1 种；翼手目、食肉目、偶蹄目和兔形目均为单科单种，分别是东方蝙蝠、鼬獾、野猪和草兔。

从地理分布来看，评价区域内兽类有 1 种为广布种，3 种为东洋界种，4 种为北方型。评价区域内除野猪为大中型兽类，其余种均为小型兽类。

评价区内的 9 种兽类的栖息地生态类型可分为 5 种，由于兽类生境多样性较高，因此同一物种的生境会有重叠。适宜灌草丛生境的有 4 种，分别为鼬獾、野猪、赤腹丽松鼠、黑线姬鼠；适宜森林生境的有 2 种，分别为野猪、赤腹丽松鼠；适宜农田生境的有 4 种，分别为赤腹丽松鼠、褐家鼠、小家鼠、草兔；适宜居民区的有 2 种，分别为褐家鼠、小家鼠；适宜水域生境的有 1 种，即鼬獾。评价区内灌草丛、森林和农田生境丰富，因此适宜此生境的种类较丰富。

（2）淹没区

淹没区共有兽类 3 种，隶属 3 目 3 科 3 种，分别为翼手目的东方蝙蝠，啮齿目的褐家鼠，兔形目的草兔。

（3）水源工程区

水源工程区共有兽类 3 种，隶属 2 目 2 科，分别为翼手目的东方蝙蝠，啮齿目鼠科的褐家鼠和小家鼠。

（4）输水工程区

输水工程区有兽类 5 种，隶属，分别为偶蹄目的野猪，啮齿目的赤腹丽松鼠，鼠科的黑线姬鼠和小家鼠，兔形目的草兔。

5.4.4.6国家及重庆市重点保护物种

按照《国家重点保护野生动物名录》、《重庆市重点保护陆生野生动物名录》、《重庆市重点保护水生野生动物名录》，评价区内无国家I级重点保护野生动物，有国家II级保

护野生动物 4 种，分别为黑鸢（*Milvus migrans*）、普通鵟（*Buteo buteo*）、红隼（*Falco tinnunculus*）和白鹇（*Lophura nycthemera*），其中前 3 者为猛禽，白鹇为栖息于林下灌草丛鸟类;重庆市重点保护水生野生动物 3 种，即黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculatus*）、沼蛙（*Hylarana guentheri*）和棘腹蛙（*Rana boulengeri*）；重庆市重点保护陆生野生动物 3 种，含鸟类 2 种，即灰胸竹鸡（*Bambusicola thoracica*）、四声杜鹃（*Cuculus micropterus*），两栖动物 1 种，泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）；中国特有种 1 种：北草蜥（*Takydromus septentrionalis*）。

黑鸢（学名：*Milvus migrans*）：隼形目，鹰科。国家二级保护动物。中型猛禽，体长 540~690mm。黑鸢前额基部和眼先灰白色，耳羽黑褐色，头顶至后颈棕褐色，具黑褐色羽干纹。上体暗褐色，微具紫色光泽和不甚明显的暗色细横纹和淡色端缘，尾棕褐色，呈浅叉状，其上具有宽度相等的黑色和褐色横带呈相间排列，尾端具淡棕白色羽缘；翅上中覆羽和小覆羽淡褐色，具黑褐色羽干纹；初级覆羽和大覆羽黑褐色，初级飞羽黑褐色，外侧飞羽内翈基部白色，形成翼下一大型白色斑，飞翔时极为醒目。脚和趾黄色或黄绿色，爪黑色。黑鸢主要以小鸟、鼠类、蛇、蛙、鱼、野兔、蜥蜴和昆虫等动物性食物为食，偶尔也吃家禽和腐尸。觅食主要通过敏锐的视觉，通常通过在空中盘旋来观察和觅找食物，当发现地面猎物时，即迅速俯冲直下，扑向猎物，用利爪抓劫而去，飞至树上或岩石上啄食。中国全国皆有分布。在帆水乡、江口镇、云安镇等处访问当地农民，有少量分布。

普通鵟（学名：*Buteo buteo*）：隼形目，鹰科。国家二级保护动物。俗称土豹子，鸡母鹞。中型猛禽，体长 500～590mm。体色变化比较大，通常上体主要为暗褐色，下体主要为暗褐色或淡褐色，具深棕色横斑或纵纹，尾羽为淡灰褐色，具有多道暗色横斑，飞翔时两翼宽阔，在初级飞羽的基部有明显的白斑，翼下为肉色，仅翼尖、翼角和飞羽的外缘为黑色（淡色型）或者全为黑褐色（暗包型），尾羽呈扇形散开；翱翔时两翅微向上举成浅“V”字形。主要栖息于山地森林和林缘地带，从海拔 400m 的山脚阔叶林到 2000 米的混交林和针叶林地带均有分布。主要以森林鼠类为食，食量甚大；也吃蛙、蜥蜴、蛇、野兔、小鸟和大型昆虫等，有时亦到村庄捕食鸡等家禽。春季迁徙时间 3～4 月，秋季 10～11 月。普通鵟为重庆地区较常见的冬候鸟，在高大乔木停留。夜晚在茂密森林栖息。在云安镇、南溪镇访问当地农民有见到，数量较少。

红隼（学名：*Falco tinnunculus*）：隼形目，隼科。国家二级保护动物。小型猛禽。栖息于山地森林、森林苔原、低山丘陵、草原、旷野、森林平原、山区植物稀疏的混合

林、开垦耕地、旷野灌丛草地、林缘、林间空地、疏林和有稀疏树木生长的旷野、河谷和农田地区。栖息时多栖于空旷地区孤立的高树梢上或电线杆上。平常喜欢单独活动，尤以傍晚时最为活跃。飞翔力强，喜逆风飞翔，可快速振翅停于空中。视力敏捷，取食迅速，见地面有食物时便迅速俯冲捕捉，也可在空中捕取小型鸟类和蜻蜓等。繁殖期 5～7 月。通常营巢于悬崖、山坡岩石缝隙、土洞、树洞和喜鹊、乌鸦以及其他鸟类在树上的旧巢中。巢较简陋，由枯枝构成，内垫有草茎、落叶和羽毛。根据生境判断，在评价区域内可能分布在鱼泉社区的鹿鸣村等区域。在鱼泉社区、南溪镇访问当地农民有见到，数量较少。

白鹇（学名：*Lophura nycthemera*）：属于大型鸡类，鸡形目雉科。国家二级保护动物。主要栖息于海拔 2000m 以下的亚热带常绿阔叶林中，尤以森林茂密，林下植物稀疏的常绿阔叶林和沟谷雨林较为常见，亦出现于针阔叶混交林和竹林内。白鹇为杂食性，主要以椎栗、悬钩子、百香果等植物的嫩叶、幼芽、花、茎、浆果、种子，以及根和苔藓等为食，其中最常吃的是南亚锥栗的坚果、崖豆 、蕨叶、芭蕉芋等植物。也吃金针虫、蝗虫、蚂蚁、蚯蚓、鳞翅目昆虫和幼虫、甲虫、蚂蚁、蜗牛等动物性食物。食物种类已经记录到的就有 66 种植物，以及 30 多种动物。分布于贵州、云南、四川、湖南、广东、广西、浙江、安徽、福建、江西、湖北、海南等地。白鹇栖息地在当今人类经济活动中受到很大的威胁，主要表现为当地居民烧柴、采集中草药、修建公路、开展森林生态旅游。保护白鹇栖息地的具体措施有：加强森林防火，保护好现有的森林资源；根据现有的法律法规，在空间和时间上限制采集中草药；加强当地居民的技术培训，加大扶贫力度，发展社区经济；尽量避免修建林区公路，确保森林的连续性；尽快完善森林生态旅游的管理体制。专题调查人员于 2018 年 2 月 7 日见于鱼泉社区龙塝村龙洞塝区域，不位于建设项目的直接影响区，为 6 只种群，白鹇正穿越水泥道路，108°51′38″，31°16′32″，两侧为马尾松林，毛竹林。




黑斑侧褶蛙（*Rana nigromaculata*）:重庆市重点保护水生野生动物。分布于除新疆、西藏、云南、台湾、海南省外，广泛分布于各省，国外分布于俄罗斯、日本、朝鲜半岛。背绿或后端棕包，有许多黑斑；背侧褶较宽，背侧褶问有 4～6 行短肤褶。雄性有一对颈侧外声囊。广泛生活于平原或丘陵的水田、池塘、湖沼区及海拔 2200m 以下的山地。白天隐蔽于草丛和泥窝内，黄昏和夜间活动；跳跃力强，一次跳跃可达 1m 以上。捕食昆虫纲、腹足纲、蛛形纲等小动物。在泥土内的潜伏深度一般为 10-15cm，深者可达 19 厘米，越冬期 5 个月左右。出蛰后即开始繁殖，产卵季节因地而异，这由于各地温差所致。本区域黑斑侧褶蛙多在 3 月下旬出蛰，即开始产卵，4 月是产卵高峰。雄蛙前肢抱握在雌蛙腋胸部位，黎明前后产卵于稻田、池塘浅水处，卵群团状，每团 3000-5500 粒。卵和蝌蚪在静水中发育生长，幼体变态后登陆营陆栖生活。是我国常见蛙类，有分布广、数量多、适应性强、繁殖快、用途广、易采集等优点，是我国经济价值较大的蛙类资源。每年 10 月下旬，当气温下降到 15 度左右时，该蛙逐渐停止摄食、多选择土质松软而向阳的河塘、田梗、水渠岸边用后肢掘土将身体埋于泥土内冬眠，也有在河底的烂泥中或田间杂物堆底下越冬的情况。

沼水蛙（*Hylarana guenther* （Boulenger））:该蛙牛活于海拔 1100m 以下的平原或丘陵和山区。成蛙多栖息于稻田、池塘或水坑内，常隐蔽在水生植物丛间、上洞或杂草丛中，捕食以昆虫为主，还觅食蚯蚓、田螺以及幼蛙等。繁殖季 2 市因地而有差异，多在 5～6 月，此期间雄蛙发出低沉而似狗叫的“光、光、光”鸣声，常两只雄蛙一呼，一应，群众称其为“水狗”；雌蛙每年产卵 1 次，约 2000～4090 粒，呈片状或团状。蝌蚪经 45～60 天完成变态幼蚌，残留尾 7mm 长，其体长 20mm。

泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）:雄蛙体长 40mm，雌蛙 46mm 左右。头长略大于头宽或相等，吻端钝尖，幢孔横椭圆形，眼间距很窄，为上眼睑的 1/2；鼓膜圆形。背

部皮肤粗糙，颞褶明显，无背侧褶，体背面有数行长短不一的纵肤槽，褶间、体侧及后肢背面有小疣粒；体腹面皮肤光滑。指、趾端钝尖无沟；后肢较粗短，胫跗关节前伸达肩部或眼部后方，左右眼部不相遇或仅相遇，胫长小于体长之半；趾间近半蹼；第五趾外侧无缘膜或极不显著；外跖突小。背面一般为灰橄榄色或深灰色，杂有褐黑色斑纹；上、下唇缘有褐黑色纵纹，四肢背面各节有褐色横斑 2~4 条，体和四肢腹面为乳白色或乳黄色。生活于平原、丘陵和 2000m 以下山区的稻田、沼泽、水塘、水沟等静水域或其附近的旱地草丛。昼夜活动，主要在夜间觅食。繁殖期长达 5～6 个月，4 月中旬至 5 月中旬、8 月上旬至 9 月为产卵盛期; 大雨后该蛙常集群繁殖;雌蛙每年产卵多次，每次产卵 370～2085 粒，产卵多少与年龄有关，卵群多产在水深 5～15cm 的稻田及雨后临时水坑中，卵粒成片漂浮于水面或黏附于植物枝叶上。蝌蚪生活于静水域中。

棘腹蛙（*Rana boulengeri*）:中国的特有物种。分布于山西、湖北、湖南、江西、广西、四川、贵州、云南、陕西、甘肃等地，主要生活于多石块的山溪以及水塘内。棘腹蛙分布在海拔 170～1260m 的山间溪流，海拔 700m 以上为成蛙主要分布区，属山区溪流型动物。棘腹蛙蝌蚪主要以浮游生物为食；棘腹蛙摄食高峰期一般在 19 :00～20 :00 时。棘腹蛙是中国大型经济蛙类，近年，由于该蛙栖息地遭到严重破坏，及人类的大肆捕杀等因素，造成棘腹蛙种群数量严重下降，已被 IUCN 列为易危种。棘腹蛙在维护自然界的生态平衡中起着重要作用, 也是环境监测的指示动物, 棘腹蛙对水质、地质、气候等都有较高的要求。

灰胸竹鸡（Bambusicola thoracica）:雉科竹鸡属的鸟类，俗名华南竹鹧鸪、泥滑滑、山菌子、竹鹧鸪、普通竹鸡。灰胸竹鸡喙黑色或近褐色，额与眉纹为灰色，头顶与后颈呈嫩橄榄褐色，并有较小的白斑，胸部灰色，呈半环状，下体前部为栗棕色，渐后转为棕黄色，肋具黑褐色斑，跗跖和趾呈黄褐色。上体黄橄榄褐色。眼淡褐色；嘴褐色。雄鸟脚上有距。栖息于海拔 2000m 以下的低山丘陵和山脚平原地带的竹林、灌丛和草丛中，也出现于山边耕地和村屯附近。

四声杜鹃（*Cuculus micropterus*）:是中型鸟类，体长 31-34cm。头顶和后颈暗灰色；头侧浅灰，眼先、颏、喉和上胸等色更浅 ；上体余部和两翅表面深褐色；尾与背同色，但近端处具一道宽黑斑。下体自下胸以后均白，杂以黑色横斑；翅形尖长；尾具宽阔的近端黑斑，翅缘白而无斑；下体横斑较粗，达 3-4mm 宽，且较疏，斑距超过 5mm。常隐栖树林间，平时不易见到。叫声格外洪亮，四声一度，音拟“快快布谷”。每隔 2-3 秒钟一叫，有时彻夜不停。杂食性，啄食松毛虫、金龟甲及其他昆虫，也吃植物种子。不

营巢，在苇莺、黑卷尾等的鸟巢中产卵，卵与寄主卵的外形相似。

北草蜥（*Takydromus septentrionalis*）:蜥蜴科草蜥属的爬行动物。体瘦长，头体长62～70mm；尾长180～245mm，尾长约为头体长的3倍。体背部中段起棱，有大棱鳞6纵行。腹部起棱大鳞8纵行，纵横排列，略呈方形。颏片3对，鼠蹊窝1对。头、体、尾及四肢背面均为棕绿色，腹面灰棕色或灰白色，眼后至肩部有1条浅纵纹。雄性背鳞外缘有1条鲜绿色纵纹，体侧杂有深色斑。生活在山坡、山脚、道路两旁及杂草茂密的林边，昼夜活动，主要以昆虫、蚯蚓等为食。卵生，每次产2～6枚，5～6月份多产3～4枚，7～8月份多产2枚。卵乳白色，卵径（65～70）mm×（105～120）mm。

5.4.5生态系统

生态系统是指在一定时空范围内，由生物群落中的一切有机体与其环境组成的具有一定结构和功能的综合统一体。生态系统多样性分析是在陆生动植物生态调查、分析评价的基础上，运用生态学原理进行的由此及彼、由表及里、由局部到整体的综合研究过程，生态系统分析有助于明确区域主要生态环境问题，认识评价区域不同生态系统之间和各生态因子间的相互关系，分析区域资源优势，以及生态环境与社会经济的相互联系等等，从而为进一步的评价工作奠定基础。

5.4.5.1评价区生态系统现状

（1）评价区生态系统类型

根据评价区的调查资料，评价区内的生态系统包括农业生态系统，森林生态系统，水域及湿地生态系统，聚落生态系统和草地生态系统，各部分的具体面积比例表5.4-6。

表5.4-6　评价区生态系统类型一览表

生态系统类型	面积（km^2）	占比（%）
农田生态系统	77.34	40.72
森林生态系统	74.81	39.39
水域及湿地生态系统	14.21	7.48
聚落生态系统	10.31	5.43
草地生态系统	13.26	6.98
合计	189.93	100.00

由表5.4-6可知，评价区自然生态系统具有明显的丘陵山区特征，这与该区域内的气候、水热条件关系密切；同时，由于社会经济建设和发展，在人类活动的干扰下，又形成了以经济林、农耕地生态系统为主的人工生态系统。评价区内农业生态系统和森林生态系统为主，前者占比40.72%，后者占比39.39%，其余生态系统类型占比均低于10%。

森林生态系统主要分布在高阳镇、黄石镇、云安镇和南溪镇等区域的低山、丘陵，以及河谷两侧等区域。农业生态系统主要分布在江口镇、南溪镇等区域。草丛生态系统、河流及湿地生态系统和聚落地生态系统都具有较为典型的丘陵山地气候特点，是气候和水热条件结合较为密切的生态系统类型。

（2）典型生态系统组成分析

1）农业生态系统

评价区人工生态系统中，农业生态系统面积较大，它是一种人为干预下的“驯化”生态系统，其结构和运行既服从一般生态系统的某些普遍规律，又受到社会、经济、技术因素不断变化的影响。水库评价区农业生态系统的组成主要包括了旱地生态系统、水田生态系统等类型。农耕地生态系统中，以种植玉米、油菜、番薯等为主的旱地农作物；种植水稻、莲藕等水生农作物。评价区域内广泛分布在场镇、乡村、散居农户周边，以及河谷、公路两侧平地、缓坡地带；经济农作物主要有柑橘、板栗等种植作物，多分布于沟谷两侧缓坡地带。

2）森林生态系统

森林生态系统由森林中的土壤、水、空气、阳光、微生物、植物、动物等共同组成，是陆地上生物总量最高的生态系统，对陆地生态环境有决定性的影响。森林不仅能够为人类提供大量的木材和都中林副业产品，而且在维持生物圈的稳定、改善生态环境等方面起着重要的作用。

评价区内森林资源较为丰富，集中分布于评价区周边的山坡、山脊地带。评价区森林生态系统以马尾松林、枫香树林和栎类林为主，另外有少量的柏木林、桤木林、竹林等，同其它生态系统相比，该系统有着最复杂的组成，最完整的结构，能量转换和物质循环最旺盛，因而生物生产力最高，生态效应最强，因此，森林生态系统是评价区内最主要的生态系统类型。

3）水域及湿地生态系统

水域及湿地生态系统在评价区内分布较为简单，类型以河流、溪沟为主，评价区右下角主要以汤溪河干流为主，评价区左下角以小江（澎溪河）为主要水体，在评价区左上角为团滩河干流及其支流帆水河、袁家河、小河；右上角为汤溪河及其支流等，区内水体分布面积较小。水体生态系统作为评价区重要的廊道性资源和开放式动态生态系统，对于评价区生态环境的维持、缓冲具有重要的功能。

4）聚落生态系统

聚落生态系统是人工生态系统中人类干扰因素作用最为明显的类型。评价区村庄生态系统主要包括了江口镇、鱼泉镇、南溪镇、云安镇、沙市镇等区域，以及评价区域内的国道、县道等交通建设用地等，再就是评价区域内零散分布的村庄和农户。

5）草地生态系统

评价区草地生态系统占比较小，以禾草草丛、蕨类草丛和杂类草草丛为主，在评价区多呈现零星分布，主要分布于弃耕地区域或公路两侧荒坡荒地，生态效益要低于森林生态系统和灌丛生态系统。

5.4.5.2占地区生态系统现状

5.4.5.2.1 生态系统类型

本项目永久占地共 298.75 公顷，临时占地 163.38 公顷。根据分析，该区域生态系统主要包括农业生态系统，森林生态系统，水域及湿地生态系统，聚落生态系统和草地生态系统，各部分的具体面积比例表 5.4-7。永久占地和临时占地均以森林生态系统为主，包括针叶林、阔叶林、灌丛等多种植被类型；其次为农业生态系统，占永久占地的 20.93%，临时占地的 23.63%，主要包括旱地、水田，以及零散分布的各种菜地、果园等。其余各类生态系统占比较低，均低于 10%，而水域及湿地生态系统仅有永久占地占 0.69%，主要是向阳水库工程建设淹没团滩河及其各支流用地，但水库建成后，将大幅度增加区域内的水域及湿地生态系统面积。

表 5.4-7 占地区生态系统类型一览表

生态系统类型	永久占地		临时占地	
	面积（hm^2）	占比（%）	面积（hm^2）	占比（%）
农田生态系统	62.53	20.93	38.61	23.63
森林生态系统	208.83	69.90	123.96	75.87
水域及湿地生态系统	2.06	0.69	0.00	0.00
聚落生态系统	20.61	6.90	0.18	0.11
草地生态系统	4.75	1.59	0.64	0.39
合计	298.75	100.00	163.38	100.00

5.4.5.2.2 典型生态系统介绍

（1）农业生态系统

在项目永久占地区，农业生态系统主要由旱地、水田，以及少量零散分布的蔬菜地等构成，是区域内主要的人工生态系统之一。



团滩河河岸耕地（2018.5.20）



南溪镇坡耕地（2018.5.21）

（2）森林生态系统

永久占地区的森林生态系统主要有马尾松林、柏木林、杉木林、栎类林等乔木组成，以及水麻、火棘、醉鱼草、盐肤木、悬钩子属等多种灌丛所组成。



后叶乡刘家包（2018.5.20）



江口镇老马门（2018.5.21）

（3）水域及湿地生态系统

该系统主要由团滩河、后叶河以及小河等团滩河干支流，以及区域内零散分布的水生植物种植田，水生动物养殖塘等。



团滩河干流（2018.5.18）



团滩河鹅项颈养鱼塘（2018.5.19）

（4）聚落生态系统

区域内的聚落生态系统主要由新华村、五同岔、下七村、平进村等集中居住的村庄，以及零散分布在区域内的独立居民点。



团滩河五同岔片区（2018.5.18）



云阳江口镇（2018.5.19）

（5）草地生态系统

项目占地区的草地主要是来自退耕还林还草形成的草地，以及大量耕地抛荒后的草地，另外在河岸、坡地等区域分布的草地。其主要的植物有芒、荻、蕨、小白酒草、蒿属、蓼属等草本植物。



后叶乡刘家包（2018.5.20）



平安寨社区（2018.5.18）

5.4.6生产力和生物量

5.4.6.1生产力和生物量计算

植被的生物量是指一定地段面积内植物群落在某一时期生存着的活有机体重量（以 t / hm^2 表示），群落类型不同，其生物量测定方法也有所不同。

（1）森林群落生物量：森林生物量目前常用材积推算法来估算，用此方法估算出的生物量称为材积源生物量。由于在作材积分析时需要对森林群落样地的林木进行砍伐取样，在实际操作中要涉及到取样木砍伐的审批手续及样本赔偿付费等问题，在本次调研的短期内无法妥善办理有关手续。

本次森林生物量的估算采取借用中国科学院生态环境研究中心专家建立的我国森林生物量的基本参数，并以其对贵州森林推算的平均生物量作为本次森林生物量估算的基础。

（2）灌丛和灌草生物量：灌丛和灌草生物量采用收获法测定。本次野外实地调查时，选择不同灌丛和灌草丛类型，进行了典型样方生物量测定。考虑到不同灌丛类型其生物量有很大的差异，故分别对本区内两种类型的灌丛进行生物量测定，并将部分鲜样称重后带回实验室内于恒温箱中 80℃烘干至恒重，计算含水量及干物质重量，将生物量鲜重换算成干重，得到灌丛及灌草丛平均生物量。

5.4.6.2评价区植被生产力及生物量现状

根据评价区各类土地的现状调查数据，以针叶林、阔叶林、经济林、灌丛及草地等的生物量及耕地的近年平均粮食产量等参数来推算其实际生产力及生物量。评价区域生产力和生物量现状见表 5.4-8。评价区域内以耕地、针叶林为主，各植被生物量以针叶林和耕地为主，从评价区域的生产力和生物量来看，针叶林、耕地是评价区域主要的生态类型，对生态系统的稳定和变化起着重要的作用。

表 5.4-8　评价区域生物生产力及生物量

生态类型	代表植物	面积(hm^2)	占总面积比(%)	平均净生产力(t/hm^2a)	生产力(t/a)	平均生物量(t/hm^2)	生物量(t)
针叶林	马尾松	5209.50	26.30%	9.735	50714.48	26.34	137218.23
阔叶林	化香树	2369.25	11.96%	10.430	24711.28	90.47	214346.05
灌丛及灌草丛	水麻黄栌白茅	3838.72	19.38%	8.160	31323.96	19.80	76006.66
经济林	柑橘	481.69	2.43%	9.200	4431.55	23.70	11416.05
农作物	水稻玉米	7910.49	39.93%	8.040	63600.34	6.00	47462.94
合计	/	/	/	/	174781.61	/	486449.93

注：各植被类型平均生物量数据来源于：①《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）；②《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜 等，1999）； ③《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威，2005）；④《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究，2014）；⑤《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，2012）等文献。

以上结果表明：在向阳水库评价区内农作物面积最多，占总面积 39.93%，每年生产力 63600.34 吨居第一，但生物量只有 47462.94 吨；针叶林面积第二，占总面积 26.30%，每年生产力 50714.48 吨、生物量 137218.23 吨居第二；灌丛及灌草丛面积第三，占总面积 19.38%，每年生产力 31323.96 吨、生物量 76006.66 吨居第三；阔叶林面积第四，每年生产力 24711.28 吨居第四，生物量 214346.05 吨居第一；经济林面积最少，占总面积

2.43%，每年生产力 4431.55 吨、生物量 11416.05 吨最少。

5.4.6.3淹没区植被生产力及生物量现状

根据淹没区各类土地的现状调查数据，以针叶林、阔叶林、经济林、灌丛及灌草丛等的生物量及耕地的近年平均粮食产量等参数来推算其实际生产力及生物量。淹没区自然体系生产力和生物量现状见表 5.4-9。由表可知，淹没区总生物量 4776.44t，每公顷的平均生物量 30.16 吨，总生产力为 1433.09t/a，每公顷平均生产力为 9.049t/a。淹没区生物量最高为的阔叶林、针叶林，其次为灌丛及灌草丛，经济林和农作物生物量较低。

表 5.4-9　淹没区生物生产力及生物量

生态类型	代表植物	面积(hm^2)	平均净生产力(t/hm^2a)	生产力(t/a)	平均生物量(t/hm^2)	生物量(t)
针叶林	马尾松	55.18	973.50	53717.73	26.34	1453.44
阔叶林	化香树	25.09	1043.00	26168.87	90.47	2269.89
灌丛及灌草丛	水麻黄栌白茅	40.66	816.00	33178.56	19.80	805.07
经济林	柑橘	1.33	920.00	1223.60	23.70	31.52
农作物	水稻玉米	36.11	804.00	29032.44	6.00	216.66
合计	/	158.37	904.98	143331.20	30.16	4776.58

注：各植被类型平均生物量数据来源于：①《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）；②《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜 等，1999）；③《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威，2005）；④《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究，2014）；⑤《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，2012）等文献。

5.4.6.4水源工程区植被生产力及生物量现状

根据水源工程区各类土地的现状调查数据，以针叶林、阔叶林、经济林、灌丛及灌草丛等的生物量及耕地的近年平均粮食产量等参数来推算其实际生产力及生物量。枢纽区自然体系生产力和生物量现状见表 5.4-10。由表可知，枢纽区总生物量 3109.60t，每公顷的生物量为 30.48，总生产力为 924.20t/a，每公顷平均生产力为 9.059t/a。枢纽区生产力最高的为针叶林，其次为灌丛及灌草丛；生物量中最高的为阔叶林，其次为针叶林，灌丛及灌草丛。

表 5.4-10　水源工程区生物生产力及生物量

生态类型	代表植物	面积(hm^2)	平均净生产力(t/hm^2a)	生产力(t/a)	平均生物量(t/hm^2)	生物量(t)
针叶林	马尾松	36.25	9.735	352.89	26.34	954.83
阔叶林	化香树	16.48	10.430	171.89	90.47	1490.95
灌丛及灌草丛	水麻黄栌白茅	26.71	8.160	217.95	19.80	528.86
经济林	柑橘	0	9.200	0	23.70	0
农作物	水稻玉米	22.58	8.040	181.54	6.00	135.48
合计	/	102.02	9.059	924.20	30.48	3109.60

注：各植被类型平均生物量数据来源于：①《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）；②《中

国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜 等，1999）；③《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威，2005）；④《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究，2014）；⑤《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，2012）等文献。

5.4.6.5输水工程区植被生产力及生物量现状

根据输水工程区各类土地的现状调查数据，以针叶林、阔叶林、经济林、灌丛及灌草丛等的生物量及耕地的近年平均粮食产量等参数来推算其实际生产力及生物量。输水工程区自然体系生产力和生物量现状见表 5.4-11。由表可知，输水工程区总生物量4127.14t，每公顷的平均生物量为 31.05t/a，输水工程区总生产力为 1594.65t/a，每公顷平均生产力为 9.103t/a。所有用地中生物量最高的为阔叶林，其次为针叶林；生产力最高的为针叶林，其次为灌丛及灌草丛，再次为阔叶林、农作物。

表 5.4-11　输水工程区生物生产力及生物量

生态类型	代表植物	面积(hm^2)	平均净生产力(t/hm^2a)	生产力(t/a)	平均生物量(t/hm^2)	生物量(t)
针叶林	马尾松	86.78	49.25	9.735	844.80	26.34
阔叶林	化香树	6.78	3.85	10.430	70.72	90.47
灌丛及灌草丛	水麻黄栌白茅	42.42	24.07	8.160	346.15	19.80
经济林	柑橘	8.29	4.70	9.200	76.27	23.70
农作物	水稻玉米	31.93	18.12	8.040	256.72	6.00
合计	/	176.2	100.00	9.103	1594.65	31.05

注：各植被类型平均生物量数据来源于：①《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）；②《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜 等，1999）；③《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威，2005）；④《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究，2014）；⑤《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，2012）等文献。

5.4.7土地利用

5.4.7.1评价范围土地利用

由表 5.4-12 可知，评价区内耕地面积最多，占总面积 40.72%；林地面积次之，占总面积 37.21%；园地、建设用地、水域及水利设施用地、特殊用地和草地面积较少，分别占总面积 2.18%、5.31%、7.48%、0.13%和 6.97%。

表 5.4-12　评价区域土地利用类型

土地利用类型	面积（hm^2）	面积比（%）
园地	459.65	2.18
建设用地	1116.98	5.31
林地	7833.78	37.21
水域及水利设施用地	1574.49	7.48
特殊用地	26.89	0.13
耕地	8573.30	40.72

草地	1468.29	6.97
合计	18993.00	100.00

5.4.7.2项目占地区土地利用

本项目占地区包括淹没区（水库库区）、水源工程区、输水管线区三部分，其中永久占地总面积 298.75 公顷（表 5.4-13），临时征用土地总面积 163.38 公顷（表 5.4-14）。

永久占地中淹没区（含董家坝渣场和袁家坝料场）占地面积最大有 171.04 公顷，其次是水源工程区（含场内道路和复建道路）85.37 公顷，输水工程区占地 42.34 公顷。所有土地利用类型中，占地面积最大的为林地，总占地面积 70.11%，其次是耕地，占总面积的 20.29%，其余各类用地类型面积较小。

表 5.4-13　建设项目永久占地区土地利用类型

	淹没区（库区）		水源工程区		输水工程区		总面积	
土地利用类型	面积（hm^2）	面积比（%）	面积（hm^2）	面积比（%）	面积（hm^2）	面积比（%）	面积（hm^2）	面积比（%）
耕地	36.02	21.06	20.58	24.10	4.24	10.02	60.84	20.29
园地	1.33	0.78	0.00	0.00	0.72	1.70	2.05	0.70
林地	117.14	68.49	56.89	66.64	35.22	83.18	209.25	70.11
草地	3.49	2.04	0.43	0.50	0.79	1.86	4.71	1.59
工矿仓储用地	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
住宅用地	3.56	2.08	3.90	4.57	0.01	0.03	7.47	2.47
交通运输用地	4.82	2.82	1.63	1.91	0.13	0.31	6.58	2.20
水域及水利设施用地	1.61	0.94	0.36	0.42	0.09	0.22	2.06	0.69
其他用地	3.06	1.79	1.58	1.85	1.13	2.68	5.77	1.94
合计	171.04	100.00	85.37	100.00	42.34	100.00	298.75	100.00

在建设项目临时占地中，淹没区（库区）无临时占地，坝枢工程区的临时占地总面积27.97公顷，仅有耕地和林地两种用地类型，林地有24.95公顷亩，占总面积的89.19%。输水工程区（含输水工程区渣场）总临时占地面积 135.41 公顷，占地类型有耕地、园地、林地、草地和其他用地，林地面积最大 99.35 公顷，占总面积的 73.36%。

表 5.4-14　建设项目临时占地区土地利用类型

土地利用类型	淹没区（库区）		水源工程区		输水工程区		总面积	
	面积（hm^2）	面积比（%）	面积（hm^2）	面积比（%）	面积（hm^2）	面积比（%）	面积（hm^2）	面积比（%）
耕地			3.02	10.81	27.69	20.45	30.71	18.92
园地					7.57	5.59	7.57	4.71
林地			24.95	89.19	99.35	73.36	124.30	75.87

草地					0.62	0.46	0.62	0.38
工矿仓储用地								
住宅用地								
交通运输用地								
水域及水利设施用地								
其他用地					0.18	0.13	0.18	0.11
合计			27.97	100.00	135.41	100.00	163.38	100.00

5.4.8景观格局

景观生态系统的质量现状由评价范围内自然环境，各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，基质是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。基质采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类斑块的优势度值（Do），优势度值大的就是基质。

优势度值（Do）={（Rd+Lp）/2+Lp}/2×100

密度（Rd）=斑块 i 的数目/斑块总数×100

频率（Rf）=斑块 i 出现的样方数/总样方数×100

景观比例（Lp）=斑块 i 的面积/样地总面积×100。

5.4.8.1评价区

（1）景观组成特征

向阳水库评价区景观生态体系共有 5 种景观类型，分别为农业景观、建设用地景观、森林景观、水体景观、草地景观（表 5.4-15）。

表 5.4-15　评价区域景观类型一览表

景观类型	斑块数量	斑块数量占比（%）	景观面积（hm^2）	面积占比（%）	单位斑块面积（hm^2/块）
农业景观	8568	39.42	9497.66	50.01	1.11
建设用地景观	4752	21.86	1213.05	6.39	0.26
森林景观	6642	30.56	8278.57	43.59	1.25
水体景观	871	4.01	1.89	0.01	0.00
草地景观	902	4.15	1.83	0.01	0.00
合计	21735	100.00	18993	100.00	0.87

由表 5.4-15 可见，评价范围内优势景观类型明显，即农业景观和森林景观，分别占评价范围总面积的 50.01%和 43.59%；从斑块数量看，农业景观斑块数量最多，占评价范围斑块总数量的 39.42%，其次是森林斑块，占评价范围斑块总数量的 30.56%。建设

用地的斑块数量虽然较多，但总面积相对较小，而水体景观、草地景观无论是斑块数量，还是景观面积均较低，不超过评价区面积占比的 1%。评价范围内的水体主要是以汤溪河干流为主河流，汤溪河的各级支流，和评价区域内零散分布的水库、水塘等。

从农业景观占比最高，以前面的植被分区中评价区位于 IVAiia-6 四川盆地，栽培植被、润楠、青冈林区，但该区域人口集中，耕作历史悠久，地带性植被常绿阔叶林多已开垦种植相吻合。大量农业景观分布的情况，与向阳水库建设的主要目的之一农业灌溉相匹配，其建设符合区域农业灌溉用水需求。

从森林景观的分布看，主要分布在江口镇、鱼泉社区、南溪镇、黄石镇等乡镇的周边山体、丘陵坡顶等区域，与近年来实施的退耕还林工程，天然林保护工程等有直接关系。

（2）生态系统稳定性

运用上述参数，计算向阳水库评价范围内各类斑块的优势度值，结果见表 5.4-16。可以发现，向阳水库建设后评价范围内的耕地、林地优势度有所提高，草地、水体优势度有所下降，从优势度值的公式看，下降主要来自于斑块密度的较大程度的减少。而从斑块景观比例看，农业景观是评价区域排名第一的景观类型，其次是林地景观，两者占比均超过 30%，是评价区域内主要的斑块类型，再结合景观密度分析，农业景观是评价区域内的主要景观类型，这与评价区域位于团滩河沿岸、汤溪河沿岸长期受到人为干扰，旱地、水田面积比例较高有直接关系。

表 5.4-16　向阳水库工程评价区主要斑块类型优势度值

斑块类型	Rd（%）	Lp（%）	Do（%）
农业景观	37.87	40.72	39.30
建设用地景观	21.74	5.43	13.59
森林景观	32.51	39.39	35.95
水体景观	4.29	7.48	5.89
草地景观	3.59	6.97	5.28

5.4.8.2 占地区

（1）景观组成特征

占地区景观组成特征见表 5.4-17~5.4-19。

由表 5.7-17 可以发现，坝枢工程区内景观面积最高的是森林景观，也是平均斑块面积最大的景观类型，主要是森林景观中包含了大量的灌丛和针叶林，呈连续性分布较多，但斑块数量占比最高的是农业景观，其次是建设用地景观，与枢纽工程区内居民点零散

分布，耕地零散分布有关。

表 5.4-17　坝枢工程区景观类型一览表

景观类型	斑块数量	斑块数量占比（%）	景观面积（hm^2）	面积占比（%）	单位斑块面积（hm^2/块）
农业景观	987	37.01	20.58	24.11	0.02
建设用地景观	876	32.85	5.53	6.48	0.01
森林景观	673	25.23	58.83	68.91	0.09
水体景观	53	1.99	0.36	0.42	0.01
草地景观	78	2.92	0.43	0.50	0.01
合计	2667	100.00	85.37	100.00	0.03

由表 5.4-18 可以发现，淹没区景观面积最大的是森林景观，面积占比达到 68.49%，其次为农业景观，占比 21.84%，剩余其他景观类型比例较低。从斑块数量看，占比最高的是农业景观，其次是建设用地景观，与项目占地区大量的耕地、居民点零散分布有关。

表 5.4-18　向阳水库工程淹没区景观类型一览表

景观类型	斑块数量	斑块数量占比（%）	景观面积（hm^2）	面积占比（%）	单位斑块面积（hm^2/块）
农业景观	1213	37.15	37.45	21.84	0.03
建设用地景观	1021	31.27	8.42	4.91	0.01
森林景观	873	26.74	117.44	68.49	0.12
水体景观	77	2.36	1.61	0.94	0.02
草地景观	81	2.48	6.56	3.83	0.08
合计	3265	100.00	171.48	100.00	0.05

由表 5.4-19 可以发现，输水工程区景观面积最大的是森林景观，面积占比达到 76.51%，其次为农业景观，占比 22.66%，剩余其他景观类型比例较低。从斑块数量看，占比最高的是森林景观，其次是建设用地景观，再次是农业景观，这与输水管线线路较长，穿越的区域范围较广，经过的景观类型多样一致。

表 5.4-19　向阳水库输水工程区景观类型一览表

景观类型	斑块数量	斑块数量占比（%）	景观面积（hm^2）	面积占比（%）	单位斑块面积（hm^2/块）
农业景观	933	18.10	40.22	22.66	0.04
建设用地景观	1201	23.30	0.14	0.08	0.00
森林景观	2873	55.74	135.8	76.51	0.05
水体景观	55	1.07	0.09	0.05	0.00
草地景观	92	1.79	1.41	0.79	0.02
合计	5154	100.00	177.5	100.00	0.03

（2）生态系统稳定性

由表 5.4-20 可以发现，坝枢工程区 Rd 最高的是农业景观，其次是建设用地和森林景观，水体景观和草地景观比例很小，与坝枢工程区位于江口镇五同岔片区，属于较为

人口较为集中，耕种行为较为密集的现实是相吻合的。而淹没区的变化趋势与坝枢工程区基本一致，与两个区域距离较近，都属于农业开发较为完善的区域相关。输水工程区的森林景观 Do 最高，与输水管线大多在山区穿越，经过区域以灌丛、林地等景观直接相关。

表 5.4-20　向阳水库坝枢工程区和淹没区建设前主要斑块类型优势度值

斑块类型	坝枢工程区			淹没区			输水工程区		
	Rd（%）	Lp（%）	Do（%）	Rd（%）	Lp（%）	Do（%）	Rd（%）	Lp（%）	Do（%）
农业景观	37.01	24.11	27.34	37.15	21.84	25.67	18.10	22.66	21.52
建设用地景观	32.85	6.48	13.07	31.27	4.91	11.50	23.30	0.08	5.89
森林景观	25.23	66.64	56.29	26.74	68.49	58.05	55.74	76.51	71.32
水体景观	1.99	0.42	0.81	2.36	0.94	1.30	1.07	0.05	0.30
草地景观	2.92	2.35	2.49	2.48	3.83	3.49	1.79	0.79	1.04

5.5典型区域生态环境现状

5.5.1水源工程区生态环境现状

（1）坝址区

坝址附近地貌以沟谷坡地为主，地势陡峭，土壤层薄，植被受人为干扰较严重，该区域土地利用类型以耕地、林地及草地为主，植被以农作物、经济林、阔叶林及灌丛为主，常见的农作物有水稻、玉米、红薯、各种蔬菜等，常见的经济树种有柑橘、马尾松、杉木油桐等，常见的阔叶林有构树群系、枫杨群系等，常见的灌丛有火棘群系、马桑群系、醉鱼草群系、水麻群系等，常见的植物有枫杨、构树、栾树、马尾松、柏木、杉木、悬钩子、白茅、芒、蒿、野菊、蓼属、千里光等。分布于此区域的陆生动物主要有爬行类的中国石龙子、乌梢蛇等；鸟类主要有珠颈斑鸠、普通翠鸟、麻雀、白顶溪鸲、红尾水鸲等；兽类主要有黄鼬、黄胸鼠、小家鼠等。





（2）施工辅助设施区

根据现场调查，该区域地貌以平缓坡地为主，土地利用类型以耕地为主，主要为水田、旱地，植被以农作物、经济林、灌草丛为主，常见的农作物有水稻、玉米、土豆、各种蔬菜等，常见的经济树种有柑橘、油桐、杉木、马尾松等，常见的灌草丛群系有芒群系、悬钩子群系、白茅群系等，常见的植物有构树、盐肤木、杉木、白茅、千里光、蕨、苍耳、繁缕、早熟禾、悬钩子、狗尾草等。陆生动物包括两栖类的中华蟾蜍等；爬行类有多疣壁虎、北草蜥、乌梢蛇等；鸟类主要是珠颈斑鸠、白臀鹎、白鹡鸰、白顶溪鸲等；兽类主要是黑线姬鼠、小家鼠、褐家鼠等以及少量的蝙蝠类出现。





（3）渣场

水源工程区的董家坝渣场四周以农田植被为主，山腰区域分布有小片毛竹林、马尾松林，有人工种植的喜树、柑橘等分布，中间有冲沟通过。常见的农作物有玉米、土豆、水稻等，植被以灌丛及灌草丛为主，常见的灌丛群系有火棘群系、构树群系、悬钩子群系等，常见的灌草丛群系有芒群系、蕨群系等，常见的植物有盐肤木、枫杨、化香、枫

香、马尾松、悬钩子属、蓼属、蒿属植物等。区域分布的常见的动物有中华蟾蜍、北草蜥、山雀、普通翠鸟、珠颈斑鸠、小家鼠、草兔等。

帆水乡帆水村有小型步道直达渣场，宽度约 1m，为人行步道，贯穿冲沟两侧居民点。






（4）料场

水源工程区布置有料场 2 个，坝体工程所需土料主要来自袁家河坝料场，横亭寨做为备用料场。

1）袁家河坝料场：袁家河坝料场区植被繁茂，主要植被类型为多年生灌木及杂草，少量针叶和阔叶林。山脚为居民住宅区，大部分平坦区域种植有农田，以水稻、玉米、红薯为主，山腰以灌丛为主，山顶为柏木、马尾松和杉木。常见的动物有多疣壁虎、铜蜓蜥、黄臀鹎、黄毛鼠、草兔等。



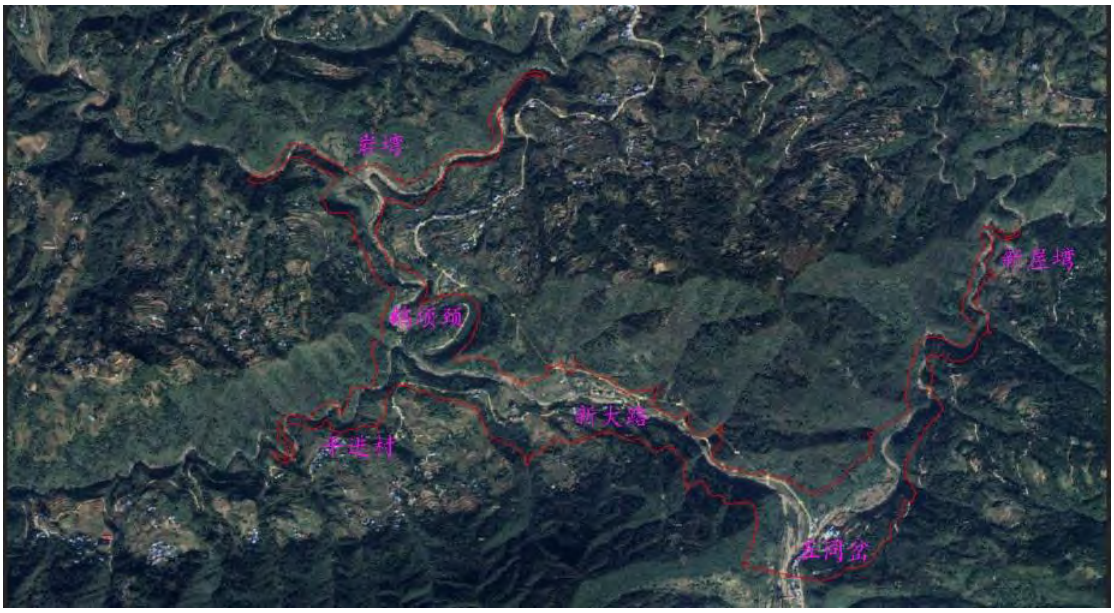



2）横亭寨料场：横亭寨石料场植被以灌丛和灌草丛为主，在山体的顶部有少量的马尾松林、柏木林分布，料场的下部接近团滩河的区域有少量的居民点分布，在居民点外侧有较大片的农田分布，以旱地为主，主要种植玉米、红薯和各种蔬菜。灌丛和灌草丛主要有悬钩子属、枫杨、构树、栎类、火棘、水麻等。




（5）淹没区

向阳水库淹没区涉及五同岔片区、新大路片区、鹅项颈片区、平进村片区、岩垮片区、新屋垮片区。淹没区域主要有耕地、建设用地、水域（鱼塘）、林地、灌丛和草地区域。



1）五同岔片区：以建设用地为主，帆水河汇入团滩河片区，向阳水库坝址所在区域，淹没区植被大的群系有马尾松林、柏木林、构树群系、油桐群系、栾树，灌丛有水麻、火棘、醉鱼草、悬钩子、蔷薇等植物，草本主要有白茅、芒、小白酒草、蕨类植物、蒿属植物等常见的植物群落类型和植物资源种类。常见的动物主要有两栖类的蟾蜍，爬行动物中的乌梢蛇、竹叶青蛇、石龙子等，鸟类中的红尾水鸲、白顶溪鸲、白鹭、麻雀、珠颈斑鸠、红嘴蓝鹊等，动物有野猪、草兔、松鼠等。





2）鹅项颈片区：该区域有连续的人工鱼塘，鱼塘两侧的山体上有马尾松分布，库周主要分布有白茅、旱地（玉米、红薯）、栾树、盐肤木等群系，以及枫香、栎类植物群落。




3）平进村片区：淹没区设计灌丛、耕地、林地和草地，以灌丛为主，主要有马尾松林、桉树林，耕地主要有玉米、红薯、水稻以及各种蔬菜。分布在河岸还有慈竹林、毛竹林。




4）新大路片区：该片区以耕地为主，淹没大量的水田、旱地以及竹林、灌丛和林地，林地以马尾松林、杉木林为主。




5）新屋垮片区：本片区属于帆水河支流，河岸两侧以灌丛、草地为主，主要有水麻、火棘、枫杨、马桑、盐肤木、栎类、醉鱼草，草本植物主要有白茅、小白酒草、芒、鬼针草、鹅观草、野菊等。动物有中华蟾蜍，白鹡鸰，红嘴蓝鹊等。





5.5.2输水工程区生态环境现状

输水工程主要由埋管、明管、隧洞、倒虹吸和管桥等组成。根据建筑物的分布特点、现有进场交通条件、分段管道土石方开挖与利用平衡等多方面综合考虑，在隧洞进、出口或施工支洞洞口、泵站、跨沟建筑物附近各设置一个施工区。

5.5.2.1总干管线路

总干管输主要覆盖范围为江口、鱼泉、沙市、南溪、云安等乡镇及县城组团的用水，管道线路经过江口镇江口西灌片和南溪镇南溪西灌片，江口西灌片主要分布在团滩河及汤溪河右岸的支沟两岸的阶地上，长度21km。

（1）芭蕉湾管桥：管线在芭蕉湾以管桥形式跨越团滩河。穿越区域两岸山体顶部植被类型以马尾松林、枫杨林为主，山腰及下部则稀疏散布一些常绿阔叶树、灌木，如油桐、枫杨、芭蕉等。该区域以旱地为主的耕地主要栽种黄豆、红薯等作物。




（2）谭家坝管桥：管线在谭家坝同样以管桥形式跨越河道，山体顶部植被覆盖度较高，乔木以柏树林、枇杷为主，灌木以盐肤木、黄荆为主，草本以鸭跖草、苎草、马唐为主；山腰及以下区域受人为干扰强烈，成片的林体较少，零星分布有居民点，乔木以柑橘为主、灌木以桑树为主，草本以黄豆、红薯、飞扬草为主。跨越区河道以枫杨为主，还包括毛桐、喜树、乌桕等。




（3）兰草坝隧洞区：管线在上元坝至马家台段，以隧洞形式穿越，穿越区域山体顶部乔木植被类型以柏木林为主，灌木以盐肤木，芒为主，草本以白茅为主；山腰处则稀疏散布一些常绿阔叶树、灌木，如油桐、栾树、喜树等；山腰及以下区域散布着空心莲子草、苎草、马唐、水麻等。该区域周边居民较多，山体植被受人为干扰强烈，以旱地为主的耕地主要栽种黄豆、丝瓜、红薯、辣椒、冬瓜等作物。




5.5.2.2县城干管

县城干管输水线路总长度 24.647km，县城干管共设 3 处分水建筑物，2 处灌溉分水口和 1 处水厂分水口。

（1）县城干管桩号县干 0+000m～县干 3+226m：穿越管道区域包括林地（马尾松林、柏木林为主），灌丛（盐肤木、构树、悬钩子、马桑等），草本（白茅、蕨等），坡耕地（蔬菜、红薯等），经济林（柑橘林为主）等。



县城干管穿越区（2018 年 9 月 13 日）

（2）县城干管桩号县干 3+226m～县干 6+843m：该处管线主要穿越坡耕地、竹林、草地、灌丛，耕地占到 75%以上，该区域受到人为干扰较为严重，沿线有省道、村道及农民自备道路，其中部分区域与石溪河近似平行。调查时发现有翠鸟、黄臀鹎、白鹡鸰、麻雀等常见鸟类，根据生境分析和访问调查，区域内分布有乌梢蛇、松鼠等。



管线穿越区（2018 年 9 月 12 日）

（3）县城干管桩号县干 6+843m～县干 8+084m：管线在唐家垭口段需要以隧洞形式穿越山体，穿越区域山体以经济林柑橘为主，野生的灌丛包括水麻、马桑、悬钩子、蔷薇等为主，草本以白茅、马唐等为主，耕地以旱地为主，种植玉米、红薯等。

（4）县城干管桩号县干 8+084m～县干 24+647m：该段线路穿越居民区，经济林区（柑橘为主），草地（白茅为主），少量林地（马尾松林），植物以区域常见的物种为主，动物以常见的伴人种为主，譬如白鹡鸰、白头鹎、麻雀、鼠类、乌梢蛇等。



管线穿越区（2018 年 9 月 12 日）

5.5.2.3江沙干管

江沙干管输水线路总长度 23.95km。起点段临近江口镇，周边山体植被以灌丛、草

地、耕地等为主，并有少量的经济林（柑橘林），马尾松林。




江口镇外山体（2018 年 8 月 19 日）




江口镇碳坝村（2018 年 2 月 6 日）

（1）大梁子隧洞：洞线总长度 121m，隧洞顶部为灌丛、草地、毛竹林，少量耕地。




大梁子隧洞山体及周边区域（2018 年 8 月 18 日）

（2）鱼泉社区段：耕地面积较多，水田、旱地，毛竹林、马尾松林、柏木林、灌丛（马桑、火棘、黄栌、悬钩子等）、经济林（柑橘林-柳林村），该区域受到较多的人为干扰。



鱼泉社区（2018 年 8 月 19 日）

（3）汤溪河管桥区：汤溪河管桥起止桩号为沙干 22+731.45m～沙干 22+797.45m，桥长 66m，为不影响河道行洪，采用大跨度钢栈桥型式支撑管道。乔木林以马尾松、桉树林为主，灌丛主要有水麻、构树林，竹林有毛竹林、慈竹林等，草丛主要有白茅、小白酒草、蒿属，沟渠等分布有少量的蓼属植物，石菖蒲等植物群落；耕地以旱地为主，种植有玉米、红薯，以及各种蔬菜，经济林主要有柑橘林。



汤溪河管桥建设区(2018 年 9 月 14 日)

5.5.2.4南云干管

南云干管输水线路总长度 16.81km。

（1）云安水厂区域：该处管线穿越区包括林地、灌丛、耕地，有柏木、白茅、杨树，沿线有现成的村道、乡村等达到施工区。动物主要有爬行类的蛇类，鸟类的白头鹎、白鹡鸰等，以及野猪等分布在穿越区的山坡等区域。






（2）二道河管桥区域：该处管桥跨越汤溪河支流，目前正在进行高速公路桥梁建设，本专题建议：不单独建设管桥，考虑到施工进度安排，可以在高速公路桥建好后，直接在桥梁边缘敷设管道，减少对河流环境的影响。该处植被以人工种植的重阳木为主，河岸以水麻、枫杨、构树为主，草本以芒、白茅、狗尾草等为主。该支管穿越山体区域有马尾松林、柏木林，从云阳县已经运行多年的输水管道线，在林地中穿越的输水管线对林地影响甚微。




（3）水口区域：管线穿越区有耕地（旱地为主），柏木林，栾树林，慈竹林，白茅，葛藤，小白酒草，桑群系。常见的动物主要有竹叶青蛇、乌梢蛇、杜鹃、麻雀、白鹡鸰、伯劳等。

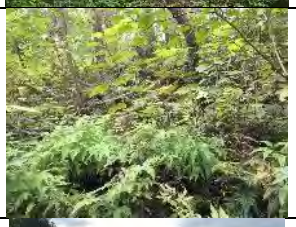
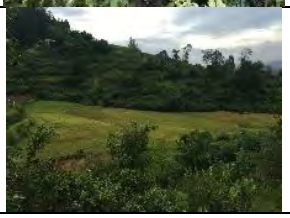



5.5.2.5渣场区

输水工程共设 8 个渣场，渣场区占地类型以耕地为主，输水系统工程区渣场生态环境现状见表 5.5-1。

表 5.5-1　输水系统工程区渣场生态环境现状一览表

弃渣场区	土地类型	植被及植物现状	陆生动物现状	现场照片
1#	灌丛、耕地	常见的农作物有玉米、红薯、土豆，常见的植物有芦竹、竹、白茅、苎麻、盐肤木、悬钩子等。	常见的动物有麻雀、白鹡鸰、珠颈斑鸠、白头鹎等。	
2#	耕地、林地	常见的农作物有水稻、玉米、各种蔬菜，常见的群系有柏木群系、毛竹群系、枫杨群系，常见的植物有马尾松、毛竹、水麻、火棘、枫杨、芒、葸草等	常见的动物有中国石龙子、乌梢蛇、喜鹊、麻雀、草兔等。	

3#	耕地	以旱地为主，夹杂人工种植有少量的杨树，以红薯、土豆为主，常见的自然植物有芦竹、苎麻、狗尾草、苋草、桑、柑橘等。	常见的动物以鸟类为主，如麻雀、白头鹎等，以及鼠科等动物。	
4#	耕地	旱地，以红薯为主、常见的群系有构树群系、白茅群系、枫杨群系，常见植物有白茅、构树、枫杨、柑橘、火棘、鹅观草、千里光、马桑等。	常见的动物有喜鹊、家燕、麻雀、黄鼬等。	
5#	灌丛、草地	常见群系有白茅群系、蒿群系、竹群系等为主，常见的植物有白茅、蒿属、构树、盐肤木、柏木、慈竹、马鞭草等。	常见的动物有乌梢蛇、石龙子、麻雀、白鹡鸰等。	
6#	经济林、草丛	以柑橘林为主，同时有种植红薯等，草本植物主要有白茅、狗尾草、狗牙根、蒿属等植物，以及鹅观草、芒、苎麻、悬钩子属等植物。	常见的动物有石龙子、游蛇、麻雀、珠颈斑鸠、家燕等。	
7#	林地	以马尾松林为主，有蕨类植物，构树、盐肤木、白茅、栎类、异叶榕、油桐、悬钩子属、狗尾草、千里光、鹅观草等。	常见动物有石龙子、乌梢蛇、红嘴蓝鹊、麻雀、草兔等。	
8#	耕地	区域以水田为主，水稻、马尾松、马桑、构树、柑橘、白茅、马桑、狗尾草等，沟渠中有分布有空心莲子草、富满江红、浮萍等。	常见动物有珠颈斑鸠、乌梢蛇等。	

5.5.3复建公路生态现状分析

由于水库的淹没，项目区需要复建 3 条道路，分别为国道 G347，省道 S406，乡道 Y108。

（1）复建国道 G347 区域

复建国道经过区域土地利用类型以耕地、林地、草地为主，植被以农作物（玉米、红薯、土豆）、经济林（柑橘、油桐）、灌丛（苎麻、马桑、悬钩子）及灌草丛（芒、白茅、狗尾草、小白就草、蒿属等）为主。本区域常见的动物有北草蜥、石龙子、铜蜓蜥、大山雀、棕背伯劳、黄臀鹎、家燕、白头鹎、黄胸鼠、褐家鼠等。







（2）复建省道 S406

复建省道接现状省道，穿越区域主要为耕地、灌丛和草地，以及少量的竹林、马尾松林地，小白酒草群系、白茅群系、马尾松群系、柏木群系、毛竹群系、马桑群系等区域常见植物群系。常见的动物主要有中华蟾蜍、麻雀、白鹡鸰、白头鹎、红嘴蓝鹊等。复建省道 S406 区域有少量的原有步道，为当地居民上山耕种、砍柴等用途，步道一般宽 0.8m，部分为石板台阶，部分为泥质道路。







（3）复建乡道 Y108

该道路穿越多个不连续小山包，目前现状道路为水泥混凝土路面，植被主要有马桑、悬钩子、芒、构树、火棘、蔷薇、马尾松、白茅、盐肤木、栾树、柏木等常见的乔木、灌木和草本植物群落。



5.6水生生态调查环境现状调查与评价

建设单位委托华侨大学对项目所在区域陆生、水生生态环境现状进行了调查，并编制了《重庆市云阳县向阳水库工程生态影响评价报告》。并委托西南大学对评价区域的鱼类情况进行了调查，并编制了《重庆市云阳县向阳水库工程鱼类影响评价专题研究报告》。

5.6.1水生生态调查

5.6.1.1调查内容

水生植物：浮游植物、着生藻类、水生维管束植物，物种组成，分布特点等。

水生无脊椎动物：浮游动物、底栖动物；其物种组成，分布特点等。

鱼类：捕获物名录、区系组成、数量、个体重量、生活习性、分布特点、资源量、特有鱼类、经济鱼类、保护鱼类、产卵场、索饵场、越冬场。

5.6.1.2采样点的设置

根据控制性、代表性原则，充分考虑满足样品代表性和可比性，保证达到必要的精

度和满足统计学样品数，保证垂线剖面站位上水质、底层、水生生物采样点的同一性和统一性等原则。浮游生物、着生藻类、底栖动物及水质指标调查设置固定采样断面，鱼类资源及水生维管束植物以区域性调查为主，不设固定的调查监测断面。

本次向阳水库工程建设水生生态调查共设置 9 个监测断面，各监测断面地理坐标见表 5.6-1。

表 5.6-1　团滩河流域水生生物各监测断面地理坐标

采样河流	编号	监测断面	地理坐标	海拔(m)
团滩河	1	母猪洞	N：31°17'13"，E：108°44'54"	437
	2	民兴煤矿	N：31°17'43"，E：108°44'17"	379
	3	两河交汇处	N：31°17'08"，E：108°44'47"	328
	4	朱家塝	N：31°14'42"，E：108°45'38"	240
帆水河	5	帆水河	N：31°17'33"，E：108°45'13"	388
沙市镇汤溪河小支流	6	汤溪河-老鹰岩	N：31°19'43"，E：108°53:02"	239
南溪镇-汤溪河小支流	7	石龙溪-长岩嵌	N：31°07'58"，E：108°47'43"	190
南溪镇汤溪河小支流	8	青龙咀	N：31°06'27"，E：108°49'10"	180
云安镇汤溪河小支流	9	范家包	N：31°02'46"，E：108°50'35"	200

5.6.1.3调查时间

分别在 2017 年 11 月（秋冬季、枯水期）和 2018 年 5 月（春夏季、丰水期），对向阳水库工程所涉及团滩河流域进行了系统的水生生态和渔业资源实地调查；鱼类及浮游生物还包含 2016 年 10 月和 2017 年 5 月的调查数据。

5.6.1.4调查方法

水生生物及水环境的野外生态调查方法依据《内陆水域渔业自然资源调查手册》，并参照《水库渔业资源调查规范》（SL 167-2014）进行。

鱼类的定性（种类鉴定）和定量（数量、生物量）采样按照《内陆水域渔业自然资源调查手册》的基本方法进行。使用手抄网及地笼网等工具捕获鱼类，检测所属河段渔民捕获的鱼类。选作标本的鱼要新鲜、体型完整、鳞片、鳍条无缺。

鱼类“三场”分布：走访沿岸居民和当地捕鱼爱好者，了解不同季节鱼类主要集中地和鱼类繁殖情况，结合鱼类生物学特性和水文学特征，分析出鱼类产卵场、索饵场、越冬场分布情况，并通过当地渔政主管部门人员进行验证。

5.6.2团滩河水生生态

5.6.2.1浮游植物

（1）浮游植物种类组成

向阳水库工程河段团滩河流域共检测出浮游植物 7 门 29 科 47 属 85 种。浮游植物中蓝藻门的藻类有 3 科、7 属、10 种，占浮游植物群落总数的 11.76 %；绿藻门的藻类有 13 科、18 属、22 种，占浮游植物群落总数的 25.88 %；硅藻门的藻类有 9 科、17 属、46 种，占浮游植物群落总数的 54.12%；裸藻门的藻类有 1 科、2 属、3 种，占浮游植物群落总数的 3.53%；隐藻门的藻类有 1 科、1 属、2 种，占浮游植物群落总数的 2.35 %；甲藻门的藻类有 1 科、1 属、1 种，占浮游植物群落总数的 1.18%；金藻门的藻类有 1 科、1 属、1 种，占浮游植物群落总数的 1.18%。

向阳水库评价区域内主要是蓝藻门的小颤藻（*Oscillatoria tenuis*），硅藻门的双头舟形藻（*Navicula dicephala*），简单舟形藻（*Navicula simples*），膨胀桥弯藻（Cymbella tumida）纤细异极藻（*Gomphonema gracile*），尖针杆藻（*Synedra acus*），双头针杆藻（*Synedra amphicephala*）。

从不同采样点来看，各个样地采集到的浮游植物种类不同，母猪洞（库尾）、民兴煤矿（库中）、两河交汇处（坝址）、朱家塝（坝下）、帆水河、老鹰岩、长岩嵌、青龙咀、范家包，分别采集到 64、68、72、70、61、69、55、71、74 种。在各个采样点中硅藻门种类较多，绿藻门次之，蓝藻门种类最少。

（2）浮游植物区系特点

向阳水库工程各调查样地周围内未发现工矿、企业等较大污染源，两岸植被覆盖率较高，水域生态环境良好。两岸植被较好，居住人口较少，从评价区水生藻类物种区系来看，适应于静水或微流水水体的蓝藻门、绿藻门、甲藻门、隐藻门、金藻门的种类总计有 39 种，占到了该水域藻类组成的 45.35%，出现率较高的种类有隐藻、席藻、颤藻、新月鼓藻等种类。调查水域共采集到适应高山溪流水温较低、水流湍急环境的硅藻门种类较多，其种类有 47 种，占据藻类种类总数的 54.65%。出现率较高的种类有双头针杆藻、纤细异极藻、双头舟形藻、线性舟形藻、简单舟形藻、尖针杆藻等种类。

（3）浮游植物密度及生物量

对水库工程河段团滩河流域各采样点的浮游植物进行定量分析，浮游植物现存量见表 5.6-2。结果显示浮游植物平均数量变幅在 2.0332×10^4cells/L～6.006×10^4cell/L，平均数量 4.1618×10^4cell/L；其中蓝藻门占总平均数量的 18.45.99%，绿藻门占总平均数量的 19.24%，硅藻门占总平均数量的 48.7%，裸藻门占总平均数量的 1.82% ，甲藻门占总平均数量的 2.66% ，金藻门占总平均数量的 7.32%，隐藻门占总平均数量的 3.68%。

浮游植物数量在各采样点的变化，表现为范家包（6.6009×10^4Cells/L）>老鹰岩

（6.4462×10^4Cells/L）>青龙咀（6.0095×10^4Cells/L）>朱家塝（6.0060×10^4Cells/L）>两河交汇处（5.7185×10^4cells/L）>长岩嵌（3.9022×10^4cells/L）>民兴煤矿（3.8242×10^4cells/L）>母猪洞（2.9753×10^4cells/L）>帆水河（2.0332×10^4cells/L）。

表 5.6-2 浮游植物种群密度（10^4cells /L）

分类	采集时间	类别	母猪洞	民兴煤矿	两河交汇处	朱家塝	帆水河	老鹰岩	长岩嵌	青龙咀	范家包	平均值
蓝藻门	2017 年	密度	0.4165	0.3182	1.0833	1.0093	0.2314	0.7299	0.3182	1.0093	1.0833	0.6888
		%	14.87	10.10	21.23	20.76	13.10	50.37	44.74	46.44	53.31	30.55
	2018 年	密度	0.5965	0.9897	1.4765	1.2641	0.2934	0.6724	0.9897	1.2641	1.4765	1.0025
		%	18.94	22.00	23.31	19.45	12.75	14.27	25.93	14.95	23.25	19.43
绿藻门	2017 年	密度	0.6800	0.7299	0.7123	0.7344	0.4379	1.927	0.7299	0.8865	0.7123	0.8389
		%	24.27	23.17	13.96	15.10	24.80	61.17	23.17	31.64	13.96	25.69
	2018 年	密度	0.4493	0.6724	1.6424	1.5114	0.4382	2.0887	0.6724	1.5861	1.6424	1.1893
		%	14.27	14.95	25.93	23.25	19.05	46.44	14.95	50.37	25.93	26.13
硅藻门	2017 年	密度	0.8865	1.9270	2.7205	2.5640	0.9577	0.8865	1.927	2.7205	2.7205	1.9234
		%	31.64	61.17	53.31	52.74	54.23	31.64	61.17	53.31	53.31	50.28
	2018 年	密度	1.5861	2.0887	2.8335	3.4649	1.2413	1.5861	2.0887	2.8335	2.8335	2.2840
		%	50.37	46.44	44.74	53.31	53.96	50.37	46.44	44.74	44.74	48.35
裸藻门	2017 年	密度				0.0594		1.5861	0.0594		1.927	0.4035
		%				1.22		50.37	1.22		61.17	12.66
	2018 年	密度		0.0700	0.0266	0.2408	0.0307	2.7205	0.07	0.2408	0.0266	0.3807
		%		1.56	0.42	3.70	1.34	53.31	1.56	3.7	0.42	7.33
甲藻门	2017 年	密度	0.0534	0.0876	0.1641	0.1980	0.0107	0.0534	0.0814	0.145	0.1211	0.1016
		%	1.91	2.78	3.22	4.07	0.60	2.83	3.74	2.6	6.17	3.10
	2018 年	密度	0.0713	0.0934	0.1183	0.2675	0.0410	0.0713	0.0934	0.2675	0.1183	0.1269
		%	2.26	2.08	1.87	4.12	1.78	2.6	6.17	3.74	2.23	2.98
金藻门	2017 年	密度	0.7120	0	0.2462		0.1068	0.712	24.27	0.0876	0.2462	2.9312
		%	25.41		4.82		6.05	25.41	0.4493	2.78	4.82	7.75
	2018 年	密度	0.3566	0.4669			0.2048	0.3566	0.4669			0.2058

		%	11.32	10.38			8.90	11.32	10.38			5.81
隐藻门	2017 年	密度	0.0534	0.0876	0.1764	0.2969	0.0214	0.0534	0.0876	0.2969	0.1764	0.1389
		%	1.91	2.78	3.46	6.11	1.21	1.91	3.22	2.78	4.07	3.05
	2018 年	密度	0.0891	0.1167	0.2366	0.4013	0.0512	0.0891	0.1263	0.5013	0.2455	0.2063
		%	2.83	2.60	3.74	6.17	2.23	2.83	2.6	6.17	3.74	3.66
总计	2017 年	密度	2.8017	3.1504	5.1029	4.8620	1.7658	5.3076	3.2969	5.3257	6.8589	4.2747
	2018 年	密度	3.1489	4.4979	6.3340	7.1499	2.3005	7.5847	4.5074	6.6933	6.3428	5.3955
	平均值		2.9753	3.8242	5.7185	6.0060	2.0332		6.44615	3.90215	6.0095	6.60085

5.6.2.2着生藻类

评价区域内共检测出着生藻类有 4 门 21 科 70 种。着生藻类中蓝藻门有 2 科 7 种，占着生藻类群落总数的 10%；绿藻门有 9 科 19 种，占着生藻类群落总数的 27.14%；硅藻门有 9 科 41 种，占着生藻类群落总数的 58.57%，裸藻门有 1 科 3 种，占着生藻类群落总数的 4.29%。

评价区域着生藻类优势种类为蓝藻门的小颤藻（*Oscillatoria tenuis*），绿藻门的普通水绵（*Spirogyra communis*）、疏枝刚毛藻（*Cladophora insignis*），硅藻门的尖针杆藻（*Synedra acus*）、变异直链藻(*Melosira varians*)、膨胀桥弯藻（*Cymbella tumida*）、双头舟形藻（Navicula dicephala）、线性舟形藻（*Navicula graciloides*）、纤细异极藻（*Gomphonema gracile*）、线形菱形藻（*Nitzschia linearis*）。

5.6.2.3浮游动物

向阳水库工程各调查样地共检测到浮游动物 4 类 15 科 23 种。浮游动物中原生动物有 4 科 7 种，占总数的 30.43%；轮虫有 6 科 10 种，占总数的 43.48%；枝角类 3 科 3 种，占总数的 13.04%；桡足类 2 科 3 种，占总数的 13.04%。

各调查样地中浮游动物的常见种类原生动物中主要有冠冕砂壳虫（*Difflugia corona*）、球形砂壳虫（*Difflugia globulosa*），轮虫中主要有曲腿龟甲轮虫（*Keratella valga*）、卵形鞍甲轮虫（*Lepadella ovalis*）、角突臂尾轮虫（*Brachiouns angularis*），枝角类中主要有长额象鼻溞（*Bosmina longirostris*），桡足类中主要有近邻剑水蚤（*Cyclops vicinus*）。各采样断面的浮游动物种类数水平分布表现为：朱家塝（18 种）＞青龙咀（17 种）＞范家包（16 种）＞两河交汇处（15 种）＞民兴煤矿（13 种）＞老鹰岩（12 种）＞母猪洞（11 种）＞帆水河（10 种）=长岩嵌（10 种）。

5.6.2.4底栖动物

（1）底栖动物种类组成

向阳水库工程河段团滩河流域共采集到底栖动物 3 类 12 科 13 种。底栖动物中节肢动物采集到 10 种，占底栖动物种类数的 76.92%，软体动物采集到 2 种，占底栖动物种类数的 15.38%，环节动物采集到 1 种，占底栖动物种类数的 7.69%。

底栖动物种类数在各个采样数量不同，各采样点主要采集到扁蜉、四节蜉、小蜉、蜉蝣、短尾石蝇、石蝇、纹石蛾和石蚕等喜流水环境的种类，优势种类为扁蜉、四节蜉和石蝇等，母猪洞和民兴煤矿采样点采集到底栖动物种类最多，为 11 种，其次为两河交汇处和青龙咀，均为 10 种，帆水河和长岩嵌采集到底栖动物种类最少，仅有 7 种。

总体来看底栖动物种类较少，主要以喜氧性种类为主，多分布在急流险滩和乱石下。

（2）底栖动物的分布密度及生物量

向阳水库工程涉及的各采样点 2017 年底栖动物的平均种群密度最高的是帆水河样点，民兴煤矿采样点，其次是长岩嵌采样点。民兴煤矿采样在所有样地中水质最好，而长岩嵌采样点在冬季枯水季节水量稀少，几近无水，底栖动物种类和数量均较少。2018 年各采样点中种群密度最高的是青龙咀采样点，其次是两河交汇处、范家包，上述 3 个样地，在夏季水量大，河面宽，维持更多的底栖动物。从总体的种群密度看，夏季普遍高于冬季，与冬季属于枯水期，水量少，活动范围小，底栖动物种类较少直接相关。

2017 年各样地生物量依次为朱家塝、民兴煤矿、老鹰岩、长岩嵌、帆水河、母猪洞、两河交汇处、范家包、青龙咀；2018 年生物量依次为两河交汇处、民兴煤矿、帆水河、朱家塝、母猪洞、青龙咀、范家包、老鹰岩、长岩嵌。生物量的变化没有种群密度的变化显著，可能与生物量受到个别物种大生物量的影响。具体见表 5.6-3。

表 5.6-3　各监测点底栖动物的密度（个/m²）和生物量（mg/m²）

分类	时间	类别	母猪洞	民兴煤矿	两河交汇处	朱家塝	帆水河	老鹰岩	长岩嵌	青龙咀	范家包	平均值
襀翅目	2017 年	密度	6	2	6	3	14	4	7	6	5	5.8900
		生物量	0.113	0.0544	0.124	0.0639	0.3402	0.0876	0.1134	0.1121	0.1028	0.1235
	2018 年	密度	8	5	15	9	18	9	11	14	16	11.6700
		生物量	0.1559	0.1017	0.305	0.183	0.3659	0.1678	0.1998	0.2104	0.2212	0.2123
蜉蝣目	2017 年	密度	54	12	34	15	68	49	17	22	19	32.2200
		生物量	1.361	0.4582	0.8578	0.4016	1.5626	1.1104	0.5623	0.6742	0.6101	0.8442
	2018 年	密度	83	97	133	50	60	88	78	141	138	96.4400
		生物量	2.2307	2.6101	3.4666	1.3385	1.6062	2.2435	2.0011	3.5547	3.3319	2.4870
毛翅目	2017 年	密度	14	8	11	5	22	10	5	22	24	13.4400
		生物量	0.365	0.1526	0.2106	0.1115	0.3978	0.223	0.1105	0.4872	0.5102	0.2854
	2018 年	密度	10	12	10	5	22	11	8	12	11	11.2200
		生物量	0.223	0.2602	0.223	0.1115	0.4832	0.2334	0.1987	0.2435	0.2112	0.2431
十足目	2017 年	密度	0	2	0	5	1	2	1			1.2200
		生物量	0	16.2531	0	46.3216	5.4122	14.3523	11.2555			10.3994
	2018 年	密度	1	2	3	1	1					0.8900
		生物量	5.2361	16.5843	53.2114	6.5213	7.4122					9.8850
基眼目	2017 年	密度	9	0	15	7	13	6	7	8	8	8.1100
		生物量	0.4291	0	0.7152	0.3338	0.6198	0.3214	0.4312	0.5011	0.5123	0.4293
	2018 年	密度	2	5	7	5	4	7	6	9	9	6.0000
		生物量	0.0954	0.2384	0.318	0.2384	0.1588	0.4019	0.4123	0.5511	0.5312	0.3273
近孔寡毛目	2017 年	密度	0	0	12	0	0	6		8		2.8900
		生物量	0	0	0.0383		0	0.0187		0.0223		0.0088
	2018 年	密度	0	5	15	0	0	5		10		3.8900
		生物量		0.016	0.0479			0.0177		0.0301		0.0124
合计	2017 年	密度	83	24	77.32	35	118	77	37	66	56	63.7000
		生物量	2.2681	16.9183	1.9459	47.2324	8.3326	16.1134	12.4729	1.7969	1.7354	12.0907
	2018 年	密度	104	125.34	183	70	104	120	103	186	174	129.9700
		生物量	7.9411	19.8106	57.5718	8.3926	10.0263	3.0643	2.8119	4.5898	4.2955	13.1671

5.6.2.5水生维管束植物

共采集到水生维管束植物 12 种，隶属于 2 门 9 科 10 属，见表 5.6-4。蕨类植物 1 种，占采集水生维管束植物总数的 8.33%；被子植物 11 种，占水生维管束植物总数的 91.67%；双子叶植物 6 种，占被子植物总数的 54.55%，单子叶植物 5 种，占被子植物总数的 45.45%。被子植物中以挺水植物为优势种群，有 7 种，为水蓼、两栖蓼、酸模、喜旱莲子草、水芹、野芋、芦苇；漂浮植物 3 种，为凤眼莲、浮萍、紫萍；沉水植物 1 种，为菹草。

在团滩河定点监测断面未采集到水生维管束植物，在监测水域河道周边的积水处徒手做定性种类采集；采集到水生维管束植物 11 种，其中蕨类植物 1 种，占该区域水生维管束植物总数的 9.1%；被子植物 10 种，占该区水生维管束植物总数的 90.9%。在帆水河定点监测断面未采集到水生维管束植物，在监测水域河道周边的积水处徒手做定性种类采集；采集到水生维管束植物 8 种，其中蕨类植物 1 种，占该区域水生维管束植物总数的 12.5%，被子植物 10 种，占该区水生维管束植物总数的 87.5%。

表 5.6-4　水生维管束植物种类及分布

序号	类别	种名　拉丁学名	团滩河	帆水河
	蕨类植物门	Pteridophyta		
	木贼科	*Equisetaceae*		
	木贼属	*Equisetum*		
1	节节草	*Equisetum ramasissimum*	+	++
	被子植物门	Angiospermae		
	蓼科	Polygonaceae		
	蓼属	*Polygonum*		
2	水蓼	*Polygonum hydropiper.*	++	
3	两栖蓼	*Polygonum amphibium*	+	+
4	酸模	*Polygonum divaricatum*	+	++
	苋科	Amaranthaceae		
	莲子草属	*Alternanthera*		
5	喜旱莲子草	*Alternanthera philoxeroides*	++	+
	雨久花科	Pontederiaceae		
	凤眼莲属	*Eichhornia*		
6	凤眼莲	*Eichhornia crassipes*	+	
	伞形科	Umbelliferae		
	水芹属	*Oenanthe*		
7	水芹	*Oenanthe javanica*	++	
	天南星科	Araceae		

	芋属	*Colocasia*		
8	野芋	*Colocasia esculentum*	+	
	眼子菜科	Potamogetonaceae		
	眼子菜属	*Potamogeton*		
9	菹草	*Potamogeton crispus.*		+
	浮萍科	Lemnaceae		
	浮萍属	*Lemna*		
10	浮萍	*Lemna minor*	+	+
	紫萍属	*Spirodela*		
11	紫萍	*Spirodela polyrhiza*	+	+
	禾本科	Colocasia esculentum		
	芦苇属	*Phragmites Trin.*		
12	芦苇	*Phragmites australis*	++	+
总计			11	8

5.6.3汤溪河水生生态

5.6.3.1浮游植物

分析汤溪河调查区域，共采集到浮游植物 7 门 83 种。其中，硅藻门最多，47 种，占浮游植物总种数的 57%；绿藻门 21 种，占 25%；蓝藻门 8 种，占 10%；裸藻门 3 种，占 4%；隐藻门 2 种，占 2%；甲藻门 1 种，占 1%；金藻门 1 种，占 1%；优势种为线性舟形藻、小颤藻、简单舟形藻、膨胀桥弯藻等。

5.6.3.2浮游动物

浮游动物共计 4 门 21 种。其中轮虫最多，9 种，占 43%；原生动物 6 种，占 29%；枝角类 3 种，占 14%；桡足类 6 种，占 14%。优势种包括球形砂壳虫、卵形鞍甲轮虫、长肢秀体溞等。

5.6.3.3底栖动物

评价范围内采集到底栖动物 3 门 4 纲 7 目 12 科 13 种。底栖动物中节肢动物采集到 10 种，占底栖动物种类数的 76.92%，软体动物采集到 2 种，占底栖动物种类数的 15.38%，环节动物采集到 1 种，占底栖动物种类数的 7.69%。

5.6.4澎溪河水生生态

5.6.4.1浮游植物

澎溪河研究区域浮游植物共计 8 门 52 种。其中，蓝藻门最多，15 种，占浮游植物总种数的 28；绿藻门 14 种，占 27%；硅藻门 7 种，占 13%；隐藻门 5 种，占 10%；裸

藻门 5 种，占 10%；甲藻门 2 种，占 4%；金藻门 1 种，占 2%；黄藻门 1 种，占 2%；未知种类 1 种，占 2%；饱子 1 种，占 2%。优势种为尖尾蓝隐藻。

5.6.4.2浮游动物

浮游动物共计 4 门 75 种。其中桡足类最多，28 种，占 37%；原生动物 26 种，占 35%；枝角类 28 种，占 19%；轮虫 7 种，占 9%。优势种包括枝角类长额象鼻蚤、僧帽蚤及桡足类广布种中剑水蚤、跨立小剑水蚤等。

5.6.4.3底栖动物

评价范围内采集到底栖动物 3 类 12 科 13 种。底栖动物中节肢动物采集到 10 种，占底栖动物种类数的 76.92%，软体动物采集到 2 种，占底栖动物种类数的 15.38%，环节动物采集到 1 种，占底栖动物种类数的 7.69%。

5.6.5鱼类

向阳水库水源工程区坝址位于团滩河与帆水河汇合的五同岔，团滩河在江口镇汇入汤溪河，汇入汤溪河后的下游河段江口镇以下，位于三峡水库的回水变动区。因此，理论上讲，汤溪河下游河段鱼类组成应与长江干流云阳段及三峡库区段的鱼类组成基本相同。

5.6.5.1三峡库区云阳段鱼类

20 世纪 80 年代前，曹文宣等在三峡库区江段发现鱼类 140 种至 200 种，其中分布有白鲟（P*sephurus gladius* ）、中华鲟和胭脂鱼等珍稀特有鱼类 40 多种。三峡库区蓄水倒灌后，库区江段内的水生生物包括鱼类的种类组成和群落结构随之发生变化。根据吴强2007年研究资料显示，三峡二期蓄水前后的2005至2006年，在库区共发现有鱼类 108种，其中白鲟、鳜（*Ochetobius elongatus*）、暗色东方鲀（*Fugu obscurus*）等鱼类在库区内已近绝迹，数量较多的胭脂鱼、岩原鲤、鱵（*Elopichthys bambusa*）、鳗鲡（*Anguilla japonica*) 等鱼类的数量锐减。

根据杨志，唐会元朱迪等《三峡水库 175m 试验性蓄水期库区及其上游江段鱼类群落结构时空分布格局》，记录 2010 -2012 年三峡库区云阳段鱼类种名录共 8 目 14 科 59 种。其中，鲤形目 3 科 44 种；鲟形目 1 科 1 种；鲑形目 1 科 2 种；鲇形目 2 科 7 种；鳉形目 1 科 1 种； 颌针鱼目 1 科 1 种；合鳃鱼目 1 科 1 种；鲈形目 4 科 4 种。全部 59 种中，鲤科鱼类最多 44 种，占总数的 74.5%。

5.6.5.2汤溪河三峡库区回水段鱼类

根据西南大学、云阳县渔政站近 5 年调查资料，汤溪河下游库区段鱼类共有 29 种，

分属于 3 目 12 科。

5.6.5.3团滩河下游天然阻隔对团滩河鱼类的影响

团滩河鱼类种类、种群分布受到团滩河下游河道的天然阻隔的影响，阻隔最主要来自河道下游存在的多个天然跌瀑，跌瀑高差约为 2-5m，其中落差最大的一处天然跌瀑位于团滩河与汤溪河交汇口上游约 3.6km 处，在钓鱼台村与朱家坝村连接桥附近，实测表明，跌瀑上方河道水面海拔 204m，跌瀑下方河道水面海拔 199m，上下海拔高差达 5m，跌瀑下方海拔与距三峡库区的 175m 最高水位之间的高差达 24m，见图 5.7-3~图 5.7-4。

团滩河下游跌瀑的存在使得三峡库区中的大中型溪河鱼类不易进入团滩河，即使进入团滩河也很难翻越这些跌瀑，只有适应山溪激流的种类（通常为小型种类，如爬岩鳅、华吸鳅等）才可能上朔到河道上游。在洪水期，部分适应激流的种类也可能上朔进入团滩河中游河段。



图 5.6-3　团滩河阻碍鱼类上朔的跌瀑位置（跌瀑上下海拔高差 5m）



图 5.6-4　团滩河阻碍鱼类上朔的跌瀑位置实景图

5.6.5.4团滩河的现有鱼类资源

（1）鱼类种类组成

西南大学于 2017-2018 年进行了 3 次采样调查，在向阳水库工程河段团滩河流域共检测出鱼类 14 种，隶属于 3 目 5 科 14 属，主要为适应急流、亚冷水性和以藻类为食的鱼类。鱼类中鲤形目鱼类 3 科 12 种，占鱼类群落总数的 85.72%；鲇形目和鲈形目各有 1 科 1 种，分别占鱼类群落总数的 7.14%，见图 5.7-1。

团滩河流域优势种类主要有马口鱼（*Opsariichthys bidens*）、宽鳍鱲（*Zacco platypus*）、西昌华吸鳅（Sinogastromyzon sichuangensis）、瓣结鱼（Tor brevifilis ）、泥鳅（*Misgurnus anguillicaudatus*）、齐口裂腹鱼（*Schizothorax (Schizothorax)prenanti*）、唇鲋（*Hembarbus Bleeker*）、多鳞铲颌鱼（*Scaphesthes macrolepis*）、吻鮈（*Rhinogobio typus*）、宽口光唇鱼（*Acrossocheilus monticola*）、高体鳑鲏（*Rhodeus ocellatus*）、麦穗鱼（*Pseudvrasbora pariri*）、切尾拟鲿（*Pseudvbagrus truncatus*）、李氏吻虾虎鱼（*Rhinogobius leavelli*）等。

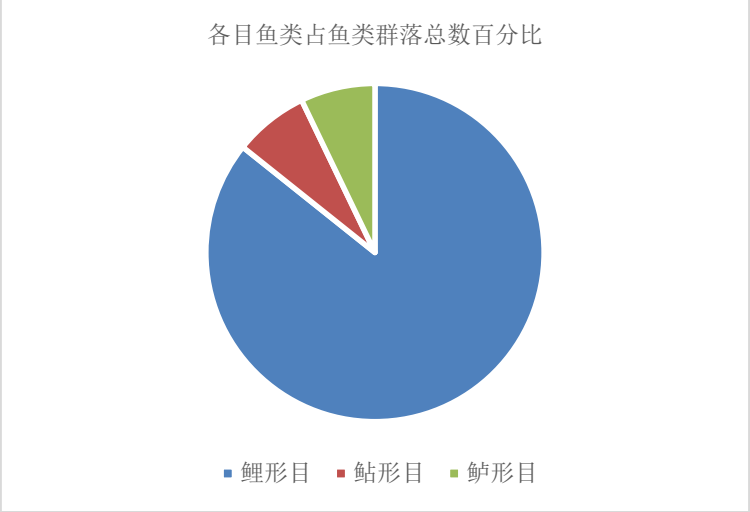


图 5.6-1　团滩河流域鱼类群落组成

（2）鱼类组成特点

采样调查共统计团滩河流域的渔获物 186 尾，重 1722.70 克。团滩河流域主要鱼类组成特点见表 5.6-5，包括 3 目 5 科 14 属 14 种。按其在渔获物中所占重量百分比依次为马口鱼＞宽鳍鱲＞泥鳅西昌华吸鳅＞瓣结鱼＞齐口裂腹鱼＞唇鲋＞多鳞铲颌鱼＞高体鳑鲏＞切尾拟鲿、宽口光唇鱼、吻鮈＞李氏吻虾虎鱼＞麦穗鱼等。

表 5.6-5　团滩河流域主要鱼类组成统计表

种名 拉丁学名	数量（尾）	百分比（%）	重量（g）	百分比（%）
宽鳍鱲 *Zacco platypus*	59	31.72	384.60	22.33
马口鱼 *Opsariichthys bidens*	68	36.56	496.80	28.84
吻鮈 *Rhinogobio typus*	2	1.08	11.20	0.65
唇鲋*Hembarbus Bleeker*	1	0.54	68.30	3.96

宽口光唇鱼 *Acrossocheilus monticola*	2	1.08	14.80	0.86
瓣结鱼 *Tor brevifilis*	1	0.54	121.20	7.04
多鳞铲颌鱼 *Scaphesthes macrolepis*	1	0.54	44.90	2.61
齐口裂腹鱼 *Schizothorax (Schizothorax)prenanti*	6	3.22	102.40	5.94
泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*	12	6.45	256.40	14.88
西昌华吸鳅 *Sinogastromyzon sichuangensis*	26	13.97	171.50	9.95
李氏吻虾虎鱼 *Ctenogobius brunneus*	1	0.54	7.50	0.43
切尾拟鲿 *Pseudvbagrus truncatus*	2	1.08	17.80	1.04
高体鳑鲏 *Rhodeus ocellatus*	4	2.15	18.90	1.10
麦穗鱼 *Pseudvrasbora pariri*	1	0.53	6.40	0.37
合计	186	100.00	1722.70	100.00

（3）主要鱼类形态特征

本次采样调查，对团滩河流域中个体数达到 5 尾以上鱼类的主要形态指标进行了测量，见表 5.6-6。宽鳍鱲、马口鱼、齐口裂腹鱼、西昌华吸鳅等 4 种鱼类体长范围 3.5～12.4cm 之间；体重范围在 0.78~33.49 克之间，个体均较小。

表 5.6-6 团滩河流域主要鱼类形态测量统计表

形态测量指标	鱼　名			
	宽鳍鱲	马口鱼	齐口裂腹鱼	西昌华吸鳅
全长范围（cm）	3.5~12.4	2.9~11.7	3.8~22.2	4.4~5.6
全长均值（cm）	6.13	6.66	7.47	4.71
体长范围（cm）	2.8~10.3	2.4~9.9	3.1~19.8	3.8~5.2
体长均值（cm）	5.84	5.42	6.92	4.03
体高范围（cm）	0.7~3.8	0.6~1.5	0.8~3.06	0.5~0.7
体高均值（cm）	1.50	1.00	1.36	0.63
体长/体高范围	3.35~6.36	3.55~5.68	3.92~4.53	6.28~6.41
体长/体高均值	4.38	4.22	4.24	6.35
体重范围（g）	1.03~33.49	1.45~16.34	0.78~24.7	1.51~8.68
体重均值（g）	6.52	7.30	17.01	6.29

（4）主要鱼类繁殖特性

本次采样调查，对团滩河流域采样中的宽鳍鱲、马口鱼进行了繁殖特性分析，见表 5.6-7。宽鳍鱲成熟个体绝对繁殖力平均值 529.99 粒，相对繁殖力平均值 67.13 粒/克；马口鱼成熟个体绝对繁殖力平均值 197.15 粒，相对繁殖力平均值 36.03 粒/克。

表 5.6-7　团滩河流域 2 种鱼类繁殖特性统计表

类别	宽鳍鱲		马口鱼	
性别	雌鱼	雄鱼	雌鱼	雄鱼
检测数量（尾）	6	14	7	13

体长（cm）	2.9～10.1	3.2～10.3	2.5～7.6	2.9～9.9
体重（g）	1.20～15.03	1.86～33.49	1.93～8.99	2.02～20.34
体长/体高	3.30～4.86	3.18～6.27	3.65～5.78	3.75～5.61
发育时期	II～IV	II～IV	II～IV	II～IV
成熟系数（%）	0.86～18.53	0.38～6.48	0.82～15.98	0.08～5.14
绝对繁殖力（粒）	92～2367		76～1188	
绝对繁殖力均值（粒）	529.99		197.15	
相对繁殖力（粒/克）	20.43～213.87		2.45～133.92	
相对繁殖力均值（粒/克）	67.13		36.025	

（5）鱼类组成及区系成分

根据史为良（1985，鱼类动物区系复合体学说及其评价）对鱼类动物区系复合体的划分，从鱼类起源、地理分布和生物特征等进行鉴别，得出团滩河流域鱼类主要有 5 种区系成分，见图 5.6-2。

①中国平原区系复合体：表现为很大部分产漂流性鱼卵，一部分鱼虽产粘性卵但粘性不大，卵产出后附着于物体上不久即脱离，并顺水漂流发育，许多种类食性单纯，并能适应较高的温度。团滩河流域中属于此类别的有鲤科的宽鳍鱲、马口鱼、宽口光唇鱼、瓣结鱼、多鳞铲颌鱼、吻鮈、唇鲷、高体鳑鲏、麦穗鱼 9 种，占鱼类群落总数的 64.30%。

②南方平原区系复合体：这类鱼常具拟草色，体表多花纹，有些种类具棘和吸取游离氧的副呼吸器官，喜暖水，在较高水温的夏季繁殖，多有护卵、护幼习性。在东亚愈往低纬度地带种类愈多。团滩河中属于此类别的有鲿科的切尾拟鲿、虾虎鱼科的李氏吻虾虎鱼 2 种，占鱼类群落总数的 14.28%。

③南方山地区系复合体：表现为鱼类有特化的吸附构造，通常为特殊的“吸盘”结构，分布比较广泛，适应于南方山区急流的河流中生活。团滩河流域中属于此类别的有平鳍鳅科的西昌华吸鳅 1 种，占鱼类群落总数的 7.14%。

④中亚山地区系复合体：以耐寒、耐碱、性成熟晚、生长慢、食性杂为其特点，是中亚高寒地带的特有鱼类。团滩河流域中属于此类别的有鲤科的齐口裂腹鱼 1 种，占鱼类群落总数的 7.14%。

⑤晚第三纪早期区系复合体：表现为视觉不发达，嗅觉发达，多以底栖生物为食，适应于浑浊的水中生活。团滩河流域中属于此类别的仅有鳅科的泥鳅 1 种，占鱼类群落总数的 7.14%。

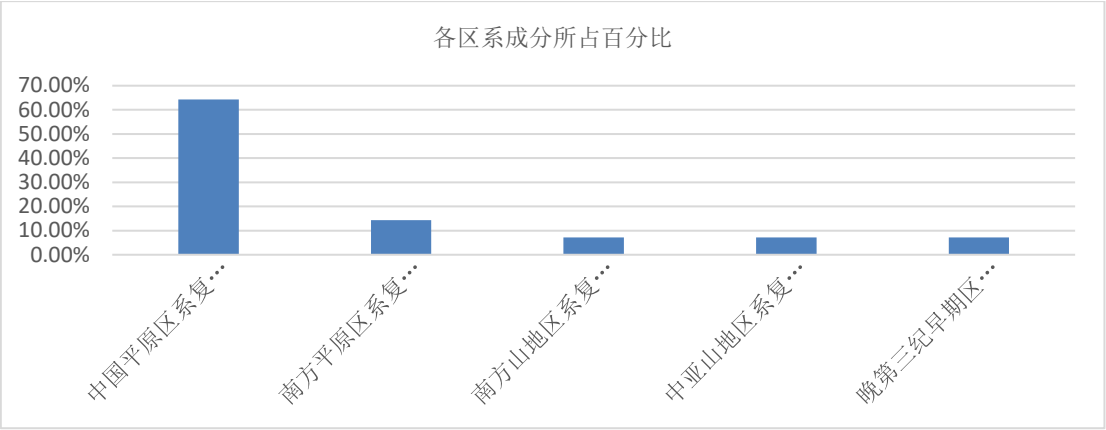


图 5.6-2　团滩河流域鱼类组成及区系成分

（6）鱼类的生态类型

按鱼类的生活习性及其主要生活环境，团滩河流域鱼类可分为四种生态类群：

①流水中、下层生态类群：此类群主要或完全生活在江河流水、急流水体之中下层；体长形，略侧扁，尾柄长，尾鳍深叉型，游泳能力强，适应于急流水底环境中生活，以水底砾石等物体表面附着藻类或底栖无脊椎动物为食；团滩河流域有齐口裂腹鱼、多鳞铲颌鱼、宽口光唇鱼、瓣结鱼、吻鮈、唇鲷、切尾拟鲿等，为该河流中重要的捕捞对象。

②流水吸附生态类群：此类群有特化的吸盘或类似吸盘的附着结构，栖息在急流滩槽的底层，适于附着在江河急流浅滩水底物体上生活，并能攀爬瀑布、跌水而上到上面河段中活动，以着生藻类或底栖动物等为食；团滩河流域主要有西昌华吸鳅、李氏吻虾虎鱼等。

③流水洞缝隙生态类群：该类群的鱼类主要或完全生活在流水、急流水体底层的各种岩洞缝隙中，主要以发达的口须觅食底栖穴动物；团滩河流域有泥鳅等。

④静水缓流水中上层类群：适应于静水缓流水中、上层水体中生活活动。团滩河流域有宽鳍鱲、马口鱼、高体鳑鲏、麦穗鱼等，为当地常见鱼类。

（7）鱼类的“三场”分布

向阳水库工程河段团滩河流域为季节性河流，生活在其中的鱼类长期适应河流中的水文情势和微生境，区系动态处于相对平衡状态，它们在产卵繁殖场所、索饵环境以及在冬季越冬的环境都相对较为固定。调查这些鱼类的产卵场、索饵场和越冬场（简称“三场”）是了解这些鱼类的基础，也是保护河流鱼类的重要内容。本次对鱼类“三场”的调查重点是向阳水库坝址上下 10km 范围内，了解主要鱼类“三场”的分布及其环境特征，共计查明鱼类产卵场 1 个，索饵场 2 个，越冬场 1 个。

①**民兴煤矿鱼类产卵场：**位于团滩河中游民兴煤矿上方 200m 处（N31° 17' 40" E108°

44' 15），长度约 300m 至 400m，面积约为 9000-15000m^2 之间。

此处河流较小，上游水流较急，冲刷出大大小小的水潭；一侧水深 1-2m，另一侧为漫滩缓流；河床底质砾石丰富，卵产出后可在砂石和石砾缝隙孵化发育，是马口鱼、宽鳍鱲等产沉性鱼卵的鱼类产卵场。根据捕捞样本及对当地村民了解可知，在产卵季节可见 100-300 尾的产卵群体在该水域产卵，每年孵化形成约 3000-10000 尾的幼鱼群体，这些幼鱼在岸边形成大约形成 10-20 个觅食群落。从产卵群体数量及幼鱼群体数量看，每年在该区域的产卵量约为 10000-30000 粒。



团滩河流域民兴煤矿鱼类产卵场

②**新华村鱼类索饵场:**位于团滩河下游两河交汇河段下方 1000m 处（N31° 17' 1" E108° 44' 43"），范围约 3000-4000m^2 之间。

此处上方有小支流汇入，靠主流侧为卵石漫滩，其间有砾石、礁石，沙质岸边，底质以砾石与砂泥混合为主要类型。临近村庄，有机质和无机盐类较为丰富，沿岸带长有水草，各种浮游生物和底栖动物较为丰富，齐口裂腹鱼、宽口光唇鱼、西昌华吸鳅等主要在浅水缓流区的一些卵石上刮食着生硅藻等；切尾拟鲿、泥鳅等动物食性的鱼类也在此觅食。本次采样过程中还用抄网在此获得部分鱼苗。



团滩河流域新华村鱼类索饵场

③朱家塝鱼类索饵场位于团滩河下游朱家塝处（N31°14' 42" E108°45' 38"），长度约200 -300m，范围约 3000-5000m^2 之间。

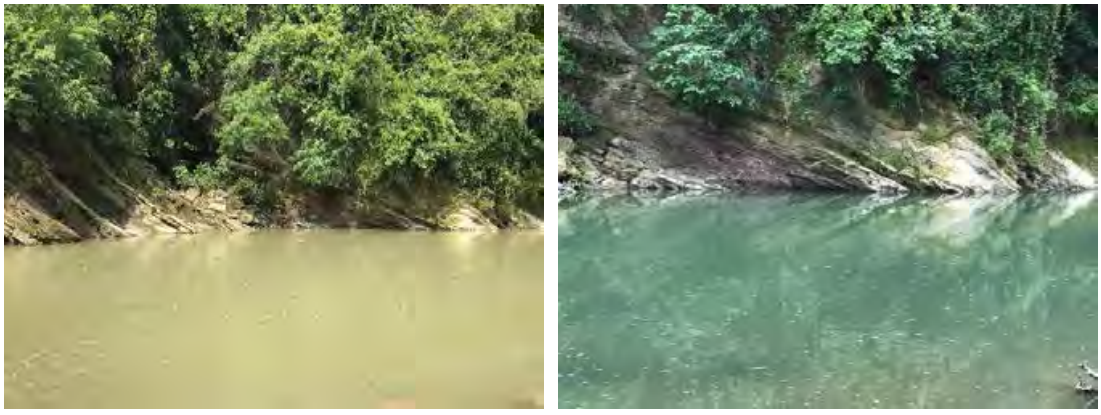
此处河面宽阔，丰水期河流宽度达 80m 以上，河沿岸水浅流缓，底质以砾石与砂泥混合为主要类型；各种浮游生物和底栖动物较为丰富，能满足马口鱼、宽鳍鱲、宽口光唇鱼、西昌华吸鳅、切尾拟鲿等主要在浅水缓流区的一些卵石上刮食着生硅藻，觅食水生昆虫等鱼类在此觅食。



团滩河流域朱家塝鱼类索饵场

④**火山湾鱼类越冬场:**位于团滩河与帆水河交汇河段下游 300m 处（N31° 17' 5" E108° 44' 46"），水潭区域占地约 400-800m^2。

此处河段枯水期水流较小流速缓慢，丰水期河流宽度增大，约 60m。有水流冲刷形成的深潭，靠河岸岩壁一侧水深达数米。是适于宽口光唇鱼、齐口裂腹鱼、马口鱼、宽鳍鱲等鱼类越冬的场所。越冬群体数量估计约在 500-1000 尾之间。



团滩河流域火山湾鱼类越冬场

5.6.5.5团滩河主要鱼类分种生物学简介

（1）**宽鳍鱲** Zacco *platypus*



属鲤形目鲤科丹亚科。体长而侧扁，



腹部圆，吻钝；口端位，无口须；眼较小，侧上位；体被圆鳞，较大；侧线完全，在胸鳍上方显著下弯，沿体侧下部向后延伸，入尾柄后回升到体侧中部；背鳍起点约与腹鳍起点相对，胸鳍末端尖，腹鳍稍钝，肛门紧挨于臀鳍之前。性成熟的雄性个体臀鳍鳍条尤为发达；尾鳍叉形，下叶稍长；生活时体色鲜艳，背部灰黑，腹部银白，体侧有 10～13 条蓝色的垂直条纹。处于繁殖期的雄性个体吻部、鳃盖骨、臀鳍鳍条上会出现锥状珠星。

主要生活于大江大河的山区支流，喜栖息于水流较急的河段，底质常为泥沙、砾石，水质较清洁、溶氧较高、pH 值为中性、生长有大量浮游植物的水域环境。宽鳍鱲为杂食性，主要摄食藻类和水体上层的有机碎屑；1 冬龄即性成熟，每年 4～7 月进行繁殖，在这个繁殖季节中分批产卵。

长江水系渔业资源调查协作组（1990）对宽鳍鱲的年龄组成进行了简单的描述，认为雄鱼最大 3 龄，雌鱼最大 2 龄，属于短寿命的小型鱼类。

（2）**马口鱼** Opsariichthys *bidens*



属鲤形目鲤科丹亚科。马口鱼体延长，稍侧扁，尾柄较细，背部灰褐色，体侧银白色；端位口，口裂大，向下倾斜，口裂后缘超过了眼睛前缘，接近眼睛后缘；下颌有一明显突起，与上颌凹凸镶嵌，具咽齿，无颌齿；无须；鳞细密，侧线在胸鳍上方显著下弯，沿体侧下部向后延伸，于臀鳍之后逐渐回升到尾柄中部，臀鳍第 1 ～ 4 根分枝鳍条特别延长，尾鳍深分叉。雌雄异形，成年雄鱼大于雌鱼。在繁殖季节，雄鱼第二性征明显，雄鱼头部、胸鳍上珠星发达，胸鳍、腹鳍、臀鳍出现橘红色。体侧有鲜艳的横条纹。雌鱼体色无变化。

马口鱼属小型凶猛鱼类，主要以小鱼和水生昆虫等为食。多生活于水温较低的山涧溪流中，尤其是在水流较急的浅滩、底质为砂石的小溪或江河支流中。小型个体主要以浮游动物和小型无脊椎动物为食，中等个体捕食大型无脊椎动物，大型个体食物中含有小型鱼类和水生昆虫。1 龄鱼即具有繁殖能力，多在 6～8 月繁殖且在较急的水流中产卵。一龄雌鱼怀卵量低于二龄鱼，产卵群体以补充群体为主，种群自我调节能力强。

（3）**吻鮈**Rhinogobio *typus*

属鲤形目鲤科鮈亚科。体细长，前段圆筒状，后部细长而略侧扁，腹部稍平。头尖，呈锥形，其长远大于体高；吻尖长，显著向前突出。口下位，呈马蹄形。唇厚，无乳突，唇后沟中断，间距较宽。口角须 1 对，粗而长，长度与眼径相等或稍长。眼大。背鳍无硬刺，起点距吻端较距尾鳍基为近。侧线完全，平直。胸部鳞片特别小，一般隐埋于皮下。背部青灰色，腹部白色。

底栖中小型鱼类，息于江河浅水、底质为泥沙或砾石的河床里，常见于江河支流，湖泊中比较少见。吻鮈在团滩河分布于团滩河下游与汤溪河交汇处附近，团滩河中游、上游没有分布。主要以底栖的无脊椎动物为食，也食少量藻类及其它沉积的有机物质。2-3 龄达到性成熟，生殖期在 3-4 月。

（4）唇鲭Hembarbus *Bleeker*



属鲤形目鲤科鮈亚科。体较长，稍侧扁；头长，吻长，稍尖，向前突出。眼大，位于头侧中轴之上。口下位，马蹄形，唇发达，下唇分左右两侧叶，显著宽厚，边缘游离，其上有许多皱褶；唇后沟中断，间距甚窄。口角须 1 对，略短于眼径。背鳍具有 1 光滑硬刺，其起点至吻端较至尾鳍基为近；侧线完全，前段微下弯。鳔 2 室，后室长，末端尖细，长度为前室的 2.5 倍。体背部灰褐色，腹部白色，幼鱼体侧有黑色斑点，体长 14cm 以上的个体斑点消退。

喜欢生活在水温较低的水体中。温和的肉食性鱼类，主要以水昆虫和软体动物为食。2 龄达到性成熟，4-5 月繁殖。

（5）宽口光唇鱼 *Acrossocheilus monticola*



属鲤形目鲤科鲃亚科。体长，侧扁，较高，头后背部稍隆起呈弧形，腹部圆。头较小，呈锥形。吻较突出，前端稍尖，吻皮止于上唇基部，吻侧在前眶骨前缘处有一道沟。口下位，较宽，横裂状。下颌无角质边缘。唇简单，上唇紧贴在上颌外表；下唇分为两侧叶，呈肉状凸起。有须 2 对，吻须颇小，颌须稍长且粗壮，后伸可达眼前缘。眼中等大，侧上位，眼间稍呈弧形。鳃膜在前鳃盖骨下方，连于鳃峡。鳃耙短小。下咽齿侧扁，末端呈钩状。背鳍外缘稍外凸。背鳍起点在吻端至尾鳍基部距离的 1/2 处或距吻端稍近。最后一根不分枝鳍条较软，且不显著变粗，后缘光滑。胸鳍末端稍尖。

后伸不达腹鳍基部。相隔约 3-4 个腹鳞。腹鳍起点与背鳍第二根分枝鳍条基部相对。后伸不达臀鳍基部。臀鳍起点至腹鳍基部与至尾鳍基部的距离约相等。后伸可达尾鳍基部。尾鳍分叉，上、下叶等长。鳞中等大。胸部鳞片稍小。腹鳍基部有腋鳞。背，臀鳍基部均有很低的鳞鞘。侧线鳞较平直。肛门位于腹鳍起点至臀鳍起点的中点，雄鱼肛门前缘有一向后延伸的突起。雄鱼生殖季节珠星特别明显，从吻端到前鳃骨之间的下方有 2 行颗粒状白色球星。近前者较大。前眶骨下方常有许多较小的珠星。生活时体侧有 7—8 个垂直黑色条纹，有时不明显。近鳃盖后缘的体侧上有一新月形的紫黑色斑块。头、腹部、胸鳍、腹鳍和臀鳍为灰黑色。背鳍和尾鳍为浅灰黑色。尾鳍上、下边缘黑色，中部黄绿色带灰色，末端略带浅红色。在福尔马林液中浸泡 1 一 2 小时后即退色。

生活在淡水中，喜栖息于石砾底质、水清流急之河溪中，常以下颌发达之角质层铲食石块上的苔藓及藻类。每年 6-8 月在浅水急流中产卵。为产区的小型经济鱼类，肉鲜美。卵有毒，误食会引起腹泻、腹痛、头晕、呕吐等中毒症状；猫、鸡等动物食鱼卵会引起死亡。长时间加热能将毒素破坏。因体色鲜艳，在浙江选取 3.5 厘米的同类幼鱼出口外销，作为观赏鱼类，每年出口 2-3 万尾，创值相当可观。宽口光唇鱼个体小，数量较少，经济价值不大。

宽口光唇鱼的产卵时间为 4-5 月，分散产卵，卵弱粘性，金黄色，沉性，产卵场位于底质为卵石和砾石的浅水滩。

（6）**瓣结鱼** Tor *brevifilis*



属鲤形目鲤科鲃亚科。体细长，侧扁，尾柄细，腹部圆。头较长，吻端尖，向前突出，吻皮向前并稍向下垂，盖于上唇的基部，侧面在前眶骨前缘有一深裂纹和缺刻。口大，下位，呈马蹄形，前上颌骨能自由伸缩，吻皮包盖于上颌之外。上唇厚且稍向下卷，下唇发达分 3 叶，中央有一狭长中叶，向后几乎达到口角垂直线。须 2 对，吻须细小，不明显，颌须略长。鳞中等大，胸部鳞片小，侧线鳞 45-46。背鳍具粗状硬刺，后缘有锯齿，鳍的外缘内凹。体背部青灰或青黑色，腹部灰白色，体侧大部分鳞片的基部有新月形黑斑。背鳍、尾鳍暗黑，其它各鳍灰白。

瓣结鱼为底层杂食性鱼类，主食昆虫幼虫等。生活于清澈流水中的中下层鱼类，善泳，经常在水底乱石间穿越。3 冬龄鱼始达性成熟，产卵期估计在 4-6 月间，成熟亲鱼要求在急流条件下进行繁殖。

瓣结鱼在团滩河分布于团滩河与汤溪河交汇处附近，团滩河中游、上游没有分布。

（7）多鳞铲颌鱼 *Scaphesthes macrolepis*



属鲤形目鲤科鲃亚科。体长形，侧扁，腹部圆，尾柄较细长。头短，吻圆钝。口宽，亚下位，横裂状，略呈新月形。下颌具角质边缘。上唇薄而光滑，与吻皮有一深沟相隔。下唇稍厚，唇后沟仅在口角处，彼此不相连。须 2 对，吻须短，颌须较长。鳃膜与峡部相连。背鳍刺软，其起点至吻端较至尾鳍基的距离为近。腹鳍基部外侧各有 2 个大的胶鳞。肛门紧接臀鳍起点。体背部青黑色，腹部白色。性成熟的雄鱼吻部、臀鳍和尾柄上游较大的白色珠星。

栖息在河道为砾石底质，水清澈低温，流速较大，海拔高程为 300-1500 米的河流中。以水生无脊椎动物及着生在砾石表层的藻类为食，取食时用下颌猛铲，进而将体翻转，把食物掰入口中。取食后的石块，可见白斑点点。雄性性成熟一般在 3 龄以上，雌性为 4-5 龄，生殖季节在 4-5 月，也有延续到 7 月下旬的，卵沉性。常借助河道中溶岩裂缝与溶洞的泉水发育，秋后入泉越冬。4 月中旬出泉，出泉多集中于夜半三更，头部朝内，尾部向外，集群而出，一般在 8-10 日内出完。

（8）**齐口裂腹鱼** Schizothorax *(Schizothorax)prenanti*



属鲤形目鲤科裂腹鱼亚科。体长，稍侧扁；吻钝；口下位，横裂（在小个体中略呈弧形）；下颌前缘具锐利的角质；下唇完整，呈新月形，表面有许多小乳突，唇后沟连续；须 2 对，约等长，其长度约等于眼径；体被细鳞，排列整齐，胸鳍部不裸露，具有明显的鳞片；臀鳍和肛门两侧各具一行大型鳞片；鳃孔后方、侧线之下有数片大鳞；侧线平直，横贯于体的中轴；背鳍硬刺在体长 11.5cm 以下的小个体较强 ，其后缘具明显的锯齿；但在大个体（体长在 13.5cm 以上）变柔弱，其后缘光滑或仅有少数锯齿痕；体背部暗灰色，腹部银白色，背鳍、胸鳍和腹鳍呈青灰色，尾鳍红色；生活于支流清溪中的个体体侧有小黑斑，达到性成熟的雄鱼吻部有珠星。

齐口裂腹鱼为底层鱼类，主要栖居于砂质江河中，要求较低的水温环境，避强光，喜欢生活于急缓流交界处。属杂食性鱼类，以生藻类为食，偶尔亦食一些水生昆虫和植

物的种子。摄食时尾部向上翘起，以其发达的下颌角质边缘在岩石上从一端刮向另一端，随刮随吸，在其刚刮取过的岩石上留下明显的痕迹。雄鱼 3 龄、雌鱼 4 龄性成熟。繁殖季节多在 3～5 月，水温 11～16℃；有短距离生殖洄游习性，一般要上溯到栖息地以上江段产卵，将卵产于急流、浅滩的砂、砾石上，亦常被水冲下至石穴中进行发育。

（9）**泥鳅** *Misgurnus anguillicaudatus*

属鲤形目鳅科花鳅亚科。体较小而细长，前段呈亚圆筒形，腹部圆，后段侧扁。须 5 对，较短，其中吻须 2 对，口角须 1 对，后伸超过眼后缘。无眼下刺。鳞小，埋于皮下。侧线不完全。尾柄上有皮质棱低，与尾鳍相连。尾柄长大于尾柄高。尾鳍圆形。肛门靠近臀鳍。背鳍较短，外缘呈弧形，起点在身体中点偏后。雌鱼胸鳍稍宽，末端圆；雄鱼较窄，末端尖。雌鱼腹鳍短小，末端稍尖，后伸几近肛门前缘；雄鱼可超过肛门。胸鳍、腹鳍和臀鳍为灰白色，尾鳍和背鳍具有黑色小斑点，尾鳍基部上方有显著的黑色斑点。

泥鳅能在各种水体中生存，一般在静水环境中较多，尤以池塘、沟渠和稻田较多。杂食性，当年达到性成熟，4-5 月开始产卵，为分批产卵类型。成熟亲鱼常在浅水处产卵，受精卵略带粘性，粘附于水草或泥层上发育孵化。

（10）**西昌华吸鳅** ***Sinogastromuzon sichangensis***




属鲤形目平鳍鳅科平鳍鳅亚科。体形平扁，尾部稍侧扁；头短；口小，下位，横裂成弧形；唇与颌分离，唇肉质，上唇约有 10 个乳头状突起，下唇较薄，具小乳突；下颌具有角质边缘；吻皮稍向两侧下垂；须 4 对，吻须 2 对，口角须 2 对；眼上位；鳃孔小，位于胸鳍基起点上后方，鳃膜与峡部相连；胸、腹绪左右平展，肛门接近臀鳍起点，不为腹鳍所覆盖。

底栖小型鱼类。用吸盘吸附在水流非常湍急的山涧溪流的砾石滩上，常可跳跃前进，行动非常敏捷。主要摄食藻类。生殖期为 5 月。在激流石滩上产卵，受精卵具粘性，附于砾石上发育。

（11）**李氏吻鰕虎鱼** *Ctenogobius brunneus*



属鲈形目鰕虎鱼科。体长形，稍侧扁，向后渐

细。头部锥形。口端位，口裂较小，倾斜，口角不达眼前缘的垂直下方。两颌齿多行，下颌外行齿较内行齿大，排列规则。舌端游离呈圆形。唇宽厚。每侧鼻孔 2 个，呈短管状，前鼻孔管稍长于后鼻孔管。前鼻孔位于眼球纵轴正前方，呈一丘状突起，距上唇沟近；后鼻孔位于眼的前上缘。眼侧上位，位于头之前半部，眼球上缘稍突出于头背缘。眼间较窄，稍内陷。前鳃盖骨肌肉发达。鳃孔大，下角伸达头部腹侧，上角达胸鳍基部上缘。背鳍 2 个，第一背鳍条末端达第二背鳍前的 1-2 片体鳞处或伸达第二背鳍起点。腹鳍胸位，联合成吸盘，呈圆形或椭圆形，其后缘达到或超过胸鳍长的 2/3 处。臀鳍起点位于第二背鳍起点之后的相对处，两鳍末端相对，尾鳍后缘呈圆形，其长度短于头长。生殖突起呈扁圆锥形或三角形，末端接近臀鳍起点，肛门开口于突起顶端，或近顶端腹面。肛门突起紧接臀鳍前缘。头、颊、胸和腹部中线无鳞。背鳍前中央和腹部两侧被圆鳞，体躯余部被栉鳞。背鳍前都两侧至胸鳍基底上部之前被鳞。身体黄褐色或浅肉色，眼下缘和眼前各有一深色纵纹。吻背有马蹄形深包纹。体侧有 5—7 个黑褐色圆斑，排成一列。背部有深浅不同的网状斑纹，及深色网状斑纹形成的斑块。背鳍色浅，具点状斑纹，或不显著；第一背鳍的 1-2 鳍棘间有或无一长形深黑色斑纹，背鳍边缘白色；第二背鳍色浅。尾鳍有 4-7 列浅色横纹，或不甚明显生活时头部、颊部具红色虫状纹及斑点；体侧上不每一鳞片有一红点；胸鳍、腹鳍、背鳍肉桂色。

底栖小型鱼类，底质多砂石的溪河中，以无脊椎动物为食。生活在江河浅滩的砾石和水库鱼苗池等环境中，吸附在砾石、池壁上，能迅速游动，喜食甲壳类动物。

（12）高体鳑鲏 *Rhodeus ocellatus*



鲤形目， 鲤科。体扁薄，呈卵圆形。口角无须。下咽齿 1 行，齿面平滑。侧线不完全，仅在前面 4~6 片鳞上具有侧线孔。标准长为体高的 2.0-2.3 倍.为头长的 3.5-4.0 倍，为尾柄长的 4.0-4.4 倍，为尾柄高的 7.8-8.2 倍，为背鳍基部长的 2.8-3.2 倍。头长为吻长的 2.5-3.0 倍，体侧扁且高，头后背部向上隆起甚高。背部呈弧形，腹部在胸鳍以后向下凸出.身体略呈卵圆形。头小，口端位.略呈弧形。口角无须。眼大，位于体侧中线上。尾鳍叉形，上下叶等长，末端稍尖。肛门靠近腹鳍后端。侧线不完全.仅在鳃孔后上部有 4-6 个侧线鳞。在生殖季节雄鱼吻端两侧各有一簇隆起较高的白色珠星，同时在眼眶上部亦有 1-2 列珠星。雌鱼产卵管很长。生

活时体侧上半部的鳞片后部为浅灰褐色。带有浅绿色光泽。尾柄中央有一条纵行浅黑色条纹，并带有浅绿色光泽，向前伸至背鳍基部中点的下方。鳃盖后上方有一黑绿色的斑块，侧线鳞后有一条不十分明显的横行淡绿色斑纹。雄鱼在生殖季节有鲜艳的"婚装"，眼上部呈朱红色，臀鳍具有黑色饰边。雌鱼的腹鳍和臀鳍为浅黄色。高体鳑鲏是一种小型鱼类，个体小，生长缓慢，经济价值低，在渔获物中所占比例极小。食物主要是藻类和植物碎屑.摄食量较大。第一次性成熟为 1 龄，生殖季节在 3-5 月，卵产于瓣鳃类的鳃水管中，受精卵固着在鳃瓣之问.随着其鳃水管中水的流动进行发育孵化。

高体鳑鲏为杂食性小鱼。在野外采食水蚤等枝角类, 轮虫, 摇蚊幼虫等水生昆虫幼虫, 硅藻、团藻、 水绵、等水生植物。

（13）**麦穗鱼 *Pseudvrasbora pariri***



鲤亚目，鲤科，鮈亚科，麦穗鱼属的一种鱼类。头尖，略平扁。口上位。无须。背鳍无硬刺。生殖时期雄鱼体色深黑，吻部、颊部出现珠星。雄鱼个体大于雌鱼个体小，差别明显。

常见于江河、湖泊、池塘等水体。生活在浅水区。杂食，主食浮游动物。产卵期 4~6 月。卵椭圆形，具黏液.成串地粘附于石片、蚌壳等物体上，孵化期雄鱼有守护的习性。

（14）**切尾拟鲿 *Pseudvbagrus truncates***

鲇形目，鲿科，拟鲿属鱼类。背鳍II-7;臀鳍 iii-18;胸鳍I-7-8;腹鳍 i-5;尾鳍 ii-15-ii。鳃耙 9-10;椎骨 40-42。体长 68-124mm：为体高 5.4-9.8 倍，为头长 4.2-4.7 倍。头长为吻长 2.7-3.5 倍，为眼径 5.8-6 倍。体延长，前部略纵扁，后部侧扁。头较窄。体长为头宽的 5 倍以上。上枕骨棘被皮。眼小，被以皮膜。前后鼻孔相隔较远。须略长，鼻须末端超过眼后缘;



颌须可达鳃盖膜。口次下位，弧形。唇厚。上颌突出于下颌。上、下颌及腭骨具绒毛状齿。鳃孔宽大。鳃盖膜不与鳃峡相连。鳃耙细小。背鳍骨质硬刺短，前后缘均光滑。脂鳍低而长，基部长约等于臀鳍基长。胸鳍短小，侧下位，稍长于背鳍硬刺。臀鳍鳍条不

少于 18。尾鳍近平截。体背侧呈灰褐色，腹部灰黄色。体侧正中有数块不规则、不明显的暗斑。各鳍灰黑色。一般在 4-6 月繁殖，产卵于小砾石河滩。

5.7特殊生态敏感区

5.7.1重庆市生态红线

（1）重庆市生态红线

重庆市人民政府 2018 年 7 月 2 日以“渝府发[2018]25 号”发布《重庆市生态保护红线》，根据划定结果，重庆市生态保护红线管控面积 2.04 万平方公里，占全市国土面积的 24.82%。重庆市生态保护红线管控区域主要分布在渝东南、渝东北以及主城“四山”地区。主要类型有水源涵养生态保护红线、生物多样性维护生态保护红线、水土保持生态保护红线、水土流失生态保护红线、石漠化生态保护红线等。

——水源涵养生态保护红线。主要分布在垫江、梁平、忠县等区县，总管控面积为 457.50km^2，占全市生态保护红线管控总面积的 2.24%。主要保护森林、湿地、河流生态系统以及保护物种栖息地，维护水源涵养功能，加强地质灾害防治和水土流失治理。

——生物多样性维护生态保护红线。主要分布在三峡库区沿线区县及国家重点生态功能区县，总管控面积为 12333.97 km^2，占全市生态保护红线管控总面积的 60.33%，包含大娄山、方斗山—七曜山、秦巴山区、武陵山 4 条生物多样性维护生态保护红线。主要保护森林、草地、湿地生态系统以及重要物种的栖息地，增强生物多样性维护功能，构筑区域生态屏障。

——水土保持生态保护红线。主要分布在三峡库区沿线区县，包含三峡库区、渝西丘陵 2 条水土保持生态保护红线，总管控面积为 5201.94km^2，占全市生态保护红线管控总面积的 25.44%。主要保护森林、湿地、河流生态系统以及保护物种栖息地，维护水土保持功能，保障库区水质安全。

——水土流失生态保护红线。主要分布在三峡库区沿线区县及渝东北、渝东南，包含方斗山—七曜山、秦巴山区、三峡库区 3 条水土流失生态保护红线，总管控面积为 2224.22km^2，占全市生态保护红线管控总面积的 10.88%。主要保护森林、草地、湿地、河流生态系统以及保护物种栖息地，加强水土流失治理。

——石漠化生态保护红线。主要分布在秀山县、酉阳县、丰都县、武隆区，包含方斗山—七曜山、武陵山 2 条石漠化生态保护红线，总管控面积为 227.79km^2，占全市生态保护红线管控总面积的 1.11%。主要保护森林、草地生态系统以及保护物种栖息地，

加强石漠化治理，遏制石漠化扩展趋势。

生态红线总体管控要求为生态保护红线原则上按照禁止开发区域的要求进行管理。严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，严禁任意改变用途，确保生态功能不降低。面积不减少、性质不改变。生态保护红线内的自然保护区、风景名胜区、世界遗产地、森林公园、地质公园、湿地公园、饮用水源保护区等各类保护区，按照现有法律法规进行管理。

分类管理要求为生态保护红线内除各类保护地以外区域，禁止大规模城镇化和工业活动，根据主体功能定位实施差别化管控。建立环境准入正面清单制度，可以开展的活动主要包括：生态保护修复、原住民生产活设施、自然观光、科研、教育、旅游、扶贫、攻坚、国防、重大战略资源勘查、不损害主体功能的基础设施建设等。

（2）向阳水库工程与生态红线的关系

向阳水库位于云阳县江北片区，叠加分析表明，水库的水源工程区、淹没区、输水管线区、库区道路、复建道路、渣场、料场及施工临建设施等均不占用重庆市生态红线；灌区涉及生态红线的部分分别如下：

鱼泉社区木瓜村，原用地类型为林地、耕地和建设用地；江口镇黄沙村，原用地类型为林地、耕地、草地和建设用地。

鱼泉社区、江口镇等涉及生态保护红线的区域均为汤溪河干流两岸的水土保持生态保护红线。向阳水库工程修建有利于区域水资源有效配置，有利于水土流失、石漠化的治理，不损害该区域的主体功能。

5.7.2自然保护区

与本工程距离较近的特殊生态敏感区为输水管线西侧 50m 的**云阳小江湿地县级自然保护区**。

（1）保护区概况

2008 年云阳县政府以云阳府[2008]288 号批复成立云阳小江湿地县级自然保护区，2017 年重庆市环境保护局以渝环函[2017]213 号文“重庆市环境保护局关于确认重庆长江三峡云阳小江湿地县级自然保护区面积范围界线的函”，重新确认自然保护区的边界和范围。保护区地理坐标东经 108°32' 24"至 108°44' 9"，北纬 31°0'7"至 31°8' 39"之间，范围包括黄石镇、平安镇、渠马镇、养鹿镇及四十八槽林场境内小江流域及支流以及部分重点公益林区，总面积为 6736 公顷。

（2）功能区划

核心区总面积 2190 hm^2，占保护区总面积的 32.52%，其中水域面积占到 1850 hm^2，占核心区总面积的 84.47%；缓冲区面积 1170 hm^2，占保护区总面积的 17.37%；实验区的面积为 3376 hm^2，占保护区总面积的 50.11%。

（3）保护对象

保护区主要保护对象为河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地、消落带湿地生态系统和中华鲟、胭脂鱼、黑鸢、雀鹰、苍鹰、水獭、樟、胡桃、喜树、杜仲、金荞麦等珍稀野生动植物资源及其栖息地。

（4）生物多样性

1）动物多样性

保护区内地形、地貌复杂多样，植被类型较多，复杂多变的气候、高差悬殊的地势，给野生动物栖息繁衍创造了良好条件。保护区已知脊椎动物有 206 种，其中鱼类共有 8 目，19 科，122 种；两栖动物 2 目，4 科，8 种；爬行动物 2 目，7 科，11 种；鸟类 13 目，32 科，115 种；兽类 6 目，10 科，23 种，区系成分以东洋界为主。无脊椎动物：浮游动物共 3 门，4 纲，15 目，24 科，38 属，57 种组成。这其中属保护区有国家一级重点保护动物 3 种：达氏鲟、中华鲟和白鲟。国家二级保护动物 10 种：胭脂鱼、黑鸢、雀鹰、苍鹰、普通鵟、红隼、斑头鸺鹠、领角鸮、红腹锦鸡及水獭。属《中国濒危动物红皮书》的有长薄鳅、鲹、岩原鲤、乌龟、翠蛇蜥、王锦蛇、黑眉锦蛇和乌梢蛇等 8 种。

2）植物多样性

保护区共有维管植物 182 科，676 属，1245 种，其中蕨类植物 105 种，裸子植物 18 种，被子植物 1122 种，呈现出种类丰富、区系成分复杂及起源古老等特征。保护区各采样区域有藻类植物 8 门，35 科，93 属，377 种（含变种和变型）。其中蓝藻门 71 种，隐藻门和黄藻门 2 种，甲藻门和金藻门各 1 种，硅藻门 202 种，裸藻门 9 种，绿藻门 89 种。依据《中国珍稀濒危植物红色名录》、“国家重点保护野生植物名录”第一批、第二批（征求意见稿）名录所列，保护区珍稀濒危及重点保护植物共 23 种。其中，属于第一批国家I级保护植物 5 种：四川苏铁、苏铁、银杏、水杉、南方红豆杉；国家II级保护植物 8 种：樟、胡桃、鹅掌楸、厚朴、凹叶厚朴、喜树、杜仲、金荞麦；属第二批国家II级保护植物 10 种：胡桃、杜仲、春兰和蕙兰等；有红色名录所列的珍稀濒危植物 20 种。可见保护区内珍稀濒危植物较为丰富。此外，保护区内特有属较丰富，共 20 属。

（5）建设项目与保护区关系

根据图件叠加分析，本工程建设内容不涉及自然保护区用地，输水管线中的县城支

管“麻柳坡”至“白龙庙”段与云阳小江湿地县级自然保护区实验区呈平行分布，距离实验区直线最近 50m，距离缓冲区直线最近 1500m，距离核心区直线最近 2300m。

本工程供水对象中，现有的黄石镇污水处理厂排放口位于云阳小江湿地县级自然保护区实验区内，距离实验区边界约 200m。本评价要求将排污口通过暗管或引水的方式迁移出保护区范围。供水对象县城组团中的其他污水处理厂排污口均位于保护区的下游河段。

5.8地下水环境现状调查与评价

建设单位委托四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心对项目所在区域进行了水文地质勘查，并编制了《云阳县向阳水库地下水环境影响评价专题报告》。

5.8.1区域水文地质条件

5.8.1.1地下水类型及富水性

区内地下水按含水岩（组）的岩石性质、埋藏条件、储水形式和成因类型等，主要可分为第四系松散堆积砂砾石层（Q）孔隙水、红层（J）裂隙水、基岩裂隙水（T_3xj）、碳酸盐岩（T_2b）裂隙岩溶水四种类型，地下水分布特征见表 5.8-1。

表 5.8-1　项目区域地下水类型一览表

地下水类型	亚类	含水岩组时代	含水岩组岩性	构造及地貌特点	备注
松散岩类孔隙水	-	Q_4	砂砾石层、砂质粘土、粘质砂土	河漫滩、一级阶地、高阶地等	分布于汤溪河及支流。
红层裂隙水	红层风化带孔隙裂隙水	J_2s^1、J_2s^2、J_2x、J_1zl	砂岩、泥岩	背斜两翼	-
	红层承压水	J_2s^1、J_2s^2、J_2x、J_1zl	砂岩层	单斜、条状单面山	-
基岩裂隙水	构造裂隙水	T_3J_1x、J_1z、J_1zl、J_2s^1、J_2s^2、J_2x	砂岩、泥岩	复式褶皱发育端、褶皱翘起端和紧密向斜核部及局部向斜翼部，以岩层产状平缓、含水岩组相互迭置为特点	-
	风化带网状裂隙水	J_3p、J_3sn、T_3J_1x	砂岩、泥岩	宽缓向斜、背斜	-
碳酸盐岩裂隙溶洞水	碳酸盐岩裂隙溶洞水	T_1j、T_1d	灰岩	背斜构造、地形相对较陡	坝址
	碎屑岩夹碳酸盐岩裂隙溶洞水	T_2b	泥岩、页岩、灰岩	背斜构造、地形相对较陡	坝址

5.8.1.2地下水补、径、排条件

评价区地下水的补给、径流、排泄及动态变化受地质构造和地貌（包括水文网发育

特征）影响和控制。地质构造和地貌条件不同，则含水层的产状不同，地下水的赋存、埋藏和运移条件也不同，由于区内地下水主要为降雨所补给，因而大气降水对地下水动态具有明显的控制作用。不同类型地下水由于其所处构造部位、岩性组合特征以及地形地貌差异，其补给、径流和排泄条件也因而不同。

（1）松散岩类孔隙水

区内第四系松散岩类（Q）孔隙水主要受大气降雨补给，局部也受溪沟等地表水入渗补给。补给方式：一是大气降雨沿裂隙下渗，直接补给；二是地表水通过裂隙入渗补给。该类地下水主要分布于汤溪河等江河两岸阶地及河漫滩，地下水赋存和运动受地形控制，向地势低洼处径流，向邻近沟谷排泄。

（2）红层裂隙水

①风化带网状裂隙水

基于风化带网状裂隙水的分布和富集严格受地形条件的控制，所以地下水的循环一般限制在较小的范围之内，不具备大范围的水力联系，往往一个山体构成一个小的水文地质单元，补给、径流、排泄界线极不明显。

地下水的补给来源主要是大气降水，降水渗入后，随地形起伏由高处向低处运移，汇集于地形低洼处以泉水形式排泄，或在人工挖井处排出，一般径流途径短，就近补给，就近排泄，积极交替，具有埋藏浅径流短的特征。因而流量的大小受岩性及裂隙发育程度控制，其汇水面积的大小，随季节变化而变化，雨多水大，天旱水少。

②红层承压水

该类型地下水系砂岩裂隙层间水，含水层为砂岩，每个含水砂岩体均为不透水泥岩所隔，使得每个砂岩体构成了独立的水文地质单元，各自形成补给。径流、排泄系统。

地下水的补给主要来源于大气降水，其次是地表水的垂直渗入补给。降水、地表水通过含水层露头所发育的裂隙系统下渗，随地形由高向低处运移，直至裂隙发育下限，然后回升，在含水层被切割时，以泉的形式排泄与地表。受裂隙发育深度的局限和层状含水层展布特点的制约，一般顺走向作纵向运动，径流途径受含水层延伸和地形切割情况的制约。

浅部地下水循环一般受地形控制，径流途径短，泉水动态变化明显受降雨影响，滞留时间短暂，雨后 1 小时左右便可能出现流量峰值。

（3）基岩裂隙水

①构造裂隙水，大气降水为其主要补给来源，其次是地表水。补给区主要是含水层

的露头区，降水，地表水通过含水层露头所发育的裂隙系统下渗补给地下水，沿裂隙下渗至下伏隔水层，遇阻后沿含水层随地形由高向低处运移，在沟谷切割处以下降泉的形式排泄。

径流途径受含水层延伸和地形切割情况的制约，在含水层延伸性好，未被切割的情况下，具有较远的运移途径，泉水动态变化小。反之，径流途径短，泉水动态变化较大，与降水的关系密切，雨后很快达到峰值，迅速衰减，水化学类型单一，属重碳酸型低矿化度淡水。

②风化带网状裂隙水

一般碎屑岩孔隙裂隙水，碎屑岩类孔隙裂隙含水岩组，均分布于梳状山地斜坡地带，位置高，补给来源主要是大气降雨，由纵、横张裂隙渗入地下，经成组裂隙汇集，沿层面裂隙和纵张裂隙作纵向运动。在翼部深切横谷或人工平硐排出地表，即在含水层露头附近，形成排泄区。除此，还沿层面斜坡方向运动，直至裂隙不发育或封闭为止，补给区域性的深部承压水。

（5）碳酸盐岩裂隙溶洞水

岩溶潜水的补给区，在河流中上游及远离河谷的分水岭岩层出露区，埋藏深度较大。地下水的补给来源主要为大气降水、地表水和须家河组地下水。地下水径流，从分水岭向沟谷内运动，在山坡谷边和坡脚处以下降泉集中排泄。大气降雨通过溶隙或部分落水洞渗入地下，呈潜水或局部承压的形式赋存于岩溶管缝（裂隙状岩溶和管道状岩溶的总称）之中，沿岩层走向或轴部张裂隙的控制作纵向运动。在横向河谷或沟谷发育地段，以下降泉的形式从横谷两侧或沟谷源头溢出。地下水具有动态变化大的特点，部分溶洞水会在枯水季节干涸。

由于该类型地下水与地表水体联系较密切，因此受季节影响较明显，地下水位变幅较大，地下水位变幅（丰、枯水期）1.0～2.5m，最大可达 6 米左右。在二级宽缓平台及沟谷两侧坡脚部位，地势较低，地下水补给条件好，地下水在枯季消耗或开发利用后能够在雨季得到充分的补充，水量一般能满足人畜饮水需求。

5.8.2地下水动态特征

第四系松散堆积砂砾石层（Q）孔隙水：水位、流量呈现出随季节变化的特征，一般丰水期水位较高，流量较大，在枯水期时水位较低，流量较小。

红层（J）风化带孔隙裂隙水：地下水类型普遍为潜水，还有部分浅层承压水。潜水动态变化随大气降水和季节变化控制，丰、枯季水量悬殊大，在干旱季节水井枯干现

象比较常见，泉水动态变化曲线见图 5.8-1。

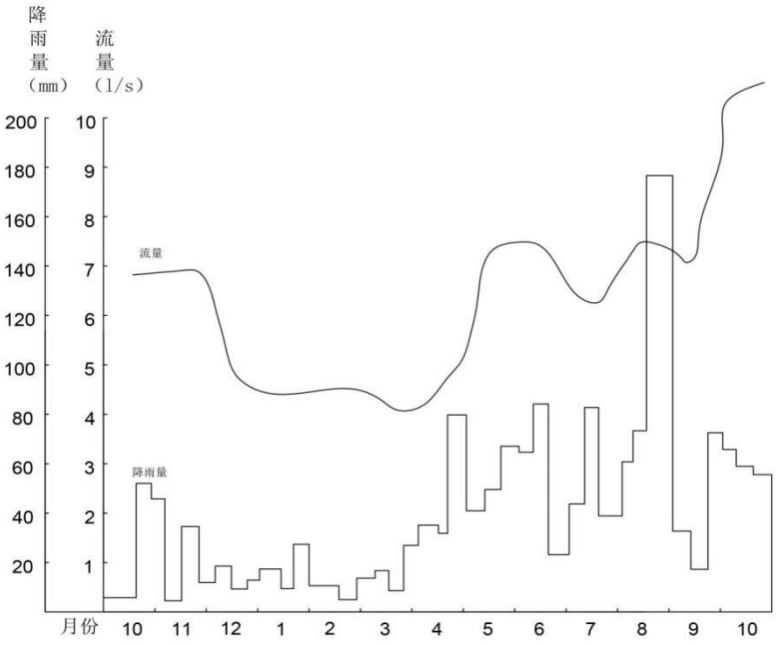


图 5.8-1　红层风化带裂隙水动态变化图（据万县幅 20 万水文地质报告）

红层承压水：地下水整体趋势呈现为“稳定-上升-缓降”形态。枯水季节，降水量小，蒸发量大，水位相对较低，丰水季节，降水量大，地下水水位埋深浅；经过丰水期补给地下水含水层逐渐趋于饱和，后期通过地下水径流排泄等方式，水位缓慢降低，但在强降雨后水位仍会明显上升，而后再缓慢下降。影响地下水水位变化的直接原因是大气降水，动态变化曲线见图 5.8-2。

碳酸盐岩裂隙溶洞水：多以泉的形式溢出，地下水埋藏深度小，泉点分布较密集。具有径流途径短，动态变化大的特点，受降雨影响较大，泉水动态曲线见图 5.7-3。

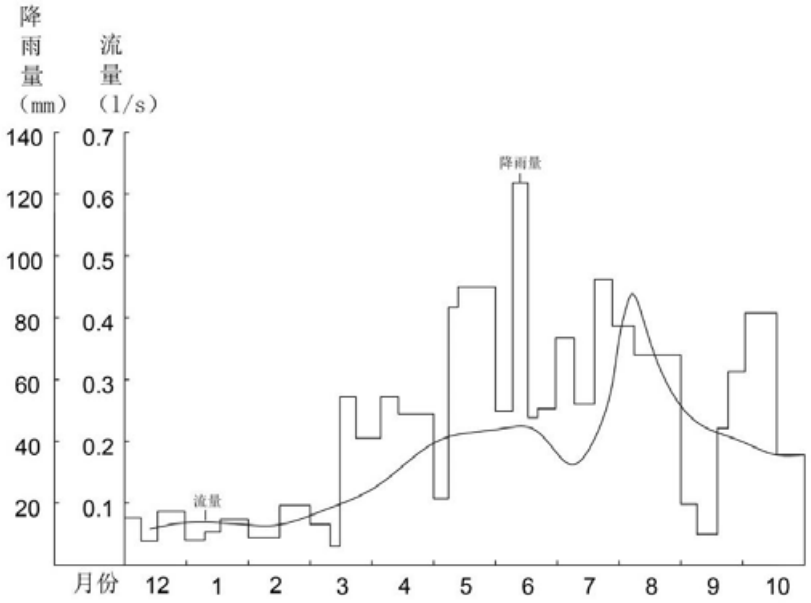


图 5.8-2　红层承压水动态变化图（据万县幅 20 万水文地质报告）

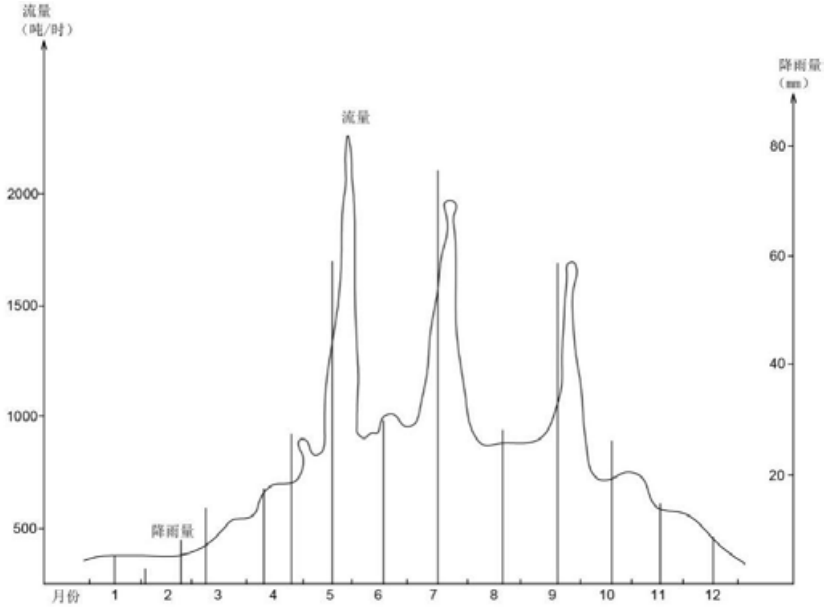


图 5.8-3　岩溶管道水动态变化图（据万县幅 20 万水文地质报告）

5.8.2.1区域地下水化学特征

评价区浅层地下水阴离子主要为 HCO_3^-、SO_4^{2-}、Cl^-，阳离子主要为 K^+、Na^+、Ca^{2+}及 Mg^{2+}。该区水化学类型主要为 HCO_3-Ca 或 HCO_3-Ca•Na 型水，pH 值范围为 6.0～8.0，以中性水为主，矿化度一般小于 500mg/L，属低矿化度水，无色、无味、无嗅、透明。评价区水化学特征表明该地区主要补给是大气降雨，水循环交替强烈。

不同的地貌单元及不同的循环条件，矿化度不同，水化学类型也有差别。第四系地层，水化学类型主要为重碳酸钙镁和重碳酸钙钠型水。矿化度 100～600mg/L，PH 值 7～8，总硬度（以 $CaCO_3$ 计）为 26.8～262.4mg/L。红层分布区，水化学类型主要为重碳酸钙型水，矿化度 475～881mg/l，属淡水，PH 值 6.82～7.93，总硬度 160-509.8mg/L，SO_4^{2-}含量为 3.3～61.9mg/l，Cl^-含量一般为 5.63～64.9mg/l，铁含量小于 0.3 mg/l，锰含量小于 0.1mg/l。

5.8.2.2区域泉分布及其特征

为查明本项目评价区地下水水位分布情况和含水层富水特征，项目组收集了本项目地质勘查报告中的钻孔水位资料，并于 2018 年 10 月对本项目区出露的泉点流量进行了统测。具体详述如下：

评价区内的构造形迹以褶皱构造为主，断裂构造不甚发育，区域构造的作用对区域泉的形成起到了重要的作用。区域泉点分布特征主要表现为：评价区泉出露地区主要为红层地区，岩性主要为泥质粉砂岩、泥岩互层所组成。评价区内，浅部风化裂隙普遍较

为发育，其中多分布着风化裂隙水。泉虽数量较多，但由于岩层裂隙发育少，地下水埋藏浅，径流短，补给排泄区较近的特点，流量普遍较小。风化裂隙水在径流过程中遇到相对隔水的泥岩及地形切割的综合影响，从而被迫向地表排泄而成，且其流量多受大气降雨强度影响，季节性动态变化大。

5.8.3环境水文地质调查

5.8.3.1原生水文地质问题调查

评价区内地下水主要水化学类型为 HCO_3-Ca 或 HCO_3-Ca•Na 型水，pH 为 6～8，矿化度 100～500mg/L，属于中碱性、软至微硬的低矿化淡水，水质状况良好。根据相关资料及当地村民反映，未出现地方病等与地下水相关的环境问题。

5.8.3.2地下水污染源调查

地下水污染源调查通过对区域相关的水文地质报告资料分析及现场水文地质调查，重点库区、兰草坝隧洞区域以及乡镇附近地下水污染状况。调查了乡镇生活污水的处理、排放方式、渗漏量等，对于区域农业污染源，调查和了解施用农药、化肥情况等。

根据现场调查，向阳水库工程区域库没有工业企业，不存在工业污染源。区域地下水污染主要来源于乡镇居民生活污水和生活垃圾污染，农药和化肥。

（1）生活污染源，工程区内分布有较大的乡镇 5 个，主要是向阳村、江口镇、鱼泉镇、南溪镇等区域。生活污染源主要来自在居民居住区，主要的污染物为生活垃圾、粪便，生活垃圾产生量小，采取集中存放，定期外运的方式，产生污染较小，粪便均采用粪池分散存储，作为农家肥使用。当地没有统一的居民生活垃圾处置点，生活垃圾随处倾倒，可能对地下水造成一定的影响。调查发现，目前这些乡镇生活污水存在直接向汤溪河及其支流排放的情况。经过渗水试验知，由于地表包气带渗透性差，这些生活污染物渗入地下水的量微，对地下水水质基本没有影响。

（2）工程区内人类工程活动不强烈，主要从事的生产活动为农田耕种。工程区域存在大量的农田，在种植农作物时，会使用化肥和农药。化肥主要为碳铵、尿素和磷肥，根据现场询问百姓和查阅相关文献，了解当地居民化肥使用量一般为一亩地在 25kg 左右，使用季节主要为田间灌水期。当地居民一般在农田进行两季种植，所以化肥的使用频率一般为每年 2～3 次。区内分布有旱田和水田，水田一次灌溉深度一般为 10～30cm。农药主要为杀虫剂，主要有六六六和 DDT 两种类型，农药使用量较少，一般每亩地在 300mL 左右。这些化肥和农药会通过雨水或者灌溉用水溶解在土壤中，再随着地表水一起下渗进入到地下含水层中，但通过下渗实验知，该区域地表包气带渗透性能较差，加

上上述化肥和农药的使用量有限，即使下渗进入地下水含水层中，由于污染物量有限，基本不会对地下水质造成污染。

通过区域水文地质报告资料分析及现场调查，库区及附近地区以农业生产为主，对地下水产生污染的污染源主要为生活污染源、农业污染源，地下水水质现状良好。

5.8.4水文地质勘察及试验

本次地下水环境影响评价为满足向阳水库监测点数目的要求，同时为获取评价区必要的水文地质参数，共布置水文地质钻孔6个，其中江口典型灌区布置2个（ZK4、ZK5），兰草坝隧洞布置一个（ZK6），南溪三湾典型灌区布置两个（ZK1、ZK2），唐家垭口隧洞布置1个（ZK3），总进尺301.4m，均揭穿地表以下第一含水层（风化带裂隙水含水层）。在充分收集已有相关资料和地下水环境现状调查的基础上，在评价区进行了水文地质补充勘察和试验，包括：水文地质钻探、现场抽水、注水试验、渗坑渗水试验。

5.8.4.1水文地质钻探

水文地质钻孔兼顾后期地下水监测之用，其布置依据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）进行，南溪三湾及江口典型灌区分别布设2个钻孔，控制冲沟底部及缓坡两种地形；兰草坝隧洞及唐家垭口隧洞在隧洞处分别布设1个钻孔，控制隧洞穿过地层岩性。

钻孔的分布位置及信息见表5.8-2所示。

表5.8-2　钻孔信息一览表

重点项目区	钻孔编号	坐标		地理位置	高程（m）	水位埋深（m）	孔深（m）
		经度	纬度				
南溪片区典型灌区	ZK01	1085108.25	310130.07	云安镇三湾村腰湾子	424.92	17.0	46.8
	ZK02	1085117.89	310145.17	云安镇三湾村洞子岩	265.34	13.0	33.7
唐家垭口隧洞	ZK03	1084433.85	310557.93	南溪镇青印村	441.52	68.8	69.1
江口片区典型灌区	ZK04	1084758.41	311225.97	江口镇胜元村叶家湾	190.22	0.5	36.5
	ZK05	1084817.55	311214.45	江口镇胜元村下元坝	176.34	4.8	39.5
兰草坝隧洞	ZK06	1084740.11	311113.91	江口镇上元村马家台	669.52	3.7	75.8
合计							301.4

5.8.4.2地下水位统测及泉流量调查

为查明本项目评价区地下水水位分布情况和含水层富水特征，收集了钻孔水位资料，并对本项目区出露的泉点流量进行了统测。具体详述如下：

（1）钻孔水位统测

钻孔设置在江口兰草坝典型灌区、兰草坝隧洞、南溪三湾村典型灌区，南溪三湾村典型灌区，南溪三湾村典型灌区地下水水位埋藏深度介于十几米，江口兰草坝典型灌区、兰草坝隧洞地下水水位埋藏深度较浅，介于 0.5~4.8m，唐家垭口地下水水位埋藏深度明显大于其他几个区域，达到 68.8m。详见表 5.8-3。

表 5.8-3　钻孔水位调查统计

区域	钻孔编号	位置		点性	水位（m）	水面高程（m）	井口高程（m）
		经度	纬度				
南溪三湾村典型灌区	ZK1	1085108.25	310130.07	钻孔	17	416.68	433.68
	ZK2	1085117.89	310145.17	钻孔	13	263.44	276.44
唐家垭口	ZK3	1084433.85	310557.93	钻孔	68.8	352.77	421.57
江口兰草坝典型灌区	ZK4	1084758.41	311225.97	钻孔	0.5	187.04	187.54
	ZK5	1084817.55	311214.45	钻孔	4.8	191.44	181.74
兰草坝隧洞	ZK6	1084740.11	311113.91	钻孔	3.7	669.52	685.96

（2）泉流量统测

根据泉流量统计结果见表 5.8-4，出露泉点高程介于 171.45~845.25m，泉流量介于 0.002~4.5L/s，泉流量总体较小。

表 5.8-4　泉点调查统计

区域	点号	位置		点性	出露地层	流量	高程
		经度	纬度			（L/s）	（m）
回水区	B001	1084410.88	311839.31	下降泉	J_2x	0.3	607.15
	B002	1084415.07	311830.66	下降泉	J_2x	0.2	668.52
	B003	1084433.34	311831.59	下降泉	J_2s^1	0.3	752.65
	B007	1084409.91	311933.79	下降泉	J_2s^1	0.06	694.33
	B008	1084354.06	311820.09	下降泉	J_2x	0.008	700.31
	B009	1084343.97	311742.29	下降泉	J_1zl	0.004	411.67
	B014	1084304.23	311816.92	下降泉	J_2s^1	0.05	500.19
	B015	1084249.27	311815.78	下降泉	J_2s^1	0.008	618.29
	B016	1084247.09	311805.03	下降泉	J_2s^1	0.002	708.62
	B018	1084330.80	311813.73	下降泉	J_2s^1	0.1	526.12
	B019	1084350.41	311836.88	下降泉	J_2x	0.3	575.11
	B020	1084457.38	311853.80	下降泉	J_2s^1	0.12	600.64
	B021	1084447.74	311833.30	下降泉	J_2s^1	0.1	706.65
	B022	1084521.13	311837.67	下降泉	J_2s^1	0.08	529.62

	B023	1084502.35	311821.06	下降泉	J_2s^1	0.08	805.16
	B024	1084440.40	311817.98	下降泉	J_2s^1	0.06	845.25
	B006	1084417.67	311811.83	下降泉	J_2s^1	0.08	843.24
	B025	1084541.95	311844.59	下降泉	J_2s^1	0.02	701.63
	B026	1084622.19	311806.82	下降泉	J_2s^1	0.03	723.94
	B027	1084549.54	311802.65	下降泉	J_2s^1	0.01	643.25
	B028	1084533.29	311805.24	下降泉	J_2s^1	0.01	455.58
	B029	1084547.50	311754.74	下降泉	J_2s^1	0.8	686.34
	B030	1084550.45	311725.12	下降泉	T_3xj	0.6	762.39
	B031	1084305.05	311703.07	下降泉	T_3xj	0.14	773.64
	B036	1084401.45	311743.14	下降泉	J_1z	0.1	404.55
	B038	1084252.69	311825.14	下降泉	J_2s^1	0.1	567.54
	B040	1084324.19	311846.62	下降泉	J_2s^1	0.06	616.28
	B043	1084553.12	311739.40	下降泉	J_1z	0.2	778.94
	B045	1084517.81	311723.93	下降泉	T_2b^3	1	566.31
	B048	1084423.93	311717.03	下降泉	T_3xj	0.06	600.11
	B051	1084519.08	311750.27	下降泉	T_3xj	4.5	425.68
江口兰草坝典型灌区	A030	1084635.97	311137.29	下降泉	J_3sn	0.03	795.36
	A032	1084701.90	311142.07	下降泉	J_3sn	0.03	273.51
	A033	1084703.53	311153.99	下降泉	J_3sn	0.05	569.21
	A035	1084652.90	311216.23	下降泉	J_2s^2	0.02	452.13
	A036	1084710.55	311225.31	下降泉	J_2s^2	0.01	363.28
	A038	1084729.88	311225.05	下降泉	J_2s^2	0.02	247.95
	A039	1084725.39	311151.85	下降泉	J_2s^2	0.1	282.51
	A041	1084733.40	311154.80	下降泉	J_2s^2	0.005	262.4
	A042	1084741.15	311206.55	下降泉	J_2s^2	0.01	207.66
	A042-1	1084735.10	311209.60	下降泉	J_2s^2	0.015	231.34
	A044	1084743.17	311150.76	下降泉	J_2s^2	0.005	302.18
	A045	1084756.61	311205.95	下降泉	J_2s^2	0.03	236.21
	A046	1084830.52	311154.40	下降泉	J_2s^2	0.03	188.35
南溪三湾村典型灌区	A010	1085108.37	310130.27	下降泉	J_1z	0.05	434.17
	A012	1085126.52	310117.13	下降泉	J_1z	0.008	523.46
	A013	1085103.35	310059.50	下降泉	J_1z	0.01	692.77
	A014	1085103.36	310103.78	下降泉	J_1z	0.01	649.51
	A016	1085015.28	310117.18	下降泉	J_1z	0.08	595.85
	A017	1085127.63	310129.07	下降泉	J_1z	0.01	413.46

	A018	1085115.84	310130.67	下降泉	J_1z	0.005	420.54
	A019	1085040.32	310127.67	下降泉	J_1z	0.01	475.46
	A020	1085019.06	310123.87	下降泉	J_1z	0.02	529.24
	A011	1085002.43	310131.27	下降泉	J_1z	0.03	571.48
	A021	1084957.20	310140.86	下降泉	J_1z	0.02	511.32
	A023	1085200.83	310118.16	下降泉	J_1z	0.3	215.83
	D039	1085048.87	310213.78	下降泉	J_1z	0.05	466.28
唐家垭口	A024	1084413.20	310549.76	下降泉	J_2s	0.1	516.88
	A025	1084419.78	310625.50	下降泉	J_2s	0.005	602.47
	A026	1084424.13	310637.15	下降泉	J_2s	0.3	581.52
	A027	1084430.99	310636.05	下降泉	J_2s	0.8	535.61
	A028	1084400.97	310541.23	下降泉	J_2s	0.01	487.64
兰草坝隧道	A002	1084740.93	311221.86	下降泉	J_3p	0.02	227.38
	A003	1084818.87	311223.23	下降泉	J_3p	0.03	240.85
	A004	1084801.72	311221.63	下降泉	J_3p	0.1	191.27
	D004	1084750.99	310937.81	下降泉	J_3p	0.05	485.39
	D005	1084738.54	310946.77	下降泉	J_3p	0.05	549.11
	D006	1084730.18	311002.70	下降泉	J_3p	0.02	580.51
	D007	1084836.32	311001.41	下降泉	J_3p	0.05	515.46
	D008	1084742.15	311007.98	下降泉	J_3p	0.2	556.3
	D009	1084734.53	311009.22	下降泉	J_3p	0.02	558.42
	D010	1084732.47	310918.47	下降泉	J_3p	0.05	597.69
	D012	1084725.93	310919.98	下降泉	J_3p	0.02	591.44
	D013	1084720.80	310931.27	下降泉	J_3p	0.03	582.41
	D015	1084717.18	310931.75	下降泉	J_3p	0.015	595.66
	D016	1084719.72	310929.15	下降泉	J_3p	0.02	565.22
	D027	1084800.41	311013.98	下降泉	J_3p	0.03	607.97
	D028	1084753.26	311013.35	下降泉	J_3p	0.07	606.13

5.8.5地下水现状监测与评价

5.8.5.1监测点位及监测时间

根据野外环境水文地质调查，调查区内污染源主要为生活垃圾和农田污水，并未发现地下水水质恶化的现象。为了解区域内地下水环境质量现状，选取工程建设可能影响范围内并具代表性的地下水体进行水质监测。2018 年 2 月 25 日至 3 月 4 日设置地下水监测点 8 个，2018 年 11 月 3 日至 5 日设置地下水监测点 35 个，详见表 5.8-5。

表 5.8-5　地下水监测点

时间	区域	点位	地层代号	点号	频次
2018 年 2 月 27 日	坝址	五同岔居民井	T_2b	DX1	1 次/天，1 天
	库内	下七村居民井	J_1z	DX2	
	团滩河库尾	向坪村居民井	J_2xs	DX3	
	后叶沟库尾	新屋村居民井	J_1z	DX4	
	帆水河库尾	茶坪村居民井	J_2x	DX5	
	坝址下游	龙家坡居民井	T_2b	DX6	
	输水隧道	上元村居民井	J_2s	DX7	
	输水隧道	白云村居民井	J_3p	DX8	
2018 年 11 月 3 日至 5 日	库区	团滩河库尾	J_2xs	DX3	1 次/天，3 天
		库内	J_2x	XB014	
		后叶沟库尾	J_1z	DX4	
		库内	J_1z	DX2	
		帆水河库尾	J_2x	DX5	
		坝址区	T_2b	DX1	
		坝址下游	T_2b	DX6	
	江口兰草坝典型灌区	沟左岸	J_2s	ZK4	
		沟谷内	J_2s	ZK5	
		沟右岸	J_2s	A045	
		沟右岸	J_3p	A044	
		沟左岸	J_2s	DX7	
		沟顶	J_2s	A033	
	兰草坝隧道	北端	J_3p	ZK6	
		北端东侧	J_3p	DX8	
		中段西侧	J_3p	D009	
		中段	J_3p	D004	
		中段西部	J_3p	D015	
		南段	J_3p	D020	
	南溪三湾村典型灌区	沟右岸谷坡	J_1z	ZK1	
		沟右岸谷坡	J_1z	A019	
		沟顶	$J_{1-2}z$	A011	
		沟右岸顶部	$J_{1-2}z$	A014	
		沟口山脊	J_1z	A017	
		沟谷底	J_1z	ZK2	
	区域控制点	团滩河北段	J_2x	XB088	
		汤溪河流域	T_3xj	XB069	
		汤溪河流域	J_1z	XB078	
		团滩河南段	J_2s	XB062	
		千丘河流域	J_2s	A049	
		南溪沟	J_3s	D067	
		唐家垭口	J_2s	ZK3	
		高阳方向	J_2s	D070	
		沙河坝	J_2xs	D081-3L/S	
		汤溪河南段	T_3xj	D046	

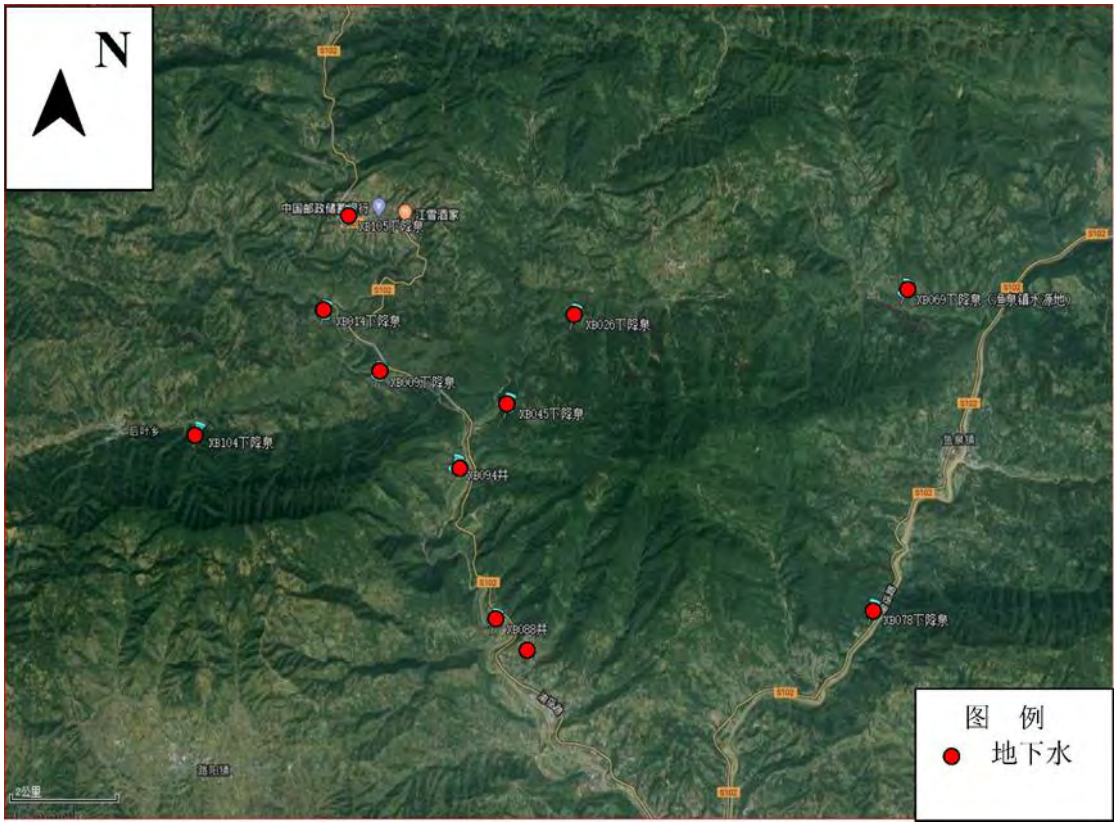


图 5.8-4　　向阳水库区地下水监测点位置

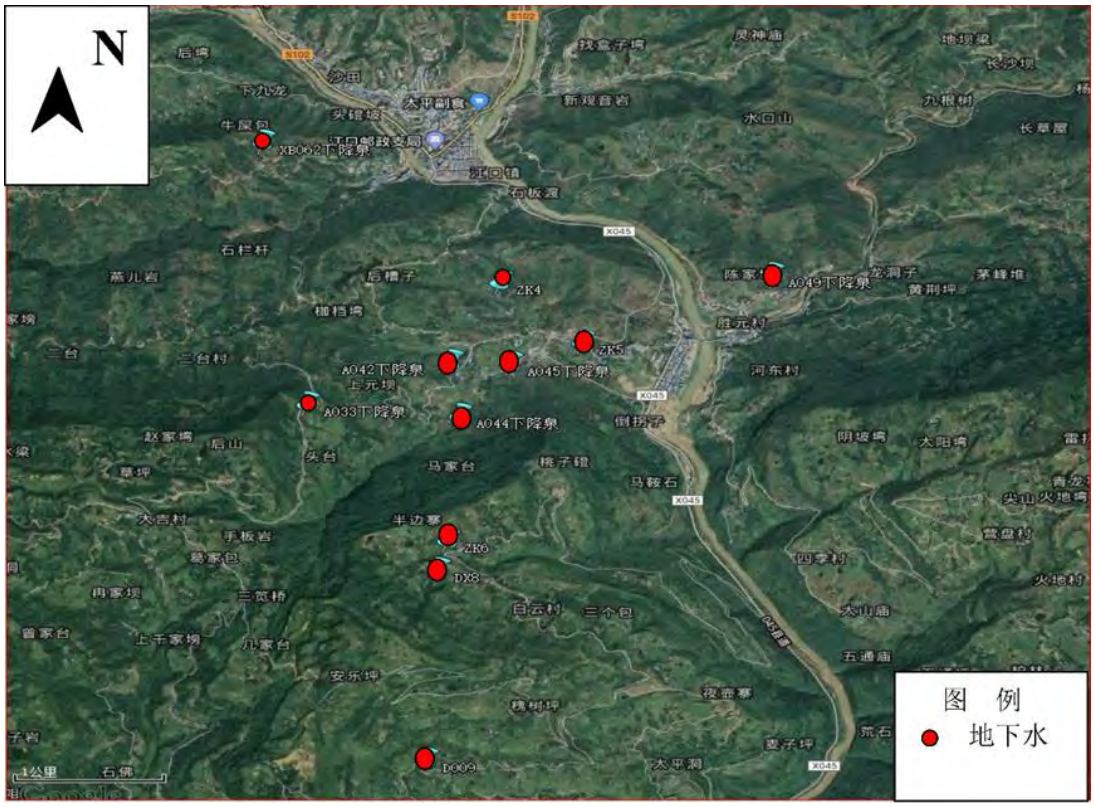


图 5.8-5 江口灌区西 4 地下水监测点位置

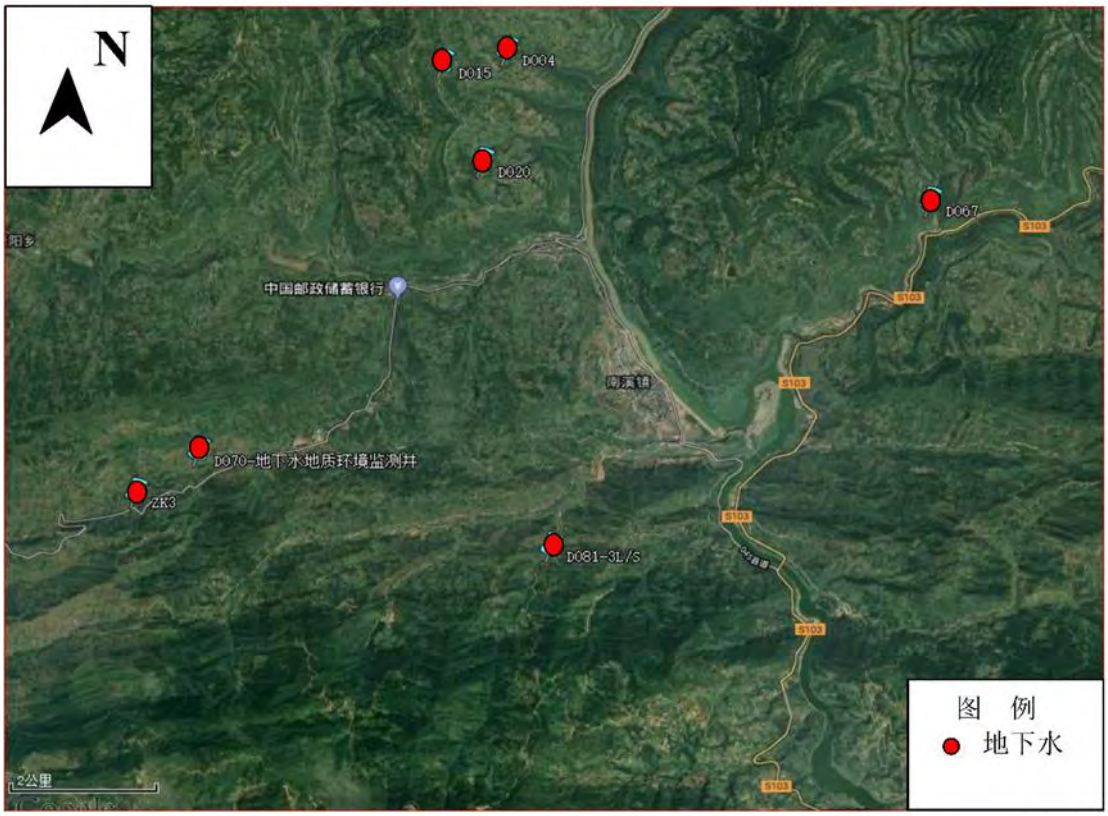


图 5.8-6　兰草坝隧洞区地下水监测点位置

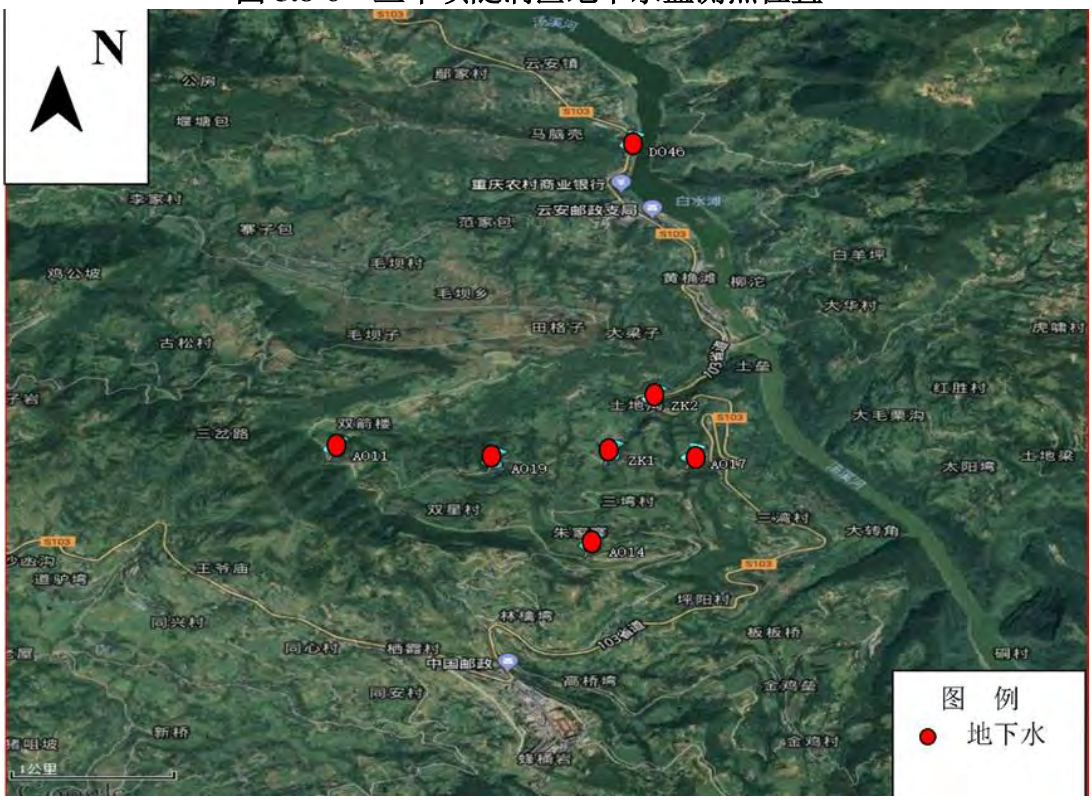


图 5.8-7　　南溪灌区地下水监测点位置

5.8.5.2区域地下水水质现状评价

（1）监测因子

针对本项目评价区地下水水化学类型、水质特征及污染现状，从地下水水化学因子、基本水质因子两方面进行了监测，各监测因子详述如下：

①地下水水化学因子：pH、K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO_3^-、TDS 共 8 项；

②基本水质因子：总硬度、硫酸盐、氯化物、Fe、Mn、Zn、挥发性酚类、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、氟化物、氰化物、总磷、Hg、As、Cd、Cr^{6+}、Pb 共 18 项。

（2）评价方法

标准指数大于 1，说明该水质因子已超过了规定水质标准，指数越大，超标越严重。标准指数计算公式分为以下两种情况：

①对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数计算公式：

$$P_i=\frac{C_i}{C_{si}}$$

式中：P_i —第 i 个水质因子的标准指数，无量纲；

C_i —第 i 个水质因子的监测浓度，mg/L；

C_{si} —第 i 个水质因子的标准浓度，mg/L。

②对于评价标准为区间值的水质因子（如 *pH* 值），其标准指数计算公式：

$$P_{pH}=\frac{7.0-pH}{7.0-pH_{sd}}，\ pH\leq 7\ 时；$$

$$P_{pH}=\frac{pH-7.0}{pH_{su}-7.0}，\ pH>7\ 时；$$

式中：P_{pH}—pH 的标准指数，无量纲；

pH—pH 监测值；

pH_{sd}—标准中 pH 的上限值；

pH_{su}—标准中 pH 的下限值。

（3）评价结果

地下水水质现状监测结果及评价见表 5.8-6~5.8-11。可以看出，库区各监测因子都能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类标准；江口兰草坝典型灌区 ZK4、ZK5 的锰含量超III类标准限值；南溪三湾村典型灌区 ZKI 的锰超III类标准限值。锰超标的原因主要是由于岩石和矿物中锰的氧化物、硫化物、碳酸盐、硅酸盐等溶解于水所致，如 $MnCO_3+CO_2+H_2O=Mn(HCO_3)_2$；还有高价锰的氧化物，如软锰矿($MnO_2$)。在缺氧的还原环境中，被还原(还原剂 H_2S)为二价锰而溶于含碳酸的水中，此外，在富含有机物(如腐质酸等)的水中，还可能存在有机锰。

表 5.8-6　2018 年 2 月 7 日地下水现状监测结果统计及评价结果表

监测点位	监测值	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	pH	氨氮	氟化物	氯化物	硫化物	氰化物	锌	铁	铅	砷	汞	镉	六价铬
	单位	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L
III类	标准值	/	/	/	/	/	/	/	/	6.5~8.5	≤0.5	≤1.0	≤250	≤0.02	≤0.05	≤1.00	≤0.3	≤0.01	≤10	≤1	≤5	≤0.05
DX1	监测值	0.98	4.37	67.41	10.32	0	143.77	3.33	85.17	8.08	8.22×10^{-2}	0.128	1.52	0.005L	0.004L	0.02L	0.03L	1.0×10^{-3}L	3.70×10^{-3}	4.00×10^{-5}L	1.00×10^{-4}L	0.004L
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	/	/	0.720	0.1644	0.128	0.00608	0.25L	0.08L	0.02L	0.1L	1.0×10^{-5}L	0.37	4.00×10^{-5}L	0.00002L	0.08L
DX2	监测值	1.03	5.7	35.41	7.2	0	126.26	3.48	21.28	8.2	4.05×10^{-2}	0.119	1.44	0.005L	0.004L	0.02L	0.03L	1.0×10^{-3}L	0.36	4.00×10^{-5}L	1.00×10^{-4}L	0.004L
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	/	/	0.800	0.081	0.119	0.00576	0.25L	0.08L	0.02L	0.1L	1.0×10^{-5}L	0.072	4.00×10^{-5}L	0.00002L	0.08L
DX3	监测值	2.61	15.34	58.95	16.16	0	215.92	19.34	33.84	7.15	0.124	0.199	20.6	0.005L	0.004L	0.02L	0.03L	1.0×10^{-3}L	1.80×10^{-3}	4.00×10^{-5}L	1.00×10^{-4}L	0.004L
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	/	/	0.100	0.248	0.199	0.0824	0.25L	0.08L	0.02L	0.1L	1.0×10^{-5}L	0.18	4.00×10^{-5}L	0.00002L	0.08L
DX4	监测值	1.04	5.95	37.94	4.6	0	124.67	3.46	21.17	7.23	8.21×10^{-2}	0.122	1.71	0.005L	0.004L	0.02L	0.03L	1.0×10^{-3}L	5.90×10^{-3}	4.00×10^{-5}L	1.00×10^{-4}L	0.004L
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	/	/	0.153	0.1642	0.122	0.00684	0.25L	0.08L	0.02L	0.1L	1.0×10^{-5}L	0.59	4.00×10^{-5}L	0.00002L	0.08L
DX5	监测值	3.21	11.23	87.94	26.89	0	143.77	4.02	234.92	8.1	4.32×10^{-2}	0.121	1.32	0.005L	0.004L	0.02L	0.03L	1.0×10^{-3}L	3.20×10^{-3}	4.00×10^{-5}L	1.00×10^{-4}L	0.004L
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	/	/	0.733	0.0864	0.121	0.00528	0.25L	0.08L	0.02L	0.1L	1.0×10^{-5}L	0.32	4.00×10^{-5}L	0.00002L	0.08L
DX6	监测值	1.04	4.12	93.97	18.05	0	290.19	3.26	91.87	7.71	6.55×10^{-2}	0.162	1.15	0.005L	0.004L	0.02L	0.03L	1.0×10^{-3}L	4.90×10^{-3}	4.0×10^{-5}L	1.00×10^{-4}L	0.004L
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	/	/	0.473	0.131	0.162	0.0046	0.25L	0.08L	0.02L	0.1L	1.0×10^{-5}L	0.49	4.0×10^{-5}L	0.00002L	0.08L
DX7	监测值	0.58	22.22	60.31	21.7	0	297.08	7.82	19.57	7.21	6.27×10^{-2}	0.251	6.86	0.005L	0.004L	0.02L	0.03L	1.0×10^{-3}L	2.00×10^{-3}	4.0×10^{-5}L	1.00×10^{-4}L	0.004L
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	/	/	0.140	0.1254	0.251	0.02744	0.25L	0.08L	0.02L	0.1L	1.0×10^{-5}L	0.2	4.0×10^{-5}L	0.00002L	0.08L
DX8	监测值	0.81	10.2	58.36	4.01	0	209.55	3.38	12.37	8.37	8.49×10^{-2}	0.181	1.5	0.005L	0.004L	0.02L	0.03L	1.0×10^{-3}L	1.06×10^{-2}	4.0×10^{-5}L	1.00×10^{-4}L	0.004L
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	/	/	0.913	0.1698	0.181	0.006	0.25L	0.08L	0.02L	0.1L	1.0×10^{-5}L	0.106	4.0×10^{-5}L	0.00002L	0.08L

注：1、“L”表示检测数据低于标准方法检出限，本次评价以检出限值进行评价。

表 5.8-7　　2018 年 11 月库区地下水现状监测结果及评价结果表

监测点位	监测日期	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	pH	总磷	氨氮	氟化物	氯化物	硫酸盐	氰化物	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	铁	锰	镉	砷	汞	铅	六价铬	挥发酚	总硬度	溶解性总固体
	单位	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
III类	标准值	/	/	/	/	/	/	6.5~8.5	/	≤0.2	≤1	≤250	≤250	≤0.05	≤20	≤1	≤0.3	≤0.1	≤5	≤10	≤1	≤0.01	≤0.05	≤0.002	≤450	≤1000
XB105	11 月 3 日	2.21	16.5	77.2	15.4	5L	221.6	7.06	0.13	0.03	0.893	17.7	26.6	0.002	2.17	0.005L	0.05	0.06	0.5L	0.4	0.09	2.5L	0.004L	0.0003L	272	280
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.040	/	0.06	0.893	0.071	0.106	0.040	0.109	0.005L	0.167	0.600	0.1L	0.04	0.090	0.25L	0.08L	0.15L	0.604	0.280
	11 月 4 日	1.75	14.9	77	14.8	5L	215.5	7.04	0.13	0.036	0.905	18.7	27.1	0.002	2.38	0.005L	0.05	0.05	0.5L	0.5	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	264	292
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.027	/	0.072	0.905	0.075	0.108	0.040	0.119	0.005L	0.167	0.500	0.1L	0.05	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.587	0.292
	11 月 5 日	1.52	15.5	78.8	15.2	5L	218.5	7.08	0.12	0.033	0.849	19.5	27.4	0.002	2.46	0.07	0.05	0.05	0.5L	0.4	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	268	301
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.053	/	0.066	0.849	0.078	0.110	0.040	0.123	0.070	0.167	0.500	0.1L	0.04	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.596	0.301
XB014	11 月 3 日	1.53	8.07	17.6	5.54	5L	69.8	6.87	0.08	0.058	0.384	6.37	13.7	0.001L	0.314	0.005L	0.12	0.07	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.008	0.0003L	73.1	89
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.087	/	0.116	0.384	0.025	0.055	0.02L	0.016	0.005L	0.400	0.700	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.160	0.15L	0.162	0.089
	11 月 4 日	2.24	8.79	21.5	5.42	5L	72.8	6.88	0.08	0.063	0.204	4.26	14.2	0.001L	0.146	0.005L	0.12	0.07	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.006	0.0003	80	98
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.08	/	0.126	0.20	0.02	0.06	0.02L	0.01	0.005L	0.40	0.70	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.12	0.15	0.18	0.10
	11 月 5 日	1.75	9.04	22.5	5.48	5L	77.7	6.91	0.08	0.061	0.301	3.78	14	0.001L	0.168	0.005L	0.12	0.07	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.006	0.0003L	84.6	105
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.06	/	0.122	0.30	0.02	0.06	0.02L	0.01	0.005L	0.40	0.70	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.12	0.15L	0.19	0.11
XB104	11 月 3 日	1.75	5.33	35.1	13.9	5L	124.4	6.92	0.01L	0.033	0.642	2.22	60.3	0.001L	0.636	0.005L	0.16	0.1	0.5L	0.8	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	150	187
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.05	/	0.066	0.64	0.01	0.24	0.02L	0.03	0.005L	0.53	1.00	0.1L	0.08	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.33	0.19
	11 月 4 日	1.53	5.36	39	13.5	5L	127.5	6.94	0.01	0.033	0.546	2.67	62.5	0.001L	0.783	0.005L	0.18	0.09	0.5L	0.8	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	157	201
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.040	/	0.066	0.546	0.011	0.250	0.02L	0.039	0.005L	0.600	0.900	0.1L	0.08	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.349	0.201
	11 月 5 日	2.2	5.65	39.9	13.8	5L	121.4	6.89	0.02	0.038	0.64	4.85	62.6	0.001L	1.23	0.005L	0.18	0.09	0.5L	0.8	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	171	214
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.073	/	0.076	0.640	0.019	0.250	0.02L	0.062	0.005L	0.600	0.900	0.1L	0.08	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.380	0.214
XB009	11 月 3 日	0.77	14.9	21	7.37	5L	118.4	7.07	0.04	0.033	0.365	2.55	10.4	0.001L	0.616	0.005L	0.04	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	90.6	119
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.047	/	0.066	0.365	0.010	0.042	0.02L	0.031	0.005L	0.133	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.201	0.119
	11 月 4 日	0.99	16.5	22.6	7.2	5L	124.4	7.09	0.04	0.038	0.355	2.36	10.2	0.001L	0.668	0.005L	0.05	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	89.6	136
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.060	/	0.076	0.355	0.009	0.041	0.02L	0.033	0.005L	0.167	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.199	0.136
	11 月 5 日	0.98	13.4	22.8	7.38	5L	115.3	7.11	0.04	0.033	0.36	2.53	11.3	0.001L	0.603	0.005L	0.05	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004	0.0003L	93.2	129
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.073	/	0.066	0.360	0.010	0.045	0.02L	0.030	0.005L	0.167	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.080	0.15L	0.207	0.129
XB026	11 月 3 日	0.98	3.34	8.76	3.22	5L	36.4	6.89	0.08	0.033	0.401	3.26	9.72	0.001L	0.819	0.005L	0.06	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.008	0.0003L	37.7	55
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.073	/	0.066	0.401	0.013	0.039	0.02L	0.041	0.005L	0.200	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.160	0.15L	0.084	0.055
	11 月 4 日	0.78	3.41	9.33	3.08	5L	39.5	6.87	0.08	0.033	0.479	2.06	9.58	0.001L	0.783	0.005L	0.07	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.007	0.0003L	39.7	52
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.087	/	0.066	0.479	0.008	0.038	0.02L	0.039	0.005L	0.233	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.140	0.15L	0.088	0.052
	11 月 5 日	0.77	3.38	9.75	3.13	5L	36.4	6.92	0.08	0.036	0.16	3.56	9.71	0.001L	0.84	0.005L	0.07	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.008	0.0003L	40.9	57
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.053	/	0.072	0.160	0.014	0.039	0.02L	0.042	0.005L	0.233	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.160	0.15L	0.091	0.057

XB045	11 月 3 日	0.97	3.39	78.4	8.78	5L	206.4	7.06	0.02	0.03	0.444	4.29	63.6	0.001L	0.832	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	240	269
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.040	/	0.06	0.444	0.017	0.254	0.02L	0.042	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.533	0.269
	11 月 4 日	1.12	3.5	86.5	8.34	5L	209.4	7.08	0.01	0.033	0.382	3.4	64.8	0.001L	0.866	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.006	0.0003L	258	282
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.053	/	0.066	0.382	0.014	0.259	0.02L	0.043	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.120	0.15L	0.573	0.282
	11 月 5 日	0.96	3.49	90.9	8.78	5L	200.3	7.1	0.02	0.03	0.26	2.9	65.2	0.001L	0.805	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.007	0.0003L	279	299
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.067	/	0.06	0.260	0.012	0.261	0.02L	0.040	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.140	0.15L	0.620	0.299
XB094	11 月 3 日	0.98	7.03	78.7	11	5L	209.4	7.25	0.04	0.027	0.42	7.48	45.2	0.001L	0.484	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0009	266	272
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.167	/	0.054	0.420	0.030	0.181	0.02L	0.024	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.450	0.591	0.272
	11 月 4 日	0.98	7.17	85.2	11.1	5L	215.5	7.23	0.04	0.03	0.341	6.48	45.7	0.001L	0.506	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0009	267	291
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.153	/	0.06	0.341	0.026	0.183	0.02L	0.025	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.450	0.593	0.291
	11 月 5 日	1.11	7.11	86.8	11.4	5L	209.4	7.27	0.04	0.03	0.396	6.9	46	0.001L	0.576	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0007	277	283
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.180	/	0.06	0.396	0.028	0.184	0.02L	0.029	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.350	0.616	0.283

注：1、“L”表示检测数据低于标准方法检出限，本次评价以检出限值进行评价。

表 5.8-8　　2018 年 11 月江口兰草坝典型灌区地下水现状监测结果及评价结果表

监测点位	监测日期	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	pH	总磷	氨氮	氟化物	氯化物	硫酸盐	氰化物	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	铁	锰	镉	砷	汞	铅	六价铬	挥发酚	总硬度	溶解性总固体
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
III类	标准值	/	/	/	/	/	/	6.5~8.5	/	≤0.2	≤1	≤250	≤250	≤0.05	≤20	≤1	≤0.3	≤0.1	≤5	≤10	≤1	≤0.01	≤0.05	≤0.002	≤450	≤1000
ZK4	11 月 3 日	0.97	41.9	78.6	9.32	5L	321.7	7.13	0.09	0.061	0.576	7.92	6.27	0.001L	0.157	0.005L	0.1	0.18	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	249	334
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.087	/	0.122	0.576	0.032	0.025	0.02L	0.008	0.005L	0.333	1.800	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.553	0.334
	11 月 4 日	0.91	47.6	83.4	9	5L	335.1	7.16	0.09	0.063	0.555	7.32	6.66	0.001L	0.135	0.005L	0.1	0.18	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	254	322
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.107	/	0.126	0.555	0.029	0.027	0.02L	0.007	0.005L	0.333	1.800	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.564	0.322
	11 月 5 日	0.98	46.8	83.1	9.44	5L	332.7	7.24	0.1	0.061	0.376	7.65	6.34	0.001L	0.197	0.005L	0.11	0.18	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	257	351
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.160	/	0.122	0.376	0.031	0.025	0.02L	0.010	0.005L	0.367	1.800	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.571	0.351
ZK5	11 月 3 日	1.18	47.4	101	9.25	5L	364.2	7.36	0.1	0.097	0.761	13	17.5	0.001	0.066	0.005L	0.2	0.21	0.5L	1.9	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	299	392
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.240	/	0.194	0.761	0.052	0.070	0.020	0.003	0.005L	0.667	2.100	0.1L	0.19	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.664	0.392
	11 月 4 日	1.25	42	105	8.8	5L	370.3	7.42	0.09	0.099	0.729	13.1	17.3	0.002	0.166	0.005L	0.21	0.2	0.5L	1.8	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	306	380
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.280	/	0.198	0.729	0.052	0.069	0.040	0.008	0.005L	0.700	2.000	0.1L	0.18	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.680	0.380
	11 月 5 日	1.09	47.9	107	9.12	5L	371.5	7.33	0.09	0.102	0.567	11.2	16.4	0.001	0.004L	0.005L	0.21	0.2	0.5L	1.8	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	307	407
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.220	/	0.204	0.567	0.045	0.066	0.020	0.0002L	0.005L	0.700	2.000	0.1L	0.18	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.682	0.407
A045	11 月 3 日	1.17	15.3	86.3	9.94	5L	259.8	7.06	0.12	0.105	0.388	5.07	14.2	0.001L	2.1	0.005L	0.17	0.07	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	270	271
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.040	/	0.21	0.388	0.020	0.057	0.02L	0.105	0.005L	0.567	0.700	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.600	0.271
	11 月 4 日	1.23	13.4	88.9	9.62	5L	274.4	7.1	0.11	0.099	0.378	3.65	14.2	0.001L	2.03	0.005L	0.17	0.06	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	276	282
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.067	/	0.198	0.378	0.015	0.057	0.02L	0.102	0.005L	0.567	0.600	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.613	0.282
	11 月 5 日	1.18	16.5	91.4	9.94	5L	278	7.12	0.12	0.102	0.322	4.5	14	0.001L	2.1	0.005L	0.18	0.07	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	279	295

	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.080	/	0.204	0.322	0.018	0.056	0.02L	0.105	0.005L	0.600	0.700	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.620	0.295
A044	11 月 3 日	1.25	6.6	87.9	7.58	5L	248.9	6.93	0.05	0.055	0.226	2.67	9.47	0.001L	0.336	0.005L	0.03	0.02	0.5L	0.3	0.04L	2.5L	0.01	0.001	264	263
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.047	/	0.11	0.226	0.011	0.038	0.02L	0.017	0.005L	0.100	0.200	0.1L	0.03	0.04L	0.25L	0.200	0.500	0.587	0.263
	11 月 4 日	1.09	5.25	92	7.24	5L	270.1	6.97	0.05	0.061	0.169	1.73	9.79	0.001L	0.299	0.005L	0.03	0.01	0.5L	0.3	0.04L	2.5L	0.008	0.0009	266	274
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.020	/	0.122	0.169	0.007	0.039	0.02L	0.015	0.005L	0.100	0.100	0.1L	0.03	0.04L	0.25L	0.160	0.450	0.591	0.274
	11 月 5 日	1.08	6.7	96	7.58	5L	274.4	7.02	0.06	0.052	0.121	1.77	9.17	0.001L	0.226	0.005L	0.03	0.02	0.5L	0.3	0.04L	2.5L	0.006	0.0007	281	284
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.013	/	0.104	0.121	0.007	0.037	0.02L	0.011	0.005L	0.100	0.200	0.1L	0.03	0.04L	0.25L	0.120	0.350	0.624	0.284
A042	11 月 3 日	0.84	30.5	56.5	9.22	5L	258	7.11	0.11	0.183	0.753	3.96	16	0.001L	0.496	0.005L	0.06	0.04	0.5L	0.8	0.19	2.5L	0.023	0.0003L	187	271
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.073	/	0.366	0.753	0.016	0.064	0.02L	0.025	0.005L	0.200	0.400	0.1L	0.08	0.190	0.25L	0.460	0.15L	0.416	0.271
	11 月 4 日	0.83	35.5	57.9	9.23	5L	251.9	7.13	0.1	0.186	0.713	2.34	15.8	0.001L	0.531	0.005L	0.06	0.03	0.5L	0.7	0.18	2.5L	0.021	0.0003L	199	253
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.087	/	0.372	0.713	0.009	0.063	0.02L	0.027	0.005L	0.200	0.300	0.1L	0.07	0.180	0.25L	0.420	0.15L	0.442	0.253
	11 月 5 日	0.87	35.7	58.2	9.57	5L	245.8	7.16	0.11	0.18	0.749	2.48	15.7	0.001L	0.408	0.005L	0.06	0.03	0.5L	0.7	0.17	2.5L	0.016	0.0003	193	264
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.107	/	0.36	0.749	0.010	0.063	0.02L	0.020	0.005L	0.200	0.300	0.1L	0.07	0.170	0.25L	0.320	0.150	0.429	0.264
A033	11 月 3 日	1.77	9.71	99.1	13.1	5L	294.4	7.27	0.08	0.155	0.334	5.66	16.8	0.001L	0.711	0.005L	0.22	0.04	0.5L	1	0.07	2.5L	0.01	0.0003L	318	323
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.180	/	0.31	0.334	0.023	0.067	0.02L	0.036	0.005L	0.733	0.400	0.1L	0.1	0.070	0.25L	0.200	0.15L	0.707	0.323
	11 月 4 日	1.69	10.2	102	12.8	5L	300.5	7.3	0.08	0.152	0.262	5.87	17.2	0.001L	0.746	0.005L	0.22	0.04	0.5L	1	0.07	2.5L	0.008	0.0005	313	315
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.200	/	0.304	0.262	0.023	0.069	0.02L	0.037	0.005L	0.733	0.400	0.1L	0.1	0.070	0.25L	0.160	0.250	0.696	0.315
	11 月 5 日	1.68	13.4	104	13.1	5L	318.7	7.24	0.07	0.155	0.264	5.25	18.2	0.001L	0.699	0.005L	0.21	0.04	0.5L	1	0.07	2.5L	0.009	0.0005	320	341
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.160	/	0.31	0.264	0.021	0.073	0.02L	0.035	0.005L	0.700	0.400	0.1L	0.1	0.070	0.25L	0.180	0.250	0.711	0.341

注：1、“L”表示检测数据低于标准方法检出限，本次评价以检出限值进行评价。

表 5.8-9　2018 年 11 月兰草坝隧洞地下水现状监测结果及评价结果表

监测点位	监测日期	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	pH	总磷	氨氮	氟化物	氯化物	硫酸盐	氰化物	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	铁	锰	镉	砷	汞	铅	六价铬	挥发酚	总硬度	溶解性总固体
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
III类	标准值	/	/	/	/	/	/	6.5~8.5	/	≤0.2	≤1	≤250	≤250	≤0.05	≤20	≤1	≤0.3	≤0.1	≤5	≤10	≤1	≤0.01	≤0.05	≤0.002	≤450	≤1000
ZK6	11 月 3 日	11.2	35.2	40.5	6.55	5L	185.1	7.34	0.08	0.208	0.779	5.31	20.5	0.001L	0.107	0.005L	0.11	0.09	0.5L	0.7	0.05	2.5L	0.023	0.0011	140	218
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.227	/	0.416	0.779	0.021	0.082	0.02L	0.005	0.005L	0.367	0.900	0.1L	0.07	0.050	0.25L	0.460	0.550	0.311	0.218
	11 月 4 日	16.4	32.4	41.9	6.38	5L	191.2	7.31	0.08	0.211	0.65	5.07	20.6	0.001L	0.088	0.005L	0.11	0.09	0.5L	0.7	0.04L	2.5L	0.02	0.0009	142	230
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.207	/	0.422	0.650	0.020	0.082	0.02L	0.004	0.005L	0.367	0.900	0.1L	0.07	0.04L	0.25L	0.400	0.450	0.316	0.230
	11 月 5 日	11.3	36.8	43.6	6.55	5L	194.2	7.37	0.08	0.205	0.53	5.38	20.3	0.001L	0.082	0.005L	0.11	0.09	0.5L	0.7	0.04L	2.5L	0.015	0.0007	144	241
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.247	/	0.41	0.530	0.022	0.081	0.02L	0.004	0.005L	0.367	0.900	0.1L	0.07	0.04L	0.25L	0.300	0.350	0.320	0.241
DX8	11 月 3 日	1.72	4.99	84.6	6.14	5L	244	7.17	0.08	0.155	0.535	5.78	2.92	0.001L	0.663	0.005L	0.2	0.01	0.5L	1.4	0.04L	2.5L	0.004L	0.0009	238	252
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.113	/	0.31	0.535	0.023	0.012	0.02L	0.033	0.005L	0.667	0.100	0.1L	0.14	0.04L	0.25L	0.08L	0.450	0.529	0.252
	11 月 4 日	1.81	5.17	85	5.77	5L	235.5	7.21	0.09	0.155	0.489	6.17	3.01	0.001L	0.701	0.005L	0.2	0.01	0.5L	1.4	0.04L	2.5L	0.004L	0.0009	239	239
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.140	/	0.31	0.489	0.025	0.012	0.02L	0.035	0.005L	0.667	0.100	0.1L	0.14	0.04L	0.25L	0.08L	0.450	0.531	0.239

	11 月 5 日	1.9	6.64	88.5	5.22	5L	245.8	7.13	0.09	0.155	0.495	5.74	2.97	0.001L	0.665	0.005L	0.2	0.01	0.5L	1.4	0.04L	2.5L	0.004L	0.0005	245	247
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.087	/	0.31	0.495	0.023	0.012	0.02L	0.033	0.005L	0.667	0.100	0.1L	0.14	0.04L	0.25L	0.08L	0.250	0.544	0.247
D009	11 月 3 日	1.8	104	39.4	6.43	5L	349	7.62	0.04	0.216	0.605	6.99	19.9	0.001L	1.93	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	1	0.04L	2.5L	0.004L	0.0013	132	394
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.413	/	0.432	0.605	0.028	0.080	0.02L	0.097	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1	0.04L	0.25L	0.08L	0.650	0.293	0.394
	11 月 4 日	1.71	104	40.3	6.3	5L	346	7.57	0.03	0.211	0.623	7.36	20.3	0.001L	1.96	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	1	0.04L	2.5L	0.004L	0.0012	137	369
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.380	/	0.422	0.623	0.029	0.081	0.02L	0.098	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1	0.04L	0.25L	0.08L	0.600	0.304	0.369
	11 月 5 日	1.9	105	41.7	6.4	5L	333.9	7.66	0.09	0.219	0.609	6.62	20.3	0.001L	1.93	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	1	0.04L	2.5L	0.004L	0.0007	132	381
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.440	/	0.438	0.609	0.026	0.081	0.02L	0.097	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1	0.04L	0.25L	0.08L	0.350	0.293	0.381
D004	11 月 3 日	1.81	7.82	59.5	4.6	5L	200.3	7.17	0.01	0.041	0.377	6.19	6.05	0.001L	0.946	0.005L	0.04	0.02	0.5L	4	0.04L	2.5L	0.004L	0.0007	173	206
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.113	/	0.082	0.377	0.025	0.024	0.02L	0.047	0.005L	0.133	0.200	0.1L	0.4	0.04L	0.25L	0.08L	0.350	0.384	0.206
	11 月 4 日	1.9	8.77	62.5	4.57	5L	206.4	7.22	0.01	0.041	0.375	4.64	5.62	0.001L	0.815	0.005L	0.04	0.02	0.5L	3.9	0.04L	2.5L	0.004L	0.0007	188	195
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.147	/	0.082	0.375	0.019	0.022	0.02L	0.041	0.005L	0.133	0.200	0.1L	0.39	0.04L	0.25L	0.08L	0.350	0.418	0.195
	11 月 5 日	1.73	7.98	62.1	4.57	5L	218.5	7.24	0.02	0.041	0.337	4.4	6.11	0.001L	0.848	0.005L	0.04	0.02	0.5L	3.9	0.04L	2.5L	0.004L	0.0009	179	218
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.160	/	0.082	0.337	0.018	0.024	0.02L	0.042	0.005L	0.133	0.200	0.1L	0.39	0.04L	0.25L	0.08L	0.450	0.398	0.218
D015	11 月 3 日	1.06	8.25	36.3	3.76	5L	151.8	7.13	0.17	0.072	0.575	6.39	11.4	0.004	0.258	0.005L	0.08	0.01L	0.5L	0.7	0.04L	2.5L	0.004L	0.0014	116	156
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.087	/	0.144	0.575	0.026	0.046	0.080	0.013	0.005L	0.267	0.1L	0.1L	0.07	0.04L	0.25L	0.08L	0.700	0.258	0.156
	11 月 4 日	1.09	8.46	38.4	3.72	5L	157.8	7.2	0.17	0.077	0.538	6.41	11.8	0.004	0.317	0.005L	0.08	0.01L	0.5L	0.7	0.04L	2.5L	0.004L	0.0012	122	164
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.133	/	0.154	0.538	0.026	0.047	0.080	0.016	0.005L	0.267	0.1L	0.1L	0.07	0.04L	0.25L	0.08L	0.600	0.271	0.164
	11 月 5 日	1.7	8.44	38.3	3.73	5L	148.7	7.17	0.16	0.077	0.624	8.04	12.4	0.004	0.561	0.005L	0.08	0.01L	0.5L	0.7	0.04L	2.5L	0.004L	0.0007	117	149
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.113	/	0.154	0.624	0.032	0.050	0.080	0.028	0.005L	0.267	0.1L	0.1L	0.07	0.04L	0.25L	0.08L	0.350	0.260	0.149
D020	11 月 3 日	1.09	8.81	109	6.3	5L	294.4	7.46	0.08	0.097	0.416	4.52	18.2	0.001L	0.842	0.005L	0.07	0.03	0.5L	0.7	0.08	2.5L	0.004L	0.0011	307	314
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.307	/	0.194	0.416	0.018	0.073	0.02L	0.042	0.005L	0.233	0.300	0.1L	0.07	0.080	0.25L	0.08L	0.550	0.682	0.314
	11 月 4 日	1.05	8	113	6.34	5L	300.5	7.49	0.08	0.097	0.442	4.28	18.7	0.001L	0.89	0.005L	0.08	0.03	0.5L	0.7	0.04L	2.5L	0.004L	0.0013	324	325
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.327	/	0.194	0.442	0.017	0.075	0.02L	0.045	0.005L	0.267	0.300	0.1L	0.07	0.04L	0.25L	0.08L	0.650	0.720	0.325
	11 月 5 日	1.06	8.89	114	6.32	5L	298.7	7.51	0.08	0.091	0.411	4.49	18.3	0.001L	1.01	0.005L	0.08	0.03	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.004L	0.001	322	335
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.340	/	0.182	0.411	0.018	0.073	0.02L	0.051	0.005L	0.267	0.300	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.08L	0.500	0.716	0.335

注：1、“L”表示检测数据低于标准方法检出限，本次评价以检出限值进行评价。

表 5.8-10　2018 年 11 月南溪三湾村典型灌区地下水现状监测结果及评价结果表

监测点位	监测日期	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	pH	总磷	氨氮	氟化物	氯化物	硫酸盐	氰化物	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	铁	锰	镉	砷	汞	铅	六价铬	挥发酚	总硬度	溶解性总固体
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
III类	标准值	/	/	/	/	/	/	6.5~8.5	/	≤0.2	≤1	≤250	≤250	≤0.05	≤20	≤1	≤0.3	≤0.1	≤5	≤10	≤1	≤0.01	≤0.05	≤0.002	≤450	≤1000
ZK1	11 月 3 日	2.32	36.2	90.7	11.2	5L	279.2	7.25	0.11	0.426	0.435	6.58	37.4	0.001L	0.104	0.005L	0.2	0.23	0.5L	0.7	0.04L	2.5L	0.004L	0.0004	277	353
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.167	/	0.852	0.435	0.026	0.150	0.02L	0.005	0.005L	0.667	2.300	0.1L	0.07	0.04L	0.25L	0.08L	0.200	0.616	0.353
	11 月 4 日	2.14	25.6	94.5	11.2	5L	282.3	7.28	0.1	0.427	0.365	6.36	37.9	0.001L	0.012	0.005L	0.2	0.22	0.5L	0.8	0.04L	2.5L	0.004L	0.0006	289	342

	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.187	/	0.854	0.365	0.025	0.152	0.02L	0.001	0.005L	0.667	2.200	0.1L	0.08	0.04L	0.25L	0.08L	0.300	0.642	0.342
	11 月 5 日	2.08	19.6	95	11.2	5L	288.3	7.22	0.11	0.43	0.327	6.4	38	0.001L	0.052	0.005L	0.2	0.22	0.5L	0.7	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003	297	331
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.147	/	0.86	0.327	0.026	0.152	0.02L	0.003	0.005L	0.667	2.200	0.1L	0.07	0.04L	0.25L	0.08L	0.150	0.660	0.331
A019	11 月 3 日	1.1	7.28	62.4	9.57	5L	212.5	7.13	0.09	0.038	0.349	3.04	19.9	0.001	0.519	0.005L	0.12	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	203	223
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.087	/	0.076	0.349	0.012	0.080	0.020	0.026	0.005L	0.400	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.451	0.223
	11 月 4 日	1.32	5.96	63.9	9.5	5L	215.5	7.19	0.08	0.044	0.377	4.22	19.5	0.002	0.607	0.005L	0.13	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0004	205	234
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.127	/	0.088	0.377	0.017	0.078	0.040	0.030	0.005L	0.433	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.200	0.456	0.234
	11 月 5 日	1.11	6.15	64.3	9.54	5L	209.4	7.16	0.08	0.041	0.35	3.74	19.6	0.002	0.619	0.005L	0.12	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0005	211	213
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.107	/	0.082	0.350	0.015	0.078	0.040	0.031	0.005L	0.400	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.250	0.469	0.213
A011	11 月 3 日	0.67	5.6	107	6.05	5L	300.5	7.52	0.04	0.036	0.463	2.69	18.4	0.001L	0.379	0.005L	0.14	0.01L	0.5L	0.3L	0.05	2.5L	0.004L	0.0003L	306	315
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.347	/	0.072	0.463	0.011	0.074	0.02L	0.019	0.005L	0.467	0.1L	0.1L	0.03L	0.050	0.25L	0.08L	0.15L	0.680	0.315
	11 月 4 日	0.29	5.37	108	6.03	5L	306.5	7.56	0.04	0.041	0.486	4.49	18.7	0.001L	0.765	0.005L	0.15	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	308	303
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.373	/	0.082	0.486	0.018	0.075	0.02L	0.038	0.005L	0.500	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.684	0.303
	11 月 5 日	0.67	5.65	111	5.96	5L	312.6	7.57	0.03	0.038	0.3	3.35	18.7	0.001L	0.617	0.005L	0.16	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	310	332
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.380	/	0.076	0.300	0.013	0.075	0.02L	0.031	0.005L	0.533	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.689	0.332
A014	11 月 3 日	0.67	8.43	67.8	6.64	5L	215.5	7.34	0.11	0.049	0.387	1.91	15.1	0.001L	0.51	0.005L	0.21	0.03	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	210	227
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.227	/	0.098	0.387	0.008	0.060	0.02L	0.026	0.005L	0.700	0.300	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.467	0.227
	11 月 4 日	0.68	8.5	70.9	6.59	5L	218.5	7.37	0.13	0.052	0.382	1.42	15	0.001L	0.465	0.005L	0.22	0.03	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	209	215
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.247	/	0.104	0.382	0.006	0.060	0.02L	0.023	0.005L	0.733	0.300	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.464	0.215
	11 月 5 日	0.68	8.59	71.2	6.59	5L	227.6	7.31	0.13	0.049	0.26	2.2	15.6	0.001L	0.497	0.005L	0.2	0.03	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.004	0.0003L	221	235
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.207	/	0.098	0.260	0.009	0.062	0.02L	0.025	0.005L	0.667	0.300	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.080	0.15L	0.491	0.235
A017	11 月 3 日	2.12	17.9	40.6	19	5L	224.6	7.09	0.02	0.058	0.345	2.65	19.8	0.001L	0.504	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	197	217
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.060	/	0.116	0.345	0.011	0.079	0.02L	0.025	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.438	0.217
	11 月 4 日	2.1	18.3	41.5	18.9	5L	236.7	7.13	0.03	0.055	0.284	2.5	19.1	0.001L	0.591	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	191	231
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.087	/	0.11	0.284	0.010	0.076	0.02L	0.030	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.424	0.231
	11 月 5 日	2.14	19.9	43	18.6	5L	245.8	7.16	0.03	0.055	0.163	3.98	19.5	0.001L	0.558	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.3L	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003	193	246
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.107	/	0.11	0.163	0.016	0.078	0.02L	0.028	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.03L	0.04L	0.25L	0.08L	0.150	0.429	0.246
ZK2	11 月 3 日	1.61	25.6	41.5	7.35	5L	191.2	7.11	0.08	0.086	0.461	8.54	33.9	0.001L	0.249	0.005L	0.2	0.1	0.5L	1.3	0.04L	5.9	0.004L	0.0004	144	219
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.073	/	0.172	0.461	0.034	0.136	0.02L	0.012	0.005L	0.667	1.000	0.1L	0.13	0.04L	0.590	0.08L	0.200	0.320	0.219
	11 月 4 日	1.71	36.5	43	7.3	5L	200.3	7.2	0.09	0.086	0.39	7.79	33.8	0.001L	0.291	0.005L	0.21	0.1	0.5L	1.3	0.04L	6	0.004L	0.0007	145	249
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.133	/	0.172	0.390	0.031	0.135	0.02L	0.015	0.005L	0.700	1.000	0.1L	0.13	0.04L	0.600	0.08L	0.350	0.322	0.249
	11 月 5 日	1.63	31.9	45.5	7.26	5L	206.4	7.17	0.09	0.083	0.463	8.46	34	0.001L	0.362	0.005L	0.2	0.1	0.5L	1.3	0.04L	5.8	0.004L	0.0005	153	235
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.113	/	0.166	0.463	0.034	0.136	0.02L	0.018	0.005L	0.667	1.000	0.1L	0.13	0.04L	0.580	0.08L	0.250	0.340	0.235

注：1、“L”表示检测数据低于标准方法检出限，本次评价以检出限值进行评价。

表 5.8-11　2018 年 11 月区域地下水现状监测结果及评价结果表

监测点位	监测日期	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	pH	总磷	氨氮	氟化物	氯化物	硫酸盐	氰化物	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	铁	锰	镉	砷	汞	铅	六价铬	挥发酚	总硬度	溶解性总固体
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
III类	标准值	/	/	/	/	/	/	6.5~8.5	/	≤0.2	≤1	≤250	≤250	≤0.05	≤20	≤1	≤0.3	≤0.1	≤5	≤10	≤1	≤0.01	≤0.05	≤0.002	≤450	≤1000
XB088	11月3日	2.3	8.47	40.6	14.6	5L	130.5	7.16	0.05	0.038	0.408	5.27	69.9	0.001L	0.75	0.005L	0.24	0.04	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.004L	0.0004	177	213
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.107	/	0.076	0.408	0.021	0.280	0.02L	0.038	0.005L	0.800	0.400	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.08L	0.200	0.393	0.213
	11月4日	2.1	8.58	42.8	14.3	5L	136.6	7.17	0.04	0.036	0.533	7.37	71.5	0.001L	1	0.005L	0.25	0.03	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.004L	0.0005	183	228
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.113	/	0.072	0.533	0.029	0.286	0.02L	0.050	0.005L	0.833	0.300	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.08L	0.250	0.407	0.228
	11月5日	2.32	8.56	44.8	14.6	5L	127.5	7.21	0.05	0.033	0.508	6.04	71.5	0.001L	0.839	0.005L	0.26	0.04	0.5L	0.6	0.04L	2.5L	0.004L	0.0006	183	221
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.140	/	0.066	0.508	0.024	0.286	0.02L	0.042	0.005L	0.867	0.400	0.1L	0.06	0.04L	0.25L	0.08L	0.300	0.407	0.221
XB069	11月3日	4.04	74.4	59	32.4	5L	207.9	7.11	0.07	0.034	0.272	3.39	286	0.001L	0.353	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.5	0.04L	2.5L	0.005	0.0003L	287	611
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.073	/	0.068	0.272	0.014	1.144	0.02L	0.018	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.05	0.04L	0.25L	0.100	0.15L	0.638	0.611
	11月4日	4.03	76	63.4	31.6	5L	201.8	7.13	0.06	0.036	0.201	2.52	296	0.001L	0.208	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.5	0.04L	2.5L	0.007	0.0003L	302	589
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.087	/	0.072	0.201	0.010	1.184	0.02L	0.010	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.05	0.04L	0.25L	0.140	0.15L	0.671	0.589
	11月5日	4	75.4	65.3	32.2	5L	192.7	7.09	0.06	0.038	0.291	2.48	293	0.001L	0.354	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.5	0.04L	2.5L	0.004	0.0003L	307	625
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.060	/	0.076	0.291	0.010	1.172	0.02L	0.018	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.05	0.04L	0.25L	0.080	0.15L	0.682	0.625
XB078	11月3日	0.89	2.82	67.5	13.4	5L	176	7.19	0.07	0.044	0.579	2.45	75.8	0.001	0.385	0.005L	0.03	0.01L	0.5L	0.3	0.04L	2.5L	0.004L	0.0004	229	255
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.127	/	0.088	0.579	0.010	0.303	0.02L	0.019	0.005L	0.100	0.1L	0.1L	0.03	0.04L	0.25L	0.08L	0.200	0.509	0.255
	11月4日	0.99	2.9	71.2	13.2	5L	182.1	7.21	0.07	0.038	0.565	2.37	77	0.001	0.39	0.005L	0.04	0.01L	0.5L	0.3	0.04L	2.5L	0.004L	0.0005	250	267
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.140	/	0.076	0.565	0.009	0.308	0.02L	0.020	0.005L	0.133	0.1L	0.1L	0.03	0.04L	0.25L	0.08L	0.250	0.556	0.267
	11月5日	0.9	2.92	73.3	13.6	5L	188.2	7.18	0.06	0.049	0.37	4.73	77.5	0.002	0.605	0.005L	0.04	0.01L	0.5L	0.3	0.04L	2.5L	0.004L	0.0006	246	278
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.120	/	0.098	0.370	0.019	0.310	0.040	0.030	0.005L	0.133	0.1L	0.1L	0.03	0.04L	0.25L	0.08L	0.300	0.547	0.278
XB062	11月3日	16.3	13	50.8	7.45	5L	182.1	7.49	0.07	0.069	0.565	7.35	13.5	0.001L	2.23	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	2.2	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	171	225
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.327	/	0.138	0.565	0.029	0.054	0.02L	0.112	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.22	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.380	0.225
	11月4日	11.3	15.4	53.4	7.3	5L	185.1	7.45	0.07	0.066	0.511	8.65	14	0.001L	2.2	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	2.2	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	167	232
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.300	/	0.132	0.511	0.035	0.056	0.02L	0.110	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.22	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.371	0.232
	11月5日	16.2	14.9	54.7	7.44	5L	187	7.53	0.06	0.074	0.569	7.27	14.6	0.001L	2.26	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	2.1	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	179	218
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.353	/	0.148	0.569	0.029	0.058	0.02L	0.113	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.21	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.398	0.218
A049	11月3日	0.83	10.2	57.2	9.76	5L	212.5	6.97	0.08	0.155	0.565	6.37	10.2	0.001L	0.747	0.005L	0.03L	0.04	0.5L	0.5	0.04L	2.5L	0.012	0.0003L	192	223
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.020	/	0.31	0.565	0.025	0.041	0.02L	0.037	0.005L	0.1L	0.400	0.1L	0.05	0.04L	0.25L	0.240	0.15L	0.427	0.223
	11月4日	0.79	13.3	57.8	9.12	5L	215.5	6.93	0.08	0.161	0.431	5.01	10.3	0.001L	0.7	0.005L	0.03L	0.03	0.5L	0.5	0.04L	2.5L	0.01	0.0003L	191	214
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.047	/	0.322	0.431	0.020	0.041	0.02L	0.035	0.005L	0.1L	0.300	0.1L	0.05	0.04L	0.25L	0.200	0.15L	0.424	0.214
	11月5日	0.82	9.8	59.3	9.55	5L	221.6	7.04	0.09	0.161	0.577	4.9	10.2	0.001L	0.649	0.005L	0.03L	0.03	0.5L	0.5	0.04L	2.5L	0.007	0.0003L	193	208
	Pi值	/	/	/	/	/	/	0.027	/	0.322	0.577	0.020	0.041	0.02L	0.032	0.005L	0.1L	0.300	0.1L	0.05	0.04L	0.25L	0.140	0.15L	0.429	0.208
D067	11月3日	1.96	8	47.3	4.78	5L	136.6	7.44	0.02	0.033	0.374	6.31	13.2	0.001L	0.126	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	1	0.14	2.5L	0.004L	0.0009	146	151

	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.293	/	0.066	0.374	0.025	0.053	0.02L	0.006	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1	0.140	0.25L	0.08L	0.450	0.324	0.151
	11 月 4 日	1.69	8.09	48.8	4.79	5L	139.6	7.49	0.02	0.038	0.275	5.98	13	0.001L	0.089	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	1	0.1	2.5L	0.004L	0.001	152	162
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.327	/	0.076	0.275	0.024	0.052	0.02L	0.004	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1	0.100	0.25L	0.08L	0.500	0.338	0.162
	11 月 5 日	1.09	8.13	48.1	4.8	5L	157.8	7.48	0.03	0.036	0.331	6.56	12.9	0.001L	0.209	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.9	0.08	2.5L	0.004L	0.0012	146	175
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.320	/	0.072	0.331	0.026	0.052	0.02L	0.010	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.09	0.080	0.25L	0.08L	0.600	0.324	0.175
ZK3	11 月 3 日	1.69	25.6	80.8	15.1	5L	304.7	7.14	0.19	0.041	0.1	5.86	16.3	0.001L	1.08	0.005L	0.18	0.01L	0.5L	1.1	0.06	2.5L	0.004L	0.0003L	277	328
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.093	/	0.082	0.100	0.023	0.065	0.02L	0.054	0.005L	0.600	0.1L	0.1L	0.11	0.060	0.25L	0.08L	0.15L	0.616	0.328
	11 月 4 日	1.96	19.8	84	15	5L	282.3	7.21	0.18	0.047	0.315	5.63	16.8	0.001L	1.2	0.061	0.18	0.01L	0.5L	1.1	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	281	298
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.140	/	0.094	0.315	0.023	0.067	0.02L	0.060	0.061	0.600	0.1L	0.1L	0.11	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.624	0.298
	11 月 5 日	1.99	18.3	82.4	14.8	5L	276.2	7.18	0.17	0.047	0.394	5.54	16.8	0.001L	1.2	0.005L	0.19	0.01L	0.5L	1.1	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	269	309
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.120	/	0.094	0.394	0.022	0.067	0.02L	0.060	0.005L	0.633	0.1L	0.1L	0.11	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.598	0.309
D070	11 月 3 日	0.28	66.2	23.2	1.18	5L	215.5	7.08	0.02	0.033	0.912	2.67	12.4	0.001L	0.265	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.8	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	65.5	215
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.053	/	0.066	0.912	0.011	0.050	0.02L	0.013	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.08	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.146	0.215
	11 月 4 日	0.29	66.7	22.7	1.08	5L	220	7.14	0.02	0.031	0.827	4.58	13.6	0.001L	0.6	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.8	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	64.4	241
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.093	/	0.062	0.827	0.018	0.054	0.02L	0.030	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.08	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.143	0.241
	11 月 5 日	0.67	67.8	22.5	1.17	5L	217	7.04	0.03	0.031	0.637	8.65	13.6	0.001L	0.845	0.005L	0.03L	0.01L	0.5L	0.8	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	67.5	229
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.027	/	0.062	0.637	0.035	0.054	0.02L	0.042	0.005L	0.1L	0.1L	0.1L	0.08	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.150	0.229
D081-3L/S	11 月 3 日	1.27	5.94	46	11.1	5L	163.9	7.28	0.11	0.069	0.511	1.79	54.5	0.001L	0.272	0.005L	0.03	0.01L	0.5L	0.3	0.04	2.5L	0.004L	0.0003L	168	205
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.187	/	0.138	0.511	0.007	0.218	0.02L	0.014	0.005L	0.100	0.1L	0.1L	0.03	0.040	0.25L	0.08L	0.15L	0.373	0.205
	11 月 4 日	1.3	7.52	47.3	10.8	5L	166.9	7.34	0.1	0.069	0.208	1.96	55.7	0.001L	0.521	0.005L	0.03	0.01L	0.5L	0.3	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	171	216
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.227	/	0.138	0.208	0.008	0.223	0.02L	0.026	0.005L	0.100	0.1L	0.1L	0.03	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.380	0.216
	11 月 5 日	1.26	5.95	49	10.9	5L	170	7.26	0.1	0.072	0.518	1.66	55.2	0.001L	0.312	0.005L	0.03	0.01L	0.5L	0.3	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	175	229
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.173	/	0.144	0.518	0.007	0.221	0.02L	0.016	0.005L	0.100	0.1L	0.1L	0.03	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.389	0.229
D046	11 月 3 日	1.73	9.71	28.8	6.43	5L	97.1	7.08	0.04	0.072	0.589	9	46.7	0.001L	0.272	0.005L	0.09	0.09	0.5L	0.4	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	108	166
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.053	/	0.144	0.589	0.036	0.187	0.02L	0.014	0.005L	0.300	0.900	0.1L	0.04	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.240	0.166
	11 月 4 日	1.62	10.4	30.4	6.33	5L	103.2	7.14	0.05	0.074	0.57	7.47	46.8	0.001L	0.281	0.005L	0.11	0.09	0.5L	0.4	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	107	157
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.093	/	0.148	0.570	0.030	0.187	0.02L	0.014	0.005L	0.367	0.900	0.1L	0.04	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.238	0.157
	11 月 5 日	1.72	10.5	30	6.31	5L	109.3	7.19	0.05	0.077	0.534	8.28	46.1	0.001L	0.346	0.005L	0.1	0.09	0.5L	0.4	0.04L	2.5L	0.004L	0.0003L	105	174
	Pi 值	/	/	/	/	/	/	0.127	/	0.154	0.534	0.033	0.184	0.02L	0.017	0.005L	0.333	0.900	0.1L	0.04	0.04L	0.25L	0.08L	0.15L	0.233	0.174

注：1、“L”表示检测数据低于标准方法检出限，本次评价以检出限值进行评价。

5.8.6水资源开采利用现状和环境水文地质问题

5.8.6.1地下水开采利用现状

评价区内居民分为城镇居民和农村居民。城镇居民的日常生产生活用水主要为地表水，部分乡镇采用地下水水源，均由自来水厂统一供应。农村居民几户或几十户多通过管道将出露在山间的泉水或溪水引至集水池中，作为正常的生产、生活用水。泉类型为下降泉，泉水类型为红层地区砂泥岩风化裂隙水，泉水流量较小。根据调查资料和水文地质现场调查，当地村民平均每户为3～5口人，每户每天生活用水量约为1.0m^3。

评价区内居民主要是利用居住区周边沟水、泉点分散开采利用。在地势平缓的沟谷内，也有少数居民凿井开采利用地下水。

经调查，兰草坝隧洞沿线现存7处分散式地下水饮用水源，泉点出露地层为侏罗系上统蓬莱镇组（J_3p），民井揭露地层为侏罗系上统蓬莱镇组（J_3p）与三叠系中统巴东组（T_2b^1）。隧洞施工期和运营期疏排地下水，可能造成地下水位下降，引起泉流量减小或干涸，但总体来说对周边地下水水量和水位影响较小，且根据工程地质勘查及实地调查，分散式饮用水井均离隧道具有一定距离，故隧道施工期对沿线居民生活用水影响较小。

灌区范围现存15处分散式地下水饮用水源，分散在各个灌区，会因灌区灌溉等活动产生的地下水上升、水质变化而受到一定影响。

5.8.6.2环境水文地质问题

通过调查，工作区内地下水水量较小，不适宜大规模开采，当地居民多采用分散型开采方式开采地下水；集中开采利用地下水的水源地为泉点，不存在集中的供水井，不会形成区域性的地下水开采漏斗，本次调查也未发现有大的地下水开采降落漏斗分布，也无区域性地下水水位下降引起的土地次生荒漠化、地面沉降、地裂缝、岩溶塌陷、湿地退化，也无因农业灌溉导致局部地下水位上升产生的土壤次生盐渍化、次生沼泽化等环境水文地质问题。本次调查，未见由水、土引发的地方性疾病。

工作区内的三叠系上统须家河组（T_3xj）即香溪组（T_3J_1x）中含煤层，在库区、南溪片区典型灌区内，分布有煤矿洞，对区域地下水存在疏干、排泄作用。

5.9工程评价范围内存在的主要环境问题

（1）评价范围内的河流水质不能完全满足地表水环境功能区要求

根据收集历史监测数据和现场监测，团滩河与汤溪河交汇处上游断面（W6）枯水期氨氮超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，汤溪河、澎溪河上位于

三峡水库回水变动区范围内的大多监测断面总氮和总磷不能满足III类湖库水质标准要求。

工程受水区污水处理厂处理能力不足，有未处理污水直接排入河道内，对河道内水环境造成一定影响。受长江干流顶托，汤溪河与澎溪河在河口处滞留，交换周期长，导致局部水域水质恶化，每年 3-6 月和 9-11 月期间“水华”频现，水体透明度差，并偶有大量浮萍。有机化肥及农药是区域地表水体主要污染源，雨季土地表层残留物经雨水冲刷随地表径流进入河流，对水体造成一定影响，流域现状缺乏有效的面源污染防治措施，导致部分监测断面的总氮、总磷超标。

（2）流域现状水电开发以引水式开发为主，对水生态环境影响较大

汤溪河流域已建成有若干水电站或水工构筑物，水电站基本为引水式电站，因历史原因水电站下泄生态流量不足，造成电站下游河段减水、脱流现象明显，枯水期甚至出现断流，对河流生境已经产生了阻隔影响，水生生境片段化严重。另外，水电站的阻隔效应，改变了物种的生存条件，生物多样性受到影响。电站下游河段减水，削弱了河道的自净能力与纳污能力，影响了污染物迁移，对水生态环境影响较大。

（3）小水电整治工作尚未完全到位

根据《重庆市环境保护督察具体问题整改清单》、《重庆市水利局、重庆市生态环境局、重庆市发展和改革委员会关于分解落实中央环保督察难以保证生态基流“问题电站”整改任务的函》（渝水函[2017]189 号）及《关于印发重庆市长江经济带小水电清理整改工作实施方案的通知》（渝水农水[2019]4 号），云阳县目前已经完成 “问题电站”的保障生态流量整改任务。但是按照《关于印发重庆市长江经济带小水电清理整改工作实施方案的通知》（渝水农水[2019]4 号）中的要求，汤溪河流域云阳县境内小水电清理整改工作尚未完善并落实到位。

（4）畜禽养殖和农业面源污染防控有待普及

目前，评价范围河流经乡镇部分养殖场仍存在污染治理设施不健全，粪污综合利用率低等情况，众多家庭式小型养殖场，点多面广，不利于粪便集中处理处置，加之对非规模畜禽养殖污染防治缺乏相应的环境保护法规，管理乏力，存在大量粪便、污水直排，乱排入周边江河、湖库、溪沟、田地等情况，严重影响周边群众的生产生活质量。农村不合理施用农药、化肥，过度施用化肥，氮、磷等养分利用率低，污染严重，致使部分土壤、地表水及地下水等受到不同程度的污染。

（5）水污染联防联控机制不健全

汤溪河和澎溪河均为跨县河流，目前上下游之间利益协调、各方的积极性调动、检测信息共享、联合执法等制度尚不完善，缺少有效的应对跨界水污染突发事件的能力，亟待建立完善跨界县级水污染联防工作机制。

（6）饮用水源地保护需加强

评价范围内目前运行的水库型水源地没有完全实行水源封闭式管理，河流型水源地存在居民未搬迁，人群、牲畜在水源地附近活动造成水源污染。部分饮用水水源地标示标牌的建设仍达不到《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》(HJ773-2015)的要求，且有损坏现象。从水源到水龙头全过程监管方面的工作仍需进一步加强，水源地上游所在乡镇生活污水收集系统不完善，畜禽养殖污染严重，准保护区水面有漂浮垃圾等问题，亟待整治。

（7）消落带水环境污染存在隐忧

汤溪河、澎溪河是三峡水库库区重要支流，目前，回水区内的水环境污染存在着很大的隐忧。在回水区两岸人口集中的区域存在村民养殖种植情况。化肥、污水，再加上沿河生产、生活、工业污水和垃圾，库区滑坡等，对三峡库区水质造成的一定影响。

在消落带区域，夏季水位下降后，河道内沉淀的各种污染物将滞留在消落带上，加上经过半年左右浸泡的泥土，不易排水，污染伴着垃圾、杂草，不仅造成景观破坏，而且在高温下极有可能产生异臭，滋生病菌、寄生虫和蚊蝇，导致流行病发生。同时，在这类地区的消落带的局部低洼地方，因排水不净，还可能形成零星小面积死水塘，严重污染环境。更重要的是，三峡水库冬、夏两季年年蓄退水位，头一年沉淀在消落带内的污染物，又将成为第二年水质污染源，年复一年，周而复始，对环境的影响较大。

（8）水土流失严重，水土保持有待加强

工程所在区域丘陵、山地占流域面积 90%以上，山高坡陡，崩岗、滑坡等地质灾害频繁，土层薄，岩层松软，砂质碎屑含量高，持水量少，土体团粒结构差，极易流失，加之年均降雨量大且集中在汛期，暴雨径流冲刷地面土壤，加剧了水土流失。流域内人多地少，顺坡种植、斜向开沟等耕作方式普遍存在，随着经济社会发展，资源开发和生产建设活动活跃，造成新的人为水土流失。

（9）区域生态环境脆弱

区域生态系统物种组成较为单一，异制化程度不高，在受到外界干扰的情况下，生态系统的抗干扰能力、恢复能力较低。地表植被一旦破坏，生态环境的自我修复能力较弱，造成水土流失面积不断扩大，土壤侵蚀量增大，进一步造成生态环境破坏。

6.环境影响预测与评价

6.1水资源开发利用影响预测与评价

6.1.1水资源开发利用现状

（1）云阳县江北片区用水量、用水结构及用水水平

云阳县江北片区 2015 年总用水量为 12034 万 m^3，其中城乡生活（含城镇公共）、工业、农业（含林牧渔畜）、河道外生态环境用水量分别为 2865 万 m^3、2656 万 m^3、6404 万 m^3、110 万 m^3，占总用水量的比例分别为 23.8%、22.1%、53.2%、0.9%。2015 年云阳县江北片区用水组成见图 6.1-1。

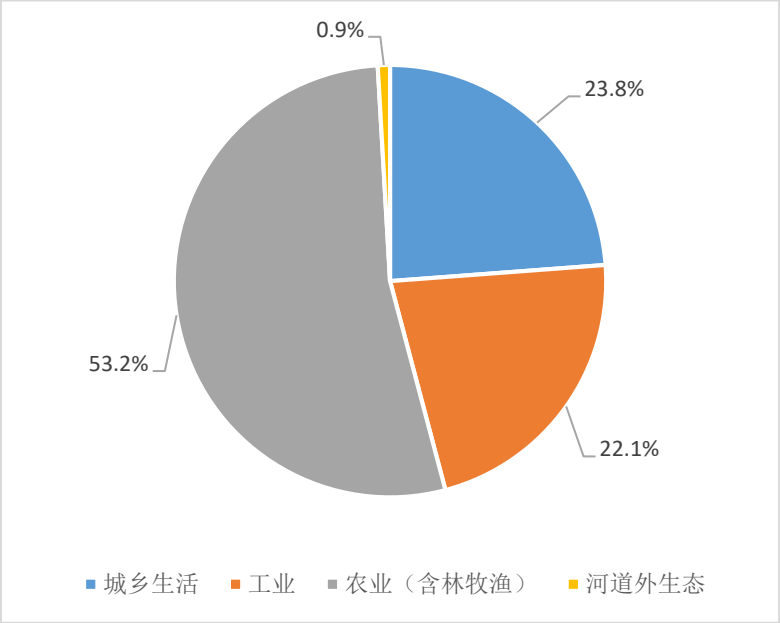


图 6.1-1　2015 年云阳县江北片区用水组成现状图

云阳县江北片区 2015 年亩均灌溉毛用水量 332m^3/亩，低于 2015 年重庆市（339m^3/亩）、长江流域（441m^3/亩）和全国（394m^3/亩）的亩均灌溉用水量；万元工业增加值毛用水量 54m^3，低于 2015 年重庆市（59m^3）、长江流域（74m^3）和全国（58.3m^3）的用水指标；现状城镇居民生活毛用水量 127L/（人·d），低于 2015 年重庆市（167L/（人·d））和长江流域（154L/（人·d））的用水指标；农村居民生活毛用水量 78L/（人·d），低于 2015 年重庆市（84L/（人·d））、长江流域（85L/（人·d））和全国（82L/（人·d））的用水指标。

云阳县江北片区 2015 年灌溉水利用系数 0.479，与重庆市现状灌溉水利用系数（0.48）

基本持平，低于长江流域现状灌溉水利用系数（0.50）和全国现状灌溉水利用系数（0.536）。现状供水管网漏损率 17%。

（2）供水区的用水量、用水结构及用水水平

2015 年来水频率 76.6%，属于枯水年份，向阳水库供水区城乡供水量 4991.7 万 m^3（不含农灌），其中城镇居民生活、城镇公共、农村居民生活、牲畜、工业、河道外生态环境用水量分别为 1102.5 万 m^3、546.9 万 m^3、426.2 万 m^3、266.3 万 m^3、2381.9 万 m^3 和 267.8 万 m^3，分别占供水区城乡用水量的 22.1%、11.0%、8.5%、5.3%、47.7%和 5.4%。

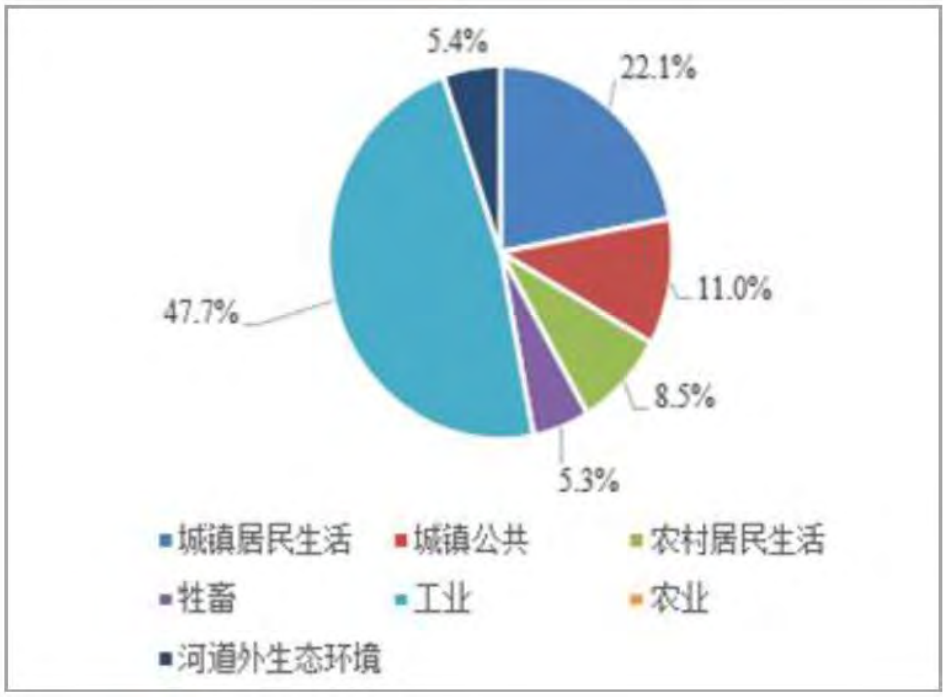


图 6.1-2　2015 年供水区用水组成现状图

向阳水库灌区现状有效灌溉面积 1.45 万亩，2015 年来水较枯（P=76.6%），由于灌区现状水利工程调蓄能力小（水库兴利库容 47.82 万 m^3，塘坝总容积 109.6 万 m^3），实际灌溉面积仅 0.77 万亩，灌溉水量 169 万 m^3，亩均灌溉水量 219m^3。

2015 年供水区城镇居民生活毛用水量 125L/（人·d），比重庆市 2015 年 167L/（人·d）低；城镇公共毛用水量 62L/（人·d），比重庆市 2015 年 72L/（人·d）低；农村居民生活毛用水量 75L/（人·d），比重庆市 2015 年 84L/（人·d）低。2015 年供水区万元工业增加值毛用水量 58m^3，与 2015 年重庆市（59m^3）和全国（58.3m^3）用水指标基本相当。2015 年灌区农田灌溉水利用系数 0.479，与重庆市灌溉水利用系数（0.48）基本持平，比 2015 年长江流域灌溉水利用系数（0.50）和全国灌溉水利用系数（0.536）低。

供水区现状城镇供水管网漏损率约为17%。

6.1.2城乡供水供需平衡分析

6.1.2.1供水

（1）现状年城乡供水供需平衡分析

向阳水库供水区现状城乡供水水源包括：中型水库1座（梅峰水库），兴利库容897万 m³，主要通过肖家湾水厂向云阳县城供水，现状年供水能力1258万 m³；小型水库40座，总兴利库容1091万m³，现状城乡供水能力693万m³；塘坝、窖池4850处，现状城乡供水量884万m³，主要为农村人畜饮水水源；现状引提水工程年供水能力2348万m³，主要为县城及场镇供水；现状地下水可供水量60.1万m³。供水区各水源城乡供水能力见表4.2-3，供需平衡分析见表4.2-4。由分析结果可知，供水区现状供水缺水256万m³，缺水率4.66%，缺水主要集中在县城组团片、江口镇和沙市镇。

（2）设计水平年新建水源工程条件下可供水量

为解决云阳县城组团及汤溪河沿岸江口、沙市、鱼泉、南溪、云安等乡镇的城乡供水矛盾，拟建设团滩河向阳水库工程，工程建成后，多年平均城乡供水量5938万 m³，其中向云阳县城组团供水3578万m³，向江口、沙市、鱼泉、南溪、云安等乡镇供水2360万m³。新建向阳水库工程条件下，供水区城乡供水工程可供水量见表4.2-8，水资源供需平衡分析见表4.2-9。新建向阳水库后，受水区多年平均缺水量降至83.5万m³，供水需求可得到保障。

6.1.2.2灌溉

（1）灌溉需水分析

灌溉净需水量由灌溉面积乘综合灌溉过程推求，灌溉净需水量除以灌溉水利用系数得到灌溉毛需水量。向阳水库灌区2030水平年多年平均毛需水量为2190万m³，75%灌溉保证率毛需水量为2320万m³。

（2）供需平衡分析

向阳水库工程建成后，灌区有效灌溉面积7.03万亩，其中新增灌溉面积5.58万亩，改善灌溉面积1.45万亩。多年平均来水情况，灌区需水总量2146万m³，灌区各水源总灌溉供水量2093万m³（其中向阳水库供水量1914万m³），缺水量52.4万m³；75%来水情况下，灌区需水总量2275万m³，灌区各水源总灌溉供水量2275万m³，其中向阳水库供水量2106万m³，缺水量0万m³。

6.1.3对水资源量的影响

6.1.3.1水资源配置方案

设计水平年 2030 年，多年平均来水情况下，供水区城乡供水需水量 10369 万 m^3，灌溉需水量 2146 万 m^3，城乡可供水量 10286 万 m^3（其中向阳水库供水量 5938 万 m^3），缺水量 83.5 万 m^3，缺水率 0.80%；灌溉可供水量 2093 万 m^3（其中向阳水库供水量 1914 万 m^3），缺水量 52.4 万 m^3，缺水率 2.4%。2030 年向阳水库供水区水资源配置方案见表 4.2-9 和表 4.2-13。

6.1.3.2对水资源量时空分配的影响

（1）对团滩河水资源量时空分配的影响

向阳水库位于汤溪河支流团滩河上，坝址多年平均径流量 2.07 亿 m^3，工程建成后多年平均供水量 7852 万 m^3，占坝址以上多年平均径流的 37.9%，占团滩河多年平均径流量（2.50 亿 m^3）的 27%（水库部分供水区位于坝址下游团滩河两岸，考虑一定的退水）。向阳水库向汤溪河流域外调水量 3578 万 m^3，占坝址以上多年平均径流的 17.3%，占团滩河多年平均径流的 14.3%，占汤溪河多年平均径流（18.04 亿 m^3）的 2%。

向阳水库工程任务是以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件，工程实施将改变对区域水资源的时空分布，增加了受水区水资源量，降低了坝下河段水资源量。在汛期，水库充分利用调节库容对洪水实施拦蓄、削减洪峰，增加水资源在水库的滞留时间，改变团滩河天然河道的洪水暴涨、暴落现象；在枯期，除根据供水任务蓄积坝址上游来水外，利用调节库容满足坝址下游生态用水量。

在丰水年（P=20%），水库各月下泄径流量占同月入库径流量的比例为 14.23%（6 月）~225.86%（3 月），全年下泄径流量为全年天然入库径流量的 62.18%，其中汛期（5~10 月）下泄径流量占全年下泄径流量的 87.15%。

在平水年（P=50%），水库各月下泄径流量占同月入库径流量的比例为 19.72%（5 月）~184.51%（2 月），全年下泄径流量为全年天然入库径流量的 71.67%，其中汛期（5~9 月）下泄径流量占全年下泄径流量的 85.74%。

在枯水年（P=75%），水库各月下泄径流量占同月入库径流量的比例为 17.73%（10 月）~503.85%（1 月），全年下泄径流量为全年天然入库径流量的 43.09%，其中汛期（5~10 月）下泄径流量占全年下泄径流量的 66.75%。

向阳水库各来水保证率下供水过程及出入库径流量变化情况见表 6.1-1~表 6.1-3。

表 6.1-1 丰水年（P=20%）供水过程及出入库径流量变化表

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
入库	入库流量（m^3/s）	1.4	0.74	0.58	1.57	3.03	18.48	33.57	11.85	11.99	15.85	1.68	1.02
	径流量(万m^3)	375.0	179.0	155.3	406.9	811.6	4790.0	8991.4	3173.9	3107.8	4245.3	435.5	273.2
库损（万 m^3）		52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67
供水	县城组团片	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4
	江口镇	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1
	南溪镇	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3
	鱼泉镇	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
	沙市镇	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1
	云安镇	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4
	合计	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8
灌溉	江口片	74.9	54.7	13.3	39.1	335.9	66.3	98.9	133.9	0	19.3	35.8	63.2
	鱼泉片	13.6	9.9	2.4	7.1	61	12.1	18	24.3	0	3.5	6.5	11.5
	南溪片	45.2	33	8	23.6	202.5	40	59.6	80.7	0	11.6	21.6	38.1
	云安片	10.9	7.9	1.9	5.7	48.8	9.6	14.4	19.4	0	2.8	5.2	9.2
	合计	144.6	105.6	25.6	75.5	648.2	128	190.8	258.4	0	37.3	69.1	122
下泄流量		1.31	1.31	1.31	1.31	2.63	2.63	24.6	8.7	9.81	7.04	1.31	1.31
下泄径流量占同月入库径流量的比例%		93.57	177.03	225.86	83.44	86.8	14.23	73.28	73.42	81.82	44.42	77.98	128.43

表 6.1-2 平水年（P=50%）供水过程及出入库径流量变化表

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
入库	入库流量（m^3/s）	1.19	0.71	1.13	4.25	13.34	4.13	23.47	2.78	20.27	3.55	1.06	1
	径流量(万 m^3)	318.7	171.8	302.7	1101.6	3573.0	1070.5	6286.2	744.6	5254.0	950.8	274.8	267.8
库损（万 m^3）		52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67
供水	县城组团片	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4
	江口镇	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1
	南溪镇	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3
	鱼泉镇	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
	沙市镇	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1
	云安镇	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4
	合计	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8
灌溉	江口片	38	87.1	12.6	0	361.5	77	169.2	213.1	0	18.5	33.4	0
	鱼泉片	6.9	15.8	2.3	0	65.7	14	30.7	38.7	0	3.4	6.1	0
	南溪片	22.9	52.5	7.6	0	217.9	46.4	102	128.5	0	11.1	20.1	0
	云安片	5.5	12.7	1.8	0	52.5	11.2	24.6	30.9	0	2.7	4.8	0
	合计	73.4	168.1	24.4	0	697.6	148.6	326.5	411.2	0	35.7	64.4	0
下泄流量		1.31	1.31	1.31	1.31	2.63	4.8	20.05	2.63	14.5	2.63	1.31	1.31
下泄径流量占同月入库径流量的比例%		110.08	184.51	115.93	30.82	19.72	116.22	85.43	94.6	71.53	74.08	123.58	131

表 6.1-3　枯水年（P=75%）供水过程及出入库径流量变化表

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
入库	入库流量（m^3/s）	0.26	0.37	0.78	5.61	7	9.98	3.28	4.92	4.94	14.83	2.13	0.76
	径流量(万m^3)	69.6	89.5	208.9	1454.1	1874.9	2586.8	878.5	1317.8	1280.4	3972.1	552.1	203.6
库损（万 m^3）		52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67	52.67
供水	县城组团片	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4	302.4
	江口镇	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1
	南溪镇	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3
	鱼泉镇	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
	沙市镇	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1
	云安镇	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4
	合计	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8	501.8
灌溉	江口片	74.9	54.7	13.3	39.1	335.9	66.3	98.9	133.9	0	19.3	35.8	63.2
	鱼泉片	13.6	9.9	2.4	7.1	61	12.1	18	24.3	0	3.5	6.5	11.5
	南溪片	45.2	33	8	23.6	202.5	40	59.6	80.7	0	11.6	21.6	38.1
	云安片	10.9	7.9	1.9	5.7	48.8	9.6	14.4	19.4	0	2.8	5.2	9.2
	合计	144.6	105.6	25.6	75.5	648.2	128	190.8	258.4	0	37.3	69.1	122
下泄流量		1.31	1.31	1.31	1.31	2.63	4.8	20.05	2.63	14.5	2.63	1.31	1.31
下泄径流量占同月入库径流量的比例%		93.57	177.03	225.86	83.44	86.8	14.23	73.28	73.42	81.82	44.42	77.98	128.43

（2）对汤溪河水资源量时空分配的影响

不考虑汤溪河其他电站调蓄供水影响，只考虑向阳水库供水引起的汇口断面水资源量变化，向阳水库建库供水后，使得下游河道水量降低。

汤溪河干流团滩河汇入口处多年平均天然径流量40.63m³/s，考虑上游现状社会经济耗水后约40.33m³/s。至2030年修建向阳水库后，经分汤溪河干流团滩河汇入口析多年平均径流量38.78m³/s，减少了3.8%。

向阳水库工程建成后供水、灌溉多年平均引水量7852万m^3，占坝址以上多年平均径流的37.9%，占团滩河多年平均径流量（2.50亿m^3）的27%（水库部分供水区位于坝址下游团滩河两岸，考虑一定的退水）。向阳水库向汤溪河流域外调水量3578万m^3，占坝址以上多年平均径流的17.3%，占团滩河多年平均径流的14.3%，占汤溪河多年平均径流（18.04亿m^3）的2%。

（3）对澎溪河及长江水资源量时空分配的影响

向阳水库建成后将向处于澎溪河及长江三峡库区的县城组团片区进行供水，供水量为3578万m^3，退水2886.42万m^3/a退水进入澎溪河及长江。

澎溪河多年平均径流量为34.1亿m^3，三峡库区总库容393亿m^3，工程退水占澎溪河及三峡库区总库容比例很小，对水资源量分配的影响很小。

6.1.3.3供水退水对流域水资源量的影响

至规划水平年2030年，向阳水库共产生退水总量4921.44万m^3/a（其中城镇生活退水量2856.81万m^3/a、工业退水量1298.67万m^3/a、灌溉退水量765.96万m^3/a）。

其中197.8万m^3/a灌溉退水回归团滩河流域，81.11万m^3/a城镇生活回归团滩河流域，1756.11万m^3/a退水进入汤溪河流域，2886.42万m^3/a城市生产生活退水进入澎溪河及长江。

表6.1-4　设计水平年受水区退水量及去向表

供水对象	水库供水量万m^3	退水量（万m^3）				受纳水体
		合计	城镇生活	工业	灌溉	
县城组团片	3578	2886.42	1861.5	1024.92	/	澎溪河、长江
江口镇	1101	670.87	488.37	182.5	/	汤溪河、团滩河
南溪镇	678	404.01	312.76	91.25	/	汤溪河
鱼泉镇	243	77.93	77.93	0	/	汤溪河
沙市镇	190	77.16	77.16	0	/	汤溪河
云安镇	147	39.09	39.09	0	/	汤溪河
江口北	312	124.8	/	/	124.8	汤溪河、团滩河

江口西	360	144	/	/	144	汤溪河、团滩河
江口东	318	127.2	/	/	127.2	汤溪河
鱼泉东	128	51.2	/	/	51.2	汤溪河
鱼泉西	50.7	20.28	/	/	20.28	汤溪河
南溪西	527	210.8	/	/	210.8	汤溪河
南溪东	74.2	29.68	/	/	29.68	汤溪河
云安西	145	58	/	/	58	汤溪河
合计	7851.9	4921.44	2856.81	1298.67	765.96	

6.2向阳水库工程生态流量确定分析

建设单位委托水力学与山区河流开发保护国家重点实验室编制完成了《重庆市云阳县向阳水库坝址下游生态需水量研究报告》，主要内容如下：

6.2.1河段生态需水量计算

6.2.1.1Tennant 法计算生态需水量

（1）河段适用标准

团滩河减水河段河道断面大多呈深切河谷的“V”形或“U”形河谷，由水力学分析知，在相同的流量条件下，V 字型河道与宽浅型河道达到相同的流速特征时，V 字型河道水面宽、水深比宽浅型河道大。换句话讲，在满足相同鱼类生境适应性条件下，V 字型河道比宽浅型河道所需水量小。根据 Tennant 法的原则，本河段适用标准如表 6.2-1。

表 6.2-1　保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流流量状况

流量状况描述	枯水期推荐的基流（%平均流量)	丰水期推荐的基流(%平均流量)
泛滥或最大		200（48~72/h）
最佳范围	60~100	60~100
很好	40	60
好	30	50
良好	20	40
一般或较差	10	30
差或最小	10	10
极差	0~10	0~10

（2）计算结果

由 Tennant 法计算出减水河段多年平均流量条件下的生态基流量，见表 6.2-2。考虑团滩河没有珍稀特有保护鱼类的重要生境，为维持生境质量保持在“一般”的等级，故在丰水期生态基流量取多年平均流量的 30%，枯水期取多年平均流量的 10%。

表 6.2-2　减水河段内不同时段生态流量成果表（单位：m^3/s）

时期	最小流量	枯水期	丰水期
		11～4 月	5～10 月
向阳水库坝址	0.66	0.66	1.97

根据以上计算结果，在多年平均流量条件下，不考虑闸址弃水，为了满足坝址附近断面生态基流量要求，在枯水期需下泄 0.66m³/s，在丰水期需下泄 1.97m³/s。

6.2.1.2湿周法计算生态需水量

在向阳水库坝址至团滩河汇口处约 12km 的河段，根据坝下地形测量资料，选取其中有代表性的 19 个断面进行计算。

河流中尺度生境一般划分为：深潭、浅滩等几种类型，河道水流呈何种类型，主要受河道地形构造和流量大小控制。深潭浅滩序列是河流纵向结构最基本的特征之一。对河流深潭浅滩的识别研究一般基于水流特征(包括水面坡降法、流动特征法、弗劳德数法等) 或河床的地形学特征(包括深泓线线性回归法、横截面对称指数法等、局部高程差异法等) 。本报告结合基于水流特征的弗劳德数法和基于河床地形学特征的深泓线线性回归法来分析实测断面的类型。

（1）计算断面

1）深泓线线性回归法

Richards(1976)提出深泓线线性回归法进行深潭、浅滩断面判断方法，该方法要求沿河道深泓线等间距进行河床高程测量，然后采用线性回归方程对河床高程点进行拟合。对于较短的河段，可采用一次方程，对于较长的河段，采用二次或三次方程。根据拟合结果，河床实测高程高于拟合曲线的为浅滩，低于拟合曲线的为深潭。本项目设置 19 个计算大断面，近似用该方法进行分析。拟合曲线方程采用三次曲线方程，19 个大断面中，其中 8 个断面为深滩断面，其他 11 断面为浅滩断面，具体见图 6.2-1。

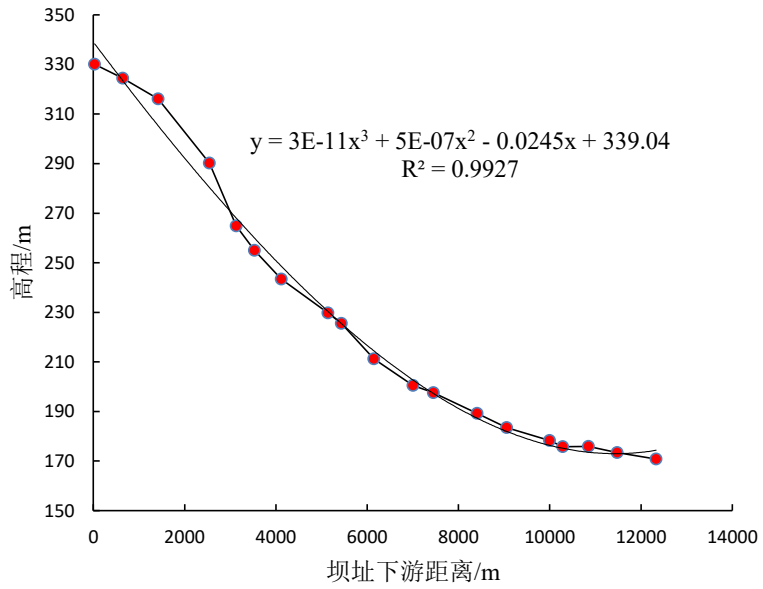


图 6.2-1　　向阳坝址下游河道深泓线纵向分布图

2）弗劳德数法

弗劳德数（Fr）是反映水流急缓程度的一个重要参数。国内外不少研究采用弗劳德数对水生生境进行分类。对各断面的弗劳德数采用多年平均流量下的断面平均流速 V 和平均水深 H 进行计算，即 $Fr = V/\sqrt{gH}$，g 为重力加速度。坝下各断面弗劳德数的分布如图 6.2-2 所示。各断面的弗劳德数在 0.10~1.01，平均为 0.53。将断面类型只区分为两类，即浅滩断面或深潭断面，把 Fr=0.53 作为浅滩断面和深潭断面分界线，若断面 Fr＞0.53 则为深滩断面，若断面 Fr＜0.53 则为浅滩断面。经判断，19 个大断面中，其中 10 断面为深滩断面，其他 9 断面为浅滩断面，具体见表 6.2-3。

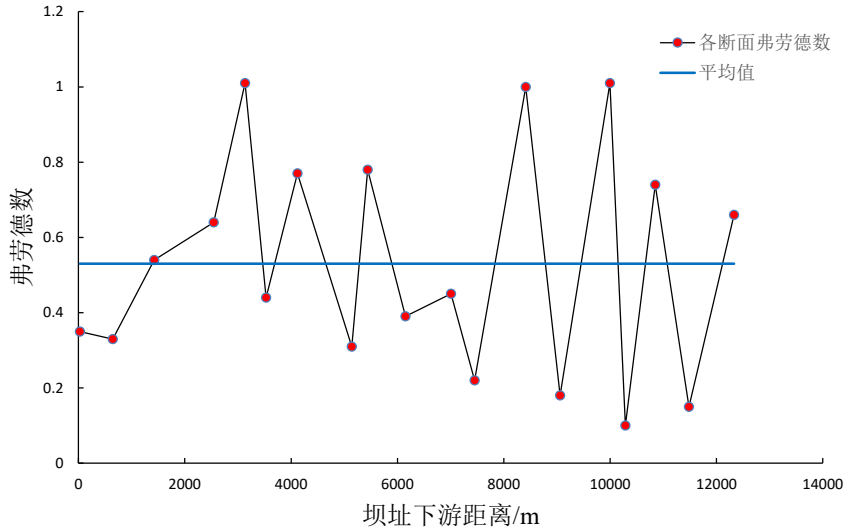


图 6.2-2　　向阳电站坝址下游河道各断面 Fr 分布图

表 6.2-3　向阳水库坝址下游河道断面分类

断面编号	距坝址距离（m）	深泓线线性回归法			弗劳德数法		确定分类
		深泓线高程	拟合二次曲线高程	分类	Fr	分类	
19	28	330.1	338.35	P	0.35	R	P*
18	646	324.5	323.43	R	0.33	R	P
17	1423	316.13	305.28	R	0.54	P	P
16	2543	290.24	280.48	R	0.64	P	R*
15	3133	264.85	268.14	P	1.01	P	P
14	3528	255.04	260.19	P	0.44	R	P
13	4118	243.38	248.79	P	0.77	P	P
12	5142	229.74	230.50	P	0.31	R	P*
11	5438	225.5	225.58	R	0.78	P	P*
10	6149	211.27	214.50	P	0.39	R	R*
9	7005	200.49	202.61	P	0.45	R	P*
8	7452	197.61	197.06	R	0.22	R	R
7	8412	189.25	186.78	R	1	P	P*
6	9058	183.5	181.18	R	0.18	R	R
5	9996	178.32	175.06	R	1.01	P	P*
4	10286	175.74	173.67	R	0.1	R	R
3	10847	175.88	171.68	R	0.74	P	P*
2	11481	173.37	170.58	R	0.15	R	R
1	12329	170.81	171.08	P	0.66	P	P

注：P 代表深潭，R 代表浅滩；带*号的表示两种方法不一致，经对比后选定的。

由于两种分析方法基于的原则不一致，因此深潭和浅滩识别的结果也存在一定的差异。在 19 个断面中有 10 个断面两种方法判定的结果一致；其余的 9 个断面，则根据断面形状来综合判定，一般认为水下断面比较对称的为浅滩断面；断面不对称、断面上各点水深差别较大的为深潭断面。综合后，19 个断面中有 6 个断面判定为浅滩断面，其他 13 个断面为深潭断面。

（2）湿周法模拟计算分析

湿周法是一种应用较为广泛的生态需水量确定方法。采用湿周法分析时，湿周、流量一般采用相对于多年平均流量下的相对值表示，即：

相对流量 x =100×流量/多年平均流量（%）

相对湿周长 y =100×湿周长/多年平均流量下湿周长（%）

拟建向阳水库坝址控制流域面积为 242km^2，根据余家水文站设计径流成果，采用水文比拟法并考虑面平均降雨量修正，计算得水库坝址多年平均流量为 6.57m^3/s。

湿周法以浅滩断面湿周－流量曲线上的拐点对应的流量作为生态需水量建议值，但由于河流实际断面的湿周流量-曲线往往很少只有一个拐点，多数是有多个拐点或者没有明显的拐点，人为确定拐点往往会有较大的偏差。Gippel 等（1998）对湿周法作了改进，采用数学方法来确定流量拐点并提出了两种方式来确定拐点：设定斜率对应点（斜率法）或最大曲率对应点（曲率法），认为采用斜率法较为合适，一般情况下可选择斜率为 1 的点作为拐点。

本报告中对于拐点明显的，采用从图中直接判定；对于拐点不明显的，则采用斜率为 1 法判定。采用斜率法判定时，需先对湿周-流量曲线采用函数曲线方程拟合，一般情况下，湿周-流量曲线方程可采用幂函数形式或对数函数形式。

幂函数形式如下：

$$y = ax^b$$

式中，a,b 为待定系数，按方差最小通过拟合确定。

$$y' = abx^{b-1}$$

当 $y'=1$ 时：

$$x = (\frac{1}{ab})^{1/(b-1)}$$

对数函数形式为：$y = aln(x) + b$

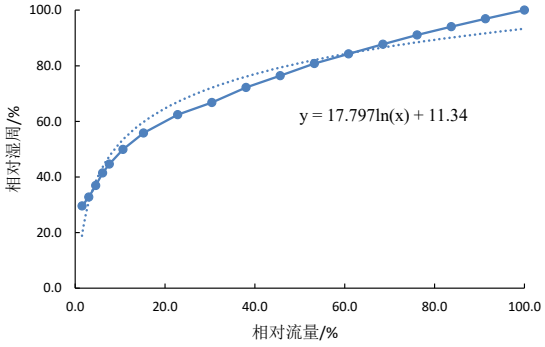
式中，a,b 为待定系数，按方差最小通过拟合确定。

$$y' = \frac{a}{x}$$

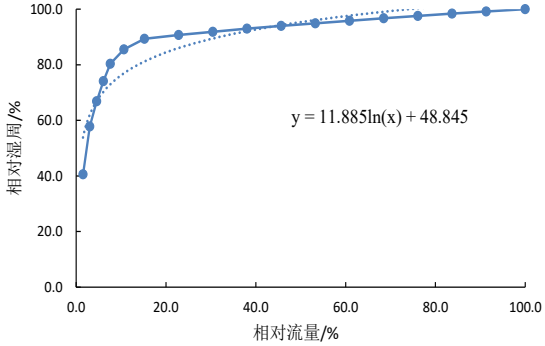
当 $y'=1$ 时：$x = a$

（3）研究河段实测大断面的湿周法分析

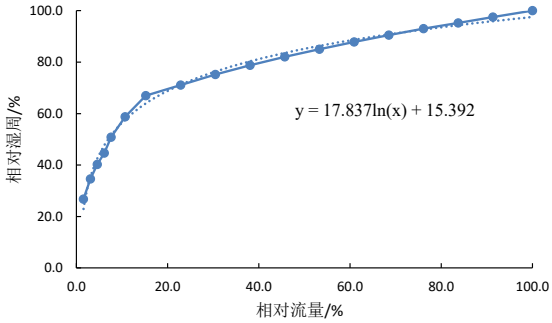
图 6.2-3 为各浅滩断面的湿周-流量曲线，图中湿周长、流量均以相对湿周长、相对流量表示。



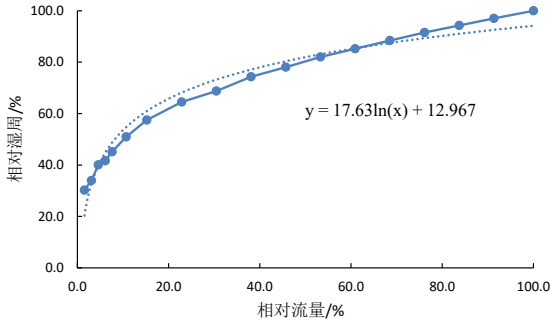
断面 16



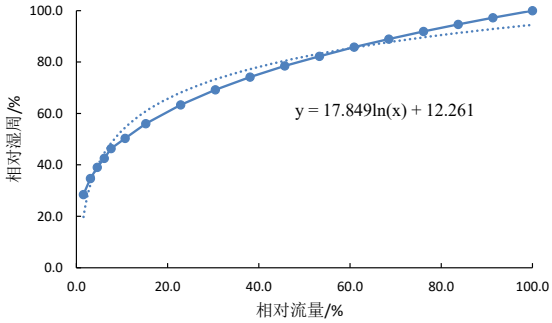
断面 10



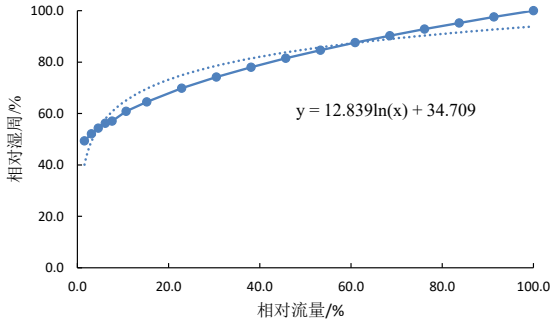
断面 8



断面 6



断面 4



断面 2

图 6.2-3　研究河段浅滩断面湿周-流量关系曲线

根据各断面的湿周-流量曲线特征，拟定出各断面的拐点，湿周法计算结果见下表。

表 6.2-4　　各断面湿周法估算结果

断面号	拐点对应流量		相应流量下断面水力参数				
	占多年平均流量的比例（%）	流量（m3/s）	水面宽（m）	平均水深（m）	最大水深（m）	流速（m/s）	湿周率（%）
16	17.79	1.17	7.24	0.15	0.29	1.19	61.4
10	11.89	0.78	8.89	0.13	0.25	0.69	87.5
8	17.83	1.17	21.07	0.15	0.29	0.34	69.5
6	17.63	1.16	20.61	0.15	0.3	0.36	58.4
4	17.85	1.17	11.12	0.42	0.84	0.25	58.6
2	12.84	0.84	22.09	0.14	0.22	0.24	62.1

注: 本表中的湿周率指的是相应流量下的湿周长与多年平均流量(Q=6.57m³/s)下湿周长的比值。

从上表可以看出，各断面拐点对应的流量在 0.78~1.17m³/s 之间，湿周法的结果受断面性状影响大。湿周法主要是在河道外用水和河流栖息地之间进行权衡，以期尽可能多地保护栖息地。综合以上对比，确定 1.17m³/s 作为湿周法推荐的生态流量。

6.2.1.3R2-cross 法计算生态需水量

根据《向阳水库工程规划环评渔业资源监测评价研究》,团滩河共检测出鱼类 14 种，隶属于 3 目 5 科 14 属，主要为适应急流、亚冷水性和以藻类为食的鱼类。鱼类中鲤形目鱼类 3 科 12 种，占鱼类群落总数的 85.72%；鲇形目和鲈形目各有 1 科 1 种，分别占鱼类群落总数的 7.14%。由于鲤形目在该河段数目占比最大，故而将其作为保护对象。根据相关文献研究，山区型河流鲤科鱼类产卵繁殖适宜流速大多处于 0.2~0.8m/s。结合团滩河历年径流资料，水库坝址处多年平均流量相对较小，并参考 R2-cross 法最小流量确定标准综合考虑，平均流速限值取值为 0.25 m/s，平均水深限值取值为 0.15m。综上，确定 R2-Cross 法的评价标准如下表所示。

表 6.2-5　R2-Cross 法确定生态最小流量标准

平均水深(m)	平滩湿周率(%)	平均流速(m/s)
≥0.15	50	0.25

由于河段平滩流量和平滩湿周长难以确定，国内常用的做法是采用多年平均流量下的湿周率来代替平滩湿周率这个参数，本报告中的湿周率也指的是湿周长与多年平均流量下的湿周长度比值。

参考 Tennant 法计算结果，设定计算工况：流量为 0.2m³/s、0.4m³/s、0.8m³/s、1.0m³/s、1.2m³/s，采用 R2-Cross 法计算，计算软件选取一维 HEC-RAS，结果如下表所示。

表 6.2-6　R2-Cross 法计算结果统计表

流量(m³/s)	断面编号	水面宽度(m)	平均流速(m/s)	平均水深(m)	湿周率(%)
0.2	16	3.57	0.82	0.07	32.7
	10	4.23	0.78	0.06	57.8
	8	12.32	0.21	0.08	36.0
	6	11.74	0.22	0.08	33.9
	4	6.57	0.12	0.25	34.5
	2	18.24	0.15	0.07	51.7
	小结	≥3.57	≥0.12	≥0.06	≥32.7
0.4	16	4.7	0.94	0.09	41.41
	10	6.92	0.58	0.1	74.09
	8	16.46	0.25	0.1	48.16
	6	15	0.27	0.1	41.61

	4	8.05	0.16	0.3	42.29
	2	19.61	0.2	0.1	55.61
	小结	≥4.7	≥0.16	≥0.09	≥41.4
0.6	16	5.51	1.02	0.11	46.19
	10	6.59	0.97	0.1	81.83
	8	19.66	0.28	0.11	57.54
	6	17.38	0.3	0.12	48.74
	4	9.09	0.19	0.34	47.74
	2	20.7	0.23	0.13	58.70
	小结	≥5.51	≥0.19	≥0.10	≥46.19
0.8	16	6.16	1.09	0.12	54.05
	10	8.97	0.69	0.13	86.81
	8	22.22	0.3	0.12	65.04
	6	19.25	0.32	0.13	55.43
	4	9.92	0.21	0.38	52.10
	2	21.62	0.25	0.15	61.33
	小结	≥6.16	≥0.21	≥0.12	≥54.05
1.0	16	6.73	1.14	0.13	55.83
	10	9.73	0.74	0.14	89.35
	8	23.15	0.32	0.14	67.76
	6	20.86	0.34	0.14	57.51
	4	10.6	0.24	0.4	55.63
	2	22.44	0.27	0.17	63.65
	小结	≥6.73	≥0.24	≥0.13	≥55.83
1.2	16	7.24	1.19	0.15	58.91
	10	10.39	0.78	0.15	89.64
	8	21.06	0.34	0.15	69.66
	6	22.33	0.36	0.15	58.55
	4	11.2	0.25	0.42	58.80
	2	23.15	0.29	0.18	65.69
	小结	≥7.24	≥0.25	≥0.15	≥58.91

由上表可知，当下泄流量为 1.2m^3/s 时，占多年平均流量的 18.3%，各个指标均能满足修正后 R2-Cross 法的标准。本方法推荐团滩河减水河段生态需水量为 1.2m^3/s。

6.2.1.4生态水力学法计算生态需水量

针对特定的河段，进行生态水力模型模拟，该模型分三大模块，一是河道水生生境描述，该模块调查分析水生生物对水深、流速等水力生境参数的最基本生存要求；分析水温变化对水生生物的影响；分析水生生物对急流等水力形态的基本生存要求。二是河道水力模拟，利用水力学模型对研究河段进行一维、二维水力模拟，计算不同流量时研究河段内各水力生境参数值的变化情况。通过一定的水力生境指标表现形式，将模块一

与模块二有机的结合，并用简明的方式表现出来。三是河道水生生态基流量的决策，由水文水资源、水力、环评、水生生态工作者依据水力生境指标表现形式，结合河道的来水过程、当地的社会经济发展状况及政策等综合确定河道生态基流量。三模块的关系如下图所示。

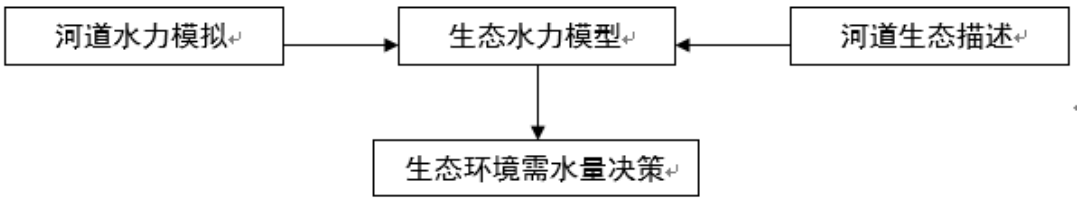


图 6.2-4　生态水力学法的示意框图

在进行生态水力模型模拟时，首先要对向阳水库坝下减水河段内的水生生物（重点为鱼类）进行现场调查，对鱼类的类型、分布、生活习性特别是对水深、流速等水力要素的偏好进行研究，并对其进行定性或定量化的描述，其次要搞清减水河段内在下泄不同流量时枯期及汛期的河道内水力参数变化情况，利用水力学模型对整个减水河道及局部减水河道进行水力模拟。局部河道选取时主要考虑生境需求的变化，如鱼类生活的缓流处、急流处与深潭处，另一方面是考虑河道地貌的变化。最后根据河道模拟结果与生态描述，综合确定较为合理的生态需水量。

6.2.3.4.1 鱼类适宜生境的水力学参数分析

（1）研究河段鱼类生态学习性描述

研究河段鱼类生态学习性描述见 5.6.5.5 节。

（2）天然状况下河段的鱼类生境条件

1）河段纵向生境变化

向阳水库坝址至团滩河汇口全长约 12km，落差约 184.3m，河道平均比降为 2.16%根据余家水文站设计径流成果，采用水文比拟法并考虑面平均降雨量修正，计算得水库坝址多年平均流量为 6.57m^3/s，多年平均径流量为 2.07 亿 m^3。河床坡降大，水流湍急，河流沿纵向形成急湍流、缓慢流交错的格局。河段底部高低起伏，总体呈下降趋势。

2）研究河段原有水力学条件

研究河段在向阳水库坝址处多年平均流量 6.57m^3/s，最枯月（2 月）多年平均流量 0.85m^3/s，对应工程研究河段水力学条件见表 6.2-8。

表 6.2-8　工程研究河段现有水力学条件

流量(m^3/s)	流速(m/s)		水面宽(m)		平均水深(m)	
	集中范围	最大值	集中范围	最大值	集中范围	最大值
0.85	0.3~0.9	1.18	6~15	30.53	0.1~0.15	0.36
6.57	0.6~1.4	1.85	15~30	40.15	0.37~0.5	0.83

（3）研究河段鱼类生境质量的影响因素

鱼类生活于水环境中，其生长受多种因素的影响。主要包括生物因素和非生物因素，生物因素包括鱼类的遗传因素、鱼体的大小、生理状况、种群的结构、竞争等，非生物因素主要包括微生境、中生境、大生境，其中：微生境包括水深、流速、基质、覆盖物等，中生境包括深潭、浅滩、急流等，大生境包括水质、水温、浊度、透光度等。

水深是反映水体深度的指标，水深太浅，将阻碍鱼类在水中的自由游动、藏身及觅食，造成鱼类的死亡，因此对水深要有一定的低限要求。一般采用断面平均水深与最大水深来反映。

流速是反映水体流动快慢的指标，从含氧量看，流速大的地方，物质与能量交换频繁，水流掺气效果好，水流中氧气的含量丰富，流速小的地方，水流中氧气的含量减少，在长期低氧环境中，鱼呼吸频率加快、生命受到威胁；从成熟卵的特性看，受精卵包括漂浮性卵、沉性卵和黏性卵，漂浮性卵需要水流具有一定的流速，才能漂浮到下游；从产卵习性上看，这些鱼类的产卵活动都需要流水的刺激，甚至是水量的适当增加，因此，对流速要有一定的低限要求。

水面宽是反映河流连通性的重要指标，水面宽的河流为一条大河，水面窄的河流为一条小河，水面宽是人们感知河流大小的直观指标。宽广的河道可以起到一条大型通道的作用及更有效的过滤作用。

湿周指水流过水断面与固体边界接触的周界线长，湿周越大，河流底质的覆盖率越大，河流从岸边获得的饵料及营养物质越丰富，越有利于水生生物的生存，对河道两岸的岸边水生生物、动植物的生存越有益。

浅滩及深潭是水生生物必不可少的生存环境。浅滩生境，光热条件优越，饵料丰富，适于鱼类和各类软体动物栖息、索饵；深潭生境，太阳光辐射作用随水深加大而减弱，红外线在水体表面几厘米即被吸收，紫外线穿透能力也仅在几米范围，水温随深度变化，深水层水温变化迟缓，与表层变化相比存在滞后现象。由于水温、阳光辐射、食物和含氧量沿水深变化，在深潭中存在着生物群落的分层现象。

除了极限温度将影响鱼类生存外，鱼类对水温的要求主要表现在影响产卵、孵化期，

鱼类需要达到一定的水温和积温才能产卵，春季产卵的鱼类水温度偏低，产卵季节将推迟，甚至不产卵，产卵后将出现孵化期延长，温度偏高，产卵季节将提前，孵化期缩短，并影响孵出仔鱼的一些形态特征，如体长、卵黄量、肌节及卵的发育等。

针对向阳水库工程研究河段面临的生态环境问题，本研究确定表征鱼类生境质量的微生境包括流速、水深、水面宽、湿周率等基本水力学参数，中生境包括水流流态、深潭、浅滩等衍生水力学参数，大生境包括水温等。在本研究中，基质、覆盖物、浊度、透光度等影响程度相对较小，不做深入研究。

（4）研究河段鱼类适宜的水力生境参数确定

据向阳水库工程河段鱼类的体长、食性、繁殖要求、三场分布等生态学习性及鱼类生境原有水力学条件分析，结合水生生物学家的研究成果，以 R2-Cross 法的水力参数标准为参照，确定了向阳水库下游河道水力学参数标准，见表 6.2-9。

表 6.2-9　研究河段鱼类需求的水力生境参数标准

水力参数	最低标准	确定依据
流速	0.3m/s	(1) 参照 R2-Cross 法 0.25m/s 标准；(2)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）》推荐取值。
最大水深	0.3m	(1) 参照 R2-Cross 法 0.15m 标准。 (2) 由于研究河段流量较小，根据取样结果，研究河段内较大鱼的体长 50mm～117 mm，野外调查表明：当最大水深是体长的 3～4 倍，即最大水深达 0.3m，平均水深达 0.2m，可以满足研究河段鱼类在水体内的自由游动。
平均水深	0.2m	
水面宽	8m	由于研究河段为小型河流，沿程断面形状变化较大，水面宽波动较大。水生生物学者认为这一水面宽对研究河段鱼类的生存不会造成大的影响。受峡谷地形所限，标准适当降低。
湿周率	>50%	(1) 研究河段河流深切，河谷呈 V 字形，植被稀少，湿周率标准可以降低；(2) 研究河段对 R2-Cross 法制定的湿周率判定标准在天然状况下枯水季节都难以达到，该标准需要降低，根据 R2-Cross 法分析，湿周率定为 50%较合适； (3) 工程研究河段为时段性减水，为避免下游水位的频繁涨落，该湿周率定义为某流量对应湿周占满湿周的百分比。
水温	满足产卵要求	适宜鱼类生存、繁殖。
水流流态	无较大变化	据研究河段现有水力学条件，规定平均流速大于等于 1.0m/s 时水流流态为波状流；断面平均流速在 0.5m/s 至 1.0m/s 时水流流态为弱波状流；断面平均流速在 0.3m/s 至 1.0m/s 时水流流态为微波状流；断面平均流速小于 0.3m/s 时水流流态为平缓流。

6.2.3.4.2 计算工况

由于自然界中河流形态多种多样，生境特点也不尽相同，不同时期河段的水力生境参数变化特点有所差异。就团滩河而言，在枯水期，天然情况下河道流量较小。根据计算天然情况下多年平均流量时，平均流速≥0.3m/s 的河段占全计算河段的比例为 89.8%，

不满足标准要求的 90%；平均水深≥0.2m 的河段占全计算河段的比例为 13.3%，较标准要求的 90%相距甚远；同样，最大水深≥0.3m 的河段仅占全计算河段的比例为 23.1%，也不满足标准要求的 95%。因此，在采用生态水力学法进行水生态需水计算分析时，河道大多数水力参数不满足标准要求，故而，本专题不建议推荐此方法计算枯水期时的生态需水量。在丰水期（5-10 月）分别取下泄流量占多年平均流量的 5%、10%、15%、20%、25%、30%和 35%，一个流量对应一个计算工况，见表 6.2-10。

表 6.2-10　丰水期计算工况及流量（单位：m^3/s）

计算工况	天然	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%
流量	0.33	0.66	0.99	1.31	1.64	1.97	2.30	0.33

6.2.3.4.4 计算数据

（1）水力生境参数变化结果

1）根据向阳水库研究河段的具体情况，将不同流量情况下，计算出的最大水深、平均水深、水面宽、平均流速等水力生境参数值分成不同的区间段，统计水力学生境参数在不同区间段对应的河段累计长度，同时统计每个区间河段累计长度占研究河段长度的百分比，仅进行丰水期计算，计算结果见表 6.2-11～6.2-14。

2）统计不同流量时，研究河段中水力学参数满足最低标准的河段累计长度占研究河段长度的百分比，计算结果表 6.2-15。

表 6.2-11　丰水期向阳水库下泄不同流量时研究河段内流速分级变化情况表

流速分级(m/s)	0.329 m^3/s		0.657 m^3/s		0.986 m^3/s		1.314 m^3/s		1.643 m^3/s		1.971 m^3/s		2.300 m^3/s	
	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)
0.0-0.3	3668.76	29.76	1566.30	12.70	780.90	6.33	675.00	5.47	393.10	3.19	204.80	1.66	557.23	4.52
0.3-0.6	4794.67	38.89	5282.99	42.85	5349.72	43.39	4282.15	34.73	4826.89	39.15	4616.99	37.45	2708.51	21.97
0.6-0.9	3547.16	28.77	4139.71	33.58	3901.49	31.64	4873.66	39.53	3583.62	29.07	3179.11	25.79	4524.36	36.70
0.9-1.2	318.41	2.58	1340.00	10.87	2296.89	18.63	2370.81	19.23	2806.65	22.76	3253.86	26.39	4422.70	35.87
1.2.-1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	127.38	1.03	718.74	5.83	1074.24	8.71	116.20	0.94
合计	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00

表 6.2-12　丰水期向阳水库下泄不同流量时研究河段内水面宽分级变化情况表

水面宽分级(m)	0.329 m^3/s		0.657 m^3/s		0.986 m^3/s		1.314 m^3/s		1.643 m^3/s		1.971 m^3/s		2.300 m^3/s	
	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)
0-8	5233.46	42.45	3270.12	26.52	1751.30	14.20	1128.70	9.15	792.20	6.43	485.60	3.94	7.50	0.06
8-16	5543.23	44.96	6328.32	51.33	7738.22	62.76	7320.22	59.37	7385.37	59.90	7479.72	60.67	7775.58	63.07
16-24	1093.03	8.87	2148.41	17.43	2278.11	18.48	3238.16	26.26	3486.00	28.27	3563.56	28.90	3573.71	28.99
24-32	369.28	3.00	346.55	2.81	430.58	3.49	353.19	2.86	367.34	2.98	493.22	4.00	657.16	5.33
32-40	90.00	0.73	235.60	1.91	130.79	1.06	288.73	2.34	298.09	2.42	306.90	2.49	315.05	2.56
合计	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00

表 6.2-13　丰水期向阳水库下泄不同流量时研究河段内平均水深分级变化情况表

平均水深分级(m)	0.329 m^3/s		0.657 m^3/s		0.986 m^3/s		1.314 m^3/s		1.643 m^3/s		1.971 m^3/s		2.300 m^3/s	
	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)
0.0-0.1	6026.35	48.88	355.60	2.88	556.60	4.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.1-0.2	5884.04	47.73	10570.27	85.74	8216.49	66.64	7575.01	61.44	6169.47	50.04	3410.95	27.67	206.00	1.67

0.2-0.3	418.61	3.40	1326.83	10.76	3076.54	24.95	3802.81	30.84	4661.63	37.81	6895.43	55.93	9200.50	74.62
0.3-0.4	0.00	0.00	76.30	0.62	479.37	3.89	860.92	6.98	1129.02	9.16	1391.29	11.28	2050.60	16.63
0.4-0.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.26	0.73	368.88	2.99	631.33	5.12	746.16	6.05
0.5 以上	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	125.74	1.02
合计	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00

表 6.2-14 丰水期向阳水库下泄不同流量时研究河段内最大水深分级变化情况表

最大水深分级(m)	0.329 m^3/s		0.657 m^3/s		0.986 m^3/s		1.314 m^3/s		1.643 m^3/s		1.971 m^3/s		2.300 m^3/s	
	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)
0.0-0.15	2216.30	17.98	122.20	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.15-0.30	9618.50	78.02	10255.14	83.18	6365.57	51.63	4178.13	33.89	2260.50	18.33	1027.00	8.33	278.40	2.26
0.30-0.45	494.20	4.01	1780.66	14.44	5288.91	42.90	7284.35	59.08	8186.25	66.40	8755.04	71.01	7100.55	57.59
0.45-0.60	0.00	0.00	171.00	1.39	653.49	5.30	713.88	5.79	1556.33	12.62	1982.59	16.08	4172.92	33.85
0.60 以上	0.00	0.00	0.00	0.00	21.04	0.17	152.64	1.24	325.92	2.64	564.37	4.58	777.13	6.30
合计	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00

表 6.2-15 丰水期向阳水库坝址下泄不同流量时研究河段水力指标达标百分比统计表

指标	最低标准	不同流量达标百分比（%）						
		0.329 m^3/s	0.657 m^3/s	0.986 m^3/s	1.314 m^3/s	1.643 m^3/s	1.971 m^3/s	2.300 m^3/s
平均流速	≥0.3m/s	70.24	87.30	93.67	94.53	96.81	98.34	99.06
水面宽度	≥8m	57.55	73.48	85.80	90.85	93.57	96.06	99.94
平均水深	≥0.2m	3.40	11.38	28.84	38.56	49.96	72.33	98.33
最大水深	≥0.3m	4.01	15.83	48.37	66.11	81.67	91.67	97.74

（2）中生境变化结果

根据向阳水库工程研究河段现有水力学参数条件，规定断面平均流速大于等于1.0m/s时水流流态为波状流；断面平均流速在0.5m/s至1.0m/s时水流流态为弱波状流；断面平均流速在0.3m/s至1.0m/s时水流流态为微波状流；断面平均流速小于0.3m/s时水流流态为平缓流。统计波状流、弱波状流、微波状流、平缓流河段段数、河段累计长度、及该种流态河段长度占向阳水库工程研究河段长度的百分比，丰水期统计结果见表6.2-16。

表 6.2-16　丰水期向阳水库坝址下泄不同流量时水流流态统计表

水流流态	0.329 m^3/s		0.657 m^3/s		0.986 m^3/s		1.314 m^3/s	
	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)
波状流	0.00	0.00	606.93	4.92	1039.74	8.43	1348.60	10.94
弱波状流	5796.43	47.01	6113.23	49.58	7085.32	57.47	7053.77	57.21
微波状流	2863.81	23.23	4042.54	32.79	3423.04	27.76	3251.63	26.37
平缓流	3668.76	29.76	1566.30	12.70	780.90	6.33	675.00	5.47
小计	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00
水流流态	1.643 m^3/s		1.971 m^3/s		2.300 m^3/s			
	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)	长度(m)	百分比(%)		
波状流	2237.24	18.15	2943.46	23.87	2101.93	17.05		
弱波状流	5909.84	47.93	5785.79	46.93	7074.99	57.38		
微波状流	3788.82	30.73	3394.95	27.54	3035.88	24.62		
平缓流	393.10	3.19	204.80	1.66	116.20	0.94		
小计	12329.00	100.00	12329.00	100.00	12329.00	100.00		

（1）微生境计算结果分析

1）水深

当下泄流量为0.329m^3/s、0.657 m^3/s、0.986 m^3/s时，河段内最大水深集中在0.15m～0.3m之间，流量为1.314m^3/s 、1.643m^3/s、1.971m^3/s、2.300m^3/s时，河段内最大水深集中在0.3m～0.45m之间。从鱼类调查结果显示，团滩河向阳水库研究河段内保留适生生境的鱼类体形均较小，一般较长的鱼仅有100mm左右，因此，流量大于2.300m^3/s时，最大水深大于研究河段鱼类体长3倍的河段占比达到97.74%，该水深可满足研究河段的鱼类在水体中自由游动、藏身、觅食等生境要求。

当下泄流量为0.329m^3/s时，河段内平均水深集中在0.0m～0.1m之间，流量为0.657 m^3/s、0.986 m^3/s、1.314m^3/s 、1.643m^3/s时，河段内平均水深集中在0.1m～0.2m之间，流量为1.971m^3/s、2.300m^3/s时，河段内平均水深集中在0.2m～0.3m之间，流量大于

2.300m^3/s 时，平均水深大于 0.2m 的河段占比达到 98.33%，该水深即可满足鱼类对平均水深的需求。

2）水面宽度

下泄流量为 0.329m^3/s、0.657 m^3/s、0.986 m^3/s、1.314m^3/s 、1.643m^3/s、1.971m^3/s、2.300m^3/s 时，河段内水面宽度集中在 8m～16m 之间，已有较好的连通性，因为研究河段受峡谷地形所限，此处标准适当降低，假定水面宽度大于 8m 为满足要求，当下泄流量大于 1.971m^3/s 时，即满足要求。

3）流速

下泄流量为 0.329m^3/s、0.657 m^3/s、0.986 m^3/s、1.643m^3/s、1.971m^3/s、2.300m^3/s 时，河段内平均流速集中在 0.3m/s～0.6m/s 之间，流量为 1.314m^3/s 时，河段内平均流速集中在.0.6m/s～0.9m/s 之间，当流量为 1.643m^3/s 时，有 96.81%的河段流速大于 0.3m/s。

（2）中生境计算结果分析

根据流速分布的计算结果，不同下泄流量下水流流态的多样性均存在，流量大时，波状流河段长度偏多，缓慢流河段长度偏少；流量减小后，原为波状流的区域被打断，分割成波状流与缓慢流相间的流态。

（3）计算结果综合

1）微生境基本水力学参数

表 6.2-17　丰水期向阳水库坝址下泄不同流量时研究河段水力指标达标百分比统计表

指标	最低标准	达标流量（m^3/s）
最大水深	≥0.3m	2.300
平均水深	≥0.2m	2.300
平均速度	≥0.3m/s	1.643
水面宽度	≥8m	1.971

2）中生境基本水力学参数

向阳水库工程研究河段水流形态主要为弱波状流与微波状流，适宜鱼类生存繁殖。

综上，丰水期应该下泄流量 2.3m^3/s，占多年平均流量的 35%。

6.2.2环境需水量计算

6.2.2.1污染源预测分析

向阳水库坝址下游流域以农业经济为主，且基本沿袭着传统的农业耕作模式。研究河段内无工业污染源，水污染源以沿岸居民生活污水和少量的农业面源为主，农田少而分散，牲畜都属于散养，放养，排放污染物都以自然削减的方式削减，不排入河道，沿

岸居民人数少，所以面源负荷的影响很小。根据《重庆市云阳县城乡总体规划（2015年编制）》，在预测年研究河段流域新建团滩污水处理厂，且江口镇位于团滩河下游，部分城镇生活污水作为点源进入团滩河。通过对污染源的统计分析，污染源边界条件如表6.2-18所示。

表 6.2-18　入河污染源边界条件（单位：mg/L）

污染物类型	COD	氨氮	总磷
团滩污水处理厂	60	15	1
面源	10.18	0.85	0.13

6.2.2.2环境需水量计算结果

经计算，以多年平均流量过程中月均最小流量 Q=0.85m^3/s 为坝址处流量，考虑区间汇流及点面源污染物入河，至团滩河汇口处断面的水质浓度如表6.2-19所示，满足II类水质标准。跟据《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》，团滩河执行《地表水质量标准》（GB3838-2002）中的III类水质标准。所以在 Q=0.85 m^3/s条件下，可以满足该河段的水质标准要求。根据上节生态需水量计算结果可知，推荐向阳水库在枯水期（11～4月）下泄生态基流量值为1.2m^3/s，在丰水期（5～10月）下泄2.3 m^3/s，由此可知：下泄的流量均可以满足该河段的水环境要求。

表 6.2-19　以最小月平均流量来流情况下控制断面水质预测情况（单位：mg/L）

典型断面	水质参数	1月	2月	3月	4月	5月	6月
河口处	COD	4.95	4.90	5.25	6.25	7.08	7.58
	NH_3-N	0.18	0.19	0.23	0.34	0.43	0.49
	TP	0.03	0.03	0.04	0.06	0.08	0.09
典型断面	水质参数	7月	8月	9月	10月	11月	12月
河口处	COD	6.66	6.40	7.23	7.19	5.80	5.15
	NH_3-N	0.39	0.36	0.45	0.45	0.29	0.22
	TP	0.07	0.07	0.08	0.08	0.05	0.04

6.2.3河道外生态需水量计算

在向阳水库工程实施后，团滩河下游涉及范围内的城乡供水和农业灌溉均由向阳水库工程供给，不直接从坝址下游河道取水。根据调查，该河段现状无生产生活取水口，仅团滩电站一处，中间无支流汇入，故而在研究河段生态需水量确定时，河道外生态环境用水对其影响较小，可不作考虑。

6.2.4生态需水量综合分析

根据《重庆市云阳县向阳水库工程生态影响评价报告》，团滩河流域的鱼类产卵场

在民兴煤矿处，建坝成库以后该产卵场将被淹没进而消失，但由于影响的主要是马口鱼、宽鳍鱲、多鳞铲颌鱼等小型地方鱼类，根据渝东北相似水库的情况，这些鱼类会在库区上游及侧面与河溪交汇处附件形成新的产卵场。建坝成库以后，库区会形成更大范围的索饵场和越冬场；团滩河坝下河段的索饵场和越冬场面积减小并向团滩河与汤溪河汇口迁移，对上述小型鱼类的生长影响不大。在坝址下游至团滩河汇口的河段涉及到的主要鱼类无国家级、重庆市级保护鱼类。故而在确定生态基流量时未考虑特有珍稀鱼类的特殊需水量。综合 Tennant 法、湿周法、R2-cross 法和生态水力学法计算可得向阳水库建库后坝址处下泄生态基流量计算值如表 6.2-20 所示。

表 6.2-20　坝址处下泄生态基流量计算值

计算方法	Tennant 法		湿周法（基流量）	R2-cross 法（基流量）	生态水力学法	
	枯水期	丰水期			枯水期	丰水期
计算流量值（m^3/s）	0.66	1.97	1.17	1.2	/	2.30
与多年平均流量之比（%）	10.0	30.0	17.8	18.3	/	35.0

通过对该河段环境需水量计算可知：以多年平均流量过程中月均最小流量 Q=0.85 m^3/s 为坝址处流量，考虑区间汇流及点面源污染物入河，计算可得：团滩河汇口处断面的水质浓度满足II类水质标准。跟据《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》，团滩河执行《地表水质量标准》（GB3838-2002）中的III类水质标准，故而计算推荐的下泄流量均可以满足该河段的水环境要求。根据调查可知在河段未涉及自然保护区和森林公园等用水敏感区域，也无划船、漂流类等休闲娱乐活动开展。所以在研究河段没有水景观需求，故不考虑景观需水。并且该河段现状无生产生活取水口，仅团滩电站一处，中间无支流汇入。在向阳水库工程实施后，团滩河下游涉及范围内的城乡供水和农业灌溉均由向阳水库工程供给，不直接从坝址下游河道取水。故而在研究河段生态需水量确定时，河道外生态环境用水对其影响较小，可不作考虑。

为了更好的保障水生生态稳定，减缓不利环境影响，并且考虑到汤溪河综合流域规划环评及其审查意见的要求，建议最终生态流量值将大于下泄生态基流量的计算值。

综上：推荐向阳水库在枯水期（11～4 月）下泄生态基流量值为 1.31m^3/s（占多年平均流量 20.0%），在丰水期（5～10 月）下泄 2.63 m^3/s（占多年平均流量 40.0%）。

表 6.2-21　坝址处下泄生态基流量推荐值

项目	生态基流量推荐值	
	枯水期	丰水期
推荐流量值（m^3/s）	1.31	2.63
与多年平均流量之比（%）	20.0	40.0

6.2.5研究河段生态流量下泄工况下水文情势状况

6.2.5.1工况及边界条件

坝址下游河道水文情势影响分析包括：

（1）选择江口镇团滩河汇口处断面为控制断面。

（2）结合坝址建库前流量过程以及计算的生态流量，考虑河段区间汇流，分析不同工况下团滩河汇口处的流量变化情况。

（3）利用纵向一维恒定流水力学模型计算建库前、后汇口处断面的水力学参数变化情况。以枯水年流量过程为研究工况，分析向阳水库建成后在下泄生态流量工况下汇口处典型断面平均水深、断面平均流速、水面宽等水力参数的变化。

6.2.5.2计算结果及分析

枯水年流量过程及生态流量过程见表 6.2-22 和图 6.2-5。表中流量差值为正表示下泄生态流量大于建库前枯水年流量，差值为负表示下泄生态流量小于建库前枯水年流量。建库前枯水年汇口处流量过程与下泄生态流量相比可知，在 1 月、2 月和 3 月，下泄生态流量较建库前流量有一定的增加，增幅在 0.40~0.57m^3/s。而其他月份，下泄生态流量较建库前流量有一定的减少。

表 6.2-22　控制断面处建库前枯水年流量与下泄生态流量过程对比表（单位：m^3/s）

月份		**1 月**	**2 月**	**3 月**	**4 月**	**5 月**	**6 月**
汇口处	枯水年流量	0.94	0.87	1.07	4.16	6.66	14.56
	生态流量	1.45	1.44	1.47	1.93	3.62	4.79
差值		0.51	0.57	0.40	-2.24	-3.04	-9.77
月份		**7 月**	**8 月**	**9 月**	**10 月**	**11 月**	**12 月**
汇口处	枯水年流量	6.71	3.93	8.95	12.40	3.14	1.50
	生态流量	3.62	3.21	3.96	4.47	1.78	1.53
差值		-3.09	-0.72	-5.00	-7.94	-1.36	0.04

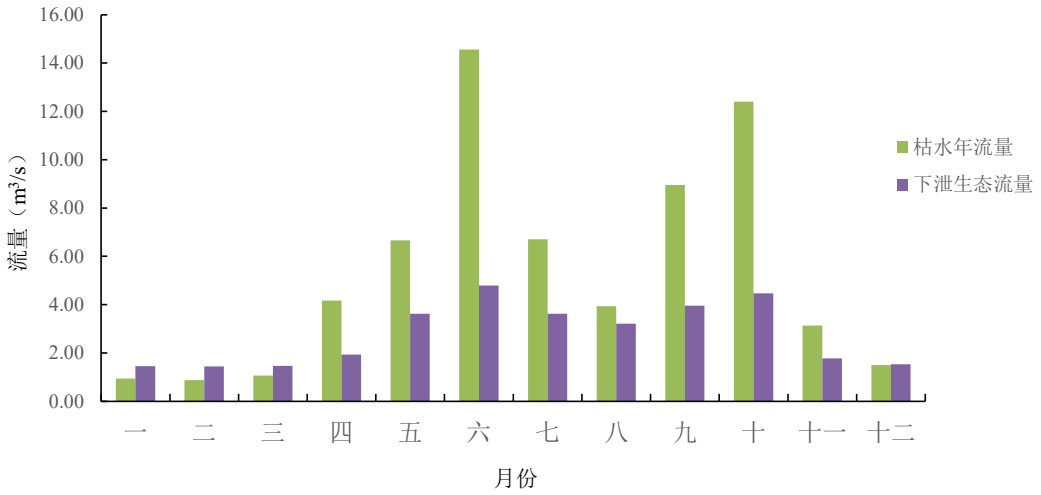


图 6.2-5　控制断面建库前枯水年流量与下泄生态流量过程对比

表和图~图 6.2-8 给出了控制断面处建库前枯水年流量和下泄生态流量时各项水力参数逐月变化情况。可以看出：

（1）平均水深在 1 月和 2 月均有 0.01m 的增加，占同月份现状年平均水深的 14.3%；12 月平均水深未发生改变；其余月份平均水深均有所减少；

（2）水面宽在 1 月、2 月和 12 月分别有 4.46m、3.94m 和 2.17m 的增加，占同月份现状年平均水深的 32.3%、27.0%和 10.8%，其余月份水面宽均有所减少；

（3）平均流速在 1 月、2 月和 12 月分别有 0.11 m^3/s、0.1 m^3/s 和 0.04 m^3/s 的增加，占同月份现状年平均水深的 17.5%、20.5%和 11.9%，其余月份平均流速均有所减少；

表 6.2-23　控制断面处建库前枯水年流量与下泄生态流量下水力参数对比

月份	平均水深				水面宽				平均流速			
	现状年	预测年	差值	百分比	现状年	预测年	差值	百分比	现状年	预测年	差值	百分比
	m	m	m	%	m	m	m	%	m/s	m/s	m/s	%
1	0.07	0.08	0.01	14.3	46	50.46	4.46	9.7	0.26	0.37	0.11	32.3
2	0.07	0.08	0.01	14.3	46.52	50.46	3.94	8.5	0.27	0.37	0.1	27.0
3	0.1	0.08	-0.02	-20.0	59.57	52.21	-7.36	-12.4	0.52	0.4	-0.12	-23.1
4	0.17	0.09	-0.08	-47.1	59.69	59.56	-0.13	-0.2	0.63	0.5	-0.13	-20.6
5	0.31	0.12	-0.19	-61.3	59.91	59.61	-0.3	-0.5	0.69	0.57	-0.12	-17.4
6	0.29	0.12	-0.17	-58.6	59.89	59.61	-0.28	-0.5	0.68	0.57	-0.11	-16.2
7	0.14	0.11	-0.03	-21.4	59.64	59.59	-0.05	-0.1	0.6	0.54	-0.06	-10.0
8	0.17	0.11	-0.06	-35.3	59.68	59.59	-0.09	-0.2	0.62	0.54	-0.08	-12.9
9	0.32	0.12	-0.2	-62.5	59.92	59.61	-0.31	-0.5	0.69	0.57	-0.12	-17.4
10	0.27	0.1	-0.17	-63.0	59.85	59.58	-0.27	-0.5	0.68	0.52	-0.16	-23.5
11	0.09	0.08	-0.01	-11.1	58.53	52	-6.53	-11.2	0.49	0.4	-0.09	-18.4

12	0.08	0.08	0	0.0	48.59	50.76	2.17	4.5	0.33	0.37	0.04	10.8

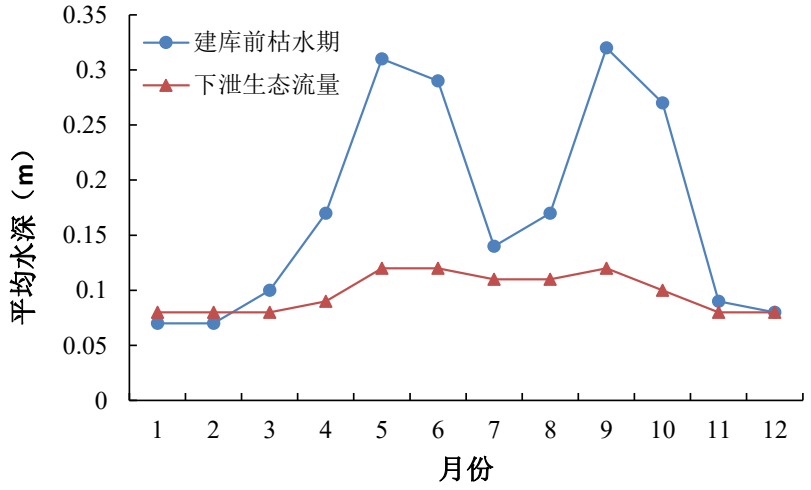


图 6.2-6　控制断面处建库前枯水年流量与下泄生态流量情况下平均水深对比

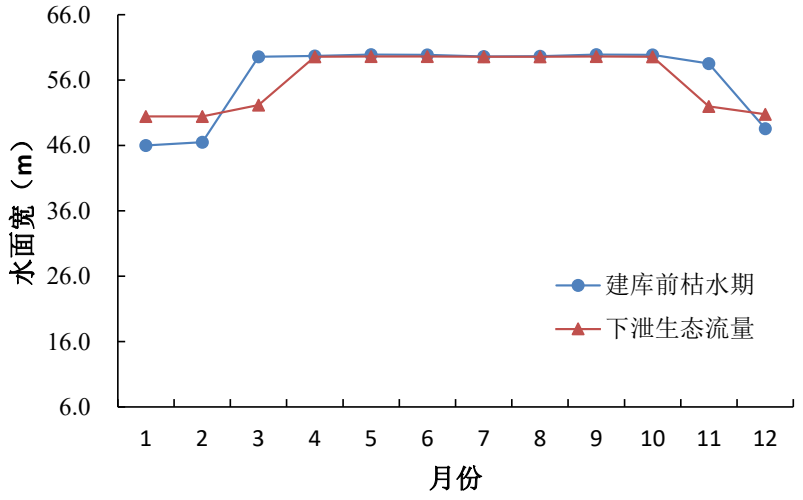


图 6.2-7　控制断面处建库前枯水年流量与下泄生态流量情况下水面宽对比

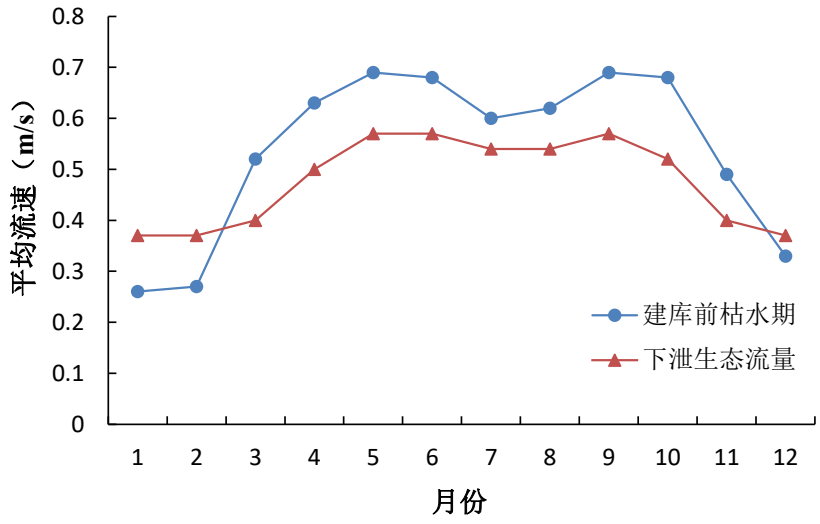


图 6.2-8　控制断面处建库前枯水年流量与下泄生态流量情况下平均流速对比

6.2.5.3小结

综上所述，1 月和 2 月在下泄生态流量工况下，汇口处断面的流量及水力参数均较建库前枯水年流量工况下的值有所增加，增加幅度不大；在 12 月份，两种工况下的流量及水力参数变化甚微；其余月份，在下泄生态流量工况下，流量及水力参数均有一定程度的减小。

6.2.6生态流量保障程度分析

丰水年（P=20%）、平水年（P=50%）、枯水年（P=75%）坝址天然径流见下图，可知向阳水库坝址径流主要集中在汛期的洪水期。

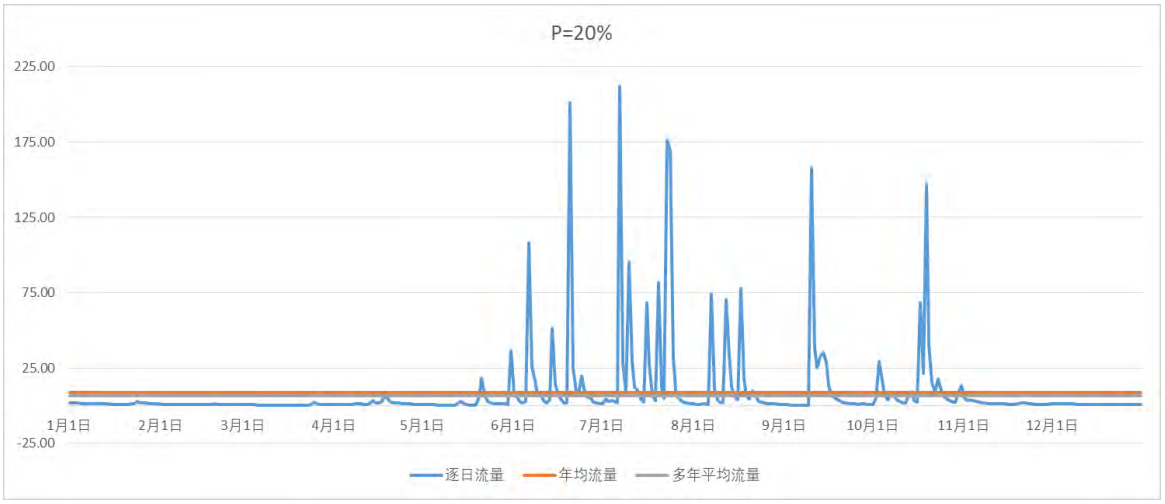


图 6.2-9　丰水年（P=20%）坝址天然径流过程图

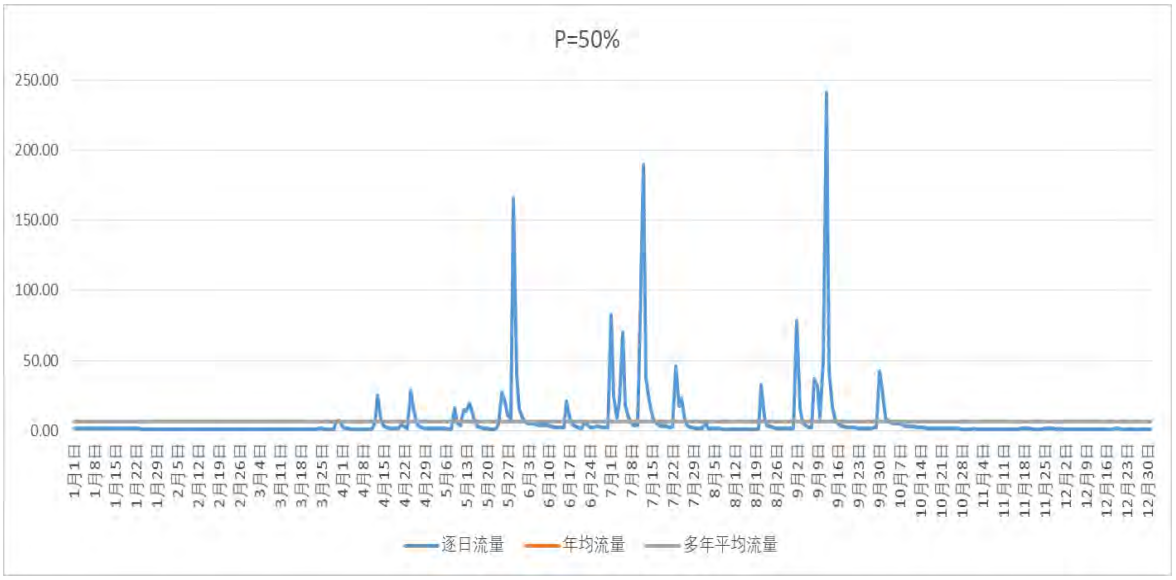


图 6.2-10　平水年（P=50%）坝址天然径流过程图

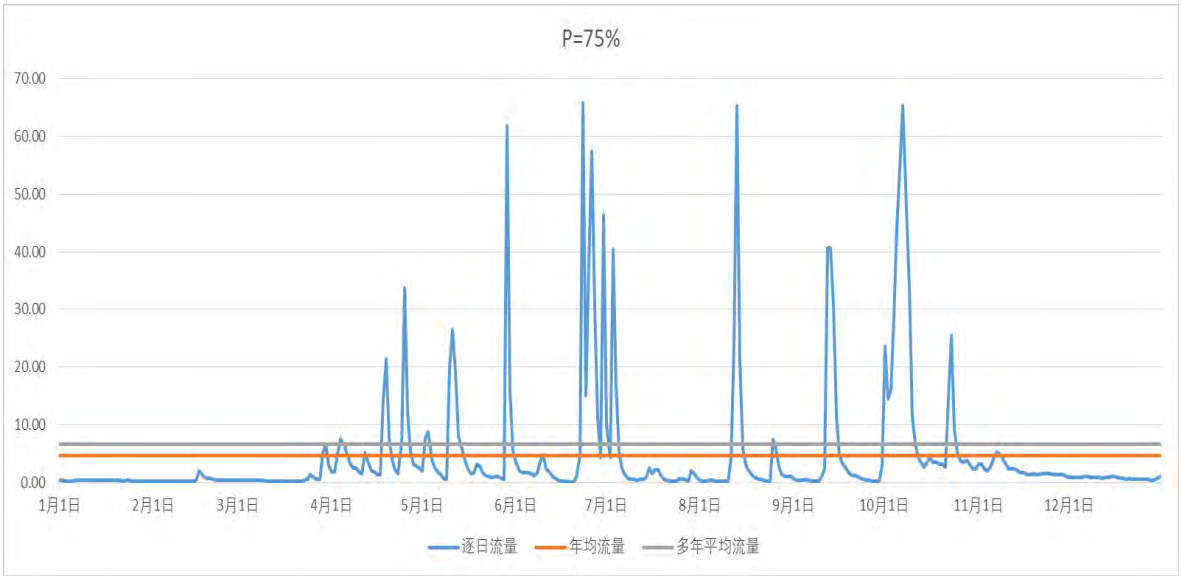


图 6.2-11　枯水年（P=75%）坝址天然径流过程图

向阳水库优先下泄生态水量，但当生态库容不够生态流量下泄要求时来多少放多少。根据 1970-2015 年逐日径流调节计算结果可知，在总计 16801 个时段（日）里，有 1162 个时段不满足生态流量下泄要求（按水库来水量下泄生态流量），生态流量历时保证率为 93.1%，其中最小下泄的流量为 0.013m³/s（该日实际来水量为 0.013m³/s）。

根据可研中长系列逐日径流调节计算分析，决定水库兴利库容的关键时段为 2000 年 10 月～2002 年 5 月，水库满足生态流量下泄、供水、灌溉用水要求时，所需兴利库容 9017 万 m³（清库状态下）。其中，根据水库来水量、生态下泄水量，计算生态流量下泄的时段亏水量及累计亏水量，根据累积亏水量分析得到保证生态流量下泄的生态库容为 459 万 m³。其它来水年份或来水年组，水库满足生态流量下泄、供水、灌溉用水要求所需兴利库容均小于 9017 万 m³。因此，假定水库兴利库容为 9017 万 m³的前提下，分析除 2000 年 10 月～2002 年 5 月以外来水年份或年组的生态库容要求，经分析，其它来水年份或年组所需生态库容均小于 459 万 m³。综上，向阳水库生态库容为 459 万 m³。

向阳水库坝址断面处生态下泄流量与多年平均流量的对比情况见表 6.2-24。

表 6.2-24　向阳水库坝址断面处生态下泄流量与多年平均流量对比

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	年平均
多年平均流量（m³/s）	0.89	0.85	1.59	5.19	10.30	15.10	13.80	8.33	11.00	6.79	3.51	1.26	6.57
生态下泄流量（m³/s）	1.31	1.31	1.31	1.31	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	1.31	1.31	1.97
生态流量较多年平均占比（%）	147.2	154.1	82.4	25.2	25.5	17.4	19.1	31.6	23.9	38.7	37.3	104.0	30.0
建库后径流量减少比例（%）	46.0	41.0	-18.8	-73.2	-69.6	-44.1	-27.8	-16.9	-23.5	-49.5	-51.0	6.4	-38.2

由上表可以看出，向阳水库具有明显的“蓄丰补枯”效果，枯水期坝址下游河道流量有所增加，减水时段主要在汛期（5-10 月），汛期水量大，径流占全年的 83%，并且坝址下游团滩河河段没有需要特殊保护的鱼类资源，也没有集中的鱼类产卵场，只有两个小型的普通鱼类索饵场，因此汛期减水对下游河道生态环境影响较小。

向阳水库建成运行后可以保障下泄的生态流量不小于建库前的最小天然流量，即向阳建成后最不利来水条件下坝址断面生态流量下泄不会比建库前差，对坝址下游生态环境具有一定的正效益。

6.3水文情势影响预测与评价

建设单位委托水力学与山区河流开发保护国家重点实验室编制完成了《重庆市云阳县向阳水库地表水环境影响研究报告》，其中水文情势影响分析的主要内容如下：

6.3.1向阳水库水文情势影响分析

6.3.1.1工况设置

依据团滩河上游来流流量过程及水库调度运行过程，通过立面二维模型 CE-QUAL-W2 模拟出库区预测年各典型年的水平及垂向流速分布图，并对其水文情势变化进行分析。向阳水库库区水文情势影响预测各工况的资料系列选用情况见表**错误! 文档中没有指定样式的文字。**-1。

表错误!文档中没有指定样式的文字。**-2　向阳水库库区水文情势影响预测工况**

方案	水库运行方式及水文条件	数学模型	水文情势预测内容
1	典型丰水年（P=20%）的入库流量、出库流量、坝前水位	总体采用立面二维模型	库区流速分布
2	典型平水年（P=50%）的入库流量、出库流量、坝前水位		
3	典型枯水年（P=75%）的入库流量、出库流量、坝前水位		

6.3.1.2水文情势

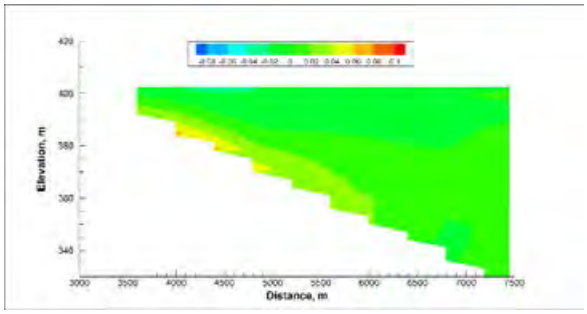
（1）丰水年水文情势

如图 6.3-1 和图 6.3-2 所示，向阳水库建成后，库区丰水年丰水期、枯水期库尾至坝前流速较小，库尾来流流速大于坝前流速，库尾附近由于后叶沟的汇入，使流速稍有增加。

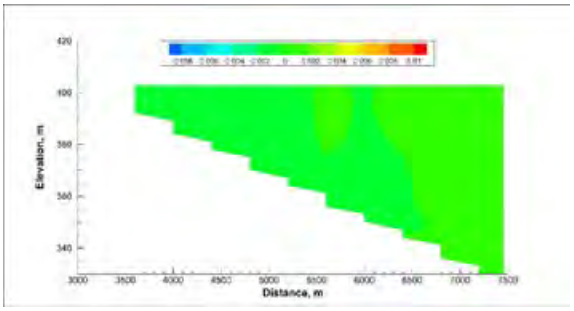
丰水年枯水期，坝前水深为 72m，水平流速在 0~0.003m/s 范围内，垂向流速在 0~0.0002m/s 范围内；库尾水深为 11m，水平流速在 0~0.04m/s 范围内，垂向流速在 0~0.0004m/s 范围内。在枯水期，由于出库流量仅用于发电，因此在高程 380m 附近，水

平流速有所增加。

丰水年丰水期，坝前水深为 113m，水平流速在 0~0.01m/s 范围内，垂向流速在 0~0.0002m/s 范围内；库尾水深为 10m，水平流速在 0.01~0.11m/s 范围内，垂向流速在 0~0.002m/s 范围内。在丰水期，由于出库流量既用于发电，也有泄洪，因此在高程为 380m 及 400m 附近，水平流速有所增加。

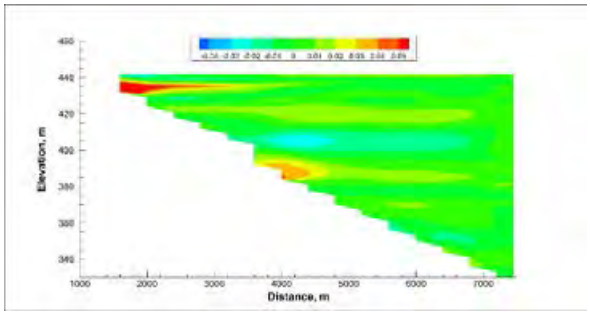


（a）水平流速分布图

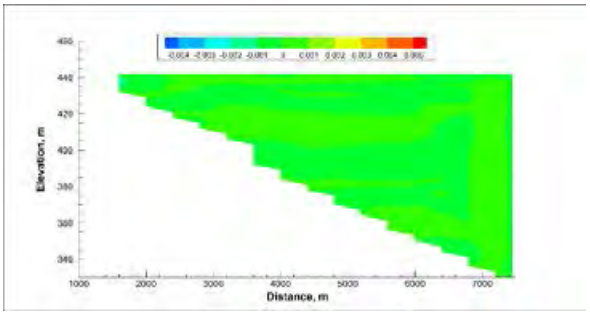


（b）垂向流速分布图

图 6.3-1　库区丰水年枯水期 2 月流速分布图



（a）水平流速分布图



（b）垂向流速分布图

图 6.3-2　库区丰水年丰水期 6 月流速分布图

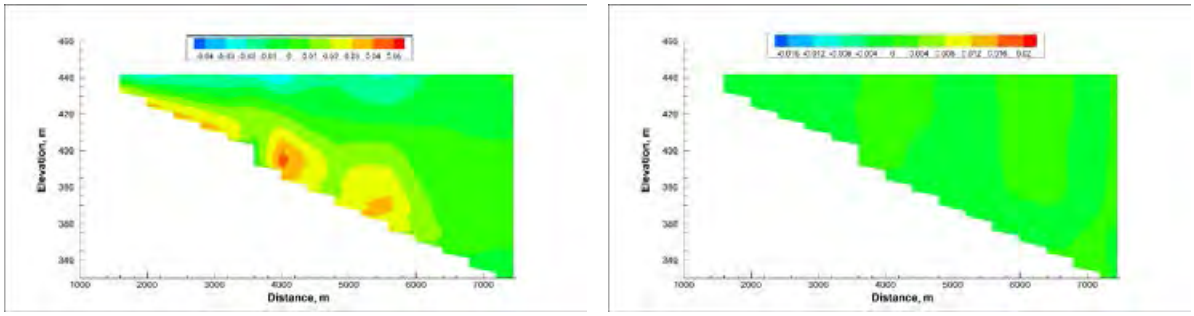
（2）平水年水文情势

如图 6.3-3 和图 6.3-4 所示，向阳水库建成后，库区平水年丰水期、枯水期库尾至坝前流速较小，库尾来流流速大于坝前流速，库尾附近由于后叶沟的汇入，使流速稍有增加。

平水年枯水期，坝前水深为 112m，水平流速在 0~0.0006m/s 范围内，垂向流速在 0~0.0003m/s 范围内；库尾水深为 10m，水平流速在 0.001~0.03m/s 范围内，垂向流速在 0~0.0004m/s 范围内。在枯水期，由于出库流量仅用于发电，因此在高程 380m 附近，水平流速有所增加。

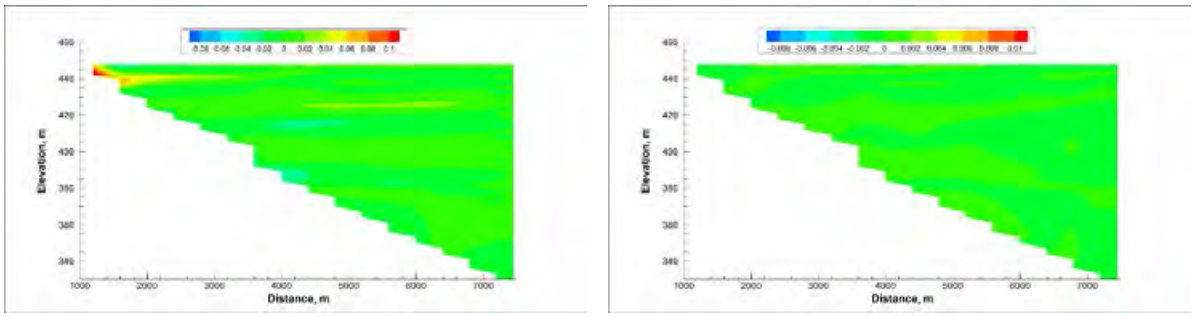
平水年丰水期，坝前水深为 118m，水平流速在 0~0.01m/s 范围内，垂向流速在 0~0.0001m/s 范围内；库尾水深为 6m，水平流速在 0.05~0.12m/s 范围内，垂向流速在

0~0.0006m/s 范围内。在丰水期，由于出库流量既用于发电，也有泄洪，因此在高程为380m 及 400m 附近，水平流速有所增加。



（a）水平流速分布图　　（b）垂向流速分布图

图 6.3-3　库区平水年枯水期 2 月流速分布图



（a）水平流速分布图　　（b）垂向流速分布图

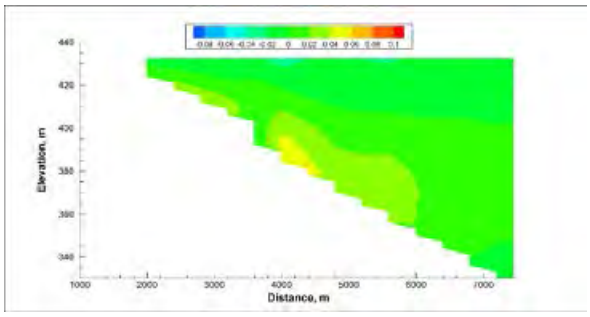
图 6.3-4　库区平水年丰水期 6 月流速分布图

（3）枯水年水文情势

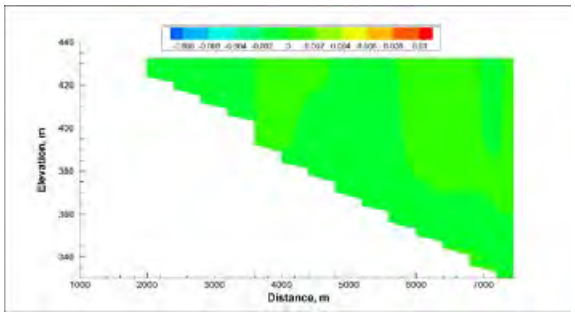
如图 6.3-5 和图 6.3-6 所示，向阳水库建成后，库区枯水年丰水期、枯水期库尾至坝前流速较小，库尾来流流速大于坝前流速，库尾附近由于后叶沟的汇入，使流速稍有增加。

枯水年枯水期，坝前水深为 103m，水平流速在 0~0.0005m/s 范围内，垂向流速在0~0.0002m/s 范围内；库尾水深为 9m，水平流速在 0~0.02m/s 范围内，垂向流速在0~0.0002m/s 范围内。在枯水期，由于出库流量仅用于发电，因此在高程 380m 附近，水平流速有所增加。

枯水年丰水期，坝前水深为 104m，水平流速在 0~0.02m/s 范围内，垂向流速在0~0.0002m/s 范围内；库尾水深为 2m，水平流速在 0.04~0.06m/s 范围内，垂向流速在0~10^{-5}m/s 范围内。在丰水期，由于出库流量既用于发电，也有泄洪，因此在高程为 380m及 400m 附近，水平流速有所增加。

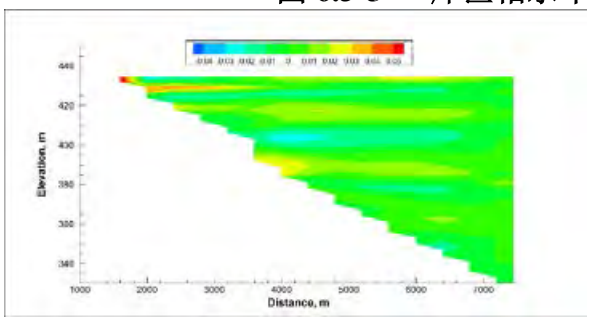


（a）水平流速分布图

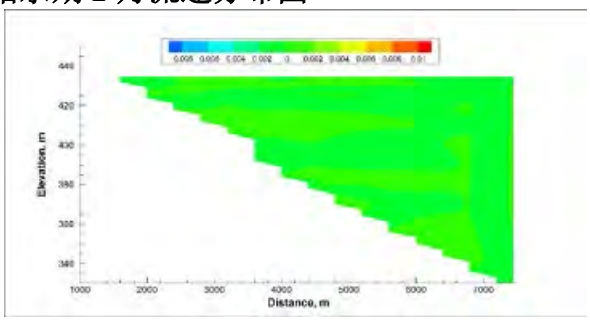


（b）垂向流速分布图

图 6.3-5　库区枯水年枯水期 2 月流速分布图



（a）水平流速分布图



（b）垂向流速分布图

图 6.3-6　库区枯水年丰水期 6 月流速分布图

6.3.2团滩河水文情势预测与分析

6.3.2.1工况设置

向阳水库推荐坝址多年平均径流量为 2.07 亿 m^3，多年平均悬移质输沙量为 18.53 万 t，推移质输沙量按悬移质输沙量的 15%估算，为 2.78 万 t。

水库所在团滩河流域多年平均降水量为 1132.9mm，其年际变化较大，最大年降水量为 1750.2mm（1963 年），最小年降水量为 730.5mm（1966 年），相差达 2.4 倍；降水在年内分配不甚均匀，4 月～10 月降水量约占全年降水量的 80.7%，11 月～次年 3 月仅占全年降水量的 19.3%；最大月降水量为 633.3mm（1982 年 7 月），最小月降水量仅 0.4mm（1984 年 2 月）。

结合向阳水库坝址所在团滩河至入汤溪河的坝下河道重要生境分布等情况，选择江口镇断面作为坝址下游团滩河道的典型断面，分析向阳水库调度运行对坝下河段水文情势的影响。坝下团滩河水文情势影响预测各工况的资料系列选用情况见表**错误!文档中没有指定样式的文字。**-2。江口镇断面位于团滩河汇入汤溪河汇口处，距离坝址 12.3km。

表错误!文档中没有指定样式的文字。**-2　团滩河流域水文情势影响预测工况**

方案	水库运行方式及水文条件	污染源	数学模型	水文情势预测内容

1	向阳水库典型丰水年（P=20%）出库流量	下游河道考虑两岸主要点源及面源影响	采用纵向一维水质模型	流量、水深、水面宽、流速
2	向阳水库典型平水年（P=50%）出库流量			
3	向阳水库典型枯水年（P=75%）出库流量			

6.3.2.2流量过程变化分析

（1）逐月流量过程变化分析

工程运行后，受水库运行调度及库区内取水影响，除枯水期几个月份外，不同水平年向阳水库下泄水量均较现状有所减少。不同来水频率向阳水库出入库流量过程见表6.3-3、图6.3-7至图6.3-9。

表6.3-3　水库出入库流量过程（单位：m^3/s）

月份	丰水年（P=20%　1995年）			平水年（P=50%　2012年）			枯水年（P=75%　1981年）		
	入库流量	下泄流量	出库流量	入库流量	下泄流量	出库流量	入库流量	下泄流量	出库流量
1	1.40	1.31	3.77	1.19	1.31	3.50	0.26	1.31	3.75
2	0.74	1.31	3.63	0.71	1.31	3.86	0.37	1.31	3.60
3	0.58	1.31	3.32	1.13	1.31	3.32	0.78	1.31	3.22
4	1.57	1.31	3.51	4.25	1.31	3.22	5.61	1.31	3.22
5	3.03	2.63	7.01	13.34	2.63	7.19	7.00	2.63	6.60
6	18.48	2.63	5.03	4.13	4.8	7.31	9.98	2.63	5.72
7	33.57	24.6	27.19	23.47	20.05	23.20	3.28	2.63	6.13
8	11.85	8.70	11.59	2.78	2.63	6.10	4.92	2.63	5.54
9	11.99	9.81	11.72	20.27	14.5	16.45	4.94	2.63	4.54
10	15.85	7.04	9.09	3.55	2.63	4.67	14.83	2.63	4.67
11	1.68	1.31	3.49	1.06	1.31	3.47	2.13	1.31	3.44
12	1.02	1.31	3.69	1.00	1.31	3.22	0.76	1.31	3.59

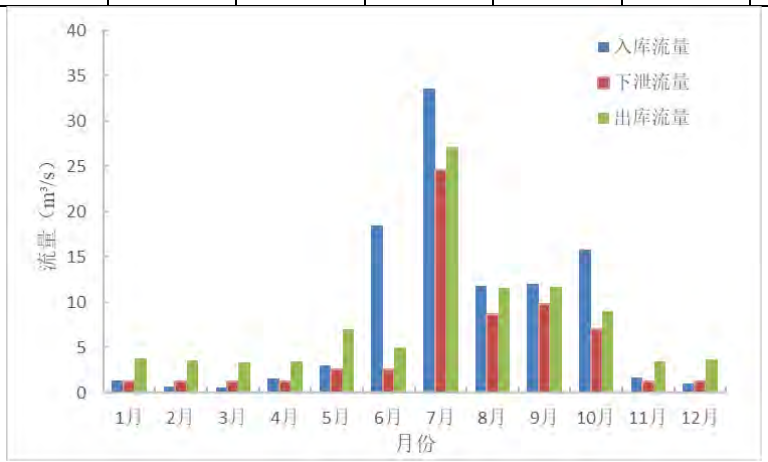


图6.3-7　丰水年向阳水库入库、出库及下泄流量过程

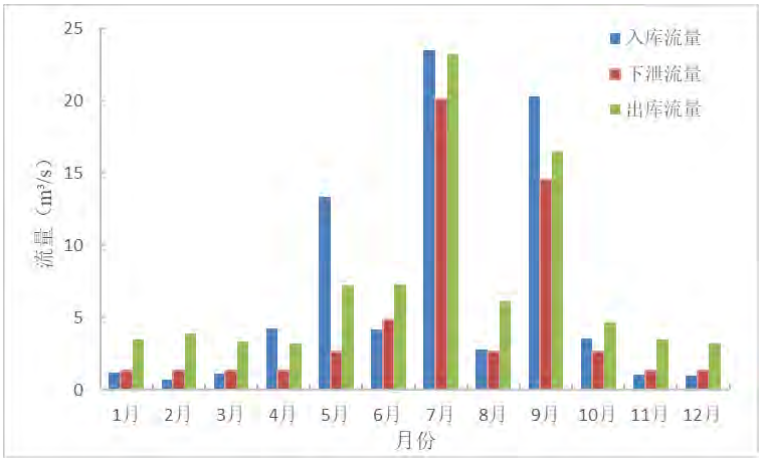


图 6.3-8　平水年向阳水库入库、出库及下泄流量过程

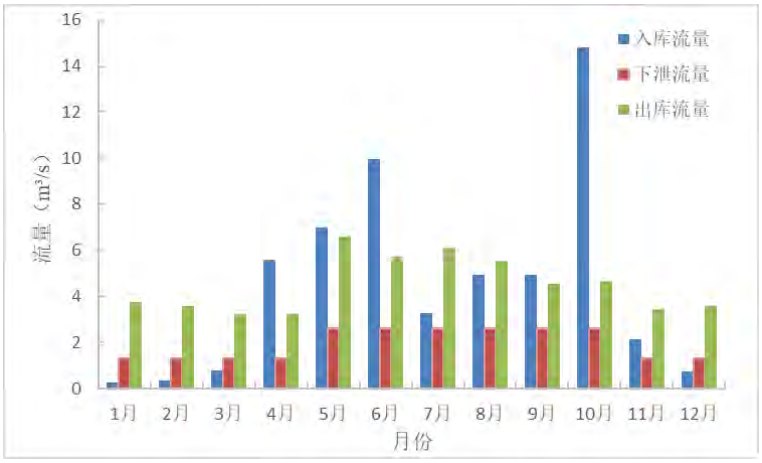


图 6.3-9 枯水年向阳水库入库、出库及下泄流量过程

（2）典型日逐时流量过程变化分析

选择不同典型年三个典型日分析日内逐时调度过程。工程运行后，受水库运行调度及库区内取水影响，向阳水库不同水平年典型日内逐时下泄水量均较现状年有所减少。各典型年典型日调度过程见下表 6.3-4。

表错误!文档中没有指定样式的文字。-4　不同典型年典型日调度过程（单位：m³/s）

时段/h	丰水年（1995.6.25）		平水年（2012.3.31）		枯水年（1981.11.8）	
	入库	下泄	入库	下泄	入库	下泄
1	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
2	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
3	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
4	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
5	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
6	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
7	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
8	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
9	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
10	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
11	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
12	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
13	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310

14	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
15	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
16	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
17	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
18	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
19	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
20	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
21	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
22	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
23	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310
24	8.578	2.630	6.897	1.310	4.683	1.310

6.3.2.3水力参数变化分析

6.3.2.3.1 初期蓄水期

水库计划于施工第六年 1 月初导流隧洞下闸蓄水，水库从起蓄水位 345m 开始，蓄水至死水位 390m 时（相应库容 1367 万 m^3），需蓄水 1331 万 m^3，根据坝址 1970-2015 年多年平均径流资料估算，从 1 月初开始蓄水，约至 5 月份可蓄至死水位。P=50%年份，蓄水后至 4 月中旬可蓄至死水位 390m；P=75%年份，蓄水后至 5 月下旬可蓄至死水位 390m。

导流隧洞封堵后，为保障下游河道生态流量，在导流隧洞底板预埋设一根钢管下泄生态流量，穿过闸墩，钢管进、出口分别设两座闸阀控制，下闸后开启进、出口闸阀，当蓄水至永久生态放水管高程后，关闭出口闸阀。根据向阳水库生态流量下泄方案，初期蓄水期间，汛期 5～10 月下泄 2.63m^3/s、非汛期 11 月～次年 4 月下泄 1.31m^3/s。

通过以上分析可知，水库初期蓄水期间坝下河道不会发生断流风险，对水文情势不利影响可通过下泄河道生态需水量得到改善。

6.3.2.3.2 丰水年水文情势影响分析

如图 6.3-10 至图 6.3-13 所示，工程运行后，3 月~7 月江口镇断面月均流量小于现状年流量，减小 2.14~22.83m^3/s，减小比例为 57%~88%，以 5 月、6 月、7 月变幅最大；1 月~2 月、8 月~12 月流量有所增加，增加 0.06~18.93m^3/s，增加比例为 3%~281%。

受流量变化影响，平均水深 3 月～7 月减小 0.03~0.38m，减小比例为 27%~79%；8 月、9 月水深有所增加，增加 0.06~0.30m，增加比例为 15%~167%；1 月~2 月、10 月~12 月水深不变。

水面宽 3 月~7 月减小 0.35~8.01m，减小比例 1%~13%；1 月~2 月、8 月~12 月增加 0.01~3.83m，增加比例为 0%~8%。

断面平均流速 3 月~7 月减小 0.16~0.37m/s，减小比例为 28~42%；1 月~2 月、8 月~12 月平均流速有所增加，增加 0.01~0.27m/s，增加比例为 1%~43%。

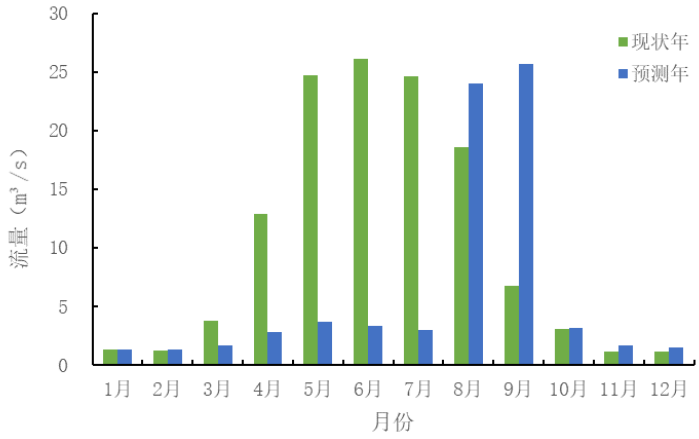


图 6.3-10　丰水年江口镇断面月均流量变化统计图

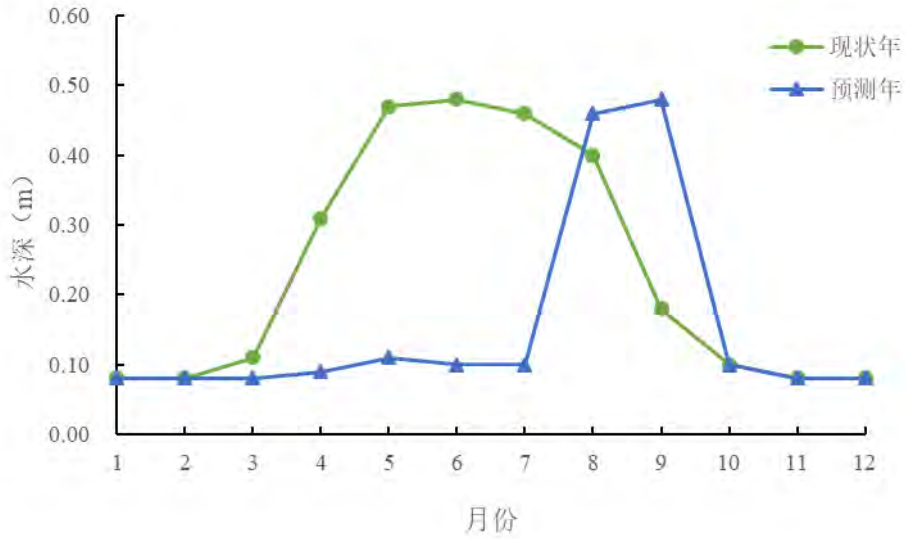


图 6.3-11　丰水年江口镇断面水深变化统计图

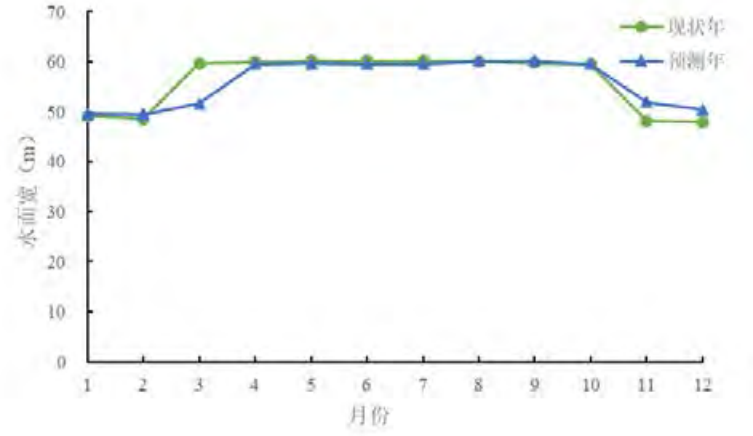


图 6.3-12　丰水年江口镇断面水面宽变化统计图

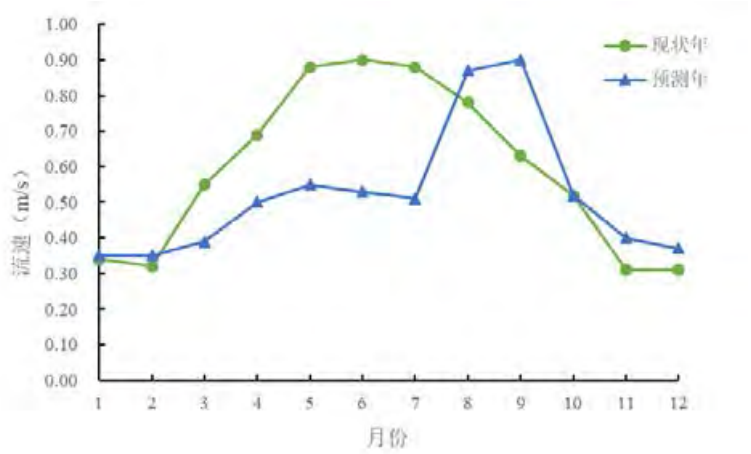


图 6.3-13　丰水年江口镇断面流速变化统计图

6.3.2.3.3 平水年水文情势影响分析

如图 6.3-14 至图 6.3-17 所示，工程运行后，断面流量相对于现状流量，3 月~5 月、8 月~9 月、11 月~12 月减小 0.67~13.33m^3/s，减小比例为 19%~83%，以 4 月变幅最大；1 月~2 月、6 月~7 月、10 月流量有所增加，增加 0.06~1.82m^3/s，增加比例为 2%~54%。

受流量变化影响，平均水深 3 月~5 月、8 月~9 月、11 月~12 月减小 0.01~0.28m，减小比例为 11%~62%；1 月~2 月、6 月~7 月、10 月水深有所增加，增加 0.00~0.04m，增加比例为 0%~14%。

水面宽 3 月~4 月、10 月~11 月减小 0.45~7.54m，减小比例 1%~13%。5 月~10 月均不改变，1 月~2 月增加 1.66~3.83m，增加比例为 3%~8%。

断面平均流速 3 月~5 月、8 月~9 月、11 月~12 月减小 0.02~0.25m/s，减小比例为 3~38%；1 月~2 月、6 月~7 月、10 月平均流速有所增加，增加 0.01~0.09m/s，增加比例为 1%~32%。

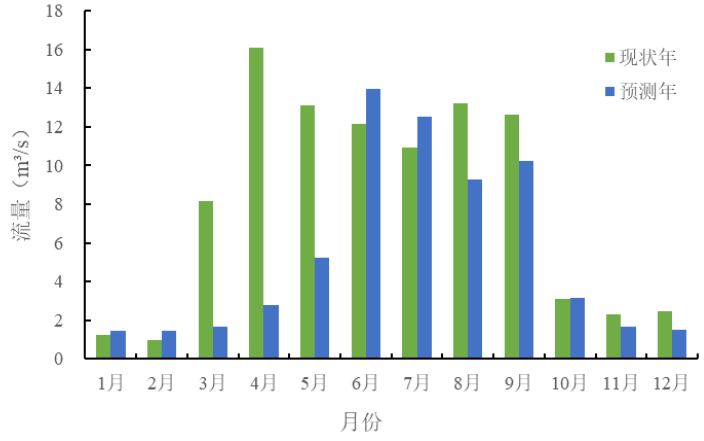


图 6.3-14　平水年江口镇断面月均流量变化统计图

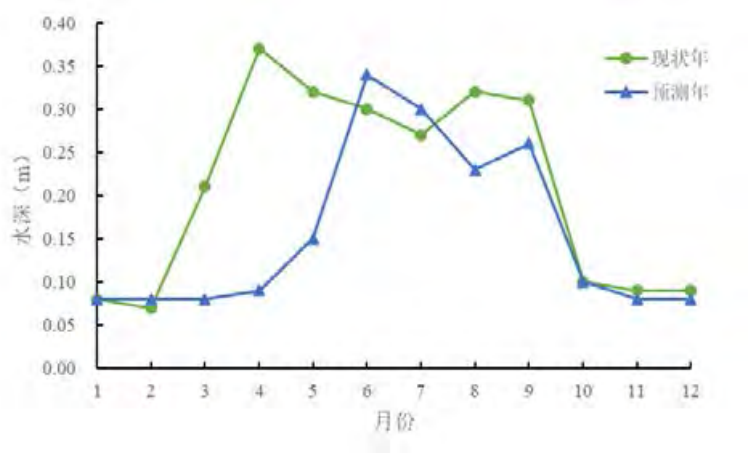


图 6.3-15　平水年江口镇断面水深变化统计图

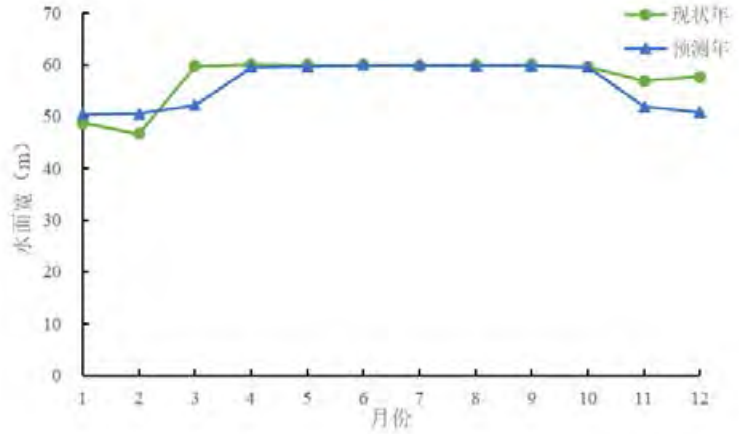


图 6.3-16　平水年江口镇断面水面宽变化统计图

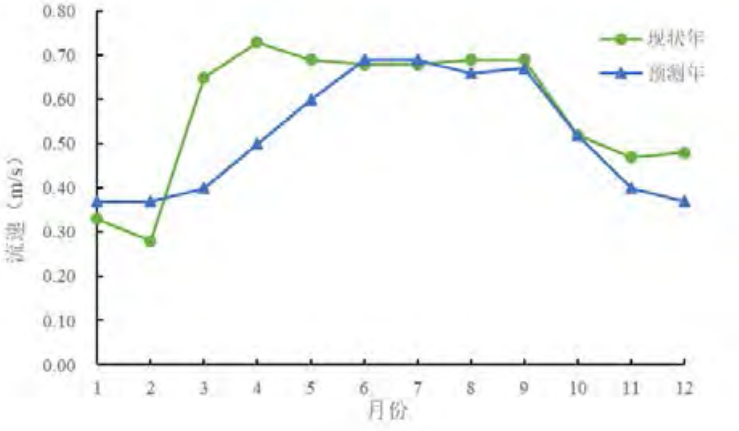


图 6.3-17　　平水年江口镇断面流速变化统计图

6.3.2.3.4 枯水年水文情势影响分析

如图 6.3-18 至图 6.3-21 所示，工程运行后，除 12 月、1 月、2 月外，逐月断面流量小于现状流量，减小 0.89~8.88m^3/s，减小比例为 35%~71%，以 5、6 月和 9、10 月变幅最大；12 月、1 月、2 月流量有所增加，增加 0.30~0.55m^3/s，增加比例为 25%~72%。

受流量变化影响，平均水深除 12 月、1 月、2 月以外，减小 0.01~0.20m，减小比例为 11%~65%；12 月、1 月、2 月水深有所增加，增加 0.00~0.01m，增加比例为 0%~14%。

水面宽 4 月~10 月基本不改变，12 月、1 月、2 月增加 2.17~4.46m，增加比例为 4%~10%，3 月和 11 月减小 6.53~7.36m，减小比例 11%~12%。

断面平均流速除 12 月、1 月、2 月以外减小 0.06~0.16m/s，减小比例为 10~24%；12 月、1 月、2 月平均流速有所增加，增加 0.04~0.11m/s，增加比例为 4%~10%。

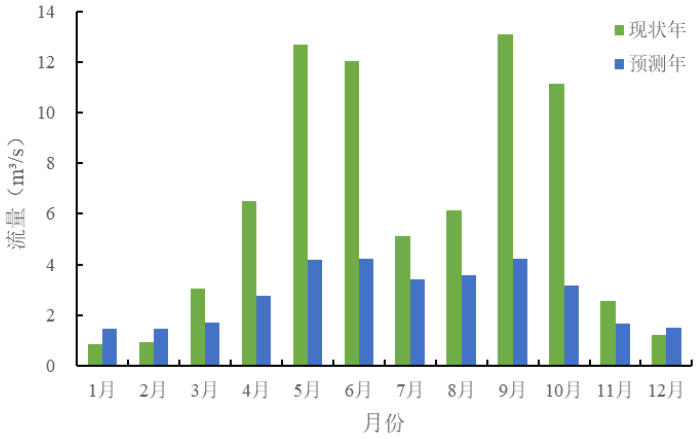


图 6.3-18 枯水年江口镇断面月均流量变化统计图

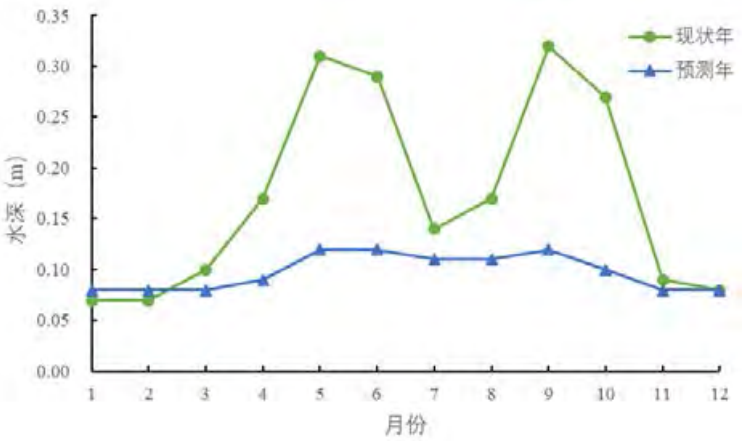


图 6.3-19 枯水年江口镇断面水深变化统计图

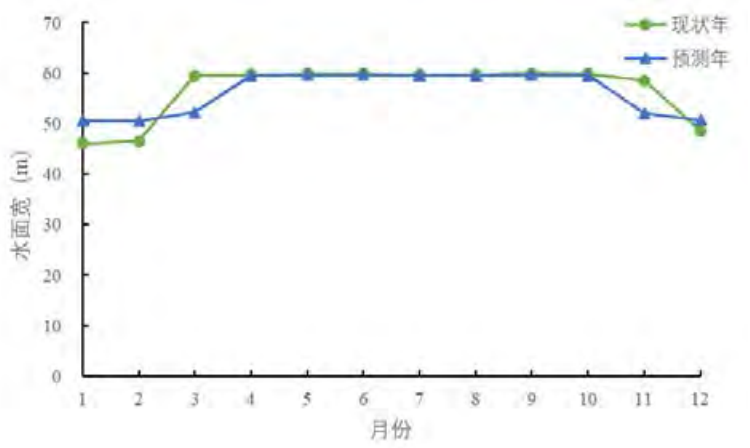


图 6.3-20 枯水年江口镇断面水面宽变化统计图

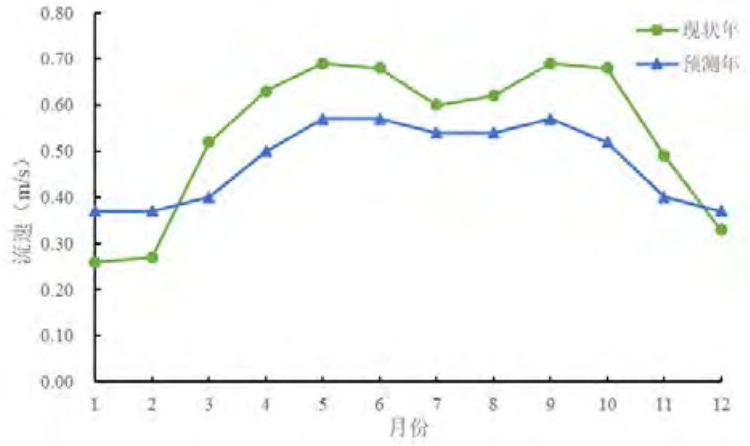


图 6.3-21 枯水年江口镇断面流速变化统计图

表 6.3-5　丰水年团滩河典型断面现状年与预测年水文情势变化统计表

		月份	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
江口镇断面	流量	现状年(m^3/s)	1.27	3.76	12.85	24.71	26.12	24.64	18.54	6.73	3.07	1.14	1.12
		工程运行后(m^3/s)	1.33	1.62	2.77	3.71	3.29	2.99	24.03	25.66	3.17	1.66	1.44
		变化值(m^3/s)	0.06	-2.14	-10.08	-21.00	-22.83	-21.65	5.49	18.93	0.10	0.52	0.32
		变化率(%)	**5**	**-57**	**-78**	**-85**	**-87**	**-88**	**30**	**281**	**3**	**46**	**29**
	水深	现状年(m)	0.08	0.11	0.31	0.47	0.48	0.46	0.40	0.18	0.10	0.08	0.08
		工程运行后(m)	0.08	0.08	0.09	0.11	0.10	0.10	0.46	0.48	0.10	0.08	0.08
		变化值(m)	0.00	-0.03	-0.22	-0.36	-0.38	-0.36	0.06	0.30	0.00	0.00	0.00
		变化率(%)	**0**	**-27**	**-71**	**-77**	**-79**	**-78**	**15**	**167**	**0**	**0**	**0**
	水面宽	现状年(m)	49.11	59.60	59.91	60.16	60.19	60.16	60.05	59.70	59.57	48.07	47.87
		工程运行后(m)	49.52	51.59	59.56	59.60	59.58	59.57	60.15	60.18	59.58	51.90	50.35
		变化值(m)	0.41	-8.01	-0.35	-0.56	-0.61	-0.59	0.10	0.48	0.01	3.83	2.48
		变化率	**1**	**-13**	**-1**	**-1**	**-1**	**-1**	**0**	**1**	**0**	**8**	**5**
	流速	现状年(m/s)	0.34	0.55	0.69	0.88	0.90	0.88	0.78	0.63	0.52	0.31	0.31
		工程运行后(m/s)	0.35	0.39	0.50	0.55	0.53	0.51	0.87	0.90	0.52	0.40	0.37
		变化值(m/s)	0.01	-0.16	-0.19	-0.33	-0.37	-0.37	0.09	0.27	0.00	0.09	0.06
		变化率(%)	**3**	**-29**	**-28**	**-38**	**-41**	**-42**	**12**	**43**	**0**	**29**	**19**

表 6.3-6　平水年团滩河典型断面现状年与预测年水文情势变化统计表

		月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
江口镇断面	流量	现状年(m^3/s)	1.22	0.95	8.16	16.10	13.09	12.14	10.93	13.20	12.61	3.11	2.33	2.44
		工程运行后(m^3/s)	1.45	1.46	1.69	2.77	5.25	13.96	12.51	9.30	10.25	3.17	1.66	1.50
		变化值(m^3/s)	0.23	0.51	-6.47	-13.33	-7.84	1.82	1.58	-3.90	-2.36	0.06	-0.67	-0.94
		变化率(%)	**19**	**54**	**-79**	**-83**	**-60**	**15**	**14**	**-30**	**-19**	**2**	**-29**	**-39**
	水深	现状年(m)	0.08	0.07	0.21	0.37	0.32	0.30	0.27	0.32	0.31	0.10	0.09	0.09

		工程运行后(m)	0.08	0.08	0.08	0.09	0.15	0.34	0.30	0.23	0.26	0.10	0.08	0.08
		变化值(m)	0.00	0.01	-0.13	-0.28	-0.17	0.04	0.03	-0.09	-0.05	0.00	-0.01	-0.01
		变化率(%)	**0**	**14**	**-62**	**-76**	**-53**	**13**	**11**	**-28**	**-16**	**0**	**-11**	**-11**
	水面宽	现状年(m)	48.69	46.63	59.75	60.01	59.92	59.89	59.85	59.93	59.91	59.58	56.87	57.70
		工程运行后(m)	50.35	50.46	52.21	59.56	59.65	59.95	59.90	59.79	59.82	59.58	51.90	50.76
		变化值(m)	1.66	3.83	-7.54	-0.45	-0.27	0.06	0.05	-0.14	-0.09	0.00	-4.97	-6.94
		变化率(%)	**3**	**8**	**-13**	**-1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-9**	**-12**
	流速	现状年(m/s)	0.33	0.28	0.65	0.73	0.69	0.68	0.68	0.69	0.69	0.52	0.47	0.48
		工程运行后(m/s)	0.37	0.37	0.40	0.50	0.60	0.69	0.69	0.66	0.67	0.52	0.40	0.37
		变化值(m/s)	0.04	0.09	-0.25	-0.23	-0.09	0.01	0.01	-0.03	-0.02	0.00	-0.07	-0.11
		变化率(%)	**12**	**32**	**-38**	**-32**	**-13**	**1**	**1**	**-4**	**-3**	**0**	**-15**	**-23**

表 6.3-7 枯水年团滩河典型断面现状年与预测年水文情势变化统计表

		月份	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
江口镇断面	流量	现状年(m^3/s)	0.85	0.92	3.04	6.49	12.66	12.03	5.10	6.12	13.10	11.12	2.56	1.21
		工程运行后(m^3/s)	1.46	1.47	1.70	2.77	4.19	4.21	3.43	3.58	4.22	3.17	1.67	1.51
		变化值(m^3/s)	0.61	0.55	-1.34	-3.72	-8.47	-7.82	-1.67	-2.54	-8.88	-7.95	-0.89	0.30
		变化率(%)	**72**	**60**	**-44**	**-57**	**-67**	**-65**	**-33**	**-42**	**-68**	**-71**	**-35**	**25**
	水深	现状年(m)	0.07	0.07	0.10	0.17	0.31	0.29	0.14	0.17	0.32	0.27	0.09	0.08
		工程运行后(m)	0.08	0.08	0.08	0.09	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12	0.10	0.08	0.08
		变化值(m)	0.01	0.01	-0.02	-0.08	-0.19	-0.17	-0.03	-0.06	-0.20	-0.17	-0.01	0.00
		变化率(%)	**14**	**14**	**-20**	**-47**	**-61**	**-59**	**-21**	**-35**	**-63**	**-63**	**-11**	**0**
	水面宽	现状年(m)	46.00	46.52	59.57	59.69	59.91	59.89	59.64	59.68	59.92	59.85	58.53	48.59
		工程运行后(m)	50.46	50.46	52.21	59.56	59.61	59.61	59.59	59.59	59.61	59.58	52.00	50.76
		变化值(m)	4.46	3.94	-7.36	-0.13	-0.30	-0.28	-0.05	-0.09	-0.31	-0.27	-6.53	2.17
		变化率(%)	**10**	**8**	**-12**	**0**	**-1**	**0**	**0**	**0**	**-1**	**0**	**-11**	**4**

	流速	现状年(m/s)	0.26	0.27	0.52	0.63	0.69	0.68	0.60	0.62	0.69	0.68	0.49	0.33
		工程运行后(m/s)	0.37	0.37	0.40	0.50	0.57	0.57	0.54	0.54	0.57	0.52	0.40	0.37
		变化值(m/s)	0.11	0.10	-0.12	-0.13	-0.12	-0.11	-0.06	-0.08	-0.12	-0.16	-0.09	0.04
		变化率(%)	**42**	**37**	**-23**	**-21**	**-17**	**-16**	**-10**	**-13**	**-17**	**-24**	**-18**	**12**

6.3.2.3.5 典型日逐时水文情势变化过程分析

根据不同典型年所选取的典型日的调度过程，计算并对比分析建库前后典型日内逐时下泄流量变化及控制断面水文情势变化，典型日逐时水文情势变化过程如下表 6.3-8。与现状年相比，工程运行后，各典型年的典型日逐时下泄流量均有所减小，受流量减小影响，其余水力参数如水深、水面宽及流速等均有不同程度减小。丰水年典型日流量减小 14.09 m^3/s，水深减小 0.24m，水面宽减小 0.38m，流速减小 0.34m/s；平水年典型日流量减小 5.33 m^3/s，水深减小 0.14m，水面宽减小 1.26m，流速减小 0.24m/s；枯水年典型日流量减小 3.36m^3/s，水深减小 0.09m，水面宽减小 0.15m，流速减小 0.16m/s。

表 6.3-8　团滩河江口镇断面不同典型日现状年与预测年水文情势变化统计表

		典型日	丰水年典型日 (1h-24h)	平水年典型日 (1h-24h)	枯水年典型日 (1h-24h)
江口镇断面	流量	现状年(m^3/s)	17.9	7.01	5.15
		工程运行后(m^3/s)	3.81	1.48	1.79
		变化值(m^3/s)	-14.09	-5.53	-3.36
	水深	现状年(m)	0.4	0.23	0.19
		工程运行后(m)	0.16	0.09	0.1
		变化值(m)	-0.24	-0.14	-0.09
	水面宽	现状年(m)	60.05	59.78	59.72
		工程运行后(m)	59.67	58.52	59.57
		变化值(m)	-0.38	-1.26	-0.15
	流速	现状年(m/s)	0.75	0.52	0.46
		工程运行后(m/s)	0.41	0.28	0.3
		变化值(m/s)	-0.34	-0.24	-0.16

6.3.3汤溪河水文情势预测与分析

6.3.3.1工况设置

向阳水库所在的汤溪河属山区性河流，洪水由暴雨形成，洪水发生时间与暴雨一致。每年 3 月下旬开始，随着气温的回升和降雨量增多，流量逐渐加大，4 月为汛前过渡期，5 月～10 月上旬为主汛期，降雨量最丰沛，暴雨频繁，洪水也大，年最大流量主要发生在该期。

对于沙市镇至江口镇河段，选取典型断面沙市镇断面（市控考核断面）及江口镇上游汤溪河江口断面（国控考核断面），针对丰水年、平水年、枯水年进行水文情势变化分析。

对于江口镇至汤溪河长江汇口河段，通过立面二维模型 CE-QUAL-W2 模拟出该河段现状年及预测年丰水年、平水年、枯水年三期的流场图及流速图，并对其进行水文情势变化分析。

6.3.3.2沙市镇～江口镇河段典型断面水文情势变化分析

6.3.3.2.1 沙市镇断面水文情势变化分析

沙市镇各典型年水文情势变化如下表 6.3-9 至表 6.3-11。

（1）丰水年水文情势影响分析

如图 6.3-22 至图 6.3-25 所示，工程运行后，丰水年与现状年相比，水文情势变化很小。流量几乎无变化，仅 3 月流量减小 0.1m^3/s；2~5 月平均水深增加 0.01~0.03m，增加比例为 0%~2%，9 月~11 月平均水深减小 0.01~0.02m，减小比例为 1%~2%；水面宽 2 月~7 月增加 0.02~0.19m，增加比例为 0%~1%，1 月及 8 月~12 月水面宽减小 0.02~0.21m，减小比例为 0%~1%；断面平均流速 2 月~4 月减小 0.01~0.02m/s，减小比例为 2%~4%；11 月平均流速有所增加，增加 0.01m/s，增加比例为 3%。

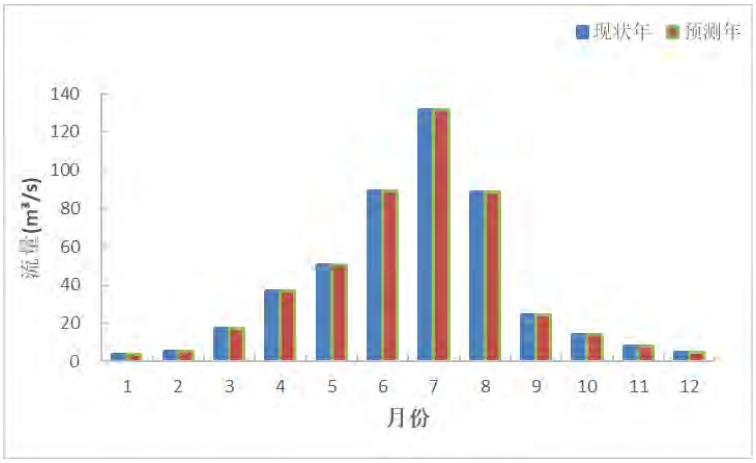


图 6.3-22　沙市镇断面现状年与预测年月均流量变化统计图

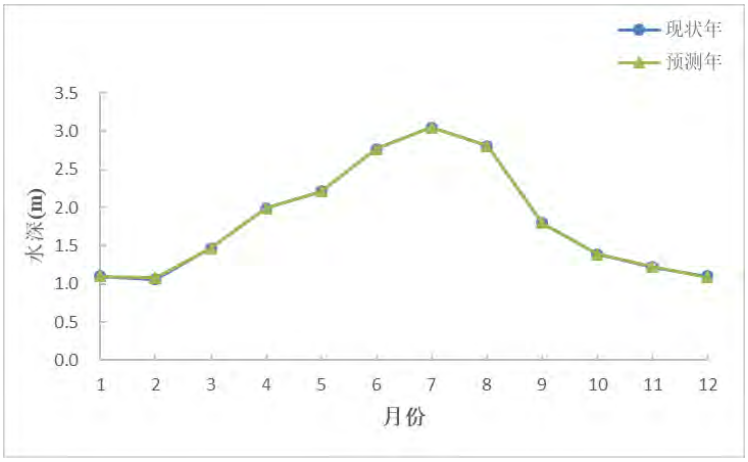


图 6.3-23 沙市镇断面现状年与预测年水深变化统计图

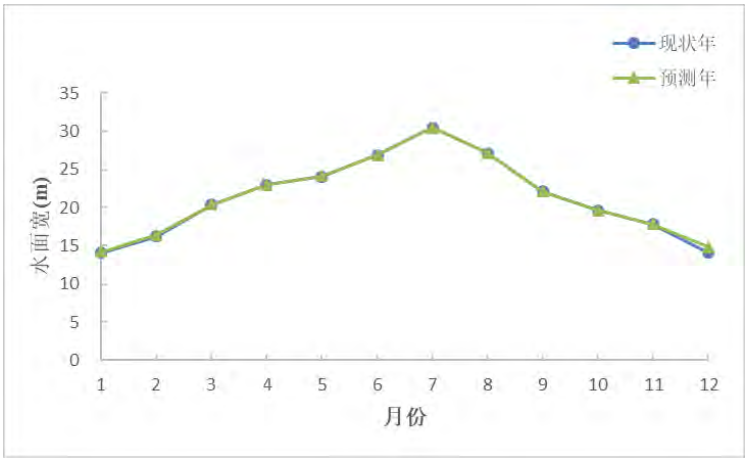


图 6.3-24　沙市镇断面现状年与预测年水面宽变化统计图

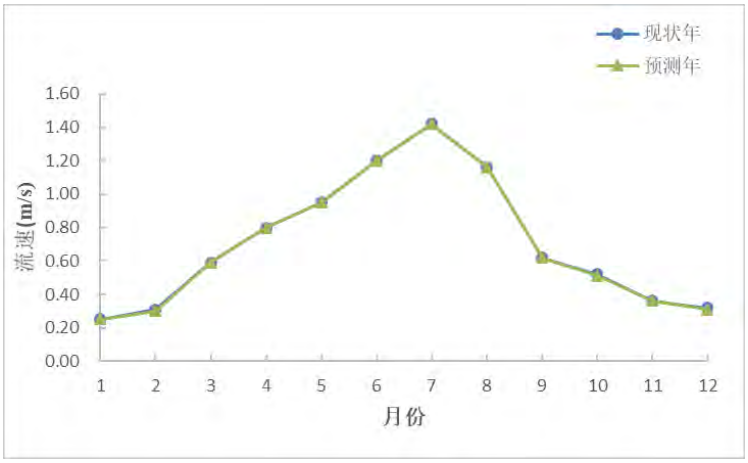


图 6.3-25　沙市镇断面现状年与预测年流速变化统计图

（2）平水年水文情势影响分析

如图 6.3-26 至图 6.3-29 所示，工程运行后，平水年与现状年相比，水文情势变化很小。流量无明显变化，水深 2 月、3 月和 10 月~11 月增加 0.01~0.02m，增加比例为 0%~1%，其余月份无明显变化；水面宽 1 月、4 月、6 月、8 月和 9 月减小 0.01~0.04m，减小比例为 0.02%~0.06%，2 月、3 月和 10 月~12 月水深增加 0.02~0.10m，增加比例为 0.02%~0.50%；仅 2 月和 3 月断面平均流速增加 0.1m/s，增加比例分别为 3%和 2%。

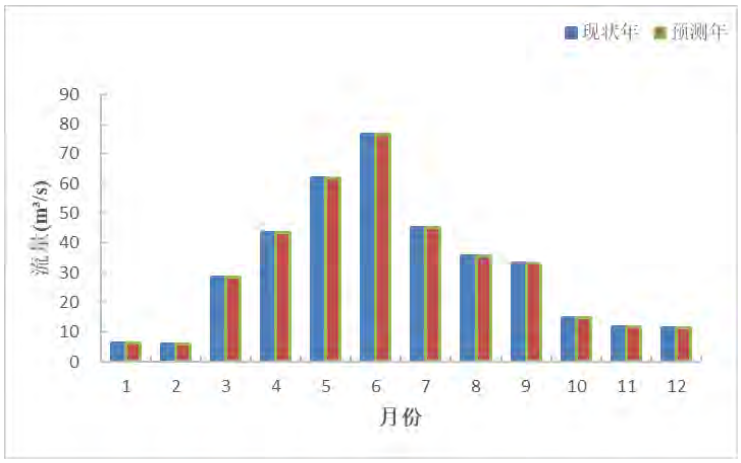


图 6.3-26　沙市镇断面现状年与预测年月均流量变化统计图

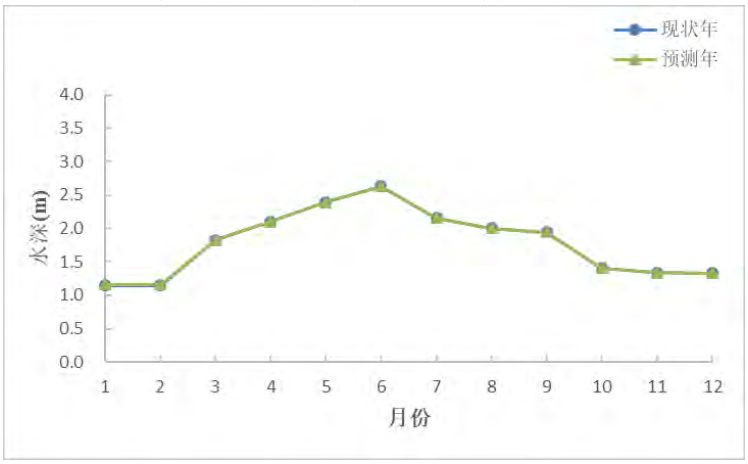


图 6.3-27　沙市镇断面现状年与预测年水深变化统计图

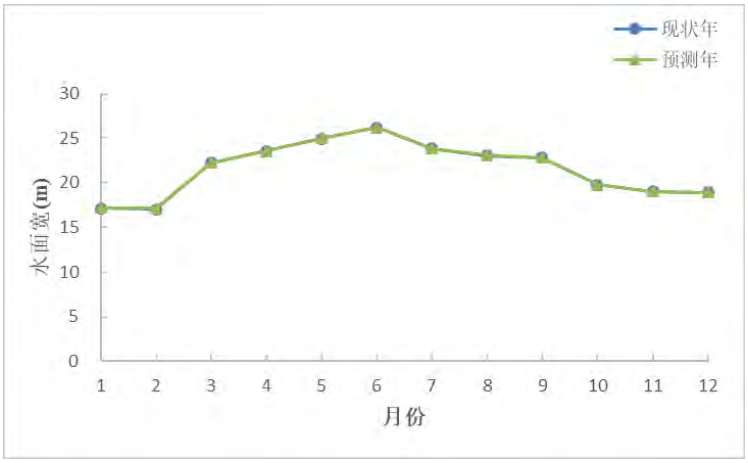


图 6.3-28　沙市镇断面现状年与预测年水面宽变化统计图

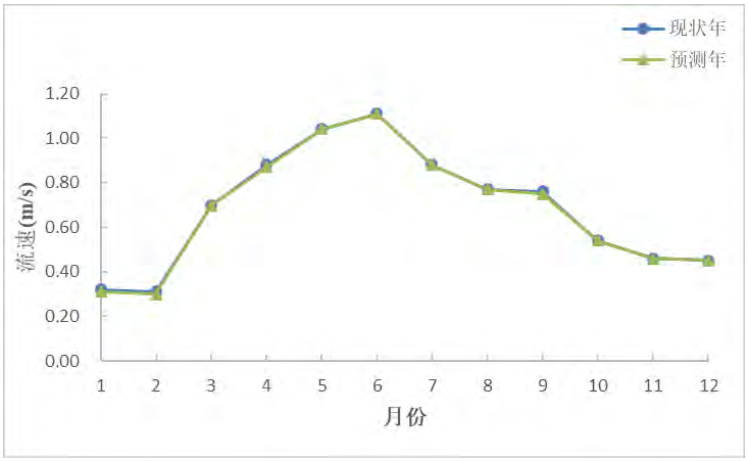


图 6.3-29　沙市镇断面现状年与预测年流速变化统计图

（3）枯水年水文情势影响分析

如图 6.3-30 至图 6.3-33 所示，工程运行后，枯水年与现状年相比，水文情势变化很小。3 月和 9 月流量分别减小 0.01m^3/s 和 0.04m^3/s，11 月及 4 月~7 月流量增加，0.01~0.04m^3/s，变化比例均为 0.03%~0.3%范围内；受流量变化影响，2 月~4 月及 8 月~11 月水深增加 0.01~0.03m，增加比例为 1%~3%；水面宽除 1 月和 12 月减小外，其余月份均有不同程度的增加，变化比例为 0%~2%；除 1 月和 12 月断面平均流速增加 0.01m/s 外，其余月份断面平均流速均减小或不变，变化比例为 0%~4%。

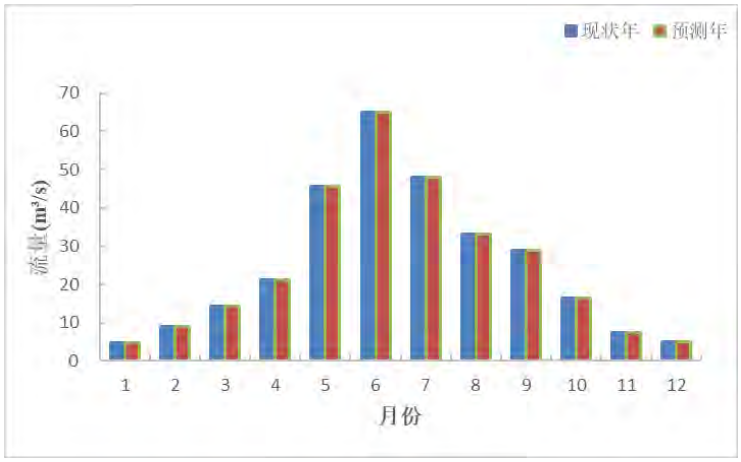


图 6.3-30　沙市镇断面现状年与预测年月均流量变化统计图

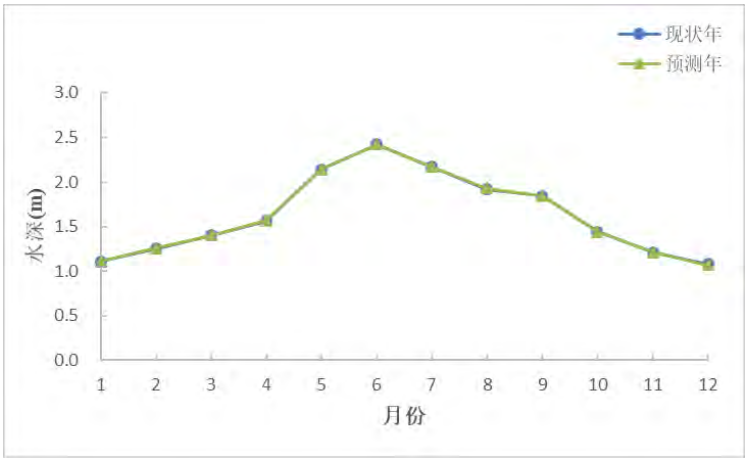


图 6.3-31　沙市镇断面现状年与预测年水深变化统计图

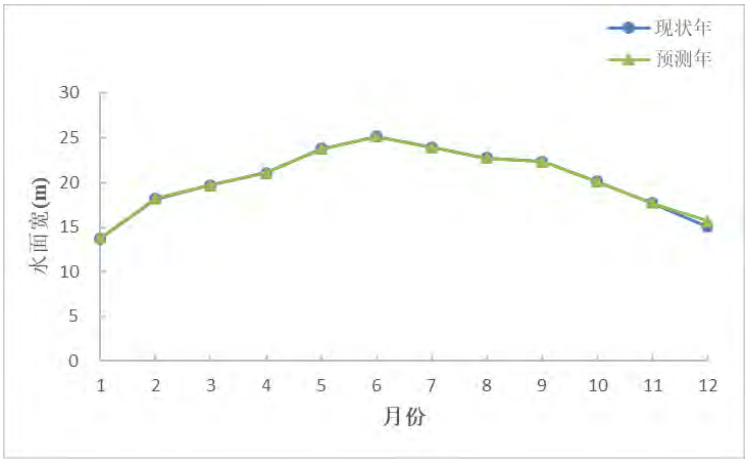


图 6.3-32　沙市镇断面现状年与预测年水面宽变化统计图

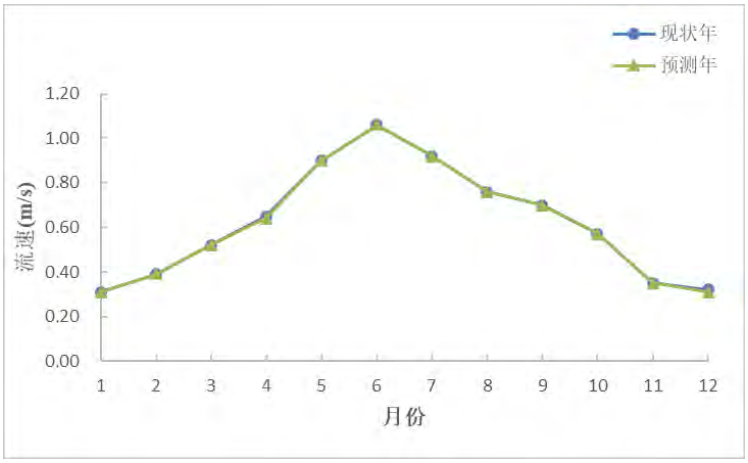


图 6.3-33　沙市镇断面现状年与预测年流速变化统计图

表 6.3-9　丰水年沙市镇断面现状年与预测年水文情势变化统计表

		月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
沙市镇断面	流量	现状年(m^3/s)	3.87	5.41	17.54	36.71	50.37	89.20	131.77	88.64	24.69	14.10	7.91	5.01
		工程运行后(m^3/s)	3.87	5.41	17.54	36.71	50.37	89.20	131.77	88.64	24.69	14.10	7.91	5.01
		变化值(m^3/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		变化率(%)	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
	水深	现状年(m)	1.10	1.06	1.47	1.99	2.21	2.77	3.05	2.81	1.80	1.39	1.22	1.10
		工程运行后(m)	1.10	1.08	1.47	1.99	2.21	2.77	3.05	2.81	1.80	1.39	1.23	1.09
		变化值(m)	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01
		变化率(%)	**0.00**	**1.89**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.82**	**-0.91**
	水面宽	现状年(m)	14.09	16.21	20.41	23.02	24.09	26.90	30.46	27.12	22.12	19.63	17.84	14.11
		工程运行后(m)	14.22	16.40	20.41	23.02	24.10	26.90	30.47	27.13	22.13	19.64	17.86	14.79
		变化值(m)	0.13	0.19	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.68
		变化率(%)	**0.92**	**1.17**	**0.00**	**0.00**	**0.04**	**0.00**	**0.03**	**0.04**	**0.05**	**0.05**	**0.1**	**4.82**
	流速	现状年(m/s)	0.25	0.31	0.59	0.80	0.95	1.20	1.42	1.16	0.62	0.52	0.36	0.32
		工程运行后(m/s)	0.25	0.30	0.59	0.80	0.95	1.20	1.42	1.16	0.62	0.51	0.36	0.31
		变化值(m/s)	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01
		变化率(%)	**0.00**	**-3.23**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**-1.92**	**0.00**	**-3.13**

表 6.3-10　平水年沙市镇断面现状年与预测年水文情势变化统计表

		月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
沙市镇断面	流量	现状年(m^3/s)	6.26	5.99	28.57	43.34	61.91	76.76	45.20	35.70	33.43	14.99	11.63	11.36
		工程运行后(m^3/s)	6.26	5.99	28.57	43.34	61.91	76.76	45.20	35.70	33.43	14.99	11.63	11.36
		变化值(m^3/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		变化率(%)	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
	水深	现状年(m)	1.15	1.15	1.83	2.10	2.39	2.63	2.16	2.00	1.94	1.41	1.34	1.33

		工程运行后(m)	1.16	1.16	1.83	2.10	2.39	2.63	2.16	2.00	1.94	1.41	1.34	1.33
		变化值(m)	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		变化率(%)	**0.87**	**0.87**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
	水面宽	现状年(m)	17.13	17.05	22.27	23.57	24.97	26.21	23.85	23.08	22.80	19.80	19.02	18.92
		工程运行后(m)	17.22	17.15	22.28	23.57	24.98	26.21	23.85	23.09	22.81	19.81	19.05	18.95
		变化值(m)	0.09	0.10	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03
		变化率(%)	**0.53**	**0.59**	**0.04**	**0.00**	**0.04**	**0.00**	**0.00**	**0.04**	**0.04**	**0.05**	**0.16**	**0.16**
	流速	现状年(m/s)	0.32	0.31	0.70	0.88	1.04	1.11	0.88	0.77	0.76	0.54	0.46	0.45
		工程运行后(m/s)	0.31	0.30	0.70	0.87	1.04	1.11	0.88	0.77	0.75	0.54	0.46	0.45
		变化值(m/s)	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
		变化率(%)	**-3.13**	**-3.23**	**0.00**	**-1.14**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**-1.32**	**0.00**	**0.00**	**0.00**

表 6.3-11　枯水年沙市镇断面现状年与预测年水文情势变化统计表

		月份	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
沙市镇断面	流量	现状年(m^3/s)	4.80	8.91	14.30	21.26	45.65	64.90	47.99	33.19	28.87	16.40	7.49	5.13
		工程运行后(m^3/s)	4.80	8.91	14.30	21.26	45.65	64.90	47.99	33.19	28.87	16.40	7.49	5.13
		变化值(m^3/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		变化率(%)	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
	水深	现状年(m)	1.11	1.25	1.40	1.56	2.14	2.42	2.17	1.92	1.84	1.44	1.21	1.08
		工程运行后(m)	1.11	1.26	1.40	1.57	2.14	2.42	2.17	1.93	1.84	1.44	1.21	1.07
		变化值(m)	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01
		变化率(%)	**0.00**	**0.80**	**0.00**	**0.64**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.52**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**-0.93**
	水面宽	现状年(m)	13.70	18.14	19.68	21.06	23.76	25.15	23.91	22.72	22.32	20.11	17.66	15.02
		工程运行后(m)	13.81	18.17	19.69	21.06	23.76	25.16	23.91	22.72	22.33	20.12	17.71	15.67
		变化值(m)	0.11	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	0.65
		变化率(%)	**0.80**	**0.17**	**0.05**	**0.00**	**0.00**	**0.04**	**0.00**	**0.00**	**0.04**	**0.05**	**0.28**	**4.33**

	流速	现状年(m/s)	0.31	0.39	0.52	0.65	0.90	1.06	0.92	0.76	0.70	0.57	0.35	0.32
		工程运行后(m/s)	0.31	0.39	0.52	0.64	0.90	1.06	0.92	0.76	0.70	0.57	0.35	0.31
		变化值(m/s)	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
		变化率(%)	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**-1.54**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**-3.13**

6.3.3.2.2 汤溪河江口断面水文情势变化分析

工程运行后，汤溪河江口断面水文情势较沙市镇断面水文情势变化明显。各典型年水文情势变化及水文情势影响分析如下。汤溪河江口断面各典型年水文情势变化如表6.3-12至表6.3-14。

（1）丰水年水文情势影响分析

如图6.3-34至图6.3-37所示，工程运行后，2月~7月流量减小1~22m^3/s，减小比例为5%~28%，其中，5月减小比例最大；1月及8月~12月流量增加0~13 m^3/s，增加比例为2%~31%，其中9月增加比例最大。

受流量变化影响，全年水深均有不同幅度的变化。2月~7月水深减小0.01~0.13m，减小比例为0%~5%；1月及8月~12月水深增加0.02~0.20m，增加比例为0%~6%。

水面宽2月~7月减小0.07~0.70m，减小比例为0%~2%；1月及8月~12月水深增加0.08~1.00m，增加比例为0%~2%。

断面平均流速变化幅度相对较大，2月~7月断面平均流速均有所减小，减小0.01~0.07 m/s，其中，4月和5月减小比例最大；8月和9月断面平均流速分别增加0.04m和0.03m，增加比例分别为10%和30%。

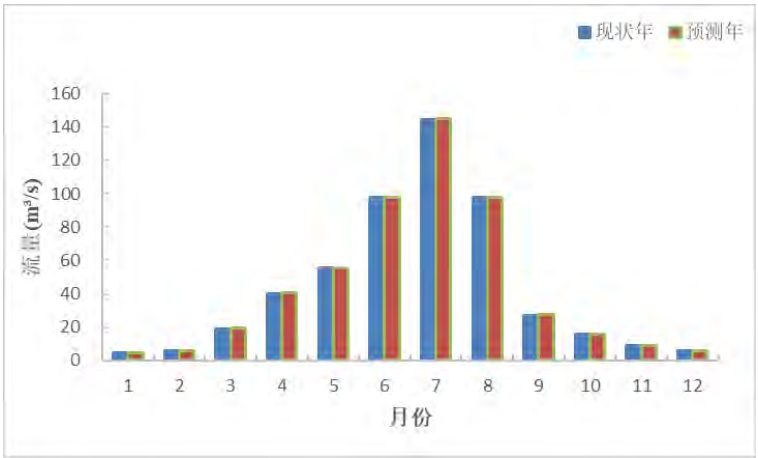


图6.3-34　汤溪河江口断面现状年与预测年流量变化统计图

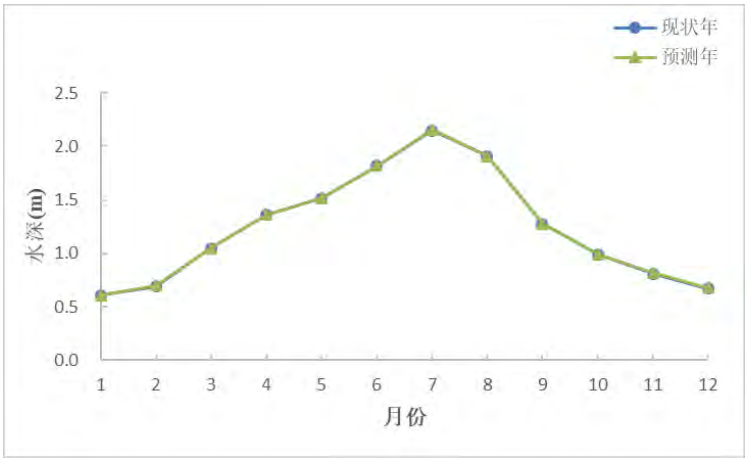


图 6.3-35　汤溪河江口断面现状年与预测年水深变化统计图

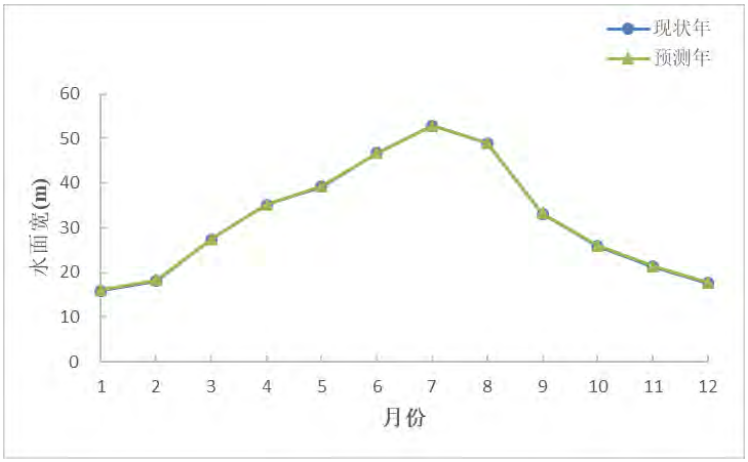


图 6.3-36　汤溪河江口断面现状年与预测年水面宽变化统计图

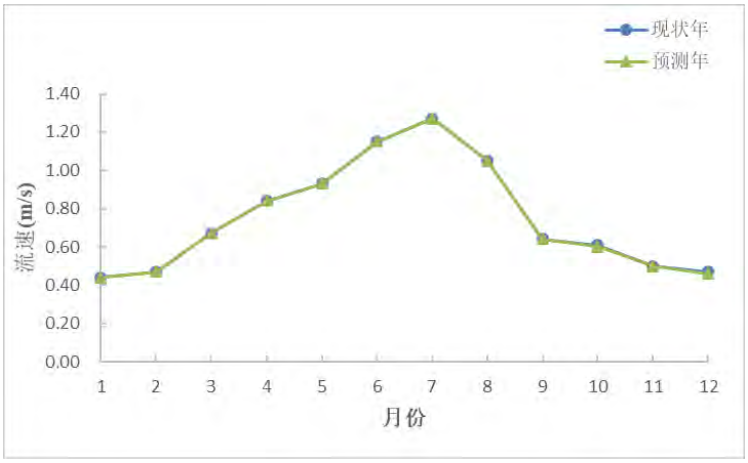


图 6.3-37　汤溪河江口断面现状年与预测年流速变化统计图

（2）平水年水文情势影响分析

如图 6.3-38 至图 6.3-41 所示，工程运行后，平水年与现状年相比，水文情势变化较为明显。除 1 月、6 月和 9 月流量分别增加 0.25m^3/s、0.94 m^3/s 和 0.7m^3/s 外，其余月份流量均减小，减小 0.3~13m^3/s，减小比例为 1%~33%，其中，2 月减小比例最大。

受流量变化影响，水深有小幅度变化。1月、4月、5月、8月和9月水深增加0.01~0.03m，增加比例为 0%~1%，其余月份水深均有不同幅度的减小，减小 0.01~0.20m，减小比例为 0%~4%。

水面宽 1 月、4 月、6 月、8 月和 9 月增加 0.04~0.20m，其余月份水面宽均减小，减小 0.06~0.60m，减小比例为 0%~1%。

断面平均流速变化幅度较大，2 月~5 月和 8 月断面平均流速均有所减小，减小 0.01~0.04 m/s，增加比例为 8%~23%，其中，3 月减小比例最大。其余月份断面平均流速均无明显变化。

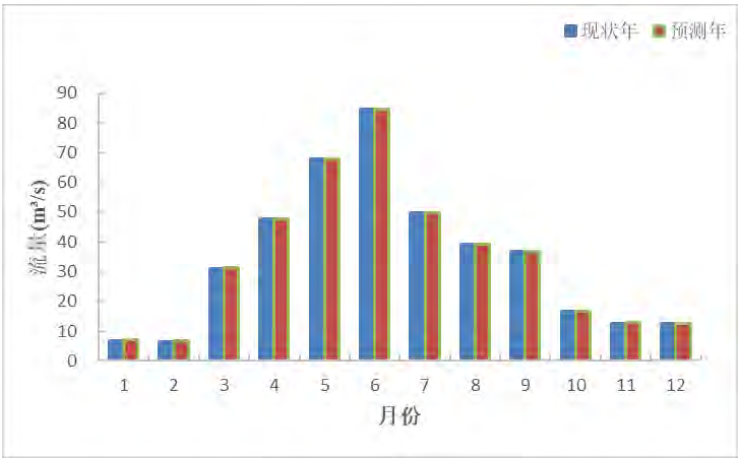


图 6.3-38　汤溪河江口断面现状年与预测年流量变化统计图

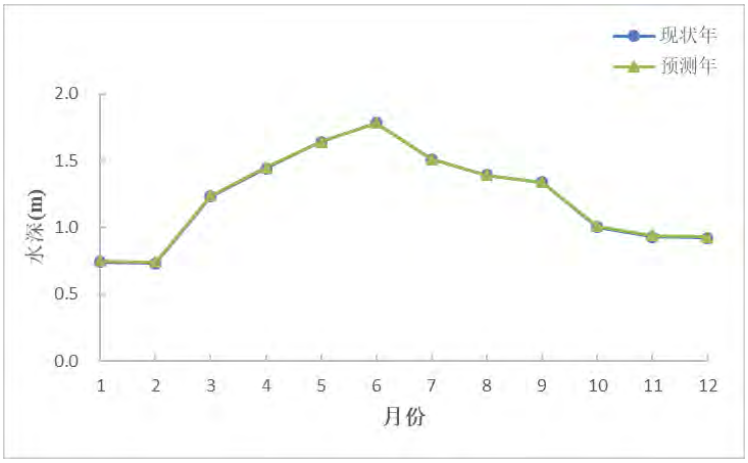


图 6.3-39　汤溪河江口断面现状年与预测年水深变化统计图

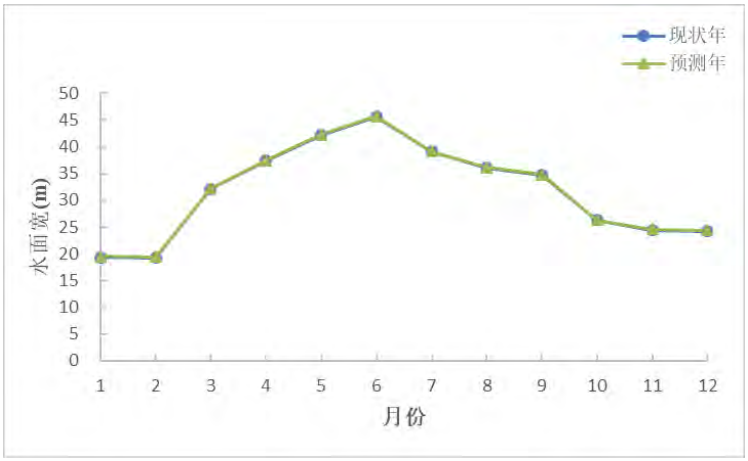


图 6.3-40 汤溪河江口断面现状年与预测年水面宽变化统计图

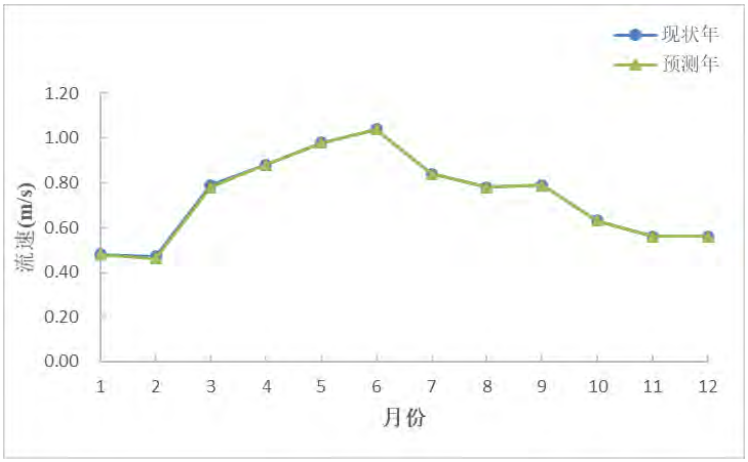


图 6.3-41　汤溪河江口断面现状年与预测年流速变化统计图

（3）枯水年水文情势影响分析

如图 6.3-42 至图 6.3-45 所示，工程运行后，枯水年除 1 月、2 月和 12 月流量大于现状年流量，分别增加 0.61m^3/s、0.13m^3/s 和 0.48m^3/s 外，其余月份流量均减小 2~9m^3/s，减少比例为 4%~20%，其中，9 月和 10 月减小比例最大。

受流量变化影响，枯水年汤溪河江口断面水力参数相比天然状态均略有变化。与现状年相比，枯水年除 6 月流量无变化外，其余月份流量均有增加或减小。1 月和 12 月断面平均水深分别增加 0.08m 和 0.06m，增加比例分别为 3%和 2%，2~5 月和 7~11 月断面平均水深减小 0.01~0.80m，减小比例为 0%~11%。

水面宽除 1 月和 12 月分别增加 0.41m 和 0.32m 外，其余月份水面宽均有所减小，减小 0.03~0.90m，减小比例为 0%~6%。

断面平均流速在 3 月~10 月减小 0.01~0.03m/s，减小比例为 4%~21%，其中，9 月较小比例最大。

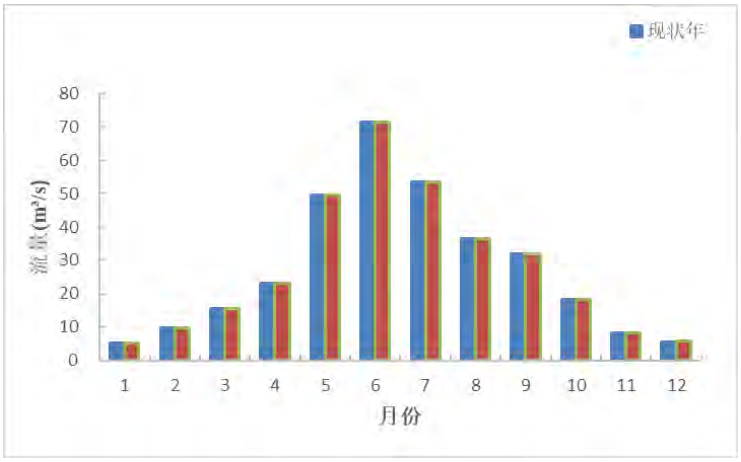


图 6.3-42　汤溪河江口断面现状年与预测年流量变化统计图

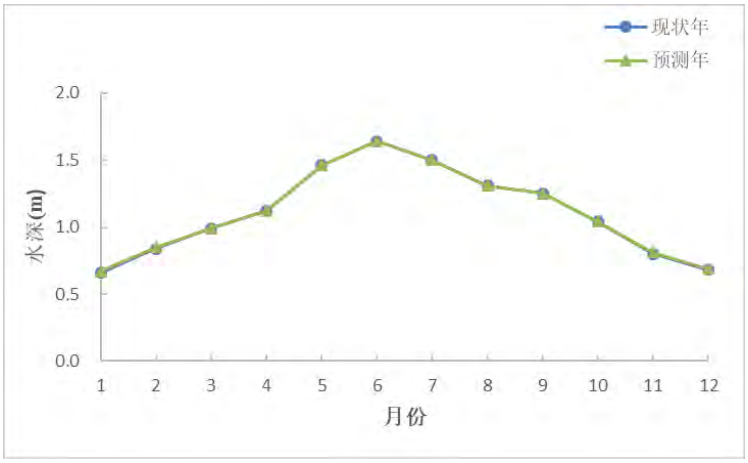


图 6.3-43　汤溪河江口断面现状年与预测年水深化统计图

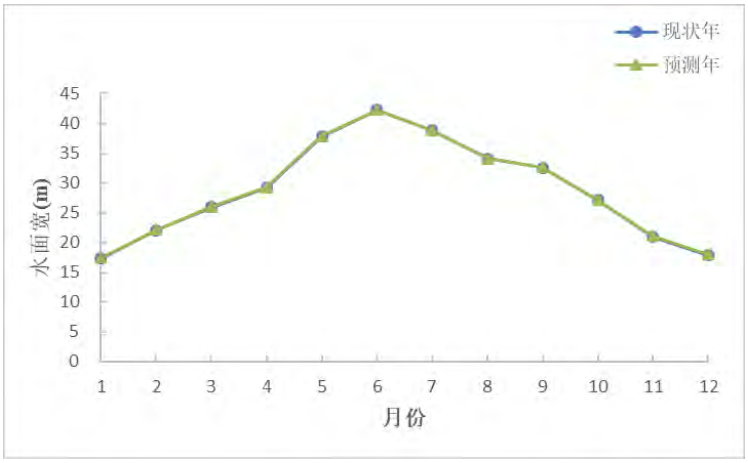


图 6.3-44　汤溪河江口断面现状年与预测年水面宽变化统计图

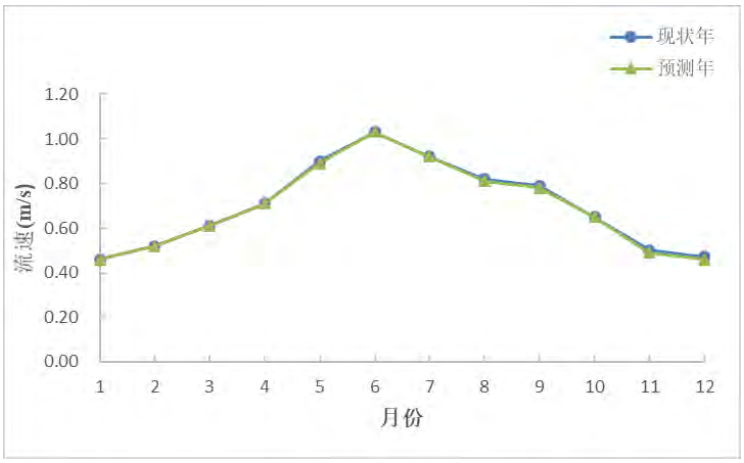


图 6.3-45　汤溪河江口断面现状年与预测年流速变化统计图

表 6.3-12　丰水年汤溪河江口断面现状年与预测年水文情势变化统计表

		月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
汤溪河江口断面	流量	现状年(m^3/s)	4.27	5.91	19.17	40.28	55.32	97.79	144.72	97.79	27.25	15.54	8.73	5.54
		工程运行后(m^3/s)	4.33	5.97	19.23	40.34	55.38	97.85	144.78	97.85	27.31	15.61	8.79	5.6
		变化值(m^3/s)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06
		变化率(%)	**1.41**	**1.02**	**0.31**	**0.15**	**0.11**	**0.06**	**0.04**	**0.06**	**0.22**	**0.45**	**0.69**	**1.08**
	水深	现状年(m)	0.61	0.69	1.05	1.36	1.52	1.82	2.15	1.91	1.28	0.99	0.81	0.67
		工程运行后(m)	0.61	0.70	1.05	1.36	1.52	1.82	2.16	1.91	1.28	0.99	0.82	0.68
		变化值(m)	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
		变化率(%)	**0.00**	**1.45**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.47**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.23**	**1.49**
	水面宽	现状年(m)	15.89	18.09	27.36	35.22	39.23	46.75	52.87	48.93	33.15	25.93	21.34	17.57
		工程运行后(m)	16.10	18.30	27.43	35.23	39.26	46.78	52.88	48.96	33.21	26.00	21.45	17.77
		变化值(m)	0.21	0.21	0.07	0.01	0.03	0.03	0.01	0.03	0.06	0.07	0.11	0.20
		变化率(%)	**1.32**	**1.16**	**0.26**	**0.03**	**0.08**	**0.06**	**0.02**	**0.06**	**0.18**	**0.27**	**0.52**	**1.14**
	流速	现状年(m/s)	0.44	0.47	0.67	0.84	0.93	1.15	1.27	1.05	0.64	0.61	0.50	0.47
		工程运行后(m/s)	0.44	0.47	0.67	0.84	0.93	1.15	1.27	1.05	0.64	0.6	0.5	0.46
		变化值(m/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01
		变化率(%)	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**-1.64**	**0.00**	**-2.13**

表 6.3-13 平水年汤溪河江口断面现状年与预测年水文情势变化统计表

		月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
汤溪河江口断面	流量	现状年(m^3/s)	6.91	6.58	31.14	47.7	67.82	84.47	49.81	39.17	36.85	16.56	12.74	12.55
		工程运行后(m^3/s)	6.97	6.64	31.2	47.76	67.88	84.53	49.87	39.23	36.91	16.62	12.8	12.62
		变化值(m^3/s)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07
		变化率(%)	**0.87**	**0.91**	**0.19**	**0.13**	**0.09**	**0.07**	**0.12**	**0.15**	**0.16**	**0.36**	**0.47**	**0.56**
	水深	现状年(m)	0.74	0.73	1.23	1.44	1.64	1.78	1.51	1.39	1.34	1.00	0.93	0.92

		工程运行后(m)	0.75	0.74	1.24	1.45	1.64	1.78	1.51	1.39	1.34	1.01	0.94	0.93
		变化值(m)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
		变化率(%)	**1.35**	**1.37**	**0.81**	**0.69**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.00**	**1.08**	**1.09**
	水面宽	现状年(m)	19.34	19.21	32.12	37.42	42.2	45.64	39.07	36.07	34.72	26.26	24.41	24.22
		工程运行后(m)	19.54	19.41	32.18	37.46	42.23	45.67	39.11	36.12	34.77	26.33	24.55	24.36
		变化值(m)	0.20	0.20	0.06	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.07	0.14	0.14
		变化率(%)	**1.03**	**1.04**	**0.19**	**0.11**	**0.07**	**0.07**	**0.10**	**0.14**	**0.14**	**0.27**	**0.57**	**0.58**
	流速	现状年(m/s)	0.48	0.47	0.79	0.88	0.98	1.04	0.84	0.78	0.79	0.63	0.56	0.56
		工程运行后(m/s)	0.48	0.46	0.78	0.88	0.98	1.04	0.84	0.78	0.79	0.63	0.56	0.56
		变化值(m/s)	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		变化率(%)	**0.00**	**-2.13**	**-1.27**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**

表 6.3-14　枯水年汤溪河江口断面现状年与预测年水文情势变化统计表

		月份	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
汤溪河江口断面	流量	现状年(m^3/s)	5.28	9.72	15.66	23.22	49.49	71.39	53.36	36.43	31.99	18.38	8.34	5.69
		工程运行后(m^3/s)	5.34	9.78	15.72	23.28	49.55	71.46	53.42	36.49	32.05	18.44	8.40	5.75
		变化值(m^3/s)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
		变化率(%)	**1.14**	**0.62**	**0.38**	**0.26**	**0.12**	**0.10**	**0.11**	**0.16**	**0.19**	**0.33**	**0.72**	**1.05**
	水深	现状年(m)	0.66	0.84	0.99	1.12	1.46	1.64	1.50	1.31	1.25	1.04	0.80	0.68
		工程运行后(m)	0.67	0.85	0.99	1.12	1.46	1.64	1.50	1.31	1.25	1.04	0.81	0.69
		变化值(m)	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
		变化率(%)	**1.52**	**1.19**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.25**	**1.47**
	水面宽	现状年(m)	17.29	22.02	25.93	29.22	37.83	42.24	38.80	34.07	32.55	27.10	20.92	17.82
		工程运行后(m)	17.49	22.14	26.00	29.28	37.88	42.27	38.84	34.13	32.61	27.16	21.09	18.03
		变化值(m)	0.20	0.12	0.07	0.06	0.05	0.03	0.04	0.06	0.06	0.06	0.17	0.21
		变化率(%)	**1.16**	**0.54**	**0.27**	**0.21**	**0.13**	**0.07**	**0.10**	**0.18**	**0.18**	**0.22**	**0.81**	**1.18**

	流速	现状年(m/s)	0.46	0.52	0.61	0.71	0.90	1.03	0.92	0.82	0.79	0.65	0.50	0.47
		工程运行后(m/s)	0.46	0.52	0.61	0.71	0.89	1.03	0.92	0.81	0.78	0.65	0.49	0.46
		变化值(m/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.01
		变化率(%)	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**-1.11**	**0.00**	**0.00**	**-1.22**	**-1.27**	**0.00**	**-2.00**	**-2.13**

6.3.3.3江口镇～长江汇口河段水文情势变化分析

汤溪河江口镇至长江汇口河段受到汤溪河、团滩河来流及三峡水库回水的影响。通过立面二维模型 CE-QUAL-W2 模拟出该河段现状年及预测年丰平枯三期的流场图，并对其水文情势变化进行评价。

6.3.3.3.1 丰水年水文情势变化分析

（1）回水变动区长度

如表 6.3-15 所示，丰水年汤溪河回水变动区的长度在 16~43.2km 范围内波动。1 月~5 月及 9 月~12 月，三峡水库运行水位在 145m~155m 时，回水变动区到达江口镇附近；6 月~8 月，三峡水库运行水位在 155m~175m 时，回水区变动到达南溪镇附近。

表 6.3-15　丰水年回水变动区长度及水位逐月变化表

月份	水位/m	回水长度（距长江汇口)/km
1 月	173.3	43.2
2 月	170.1	42.1
3 月	167.5	41.6
4 月	165.8	41.1
5 月	155.4	38.3
6 月	146.4	15.6
7 月	147.5	16
8 月	148.1	17.6
9 月	159.0	38.5
10 月	170.1	41.9
11 月	174.4	43.2
12 月	173.3	43.2

（2）水深变化分析

如图 6.3-46 和图 6.3-47 所示，丰水年汤溪河江口镇至长江汇口河段水深较现状年相比几乎未发生变化，水深沿程逐渐增加。这是由于工程退水量较汤溪河来流和三峡水库回水流量很小，因此枯水年汤溪河江口镇至长江汇口河段水深较现状年水深几乎无变化。

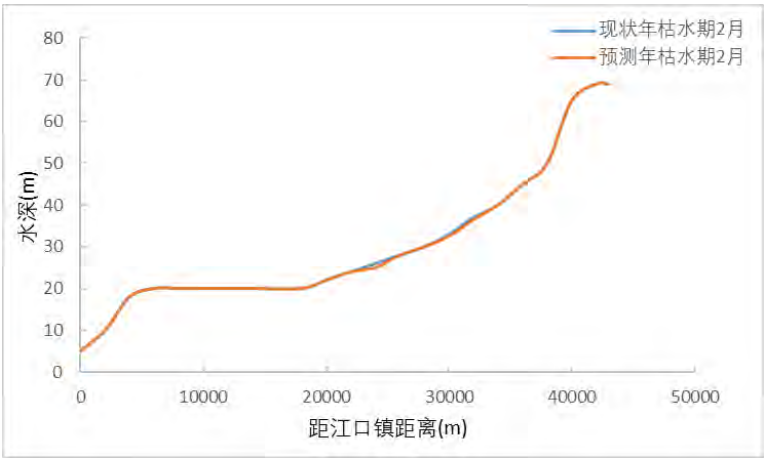


图 6.3-46　汤溪河江口镇至长江汇口河段丰水年枯水期 2 月水深对比图

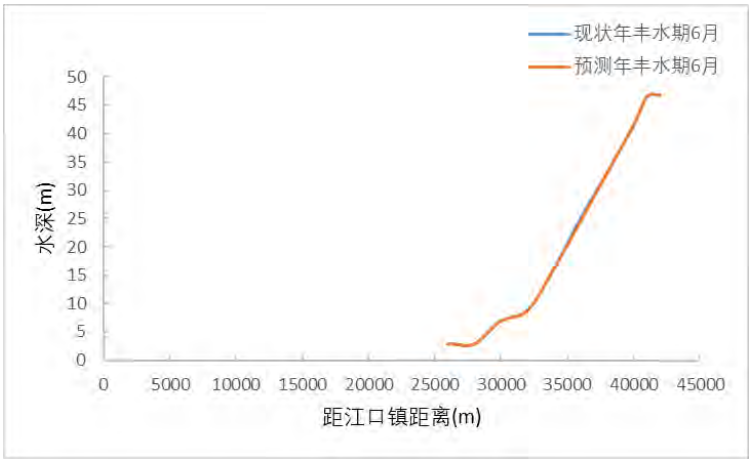
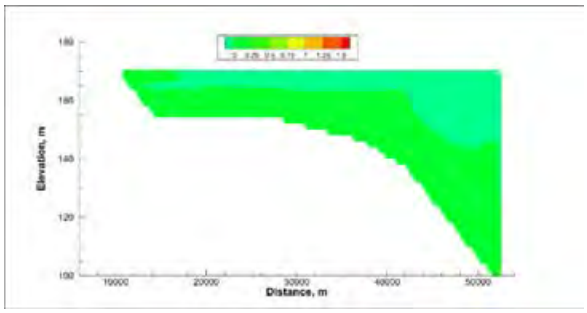


图 6.3-47　汤溪河江口镇至长江汇口河段丰水年丰水期 6 月水深对比图

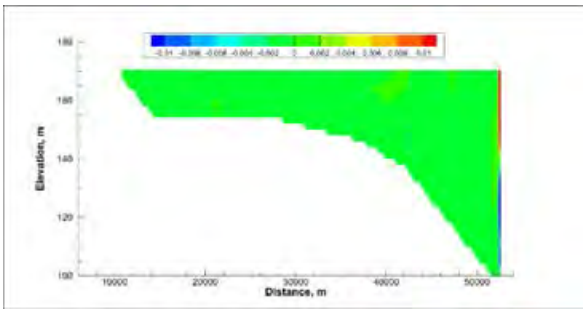
（2）流速变化分析

如图 6.3-48 至 6.3-51 所示，受到三峡水库回水的影响，汤溪河江口镇至长江汇口河段现状年及预测年的流速均很小，枯水期水平流速大小在 0~0.50m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.004m/s 范围内；丰水期水平流速大小在 0~1.50m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.004m/s 范围内。

通过流场图可看出，相比于现状年，汤溪河江口镇至长江汇口河段枯水年丰水期、枯水期流场图几乎无变化。枯水期 2 月，三峡水库回水在表层水体 5m 范围内，流向距江口镇断面 21km 左右处与汤溪河来流混合；在水面 5m 以下水体到达距汇口断面 10.5km 处形成回流区；距汇口断面 10.5km 至江口镇断面，汤溪河来流与三峡水库回水混合；丰水期 6 月，表层 8m 范围内水体从江口镇流向长江汇口，水面 5m 以下水体到达距汇口断面 10.5km 处形成回流区。距江口镇断面 17~25km 范围内，有多个点源流量汇入。

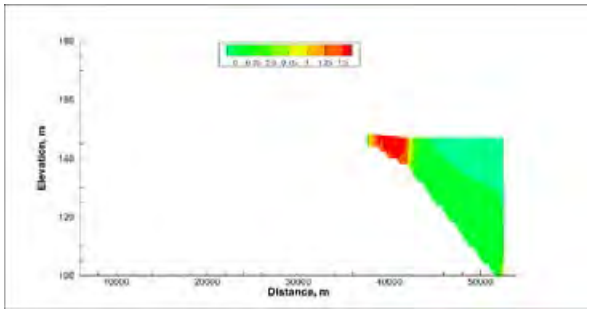


水平流速分布图

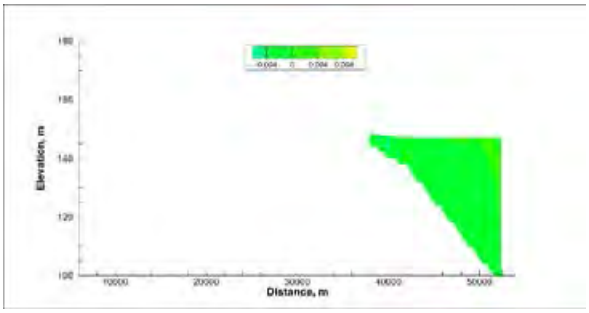


垂向流速分布图

图 6.3-48　汤溪河江口镇至长江汇口河段丰水年枯水期 2 月流速分布图

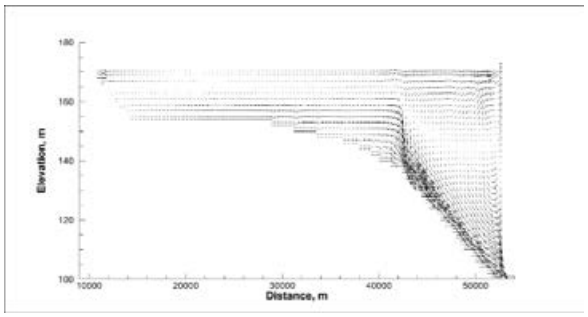


水平流速分布图

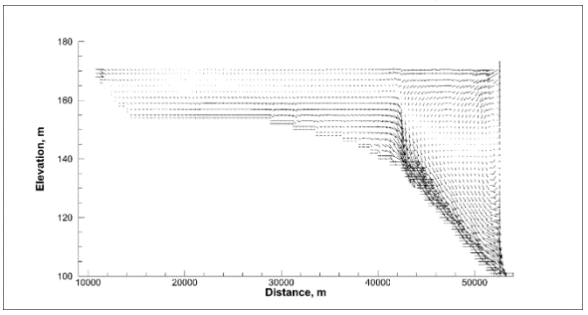


垂向流速分布图

图 6.3-49　汤溪河江口镇至长江汇口河段丰水年丰水期 6 月流速分布图

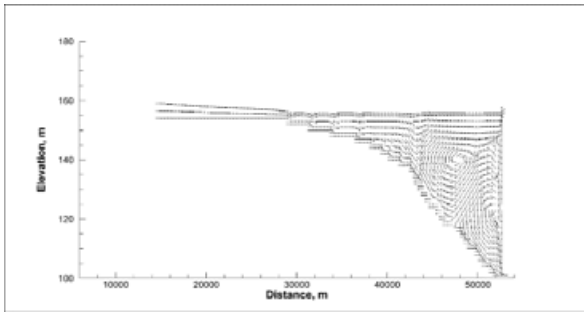


现状年

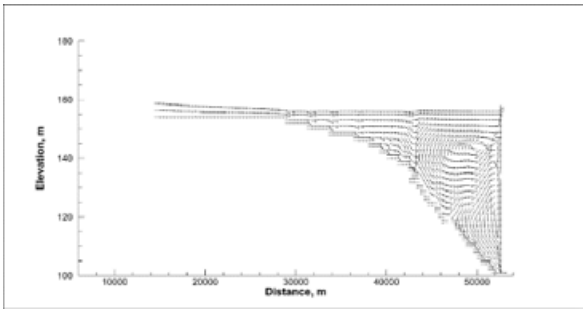


预测年

图 6.3-50　汤溪河江口镇至长江汇口河段丰水年枯水期 2 月流场分布



现状年



预测年

图 6.3-51 汤溪河江口镇至长江汇口河段丰水年丰水期 6 月流场分布

6.3.3.3.2 平水年水文情势变化分析

（1）回水变动区长度

如表 6.3-16 所示，平水年汤溪河回水变动区的长度在 17.3~43.2km 范围内波动。1 月~5 月及 9 月~12 月，三峡水库运行水位在 145m~155m 时，回水变动区到达江口镇附近；6 月~8 月，三峡水库运行水位在 155m~175m 时，回水变动区到达南溪镇附近。

表 6.3-16　平水年回水变动区长度及水位逐月变化表

月份	水位/m	回水长度（距长江汇口)/km
1 月	173.6	43.2
2 月	170.3	42.1
3 月	167.5	41.6
4 月	166.0	41.1
5 月	155.6	38.3
6 月	146.7	17.3
7 月	147.5	18.0
8 月	148.8	19.9
9 月	157.5	38.5
10 月	170.5	41.9
11 月	174.4	43.1
12 月	173.6	43.2

（2）水深变化分析

如图 6.3-52 和图 6.3-53 所示，平水年汤溪河江口镇至长江汇口河段水深较现状年基本未发生变化，水深沿程逐渐增加。这是由于汤溪河及团滩河来流较三峡水库回水流量很小，因此枯水年汤溪河江口镇至长江汇口河段水深较现状年水深几乎无变化。

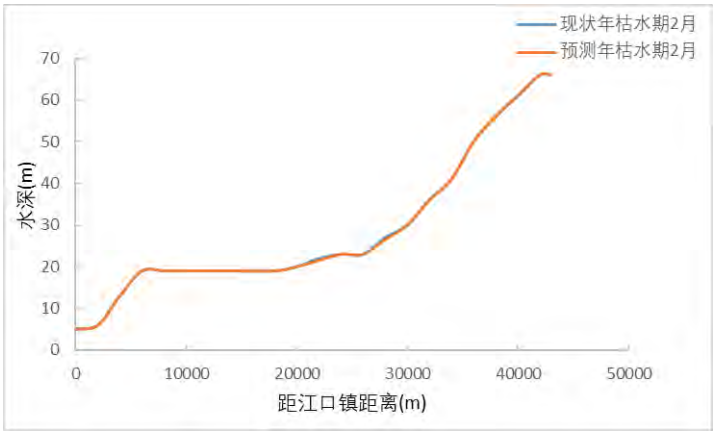


图 6.3-52　汤溪河江口镇至长江汇口河段平水年枯水期 2 月水深对比图

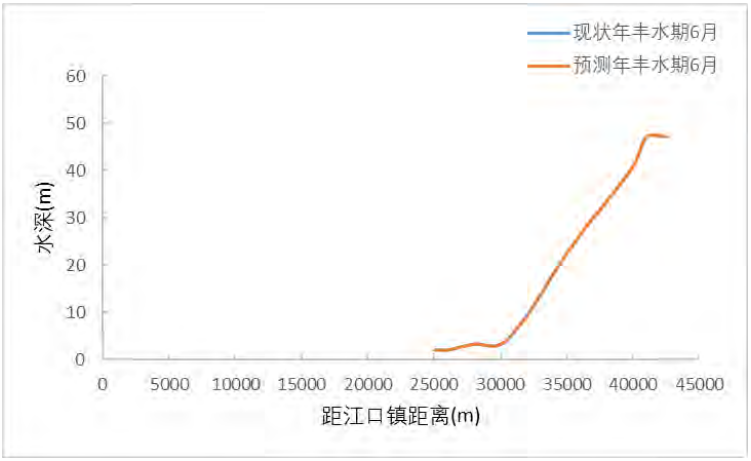
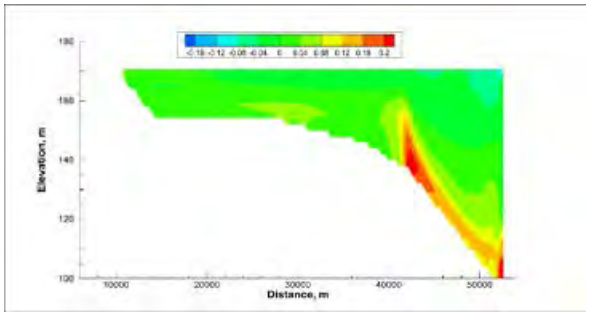


图 6.3-53　汤溪河江口镇至长江汇口河段平水年丰水期 6 月水深对比图

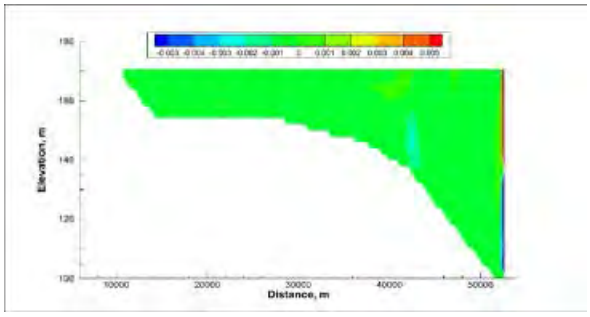
（2）流速变化分析

如图 6.3-54~57 所示，通过水平及垂向流速分布图可看出，受到三峡水库回水的影响，汤溪河江口镇至长江汇口河段现状年及预测年的流速均很小，枯水期水平流速大小在 0~0.20m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.003m/s 范围内；丰水期水平流速大小在 0~1.50m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.003m/s 范围内。距长江汇口断面 10.5km 处由于形成回流区，因此流速有所增加。

通过流场图可看出，相比于现状年，汤溪河江口镇至长江汇口河段平水年枯水期 2 月及丰水期 6 月流场图几乎无变化。枯水期 2 月，三峡水库回水在表层水体 5m 范围内，流向距江口镇断面 21km 左右处与汤溪河来流混合；水面 5m 以下水体到达距汇口断面 10km 处形成回流区；距汇口断面 10km 至江口镇断面，汤溪河来流与三峡水库回水混合；丰水期 6 月，表层 8m 范围内水体从江口镇流向长江汇口，水面 5m 以下水体到达距汇口断面 10km 处形成回流区。距江口镇断面 17~25km 范围内，有多个点源流量汇入。

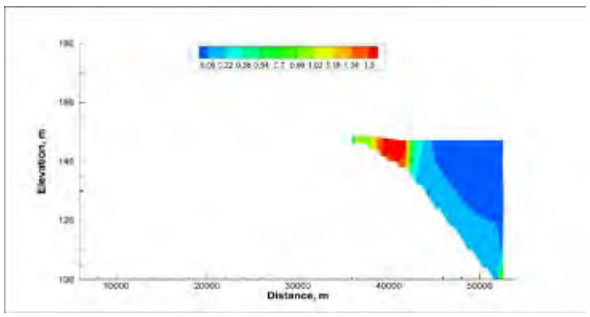


水平流速分布图

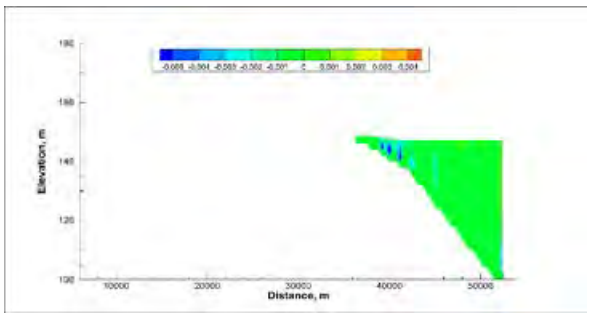


垂向流速分布图

图 6.3-54　汤溪河江口镇至长江汇口河段平水年枯水期 2 月流速分布图

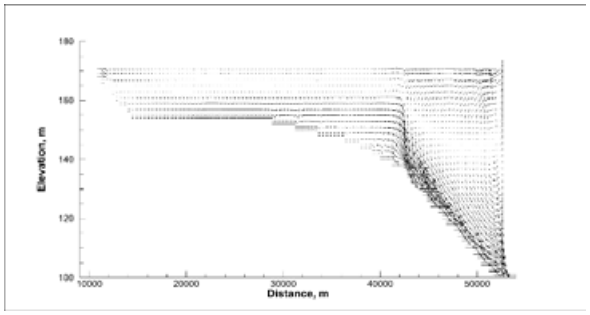


水平流速分布图

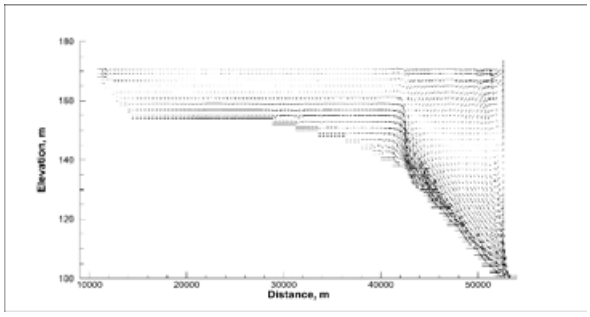


垂向流速分布图

图 6.3-55　汤溪河江口镇至长江汇口河段平水年丰水期 6 月流速分布图

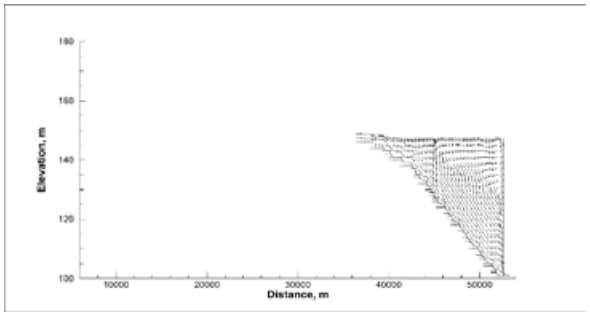


现状年

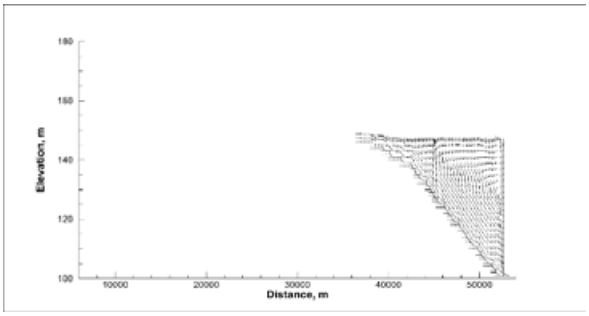


预测年

图 6.3-56　汤溪河江口镇至长江汇口河段平水年枯水期 2 月流场分布



现状年



预测年

图 6.3-57　汤溪河江口镇至长江汇口河段平水年丰水期 6 月流场分布

6.3.3.3.3 枯水年水文情势变化分析

（1）回水变动区长度

如表 6.3-17 所示，丰水年汤溪河回水变动区的长度在 17.2~43.2km 范围内波动。1 月~5 月及 9 月~12 月，三峡水库运行水位在 145m~155m 时，回水变动区到达江口镇附近；6 月~8 月，三峡水库运行水位在 155m~175m 时，回水变动区到达南溪镇附近。

表 6.3-17　枯水年回水变动区长度及水位逐月变化表

月份	水位/m	回水长度（距长江汇口)/km
1 月	173.6	43.2
2 月	170.1	42.1
3 月	167.5	41.6
4 月	165.8	41.1
5 月	155.7	38.2
6 月	147.2	17.2
7 月	148.9	18.0
8 月	149.0	20.0
9 月	157.5	38.4
10 月	170.3	41.9
11 月	174.7	43.2
12 月	173.6	43.1

（2）水深变化分析

如图 6.3-58 和图 6.3-59 所示，枯水年汤溪河江口镇至长江汇口河段水深较现状年基本未发生变化，水深沿程逐渐增加。这是由于汤溪河及团滩河来流较三峡水库回水流量很小，因此枯水年汤溪河江口镇至长江汇口河段水深较现状年水

深几乎无变化。

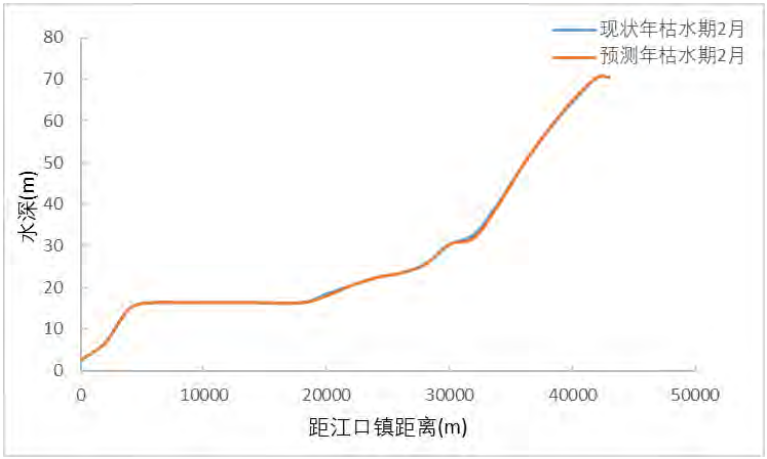


图 6.3-58　汤溪河江口镇至长江汇口河段枯水年枯水期 2 月水深对比图

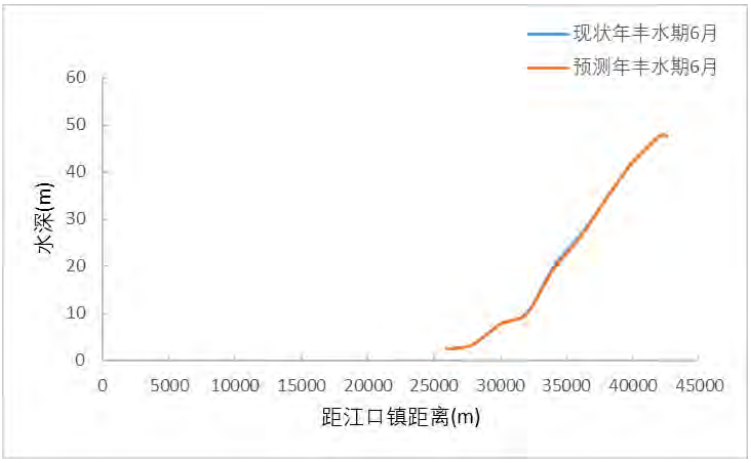


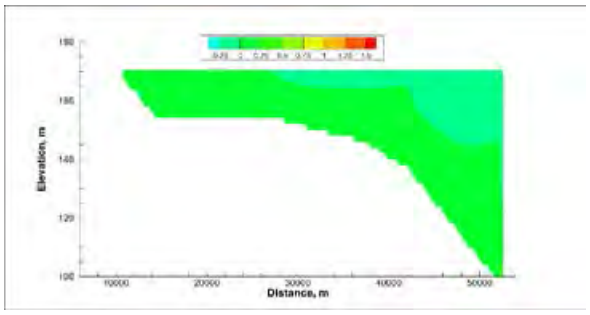
图 6.3-59　汤溪河南溪镇至长江汇口河段枯水年丰水期 6 月水深对比图

（2）流速变化分析

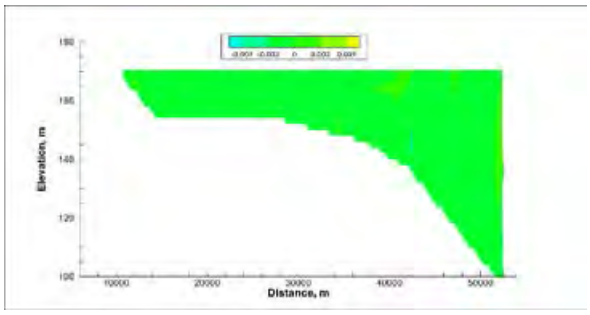
如图 6.3-60~图 6.3-63 所示，受到三峡水库回水的影响，汤溪河江口镇至长江汇口河段现状年及预测年的流速均很小，枯水期水平流速大小在 0~0.30m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.002m/s 范围内；丰水期水平流速大小在 0~1.20m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.002m/s 范围内。距长江汇口断面 10.5km 处由于形成回流区，因此流速有所增加。

通过流场图可看出，相比于现状年，汤溪河江口镇至长江汇口河段枯水年丰水期、枯水期流场图几乎无变化。枯水期 2 月，三峡水库回水在表层水体 5m 范围内，流向距江口镇 21km 左右处与汤溪河来流混合；在水面 5m 以下水体到达距汇口断面 10.5km 处形成回流区；距汇口断面 10.5km 至江口镇断面，汤溪河来流与三峡水库回水混合；距江口镇断面 17~25km 范围内，有多个点源流量汇入；丰水期 6 月，表层 8m 范围内水体从江口镇流向长江汇口，水面 5m 以下水体到

达距汇口断面 10.5km 处形成回流区。

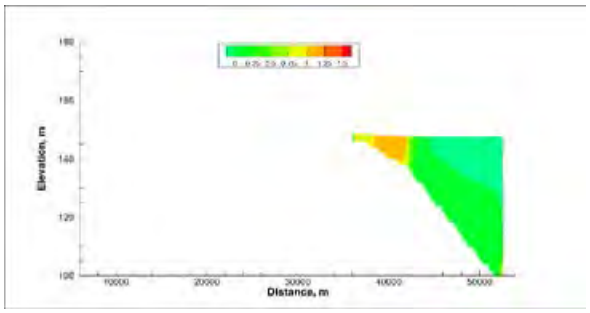


水平流速分布图

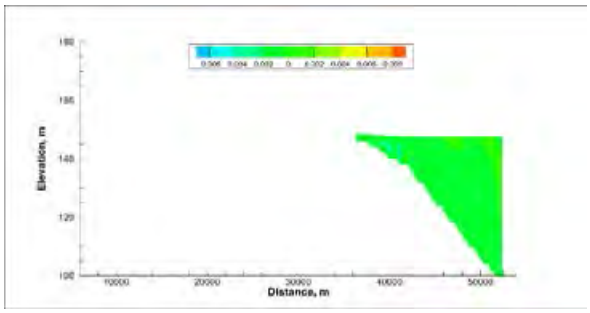


垂向流速分布图

图 6.3-60　汤溪河江口镇至长江汇口河段枯水年枯水期 2 月流速分布图

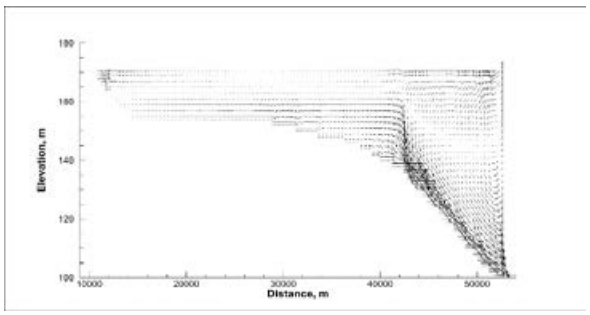


水平流速分布图

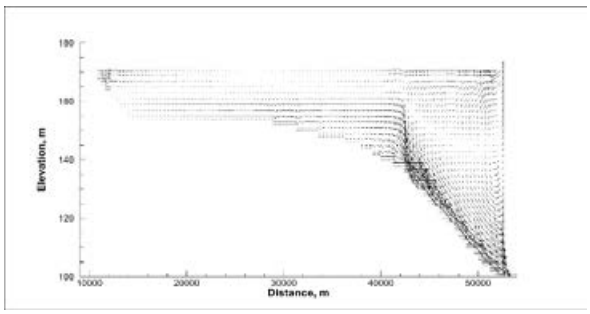


垂向流速分布图

图 6.3-61　汤溪河江口镇至长江汇口河段枯水年丰水期 6 月流速分布图

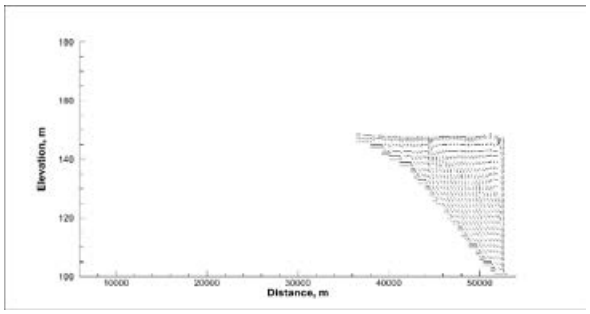


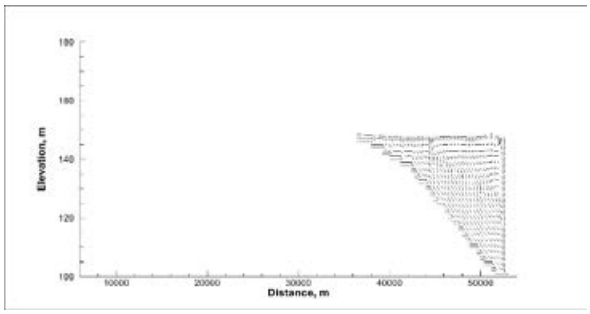
现状年



预测年

图 6.3-62　汤溪河江口镇至长江汇口河段枯水年枯水期 2 月流场分布





现状年　　预测年

图 6.3-63　汤溪河江口镇至长江汇口河段枯水年丰水期 6 月流场分布

6.3.4澎溪河水文情势预测与分析

6.3.4.1工况设置

三峡水库运行水位在 145m~175m 时，各典型年研究范围内澎溪河高阳渡口至长江汇口河段均属于三峡水库回水范围内。该河段受到澎溪河上游来流及三峡水库调蓄作用的影响。通过立面二维模型 CE-QUAL-W2 模拟出该河段现状年及预测年丰水年、平水年、枯水年三期的流场图，并对其水文情势变化进行分析。

6.3.4.2水文情势变化分析

6.3.4.2.1 丰水年水文情势变化分析

（1）水深变化分析

如图 6.3-64~65 所示，由工程退水量较澎溪河来流及三峡水库回水流量小，丰水年澎溪河水深较现状年水深几乎无变化。

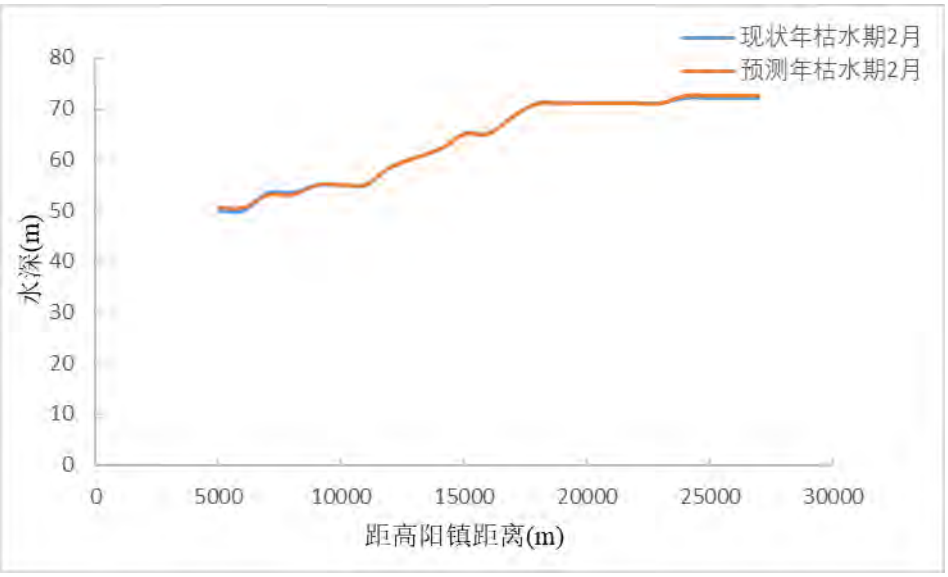


图 6.3-64　澎溪河丰水年枯水期 2 月水深对比图

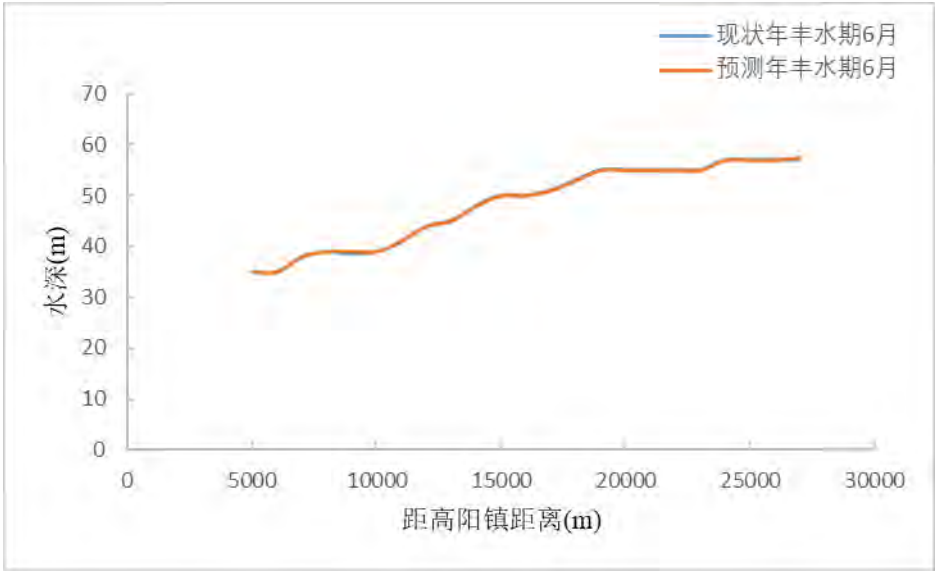
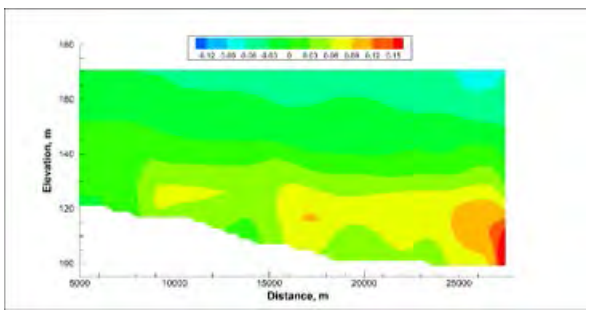


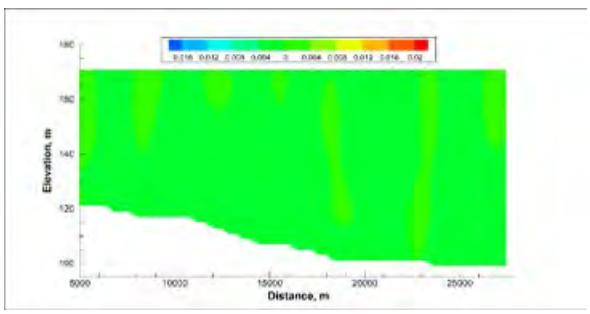
图 6.3-65　澎溪河丰水年丰水期 6 月水深对比图

（2）流速变化分析

如图 6.3-66~69 所示，受到三峡水库回水的影响，澎溪河现状年及预测年的流速均很小，枯水期水平流速大小在 0~0.20m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.003m/s 范围内；丰水期水平流速大小在 0~0.20m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.005m/s 范围内。由于澎溪河内受三峡回水影响形成多个回流区，因此该河段水平流速方向有正有负，不同区域流速大小也不相同。

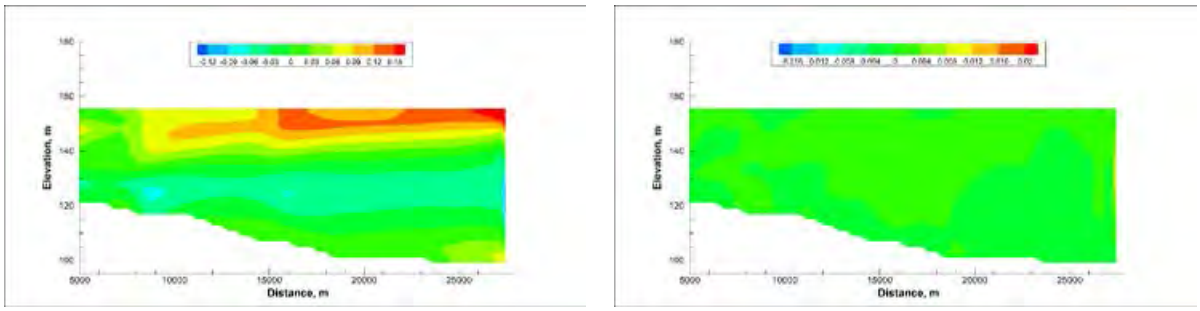
通过流场图可看出，相比于现状年，澎溪河丰水年枯水期 2 月及丰水期 6 月流场图几乎无变化。枯水期 2 月，三峡水库回水在表层水体 15m 范围内，流向高阳镇；底层 25m 内澎溪河来流与三峡水库回水混合，表层 10m 以下、底层 25m 以上水体沿程形成多个回流区，分别集中在距澎溪河长江汇口断面 1km，5km，15.5km，20km 左右处；丰水期 6 月，表层 25m 内水体由高阳镇流向长江汇口；距水面 25m~50m 内水体受三峡回水影响与三峡回水混合；表层 25m 以下、底层 10m 以上水体沿程形成多个回流区，分别集中在距澎溪河长江汇口断面 1.5km，10km，12.5km 左右处。





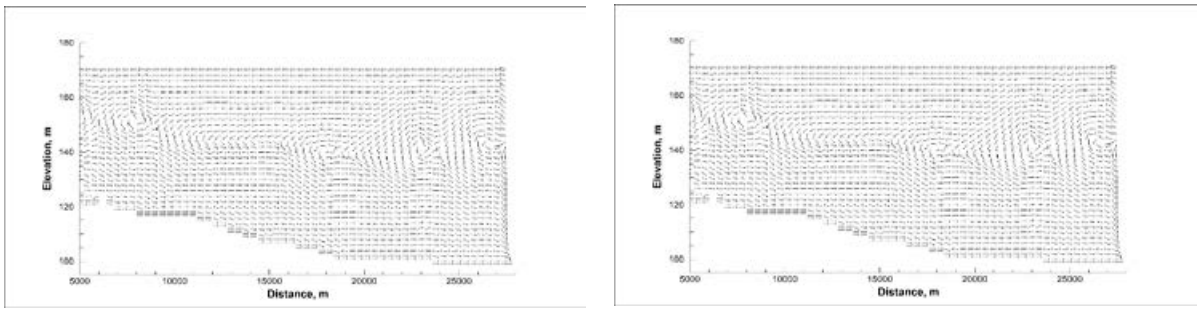
水平流速分布图　　垂向流速分布图

图 6.3-66　澎溪河丰水年枯水期 2 月流速分布图



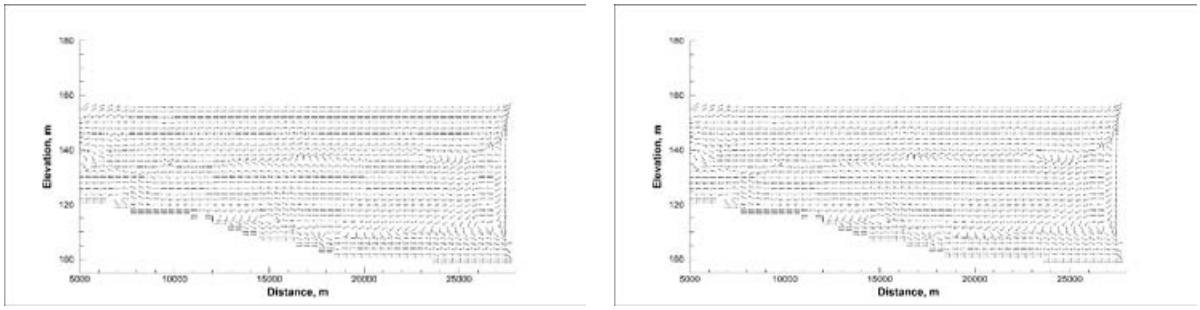
水平流速分布图　　垂向流速分布图

图 6.3-67　澎溪河丰水年丰水期 6 月流速分布图



现状年　　预测年

图 6.3-68　澎溪河丰水年枯水期 2 月流场分布



现状年　　预测年

图 6.3-69　澎溪河丰水年丰水期 6 月流场分布

6.3.4.2.2 平水年水文情势变化分析

（1）水深变化分析

如图 6.3-70 和图 6.3-71 所示，由于工程退水量较澎溪河来流及三峡水库回水流量小，平水年澎溪河水深较现状年水深几乎无变化。

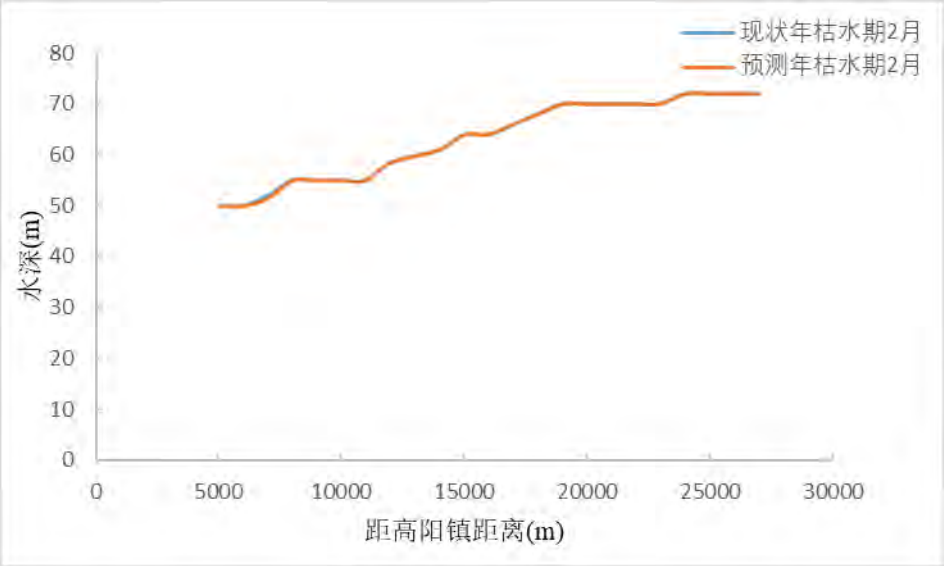


图 6.3-70　澎溪河平水年枯水期 2 月水深对比图

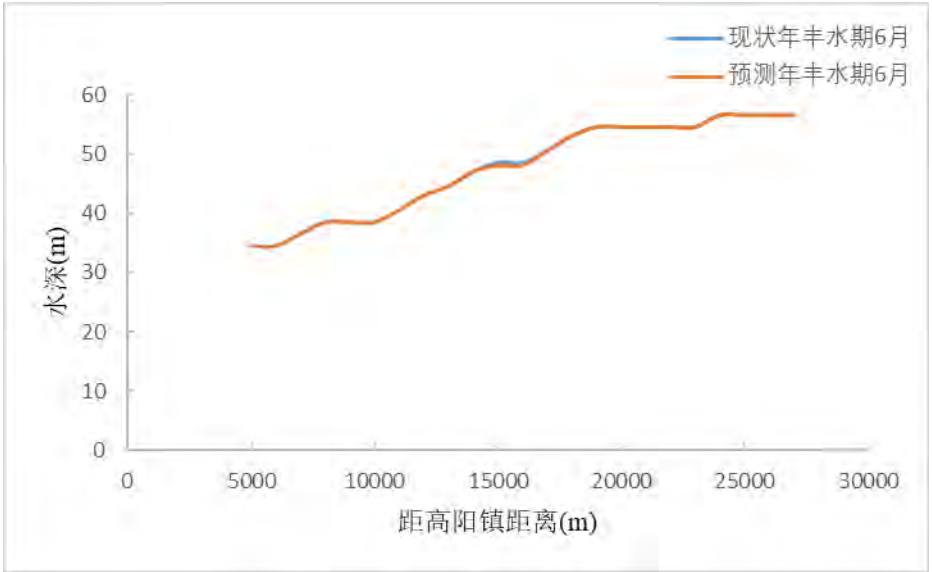


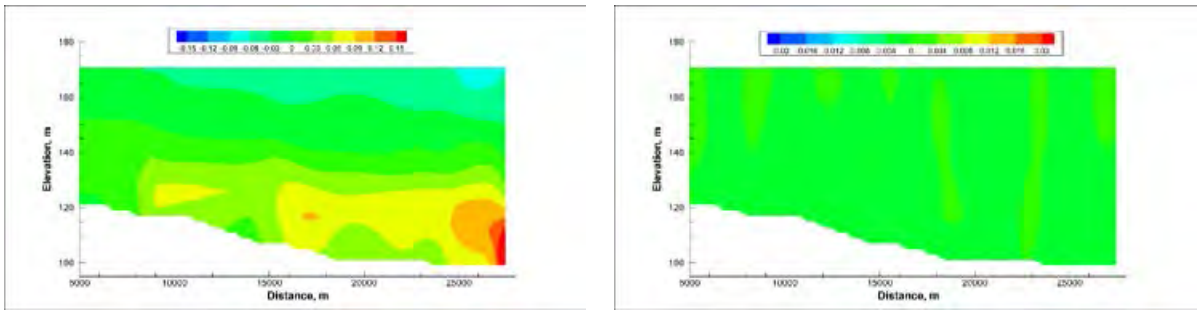
图 6.3-71　澎溪河平水年丰水期 6 月水深对比图

（2）流速变化分析

如图 6.3-72~75 所示，受到三峡水库回水的影响，澎溪河现状年及预测年的流速均很小，枯水期水平流速大小在 0~0.20m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.002m/s 范围内；丰水期水平流速大小在 0~0.12m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.003m/s 范围内。由于澎溪河内受三峡回水影响形成多个回流区，因此该河段水平流速方向有正有负，不同区域流速大小也不相同。

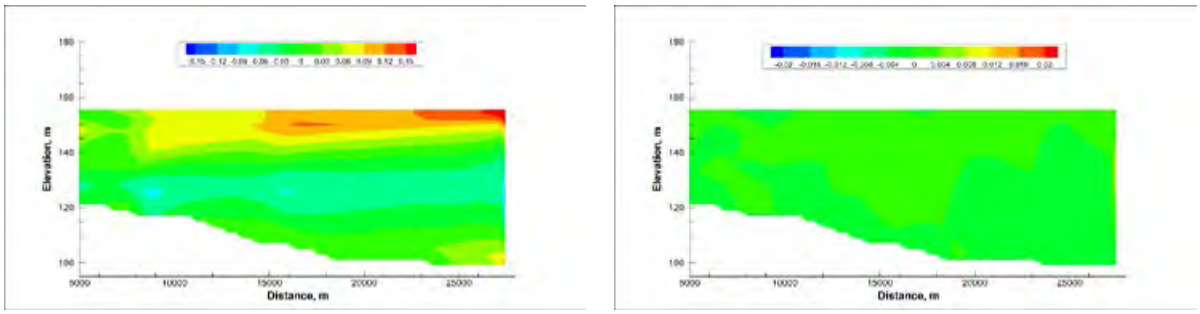
通过流场图可看出，相比于现状年，澎溪河平水年枯水期 2 月及丰水期 6 月流场图几乎无变化。枯水期 2 月，三峡水库回水在表层水体 15m 范围内，流向高阳镇；底层 25m 内澎溪河来流与三峡水库回水混合，表层 10m 以下、底层

25m 以上水体沿程形成多个回流区，分别集中在距澎溪河长江汇口断面 1km，5km，15.5km，20km 左右处；丰水期 6 月，表层 25m 内水体由高阳镇流向长江汇口；距水面 25m~50m 内水体受三峡回水影响与三峡回水混合；表层 25m 以下、底层 10m 以上水体沿程形成多个回流区，分别集中在距澎溪河长江汇口断面 1.5km，10km，12.5km 左右处。



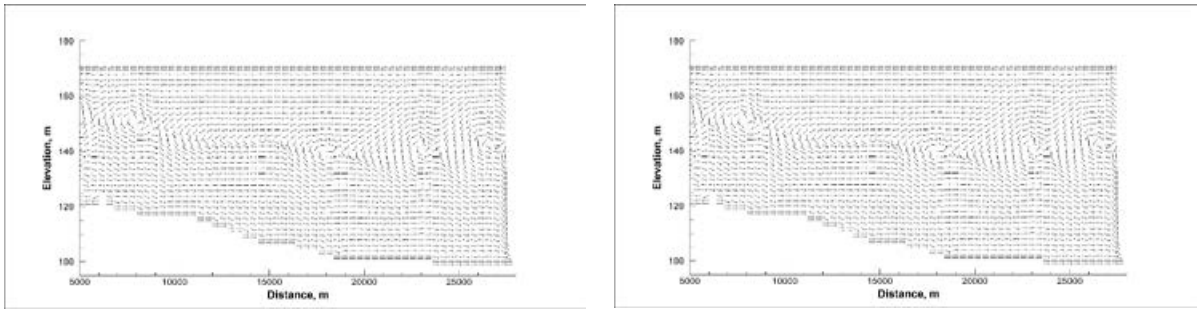
水平流速分布图　　垂向流速分布图

图 6.3-72　澎溪河平水年枯水期 2 月流速分布图



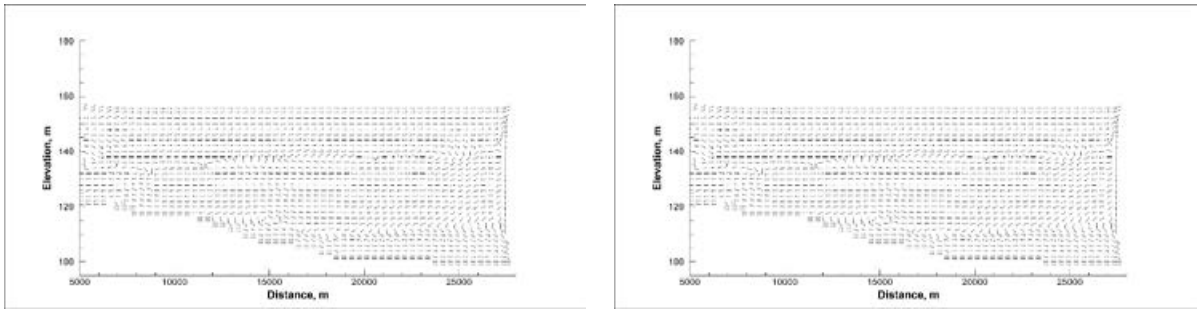
水平流速分布图　　垂向流速分布图

图 6.3-73　澎溪河平水年丰水期 6 月流速分布图



现状年　　预测年

图 6.3-74　澎溪河平水年枯水期 2 月流场分布



现状年　　预测年

图 6.3-75　澎溪河平水年丰水期 6 月流场分布

6.3.4.2.3 枯水年水文情势变化分析

（1）水深变化分析

如图 6.3-76~图 6.3-77 所示，由于工程退水量较澎溪河来流及三峡水库回水流量小，枯水年澎溪河水深较现状年水深几乎无变化。

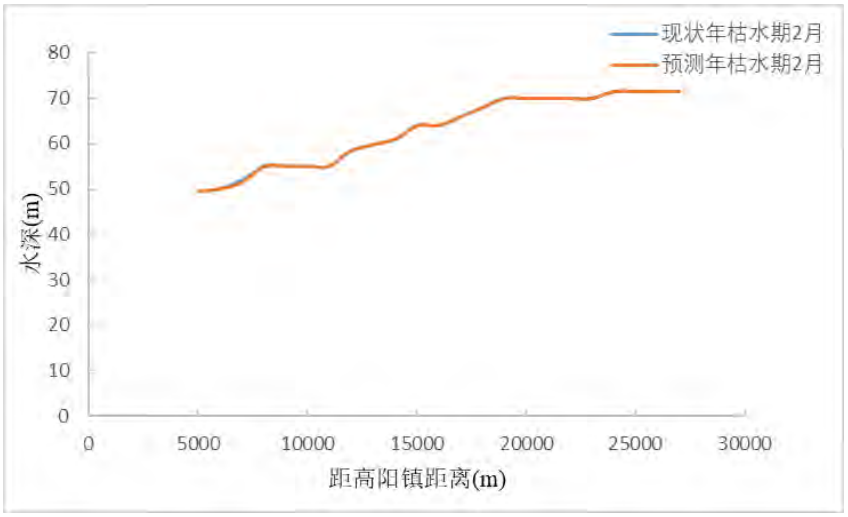


图 6.3-76　澎溪河枯水年枯水期 2 月水深对比图

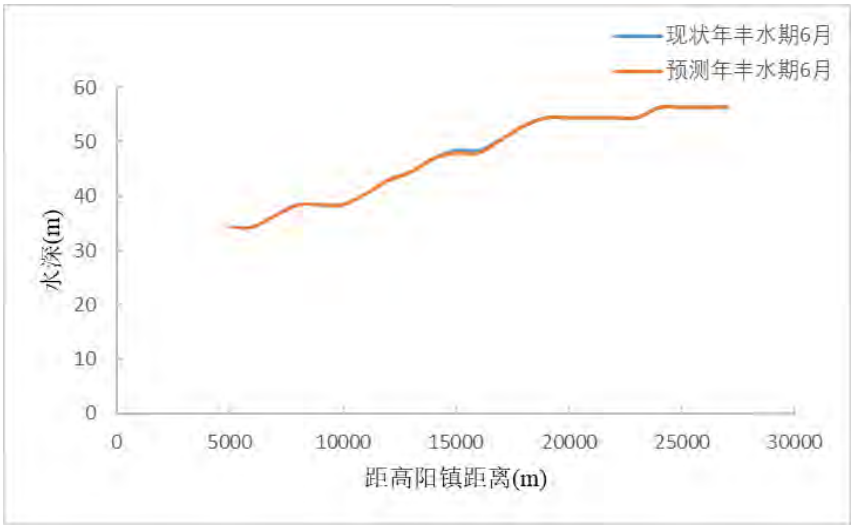
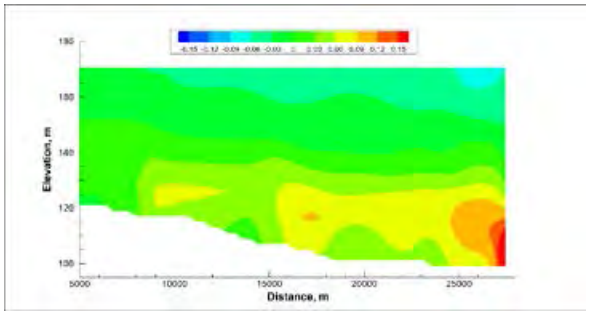


图 6.3-77　澎溪河枯水年丰水期 6 月水深对比图

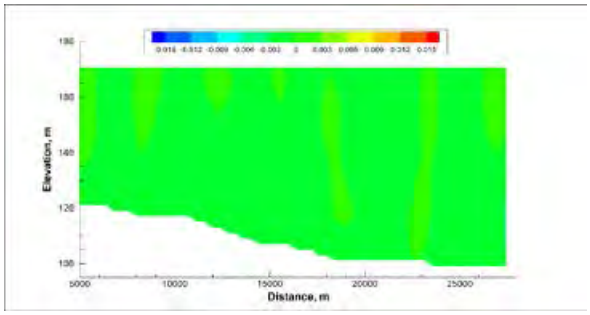
（2）流速变化分析

如图 6.3-78~81 所示，受到三峡水库回水的影响，澎溪河现状年及预测年的流速均很小，枯水期水平流速大小在 0~0.15m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.002m/s 范围内；丰水期水平流速大小在 0~0.20m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.003m/s 范围内。由于澎溪河内受三峡回水影响形成多个回流区，因此该河段水平流速方向有正有负，不同区域流速大小也不相同。

通过流场图可看出，相比于现状年，澎溪河枯水年枯水期 2 月、丰水期 6 月流场图几乎无变化。枯水期 2 月，三峡水库回水在表层水体 10m 范围内，流向高阳镇；底层 25m 内澎溪河来流与三峡水库回水混合，表层 10m 以下、底层 25m 以上水体沿程形成多个回流区，分别集中在距澎溪河长江汇口断面 1km，5km，12.5km，20km 左右处；丰水期 6 月，表层 5m 内水体由高阳镇流向长江汇口；距水面 5m~50m 内水体受三峡回水影响与三峡回水混合；表层 5m 以下、底层 10m 以上水体沿程形成多个回流区，分别集中在距澎溪河长江汇口断面 1.5km，10km，12.5km 左右处。

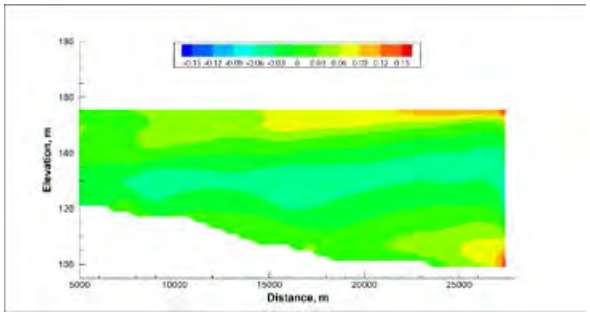


水平流速分布图

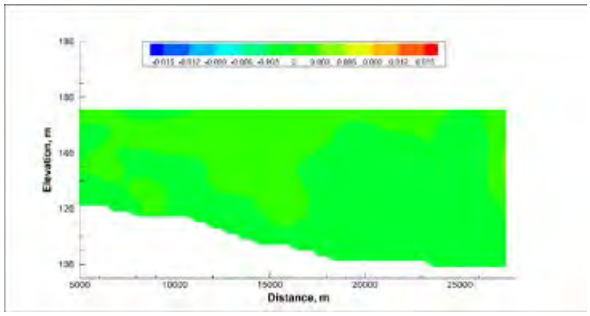


垂向流速分布图

图 6.3-78　澎溪河枯水年枯水期 2 月流速分布图

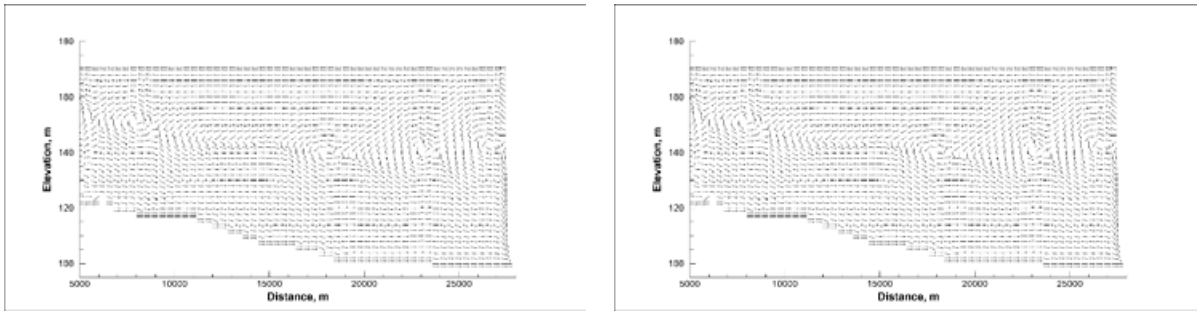


水平流速分布图



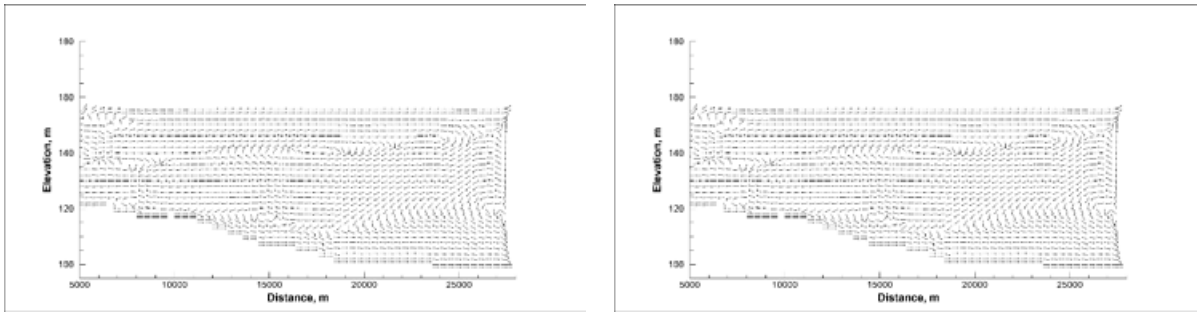
垂向流速分布图

图 6.3=79　澎溪河枯水年丰水期 6 月流速分布图



现状年　　预测年

图 6.3-80　澎溪河枯水年枯水期 2 月流场分布



现状年　　预测年

图 6.3-81　澎溪河枯水年丰水期 6 月流场分布

6.3.5向阳水库泥沙情势影响评价

6.3.5.1泥沙情势现状

向阳水库流域植被覆盖良好，山高谷深，坡陡土薄，河道两岸坡耕地较多，风化较严重，土质松软，透水性强，地表抗冲性差。如遇降雨，尤其大暴雨情况下，易造成表层岩层及土壤的滑动，水土流失比较严重。雨季表土在坡面汇流的侵蚀作用下，成为河流泥沙的主要来源。输沙量年内分配不均，主要集中在汛期。

由于设计流域内无实测泥沙资料，采用《四川省水文手册》（1979 年）中的“多年平均悬移质年输沙模数等值线图”，查得设计流域悬移质年输沙模数为 850t/km^2，对应多年平均含沙量 0.975kg/m^3。根据集雨面积计算得到上坝址处的多年平均悬移质输沙量为 18.53 万 t；推移质输沙量按悬移质输沙量的 15%估算，为 2.78 万 t；由此得到向阳水库上坝址年平均输沙总量为 21.3 万 t。

6.3.5.2库区泥沙淤积影响

水库建成蓄水后，库区水域面积较天然河道水面明显增大，库区水体增大，流速明显下降，沉降作用增强，库区水体含沙量大大减小。向阳水库上坝址 456m 正常蓄水位以下库容为 10384 万 m^3，库沙比：K_t＝10384/16.4＝633。水库库沙

比均远大于 100，库内泥沙淤积速度较慢；水库淤满年限远大于 100 年，泥沙问题相对不严重。

采用《泥沙设计手册》推荐的三种典型方法对水库泥沙淤积量进行初步分析：Brune 拦沙率曲线法判断水库排沙比小于 10%，Churchill 排沙曲线法及张启舜排沙比公式法均判断水库排沙比趋近于 0。综合以上分析成果，本阶段从水库运行安全角度出发，按上游来沙全部淤积在库内考虑，进行水库淤积总量计算。采用上述方法计算，向阳水库运行 30 年的泥沙淤积量为 492 万 m^3。

影响水库淤积形态的因素主要有：来水来沙条件、坝前水位变幅等。如果坝前水位变幅小，库区地形为湖泊型，则容易形成三角洲淤积；如坝前水位变幅大，则形成带状淤积，多发生在河道型水库；如坝前水位变幅大，但水库较小，回水曲线较短时，则容易形成锥形淤积。

向阳水库位于团滩河干流上，水库正常蓄水位 456m，死水位 390m，总库容 1.1 亿 m^3。团滩河属山区性河流，河道比降大，水库消落水深 66m，水位变幅大。采用《泥沙设计手册》罗敏逊公式：

$$\begin{cases} 5.3 < \left(\dfrac{W_S}{V\gamma_0}\right)^{1/3} \Delta H \le 43.8 \\ 1.11 < \left(\dfrac{W_S}{V\gamma_0}\right)^{1/3} \Delta H \le 3.94 \\ 0.777 < \left(\dfrac{W_S}{V\gamma_0}\right)^{1/3} \Delta H \le 1.75 \end{cases}$$

式中，$\Delta H = 30.3\ \mathrm{m}$，为坝前平均水位变幅；$W_S = 18.6\times10^4\ \mathrm{t}$，为多年平均悬移质输沙量；$V = 1.1\times10^8\ \mathrm{m}^3$，为总库容；$\gamma_0 = 1.65\ \mathrm{t/m}^3$，为淤积物干容重。

据上式可得$\left(\dfrac{W_S}{V\gamma_0}\right)^{1/3} \Delta H = 3.05$，结合向阳水库来水来沙及库区河道、地形等条件，判断库区泥沙为带状淤积。

根据可研报告中对水库泥沙淤积的分析，建库后的淤积地形，按 30 年泥沙淤积计算得到水库泥沙淤积总量，根据经验认为泥沙淤积总量的 25%平淤在坝前，75%的泥沙按带状形态淤积在库区，据此计算得到库区淤积地形。团滩河建库前后河底高程见图 6.3-82。

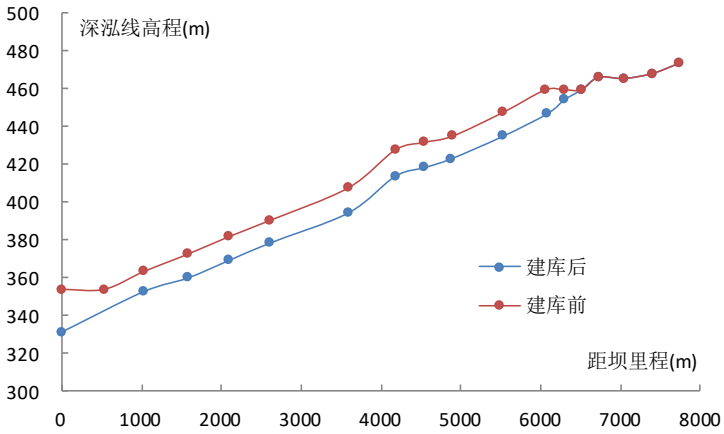


图 6.3-82　向阳水库建库前后的河底高程

计算结果(表 6.3-18)表明：水库运行 30 年后泥沙淤积总量约 492 万 m³，39%泥沙淤积在死库容内，防洪库容损失率为 1.5%，坝前淤积高程为 353.8m；水库运行 50 年后泥沙淤积总量约 820 万 m³，泥沙仍淤积在库内，防洪库容损失率为 2.5%，坝前淤积高程为 379.22m。

表 6.3-18　向阳水库泥沙淤积计算成果表

淤积年限	坝前淤积高程(m)	淤积总量	死库容淤积总量	防洪库容淤积总量	剩　余死库容	剩　余防洪库容	死库容影响率	防洪库容影响率
（年）		（万 m³）	（万 m³）	（万 m³）	（万 m³）	（万 m³）	（%）	（%）
0	331.20	0	0	0	1370.0	1660.0	0	0
30	353.80	492.0	192.0	25.7	1178.0	1634.3	14.0	1.5
50	379.22	820.0	320.0	42.9	1050.0	1617.1	23.4	2.5

总体来看，水库来水含沙量仅 0.975kg/m³，属清水河流，泥沙淤积问题不严重。水库淤积速度相对较慢，对本工程的供水、灌溉、防洪、兴利库容以及发电运用等影响较小，泥沙淤积对水库运行不会有明显不利影响。

6.3.5.3对下游河道的冲刷影响

向阳水库淤满年限远大于 100 年，但水库来水含沙量较低，属清水河流，建库前后水库下游泥沙减少相对不明显；另一方面，库区及下游天然河道基本属山区性河流，与冲积性河流相比，山区性河流具有较强的抗冲性，少量的泥沙减少，基本不会对河床的形态造成影响。因此，向阳水库建成后，对坝下河床的冲刷影响作用是非常有限的。

6.4地表水水质影响预测与评价

建设单位委托水力学与山区河流开发保护国家重点实验室编制完成了《重庆市云阳县向阳水库地表水环境影响研究报告》，其中地表水水质影响分析的主要内容如下：

6.4.1工程评价区污染源预测分析

6.4.1.1点源负荷预测分析

点源污染主要包括城镇生活污染、工业园区污染。

（1）工业园区污染预测分析

根据《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划》，区域内所有污水处理厂排放标准均应执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)中的一级 A 类排放标准。工业废水处理率为 100%，工业废水排放达标率达到 100%。江口镇、南溪镇返乡创业园区区回用率不低于 10%，云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团回用率不低于 20%。

向阳水库受水区规划水平年，工业废水及污染负荷见表 6.4-1。

表 6.4-1　预测年工业废水及污染负荷排放量

受纳水体	污水处理厂名称	所在乡镇	处理规模（万t/d）	废水排放量（万t/a）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
长江	云阳县黄岭工业园污水处理厂	青龙街道	0.25	64.24	32.12	5.14	0.32	9.64
	万州经开发区C区水口组团污水处理厂	水口镇	2.50	642.4	321.20	51.39	3.21	96.36
澎溪河	云阳县生态工业园区松树包组团污水处理厂	双江街道	1.00	256.96	128.48	20.56	1.28	38.54
	云阳县生态工业园区人和组团污水处理厂	人和街道	1.00	256.96	128.48	20.56	1.28	38.54
总计			4.75	1220.56	610.28	1220.56	6.10	183.08

（2）城镇集中排放生活污染预测分析

根据《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划》，中心城区及城镇生活污水处理厂排放标准应执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918－2002)中的一级 A 类排放标准。2030 年中心城区污水收集处理率达到 100%，回用率不低于 20%，城镇生活污水收集处理率达到 95%，江口镇、南溪镇回用率不低于

10%。

预测年城镇人均生活污水污染排放量及入河系数同现状年，污染负荷计算方法同现状年。依据《重庆市云阳县向阳水库工程可行性研究报告》，计算得到预测年未通过城镇污水处理厂集中处理的城镇生活污染负荷，结果见表 6.4-2，城镇污水处理厂废水量及污染负荷见表 6.4-3，预测年城镇生活总污染负荷见表 6.4-4。

表 6.4-2　预测年未集中处理的城镇生活废水及污染负荷

乡镇	城镇人口（万人）	计算人口（万人）	污水量（万 t/a）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	1.46	0.07	4.16	17.48	2.05	0.27	2.92
鱼泉镇	1.73	0.09	4.93	20.71	2.42	0.32	3.46
江口镇	10.00	0.50	28.47	119.72	14.02	1.84	20.00
南溪镇	6.01	0.30	17.11	71.95	8.42	1.11	12.02
云安镇	0.91	0.05	2.59	10.89	1.28	0.17	1.82
云阳镇	0.45	0.14	8.13	32.32	3.78	0.50	5.40
栖霞镇	0.39	0.12	7.05	28.01	3.28	0.43	4.68
人和街道	4.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
黄石镇	2.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水口镇	2.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
青龙街道	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
双江街道	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
总计	55.63	1.26	72.43	301.10	35.25	4.63	50.31

表 6.4-3　预测年城镇生活污水处理厂废水及污染负荷排放量

受纳水体	污水处理厂名称	所在乡镇	处理规模(t/d)	废水排量（万 t/a）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
团滩河	向家坪污水处理厂	江口镇	1000	32.85	16.43	2.63	0.16	4.93
	团滩污水处理厂	江口镇	1000	32.85	16.43	2.63	0.16	4.93
汤溪河	沙市镇污水处理厂	沙市镇	2000	73.00	36.50	5.84	0.37	10.95
	鱼泉污水处理厂	鱼泉镇	1000	36.50	18.25	2.92	0.18	5.48
	鹿鸣污水处理厂	鱼泉镇	1000	36.50	18.25	2.92	0.18	5.48
	江口镇污水处理厂	江口镇	10000	328.50	164.25	26.28	1.64	49.28
	帆水污水处理厂	江口镇	1000	32.85	16.43	2.63	0.16	4.93
	千丘污水处理厂	江口镇	1000	32.85	16.43	2.63	0.16	4.93
	南溪污水处理厂	南溪镇	4000	131.40	65.70	10.51	0.66	19.71
	长洪污水处理厂	南溪镇	1000	32.85	16.43	2.63	0.16	4.93
	盐渠污水处理厂	南溪镇	1000	32.85	16.43	2.63	0.16	4.93

受纳水体	污水处理厂名称	所在乡镇	处理规模(t/d)	废水排量（万t/a）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
	新阳污水处理厂	南溪镇	1000	32.85	16.43	2.63	0.16	4.93
	青山污水处理厂	南溪镇	1000	32.85	16.43	2.63	0.16	4.93
	富家污水处理厂	南溪镇	1000	32.85	16.43	2.63	0.16	4.93
	云安污水处理厂	云安镇	1000	36.50	18.25	2.92	0.18	5.48
	云阳镇污水处理厂	云阳镇	300	10.95	5.48	0.88	0.05	1.64
	梅峰污水处理厂	云阳镇	100	3.65	1.83	0.29	0.02	0.55
	庙中污水处理厂	云阳镇	150	5.48	2.74	0.44	0.03	0.82
	栖霞污水处理厂	栖霞镇	1000	36.50	18.25	2.92	0.18	5.48
澎溪河	黄石镇污水处理厂	黄石镇	10000	292.00	146.00	23.36	1.46	38.80
	立新污水处理厂	人和街道	5000	146.00	73.00	11.68	0.73	16.90
	水口污水处理厂	水口镇	5000	146.00	73.00	11.68	0.73	21.90
长江	云阳县城污水处理厂	青龙街道	40000	1168.00	584.00	93.44	5.84	155.20
总计			89550	2746.63	1373.31	219.73	13.73	381.99

表 6.4-4　预测年城镇生活污染负荷排放量

乡镇	污水量（万 t/a）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	77.16	53.98	7.89	0.63	13.87
鱼泉镇	77.93	57.21	8.26	0.68	14.41
江口镇	488.37	349.67	50.81	4.14	88.99
南溪镇	312.76	219.78	32.08	2.58	56.37
云安镇	39.09	29.14	4.20	0.35	7.30
云阳镇	28.21	42.36	5.39	0.60	8.41
栖霞镇	43.55	46.26	6.20	0.61	10.16
人和街道	146.00	73.00	11.68	0.73	16.90
黄石镇	292.00	146.00	23.36	1.46	38.80
水口镇	146.00	73.00	11.68	0.73	21.90
青龙街道	1168.00	584.00	93.44	5.84	155.20
双江街道	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
总计	2819.05	1674.41	254.98	18.36	432.30

（3）点源污染汇总

预测年规划区内点源污染进行汇总结果如表 6.4-5 所示。从该表可知，江口镇、南溪镇、人和街道、黄石镇、水口镇与青龙街道预测年点源污染负荷入河量较大。

表 6.4-5　预测年点源污染负荷汇总

乡镇	污水量（万 t/a）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	77.16	53.98	7.89	0.63	13.87
鱼泉镇	77.93	57.21	8.26	0.68	14.41
江口镇	488.37	349.67	50.81	4.14	88.99
南溪镇	312.76	219.78	32.08	2.58	56.37
云安镇	39.09	29.14	4.20	0.35	7.30
云阳镇	28.21	42.36	5.39	0.60	8.41
栖霞镇	43.55	46.26	6.20	0.61	10.16
人和街道	402.96	201.48	32.24	2.01	55.44
黄石镇	292.00	146.00	23.36	1.46	38.80
水口镇	788.40	394.20	63.07	3.94	118.26
青龙街道	1232.24	616.12	98.58	6.16	164.84
双江街道	256.96	128.48	20.56	1.28	38.54
总计	4039.61	2284.69	352.63	24.46	615.38

6.4.1.2面源负荷预测分析

（1）农村生活污染预测分析

预测年农村散排生活污水污染负荷计算方法同现状年，预测年农村人均生活污水污染排放量及农村生活污水入河系数同现状年。计算得到规划水平年各乡镇农村生活污染负荷，结果见表 6.4-6。

表 6.4-6　预测年农村生活污染负荷

乡镇	农村人口（万人）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	0.78	77.44	9.33	1.08	12.14
鱼泉镇	0.95	94.32	11.36	1.32	14.79
江口镇	1.50	148.92	17.94	2.08	23.35
南溪镇	1.42	140.98	16.98	1.97	22.10
云安镇	0.63	62.55	7.53	0.87	9.81
云阳镇	0.49	48.65	5.86	0.68	7.63
栖霞镇	0.52	51.63	6.22	0.72	8.09
人和街道	0.26	25.81	3.11	0.36	4.05
黄石镇	0.63	62.55	7.53	0.87	9.81
水口镇	0.32	31.77	3.83	0.44	4.98
青龙街道	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
双江街道	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
总计	7.50	744.60	89.68	10.40	116.73

（2）禽畜散养污染预测分析

预测年畜禽养殖污染负荷计算方法同现状年，预测年单位畜禽的污染物排放量及畜禽污染入河系数同现状年。根据《向阳水库可行性研究报告》，预测年畜禽存栏数见表 6.4-7。根据涉及乡镇的畜禽养殖存栏数量，计算得到预测年畜禽养殖产生的面源污染负荷，结果见表 6.4-8。

表 6.4-7　预测年畜禽存栏数

乡镇	大牲畜（万头）	小牲畜（万头）	折合猪（万头）
沙市镇	0.06	0.56	0.08
鱼泉镇	0.41	3.78	0.54
江口镇	0.36	5.08	0.53
南溪镇	0.23	6.02	0.43
云安镇	0.05	0.54	0.07
云阳镇	0.29	2.43	0.37
栖霞镇	0.20	1.70	0.26
人和街道	1.47	3.38	1.58
黄石镇	0.13	1.29	0.17
水口镇	0.17	1.67	0.23
青龙街道	1.58	1.29	1.62
双江街道	0.93	2.34	1.01
总计	5.88	30.08	6.88

表 6.4-8　预测年禽畜散养污染负荷

乡镇	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	2.34	0.12	0.03	0.26
鱼泉镇	15.94	0.84	0.19	1.78
江口镇	15.74	0.83	0.18	1.75
南溪镇	12.81	0.68	0.15	1.43
云安镇	2.02	0.11	0.02	0.23
云阳镇	11.03	0.58	0.13	1.23
栖霞镇	7.63	0.40	0.09	0.85
人和街道	47.06	2.49	0.55	5.24
黄石镇	5.14	0.27	0.06	0.57
水口镇	6.71	0.35	0.08	0.75
青龙街道	48.26	2.55	0.56	5.38
双江街道	29.97	1.58	0.35	3.34
总计	204.66	10.82	2.40	22.80

（3）农田径流污染预测分析

预测年农田径流污染负荷计算方法同现状年，预测年单位耕地面积污染物排

放量及农田径流入河系数同现状年。由向阳水库工程方案论证报告，江口镇存在水库淹没影响耕地面积。根据《中华人民共和国土地管理法》第三十一条规定：国家实行占用耕地补偿制度，按照“占多少，垦多少”的原则，由占用耕地的单位负责开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地。故预测年农田径流污染负荷，见表 6.4-9。

表 6.4-9　预测年乡镇农田径流污染负荷

乡镇	水田（公顷）	旱地（公顷）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	162.33	456.33	0.79	0.16	0.02	0.24
鱼泉镇	45.48	45.48	0.13	0.02	0.00	0.05
江口镇	108.98	306.35	0.53	0.11	0.01	0.16
南溪镇	540.00	1,518.00	2.63	0.54	0.05	0.80
云安镇	340.76	957.91	1.66	0.34	0.03	0.51
云阳镇	499.65	1,404.58	2.43	0.50	0.05	0.74
栖霞镇	396.90	1,115.74	1.93	0.40	0.04	0.59
人和街道	2,474.52	6,956.15	12.03	2.48	0.25	3.68
黄石镇	430.32	1,209.68	2.09	0.43	0.04	0.64
水口镇	443.79	1,247.54	2.16	0.44	0.04	0.66
青龙街道	1,681.22	4,726.11	8.17	1.68	0.17	2.50
双江街道	424.72	1,193.94	2.07	0.42	0.04	0.63
总计	7,548.68	21,137.82	36.61	7.52	0.75	11.20

将规划水平年的规划区内面源污染进行汇总，结果见表 6.4-10。从该表可知，江口镇、南溪镇、鱼泉镇面源污染负荷入河量较高。

表 6.4-10 预测年面源污染负荷汇总

乡镇	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	80.57	9.61	1.13	12.64
鱼泉镇	110.38	12.22	1.51	16.61
江口镇	165.19	18.88	2.28	25.26
南溪镇	156.41	18.20	2.17	24.33
云安镇	66.23	7.98	0.93	10.54
云阳镇	62.11	6.94	0.86	9.60
栖霞镇	61.19	7.02	0.85	9.53
人和街道	84.91	8.07	1.16	12.97
黄石镇	69.78	8.24	0.98	11.02
水口镇	40.64	4.63	0.57	6.39
青龙街道	56.44	4.23	0.73	7.87
双江街道	32.04	2.01	0.39	3.97

乡镇	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
总计	985.87	108.02	13.54	150.72

（4）灌溉退水污染负荷分析

向阳水库建成后，为汤溪河沿岸 7.03 万亩田地提供灌溉用水（新增 5.58 万亩，改善 1.45 万亩），保障汤溪河沿岸 6.48 万农村人口、约 31 万头牲畜的饮水安全，为汤溪河河谷经济带和高效特色农业带的发展、扶贫攻坚目标的实现创造条件。预测年灌溉回归水计算方法同现状年。灌溉退水系数综合确定为 0.4，灌溉回归水的水质情况为：化学需氧量 41.0mg/L，氨氮 0.696mg/L，总磷 0.96mg/L，总氮 1.77mg/L。灌溉回归水污染负荷见表 6.4-11。

表 6.4-11　预测年灌溉回归水污染负荷

乡镇	灌溉供水量（万 t/a)	灌溉退水量（万 t/a）	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
沙市镇	5.10	2.04	0.84	0.01	0.02	0.04
鱼泉镇	136.00	54.40	22.30	0.38	0.52	0.96
江口镇	832.00	332.80	136.45	2.32	3.19	5.89
南溪镇	516.00	206.40	84.62	1.44	1.98	3.65
云安镇	95.00	38.00	15.58	0.26	0.36	0.67
云阳镇	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
栖霞镇	40.20	16.08	6.59	0.11	0.15	0.28
人和街道	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
黄石镇	43.80	17.52	7.18	0.12	0.17	0.31
水口镇	58.16	23.26	9.54	0.16	0.22	0.41
青龙街道	38.15	15.26	6.26	0.11	0.15	0.27
双江街道	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
总计	1764.41	705.76	289.36	4.91	6.78	12.49

6.4.1.3预测年各来源污染物负荷汇总分析

统计预测年各来源污染物负荷见表 6.4-12，从该表可见，预测年向阳水库受水区 COD 排放量为 3559.92t/a，NH_3-N 排放量为 465.56t/a，TP 排放量为 44.78t/a，TN 排放量为 778.60t/a，COD、NH_3-N、TP 与 TN 排放量较于现状年分别减少了 818.45t/a（18.69%）、440.51t/a（48.62%）、51.55 t/a（53.51%）和 493.98 t/a（38.82%）。

表 6.4-12　预测年各来源污染物负荷汇总

乡镇	COD（t/a）			NH_3-N（t/a）			TP（t/a）			TN（t/a）		
	点源	面源	灌溉	点源	面源	灌溉	点源	面源	灌溉	点源	面源	灌溉
沙市镇	53.98	80.57	0.84	7.89	9.61	0.01	0.63	1.13	0.02	13.87	12.64	0.04
鱼泉镇	57.21	110.38	22.30	8.26	12.22	0.38	0.68	1.51	0.52	14.41	16.61	0.96
江口镇	349.67	165.19	136.45	50.81	18.88	2.32	4.14	2.28	3.19	88.99	25.26	5.89
南溪镇	219.78	156.41	84.62	32.08	18.20	1.44	2.58	2.17	1.98	56.37	24.33	3.65
云安镇	29.14	66.23	15.58	4.20	7.98	0.26	0.35	0.93	0.36	7.30	10.54	0.67
人和街道	201.48	84.91	0.00	32.24	8.07	0.00	2.01	1.16	0.00	55.44	12.97	0.00
黄石镇	146.00	69.78	7.18	23.36	8.24	0.12	1.46	0.98	0.17	38.80	11.02	0.31
水口镇	394.20	40.64	9.54	63.07	4.63	0.16	3.94	0.57	0.22	118.26	6.39	0.41
青龙街道	616.12	56.44	6.26	98.58	4.23	0.11	6.16	0.73	0.15	164.84	7.87	0.27
双江街道	128.48	32.04	0.00	20.56	2.01	0.00	1.28	0.39	0.00	38.54	3.97	0.00
云阳镇	42.36	62.11	0.00	5.39	6.94	0.00	0.60	0.86	0.00	8.41	9.60	0.00
栖霞镇	46.26	61.19	6.59	6.20	7.02	0.11	0.61	0.85	0.15	10.16	9.53	0.28
小计	2284.69	985.87	289.36	352.63	108.02	4.91	24.46	13.54	6.78	615.38	150.72	12.49
总计	3559.92			465.56			44.78			778.60		

表 6.4-13　现状年与预测年污染物负荷对比

片区	现状年					预测年					新增量				
	退水量（万 m^3）	污染负荷（t/a）				退水量（万 m^3）	污染负荷（t/a）				退水量（万 m^3）	污染负荷（t/a）			
		COD	氨氮	总磷	总氮		COD	氨氮	总磷	总氮		COD	氨氮	总磷	总氮
库区	35.03	171.21	20.76	2.44	27.68	39.5	95.76	11.79	1.31	17.53	4.47	-75.45	-8.98	-1.13	-10.15
坝下	40.76	241.75	28.33	3.45	37.82	208.76	198.02	16.87	3.4	25.88	168	-43.73	-11.45	-0.05	-11.94
汤溪河（汇口以上）	206.00	692.61	86.55	10.71	117.2	779.32	682.81	81.72	9.39	135.26	573.32	-9.81	-4.83	-1.32	18.06
汤溪河（汇口以下）	209.55	1182.61	427.46	46.77	617.65	665.59	790.28	89.81	11.46	138.84	456.04	-392.34	-337.65	-35.32	-478.81
澎溪河	1495.16	2080.24	342.44	32.85	471.12	3334.64	1793.06	265.37	19.22	459.09	1839.48	-287.18	-77.07	-13.62	-12.04
总计	1986.51	4368.42	905.55	96.21	1271.48	5027.82	3559.92	465.56	44.78	776.6	3041.31	-808.5	-439.99	-51.43	-494.88

6.4.2向阳水库库区水质影响预测与评价

6.4.2.1库区污染负荷预测

（1）规划水平年入河污染负荷

根据资料收集与现场踏勘，向阳水库水源区无工业废水排放。通过污染负荷预测，统计得到向阳水库库区污染负荷如标 6.4-14 所示。预测年 COD、NH3-N、TP、TN 排放量分别为 95.76t/a、11.79t/a、1.31t/a、17.53t/a。污染负荷主要来自于城镇生活污染负荷，COD、NH3-N、TP、TN 分别占总污染负荷的 51.96%、55.40 %、51.63%和 59.87%。

表 6.4-14　向阳水库库区预测年污染负荷综合统计表

污染负荷（t/a）		COD	NH_3-N	TP	TN
预测年点源	城镇生活污染负荷	49.76	6.53	0.68	10.50
	城镇集中排水区污染负荷所占比重(%)	51.96	55.40	51.63	59.87
	工业污染负荷	0.00	0.00	0.00	0.00
	工业污染负荷所占比重(%)	0.00	0.00	0.00	0.00
预测年面源	农村生活污染负荷	41.47	4.99	0.58	6.50
	农村生活污染负荷所占比重(%)	43.30	42.37	44.22	37.08
	禽畜散养污染负荷	4.38	0.23	0.05	0.49
	禽畜散养污染负荷所占比重(%)	4.58	1.97	3.91	2.78
	农田径流污染负荷	0.15	0.03	0.00	0.05
	农田径流污染负荷所占比重(%)	0.16	0.27	0.24	0.27
灌溉回归水	灌溉回归水污染负荷	0.00	0.00	0.00	0.00
	灌溉回归水污染负荷所占比重(%)	0.00	0.00	0.00	0.00
合计		95.76	11.79	1.31	17.53

（2）现状及规划水平年入河污染负荷

向阳水库库区现状及规划水平年入河污染负荷具体情况统计见表 6.4-15，由表中数据可知向阳水库库区在规划水平年能达到“增水不增污”的目标，甚至污染负荷入河量较之现状年有较大幅度减少。

表 6.4-15　现状及规划水平年入河污染负荷变化情况

污染物			COD (t/a)	NH_3-N (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)	污水产生量（万t/a）
现状年			171.21	20.76	2.44	27.68	35.03
规划年（2030 年）	不实施治污规划	污染负荷	101.24	14.63	1.51	19.90	43.15
		变化率(%)	-40.87	-29.50	-38.08	-28.09	
	实施治污规划	污染负荷	95.76	11.79	1.31	17.53	39.50
		变化率(%)	-44.07	-43.22	-46.30	-36.66	

6.4.2.2水质预测数学模型

在本次地表水环境影响研究中，库区水环境影响预测采用美国陆军工程兵团水道实

验站（WES）开发的宽度平均的立面二维水动力学和水质模型 CE-QUAL-W2。

6.4.2.3预测工况及计算条件设置

（1）网格划分

采用立面二维水质模型对库区团滩河上游 7.7km 河段、帆水河 3.9km 河段、后叶沟 2.6km 河段以及小河 1.8km 河段水质过程进行模拟预测，根据断面地形资料构建库区二维计算区域。该河段被划分为 66×67（纵向×垂向）个矩形单元网格，单元纵向尺寸为 200m 或 400m，垂向尺寸为 2m。

（2）预测因子及工况

向阳水库库区水质影响预测各工况的资料系列选用情况见表 6.4-16。

表 6.4-16　团滩河流域水质影响预测工况

方案	水库运行方式及水文条件	入流水质	污染源	数学模型	水质预测因子
1	典型丰水年（P=20%）的入库流量、出库流量、坝前水位	采用团滩河、小河、后叶沟和帆水河的水质过程	库周考虑由库岸进入的点源及面源	总体采用立面二维水质模型	COD NH_3-N TP TN
2	典型平水年（P=50%）的入库流量、出库流量、坝前水位				
3	典型枯水年（P=75%）的入库流量、出库流量、坝前水位				

（3）模型参数及边界条件

依据团滩河坝址-汤溪河汇口河段水质监测资料率定污染物降解系数，来流水质取监测水质，计算可得团滩河江口镇断面处水质浓度，通过与江口镇断面实测水质浓度因子率定可得污染物降解系数。由图 6.4-1 可得，数值拟合结果良好，污染物降解系数确定 COD 取 0.1（1/d），NH_3-N 取 0.08（1/d），TP 降解系数取 0.0018（1/d），TN 降解系数取 0.0018（1/d）。

表 6.4-17　　断面 2018 年监测资料

月份		2 月	4 月	6 月	10 月
团滩河五同岔断面	COD	5	16	14	6
	氨氮	0.258	0.255	0.306	0.124
	总磷	0.0132	0.0396	0.182	0.04
	总氮	0.39	0.47	0.7	0.71
团滩河江口镇断面	COD	5	13	15	6
	氨氮	0.515	0.169	0.141	0.405
	总磷	0.0178	0.0597	0.177	0.07
	总氮	0.54	0.29	0.47	0.83

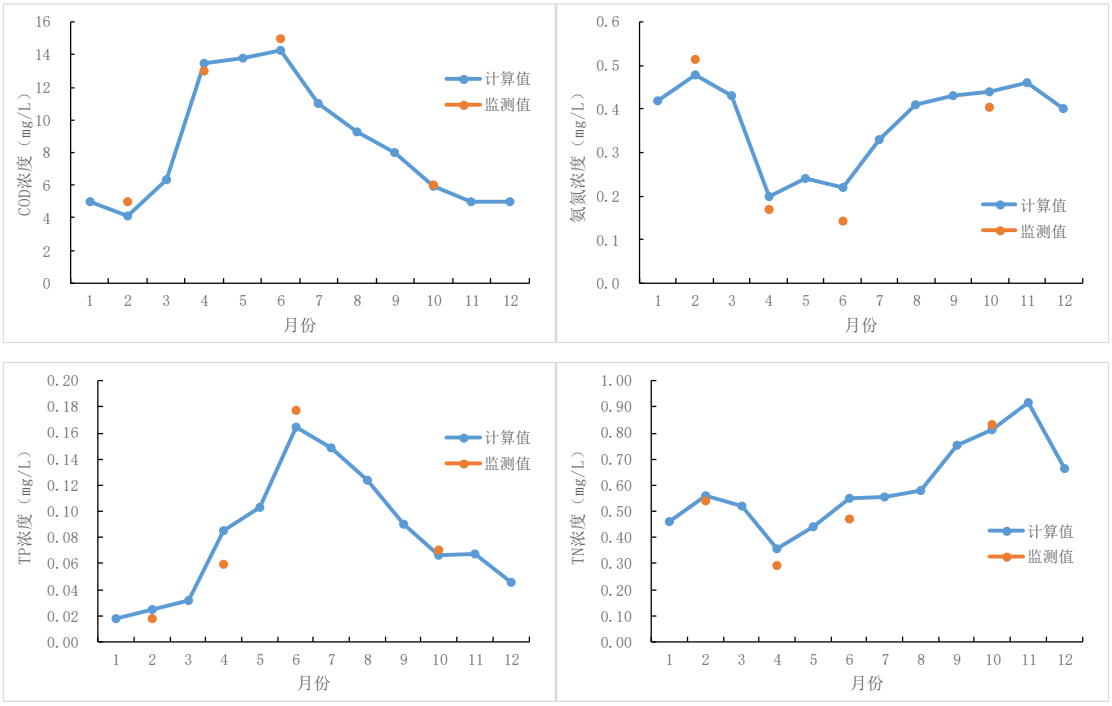


图 6.4-1　计算结果与检测值对比图

（5）来流流量及水质

向阳库尾断面和各支流断面的入流水质因子浓度采用向阳水库工程环境质量现状监测成果。汤溪河沙市镇至江口镇河段各典型年计算边界条件如表 6.4-18 至 6.4-22 所示。

表 6.4-18　各典型年团滩河上游河段来流流量表（单位：m^3/s）

入流量	丰水年	平水年	枯水年
1 月	0.88	0.87	0.50
2 月	0.54	0.48	0.46
3 月	0.79	0.57	0.57
4 月	2.67	6.78	2.22
5 月	8.92	7.42	3.55
6 月	13.09	4.15	7.76
7 月	13.12	8.81	3.58
8 月	14.09	3.43	2.10
9 月	5.10	11.65	4.77
10 月	1.65	1.73	6.62
11 月	0.71	0.65	1.67
12 月	0.38	1.75	0.80

表 6.4-19　各典型年帆水河河段来流流量表（单位：m^3/s）

入流量	丰水年	平水年	枯水年
1 月	0.22	0.21	0.12
2 月	0.13	0.12	0.11

入流量	丰水年	平水年	枯水年
3 月	0.20	0.14	0.14
4 月	0.66	1.68	0.55
5 月	2.21	1.84	0.88
6 月	3.24	1.03	1.92
7 月	3.25	2.18	0.89
8 月	3.49	0.85	0.52
9 月	1.26	2.89	1.18
10 月	0.41	0.43	1.64
11 月	0.18	0.16	0.41
12 月	0.10	0.43	0.20

表 6.4-20　各典型年后叶沟河段来流流量表（单位：m^3/s）

入流量	丰水年	平水年	枯水年
1 月	0.14	0.13	0.08
2 月	0.08	0.07	0.07
3 月	0.12	0.09	0.09
4 月	0.41	1.05	0.34
5 月	1.38	1.15	0.55
6 月	2.03	0.64	1.20
7 月	2.03	1.36	0.55
8 月	2.18	0.53	0.32
9 月	0.79	1.80	0.74
10 月	0.26	0.27	1.02
11 月	0.11	0.10	0.26
12 月	0.06	0.27	0.12

表 6.4-21　各典型年小河河段来流流量表（单位：m^3/s）

入流量	丰水年	平水年	枯水年
1 月	0.17	0.17	0.10
2 月	0.10	0.09	0.09
3 月	0.15	0.11	0.11
4 月	0.52	1.32	0.43
5 月	1.73	1.44	0.69
6 月	2.54	0.81	1.51
7 月	2.55	1.71	0.69
8 月	2.74	0.67	0.41
9 月	0.99	2.26	0.93
10 月	0.32	0.34	1.28
11 月	0.14	0.13	0.32

入流量	丰水年	平水年	枯水年
12 月	0.07	0.34	0.15

表 6.4-22　向阳水库库区来流水质浓度（单位：mg/L）

浓度 / 月份	团滩河				帆水河				后叶沟				小河			
	COD	NH_3-N	TP	TN	COD	NH_3-N	TP	TN	COD	NH_3-N	TP	TN	COD	NH_3-N	TP	TN
1 月	15	0.352	0.159	0.50	9	0.577	0.010	0.61	16	0.36	0.19	0.50	6	0.618	0.020	0.69
2 月	15	0.352	0.159	0.50	9	0.577	0.010	0.61	16	0.36	0.19	0.50	6	0.618	0.020	0.69
3 月	18	0.362	0.033	0.73	15	0.275	0.063	0.38	19	0.334	0.183	0.70	17	0.124	0.096	0.77
4 月	18	0.362	0.033	0.73	15	0.275	0.063	0.38	19	0.334	0.183	0.70	17	0.124	0.096	0.77
5 月	18	0.362	0.033	0.73	15	0.275	0.063	0.38	19	0.334	0.183	0.70	17	0.124	0.096	0.77
6 月	16	0.227	0.148	0.39	13	0.329	0.145	0.52	14	0.191	0.114	0.56	16	0.216	0.118	0.44
7 月	16	0.227	0.148	0.39	13	0.329	0.145	0.52	14	0.191	0.114	0.56	16	0.216	0.118	0.44
8 月	16	0.227	0.148	0.39	13	0.329	0.145	0.52	14	0.191	0.114	0.56	16	0.216	0.118	0.44
9 月	4	0.118	0.020	0.47	4	0.188	0.060	1.26	14	0.737	0.420	3.17	4	0.306	0.030	0.49
10 月	4	0.118	0.020	0.47	4	0.188	0.060	1.26	14	0.737	0.420	3.17	4	0.306	0.030	0.49
11 月	4	0.118	0.020	0.47	4	0.188	0.060	1.26	14	0.737	0.420	3.17	4	0.306	0.030	0.49
12 月	15	0.352	0.159	0.50	9	0.577	0.010	0.61	16	0.36	0.190	0.50	6	0.618	0.020	0.69

（6）污染源处理

污染源按点源和面源两类加入。点源部分按确定的城镇生活污水集中排放情况和工业企业废水排放情况设定排污口位置、流量及浓度，相邻点源合并处理；面源部分则根据确定的面源负荷，按照评价河段沿线各乡镇源强分布和区间汇流流量扣除主要支流以外的流量过程，分段、分岸别以线源形式给定，且各月面源负荷按各临近气象站所测降雨量进行分配。

6.4.2.4水质预测

6.4.2.3.1 丰水年沿程水质预测分析

图 6.4-2 至图 6.4-5 分别为丰水年两个工况下 COD、NH_3-N、TP、TN 的全断面立面二维分布图。每一水质因子分别给出枯水期代表月 2 月和丰水期代表月 6 月的预测结果。

（1）枯水期

丰水年枯水期团滩河支流小河的汇入对团滩河干流的水质影响不大，支流后叶沟的汇入使得各水质因子浓度有所增加，支流帆水河的汇入对水质影响不大。

库区团滩河部分 COD 浓度较小，变化范围为 3.00～10.50mg/L，库尾由于点源的输入以及后叶沟的汇入使得 COD 浓度较高，随着距离的增加，COD 浓度逐渐降低。距坝址 2.7km 范围内，COD 浓度混合均匀，无水质分层现象。坝址断面处 COD 浓度在 3.36～3.38mg/L 范围内，整个河段内 COD 浓度均满足III类水(c[COD]＜20mg/L)水质要求。

库区团滩河部分 NH_3-N 浓度较小，变化范围为 0.15～0.50mg/L，库尾由于点源的输入以及后叶沟的汇入使得 NH_3-N 浓度较高。距坝址 2.7km 范围内，NH_3-N 浓度混合均匀，无水质分层现象。坝址断面处 NH_3-N 浓度稳定在 0.171mg/L，整个河段内 NH_3-N 浓度均满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)水质要求。

库区团滩河部分 TP 浓度较高，变化范围为 0.06～0.13mg/L，库尾来流 TP 浓度较高，超过III类水水质标准，且由于点源的输入以及后叶沟的汇入使得 TP 浓度升高，随着距离的增加，TP 浓度逐渐降低。距坝址 2.7km 范围内，TP 浓度混合均匀，无水质分层现象。坝址断面处 TP 浓度稳定在 0.065mg/L 范围内，超过III类水水质（湖库）标准，整个河段内 TP 浓度不能满足III类水(c[TP]＜0.05mg/L)水质要求。

库区团滩河部分 TN 浓度较小，变化范围为 0.30～0.90mg/L，库尾由于点源的输入以及后叶沟的汇入使得 TN 浓度有所增加。距坝址 1.7km 范围内，TN 浓度混合均匀，无水质分层现象。坝址断面处 TN 浓度在 0.37～0.38mg/L 范围内，整个河段内 TN 浓度均满足III类水(c[TN]＜1.0mg/L)水质要求。

总体来说，丰水年枯水期，向阳水库库区除 TP（湖库）稍有超标外，其余水质因子 COD、NH_3-N、TN 均能达到III类水水质要求。

（2）丰水期

丰水年丰水期，团滩河支流小河、后叶沟及帆水河的汇入对团滩河干流的水质影响较小。库尾处由于来流水质较差导致各水质因子浓度较高，且团滩河河段水质有明显的分层现象。

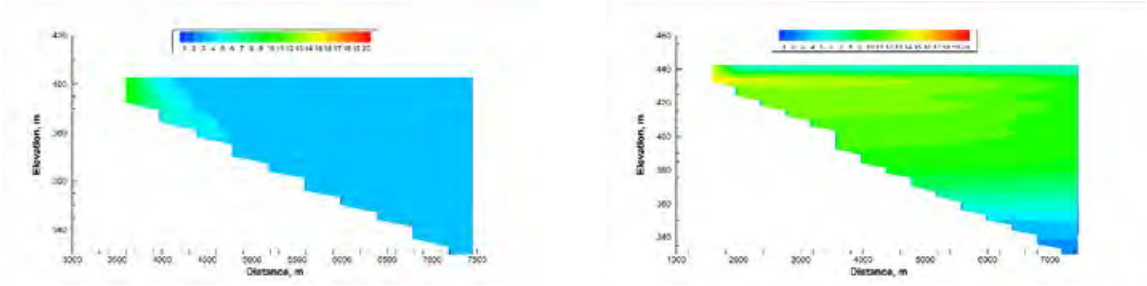
库区团滩河部分 COD 浓度较枯水期有所增加，丰水期 COD 浓度范围为 2.50～16.00mg/L。水平方向上 COD 浓度混合均匀，垂向上水面以下 5m~70m 范围内，COD 浓度较高，高于表层及底层水体。表层及底层水体形成回流区，由于水体的自净作用，水质浓度较低。坝址断面处 COD 浓度在 2.70～11.0mg/L 范围内。整个河段内 COD 浓度均满足III类水(c[COD]＜20mg/L)水质要求。

库区团滩河部分 NH_3-N 浓度较小，变化范围为 0.10～0.26mg/L。水平方向上 NH_3-N 浓度混合均匀，丰水期出库流量既用于发电，又有泄洪。因此垂向上水面以下 5m~40m 及 60m~80m 范围内，NH_3-N 浓度较高。坝址断面处 NH_3-N 浓度范围为 0.17～0.23mg/L。整个河段内 NH_3-N 浓度均满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)水质要求。

库区团滩河部分 TP 浓度较高，变化范围为 0.05～0.15mg/L，TP 分布规律与 COD 分布规律相似。水平方向上 TP 浓度混合均匀，垂向上水面以下 5m~60m 范围内，TP 浓度较高，高于表层及底层水体。表层及底层水体形成回流区，滞留时间较长，由于水体的自净作用，水质浓度较低。坝址断面处 TP 浓度范围为 0.05～0.12mg/L，超过III类水水质标准。整个河段内 TP 浓度均不能满足III类水(c[TP]＜0.05mg/L)水质（湖库）要求。

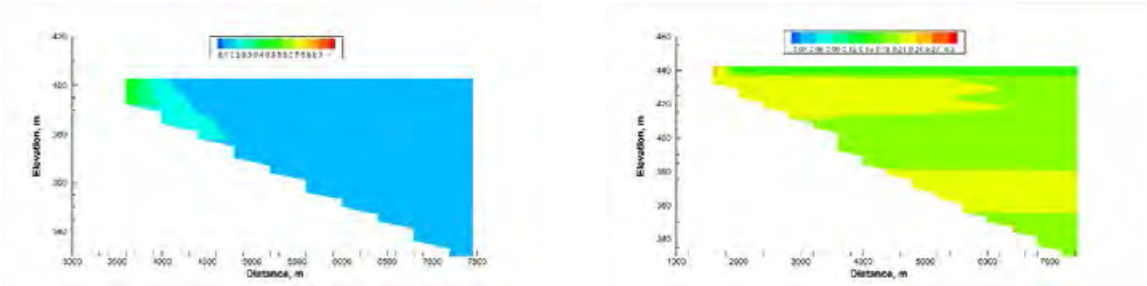
库区团滩河部分 TN 浓度较小，变化范围为 0.25～0.50mg/L，TN 分布规律与 NH_3-N 分布规律相似。水平方向上 TN 浓度混合均匀，丰水期出库流量既用于发电，又有泄洪。因此垂向上水面以下 5m~40m 及 60m~80m 范围内，TN 浓度较高。坝址断面处 TN 浓度在 0.25～0.46mg/L 范围内。整个河段内 TN 浓度均满足III类水(c[TN]＜1.0mg/L)水质要求。

总体来说，丰水年丰水期，向阳水库库区除 TP（湖库）超标外，其余水质因子 COD、NH_3-N、TN 均能达到III类水水质要求。



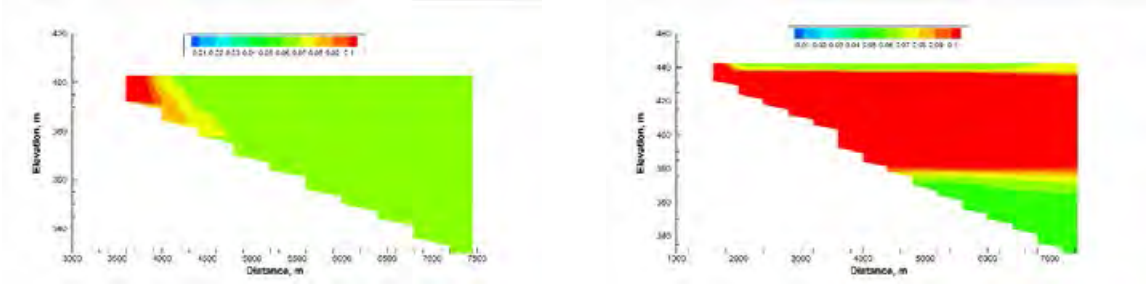
枯水期　　丰水期

图 6.4-2　库区团滩河上游河段丰水年典型水期 COD 立面二维分布



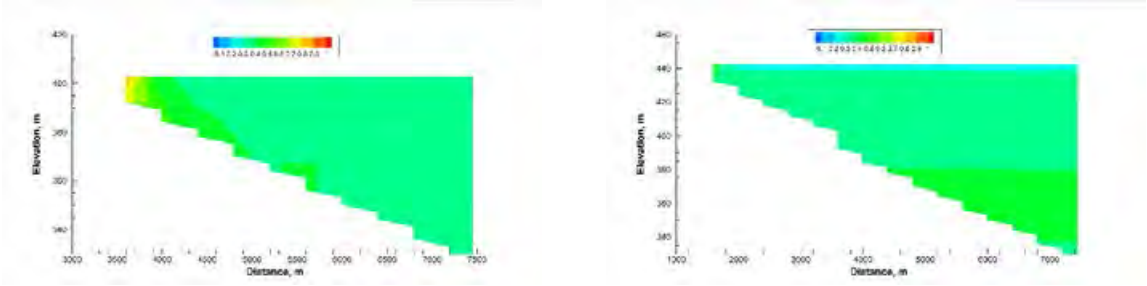
枯水期　　丰水期

图 6.4-3　库区团滩河上游河段丰水年典型水期 NH_3-N 立面二维分布



枯水期　　丰水期

图 6.4-4　库区团滩河上游河段丰水年典型水期 TP 立面二维分布



枯水期　　丰水期

图 6.4-5　库区团滩河上游河段丰水年典型水期 TN 立面二维分布

6.4.2.3.2 平水年沿程水质预测分析

图 6.4-7 至图 6.4-10 分别为平水年两个工况下 COD、NH_3-N、TP、TN 的全断面立面二维分布图。每一水质因子分别给出枯水期代表月 2 月和丰水期代表月 6 月的预测结

果。

（1）枯水期

丰水年枯水期团滩河支流小河的汇入对团滩河干流的水质影响不大，支流后叶沟的汇入使得各水质因子浓度有所增加，支流帆水河的汇入对水质影响不大。

库区团滩河部分 COD 浓度较小，变化范围为 3.00～10.50mg/L，库尾由于点源的输入以及后叶沟的汇入使得 COD 浓度较高，随着距离的增加，COD 浓度逐渐降低。距坝址 2.7km 范围内，COD 浓度混合均匀，无水质分层现象。坝址断面处 COD 浓度在 3.36～3.38mg/L 范围内，整个河段内 COD 浓度均满足III类水(c[COD]＜20mg/L)水质要求。

库区团滩河部分 NH_3-N 浓度较小，变化范围为 0.15～0.50mg/L，库尾由于点源的输入以及后叶沟的汇入使得 NH_3-N 浓度较高。距坝址 2.7km 范围内，NH_3-N 浓度混合均匀，无水质分层现象。坝址断面处 NH_3-N 浓度稳定在 0.171mg/L，整个河段内 NH_3-N 浓度均满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)水质要求。

以湖库标准评价，库区团滩河部分 TP 浓度较高，变化范围为 0.06～0.13mg/L，库尾来流 TP 浓度较高，超过III类水水质标准，且由于点源的输入以及后叶沟的汇入使得 TP 浓度升高，随着距离的增加，TP 浓度逐渐降低。距坝址 2.7km 范围内，TP 浓度混合均匀，无水质分层现象。坝址断面处 TP 浓度稳定在 0.065mg/L 范围内，超过III类水水质标准，整个河段内 TP 浓度不能满足III类水(c[TP]＜0.05mg/L)水质（湖库）要求。

库区团滩河部分 TN 浓度较小，变化范围为 0.30～0.90mg/L，库尾由于点源的输入以及后叶沟的汇入使得 TN 浓度有所增加。距坝址 1.7km 范围内，TN 浓度混合均匀，无水质分层现象。坝址断面处 TN 浓度在 0.37～0.38mg/L 范围内，整个河段内 TN 浓度均满足III类水(c[TN]＜1.0mg/L)水质要求。

总体来说，丰水年枯水期，向阳水库库区除 TP（湖库）稍有超标外，其余水质因子 COD、NH_3-N、TN 均能达到III类水水质要求。

（2）丰水期

丰水年丰水期，团滩河支流小河、后叶沟及帆水河的汇入对团滩河干流的水质影响较小。库尾处由于来流水质较差导致各水质因子浓度较高，且团滩河河段水质有明显的分层现象。

库区团滩河部分 COD 浓度较枯水期有所增加，丰水期 COD 浓度范围为 2.50～16.00mg/L。水平方向上 COD 浓度混合均匀，垂向上水面以下 5m~70m 范围内，COD 浓度较高，高于表层及底层水体。表层及底层水体形成回流区，由于水体的自净作用，

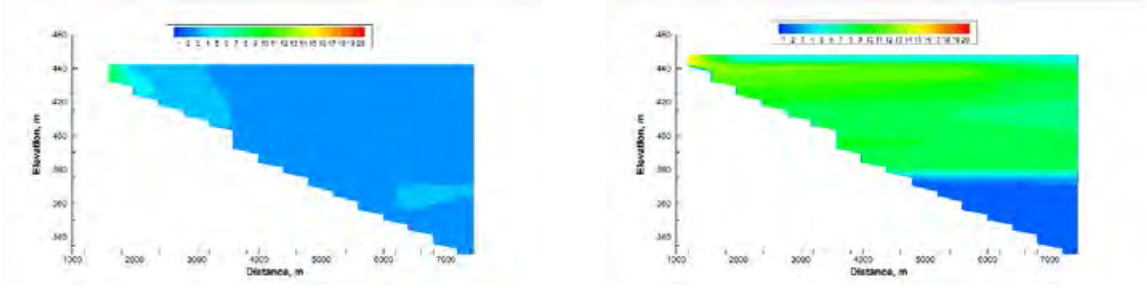
水质浓度较低。坝址断面处 COD 浓度在 2.70～11.0mg/L 范围内。整个河段内 COD 浓度均满足III类水(c[COD]＜20mg/L)水质要求。

库区团滩河部分 NH_3-N 浓度较小，变化范围为 0.10～0.26mg/L。水平方向上 NH_3-N 浓度混合均匀，丰水期出库流量既用于发电，又有泄洪。因此垂向上水面以下 5m~40m 及 60m~80m 范围内，NH_3-N 浓度较高。坝址断面处 NH_3-N 浓度范围为 0.17～0.23mg/L。整个河段内 NH_3-N 浓度均满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)水质要求。

库区团滩河部分 TP 浓度较高，变化范围为 0.05～0.15mg/L，TP 分布规律与 COD 分布规律相似。水平方向上 TP 浓度混合均匀，垂向上水面以下 5m~60m 范围内，TP 浓度较高，高于表层及底层水体。表层及底层水体形成回流区，滞留时间较长，由于水体的自净作用，水质浓度较低。坝址断面处 TP 浓度范围为 0.05～0.12mg/L，超过III类水水质标准。以湖库标准评价，整个河段内 TP 浓度均不能满足III类水(c[TP]＜0.05mg/L)水质（湖库）要求。

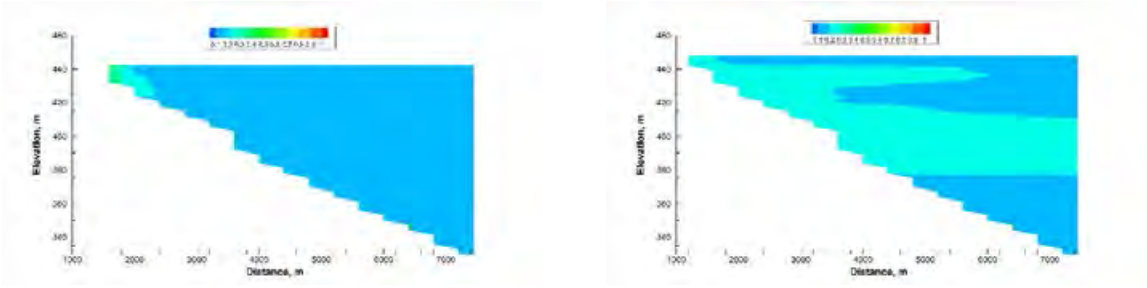
库区团滩河部分 TN 浓度较小，变化范围为 0.25～0.50mg/L，TN 分布规律与 NH_3-N 分布规律相似。水平方向上 TN 浓度混合均匀，丰水期出库流量既用于发电，又有泄洪。因此垂向上水面以下 5m~40m 及 60m~80m 范围内，TN 浓度较高。坝址断面处 TN 浓度在 0.25～0.46mg/L 范围内。整个河段内 TN 浓度均满足III类水(c[TN]＜1.0mg/L)水质要求。

总体来说，丰水年丰水期，向阳水库库区除 TP（湖库）超标外，其余水质因子 COD、NH_3-N、TN 均能达到III类水水质要求。



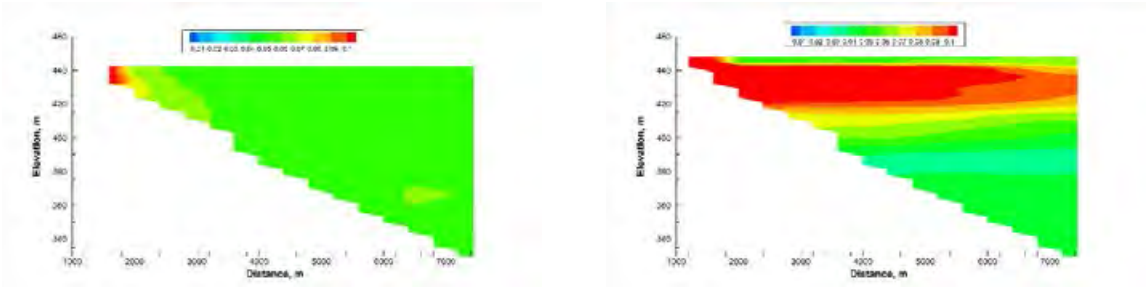
枯水期　　丰水期

图 6.4-7　库区团滩河上游河段平水年典型水期 COD 立面二维分布



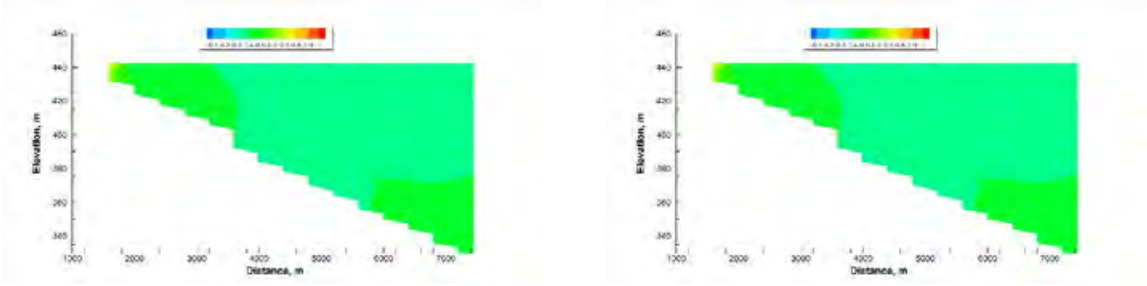
枯水期　　丰水期

图 6.4-8　库区团滩河上游河段平水年典型水期 NH_3-N 立面二维分布



枯水期　　丰水期

图 6.4-9　库区团滩河上游河段平水年典型水期 TP 立面二维分布



枯水期　　丰水期

图 6.4-10　库区团滩河上游河段平水年典型水期 TN 立面二维分布

6.4.2.3.3 枯水年沿程水质预测分析

图 6.4-11 至图 6.4-14 分别为枯水年两个工况下 COD、NH_3-N、TP、TN 的全断面立面二维分布图。每一水质因子分别给出枯水期代表月 2 月和丰水期代表月 6 月的预测结果。

（1）枯水期

枯水年枯水期团滩河支流小河的汇入对团滩河干流的水质影响不大，支流后叶沟的汇入使得各水质因子浓度有所增加，支流帆水河的汇入对水质影响不大。

库区团滩河部分 COD 浓度较小，变化范围为 2.30～8.00mg/L，库尾由于点源的输入以及后叶沟的汇入使得 COD 浓度较高，随着距离的增加，COD 浓度逐渐降低。距坝址 4km 范围内，COD 浓度混合均匀，无水质分层现象。坝址断面处 COD 浓度在 2.30～

2.50mg/L 范围内，整个河段内 COD 浓度均满足III类水(c[COD]＜20mg/L)水质要求。

库区团滩河部分 NH_3-N 浓度较小，变化范围为 0.15～0.50mg/L，库尾由于点源的输入以及后叶沟的汇入使得 NH_3-N 浓度较高。距坝址 4km 范围内，NH_3-N 浓度混合均匀，无水质分层现象。坝址断面处 NH_3-N 浓度范围为 0.15～0.17mg/L，整个河段内 NH_3-N 浓度均满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)水质要求。

库区团滩河部分 TP 浓度较高，变化范围为 0.05～0.11mg/L，库尾来流 TP 浓度较高，超过III类水水质标准，且由于点源的输入以及后叶沟的汇入使得 TP 浓度升高，随着距离的增加，TP 浓度逐渐降低。距坝址 4km 范围内，TP 浓度混合均匀，无水质分层现象。坝址断面处 TP 浓度在 0.05~0.06mg/L 范围内，满足III类水水质标准。整个河段内 TP 浓度均不能满足III类水(c[TP]＜0.05mg/L)水质（湖库）要求。

库区团滩河部分 TN 浓度较小，变化范围为 0.43～0.80mg/L，库尾由于点源的输入以及后叶沟的汇入使得 TN 浓度稍有增加。距坝址 4km 范围内，TN 浓度混合均匀，无水质分层现象。坝址断面处 TN 浓度在 0.43～0.45mg/L 范围内，整个河段内 TN 浓度均满足III类水(c[TN]＜1.0mg/L)水质要求。

总体来说，枯水年枯水期，向阳水库库区除 TP（湖库）超标外，其余水质因子 COD、NH_3-N、TN 均能达到III类水水质要求。

（2）丰水期

枯水年丰水期，团滩河支流小河、后叶沟及帆水河的汇入对团滩河干流的水质影响较小。库尾处由于来流水质较差导致各水质因子浓度较高，且团滩河河段水质有明显的分层现象。

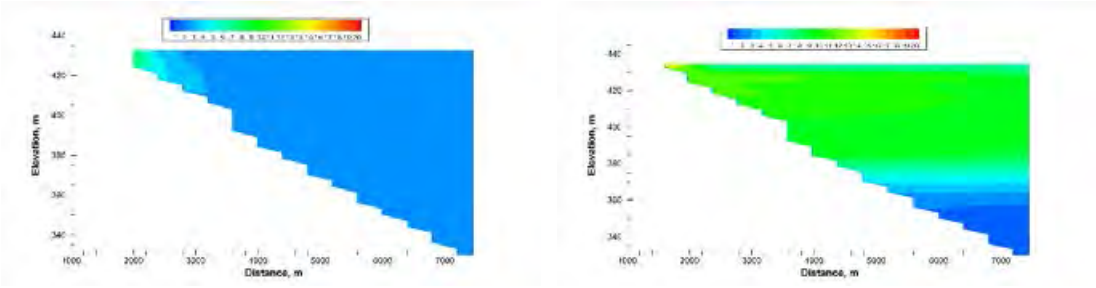
库区团滩河部分 COD 浓度较枯水期有所增加，丰水期 COD 浓度范围为 1.40～16.00mg/L。水平方向上 COD 浓度混合均匀，丰水期出库流量既用于发电，又有泄洪。因此垂向上水面以下 2m~55m 范围内，COD 浓度较高，高于表层及底层水体。表层及底层水体形成回流区，由于水体的自净作用，水质浓度较低。坝址断面处 COD 浓度在 1.40～9.60mg/L 范围内。整个河段内 COD 浓度均满足III类水(c[COD]＜20mg/L)水质要求。

库区团滩河部分 NH_3-N 浓度较小，变化范围为 0.13～0.30mg/L。水平方向上 NH_3-N 浓度总体上混合均匀，库尾处来流水质浓度较高，垂向上水面以下 50m~55m 范围内，NH_3-N 浓度较高。坝址断面处 NH_3-N 浓度范围为 0.13～0.22mg/L。整个河段内 NH_3-N 浓度均满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)水质要求。

库区团滩河部分 TP 浓度较高，变化范围为 0.04～0.16mg/L，TP 分布规律与 COD 分布规律相似。水平方向上 TP 浓度混合均匀，丰水期出库流量既用于发电，又有泄洪。因此垂向上水面以下 5m~55m 范围内，TP 浓度较高，高于表层及底层水体。表层及底层水体形成回流区，由于水体的自净作用，水质浓度较低。坝址断面处 TP 浓度范围为 0.04～0.11mg/L，超过III类水水质标准。整个河段内 TP 浓度均不能满足III类水(c[TP]＜0.05mg/L)水质（湖库）要求。

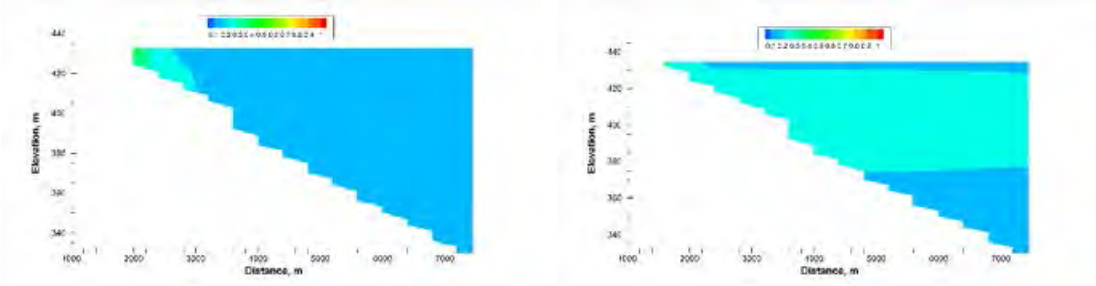
库区团滩河部分 TN 浓度较小，变化范围为 0.30～0.50mg/L，TN 分布规律与 NH_3-N 分布规律相似。水平方向上 TN 浓度混合均匀，库尾来流水质浓度较高。丰水期出库流量既用于发电，又有泄洪。因此垂向上水面以下 50m~70m 范围内，TN 浓度较高。坝址断面处 TN 浓度在 0.30～0.42mg/L 范围内。整个河段内 TN 浓度均满足III类水(c[TN]＜1.0mg/L)水质要求。

总体来说，枯水年丰水期，向阳水库库区除 TP（湖库）超标外，其余水质因子 COD、NH_3-N、TN 均能达到III类水水质要求。



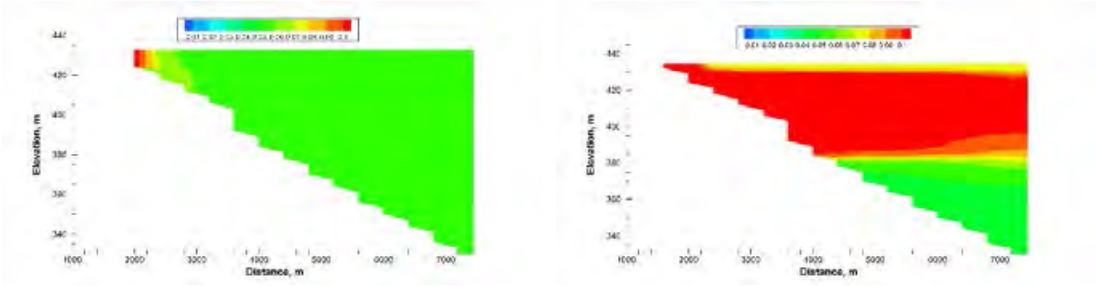
(a) 枯水期　　(b) 丰水期

图 6.4-11　库区团滩河上游河段枯水年典型水期 COD 立面二维分布



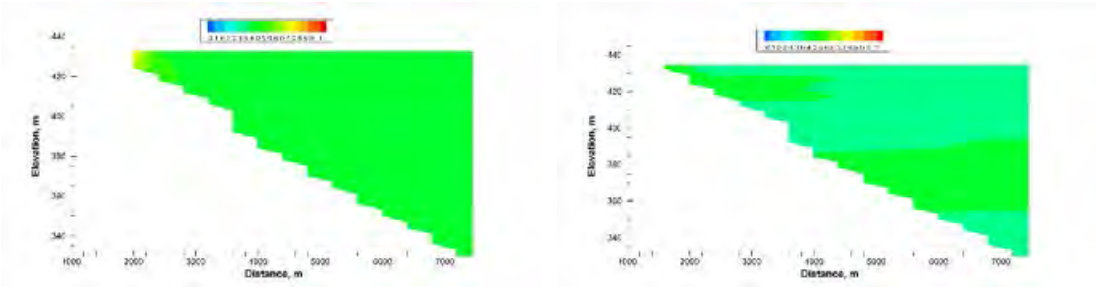
(a) 枯水期　　(b) 丰水期

图 6.4-12　库区团滩河上游河段枯水年典型水期 NH_3-N 立面二维分布



(a) 枯水期　　(b) 丰水期

图 6.4-13　库区团滩河上游河段枯水年典型水期 TP 立面二维分布



(a) 枯水期　　(b) 丰水期

图 6.4-14　库区团滩河上游河段枯水年典型水期 TN 立面二维分布

6.4.2.3.4 出入库水质对比分析

（1）丰水年

如表 6.4-23 所示，丰水年，出入库 COD 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 9 月和 10 月出库 COD 浓度较入库 COD 浓度高以外，其余月份出库 COD 浓度较入库均有所降低；出入库 NH_3-N 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 6 月、9 月、10 月和 11 月出库 NH_3-N 浓度较入库增加外，其余月份出库 NH_3-N 浓度较入库均有所降低；入库 TP 浓度在 1 月~2 月、6 月~8 月及 12 月超过III类水水质（湖库）标准，出库 TP 浓度仅在 5 月达到III类水水质标准，其余月份 TP 浓度均超过III类水水质标准。其中，除 3 月~5 月及 9 月~11 月出库 TP 浓度较入库有所增加外，其余月份出库 TP 浓度较入库均有所降低，且 9 月~11 月变化率较大，均超过 100%；出入库 TN 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 6 月出库 TN 浓度较入库有所增加外，其余月份 TN 浓度较入库均有所降低。

表 6.4-23　丰水年入流断面与出流断面水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	入库	mg/L	15	0.352	0.159	0.500
	出库	mg/L	2.764	0.140	0.060	0.363
	变化率	%	**-81.58**	**-60.10**	**-62.13**	**-27.47**
2	入库	mg/L	15	0.352	0.159	0.500

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
	出库	mg/L	3.371	0.171	0.065	0.378
	变化率	%	**-77.53**	**-51.42**	**-59.12**	**-24.40**
3	入库	mg/L	18	0.362	0.033	0.730
	出库	mg/L	5.153	0.233	0.063	0.463
	变化率	%	**-71.37**	**-35.77**	**90.91**	**-36.64**
4	入库	mg/L	18	0.362	0.033	0.730
	出库	mg/L	8.827	0.290	0.055	0.556
	变化率	%	**-50.96**	**-19.89**	**65.15**	**-23.90**
5	入库	mg/L	18	0.362	0.033	0.730
	出库	mg/L	13.444	0.320	0.046	0.626
	变化率	%	**-25.31**	**-11.60**	**37.88**	**-14.32**
6	入库	mg/L	16	0.227	0.148	0.390
	出库	mg/L	11.979	0.264	0.072	0.501
	变化率	%	**-25.13**	**16.24**	**-51.08**	**28.46**
7	入库	mg/L	16	0.227	0.148	0.390
	出库	mg/L	10.165	0.207	0.112	0.376
	变化率	%	**-36.47**	**-8.73**	**-24.66**	**-3.56**
8	入库	mg/L	16	0.227	0.148	0.390
	出库	mg/L	10.634	0.197	0.113	0.364
	变化率	%	**-33.53**	**-13.15**	**-23.32**	**-6.74**
9	入库	mg/L	4	0.118	0.020	0.470
	出库	mg/L	6.791	0.173	0.085	0.394
	变化率	%	**69.76**	**46.61**	**325.00**	**-16.28**
10	入库	mg/L	4	0.118	0.020	0.470
	出库	mg/L	4.799	0.157	0.076	0.416
	变化率	%	**19.96**	**33.05**	**280.00**	**-11.60**
11	入库	mg/L	4	0.118	0.020	0.470
	出库	mg/L	3.534	0.141	0.067	0.398
	变化率	%	**-11.65**	**19.49**	**235.00**	**-15.32**
12	入库	mg/L	15	0.352	0.159	0.500
	出库	mg/L	2.848	0.133	0.061	0.376
	变化率	%	**-81.01**	**-62.22**	**-61.64**	**-24.80**

（2）平水年

如表 6.4-24 所示，平水年，出入库 COD 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 9 月出库 COD 浓度较入库 COD 浓度高以外，其余月份出库 COD 浓度较入库均有所降低；出入库 NH_3-N 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 6~7 月、9 月~11 月出库 NH_3-N 浓度较入库增加外，其余月份出库 NH_3-N 浓度较入库均有所降低；入库 TP 浓度

在 1 月~2 月、6 月~8 月及 12 月超过III类水水质（湖库）标准，出库 TP 浓度仅在 6 月和 7 月达到III类水水质标准，其余月份 TP 浓度均超过III类水水质标准。其中，除 3 月~5 月及 9 月~11 月出库 TP 浓度较入库有所增加外，其余月份出库 TP 浓度较入库均有所降低，且 9 月~11 月变化率较大，均超过 100%；出入库 TN 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 6 月、7 月、10 月和 11 月出库 TN 浓度较入库有所增加外，其余月份 TN 浓度较入库均有所降低。

表 6.4-24　平水年入流断面与出流断面水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	入库	mg/L	15	0.352	0.159	0.500
	出库	mg/L	3.069	0.155	0.060	0.419
	变化率	%	**-79.54**	**-55.97**	**-62.26**	**-16.20**
2	入库	mg/L	15	0.352	0.159	0.500
	出库	mg/L	2.785	0.153	0.057	0.396
	变化率	%	**-81.43**	**-56.53**	**-64.15**	**-20.80**
3	入库	mg/L	18	0.362	0.033	0.730
	出库	mg/L	2.519	0.150	0.056	0.386
	变化率	%	**-86.01**	**-58.56**	**69.70**	**-47.19**
4	入库	mg/L	18	0.362	0.033	0.730
	出库	mg/L	2.176	0.144	0.055	0.375
	变化率	%	**-87.91**	**-60.12**	**65.61**	**-48.64**
5	入库	mg/L	18	0.362	0.033	0.730
	出库	mg/L	2.128	0.144	0.052	0.369
	变化率	%	**-88.18**	**-60.22**	**56.06**	**-49.45**
6	入库	mg/L	16	0.227	0.148	0.390
	出库	mg/L	7.253	0.232	0.041	0.490
	变化率	%	**-54.67**	**2.04**	**-72.17**	**25.52**
7	入库	mg/L	16	0.227	0.148	0.390
	出库	mg/L	8.156	0.238	0.044	0.492
	变化率	%	**-49.03**	**4.89**	**-70.19**	**26.20**
8	入库	mg/L	16	0.227	0.148	0.390
	出库	mg/L	6.164	0.172	0.075	0.351
	变化率	%	**-61.48**	**-24.45**	**-49.66**	**-10.13**
9	入库	mg/L	4	0.118	0.020	0.470
	出库	mg/L	5.423	0.161	0.071	0.418
	变化率	%	**35.57**	**36.27**	**256.31**	**-11.09**
10	入库	mg/L	4	0.118	0.020	0.470
	出库	mg/L	3.962	0.161	0.067	0.517

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
	变化率	%	**-0.96**	**36.44**	**235.00**	**10.00**
11	入库	mg/L	4	0.118	0.020	0.470
	出库	mg/L	2.916	0.140	0.059	0.471
	变化率	%	**-27.10**	**18.64**	**195.00**	**0.21**
12	入库	mg/L	15	0.352	0.159	0.500
	出库	mg/L	2.898	0.143	0.058	0.442
	变化率	%	**-80.68**	**-59.38**	**-63.52**	**-11.60**

（3）枯水年

如表 6.4-25 所示，枯水年，出入库 COD 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 9 月和 10 月出库 COD 浓度较入库 COD 浓度高以外，其余月份出库 COD 浓度较入库均有所降低；出入库 NH_3-N 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 6 月、9 月~11 月 NH_3-N 浓度较入库增加外，其余月份出库 NH_3-N 浓度较入库均有所降低；入库 TP 浓度在 1 月~2 月、6 月~8 月及 12 月超过III类水水质（湖库）标准，出库 TP 浓度仅在 5 月和 6 月达到III类水水质标准，其余月份 TP 浓度均超过III类水水质标准。其中，除 3 月~5 月及 9 月~11 月出库 TP 浓度较入库有所增加外，其余月份出库 TP 浓度较入库均有所降低，且 9 月~11 月变化率较大，均超过 100%；出入库 TN 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 3 月、6 月~7 月及 10 月~11 月出库 TN 浓度较入库有所增加外，其余月份 TN 浓度较入库均有所降低。

表 6.4-25　枯水年入流断面与出流断面水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	入库	mg/L	15	0.352	0.159	0.500
	出库	mg/L	2.570	0.161	0.055	0.466
	变化率	%	**-82.87**	**-54.26**	**-65.41**	**-6.80**
2	入库	mg/L	15	0.352	0.159	0.500
	出库	mg/L	2.322	0.158	0.053	0.439
	变化率	%	**-84.52**	**-55.11**	**-66.67**	**-12.30**
3	入库	mg/L	18	0.362	0.033	0.383
	出库	mg/L	2.171	0.159	0.052	0.429
	变化率	%	**-87.94**	**-56.22**	**57.58**	**12.03**
4	入库	mg/L	18	0.362	0.033	0.730
	出库	mg/L	1.968	0.156	0.051	0.421
	变化率	%	**-89.07**	**-57.04**	**54.55**	**-42.33**
5	入库	mg/L	18	0.362	0.033	0.730
	出库	mg/L	1.835	0.153	0.049	0.410
	变化率	%	**-89.81**	**-57.73**	**46.97**	**-43.84**

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
6	入库	mg/L	16	0.227	0.148	0.390
	出库	mg/L	7.335	0.230	0.047	0.507
	变化率	%	**-54.16**	**1.41**	**-68.28**	**29.88**
7	入库	mg/L	16	0.227	0.148	0.390
	出库	mg/L	8.458	0.213	0.081	0.437
	变化率	%	**-47.14**	**-6.15**	**-45.05**	**11.98**
8	入库	mg/L	16	0.227	0.148	0.390
	出库	mg/L	6.746	0.183	0.091	0.373
	变化率	%	**-57.84**	**-19.60**	**-38.85**	**-4.36**
9	入库	mg/L	4	0.118	0.020	0.470
	出库	mg/L	5.374	0.173	0.077	0.386
	变化率	%	**34.34**	**46.76**	**284.92**	**-17.85**
10	入库	mg/L	4	0.118	0.020	0.470
	出库	mg/L	4.103	0.182	0.066	0.535
	变化率	%	**2.57**	**54.24**	**230.00**	**13.83**
11	入库	mg/L	4	0.118	0.020	0.470
	出库	mg/L	3.236	0.169	0.060	0.541
	变化率	%	**-19.11**	**43.22**	**200.00**	**15.11**
12	入库	mg/L	15	0.352	0.159	0.500
	出库	mg/L	2.743	0.160	0.056	0.499
	变化率	%	**-81.71**	**-54.55**	**-64.78**	**-0.20**

6.4.2.3.5 帆水河汇口以上库中断面与出库断面水质对比分析

（1）丰水年

如表 6.4-26 所示，丰水年，库中断面及出库断面 COD 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 4 月~6 月、8 月及 10 月~12 月出库 COD 浓度较库中断面 COD 浓度高以外，其余月份出库 COD 浓度较库中断面均有所降低；库中断面及出库断面 NH_3-N 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 4 月~6 月、8 月及 10 月~12 月出库 NH_3-N 浓度较库中断面增加外，其余月份出库 NH_3-N 浓度均有所降低；库中断面与出库断面 TP 浓度仅在 5 月达到III类水水质标准，其余月份均不能达到III类水水质（湖库）标准，其中，除 2 月~3 月及 7 月~8 月出库 TP 浓度较入库有所增加外，其余月份出库 TP 浓度均有所降低或不变；库中断面及出库断面 TN 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 2 月、4 月~6 月、8 月及 10 月~12 月出库 TN 浓度较库中断面有所增加外，其余月份 TN 浓度较均有所降低。

表 6.4-26 丰水年库中断面与出流断面水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	库中	mg/L	2.809	0.141	0.061	0.364
	出库	mg/L	2.764	0.140	0.060	0.363
	变化率	%	**-1.62**	**-0.62**	**-1.16**	**-0.30**
2	库中	mg/L	3.406	0.173	0.065	0.378
	出库	mg/L	3.371	0.171	0.065	0.378
	变化率	%	**-1.04**	**-1.13**	**0.65**	**0.01**
3	库中	mg/L	5.250	0.234	0.063	0.465
	出库	mg/L	5.153	0.233	0.063	0.463
	变化率	%	**-1.84**	**-0.51**	**0.40**	**-0.48**
4	库中	mg/L	7.693	0.269	0.058	0.531
	出库	mg/L	8.827	0.290	0.055	0.556
	变化率	%	**14.74**	**7.94**	**-6.36**	**4.64**
5	库中	mg/L	10.173	0.274	0.049	0.547
	出库	mg/L	13.444	0.320	0.046	0.626
	变化率	%	**32.15**	**16.90**	**-7.47**	**14.45**
6	库中	mg/L	11.522	0.247	0.084	0.465
	出库	mg/L	11.979	0.264	0.072	0.501
	变化率	%	**3.97**	**7.01**	**-14.24**	**7.74**
7	库中	mg/L	10.563	0.210	0.107	0.388
	出库	mg/L	10.165	0.207	0.112	0.376
	变化率	%	**-3.77**	**-1.54**	**4.56**	**-3.18**
8	库中	mg/L	9.654	0.193	0.107	0.357
	出库	mg/L	10.634	0.197	0.113	0.364
	变化率	%	**10.16**	**2.16**	**5.65**	**1.89**
9	库中	mg/L	6.899	0.178	0.091	0.403
	出库	mg/L	6.791	0.173	0.085	0.394
	变化率	%	**-1.57**	**-2.74**	**-6.29**	**-2.36**
10	库中	mg/L	4.785	0.155	0.076	0.411
	出库	mg/L	4.799	0.157	0.076	0.416
	变化率	%	**0.27**	**1.42**	**-0.06**	**1.20**
11	库中	mg/L	3.522	0.140	0.067	0.395
	出库	mg/L	3.534	0.141	0.067	0.398
	变化率	%	**0.33**	**1.03**	**0.00**	**0.64**
12	库中	mg/L	2.831	0.133	0.061	0.374
	出库	mg/L	2.848	0.133	0.061	0.376
	变化率	%	**0.61**	**0.26**	**-0.27**	**0.49**

（2）平水年

如表 6.4-27 所示，平水年，库中断面及出库断面 COD 浓度均能达到III类水水质要

求，其中，除 1 月、7 月及 10 月~12 月出库 COD 浓度较库中断面 COD 浓度高以外，其余月份出库 COD 浓度较库中断面均有所降低或保持不变；库中断面及出库断面 NH_3-N 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 1 月、7 月及 10 月~12 月出库 NH_3-N 浓度较库中断面增加外，其余月份出库 NH_3-N 浓度均有所降低；库中断面 TP 浓度仅在 5 月~6 月达到III类水水质标准，出库 TP 浓度仅在 6 月~7 月达到III类水水质标准，其余月份 TP 浓度均不能达到III类水水质（湖库）标准。其中，除 1 月、3 月~5 月及 10~12 月出库 TP 浓度有所增加外，其余月份出库 TP 浓度均有所降低；库中断面及出库断面 TN 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 1 月、3 月、7 月~8 月及 10 月~12 月出库 TN 浓度较库中断面有所增加外，其余月份 TN 浓度较均有所降低。

表 6.4-27 平水年库中断面与出流断面水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	库中	mg/L	3.028	0.154	0.059	0.417
	出库	mg/L	3.069	0.155	0.060	0.419
	变化率	%	**1.35**	**0.75**	**1.11**	**0.38**
2	库中	mg/L	2.861	0.155	0.058	0.398
	出库	mg/L	2.785	0.153	0.057	0.396
	变化率	%	**-2.66**	**-1.29**	**-1.72**	**-0.44**
3	库中	mg/L	2.537	0.151	0.056	0.384
	出库	mg/L	2.519	0.150	0.056	0.386
	变化率	%	**-0.71**	**-0.88**	**0.18**	**0.50**
4	库中	mg/L	3.954	0.175	0.052	0.415
	出库	mg/L	2.176	0.144	0.055	0.375
	变化率	%	**-44.96**	**-17.59**	**6.12**	**-9.66**
5	库中	mg/L	7.766	0.232	0.045	0.497
	出库	mg/L	2.128	0.144	0.052	0.369
	变化率	%	**-72.60**	**-37.98**	**14.20**	**-25.73**
6	库中	mg/L	8.156	0.234	0.047	0.491
	出库	mg/L	7.253	0.232	0.041	0.490
	变化率	%	**-11.08**	**-0.99**	**-12.02**	**-0.24**
7	库中	mg/L	7.874	0.206	0.069	0.417
	出库	mg/L	8.156	0.238	0.044	0.492
	变化率	%	**3.58**	**15.77**	**-36.32**	**17.98**
8	库中	mg/L	7.282	0.178	0.086	0.346
	出库	mg/L	6.164	0.172	0.075	0.351
	变化率	%	**-15.35**	**-3.57**	**-12.98**	**1.23**
9	库中	mg/L	5.487	0.169	0.079	0.437
	出库	mg/L	5.423	0.161	0.071	0.418
	变化率	%	**-1.18**	**-4.94**	**-9.51**	**-4.39**

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
10	库中	mg/L	3.892	0.155	0.066	0.503
	出库	mg/L	3.962	0.161	0.067	0.517
	变化率	%	**1.78**	**3.87**	**2.29**	**2.72**
11	库中	mg/L	2.904	0.140	0.059	0.469
	出库	mg/L	2.916	0.140	0.059	0.471
	变化率	%	**0.40**	**0.36**	**0.17**	**0.47**
12	库中	mg/L	2.810	0.142	0.058	0.440
	出库	mg/L	2.898	0.143	0.058	0.442
	变化率	%	**3.11**	**0.89**	**0.82**	**0.46**

（3）枯水年

如表 6.4-28 所示，枯水年，库中断面及出库断面 COD 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 1 月及 10 月~12 月出库 COD 浓度较库中断面 COD 浓度高以外，其余月份出库 COD 浓度较库中断面均有所降低；库中断面及出库断面 NH_3-N 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 1 月、6 月~7 月及 10 月~12 月出库 NH_3-N 浓度较库中断面增加外，其余月份出库 NH_3-N 浓度均有所降低；库中断面 TP 浓度仅在 5 月达到III类水水质标准，出库 TP 浓度仅在 5 月~6 月达到III类水水质标准，其余月份 TP 浓度均超过III类水水质（湖库）标准。其中，除 3 月~4 月及 8 月出库 TP 浓度有所增加外，其余月份出库 TP 浓度均有所降低或保持不变；库中断面及出库断面 TN 浓度均能达到III类水水质要求，其中，除 1 月、6 月~8 月及 10 月~12 月出库 TN 浓度较库中断面有所增加外，其余月份 TN 浓度较均有所降低。

表 6.4-28　枯水年库中断面与出流断面水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	库中	mg/L	2.564	0.161	0.055	0.465
	出库	mg/L	2.570	0.161	0.055	0.466
	变化率	%	**0.24**	**0.10**	**-0.29**	**0.13**
2	库中	mg/L	2.371	0.160	0.053	0.439
	出库	mg/L	2.322	0.158	0.053	0.439
	变化率	%	**-2.08**	**-1.20**	**0.00**	**-0.11**
3	库中	mg/L	2.426	0.168	0.052	0.435
	出库	mg/L	2.171	0.159	0.052	0.429
	变化率	%	**-10.51**	**-5.51**	**0.06**	**-1.54**
4	库中	mg/L	3.529	0.184	0.051	0.458
	出库	mg/L	1.968	0.156	0.051	0.421
	变化率	%	**-44.24**	**-15.30**	**0.57**	**-7.98**
5	库中	mg/L	4.947	0.199	0.049	0.473
	出库	mg/L	1.835	0.153	0.049	0.410

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
	变化率	%	**-62.90**	**-22.95**	**-0.26**	**-13.35**
6	库中	mg/L	8.148	0.220	0.065	0.476
	出库	mg/L	7.335	0.230	0.047	0.507
	变化率	%	**-9.98**	**4.79**	**-28.11**	**6.45**
7	库中	mg/L	8.610	0.205	0.090	0.408
	出库	mg/L	8.458	0.213	0.081	0.437
	变化率	%	**-1.77**	**3.93**	**-9.46**	**7.08**
8	库中	mg/L	7.052	0.185	0.089	0.366
	出库	mg/L	6.746	0.183	0.091	0.373
	变化率	%	**-4.34**	**-1.52**	**1.58**	**1.78**
9	库中	mg/L	5.382	0.177	0.079	0.407
	出库	mg/L	5.374	0.173	0.077	0.386
	变化率	%	**-0.16**	**-1.98**	**-3.07**	**-5.03**
10	库中	mg/L	4.049	0.179	0.068	0.525
	出库	mg/L	4.103	0.182	0.066	0.535
	变化率	%	**1.34**	**1.65**	**-2.40**	**1.99**
11	库中	mg/L	3.218	0.168	0.060	0.538
	出库	mg/L	3.236	0.169	0.060	0.541
	变化率	%	**0.54**	**0.68**	**0.00**	**0.49**
12	库中	mg/L	2.704	0.159	0.056	0.498
	出库	mg/L	2.743	0.160	0.056	0.499
	变化率	%	**1.45**	**0.68**	**-0.27**	**0.26**

6.4.2.3.6 预测年与现状年水质对比分析

根据监测资料及计算结果，对坝址断面现状年及预测枯水年的水质进行对比，对比结果见表 6.4-29。

可以看出，除 TP 外，其余水质因子在现状年与预测年均能达到III类水水质要求；现状年 TP 仅在 6 月超标（湖库），预测年 TP 除在 4 月达标外，其余月份均超标。与现状年相比，预测年 COD 均有不同程度的减小；NH_3-N 在 10 月及 12 月有所增加，且 12 月变化率较大，其余月份 NH_3-N 均有所减小；TP 除 6 月减少外，其余月份均有所增加，说明建库后团滩河富营养化风险增加；TN 除在 2 月稍有增加外，其余月份均有不同程度的减小。总体来看，建库后团滩河河道上游水质发生明显变化，COD、NH_3-N、TN 浓度大体上有所降低，均能达到III类水水质要求，而 TP 浓度增加，按照湖库标准进行评价成为超标因子。

表 6.4-29　坝址断面预测年与现状年水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
2	现状年	mg/L	5.000	0.258	0.013	0.390

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
	预测年	mg/L	2.387	0.161	0.053	0.442
	变化率	%	**-52.27**	**-37.51**	**311.24**	**13.46**
4	现状年	mg/L	16.000	0.255	0.040	0.470
	预测年	mg/L	2.229	0.157	0.049	0.414
	变化率	%	**-86.07**	**-38.42**	**23.16**	**-11.82**
6	现状年	mg/L	14.000	0.306	0.182	0.700
	预测年	mg/L	5.472	0.190	0.056	0.443
	变化率	%	**-60.92**	**-37.79**	**-69.21**	**-36.68**
10	现状年	mg/L	6.000	0.124	0.040	0.710
	预测年	mg/L	3.657	0.166	0.064	0.466
	变化率	%	**-39.05**	**33.96**	**61.14**	**-34.31**
12	现状年	mg/L	4.000	0.052	0.034	1.120
	预测年	mg/L	2.681	0.158	0.056	0.489
	变化率	%	**-32.96**	**204.05**	**65.12**	**-56.31**

6.4.2.5向阳水库库区富营养化预测分析

6.4.2.4.1 评价方法

由水文资料可知，向阳水库库区水体温度。流速也是影响河流、水库富营养化的一个关键因素，通常情况下水库(尤其在下段)的流速都低于 0.2m/s，因此水库更易发生富营养化。经过立面二维模拟预测发现，向阳水库库区水平流速大小在 0~0.10m/s 范围内，垂向流速大小在 0~0.001m/s 范围内，所以有必要对向阳水库进行富营养化分析。

根据《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办[2011]22 号），湖库营养状态评价采用综合营养指数法（TLI（∑），具体步骤为：

采用 0～100 的一系列连续数字对湖泊（水库）营养状态进行分级：

TLI（∑）＜30 贫营养

30≤TLI（∑）≤50 中营养

TLI（∑）＞50 富营养

50＜TLI（∑）≤60 轻度富营养

60＜TLI（∑）≤70 中度富营养

TLI（∑）＞70 重度富营养

综合营养状态指数计算公式如下：

$$\text{TLI（}\sum\text{）} = \sum_{j=1}^{m} W_j \cdot TLI(j)$$

式中：TLI（∑）——综合营养状态指数；

W_j——第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

TLI（j）——代表第 j 种参数的营养状态指数。

以 chla 作为基准参数，则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为：

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^{m} r_{ij}^2}$$

式中：r_{ij}——第 j 种参数与基准参数 chla 的相关系数；

m——评价参数的个数。

中国湖泊（水库）的 chla 与其他参数之间的相关关系r_{ij}及r_{ij}^2见表 6.4-30。

表 6.4-30 中国湖泊（水库）部分参数与 chla 的相关关系r_{ij}及r_{ij}^2值

参数	TP	TN	SD	COD
r_{ij}	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij}^2	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

各项目营养状态指数计算

$$TLI（TP）=10（9.436+1.624\ln TP）$$

$$TLI（TN）=10（5.453+1.694\ln TN）$$

$$TLI（SD）=10（5.118-1.94\ln SD）$$

$$TLI（COD_{Mn}）=10（0.109+2.661\ln COD_{Mn}）$$

式中：chla 单位为 mg/m^3，SD 单位为 m；其他指标单位均为 mg/L。

6.4.2.4.2 评价结果

由于向阳水库为待建项目，现状年未修建向阳水库工程，坝址所在的团滩河为天然河道，从水动力学的角度考虑，团滩河不易发生富营养化。建库后的静水条件下的藻类种类、数量均将发生重大变化，而现阶段尚无法对藻类进行预测，因此无法对叶绿素 a 进行预测。本次研究按照常规的 TP、TN 及 COD_{Mn} 进行富营养化的评价。水库蓄水后，库区回水区流速极小，污染物质不易快速扩散，造成氮、磷等大量营养物质富集，可能会出现富营养化现象。结合库区水质预测结果，对库区丰水年、平水年的 5 月~7 月的营养状况进行评价。

丰水年 5 月，库区 TP 浓度为 0.05mg/L，TN 浓度为 0.48mg/L，COD_{Mn} 浓度为 1.77mg/L，综合营养指数（TLI(∑)为 35.10，属于中营养状态；丰水年 6 月，库区 TP 浓度为 0.07mg/L，

TN 浓度为 0.44mg/L，COD_{Mn} 浓度为 2.02mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 37.30，属于中营养状态；丰水年 7 月，库区 TP 浓度为 0.09mg/L，TN 浓度为 0.39mg/L，COD_{Mn} 浓度为 1.96mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 37.63，属于中营养状态。根据水温预测结果，丰水年 5 月~7 月，水温在 19~26℃范围内，且库区至坝址前流速在 0~0.11m/s 范围内，低于 0.2m/s，适于藻类大量繁殖。

平水年 5 月，库区 TP 浓度为 0.05mg/L，TN 浓度为 0.42mg/L，COD_{Mn} 浓度为 1.24mg/L，综合营养指数（TLI(∑)为 30.47，属于贫营养状态；平水年 6 月，库区 TP 浓度为 0.05mg/L，TN 浓度为 0.43mg/L，COD_{Mn} 浓度为 1.45mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 31.82，属于中营养状态；平水年 7 月，库区 TP 浓度为 0.06mg/L，TN 浓度为 0.39mg/L，COD_{Mn} 浓度为 1.36mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 31.99，属于中营养状态。根据水温预测结果，平水年 5 月~7 月，水温在 19~26℃范围内，且库区至坝址前流速在 0~0.12m/s 范围内，低于 0.2m/s，适于藻类的繁殖。

从水力学条件的角度看，正常蓄水位以下库容为 1.1 亿 m^3，而坝址年径流量为 2.07 亿 m^3，水库年内替换次数为 2 次，库区水流流态为典型的库区型，藻类有大量繁殖的水生生境。

综上所述，向阳水库存在富营养化发生风险，需要加以防控。

6.4.2.6小结

（1）对丰水年、平水年、枯水年向阳库区 COD、NH_3-N、TP 和 TN 的分布规律进行水质预测。预测结果表明，除 TP 超标外，其余水质因子 COD、NH_3-N 和 TN 预测结果满足III类水质要求。与现状年相比，建库后团滩河河道上游水质发生明显变化，COD、NH_3-N、TN 浓度大体上有所降低，而 TP 浓度增加，按照湖库标准进行评价时成为超标因子。

（2）按照常规的方法，通过 TP、TN 及 COD_{Mn} 对库区丰水年及平水年的 5 月~7 月进行富营养化评价发现，在丰水年 5 月~7 月、平水年 5 月~7 月库区均属于中营养状态，但不排除富营养化发生风险，需要加以防控。

6.4.3坝下团滩河水环境影响预测

6.4.3.1入河污染负荷预测

（1）规划水平年入河污染负荷

预测年 COD、NH_3-N、TP、TN 排放量分别为 198.02t/a、16.87t/a、3.40t/a、25.88 t/a。

污染负荷中，COD 与 TP 占比最大的均来源于灌溉回归水污染负荷，分别占各自总污染负荷的 34.45%、47.00%，污染源负荷统计中 NH_3-N 与 TN 占比最大的均来源于城镇生活污染负荷，分别占各自总污染负荷的 48.65%、49.81%。将预测年与现状年的污染负荷情况进行比较，可以知道，团滩河坝下河段的工业污染负荷、农村生活污染负荷 COD、NH_3-N、TP、TN 污染负荷较现状年均有不同程度的减小，其中农村生活污染负荷减小较多，其 COD、NH_3-N、TP、TN 污染负荷较现状年分别减少了 130.02t/a、15.66t/a、1.81t/a、20.39t/a。城镇生活和灌溉回归水污染负荷较现状年有小幅增长，其余污染负荷较现状年基本保持不变。

表 6.4-31　团滩河坝下河段预测年污染负荷综合统计表

污染负荷（t/a）		COD	NH_3-N	TP	TN
预测年点源	城镇生活污染负荷	64.08	8.21	0.90	12.89
	城镇集中排水区污染负荷所占比重(%)	32.36	48.65	26.38	49.81
	工业污染负荷	0.00	0.00	0.00	0.00
	工业污染负荷所占比重(%)	0.00	0.00	0.00	0.00
预测年面源	农村生活污染负荷	59.28	7.14	0.83	9.29
	农村生活污染负荷所占比重(%)	29.94	42.32	24.37	35.91
	禽畜散养污染负荷	6.27	0.33	0.07	0.70
	禽畜散养污染负荷所占比重(%)	3.16	1.96	2.16	2.70
	农田径流污染负荷	0.17	0.03	0.00	0.05
	农田径流污染负荷所占比重(%)	0.08	0.20	0.10	0.20
灌溉回归水	灌溉回归水污染负荷	68.22	1.16	1.60	2.95
	灌溉回归水污染负荷所占比重(%)	34.45	6.86	47.00	11.38
合计		198.02	16.87	3.40	25.88

（2）现状及规划水平年入河污染负荷

团滩河现状及规划水平年入河污染负荷变化情况统计于表 6.4-32。由表中数据可知团滩河在规划水平年能达到“增水不增污”的目标，污染负荷入河量较之现状年有较大幅度减少。

表 6.4-32　现状及规划水平年入河污染负荷变化情况

污染物			COD (t/a)	NH_3-N (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)	污水产生量（万 t/a）
现状年			241.74	28.32	3.44	37.82	207.16
规划年（2030 年）	不实施治污规划	污染负荷	203.50	19.72	3.60	28.25	212.41
		变化率（%）	-15.82	-30.37	4.64	-25.31	
	实施治污规划	污染负荷	198.02	16.87	3.40	25.88	208.76
		变化率（%）	-18.09	-40.43	-1.19	-31.58	

6.4.3.2水质预测数学模型

向阳水库工程实施后坝址处的水质与天然水质过程存在一定的差异，使得水质沿程变化规律与原天然情况也有所不同。纵向一维模型基于质量、能量守恒定律，并考虑水体内部、外界环境等因素的影响与水体自净能力及河岸污染源影响，对水质的模拟具有较高的精度。因此，本项目团滩河河段水质模拟采用纵向一维模型。

水质因子主要有 COD、NH_3-N、TP。各水质因子源汇项只包括水体自净作用下的衰减过程。工农业及生活污染源（含点源和面源）排放对河流水质的影响在模型源项中计入。

6.4.3.3预测工况及计算条件设置

（1）网格划分

采用纵向一维水质模型对向阳水库坝址下游 12.3km 团滩河河道水质过程进行模拟预测，计算过程中团滩河划分为 18 个网格，网格间距 700m 左右。

（2）预测因子及工况

根据团滩河水质与污染源现状分析，坝下团滩河水质影响预测各工况的资料系列选用情况见表 6.4-33。

表 6.4-33　团滩河流域水质影响预测工况

方案	水库运行方式及水文条件	入流水质	污染源	数学模型	水质预测因子
1	向阳水库典型丰水年（P=20%）出库流量	采用向阳水库下泄水质过程	下游河道考虑两岸主要点源及面源影响	采用纵向一维水质模型	COD NH_3-N TP
2	向阳水库典型平水年（P=50%）出库流量				
3	向阳水库典型枯水年（P=75%）出库流量				

（3）模型参数及边界条件

污染物降解系数确定 COD 取 0.1（1/d），NH_3-N 取 0.08（1/d），TP 降解系数取 0.0018（1/d），TN 降解系数取 0.0018（1/d）。

（4）来流流量及水质

向阳坝址下游河段部分，上游入流边界（即向阳坝址），采用向阳水库下泄水质过程，见表 6.4-34 至表 6.4-36 所示。可以看出，向阳水库各典型年下泄水质较好，能达到III类水水质标准。

表 6.4-34　丰水年上游水质边界计算设定表

计算区段	水质边界名称	月份	COD	NH_3-N	TP
坝址至江口镇汇口	坝址处下泄断面	1 月	2.63	0.12	0.06
		2 月	3.16	0.14	0.06
		3 月	4.75	0.17	0.06

		4 月	8.40	0.23	0.05
		5 月	13.29	0.30	0.04
		6 月	11.89	0.25	0.07
		7 月	10.11	0.20	0.11
		8 月	10.62	0.19	0.11
		9 月	6.73	0.17	0.08
		10 月	4.72	0.15	0.07
		11 月	3.45	0.13	0.07
		12 月	2.74	0.12	0.06

表 6.4-35 平水年上游水质边界计算设定表

计算区段	水质边界名称	月份	COD	NH_3-N	TP
坝址至江口镇汇口	坝址处下泄断面	1 月	8.4	0.4	0.07
		2 月	8.4	0.4	0.07
		3 月	8.4	0.4	0.07
		4 月	14	0.25	0.135
		5 月	14	0.25	0.135
		6 月	14	0.25	0.135
		7 月	14	0.25	0.135
		8 月	14	0.25	0.135
		9 月	14	0.25	0.135
		10 月	8.4	0.4	0.07
		11 月	8.4	0.4	0.07
		12 月	8.4	0.4	0.07

表 6.4-36 枯水年上游水质边界计算设定表

计算区段	水质边界名称	月份	COD	NH_3-N	TP
坝址至江口镇汇口	坝址处下泄断面	1 月	2.44	0.14	0.053
		2 月	2.18	0.13	0.050
		3 月	2.02	0.13	0.049
		4 月	1.82	0.13	0.047
		5 月	1.68	0.12	0.045
		6 月	7.13	0.20	0.043
		7 月	8.36	0.20	0.079
		8 月	6.67	0.17	0.089
		9 月	5.25	0.15	0.074
		10 月	4.00	0.17	0.065
		11 月	3.14	0.15	0.058
		12 月	2.63	0.14	0.054

6.4.3.4水质预测

（1）江口镇汇口断面水质预测分析

如图 6.4-13 至图 6.4-15 所示，江口镇汇口断面距向阳坝址 12.3km，降雨集中在 4 月~11 月，水质因子主要受来流影响。COD 浓度丰水年在 3 月到 5 月有上升趋势，5 月

到 8 月维持在 8mg/L 左右，8 月到 10 月下降，最后维持在 2.7mg/L 左右；平水年 1 月到 5 月维持在 2.4mg/L，6 月到 7 月上升最高达 6.6mg/L，随后缓慢下降，最后维持在 2.4mg/L 左右；枯水年与平水年趋势相同，最高点浓度达 5.8mg/L。NH_3-N 丰水年、平水年、枯水年趋势相同且全年维持在 0.17mg/L~0.25mg/L 之间。TP 丰水年、平水年、枯水年趋势相同，1 月~5 月逐月降低，随后上升，在 7 月到 8 月达到最大值，随后下降，10 月到 12 月维持在 0.07mg/L 左右，其丰水年最大值为 0.109mg/L，平水年最大值为 0.071mg/L，枯水年最大值为 0.088mg/L。各工况下 COD、NH_3-N、TP 全年均满足III类水水质标准。

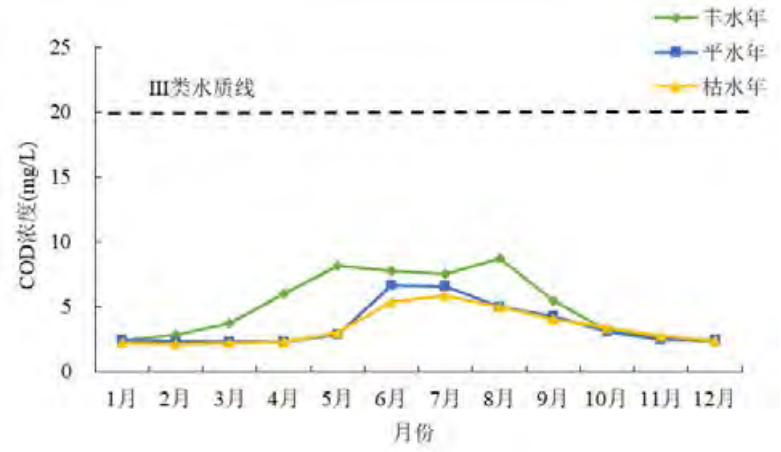


图 6.4-13　江口镇汇口断面 COD 浓度年际变化图

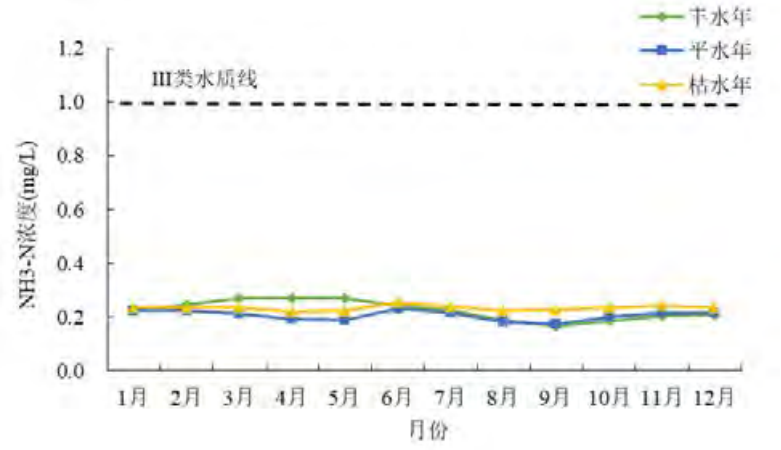


图 6.4-14　江口镇汇口断面 NH_3-N 浓度年际变化图

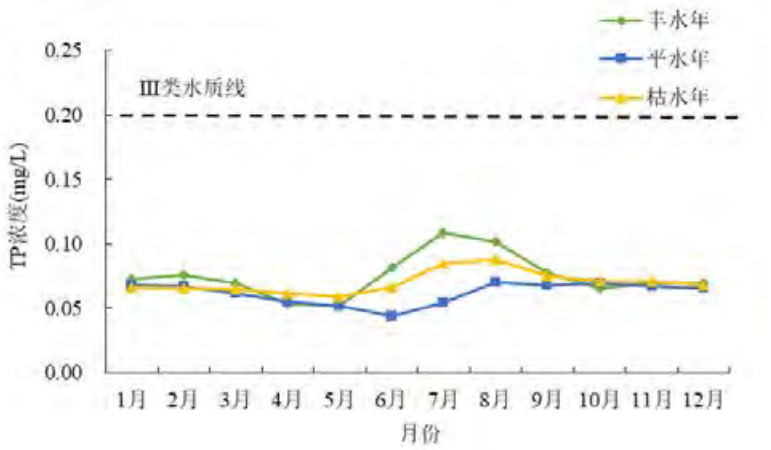


图 6.4-15　江口镇汇口断面 TP 浓度年际变化图

（1）典型水期沿程水质预测分析

①丰水年

如图 6.4-16 至图 6.4-18 所示，各水质因子浓度均呈沿程降低的趋势，在距坝址 6.1km 左右，由于团滩污水处理厂点源汇入，浓度局部增加。COD 丰水期从 10.32mg/L 降低到 8.55mg/L，在点源汇入处浓度增加到 8.79mg/L，到汇口断面处浓度降低到 7.51mg/L，枯水期从 4.00mg/L 降低到 3.02mg/L，在点源汇入处浓度增加到 3.77mg/L，到汇口断面处浓度降低到 2.82mg/L；NH_3-N 丰水期从 0.20mg/L 降低到 0.18mg/L，在点源汇入处浓度增加到 0.25mg/L，到汇口断面处浓度降低到 0.22mg/L，枯水期从 0.19mg/L 降低到 0.16mg/L，在点源汇入处浓度增加到 0.31mg/L，到汇口断面处浓度降低到 0.25mg/L；TP 丰水期从 0.112mg/L 降低到 0.107mg/L，在点源汇入处浓度增加到 0.112mg/L，到汇口断面处浓度降低到 0.109mg/L，枯水期 TP 降解不大，点源汇入前，浓度在 0.064mg/L 左右，点源汇入后，浓度在 0.076mg/L 左右。COD、NH_3-N、TP 沿程均满足III类水水质标准。

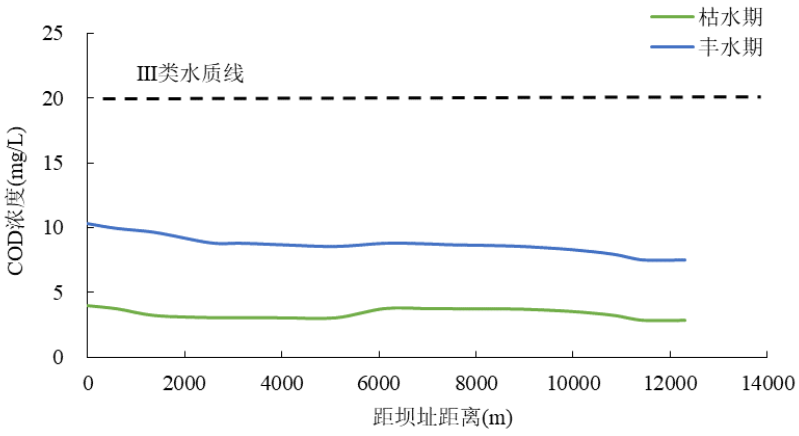


图 6.4-16　丰水年团滩河 COD 沿程浓度变化图

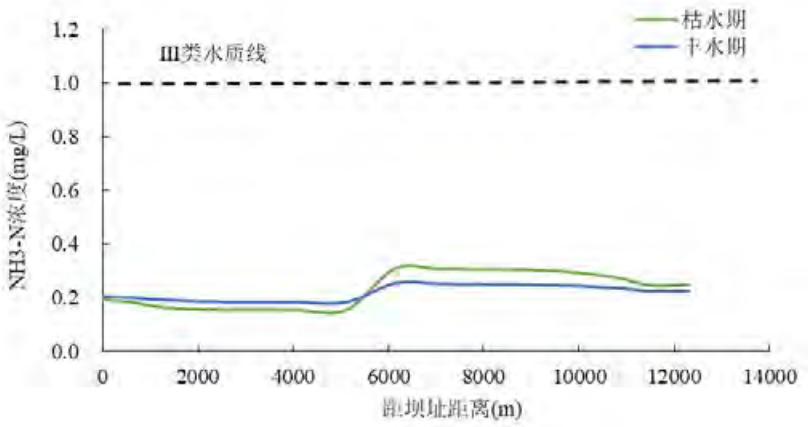


图 6.4-17　丰水年团滩河 NH_3-N 沿程浓度变化图

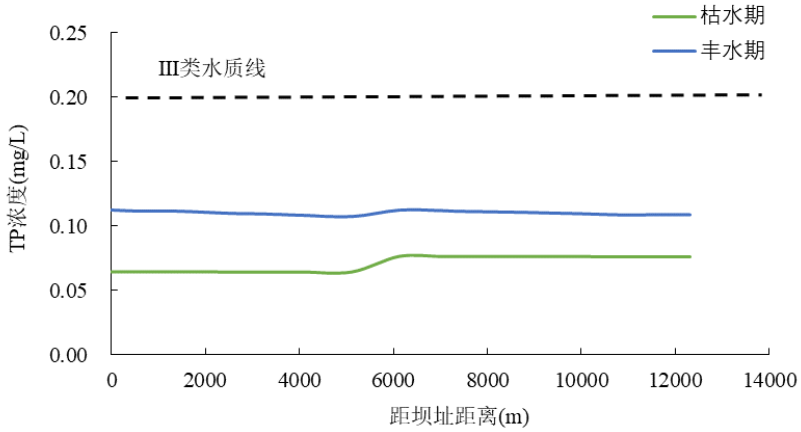


图 6.4-18　丰水年团滩河 TP 沿程浓度变化图

②平水年

如图 6.4-19 至图 6.4-21 所示，各水质因子浓度均呈沿程降低的趋势，在距坝址 6.1km 左右，由于团滩污水处理厂点源汇入，浓度局部增加。COD 丰水期从 7.51mg/L 降低到 6.54mg/L，枯水期从 2.69mg/L 降低到 2.16mg/L，在点源汇入处浓度增加到 2.88mg/L，到汇口断面处浓度降低到 2.28mg/L；NH_3-N 浓度沿程降解不大，丰水期维持在 0.21~0.23mg/L 之间，枯水期从 0.15mg/L 降低到 0.13mg/L，在点源汇入处浓度增加到 0.27mg/L，到汇口断面处浓度降低到 0.22mg/L；TP 浓度沿程变化不大，丰水期维持在 0.053~0.054mg/L 之间，枯水期 TP 降解不大，点源汇入前，浓度在 0.057mg/L 左右，点源汇入后，浓度在 0.067mg/L 左右。COD、NH_3-N、TP 沿程均满足III类水水质标准。

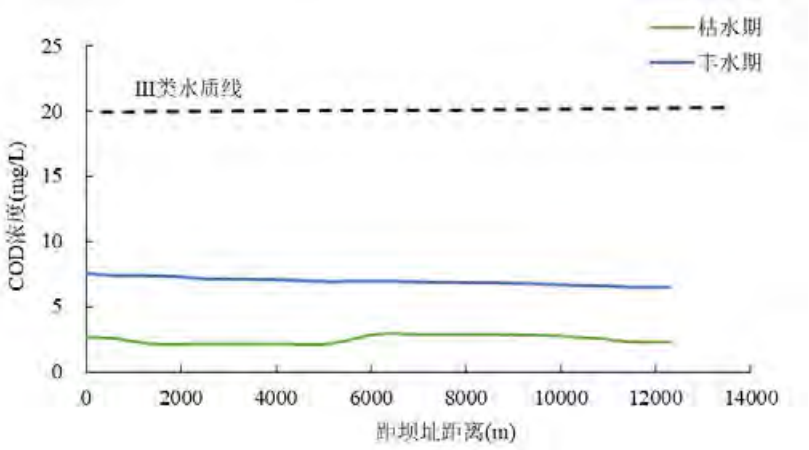


图 6.4-19　平水年团滩河 COD 沿程浓度变化图

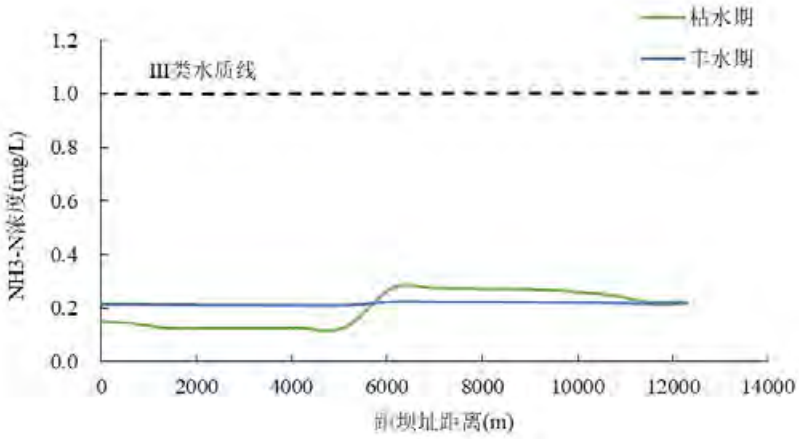


图 6.4-20　平水年团滩河 NH_3-N 沿程浓度变化图

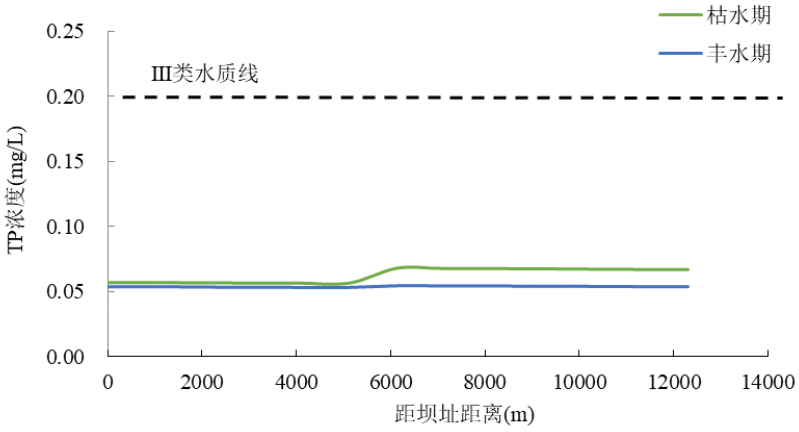


图 6.4-21　平水年团滩河 TP 沿程浓度变化图

③ 枯水年

如图 6.4-22 至图 6.4-24 所示，各水质因子浓度均呈沿程降低的趋势，在距坝址 6.1km 左右，由于团滩污水处理厂点源汇入，浓度局部增加。COD 丰水期从 7.91mg/L 降低到 5.87mg/L，枯水期从 2.27mg/L 降低到 1.86mg/L，在点源汇入处浓度增加到 2.62mg/L，到汇口断面处浓度降低到 2.11mg/L；NH_3-N 丰水期降解不大，点源汇入前，浓度在

0.20mg/L 左右，点源汇入后，浓度在 0.25mg/L 左右，枯水期从 0.16mg/L 降低到 0.14mg/L，在点源汇入处浓度增加到 0.28mg/L，到汇口断面处浓度降低到 0.23mg/L；TP 浓度沿程变化不大，丰水期维持在 0.082~0.086mg/L 之间，枯水期 TP 降解不大，点源汇入前，浓度在 0.053mg/L 左右，点源汇入后，浓度在 0.065mg/L 左右。COD、NH_3-N、TP 沿程均满足III类水水质标准。

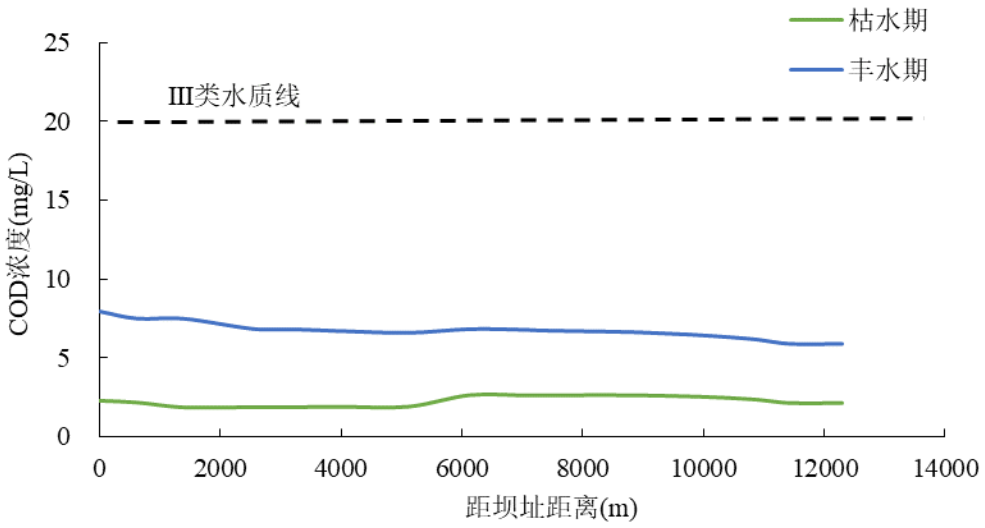


图 6.4-22　枯水年团滩河 COD 沿程浓度变化图

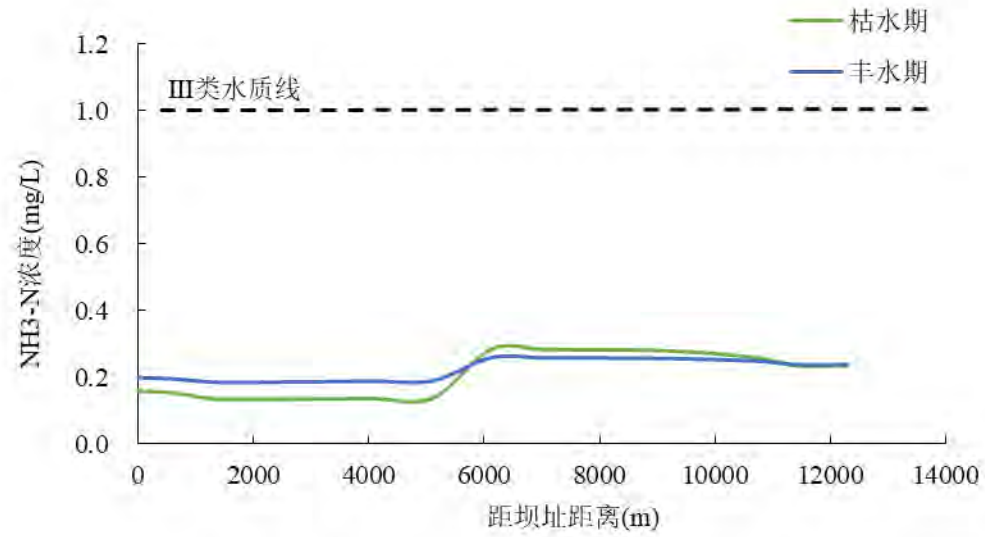


图 6.4-23　枯水年团滩河 NH_3-N 沿程浓度变化图

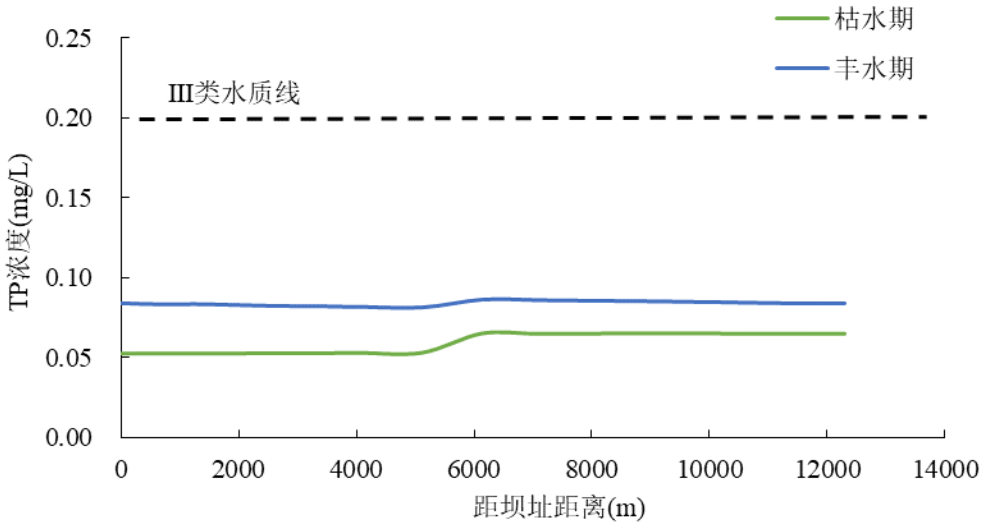


图 6.4-24　枯水年团滩河 TP 沿程浓度变化图

（2）预测年与现状年水质对比分析

根据监测资料及计算结果，对江口镇断面现状枯水年及预测枯水年的水质进行对比，对比结果见表 6.4-37。

可以看出，COD、NH_3-N、TP 在现状年与预测年均能达到Ⅲ类水水质要求。与现状年相比，预测年 COD 均有不同程度的减小；NH_3-N 在 4、6 月增加，其余月份均减小；TP 在 2 月增加较大，在 6 月稍有增加，其余月份均有所减小。总体来看，建库后江口镇断面水质发生明显变化，COD、NH_3-N、TP 浓度大体上有所降低，这说明团滩河坝下河段水质较好。

表 6.4-37　江口镇断面预测年与现状年水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP
2	现状年	mg/L	5	0.515	0.018
	预测年	mg/L	2.11	0.23	0.065
	变化率	%	**-57.76**	**-54.48**	**261.00**
4	现状年	mg/L	13	0.169	0.177
	预测年	mg/L	2.27	0.22	0.061
	变化率	%	**-82.53**	**31.58**	**-65.33**
6	现状年	mg/L	15	0.141	0.06
	预测年	mg/L	5.37	0.25	0.066
	变化率	%	**-64.19**	**79.60**	**9.92**
10	现状年	mg/L	12	0.439	0.08
	预测年	mg/L	3.40	0.24	0.071
	变化率	%	**-71.68**	**-46.42**	**-11.58**
12	现状年	mg/L	8	1.66	0.141

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP
	预测年	mg/L	2.38	0.24	0.068
	变化率	%	**-70.21**	**-85.83**	**-51.98**

6.4.3.5小结

对丰水年、平水年、枯水年团滩河坝下 COD、NH_3-N、TP 的进行水质预测。预测结果表明，预测年 COD、NH_3-N 和 TN 预测结果均满足III类水质要求。与现状年相比，建库后江口镇断面水质发生明显变化，COD、NH_3-N、TP 浓度大体上有所降低。

6.4.4汤溪河水环境影响预测

6.4.4.1入河污染负荷预测

（1）规划水平年入河污染负荷

预测年 COD、NH_3-N、TP、TN 排放量分别为 1469.13t/a、171.46t/a、20.75t/a、273.93t/a。污染负荷主要来自于城镇生活，COD、NH_3-N、TP、TN 分别占总污染负荷的 46.60%、58.37%、38.67%和 64.29%。将预测年与现状年的污染负荷情况进行比较，可以知道，汤溪河的农村生活污染负荷较现状年均有大幅度减小，其 COD、NH_3-N、TP、TN 污染负荷较现状年分别减少了 666.60t/a、80.28t/a、9.31 t/a、106.49t/a。农田径流污染负荷较现状年基本保持不变，工业污染负荷、灌溉回归水污染负荷与城镇生活污染负荷较现状年有较大增长。禽畜散养污染负荷较现状年有小幅增长。

表 6.4-38　汤溪河预测年污染负荷综合统计表

污染负荷(t/a)		COD	NH_3-N	TP	TN
预测年点源	城镇生活污染负荷	684.57	100.08	8.03	176.11
	城镇集中排水区污染负荷所占比重(%)	46.60	58.37	38.67	64.29
	工业污染负荷	0.00	0.00	0.00	0.00
	工业污染负荷所占比重(%)	0.00	0.00	0.00	0.00
预测年面源	农村生活污染负荷	523.72	63.08	7.32	80.11
	农村生活污染负荷所占比重(%)	35.65	36.79	35.25	29.24
	禽畜散养污染负荷	56.86	3.01	0.67	6.33
	禽畜散养污染负荷所占比重(%)	3.87	1.75	3.21	2.31
	农田径流污染负荷	9.77	2.00	0.20	3.00
	农田径流污染负荷所占比重(%)	0.66	1.17	0.96	1.09
灌溉回归水	灌溉回归水污染负荷	194.21	3.30	4.55	8.38
	灌溉回归水污染负荷所占比重(%)	13.22	1.92	21.91	3.06
合计		1469.13	171.46	20.75	273.93

（2）现状及规划水平年入河污染负荷

汤溪河现状及规划水平年入河污染负荷变化情况统计于**错误!未找到引用源。**。由表中数据可知汤溪河在实施水污染防治规划前，NH_3-N 与 TN 指标未达到“增水不增污”的目标，在实施水污染防治规划后，规划水平年能达到“增水不增污”的目标。

表 6.4-39　现状及规划水平年入河污染负荷变化情况

污染物			COD (t/a)	NH_3-N (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)	污水产生量（万 t/a）
现状年			1814.26	219.33	28.27	295.99	905.32
规划年（2030 年）	不实施治污规划	污染负荷	1608.01	247.99	26.17	335.71	1540.06
		变化率(%)	-11.37	13.07	-7.44	13.42	
	实施治污规划	污染负荷	1469.13	171.46	20.75	273.93	1463.41
		变化率(%)	-19.02	-21.82	-26.58	-7.45	

6.4.4.2水质预测数学模型

汤溪河沙市镇至江口镇河段水质预测采用纵向一维水质模型。考虑到三峡水库回水对汤溪河水质的影响，汤溪河江口镇至入江口河段水质模拟采用二维立面模型。

汤溪河河段预测因子主要有 COD、NH_3-N、TP 和 TN。各水质因子源汇项只包括水体自净作用下的衰减过程。

6.4.4.3预测工况及计算条件设置

（1）网格划分

①沙市镇至江口镇河段

采用纵向一维水质模型对沙市镇至江口镇汤溪河 18.7km 河道水质进行模拟预测，计算过程中将其划分为 7 段，每段间距 200m~10km 不等。

②江口镇至长江汇口河段

汤溪河江口镇汇口以下河段水质同时受上游来流水质、团滩河汇入水质、点源及面源污染负荷及三峡库区回水水质影响，采用立面二维水质模型对江口镇下游 56km 汤溪河河段水质过程进行模拟预测，根据断面地形资料构建库区二维计算区域。该河段被划分为 137×52（纵向×垂向）个矩形单元网格，单元纵向尺寸为 400m，垂向尺寸为 2m。

（2）预测因子及工况

根据汤溪河水质与污染源现状分析，汤溪河水质预测因子选择 COD、NH_3-N、TP、TN。分别针对丰水年、平水年、枯水年开展逐月水质预测。

（3）模型参数及边界条件

污染物降解系数确定 COD 取 0.1（1/d），NH_3-N 取 0.08（1/d），TP 降解系数取 0.0018

（1/d），TN 降解系数取 0.0018（1/d）。

（4）边界条件

①沙市镇至江口镇河段

汤溪河沙市镇至江口镇河段各典型年计算边界条件如表 6.4-40~表 6.4-41 所示。

表 6.4-40　各典型年汤溪河沙市镇至江口镇河段来流流量表（单位：m^3/s）

入流量	丰水年	平水年	枯水年
1 月	4.25	4.40	4.40
2 月	3.45	5.20	5.20
3 月	7.09	12.10	12.10
4 月	28.64	16.60	16.60
5 月	44.69	25.90	25.90
6 月	56.32	66.70	66.70
7 月	121.89	63.00	63.00
8 月	142.01	31.90	31.90
9 月	31.50	34.50	34.50
10 月	17.82	23.10	23.10
11 月	10.09	9.20	9.20
12 月	5.71	5.80	5.80

表 6.4-41　汤溪河沙市镇至江口镇河段来流水质浓度（单位：mg/L）

工况 / 月份	丰水年			平水年			枯水年		
	COD	**NH_3-N**	**TP**	**COD**	**NH_3-N**	**TP**	**COD**	**NH_3-N**	**TP**
1 月	9.8	0.096	0.029	9.8	0.096	0.029	9.8	0.096	0.029
2 月	10.0	0.097	0.028	10	0.097	0.028	10.0	0.097	0.028
3 月	9.2	0.095	0.03	9.2	0.095	0.03	9.2	0.095	0.030
4 月	7.7	0.093	0.035	7.7	0.093	0.035	7.7	0.093	0.035
5 月	5.0	0.095	0.034	5.0	0.095	0.034	5.0	0.095	0.034
6 月	4.1	0.091	0.032	4.1	0.091	0.032	4.1	0.091	0.032
7 月	4.0	0.09	0.03	4.0	0.09	0.03	4.0	0.09	0.030
8 月	3.8	0.087	0.022	3.8	0.087	0.022	3.8	0.087	0.022
9 月	5.5	0.092	0.025	5.5	0.092	0.025	5.5	0.092	0.025
10 月	6.0	0.091	0.033	6.0	0.091	0.033	6.0	0.091	0.033
11 月	7.8	0.093	0.035	7.8	0.093	0.035	7.8	0.093	0.035
12 月	9.1	0.095	0.034	9.1	0.095	0.034	9.1	0.095	0.034

②江口镇至长江汇口河段

汤溪河江口镇至长江汇口河段受到汤溪河、团滩河来流及三峡水库回水影响，该河段来流流量如表 6.4-42 至 6.4-44 所示。

表 6.4-42　丰水年汤溪河江口镇至长江汇口河段流量表

	月份	三峡水库回水（m^3/s）	团滩河来流（m^3/s）	汤溪河来流（m^3/s）
丰水年	1 月	6165.85	0.22	4.47
	2 月	6008.00	0.09	3.54
	3 月	7308.02	0.11	7.20
	4 月	10209.65	1.31	29.96
	5 月	13338.53	2.63	47.32
	6 月	20858.53	2.63	58.95
	7 月	26838.03	2.63	124.52
	8 月	19279.84	2.63	144.64
	9 月	14391.74	42.66	74.16
	10 月	13538.99	2.63	20.45
	11 月	10438.88	1.31	11.40
	12 月	6011.65	1.31	7.02

表 6.4-43　平水年汤溪河江口镇至长江汇口河段流量表

	月份	三峡水库回水（m^3/s）	团滩河来流（m^3/s）	汤溪河来流（m^3/s）
平水年	1 月	6165.85	1.31	8.45
	2 月	6008.00	1.31	6.62
	3 月	7308.02	1.31	7.90
	4 月	10209.65	1.31	53.29
	5 月	13338.53	2.63	37.23
	6 月	20858.53	4.84	95.76
	7 月	26838.03	20.05	82.48
	8 月	19279.84	2.63	29.34
	9 月	14391.74	14.54	59.76
	10 月	13538.99	2.63	24.19
	11 月	10438.88	1.31	9.26
	12 月	6011.65	1.31	16.60

表 6.4-44 枯水年汤溪河江口镇至长江汇口河段流量表

	月份	三峡水库回水（m^3/s）	团滩河来流（m^3/s）	汤溪河来流（m^3/s）
枯水年	1 月	6165.85	1.32	4.41
	2 月	6008.00	1.32	5.19
	3 月	7308.02	1.32	12.11
	4 月	10209.65	1.32	16.61
	5 月	13338.53	2.63	25.87
	6 月	20858.53	2.63	66.66
	7 月	26838.03	2.63	63.00
	8 月	19279.84	2.63	31.86
	9 月	14391.74	2.63	34.54
	10 月	13538.99	2.63	23.13
	11 月	10438.88	1.32	9.18
	12 月	6011.65	1.32	5.78

汤溪河江口镇至长江汇口河段水质受到汤溪河、团滩河来流及三峡水库回水影响，汤溪河江口镇至长江汇口河段入流水质浓度如表 6.4-45、表 6.4-46 所示。

污染源按照点源污染和面源污染进行识别。点源部分按城镇生活污水集中排放情况和工业企业废水排放情况设定排污口位置、流量及浓度，相邻点源合并处理；面源部分则根据确定的面源负荷，按照评价河段沿线各乡镇源强分布和区间汇流流量扣除主要支流以外的流量过程，分段、分岸别以线源形式给定，且各月面源负荷按各临近气象站所测降雨量进行分配。

表 6.4-45　汤溪河江口镇至长江汇口河段来流水质浓度（单位：mg/L）

工况 / 月份	丰水年				平水年				枯水年			
	COD	**NH_3-N**	**TP**	**TN**	**COD**	**NH_3-N**	**TP**	**TN**	**COD**	**NH_3-N**	**TP**	**TN**
1 月	1.90	0.13	0.063	1.03	2.03	0.15	0.059	1.03	1.81	0.15	0.058	1.025
2 月	2.31	0.15	0.064	0.93	1.87	0.14	0.058	0.93	1.70	0.15	0.055	0.930
3 月	3.15	0.17	0.057	0.93	1.94	0.15	0.054	0.93	1.77	0.16	0.056	0.930
4 月	5.65	0.20	0.046	0.86	2.08	0.16	0.051	0.86	1.99	0.17	0.055	0.855
5 月	7.96	0.23	0.047	0.09	2.67	0.16	0.048	0.09	2.78	0.18	0.054	0.093
6 月	7.56	0.20	0.077	0.98	6.49	0.21	0.041	0.98	5.16	0.21	0.061	0.980
7 月	7.30	0.18	0.105	0.70	6.38	0.20	0.051	0.70	5.65	0.20	0.080	0.695
8 月	8.64	0.18	0.101	0.75	4.67	0.16	0.068	0.75	4.75	0.19	0.083	0.745
9 月	5.37	0.16	0.076	0.67	4.14	0.15	0.065	0.67	3.82	0.19	0.071	0.665
10 月	2.92	0.15	0.061	0.62	2.78	0.15	0.065	0.62	3.19	0.20	0.067	0.620
11 月	2.25	0.14	0.062	0.68	2.05	0.14	0.059	0.68	2.42	0.17	0.064	0.680
12 月	1.88	0.13	0.061	0.82	2.06	0.15	0.058	0.82	1.99	0.16	0.059	0.820

表 6.4-46　汤溪河江口镇至长江汇口河段三峡回水水质浓度（单位：mg/L）

月份	枯水年			
	COD	NH_3-N	TP	TN
1 月	12.00	0.088	0.090	-
2 月	13.00	0.113	0.102	-
3 月	14.67	0.103	0.089	-
4 月	13.33	0.098	0.090	-
5 月	12.33	0.102	0.097	-
6 月	15.00	0.097	0.051	2.20
7 月	9.67	0.053	0.110	1.74
8 月	13.00	0.093	0.120	2.07
9 月	12.67	0.110	0.127	2.24
10 月	9.67	0.073	0.100	1.43
11 月	15.67	0.127	0.067	2.43
12 月	14.67	0.070	0.053	1.50

6.4.4.4水质预测

（1）沙市镇至江口镇河段水质预测

①沙市镇断面水质预测分析

如图 6.4-25 所示，各典型年 COD 浓度变化趋势大致相同，COD 全年断面平均浓度均在 3.94~9.89mg/L 范围内。各典型年 COD 全年断面平均浓度在 1~2 月内基本无变化，2~7 月 COD 浓度减小，7 月浓度达到最低值，7~12 月浓度增加。各典型年 COD 断面平均浓度在全年内均满足III类水水质要求。

如图 6.4-26 所示，各典型年 NH_3-N 浓度变化趋势大致相同，NH_3-N 全年断面平均浓度均在 0.09~0.10mg/L 范围内。各典型年 NH_3-N 月均浓度及变幅均很小，1~8 月 NH_3-N 浓度逐渐减小，9~10 月无明显变化，10~12 月浓度稍有增加。各典型年 NH_3-N 断面平均浓度在全年内均满足III类水水质要求。

如图 6.4-27 所示，各典型年 TP 浓度变化趋势大致相同，TP 全年断面平均浓度均在 0.02~0.04mg/L 范围内。各典型年 TP 月均浓度及变幅较小，1~4 月 TP 浓度逐渐增加，5~8 月浓度略有减小，8 月浓度达到最低值，9~11 月浓度稍有增加，12 月浓度有所减小。各典型年 TP 断面平均浓度在全年内均满足III类水水质要求。

总体来说，汤溪河沙市镇断面在水体本身的自净作用下，其水质较好，COD、NH_3-N、TP 浓度月均值在全年均能达到III类水水质要求。

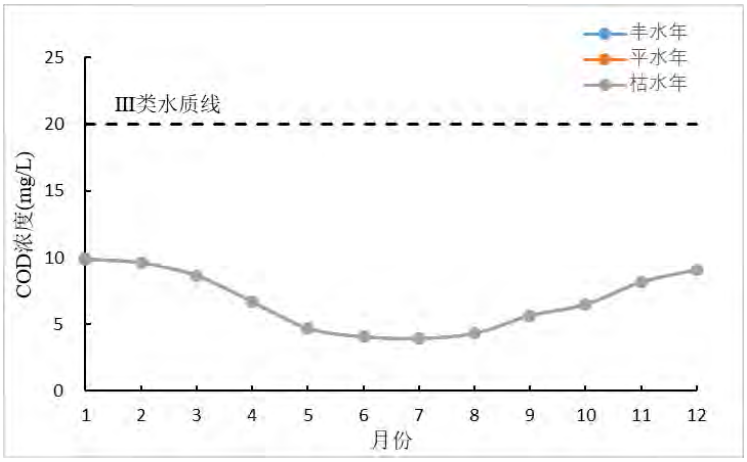


图 6.4-25　沙市镇断面各典型年 COD 年际变化图

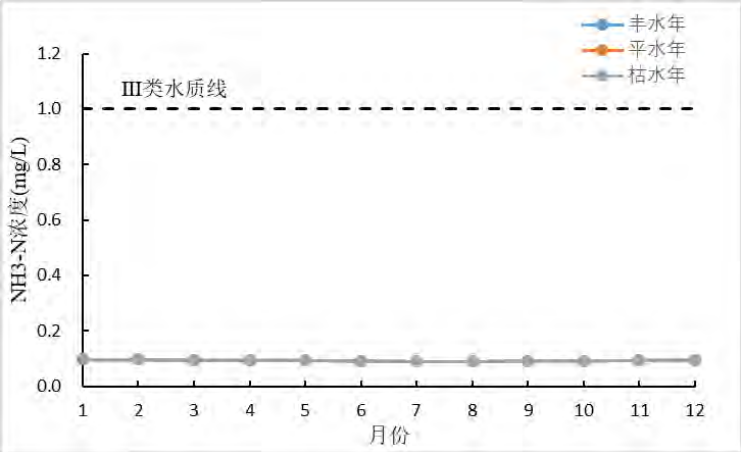


图 6.4-26 沙市镇断面各典型年 NH_3-N 年际变化图

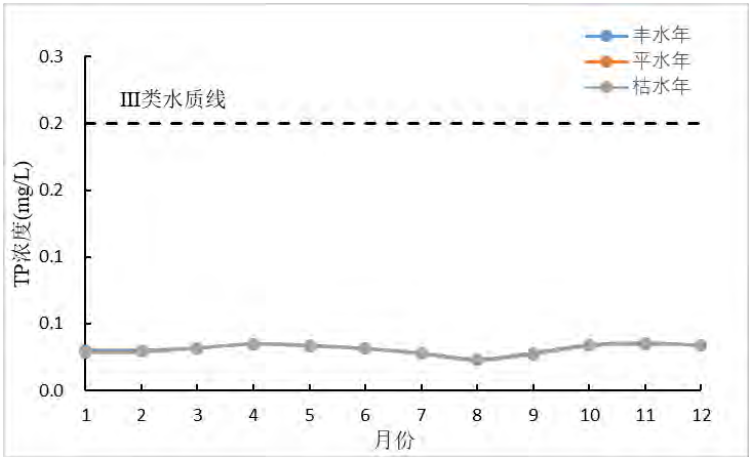


图 6.4-27　沙市镇断面各典型年 TP 年际变化图

②汤溪河江口断面水质预测分析

如图 6.4-28 所示，汤溪河江口断面各典型年水质因子变化差异较沙市镇断面稍明显。各典型年 COD 浓度变化趋势大致相同，丰水年 COD 全年断面平均浓度在 3.92~11.86mg/L 范围内，平水年 COD 全年断面平均浓度在 4.14~10.83mg/L 范围内，枯水年 COD 全年断面平均浓度在 4.19~11.48mg/L 范围内。各典型年 COD 浓度总体上在 1

月~7 月减小，7 月浓度达到最低值，8 月~12 月浓度缓慢增加，但各典型年的 COD 全年断面平均浓度均满足III类水水质要求。

如图 6.4-29 所示，各典型年 NH_3-N 浓度变化趋势相比 COD 和 TP 差异及变幅较大，丰水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.13~0.83mg/L 范围内，平水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.15~0.59mg/L 范围内，枯水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.16~0.72mg/L 范围内。各典型年 NH_3-N 总体上在 1 月~5 月浓度降低，在 6 月或 7 月浓度达到最低值，7 月~12 月浓度增加，但各典型年 NH_3-N 全年断面平均浓度均满足III类水水质要求。

如图 6.4-30 所示，各典型年 TP 浓度变化趋势大致相同，丰水年 TP 全年断面平均浓度在 0.035~0.050mg/L 范围内，平水年 TP 全年断面平均浓度在 0.033~0.069mg/L 范围内，枯水年 TP 全年断面平均浓度在 0.033~0.078mg/L 范围内。各典型年 TP 总体上在 1 月~6 月浓度降低，在 6 月~8 月浓度达到最低值，8 月~12 月浓度增加，但各典型年 TP 全年断面平均浓度均满足III类水水质要求。

总体来说，与沙市镇断面水质浓度相比，各水质因子月均浓度均有所增加，长江来流的污染物输入是汤溪河的主要来源。汤溪河江口断面在水体本身的自净作用下，其水质较好，COD、NH_3-N、TP 月均值在全年均能达到III类水水质要求。

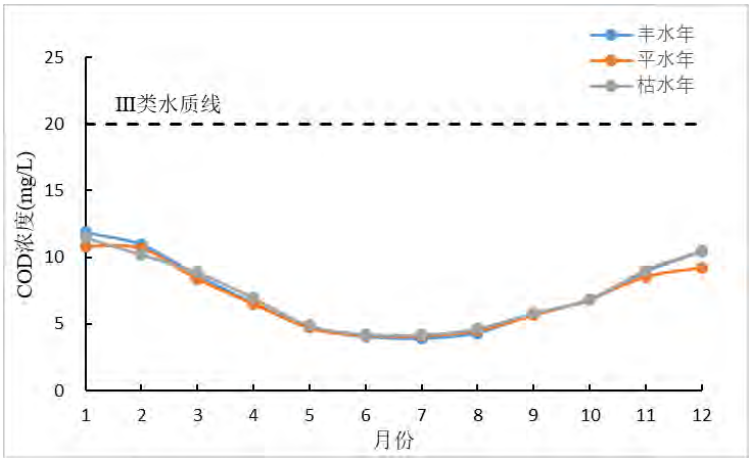


图 6.4-28　汤溪河江口断面各典型年 COD 年际变化图

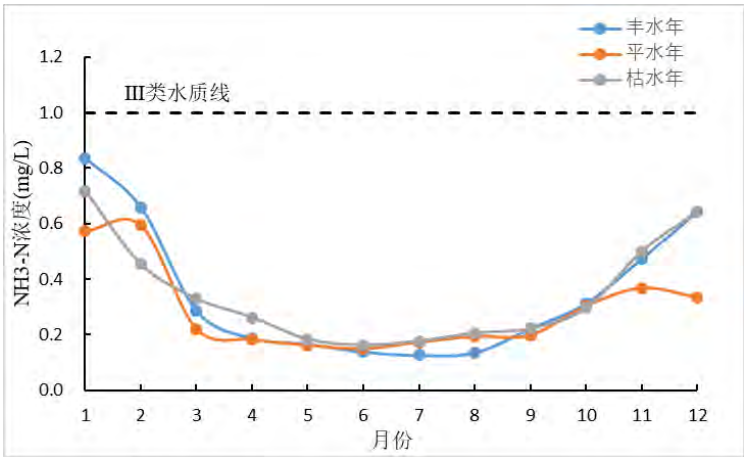


图 6.4-29　汤溪河江口断面各典型年 NH_3-N 年际变化图

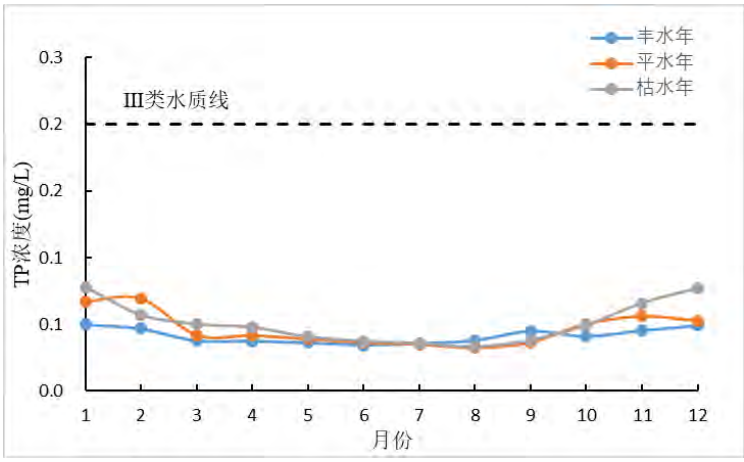


图 6.4-30　汤溪河江口断面各典型年 TP 年际变化图

③沙市镇至江口镇河段沿程水质预测分析

1)丰水年

如图6.4-31所示，丰水年枯水期，COD浓度沿程减少，由9.64mg/L降低到9.47mg/L，经过江口镇后，由于江口镇污水处理厂点源汇入，COD 浓度增加到 10.94mg/L。NH_3-N 和 TP 浓度沿程增加，NH_3-N 由 0.10mg/L 增加到 0.24mg/L，江口镇污水处理厂点源汇入后，NH_3-N 浓度增加到 0.66mg/L，TP 浓度由 0.029mg/L 增加到 0.042mg/L，江口镇污水处理厂点源汇入后，TP 浓度增加到 0.073mg/L。各水质指标均满足III类水水质要求。

丰水年丰水期，各水质因子浓度整体变化趋势不明显，各水质因子浓度较枯水期 2 月均有所降低。COD 浓度在 3.80~4.10mg/L 范围内，NH_3-N 浓度在 0.09~0.11mg/L 范围内，TP 浓度在 0.027~0.037mg/L 范围内。各水质指标均满足III类水水质要求。

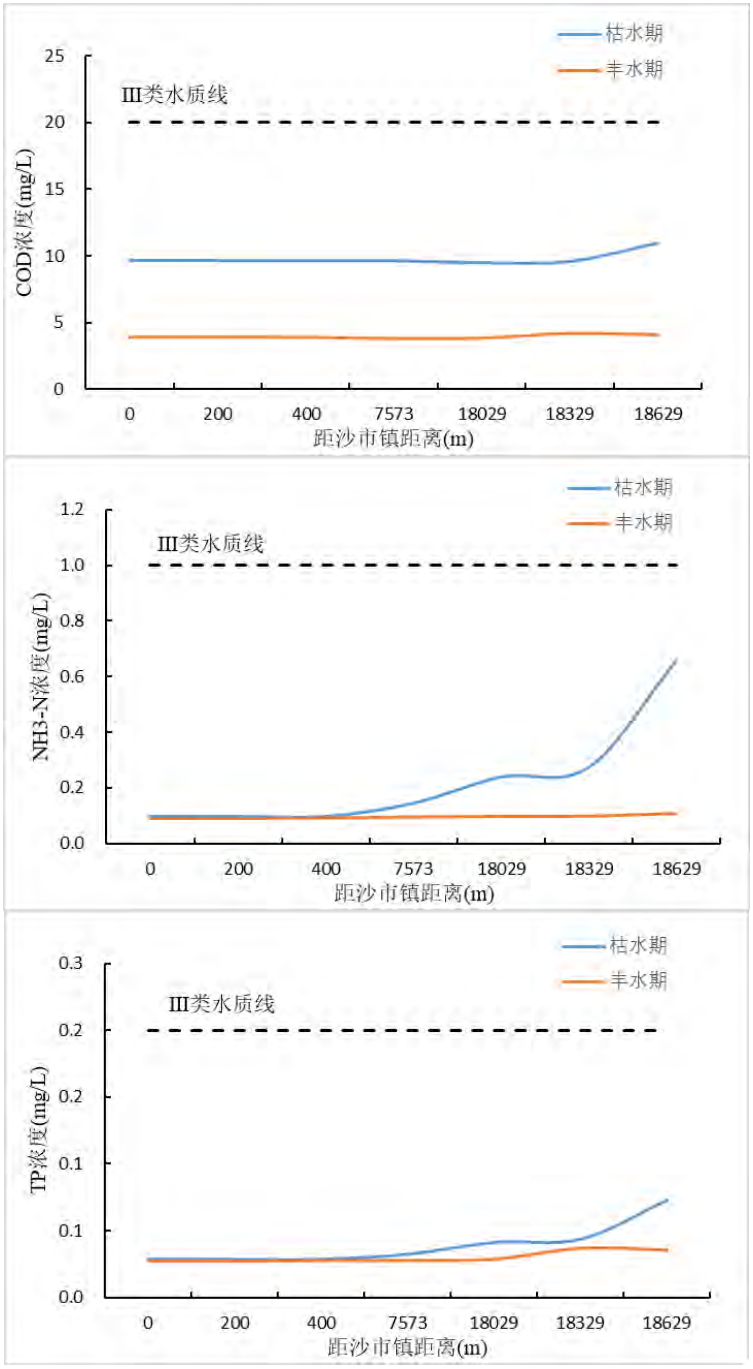


图 6.4-31　汤溪河沙市镇至江口镇河段丰水年主要水质因子浓度沿程分布

2)平水年

如图6.4-32所示，平水年枯水期，COD浓度沿程减少，由9.63mg/L降低到9.43mg/L，经过江口镇后，由于江口镇污水处理厂点源汇入，COD浓度增加到10.68mg/L。NH_3-N和TP浓度沿程增加，NH_3-N由0.10mg/L增加到0.23mg/L，江口镇污水处理厂点源汇入后，NH_3-N浓度增加到0.60mg/L，TP浓度由0.029mg/L增加到0.041mg/L，江口镇污水处理厂点源汇入后，TP浓度增加到0.069mg/L。各水质指标均满足III类水水质要求。

平水年丰水期，COD浓度在3.92~4.14mg/L范围内，NH_3-N和TP浓度沿程增加，

NH_3-N 由 0.09mg/L 增加到 0.17mg/L，TP 浓度由 0.027mg/L 增加到 0.035mg/L。各水质指标均满足III类水水质要求。

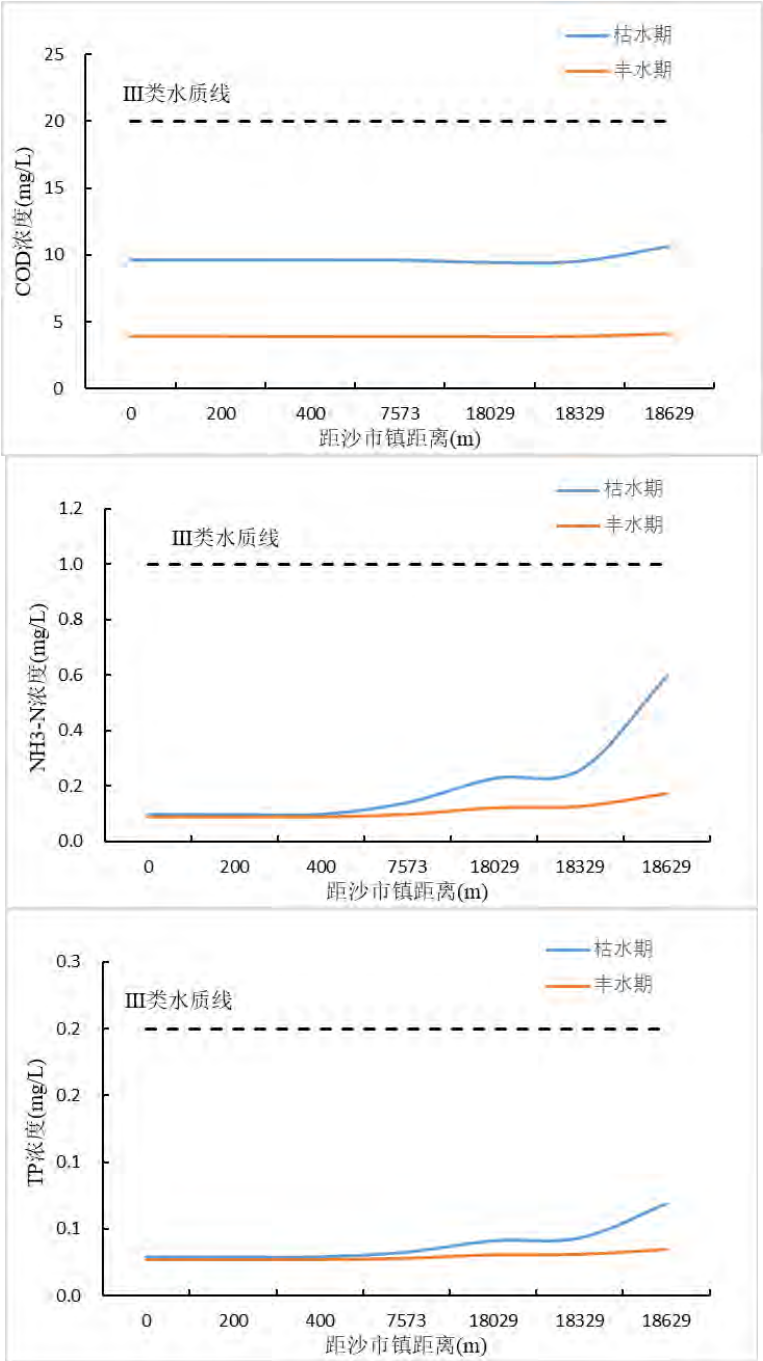


图 6.4-32 汤溪河沙市镇至江口镇河段平水年主要水质因子浓度沿程分布

3)枯水年

如图6.4-33所示，枯水年枯水期，COD浓度沿程减少，由9.62mg/L降低到9.35mg/L，经过江口镇后，由于江口镇污水处理厂点源汇入，COD 浓度增加到 10.19mg/L。NH_3-N 和 TP 浓度沿程增加，NH_3-N 由 0.10mg/L 增加到 0.19mg/L，江口镇污水处理厂点源汇入后，NH_3-N 浓度增加到 0.45mg/L，TP 浓度由 0.029mg/L 增加到 0.038mg/L，江口镇污

水处理厂点源汇入后，TP 浓度增加到 0.057mg/L。各水质指标均满足III类水水质要求。

枯水年丰水期，COD 浓度在 3.94~4.19mg/L 范围内，NH_3-N 和 TP 浓度沿程增加，NH_3-N 由 0.09mg/L 增加到 0.18mg/L，TP 浓度由 0.028mg/L 增加到 0.036mg/L。各水质指标均满足III类水水质要求。

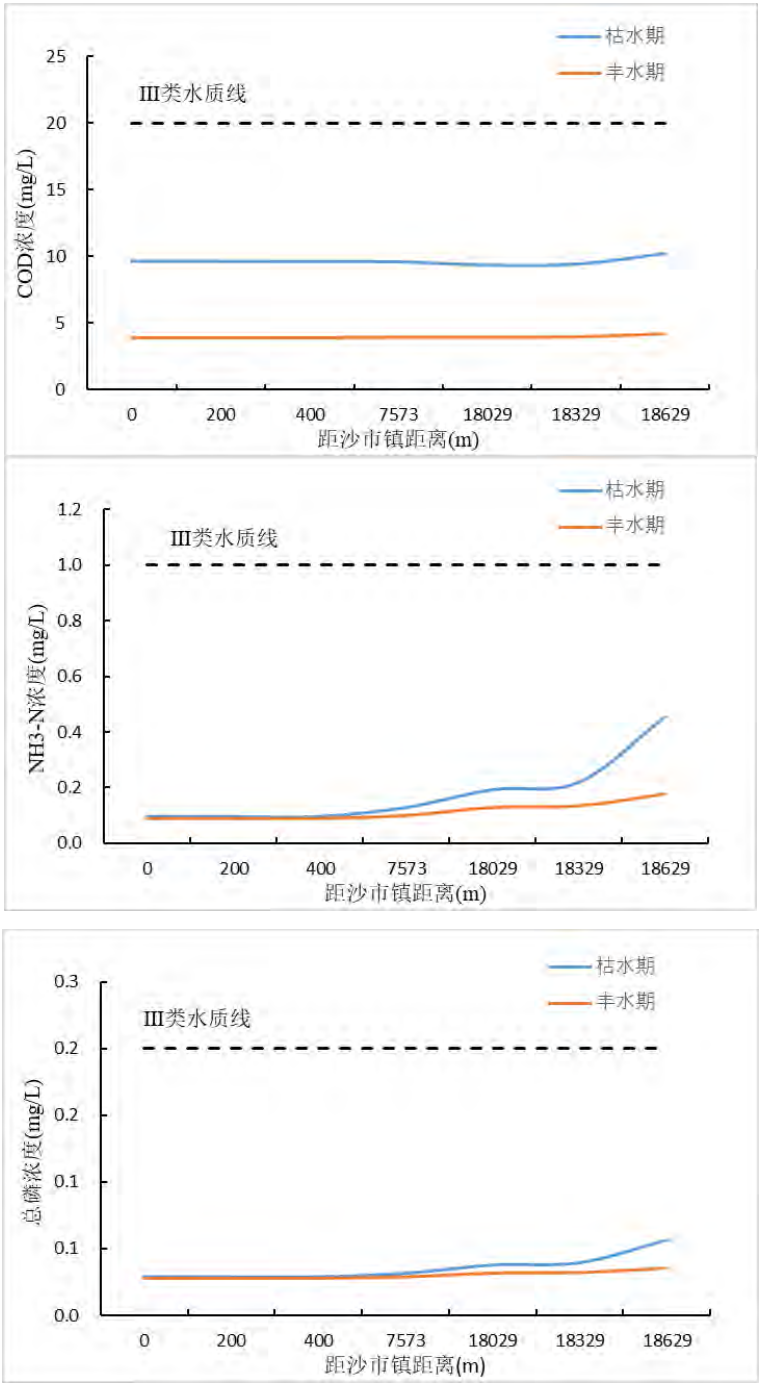


图 6.4-33　汤溪河沙市镇至江口镇河段枯水年主要水质因子浓度沿程分布

（2）江口镇至长江汇口河段水质预测

①典型断面水质预测分析

选取汤溪河大桥断面（市控监测断面）、汤溪河长江汇口断面作为典型断面，对丰

水年、平水年、枯水年全年的 COD、NH_3-N、TP、TN 的水质进行预测，每个水质因子取 12 个月该断面每层的平均值。

1）汤溪河大桥断面水质预测分析

如图 6.4-34 所示，各典型年 COD 浓度变化趋势大致相同，整体上呈先减小后增加趋势。丰水年 COD 全年断面平均浓度在 4.19~10.19mg/L 范围内，平水年 COD 全年断面平均浓度在 4.51~9.92mg/L 范围内，枯水年 COD 全年断面平均浓度在 4.51~10.19mg/L 范围内。各典型年 COD 全年断面平均浓度均达到III类水水质标准。

如图 6.4-35 所示，各典型年 NH_3-N 断面平均浓度均较低且变化幅度较小。丰水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.11~0.28mg/L 范围内，平水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.11~0.37mg/L 范围内，枯水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.13~0.40mg/L 范围内。各典型年 NH_3-N 全年断面平均浓度均达到III类水水质标准。

如图 6.4-36 所示，各典型年 TP 全年断面平均浓度变化趋势大致相同，以河流标准评价，各典型年 TP 均能达到III类水水质标准。丰水年 TP 断面平均浓度在 0.03~0.08mg/L 范围内，仅 4 月~8 月能达到III类水水质标准，其余月份均有少许超标；平水年 TP 断面平均浓度在 0.03~0.08mg/L 范围内，仅 4 月~9 月能达到III类水水质标准，其余月份均有少许超标；枯水年 TP 断面平均浓度在 0.04~0.08mg/L 范围内，仅 6 月~8 月能达到III类水水质标准，其余月份均有少许超标。

如图 6.4-37 所示，各典型年 TN 全年断面平均浓度变化趋势大致相同，丰水年断面平均浓度在 0.06~1.68mg/L 范围内，除 4 月~9 月能达到III类水水质标准外，其余月份均超标；平水年 TN 断面平均浓度在 0.76~1.64mg/L 范围内，除 4 月~9 月能达到III类水水质标准外，其余月份均超标；枯水年 TN 断面平均浓度在 0.85~1.71mg/L 范围内，除 5 月~9 月能达到III类水水质标准外，其余月份均超标。

总体来说，汤溪河大桥断面，COD 和 NH_3-N 在各典型年全年均能达到III类水水质标准，TP 仅以湖库标准评价时在个别月份不能达标，TN 在个别月份不能达标。这是由于在靠近汤溪河大桥断面附近有多个点源输入，因此导致 TP 和 TN 浓度过高，不能达标。

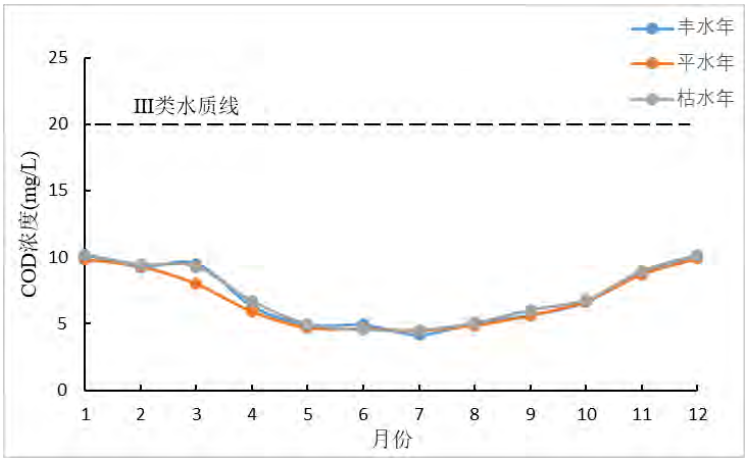


图 6.4-34　汤溪河大桥断面各典型年 COD 全年变化图

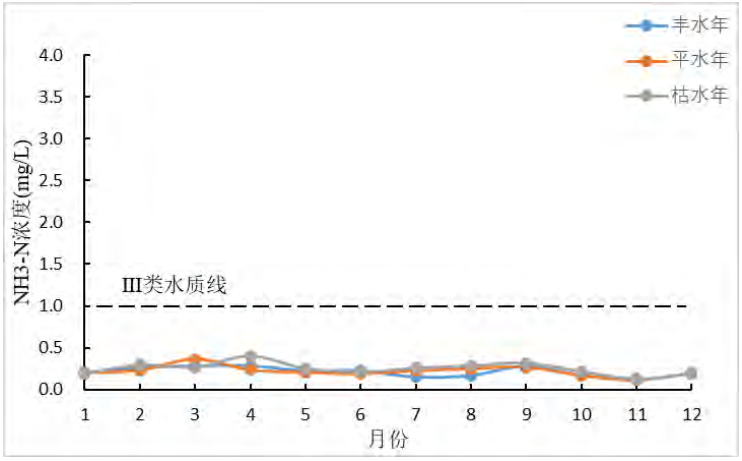


图 6.4-35　汤溪河大桥断面各典型年 NH_3-N 全年变化图

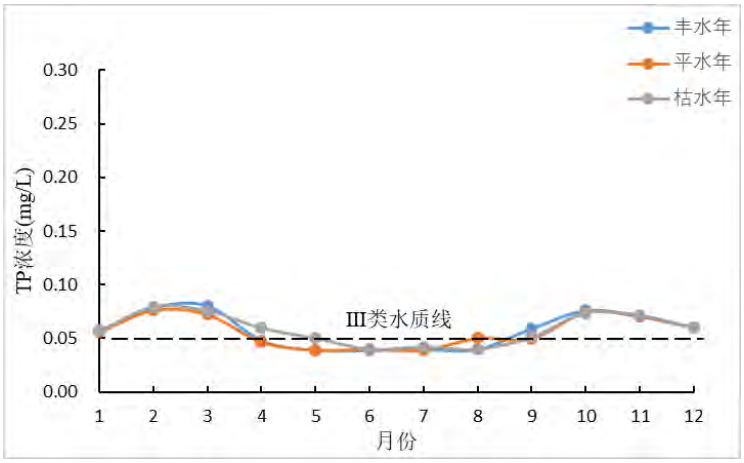


图 6.4-36　汤溪河大桥断面各典型年 TP 全年变化图

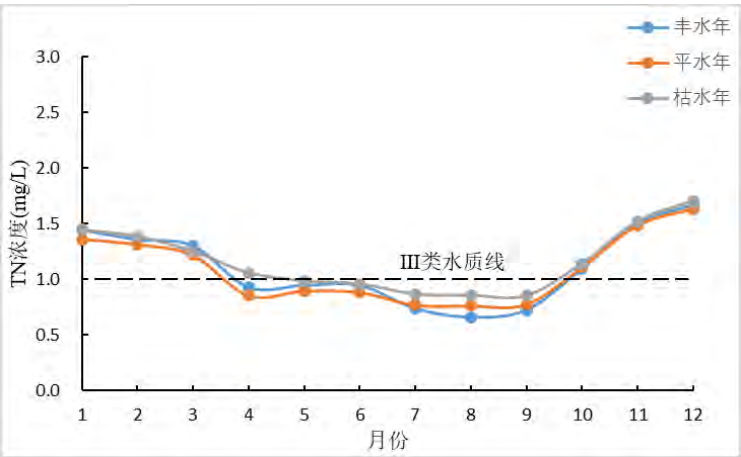


图 6.4-37　汤溪河大桥断面各典型年 TN 全年变化图

2）汤溪河长江汇口断面水质预测分析

如图 6.4-38 所示，各典型年 COD 全年断面平均浓度变化趋势大致相同，差异很小。丰水年 COD 全年断面平均浓度在 9.47~15.16mg/L 范围内，平水年 COD 全年断面平均浓度在 9.45~15.15mg/L 范围内，枯水年 COD 全年断面平均浓度在 9.46~15.17mg/L 范围内。各典型年 COD 全年断面平均浓度均达到III类水水质标准。

如图 6.4-39 所示，各典型年 NH_3-N 全年断面平均浓度变化趋势大致相同，NH_3-N 浓度及变幅均较小。丰水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.06~0.32mg/L 范围内，平水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.07~0.26mg/L 范围内，枯水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.09~0.31mg/L 范围内。各典型年 NH_3-N 全年断面平均浓度均满足III类水水质要求。

如图 6.4-40 所示，各典型年 TP 全年断面平均浓度变化趋势大致相同，丰水年、平水年和枯水年 TP 浓度均在 0.04~0.13mg/L 范围内。各典型年 TP 断面平均浓度较高，以河流标准评价，TP 能够达标；以湖库标准评价，各典型年 TP 断面平均浓度较高，仅 6 月能达标，其余月份均超过III类水水质标准。

如图 6.4-41 所示，各典型年 TN 全年断面平均浓度变化趋势大致相同，丰水年、平水年和枯水年 TN 浓度在 1.41~2.37mg/L 范围内。各典型年 TN 断面平均浓度较高，均超过湖库III类水水质标准

总体来说，汤溪河长江汇口断面，COD 和 NH_3-N 在各典型年全年均能达到III类水水质标准，TP 仅当以湖库标准评价时在大多数月份不能达标，TN 在全年内均不能达标，该断面水质较差。这是由于汤溪河长江汇口受三峡水库回水影响严重，长江来流水质较差，导致汤溪河长江汇口断面 TP 和 TN 浓度过高导致。

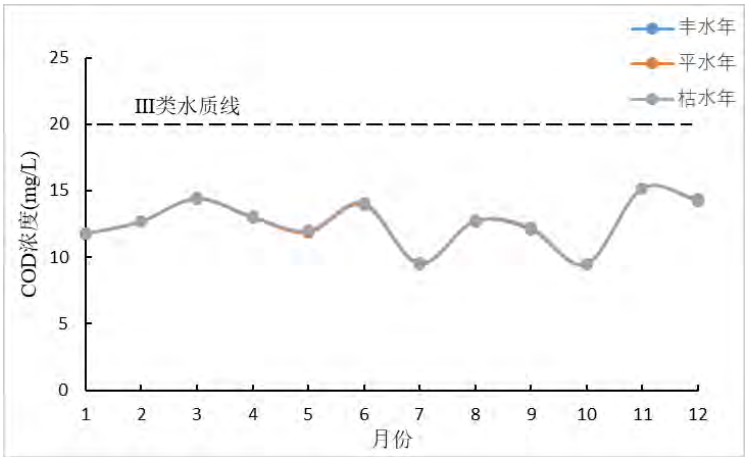


图 6.4-38　汤溪河长江汇口断面各典型年 COD 全年变化图

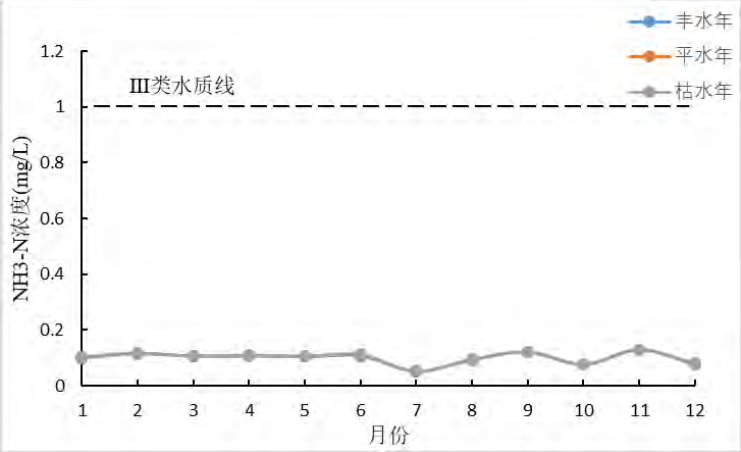


图 6.4-39　汤溪河长江汇口断面各典型年 NH_3-N 全年变化图

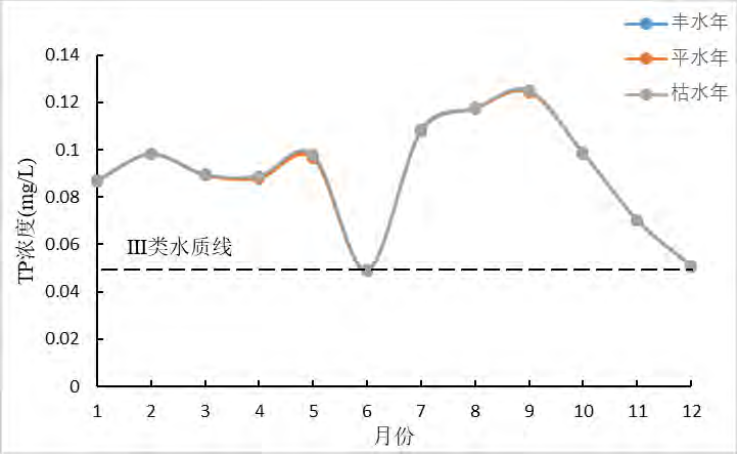


图 6.4-40　汤溪河长江汇口断面各典型年 TP 全年变化图

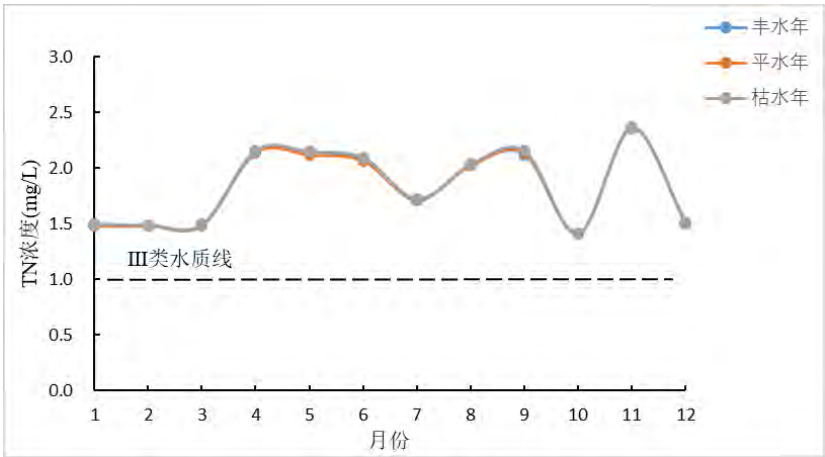


图 6.4-41 汤溪河长江汇口断面各典型年 TN 全年变化图

（3）主要退水口断面水质预测分析

预测年汤溪河江口镇至长江汇口河段，退水口主要分布在距江口镇 16~29km 范围内，分别是南溪镇退水口、云安镇退水口及栖霞镇退水口。主要退水口评价断面分布图如下图 。

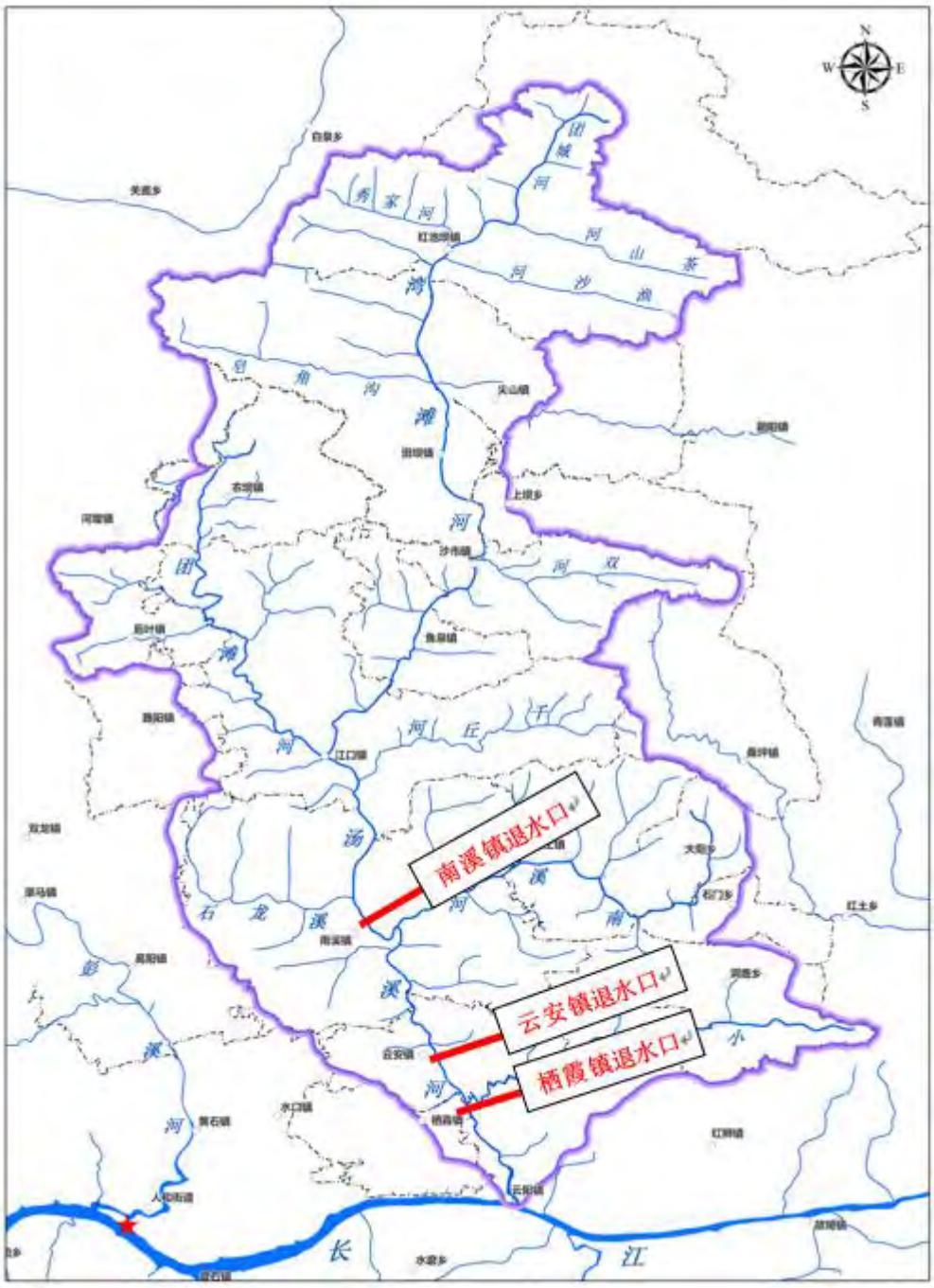


图 6.4-42 汤溪河江口镇至长江汇口河段主要退水口评价断面分布图

1）南溪镇退水口

如图 6.4-43 所示，各典型年南溪镇退水口断面 COD 浓度较低，均达到III类水水质标准，且变化趋势大致相同。丰水年 COD 全年断面平均浓度在 2.29~6.47mg/L 范围内，平水年 COD 全年断面平均浓度在 2.57~6.43mg/L 范围内，枯水年 COD 全年断面平均浓度在 2.29~6.37mg/L 范围内。

如图 6.4-44 所示，各典型年 NH_3-N 断面平均浓度均较低且变化幅度较小，均达到III类水水质标准。丰水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.14~0.47mg/L 范围内，平水年

NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.19~0.39mg/L 范围内，枯水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.21~0.40mg/L 范围内。

如图 6.4-45 所示，各典型年 TP 全年断面平均浓度变化趋势大致相同，以河流标准评价，均能达到III类水水质标准。以湖库标准评价，丰水年 TP 断面平均浓度在 0.04~0.10mg/L 范围内，仅 5 月~8 月能达到III类水水质标准，其余月份均有少许超标；平水年 TP 断面平均浓度在 0.04~0.09mg/L 范围内，仅 3 月及 5 月~8 月能达到III类水水质标准，其余月份均有少许超标；枯水年 TP 断面平均浓度在 0.04~0.09mg/L 范围内，仅 7 月~8 月能达到III类水水质标准，其余月份均有少许超标。

如图 6.4-46 所示，各典型年 TN 全年断面平均浓度变化趋势大致相同，丰水年断面平均浓度在 0.75~1.68mg/L 范围内，除 4 月~10 月能达到III类水水质标准外，其余月份均超标；平水年 TN 断面平均浓度在 0.80~1.48mg/L 范围内，除 4 月~10 月能达到III类水水质标准外，其余月份均超标；枯水年 TN 断面平均浓度在 0.87~1.53mg/L 范围内，除 7 月~9 月能达到III类水水质标准外，其余月份均超标。

长江来流的污染物输入是影响汤溪河水质的主要因素，汤溪河回水变动区总磷和总氮的监测值较高。总体来说，南溪镇退水口断面，COD 和 NH_3-N 在各典型年全年均能达到III类水水质标准，TP 仅当以湖库标准评价时在个别月份不能达标，TN 在个别月份不能达标。

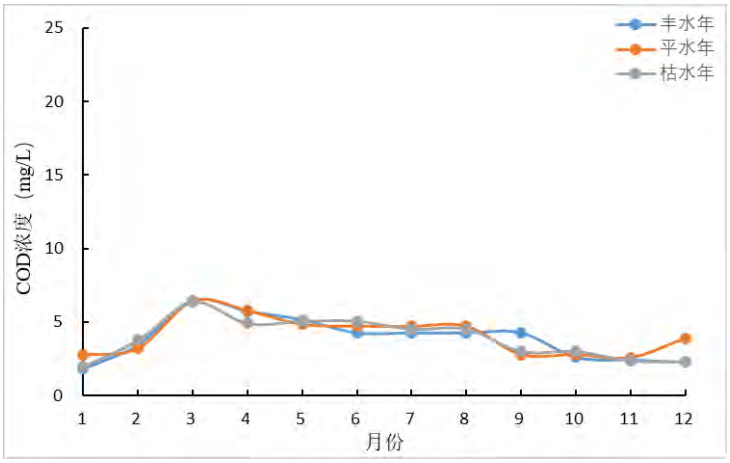


图 6.4-43 南溪镇退水口断面各典型年 COD 浓度年际变化图

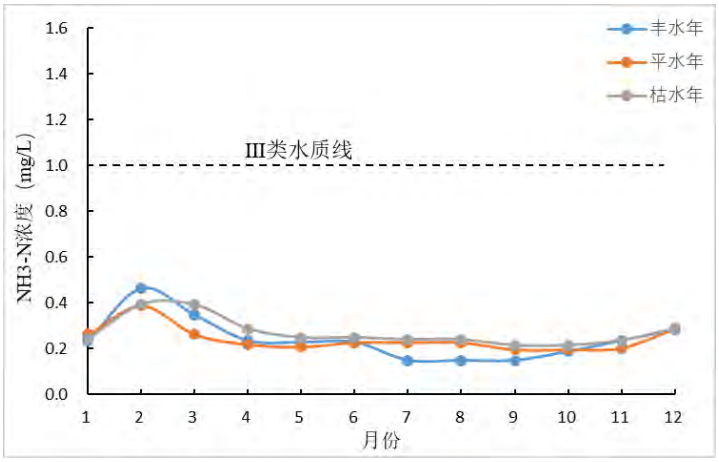


图 6.4-44 南溪镇退水口断面各典型年 NH_3-N 浓度年际变化图

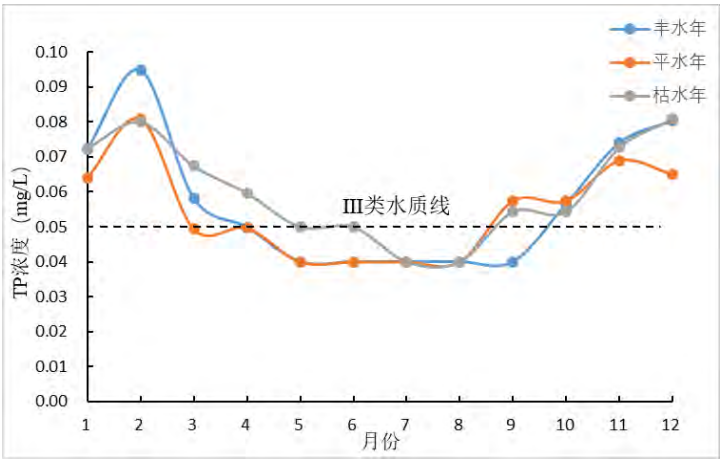


图 6.4-45 南溪镇退水口断面各典型年 TP 浓度年际变化图

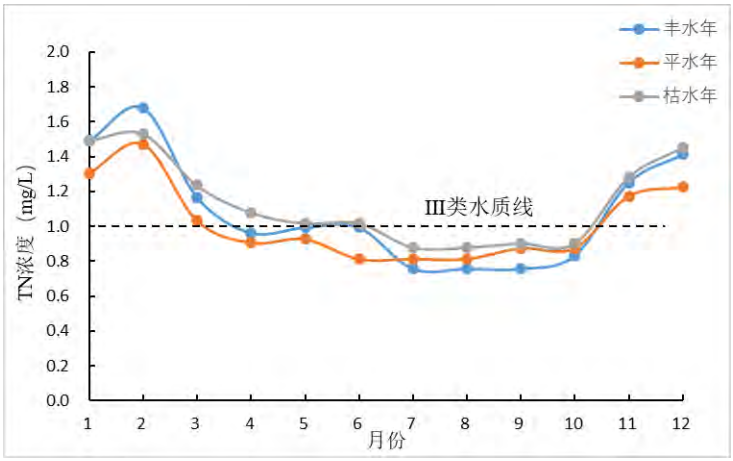


图 6.4-46 南溪镇退水口断面各典型年 TN 浓度年际变化图

2）云安镇退水口

如图 6.4-47 所示，各典型年云安镇退水口断面 COD 浓度较低，均达到III类水水质标准，且变化趋势大致相同。丰水年 COD 全年断面平均浓度在 0.61~5.02mg/L 范围内，平水年 COD 全年断面平均浓度在 0.50~4.74mg/L 范围内，枯水年 COD 全年断面平均浓

度在 0.68~4.96mg/L 范围内。

如图 6.4-48 所示，各典型年 NH_3-N 断面平均浓度均较低且变化幅度较小，均达到III类水水质标准。丰水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.02~0.26mg/L 范围内，平水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.02~0.22mg/L 范围内，枯水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.02~0.25mg/L 范围内。

如图 6.4-49 所示，各典型年 TP 全年断面平均浓度变化趋势大致相同，浓度均在 0.04~0.08mg/L 范围内。以河流标准评价，均能达到III类水水质标准。以湖库标准评价，丰水年仅 4 月~9 月能达到III类水水质标准，其余月份均有少许超标；平水年仅 3 月~8 月能达到III类水水质标准，其余月份均有少许超标；枯水年仅 7 月~8 月能达到III类水水质标准，其余月份均有少许超标。

如图 6.4-50 所示，各典型年 TN 全年断面平均浓度变化趋势大致相同，丰水年断面平均浓度在 0.74~1.70mg/L 范围内，除 4 月~10 月能达到III类水水质标准外，其余月份均超标；平水年 TN 断面平均浓度在 0.79~1.61mg/L 范围内，除 3 月~10 月能达到III类水水质标准外，其余月份均超标；枯水年 TN 断面平均浓度在 0.87~1.72mg/L 范围内，除 7 月~8 月能达到III类水水质标准外，其余月份均超标。

长江来流的污染物输入是影响汤溪河水质的主要因素，汤溪河回水变动区总磷和总氮的监测值较高。总体来说，云安镇退水口断面，COD 和 NH_3-N 在各典型年全年均能达到III类水水质标准，TP 仅当以湖库标准评价时在个别月份不能达标，TN 在个别月份不能达标，这是由于云安镇退水中 TP 和 TN 浓度较高，导致该断面在个别月份水质较差。

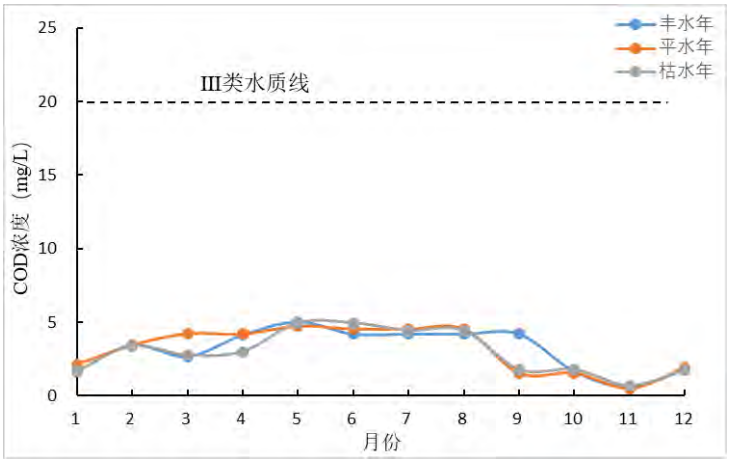


图 6.4-47 云安镇退水口断面各典型年 COD 浓度年际变化图

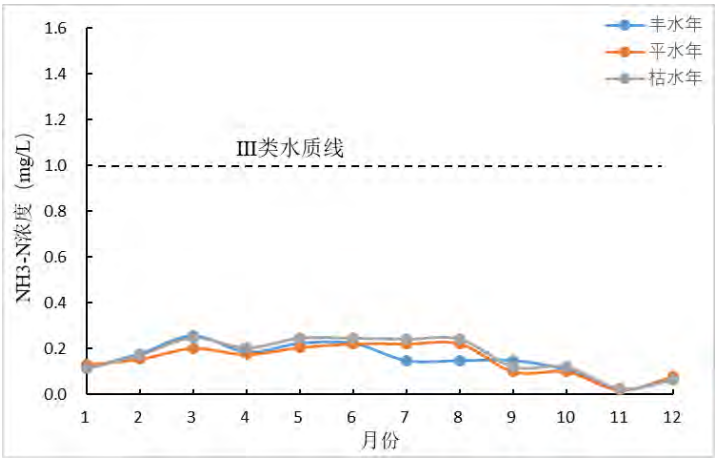


图 6.4-48 云安镇退水口断面各典型年 NH_3-N 浓度年际变化图

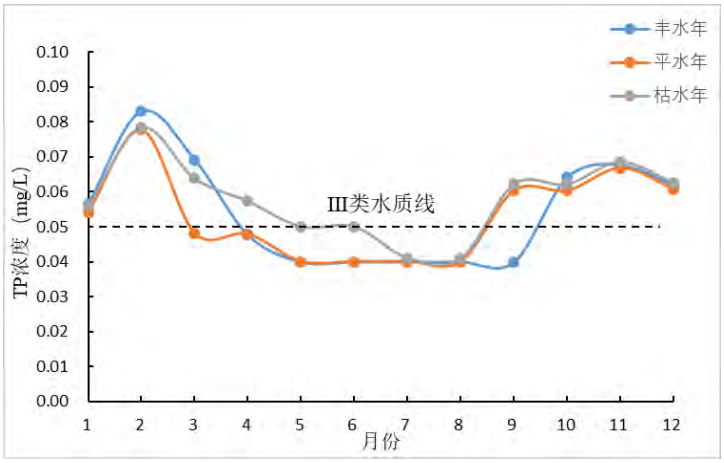


图 6.4-49 云安镇退水口断面各典型年 TP 浓度年际变化图

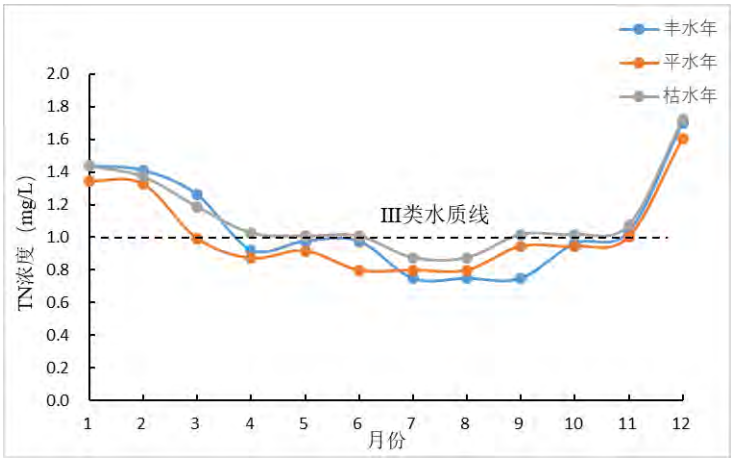


图 6.4-50 云安镇退水口断面各典型年 TN 浓度年际变化图

3）栖霞镇退水口

如图 6.4-51 所示，各典型年南溪镇退水口断面 COD 浓度较低，均达到III类水水质标准，且变化趋势大致相同。丰水年 COD 全年断面平均浓度在 1.22~5.78mg/L 范围内，平水年 COD 全年断面平均浓度在 1.27~4.66mg/L 范围内，枯水年 COD 全年断面平均浓

度在 1.41~6.08mg/L 范围内。

如图 6.4-52 所示，各典型年 NH_3-N 断面平均浓度均较低且变化幅度较小，均达到III类水水质标准。丰水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.02~0.28mg/L 范围内，平水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.02~0.22mg/L 范围内，枯水年 NH_3-N 全年断面平均浓度在 0.03~0.25mg/L 范围内。

如图 6.4-53 所示，各典型年 TP 全年断面平均浓度变化趋势大致相同，以河流标准评价，均能达到III类水水质标准。以湖库标准评价，丰水年 TP 断面平均浓度在 0.03~0.09mg/L 范围内，仅 4 月~8 月能达到III类水水质标准，其余月份均有少许超标；平水年 TP 断面平均浓度在 0.04~0.08mg/L 范围内，仅 4 月~8 月能达到III类水水质标准，其余月份均有少许超标；枯水年 TP 断面平均浓度在 0.04~0.09mg/L 范围内，仅 7 月~8 月能达到III类水水质标准，其余月份均有少许超标。

如图 6.4-54 所示，各典型年 TN 全年断面平均浓度变化趋势大致相同，丰水年断面平均浓度在 0.73~1.76mg/L 范围内，除 4 月~9 月能达到III类水水质标准外，其余月份均超标；平水年 TN 断面平均浓度在 0.78~1.69mg/L 范围内，除 4 月~8 月能达到III类水水质标准外，其余月份均超标；枯水年 TN 断面平均浓度在 0.85~1.78mg/L 范围内，除 7 月~9 月能达到III类水水质标准外，其余月份均超标。

长江来流的污染物输入是影响汤溪河水质的主要因素，汤溪河回水变动区总磷和总氮的监测值较高。总体来说，栖霞镇退水口断面，COD 和 NH_3-N 在各典型年全年均能达到III类水水质标准，TP 仅当以湖库标准评价时在个别月份不能达标，TN 在个别月份不能达标，这是由于栖霞镇退水中 TP 和 TN 浓度较高，导致该断面在个别月份水质较差。

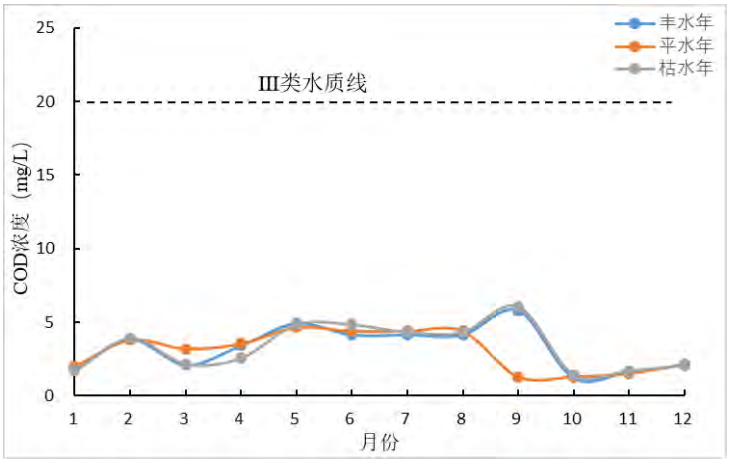


图 6.4-51 栖霞镇退水口断面各典型年 COD 浓度年际变化图

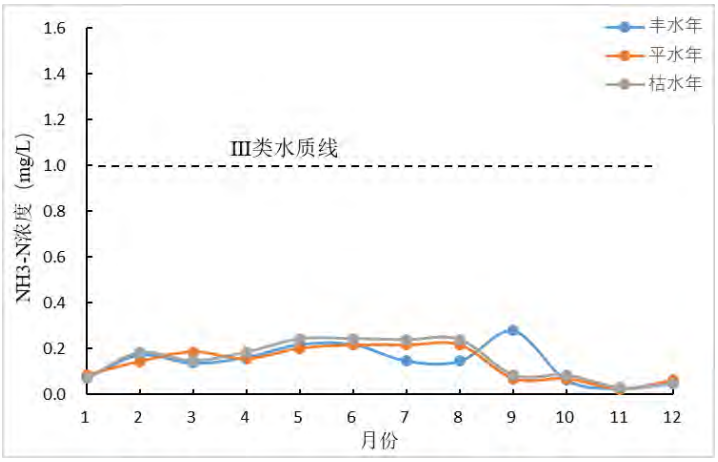


图 6.4-52 栖霞镇退水口断面各典型年 NH_3-N 浓度年际变化图

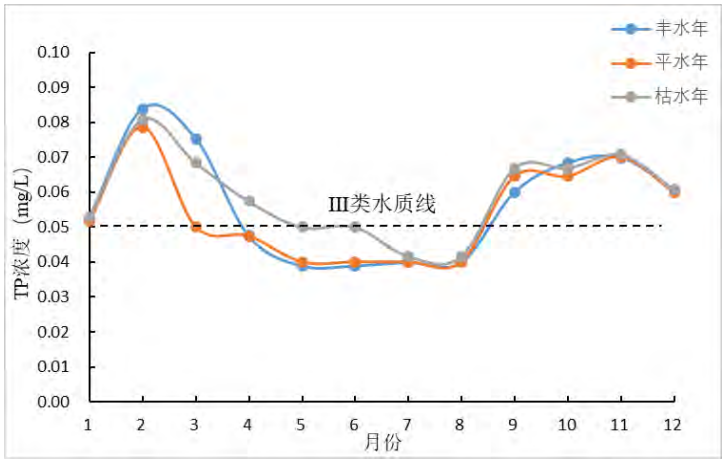


图 6.4-53 栖霞镇退水口断面各典型年 TP 浓度年际变化图

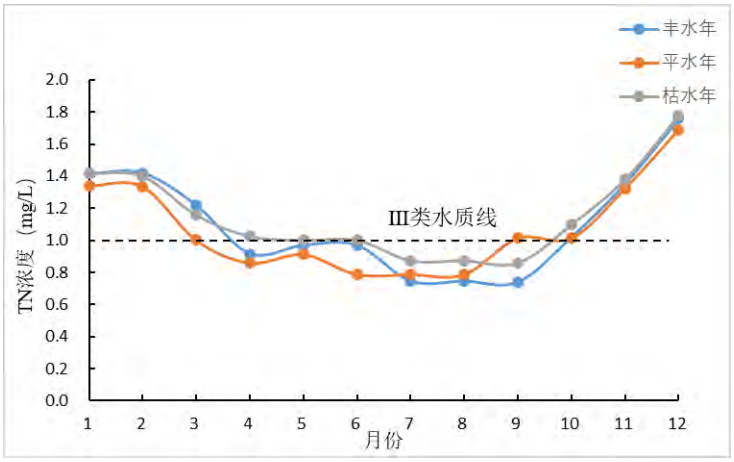


图 6.4-54 栖霞镇退水口断面各典型年 TN 浓度年际变化图

（3）未回水河段沿程水质预测分析

6 月~8 月，三峡水库以 145m~155m 水位运行时，三峡回水到达南溪镇，江口镇至南溪镇河段未受到三峡回水影响。

如图 6.4-55 至图 6.4-57 可得，江口镇至南溪镇河段未受三峡回水影响，仍为河流状

态。南溪镇污水处理厂点源的汇入对汤溪河沿程水质无明显影响，COD、氨氮、总磷浓度沿程不大，主要受来流水质影响，均满足III类水水质要求。

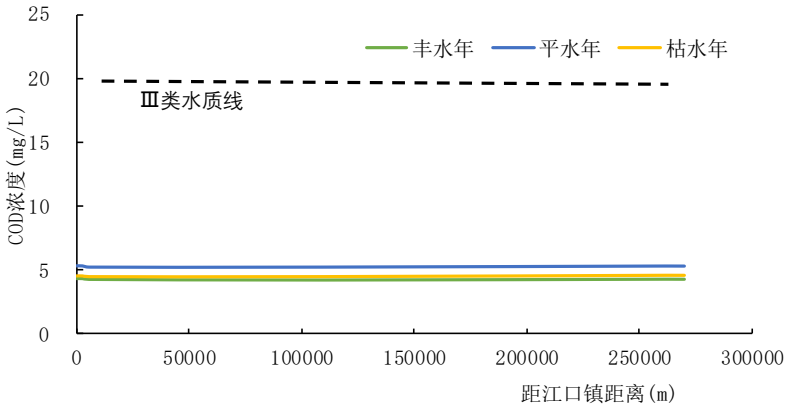


图 6.4-55　汤溪河未回水河段 6 月份 COD 沿程变化图

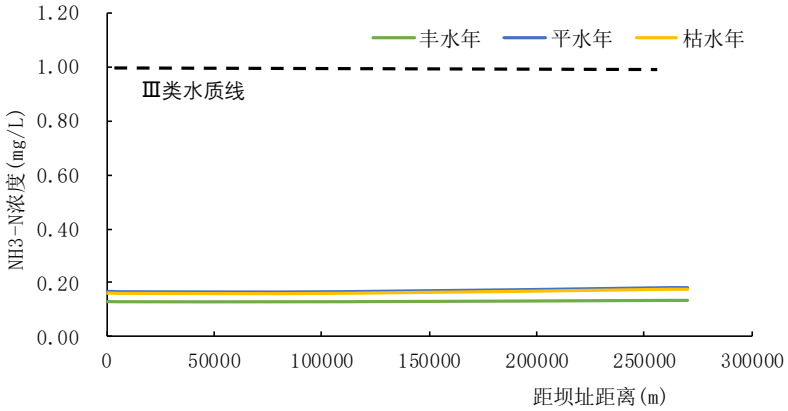


图 6.4-56　汤溪河未回水河段 6 月份 NH_3-N 沿程变化图

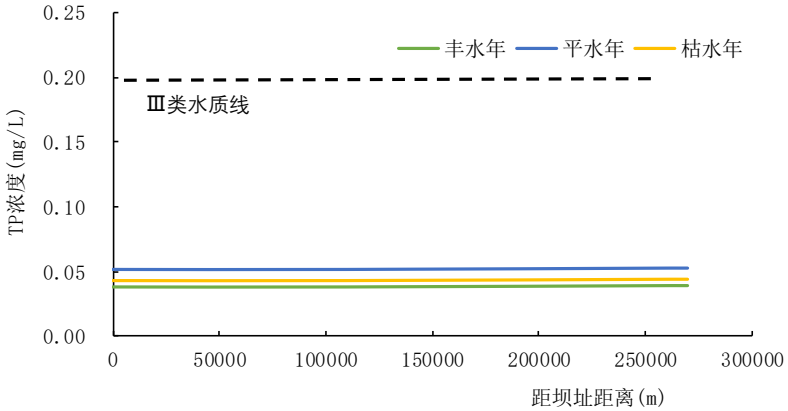


图 6.4-57　汤溪河未回水河段 6 月份 TP 沿程变化图

（4）丰水年沿程水质预测分析

1)枯水期（回水变动区由入江口至江口镇）

1 月~5 月及 9 月~12 月，三峡水库以 155m~175m 水位运行时，三峡回水到达江口镇。

如图 6.4-58 至图 6.4-61 所示，以枯水期 2 月为例，三峡回水到达江口镇。枯水期汤溪河江口镇至长江汇口河段，COD 浓度在 4~13mg/L 范围内，满足III类水(c[COD]＜20mg/L)的水质要求。COD 浓度在长江汇口处较高，沿程水质浓度逐渐降解，三峡回水运行 14km 后，与汤溪河来流 COD 混合相对均匀，垂向上 COD 浓度呈递减趋势。

NH_3-N 浓度在 0.09~1.00mg/L 范围内，满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)的水质要求。在距江口镇 16~29km 范围内，有多个点源输入，NH_3-N 浓度较高，距长江汇口断面 30km 范围内，汤溪河来流与三峡回水混合，水质因子浓度有所降低。垂向上，表层水体 NH_3-N 浓度低于底层水体 NH_3-N 浓度。

TP 浓度在 0.06~0.10mg/L 范围内，以河流标准评价，满足III类水(c[TP]＜0.1mg/L)的水质要求；以湖库标准评价，超过III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。由于多个点源的输入，来流 TP 浓度较高；受三峡回水的影响，在距长江汇口断面 16km 范围内水体浓度整体相对较高，超过湖库III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。距长江汇口断面 24km 范围内，垂向上，表层水体 TP 浓度高于底层水体 TP 浓度。汤溪河江口镇至长江汇口河段受三峡水库回水影响较大，该河段 TP 浓度均不满足III类水质要求。

TN 浓度在 0.06~2.00mg/L 范围内，由于多个点源的输入，在距长江汇口断面 30km 至 42km 水体浓度整体相对较高，超过III类水(c[TN]＜1.0mg/L)的水质要求。向长江汇口推进的过程中，由于降解作用，TN 浓度有所降低，但均不满足III类水的水质要求。垂向上，表层水体 TN 浓度高于底层水体 TN 浓度。

总的来讲，在丰水年枯水期，汤溪河回水河段（江口镇至长江汇口），COD 和 NH_3-N 在全河段均达到III类水质要求，以湖库标准评价时 TP 整个河段不能满足III类水质要求，TN 在大部分河段内不能达到III类水质要求，水体水质总体较差。

2)丰水期（回水变动区由入江口至南溪镇）

6 月~8 月，三峡水库以 145m~155m 水位运行时，三峡回水到达南溪镇，江口镇至南溪镇河段未受到三峡回水影响。

如图 6.4-58 至图 6.4-61 所示，以丰水期 6 月为例，三峡回水到达南溪镇。丰水期 COD、TP 和 TN 在回水河段的分布规律相似。回水河段水质主要受到三峡水库回水污染负荷的影响，且回水对汤溪河水质的影响主要集中在距长江汇口 7km、水面下 30m

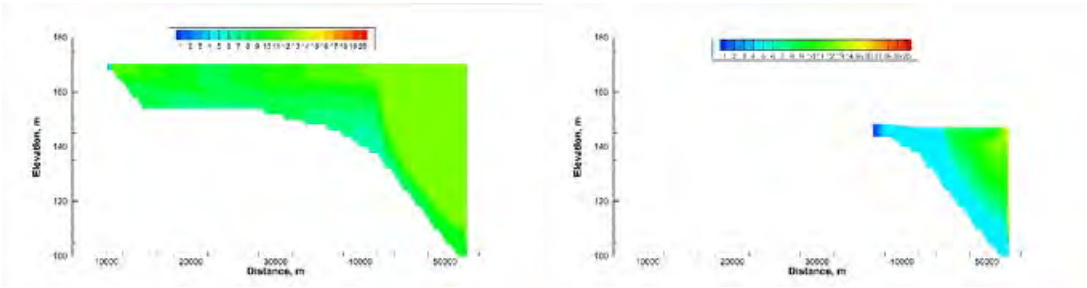
范围内。如图所示，丰水期汤溪河南溪镇至长江汇口河段，COD 浓度在 0.3~15mg/L 范围内，满足III类水(c[COD]＜20mg/L)的水质要求。COD 浓度在长江汇口处较高，沿程水质浓度逐渐降解，三峡回水运行 8km 后，与汤溪河来流 COD 混合相对均匀，垂向上表层水体 COD 浓度较深层水体 COD 浓度高。

NH_3-N 浓度在 0.07~0.17mg/L 范围内，满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)的水质要求。南溪镇附近，有点源输入，NH_3-N 浓度较高。垂向上，表层水体 NH_3-N 浓度低于底层水体 NH_3-N 浓度。

TP 浓度在 0.03~0.05mg/L 范围内，在距长江汇口 8km 范围内浓度相对稍高，但以湖库标准或河流标准评价，均能满足III类水(河流：c[TP]＜0.10mg/L；湖库：c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。因汤溪河来流与三峡回水混合及沿程的降解作用，向南溪镇推进的过程中，TP 浓度有所降低。垂向上，表层水体 TP 浓度高于底层水体 TP 浓度。

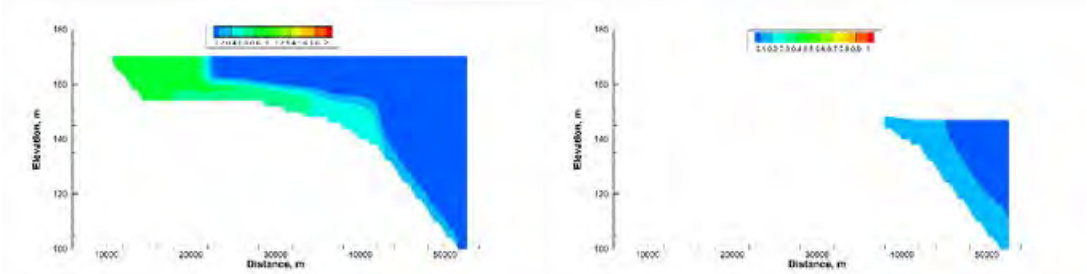
TN 浓度在 0.50~2.20mg/L 范围内，在距长江汇口 8km 范围内浓度相对较高，超过III类水(c[TN]＜1.0mg/L)的水质要求。向南溪镇推进的过程中，TN 浓度有所降低，距长江汇口 8km 以后，TN 浓度满足III类水质要求。垂向上，表层水体 TN 浓度高于底层水体 TN 浓度。

总的来讲，在丰水年丰水期，汤溪河回水河段（南溪镇至长江汇口），COD、NH_3-N 和 TP 在全河段均达到III类水质要求，而 TN 在靠近长江汇口 8km 范围内河段不能达到III类水质要求，水体水质总体较差。



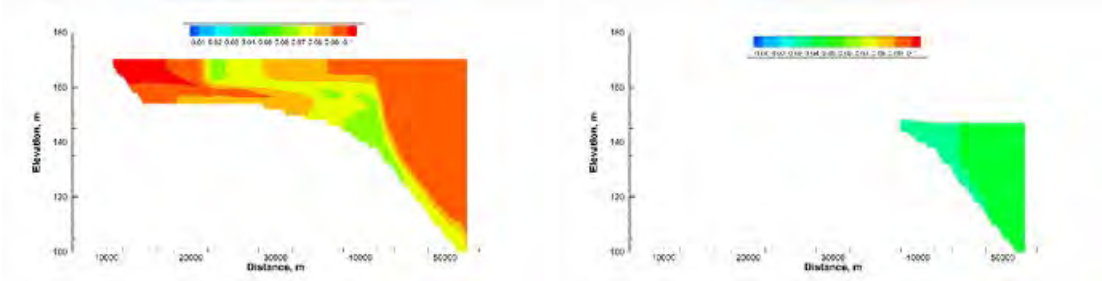
(a) 枯水期　　(b) 丰水期

图 6.4-58　汤溪河回水河段丰水年典型水期 COD 立面二维分布



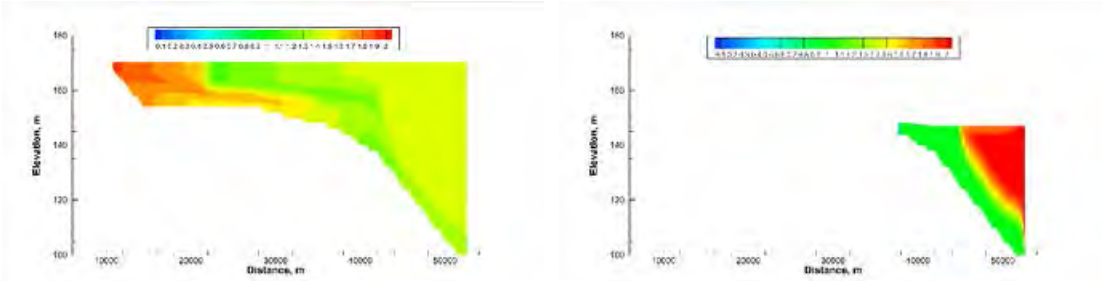
(a) 枯水期　　(b) 丰水期

图 6.4-59　汤溪河回水河段丰水年典型水期 NH_3-N 立面二维分布



(a) 枯水期　　(b) 丰水期

图 6.4-60　汤溪河回水河段丰水年典型水期 TP 立面二维分布



(a) 枯水期　　(b) 丰水期

图 6.4-61　汤溪河回水河段丰水年典型水期 TN 立面二维分布

（5）平水年沿程水质预测分析

1)枯水期（回水变动区由入江口至江口镇）

1 月~5 月及 9 月~12 月，三峡水库以 155m~175m 水位运行时，三峡回水到达江口镇。

如图 6.4-62 至图 6.4-65 所示，以枯水期 2 月为例，三峡回水到达江口镇。枯水期汤溪河江口镇至长江汇口河段，COD 浓度在 7~13mg/L 范围内，满足III类水(c[COD]＜20mg/L)的水质要求。COD 浓度在长江汇口处较高，沿程水质浓度逐渐降解，三峡回水运行 14km 后，与汤溪河来流 COD 混合相对均匀，垂向上 COD 浓度呈递减趋势。

NH_3-N 浓度在 0.09~0.90mg/L 范围内，满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)的水质要求。在距江口镇 16~29km 范围内，有多个点源输入，NH_3-N 浓度较高，距长江汇口断面 30km 范围内，汤溪河来流与三峡回水混合，水质因子浓度有所降低。垂向上，表层水体 NH_3-N 浓度低于底层水体 NH_3-N 浓度。

TP 浓度在 0.06~0.10mg/L 范围内，以河流标准评价，满足III类水(c[TP]＜0.1mg/L)的水质要求；以湖库标准评价，超过湖库III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。由于多个点源的输入，来流 TP 浓度较高；受三峡回水的影响，在距长江汇口断面 16km 范围

内水体浓度整体相对较高，超过III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。距长江汇口断面24km 范围内，垂向上，表层水体 TP 浓度高于底层水体 TP 浓度。汤溪河江口镇至长江汇口河段受三峡水库回水影响较大，该河段 TP 浓度均不满足III类水质要求。

TN 浓度在 1.10~1.80mg/L 范围内，由于多个点源的输入，在距长江汇口断面 30km 至 42km 水体浓度整体相对较高，超过III类水(c[TN]＜1.0mg/L)的水质要求。向长江汇口推进的过程中，由于降解作用，TN 浓度有所降低，但均不满足III类水的水质要求。垂向上，表层水体 TN 浓度高于底层水体 TN 浓度。

总的来讲，在平水年枯水期，汤溪河回水区（江口镇至长江汇口），COD 和 NH_3-N 在全河段均达到III类水质要求，以湖库标准评价 TP 时整个河段不能满足III类水质要求，TN 在整个河段内不能达到III类水质要求，水体水质总体较差。

2)丰水期（回水变动区由入江口至南溪镇）

6 月~8 月，三峡水库以 145m~155m 水位运行时，三峡回水到达南溪镇，江口镇至南溪镇河段未受到三峡回水影响。

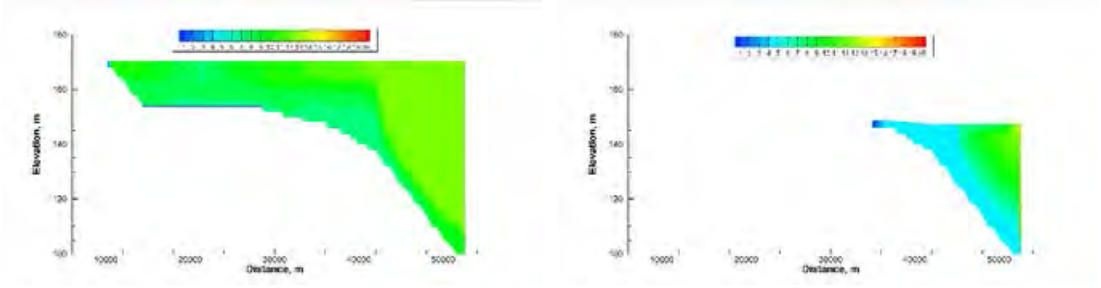
如图 6.4-62 至图 6.4-65 所示，以丰水期 6 月为例，三峡回水到达南溪镇。丰水期 COD、TP 和 TN 在回水河段的分布规律相似。回水河段水质主要受到三峡水库回水污染负荷的影响，且回水对汤溪河水质的影响主要集中在距长江汇口 7km、水面下 30m 范围内。如图所示，丰水期汤溪河南溪镇至长江汇口河段，COD 浓度在 0.3~13mg/L 范围内，满足III类水(c[COD]＜20mg/L)的水质要求。COD 浓度在长江汇口处较高，沿程水质浓度逐渐降解，三峡回水运行 8km 后，与汤溪河来流 COD 混合相对均匀，垂向上表层水体 COD 浓度较深层水体 COD 浓度高。

NH_3-N 浓度在 0.07~0.20mg/L 范围内，满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)的水质要求。南溪镇附近，有点源输入，NH_3-N 浓度较高。

TP 浓度在 0.04~0.05mg/L 范围内，在距长江汇口 8km 范围内浓度相对稍高，但以湖库标准或河流标准评价，均能满足III类水(河流：c[TP]＜0.10mg/L；湖库：c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。因汤溪河来流与三峡回水混合及沿程的降解作用，向南溪镇推进的过程中，TP 浓度有所降低。垂向上，表层水体 TP 浓度高于底层水体 TP 浓度。

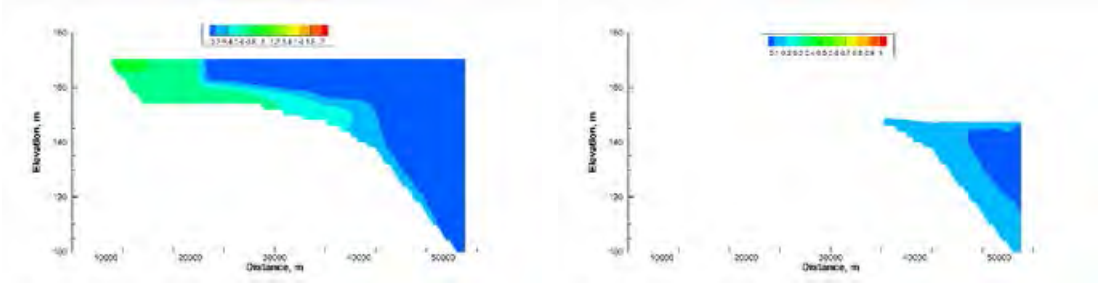
TN 浓度在 0.60~2.20mg/L 范围内，在距长江汇口 8km 范围内浓度相对较高，超过III类水(c[TN]＜1.0mg/L)的水质要求。向南溪镇推进的过程中，TN 浓度有所降低，距长江汇口 8km 以后，TN 浓度满足III类水质要求。垂向上，表层水体 TN 浓度高于底层水体 TN 浓度。

总的来讲，在丰水年丰水期，汤溪河回水河段（南溪镇至长江汇口），COD、NH_3-N和 TP 在全河段均达到III类水质要求，而 TN 在靠近长江汇口 8km 范围内河段不能达到III类水质要求，水体水质总体较差。



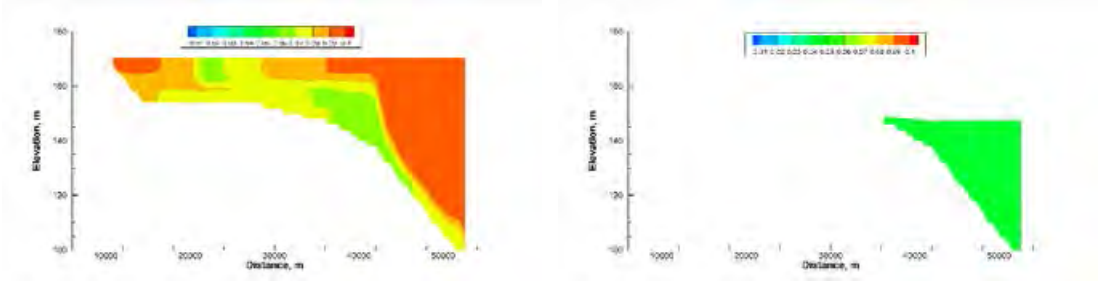
(a) 枯水期　　(b) 丰水期

图 6.4-62　汤溪河回水河段平水年典型水期 COD 立面二维分布



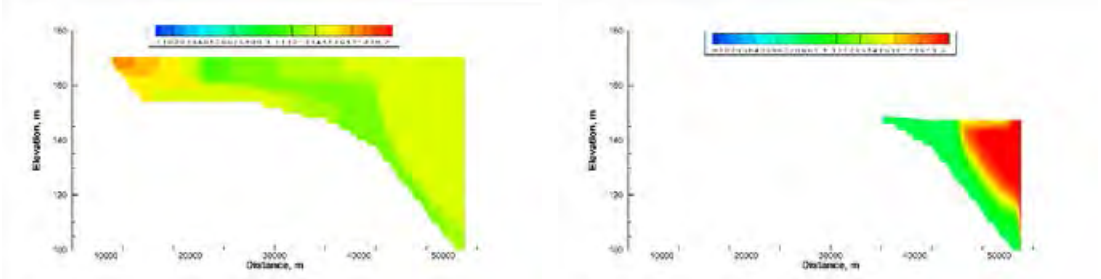
(c) 枯水期　　(d) 丰水期

图 6.4-63　汤溪河回水河段平水年典型水期 NH_3-N 立面二维分布



(e) 枯水期　　(f) 丰水期

图 6.4-64　汤溪河回水河段平水年典型水期 TP 立面二维分布



(g) 枯水期　　(h) 丰水期

图 6.4-65　汤溪河回水河段平水年典型水期 TN 立面二维分布

（6）枯水年沿程水质预测分析

1）枯水期（回水变动区由入江口至江口镇）

1 月~5 月及 9 月~12 月，三峡水库以 155m~175m 水位运行时，三峡回水到达江口镇。

如图 6.4-66 至图 6.4-69，以枯水期 2 月为例，三峡回水到达江口镇。枯水期汤溪河江口镇至长江汇口河段，COD 浓度在 7~13mg/L 范围内，满足III类水(c[COD]＜20mg/L)的水质要求。COD 浓度在长江汇口处较高，沿程水质浓度逐渐降解，三峡回水运行 14km 后，与汤溪河来流 COD 混合相对均匀，垂向上 COD 浓度呈递减趋势。

NH_3-N 浓度在 0.10~0.80mg/L 范围内，满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)的水质要求。在距江口镇 16~29km 范围内，有多个点源输入，NH_3-N 浓度较高，距长江汇口断面 30km 范围内，汤溪河来流与三峡回水混合，水质因子浓度有所降低。垂向上，表层水体 NH_3-N 浓度低于底层水体 NH_3-N 浓度。

TP 浓度在 0.06~0.10mg/L 范围内，以河流标准评价，满足III类水(c[TP]＜0.1mg/L)的水质要求；以湖库标准评价，超过III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。由于多个点源的输入，来流 TP 浓度较高；受三峡回水的影响，在距长江汇口断面 16km 范围内水体浓度整体相对较高，超过湖库III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。距长江汇口断面 24km 范围内，垂向上，表层水体 TP 浓度高于底层水体 TP 浓度。汤溪河江口镇至长江汇口河段受三峡水库回水影响较大，该河段 TP 浓度均不满足III类水质要求。

TN 浓度在 1.20~1.65mg/L 范围内，由于多个点源的输入，在距长江汇口断面 30km 至 42km 水体浓度整体相对较高，超过湖库III类水(c[TN]＜1.0mg/L)的水质要求。向长江汇口推进的过程中，由于降解作用，TN 浓度有所降低，但均不满足III类水的水质要求。垂向上，表层水体 TN 浓度高于底层水体 TN 浓度。

总的来讲，在枯水年枯水期，汤溪河回水区（江口镇至长江汇口），COD 和 NH_3-N 在全河段均达到III类水质要求，以湖库标准评价 TP 时整个河段不能满足III类水质要求，TN 在整个河段内不能达到III类水质要求，水体水质总体较差。

2）丰水期（回水变动区由入江口至南溪镇）

6 月~8 月，三峡水库以 145m~155m 水位运行时，三峡回水到达南溪镇，江口镇至南溪镇河段未受到三峡回水影响。

如图 6.4-66 至图 6.4-69 枯水期所示，以丰水期 6 月为例，三峡回水到达南溪镇。丰水期 COD、TP 和 TN 在回水河段的分布规律相似。回水河段水质主要受到三峡水库回

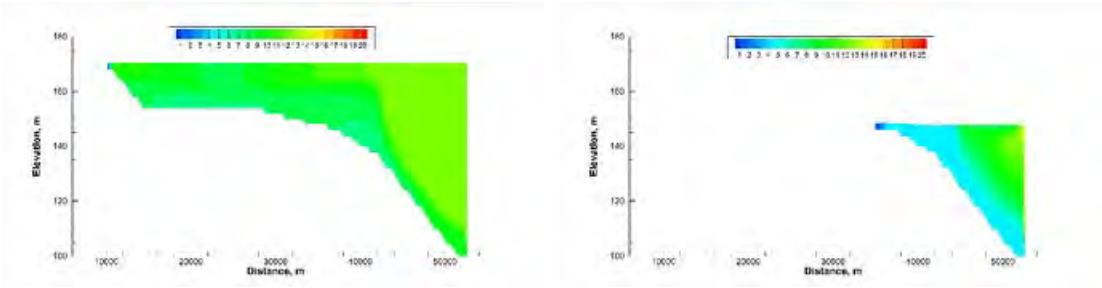
水污染负荷的影响，且回水对汤溪河水质的影响主要集中在距长江汇口 7km、水面下30m 范围内。如图所示，丰水期汤溪河南溪镇至长江汇口河段，COD 浓度在 0.3~14.6mg/L 范围内，满足III类水(c[COD]＜20mg/L)的水质要求。COD 浓度在长江汇口处较高，沿程水质浓度逐渐降解，三峡回水运行 8km 后，与汤溪河来流 COD 混合相对均匀，垂向上表层水体 COD 浓度较深层水体 COD 浓度高。

NH_3-N 浓度在 0.07~0.22mg/L 范围内，满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)的水质要求。南溪镇附近，有点源输入，NH_3-N 浓度较高。

TP 浓度在 0.04~0.06mg/L 范围内，在距长江汇口 8km 范围内浓度相对稍高，以湖库标准评价，不能满足III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求，以河流标准评价，满足III类水(c[TP]＜0.10mg/L)的水质要求。因汤溪河来流与三峡回水混合及沿程的降解作用，向南溪镇推进的过程中，TP 浓度有所降低。垂向上，表层水体 TP 浓度高于底层水体 TP 浓度。

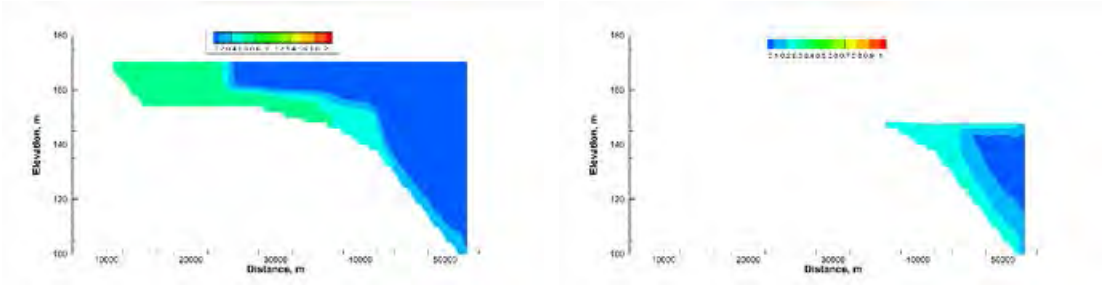
TN 浓度在 0.60~2.20mg/L 范围内，在距长江汇口 8km 范围内浓度相对较高，超过III类水(c[TN]＜1.0mg/L)的水质要求。向南溪镇推进的过程中，TN 浓度有所降低，距长江汇口 8km 以后，TN 浓度满足III类水质要求。垂向上，表层水体 TN 浓度高于底层水体 TN 浓度。

总的来讲，在丰水年丰水期，汤溪河回水河段（南溪镇至长江汇口），COD、NH_3-N 在全河段均达到III类水质要求，仅当以湖库标准评价 TP 时在靠近长江汇口 8km 范围内河段不能达到III类水质要求，TN 在靠近长江汇口 8km 范围内河段不能达到III类水质要求，水体水质总体较差。



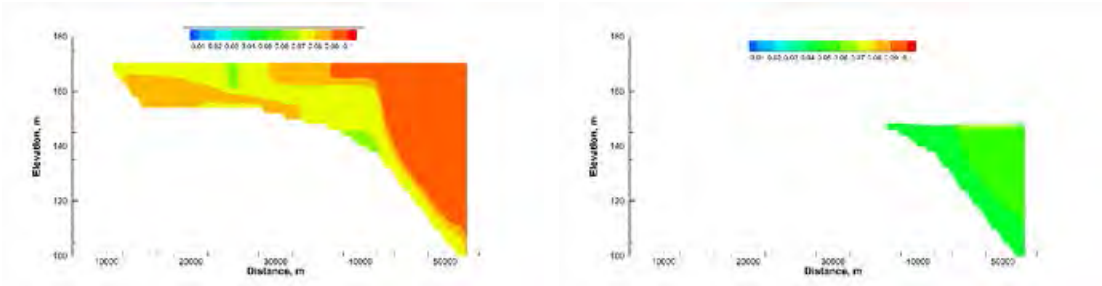
(a) 枯水期　　(b) 丰水期

图 6.4-66　汤溪河回水河段枯水年典型水期 COD 立面二维分布



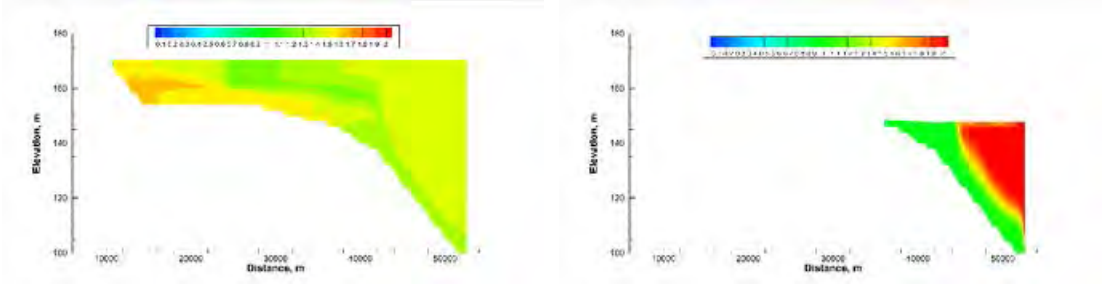
(c) 枯水期　　(d) 丰水期

图 6.4-67 汤溪河回水河段枯水年典型水期 NH_3-N 立面二维分布



(e) 枯水期　　(f) 丰水期

图 6.4-68　汤溪河回水河段枯水年典型水期 TP 立面二维分布



(g) 枯水期　　(h) 丰水期

图 6.4-69 汤溪河回水河段枯水年典型水期 TN 立面二维分布

（7）入流断面水质与出流断面水质对比分析

如表 6.4-47 至 6.4-49 所示，丰水年，COD 和 NH_3-N 在入流断面和入江口断面水均能达到III类水水质标准，而 TP 和 TN 在入流断面仅 4 月~10 月能达到III类水水质标准，在入江口断面水均超过III类水水质（湖库）标准，水质较差。汤溪河江口镇至长江汇口河段受三峡水库回水影响较大，整体上全年出流断面 COD 浓度比入流断面水质浓度大，5 月~9 月变化率较大，均超过 100%；与入流断面相比，出流断面 NH_3-N 浓度均有所减小；除 12 月出流断面 TP 浓度有所减小外，其余月份出流断面 TP 浓度较入流断面均有所增加，其中，4 月~5 月及 7 月~9 月变化率较大，均超过 100%；除 1 月出流断面 TN 浓度有所减小外，其余月份出流断面 TN 浓度较入流断面均有所增加，其中，4 月~9 月变化率较大，均超过 100%。

平水年，COD 和 NH_3-N 在入流断面和入江口断面水均能达到III类水水质标准，而 TP 和 TN 在入流断面仅 3 月~10 月能达到III类水水质标准，在入江口断面水均超过III类水水质（湖库）标准，水质较差。汤溪河江口镇至长江汇口河段受三峡水库回水影响较大，整体上全年出流断面 COD 浓度比入流断面水质浓度大，其中，4 月~9 月变化率较大，均超过 100%；与入流断面相比，出流断面 NH_3-N 浓度均有所减小；除 12 月出流断面 TP 浓度有所减小外，其余月份出流断面 TP 浓度较入流断面均有所增加，其中，3 月~5 月及 7 月~9 月变化率较大，均超过 100%；与入流断面相比，出流断面 TN 浓度均有所增加，其中，4 月~9 月和 11 月变化率较大，均超过 100%。

枯水年，COD 和 NH_3-N 在入流断面和入江口断面水均能达到III类水水质标准，而 TP 和 TN 在入流断面仅 4 月~10 月能达到III类水水质标准，在入江口断面水均超过III类水水质（湖库）标准，水质较差。汤溪河江口镇至长江汇口河段受三峡水库回水影响较大，整体上全年出流断面 COD 浓度比入流断面水质浓度大，4 月~9 月变化率较大，均超过 100%；与入流断面相比，出流断面 NH_3-N 浓度均有所减小；除 12 月出流断面 TP 浓度比入流断面 TP 浓度大小以外，其余月份出流断面 TP 浓度均比入流断面大，其中，5 月和 7~9 月变化率较大，均超过 100%；TN 浓度很高，各月份出流断面 TP 浓度超过入流断面水质浓度，且 4 月~9 月变化率较大，均超过 100%。

表 6.4-47　丰水年入流断面与出流断面水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	入流	mg/L	9.79	0.70	0.08	1.58
	出流	mg/L	11.77	0.10	0.09	1.49
	变化率	%	**20.15**	**-85.15**	**3.96**	**-5.62**
2	入流	mg/L	9.47	0.58	0.07	1.37
	出流	mg/L	12.67	0.12	0.10	1.48
	变化率	%	**33.82**	**-80.03**	**34.60**	**8.61**
3	入流	mg/L	8.25	0.28	0.05	1.01
	出流	mg/L	14.45	0.11	0.09	1.49
	变化率	%	**75.18**	**-62.27**	**85.26**	**48.28**
4	入流	mg/L	6.61	0.19	0.04	0.87
	出流	mg/L	13.00	0.11	0.09	2.15
	变化率	%	**96.64**	**-43.79**	**106.87**	**147.03**
5	入流	mg/L	4.93	0.17	0.04	0.92
	出流	mg/L	11.99	0.10	0.10	2.15
	变化率	%	**142.94**	**-39.35**	**142.16**	**132.80**
6	入流	mg/L	4.16	0.14	0.04	0.88

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
	出流	mg/L	13.96	0.11	0.05	2.07
	变化率	%	**235.36**	**-24.79**	**33.02**	**135.71**
7	入流	mg/L	4.21	0.13	0.04	0.73
	出流	mg/L	9.48	0.05	0.11	1.71
	变化率	%	**125.42**	**-60.03**	**190.87**	**132.86**
8	入流	mg/L	4.96	0.15	0.04	0.62
	出流	mg/L	12.73	0.09	0.12	2.03
	变化率	%	**156.54**	**-36.43**	**186.17**	**227.30**
9	入流	mg/L	5.41	0.21	0.05	0.64
	出流	mg/L	12.10	0.12	0.12	2.12
	变化率	%	**123.79**	**-41.24**	**144.36**	**233.85**
10	入流	mg/L	6.36	0.29	0.05	0.84
	出流	mg/L	9.48	0.08	0.10	1.41
	变化率	%	**48.98**	**-74.34**	**87.28**	**67.37**
11	入流	mg/L	8.03	0.43	0.06	1.19
	出流	mg/L	15.15	0.13	0.07	2.36
	变化率	%	**88.78**	**-70.25**	**8.54**	**98.26**
12	入流	mg/L	8.94	0.56	0.07	1.34
	出流	mg/L	14.38	0.08	0.05	1.51
	变化率	%	**60.75**	**-86.30**	**-32.40**	**12.95**

表 6.4-48　平水年入流断面与出流断面水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	入流	mg/L	9.42	0.51	0.07	1.36
	出流	mg/L	11.74	0.10	0.09	1.48
	变化率	%	**24.61**	**-80.48**	**29.98**	**9.33**
2	入流	mg/L	8.89	0.51	0.07	1.27
	出流	mg/L	12.68	0.11	0.10	1.48
	变化率	%	**42.61**	**-77.56**	**44.78**	**17.13**
3	入流	mg/L	7.87	0.22	0.04	0.92
	出流	mg/L	14.37	0.11	0.09	1.49
	变化率	%	**82.57**	**-50.86**	**104.55**	**62.05**
4	入流	mg/L	6.23	0.18	0.04	0.84
	出流	mg/L	12.99	0.11	0.09	2.14
	变化率	%	**108.52**	**-41.59**	**105.80**	**155.38**
5	入流	mg/L	4.66	0.17	0.04	0.88
	出流	mg/L	11.86	0.11	0.10	2.12
	变化率	%	**154.65**	**-36.67**	**139.15**	**142.22**
6	入流	mg/L	4.48	0.16	0.04	0.85

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
	出流	mg/L	13.96	0.11	0.05	2.07
	变化率	%	**211.84**	**-31.57**	**29.30**	**144.62**
7	入流	mg/L	4.50	0.18	0.04	0.75
	出流	mg/L	9.54	0.05	0.11	1.72
	变化率	%	**111.80**	**-70.74**	**171.76**	**130.66**
8	入流	mg/L	4.57	0.19	0.04	0.68
	出流	mg/L	12.69	0.09	0.12	2.03
	变化率	%	**177.81**	**-49.78**	**188.83**	**197.69**
9	入流	mg/L	5.44	0.19	0.04	0.70
	出流	mg/L	12.16	0.12	0.12	2.14
	变化率	%	**123.58**	**-37.97**	**199.62**	**207.47**
10	入流	mg/L	6.45	0.29	0.05	0.86
	出流	mg/L	9.46	0.08	0.10	1.41
	变化率	%	**46.77**	**-73.52**	**87.95**	**64.43**
11	入流	mg/L	7.88	0.35	0.06	1.10
	出流	mg/L	15.14	0.13	0.07	2.36
	变化率	%	**92.16**	**-63.12**	**22.14**	**114.65**
12	入流	mg/L	8.59	0.32	0.05	1.05
	出流	mg/L	14.24	0.08	0.05	1.51
	变化率	%	**65.91**	**-74.60**	**-5.95**	**44.26**

表 6.4-49 枯水年入流断面与出流断面对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	入流	mg/L	9.58	0.61	0.08	1.49
	出流	mg/L	11.77	0.10	0.09	1.49
	变化率	%	**22.89**	**-83.09**	**15.98**	**0.57**
2	入流	mg/L	9.13	0.42	0.06	1.19
	出流	mg/L	12.69	0.12	0.10	1.49
	变化率	%	**38.94**	**-72.29**	**68.03**	**25.12**
3	入流	mg/L	8.11	0.32	0.05	1.05
	出流	mg/L	14.44	0.11	0.09	1.49
	变化率	%	**78.06**	**-66.36**	**72.22**	**42.33**
4	入流	mg/L	6.41	0.25	0.05	0.93
	出流	mg/L	13.08	0.11	0.09	2.16
	变化率	%	**103.98**	**-57.54**	**80.06**	**133.52**
5	入流	mg/L	4.80	0.19	0.04	0.94
	出流	mg/L	12.00	0.11	0.10	2.15
	变化率	%	**149.79**	**-43.53**	**131.72**	**128.81**
6	入流	mg/L	4.30	0.17	0.04	0.90

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
	出流	mg/L	14.09	0.11	0.05	2.09
	变化率	%	**227.49**	**-32.86**	**26.50**	**131.60**
7	入流	mg/L	4.28	0.18	0.04	0.81
	出流	mg/L	9.55	0.05	0.11	1.72
	变化率	%	**123.38**	**-70.26**	**181.70**	**113.56**
8	入流	mg/L	4.64	0.21	0.04	0.75
	出流	mg/L	12.75	0.10	0.12	2.04
	变化率	%	**174.81**	**-53.78**	**208.59**	**172.74**
9	入流	mg/L	5.64	0.22	0.04	0.74
	出流	mg/L	12.24	0.12	0.13	2.16
	变化率	%	**117.05**	**-44.73**	**198.01**	**193.11**
10	入流	mg/L	6.41	0.29	0.05	0.84
	出流	mg/L	9.47	0.08	0.10	1.41
	变化率	%	**47.70**	**-72.56**	**89.14**	**68.97**
11	入流	mg/L	8.12	0.46	0.07	1.24
	出流	mg/L	15.16	0.13	0.07	2.36
	变化率	%	**86.74**	**-71.72**	**4.78**	**91.24**
12	入流	mg/L	8.97	0.56	0.07	1.35
	出流	mg/L	14.29	0.08	0.05	1.52
	变化率	%	**59.20**	**-86.03**	**-32.29**	**11.96**

6.4.4.5预测年与现状年水质对比分析

（1）汤溪河江口断面水质对比分析

如**错误!未找到引用源。**6.4-50 所示，COD、NH_3-N、TP 在现状年与预测年均能达到III类水的水质要求，水质较好。与现状年相比，除 1 月和 2 月外，预测年 COD 均有不同程度的减小；NH_3-N 除在 4 月减小外，其余月份均有所增加，且 1 月~3 月及 11 月~12 月变化率较大；TP 除在 3 月及 6 月~10 月减小外，其余月份均有所增加，但仍满足水质要求。

表 6.4-50 汤溪河江口断面预测年与现状年水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP
1	现状年	mg/L	10.00	0.24	0.05
	预测年	mg/L	11.48	0.72	0.08
	变化率	%	**14.76**	**205.22**	**73.04**
2	现状年	mg/L	10.00	0.13	0.05
	预测年	mg/L	10.19	0.45	0.06
	变化率	%	**1.92**	**249.19**	**16.18**
3	现状年	mg/L	10.00	0.13	0.05

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP
	预测年	mg/L	8.88	0.33	0.05
	变化率	%	**-11.20**	**147.58**	**-3.73**
4	现状年	mg/L	10.00	0.26	0.04
	预测年	mg/L	6.95	0.26	0.05
	变化率	%	**-30.52**	**-0.87**	**25.30**
5	现状年	mg/L	10.00	0.13	0.03
	预测年	mg/L	4.88	0.18	0.04
	变化率	%	**-51.19**	**46.44**	**22.98**
6	现状年	mg/L	10.00	0.14	0.05
	预测年	mg/L	4.24	0.16	0.04
	变化率	%	**-57.63**	**15.11**	**-18.69**
7	现状年	mg/L	10.00	0.15	0.06
	预测年	mg/L	4.19	0.18	0.04
	变化率	%	**-58.10**	**20.56**	**-42.68**
8	现状年	mg/L	10.00	0.11	0.06
	预测年	mg/L	4.64	0.21	0.03
	变化率	%	**-53.56**	**84.94**	**-45.63**
9	现状年	mg/L	11.50	0.14	0.07
	预测年	mg/L	5.83	0.22	0.04
	变化率	%	**-49.34**	**55.06**	**-41.35**
10	现状年	mg/L	10.50	0.15	0.05
	预测年	mg/L	6.80	0.30	0.05
	变化率	%	**-35.20**	**92.99**	**-8.67**
11	现状年	mg/L	11.50	0.20	0.06
	预测年	mg/L	9.07	0.50	0.07
	变化率	%	**-21.16**	**144.94**	**9.68**
12	现状年	mg/L	11.50	0.28	0.06
	预测年	mg/L	10.48	0.64	0.08
	变化率	%	**-8.87**	**127.90**	**39.86**

（2）汤溪河大桥断面水质对比分析

如表 6.4-51 所示，COD 和 NH_3-N 在现状年与预测年均能达到III类水水质要求；现状年 TP 仅在 4 月能达到III类水水质要求，其余月份均不能达标（湖库），预测年 TP 仅在 6 月~8 月能达到III类水水质要求，其余月份均不能达标；现状年 TN 仅在 11 月、12 月能达到III类水水质要求，预测年 TN 仅在 5 月~9 月能达到III类水水质要求，其余各月份均不能达标（湖库）。

与现状年相比，预测年 COD 浓度均有不同程度的减小；NH_3-N 浓度在 5 月~7 月及

11 月~12 月有所减小，其余月份均有不同程度的增加，且 2 月和 9 月变化率较大；TP 仅在 4 月~11 月有所增加，其余月份均有不同程度的减小；TN 仅在 1 月及 10 月~12 月有所增加，其余月份均有不同程度的减小。

表 6.4-51 汤溪河大桥断面预测年与现状年水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	现状年	mg/L	11.00	0.14	0.09	1.37
	预测年	mg/L	10.19	0.19	0.06	1.45
	变化率	%	**-7.39**	**38.32**	**-37.06**	**5.55**
2	现状年	mg/L	11.00	0.14	0.09	1.41
	预测年	mg/L	9.45	0.29	0.08	1.39
	变化率	%	**-14.13**	**110.60**	**-12.04**	**-1.56**
3	现状年	mg/L	10.00	0.15	0.09	1.39
	预测年	mg/L	9.27	0.27	0.08	1.25
	变化率	%	**-7.27**	**78.12**	**-16.36**	**-9.80**
4	现状年	mg/L	11.50	0.31	0.05	1.37
	预测年	mg/L	6.68	0.40	0.06	1.06
	变化率	%	**-41.88**	**27.52**	**19.00**	**-22.53**
5	现状年	mg/L	10.00	0.31	0.06	1.36
	预测年	mg/L	4.95	0.25	0.05	0.99
	变化率	%	**-50.50**	**-18.77**	**-16.67**	**-27.25**
6	现状年	mg/L	11.00	0.30	0.06	1.33
	预测年	mg/L	4.54	0.21	0.04	0.96
	变化率	%	**-58.75**	**-29.33**	**-33.33**	**-27.82**
7	现状年	mg/L	12.50	0.33	0.08	1.33
	预测年	mg/L	4.52	0.26	0.04	0.87
	变化率	%	**-63.84**	**-22.00**	**-47.25**	**-34.60**
8	现状年	mg/L	11.00	0.15	0.09	1.22
	预测年	mg/L	5.05	0.28	0.04	0.86
	变化率	%	**-54.09**	**88.33**	**-55.56**	**-29.59**
9	现状年	mg/L	13.50	0.13	0.08	1.18
	预测年	mg/L	6.03	0.32	0.05	0.86
	变化率	%	**-55.35**	**143.33**	**-36.25**	**-27.51**
10	现状年	mg/L	13.50	0.21	0.08	1.10
	预测年	mg/L	6.80	0.22	0.07	1.14
	变化率	%	**-49.65**	**3.02**	**-7.92**	**4.06**
11	现状年	mg/L	12.50	0.20	0.07	0.96
	预测年	mg/L	8.96	0.13	0.07	1.52
	变化率	%	**-28.30**	**-34.32**	**1.94**	**58.74**

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
12	现状年	mg/L	12.50	0.24	0.08	0.98
	预测年	mg/L	10.16	0.19	0.06	1.71
	变化率	%	**-18.76**	**-19.05**	**-24.82**	**74.18**

6.4.4.6汤溪河支库水体富营养化预测

结合水质预测结果，对汤溪河江口镇至长江汇口河段丰水年和平水年的 5 月~7 月的营养状况进行评价。

丰水年5月，汤溪河江口镇至长江汇口河段TP浓度为0.10mg/L，TN浓度为2.17mg/L，COD_{Mn}浓度为 3.00mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 51.59，属于轻度富营养状态；丰水年 6 月，汤溪河江口镇至长江汇口河段 TP 浓度为 0.05mg/L，TN 浓度为 2.11mg/L，COD_{Mn}浓度为 3.49mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 49.33，属于中营养状态；丰水年 7 月，汤溪河江口镇至长江汇口河段 TP 浓度为 0.11mg/L，TN 浓度为 1.72mg/L，COD_{Mn}浓度为 2.37mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 48.64，属于中营养状态。同时丰水年 5 月~7 月，水温在 22.5~26.5℃范围内，南溪镇至长江汇口河段流速在 0~0.15m/s 范围内，低于 0.2m/s，适于藻类的大量繁殖。

平水年5月，汤溪河江口镇至长江汇口河段TP浓度为0.10mg/L，TN浓度为2.15mg/L，COD_{Mn}浓度为 2.97mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 51.42，属于轻度富营养状态；平水年 6 月，汤溪河江口镇至长江汇口河段 TP 浓度为 0.05mg/L，TN 浓度为 2.10mg/L，COD_{Mn}浓度为 3.49mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 49.27，属于中营养状态；平水年 7 月，汤溪河江口镇至长江汇口河段 TP 浓度为 0.11mg/L，TN 浓度为 1.73mg/L，COD_{Mn}浓度为 2.38mg/L。综合营养指数（TLI（∑）为 48.79，属于中营养状态。同时平水年 5 月~7 月，水温在 22.5~26.5℃范围内，南溪镇至长江汇口河段流速在 0~0.02m/s 范围内，低于 0.2m/s，适于藻类的大量繁殖。

综上所述，汤溪河江口镇至长江汇口河段均属于中营养状态，但仍存在富营养化发生风险，需要加以防控。

6.4.5澎溪河水环境影响预测

6.4.5.1现状及规划水平年入河污染负荷

（1）规划水平年入河污染负荷

预测年 COD、NH_3-N、TP、TN 排放量分别为 1793.06t/a、265.37t/a、19.22t/a、429.09t/a。预测年污染源负荷统计中 COD、NH_3-N、TN 和 TP 占比最大的均来源于城镇生活污染

负荷，分别占各污染负荷的 48.86%、52.82%、45.57%和 47.26%。澎溪河的城镇生活污染负荷、农村生活污染负荷 COD、NH_3-N、TP、TN 污染负荷较现状年均有大幅度减小，其中城镇生活污染负荷减少最多，其 COD、NH_3-N、TP、TN 污染负荷较现状年分别减少了 935.32t/a、173.95t/a、20.07 t/a、197.47t/a。工业污染负荷与禽畜散养污染负荷较现状年有较大增长，其中工业污染负荷增加最多，其 COD、NH_3-N、TP、TN 污染负荷较现状年分别增加了 610.28t/a、97.64/a、6.10t/a、183.08/a。农田径流污染负荷与灌溉回归水污染负荷较现状年基本保持不变。

表 6.4-52 澎溪河预测年污染负荷综合统计表

污染负荷(t/a)		COD	NH_3-N	TP	TN
预测年点源	城镇生活污染负荷	876.00	140.16	8.76	202.80
	城镇集中排水区污染负荷所占比重(%)	48.86	52.82	45.57	47.26
	工业污染负荷	610.28	97.64	6.10	183.08
	工业污染负荷所占比重(%)	34.04	36.80	31.74	42.67
预测年面源	农村生活污染负荷	120.13	14.47	1.68	18.83
	农村生活污染负荷所占比重(%)	6.70	5.45	8.73	4.39
	禽畜散养污染负荷	137.15	7.25	1.61	15.28
	禽畜散养污染负荷所占比重(%)	7.65	2.73	8.35	3.56
	农田径流污染负荷	26.52	5.46	0.54	8.10
	农田径流污染负荷所占比重(%)	1.48	2.06	2.81	1.89
灌溉回归水	灌溉回归水污染负荷	22.98	0.39	0.54	0.99
	灌溉回归水污染负荷所占比重(%)	1.28	0.15	2.80	0.23
合计		1793.06	265.37	19.22	429.09

（2）现状及规划水平年入河污染负荷

团滩河现状及规划水平年入河污染负荷变化情况统计于表 。由表中数据可知团滩河在规划水平年能达到“增水不增污”的目标，甚至污染负荷入河量较之现状年有较大幅度减少。

表 6.4-53 现状及规划水平年入河污染负荷变化情况

污染物			COD (t/a)	NH_3-N (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)	污水产生量（万 t/a）
现状年			2080.23	342.44	32.84	471.12	1551.20
规划年（2030	不实施治污规划	污染负荷	2330.71	344.26	25.49	628.31	3804.24
		变化率(%)	12.04	0.53	-22.37	33.36	

年）	实施治污规划	污染负荷	1793.06	265.37	19.22	429.09	3334.64
		变化率(%)	-13.80	-22.51	-41.46	-8.92	

6.4.5.2水质预测数学模型

由于澎溪河（三峡支库）受三峡水库回水的影响，澎溪河水动力模型及水质模型均采用二维立面模型。

6.4.5.3预测工况及计算条件设置

（1）网格划分

澎溪河（三峡支库）水质同时受上游来流水质、点源及面源污染负荷及三峡库区回水水质影响，采用立面二维水质模型对江口镇下游 23.3km 澎溪河水质过程进行模拟预测，根据断面地形资料构建库区二维计算区域。该河段被划分为 74×42（纵向×垂向）个矩形单元网格，单元纵向尺寸为 400m，垂向尺寸为 2m。

（2）预测因子及工况

根据澎溪河水质与污染源现状分析，澎溪河水质预测因子选择 COD、NH_3-N、TP、TN。分别针对丰水年、平水年、枯水年开展逐月水质预测。

（3）模型参数及边界条件

根据《重庆市水资源综合规划水资源保护规划》和长江上游水文水资源勘测局的实测成果，污染物降解系数确定 COD 取 0.1（1/d），NH_3-N 取 0.08（1/d），TP 降解系数取 0.0018（1/d），TN 降解系数取 0.0018（1/d）。

（4）来流流量及水质

三峡水库以 145m~175m 水位运行时，澎溪河云阳段整个河段均会受到回水影响。澎溪河云阳段（三峡支库）是三峡水库回水区，属于三峡水库一部分，污染物主要来自三个方面：一是上游来流输入，二是区间输入，三是长江来水输入，其中长江来水输入占主要部分。澎溪河来流流量如表 6.4-54 至表 6.4-56 所示。

表 6.4-54　丰水年澎溪河流量表

	月份	三峡水库回水(m^3/s)	澎溪河来流(m^3/s)
丰水年	1 月	6165.85	30.23
	2 月	6008.00	18.61
	3 月	7308.02	27.38
	4 月	10209.65	91.98
	5 月	13338.53	307.67
	6 月	20858.53	451.25
	7 月	26838.03	452.33

	8 月	19279.84	485.80
	9 月	14391.74	175.75
	10 月	13538.99	57.00
	11 月	10438.88	24.61
	12 月	6011.65	13.22

表 6.4-55　平水年澎溪河流量表

	月份	三峡水库回水(m^3/s)	澎溪河来流(m^3/s)
平水年	1 月	6165.85	29.90
	2 月	6008.00	16.64
	3 月	7308.02	19.78
	4 月	10209.65	233.83
	5 月	13338.53	255.85
	6 月	20858.53	143.15
	7 月	26838.03	303.68
	8 月	19279.84	118.32
	9 月	14391.74	401.59
	10 月	13538.99	59.81
	11 月	10438.88	22.39
	12 月	6011.65	60.24

表 6.4-56　枯水年澎溪河流量表

	月份	三峡水库回水(m^3/s)	澎溪河来流(m^3/s)
枯水年	1 月	6165.85	17.33
	2 月	6008.00	15.97
	3 月	7308.02	19.63
	4 月	10209.65	76.54
	5 月	13338.53	122.42
	6 月	20858.53	267.73
	7 月	26838.03	123.39
	8 月	19279.84	72.33
	9 月	14391.74	164.63
	10 月	13538.99	228.11
	11 月	10438.88	57.65
	12 月	6011.65	27.52

澎溪河水质受到澎溪河来流及三峡水库回水影响，澎溪河入流水质浓度如表 6.4-57、表 6.4-58 所示。

表 6.4-57 澎溪河来流水质浓度（单位：mg/L）

月份	枯水年			
	COD	NH_3-N	TP	TN
1 月	15.5	0.157	0.060	1.565
2 月	18.5	0.106	0.055	1.450
3 月	18.5	0.093	0.070	1.510
4 月	17.0	0.095	0.082	1.640
5 月	16.5	0.111	0.118	2.690
6 月	18.5	0.061	0.086	2.195
7 月	15.5	0.129	0.060	1.295
8 月	15.5	0.105	0.035	0.860
9 月	18.0	0.125	0.045	0.955
10 月	9.0	0.160	0.080	1.630
11 月	15.0	0.100	0.060	1.213
12 月	11.0	0.120	0.050	1.330

表 6.4-58　澎溪河三峡回水水质浓度（单位：mg/L）

月份	水质因子			
	COD	NH_3-N	TP	TN
1 月	12.00	0.088	0.090	-
2 月	13.00	0.113	0.102	-
3 月	14.67	0.103	0.089	-
4 月	13.33	0.098	0.090	-
5 月	12.33	0.102	0.097	-
6 月	15.00	0.097	0.051	2.197
7 月	9.67	0.053	0.110	1.743
8 月	13.00	0.093	0.120	2.073
9 月	12.67	0.110	0.127	2.243
10 月	9.67	0.073	0.100	1.433
11 月	15.67	0.127	0.067	2.430
12 月	14.67	0.070	0.053	1.500

6.4.5.4水质预测

6.4.5.3.1 典型断面水质预测分析

选取高阳镇断面（国控考核断面）及澎溪河长江汇口断面作为典型断面，对丰水年、平水年、枯水年全年的 COD、NH_3-N、TP、TN 的水质进行预测，每个水质因子取 12 个月该断面每层的平均值。

（1）高阳镇断面水质预测分析

如图 6.4-70 至 6.4-73 所示，高阳镇断面各典型年各水质因子变化趋势相差不大。COD 断面平均浓度随时间变化明显，丰水年 COD 浓度在 8.32~17.52mg/L 范围内，平水

年 COD 浓度在 8.23~16.54mg/L 范围内，枯水年 COD 浓度在 9.48~16.71mg/L 范围内，均能达到III类水水质标准。

NH_3-N 全年断面平均浓度较低，变幅较小，各典型年每月 NH_3-N 断面平均浓度相差很小。丰水年 NH_3-N 浓度在 0.07~0.16mg/L 范围内，平水年 NH_3-N 浓度在 0.08~0.14mg/L 范围内，枯水年 NH_3-N 浓度在 0.09~0.16mg/L 范围内，均能达到III类水水质标准。

TP 全年断面平均浓度较高，变幅较大，以河流标准评价，各典型年 TP 均能达到III类水水质标准。以湖库标准评价，丰水年 TP 浓度在 0.03~0.12mg/L 范围内，仅 8 月和 9 月能达到III类水质标准，平水年 TP 浓度在 0.04~0.12mg/L 范围内，仅 9 月能达到III类水水质标准；枯水年 TP 浓度均在 0.05~0.11mg/L 范围内，超过III类水水质标准。

TN 全年断面平均浓度较高，变幅较大，丰水年 TN 浓度在 0.85~2.51mg/L 范围内，仅 8 月和 9 月能达到III类水质湖库标准；平水年 TN 浓度在 0.93~2.46mg/L 范围内，仅 9 月能达到III类水水质标准；枯水年 TN 浓度均在 0.98~2.11mg/L 范围内，仅 9 月能达到III类水水质标准。其中，各典型年 9 月 TN 断面平均浓度最低，5 月断面平均浓度最高。

可以看出，高阳镇断面在各典型年内，COD 和 NH_3-N 在全年内断面平均浓度均能达到III类水水质标准，以湖库标准评价，而 TP 和 TN 除了在 9 月均能达到III类水水质标准外，其余月份不能达到III类水水质标准，水质较差。

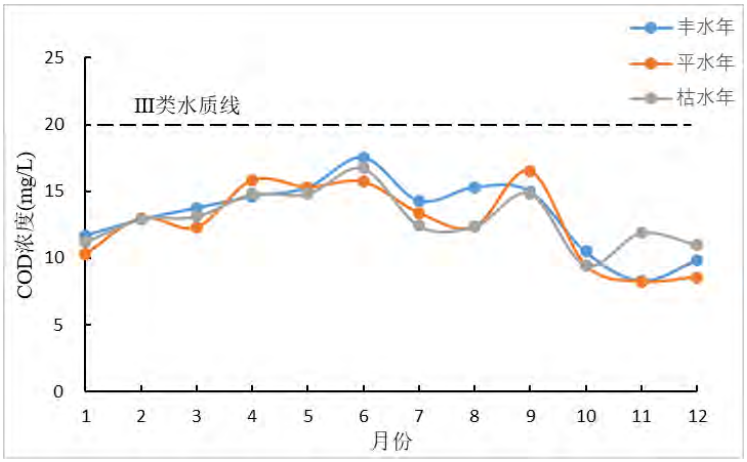


图 6.4-70 高阳镇断面各典型年 COD 年际变化图

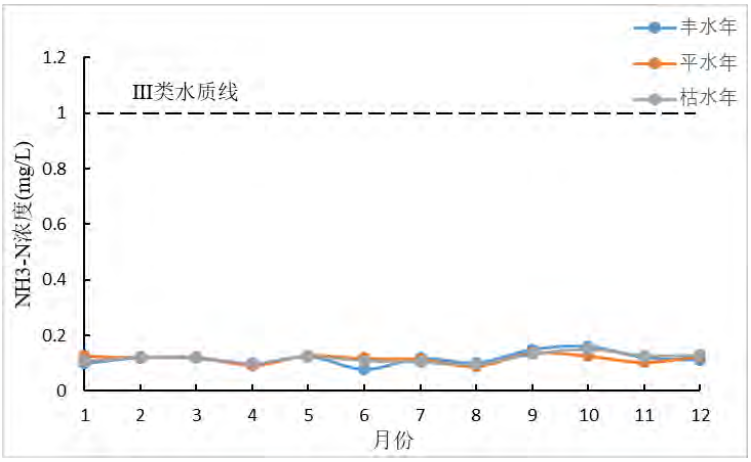


图 6.4-71 高阳镇断面各典型年 NH_3-N 年际变化图

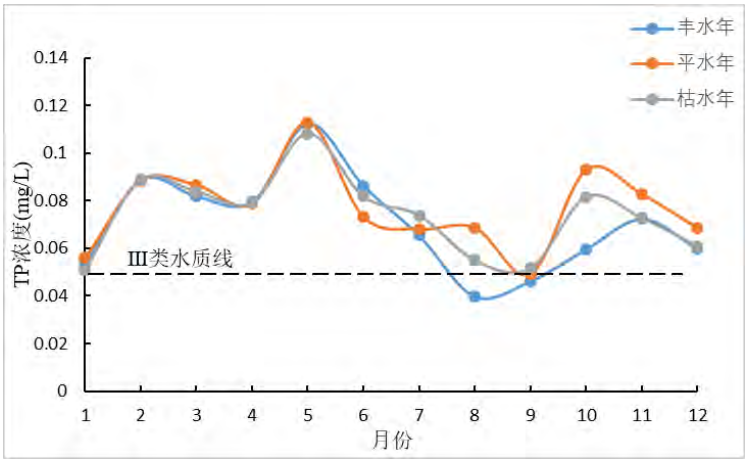


图 6.4-72 高阳镇断面各典型年 TP 年际变化图

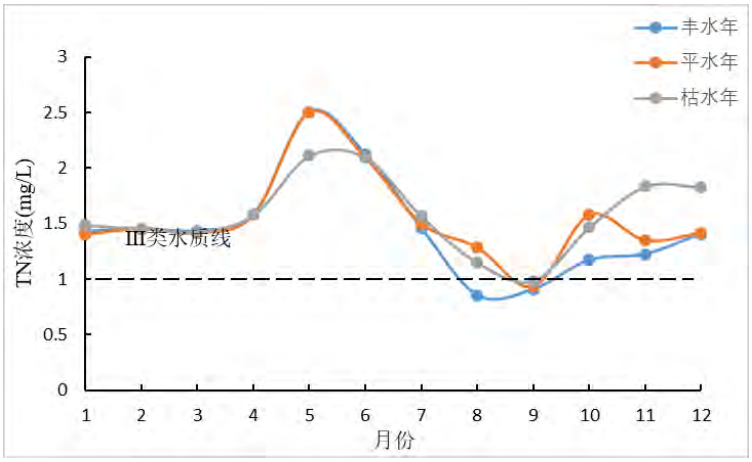


图 6.4-73 高阳镇断面各典型年 TN 年际变化图

（2）澎溪河长江汇口水质预测分析

如图 6.4-74 至 6.4-77 所示，澎溪河长江汇口断面各典型年各水质因子变化趋势相差不大。COD 断面平均浓度随时间变化明显，丰水年 COD 浓度在 9.61~15.31mg/L 范围内，平水年 COD 浓度在 9.60~15.51mg/L 范围内，枯水年 COD 浓度在 9.59~15.14mg/L 范围

内，均能达到III类水水质标准。

NH_3-N 全年断面平均浓度较低，变幅较小，各典型年每月 NH_3-N 断面平均浓度相差很小。各典型年 NH_3-N 浓度均在 0.05~0.13mg/L 范围内，均能达到III类水水质标准。

TP 全年断面平均浓度较高，变幅较大，以河流标准评价，各典型年 TP 均能达到III类水水质标准。以湖库标准评价，丰水年 TP 浓度均在 0.05~0.12mg/L 范围内，平水年 TP 浓度在 0.05~0.12mg/L 范围内，枯水年 TP 浓度均在 0.05~0.13mg/L 范围内，各典型年 TP 浓度均超过III类水水质标准。

TN 全年断面平均浓度较高，变幅较大，丰水年 TN 浓度在 1.42~2.29mg/L 范围内，平水年 TN 浓度在 1.43~2.42mg/L 范围内，枯水年 TN 浓度均在 1.43~2.29mg/L 范围内，各典型年 TN 浓度超过III类水水质标准。

可以看出，高阳镇断面丰平枯水年，COD 和 NH_3-N 在全年内断面平均浓度均能达到III类水水质标准，以湖库标准评价，TP 和 TN 在全年内断面平均浓度均不能达到III类水水质标准，水质较差。

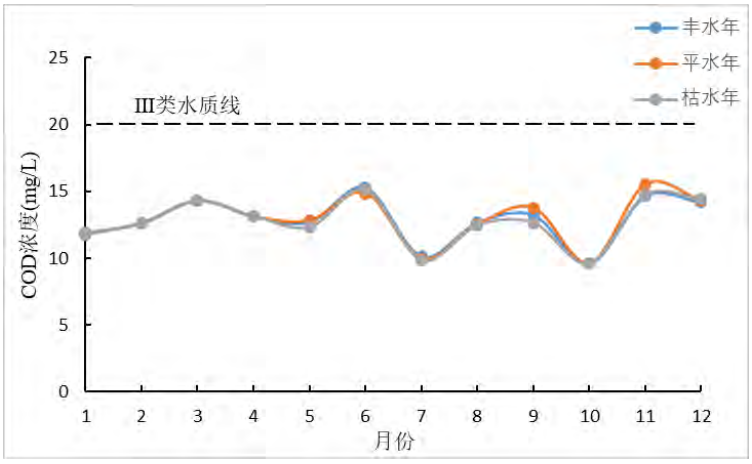


图 6.4-74　澎溪河长江汇口断面各典型年 COD 全年变化图

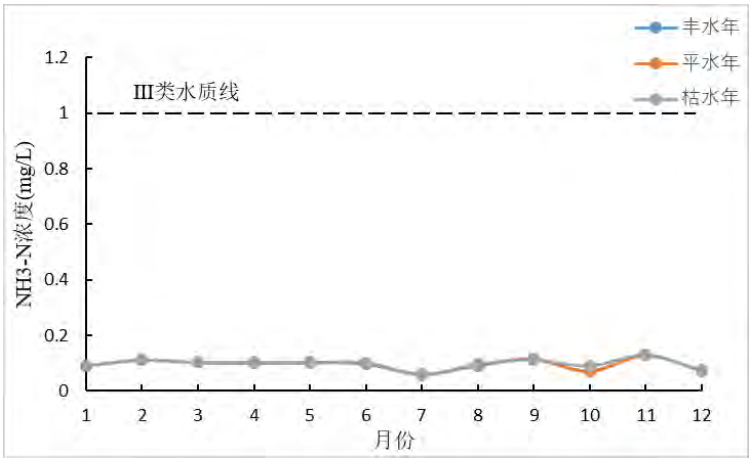


图 6.4-75　澎溪河长江汇口断面各典型年 NH_3-N 全年变化图

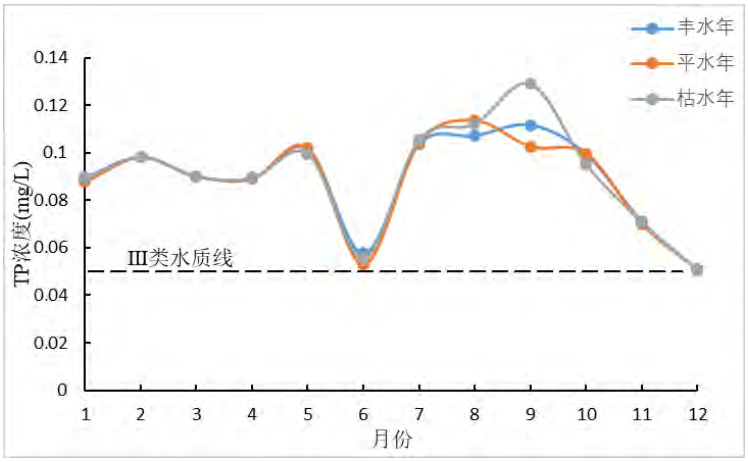


图 6.4-76　澎溪河长江汇口断面各典型年 TP 全年变化图

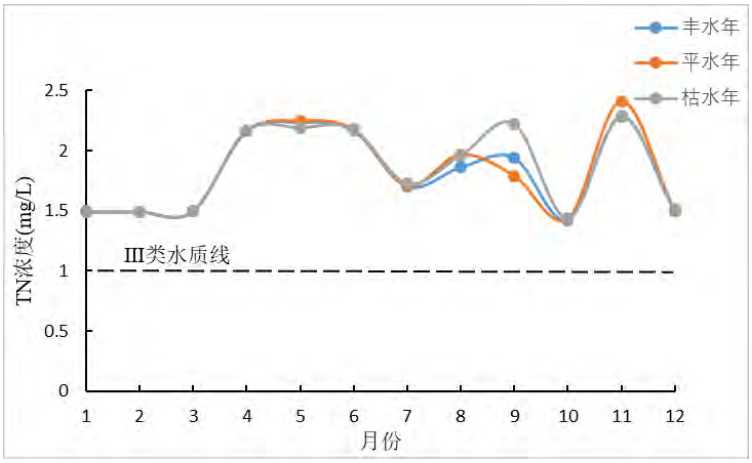


图 6.4-77　澎溪河长江汇口断面各典型年 TN 全年变化图

6.4.5.3.2 典型水期沿程水质预测分析

（1）丰水年沿程水质预测分析

1）枯水期

如图 6.4-78 至 6.4-81 所示，枯水期，澎溪河水质主要受到三峡水库回水污染负荷的影响。如图所示，枯水期澎溪河，COD 浓度在 11.00~13.00mg/L 范围内，满足III类水(c[COD]＜20mg/L)的水质要求。横向上 COD 混合相对均匀，在距高阳镇 8km 以后，垂向上表层水体 COD 浓度高于底层水体 COD 浓度。

NH_3-N 浓度在 0.10~0.13mg/L 范围内，NH_3-N 浓度及变幅均很小，满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)的水质要求。整个河段内，NH_3-N 混合相对均匀，浓度无明显差异，均满足III类水质要求。

TP 浓度在 0.07~0.10mg/L 范围内，以河流标准评价，能达到III类水(c[TP]＜0.2mg/L)水质标准；以湖库标准评价，整个河段 TP 浓度超过III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质（湖库）要求。TP 和 COD 在全河段的分布规律相似。横向上 TP 混合相对均匀，垂向上表

层水体 TP 浓度高于深层水体浓度。

TN 浓度在 1.45~1.50mg/L 范围内，超过III类水(c[TN]＜1.0mg/L)的水质要求。TN 和 NH_3-N 在全河段的分布规律相似。整个河段内，TN 混合相对均匀，浓度无明显差异，均超过III类水水质（湖库）标准。

总的来讲，在丰水年枯水期，澎溪河，COD 和 NH_3-N 在全河段均达到III类水质要求，由于澎溪河整个河段均受到三峡水库调度影响，以湖库标准评价，TP 和 TN 在整个河段内均不能达到III类水质要求，水体水质总体较差。

2）丰水期

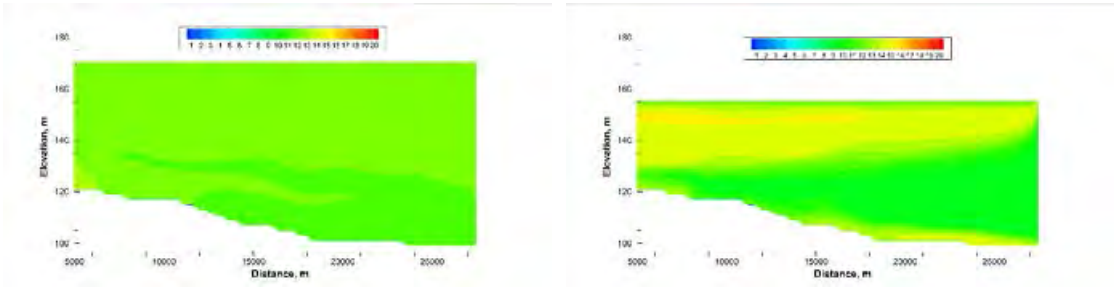
如图 6.4-78 至 6.4-81 所示，丰水期，澎溪河水质主要受到三峡水库回水污染负荷的影响，存在明显的水质分层现象。如图所示，丰水期澎溪河，COD 浓度在 9.00~15.50mg/L 范围内，满足III类水(c[COD]＜20mg/L)的水质要求。横向上 COD 混合相对均匀，在距高阳镇 8km 以后，受三峡水库回水影响，垂向上水面以下 5~30m 范围内 COD 浓度较高，垂向上 COD 浓度呈现先增加后减小的趋势。

NH_3-N 浓度在 0.04~0.26mg/L 范围内，满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)的水质要求。横向上 NH_3-N 混合相对均匀，受三峡水库回水影响，表层水体水质浓度较高，距高阳镇 10~20km 范围内，有多个点源汇入，NH_3-N 浓度最高；垂向上 NH_3-N 浓度变化明显，表层水体浓度高于底层水体浓度。

TP 浓度在 0.05~0.11mg/L 范围内，以河流标准评价，部分断面不能达到III类水(c[TP]＜0.2mg/L)水质标准；以湖库标准评价，整个河段 TP 浓度均超过III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。横向上每层水体 TP 浓度变化较小，长江汇口处全断面 TP 浓度最高，随着距长江汇口处距离增加，表层水体 TP 浓度逐渐减小；垂向上水体 TP 浓度整体呈现递增趋势，距澎溪河长江汇口 12km 范围，底层水体 TP 浓度有所降低，但仍超过III类水水质（湖库）标准。

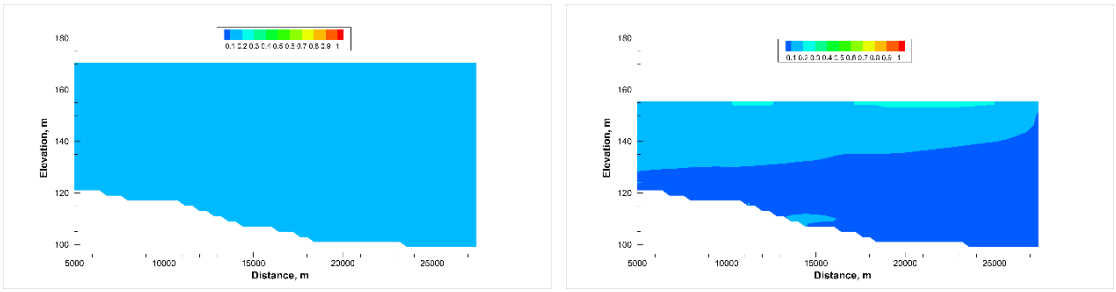
TN 浓度在 1.10~2.10mg/L 范围内，超过III类水(c[TN]＜1.0mg/L)的水质（湖库）要求。横向上 TN 混合相对均匀，浓度无明显差异，垂向上水体 TN 浓度整体呈现递增趋势。

总的来讲，在枯水年丰水期，澎溪河，COD 和 NH_3-N 在全河段均达到III类水质要求；由于澎溪河整个河段均受到三峡水库调度影响，以湖库标准评价，TP 和 TN 在整个河段内均不能达到III类水质要求，水体水质总体较差。



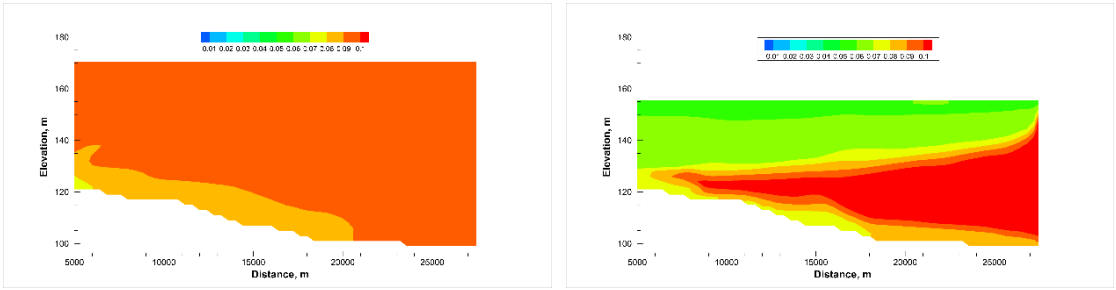
（a） 枯水期　　（b） 丰水期

图 6.4-78　澎溪河丰水年典型水期 COD 立面二维分布



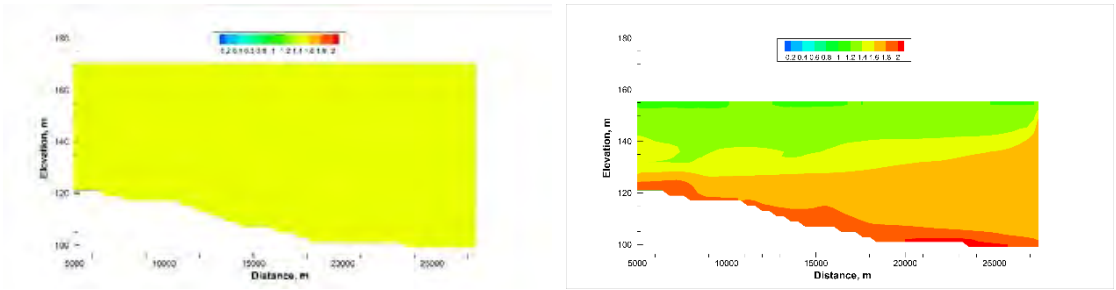
（c） 枯水期　　（d） 丰水期

图 6.4-79　澎溪河丰水年典型水期 NH_3-N 立面二维分布



（e） 枯水期　　（f） 丰水期

图 6.4-80　澎溪河丰水年典型水期 TP 立面二维分布



（g） 枯水期　　（h） 丰水期

图 6.4-81　澎溪河丰水年典型水期 TN 立面二维分布

（2）平水年沿程水质预测分析

1）枯水期

如图 6.4-82 至 6.4-85 所示，枯水期，澎溪河水质主要受到三峡水库回水污染负荷的

影响。如图所示，枯水期澎溪河，COD 浓度在 11.70~15.10mg/L 范围内，满足III类水(c[COD]＜20mg/L)的水质要求。横向上 COD 混合相对均匀，在距高阳镇 8km 以后，垂向上表层水体 COD 浓度高于底层水体 COD 浓度。

NH_3-N 浓度在 0.10~0.13mg/L 范围内，NH_3-N 浓度及变幅均很小，满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)的水质要求。整个河段内，NH_3-N 混合相对均匀，浓度无明显差异，均满足III类水质要求。

TP 浓度在 0.07~0.10mg/L 范围内，以河流标准评价，能达到III类水(c[TP]＜0.2mg/L)水质标准；以湖库标准评价，整个河段 TP 浓度超过III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。TP 和 COD 在全河段的分布规律相似。横向上 TP 混合相对均匀，垂向上表层水体 TP 浓度高于深层水体 COD 浓度。

TN 浓度在 1.45~1.50mg/L 范围内，超过III类水(c[TN]＜1.0mg/L)的水质要求。TN 和 NH_3-N 在全河段的分布规律相似。整个河段内，TN 混合相对均匀，浓度无明显差异，均超过III类水水质标准。

总的来讲，在平水年枯水期，澎溪河，COD 和 NH_3-N 在全河段均达到III类水质要求，由于澎溪河整个河段均受到三峡水库调度影响，以湖库标准评价，TP 和 TN 在整个河段内均不能达到III类水质要求，水体水质总体较差。

2）丰水期

如图 6.4-82 至 6.4-85 所示，丰水期，澎溪河水质主要受到三峡水库回水污染负荷的影响，存在明显的水质分层现象。如图所示，丰水期澎溪河，COD 浓度在 9.10~15.50mg/L 范围内，满足III类水(c[COD]＜20mg/L)的水质要求。横向上 COD 混合相对均匀，在距高阳镇 8km 以后，受三峡水库回水影响，垂向上表层 2m 内水体水质最好，水面以下 5~30m 范围内 COD 浓度较高，垂向上 COD 浓度呈现先增加后减小的趋势。

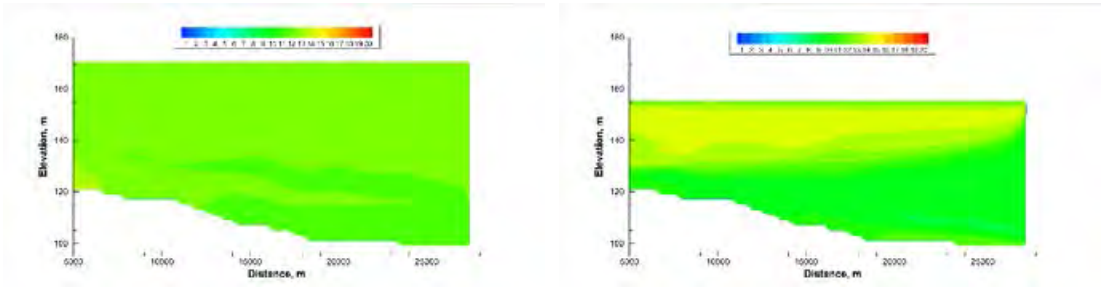
NH_3-N 浓度在 0.04~0.28mg/L 范围内，满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)的水质要求。横向上 NH_3-N 混合相对均匀，受三峡水库回水影响，表层水体水质浓度较高，距高阳镇 10~20km 范围内，有多个点源汇入，NH_3-N 浓度最高；垂向上 NH_3-N 浓度变化明显，表层水体浓度高于底层水体浓度。

TP 浓度在 0.05~0.11mg/L 范围内，以河流标准评价，部分断面不能达到III类水(c[TP]＜0.2mg/L)水质标准；以湖库标准评价，整个河段 TP 浓度均超过III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。横向上每层水体 TP 浓度变化较小，长江汇口处全断面 TP 浓度最高，随着距长江汇口处距离增加，表层水体 TP 浓度逐渐减小；垂向上水体 TP 浓度整体呈现

递增趋势，距澎溪河长江汇口 10km 范围，底层水体 TP 浓度有所降低，但仍超过III类水水质标准。

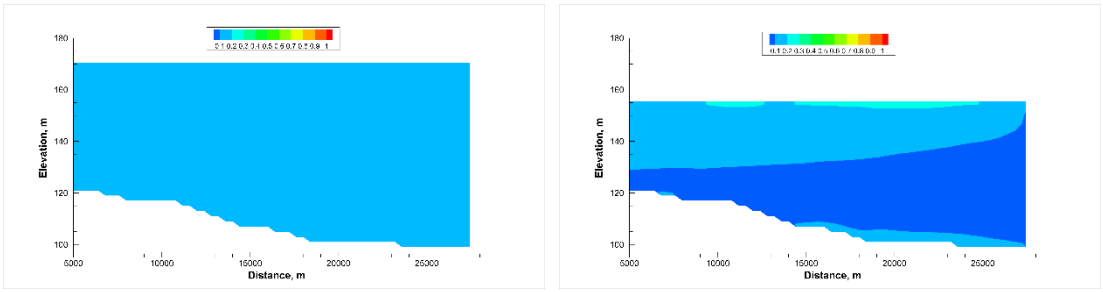
TN 浓度在 1.21~2.00mg/L 范围内，超过III类水(c[TN]＜1.0mg/L)的水质要求。横向上 TN 混合相对均匀，浓度无明显差异，垂向上水体 TN 浓度整体呈现递增趋势。

总的来讲，在平水年丰水期，澎溪河，COD 和 NH_3-N 在全河段均达到III类水质要求；由于澎溪河整个河段均受到三峡水库调度影响，以湖库标准评价，TP 和 TN 在整个河段内均不能达到III类水质要求，水体水质总体较差。



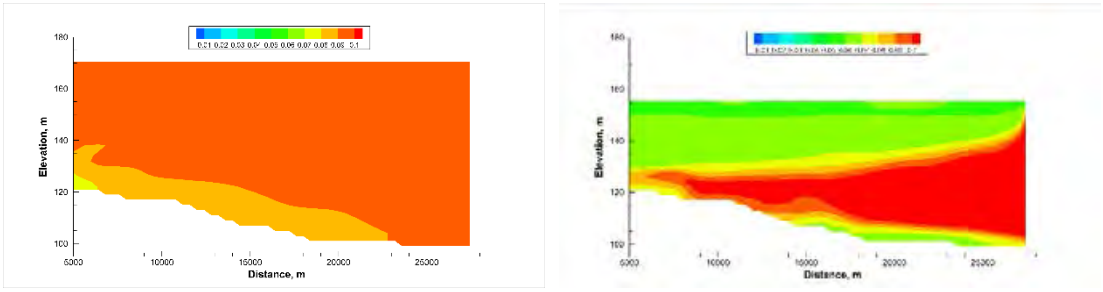
（a） 枯水期　　（b） 丰水期

图 6.4-82　澎溪河平水年典型水期 COD 立面二维分布



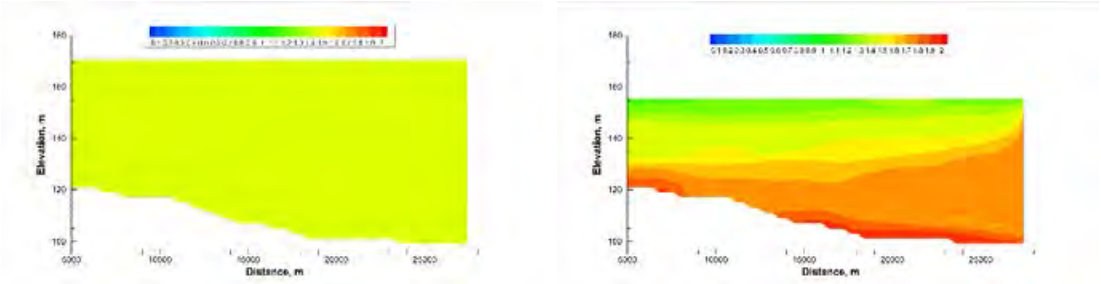
（c） 枯水期　　（d） 丰水期

图 6.4-83　澎溪河平水年典型水期 NH_3-N 立面二维分布



（e） 枯水期　　（f） 丰水期

图 6.4-84　澎溪河平水年典型水期 TP 立面二维分布



（g） 枯水期　　（h） 丰水期

图 6.4-85　澎溪河平水年典型水期 TN 立面二维分布

（3）枯水年沿程水质预测分析

1）枯水期

如图 6.4-86~89 所示，枯水期，澎溪河水质主要受到三峡水库回水污染负荷的影响。如图所示，枯水期澎溪河，COD 浓度在 11.60~13.00mg/L 范围内，满足III类水(c[COD]＜20mg/L)的水质要求。横向上 COD 混合相对均匀，垂向上表层水体 COD 浓度高于底层水体 COD 浓度。

NH_3-N 浓度在 0.10~0.13mg/L 范围内，满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)的水质要求。整个河段内，NH_3-N 混合相对均匀，浓度无明显差异，均满足III类水质要求。

TP 浓度在 0.07~0.10mg/L 范围内，以河流标准评价，能达到III类水(c[TP]＜0.2mg/L)水质标准；以湖库标准评价，整个河段 TP 浓度超过III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。TP 和 COD 在全河段的分布规律相似。横向上 TP 混合相对均匀，垂向上表层水体 TP 浓度高于深层水体 COD 浓度。

TN 浓度在 1.45~1.50mg/L 范围内，超过III类水(c[TN]＜1.0mg/L)的水质要求。TN 和 NH_3-N 在全河段的分布规律相似。整个河段内，TN 混合相对均匀，浓度无明显差异，均超过III类水水质标准。

总的来讲，在枯水年枯水期，澎溪河，COD 和 NH3-N 在全河段均达到III类水质要求，由于澎溪河整个河段均受到三峡水库调度影响，以湖库标准评价，TP 和 TN 在整个河段内均不能达到III类水质要求，水体水质总体较差。

2）丰水期

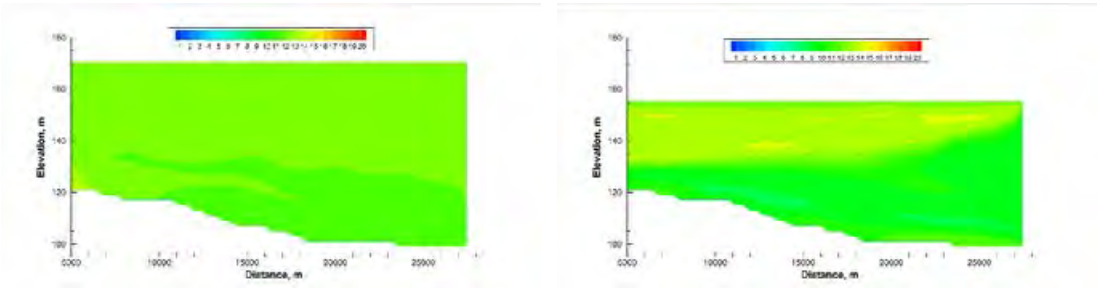
如图 6.4-86~89 所示，丰水期，澎溪河水质主要受到三峡水库回水污染负荷的影响，存在明显的水质分层现象。如图所示，丰水期澎溪河，COD 浓度在 8.80~14.10mg/L 范围内，满足III类水(c[COD]＜20mg/L)的水质要求。横向上 COD 混合相对均匀，垂向上 COD 浓度整体上呈现由表层到底层先增加后减小的趋势。

NH_3-N 浓度在 0.05~0.37mg/L 范围内，满足III类水(c[NH_3-N]＜1.0mg/L)的水质要求。横向上 NH_3-N 混合相对均匀，距高阳镇 10km ~20km 范围内，有多个点源汇入，NH_3-N 浓度最高；垂向上 NH_3-N 浓度变化明显，表层水体浓度高于底层水体浓度。

TP 浓度在 0.05~0.11mg/L 范围内，以河流标准评价，部分断面不能达到III类水(c[TP]＜0.2mg/L)水质标准；以湖库标准评价，整个河段 TP 浓度均超过III类水(c[TP]＜0.05mg/L)的水质要求。横向上每层水体 TP 浓度变化较小，长江汇口处全断面 TP 浓度最高，随着距长江汇口处距离增加，表层水体 TP 浓度逐渐减小；垂向上水体 TP 浓度整体呈现递增趋势，距澎溪河长江汇口 8km 范围，底层水体 TP 浓度有所降低，但仍超过III类水水质标准。

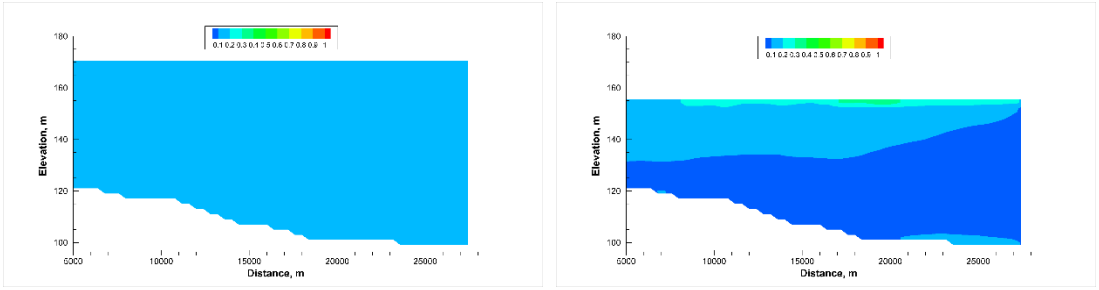
TN 浓度在 1.22~1.96mg/L 范围内，超过III类水(c[TN]＜1.0mg/L)的水质要求。横向上 TN 混合相对均匀，浓度无明显差异，垂向上水体 TN 浓度整体呈现递增趋势。

总的来讲，在枯水年丰水期，澎溪河，COD 和 NH_3-N 在全河段均达到III类水质要求；由于澎溪河整个河段均受到三峡水库调度影响，以湖库标准评价，TP 和 TN 在整个河段内均不能达到III类水质要求，水体水质总体较差。



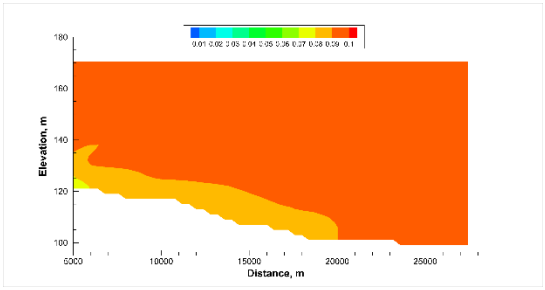
（a） 枯水期　　（b） 丰水期

图 6.4-86　澎溪河枯水年典型水期 COD 立面二维分布

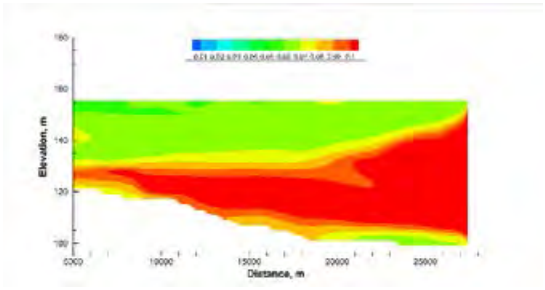


（c） 枯水期　　（d） 丰水期

图 6.4-87　澎溪河枯水年典型水期 NH_3-N 立面二维分布

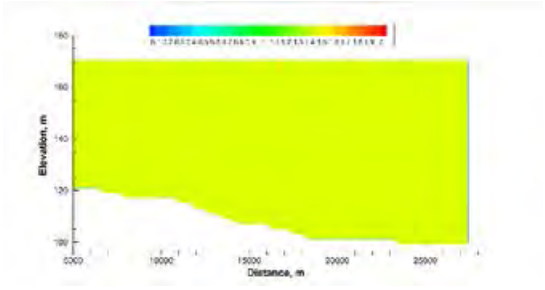


（e） 枯水期

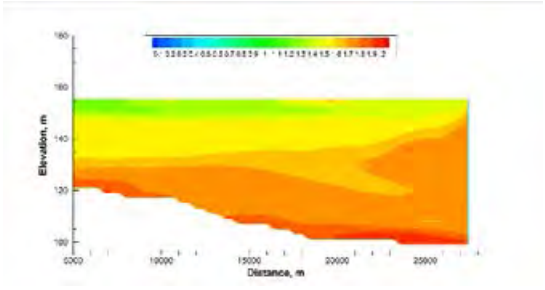


（f） 丰水期

图 6.4-88 澎溪河枯水年典型水期 TP 立面二维分布



（g） 枯水期



（h） 丰水期

图 6.4-89 澎溪河枯水年典型水期 TN 立面二维分布

6.4.5.3.3 入流断面与出流断面水质对比分析

（1）丰水年入流断面水质与出流断面水质对比分析

如表 6.4-59 所示，丰水年，COD 和 NH_3-N 在入江口断面水均能达到III类水水质标准，以湖库标准评价， TP 和 TN 在入江口断面水均超过III类水水质标准，水质较差。澎溪河云阳河段受三峡水库回水影响较大，受三峡水库面源污染影响，除 1 月、3 月、11 月和 12 月出流断面 COD 浓度比入流断面水质浓度大，其余月份出流断面 COD 浓度均比入流断面水质浓度小；除 4 月、6 月和 11 月出流断面 NH_3-N 浓度比入流断面水质浓度大以外，其余月份出流断面 NH_3-N 浓度均比入流断面小；除 5 月、6 月和 12 月出流断面 TP 浓度比入流断面小之外，其余月份出流断面 TP 浓度较入流断面均有所增加，其中 9 月增加比例最大；除 5 月出流断面 TN 浓度小于入流断面外，其余月份出流断面较入流断面 TN 浓度均有所增加，其中 9 月增加比例最大。

表 6.4-59 丰水年入流断面与出流断面水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	入流	mg/L	11.669	0.093	0.053	1.418
	出流	mg/L	11.908	0.090	0.090	1.496
	变化率	%	**2.04**	**-3.26**	**69.57**	**5.50**
2	入流	mg/L	12.844	0.114	0.089	1.443
	出流	mg/L	12.618	0.111	0.098	1.489

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
	变化率	%	**-1.76**	**-2.13**	**10.68**	**3.22**
3	入流	mg/L	13.694	0.108	0.081	1.418
	出流	mg/L	14.318	0.103	0.090	1.494
	变化率	%	**4.55**	**-4.49**	**10.72**	**5.34**
4	入流	mg/L	14.678	0.095	0.080	1.593
	出流	mg/L	13.147	0.100	0.089	2.165
	变化率	%	**-10.43**	**5.36**	**11.67**	**35.85**
5	入流	mg/L	15.096	0.121	0.111	2.466
	出流	mg/L	12.721	0.103	0.102	2.239
	变化率	%	**-15.73**	**-14.77**	**-8.20**	**-9.19**
6	入流	mg/L	16.217	0.088	0.074	2.090
	出流	mg/L	15.308	0.098	0.058	2.170
	变化率	%	**-5.60**	**10.58**	**-21.80**	**3.82**
7	入流	mg/L	12.901	0.100	0.074	1.515
	出流	mg/L	10.149	0.059	0.104	1.704
	变化率	%	**-21.33**	**-40.42**	**40.35**	**12.47**
8	入流	mg/L	13.834	0.094	0.070	1.311
	出流	mg/L	12.664	0.091	0.107	1.862
	变化率	%	**-8.46**	**-2.47**	**52.38**	**41.97**
9	入流	mg/L	14.820	0.119	0.045	0.874
	出流	mg/L	13.251	0.114	0.112	1.945
	变化率	%	**-10.59**	**-4.65**	**150.82**	**122.47**
10	入流	mg/L	10.525	0.129	0.056	1.095
	出流	mg/L	9.616	0.071	0.099	1.422
	变化率	%	**-8.64**	**-45.21**	**78.02**	**29.92**
11	入流	mg/L	8.165	0.103	0.071	1.191
	出流	mg/L	14.648	0.129	0.071	2.286
	变化率	%	**79.40**	**25.24**	**0.05**	**91.95**
12	入流	mg/L	9.453	0.099	0.060	1.340
	出流	mg/L	14.214	0.075	0.051	1.495
	变化率	%	**50.37**	**-24.65**	**-15.14**	**11.54**

（2）平水年入流断面水质与出流断面水质对比分析

如表 6.4-60 所示，平水年，COD 和 NH_3-N 在入江口断面水均能达到III类水水质标准，以湖库标准评价，TP 和 TN 在入江口断面水均超过III类水水质标准，水质较差。澎溪河云阳河段受三峡水库回水影响较大，受三峡水库面源污染影响，除 1 月、3 月、8 月、11 月和 12 月出流断面 COD 浓度比入流断面水质浓度大，其余月份出流断面 COD 浓度均比入流断面水质浓度小；除 4 月、8 月和 11 月出流断面 NH_3-N 浓度比入流断面

水质浓度大以外，其余月份出流断面 NH_3-N 浓度均比入流断面小；除 5 月~6 月和 11 月~12 月出流断面 TP 浓度比入流断面小之外，其余月份出流断面 TP 浓度较入流断面均有所增加，其中 9 月增加比例最大；除 5 月和 10 月出流断面 TN 浓度小于入流断面外，其余月份出流断面较入流断面 TN 浓度均有所增加。

表 6.4-60　平水年入流断面与出流断面水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	入流	mg/L	10.226	0.111	0.055	1.370
	出流	mg/L	11.735	0.091	0.088	1.487
	变化率	%	**14.76**	**-17.64**	**60.29**	**8.48**
2	入流	mg/L	12.851	0.113	0.088	1.445
	出流	mg/L	12.618	0.111	0.098	1.489
	变化率	%	**-1.81**	**-1.70**	**11.13**	**3.06**
3	入流	mg/L	12.270	0.111	0.086	1.397
	出流	mg/L	14.304	0.103	0.090	1.494
	变化率	%	**16.58**	**-7.27**	**5.09**	**6.96**
4	入流	mg/L	15.757	0.092	0.079	1.579
	出流	mg/L	13.113	0.103	0.089	2.160
	变化率	%	**-16.78**	**12.04**	**13.04**	**36.84**
5	入流	mg/L	15.124	0.125	0.111	2.462
	出流	mg/L	12.803	0.103	0.102	2.249
	变化率	%	**-15.35**	**-17.68**	**-8.12**	**-8.66**
6	入流	mg/L	15.553	0.102	0.071	2.054
	出流	mg/L	14.863	0.101	0.053	2.178
	变化率	%	**-4.44**	**-0.71**	**-25.77**	**6.08**
7	入流	mg/L	13.153	0.109	0.065	1.544
	出流	mg/L	9.959	0.060	0.104	1.708
	变化率	%	**-24.28**	**-45.59**	**59.99**	**10.58**
8	入流	mg/L	11.397	0.090	0.068	1.278
	出流	mg/L	12.508	0.093	0.114	1.968
	变化率	%	**9.76**	**3.52**	**67.17**	**54.00**
9	入流	mg/L	15.656	0.128	0.050	0.942
	出流	mg/L	13.751	0.117	0.103	1.792
	变化率	%	**-12.17**	**-8.45**	**105.08**	**90.27**
10	入流	mg/L	9.916	0.128	0.084	1.481
	出流	mg/L	9.601	0.071	0.100	1.433
	变化率	%	**-3.17**	**-44.08**	**18.62**	**-3.27**
11	入流	mg/L	8.255	0.115	0.075	1.304
	出流	mg/L	15.503	0.130	0.070	2.413

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
	变化率	%	**87.79**	**12.95**	**-6.11**	**85.11**
12	入流	mg/L	8.578	0.119	0.065	1.390
	出流	mg/L	14.324	0.073	0.051	1.496
	变化率	%	**67.00**	**-38.63**	**-21.54**	**7.62**

（3）枯水年入流断面水质与出流断面水质对比分析

如表 6.4-61 所示，枯水年，澎溪河云阳段属于三峡水库回水变动区，其中，COD 和 NH_3-N 在入江口断面水均能达到III类水水质标准，以湖库标准评价，TP 和 TN 在入江口断面水均超过III类水水质标准。整体上枯水期出流断面 COD 浓度比入流断面水质浓度大，丰水期出流断面 COD 浓度比入流断面水质浓度小；除 4 月、6 月、8 月和 11 月出流断面 NH_3-N 浓度比入流断面水质浓度大以外，其余月份出流断面 NH_3-N 浓度均比入流断面小；除 5 月、6 月、11 月和 12 月出流断面 TP 浓度比入流断面水质浓度小以外，其余月份出流断面 TP 浓度均比入流断面大，其中 9 月增加比例最大；除 1 月、5 月和 12 月出流断面 TN 浓度比入流断面水质浓度小以外，其余月份出流断面 TN 浓度均比入流断面大。

表 6.4-61　枯水年入流断面与出流断面水质对比结果表

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
1	入流	mg/L	11.175	1.818	0.051	1.818
	出流	mg/L	11.887	0.090	0.090	1.496
	变化率	%	**6.37**	**-95.04**	**75.49**	**-17.74**
2	入流	mg/L	12.843	0.114	0.089	1.444
	出流	mg/L	12.610	0.111	0.098	1.490
	变化率	%	**-1.81**	**-2.41**	**10.56**	**3.18**
3	入流	mg/L	13.065	0.109	0.083	1.409
	出流	mg/L	14.315	0.103	0.090	1.494
	变化率	%	**9.56**	**-5.75**	**8.40**	**6.06**
4	入流	mg/L	14.836	0.096	0.080	1.587
	出流	mg/L	13.150	0.100	0.089	2.164
	变化率	%	**-11.37**	**4.73**	**12.37**	**36.38**
5	入流	mg/L	14.724	0.119	0.108	2.380
	出流	mg/L	12.305	0.102	0.100	2.192
	变化率	%	**-16.43**	**-14.05**	**-7.38**	**-7.90**
6	入流	mg/L	15.936	0.100	0.072	2.096
	出流	mg/L	15.132	0.101	0.056	2.177
	变化率	%	**-5.04**	**1.21**	**-22.76**	**3.90**
7	入流	mg/L	12.163	0.098	0.073	1.611

月份	水质	单位	COD	NH_3-N	TP	TN
	出流	mg/L	9.834	0.058	0.106	1.727
	变化率	%	**-19.15**	**-40.90**	**43.77**	**7.18**
8	入流	mg/L	11.701	0.094	0.059	1.252
	出流	mg/L	12.453	0.096	0.112	1.959
	变化率	%	**6.43**	**2.44**	**90.61**	**56.55**
9	入流	mg/L	14.362	0.115	0.061	1.132
	出流	mg/L	12.625	0.112	0.129	2.224
	变化率	%	**-12.09**	**-2.64**	**110.75**	**96.41**
10	入流	mg/L	9.746	0.144	0.076	1.401
	出流	mg/L	9.595	0.090	0.095	1.438
	变化率	%	**-1.55**	**-37.38**	**24.79**	**2.66**
11	入流	mg/L	11.878	0.121	0.072	1.824
	出流	mg/L	14.721	0.130	0.071	2.287
	变化率	%	**23.93**	**6.90**	**-1.66**	**25.36**
12	入流	mg/L	10.969	0.121	0.061	1.818
	出流	mg/L	14.429	0.074	0.050	1.514
	变化率	%	**31.54**	**-38.94**	**-17.04**	**-16.74**

6.4.5.5澎溪河支库水体富营养化预测

根据监测资料可知，现状年澎溪河云阳段存在富营养化现象。结合水质预测结果，对澎溪河云阳段（三峡支库）丰水年、平水年 5 月~7 月的营养状况进行评价。

丰水年 5 月，澎溪河云阳段 TP 浓度为 0.10mg/L，TN 浓度为 2.24mg/L， COD_{Mn} 浓度为 3.18mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 52.34，属于轻度富营养状态；丰水年 6 月，澎溪河云阳段 TP 浓度为 0.06mg/L，TN 浓度为 2.17mg/L，COD_{Mn} 浓度为 3.83mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 50.67，属于轻度富营养状态；丰水年 7 月，澎溪河云阳段 TP 浓度为 0.10mg/L，TN 浓度为 1.70mg/L，COD_{Mn} 浓度为 2.54mg/L。综合营养指数（TLI（∑）为 48.94，属于中营养状态。同时丰水年 5 月~7 月，水温在 23~26℃范围内，高阳渡口至长江汇口前流速在 0~0.18m/s 范围内，低于 0.2m/s，适于藻类大量繁殖。

平水年 5 月，澎溪河云阳段 TP 浓度为 0.10mg/L，TN 浓度为 2.25mg/L，COD_{Mn} 浓度为 3.20mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 52.45，属于轻度富营养状态；平水年 6 月，澎溪河云阳段 TP 浓度为 0.05mg/L，TN 浓度为 2.18mg/L，COD_{Mn} 浓度为 3.72mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 49.97，属于中营养状态；平水年 7 月，澎溪河云阳段 TP 浓度为 0.10mg/L，TN 浓度为 1.71mg/L，COD_{Mn} 浓度为 2.49mg/L，综合营养指数（TLI（∑）为 48.82，属于中营养状态。同时平水年 5 月~7 月，水温在 23~26℃范围内，高阳渡口

至长江汇口前流速在 0~0.16m/s 范围内，低于 0.2m/s，适于藻类的繁殖。

综上所述，预测年澎溪河云阳段属于中营养状态，存在发生富营养化的可能性，需要加强监管，采取相应措施治理。

6.4.6长江研究河段水环境影响预测

6.4.6.1长江研究河段污染负荷

通过污染源调查，统计得到长江研究河段污染负荷如表 6.4-62 所示。预测年 COD、NH_3-N、TP、TN 排放量分别为 937.32t/a、149.97t/a、20.07t/a、227.47t/a。预测年污染源负荷统计中 COD、NH_3-N、TN 和 TP 占比最大的均来源于城镇生活污染负荷，占污染负荷的 62.31%。

表 6.4-62　长江研究河段预测年污染负荷综合统计表

污染负荷(t/a)		COD	NH_3-N	TP	TN
预测年点源	城镇生活污染负荷	584.00	93.44	5.84	155.20
	城镇集中排水区污染负荷所占比重(%)	62.31	62.31	62.31	62.31
	工业污染负荷	353.32	56.53	3.53	106.00
	工业污染负荷所占比重(%)	37.69	37.69	37.69	37.69
合计		937.32	149.97	9.37	261.20

长江研究河段的城镇生活污染负荷较现状年减小，其 COD、NH_3-N、TP、TN 污染负荷较现状年分别减少了 152.74 t/a、90.74 t/a、6.44 t/a、90.38 t/a。工业污染负荷较现状年有较大增长，其 COD、NH_3-N、TP、TN 污染负荷较现状年分别增加了 584.00 t/a、93.44 t/a、5.84 t/a、155.20 t/a。

6.4.6.2水质预测模型

根据长江水文特征，以及《环境影响评价技术导则》，水质预测中采用二维稳态混合衰减模式进行预测。

6.4.6.3预测工况及计算条件设置

根据长江水质与污染源现状分析，长江研究河段水质影响预测各工况的资料系列选用情况见表 6.4-63。

表 6.4-63　长江研究河段水质影响预测工况

方案	水文条件	入流水质	污染源	数学模型	水质预测因子
1	丰水年丰水期	采用长江监测水质	云阳县城污水处理厂 云阳县工业园黄岭组团及万州经开区C区水口组团污水处理厂	采用二维稳态混合衰减模式模型	COD NH_3-N TP
2	丰水年枯水期				
3	平水年丰水期				
4	平水年枯水期				

5	枯水年丰水期				
6	枯水年枯水期				

长江研究河段现状及规划水平年入河污染负荷变化情况统计于表 6.4-64。与现状年相比，实施治污规划后，长江研究河段污染负荷有所增加，但水污染防治规划阶段对于县城组团进行整体规划，长江与澎溪河现状及规划水平年入河污染负荷情况见表 6.4-66。由表 6.4-65 可以看出，长江与澎溪河在规划水平年能达到“增水不增污”的目标。

表 6.4-64　长江研究河段现状及规划水平年入河污染负荷变化情况

污染物			COD (t/a)	NH_3-N (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)	污水产生量（万 t/a）
现状年			736.74	184.18	12.28	245.58	982.32
规划年（2030 年）	不实施治污规划	污染负荷	1171.65	187.46	11.72	351.50	1874.64
		变化率(%)	59.03	1.78	-4.59	43.13	
	实施治污规划	污染负荷	937.32	149.97	9.37	261.20	1499.71
		变化率(%)	27.23	-18.57	-23.67	6.36	

表 6.4-65　长江研究河段与澎溪河现状及规划水平年入河污染负荷变化情况

污染物			COD (t/a)	NH_3-N (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)	污水产生量（万 t/a）
现状年			2816.97	526.62	45.12	716.70	2533.52
规划年（2030 年）	不实施治污规划	污染负荷	3502.36	531.72	37.21	979.81	5678.88
		变化率(%)	24.33	0.97	-17.54	36.71	
	实施治污规划	污染负荷	2730.38	415.34	28.59	690.29	4834.35
		变化率(%)	-3.07	-21.13	-36.63	-3.69	

由于水口组团和黄岭组团的污水处理厂从同一位置进入长江，因此合并为工业污水处理厂排污口，同时考虑黄岭组团和水口组团的排污。

参照《长江、嘉陵江重庆段水污染控制规划研究》及《长江宜宾段总磷的迁移转化特征分析》中有关各污染物在长江的降解系数，长江评价段水文参数，确定 COD、氨氮、总磷的降解系数分别为 0.1812/d、0.1296/d、0.131256/d。各典型年长江研究河段来流流量及水位情况见表 6.4-66。

表 6.4-66　各典型年长江研究河段来流、水位、水质浓度表

水文条件	流量（m^3/s）	水位（m）	COD（mg/L）	氨氮（mg/L）	总磷（mg/L）
丰水年丰水期	20593.33	146.65	14	0.054	0.093
丰水年枯水期	4228.93	167.73	13	0.088	0.090
平水年丰水期	23090	146.65	14	0.054	0.093
平水年枯水期	3402.5	167.73	13	0.088	0.090
枯水年丰水期	17353.33	146.65	14	0.054	0.093
枯水年枯水期	3800	167.73	13	0.088	0.090

6.4.6.4水质影响预测

（1）丰水年丰水期

云阳县城污水处理厂正常排放时，以污水排放口为起点，长江评价段内各断面COD、氨氮、总磷影响预测结果见表6.4-67~表6.4-69。

表6.4-67　丰水年丰水期云阳县城污水处理厂COD影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	14.56	14.02	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
20	14.39	14.07	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
30	14.32	14.10	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
40	14.28	14.12	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
50	14.25	14.12	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
100	14.17	14.12	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
200	14.12	14.10	13.99	13.99	13.99	13.99	13.99
500	14.05	14.05	13.98	13.98	13.98	13.98	13.98
1000	14.01	14.01	13.95	13.95	13.95	13.95	13.95

表6.4-68　丰水年丰水期云阳县城污水处理厂氨氮影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.144	0.057	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
20	0.117	0.066	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
30	0.106	0.071	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
40	0.099	0.073	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
50	0.094	0.074	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
100	0.082	0.074	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
200	0.074	0.071	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
500	0.067	0.066	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
1000	0.063	0.062	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054

表6.4-69　丰水年丰水期云阳县城污水处理厂总磷影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.099	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
20	0.097	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
30	0.096	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
40	0.096	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
50	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
100	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
200	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
500	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093

1000	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093

云阳县工业园黄岭组团及万州经开区 C 区水口组团污水处理厂正常排放时，以污水排放口为起点，长江评价段内各断面COD、氨氮、总磷影响预测结果见表6.4-70~表6.4-72。

表 6.4-70 丰水年丰水期云阳县工业污水处理厂 COD 影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	14.38	14.01	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
20	14.27	14.05	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
30	14.22	14.07	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
40	14.19	14.08	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
50	14.17	14.08	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
100	14.12	14.08	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
200	14.08	14.06	13.99	13.99	13.99	13.99	13.99
500	14.03	14.03	13.98	13.98	13.98	13.98	13.98
1000	13.99	13.99	13.95	13.95	13.95	13.95	13.95

表 6.4-71 丰水年丰水期云阳县工业污水处理厂氨氮影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.115	0.056	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
20	0.097	0.062	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
30	0.089	0.065	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
40	0.085	0.067	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
50	0.081	0.068	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
100	0.073	0.068	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
200	0.068	0.066	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
500	0.063	0.062	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
1000	0.060	0.060	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054

表 6.4-72 丰水年丰水期云阳县工业污水处理厂总磷影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.097	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
20	0.096	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
30	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
40	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
50	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
100	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
200	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
500	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
1000	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093

由上表可得，预测年云阳县城污水处理厂排放口及工业园黄岭组团及万州经开区 C 区水口组团污水处理厂排污口下游江段水体各污染物浓度局部有所增加，但增幅较小，长江研究河段水体满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准要求，不会造成长江研究河段水环境的明显改变。

（2）丰水年枯水期

云阳县城污水处理厂正常排放时，以污水排放口为起点，长江评价段内各断面COD、氨氮、总磷影响预测结果见表6.4-73-表6.4-75。

表6.4-73　丰水年枯水期云阳县城污水处理厂COD影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	13.88	13.62	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
20	13.62	13.52	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99
30	13.50	13.44	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99
40	13.43	13.39	12.98	12.98	12.98	12.98	12.98
50	13.38	13.35	12.98	12.98	12.98	12.98	12.98
100	13.24	13.23	12.97	12.96	12.96	12.96	12.96
200	13.11	13.11	12.95	12.92	12.92	12.92	12.92
500	12.91	12.91	12.85	12.80	12.79	12.79	12.79
1000	12.67	12.67	12.64	12.60	12.58	12.58	12.58

表6.4-74　丰水年枯水期云阳县城污水处理厂氨氮影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.230	0.187	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
20	0.188	0.172	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
30	0.170	0.161	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
40	0.159	0.153	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
50	0.151	0.147	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
100	0.133	0.131	0.089	0.088	0.088	0.088	0.088
200	0.119	0.119	0.093	0.088	0.088	0.088	0.088
500	0.107	0.107	0.097	0.088	0.087	0.087	0.087
1000	0.100	0.100	0.096	0.089	0.086	0.086	0.086

表6.4-75　丰水年枯水期云阳县城污水处理厂总磷影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.099	0.096	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
20	0.096	0.095	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
30	0.095	0.094	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
40	0.094	0.094	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
50	0.094	0.094	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
100	0.093	0.092	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
200	0.092	0.092	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
500	0.090	0.090	0.090	0.089	0.089	0.089	0.089
1000	0.089	0.089	0.089	0.088	0.088	0.088	0.088

云阳县工业园黄岭组团及万州经开区C区水口组团污水处理厂正常排放时，以污水排放口为起点，长江评价段内各断面COD、氨氮、总磷影响预测结果见表6.4-76-表6.4-78。

表6.4-76　丰水年枯水期云阳县工业污水处理厂COD影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	13.60	13.42	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
20	13.42	13.35	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99
30	13.34	13.30	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99
40	13.29	13.26	12.98	12.98	12.98	12.98	12.98
50	13.25	13.23	12.98	12.98	12.98	12.98	12.98
100	13.15	13.14	12.96	12.96	12.96	12.96	12.96
200	13.05	13.05	12.94	12.92	12.92	12.92	12.92
500	12.87	12.87	12.83	12.80	12.79	12.79	12.79
1000	12.64	12.64	12.62	12.60	12.58	12.58	12.58

表 6.4-77　丰水年枯水期云阳县工业污水处理厂氨氮影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.185	0.156	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
20	0.157	0.145	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
30	0.144	0.138	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
40	0.136	0.132	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
50	0.131	0.128	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
100	0.118	0.117	0.089	0.088	0.088	0.088	0.088
200	0.109	0.109	0.091	0.088	0.088	0.088	0.088
500	0.101	0.100	0.094	0.088	0.087	0.087	0.087
1000	0.095	0.095	0.093	0.088	0.086	0.086	0.086

表 6.4-78　丰水年枯水期云阳县工业污水处理厂总磷影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.096	0.094	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
20	0.094	0.094	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
30	0.093	0.093	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
40	0.093	0.093	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
50	0.093	0.092	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
100	0.092	0.092	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
200	0.091	0.091	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
500	0.090	0.090	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
1000	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088

由上表可得，预测年云阳县城污水处理厂排放口及工业园黄岭组团及万州经开区 C 区水口组团污水处理厂排污口下游江段水体各污染物浓度局部有所增加，但增幅较小，长江研究河段水体满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准要求，不会造成长江研究河段水环境的明显改变。

（3）平水年丰水期

云阳县城污水处理厂正常排放时，以污水排放口为起点，长江评价段内各断面 COD、氨氮、总磷影响预测结果见表 6.4-79-表 6.4-81。

表 6.4-79　平水年丰水期云阳县城污水处理厂 COD 影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	14.53	14.01	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
20	14.37	14.06	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
30	14.30	14.08	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
40	14.26	14.10	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
50	14.23	14.11	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
100	14.16	14.11	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
200	14.11	14.09	13.99	13.99	13.99	13.99	13.99
500	14.05	14.05	13.98	13.98	13.98	13.98	13.98
1000	14.01	14.01	13.96	13.96	13.96	13.96	13.96

表 6.4-80　平水年丰水期云阳县城污水处理厂氨氮影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.139	0.056	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
20	0.114	0.063	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
30	0.103	0.068	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
40	0.096	0.070	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
50	0.092	0.072	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
100	0.081	0.072	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
200	0.073	0.070	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
500	0.066	0.065	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
1000	0.062	0.062	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054

表 6.4-81　平水年丰水期云阳县城污水处理厂总磷影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.098	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
20	0.097	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
30	0.096	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
40	0.096	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
50	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
100	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
200	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
500	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
1000	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093

云阳县工业园黄岭组团及万州经开区 C 区水口组团污水处理厂正常排放时，以污水排放口为起点，长江评价段内各断面 COD、氨氮、总磷影响预测结果见表 6.4-82~表 6.4-84。

表 6.4-82　平水年丰水期云阳县工业污水处理厂 COD 影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	14.36	14.01	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
20	14.25	14.04	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
30	14.21	14.06	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
40	14.18	14.07	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
50	14.16	14.07	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
100	14.11	14.07	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
200	14.07	14.06	13.99	13.99	13.99	13.99	13.99
500	14.03	14.03	13.98	13.98	13.98	13.98	13.98
1000	13.99	13.99	13.96	13.96	13.96	13.96	13.96

表 6.4-83　平水年丰水期云阳县工业污水处理厂氨氮影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.112	0.055	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
20	0.095	0.060	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
30	0.087	0.063	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
40	0.083	0.065	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
50	0.080	0.066	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
100	0.072	0.066	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
200	0.067	0.065	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
500	0.062	0.062	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
1000	0.060	0.059	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054

表 6.4-84　平水年丰水期云阳县工业污水处理厂总磷影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.097	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
20	0.096	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
30	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
40	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
50	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
100	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
200	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
500	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
1000	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093

由上表可得，预测年云阳县城污水处理厂排放口及工业园黄岭组团及万州经开区 C 区水口组团污水处理厂排污口下游江段水体各污染物浓度局部有所增加，但增幅较小，长江研究河段水体满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准要求，不会造成长江研究河段水环境的明显改变。

（4）平水年枯水期

云阳县城污水处理厂正常排放时，以污水排放口为起点，长江评价段内各断面 COD、氨氮、总磷影响预测结果见表 6.4-85~表 6.4-87。

表 6.4-85　平水年枯水期云阳县城污水处理厂 COD 影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	13.98	13.74	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99
20	13.69	13.60	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99

30	13.56	13.50	12.98	12.98	12.98	12.98	12.98
40	13.47	13.44	12.98	12.98	12.98	12.98	12.98
50	13.42	13.39	12.98	12.97	12.97	12.97	12.97
100	13.26	13.25	12.96	12.95	12.95	12.95	12.95
200	13.12	13.11	12.95	12.90	12.90	12.90	12.90
500	12.88	12.88	12.82	12.75	12.74	12.74	12.74
1000	12.58	12.58	12.56	12.51	12.48	12.48	12.48

表 6.4-86　平水年枯水期云阳县城污水处理厂氨氮影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.246	0.207	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
20	0.200	0.185	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
30	0.179	0.171	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
40	0.167	0.162	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
50	0.159	0.155	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
100	0.138	0.136	0.091	0.088	0.088	0.088	0.088
200	0.123	0.122	0.096	0.088	0.087	0.087	0.087
500	0.109	0.109	0.099	0.089	0.087	0.087	0.087
1000	0.101	0.101	0.097	0.090	0.085	0.085	0.085

表 6.4-87　平水年枯水期云阳县城污水处理厂总磷影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.100	0.097	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
20	0.097	0.096	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
30	0.096	0.095	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
40	0.095	0.094	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
50	0.094	0.094	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
100	0.093	0.093	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
200	0.092	0.092	0.090	0.089	0.089	0.089	0.089
500	0.090	0.090	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
1000	0.088	0.088	0.088	0.088	0.087	0.087	0.087

云阳县工业园黄岭组团及万州经开区 C 区水口组团污水处理厂正常排放时，以污水排放口为起点，长江评价段内各断面 COD、氨氮、总磷影响预测结果见表 6.4-88-表 6.4-90。

表 6.4-88　平水年枯水期云阳县工业污水处理厂 COD 影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	13.67	13.50	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99
20	13.47	13.40	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99
30	13.37	13.34	12.98	12.98	12.98	12.98	12.98
40	13.32	13.29	12.98	12.98	12.98	12.98	12.98
50	13.28	13.26	12.97	12.97	12.97	12.97	12.97
100	13.16	13.15	12.96	12.95	12.95	12.95	12.95
200	13.05	13.04	12.93	12.90	12.90	12.90	12.90
500	12.83	12.83	12.79	12.75	12.74	12.74	12.74
1000	12.55	12.55	12.53	12.51	12.48	12.48	12.48

表 6.4-89　平水年枯水期云阳县工业污水处理厂氨氮影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.196	0.169	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
20	0.165	0.154	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
30	0.150	0.145	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
40	0.142	0.138	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
50	0.136	0.134	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
100	0.122	0.121	0.090	0.088	0.088	0.088	0.088
200	0.112	0.111	0.093	0.088	0.087	0.087	0.087
500	0.102	0.102	0.095	0.088	0.087	0.087	0.087
1000	0.096	0.096	0.093	0.089	0.085	0.085	0.085

表 64-90　平水年枯水期云阳县工业污水处理厂总磷影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.097	0.095	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
20	0.095	0.094	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
30	0.094	0.093	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
40	0.093	0.093	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
50	0.093	0.093	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
100	0.092	0.092	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
200	0.091	0.091	0.090	0.089	0.089	0.089	0.089
500	0.090	0.090	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
1000	0.088	0.088	0.088	0.088	0.087	0.087	0.087

由上表可得，预测年云阳县城污水处理厂排放口及工业园黄岭组团及万州经开区 C 区水口组团污水处理厂排污口下游江段水体各污染物浓度局部有所增加，但增幅较小，长江水体满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准要求，不会造成长江研究河段水环境的明显改变。

（5）枯水年丰水期

云阳县城污水处理厂正常排放时，以污水排放口为起点，长江评价段内各断面 COD、氨氮、总磷影响预测结果见表 6.4-91~表 6.4-93。

表 6.4-91　枯水年丰水期云阳县城污水处理厂 COD 影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	14.61	14.03	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
20	14.43	14.10	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
30	14.35	14.13	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
40	14.30	14.15	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
50	14.27	14.15	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
100	14.19	14.14	13.99	13.99	13.99	13.99	13.99
200	14.12	14.11	13.99	13.99	13.99	13.99	13.99
500	14.06	14.05	13.97	13.97	13.97	13.97	13.97

1000	14.00	14.00	13.95	13.94	13.94	13.94	13.94

表 6.4-92　枯水年丰水期云阳县城污水处理厂氨氮影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.152	0.060	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
20	0.123	0.071	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
30	0.110	0.076	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
40	0.103	0.078	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
50	0.098	0.079	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
100	0.085	0.077	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
200	0.076	0.073	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
500	0.068	0.067	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
1000	0.064	0.063	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054

表 6.4-93　枯水年丰水期云阳县城污水处理厂总磷影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.099	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
20	0.097	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
30	0.097	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
40	0.096	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
50	0.096	0.095	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
100	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
200	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
500	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
1000	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093

云阳县工业园黄岭组团及万州经开区 C 区水口组团污水处理厂正常排放时，以污水排放口为起点，长江评价段内各断面 COD、氨氮、总磷影响预测结果见表 6.4-94~表 6.4-96。

表 6.4-94　枯水年丰水期云阳县工业污水处理厂 COD 影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	14.42	14.02	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
20	14.29	14.07	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
30	14.24	14.09	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
40	14.21	14.10	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
50	14.18	14.10	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
100	14.13	14.09	13.99	13.99	13.99	13.99	13.99
200	14.08	14.07	13.99	13.99	13.99	13.99	13.99
500	14.03	14.03	13.97	13.97	13.97	13.97	13.97
1000	13.98	13.98	13.95	13.94	13.94	13.94	13.94

表 6.4-95　枯水年丰水期云阳县工业污水处理厂氨氮影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.121	0.058	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
20	0.101	0.065	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
30	0.092	0.069	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
40	0.087	0.070	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
50	0.084	0.071	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
100	0.075	0.070	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
200	0.069	0.067	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
500	0.063	0.063	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
1000	0.060	0.060	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054

表 6.4-96　枯水年丰水期云阳县工业污水处理厂总磷影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.097	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
20	0.096	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
30	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
40	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
50	0.095	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
100	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
200	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
500	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
1000	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093

由上表可得，预测年云阳县城污水处理厂排放口及工业园黄岭组团及万州经开区 C 区水口组团污水处理厂排污口下游江段水体各污染物浓度局部有所增加，但增幅较小，长江研究河段水体满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准要求，不会造成长江研究河段水环境的明显改变。

（6）枯水年枯水期

云阳县城污水处理厂正常排放时，以污水排放口为起点，长江评价段内各断面 COD、氨氮、总磷影响预测结果见表 6.4-97~表 6.4-99。

表 6.4-97 枯水年枯水期云阳县城污水处理厂 COD 影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	13.93	13.67	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
20	13.65	13.55	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99
30	13.53	13.47	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99
40	13.45	13.41	12.98	12.98	12.98	12.98	12.98
50	13.39	13.37	12.98	12.98	12.98	12.98	12.98
100	13.25	13.24	12.96	12.95	12.95	12.95	12.95
200	13.11	13.11	12.95	12.91	12.91	12.91	12.91
500	12.90	12.90	12.83	12.78	12.77	12.77	12.77
1000	12.63	12.63	12.60	12.56	12.54	12.54	12.54

表 6.4-98　枯水年枯水期云阳县城污水处理厂氨氮影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500

10	0.238	0.196	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
20	0.194	0.178	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
30	0.174	0.166	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
40	0.163	0.157	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
50	0.155	0.151	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
100	0.135	0.134	0.090	0.088	0.088	0.088	0.088
200	0.121	0.120	0.094	0.088	0.088	0.088	0.088
500	0.108	0.108	0.098	0.088	0.087	0.087	0.087
1000	0.100	0.100	0.096	0.090	0.086	0.086	0.086

表 6.4-99　枯水年枯水期云阳县城污水处理厂总磷影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.099	0.097	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
20	0.097	0.096	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
30	0.095	0.095	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
40	0.095	0.094	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
50	0.094	0.094	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
100	0.093	0.093	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
200	0.092	0.092	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
500	0.090	0.090	0.090	0.089	0.089	0.089	0.089
1000	0.089	0.089	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088

云阳县工业园黄岭组团及万州经开区 C 区水口组团污水处理厂正常排放时，以污水排放口为起点，长江评价段内各断面 COD、氨氮、总磷影响预测结果见表 6.4-100~表 6.4-102。

表 6.4-100　枯水年枯水期云阳县工业污水处理厂 COD 影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	13.64	13.46	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
20	13.44	13.38	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99
30	13.36	13.32	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99
40	13.30	13.28	12.98	12.98	12.98	12.98	12.98
50	13.26	13.24	12.98	12.98	12.98	12.98	12.98
100	13.15	13.15	12.96	12.95	12.95	12.95	12.95
200	13.05	13.05	12.93	12.91	12.91	12.91	12.91
500	12.86	12.86	12.81	12.77	12.77	12.77	12.77
1000	12.60	12.60	12.58	12.55	12.54	12.54	12.54

表 6.4-101　枯水年枯水期云阳县工业污水处理厂氨氮影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.190	0.162	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
20	0.160	0.150	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
30	0.147	0.141	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
40	0.139	0.135	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
50	0.134	0.131	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088

100	0.120	0.119	0.089	0.088	0.088	0.088	0.088
200	0.110	0.110	0.092	0.088	0.088	0.088	0.088
500	0.101	0.101	0.094	0.088	0.087	0.087	0.087
1000	0.096	0.096	0.093	0.088	0.086	0.086	0.086

表 6.4-102　枯水年枯水期云阳县工业污水处理厂总磷影响预测结果（单位：mg/L）

横向（m） 下游（m）	0	5	50	100	500	1000	1500
10	0.096	0.095	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
20	0.094	0.094	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
30	0.094	0.093	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
40	0.093	0.093	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
50	0.093	0.093	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
100	0.092	0.092	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
200	0.091	0.091	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
500	0.090	0.090	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
1000	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088

由上表可得，预测年云阳县城污水处理厂排放口及工业园黄岭组团及万州经开区 C 区水口组团污水处理厂排污口下游江段水体各污染物浓度局部有所增加，但增幅较小，长江研究河段水体满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准要求，不会造成长江研究河段水环境的明显改变。

6.5工程水温影响预测与评价

建设单位委托水力学与山区河流开发保护国家重点实验室编制完成了《重庆市云阳县向阳水库水温影响研究报告》，主要内容如下：

6.5.1水库水温结构的经验判断

库内水温是否因滞留而分层，我国现行的水库环境影响评价中普遍采用库水交换次数法(*α-β* 指数法)、密度佛汝德数法两种经验方法来判断。还有其它不常用的方法，如叶守泽、陈小红等提出水温分层的模式判别预测方法，蔡为武考虑到水库调节性能、年内泄水状况、泄水孔口相对位置而提出的水库水温分层判别方法。本节采用库水交换次数法、密度佛汝德数法对向阳水库水温结构进行初步判断。

6.5.1.1α-β 指数法

α-β 指数法计算公式为：

$$\alpha = \frac{w}{v}，\quad \beta = \frac{w_c}{v}$$

其中：w 为年均径流量，v 为水库总库容，w_c 为一次入库洪量，α 、β 为指数，β

用于判断洪水对稳定分层型水库水温的影响。当$\alpha \leq 10$时，为水温稳定分层型；$\alpha \geq 20$时，为混合型；$10 < \alpha < 20$时，为过渡型。若$\beta > 1$，则水库水温为临时的混合型；若$\beta < 0.5$，则水库仍为稳定分层；$0.5 < \beta < 1$，则洪水的影响介于前二者之间。

6.5.1.2密度佛汝得数法

密度佛汝得数法表征水库平均流动速度的惯性力与保持密度稳定的重力之比，反映了水库中驱使流动的因素和维持密度分层稳定因素的对比关系，计算表达式为：

$$F_r = \frac{u}{\left(\frac{\Delta\rho}{\rho_0} gd\right)^{1/2}}$$

式中$u = \frac{Q}{bd}$，d为水库的平均深度；b为水库的平均宽度；Q为通过水库的流量；$\Delta\rho$为深度d范围的密度差；ρ_0为参考密度。

因为资料限制，采用公式的另外一种形式，如下：

$$F_r = 320\frac{LQ}{HV}$$

式中：F_r为密度佛汝德数；L为水库长度(m)；Q为入流量（m^3/s）；H为平均水深(m)；V为蓄水体的体积（m^3）；当$F_r << \frac{1}{\pi}$，为深而分层很强的水库；$0.1 < F_r < 1$为弱分层水温结构；$F_r > 1$时为充分混合的水库。

6.5.1.3判别结果

采用α-β指数法、密度佛汝德数法计算的结果见表6.5-1。

表6.5-1　向阳水库水温结构的经验判别

库容比法	参数	流量(m^3/s)	正常水位库容(10^8m^3)	年径流量(10^8m^3)	判别系数 α	水温结构
	取值	6.57	1.1	2.1	1.88	**分层**
佛汝德数法	参数	回水长度(km)	水面面积(km^2)	平均水深(m)	判别系数 F_r	水温结构
	取值	6.7	2.34	44.3	0.003	**分层**

采用两种方法的判别结果均为分层型水温结构。库水交换次数的方法仅考虑了库容与年来流量，密度佛汝德数法也无法考虑来流过程及泄流孔口等因素，用此类经验判别法判断水库水温结构类型时考虑的因素比较单一，只考虑了地形中的库容或回水长度、宽深等条件和径流情况，未涉及气象、水文过程、水位变化、泄流孔口位置和几何尺寸等其它因素，因此上述判定结果仅可作为是否开展进一步计算的依据，水库的逐月分层过程、下泄水温等仍需要采用数学模型或其它方法等作进一步分析。

6.5.2水温数学模型的选择

向阳水库库区长 6.7km 左右，坝前最大水深约 128m 左右，平均宽约 349.3m，宽度平均的立面二维模型可较好地模拟出此类狭长形水库在纵向和垂向上的水温时空分布。《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）》亦推荐采用二维水库水温模型，本专题采用二维水温模型对向阳库区水温进行预测。

6.5.2.1模型参数分析

标准 k-ε 模型中的参数对各种形态的流体具有普遍适用性。温度普朗特数取固定值 0.85。

除水库入、出库流动导致库区热量变化外，水气热交换是影响库区水温结构的另一主要热源项。各水气热交换项的经验公式均较多，其中不同蒸发公式的差异性较大，本次研究采用了《工业循环水冷却设计规范》推荐的计算公式。

在热通量计算方法确定的条件下，模型中需要率定的参数只有热通量计算中的太阳辐射表面吸收系数 β_1 和太阳辐射在水体中的衰减系数 η，它们与水体的色度和浊度有关。一般 β_1 的取值范围为 0.4~0.7，η 为 0~1。经多次试算，均为 0.65 和 0.5。

为了分析参数对计算结果的影响程度即参数的灵敏度，我们进行了数值计算试验。假定当穿过水下某一断面的辐射通量小于总量的 5%，则认为该断面没有受到辐射。先取 β_1=0.5，然后分别取 η 为 0.1、0.5 和 1.0，计算结果显示，当 η=0.1 时辐射可达水下 30m，其中 80%的辐射量被水面 16 m 的水体吸收，而 η=1.0 时辐射仅达水下 3m，η=0.5 时辐射穿透了 6m 水深。

6.5.2.2模型验证

水力学与山地河流国家重点实验室于 2009 年 11 月 6 日、2010 年 7 月 6 日进行了紫坪铺水库全库区水温观测资料对立面二维水库水温模型进行验证，并为模型参数取值的合理性提供依据。根据模型验证分析，模型较好地模拟了紫坪铺水库库尾无分层结构到坝前分层结构的发展过程，模拟出在入、出流和水气界面热交换影响下垂向斜温层的形成和发展，下泄水温与实测水温较为接近。

6.5.3向阳水库水温预测

6.5.3.1计算条件及网格划分

计算网格单元在主流方向上尺寸为 5~200m，在水深方向上为 0.5~2m，在正常蓄水位下，向阳库区离散为 66×59 个矩形网格。

6.5.3.2平水年（工况 1）预测结果及分析

6.5.3.2.1 库区水温分析

图 6.5-15~16 是库区的二维水温分布，图 6.5-17 显示了向阳水库在平水年、天然入流、多年平均入库水温和多年平均气象条件（工况 1）下各月月中的坝前水温分布。

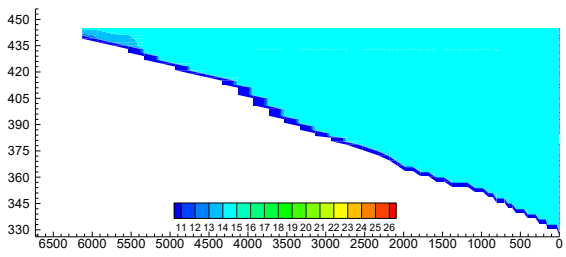
向阳水库具有多年调节性能，坝址年径流总量与总库容比为 1.9，与正常蓄水位库容比为 2.0，结合密度佛汝德数综合判断水库水温结构为分层型。坝前水深较深，发电引水孔口底板距离各月运行水位 59.1~72.4m，距库底 50m，供水任务指导下的年调度方式让水库水位波动较小，从 2 月开始降水位，至 4 月底升至正常蓄水位，最低水位距离库底达 109.1m，入库径流不易扰动库底水体，库底水温在汛期来临前较为稳定。

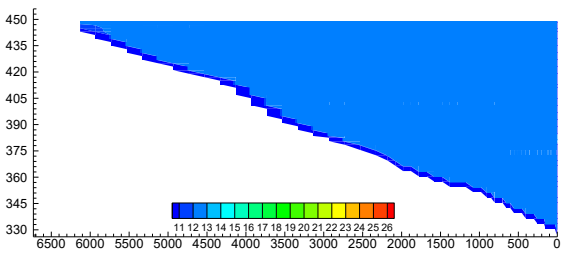
库区气温在 1 月达到了全年最低，为 7.6℃，入库水温为 9.2℃，但库区坝前留存有前期 12 月初的高温水，来流在库尾下潜，沿库底前行，因而水温继续降低。入库水温在 2 月继续降至 8.5℃，库区水温整体降至 12.9℃。3 月太阳辐射仍偏低，库区水温维持在 12.3℃。4 月受气象条件和来流水温影响库区水温开始回升，表层水温升为 14.2℃，表层有形成温跃层趋势。5 月气温和入流温度大幅上升，使表层水温在来流基础上升高为 17.9℃，库底低温水层厚度为 40m。

6 月~8 月，来流水温和气温等继续升高，辐射强度在 150W/m^2 以上；7 月来流温度为全年最高的 25.0℃，太阳辐射为 197.5W/m^2，气温为全年最高的 29.1℃，坝前表层水温与入流水温同温，库底水温略升至 12.5℃；8 月的气象条件与 7 月基本相当，持续的高温天气和高温来流使得库区水温达到了全年的最高值，表层水温为 25.7℃，底层水温为 14.1℃，库底低温层已消失。

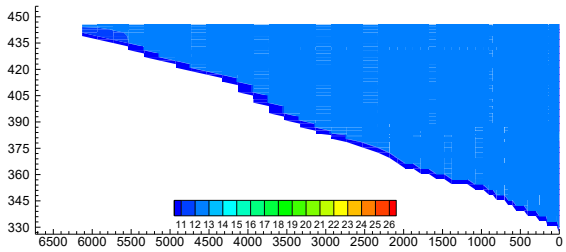
9 月辐射水平、来流水温和气温进入快速下降期，由于密度和热交换的影响，来流水温远低于库区水温，入库后迅速下沉沿库底前行，库区水温整体开始下降。收汛期大流量影响，水库 375m 高程以上主流动层内大范围同温。

10 月~12 月气温与来流水温均大幅下降，库区水温继续降低，坝前水体在 10 月完成秋季反转。

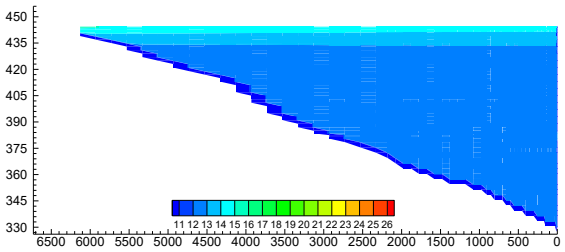




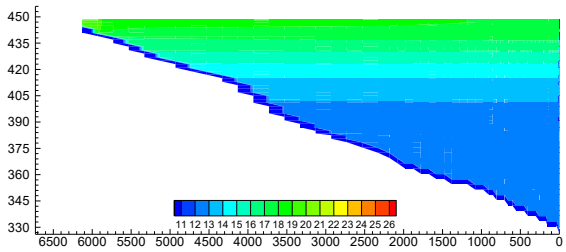
1 月



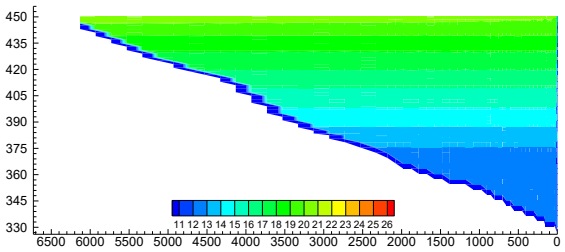
2 月



3 月



4 月

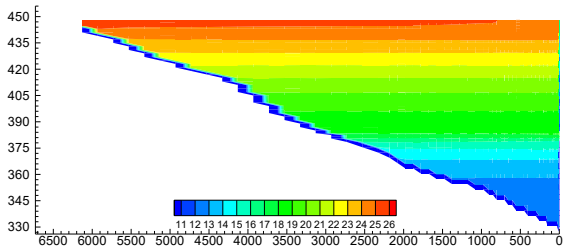


5 月

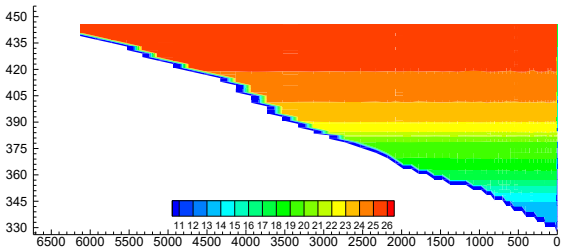
6 月

图 6.5-15　向阳库区平水年 1~6 月二维水温分布

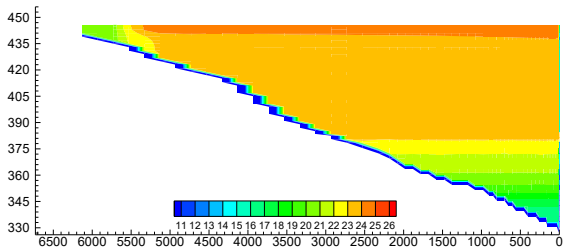
（工况 1：平水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件；X：距坝址距离，m；Y：高程，m）



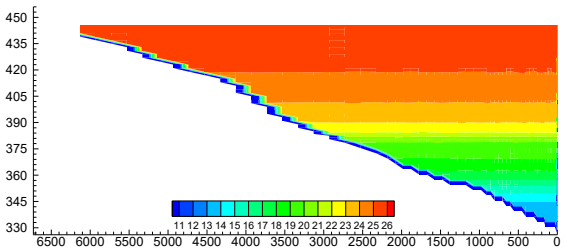
7 月



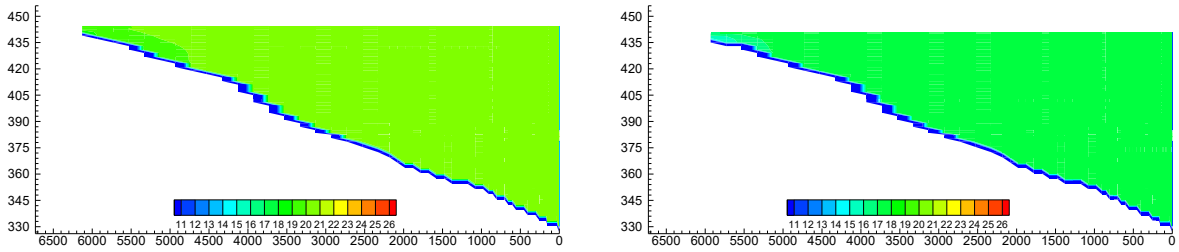
8 月



9 月



10 月



11 月　　12 月

图 6.5-16　向阳库区平水年 7~12 月二维水温分布

（工况 1：平水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件；X：距坝址距离，m；Y：高程，m）

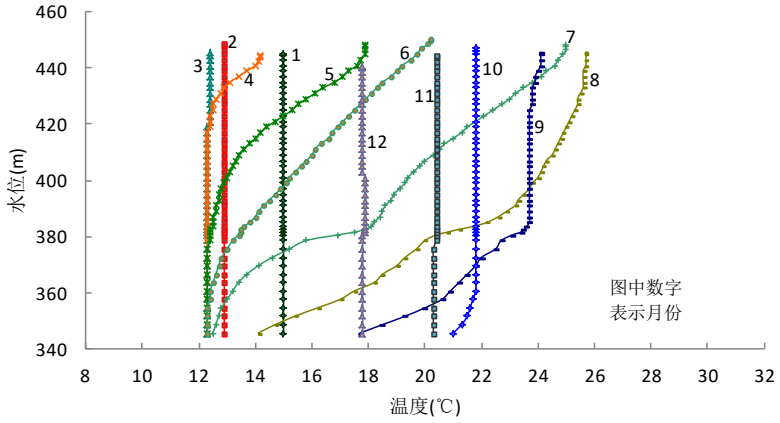


图 6.5-17　工况 1 的坝前水温分布

（工况 1：平水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件）

6.5.3.2.2 月均水温变化

表 6.5-2、3 和图 6. 5-18 比较了工况 1 的月均下泄水温、坝前表层水温、库底水温、坝址处天然水温的年内过程。

就表层水温而言 3 月最低，为 12.4℃，8 月最高为 25.7℃，年内变化 13.3℃。受低温来流延迟到达坝前的影响，水库水温在 3 月达到全年最低。4~8 月库区水温受入流水温升高和升温期气象条件影响而有较大幅度增长，8 月坝前水温由于长波、短波辐射的提高而达到全年最高的 25.8℃。9 月来流水温和气温持续下降，入流流量依然较大，库区由于流速较大，热量难以蓄积，库区水温开始急剧下降。10 月以后受来流水温降低和气象条件影响，库区水温降幅明显。

水库最大坝高 130m，正常蓄水位下水深 128m，泄流孔口远离库底，库底水温不易受到扰动，库底存在相对稳定的低温区，2-7 月的库底水温不超过 13.0℃。坝前水体在 11 月~翌年 3 月出现同温现象，4-9 月存在明显温差，其中 5-9 月存在表层或下层温跃层，垂向最大温差达 12.5℃。

水库总体呈季节性分层型水温结构特征。

水库对下游水温存在显著影响。与坝址水温相比，水库年均下泄水温比建坝前降低0.5℃。下泄水温在4月~8月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了6.1℃，6月份降低最多，达8.3℃。9月~翌年3月，下泄水温平均上升3.5℃，1月温升幅度最大，为5.5℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前为7月，建坝后为9月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为2月，建坝后为3月；月均最高温度从建坝前的25.6℃降为建坝后的23.0℃，月均最低温度从建坝前的8.9℃升为建坝后的12.3℃，温差减小了6.0℃。

表6.5-2　工况1的月均下泄水温、表层水温、库底水温、坝址天然水温及气温（单位：℃）

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
1月	7.5	15.0	15.0	9.6	15.1	5.5	0.0
2月	9.2	12.9	12.9	8.9	13.1	4.2	0.0
3月	14.0	12.4	12.3	10.7	12.3	1.6	0.1
4月	18.7	14.2	12.3	15.8	12.3	-3.5	1.9
5月	21.8	17.9	12.3	19.6	12.6	-7.0	5.6
6月	24.8	20.2	12.3	21.9	13.6	-8.3	7.9
7月	28.2	25.0	12.5	25.6	17.8	-7.8	12.5
8月	28.3	25.7	14.1	25.3	21.2	-4.1	11.6
9月	23.3	24.1	17.7	21.3	23.0	1.7	6.4
10月	18.5	21.8	21.0	19.2	21.8	2.6	0.8
11月	13.8	20.4	20.3	17.1	20.4	3.3	0.1
12月	9.0	17.8	17.8	12.6	17.9	5.3	0.0
年均	18.1	19.0	15.0	17.3	16.8	-0.5	4.0
最大值	28.3	25.7	21.0	25.6	23.0	5.5	12.5
最小值	7.5	12.4	12.3	8.9	12.3	-8.3	0.0
年内变幅	20.8	13.3	8.7	16.7	10.7	-	-

注：表层水温和库底水温为该月15日值。

表6.5-3　工况1的月均水温极值统计

项目	坝址现状水温	建坝后下泄水温	建坝后 – 建坝前
最高温	25.6 ℃	23.0 ℃	-2.6 ℃
最高温月份	7 月	9 月	-
最低温	8.9 ℃	12.3 ℃	3.4 ℃
最低温月份	2 月	3 月	-
年均	17.3 ℃	16.8 ℃	-0.5 ℃

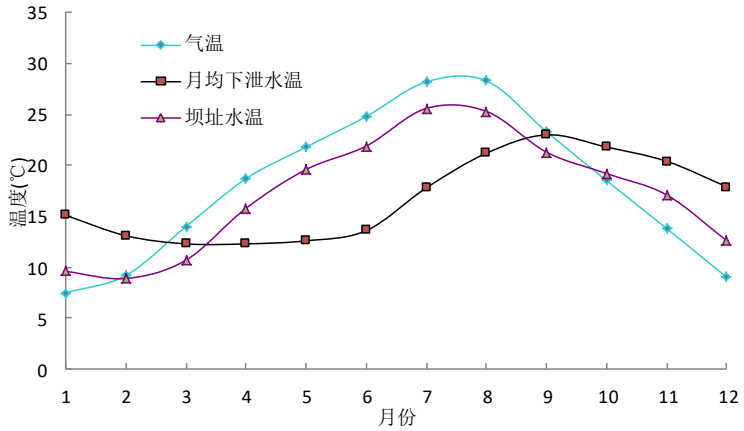


图 6.5-18　工况 1 月均下泄水温、坝址处天然水温比较

（工况 1：平水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件）

6.5.3.2.3 旬均水温变化

与坝址旬均水温比较，向阳水库在 7 月上旬对低温水降幅贡献最大，降幅为 9.2℃；在 12 月下旬、1 月上旬对高温水升幅贡献最大，升幅为 5.7℃，见表 6.5-4。

建坝前旬均最高温度出现在 7 月下旬，建坝后在 9 月中旬；建坝前旬均最低温度出现在 2 月中旬，建坝后在 3 月中旬~5 月上旬；旬均最高温度从建坝前的 26.5℃降为建坝后的 23.5℃，旬均最低温度从建坝前的 8.5℃升为建坝后的 12.3℃，温差缩小了 6.8℃。

表 6.5-4　平水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比（单位：℃）

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄 - 天然
1 月上旬	10.3	16.0	5.7
1 月中旬	9.7	15.1	5.4
1 月下旬	9.1	14.2	5.1
2 月上旬	8.9	13.5	4.6
2 月中旬	8.5	13.0	4.5
2 月下旬	9.3	12.6	3.3
3 月上旬	9.4	12.4	3.0
3 月中旬	10.7	12.3	1.6
3 月下旬	11.8	12.3	0.5
4 月上旬	13.8	12.3	-1.5
4 月中旬	15.9	12.3	-3.6
4 月下旬	17.8	12.3	-5.5
5 月上旬	19.2	12.3	-6.9
5 月中旬	19.8	12.5	-7.3
5 月下旬	19.7	12.9	-6.8
6 月上旬	20.8	13.3	-7.5
6 月中旬	21.8	13.5	-8.3

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄 - 天然
6 月下旬	23.1	14.0	-9.1
7 月上旬	24.8	15.6	-9.2
7 月中旬	25.3	17.7	-7.6
7 月下旬	26.5	20.0	-6.5
8 月上旬	25.9	21.0	-4.9
8 月中旬	25.9	21.1	-4.8
8 月下旬	24.2	21.5	-2.7
9 月上旬	22.4	22.9	0.5
9 月中旬	21.4	23.5	2.1
9 月下旬	20.3	22.8	2.5
10 月上旬	20.0	22.2	2.2
10 月中旬	18.8	21.8	3.0
10 月下旬	19.0	21.5	2.5
11 月上旬	18.2	21.0	2.8
11 月中旬	17.3	20.4	3.1
11 月下旬	15.8	19.7	3.9
12 月上旬	14.2	18.8	4.6
12 月中旬	12.4	17.9	5.5
12 月下旬	11.2	16.9	5.7
平均	17.3	16.8	-0.6
最大值	26.5	23.5	5.7
最小值	8.5	12.3	-9.2
变幅	18.0	11.2	14.9

6.5.3.2.4 日均水温变化

表 6.5-5 比较了向阳水库典型平水年 6 月的逐日下泄水温与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，6 月向阳下泄水温整体偏低，最大降幅为 10.1℃（6 月 28 日），最小降幅为 6.8℃（6 月 1 日）。

图 6.5-19 比较了向阳水库典型平水年全年的逐日下泄水温过程与坝址处天然水温。与坝址现状逐日水温相比，向阳下泄水温最大降幅为 10.3℃（7 月 2 日）、最大升幅为 6.5℃（12 月 20 日）。从水温过程来看，由于平水年各月丰枯差异极大，7 月、9 月的 2 次洪水入库带来了库区及下泄水温的快速升高。

以 6 月坝址天然水温 21.9℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 6 月 17 日到达 21.9℃，建坝后下泄水温在 8 月 30 日到达 21.9℃，延迟了 74 天，存在较为突出的水温滞后现象。

表 6.5-5　平水年 6 月逐日下泄水温与坝址现状水温（单位：℃）

日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值
6 月 1 日	20.0	13.2	-6.8	6 月 16 日	21.7	13.5	-8.2
6 月 2 日	20.8	13.2	-7.6	6 月 17 日	21.9	13.5	-8.4
6 月 3 日	20.3	13.2	-7.1	6 月 18 日	22.8	13.6	-9.2
6 月 4 日	20.8	13.3	-7.5	6 月 19 日	23.5	13.6	-9.9
6 月 5 日	20.4	13.3	-7.1	6 月 20 日	22.8	13.6	-9.2
6 月 6 日	20.6	13.3	-7.3	6 月 21 日	22.7	13.7	-9.0
6 月 7 日	21.3	13.3	-8.0	6 月 22 日	23.2	13.7	-9.5
6 月 8 日	21.4	13.3	-8.1	6 月 23 日	23.1	13.8	-9.3
6 月 9 日	21.0	13.4	-7.6	6 月 24 日	22.5	13.8	-8.7
6 月 10 日	21.5	13.4	-8.1	6 月 25 日	22.1	13.9	-8.2
6 月 11 日	20.9	13.4	-7.5	6 月 26 日	22.1	14.0	-8.1
6 月 12 日	21.2	13.4	-7.8	6 月 27 日	23.3	14.1	-9.2
6 月 13 日	21.2	13.4	-7.8	6 月 28 日	24.3	14.2	-10.1
6 月 14 日	20.9	13.5	-7.4	6 月 29 日	24.2	14.3	-9.9
6 月 15 日	21.0	13.5	-7.5	6 月 30 日	23.3	14.5	-8.8

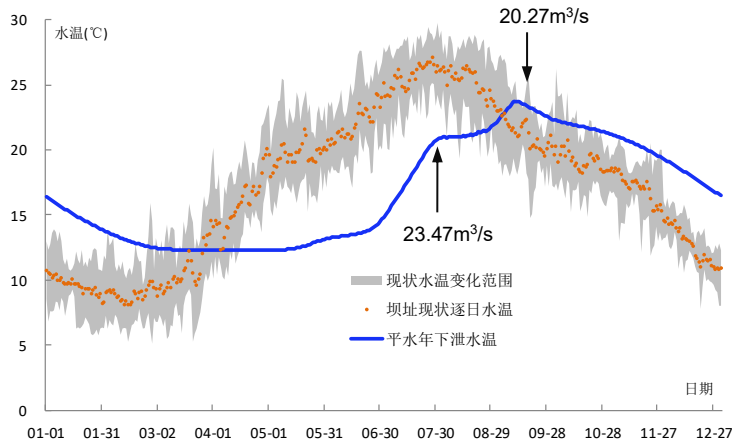


图 6.5-19　典型平水年逐日下泄水温与现状水温比较

6.5.3.3丰水年（工况 2）预测结果及分析

6.5.3.3.1 库区水温分析

图 6.5-20 为向阳水库在丰水年、天然入流、多年平均入库水温和多年平均气象条件（工况 2）下各月月中的坝前水温分布。

除入出库流量和坝前水位外，向阳水库丰水年的计算条件与平水年基本相同，来流水温仍采用多年平均的逐月入库水温。向阳丰水年来流为平水年的 1.3 倍，年均运行水位比平水年降低 19.9m，特别是 1-6 月的运行水位比平水年低 45.9m。丰水年来流主要集中在 5-9 月，占全年来水量的 92%，为平水年 5-9 月来流量的 1.5 倍，因而汛期水库

调节性能相对平水年限制降低，水库下泄低温水现象得到明显缓解。库区在典型丰水年的水温结构和平水年相近，仍呈季节性分层结构特征，但库底水温不稳定，分层强度明显弱于平水年。

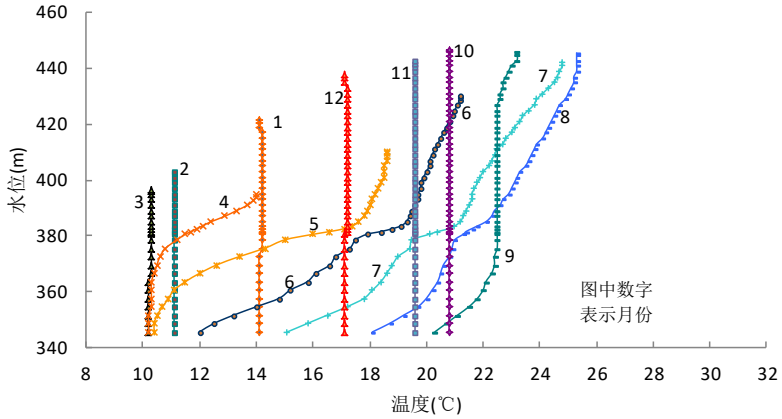


图 6.5-20　工况 2 的坝前水温分布

（工况 2：丰水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件）

6.5.3.3.2 月均水温变化

表 6.5-6、表 6.5-7 和图 6.5-21 比较了工况 2 的月均下泄水温、坝前表层水温、库底水温、坝址处天然水温的年内过程。

就表层水温而言 3 月最低，为 10.3℃，8 月最高为 25.3℃，年内变化 15.0℃。受低温来流延迟到达坝前的影响，水库水温在 3 月达到全年最低。4~8 月库区水温受入流水温升高和升温期气象条件影响而有较大幅度增长，8 月坝前水温由于长波、短波辐射的提高而达到全年最高的 25.3℃。9 月来流水温和气温持续下降，入流流量依然较大，库区由于流速较大，热量难以蓄积，库区水温开始急剧下降。10 月以后受来流水温降低和气象条件影响，库区水温降幅明显。

水库最大坝高 130m，正常蓄水位下水深 128m，泄流孔口远离库底，库底水温不易受到扰动，库底存在相对稳定的低温区，2-6 月的库底水温均不超过 12.0℃。坝前水体在 10 月~翌年 3 月出现同温现象，4-9 月存在明显温差，垂向最大温差达 9.7℃。

水库总体呈**季节性分层型**水温结构特征。

水库对下游水温存在显著影响。与坝址水温相比，水库年均下泄水温比建坝前基本持平。下泄水温在 3 月~8 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 3.1℃，7 月份降低最多，达 5.0℃。9 月~翌年 2 月，下泄水温平均上升 2.8℃，12 月温升幅度最大，为 4.6℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前为 7 月，建坝后为 9 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 2 月，建坝后为 3 月；月均最高温度从建坝前的 25.6℃降为建坝后

的 22.5℃，月均最低温度从建坝前的 8.9℃升为建坝后的 10.4℃，温差减小了 4.6℃。

表 6.5-6　工况 2 的月均下泄水温、表层水温、库底水温、坝址天然水温及气温（单位：℃）

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
1月	7.5	14.1	14.1	9.6	14.1	4.5	0.0
2月	9.2	11.1	11.1	8.9	11.4	2.5	0.0
3月	14.0	10.3	10.2	10.7	10.4	-0.3	0.1
4月	18.7	14.1	10.2	15.8	12.1	-3.7	3.8
5月	21.8	18.6	10.4	19.6	16.7	-2.9	8.2
6月	24.8	21.3	12.0	21.9	18.7	-3.2	9.2
7月	28.2	24.8	15.1	25.6	20.6	-5.0	9.7
8月	28.3	25.3	18.1	25.3	21.7	-3.6	7.2
9月	23.3	23.2	20.3	21.3	22.5	1.2	2.9
10月	18.5	20.8	20.8	19.2	20.8	1.6	0.0
11月	13.8	19.6	19.6	17.1	19.6	2.5	0.0
12月	9.0	17.1	17.1	12.6	17.2	4.6	0.0
年均	18.1	18.3	14.9	17.3	17.2	-0.1	3.4
最大值	28.3	25.3	20.8	25.6	22.5	4.6	9.7
最小值	7.5	10.3	10.2	8.9	10.4	-5.0	0.0
年内变幅	20.8	15.0	10.6	16.7	12.1	-	-

注：表层水温和库底水温为该月 15 日值。

表 6.5-7　工况 2 的月均水温极值统计

项目	坝址现状水温	建坝后下泄水温	建坝后 – 建坝前
最高温	25.6 ℃	22.5 ℃	-3.1 ℃
最高温月份	7 月	9 月	-
最低温	8.9 ℃	10.4 ℃	1.5 ℃
最低温月份	2 月	3 月	-
年均	17.3 ℃	17.2 ℃	-0.1 ℃

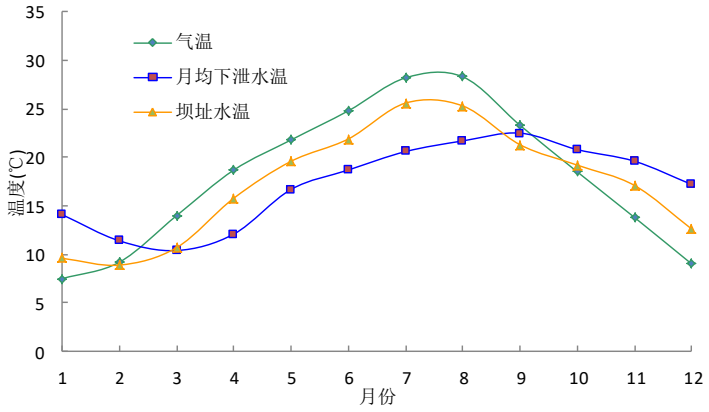


图 6.5-21　工况 2 月均下泄水温、坝址处天然水温比较

（工况 2：丰水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件）

6.5.3.3.3 旬均水温变化

与坝址旬均水温比较，水库在 7 月下旬对低温水降幅贡献最大，降幅为 5.3℃；在 12 月下旬对高温水升幅贡献最大，升幅为 5.0℃，见表 6.5-8。

建坝前旬均最高温度出现在 7 月下旬，建坝后在 9 月上旬；建坝前旬均最低温度出现在 2 月中旬，建坝后在 3 月中旬；旬均最高温度从建坝前的 26.5℃降为建坝后的 23.5℃，旬均最低温度从建坝前的 8.5℃升为建坝后的 10.3℃，温差缩小了 4.8℃。

表 6.5-8　丰水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比（单位：℃）

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄 - 天然
1 月上旬	10.3	15.2	4.9
1 月中旬	9.7	14.2	4.5
1 月下旬	9.1	13.0	3.9
2 月上旬	8.9	12.0	3.1
2 月中旬	8.5	11.2	2.7
2 月下旬	9.3	10.8	1.5
3 月上旬	9.4	10.5	1.1
3 月中旬	10.7	10.3	-0.4
3 月下旬	11.8	10.4	-1.4
4 月上旬	13.8	11.0	-2.8
4 月中旬	15.9	11.9	-4.0
4 月下旬	17.8	13.3	-4.5
5 月上旬	19.2	15.3	-3.9
5 月中旬	19.8	16.8	-3.0
5 月下旬	19.7	17.8	-1.9
6 月上旬	20.8	18.3	-2.5
6 月中旬	21.8	18.6	-3.2
6 月下旬	23.1	19.2	-3.9
7 月上旬	24.8	19.9	-4.9
7 月中旬	25.3	20.6	-4.7
7 月下旬	26.5	21.2	-5.3
8 月上旬	25.9	21.3	-4.6
8 月中旬	25.9	21.5	-4.4
8 月下旬	24.2	22.3	-1.9
9 月上旬	22.4	23.5	1.1
9 月中旬	21.4	22.5	1.1
9 月下旬	20.3	21.5	1.2
10 月上旬	20.0	21.0	1.0

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄 - 天然
10 月中旬	18.8	20.8	2.0
10 月下旬	19.0	20.6	1.6
11 月上旬	18.2	20.2	2.0
11 月中旬	17.3	19.6	2.3
11 月下旬	15.8	18.9	3.1
12 月上旬	14.2	18.1	3.9
12 月中旬	12.4	17.2	4.8
12 月下旬	11.2	16.2	5.0
平均	17.3	17.1	-0.2
最大值	26.5	23.5	5.0
最小值	8.5	10.3	-5.3
变幅	18.0	13.2	10.3

6.5.3.3.4 日均水温变化

表 6.5-9 比较了向阳水库典型丰水年 7 月的逐日下泄水温与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，7 月向阳下泄水温整体偏低，最大降幅为 6.0℃（7 月 10 日），最小降幅为 4.0℃（7 月 14 日）。

图 6.5-22 比较了向阳水库典型丰水年全年的逐日下泄水温过程与坝址处天然水温。与坝址现状逐日水温相比，向阳下泄水温最大降幅为 6.0℃（7 月 10 日）、最大升幅为 5.8℃（12 月 20 日）。

以 6 月坝址天然水温 21.9℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 6 月 17 日到达 21.9℃，建坝后下泄水温在 8 月 24 日到达 21.9℃，延迟了 68 天，存在较为突出的水温滞后现象。

表 6.5-9　丰水年 7 月逐日下泄水温与坝址现状水温（单位：℃）

日期	坝址处多年平均水温	丰水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	丰水年下泄水温	与坝址水温差值
7 月 1 日	24.1	19.5	-4.6	7 月 16 日	25.3	20.7	-4.6
7 月 2 日	25.1	19.6	-5.5	7 月 17 日	25.9	20.7	-5.2
7 月 3 日	24.1	19.7	-4.4	7 月 18 日	25.8	20.8	-5.0
7 月 4 日	24.2	19.8	-4.4	7 月 19 日	25.4	20.8	-4.6
7 月 5 日	24.1	19.8	-4.3	7 月 20 日	26.2	20.9	-5.3
7 月 6 日	24.7	19.9	-4.8	7 月 21 日	26.6	21.0	-5.6
7 月 7 日	24.6	20.0	-4.6	7 月 22 日	26.5	21.1	-5.4
7 月 8 日	25.7	20.1	-5.6	7 月 23 日	26.3	21.1	-5.2
7 月 9 日	25.5	20.1	-5.4	7 月 24 日	26.4	21.1	-5.3
7 月 10 日	26.2	20.2	-6.0	7 月 25 日	26.5	21.1	-5.4

日期	坝址处多年平均水温	丰水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	丰水年下泄水温	与坝址水温差值
7 月 11 日	25.6	20.3	-5.3	7 月 26 日	26.8	21.2	-5.6
7 月 12 日	24.9	20.4	-4.5	7 月 27 日	26.7	21.2	-5.5
7 月 13 日	24.8	20.4	-4.4	7 月 28 日	27.1	21.2	-5.9
7 月 14 日	24.5	20.5	-4.0	7 月 29 日	26.6	21.2	-5.4
7 月 15 日	24.7	20.6	-4.1	7 月 30 日	26.0	21.3	-4.7
				7 月 31 日	26.5	21.2	-5.3

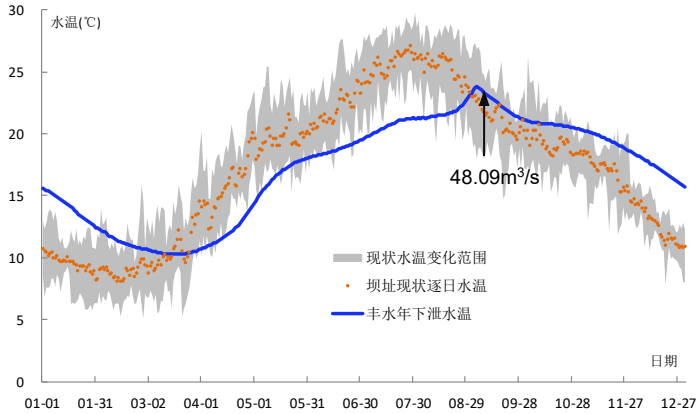


图 6.5-22　典型丰水年逐日下泄水温与现状水温比较

6.5.3.4枯水年（工况 3）预测结果及分析

6.5.3.4.1 库区水温分析

图 6.5-23 为向阳水库在枯水年、天然入流、多年平均入库水温和多年平均气象条件（工况 3）下各月月中的坝前水温分布。

除入出库流量和坝前水位外，向阳水库枯水年的计算条件与平水年基本相同，来流水温仍采用多年平均的逐月入库水温。向阳枯水年来流为平水年的 71%，年均运行水位比平水年降低 12.1m，特别是 1-9 月的运行水位比平水年低 16.3m。枯水年来流主要集中在汛期 5-10 月，占全年来水量的 82%，为平水年 5-10 月来流量的 67%。

水库主汛期 6-9 月并无明显的流量过程入库，最大流量不超过 10m^3/s，但水库大幅度降水位运行使得水库相对调节性能降低，低温水现象弱于平水年。10 月的洪水入库削弱了前期库内高温水在冬季的下泄高温现象。库区在典型枯水年的水温结构和平水年相近，仍呈季节性分层结构特征，分层强度与平水年相近。

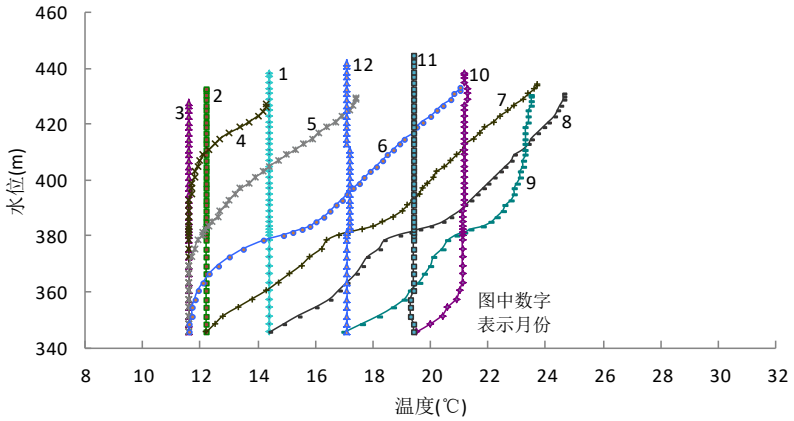


图 6.5-23　工况 3 的坝前水温分布

（工况 3：枯水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件）

6.5.3.4.2 月均水温变化

表 6.5-10、表 6.5-11 和图 6.5-24 比较了工况 3 的月均下泄水温、坝前表层水温、库底水温、坝址处天然水温的年内过程。

就表层水温而言 3 月最低，为 11.6℃，8 月最高为 24.6℃，年内变化 13.0℃。受低温来流延迟到达坝前的影响，水库水温在 3 月达到全年最低。4~8 月库区水温受入流水温升高和升温期气象条件影响而有较大幅度增长，8 月坝前水温由于长波、短波辐射的提高而达到全年最高的 24.6℃。9 月来流水温和气温持续下降，库区水温开始下降。10 月以后受来流水温降低和气象条件影响，库区水温降幅明显。

水库最大坝高 130m，正常蓄水位下水深 128m；枯水年各月水深均超过 100m，泄流孔口远离库底，库底水温不易受到扰动，库底存在相对稳定的低温区，2-7 月的库底水温不超过 13.0℃。坝前水体在 11 月~翌年 3 月出现同温现象，4-10 月存在明显温差，其中 4-9 月存在表层或下层温跃层，垂向最大温差达 11.5℃。

水库总体呈**季节性分层型**水温结构特征。

水库对下游水温存在显著影响。与坝址水温相比，水库年均下泄水温比建坝前降低 1.1℃。下泄水温在 4 月~8 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 6.4℃，7 月份降低最多，达 8.1℃。9 月~翌年 3 月，下泄水温平均上升 2.6℃，1 月温升幅度最大，为 4.9℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前为 7 月，建坝后为 9 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 2 月，建坝后为 3 月；月均最高温度从建坝前的 25.6℃降为建坝后的 21.4℃，月均最低温度从建坝前的 8.9℃升为建坝后的 11.6℃，温差减小了 6.9℃。

表 6.5-10 工况 3 的月均下泄水温、表层水温、库底水温、坝址天然水温及气温（单位：℃）

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
1月	7.5	14.4	14.4	9.6	14.5	4.9	0.0
2月	9.2	12.2	12.2	8.9	12.4	3.5	0.0
3月	14.0	11.6	11.6	10.7	11.6	0.9	0.0
4月	18.7	14.3	11.6	15.8	11.6	-4.2	2.7
5月	21.8	17.6	11.6	19.6	12.3	-7.3	5.8
6月	24.8	21.0	11.6	21.9	15.3	-6.6	9.4
7月	28.2	23.7	12.2	25.6	17.5	-8.1	11.5
8月	28.3	24.6	14.4	25.3	19.5	-5.8	10.2
9月	23.3	23.5	17.0	21.3	21.4	0.1	6.5
10月	18.5	21.2	19.5	19.2	21.2	2.0	1.7
11月	13.8	19.4	19.4	17.1	19.4	2.3	0.0
12月	9.0	17.1	17.1	12.6	17.2	4.6	0.0
年均	18.1	18.4	14.4	17.3	16.2	-1.1	4.0
最大值	28.3	24.6	19.5	25.6	21.4	4.9	11.5
最小值	7.5	11.6	11.6	8.9	11.6	-8.1	0.0
年内变幅	20.8	13.0	7.9	16.7	9.8	-	-

注：表层水温和库底水温为该月 15 日值。

表 6.5-11 工况 3 的月均水温极值统计

项目	坝址现状水温	建坝后下泄水温	建坝后 – 建坝前
最高温	25.6 ℃	21.4 ℃	-4.2 ℃
最高温月份	7 月	9 月	-
最低温	8.9 ℃	11.6 ℃	2.7 ℃
最低温月份	2 月	3 月	-
年均	17.3 ℃	16.2 ℃	-1.1 ℃

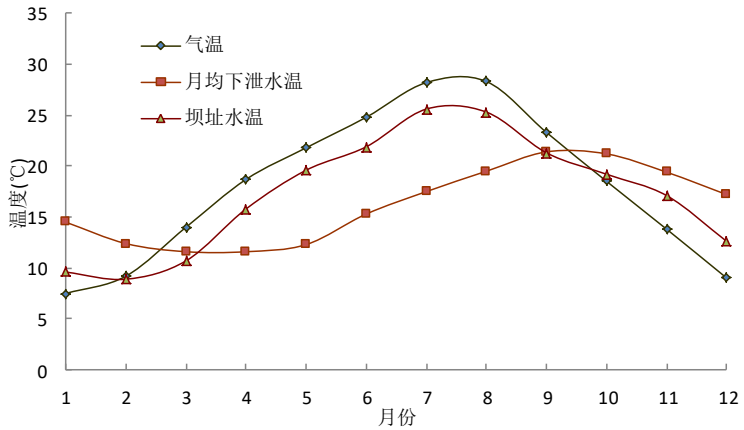


图 6.5-24 工况 3 月均下泄水温、坝址处天然水温比较

（工况 1：枯水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件）

6.5.3.4.3 旬均水温变化

与坝址旬均水温比较，水库在 7 月下旬对低温水降幅贡献最大，降幅为 8.6℃；在 1 月上旬对高温水升幅贡献最大，升幅为 5.1℃，见表 6.5-12。

建坝前旬均最高温度出现在 7 月下旬，建坝后在 9 月下旬；建坝前旬均最低温度出现在 2 月中旬，建坝后在 3 月中旬；旬均最高温度从建坝前的 26.5℃降为建坝后的 21.9℃，旬均最低温度从建坝前的 8.5℃升为建坝后的 11.6℃，温差缩小了 7.7℃。

表 6.5-12　枯水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比（单位：℃）

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄 - 天然
1 月上旬	10.3	15.4	5.1
1 月中旬	9.7	14.5	4.8
1 月下旬	9.1	13.6	4.5
2 月上旬	8.9	12.9	4.0
2 月中旬	8.5	12.3	3.8
2 月下旬	9.3	11.9	2.6
3 月上旬	9.4	11.7	2.3
3 月中旬	10.7	11.6	0.9
3 月下旬	11.8	11.6	-0.2
4 月上旬	13.8	11.6	-2.2
4 月中旬	15.9	11.6	-4.3
4 月下旬	17.8	11.6	-6.2
5 月上旬	19.2	11.8	-7.4
5 月中旬	19.8	12.2	-7.6
5 月下旬	19.7	12.9	-6.8
6 月上旬	20.8	14.1	-6.7
6 月中旬	21.8	15.4	-6.4
6 月下旬	23.1	16.4	-6.7
7 月上旬	24.8	17.1	-7.7
7 月中旬	25.3	17.4	-7.9
7 月下旬	26.5	17.9	-8.6
8 月上旬	25.9	18.6	-7.3
8 月中旬	25.9	19.5	-6.4
8 月下旬	24.2	20.3	-3.9
9 月上旬	22.4	20.9	-1.5
9 月中旬	21.4	21.3	-0.1
9 月下旬	20.3	21.9	1.6
10 月上旬	20.0	21.9	1.9
10 月中旬	18.8	21.2	2.4

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄 - 天然
10 月下旬	19.0	20.5	1.5
11 月上旬	18.2	20.0	1.8
11 月中旬	17.3	19.4	2.1
11 月下旬	15.8	18.8	3.0
12 月上旬	14.2	18.0	3.8
12 月中旬	12.4	17.2	4.8
12 月下旬	11.2	16.3	5.1
平均	17.3	16.1	-1.2
最大值	26.5	21.9	5.1
最小值	8.5	11.6	-8.6
变幅	18.0	10.3	13.7

6.5.3.4.4 日均水温变化

表 6.5-13 比较了向阳水库典型枯水年 7 月的逐日下泄水温与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，7 月向阳下泄水温整体偏低，最大降幅为 9.1℃（7 月 28 日），最小降幅为 7.1℃（7 月 5 日）。

图 6.5-25 比较了向阳水库典型枯水年全年的逐日下泄水温过程与坝址处天然水温。与坝址现状逐日水温相比，向阳下泄水温最大降幅为 9.1℃（7 月 28 日）、最大升幅为 5.8℃（12 月 20 日）。

以 6 月坝址天然水温 21.9℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 6 月 17 日到达 21.9℃，建坝后下泄水温在 9 月 26 日到达 21.9℃，延迟了 101 天，存在较为突出的水温延迟现象。

表 6.5-13　枯水年 7 月逐日下泄水温与坝址现状水温（单位：℃）

日期	坝址处多年平均水温	枯水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	枯水年下泄水温	与坝址水温差值
7 月 1 日	24.1	16.9	-7.2	7 月 16 日	25.3	17.4	-7.9
7 月 2 日	25.1	16.9	-8.2	7 月 17 日	25.9	17.5	-8.4
7 月 3 日	24.1	16.9	-7.2	7 月 18 日	25.8	17.5	-8.3
7 月 4 日	24.2	17.0	-7.2	7 月 19 日	25.4	17.5	-7.9
7 月 5 日	24.1	17.0	-7.1	7 月 20 日	26.2	17.6	-8.6
7 月 6 日	24.7	17.1	-7.6	7 月 21 日	26.6	17.6	-9.0
7 月 7 日	24.6	17.1	-7.5	7 月 22 日	26.5	17.7	-8.8
7 月 8 日	25.7	17.1	-8.6	7 月 23 日	26.3	17.7	-8.6
7 月 9 日	25.5	17.2	-8.3	7 月 24 日	26.4	17.7	-8.7

日期	坝址处多年平均水温	枯水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	枯水年下泄水温	与坝址水温差值
7 月 10 日	26.2	17.3	-8.9	7 月 25 日	26.5	17.8	-8.7
7 月 11 日	25.6	17.3	-8.3	7 月 26 日	26.8	17.8	-9.0
7 月 12 日	24.9	17.3	-7.6	7 月 27 日	26.7	17.9	-8.8
7 月 13 日	24.8	17.3	-7.5	7 月 28 日	27.1	18.0	-9.1
7 月 14 日	24.5	17.4	-7.1	7 月 29 日	26.6	18.0	-8.6
7 月 15 日	24.7	17.4	-7.3	7 月 30 日	26.0	18.1	-7.9
				7 月 31 日	26.5	18.2	-8.3

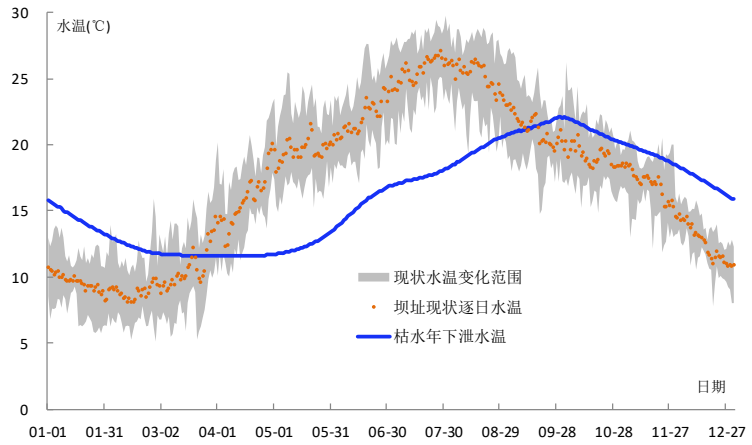


图 6.5-25　典型枯水年逐日下泄水温与现状水温比较

6.5.3.5流场分析

为说明库区水温分层与流动的关系，图 6.5-26 和图 6.5-28 分别绘出了平水年低温水降幅相对偏大的 7 月和高温水升幅相对偏大的 12 月的温度场叠加流场。由于水库坝前流速远小于库尾流速，整个库区绘制流场方式未能充分显示坝前的流动特性，图 6.5-27 和图 6.5-29 分别绘制了库区坝前 2.0km 的流场细节。

在图 6.5-27 的 7 月流场中可见库尾方向沿表层的流动层在坝前逐步下潜到发电孔口高程出库，在坝前 2km 附近完成下潜过程。7 月来流水温较高，主要沿表层流动，表层下存在回流。图 6.5-29 则表明了泄流孔口对坝前垂向流速分布的影响，孔口高程附近的流速在远离孔口时垂向分布较为均匀，随流动向坝前推进，孔口高程范围内的流速逐渐加大，主流动层边缘处的流速则减小，越接近泄流孔口主流动层边界越清晰。

图 6.5-28、29 为 12 月流场，来流水温低于库区水温，从入库开始即下潜沿河床向坝前推进，库区底部水体流速较大，表层有回流现象。

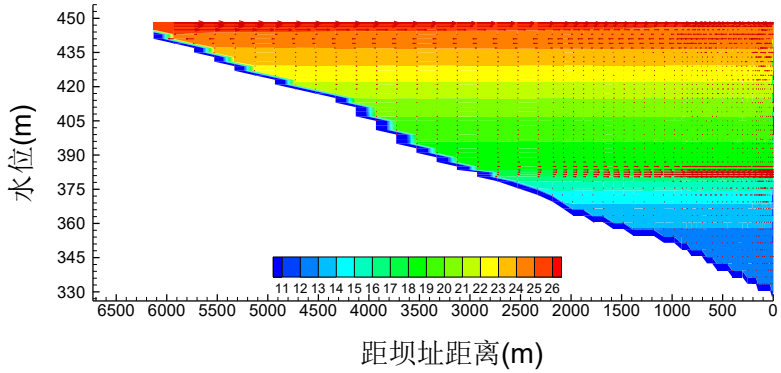


图 6.5-26　向阳水库典型平水年 7 月全库区流场

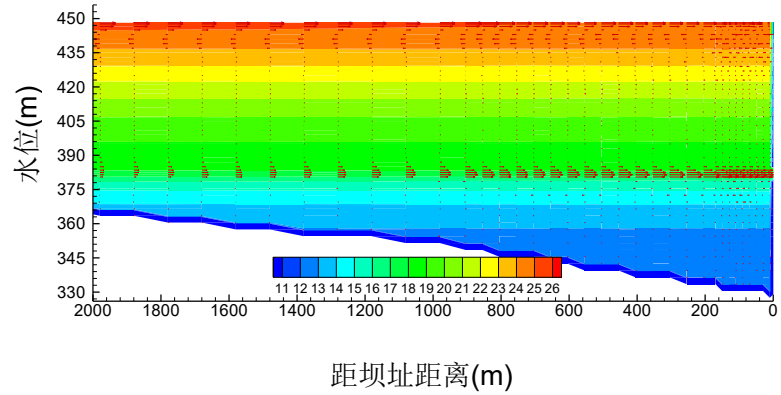


图 6.5-27　向阳水库典型平水年 7 月坝前 2km 流场

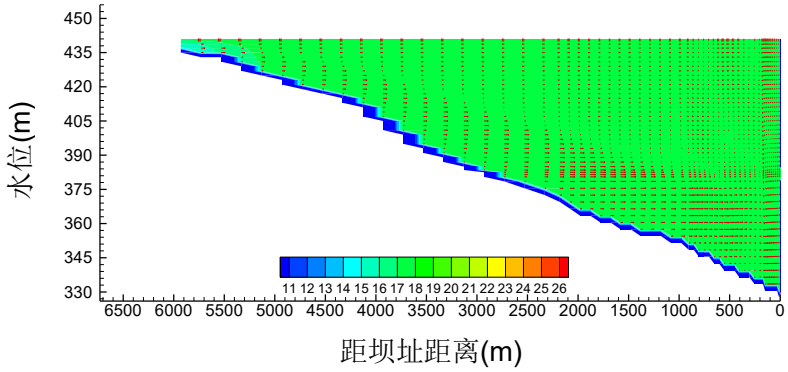


图 6.5-28　向阳水库典型平水年 12 月全库区流场

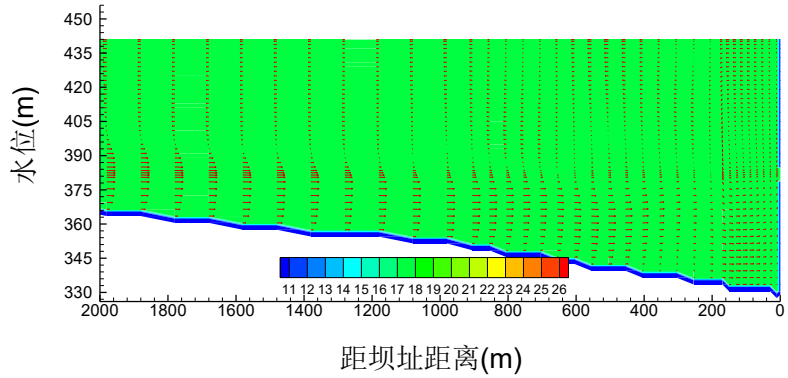


图 6.5-29　向阳水库典型平水年 12 月坝前 2km 流场

6.5.3.6水温影响减缓措施分析

向阳水库在丰、平、枯典型水文年运行时均对下游水温存在明显的低温水效应，本

工程考虑采用叠梁门分层取水措施来减缓下泄低温水的影响。

由于叠梁门可保证在各运行水位下取得表层温水，为了减缓向阳水库运行对下泄水温过程的影响，考虑在有低温水影响的月份采用叠梁门分层取水方案，达到取用上层温水减缓下泄低温水影响的目的。

6.5.3.6.1 叠梁门调度方式

根据主体工程的初步设计，通过在生态基流发电进水口前门槽中放置不同数目的叠梁门，在满足最小淹没深度的情况下尽量采用最多的叠梁门层数以取得表层温水。

叠梁闸门最高挡水水位 450.2m，闸门的规格为 5.85m×12，1 套叠梁闸门由 12 节组成，每节高度 5.85m，最小淹没水深 1.25m。当库水位变化时，通过启闭叠梁闸门的节数控制取水水位。拦污栅、清污抓斗及叠梁闸门均通过安装于坝顶启闭机房内的自动抓梁与双向台车共同操作。向阳水库各运行水位下的叠梁门运用方式见表 6.5-14。

表 6.5-14　向阳水库叠梁门运用方式

序号	水位 m	门节数量	挡水高程 m	实际淹没水深 m
1	≥451.45	12	450.20	≥1.25
2	450	11	444.35	5.65
3	448	11	444.35	3.65
4	446	11	444.35	1.65
5	444	10	438.50	5.50
6	442	10	438.50	3.50
7	440	10	438.50	1.50
8	438	9	432.65	5.35
9	436	9	432.65	3.35
10	434	9	432.65	1.35
11	432	8	426.80	5.20
12	430	8	426.80	3.20
13	428	7	420.95	7.05
14	426	7	420.95	5.05
15	424	7	420.95	3.05
16	422	6	415.10	6.90
17	420	6	415.10	4.90
18	418	6	415.10	2.90
19	416	5	409.25	6.75
20	414	5	409.25	4.75
21	412	5	409.25	2.75
22	410	4	403.40	6.60
23	408	4	403.40	4.60

序号	水位 m	门节数量	挡水高程 m	实际淹没水深 m
24	406	4	403.40	2.60
25	404	3	397.55	6.45
26	402	3	397.55	4.45
27	400	3	397.55	2.45
28	398	2	391.70	6.30
29	396	2	391.70	4.30
30	394	2	391.70	2.30
31	392	1	385.85	6.15
32	390	1	385.85	4.15
33	388	1	385.85	2.15
34	≤387.1	0	380.00	≤7.10

6.5.3.6.2 叠梁门取水效果

表 6.5-15 对比了向阳水库叠梁门方案的下泄水温。

各典型水文年向阳水库采用叠梁门方案取水后，下泄水流的春季低温水现象得到了显著缓解。平水年采用叠梁门后，4-8 月下泄水温提高 1.9-6.9℃，8 月已不存在低温水现象，但 4-6 月的低温水降幅仍有 1.6-1.7℃；丰水年采用叠梁门后，4-8 月下泄水温提高 1.9-4.0℃，4 月低温水降幅仍有 1.7℃，8 月的下泄水温与天然水温基本持平；枯水年采用叠梁门后，4-8 月下泄水温提高 2.6-6.0℃，4-5 月、7 月仍有 1.6℃、2.0℃、2.1℃的低温水降幅。

叠梁门对下泄水温的改善效果主要受淹没水深、出库流量和垂向温差控制。在本次水温预测中，各工况淹没水深均为 1.25m。平、丰、枯水年采用的叠梁门数量分别为 10-12 层、1-11 层、7-9 层。丰水年 4-8 月运行水位偏低，采用叠梁门后抬升的高程也低于平水年，因而水温改善程度也弱于平水年。枯水年情况类似。

另一方面，水库在 4 月份时各工况垂向温差均偏小，平、丰、枯水年温差分别为 1.9℃、3.8℃、2.7℃，因而 4 月叠梁门效果最差，平、丰、枯水年仅改善了 1.9℃、2.0℃、2.6℃；5 月温差显著上升，因而从 5 月开始叠梁门的取水效果明显提高。

表 6.5-15　叠梁门分层取水效果对比（单位：℃）

月份	坝址现状水温	平水年下泄水温				丰水年下泄水温				枯水年下泄水温			
		单层取水	叠梁门	c-b	c-a	单层取水	叠梁门	g-f	g-a	单层取水	叠梁门	k-j	k-a
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
4 月	15.8	12.3	14.2	1.9	-1.6	12.1	14.1	2.0	-1.7	11.6	14.2	2.6	-1.6
5 月	19.6	12.6	17.9	5.3	-1.7	16.7	18.6	1.9	-1.0	12.3	17.6	5.3	-2.0
6 月	21.9	13.6	20.2	6.6	-1.7	18.7	21.3	2.6	-0.6	15.3	20.9	5.6	-1.0

月份	坝址现状水温	平水年下泄水温				丰水年下泄水温				枯水年下泄水温			
		单层取水	叠梁门	c-b	c-a	单层取水	叠梁门	g-f	g-a	单层取水	叠梁门	k-j	k-a
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
7 月	25.6	17.8	24.7	6.9	-0.9	20.6	24.6	4.0	-1.0	17.5	23.5	6.0	-2.1
8 月	25.3	21.2	25.5	4.3	0.2	21.7	25.2	3.5	-0.1	19.5	24.4	4.9	-0.9

表 6.5-16 对比了叠梁门取水时下泄水温到达特征水温 21.9℃的延迟时间。各工况下泄水温到达 21.9℃的延迟时间在 5-13 天，比单层取水时提前了 61-93 天，显著减缓了下泄水温的延迟效应。

表 6.5-16　向阳水库叠梁门取水时下泄水温延迟时间对比

项目	特征水温 21.9℃		
	到达 21.9℃的时间	延迟时间	比单层取水提前时间
天然水温	6 月 17 日	-	-
平水年	6 月 30 日	13 天	61 天
丰水年	6 月 22 日	5 天	63 天
枯水年	6 月 25 日	8 天	93 天

6.5.3.7不同工况下泄水温的比较

6.5.3.7.1 单层取水

图 6.5-30 比较了向阳水库各典型水文年的下泄水温。向阳水库水温预测的三个工况计算条件仅出入库流量、水位存在差异，气象、入流水温等边界条件均相同。

表 6.5-17 列出了三个工况下泄水温与坝址天然水温的具体差异，各工况均存在显著的春季低温水和冬季高温水现象。其中平水年 6 月下泄水温低于建坝前天然水温 8.3℃，为降幅最大月份，平水年 1 月下泄水温高于建坝前天然水温 5.5℃，为升幅最大月份。

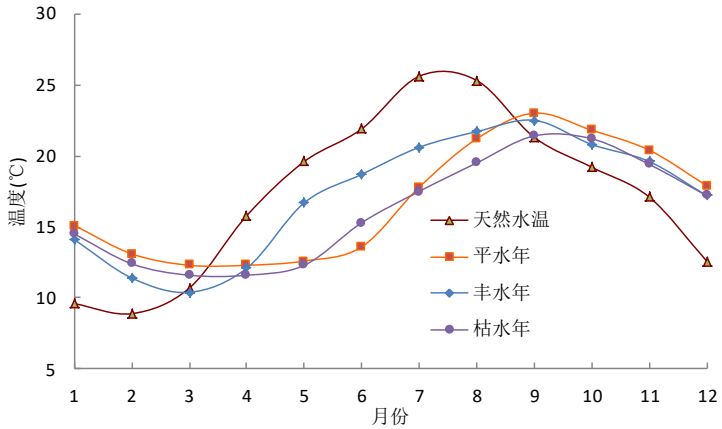


图 6.5-30　向阳水库单层取水时的下泄水温比较

从三个典型水文年水温预测结果的差异来看，平水年在升温期的低温水现象、在冬季的高温水现象均比丰、枯水年更为突出，也反映了平水年高水位运行时水库相对具有

更强的调节能力，泄流孔口更加远离表层温水层、水流受库容阻滞而延迟出库的时间变得更长。

表 6.5-17　向阳水库单层取水时下泄水温与坝址天然水温的差异（单位：℃）

月份	天然水温	平水年	丰水年	枯水年	平 - 天然	丰 - 天然	枯 - 天然
1 月	9.6	**15.1**	14.1	**14.5**	**5.5**	4.5	**4.9**
2 月	8.9	13.1	11.4	12.4	4.2	2.5	3.5
3 月	10.7	12.3	10.4	11.6	1.6	-0.3	0.9
4 月	15.8	12.3	12.1	11.6	-3.5	-3.7	-4.2
5 月	19.6	12.6	16.7	12.3	-7.0	-2.9	-7.3
6 月	**21.9**	**13.6**	18.7	15.3	**-8.3**	-3.2	-6.6
7 月	25.6	17.8	**20.6**	**17.5**	-7.8	**-5.0**	**-8.1**
8 月	25.3	21.2	21.7	19.5	-4.1	-3.6	-5.8
9 月	21.3	23.0	22.5	21.4	1.7	1.2	0.1
10 月	19.2	21.8	20.8	21.2	2.6	1.6	2.0
11 月	17.1	20.4	19.6	19.4	3.3	2.5	2.3
12 月	12.6	17.9	**17.2**	17.2	5.3	**4.6**	4.6
年均	17.3	16.8	17.2	16.2	-0.5	-0.1	-1.1
最大值	25.6	23.0	22.5	21.4	-2.6	-3.1	-4.2
最小值	8.9	12.3	10.4	11.6	3.4	1.5	2.7
年内变幅	16.7	10.7	12.1	9.8	-6.0	-4.6	-6.9

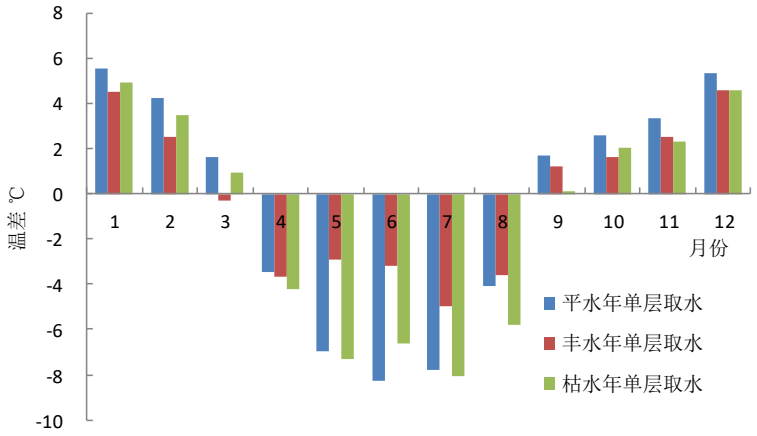


图 6.5-31　向阳水库单层取水时下泄水温与天然水温的差异

表 6.5-18 对比了各工况下泄水温到达特征水温 21.9℃的延迟时间。各工况下泄水温到达 21.9℃的延迟时间 68-101 天，存在较为突出的水温延迟效应。

表 6.5-18　向阳水库单层取水时下泄水温的延迟时间

	到达 21.9℃的时间	延迟时间
天然水温	6 月 17 日	-

平水年单层取水	8 月 30 日	74 天
丰水年单层取水	8 月 24 日	68 天
枯水年单层取水	9 月 26 日	101 天

6.5.3.7.2 叠梁门取水

图 6.5-32 比较了向阳水库采用叠梁门取水方案时各典型水文年的下泄水温。由于分层取水措施的采用，水库下泄低温水现象得到了明显改善。最大低温水降幅在单层取水时为 8.3℃(平)、5.0℃(丰)、8.1℃(枯)，叠梁门取水时缩小为 1.7℃(平)、1.7℃(丰)、2.1℃(枯)。

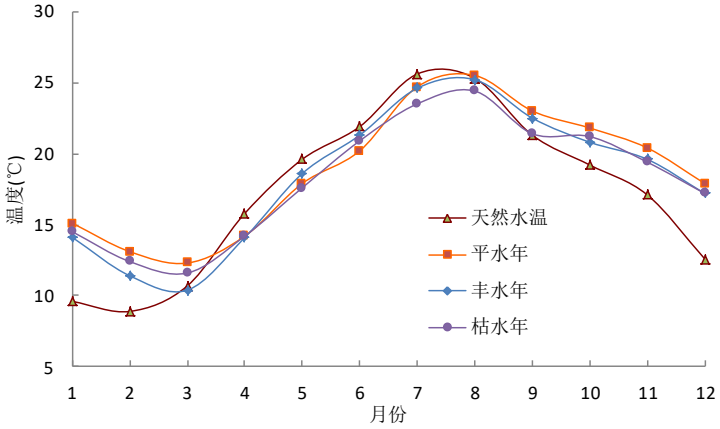


图 6.5-32　向阳水库叠梁门取水时下泄水温比较

表 6.5-19 和图 6.5-33、34 对比了叠梁门取水相对于单层取水的低温水改善效果。采用分层取水措施后，平、丰、枯水文年的下泄水温分别比单层取水时提高了 1.9-6.9℃(平)、1.9-4.0℃(丰)、2.6-6.0℃(枯)，丰、丰水年在 8 月已不存在低温水现象。

表 6.5-19　向阳水库叠梁门取水与单层取水的下泄水温对比（单位：℃）

月份	天然水温	平水年下泄	丰水年下泄	枯水年下泄	与天然水温的差异			与单层取水的差异		
					平	丰	枯	平	丰	枯
1 月	9.6	15.1	14.1	14.5	5.5	4.5	4.9			
2 月	8.9	13.1	11.4	12.4	4.2	2.5	3.5			
3 月	10.7	12.3	10.4	11.6	1.6	-0.3	0.9			
4 月	15.8	14.2	14.1	14.2	-1.6	-1.7	-1.6	1.9	2.0	2.6
5 月	19.6	17.9	18.6	17.6	-1.7	-1.0	-2.0	5.3	1.9	5.3
6 月	21.9	20.2	21.3	20.9	-1.7	-0.6	-1.0	6.6	2.6	5.6
7 月	25.6	24.7	24.6	23.5	-0.9	-1.0	-2.1	6.9	4.0	6.0
8 月	25.3	25.5	25.2	24.4	0.2	-0.1	-0.9	4.3	3.5	4.9
9 月	21.3	23.0	22.5	21.4	1.7	1.2	0.1			
10 月	19.2	21.8	20.8	21.2	2.6	1.6	2.0			
11 月	17.1	20.4	19.6	19.4	3.3	2.5	2.3			
12 月	12.6	17.9	17.2	17.2	5.3	4.6	4.6			
年均	17.3	18.8	18.3	18.2	1.5	1.0	0.9			

最大值	25.6	25.5	25.2	24.4	-0.1	-0.4	-1.2			
最小值	8.9	12.3	10.4	11.6	3.4	1.5	2.7			
年内变幅	16.7	13.2	14.8	12.8	-3.5	-1.9	-3.9			

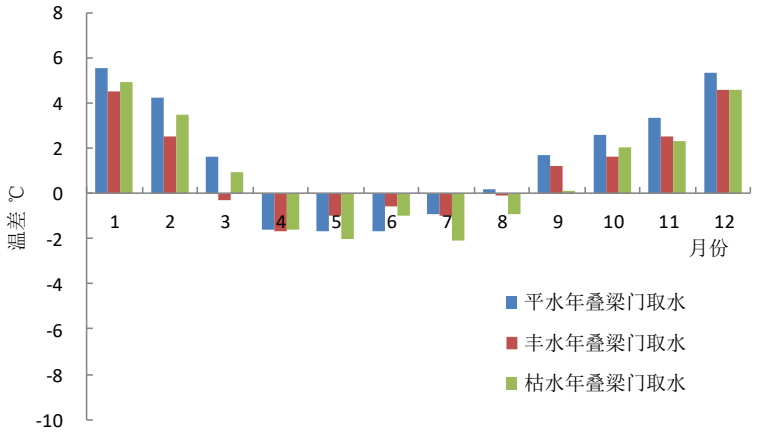


图 6.5-33　向阳水库叠梁门取水与天然水温的差异

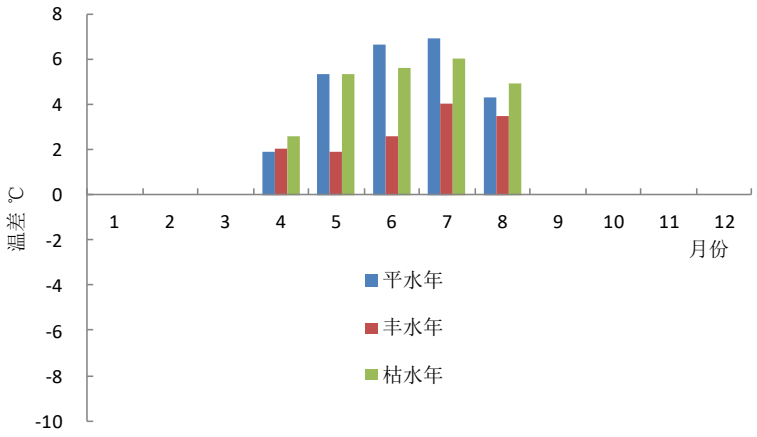


图 6.5-34　向阳水库叠梁门取水比单层取水的下泄水温改善效果

表 6.5-20 对比了叠梁门取水时下泄水温到达特征水温 21.9℃的延迟时间。各工况下泄水温到达 21.9℃的延迟时间在 5-13 天，比单层取水时提前了 61-93 天，显著减缓了下泄水温的延迟效应。

表 6.5-20　向阳水库叠梁门取水时下泄水温延迟时间对比

	到达 21.9℃的时间	延迟时间	比单层取水改善
天然水温	6 月 17 日	-	-
平水年叠梁门取水	6 月 30 日	13 天	61 天
丰水年叠梁门取水	6 月 22 日	5 天	63 天
枯水年叠梁门取水	6 月 25 日	8 天	93 天

6.5.3.8坝下河道水温预测

向阳坝下为自然河道，有必要在向阳水库下泄水温预测的基础上，研究坝下河段的水温变化过程。计算范围至下游河口处。

向阳水库下泄水温作为坝下研究河段的上游边界，采用纵向一维数学计算得到向阳坝下的沿程水温。

表 6.5-21 对各工况下泄水温在坝下 12.3km 处团滩河口处的恢复情况进行了对比。由于坝址距离河口较近，无论是春季低温水还是冬季高温水现象，在下游至河口间的恢复程度较为有限。但汇入汤溪河后，由于团滩河流量远低于汤溪河(表 6.5-22)，向阳水库对下游水温的影响得到大幅减缓。

平水年单层取水时，与河口处天然水温相比，春季低温水降幅最大为 7.6℃(6 月)，冬季高温水最大升幅 4.8℃(1 月)，比坝址处均恢复了 0.7℃；叠梁门取水时，河口处春季低温水最大降幅为 1.5℃(5-6 月)，比坝址处恢复了 0.2℃。

丰水年单层取水时，与河口处天然水温相比，春季低温水降幅最大为 4.4℃(7 月)，冬季高温水最大升幅 4.1℃(12 月)，比坝址处分别恢复了 0.9℃、0.5℃；叠梁门取水时，河口处春季低温水最大降幅为 1.5℃(4 月)，比坝址处恢复了 0.2℃。

枯水年单层取水时，与河口处天然水温相比，春季低温水降幅最大为 7.2℃(7 月)，冬季高温水最大升幅 4.3℃(1 月)，比坝址处分别恢复了 0.9℃、0.6℃；叠梁门取水时，河口处春季低温水最大降幅为 0.6℃，比坝址处恢复了 1.4℃。

表 6.5-21　向阳水库下泄流量与汤溪河流量的对比

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
汤溪河流量 m^3/s	平水年	8.5	6.6	7.9	53.3	37.2	95.8	82.5	29.3	59.8	24.2	9.3	16.6	35.9
	丰水年	4.5	3.5	7.2	30.0	47.3	58.9	124.5	144.6	74.2	20.5	11.4	7.0	44.5
	枯水年	5.7	6.5	13.4	17.9	28.5	69.3	65.6	34.5	37.2	25.8	10.5	7.1	26.8
团滩河流量 m^3/s	平水年	1.3	1.3	1.3	1.3	2.6	4.8	20.0	2.6	14.5	2.6	1.3	1.3	4.6
	丰水年	0.2	0.1	0.1	1.3	2.6	2.6	2.6	2.6	42.7	2.6	1.3	1.3	5.0
	枯水年	1.3	1.3	1.3	1.3	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	1.3	1.3	2.0

表 6.5-22　向阳水库典型平水文年单层取水、叠梁门取水的下游河口水温

月份			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
江口镇天然水温		a	10.1	9.4	11.3	16.4	20.2	22.6	26.3	26.0	21.9	19.8	17.7	13.1	17.9
汇口前	单层取水	b	14.9	13.4	12.7	13.3	13.9	15.0	19.3	22.4	23.4	22.4	20.5	17.8	17.4
	叠梁门取水	e	14.9	13.4	12.7	15.0	18.7	21.1	25.5	26.1	23.4	22.4	20.5	17.8	19.3
	单层 - 天然	f	4.8	3.9	1.4	-3.1	-6.3	-7.6	-6.9	-3.6	1.5	2.6	2.8	4.7	-0.5
	叠梁门 - 天然	i	4.8	3.9	1.4	-1.4	-1.5	-1.5	-0.7	0.2	1.5	2.6	2.8	4.7	1.4
汇口后	单层取水	j	10.9	10.2	11.5	16.3	19.8	22.2	24.6	25.6	22.3	20.1	18.1	13.5	17.9

(进入汤溪河)	叠梁门取水	k	10.9	10.2	11.5	16.4	20.1	22.5	26.1	26.0	22.3	20.1	18.1	13.5	18.1
	单层 - 天然	m	0.7	0.8	0.2	-0.1	-0.4	-0.4	-1.7	-0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.0
	叠梁门 - 天然	n	0.7	0.8	0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.4	0.3	0.4	0.4	0.2

表 6.5-23　向阳水库典型丰水文年单层取水、叠梁门取水的下游河口水温

月份			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
江口镇天然水温		a	10.1	9.4	11.3	16.4	20.2	22.6	26.3	26.0	21.9	19.8	17.7	13.1	17.9
汇口前	单层取水	b	14.1	11.9	11.0	13.1	17.7	19.7	21.9	22.8	23.0	21.6	19.8	17.2	17.8
	叠梁门取水	e	14.1	11.9	11.0	14.9	19.4	22.1	25.4	25.9	23.0	21.6	19.8	17.2	18.8
	单层 - 天然	f	3.9	2.5	-0.3	-3.3	-2.6	-2.9	-4.4	-3.1	1.1	1.8	2.2	4.1	-0.1
	叠梁门 - 天然	i	3.9	2.5	-0.3	-1.5	-0.9	-0.5	-0.8	-0.1	1.1	1.8	2.2	4.1	1.0
汇口后(进入汤溪河)	单层取水	j	10.3	9.5	11.3	16.2	20.1	22.5	26.2	25.9	22.5	20.0	17.9	13.9	18.0
	叠梁门取水	k	10.3	9.5	11.3	16.3	20.2	22.6	26.3	26.0	22.5	20.0	17.9	13.9	18.1
	单层 - 天然	m	0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.6	0.2	0.2	0.8	0.1
	叠梁门 - 天然	n	0.2	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	0.2	0.8	0.2

表 6.5-24　向阳水库典型枯水文年单层取水、叠梁门取水的下游河口水温

月份			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
江口镇天然水温		a	10.1	9.4	11.3	16.4	20.2	22.6	26.3	26.0	21.9	19.8	17.7	13.1	17.9
汇口前	单层取水	b	14.4	12.8	12.1	12.6	13.7	16.6	19.1	20.9	22.0	21.9	19.7	17.2	16.9
	叠梁门取水	e	14.4	12.8	12.1	15.0	18.5	21.7	24.5	25.2	22.0	21.9	19.7	17.2	18.7
	单层 - 天然	f	4.3	3.3	0.8	-3.8	-6.6	-6.0	-7.2	-5.1	0.1	2.1	2.0	4.1	-1.0
	叠梁门 - 天然	i	4.3	3.3	0.8	-1.4	-1.8	-0.9	-1.8	-0.8	0.1	2.1	2.0	4.1	0.8
汇口后(进入汤溪河)	单层取水	j	11.1	10.1	11.3	16.1	19.6	22.4	26.0	25.6	21.9	20.0	17.9	13.9	18.0
	叠梁门取水	k	11.1	10.1	11.3	16.3	20.1	22.5	26.2	25.9	21.9	20.0	17.9	13.9	18.1
	单层 - 天然	m	1.0	0.7	0.1	-0.3	-0.6	-0.2	-0.3	-0.4	0.0	0.2	0.2	0.8	0.1
	叠梁门 - 天然	n	1.0	0.7	0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.2	0.2	0.8	0.2

6.5.3.9灌溉水温分析

向阳水库灌溉用水通过在库内右岸设置的供水、灌溉、发电、生态放水兼放空进水口取水。进水口后接引水隧洞，引水隧洞出口接压力钢管，后压力钢管一分为二，一条至输水工程调压室（供灌溉、供水），一条至发电厂房（供发电、生态放水和水库放空）。

进水口为岸塔式，位于大坝轴线上游约 180m，塔顶及工作平台高程 459.5m，塔底高程 375.0m，塔高 84.5m。塔宽 9m，塔长 21m。进水塔布置有拦污栅、叠梁门和检修闸门。

灌溉用水通过管道从库内取水，且放水口距离取水点较近，因此不考虑沿程增温效果。采用叠梁门分层取水后，各典型水文年逐月灌溉水温与天然水温的对比见表。

表 6.5-25　向阳水库叠梁门取水后的灌溉水温（单位：℃）

月份	天然水温	平水年下泄	丰水年下泄	枯水年下泄	与天然水温的差异		
					平	丰	枯
1 月	9.6	15.1	14.1	14.5	5.5	4.5	4.9
2 月	8.9	13.1	11.4	12.4	4.2	2.5	3.5
3 月	10.7	12.3	10.4	11.6	1.6	-0.3	0.9
4 月	15.8	14.2	14.1	14.2	-1.6	**-1.7**	-1.6
5 月	19.6	17.9	18.6	17.6	**-1.7**	-1.0	-2.0
6 月	21.9	20.2	21.3	20.9	**-1.7**	-0.6	-1.0
7 月	25.6	24.7	24.6	23.5	-0.9	-1.0	**-2.1**
8 月	25.3	25.5	25.2	24.4	0.2	-0.1	-0.9
9 月	21.3	23.0	22.5	21.4	1.7	1.2	0.1
10 月	19.2	21.8	20.8	21.2	2.6	1.6	2.0
11 月	17.1	20.4	19.6	19.4	3.3	2.5	2.3
12 月	12.6	17.9	17.2	17.2	5.3	4.6	4.6
年均	17.3	18.8	18.3	18.2	1.5	1.0	0.9
最大值	25.6	25.5	25.2	24.4	5.5	4.6	4.9
最小值	8.9	12.3	10.4	11.6	-1.7	-1.7	-2.1
年内变幅	16.7	13.2	14.8	12.8	7.2	6.3	7.0

根据预测结果，与天然水温相比，向阳水库下泄水温主要在 4-6 月存在一定的低温水现象，丰、平、枯水年最大低温水降幅分别为 1.7℃、1.7℃、2.1℃。灌区作物主要有水稻、玉米、红薯、小麦、油菜、蔬菜、果树。据表 6.5-26，小麦、玉米、油菜等对水温要求较低，一般在 10℃以下，向阳水库灌溉水温远超作物的水温需求。

而水稻为喜温作物，根据表 6.5-25 水温在 4 月会比天然水温低 1.6-1.7℃，比水稻返青要求的最低水温 15℃低 0.8-0.9℃。从 5 月开始，各月灌溉水温均高于水稻分蘖(16-18℃)、孕穗(18-22℃)、扬花(22℃)、黄熟(22℃)所要求的水温，灌溉水温能够满足作物需求。

表 6.5-25　向阳水库灌区灌溉作物的水温要求

种类	生长期	时间	最低温度/℃
水稻	发芽	3 月上旬—4 月中旬	12
	幼苗		15~18
	返青	4 月中旬—5 月中旬	15~17
	分蘖	5 月中旬—6 月中旬	16~18
	孕穗	6 月中旬—7 月中旬	18~22
	抽穗、扬花	7 月上旬—8 月中旬	22
	乳熟、黄熟	8 月上旬—9 月上	22
小麦	幼苗	11 月中旬	1~2

种类	生长期	时间	最低温度/℃
	春化	11 月下旬—1 月中旬	3
	分蘖	12 月中旬—1 月上旬	5
	孕穗	1 月下旬—3 月上旬	5
	扬花	3 月中旬—4 月上旬	10
	灌浆	3 月下—4 月中旬	10
	乳熟、黄熟	4 月下旬—5 月上旬	
油菜	发芽	9 月上—10 月中	3~4
	出苗		
	现蕾		3~5
	抽苔	1 月下旬—3 月上旬	0 以上
	开花	2 月—3 月	3~5
	果期	3 月下旬—4 月下旬	4~6
玉米	发芽	2 月中旬－5 月上旬	8~10
	生长	7 月中旬－9 月下旬	5~10

6.5.4结论

（1）向阳水库在各典型水文年的水温结构均为季节性分层型。

（2）向阳水库存在相对稳定的库底水温。2-7 月库底水温一般不超过 13℃，4-9 月存在表层或下层温跃层，水库垂向最大温差为平水年 7 月的 12.5℃，11 月~翌年 3 月库区垂向同温。

（3）向阳水库运行对下游水温存在显著影响。平水年下泄水温 6 月降幅最大，低于坝址天然水温 8.3℃，1 月升幅最大，为 5.5℃；丰水年 7 月降幅最大，为 5.0℃，12 月升幅最大，为 4.6℃；枯水年 7 月降幅最大，为 8.1℃，1 月升幅最大，为 4.9℃。

（4）向阳水库采用叠梁门方案取水后，春季低温水现象得到显著缓解。平水年 4-8 月下泄水温比单层取水提高 1.9-6.9℃，最大降幅缩小为 5、6 月的 1.7℃；丰水年 4-8 月下泄水温比单层取水提高 1.9-4.0℃，最大降幅缩小为 4 月的 1.7℃；枯水年 4-8 月下泄水温比单层取水提高 2.6-6.0℃，最大降幅缩小为 7 月的 2.1℃。

（5）向阳水库采用叠梁门方案取水后，平、丰、枯水年下泄水温到达 21.9℃的延迟时间为 5-13 天，比单层取水时提前了 61-93 天，显著减缓了下泄水温的延迟效应。

（6）单层取水时，团滩河口处春季低温水最大降幅 7.6℃，冬季高温水最大升幅 4.8℃；汇入汤溪河后，春季低温水最大降幅 1.7℃，冬季高温水最大升幅 0.8℃。叠梁门取水时，由于 4-8 月的出库水温得到了明显改善，河口处最大低温水降幅 1.8℃，汇入汤溪河后的低温水最大降幅仅 0.2℃，春季低温水现象得到显著改善。

（7）向阳水库 4 月灌溉水温比水稻返青要求的最低水温低 0.8-0.9℃。5 月以后的

灌溉水温均高于水稻各生长期所需水温，能够满足作物需求。

6.6地下水环境影响预测与评价

建设单位委托四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心编制完成了《云阳县向阳水库地下水环境影响评价专题报告》，主要评价内容如下：

6.6.1水库地下水环境影响预测与评价

6.6.1.1项目施工期地下水环境影响

向阳水库施工期对经常性基坑废水在大坝基坑内修建沉淀池，并向沉淀池内投入絮凝剂处理基坑废水；修建沉砂池、废水沉淀池，对混凝土拌和系统冲洗废水进行处理；在机械修理厂周围修建一个矩形隔油池，在入口处设置隔油栅栏；生活污水经过采用地埋式污水处理装置处理后用于施工场地洒水及绿化，施工期各类污废水均不外排，削弱对地下水环境的影响。施工期通常避开汛期和高水位期，且施工总体周期相对较短，施工时要求复核地下水位，并采取有效的截水、排水措施。因此，项目施工期对地下水水位及水质变化的影响甚微。

6.6.1.2项目运行期对库周地下水水位影响分析

向阳水库为峡谷型水库，大部分河段岸坡基岩裸露，阶地不发育，岸坡坡度较大，排水条件好。水库正常蓄水位 456m，正常蓄水后，水库回水将造成两岸潜水水位相应升高，并逐渐自岸边向远处扩展；经过一定时间，在某些低洼地区，回水后的潜水位可能接近，甚至高出地面，形成一定范围内的浸没。水库正常蓄水位 456m，预测浸没范围大多为缓坡平台，浸没宽度 5～10m，沿 456m 水位线浸没长度约 863m，浸没面积约 6904m^2；主要淹没范围在后叶镇平进村和农坝镇凉水村以及江口镇新华村，淹没面积 90 万 m^2 左右，淹没设施主要为房屋、农田、林地、工厂和公路。

在模型初始渗流场的基础上叠加二维坝体平面，坝体设为相对隔水层（渗透系数为 1×10^{-5}m/d），调整水库回水区内三类河流交换边界，将河水位统一设定为 456m，模拟稳定流情况下，库水位抬升对地下水的影响范围。

模拟结果显示，水库正常蓄水后，对上游地下水水位影响较小，对下游地下水水位变化影响较大。水库下游坝肩绕坝渗流现象不很明显。

地下水浸没范围基本沿回水区向两侧扩大、向上、下游延伸，抬升影响范围面积为 32.98km^2，水库回水区淹没范围面积为 2.1km^2。回水区范围内地下水抬升幅度较大，地

下水位最大变化高度为 107.89m，位于坝址处附近。456m 正常蓄水位以上地下水位变幅为 10m 左右。向阳村南部部分区域还出现地下水水位下降的现象，这是因为下游地下水水位抬升，减缓上游水力坡度，导致地下水位出现局部下降的情况。

地下水 10m 以上淹没范围的形态呈纺锤状，沿北西—南东向展布，除库周 500m 范围内抬升较大外，对南东向正坝村地下水水位影响较大。建议加强水库东侧防渗措施，减小水库渗漏量，从而降低地下水淹没高度，减小库区蓄水后对正坝村地下水水位抬升范围。

6.6.2输水工程地下水环境影响评价

根据工可方案，输水工程有 4 个隧洞，基本概况见表 6.6-3。

表 6.6-3　拟建重点隧洞基本概况

序号	隧洞名称	起讫里程	进口高程(m)	出口高程(m)	最大埋深（m）	洞线长度（m）	备注
1	兰草坝隧洞	右干 10+625m～右干 17+266m	370	368.4	20	6641	隧洞为钢衬有压圆形隧洞
2	唐家垭口隧洞	县支 6+843.40m～县支 8+084.00m	366.5	359.86	10	1240.6	压圆形隧洞，隧址区分布 8 户居民
3	大梁子隧洞	左干 3+864.50m～左干 3+985.50m，	398	396.76	20	121	无压隧洞
4	芝麻梁隧洞	右干 9+156.00m～右干 9+219.00m	370	369	20	63	无压隧洞

6.6.2.1兰草坝隧洞地下水环境影响评价

6.6.2.1.1 隧洞施工期涌水量计算

隧洞涌水量除受地层岩性和水文地质条件控制外，还具有季节性变化大的特点。涌水量预测正确性，主要取决于对隧洞充水条件的正确分析及计算参数和计算方法的合理选用。

（1）大气降水入渗法

本项目引水隧洞穿越地层为侏罗系上统蓬莱镇组（J_3p）砂岩和泥岩互层、侏罗系上统遂宁组（J_3s）泥岩夹粉砂岩，隧洞穿越区岩体均较完整。依据《铁路工程水文地质勘查规程》（TB10049-2004）提供的不同含水介质降雨入渗经验值及 1:20 万《区域水文地质普查报告》（万县幅），本项目输水隧洞降雨入渗系数均取 0.11（表 6.6-4），区域年平均降雨量为 1132.9mm，项目所在区集雨面积为 7.9km^2。大气降雨入渗法计算公式如下：

计算如下：

$$Q=2.74\cdot\lambda\cdot N\cdot A$$

式中：λ——降雨入渗系数；

Q——预测隧洞正常涌水量（m^3/d）；

A——隧洞通过含水体地段的集水面积（km^2）；

N——年平均降雨量（mm/a）。

表 6.6-4　入渗系数经验数据（引自：《铁路工程水文地质勘查规程》）

含水介质	λ	含水介质	λ
粉质粘土	0.01～0.02	较完整岩石	0.10～0.15
粉土	0.02～0.05	较破碎岩石	0.15～0.18
粉砂	0.05～0.08	破碎岩石	0.18～0.20
细砂	0.08～0.12	极破碎岩石	0.20～0.25
中砂	0.12～0.18	岩溶微弱发育	0.01～0.10
粗砂	0.18～0.24	岩溶弱发育	0.10～0.15
圆砾（夹砂）	0.24～0.30	岩溶中等发育	0.15～0.20
卵石（夹砂）	0.30～0.35	岩溶强烈发育	0.20～0.50
完整岩石	0.01～0.10		

根据大气降雨入渗法公式计算，本项目拟建隧洞涌水量为 2697.50m^3/d。

（2）地下水径流模数法

参照《铁路工程水文地质勘察规程》，结合本隧洞水文地质条件，选用地下水径流模数法预测涌水量。采用《铁路工程水文地质勘察规程》中计算公式：

$$Qs=86.4MA$$

式中：Qs——预测隧洞正常涌水量（m^3/d）；

86.4——换算系数

M——地下径流模数（$L/s\cdot km^2$）；

A——隧洞通过含水体地段的集水面积（km^2）；

根据《区域水文地质普查报告》（万县幅），本项目隧洞穿越区主要含水层为侏罗系上统蓬莱镇组（J_3p）碎屑岩裂隙含水层，地下水径流模数介于 2～4$L/s\cdot km^2$，本次估算取评价区内地下水径流模数为 3.5$L/s\cdot km^2$。依据径流模数法计算，本项目输水隧洞正常涌水量为 2388.96m^3/d。

根据计算结果，大气降雨入渗法计算隧洞涌水量为 2697.50m^3/d，地下水径流模数法计算隧洞涌水量为 2388.96m^3/d，根据解析法计算排水量及隧洞水文地质条件，环评建议本项目输水隧洞施工及运行期裸洞涌水量为 2700m^3/d。

6.6.2.1.2 输水隧洞对地下水水位环境影响预测

为模拟输水隧洞施工及运行期疏排地下水对隧址区渗流场造成的影响程度及范围，安全起见，本次以隧洞施工及运行期均以裸洞估算排水量 2700m^3/d 作为预测排水量。模型概化为沿输水隧洞展布区设置 8098 口抽水井，单井抽水量 0.33m^3/d（总抽水量约 2700m^3/d）等效模拟隧洞施工排水，模型持续运行 80a。

根据模拟结果，本项目引水隧洞施工和运行过程中，隧洞的开挖将扰动地下含水层。经 80a 非稳定流模拟计算，隧洞排水造成地下水位下降，降落漏斗随着排水的持续不断的扩展。

由表 6.6-5 计算结果显示，输水隧洞施工期 0～3a 隧洞施工排水造成隧址区地下水水位下降 7.6m，其影响范围集中于引水隧洞为中心，100m 范围内。

隧洞施工至 5a（施工结束 2a），隧址区地下水水位下降 10.4m，其影响范围集中于引水隧洞为中心，160m 范围内。

隧洞施工至 20a（施工结束 17a），隧址区地下水水位下降 15.4m，其影响范围集中于引水隧洞为中心，300m 范围内。

隧洞施工至 60a（施工结束 57a），隧址区地下水水位下降 23.3m，其影响范围扩展至以引水隧洞为中心，640m 范围内。

隧洞施工至 80a（施工结束 77a），此时地下水为最大降深为 25.5m，降落漏斗扩展至引水隧洞外 750m，扩展范围较缓，评价区地下水水位基本达到稳定。

综上，受本项目引水隧洞施工和运行的排水影响，本项目引水隧洞穿越区地下水将形成以开采区为中心的降落漏斗，该降落漏斗最大降深 25.5m，影响区主要集中在以引水隧洞为中心，750m 范围内。

表 6.6-5　以引水隧洞为中心地下水水位降深变化趋势、范围与时间相关关系

降深范围 / 时间	最大降深（m）	20m 降深范围（m）	15m 降深范围（m）	10m 降深范围（m）	2m 降深范围（m）
3a（本项目施工结束）	7.6	-	-	-	100
5a（本项隧洞施工结束后 2a）	10.4	-	-	隧洞周边	160
10a（本项目隧洞施工结束后 7a）	13.0	-	-	隧洞周边	240
20a（本项目隧洞施工结束后 17a）	15.4	-	隧洞周边	30	300
40a（本项目隧洞施工结束后 37a）	19.9	-	60	100	480
60a（本项目隧洞施工结束后 57a）	23.3	隧洞周边	120	200	640
80a（本项目隧洞施工结束后 77a）	25.5	隧洞周边	150	260	750

6.6.2.1.3 地下水环境影响评价

（1）施工期废水对地下水环境影响评价

项目施工期的主要工程行为是隧洞开挖、洞内降尘冲洗废水，建筑物修建，隧洞主体衬砌喷锚和附属设施的修筑。施工期的污染源主要来自施工过程中施工机械跑冒滴漏产生的油污污染、施工人员产生的生活废水若收集处理不当进入地下系统后可能对地下水造成污染。由于施工期在隧洞进口建立施工区和渣场，产生的施工废水会对江口灌区的下元坝及下游一带的居民用水产生影响，因此环评建议本项目设置沉淀池收集处理隧洞施工废水，全部循环利用不外排；临时旱厕收集处理生活污水，用做周边农肥。在采取上述措施的条件下，本项目施工期对地下水环境的影响较小。

（2）输水隧洞施工排水对居民分散饮用水源影响

根据现场调查，本项目评价区姜家院子 47 户、云盘村 62 户、盐渠村 93 户、老观村 197 户、扇子垮 28 户、红岩村 34 户、安乐村 62 户、小寨子 21 户和老屋 51 户居民以评价区主要以沟水作为分散式饮用水源。

根据数值模拟结果，本项目输水隧洞施工及运行期排水形成的降落漏斗最大降深为 25.5m，影响范围集中于输水隧洞为中心，半径 750m 范围。评价区以沟水为饮用水源居民中，姜家院子 47 户、云盘村 62 户、盐渠村 93 户、老观村 197 户、扇子垮 28 户、红岩村 34 户、安乐村 62 户、小寨子 21 户和老屋 51 户居民，生活饮用水可能会受到影响。

为保障上述可能受影响居民用水安全，根据居民饮用沟水分布情况，以沟水环境影响跟踪监测点可完全覆盖可能受影响居民为原则，本次选取可能受影响居民主要饮用沟水作为地下水跟踪影响监测点，一旦饮用沟水流量出现异常，立刻采取相应措施替代受影响居民饮用水源。建议替代措施：

①建议于引水隧洞 10+625～13+000 段修建水窑集水，和在西侧沟谷中修建蓄水池及配套管道，替代受影响的安乐村 62 户、小寨子 21 户和老屋 51 户居民饮用水源；

②建议于引水隧洞 13+000～15+000 段修建水窑集水，在东侧溪沟中修建蓄水池及配套管道，替代受影响的盐渠村 93 户、老观村 197 户居民的饮用水源；

③建议于引水隧洞 15+000～17+266 段修建水窑集水，在东侧溪沟修建蓄水池及配套管道，替代受影响的姜家院子 47 户、云盘村 62 户饮用水源。

6.6.2.2唐家垭口隧洞地下水环境影响评价

6.6.2.2.1 隧洞涌水量

唐家垭口引水隧洞穿越地层为侏罗系中统上沙溪庙组（J_2s^2）砂岩夹泥页岩、泥岩

夹粉砂岩，隧洞穿越区岩体均较完整。根据大气降雨入渗法公式计算，本项目拟建隧洞涌水量为 751.2m^3/d；依据径流模数法计算，本项目输水隧洞正常涌水量为 665.28m^3/d。因此唐家垭口隧洞涌水量为 665.28m^3/d～751.2m^3/d。

6.6.2.2.2 隧洞建设对地下水环境的影响分析

隧洞进口、中部分别分布 10 户、8 户居民，出口附近无居民分布，居民生产生活用水主要来源于地表水，含水层岩性主要为砂岩，含水层厚度较厚，隧洞穿越区域分水岭，可能局部改变地下水流向，造成区域地下水位下降，但由于穿越段山体岩层较为完整，无断层影响，裂隙不发育，地下水流场可在隧洞建成后一定时间内自行恢复，隧洞建设对地下水影响不大。隧洞出口附近有一条溪沟，隧洞施工时需对隧洞建设过程中产生的生活废水及施工废水做好相应防护措施及处理，防止废水流入溪沟，污染地表及地下水。

6.6.2.3大梁子隧洞地下水环境影响评价

（1）大梁子隧洞涌水量

大梁子隧洞穿越地层为侏罗系中统新田沟组（J_2x）砂页岩，隧洞穿越区岩体均较完整。根据大气降雨入渗法公式计算，本项目拟建隧洞涌水量为 109.27m^3/d。

依据径流模数法计算，本项目输水隧洞正常涌水量为 96.77m^3/d。

因此大梁子隧洞涌水量为 96.77m^3/d～109.27m^3/d。

（2）隧洞建设对地下水环境的影响分析

隧洞出口有 3 户居民分布，隧洞进口，中部无居民分布，含水层岩性主要为砂岩，含水层厚度较厚，隧洞穿越区域分水岭，可能局部改变地下水流向，造成区域地下水位下降，但由于穿越段山体岩层较为完整，无断层影响，裂隙不发育，地下水流场可在隧洞建成后一定时间内自行恢复，隧洞建设对地下水影响不大。隧洞进口北侧存在一溪沟，隧洞施工时需对隧洞建设过程中产生的生活废水及施工废水做好相应防护措施及处理，防止废水进入溪沟，污染地表及地下水。

6.6.2.4芝麻梁隧洞地下水环境影响评价

（1）芝麻梁隧洞涌水量

芝麻梁隧洞穿越地层为侏罗系中统沙溪庙组（J_2s）砂岩夹泥页岩，隧洞穿越区岩体均较完整。根据大气降雨入渗法公式计算，本项目拟建隧洞涌水量为 81.95m^3/d；依据径流模数法计算，本项目输水隧洞正常涌水量为 72.58m^3/d。因此芝麻梁隧洞涌水量为 72.58m^3/d～81.95m^3/d。

（2）隧洞建设对地下水环境的影响分析

隧洞仅有进口分布一户居民，隧洞穿越区域分水岭，可能局部改变地下水流向，造成区域地下水位下降，但由于穿越段山体岩层较为完整，无断层影响，裂隙不发育，地下水流场可在隧洞建成后一定时间内自行恢复，隧洞建设对地下水影响不大。隧洞施工时需对隧洞建设过程中产生的生活废水及施工废水做好相应防护措施及处理，防止废水污染地下水。

6.6.2.5沿线干渠施工对地下水环境影响评价

沿线干渠施工时，可能会导致坡体局部变形失稳，需及时采取支护措施，以防影响坡体整体稳定。在满足设计要求的前提下，尽量避免对坡体的扰动，少开挖。基坑的施工可能引起的地下水水位下降将会引起一系列的环境水文地质问题。施工对地下水水质有一定影响，但地下水净化速度快，影响周期短。

6.6.3灌区地下水环境影响评价

本项目灌区通过输水管线输水到田间进行灌溉，灌溉方式改变，田间补给量增加，导致地下水位变化，因此带来地下水环境的变化。本次预测主要针对输水灌溉增加田间补给而地下水水位变化的影响预测，即地下水位上升及由此引发的相关环境水文地质问题。

6.6.3.1江口片区典型灌区地下水环境影响评价

6.6.3.1.1 灌区地下水水位影响

本次评价通过对地下水溶质运移所需的定解条件和汇源项进行界定，在建立的地下水流数值模拟模型的基础上进行不同预案条件下的数值模拟预报，计算出未来年份的地下水水位及流场变化。

根据预测，与 2018 年地下水渗流场中观测孔水位误差进行对比，不同区域地下水位上升幅度不同。林地、坡跟地范围内的观测孔地下水位上升幅度相对较大，在 2m 左右；洼地、农田范围内的观测孔地下水位上升幅度极小。说明由于灌溉量的加入，地下水位呈缓慢上升趋势，平均每天上升 0.00027m。

6.6.3.1.2 灌区地下水水质影响

地下水溶质运移数值模型是基于地下水流数值模型的耦合模型，是在地下水流数值模拟的基础上进行的，采用地下水流数值模拟的剖分网格，在不同方案下对地下水溶质运移因子变化规律进行模拟预测与分析。

（1）预测水质因子

农药与氮肥、磷肥的使用、生活污水与垃圾粪便的下渗污染、大气氮氧化合物的干湿沉降污染等都可以造成地下水氮污染和磷污染。

灌区内施用的氮肥很难定量分离氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮所占的比例，加之发生在包气带中的迁移转化以及作物吸收、包气带吸附，使得进入地下水的氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮含量难以准确确定。所以，借鉴国内外研究成果并结合研究区内地下水水质现状特征，确定本次地下水水质预测因子为氨氮和总磷。

（2）地下水入渗源强

灌区污染源主要为富营养化灌溉水体以及混合化肥的灌溉下渗水，污染源作为面源处理。化肥施用量结合实地调查访问以及依据重庆市 2017 年统计年鉴中获得；植物对氮肥中氮的利用率为 0.35~0.45，本次取 0.35；灌区灌溉水入渗系数为 0.15。

表 6.6-6　氮肥及磷肥使用量表

氮肥用量（kg/km^2）	植物对氮肥利用率	磷肥用量（kg/km^2）	植物对磷肥利用率
3796.48	0.35	1885.32	0.2

计算得出正常工况下氨氮污染源源强浓度为 7mg/L，总磷污染源源强浓度为 4.278mg/L。

（3）参数分区及初值的确定

受现有资料限制（很多观测孔不连续，并有部分观测值明显受人为影响，不能反映浓度场的变化规律），在模型识别过程中参与拟合的参数不宜过多。本次输入模型的参数主要有弥散系数和孔隙度。横向弥散度取值 100m，纵向弥散度取值 10m。孔隙度为初始值 0.3。这些参数主要与岩性及埋藏条件有关，因此其参数分区与潜水含水层的渗透系数分区一致。

（4）江口西四灌区地下水水质预测

预测情景为运营期灌溉水溶解化肥等物质后，通过包气带下渗到地下水中对水质造成影响。以《环境影响评价技术导则-地下水环境》为依据，设模拟时间区间为 100d、100d、1825d、3650d、7300d。

根据预测结果显示，因氮肥磷肥的施放，项目运营期灌溉会对灌区周边小范围内地下水水质造成轻微影响，但污染物运移距离相对较短，20 年模拟期末氨氮运移最远距离为 400.25m；总磷运移最远距离为 420.85m，均无法流入河床内部，不会对地下水造成严重污染。随着灌溉行为的停止，通过地下水的自净作用及动态循环，污染浓度逐渐降

低，因此不会对地下水产生污染。

6.6.3.2云安片区典型灌区地下水环境影响评价

6.6.3.2.1 灌区地下水水位影响

通过对云安灌区未来 20 年地下水水位进行模拟预测。通过绘制 FEFLOW 模拟末期的地下水位等值线图可以看出，模拟末期地下水水流与前期模拟的灌区天然渗流场趋势总体保持一致。但是灌区北部排泄边界土地沟与东侧排泄边界汤溪河的边界地带的水位线存在一定差异。造成此差异的原因主要是由于在边界的处理上仅仅是简单刻画，同时在计算源、汇项时没有实测数据，仅仅参考了以往的数据，很难反应边界的实际补排情况，因此导致了模型在边界处与实际情况存在差异。

通过将 ZK01、ZK02 钻孔实测水位与模拟计算水位对比发现，在模型运行到增加灌溉后 3650d 时，ZK01 水位上涨 1.628m，ZK02 水位上涨 0.605m，年均涨幅为 0.1628m、0.0605m；在模型运行到增加灌溉 7300d 时，ZK01 水位上涨 2.836m，ZK02 水位上涨 1.166m，年均涨幅为 0.1418m、0.0583m。分析认为，通过 20 年全年灌溉，ZK01、ZK02 水位上涨 2.836m、1.166m 与其水位埋深 17m、13m 相比，上涨幅度不大，在运行到后期时，年均涨幅均出现下降，在灌溉期结束后，水位会逐渐恢复到原来水位。

综合分析认为，因引水管道的建成，农田灌溉率由 14.5%上升至 75%，新增灌溉入渗补给约 4.1648×104m^3/a，由此地下水环境变化。通过模拟 20 年全年灌溉，在模拟 20 年期末，地下水水位会出现小幅抬升，年均涨幅为 0.0583~0.1418m，抬升十分微小，云安灌区因灌溉量增加而出现土壤盐渍化现象的可能性十分微小。

6.6.3.2.2 地下水水质影响

根据预测，在灌区施加氮肥后污染发生，因氮肥磷肥的施放，项目运营期灌溉会对灌区周边小范围内地下水水质造成轻微影响，但污染物运移距离相对较短，在模拟污染发生后 20 年期末，氨氮运移最远距离为 655.07m；总磷运移最远距离为 724.18m。

根据预测结果显示及地下水环境质量现状调查分析认为，项目运营期灌溉会对灌区周边小范围内地下水水质造成轻微影响，但随着灌溉行为的停止，通过地下水的自净作用及动态循环，污染浓度逐渐降低，因此不会对地下水产生污染

6.6.3.3其它灌区地下水环境影响

向阳水库工程其它灌区地下水环境影响，根据江口灌区和云安灌区模拟结果，结合各对其他灌区的水文地质条件进行分析，进行地下水环境影响评价分析，分析结果表明

向阳水库工程得出其他灌区均不会产生盐渍化，灌溉对灌区地下水水质影响较小。

6.6.4弃渣场地下水环境影响

本工程渣场周边没有集中居民点，公社设施等重要建筑，地势总体平缓，地质构造简单，场地稳定性较好；其次，渣场基本沿着渠线布置，距离项目区较近，道路较为平缓，运距适中，运输条件优越，可降低因弃渣运输而造成的渣土外泄，渣场堆渣不会对当地地下水环境造成不利影响。

表 6.6-7　弃渣场对地下水环境的影响

弃渣场名称	弃渣段	水文地质条件	对地下水环境的影响
1#弃渣场	右干管1+300-5+500	渣场位于右干管桩号 5+000 附近九龙村冲沟左岸山坡处，渣体部位冲沟坡角约 12°，地面高程 196～220m，总体地势平缓；地层岩性为侏罗系中统下沙溪庙组（J_2xs）泥岩，地下水类型为基岩裂隙水和碎屑岩孔隙裂隙水，大气降水是其地下水的主要补给来源	渣场在安全防护范围内无公共设施、居民房屋等重要设施，总体地势平缓，附近地质构造简单，未见大的断裂通过，构造稳定性较好，周边不良地质现象不发育，场地稳定性较好。在做好弃渣体的拦挡工程、截排水工程及边坡治理的基础上，对地下水影响较小
2#弃渣场	兰草坝隧洞进口及支洞出渣	渣场位于右干管桩号 10+000 附近兰草坝南坝河左岸冲沟处，渣体部位冲沟坡角约 6°，地面高程 185～205m，总体地势较缓；地层岩性为侏罗系中统上沙溪庙组（J_2s）长石石英砂岩，地下水类型为构造裂隙水，大气降水是其地下水的主要补给来源	渣场在安全防护范围内无公共设施、居民房屋等重要设施，总体地势较缓，附近地质构造简单，未见大的断裂通过，构造稳定性较好，周边不良地质现象不发育，场地稳定性较好。在做好弃渣体的拦挡工程、截排水工程及边坡治理的基础上，对地下水影响较小
3#弃渣场	县干0+000—县干10+196	渣场位于县城支管桩号 1+300 附近石龙溪左岸缓坡处，渣体部位缓坡坡角约 4°，地面高程 320～330m，总体地势平缓；渣场地表多为崩坡积碎石土，厚度一般 3～8m，下伏基岩为侏罗系上统遂宁组（J3s）泥岩，总体呈强风化状，岩体裂隙发育。地下水类型为构造裂隙水，大气降水是其地下水的主要补给来源	渣场在安全防护范围内无公共设施、居民房屋等重要设施，总体地势平缓，附近地质构造简单，未见大的断裂通过，构造稳定性较好，周边不良地质现象不发育，场地稳定性较好。在做好弃渣体的拦挡工程、截排水工程及边坡治理的基础上，对地下水影响较小
4#弃渣场	县支13860-22236	渣场位于县城支管桩号 15+000 附近澎溪河左岸山坡处，渣体部位缓坡坡角约 7°，地面高程 460～490m，总体地势较缓；地层岩性为三叠系中统巴东组（T_2b）泥灰岩夹泥页岩，岩溶发育较弱，岩溶形态主要表现为长度、宽度较小的溶沟、溶缝、溶隙及溶蚀孔洞等。地下水类型为碳酸盐岩裂隙溶洞水。地下水主要受大气降水补给，总体上地下水贫乏，地下水位深埋，水文地质条件总体较简单。	渣场在安全防护范围内无公共设施、居民房屋等重要设施，总体地势较缓，附近地质构造简单，未见大的断裂通过，构造稳定性较好，周边不良地质现象不发育，场地稳定性较好。在做好弃渣体的拦挡工程、截排水工程及边坡治理的基础上，对地下水影响较小
5#弃渣场	南支0+00-4+000+天0+00-2+424，水	渣场位于南云支管桩号 3+500 附近二道河左岸山坡冲沟处，渣体部位缓坡坡角约 11°，地面高程 220～250m，总体地势较缓；地层岩性为侏罗系中统上沙溪庙组（J_2s）长石石英砂岩，地下水类型为构造裂隙水，大气降水是其地下水的主要补给来源	渣场在安全防护范围内无公共设施、居民房屋等重要设施，总体地势较缓，附近地质构造简单，未见大的断裂通过，构造稳定性较好，周边不良地质现象不发育，场地稳定性较好。在做好弃渣体的拦挡工程、截排水工程及边坡治理的

	0+00-1+590		基础上，对地下水影响较小
6#弃渣场	南支4+000--11+000	渣场位于云安支管桩号6+500附近汤溪河右岸山坡处，渣体部位缓坡坡角约5°，地面高程400～410m，总体地势平缓；地层岩性为侏罗系中统下沙溪庙组（J_2xs）泥岩，地下水类型为基岩裂隙水和碎屑岩孔隙裂隙水，大气降水是其地下水的主要补给来源	渣场在安全防护范围内无公共设施、居民房屋等重要设施，总体地势平缓，附近地质构造简单，未见大的断裂通过，构造稳定性较好，周边不良地质现象不发育，场地稳定性较好。在做好弃渣体的拦挡工程、截排水工程及边坡治理的基础上，对地下水影响较小
7#弃渣场	江管4+300-12+060，江支（泉支）0+000-2+594	渣场位于江沙支管桩号8+800附近汤溪河左岸山坡处，渣体部位缓坡坡角约9°，地面高程310～340m，总体地势较缓，呈凹槽状；地层岩性为三叠系中统巴东组（T_2b）泥灰岩夹泥页岩，岩溶发育较弱，岩溶形态主要表现为长度、宽度较小的溶沟、溶缝、溶隙及溶蚀孔洞等。地下水类型为碳酸盐岩裂隙溶洞水。地下水主要受大气降水补给，总体上地下水贫乏，地下水位深埋，水文地质条件总体较简单。	渣场在安全防护范围内无公共设施、居民房屋等重要设施，总体地势较缓，附近地质构造简单，未见大的断裂通过，构造稳定性较好，周边不良地质现象不发育，场地稳定性较好。在做好弃渣体的拦挡工程、截排水工程及边坡治理的基础上，对地下水影响较小
8#弃渣场	江支12+060-18+157	渣场位于江沙支管桩号13+000附近汤溪河左岸山坡冲沟处，渣体部位缓坡坡角约12°，地面高程370～400m，总体地势较缓；地层岩性为侏罗系下统珍珠冲组（J_1z）泥质粉砂岩，地下水类型为一般碎屑岩孔隙裂隙水，大气降水是其地下水的主要补给来源	渣场在安全防护范围内无公共设施、居民房屋等重要设施，总体地势较缓，附近地质构造简单，未见大的断裂通过，构造稳定性较好，周边不良地质现象不发育，场地稳定性较好。在做好弃渣体的拦挡工程、截排水工程及边坡治理的基础上，对地下水影响较小
董家坝弃渣场	江口镇帆水乡董家坝村与谭家坪村之间的北东向冲沟内	位于江口镇帆水乡董家坝村与谭家坪村之间的北东向冲沟内，渣场长约950m，东西向宽一般70～90m，局部达140m，平面呈枝杈状；渣场位于场区侏罗系中统新田沟（J_2x）泥质粉砂岩、长石石英砂岩等碎屑岩，属隔水岩组。场地冲沟内常年有水流，流量30～50L/min，雨季流量稍大。地下水类型主要为基岩裂隙水，主要受大气降雨入渗补给。冲沟主沟为最低排泄基准面，两岸山体基岩裂隙水总体与谷底地表水持平，略有抬高，水力坡度小。	渣场在安全防护范围内无公共设施、居民房屋等重要设施，总体地势较缓，附近地质构造简单，未见大的断裂通过，构造稳定性较好，周边不良地质现象不发育，场地稳定性较好。在做好弃渣体的拦挡工程、截排水工程及边坡治理的基础上，对地下水影响较小

6.7生态环境影响评价

6.7.1对生态完整性的影响

6.7.1.1对土地利用变化的影响

由表6.7-1可知，工程建设后各土地利用类型面积发生了变化，主要是水源工程区建设和库区蓄水淹没原来的草地、林地、耕地、建设用地等转换为水域。从用地面积的比例看，变化率最大是水域及水利设施用地，增加了10.70%，而林地（含灌丛）面积减少最多，有1.08%；其次为耕地，减少0.76%，园地由于总面积较小，少量的减少带来较大的面积变化率0.46%。

表 6.7-1　评价区域土地利用类型

土地利用类型	建库前		建库后		变化率	
	面积（hm^2）	面积比（%）	面积（hm^2）	面积比（%）	面积变化（hm^2）	变化比（%）
园地	414.05	2.18	412.15	2.17	-1.90	-0.46
建设用地	1008.53	5.31	1000.93	5.27	-7.60	-0.75
林地	7067.30	37.21	6991.32	36.81	-75.98	-1.08
水域及水利设施用地	1420.68	7.48	1572.62	8.28	151.94	10.70
特殊用地	24.69	0.13	24.69	0.13	0.00	0.00
耕地	7733.95	40.72	7675.07	40.41	-58.88	-0.76
草地	1323.81	6.97	1316.22	6.93	-7.59	-0.57
合计	18993.00	100.00	18993.00	100.00	0	0

向阳水库建成后，区域内水源工程增加建设用地，向阳水库库区增加较大面积的水域及水利设施用地。建库以后，评价区域内水域及水利设施用地有 151.94 公顷增加，其他用地类型均有减少，减少最多的林地（含灌丛），其次是耕地，这表明向阳水库建设淹没的主要是林地、耕地，其次是少量的草地、园地、建设用地。从用地类型变化的空间分布看，主要位于向阳水库水源工程区和库区，输水线路沿线主要为临时用地，在工程结束后，经过一段时间的自然和人工恢复，能够恢复到原有的土地利用格局。

6.7.1.2对生产力和生物量的影响

工程施工建设及库区蓄水等会破坏区域植物及植被，会对区域自然体系生产力产生不利影响。由于临时占地区植被在施工结束后将得到恢复，其对区域自然体系生产力的影响是暂时的，可恢复的，但施工区的物种组成会有所变化。而永久占地区、水库淹没区对地表植被的破坏是永久的、不可恢复的，由于自然植被的减少，将导致自然体系生产力降低。

本工程永久占地（含淹没区）298.75hm^2，在进行生物量和生产力计算时不考虑建设用地和水域，评价区各生态类型的生产力变化情况见表 6.7-2。由表可知，向阳水库建设后，生产力每年减少 1311.02t，生物量减少 2981.32t。分别占建库前的 0.75%和 0.61%。从净减少量看，向阳水库建设对评价区域生产力和生物量的影响较小。在考虑向阳水库建成后，库区水生维管植物生长以及大量浮游生物的生长，其同样具有一定的生产力和生物量，就整个评价区域而言，生产力和生物量的减少会更少。因此，向阳水库的建设对生物量和生产力影响较小。

表 6.7-2　建库后评价生物生产力及生物量变化

生态类型	代表植物	变化面积(hm^2)	平均净生产力(t/hm^2a)	生产力(t/a)	平均生物量(t/hm^2)	生物量(t)
针叶林	马尾松	-46.25	9.735	-450.24	26.34	-1218.23
阔叶林	化香树	-7.53	10.430	-78.54	90.47	-681.24
灌丛及灌草丛	水麻黄栌白茅	-32.51	8.160	-265.28	19.80	-643.70
经济林	柑橘	-3.11	9.200	-28.61	23.70	-73.71
农作物	水稻玉米	-60.74	8.040	-488.35	6.00	-364.44
合计	/	/	/	-1311.02	/	-2981.32

6.7.1.3对生态系统稳定性的影响

（1）对恢复稳定性的影响

工程实施后，评价区土地利用类型发生变化，林地、草地和耕地面积减少，水域面积增加。水域面积增加以及水文条件的改善将使水库湿地生态系统的生物量有所增加，但由于陆地生物量的减少量远大于水域生物量的增加量，从而使区域自然体系的生物量减少了 2981.32t，占评价区总生物量的 0.61%，减少量较小；工程实施后，平均生产力减少了 1311.02t/a，占建设前总生产力的 0.75%，减少量较小。因此，本工程建设对评价区自然体系恢复稳定性影响较小，在区域自然系统可以承受的范围之内。

（2）对阻抗稳定性的影响

从评价区域的斑块类型数目和面积分析，工程实施后土地利用格局发生了变化。向阳水库大坝主体工程区建设用地的斑块面积增加，库区水域的斑块面积增加，其它斑块类型均有所减少，增加的水域由自然的生态系统变为受人工调控的半自然生态系统，因此，大坝主体工程区的建设用地斑块和库区的水域斑块均属于干扰斑块，这种干扰斑块的增加不利于自然系统生态平衡的维护。林地、草地面积共减少了 86.29hm^2，这种变化影响了该区域抗御干扰的能力，影响了局部景观的稳定性，阻抗稳定性有所降低。从整个评价区来看，林地面积减少了 1.07%，减少后的林地在该区域仍占优势，说明景观的多样性、异质性变化不大。因此向阳水库工程建成后对景观自然体系的生产能力和稳定状况及组分异质化程度影响不大，区域自然体系抗干扰能力仍较强，阻抗稳定性仍较好。

（3）对景观生态体系质量的影响

本评价区域的各类斑块在工程建设后所发生的变化主要是部分类型在斑块面积上的变化，主要是水域较大面积增加；林地、草地、耕地、建设用地均有一定程度的减少。而评价区域内大型、连续的水域斑块的出现，减少部分零散分布的林地、草地、建设用地和耕地斑块的数量，从而导致斑块数量（密度）、斑块频率等要素特征上发生变化。

根据对区内各景观类型的优势度值进行计算，向阳水库工程实施和运行后，各斑块的优势度值结果见表 6.7-3。从表 6.7-3 可以发现，向阳水库建设后评价范围内的耕地、林地优势度有所提高，草地、水体优势度有所下降，从优势度值的公式看，下降主要来自于斑块密度的较大程度的减少。而从斑块景观比例看，农业景观是评价区域排名第一的景观类型，其次是林地景观，两者占比均超过 30%，是评价区域内主要的斑块类型，再结合景观密度分析，农业景观是评价区域内的主要景观类型，这与评价区域位于团滩河沿岸、汤溪河沿岸长期受到人为干扰，旱地、水田面积比例较高有直接关系。

表 6.7-3 向阳水库建设前后评价区主要斑块类型优势度值

斑块类型	Rd（%）		Lp（%）		Do（%）	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
农业景观	37.87	37.78	40.72	43.65	39.30	40.72
建设用地景观	21.74	21.55	5.43	5.83	13.59	13.69
森林景观	32.51	32.61	39.39	42.11	35.95	37.36
水体景观	4.29	4.47	7.48	8.95	5.89	6.71
草地景观	3.59	3.59	6.97	7.48	5.28	5.54

根据分析可以发现，向阳水库建设前后，评价区域内的主要景观类型未发生变化，仍然是农业景观、林地景观作为主体，两者占比均超过 30%，其他各类景观类型占比较低。由此可以判定工程建成后，区域生态环境质量不会发生大的变化，其景观生态体系的生产能力和受干扰以后的恢复能力仍较强。因此，工程实施和运行不会对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。

6.7.1.4对生态系统的影响

向阳水库工程建设影响主要表现在工程建设期和运行期对评价范围内生态系统类型的影响，工程建成后，能够有效缓解区域水资源紧张、农业灌溉用水短缺等，对生态系统结构和功能有一定有利影响。

（1）对草地生态系统的影响

工程实施对于草地生态系统的影响主要表现为坝区施工建设及水库蓄水带来的一部分草地植被的损失，使得植被生物量有所下降，从而影响生活在其中的动物。工程建设影响对草地生态系统结构和功能的影响主要表现在工程建设期和运行期对评价范围内草地生态系统面积和陆生动植物的影响。

坝区工程占用草地生态系统的面积 0.41 hm^2，均为永久占用草地面积为 0.41hm^2；库区淹没草地生态系统面积为 3.49 hm^2，均为永久占地；灌区工程占用草地生态系统的

面积为 1.48hm^2，其中永久占地面积为 0.80 hm^2，临时占地面积为 0.68 hm^2。工程占用草地生态系统的面积 5.38 hm^2 占评价区草地生态系统总面积的 0.03%，占比较低，且均集中于河流两岸和引水工程沿线的局部区域。因此，工程建设对草地生态系统面积、动植物种群数量和分布的影响均较小，对生态系统结构和功能的影响也较小。

（2）对林地生态系统的影响

工程实施对于林地生态系统的影响主要表现为坝区施工建设及水库蓄水带来的一部分林地植被的损失，使得植被生物量有所下降，从而影响生活在其中的动物。工程建设影响对林地生态系统结构和功能的影响主要表现在工程建设期和运行期对评价范围内林地生态系统面积和陆生动植物的影响。

坝区工程占用林地生态系统的面积 79.03 hm^2，其中，永久占用林地面积为 54.07hm^2，临时占用林地面积为 24.96 hm^2；库区淹没林地生态系统面积为 117.44 hm^2，均为永久占地；灌区工程占用林地生态系统的面积为 144.71 hm^2，其中永久占地面积为 35.65 hm^2，临时占地面积为 109.06 hm^2。工程占用林地生态系统的面积占评价区林地生态系统总面积的 1.76%，占比较低，且占用的林地多为常见物种，如马尾松林、柏木林、杉木林、枫杨林、构树林、水麻灌丛、火棘灌丛等，在评价区内广泛分布。因此，工程建设对林地生态系统面积、动植物种群数量和分布的影响均较小，对生态系统结构和功能的影响也较小。

（3）对农田生态系统的影响

工程实施对于农田生态系统的影响主要表现为坝区施工建设及水库蓄水带来的一部分农业植被的损失，使得植被生物量有所下降，从而影响生活在其中的动物。工程建设影响对农田生态系统结构和功能的影响主要表现在工程建设期和运行期对评价范围内农田生态系统面积和陆生动植物的影响。

坝区工程占用农田生态系统的面积 39.14 hm^2，其中，永久占用耕地面积为 36.11hm^2，临时占用耕地面积为 3.03 hm^2；库区淹没农田生态系统面积为 36.11 hm^2，均为永久占地；灌区工程占用农田生态系统的面积为 34.29 hm^2，其中永久占地面积为 4.29 hm^2，临时占地面积为 30.40 hm^2。工程占用农田生态系统的面积占评价区农田生态系统总面积的 0.56%，总体影响较低。

灌溉工程实施前，评价区内农田主要靠天然降水，汤溪河引水等灌溉。灌溉工程实施后，灌区内耕地的灌溉保证率将显著提高。随着灌溉条件的改善，农田生态系统的水分条件将得到保障，生物生产力将得到提高，农田内生物群落的结构也将区域多样化和

复杂化。

评价区域内的农田生态系统种植的作物种类主要为水稻、玉米、红薯等，均属于适应性广，抗性强的物种。根据对水温的影响预测结果，采用分层取水后，向阳水库下泄水温已和河道的天然水温相差很小，灌溉引水对水稻、玉米和红薯的不利影响较小。

（4）对水域生态系统的影响

工程实施对于水域生态系统的影响主要包括：工程施工和库区淹没占用部分水域；库区蓄水导致坝下游河段水文情势发生变化。

坝区工程占用水域生态系统面积为 0.34hm^2，均为永久占地；库区淹没水域生态系统为 1.61 hm^2，均为永久占地；灌区工程用水域生态系统 0.22 hm^2，均为永久占地。水库蓄水后，坝上将形成一个面积约 205 hm^2 的大型水体。

根据水文情势预测结果，水库蓄水后，向阳水库坝下非汛期流量增加，汛期流量减少，相较于工程实施前，坝下有水河道在 1 月和 7~11 月将减小，其余月份将增加，其中，6 月和 7 月变化较为明显。

6.7.2陆生生态影响

6.7.2.1对陆生植被的影响

6.7.2.1.1 施工期

本项目永久占地 298.75 公顷，从占地的土地利用构成看，林地（以灌丛为主），耕地减少的面积最大，然而生产力每年减少 1311.02t，生物量减少 2981.32t，分别占建库前的 0.75%和 0.61%。从净减少量看，向阳水库建设对评价区域生产力和生物量的影响较小。

（1）水源工程区和淹没区

评价区域永久占地土地利用类型以耕地为主，其次为林地、草地和建设用地；临时占地土地利用类型以耕地为主。向阳水库建设永久占地区施工将使区域内土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少。临时占地对占地区植物及植被的影响是暂时的、可恢复的。施工期，施工道路、施工场地布置、施工人员活动、土石方开挖、料场取料，弃土弃渣等活动将对施工区植物植被产生一定影响。

根据现场调查，永久占地区耕地上植被以栽培植物为主，主要为农作物，常见的农作物有玉米、水稻、红薯、各种蔬菜等；林地上植被以人工林为主，主要为马尾松、化香、油桐、柑橘、杉木等，自然植被多零星分布，河岸及陡坡分布较多，以灌丛为主，

常见群系有构树群系、马桑群系、水麻群系、悬钩子群系、蕨群系等，常见的植物有马尾松、枫杨、盐肤木、黄栌、火棘、小果蔷薇、山莓、楝、悬钩子等。评价区域内占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，因此水源工程区和淹没区占地对植物影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少。料场位于淹没区以内，以火棘、水麻、悬钩子属、盐肤木、醉鱼草等灌丛为主，白茅、蕨等大量草地植物为主，乔木主要有柏木、马尾松、杉木等区域常见的物种，施工不可避免的要破坏部分植被，但不会造成植物种类的消失。董家坝渣场为一峡谷冲沟，植被以灌丛为主，并有少量的杨树、枫杨、马尾松等乔木，和芒、荻等大型草本植物，弃土弃渣的填埋将导致上述植物个体的消失，但对其植物物种和种类的影响不大。

临时占地区植被与植物资源的损失主要是各种农作物、经济作物，随着施工结束，临时施工区植物及植被在适宜条件下可迅速得到恢复，此外，工程施工结束后，对临时占地区土地平整、复耕、植被恢复，可使得临时占地区植物种类多样性、植被类型均有所增加。

（2）输水管线区

1）一般施工区域

供水灌溉工程施工项目包括泵站、高位水池、隧洞、管桥、管道，影响区呈带状分布。

供水及灌溉工程区耕地上植被多以农业植物为主，主要为农作物，常见的农作物有小麦、油菜、高粱等；林地上植被以针叶林为主，常见的群系有柏木群系等；草地上植被以芒群系、白茅群系为主；常见的植物有马尾松、杉木、马桑、火棘、黄连木、化香树、牡荆、皱叶荚蒾、类芦、五节芒等。受供水及灌溉工程区占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，因此，供水及灌溉工程区占地对区域植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少。供水及灌溉工程区占地对区域植物及植被的影响较小。且随着施工结束后，临时占地区域植物及植被的恢复，相关植物及植被措施的实施，会缓解工程占地对植物及植被的影响变小。

2）隧洞工程施工对植物及植被的影响

根据工程布置，本工程输水线路区布置有隧洞 4 座，隧洞总长 8065.60m，占输水管线总长度的 7%。其中沙干管大梁子隧洞长 121m，右干管兰草坝隧洞（无压隧洞明敷铸铁管型式）长 6641m，右干管芝麻梁隧洞长 63m，县城支管唐家垭口隧洞（有压隧洞型式）长 1240.60m。隧洞工程采掘强度不大，隧洞主体工程与地表距离平均在 150m 左右，

隧洞工程区出现采空塌陷的可能性较小，但可能会导致隧洞上方局部地表水漏失及地下水的径流改变，影响植物的生命活动及其生长环境。

通过现场调查，隧洞上方主要的农作物有玉米、红薯、土豆等，主要的经济树种有柑橘、油桐、马尾松和杉木等，主要的群系有马尾松群系、化香群系、盐肤木群系，常见的植物有马尾松、栎类、山胡椒、火棘、黄栌、杜鹃、五节芒等，隧道上方植物均为中生植物，在形态结构上既有旱生结构，同时又具有湿生结构，其生理特性也是介于旱生植物和湿生植物之间，所以对生境的适应能力强，另一方面该地区气候温暖湿润，冬暖春长，秋短夏长、初夏多雨、盛夏炎热、多伏旱、秋多阴雨、湿度大、风力小、云雾多、日照少、春早的气候特点，既减缓了植物的蒸腾作用，水分又可以以露和雾的形式进入植物体内，维持植物体内水分平衡。而且在植物生长期内雨量多，因此本工程隧道施工引起的地表水漏失及地下水径流的改变对隧道上方植物及植被的影响较小。

6.7.2.1.1 运营期

（1）水库淹没区

向阳水库营运期对植物及植被的影响因素主要有库区蓄水、坝址下游河段减水等。本工程淹没区为永久占地，占地类型以占用耕地为主，其次为林地及建设用地和水域，根据现场调查，淹没区耕地农作物有水稻、玉米、红薯及各种蔬菜等；林地主要包括马尾松林、杉木林、化香、枫香、枫杨、马桑、水麻、火棘等常见植物和植物群系。受工程淹没影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，工程蓄水对淹没区内植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少较少。因此，淹没区占地对区域植物及植被的影响较小。此外，坝址下游减水河段团滩河两岸坡度陡峭，水位较深，滩涂面积较小，区域内人为活动干扰强烈，湿地植物种类较少，湿地植被类型单一，受减水影响的植物及植被在评价区内具有广泛分布，多为抗逆性较强的种类，其对水分变化不敏感，下游水分减少对其群系产生的影响较小。

向阳水库营运期，由于大型水库的出现，结合专题组人员近年来在重庆市内河流、水库等的调查研究，在水库库周可能出现一定分布面积的水生、湿生植被，如香蒲类、蓼属、莎草科、禾本科植物；在坝前可能出现一些漂浮植物，如水葫芦、大藻、浮萍、满江红等植物；在库尾可能出现少量的沉水植物如菹草，以及湿生植物如菖蒲类。这在一定程度上丰富了区域的植物资源和植被类型，对区域植被多样性具有正效益。

（2）灌区

灌区气候温和，光热条件充足，土地肥沃，主要粮食作物有水稻、玉米、小麦，主

要经济作物有油菜、蔬菜和水果，根据规划，项目实施后灌区是柑橘最适宜生态区。向阳水库工程建设运行后，增加了灌区的灌溉面积和灌溉质量，对区域内粮食作物、经济作物的生长都具有正效益。

6.7.2.2对陆生动物的影响

6.7.2.2.1 施工期

工程对动物的影响主要表现在以下几个方面：工程占地对动物生境的占用和破坏；施工噪声、震动等对动物的惊吓和驱赶；施工对水环境的影响进而对动物生境产生不利影响；施工产生的弃渣、生活垃圾以及人为活动等对动物的不利影响。

（1）水源工程区和淹没区

工程占地将导致动物生境丧失，缩小野生动物的栖息空间，限制部分陆生动物的活动区域、觅食范围等，从而对陆生动物的生存产生一定的影响。料场位于淹没区以内，施工期的影响主要表现在占地、机械开挖产生的噪声等。渣场距离坝枢工程区有一定的距离，但由于有现成的道路（乡道 Y108，为水泥硬化道路）通道，施工期对陆生动物的影响主要是车辆运输产生的噪声，以及弃渣逐渐堆积，会占据在渣场活动的原有动物的生境，渣场面积较小，且长期处于人为活动之下，动物种类和数量均较少，因此影响较轻。

1）两栖动物

评价区域内两栖动物物种较少，且主要分布在评价区域的水田、河溪边缘。施工期，向阳水库坝枢工程建设、生活设施的建设占地会占用部分两栖类的生境，导致其生境范围有所缩小。坝枢工程施工期的围堰废水、机械含油废水、生产废水及生活污染等事故排放至坝区周边河流，对枢纽区的两栖类栖息活动生境造成污染。水质的破坏，如一些含铝酸盐、磷酸盐的水泥渣土溶于水会造成水体的 pH 值和无机盐浓度的改变，将破坏两栖类体内的水盐平衡，可能会导致其因为失水和积累盐分而死亡。另外，施工人员进驻，人为干扰增多，如不加强对施工人员管理，某些蛙类可能会遭到捕猎。此外，爆破、施工人员活动等噪音会对两栖类造成惊吓，驱赶这些这两栖类暂时离开栖息地。但施工期的影响，随着施工的结束也将随之消失，从而施工期对两栖类的影响较小，且是短暂的。

2）爬行动物

评价区域内的爬行类多为灌丛石隙型和林栖傍水型种类，如王锦蛇、黑眉锦蛇和中国石龙子等，它们在各施工道路两边的林地灌丛中栖息活动，在修筑大坝、厂房、整修

施工道路期间，其生境会被占用或污染，个体也会被噪声驱赶，因此，施工期间，它们将远离工程影响区，在枢纽区受影响以外的区域寻找相似生境，由于水源枢纽区周围相似生境丰富，因此，生境破坏及噪声驱赶对其影响较小。

施工期间，由于人口增多，人类活动范围及频率增大，工地、住宅区、仓库等的建设，将使工地周边的灌草丛覆盖度降低，地面的光照度更加充足，干燥度也会增大，蜥蜴类动物种群数量将可能增加，以建筑物为依存环境的壁虎类的种群数量可能会有一定的增长。根据以往工程施工情况，施工车辆和机械压死一定数量的穿越道路和施工作业区的爬行动物，施工期间应注意对这些爬行动物的保护。整个施工期间施工人员捕食蛇类的不良行为可能会兴起和蔓延，导致施工区附近大中型蛇类（如乌梢蛇、黑眉锦蛇等）种群数量有所减少。

3）鸟类

评价区域内的鸟类分游禽、陆禽、猛禽、攀禽和鸣禽，评价区域内游禽较少，工程施工对其影响主要是噪声的驱赶。陆禽主要有灰胸竹鸡、环颈雉、山斑鸠、珠颈斑鸠等，主要活动在灌丛林地中，较惧生，对噪声敏感，且味道鲜美，经济价值较高，施工对其影响主要是占用生境，噪声驱赶及人为猎捕。猛禽主要有黑鸢、普通鵟、红隼，数量少，飞行能力强，活动范围广，工程施工对猛禽的直接影响主要是噪声驱赶，此外，施工对其他动物，如两栖类、爬行类、小型鸟类的影响，将对猛禽捕食产生间接影响，但由于枢纽工程施工区域周围相似生境较多，且猛禽活动范围大，因此这种影响甚微。

4）兽类动物

工程施工对兽类的影响主要是栖息生境占用、干扰和破坏，噪声的干扰以及施工人员的捕杀等，受工程影响的兽类会迁移至远离工程影响区的相似生境中，但不会导致工程区物种种类及数量的变化。

评价区域内的兽类以半地下生活型和地面生活型兽类为主，多分布在淹没区河流沿岸两侧的灌丛和森林中。枢纽工程施工期永久及临时占地可能会占用其局部生境，施工开挖破坏其巢穴，施工人员噪声、机械设备噪声等也会惊扰其正常活动，对其栖息活动觅食产生不利影响。此外，像小家鼠、黄胸鼠等与人类关系密切，集中在居民点附近的啮齿类也会因施工人员的进驻、生活垃圾的堆放而引起部分种类种群密度上升，特别是那些作为自然疫源性疾病传播源的鼠类，将增加与人类及其生活物的接触。

评价区域内较大型兽类主要有野猪、鼬獾和草兔等，但由于区域内人类活动频繁，长期以来大量的人为干扰，已经使大型兽类的栖息生境不复存在。施工过程对中小型兽

类造成的影响相对较大。施工期间对它们的影响主要来自于施工爆破和机械噪声对它们的驱赶作用，一般动物都具有主动避害的能力，为避免施工期间的噪声和其他危害，这些兽类将被迫向工程影响区以外的适宜生境中迁移。当工程完工后，它们仍可以回到原来的栖息地。因此这种不利影响只是暂时的，等施工结束影响即可消失。

（2）输水管线区

输水管线工程施工期对陆生动物的影响主要表现：土石方活动造成对野生脊椎动物生境的占用和破坏；施工人员及施工机械设备的噪声对动物取食、繁衍等造成影响；施工产生的废水、废气和固体废物等也将影响动物的生存，可能会使其在施工期迁移至环境适宜的生境；人为干扰的驱赶、非法捕猎将会导致该区域的动物的种类和数量短期内将出现减少的趋势。

1）对两栖类的影响

在输水管线工程区内分布的两栖类主要有中华蟾蜍、牛蛙等，主要为静水型和陆栖型，多分布于管线两侧农田、水域及周边陆域。

输水管线等施工会永久占用部分两栖动物的生境，沿线的渣场和料场等也会临时占用两栖类的部分生境，但由于管线工程内的永久占地面积较小，且管线两侧有较多的适宜生境，因此，占地对两栖类影响较小。

两栖动物的卵产在水里，其产卵、授精、孵化等生活史都离不开水，水环境变化对它们影响较大。管线工程、交通工程等施工均将产生一定的固体废物，施工过程中的生产废水和生活污水等若不经处理直接进入到沿线的水体会对区域内的水质造成一定的影响，进而对周围分布的两栖类造成不利影响。

施工期间的机械噪声、人为活动噪声以及隧道的爆破噪声等都会对两栖类造成惊吓，驱赶这些两栖类暂时离开栖息地，但由于附近可以找到相似生境，而且噪声在施工结束后就停止，影响不大。此外，需加强对施工人员的管理，避免对两栖类的直接伤害。

2）对爬行类的影响

供水管线区分布的爬行动物主要有北草蜥、铜蜓蜥，以及灌丛分布的赤链蛇、黑眉锦蛇、乌梢蛇和竹叶青蛇。其影响主要有占地及开挖直接占用、破坏其生境，施工噪声驱赶以及施工过程中废气、废水、固体废物对其生境的破坏等；对蛇类的影响主要是工程永久、临时占地占用部分生境以及施工废水对活动环境的污染等。

3）对鸟类的影响

输水管线区分布的鸟类主要有：白鹭、山斑鸠、珠颈斑鸠、戴胜、普通翠鸟、白头

鹎、黄臀鹎、白鹡鸰、北红尾鸲、棕背伯劳、黑卷尾、紫啸鸫、八哥等。由于输水管线区的农田分布较多，人为干扰明显，区域内分布的鸟类多为喜与人类伴居的物种。

供水管线区内的游禽和涉禽多分布在河流附近，施工对其的影响主要是废水及噪声的影响，尤其是临近水域施工时，施工废水若不经处理直接进入水体可能会对游禽和涉禽的栖息活动环境造成一定的污染。此外，临近水域施工的噪声等也会对其进行驱赶，迫使其迁移至远离工程影响区。攀禽及鸣禽多在供水管线区的灌丛、林缘及园地中活动，工程施工对其影响主要是占用部分生境及噪声驱赶的影响。但由于供水管线占地面积相对于整个供水管线区面积较小，噪声在施工结束后即停止，而且鸟类都有一定的适应性，周围相似的生境丰富，因此，占地和噪声对攀禽和鸣禽的影响较小。

4）对兽类的影响

供水管线区内分布的兽类动物主要为岩洞栖息型和半地下生活型种类，如黑线姬鼠、小家鼠等，尤其是分布数量较多的啮齿目鼠类，属于常见物种与人类关系密切，喜欢在人类活动范围如村落、耕地活动，工程施工对兽类的影响主要是生境占用、噪声驱赶等。由于工程占地面积较小，周边适宜生境较多，噪声影响在施工结束后即停止，因此，占地和噪声驱赶对其影响较小。

总体上，供水管线区工程占地较小，主要为耕地等人为干扰较大区域。管道线路较长，施工活动对动物的影响较大，但分布在管线两侧的陆生动物均为区域常见种类，基本都能在供水管线区范围及附近区域寻觅到相似的替代生境；施工结束后，它们仍可以回到原来的领域。因此施工期对陆生脊椎动物的影响只是暂时的，施工结束影响即逐渐消失。

6.7.2.2.2 运营期

（1）水源工程区和水库淹没区

水库蓄水将淹没部分林地、灌丛及农田，原栖息于此的部分野生动物生境减少，使其栖息活动受到一定影响，主要是半地下生活型和地面生活型兽类（食肉目、兔型目和啮齿目）。大多数野生动物都会随着水库蓄水水位的逐步抬升，向水库周边的高海拔区域迁移，规避水库蓄水带来的不利影响。加上评价区内相似的生境较多，它们会向周围相似生境顺利转移，因此水库蓄水淹没对陆生动物栖息和觅食影响较小。

水库建成蓄水后，库区水域面积增加较大，为静水型两栖动物如沼水蛙等提供了适宜的生境。库区周边潮湿的环境有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的动物的栖息和觅食有利。此外对游禽、涉禽等类型的鸟类，如鹳鹮目、雁形目和鸻形目

等的部分种类有一定的招引作用。爬行类和小型哺乳动物，受水库淹没影响，在蓄水初期他们会向其他合适的生境中迁移，经过一段时间的调节后，其种群密度将达到新的平衡状态。

董家坝渣场在项目竣工后，将进行植被恢复和绿化美化，使其融入周围环境中，对周围环境影响较小。

（2）输水管线区

根据专题组调查人员在云阳县檬子梁水厂及云阳县城的输水管线均表明，管道型输水管线经过一段时间运行后会融入到周围环境中；废弃的渠道型输水线路，逐渐为植物所覆盖，对动植物的阻隔作用较小，对周围景观的影响也较轻微。




云阳檬子梁水厂输水管线，穿越马尾松林，植被长势良好，未受管道敷设的影响，部分区域，管道已经被植被所覆盖，融入周围环境中去。水厂废弃的输水渠道已经逐渐为植被所覆盖，渠道内及渠道边缘均开始生长植物。表明营运期间，输水管线对周围环境影响较小。






左侧为天生桥水厂现有的输水管道，已经融入到周围环境中，从耕地情况看，农民在管道两侧均种植有蔬菜，表明管道对耕地的影响轻微。右侧为废弃的输水渠道，紧贴渠道生长有大量的草本植物和灌丛，在远处，渠道融入到柏木林中，对周边柏木的生长未发现有明显有影响。

本工程运行期间，输水管线对植物及植被的影响因素主要为灌区水湿条件改变，灌区水源条件得到改善，有利于农业植被的生长繁殖，对于灌溉工程区内生态系统的稳定起到积极作用。本项目输水管线明管部分 53.72km，局部明管可能对动物活动产生阻隔影响，受阻隔影响较为明显的主要是爬行动物、两栖动物和小型兽类，但从目前云阳已经运行的输水管线看，能够较快的得到恢复，且植被能够得到较好的交接，其对动物的影响较轻。再者，明管管径最大 2.0m（2.7km），管径大于 1.0m 的共 63923m，管径小于 1m 的共 45125m，管径最小 0.25m。局部明管段会对动物活动产生阻隔影响，受阻隔影响较为明显主要是爬行能力较差的两栖、爬行和小型兽类。由于明管管径相对较窄，因此管线工程对动物迁移的阻隔影响十分有限，不需要单独设计动物通道。

因此输水管线在运营期间对周围环境影响较小。

6.7.2.3对重点保护野生植物的影响

（1）对国家和地方重点保护野生植物的影响

根据现场调查，评价区内未发现有国家级和重庆市级重点保护野生植物，因此向阳水库工程建设对国家和重庆市级重点保护野生植物无影响。

（2）对古树名木影响

结合资料和现场调查，在评价区未调查到古树名木，因此向阳水库工程建设对古树

名木无影响。

6.7.2.4对重点保护野生动物的影响

（1）对国家重点保护野生动物的影响

评价范围内陆生脊椎动物中，未发现国家I级重点保护野生动物；有国家II级重点保护野生动物 4 种：黑鸢、普通鵟、红隼、白鹇，前三者为猛禽类，飞翔能力较强，活动范围较大，在评价区主要分布在山地森林、林缘地带和灌草丛，偶见于村落、农田附近，水库淹没、坝址建设施工等对其影响极小。白鹇分布范围广泛，适应能力强，多见于林缘地带、灌草丛、农田等，本项目直接建设区域不涉及。总体上，在控制人为捕杀的情况下，评价区内重点保护野生动物受工程实施的影响程度较低。

1）黑鸢

栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带，也常在城郊、村屯、田野、港湾、湖泊上空活动，偶尔也出现在 2000 米以上的高山森林和林缘地带。

评价区域内，黑鸢主要活动于项目区低山丘陵，居留型特征为留鸟，在评价区域内活动时段较长。黑鸢为猛禽，活动范围大，受工程实施的扰动影响较小。

2）普通鵟

常见在开阔平原、荒漠、旷野、开垦的耕作区、林缘草地和村庄上空盘旋翱翔，主要栖息于山地森林和林缘地带，秋冬季节则多出现在低山丘陵和山脚平原地带。活动主要在白天。性机警，视觉敏锐。善飞翔，每天大部分时间都在空中盘旋滑翔。

评价区内主要活动于评价区内的低山丘陵，以及大片耕作区，居留型特征为留鸟，在评价区域内活动时段较长。普通鵟为猛禽，活动范围大，受工程实施的扰动影响较小。

3）红隼

栖息于山地森林、森林苔原、低山丘陵、草原、旷野、森林平原、山区植物稀疏的混合林、开垦耕地、旷野灌丛草地、林缘、林间空地、疏林和有稀疏树木生长的旷野、河谷和农田地区。

评价区内主要活动于评价区内的灌丛、农田居民区中，居留型特征为留鸟，在评价区域内活动时段较长。红隼为猛禽，活动范围大，受工程实施的扰动影响较小。

4）白鹇

栖息于森林茂密，林下植物稀疏的常绿阔叶林和沟谷雨林。食昆虫、植物茎叶、果实和种子等。通常成对或成 3-6 只的小群活动，性机警，很少起飞，紧急时亦急飞上树。繁殖期筑巢于灌木丛间的地面凹处。

评价区域内见于灌丛、农田周围，居留型特征为留鸟，评价区内活动时段较长。本项目各项施工活动远离其主要活动区，受本项目建设的影响较小。

（2）对重庆市重点保护野生动物的影响

评价区范围内有重庆市级重点保护野生动物有 5 种，其中两栖类 4 种，鸟类 2 种，分别为黑斑侧褶蛙、沼蛙、泽陆蛙、棘腹蛙、灰胸竹鸡和四声杜鹃。工程的施工和运营会带来一定程度的生态环境的扰动和生境的占用，从而对这些重庆市级重点保护野生动物产生一定的影响。

重庆市级重点保护野生动物中的两栖类在水库蓄水后，水位抬升可为其提供更适宜的繁殖和觅食等环境，对其有一定的有利影响，其数量的增加还可以为蛇类提供更充足的食物，因此水库水位的抬升对蛇类也会有一定的有利影响；但是在工程建设施工期间，人类的活动和机械的扰动会对蛙类、蛇类及鸟类产生驱赶到作用，但是这些物种大多数数量较多，在评价区范围内分布较为广泛，在施工期间会迁移到邻近适宜场所，因此影响很小。重点保护动物中的鸟类能够通过高空飞行，在评价区主要分布在山地森林、林缘地带和灌草丛，偶见于村落、农田附近，水库淹没、坝址建设施工等对其影响极小。

6.7.3水生生态影响

6.7.3.1对浮游植物的影响

（1）施工期对浮游植物的影响

施工期对浮游植物的影响主要来自溪流河道水流的改变及施工悬浮物等的影响，也包括水体光照影响浮游植物光合作用，施工带来的新的营养物质等的影响，但由于浮游植物适应性非常强，基本种群很容易的沿河各种水体环境中保存下来，因此对其影响不大。

（2）运营后水生态环境的改变对浮游植物的影响

向阳水库大坝建成后，原有的河流将变成河道型水库，被淹没区原有的山谷将变成库汊，淹没陆地后使水域面积增加；坝前水位抬高，库内平均水深增加。工程完工后水库坝上的水流减缓，泥沙沉积，水质变清，水体透明度增大，溶解氧将会有所降低；库区范围内原急流开放型水生态系统将改变为峡谷河道型水库生态系统，优势种群的总体格局将会有所改变，适应缓流水环境的浮游植物种类将会增多，适应急流水环境的种类将会减少。水库坝下河流由于流速、水质与原河道无明显差异，因而浮游植物种类组成可能差异不大，硅藻仍将是其河流的主要优势种类。

工程完成后库区内由于淹没陆地导致营养盐类增加，初级生产力增高；将会使浮游植物的密度和生物量有较大的增加。浮游植物在水库不同的区段增加的程度不一样，在库尾段和坝下河道部分增加相对较少；而在流速极小的支流库湾和坝前段，生物量将会增加较多，特别是浮游性单细胞藻类可能大量增加；这使库区可能会从贫营养型水体向轻度富营养化水体转变，局部水域出现水华的可能性将增加。

6.7.3.2对浮游动物的影响

（1）施工期对浮游动物的影响

施工期对浮游动物的影响主要来自溪流河道水流的改变及施工悬浮物等对浮游植物的影响，也包括泥沙对浮游动物生存，水体光照影响浮游植物光合作用，施工带来的新的营养物质等的影响，其影响大于对浮游植物的影响，但由于浮游动物个体小适应性非常强，基本种群很容易的沿河各种水体环境中保存下来，因此对其影响不大。

（2）运营后水生态环境的改变对浮游动物的影响

向阳水库工程完成后，水库坝上的水域面积、水深和水体增大，形成峡谷河道型水库生态系统，将使浮游动物优势种群的总体格局有所改变，适应缓流水环境的浮游动物种类可能会增加，适应急流水环境的种类则会减少；水流减缓更适合于浮游甲壳动物的生存和繁殖，因而枝角类有可能会成为优势种群；水体逐渐富营养化后，浅水近岸处也可能出现喜有机质的纤毛虫类。水库坝下河流因流速、水质与原河道无明显差异，因而浮游动物种类组成可能差异不大，轮虫还将是其河流的主要优势种类。

工程完成后库区内由于浮游植物的密度和生物量将会增加，以浮游植物为食的浮游动物的现存量也将会增加；轮虫和原生动物的数量可能显著增加，以前稀少的枝角类和桡足类的密度和生物量均会有较大增加。库湾及沿岸带水域浮游动物数量增加的比例将大于库中；在水库坝下河流和库尾江段浮游动物数量增加会相对较少。

6.7.3.3对底栖生物的影响

（1）施工期对底栖生物的影响

施工期由于噪音、振动、悬浮物等对鱼类的生存会造成直接影响，同时，河道水流及水位的改变，也包括施工悬浮物等对水体光照的影响，也包括施工带来的新的营养物质等的影响，直接影响到鱼类饵料生物的种类数量变化，进一步影响由于底栖生物栖息地相对固定，因此施工期影响主要是工程施工区域的河段，及下游河段，上游河段基本不受影响。

（2）运营后水生态环境的改变对底栖生物的影响

着生藻类是山区河流中重要的鱼类饵料基础，有的通过专门的结构或胶质柄固着于其它基质上，而有些种类如硅藻类通常是附着于基质上，并常成为偶然性浮游种类。向阳水库大坝建成后，水库坝上的水流减缓，水位升高，泥沙含量增加，将会覆盖部分基质，对着生藻类的附着条件和生长条件产生一定影响，使着生藻类的种类和生物量将可能有一定程度的减少，尤其是在库尾淤积严重和坝前水深较大的地方。对坝下河段及近岸水域着生藻类的影响最小，由于光照、水深、流速及营养条件适宜，固着类生物仍将占有较大优势，着生藻类的种类和生物量可能会有所增加。

向阳水库工程完成后，底栖动物的生活环境和饵料状况均发生改变；水库坝上水流减缓，泥沙沉积，浮游生物现存量增加，水体颗粒有机碎屑会增加，水深增加较多，底栖动物的生活环境发生改变，不利于底栖动物生存繁衍；但同时随着库区缓流水域面积扩大和初级生产力增加，底栖动物的饵料状况发生有利改变。因此工程完成后，库区内底栖动物的种类组成和分布可能不会发生大的变化，但底栖动物的生物量则将可能增加；由于水深较大、水位变幅相对频繁，也使得底栖动物增加的数量不会太多。受水深和流速等因素的影响，底栖生物将会分布不均匀，预计在库湾、入库支流河口及被淹没的平坝等较浅的地方，底栖动物的生物量会比较丰富，适应于静水、沙生的软体动物、水蚯蚓和摇蚊幼虫的种类和生物量将会增加；水库坝下河流的底栖生物则变化较小。

退水区涉及河流水量略有增加，有利于底栖动物的繁衍，但因水量增加有限，底栖动物的种类组成变化不大。

6.7.3.4对水生维管植物的影响

（1）库区段

建坝后，水面增大，透明度升高，营养物质累积，有利于水生维管束植物的生长。尤其是库区原有高程较高的沿岸滩地及库尾、库湾河谷，被淹没后水深相对较浅，有利于沉水植物的生长，特别是眼子菜类的沉水植物。由于季节变化和水库的运行，库区水位变化频繁，不利于浅水区泥土和营养物质的长期、大量积累，植物生长的环境条件不能保持稳定，同时，团滩河现状水生维管束植物十分贫乏，所以，建库后库区维管束植物的生长、增量都将非常有限。

（2）坝下河段

现状河段水生维管束植物稀少，建库后坝下河流仍保持流水特征，但流量相对减小，坝下河段水生维管束植物种类和现存量基本维持现状水平。

（3）受水区涉及河流

受水区涉及河流水量略有增加，水生维管束植物的种类数量及生物量均会有所增加，湿生植被也有所增加。但因供水和灌溉区分散、退水不集中、水量也有限，水生维管束植物增加有限。

6.7.4对鱼类资源的影响

6.7.4.1施工期

（1）坝区鱼类资源的影响

由于施工期噪音、振动、悬浮物等对鱼类生存会在施工直接区域产生影响，同时，施工导致河道水流的改变及施工悬浮物的影响，也包括水体光照影响浮游植物和着生藻类的光合作用，施工带来新的营养物质等因素，将在一定区域内影响到鱼类饵料种类、数量的变化，从而造成对鱼类的影响，但范围主要涉及施工区域及下游一定河段，前后大约 2-3km。

（2）对鱼类区系组成的影响

输水管线建设时，跨越河道建筑物和退水等，或多或少都有涉水工程，在施工期产生的影响较多，而在运营期影响较少。工程建设不改变河流方向和阻断河流；对鱼类等水生生物区系组成影响很小，在施工期有涉水工程的河段，会短时时间发生改变，但施工结束后，涉水建筑物占河道的面积太小，不会影响到鱼类的区系组成。

（3）对鱼类种群结构的影响

施工期产生的固体废弃物、SS、生产生活污水等排放入河，会造成水体悬浮物浓度增加，透明度减小，水质变差等，这些变化会导致水体中浮游生物和底栖生物种类及生物量的变化，通常一些耐污物种类会增加，进而导致水体中初级生产力的变化。在这种情况下，鱼类中通常对水质要求较高的种类会减少，而一些对污染耐受力较强的种类，如：鲤、鲫鱼的比例会增多。施工期间进行跟踪监测监管，并加强水生生物监测及鱼类增殖放流效果评价研究，适时调整鱼类增殖放流方案，保证鱼类种群结构和数量的稳定。

（3）对鱼类资源的影响施工期持续性的机械噪声以及施工等通过水体的传导，将在一定程度上导致过往鱼群受到惊吓或逃避，致使施工水域鱼类资源量有所降低，但对整个评价河段的鱼类资源基本没有影响。取水口工程的建设，施工期内噪声振动对取水口周围 100m 范围内的鱼类产生驱离作用，施工结束后自然消除。

（4）对鱼类繁殖的影响

通过收集资料和现场查勘调查，向阳水库建设评价区域附近，无珍稀、濒危鱼类及其繁育场。只有一些鲤、鲫鱼、麦穗鱼的产卵场所。所以工程建设对珍稀、特有鱼类物种的繁殖不产生影响。

工程建设施工期的噪声和振动对涉及水域鱼类繁殖会产生影响。由于噪声、振动及水环境的改变，会造成邻近水域鱼类产卵规模减少。鲤、鲫、鲇等鱼类产粘性卵，受精卵常覆于水草或砾石上发育，若繁殖季节产卵场水域 SS 的增加将影响这些鱼类胚胎发育，导致孵化率降低。噪音对鱼类产卵也有影响，根据《鱼类与环境声》（洪天来），鱼类良好的听觉频率范围一般为 16～1033Hz，并随着音频信号的升高，听觉的感度急剧下降。根据类比资料显示：鱼类繁殖期间对噪声要求小于 0 类声环境功能区（夜间）40dB 测算，驱离范围为施工主要场地和涉水工程附近上下约 200m，噪声将驱离这些鱼类离开影响区域，缩小鱼类产卵场面积，影响鱼类等水生生物繁殖力。

本工程噪声会驱赶鱼类等水生动物离开影响范围内的产卵场，影响部分水生动物繁殖。项目施工将导致以上鱼类产卵场选择范围变窄、面积减少，增加鱼类等水生动物繁殖竞争压力，对评价区域影响范围内的鱼类繁殖产生一定影响。应加强重点保护动物的驯养繁育研究及扩大增殖放流规模。

（5）对鱼类仔幼鱼庇护与生长的影响

工程建设涉及的水域为团滩河及其支流，多数鱼类的仔幼鱼喜在库湾和水流平缓区域生活，寻求天然庇护，正常生长发育。

工程建设跨越团滩河及其支流，并且有少量的管线跨越汤溪河支流，施工期因为有涉水工程，加上施工周期长，对一些鲤、鲫鱼类的仔幼鱼庇护场所造成影响并会发生更迭。主要影响为水体中生物饵料的减低，幼鱼的生长会受到一定影响。等施工结束后会逐步恢复，对鱼类仔幼鱼庇护和生长影响不大。

6.7.4.2营运期

（1）向阳水库水温变化影响

向阳水库采用叠梁门方案取水后，平水年叠梁门取水时，河口处春季低温水最大降幅为 1.5℃(5-6 月)，比坝址处恢复了 0.2℃；丰水年叠梁门取水时，河口处春季低温水最大降幅为 1.5℃(4 月)，比坝址处恢复了 0.2℃；枯水年叠梁门取水时，河口处春季低温水最大降幅为 0.6℃，比坝址处恢复了 1.4℃。团滩河鱼类的繁殖季节是 3-6 月，繁殖水温在 12℃-17℃之间，分层取水导致的水温变化在该河段鱼类繁殖水温要求的范围内，因此可以满足坝下河道内鱼类产卵的温度需求。

（2）河道阻断对鱼类资源的影响

水库大坝的建成，阻隔了天然河道成为坝上和坝下两端河段，并且坝上库区改变为峡谷河道型水库生态系统，坝下河段仍然为急流开放型水生态系统，因而环境差异较大；由此将造成鱼类的生境破碎，原来的鱼类种群被分为坝上种群和坝下种群，鱼类种群基因交流减少，对鱼类种质资源的多样性将产生一定的不利影响。水库库区则会出现适应缓水、静水的鱼类不断增加的趋势，特别是以浮游生物为食的鱼类会大量增加。同时以着生藻类、底栖生物为食的鱼类的数量随着水域面积的增加也会增加。

（3）对鱼类产卵场的影响

团滩河流域民兴煤矿鱼类产卵场建坝成库以后将被淹没，该产卵场将消失，但由于影响的主要是马口鱼、宽鳍鱲、多鳞铲颌鱼等小型地方鱼类，根据渝东北相似水库的情况，这些鱼类会在库区上游及侧面与河溪交汇处附件形成新的产卵场，再加上库区水面增加，浮游生物量的增加，库区岸边有利于幼鱼觅食生长，因此这些鱼类数量会增加，不会减少。

（4）对鱼类索饵场的影响

建坝成库以后，团滩河流域的新华村和朱家塝索饵场都将出现面积减小的情况，减小面积预计减少一半左右，但坝上会形成更大范围的索饵场，将主要分布于库区及库区的近岸四周，库区内水体新增的浮游生物会成为以浮游生物为食的鱼类及幼鱼理想的索饵场，库区岸边的周丛生物，底栖生物将成为裂腹鱼、马口鱼、宽鳍鱲、多鳞铲颌鱼等饵料，库区岸边会形成这些鱼类及幼鱼的索饵场。总体，会出现利好趋势。

（5）对鱼类越冬场的影响

建坝成库以后，火山湾越冬场会全部淹没，但库区将成为鱼类越冬更理想的场所，这里水深更深，水温更稳定，更安全，所以影响是有利的。越冬后的鱼类，在春季还有可能随着溪流涨水上朔到上游及岸边适宜区域繁殖。

（6）水环境变化对鱼类资源的影响

向阳水库工程完成后，水库库区上游约 10km 河段的水流会变缓，河道加宽，有利于绝大多数鱼类的栖息、觅食和越冬，水温变化减小，也将有利于缓水性鱼类如马口鱼、宽鳍鱲、宽口光唇鱼、高体鳑鲏、李氏吻虾虎鱼、泥鳅等鱼类的繁衍；预计这些鱼类的繁殖季节将延长，繁殖期会提前 60 天左右，因此会导致这些鱼类数量的增加，生长加快。

库区内水深度加深，浮游生物、底栖生物和部分固着类生物将成为库区饵料生物的

主要组成部分，饵料生物尤其是浮游生物性饵料的密度和数量的增加，将改善鱼类的觅食生长和越冬的条件；随着生境条件的转变，预计整个库区水体初级生产力会提高，饵料生物资源量较建库前会有较大的增加，也将使鱼的产量有较大提高。根据渝东北地区已建成水库的影响情况，马口鱼、宽鳍鱲、宽口光唇鱼、多鳞铲颌鱼、高体鳑鲏、李氏吻虾虎鱼、泥鳅等鱼类的数量会增加，其中马口鱼、宽鳍鱲、宽口光唇鱼、多鳞铲颌鱼、高体鳑鲏、李氏吻虾虎鱼、泥鳅等鱼类的数量会将会有较大增加。

根据工程水文资料分析，水库坝址段的多年平均流量为 6.57m^3/s，按照工程设计，水库工程完成后，水库坝下生态流量，在 11～4 月的枯水期下泄流量为 1.31m^3/s，在 5～10 月的丰水期为 2.63m^3/s。也就是说，在丰水期，特别是洪水期的流量由于水库的截流原因河道水量会较建坝前减少，但在枯水期的 11～4 月河道水量反而会更能够得到保障，避免了建坝前河道枯水期的经常出现的断流情况，这对河道的鱼类及水生生物的生存作用总体是有利的。因此在保障下泄流量的情况下，坝下河段鱼类生存环境与原河道相比更能得到保障，没有明显的不利影响。

当然，如果下泄流量得不到保障，则可能存在阶段性减水甚至脱水情况，鱼类的栖息生境将可能受到破坏，因而对鱼类资源保护产生不利的影响；坝下河流如果出现阶段性减水过大或脱水现象时，对鱼类“三场”都会产生不利的影响，甚至对鱼类的生存都将构成威胁，从而使鱼类资源减少，必须采取有效措施加以避免。

（7）理化性质变化对鱼类资源的影响

向阳水库建成后，库区水动力学特征发生变化，相应水体理化性质也会发生一系列变化。库区水流变缓，泥沙沉积，透明度升高，有利于水体浮游植物对光能的作用；坝前、开阔库区、水交换小的库湾水温分层，分层水域表层水温会明显升高，有利于鱼类生长、发育及水生生物的繁衍；水体中溶解氧的日变幅增大，水生生物生产与消费对水体溶解氧的贡献率升高；营养物质滞留和淹没区营养物质的释放，水体中滞留的营养物质总量增加，作为库区限制性营养元素的有效磷会迅速通过食物链网关系进入水生生物的物质循环。因此，库区浮游植物现存量将升高，提高水体生物生产力，相应地库区鱼类资源量会有所升高。

坝下泄水和天然河流相比，理化性质的变化主要表现在透明度升高，水温岁季节变化的幅度减小且出现迟滞现象。尾水下泄对坝下江段造成冲刷，河床底质粗化。根据工程建设方案，向阳水库最大坝高 130m，属分层水库。根据水温预测，如果采用单层取水，4-9 月份下泄水温将比从坝址处天然的年均水温有所降低，尤其是 4-6 月份，最大

温差超过 10℃。这个时期是该流域大多数鱼类的繁殖季节，水温的降低可能影响到坝下河段鱼类性腺的发育和成熟，推迟鱼类的繁殖季节，对鱼类繁殖造成一定的不利影响。采用叠梁门分层取水措施，低温水下泄情况将明显改善，最大温差降低至-0.1℃，可显著降低下泄低温水对坝下鱼类繁殖带来的不利影响。

（8）受水区退水对鱼类的影响

向阳水库工程建设完成后，团滩河水坝下游河段流量减少，会使水坝下游至河口段沿岸乡镇排放污染物的稀释自净能力减弱、浮游藻类可能会爆发性的生长繁殖形成繁殖，对鱼类和水环境带来不利影响。

根据水文情势预测结果，团滩河江口镇断面水力参数较现状年总体上呈现减小的趋势，各参数峰值有滞后的现象；团滩河江口镇断面水质发生明显变化，COD、NH_3-N、TP 浓度大体上有所降低。

工程运行后，汤溪河沙市镇至江口镇河段无显著变化，水文情势无显著变化，水力参数如流量、流速、水深及水面宽变化均不明显。由于汤溪河来流较三峡水库回水流量小得多，汤溪河江口镇至长江汇口河段水文情势变化很小，水力参数如水深、流速等均无明显变化。汤溪河江口镇断面到长江汇口断面以及澎溪河云阳段是三峡水库回水区，受三峡水库回水影响，TP 和 TN 在部分断面不能达到《地表水环境质量标准》III 类湖库标准。根据预测上述断面预测年与现状年相比，水文情势变化很小，水力参数如水深、流速等均无明显变化。根据分析发现，上述位于三峡回水变动区的河段均属于中度富营养化，存在发生富营养化的可能性，需要加强监测，采取措施，严加防控。

从水文情势、水质的变化看，向阳水库运行后，受水区的团滩河、汤溪河和澎溪河的水量、水质等变化较小，对鱼类资源的影响较小。

（9）团滩河下游河道的天然阻隔对鱼类的影响

根据现场调查和地形分析，团滩河鱼类种类、种群分布受到团滩河下游河道的天然阻隔的影响。团滩河河道下游存在一个天然跌瀑，位于团滩河与汤溪河交汇口上游约 3.6km 处，跌瀑上下海拔高差达 5m，跌瀑下方海拔距三峡库区的 175m 最高水位高差达 24m。因此三峡库区中的大中型溪河鱼类是不易进入团滩河的，即使进入团滩河下游也很难翻越这个跌瀑，只有适应山溪激流的种类（通常为小型种类，如爬岩鳅、华吸鳅等）才可能上朔到河道上游。

6.7.5对云阳小江湿地县级自然保护区的影响

向阳水库工程的永久占地和临时占地不直接占用云阳小江湿地县级自然保护区，工

程距离保护区边界直线最近 50m 以上，工程施工不会对保护区造成不利影响。工程建设完成后，不会改变保护区内现有的耕地、林地和草地，保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变已有土地的灌溉状况，工程建设的灌区不涉及该保护区用地。

6.7.5.1对保护区主要保护对象的影响

本项目建设内容不涉及自然保护区，且从海拔上高出保护区实验区边界 50m 以上，输水管线距离最近的河流湿地（含消落带）直线距离 400m，海拔落差 80m，该工程建设对保护区内的河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地、消落带湿地生态系统无影响。

本工程建设不涉及水体工程的施工和建设，对该类保护对象无影响；输水管线的各个施工点位于保护区实验区以外，距离保护区边界 50m 以上。黑鸢、雀鹰、苍鹰属于高空飞行的鸟类，受到外界干扰时能够迅速迁移，且本工程的输水管线施工期较短，以人工为主，对周围环境产生影响较小，不会对上述鸟类产生干扰。

根据现场调查，本工程输水管线穿越区和评价范围内未见野生的樟，胡桃，喜树，杜仲，金荞麦，对于保护区内其他区域的上述重点保护植物，本工程施工不直接影响。其中樟、喜树是评价区域、云阳县、重庆市常见的绿化树种，多用来做行道树、房前屋后绿化使用；胡桃、杜仲是评价区域农村主要的经济作物，不会因本工程建设受到影响。金荞麦是重庆市范围内的常见的野生杂草，在房前屋后，溪边山坡等均有分布，即使在城市建成区的山坡等也有大量分布。

6.7.5.2对保护区生态系统的影响

本工程县城支管不涉及保护区用地，不会对保护区内的生态系统产生干扰，本专题评价严格要求施工单位禁止扩大施工红线，防止施工人员、机械、车辆等离开施工区域进入到保护区范围，并严格禁止在保护区用地内设置临时堆渣、堆料、临时营地等工程。项目竣工后的运行期间无废水、废气、噪声等产生，对保护区生态系统的影响可忽略。

6.7.5.3退水影响

三峡水库运行水位在 145m~175m 时，各典型年研究范围内澎溪河云阳（高阳渡口至澎溪河入江口）均属于三峡水库回水范围内。由于澎溪河来流较三峡水库回水流量小得多，预测年与现状年相比，水文情势变化很小，水力参数如水深、流速等均无明显变化。

向阳水库工程供水范围中，仅有黄石镇污水处理厂排放口位于云阳小江湿地县级自然保护区实验区内，距离实验区边界约 200m，本评价要求在此污水处理厂进行扩建时，

将排污口迁移至保护区范围以外下游河段。县城组团的其他污水处理厂排污口位于保护区的下游河段。根据地表水预测结果，三峡水库运行水位在 145m~175m 时，各典型年研究范围内澎溪河云阳（高阳渡口至澎溪河入江口）均属于三峡水库回水范围内。受长江干流顶托，澎溪河在河口处滞留，交换周期长，长江来流的污染物输入是影响澎溪河水质的主要因素，三峡水库来流总磷浓度高于III类水质标准（总磷湖库标准）。COD 和 NH_3-N 能达到III类水标准，而 TP 在以湖库标准评价时，整个河段内均不能达标，以河流标准评价时，大部分断面均能达到III类水质标准。整个河段内 TN 超标，尤其在靠近长江汇口断面处，水质因子浓度较高，随着距长江汇口距离的增加，各水质因子浓度有所降低。

对澎溪河云阳段丰水年及平水年的 5 月~7 月进行富营养化分析发现，该河段属于中度富营养化，有出现富营养化的可能性，需要加强监测，采取措施，严加防控。

因此向阳水库建设运行后，退水对澎溪河的水文情势、水质影响很小，不会向澎溪河中增加新的污染物，对浮游植物、浮游动物、底栖生物及鱼类的影响甚微。

6.7.6专项设施复建影响

本工程建设征地范围内涉及专业项目主要包括：复建道路、输变电设施和通讯线路等。

6.7.6.1复建道路影响

交通设施的建设将破坏地表植被，对建设区域内的自然景观产生影响，但施工结束后，随着植被恢复工作，景观影响将逐步消失。交通设施复建工程占地面积相对较小，占地区植被类型在区域内广泛分布，植物种类均为区域常见种，因此交通设施复建工程占地对植被的影响小。交通设施占地区域内可能分布的鸟类、两栖类、爬行类和哺乳类的栖息地，区域类似生境广泛，工程建设不会对上述动物的生存环境产生明显影响。

施工期对交通设施复建工程施工过程中所需的各类建筑材料将不可避免的施工区堆放，在装卸过程中部分物料可能会发生散落，一些施工材料在其堆放处若保管不善，会随降水冲刷而进入水体污染水环境。本次评价要求，建筑材料堆放不能靠近河流，尽量堆放于远离水体的空旷地带，堆放期间加盖或棚。涉水工程施工时，设置围堰及防落网，禁止将生产废水直接排入河道。在采取上述环保措施后，交通设施复建工程施工期对地表水体影响较小。

6.7.6.2输变电设施和通信设施复建影响

输变电设施和通信设施的架设将破坏地表植被，对建设区域内的自然景观产生影响，但施工结束后，随着植被恢复工作，景观影响将逐步消失。输变电设施和通信设施复建工程占地面积相对较小，占地区植被种类主要为该区域常见种，复建工程建设将造成当地植被部分资源损失，但不会造成物种的消失。输变电设施和通信设施占地区域内可能分布有鸟类、两栖类、爬行类和哺乳类的栖息地，区域类似生境广泛，工程建设不会对上述动物的生存环境产生明显影响，亦不会对上述动物的种类和数量造成大的影响。

总体而言，专项设施复建工程所造成的环境影响主要表现在施工期，鉴于其施工区分散，单段工程量不大，持续时间短，且区域污染扩散条件好，施工期的影响范围与成都较小；随着施工期结束，产生的不利影响也将逐渐消失。

6.7.7消落带对生态的影响

本项目水库水位在正常蓄水位 456m 和死水位 390m 之间变动，工程建成后进入稳定运行期间，水库形成约 66m“消落带”的变化。从出露时间和面积看，在每年的 11 月底至翌年的 5 月份，水位会逐渐下降，出现消落带；在每年的 5 月份至 9 月底，为汛期，水位下降至死水位时候出现最大出露面积，此时水库周围形成“390m-456m 的环库地带”。而每年的 10-11 月份基本没有出露面。从消落带的分布情况看，由于河道两岸和支流地势不开阔，平缓和开阔的河段不多，因此，出露期不会形成较大面积和成片的消落带。

从消落带对植物群落的影响看，向阳水库消落时间与三峡水库基本一致，在植物生长旺盛期出露，从研究人员多年来在三峡库区消落带研究看，消落带植物种类和植物多样性呈现一定的单一化趋势，除基岩出露区域外，植被覆盖度较高，植物种类由多年生、耐旱型向一年生、耐淹型转变。

从景观影响来看，消落带在水库工程中普遍存在，对视觉景观的影响是在山体与水库之间形成带状区域，形成较为明显的景观异质性。同时，在水库投入运行后，不及时清理枯枝落叶，容易在消落带留存漂浮物、生活垃圾等，产生不良景观。建议在水库投入运行后，结合定期清理和雨后清理，能够将上述影响降低至最低。

6.8向阳水库泄洪过饱和 TDG 预测

建设单位委托水力学与山区河流开发保护国家重点实验室编制完成了《重庆市云阳县向阳水库饱和 TDG 影响研究报告》，主要内容如下：

6.8.1预测工况

目前关于气体过饱和 TDG 影响的研究和评价，主要是在满足工程防洪安全条件下，针对较经常发生的洪水进行的。根据向阳水库项目可行性研究报告，砼面板堆石坝挡水建筑物按 100 年一遇（P=1%）洪水设计，2000 年一遇（P=0.05%）洪水校核；消能防冲建筑物按 50 年一遇（P=2%）洪水设计；发电厂房按 30 年一遇（P=3.3%）洪水设计；50 年一遇（P=2%）洪水校核。实际工程运行中，100 年一遇（P=1%）甚至 50 年一遇（P=2%）的非常洪水发生概率较小，低频率的洪水发生几率将进一步减小。为此，针对常遇洪水开展气体过饱和影响研究更具实际意义，根据现阶段设计成果，确定针对五年一遇（P=20%）、十年一遇（10%）和二十年一遇（5%）洪水开展过饱和 TDG 影响预测。团滩河过饱和 TDG 生成预测工况见表 6.8-3。

表 6.8-3　团滩河各工况下洪峰流量

工况编号	洪水条件	库水位（m）	出库流量（m^3/s）	发电流量（m^3/s）	泄洪流量（m^3/s）	下游水位（m）
1	五年一遇（20%）	456	1090	4.68	1084.9	337
2	十年一遇（10%）	456	1400	4.68	1394.9	338
3	二十年一遇（5%）	456	1700	4.68	1694.9	339

6.8.2过饱和 TDG 生成预测

预测得到向阳水电站在单独运行下，各工况的泄洪生成的 TDG 饱和度见表 6.8-4。

表 6.8-4　向阳水电站过饱和 TDG 生成预测结果表

工况编号	洪水重现期	泄洪建筑物开启情况	泄洪流量（m^3/s）	发电流量（m^3/s）	坝下生成 TDG 饱和度(%)
1	20%	3 孔溢洪道	1084.9	4.68	119.1
2	10%	3 孔溢洪道	1394.9	4.68	126.0
3	5%	3 孔溢洪道	1694.9	4.68	128.7

预测结果显示，向阳水电站采用 3 孔溢洪道宣泄五年一遇洪水（工况 1）时，泄洪流量 1084.9m^3/s，发电流量为 4.68m^3/s，坝下生成的 TDG 饱和度为 119.1%；当采用 3 孔溢洪道宣泄十年一遇洪水（工况 2）时，总泄洪流量 1394.9m^3/s，泄洪产生的 TDG 饱和度为 126.0%；当采用 3 孔溢洪道宣泄二十年一遇洪水（工况 3）时，总泄洪流量 1694.9m^3/s，泄洪产生的 TDG 饱和度为 128.7%。

根据预测结果，在同种泄洪建筑物宣泄洪水时，二十年一遇的洪水（工况 3）所生成的 TDG 饱和度高于十年一遇洪水和五年一遇洪水工况（工况 1 和工况 2），表明总泄洪流量的增加，造成冲坑内水深增加，携气水舌在消力池内承压增大，气体溶解量随之增加，进而泄洪水流的 TDG 饱和度值增大。

6.8.3过饱和 TDG 释放预测

仅考虑向阳水电站单独运行条件下，研究河段向阳水电站坝址至千丘河汇口处15.0km 的河段为天然河道，将对向阳单独泄洪条件下研究河段内过饱和 TDG 输移释放及支流汇入的影响开展预测研究。

6.8.3.1计算边界条件

计算中研究河段入口即向阳水电站坝址处的流量分别考虑五年一遇、十年一遇和二十年一遇的洪水条件，TDG 水平为各泄洪工况下坝下生成的 TDG 饱和度。向阳坝址至千丘河汇口下游断面干支流交汇情况见表 6.8-5。

表 6.8-5　向阳坝址至千丘河汇口下游断面间汇流特性表

汤溪河支流汇口断面	距离向阳坝址距离（km）	五年一遇洪水流量（m^3/s）	十年一遇洪水流量（m^3/s）	二十年一遇洪水流量（m^3/s）	交汇前断面 TDG 饱和度（%）
团滩河汇口	12.1	1090	1400	1700	100
千丘河汇口	15.0	657	844	1025	100

6.8.3.2模型参数确定

采用天然河道纵向一维释放模型开展预测。模型参数主要为过饱和 TDG 释放系数 k_{TDG}。针对过饱和 TDG 释放模型中释放系数 k_{TDG}，美国陆军工程兵团提出了 k_{TDG} 的估算公式表述为：

$$k_{\mathrm{TDG}}=\sqrt{\frac{D_m u}{H^3}}$$

式中，u：断面平均流速(m/s)；

H：断面平均水深(m)；

D_m：TDG 的分子扩散系数(m^2/s)。

式(5-1)中 k_{TDG} 估算公式中采用分子扩散系数，忽略了紊动扩散的作用，应用于大江大河误差较大。根据对国内多个高坝工程过饱和 TDG 释放过程的原型观测研究对传质系数 k_{TDG} 的估算公式修正如下：

$$k_{\mathrm{TDG}}=\sqrt{\frac{\varphi_{\mathrm{TDG}} u}{H}}$$

式中，φ_{TDG} 为考虑分子扩散、紊动扩散作用等的综合系数，量纲为[s^{-1}]，可由原型观测资料率定得到。

根据研究河段与各原型观测河段水深、流速等特征参数分析，向阳电站下游为天然河道，本报告预测中综合系数ϕ_{TDG}参考澜沧江河段，并采用两河段的平均横断面面积比修正得到。

6.8.3.3预测结果及分析

依据向阳坝址下游河段实测大断面地形资料，采用一维恒定流模型，分别计算得到五年一遇、十年一遇和二十年一遇流量下，向阳坝址至团滩河汇口河段沿程流速和水深变化。水面线计算成果见图 6.8-1 所示，断面平均水深和平均流速的沿程变化分别如图 6.8-2 和图 6.8-3 所示。

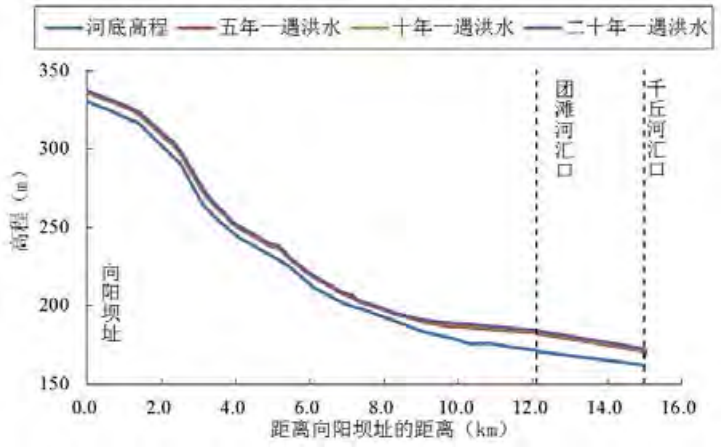


图 6.8-1　向阳坝址下游水面线变化图

五年一遇洪水情况下天然河道平均水深为 4.0m，最大水深为 7.1m，最小水深为 1.6m；流速平均值为 3.4m/s，最大断面流速为 7.4m/s，最小断面流速为 1.4m/s。十年一遇洪水天然河道平均水深为 4.4m，最大水深为 7.6m，最小水深为 1.8m；流速平均值为 3.6m/s，其中最大断面流速为 7.9m/s，最小断面流速为 1.4m/s。二十年一遇洪水天然河道平均水深为 4.8m，最大水深为 8.2m，最小水深为 2.0m；流速平均值为 3.8m/s，其中最大断面流速为 8.2m/s，最小断面流速为 1.4m/s。

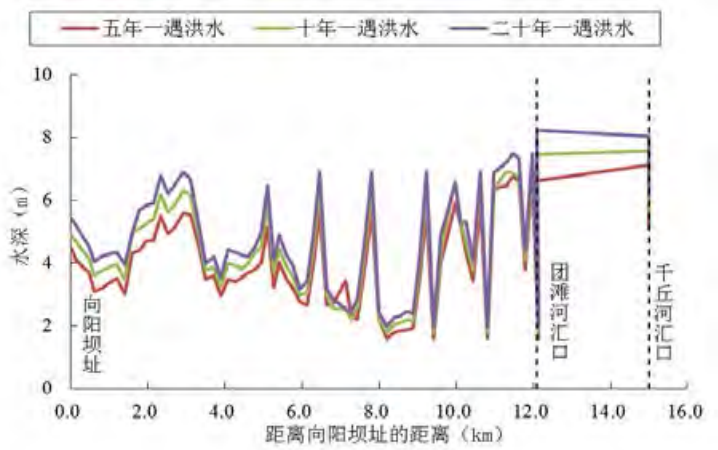


图 6.8-2　向阳坝址下游水深沿程变化图

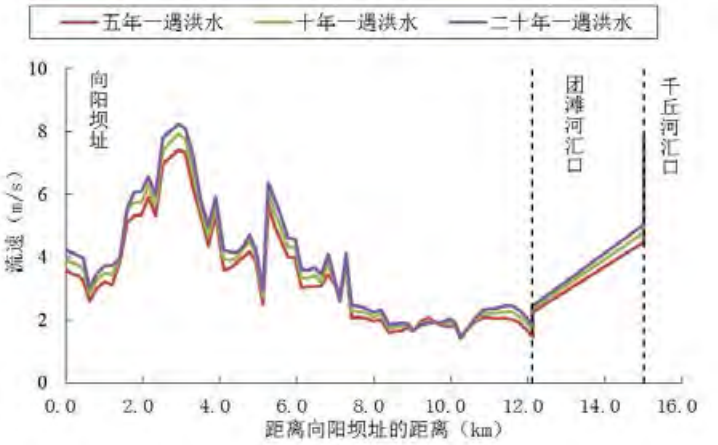


图 6.8-3　向阳坝址下游流速沿程变化图

根据河道水动力学计算结果，采用释放系数的计算公式，计算得到向阳水电站工况 1（五年一遇）、工况 2（十年一遇）和工况 3（二十年一遇）坝址下游天然河道的沿程释放系数，如图 6.8-4 所示。工况 1（五年一遇）流量下过饱和 TDG 释放系数 k_T 平均值为 0.07h^{-1}，其中最大值为 0.09h^{-1}，最小值为 0.04h^{-1}。工况 2（十年一遇）流量下过饱和 TDG 释放系数平均值为 0.08h^{-1}，其中最大值为 0.10h^{-1}，最小值为 0.04h^{-1}。工况 3（二十年一遇）流量下过饱和 TDG 的释放系数平均值为 0.08，其中最大值为 0.10，最小值为 0.04。工况 1（五年一遇）、工况 2（十年一遇）和工况 3（二十年一遇）流量条件下的释放系数变化规律基本一致。

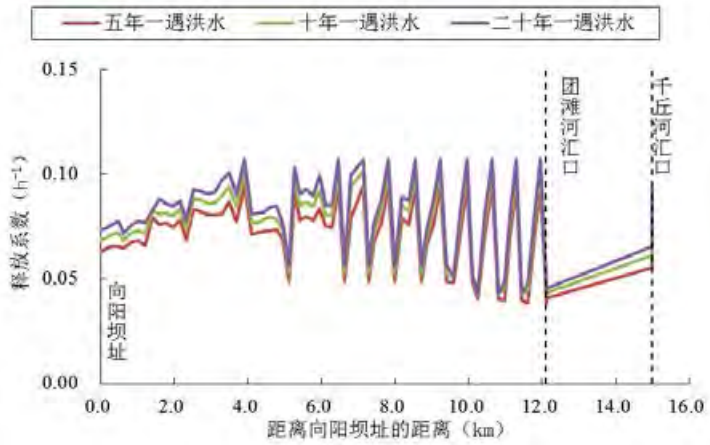


图 6.8-4　向阳坝址下游释放系数沿程变化图

分别对向阳水库五年一遇、十年一遇和二十年一遇洪水条件下过饱和 TDG 在向阳坝下至千丘河汇口河段的输移释放过程进行预测，结果见表 6.8-4 **表 6.8-6** 和图 6.8-5。

表 6.8-6　向阳下游过饱和 TDG 输移释放预测结果表

断面编号	与坝址距离（km）	过饱和 TDG 值（%）			断面说明
		五年一遇	十年一遇	二十年一遇	
1	0	119.1	126.0	128.7	向阳坝址
2	0.5	119.0	125.9	128.6	火山湾越冬场
3	1.2	118.9	125.8	128.5	新华村索饵场
4	2.0	118.9	125.7	128.4	
5	5.4	118.6	125.4	127.9	朱家塝索饵场
6	8.0	118.3	124.9	128.0	
7	11.0	117.7	124.1	126.5	
8	12.1	117.5	123.8	126.3	团滩河汇口
9	12.3	112.0	117.0	119.2	团滩河汇口下游
10	14.9	112.0	117.0	119.2	千丘河汇口
11	15.0	109.6	113.4	115.0	千丘河汇口下游

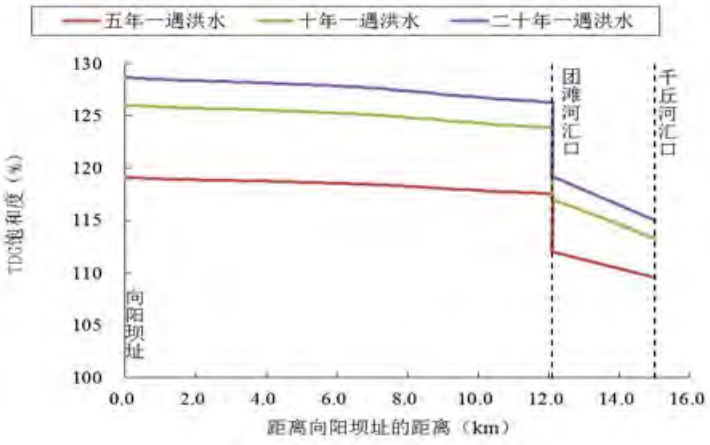


图 6.8-5　向阳坝下过饱和 TDG 沿程释放过程

预测结果显示，各工况下，泄水生成的过饱和 TDG 在下游河道内逐渐释放，TDG 饱和度逐渐降低。

采用 3 孔溢洪道宣泄五年一遇洪水（工况 1，泄洪流量为 1084.9m^3/s，出库流量为 1090m^3/s），泄洪水流生成 TDG 饱和度为 119.1%，至下游 12.1km 团滩河汇口处降低到 117.5%，降低了 1.6%。过饱和水流汇入汤溪河后，与汤溪河干流水流充分混合，TDG 饱和度下降到 112.0%，下降了 5.5%。团滩河汇口下游 2.8km 处有千丘河汇入汤溪河，汇入之后干流 TDG 饱和度下降到 109.6%，下降了 2.4%。

采用 3 孔溢洪道宣泄十年一遇洪水（工况 2，泄洪流量为 1394.9m^3/s，出库流量为 1400m^3/s），泄洪水流生成 TDG 饱和度为 126.0%，至下游 12.1km 团滩河汇口处降低到 123.8%，降低了 2.2%。过饱和水流汇入汤溪河后，与汤溪河干流水流充分混合，TDG 饱和度下降到 117.0%，下降了 6.8%。团滩河汇口下游 2.8km 处有千丘河汇入汤溪河，汇入之后干流 TDG 饱和度下降到 113.4%，下降了 3.6%。

采用 3 孔溢洪道宣泄二十年一遇洪水（工况 3，泄洪流量为 1694.9m^3/s，出库流量为 1700m^3/s），泄洪水流生成 TDG 饱和度为 128.7%，至下游 12.1km 团滩河汇口处降低到 126.3%，降低了 2.4%。过饱和水流汇入汤溪河后，与汤溪河干流水流充分混合，TDG 饱和度下降到 119.2%，下降了 7.1%。团滩河汇口下游 2.8km 处有千丘河汇入汤溪河，汇入之后干流 TDG 饱和度下降到 115.0%，下降了 4.2%。

6.8.3.4不确定性分析

(1) 过饱和 TDG 生成预测模型中参数的不确定性

现有泄水过饱和 TDG 生成预测模型主要考虑泄水过程中 TDG 生成的两个阶段。模型中压力等参数的确定本应依据水工模型试验成果确定，由于目前阶段缺乏相关水力学模型试验成果，预测模型中参数由经验公式计算得到，其不确定性将对预测结果造成一定影响。

(2) 过饱和 TDG 释放预测模型中参数的不确定性

过饱和 TDG 输移释放模型中释放系数的确定至关重要。由于目前国内外对过饱和 TDG 释放系数的研究尚不够系统和完善，特别是严重缺乏对大型深水库区过饱和 TDG 释放速率的研究。本报告中释放系数的确定主要依据近年来对已建高坝工程泄水下游的观测结果率定得到。预测河段与原型观测河段之间的差异影响到释放预测结果的不确定性。

6.8.3.5小结

采用数学模型对向阳水电站在五年一遇、十年一遇和二十年一遇洪水条件下泄洪生成的过饱和 TDG 及其至团滩河汇口之间天然河道的释放过程开展了预测。

采用 3 孔泄洪洞宣泄五年一遇洪水（工况 1）、十年一遇洪水（工况 2）和二十年一遇洪水（工况 3），泄洪水流的 TDG 饱和度分别为 119.1%，126.0%和 128.7%；过饱和 TDG 在输移释放过程中沿程逐渐降低，至向阳坝址下游 12.1km 处团滩河汇口断面，3 个工况的 TDG 饱和度分别降低至 117.5%、123.8%和 126.3%，分别下降了 1.6%、2.2%和 2.4%。当团滩河汇入汤溪河，并与汤溪河干流充分混合以后，3 个工况的 TDG 饱和度分别下降到 112.0%、117.0%和 119.2%，分别下降了 5.5%、6.8%和 2.9%。团滩河汇口下游 2.8km 处有千丘河汇入汤溪河，汇入之后干流 TDG 饱和度分别下降到 109.6%、113.4%和 115.0%，分别下降了 2.4%、3.6%和 4.2%。根据预测结果，由于支流的 TDG 饱和度为 100%，其汇入对干流过饱和 TDG 有较为明显的稀释作用。

6.8.4过饱和总溶解性气体对鱼类影响

向阳水库泄洪产生的过饱和水体总溶解气体（Total dissolved gas, 简称 TDG）将随流输移至下游较长距离。根据鱼类资源调查成果，在向阳坝址下游河段内鱼类资源丰富且目前存在鱼类产卵场和越冬场，因此，泄水产生的过饱和 TDG 可能对坝址下游河段的鱼类生长繁殖造成不利影响，甚至导致鱼类死亡。下面分别从鱼类对过饱和 TDG 的耐受性和鱼类回避空间两个方面进行分析。

6.8.4.1向阳泄洪下游鱼类对过饱和 TDG 的耐受性分析

（1）耐受性标准阈值的选择

向阳水库泄水 TDG 过饱和预测区域主要为坝址下游至团滩河汇口的河段，这一河段涉及鱼类索饵场和越冬场。论证河段涉及主要鱼类为马口鱼、宽鳍鱲、四川华吸鳅、瓣结鱼、泥鳅、齐口裂腹鱼、唇鲷、多鳞铲颌鱼、吻鮈、宽口光唇鱼、褐栉鰕虎鱼等，无国家级、重庆市级保护鱼类。

鱼类耐受性分析主要参照近年来针对长江上游特有鱼类对过饱和 TDG 耐受性的研究成果，以饱和度 115%作为鱼类对过饱和 TDG 的耐受性阈值开展向阳水库对过饱和 TDG 影响分析。为进行不同阈值标准的对比分析，同时给出了 110%饱和度标准的影响分析结果。

6.8.4.2向阳泄洪下 TDG 饱和度超阈值范围分析

图 6.8-6 为向阳泄洪下坝址下游过饱和 TDG 分布及超标范围示意图。可以看出，采用溢洪道宣泄五年一遇（工况 1）、十年一遇（工况 2）、二十年一遇（工况 3）的洪水时，预测河段内 TDG 饱和度随着沿程 TDG 的释放而逐渐减小且都在千丘河汇口处降低至最低值。

其中，宣泄五年一遇（工况 1，泄洪流量为 1090.0 m3/s）的洪水所生成的 TDG 饱和度最小，为 119.1%，在坝下 0.5km 的火山湾越冬场释放不明显，保持在 119.0%，至坝下 1.2km 的新华村索饵场，TDG 仅降低了 0.1%，为 118.9%，可能会对鱼类产生一定影响。TDG 随流输移释放至坝下 5.4km 的朱家塝索饵场时，TDG 已降低至 118.6%，仍高于 115%的耐受性阈值，对鱼类存在一定威胁。TDG 随流输移释放至团滩河汇口处，TDG 为 112.0%。受 TDG 释放及掺混作用，至千丘河汇口断面 TDG 饱和度为 109.6%。

宣泄十年一遇（工况 2，泄洪流量为 1400.0 m3/s）的洪水时，向阳坝下 TDG 饱和度为 126.0%，由于坝下火山湾越冬场及新华村索饵场距坝址仅 0.5km 和 1.2km，TDG 随流输移释放效果不明显，分别下降 0.1%和 0.2%，即 125.9%和 125.8%，仍高于 115%的耐受性阈值，对鱼类存在较大威胁。至坝下 5.4km 的朱家塝索饵场时，TDG 已释放至 125.4%，但对鱼类的不利影响仍然较大。TDG 随流输移释放至团滩河汇口处，TDG 为 117.0%。至坝下 15.0km 断面处，受千丘河掺混作用，TDG 饱和度 113.4%

采用溢洪道宣泄二十年一遇洪水（工况 3，泄洪流量为 1700.0m3/s）时，在坝下游产生的 TDG 饱和度最高，为 128.7%。在坝下 0.5km 的火山湾越冬场和坝下 1.2km 的新华村索饵场释放效果不明显，保持在 128.6%和 128.5%，对鱼类存在较大威胁。至坝下 5.4km 的朱家塝索饵场时，TDG 已释放至 127.9%，但对鱼类的不利影响仍然较大。至坝下 12.3km 的团滩河汇口断面，TDG 已降低至 119.2%，高于 115%的阈值。受 TDG 释放及掺混作用，至千丘河汇口断面 TDG 饱和度为 115.0%

在目前研究河段而言，坝下至团滩河汇口断面河段中，TDG 皆高于 115%的鱼类阈值，对鱼类及其索饵场和越冬场存在不利影响。但对于越冬场而言，对应工况的冬季泄洪流量往往低于洪水流量，从而 TDG 饱和度会低于预测值，所以威胁程度会有所降低。

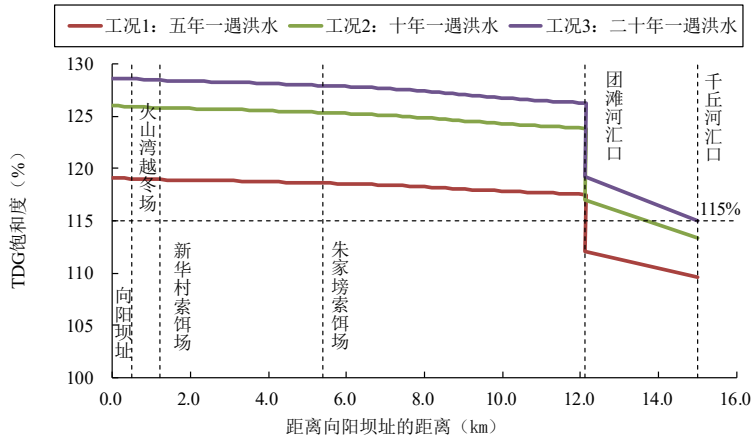


图 6.8-6　向阳泄洪坝址下游河段过饱和 TDG 分布及超标范围示意图

表 6.8-5 向阳单独泄洪下坝址下游 TDG 饱和度超标范围统计表

工况编号	工况说明	向阳坝址下游 超 115%范围(km)
1	五年一遇，溢洪道	12.1km（部分河段）
2	十年一遇，溢洪道	13.8km（部分河段）
3	二十年一遇，溢洪道	15.0km（全部河段）

6.8.4.3鱼类探知和躲避空间分析

国内外研究表明，鱼类具有一定探知和回避过饱和 TDG 的能力，对这一能力的有效利用，可以使过饱和 TDG 对鱼类影响在一定程度上得到减缓。鱼类对过饱和 TDG 的回避能力分为垂向回避和水平回避两个方面，下面将分别介绍。

6.8.4.4鱼类对过饱和 TDG 的垂向回避空间分析

通常研究所指的 TDG 过饱和程度均是相对当地大气压强而言的。而鱼类在不同深度上感受到的过饱和程度（即对鱼产生不利影响的过饱和程度）是相对于当地压力（大气压+静水压强）而言的，两者之间的差别即为与水深相关的静水压强，因此，对于任一水平的过饱和 TDG，均存在一对应水深，在这个深度上，鱼类所能感受到的过饱和程度为 0，因而可以躲避 TDG 过饱和的影响，这一水深即为鱼类补偿深度。对于 TDG 过饱和的水体，如果水深大于鱼类补偿深度要求，且鱼类能够潜入到补偿深度以下的水域生活，就可以躲避 TDG 过饱和的影响。

向阳水库建成之后，向阳水库下游主要为天然河道。根据五年一遇、十年一遇以及二十年一遇洪水工况下过饱和 TDG 沿程分布的结果推算得到对应的鱼类补偿深度，如图 6.8-7 所示。可以看出，对于各个工况而言，坝址下游大多数河道水深均能够满足鱼类补偿深度要求，尤其是鱼类“三场”中的火山湾越冬场断面、新华村索饵场断面以及朱

家塝索饵场断面水深都能达到标准。

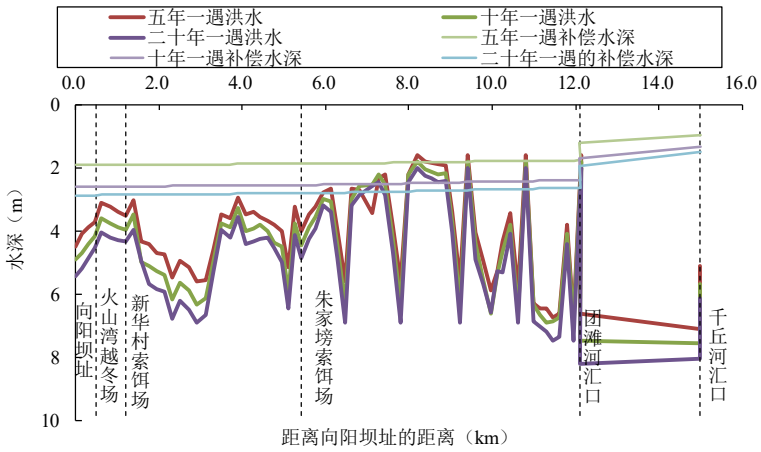
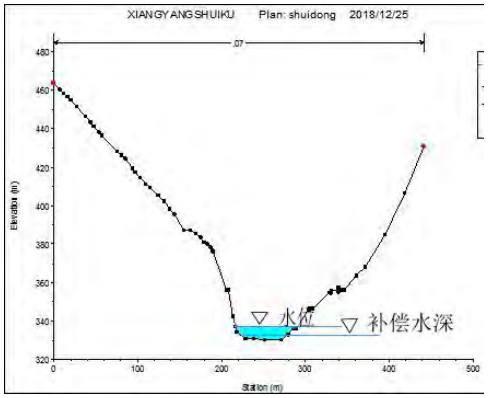
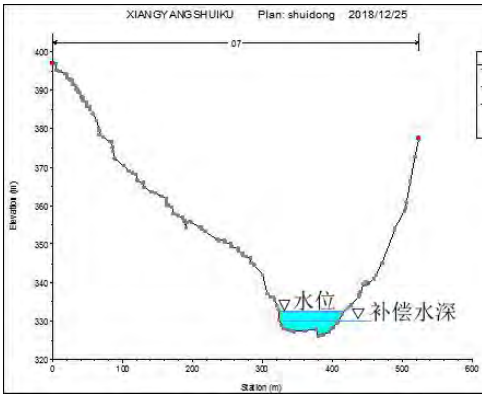


图 6.8-7　向阳水库单独泄洪下研究河段水深与补偿深度关系示意图

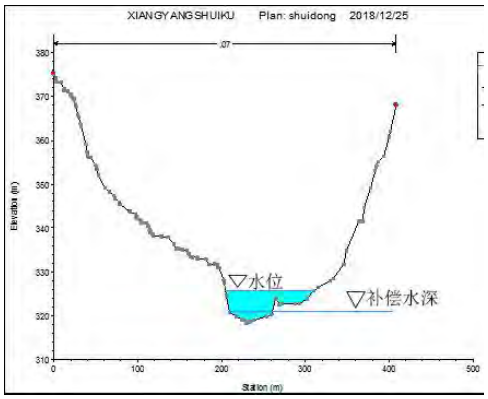
考虑在较不利的工况下即二十年一遇洪水考虑最不利的溢洪道宣泄方式（工况 3）各典型断面补偿水深方式。图 6.8-8 所示显示了向阳坝下、火山湾越冬场、新华村索饵场、朱家塝索饵场、团滩河汇口及千丘河汇口的补偿水深和实际水深关系。向阳水库下游的火山湾越冬场、新华村索饵场、朱家塝索饵场及团滩河汇口在面临上游五年一遇洪水、十年一遇洪水及二十年一遇洪水时，都能满足 TDG 补偿水深的要求，这在一定程度使得鱼类受 TDG 过饱和的影响得到有效的减缓。至坝下最远的千丘河汇口断面，TDG 饱和度已得到一定程度释放，断面水深满足 TDG 过饱和的补偿要求。

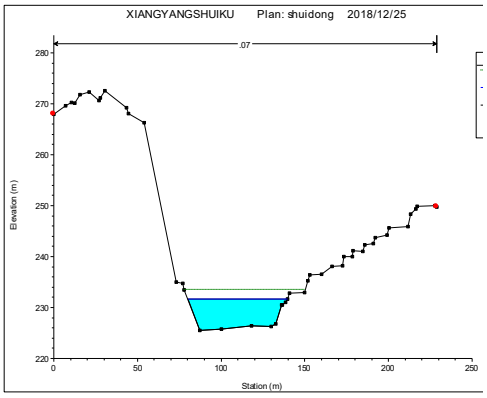


（a）向阳坝下

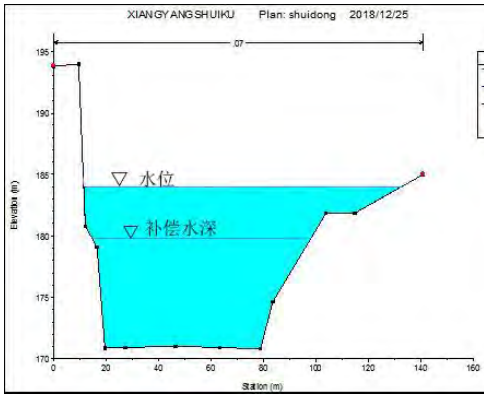


（b）火山湾越冬场

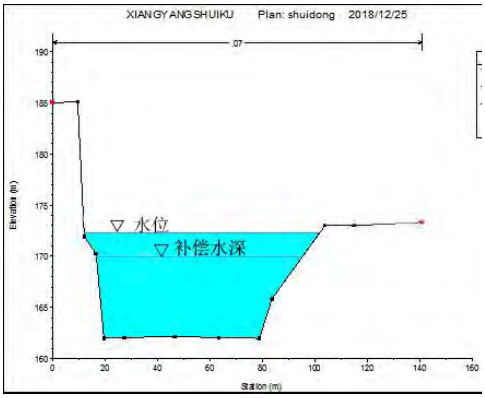




（c）新华村索饵场



（d）朱家塝索饵场



（e）团滩河汇口　　（f）千丘河汇口

图 6.8-8　溢洪道宣泄二十年一遇洪水（工况 3）向阳坝下典型断面补偿水深示意图

分析得到，向阳坝址下游河道虽然可以为鱼类提供补偿深度要求的水深。但鱼类是否能够进入到这一深度生存，还需要结合具体鱼类生活特性，从鱼类生境适应性角度进行分析。研究河段主要鱼类为马口鱼、宽鳍鱲、四川华吸鳅、瓣结鱼、泥鳅、齐口裂腹鱼、唇鲷、多鳞铲颌鱼、吻鮈、宽口光唇鱼、褐栉鰕虎鱼等。其中大多数种鱼类皆生活在江河水体的中、下层或对河流底层的栖息环境较为适应。在水流、营养物质等条件满足鱼类要求的条件下，鱼类可以到补偿深度以下栖息并回避过饱和 TDG 的影响。而宽鳍鱲和马口鱼这为中上层鱼类，所以这两种鱼类可能在垂向上没有足够回避过饱和 TDG 的能力，从而过饱和 TDG 对其生存有所影响。

团滩河水域绝大多数鱼类为产粘性或沉性卵类群，其产卵季节多为春夏间，多数种类都需要一定流水刺激。鱼类产出的卵或粘附于石砾、水草发育，或落于石缝间在激流冲击下发育。此外，产漂流性卵鱼类需要湍急的水流条件，通常在汛期洪峰发生后产卵。所以泄洪期间主要对成鱼有一定影响，但鱼类幼鱼的影响不大。

涉及河段中可能有裂腹鱼类产卵场，主要代表激流中产卵鱼类的生态类型，均喜居于铺以底质砂或砾石有水流的峡谷河流中，如齐口裂腹鱼等。自然环境中裂腹鱼类具短距离上朔洄游特性，这种洄游主要是为了繁殖及越冬，一般在 10～20km。产卵季节在每年 3～4 月，此时繁殖群体会结伴上溯至其河床较浅、水流湍急的支流产卵，卵多产于急流底部的砾石和细砂上。由于汛期泄洪主要发生在 7-9 月，因此泄洪可能对鱼类幼鱼存在一定影响。

（2）鱼类对过饱和 TDG 的水平回避空间分析

研究发现采用合适的手段对干支流交汇区利用，可形成一定区域的低 TDG 饱和度区域（Shen，2016）（图 6.8-9），辅以曝气、植被等加速过饱和 TDG 释放措施（Ou，2016；

黄膺翰，2017），可构建供鱼类暂时回避 TDG 不利影响的空间。

在向阳坝址下游约 12.3km 和 15.0km 处分别有汤溪河和千丘河两条河流的汇入。同时鉴于目前汤溪河上游已建或在建电站较小，干支流同时发生泄洪的几率不大，因此在干支流汇口区通常会形成一定范围的 TDG 饱和度较低区域，鱼类凭借其探知和水平回避能力，可以在低饱和度的干支流汇口区域暂时躲避 TDG 过饱和的危害。

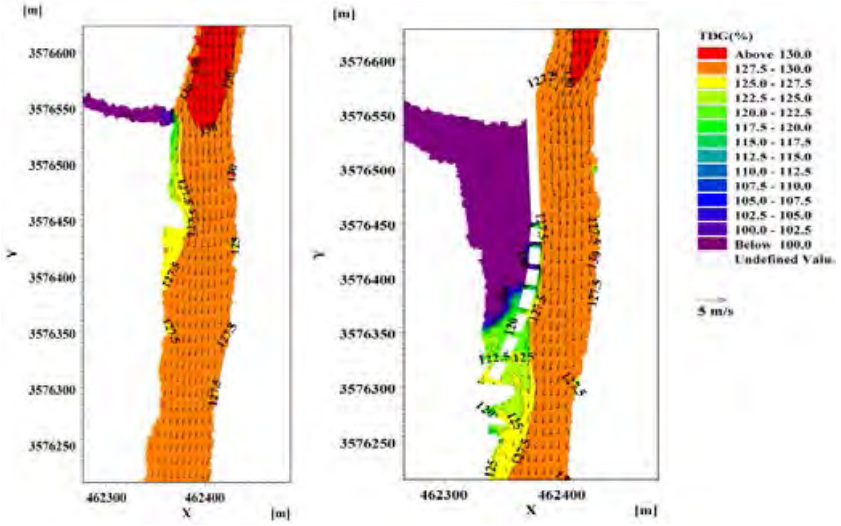


图 6.8-9 利用干支流交汇区形成鱼类对过饱和 TDG 的回避空间

向阳坝下研究河段内主要分布有鲤科鱼、鳅科鱼、平鳍鳅科鱼和鲿虎鱼科鱼等。通过对岩原鲤水平回避行为研究发现，在 TDG 饱和度在 130%左右时，鱼类具备对过饱和水体的回避能力，在 TDG 饱和度高于 130%时，岩原鲤对 TDG 过饱和水体表现出明显的回避特征，研究发现在 TDG 饱和度达到 145%时，岩原鲤在 145%TDGS 水体中都体现出 100%的回避性以规避 TDG 过饱和的影响。在考虑最不利的底孔溢洪道宣泄二十年一遇的洪水工况下，泄洪建筑物出口 TDG 饱和度达 128.7%。对于下游河道，认为鲤科鱼对过饱和 TDG 的水平回避空间的感知较强，因此可能会对鲤科鱼的影响较小。但目前缺少对鳅科鱼如泥鳅等、平鳍鳅科鱼如四川华吸鳅等和鲿虎鱼科如褐栉鲿虎鱼等对过饱和 TDG 的水平回避能力的研究，仅参考岩原鲤的回避影响研究认为鳅科鱼、平鳍鳅科鱼和鲿虎鱼科鱼也具有一定的水平探知低 TDG 饱和度水域并主动回避不利影响的能力。

6.8.4.5对鱼类影响的不确定性分析

由于目前缺乏针对研究河段鱼类开展的过饱和 TDG 耐受性研究，根据对国内外关于过饱和 TDG 对鱼类影响的研究成果的综合分析，本报告主要参照水力学与山地河流国家重点实验室近年来针对长江上游特有鱼类对过饱和 TDG 耐受性的研究成果，以饱

和度115%作为鱼类对过饱和TDG的耐受性阈值，开展向阳水库过饱和TDG影响分析，并同时对比分析了采用饱和度110%的标准分析得到的影响范围。结果表明，采用不同的耐受性阈值标准，对鱼类影响的分析结果存在较大差别。因此，要正确评价向阳水库TDG过饱和对鱼类的影响，需要开展针对性的向阳水库涉及河段内鱼类对TDG过饱和的耐受性研究，尤其是目前研究缺乏的鮠科鱼与鲇科鱼类。

6.9土壤环境影响

6.9.1施工期影响

工程施工期各类污废水处理后回用，生活垃圾运至垃圾填埋场处置，危险废物运送至危险废物处置中心处置，在采取上述措施后，施工期各类污染物对工程区土壤环境污染影响很小。

施工期施工作业产生的表土扰动、弃渣等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利影响，因此，应对扰动区表土进行收集并单独存放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复，减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

6.9.2运行期影响

工程运行期主要污染物为业主营地生活污水和厂房油污水，经处理达标后回用或外排，不会引起土壤的盐化、酸化、碱化。

运行期灌区由于灌溉量的增加，地下水位上升，导致灌区土壤发生盐渍化的现象，对水库蓄水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(试行)》(HJ964-2018)中的附录F“土壤盐化综合评分预测方法”进行预测评价。

(1) 土壤盐化综合评分法

采用公示计算土壤盐化综合评分值(Sa)，具体如下：

$$Sa = \sum_{i=1}^{n} W_{x_i} \times I_{x_i}$$

式中：n—影响因素指标数目；

I_{x_i}—影响因素 i 指标评分；

W_{x_i}—影响因素 i 指标权重。

(2) 土壤盐化影响因素赋值

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)，土壤盐化影响因素赋值情况见表6.9-1。

表 6.9-1　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	GWD＜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	砂壤、粉土、砂粉土	0.10

根据钻孔地下水位，本项目灌区地下水位埋深为 0.50m～4.80m，相应高程187.04m～416.68m。本项目由于灌区灌溉量的增加，地下水位将升高，水库除近坝库段7 个垭口较为单薄，存在水库渗漏问题外，其余库段均不存在永久渗漏问题。对存在水库渗漏问题的垭口修建副坝予以解决，不会造成库区两侧土壤地下水水位明显提升，工程建成后库区两侧地下水埋深仍将大于 2.5m，土壤盐化影响赋值为 0 分。

工程区域多年平均降水量为 1132.9mm，多年平均蒸发量为 1339.1mm，干燥度(EPR)为 1.18，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据土壤环境质量监测结果，工程区土壤含盐量为＜2g/kg，SSC＜1，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据地下水水质监测结果，工程区地下水溶解性总固体含量在 0.213~0.407g/L 之间，TDS＜1，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据土壤理化特性调查结果，工程区域土壤主要为砂土，土壤盐化影响赋值为 2 分。

(3) 土壤盐化影响预测

根据本项目土壤盐化影响因素赋值及权重，本项目的土壤盐化综合评分值 Sa=2×0.10=0.2＜1。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中的土壤盐化预测表，本项目建成后灌区土壤不会发生盐化现象。

6.10对声环境的影响

6.10.1预测模式

由于敏感目标受施工作业噪声和交通噪声的综合叠加影响，因此，根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009)推荐的预测模式进行预测。

（1）交通噪声影响预测

噪声预测采用《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2009）推荐的公路交通运输

噪声预测基本模式：

$$L_{eq}(h)_i=\left(\overline{L_{OE}}\right)_i+10\lg\left(\frac{N_i}{TV_i}\right)+10\lg\left(\frac{7.5}{r}\right)+10\lg\left(\frac{\varphi_1+\varphi_2}{\pi}\right)+\Delta L-16 \quad （式 5.8-1）$$

式中：Leq(h)$_i$— 第 i 类车的小时等效声级，dB（A）；

$\left(\overline{L_{OE}}\right)$— 第 i 类车速度为 V_i，km/h；水平距离为 7.5m 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；

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；

$\triangle L$ —由其他因素引起的修正量，dB(A)，可按下式计算：

$$\Delta L=\Delta L_1 — \Delta L_2 +\Delta L_3$$

$$\Delta L_1 =\Delta L_{坡度}+\Delta L_{路面}$$

$$\Delta L_2= A_{atm}+ A_{gr}+ A_{bar} +A_{misc}$$

式中：ΔL_1—线路因素引起的修正量，dB(A)；

$\Delta L_{坡度}$—公路纵坡修正量，dB(A)；

$\Delta L_{路面}$—公路路面材料引起的修正量，dB(A)；

ΔL_2—声波传播途径中引起的衰减量，dB(A)；

ΔL_3—由反射等引起的修正量，dB(A)。

（2）施工活动噪声

根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ/T2.4-2009），固定点源噪声预测采用以下公式：

$$L_A（r）=L_A（r_0）-20\lg(r/r_0) \quad （式 5.8-2）$$

式中：$L_{A（r）}$—距声源 r（m）处的 A 声级，dB；

$L_A（r_0）$—测点 r_0 处的 A 声级，dB；

r—测点与声源的距离，m。

（3）噪声综合预测

用声能迭加求出预测点的噪声级：

$$L_{总}=10\lg(\sum_{i=1}^{n}10^{0.1L_i})$$

式中：$L_{总}$—— 预测声级，dB（A）；

Li—— 各迭加声级，dB（A）；

n—— n 个声压级。

6.10.2施工期影响

6.10.2.1噪声源强及作业时间

固定噪声源情况及作业时间详见表 6.10-1，各道路设计参数详见表 6.10-2，其中本工程车型全部按照大型车进行预测。

表 6.10-1　固定噪声源强及作业时间

施工场地名称	涉及设备噪声范围(dB)	计算源强(dB)	备注
砂石料加工系统	94~115	110	2 班制生产，施工高峰期可能昼夜施工
坝址施工区（机械）	85~104	100	施工高峰期可能昼夜施工
料场（机械）	85~104	100	

表 6.10-2　主要影响道路参数

道路	路宽（m）	路面情况	运输强度	高峰月平均流量(辆/h)	备注
料场-坝址	8	砼路面	30 万 t/月	150	对外交通

本工程爆破只在白天进行，爆破噪声属偶发噪声，具有瞬时性和突发性，对坝址及料场居民日常生活的影响是短暂、瞬时的；夜间不进行爆破作业，因此不对其夜间偶发噪声进行影响预测。

6.10.2.2交通噪声预测

本工程施工期间道路运输车速按 40km/h 计算，则预测结果见表 6.10-3。

表 6.10-3　道路交通噪声衰减预测结果

声源	时段	交通噪声衰减预测结果 dB（A）						
		8m	10m	30m	50m	80m	100m	200m
对外交通	昼间	67.3	66.4	61.6	59.4	57.3	56.4	53.3

根据施工总布置，结合表 6.10-3 预测结果，交通噪声对各敏感点的噪声贡献值见表 6.10-4。

表 6.10-4　交通噪声对各敏感点的噪声贡献值

敏感点	道路	与道路中心线距离（m）	噪声贡献值 dB（A）	昼间声环境质量标准 dB（A）
横亭村	对外交通	5	67.3	55

敏感点	道路	与道路中心线距离（m）	噪声贡献值 dB(A)	昼间声环境质量标准 dB(A)
新华村	运输道路	50	60.6	60

交通流动噪声影响对象为沿途居民，根据施工总布置图及上述预测，交通噪声对料场运输道路附近的横亭村、新华村影响较大，应对其采取适当的防护措施。

6.10.2.3砂石料加工系统噪声预测

根据工程施工总布置，经分析，在仅考虑几何发散衰减情况下，砂石加工系统噪声影响预测结果见表 6.10-5。

表 6.10-5　　噪声影响范围预测结果

声源	源强 dB（A）	距声源不同距离的噪声预测值 dB（A）									
		10m	50m	90m	100m	150m	200m	250m	300m	400m	500m
砂石料加工系统	110	90.00	76.02	70.92	70.00	66.48	63.98	62.04	60.46	57.96	56.02

根据向阳水库工程施工总布置，砂石料加工系统周围主要村庄为龙家坡，最近距离约 50m，砂石料加工系统在 50m 处的噪声贡献值为 76.2dB（A），对其影响较大，应对其采取相应防护措施。

6.10.3运行期影响

6.10.3.1运行期县城泵站声环境影响预测

运行期县城泵站噪声源强约 85dB（A）。根据泵站平面布置，经分析，在仅考虑几何发散衰减情况下，县城泵站噪声影响预测结果见表 6.10-6

表 6.10-6　　运行期县城泵站运行噪声预测一览表

噪声源	敏感点	位置关系	源强（dB）	距离（m）	贡献值（dB）	背景值（dB）		叠加值（dB）		标准
						昼间	夜间	昼间	夜间	
县城泵站	青云村	距离泵站约 150m	85	150	42.5	54.8	46.4	55.0	47.9	2 类

向阳水库县城泵站周围主要村庄为青云村，最近距离约 150m，根据计算结果可知，县城泵站对青云村的噪声贡献值为 42.5dB（A），对其影响不大，可满足声环境质量 2 类标准。

6.10.3.2运行期复建道路声环境影响预测

本项目建成后复建道路包括国道 G347、省道 S406、乡道 Y018，复建道路两侧的声环境敏感点包括下七村和新华村，共 46 户居民。考虑到工程交通噪声主要来自装载车等大型车，预测按大型车进行计算。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 6.10-7。

表 6.10-7　复建道路运行期噪声影响预测结果表

公路等级	预测点位		车流量（辆/h）	车速（m）	与声源不同距离的噪声预测值 dB（A）							
					10	20	50	70	80	100	150	200
复建道路	公路中心线两侧	昼间	60	40	64.7	61.7	57.7	56.3	55.7	54.7	53	51.7
		夜间	30	30	58.4	55.3	51.4	49.9	49.3	48.4	46.6	45.3

由于本项目复建道路两侧的敏感点下七村和新华村距离道路分别距离复建道路中心线 10m 和 5m，根据上表可知，上述两处声环境敏感目标均不能满足声环境质量 2 类标准要求。

为减轻复建道路对居民点的噪声影响，本工程应采取合理措施，确保声环境敏感点质量达标。

6.11固体废弃物对环境的影响

6.11.1施工期影响

（1）弃渣影响

本工程水源工程设置 1 处弃渣场、输水线路工程设置 8 处弃渣场，共设 9 处弃渣场，其中水源工程弃渣总量 182.79 万 m^3（自然方），输水工程干管工程弃渣量约 88.70 万 m^3（松方）。

本工程水源工程弃渣运输至董家坝弃渣场。董家坝弃渣场位于江口镇帆水乡董家坝村与谭家坪村之间的北东向冲沟内，容渣量约为 235 万 m^3，距坝枢约 14km，可以满足弃渣需求。

输水工程干管工程弃渣运输至沿管线设置的 8 个弃渣场，容渣量约为 96.31 万 m^3，综合运距在 5-11km，可以满足弃渣需求。

因灌溉支管弃渣较少，可沿线堆放于埋管上方，平均堆高约 7cm，故灌溉支管不设渣场。

弃渣对环境的影响主要表现为对景观的影响和新增水土流失。各渣场将按照水土保持要求采取相应的工程措施和植物措施，经采取措施后，弃渣对景观基本上没有大的影响，也不会产生大的水土流失问题。

（2）生活垃圾影响

施工期生活垃圾一般分有机垃圾和无机垃圾两类。无机垃圾包括各类炉渣、煤灰和建筑废弃物等，如不及时处理，则破坏景观，污染空气、土壤和水。有机垃圾包括厨房废弃物、果皮等，这类垃圾含有大量的有机物质，容易腐烂，特别在高温季节，乱堆乱

放的生活垃圾为蚊子、苍蝇及鼠类的孳生提供了良好的场所，有的还可能含有某种病原菌，加大了疾病的传播机率，故其危害较大。因此，对生活垃圾应进行妥善处置。

本工程施工期的生活垃圾及时清运至云阳县生活垃圾填埋场，不会造成二次污染。

6.11.2运行期影响

工程运行过程中的固废主要是向阳水库工程管理人员的生活垃圾等。工程管理人员40人，平均每天产生固体垃圾0.8kg，每年产生垃圾量为11.69t。

运行期生活垃圾产生量较少，生活垃圾及时清运至云阳县生活垃圾填埋场，不会造成二次污染。

6.12施工期环境影响

6.12.1对地表水环境的影响

施工期施工废污水排放可能对地表水环境产生影响。施工废污水包括生产废水、生活污水等，其中，生产废水主要有砂石料加工系统废水、混凝土拌和系统冲洗废水、修配系统含油废水等；生活污水主要为施工生活区施工人员日常生活产生的污水。

（1）生产废水

①砂石料加工系统废水

本工程砂石加工系统布置在大坝上游帆水河右岸袁家河坝，废水高峰产生量为211.5m^3/h，废水主要污染物为SS，浓度一般在15000mg/L以上。

从砂石料加工系统布置位置与水环境功能要求来看，团滩河水质目标为III类，废水排放标准执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）表4中一级标准，即SS≤70mg/L，满足此排放标准的废水完全可以回用，因此，砂石料加工系统废水拟处理后全部回用，既可减少施工用新水量，又可避免施工废水排放对河道水体的影响。

②混凝土拌和系统冲洗废水

混凝土拌和系统废水主要来源于每台班洗罐用水量。混凝土搅拌机一般是每班末冲洗一次。废水中主要含悬浮物，pH值也较高，悬浮物浓度在5000mg/L左右，pH值在11左右。

各混凝土拌和系统废水拟处理后全部回用或洒水降尘，不外排。

③施工车辆冲洗含油废水

工程施工期机修汽修废水主要来自于机械、汽车的冲洗及修理废水。废水中主要污

染物有石油类、COD 和悬浮物。一般情况下，石油类浓度约 10~30mg/L，COD 约 25~200mg/L，悬浮物约 500~4000mg/L。

废水均经隔油、沉淀处理后回用，对水环境影响较小。

④基坑排水

施工时基坑初期排水量小，水质和河道水质接近，直接将基坑内的积水排往下游围堰下游河床内。基坑经常性排水水量较大，由于基坑开挖和混凝土浇筑养护，基坑水悬浮物含量和 pH 值较高。经常性基坑排水 pH 值 11～12，悬浮物浓度 2000mg/L 左右。集水井的水排至沉淀池经中和、沉淀后排放至上游围堰上游河床内。

（2）生活污水

生活污水主要包括食堂废水、洗涤污水、淋浴污水、粪便污水等，主要污染物来源于排泄物、食物残渣、洗涤剂等。根据其它工程经验，生活污水污染物指标：COD 浓度一般 400mg/L，NH_3-N 浓度一般 35mg/L。

水源工程生活污水处理采用地埋式一体化生活污水处理设备进行处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，即 SS≤70mg/L、BOD5≤20mg/L、COD≤100mg/L，满足此排放标准的废水完全可以用于绿化、除尘等，因此生活污水拟处理后浇灌附近林地和耕地或作为水保植物措施用水等。

输水工程的办公生活区比较分散，修建小型旱厕，旱厕修建只考虑干粪池，作为周边农林的农肥使用。

总体来看，施工生产废水、生活污水均处理后回用和综合利用，不外排，对地表水环境影响较小。

6.12.2对环境空气的影响

根据工程区环境空气质量现状监测结果分析，工程区环境空气质量满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，工程建设对大气环境的影响仅限于施工期，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。施工期大气污染物的排放将造成施工区及施工公路沿线局部大气污染。

（1）砂石加工、混凝土生产粉尘

砂石加工系统在粗碎、筛分、中碎、细碎、制砂、运输等过程中均会产生粉尘。本工程设置一套砂石加工系统，砂石料加工系统粉尘粒径较大，易于沉降，污染范围有限。砂石加工系统距其最近的居民点距离在 50m 左右。

类比同类工程，在不采取措施抑尘时，土石方施工区 TSP 浓度可达 100mg/m^3 以上，将对施工区附近的居民点产生一定影响。

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。本工程在混凝土生产系统运行过程中需在袋装水泥(粉煤灰)仓库和贮罐顶部装设有脉冲袋式除尘器作为除尘设备，并辅以洒水降尘，以降低现场粉尘。

（2）开挖、爆破粉尘

水源枢纽工程开挖爆破、料场开采爆破过程中会产生爆破粉尘，由于爆破粉尘是在施工期内分时段排放，炸药引爆后瞬时集中排放，不会对施工区域环境空气质量产生长期的影响。

（3）交通运输扬尘

水源枢纽工程区施工对外运输量大，场内交通道路多为碎石路面，在重型施工车辆机械反复碾压下，易发生扬尘。据经验，车辆行驶产生的扬尘在同样路面清洁程度下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速下，路面条件越差扬尘量越大。根据资料，施工过程中车辆行驶产生的扬尘约占施工总扬尘量的 60%以上，一辆载重 30t 的汽车，在时速小于 60km 的情况下，估算其扬尘排放强度约为 1500mg/s。

本工程运输道路距离居民点最近的居民点为 5m，交通运输扬尘将对居民点产生一定影响。可通过限制车速、路面洒水等临时措施减轻扬尘不利影响。

供水灌溉管线工程因范围广，集中施工强度小，交通扬尘对管线施工区附近居民点影响较小。

6.12.3对人群健康的影响

施工期，施工人员集中，生活区产生的生活污水、生活垃圾，若处理不当，将会对生活区及周边的卫生环境产生影响，污染水环境，污染水源，同时为苍蝇、蚊虫等的大量孳生提供了环境，导致传染病极易发生，施工人员的健康受到影响。

（1）与卫生条件和习惯不良有关的疾病

工程动工之初，生活上的安排因陋就简，卫生设施不完善，卫生条件较差，与此相关的疾病如痢疾、肝炎等肠道性传染病将有可能发生，特别是在炎热的夏季，此类病的发病率可能会上升。

施工期，由于生产需要，大量的施工人员进驻工地，生活污水、垃圾等的排放量增加。生活污水中含有细菌、病原菌等病源微生物，垃圾的乱堆乱放将会给蚊虫孳生创造

有利条件，若不采取有效措施，可能会增加肠道传染病、虫媒传染病等疾病的流行机会，对施工人员造成不利影响。

（2）与人群密度增大有关的疾病

这类疾病主要为流行性感冒、肺炎等呼吸系统疾病。施工期，施工人员相对集中，施工劳动强度大，作业环境较差，可能导致个人抗病能力下降，加之其居住环境较差，可能使这类疾病发病率增加。

7.环境风险分析

7.1风险识别

7.1.1施工期

（1）施工期生产废水主要包括砂石加工系统冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、机械修配系统含油废水等，生活污水主要是施工生活区产生的污水。工程正常情况下不对外排放废污水，事故情况下废水若未经处理排至团滩河，将会对其水质产生不良影响。

（2）水源工程施工期需在团滩河沿岸临时建设一座油库和一座炸药库，主要环境风险来自于油料、炸药运输和贮存发生的泄漏对团滩河水质的污染风险。

（3）库区周边临时施工道路及复建道路施工活动带来的环境风险。

7.1.2运行期

（1）库区周边复建道路和对外道路存在运输危化品车辆事故时对库区水质的污染风险。

（2）本工程输水管线无明渠，主要为管道和隧洞，管线内水质受外环境污染风险影响很小。

（3）向阳水库上游没有工业污染源存在，主要是生活及农业面源，但处理不当也对库区水质有一定的污染风险。

7.2环境风险分析

7.2.1施工期

（1）废污水事故排放风险

其中砂石料加工系统废水量最大，产生量为211.5m^3/h，其污染物悬浮物浓度较高，为15000mg/L。工程正常情况下不对外排放废污水，事故情况下废水若未经处理排至团滩河，将会对其水质产生不良影响。

团滩河坝址处多年平均流量6.57m^3/s，水域规模为小河，简化为矩形平直河流，采用河流完全混合模式计算事故排放下地表水中污染物浓度。

$$c = (c_p Q_p + c_h Q_h)/(Q_p + Q_h)$$

根据团滩河坝址断面环境现状监测数据，平水期SS浓度为28.4mg/L，砂石料加工

废水在处理设施事故情况下全部进入团滩河，排放量为 211.5m^3/h，浓度按 15000mg/L 进行计算，则事故排放下团滩河下游 SS 浓度为 141mg/L，对下游水质影响较大，为避免事故发生，须采取事故防范措施。

（2）油料、炸药储运风险

向阳水库工程施工区这是临时油料库和炸药库，暂存量比较小，因此主要环境风险来自于油料、炸药运输至施工区时发生的泄漏对团滩河水质的污染风险。由于本工程跨河交通桥和左、右岸公路只是提供本工程施工期间的物资运输，运输量较小，发生危险品运输事故的可能性也较小。

（3）临时道路及复建道路施工环境风险

本项目临时道路及复建道路没有涉河工程量，施工期的环境风险主要是施工不合理排水和弃渣对周边地表水体带来的水质污染风险，加强施工期的环境管理，发生污染风险的可能性较小。

7.2.2运行期

向阳水库复建道路包括国道 G347、省道 S406、乡道 Y018 及机耕道，复建公路全长 10.7km，其中等级公路全长 10.13km，机耕道全长 0.57km。这些复建公路线路走向仍在库周范围，如果复建道路桥段发生危险化学品运输车辆安全事故，则泄漏的污染物将可能经观音寺河干支流进入到向阳水库中，进而影响库区水质。

7.3环境风险防范措施

7.3.1环境风险管理机构

（1）管理机构设置

依据《中华人民共和国安全生产法》、《国家安全生产事故灾难应急预案》和《城市供水条例》、《城市供水水质标准》、环境保护部《关于印发〈突发环境事件应急预案管理暂行办法〉的通知》（环发[2010]113 号）、《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）等法律法规及有关预案的规定，建议成立包括相关政府机构的向阳水库工程环境保护委员会（包括安全、水利、环保、发展改革、公安等部门），作为工程环境风险管理、风险预警、风险控制以及水污染控制等的协调机构，明确相关各方的责任和义务、制定安全规程、事故防范措施及应急预案。管理人员应明确职责与权限，清楚风险事故发生后果，具备解除事故和减缓事故的能力。

建议管理部门设置环境风险应急管理指挥部，成员由主管安全、环保、生产、调度等部门主管人员主管组成。指挥部下设管理办公室，设专人负责日常风险防范生产管理和应急预案管理，设值班电话和日常工作联系电话。对员工进行经常性的应急处理常识教育，落实岗位责任制。

（2）管理目标

为保护向阳水库工程水质安全和供水安全，建议成立相关政府机构（包括重庆市和云阳县的环境保护、水行政、政府等单位），作为环境风险管理、风险预警、风险控制以及水污染控制等协调机构。工程风险管理将由环境管理机构统一进行管理，以确保项目符合有关安全生产、环境保护法规的要求，以及环境风险防范措施和应急措施得到有效实施，各项防范和应急措施的投资得到落实，实现工程建设的环境效益、社会效益与经济效益的统一。

（3）管理内容

制订工程安全运行规程及环境风险管理制度，强化安全生产管理。组织开展安全运行、环境保护的宣传教育、专业讲座和技术培训等。进行运行管理、监测和总结汇报，确保工程安全运行，符合各项规定，并重视信息反馈，随时鉴别和纠正遗留问题。

发生事故时，启动应急预案，组织人员采取紧急措施妥善处理事故，进行救护和监测，按最大安全半径和最短时间疏散人群。影响较大波及周围环境时，应上报当地政府，配合政府实施应急预案；及时通知相关单位，采取相关防护措施。掌握引发事件危险化学品的类别和特性，受污染区域及可能涉及范围等，控制污染事故现场、划定紧急隔离区域、设置警告标志；对已发生污染危害的污染源应采取一切可能措施，予以消除，并防止扩散、蔓延；指令环境应急救援队伍进入应急状态，环境监测部门立即开展应急监测，随时掌握并报告事态进展情况；调集环境应急所需物资和设备，确保应急保障工作；统一协调相关部门的联动应急，确保应急处置工作有序进行。

事故得到控制后，对事故原因进行分析、总结和评价，提出今后的工作建议，并纳入未来管理工作中。

7.3.2施工期环境风险防范措施

7.3.2.1废污水风险防范措施

对生产废水处理系统进行有效的管理，可最大程度地避免事故的发生及可能带来的各种不利影响。为保证废水处理系统各设施正常稳定运行，操作人员应严格按照操作技术规程，进行正确的操作和定期的维护。

①按照“三同时”要求，为保证废水处理系统的有效运行，建设单位应把废水处理系统的建设与有效运行作为合同的条款之一纳入工程承包合同。

②环境监理单位应定期对废水处理系统的管理运行进行监督检查，及时掌握废水处理系统的运行情况，对不良情况提出口头或书面的整改意见。

③组织废水处理站的管理维护人员在上岗前接受专项技术操作培训，以保证各项废水处理设施的良好运行。

④在正式运行前进行调试，确定混凝剂的最佳投加量，确保出水水质达标和运行费用的优化。

⑤沉砂和污泥的及时处理是废水处理系统正常运行的关键。因此在运行管理中一定要特别重视泥渣的及时清运。

⑥废水处理系统的运行、管理费应专款专用，以保证废水处理系统的正常运行。

⑦一旦发生事故，应立即停止砂石料加工系统的施工生产，从源头上控制污废水的产生，待环保设施恢复正常后才可进行施工。

⑧施工生存过程中，若出现施工废水事故排放，应立即停止生产，停止废水的排放，尽快找出事故原因，使处理设施正常运转。

7.3.2.2油库、炸药库管理措施

对于工程使用的易燃易爆危险品（包括油库、炸药储存仓库），除应按照国家关于易燃易爆危险品管理规定做好管理以外，还需加强危险品、易燃易爆物品运输管理等规定。运输必须严格履行审批登记手续，符合安全管理规定要求，运输中必须认真执行有关安全规定。

装卸爆炸物品、油料应当在白天进行，要有专人负责组织指挥。装卸人员必须懂得装卸爆炸物品、油料安全常识；装卸现场应设置警戒，禁止无关人员进入。装卸时严禁摩擦、撞击、抛掷、拖拽。装载高度不得超过车厢，车厢与爆炸物品之间必须辅设软垫。包装要牢固、严密，车辆要有帆布覆盖并设有明显标志。

设计中针对油库、炸药库在生产中各种不安全因素，采取必要的措施，平面布置距离符合现行规范的要求，在油库罐区周围设防火堤，在罐区设有控制系统、消防监控系统、火灾报警系统。防爆区内电气设备严格按防爆等级选型，建筑防火按规范要求设计。油库及炸药仓库的布置应满足《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011）、《水利水电工程施工总布置设计规范》（SL 487-2010）等相关安全生产规范要求，与居民点和施工生活区保持必要的安全防护距离，并严防闲杂人员进入或

在周围活动。

油库、炸药仓库必须严格管理制度，设立醒目的物品存放标志和禁烟、禁火标志，其建筑结构应隔热防潮并设有安全警报系统。同时，发放炸药雷管、导爆管等爆破器材时应轻拿轻放，分别发放，应按爆破器材出厂时间和有效期先后顺序发放使用。在指定或允许的地点加工爆破器材时，严禁挤压、撞击、磨擦、抛扔及混装。机械设备必须防爆，并有导除静电的接地装置。装卸和搬运中，严禁滚动、摩擦、拖拉等危及安全的操作。作业时禁止使用易发生火花的铁制工具及穿带铁钉的鞋。

油料库油罐，应按设计规定装油，不能混装。油料库必须至少有如下制度：

①油库安全管理制度、用火管理制度、外来人员登记制度。

②油库油罐区域设置防火堤，一旦发生事故，油料外泄，泄漏油料和含油消防水可有效控制在储存区域内，不会外排到环境中。

③炸药库、油库区域要悬挂或张帖相应的安全标志和警示牌。地面爆破器材仓库（工棚）、油库应有防雷措施。露天存放的桶装油料，要尽量隐蔽、遮盖，垛位四周应设排水沟。

④油罐装置安全容量，油罐内壁涂防锈漆，定期清洗；夏季露天装轻质油料的油罐要设法降温；油罐、复土卧式油罐在油温基本稳定后，应采用密封储油等措施，改善保管条件，减少自然损耗，延缓质量变化。

⑤炸药库、油库区域要配备相应的消防器材，消防设备属于灭火专用，不准移作它用。

⑥建立出入库检查、登记制度，收存和发放民用爆炸物品必须进行登记，做到账目清楚，账物相符。

⑦库内必须整洁、防潮和通风良好，要杜绝鼠害。

⑧库内严禁烟火和明火照明，严禁用灯泡烘烤爆破器材；做好防火、防盗、防爆炸工作，配备好消防器材。

仓库应当指定专人管理、看护，严禁无关人员进入仓库区内，严禁在仓库区内吸烟和用火，严禁把其他容易引起燃烧、爆炸的物品带入仓库区内，严禁在库房内住宿和进行其他活动。

同时在雨水排放口、大门等位置设置应急拦截的沙袋等设施，一旦发现有油料溢出可以进行阻截，有效地防止其流入周边水体。

为阻断事故泄漏油料和消防水进入环境，合理设置符合水量要求的事故消防应急池。

当储罐区发生泄漏事故时，应立即启动相应应急处理措施。在泄漏储罐区外围设置隔离警戒线，坚决杜绝外部火源进入警戒区，调集收集器材和设备，佩戴防护器具的专业抢维修人员进入泄漏罐区，实施泄漏封堵和泄漏物质收集；进行泄漏罐区的善后清理。

冲洗受污染的泄漏罐区围堰内地面，开启连通泄漏事故罐区的污水管网阀门，将冲洗污水输送到污水处理场，避免泄漏介质排入水环境，产生次生环境污染事故。

严格遵守《爆破安全规程》（GB6722-2011）、《爆炸危险场所安全规定》（劳部发[1995]）、《水电水利工程爆破施工技术规范》（DL/T5135-2013）、《土方与爆破工程施工及验收规范》（GB 50201-2012）等相关规定，爆破施工前，应通告全体施工人员和附近居民，告知警戒范围、警戒标志和声响信号的意义，以及发出信号的方法和时间。爆破工作开始前，必须确定警戒区的边界，并设置明显的标志。施工单位在进行爆破施工前，应制定爆破施工安全事故紧急预案，定期培训施工人员，严格按照规程操作，加强施工安全的宣传教育。爆破前应有明显的警示音，并确定爆破影响区内无人员，方可爆破。

7.3.2.3施工作业管理措施

加强施工设备维护，配备备用电源，一旦发生事故，废水处理设施不能正常运转时，应立即停止施工，进行设备修理，待设备恢复正常后，方可开始施工。施工期间注意水情预报与当地气象预报，要发生强暴雨时，不能麻痹大意，必须做好预防工作。

工程施工安全方面，应加强施工安全管理，严格遵守《水利水电工程施工通用安全技术规程》（SL398-2007）、《水利水电工程土建施工安全技术规程》（SL399-2007）、《水利工程建设安全生产管理规定》（水利部令第 26 号）等相关规定，施工单位、业主、监理单位等在施工过程安全管理中，需统筹兼顾，不留死角，集中力量抓好重点；工程监理单位和施工单位做好现场施工技术管理工作，确保现场建立起正常的安全文明施工秩序，并协调解决工程建设中有关安全文明施工的重大问题；重视施工高峰期的施工安全，注意其它施工期间各个安全环节；严格控制关键工序安全操作规程，全面抓好一般工序施工的安全要求；抓好关键部位施工对象的施工安全，保证全部施工对象的安全生产，通过要求施工单位实行标准化作业，规范施工行为，以及建立安全监理日常巡视、例会等制度，落实安全生产管理。只要严格做好施工安全管理，施工事故风险是可以防范和避免的。

7.3.3运营期环境风险防范措施

7.3.3.1水库水质风险防范措施

针对向阳水库工程入库水质不满足水功能区划水质目标的水质风险防范措施：

1）需要进一步加大云阳县境内及汤溪河综合流域水污染治理力度，严格落实《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划》提出的点源（工业、城镇生活）、面源（农村生活污水、畜禽养殖、生活垃圾等）污染控制措施，包括库区上游、坝下区域、受水区、退水区，消减污染负荷，在 2030 年满足水功能区划水质目标要求；

2）严格落实《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发[2015]17 号）、《全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030 年)》（国函[2010]39 号）、《重庆市水污染防治工作方案》、《云阳县水污染防治行动计划实施方案》（2016 年～2030 年）、《云阳县水污染防治目标责任书》（2016 年～2020 年）等关于云阳县控制断面水质考核的相关要求，云阳县需要全面落实国家及重庆市等水污染防治工作方案（包括点源、面源），消减区域污染物排放量，保障水功能区水质达标。

3）基于水库上游及库区面临的主要环境风险，禁止水库上游高污染、高风险的建设项目进入；严格管理穿越区域公路和油气管线，建立应急预案，储备必要的应急物资，有效应对突发事件对水源的威胁；重庆市及云阳县人民政府要建立完善水源环境管理档案和水源环境风险评估机制，定期排查水源周边及上游的风险隐患，特别要加强对高风险生产性企业、危险化学品运载、装卸和储存设施的监管，督促完善防溢、防渗漏、防污染措施。

7.3.3.2水库清库措施

鉴于向阳水库工程投入运行后，将形成一定回水区域（干流团滩河回水长度 6.7km，库区主要支流帆水河回水长度 3.9km，后叶沟回水长度 2.0km，小河回水长度 0.8km，合计回水长度 13.4km），为保证回水区域的水质安全，需要根据《中华人民共和国环境保护法》、《水利水电工程水库库底清理设计规范》（SL644-2014）、《水电工程水库库底清理设计规范》（DL/T 5381-2007）等法律、法规等规章，蓄水前对向阳水库回水淹没范围进行库底清理，包括卫生清理；建筑物和构筑物清理、林地清理；特殊清理对象等。清理实施须强化各级政府领导、组织、监督职能，有目的、有计划的进行，清理时间过早、过晚都达不到预期的目的。

库底清理应当由当地政府及工程建设管理部门组织实施。组织由卫生、环保、市政、城建、交通、林业、水务等部门成立的库底清理小组，在专业负责与群众参与相结合的原则下，库底清理工作实行岗位责任制。明确清理责任人和专业验收责任人的岗位责任，对库底清理的工作人员进行专业培训。

卫生清理中一般污染源的工作，在卫生防疫部门指导下，由乡（镇）政府组织实施。

传染性污染源清理，由卫生行政部门组织实施。农村生活垃圾清理由乡（镇）政府组织实施，环保部门负责监督。农村建筑物清理由有乡（镇）政府组织实施。库底清理过程中要符合劳动、安全、卫生的要求，应严格遵守有关法规。

水库管理部门要建立库底清理档案，记载清理项目、清理过程、清理责任人和验收责任人。为了保证清库质量，必须组织库底清理验收，通过清库验收，杜绝留下未清理的隐患。验收分为自验和终验。自验由地方人民政府组织，对已实施清理的全部项目，分组到现场逐项验收，编写库底清理验收报告。终验由政府主管部门和建设管理单位负责组织库底清理验收委员会，按照水库库底清理的技术要求及有关规定，对库底清理结果进行全面的验收，编制终验报告。经验收委员会验收合格后，方能蓄水。

从清库的管理规定、实施措施、组织方式、验收办法等可以看出，只要按规定实施清库，淹没区内原有污染物质都会得到较为彻底清除和处置，蓄水后其对水质影响将较小，对水质造成较大污染可能性是很小。

7.3.3.3公路交通事故污染防范措施

（1）落实水质监测措施，建立保障措施

鉴于修建后的向阳水库紧靠 G347 国道，G347 国道是区域重要的交通要道，环境风险较大。需要在向阳水库库尾设置水质自动检测设备，G347 国道运输酸液、碱液、毒性液体、有机溶剂、油类、农药、化肥以及其他可能污染水源的物质，必须采取防溢、防渗、防漏措施和事故应急措施。

有关公路管理部门应加强桥梁段附近的交通管理，尤其在雨雪灾害天气等事故易发状态下，加强巡检和管理，减少发生事故几率；地方政府应加强道路运输安全管理，尤其是危险运输品的运输安全管理，严格禁止危险运输品的无照、超载等违规运输。

（2）强化管理，降低污染风险

建议地方政府加强交通、环境保护、水行政等主管部门的协调工作，全面实施水源保护区的交通保护措施，降低交通运输产生的环境污染事故。需严格遵守相关规定，尤其是危险运输品的运输安全管理，严格禁止危险运输品的无照、超载等违规运输。

（3）全面协调，落实相关措施职责

为预防区域交通道路的环境污染事故，主要采取的措施如下：

首先，应成立地方政府应急办建立危险化学品运输联席会议制度和通报制度。组织安监、公安、消防、交通、质监、环保、卫生等有关监管部门参加的危险化学品运输联席会议制度，定期通报危险化学品运输管理情况。同时，建立危险化学品道路运输通报

制度，危险化学品道路运输转移联单由所在地和接收地的公安部门核准后，将道路运输转移联单连同详细路线图和运行时间表，移送安监、交通运管、环保部门等有关部门采取必要的防范应对措施。

其次，加强职责部门的监管职责，有效预防危化品运输事故。一是公安交警部门要严把危险化学品运输车辆的新车上户关和车辆年检审验关，严禁不合格车辆非法上路；

三是质量监督部门要严把槽罐容器检验关。对于槽罐车的载质量、容积和外形尺寸按介质实际密度进行核定，坚决杜绝“大罐小标”私自改装行为；

四是交通运管部门要严把运输市场准入关，进一步强化运输危险化学品企业责任，加强对挂靠经营行为的管理。

五是交通部门在上游主要河流和人口稠密区的公路设置危险化学品运输车辆警示标志，通过的涉危车辆应由交警部门对通过时间、路线、承运的危险货物、重量等进行审批，并由交警部门通报沿线安监、公安、消防、环保等相关部门做好应对工作。

7.3.3.4水质预警监控防范措施

随着库区的社会、经济的不断发展，库区水质面临的水质风险也随之增加，为保障水质安全，需要遵循《中华人民共和水污染防治法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国传染病防治法》、《城市供水条例》和《城市供水水质管理规定》（建设部令第156 号）等相关规定，建立完善的水质预警监控措施。

首先，全面落实向阳水库水污染防治规划中提出的环境监测能力建设目标和任务，强化日常监察执法，加强重点排污口及重点企业污水处理设施的监管，重点加强涉重金属和“双高”企业的日常监管和后督察，对环境安全管理基础薄弱的工业园区及重点企业实行全过程实时监控，整治环境违法行为。开展环境风险源调查，筛选潜在的重大风险源，实施分级分类动态管理，建设区域风险监控预警平台。根据总量控制要求确定的，饮用水水源二级保护区和准保护区内的工业污染防治、生活污水处理厂建设、畜禽养殖和农业面源治理。

制定切实可行的水污染应急预案，有效防范和处置重大水污染事故。推进环境应急能力标准化建设，包括环境应急指挥系统、应急交通工具、应急装备和物资、应急调查取证设备、办公设备等和人员培训。定期组织应急预案演练，做好演练的先期筹备、组织开展和后期总结归档工作，提高应急预案的针对性和可操作性。加强应急机制的统一协调，建立应急响应联动机制，建设向阳水库饮用水水源地应急能力工程。

其次，重庆市及云阳县水行政主管部门要把保障供水安全作为水资源管理和保护的

首要目标，加强水利工程调度、环境治理、生态修复和水土保持等综合措施，保障水库水量和水质要求。

第三，建立和完善管理和保护的组织机构，强化日常监督管理，制订和落实重要水库保护办法和各项工作制度。

第四，在现有监测系统（监测网）的基础上，提出监测站网及监测能力建设方案，及监测点、监测频率、监测项目、定期公布的意见；建立健全动态监测体系，定期监测水质状况，发现重点污染物排放总量超过控制指标，或者水功能区水质尚未达到水域使用功能对水质要求的，应及时报告云阳县人民政府采取治理措施。供水单位应按规定定期进行原水水质检测，原水水质不符合《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）、《城市供水水质标准》（CJ/T206-2005）时，应及时采取相应措施，并报告当地人民政府城市供水、水利、环保主管部门。

7.3.3.5水质风险预警监控监测方案

为应对突发性环境污染事件的影响，避免或减轻水库遭受污染而影响水质，提高突发污染事件的应对能力，及时、有效地处置各种环境污染事件，保障供水安全，维护政治、经济和社会稳定，制定水库水质预警监控监测方案。

监测点位：监测内容有向阳水库水质、库尾团滩河入流水质、库区帆水河及后叶沟入库水质、附近污染源排污情况、向阳水库下泄水质等。

检测指标：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的 24 项常规水质检测指标，以及叶绿素 A、藻类总密度。

监测频次：根据事件级别确定监测频次，水环境预警分为特别重大（I 级）、重大（II 级）、较大（III 级）和一般（IV）四级，事件分级规定参见《国家突发环境事件应急预案》。

表 7.3-1　水质风险常规监测频次

序号	事件级别	监测频次
1	一般（IV）	每月 1 次，（其中取水口 4 月起每天一次）
2	较大（III 级）	每月 2 次，（其中取水口 4 月起每天一次）
3	重大（II 级）	每周 1-2 次，其中取水口 4 月起每天一次
4	特别重大（I 级）	每天 1 次，可根据事态加密监测

入库河流监测项目和频次：原则上监测频次为每月监测一次，如发生预警时，相关区域入湖河流进行加密监测。

自动监测项目和频次：根据自动监测仪器的实际状况确定。

7.3.3.6水库水质风险的应急水源替代措施

鉴于水库上游水质达标存在不确定性和上游的主要污染源风险，在向阳水库来水水质不满足水质标准时，需要停止向供水对象的进行供水，利用供水对象区域已有的水库进行应急供水；供水对象区域的水库水量难以满足需求时，需要利用供水对象的其他水源进行应急替代，降低水库水质不达标对供水区域的供水安全影响。

供水区域人民政府制定城市供水安全保障应急预案，形成有效的预警和应急机制，在紧急情况下，开展地表水与地下水联合调度，合理调度应急储备水源；制定特殊情况下的区域水资源配置和供水联合调度方案。

7.4环境风险应急预案

7.4.1应急预案体系

根据《国家突发公共事件总体应急预案》、《重庆市突发公共事件总体应急预案》等相关要求和说明，确定本工程应急预案，并及时编制《环境风险应急预案》并报所在地环境保护主管部门进行备案。根据本项目特点，制定如下应急预案措施体系，详见表 7.4-1。

表 7.4-1　应急预案体系

序号	项目	内容及要求
1	应急计划区	水源区、受水区
2	应急组织机构、人员	专业救援队伍-负责事故控制、救援和善后处理
3	预案分级响应条件	规定环境风险事故的级别及相应的应急状态分类，以此制定相应的应急响应程序。
4	应急救援保障	应急水质监控监测设备、溢油应急设备和材料
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式和交通保障、管制
6	应急环境监测、抢险、救援及控制措施	由专业队伍负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据。
7	应急检测、防护措施、清除泄露措施和器材	控制事故发展，防止扩大、蔓延及连锁反应；消除现场泄漏物，降低危害；具备相应的设施器材设备；控制防火区域，控制和消除环境污染的措施及相应的设备配备。
8	人员紧急撤离、疏散，应急剂量控制、撤离组织计划	事故处理人员制定毒物的应急剂量、现场及邻近装置人员的撤离组织计划和紧急救护方案；制定受事故影响的邻近地区内人员对毒物的应急剂量、公众的疏散组织计划和紧急救护方案
9	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序；事故现场善后处理，恢复生产措施；解除事故警戒、公众返回和善后恢复措施
10	应急培训计划	应急计划制定后，平时安排事故处理人员进行相关知识培训，并进行事故应急处理演习；对工人进行安全卫生教育
11	公众教育和信息	对监控地区公众开展环境风险事故预防措施、应急知识培训并定期发布相关信息

7.4.2应急程序

应急程序见图 7.4-1。

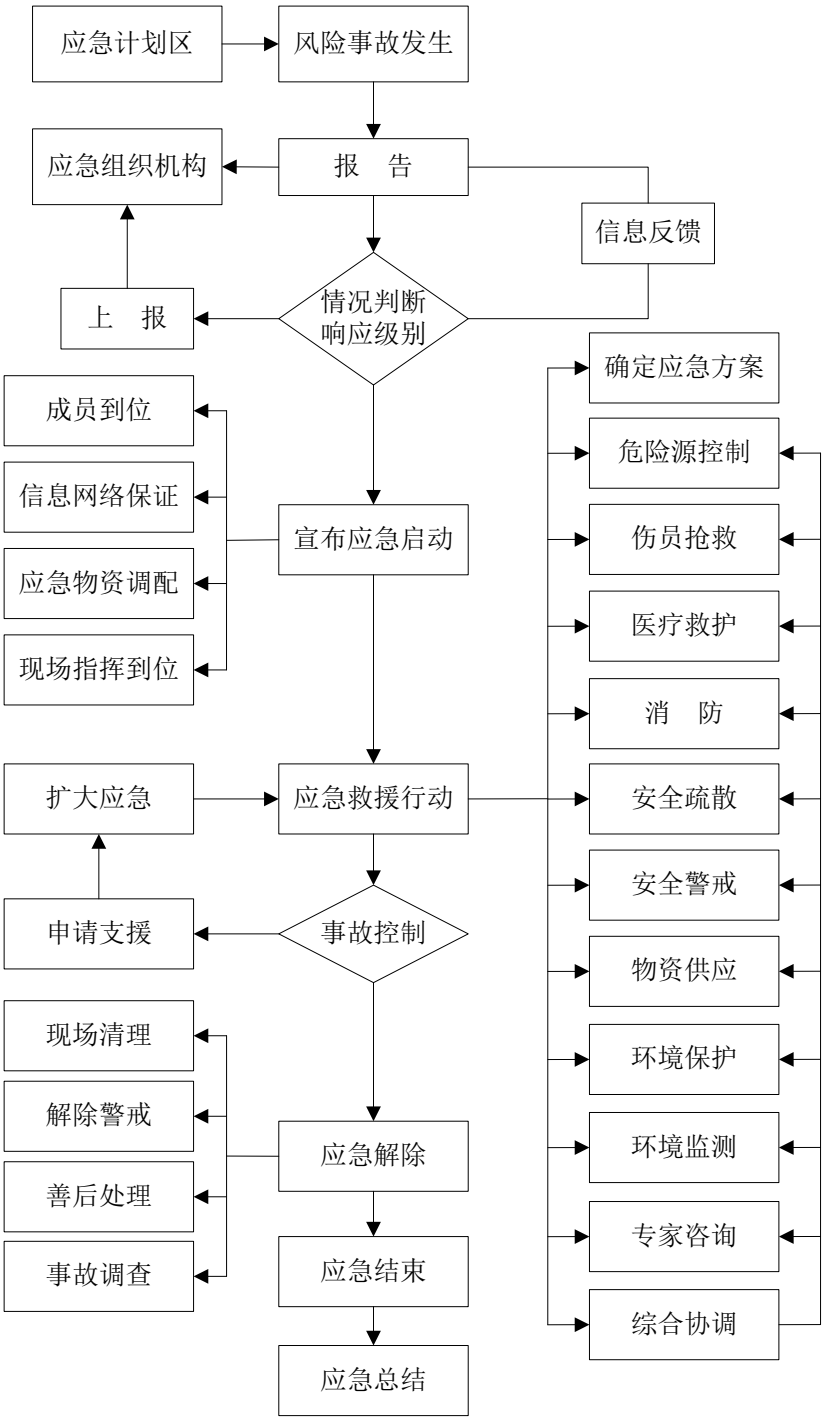


图 7.4-1　事故应急程序图

7.4.3应急联动

应将本项目的应急预案纳入到云阳县、汤溪河综合流域规划及重庆市的相关应急体系中去，形成区域的应急联动机制，提高应急能力。

8.环境保护措施及其经济技术论证

8.1环境保护措施设计原则和依据

8.1.1设计原则

（1）预防为主、防治结合

环境保护设计要遵循预防为主、防治结合原则，合理布局，减少二次污染。

（2）全局观、协调性及生态优先

工程景观恢复措施应当与工程区的生态建设紧密协调，切实做到生态优先。

（3）科学、针对性

环保设计应当结合工程对环境影响特点，对产生的水土流失、景观生态、水生及水环境、交通等方面的影响采取科学、有效的环保措施。

（4）“三同时”原则

各项环保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

（5）经济性与有效性相结合

各项环境保护措施都必须做到投资省、效益性好、可操作性强。

8.1.2设计任务

根据上层相关环境保护规划、汤溪河综合流域规划及规划环评、项目环境影响评价的要求，针对工程建设带来的不利环境影响，向阳水库工程环境保护措施设计任务主要包括：地表水环境保护措施、陆生生物保护措施、水生生态保护措施、地下水环境保护措施、声环境保护措施、环境空气保护措施、固体废物处理措施、移民安置区环境保护措施、环境风险防范措施及其它环境保护措施等。

8.2生态流量保障措施

8.2.1工程施工期

向阳水库施工采用围堰一次拦断河床，隧洞泄流的导流方式（截留时导流隧洞已贯通），导流隧洞进口底板高程 345m。工程施工期按天然径流下泄水量，保障下游河道生态环境用水。根据施工组织设计，施工第二年 10 月中旬截流并填筑围堰，围堰填筑从截流戗堤开始，填筑过程中水位逐渐抬升，期间河道水流从未合龙部位下泄，至围堰合龙时，堰上水位已涨至 345m 以上，此时河道水量可从导流隧洞下泄，因此施工开始至

导流隧洞封堵期间，可保障河道水流正常下泄，围堰封堵完成后可通过导流隧洞下泄生态水量。

8.2.2蓄水期下泄生态流量

（1）初期蓄水计划

根据施工进度计划安排，第六年 1 月初导流隧洞下闸蓄水。根据可研，按照初期蓄水原则，分别对平水年（P=50%）和枯水年（P=75%）进行初期蓄水计算，P=50%年份，蓄水后至 4 月中旬可蓄至死水位 390m；P=75%年份，蓄水后至 5 月下旬可蓄至死水位 390m。

P=75%来水频率下，从起蓄水位 345m（导流洞底板高程）蓄至取水塔进口底板高程 380m，约需 133 天。

（2）初期蓄水原则

①根据天然来水，优先满足坝址下游断面生态流量等综合用水要求；

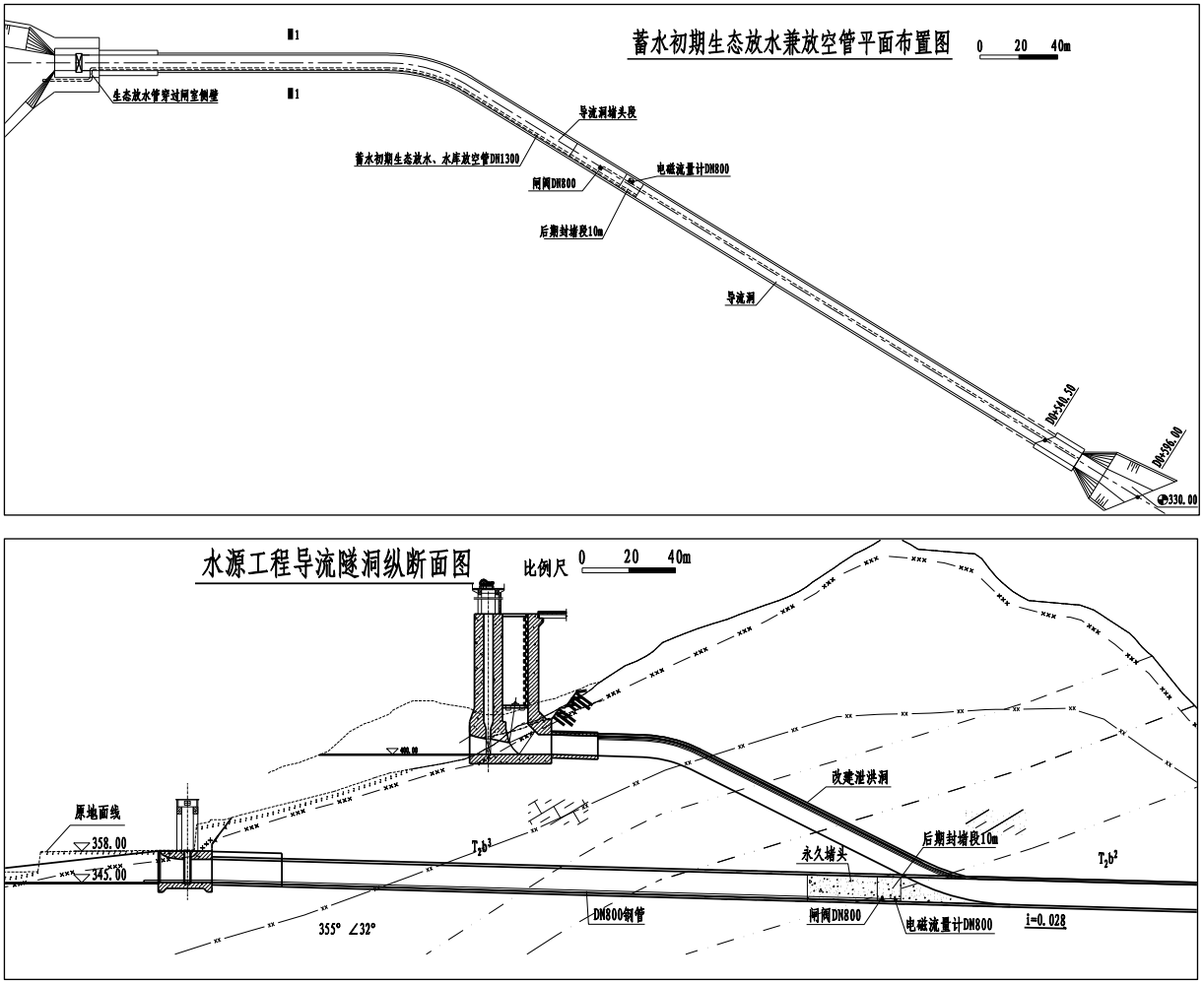
②当天然来水大于下游综合用水需求时，水库进行蓄水；在水库正常发挥供水效益之前，当天然来水小于下游综合用水要求时，水库按照来水放水。

（3）初期蓄水期间生态流量下放措施

初期蓄水下泄生态放水采用导流洞内埋管方式，在导流洞闸室段下游右边墩预埋一根 DN800 生态放水钢管，钢管进口中心高程 345.4m，在穿过边墩后进入导流洞内，导流洞内钢管沿隧洞右下角预埋，外用 C25 砼浇筑，钢管出口设在封堵体下游末端处，在封堵体下游侧设一 DN800 闸阀和 DN800 电磁流量计。钢管总长约 325m，其中洞内钢管长 295.5m。

下放导流隧洞封堵闸门后，洞口水面高程为 346m 时，生态放水钢管能稳定下泄大于 1.31m^3/s 的生态流量。此后可控制钢管的闸阀开度，使水库水位逐步上升。在水库水位蓄至右岸进水口底板高程 380m 以上后，生态放水即由右岸进水口经引水隧洞下泄，此时可关闭闸阀，将闸阀浇筑于砼堵体内做永久封堵。

根据大坝下闸时间及保证率 P＝75%枯水年上游来水量，经蓄水计算，从 380m 蓄至水库死水位 390m，约需 8 天，期间采用取水塔下泄生态流量；水位蓄至死水位 390m 之后，通过引水发电系统下泄生态流量。



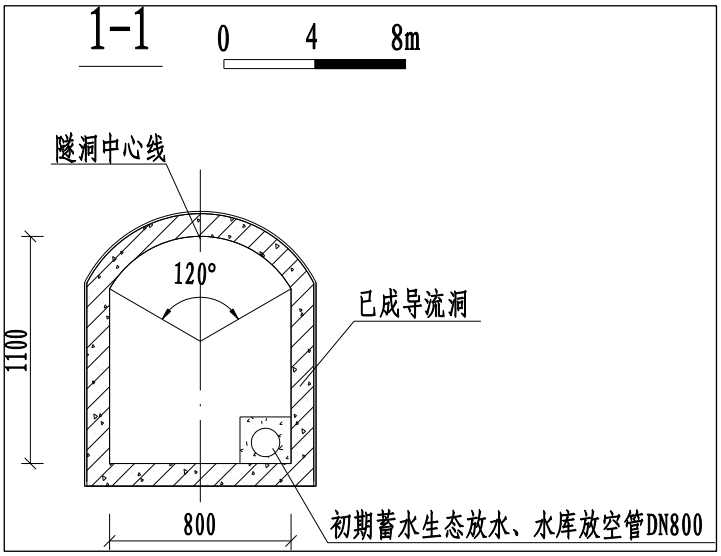


图 8.2-1　初期蓄水阶段临时生态放水管布置图

8.2.3运行期下泄生态流量

水库正常运行过程中，通过坝后生态电站下放生态流量，在运行过程中实行机组轮

流检修，尽可能避免同时检修。

本工程生态电站的机组在电网中不承担调峰任务，主要利用生态流量和汛期弃水发电。运行期向阳水库优先保障下游河道生态流量：汛期 5～10 月下泄 2.63m³/s 的生态流量，非汛期 11 月～次年 4 月按 1.31m³/s 下泄生态流量。

生态电站装机 4×1.05MW，共计 4.2MW，单台机组额定引用流量为 1.17m³/s，最小发电流量为 0.90m³/s。额定工况下四台机组同时运行时流量可达 4.68 m³/s。通过各台机组以发电方式可以满足不同时期的最低下泄生态流量要求，汛期生态流量为 2.63m³/s，三台机运行可满足要求；枯水期生态流量为 1.31m³/s，两台机运行可满足要求。

为保证极端特殊情况下（比如四台机组同时检修或同时停机等）生态流量能够正常下放，通过在电站引水管道设旁通管下泄生态流量，生态流量管采用直径 0.8m 的钢管，由活塞式多功能控制阀控制，并设闸阀控制和电磁流量计。生态流量管连接于引水发电兼放空主管桩号 Q0+689.77 处，全长 45m，明管布置，每隔 6m 设置一个 C25 砼支墩。钢管管材为 Q345-C 钢材，壁厚 15mm。管道中心高程 333.59m。水库死水位时生态放水管过流能力为 9.04m³/s，大于生态流量 2.63m³/s，过流能力满足要求。放水管出口接天然河道，通过消能阀消能。

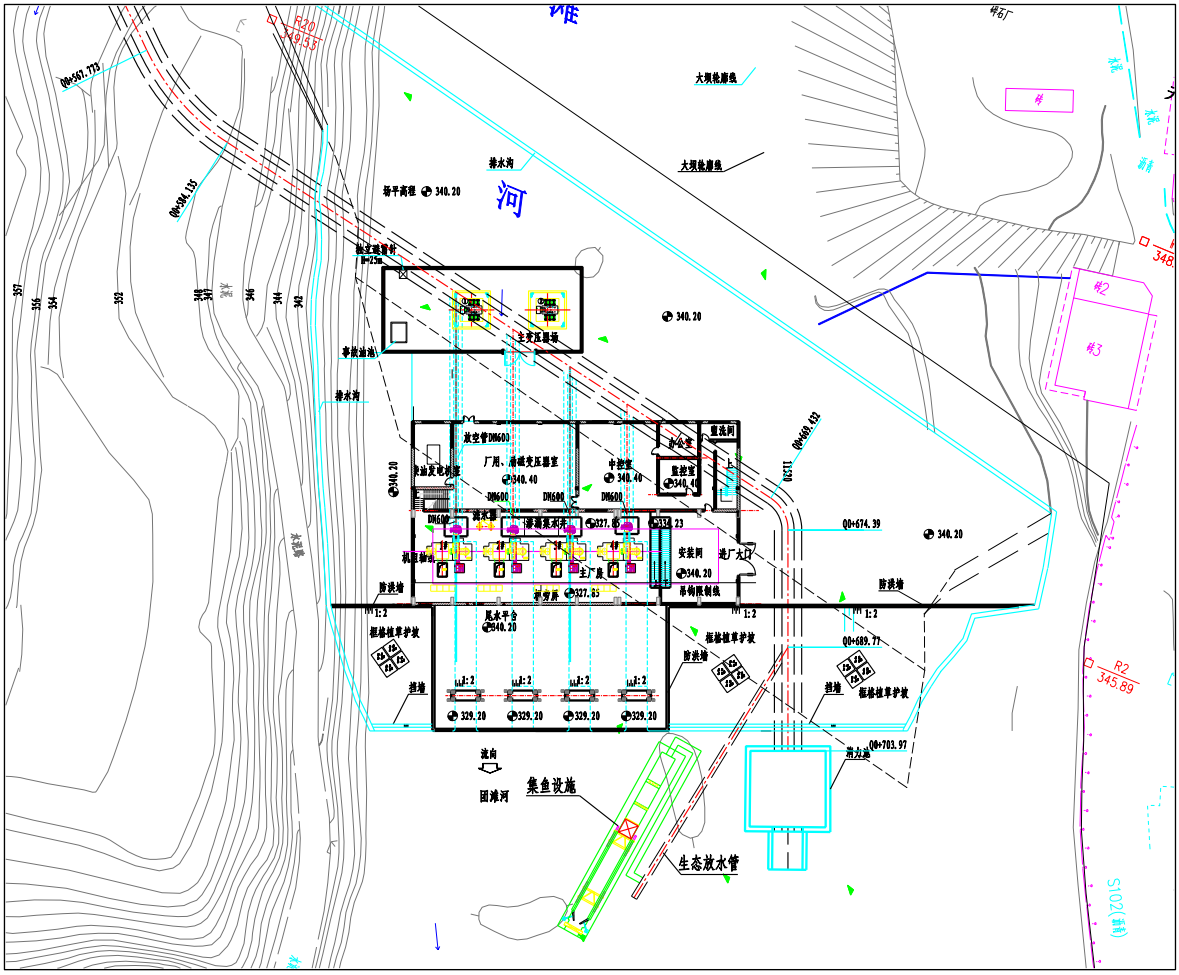


图 8.2-2　运行期永久生态放水管布置图

表 8.2-1　　永久生态流量放水管工程量表

编号	项 目	单 位	数 量	备 注
1	C20 排水沟砼	m3	32	
2	Q345C	t	29	
3	C25 钢筋混凝土	m3	112	镇支墩混凝土
5	钢筋制安	t	5	
6	波纹伸缩节（压力等级 1.8MPa)	t	1	其中：D＝0.8m，1 个。
7	闸阀	个	1	其中：D＝0.8m，1 个，压力等级 1.8MPa。

8.2.4建立生态流量监测系统

在水库初期蓄水前，在坝下应建成生态流量实时监测系统，并与具备远程监控能力，实时了解蓄水期和运行期坝址下游河道的流量情况，当下泄流量低于要求下泄的生态流量时，及时报警。系统应具有数据远程传输和监控的功能，将实时流量数据传输至集控中心，并结合管理需要将数据同时传输至相关管理部门。本项目在导流洞出口消力池下

游 20m 以及电站尾水渠下游 50m 处，各布置一个超声波流量计进行生态流量在线监测。

8.3废污水水环境保护措施

8.3.1施工期污废水环境保护措施

施工期水环境保护措施主要是施工污废水的处理措施。根据施工分区布置及施工区附近地表水功能、施工废污水主要污染物特征，对各区不同的废污水采取因地制宜、分别处理的方式。

8.3.1.1砂石加工系统废水处理措施

（1）废水特点

砂石料加工废水具有废水量大，SS 浓度高的特点，一般 SS 浓度高达 15000mg/L 以上，经过处理达到《水电工程砂石加工系统设计规范》（DL/T5098-2010）的砂石加工系统回用水水质要求（SS≤100mg/L）后，实现废水循环利用。

（2）处理工艺

向阳水库砂石加工系统只有一个，布置在大坝上游帆水河右岸袁家河坝，建筑面积 5800m^2，占地面积 22000m^2，距料场约 0.6km，该系统生产水源工程、输水工程所需的混凝土骨料、垫层料等。施工过程中砂石料冲洗废水比较集中，在施工过程中容易进行处理和控制。

目前用于砂石加工系统废水处理的主要有自然沉淀法、絮凝沉淀法、机械加速澄清法，三种处理方法的对比情况见表 8.3-1。

表 8.3-1　砂石加工系统废水处理工艺对比表

处理工艺名称	处理工艺概述	优点	缺点
自然沉淀法	废水进入沉淀池，不使用絮凝剂，在沉淀池中进行自然沉淀，上清液回用。	处理流程简单，基建建设技术和费用相对较低，运行操作简单，运行费用少。	要达到较好的处理效果，沉淀池的规模要求较大。
絮凝沉淀法	废水先经过沉砂处理单元把粗砂去除后，再进入絮凝沉淀单元，上清液回用	由于絮凝剂投加，使小于 0.035mm 的悬浮物得到快速、有效的去除，占地面积小，废水处理效果较好，并且可以回收细砂。	增加了机械设备和运行费用。
机械加速澄清法	将混合反应池和沉淀池合二为一体，即机械加速澄清池具有混合和沉淀双重功能	节约了处理设施占地面积、减少了絮凝剂用量；处理效果好，占地面积少	机械加速澄清池结构复杂，设计难度和基建技术要求比较高，设备费、运行费和维护费都较高。

通过上表的比较，从维护管理、运行费用来看，自然沉淀法具有较大优势，就去除悬浮物的工艺效果和占地面积而言，机械加速澄清法最好，絮凝沉淀法次之；机械加速

澄清法虽然占地最小，但工程设计、施工及管理水平要求较高，不太适合于水电工程的临时项目。本工程砂石加工系统废水中绝大部分是无机颗粒，沉降性能良好，加之施工用地较为紧张特点，自然沉淀法不能满足该工程的要求，经过三个方案比较，推荐采用絮凝沉淀法进行处理。

絮凝沉淀法的工艺流程如下图。

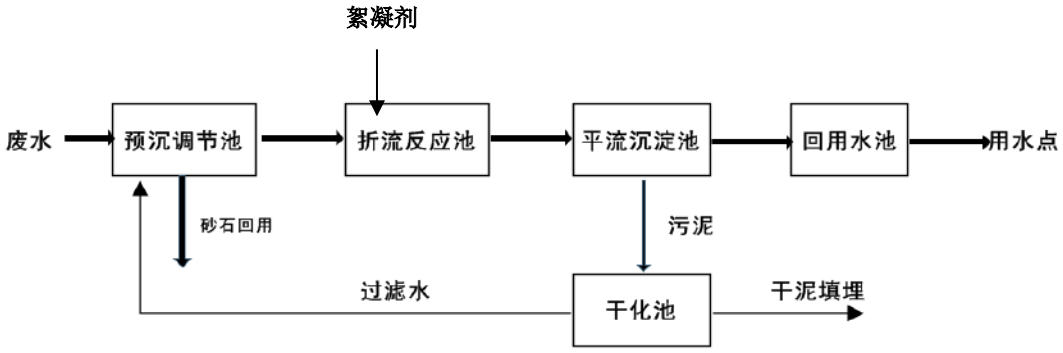


图 8.3-1　絮凝沉淀法工艺流程图

（3）构筑物设计

根据工艺需要，处理设施需要配备的构筑物和主要设备如下：

①预沉调节池 1 座

预沉调节池作为废水的收集池，同时兼初沉池的作用。在其前端为沉淀区，砂石微粒和其他大悬浮物在此沉淀。配置一台排砂泵，两台提升泵。

②折流反应池 1 座

主要为废水与混凝剂和助凝剂反应提供充分的混合，利用管道和水力来达到搅拌的目的。

③平流沉淀池 1 座

反应混合物在此实现固液分离。配置刮泥机，无堵塞自吸式污泥泵。

④回用水池 1 座

储存沉淀池出水用于料场用水，配置两台泵，规格同调节池提升泵。

⑤干化池 2 座

干化池主要用途为污泥干化。由于沉淀池排出来的污泥含水率很高，不易作回填等用途。通过干化池的脱水后含水率可达 50%左右，用于施工回填等。两个池子轮流使用。

⑥事故水池 1 座

为避免处理系统发生事故时废水外溢，需设置事故水池 1 座，要求其可容纳 8 小时

废水量，该水池在平时也可以兼作为回用水池用。

（3）废水循环利用可行性分析

砂石加工系统废水污染物主要是 SS，根据砂石废水处理设备性能，废水经过处理后，SS 浓度能够降低到 100mg/L 以下；经过处理的砂石加工系统废水完全满足砂石加工系统冲洗用水循环利用要求；废水 SS 与砂石骨料属于同一岩性，不含有影响砂石质量的物质。鉴于以上分析，废水经处理后，水质满足循环利用和综合利用要求。

工程砂石加工系统施工废水产生量 211.5m³/h，废水处理系统的处理能力考虑一定的预留空间，设计处理能力为 250m³/h。根据处理后的废水水质、水量及废水容纳空间分析，砂石加工系统废水循环利用和综合利用是可行的。

（4）运行管理与维护

该废水处理系统运行管理的主要内容包括：废水处理系统中水泵等相关设备的检修；及时清理预沉调节池内的砂石以及平流沉淀池中的污泥，清理出来的砂石可以回用，污泥经干化后运至渣场填埋。应该加强废水处理和程序管理，增强废水处理、循环（综合）利用过程的抗冲击能力。

组织处理设备管理维护人员上岗前接受专项技术操作培训，以便对电器仪表设备进行正确、规范的操作与维护，并严格制订操作规程，保证废水处理设备的良好运行。

8.3.1.2混凝土拌合系统废水处理措施

（1）废水特点

混凝土拌和系统废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗过程，该部分废水相对较分散，水量小，且为间歇排放，悬浮物浓度在 5000mg/L 左右，pH 值在 11 左右。处理达到《混凝土拌和用水标准》（JGJ63-2006）后回用于混凝土拌和系统的冲洗达标回用，处理目标为 SS≤100mg/L。

（2）处理工艺

方案 1：竖流式沉淀池，其占地面积小，但是沉淀池要求较深，施工难度大，对冲击负荷适应性较差，造价较高。

方案 2：平流矩形沉淀池法。每台班末的冲洗废水排入池内，静置沉淀到下一班末回用于混凝土搅拌。池的出水端设置为活动式，便于清运和调节水位。

对比以上 2 个方案，方案 2 土建施工简单，造价低，泥渣可定期人工清理；方案 1 施工难度大，对冲击负荷适应性较差，造价较高，所以本工程推荐方案 2。处理工艺见图 8.3-2。

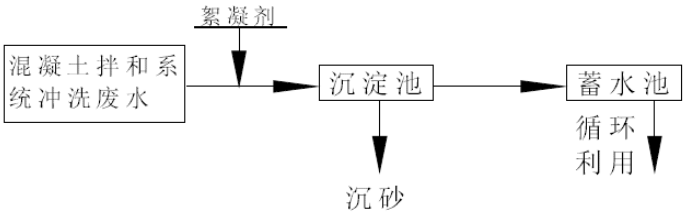


图 8.3-2　混凝土废水处理工艺流程图

针对混凝土冲洗废水特点，采用间歇式自然沉淀的方式去除易沉淀的砂粒。该处理方法的特点是构造简单，造价低，管理方便，仅需定期清池。冲洗废水 pH 值偏高，但因水量小，影响不大，暂不考虑 pH 中和措施，如运行期间有较大影响，临时投加酸性中和剂即可采用统一形式和规模的矩形处理池，每台班末的冲洗废水排入池内，静置沉淀到下一台班末回用于混凝土搅拌。

（3）废水循环利用可行性分析

根据混凝土拌和废水处理设备性能，废水经过处理后，SS 浓度能够降低到 100mg/L 以下，不含有影响混凝土质量的物质，完全满足混凝土拌和系统冲洗用水循环利用要求。

水源工程混凝土拌和系统布置在袁家河坝，施工废水产生量 2.4m³/h，废水处理系统的处理能力考虑一定的预留空间，设计处理能力为 3m³/h；输水工程固定式拌合站施工废水产生量 1.8m³/h，废水处理系统的处理能力考虑一定的预留空间，在隧洞进、出口各布置一套平流矩形沉淀池，同时考虑到隧洞底板施工废水的处理要求，每套设计处理能力为 4m³/h。根据处理后的废水水质、水量及废水容纳空间分析，混凝土拌和系统废水循环利用是可行的。

（4）运行管理与维护

该废水处理系统运行管理的主要内容包括：废水处理系统中水泵等相关设备的检修；及时清理预沉调节池内的砂石以及平流沉淀池中的污泥，清理出来的砂石可以回用，污泥经干化后运至渣场填埋。应该加强废水处理和程序管理，增强废水处理、循环（综合）利用过程的抗冲击能力。加强碱液的管理。

组织处理设备管理维护人员上岗前接受专项技术操作培训，以便对电器仪表设备进行正确、规范的操作与维护，并严格制订操作规程，保证废水处理设备的良好运行。

8.3.1.3机械修配系统废水处理

（1）废水特点

本工程的水源工程布置有 1 个机械修配厂、1 个汽修厂，均在团滩河右岸库区淹没范围内，距离较近。机械维护及汽车冲洗废水中主要污染物有石油类、COD 和悬浮物。

一般情况下，石油类浓度约 10~30mg/L，COD 约 25~200mg/L，悬浮物约 500~4000mg/L，高峰期冲洗废水排放强度为 20.16m^3/d。为减轻施工过程中对水环境的影响，要求含油废水经过处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）（其中石油类浓度小于 5.0mg/L）后回用于汽车冲洗用水及道路降尘洒水。

（2）处理工艺

废水采用成套油水分离器来处理。特点是油水分离效果好，油分回收率和去除率高，但设备投资相对较高，修理保养要求高。综合考虑，建议机械修配厂和汽修厂共用一套 SFY-3 含油污水成套处理设备，设备设计处理能力为。含油废水处理工艺流程见图 8.3-3。

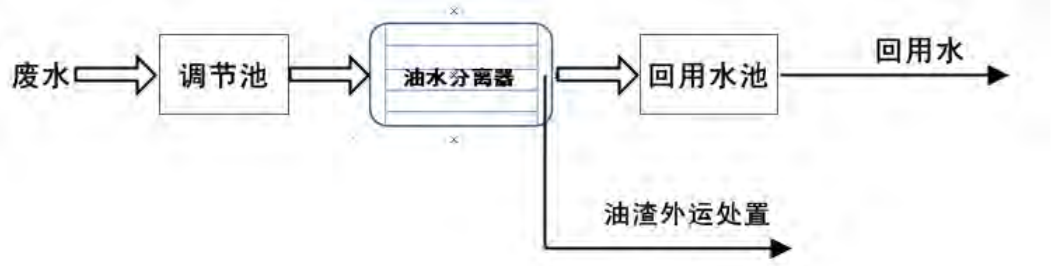


图 8.3-3　含油废水处理工艺流程图

具体构筑物包括：

①集水沟，设置于机械修配厂和汽修厂四周和冲洗场地四周，断面可采用 300mm×300mm，砖混结构，并加格网盖板。

②调节池 1 座，规格为：5000mm×4000mm×2500mm。

均衡水量水质，同时可沉淀部分细砂等杂物。配置提升泵两台，一用一备，定量抽水到油水分离器。

③油水分离器 1 套。

处理能力都为 5 m^3/h，废水在此实现油水分离，废油定期委外处置。

④回用水池 1 座，两格，规格为：4000mm×4000mm×2500mm，替使用，同时可兼做事故水池。

⑤废水回用于机械的冲洗配置提升泵两台，一用一备。

⑥废油箱 2 个，容积为 5m^3，用于临时贮存油水分离器分离出来的浓油水。

废水经过油水分离器处理后，石油类浓度≤5mg/L，排放到回用水池储存，按需要用于车辆冲洗、场地道路抑尘或绿化用水。油水分离器分离出来的高浓度含油水委托有资质的单位外运处置。

（3）废水循环利用可行性分析

施工期含油废水经过油水分离器后可大幅降低废水含油浓度，一般情况下出水石油类浓度可达 5mg/L 以下，其余指标符合《城市杂用水水质标准》，可就近回用于车辆冲洗、场地道路抑尘洒水。

（4）运行管理

该废水处理系统管理的主要内容包括：废水处理系统中水泵等设备的检修；及时清理调节池内沉淀物，并将清理出来的沉渣运至渣场堆放。油水分离器分离出的废油定期委外处置。

8.3.1.4基坑废水处理

（1）废水特点

基坑排水分两个阶段，在围堰合拢初期围堰内水为河水，水质与现状河流水质基本一致，可通过泵直接抽排至下游，对河流水质基本没有不利影响。

施工过程中由于基坑开挖和混凝土浇筑、冲浇、养护及水泥灌浆，产生一定量的废水，该部分废水悬浮物含量和 pH 值增高。根据估算，坝址施工高峰期上游基坑经常性排水强度为 380m³/h，下游基坑经常性排水强度为 1500m³/h，悬浮物浓度可以达到 2000mg/L 以上。

（2）处理方案

根据水利枢纽及其他大量水电项目对基坑废水的处理经验，基坑废水经混凝沉淀后可使 SS 浓度可降至 100mg/L 以下。

因此，对基坑废水不采用另外的处理设施，在基坑开挖集水坑，收集基坑排水。向基坑内投加絮凝剂（可采用聚合氯化铝或者聚丙烯酰胺），排水静置 2h 后抽出，剩余污泥定时人工清理干化后填埋处置即可。排出的水优先用于混凝土养护等对水质要求不高用水，多余部分可排放至下游河道。根据工程需要，需配备排水泵、加药系统一套（含混合池、加药泵）、控制柜一套，管阀一批。

8.3.1.5生活污水处理

（1）施工生活污水特点

施工期水源工程在团滩河两岸水库淹没线以下集中布置施工营地、业主营地；输水工程办公生活区比较分散，管道沿线每 5km 左右设置一个施工生活区，共计 25 个。生活污水水质为 COD 浓度一般为 400mg/L，NH_3-N 浓度一般为 35mg/L。

（2）处理目标

施工期生活污水处理目标依照《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T

18920-2002），COD、NH_3-N 排放浓度分别控制在 100mg/L、10mg/L 以下，回用于绿化及道路降尘洒水。

（3）水源工程生活污水处理

1）工艺选择

对于常用的化粪池、成套生活污水处理设备和一体化地埋式生活污水处理设备优缺点进行比较分析，见表 8.3-3。

表 8.3-3　常见生活污水处理工艺对比分析表

处理工艺名称	优点	缺点
化粪池	具有造价低，运行费用低等优点。	污染物去除率低，仅适用于污水量小、排放标准要求不高的工程。
成套生活污水处理设备	对生活污水处理效果好、运行稳定。	由于相关设备较多、自动化程度较高，需要操作人员具有较高的技术水平，并且生活污水处理费用相对较高。
一体化地埋式生活污水处理设备	是目前国内较为成熟、可靠、技术先进的处理工艺。全套设备均可埋于地下，工程投资省，处理效果较好，占地面积少，运行能耗低，管理维护方便，并可根据施工区地理位置的特殊性合理利用有限场地；根据生活污水污染物组成及浓度，可以增加脱磷、脱氮工艺，保证处理后的水质。	需要操作人员具有一定的技术水平。

通过上表的比较可以看出，化粪池的建设投资和运行费用最低，其次为一体化地埋式生活污水处理设备，最高的为成套生活污水处理设备；化粪池和一体化地埋式生活污水处理设备管理方便，成套生活污水处理设备的管理相对较为复杂；化粪池的出水水质较差，而一体化地埋式生活污水处理设备和套生活污水处理设备的出水水质均能够满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002），并且具有较好的脱磷除氮效果。工程所在的团滩河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准，而且工程施工占地较为紧张，综合考虑生活污水处理设施的建设成本和管理方便性，以及生活污水处理后达到的标准，建议使用地埋式 WSZ-AO 系列一体化生活污水处理设备。设备采用接触氧化工艺，可埋入地表以下，地表可作为绿化或广场用地，工艺流程见图 8.3-4。

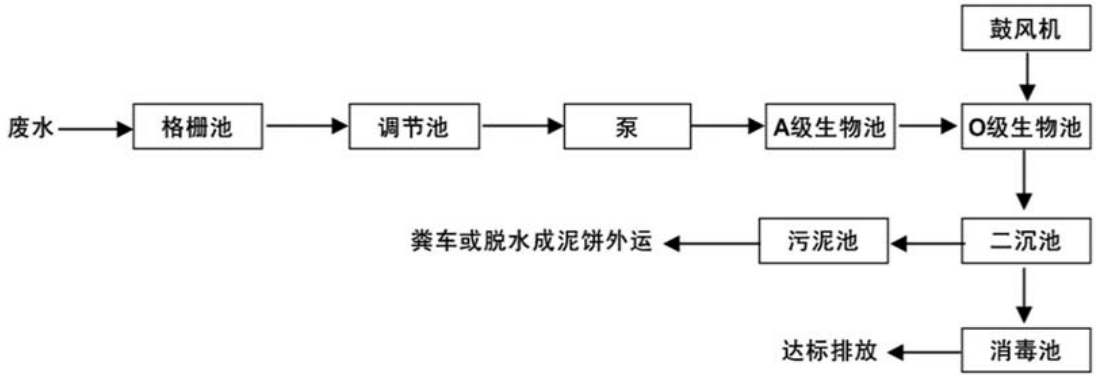


图 8.3-4　地埋式一体化生活污水处理工艺流程图

WSZ-AO 系列一体化污水处理设备中的 AO 生物处理工艺采用推流式生物接触氧化池，处理优于完全混合式或二、三级串联完全混合式生物接触氧化池。并且它比活性污泥池体积小，对水质适应性强，耐冲击性能好，出水水质稳定，不会产生污泥膨胀。同时在生物接触氧化池中采用了新型弹性立体填料，具有实际比表面积大，微生物挂膜、脱膜方便，在同样有机负荷条件下，比其它填料对有机物的去除率高，能提高空气中的氧在水中溶解度。由于在 AO 生物处理工艺中采用了生物接触氧化池，其填料的体积负荷比较低，微生物处于自身氧化阶段，因此产泥量较少。此外，生物接触氧化池所产生污泥的含水率远远低于活性污泥池所产生污泥的含水率。因此，污水经 WSZ-AO 系列一体化污水处理设备后所产生的污泥量较少。

2）设计参数

调节池：WSZ-AO 系列调节时间为 8 小时。

初沉池：WSZ-AO 系列初沉池为平式沉淀池，表面负荷为 1.5m^3/m^2.h。

A 级生物池：WSZ-AO 系列 A 级生物池为推流式厌氧生化池，污水在池内的停留时间为 3 小时，填料为弹性立体填料，填料比表面积为 200m^2/m^3。

O 级生物池：WSZ-AO 系列 O 级生物池为推动式生物接触氧化他，污水在池内的停留时间为 5-6 小时，填料为弹性立体填料，填料比表面积为 200m^2/m^3。

二沉池：WSZ-AO 系列二沉池为旋流式沉淀池，表面负荷为 1.0m^3/m^2.h 沉淀时间为 2.1 小时。

消毒池：WSZ-AO 系列消毒池为旋流反应池，污水在池内总停留时间为 300 分钟左右。

污泥池：WSZ-AO 系列污泥池中的污泥可用吸粪车从入孔伸入污泥池底部进行抽吸后外运即可。

事故水池：为避免污水处理系统发生事故时污水外溢，在营地设置事故水池，事故水池的按照一天污水量确定规模。

3）设备规模及设备选型

根据施工营地布设情况，施工营地和业主营地生活污水处理共用一套生活污水处理设施。污水处理设施主要机械设备配置情况见表 8.3-4。

表 8.3-4　生活污水处理系统主要机械设备表

序号	名称	单位	数量	备注
1	金属格栅	台	1	
2	污水提升泵	台	2	一用一备
3	WSZ-AO 一体化设备	台	1	含风机、污泥泵
4	氯气发生器	台	1	
5	清水泵	台	1	回用水泵
6	配电控制柜	套	1	
7	其它管阀配件	批	1	

WSZ-AO 系列污水处理设施运行稳定，技术成熟，广泛应用于生活污水处理中，处理出水经过消毒处理后，水源工程施工期生活污水经过处理后优先用于施工营地、施工场区、道路降尘或绿化用水。

（4）输水工程生活污水处理

鉴于输水工程施工现场作业区范围较长，为了充分收集生活污水及粪便，防止分散污水对环境的不利影响，25 个办公生活区首选依托附近的公厕，自建环保旱厕只考虑干粪池，用于周边农田或林草的农肥。

（5）运行管理与维护

生活污水处理设施进行统一管理、统一维护。设立一名专业管理人员，在上岗前由一体化地埋式生活污水处理设施生产厂家进行技术管理培训。

操作人员应严格按照操作技术规程，进行正确的操作和定期的维护，发现问题及时向环境管理部门汇报解决。

加强环境保护宣传，食堂产生的泔水优先供给当地居民，进行综合利用，减少污水产生量；经过一体化系统处理后的生活污水回用于绿化、道路喷洒等杂用水，化粪池出来的用于周边农林的农肥。

8.3.2运行期废污水环境保护措施

运行期水库管理机构编制人员为 40 人，生活污水产生量为 3.2m^3/d。污水处理设施也采用 WSZ-AO 系列一体化污水处理设备，污水经过处理并消毒后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）的城市绿化水质标准后暂存于清水池，回

用于管理站绿化用水和道路抑尘洒水。

根据可研阶段对水库管理站的规划，管理站占地面积为绿化率按40%考虑，绿化面积约3360m^2。根据《室外给水设计规范》（GB50013-2006），绿化用水按照1.5L/m^2.d 计，则用水量约 5.04m^3/d，可见管理站的绿化用水可以完全消纳经生活污水处理后的尾水。生活污水经过处理后优先用于绿化用水，其余的用于道路喷洒。

8.4向阳水库水污染防治规划

8.4.1区域目前已有水污染防治及河长制实施概况

8.4.1.1水污染防治

围绕《云阳县生态文明建设第十三个五年规划》的目标、任务，以大工程带动大治理，提出“十三五”期间对生态文明建设有巨大推进效益、操作性强的项目共4大类129项，投资估算为213.06亿元。按照项目类别，生态保护与修复项目27项，投资38.97亿元，占总项目数的20.9%、总投资的18.3%；环境质量改善项目64项，投资100.99亿元，占总项目数的49.6%、总投资的47.4%；资源节约和低碳发展项目17项，投资68.20亿元，占总项目数的13.2%、总投资的32.0%；生态文明建设能力与社会行动体系建设项目21个，投资4.90亿元，占总项目数的16.3%、总投资的2.3%。云阳县环境保护局十三五水污染防治取得阶段性成效。云阳县“一江四河”水质均达到II-III类，满足水域功能要求，县城集中式饮用水源地水质达标率继续保持100%，乡镇集中式饮用水源地水质达标率90.7%。

依据《三峡工程后续工作规划总体报告》，重庆库区污染防治与水质保护规划投资共计135.13亿元，按规划内容分，水源地保护2.40亿元；污染防治127.22亿元，其中点源污染防治32.08亿元、面源污染防治93.64亿元、流动源污染防治1.49亿元；重要支流水体修复与水华控制5.51亿元。规划实施后，库区入库污染源得到有效控制，支流、库湾等局部水体的富营养化现象得到遏制，水库水质明显改善，生态环境承载力显著提高。

8.4.1.2河长制及“一河一策”

云阳县委、县政府根据《中共重庆市委办公厅重庆市人民政府办公厅关于印发〈重庆市全面推行河长制工作方案〉的通知》（渝委办发[2017]11 号）精神，印发了《云阳县全面推行河长制工作方案》的通知（云阳委办[2017]37 号），结合云阳县实际，在全县全面推行河长制工作，建立了县、乡镇（街道）、村（社区）三级河长体系。为全面

落实《中共重庆市委办公厅重庆市人民政府办公厅关于进一步强化全市河长制组织体系的通知》（渝委办[2017]134 号），深入推进全县河长制工作，云阳县发布了《中共云阳县委办公室<云阳县人民政府办公室关于进一步强化全县河长制组织体系的通知>（云阳委办[2017]106 号）》，进一步强化云阳县河长制组织体系。云阳县县级河长体系设置见表 8.4-1。

表 8.4-1　云阳县县级河长体系设置情况表

<table>
<tr><td colspan="2">县总河长</td><td colspan="2">县委书记</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">县委副书记、县长</td></tr>
<tr><td colspan="2">县常务副总河长</td><td colspan="2">县委副书记</td></tr>
<tr><td colspan="2">县副总河长</td><td colspan="2">县政府分管水务负责同志</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">县政府分管环保负责同志</td></tr>
<tr><td rowspan="6">县级河长</td><td>县领导</td><td>县级以上河流、水库</td><td>联系乡镇（街道）</td></tr>
<tr><td>县委书记</td><td>长江云阳段</td><td>全县各乡镇（街道）</td></tr>
<tr><td>县委副书记、县长</td><td>小江云阳段及其支流洞溪河、渠马河</td><td>全县各乡镇（街道）</td></tr>
<tr><td>县委副书记</td><td>磨刀溪及其支流泥溪河、桐林沟、白龙溪云阳段</td><td>全县各乡镇（街道）</td></tr>
<tr><td>县政府分管水务负责同志</td><td>汤溪河云阳段及其支流团滩河、双河、千丘河、石龙河、南溪河、小溪沟，上坝溪，车家坝河云阳段，三坝溪，水田沟，东洋子沟，咸池水库，梅峰水库，青杉水库</td><td>全县长江以北各乡镇（街道）</td></tr>
<tr><td>县政府分管环保负责同志</td><td>长滩河及其支流甲高沟云阳段、九龙溪、清水湖</td><td>全县长江以南各乡镇（街道）</td></tr>
<tr><td colspan="4">河长助理、河库警长、河库督导长、媒体监督员、民间河长及志愿者团体</td></tr>
</table>

受云阳县河长制办公室的委托，长江水利委员会长江科学院于 2018 年 1 月完成了《云阳县汤溪河“一河一策”实施方案》，方案的实施周期为 3 年。

汤溪河流域镇级设总河长、副总河长。镇党委书记，镇党委副书记、镇长共同担任镇总河长，同为辖区河长制的第一责任人，全面负责辖区河长制工作的组织实施。各河库所在村（社区）均分级分段设立河长，由村（社区）同级负责同志担任，做到“一河一长”全覆盖。

向阳水库工程的实施将严格按照云阳县河长制和“一河一策”的相关方案进行落实。

8.4.2向阳水库水污染防治规划范围

建设单位委托水力学与山地河流国家重点实验室编制完成了《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划》，并在 2018 年 12 月 18 日取得云阳县人民政府的批复（云阳府[2018]253 号）。

水污染防治规划范围为云阳县向阳水库工程影响区，主要包括向阳库区、汤溪河、

澎溪河、团滩河。经分析归纳，确定本规划治污范围涉及江口、南溪、沙市、鱼泉、云安、黄石、水口、人和、青龙、双江等 10 个乡镇（街道）以及云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团。

8.4.3向阳水库水污染防治规划期限

规划基准年：2015 年；规划目标年：2030 年。

8.4.4向阳水库水污染防治规划目标和指标

8.4.4.1总体目标

根据向阳水库工程及其影响区的实际情况，梳理重庆市水污染防治目标责任书和工作方案的落实情况，辨识存在的主要问题；紧紧围绕引水工程“三先三后”的原则，以水环境质量稳定达标为核心，实现“增水不增污”，确保断面水质目标达到或优于水环境功能要求，为三峡库区水质全面达标提供保障，确保水污染治理水平不断提升，工业、城镇、农业农村污染收集处理能力明显增强。检查云阳县前期水污染防治规划或其它规划关于水污染防治相关内容的落实情况；因地制宜的采取有效措施，使得区域内的水质条件得到持续改善或提升，实现受退水去经济、社会、环境的良性发展与和谐统一。

根据《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》（渝府发[2012]4 号），团滩河、汤滩河江口断面-长江汇口、澎溪河执行《地表水质量标准》（GB3838-2002）中的III类标准。

8.4.4.2规划指标

根据规划总体目标分解为 8 个具体规划指标，详见表 8.4-2。

表 8.4-2　规划指标

序号	指标名称	单位	2016 年		2020 年		2030 年		指标属性
			城市	乡镇	城市	乡镇	城市	乡镇	
1	水环境功能水质达标情况	/	全部达标		达到功能区标准		达到功能区标准		约束性
2	城镇生活污水集中处理率	%	90	70	95	85	100	95	约束性
3	再生水利用率	%	0	0	10	0	20	江口镇、南溪镇 10%，其余乡镇 0	约束性
4	工业废水处理率	%	/		95%		100%		约束性
5	饮用水源地水质达标率	%	100	90 以上	100	90 以上	100	95 以上	约束性
6	农业灌溉水有效利用系数	/	0.482		0.5		0.55		约束性

*本表数据依据《向阳水库工程水污染防治规划工作大纲》、《云阳县水污染防治目标责任书》、

《云阳县水污染防治行动计划实施方案（2016-2030）》、《重庆市云阳县城乡总体规划（2015 年编制）》等规划文本。

8.4.4.3管理目标

到 2020 年，在上游来水水质保持优良的情况下，云阳“一江四河”水环境质量稳中向好，纳入国家、市以及县的考核断面水质达标，饮用水安全保障水平持续提升；到 2030 年，力争三峡库区云阳辖区水生态系统基本实现良性循环。

8.4.5向阳水库水污染防治控制单位划分及削减目标

8.4.5.1控制单元划分

参照环境保护部颁布的《重点流域水污染防治“十三五”规划编制技术大纲》的控制单元分区原则与方法，并结合区域水（环境）功能区划及地表水监测断面区域位置，划分规划区控制单元，确定控制类别。本次规划以 5 个控制单元为纳污能力计算的基本单元，向阳水库影响区划分见表 8.4-3 和图 8.4-1。江口镇的污染负荷分别依据 0.28、0.40、0.32 的人口比例和 0.29、0.31、0.40 的耕地比例，分配到I、II、III控制单元。

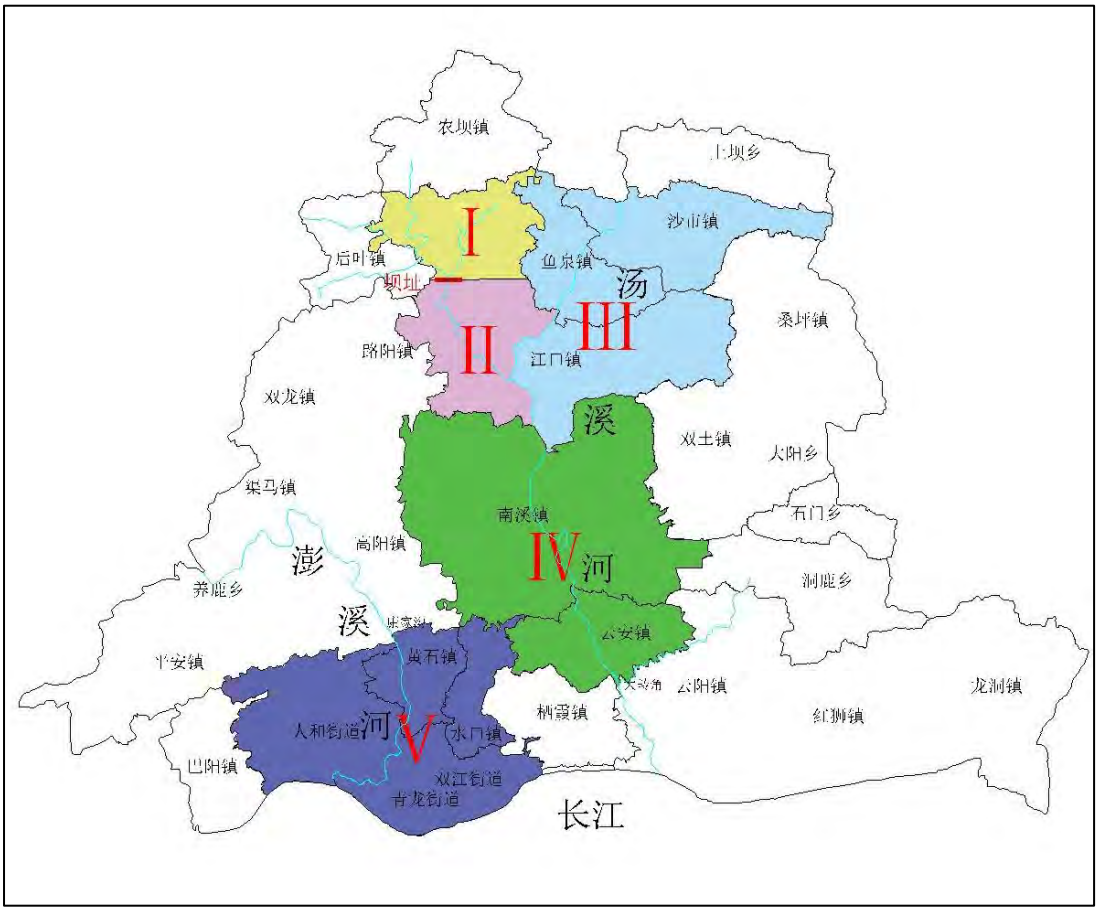


图 8.4-1　向阳水库受水区控制单元示意图

表 8.4-3　控制单元划分表

编号	河流	控制单元	控制断面
I	团滩河	库区河段	库尾断面
II	团滩河	坝址到汤溪河汇口河段	汇口
III	汤溪河	沙市镇到团滩河汇口河段	汇口
IV	汤溪河	团滩河汇口到云安镇大转角河段	云安镇大转角
V	澎溪河	黄石镇康家沟到入江口河段	入江口断面

8.4.5.2削减目标

本规划紧紧围绕向阳水库工程“三先三后”的原则，以水环境质量稳定达标为核心，实现“增水不增污”为目标，确保影响区地表水的水质目标达到或优于水环境功能要求。根据以上水污染防治目标，对向阳水库影响区目前发展规划下的预测年污染物排放量采取一定的水污染治理措施进行削减，使设计年污染物排放量小于等于现状年污染物排放量，设计年水质达到或优于现状年水质情况。

I控制单元在“增水不增污”目标下规划水平年共需削减 COD 量为 0t/a，氨氮 0t/a，总磷 0t/a。

II控制单元在“增水不增污”目标下规划水平年共需削减 COD 量为 0t/a，氨氮 0t/a，总磷 0.2t/a。

III控制单元在“增水不增污”目标下规划水平年共需削减COD量为71t/a，氨氮39.1t/a，总磷 1.9t/a。由于城镇生活为III控制单元主要污染源，所以水污染防治措施在满足各控制单元基础削减量的前提下，增大各控制单元的城镇生活的削减。

IV控制单元在“增水不增污”目标下规划水平年共需削减 COD 量为 0t/a，氨氮 9.9t/a，总磷 0t/a。由于城镇生活、农村生活为IV控制单元主要污染源，所以水污染防治措施在满足各控制单元基础削减量的前提下，增大各控制单元的城镇生活和农村生活污染的削减。

V控制单元在“增水不增污”目标下规划水平年共需削减COD量为251t/a，氨氮1.9t/a，总磷 0t/a。由于城镇工业为V控制单元主要污染源，所以应采取相应措施重点削减。同时，水污染防治措施在满足各控制单元基础削减量的前提下，增大各控制单元的农村生活污染削减力度，减轻工业和城镇生活污染防治措施的削减压力。

表 8.4-4　向阳水库在“增水不增污”目标下规划水平年污染负荷削减情况

控制单元	现状年污染负荷排放总量（t/a）			预测年污染负荷排放总量（t/a）			新增负荷量（t/a）			削减量（t/a）			措施实施后污染负荷新增量（t/a）		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
I	171.21	20.76	2.44	101.24	14.63	1.51	-69.97	-6.13	-0.93	0	0	0	-69.97	-6.13	-0.93
II	241.75	28.32	3.45	203.50	19.72	3.60	-38.25	-8.61	0.15	0	0	0.2	-38.25	-8.61	-0.05
III	692.61	86.55	10.71	763.11	125.63	12.53	70.50	39.07	1.82	71	39.1	1.9	-0.50	-0.03	-0.08
IV	687.60	82.43	11.21	624.68	92.33	10.37	-62.91	9.90	-0.84	0	9.9	0.0	-62.91	0.00	-0.84
V	2080.24	342.44	32.84	2330.71	344.26	25.49	250.47	1.82	-7.35	251	1.9	0.0	-0.53	-0.08	-7.35
总计	3873.40	560.51	60.65	4023.23	596.57	53.51	149.83	36.06	-7.14	322.00	50.90	2.10	-172.17	-14.84	-9.24

备注：（1）现状污染负荷排放量，即指在现有工程供水条件下，在规划实施前向阳水库受水区内已存在的排污量；增量，即指受水区内工业、农业、生活等利用受水区新建、在建工程新增水资源进行发展条件下的新增排污量。

（2）以团滩河、汤溪河、澎溪河为最终退水河流，在原有规划城乡、工业园区污水处理厂已经建成的基础上，预测 2030 年污染负荷。本章节所涉及的预测年污染负荷量，是指在现状年污染负荷排放量的基础上加上预测年新增污染负荷量所得总的污染负荷排放量，其中新增污染负荷量中考虑了现有规划下的污水处理厂上马后新增的工业和城镇生活污染负荷排放量。

8.4.6向阳水库水污染重点防治对象

8.4.6.1城镇工业废水

在现状年，城镇工业尚未完全入工业园，工业园内尚无污水处理厂，在2030年前将受水区内所有规模以上企业纳入工业园区且达标排放，城镇工业废水的防治要兼顾增量和存量。重点监控区：江口镇、南溪镇、双江街道、人和街道、水口镇。

表8.4-5　向阳水库工程城镇工业废水污染负荷（单位：t/a）

控制单元	现状年污染负荷			预测年污染负荷			污染负荷新增量		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
III	6.27	0.60	0.76	0.00	0.00	0.00	-6.27	-0.60	-0.76
IV	5.40	0.50	1.26	0.00	0.00	0.00	-5.40	-0.50	-1.26
V	0.00	0.00	0.00	762.85	122.06	7.63	762.85	122.06	7.63
总计	11.67	1.10	2.02	762.85	122.06	7.63	751.19	120.96	5.61

由表可得，现状年城镇工业废水中COD、氨氮、总磷的负荷量分别为11.67t/a、1.10t/a、2.02t/a。预测年城镇工业废水中 COD、氨氮、总磷的负荷量分别为762.85t/a、122.06t/a、7.63t/a。

8.4.6.2城镇生活废水

在现状年，云阳县在黄石镇、水口镇、人和街道、沙市镇、鱼泉镇、江口镇、南溪镇、云安镇建有污水处理厂（一级B标排放）。因此，在预测年需要对城镇污水处理设施强化，将受水区范围内所有城镇生活污水集中收集和处理的污染防治措施。重点监控区：南溪镇、双江街道、青龙街道。

表8.4-6　向阳水库工程城镇工业废水污染负荷（单位：t/a）

控制单元	现状年污染负荷			预测年污染负荷			污染负荷新增量		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
I	34.62	4.57	0.54	55.23	9.38	0.88	20.62	4.81	0.34
II	43.92	5.14	0.67	69.56	11.05	1.10	25.64	5.91	0.42
III	225.84	32.19	3.53	427.32	96.13	7.02	201.48	63.94	3.50
IV	128.38	18.12	2.00	301.85	64.45	4.92	173.47	46.33	2.92
V	1811.32	314.11	28.83	1261.08	194.64	13.50	-550.25	-119.47	-15.33
总计	2244.08	374.13	35.57	2115.03	375.65	27.42	-129.05	1.53	-8.15

由表可得，现状年城镇生活废水中 COD、氨氮、总磷的负荷量分别为2244.08t/a、374.13t/a、35.57t/a。预测年城镇生活废水中COD、氨氮、总磷的负荷量分别为2115.03t/a、375.65t/a、27.42t/a。

8.4.6.3农村生活废水

开展农村生活废水的污染防治，对于向阳水库影响区水环境的稳定或改善具有重要的意义。重点监控区：江口镇、南溪镇。

表 8.4-7　向阳水库工程城镇工业废水污染负荷（单位：t/a）

控制单元	现状年污染负荷			预测年污染负荷			污染负荷新增量		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
I	136.59	17.19	3.90	46.00	5.26	0.63	-90.59	-11.93	-3.27
II	263.45	24.30	4.31	133.94	8.66	2.50	-129.51	-15.64	-1.81
III	548.43	55.26	8.48	335.79	29.50	5.51	-212.64	-25.76	-2.97
IV	631.50	65.13	9.76	322.84	27.88	5.45	-308.66	-37.25	-4.31
V	268.91	28.33	4.01	306.78	27.56	4.36	37.87	-0.77	0.35
总计	1848.88	190.21	30.46	1145.35	98.86	18.46	-703.54	-91.35	-12.01

由表可得，现状年的农村生活废水（包括农村散排生活污水、畜禽养殖污水及农田径流）为最大的污染源，其中COD、氨氮、总磷的负荷量分别为1566.11t/a、184.41t/a、21.85t/a。预测年农村生活废水中 COD、氨氮、总磷的负荷量分别为1145.35t/a、98.86t/a、18.46t/a。

8.4.7向阳水库水污染专项防治措施

8.4.7.1水污染防治措施综述

针对向阳水库影响区存在的主要环境问题，按照本规划提出的任务目标和任务措施要求，在向阳水库影响区内统筹规划了六大类规划项目，114 个子项目，总投资 28210 万元。向阳水库影响区水污染防治项目及投资估算见表 8.4-8。

表 8.4-8　向阳水库工程水污染防治项目及投资估算汇总

序号	项目类型	项目数	投资估算（万元）	比例（%）
1	城镇工业防治	4	8700	30.84
2	城镇生活废水防治	19	12610	44.70
3	农业农村水污染防治	64	4300	15.24
4	节约保护水资源	17	2100	7.44
5	饮用水源地保护	2	200	0.71
6	环境监管能力建设	6	300	1.06
总计		114	282100	100.00

8.4.7.2城镇工业废水防治措施及投资估算

云阳县工业内现无完善的工业废水处理设施，在工业园区中规划建设污水处理厂，针对增量兼顾存量。

根据《云阳县生态文明建设第十三个五年规划》，向阳水库影响区预测年

（2030 年）前规划在各工业园区内建设四座污水处理厂，本规划拟对云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团按 20%的回用率配套中水回用系统。

针对工业废水的水污染防治项目共 4 项，2030 目标年投资估算共计 8700 万元。工业生产污染治理项目及投资估算分项统计如表 8.4-9 所示。

8.4.7.3城镇生活废水防治措施及投资估算

本规划第I控制单元的行政区划属于江口镇一部分。江口镇现有污水处理站 1 座，本规划拟对污水处理厂扩建并提标改造，扩大处理规模至 1000t/d，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标，投资估算 150 万元。

第II控制单元的行政区划属于江口镇一部分。根据《云阳县生态文明建设第十三个五年规划》，江口镇北部规划新建污水处理站 1 座，2030 年前建成。本规划拟对污水处理厂扩建并提标改造，扩大处理规模至 1000t/d，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标，投资估算 300 万元。

第 III 控制单元的行政区划属于沙市镇、鱼泉镇、江口镇东。根据《云阳县生态文明建设第十三个五年规划》，沙市镇东规划对现有的污染处理厂进行续建，2030 年前建成，本规划拟对污水处理厂扩建并提标改造，扩大处理规模至 2000t/d，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标，投资估算 750 万元；鱼泉镇现有污水处理厂一座，根据《云阳县生态文明建设第十三个五年规划》，鱼泉镇规划新建污水处理站 1 座，2030 年前建成，本规划拟对污水处理厂扩建并提标改造，均扩大处理规模至 1000t/d，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标，投资估算 890 万元；江口镇东现有污水处理厂 1 座，根据《云阳县生态文明建设第十三个五年规划》，规划对现有的污染处理厂进行扩建，2030 年前建成本规划拟对污水处理厂扩建并提标改造，扩大处理规模至 10000t/d，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标，扩建投资估算 1200 万元。江口镇东规划新建污水处理站 2 座，处理规模为 1000t/d，2030 年前建成，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标，投资估算分别为 350 万元。

第IV控制单元的行政区划属于南溪镇、云安镇。根据《云阳县生态文明建设第十三个五年规划》，南溪镇东规划新建污水处理站 5 座，2030 年前建成本规划拟对污水处理厂扩建并提标改造，将已有的南溪污水处理厂扩大规模至 4000t/d，新建的污水处理厂均扩大处理规模至 1000t/d，出水达到《城镇污水处理厂污染

物排放标准》一级 A 标，并投资估算分别为 1950 万元；云安镇现有污水处理厂 1 座，本规划拟对污水处理厂扩建并提标改造，扩大处理规模至 1000t/d，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标，投资估算 300 万元。

第V控制单元的行政区划属于黄石镇、人和街道、青龙街道、双江街道、水口镇。根据《云阳县生态文明建设第十三个五年规划》，黄石镇规划年对现有的 1 座污染处理厂进行扩建，建议扩大处理规模至 10000t/d，投资估算 1750 万元；根据《云阳县生态文明建设第十三个五年规划》，人和街道规划新建污水处理站 1 座，建议扩大处理规模至 5000t/d，提高收集处理率至 100%，投资估算 1250 万元；水口镇现有污水处理厂 1 座，本规划拟对污水处理厂扩建，扩大处理规模至 5000t/d，提高收集处理率至 100%，投资估算 200 万元；青龙街道现有污水处理厂 1 座，本规划拟对污水处理厂提高收集处理率至 100%。投资估算 3500 万元。

针对云阳县各乡镇集中居民生活区产生的生活废水，规划水污染防治项目共 19 项，2030 目标年投资估算共计 12610 万元。城镇生活废水水污染防治项目及投资估算分项统计如表 8.4-10 所示。

8.4.7.4农业、农村防治措施及投资估算

（1）农村环境综合整治

按照响应建设“美丽农村”的号召，改善村容村貌，加强农村环境综合整治，解决农村环境“脏、乱、差”的现状，开展农村居民聚居点农村环境连片整治工程，在沙市镇、鱼泉镇、江口镇、南溪镇和云安镇按照分散处理的要求，至 2030 年前在聚集点新建 34 座小型集中式或一体化污水处理设施，并铺设配套管网设施和垃圾收集设施，实现各行政村驻地居民集中生活区的生活污水收集率达到 80%以上，污水处理率和达标率均达到 80%以上的目标，改善严重损害群众健康和影响农村可持续发展的突出环境问题。

开展农村居民聚居点农村环境连片整治工程，在沙市镇、鱼泉镇、江口镇、南溪镇和云安镇按照分散处理的要求，至 2030 年前在聚集点新建 38 座小型集中式或一体化污水处理设施，并铺设配套管网设施和垃圾收集设施，同时在库区上游的农坝镇、后叶村开展农村居民聚居点农村环境连片整治工程。

（2）农业面源污染控制

在农业面源污染负荷较大的沙市镇、鱼泉镇、江口镇、南溪镇、云安镇、人和街道、青龙街道，2030 年前建立田间土壤化验监测点（站）共 7 个，投资估

算共 700 万元，负责推广生物防治、物理防治、生态调控和精准施药技术，有效降低农药使用量。通过优化集成推广应用绿色防控技术和病虫害统防统治相结合，使农田化学农药使用量减少 15%以上。

（3）农村生活污水和垃圾防治

将农村生活污水防治与综合整治结合起来，防治措施计入综合整治。

云阳县的沙市镇、鱼泉镇、江口镇、南溪镇、云安镇、黄石镇、水口镇、青龙街道、双江街道、人和街道等 10 个乡镇 7.99 万人，各镇各乡村共配置 1000 个垃圾斗（桶）、40 辆垃圾清运车配套垃圾清运工具、建设垃圾转运站 5 座，新增垃圾转运能力 500t/d，新建和修建沤肥池、化粪池，规范农村地区垃圾的收集途径，提升其对垃圾的处理处置能力。上述措施 2030 年前全部完善，投资估算为 700 万元。

（4）畜牧养殖污染防控

针对畜禽养殖污染，2030 年前，规划在各控制单元建立规模化畜禽养殖工程，共 10 个，投资 600 万元；引导散养农户建立沼气工程，并优化沼气垫料，投资估算 600 万元。

（5）农业、农村水污染防治项目与投资

针对各控制单元的面源污染负荷，规划农业、农村水污染防治项目共 64 项，2030 目标年投资估算 4300 万元，考虑市场运作模式的不适宜性，由政府作为责任主体从财政上安排资金落实。农业、农村水污染防治项目及投资估算见表 8.4-11。

表 8.4-9　工业废水水污染防治项目及投资估算分项统计

项目类型	子项目类型	目标年	处理规模（万 m^3/d）	回用规模（万 m^3/d）	污水去向	项目数量（个）	投资（万元）
工业生产污染治理	云阳工业园黄岭组团污水处理厂配套中水回用系统	2030 年	0.25	0.05	长江	1	750
	万州经开区 C 区水口组团污水处理厂配套中水回用系统		2.5	0.5	长江	1	4350
	云阳工业园松树包组团污水处理厂配套中水回用系统		1.0	0.2	澎溪河	1	1200
	云阳工业园人和组团污水处理厂配套中水回用系统		1.0	0.2	澎溪河	1	1200
合计						4	7500

表 8.4-10　城镇生活废水水污染防治项目及投资估算分项统计

项目类型	子项目类型	目标年	规模（m^3/d）	项目数量（个）	投资（万元）
第I控制单元	向家坪污水处理厂扩建及提标改造	2030	1000	1	150
第II控制单元	团滩污水处理厂扩建及提标改造		1000	1	300
第 III 控制单元	沙市镇污水处理厂扩建及提标改造		2000	1	750
	鱼泉污水处理厂扩建及提标改造		1000	1	750
	鹿鸣污水处理厂扩建及提标改造		1000	1	140
	江口污水处理厂扩建及提标改造		10000	1	1200
	帆水污水处理厂扩建及提标改造		1000	1	200
	千丘污水处理厂扩建及提标改造		1000	1	150
第 IV 控制单元	南溪污水处理厂扩建及提标改造		4000	1	1000
	长洪污水处理厂扩建及提标改造		1000	1	150
	盐渠污水处理厂扩建及提标改造		1000	1	300
	新阳污水处理厂扩建及提标改造		1000	1	200
	青山污水处理厂扩建及提标改造		1000	1	150
	富家污水处理厂扩建及提标改造		1000	1	150
	云安污水处理厂扩建及提标改造		1000	1	300
第 V 控制单元	黄石镇污水处理厂扩建，提高收集处理率至100%		15000	1	1750
	立新污水处理厂扩建，提高收集处理率至100%		10000	1	1250
	水口污水处理厂扩建，提高收集处理率至100%		5000	1	220
	云阳县污水处理厂扩建，提高收集处理率至100%		30000	1	3500
合计				19	12610

表 8.4-11　农业、农村水污染防治项目及投资估算分项统计

项目类型	子项目类型	目标年	规模（m^3/d）	项目数量（个）	投资（万元）
库区上游	农坝镇、后叶村集中式或一体化污水处理设施	2030	50	4	160
第I控制单元	江口镇集中式或一体化污水处理设施		50	2	80
	江口镇规模化畜禽养殖			1	60
	江口镇畜禽养殖沼气工程			1	60
第II控制单元	江口镇集中式或一体化污水处理设施		50	2	80
	江口镇土壤化验监测点		常规	1	100
	江口镇规模化畜禽养殖			1	60
	江口镇畜禽养殖沼气工程			1	60
第III控制单元	沙市镇集中式或一体化污水处理设施		50	4	160
	沙市镇土壤化验监测点		常规	1	100
	沙市镇规模化畜禽养殖			2	120
	沙市镇畜禽沼气工程			1	60
	鱼泉镇集中式或一体化污水处理设施		50	4	160
	鱼泉镇土壤化验监测点		常规	1	100

项目类型	子项目类型	目标年	规模（m^3/d）	项目数量（个）	投资（万元）
库区上游	农坝镇、后叶村集中式或一体化污水处理设施	2030	50	4	160
	鱼泉镇规模化畜禽养殖			2	120
	鱼泉镇畜禽沼气工程			1	60
	江口镇集中式或一体化污水处理设施		50	4	160
	江口镇规模化畜禽养殖			1	60
	江口镇畜禽养殖沼气工程			1	60
第IV控制单元	南溪镇集中式或一体化污水处理设施		50	8	320
	南溪镇土壤化验监测点		常规	1	100
	南溪镇规模化畜禽养殖			2	120
	南溪镇畜禽沼气工程			1	60
	云安镇集中式或一体化污水处理设施		50	4	160
	云安镇土壤化验监测点		常规	1	100
	云安镇规模化畜禽养殖			2	120
	云安镇畜禽沼气工程			1	60
第V控制单元	人和街道集中式或一体化污水处理设施		50	2	80
	人和街道土壤化验监测点		常规	1	100
	黄石镇集中式或一体化污水处理设施		50	2	80
	水口镇集中式或一体化污水处理设施		50	2	80
	青龙街道土壤化验监测点		常规	1	100
	污水管网		30km	1	300
	农村生活污水防治				700
总计				64	4300

8.4.7.5水资源节约措施及投资估算

工业园区污水处理系统中已经考虑工业废水处理后的中水回用措施。建立全面、系统的中水回用机制体制，配套中水回用管网，建立中水回用系统。以污水处理厂出水为水源，经处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标标准后，部分排至中水处理装置处理后回用，部分排入河流。单体建筑面积超过 2 万平方米的新建公共建筑，安装建筑中水设施，积极推动其他新建住房安装建筑中水设施。

实施高效节水灌溉，规划耕地高效节水灌溉工程。采取渠道防渗和低压管道输水措施为主，以提高渠系水利用系数；在含沙量较小的地区和经济作物区，采取喷灌、微灌、管灌及膜下滴灌等高效节水技术。以农业产业结构、种植结构调整为主导，减少耗水量大、经济效益较低的作物种植面积，增加耗水量小、经济效益较高的作物种植面积。采取以秸秆和地膜覆盖为重点的覆盖保墒措施，实施耕地节水。到 2030 年，规划在江口镇和南溪镇推广 2 个节水灌溉示范田，投资

估算 1100 万元。

2030 年水资源节约的规划任务为 17 项，投资估算 2100 万元，建议由政府在城建计划中列支，年度内按计划拨付。2030 年向阳水库水资源节约措施及投资估算分项统计如表 8.4-12 所示。

表 8.4-12　水资源节约措施及投资估算分项统计

项目类型	子项目类型	目标年	规模	项目数量（个）	投资（万元）
中水回用	城镇生活废水	2030	14300 m^3/d	15	1000
节水灌溉	节水灌溉示范田		11000 亩	2	1100
合计				17	2100

8.4.7.6饮用水源地保护及投资估算

针对向阳水库影响区内具有饮用功能的向阳水库，建设饮用水源地保护工程。

（1）通过地方政府立法，在向阳水库设立饮用水水源保护区。

（2）在一级、二级保护区设置生物和物理隔离带。

2030 年饮用水水源地保护的投资估算 200 万元。

8.4.7.7环境监管能力建设及投资估算

提高水环境监测能力，重点补充完善常用的水质监测仪器设备和专业监测人员，提高区域水环境监测能力；加强跨区域、跨流域、跨部门的预警监测和信息通报。强化日常监察执法，加强重点排污口及重点企业污水处理设施的监管，政府要重点加强涉重金属和“双高”企业的日常监管和后督察，对环境安全管理基础薄弱的工业园区及重点企业实行全过程实时监控，整治环境违法行为。开展环境风险源调查，筛选潜在的重大风险源，实施分级分类动态管理，建设区域风险监控预警平台。制定切实可行的水污染应急预案，有效防范和处置重大水污染事故。定期组织应急预案演练，做好演练的先期筹备、组织开展和后期总结归档工作，提高应急预案的针对性和可操作性。加强应急机制的统一协调，建立应急响应联动机制。

在向阳水库受水区规划以下项目：

（1）饮用水水源地环境应急能力建设工程；

（2）饮用水水源地预警监控体系建设工程；

（3）饮用水水源地环境管理能力建设。

2030 年前完成环境监管能力建设，投资估算为 300 万元，投资估算如下表

8.4-13 所示。

表 8.4-13　环境监管能力建设项目及投资估算分项统计

项目类型	子项目类型	目标年	项目数量（个）	投资（万元）
应急能力建设	流域级应急体系	2030	2	50
预警监控体系	流域级预警监控体系		2	200
环境管理能力	流域级环境管理能力		2	50
合计			6	300

8.4.7.8水污染防治措施分期实施任务

水污染防治措施分期实施任务见表 8.4-14。

表 8.4-14　水污染防治措施分期实施任务

项目类型	近期措施	远期措施
城镇工业	/	配套中水回用系统、提标改造
城镇生活	向家坪污水处理厂、鱼泉污水处理厂、南溪污水处理厂、云安污水处理厂、水口污水处理厂扩建及提标改造	团滩污水处理厂、沙市污水处理厂、鹿鸣污水处理厂、江口污水处理厂、帆水污水处理厂、千丘污水处理厂、长洪污水处理厂、盐渠污水处理厂、新阳污水处理厂、青山污水处理厂、富家污水处理厂、黄石污水处理厂、立新污水处理厂扩建及提标改造
农村生活	完成 38 座小型集中式或一体化污水处理设施建设，并铺设配套管网设施和垃圾收集设施	建立 7 个田间土壤化验监测点（站）
	农村生活污水防治	畜禽养殖工程及沼气工程建设
水资源节约	城镇生活中水回用	节水示范田建设
饮用水源地建设	一、二级保护区生物及物理隔离带	水源地其他保护措施建设
环境监管力建设	建立应急体系与监管系统	环境管理能力建设

8.4.7.9资金筹措与保障

需坚持政府引导、市场为主、公众参与的原则，建立政府、企业、社会多元化投入机制，拓宽融资渠道，落实规划项目建设资金。

其中饮用水水源地保护的投资估算 200 万元，建议由向阳水库工程落实完成。

8.4.8向阳水库受水区水环境目标可达性分析

8.4.8.1削减目标可达性分析

在切实实施规划中提出的工业污染防治、城镇生活污染防治、农业农村面源污染防治、水资源节约、饮用水源地保护、环境监管能力建设等 7 个类别工程项目的前提下，2030 年向阳水库影响区 COD、氨氮、总磷的削减量分别达到 681.82t/a、156.68t/a、11.80t/a，详见表 8.4-16～表 8.4-18，满足区域总量控制目

标要求。

表 8.4-16　COD 削减目标可达性分析表（单位：t/a）

控制单元	城镇工业削减量	城镇生活削减量	总削减量	削减量目标要求	可达性分析
I	0.00	5.48	5.48	0	可达
II	0.00	5.48	5.48	0	可达
III	0.00	80.30	80.30	71	可达
IV	0.00	52.93	52.93	0	可达
V	152.57	385.08	537.65	251	可达
总计	152.57	529.25	681.82	322	可达

表 8.4-17　氨氮削减目标可达性分析表（单位：t/a）

控制单元	城镇工业削减量	城镇生活削减量	总削减量	削减量目标要求	可达性分析
I	0.00	2.85	2.85	0	可达
II	0.00	2.85	2.85	0	可达
III	0.00	43.91	43.91	39.1	可达
IV	0.00	28.18	28.18	9.9	可达
V	24.41	54.48	78.89	1.9	可达
总计	24.41	132.26	156.68	50.90	可达

表 8.4-18　总磷削减目标可达性分析表（单位：t/a）

控制单元	城镇工业削减量	城镇生活削减量	总削减量	削减量目标要求	可达性分析
I	0.00	0.20	0.20	0	可达
II	0.00	0.20	0.20	0.2	可达
III	0.00	3.14	3.14	1.9	可达
IV	0.00	1.99	1.99	0.0	可达
V	1.53	4.74	6.27	0.0	可达
总计	1.53	10.27	11.80	2.10	可达

8.4.8.2水质目标可达性分析

依据控制单元水文、水质及排污等相关数据资料，通过水质模型模拟，建立污染源与水质目标之间的响应关系，经测算 2030 年I-III控制单元总磷排放均满足水质目标要求，IV、V控制单元总磷在削减后总磷仍无法满足水质目标控制要求。受长江干流顶托，汤溪河与澎溪河在河口处滞留，交换周期长，长江来流的污染物输入是影响汤溪河、澎溪河水质的主要因素，三峡水库来流总磷浓度高于III类水质标准（总磷湖库标准），仅靠工程削减污染负荷无法满足控制单元水质目标要求，需进行全流域水环境综合治理。

8.5工程影响区水质保护措施

8.5.1污染负荷削减量计算方法

（1）计算模型

将预测入河排污量减去该功能区的纳污能力为削减量。当预测入河排污量小

于纳污能力时，削减量为 0。

重点计算向阳水库库区、坝址下游团滩河、汤溪河、澎溪河、长江的水环境容量。通过河流水环境容量（纳污能力）的计算结果，分析预测年污染负荷排放量超标情况，为预测年（2030）提出削减量提供依据，为污染防治措施提供针对性、重点防治对象，提高污染防治措施有效性。

水环境容量的计算方法可分为水体总体达标及控制断面达标两种。总体达标计算方法是基于零维水质模型建立起来的，其计算结果与污染源所处位置无关；控制断面达标计算方法是基于一维、二维、三维模型建立起来的，其计算结果与污染源所处位置有关。

预测年坝下游及各支流河段的可接纳污染物量与污染负荷削减量采用一维对流扩散方程进行计算，在忽略离散作用时，描述河流污染物一维稳态衰减规律的微分方程为：

$$u\frac{dc}{dx}=-Kc$$

将 $u=\frac{dx}{dt}$ 代入，得到

$$\frac{dc}{dt}=-Kc$$

积分解得

$$C_X=C_0\cdot e^{-Kx/u}$$

式中：u——河流断面平均流速，m/s；

x——沿程距离，m；

K——综合降解系数，1/s；

C_x——流经 x 距离后的污染物浓度，mg/L；

C_0——初始断面污染物浓度，mg/L。

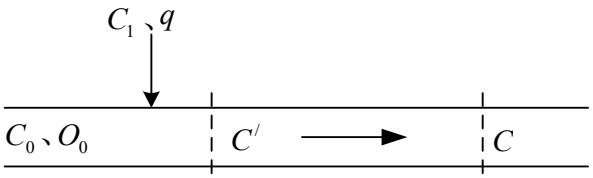


图 8.5-1　一维模型示意图

相应的水环境容量计算公式为：

$$M = (C_s - C_x)(Q + Q_p)$$

式中：M——水环境容量，g/s；

C_s——水质目标浓度值，mg/L；

C_x——流经 x 距离后的污染物浓度，mg/L；

C_0——初始断面污染物浓度，mg/L；

Q——初始断面入流流量，m^3/s；

Q_p——废污水排放量，m^3/s。

水库的建设将导致河流水体流速明显减缓，库区水体由河道急流型转变为缓流型，会对该河段的水体纳污能力产生影响。

向阳水库库区可接纳污染物量与污染负荷削减量计算公式为：

$$M = 31.54 * ((C_s - C_0)Q + K(C_s - C_0)V / 86400)$$

式中：M——水环境容量，t/a

C_s——水质目标浓度值，mg/L；

C_0——初始断面污染物浓度，mg/L；

Q——初始断面入流流量，m^3/s；

V——涉及水文条件下的库容积，m^3。

K——综合降解系数，1/d；

（2）计算边界条件

计算预测年库区水环境容量时，将近 10 年最低月平均水位时相对应的蓄水量确定为设计水量，预测年入库断面的水质浓度作为初始断面污染物浓度。计算预测年向阳水库坝址下游团滩河及汤溪河、澎溪河水环境容量时，将向阳水库下泄水质作为初始断面污染物水质浓度，挑选枯水年枯水月的下泄流量作为设计流量。初始条件设置见表 8.5-1 和表 8.5-2。

表 8.5-1　河段设计流量

河流	起讫点	预测年流量(m^3/s)
向阳水库库区	库尾到坝址	0.74
团滩河	坝址到入汤溪河汇口	1.32
汤溪河	沙市镇到江口镇团滩河汇口	5.19

汤溪河	江口镇汇口到汤溪河入江口	6.51
澎溪河	黄石镇康家沟到澎溪河入江口	15.97
长江研究河段	云阳县城污水处理厂排污口至下游 1000 米	3800
长江研究河段	云阳县工业污水处理厂排污口至下游 1000 米	3800

表 8.5-2　预测年各河段水质始浓度值和目标浓度值

河流	控制断面	预测水质（mg/L）				目标水质（mg/L）			
		COD	NH_3-N	TP	TN	COD	NH_3-N	TP	TN
向阳水库库区	库尾断面	2.39	0.16	0.053	0.44	20	1	0.05	1
团滩河	汇口	2.11	0.23	0.065	/	20	1	0.2	/
汤溪河	汇口	9.13	0.42	0.057	/	20	1	0.2	/
汤溪河	入江口断面	12.69	0.25	0.105	1.54	20	1	0.05	1
澎溪河	入江口断面	12.61	0.11	0.098	1.49	20	1	0.05	1
长江研究河段	云阳县城污水处理厂排污口下游 1000 米断面	12.63	0.10	0.089	/	20	1	0.2	/
长江研究河段	云阳县工业污水处理厂排污口下游 1000 米断面	12.60	0.096	0.088	/	20	1	0.2	/

8.5.2库区污染负荷削减量及水质保护措施

库区主要涉及江口镇。根据预测年工程运行后水质预测结果，结合以 III 类地表水标准计算所得的库区河段水环境容量，最终得到库区污染负荷削减量，具体结果见表 8.5-3。可以看出，库区除 TP 外，各项污染负荷指标的削减量均为 0，无需进行削减即可满足水质要求，TP 需要消减量为 0.1t/a。

表 8.5-3　库区污染负荷需要削减量（单位：t/a）

项目	COD	NH_3-N	TP	TN
水环境容量	9198.72	354.95	0.10	18.10
削减量	0	0	0.10	0

经预测年向阳水库库周污染源统计分析，库周均无大型点源存在，库周污染源主要自于江口镇的面源污染。预测年库区除 TP 外，各项污染负荷指标的削减量均为 0，无需进行削减即可满足水质要求，TP 需要削减量为 0.1t/a，需要削减的污染量较小，但作为饮用水源地，仍在此提出一些措施，具体如下：

（1）蓄水前库底清理

根据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）的规

定，为了防止淹没于水库内的树木、杂物等对水体水质和水库运行造成影响，在水库蓄水前必须对库底进行清理，具体操作主要由重庆市移民局组织进行，清理工作完成后，由省移民办公室、建设单位、设计单位、市（区、县）人民政府和移民局以及其他相关单位的领导与专家组成验收工作组对库区进行验收，验收合格后方能进行水库蓄水。向阳水库库底清理无特殊清理，仅有一般清理。

1）清理对象

①正常蓄水位以下的林木砍伐与迹地清理，防止水质污染的卫生防疫清理。

②正常蓄水位以下 2m 范围内大体积建筑物、构筑物残留体和林地等清理。

③正常蓄水位以下的生活垃圾和固体废物。

2）清理要求

①卫生清理

清理现场表面用农田土或建筑渣土填平压实。粪便消毒处理后要达到《粪便无害化卫生标准》的指标要求，由县级疾病预防控制中心提供检测报告，粪便大肠菌按照《粪便无害化卫生标准》检测。

鼠密度按照《动物鼠疫监测标准》（GB16882）检查，不得超过 1%。

卫生清理验收应由县以上卫生防疫部门提供检测报告。

②建（构）筑物的拆除与清理

建筑物、构筑物残留高度不得超过地面 0.5m，拆除的线材、铁制品、木杆不得残留库区。

建筑物、构筑物清理后的易漂浮材料，不得堆放在库区移民迁移线以下，且需有固定措施。

田间和农舍旁堆置的柴草、秸杆等，残留量不应大于清理量的百分之一。

对库岸稳定性有利的建筑物基础、挡土墙等可不予拆除，对确难清理的较大障碍物，应设置蓄水后可见标志，并在地形图上注明其位置与标高。

③林木清理

林木砍伐并清理运至库外，残留树桩高度不得超过地面 0.3m。

④库底清理去向

需要清理的房屋、水利设施就地推到、推平；线路、林木及林地灌木、田间和农舍旁堆置的柴草、秸杆等易漂物全部清理出库外，且需有固定措施，处理处置场地的选择必须满足相应选址的环境保护要求。坟墓清理应在卫生部门指导下

进行卫生防疫清理，将其污物运出库外，处置场地选择应符合卫生、环保要求，残留于地面的要进行曝晒消毒，并且对其坑穴应进行消毒，污水坑用净土填塞。

⑤危险废物

水库蓄水前，按照《危险废物处置工程技术导则》(HJ2042-2014)、《医疗废物集中处置技术规范》等相关要求，对水库淹没区范围尚未发现的危险废物及受污染土壤等应委托有资质的单位进行处理。

（2）城镇生活负荷削减

完成乡镇污水处理设施升级改造，实现污水处理全覆盖。加大老旧管网改造力度。积极推行低影响开发建设模式，县相关政府部门牵头开展建设滞、渗、蓄、用、排相结合的雨水收集利用设施和中水回用设施。强化日常监管，做好已建乡镇（街道）生活污水处理设施运行管理工作。

加强污泥处理处置。污水处理设施产生的污泥应进行稳定化、无害化和资源化处置，严禁处置不达标的污泥进入农地。取缔非法设置的污泥堆放点。

尽快完善乡镇污水管网的建设，提高沿河场镇和新型社区污水集中收集率，彻底解决城镇、农村生活地区生活污水直排等瓶颈问题，大幅提高乡镇污水收集处理率。

实施排污口整治，各河段组织人员进行全面的摸底调查，逐一摸清下河排水口排污现状，取缔沿岸直排式厕所、违法工业企业和养殖场（点）、违法排污口等，工业企业、医疗机构及城镇生活污水全面铺设管网，截至污水处理厂进行处理。

（3）农村面源污染负荷削减

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，使向阳水库工程影响区内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，逐步普及无害化的卫生公厕，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。

到 2020 年，完成各年度农村环境综合整治目标任务。大力实施农村清洁工程，所有县城和建制镇具备垃圾收集处理能力。按照响应建设“美丽农村”的号召，改善村容村貌，加强农村环境综合整治，解决农村环境“脏、乱、差”的现状，铺

设配套管网设施和垃圾收集设施，实现各行政村驻地居民集中生活区的生活污水收集率达到 80%以上，污水处理率和达标率均达到 80%以上的目标，改善严重损害群众健康和影响农村可持续发展的突出环境问题。

（4）饮用水源地保护

向阳水库建库后，应及时开展饮用水源地保护区的划定保护，加强水库的运行管理和水质监测工作，实时掌握水质的变化动态，严格执行水源地各项保护措施，确保水质达到其水域功能区划要求。

1）制定水源地保护办法，加强水资源行政管理

地方政府应组织编制水源保护区划定方案，并制定、颁布“向阳水库水源地保护及水污染防治办法”，设置水源保护的专项管理机构，配备相应的管理人员、管理设备和监测仪器。

管理人员的设置，根据水库规模及管理要求，配备相应的管理人员和技术人员；根据水源地保护要求，配置专业的管理设备，以满足执法、水源地保护要求；同时，配套相应的监测仪器，实地监控水库水质情况。

2）划定水源保护区

向阳水库总库容为 1.10 亿 m^3，为大型水库。根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018），以取水口为圆心半径为 500m 范围内的水域为一级保护区水域；一级保护区水域外 200m 范围内为一级保护区陆域。一级保护区外团滩河向下游 2000m 范围，上游 2000m 范围，及汤溪河上游 2000m 范围为二级保护区水域；一级保护区水域外径向距离 3000m 的范围为二级保护区陆域。

向阳水库水源保护区涉及影响区域内的江口镇，集中在江口镇西部，与后也真及陆阳镇交界。向阳水库水源地保护区初步划分方案图见下图。

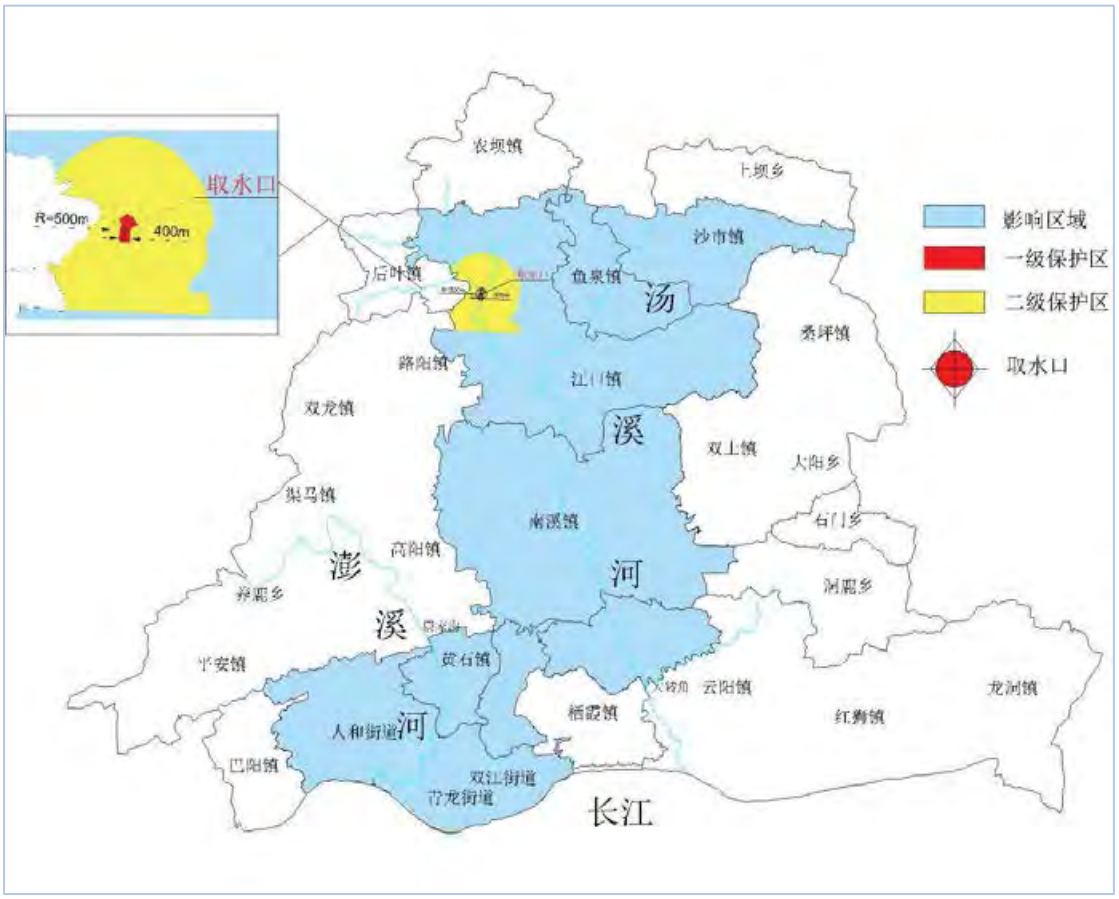


图 8.5-1　　向阳水库水源保护区划分方案图

3）设置水源地保护宣传牌

加强水库水源地保护的宣传力度，在水库周围设置明显的警示和宣传标牌，标牌中应该包括以下内容：①水库的地理位置，各级保护区边界的示意图；②保护水库水质的意义，以及与广大公众的紧密利益；③明确在水库各功能区的禁止行为，以及相关的惩罚规定。设立警示、宣传牌，2030 年前完成。

4）加强复建道路交通事故风险控制

对复建道路桥段设置路桥面径流收集系统，禁止运输危化品车辆驶入向阳水库水源保护区范围。

5）加强水源地保护法律法规的执行

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水污染防治法》，结合水库及周围环境特点，切实落实水源地保护的法律法规。

在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。

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，已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由当地县级以上人民政府责令拆除或者关闭。

禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。

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，已建成的排放污染物的建设项目，由当地县级以上人民政府责令拆除或者关闭。

在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。

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，改建建设项目，不得增加排污量。

对位于水源保护区范围内的村庄，应做好水源保护宣传教育工作，禁止在河道内洗衣服、刷洗车辆、倾倒垃圾等；粪便污水用于浇灌农田；对当地民众进行宣传，不使用含磷洗涤剂，禁止当地含磷洗涤剂的销售。

限制流域内化肥、农药的使用，加强管理，科学施肥，提高肥料利用率，禁止高残留、有毒有害农药的使用，大力提倡生态农业，着力推广绿色食品生产模式。

当地县级以上人民政府应当根据保护饮用水水源的实际需要，在准保护区内采取工程措施或者建造湿地、水源涵养林等生态保护措施，防止水污染物直接排入饮用水水体。

6）水源地一级、二级保护区边界设置生物及物理隔离措施

在饮用水源地一级、二级保护区设置生物及物理隔离防护设施，增加绿化及涵养水源，使向阳水库水源地保持较好土地条件。

7）其它

建立健全饮用水水质监测体系，定期监测、检测和评估流域内饮用水水源、供水厂出水和用户水龙头水质等饮水安全状况。健全饮用水安全保障制度和目标责任制度，明确饮用水水源、供水厂出水、输配水设施、二次供水设施以及用户水龙头等供水节点的责任主体及其监管范围。

全面提升饮用水水源水质监测能力。强化应急监测，完善应急预案编制，切实加强对应急备用水源工程的保护、运行与维护管理。每季度向社会公开市级水源、供水厂、水龙头水质状况，接受公众监督。

8.5.3团滩河坝下河段污染负荷削减量及水质保护措施

团滩河坝下河段主要涉及江口镇。根据预测年工程运行后水质预测结果，结合以 III 类地表水标准计算所得的该河段水环境容量，最终得到团滩河坝下河段污染负荷削减量，具体结果见表 8.5-4。

表 8.5-4　团滩河坝下河段污染负荷需要削减量（单位：t/a）

项目	COD	NH_3-N	TP	TN
水环境容量	741.90	31.93	5.59	/
削减量	0	0	0	/

可以看出，团滩河坝下河段各项污染负荷指标的削减量均为 0，不需要削减即可满足水质要求。

8.5.4汤溪河污染负荷削减量及水质保护措施

汤溪河主要涉及江口镇、沙市镇、鱼泉镇、南溪镇、云安镇、云阳镇与栖霞镇。由于研究范围内汤溪河江口镇至长江汇口河段属于三峡水库回水变动区，需要构建立面二维模型模拟该河段水文情势及水质，而沙市镇至江口镇河段不受三峡水库调度影响，仍为河道型河段，仍可用纵向一维模型模拟预测水文情势及水质，所以本报告将汤溪河分为两部分进行分析，分别为沙市镇到团滩河汇口河段与团滩河汇口到汤溪河长江汇口河段。

沙市镇到团滩河汇口河段主要涉及江口镇、沙市镇与鱼泉镇，相关计算结果见表 8.5-5。团滩河汇口到云安镇大转角河段主要涉及南溪镇、云安镇、云阳镇与栖霞镇，相关计算结果见表 8.5-6。

由表可知沙市镇到团滩河汇口河段无需进行污染负荷削减，而团滩河汇口到汤溪河长江汇口河段 NH_3-N、COD 负荷需要进行削减，TP 与 TN 需要分别削减 16.76t/a、169.23t/a。

表 8.5-5　沙市镇到团滩河汇口河段污染负荷需要削减量（单位：t/a）

项目	COD	NH_3-N	TP	TN
水环境容量	1779.11	94.93	22.91	/
削减量	0	0	0	/

表 8.5-6　团滩河汇口到汤溪河长江汇口河段污染负荷需要削减量（单位：t/a）

项目	COD	NH_3-N	TP	TN
水环境容量	66600.23	6466.15	-16.76	-169.23
削减量	0	0	16.76	169.23

沙市镇到团滩河汇口河段污染负荷需要削减量为 0，无需削减即能满足水质要求。

团滩河汇口到汤溪河长江汇口河段存在的主要问题是 TP 与 TN 污染排放超出环境容量，需要进行削减。而经预测年汤溪河污染源统计分析，该河段的 TP 污染负荷主要来自于城镇生活污染负荷与农村生活污染负荷，两者的 TP 污染负荷之和占该河段 TP 污染负荷的 71.73%；该河段的 TN 污染负荷也主要来自于城镇生活污染负荷与农村生活污染负荷，两者的 TN 污染负荷之和占该河段 TN 污染负荷的 89.19%。所以，应当针对城镇生活污染负荷与农村生活污染负荷中的 NH_3-N、TP 和 TN 污染采取治理措施，以达到水质保护的目的。具体治理措施如下：

（1）城镇生活负荷削减

污水处理设施产生的污泥应进行稳定化、无害化和资源化处理处置，禁止处理处置不达标的污泥进入耕地。非法污泥堆放点一律予以取缔。到 2030 年底，现有污泥处理处置设施基本完成达标改造，库区污泥无害化处理处置率达到 90%以上。

在向阳水库受水区的乡镇，要按照“厂网并举、管网优先”的原则，进一步加强乡镇污水处理厂配套管网建设。综合考虑已建及新增污水处理设施能力和运行负荷率要求，科学确定新增污水配套管网规模，优先解决已建污水处理设施配套管网不足的问题，抓紧补建配套管网。对在建污水处理设施，严格做到配套管网长度与处理能力要求相适应；对拟建污水处理设施，同步规划、同步设计、同步建设配套管网；城镇污水处理厂投入运行 1 年以上的运行负荷率不低于设计能力的 70%，投入运行 3 年以上的运行负荷率不低于设计能力的 80%。完善现状南溪镇污水管网。

加快推进城镇污水处理厂污泥处理处置和资源化利用。在新建、改建和扩建城镇污水处理厂时，污泥处理设施应与污水处理厂同步规划、同步建设、同时投入运行；对目前已建成的污水处理厂，要因地制宜配套建设合适的污泥处理设施；没有条件建设污泥处理设施的乡镇污水处理厂，可就近将污泥运到县市级污水处理厂妥善处理处置。将污泥处理处置纳入减排工作，加强监督、检查和考核。

污水处理设施建设要注重政府引导和市场运作相结合，推行特许经营，多方筹集资金，加快污水处理设施建设进度。城镇污水处理厂应安装进出水在线监测装置，实现污水处理厂进出水的动态监督与管理。加强对排入城镇污水收集系统的重点工业排放口水量水质的监督监测，避免因污水厂进水负荷突变而导致的事

故性排放。逐步推广设施运营专业化、社会化。

（2）农村生活负荷削减

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，使向阳水库工程影响区内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，逐步普及无害化的卫生公厕，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。

到 2020 年，完成各年度农村环境综合整治目标任务。大力实施农村清洁工程，所有县城和建制镇具备垃圾收集处理能力。按照响应建设“美丽农村”的号召，改善村容村貌，加强农村环境综合整治，解决农村环境“脏、乱、差”的现状，铺设配套管网设施和垃圾收集设施，实现各行政村驻地居民集中生活区的生活污水收集率达到 80%以上，污水处理率和达标率均达到 80%以上的目标，改善严重损害群众健康和影响农村可持续发展的突出环境问题。新建和修建沤肥池、化粪池，规范农村地区垃圾的收集途径，提升其对垃圾的处理处置能力。

需要指出的是，此河段的水质受长江回水影响较大，长江来流的污染物输入是此河段污染物超出环境容量的主要原因。长江水质的改善才是解决此河段水质污染不达标问题最有效和最直接的办法。

8.5.5澎溪河污染负荷削减量及水质保护措施

澎溪河主要涉及人和街道、黄石镇、水口镇、青龙街道与双江街道。相关计算结果见表 8.5-7。可以知道，澎溪河 COD 与 NH_3-N 负荷无需进行削减，TP 与 TN 需要分别削减 50.49t/a 及 494.83t/a。

表 8.5-7　澎溪河污染负荷需要削减量（单位：t/a）

项目	COD	NH_3-N	TP	TN
水环境容量	211532.00	20470.01	-50.49	-494.83
削减量	0	0	50.49	494.83

澎溪河存在的主要问题是 TP 与 TN 污染排放超标，需要进行削减。而经预测年汤溪河污染源统计分析，该河段的 TP 污染负荷主要来自于城镇生活污染负荷与农村面源污染负荷，两者的 TP 污染负荷之和占该河段 TP 污染负荷的 76.72%；该河段的 TN 污染负荷也主要来自于城镇生活污染负荷与农村面源污染负荷，两

者的 TN 污染负荷之和占该河段 TN 污染负荷的 89.85%。同时，澎溪河富营养化程度角度，水华爆发的可能性较大。所以，应当针对城镇生活污染负荷与工业污染负荷中的 TP、TN 污染采取治理措施，以达到水质保护的目的。具体治理措施如下：

（1）城镇生活污染负荷削减

提倡清洁能源使用，提高太阳能、朝气、液化气等清洁能源的普及，同时实现生活垃圾分类收集，有效提高垃圾的资源化、无害化处理以及回收利用效率。同时加强管道设施铺设，提高城镇生活废水收集率，建立现代化的生活垃圾填埋场。

（2）农村面源污染负荷削减

加强畜禽污染治理，加强畜牧业环境保护和经济循环发展，在改进畜禽厩舍结构和生产设施与推进干湿分离、雨污分流等工艺技术的基础上，支持各类规模养殖场（户）采用畜禽粪便有机肥加工、“沼气能源生态型”、“生物发酵零排放”以及污水厌氧和好氧消化处理后施入农田（地）、牧草地、林果地等农林牧结合的综合利用方法，配套畜禽养殖废弃物综合利用、节能节水、无害化处理和环境保护等设施，实现畜禽养殖排泄物的资源化、无害化、减量化，提高畜禽养殖排泄物的资源化利用率，促进循环经济和畜牧业可持续发展。

推广科学施肥用药和低碳农业技术，提高化肥、农药利用率，减少面源污染。大力发展农村生态能源和清洁能源，推行生态种养模式，改善和保护农业生态环境。搞好农村沟渠、河道农业有害生物综合防治，清淤除草，修复农田生态水利。建立秸秆禁烧和综合利用的长效机制，回收再利用农膜和农药包装物。加强农产品产地环境监管，强化农产品产地重金属污染普查和监测预警。

因地制宜积极推进农村生活污水治理。结合新农村建设，大力发展农村户用沼气，带动农户改厨、改厕、改圈，推进人畜粪便无害化处理。

（3）工业污染负荷削减

狠抓工业污染防治。严格执行产业禁投清单，强化规划和建设项目环评，新建影响河流水体的建设项目应进入工业园区或工业集中区，并满足水环境质量以及污染物总量控制要求。依法取缔“十一小”企业，完成“十一大”重点行业清洁化改造，市控及以上重点工业废水主要污染物排放稳定达标。

进一步引进新型污水处理设备与先进工艺，降低排放废水水质浓度，提高中

水回用率。

（4）富营养化防治措施

控制外源性营养物质的输入。制定营养物质排放标准和水质标准，根据水体环境容量，实施总量控制，合成洗涤剂禁磷和限磷。实施截污工程或引排污染源。

降低内源性营养物质的负荷。根据不同的污染情况，采用不同的方法和措施目前主要有以下三类：1）生物-生态性措施。利用水生生物的生命活动，对水中氮磷营养物及其他污染物进行迁移、转化、降解和代谢，从而使水体得到净化的方法。主要通过放养控藻型生物、构建人工湿地、恢复高等水生陆生植物等重建水生生态环境，使水体恢复其应有的功能。2）物理工程性措施。这类措施主要有底泥疏浚、水体深层曝气、机械除藻、引水冲淤、注水稀释以及在底泥表面敷设塑料等。对于已经发生了富营养化的湖泊，底泥释放磷是重要的内源性污染源，目前最直接和有效的方法是底泥疏浚。3）化学方法。这类方法包括凝聚沉降和化学药剂杀藻等。投加化学试剂可使营养物质生成沉淀而沉降，如加入石灰脱氮、加入铁盐促进磷的沉淀等。使用化学杀藻剂杀藻效果较好，但会受时效、大水域、水体流动性的局限，而且藻类被杀死后，水藻腐烂分解仍旧会释放出磷，易造成二次污染，尤其是大规模人工合成物的使用可能会给环境带来负面影响，应慎重使用。对于杀死的藻类应及时捞出，或者再投加适当的化学药品，将藻类腐烂分解释放出的磷酸盐沉降。

去除污水中的营养物质。在污、废水排入水体之前，进行脱氮除磷处理，去除其中的营养物质，对防治水体富营养化具有重要意义、目前较常用的方法有以下几种：1）物理化学方法。脱氮的物理化学方法有氨汽提法、沸石法和折点氯处理法等。2）生物生态方法。分为活性污泥法、固定池(生物滤池、浸没滤池等)法、生物转盘法等。

需要指出的是，此河段的水质受长江回水影响较大，长江来流的污染物输入是此河段污染物超出水环境容量的主要原因。长江水质的改善才是解决此河段水质污染不达标问题最有效和最直接的办法。

8.5.6长江研究河段污染负荷削减量及水质保护措施

长江研究河段主要涉及水口镇、青龙街道。相关计算结果见表8.5-8和表8.5-9。可以知道，长江研究河段COD、氨氮、总磷负荷无需进行削减。

表 8.5-8　云阳县城污水处理厂排污口至下游 1000m 河段污染负荷需要削减量（单位：t/a）

项目	COD	NH_3-N	TP	TN
水环境容量	883197.22	107853.12	13301.88	/
削减量	0	0	0	/

表 8.5-9　云阳县工业污水处理厂排污口至下游 1000m 河段污染负荷需要削减量（单位： t/a）

项目	COD	NH_3-N	TP	TN
水环境容量	886792.32	108332.47	13421.72	/
削减量	0	0	0	/

坚决按照习近平总书记“共抓大保护，不搞大开发”的要求，将生态环境保护作为落实河长制工作的重中之重，加强生态环境保护。要高度重视，严格按照相关要求，彻底拆除非法码头上的设施设备，清除堆放物料，绿化好裸露地块；通力合作，严厉打击违法违规建设行为，推进沿江港口岸线资源有效利用和集约开发，保障生态、供水、航运安全等工作。加强对三峡库区消落带治理，因地制宜栽种植物，做好库岸防护，确保库区蓄退水期间江水涨落时库岸安全。要压实责任，明确措施，持续推进长江大保护行动。

8.6低温水减缓措施

长江勘测规划设计研究院于 2019 年 9 月结合国内同行业现场调研基础，编制完成了《重庆市云阳县向阳水库工程取水设计分析报告》，将可研阶段的取水型式论证进行了完善，主要参考《水电站分层取水进水口设计规范》（NB/T35053-2015）和国内外水库工程实例进行取水方式的全面论证。

8.6.1本工程取水特点分析

（1）取水功能

进水口取水兼有供水、灌溉、发电、生态放水、水库放空等功能，考虑到灌溉对水温要求较高，水库深层水温较低，不能满足灌溉用水要求，应考虑采用取表层水的取水方式。

（2）取水流量

1）供水、灌溉、发电的引用流量

进水口枯期最大引用流量 6.81m^3/s，汛期最大引用流量 8.15m^3/s，汛期 5～10 月下放生态流量为 2.63m^3/s，枯期 11～4 月下放生态流量为 1.31m^3/s。

2）水库放空

根据向阳水库运行情况，水库由正常蓄水位 456.00m 降落至堰顶高程 442.00m 时由溢洪道下泄，高程 442.00m 降落至高程 380.00m 时由取水塔放空管下泄。不考虑取水塔的过流能力，放空管（引水隧洞）的最大下泄流量为 39.02m3/s。

（3）水位运行调度情况

水库正常蓄水位 456m，死水位为 390m，运行水位变幅达 66m，取水塔进口底板高程为 380m，底板以上水深达 76m。

根据水库调节计算成果，水库多年平均运行水位为 441.11m，主要在高水位区间运行。且各月份之间的水位变幅不大，根据长系列径流调节成果，水库水位主要在 420m-456m 之间的高水位运行，所占频率为 83.3%、运行天数 304.2 天；低水位的 410m 以下运行频率约 7.8%、平均运行天数为 28.4 天；420m 以下运行频率约 16.7%、平均运行天数为 60.8 天。水库长系列径流调节成果水位统计见表 8.6-1，向阳水库丰平枯三个典型年各月流量及月末水位统计见表 8.6-2。

表 8.6-1　向阳水库长系列径流调节成果水位统计表

序号	水位区间（m）	频率	多年平均运行天数（天）
1	390-395	2.4%	8.6
2	395-400	0.7%	2.6
3	400-405	2.2%	7.9
4	405-410	2.5%	9.3
5	411-415	4.3%	15.9
6	415-420	4.5%	16.5
7	420-425	6.2%	22.5
8	425-430	8.0%	29.1
9	430-435	8.2%	29.8
10	435-440	11.4%	41.7
11	440-445	13.9%	50.9
12	445-450	26.3%	95.9
13	450-456	9.4%	34.4
合计		100.0%	365

表 8.6-2　向阳水库丰平枯三个典型年各月流量及月末水位统计表

典型年	月份	入库流量（m^3/s）	出库流量（m^3/s）	水库水位-时段末(m)	下月水位-上月水位（m）
P=20%(1995)	1	1.4	1.31	437.79	
	2	0.74	1.31	432.73	-5.06
	3	0.58	1.31	427.2	-5.53
	4	1.57	1.31	423.11	-4.09
	5	3.03	2.63	413.6	-9.51
	6	18.48	2.63	439.57	25.97
	7	33.57	24.6	448.16	8.59

	8	11.85	8.7	448.16	0
	9	11.99	9.81	448.16	0
	10	15.85	7.04	456	7.84
	11	1.68	1.31	453.45	-2.55
	12	1.02	1.31	449.91	-3.54
P=50% (2012)	1	1.19	1.31	451.43	
	2	0.71	1.31	447.12	-4.31
	3	1.13	1.31	443.78	-3.34
	4	4.25	1.31	444.87	1.09
	5	13.34	2.63	452.4	7.53
	6	4.13	4.8	448.16	-4.24
	7	23.47	20.05	448.16	0
	8	2.78	2.63	443.27	-4.89
	9	20.27	14.5	448.16	4.89
	10	3.55	2.63	446.29	-1.87
	11	1.06	1.31	442.63	-3.66
	12	1	1.31	439.07	-3.56
P=75% (1981)	1	0.26	1.31	436.16	
	2	0.37	1.31	430	-6.16
	3	0.78	1.31	425.11	-4.89
	4	5.61	1.31	429.33	4.22
	5	7	2.63	429.77	0.44
	6	9.98	2.63	437.01	7.24
	7	3.28	2.63	431.9	-5.11
	8	4.92	2.63	430.29	-1.61
	9	4.94	2.63	430.77	0.48
	10	14.83	2.63	446.2	15.43
	11	2.13	1.31	444.07	-2.13
	12	0.76	1.31	439.7	-4.37

8.6.2分层取水型式比选

8.6.2.1分层取水的型式

根据《水电站分层取水进水口设计规范》（NB/T35053-2015），分层取水进水口型式主要包括多层式、叠梁门式、翻板门式、套筒式、斜卧式等，大中型水电站分层取水宜采用机械控制的叠梁门式进水口或多层进水口。

国内已建在建的分层取水设施，主要对叠梁门分层取水型式和多层进水口型式进行研究，内容包括工程布置、结构设计、水力学计算、水工模型试验等。两种型式的进水口一般为塔式结构，事故闸门根据工程条件可布置于边坡外或山体内，其主要结构型式见图 8.6-1～图 8.6-2。从研究成果来看，主要采用的分层取

水型式为叠梁门式进水口，其控制分层取水灵活、水流流态较好、运行相对简单；而多层进水口目前大中型工程中实际应用不多。

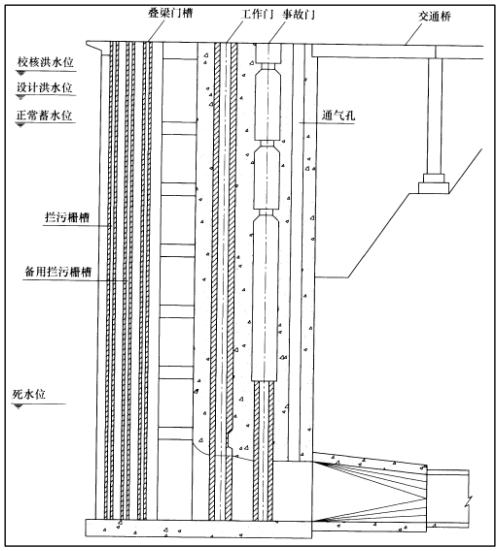


图 8.6-1　叠梁门式进水口

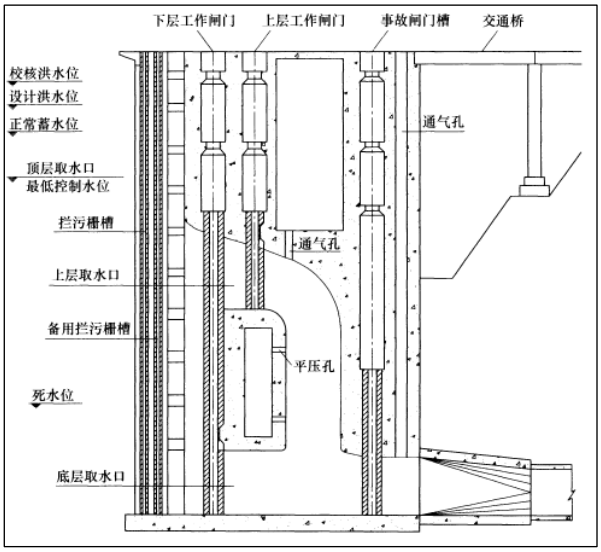


图 8.6-2　多层进水口

国内，在建国初期兴修了很多小型水库，采用了简单的斜卧管分级取水。部分早期水力控制分层取水设施分为浮式板型、浮式管型、多层自动翻板闸型。

浮式板型主要包括浮筒、隔水门、过水竖井等，由浮筒的浮力带动隔水门做竖直方向的移动，控制隔水门以上的取水深度或孔口尺寸，以达到取表层水的目的，简图见图 8.6-3。浮式管型由浮筒、取水口、取水管等组成。根据库水位的不同来调节取水管的状态，以达到取表层水的目的，简图见图 8.6-4。多层水力自动翻板型由进水塔或斜管、竖向安装在塔上游面的若干翻板闸门等组成，简图见图 8.6-5。

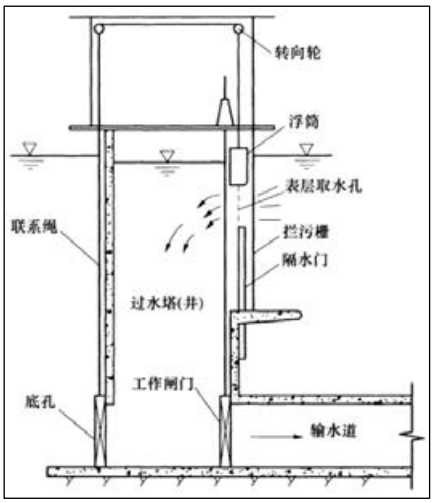


图 8.6-3　浮式板型图

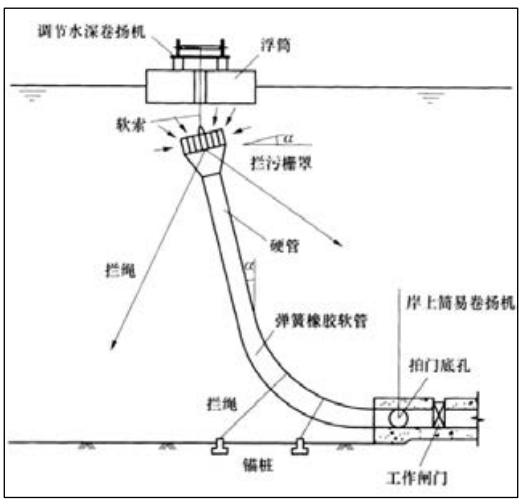


图 8.6-4　浮式管型

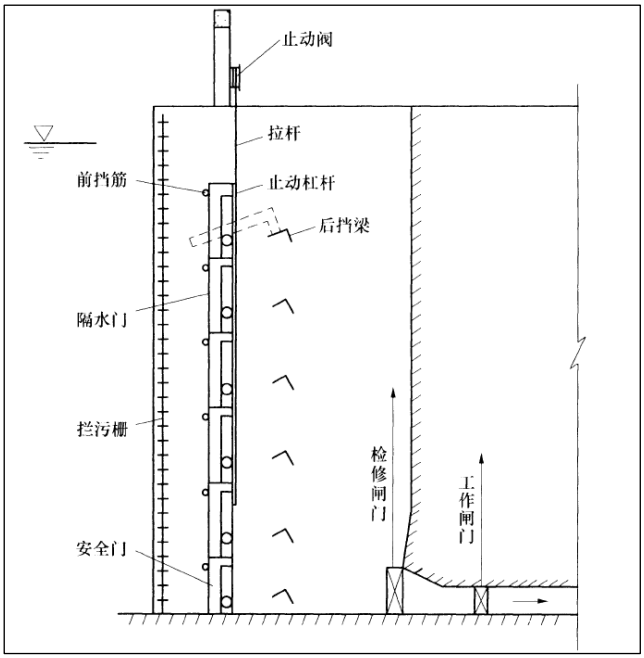
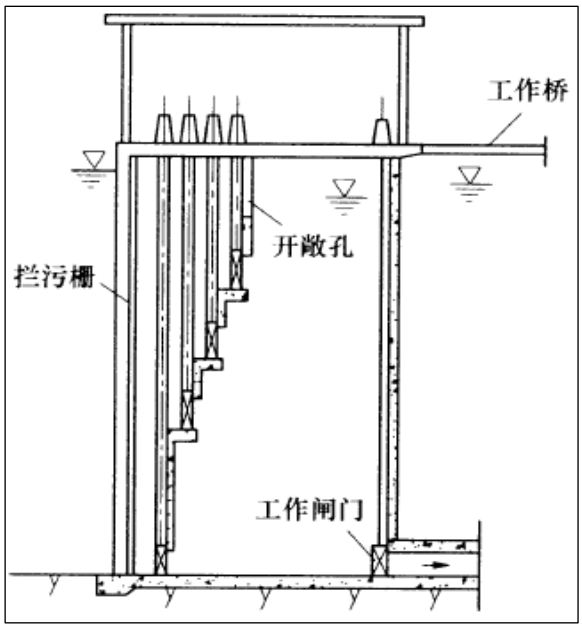


图 8.6-5　多层水力自动翻板型

早期机控分层取水设施有塔（井）式、斜卧式、圆筒式等几种。塔（井）式简图见图 8.6-6～图 8.6-7，斜卧式分层取水见图 8.6-8。机控圆筒式分层取水装置是用机械设备吊住各节圆筒和取水口，管身由各节管径不同的圆筒套接而成。通过拉起或放下吊索来控制圆筒伸缩，以达到取表层水的目的，简易结构见图 8.6-9。其他一些中小型水库也有将不同高程进水管埋于坝内的方式和将不同高程的取水口布置在斜坡山体内的方式，详见图 8.6-10～图 8.6-11。



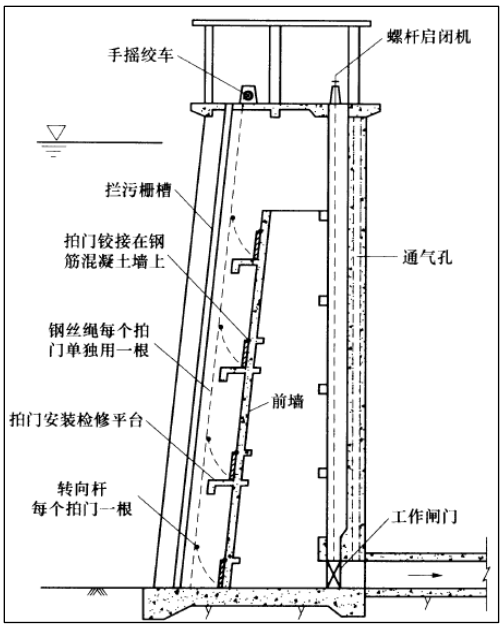
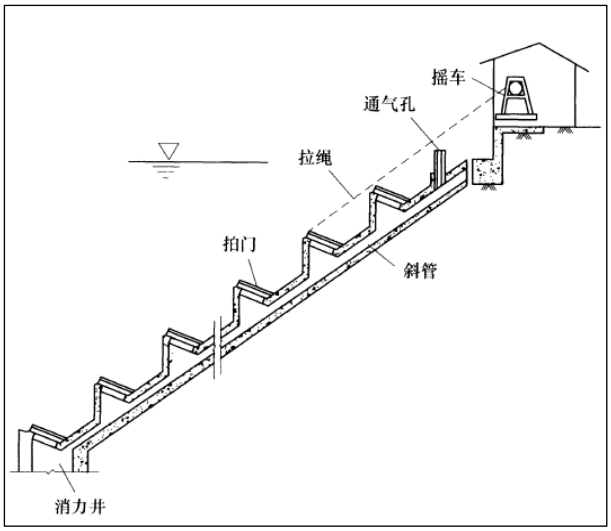


图 8.6-6　塔（井）直插式分层取水　　**图 8.6-7　塔（井）拍门式分层取水**



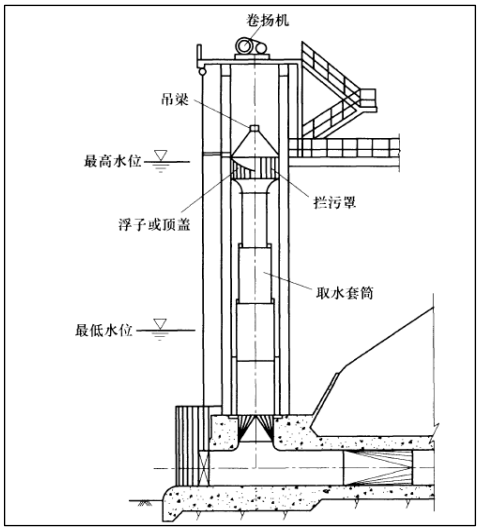


图 8.6-8　斜卧式分层取水图　　**8.6-9　机控圆筒式分层取水**

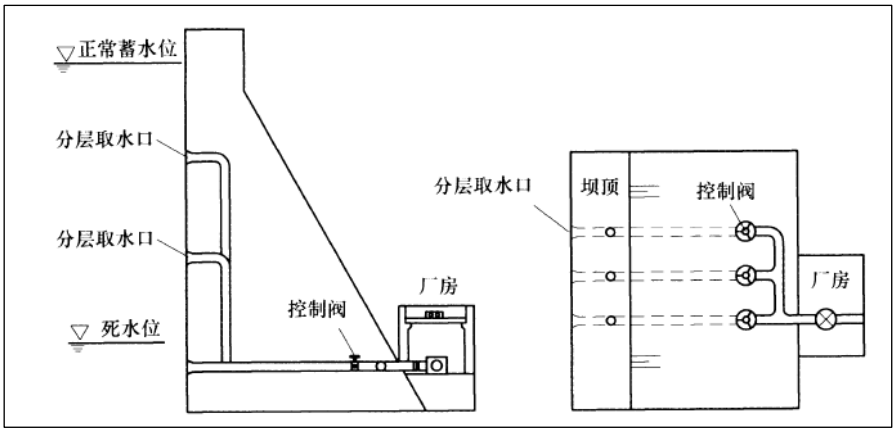


图 8.6-10　进水管埋于坝内

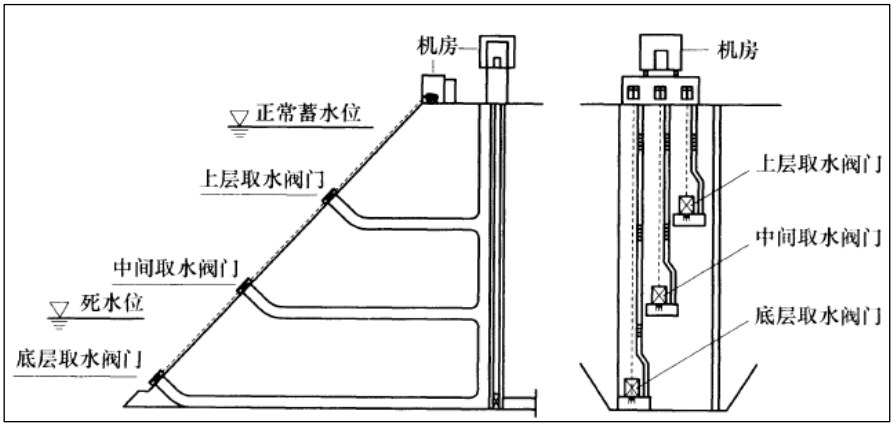


图 8.6-11　在山坡内设置不同高程取水口

8.6.2.2分层取水型式比选

根据本工程取水的功能要求及对国内外常用表层取水型式分析，考虑到灌溉水对水温的要求，针对常用分层取水口的型式，对叠梁门分层取水、多层取水口

分层取水、浮筒（套筒）式取水三种型式进行比较。

通过了解，国内采用浮筒（套筒）式取水设施的工程较少，国内设计单位普遍缺乏相关设计经验。广西桂西北治旱百色水库灌区工程为近期批复的大型水利工程，广西大龙洞水库取水设施已运行约 27 年，采用了浮筒（套筒）式取水设施。目前国内浮筒（套筒）式取水主要用于中小水利工程，国内已建成的浮筒（套筒）式取水运行水位变幅未超过 20m，正在研究的百色水库灌区工程运行水位变幅为 25m；国外浮筒（套筒）式取水运行水位变幅没有超过 33m 的工程实例。由于向阳水库取水口水位变幅 66m，远超浮筒（套筒）式取水现有水平，因此浮筒（套筒）式取水技术在向阳水库工程中的应用，由设计院进行了专题研究，经估算，浮筒（套筒）高度 73m，上部浮箱直径约 10m，上部圆筒直径约 6m，而下部圆筒直径约 3m，共 15 节套筒，同心度要求高，制作安装难度大，浮筒（套筒）的稳定性、安全性、可靠性难于保证。

三种型式的优缺点及比较结论见表 8.6-3、工程量及投资对比见表 8.6-4。

表 8.6-3　取水口型式比较表

取水口型式	叠梁门分层取水	多层取水口分层取水	浮筒式取水口分层取水	比较结果
地形地质条件	适宜修建，地形条件有利	地形场地陡峻狭窄不利布置	地形场地陡峻狭窄不利布置	叠梁门较优
施工难度	相对简单	相对复杂	复杂	叠梁门较优
工程布置	体型相对较小，平面尺寸为 9m×21m（长×宽）	体型相对较大，平面尺寸为 9m×41m（长×宽）	体型大，平面尺寸为 32.7m 面尺寸为尺寸（长×宽）	叠梁门较优
水温调节	水温调节效果相对较好	分层高度达 11m，水温调节效果相对较差	水温调节效果好，相较叠梁门方案，可将水温提高 0.1-0.3，	浮筒式较优
运行管理控制	经计算，按最大流量引水灌溉、供水、发电时，约 1～1.5 个月时间降 5.85m，即约 1～1.5 个月时间提升一扇叠梁门，运行管理控制较为方便。	运行管理较为方便	浮筒随水位变化而上下起伏，基本不需要动力和人力控制，运行管理方便	浮筒式较优
金结制作施工难度及风险	国内有较多工程案例在高变幅水位落差的工程中采用分层取水叠梁门叶型式，可靠性较高，门叶采用平面上游止水的平面滑动闸门，技术成熟，难度较小。	国内采用多层取水闸门的案例较多，技术成熟，难度不大。	国内外浮筒取水方式运行水位变幅均小于 33m。单塔浮筒高度达 76m，运行水位变幅远超国内外已建工程水平。上部浮箱直径约 10m，上部圆筒直径约 6m，下部圆筒直径仅 3m，共需设置 18 节。同心度要求高，设计难度大，浮筒（套筒）的稳定性、安全性、可靠性难于保证，尚需进行专题可行性研究。	叠梁门较优
工程投资（含金结）	6832 万元	9243 万元	18899 万元	叠梁门较优
施工期	25 个月	28 个月	32 个月	叠梁门较优
结　论	推荐取水口型式	比较取水口型式	比较取水口型式	

表 8.6-4　不同取水口型式工程量及投资对比表

分类	项目	单位	叠梁门式进水口工程量	浮筒式进水口工程量	浮筒式-叠梁门式差值	备注
右岸取水塔进水口土建部分	土方开挖	m^3	4500	4800	300	
	石方开挖	m^3	136267	218027	81760	
	塔身 C25 混凝土	m^3	12004	49610	37606	
	C30 连系梁	m^3	145	360	215	
	门库 C25 混凝土	m^3	892	892	0	
	C30 混凝土交通桥桥板	m^3	167	167	0	
	C25 混凝土交通桥排架	m^3	830	830	0	
	C20 混凝土引渠	m^3	160	243	83	
	钢筋制安	t	1189	4234	3045	
	锚筋φ筋φ，L=6m	根	620	620	0	
	喷 C20 混凝土，厚 10cm	m	1584	3686	2101	
	锚杆φ杆φ，L=6m	根	1980	4607	2627	
	锚杆φ杆φ，L=9m	根	1980	4607	2627	
	锚索 1000KN，L=40m	根	570	1368	798	
	排水孔φ水孔	m	10562	24571	14009	
	土建部分费用合计	万元	5197	13452	8255	
右岸取水塔进水口金属结构部分	叠梁门门叶重量	t	290	1350	1060	
	叠梁门埋件重量	t	180	360	180	
	浮筒及套筒重量	t	/	218	218	
	事故门重量	t	53	110	57	
	事故门埋件重量	t	70	70	0	
	叠梁门启闭力	kN	1600	2500	900	
	浮筒及套筒启闭力	kN	/	3200	3200	含钢支架
	事故门启闭力	kN	共用	1600	1600	一扇事故门共用门机，固卷一台 70t
	拦污栅门叶	t	160	520	360	
	拦污栅埋件	t	100	200	100	
	拦污栅启闭力	kN	共用	共用		
	金结部分费用合计	万元	1634.2	5447	3813	
费用合计		万元	6832	18899	12067	

从上表可以看出，采用叠梁门分层取水方案，体型相对较小，工程量相对较小，水温调节效果较好，运行管理也较方便。采用多层取水口取水方案，虽然运行管理相对更方便，但层高达 11m，水温调节效果相对较差，由于地形条件限制，基础回填及处理工程量相对较大，增加工程投资，且施工工期较长，水温调节效果不及叠梁门分层取水方案。

浮筒（套筒）取水国内成功案例在 11m 左右，国外成功案例小于 33m。向阳水库取水水位变幅 66m，无论是水位变幅、套筒总高度、浮筒及套筒直径、套筒

节数、套筒重量等均远超国内外水平，致使金属结构的制造难度、安装难度以及运行风险大大增加。

经综合分析，推荐向阳水库工程采用叠梁门分层取水口型式。

8.6.3本项目叠梁门的设计概况

本项目取水塔工作平台高程459.5m，塔底高程375.0m，塔高84.5m。塔宽9.0m，顺水流向长21.0m。取水塔布置有拦污栅、叠梁门和检修闸门，取水塔下游侧设置门库。交通桥宽 6.0m，长 43.0m，上部结构采用简支空心板桥，分三跨布置，两跨为15m，一跨为13m，下部结构为排架。

进水口的喇叭口前缘布置一道拦污栅，其后紧接着叠梁门工作闸门段，在向阳水库取水塔设计过程中，参考了国内已经建成和已审批通过的类似水库工程项目，主要有光照、锦屏一级、溪洛渡、糯扎渡、乌东德、金佛山（位于重庆南川）、江家口（位于四川巴中）等大型水库工程。类似工程叠梁门高度从 2-14m 不等，且常规高度范围为5-8m。以上各工程进水口主要参数指标见表8.6-5。

表 8.6-5　国内部分采用叠梁门分层取水进水口的特征参数表

序号	工程名称	进水口型式	工程规模	进水口底板以上水头（m）	单机引用流量（m^3/s）	单扇叠梁门高度（m）	叠梁门层数
1	光照	岸塔式	大一型	75	216.5	3	20
2	锦屏一级		大一型	101	337.4	7/14	4
3	溪洛渡		大一型	82	423.8	12	4
4	糯扎渡		大一型	76	393	12.68	3
5	乌东德		大一型	62	691.1	8/4	8
6	金佛山		大二型	77.5	15.39	6	12
7	白鹤滩		大一型	89		6	5
8	江家口		大二型	29.5	17	2	13
9	两河口		大一型	101	248.6	14	4
10	滩坑		大一型	65	211.3	5	8
11	亭子口	坝式	大一型	47	432	2.8	10

闸门高度越小，越有利于取表层水，对供水水温越有利。

选用4m、5.8m、7m、8m四种门高进行水温计算，因9月～翌年3月水库水温较建库前有所提高，本次主要计算了具有代表性的平水年的4-8月水温变化情况。

表 8.6-6　向阳水库平水年 4-8 月不同叠梁门高度的下泄水温统计表

月份	坝址现状水温	单层取水		5.8m 叠梁门			4m 叠梁门			7m 叠梁门			8m 叠梁门		
		下泄水温	b1 - a	下泄水温	c1 - a	c1 - b1	下泄水温	d1 - a	d1 - b1	下泄水温	e1 - a	e1 - b1	下泄水温	f1 - a	f1 - b1
	a	b1	b2	c1	c2	c3	d1	d2	d3	e1	e2	e3	f1	f2	f3

4月	15.8	12.3	-3.5	14.2	-1.6	1.9	14.5	-1.3	2.2	14.5	-1.3	2.2	13.8	-2	1.5
5月	19.6	12.6	-7	17.9	-1.7	5.3	18.1	-1.5	5.5	17.8	-1.8	5.2	17.8	-1.8	5.2
6月	21.9	13.6	-8.3	20.2	-1.7	6.6	20.3	-1.6	6.7	20.1	-1.8	6.5	20.1	-1.8	6.5
7月	25.6	17.8	-7.8	24.7	-0.9	6.9	24.6	-1	6.8	24.5	-1.1	6.7	24.6	-1	6.8
8月	25.3	21.2	-4.1	25.5	0.2	4.3	25.5	0.2	4.3	25.5	0.2	4.3	25.5	0.2	4.3

从表 8.6-6 可以看出，采用 4m 门高时，下泄水温较 5.8m 门高方案提高约 0-0.3℃；采用 7m 门高时，下泄水温较 5.8m 门高方案降低约 0.2℃；采用 8m 门高时，下泄水温较 5.8m 门高方案降低约 0.1-0.4℃。各门高方案对水温影响的差值均较小，并非选择门高的制约因素。

综合国内已建成运行的工程来看，本工程进水口底板高程综合考虑了死水位取水和水库放空要求，取为 380m，根据取水流量计算，叠梁门门顶水深不小于 1.25m。底板高程 380m 至正常蓄水位 456m 高差为 76m，考虑全部挡水时采用 13 扇，平均门高为 5.85m，在此基础上，考虑门顶水深，取消最顶部一扇门，共采用 12 扇。叠梁门竖井流道后紧接事故检修闸门，闸门孔口尺寸为 2.8m×4.3m（b×h），门后设ϕ1.0m 的通气孔 1 个。事故检修门后渐变段长 10.0m，由 2.8×2.8m 的矩形断面渐变至 D=2.8m 的圆形断面，其后与隧洞相接。

向阳水库丰平枯三个典型年各月的水位变幅主要在 3～8m，平均 1～1.5 个月起吊或降落一扇叠梁门，起吊或降落叠梁门的频率较低。仅在丰水年的 5 月至 6 月，水位涨幅达到 25.97m，该月份降落闸门约 4 扇，平均约 7 天降落一扇闸门，降落叠梁门的频率仍较低。门高降低将增加运行频率和费用。

根据长系列径流调节成果，水库水位主要在 420m-456m 之间的高水位运行，所占频率为 83.3%、运行天数 304.2 天；低水位的 410m 以下运行频率约 7.8%、平均运行天数为 28.4 天；420m 以下运行频率约 16.7%、平均运行天数为 60.8 天。水库多年平均蓄水位 441.11m。水库运行水位较高，且各月份之间的水位变幅不大，门高采用 5.85m 时运行频率较低。

门高 5.85m 较为适中，叠梁门与拦污栅的启闭力基本相当，可共用启闭机进行起闭，启闭机规模适中，总体较经济。当采用门高为 8m 时，启闭力较大，启闭机规模较大，金结投资增加约 100 万元。当门高降为 4m 时，启闭力受拦污栅控制，启闭机规模不能降低，投资基本不变。

8.6.4叠梁门的运行调度

向阳水库取水塔叠梁门分层取水是利用叠梁门挡住水库中下层低温水，水库

表层水通过叠梁门顶部进入引水道。根据水库运行水位变化情况或下游水温的需要，提起或放下相应数量的叠梁门，从而达到引用水库表层高温水、提高下泄水温的目的。

叠梁门操作采用 2×500kN 门机启闭，根据水库水位的涨落情况控制叠梁门的启闭。

当库水位下降水位低于 456m 高程时，打开第 1 节叠梁门，使库水位在 456～450.15m 运行；当库水位低于 450.15m 时，打开第 2 节叠梁门，使库水位在 450.15～444.3m 运行；按库水位每降低 5.85m 打开 1 节叠梁门，如此依次打开第 3 节、第 4 节、第 5 节……，以满足分层取水发电的水位高于叠梁门门顶 5.85～11.7m 的要求。详见表 6.5-14。

当库水位上涨时根据叠梁门门顶的水深情况进行控制，当叠梁门门顶水深超过 5.85m 时，依次放下 1 节叠梁门，保证门顶水深控制在 5.85～11.7m 运行，操作方式与库水位下降时相反。

进水口的开启与关闭根据库水位确定，为取水库表层水，一般情况下仅开启库水位 5.85m 以下高程的进水口叠梁闸门取水，其余各高程进水口闸门处于关闭状态。

正常运行时，为降低取水口闸门启闭难度，防止闸门发生流激振动及取水口产生不利流态，须采用“静水启闭”方式，即：关闭或开启闸门前，先关闭下游调节流量的活塞式多功能控制阀，暂停供水，在进水口内外水流相对静止的情况下关闭或开启闸门。当库水位变化，需更换闸门取水时，先关闭下游控制阀，再开启相应层闸门；闸门开启操作完成后，再开启活塞式多功能控制阀，逐步增大流量至设计供水流量。

工程完建后，取水建筑物第一次运行前，应关闭全部闸门和下游活塞式多功能控制阀。第一次运行时，开启底层闸门向进水口汇流塔体和引水隧洞内充水。当引水隧洞内充满水且汇流塔体内水位与库水位齐平时，关闭底层进水口闸门，停止充水。充水完成后，取水口开始正常运行。为避免空蚀，在检修闸门下游侧设置通气孔，通气孔孔径 1m，通气孔通至塔顶附近，与大气连通。

8.6.5叠梁门分层取水效果

向阳水库采用叠梁门方案取水后，平水年叠梁门取水时，河口处春季低温水最

大降幅为 1.5℃(5-6 月)，比坝址处恢复了 0.2℃；丰水年叠梁门取水时，河口处春季低温水最大降幅为 1.5℃(4 月)，比坝址处恢复了 0.2℃；枯水年叠梁门取水时，河口处春季低温水最大降幅为 0.6℃，比坝址处恢复了 1.4℃，可以满足坝下河道内鱼类产卵的温度需求。

与天然水温相比，向阳水库下泄水温主要在 4-6 月存在一定的低温水现象，丰、平、枯水年最大低温水降幅分别为 1.7℃、1.7℃、2.1℃。灌区作物主要有水稻、玉米、红薯、小麦、油菜、蔬菜、果树。小麦、玉米、油菜等对水温要求较低，一般在 10℃以下，向阳水库灌溉水温远超作物的水温需求。而水稻为喜温作物，水温在 4 月会比天然水温低 1.6-1.7℃，比水稻返青要求的最低水温 15℃低 0.8-0.9℃；从 5 月开始，各月灌溉水温均高于水稻分蘖(16-18℃)、孕穗(18-22℃)、扬花(22℃)、黄熟(22℃)所要求的水温，灌溉水温能够满足作物需求。

8.7过饱和 TDG 减缓措施

由于水利工程的泄流消能安全问题是目前水利工程设计中的难点问题之一，因此在与此相关联的 TDG 过饱和影响的工程减缓措施目前尚未见文献研究报道。鉴于国内外在这一方面的研究水平和深度限制，向阳坝下 TDG 过饱和减缓措施在确保不影响工程泄流消能安全和河道行洪安全的前提下方可付诸实施，主要考虑运行调度方面的措施。

8.7.1尽量减小泄洪单宽流量

在相同泄洪建筑物的情况下，尽量减小泄洪单宽流量。根据第 5 章预测结果，同种泄洪建筑物宣泄五年一遇（工况 1，泄洪流量 1090.0m^3/s）、十年一遇（工况 2，泄洪流量 1400.0m^3/s）和二十年一遇（工况 3，泄洪流量 1700.0m^3/s）的洪水条件，所生成的 TDG 饱和度分别为 119.1%、126.0%和 128.7%。由此可见，单宽泄洪流量愈大，所生成的 TDG 饱和度愈大。因此，在满足工程泄流量情况下，尽量启用多个泄洪孔共同承担泄洪流量，从而减小泄洪单宽流量，降低泄洪生成的 TDG 饱和度。

8.7.2泄洪时间控制及泄洪过程优化

在深入开展研究河段鱼类产卵繁殖的生境需求研究基础上，对水库运行调度方案提出建议，使梯级泄洪时间尽可能避开鱼类对过饱和总溶解气体的敏感期，

从而协调好泄洪、发电和生态需求三者之间的关系。

水力学与山地河流国家重点实验室室内开展的岩原鲤幼鱼在过饱和 TDG 环境中间歇暴露实验初步表明，鱼类在受过饱和 TDG 胁迫一定时间后能在清水中逐渐恢复，因此探讨间歇泄水方式有利于受过饱和 TDG 胁迫后鱼类的再恢复，从而提高鱼类在 TDG 过饱和环境中的耐受时间。但为了满足洪水总量的宣泄目标，确保行洪安全，建议在深化鱼类耐受性研究的基础上，开展间歇泄洪的原位实验观测，探求对鱼类影响较小的泄洪方式。

8.7.3增加发电流量，减小泄洪流量

研究表明，发电尾水对总溶解气体过饱和没有显著影响，因此，建议泄洪期间尽可能地保证机组满发，减小泄洪建筑物的弃水流量，从而降低生成的 TDG 饱和度。

8.7.4支流交汇区功能利用

在向阳坝下至千丘河汇口 15.0km 河段中，共有 2 处河流汇合形成交汇区，为鱼类提供一定范围低饱和度的空间以躲避 TDG 的不利影响。在此基础上，可在交汇区采取如曝气，植被等加速过饱和 TDG 释放的措施，或利用一定的工程措施扩大低 TDG 饱和度范围，以此为鱼类提供更适宜的生境环境。

8.7.5加强运行期监测

为工程环境保护及提高我国在高坝泄流 TDG 过饱和领域的研究水平提供可靠数据和基础资料，有必要在向阳水库泄洪期间开展泄洪的过饱和 TDG 生成预测，并对泄洪产生的过饱和 TDG 在下游河段的释放过程开展原型观测研究。

8.8地下水环境保护措施

地下水环境保护措施与对策应按照“源头控制、分区防治、污染监控、应急响应”的原则确定。

8.8.1污染源控制措施

提出实施清洁生产及各类废物循环利用的具体方案，减少污染物的排放量；提出工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物应采取的控制措施等。本项目将选择先进、成熟、可靠的技术对施工期产生的废污水进行合理的治理与回用，以

尽可能从源头上减少污染物的排放。本项目将严格按照国家相关规范要求，对渠道、隧洞等采取相应的防渗措施，以防止和降低灌溉水的跑、冒、滴、漏现象，将灌溉水泄漏的环境风险事故降低到最低程度；优化排水系统设计将初期雨污通过排洪隧洞排至渠外。渠道敷设尽量采用“可视化”原则，即渠道尽可能地上敷设，做到“早发现、早处理”，以减少由于隧洞泄漏而可能造成的地下水环境问题。地下水环境保护措施，可分为施工期和运营期两部分来考虑。

8.8.2施工期地下水环境保护措施

8.8.2.1水库施工期地下水环境保护

水库库区地下水评价范围内没有地下水集中饮用水水源地，重点注意加强施工期废污水处理系统的防渗工作，减少对局部地下水环境的地下水污染风险。

8.8.2.2输水管线隧洞施工地下水环境保护措施

对于兰草坝等 4 个引水隧洞工程，需要按照“超前预报、提前支护、以堵为主、限制排放”原则开展施工。

（1）施工隧洞地下水保护措施

隧洞施工前沿应进行详细的地质和水文地质条件勘察，重点关注隧址区的构造节理及破碎带的富水性。制定详细可靠的隧洞施工防（治）水方案和应急措施，确保导（充）水断裂破碎带和地下水侵蚀性较强地段堵（治）水措施的有效性；做好地下水预探，加强地质预报，避免涌突水现象发生，减少地下水的流失。

为防止隧洞施工掘进过程中涌水现象的发生，工程施工应遵循“以堵为主”的原则，目前常用的堵水方法有裂隙注浆堵水、涌水洞穴封堵和二次衬砌防排水隔离等措施，并根据地质情况及开挖后地下水渗流状态等采取局部注浆和后注浆。

对有可能在断层破碎带和隧洞浅埋地段形成的突水地段进行预加固；加强地表排水系统的设计，排水系统做好防渗漏措施；针对富水断层破碎带深孔注浆固结止水施工的特点和要求，制定安全实施细则；隧洞洞口应设置事故池，事故池作防渗处理；要配备突水应急堵漏时用材料。

对于出现涌水状况的部位，应加强地下水涌水量的观测和水质分析，对涌水位置、涌水形态、涌水量大小、涌水量动态变化、含泥沙情况、水的侵蚀性等进

行详细监控，及时评价涌水对地下水环境的影响，如遇涌水突增和位移突变情况应立即撤出人员设备减少损失。

（2）施工隧洞废水处理措施

隧洞排水系统排出的地下水应采取清污分流，隧洞顶板涌水为清水，可通过排水管道及一些抽水设施直接排出隧洞，排向地表；隧洞底板的淋滤污水、施工支洞排水等需要设置沉淀池处理后回用。

1）废水概况

隧洞施工废水为输水隧洞施工时产生的废水，废水量与隧洞区水文地质条件有关，主要污染物为 SS，浓度约 1500mg/L，以及少量油类和炸药残留物等。

2）处理目标

隧洞废水经处理后控制 SS 浓度≤100mg/L，用于场地洒水降尘等，不外排。

3）处理工艺

采用平流矩形沉淀池法进行处理。池型采用矩形，土建施工简单，没有机械养护修理，造价低；废水由洞口排水沟直接排入沉淀池，静置沉淀，必要时投加絮凝剂，沉淀池后出水根据排水要求来回用或达标排放。

拟在隧洞进出口与输水工程固定式拌合站施工废水共用一套沉淀池和蓄水池。

8.8.2.3其它地下水环境保护措施

针对施工期产污特征及与地下水环境相关要素，提出以下其它保护措施：

（1）施工区水源工程和输油工程建设合适的生活污水收集处理设施，处理后达标回用于施工区的绿化及道路喷洒用水，不外排。

（2）混凝土拌和废水、车辆冲洗等施工废水中 SS 和石油类含量较高，应在施工场地设置临时沉沙池、隔油池等进行处理，达标后全部循环利用，不外排。

（3）施工区的散料堆场、弃渣场、料场采取合适的覆盖措施，防止产生水土流失污染地下水。

8.8.3运营期地下水环境保护措施

8.8.3.1水库运营期间地下水环境保护措施

水库建成后，对地下水渗漏补给量增大，为避免库区周边地下水水位上升，进而出现浸没等环境水文地质问题，应做好以下地下水水位控制措施：

①严格按工程设计做好坝体、坝基防渗墙，避免渗漏量过大导致地下水位上升。

②定期检查排渗沟水位，确保排渗沟排水通畅，严禁向排渗沟内倾倒垃圾等。若排渗沟排水不畅，可每隔一定距离设排渗泵站将渗水收集抽入水库。

③一旦出现水位迅速上升等异常情况，按照一般经验常用的措施就是“先拦后排”，先是减少水库边缘渗漏，之后就是加强排水。

8.8.3.2输水工程隧洞运营期地下水环境保护

由于隧洞的建设导致隧洞位置入渗能力相对差，避免隧洞周围水淤积，完善隧洞排水设施建设，定期对排水设施进行检查，确保其排水通畅，严禁向排渗沟内倾倒垃圾等。在隧洞周围种植相应的当地植被，加固隧洞周围土壤，减小地表水对地下水体的影响。定期对隧洞水位进行监测，一旦出现水位迅速下降等异常情况，即刻采取相应措施，保证隧洞的正常使用。

8.8.3.3灌区运营期间地下水环境保护

灌区灌溉后将补给地下水，抬高区域地下水位，在地形低洼处做好排水系统的规划布局，保证灌区排水能力；对粘性土壤灌区要合理灌溉，多施有机肥。改善农田生态环境，使土地盐渍化、沼泽化显著减少、减弱。

8.8.4分区管理与防治措施

工程施工及运营易造成水量入渗流失的部分主要包括坝址、隧洞。

（1）大坝防渗帷幕方案

通过对坝址的地质条件进行分析，避免坝址蓄水后造成水量渗出从而对坝址进行布置防渗帷幕，大坝防渗帷幕方案为：

左岸稍偏向上游基本沿山脊垂直于地形等高线布置，端点可接正常蓄水位与相对隔水层（透水率＜3Lu）的交点；右岸偏向上游垂直于地形等高线布置，端点可接正常蓄水位与相对隔水层（透水率＜3Lu）交点，初步建议进入相对隔水层（透水率＜3Lu）5～10m，因此帷幕总长 1165.7m，帷幕面积 7.7 万 m^2。

（2）隧洞施工缝的防渗措施

基于在隧洞施工过程中，施工缝是防渗最重要也是最薄弱的环节，故而在隧洞施工过程中，做好不同施工缝的防渗措施具有重要的意义。具体的方法如下：

1）无压洞环向施工缝的防渗处理对于环向施工缝而言，两缝之间的间距不能

够太大，借此来有效地避免收缩裂缝出现于两缝结构之间，进而导致漏水现象的产生。具体的防渗处理措施是采用厚 0.8cm、宽 30cm 的橡胶止水带来进行防渗处理，并且与衬砌内轮廓之间保持 30cm，混凝土的厚度为 15cm，并在 U 形钢筋上镶嵌橡胶止水，再在混凝土内焊接 U 形钢筋，对止水稳定进行严格的掌控，避免止水在浇筑的过程中出现错位和振翻现象。

2）有压洞环向施工缝的防渗处理一般采用的防渗方法是 BW 膨胀橡胶止水与铜片止水相结合的方式，BW 膨胀橡胶止水的内侧是铜片止水，其方法与无压洞环向施工缝的防渗处理具有一致性，并且需将止水条预留潜槽安装于 BW 膨胀橡胶止水上。一般槽宽比止水条的宽度相比，要大于 2mm，深度则占止水条的 35%。

3）水平施工缝防渗处理对于工程而言，无论隧洞是什么形状结构，结构都必须分两次进行施工，首先要做的就是底板混凝土，待混凝土到达一定的强度之后，再在上部进行结构施工，灌注恢复之前，将混凝土的表面进行凿毛处理，使骨料的 1/3 露出，将表面的浮浆做清除处理，最后将相同强度的水泥砂浆作为垫层铺设于上面，厚度为 5cm。

8.8.5地下水应急预案及处理

在制定库区安全管理体制的基础上，制订专门的地下水水位和水质变化的应急措施，并应与其它应急预案相协调。

一旦发现地下水水位和水质发生异常情况，必须按照应急预案马上采取紧急措施：

（1）当确定发生地下水水位异常情况时，按照制订的地下水应急预案，在第一时间内尽快上报主管领导，通知当地生态环境局、附近居民等地下水用户，密切关注地下水水位变化情况。

（2）组织专业队伍对事故现场进行调查、监测，查找环境事故发生地点、分析事故原因，尽量将紧急事件局部化，如可能应予以消除，采取包括疏通排渗沟等措施，防止事故的扩散、蔓延及连锁反应，尽量缩小地下水水位上升和水质污染对人和财产的影响。

（3）对事故后果进行评估，并制定防止类似事件发生的措施。

（4） 如果自身力量无法应对突发事故，应立即请求社会应急力量协助处理。

8.9陆生生态保护措施

8.9.1水源工程区

8.9.1.1陆生植物保护措施

（1）避免及减缓措施

1）工程在选址和设计阶段已经充分考虑了避让生态保护红线、生态敏感保护目标公益林。但项目建设会占用基本农田 19.13 公顷，其中旱地 17.42 公顷，水田 1.71 公顷，要求对占用的基本农田进行占补平衡，并保证补偿农田的质量不低于现有农田的质量。

2）项目料场优选水库淹没区以内，料场所在地以次生灌丛为主，有效减少森林植被的破坏，坝枢工程等最大限度做到挖填方平衡，选择的董家坝渣场与坝枢工程之间有现成的乡道 Y108（水泥硬化，宽度 5m）连接，能够有效减轻运输过程中扬尘污染，以及雨季施工潜在的水土流失等对植被的破坏。

3）进一步优化工程布置，工程选址应尽量避开占用林地，应尽量选择荒地、未利用地和水库淹没土地，减少对沿线自然生态和植被的破坏。

4）保护区域农业植被：优化工程布置，评价区农业生态系统多分布于输水线路区，该区域施工便道及临时用地要采取“永临结合”的方式，尽量缩小范围，减少对耕地的占用。

5）保护现有森林植被：施工期前可通过优化工程设计，尽量减少施工对森林植被的破坏；施工时可采取有效措施促进森林植被的恢复，可以充分利用库区河谷斜坡地现存植被中灌丛植被分布较多的特点，加强人工封育或人工促进措施，做好封山育林工作，使灌丛植被尽快地向森林植被演替；施工结束后应对工程建设中形成的次生裸地要及时复土、还林。

6）坚决制止评价区森林资源的滥砍乱伐、过量采伐、毁林开荒等不良现象发生，保护和培育现有森林；在移民房屋建筑、道路营建等工程中均应充分考虑节约木材，防止利用工程建设之机大肆砍伐林木；在工程施工、移民搬迁、公路修建和房屋建筑等人为活动中都应该重视对森林资源的保护。

7）施工前划定施工活动范围，加强施工监理工作。确保施工人员在征地范围内活动，从而减轻非施工因素对周围植物及植被的占用与压踏。

8）为了防止施工占地表层土的损耗，要求施工前将表土层剥离 0.5m（不足

0.5m 的按实际厚度剥离），待施工结束后用于施工场地平整，进行绿化。

9）设置警示牌：施工期间，在各主要陆生植被较好的地段设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木，尽量减少占地造成的植被损失。

10）防止外来入侵种的扩散。加大宣传力度，对外来入侵植物的危害以及传播途径向施工人员进行宣传；对现有的外来种，利用工程施工的机会，对有种子的植物要现场烧毁，以防种子扩散，在临时占地的地方要及时绿化等。

11）加强宣传教育活动，施工前印发环境保护手册，组织专家对施工人员进行环保宣传教育；施工期严禁山火，加强森林病虫害防治，强化对现有森林的管理。

（2）恢复措施

大坝背水坡绿化恢复措施：大坝下游坝坡与进厂公路相结合，设纵坡 9%的之字形马道，马道宽 6.5m，在高程 436.0m、414.0m、391.0m、361.0m、347.0m 设置转弯平台，下游坝坡设计坡比 1:1.25，考虑道路宽度后综合坡比 1:1.5，下游坡面采用 0.5m 厚的干砌块石护坡。本着与当地自然环境相和谐的生态设计原则，在下游坝坡布置框格梁生态草皮护坡，框格梁采用 C20 混凝土浇筑，框格内铺填厚腐质土，并播撒草籽形成植草护坡。建议纳入水土保持工程及投资。

其他恢复措施均结合向阳水库项目区水土保持工程已有的保护措施，其主要的生态影响恢复措施如下（本部分投资除了库区消落带植被恢复措施，其它已经计入水土保持投资）：

1）枢纽建筑物防治区

对枢纽建筑物工程区左右坝肩永久征地范围内施工扰动迹地及植被覆盖率较低的疏林地和耕地进行景观绿化植被恢复。枢纽建筑物工程范围内绿化区域拟按园林景观标准进行绿化美化。植物配置采用点、线、面相结合、乔灌草结合的立体绿化方式。可根据地形地势特点和植物造景要求，采取孤植、对植、丛植、群植、带植等多种形式，构建多层次景观空间。乔木树种有香樟、小叶榕、红枫，灌木主要有黄荆、大叶黄杨、春鹃等，草本可撒播狗牙根。枢纽建筑物区景观绿化面积 1.88hm^2。乔木选择香樟、小叶榕、红枫株行距 3m×3m；灌木选择黄荆、大叶黄杨、春鹃，栽植行间距 1.0m×1.0m，林下撒播草籽，撒播密度 80kg/hm^2。

2）永久办公管理区

永久办公管理区是业主对向阳水库进行办公生活的主要区域，场地内植被恢复绿化需考虑园林景观绿化需求。场内空地布置绿化措施，植物配置采用点、线、面相结合、乔灌草结合的立体绿化方式。乔木树种有水杉、香樟、小叶榕、红枫。水杉树干高大通直，树形优美，可孤植、对植于院内草坪；香樟、小叶榕是优良的庭院和行道树种，可栽植与永久办公区内道路周边，围墙内外侧；红枫叶色随四季变化，是良好的观叶树种，用于点缀景观树种。灌木树种主要有月季、紫薇、春鹃、海桐，均为优良的观花植被，栽植形式多项，可搭配院内乔木，形成高低搭配、错落有致的景观格局。裸露土地撒播草籽，草籽选用狗牙根，撒播密度80kg/hm^2。

3）施工生活区

施工结束后对位于工程永久征地范围内的施工场地进行植被恢复，水库淹没区范围内的施工场地不在采取水土保持措施。采取乔灌草结合的方式进行植被恢复，可根据地形地势特点和植物造景要求，采取孤植、丛植、群植、带植等多种形式，构建多层次景观空间。乔木树种有香樟、小叶榕，灌木主要有春鹃、海桐等，草本可撒播狗牙根。施工生产生活区植被恢复面积 2.06hm^2。乔木选择香樟、小叶榕栽植株行距 2m×2m；春鹃、海桐栽植行间距 1.0m×1.0m，林下撒播狗牙根草籽，撒播密度 80kg/hm^2。

4）施工道路防治区

沿永久道路外侧布置行道树，树种选择香樟，栽植行间距 3.0m；路肩边坡撒播草籽恢复植被，撒播密度 80kg/hm^2。

5）弃渣场防治区

施工结束后占用耕地部分由主体工程进行复耕，林地部分乔灌草结合恢复植被。边坡绿化：堆渣边坡坡比约为 1∶2，坡面采用拱形浆砌石网格护坡。网格砌筑完工后，在网格内覆表层土，厚度约 30cm；覆土完工后，格内栽植灌草结合恢复植被，灌木选择杜鹃、黄荆，边坡植被恢复面积共计 1.58hm^2。平台绿化：渣顶除复耕区域外，其他区域采取乔灌草结合恢复植被，乔木树种香樟和马尾松，灌木树种选择春娟、黄荆。香樟为阔叶树种，马尾松为针叶树种，针叶阔叶混交有利于形成良好的森林生态系统。乔木栽植株行距为 2m×2m，灌木栽植行间距 1m×1m，树下撒播狗牙根草籽，播种量 80kg/hm^2。渣顶平台植被恢复面积共计

13.36hm^2。

6）料场防治区

料场开采结束后，在料场 470m 高程以上开挖边坡每一级马道结合主体工程马道排水沟布置 C20 砼载土槽，载土槽高 0.4m，宽 0.3m，内侧距上一级边坡坡脚线 0.3m，槽内回填 0.3m 厚表土。载土槽砌筑完工后，在槽内回填 0.3m 厚表土；回填完成后，拟在槽内种植两排常春藤，栽植株间距 0.3m。

7）库区消落带景观保护及植被恢复措施

向阳水库落差较大，最大达到 66m，可尝试采取消落带治理，长远看既起到水土保持的作用，也起到绿化美化的作用。水库消落带在库区水体与陆岸之间形成一个巨大的环库生态隔离带，是一种特殊的水陆交错湿地生态系统。其水位的周期性涨落将导致水土流失、植被破坏、地质灾害等危害，威胁到水库工程功能的正常发挥及库区生态系统的可持续发展。

水库消落带的景观保护，一般通过植被恢复来实现。目前，我国对消落带恢复重建的研究主要集中于三峡库区消落带，可作为借鉴。植被重建和恢复的基本要求是通过适应性植被结构来恢复消落带生态系统的基本生态功能，组成上没有外来物种，在应对水位反复涨落周期、耐淹时间、水位变化频率、人为干扰和外来物种入侵上要具有弹性。

就目前研究状况来看，应用乡土物种选择适生性两栖植物进行种植模式的配置，且要保证消落带的基本生态功能运行良好。水库设计标高水位线以下 3m 至设计标高水位线是造林绿化较优越的地段，是一种可开发利用的土地资源。可采用耐水湿树种为造林树种，分标段设计施工。当库尾设计标高水位线以下 2～3m，宜选用水杉、池杉、落羽杉等为造林树种，采用人工配苗法混交栽植技术各树种分布较均匀。在水库两侧山体及库尾设计标高水位线以下 0～1m，其土壤、水肥条件差，山体较陡，造林难度较大，此时宜选用枫杨、桤木等适应性强的乡土树种。设计标高水位线以下 0～0.5m，栽植湿地松，同时混交 50％以上枫杨、桤木等树种。树种选择要遵循适地适树、以乡土树种为主、兼顾生态功能与景观效果的原则。结合树种的观赏特性、生态习性并根据水库消落区的立地条件合理选择树种进行配置，最大限度的发挥耐水湿树种的综合效益。充分发挥耐水湿生态防护林树种在调节气候、环境保护、水源涵养、水土保持、防风固沙、观赏游憩和美化环境等方面不可替代的重要作用。

8.9.1.2陆生动物保护措施

（1）重点保护野生动物保护措施

评价区范围内陆生脊椎动物中，未发现国家I级重点保护野生动物分布，有国家II级重点保护野生动物 3 种：黑鸢、普通鵟、红隼；重庆市重点保护野生动物 5 种，其中 3 种两栖类：黑斑侧褶蛙、沼蛙和棘腹蛙，2 种鸟类：灰胸竹鸡、四声杜鹃；我国特有种北草蜥。

针对黑鸢、普通鵟、红隼、灰胸竹鸡、四声杜鹃等保护鸟类采取以下保护措施：

1）优化施工方案，尽量避免使用高噪声的设备施工。

2）加强施工人员宣传教育，严禁施工人员抓捕幼鸟，严禁故意惊扰、破坏鸟巢的行为。

3）根据实际情况采取爆破方式，采用乳化炸药，进行无声爆破，防止爆破噪声对野生动物的惊扰。

4）鉴于鸟类对噪声、振动和施工灯光特殊要求，施工尽可能在白天进行，晚上做到少施工或不施工；严禁高噪声设备在夜间施工，尽量减少鸣笛。

5）加强有关野生动物及国家、省级重点保护野生动物法律法规宣传，在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设置野生动物保护的宣传栏。

对评价区域内的保护两栖类主要采取以下措施：

1）严格避免生产生活污水的直接排放破坏两栖动物的栖息环境，严禁施工人员对蛙类的捕抓。

2）尽量避免在冬季蛙类冬眠期爆破惊扰其正常的冬眠。

（2）其它野生动物保护措施

1）提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。在施工的过程中，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是国家和地方重点保护野生动物。在进场施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，学习识别国家保护动物，在动物经常出入的地方要加强巡护，对故意捕获野生动物的个人和组织要加大打击力度，确保野生动物的保护落实到每一个环节。

2）弃渣场、料场、施工场地、临时便道等临时占地，优先避评价区内的生态敏感区和植被较好的区域，严禁越界施工，尽量少破坏动物生境。

3）施工过程中产生生产、生活废水要进行处理后回用，严禁未经处理达标直接排放进入附近水体；加强弃渣、弃土、建材及其它材料的堆放，采取防风、防雨措施；加强弃渣场、料场等防护，防止水土流失。

4）考虑到晨昏是动物觅食时间，正午是动物休息时间，高噪声设备施工、爆破施工等尽量避开上述时间。

5）避免在蛇类冬眠时使用炸药爆破惊扰其正常的冬眠；禁止施工人员对各种蛇类的捕抓；灌区预留相应的动物通道，以便这些小型爬行类的“交流”；增加林地和灌草丛面积，为这些爬行类提供更多适宜的栖息环境。

6）在各主要施工作业区设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木、禁止捕猎野生动物，尽量减少占地造成的植被损失和对野生动物的伤害。

8.9.2输水工程区

本项目的输水工程以输水管道建设为主，包括明管、埋管、管桥、隧道等多种类型，结合生态现状调查和影响分析，输水管线区域基本上没有保护类野生动物，陆生动物保护措施与水源工程基本一致，这里重点分析陆生植物的保护措施。

8.9.2.1对云阳小江湿地县级自然保护区的避让措施

在临近云阳小江湿地县级自然保护区输水管线段进行施工时，需要严格施工期各项环境管理，施工期的施工便道、施工营地、施工辅助工厂等临建设置必须选址位于云阳小江湿地县级自然保护区边界范围之外，临时堆渣及弃渣场均不得位于保护区边界范围之内，对施工人员进行宣传教育，并在临近云阳小江湿地县级自然保护区施工段悬挂警示标志、标牌，不得随意进入保护区范围之内。

8.9.2.2明管工程

明管施工时，严格按照施工布置，施工作业带控制在 8m 以内，禁止扩大施工作业带，工程开挖前将施工作业带内表土层剥离 0.5m（不足 0.5m 的按实际厚度剥离），集中堆放，采取保护措施，避免雨水冲刷流失和盗用。主体工程对管槽坡面进行喷护，开挖线外侧布置浆砌石截水沟，要求施工期临时拦挡措施，施工结束后的土地平整和植被恢复。为便于管道后期运营管理及检修方便，明管施工结束，明管征地范围内施工迹地撒播草籽恢复植被，草种选择狗牙根，撒播量为 80kg/hm^2。

统筹规划施工布置，严格控制作业范围，尽量减少施工临时占地，并尽可能

选择植被稀疏处。禁止施工人员随意砍伐施工场地外的林木。施工结束后及时对各类临时占地进行植被修复，恢复原有土地功能。施工时应尽量保存开挖处的熟化土和表层土，并将表层熟土和生土应分开堆放，回填时应按照土层的顺序回填，松土、施肥，缩短植被恢复时间和增加恢复效果。

8.9.2.3管桥工程

可研中设计 4 处跨沟管桥，为减少其对跨越区域的影响，结合生态现状调查和影响分析，建议在保证输水安全的前提下，尽量利用现有跨沟（河）桥梁的方式，即减少工程投入，又减少跨沟管桥对生态环境的影响。

8.9.2.4埋管工程

向阳水库输水工程埋管敷设管道总长 64.3km，占输水管线总长的 54%。埋管段埋，埋管深均在 1m 以下，局部埋深有 2m～6m。主体工程施工前将埋管管槽开挖土方分层堆放在管线附近，主体工程设计埋管临时占用耕园地进行复耕，本方案补充施工期临时拦挡措施，施工结束后的土地平整和植被恢。为便于管道后期运营管理，防止乔灌木根系对输水工程管道的影响及后期检修方便。

埋管施工结束，对主体工程复耕区域外施工扰动迹地撒播草籽恢复植被，草种选择狗牙根，撒播量为 80kg/hm^2。

8.9.2.5隧道工程防治区

向阳水库输水工程设计 4 处隧洞。输水隧洞工程水土流失的主要环节为隧洞出渣和洞口边坡开挖施工。隧洞开挖弃渣应尽量用于周边建筑物回填用，无法利用的弃渣应直接运往指定弃渣场堆放，尽量减少转运次数。输水隧洞已采取挂钢筋网+喷厚混凝土+系统锚杆对坡面进行防护，在洞口开挖线外侧布置截水沟。

隧洞施工结束后，对隧洞洞口施工扰动平台及坡面，洞口上方截水沟施工扰动迹地撒播草籽恢复植被，草种选择狗牙根，撒播量为 80kg/hm^2。

8.9.2.6泵站工程

县城泵站站址位于南溪镇青云村，泵站厂区主要由泵房、配电房、出水管、高位水池等组成。水泵进水侧接入县城支管，经泵站扬水后经出水管至高位水池，再经高位水池流向县城支管。主体工程已对管槽坡面进行喷护，开挖线外侧布置浆砌石截水沟，本方案补充施工期临时拦挡措施，施工结束后的土地平整和植被恢复。对泵房场地内靠近围墙空地栽植小叶榕一排，围墙外永久占地范围内空地栽植小叶榕，株行距 2m×2m；林下撒播狗牙根草籽，撒播密度 80kg/hm^2。

8.9.2.7灌区

广泛采用各种农业防治和生物防治措施，进一步贯彻预防为主，综合防治和植保工作方针，控制灌区农药、化肥施用量，提倡科学用药及适时用药，减少农药使用量，加强农药使用的有效管理，防止各类污染事故发生。

8.9.2.8渣场

通过与设计单位沟通，将原设计方案中布设的20处弃渣场，优化调整为目前的 8 处，均布置在荒沟内，大范围避免了对土地的扰动和植被的破坏。渣场生态保护措施主要包括以下几个方面。

（1）临时用地使用前，划边定界，施工单位负责在试用期间的损毁修复；将地面不适宜耕作的杂物处理干净;耕作层剥离0.5m（不足0.5m的按实际厚度剥离），集中堆放，采取保护措施，避免雨水冲刷流失和盗用。

（2）按规划控制弃渣高度，将石方平摊于渣场底部，上部石方粉碎铺设或弃土铺设；清表土平摊于渣场顶部，渣场底部坡脚设挡渣墙，周边修建排水工程，坡面及顶部进行绿化、复耕。

（3）弃渣长边采取直播种植草灌防护，种子采用狗牙根（草种）、火棘（灌木）混合种子，播种量 80kg/hm^2，晚春、夏、秋播种，播种后及时镇压，以使土壤与种子充分接触。具备条件可进行耕种。

（4）同时，按照原有情况并结合周边设施布局，合理恢复灌溉、排水、道路等设施。

8.10水生生态保护措施

8.10.1水生生态保护总体思路

根据团滩河流域开发利用现状、水生生物资源状况及鱼类生物学特性，结合向阳水库及配套灌区工程布局，本工程水生生态保护总原则为：以预防和减缓不利环境影响为主，保护和维护鱼类栖息生境，采用必要的工程措施修复河流连通性、增殖鱼类资源，确保区域水生生态环境质量不因工程建设而显著下降。

8.10.2施工期的保护措施

（1）优化工艺设计，确保相关环保措施的落实

对施工期间的生产废水、生活污水等严格监管，采取集中收集、回收利用，

弃土弃渣弃于指定渣场，禁止排入河道。工程设计尽量减少对河道、河床及植被的破坏，杜绝影响水生生境的污染事故发生。尽量减少和避免在河道中挖沙、取石、改变水流流向，引起下游河道严重缺水甚至断流等行为和事件的发生，水下施工、爆破时，应提前驱赶相关水域鱼类，避免造成直接伤害。同时，科学调度，确保下游保持一定生态流量。对破坏的植被要尽快恢复，建立生态防护林和防护体系，防止水土流失，应尽量避免和减少泥沙和有害物质进入河道。

（2）拆除河道上的人工屏障

经现场调查，除了 5 个小型水电站，团滩河上现有其它 3 处人工屏障，1 号点：江口镇团滩河入汤溪河处（纬度： 31°13'5.19"北；经度：108°47'54.11"东）；2 号点：朱家浜（纬度： 31°14'7.84"北；经度：108°46'22.00"东）；3 号点：断桥（纬度：31°14'19.21"北；经度：108°45'53.52"东），均为当地乡村以前用作人畜饮水的取水小水坝，现在基本是废弃状态，坝高约在 1-2m 之间，一定程度造成了河道生态环境及鱼类通道，特别是向阳水库建成后，在下泄生态流量情况下，下泄水在汛期将会大幅度减少，这种阻隔效应将加强。双龙二级、天鹅湖、新华电站及 3 号点人工屏障将被建成后的水库淹没，堰坝高度在 3m 以下，不需要进行堰坝的拆除，因此建议在本项目开工建设前将双龙一级、团滩电站及 1、2 号人工屏障进行拆除。



照片 8.10-1　河道上建议拆除的人工屏障

团滩河上现有人工屏障均按照惯常山区溪流小坝安全拆除方式进行，一般采用小型爆破，对拟拆除“人工屏障”的上下游河段各 50m 以上范围对鱼类进行驱赶，驱赶后用 1cm 左右单层网栏断，以尽可能减少爆破对河道鱼类的伤害。爆破后采用人工对爆破废弃固体物进行清理，以确保河道畅通，保证鱼类在枯水期及生态流量状态下都能够自由、顺利通过该河段。如果功能有支撑河道两岸建筑物

的功能，为安全起见，可结合坝体下方已经形成的下泄通道，将其疏浚、扩大，形成鱼的通道，确保鱼类自由通过。

建议施工期进一步制定科学具体的堰坝拆除方案，减少施工扰动对附近河流水环境的影响，避免对生态环境造成次生影响，对堰坝拆除河段进行适当的生态修复。

（3）加强宣传和管理，增强环保意识

施工期施工人员进驻，将带来鱼类消费需求量的增加，可能使施工期对鱼类的捕捞量有所增加。因此，施工期应加强施工及管理人员水生生态保护宣传，树立良好生态保护意识，制作相关环境保护手册、警示牌、管理制度等，严禁施工人员捕捉河道鱼类等事件发生。

（4）优化施工组织设计，减少对鱼类资源的影响

团滩河河鱼类繁殖期主要集中在 4～6 月，为减少对鱼类的影响，应调整施工进度，在 4～6 月尽量避免在河道及周边进行爆破、截流等施工作业，以减少对鱼类繁殖的影响。

（5）建立鱼类保护应急机制

对施工围堰内的鱼类要及时捕捞、暂养、救治，并放归河道。截流、蓄水期间下游出现减水情况前，要通知并配合渔业主管部门启动应急保护机制，禁止在减水河段捕捞或限捕，对搁浅、受伤的鱼类及时救护，最大限度降低相关影响。

8.10.3运营期的保护措施

8.10.3.1保障库区及退水区水质

严格落实《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划》及本报告中所提出的地表水污染防治措施，确保向阳水库库区水质和退水河流团滩河、汤溪河及蓬溪河的水质，确保做到“增产不增污”，不会影响退水河流现有的水生生物。注重库区上游污染治理，减少库区富营养化概率。库区内禁止投饵式人工养殖。

水库运行后，下泄生态流量会使坝下团滩河河道流量和现状相比更均衡，枯水季节流量将增加，河道水量各月的分配会更均匀，受季节性影响更小，对团滩河水质及生态保持具有好处，也有利于水生生物的生境改善。

8.10.3.2分层取水

为减缓低温水下泄对下游的影响，工程采用叠梁门分层取水方案，可以满足坝下河道内鱼类产卵的温度需求。

8.10.3.3生态流量泄放

为减轻减水河段对水生生态环境的影响，需要下泄一定的生态流量，维持鱼类等水生生物基本生存条件。本工程丰水期 5～10 月下放生态流量为多年平均流量的 40%，即 2.63m^3/s，枯水期 11～4 月下放生态流量为多年平均流量的 20%，即 1.31m^3/s。生态电站按照“电调服从水调”的方针进行合理的运行调度规划。从对调出区水量的影响来看，工程规划实施将不影响下游河段生态的可持续发展。工程运行后，调水区上游将作为水源保护地，势必加强水环境、生态环境保护，限制不利于水资源保护的生态资源开发利用活动，这将有利于区域生态可持续发展。

按照工程设计，下泄生态流量的水，取水口至排水口间采用密闭管道，并尽可能减少排放到坝下的出水口的落差，排水口应尽可能压低与下游河道水面的落差，或让排水口直接进入下游河道水面以下，以避免可能产生“过饱和水”的情况。

8.10.3.4栖息地保护

（1）栖息地设置方案

鱼类栖息地保护是减缓河流水利水电工程建设对鱼类影响，保护鱼类自然资源的重要措施。根据《汤溪河综合流域规划环境影响报告书》（报批稿），团滩河上的鱼类栖息地设置详见表 3.2-3。

团滩河流域面积 286.9km^2，主河道长 37.2km，河道平均比降 19.8‰。向阳水库坝址以上河段有三个支流后叶沟、小河和帆水河，坝址上下游团滩河干流上目前有双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华和团滩 5 座电站，现状水生生境存在破碎化的问题。由于向阳水库工程的建设将淹没补偿双龙二级、天鹅湖和新华 3 座电站，双龙一级和团滩电站也被汤溪河综合流域规划提出，纳入云阳县的关停电站之列，5 座现状电站拆除后，团滩河上游河段内将没有大的跌水河段和挡水坝设施，可以恢复连通的河流特征。

向阳水库工程建成后，上游的团滩河民兴煤矿产卵场将被向阳水库库区淹没，导致鱼类产卵场上移至向阳水库库尾上游河段，这些鱼类产卵条件主要是有沙粒及小型卵石的缓流水区。按照汤溪河综合流域规划环评中仅仅将库尾以上各干支

流的 1km 作为鱼类栖息地保护不够的，为了确保水库建成后团滩河鱼类的保护效果，同时也为了确保水库来水的水质，建议将库尾以上整个河段（包括团滩河干流和支流）全部纳入鱼类栖息地保护，具体长度为：团滩河库尾以上 16834m，小河库尾以上 9245m，后叶沟库尾以上 8366m，帆水河及其支流共 9759m。

（2）设置合理性分析

库尾以上整个河段（包括团滩河干流和支流）人类活动相对较少，保护较好，没有明显的污染源，更没有化工污染，较适宜鱼类及水生物生存。也是向阳水库可以作为饮用水源的基础。



照片 8.10-1　团滩河鱼类栖息地保护区河道现状

向阳水库建成后为这些河段在与库区交汇处附近形成沙床、砾石缓流的区域，为区域鱼类产卵创造了条件，库区近岸区域阳光充沛，饵料资源丰富，也为鱼类幼鱼成长创造了优良条件，这也是渝东北地区成库后这些鱼类数量增加的基础。

另外这些河段具备大型卵石及激流的条件（特别是丰水期），将这些区域设立为“鱼类栖息地保护区”也为西昌华吸鳅等鱼类在这些区域形成产卵繁育条件提供了可能。经拆除 5 个现状小水电站之后，这些河段可以恢复连通生境，未来也不会规划任何涉水工程及涉水旅游项目，仅采取管理措施，无工程措施，建设条件优越。

库尾以上团滩河干流和支流河段属于海拔较高的区域，海拔在 500m 至 700m 之间，对于这些河段的鱼类资源保护意义重大，同时也有利于向阳水库库区水质稳定与保护。

（3）栖息地保护方案

向阳水库库尾以上及坝下团滩河干流有双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华

和团滩 5 座电站，双龙二级、天鹅湖和新华 3 座电站已经纳入工程拆迁范围之内，双龙一级和团滩电站纳入云阳县的关停电站之列，在向阳水库工程下闸蓄水之前完成以上 5 座电站的关停拆除和生态修复工作，恢复连通的河流特征。

严格实行禁渔期制度，在每年的 2-6 月实行严格禁渔，全年禁止对天然鱼类资源的捕捞。保护栖息地的自然河段现状，禁止建设影响河流水文情势的建设项目。加强工矿企业污染治理，保护河流水质。

同时保护坝下团滩河河段水生生态环境，同样禁止建设影响河流水文情势的建设项目和严格实行禁渔期制度。

在鱼类栖息地的合适位置设置必要的保护标牌。

8.10.3.5库区拦鱼设施

（1）坝体栏渣设施

第一道拦渣网在坝前 220m 处，第二道拦渣网在坝前 240m，目的是为了防止树枝等漂浮物被冲到坝体处，堵塞栏渔网及取水口，保护拦鱼设施及取水口。240m 处的栏渣网的网目为 50cm，220m 处的栏渣网的网目 20cm；网衣高 10 米，配无毒底坠，网衣材质为 18 号聚乙烯线编制，考虑到水位变化，网长度为拦截断面长度的 110%，即：第一道拦渣网实际长度约 810m，第二道拦渣网实际长度约 830m。浮桶浮力不小于 50kg，迎水面设置 3-5 个浮力不小于 200kg 的浮桶，防止洪水导致网下沉，浮桶用橙色无毒的防日晒材料制成，圆形，浮桶间距 2-3m。可同时设置 5-8 个固定上纲的锚，锚直接向库来水方向，斜拉下沉抓固在库底部，锚绳为直径 25mm 的聚乙烯绳。拦网两边牢固固定在两岸最高水位线上 2m 处。



照片 8.10-2　同类型坝前拦渣网设置

（2）取水塔前拦鱼设施

在叠梁门取水井外围半径 50-60m 处安置一个可拦截小型溪河鱼类的栏网，拦

网为圆形，围绕叠梁门取水井，用于防止鱼类被吸入叠梁门的取水口。要求网目2-3cm、网衣高 20m，配无毒底坠，网衣材质为 2 号聚乙烯线编制；上、下纲绳为直径 15mm 为聚乙烯绳。为了维持栏网的圆形形态，防止网被吸到取水口，同时也为了库水面网体布局美观，建议用两根直径 6-8cm 的不锈钢管焊接成圆弧形，周长约长 346m-360m，用于固定浮桶，浮桶直按捆绑于网的上纲上，浮桶间距应为 1-2m 捆绑一个。圆弧形的不锈钢管围绕其圆弧形用等分、等长的纲绳将圆弧形不锈钢管固定于在叠梁门取水井的井体上，浮桶浮力不小于 15kg，用橙色无毒的防日晒材料制成，圆形或方形。



照片 8.10-3　同类型取水塔前拦鱼设施布置

（3）坝体及溢洪道的拦鱼设施

位置在坝体内侧 80 米处，网长度约 705m，网目为 10cm，用于栏花、白鲢，并同时允许土著鱼通过。网衣高 20 米，配无毒底坠，网衣材质为 5 号聚乙烯线编制。浮桶浮力不小于 50kg，迎水面设置 3-5 个浮力不小于 100kg 的浮桶，防止洪水导致网下沉，浮桶用蓝色无毒的防日晒材料制成，圆形；浮桶间距 2-3m。可同时设置 5-8 个固定上纲的锚，锚直接向库来水方向，斜拉下沉抓固在库底部，锚绳为直径 15mm 的聚乙烯绳。拦网两边牢固固定在两岸最高水位线上 2m 处。



照片 8.10-4　同类型坝体及溢洪道拦鱼设施布置

8.10.4过鱼措施建设

8.10.4.1过鱼措施建设必要性

根据《中华人民共和国水法》第三章第二十七条规定“在水生生物洄游通道修建永久性拦河闸坝，建设单位应当同时修建过鱼设施，或者经国务院授权的部门批准采取其他补救措施。”《中华人民共和国渔业法》第四章第三十二条规定，“在鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施”。

2006 年 1 月 9 日《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》（环办函〔2006〕11 号），会议纪要要求“在珍稀保护、特有、具有重要经济价值的鱼类洄游通道建闸、筑坝，须采取过鱼措施。对于拦河闸和水头较低的大坝，宜修建鱼道、鱼闸等永久性的过鱼建筑物；对于高坝大库，宜设置升鱼机，配备鱼泵、过鱼船，以及采取人工网捕过坝措施。同时应重视掌握各种鱼类生态习性和水电水利工程对鱼类影响的研究，加强过鱼措施实际效果的监测，并据此不断修改过鱼设施设计，调整改建过鱼设施，优化运行管理。”

2014 年 5 月 10 日，原环境保护部和国家能源局联合下发了《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环发[2014]65 号），提出：现阶段对水头较低的水电建设项目，原则上应重点研究采取仿自然通道措施；对水头中等的水电建设项目，原则上应重点研究采取鱼道或鱼道与仿自然通道组合方式；对水头较高的水电建设项目，应结合场地条件和枢纽布置特性，研究采取鱼道、升鱼机、集运

鱼系统或不同组合方式的过鱼措施。

向阳水库在河流上建坝，阻断了河流连通性，导致河流开放、连续的系统在能量流动、物质循环及信息传递等方面产生一系列的改变，使生活其中的鱼类生存所需的生境条件、水文情势发生变化，最终对鱼类资源产生影响。因此，为了保护鱼类资源，恢复河流生物多样性，过鱼设施的建设是十分必要的。

8.10.4.2过鱼方案选择

（1）过鱼对象和过鱼季节

评价河段有鱼类 14 种，主要为适应急流、亚冷水性和以藻类为食的鱼类，过鱼目的在于促进上下游鱼类遗传交流，减少种质退化，因此，全部种类都应作为过鱼对象，其中宽鳍鱲、马口鱼、齐口裂腹鱼、西昌华吸鳅等渔获物较多的主要鱼类作为重点对象。

过鱼时间主要考虑为鱼类产卵季节，即每年的 4～7 月。集运鱼的放鱼位置选择在水库库尾河段。

（2）过鱼条件

向阳水库年内分月水位保证率及月平均水位见表 8.10-1，过鱼季节 4 月份 80%枯水保证率水位为 409.96m，7 月份 20%洪水保证率水位为 448.16m，过鱼设施上游工作水位为 409.96~448.16m，上游水位变幅 38.2m。

表 8.10-1　向阳水库年内分月水位保证率及月平均水位

系列	月	均值	5%	10%	20%	50%	80%	90%	95%
1970～2015年	4	425.86	451.73	446.12	439.92	429.36	409.96	398.36	391.27
	5	432.32	455.85	453.62	449.92	433.91	417.62	412.80	406.90
	6	440.03	448.16	448.16	448.16	445.94	432.79	415.07	410.96
	7	441.96	448.16	448.16	448.16	448.16	439.89	423.85	402.78

（3）过鱼设施方案选择

水利水电工程可采用技术上实用的方法（技术型过鱼设施）或模仿自然的方法（仿自然型过鱼设施）来构造，主要包括仿自然旁通式鱼道、技术型鱼道、鱼闸、升鱼机、集运鱼系统等，过鱼措施方式选择需对枢纽工程区地形条件、工程特性（枢纽布置、坝型、坝高）、鱼类生物学特性等方面进行综合比选。增殖放流无法达到促进上下游鱼类基因和种质资源交流的目的，且放流种类有限，因此以增殖放流全部替代过鱼措施不适宜。

1）升鱼机

美国、加拿大、前苏联此类设施较多，通常用缆车起吊盛鱼容器至上游，或

用专用运输车转运至上游。升鱼机适用高坝过鱼和水位变幅较大的枢纽。采用升鱼机，一般在下游均设有诱导设施。诱导设施是鱼类过坝的一项重要辅助设施。在过鱼设施的进口设置拦鱼、导鱼和诱鱼设施，可以防止鱼类误入被截断的水域，并帮助鱼类及早发现新通道的入口，使分散零星的游鱼汇集起来，提高过鱼效率。在南美洲，升鱼机比鱼闸更广泛地应用于解决短距离洄游的大马哈鱼、长距离洄游的西鲱和 alewives 通过高坝的问题。美国俄勒冈州的 Round Butte 坝，坝高 134m，采用索道吊罐系统运鱼过坝，运距 182m。加拿大的 Cleveland 坝位于温哥华市附近的 Capilano 河上，坝高约 90m；Baker 坝位于美国华盛顿州，高 87m，采用缆车起吊容器方式过鱼。升鱼机对于高坝过鱼效果较好，前苏联克拉思诺达尔升鱼机 1974～1978 年统计数据显示，过鱼品种有鲟、草鱼、鲢、鲤、文鳊等 20 多种，年过鱼量 20～120 万尾，年均过鱼 70 万尾左右。

升鱼机优点是适于高坝过鱼，能较好适应水库水位的较大变幅，与同水头的鱼道相比，造价较省、占地少，便于在水利枢纽中布置，同时升鱼机过鱼对象广泛，可较好适应具有不同洄游特性、个体大小、集群程度等生物特性的鱼类，可确保较好的过鱼效果。本工程最大坝高 130.0m，属于高坝过鱼，工程过鱼季节（4～7 月）库区水位变幅 38.2m，因此采用升鱼机过鱼可较好适应本工程坝高大、库区水位变化大等不利因素。

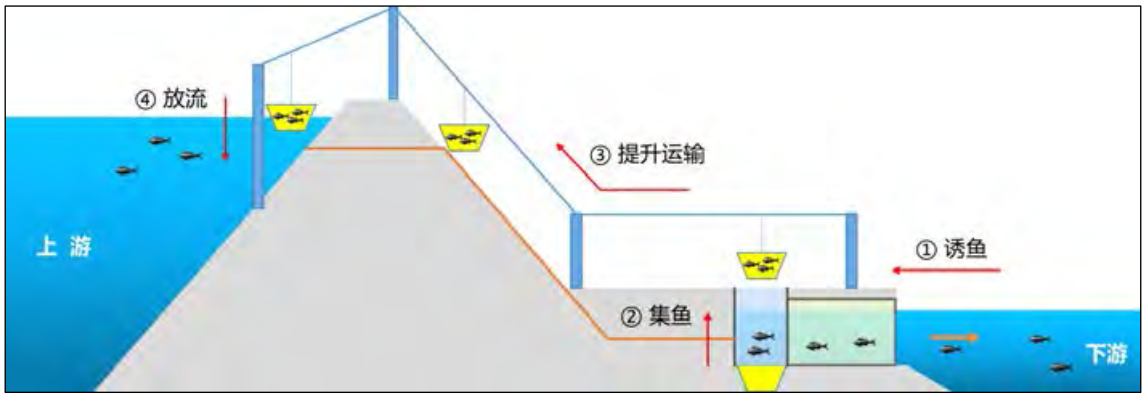


图 8.10-1　升鱼机示意图

2）鱼道和仿自然通道

我国目前已建的过鱼设施，基本上都是鱼道。鱼道的过鱼效果，国内外均有较多成功的实例，我国的洋塘鱼道监测表明，其过鱼种类 20 多种，年平均过鱼量 50 万尾，最高年过鱼量超 70 万尾。鱼道优势在于不需要人工操作，可以连续过鱼，因此运行费用低；缺点是设计长度一般较长，设计难度高，造价高；再者，鱼类

在鱼道中上溯需要耗费很大能量。国外有报道，鲑鱼因通过鱼道过度疲劳，在血液中积存了大量的乳酸，呈生理中毒而死亡。在过鱼效果上，由于鱼道进口和出口的位置、高程都是固定的，鱼道运行时的流速、流态受上游水位和流量影响大，很不稳定。因此，鱼道和仿自然通道多适用于低水头水利枢纽。

鱼道和仿自然通道需要一定的底坡（底坡一般为 1:50～1:100），在长度和宽度方面受地形地质条件限制。向阳水库正常蓄水位 456m，上游多年平均水位 441.11m，下游坝下水位一般维持在 330m，过鱼设施运行工作水头超 110m，布置技术型鱼道和仿生态式鱼道长度均超过 6km；同时两岸边坡较陡，基本不具备布置鱼道或仿生态式鱼道等主动上溯类过鱼设施的条件，即使建设这类过鱼设施，鱼类长时间上溯产生的疲劳效应也对过鱼效果带来极大的不确定性，因此不建议采用。

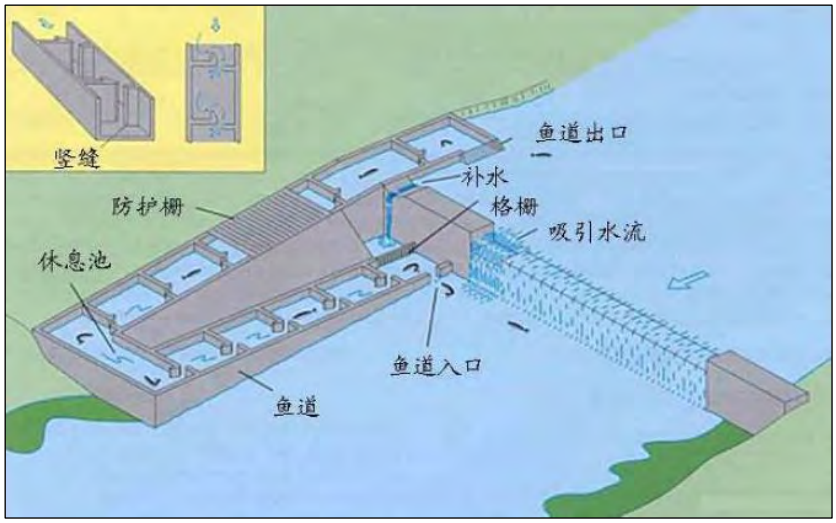


图 8.10-2　鱼道示意图

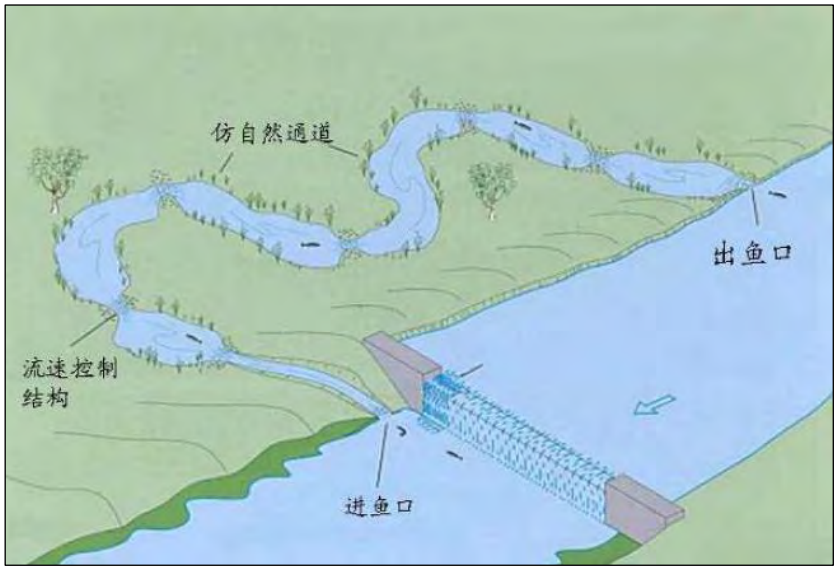


图 8.10-3　仿自然通道示意图

3）鱼闸

鱼闸的工作原理和运行方式与船闸相似。由于鱼类在鱼闸中凭借水位上升，不必溯游便可过坝，故又称水力升鱼机。鱼闸须适应上游水位一定的变幅，下游进口多有一短鱼道相接，必要时设拦鱼、诱鱼、导鱼设施。鱼闸的历史远较鱼道要短。鱼闸可适用于较高水头，英国的奥令鱼闸最大提升高度 41m。爱尔兰香农河上的阿那克鲁沙鱼闸，为一竖井式鱼闸，净高 34m，平均工作水头 28.5m。美国哥伦比亚河麦克纳里坝的过鱼设施，共有两座鱼道和两座鱼闸；该枢纽水位差最大约 30.5m。苏联伏尔加河上的伏尔加格勒鱼闸，是双线式鱼闸，即有两个并列的闸室和下游槽（也可归类于升鱼机），水位差 27.5m；据 1962～1978 年统计，该水力升鱼机过鱼种类主要有鲟类、小白鲑、鲱、鲇等，年过鱼 28.8～1301.4 万尾。

鱼闸的主要优点为：鱼不需费力溯游即能过坝，比在鱼道中省时，不存在通过鱼道后的疲劳问题；能适应较高的水头；与相同水头的鱼道相比，造价较省，占地较少。其主要缺点为：对枢纽主体工程影响较大，需要占据枢纽挡水前缘宽度；过鱼不连续；需配备较多的机电设备，运行、保养、维修等后期费用较高而且耗水量大，效率不高，在国际上已较少采用。本工程为混凝土面板堆石坝，设置鱼闸的难度较大，本工程不适宜采用鱼闸方案。

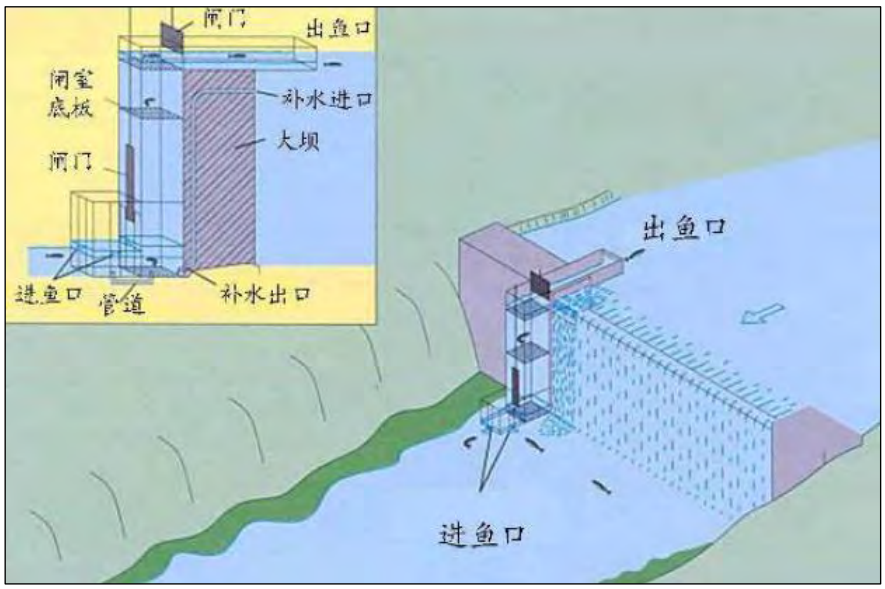


图 8.10-4　鱼闸示意图

4）集运鱼设施

集运鱼系统主要包括集鱼设施和运输设施。根据水域特点和大坝辅助设施，集鱼设施可以考虑集鱼船、深水网箔等；运输设施包括活渔船、活鱼车、码头、

吊车等。集鱼船可驶至鱼类集群区，打开两端，水流通过船身，并采用补水措施使进口流速比河床中略大，以诱鱼进入船内，再通过驱鱼装置将鱼驱入紧接在其后的运鱼船。运鱼船可通过船闸过坝，将鱼放入适当水域，在没有设置船闸的大坝，可以将鱼从活渔船中转入活鱼车，运到合适的水域放流。国内目前已开展相关试验型研究，彭水水电站已开始进行规划设计和建设，尚无建成运行的集运鱼系统。集运鱼系统过鱼实践和效果的资料主要来自国外，如在顿河支流内马内奇河口枢纽进行的试验中，8 天就收集了鲱、鳊、梭鲈等鱼 2.5 万尾。集运鱼船机动灵活，可在较大范围内变动诱鱼流速，可将鱼运往上游适当的水域投放，对枢纽布置无干扰，适用于已建有船闸的枢纽补建过鱼设施。其缺点是运行费用大，受诱鱼效果的制约较大，特别是诱集底层鱼类较困难，噪音、振动及油污也影响集鱼效果。集运鱼设施适用于具有通航建筑物的工程中，本工程不具备通航功能，因此不建议采取集运鱼设施方案。

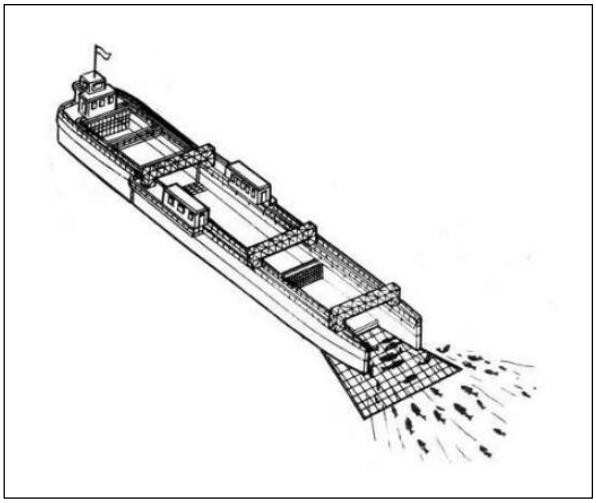


图 8.10-5　集运鱼船示意图

5）综合比选结果

从集诱鱼和过鱼效果、工程布置的可行性、工程可靠性、可操作性、建设工期、工程量以及工程投资等多方面综合考虑，四种比选方案中，升鱼机方案诱鱼系统与鱼道方案相同，诱鱼效果相似，采用机械提升的方式，过鱼效果较好，不涉及主体工程，工程布置、建设难度较低，投资较少，可较好适应工程库区水位大幅变动的水工设施。团滩河分布的土著鱼类均属底层活动鱼类，个体偏小，无长距离溯河习性，繁殖期集群不明显，坝下河段鱼类资源量有限，采用升鱼机完全可满足过鱼需求，故推荐采用。由于鱼道过长，出口较多，鱼道方案过鱼效果

难以保障，布置、建设难度大，投资高，不予推荐；集运鱼系统集诱鱼效果较差，集运鱼船受水深影响运行困难，过鱼效果难以保证，故不予推荐。鱼闸方案对枢纽主体工程影响较大，亦不予推荐。过鱼措施方案综合比较见表 8.10-2。

表 8.10-2　过鱼措施方案综合比较表

过鱼措施	本项目外应用实例	优点	缺点	本工程适宜性	比选结果
升鱼机	新疆布尔津山口水利枢纽的升鱼机已建成运行，运行情况良好； 美国、加拿大、前苏联等应用较多（63m 至 134m 坝高均有应用）。	1.集诱鱼效果较好； 2.对枢纽主体工程影响较小，便于布置； 3.投资较小。	1.不能双向过鱼 2.对诱鱼系统依赖性较强，集诱鱼位置固定，对过鱼效果有一定的影响； 3.维护、管理复杂； 4.单次过鱼量有限。	1.布置对枢纽影响较小，不受水库泄洪影响； 2.可较好适应本工程库区水位大幅变动，过鱼效果有保证。	推荐
鱼道	国内应用较多，如洋塘鱼道等； 国外应用也较多。	1.能够连续过鱼，人为控制因素少； 2．集诱鱼效果较好。适用于中低水头大坝。	1.过鱼效果对诱鱼系统依赖性较强，集诱鱼位置固定，对过鱼效果有一定的影响； 2.高坝时鱼道过长，鱼类顶水上溯，过鱼效果难以保障； 3.设计、施工、布置难度较大； 4.工程量大，投资大。	1.向阳水库坝高 130m，过鱼设施运行工作水头超 110m，布置技术型鱼道和仿生态式鱼道长度均超过 6km，施工、运行管理难度较大； 2. 土著鱼类游泳能力较小，无法连续通过长距离过鱼通道，过鱼效果无法保证。	不予推荐
鱼闸	国内尚无实施实例； 国外如英国、爱尔兰、前苏联等均有应用（单级得升高度可达 41m）	1.鱼类过坝不必溯水，不费力； 2.过坝鱼类成活率高。	1.不能够连续过鱼； 2.集诱鱼差影响过鱼效果； 3.对枢纽主体工程影响较大； 4.施工难度大，技术要求高； 5.投资相对较大。	本工程为混凝土面板堆石坝，设置鱼闸的难度较大。	不予推荐
集运鱼系统	国内乌江干流彭水水电站正进行规划设计，尚无实施； 国外顿河支流马内奇河口枢纽。	1.集鱼船结合深水网箔诱鱼，机动灵活，集鱼效果好； 2.可以双向过鱼； 3.不涉及主体工程； 4.方案可操作性强。	1.不能够连续过鱼； 2.人为因素对过鱼效果影响较大； 3.过坝鱼类成活率受人为影响较大； 4.国内没有成功经验借鉴。	1.工程水库坝址下游水深较浅，集运鱼船集诱鱼效果较差，影响过鱼效果； 2.集运鱼船需通过活鱼运输车转运过鱼 3.适用于具有通航建筑物的工程中，本工程不具备通航功能。	不予推荐

8.10.4.3升鱼机系统设计

（1）总体布置

1）系统组成

本工程升鱼机系统由集鱼系统、补水系统、提升运输系统、码头转运系统、运输放流系统及监控设施组成。其中，集鱼系统的作用是将聚集在坝下需要洄游过坝的鱼类诱集并收集至集鱼箱中；补水系统的作用是为集鱼系统提供诱鱼所需要的流量，在进鱼口形成诱鱼所需要的流速；提升系统的作用是将装有鱼类的集鱼箱从坝下沿大坝提升过大坝，将集鱼箱提升至转运所需的高程，同时将放空的集鱼箱运回集鱼地点重新进行集鱼；码头转运系统及运输放流系统的作用通过运鱼船将鱼类放流至库区适合水域；监控设施的作用是对所有集鱼、补水、提升、运输、放流等不同过程进行控制和监控，同时可以对收集的鱼类进行分拣和监测。

2）过鱼过程

根据系统组成，本过鱼设施过鱼流程分为：①诱鱼→②集鱼→③提升过坝→④码头转运→⑤放流等五大步骤。

诱鱼：本工程诱鱼方式为水流诱鱼，利用电站尾水下泄流量或生态补水流量，为进鱼口提供强化水流，以达到诱鱼要求；

集鱼：当鱼类被水流吸引进入集鱼通道后，通过一定的区域设施将鱼类驱赶进入集鱼箱；

提升过坝：鱼类进入集鱼箱后，采用提升运输系统将集鱼箱提升过坝，至转运所需高程；

码头转运：在转运码头进行装卸作业，利用轮胎式起重机将集鱼箱转移至运鱼船上。同时缆车将集鱼箱吊回继续使用。

放流：运鱼船将鱼类放流至上游，完成放流后行驶回转运码头，完成整个过鱼流程。

3）布置方案

向阳水库升鱼机布置在坝址下游电站旁，其中集鱼系统布置在电站厂房左侧，进鱼口位于机组下游，与尾水渠衔接，提升运输系统采用索道形式，索道装载站与集鱼池相连，卸载站位于坝上游约 250m 处。向阳水库升鱼机系统平面布置见图 8.10-6。

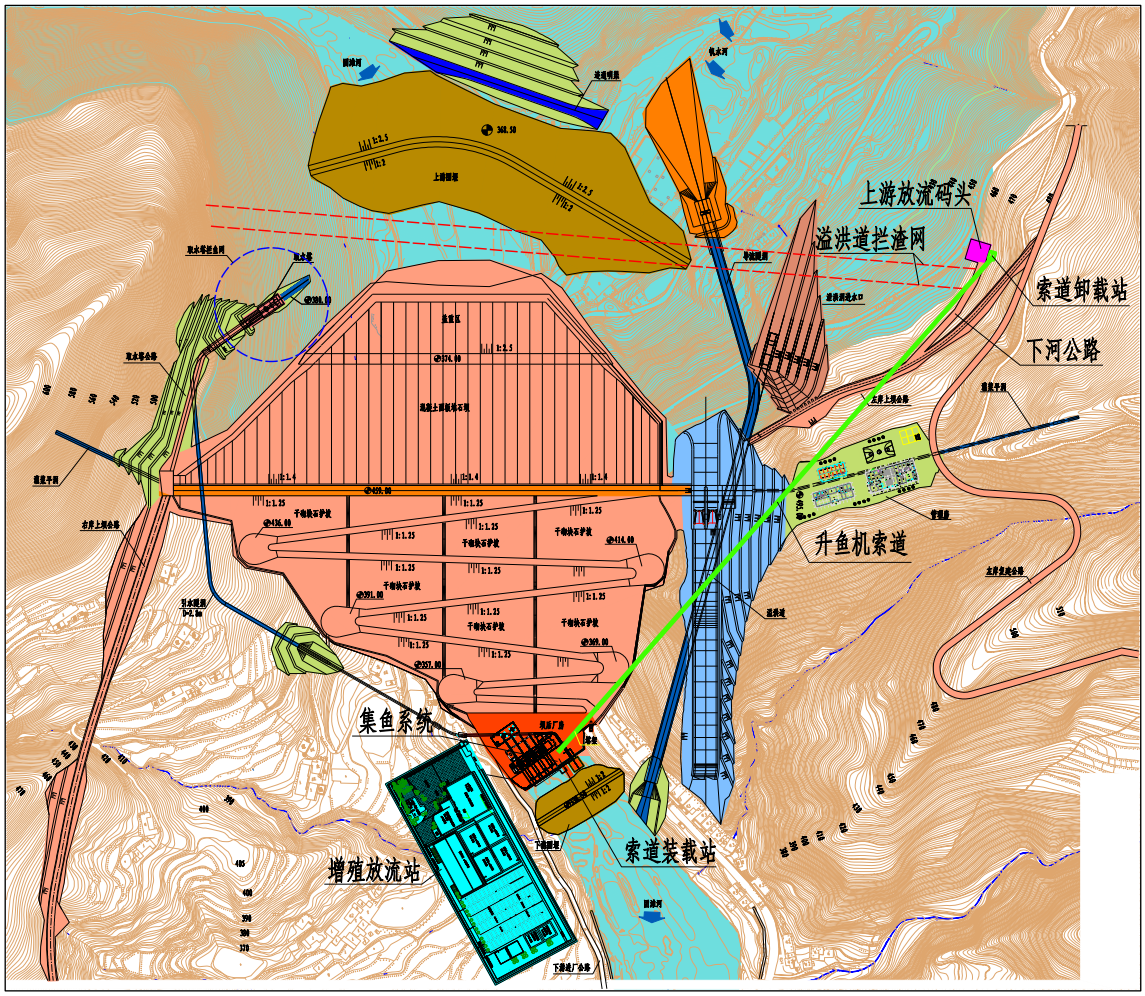


图 8.10-6　　向阳水库升鱼机系统平面布置图

（2）集鱼系统设计

集鱼系统由进鱼口段和集鱼渠组成，其中进鱼口设有检修闸门和控流门，集鱼通道中设有驱鱼格栅、集鱼渠中设有集鱼箱。

1）进鱼口选址

进鱼口位置选址一般应遵循以下原则：

①尽可能靠近有经常性水流下泄的位置，如电站厂房尾水；

②尽可能放置在鱼类可能上溯到的最上沿；

③若存在鱼类的流速屏障，进口不应布置在屏障之上。

根据以上布置原则，结合向阳水库工程特点，鱼类主要密集分布区应在尾水渠下方，尾水渠布置在河床右侧，在尾水渠左侧具备布置进鱼口的条件，因此将进鱼口布置于尾水渠左侧。集鱼系统的平面布置见图 8.10-7。

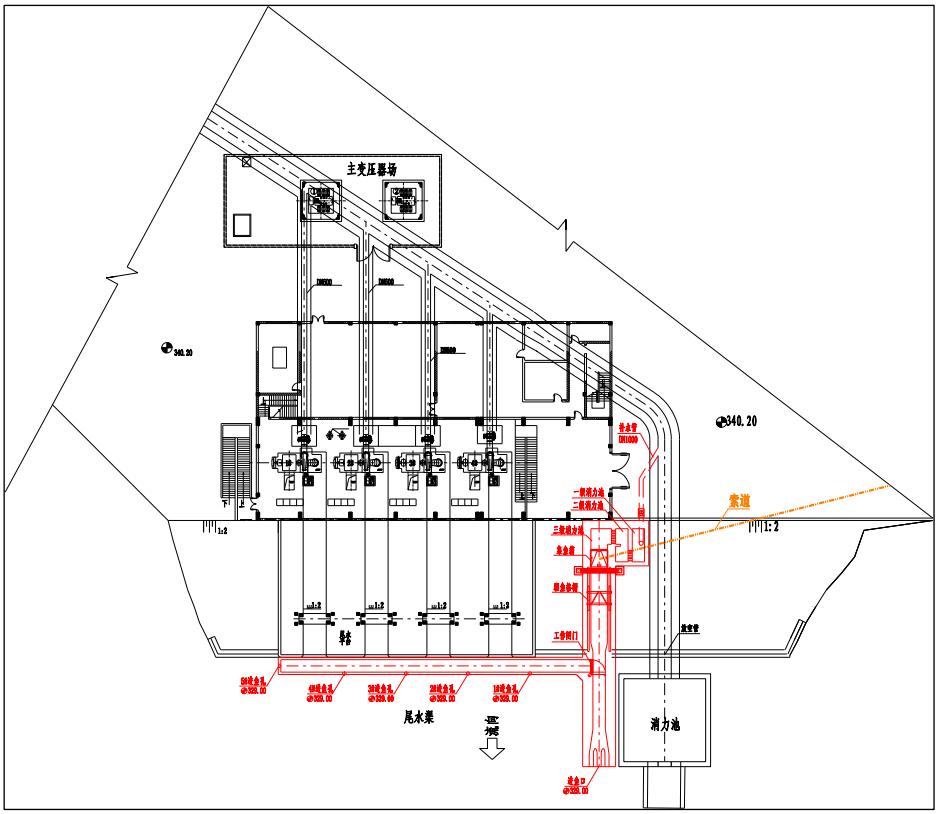


图 8.10-7　集鱼系统的平面布置图

2）集鱼系统下游河段流场三维数值模拟分析

①研究目的

根据选定的进鱼口选址，开展下游河段流场三维数值模拟分析。通过数值模拟计算，得到坝下河段的流场分布情况，以判断河道内是否存在鱼类上溯的流速屏障；同时，根据坝下河段的流速分布，验证集鱼系统初拟进鱼口布置的合理性。

②计算研究河段

坝下 310m 河段（生态电站尾水出口至下游 310m 河段）。

③计算工况

计算工况见表 8.10.4-4，计算的下泄流量为 1.31m3/s（最小下泄生态流量）和 4.68m3/s（生态电站四台机组满发流量）。

表 8.10-3　数值计算工况表

工况	生态电站机组运行台数	机组引用流量(m^3/s)	河道内总下泄流量（m^3/s）
1	2	1.31（最小生态下泄流量）	1.31
2	4	4.68	4.68

④计算研究河段水位流量关系

各计算工况坝下河段沿程水位如表 8.10-4 所示。

表 8.10-4　坝下河段沿程水位

断面号	坐标（m）			流量(m^3/s)	水位(m)
1#	左岸	X	571218.4488	0.87	329.6
		Y	3462695.0936	2.88	329.7
	右岸	X	570964.1173	6.49	329.8
		Y	3462623.3171	11.70	329.9
2#	左岸	X	571159.7100	0.87	327.8
		Y	3462617.8246	2.88	327.9
	右岸	X	571016.5640	6.49	328.0
		Y	3462576.8375	11.70	328.1
3#	左岸	X	571175.7060	0.87	327.6
		Y	3462583.9036	2.88	327.7
	右岸	X	571022.7324	6.49	327.8
		Y	3462547.7045	11.70	327.9
4#	左岸	X	571187.9862	0.87	326.8
		Y	3462547.0768	2.88	326.9
	右岸	X	571028.4006	6.49	327.0
		Y	3462520.9336	11.70	327.1
5#	左岸	X	571190.5141	0.87	326.3
		Y	3462500.4849	2.88	326.4
	右岸	X	571030.0610	6.49	326.5
		Y	3462492.5416	11.70	326.6
6#	左岸	X	571183.5191	0.87	325.7
		Y	3462459.4554	2.88	325.8
	右岸	X	571033.3769	6.49	325.9
		Y	3462455.9437	11.70	326.0
7#	左岸	X	571174.9231	0.87	325.3
		Y	3462418.3459	2.88	325.4
	右岸	X	571033.2402	6.49	325.5
		Y	3462415.0321	11.70	325.6

⑤数值计算成果

坝下河段流场数值计算建模采用原型数据，模拟工具选用 FLUENT 软件，计算模型选用 Standard k-ε紊流模型，自由水面处理采用刚盖假定法，固壁边界处理采用壁面函数法，偏微分方程离散采用有限体积法，动量、紊动能和紊动耗散率插值采用二阶迎风格式。

集鱼系统进鱼口布置在厂房尾水出口下游左侧时的河道流场分布见图 8.10-8~图 8.10-13。从进鱼口及下游河道流场分布可知，最小下泄生态流量 Q=1.31m^3/s 和四台机组满发 Q=4.68m^3/s 时，进鱼口下游河道内不存在鱼类上溯的流速屏障，下游河道最大流速仅为 0.8~0.9m/s，小于鱼类克游流速；集鱼系统补水形成的进鱼口诱鱼流场流速大小适宜、流场范围大，且主流明确、水流平顺，下游鱼类能较容易感应到此流场。因此，从流场分布来看，集鱼进水口布置在厂房尾水出口下游左侧较合理。

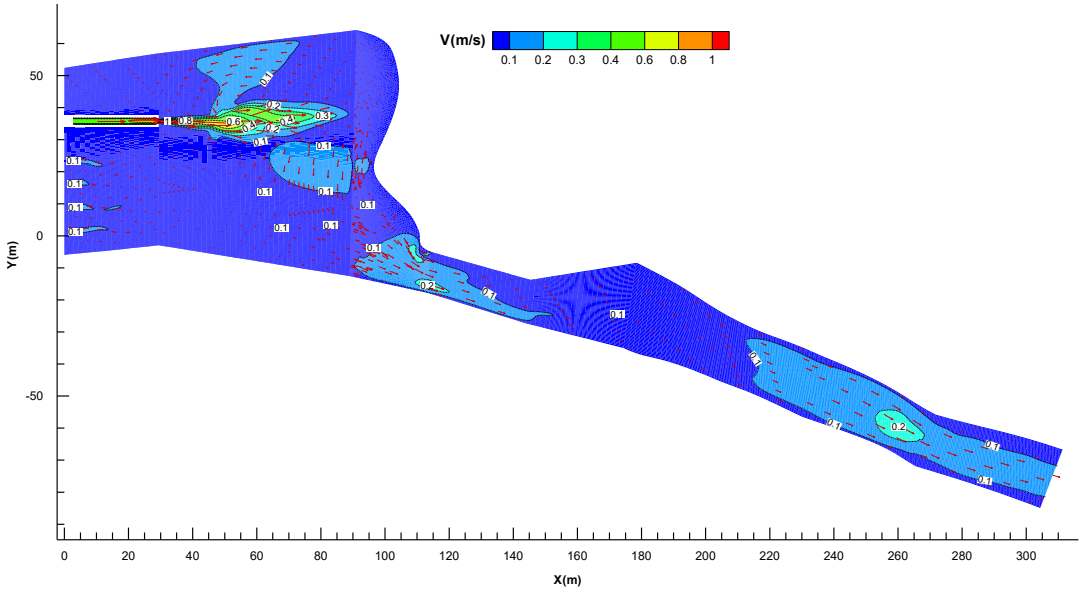


图 8.10-8　布置集鱼系统后两台机组运行 Q=1.31m^3/s 时计算区域内水面流场

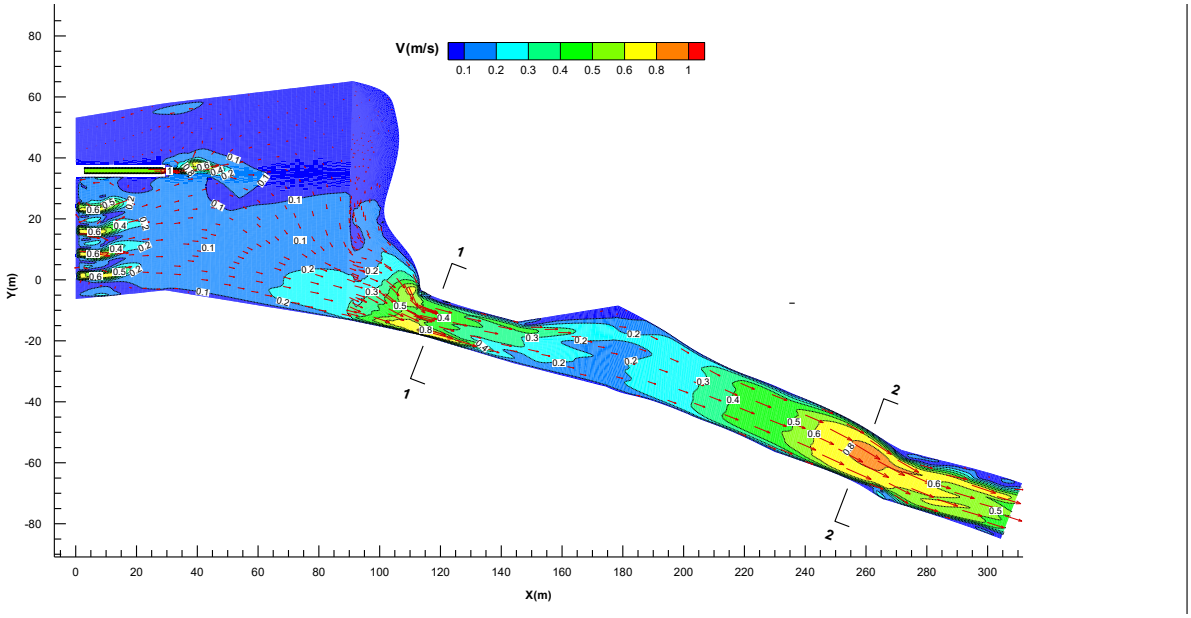


图 8.10-9　布置集鱼系统后四台机组满发 Q=4.68m^3/s 时计算区域内水面流场

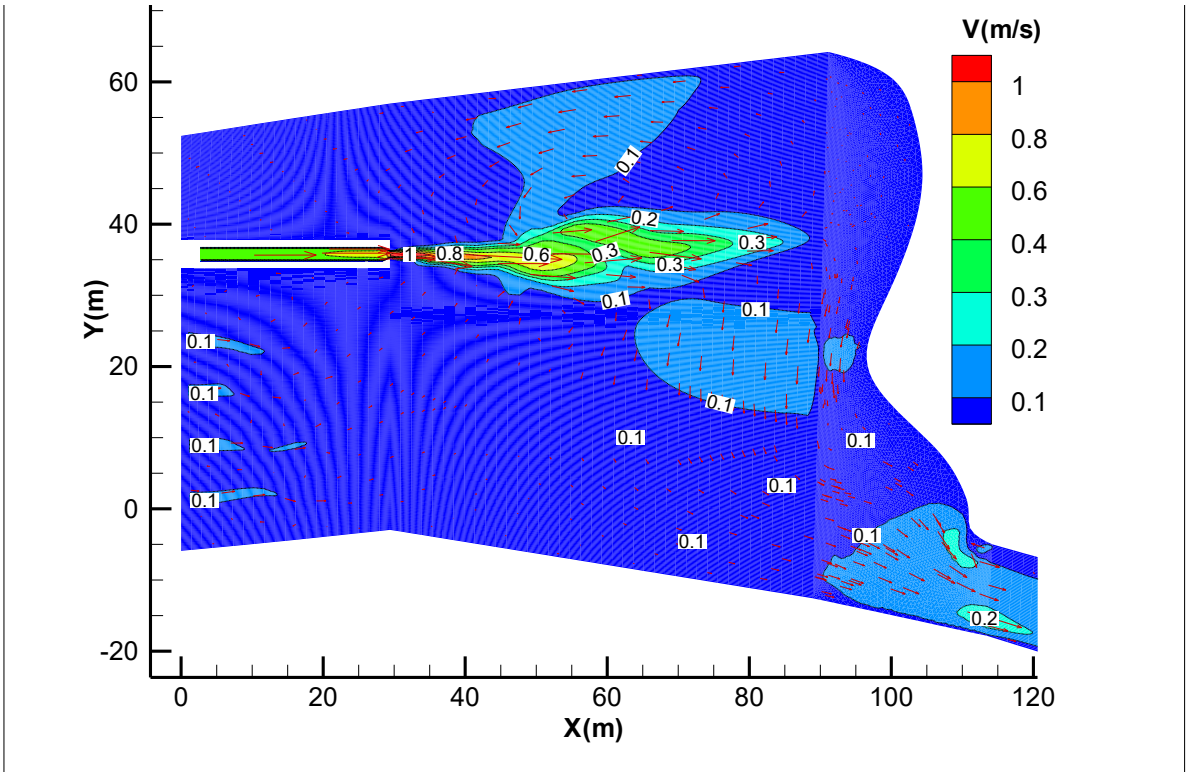


图 8.10-10　布置集鱼系统两台机组运行 Q=1.31m³/s 时计算区域内水面流场

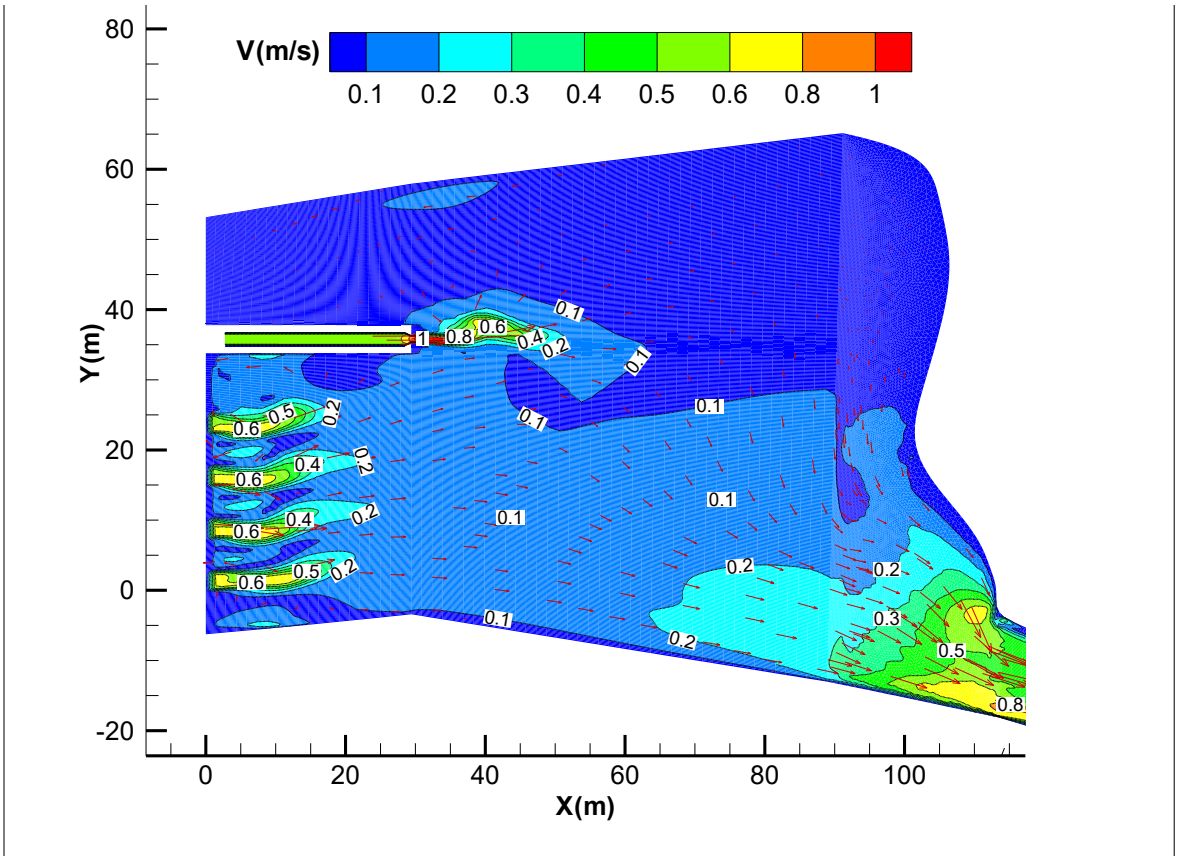


图 8.10-11　布置集鱼系统四台机组满发 Q=4.68m³/s 时计算区域内水面流场

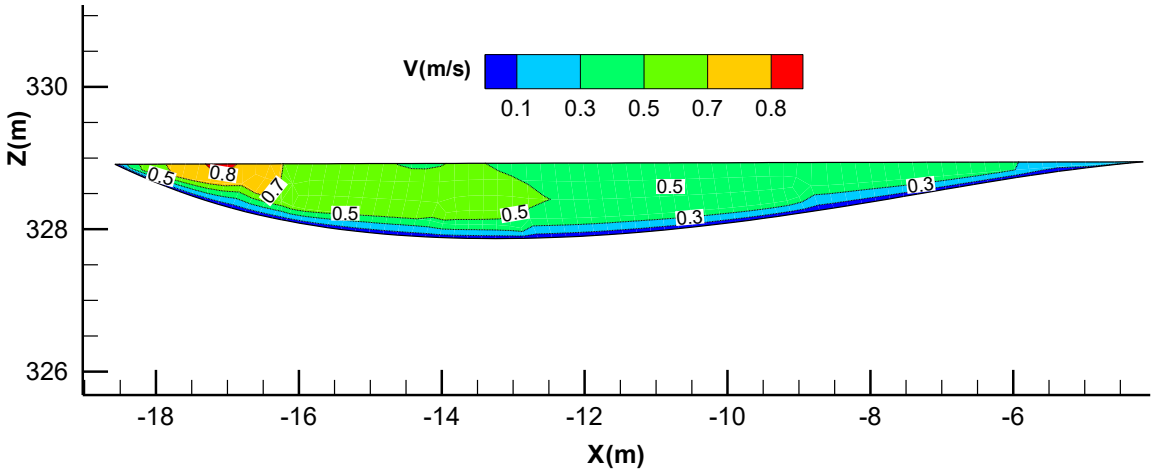


图 8.10-12　布置集鱼系统四台机组满发 Q=4.68m³/s 时 1-1 断面流场分布

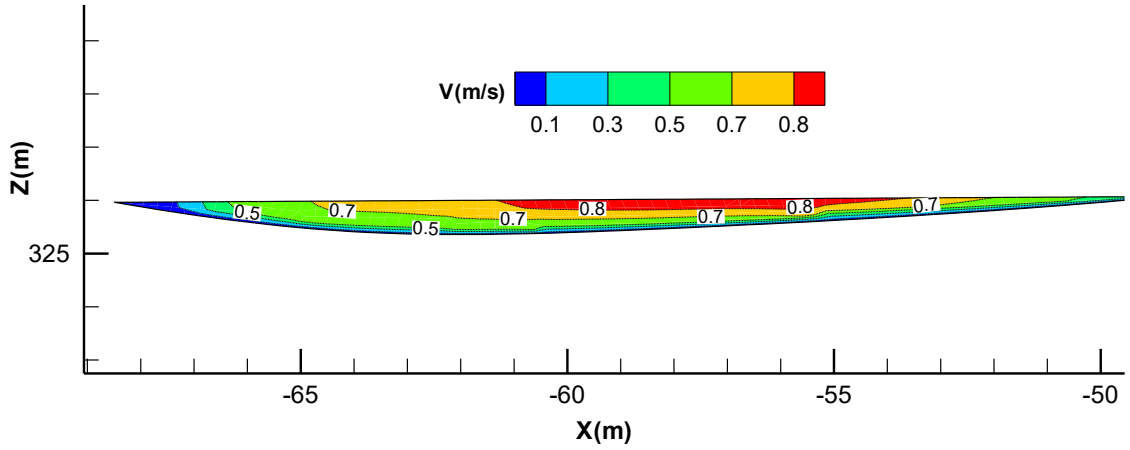


图 8.10-13　布置集鱼系统四台机组满发 Q=4.68m³/s 时 2-2 断面流场分布

⑥结论

从进鱼口及下游河道流场分布判断，集鱼系统进水鱼口布置在厂房尾水出口下游左侧较合理。尾水出口经常性下泄生态流态，流速大于过鱼对象感应流速，不需要为了诱鱼而加大生态流量；尾水出口为下游鱼类能上溯到的最前沿，且其下游河道内不存在鱼类上溯的流速屏障；集鱼系统补水形成的进鱼口诱鱼流场流速大小适宜、流场范围大，且主流明确、水流平顺，下游鱼类能较容易感应到此流场。

3）进鱼口设计

根据坝下鱼类集群规律，鱼类通常沿常流水上溯至坝下，发电尾水出水对下游鱼类具有强烈的吸引效应。按照非汛期生态流量 1.31m³/s，鱼类产卵期和汛期生态流量 2.63m³/s，四台机组满发流量为 4.68m³/s，通过数模计算出各流量情况下厂房尾水平台出口处流速约在 0.1~0.8m/s，越向下游延伸流速就会越小，因此适合集鱼平台进口布置的区域主要在生态电站尾水出口与原河道交汇区域。

①运行期生态放水设计及进鱼口布置

水库正常运行过程中，通过坝后生态电站下放生态流量，在运行过程中实行机组轮流检修，尽可能避免同时检修。汛期生态流量为 2.63m³ /s，三台机运行可满足要求；枯水期生态流量为 1.31m³ /s，两台机运行可满足要求。额定工况下四台机组同时运行时流量可达 4.68 m³ /s。为保证极端特殊情况下（比如四台机组同时检修或同时停机等）生态流量能够正常下放，通过在电站引水管道设旁通管下泄生态流量，生态流量管采用直径 0.8m 的钢管，由活塞式多功能控制阀控制，并设闸阀控制和电磁流量计。

根据电站运行情况分析，升鱼机进鱼口工作位置水位在 329.69m～329.89m 之间变化，水位变幅为 0.2m，水位变幅小。为确保集鱼系统在电站正常运行工况和极端特殊工况下均能让下游鱼类顺利进入，采用多进口布置，即在尾水渠下游，垂直河道方向布置 5 个进鱼孔；在沿集鱼渠轴线方向布置 1 个进鱼口，进口底板高程均为 328.00m。通过工作闸门的启闭控制进鱼口运行。在电站正常运行时，工作闸门转向垂直水流方向，下游鱼类通过垂直河道方向 5 个进鱼孔进入集鱼渠；在极端特殊工况时，工作闸门转向平行水流方向，下游鱼类通过沿集鱼渠轴线方向进鱼口进入集鱼渠。进鱼口布置见图 8.10-14。

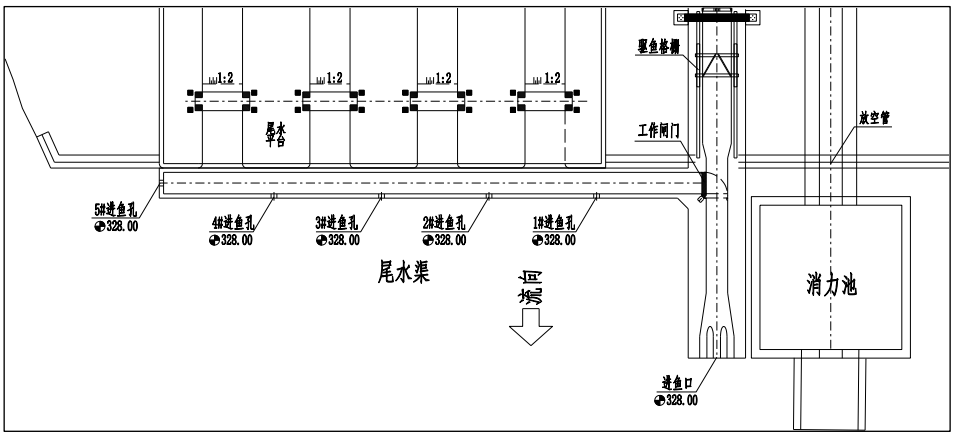


图 8.10-14　进鱼口布置图

②流速

过鱼设施进口一般采用一股高速水流进行诱鱼，诱鱼流速主要与鱼类的游泳能力相关，一般过鱼设施诱鱼流速取鱼类临界游速和突进游速之间，这样保证足够的吸引力与影响范围的同时也不会形成对鱼类的流速屏障及对鱼类产生疲劳效应。

本工程目标过鱼种类主要为裂腹鱼类，裂腹鱼亚科游泳能力相关指标大致类似，根据目前掌握的几种裂腹鱼测试结果分析初步判断，目标鱼裂腹鱼亚科的感应流速约为

0.06-0.1 m/s、持续泳速 0.5-0.7m/s、突进泳速 1.1-1.5 m/s。本阶段进口流速暂按 0.3-1.0m/s 考虑。

③进鱼口结构

进鱼孔段平行电站轴线布置，为整体 U 型结构，净宽 1.5m，长约 37m，设有 5 个净宽 0.4m 的进鱼孔。进鱼口段顺水流方向布置，为整体 U 型结构，净宽 1.5m 进口呈喇叭口型，设 3 孔，每孔净宽 0.5m，中间设分流隔墩。

2）集鱼渠

集鱼渠的主要功能为将进入的鱼类暂时保存在池内，因此集鱼渠不可过小，以免引起鱼类的胁迫而使得其逃逸。根据《水利水电工程鱼道设计导则》（SL609-2013），渠道宽度不应小于最大过鱼目标体长的 2 倍；设计水深可取 1.5～2.0m，对于体长超过 0.2m 的鱼类，最小水深应大于最大过鱼体长的 2.5 倍。本工程过鱼设施主要过鱼均为中小型鱼类，按照过鱼对象规格，渠道宽度取 2.0m 可满足要求。

集鱼渠采用敞开式矩形断面，根据下泄流量，主河道的最低水位为 329.69m，集鱼渠净宽 2m，底板顶高程 328.00m，采用钢筋砼衬砌，底板及边墙衬砌厚 1.0m。集鱼渠结构见图 8.10-15。

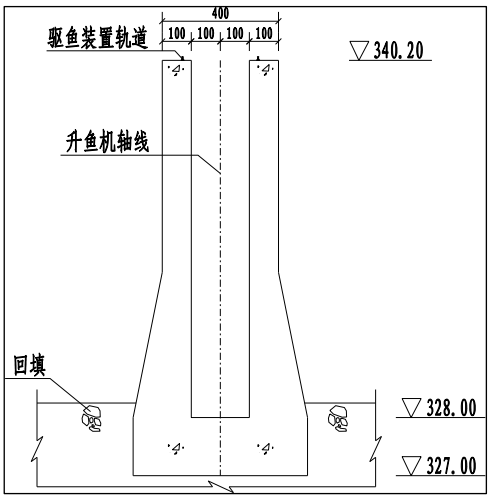


图 8.10-15　集鱼渠结构图

集鱼渠底部铺仿生态鹅卵石，渠道中不设置挡板，通道内设驱鱼格栅，驱鱼格栅采用钢结构，局部格栅采用不锈钢结构，并采用鱼类不易逃逸的渐进束窄结构，以实现鱼类的收集。另外，驱鱼格栅在鱼类收集状态中可以完全关闭，以防止鱼类逃逸。

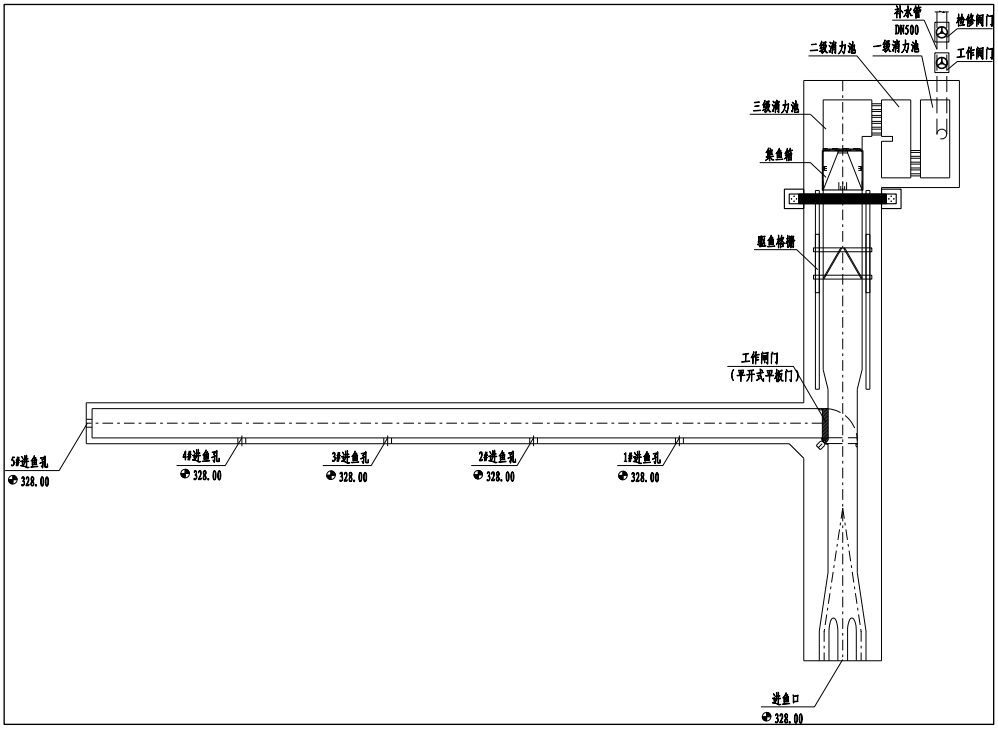


图 8.10-16　集鱼系统平面布置图

3）驱鱼格栅设计

集鱼渠内的驱赶设施为驱鱼格栅。驱鱼格栅布置于防逃笼前方，尺寸与通鱼通道尺寸相适应。拖拽格栅采用对开门形式，平时集鱼时段，拖拽格栅开启，目标鱼类可以通过过鱼通道。在收集到一定数量的鱼类后，拖拽格栅的对开门关闭。通过系统控制设置在集鱼通道端部的卷扬机及滑轮装置牵引拖曳格栅系向前平行移动，将目标鱼类驱赶入集鱼池中。等待集鱼池内的提升舱将鱼提升后。系统控制拖拽格栅沿通鱼通道向后平行移动，回到原位置后，对开门开启。



图 8.10-17　驱鱼格栅实例图

4）集鱼箱设计

目前国内外升鱼机所采用的集鱼箱结构主要有两种类型：

①自带防逃笼型

此种类型集鱼箱前段自带一个鱼类防逃装置，使得溯游进入的鱼类不易逃出提升箱。采用此类型集鱼箱，通常不设赶鱼设施。其结构形式见图 8.10-18。



图 8.10-18　　自带防逃笼型提升舱（法国 Poutes 大坝升鱼机）

②沉底式

沉底式提升舱通过将提升箱安放在集鱼池下面，集鱼时将提升舱提升，将鱼类收集起来。通常需要拖曳格栅将鱼类驱赶进入集鱼池。其结构形式见图 8.10-19。



图 8.10-19　沉底型提升箱（俄罗斯 Krasnodar 大坝）

两种类型集鱼箱各有优缺点并有一定的适用条件，根据本工程主要过鱼目标及河段鱼类资源状况分析，本河段鱼类资源量较小，集鱼系统诱集至单次过鱼数量可能耗时较长，若采用自带防逃笼型提升舱，已经收集的鱼类需要长时间滞留在提升舱中，期间提升舱内的防逃笼很可能会对鱼类造成机械损伤。因此，工程拟采用对鱼类损伤较小的底部提升型集鱼箱。

集鱼箱长宽均为 2.0m，高 1.5m，上半部分为透水格栅，格栅间距为 3cm，下半部分为不透水结构，集鱼箱底板呈一定角度倾斜，侧面的最低点，设有一个 0.5m×0.5m 的放鱼孔，放鱼孔设有闸门。集鱼箱设计见图 8.10-20。

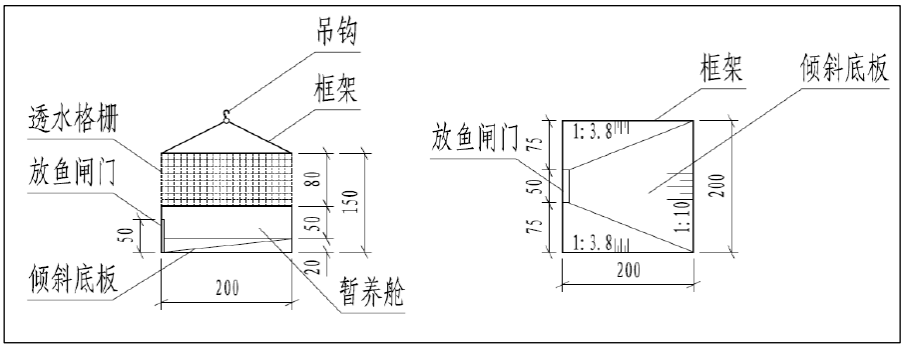


图 8.10-20　　集鱼箱设计图（左：立视图，右：俯视图）

（3）补水系统

1）取水方式

补水系统在机组检修，无法下泄生态流量时，通过生态放空管道设旁通管下泄补水流量与集鱼系统集鱼渠相接。

2）输水系统

输水采用 DN500 钢管，采用球阀控制流量，活塞阀消能，并采用电磁流量计对流量进行监控。

3）补水系统

补水系统位于集鱼渠后方。补水管上游连接放空管，从放空管旁侧引水，下游接入升鱼消力池；补水管设一道工作阀和一道检修阀。升鱼机消力池共设 3 级，各级消力池之间设置一道花墙，墙上等间距布置花孔，对经过水流可起到镇流、均化和消能的作用。第三级消力池的水流通过补水格栅进入集鱼渠和集鱼通道，最终在进鱼口形成诱鱼流速。根据鱼类克流能力，进鱼口及通道中流速控制在 0.3～1.0m/s。

（4）提升运输系统

1）提升过坝方式比选

升鱼机的直接提升过坝方式通常有三种形式：垂直提升、轨道提升和索道提升。

①垂直提升型

垂直提升指集鱼箱在塔架或竖井中垂直移动，并提升至坝顶，其提升系统一般相对独立，在集鱼渠中将集鱼箱垂直提升，到达过坝高程后，通过放流渠道将鱼类放流至坝上水域。垂直提升中间环节少，但当坝高较高后，须超高塔架、塔柱的稳定问题及工程投资。垂直提升型升鱼机工程实例见图 8.10-21。



图 8.10-21　垂直提升型升鱼机

②轨道提升型

轨道提升中集鱼箱沿坝体布置的轨道进行提升，一般应用于提升过程中较少改变方向和角度的高坝工程中。轨道提升型升鱼机工程实例见图 8.10-22。



图 8.10-22　轨道提升型升鱼机

③索道提升型

索道提升型主要是采用缆线吊装的方式提升集鱼箱，索道提升方式布置灵活，对主体工程的干扰影响较小，同时又可适合坝高较大的工程。索道型升鱼机工程实例见图8.10-23。

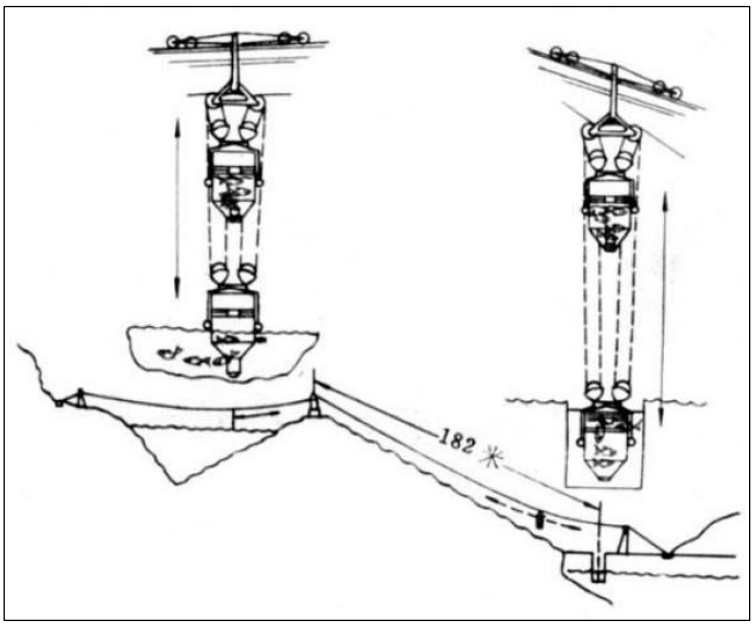


图 8.10-23　索道型升鱼机（美国 Round Butte 坝升鱼机）

④提升过坝方式选择

三种提升方式中垂直提升方式最为简单，中间环节少，但垂直提升仅适用于坝高较小的工程。本工程提升高度约 120m，采用垂直提升方式难度较大。轨道提升运行管理相对简单，适用于运输路线较为顺直的工程，由于本工程过鱼运输存在水平方向、上坡方向和下坡方向三个方向的往复移动，使用坝面铺轨将面临方向改变，卷扬机布置难度增大，影响集鱼箱运输的平稳性，而且根据运输路线，轨道需穿越溢洪道，因此轨道方案无法布置。索道提升方式布置灵活，对主体工程的干扰影响较小，适合坝高较大的工程。由于本工程升鱼机进口位于尾水洞出口附近，距离大坝有一定距离，索道方案可以兼顾集鱼箱的提升、过坝以及鱼类的放流，因此本阶段推荐采用索道提升方式。

2）索道设计

①索道型式选择

本工程鱼类上行过坝采取索道提升方式。索道承重装置的运行方式，又有往复式和循环式之分。往复式索道的线路上只有一个或一组固接在牵引索上的承重装置往复运行，可爬 45°的坡，但运距越长输送能力越低。循环式索道的闭合线路上，每隔一定距离布

置一承重装置，多个承重装置循环运行，适用于运量大、运距长的场合。由于本工程运量不大，采用往复式索道形式来满足较大坡度的要求。

②索道布置

结合向阳水库工程布置，为保证索道沿直线方向布置，同时卸载站需布置在溢洪道拦渣网上游，本工程索道方向与坝轴线方向呈 49°夹角，起点位于厂房尾水平台上，起点高程为 340.20m，沿山体布置，上行跨越溢洪道泄槽和开挖边坡，上升至管理平台，高程为 495.00m，通过管理平台后，呈下行方向，到达终点索道卸载站，终点位于坝上约 250m 处，索道总长度约 693m，提升最大高度 155.20m。向阳水库升鱼机索道系统布置剖面见图 8.10-24。

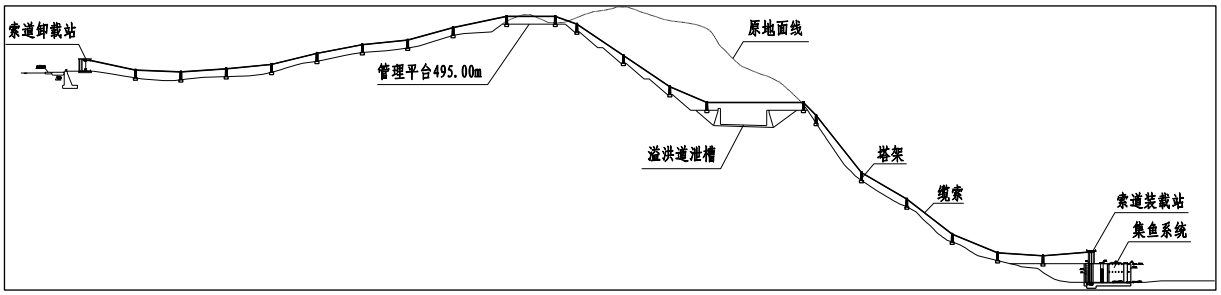


图 8.10-24　向阳水库升鱼机索道系统布置剖面图

③索道结构

索道由装载站、卸载站、支架、承载索、牵引索、驱动装置、锚固装置和张紧装置、电气设备等主要部分组成。在装载和卸载站间架设的钢丝绳作承载索，承载索一端锚固、另一端张紧，中间由若干支架支承。牵引索上用抱索器固接集鱼箱，集鱼箱以承载索为轨道被牵引索拉动运行。在装载站，集鱼箱经过站口的偏斜鞍座从承载索上过渡到站内的架空扁轨上，同时脱开器使抱索器松开，集鱼箱与牵引索脱离，用其他机械将提升箱移至停放点。要运送的集鱼箱推至发车处，抱索器抱紧牵引索，向卸载站方向运行。集鱼箱到达卸载站后，与上述一样过渡到架空扁轨上并与牵引索脱开，然后卸载。卸载后，空提升箱被发往装载站，完成一个循环，可实现就地控制。索道运送集鱼箱的形式如图 8.10-25 所示。

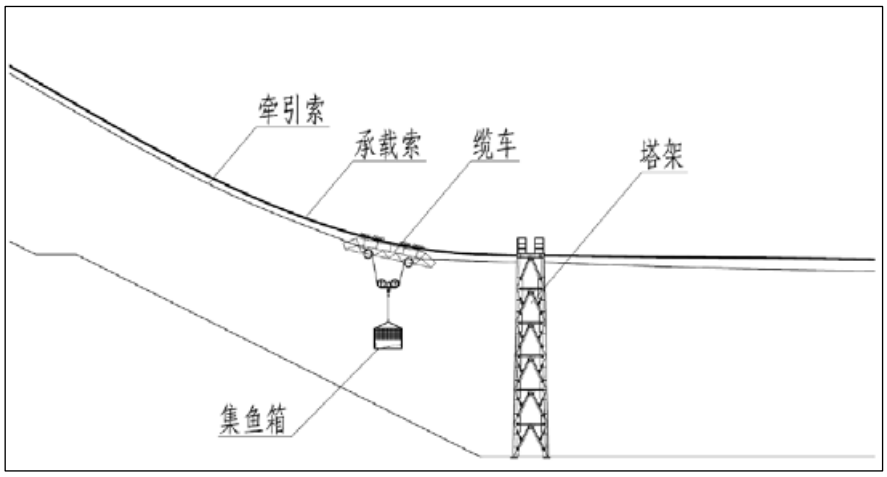


图 8.10-25　索道运输集鱼箱示意图

④索道运行

过鱼季节为 4 月～7 月，索道在此时段运行。根据国外最小封闭种群的研究结果，维持 500 尾的群体数量是种群遗传多样性不至于快速丧失的最低要求。从提高基因交流保证率的角度出发，建议各种鱼类的年过坝数量保证在 500 尾/种以上，这也是对过鱼量的最小要求。

依据国外已有升鱼机系统实践情况，主要过鱼季节单次(单斗)过鱼数量均在 100 尾以上。根据对团滩河鱼类习性研究，鱼类集群性较弱，聚集至单次转运数量的持续时间可能较长，建议单次过鱼能力为 100-200 尾。实际运行时，可根据集鱼系统集鱼实际观测情况提高转运速度或增加转运鱼斗保证系统的运行效率。

根据索道提升高度和长度计算分析，初步估算索道循环能力为 1 次/h。在下阶段将开展索道设计专题研究，结合模型试验确定索道运行能力。

索道在运行过程中，应经常注意保养，在缆车车轮抹黄油，减小车轮与承载索间的摩阻力，降低承载索的磨损程度；同时，索道由专人管理，装卸端用对讲机联络，经常检查索道的承载力及牵引力，发现问题及时处理。

在缆车上部设有防摆器，利用液压活塞杆的伸缩平衡车厢的摆动。在装载站和卸载站装设缓冲器，缆车上装有导靴，确保车厢难以脱轨，并防止产生大的摆动。利用风向测速仪确保风俗超过规定值时报警、停车。

（5）码头转运系统

1）放流码头

结合枢纽布置方案，目前推荐码头布置在坝上左岸约 250m 处。此处坡度适宜，改造为码头较为便利。同时也在鱼类防逃网以内。

2）转运码头布置

转运码头布置 1 个集运鱼泊位。集运鱼泊位采用下河公路与趸船相结合方案，下河公路依托现有左岸复建公路改造而成，对现有道路向江侧进行分叉，道路临江侧布置挡土墙，水位在 409.96~448.16m（频率为 20%~80%的枯水保证率）之间变动时，趸船可沿道路临江侧停靠，通过设置在趸船上的轮胎式起重机可进行运鱼箱的装船卸船作业。

3）装卸设施及工艺

进行装卸作业时，运鱼船停靠在趸船的装卸泊位，缆车将集鱼箱放在下河公路上，利用轮胎式起重机将集鱼箱转移至运鱼船上。运鱼船完成放流后行驶回转运码头，缆车将集鱼箱吊回继续使用。

（6）运输放流系统

运输放流系统主要由运鱼放流船及放流辅助设施组成。一般情况下，集鱼箱在转运码头转入运鱼放流船后，船舶行驶至库区具有一定流速（平均流速＞鱼类感应流速 0.19m/s）的水域将鱼类放流至江中。

1）运鱼放流船

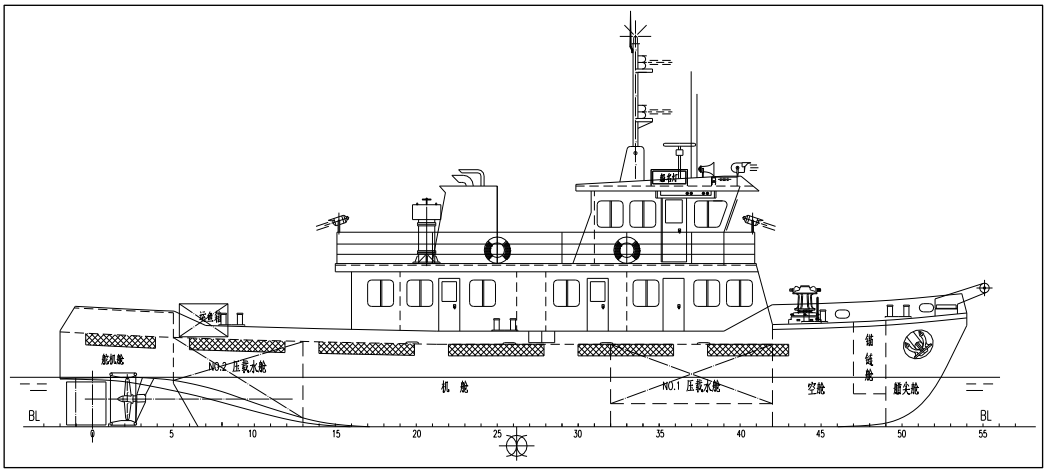


图 8.10-26　运鱼船立面图

运鱼放流船主甲板可放置 2 个集鱼箱。船上并配置有氧气瓶、循环泵、水质监控设备等鱼类维生设备，可与集鱼箱相应接口进行连接。

运鱼放流船安装有 GPS 定位跟踪系统，能够对船舶的行驶轨迹做到实时跟踪、记录和监控。

另外，为兼顾远期的鱼类下行沟通需求，运鱼船远期配备深水鱼笼及深水网箔，可进行库区集鱼所作业，搜集鱼类通过码头转入集鱼箱，通过缆车运输至坝下放流。

2）放流地点

初拟放流地点为库区上游流水河段或支流汇口等饵料资源丰富、适宜鱼类觅食生存且人为干扰较少的水域。同时根据鱼类的生活习性、当地水文、水质特点以及周边环境特点确定放流时段。

3）放流方式

运鱼船中有接口可与运鱼箱对接，接口对接口，利用水自身重力将鱼和水通过滑道放流，滑道采用 PE 材质，表面光滑，不易损伤鱼类，并在放流时保持滑道湿润。



图 8.10-27　船舶放流示意图

（7）观测与辅助设施

1）集控及监测设施

集控室位于索道卸载站内，升鱼机各操作环节，包括控流门、区域格栅、补水控制阀、索道系统等均可在集控室集中操作。在整个过鱼过程中，为对过鱼种类、数量、规格等进行监测，在集鱼渠、索道系统的装载站、卸载站以及运鱼放流船上均设有视频监控设备，集鱼箱中还设有水质监控设备，对运输放流过程进行全程跟踪及监控，监控终端位于集控室。

2）鱼类监测室

卸载站内设有鱼类监测室一座，内部有鱼类分拣，监测及救护设备，能够满足鱼类采样、分拣、统计以及救护功能。

8.10.5鱼类增殖放流

8.10.5.1增殖放流任务

（1）放流品种的选择

根据《汤溪河综合流域规划环境影响评价》，对于流域规划的大型项目应根据对鱼类影响分析，建议修建鱼类增殖放流站，进行鱼类资源补偿和保护。

根据《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》（NB/T 35037-2014）的相关规定，在工程鱼类综合保护方案的总体要求下，应根据鱼类亲本的可获得性、人工驯养繁殖技术基础以及放流水域生境条件，合理确定放流对象。

向阳水库工程是流域规划中唯一的一个大型骨干水利工程项目，选址所在团滩河流域共检测出鱼类 14 种，隶属于 3 目 5 科 14 属。没有发现国家级、重庆市级、云阳县的保护鱼类。建议选择针对水库工程影响较大的重要鱼类，如齐口裂腹鱼、西昌华吸鳅、切尾拟鲿、多鳞铲颌鱼等进行增殖放流；同时针对成库后营养物质增加，水面增大，光合作用增强等，可适当投放适宜水库养殖的优良品种，如鲢、鳙、草鱼等进行增殖放流，以稳定水质，增加渔业收入。

（2）放流规模

向阳水库工程选址所在河段团滩河的浮游植物生物量变幅在 0.029825～0.087552mg/L 之间，平均生物量为 0.049801mg/L。浮游动物平均生物量变幅在 0.010133～0.069702mg/L 之间，平均生物量 0.039845mg/L，其中原生动物平均生物量占总平均量的 5.28%，轮虫平均生物量占总平均量的 13.21%，枝角类平均生物量占总平均量的 43.98%，桡足类平均生物量占总平均量的 37.53%。表明团滩河属于贫营养型水体。

团滩河流域面积 286.9km^2，主河道长 37.2km，河道平均比降 19.8‰。库区上游来水由干流团滩河和帆水河、后叶沟、小河三条支流组成。正常蓄水位 456m，库区总库长 13.897Km，总库容 1.1 亿 m^3。成库后库区增殖放流以控制水质、防止水体富营养化及增加渔业效益为目的，一般选择投放数量的原则：水库越大其投放数量越低；水温越低其投放数量越低；不施肥，不投饵积雨面积越小日照超短投放数量越低。

向阳水库工程所在区域地处亚热带季风气候区，日照充足，夏季炎热，冬季暖和，多伏旱多秋雨。云阳境内除日照时数较长外，光能、风能资源比较充足，能满足各种农作物生长期光合作用的需要。因此，不施肥、不投饵，靠天然饵料生长的水域，其天然鱼产量（主要是鲢、鳙鱼）预计在 10-50 公斤/亩。若产出鱼规格按平均 1.5 公斤/尾计算，则鲢、鳙鱼的增殖放流投放数量建议可按：

投放量（尾数/亩）=10-50 公斤/亩÷1.5 公斤/尾×60%

= 4-20 尾/亩

（平均约为：8-10 尾/亩/年）投放

具体水库投放应根据水库实测“原初生产力”水平决定，即可以实测“原初生产力”值作为参数推算鱼产力水平。

增殖放流鱼类规格参照国内外增殖技术，考虑到鱼类增殖的成活率，建议大中型鱼类增殖的规格应在全长 5～10cm，小型鱼类增殖的规格应在全长 3cm 以上。

根据农业部《水生生物增殖放流管理规定》（农业部第 20 号令）相关规定，“用于增殖放流的亲体、苗种等水生生物应当是本地种。苗种应当是本地种的原种或者子一代，用于增殖放流的水生生物应当依法经检验检疫合格，确保健康无病害、无禁用药物残留。”。水利水电工程鱼类增殖放流站放流规模应在全面调查水体生态环境的基础上，计算出水生生物生产力，并结合渔获物调查结果，合理确定放流量。根据鱼类调查成果，放流对象主要为滤食性鱼类和底层鱼类，按照《水库鱼产力评价标准》（SL 563-2011），并根据河道现有资源量及成库后水面增加情况，同时在确保水质稳定的情况下，参考渝东北区域相似流域的经验，团滩河增殖数量建议按每公里河段控制密度按 15000 尾/年左右增殖鱼类计算，以后根据监测河道自然资源生物变化及恢复情况逐渐调整，增加或减少增殖放流种类及数量。向阳水库工程鱼类增殖放流计划见表 8.10-2。

表 8.10-2　向阳水库工程鱼类增殖放流计划

序号	放流种类	放流年限	数量（尾/年）	放流总量（尾）	规格（cm）
1	齐口裂腹鱼	5	30000	150000	> 10
2	多鳞铲颌鱼	5	30000	150000	> 5
3	西昌华吸鳅	5	20000	100000	> 3
4	切尾拟鲿	5	20000	100000	> 3
5	鲢	5	100000	500000	> 10
6	鳙	5	20000	100000	> 10
7	草鱼	5	10000	50000	> 10
合　计			230000	1150000	

（3）增殖放流点

由于团滩河流域主河道全长才 30km，水库建成后，库区约 10km，因此建议增殖放流点设置 3 个，分别位于坝上 2 个点，坝下 1 个点。其中坝上的增殖放流点建议设在库尾和库中部各一个点；坝下点建议设置在坝下 2-3km 处的河水相对可以得到保障的区域。其中鲢鳙鱼的增殖放流均在库区，不在坝下水域投放。

（4）增殖放流时间

考虑到鱼苗的生长周期，增殖放流规格，增殖放流效果，建议每年 9-11 月间进行。

（5）标志与放流效果评价

为了使人工增殖放流达到预期效果，必须进行放流效果的评价，这部分工作应由具有能力的科研单位承担。其主要工作内容包括：研究鱼类的标志放流技术，建立与放流

品种生物学习性相适应的高效标记技术和方法；开展标志放流技术研究，获得具有最佳生物学效果的人工放流方法，包括适宜的放流规格、数量、地点和时机等；开展人工放流增殖效果监测，建立样本回收及监测网络，通过研究人工增殖种群的行为生态学差异、对自然种群的贡献率等，评估增殖放流效果，为物种保护决策提供科学依据。

8.10.5.2增殖放流站规划设计

由于团滩河河流不长，流域面积不大，增殖放流任务也较小，不足以支撑一个增殖放流站。但如果从汤溪河流域考虑，甚至从渝东北增殖放流考虑，倒是适合建一个增殖放流站，可为汤溪河乃至整个渝东北地区提供增殖放流苗种服务。因此规划设计了汤溪河流域增殖放流站。

保护对象及增殖放流种类可针对汤溪河流域乃至渝东北地区的土著鱼类，特别是适宜溪流生存的鱼类。

（1）选址

根据水库地形，并考虑到增殖放流站需要天然流水，增殖放流站地址于水库大坝下游右岸，在河道中的集鱼设施旁边，这是一块台地，这样利于修建，也便于取水和管理。

（2）设计生产能力

孵化受精卵能力：单批 200 万粒/批；最大 2000 万粒/年以上。

苗种生产能力：可生产 3 厘米长规格以上苗种 800 万尾/年以上，其中繁育达到增殖放流规格的各类土著鱼类能力达到 500 万尾/年以上。

亲鱼培育能力：可驯养土著鱼类如裂腹鱼、多鳞铲颌鱼、光唇鱼、华吸鳅、泉水鱼、白甲鱼及黄颡鱼等当地土著鱼类 10 种以上；可储备各类土著鱼类亲鱼 5000 组以上；可储备各类土著鱼类亲鱼重量 1000 公斤以上。

（3）增殖放流站布局设计

增殖放流站总占地面积为 31717 m^2，方案设计布局包括：引水工程（引水渠、沉砂池）、水源净化区；亲鱼池 7292m^2、繁育车间 2100m^2、苗种培育池 5358m^2、沉淀集污池 450m^2、排水沟 230m（面积 690m^2）、生态废水处理区 3120m^2。

附属设施：办公楼住宿和质检室 568m^2、打包车间 450m^2、抽水房 30m^2、库房 60m^2、场区道路 1025m、绿地等。

生态废水处理区、防洪泵站布置在基地的东部，鱼工厂繁殖孵化设施、亲鱼池布置在西部，育苗池布置在中部、办公住宿和质检室、库房和净水池布置在基地的最西边，主要引水渠布置在北部，主排水渠布置在南部，排水方向由北至南。

养殖场场地标高设计依据处取水点拦河堰堰顶高程、防洪大堤标高、防洪大堤建成后养殖区尾水出水口处常水位标高、下游水库尾水常水位标高来推算，养殖区道路及水面标高结合防洪大堤形成围堰式养殖区。

设计中将场地适当挖填，并为场地内雨水、污水排放提供了便利条件，场地平整设计后最大高差为 0.5～1m，道路最大纵坡为 2%，最小纵坡为 0.8%，室外场地的连接方式采用平坡式相结合。

（4）鱼类人工增殖放流技术流程

鱼类人工增殖放流技术流程包括苗种生产和放流。其中苗种生产包括亲鱼收集、亲鱼驯养培育、催产、开口苗培育、鱼苗培育和鱼种培育等步骤。

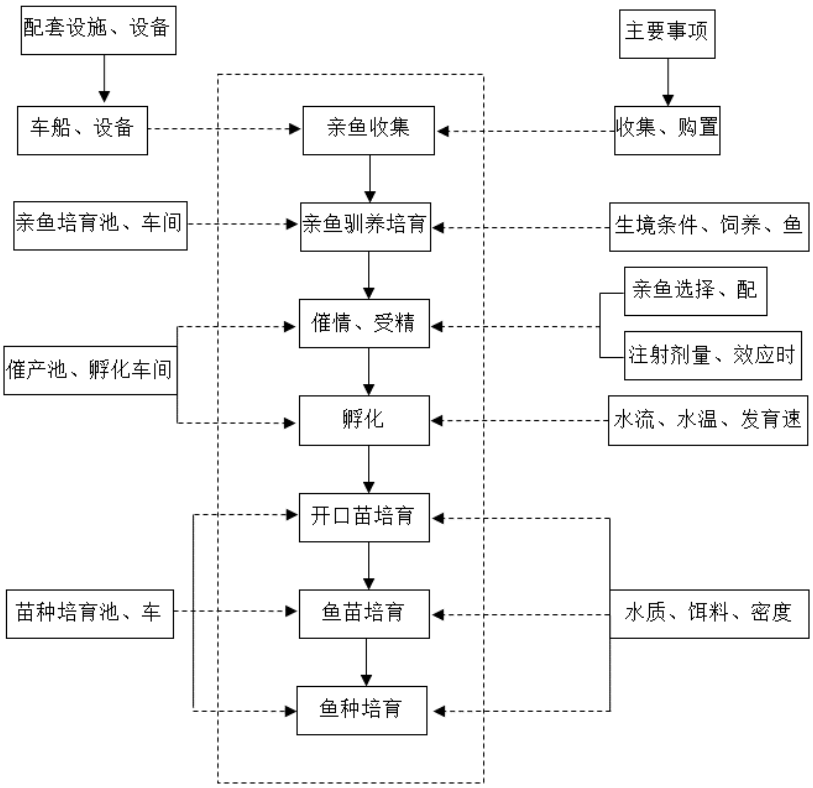


图 8.10-4　苗种生产流程图

苗种放流包括苗种放流前过度培育、放流前检验检疫、放流前标记和放流。

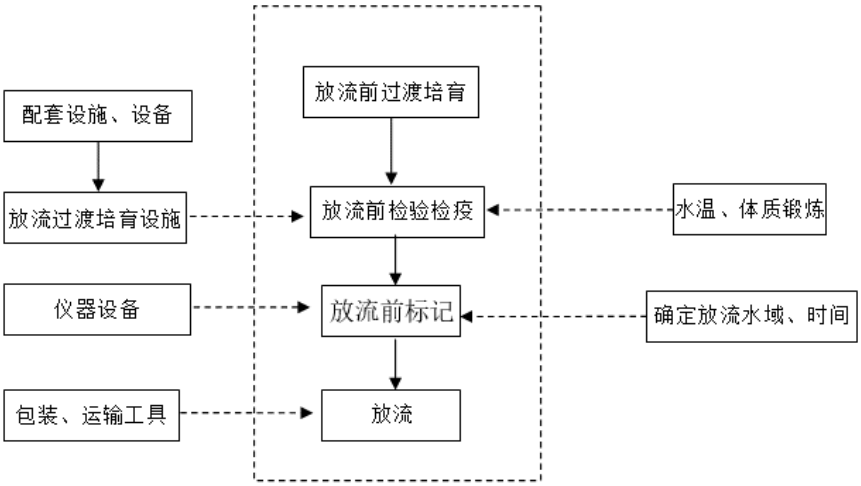


图 8.10-5　放流流程图

（5）繁育设施

繁育车间的全封闭循环水工厂化养殖设施以达到国内一流的养殖水准为设计基础，可在水质、水温、水流、溶氧、光照、投饵等方面进行人为控制，能始终保持最佳养殖条件，常年进行鱼类繁育及工厂化养殖的生产及研发，可充分展示水产养殖的现代化和先进性。

繁育车间养殖用水经过专门设备的沉淀、净化、过滤等处理过程循环使用，用水量少，便于控温。功能分区分为：养殖区，幼苗培育区，展示区，产孵设施区，设备安置区，多功能区，中央控制室，分析室等。要求各养殖池（缸）均可独立进排水，几个功能区保证控温水源及非控温水源可以切换供水。

繁育车间设备系统构成：现代化养殖中控系统一套；φ5000×1200 养殖池 14 个；φ2500×1200养殖池 42 个；2000×1200×0.5 养殖池 66 个；150M3/H 专用循环泵 2 台；SYGL1200-3-130 水驱动微滤机(300 目)4 台；φ1500×3000 生物包 6 台；塔体操作台 1 套；生物包增氧系统 2 套；TYRZ300-40 预热器 1 台；气/水分离器 1 台；SYXZW-200 钛壳紫外线消毒机 1 台；SYYS-200 氧/水混合溶氧机 1 台；电控系统 1 套；断电\水位报警系统 1 套；水处理车间管网系统 1 套；8 米长的“吴氏产卵槽”2 个；直径 2 米的产卵池 4 个；贝氏孵化槽（8-10 格，每个格可放孵化盘 8-10 个）2 个；8m×40cm 的平列槽 2 个；直径 1.5m 的圆形孵化培育盆 20 个。

繁养车间由一道玻璃墙将车间分隔成两部分：玻璃墙内为控温养殖区，玻璃墙外为繁殖展示区。

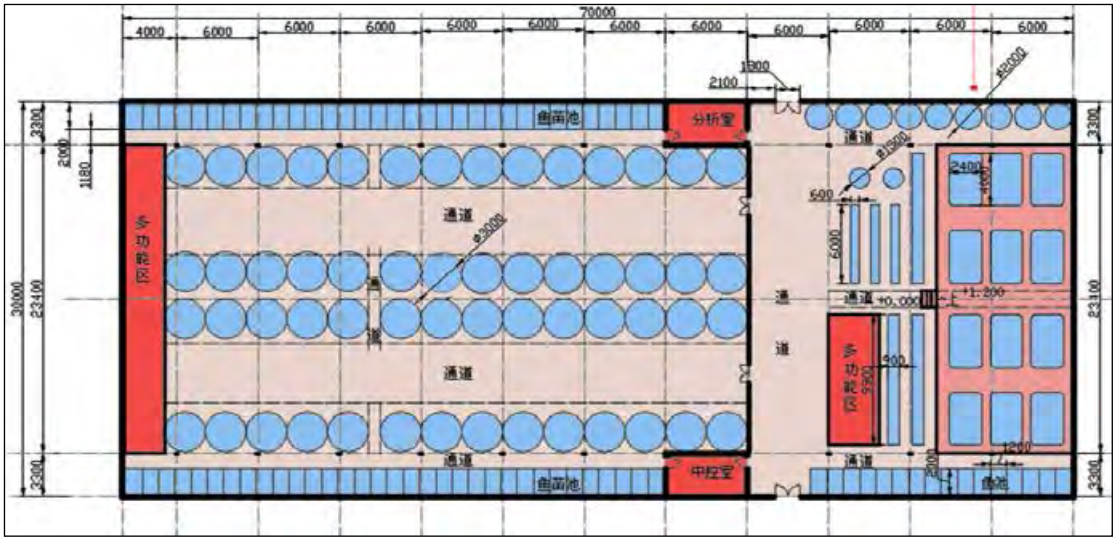


图 8.10-6　繁育车间平面布局图

养殖区由 14 个直径 5 米的大养殖缸及 42 个直径 2.5 米中型养殖缸组成；幼苗培育区由 66 个 1.2×2 m^2 的方形多功能幼苗池及非控温区的 18 个直径 2 米的圆形多功能幼苗池组成；展示区由 12 个 4×2.4 米的多功能展示池组成；产孵设施区由 2 个圆形小产卵池，2 个产卵槽，2 个平列槽组成；设备安置区在控温区内，以节约能源，主要用于安装除锅炉以外的其他水处理设备；多功能区用于临时安装设备等；中央控制室面积为 18 平方米，用于中央控制系统的安装；分析室面积为 18 平方米，用于水化学分析设备的安装。

（6）水源及循环水系统

本项目用水由养殖用水和生活用水两部分组成。养殖用水水源来自向阳水库库区，生活用水引自管理站。

增殖放流站生产用水水源来自水库，采用自循环+适量补充水方式运行，设计增殖放流站内循环水最大使用量为 0.5m^3/s，设计补水水量为内循环水最大使用量的 10%，即.05m^3/s，主要用于满足蒸发补水及水净化设备-微滤机清洗用水。每年 3-10 月为增殖放流站繁殖生产期，也是内循环水最大使用量使用期，按 0.5m^3/s 计算；每年 11-次年 2 月为增殖放流站非繁殖生产期，站内循环水最大使用量约为 0.3m^3/s。

（7）增殖放流站的生产控制方案

渝东北大多数土著鱼类正常繁育季节当在每年 3 月-6 月，少数可在秋季繁殖，但为了经济利益及充分利用繁育设施，可考虑利用繁育车间的升温、控温条件，将繁育时间提早到 2 月，甚至 1 月开始。

单批催产亲鱼：小型鱼（如黄颡鱼、红尾副鳅、多鳞铲颌鱼、华吸鳅、光唇鱼、泉

水鱼等）可控制在 200 组/批，产卵量控制在 20-30 万粒/批范围内；中大型鱼（如裂腹鱼、白甲鱼、等）可控制在 60-100 组/批，产卵量控制在 200-300 万粒/批范围内。

苗种生产控制方案：苗种生产可全年进行，每年 2 月-9 月，重点繁育，培育土著鱼类苗种，10 月-次年 3 月可以适当孵化、培育鲟鱼、鲑鳟鱼。这样就可充分利用好繁育车间及产孵设施。

（8）建设时间和管理要求

鱼类增殖站应在河流截流前建成，截流后即实施放流工作，并考虑长期运行。鱼类增殖站建成后应纳入枢纽工程管理范围内，作为水库枢纽永久建筑物，由业主负责统一管理和运行。

（9）仪器设备购置

需要购置的仪器设备有：多参数水质分析仪、便携式水质检测仪、电子天平、三目生物显微镜、体视显微镜、多功能体视显微镜、紫外可见分光光度计、离心风机、潜水泵、循环水处理设备等。

（10）主要设备技术参数

向阳水库增殖放流站主要设备技术指标见表 8.10-3。

表 8.10-3　增殖放流站主要设备技术指标表

设备与材料		型号规格	单位	数量	备注
产孵设施区	产卵池	Φ1.5m *0.8m	座	2	可同时进行 4 组大型鱼类的催产
	吴氏催产槽	6*0.9*0.8m	套	2	可同时进行 40 组裂腹鱼（中大型鱼类）的催产
	平列槽	0.8m*4m*h0.8m	台	2	可同时进行 80 万粒鱼卵的捡卵操作
	孵化桶	Φ1.5m*h0.85m	台	4	可同时进行 200 万粒鱼卵的孵化操作
	名特鱼类孵化器	SYGM-ZJ-20	套	2	可同时进行 100 万粒鱼卵的孵化操作
幼苗培育区	出苗暂养池	1.8m*4m*h0.8m	口	2	可同时进行 200 万以上鱼苗的暂养
	圆形孵化培育盆	φ1.5m	个	18	可同时进行 200 万以上鱼苗的饲养
养殖区	养殖池	Φ5m *1.2m	个	14	可同时进行 400 万以上鱼苗的饲养
	养殖池	Φ2.5m *1.2m	个	42	可同时进行 400 万以上鱼苗的饲养
	养殖池	2m *1.2m*0.5m	个	66	可同时进行 400 万以上鱼苗的饲养
展示区	多功能展示池	4m *2.4m	个	12	可同时进行 400 尾以上亲鱼的饲养
温控设备	冷暖机	SYGM-2000	台	1	与产孵设施配套
循环水水处理	过滤砂缸	SYGM-SL-120	台	4	与孵化设施配套
	循环水槽	1600×1000	套	3	与孵化设施配套
	生物流化床	SYGM-FBB150	台	6	与孵化设施配套

设备部分	生物填料	SYGM-BBM-20	套	6	与孵化设施配套
	微滤机	SYGM-WL-20	台	4	与孵化设施配套
	155w 紫外消毒灯	SYGM-ZW-20	套	6	与孵化设施配套
	消泡系统	SYGM-XP-20	套	6	与孵化设施配套
	脱气塔	SYGM-TQ-20	台	6	与孵化设施配套
照明系统	28W T5 飞利浦防潮灯		套	10	繁育车间安装
水处理车间管网系统	回水组件（含管、件、阀，含水位控制）	特制	套	6	与孵化养殖设施配套
	排水组件	特制	套	6	与孵化养殖设施配套
	循环泵	1.0kW	台	6	与孵化养殖设施配套
增氧部分	增氧机		台	3	与孵化养殖设施配套
	增氧管路		套	3	
	生物包增氧系统		套	2	与孵化养殖设施配套
	纯氧增氧系统		套	1	与孵化养殖设施配套
电控部分	中央控制系统		套	1	与孵化养殖设施配套
	电线		卷	5	
	断电\水位报警系统		套	1	与孵化养殖设施配套
	温控系统		套	6	与孵化养殖设施配套
蓄水池部分	蓄水池及组件		个	1	
	蓄水池支架		个	1	
通风换气	墙壁 40 寸高速静音换气扇		套	4	与繁育车间配套
建筑土建部分	化验实验室	3*6	㎡	18	与繁育车间配套
	中央智能监控室	3*6	㎡	18	与繁育车间配套
	污水排水渠	1.0*0.8	m	100	
	玻璃钢水渠盖板	1.2*2.0	㎡	800	
	办公楼及宿舍		㎡	568	
	瞭望塔楼		㎡	225	与增殖放流站配套
	繁殖车间厂房		㎡	2100	
	室外循环水处理池		㎡	1500	
	抽水房，		㎡	30	
	库房		㎡	60	
	广场		㎡	2920	
	场区道路		m	1025	
	引水渠	宽 3m，深 1.2m	m	1100	
	亲鱼池		㎡	7292	
	鱼苗培育池	50m2/口，共 84 口	㎡	5358	
	排水沟		m	230	
	沉淀集污池	25m×13m/口,共 2 口	㎡	650	
	生态废水处理区		㎡	3120	

	围网		㎡	3000	
	供电系统	60kw/h			
	给排水系统				
室外循环水处理系统	循环水系统阀门管件（室外）		批	1	
	微滤机（室外）		台	4	
	水泵（室外）		台	8	
	曝气系统（室外）		套	2	
	紫外线杀菌消毒系统（室外）		套	2	
	生物过滤系统（室外）		套	2	
	循环水处理池（室外）		㎡	1500	
	生态回水渠		㎡	450	
水处理系统	精密过滤器	SYGM-JMG-30	台	2	与增殖放流站配套
	高强度紫外线杀菌器	SYGM-GZW-50	台	2	与增殖放流站配套
	水泵动力系统	SYGM-SB-50	台	2	与增殖放流站配套

8.10.6生态调度措施

在每年主要鱼类繁殖期间 5 至 6 月择机实施一次生态调度，每次调度时间不低于 10 天，峰值流量不低于 4.68m³/s，峰值持续时间不低于 7 天。生态调度期间，主要通过 4 台机组发电下泄流量。

8.10.7渔政管理

向阳水库建成后，除依靠生态系统自身的恢复功能外，加强库区资源的保护有利于降低项目建设对鱼类资源的影响。要加强渔政管理，严格执行禁渔期和禁渔区管理，防止电、毒、炸鱼事件的发生，对渔业生产过程中网具种类和网目大小都要严格规定；对水产养殖限制开发，加强管理，防止过度开发利用造成资源破坏，影响资源的可持续利用。

8.10.8科学研究

向阳水库水生生态科学研究体系规划分为鱼类栖息地保护相关技术研究、过鱼措施相关技术研究、鱼类增殖放流相关技术研究、生态调度等四项研究课题。

8.10.8.1鱼类栖息地保护相关技术研究

（1）栖息地专项研究设计

栖息地保护专项设计研究内容主要有：不同鱼类适宜性栖息生境研究，汤溪河流域鱼类栖息地设置合理性研究；在此基础上进行专项设计，提出向阳水库栖息地保护专项

设计报告。

（2）栖息地保护效果研究

结合汤溪河流域和向阳水库库尾以上鱼类栖息地水生调查结果，评估栖息地保护效果，建立栖息保护效果评价指标体系，为优化栖息地保护措施提供依据。主要研究内容包括：调查栖息地保护河段生态环境现状；调查鱼类区系组成、种群资源量、饵料生物的变化情况和鱼类生境变化情况；评估栖息地保护河段的保护效果。

8.10.8.2过鱼措施相关技术研究

集鱼平台系统的过鱼效果还有待研究，为从设计源头优化本工程过鱼措施，应进行前期科研工作以指导后期工程设计。

（1）鱼类集群效应研究

对工程河段鱼类进行鱼类集群效应的观测，了解其集群地点以及相应的流场条件，以优化集鱼系统进口的设计。采用渔获物调查和渔业声学的方法研究鱼类集群分布特征（水平分布、垂直分布、密度分布、规格分布等特征）；运用标志跟踪的方法研究典型个体坝下运动轨迹；对鱼类集群区域的流场进行实测，掌握流场分布情况。分析鱼类集群的驱动因子以及鱼类个体运动趋向性驱动因子，判断鱼类对驱动因子变化的响应方式。

（2）过鱼措施优化设计

集鱼系统是吸引鱼类进入过鱼设施的重要设施，其研究需要结合鱼类基础研究开展，根据鱼类的游泳能力测试结果优化集鱼系统进鱼口以及过鱼通道段的流速。根据集鱼系统初步设计成果，建立水工模型，通过水工模型试验验证水力学计算成果，测量集鱼系统诱鱼口流量、流速、水深等基础数据，建立数值模型，分析各设计参数对集鱼系统诱鱼口流场的影响，并与设计参数进行对比分析，分析其诱鱼的限制因素，复核集鱼系统设计方案的合理性。

（3）过鱼效果观测研究

对过鱼设施的过鱼效果进行监测，掌握过鱼系统在运行中存在的问题，及时改进过鱼系统的运行方式。

1）日常监测研究

定性观测集鱼系统进口、集鱼通道、鱼箱中的鱼类状况；定量统计逐日的过坝数量、种类及规格。观测记录设施进鱼口附近水域、集鱼通道内、集鱼箱内的鱼类行为，结合环境条件分析鱼类对微生境的响应关系，总结不同鱼类的集运鱼策略，对过鱼的时段进行及时调整与改进。

2）长期运行效果监测研究

在过鱼设施开始投入运转以及此后规律的间隔时期，开展升鱼机的鱼类资源调查，明确辨认过鱼设施的种类、大小、体重、性别等生物学特征。长系列的数据累积还可得到过鱼对象随时间、季节及年度的变化规律。观测跟踪洄游鱼类在坝上坝下的洄游路径和出入过鱼设施的时间、产卵时间等生态学数据。分析鱼类洄游和产卵过程的延滞。

8.10.8.3鱼类增殖放流相关技术研究

本阶段向阳水库鱼类增殖放流站放流对象中的西昌华吸鳅开展人工繁殖研究的较少，但是繁育难度不大，其它放流对象的人工驯养繁殖技术已获成功，研究工作主要是评估人工增殖放流效果。效果评价内容包括鱼类增殖放流站运行情况、每年鱼种放流情况、水库建设影响水域内鱼类资源现状及变化、放流鱼类增殖效果，根据以上监测效果及需要可适当调整放流对象及放流规模，并拟下一步鱼类增殖放流工作计划。

8.10.8.4开展生态调度研究

开展生态调度的目的是满足产卵繁殖期坝下流水河段的鱼类繁殖要求，需要结合鱼类生物学特性和天然来水过程，进一步研究生态调度的时期、频次、下泄流量过程等。

8.11环境空气保护措施

向阳水库工程主要的环境空气影响是施工过程中各种燃油机械排放的废气和施工车辆、开挖爆破、骨料粉碎等产生的粉尘。

8.11.1施工期环境空气保护措施

8.11.1.1施工工厂粉尘控制

（1）砂石加工系统应采用湿法破碎的低尘工艺，安装除尘设施，以减少粉尘的产生，并在现场及系统附近洒水降尘，降低粉尘影响时间和范围。

（2）混凝土生产系统应尽量采用全封闭混凝土生产系统，选用自动化拌和楼以减少粉尘的飞扬，水泥输送选用螺旋输送机，管道接口密封，在袋装水泥（粉煤灰）仓库和贮罐顶部装设脉冲袋式除尘器作为除尘设备，以降低现场粉尘，并在现场及附近洒水降尘，降低粉尘影响时间和范围。

8.11.1.2施工开挖、爆破粉尘削减与控制

（1）选用低尘工艺，工程爆破方式应优先选择凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破技术等，以减少粉尘产生量。

（2）凿裂、钻孔、爆破应采用湿法作业，以降低粉尘。

（3）隧洞开挖爆破时需注意洞内通风，保持空气流畅；并在各工作面现场洒水降尘。

（4）爆破钻孔设备要选用带除尘器的钻机，爆破时应尽量采用草袋覆盖爆破面，减少粉尘的排放量。

（5）配置洒水车，在大坝、隧洞口等多粉尘作业面配备人员及设备，非雨日每日洒水降尘，加速粉尘沉降，减小粉尘影响时间与范围。

（6）施工弃土弃渣等及时清运至弃渣场堆放处理。

（7）因施工开挖面积较大，风力作用下起尘量较大，施工应采用喷淋洒水进行降尘，一般情况下可使起尘量降低 95%，大幅度减少对周围环境和敏感点影响。

8.11.1.3交通扬尘控制

（1）对于交通粉尘而言，最有效的方法是提高公路路面等级、及时清扫路面粉尘，定时进行洒水降尘工作。特别是查关社区、周家湾等邻近村庄路段，对其洒水降尘及清扫路面的力度应加大，建议成立公路养护、清扫专业队伍，施工阶段在无雨日对汽车行驶路面勤洒水，每天 3～4 次，可以使空气中粉尘量减少 70%左右。

（2）降低车速，在施工道路居民点附近路段设置一定的限速标志，以减轻交通扬尘对附近居民点的影响。

（3）在运输水泥、粉煤灰等材料时采取储罐、密封运输方式，运送渣土等应遮盖运输，防止沿程遗撒；严禁超载。

（4）做好公路绿化，依不同路段情况，可绿化区段栽植乔木、灌木等。

8.11.1.4燃油废气防治措施

（1）施工现场的机械及运输车辆使用国家规定的标准燃油。

（2）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、排放尾气超标的老、旧车辆，及时更新。

（3）机械及运输车辆要定时保养，调整到最佳状态运行。

8.11.1.5砂石堆料场扬尘控制

对砂石料堆场进行洒水抑尘，一般非雨天每天洒水不少于 6 次，确保扬尘消减到最低程度。同时采取草苫对堆场进行覆盖，减少扬尘的产生。

8.11.1.6绿化

除了本工程水土保持方案中提出的绿化方案，同时建议在施工生活区周围及道路两旁栽种树草，进行绿化，降低粉尘污染。

8.11.2运行期环境空气保护措施

工程为生态影响性项目，本身不产生废气，但设立的坝址施工区域的生活营地设置有食堂，会产生油烟废气，需要采取措施进行处理，达标后排放。食堂采用“机械(动态离心式)式油烟净化设备”油烟处理系统，油烟废气由炉灶上方集气罩收集后汇入烟管，由“机械（动态离心式）式油烟净化设备”处理，处理后的烟气在食堂楼顶排放。

8.12声环境保护措施

8.12.1施工期声环境保护措施

向阳水库工程声环境影响主要集中在施工期，噪声源主要是机械设备运行、爆破作业、砂石加工中的破碎、车辆运行等。噪声的危害可通过声源、传播途径、受体三个环节进行控制，其中对声源的控制是最根本的措施。

8.12.1.1施工机械噪声控制

（1）噪声源控制

①采购符合环保要求的施工机械

施工单位必须选用符合国家有关环保标准的施工机械，如运输车辆噪声应符合《汽车定置噪声限值》（GB16170-1996）和《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》（GB 1495-2002），其它施工机械符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。在满足上述标准情况下尽量选用低噪声设备和施工工艺。

②采取设备降噪措施

缩短高噪声机械设备的使用时间，振动大的设备应配备、使用减振坐垫和隔声装置以降低噪声源的声级强度。

施工中加强各种机械设备的维修和保养，如使用润滑油等；做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声。

砂石加工系统运行中噪音主要来源于破碎、筛分及转料等过程，要求筛分车间采用高分子聚氨酯筛网代替金属筛分板面；控制落料噪声，在从筛端落入溜槽的槽壁和槽底安装橡胶撞击衬板，并对溜槽结合粉尘防护措施进行封闭；对筛分机结合粉尘防治措施（捕尘罩）内衬设置吸声棉；在筛分设备和支撑结构之间安装高强度内摩擦的材料作为衬垫，以降低振动传递。棒磨车间结合粉尘防治措施（捕尘罩）内衬设置吸声棉。胶带机系统在料斗上段设置隔音罩，并同料斗连成一体；料筒内设置多级溜板，减小物料落

差，安装橡胶撞击衬板。采取以上措施后，砂石加工系统各车间降噪效果可达到15~25dB(A)。

混凝土拌合系统降噪措施包括对搅拌机、破碎机、提升机等机械设备，安装减震装置，在设备安装及设备与管路连接处可采用减震垫或柔性接头等措施；进、排风口加消声器。

（2）传播途径控制

机械噪声传播途径控制：对破碎机、筛分楼、拌和楼、空压机等高噪声设备尽量安装消声器或采用局部消声罩，为骨料破碎机械、混凝土拌和楼等处的施工操作人员修建多孔吸声材料建成的隔声屏障或隔声间等，使受体和声源之间起到一定的隔离作用，以控制噪声的传播途径，减小噪声对敏感受体的影响。

砂石料加工设备设置隔声罩，阻隔机器向外辐射噪声，隔声罩完全密闭，安装必要的工作窗和工作门，并做好连接部分的密闭。

8.12.1.2交通噪声控制

为了降低交通噪声对环境的影响，也为了保证施工中运输车辆的行驶安全，主要采取以下措施：

（1）经过施工生活区和居民区路段时，车辆应适当减速行驶，限速 40km/h，并禁鸣高音喇叭；晚上 22:00~凌晨 6:00 不安排车辆运输；

（2）加强道路养护和车辆的维修保养，降低机动车身松动、老化发出的噪声。

（3）在施工道路两侧分布有居民点的路段设交通标志牌，提醒过往车辆限速禁鸣。

8.12.1.3爆破噪声控制

根据施工期影响预测结果，石料场等爆破施工区域无环境敏感点分布，爆破震动造成影响相对较小。

严格控制爆破时间。爆破作业时间应避开夜间爆破，以保障施工区及其周围人员有良好的生活和工作环境，建议晚上 22:00~凌晨 6:00 避免施工爆破。

采用先进爆破技术，如采用微差松动爆破可降低噪声 3dB（A）~10dB（A）。尽量减少预裂或光面爆破导爆索的用量；尽量减少单孔炸药量，把最大单响量控制在 150～500kg；推荐采用无声爆破剂。

爆破噪声的声压级较高，但具有瞬时性和间歇性特点，且爆破作业仅在土石方开挖时才需要，在爆破时需应张贴公告并向附近居民进行通告。

8.12.1.4对声环境敏感点的噪声防护

（1）针对受机械设备噪声影响的龙家坡居民点拟采取以下噪声防护措施：

①合理安排作业时间，敏感点附近夜间（22:00～6:00）及午休时间（12:00～14:00）禁止启用高噪声设备，如果需要在该时段施工，需在施工前通知当地居民，并张贴安民告示。

②优化施工布置，施工强噪声源如砂石料加工系统、混凝土拌和系统尽量远离居民点布置。

（2）针对受运输道路和复建道路噪声影响的横琴村、新华村和下七村居民点拟采取以下噪声防护措施：

①增强对沿线公路路面维护。在交通道路两侧设置限速、禁鸣标志，并注明时速小于 20km/h。在夜间 20：00～次日 8：00 禁止临近道路通行大型运输车辆（7.5t 以上）。

②在临近本项目施工期所需运输道路一侧的横琴村、新华村居民点设置带有隔声效果的施工围挡，施工结束后为避免影响周围景观应及时拆除。

8.12.1.5对施工生活区和施工人员的噪声防护

为减小噪声对施工生活区的影响，其建筑物应选择具有较强吸声、隔声性能的材料，并搞好办公生活区周围的绿化，栽种常绿树等；对于强噪声源，如混凝土拌和、骨料破碎、砂石料筛分等作业区，尽量提高作业的自动化程度，实现远距离的监视操作，减少施工现场受噪声影响的人数；施工过程中，当施工人员进入强噪声环境中作业时，如凿岩、钻孔、开挖、机械检修等，应配戴耳塞、耳罩、耳棉等个人防声用具，耳塞一般平均隔声可达 20dB（A）以上。合理控制施工人员每天连续接触噪声的工作时间，不宜过长，实行定时轮换岗制度。

8.12.2运行期声环境保护措施

本工程运行期噪声源主要为提水泵站机组运行噪声，本工程在输水线路上布置 1 座县城提水泵站，主要为云阳县城规划水厂供水，水泵型号为卧式单级双吸泵 KQSN700-M17S-620，设计流量为 2780 m^3/h，单台泵的噪声级一般在 80~90 dB（A）之间，共 3 台水泵，两用一备，设置在专门的泵房之内。主要通过选取低噪声设备、安装减震底座等措施进行有效降噪。

8.13固体废物处理措施

8.13.1施工期固废处置措施

（1）施工弃渣处置

水源工程弃渣总量 182.79 万 m^3（松方），运输至董家坝弃渣场。董家坝弃渣场位于江口镇帆水乡董家坝村与谭家坪村之间的北东向冲沟内，容渣量约为 235 万 m^3，距坝枢约 14km，可以满足弃渣需求。

输水工程干管工程弃渣量约 88.70 万 m^3（松方），因灌溉支管弃渣较少，只有 0.2 万 m^3（松方），可沿线堆放于埋管上方，平均堆高约 7cm，故灌溉支管不设渣场。输水干管弃渣运输至沿管线设置的 8 个弃渣场，容渣量约为 96.31 万 m^3，综合运距在 5-11km，可以满足弃渣需求。

施工弃渣必须及时运输至制定的渣场进行集中堆放，施工中严禁随意弃渣，更不能将弃渣向河道内倾倒，运输车辆在运渣过程中不得让弃渣随意散落。为避免堆渣滑塌产生新增水土流失，针对各渣场的特点，严格按照水土保持报告中采取工程措施与植物措施相结合的方法，对各渣场进行防护。

（2）废水处理系统污泥处理措施

施工期间砂石料加工系统、混凝土拌合系统废水处理产生的沉泥采用反铲挖砂机定期清理，在干化场干化后运往弃渣场处置。

（3）生活垃圾处理

施工期水源工程高峰期生活垃圾日排放量 923.2 kg /d，输水工程高峰期生活垃圾日排放量 613.6kg /d。拟在各施工区营地放置塑料桶收集垃圾，附近建垃圾收集池，配置垃圾手推车，每天将垃圾桶内的垃圾清运至垃圾池，采用垃圾运输车定期将垃圾运送至云阳县生活垃圾填埋场处置，建议建设单位在开工前与云阳县等环卫部门签订相关合同。

根据施工营地布置情况，施工期水源工程业主营地和施工营地共设置垃圾桶 80 个，建设垃圾收集池一座，有效容积 10m^3，垃圾收集池采用砖混结构围墙，混凝土防渗基底，采用彩钢瓦遮盖防雨，并做好日常灭蝇消毒工作。输水工程分散的 25 个办公生活区各设置垃圾桶 6 个，依托周边的居民村庄垃圾收集池即可。

（4）施工期危险废物处置

施工期间，机械维护会产生少量的含油抹布，含油废水处理系统也会产生少量的含油污泥。根据《国家危险废物名录》（2016）上述物质都属于危险废物。

应采用专用容器临时存放，交由具有相应类别危险废物处理处置的单位处置。在汽修厂设置一座危险废物临时贮存室，建筑面积 20m^2，并配备 0.5m^3 暂存铁桶 2 个。每个危险品贮存室应按照《危险废物贮存污染控制标准》（ GB18597-2001/XG1-2013）要求

进行建设，做好防雨、防渗等措施，避免产生二次污染。

8.13.2运行期固废处置措施

运行期主要固体废弃物为枢纽管理人员的生活垃圾、机械维修产生的废旧机械零件。

（1）生活垃圾

管理区设置垃圾桶进行垃圾收集，生活垃圾清运至管理区的垃圾池暂存，定期清运至附近的垃圾填埋场处置。同时对垃圾池及时清理，经常喷洒灭害灵等药水，以防止苍蝇等害虫的滋生。根据生活垃圾产生量，设置容积 $2m^3$ 的垃圾收集池，并配备 1 辆手推垃圾清运车、5 个垃圾桶。

（2）废旧机修零部件

废旧机修零部件大多为废旧金属配件和塑料配件，这部分固废可以回收利用，在管理设置专门的临时对存点，统一出售给废旧物质回收站。

（3）机组维修产生的少量含油废水、废油及含油抹布

水轮机的集油槽、主变压器的事故油池等在进行设备维修过程中、事故中和机组检修过程中集油槽、事故油池将积累少量的含油废水、废油，还有擦拭过程中的少量含油抹布，均属于危险废物，应按照危险废物管理的相关规定进行贮存、处置管理。管理区设置一处危险品贮存室，临时贮存生产过程中产生的含油废水、废油及含油抹布等危险废物。定期交由具有该项危险废物处置资质的单位清运处置。危险品贮存室应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001/XG1-2013）的要求进行建设，做好防雨、防渗等措施，避免产生二次污染。

根据《中华人民共和国固体废物污染防治法》和《国家危险废物名录》（2016）规定，上述危险废物需要有相关专业单位进行收集、处理，建议按照国家有关规定制定危险废物管理计划，向所在地环境保护部门申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。

根据可能产生危废情况，危废贮存室建筑面积 $30m^2$，配备 4 个 $1m^3$ 的贮存桶，同时配备相应的消防措施。

8.14移民安置及专项复建环境保护措施

（1）生产安置

工程规划水平年农村生产安置人口 3550 人，根据重庆市有关政策规定和环境容量分析成果，并结合移民生产安置意愿，确定农村移民生产安置主要采取农业安置、养老

保险安置和一次性货币补偿安置相结合的方式。移民生产安置主要通过土地调整、划拨土地方式，没有开垦荒坡、草地、林地等，通过实施坡改梯、旱地平整、土壤改良及农田水利措施提高农作物产量，不会对安置区生态环境造成明显的不利影响。

（2）搬迁安置

工程规划水平年搬迁安置人口 1349 人，根据生产安置规划方案，结合重庆市有关政策规定和移民搬迁安置意愿确定搬迁安置方式。本工程采取分散后靠建房和住房货币化安置相结合的方式。

其中后靠自主建房 240 人，占 17.8%。移民分散后靠建房均是在本村进行安置，安置后移民的社会关系没有发生变化，不会对移民和安置区居民心理产生较大影响。原址后靠安置是在原村庄可划拨建设用地范围内进行建房，不过新增耕地、林地等占用，对生态环境影响较小。生活垃圾和生活污水都按照本村现有及未来规划的相关设施进行处置。

（3）专项复建

1）工业企业处理

向阳水库建设征地共涉及工业企业 7 家，复建企业 1 家，即云阳县玉成加油站，复建企业需要完成搬迁相关环保手续的审批后方可复建。其它企业采取一次性补偿方式，通过实施经济补偿，以及采取必要的库区清理措施，尤其是企业及电站的厕所、垃圾填埋池、油料储存区域等进行合理彻底的清除，水库蓄水前应该严格按照《水利水电工程水库库底清理设计规范》（SL644-2014）、《水电工程水库库底清理设计规范》（DL/T 5381-2007）等相关要求，做好淹没区域的清库环境保护措施，并且通过相关主管部门验收。

2）复建道路

①加强对施工设备的管理与维修保养，杜绝泄漏石油类物质的跑、冒、滴、漏；严禁向沿线水体倾倒残余燃油和机油；严禁向沿线水体抛弃生活垃圾、建材废料和建筑垃圾。

②施工废水经沉淀池处理后回用不外排，施工人员生活设施依托周边居民点，不新建施工临时生活区，减少排污。

③合理规划施工布置，减少临时占地；加强施工管理，做好土石方的纵向调运，弃渣运至指定渣场，做好渣场堆渣管理。

④施工期间配备洒水车，对施工区非雨日洒水，保持路面湿润，抑制扬尘。

⑤在交通道路两侧设置限速、禁鸣标志，在受复建道路施工期影响的新华村、下七村居民点段设置具有降噪功能的施工围挡，受运行期影响的新华村、下七村居民点共计46户设置隔声窗降低噪声影响，确保居民点声环境质量达标。

⑥设置复建道路及桥梁径流收集系统。

8.15人群健康保护措施

施工期间，施工人员在短时间内大量进入施工区，民工及其他人员来自各地，施工人员临时居住地拥挤狭窄、劳动强度大，若不加强卫生防疫工作，搞好环境卫生和施工人员自身的保护工作等，极易造成传染病在工地流行。参照重庆市及四川省同类已建工程及在建工程施工期疫情控制经验，对施工区人群采取如下保护措施：

（1）施工区卫生清理

工程准备期，结合场地平整工作，对施工营地、施工人员集中活动场所和近十年内新埋的坟地进行一次性清理和消毒。选用石碳酸药物用机动喷雾器按照《消毒技术规范》的要求进行消毒，消毒的同时注意对废弃物进行清理。对施工临时用地范围及其重点污染源旧址进行一次清理和消毒。

（2）病媒生物消杀

在施工人员临时居住范围和生产生活区开展灭鼠、灭蚊和灭蝇活动，加强施工区卫生管理，以控制各种传染性疾病的传染源和切断传播途径。

灭鼠采用鼠夹法和毒饵法；灭蚊、灭蝇选用灭害灵。在卫生防疫人员的指导下，将药物和工具分发给施工人群投放或使用。施工期内，每年定期在春秋两季对生活区进行统一消杀灭工作。

（3）施工人员卫生防疫

施工区各施工单位和工程管理部门应明确卫生防疫责任人，负责管理范围内的卫生防疫工作，并通过广播、墙报、印发宣传手册等多种形式对施工人员进行饮食卫生宣传教育，提高施工人员自我预防疾病的健康意识。

施工人员进场前必须进行卫生检疫，根据施工人员来源地的疾病构成和流行状况，拟定检查项目进行抽检，抽检比例为30%。患有传染病的人不得进入施工队伍，防止在施工人群中造成相互传染和流行。若发现新入境传染病，必须对患者隔离治疗，切断传播途径，同时建立施工人员健康档案。

每年定期对施工人员健康情况进行一次抽检，抽检比例为20%。检查内容包括：一

般健康体格检查常规、疟疾、乙肝和传染性肝炎等专项检查，对特殊人群可作相应的特殊检查。若发现病种出现流行趋势，应扩大检查人数，并采取相应治疗措施。对于在施工区危害较大且易流行的疾病，可采用预防性服药，免疫接种等方法进行防治，以提高施工人员对该种疾病的抵抗力，预防疾病蔓延。

（4）施工区卫生设施设置

施工单位应在枢纽施工生活区设医疗卫生急救站一处，其他各施工区配备医疗救护点，配备常用的治疗药品，开展简单治疗和工伤事故紧急处理，负责施工期卫生防疫工作。

施工区厕所、食堂的设置应满足卫生标准要求，采取有效措施对粪便废水、生活污水等进行处理，派专人负责消毒、打扫，委托当地环卫部门定期清理。施工结束后，进行消毒处理与填埋。

（5）生活饮用水保护

鉴于工程施工期生活供水利用团滩河河水源，为保证生活饮用水水质，建设单位在落实生活用水净水厂的水处理设施及水质安全保障措施基础上，应加强对施工生活的用水取水、净化、蓄水、输水等设备的管理，建立行之有效的放水、清洗、消毒和检修等制度及操作规程，并按规定对水源水、饮用水定期监测，供水水质需符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）要求。同时，按照国家有关规范要求，定期对生活饮用水取水区、水厂、供水管道末端进行水质监测。

（6）食品卫生管理与监督

对施工区各类饮食行业进行经常性的食品卫生检查与监督，从事餐饮人员必须取得卫生许可证方可上岗作业，接触食品的操作人员实行“健康证”制度，发现食物中毒应立即采取有效控制措施，防止病源扩大。

（7）卫生宣传与管理

加强施工区卫生宣传与管理工作，承包商及建设管理单位应实行专人负责，利用黑板报、墙报、宣传画报等形式，宣传肺结核、乙肝、流行性腮腺炎、痢疾和流行性感冒等传染病防治知识和计划免疫预防接种知识，同时发放有关鼠疫的预防知识和注意事项，提高施工区人群卫生知识水平和健康保护意识。

9.环境管理及环境监测计划

9.1环境监测

9.1.1监测目的

环境监测是环境管理的重要基础工作，是开展环境科学研究、防止环境破坏和防治污染的重要依据。

环境监测主要目的是：

（1）开展水质、大气、噪声、水土保持等监测，掌握工程建设及运行各阶段的环境质量状况和环境因子的变化规律。

（2）为本工程的环境保护提供基础资料，也为类似工程开展环境保护工作提供借鉴。

9.1.2监测机构

工程环境监测应充分利用地方环境保护、水土保持等部门的现有技术人员和设备，具体监测方式可由建设单位以委托或招标的方式选择监测单位，承担本工程的环境监测任务。

9.1.3监测规划

9.1.3.1地表水水质监测

（1）施工期水质监测

施工期水质监测内容包括施工废污水、地表水等。

① 施工废污水监测

为掌握工程施工期处理设施的运行情况及处理效果，并为工程环境保护竣工验收提供基础资料，需进行施工废污水监测。施工废污水的监测技术要求见表 9.1-1。

表 9.1-1　施工废污水监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
砂石加工系统废水水质	砂石加工系统废水处理系统进、出水口，共 2 个点	悬浮物	系统生产期	系统使用期间每半年监测一期，每期监测 1 天，取 9:00、15:00 两个水样
混凝土拌和系统废水水质	混凝土拌和废水处理设施进、出水口，共 18 个点	悬浮物、pH	系统生产期	同上
机械修配系统	机械修配系统废水处理设施	悬浮物、石油类	系统使用期	同上

废水处理系统废水水质	进、出水口，2 个点			
基坑废水水质	基坑废水处理系统进、出水口，共 2 个点	悬浮物	基坑排水期	同上
施工生活区生活污水水质	枢纽工程生活区生活污水处理系统进、出水口，共 2 个点	BOD_5、COD、悬浮物、氨氮、粪大肠菌群	生活区使用期	每半年一次，每期监测 1 天，取 20:00 取样

各监测项目的分析方法执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的相关规定，其中悬浮物的分析方法执行 GB 11901-89 的规定。

②施工期地表水环境质量监测

为掌握工程施工对地表水的影响程度和影响范围，并为工程环境保护竣工验收提供基础资料，应对地表水水质进行监测。地表水监测技术要求见表 9.1-2。

表 9.1-2　地表水水质监测技术要求

监测对象	监测断面	监测项目	监测时段	监测频次
地表水水质	在团滩河向阳水库坝址上游约 5km 处、坝址下游 100m 处、团滩河江口镇各设 1 个断面，共 3 个断面	水温、pH、悬浮物、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD_5、氨氮、总磷、石油类、阴离子合成洗涤剂、粪大肠菌群共 12 项指标	整个施工期	每年丰水期（8 月）、平水期（10 月）、枯水期（2 月）各监测 1 次

各监测项目的分析方法执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的相关规定，其中悬浮物的分析方法执行 GB 11901-89 的规定。

（2）运行期水质监测

为掌握运行期水库水质及水库下游河道水质等的变化情况，保证工程供水水质，验证环境影响预测评价结果，应在工程运行期对库区和下游河道的地表水水质进行监测，另外在库区取水口设置水质自动监测站 1 处。监测技术要求见表 9.1-3。

表 9.1-3　运行期水质监测技术要求

监测对象	监测断面	监测项目	监测时段	监测频次
向阳水库水质	团滩河库尾	水温、pH、SS、透明度、总硬度、叶绿素 a、DO、高锰酸盐指数、BOD_5、氨氮、总磷、总氮、氟化物、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等共 28 项	水库运行期，长期监测	每两月 1 次
	帆水河库尾			
	后叶沟库尾			
	小河库尾			
	向阳水库坝址上游			
退水河道水质	水库坝址下游 1km 处	水温、pH、DO、高锰酸盐指数、BOD_5、氨氮、总磷共 7 项	运行后的前 5 年	每年丰、平、枯水期各 1 次
	团滩河江口镇断面			
	汤溪河长江汇口			
	澎溪河长江汇口			

各监测项目的分析方法执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）。

9.1.3.2地下水水质监测

（1）施工期地下水监测

施工期对隧洞区附近地下水的水位、水温和水质等进行监测，每半年 1 次，每次监测 1 天。详见表 9.1-4。

表 9.1-4　施工期地下水监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
地下水水位、隧洞排水水质	在兰草坝、唐家垭口、大梁子、芝麻梁隧洞入口、出口各设 1 个点位，共 8 个点位	水位、水温、pH、BOD_5、石油类、总硬度、硫酸盐、氯化物共 8 项指标	整个施工期	每半年监测 1 次、每次监测 1 天。

各监测项目的分析方法执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的相关规定。

（2）运营期地下水监测

1）监测井数

根据《地下水环境监测技术规范》HJ/T164-2004 的要求及地下水监测点布设原则，此次共布设地下水水质监测井 9 眼（见表 9.1-5）。分别在库区、隧洞布置监测井，随时掌握地下水水质和水位变化趋势。为避免污染物随孔壁渗入地下，建议成井时水泥封孔。

表 9.1-5　工程区域地下水监测计划

布置区域	点号	点位	地层代号	监测层位	监测项目	监测时段
库区	DX3	团滩河库尾	J_2xs	潜水含水层	水质、水位	运行期
	DX6	坝址下游	T_2b	潜水含水层	水质、水位	运行期
江口灌区	ZK04	沟左岸	J_2s	潜水含水层	水质、水位	运行期
	DX7	沟左岸	J_2s	潜水含水层	水质、水位	运行期
兰草坝隧洞	ZK06	北端	J_3p	潜水含水层	水质、水位	运行期
	D009	中段西侧	J_3p	潜水含水层	水质、水位	运行期
南溪灌区	D081	沙河坝	J_2xs	潜水含水层	水质、水位	运行期
云安灌区	ZK01	沟右岸谷坡	J_1z	潜水含水层	水质、水位	运行期
	A019	沟右岸谷坡	J_1z	潜水含水层	水质、水位	运行期

2）监测项目、监测层位及频率

①监测项目

监测项目为：水位、水温、pH、NH_3-N、铅、六价铬、镉、氟化物、总硬度、溶解性总固体、铁、猛、铜、锌、阴离子合成洗涤剂、高锰酸盐指数、DDT、六六六等共 18 项。

②监测层位因为附近相对较易污染和水位变化幅度大的是浅层地下水，因此，以第四系潜水为主要监测对象。

③监测频率：每年一次。

9.1.3.3环境空气质量监测

为掌握工程施工对工程区环境空气质量的影响情况，验证环境影响预测结果，有必要进行环境空气质量监测。监测技术要求见表 9.1-6。

表 9.1-6　环境空气质量监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
工程区环境空气质量	在龙家坡、横琴村、下七村、新华村、青云村、团滩村、鱼泉镇各设 1 个监测点，共 7 个点	TSP、PM_{10}、SO_2 、NO_2、$PM_{2.5}$ 的日均值	整个施工期	每半年 1 次，每次连续监测 5 天

各监测项目的采样、分析方法应执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的相关规定。

9.1.3.4声环境质量监测

为掌握工程施工及运营期对工程区声环境质量的影响情况，验证环境影响预测结果，有必要进行声环境质量监测。监测技术要求见表 9.1-7。

噪声等效声级测量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）的规定。

表 9.1-7　声环境质量监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
施工期工程区声环境质量	在龙家坡、横琴村、下七村、新华村、青云村、团滩村、鱼泉镇各设 1 个监测点，共 7 个点	昼、夜等效声级	整个施工期	每半年 1 次，每次 2 天
运营期泵站周边声环境质量	青云村		整个运营期	每年 1 次，每次 2 天
复建道路声环境质量	下七寸、新华村		整个运营期	每年 1 次，每次 2 天

9.1.3.5生态监测

为了解工程建设对陆生、水生生态的影响，验证环境影响预测结果，并为工程环境保护竣工验收提供基础资料，应对陆生、水生生态进行调查。

（1）陆生生态监测

为掌握水库建设前后对生态影响情况，应在工程施工期前后对水库枢纽工程、输水线路以及灌区生态环境进行调查。具体调查情况见表 9.1-8。

表 9.1-8　陆生生态调查技术要求

调查对象	调查范围	调查内容	调查时段	调查频次

陆生生态	水库枢纽区	团滩河库尾	植被类型，植物种类、郁闭度、盖度、多度；陆生动物的种类、数量、出现频率等	施工期 运行期	工程施工期调查 1 次；工程运营期第 2 年及第 5 年各调查 1 次，共 3 次。
		向阳水库坝址上游			
		水库坝址下游 0.5km			
	输水线路	兰草坝隧洞入口			
		兰草坝隧洞出口			
	灌区	新华村（江口灌片）			
		五星村（江口灌片）			
		桂桥村（南溪灌片）			
		三湾村（云安灌片）			

（2）水生生态监测

为掌握水库建设前后对生态影响情况，应在工程施工期前后对水库枢纽工程、输水线路以及灌区生态环境进行调查。具体调查情况见表 9.1-9。

表 9.1-9　水生生态调查技术要求

监测内容	调查范围	调查时段	监测周期
鱼类	团滩河库尾、帆水河库尾、向阳水库库区、团滩河江口镇断面	施工期 运行期	施工期及运行期每两年调查 1 期，每期 6 月、9 月各 1 次，共 4 次
浮游植物			
浮游动物			
底栖动物			
增殖放流效果			

（3）监测方法

陆生生态调查方法采用样线调查与样方调查相结合的方法，水生生态调查参照《水库渔业资源调查规范》（SL167-2014）和《内陆水域渔业自然资源调查规范》，采用现场采样、捕捞的方法，并通过查阅历史资料、访问当地群众等方法对调查结果进行修正。

9.1.3.6生态流量在线监测

（1）监测目的

为保证生态流量下泄措施的有效运行，需对工程不对阶段生态流量下泄情况进行实时监控，同时可为生态流量对下游水环境、水生生态等影响研究提供基础资料。

（2）监测断面布设

水库运行期采用“生态电站+备用生态放水管”生态流量保证方案。运行过程中一旦出现机组检修，用备用放水管泄放生态流量。为监控运行期生态流量下泄，须在坝下 200m 内布置生态流量在线监控装置，并与相关监管部门联网，以加强对工程生态流量下泄的监管。

（3）监测方案与技术要求

综合目前常用的流量测量方法，初拟采用生态流量监测系统——超声波流量计进行

在线监测。

（4）监测时间

为满足水库初期蓄水阶段的生态流量下泄要求，生态流量在线监测系统需在水库初期蓄水前安装完毕，并确保能够正常运行。

9.1.3.7水温观测计划

（1）库区水温观测

1） 观测目的

通过监测库区水温情况，为研究水库热效应和水库水温结构变化以及对水环境、水生生态及珍稀保护鱼类的影响提供基础资料。

2）断面布置

①布设原则

能较好反映入库水温以及库区水温结构与沿程变化，便于实施和管理。采取人工定期观测和在线连续观测相结合的方式。

②观测断面及垂线布设

根据以上断面布设原则，在向阳水库库尾与库中以及坝前共布设了 3 个水温观测断面。其中，水库蓄水前，河道水温无分层现象，各断面均只在中泓处设置 1 条观测垂线；水库蓄水后，库尾断面也只在中泓处设 1 条观测垂线，库中和坝前断面则分别设左、中、右 3 条观测垂线。库区水温观测采取人工定期观测和在线连续观测相结合的方式。其中，坝前水温采用在线实时观测方式，与主体工程环境量监测结合开展；蓄水前各断面及蓄水后的库尾和库中断面则采用人工定期观测的方式。

（2）分层取水措施水温恢复效果观测

1）观测目的

通过观测水库来水天然水温与下泄水温及其对比情况，分析分层取水措施对提升下泄水温的效果，从而为优化分层取水方案及运行方式提供基础数据。

2）观测断面及垂线布设

分层取水水温影响减缓效果观测需观测天然来流水温、坝前库表水温、灌溉取水口及发电取水口水温以及下泄水温。其中，天然来流水温和坝前库表水温可直接采用库区水温观测结果，无需另行观测；取水口水温结合坝前水温在线观测系统，根据分层取水方案的各运行取水高程，对坝前右岸水温观测垂线的垂向水温观测布点提出相关要求，两者相结合进行观测；下泄水温则单独布设在线观测点位，具体如下：

下泄水温在线观测点布设在电站厂房尾水出口处，灌溉取水水温在线观测点布设在坝下 200m 处。共计布设 2 个下泄水温观测点。

（3）观测技术要求

下泄水温在线观测从水库蓄水后开始观测，水温观测设备的观测精度应达到 0.1℃。数据采集为实时采集，通过建设单位和主管部门的数据接收终端收集观测数据。

1）人工定期观测技术要求

水库蓄水前的各断面以及水库蓄水后的库尾断面，均在中泓线水面下 0.5m 设 1 个观测点。水库蓄水后的库中断面各观测垂线，分别在水面下 0.5m 处测表层水温；以下每隔 2m 水深测一个水温值，直至等温层，在等温层处可加大测距；距底 0.5m 处测库底水温。

水温观测周期为水库蓄水前 2 年和蓄水后 2 年进行连续观测，分别在每年各月中旬左右分别观测 1 次。

2）坝前水温在线连续观测技术要求

拟在水面下 0.5m 处测表层水温，距底 0.5m 处测库底水温；温跃层每隔 2～5m 水深测 1 个水温值，等温层每隔 5~10m 水深测 1 个水温值。坝前水温在线观测从水库蓄水后开始观测，各观测点的数据采集为实时数据采集。

3）水温恢复效果观测技术要求

在发电厂房尾水出口处、坝下 200m 处各布设一个在线水温监测点，测点的数据采集为实时数据采集。

9.2环境管理

9.2.1环境管理目的

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。向阳水库工程环境管理目的在于保证工程各项环境保护措施的顺利实施，使工程施工和运行产生的不利环境影响得到减免，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。

9.2.2环境管理原则

（1）预防为主、防治结合的原则

工程在施工和运行过程中，环境管理要预先采取防范措施，防止环境污染和生态破坏的现象发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

（2）分级管理原则

工程建设和运行应接受各级环境保护行政主管部门的监督，而在内部则实行分级管理制，层层负责，责任明确。

（3）相对独立性原则

环境管理是工程管理的一部分，需要满足整个工程管理的要求。但同时环境管理又具有一定的独立性，必须依据我国的环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。

（4）针对性原则

工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理结构和管理制度，有针对性地解决出现的问题。

9.2.3环境管理目标

（1）保证工程各项环境保护措施按照环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施正常、有效运行。

（2）预防污染事故的发生，保证各类污染物达标排放、合理回用，使工程区及其附近的水环境、环境空气和声环境质量达到环境功能区划要求的标准。

（3）水土流失和生态破坏得到有效控制，并通过采取措施恢复原有的水土保持功能和生态环境质量。

（4）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。

（5）理顺工程建设与环境保护的关系，保障工程建设的顺利进行，促进工区环境美化，争创环保优秀工程。

9.2.4环境管理体系

工程环境管理分为外部管理和内部管理两部分。

外部管理是指国家及地方环境保护行政主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的环境标准与要求，依法对工程各建设阶段进行不定期监督、检查及环境保护竣工验收等活动。

内部管理是指建设单位执行国家和地方有关环境保护的法律、法规、政策，贯彻环境保护标准，落实环境保护措施，并对工程的过程和活动按环保要求进行管理。

内部管理分施工期和运行期两个阶段。

施工期内部管理由建设单位负责，对工程施工期环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家建设项目环境保护要求与地方环保部门要求。施工期内部环境管理体系由建设单位、施工单位、设计单位和监理单位共同组成，通过各自成立的相应机构对工程建设的环保负责。

运行期由工程运行管理单位负责，对环境保护措施进行优化、组织和实施。

9.2.5环境管理职责

9.2.5.1施工期

（1）建设单位

工程开工前建设单位应设置“环境保护领导小组”和“环境保护办公室”。

“环境保护领导小组”成员由建设单位、监理单位、设计单位及施工单位等各有关单位的主要领导组成，其中建设单位主要领导任主要负责人，负责确定工程环保方针、审查项目环境目标和指标、审批环保项目立项和投资投入报告、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。

“环境保护办公室”为工程施工期“环境保护领导小组”的常设办事机构，设专职人员1人。具体负责和落实工程建设过程中环境保护管理工作，其主要职责包括：

①通过开展调查研究，确定适合本工程的环境保护方针和经济技术政策，确立环境保护目标，并结合工程施工方案予以分解；

②制定、贯彻工程环境保护的有关规定、办法、细则，并处理执行过程中的有关事宜；

③组织编制工程环境保护总体规划和年度计划，组织规划和计划的全面实施，做好环境保护年度预决算，配合财务部门对环境保护资金进行计划管理；

④委托进行环保专项设计，检查设计进度，组织设计成果的验收和审查，并保证各项环境保护措施的有效实施；

⑤依照法律、规定和方法，对整个工程各项环境保护措施的实施情况进行监督和管理，实施环境质量一票否决制；

⑥协调各有关部门之间的关系，听取和处理各环境管理机构提交的有关事宜和汇报，不定期向上级环境保护行政主管部门汇报工作；

⑦督促承包商环境管理机构的工作，内部处理环境违法、违规行为，表彰先进事迹；

⑧检查督促接受委托的环境监测部门监测工作的正常实施，加强环境信息统计，建立环境资料数据库；

⑨完善内部规章制度，搞好环境管理的日常工作，作好档案、资料收集、整理等工作。

（2）施工单位

施工期的废污水处理、声环境保护、环境空气保护、固体废物处理、生态环境保护等环境保护费用应由施工单位承担，并在招标文件中明确。施工单位应确保措施到位，落实相关费用。

各施工承包单位在进场后均应设置“环境保护办公室”，设专职人员 1~2 人，实施工程招标文件中或设计文件中规定的环境保护对策措施，及时处理施工过程中出现的环境问题，接受有关部门对环保工作的监督和管理。主要包括以下内容工作：

①制定环境保护年度工作计划和编写环境保护工作月、季及年度工作报告；

②检查所承担的环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题；

③核算年度环境保护经费的使用情况；

④接受环保管理办公室和环境监理单位的监督，报告承包合同中环保条款的执行情况。

（3）监理单位

为了更加有效地实施工程环境保护管理，成立工程环境监理部，参与工程环境管理。环境监理部的机构组织、监理内容和监理制度见“9.3 环境监理”。

（4）设计单位

根据国家法律法规、环境保护主管部门要求、环境影响报告书和批复等有关文件，从环境保护角度优化工程设计，选用对环境影响小的设计方案，反馈于建设单位和施工单位。

9.2.5.2运行期

工程建成运行后，在工程管理部门中设置“环境保护办公室”，设兼职人员 1 人，具体负责和落实工程建成运行后的环境保护管理工作，其主要职责包括：

（1）根据相关的环境保护法律、法规及技术标准，确定工程运行期环境保护方针和环境保护目标，制定运行期环境保护管理办法；

（2）负责与当地政府或渔政主管部门进行沟通协调，落实栖息地保护河段监管、宣传措施及经费；

（3）负责落实环保经费及环境监测工作的正常实施；特别是做好环境信息统计；

（4）协调处理运行期工程影响区出现的各项环境问题。

9.2.6环境管理制度

9.2.6.1环境保护责任制

在环境保护管理体系中，建立环境保护责任制，明确各环境管理机构的环境保护责任。

9.2.6.2分级管理制度

建立环境保护责任制，将环境保护列入施工招标，在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与环境保护措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，由环境监理部门负责定期检查，并将检查结果上报建设单位环境保护办公室及环境保护领导小组，并对检查中所发现的问题督促施工单位整改。

9.2.6.3监测和报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。从节约经费开支和保证成果质量的角度出发，建议采用合同管理的方式，委托当地具备相应监测资质的单位，对工程施工区及周围的环境质量按环境监测计划要求进行定期监测。并对监测成果实行月报、年报和定期编制环境质量报告书以及年审的制度。同时，应根据环境监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合国家标准和地方确定的功能区划要求。

9.2.6.4“三同时”制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的污染防治设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

根据《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的要求，项目建设与环境保护应实行“三同时”，本项目竣工环境保护验收汇总见表9.2-1。

表 9.2-1　工程竣工环境保护验收主要内容一览表

项目		措施内容	完成时段	达到的效果
废水	生活污水	施工生活营地生活污水处理后综合利用	施工期	废污水不外排
	生产废水	砂石加工系统废水、混凝土拌和系统废水、机械修配系统废水、隧洞施工废水处理后回用或综合利用	施工期	
废气	道路扬尘、燃油废气	场内施工道路定期洒水	施工期	执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准，无组织

项目		措施内容	完成时段	达到的效果
				排放执行无组织排放监控浓度限值。
噪声	施工噪声	施工期选用低噪声的设备和机械、设立警示牌、砂石料加工系统设置隔声罩、设置临时声屏障	施工期	居民点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类和2类标准。 施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
固体废弃物	生活垃圾	营地生活区和施工区设置垃圾桶，定期外运至云阳县垃圾填埋处理场处置	施工期	及时清运，保持该区清洁卫生
	弃渣	运送至指定渣场堆放	施工期	及时清运
其它		环境保护管理规章制度、机构，环境监理制度、环境监测和生态调查工作是否落实。	施工期	满足相关要求
受水区污染源治理		编制污染防治规划方案并予以落实	向阳水库蓄水前	保护库区水质，保证饮用水源安全
水质保护		库底清理	水库蓄水前	保护库区水质
		划定水源保护区、物理隔离措施、库区集水区污染物消减和治理、受水区污水处理设施建设情况	运行期	
陆生生态		施工迹地生态恢复	运行期	尽量减少破坏植被
水生生态		栖息地保护、增殖放流站、过鱼设施	水库蓄水前	保护水生生境，保障河段水生生境的连通性、鱼类的多样性
低温水减缓措施		叠梁门	水库蓄水前	减缓下泄低温水影响
生态流量保障措施		生态电站、向阳水库生态流量放水管、生态流量在线监控系统	水库蓄水前	下泄生态流量
环境管理及监测		落实环境影响报告书中的管理要求，配备专职的环境管理人员，按报告提出的监测方案实施环境监测		
环境风险防范措施		制定环境风险应急预案，加强上游流域污染源管理		

9.2.6.5突发事故处理制度

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即启动应急预案，采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位环保部门与地方环境保护行政主管部门，接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理。并防止以后类似事故的发生。

9.2.6.6报告制度

日常环境管理中所有要求、通报、整改通知及评议等，均采取书面文件或函件形式来往。施工承包商定期向工程建设环境保护办公室和环境监理部提交环境月、半年及年

报，涉及环境保护各项内容的实施执行情况及所发生问题的改正方案和处理结果，阶段性总结。环境监理部定期向工程建设环境保护办公室报告施工区环境保护状况和监理工作进展，提交监理月、半年及年报。环境监测单位定期向工程建设环境保护办公室提交环境监测报告，环保管理办公室应委托有关技术单位对工程施工期进行环境评估，提出评估季报和年报。

9.2.6.7环境影响后评价

建设单位根据枢纽实际运行情况和需要，针对工程运行中出现的问题，按照《建设项目环境保护事中事后监督管理办法（试行）》（环发[2015]163 号）、《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环办[2014]54 号）、《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》等要求及时开展环境影响后评价工作。

9.3环境监理

工程施工期应实施环境监理制度，以便对各项环保措施的实施进度、质量及实施效果等进行监督控制，及时处理和解决可能出现的环境污染和生态破坏事件。

9.3.1机构设置与工作方式

建设单位应当在建设项目开工建设前，通过招投标等方式委托环境监理机构开展环境监理。

根据工程规模和施工规划，施工期环境保护监理部门拟设专职监理人员 2 人、兼职人员 1~2 人。环境监理人员常驻工地，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以现场监督管理为主，并随时检查各项环境监测数据，发现问题后，立即要求承包商限期治理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

环境保护行政主管部门按照审批权限，对其审批的建设项目环境监理进行监督管理。本项目环境监理由四川省环境保护厅进行监督管理。

9.3.2工作内容

环境监理包括建设项目设计文件环保核查、施工期环境监理。

（1）设计文件环保核查

设计文件环保核查是对建设项目的设计文件符合环境影响评价及其批准文件要求情况的检查。在项目开工建设前环境监理需完成设计文件环保核查并及时向项目建设单

位提交设计文件环保核查报告；建设单位应当在建设项目开工建设时，向环境保护行政主管部门报告并提交环境监理机构关于建设项目设计文件环保核查报告。

（2）施工期环境监理

施工期环境监理的工作范围包括施工区、料场、弃渣场及所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。施工环境监理的主要职责为：

①依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以经过审批的工程环境影响报告书、环境保护设计及施工合同中环境保护相关条款为依据，监督、检查承包商或环保措施实施单位对施工区环保措施的实施进度、质量及效果。

②指导、检查、督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行。

③根据实际情况，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出清洁生产等环保方面的改进意见，以保证方案满足环保要求。

④审查承包商提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标。

⑤加强现场的监控，重点监督检查生产废水、生活污水收集和处理系统的施工质量、运行情况。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

⑥对承包商施工过程及施工结束后的现场，依据环境保护要求进行检查和质量评定。

9.3.3监理工作制度

环境监理工程师每天根据工作情况作出监理记录；每月编制环境监理月报，每半年编制一份环境保护工作总结报告，进行阶段性总结。在建设项目开工、试生产和竣工环境保护验收前分别向项目建设单位提交阶段环境监理报告。在建设项目通过竣工环境保护验收后移交环境监理档案资料。

10.环保投资概算及经济损益分析

10.1环境保护投资估算

10.1.1编制原则

（1）环境保护投资不包括水土保持投资、不包括向阳水库受水区水污染防治规划的相关投资；

（2）按照“谁污染、谁治理，谁开发、谁保护”原则，确定环境保护投资项目，指导投资分摊；

（3）“功能恢复”原则，环保投资以保护或恢复工程建设前生态环境功能为下限。

（4）工程措施投资概算编制的依据、方法与主体工程一致，生物措施参照地方有关的标准。

10.1.2编制依据

（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》（水总[2014]429 号）；

（3）《水利水电工程环境保护设计规范》（SL492-2011）；

（4）《水电水利工程环境保护设计规范》（DL/T 5402-2007）；

（5）《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》（NB/T 35037-2014）；

（6）《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T 35054-2015）；

（7）《水电站分层取水进水口设计规范》（NB/T 35053-2015）；

（8）《水电工程环境保护专项投资编制细则》（NB/T 35033-2014）；

（9）《农村生活污水处理项目建设与投资指南》（环发[2013]130 号）；

（10）《农村生活垃圾分类、收运和处理项目建设与投资指南》（环发[2013]130 号）；

（11）《农村饮用水水源地环境保护项目建设与投资指南》（环发[2013]130 号）；

（12）农村移民安置区参照水库概算相关标准及定额进行编制；

（13）《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格[2015]299 号）；

（14）重庆市颁发的现行有关定额和费用标准及当地询价；

（15）价格水平年及人工单价等与主体工程保持一致。

10.1.3环保投资组成

依据《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006），根据工程实际情况，工程环境保护投资估算项目划分为环境保护措施费、环境监测措施费、环境保护仪器设备及安装、环境保护临时措施费、独立费用、基本预备费。

（1）环境保护措施费

主要指为减缓、控制工程对环境不利影响和满足工程功能要求而兴建的环境保护措施。包括水环境保护、陆生植物保护、野生动物保护、水生生物保护、人群健康保护以及其他等。

（2）环境监测措施费

主要是指在施工期开展的环境监测和运行期需要建设的环境监测设施。包括水质监测、大气监测、噪声监测、生态监测等。

（3）环境保护仪器设备及安装

指为保护环境和开展监测工作所需要的仪器设备及安装等。仪器设备包括环境保护设备、环境监测仪器设备和其他设备等。

（4）环境保护临时措施费

工程施工过程中，为保护施工区及其周围环境和人群健康所采取的临时措施。包括生产废水和生活污水处理、噪声防治、固体废物处理、环境空气质量控制、人群健康保护等临时措施。

（5）独立费用

主要包括项目建设管理、环境监理、科研勘测设计咨询费、竣工环保验收调查费等。

（6）基本预备费

该项费用在（1）～（5）项投资总费用的10%～12%内选取，本次取10%。

10.1.4环保投资估算

本工程环境保护投资14969.78万元，其中环境保护措施8086.81万元，环境监测措施546.55万元，环境保护仪器设备及安装748.60万元，环境保护临时费用900.36万元，独立费用3344.57万元，预备费1360.89万元，环保投资占总投资的3.4%。

表10.1-1　向阳水库工程环境保护总投资概算表

序号	工程或费用名称	环保投资（万元）	合计（万元）

		水源工程	输水工程	
第一部分	环境保护措施	8060.06	8.75	8068.81
第二部分	环境监测措施	357.43	189.12	546.55
第三部分	环境保护仪器设备及安装	528.6	220	748.60
第四部分	环境保护临时措施	775.64	124.72	900.36
第五部分	环境保护独立费用	3082.87	261.70	3344.57
基本预备费		1280.46	80.43	1360.89
环境保护总投资		14085.06	884.72	14969.78

表 10.1-2　向阳水库工程水源工程环境保护投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
第一部分	环境保护措施				8060.06	
1	水环境保护措施				220	
1.1	库区水质保护措施				210	
1.1.1	饮用水源地一级、二级保护区生物及物理隔离设施				200	水污染防治规划中明确纳入向阳水库工程投资范围
1.1.2	水源地保护区边界、关键地段设置界碑、界桩、警示牌和水源保护宣传牌等	个	50	2000	10	含制作及安装
1.1.3	库底清理					计入水库专项投资
1.2	水库管理站生活污水处理设施	项	1	100000	10	地埋式 SBR
2	生态保护措施				7743.81	
2.1	陆生生态保护措施				54.5	
2.1.1	陆生生态保护标牌	个	30	1500	4.5	含制作及安装
2.1.2	蓄水前陆生动物搜救	项	1	500000	50	
2.1.3	大坝背坡美化绿化工程					计入水土保持投资
2.1.4	库区消落带治理	项	1	865000	86.5	
2.1.5	其它生态植被恢复措施					计入水土保持投资
2.2	水生生态保护措施				7689.31	
2.2.1	鱼类栖息地保护（包含现有人工障碍拆除及生态修复、设置保护标牌等）	项	1	980000	98	
2.2.2	过鱼系统（含升鱼机）	项	1	46588800	4658.88	不含征地费用，主体工程已计
2.2.3	鱼类增殖放流站	座	1	19613610	1961.36	
2.2.4	人工放流	年	5	300000	150	
2.2.5	拦渣网及拦鱼设施	项	1	800000	80	
2.2.6	下泄水温减缓措施（叠梁门）					计入主体工程投资
3	固体废弃物				5.3	
3.1	水库管理站垃圾收集池	座	1	50000	5	
3.2	垃圾桶	个	10	300	0.3	

4	大气环境保护措施				0.5	
4.1	水库管理处油烟净化设备	台	1	5000	0.5	
5	生态流量下泄措施					
5.1	初期蓄水和运行期生态放水管					列入主体工程投资
6	移民安置及专项改复建环境保护措施				23	
6.1	复建道路及桥梁径流收集系统					计入水库专项投资
6.2	受复建道路噪声影响居民点隔声窗	户	46	5000	23	复建道路 200m 范围内的下七村、新华村
7	人群健康保护	人	1349	500	67.45	按搬迁人口计
第二部分	环境监测计划				357.43	
1	施工期监测				162.03	
1.1	施工废污水监测				13.49	
1.1.1	砂石加工系统废水	点·期	19	800	1.52	
1.1.2	混凝土拌和系统废水	点·期	19	1000	1.9	
1.1.3	机械修配系统废水	点·期	19	1500	2.85	
1.1.4	基坑废水	点·期	19	800	1.52	
1.1.5	施工生活区生活污水	点·期	19	3000	5.7	
1.2	地表水水质监测	断面·次	45	6000	27	
1.3	环境空气质量监测	点·次	67	5000	33.5	
1.4	声环境质量监测	点·次	67	1200	8.04	
1.5	陆生生态监测	次	1	200000	20	
1.6	水生生态监测	次	2	300000	60	
2	运行初期监测				195.4	
2.1	地表水水质监测	点·次	30	11000	33	
2.2	地下水水质、水位监测	点·次	2	12000	2.4	
2.3	陆生生态调查	次	2	200000	40	运行初期 5 年的调查费用
2.4	水生生态调查	次	4	300000	120	
2.5	声环境质量监测	点·次	2	1200	0.24	
第三部分	环境保护仪器设备及安装				528.6	
1	生活污水				58	
1.1	水源施工生活区生活污水处理	套	1		50	地埋式 WSZ-AO 系列一体化生活污水处理设备
1.2	水库管理站生活污水处理	套	1		8	
2	施工废水处理				265	
2.1	砂石加工系统废水	套	1	2100000	210	250m³/h
2.2	混凝土拌和系统废水	套	1	250000	25	3m³/h
2.3	机械修配系统废水	套	1	300000	30	5m³/h
2.4	基坑废水处理	套	1	140000	14	
3	生态流量在线监测系统	套	2	200000	40	

4	水温监测设备	套	1	400000	40	
5	水质在线监控设备	套	2	500000	100	
6	洒水车	辆	1	200000	20	
7	垃圾收集车	辆	1	10000	1	
8	陆生及水生生态巡护设备	套	1	40000	4	GPS、照相机及其它必需的巡护设备
9	复建道路施工废水回用泵	个	3	2000	0.6	
第四部分	环境保护临时费用				775.64	
1	施工期废污水处理				540.7	
1.1	砂石加工系统废水处理	套	1		294	
1.1.1	土建工程费	项	1	1860000	186	
1.1.2	运行费	项	1	1080000	108	
1.2	混凝土拌和系统废水处理	套	1		108	
1.2.1	土建工程费	项	1	1050000	105	
1.2.2	运行费	项	1	30000	3	
1.3	机械修配系统废水处理	套	1		8.5	
1.3.1	土建工程费	项	1	45000	4.5	
1.3.2	运行费	项	1	40000	4	
1.4	基坑废水处理	套	1		27.3	
1.4.1	土建工程费	项	1	258000	25.8	
1.4.2	运行费	项	1	15000	1.5	
1.5	生活污水一体化设备基础	套	1		102.9	
1.5.1	土建工程费	项	1	832000	83.2	
1.5.2	运行费	项	1	197000	19.7	
2	施工期环境空气质量控制				39.2	
2.1	施工期粉尘防治				38.2	
2.1.1	施工道路洒水降尘	月	57	6000	34.2	
2.1.2	开挖场地抑尘盖网	套	2	20000	4	
2.1.3	砂石加工系统除尘	套	1	200000	20	
2.1.4	混凝土拌和系统除尘	套	1	150000	15	
2.2	施工生活区油烟净化设备	台	2	5000	1	
3	固体废物处理				27.3	
3.1	垃圾桶	个	30	300	0.9	
3.2	垃圾转运站	座	2	25000	5	
3.3	垃圾清运及维护管理	月	57	2000	11.4	
3.4	危险废物暂存间	项	1	100000	10	
4	噪声防治				95.4	
4.1	具有降噪效果的施工围挡	项	1	250000	25	
4.2	限速、禁鸣标志牌	套	8	500	0.4	含制作及安装
4.3	砂石料加工系统隔声罩	套	1	250000	25	
4.4	混凝土拌和系统隔声罩	套	1	200000	20	
4.5	其它施工机械的减震降噪措施				45	
5	生态保护措施				21	

5.1	工程区绿化					已纳入水土保持投资
5.2	警示牌、宣传牌	个	30	1000	3	含制作及安装
5.3	施工期陆生及水生生态巡护管理	项	1	180000	18	聘请 1 人，计列施工期 6 年费用
6	人群健康保护				41.54	
6.1	施工人员体检	人·次	1154	100	11.54	
6.2	施工生活区卫生清理及消毒	项	1	300000	30	
7	复建道路施工废水沉淀池	项	3	35000	10.5	
第五部分	独立费用				3082.87	
1	建设管理费				728.87	
1.1	管理人员经常费				194.43	按一～四部分之和的 2%计
1.2	环境保护竣工验收费	项	1	220000	220	含验收监测费在内
1.3	环境风险应急预案费	项	1	1200000	120	
1.4	环保宣传及技术培训				194.43	按一～四部分之和的 2%计
2	环境监理费	月	57	120000	684	
3	科研勘测设计咨询费				1670	
3.1	环境影响评价及评估费				600	含各专题评价在内
3.2	科研试验费				1070	
3.2.1	集鱼系统数学模型、物理模型试验研究	项	1	1000000	100	
3.2.2	鱼类栖息地保护专项研究	项	1	800000	80	
3.2.3	初期蓄水和运行期生态调度专项研究	项	1	500000	50	
3.2.4	过鱼效果监测评价研究	年	3	800000	240	
3.2.5	鱼类种群动态及资源评估研究	年	3	600000	180	
3.2.6	鱼类迁徙路线跟踪研究	年	3	400000	120	
3.2.7	升鱼机细部结构研究与改进	项	1	3000000	300	
基本预备费					1280.46	按一～五部分之和的 10%计
环保静态投资					14085.06	

表 10.1-3　向阳水库工程输水工程环境保护投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
第一部分	环境保护措施				8.75	
1	声环境保护措施				5	
1.1	县城泵站隔音材料	套	1	50000	5	
2	陆生生态保护措施				3.75	
2.1	陆生生态保护标牌	个	25	1500	3.75	含制作及安装
第二部分	环境监测计划				189.12	
1	施工期监测				86.32	

1.1	混凝土拌和系统废水	点·期	128	1000	12.8	
1.2	地下水水质监测	点·次	76	6400	48.64	
1.3	环境空气质量监测	点·次	24	5000	12	
1.4	声环境质量监测	点·次	24	1200	2.88	
1.5	陆生生态监测	次	1	100000	10	
2	运行初期监测				102.8	工程运行后的前 5 年
2.1	地表水水质监测	点·次	12	11000	13.2	
2.2	地下水水质、水位监测	点·次	7	12000	8.4	
2.3	泵站噪声监测	点·次	5	2000	1	
2.4	声环境质量监测	点·次	1	2000	0.2	
2.5	陆生生态调查	次	2	100000	20	
2.6	水生生态调查	次	4	150000	60	
第三部分	环境保护仪器设备及安装				220	
1	混凝土拌和系统废水	套	8	250000	200	$4m^3/h$
2	洒水车	辆	1	200000	20	
第四部分	环境保护临时费用				124.72	
1	施工期废污水处理				30	
1.1	混凝土拌和系统废水处理	套	1	50000	5	
1.2	环保旱厕	套	25	10000	25	
2	施工期环境空气质量控制				35.2	
2.1	洒水降尘	月	48	6000	28.8	
2.1	抑尘盖网	套	8	8000	6.4	
3	固体废物处理				11.1	
3.1	垃圾桶	个	50	300	1.5	
3.2	垃圾清运及维护管理	月	48	2000	9.6	
4	噪声防治				36.25	
4.1	临时移动声屏障	项	1	100000	10	
4.2	限速、禁鸣标志牌	套	25	500	1.25	含制作及安装
4.3	施工机械的减震降噪措施				25	
5	生态保护措施				2.5	
5.1	工程区绿化					已纳入水土保持投资
5.2	警示牌、宣传牌	个	25	1000	2.5	含制作及安装
6	人群健康保护				9.67	
6.1	施工人员体检	人·次	767	100	7.67	
6.2	施工生活区卫生清理及消毒	项	1	20000	2	
第五部分	独立费用				261.70	
1	建设管理费				21.70	
1.1	管理人员经常费				10.85	按一～四部分之和的 2%计

1.2	环保宣传及技术培训				10.85	按一～四部分之和的 2%计
2	环境监理费	月	48	50000	240	
基本预备费					80.43	按一～五部分之和的 10%计
环保静态投资					884.72	

表 10.1-4　过鱼系统投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
1	过鱼设施建筑工程				1235.29
1.1	开挖及支护				422.00
1.1.1	土方开挖	m^3	13360	40.25	53.77
1.1.2	石方开挖	m^3	25365	66.33	168.25
1.1.3	Φ28 锚杆（L=9m）	根	2356	388.94	91.63
1.1.4	喷 C20 混凝土	m^3	1054	881.54	92.91
1.1.5	石渣回填	m^3	5362	28.77	15.43
1.2	混凝土、钢筋				813.30
1.2.1	C15 混凝土垫层	m^3	320	448.23	14.34
1.2.2	C25 混凝土集鱼槽	m^3	6136	522.25	320.45
1.2.3	C30 混凝土机房	m^3	120	561.71	6.74
1.2.4	钢筋	t	314	7380.88	231.76
1.3	沿河公路	m	600	4000	240.00
2	机电设备及安装工程				683.00
2.1	集中控制系统				445.00
2.1.1	电气控制系统	套	1	450000	45.00
2.1.2	影像采集系统	套	1	4000000	400.00
2.2	电气供电设施				53.00
2.2.1	箱式变电站	套	1	200000	20.00
2.2.2	0.4kV 电缆	m	750	360	27.00
2.2.3	0.4kV 配电箱	面	4	15000	6.00
2.3	专用设备				185.00
2.3.1	电动葫芦	台	1	250000	25.00
2.3.2	固定式回转吊机	台	1	600000	60.00
2.3.3	机械式拦鱼格栅系统	套	1	200000	20.00
2.3.4	水下视频监控系统	套	2	400000	80.00
3	金属结构及安装工程				1767.20
3.1	平开式平板门	扇	1	500000	50.00
3.2	液压启闭机	套	1	1405646.89	140.56
3.3	引水钢管	t	30	17974.68	53.92
3.4	工作阀	个	1	100000	10.00
3.5	检修阀	个	1	100000	10.00
3.6	集鱼池拦污栅	t	1	11123.03	1.11
3.7	工程索道	套	1	15000000	1500.00
3.8	集鱼箱	个	2	8000	1.60
4	施工临时工程	%	18	36854922	663.39
5	运行维护				310.00

5.1	趸船	艘	1	300000	30.00
5.2	运放鱼船	艘	1	200000	20.00
5.3	转运码头	座	1	1000000	100.00
5.4	运行费用	年	2	800000	160.00
过鱼设施投资合计					4658.88

表 10.1-5　增值放流站投资概算表

序号	项目或费用名称	规模	造价（元）	备注
1	繁殖车间循环水处理及设施设备		4000000.00	
2	化验实验室	18 ㎡	27000.00	按 1500 元/㎡估算
3	中央智能监控室	18 ㎡	27000.00	1500/㎡
4	办公楼及宿舍	568 ㎡	852000.00	1500/㎡
5	门卫值班室	74 ㎡	111000.00	1500/㎡
6	繁殖车间厂房	2100 ㎡	3150000.00	1500/㎡
7	循环水处理池（室外）	1500 ㎡	2250000.00	1500/㎡
8	生态回水渠	450 ㎡	675000.00	1500/㎡
9	循环水系统阀门管件（室外）	1 批	500000.00	
10	微滤机（室外）	4 台	600000.00	
11	水泵（室外）	8 台	80000.00	
12	曝气系统（室外）	2 套	300000.00	
13	紫外线杀菌消毒系统（室外）	2 套	1200000.00	
14	生物过滤系统（室外）	2 套	800000.00	
15	抽水房，	30 ㎡	24000.00	800/㎡
16	库房	60 ㎡	28800.00	480/㎡
17	广场及景观	2920 ㎡	876000.00	300/㎡
18	场区道路、	1025m	307500.00	300/㎡
19	蓄水池	25 ㎡	25000.00	1000/㎡
20	引水渠	1100m	660000.00	600/m
21	亲鱼池	7292 ㎡	3281400.00	450/㎡
22	鱼苗培育池	5358 ㎡	2143200.00	400/㎡
23	排水沟	230m	138000.00	600/㎡
24	污水排水渠	100m	60000.00	600/m
25	玻璃钢水渠盖板	800 ㎡	480000.00	600/㎡
26	沉淀集污池	450 ㎡	216000.00	480/㎡
27	生态废水处理区	3120 ㎡	773760.00	248/㎡
28	围网	3000 ㎡	450000.00	150/㎡
29	取水管道		106900.00	
30	供电系统工程		300000.00	
31	给排水系统工程		100000.00	
32	液态氧增氧系统	1 套	300000.00	
33	渔场围栏，监控系统		300000.00	
34	微滤机池（含抽回水、污水处理系统）	1 套	800000.00	800000/套
35	铝合金挡板	100.00m2	6600.00	66/㎡
36	场地平整	31717.00m2	50112.86	1.58/㎡
37	员工生活设施	1.00 项	100000.00	
38	办公设施	1.00 项	50000.00	
39	生产养殖设施	1.00 项	50000.00	
40	园林绿化基础设施建设费		50000.00	
41	苗木购置及种植管理费		50000.00	

42	金属结构安装		343100.00	
43	施工临时工程		111900.00	
44	工程设计、管理费		270000.00	
增殖放流站投资合计			27024273	

表 10.1-6　复建道路环保投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
1	环境保护措施				23	
1.1	复建道路及桥梁径流收集系统					计入水库专项投资
1.2	受复建道路噪声影响居民点隔声窗	户	46	5000	23	复建道路 200m 范围内的下七村、新华村
2	环境监测计划				12.02	
2.1	施工期监测				11.78	
2.1.1	环境空气质量监测	点·次	19	5000	9.5	
2.1.2	声环境质量监测	点·次	19	1200	2.28	
2.2	运行初期监测				0.24	
2.2.1	声环境质量监测	点·次	2	1200	0.24	
3	环境保护仪器设备及安装				0.6	
3.1	复建道路施工废水回用泵	个	3	2000	0.6	
4	环境保护临时费用				10.5	
4.1	复建道路施工废水沉淀池	项	3	35000	10.5	
环境保护总投资					46.12	

10.1.5环保分年度投资

向阳水库环境保护分年度投资见表 10.1-7。

表 10.1-7　向阳水库环境保护分年度投资表

序号	项目	环评新增投资（万元）	筹建期	施工第 1 年	施工第 2 年	施工第 3 年	施工第 4 年	施工第 5 年	运行期
第一部分	环境保护措施	8068.81	67.45	0.00	50.00	2324.27	3099.02	2328.07	200.00
1	水环境保护措施	220.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00
2	生态保护措施	7747.56	0.00	0.00	50.00	2324.27	3099.02	2074.27	200.00
3	固体废弃物	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	0.00
4	大气环境保护措施	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
5	声环境保护措施	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00
6	移民安置及专项改复建环境保护措施	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00
7	人群健康保护	67.45	67.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第二部分	环境监测计划	546.55	0.00	248.35	0.00	0.00	0.00	0.00	298.20
1	施工期监测	248.35	0.00	248.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	运行初期监测	298.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	298.20
第三部分	环境保护仪器设备及安装	748.60	45.00	515.60	0.00	0.00	0.00	188.00	0.00
1	生活污水	58.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00
2	施工废水处理	465.00	0.00	465.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	生态流量在线监测系统	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	0.00
4	水温监测设备	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	0.00
5	水质在线监控设备	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
6	洒水车	40.00	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	垃圾收集车	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	陆生及水生生态巡护设备	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	复建道路施工废水回用泵	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第四部分	环境保护临时费用	900.36	631.61	167.43	25.28	25.28	25.28	25.28	0.00
1	施工期废污水处理	570.70	570.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2	施工期环境空气质量控制	74.40	0.00	14.88	14.88	14.88	14.88	14.88	0.00
3	固体废物处理	38.40	38.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	噪声防治	131.65	0.00	131.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	生态保护措施	23.50	5.50	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	0.00
6	人群健康保护	51.21	17.21	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	0.00
7	复建道路施工废水沉淀池	10.50	0.00	10.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第五部分	独立费用	3344.57	603.68	470.64	506.57	756.49	327.72	282.47	397.00
1	建设管理费	750.57	3.68	71.84	107.77	143.69	35.92	47.67	340.00
2	环境监理费	924.00	0.00	184.80	184.80	184.80	184.80	184.80	0.00
3	科研勘测设计咨询费	1670.00	600.00	214.00	214.00	428.00	107.00	50.00	57.00
基本预备费		1360.89	134.77	140.20	58.18	310.60	345.20	282.38	89.52
环保静态投资		14969.78	1482.51	1542.23	640.03	3416.64	3797.23	3106.20	984.72

10.2环境经济损益分析

从保护工程建设区域生态环境、促进区域社会经济发展的角度，向阳水库工程建设的环境效益由经济效益、社会效益和生态效益构成。其中，经济效益主要表现为防洪效益、电站发电效益、灌溉和供水效益；社会效益为工程建设对当地社会经济的贡献；生态效益包括水利发电工程替代部分燃煤工程、生态水量保障所需的环境保护投资。

10.2.1环境影响经济损益分析原则

向阳水库工程的环境影响经济损益分析依照以下原则：

（1）终极影响原则

鉴于生态与环境因子之间的关系十分复杂，在进行经济损益分析，重点考虑与人类经济活动或生态环境直接相关的最终影响后果。

（2）重点突出，兼顾一般原则

由于向阳水库工程对生态与环境的影响复杂，涉及面广，因此需突出对环境影响较大的影响因素，对一般影响因素进行了适当归并综合。

（3）一次性估价原则

为使进行经济损益分析的各环境因子的经济量之间有可比性，统一以 2017 年第 1 季度现价为计算标准，不考虑价格上涨因素，进行一次性估价。

（4）减免不利影响的补偿投资原则

对生态与环境的不利影响，着眼于预防、保护和挽救，以减免不利影响。在环境经济损益分析中，尽量采用补救措施和防护措施的费用，作为反映工程环境影响效应大小的尺度，而不是消极地计算损失值（生物资源有时是不能用价值来衡量的）。

10.2.2环境影响经济损益分析方法

向阳水库工程环境经济损益分析的目的是运用环境经济学原理，在考虑工程建设与生态环境、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展前提下，运用费用～效益分析方法对工程的环境效益和损失进行分析。按照等效、替代原则，采用“影子工程法”计算环境效益，以相同规模的火电为替代方案，参与环境影响损益的比较分析。环境损失采用“恢复费用法”，以减缓不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需费用进行计算。项目经济评价的计算期包括工程建设期和运行期，向阳水库建设期为 57 个月，运行期统一取 50 年。

采用按效益/费用比值大小，从环保角度评判工程建设的合理性。

10.2.3环境效益分析

向阳水库是一座以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件的水利工程。因此工程环境效益主要体现在供水、灌溉、防洪、发电等方面。

10.2.3.1供水效益

（1）城乡供水效益

根据水库径流调节计算成果，向阳水库多年平均城乡供水量 5586 万 m^3，供水对象包括居民生活用水、一般工业用水及第三产业用水。由于城乡居民生活重要程度大于生产效益，故本阶段城乡供水效益按工业供水效益计算。

依据云阳县水资源规划相关成果，到设计水平年 2030 年受水区工业万元产值取水量按 25m^3/万元计。参考国内类似工程的工业供水效益分摊系数，并结合本工程特点，工业供水效益分摊系数按 3%计。由此计算城乡供水年效益为 52176 万元。

由于向阳水库工程仅含枢纽工程和输水工程，工程建成后发挥效益还需建设净水厂、市政管网等配套工程，才能形成完整的供水体系，将水送到用户。因此，上述城乡供水效益还应在向阳水库工程与配套工程之间进一步分摊。根据本工程与配套工程的投资比例，确定本工程分摊供水工程系数为 90%，正常运行年份供水效益为 46958 万元。工程运行初期按照城乡供水效益发挥过程考虑，逐年增长，于工程建成后第 9 年达到设计供水效益。

（2）农村人畜饮水效益

向阳水库工程农村人畜供水效益按最优等效替代法计算。由于农村居民受居住条件、水源条件、经济条件和用水习惯的制约，分散供水仍是农村供水的重要形式之一。因此，本次最优等效替代工程按雨水集蓄供水工程或引泉供水工程考虑。

根据《村镇供水工程设计规范》（SL 687-2014）、《雨水集蓄利用工程技术规范》（GB/T 50596-2010）等规范规定，为满足向阳水库灌区内农村人畜饮水需求，需修建蓄水池总计 134 万 m^3。云阳县修建同类蓄水池的造价约 280 元/m^3，按此估算替代工程投资为 37526 万元，于两年内完成工程建设。并按工程总投资的 0.5%计算蓄水池维护、管理费用为 188 万元。

10.2.3.2灌溉效益

向阳水库灌区沿汤溪河两岸分布，北起沙市镇，南至云安镇，涉及沙市、鱼泉、江口、南溪和云安等 5 个镇，幅员面积 196.23km^2。灌区设计灌溉面积 7.03 万亩，其中新增 5.58 万亩、改善 1.45 万亩；水田 1.80 万亩、旱地 5.06 万亩、园地 0.17 万亩。

向阳水库兴建后，可大力改善灌区灌溉条件，提高灌区抵抗自然灾害的能力，灌溉保证率达到 75%。根据灌区规划，灌区内主要种植水稻、玉米、小麦、油菜、蔬菜和水果等粮经作物，灌区复种指数从现状年的 1.90 提高至设计水平年的 1.98。通过调整灌区作物种植结构、兴建水源工程等措施后，灌区内农作物产量将大幅增长。本次灌溉效益按灌区内新增灌面、改善灌面的增产效益考虑。根据灌区主要农作物在有水、无水或灌溉不足的情况下的产量、产值调查，综合分析汇总主要农作物在有无本工程时的产量、产值及收益成果，并乘以分摊系数法计算灌溉效益。

经计算，新增灌面灌溉效益为 3738 万元，改善灌面灌溉效益为 836 万元，灌溉年效益 4574 万元。同城乡供水效益的发挥，向阳水库工程建成后发挥灌溉效益还需建设斗、农管道、田间工程等配套工程，才能形成完整的灌溉供水体系，将水送到田间。因此，上述灌溉效益还应在向阳水库工程与配套工程之间进一步分摊。根据本工程与配套工程的投资比例，确定本工程分摊灌溉工程系数为 70%，向阳水库工程年均灌溉供水效益为 3202 万元。工程运行初期按照灌溉效益发挥过程考虑，逐年增长，于工程建成后第 3 年达到设计灌溉效益。

10.2.3.3防洪效益

为提高云阳县副中心江口镇的防洪能力，向阳水库承担了江口镇的防洪保安任务，经论证，水库防洪限制水位 448.2m，防洪高水位 456.0m，防洪库容为 1741 万 m^3，江口镇团滩河侧的防洪标准由现状的约 5 年一遇提高到 20 年一遇。本次经济评价以减免江口镇遭遇不同频率洪水时的损失值作为向阳水库的防洪效益。根据洪水频率及实际造成的洪灾损失，按照有无项目对比分析、并采用频率曲线法计算多年平均直接防洪效益，并按直接损失的 20%计算间接防洪效益。经计算，向阳水库对江口镇的多年平均直接防洪效益为 2445 万元，计入间接洪灾损失（按直接效益的 20%计）后为 2934 万元。结合类似工程防洪效益计算经验，在运行期内按 3%的洪灾损失增长率考虑江口镇经济社会发展。

10.2.3.4发电效益

向阳水库工程在坝后安装的生态电站，是利用水库下放的生态流量和水库弃水进行发电，装机容量 4.2MW，年利用小时数 3793h，多年平均发电量 1593 万 kW·h，在云阳县电网中位于基荷运行。由于电站规模较小，本次发电效益按影子电价法计算。

根据有关部门公布，云阳县电网影子电价为 0.283 元/kW·h。发电效益由多年平均发电量扣除厂用电量后乘以影子电价求得，经计算本工程年均发电效益为 449 万元。工程运行初期按照发电效益发挥过程考虑，于工程建成后第 9 年达到设计发电效益。

10.3环境影响损益分析

工程环境损失包括水库淹没、永久占地和工程建设对区域环境影响所造成的损失，为恢复当地的社会环境、生态，工程分别进行了移民安置规划和环境保护措施规划，并列出了相应投资，可采用“恢复费用法”将其投资估算为环境损失。

10.3.1环境影响损失分析

工程的环境损失包括水库淹没和工程建设对区域环境影响所造成的损失，为恢当地的社会环境、生态环境，工程分别进行了水库移民安置规划和环境保护措施规划，并列出了相应的投资，采用恢复费用法将其投资估算为环境损失的依据。

（1）建设征地和移民安置投资

根据向阳水库工程可行性研究报告，工程建设征地及移民安置总投资 103135 万元。

（2）环境保护投资

以减缓工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程影响损失大小的尺度，计算其损失值。采用“恢复费用法”，以减缓不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需费用进行计算。

根据向阳水库工程及工程区域环境特点，为减缓、恢复或补偿不利环境影响所采取的环境保护措施主要包括以下内容：地表水环境保护措施；地下水环境保护措施；噪声与环境空气质量保护措施；鱼类影响减缓措施；陆生生物保护措施及水土流失防治方案；社会环境保护措施；环境监测规划、环境管理及环境监理规划。在进行技术经济分析或多方案比选基础上，提出了各项措施推荐方案及相应费用概算。

10.3.2环境影响损益分析

本工程可货币化的环境效益为 91257 万元，为避免因不利环境影响造成的潜在经济损失或恢复、补偿环境效果，所采取的措施总费用为 14969.78 万元，总的益损比为 6.1:1。

从经济评价指标值看，向阳水库工程的环境效益明显大于环境损失，说明工程建设在环境经济上是可行的。本工程环保措施实施后，可最大限度地减少工程兴建对环境的不利影响，避免因环境损失而造成潜在的经济损失。此外，工程的建设对促进当地经济社会发展有很重要的积极作用。

因此，从环境影响经济损益的角度分析，本工程具有较为优越的环境经济指标。本工程环保措施实施后，可最大限度地减少工程兴建对环境的不利影响，避免因环境损失而造成潜在的经济损失。从环境经济损益分析角度，本工程的建设是合理可行的。

10.3.3环境经济损益分析小结

（1）工程完建后，结合下游堤防建设可将江口镇团滩河侧的防洪标准由现状的约5年一遇提高到20年一遇，有助于增强防洪工程抗风险能力，对下游地区的社会安定、经济可持续发展具有积极的、深远的影响和作用，其社会效益和环境效益大。

（2）项目经济效益分析表明：经济内部收益率为 7.84%，大于 6%的社会折现率，效益费用比1.31，大于1。因此工程的综合效益明显。

（3）按照环境影响损益分析，工程总的益损比为6.1，工程的环境效益明显大于环境损失，说明工程建设在环境经济上是可行的。

11.评价结论

11.1工程概况

11.1.1流域概况

向阳水库坝址位于团滩河干流江口镇新华村五同岔，下距河口约 12.64km（沿河道），坝址以上集雨面积 242km^2，占团滩河流域面积的 84%。团滩河是汤溪河右岸一级支流，发源于云阳县与巫溪县交界的人头寨、老鸭梁一带，于江口镇处注入汤溪河。

汤溪河是长江干流上游左岸一级支流，发源于大巴山南麓巫溪县三根树一带，干流由北向南，流经巫溪县红池坝镇、尖山镇、田坝镇后进入云阳县境内，再经上坝、沙市、鱼泉、江口、南溪、云安等场镇，在云阳镇小河口注入长江。汤溪河干流全长 104km，流域面积 1707km^2，河口多年平均径流量 17.4 亿 m^3，多年平均流量 55.1m^3/s。

团滩河流域面积 286.9km^2，河长 37.2km，水系长 294.0km，河道平均比降 19.8‰，河口处多年平均流量 7.94m^3/s，天然落差 1525m，河流谷地多呈 V 或 U 形，谷深坡陡，河岸与河底常有基岩出露，底质多为卵石、砾石等，已建有双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华、团滩 5 座引水式电站，装机规模 1740kw。在农坝、后叶、江口等场镇部分河段建有防洪护岸工程。

11.1.2流域规划概况

（1）汤溪河综合流域规划概况

《汤溪河流域综合规划》于 2018 年 10 月 30 日取得了重庆市人民政府《关于汤溪河流域综合规划的批复》（渝府[2018]37 号），规划范围为汤溪河流域，流域面积 1707km^2。涉及巫溪县、云阳县及开州区的部分辖境。规划基准年为 2015 年，规划水平年为 2030 年。其中规划建设向阳水库工程，作为汤溪河流域规划中重大水利工程，可以提高中下游地区的水资源调配能力，解决区域水资源供需矛盾和江口镇（云阳县副中心）防洪能力不足的问题。

（2）汤溪河流域云阳县境内水资源开发利用现状

汤溪河流域云阳县境内经过 2017 年、2018 年小水电整治工程后，现状已建、在建电站共计 34 座，总装机规模 60.525MW。

汤溪河云阳境内干流已建成电站为田垭电站（原称江口电站）和上坝电站，在建电站为沙市电站（于 2004 年开工建设，在建设过程中由于业主融资困难，资金链断裂，导致工程停建至今），总装机规模 17.2MW。

支流已建成的电站共 31 座电站，总装机规模 43.325MW。其中，支流双河已建成的电站为龙源一级、龙源二级、协合等 3 座电站，装机规模 2860kw；团滩河已建成的电站为双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华、团滩等 5 座电站，装机规模 1740kw；支流千丘河已建成的电站为千丘、咸盛等 2 座电站，装机规模 16350kw；支流南溪河已建成的电站为天量、新寨、鸡鸣、双宝一级、双宝二级、富家、金鞍、富发、富云、堡石等 10 电站，装机规模 5195kw；支流石龙溪已建成的电站为云海、吉安、长洪、盐渠等 4 座电站，装机规模 1960kw；支流小溪沟已建电站为青康、互力一级、互力二级、恒源等 4 电站，装机规模 3070kw，在建电站为青龙咀、余水、青杉坝后等 3 电站，装机规模 12150kw。

（3）团滩河水利水电开发现状

团滩河上目前尚有 5 座引水式小电站，分别为双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华和团滩电站。

向阳水库工程建设征地涉及云阳县天鹅湖电站、双龙二级电站和新华电站三处小型水电站，均位于团滩河干流，为引水式电站。采取一次性补偿剩余寿命期电量损失的方案。双龙一级和团滩电站不在向阳水库的淹没补偿范围内，但是根据汤溪河综合流域规划环评审查意见，要求关停团滩河上游规模较小的双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华和团滩电站。因此建议云阳县人民政府在向阳水库工程动工建设前落实双龙一级和团滩电站的关停工作。

（4）规划环评概况

《汤溪河流域综合规划环境影响报告书》于 2018 年 9 月 30 日取得了重庆市生态环境局《关于汤溪河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（渝环函[2018]1191 号）。

11.1.3工程概况

重庆市云阳县向阳水库工程由建设单位重庆市向洋水资源开发有限公司（由云阳县宏源水利开发有限责任公司与重庆市水利投资（集团）有限公司共同出资组建）投资新建，位于重庆市云阳县北部汤溪河流域的团滩河干流上，坝址位于云阳县江口镇新华村五童岔，地理位置坐标东经 108°45′6″，北纬 31°17'8"。下距江口镇约 10km，下距云阳县城约 60km，云阳县城至重庆距离 310km，交通便利。

工程开发任务以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件。

工程规模：（1）水源工程：向阳水库灌溉面积 7.03 万亩，其中新增灌溉面积 5.58 万亩，改善灌溉面积 1.45 万亩，供水受益人口 63.3 万人，其中农村人口 6.5 万人，涵盖江口、南溪、沙市、鱼泉、云安、黄石、水口、人和、青龙、双江等 10 个乡镇（街道）以及云阳工业园、万州经开区 C 区水口组团。推荐坝址（上坝址）流域面积 242km²，多年平均径流 2.07 亿 m³（1970 年 1 月～2015 年 12 月），多年平均流量 6.57m³/s，水库死水位 390.00m，正常蓄水位 456.00m，兴利库容 0.90 亿 m³，防洪限制水位 448.2m，防洪库容 0.174 亿 m³；设计洪水位 456.00m，校核洪水位 458.27m，总库容 1.10 亿 m³；回用长度为 6.7km。水库多年平均供水量 7852 万 m³，其中城乡供水量 5938 万 m³，灌溉水量 1914 万 m³。利用生态流量发电，发电装机 4.2MW，多年平均发电量 1593 万 kW·h。（2）输水工程：城镇供水总设计流量为 2.29m³/s，灌溉设计流量为 2.96m³/s。管线总体布局呈现“四干五支”的特点，即四干：总干管、县城干管、江沙干管、南云干管，线路长度 86.407km；五支：斑竹支管、新里支管、卫星支管、竹林支管、毛坝支管，线路长度 22.644km，合计总长度 109.051km。管道沿线共设置分水口 48 处分水建筑物，其中水厂分水口 6 处，管道分水节点 7 处，灌溉分水口 35 处；管桥 4 座，总长度 442m；隧洞 4 处，总长度 8.066km；提水泵站一座。

向阳水库工程静态总投资 440283.18 万元，环境保护投资 14969.78 万元，环境保护投资占总投资额的 3.4%。

11.2工程区域环境质量现状

11.2.1地表水环境

本次环评收集了 2015 年~2017 年历史监测数据，数据显示汤溪河、澎溪河、长江例行监测断面水质均可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类中的河流水质标准要求；其中位于三峡水库回水变动区范围内的断面水质中的总氮、总磷因子，对照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类中湖库标准，大部分超标。根据现场实地走访调查，澎溪河入江口段时有水华现象发生。

本次环评对区域内水质进行了现场监测，从监测结果可以看出，除团滩河与汤溪河交汇处上游断面（W6）枯水期氨氮超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，其余各因子均可满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）相应II、III类河流

标准要求。

汤溪河、澎溪河上位于三峡水库回水变动区范围内的监测断面经对照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）各断面相应标准中总氮、总磷的湖库标准，可以看出汤溪河汇口上下游长江断面（W17 和 W18），汤溪河汇入长江上下游断面平水期、枯水期总氮、总磷均超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类湖库标准；2018 年平水期总氮各断面均超过总氮的湖库标准，总磷除小溪沟与汤溪河交汇处上游（W13）、洞溪河与澎溪河交汇处下游（W21）可达到 III 类湖库标准，其余断面均超过总磷 III 湖库标准；2018 年枯水期总氮除团滩河汇口上下游汤溪河断面（W7、W8）、千丘河汇入汤溪河汇口上游断面（W9）、千丘河汇口下游汤溪河断面（W10）断面总氮达到III类湖库标准，其余断面均不满足到III类湖库标准；总磷除团滩河汇口上下游汤溪河断面（W7、W8）、千丘河汇入汤溪河汇口上游断面（W9）、千丘河汇口下游汤溪河断面（W10）总磷的湖库标准，其余断面均不满足总磷 III 湖库标准。

长江来流的污染物输入是影响汤溪河江口镇汇口以下、澎溪河（三峡支库）水质的主要因素，三峡水库来流 TN 浓度高于 III 类标准中总氮的湖库标准，成为该区域超标的主要原因。有机化肥及农药是区域地表水体主要污染源，雨季土地表层残留物经雨水冲刷随地表径流进入河流，对水体造成一定影响，流域现状缺乏有效的面源污染防治措施，导致部分监测断面的总氮、总磷超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）湖、库水质II、III类标准。

11.2.2地下水环境

根据调查，向阳水库工程区内无集中式饮用水源地等地下水保护目标，地下水按含水岩（组）的岩石性质、埋藏条件、储水形式和成因类型等，主要可分为第四系松散堆积砂砾石层（Q）孔隙水、红层（J）裂隙水、基岩裂隙水（T_3xj）、碳酸盐岩（T_2b）裂隙岩溶水四种类型，评价区浅层地下水阴离子主要为 HCO_3^-、SO_4^{2-}、Cl^-，阳离子主要为 K^+、Na^+、Ca^{2+}及 Mg^{2+}。该区水化学类型主要为 HCO_3-Ca 或 HCO_3-Ca•Na 型水，pH 值范围为 6.0～8.0，以中性水为主，矿化度一般小于 500mg/L，属低矿化度水，无色、无味、无嗅、透明。评价区水化学特征表明该地区主要补给是大气降雨，水循环交替强烈。根据相关资料及当地村民反映，未出现地方病等与地下水相关的环境问题。

根据地下水水质现状监测结果可以看出，库区各监测因子都能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类标准；江口兰草坝典型灌区 ZK4、ZK5 的锰含量超III类标准限值；南溪三湾村典型灌区 ZKI 的锰超III类标准限值。锰超标的原因主要是由于岩石和矿物中锰的氧化物、硫化物、碳酸盐、硅酸盐等溶解于水所致，如

$MnCO_3+CO_2+H_2O=Mn(HCO_3)_2$；还有高价锰的氧化物，如软锰矿($MnO_2$)。在缺氧的还原环境中，被还原(还原剂 H_2S)为二价锰而溶于含碳酸的水中，此外，在富含有机物(如腐质酸等)的水中，还可能存在有机锰。

11.2.3生态环境

向阳水库生态环境影响评价区范围内的植被可以划分成 7 个植被型、15 个群系组和 19 个群系，主要有暖性针叶林、落叶阔叶林、竹林、常绿阔叶灌丛、落叶阔叶灌丛及灌草丛等。评价区内的生态系统包括水域及湿地生态系统、森林生态系统、草地生态系统、农业生态系统和聚落生态系统五大类。

通过野外样线、样方调查、访问和资料查询，评价区范围内的野生动、植物资源进行了调查统计，结果显示，水库评价区内有维管植物 121 科 347 属 568 种，其中蕨类植物有 23 科 33 属 45 种；裸子植物数量较少，仅 4 种，隶属于 3 科 4 属；被子植物种类最多，有 95 科 310 属 519 种。评价区范围内尚未发现有国家重点保护野生植物和珍稀濒危植物分布，未见有古树名木分布。

评价范围内有野生脊椎动物 102 种。其中两栖类动物仅 1 目 4 科 7 种，爬行类动物有 1 目 5 科 9 种；鸟类最多，共计 9 目 33 科 77 种，兽类 6 目 7 科 9 种。

评价区内无国家I级重点保护野生动物，有国家II级保护野生动物 4 种，分别为黑鸢、普通鵟、红隼和白鹇，其中前 3 者为猛禽；有重庆市重点保护野生动物 6 种，其中两栖类 4 种，鸟类 2 种，分别为黑斑侧褶蛙、沼蛙、棘腹蛙、泽陆蛙、灰胸竹鸡和四声杜鹃。

浮游植物共 7 门 29 科 47 属 85 种，蓝藻门藻类有 3 科、7 属、10 种，绿藻门藻类有 13 科、18 属、22 种，硅藻门藻类有 9 科、17 属、46 种，裸藻门藻类有 1 科、2 属、3 种，隐藻门藻类有 1 科、1 属、2 种，甲藻门藻类有 1 科、1 属、1 种，金藻门藻类有 1 科、1 属、1 种。着生藻类有 4 门 21 科 70 种，蓝藻门有 2 科 7 种，绿藻门有 9 科 19 种，硅藻门有 9 科 41 种，裸藻门有 1 科 3 种。浮游动物 4 类 15 科 23 种，原生动物有 4 科 7 种，轮虫有 6 科 10 种，枝角类 3 科 3 种，桡足类 2 科 3 种。底栖动物 3 类 12 科 13 种，节肢动物 10 种，软体动物 2 种，环节动物 1 种。

团滩河鱼类种类、种群分布受到团滩河下游河道的天然阻隔的影响，阻隔最主要来自河道下游存在的多个天然跌瀑，跌瀑高差约为 2-5m，其中落差最大的一处天然跌瀑位于团滩河与汤溪河交汇口上游约 3.6km 处，在钓鱼台村与朱家坝村连接桥附近，实测表明，跌瀑上方河道水面海拔 204m，跌瀑下方河道水面海拔 199m，上下海拔高差达 5m，跌瀑下方海拔与距三峡库区的 175m 最高水位之间的高差达 24m，团滩河下游跌瀑

的存在使得三峡库区中的大中型溪河鱼类不易进入团滩河，即使进入团滩河也很难翻越这些跌瀑，只有适应山溪激流的种类（通常为小型种类，如爬岩鳅、华吸鳅等）才可能上朔到河道上游。在洪水期，部分适应激流的种类也可能上朔进入团滩河中游河段。团滩河流域内共有鱼类 14 种，隶属于 3 目 5 科 14 属，主要为适应急流、亚冷水性和以藻类为食的普通鱼类，鲤形目鱼类 3 科 12 种，鲇形目和鲈形目各有 1 科 1 种，没有需要特殊保护的鱼类存在。河段上分布鱼类产卵场 1 个，索饵场 2 个，越冬场 1 个。

11.2.4环境空气

根据《云阳县环境质量报告书（2017 年度）》，工程所在区域区环境空气各因子均达《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，因此云阳县环境空气质量达标，为达标区。

本次环评对区域的 TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2，指标进行了补充监测，根据监测结果，TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2 均达标，满足环境空气质量二级标准要求。

11.2.5声环境

工程区声环境质量良好，所有测点均可满足达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

11.2.6土壤环境

灌区土壤环境质量可达到《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB 15618-2018）“农用地土壤污染风险筛选值”标准，坝址区建设用地土壤可达到《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中表 1 建设用地土壤污染风险筛选值第二类用地标准。

11.3工程建设对环境可能造成的主要环境影响

11.3.1地表水影响分析结论

（1）水文

向阳水库建成后，团滩河及支流后叶沟、帆水河、小河河流形态由河道型变为水库型，水位壅高，坝前最大水深为 118m，流速降低，坝前最小水平流速在 0~0.0005m/s 范围内，最小垂向流速在 0~0.0002m/s 范围内，明显小于库尾来流流速。

工程运行后，团滩河江口镇汇口断面受水库运行调度及库区取水影响，除个别月份外，不同水平年向阳水库下泄水量均较现状有所减少。预测年江口镇断面其他水力参数

较现状年总体上呈现减小的趋势，且各水力参数的峰值有滞后的现象。

工程运行后，汤溪河沙市镇至江口镇河段无显著变化，水文情势无显著变化，水力参数如流量、流速、水深及水面宽变化均不明显。由于汤溪河来流较三峡水库回水流量小得多，汤溪河江口镇至长江汇口河段水文情势变化很小，水力参数如水深、流速等均无明显变化。

澎溪河受到三峡水库回水的影响，由于澎溪河来流较三峡水库回水流量小得多，预测年与现状年相比，水文情势变化很小，水力参数如水深、流速等均无明显变化。

（2）水质

根据《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划（2015~2030）》，对于向阳水库工程退水及纳污河流均提出了针对性的治理措施，可以确保在规划实施后考核断面水质均能达到管理目标，做到“增产不增污”。

根据本次环评地表水水质预测结果，库区除 TP 以湖库标准评价时超标外，其余水质因子 COD、NH_3-N 和 TN 预测结果满足III类水质要求。与现状年相比，建库后团滩河河道上游水质发生明显变化，COD、NH_3-N、TN 浓度大体上有所降低，而 TP 浓度增加，成为超标因子；团滩河预测年 COD、氨氮和 TN 预测结果均满足III类水质要求，与现状年相比，建库后江口镇断面水质发生明显变化，COD、氨氮、TP 浓度大体上有所降低。

对丰水年、平水年、枯水年团滩河坝下 COD、NH_3-N、TP 的进行水质预测。预测结果表明，预测年 COD、NH_3-N 和 TN 预测结果均满足III类水质要求。与现状年相比，建库后江口镇断面水质发生明显变化，COD、NH_3-N、TP 浓度大体上有所降低。

汤溪河沙市镇至江口镇河段水质较好，四个水质因子 COD、NH_3-N、TP 和 TN 均能达到III类水水质要求；汤溪河中下游河段江口镇以下位于三峡水库回水区变动区，各典型年 1 月~5 月及 9 月~12 月，三峡水库运行水位在 155m~175m 时，三峡水库回水区到达汤溪河江口镇附近；各典型年 6 月~8 月，三峡水库运行水位在 145m~155m 时，三峡水库回水区到达汤溪河南溪镇附近。汤溪河江口镇断面到长江汇口断面间河段是三峡水库回水区，受长江干流顶托，汤溪河在河口处滞留，交换周期长，长江来流的污染物输入是影响汤溪河、水质的主要因素，三峡水库来流总磷浓度高于III类水质标准（总磷湖库标准），受三峡水库回水影响，汤溪河江口镇至长江汇口河段水质较差，四个水质因子 COD、NH_3-N、TP 和 TN 中，COD 和 NH_3-N 在各典型年均能达到III类水标准，而 TP 仅当以湖库标准评价时在部分断面不能达标，TN 在部分断面超标。尤其在距离江口镇 16~29km 范围内及距离长江汇口断面 10km 内，水质因子浓度较高；主要退水口南溪

镇退水口、云安镇退水口及栖霞镇退水口断面，各典型年 COD 和 NH_3-N 在全年均能达到III类水水质标准，TP 仅当以湖库标准评价时在个别月份不能达标，以河流标准评价时能达到III类水水质标准。对汤溪河江口镇至长江汇口河段丰水年及平水年的 5 月~7 月进行富营养化分析发现，该河段属于中度富营养化，存在富营养化的风险，需要加以防控。

三峡水库运行水位在 145m~175m 时，各典型年研究范围内澎溪河云阳（高阳渡口至澎溪河入江口）均属于三峡水库回水范围内。受长江干流顶托，澎溪河在河口处滞留，交换周期长，长江来流的污染物输入是影响澎溪河水质的主要因素，三峡水库来流总磷浓度高于III类水质标准（总磷湖库标准）。COD 和 NH_3-N 能达到III类水标准，而 TP 在以湖库标准评价时，整个和段内均不能达标，以河流标准评价时，大部分断面均能达到III类水质标准。整个河段内 TN 超标，尤其在靠近长江汇口断面处，水质因子浓度较高，随着距长江汇口距离的增加，各水质因子浓度有所降低。对澎溪河云阳段丰水年及平水年的 5 月~7 月进行富营养化分析发现，该河段中度富营养化，存在富营养化的风险，需要加以防控。

对丰水年、平水年、枯水年长江云阳县城污水处理厂、云阳县工业园黄岭组团及万州经开区 C 区水口组团污水处理厂排污口下游 COD、NH_3-N、TP 的进行水质预测。预测结果表明，排污口下游江段水体各污染物浓度局部有所增加，但增幅较小，长江水体满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准要求，不会造成长江江段水环境的明显改变。

（3）水温

向阳水库在各典型水文年的水温结构均为季节性分层型。向阳水库存在相对稳定的库底水温。2-7 月库底水温一般不超过 13℃，4-9 月存在表层或下层温跃层，水库垂向最大温差为平水年 7 月的 12.5℃，11 月~翌年 3 月库区垂向同温。向阳水库运行对下游水温存在显著影响。平水年下泄水温 6 月降幅最大，低于坝址天然水温 8.3℃，1 月升幅最大，为 5.5℃；丰水年 7 月降幅最大，为 5.0℃，12 月升幅最大，为 4.6℃；枯水年 7 月降幅最大，为 8.1℃，1 月升幅最大，为 4.9℃。

向阳水库采用叠梁门方案取水后，春季低温水现象得到显著缓解。平水年 4-8 月下泄水温比单层取水提高 1.9-6.9℃，最大降幅缩小为 5、6 月的 1.7℃；丰水年 4-8 月下泄水温比单层取水提高 1.9-4.0℃，最大降幅缩小为 4 月的 1.7℃；枯水年 4-8 月下泄水温比单层取水提高 2.6-6.0℃，最大降幅缩小为 7 月的 2.1℃。向阳水库采用叠梁门方案取

水后，春季低温水现象得到显著缓解。平水年 4-8 月下泄水温比单层取水提高 1.9-6.9℃，最大降幅缩小为 5、6 月的 1.7℃；丰水年 4-8 月下泄水温比单层取水提高 1.9-4.0℃，最大降幅缩小为 4 月的 1.7℃；枯水年 4-8 月下泄水温比单层取水提高 2.6-6.0℃，最大降幅缩小为 7 月的 2.1℃。单层取水时，团滩河口处春季低温水最大降幅 7.6℃，冬季高温水最大升幅 4.8℃；汇入汤溪河后，春季低温水最大降幅 1.7℃，冬季高温水最大升幅 0.8℃。叠梁门取水时，由于 4-8 月的出库水温得到了明显改善，河口处最大低温水降幅 1.8℃，汇入汤溪河后的低温水最大降幅仅 0.2℃，春季低温水现象得到显著改善。

向阳水库 4 月灌溉水温比水稻返青要求的最低水温低 0.8-0.9℃。5 月以后的灌溉水温均高于水稻各生长期所需水温，能够满足作物需求。

（4）过饱和 TDG

采用数学模型对向阳水电站在五年一遇、十年一遇和二十年一遇洪水条件下泄洪生成的过饱和 TDG 及其至团滩河汇口之间天然河道的释放过程开展了预测。

采用 3 孔泄洪洞宣泄五年一遇洪水（工况 1）、十年一遇洪水（工况 2）和二十年一遇洪水（工况 3），泄洪水流的 TDG 饱和度分别为 119.1%，126.0%和 128.7%；过饱和 TDG 在输移释放过程中沿程逐渐降低，至向阳坝址下游 12.1km 处团滩河汇口断面，3 个工况的 TDG 饱和度分别降低至 117.5%、123.8%和 126.3%，分别下降了 1.6%、2.2%和 2.4%。当团滩河汇入汤溪河，并与汤溪河干流充分混合以后，3 个工况的 TDG 饱和度分别下降到 112.0%、117.0%和 119.2%，分别下降了 5.5%、6.8%和 2.9%。团滩河汇口下游 2.8km 处有千丘河汇入汤溪河，汇入之后干流 TDG 饱和度分别下降到 109.6%、113.4%和 115.0%，分别下降了 2.4%、3.6%和 4.2%。根据预测结果，由于支流的 TDG 饱和度为 100%，其汇入对干流过饱和 TDG 有较为明显的稀释作用。

在考虑最不利的底孔溢洪道宣泄二十年一遇的洪水工况下，泄洪建筑物出口 TDG 饱和度达 128.7%。对于下游河道，认为鲤科鱼对过饱和 TDG 的水平回避空间的感知较强，因此可能会对鲤科鱼的影响较小。但目前缺少对鳅科鱼如泥鳅等、平鳍鳅科鱼如四川华吸鳅等和鮻虎鱼科如褐栉鮻虎鱼等对过饱和 TDG 的水平回避能力的研究，仅参考岩原鲤的回避影响研究认为鳅科鱼、平鳍鳅科鱼和鮻虎鱼科鱼也具有一定的水平探知低 TDG 饱和度水域并主动回避不利影响的能力。

11.3.2地下水影响分析结论

按照本次环评中提出的施工期污废水处理方案处理后回用不外排，不会对库区地下水水质带来不利影响。场地地层岩性为三叠系上统须家河组（T3xj）长石石英砂岩和三

叠系中统巴东组（T2b）泥灰岩，岩体渗透性微弱。向阳水库水源工程建设施工产生渗漏量相对较小。施工期通常避开汛期和高水位期，且施工总体周期相对较短，施工时要求复核地下水位，并采取有效的截水、排水措施。因此，项目水库施工期对地下水水位及水质变化的影响甚微。

根据库区地表水预测，水库蓄水后水质将进一步改善，污染源通过自然降解过程浓度减小，水库水质对附近地下水水质影响不大。

输水管线工程隧洞施工时因隧洞涌水会造成地下水水位下降，工程涉及 4 个隧洞，其中兰草坝隧洞最长，对此进行预测分析可知，引水隧洞穿越区地下水将形成以开采区为中心的降落漏斗，该降落漏斗最大降深 25.5m，影响区主要集中在以引水隧洞为中心，750m 范围内，评价区以沟水为饮用水源居民中，姜家院子 47 户、云盘村 62 户、盐渠村 93 户、老观村 197 户、扇子垮 28 户、红岩村 34 户、安乐村 62 户、小寨子 21 户和老屋 51 户居民，生活饮用水可能会受到影响。为保障上述可能受影响居民用水安全，在地下水跟踪监测方案中进行了相关监测点的布置，一旦饮用沟水流量出现异常，立刻采取相应措施替代受影响居民饮用水源。

向阳水库工程的 4 个灌区位于中丘和低山区，地层主要为侏罗系砂岩和泥岩，地下水埋深变化较大，地下水径流强度大，交替快，地下水化学类型为低矿化重碳酸型水。通过两个典型灌区灌溉模拟分析，因氮肥磷肥的施放，项目运营期灌溉会对灌区周边小范围内地下水水质造成轻微影响，但污染物运移距离相对较短，20 年模拟期末氨氮和总磷运移最远距离均无法流入河床内部，不会对地下水造成严重污染。随着灌溉行为的停止，通过地下水的自净作用及动态循环，污染浓度逐渐降低，因此不会对地下水产生污染。灌区地下水位上升不明显，因灌溉量增加而出现土壤盐渍化现象的可能性十分微小。

11.3.3生态环境影响结论

本工程设计阶段充分考虑了避让生态保护红线及生态敏感区，经叠图分析，水库的水源工程区、淹没区、输水管线区、库区道路、复建道路、渣场、料场及施工临建设施等均不占用重庆市生态红线。灌区部分涉及水土保持功能生态红线 3.76km^2，水土流失生态红线 0.68km^2，占云阳县生态红线总面积（1153.69km^2）的 0.38%，向阳水库工程修建有利于区域水资源有效配置，有利于水土流失、石漠化的治理，不损害该区域主体功能。输水管线县城支管距离云阳小江湿地县级自然保护区实验区最近距离为 50m，工程不涉及保护区用地，施工期的临建设施均不涉及保护区范围，施工期废水不外排，弃渣及时清运至弃渣场，施工废气和噪声对保护区内的生态系统产生干扰较小；现有的黄石

镇污水处理厂排放口位于云阳小江湿地县级自然保护区实验区内，距离实验区边界约200m，本评价要求将排污口通过暗管或引水的方式迁移出保护区范围；工程建成运营后，受水区退水对云阳小江湿地县级自然保护区所在的澎溪河河段水文情势、水质影响很小，因此本工程对云阳小江湿地县级自然保护区的影响甚微。

工程施工占地、水库淹没将对评价区内植被及植物资源造成影响，但受影响植被类型在评价区有广泛分布，工程建设不会造成植被类型和群落的消亡，也不会造成区域生态景观体系组成和结构的不稳定。

工程对陆生动物的影响主要表现为施工噪声造成的惊扰，水库蓄水、施工占地、土石方开挖、弃渣堆放等造成的生境占用和破坏以及可能发生的施工人员非法捕猎等。评价范围分布的3种猛禽飞翔能力较强，工程建设对其影响很小。蛙类在水库蓄水后，水库水位抬升可为其提供更适宜的繁殖和觅食等环境，对其有一定的有利影响。

工程施工过程中，特别是大坝及上、下游围堰，施工开挖、爆破、围堰截流等将影响上下游生境，并上下游鱼类及水生生物形成惊扰；但本工程施工时间较短，对水生生物及鱼类影响程度和范围很小。

运行期，由于大坝阻隔，水库库区水域面积扩大、水深增加、流速减缓，改变了水生生物及鱼类的栖息环境，有利于喜缓水和静水生活鱼类的生长繁殖，并可能成为优势种群；在鱼类种类组成上，其总趋势仍是以鲤科鱼类为主。在生态类型上将以麦穗鱼、鲤、鲫、马口鱼、宽鳍鱲、鲇等一些属于广布性的缓流鱼类和静水鱼类占优势，其种类和数量将有明显增加；而喜栖于流水和急流的鱼类的数量将有所减少，其分布状况将发生改变。

施工期对鱼类“三场”的影响主要是噪声，包括基坑开挖、岸上施工、场地平整、打桩爆破的噪声以及运输建材等，都对鱼类有驱离作用，在一定程度上将影响鱼类“三场”的分布；但施工期的不利影响是暂时的，工程竣工后绝大部分影响将会消除。调蓄水库将改变其河流生境，水深增大将淹没河岸及浅滩区的滩沱环境，砾石、岩盘底质的特征丧失，这种环境是部分鱼类如裂腹鱼类的产卵场；水库的淹没将不利于这些鱼类的产卵过程，因此在一定程度上将改变该区域内裂腹鱼类产卵场的分布。

11.3.4土壤环境影响

本项目为生态影响型项目，项目对土壤的影响主要体现在项目建成后灌区由于灌溉量的增加，地下水位上升，导致灌区土壤发生盐渍化的现象。根据分析本项目引水管道的建成，农田灌溉保证率由14.5%上升至75%，导致灌溉入渗水量增加，因此地下水水

位会出现小幅抬升。根据本次环评地下水预测结果可知，本项目地下水水位年均涨幅为0.0583~0.1418m，抬升十分微小，项目的建设不会因为工程灌区灌溉量增加而出现土壤盐渍化现象的可能性十分微小。

11.3.5声环境影响

向阳水库县城泵站周围主要村庄为青云村，泵站运行噪声对其影响不大，可满足声环境质量 2 类标准。

本项目复建道路两侧的敏感点下七村和新华村距离道路分别距离复建道路中心线 10m 和 5m，受运行期附件道路影响，声环境质量不能满足 2 类标准，本工程应采取合理措施，确保声环境敏感点质量达标。

11.3.6施工期环境影响分析结论

（1）施工期废水

本工程各生产废水经沉淀、除油后回用；基坑初期排水量小，水质和河道水质接近，直接排往下游围堰下游河床内。基坑经常性排水水量较大，由沉淀池经中和、沉淀后排放至上游围堰上游河床内。水源工程的施工人员生活污水经一体化设备处理后回用，输水工程的办公生活区比较分散，修建小型旱厕（干粪池），作为周边农林的农肥使用。

总体来看，施工生产废水、生活污水均处理后回用和综合利用，不外排，对地表水环境影响较小。

（2）环境空气影响

砂石加工系统在粗碎、筛分、中碎、细碎、制砂、运输等过程中均会产生粉尘。本工程设置一套砂石加工系统，砂石料加工系统粉尘粒径较大，易于沉降，污染范围有限。

类比同类工程，在不采取措施抑尘时，土石方施工区 TSP 浓度可达 100mg/m^3 以上，将对施工区附近的居民点产生一定影响。

由于爆破粉尘是在施工期内分时段排放，炸药引爆后瞬时集中排放，不会对施工区域环境空气质量产生长期的影响。

枢纽工程区施工对外运输量大，场内交通道路多为碎石路面，在重型施工车辆机械反复碾压下，易发生扬尘。本工程运输道路距离居民点最近的居民点为 5m，交通运输扬尘将对居民点产生一定影响。可通过限制车速、路面洒水等临时措施减轻扬尘不利影响。

供水灌溉管线工程因范围广，集中施工强度小，施工及交通扬尘对管线施工区附近

居民点影响较小。

（3）声环境影响

工程施工期噪声影响主要来自施工爆破、车辆运输、砂石料加工、混凝土拌和等。经预测，受砂石系统噪声影响，砂石料加工系统周围主要村庄为龙家坡，最近距离约 50m，砂石料加工系统在 50m 处的噪声贡献值为 76.2dB（A），对其影响较大，应对其采取相应降噪防护措施。

交通流动噪声影响对象为沿途居民，交通噪声对料场运输道路附近的横琴寨、新华村影响较大，应对其采取适当降噪防护措施。

（4）固体废物对环境影响

弃渣对环境的影响主要表现为对景观的影响和新增水土流失。各渣场将按照水土保持要求采取相应的工程措施和植物措施，经采取措施后，弃渣对景观基本上没有大的影响，也不会产生大的水土流失问题。

施工期施工人员生活垃圾及时清运至云阳县生活垃圾填埋场，不会对周边环境带来不利影响。

（5）对人群健康的影响分析结论

施工期，施工人员集中，生活区产生的生活污水、生活垃圾，若处理不当，将会对生活区及周边的卫生环境产生影响，污染水环境，污染水源，同时为苍蝇、蚊虫等的大量孳生提供了环境，导致传染病极易发生，施工人员的健康受到影响。

11.4预防或者减轻不良环境影响的主要对策和措施

11.4.1生态流量保障措施

P=75%来水频率下（下同），从起蓄水位 345m（导流洞底板高程）蓄至取水塔进口底板高程 380m，约需 133 天，初期蓄水下泄生态放水采用导流洞内埋管方式，在导流洞闸室段下游右边墩预埋一根 DN800 生态放水钢管，钢管进口中心高程 345.4m，在穿过边墩后进入导流洞内，导流洞内钢管沿隧洞右下角预埋，外用 C25 砼浇筑，钢管出口设在封堵体下游末端处，在封堵体下游侧设一 DN800 闸阀和 DN800 电磁流量计。钢管总长约 325m，其中洞内钢管长 295.5m。下放导流隧洞封堵闸门后，洞口水面高程为 346m 时，生态放水钢管能稳定下泄大于 1.31m^3/s 的生态流量。此后可控制钢管的闸阀开度，使水库水位逐步上升。在水库水位蓄至右岸进水口底板高程 380m 以上后，生态放水即由右岸进水口经引水隧洞下泄，此时可关闭闸阀，将闸阀浇筑于砼堵体内做永久封堵。

水库正常运行过程中，通过坝后生态电站下放生态流量，在运行过程中实行机组轮流检修，尽可能避免同时检修。本工程生态电站的机组在电网中不承担调峰任务，主要利用生态流量和汛期弃水发电。

生态电站装机 4×1.05MW，共计 4.2MW，单台机组额定引用流量为 1.17m³/s，最小发电流量为 0.90m³/s。汛期生态流量为 2.63m³/s，三台机运行可满足要求；枯水期生态流量为 1.31m³/s，两台机运行可满足要求。额定工况下四台机组同时运行时流量可达 4.68 m³/s。为保证极端特殊情况下（比如四台机组同时检修或同时停机等）生态流量能够正常下放，通过在电站引水管道设旁通管下泄生态流量，旁通管采用直径 0.8m 的钢管。

因此蓄水初期和运行期向阳水库优先保障下游河道生态流量，均可以保障汛期 5～10 月下泄 2.63m³/s 的生态流量，非汛期 11 月～次年 4 月按 1.31m³/s 下泄生态流量。

11.4.2地表水污染防治措施

（1）建设单位委托水力学与山地河流国家重点实验室编制完成了《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划》，并在 2018 年 12 月 18 日取得云阳县人民政府的批复（云阳府[2018]253 号），并进行了《云阳县向阳水库工程地表水环境影响研究》，在切实实施规划中提出的工业污染防治、城镇生活污染防治、农业农村面源污染防治、水资源节约、饮用水源地保护、环境监管能力建设等 7 个类别工程项目的前提下，2030 年向阳水库影响区 COD、氨氮、总磷的削减量分别达到 681.82t/a、156.68t/a、11.80t/a，可以确保做到“增产不增污”；依据控制单元水文、水质及排污等相关数据资料，通过水质模型模拟，建立污染源与水质目标之间的响应关系，经测算 2030 年I-III控制单元总磷排放均满足水质目标要求，IV、V控制单元总磷在削减后总磷仍无法满足水质目标控制要求。受长江干流顶托，汤溪河与澎溪河在河口处滞留，交换周期长，长江来流的污染物输入是影响汤溪河、澎溪河水质的主要因素，三峡水库来流总磷浓度高于III类水质标准（总磷湖库标准），仅靠工程削减污染负荷无法满足控制单元水质目标要求，需进行全流域水环境综合治理。

（2）库区水污染防治措施

完成乡镇污水处理设施升级改造，实现污水处理全覆盖。加强污泥处理处置。尽快完善乡镇污水管网的建设。

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，使向阳水库工程影响区内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

（3）饮用水源地保护

尽快合理划定水源保护区范围，在饮用水源地保护区设置隔离防护设施，包括物理隔离设施（护栏、围网等）和生物隔离设施（如防护林等），防止人类活动等对水源地保护和管理的干扰，拦截污染物直接进入水源保护区。对具备较好土地条件的水源地，规划建设生物隔离工程，增加绿化及涵养水源。在水源地保护区边界、关键地段设置界碑、界桩、警示牌和水源保护宣传牌等。

（4）澎溪河、汤溪河应当针对城镇生活污染负荷与农村面源污染负荷中的 TP、TN 污染采取治理措施，以达到水质保护的目的。提倡清洁能源使用，提高太阳能、朝气、液化气等清洁能源的普及，同时实现生活垃圾分类收集，有效提高垃圾的资源化、无害化处理以及回收利用效率。加强畜禽污染治理，加强畜牧业环境保护和经济循环发展。推广科学施肥用药和低碳农业技术，提高化肥、农药利用率，减少面源污染。因地制宜积极推进农村生活污水治理。制定营养物质排放标准和水质标准，根据水体环境容量，实施总量控制，合成洗涤剂禁磷和限磷。实施截污工程或引排污染源。

（5）坚决按照习近平总书记“共抓大保护，不搞大开发”的要求，将生态环境保护作为落实河长制工作的重中之重，加强生态环境保护。要高度重视，严格按照相关要求，彻底拆除非法码头上的设施设备，清除堆放物料，绿化好裸露地块；通力合作，严厉打击违法违规建设行为，推进沿江港口岸线资源有效利用和集约开发，保障生态、供水、航运安全等工作。加强对三峡库区消落带治理，因地制宜栽种植物，做好库岸防护，确保库区蓄退水期间江水涨落时库岸安全。要压实责任，明确措施，持续推进长江大保护行动。

（6）低温水减缓措施

根据主体工程的初步设计，取水塔布置有拦污栅、叠梁门和检修闸门，取水塔下游侧设置门库。进水口的喇叭口前缘布置一道拦污栅，其后紧接着叠梁门工作闸门段，叠梁门共 12 节，每节叠梁门高 5.85m。在满足最小淹没深度的情况下尽量采用最多的叠梁门层数以取得表层温水。

（7）过饱和 TDG 减缓措施

尽量减小泄洪单宽流量、泄洪时间控制及泄洪过程优化、增加发电流量和减小泄洪流量、支流交汇区功能利用、加强运行期监测。

11.4.3生态环境保护措施

（1）陆生生态

做好施工管理，控制施工作业区面积和施工作业带宽度，不得随意扩大施工范围，做好表土和熟土的开挖和回填工作。施工结束后，对耕地及草地区应进行场地清理、土地整治后采取复垦或者抚育的方式恢复生境。林地上植被恢复时应在“适地适树、适地适草”的原则下，树种、草种的选择当地优良的乡土树种草种为主，适当引进新的优良树种草种，保证绿化栽植的成活率。尽量减少对陆生脊椎动物、植物群落的破坏，对在各类工程实施区域内的各类生物群落予以保护。特别是水库蓄水后，将使动物的觅食范围有所缩小，因此应保护好它们的栖息地，减少人为的干扰。

本着与当地自然环境相和谐的生态设计原则，在下游坝坡布置框格梁生态草皮护坡，框格梁采用 C20 混凝土浇筑，框格内铺填厚腐质土，并播撒草籽形成植草护坡。水库消落带选择造林绿化较优越的标高地段，应用乡土物种选择适生性两栖植物进行种植模式的配置，进行消落带的治理。

（2）保证生态流量和水温

确保下泄足够的生态流量，汛期 5～10 月为 2.63m^3/s、非汛期 11 月～次年 4 月为 1.31m^3/s 下泄生态流量。分层取水设施采用叠梁门进水口，春季低温水现象得到显著缓解，满足鱼类产卵和灌区农作物需求。

（3）鱼类保护措施

①拆除团滩河上现有人工障碍

在本项目开工建设前将双龙一级、团滩电站及 1、2 号人工屏障进行拆除。施工期进一步制定科学具体的堰坝拆除方案，减少施工扰动对附近河流水环境的影响，避免对生态环境造成次生影响，对堰坝拆除河段进行适当的生态修复。

②设置鱼类栖息地

将库尾以上整个河段（包活团滩河干流和支流）全部纳入鱼类栖息地保护，具体长度为：团滩河库尾以上 16834m，小河库尾以上 9245m，后叶沟库尾以上 8366m，帆水河及其支流共 9759m。全年禁止对天然鱼类资源的捕捞。保护栖息地的自然河段现状，禁止建设影响河流水文情势的建设项目。加强工矿企业污染治理，保护河流水质。同时保护坝下团滩河河段水生生态环境，同样禁止建设影响河流水文情势的建设项目和严格实行禁渔期制度。在鱼类栖息地的合适位置设置必要的保护标牌。

③库区拦鱼设施

在坝前 220m 处和 240m 处设置两道拦渣网，保护拦鱼设施及取水口。在叠梁门取水井外围半径 50-60m 处安置一个可拦截小型溪河鱼类的圆形栏网，周长约长

346m-360m。在坝体内侧 80 米处设置拦鱼网，网长度约 705m，网目为 10cm，用于栏花、白鲢，并同时允许土著鱼通过。

④过鱼设施

本工程拟采用升鱼机系统过鱼方式。过鱼流程分为：①诱鱼→②集鱼→③提升过坝→④码头转运→⑤放流等五大步骤。升鱼机系统由集鱼系统、补水系统、提升过坝系统、码头转运系统、运输放流系统及监控设施组成。集鱼系统由进鱼口段和集鱼渠组成，进鱼口布置于尾水渠左侧，通过数模分析进鱼口流速大于过鱼对象感应流速，不需要为了诱鱼而加大生态流量；补水系统位于集鱼渠后方。补水管上游连接放空管，从放空管旁侧引水，下游接入升鱼消力池；采用索道提升方式，索道方向与坝轴线方向呈 49°夹角，起点位于厂房尾水平台上，终点位于坝上约 250m 处，索道总长度约 693m，提升最大高度 155.20m；放流码头布置在坝上左岸约 250m 处；运输放流系统主要由运鱼放流船及放流辅助设施组成，放流地点为库区上游流水河段或支流汇口等饵料资源丰富、适宜鱼类觅食生存且人为干扰较少的水域；在卸载站内设集控室和鱼类监测室。

⑤增殖放流

建设一个增殖放流站，为汤溪河乃至整个渝东北地区提供增殖放流苗种服务，选址位于水库大坝下游右岸，在河道中的集鱼设施旁边，这样便于取水和管理。放流品种主要为齐口裂腹鱼、西昌华吸鳅、切尾拟鲿、多鳞铲颌鱼、鲢、鳙、草鱼。建议增殖放流点设置 3 个，分别位于坝上 2 个点，坝下 1 个点。增殖放流时间建议每年 9-11 月间进行。

⑥生态调度

在每年主要鱼类繁殖期间 5 至 6 月择机实施一次生态调度，每次调度时间不低于 10 天，峰值流量不低于 4.68m³/s，峰值持续时间不低于 7 天。生态调度期间，主要通过 4 台机组发电下泄流量。

⑦科学研究

向阳水库水生生态科学研究体系规划分为鱼类栖息地保护相关技术研究、过鱼措施相关技术研究、鱼类增殖放流相关技术研究、生态调度等四项研究课题。

11.4.4地下水环境保护措施

施工期：水库库区地下水评价范围内没有地下水集中饮用水水源地，重点注意加强施工期废污水处理系统的防渗工作，减少对局部地下水环境的地下水污染风险。对于兰草坝等 4 个引水隧洞工程，需要按照“超前预报、提前支护、以堵为主、限制排放”原则

开展施工。拟在隧洞进出口与输水工程固定式拌合站施工废水共用一套沉淀池和蓄水池，用来处理隧洞施工废水。

运营期：严格按工程设计做好大坝防渗帷幕、坝基防渗墙、隧洞施工缝的防渗措施，避免渗漏量过大导致地下水位上升。完善隧洞排水设施建设，定期对排水设施进行检查，确保其排水通畅，严禁向排渗沟内倾倒垃圾等。在隧洞周围种植相应的当地植被，加固隧洞周围土壤，减小地表水对地下水体的影响。定期对隧洞水位进行监测，一旦出现水位迅速下降等异常情况，即刻采取相应措施，保证隧洞的正常使用。灌区灌溉后将补给地下水，抬高区域地下水位，在地形低洼处做好排水系统的规划布局，保证灌区排水能力；对粘性土壤灌区要合理灌溉，多施有机肥。改善农田生态环境，使土地盐渍化、沼泽化显著减少、减弱。

11.4.5环境空气保护措施

施工期混凝土生产系统应尽量采用全封闭混凝土生产系统，砂石加工系统应采用湿法破碎的低尘工艺，砂石料加工系统、混凝土拌和系统安装除尘设备；工程爆破方式应优先选择凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破技术等，凿裂、钻孔、爆破应采用湿法作业；运输水泥等材料时采取储罐、密封运输方式，运送渣土等应遮盖运输；无雨日对施工现场和道路洒水降尘。

11.4.6声环境保护措施

施工期选用低噪声机械设备，同时加强施工设备的维护和保养；选用符合国家有关环保标准的施工车辆；优化施工布置，施工强噪声源尽量远离居民点布置；合理安排施工时间，采用微差爆破技术，禁止夜间爆破；砂石料加工系统设置隔声罩；设置限速、禁鸣标志；在敏感点路段施工时设置具有降噪效果的施工围挡；禁止夜间施工及运输。

运营期县城提水泵站设置在专门的泵房之内，主要通过选取低噪声设备、安装减震底座等措施进行有效降噪。受运行期复建道路影响的新华村、下七村居民点共计 46 户设置隔声窗降低噪声影响，确保居民点声环境质量达标。

11.4.7固体废物保护措施

施工期弃渣对环境的影响主要表现为对景观的影响和新增水土流失。本工程弃渣场将按照水土保持要求采取相应的工程措施和植物措施，经采取措施后，弃渣对景观基本上没有大的影响，也不会产生大的水土流失问题。生活营地附近设一垃圾收集池，并在各施工生活区设置垃圾桶，清扫后的生活垃圾集中至垃圾桶内，垃圾桶内的垃圾由清洁

人员集中至垃圾收集池，再由云阳县环卫部门定期清运至云阳县生活垃圾处理场进行处理。

运行期水库管理处生产人员生活垃圾集中堆放、及时清运、统一处理，可以合同形式委托当地环卫部门实施。同时电站运行检修过程产生一些含油废物，可由有资质的危废处理公司进行回收处理。

11.5公众参与

本项目工程的公众参与活动面广，参与形式多样，参与对象多元化，取得了比较满意的公众参与效果。通过环境影响评价信息公告、网络、报纸等媒体公告、问卷调查等方式，获得了较全面的公众认识、意见和建议，为全面、客观地分析项目环境影响、制定有效的环境保护措施，改善项目环境管理提供了有力的支持。向阳水库工程环境影响评价公众参与是具有合法性、有效性、代表性以及真实性。

通过环境影响评价信息公告，广大社会公众可以充分了解项目建设和环境影响评价的相关情况、征求公众意见的主要事项以及公众提出意见的主要方式等内容。在公告过程中，没有收到社会公众等的意见和建议。

根据本次公众调查的意见和建议，在环境影响报告书中均将予以采纳，针对其相关的问题进行分析和评价，并在环境保护措施及补救措施中予以落实，改善公众关心的生态环境，恢复工程建设可能造成的生态破坏。

11.6总结论

向阳水库工程开发任务为“以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为当地乡村振兴创造条件”，工程建成后将为江口、沙市、鱼泉、南溪、云安等 5 个乡镇，以及云阳县城组团提供生产生活用水，向灌区提供农业灌溉用水，工程建设后可解决受水区水资源优化配置和供水安全的问题，保障江口镇防洪安全，符合国家相关政策及规划，符合《长江流域综合规划（2012～2030 年）》、《长江经济带生态环境保护规划》、《三峡后续工作规划》、《三峡库区及其上游水污染防治规划》（修订本）、《关于加强长江黄金水道环境污染防控治理的指导意见》中的相关要求，与重庆市及云阳县相关政策及规划相符，符合“三先三后”原则，满足汤溪河综合流域规划及规划环评中的相关要求，具有显著的社会效益和经济效益。

工程在选址阶段就充分避让了区域的生态保护红线和生态敏感保护目标，坚持生态优先、绿色发展，严守资源利用上线、生态保护红线、环境质量底线，全面贯彻落实“节水优先”的理念，按照“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”原则进行水资源配置。对环境的不利影响主要是水库淹没影响，大坝阻隔鱼类影响，工程实施对河流水文情势、水环境和水生态的影响，施工期“三废”、噪声及水土流失对周边环境的影响等。但在落实库区和受水区水污染防治规划、向阳水库工程采取本报告提出的环境保护措施后，工程带来的不利影响可以得到减缓。

总体上，向阳水库工程是提高江口镇团滩河侧的防洪能力的重要工程措施，有助于进一步完善河段防洪体系和保障区域水资源安全，并为区域扶贫开发和当地乡村振兴创造条件，工程建设是必要的。综合考虑工程建设的重大意义和工程的环境影响，在环境影响报告书提出的相关环境保护措施及生态保护和补偿措施及建议得到有效落实的基础上，从环境保护的角度，工程是可行的。

11.7评价建议

（1）落实“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，严格组织实施《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划》，严格落实水源区和受水区生产生活废污水处理设施，提高工业用水重复利用率，优化调整产业结构，强化提标改造和中水利用，保证水质达标。

（2）下阶段进一步优化向阳水库集运鱼系统设计，研究诱鱼措施与集鱼效果；在水库蓄水前建成鱼类增殖放流站和落实鱼类栖息地保护措施。

（3）下阶段在模型实验的基础上，结合工程调度运行方案优化，开展工程分层取水措施专项研究和设计，进一步优化相关设计参数，确保措施运行效果。

（4）水库运行后应尽快划定水源保护区，禁止库区开展水产养殖，全面加强库周、库尾污染源治理和管理，降低水库水质潜在污染和富营养化风险，确保库区水质安全。

委托书

南京国环科技股份有限公司：

重庆市云阳县向阳水库工程是重庆市拟建重点水源工程之一，位于重庆市云阳县北部团滩河干流上，是一座以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为乡村振兴创造条件的水利工程项目。工程建成后，可为汤溪河沿岸江口、沙市、鱼泉、南溪、云安等5个乡镇，以及云阳县城组团（黄石镇、水口镇、人和街道、青龙街道、双江街道、云阳生态工业园和水口工业园）提供生产生活用水；将下游江口镇（沿团滩河侧）的防洪标准由约5年一遇提高到20年一遇；为汤溪河沿岸7.03万亩田地提供灌溉用水（新增5.58万亩，改善1.45万亩），保障汤溪河沿岸6.48万农村人口、约31万头牲畜的饮水安全，对云阳县人民生命财产安全和社会经济可持续发展具有积极而重要的意义。

依据《中华人民共和国环境影响评价法》、国务院《建设项目环境保护管理条例》及与长江勘测设计院签订合同有关规定，兹委托贵单位承担重庆市云阳县向阳水库工程环境影响评价工作，请按照国家有关法律法规、技术规范等要求开展环境影响评价工作，编制环境影响报告书。

云阳县宏源水利开发有限责任公司

2017年12月22日

云阳县向阳大型水库工程建设指挥部

云向指白头〔2019〕1号

关于云阳县向阳水库项目业主变更情况的说　明

按照重庆市发改委《关于开展向阳大型水库前期工作的通知》（渝发改农〔2016〕1372 号）和重庆市发改委、重庆市水利局《关于推进水利改革“十三五”规划重点水源项目的通知》（渝发改农〔2017〕104 号）文件要求，为加快推进向阳水库工程项目前期工作，经县委、县政府研究决定：云阳县宏源水利开发有限责任公司为向阳大型水库工程项目业主。

现根据重庆市人民政府办公厅《关于印发调整重点水源工程建设管理机制实施方案的通知》（渝府办发〔2017〕148号）和重庆市人民政府《关于印发重庆市水源工程建设三年

行动实施方案的通知》（渝府发〔2018〕34 号）文件精神，2018 年 11 月 15 日，云阳县人民政府和重庆市水利投资（集团）有限公司签订了《重庆市云阳县向阳水库工程投资建设合作协议》，由云阳县宏源水利开发有限责任公司与重庆市水利投资（集团）有限公司共同出资，组建成立重庆市向洋水资源开发有限公司，将原向阳水库项目业主“云阳县宏源水利开发有限责任公司”变更为“重庆市向洋水资源开发有限公司”。

特此说明。

云阳县向阳大型水库工程建设指挥部

2019 年 4 月 18 日

重庆市发展和改革委员会

渝发改农〔2016〕1372号

重庆市发展和改革委员会
关于开展向阳大型水库前期工作的通知

云阳县发展改革委：

你委《关于开展向阳大型水库工程前期工作的请示》（云发改农〔2016〕482号）收悉，经研究，现将有关事项通知如下：

一、建设云阳向阳水库，对优化“万开云”板块水资源开发利用和配置体系、保证相关区域防灾减灾和供水安全等具有重要意义。鉴于项目已纳入《重庆市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》和《重庆市水利发展“十三五”规划》，并初步纳入国家水利改革发展“十三五”规划，今年10月市水利局和市发

展改革委组织相关部门和行业专家对项目工程规划报告进行了论证，原则同意项目开展下一步工作。

二、请你们督促项目法人按照项目工程规划报告论证会专家和部门意见，根据水库供区国民经济和社会发展需要，特别要结合水资源开发利用的规范和要求，进一步据实论证工程开发任务，合理确定工程建设方案，以顺利通过国家相关审批。

三、在深入论证基础上，可先行推进项目可行性研究报告编制等工作，若今后国家明确仍需编制项目建议书，则按要求增加编制项目建议书并报批。

重庆市发展和改革委员会

2016年11月28日

抄送：市规划、国土、环保、水利局，云阳县政府。

重庆市发展和改革委员会办公室　　2016年11月28日印发

抄送：县水务局，县财政局，县规划局，县国土局，县环保局。

云阳县发展和改革委员会办公室　　2016年12月2日印发

重庆市人民政府

渝府〔2018〕37号

重庆市人民政府
关于汤溪河流域综合规划的批复

云阳县、巫溪县、开州区人民政府，市政府有关部门，有关单位：

市水利局、市发展改革委《关于审批汤溪河流域综合规划的请示》（渝水利文〔2018〕112号）收悉。现批复如下：

一、原则同意《汤溪河流域综合规划》（以下简称《规划》），请认真组织实施。

二、《规划》实施要坚持共抓大保护、不搞大开发，牢固树立“生态优先、绿色发展”理念，按照“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”新时代水利工作方针，以完善流域防洪减灾、水资源综合利用、水资源与水生态环境保护、流域综合管理体系为目标，注重科学治水、依法治水，处理好兴利与除害、开发与保护、上下游、左右岸、干支流等关系，充分发挥汤溪河综合利用效益，为实现全流域经济持续健康发展和社会和谐稳定提供有力支撑。

三、通过《规划》实施，到2030年，流域防洪减灾体系更加完善，防洪减灾能力进一步提高，基本保证干支流沿河城镇和

村庄的防洪安全；供水和灌溉能力增强，基本保障流域内城乡居民生活、生产用水需求和粮食安全；节水型社会基本建成，水资源和水能资源开发利用程度进一步提高；水生态环境明显改善，河流生态系统良性发展，水土流失有效治理；流域综合管理能力增强。

四、依据《中华人民共和国水法》，《规划》是汤溪河流域开发、利用、节约、保护水资源和防治水害的重要依据。流域内各区县政府及市政府有关部门和单位要加强领导，密切配合，依法依规，量力而行，有序落实《规划》提出的各项任务措施。加快实施云阳县向阳大型水库等重大工程，切实保障流域防洪安全、供水安全、粮食安全和生态安全。

重庆市人民政府

2018年10月30日

（此件公开发布）

重庆市环境保护局

渝环函〔2018〕1191号

重庆市环境保护局
关于汤溪河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函

重庆市水利局：

根据《环境影响评价法》《规划环境影响评价条例》（国务院令第559号）等法律法规规定，市环保局组织有关部门代表和专家组成审查小组对《汤溪河流域综合规划环境影响报告书》（以下简称《报告书》）进行了审查。审查小组审查前，我局委托生态环境部环境工程评估中心对《报告书》进行了技术评估。根据审查结论，现将审查意见函告如下。

一、《规划》内容概述

汤溪河是长江干流上游下段左岸的一级支流，发源于大巴山南麓巫溪县三根树一带，由北向南，流经巫溪县红池坝镇、田坝镇后进入云阳境内，再经上坝、沙市、鱼泉、江口、南溪、云安等场镇，在云阳镇小河口注入长江,干流全长104公里，流域面积1707平方公里，水资源总量18.04亿立方米。主要支流有团滩河、南溪河、小溪沟等。截至2015年底，流域内总供水量3424万立

方米，地表水、地下水、其他水源、外流域调入水量分别为2904万立方米、218万立方米、21万立方米、281万立方米；梅峰水库（一期工程）多年平均向流域外供水2714万立方米；城镇生活（含城镇公共）、农村生活（含牲畜）、工业、农业、河道外生态用水量分别为488.5万立方米、534.8万立方米、133.4万立方米、2250万立方米、17.1万立方米。流域已建、在建防洪护岸59.60公里，其中干流12.86公里，支流46.74公里。已建中小型水库51座，总库容2266万立方米。干支流已建水电站62座，均为引水式电站，总装机154兆瓦，其中干流已、在建水电站18座，装机容量共计92兆瓦。现状农田有效灌溉面积10.85万亩，灌溉水有效利用系数0.48。

规划范围涉及汤溪河干流及茶山河、团滩河、石龙溪、南溪河、小溪沟等支流。规划基准年为2015年，规划水平年为2030年。汤溪河流域上游以水能资源开发利用为主，中下游以供水灌溉为重点任务。规划内容包括水资源规划、城乡供水规划、灌溉规划、防洪规划、水资源保护规划、水生态环境保护与修复规划、水土保持规划、水力发电规划等。其中，水资源规划提出，2030年向流域内多年平均供水量8376万立方米，向流域外供水共计9950万立方米，流域总供水量共计17922万立方米（不含调入水量）；向流域内供水中，当地地表水、地下水、其他水源、外流域调入水量分别为7569万立方米、278万立方米、125万立方米、

405 万立方米，城镇生活（含城镇公共）、农村生活（含牲畜）、工业、农业、河道外生态用水量分别 1947 万立方米、781 万立方米、918 万立方米、4581 万立方米、150 万立方米；2030 年新建重点水源工程 4 座，多年平均总供水量为 14536 万立方米，其中，向流域内供水量共计 4586 万立方米、向流域外供水量共计 9950 万立方米。灌溉规划提出，2030 年流域有效灌溉面积达到 18.15 万亩，汤溪河上游区发展红池坝镇片、尖山镇片、田坝镇 3 处高效节水灌区，依托新建马坪水库建设 2700 亩灌区，中下游区新建向阳水库灌区、灌溉面积 7.03 万亩（新增 6.35 万亩，改善 0.68 万亩），在建青杉水库总灌溉面积 4.59 万亩、其中汤溪河流域内 0.89 万亩（分布于云阳镇），马坪水库灌区新增或改善灌溉面积 2700 万亩；规划新建大（2）型水库 1 座（向阳水库），小（1）型水库 1 座（马坪水库），以及茨菇、王家湾、同富、东方、富云 5 座小（2）型水库，兴利库容共计 8897 万立方米。防洪规划提出，规划防洪护岸总长 32.16 公里，其中新建 28.22 公里；向阳水库将下游防洪能力由现状约 5 年一遇提高至 20 年一遇；规划治理山洪沟共计 12 条。水资源保护规划提出，江口等 5 个控制断面水质管理目标达Ⅱ—Ⅲ类，2030 年水功能区水质达标率 95%、城镇集中式饮用水源地水质达标率 100%、农村集中式饮用水源地水质达标率 95%，化学需氧量和氨氮削减量分别为 272.86 吨/年和 39.07 吨/年。水生态环境保护及修复规划提出，2030 年，针对不

同开发活动特别是引水式水电开发的生态修复措施能够得到有效实施；确定汤溪河干流巫溪-云阳交界、江口镇、入长江口、团滩河向阳水库、小溪沟青衫水库、青龙咀、石龙溪板板桥断面等7个代表性断面非汛期生态基流，其中向阳水库生态流量汛期和非汛期生态流量分别取多年平均径流的40%、20%；对流域内已建引水式电站补设生态流量下泄设施；在引水口至发电厂房河段，建立减水河段第二生态系统。水土保持规划提出，2030年治理水土流失面积439.06平方公里。水力发电规划提出，汤溪河干流规划渔泉一级、湾滩河、牛角洞、鱼泉一级、鱼泉二级等5座电站，总装机52.53兆瓦；支流规划西流溪引水、茶山、双流、向阳坝后（属于向阳水库工程）、千丘二级、鸡鸣二级、青杉等7座电站，总装机37.64兆瓦。其他规划还包括岸线利用、消落带规划意见。近期实施项目包括，汤溪河上游重点建设红池坝镇集中供水水厂2座、新建马坪水库，建设巫溪县红池坝镇、尖山镇、田坝镇节水灌溉增效示范项目；中下游重点建设团滩河向阳水库工程、板板桥水库等水源工程；已建电站补建生态流量泄放设施。

二、关于《报告书》的总体审查意见

《报告书》在环境现状调查的基础上，开展了回顾性评价，识别了规划实施的主要环境制约因素，分析了《规划》与有关规划的协调性和《规划》的不确定性，预测评价了规划实施对水文情势、水环境、水生生态、陆生生态以及重要生态环境保护目标

等的影响，提出了规划优化调整建议和预防或减缓不良环境影响的对策措施。

审查认为，《报告书》资料较翔实，采用的技术路线与方法基本适当，评价结论基本可信。但汤溪河流域干支流开发强度较大，部分结论与优化调整建议还应按照国家当前对长江经济带发展的总体要求，针对流域开发已经造成的生态环境影响，从流域生态系统整体性和长江干流生态环境保护等角度，进行补充论证和完善。

三、对《规划》的环境合理性、可行性的总体评价

汤溪河流域位于《全国主体功能区规划》中的秦巴生物多样性生态功能区、三峡库区水土保持生态功能区，以及《全国生态功能区划（2015年修编版）》中的秦岭—大巴山生物多样性保护与水源涵养重要区，具有重要的生物多样性保护和水源涵养生态功能，流域中下游江口镇以下属于三峡水库回水区。流域已建、在建62座水电站基本为引水式开发，存在水电无序开发问题，部分河段有减水、脱水现象，干支流生态完整性已受到一定程度的破坏，河道自净能力下降，现状水源地等河段水质存在超标现象。按原《规划》方案实施后，流域内河流生境将进一步破碎化，局部河段水资源量将减少，本流域及长江三峡库区水污染负荷增加，本流域及长江三峡库区段区域生态安全将受到一定威胁。因此，规划应按照“把保护和修复长江生态环境摆在压倒性位置”“共抓大保护、不搞大开发”等要求，进一步明确以维护汤溪河流域及

长江干流生态安全和改善环境质量为总体目标，妥善处理开发与保护的关系，控制流域开发强度，将流域生态保护、修复与环境治理作为优先任务，完善和落实各项生态环境保护对策措施，有效预防和减缓《规划》实施的不良环境影响。

四、对《规划》优化调整和实施过程中的意见

（一）坚持生态优先，绿色发展的理念。

针对流域突出生态环境问题，进一步明确近远期环境目标和“三线一单”管控要求，作为《规划》实施的硬约束，纳入相关河长履职情况督察、考核重要内容。根据流域功能定位和环境目标，将流域生态保护和环境治理作为《规划》优先任务，立足于挖掘节水潜力调整流域水资源配置，优化《规划》开发方案，提出流域生态环境保护、治理、修复具体任务，切实维护流域生物多样性保护、水源涵养、水土保持等重要功能。

（二）严格保护生态空间，进一步优化《规划》空间布局。

将生态保护红线，流域源头区，天然流水生境保留率较高的茶山河等支流，三峡水库库尾以上流水江段，以及其他作为鱼类重要生境分布区或生态功能重要、敏感、具有重要保护价值的支流或河段列为禁止开发河段，保护鱼类重要栖息地、恢复河流基本生态功能。规划水电站中，渔泉一级、茶山电站涉及源头区鱼类产卵场、森林公园、风景名胜区等环境敏感区，鱼泉一级、鱼泉二级电站将对三峡水库库尾以上流水江段鱼类栖息保护地造成

影响，湾滩、牛角洞、千丘二级、鸡鸣二级、青杉等引水式电站对河流生态影响显著，建议不纳入本次规划。规划水库、灌区等工程应优化选址、规模、布局、建设时序，依法严格落实生态保护红线及自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水源保护区、水土流失重点预防区等敏感区域的保护要求。

（三）严格控制流域开发强度，优化开发任务。

结合工程所在区域供水、灌溉、防洪等任务的实际需求，优化向阳水库等水源工程的规模、开发任务、选址，控制向外流域调水的规模，优化流域水资源配置方案、优先满足流域生态环境用水，确保满足重要断面水质水量要求，改善减水河段和枯水期河道水生态环境，避免对流域内生态保护红线，自然保护区、风景名胜区、森林公园等重点生态功能区，鱼类“三场一通道”等重要生境，以及三峡库区生态环境产生不良影响。

（四）加强流域生态保护和修复。

明确干支流应恢复连通的重点河段，结合河流生态环境影响评估结论，对已建、在建水电站提出清理整顿方案，关停团滩河上游规模较小的双龙一级、双龙二级、天鹅湖、新华、团滩电站，保护团滩河鱼类栖息保护地。研究提出流域生态调度方案，对依法保留的水电站，针对相关环境敏感河段生态需水，严格落实相关工程和重要控制断面的生态流量要求。明确增殖放流、连通性恢复等流域生态环境修复任务和项目并纳入《规划》，确保改善汤

溪河干、支流生态环境质量。提出建立流域生态补偿机制、落实工农业节水措施等环保对策建议。

（五）严格控制流域污染物排放量，强化流域水环境综合整治，防范水环境风险，保障饮用水安全。

进一步统筹调整流域产业结构、调控高排放行业发展，优化水资源配置，控制入河污染物，强化流域巫溪云阳县界、三峡库区回水河段等重要水域水污染防治。加强水环境综合治理，确保饮用水水源保护区水质达标和流域水质改善。根据汤溪河沙市、江口、汤溪河大桥、干流入长江口，茶山、团滩河、南溪河、小溪河、石龙溪等主要支流入汤溪河河口等重要断面水环境质量目标，控制入河污染物，确保国家和地方考核断面水环境质量达标。

（六）全面推进河长制，加强流域综合管理，健全长效机制。

落实干支流生境保护、污染治理任务，建立健全水文、水环境、生态流量、水陆生生态等监测体系，根据动态监测情况，落实和完善环境保护对策措施。

（七）在《规划》实施过程中，适时开展环境影响跟踪评价。《规划》修编时应重新编制环境影响报告书。

五、对《规划》包含的近期建设项目环评的指导意见

《规划》所包含的近期建设项目在开展环境影响评价时，规划符合性分析等内容可适当简化，应结合生态空间保护与管控要求，在落实流域保护、治理、修复方案基础上，深入论证项目建

设可能产生的水生态、水环境影响及其对环境敏感区的影响，严格环境准入要求，制定切实可行的水污染防治措施和生态保护、补偿方案，预防或者减轻项目实施可能产生的不良环境影响。

此函。

重庆市环境保护局

2018年9月30日

抄送：开州区人民政府、云阳县人民政府、巫溪县人民政府，市发展改革委、市农委、市国土房管局、市林业局，开州区环保局、开州区水务局、云阳县环保局、云阳县水务局、巫溪县环保局、巫溪县水务局，市环境工程评估中心，重庆九天环境影响评价有限公司。

云阳县人民政府

云阳府〔2018〕253号

云阳县人民政府
关于《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划（2015—2030）》的批复

县环保局：

你局《关于报批〈重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划（2015—2030）〉的请示》（云环文〔2018〕242号）收悉。经研究，现批复如下：

一、原则同意《重庆市云阳县向阳水库水污染防治规划（2015—2030）》。

二、向阳水库水污染防治工作方案必须符合规划要求。

三、你局要加强规划实施管理，严格按照批准后的规划进行审批，加强规划实施中的跟踪管理等监管工作，确保规划的顺利实施。

此复

云阳县人民政府

2018年12月18日

由 扫描全能王 扫描创建

建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）：	重庆市向洋水资源开发有限公司	填表人（签字）：	陈忠平	建设单位联系人（签字）：	周钢

建设项目	项目名称	重庆市云阳县向阳水库工程				建设内容、规模	向阳水库工程由水源工程和输水工程两部分内容组成。水库正常蓄水位456.00m，死水位390.00m，兴利库容0.90亿m³，防洪限制水位448.2m，防洪库容0.174亿m³ 设计洪水位456.00m，校核洪水位458.27m，总库容1.10亿m³；回水长度为6.7km。工程等别为II等，工程规模为大（2）型。输水管线总长度109.05km			
	项目代码[1]	2018-500235-76-01-053857								
	建设地点	重庆市云阳县								
	项目建设周期（月）	57				计划开工时间	2020年1月			
	环境影响评价行业类别	农林水利				预计投产时间	2024年10月			
	建设性质	新建（迁建）				国民经济行业类型[2]	E4821水源及供水设施工程建筑			
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）					项目申请类别	新申项目			
	规划环评开展情况	已开展并通过审查				规划环评文件名	《汤溪河流域综合规划环境影响报告书》			
	规划环评审查机关	重庆市生态环境局				规划环评审查意见文号	渝环函〔2018〕1191号			
	建设地点中心坐标[3]（非线性工程）	经度	108.751388	纬度	31.284492	环境影响评价文件类别	环境影响报告书			
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度	108.751388	起点纬度	31.284492	终点经度		终点纬度	31.005274	工程长度（千米） 109.05
	总投资（万元）	440283.18				环保投资（万元）	14969.78			环保投资比例 3.40%
建设单位	单位名称	重庆市向洋水资源开发有限公司		法人代表	汤云中	评价单位	单位名称	南京国环科技股份有限公司		证书编号 A1901
	统一社会信用代码（组织机构代码）	91500235MA6083B265		技术负责人	刘本延		环评文件项目负责人	梁仲燕		联系电话 02586773160
	通讯地址	重庆市云阳县双江街道创业大道118号2-1		联系电话	18996807633		通讯地址	江苏省南京市玄武区花园路11号2号楼2层		

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）				排放方式
			①实际排放量（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[4]（吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）[5]	⑦排放增减量（吨/年）[5]	
污染物排放量	废水	废水量(万吨/年)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	不排放 ○间接排放：□市政管网 ◉□☑集中式工业污水处理厂 ○直接排放：受纳水体
		COD		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		氨氮		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		总磷		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		总氮		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	废气	废气量（万标立方米/年）		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	/
		二氧化硫		0.000	0.000	0	0.000	0	0	/
		氮氧化物		0.000	0.000	0	0.000	0	0	/
		颗粒物		0.000	0.000	0	0.000	0	0	/
		挥发性有机物		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	/

项目涉及保护区与风景名胜区的情况	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
	自然保护区							□避让 □减缓 □补偿 □建（多选）
	饮用水水源保护区（地表）			/				□避让 □减缓 □补偿 □建（多选）
	饮用水水源保护区（地下）			/				□避让 □减缓 □补偿 □建（多选）
	风景名胜区			/				□避让 □减缓 □补偿 □建（多选）

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码

2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2017)

3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标

4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量

5、⑦=③−④−⑤；⑥=②−④+③，当②=0时，⑥=①−④+③

植物种类名录

1 石杉科 Huperziaceae	
蛇足石杉	*Huperzia serrata* (Thunb. ex Murray) Trev.
2 石松科 Lycopodiaceae	
石松	*Lycopodium japonicum* Thunb.
垂穗石松	*Palhinhaea cernua* (L.) Vasc. et Franco
3 卷柏科 Selaginellaceae	
薄叶卷柏	*Lycopodioides delicatula* (Dcsv.) H. S. Kung
江南卷柏	*L. moellendorffii* (Hieron.) H. S. Kung
伏地卷柏	*L. nipponica* (Franch. et Sav.) Kuntze
4 木贼科 Equisetaceae	
问荆	*Equisetum arvense* L.
披散木贼	*E. diffusum D. Don*
笔管草	*Hippochaete debilis* (Roxb.) Ching
5 紫萁科 Osmundaceae	
紫萁	*Osmunda japonica* Thunb.
华南紫萁	*O. vachellii* Hook.
6 里白科 Gleicheniaceae	
芒萁	*Dicranopteris pedata* (Houtt.) Nakaike
中华里白	*Diplopetrygium chinense* (Ros.) Devol.
里白	*D. glaucum* (Thunb. ex Houtt.) Nakai
7 海金沙科 Lygodiaceae	
海金沙	*Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw.
8 碗蕨科 Dennstaedtiaceae	
边缘鳞盖蕨	*Microlepia marginata* (Panzer) C. Chr.
9 鳞始蕨科 Lindsaeaceae	
鳞始蕨	*Lindsaea odroata* Roxb.
乌蕨	*Sphenomeris chinensis* (L.) Maxon
10 蕨科 Pteridiaceae	
蕨	*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. *latiusculum* (Desv.) Underw et Heller
密毛蕨	*P. revolutum* (BL.) Nakai
11 凤尾蕨科 Pteridaceae	
溪边凤尾蕨	*Pteris excelsa* Gaud.
井栏边草	*P. multifida* Pori.
凤尾蕨	*P. nervosa* Thunb.
蜈蚣草	*P. vittata* L.
12 中国蕨科 Sinopteridaceae	
日本金粉蕨	*Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze
13 铁线蕨科 Adiantaceae	
铁线蕨	*Adiantum capillus-veneris* L.
14 裸子蕨科 Parkeriaceae	
凤丫蕨	*Coniogramme japonica* (Thunb.) Diels
15 蹄盖蕨科 Athriaceae	

日本蹄盖蕨	*Athyrium niponicum* (Mett.) Hance
假蹄盖蕨	*Athyriopsis japonica* (Thunb.) Ching
17 金星蕨科 Thelypteridaceae	
披针新月蕨	*Abacopteris penangiana* (Hook.) Ching
渐尖毛蕨	*Cyclosoru acuminatus* (Houtt.) Nakai
金星蕨	*Parathelypteris glauduligera* (Kze.) Ching
18 乌毛蕨科 Blchnaceae	
狗脊蕨	*Woodwardia japonica* (L. f.) Sm.
19 鳞毛蕨科 Dryopteridaceae	
斜方复叶耳蕨	*Arachniodes rhomboidea* (Wall. Ex mett.) Ching
镰羽贯众	*Cyrtomium balansae* (Christ) C. Chr.
贯众	*C. fortunei* J. Sm.
红盖鳞毛蕨	*Dryopteris erythrosora* (Eaton) O. Ktze.
稀羽鳞毛蕨	*D. sparsa* (D. Don.) O. Ktze.
对马耳蕨	*Polystichum tsus-simense* (Hook.) J. Sm.
20水龙骨科 Polypodiaceae	
瓦韦	*Lepisorus thunbergianus* (Kaulf.) Ching
石韦	*Pyrrosia lingua* (Thunb.) Farwell
庐山石韦	*P. sheareri (Baker) Ching*
21槲蕨科 Drynariaceae	
槲蕨	*Drynaria fortunei* (Kze.) J. Sm.
22苹科 Marsileaceae	
苹	*Marsilea quadrifolia* L.
23槐叶苹科 Salvinaceae	
槐叶苹	*Salvinia natans* (L.) All.
1 松科 Pinaceae	
马尾松	*Pinus massoniana* Lamb.
2 杉科 Taxodiaceae	
柳杉	*Cryptomeria fortunei* Hooibrenk ex Otto et Dietr. *
杉木	*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.
3 柏科 Cupressaceae	
柏木	*Cupressus funebris* Endl.
双子叶植物纲 Dicotyledoneae	
1 三白草科 Saururaceae	
蕺菜	*Houttuynia cordata* Thunb.
2 杨柳科 Salicaceae	
大叶杨	*Populus lasidcarpa* Oliv.
响叶杨	*P. adenopoda* Maxim.*
垂柳	*Salix babylonica* L. *
网脉柳	*S. dictyoneura* Seemen
3 胡桃科 Juglandaceae	
黄杞	*Engelhardtia roxburghiana* Wall.
化香树	*Platycarya strobilacea* Sieb. et Zucc.
湖北枫杨	*Pterocary hupehensis* Skan
枫杨	*P. stenoptera* C. DC.
4 桦木科 Betulaceae	
桤木	*Alnus cremastogyne* Burk. *

华南桦	*Betula austro-sinensis* Chun
亮叶桦	*B. luminifera* H. Winkl.
5 壳斗科 Fagaceae	
板栗	*Castanea mollissima* Bl. *
短刺米槠	*Castanopsis carlesii* (Hemsl.) Hay. var. *spinulosa* Chong et C. S. Chao
栲树	*C. fargesii* Franch.
麻栎	*Quercus acutissima* Carruth.
白栎	*Q. fabri* Hance
栓皮栎	*Q. variabilis* Bl.
6 榆科 Ulmaceae	
朴树	*Celtis sinensis* Pers.
羽叶山黄麻	*Trema laevigata* H.-M.
山黄麻	*T. orientalis* (L.) Bl.
7 桑科 Moraceae	
蔓构	*Broussonetia kaempferi* Sieb.
小构	*B. kazinoki* Sieb et Zucc.
构树	*B. papyrifera* (L.) L'Her. ex Vent.
菱叶冠毛榕	*Ficus gasparriniana* Miq.var. *laceratifolia* (Levl. et Vant.) Corner
尖叶榕	*F. henryi* Warb. ex Diels
异叶榕	*F. heteromorpha* Hemsl.
薜荔	*F. pumila* L.
尾尖爬藤榕	*F. sarmentosa* Buch.-Ham. ex J. E. Sm. var. *lacrymans* (Levl. Vant.) Corner
地果	*F. tikoua* Bur.
黄葛树	*F. virens* Ait. var. *sublanceolata* (Miq.) Corner*
葎草	*Humulus scandens* (Lour.) Merr.
桑	*Morus alba* L. *
8 荨麻科 Urticaceae	
野苎麻	*Boehmeria grandifolia* Wedd.
苎麻	*B. nivea* (L.) Giud.
序叶苎麻	*B. clidemioides* Miq. var. *diffusa* (Wedd.) Hand. -Mazz.
水麻	*Debregeasia edulis* (Sieb. et Zucc.) Wedd.
长叶水麻	*D. longifolia* (Burm. f.) Wedd
短齿楼梯草	*Elatostema brachyobontum* (H. -M) W. T. Wang
楼梯草	*E. involucratum* Fr. et Sav.
钝叶楼梯草	*E. obtusum* Wedd.
大蝎子草	*Girardinia palmate* (Forsk.) Gaud
糯米草	*Memorialis hirta* (Bl.) Wedd.
赤车	*Pellionia radicans* (Sieb. et Zucc.) Wedd.
大叶冷水花	*P. martinii* (Levl.) Hand. -Mazz.
透茎冷水花	*P. pumila* (L.) A. Gray
雾水葛	*Pouzolzia zeylanica* (L.) Benn.
红雾水葛	*P. sanguinea* (BL.) Merr.
9 蓼科 Polygonaceae	
金线草	*Antenoron filiforme* (Thunb.) Roberty et Vautier
丛枝蓼	*Polygonum caespitosum* Bl.
头花蓼	*P. capitatum* Buch. -Ham ex D. Don
火炭母	*P. chinensis* L.
毛脉蓼	*P. cillinerve* (Nakai) Ohwi

虎杖	*P. cuspidatum* Sieb. et Zucc.
水蓼	*P. hydropiper* L.
酸模叶蓼	*P. lapathifolium* L.
何首乌	*P. multiflorum* Thunb.
杠板归	*P. perfoliatum* L.
箭叶蓼	*P. sagittifolium* Levl. et Vant
酸模	*Rumex acetosa* L.
尼泊尔酸模	*R. nepalensis* Spreng
10 藜科 Chenopodiaceae	
藜	*Chenopodium album* L.
土荆芥	*C. ambrosioides* L.
小藜	*C. serotium* L.
11 苋科 Amaranthaceae	
土牛膝	*Achyranthes aspera* L.
柳叶牛膝	*A. longifolia* (Makino) Makino
喜旱莲子草	*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.
莲子草	*A. sessilis* (L.) DC
皱果苋	*Amaranthus virdus* L.
尾穗苋	*A. caudatus* L.
刺苋	*A. spinosus* L.
12 商陆科 Phytolaccaceae	
商陆	*Phytolacca acinosa* Roxb.
13 马齿苋科 Portulacaceae	
马齿苋	*Portulaca oleracea* L.
14 落葵科 Basellaceae	
落葵薯	*Anredera cordifolia* (Ten.) Steen. *
落葵	*Basella rubra* L. *
15 石竹科 Caryophyllaceae	
簇生卷耳	*Cerastium caespitosum* Gilib.
卷耳	*C. glomeratum* Thuill.
狗筋蔓	*Cucubalus baccifer* L.
繁缕	*Stellaria. media* (L.) Cyr.
16 毛茛科 Ranunculaceae	
卵叶银莲花	*Anemone begoniifolia* Lévl. et Vant.
打破碗花花	*A. hupehensis* Lem.
威灵仙	*Clematis chinensis* Osbeck
毛蕊铁线莲	*C. lasiandra* Maxim.
毛茛	*Ranunculus japonicus* Thunb.
石龙芮	*R. sceleratus* L.
杨子毛茛	*R. sieboldii* Miq.
17 木通科 Lardizabalaceae	
三叶木通	*Akebia trifoliata* (Thunb.) Koidz.
白木通	*A. trifoliata* (Thunb.) Koidz. var. *australis* (Diels) Rehd.
18 小檗科 Berberidaceae	
大叶小檗	*Berberis ferdinandi-coburgii* Schneid.
川鄂小檗	*B. henryana* Schneid.
假豪猪刺	*B. soulieana* Schneid.
粗毛淫羊藿	*Epimedium acuminatum* Franch.
淫羊藿	*E. oacuminatum* Franch.
宽苞十大功劳	*Mahonia eurybracteata* Fedde

十大功劳	*M. fortunei* (Lindl.) Fedde
南天竹	*Nandina domestica* Thunb.
19 防己科 Menispermaceae	
木防己	*Cocculus orbiculatus* (L.) DC.
四川轮环藤	*Cyclea sutchuenensis* Gagnep.
防己	*Sinomenium acutum* (Thumb.) Rehd. et Wils.
千金藤	*Stephania japonica* (Thunb.) Miers
20 木兰科 Magnoliaceae	
红茴香	*Illicium henryi* Diels
铁箍散	*Schisandrapropinqua* (Wall.)Baill.var. *sinensis* Oliv.
华中五味子	*S. sphenanthera* Rehd. et Wils.
21 樟科 Lauraceae	
樟	*Cinnamomum camphora* (L.) Presl *
狭叶阴香	*C. burmnnii* (C. G. & Th. Nees) Bl.var. *linerifolirm* (H. Lec.) N. Chao
香桂	*C. subavenium* Miq.
香叶树	*Lindera communis* Hemsl.
绒毛钓樟	*L. floribunda* (Allen) H. P. Tsui
山胡椒	*L. glauca* (Sieb. et Zucc.) Blume
绒毛山胡椒	*L. nacusua* (D. Don.) Merr
近轮叶木姜子	*Listea elongata* (Wall. ex Nees) Benth. et Hook. f. var. *subverticillata* (Yang) Yang et P. H. Huang
毛叶木姜子	*L. mollis* Hemsl.
绒叶木姜子	*L. wilsonii* Gamble
宜昌润楠	*Machilus ichangensis* Rehd. et Wils.
22 罂粟科 Papaveraceae	
紫堇	*Corydalis edulis* Maxim.
黄堇	*C. pallida* (Thunb.) pers.
小花黄堇	*C. racemosa* (Thunb.) Pers.
23 十字花科 Cruciferae	
小花南芥	*Arabis alpina* Linn.
荠菜	*Capsella brusa-pastoris* (L.) Medic
碎米荠	*Cardamine flexuosa* With.
蔊菜	*Rorippa cubia* (Rers.) Hara
24 景天科 Crassulaceae	
费菜	*Sedum aizoon* L.
凹叶景天	*S. emarginatum* Migo
垂盆草	*S. sarmentosum* Bunge
石莲花	*Sinocrassula indica* (Decne) Berger
25 虎耳草科 Saxifragaceae	
黄常山	*Dichroa febrifuga* Lour.
冠盖绣球	*Hydrangea anomala* D. don
西南绣球	*H. davidii* Franch.
鼠刺	*Itea chinensis* Hood.
矩形叶鼠刺	*I. oblonga* Hand. -Mazz.
虎耳草	*Saxifraga stonifera* Meerb.
26 海桐花科 Pittosporaceae	
木果海桐	*Pittosporum xylocarpum* Hu et Wang
海金子	*P. sahnianum* Gowda
崖花子	*P. truncatum* Pritz.

27 金缕梅科 Hamameledaceae	
枫香树	*Liquidambar formosana* Hance *
檵木	*Loropetalum chinensis* (R. Br.) Oliv.
28 蔷薇科 Rosaceae	
龙牙草	*Agrimonia pilosa* Ledeb.
匍匐栒子	*Cotoneaster adpressus* Bois
蛇莓	*Duchesnea indica* (Andr.) Focke
枇杷	*Eriobotryajaponica* (Thunb.) lindl. *
水杨梅	*Geum aleppicum* Jaca.
光叶石楠	*Photinia glabra* (Thanb.) Maxim.
翻白草	*Potentilla discolor* Bunge
三叶委陵菜	*P. fregniana* Bornmuller
蛇含委陵菜	*P. kleiniana* Wight. et Arn.
毛桃	*Prunus davidiana* (Carr.) Farnch.
桃	*P. persica* (L.) Batsch *
全缘火棘	*Pyracantha atalantioides* (Hance) Stapf
火棘	*P. fortuneana* (Maxim.) Li
麻梨	*Pyrus serrulata* Rehd. *
小果蔷薇	*Rosa cysoma* Tratt.
金樱子	*R. laevigata* Michx.
悬钩子蔷薇	*R. rubus* Levl. et Vant.
竹叶鸡爪茶	*Rubus bambusarum* Focke
山莓	*R. corchorifolius* L. f.
插田泡	*R. coreanus* Miq.
栽秧泡	*R. ellipticus* Smithvar. *obcordatus* Focke
高粱泡	*R. lambertianus* Seringe
羊尿泡	*R. malifolius* Focke
喜阴悬钩子	*R. mesogaeus* Focke
黄泡	*R. pectincllus* Maxim.
红毛悬钩子	*R. pinfanensis* Levl. et Vant.
川莓	*R. setchuenensis* Bureau et Franch.
中华绣线菊	*Spiraea chinensis* Maxim.
绒毛红果树	*Stranvaesia tomentosa* Yu et Ku
29 豆科 Leguminosae	
山槐	*Albizia kalkora* (Roxb.) Prain
紫云英	*Astragalus sinicus* L.
鄂羊蹄甲	*Bauhinia glauca* (Wall. ex Benth.) Benth. subsp. *H upehana* (Craib) T. Chen
云实	*Caesalpinia decapetala* (Roth) Alston
南蛇簕	*C. minax* Hance
杭子梢	*Campylotropis macrocarpa* (Bunge) Rehd.
小槐花	*Desmodium caudutum* (Thunb.) DC.
山蚂蝗	*D. racemosum* (Thunb.) DC.
波叶山码蝗	*D. sequax* Wall.
中华胡枝子	*Lespedeza chinensis* G. Don
截叶铁扫帚	*L. cuneata* (Dum.) G. Don
香花崖豆藤	*Millettia dielsiana* Harms
厚果崖豆藤	*M. pachycarpa* Benth.
葛	*Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi
刺槐	*Robinia pseudoacacia* L. *

白车轴草	*Trifolium repens* L.
窄叶野豌豆	*Vicia angustifolia* L.
广布野豌豆	*V. cracca* L.
救荒野豌豆	*V. sativa* L.
30 酢浆草科 Oxalidaceae	
酢浆草	*Oxalis corniculata* L.
31 牻牛儿苗科 Geraniaceae	
尼泊尔老鹳草	*Geranium nepalense* Sweet.
老鹳草	*G. wilfordii* Maxim.
32 亚麻科 Linaceae	
石海椒	*Reinwardtia indica* Dum.
33 芸香科 Rutaceae	
柑橘	*Citrus reticulata* Blauco *
橙	*C. sinensis* (L.) Osbeck *
飞龙掌血	*Toddalia asiatica* (L.) Lam.
竹叶花椒	*Zanthoxylum armatum* DC.
花椒	*Z. bungeanum* Maxim. *
蚬壳花椒	*Z. dissitum* Hemsl. *
野花椒	*Z. simulans* Hance
34 楝科 Meliaceae	
楝	*Melia azedarach* L.
川楝	*M. toosendan* Sieb. et Zucc. *
香椿	*Toona sinensis* (A. Juss.) Roem.*
35 大戟科 Euphorbiaceae	
铁苋菜	*Acalypha australis* L.
山麻杆	*Alchornea davidii* Franch.
重阳木	*Bischofia polycarpa* (Levl.) Airy Shaw.
泽漆	*Euphorbia helioscopia* L.
飞扬草	*E. hirta* L.
地锦	*E. humifusa* Willd.
通奶草	*E. indica* Lam.
大戟	*E. pekinensis* Rupr
钩腺大戟	*E. sieboldiana* Morr. et Dcne.
算盘子	*Glochidion puberum* (L.) Hutch.
粗糠柴	*Mallotus philipinensis* (Lam.) Muell. -Arg.
野桐	*M. tenuifolius* Pax
蜜柑草	*Phyllanthus matsumurae* Hayata
叶下珠	*P. urinria* L.
乌桕	*Sapium sebiferum* (L.) Roxb.
油桐	*Vernicia fordii* (Hemsl.) Airy-Shaw *
36 马桑科 Coriariaceae	
马桑	*Coriaria nepalensis* Wall.
37 漆树科 Anacrdiaceae	
盐肤木	*Rhus chinensis* Mill.
青麸杨	*R. potaninii* Maxim.
野漆树	*Toxicodendron succedaneum* (L.) Kuntze
38 冬青科 Aquifolliaceae	
刺叶冬青	*Ilex bilritsensis* Hayata
刺叶珊瑚冬青	*I. corallina* Franch.var. *aberrans* Hand Mazz.
大果冬青	*I. macrocarpa* Oliv.

冬青	*I. purpurea* Hassk.
39 卫矛科 Celastraceae	
南蛇藤	*Celastrus orbiculatus* Thunb.
栓翅卫矛	*Euonymus acanthocarpus* Franch.
卫矛	*E. alatus* (Thunb.) Sieb.
40 省沽油科 Staphyleaceae	
野鸦椿	*Euscaphis japonica* (Thunb.) Dippel
41 槭树科 Aceraceae	
青榨槭	*Acer davidii* Franch.
罗浮槭	*A. fabric* Hance
飞蛾槭	*A. oblongum* Wall. ex DC.
42 无患子科 Sapindaceae	
复羽叶栾树	*Koelreuteria bipinnata* Framch.
无患子	*Sapindus mukorossi* Gaertn. *
43 清风藤科 Sabiaceae	
山青木	*Meliosma kirkii* Hemsl. et Wils.
鄂西清风藤	*Sabia ritchieae* Rehd. et Wils.
44 鼠李科 Rhamnaceae	
多花勾儿茶	*Berchemia floribunda* (Wall.) Brongn.
勾儿茶	*B. sinica* Schneid
马甲子	*Paliuns ramosissimus* (Lour.) Poir.
长叶冻绿	*Rhamnus crenata* Sieb. et Zucc.
异叶鼠李	*R. heterophylla* Oliv.
梗花雀梅藤	*Sageretia henryi* Drumm et Sprague.
枣	*Ziziphus jujuba* Mill. *
45 葡萄科 Vitaceae	
蓝果蛇葡萄	*Ampelopsis bodinieri* (Levl. et Vant.) Rehd.
三裂叶蛇葡萄	*A. delavayana* Planch.
乌蔹莓	*Cayratia japonica* Gagn.
异叶爬山虎	*Parthenocissus dalzellii* Gagnep.
爬山虎	*P. tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Planch.
崖爬藤	*Tetrastigma obtectum* (Wall. ex Laws.) Planch.
三叶崖爬藤	*T. hemsleyanum* Diels
46 杜英科 Elaeocarpaceae	
薯豆	*Elaeocarpus japonicas* Sieb. et Zucc.
山杜英	*E. sylvestris* (Lour.) Poir.
47 锦葵科 Malvaceae	
白背黄花稔	*Sida rhombifolia* L.
地桃花	*Urena lobata* L.
梵天花	*Urena procumbens* Linn.
48 猕猴桃科 Actinidiaceae	
革叶猕猴桃	*Actinidia coriacea* (Fin. et Gagn) Dum
多花猕猴桃	*A. latifolia* (Gardn. Et Champ.) Merr.
毛背藤山柳	*Clematoclethra faberi* Franch.
49 山茶科 Theaceae	
油茶	*Camellia oleifera* Abel. *
茶	*C. Sinensis* (L.) O. Ktze. *
岗柃	*Eurya groffii* Merr
细枝柃	*E. loquiana* Dunn
细齿叶柃	*E. nitida* Korthals

钝叶柃	*E. obtusifolia* H. T. Chang
50 藤黄科 Guttiferae	
金丝桃	*Hypericum chinense* L.
地耳草	*H. japonicum* Thunb.
金丝梅	*H. patulum* Thunb. Ex Murray
元宝草	*H. sampsonii* Hance
51 堇菜科 Violaceae	
戟叶堇菜	*Viola betonicifolia* Sm.
长茎堇菜	*V. brunneostipulosa* Hand. –Mazz.
深圆齿堇菜	*V. davidii* Franch.
紫花堇菜	*V. grypocersa* A. Gray
紫花地丁	*V. yedoensis* Makino
堇菜	*V. verecunda* A. Gray
52 胡颓子科 Eiaeagnaceae	
宜昌胡颓子	*Elaeagnus henry* i Warb.
蔓胡颓子	*E. glabra* Thunb.
星毛胡颓子	*E. stellipila* Rehd
53 蓝果树科 Nyssaceae	
喜树	*Camptotheca acuminata* Decne. *
54 八角枫科 Alangiaceae	
八角枫	*Alangium chinensis* (Lour.) Harms
小花八角枫	*A. faberi* Oliv.
55 桃金娘科 Myrtaceae	
赤桉	*Eucalytus camaldulensis* Dehn. *
蓝桉	*E. globules* Labill. *
大叶桉	*E. robusta* Smith *
华南蒲桃	*Syzygium austrosinense* (Merr. et Perry) Cnang et Miau
56 野牡丹科 Melastomataceae	
展毛野牡丹	*Melastoma normalis* D. Don
锦香草	*Phyllagathis cavaleriei* (Levl. et Vant.) Guillaum.
楮头红	*Sarcopyramis nepalensis* Wall.
57 五加科 Araliaceae	
吴茱萸五加	*Acanthopanax evodiaefolius* Franch.
五加	*A. gracilistylus* W. W. Smith
刺五加	*A. senticosus* (Rupr. et Maxim) Harms.
楤木	*Aralia chinensis* L.
常春藤	*Hedera nepalensis* K. Koch var. *sinensis* (Tobl.) Rehd.
穗序鹅掌柴	*Scheffera delavayi* (Franch.) Harms ex Diels
58 伞形科 Umbelliferae	
积雪草	*Centella asiatica* (L.) Urban
鸭儿芹	*Cryptotaenia japonica* Hassk.
野胡萝卜	*Daucus carota* L.
红马蹄草	*Hydrocotyle nepalensis* Hook.
天胡荽	*H. sibthorpioides* Lan.
水芹菜	*Oenanthe decumbens* (Thunb.) K. Pol.
破子草	*Torilis japonica* (Houtt.) DC.
窃衣	*T. scabra* (Thunb.) DC.
59 山茱萸科 Cornaceae	
灯台树	*Cornus controversa* Hemsl.
中华青荚叶	*Helwingia chinensis* Batal.

60 杜鹃花科 Ericaceae	
米饭花	*Lyonia ovalifolia* (wall.) Drude
腺萼马银花	*Rhododendron bachii* Levl.
映山红	*R. simsii* Planch.
长蕊杜鹃	*R. stamineum* Franch.
无梗越橘	*Vaccinium henry* Hemsl.
61 紫金牛科 Myrsinaceae	
九管血	*Ardisia bervicaulis* Diels
朱砂根	*A. crenata* Sims
百两金	*A. crispa* (Thurb.) A. DC.
紫金牛	*A. japonica* (Thunb.) Bl.
杜茎山	*Maesa japonica* (Thunb.) Mor. ex Zoll
铁仔	*Mysine africana* L.
62 报春花科 Primulaceae	
过路黄	*Lysimachia christinae* Hance
聚花过路黄	*L. congestiflora* Hemsl.
大叶排草	*L. fordiana* Oliv.
重楼排草	*L. paridiformis* Franch.
63 柿树科 Ebenaceae	
乌柿	*Diospyros cathayensis* Steward
柿	*Diospyros kaki* Thunb. *
64 山矾科 Symplocaceae	
总状山矾	*Symplocos botryamtha* Franch.
光叶山矾	*S. lancifolia* Sieb. et Zucc.
黄牛奶树	*S. laurina* (Retz.) Wall.
四川山矾	*S. setchuensis* Brand.
65 木犀科 Oleaceae	
女贞	*Ligustrum lucidum* Ait *
小叶女贞	*L. quihoui* Carr.
小蜡	*L. sinen* Lour.
木犀	*Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour. *
66 马钱科 Loganiaceae	
巴东醉鱼草	*Buddleja albiflora* Hemsl.
大叶醉鱼草	*B. dabidii* Franch.
醉鱼草	*B. lindleyana* Fortune
67 夹竹桃科 Apocynaceae	
夹竹桃	*Nerium indicum* Mill
紫花络石	*Trachelospermum axillare* Hook. f.
湖北络石	*T. gracilipes* Hook. f.var. *hupehense* Tsiang et P. T. Li
68 萝摩科 Asclepiadaceae	
牛皮消	*Cynanchum auriculatum* Royle ex Wight
青蛇藤	*Periploca calophylla* (wight) Falc.
69 旋花科 Convolvulaceae	
篱天剑	*Calystegia sepium* (L.) R. Br.
菟丝子	*Cuscuta chinensis* Lam.
70 紫草科 Boraginaceae	
多苞斑种草	*Bothriospermum secundum* Marim.
紫草	*Lithospermum erythrorrhizon* Sieb. et Zucc.
附地菜	*Trigonotis peduncularis* (Trev.) Benth. ex S. Moore et Baker
71 马鞭草科 Verbenaceae	

紫珠	*Callicarpa bodinieri* Levl.
老鸦糊	*C. giraldii* Hesse ex Rehd.
藤紫珠	*C. peii* H. T. Chang
臭牡丹	*Clerodendrum bungei* Steud.
马鞭草	*Verbena officinalis* L.
黄荆	*Vitex negundo* L.
牡荆	*V. negundo* Linn. var. *cannabifolia* Sieb. Et Zucc.) Hand. – Mazz.
72 唇形科 Labiatae	
金疮小草	*Ajuga decumbens* Thunb.
风轮菜	*Clinopodium chinense* D. Ktze
细风轮菜	*C. gracile* (Benth.) Matsum.
香薷	*Elshotzia ciliata* (Thunb.) Hyland.
活血丹	*Glecoma longituba* (Nakai) Kuprian
益母草	*Leonurus artemisis* (Lour.) S. Y. Hu
野薄荷	*Mentha haplocalyx* Briq.
石香薷	*Mosla chinensis* Maxim.
石荠苎	*M. scabra* (Thunb.) C. Y. Wu et H. W. Li
紫苏	*Perilla frutescens* (Linn.) Britt.
夏枯草	*Prunella vulgaris* L.
黄芩	*Scutellaria caudifolia* Sun ex C. H. Hu
73 茄科 Solanaceae	
假酸浆	*Nicandra physalodes* (Linn.) Gaertner
白英	*Solanum lyvatum* Thunb.
刺天茄	*S. indicum* L.
龙葵	*S. nigrum* L.
74 玄参科 Scrophulariaceae	
纤细通泉草	*Mazus gracilis* Hemsl.
通泉草	*M. japonicus* (Thunb.) O. Ktze.
沟酸浆	*Mimulus tenellus* Bunge
白花泡桐	*Paulownia fortunei* (Seem.) Hemsl. *
婆婆纳	*Veronica didyma* Tenore
四川婆婆纳	*V. szechuanica* Batal.
腹水草	*Verionicastrum stenostachyum* (Hemsl.) Yamazak
75 苦苣苔科 Gesneriaceae	
半蒴苣苔	*Hemiboea henryi* Clarke
异叶吊石苣苔	*Lysionotus heterophyllus* Franch.
中华石蝴蝶	*Petrocosmea sinensis* Oliv.
76 爵床科 Acanthaceae	
白接骨	*Asystasia chinensis* (S. Moore) E. Hossain
狗肝菜	*Dicliptera chinensis* (L.) Nees
水蓑衣	*Hygrophila salicifolia* (Vahl.) Nees
77 车前科 Plantaginaceae	
车前	*Plantago asiatica* L.
平车前	*P. depressa* Willd.
大车前	*P. major* L.
78 茜草科 Rubiaceae	
猪殃殃	*Galium aparine* Linn. Sp. Pl. var. *tenerum* (Gren. et Godr.) Reichb.
四叶葎	*G. bungei* Steud.

小叶猪殃殃	*G. verum* L.
栀子	*Gardenia jasminoides* Ellis
污毛粗叶木	*Lasianthus hartii* thunb.
厚叶玉叶金花	*Mussaenda erosa* Champ.
玉叶金花	*M. pubescens* Ait. f.
鸡矢藤	*Paederia scandens* (Lour.) Merr.
茜草	*Rubia cordifolia* L.
六月雪	*Serissa foetida* Comm.
79 忍冬科 Caprifoliaceae	
淡红忍冬	*Lonicera acuminata* Wall.
忍冬	*L. japonica* Thunb.
接骨草	*Sambucus chinensis* Lindl.
金山荚蒾	*Viburnum chinshanense* Graebn.
宜昌荚蒾	*V. erosum* Thunb.
直角荚蒾	*V. foetidum* Wall. var. *rectangulatum* (Graebn.) Rehd.
皱叶荚蒾	*V. rhytidophyllum* Hemsl.
80 败酱科 Valerianaceae	
少蕊败酱	*Patrinia monandra* C. B. Clarke
白花败酱	*P. villosa* Juss.
81 葫芦科 Cucurbitaceae	
绞股蓝	*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino
头花赤飑	*Thladiantha capitata* Cogn.
川赤飑	*T. davidii* Franch.
82 桔梗科 Campanulaceae	
丝裂沙参	*Adenophora capillaris* Hemsl.
党参	*Codonopsis bicolor* Nennf.
83 菊科 Compositae	
下田菊	*Adenostemma lavenia* (L.) O. Kuntze.
腺梗菜	*Adenocaulon himalaicum* Edgew.
香青	*Anaphalis sinica* Hance
苦蒿	*Artemisia apiacea* Hance
茵陈蒿	*A. copillaris* Thunb.
野艾蒿	*A. lavandulaefolia* DC.
魁蒿	*A. princeps* Pamp.
三脉紫菀	*Aster ageratoides* Turcz.
鬼针草	*Bidens bipinnata* L.
天名精	*Carpesium abrotanoides* L.
大蓟	*Cirsium japonicum* DC.
小蓬草	*Conyza canadensis* (L.) Cronq.
野茼蒿	*Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore
野菊	*Dendranthema indicum* (L.) Des Moul.
鱼眼菊	*Dichrocephala auriculata* (Thunb.) Druce
鼠麴草	*Gnaphalium affine* D. Don
苦荬菜	*Ixeris denticulata* (Houtt.) Stebb.
山莴苣	*Lactuca indica* Maxim.
紫菊	*Notoseris gracilipes* Shih
千里光	*Saussurea. scandens* Buch. -Ham.
蒲儿根	*S. oldhamlanus* Maxim.
豨莶草	*Siegesbeckia orientalis* L.
蒲公英	*Taraxacum mongolicum* Hand. -Mazz.

苍耳	*Xanthium sibirium* Patrin
黄鹌菜	*Youngia japonica* (L.) DC.
单子叶植物纲 Monocotyledoneae	
84 禾本科 Gramineae	
看麦娘	*Alopecurus aepualis* Sobol.
荩草	*Arthraxon hispidus* (Thunb.) Madino
茅叶荩草	*A. lanceolatus* (Roxb.) Hochst.
野古草	*Arundinella hirta* (Thumb.) Tanaka var. *depauperata* Keng
白羊草	*Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng
雀麦	*Bromus japonicus* Thunb.
狗牙根	*Cynodon dactylon* (L.) Bers.
麻竹	*Dendrocalamus latiflorus* Munro *
发草	*Deschampsia caespitosa* (L.) Beuv.
野青茅	*Deteuxia arundincea* (L.) Beauv.
糙野青茅	*D. scabrescens* (Griseb.) Munro
十字马唐	*Digitaria cuusiata* A. Camus.
马唐	*D. sanguinalis* (L.) Beauv.
紫马唐	*D. violascens* Link
光头稗	*Echinochloa colonum* (L.) Link
稗子	*E. crusgalli* (L.) Beauv.
牛筋草	*Eleusine indica* (L.) Gaertn
知风草	*Eragrostis ferruginea* (Thunb.) Beauv.
画眉草	*E. pilosa* (L.) Beauv.
黄茅	*Heteropogon contortus* (L.)
丝茅	*Imperata koenigii* (Retz.) Beauv.
千金子	*Leptochloa chinensis* (L.) Nees
淡竹叶	*Lophatherum gracile* Brohgn.
竹叶茅	*Microstegium nudum* (Trin.) A. Camus
芒	*Miscanthus sinensis* Anders.
竹叶草	*Oplimenus compositus* (L.)Beauv.
圆果雀稗	*Panicum orbiculare* G. Forst.
狼尾草	*Pennisetum alopecuroides* (L.) Spreng
刚竹	*Phyllostachys bambusoides* Sieb et Zucc.
水竹	*P. congesta* Rendle
毛竹	*P. pubescens* Mazel
白顶早熟禾	*Poa acroleuca* Steud.
早熟禾	*P. annua* L.
金发草	*Pogonatherum paniceum* Hack.
棒头草	*Polypogon fugax* Nees ex Steud.
鹅观草	*Roegneria kamoji* Ohwi
斑茅	*Saccharum arundinaceum* Retz.
皱叶狗尾草	*Setaria excurrens* (Trin.)Miq.
棕叶狗尾草	*S. palmifolia* (Koen) Stapf
狗尾草	*S. viridis* (L.)Beauv.
慈竹	*Sinocalamus affinis* (Rendle) Meclure
黄背草	*Themeda japonica* (Willd.) Tanaka
85 莎草科 Cyperaceae	
浆果苔草	*Carex baccans* Nees
粟褐苔草	*C. brunnea* Thunb.
十字苔草	*C.cruciata* Wahlenb.

垂穗苔草	*C. dimorpholepis* Steud.
碎米莎草	*C. iria* L.
扁穗莎草	*Cyperus compressus* L.
毛轴莎草	*C. pilosus* Vahl
香附子	*C. rotundus* L.
丛毛羊胡子草	*Eriophorum comsum* Nees
水蜈蚣	*Kyllinga brevifolia* Rottb.
砖子苗	*Mariscus umbellatus* Vahl
萤蔺	*Scirpus juncoides* Roxb.
黑鳞珍珠茅	*Scleria hookeriana* Bocklr.
高杆珍珠茅	*S. terrestris* (L.) Foss.
86 天南星科 Araceae	
石菖蒲	*Acorus tatarinowii* Schott
海芋	*Alocasia macrorrhiza* (L.) Schott
一把伞南星	*Arisaema erubescens* (Wall.) Schott
天南星	*A.heterophyllum* Bl.
棒头南星	*A. clavatum* Buchet.
异叶南星	*A. heterophyllum* Bl.
大野芋	*Colocasia. gigantea* (BI.) Hook.f
梨头尖	*Typhonium divaricatum* (L.) Decne.
87 鸭跖草科 Commelinaceae	
饭包草	*Commelina bengalensi* s L.
鸭跖草	*C. communis* L.
杜若	*Pollia japonica* Thunb.
88 百部科 Stemonaceae	
大百部	*Stemona tuberosa* Lour.
89 百合科 Liliaceae	
羊齿天门冬	*Asparagus filicinus* Buch-Ham
大百合	*Cardiocrinum giganfeum* (Wall.) Makno
万寿竹	*Disporopsis cantoniense* (Lour.) Merr
宝铎草	*D. sessile* (Thunb.) D. Don
野百合	*Lilium brownii* F. E. Brown
禾叶山麦冬	*Liriope graminfolia* (L.) Baker
林生沿阶草	*Ophiopogon sylvicola* Wang et Tang
卷叶黄精	*Polygonatum cirrhifolium* (Wall.) Royle
菝葜	*Smilax china* L.
土茯苓	*S. glabra* Roxb.
马甲菝葜	*S. lonceifolia* Roxb.
鞘柄菝葜	*S. stans* Maxim.
90 石蒜科 Amaryllidaceae	
大叶仙茅	*Curculigo capitulate* (Lour.) O. Kuntze
91 薯蓣科 Dioscoreaceae	
参薯	*Dioscorea alata* L.
薯莨	*D. cirrhosa* Lour.
野山药	*D. japonica* Thunb.
薯蓣	*D. opposita* Prain et Burk.
92 鸢尾科 Iridaceae	
蝴蝶花	*I. japonica* Thunb.
93 芭蕉科 Musaceae	
芭蕉	*Musa basjoo* Sieb. et Zucc.

94 姜科 Zinqiberaceae	
山姜	*Alpinia japonica* (Thunb.) Miq.
箭杆枫	*A. stachyodes* Hance
95兰科 Orchidaceae	
白及	*Bletilla striata* (Thunb. ex A. Murray) Rchb. f.
春兰	*Cymbidium goeringii* (Rchb. F.) Rchb. F.
小羊耳蒜	*Liparis fargesii* Finet
舌唇兰	*Platanthera japonic* a (Thunb. Ex A. Marray) Lindl.

两栖动物类

种名	保护级别	区系	来源	评价范围	淹没区	水源工程区	输水工程区
无尾目SALIENTA							
蟾蜍科Bufonidae							
中华蟾蜍 *Bufo gargarizans* Cantor.		广布种	目视	√	√	√	√
姬蛙科Microhylidae							
饰纹姬蛙 *Microhyla ornata*		华中华南区	文献	√		√	
蛙科Ranidae							
沼蛙 *Hylarana guentheri* Boulenger	市	华中华南区		√	√	√	
棘腹蛙*Pana boulengeri*	市	华中区	目视	√	√		√
牛蛙 *Pana catesbiana* Shaw			声音/访问	√	√	√	√
黑斑侧褶蛙 *Rana nigromaculata*	市	古北东洋两界	文献	√	√		√

爬行动物类

种名	保护级别	区系	来源	评价范围	淹没区	水源工程区	输水工程区
有鳞目SQUAMATA							
壁虎科 Gekkonidae							
蹼趾壁虎Gekko subpalmatus		华中华南区	访问	√	√	√	√
蜥蜴科Lacertidae							
北草蜥Takydromus septentrionals		古北东洋两界	目视	√	√		√
石龙子科							
铜蜓蜥Sphenomorphus indicus		东洋种	访问	√	√		√
游蛇科Colubridae							
翠青蛇Cyclophiops major		华中华南区	目视	√			
赤链蛇Dinodon rufozonatum		古北东洋两界	访问	√		√	√
黑眉锦蛇Elaphe taeniura Cope.		古北东洋两界	目视	√	√		√
乌华游蛇Sinonatrix percarinata		华中华南区	目视	√			
乌梢蛇Zaocys dhumnades		华中华南区	目视	√		√	√
蝰科Viperidae							
竹叶青蛇 *Trimeresurus stejnegeri*		华中华南区	目视	√	√		√

鸟类

目别	科	种名	学名	居留型	区系	保护级别	数据来源	评价范围	淹没区	水源工程区	输水工程区
佛法僧目			CORACIIFORMES								
	翠鸟科		Alcedinidae								
		普通翠鸟	*Alcedo atthis*	R	C		目视	√	√		
戴胜目			UPUPIFORMES								
	戴胜科	戴胜	*Upupa epops*	S	C		访问	√			√
鸡形目			GALLIFORMES								
	雉科		Phasianidae								
		鹌鹑	*Coturnix japonica*	R	P		目视	√	√	√	√
		雉鸡	*Phasianus colchicus*	R	C		访问	√			√
		环颈雉	*Phasianus colchicus*	R	C		访问	√			√
		灰胸竹鸡	*Bambusicola thoracica*	R	O	市	目视-死	√			√
		白鹇	*Lophura nycthemera*	R	C	II	目视	√			
鸽形目			COLUMBIFORMES								
	鸠鸽科		Columbidae								
		珠颈斑鸠	*Spilopelia chinensis*	R	O		目视	√	√	√	√
		山斑鸠	*Spilopelia orientalis*	R	C		文献	√			
鹃形目			CUCULIFORMES								
	杜鹃科		Cuculidae								
		大鹰鹃	*Cuculus sparverioides*	S	C		文献	√			
		四声杜鹃	*Cuculus micropterus*	S	C	市	访问	√			
		大杜鹃	*Cuculus canorus*	S	C		文献	√			
鹳形目			CICONIIFORMES								
	鹭科		Ardeidae								
		夜鹭	*Nycticorax nycticorax*	S	C		目视	√	√	√	√
		牛背鹭	*Bubulcus coromandus*	S	O		目视	√	√	√	√
		白鹭	*Egretta garzetta*	R	O		目视	√	√	√	
		苍鹭	*Ardea cinerea*	R	C		目视	√	√	√	
		池鹭	*Ardeola bacchus*	R	O		目视	√	√	√	
隼形目			FALCONIFORMES								
	鹰科		Accipitridae								
		黑鸢	*Milvus migrans*	R	C	II	文献	√			
		普通鵟	*Buteo buteo*	S	P	II	目视	√			√
	隼科		Falconidae								

		红隼	*Falco tinnunculus*	R	C	II	文献	√			
鴷形目			PICIFORMES								
	啄木鸟科		Picidae								
		斑姬啄木鸟	*Picumnus innominatus*	R	O		文献	√			
		大斑啄木鸟	*Dendrocopos major*	R	P		文献	√			
		灰头绿啄木鸟	*Picus canus*	R	C		文献	√			
雀形目			PASSERIFORMES								
	卷尾科		Dicruridae								
		黑卷尾	*Dicrurus macrocercus*	S	C		文献	√			
		灰卷尾	*Dicrurus leucophaeus*	S	C		文献	√			
	雅雀科		Paradoxomithidae								
		棕头鸦雀	*Sinosuthora webbiana*	R	O		文献	√			
	画眉科		Timaliidae								
		白颊噪鹛	*Garrulax sannio*	R	O		目视	√	√	√	√
		黑脸噪鹛	*Garrulax perspicillatus*	R	O		文献	√			
		白领凤鹛	*Yuhina diademata*	R	O		文献	√			
		褐头雀鹛	*Alcippe cinereiceps*	R	O		文献	√			
		红头穗鹛	*Stachyris ruficeps*	R	O		文献	√			
		画眉	*Garrulax canorus*	R	O		访问	√		√	√
		矛纹草鹛	*Babax lanceolatus*	R	O		文献	√			
		斑胸钩嘴鹛	*Pomatorhinus erythrocnemis*	R	C		文献	√			
	雀科		Pssseridae								
		麻雀	*Passer montanus*	R	C		目视	√			
		山麻雀	*Passer rutilans*	R	C		文献	√			
	梅花雀科		Estrididae								
		白腰文鸟	*Lonchura striata*	R	C		文献	√			
	燕雀科		Fringillidae								
		黑尾蜡嘴雀	*Eophona migratoria*	S	C		文献	√			
		金翅雀	*Carduelis sinica*	R	C		目视	√	√	√	
	鹡鸰科		Motacillidae								
		白鹡鸰	*Motacilla alba*	R	P		目视	√	√	√	√
		树鹨	*Anthus hodgsoni*	S	P		文献	√			
	山椒鸟科		Campephagidae								
		长尾山椒鸟	*Pericrocotus ethologus*	S	O		文献	√			
	鸫科		Turdidae								
		白额燕尾	*Enicurus leschenaulti*	R	O		目视	√	√	√	√
		北红尾鸲	*Phoenicurus auroreus*	R	P		目视	√	√	√	

		红尾水鸲	*Rhyacornis fuliginosa*	R	C		目视	√	√	√	
		红胁蓝尾鸲	*Tarsiger cyanurus*	R			文献	√			
		紫啸鸫	*Myophonus caeruleus*	R	C		目视	√			
		白顶溪鸲	*Chaimarrornis leucocephalus*	R	P		目视	√	√	√	
		栗腹矶鸫	*Monticola rufiventris*	R	C		文献	√			
		鹊鸲	*Copsychus saularis*	R	O		目视	√	√		√
		乌髇	*Turdus merula*	R	C		目视	√	√	√	
	伯劳科		Laniidae								
		棕背伯劳	*Lanius schach*	R	O		目视	√	√		√
		虎纹伯劳	*Lanius tigrinus*	R	O		文献	√			
	椋鸟科		Sturnidae								
		八哥	*Acridotheres cristatellus*	R	O		目视	√	√		
		丝光椋鸟	*Sturnus sericeus*	R	O		文献	√			
	燕科		Hirundinidae								
		家燕	*Hirundo rustica*	S	C		目视	√	√	√	√
		金腰燕	*Cecropis daurica*	S	C		访问	√			√
	扇尾莺科		Cisticolidae								
		纯色山鹪莺	*Prinia inornata*	R	O		文献	√			
	莺科		Sylviidae								
		强脚树莺	*Cettia fortipes*	R	O		文献	√			
		黄腹树莺	*Cettia acanthizoides*	R	O		文献	√			
	鹎科		Pycnonotidae								
		黄臀鹎	*Pycnonotus xanthorrhous*	R	O		目视	√	√	√	√
		白头鹎	*Pycnonotus sinensis*	R	O		目视	√	√	√	√
		领雀嘴鹎	*Spizixos semitorques*	R	O		目视	√	√		
		绿翅短脚鹎	*Hypsipetes mcclellandii*	R	O		目视	√			√
	绣眼鸟科		Zosteropidae								
		暗绿绣眼鸟	*Zosterops japonicus*	S	O		文献	√			
	黄鹂科		Oriolidea								
		黑枕黄鹂	*Oriolus chinensis*	S	C		目视	√	√		
	鸦科		Corvidae								
		红嘴蓝鹊	*Urocissa erythrorhyncha*	S	C		目视	√	√	√	√
		松鸦	*Garrulus glandarius*	S	P		文献	√			
		喜鹊	*Pica pica*	S	P		目视	√	√	√	√
	河乌科		Cinclidae								
		褐河乌	*Cinclus pallasii*	S	C		目视	√	√	√	
	鹟科		Muscicapidae								

		铜蓝鹟	*Eumyias thalassinus*	R	O		文献	√			
	长尾山雀科		Aegithalidae								
		红头长尾山雀	*Aegithalos concinnus*	R	O		目视	√	√		√
	山雀科		Paridae								
		大山雀	*Parus major*	R	C		目视	√	√		√
		绿背山雀	*Parus monticolus*	R	O						
	花蜜鸟科		Nectariniidae								
		叉尾太阳鸟	*Aethopyga christinae*	R	C		目视	√			√
	鹀科		Emberizidae								
		三道眉草鹀	*Emberiza cioides*	R	P		文献	√			
		小鹀	*Emberiza pusilla*	R	P		目视	√			√

居留类型中，R为留鸟，S为候鸟；分布区系中，O为东洋界，C为广布种，P为古北界。

兽类名录

目	科	中文种名	学名	保护级别	分布型	数据来源	评价范围	淹没区	水源工程区	输水工程区
食虫目			Insectivora							
	蝟科		Erinaceidae							
		普通刺猬	*Erinaceus europaeus*		N	文献	√			
翼手目			Chiroptera							
	蝙蝠科		*Vespertilionidae*							
		东方蝙蝠	*Vespertilio sinensis*		O	目视	√	√	√	
食肉目			Carnivora							
	鼬科		Mustelidae							
		鼬獾	*Melogale moschata*		W	文献	√			
偶蹄目			Artiodactyla							√
	猪科		Suidae							
		野猪	*Sus scrofa*		N	访问	√			
啮齿目			Rodentia							
	松鼠科		Sciuridae							
		赤腹丽松鼠	*Callosciurus erythraeus*		W	目视	√			√
	鼠科		Muridae							
		黑线姬鼠	*Apodemus agrarius*		N	访问	√			√
		褐家鼠	*Rattus norvegicus*		N	访问	√	√	√	
		小家鼠	*Mus musculus*		N	访问	√		√	√
兔形目			Lagomorpha							
	兔科		Leporidae							
		草兔	*Lepus capensis*		W	访问	√	√		√
分布型中:W:东洋型;O:广泛分布型;N:北方型。										

重庆市云阳县向阳水库工程

环境影响评价公众参与说明书

建设单位：重庆市向洋水资源开发有限公司

二〇一九年十月

目录

1 概述.....1
2 首次环境影响评价信息公开情况.....2
2.1 公开内容及日期.....2
2.2 公开方式.....2
2.2.1 网络.....2
2.2.2 其他.....3
2.3 公众意见情况.....4
3 征求意见稿公示情况.....4
3.1 公示内容及时限.....4
3.2 公示方式.....4
3.2.1 网络.....4
3.2.2 报纸.....6
3.2.3 张贴.....9
3.2.4 其他.....12
3.3 查阅情况.....12
3.4 公众提出意见情况.....12
4 其他公众参与情况.....12
5 公众意见处理情况.....13
5.1 公众意见概述和分析.....13
5.2 公众意见采纳情况.....13
5.3 公众意见未采纳情况.....13
6 其他.....14
7 附件.....15

1 概述

环境影响评价公众参是建设项目环境影响评价和工程验收评价的重要组成部分，是完善决策的一种有效方法，有助于加深对建设项目潜在影响的了解，有助于确定出符合实际的替代方案和设计方案以及环境影响减缓措施。让与该项目有直接或间接关系的广大民众也参与环境影响评价，并提出自己对该建设项目所持的态度，从自己的利益和公众的利益，发表自己就该建设项目对周围环境影响的观点，以达到评价工作的完善和公正，得到项目所在区域广大群众和居民的理解和支持，使建设项目的环境影响评价更加民主化、公众化。了解公众对项目实施的态度和意见，收集公众对项目建设带来环境影响的建议与要求，对完善项目建设方案十分有益。

《重庆市云阳县向阳水库工程》项目由重庆市向洋水资源开发有限公司（原云阳县宏源水利开发有限责任公司）于 2017 年 12 月委托南京国环科技股份有限公司（以下简称“环评单位”）承担环境影响评价工作。根据《环境影响评价公众参与暂行办法》有关规定，我公司将该项目环境影响评价工作于 2017 年 12 月 27 日在云阳网进行第一次公示，公示期为 10 个工作日，第一次公示期间未收到任何公众意见及反馈；2019 年 1 月 10 日，我公司按照《中华人民共和国环境影响评价法》、《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）中的相关规定，在重庆市云阳县人民政府网站上进行环境影响评价征求意见稿公示（第二次公示）。为了更广泛的征求群众意见，我公司于 2019 年 1 月 12 日和 2019 年 1 月 15 日，以报纸形式于云阳报进行第二次公示，征求与该项目环境影响有关的意见，公示期为 10 个工作日，第二次公示期满未收到任何公众意见及反馈。

2 首次环境影响评价信息公开情况

2.1 公开内容及日期

为征求社会公众对项目环评的意见，在环评工作启动后，我公司于 2017 年 12 月 27 日发布了首次环境影响评价信息公示。

信息公开内容主要包括以下几个方面：

1.建设项目名称及项目简介；2.项目建设单位及其联系方式；3.项目评价单位及其联系方式；4.环境影响评价工作程序和主要工作内容：（1）环境影响评价的工作程序，（2）主要工作内容；5.征求公众意见的主要事项。

2.2 公开方式

2.2.1 网络

2017 年 12 月 27 日，我公司在云阳网（http://www.yunyangwang.com/）发布了第一次公示信息。

云阳网始建于 2008 年 8 月，由云阳县委宣传部主办，云阳报社承办，是云阳县新闻发布量最大、最具权威性的新闻门户网站，是外界了解云阳、获取云阳新闻信息的桥梁和窗口。2012 年 8 月，云阳网荣获重庆市首批文明网站荣誉称号，2013 年 3 月又成功晋级全市首批具有新闻资质的区县新闻网站。云阳网集云阳报、云阳电视台、政务微博、手机报等各大媒体新闻资源于一体，资讯源丰富。是云阳县网上新闻的独家代理，及时高效全面地提供云阳本地新闻，被新华网、人民网、凤凰网、华龙网等多家网络媒体友情链接和定向转发，网站设有新闻信息、专题专栏、市民服务三个大板块，包含工业、农业、生态、旅游、文化等 16 个专题和 14 个固定栏目，已成为云阳最具影响力的强势媒体。选择在云阳网上公示符合《环境影响评价公众参与办法》要求。

首次公示网络截图见图 2-1。


网站导航 - 网站地图 关于我们 网上有害信息举报 电话：023-55128171

云阳网 地方门户 权威声音 www.yunyangwang.com 站内 搜索

首页 头条 要闻 时政 乡镇 专题 视频 摄影 旅游 生活

您的位置：资讯中心>时政

重庆市云阳县向阳水库工程环境影响评价第一次信息公示

2017年12月07日10:56:31 来源：云阳网 编辑：管理员

云阳县位于重庆市东北部的长江两岸，三峡库区腹心，是三峡库区沿江生态经济走廊承东启西、南引北联的重要枢纽。为合理利用区域水资源、优化区域水空间、保障区域水安全，《水利改革发展“十三五”规划》、《重庆市水利发展战略规划》、《重庆市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《重庆市水利发展“十三五”规划》以及《云阳县“十三五”发展规划》等各级规划均提出兴建重庆市云阳县向阳水库工程。

向阳水库工程是重庆市拟建重点水源工程之一，位于重庆市云阳县北部团滩河干流上，是一座以供水、灌溉及农村人畜饮水为主，兼顾防洪，并具有扶贫、发电等综合利用效益的水利工程。

为充分了解社会各界对该项目建设的意见，更好地做好环境保护工作，根据《环境影响评价公众参与暂行办法》有关规定，云阳县水务局现将重庆市云阳县向阳水库工程环境影响评价工作进行公告，向公众公开项目环境评价的有关信息，征求公众意见。

一、建设项目名称及项目简介

名称：重庆市云阳县向阳水库工程

建设内容及规模：向阳水库正常蓄水位为456.00m，相应库容为1.038亿m3；校核洪水位为458.39m，相应总库容为1.097亿m3；死水位为390.00m，相应死库容为0.137亿m3。工程等别为Ⅱ等，工程规模为大（2）型。

图 2-1 环境影响评价第一次公示网页截图

2.2.2 其他

首次环境影响评价未采取其他方式进行信息公开。

2.3 公众意见情况

首次环境影响评价信息公开公示期间，未收到反馈意见。

3 征求意见稿公示情况

3.1 公示内容及时限

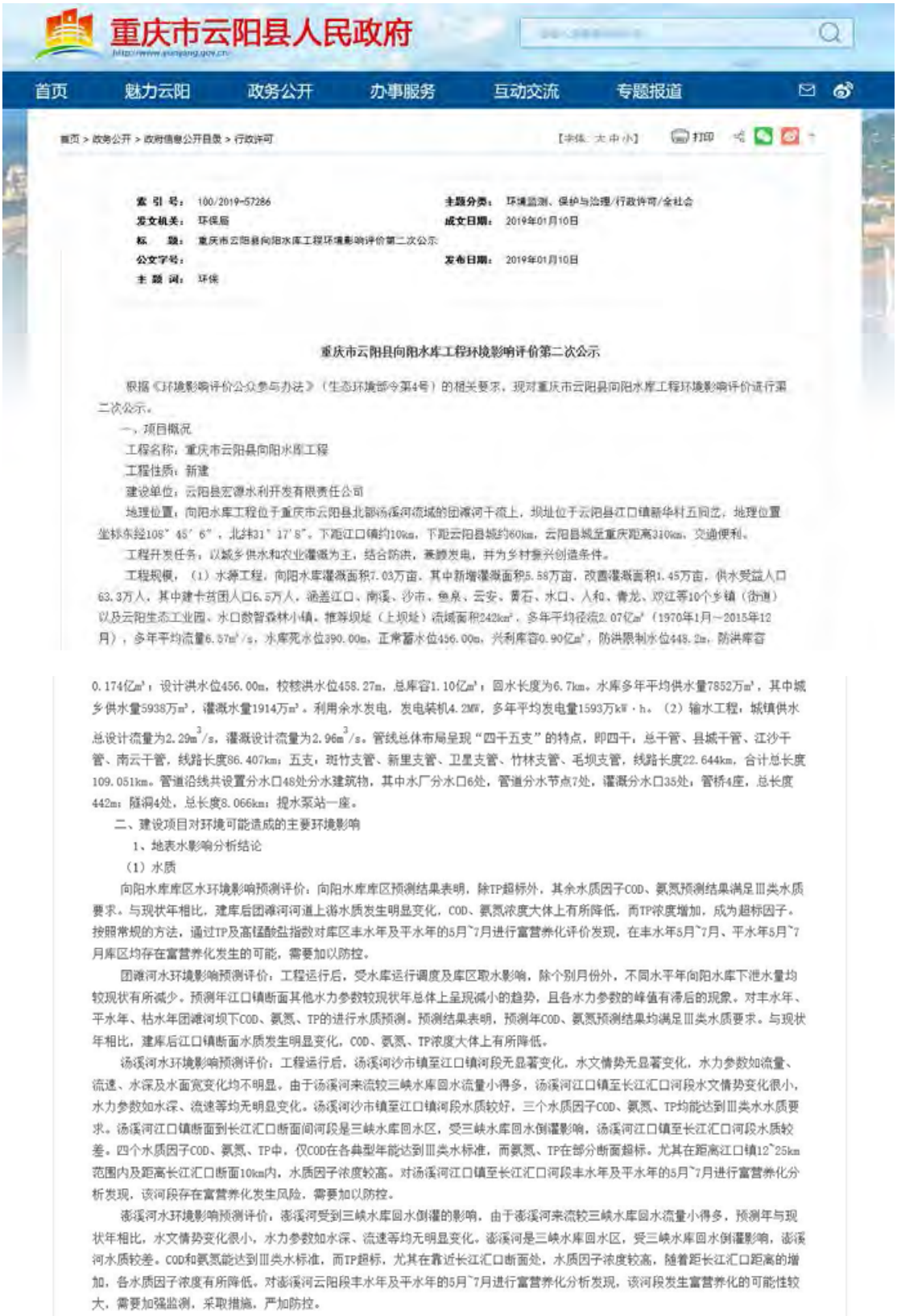
为进一步调查公众的意见，我公司于 2019 年 1 月 10 日在重庆市云阳县人民政府网站上发布了通知，进行了第二次网上公示，对环境影响报告书征求意见稿全文进行公开，并分别于 2019 年 1 月 12 日及 2019 年 1 月 15 日在云阳报对环评影响做第二次公示。

主要公布内容包括：环境影响报告书征求意见稿全文的网络链接及查阅纸质报告书的方式和途径、征求意见的公众范围、公众意见表的网络链接、公众提出意见的方式和途径、公众提出意见的起止时间。

3.2 公示方式

3.2.1 网络

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，我公司在重庆市云阳县人民政府网站（http://www.yunyangwang.com/）上发布了征求意见稿公示信息，对环境影响报告书征求意见稿全文进行公开，公示时限为 10 个工作日。网站第二次公示截图见图 3-1。



重庆市云阳县人民政府

首页 魅力云阳 政务公开 办事服务 互动交流 专题报道

首页 > 政务公开 > 政府信息公开目录 > 行政许可

【字体：大 中 小】 打印

索 引 号： 100/2019-57286　　主题分类： 环境监测、保护与治理/行政许可/全社会
发文机关： 环保局　　成文日期： 2019年01月10日
标　　题： 重庆市云阳县向阳水库工程环境影响评价第二次公示
公文字号：　　发布日期： 2019年01月10日
主 题 词： 环保

重庆市云阳县向阳水库工程环境影响评价第二次公示

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，现对重庆市云阳县向阳水库工程环境影响评价进行第二次公示。

一、项目概况

工程名称：重庆市云阳县向阳水库工程

工程性质：新建

建设单位：云阳县宏源水利开发有限责任公司

地理位置：向阳水库工程位于重庆市云阳县北部汤溪河流域的团滩河干流上，坝址位于云阳县江口镇新华村五间芝，地理位置坐标东经108° 45′ 6″，北纬31° 17′ 8″。下距江口镇约10km，下距云阳县城约60km，云阳县城至重庆距离310km，交通便利。

工程开发任务：以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为乡村振兴创造条件。

工程规模：（1）水源工程：向阳水库灌溉面积7.03万亩，其中新增灌溉面积5.58万亩，改善灌溉面积1.45万亩，供水受益人口63.3万人，其中建卡贫困人口6.5万人，涵盖江口、南溪、沙市、鱼泉、云安、黄石、水口、人和、青龙、双江等10个乡镇（街道）以及云阳生态工业园、水口数智森林小镇。推荐坝址（上坝址）流域面积242km²，多年平均径流2.07亿m³（1970年1月—2015年12月），多年平均流量6.57m³/s，水库死水位390.00m，正常蓄水位456.00m，兴利库容0.90亿m³，防洪限制水位448.2m，防洪库容0.174亿m³；设计洪水位456.00m，校核洪水位458.27m，总库容1.10亿m³；回水长度为6.7km。水库多年平均供水量7852万m³，其中城乡供水量5938万m³，灌溉水量1914万m³。利用余水发电，发电装机4.2MW，多年平均发电量1593万kW·h。（2）输水工程，城镇供水总设计流量为2.29m³/s，灌溉设计流量为2.96m³/s。管线总体布局呈现“四干五支”的特点，即四干，总干管、县城干管、江沙干管、南云干管，线路长度86.407km；五支，斑竹支管、新里支管、卫星支管、竹林支管、毛坝支管，线路长度22.644km，合计总长度109.051km。管道沿线共设置分水口48处分水建筑物，其中水厂分水口6处，管道分水节点7处，灌溉分水口35处，管桥4座，总长度442m；隧洞4处，总长度8.066km；提水泵站一座。

二、建设项目对环境可能造成的主要环境影响

1、地表水影响分析结论

（1）水质

向阳水库库区水环境影响预测评价：向阳水库库区预测结果表明，除TP超标外，其余水质因子COD、氨氮预测结果满足Ⅲ类水质要求。与现状年相比，建库后团滩河河道上游水质发生明显变化，COD、氨氮浓度大体上有所降低，而TP浓度增加，成为超标因子。按照常规的方法，通过TP及高锰酸盐指数对库区丰水年及平水年的5月~7月进行富营养化评价发现，在丰水年5月~7月、平水年5月~7月库区均存在富营养化发生的可能，需要加以防控。

团滩河水环境影响预测评价：工程运行后，受水库运行调度及库区取水影响，除个别月份外，不同水平年向阳水库下泄水量均较现状有所减少。预测年江口镇断面其他水力参数较现状年总体上呈现减小的趋势，且各水力参数的峰值有滞后的现象。对丰水年、平水年、枯水年团滩河坝下COD、氨氮、TP的进行水质预测。预测结果表明，预测年COD、氨氮预测结果均满足Ⅲ类水质要求。与现状年相比，建库后江口镇断面水质发生明显变化，COD、氨氮、TP浓度大体上有所降低。

汤溪河水环境影响预测评价：工程运行后，汤溪河沙市镇至江口镇河段无显著变化，水文情势无显著变化，水力参数如流量、流速、水深及水面宽变化均不明显。由于汤溪河来流较三峡水库回水流量小得多，汤溪河江口镇至长江汇口河段水文情势变化很小，水力参数如水深、流速等均无明显变化。汤溪河沙市镇至江口镇河段水质较好，三个水质因子COD、氨氮、TP均能达到Ⅲ类水水质要求。汤溪河江口镇断面到长江汇口断面间河段是三峡水库回水区，受三峡水库回水倒灌影响，汤溪河江口镇至长江汇口河段水质较差。四个水质因子COD、氨氮、TP中，仅COD在各典型年能达到Ⅲ类水标准，而氨氮、TP在部分断面超标。尤其在距离江口镇12~25km范围内及距离长江汇口断面10km内，水质因子浓度较高。对汤溪河江口镇至长江汇口河段丰水年及平水年的5月~7月进行富营养化分析发现，该河段存在富营养化发生风险，需要加以防控。

澎溪河水环境影响预测评价，澎溪河受到三峡水库回水倒灌的影响，由于澎溪河来流较三峡水库回水流量小得多，预测年与现状年相比，水文情势变化很小，水力参数如水深、流速等均无明显变化。澎溪河是三峡水库回水区，受三峡水库回水倒灌影响，澎溪河水质较差。COD和氨氮能达到Ⅲ类水标准，而TP超标，尤其在靠近长江汇口断面处，水质因子浓度较高，随着距长江汇口距离的增加，各水质因子浓度有所降低。对澎溪河云阳段丰水年及平水年的5月~7月进行富营养化分析发现，该河段发生富营养化的可能性较大，需要加强监测，采取措施，严加防控。

图 3-1 环境影响评价第二次公示（重庆市云阳县人民政府网站）

3.2.2 报纸

在网络公示的同时，我公司于 2019 年 01 月 12 日和 2019 年 01 月 15 日在云阳报上发布了项目环境影响报告书公示信息。

主要公布内容包括：（1）项目概况；（2）建设项目对环境可能造成的主要环境影响；（3）预防或者减轻不良环境影响的主要对策和措施；（4）环境影响报告书提出的环境影响评价的初步结论；（5）公众查阅征求意见稿全文的网络链接及纸质报告书的方式和途径；（6）征求公众意见的范围和注意事项；（7）征求公众意见的具体形式和公众提出意见的起止时间；（8）建设单位名称和联系方式；（9）环境影响报告书编制单位的名称。

报纸公示照片件图 3-2、图 3-3。



云阳报 YUNYANGBAO　公　示　2019年1月12日　星期六　4版　责任编辑　李旭宏

重庆市云阳县向阳水库工程环境影响评价第二次公示

一、项目概况

二、建设项目对环境可能造成的主要环境影响

三、拟采取的环境保护措施

四、环境影响报告书提出的环境影响评价的初步结论

五、公众查阅征求意见稿全文的网络链接及纸质报告书的方式和途径

六、征求公众意见的范围和注意事项

七、征求公众意见的具体形式和公众提出意见的起止时间

八、建设单位名称和联系方式

九、环境影响报告书编制单位的名称



YUNYANGBAO 公 示 2019年1月15日 星期二 4版

重庆市云阳县向阳水库工程环境影响评价第二次公示

图 3-3 2019 年 01 月 15 日报纸公示（云阳报）

3.2.3 张贴

为广泛征求项目所在地公众意见，我公司分别在项目所在地的多个乡镇、社区及街道张贴了项目公告，其中包括：后叶镇、黄石镇、江口镇和平社区、江口镇新华村、南溪镇、青龙街道、双江街道、水口镇、云安镇等。张贴公告照片见图 3-4-1 至图 3-4-8。



图 3-4-1 后叶镇现场公示照片



图 3-4-2 黄石镇现场公示照片



图 3-4-3 江口镇（左：和平社区、右：新华村）现场公示照片



图 3-4-4 南溪镇现场公示照片

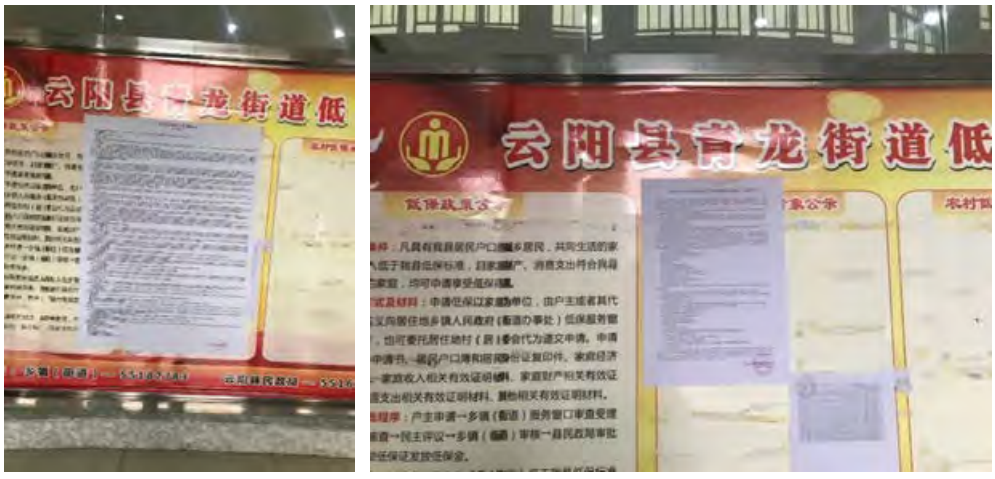


图 3-4-5 青龙街道现场公示照片

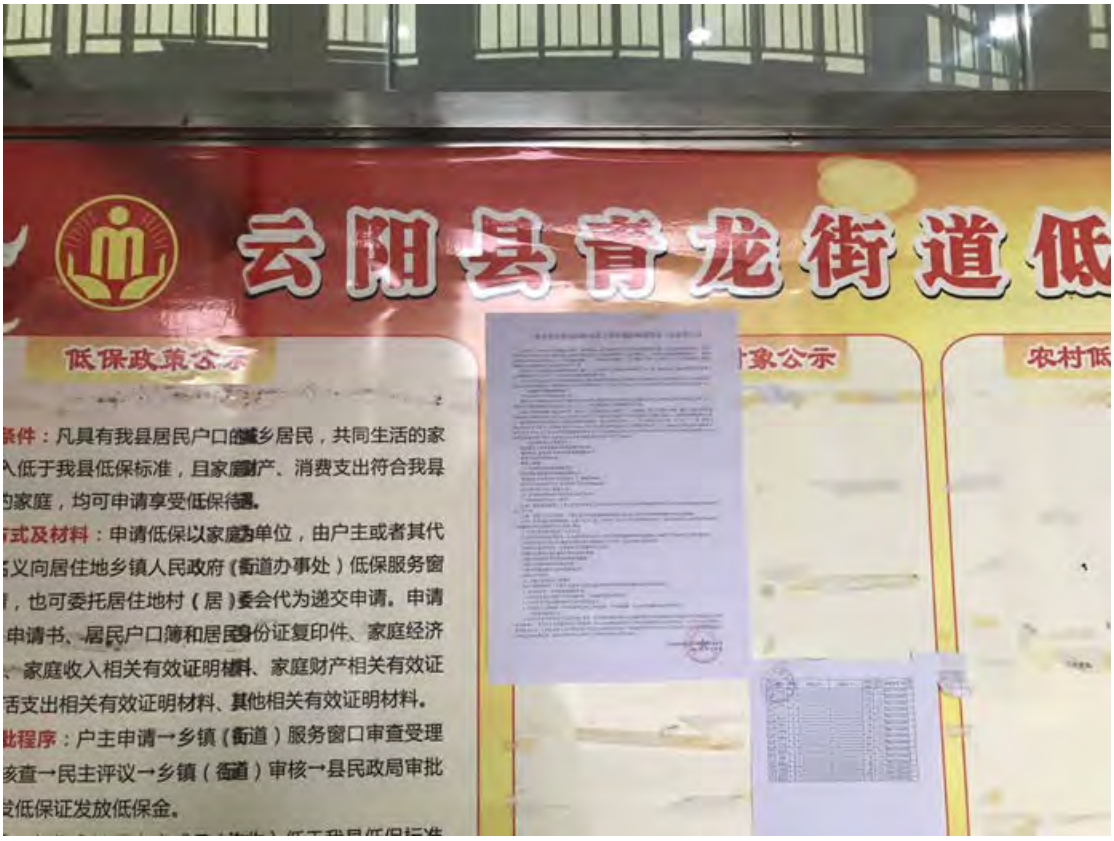


图 3-4-6 双江街道现场公示照片



图 3-4-7 水口镇现场公示照片

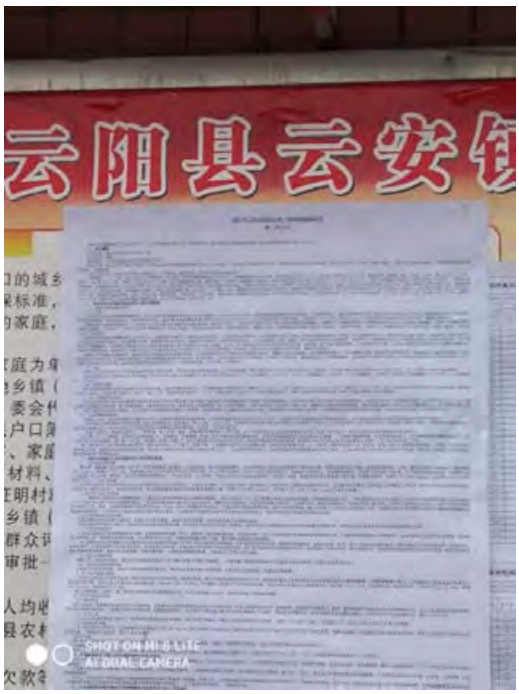




图 3-4-8 云安镇现场公示照片

3.2.4 其他

征求意见稿未采取其他方式进行信息公开。

3.3 查阅情况

征求意见稿公示期间，公众可发邮件或者通过电话、传真、邮寄信函、电子邮件等方式与我公司联系，也可到我公司查阅纸质报告书。征求意见稿公示期间，未收到公众要求查阅纸质版征求意见稿的要求。

3.4 公众提出意见情况

征求意见稿公示期间，未收到公众反馈意见。

4 其他公众参与情况

本项目开发以城乡供水和农业灌溉为主，结合防洪，兼顾发电，并为乡村振兴创造条件，对环境影响较小，根据首次环境影响评价信息公开及征求意见稿公

示的公众意见反馈情况，公众对本项目环境影响评价无反对意见和质疑性意见，故本次环境影响评价未组织开展公众座谈会、听证会、专家论证会等深度公众参与。

5 公众意见处理情况

5.1 公众意见概述和分析

本次公众参与期间未收到与项目环评有关的意见。

5.2 公众意见采纳情况

本次公众参与期间未收到与项目环评有关的意见。

5.3 公众意见未采纳情况

本次公众参与期间未收到与项目环评有关的意见。

6 其他

本次公众参与存档备查文件包括两次信息公开的报纸、环境影响报告书征求意见稿、现场张贴公告的照片、网络公示截图及网址。

建设单位应当将环境影响报告书（表）及其批复文件及时存档。编制环境影响报告书（表）的单位应当建立编制工作完整档案，档案中应包括但不局限于环境影响报告书（表）及其批复文件、现场踏勘记录和影像资料、质量审核及控制记录；开展环境质量现状监测、科学试验的，环境质量现状监测报告、试验报告等应一并存档。建设单位委托技术单位编制环境影响报告书（表）的，双方还应分别将委托合同存档。

本次环境影响评价按照《中华人民共和国环境影响评价法》及《环境影响评价公众参与办法》（部令第 4 号）、《环境影响评价技术导则—公众参与》（征求意见稿）的要求，在环评编制各个阶段采用网络公示、报纸公示和张贴公告的方式开展了公众参与工作，向社会各界广泛征询对本项目建设及有关环境保护方面公正、客观的意见，各次公示期间未收到公众反对意见和质疑意见。在今后的开发和建设中，项目将遵照“以人为本”的原则，切实落实国家相关政策及报告书中有关环保措施，把对环境的影响程度降至最低，以继续获得民众的满意和认可，努力实现生态文明的建设目标。

7附件

无其他需要提交的附件。

重庆市向洋水资源开发有限公司

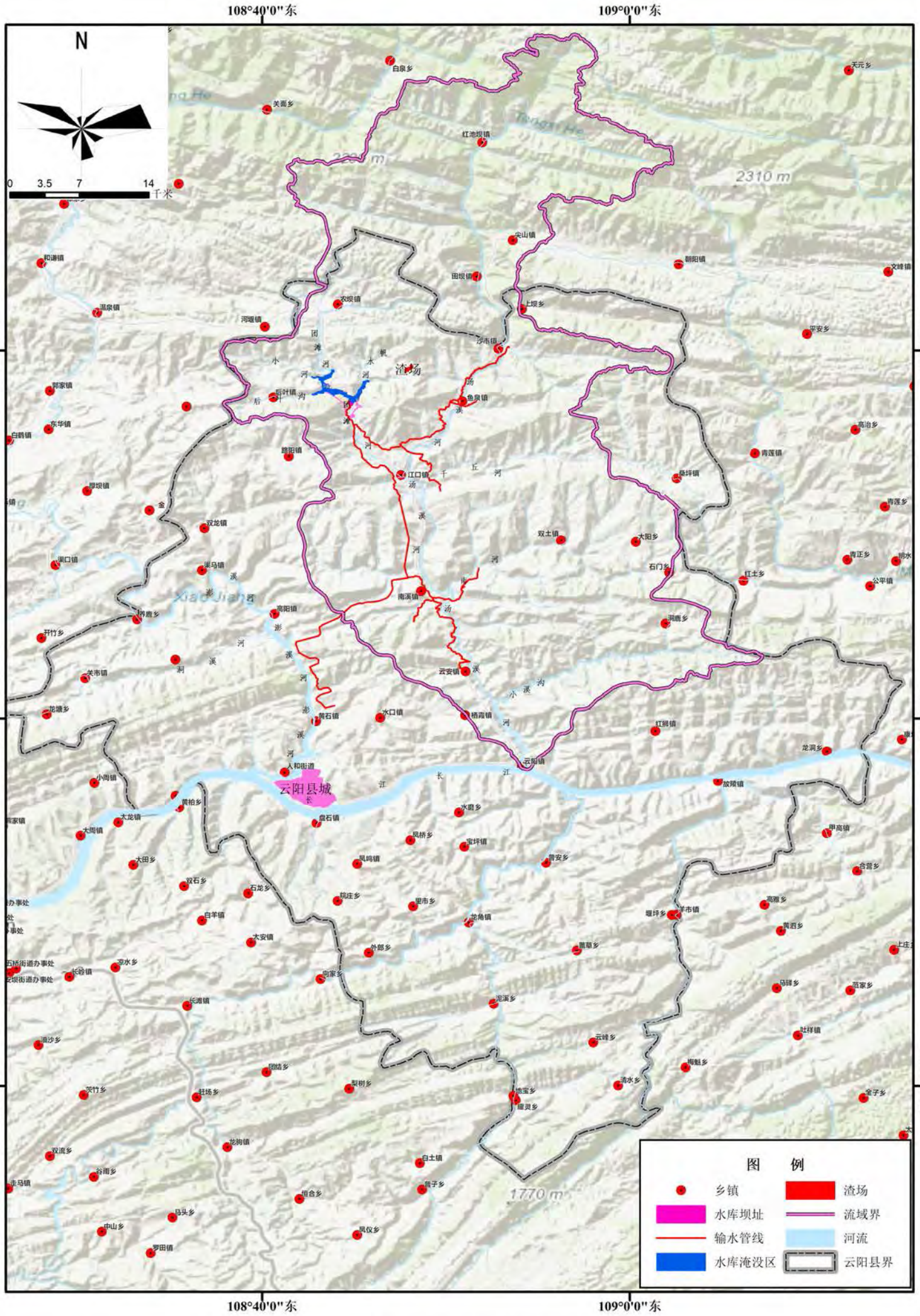
诚信承诺

我单位已按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部部令第4号）要求，在《重庆市云阳县向阳水库工程环境影响报告书》的编制阶段开展了公众参与工作，在环境影响报告书中充分采纳了公众提出的与环境影响相关的合理意见，对未采纳的意见按要求进行了说明，并按照要求编制了公众参与说明。

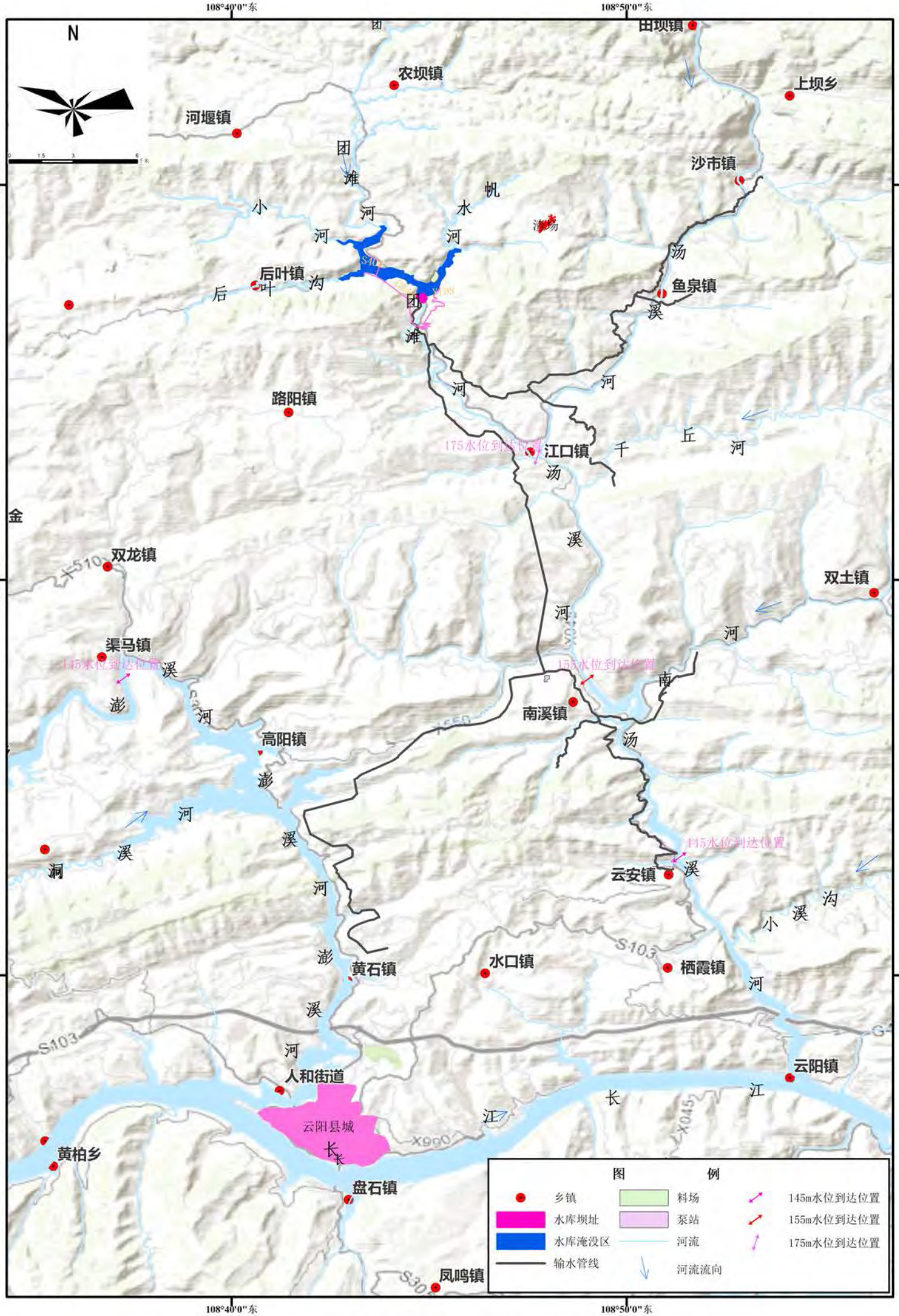
我单位承诺，本次提交的《重庆市云阳县向阳水库工程环境影响报告书环境影响评价公众参与说明》内容客观、真实，未包含依法不得公开的国家秘密、商业秘密、个人隐私。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由重庆市向洋水资源开发有限公司承担全部责任。

承诺单位：重庆市向洋水资源开发有限公司

承诺时间：2019 年 9 月 27 日



附图1　　向阳水库工程地理位置图



附图2　向阳水库工程区域地表水水系图

N

0 1.5 3 6

千米

输水线路主要建筑物统计表

建筑物	单位	长度（km）	备注
干管	条	86.407	4条
支管	条	22.644	5条
隧洞	座	8.066	4座
管桥	座	0.442	4座
泵站	座	1	装机2400kW

图 例

水库淹没区

水库大坝

输水线路-总干管

输水线路-江沙干管

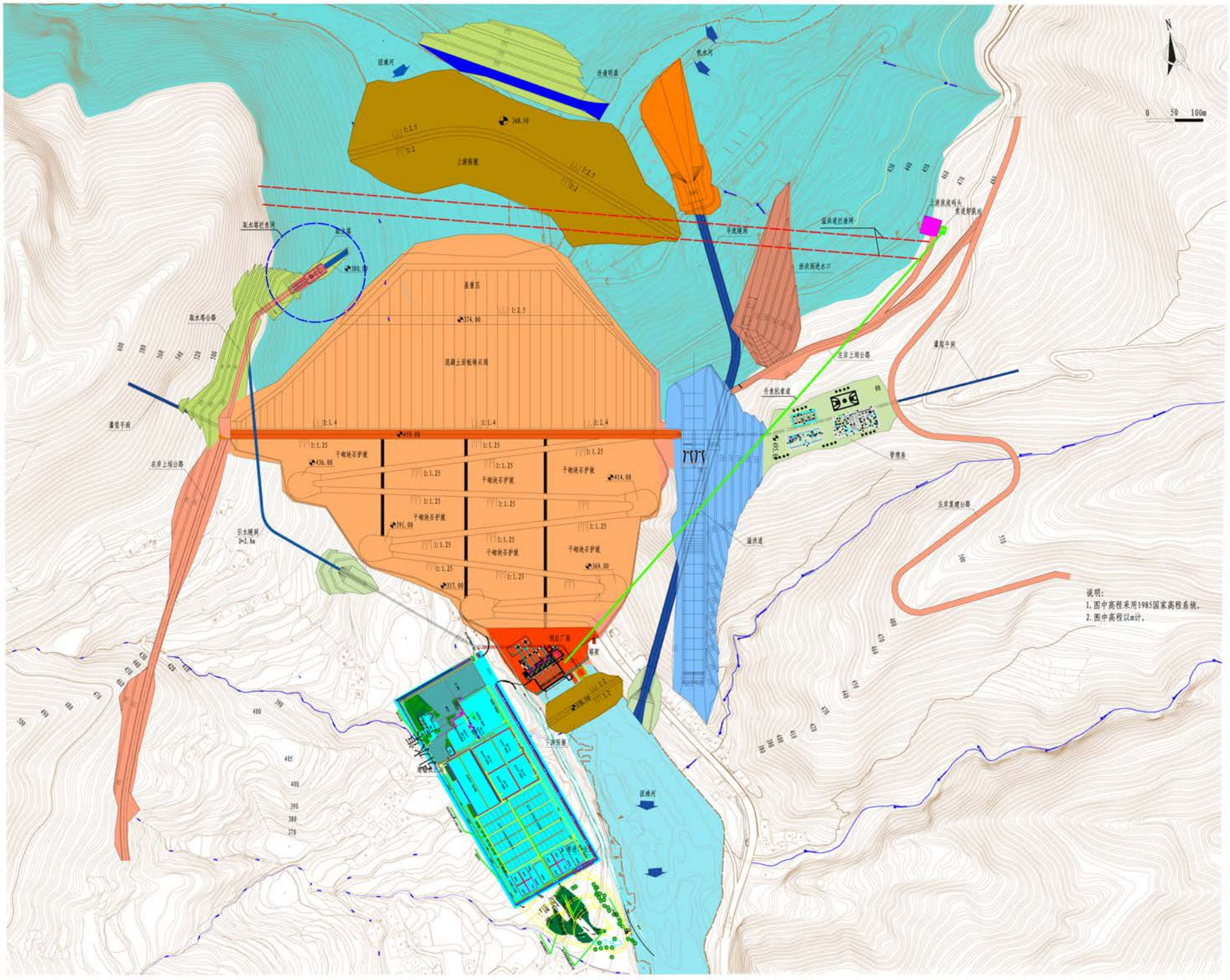
输水线路-南云干管

输水线路-县城干管

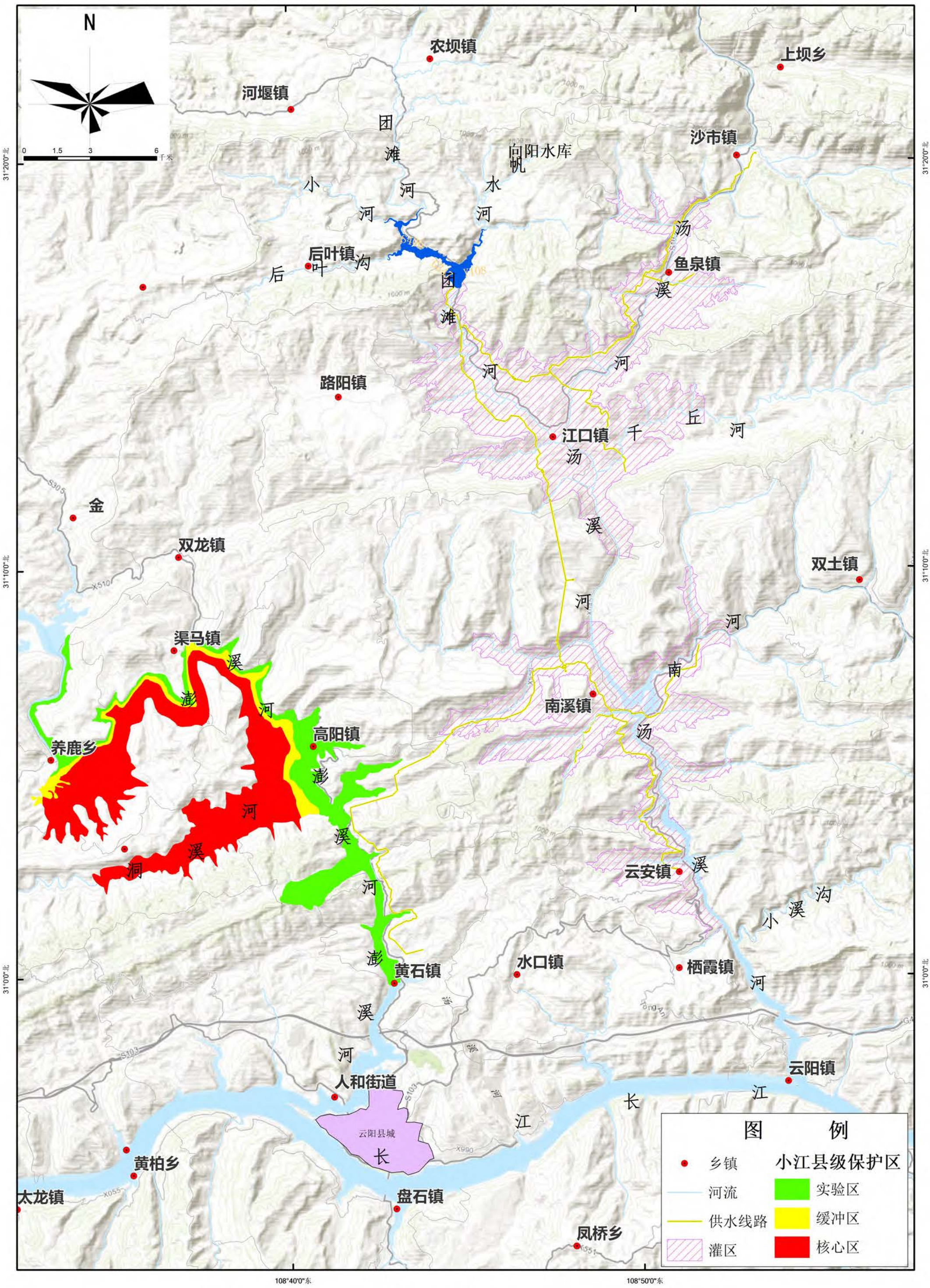
输水线路-支管

输水线路-隧洞

附图3　向阳水库工程总平面布置图



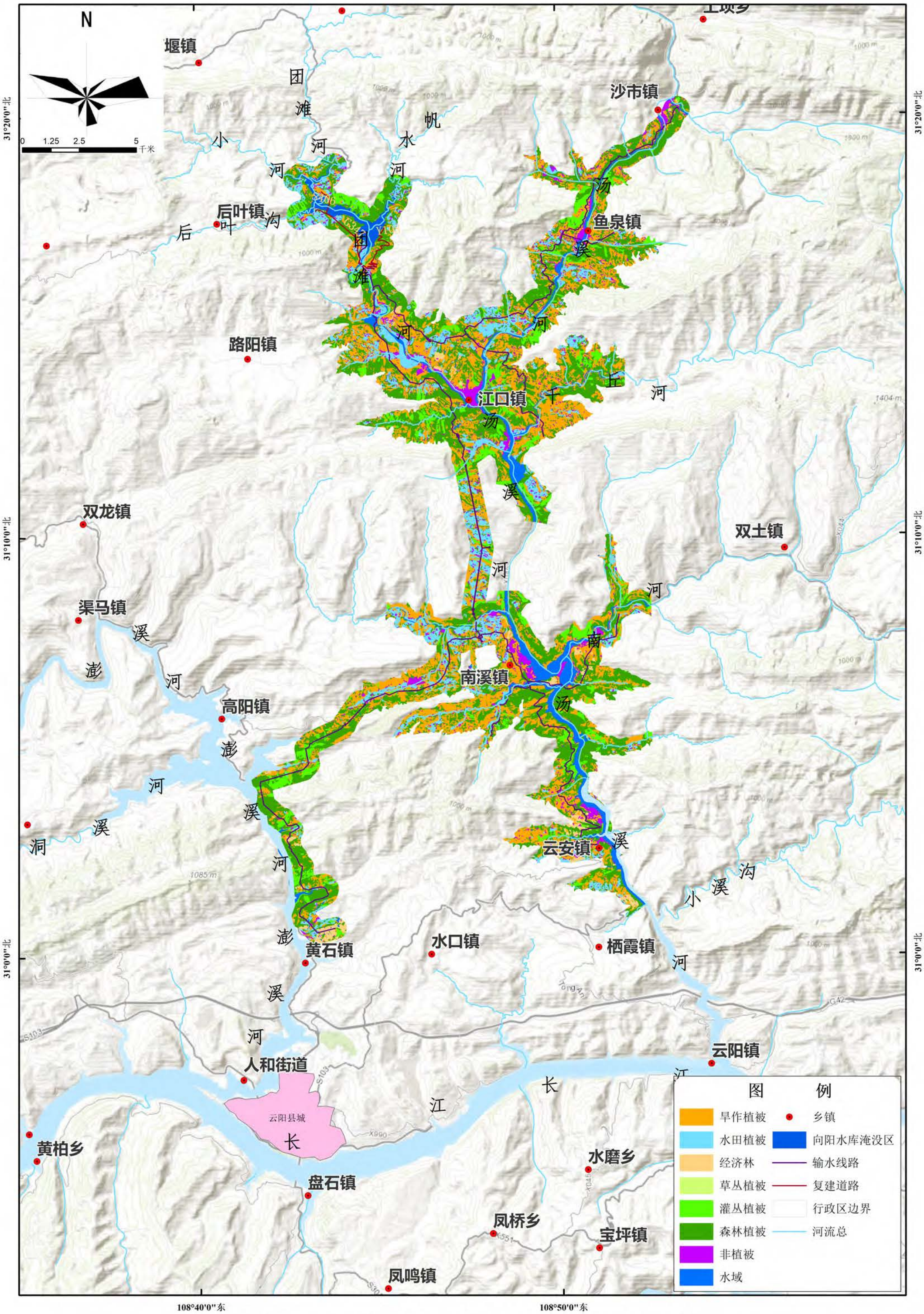
附图3-1　向阳水库工程枢纽平面布置图



附图5-3　向阳水库工程周边生态敏感目标分布图

108°40'0"东
108°50'0"东
31°20'0"北
31°10'0"北
N
0 1 2 4 千米
河堰镇
团滩小河
帆水河
沙市镇
后叶镇
后叶沟
团滩河
汤溪河
鱼泉镇
路阳镇
江口镇
十里河
金
双龙镇
双土镇
渠马镇
溪澎河
南溪镇
南汤溪
高阳镇
澎河溪
洞溪河
云安镇
小溪沟
澎溪河
黄石镇
水口镇
栖霞镇
人和街道
云阳县城
云阳镇
长江
黄柏乡
盘石镇
凤桥乡
水磨
宝
图 例
耕地
草地
园地
林地
建设用地
特殊用地
水域及水利设施用地
乡镇
输水线路
河流

附图5-11　向阳水库工程评价区土地利用现状图



附图5-13 向阳水库工程评价区植被分布类型图