西藏玉曲河扎拉水电站

环境影响报告书

建设单位：大唐玉曲河水电开发有限公司

编制单位：长江水资源保护科学研究所

二〇一八年八月



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：长江水资源保护科学研究所
住　　所：湖北省武汉市汉阳区郭茨口
法定代表人：刘兆孝
资质等级：甲级
证书编号：国环评证 甲 字第 2602 号
有 效 期：2016年11月20日至2019年02月16日
评价范围：环境影响报告书甲级类别 — 农林水利***
环境影响报告书乙级类别 — 交通运输、社会服务***

仅供西藏玉曲河扎拉水电站环境影响报告书使用

2016年11月20日

项 目 名 称：西藏玉曲河扎拉水电站

文 件 类 型：环境影响报告书

编 制 单 位：长江水资源保护科学研究所

法 人 代 表：刘兆孝

通 讯 地 址：湖北省武汉市汉阳区琴台大道515号

联 系 方 式：027-84872078　027-84872714（fax）

西藏玉曲河扎拉水电站环境影响报告书

编制人员名单表

		姓名	职（执）业资格证书编号	登记（注册证）编号	专业类别	签名
编制主持人		陈蕾	HP0003845	A260204305	农林水利	
		王晓媛	HP0003842	A260203805	农林水利	
审校人员	序号	姓名	职（执）业资格证书编号	登记（注册证）/上岗证编号	责任/编制内容	签名
	1	李迎喜	HP0003836	A260203305	核定	
	2	王晓媛	HP0003842	A260203805	审查	
	3	雷晓琴	HP0003843	A260204608	校核	
主要编制人员情况	1	陈蕾	HP0003845	A260204305	前言、总则、工程分析、结论与建议	
	2	刘学文	HP003844	A260203407	工程概况、陆生生态	
	3	毕雪	HP00014992	A26020300700	水环境、水文情势	
	4	阮娅	HP0003834	A260203508	生态需水、水生生态	
	5	雷晓琴	HP0003843	A260204608	施工环境、投资估算、环境管理与监测	
	6	张季	HP0009034	A26020251000	地下水、水土保持、移民安置	
	7	柳雅纯	HP0009032	A26020260700	环境现状、社会环境、环境风险	

协作单位

1. 长江勘测规划设计研究有限责任公司

2. 水利部中国科学院水工程生态研究所

3. 华中师范大学

4. 四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心

5. 四川省核工业辐射测试防护院

前　　言

玉曲河，又称伟曲，是怒江中游左岸一级支流，发源于西藏自治区昌都市类乌齐县附近的瓦合山南麓，流经昌都的洛隆县、察雅县、八宿县、左贡县以及林芝市的察隅县，在察隅县察瓦龙乡目巴村附近汇入怒江。流域面积9379km^2，干流总长444.3km，河道天然落差3122m。

扎拉水电站位列玉曲河干流下游河段七级开发方案中的第六级，坝址位于左贡县碧土乡扎郎村附近，距左贡县城约136km，距昌都约290km，距河口约 83km，距上游规划碧土坝址约 17km，与下游规划轰东坝址相距约63km；厂址位于察隅县察瓦龙乡珠拉村，引水线路长约 5.5km。扎拉水电站坝址控制流域面积8546km^2，多年平均流量110m^3/s，多年平均径流量34.8亿m^3。水库正常蓄水位2815m，调节库容136万m^3，总装机容量1015MW(含生态机组 15MW)，单独运行时多年平均发电量 39.46 亿 kW·h（含生态机组电量 0.86 亿 kW·h）。扎拉水电站的主要开发任务为发电及促进地方经济社会发展。

玉曲河流域地处我国西部边缘，流域内地势险峻、交通不便，基础资料缺乏，前期勘测规划设计工作开展相对较少。国家电力公司成都勘测设计研究院、长江水利委员会等单位先后对玉曲河流域的综合开发进行了普查、勘测、规划，提出了梯级开发的初步设想。长江勘测规划设计研究有限责任公司（以下简称长江设计公司）编制完成了《玉曲河干流水电规划报告》，推荐方案为：成德（正常蓄水位 3760m，下同）—扎玉（3550m，引)—吉登(3400m，引)—中波(3200m)—碧土(3080m，引)—扎拉(2810m，引）—轰东（2100m，引）共7级。2010年3月，水电水利规划设计总院会同西藏自治区能源办在北京主持召开了审查核定会议，会议认为，报告的

内容和工作深度满足河流水电规划阶段要求，基本同意该报告。

受大唐玉曲河水电开发有限公司的委托，长江设计公司完成了《西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响报告书》，重点研究了规划梯级对陆生生态、水生生态、水环境的影响及对策，该报告通过了西藏自治区环境保护厅审查。2010 年 4 月西藏自治区环境保护厅以藏环函[2010]19 文向西藏自治区发展和改革委员会正式转报《西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响报告书》及审查意见。

受大唐玉曲河水电开发有限公司委托，长江设计公司承担了西藏玉曲河扎拉水电站勘察设计工作。2011 年 9 月，长江设计公司编制完成《西藏自治区玉曲河扎拉水电站预可行性研究报告》（以下简称《预可行性研究报告》）。2012 年 4 月，《预可行性研究报告》通过了水电水利规划设计总院会同西藏自治区发展和改革委员会、能源办公室组织的审查。可研阶段，长江设计公司相继完成了正常蓄水位选择专题、水库影响区范围界定专题、坝址比选及枢纽布置格局专题、施工总布置规划专题等一系列成果。

可研阶段，大唐玉曲河水电开发有限公司委托长江水资源保护科学研究所（国环评证甲字第 2602 号）（以下简称长江水保所）编制扎拉水电站环境影响报告书。接受任务后，评价单位在认真分析工程设计文件的基础上，组织专业技术人员对扎拉水电站工程坝区、厂房区、引水线路、库区及移民安置区进行了现场查勘。根据扎拉水电站环境影响特点，评价单位与相关协作单位共同开展了水生生态、陆生生态、地下水、水文情势及河道生态流量、鱼类增殖站设计、过鱼设施研究、减水河段栖息地修复等相关专项研究工作，并根据评价工作需要和项目进展进行了多次环境现状调查与监测工作。于 2017 年 7 月编制完成了《西藏玉曲河扎拉水电站环境影

响报告书（咨询稿）》（以下简称环评报告书）。

2017 年 8 月，中国水利水电建设工程咨询有限公司对环评报告书进行了技术咨询，并以水电咨环保【2017】20 号文提出了《西藏玉曲河扎拉水电站环境影响报告咨询报告》。考虑到玉曲河所处区域的环境特征和减水河段鱼类资源保护要求，为积极响应最新的国家政策和环境保护要求，在环评单位的统筹协调下，设计总成单位长江设计公司联合水利部中科院水工程生态研究所在水文情势影响评价专题研究的基础上，编制了《西藏玉曲河扎拉水电站生态流量及保障措施专题报告》，对推荐的生态流量泄放过程和下泄保障措施进一步研究和复核，2017年10月中国水利水电建设工程咨询有限公司组织专家对该专题报告进行了咨询。

在前期多次现场调查与监测、专题研究和技术咨询工作基础上，环评单位对环评报告书进行了修改、补充和完善，于 2018 年 8 月编制完成了《西藏玉曲河扎拉水电站环境影响报告书》。

在报告编制过程中，得到了生态环境部、环境工程评估中心、水电水利规划设计总院、西藏自治区环保厅的精心指导和帮助；昌都市政府及市发改委、市环保局、昌都报社，林芝市政府及市发改委、市环保局、林芝报社，建设单位大唐玉曲河水电开发有限公司提供了多方面的协助和支持，长江设计公司、水利部中科院水工程生态研究所、华中师范大学、四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心、四川省核工业辐射测试防护院等多家单位参与了专题研究工作；在基础资料收集、现场查勘等工作过程中，得到工程涉及的左贡县政府、察隅县政府和两县发改、水利、环保、农牧、文化、住建、国土、卫生、电力等相关部门的大力协助，在此一并表示衷心的感谢！

目　　录

1　总　则 1

1.1　任务由来 1

1.2　编制目的 1

1.3　编制依据 2

1.4　评价标准 8

1.5　评价等级 11

1.6　评价范围及水平年 13

1.7　环境保护目标 15

1.8　评价程序 21

2　工程概况 23

2.1　流域及水电规划概况 23

2.2　前期勘察设计过程 31

2.3　工程建设必要性 32

2.4　工程地理位置 34

2.5　工程开发任务、规模及运行方式 35

2.6　项目组成 49

2.7　枢纽布置及主要建筑物 50

2.8　工程施工规划 55

2.9　建设征地和迁移人口安置 82

2.10　水土保持 89

2.11　工程投资 92

3 工程分析 93
3.1 与国家相关法规与规划的符合性 93
3.2 工程方案环境合理性分析 121
3.3 工程影响源分析 132
4 环境现状 147
4.1 流域环境现状 147
4.2 工程区自然环境 152
4.3 生态环境 175
4.4 社会环境 287
4.5 环境质量现状评价 289
4.6 主要环境问题 295
5 环境影响预测和评价 296
5.1 水文情势预测与评价 296
5.2 减水河段及其下游河道生态需水分析 435
5.3 地表水环境影响预测评价 495
5.4 地下水环境影响预测评价 511
5.5 陆生生态影响预测评价 536
5.6 水生生态影响预测评价 563
5.7 工程施工环境影响预测评价 577
5.8 移民安置环境影响评价 591
5.9 社会环境影响分析 595
6 环境保护措施及可行性论证 597
6.1 生态流量下泄设施和保障措施 597
6.2 地表水水环境保护措施 606

6.3 地下水环境保护措施 629
6.4 陆生生态保护措施 631
6.5 水生生态保护措施 649
6.6 施工环境保护措施 712
6.7 移民安置环境保护措施 720
6.8 社会环境保护措施 720
6.9 环保措施统计及效果分析 722
6.10 竣工环保验收 722
7 环境管理、监理与监测 727
7.1 环境管理 727
7.2 环境监理 733
7.3 环境监测 740
8 环境保护投资概算与环境影响经济损益分析 754
8.1 环境保护投资概算 754
8.2 环境影响经济损益分析 755
9 环境风险分析 766
9.1 评价目的 766
9.2 风险识别 766
9.3 风险评价 768
9.4 环境风险防范措施 774
9.5 环境风险应急预案 777
10 评价结论 785
10.1 工程概况 785
10.2 工程合理性分析 786

10.3 环境影响评价与环境保护措施.....787
10.4 环境管理、监理与监测.....814
10.5 环境保护投资概算.....814
10.6 公众参与.....814
10.7 风险分析.....816
10.8 环境影响综合评价结论.....816
10.9 建 议.....817

1 总 则

1.1 任务由来

大唐玉曲河水电开发有限公司“关于委托长江水资源保护科学研究所开展西藏玉曲河扎拉水电站环境影响报告书编制工作的函”（见附件1）。

1.2 编制目的

根据扎拉水电站工程特性及工程所在地区的环境特点、国家相关法律法规要求，确定本项目环境影响评价的主要目的如下：

（1）掌握玉曲河以及工程所在区域的水环境、环境空气、声环境、生态环境和社会环境的现状、环境功能以及存在的主要环境问题。

（2）预测、评价工程施工、运行及移民安置等工程活动对环境造成的影响，评价工程兴建带来的生态与环境影响。

（3）分析判断工程建设方案与流域水资源开发利用规划、生态环境保护规划、环境功能区划等相关规划的协调性与符合性，并结合区域环境敏感目标及影响分析，综合评判工程规模、工程设计方案、枢纽建筑物布置等的环境合理性，从预防保护角度提出优化建议。

（4）针对工程施工、运行及移民安置对生态环境带来的不利影响，制定科学有效的影响减免对策措施，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，并促进工程所在地区及玉曲河流域生态环境的良性循环。

（5）拟定环境监测和环境管理方案，掌握工程建设与运行过程中实际发生的环境影响，并及时做出反馈，对环境保护措施进行充实、完善和细化，增强措施的针对性和可操作性。

（6）概算工程环境保护投资，将环保投资纳入工程总投资，落实工程环境保护工作费用，为环保措施的顺利实施提供资金保证。

（7）从环境保护角度论证扎拉水电站兴建的可行性，明确环境影响评价结论，为工程方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

1.3 编制依据

1.3.1 法律、法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月修订）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年 7 月修订）；

（3）《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月修订）；

（4）《中华人民共和国防洪法》（2016 年 7 月）；

（5）《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月修订）；

（6）《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月修订）；

（7）《中华人民共和国大气污染防治法》（2015 年 8 月修订）；

（8）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（1996 年 10 月）；

（9）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016 年 11 月修订）；

（10）《中华人民共和国土地管理法》（2004 年 8 月修订）；

（11）《中华人民共和国传染病防治法》（2004 年 8 月修订，2013 年 6 月 29 日全国人民代表大会常务委员会关于修改《中华人民共和国文物保护法》等十二部法律的决定）；

（12）《中华人民共和国野生动物保护法》（2016 年 7 月修订）；

（13）《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月修订）；

（14）《中华人民共和国文物保护法》（2015 年 4 月修订，2017 年 11 月 4 日全国人民代表大会常务委员会关于修改《中华人民共和国会计法》等十一部法律的决定）；

（15）《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年 2 月修订）；

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

（17）《基本农田保护条例》（2011 年 1 月修订）；

（18）《中华人民共和国河道管理条例》（2017 年 10 月修订）；

（19）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月修订）；

（20）《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016 年 2 月修订）；

（21）《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月）；

（22）《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月修订）；

（23）《西藏自治区环境保护条例》（2013 年 7 月修订）；

（24）《西藏自治区实施<中华人民共和国野生动物保护法>办法》（2002 年 1 月修改）；

（25）《西藏自治区实施<中华人民共和国水法>办法》（2013 年 5 月修订）；

（26）《西藏自治区文物保护管理条例（修正）》（1996 年 7 月）；

（27）《西藏自治区实施<建设项目环境保护管理办法>细则》（2001 年 9 月）；

（28）《西藏自治区实施〈宗教事务条例〉办法（试行）》（2006 年 9 月）；

（29）《西藏自治区实施<中华人民共和国水土保持法>办法》（2013 年 7 月）。

1.3.2 部门规章、规范性文件

（1）《全国生态环境保护纲要》（国发[2000]38 号）；

（2）《全国主体功能区规划》（国发〔2010〕46 号）；

（3）《全国生态功能区划（修编版）》（环境保护部中国科学院公告 2015 年第 61 号，2015 年 11 月）；

（4）《国务院关于全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030 年）的批复》（国函[2011]167 号）；

（5）《建设项目环境影响评价分类管理名录》及修改单（环境保护部令第 44 号，生态环境部令第 1 号）；

（6）《国家重点保护野生动物名录》（2003 年 2 月）；

（7）《国家重点保护野生植物名录（第一批）》（1999 年 8 月）；

（8）《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）；

（9）《关于西部大开发中加强建设项目环境保护管理的若干意见》（环发[2001]4 号）；

（10）《国务院关于印发青藏高原区域生态建设与环境保护规划（2011-2030 年）的通知》（国发[2011]10 号）；

（11）环境保护部《关于加强国家重点生态功能区环境保护和管理的意见》（环发[2013]16 号）；

（12）环境保护部、国家能源局《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）；

（13）《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28 号）；

（14）《关于规范火电等七个行业建设项目环境影响评价文件审批的通知》（环办[2015]112 号）；

（15）《国家发展改革委办公厅关于进一步加强西南地区水电建设前期工作有关问题的通知》（发改办能源[2007]2293 号）；

（16）《关于加强西部地区环境影响评价工作的通知》（环发[2011]150 号）；

（17）《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）；

（18）《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）；

（19）《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》（环发[2013]86 号）；

（20）《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》（环办[2012]4 号文）；

（21）《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）；

（22）《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）；

（23）《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》（环发[2015]178 号）；

（24）《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）；

（25）《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）；

（26）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）；

（27）《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（环管字[1989]201 号，2010 年 12 月修正）；

（28）《西藏自治区生态功能区划》（西藏自治区人民政府，2013 年 8 月）；

（29）《西藏生态安全屏障保护与建设规划（2008～2030）》（发改办农经〔2009〕446 号）；

（30）《西藏自治区主体功能区规划》（西藏自治区人民政府，2014 年 10 月）；

（31）《关于加强建设项目环境影响评价工作中公众参与活动的通知》（西藏环保厅，2013 年 4 月）等。

1.3.3 技术导则与规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T2.3-93）；

（3）《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；

（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 大气环境》（HJ2.2-2008）；

（6）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；

（7）《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T88-2003）；

（8）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）；

（9）《水电水利工程环境保护设计规范》（DL/T5402-2007）；

（10）《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）；

（11）《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）；

（12）《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）；

（13）《环境空气质量监测规范（试行）》（原国家环保总局公告 2007

年第 4 号）；

（14）《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）；

（15）《水电工程设计概算编制规定》（2013 年版）；

（16）《水电工程生态流量计算规范》（NB/T35091-2016）；

（17）《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T35054-2015）；

（18）《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》（NB/T35037-2014）；

（19）《水生生物增殖放流管理规定》（农业部[2009]第 20 号令）等。

1.3.4 环境质量标准与污染物排放标准

1.3.4.1 环境质量标准

（1）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

（2）《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；

（3）《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

（4）《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；

（5）《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

（6）《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；

（7）《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）；

（8）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）。

1.3.4.2 污染物排放标准

（1）《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；

（2）《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；

（3）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；

（4）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

1.3.5 相关技术报告及文件

（1）《西藏自治区玉曲河干流水电规划报告》及审查意见；

（2）《西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响报告书》及审查意见；

（3）《西藏自治区玉曲河扎拉水电站预可行性研究报告》及审查意见；

（4）《西藏玉曲河扎拉水电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》及审查意见；

（5）《西藏玉曲河扎拉水电站可行性研究阶段水库影响区范围界定专题报告》及审查意见；

（6）《西藏玉曲河扎拉水电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》及审查意见；

（7）《西藏玉曲河扎拉水电站可行性研究阶段坝址、坝型及枢纽布置格局专题报告》及咨询意见；

（8）《西藏玉曲河扎拉水电站可行性研究阶段建设征地迁移人口安置规划报告》及批复文件；

（9）《西藏玉曲河扎拉水电站水土保持方案报告书》及审查意见等。

1.4 评价标准

根据《昌都市环保局关于确认西藏玉曲河扎拉水电站环境影响评价执行标准的函》和《林芝市环保局关于确认西藏玉曲河扎拉水电站环境影响评价执行标准的函》，本工程执行如下环境标准：

1.4.1 环境质量标准

（1）地表水：玉曲河水质执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；生活饮用水执行《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）。

（2）地下水：地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848－2017）Ⅲ类标准。

（3）环境空气：环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

（4）声环境：声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

扎拉水电站主要环境因子执行的环境质量标准见表 1.4-1。

表 1.4-1　　扎拉水电站环境质量标准一览表

标准名称	标准等级	主要指标及限值	
《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）	Ⅲ类	pH（无量纲）	6～9
		高锰酸钾指数（≤mg/L）	≤6
		溶解氧（≥mg/L）	≥5
		COD （≤mg/L）	≤20
		BOD_5	≤4
		氨氮	≤1.0
		总氮	≤1.0
		总磷	≤0.2
《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）	Ⅲ类	pH（无量纲）	6.5～8.5
		总硬度（以 $CaCO_3$ 计，≤ mg/L）	450
		溶解性总固体（≤mg/L）	1000
		硫酸盐（≤mg/L）	250
		氯化物（≤mg/L）	250
《环境空气质量标准》（GB3095-2012）	二级（mg/m^3 标准状态）	NO_2	0.08
		TSP	0.3
		CO	4
		PM_{10}	0.15
		SO_2	0.15
《声环境质量标准》（GB3096-2008）	2 类[dB（A）]	昼间	60
		夜间	50

1.4.2 污染物排放标准

（1）废水排放标准执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。

（2)大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996）二级标准，《恶臭污染物排放标准》（GB14554－93）中的二级标准。

（3）噪声标准：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）噪声限值;运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348－2008）中的相应标准。

（4）固体废弃物排放标准执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599－2001）及其修改单（环保部 2013 年第 36 号）的相关要求。

扎拉水电站污染物排放执行标准见表 1.4-2。

表 1.4-2　　扎拉水电站污染物排放执行标准

地表水		环境空气		声环境	
《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准（mg/L）		《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准（mg/m^3）		《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011）dB（A）	
项目	标准值	项目	标准值	时段	标准值
pH	6～9	TSP	1.0	昼间	70
SS	≤70	PM_{10}	1.0	夜间	55
石油类	≤5	SO_2	0.4		
化学需氧量（COD）	≤100	NO_2	0.12		
五日生化需氧量(BOD_5)	≤20				
氨氮	≤15				
粪大肠菌群数（个/L）	≤500				

1.5 评价等级

1.5.1 生态环境

本工程建设对生态环境的影响范围主要为各类工程永久占地和临时占地、水库淹没和引水发电。枢纽工程建设区占地总面积289.89hm^2，其中永久占地165.93hm^2、临时用地123.96hm^2；水库淹没影响区23.98hm^2（含耕园地1.33hm^2），工程合计占地313.87hm^2（3.14km^2），大于2km^{2}小于20km^2。扎拉水电站场内主要施工道路共计长约32.86km，小于50km，且工程不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等生态敏感区。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）评价等级分级原则，评价等级应为二级。但结合西藏生态环境特征，并考虑工程拦河筑坝引水发电后，大坝下游将形成约59.2km的减水河段（水文情势变化显著），坝下河段是鮡科鱼类的栖息地和裂腹鱼类的生殖洄游通道，大坝阻隔和坝下河段水文情势变化对鱼类产生的影响较敏感。因此，综合以上确定生态环境评价工作等级为一级。

1.5.2 水环境

扎拉水电站对地表水环境造成的污染主要集中在施工期；运行期基本不排放污染物，主要为改变坝下水文情势，使其污染扩散能力和纳污能力发生变化。电站运行期日调节运行对下游径流及水文情势产生影响。本工程施工高峰期生产废（污）水产生量为6261m^3/d，小于10000m^3/d；废水中主要水质参数为SS，废水水质复杂程度为简单；地表水域规模为中型；地表水水域功能为III类。电站运行后，坝下将形成59.2km的减水河段，大坝～厂址区间河道水文情势发生相应的变化，因此，运行期需要对水文情势影响进行重点预测评价。根据《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T2.3-93）第5条的规定，并结合本工程的特点，确定地表水环境影

响评价工作等级为一级。

1.5.3 地下水环境

扎拉水电站对地下水环境的影响主要表现为引水隧洞、导流洞、尾水洞、地面厂房等工程建设造成区域地下水流场或水位的变化以及库区两岸的浸没影响，基本不对水质产生影响，属《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）中划分的Ⅲ类项目。

根据调查，本项目地下水环境影响评价范围内卡树冲沟泉点供扎郎村部分居民生活用水，冬水附近泉点供少数居民生活生产用水，因此本项目地下水环境敏感程度为较敏感。

按照Ⅲ类建设项目地下水评价工作等级分级，确定地下水影响评价工作等级为三级。

1.5.4 大气环境

工程地处山区，工程对环境空气的影响主要集中在施工期，对扎郎村和珠拉村居民点产生影响，运行期对环境空气没有影响。根据本工程规模，采用《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ/T2.2-2008）推荐的估算模式进行估算，工程施工过程中和建成运行后各种污染物最大地面质量浓度占标率 Pmax＜10%，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ/T2.2-2008）评价等级分级原则，确定大气环境影响评价工作等级为三级。

1.5.5 声环境

工程地处乡村居住环境，属《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的声环境1类功能区域。扎拉水电站工程建设产生的噪声主要在施工期，噪声源主要来自于砂石骨料加工系统、混凝土拌和系统、爆破、弃渣场、表土堆存场、施工交通等，施工期间可能导致周边噪声级别有一定程度增

加，对扎郎村和珠拉村居民点声环境产生影响。按照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ/T2.4-2009）的有关规定，确定声环境影响评价工作等级为二级。

1.6 评价范围及水平年

1.6.1 评价范围

1.6.1.1 生态环境

陆生生态：扎拉水电站水库库尾上游 1km 至河口段河道（玉曲河干流和支流）两侧第一级分水岭以下区域，以及引水线路外扩 1km 的区域，考虑生态评价范围的完整性，将这两个区域的中间地带和碧土县级自然保护区（拟更名为西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区）一并纳入评价范围，评价范围面积为 127251.81hm^2。重点评价区为坝址工程区、厂址工程区、水库淹没区、引水线路区和减水河段。

水生生态：从玉曲河左贡县至玉曲河入怒江汇合口的玉曲河干流河段以及区间的支流，以及玉曲河汇口附近怒江干流，重点评价范围是扎拉水电站水库库尾至入怒江汇合口长约 87km 的玉曲河干流河段。

1.6.1.2 水环境

评价范围从玉曲河左贡县至玉曲河口，以及玉曲河汇口附近怒江干流，重点评价范围是扎拉水电站水库库尾～至玉曲河入怒江汇河口处长约 87km 的玉曲河干流河段及梅里拉鲁沟等沿程支流。

1.6.1.3 地下水环境

按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）中相关要求，建设项目地下水环境现状调查与评价的范围应综合考虑项目建设、生产运行两个阶段的地下水变化的影响区域。其中应特别关注相关的环境保

护目标和敏感区域，必要时应扩展至完整的水文地质单元，以及可能与建设项目所在的水文地质单元存在直接补排关系的区域。

结合本项目的工程特性、周边区域水文地质条件和地下水保护目标，为了查明地下水环境的基本状况，地下水环境影响调查与评价的范围应包括以坝址、引水隧洞、厂址区的连接区域及周围敏感点为调查评价范围的完整水文地质单元。根据区域水文地质条件分析，本区地下水主要由山脊沿构造裂隙、层面裂隙等向玉曲河河谷方向径流和排泄，因此东西方向选用河流和地表水分水岭作为调查的边界，南北亦采用就近分水岭作为边界，因此北侧以沙瓦——布让村一带为北侧分水岭边界；南东侧以据水——花巴村一带为南侧地表分水岭为界、南西侧以玉曲河为界；西侧以扎史同沟为界；东侧以地表分水岭为界，根据以上原则玉曲河扎拉水电站调查评价范围约为 89.8km^2。

1.6.1.4 环境空气

环境空气评价范围为枢纽工程施工区及施工区边界外 500m。

1.6.1.5 声环境

声环境评价范围为施工营地、生产加工工厂、渣场边界外延伸 200m 范围，涉及施工道路的以道路中心线外两侧 200m 以内为评价范围，附近有居民点等敏感点的，评价范围适当调整至扎郎村、珠拉村附近。

1.6.1.6 社会环境

工程占地、水库淹没及移民安置涉及的西藏自治区昌都市左贡县和林芝市察隅县，重点为工程施工建设区及移民安置区所在的左贡县碧土乡扎郎村、察隅县察瓦龙乡珠拉村。

1.6.2 评价水平年

现状评价水平年：本工程自然环境、生态环境、水环境、环境空气和

声环境等采用2016～2018年现场调查数据与监测数据，并注重对历史资料及近期调查资料的利用。

预测评价水平年：根据本工程枢纽施工和移民安置规划，确定环境影响预测评价时段。

（1）枢纽工程施工期环境影响预测水平年为施工高峰年，预计为2021年。

（2）移民安置环境影响的预测评价水平年与本工程水库移民安置规划水平年一致。

（3）本工程运行期环境影响评价水平年为工程运行后第3年。

1.7 环境保护目标

1.7.1 环境功能保护目标

（1）水资源

合理开发利用和保护水资源，对玉曲河水资源进行优化配置，优化扎拉水库调度运行，减少工程实施对下游用水的不利影响，特别是要保证坝下减水河段内的生态环境用水。

（2）水环境

保护扎拉水库库尾～玉曲河河口河段，要求水质符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水标准，使涉及区域水域水质能够满足现有的水域基本功能要求。

（3）地下水环境

本工程评价范围无特殊地下水资源保护区，地下水保护目标主要是维持区域地下水位及地下水水质，重点是扎郎村饮用水源泉眼的水量和水质。

（4）生态环境

根据《全国生态功能区划》，工程所属区域为藏东南生物多样性保护重要区。保护自然生态系统与重要物种栖息地。维护工程影响区生态系统的完整性和稳定性，尽量减小本工程兴建对生态环境的影响；严格控制施工占地，尽可能减少植被破坏面积，禁止捕杀陆生动物，施工结束后对裸露地表按照原有植被类型进行生态修复，尽可能恢复受影响的陆生生境，加强对外来物种入侵的控制，禁止在生物多样性保护功能区引进外来物种。保护评价区范围内分布的国家和西藏自治区重点保护陆生动植物，减缓工程建设对其产生的不利影响。

水生生态保护对象主要为河段特有鱼类及其栖息生境。优化运行调度方案，尽可能降低工程建设对鱼类的影响，重点是通过采取工程管理和生态流量下泄措施减缓工程引水发电对坝下减水河段及电站日调节运行对厂房以下河段鱼类资源的影响；同时采取鱼类栖息地保护、鱼道过鱼、增殖放流、强化渔政管理和进行鱼类与水生态监测等措施，确保水生生物多样性不降低、水生生物通道不被明显阻隔、保持鱼类栖息地的有效性，进而保护受影响河段的鱼类资源。

（5）环境空气

保护工程区及周边村庄的环境空气质量，包括碧土乡扎郎村、察瓦龙乡珠拉村等，不因工程施工造成施工区周围环境空气质量显著下降，使施工人员生活区域及周围区域达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

（6）声环境

保护施工区声环境质量不因工程施工造成施工区周围声环境质量显著下降，工程区周边碧土乡扎郎村、察瓦龙乡珠拉村等村庄的声环境质量达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。施工场界噪声限

值要达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）噪声限值。

（7）移民环境

完善移民安置区的基础设施，保障移民的生产条件、生态环境、生活环境和生活质量，使移民的生产、生活不低于现状水平，并得到改善和逐步提高。移民生产安置人均耕地不低于现状水平、人均年纯收入高于现状水平。

（8）社会环境

合理开发和利用水力资源，以水电开发促进当地经济社会的可持续发展；保障工程区周边居民的人群健康；做好工程迁移人口安置规划和补偿，促进当地基础设施建设和社会安定，环境逐步恢复和改善；保护当地民族文化与宗教信仰，促进民族团结与发展，使得少数民族风俗习惯和文化传统得以传承。

1.7.2 环境敏感保护目标

经现场调查和对工程设计方案的分析，确定扎拉水电站评价区的环境敏感目标有左贡县碧土自然保护区（拟更名为西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区）；水生生物，主要为鱼类“三场”和怒江特有鱼类，即怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼和贡山鮡；陆生生物，主要为国家、自治区重点保护动植物和古树；村民生产生活用水水源；水库淹没与工程迁移人口；文物古迹，主要为扎郎村吊桥、扎郎村建筑遗迹、扎郎村森增旦果山墓葬、珠拉村石棺墓。扎拉水电站工程环境敏感保护目标分布情况见表 1.7-1 和附图 15。

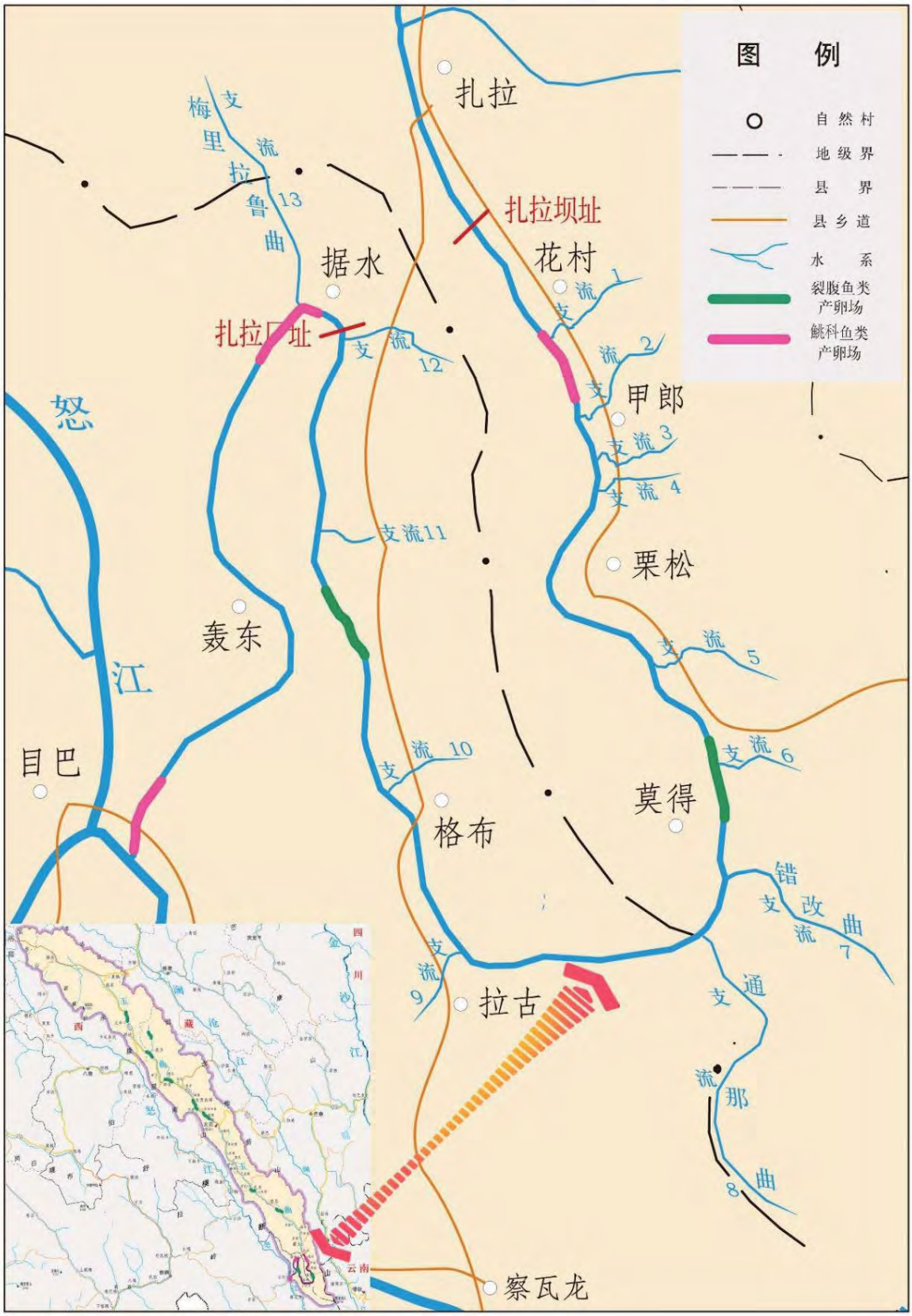


图 1. 7-1　　工程影响河段主要鱼类产卵场分布示意图

表 1.7-1　　扎拉水电站环境敏感保护目标一览表

环境敏感目标			保护级别	类别	保护对象	与工程的区位关系
水生生物	鱼类产卵场	裂腹鱼类产卵场			裂腹鱼类	工程影响河段龙西村以下河段、瓦堡村附近河段有零星分布
		鮡科鱼类产卵场			鮡科鱼类	主要为碧土到玉曲河河口河段及沿岸支流，评价区域内有梅里拉鲁沟汇口附近、甲朗村附近、玉曲河河口等区域
		鲅科鱼类产卵场			鲅科鱼类	工程河段干流及各支流汇口处的浅水湾
	鱼类越冬场	裂腹鱼类越冬场				工程河段水位较深的主河道有分布
		鮡科鱼类越冬场				工程河段急流附近的深潭有分布
		鲅科鱼类越冬场				工程河段流水处的岩石、砾石底下的穴巢里有分布
	鱼类索饵和育幼场	鱼类索饵场				工程河段的坝址上游和支流汇口处分布；鲅类主要在峡谷和窄谷河段越冬深潭附近的礁石滩或上溯至支流急流河段索饵；跌水、洄水处是鮡科鱼类的栖息地和索饵场；零星的浅滩、洄水也是裂腹鱼类的索饵场所
		鱼类育幼场				河流洄水湾和宽谷河段等缓流河段
	怒江特有鱼类：怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、贡山鮡			怒江特有鱼类	怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、贡山鮡	怒江裂腹鱼广布于玉曲河干支流、贡山裂腹鱼分布于怒江上游干支流、贡山鮡主要分布于扎拉坝址以下河段
陆生生物	重点保护野生动物	金雕、胡兀鹫等 7 种	国家 I 级	保护野生动物	金雕、白肩雕、胡兀鹫、斑尾榛鸡、棕尾虹雉、雪豹和白唇鹿	工程河段河谷两岸
		黑鸢、苍鹰、大鵟等 21 种	国家 II 级		黑鸢、苍鹰、大鵟、普通鵟、高山兀鹫、燕隼、红隼、大紫胸鹦鹉、雕鸮、长耳鸮、藏雪鸡、血雉和藏马鸡等。	
		金雕、胡兀鹫、高山兀鹫等 8 种	自治区 I 级		金雕、白肩雕、胡兀鹫、高山兀鹫、斑尾榛鸡和棕尾虹雉、、雪豹和白唇鹿	
		黑鸢、苍鹰、大鵟等 26 种	自治区 II 级		黑鸢、苍鹰、大鵟、普通鵟、燕隼、红隼、血雉、藏马鸡、藏雪鸡、大紫胸鹦鹉、雕鸮和长耳鸮等。	

续表 1.7-1　　扎拉水电站环境敏感保护目标一览表

环境敏感目标			保护级别	类别	保护对象	与工程的区位关系
陆生生物	重点保护植物	云南红豆杉	国家Ⅰ级			主要分布于碧土县级自然保护区内和高山地带
		樟树、澜沧黄杉、冬虫夏草、松口蘑	国家Ⅱ级			
	古树	藏川杨、核桃、光核桃共3种16株		古树	藏川杨4株，核桃10株，光核桃2株	8株核桃位于坝址下游区，不受工程的影响；2株核桃树位于淹没线以上，距离扎拉营地距离较近，最近距离约32m；2株光核桃距8#公路的最近距离127m；4株藏川杨位于扎郎村村委会旁，靠近6#公路。古树均不会受到水库淹没和工程施工占地影响。
自然保护区		碧土县级自然保护区（拟更名为西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区）	县级	野生动物和森林生态系统类型	大绯胸鹦鹉以及雪豹、白肩雕、金雕、斑尾榛鸡等Ⅰ级国家保护动物，黑熊、水獭、藏狐、藏原羚、岩羊、藏马鸡等国家Ⅱ级保护动物	卡树沟渣场距保护区的距离最近，距离保护区最近水平距离约2.1km，最近垂直高差约1.4km。保护区平均海拔4500m，不在工程建设直接影响范围内。
生产生活用水水源		扎郎村水源Q2-1		生产生活用水	生产生活用水泉眼，流量约为83L/s	位于卡树冲沟渣场左侧
		扎郎村水源Q2-2		生产用水	生产用水泉眼，流量约为0.33L/s	位于卡树冲沟渣场右侧
环境空气与声环境		扎郎村		居民点	扎郎村居民	扎郎村5户居民位于大坝砂石加工系统东北方，距离78～156m，高差20～45m；距6#公路20-150m
		珠拉村			珠拉村居民	珠拉村10户居民位于距厂房施工区324-640m范围内，高差5～10m；距13#公路65-132m
水库淹没与工程迁移人口	水库淹没面积359.77亩，其中耕地20.02亩；工程建设区总占地4348.38亩，其中永久占地耕地353.85亩，临时用地耕地225.79亩。搬迁人口23户122人			社会关注区		水库淹没区与工程建设区
文物古迹					扎郎村吊桥	库坝重叠区
					扎郎村建筑遗迹	库坝重叠区
					扎郎村森增旦果山墓葬	库坝重叠区
					珠拉村石棺墓	临时征地范围内

1.8 评价程序

按照《建设项目环境保护管理条例》和环境影响评价技术导则的要求，本工程环境影响评价工作分以下三个阶段。

第一阶段：前期准备、调研和工作方案阶段。环评单位接受任务后，建设单位开展公众参与第一次公示。在研究相关技术文件和其它有关文件的基础上，进行初步工程分析，同时开展初步的环境现状调查。结合初步工程分析结果和环境现状资料，识别建设项目的环境影响因素，筛选主要的环境影响评价因子，明确评价重点和环境保护目标，确定环境影响评价的范围、评价工作等级和评价标准，制定工作方案。

第二阶段：分析论证和预测评价阶段。在第一阶段基础上进行进一步工程分析，对评价区域内的水环境、环境空气和声环境进行现状监测，对评价范围内陆生生物多样性、水生生物多样性及生态系统进行详细的现状调查和专题评价工作，对工程涉及区域社会环境现状进行详细调查与收资，开展各项专题研究工作，在此基础上进行工程区环境影响预测评价。

第三阶段：报告书编制阶段。在第一、二阶段工作的基础上，制定相应的环境保护对策措施，进行环保投资概算和技术经济论证；编制环境影响报告书初步成果；建设单位进行公众参与第二次信息公示和多种形式的公众意见调查工作。在上述工作的基础上，编制完成《西藏玉曲河扎拉水电站环境影响报告书》。

扎拉水电站工程环境影响评价程序见图 1.8-1。

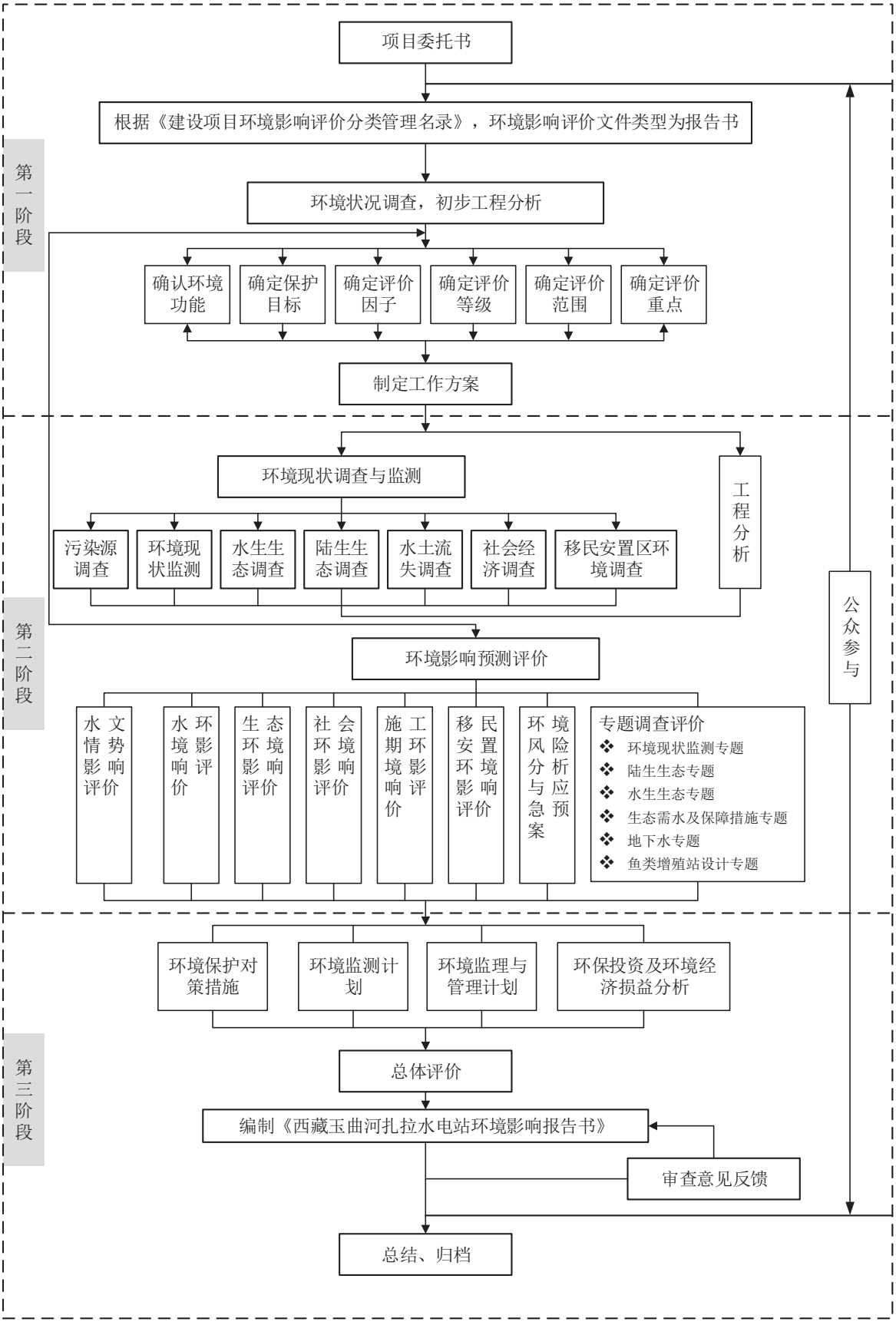


图 1.8-1　　扎拉水电站工程环境影响评价工作程序图

2 工程概况

2.1 流域及水电规划概况

2.1.1 流域概况

玉曲河，又称伟曲，是怒江中游左岸一级支流，发源于西藏自治区昌都地区类乌齐县附近的瓦合山麓，源头海拔约 4954m，自河源流向东南，流经昌都地区洛隆县、察雅县、八宿县、左贡县以及林芝地区察隅县，在察隅县察瓦龙乡目巴村附近汇入怒江。流域水系见附图 2。

玉曲河流域位于北纬 28° 25′～30° 59′和东经 96° 28′～98° 41′之间，流域面积 9379km^2，干流总长 444.3km；河道天然落差 3122m，平均坡降约 7.0‰。其中左贡县城以上河段河道宽缓，平均坡降约 3.5‰；左贡县城以下河道狭窄，河谷深切，多呈“V”型，落差较大，平均坡降大于 10‰。玉曲河位于怒江和澜沧江的分水岭上，界于他念他翁山和永隆里南山之间，与怒江和澜沧江并流而行。流域内地势大致呈东北向西南倾斜，东部与澜沧江相邻，西南部与怒江接壤，分水岭高程多在海拔 4800m 以上。

流域内支流较多，主要支流有直曲、尼曲（也称开曲）、橙曲、节曲、阿比曲、大曲等，大多数位于干流左岸，具有河道短、落差大的特点。

玉曲河径流主要由降水及融雪形成。流域常见的自然灾害有干旱、霜冻、雪灾、冰雹、山洪、泥石流、滑坡、地震等。

玉曲河流域气候复杂，受南北平行峡谷及中低纬度地理位置等因素的影响，具有垂直分布明显和上下游差异大的特点。中上游地区以高原温带半干旱季风气候为主，干湿季分明，日照充足，太阳辐射强，日温差大，年气温温差较小，冬春季气候干燥寒冷，夏季降水集中，年降水量 500～600mm；下游地区以喜马拉雅山南翼亚热带湿润气候为主，四季温和，降

水充沛，日照充足，无霜期长，年降水量 800～1000mm，局部地区可达1500mm。流域内多年平均降水量为 830mm 左右。

2.1.2 流域水电规划及开发现状

玉曲河流域地处我国西部边缘，位于怒江和澜沧江的分水岭西侧，界于他念他翁山和永隆里南山之间，流域内地势险峻、交通不便、气候恶劣、经济社会发展缓慢，基础资料缺乏，前期勘测规划设计工作开展相对较少。

2007 年 5 月，受西藏自治区有关政府部门委托，长江设计公司承担了玉曲河流域综合规划工作。同年 9 月，在西藏自治区水利厅、昌都地区水利局和左贡县人民政府的大力支持与配合下，长江设计公司联合西藏自治区水利规划勘测设计研究院，组织规划、水文、地质、测量、库区、环境和水土保持等专业技术人员，对玉曲河流域进行了综合查勘，征求了当地政府部门的意见与建议，收集了部分规划所需的基本资料，编制完成了《玉曲河流域综合查勘报告》，初步拟定了玉曲河干流水电梯级坝址，并提出了梯级开发的初步设想。

2008年3月,受中国大唐集团公司四川分公司委托，长江设计公司承担了玉曲河干流水电专项规划工作，于 2009 年 11 月完成了《玉曲河干流水电规划报告》（送审稿）。

2009 年 12 月，水电水利规划设计总院会同西藏自治区发展和改革委员会、能源办公室在成都主持召开了规划报告审查会议，基本同意《玉曲河干流水电规划报告》。按照《西藏自治区玉曲河干流水电规划报告》规划成果，玉曲河干流梯级开发推荐方案为：成德（正常蓄水位 3760m，下同）—扎玉（3550m，引）—吉登（3400m，引）—中波（3200m）—碧土（3080m，引）—扎拉（2810m，引）—轰东（2100m，引）共 7 级，总装机容量 1984MW，保证出力 312.8MW（联合运行时 717.4MW），年发电量 94.42 亿 kW·h（联合运

行时98.25亿kW·h），并根据近期工程选择原则，在解决玉曲河对外交通问题，明确电力送出方向的前提下，结合当地的经济发展水平与电力需求状况，综合考虑业主和地方政府的积极性、电站技术经济指标较优、能集中开发与送出、节约工程投资等因素，将碧土和扎拉梯级列为近期开发工程。

玉曲河干流梯级开发推荐方案主要技术经济指标见表2.1-1。

2.1.3 玉曲河干流水电规划环评结论及拟采取的环保措施

玉曲河干流水电规划阶段，受大唐玉曲河水电开发有限公司的委托，长江设计公司于2009年11月编制完成了《西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响报告书》。2009年12月19日，西藏自治区环境保护厅会同西藏自治区发展和改革委员会对《西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响报告书》进行了审查。2010年4月西藏自治区环境保护厅以藏环函[2010]19文向西藏自治区发展和改革委员会正式转报《西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响报告书》及审查意见。

（1）流域环境保护总体目标

1）满足西藏昌都市和林芝市国民经济和社会发展的需要，符合怒江和玉曲河流域生态环境保护的要求，并与流域经济社会发展、生态环境建设规划相适应，促进经济社会的可持续发展。

2）合理开发利用和保护水资源，对水资源进行优化配置，优化梯级水库调度运行，减少规划实施对水资源利用产生的不利影响；同时，梯级水库群的开发不致对下游河段水资源带来明显不利影响，特别是要保证坝下减水河段内的生态环境用水。

3）保护和改善玉曲河水电梯级规划所涉及水域水环境，使规划水域水质能够满足现有的水域基本功能要求。

表 2.1-1　　玉曲河干流梯级开发推荐方案主要技术经济指标表

项　目		单位	成德	扎玉	吉登	中波	碧土	扎拉	轰东	合计
建设地点		地、县	昌都 左贡县	昌都 左贡县	昌都 左贡县	昌都 左贡县	昌都 左贡县	昌都左贡县 林芝察隅县	林芝察隅县	
坝址距河口距离		km	180.8	173.3	149.9	115.5	100.8	83.3	20.6	
坝址控制流域面积		km^2	6820	6896	7258	8030	8357	8544	9330	
多年平均流量		m^3/s	82.9	83.8	88.2	97.6	101.6	103.9	113.4	
多年平均径流量		亿 m^3	26.14	26.43	27.81	30.78	32.04	32.77	35.76	
开发方式			堤坝式	引水式	引水式	堤坝式	引水式	引水式	引水式	
正常蓄水位		m	3760	3550	3400	3200	3080	2810	2100	
死水位		m	3710	3547	3397	3170	3077	2807	2097	
利用水头		m	188	136.5	199.5	120	270	692	160	1766
正常蓄水位水库面积		km^2	12.531	0.34	1.83	4.26	2.52	0.31	0.13	
死水位水库面积		km^2	6.283	0.27	1.36	2.36	2.33	0.28	0.11	
正常蓄水位水库库容		亿 m^3	7.502	0.03	0.32	1.68	0.71	0.06	0.02	10.32
死水位水库库容		亿 m^3	2.882	0.02	0.28	0.75	0.64	0.05	0.01	4.63
调节库容		亿 m^3	4.62	0.009	0.043	0.926	0.072	0.009	0.004	5.68
库容系数		%	17.65%	0.04%	0.15%	3.01%	0.22%	0.03%	0.01%	
调节性能			年	日	日	年	日	日	日	
装机容量		MW	224	118	186	160	292	810	194	1984
发电引用流量		m^3/s	144	115	121	158	140	143	154	
年发电量	联合调节	亿 kW·h	10.09	5.96	9.35	7.61	14.68	40.73	9.83	98.25
	其中：丰水期电量	亿 kW·h	6.67	3.89	6.17	4.97	9.62	26.81	6.56	64.69
	枯水期电量	亿 kW·h	3.42	2.07	3.18	2.64	5.06	13.92	3.27	33.56
	丰枯比		1.95	1.88	1.94	1.88	1.90	1.93	2.01	

续表 2.1-1　　玉曲河干流梯级开发推荐方案主要技术经济指标表

项　目		单位	成德	扎玉	吉登	中波	碧土	扎拉	轰东	合计
装机利用小时	联合调节	h	4504	4814	4801	4738	4795	4799	4835	
	单独调节	h	4504	4814	4796	4775	4784	4786	4820	
水库淹没指标	淹没耕地	亩	1609	72	317	55	45	14		2112
	淹没林地	亩	4360	78	766	2298	998	99	40	8639
	淹没公路（四级）	km	33	2	4	16	5			60
	淹没房屋	m^2	48640		2688	1520				52848
	需安置人口	人	720		42	36				798
坝基主要岩性			板岩	板岩	灰岩	灰岩	板岩	板岩	灰岩	
坝　型			混凝土面板堆石坝	混凝土重力坝	混凝土面板堆石坝	混凝土面板堆石坝	混凝土重力坝	混凝土重力坝	混凝土面板堆石坝	
最大坝高		m	210	50	61	153	108.4	62.3	56	
坝　长		m	651	205	314	453.5	172	144.3	162	
主要工程量	土石方明挖	万 m^3	898.3	59.9	302.7	693.4	36.8	104.9	159.1	2255.10
	石方硐挖	万 m^3	23.6	78.2	102.2	26.2	86.6	80.4	59	456.20
	土石方填筑	万 m^3	2138.3	16.8	158.6	993.7	8.1	15	59.1	3389.60
	混凝土	万 m^3	32.5	35.5	37.1	23.1	77.7	56.5	25.8	288.20
	钢筋钢材	万 t	1.89	1.8	2.04	1.49	2.65	2.92	1.63	14.42
第一台机组发电		年	8	3.5	4.5	6.5	5	4	5.5	
施工总工期		年	9	4	6	7	5.5	5	6	42.5
交通条件			左岸有公路	左岸有公路	左岸有公路	左岸有公路	左岸有公路	左岸有公路	没有公路	
工程静态投资		亿元	65.76	22.64	34.18	39.87	36.93	51.29	25.56	276.22

4）维护评价区生态系统的完整性和稳定性；保护规划影响范围内国家和地方重点保护的野生动植物和古树名木，减缓规划实施造成的不利影响；保护好怒江特有鱼类怒江裂腹鱼、贡山鮡等鱼类资源，减缓规划实施对水生生物的不利影响。

5）合理开发和保护土地资源，尽量减少耕地损失，保护森林植被，做好复耕和植被恢复，减轻对流域景观和生态的破坏，防止水土流失。

6）通过科学、合理的资源开发和配置，协调好水库移民安置与环境保护的关系，从源头上减少移民数量，保障移民的生产条件和生活质量，使得少数民族风俗习惯和文化传统得以传承；保护移民安置区生态环境。

7）保护当地民族文化与宗教信仰，促进民族团结与发展，保障人群健康

（2）规划环境影响评价结论

根据玉曲河流域特点、资源环境状况以及开发与保护要求，将玉曲河干流划分为规划保留河段、开发利用河段，其中源头至美玉河段为规划保留河段，占玉曲河总长的 29.4%；美玉至旺达河段也划为规划保留河段，占玉曲河总长的20.0%；旺达以下河段为开发利用河段，占玉曲河总长的50.6%。

规划梯级电站建设后，将为藏东地区提供可靠的电力保障，满足地区经济社会发展对电力负荷增长的需求，也将为“藏电外送”及“西电东送”提供一定的电力；将大大改变玉曲河流域交通闭塞、经济落后的面貌，带动地方建材、运输、服务、旅游和其它产业的发展，将为地方脱贫致富和可持续发展创造良好的机遇；将为当地提供大量的就业机会，增加地方财政收入，提高当地居民的生活水平和生活质量；水电清洁能源的利用，可减少燃煤火电站排放污染物对环境的影响，可减少居民因生产生活用柴对植被的破坏，有利于区域生态环境保护。因此，本规划的实施具有显著的社

会、经济和环境效益。

规划的实施也将不可避免地对环境产生一定不利影响。主要是水库淹没以及水文情势变化导致对水环境、水生生物、陆生生物等产生一定的不利影响；水库淹没也将对移民的生产、生活产生影响，而移民安置也将对环境产生一定不利影响。对规划实施可能产生的不利影响，通过采取相应的环境保护对策措施后，不利影响将得到有效控制或减缓，不存在重大制约性环境影响。

（3）规划推荐方案

综合考虑环境影响、枯期用电需求、水库淹没损失和移民安置难度、工程建设条件和经济性等因素，规划环评推荐的环境可行规划方案为在玉曲河旺达以下至河口长约 225km 河段布置由成德（3760m）—扎玉（3550m，引）—吉登（3400m，引）—中波（3200m）—碧土（3080m，引）—扎拉（2810m，引）—轰东（2100m，引）组成的 7 个梯级电站；旺达以上长约 219.5km 河段未布置梯级，保持天然河道状态。

（4）预防及减轻不利影响的措施

水资源保护：加强玉曲河的水资源管理，按照规划划分的水能资源开发区段合理开发利用水能资源，维护河流生态系统健康；保障河流生态环境用水量。

水环境保护：建立水库环境管理机构，对梯级水库水质及库周污染源发展和污水排放等进行监控；流域内各级政府应加强引导，合理布局，结合地方的资源优势发展工业或农牧业，限制污染企业的兴建；调整农业产业结构，大力发展生态农业，减少面源污染。

陆生生态保护：控制规划工程占地规模，减少占地对植被的影响；注意保护各坝址附近的植被，临时占地尽量不占用林地；合理选择移民安置

方式，做好移民安置区的生态保护工作；做好保护野生动物的宣传工作，严禁在施工期捕猎野生动物。

水生生态保护：采用干流与支流保护的措施实施鱼类栖息地保护；应考虑建立鱼类增殖站，保护特有鱼类资源；开展相关科学研究和加强渔政管理，减轻对鱼类资源的影响。

移民安置环境保护：贯彻落实党和国家的民族政策和宗教政策，尊重少数民族移民群众的风俗习惯，及时做好与他们的沟通和协调。建议探索新的移民安置途径，实现移民与水电站利益共享，妥善处理移民安置问题。

（5）规划环评对项目环评的要求

1）在工程可行性研究阶段，应开展相应的项目环境影响评价，编制各电站工程的环境影响报告书和水土保持方案报告书。

2）水库蓄水前，应做好被淹没古树，如黄果冷杉、藏川杨、核桃树等的移栽工作，对具体移栽提出具体方案。

3）针对规划方案实施对鱼类资源的影响问题，各梯级电站项目环评应统筹考虑，进一步落实这些措施，并根据实际情况处理好投资分摊的问题。

4)扎拉水电站应下泄坝址处多年平均流量的10%作为生态基流，确保下游各类用水需求不受到影响，并监督落实相应泄水工程措施及运行管理要求，保证连续不间断地下泄相应的生态环境用水。

5）对于扎拉坝下减水河段，建议在鮡科鱼类繁殖期间优化水库调度，保障下泄水量，以满足贡山鮡、札那纹胸鮡产卵、繁殖、生长的生态用水要求。

6）在项目环评阶段，应结合梯级工程具体的施工组织设计方案，强化施工环境影响的预测分析，重点分析施工场地、渣场、料场、施工道路选址的环境合理性，详细分析工程施工对水环境、环境空气、声环境、水土

流失等的影响，并提出具体的环境保护措施。

7）在项目环评阶段，根据具体的工程设计方案和环境影响预测结论，对规划环境影响评价阶段制定的环境监测计划进行调整，以能科学合理地分析各梯级电站工程建设产生的环境影响程度，据此评价工程实施后当地环境状况。

8）因梯级电站建设所配套建设的施工道路工程量较大，扰动影响范围较广，对当地生态环境有一定的影响，需在梯级电站设计及环境影响评价中予以高度重视，切实做好上下游梯级连接道路绿化、植被恢复及施工期水土保持措施的设计和实施，最大程度减轻梯级电站工程施工道路建设造成的不利环境影响。

2.2 前期勘察设计过程

受大唐玉曲河水电开发有限公司委托，长江设计公司承担了西藏玉曲河扎拉水电站的勘察设计工作。2011年9月，长江设计公司编制完成了《西藏自治区玉曲河扎拉水电站预可行性研究报告》（以下简称《预可行性研究报告》）。2012年4月，《预可行性研究报告》通过了水电水利规划设计总院会同西藏自治区发展和改革委员会、能源办公室组织的审查。

2013年6月，国家发改委以《国家发展改革委办公厅关于同意西藏玉曲河扎拉水电站开展前期工作的复函》（发改办能源〔2013〕1494号）批复同意开展扎拉水电站前期工作。

2015年4月，长江设计公司编制完成了《西藏玉曲河扎拉水电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》、《西藏玉曲河扎拉水电站可行性研究阶段水库影响区范围界定专题报告》、《西藏玉曲河扎拉水电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》，并先后通过了水电水利规划设计

总院的审查。2017 年 3 月，长江设计院编制完成的《西藏玉曲河扎拉水电站可行性研究阶段建设征地迁移人口安置规划报告》通过了水电水利规划设计总院的审查，同年 5 月，西藏自治区水利厅以《自治区后扶办关于<西藏玉曲河扎拉水电站建设征地迁移人口安置规划报告>的批复》（藏水建【2017】67 号）。

2017 年 11 月，长江设计公司编制完成了《西藏自治区玉曲河扎拉水电站可行性研究报告》。

2.3 工程建设必要性

2.3.1 是落实中央打赢脱贫攻坚战，全面建成小康社会的具体体现

中央第六次西藏工作座谈会强调，西藏和四省藏区已经进入全面建成小康社会决定性阶段。要牢牢把握改善民生、凝聚人心这个出发点和落脚点，大力推动西藏和四省藏区经济社会发展。

扎拉水电站所处的地区为需要脱贫的藏区，亟需建设基础项目推动经济发展，使当地脱贫，逐步建成小康社会。扎拉水电站影响范围有左贡县碧土乡 1 个村、察隅县察瓦龙乡 10 个村共有 1230 户 6826 人。目前只有三个村通电，人均每年用电量约 300 度，其余村没有电网送电，采用小型太阳能电池板或微型水力发电。根据十三五社会经济和电力发展资料预测，扎拉水电站影响范围内，2025 年当地用电量约为 360 万度～400 万度，2030 年当地用电量约为 500 万度。

利用扎拉水电站生态机组稳定的电力，向工程影响范围内提供免费的电力电量，2025 年可直接扶贫超过 100 万元，若直接送电到户，每年可减少当地群众支出 300 万元左右；2030 年可直接扶贫约 150 万元，若直接送电到户，每年可减少当地群众支出 400 万元左右。扎拉水电站可作为将水电资源优势转化为经济增长动力的工程，为当地经济社会发展和移民群众

脱贫致富做出较大贡献。

目前，扎拉水电站所在的玉曲河的居民一般居住在沿江的公路或河流边，多为集中居住，形成规模不等的自然村落，主要以广种薄收的经营方式维持生活。扎拉水电站的兴建，将改善当地原有的传统产业结构，并在移民安置区建设中进行统一规划，按照生态农业的模式进行生产、生活安置规划，形成新的较为合理的农业产业结构；通过改善交通、通讯等基础设施，为集中的居民点建设学校、诊所、图书室、管理房、市场以及宗教设施等公共设施，从而推动城镇化发展，促进区域经济社会的快速发展。

2.3.2 具有环境保护和节能减排效益

昌都电网覆盖面小，其覆盖范围仅限于昌都县、八宿县、察雅县和类乌齐县等 4 个县的 35 万人部分地区，枯水期缺电。其余江达县、 贡觉县、丁青县、左贡县、芒康县、洛隆县、边坝县等 7 个县 37 万人仍未被电网覆盖，全年缺电。

目前，西藏水电由当地发改委核定统一上网电价，2016 年和 2017 年水电平均上网电价 0.352～0.325 元/kW·h,果多水电站 2017 年上网电价 0.396 元/kW·h。扎拉水电站距昌都的芒康县、左贡县和林芝地区的察隅县在 150km 左右，上网电价 0.3 元/kW·h，低于昌都电网的平均上网电价，具有市场竞争力。

昌都市部分无电地区能源供给主要由燃烧木材和农作物废料获得。昌都市属于高寒地区，长期大量的森林砍伐将使植被面积持续减少、生态环境退化，而破坏的自然生态环境长期难以恢复。扎拉水电站枯水期电力以满足当地需求为主，可减少森林砍伐，具有较大的环境保护效益。

扎拉水电站的建设可减少废气、废物排放，减少对不可再生的石油和煤炭资源的消耗，具有节能减排效益。扎拉水电站建成发电后，每年约可

节约原煤 262.2 余万 t，可减少 CO_2 排放量约 132.8 万 t，减少 SO_2 排放量约 5.1 万 t，减少 NOx 排放量约 8.6 万 t，减少烟尘排放量约 927.5t。

2.3.3 昌都能源发展战略的需求

昌都市太阳能、风能、水能资源丰富，并蕴藏有一定量的煤炭资源。受自然条件限制，目前太阳能、风能、煤炭利用量均很小。昌都市水能资源理论蕴藏量约 4 万 MW,约占全国的 6.0%,目前水力资源仅开发利用了 0.6%左右，开发潜力巨大。

《昌都市国民经济和社会发展第十三个五年规划及 2030 年远景目标纲要》提出，围绕电力能源短板，以电源点建设和电网建设为重点，加快水电能源开发，完善升级电力设施，提高供电可靠性和稳定性，全力满足经济社会发展和农牧民生产生活用电需求。并提出十三五期间开工建设扎拉水电站。

2.3.4 昌都市发展对电力的需求

昌都电网以水电为主，由于电源出力特性与负荷特性不匹配，导致昌都电网丰盈枯缺的矛盾十分突出，电网调峰困难。根据昌都市电源建设规划及负荷预测成果，昌都电力市场 2030 年枯水期存在 322MW 的电力缺额。

扎拉水电站具有日调节能力，枯水期发电出力约 350MW，与昌都电网电力缺额相当，可全部在昌都电网枯水期消纳，在系统负荷较高的时段，通过调节库容可部分满足系统尖峰负荷，增加系统调峰灵活性。

2.4 工程地理位置

扎拉水电站位列玉曲河干流下游河段七级开发方案中的第六级，坝址位于碧土乡扎郎村附近，厂址位于察隅县察瓦龙乡珠拉村，距左贡县城约 136km，距昌都约 290km，距河口约 83km，距上游碧土坝址约 17km，与下游麦东相距约 63km。工程地理位置见附图 1。

2.5 工程开发任务、规模及运行方式

2.5.1 工程任务

扎拉水电站开发任务为发电，并促进地方经济社会发展。

（1）发电

扎拉水电站正常蓄水位为 2815m，具有日调节能力，电站总装机容量1015MW（含生态机组 15MW），单独运行时多年平均发电量 39.46 亿 kW·h（含生态机组电量 0.86 亿 kW·h），电站建成后可为供电区提供一定规模电能，部分满足受电区经济社会发展对能源的需求。

（2）促进地方经济社会发展

扎拉水电站坝址位于西藏自治区昌都市左贡县碧土乡，厂址位于林芝市察隅县察瓦龙乡。受自然条件限制，目前当地经济社会发展相对落后，总体经济特征以农牧业自然经济为主体，经济总量小，是我国区域协调发展中的“短板”，是全面建设小康社会的难点和重点。

扎拉水电站总装机容量 1015MW，工程规模较大，无论是在开发建设期，还是在投产运行期，均可直接拉动和促进当地经济社会的发展，增加边疆地区人民就业，切实提高当地各族人民生活水平和生活质量，共享我国改革发展成果，是工程所在地的重要工程，是当地百姓的造福工程，是促进当地经济社会全面发展、促进民族团结和维护边疆稳定的希望工程。

2.5.2 工程规模与主要特性

扎拉水电站坝址控制流域面积 8546km^2，多年平均流量 110m^3/s，多年平均径流量 34.8 亿 m^3。水库正常蓄水位 2815m，调节库容 136 万 m^3，总装机容量 1015MW（含生态机组 15MW），单独运行时，多年平均发电量 39.46 亿 kW·h（含生态机组电量 0.86 亿 kW·h）。

工程主要特性详见表 2.5-1。

表 2.5-1　　扎拉水电站工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
一	**水文**			
1	流域面积			
	全流域	km^2	9379	
	坝址以上流域	km^2	8546	
2	利用的水文系列年限	年	37	水文年
3	多年平均年径流量	亿 m^3	34.8	
4	代表性流量			
	多年平均流量	m^3/s	110	
	设计洪水流量（P=0.2%）	m^3/s	1430	
	校核洪水流量（P=0.05%）	m^3/s	1840	
	施工导流流量（P=5%）	m^3/s	1010	
5	泥沙			
	多年平均悬移质年输沙量	万 t	91.9	
	多年平均含沙量	kg/m^3	0.266	
	多年平均推移质年输沙量	万 t	13.8	
二	**水库**			
1	水库水位			
	校核洪水位（P=0.05%）	m	2816.25	
	设计洪水位（P=0.2%）	m	2815.00	
	正常蓄水位	m	2815.00	
	死水位	m	2811.50	
2	正常蓄水位时水库面积	km^2	0.42	
3	回水长度	km	3.8	20 年一遇
4	水库容积			
	总库容	亿 m^3	0.0914	
	调节库容	亿 m^3	0.0136	
	死库容	亿 m^3	0.0726	
5	库容系数	%	0.04	
6	调节性能			日调节
三	**工程效益指标**			
1	装机容量	MW	1000	4X250
	保证出力（P=95%）	MW	161	单独运行
	多年平均发电量	亿 kW·h	38.6	
	装机年利用小时数	h	3860	
2	生态机组装机容量	MW	15	3X5 MW
	生态机组多年平均发电量	亿 kW·h	0.86	
	生态机组装机年利用小时	h	5730	
四	**建设征地和移民安置**			
	工程涉及土地总面积	亩	4708.15	

续表 2.5-1　　扎拉水电站工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
其中	耕地	亩	599.66	
	园地	亩	2.03	
	林地	亩	3422.17	
	迁移人口	人	23 户 122 人	
	拆迁房屋	m^2	11549.91	
五	**主要建筑物及设备**			
1	挡水建筑物			
	坝型			混凝土重力坝
	地基特征			砂质板岩
	地震基本烈度/设防烈度	度	7	
	坝顶高程	m	2820	
	最大坝高	m	67	
	坝顶长度	m	199.5	
2	泄水建筑物			
（1）	表孔			
	堰顶高程	m	2805	
	数量－尺寸（宽×高）	个－m	1-7×10	
	工作闸门型式			弧形
	数量－尺寸（宽×高）	扇－m×m	1-7×10	
	启闭机型式			液压启闭机
	数量－容量	台－kN	1-2×500kN	
	事故检修闸门型式			平板
	数量－容量	台－kN	1-2×500kN/100 kN	
	消能方式			挑流消能
（2）	底孔			
	底高程	m	2770	
	数量－尺寸（宽×高）	个－m	2-4.5×6	
	工作闸门型式			弧形
	数量－尺寸（宽×高）	扇－m×m	2-4.5×6	
	启闭机型式			液压启闭机
	数量－容量	台－kN	2-1000kN	
	事故检修闸门型式			平板
	数量－尺寸（宽×高）	扇－m×m	2-4.5×7.81	
	启闭机型式			门机
	数量－容量	台－kN	1-2×500kN/100 kN	
	消能方式			挑流消能
（3）	生态放水设施			
	底高程	m	2805	
	数量－尺寸（宽×高）	个－m	1-2×2.5	
	工作闸门型式			弧形
	启闭机型式			液压启闭机
	数量－容量	台－kN	1-500kN/150 kN	
	消能方式			挑流消能
3	输水建筑物			
（1）	进水口			
	型式			岸塔式
	底槛高程	m	2797.00	
	事故检修闸门型式			平板
	启闭机型式			卷扬启闭机
	数量－容量	台－kN	1-2×1250kN	

续表 2.5-1　　扎拉水电站工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
（2）	引水隧洞			
	长度	m	3736	
	断面尺寸		7.5/6.0	
（3）	调压室			
	型式			阻抗式
	主要尺寸		内径 16m，高 118.8m	
	检修闸门型式			平板
	数量－尺寸（宽×高）	扇－m×m	2-5.3×5.3	
	启闭机型式			卷扬启闭机
	数量－容量	台－kN	2-1500kN	
（4）	压力管道			埋管、明管
	型式			
	条数/长度	条/m	4/1701.13、1701.13、	
4	发电厂房			
	型式			地面厂房
	厂房尺寸（长×宽×高）	m×m×m	129.9×58.8×54.8	
	水轮机安装高程	m	2125.70	
5	生态电站厂房			
	型式			地面厂房
	地基特性			板岩
	厂房尺寸（长×宽×高）	m×m×m	58.3×27.5×33.6	
	水轮机安装高程	m	2756.9	
六	**施工特性**			
1	主体工程量（含导流工程）			
	明挖土石方	万 m^3	429.85	
	洞挖石方	万 m^3	107.76	
	填筑土石方	万 m^3	40.54	
	混凝土	万 m^3	83.21	
2	主要建筑材料			
	木材	m^3	2800	
	水泥	t	23.80	
3	所需劳动力			
	总工日	万工日	119.35	
	平均高峰人数	人	1450	
	高峰人数	人	2000	
4	施工交通运输			
（1）	对外交通			
	等级		水电 IV 级专用公路	
	距离	km	29.77	进场公路 4km，对外交通公路分摊长度 25.77km
（2）	场内交通干道			
	等级		场内二级或三级	
	长度	km	32.86	

续表 2.5-1　　扎拉水电站工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
5	施工导流			
	导流方式		一次性拦断河床、隧洞导流	
	挡水建筑物型式		土石围堰	
	最大高度	m	29.5	
	泄水建筑物型式		隧洞导流	
6	施工工期			
	总工期	月	67	
八	**水土保持工程**			
1	**拦渣工程**			
	拦渣坝	m	62	
	挡渣墙	m	130	
	排洪沟	m	3936	
	截排水工程	m	11720	
2	**植物措施**			
	乔木（高山松）	株	28081	
	乔木（藏青杨）	株	20108	
	灌木（狼牙刺）	株	545083	
	灌木（小檗）	株	545083	
3	**临时措施**			
	袋装土拦挡	m	2100	
	钢筋石笼拦挡		3047	
九	**环境保护**			
1	水环境保护工程			
1.1	砂石骨料加工系统废水处理站	座	3	大坝砂石加工系统配置 2 座、厂房砂石加工系统配置 1 座
1.2	混凝土生产系统废水处理站	座	5	大坝混凝土生产系统、厂房混凝土生产系统和引水隧洞混凝土生产系统共配置 5 座
1.3	含油废水处理站	座	4	各施工机械停放场分别设置 1 座隔油池
1.4	成套生活污水处理设备	套	2	扎拉营地和珠拉营地各 1 套
2	陆生生态保护工程	项	1	工程措施、植物措施、临时措施
3	水生生态保护工程			
3.1	过鱼设施		竖缝式鱼道，全长 2.97km	主要过鱼对象为 4 种裂腹鱼，即：怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、裸腹叶须鱼、温泉裸裂尻鱼，其它鱼类如高原鳅类及鮡科鱼类作为兼顾过鱼对象
3.2	鱼类增殖放流站	座	1	位于厂房区珠拉营地，裸腹叶须鱼、怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、札那纹胸鮡、贡山鮡等 5 种鱼类作为增殖放流对象，放流规模 25 万尾/年

续表 2.5-1　　扎拉水电站工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
3.3	下泄生态基流	m^3/s	10-3 月 15.9m^3/s，4、9 月 22 m^3/s、5-8 月 33 m^3/s	生态机组和坝身生态放水设施下泄
3.4	栖息地保护与修复		干流源头至左贡 219.3km 河段、坝址至河口河段和支流梅里拉鲁曲、错改曲、通那曲为栖息地进行保护	进行栖息地保护对坝址至厂址之间 59.2km 减水河段局部河道进行人工栖息地营造
3.5	其他保护措施		渔政管理、科学研究等	
十	**经济指标**			
	工程总投资	万元	1184022.18	

2.5.2.1　工程等级及建筑物级别

扎拉水电站正常蓄水位 2815m，水库总库容 0.0914 亿 m^3，电站总装机容量 1015MW（含生态机组 15MW），最大坝高 67m。根据《防洪标准》（GB50201-2014）和《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》（DL5180-2003）的有关规定,本工程为二等大（2）型工程，挡水、泄洪、引水发电、鱼道过坝段等主要建筑物为 2 级建筑物，鱼道其他部位、生态电站、生态放水设施及其他次要建筑物为 3 级建筑物，主要和次要水工建筑物结构安全级别均为Ⅱ级。

根据《水电水利工程边坡设计规范》（DL/T 5353-2006），大坝左、右坝肩、电站进水口及电站厂房边坡为 A 类Ⅱ级边坡。

2.5.2.2　设计标准

（1）洪水设计标准

根据《防洪标准》（GB 50201-2014）、《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》（DL5180-2003），考虑到玉曲河流域内洪水实测资料缺乏，结合《西藏玉曲河扎拉水电站可行性研究阶段坝址、坝型及枢纽布置格局专题报告》咨询意见，鉴于坝址上游两岸滑坡、倾倒变形体分布较多，因此，大坝洪水标准采用规范上限值，永久性水工建筑物的洪水标准及相应洪水重现期的洪峰流量见表 2.5-2。

表 2.5-2　　水工建筑物洪水设计标准

建筑物名称	正常运用		非常运用	
	洪水重现期（年）	洪峰流量（m^3/s）	洪峰重现期(年)	洪峰流量（m^3/s）
混凝土重力坝	500	1430	2000	1840
沥青混凝土心墙堆石坝	500	1430	2000	1840
电站厂房	100	1300	500	1510
电站进水塔	同大坝标准			
消能防冲建筑物	50	1140		

（2）抗震设计标准

根据《西藏自治区玉曲河干流地震安全性评价》及审查意见，本工程枢纽区地震基本烈度为 7 度，按有关规范要求，壅水建筑物抗震设防类别为乙类，设计烈度按基本烈度 7 度进行抗震设计。水平向地震加速度代表值见表 2.5-3。

表 2.5-3　　地震加速度代表值

超越概率	水平向加速度代表值（gal）	
	坝址	厂址
50 年 10%	153	148

2.5.3　初期蓄水与运行方式

2.5.3.1　初期蓄水

（1）下游最小需水量

扎拉水电站的开发任务为发电，并促进地方经济社会发展。下游用水量主要需满足下游生产生活及河道生态用水。下游生产生活用水方面，扎拉水电站坝址至珠拉村之间的河段长约 59.2km，河谷深切，两岸为高山峡谷区域，仅有少量村庄和耕地分布。根据调查，坝址、厂址区间灌溉（供水）主要取自玉曲河支流或山间泉水，对玉曲河干流无用水要求。河道生态用水方面，10 月-次年 3 月拟下泄生态基流 15.9m^3/s；4 月和 9 月下泄生态基流 22.0m^3/s；5-8 月下泄生态基流 33.0m^3/s。

根据施工进度计划，扎拉水电站开工后第 6 年 3 月底孔下闸蓄水，相应下泄生态基流为 15.9m³/s，为避免下游水位降幅过大，影响鱼类生存，拟在蓄水期间按下泄流量每小时减少 5m³/s 进行蓄水。第 6 年 6 月初表孔下闸蓄水，相应下泄生态基流为 33m³/s，为避免下游水位降幅过大，影响鱼类产卵，拟在蓄水期间按下泄流量每小时减少 5m³/s 进行蓄水。

（2）初期蓄水计划

1）初期蓄水拟定原则

①底孔下闸蓄水期

考虑下游河道用水要求，扎拉水电站蓄水拟定原则为：①当坝址来水量≤15.9m³/s 时，枢纽按来流量下泄；②当坝址来水量＞15.9m³/s 时，按每小时减少 5m³/s 的速率降低水位时的相应流量下泄，直至下泄流量为 15.9m³/s，多余水量蓄到水库内。库水位达到表孔底高程 2805m 时，本期蓄水结束，此后水库按来量下泄。

②表孔下闸蓄水期

考虑下游河道用水要求，扎拉水电站蓄水拟定原则为：①当坝址来水量≤33m³/s 时，枢纽按来量下泄；②当坝址来水量＞33m³/s 时，按每小时减少 5m³/s 的速率降低水位时的相应流量下泄，直至库水位达到死水位 2811.5m，多余水量蓄到水库内。初期蓄水结束。

2）蓄水历时计算

①底孔下闸蓄水期

底孔下闸蓄水期间，上游无其他水电站运行，按照上述蓄水前提条件及原则，采用 1979 年 5 月至 2015 年 4 月入库径流系列中，选择 3 月 75%和 50%频率典型入库，流量分别为 43.1m³/s、45.7m³/s，进行扎拉水库蓄水

历时计算。根据工程进度计划，导流隧洞拟于第 5 年 12 月初下闸封堵，下闸以后，水流通过大坝底孔下泄，第 6 年 3 月底孔下闸蓄水，底孔底高程为 2770m，根据其泄流能力，43.1m^3/s、45.7m^3/s 相应水库水位分别为 2771.8m、2771.9m，本期蓄水即从上述水位开始，直至蓄水至表孔底高程 2805m。扎拉水库底孔下闸蓄水期蓄水过程见表 2.5-4。

通过计算可以看出，由于扎拉水库库容较小，不同来水保证率蓄水时间均较短。在 75%和 50%典型入库径流情况下，满足下游用水后，扎拉水库蓄至表孔底高程 2805m 分别用时约 54.2h 和 49.9h。

②表孔下闸蓄水期

采用 1979 年 5 月至 2015 年 4 月入库径流系列中，选择 6 月 75%和 50%频率典型入库，流量分别为 145m^3/s、180m^3/s，进行扎拉水库蓄水历时计算。根据工程进度计划，第 6 年 3 月底孔下闸蓄水，蓄水至表孔底高程 2805m。本期蓄水即从 2805m 开始，根据其泄流能力，145m^3/s、180m^3/s 相应水库水位分别为 2810.1m、2810.8m，本期蓄水即从上述水位开始，直至蓄水至死水位 2811.5m。扎拉水库蓄水过程见表 2.5-4。

通过计算可以看出，由于扎拉水库库容较小，不同来水保证率蓄水时间均较短。在 75%和 50%典型入库径流情况下，满足下游用水后，扎拉水库由表孔底高程 2805m 蓄至死水位 2811.5m 分别用时约 7.0h 和 4.8h。

③初期蓄水总历时

根据以上分析，在 75%和 50%典型入库径流情况下，满足下游用水后，扎拉水库蓄至死水位 2811.5m 分别用时约 61.2h 和 54.7h。

表 2.5-4　　扎拉水电站初期蓄水过程表

来水频率	蓄水期	蓄水时间（h）	入库流量（m^3/s）	下泄流量（m^3/s）	下游水位（m）	时段蓄水量（万 m^3）	累计蓄水量（万 m^3）	库水位（m）
75%	底孔下闸蓄水期	1.0	43.1	38.1	2761.20	2	12	2772.42
		1.0	43.1	33.1	2761.09	4	16	2773.51
		1.0	43.1	28.1	2760.98	5	21	2774.90
		1.0	43.1	23.1	2760.87	7	29	2776.49
		1.0	43.1	18.1	2760.76	9	38	2778.18
		49.2	43.1	15.9	2760.72	475	513	2805.00
		底孔下闸蓄水期累计蓄水时间 54.2h。						
	表孔下闸蓄水期	1.0	145	140	2762.59	2	677	2810.14
		1.0	145	135	2762.54	4	680	2810.24
		1.0	145	130	2762.49	5	686	2810.39
		1.0	145	125	2762.43	7	693	2810.59
		1.0	145	120	2762.38	9	702	2810.84
		1.0	145	115	2762.32	11	713	2811.14
		1.0	145	110	2762.26	13	726	2811.50
		表孔下闸蓄水期累计蓄水时间 7h。						
75%来水频率累计蓄水时间 61.2h。								
50%	底孔下闸蓄水期	1.0	45.7	40.7	2761.26	2	13	2772.48
		1.0	45.7	35.7	2761.15	4	16	2773.57
		1.0	45.7	30.7	2761.04	5	22	2774.95
		1.0	45.7	25.7	2760.93	7	29	2776.53
		1.0	45.7	20.7	2760.82	9	38	2778.21
		44.9	45.7	15.9	2760.72	475	513	2805.00
		底孔下闸蓄水期累计蓄水时间 49.9h。						
	表孔下闸蓄水期	1.0	180	175	2762.95	2	702	2810.84
		1.0	180	170	2762.90	4	706	2810.94
		1.0	180	165	2762.85	5	711	2811.09
		1.0	180	160	2762.80	7	718	2811.30
		0.8	180	155	2762.74	7	726	2811.50
		表孔下闸蓄水期累计蓄水时间 4.8h。						
50%来水频率累计蓄水时间 54.7h。								

需要说明的是，表 2.5-4 为本阶段初拟的初期蓄水过程。表孔下闸蓄水期 3 月底为玉曲河鱼类生殖洄游期，即将进入初始繁殖期，因此，表孔下闸蓄水过程中，应实时监控下游减水河段水生态生境变化情况，并根据监控情况，实时动态调整蓄水过程，必要时，可暂停蓄水进程，直至对鱼类生殖洄游及产卵基本没有影响时再继续蓄水。

3）初期蓄水对下游用水的影响分析

扎拉水电站坝址至珠拉村之间的河段长约 59.2km，两岸有少量村庄和耕地分布，根据调查，坝、厂址区间灌溉（供水）主要取自玉曲河支流或山间泉水，对玉曲河干流无用水要求。因此，初期蓄水对下游生产、生活用水无影响。

2.5.3.2 运行方式

扎拉水电站正常蓄水位 2815m，死水位 2811.5m，主汛期（6～9 月）排沙运行控制水位 2811.5m，调节库容 136 万 m^3，水库具有日调节能力。

（1）防洪

扎拉水电站水库库容较小，不承担下游防洪任务，其洪水调度以保证大坝安全为前提，起调水位为正常蓄水位，采用控泄与敞泄相结合的方式。洪水调节时，不考虑机组参与泄洪。调洪原则如下：

① 当洪水来量不超过起调水位相应泄量时，采取控泄运用方式，按洪水来量下泄，维持坝前水位不变；

② 当洪水来量大于起调水位相应泄量时，采用敞泄运用方式，按相应频率洪水泄流能力下泄，多余洪量存蓄在库中，坝前水位相应抬高。

（2）发电调度

扎拉水电站主要任务为发电，装机容量 1015MW（含生态机组），单独

运行时，多年平均年发电量 39.46 亿 kW·h（含生态机组）。

为降低对坝下减水河段水生生境的影响，扎拉水电站运行调度中，首先满足生态流量下泄要求，再进行引水发电，即 10-3 月、4 月和 9 月、5-8 月优先保证通过生态机组或生态机组与坝身生态放水设施联合分别下泄不少于 15.9m^3/s、22m^3/s、33m^3/s 的生态基流，再进行引水发电。在 4-7 月鱼类产卵繁殖期，不调峰运行，承担基荷。

扎拉水电站枯水期以供电当地为主，可在优先保证生态环境用水基础上，根据受电地区电力系统要求和入库来水情况进行日调峰运行。丰水期送电华中东四省，以承担系统基荷为主。

（3）排沙

根据水文分析成果，按 1979～2015 年水沙资料统计，扎拉水库坝址多年平均悬移质含沙量为 0.266kg/m^3，含沙量不大。入库沙量主要集中在汛期，5～10 月输沙量占全年的 96%，6～9 月输沙量占全年的 90%，可见来沙主要集中在 6～9 月。

根据长江科学院一维泥沙模型计算成果，扎拉水电站单独运行时，正常蓄水位 2815m、死水位 2811.5m、排沙运行水位 2811.5m（6-9 月）水库达冲淤平衡年限为 30-40 年，泥沙淤积至底孔底高程约需 20-30 年。

根据可研阶段泥沙物理模型，随着水库运用年限增加，淤积三角洲不断向坝前推进，枢纽运用 50 年末，水库排沙比达 82%，库区泥沙基本达到冲淤平衡。枢纽泄水建筑物前泥沙淤积随枢纽运用年限的增加逐渐增大，枢纽运用 50 年末，坝前淤积高程基本与底孔进口底高程齐平，坝前淤积对底孔泄流排沙影响不大。

根据以上扎拉水库泥沙特性及数学模型计算和泥沙物理模型成果，初拟扎拉水电站排沙运行方式为：

在汛期6～9月主要来沙期，库水位维持在排沙运行控制水位，采用控泄方式排沙。

一般情况下，入库流量超过电站额定流量 203.6m³/s（引水发电机组170.6m³/s，生态机组33m³/s）时，即可利用弃水排沙。

鉴于玉曲河干流泥沙资料有限，且具有观测泥沙特性能力的左贡站和扎拉水电站坝址专用站多年平均输沙模数等泥沙特性存在较大差异，建议在坝址附近继续观测水沙特性。并在此基础上，采用具有一定代表性的水沙系列，在工程建成运行前或初期运行阶段，从有利于水生态环境方面，进一步研究汛期排沙运行控制水位及排沙运行方式。同时，在实际运行调度中，可根据上游碧土、中波投产情况，以及水生态环境变化情况，适时调整运行调度方式。

2.5.3.3 典型日水库运行方式

扎拉水电站丰水年、平水年、枯水年的枯水期、丰水期典型日水库运行方式见表2.5-5～2.5-7。

表2.5-6　　扎拉水电站丰水年典型日运行调度表　　单位：m³/s

丰水年	5月			7月			12月		
小时	入库流量	主电站发电流量	坝下流量	入库流量	主电站发电流量	坝下流量	入库流量	主电站发电流量	坝下流量
1	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
2	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
3	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
4	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
5	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
6	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
7	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
8	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
9	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
10	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
11	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
12	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9

续表 2.5-6　　扎拉水电站丰水年典型日运行调度表　　单位：m^3/s

丰水年	5 月			7 月			12 月		
小时	入库流量	主电站发电流量	坝下流量	入库流量	主电站发电流量	坝下流量	入库流量	主电站发电流量	坝下流量
13	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
14	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
15	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
16	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
17	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
18	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
19	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
20	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
21	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
22	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
23	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9
24	128	95	33	262	170.6	91.4	76.9	61.0	15.9

表 2.5-7　　扎拉水电站平水年典型日运行调度表　　单位：m^3/s

平水年	5 月			7 月			12 月		
小时	入库流量	主电站发电流量	坝下流量	入库流量	主电站发电流量	坝下流量	入库流量	主电站发电流量	坝下流量
1	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
2	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
3	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
4	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
5	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
6	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
7	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
8	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
9	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
10	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
11	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
12	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
13	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
14	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
15	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
16	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
17	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
18	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
19	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
20	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
21	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
22	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
23	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9
24	93.5	60.5	33	214	170.6	43.4	50.1	34.2	15.9

表 2.5-8　　扎拉水电站枯水年典型日运行调度表　　单位：m^3/s

枯水年	5 月			7 月			12 月		
小时	入库流量	主电站发电流量	坝下流量	入库流量	主电站发电流量	坝下流量	入库流量	主电站发电流量	坝下流量
1	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	16.0	15.9
2	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	16.0	15.9
3	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	16.0	15.9
4	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	16.0	15.9
5	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	16.0	15.9
6	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	16.0	15.9
7	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	16.0	15.9
8	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	16.0	15.9
9	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	24.0	15.9
10	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	24.0	15.9
11	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	24.0	15.9
12	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	24.0	15.9
13	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	24.0	15.9
14	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	24.0	15.9
15	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	24.0	15.9
16	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	24.0	15.9
17	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	24.0	15.9
18	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	51.0	15.9
19	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	85.0	15.9
20	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	51.0	15.9
21	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	24.0	15.9
22	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	24.0	15.9
23	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	24.0	15.9
24	54.2	21.2	33	156	123	33	41.7	16.0	15.9

2.6　项目组成

扎拉水电站主要由主体工程、施工辅助工程、水库淹没及移民安置工程、环保工程等部分组成，工程项目组成见表 2.6-1。

表 2.6-1　　扎拉水电站工程项目组成表

工程项目		项目组成
主体工程	挡水建筑物	混凝土重力坝
	泄水建筑物	1 个表孔、2 个泄洪冲沙底孔
	引水建筑物	岸塔式进水口、引水隧洞、调压室、压力管道、地面厂房（主厂房、副厂房、安装场、尾水平台、尾水渠）
施工辅助工程	导流建筑物	1 条导流洞、上下游土石围堰、厂房施工围堰、导流洞出口围堰
	施工企业	2 处砂石加工系统、5 处混凝土拌和系统、3 处综合加工厂、3 处金结机电设备拼装厂、4 处机械修配厂
	公用工程	2 个供水站、19 座施工变电所及配套输电线路
	储运工程	综合仓库 1 座、油库 1 座、炸药库 2 座，场内公路 32.86km，新建永久桥 2 座，新建临时桥 1 座
	办公及生活设施	扎拉营地和珠拉营地
	渣场、料场	3 处弃渣场、1 处表土堆存场、2 处料场
水库淹没及移民安置	库底清理	建筑物、构筑物拆除与清理、林木砍伐、迹地卫生清理与消毒
	移民安置	规划水平年生产安置 110 人，以种植业安置、逐年补偿和自谋职业安置相结合的生产安置；搬迁安置 127 人，本村后靠分散建房安置
	专项设施	主要为交通（等级公路 8.1km、桥梁 1 座 45 延 m）、电力、通信工程及文物古迹（4 处）等
环境保护工程	生态流量泄放工程	施工期：通过导流洞、底孔下泄生态流量 运行期：通过生态机组和生态放水设施下泄生态流量
		生态机组由坝式进水口、压力钢管背管和坝后式地面厂房组成 生态放水设施由生态放水孔、弧形工作门、控制系统组成
	鱼类保护工程	鱼类栖息地保护：将干流源头至左贡 219.3km 河段全部加以保护；将干流坝址至河口河段、减水河段支流错改曲（支流 7）和通那曲（支流 8）、厂址下游支流梅里拉鲁沟（支流 13）作为鱼类栖息地加以保护。作为鱼类栖息地加以保护。目前按 10-3 月 15.9m^3/s、4 月和 9 月 22m^3/s、5-8 月 33 m^3/s 下泄生态基流，并对扎拉坝址至厂房减水河段适当进行栖息地修复、微生境改造。 过鱼设施：采用鱼道方案 1 座鱼类增殖放流站，放流规模为 25 万尾/年。
	施工废（污）水处理工程	2 座砂石骨料加工系统废水处理站、5 座混凝土生产系统废水处理站、4 座含油废水处理站、2 座生活污水处理站等
	水土保持工程	工程措施、植物措施、临时措施
	移民安置环境保护工程	生活污水通过修建旱厕进行简易处理
	其它环境保护工程	隔声屏障工程、安全警示牌、陆生生物保护警示牌等

2.7　枢纽布置及主要建筑物

扎拉水电站枢纽工程采用混凝土重力坝，厂房为地面厂房，工程由挡

水建筑物、泄水建筑物、引水发电系统、生态机组、生态放水设施、鱼道等组成。

（1）挡水建筑物

挡水建筑物为混凝土重力坝。坝顶高程为 2820.00m，最大坝高 67m，坝顶总长 199.5m。大坝建筑物布置从左至右分别为：左岸非溢流坝段，长 65.5m；泄洪坝段，长 38m；右岸非溢流坝段，长 96m。

1）左岸非溢流坝段

左岸 1#～3#非溢流坝段建基面高程为 2760.0m～2807.0m，坝段长度分别为 27.5m、20m 和 18m，坝顶总长 65.5m，最大坝高 60m。坝体上游面 2775m 高程以下采用 1∶0.2 贴坡，以上为垂直，下游面坡比为 1∶0.75。

2）溢流坝段

4#和 5#溢流坝段位于河床中部，坝段长度分别为 20m、18m，最大坝高 67m。布置 1 个表孔、2 个底孔和 1 个生态放水设施，表孔跨横缝布置，底孔布置在表孔两侧，生态放水设施布置在 4#溢流坝段左侧。

3）生态机组坝段

6#坝段为生态机组坝段，坝段长 16m，最大坝高 60m。坝体上游面 2775m 高程以下采用 1∶0.2 贴坡，以上为垂直，下游面坡比为 1∶0.75。

4）右岸非溢流坝段

右岸 7#～11#非溢流坝段建基面高程为 2780.0m～2805.0m，5 个坝段长度均为 16m，坝顶总长 80m，最大坝高 40m。坝体上游面 2775m 高程以下采用 1∶0.2 贴坡，以上为垂直，下游面坡比为 1∶0.75。

（2）泄洪消能建筑物

扎拉水电站为混凝土重力坝，本工程泄洪规模不大，500 年一遇设计洪水洪峰流量为 1430m^3/s，2000 年一遇校核洪水洪峰流量为 1840m^3/s。泄洪

设施全部布置在河床坝段采用 1 表孔+2 底孔的泄洪布置方式。表孔为开敞式溢流堰，堰顶高程 2805.0m，孔口尺寸 7m×10m（宽×高）跨横缝布置；底孔布置在表孔两侧，采用有压短管型式，进口底高程 2770.00m，孔口尺寸 4.5m×6m（宽×高）。表孔、底孔均采用挑流消能，在坝趾下游设置短护坦，护坦顺流向长 20m，厚 2m。

（3）引水发电建筑物

电站引水发电建筑物包括：进水口、引水隧洞、调压室、压力管道及地面厂房。

进水口布置于上游右岸，采用岸塔式进水口。进水塔依次布置有拦污栅段、进口段及闸门段，顺水流向长度为 15.6m，垂直水流向长度为 22.2m，塔高 26.50m，底板顶面高程 2797.0m，建基面高程 2793.50m，塔顶高程 2820.0m。

引水线路在立面上采用两级竖井的布置型式，由上平段、调压室段、第一级竖井段、中平段、第二级竖井段、下平段组成。引水线路首部中心高程为 2800.75m，末端中心高程为 2125.70m，总高差 675.05m。单条引水隧洞内径7.5m的主洞经1623.90m后渐变为内径6.0m的单洞过闸中断裂带，长 440m，再渐变为内径 7.5m，经 1616.70m 至调压室，主洞经上平段末端的调压室后分为两条内径 5.3m 的支洞，在调压室内各支洞首部布置有事故检修闸门，支洞经两级竖井后在下平段的尾部经“Y”形岔管分为四条支管分别引水至厂内四台机组发电。紧接进水塔的钢筋混凝土管由 7.5m×7.5m 的正方形渐变为圆形，渐变段长 10m，内径 7.5m 的钢筋混凝土管长 2.2m，后接引水隧洞，引水隧洞主洞为圆形断面，内径 7.5m～6.0m，其中内径 7.5m 的洞段长 3240.60m，内径 6.0m 的洞段长 440m，渐变段合计长 40m，主洞总长3720.60m，均采用钢筋混凝土衬砌。调压室为阻抗式，内径16m，高113.3m，

调压室段长 19m，采用钢筋混凝土衬砌，调压室内各支洞首部各布置 1 个事故检修闸门。支洞均采用钢管衬砌，压力钢管按埋管设计，钢管内径 5.3m—4.2m；支洞出口至电站厂房，压力管道采用明钢管，钢管内径 4.2m—2.3m（含钢岔管）；1#、2#机引水线路压力钢管长 1713.8m，3#、4#机引水线路压力钢管长 1760.8m。1#、2#机引水线路全长约 5475.66m，3#、4#机引水线路全长约 5526.60m。

地面厂房由主厂房、副厂房、安装场、尾水平台、尾水渠等组成。副厂房位于主厂房上游侧，安装场位于主厂房右侧。地面厂房（包括主厂房、副厂房、安装场等）总尺寸为 129.9m×58.8m×54.8m（长×宽×高）。主厂房内安装有四台单机 250MW 的冲击式机组，机组安装高程为 2125.70m，机组引水流量 170.60m^3/s，额定水头 667.40m。副厂房位于主厂房上游侧，长 129.9m，宽 17.0m，高 46.5m。安装场位于主厂房右侧，长 35.0m，宽 33.3m，高 41.5m，安装场高程为 2140.40m。主变检修通道布置在副厂房上游地面，高程为 2140.40m。尾水平台尺寸为 129.9m×8.5m（长×宽）。

尾水平台宽度为 8.5m，高程为 2140.00m。尾水检修门为一机一孔，闸门孔口尺寸为 7.8m×5.4m(宽×高)，由布置在尾水平台上的尾水门机操作。尾水渠宽为 94.9m，长度为 18.7m～30m，尾水出口底板高程为 2115.90m，以平坡与河床相接。

（4）生态机组

生态机组建筑物布置在大坝右岸非溢流坝段坝后，紧靠河床，由坝式进水口、压力钢管背管和坝后式地面厂房组成，采用单管三机供水方式，主管内径 3.0m。地面厂房安装三台单机容量 5MW 的混流立式机组，三台机组作为生态供水系统的过水主通道，单机额定流量 11m^3/s。生态机组按照

固定流量方式运行，即在不同库水位条件下，单台机组均按设定值（10 月至次年 3 月为 7.95m³/s，其他月份均为 11m³/s）泄放流量。

（5）生态放水设施

生态放水设施由坝身生态放水孔、弧形工作门和控制系统组成。

坝身生态放水孔位于 4#溢流坝段泄洪冲沙底孔左侧，采用有压短管型式。进口底板高程 2805.00m，出口布置弧形工作门，孔口尺寸 2.0m×2.5m（宽×高）。下游采用挑流消能，挑坎高程 2780.0m，挑角 15°。弧形工作门采用液压启闭机操作，可以局部开启。

扎拉水电站设置一套生态流量泄放计算机监控系统，该系统按监控对象的分布设置现地控制单元：生态电站设置 3 套生态机组现地控制单元，坝身生态放水设施设置 1 套大坝现地控制单元。通过生态机组现地控制单元可以实现对生态机组的远程控制，通过大坝现地控制单元可以实现对坝身生态放水设施闸门的远程控制。

同时，在生态机组厂房及尾水出口、坝身生态放水设施下游等部位设置视频监视设施，监视生态机组运行情况、尾水出流情况和坝身生态放水设施闸门开启及放水情况等，相关视频数据实时传送至电站视频监控系统，以实现对生态机组、坝身生态放水设施和生态流量泄放情况远程监视和在线监视。

通过三台生态机组和坝身生态放水设施组合运用，可以满足不同时期的生态流量泄放要求。

（6）鱼道

鱼道布置在大坝坝下右岸，进口紧邻生态机组厂房尾水口，在进口处转折后，沿地形向下游延伸，并在距坝下约 1.25km 处（高程 2782.00m）向上游折返，沿地形向上游延伸。在高程为 2807.50m 处鱼道穿过大坝，并从厂房进水洞上方穿过，沿地形延伸至上游库区，坝上段总长度约 330m，为

满足不同上游水位的过鱼需要，共设 3 个出鱼口。鱼道全长约 2.97km。

2.8 工程施工规划

2.8.1 施工场地总布置

根据场地条件、场内外交通、导流程序、枢纽布置，本工程施工场地按大坝、引水隧洞、厂房进行分区集中布置，主要施工设施占地面积共计约 71.14 万 m^2，详见表 2.8-1。

2.8.2 施工交通

2.8.2.1 对外交通

扎拉水电站坝址位于左贡县碧土乡扎拉村，上距左贡县城约 136km，从左贡沿玉曲河有县乡公路 Y563 可抵坝址；厂址位于察隅县察瓦龙乡珠拉村，与察隅县城直线距离约 96km，目前无公路可达。

玉曲河不具备通航条件，工程区附近的交通以公路为主。左贡县城有 G318 国道和 G214 国道并线通过，沿 G214/G318 国道距左贡约 10km 尼玛岭附近有县乡公路 Y563，途经扎玉镇、碧土乡至坝址。

扎拉水电站地处西藏云南交界附近，根据现有交通条件调查分析，除木材在当地采购外，其余考虑从西藏以外地区采购，主要在云南或四川周边地市采购供应。根据现有交通条件，以及外来物资供应条件，为充分利用铁路运输的经济优势，并结合周边铁路建设情况，及周边地方政府交通规划等因素，运输线路方案进行了初步比较研究，本阶段考虑铁路转运站设在丽江，转公路运输经香格里拉—德钦—说美—碧土—扎拉坝址，路线全长约 514km。工程后期可根据丽香铁路建设情况，将物资转运站设在香格里拉。

表 2.8-1　　扎拉水电站主要施工设施占地面积一览表

编号	项目	规模	布置高程（m）	占地面积（万 m^2）		备注
				左岸	右岸	
一	大坝施工区			37.14	2.90	
1.1	大坝左岸施工区			37.14		
（1）	卡树石料场开采区		终采高程 2920m	5.65		
（2）	大坝砂石加工系统	280t/h	2815～2888	4.50		
（3）	导流工程混凝土拌和站	HZS75-1Q1500	2837	0.74		后期兼作机械汽车停放场
（4）	大坝左岸上游滩地弃渣场	40.4 万 m^3	2810	3.58		兼作表土堆存场
（5）	围堰备料场		2810	（0.85）		利用大坝左岸上游滩地弃渣场
（6）	卡树冲沟弃渣场	343.0 万 m^3	3065	15.49		
（7）	施工水厂	2.24 万 m^3/d	2855	0.77		
（8）	施工变电站		2845	0.45		
（9）	油库		2845	0.74		
（10）	综合仓库		2880～2890	0.81		
（11）	大坝炸药库		3010	0.06		
（12）	金结加工厂		2840～2845	1.30		
（13）	综合加工厂		2837	0.93		
（14）	扎拉营地		2870～2895	2.12		
1.2	大坝右岸施工区				2.90	
（1）	大坝混凝土系统	HL120-3F1500	2810		1.64	
（2）	机械汽车停放场		2815～2825		1.26	含机械汽车修配厂
二	引水隧洞施工区				16.82	
2.1	闸中冲沟上平段施工区				2.82	
（1）	引水隧洞 1#混凝土拌和站	HZS75-1Q1500	2720～2725		1.08	
（2）	压力钢管加工厂		2710		0.76	

续表 2.8-1　　扎拉水电站施工总布置分区规划一览表

编号	项目	规模	布置高程（m）	占地面积（万 m^2）		备注
				左岸	右岸	
（3）	综合加工厂		2705～2720		0.61	
（4）	机械汽车停放场		2705		0.37	
2.2	闹中冲沟（支沟）竖井段施工区				14.00	
（1）	引水隧洞 2#混凝土拌和站	HZS35-1Q500	2480		（0.70）	
（2）	闹中冲沟支沟弃渣场	350.0 万 m^3	2515		13.14	兼厂房回填料存渣场
（3）	表土堆存场	3.0 万 m^3	2355		0.86	
（4）	压力钢管加工厂		2480		（0.76）	
（5）	综合加工厂		2515		（0.44）	
（6）	机械汽车停放场		2480		（0.19）	
三	厂房施工区			3.64	11.44	
（1）	扎史同沟石料场开采区		终采高程 2210m		4.37	
（2）	厂房砂石加工系统	120t/h	2135～2140	2.12		
（3）	厂房混凝土系统	HZS75-1Q1500	2145～2150		0.50	
（4）	厂房炸药库		2200		0.06	
（5）	施工水厂	1.05 万 m^3/d	2130		0.41	
（6）	施工变电站		2140		0.07	
（7）	综合加工厂		2200	1.52		
（8）	机械汽车停放场		2125～2130		2.18	
（9）	鱼类增殖站		2200		1.93	
（10）	珠拉营地		2205		1.74	
（11）	金结及机电拼装厂		2185～2190	（1.52）		利用综合加工厂
四	合计			40.16	30.98	
				71.14		

说美至碧土为规划新建公路，长约 56km，包括 6km 长隧洞，建设等级为 IV 级专用公路双车道，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，沥青混凝土路面。说美至碧土对外交通公路为玉曲河各梯级电站共用的对外交通公路。

2.8.2.2 场内交通

场内布置主要分为大坝、引水隧洞和地面厂房三个施工区，通过 5#公路（含厂坝连接隧洞）相互连接，两岸交通通过扎拉玉曲河上游公路桥、扎拉玉曲河下游公路桥、大坝下游临时桥和珠拉公路桥沟通。

总体上看，场内交通以 3#公路、5#公路、6#公路、13#公路及 15#公路为主干道，跨江公路桥为两岸连接通道，形成三个施工区相对独立又相互联系的交通网络，满足场内物流、人员交通的需求。

扎拉水电站场内主要施工道路共计长约 32.86km，其中永久公路 22.38km（桥梁：310m/2 座，隧洞：2.92km/3 条），临时公路 10.48km（桥梁：50m/1 座，隧洞：320m/1 条）。

（1）大坝施工区

1）左岸施工道路

①2#公路：起点在坝址上游 1.10km 处接 4#公路，高程 2820m，终点为导流洞进口，高程 2762.7m，公路长约 1.03km，为临时路。主要功能包括：导流洞进口、洞身开挖弃渣、存渣运输；大坝上游围堰填筑施工运输；导流洞混凝土及金属结构运输。

②2-1#公路：起点在大坝下游临时桥右岸，高程 2770m，终点为导流洞出口，高程 2758m，公路长约 0.11km，为临时路。主要承担导流洞出口、洞身开挖弃渣、混凝土衬砌及导流洞后期封堵运输任务。

③4#公路：起点在坝址上游 0.70km 处接 6#公路，高程 2837m，终点为

大坝左岸上游滩地弃渣场，高程 2810m，公路长约 0.77km，为临时路。主要承担大坝左岸上游滩地弃渣场弃渣、存渣运输任务。

④6#公路：起点在坝址上游卡树附近接进场公路，高程 2920m，终点至左岸坝顶，高程 2820m，公路长约 3.41km，为永久路，局部路段为改扩建。6#公路为左岸施工主干道，它连接进场公路，是外来物资进场和重大件运输的重要通道，其主要功能包括：左岸弃渣、存渣运输；大坝砂石加工系统成品料运输；卡树石料场开采料运输；外来物资进场运输；连接左岸主要施工场地、附属企业设施和办公生活区等。

⑤6-1#公路：起点接 6#公路，高程 2925m，终点至卡树冲沟弃渣场，高程 2940m，公路长约 0.16km，为临时路。主要承担卡树冲沟弃渣场弃渣、存渣运输任务。

⑥8#公路：起点在坝址上游 1.20km 处接 6#公路，高程 2855m，终点至扎拉营地，高程 2895m。公路长约 1.11km，为临时路，大部分路段为改扩建。其主要功能为：扎拉营地进出通道。

⑦大坝炸药库公路：起点在坝址上游 0.40km 处接 8#公路，高程 2895m，终点至大坝炸药库，高程 3010m，公路长约 1.28km，为临时路。为大坝工程炸药运输的专用通道。

2）右岸施工道路

①1-1#公路：起点接 3#及 5#公路的交叉口，高程 2805m，终点为下游围堰堰顶，高程 2764.5m，公路长约 0.69km，为永久路，主要承担下游围堰填筑、生态机组混凝土、金结及机电设备运输任务。

②1-2#公路：起点在坝址上游约 0.7km 处接 3#公路，高程 2835m，终点为上游围堰堰顶，高程 2787.5m，公路长约 0.55km，为临时路。主要功能包括：上游围堰填筑、大坝基坑开挖弃渣、存渣运输；大坝混凝土

运输。

③3#公路：起点在坝址上游约0.7km处接扎拉玉曲河上游公路桥，高程2835m，终点为5#公路隧洞进口处，高程2805m，公路长约1.25km，为永久路。3#公路坝肩段前期便道通行，待坝肩开挖至高程2820m，再利用坝肩边坡2820m马道作为3#公路永久路基。主要功能包括：右岸坝肩开挖存、弃渣运输；地面厂房及引水隧洞施工区物资进场运输；大坝骨料、混凝土运输；永久翻坝公路。

（2）引水隧洞施工区

①5#公路（厂坝连接公路）：起点在坝址下游约0.6km处接3#公路，高程2805m，以隧洞形式穿过山体至闸中冲沟，高程为2750m，隧洞平均纵坡约3.30%；之后依冲沟地势向下盘至闸中冲沟沟口，终点为玉曲河边的珠拉村附近，高程2140m，公路长约15.68km（其中包含2条隧洞，共长约2.25km），为永久路。主要功能包括：地面厂房及引水隧洞施工区物资进场运输；地面厂房及引水隧洞存、弃渣运输；少量骨料及混凝土运输。

②7#公路：起点接5#公路，高程2710m，终点至引水隧洞2#施工支洞洞口，高程2765m，公路长约1.08km，为临时路，局部利用现有公路改造。主要承担引水洞上平段和调压室开挖以及混凝土衬砌运输任务。

③7-1#公路：起点从7#公路接线，高程2780m，终点至引水隧洞3#施工支洞洞口，高程2855m，公路长约1.00km，为临时路，局部利用现有公路改造。主要承担调压室开挖、混凝土浇筑运输任务。

④9#公路：起点从7#公路接线，高程2765m，终点至引水隧洞4#施工支洞洞口，高程2790m，公路长约0.42km，为临时路，主要承担引水洞上平段开挖及钢衬钢筋混凝土衬砌施工任务。

⑤11#公路：起点从5#公路接线，高程2405m，终点至引水隧洞5#施工支洞洞口，终点高程2440m，公路长约1.62km，为临时路，局部利用现有公路改造。主要承担引水隧洞中平段开挖及钢衬钢筋混凝土衬砌施工任务。

（3）地面厂房施工区

①13#公路：起点在珠拉公路桥右岸接5#公路，高程2140m，终点在厂房安装场，高程2140m，公路长约0.39km，为永久路。主要功能包括：地面厂房开挖存、弃渣运输；地面厂房混凝土运输；地面厂房金结、机电设备运输；永久进厂公路。

②15#公路：起点在珠拉公路桥右岸接5#公路，高程2140m，终点至扎史同沟石料场，高程2120m，公路长约1.11km（含一条320m隧道），为临时路，主要承担扎史同沟石料场开采料运输任务。

③厂房炸药库公路：起点从料场施工便道接线，高程2185m，终点至厂房炸药库，高程2200m，公路长约0.19km，为临时路，主要承担厂房施工区火工品运输任务。

（4）主要交通工程设施

1）两岸交通桥

①扎拉玉曲河上游公路桥

扎拉玉曲河上游公路桥位于坝址上游约0.7km处，桥面高程2835m，桥长约200m，桥面宽度7.0m，桥梁荷载汽-20级，挂-150。左、右岸分别接上坝公路（6#公路和3#公路），扎拉玉曲河上游公路桥主要功能是联系两岸交通，施工期承担坝肩及大坝基坑开挖存、弃渣，以及大坝砂石加工系统骨料运输任务，也是机组重大件进场的通道。

②珠拉公路桥

珠拉公路桥位于地面厂房下游约 0.1km 处，桥面高程 2135m，桥长约 90m，桥面宽度 7.0m，主要功能是联系地面厂房施工区两岸交通，承担厂房砂石加工系统和混凝土系统运输任务。

③大坝下游临时桥

大坝下游临时桥位于坝址下游约 0.3km 处，桥面高程 2770m，桥长约 50m，桥面宽度 6.5m，主要作为后期导流洞封堵施工通道，封堵完成后拆除。

2）隧道

①过坝交通隧道

起点在坝址右岸上游约 0.2km 处接 3#公路，高程 2825m，终点在坝址右岸下游约 0.2km 处接 3#公路，高程 2820m，隧洞长约 0.67km，隧洞最大纵坡约 5%，隧洞路面宽 7.5m，为永久隧洞。为沟通大坝右岸上下游主要通道。

②厂坝交通隧道

厂坝连接公路隧道起点在坝址下游约 0.6km 处接 3#公路，高程 2805m，穿过山体至闸中冲沟，高程为 2750m，隧洞平均纵坡约 2.80%，长约 1.97km。主要承担施工期地面厂房及引水隧洞施工区物资进场、开挖弃渣和混凝土骨料运输以及运行期厂坝交通运输任务。

2.8.3 土石方平衡及弃渣场规划

2.8.3.1 土石方平衡

扎拉电站各建筑物开挖总量为 537.61 万 m^3（含施工道路、施工支洞和围堰拆除等临时工程项目），各建筑物填筑总量 40.54 万 m^3，工程填筑利用开挖料 39.02 万 m^3，工程弃渣量共计 567.97 万 m^3。

土石方平衡见表 2.8-2。

表 2.8-2　　土石方平衡与调配表　　单位：万 m^3

填筑或弃渣				导流洞进口岩埂围堰	大坝围堰					下游防护区围堰		生态电站回填	厂房出口围堰		鱼道	地面厂房回填	混凝土骨料		左岸弃渣场	卡树冲沟弃渣场	闹中冲沟支沟弃渣场
开挖或料场开采				石笼	砂砾石过渡料	垫层料	堆石料	块石	石渣料	块石	石渣料		钢筋笼	石渣料	卵石		坝址区	厂房区			
项目			压实方	0.08	0.51	0.04	0.35	0.04	8.39	0.05	0.22	1.07	0.3	0.19	1.30	28.09	-	-	40.23	306.98	346.94
			自然方	0.05	0.55	0.04	0.25	0.03	6.45	0.04	0.17	0.79	0.21	0.14	1.30	20.81	**68.18**	**30.33**	32.24	247.17	288.56
施工支洞		土石方明挖	0.61																		0.61
		石方洞挖	13.09																		13.09
施工道路		土石方明挖	60.21																	21.14	39.07
		石方开挖	35.49																	9.42	26.07
导流工程	导流洞	土方明挖	6.59																6.59		
		石方明挖	1.49	0.05															1.44		
		石方洞挖	3.61						2.5										1.11		
		岩埂围堰拆除	0.17																0.17		
	围堰基础清理	土方明挖	1.00																1		
	围堰拆除	大坝围堰	3.93																3.93		
		下游防护区围堰	0.27																0.27		
		尾水围堰	0.48																		0.48
坝址区	大坝	土方明挖	40.29												1.30				8	30.99	
		石方明挖	25.96				0.25	0.03	3.95	0.04	0.17	0.79							9.73	11.00	
	库岸防护	土方明挖	102.77																	42.77	60
	下游防护	土方明挖	5.10																		5.10
		石方明挖	7.79																		7.79
	渗控工程	石方洞挖	0.46																	0.46	

续表 2.8-2

土石方平衡与调配表

单位：万 m^3

填筑或弃渣				导流洞进口岩埂围堰	大坝围堰					下游防护区围堰		生态电站回填	厂房出口围堰		鱼道	地面厂房回填	混凝土骨料		左岸弃渣场	卡树冲沟弃渣场	闹中冲沟支沟弃渣场
开挖或料场开采				石笼	砂砾石过渡料	垫层料	堆石料	块石	石渣料	块石	石渣料		钢筋笼	石渣料	卵石		坝址区	厂房区			
坝址区	生态电站	土方明挖	10.92																	10.92	
		石方明挖	7.28																	7.28	
	电站进水口	土方明挖	5.17																	5.17	
		石方明挖	3.45																	3.45	
引水发电系统	引水隧洞	石方洞挖	63.56															4.37		5	54.19
	调压井	石方洞挖	5.67															4.4			1.27
	地面厂房	土方明挖	66.47																		66.47
		石方明挖	23.65										0.21	0.14		20.81					2.49
鱼道		土方明挖	20.11																	20.11	
		石方明挖	12.77																	12.77	
倾倒变形体治理		石方清理	9.25																		9.25
卡树石料场		有用料开采	68.77		0.55	0.04											68.18				
		剥离和无用层	66.69																	66.69	
扎史同沟石料场		有用料开采	21.55															21.55			
		剥离和无用层	2.68																		**2.68**
总开挖		主体及临时工程开挖	**537.61**																		
		弃渣（含料场）	**567.97**																32.24	247.17	288.56
料源（填筑和混凝土骨料）总需求		设计需求总量	**129.34**	0.05	0.55	0.04	0.25	0.03	6.45	0.04	0.17	0.79	0.21	0.14	1.30	20.81	68.18	30.33			
		开挖料利用	**39.02**	0.05	0	0	0.25	0.03	6.45	0.04	0.17	0.79	0.21	0.14	1.30	20.81		8.78			
		料场开采	**89.73**														68.18	21.55			

2.8.3.2 弃渣场规划

根据施工场地条件和工程弃渣的分布情况，扎拉水电站选择卡树冲沟弃渣场和闹中冲沟支沟弃渣场为主弃渣场，另在大坝上游左岸滩地布置容量较小的弃渣场。

（1）大坝左岸上游滩地弃渣场

坝址左岸上游约 1.4km 的滩地布置大坝左岸上游滩地弃渣场，弃渣容量约 40.4 万 m^3，渣场顶面高程 2810m，在水库死水位以下，边坡坡比 1∶2，每 10m 设一级马道，马道宽 2m。该渣场同时作为围堰备料场、表土堆存场。

（2）卡树冲沟弃渣场

坝址左岸上游约 3.0km 的卡树沟内布置卡树冲沟弃渣场，弃渣容量约 343.0 万 m^3，渣场顶面高程 3065m，边坡坡比 1∶2，每 10m 设一级马道，马道宽 2m；且在高程 3020m 和 2970m 分别设置宽马道，马道宽 50m。

（3）闹中冲沟支沟弃渣场

在引水隧洞施工区闹中冲沟南支内布置闹中冲沟支沟弃渣场，弃渣容量约 370.0 万 m^3，渣场顶面高程 2515m，边坡坡比 1∶2，每 10m 设一级马道，马道宽 2m；且在高程 2480m、2460m 和 2410m 分别设置宽平台。该渣场底部同时作为厂房回填料存渣场。另外在渣场底部布置表土堆存场，堆场容量约 3.00 万 m^3，顶面高程 2355m，边坡坡比 1∶3，每 10m 设一级马道，马道宽 2m。

扎拉水电站工程弃渣场规划见表 2.8-3。

表 2.8-3　　扎拉水电站工程弃渣场规划

序号	位置	弃渣场名称	渣场高程（m）	占地面积（万 m^2）	容量（万 m^3）	弃渣量（万 m^3，自然方）	弃渣量（万 m^3，压实方）
1	大坝施工区	大坝左岸上游滩地弃渣场	2810	3.58	40.4	32.24	40.23
2		卡树冲沟弃渣场	3065	15.49	343.0	247.17	299.30
3	引水隧洞施工区	闹中冲沟支沟弃渣场	2515	13.14	370.0	288.56	321.88
4		表土堆存场	2355	0.86	3.0		
合计				33.07	756.4	567.97	661.41

2.8.4 料场规划

2.8.4.1 各种材料需用量

本工程需混凝土及喷混凝土总量 88.76 万 m^3，混凝土人工骨料共需加工山场料 98.51 万 m^3（自然方）。坝址和厂址距离较远，施工总布置按照坝址和厂址两大区域布置，规划坝址区和引水隧洞上平段混凝土骨料由大坝砂石系统供应，厂址区、引水隧洞竖井、中平段、下平段混凝土骨料由厂房砂石系统供应。大坝砂石系统需山场原岩 68.18 万 m^3（自然方），厂房砂石系统需山场原岩 30.33 万 m^3（自然方）。

2.8.4.2 料源开采与规划

（1）卡树石料场开采

坝址区混凝土（除抗冲耐磨混凝土外）人工骨料及围堰填筑砂砾过渡料和垫层料等加工料的毛料均由卡树石料场开采，考虑施工损耗，共需山场料 74.32 万 m^3。

卡树石料场位于坝址上游玉曲河左岸卡树沟沟口，有简易公路通往坝址，距离约 3.2km。卡树石料场规划开采范围为南北长约 340m，东西宽约 170m，高程 2925m～3090m 之间的山体。规划开采范围内总开挖量 1141.17 万 m^3，其中表层剥离 66.69 万 m^3，有用料开挖量 74.48 万 m^3，满足设计需要量。

料场开采施工道路从 6-1#公路及渣场内临时运输道路接线，顺山势盘山而上，至料场高程 3045m 平台，途中接支线至料场高程 2985m 平台，临时施工道路路宽 7m，总长约 3km。

规划料场人工边坡高约 165m，为超高边坡。每隔 15m 设一 2.0m 宽的马道，每隔 60m 设一 6.0m 宽的安全清扫平台。覆盖层中边坡坡比 1∶1，强风化岩体中边坡坡比 1∶0.75，弱风化岩体边坡坡比 1∶0.4，微新岩体边坡

坡比 1∶0.3。

在边坡开挖之前，先沿开采边界坡顶外侧 5m 设置一圈周边截水沟。每级安全清扫平台内缘设排水沟。工作面内采用自流排水。随着高程的下降和边坡坡面的形成，开采范围内的截排水沟施工必须同期完成。

（2）扎史同沟石料场开采

除利用引水洞 8.78 万 m^3 开挖料外，扎拉水电站厂区混凝土骨料需在扎史同沟石料场开采 21.55 万 m^3 原岩。料场地形较陡，考虑开采损耗后，设计开采量为 23.6 万 m^3。考虑地质和施工因素，规划开采量约 30.68 万 m^3。

扎史同沟石料场位于厂址下游玉曲河右岸扎史同沟沟口，沿玉曲河向上游至厂址约 2.5km，无道路相通。料场边坡按“U”形布置，料场开口顶高程 2321m，设计开采底高程 2150m，备料开采层底高程 2120m。每隔 15m 设 2.0m 宽的马道，每隔 60m 设 6.0m 宽的安全清扫平台，弱风化岩体边坡坡比 1∶0.4，微新岩体边坡坡比 1∶0.3。根据开采设计计算，高程 2210m 以上开挖总量 23.60 万 m^3，满足扎拉水电站厂区混凝土骨料加工的设计需要量。

2.8.5 施工工厂与施工营地

2.8.5.1 砂石料加工系统

扎拉水电站工程混凝土量 88.76 万 m^3（包括主体工程、喷混凝土、导流工程和施工支洞），需生产成品砂石料 142.94 万 m^3，其中成品粗骨料 98.64 万 m^3，成品砂 44.30 万 m^3。需加工有用层毛料 99.15 万 m^3（自然方）。

根据料源选择和施工总布置，工程共设置 2 个砂石加工系统，大坝砂石加工系统主要承担导流（施工前期）、大坝和部分引水洞的骨料生产任务，厂房砂石加工系统主要承担厂房和部分引水洞的骨料生产任务。

（1）大坝砂石加工系统

大坝砂石加工系统主要承担导流、大坝、部分引水隧洞等 60.67 万 m^3

混凝土的骨料生产任务，共需生产成品砂石料99.10万m^3，其中成品粗骨料68.39万m^3，成品砂30.71万m^3。需加工有用层毛料68.75万m^3(自然方)。

系统规模满足混凝土浇筑高峰月强度3.1万m^3/月的要求，砂石加工系统按二班制生产，生产四级配混凝土骨料，骨料最大粒径 150mm，系统设计处理量为 280t/h，成品料生产能力 220t/h，其中成品粗骨料生产能力150t/h，成品砂生产能力 70t/h，成品骨料采用自卸汽车运输至混凝土生产系统。

砂石加工系统布置在扎拉玉曲河上游公路桥上游约900m处，紧临6#公路，布置高程2815～2888m，装车台出线高程2856m，占地面积4.50万m^2。

砂石加工系统主要技术指标见表2.8-4。

表2.8-4　　大坝砂石加工系统主要技术指标

序号	项目		单位	指标	备注
1	生产能力	粗骨料	t/h	150	
		细骨料	t/h	80	
2	设计处理量	系统处理量	t/h	280	
		粗碎	t/h	280	
		中碎	t/h	105	
2	设计处理量	细碎	t/h	112	
		制砂	t/h	220	
		第一筛分	t/h	280	
		第二筛分	t/h	385	
		第三筛分	t/h	320	
3	成品堆场容积	粗骨料	m^3	3000×4	
		细骨料	m^3	10000	
4	设备总功率		kW	2100	不含水电
5	占地面积		m^2	45000	

（2）厂房砂石加工系统

厂房砂石加工系统主要承担厂房、部分引水隧洞等28.08万m^3混凝土的骨料生产任务，还需为大坝提供0.78万m^3抗冲磨混凝土的骨料生产任

务，共需生产成品砂石料 43.83 万 m^3，其中成品粗骨料 30.25 万 m^3，成品砂 13.58 万 m^3。需加工有用层毛料 30.41 万 m^3（自然方）。

系统规模满足混凝土浇筑高峰月强度 1.3 万 m^3/月的要求，砂石加工系统按二班制生产，生产二级配混凝土骨料，骨料最大粒径 40mm，系统设计处理量为 120t/h，成品料生产能力 95t/h，其中成品粗骨料生产能力 65t/h，成品砂生产能力 30t/h，成品骨料采用胶带机或汽车运输至混凝土生产系统。砂石加工系统主要技术指标见表 2.8-5。

表 2.8-5　　厂房砂石加工系统主要技术指标

序号	项目		单位	指标	备注
1	生产能力	粗骨料	t/h	65	
		细骨料	t/h	30	
2	设计处理量	系统处理量	t/h	120	
		粗碎	t/h	120	
		预筛分	t/h	152	
		中碎	t/h	32	
		筛分		120	
		制砂	t/h	65	
3	成品堆场	粗骨料	m^3	2200×2	
		细骨料	m^3	4300	
4	设备总功率		kW	750	不含水电
5	占地面积		m^2	21200	

2.8.5.2　混凝土生产系统

根据扎拉水电站工程的施工特点，分别设置大坝混凝土生产系统、厂房混凝土生产系统和引水隧洞混凝土生产系统。

（1）大坝混凝土生产系统

大坝混凝土系统承担生产混凝土 35.89 万 m^3，高峰月浇筑强度 2.20 万 m^3，配置一座 HL120-3F1500 拌和楼。

成品骨料来自大坝砂石加工系统，采用汽车运输，平均运距 3.0km。

系统布置在右岸大坝下游400m处，紧临1-1#公路和3#公路，布置高程2810m。

混凝土生产系统装机功率1200kW，占地面积1.64万m^2。

施工前期，导流工程混凝土量2.14万m^3，高峰月浇筑强度0.7万m^3，配置一座 HZS75-1Q1500 搅拌站。成品骨料来自大坝砂石加工系统，采用汽车运输，平均运距 1.5km。系统布置在左岸大坝上游 600m 处，紧临 6#公路，布置高程 2837m。混凝土生产系统装机功率 125kW，占地面积 0.7万m^2。

（2）厂房混凝土生产系统

厂房混凝土系统承担生产混凝土 21.73 万 m^3，高峰月浇筑强度 1.00 万m^3，配置一座HZS75-1Q1500拌和站。

成品骨料来自厂房砂石加工系统，采用汽车运输。

系统布置在玉曲河右岸，紧临 5#公路，布置高程 2145～2150m。混凝土生产系统装机功率125kW，占地面积0.5万m^2。

（3）引水隧洞混凝土生产系统

引水隧洞混凝土生产系统因线路长而设置2个搅拌站。

1）引水隧洞1#混凝土搅拌站承担生产混凝土23.17万m^3，高峰月浇筑强度0.9万m^3，配置一座HZS75-1Q1500拌和站。

成品骨料来自大坝砂石加工系统，采用汽车运输，平均运距6.0km。

系统布置在5#公路和7#公路之间，布置高程2720～2725m。

混凝土生产系统装机功率125kW，占地面积1.08万m^2。

2)引水隧洞2#搅拌站承担生产混凝土5.32万m^3，高峰月浇筑强度0.30万m^3，配置一座HZS35-1Q500搅拌站。

成品骨料来自厂房砂石加工系统，采用汽车运输，平均运距7.4km。

系统布置在闹中冲沟支沟弃渣场高程 2480m 平台上，紧临 5#公路，布置高程 2480m。

混凝土生产系统装机功率 70kW，占地面积 0.7 万 m^2。

2.8.5.3 施工供水、供电系统

（1）供水系统

1）大坝施工区供水系统

取水泵站选址在水厂下部 2#公路附近。取水泵站取水规模 2.24 万 m^3/d，自用水系数 1.1，泵站形式采用湿井泵站，平面尺寸 5.5×10.5m，泵房及栈桥平台按二十年一遇洪水位设计。筒体高度 27m，上部框架结构高度 6m，泵站内布置 4 台水泵（Q=260m^3/h，H=105m，N=132kw），四用一备。采用一根 DN450mm 钢管加压送至水厂。

在大坝施工区布置一座施工水厂，厂址位于坝址上游约 1.2km，高程 2855m，水厂规模 2.24 万 m^3/d。水厂占地面积 0.77 万 m^2，该水厂向大坝施工区供给生产水 1.56 万 m^3/d、生活水 2400m^3/d，向引水隧洞施工区供生产水 4400m^3/d。

水厂出厂水有 2 根：一根 DN400 生产水总管，一根 DN200 生活水总管，这两根管道出厂后沿着场内道路敷设，分别向本工区各用户供水。

高位生产水池布置在 6#公路附近山坡上，高程 2910m，调节容积 2000m^3；高位生活水池布置在办公营地后缘山包，高程 2930m，调节容积 600m^3。

2）地面厂房施工区供水系统

取水泵站选址在水厂上游 150m 处。取水泵站取水规模 1.06 万 m^3/d，自用水系数 1.1，泵站形式采用湿井泵站，平面尺寸 6.0×8.0m，泵房及栈桥平台按二十年一遇洪水位设计。筒体高度 20m，上部框架结构高度 6m，

泵站内布置3台水泵（Q=250m³/h，H=50m，N=55kw），二用一备。采用一根DN400mm钢管加压送至水厂。

在地面厂房施工区布置一座施工水厂，厂址位于厂房下游约400m，高程2130m，水厂规模1.06万m³/d。该水厂向本施工区供给生产水9200m³/d、生活水1400m³/d。

水厂出厂水有2根：一根DN300生产水总管，一根DN150生活水总管，这两根管道出厂后沿着场内道路敷设，分别向本工区各用户供水。

高位生产水池及生活水池布置在厂房混凝土系统后缘山包，高程2180m，调节容积1000m³；高位生活水池调节容积400m³。

3）引水隧洞供水系统

引水隧洞供水系统供水对象为本工区综合加工厂、机械汽车停放场、钢管加工厂等。在隧洞施工区设置一座1000m³贮水池，高程2875m，从大坝施工水厂引一根DN250生产水管向该水池供水。供水管道线路：管道出厂后沿着4#公路→6#公路→上游公路桥→3#公路→5#公路，最终敷设至水池。

（2）供电系统

扎拉水电站施工拟由业主建设的位于扎拉水电站厂区附近的施工变电站供电，出线10kV架空专线至各施工区域。

为确保地下工程洞室施工的排水及照明、大坝基坑排水等用电负荷，另配置0.4kV柴油发电机组若干台，总容量约1600kW，用作应急供电电源。

根据扎拉水电站全工区用电负荷的分布情况及工区地形地貌，拟由扎拉水电站厂区附近的施工变电站10kV出线4回，其中2回用于大坝施工，2回用于引水隧洞和厂房的施工。

按照上述原则，施工配电网络共需架（敷）设 10kV 主干线路约 35km（单回线路长度），安装 10/0.4kV 变压器总容量约 19MVA。

2.8.5.4 施工营地

本工程主要布置两个营地，大坝上游扎拉营地和地面厂房上游珠拉营地。

扎拉营地位于大坝左岸上游约 0.20km，布置高程 2870～2895m，占地面积 1.5 万 m^2。施工高峰期大坝施工区劳动力人数约 700 人。

珠拉营地位于厂房右岸上游约 0.7km，高程 2205m，占地面积 1.74 万 m^2。施工高峰期劳动力人数约 1300 人。

2.8.5.5 其他设施

大坝施工区综合加工厂主要承担大坝施工所需钢筋的半成品和成品、木模板等的加工任务。布置于坝左岸上游约 0.8km，布置高程 2837m，占地面积 0.93 万 m^2。

引水隧洞施工区综合加工厂主要承担引水隧洞施工所需钢筋的半成品和成品、木模板等的加工任务，总占地面积约 1.05 万 m^2。共设置两个综合加工厂，分别布置于闹中冲沟上游 2705～2720m 平台和闹中支沟弃渣场 2515m 平台。

地面厂房施工区综合加工厂主要承担地面厂房施工所需混凝土预制构件（规模较小不单独设厂）、钢筋的半成品和成品、木模板和细木制品等的加工任务。布置于玉曲河左岸，临近厂房砂石加工系统，布置高程 2200m，占地面积 1.52 万 m^2。

机械修配厂由主体工程各承包商自行配套设置，规划布置在各主体工程施工现场附近的汽车机械停放场内。本工程共需机械修配厂建筑面积 1.09 万 m^2，汽车修理厂建筑面积 1.07 万 m^2，汽车停放保养厂建筑面积 0.55

万 m^2。

2.8.6 施工导流

2.8.6.1 导流方案

坝址地处高山峡谷区，河床宽 20m～40m，河水位 2758m～2763m。坝址河谷狭窄，地形较破碎，为纵向谷，河床覆盖层较薄，根据地形适宜采用隧洞导流方案。

扎拉水电站推荐全年挡水围堰+左岸导流隧洞泄流的方案，地面厂房采用预留全年土（岩）埂围堰挡水施工方案。

2.8.6.2 导流标准

（1）导流建筑物设计标准

1）大坝基坑上下游围堰

大坝基坑上下游围堰设计挡水时段为全年，根据《水电工程施工组织设计规范》（DL/T5397-2007）的要求，围堰设计洪水标准为 10～20 年一遇洪水。设计流量为全年 10%频率最大瞬时流量 914m^3/s，相应上游水位 2782.38m；设计流量为全年 5%频率最大瞬时流量 1010m^3/s 时，相应上游水位为 2785.71m，相差 3.33m，考虑到本工程坝址处水文系列时间短（2011 年 7 月开始设水位站），故取围堰设计标准为 5%频率最大瞬时流量 1010m^3/s，相应上下游水位为 2785.71m、2766.47m（出口水流紊乱，水位取模型试验值）。

2）厂房出口施工围堰

厂房出口施工围堰为全年挡水土石围堰，为预留土（石）埂围堰，高程不够的部分采用石渣料加高，其设计挡水标准为全年 5%频率最大瞬时流量 1070m^3/s，相应水位为 2119.89m。

3）导流洞进出口围堰

导流洞进出口围堰设计挡水时段为全年，设计洪水为全年20%频率最大瞬时流量806m³/s，相应上下游设计水位分别为2768.52m、2762.04m。

4）下游防护区围堰

消力池下游防护区围堰设计洪水位 11～5月 20%频率最大瞬时流量428m³/s，相应下游水位2760.13m。

（2）截流标准

截流时间拟为 11 月初，截流标准为 11 月 10％频率月平均流量86.9m³/s，截流后上游水位 2765.41m。混凝土防渗墙施工平台施工标准为11～4月10％频率最大瞬时流量255m³/s，相应上下游水位分别为2769.63m、2762.14m。

（3）大坝施工期临时度汛洪水设计标准

第 5 年汛前，坝段浇筑到高程 2795.0m 以上，超过围堰堰顶高程后，坝体度汛，相应的库容为 0.021 亿 m³，库容小于 0.1 亿 m³，根据《水电工程施工组织设计规范》（DL/T5397－2007），混凝土坝度汛标准为 20～10 年一遇洪水，故取坝体度汛标准为全年 5％频率最大瞬时流量 1010m³/s，相应坝前最高水位 2785.71m。

第 5 年 12 月初导流洞下闸蓄水，第 5 年 12 月～第 6 年 3 月堵头施工完毕。

第 6 年 2 月表孔金结及启闭机安装完毕，第 6 年坝体按永久设计标准度汛。

（4）导流隧洞设计标准

导流隧洞与河床围堰等级相同，为Ⅳ级临时建筑物。其设计流量为全年5%频率洪水1010m³/s，其结构控制工况为导流隧洞堵头施工期。

（5）导流隧洞闸门设计标准

导流隧洞下闸时间为第 5 年 12 月初，选用 12 月 10%频率月平均流量 67.1m³/s 作为下闸设计流量，相应上游水位 2765.17m，则下闸水深 3.17m，下游水位 2757.71m。

堵头施工时间为 12～3 月，闸门挡水设计洪水为 11～4 月 5%频率洪水 287m³/s，堵头施工期间由底孔泄洪，相应坝前水位 2788.48m，故闸门挡水最大水头为 26.48m。

各导流建筑物导流标准与特征水位见表 2.8-6。

表 2.8-6　　扎拉水电站施工导流标准表

项目		挡水时段	频率（%）	流量（m^3/s）	泄流条件	下泄流量（m^3/s）	下游水位（m）	计算上游水位（m）
导流隧洞进、出口围堰		全年	20%最大瞬时	806	原河床	806	2762.04	2768.52
厂房出口围堰		全年	5%最大瞬时	1070	原河床	1070	2119.89	/
下游防护区围堰		11～5 月	20%最大瞬时	428	导流隧洞	428	2760.13	/
导流隧洞封堵	下闸	12 月	10%月平均	67.1	导流隧洞	67.1	2757.71	2765.17
	堵头施工	11～4 月	5%最大瞬时	287	底孔	287	2759.33	2788.48
堵头	设计	全年	0.2%	1430	底孔+表孔	1430	/	2815.00
	校核	全年	0.05%	1840		1840	/	2816.24
河床土石围堰	挡水	全年	5%最大瞬时	1010	导流隧洞	1010	2766.47	2785.71
	截流	11 月	10%月平均	86.9		86.9	2760.43	2765.41
	防渗墙施工平台	11～4 月	10%最大瞬时	255		255	2762.14	2769.63
大坝施工期度汛		第 5 年	5%最大瞬时	1010	导流隧洞	1010	2766.47	2785.71

表注：1、底孔共 2 孔，底高程 2770.0m，尺寸 4.5×6.0m（宽×高）。

2.8.6.3　导流程序

根据工程施工总进度计划，施工导流程序如下：

第 1 年 8 月导流隧洞进出口明渠开挖，导流隧洞施工期间，水流从原河床下泄。

第 2 年 11 月初河床截流，第 3 年 4 月底围堰建成挡水，进行大坝和厂房进水口施工，坝体度汛标准为全年 5%频率洪水 1010m^3/s，施工期间水流

从导流洞下泄。

第 5 年 12 月初导流隧洞下闸封堵，12～3 月进行堵头施工，导流隧洞封堵以后，水流从大坝底孔和表孔下泄，大坝度汛按全年 1%频率洪水设计，0.5%频率洪水校核。

第 6 年 7 月底，首批机组投产，第 6 年 10 月底工程完工。

2.8.6.4 主要导流建筑物设计

（1）导流隧洞

根椐坝址处地形、地貌特点和枢纽布置，导流隧洞的布置进行了 2 个方案的比选：导流隧洞布置在左岸和右岸。由于右岸为凹岸，而两岸山体地质条件相同，故选择导流隧洞布置在左岸的方案。

导流隧洞布置在左岸，导流隧洞全长 442.92m，其中进口段明渠长 13.06m，隧洞洞身段长 373.36m，出口段明渠长 45.50m。圆弧段圆弧半径按不小于 5B（洞宽），圆弧角度按不超过 60^0 考虑。

导流洞进口处河床底高程约 2762.0m，导流隧洞底板高程对河道截流影响较大，降低隧洞底板高程对截流有利，但不利于施工，故选定隧洞进底板高程为 2762.0m。出口处河床底高程约 2757.0m，出口底板高程选定为 2758.0m，底坡 10.7‰。

进口明渠段岩石出露，设计底高程 2762.0m，分为引渠段和进水塔段。引渠段两侧扩散角均为 6°，引渠长约 13.06m，进水塔段长 11.0m。

出口明渠段轴线长约 45.50m，岩石出露，设计底高程 2758.0m，分为渐变段和引渠段。

（2）上游土石围堰

上游围堰为全年挡水土石围堰，堰顶高程 2787.5m，顶宽 8.0m，轴线长 92.0m，最大堰高约 29.5m。围堰填筑料主要为石渣料和石渣混合

料，填筑边坡1∶1.5，迎水侧高程2769.0m以下采用5m宽的抛石护坡，高程2769.0m以上采用15cm厚干砌块石护坡。

围堰防渗采用混凝土防渗墙上接土工合成材料，防渗墙施工平台高程 2772.0m，混凝土防渗墙厚 60cm，最大高度约 20m。围堰拆除至高程2775.0m。

（3）下游土石围堰

下游围堰设计洪水为全年 5%频率最大瞬时流量 1010m^3/s，相应设计水位 2766.47m，堰顶高程 2768.0m，轴线长 39.0m，顶宽 8.0m，最大堰高约12.0m。围堰采用粒径小于20cm的石渣料填筑，迎水侧采用3.0m宽的抛石护坡。围堰防渗采用混凝土防渗墙，防渗墙施工平台高程即堰顶，混凝土防渗墙厚60cm。围堰全部拆除，即拆除至原地面高程2754.0m。

（4）厂房施工围堰

厂房出口围堰沿河岸采用土石混合料填筑，河床占压部分采用3m厚钢筋石笼护脚和护坡。围堰挡水标准为全年 5%频率洪水，洪峰流量为1070m^3/s，相应挡水水位 2119.89m，堰顶高程 2121.0m，顶宽 5.0m，厂房侧填筑坡比1∶1.5，河床侧填筑坡比1∶1.3，最大高度约5.5m，采用高喷防渗墙进行防渗，墙厚0.6m，孔距0.8m。

工程施工完成以后，厂房施工围堰全部拆除。

（5）导流隧洞进、出口围堰

导流隧洞进口围堰为混凝土围堰，出口围堰为预留岩埂围堰，其挡水标准为全年 20%频率洪水，洪峰流量为 806m^3/s，相应上游水位为2768.52m，下游水位2762.04m。

进口围堰枯水期施工，为常态混凝土围堰，建基面高程 2762.0m，堰顶高程2769.5m，顶宽2.0m，迎水侧为垂直坡，背水侧边坡1∶0.7。

出口岩埂为弱风化岩石，岩埂顶高程2763.0m，开挖边坡1:1.5，采用1排高喷防渗墙进行防渗，墙厚0.6m，孔距0.8m。

2.8.6.5 截流

截流戗堤布置在上游土石围堰背水侧，戗堤轴线位于上游土石围堰轴线下游40.0m。截流拟于第2年11月初实施，截流流量为11月10%频率月平均流量86.9m^3/s，截流后上游水位2765.41m，上游围堰处地面高程约2760.0m，截流落差约5.41m。

2.8.7 施工进度

扎拉水电站施工总工期为5年7个月（67个月），发电工期为5年4个月（64个月）。其中，施工准备期8个月，主体工程施工期56个月，完建期3个月。工程筹建期27个月，不计入施工总工期。

工程于第1年4月开工，开始引水隧洞施工支洞和导流隧洞施工，第1年12月开始引水隧洞中平段开挖及支护，第2年11月初河床截流，第6年5月底完成引水隧洞、大坝及厂房土建工程，第6年3月下闸蓄水，第6年7月底首批机组投产，第6年10月底工程完工。

（1）筹建期

工程筹建期27个月，主要完成征地迁移人口、进场道路、施工供电线路，并进行招标签约。同时在筹建期进行6#公路、扎拉玉曲河上游公路桥、5#公路（厂坝连接公路）及公路隧道修建、厂坝现有连接道路改造及与施工支洞有关的主要场内道路的施工，为施工导流及施工支洞的施工创造有利条件。

（2）施工准备期

施工准备期8个月，从第1年4月至11月，进行引水隧洞施工支洞施工及其他临时设施施工。

（3）主体工程施工期

主体工程施工期56个月，从第1年12月引水隧洞中平段开挖至第6年7月底首批机组发电，主要完成项目包括：①引水隧洞开挖及混凝土衬砌、钢衬混凝土衬砌施工；②进水口和地面厂房开挖、混凝土浇筑、金结安装及机组安装调试；③大坝开挖、混凝土浇筑及金结安装；④生态机组开挖、混凝土浇筑、金结安装及机组安装调试；⑤导流洞封堵。主体工程施工期关键线路是引水隧洞施工，次关键线路是地面厂房施工和大坝施工。

（4）工程完建期

工程完建期3个月，从第6年7月底首批机组发电至第6年10月底，全部机组投产发电。

2.8.8 施工资源供应

（1）劳动力

扎拉水电站高峰劳动力2000人，平均劳动力1450人。其中：

大坝施工区高峰劳动力700人，平均劳动力550人；引水隧洞及厂房施工区高峰劳动力1300人，平均劳动力900人。

（2）主要建筑材料用量

水泥　　23.80万t；

粉煤灰　　7.10万t；

钢材　　11.40万t；

木材　　0.28万m^3；

炸药　　0.19万t；

油料　　1.30万t。

（3）施工机械设备：根据工程量、施工进度安排和选用的施工方法及工艺，主要施工机械设备详见表2.8-7。

表 2.8-7　　扎拉水电站主要施工机械汇总表

设备名称	型号	单位	数量
挖掘机	2m^3	台	5
	4 m^3	台	2
反铲	0.5～1m^3	台	2
	2m^3	台	2
推土机	120～180hp	台	4
装载机	3m^3	台	12
自卸汽车	10t	辆	8
	15～20t	辆	108
	25t	辆	6
振动碾	20t～25t	台	4
斜面振动碾	10t	台	2
全液压钻机	150 型	台	2
潜孔钻	YQ-100 型	台	5
手风钻		台	28
反井钻	BMC300	台	2
	BMC400	台	2
多臂凿岩机		台	8
锚索孔钻机	QDG-2 型	台	6
冲击反循环钻		台套	4
抓斗		台	2
地质回转钻		台	5
灌浆泵	100/100	台	6
轴流风机	2000m^3	台	17
	4000m^3	台	2
高架门机	MQ900	台	3
履带吊	起重量 10t	台	1
混凝土泵	30～60m^3/h	台	9
平板车	30～40t	辆	3
	40～60t	辆	1
汽车吊	起重量 5t	辆	1
	起重量 60～80t	辆	3
自卸汽车	10t	辆	20
建筑塔机	5t	台	1
载重汽车	5t	量	4
混凝土搅拌车	6m^3	台	18
钢模台车		台	5

2.9 建设征地和迁移人口安置

2.9.1 主要实物指标

扎拉水电站建设征地涉及西藏自治区昌都市左贡县碧土乡扎郎村和林芝市察隅县察瓦龙乡珠拉村、学巴村。建设征地涉及人口23户122人；土地总面积4708.15亩，涉及耕地599.66亩（其中永久征收373.87亩、临时征用225.79亩），涉及园地2.03亩(均为永久征收)，涉及林地3422.17亩（其中永久征收1980.9亩、临时征用1441.27亩），涉及草地175.4亩（其中永久征收128.1亩、临时征用47.3亩），涉及住宅用地10.57亩(其中永久征收3.46亩、临时征用7.11亩)，涉及交通运输用地68.91亩(其中永久征收 41.11 亩、临时征用 27.8 亩），涉及水域及水利设施用地266.42亩（其中永久征收229.3亩、临时征用37.12亩），涉及其他用地162.99亩（其中永久征收89.94亩、临时征用73.05亩）；涉及各类房屋面积11549.91m^2；涉及零星树木17336株；涉及农村企事业单位1家；涉及四级公路8.1km，公路桥梁1座/45延m，人行吊桥1座/25延m；涉及通信线路9.65杆km；涉及10kV以上输电线6.3杆km，80kVA配电变压器1台，20kVA配电变压器1台；涉及气象监测设备1套；涉及文物古迹4处：扎郎村老吊桥、扎郎村建筑遗迹、森增旦果山墓葬、珠拉村石棺墓，探矿权1处。

2.9.2 迁移人口安置规划

2.9.2.1 规划基准年与规划水平年

迁移人口规划以2016年作为设计基准年，根据初拟的枢纽工程建设进度计划并结合本工程建设征地大部分实物指标位于枢纽工程建设区的实际情况，经分析确定枢纽工程建设区人口推算截止年和迁移人口安置规划设计水平年采用2018年。

表 2.9-1　　扎拉水电站建设征地主要实物指标汇总表

项目	单位	总计			枢纽工程建设区							水库淹没区			备注
		合计	左贡县	察隅县	合计	永久占地			临时用地			小计	围堰水位以上	围堰水位以下	
						小计	左贡县	察隅县	小计	左贡县	察隅县	左贡县	左贡县	左贡县	
一农村部分															
（一）户数	户	23	18	5	23	10	8	2	13	10	3				
人口（均为农业人口）	人	122	82	40	122	64	42	22	58	40	18				
（二）土地	亩	4708.15	2205.96	2502.19	4348.38	2488.94	923.87	1565.07	1859.44	922.32	937.12	359.77	329.79	29.98	
1 耕地（集体）	亩	599.66	440.16	159.5	579.64	353.85	233.94	119.91	225.79	186.2	39.59	20.02	20.02		
水浇地	亩	518.2	388.78	129.42	508.32	320.14	216.7	103.44	188.18	162.2	25.98	9.88	9.88		
旱地	亩	81.46	51.38	30.08	71.32	33.71	17.24	16.47	37.61	24	13.61	10.14	10.14		
2 园地（集体）	亩	2.03	2.03									2.03	2.03		
花椒园	亩	1.12	1.12									1.12	1.12		
核桃园	亩	0.91	0.91									0.91	0.91		
3 林地	亩	3422.17	1388.5	2033.67	3255.03	1813.76	546.11	1267.65	1441.27	675.25	766.02	167.14	162.51	4.63	
有林地	亩	178.19	164.09	14.1	151.42	45.32	36.85	8.47	106.1	100.47	5.63	26.77	26.61	0.16	
灌木林地	亩	3243.98	1224.41	2019.57	3103.61	1768.44	509.26	1259.18	1335.17	574.78	760.39	140.37	135.9	4.47	
4 草地（集体）	亩	175.4	105.89	69.51	149.18	101.88	40.08	61.8	47.3	39.59	7.71	26.22	24.82	1.4	
其他草地	亩	175.4	105.89	69.51	149.18	101.88	40.08	61.8	47.3	39.59	7.71	26.22	24.82	1.4	
5 住宅用地（集体）	亩	10.57	5.64	4.93	10.57	3.46	1.33	2.13	7.11	4.31	2.8				
农村宅基地	亩	9.62	4.69	4.93	9.62	3.46	1.33	2.13	6.16	3.36	2.8				
公共管理与公共服务用地	亩	0.95	0.95		0.95				0.95	0.95					
6 交通运输用地（集体）	亩	68.91	21.03	47.88	67.65	39.85	10.68	29.17	27.8	9.09	18.71	1.26	1.22	0.04	
公路用地	亩	49.67	20.08	29.59	48.55	28.26	10.65	17.61	20.29	8.31	11.98	1.12	1.12		
农村道路	亩	19.24	0.95	18.29	19.1	11.59	0.03	11.56	7.51	0.78	6.73	0.14	0.1	0.04	
7 水域及水利设施用地	亩	266.42	200.2	66.22	146.27	109.15	74.1	35.05	37.12	5.95	31.17	120.15	96.24	23.91	
河流水面（国有）	亩	215.8	189.69	26.11	98.52	77.93	72.41	5.52	20.59		20.59	117.28	95.74	21.54	
内陆滩涂（国有）	亩	2.87	2.87									2.87	0.5	2.37	
沟渠（集体）	亩	47.75	7.64	40.11	47.75	31.22	1.69	29.53	16.53	5.95	10.58				
8 其他土地（集体）	亩	162.99	42.51	120.48	140.04	66.99	17.63	49.36	73.05	1.93	71.12	22.95	22.95		
裸地	亩	162.99	42.51	120.48	140.04	66.99	17.63	49.36	73.05	1.93	71.12	22.95	22.95		

续表 2.9-1

扎拉水电站建设征地主要实物指标汇总表

项目	单位	总计			枢纽工程建设区							水库淹没区			备注
		合计	左贡县	察隅县	合计	永久占地			临时用地			小计	围堰水位以上	围堰水位以下	
						小计	左贡县	察隅县	小计	左贡县	察隅县	左贡县	左贡县	左贡县	
（三）房屋	m^2	11549.91	7064.45	4485.46	11549.91	6036.7	3330.43	2706.27	5513.21	3734.02	1779.19				
1 私有房屋	m^2	11413.56	6928.1	4485.46	11413.56	6036.7	3330.43	2706.27	5376.86	3597.67	1779.19				
藏式石木结构	m^2	906.53	702.86	203.67	906.53				906.53	702.86	203.67				
藏式土木结构	m^2	7529.51	4394.53	3134.98	7529.51	3407.93	2305.58	1102.35	4121.58	2088.95	2032.63				
藏式土石木结构	m^2	679.34	311.64	367.7	679.34	679.34	311.64	367.70							
藏式木结构	m^2	162.97	122.37	40.6	162.97				162.97	122.37	40.60				
土石木结构	m^2	91.5		91.5	91.5	91.5		91.50							
其他（木）结构	m^2	10.2		10.2	10.2	10.2		10.20							
杂房	m^2	2033.51	1396.7	636.81	2033.51	920.65	713.21	207.44	1112.86	683.49	429.37				
2 村集体房屋	m^2	136.35	136.35		136.35				136.35	136.35					
砖混结构	m^2	120.87	120.87		120.87				120.87	120.87					
砖木结构	m^2	15.48	15.48		15.48				15.48	15.48					
（六）小型文化宗教设施															
1 白塔	m^3	71.66		71.66	71.66	71.66		71.66							
2 玛尼堆	m^3	14.71	14.71		14.71				14.71	14.71					
3 经幡	套	80	80		80				80	80					
4 煨桑点	m^3	1.13		1.13	1.13	0.5		0.50	0.63		0.63				
5 转经房	m^3	19.2		19.2	19.2				19.2		19.20				
6 水葬点	个	2	2		2	2	2								
7 水转经	m^3	2.47	2.11	0.36	2.47	2.11	2.11		0.36		0.36				
（七）农村小型专项															
1 水磨房	座	7	3	4	7	5	2	3	2	1	1				
2 水电机/线路	台/杆 m	1/200		1/200	1/200	1/200		1/200							
3 砼水池	m^3	31.15	21.79	9.36	31.15	9.36		9.36	21.79	21.79					
4 渠道	m	4311	2580	1731	4311	3216	1485	1731	1095	1095					
5 输水管	m	1731		1731	1731	1731		1731							
6 水锯	套	2	2		2	1	1		1	1					

续表 2.9-1

扎拉水电站建设征地主要实物指标汇总表

项目	单位	总计			枢纽工程建设区							水库淹没区			备注
		合计	左贡县	察隅县	合计	永久占地			临时用地			小计	围堰水位以上	围堰水位以下	
						小计	左贡县	察隅县	小计	左贡县	察隅县	左贡县	左贡县	左贡县	
7 小型发电机	个	1	1		1				1	1					
8 人行吊桥	座/延 m	1/25	1/25									1/25		1/25	
9 220V 配电线路	杆 km	3.966	3.6	0.366	3.966	2.466	2.3	0.166	1.5	1.3	0.2				
（八）农村企事业单位															
扎郎村村委会	家	1	1		1				1	1					扎郎村村委会指标详见集体部分
（九）零星树木	株	17336	9975	7361	17288	9252	5002	4250	8036	4925	3111	48	48		
二专业项目															
（一）等级公路															
四级路	km	8.1	2.5	5.6	7.9	5.55	1.5	4.05	2.35	0.8	1.55	0.2	0.2		
公路桥	座/延 m	1/45	1/45									1/45	1/45		
（二）输变电工程设施															
10kV 电力线	杆 km	6.3	3.2	3.1	6.3	4.3	1.7	2.6	2	1.5	0.5				
20kVA 变压器	台	1		1	1	1		1							
80kVA 变压器	台	1	1		1				1	1					
（三）通信设施															
12 芯光缆	杆 km	5.05	1.95	3.1	5.05	3.7	1	2.7	1.35	0.95	0.4				中国电信
16 芯光缆	杆 km	2	2		2	1.1	1.1		0.9	0.9					中国移动
24 芯光缆	杆 km	2.6		2.6	2.6	2.2		2.2	0.4		0.4				中国移动
（四）气象监测设备	套	1		1	1				1		1				
（五）文物古迹															
扎郎村老吊桥	座	1	1									1		1	
扎郎村建筑遗迹	处	1	1		1	1	1								
森增旦果山墓葬	处	1	1		1	1	1								
珠拉村石棺墓	处	1		1	1				1		1				

2.9.2.2 农村迁移人口安置

扎拉水电站建设征地只涉及农村和专业项目，不涉及城集镇，其中专业项目不涉及人口。根据迁移人口安置规划成果，农村迁移人口生产安置人口设计基准年 105 人（左贡县 61 人，察隅县 44 人），规划水平年 110 人（左贡县 64 人，察隅县 46 人）。设计基准年农村迁移人口搬迁安置人口为 122 人（左贡县 82 人，察隅县 40 人），均为枢纽工程建设区，推算至 2018 年，规划农村迁移人口搬迁安置人口为 127 人（左贡县 85 人，察隅县 42 人）。

表 2.9-2　　移民安置人口汇总表　　单位：人

县	乡	村	建设征地直接涉及人口（人）	生产安置人口（人）		搬迁安置人口（人）		备注
				基准年	规划水平年	基准年	规划水平年	
左贡	碧土	扎郎	82	61	64	82	85	搬迁安置人口均位于枢纽工程建设区，全部就近生产安置，无扩迁人口
察隅	察瓦龙	珠拉	40	44	46	40	42	搬迁安置人口均位于枢纽工程建设区，全部就近生产安置，无扩迁人口
合计			122	105	110	122	127	

2.9.2.3 安置方案

（1）生产安置方案

扎拉水电站建设征地规划生产安置人口 110 人，其中左贡县 64 人，察隅县 46 人。

根据拟定的生产安置方式，建设征地区两县人民政府组织开展了迁移人口和安置区居民意愿调查工作。

根据左贡县迁移人口意愿调查结果分析，选择农业安置的占 27.57%，逐年补偿安置占 54.05%，自主安置占 18.38%。根据环境容量分析成果，左贡县碧土乡扎郎村剩余土地资源环境容量满足农业安置迁移人口土地配置的需要，且安置区居民愿意调剂土地。因此左贡县迁移人口生产安置采取

种植业安置、逐年补偿安置和自谋职业安置相结合的生产安置方式。

根据察隅县迁移人口意愿调查结果分析，选择农业安置的占 33.90%，自主安置占 66.10%。

察隅县由于安置区居民均不愿意调整土地，不具备种植业安置条件，且迁移人口均要求在本村分散后靠安置，其生产安置方式应以逐年补偿安置为主，对具备一定谋生能力、不以土地为生的迁移人口，可选择自谋职业安置。

（2）搬迁安置方案

扎拉水电站规划搬迁安置人口 127 人，均为枢纽工程建设区，其中左贡县 85 人，察隅县 42 人。

该地区属于藏族聚居区，受生产生活习惯、宗教信仰、区域自然条件等，均不愿意远迁移安置；根据迁移人口意愿，搬迁安置规划采用本村后靠分散安置。按搬迁方式划分，均为分散安置。按搬迁去向划分，均为近迁安置。

2.9.3 专业项目复（改）建规划

2.9.3.1 交通工程

建设征地涉及 S203 省道（四级公路）8.1km，其中左贡县 2.5km，察隅县 5.6km。涉及左贡县境内跨玉曲河桥梁 1 座 45 延 m。

建设征地涉及的 S203 省道现状路基宽 4.5m，砂石路面，其复（改）建设计及费用纳入主体工程，在施工期间采取保通措施。对于影响的碧土乡至察瓦龙乡道路，可通过 6#公路、过坝交通洞、扎拉玉曲河下游公路桥、1-1#公路、5#公路恢复；对于影响的扎郎村至龙西村道路，可通过6#公路、8#公路恢复。

原设计的察森直卡桥为一跨钢筋混凝土拱桥，跨径约 40m，桥面全宽

5.2m，设计水位为2818.0m～2818.4m，且已是危桥(禁止大型车辆通行)。电站建成蓄水后，原察森直卡桥处50年一遇的回水水位为2820.5m左右，桥梁将被淹没，同时两侧道路也有部分路段被淹，因此需在原址附近选择新的桥位进行抬高复建。

2.9.3.2 电力工程

建设征地影响10kV架空线路6.3km，其中左贡境内1条3.2km，复建3.83杆km，察隅境内1条3.1km，复建3.22杆km。征地影响低压架空线路3.966km，其中左贡境内1条3.6km，与10kV同杆复建380V1条2.0km，220V3条0.35杆km；察隅境内0.366km，规划复建380V1条0.2杆km。

征地影响杆架变压器2台，变压器设备利旧，均后靠影响区外搬迁处理。

2.9.3.3 通信工程

规划复建察隅电信12芯光缆3.4杆km，察隅移动24芯光缆0.32杆km、2.98线km，左贡电信12芯光缆1.96线km，左贡移动16芯光缆1.96杆km。

2.9.3.4 文物古迹

扎拉水电站建设征地范围内文物古迹处理已委托西藏自治区文物保护研究所承担。承担单位在外业工作基础上，依据《中华人民共和国文物保护法》和相关法律、法规，编制了《西藏玉曲河扎拉水电站建设工程文物影响评价报告》，并取得了西藏自治区文物局批复。

根据《西藏玉曲河扎拉水电站建设工程文物影响评价报告》的处理方案，对于扎郎老吊桥，规划采取拍摄、留存相关资料的方式进行处理；对于扎郎村建筑遗迹，因已现场采集相关资料信息，不再进行处理；对于森增旦果山墓葬和珠拉村石棺墓，规划在获取文物主管部门的考古发掘许可

后进行清理发掘。

2.10 水土保持

扎拉水电站水土流失防治责任范围为 332.67hm²，其中项目建设区面积315.20hm²，直接影响区面积17.47hm²。结合扎拉水电站工程布置和施工特点，考虑施工区域水土流失特点及其防治措施的差异性，将本工程的建设区划分为 8 个一级水土保持防治分区，即枢纽建筑物区、永久办公及管理区、弃渣（存料）场、取料场、施工交通设施、施工生产生活区、水库淹没及影响区和移民安置及专项设施复建区。对每个分区采取水土保持工程措施、植物措施和临时工程措施防治水土流失。扎拉水电站水土保持措施总体布局详见表 2.10-1。

表 2.10-1　　扎拉水电站水土保持措施总体布局表

防治分区		防治区域	措施类型	水土保持措施
枢纽建筑物防治区	坝区建筑物	占压扰动区	工程措施	边坡截水沟和马道排水沟、表土剥离
			植物措施	边坡绿化
			临时措施	钢筋石笼、防护网挡护
	引水隧洞区	占压扰动区	工程措施	边坡截水沟和马道排水沟
			植物措施	边坡绿化
			临时措施	钢筋石笼、防护网挡护
	厂区建筑物	占压扰动区	工程措施	边坡截水沟和马道排水沟、表土剥离
			植物措施	边坡绿化
			临时措施	钢筋石笼、防护网挡护
永久办公管理防治区		占压扰动区	工程措施	表土剥离、排水沟
			植物措施	场地绿化
			临时措施	临时拦挡、临时覆盖
弃渣（存料）场防治区	卡树冲沟弃渣场	弃渣区域	工程措施	清基、挡渣墙、排洪沟、消力池、泉水引排措施、渣底盲沟、渣顶及马道排水沟、护坡工程、土地整治、覆土
			植物措施	顶面乔灌草结合植被恢复，边坡灌草结合植被恢复
			临时措施	临时排水
	闹中冲沟支沟弃渣(存料)场	弃渣(存料)区域	工程措施	清基、拦渣坝、排洪沟、消力池、渣底盲沟、渣顶及马道排水沟、护坡工程、土地整治、覆土
			植物措施	顶面乔灌草结合植被恢复，边坡灌草结合植被恢复
			临时措施	临时拦挡、临时排水

续表 2.10-1　　扎拉水电站水土保持措施总体布局表

防治分区		防治区域	措施类型	水土保持措施
弃渣（存料）场防治区	左岸上游滩地弃渣场	弃渣区域	工程措施	拦渣堤、周边排水沟、沉砂池、护坡工程、土地整治
			临时措施	临时拦挡、临时覆盖
	表土堆放场	堆土区域	工程措施	迹地土地整治
			植物措施	植被恢复
			临时措施	临时拦挡、临时排水、临时绿化
取料场防治区		料场开采区域	工程措施	截水沟、土地整治、覆土
			植物措施	边坡绿化和迹地平台植被恢复
			临时措施	爆破浮渣拦挡防护
施工交通设施防治区	永久道路	永久道路路基及两侧边坡	工程措施	路基边沟、网格护坡和边坡截水沟，表土剥离、边坡溜渣拦挡防护
			植物措施	行道树、压埋下边坡绿化
	临时道路	临时道路路基及两侧边坡	工程措施	表土剥离、土地平整、覆土
			植物措施	迹地植被恢复
			临时措施	临时排水、临时拦挡
施工生产生活防治区		场平区域及两侧边坡	工程措施	表土剥离、边坡截水沟、周边排水沟、沉砂池、土地平整、覆土，土地复耕
			植物措施	迹地植被恢复
			临时措施	临时拦挡、临时覆盖
水库淹没及影响防治区			预防措施	提出水土保持要求
			工程措施	表土剥离
移民安置及专项设施复建防治区		占压扰动区	工程措施	迹地土地整治
			植物措施	植被恢复
			临时措施	临时堆土防护

（1）枢纽建筑物防治区

枢纽建筑物防治区水土保持措施包括：表土剥离、高边坡开挖过程中临时拦挡防护措施和边坡载土槽绿化措施。

防治措施工程量：表土剥离 4.46 万 m^3，载土槽绿化 2480m，栽植灌木 5208 株，钢筋石笼挡墙 630m，防护网 1380m^2。

（2）永久办公管理防治区

永久办公管理防治区水土保持措施包括：表土剥离、场区周边布置排水沟、场地绿化以及临时拦挡和临时覆盖措施等。

防治措施工程量：表土剥离 0.64 万 m^3，排水沟 1800m，栽植乔木 4042 株，栽植灌木 8086 株，撒播草籽 130kg，袋装土拦挡 320m，防尘网

2000m^2。

（3）弃渣（存料）场防治区

弃渣（存料）场防治区水土保持措施包括：清基、拦挡工程（拦渣坝、拦渣堤、挡渣墙）、沟道及坡面水处理工程（排洪沟、截水沟、泉水引排措施、排水盲沟、渣顶及马道排水沟）、护坡工程、土地平整、表土回覆、植被恢复以及施工期间临时拦挡、临时排水、临时覆盖和临时绿化措施等。

防治措施工程量：拦渣坝 96m，拦渣堤 450m，挡渣墙 130m，排洪沟 4170m，截排水沟 7247m，铺设钢管 704m，盲沟 2062m，消力池、沉砂池 13 个，浆砌石网格护坡 112355m^2，干砌石护坡 29440m^2，清基 59800m^3，土地整治 33.07hm^2，表土回覆 85900m^3，栽植乔木 45676 株，灌木 154822 株，撒播草籽 2478kg，钢筋石笼拦挡 100m，袋装土拦挡 600m，临时排水 950m，防尘网 12000m^2，临时绿化 0.86hm^2。

（4）取料场防治区

取料场防治区水土保持措施包括：土地整治、覆土、边坡生态绿化、迹地植被恢复以及开采过程中的爆破浮渣拦挡防护措施。

防治措施工程量：载土槽绿化 4780m，土地平整 8.02hm^2，回覆表土 24000m^3，栽植灌木 94248 株，撒播草籽 686kg，钢筋石笼拦挡 640m。

（5）施工交通设施防治区

施工交通设施防治区水土保持措施包括：表土剥离、下边坡溜渣拦挡、土地整治、覆土、行道树、植被恢复措施、临时拦挡、临时覆盖和临时排水措施等。

防治措施工程量：表土剥离 54200m^3，浆砌石挡墙 960m，土地整治 54.38hm^2，回覆表土 14500m^3，栽植乔木 7973 株，栽植灌木 681136 株，撒

播草籽 5450kg，钢筋石笼拦挡 1200m，袋装土拦挡 620m，临时排水沟 19960m，防尘网 9000m^2。

（6）施工生产生活防治区

施工生产生活防治区水土保持措施包括：表土剥离、截排水沟、沉砂池、土地整治、覆土、植被恢复措施以及施工过程中临时拦挡及覆盖措施。

防治措施工程量：表土剥离 67500m^3，截排水沟 3298m，沉砂池 12 个，土地整治 11.11hm^2，回覆表土 70400m^3，栽植灌木 116656 株，撒播草籽 934kg，袋装土拦挡 760m，防尘网 14000m^2。

（7）移民安置及专项设施复建防治区

本工程移民搬迁安置均采用本村后靠分散安置，不计入项目建设区；复建项目中，交通工程通过场内道路予以恢复，已纳入施工交通设施区采取水土流失防治措施；此外复建项目中还包括复建 10kV 电力线路 7.05km，复建通信线路 5.68 杆 km、4.94 线 km 等。

水土保持专项措施包括：迹地土地整治、植被恢复措施和临时堆土防护措施。防治措施工程量：土地整治 1.33hm^2，栽植灌木 13966 株，撒播草籽 112kg，袋装土拦挡 320m，防尘网 1000m^2。

（8）水库淹没及影响防治区

本区水土保持措施主要为占地范围内耕园地的表土剥离措施，后期用于工程区植被恢复覆土。

2.11 工程投资

按 2018 年 1 季度价格水平计算，扎拉水电站工程总投资 1184022.18 万元，其中环境保护专项投资 50481.44 万元。

3 工程分析

3.1 与国家相关法规与规划的符合性

（1）与《中华人民共和国自然保护区条例》的符合性

碧土县级自然保护区于 2001 年 8 月 12 日，由左贡县人大常务委员会以左人发[2001]18 号文件批复，现拟更名为西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区。保护区位于左贡县碧土乡境内，距左贡县城 187 公里。自然保护区以阿东格尼山脉为主体，北与扎玉镇相连，南以梅里雪山为界，东和芒康县为邻，西同察隅县的察瓦龙乡接壤，其地理坐标为东经 98° 15′ 13″ ～98° 41′ 29″，北纬 28° 26′ 20″ ～29° 10′ 52″。

保护区总面积 69100.92hm^2，其中核心区面积 47041.75hm^2，缓冲区面积 4162.50hm^2，实验区面积 17896.67hm^2。

自然保护区属野生动物类型保护区。保护对象为大紫胸鹦鹉以及雪豹、白肩雕、金雕、斑尾榛鸡等国家Ⅰ级重点保护动物，黑熊、水獭、藏狐、藏原羚、岩羊、藏马鸡等国家Ⅱ级重点保护动物及其生态系统。

该自然保护区分布区域平均海拔 4500m，不受工程的直接影响。根据位置关系核实，卡树沟渣场距保护区的距离最近，距保护区最近水平距离约 2.1km，最近垂直高差约 1.4km。

根据上述分析，本工程与《中华人民共和国自然保护区条例》是符合的。

（2）与国家能源发展规划的符合性

2007 年 6 月，国务院在“关于印发应对气候变化国家方案的通知”（国发[2007]17 号）中指出，“在保护生态基础上有序开发水电。把发展水电作为促进中国能源结构向清洁低碳化方向发展的重要措施。在做好环境保护和移民安置工作的前提下，合理开发和利用丰富的水力资源，加快水电

开发步伐，重点加快西部水电建设，因地制宜开发小水电资源。”随后，国家发展和改革委员会为贯彻落实《可再生能源法》，于 2007 年 8 月印发了《可再生能源中长期发展规划》，明确了水电的重点发展方向，即“今后水电建设的重点是金沙江、雅砻江、大渡河、澜沧江、黄河上游和怒江等重点流域。”

进入“十三五”时期，为优化能源供给结构，提高能源利用效率，建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系，在《国民经济和社会发展十三五规划纲要》中明确了“统筹水电开发与生态保护，坚持生态优先，以重要流域龙头水电站建设为重点，科学开发西南水电资源”。

在《可再生能源发展“十三五”规划》中，进一步明确了积极稳妥发展水电的要求，提出了统筹水电开发进度与电力市场发展，以西南地区主要河流为重点，积极有序推进大型水电基地建设，合理优化控制中小流域开发，确保水电有序建设、有效消纳。统筹规划，合理布局。在做好环境保护、移民安置工作和统筹电力市场的基础上，推进金沙江上游等水电基地开发，着力打造藏东南“西电东送”接续基地。扎拉水电站明确列入“十三五”常规水电重点项目中，为加快推进项目。

根据《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》和《可再生能源发展“十三五”规划》的要求，为促进水电持续健康发展，国家能源局组织编制了《水电发展“十三五”规划》，该规划根据我国水能资源具有的明显区域分布特点和开发现状，对常规水电站的规划布局统筹规划、合理布局西部和东中部水电开发。西南地区以川、滇、藏为重心，以重大项目为重点，结合受端市场和外送通道建设，积极推进大型水电基地开发。继续做好金沙江中下游、雅砻江、大渡河等水电基地建设工作；积极推进金沙江上游等水电基地建设，建设藏东南“西电东送”接续

基地。发挥水电的调节作用，实现水电与其他能源的多能互补。加强流域梯级水电站群联合调度运行管理。扎拉水电站被列入“十三五”常规水电重点项目之一。

玉曲河是怒江中游左岸一级支流，扎拉水电站位列玉曲河干流下游河段七级开发方案中的第六级，电站装机容量 1015MW，为二等大（2）型工程，多年平均年发电量 39.46 亿 kW•h。根据昌都市电源建设规划及负荷预测成果，昌都电力市场 2030 年枯水期存在 322MW 的电力缺额。扎拉水电站具有日调节能力，枯水期发电出力约 350MW，与昌都电网电力缺额相当，可全部在昌都电网枯水期消纳，满足昌都市电力需求。电站的投入运行也可加快昌都市“藏电外送”的能源接续基地的建设，将为“藏电外送”输电通道建设提供初步平台。同时，扎拉水电站在工程选址上不涉及法定的环境敏感区域，不同水期结合下游水生生境需求分别下泄不同比例的生态流量用以保障下游生态用水，并采取鱼道过鱼、增殖放流、减水河段生境修复与改造措施、划定栖息地保护河段等对栖息地进行保护，同时结合电力外送需求、工程影响河段生境适宜程度充分论证了工程规模，切实体现了水电开发的生态优先、统筹考虑、适度开发的原则，扎拉水电站作为优质的水能资源和可再生能源，在保护好生态环境的前提下开发，符合国家能源规划的相关要求。

（3）与主体功能区规划的符合性分析

1）与全国主体功能区规划符合性

根据《全国主体功能区规划》（国发[2010]46 号），在国家层面将国土空间划分为优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类区域，并明确了各自的范围、发展目标、发展方向和开发原则。

《全国主体功能区规划》指出：能源与资源的开发布局，对构建国土

空间开发战略格局至关重要。能源基地和矿产资源基地以及水功能区的布局，要服从和服务于国家和省级主体功能区规划确定的所在区域的主体功能定位，符合该主体功能区的发展方向和开发原则。

能源开发布局提出“重点在能源资源富集的山西、鄂尔多斯盆地、西南、东北和新疆等地区建设能源基地”，其中西南地区“以水电开发为主，……，建成以水电为主体的综合性能源输出地”。

《全国主体功能区规划》中的限制开发区域分为两类：一类是农产品主产区；一类是重点生态功能区，即生态系统脆弱或生态功能重要，资源环境承载能力较低，不具备大规模高强度工业化城镇化开发的条件，必须把增强生态产品生产能力作为首要任务，从而应该限制进行大规模高强度工业化城镇化开发的地区。

《全国主体功能区规划》中明确限制开发区域作为农产品主产区和重点生态功能区，主体功能是提供农产品和生态产品，保障国家农产品供给安全和生态系统稳定，但也允许适度开发能源和矿产资源，允许发展那些不影响主体功能定位、当地资源环境可承载的产业，允许进行必要的城镇建设。

为贯彻落实关于建设生态文明和美丽中国的理念与精神，推进《全国主体功能区规划》、《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》实施，加强国家重点生态功能区环境保护和管理，增强区域整体生态功能，保障国家和区域生态安全，促进经济社会可持续发展，环境保护部、发展改革委、财政部以环发[2013]16 号提出了《关于加强国家重点生态功能区环境保护和管理的意见》。意见中指出了国家重点生态功能区的重要意义是增强生态服务功能，构建国家生态安全屏障的重要支撑；是促进人与自然和谐，推动生态文明建设的重要举措；是促进区域协调发展，全面建设小康

社会的重要基础；是推进主体功能区建设，优化国土开发空间格局、建设美丽中国的重要任务。

加强国家重点生态功能区环境保护和管理的主要任务为：严格控制开发强度；要按照《全国主体功能区规划》要求，对国家重点生态功能区范围内各类开发活动进行严格管制，使人类活动占用的空间控制在目前水平并逐步缩小，以腾出更多的空间用于维系生态系统的良性循环。加强产业发展引导；在不影响主体功能定位、不损害生态功能的前提下，支持重点生态功能区适度开发利用特色资源，合理发展适宜性产业。全面划定生态红线。加强生态功能评估等。

扎拉水电站工程部分区域位于《全国主体功能区规划》“藏东南高原边缘森林生态功能区”，属于限制开发的重点生态功能区。《全国主体功能区规划》中明确，“藏东南高原边缘森林生态功能区”主要类型为生物多样性维护功能区，山高谷深，天然植被仍处于原始状态，对生态系统保育和森林资源保护具有重要意义。该区的主要发展方向为“保护自然生态系统；禁止对野生动植物进行滥捕滥采，保持并恢复野生动植物物种和种群的平衡，实现野生动植物资源的良性循环和永续利用。加强防御外来物种入侵的能力，防止外来有害物种对生态系统的侵害。保护自然生态系统与重要物种栖息地，防止生态建设导致栖息环境的改变。”

根据《全国主体功能区规划》对重点生态功能区的要求“……限制进行大规模高强度工业化城镇化开发……”，"……允许适度开发能源和矿产资源…… "。因此，扎拉水电站的开发建设，未进行大规模高强度工业化城镇化开发，适度开发能源，不违背《全国主体功能区规划》对该区域的发展定位。

扎拉水电站开发过程中，通过限定施工范围，减少土地和植被扰动，对征占林地、草地进行补偿，针对工程建设可能带来的不利影响制定系统

的生态保护和恢复措施，按照区域开发管制原则进行措施布局，最终达到主体功能规划的要求。

扎拉水电站环评工作联合国内相关权威科研单位开展了陆生生态、水生生态和生态流量的专题研究，对项目可能产生的不利生态影响进行了预测评价，提出了可行的生态保护与恢复措施，制定陆生生态影响恢复和补偿措施，施工结束后，结合水土保持植物措施，对各类施工迹地实施陆生植被恢复和补偿，且恢复的植被面积不低于原有植被面积，植被补偿物种选择当地优良乡土物种。

玉曲河是怒江中上游左岸支流，生物多样性高，属鮡科鱼类重要生境和裂鳆鱼类洄游通道，为了维持功能区生物多样性、保护鱼类生境，本次环评工作提出将源头至左贡 219.3km 河段全部加以保护，筛选工程影响区内有一定保护价值的支流梅里拉鲁沟、错改曲、通那曲作为鱼类栖息地加以保护；同时为有效保护鱼类资源，将坝下～玉曲河河口河段作为鱼类栖息地加以保护，在不同时期分别按 15.9m^3/s、22m^3/s、33m^3/s 下泄维持水生生态系统稳定所需水量的要求的基础上，重点对减水河段进行栖息地生境修复，并采取增殖放流补偿工程建设带来的鱼类资源损失及建设鱼道过鱼恢复生境的连通性等一系列生态保护与修复措施，综合考虑陆生生态、水生生态和生态流量下泄措施并保障实施后，可基本满足功能区环境管理的要求。

2）与西藏自治区主体功能区规划的符合性分析

2014 年 10 月，西藏自治区以“藏政发[2014]108 号”发布了《西藏自治区主体功能区规划》，本规划以全国主体功能区规划为指导，将西藏自治区国土空间分为以下主体功能区：按开发方式，分为重点开发区域、限制开发区域、禁止开发区域；按开发内容分为城镇化地区、农产品主产区、重点生态功能区；按层级，分为国家和自治区两个层面。

扎拉水电站涉及的左贡县属限制开发区域（农产品主产区）-藏东南主产区，发展方向为建设青稞、干果、水果、林下资源产业和城郊蔬菜产业带。限制开发区域（农产品主产区）的功能定位为保障农产品供给安全的重要区域，农牧民安居乐业的美好家园，社会主义新农村建设的示范区。发展方向和开发原则中提出“……加强耕地保护。对全部耕地按限制开发的要求进行管理，对全部基本农田按禁止开发的要求进行管理。严格控制建设占用耕地，重点开发区域的工业建设和城镇建设必须尽量不占或少占耕地，同时应确保补充相同质量、数量的耕地。……加强水生生物资源养护。养护和合理利用水生生物资源，大力提升水生生物资源养护管理水平，推进渔业可持续发展，加强鱼类增殖放流力度，增加放流品种，提高放流标准，扩大放流数量，增加水产品产量。改善水域生态环境，维护水生生物多样性。”

扎拉水电站建设对提高当地居民生活水平和加强当地基础设施建设，增加地方财政税收收入和社会经济的全面发展有积极的促进和推动作用。电站建设征地涉及耕地 599.66 亩，迁移人口生产安置中采取农业安置的居民可在本村调剂土地，配置土地资源。

为了减缓工程对水生生态的影响，保护鱼类资源，拟建 1 个鱼类增殖放流站，将裸腹叶须鱼、怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、札那纹胸鮡、贡山鮡等 5 种鱼类作为增殖放流对象，放流规模为 25 万尾/年。同时本次环评工作针对工程建设可能带来的不利影响还制定了鱼道过鱼、下泄生态流量和植被恢复等系统的生态保护和恢复措施。因此，在切实做好生态环境保护的前提下，建设扎拉水电站总体符合西藏自治区主体功能区规划对左贡县功能区的功能定位。

林芝市察隅县属限制开发区域（重点生态功能区）-国家重点生态功能

区-藏东南高原边缘森林生态功能区，类型和发展方向为维护生物多样性，保护自然生态系统。与全国主体功能区划划分的功能定位和发展方向内容基本一致。符合性分析同与全国主体功能区规划符合性分析。

综上所述，建设扎拉水电站总体符合西藏自治区主体功能区规划的要求。

（4）与生态功能区划的符合性分析

1）与全国生态功能区划的符合性分析

为协调人与自然的关系、协调生态保护与经济社会发展关系、促进经济社会的可持续发展，环保部于2008年发布了《全国生态功能区划》，2015年对该区划进行了修编。新修编的《全国生态功能区划》包括3大类、9个类型和242个生态功能区，并确定63个重要生态功能区。按生态功能分区单元划分，工程区属藏东南生物多样性保护重要区，其生态保护主要方向为：开展生物多样性资源调查与监测，评估生物多样性保护状况、受威胁原因；禁止对野生动植物进行滥捕、乱采、乱猎；保护自然生态系统与重要物种栖息地，限制或禁止各种损害栖息地的经济社会活动和生产方式，如无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦、道路建设等；防止生态建设导致栖息环境的改变；加强对外来物种入侵的控制，禁止在生物多样性保护功能区引进外来物种；实施国家生物多样性保护重大工程，以生物多样性重要功能区为基础，完善自然保护区体系与保护区群的建设。生态保护主要措施：加强自然保护区建设与管理力度，禁止捕杀野生动物；加强河谷地带稳产高产农田建设和人工草场建设；加强谷地水土流失治理和退化生态系统的恢复与重建。

扎拉水电站工程的建设将对施工区范围内的陆生生态环境造成一定不利影响，并增加水土流失，但这些影响仅限于施工期，影响范围较小，影

响时间短，不属于该区限制或禁止工程。在工程建设过程中，拟采取减少工程占地、严格控制施工范围、减少占用高生产力林地、保存施工区表土、临时用地及时复垦复绿、开展生态修复、严禁捕杀野生动物等生态保护措施，均与所处功能区保护要求相符合。

现有相关规划研究了玉曲河在怒江流域开发和保护的定位：玉曲河是怒江中游左岸支流，流域内水生生物资源种类较为单一，但属怒江流域特有鱼类，水生生物资源保护十分重要。玉曲河的开发与保护定位为，维护区域生态环境，落实扶贫攻坚任务，改善居民生活条件，保障饮水安全，提高防洪等级，保障民生安全。玉曲河重点保护水域共划分 294km，占河流全长的 66.2%，引导发展水域中可开发水域河长 150km，占河流全长的33.8%。将玉曲河源头至旺达（211km）划为重点保护水域，其中源头至乌雅作为水生生物栖息地进行保护（203km），乌雅至旺达为水源保护（8km）；旺达至扎拉为引导发展水域（150km）的开发类，空间保护与管控要求为“合理、有序开发利用水资源， 本河段无环境敏感因素，建议在保障和改善当前水生态环境的基础上，进一步研究开发必要性与可行性”；扎拉至河口为重点保护水域（83km），管控要求为“本河段与怒江干流联系紧密，可作为怒江上游水生生物保护栖息地。”

扎拉电站工程位于引导发展水域，满足该区域的生态管控要求。扎拉电站环评环保措施中提出将源头至左贡 219.3km 河段全部加以保护，该区域位于相关规划中划分的重点保护水域，符合该区域的管控要求；筛选工程影响区内有一定保护价值的 3 条支流作为鱼类栖息地加以保护；同时为有效保护鱼类资源，将坝下～玉曲河河口河段作为鱼类栖息地加以保护，该区域位于相关规划中划分的重点保护水域，符合该区域的管控要求。因此，扎拉电站与相关规划研究的成果是符合的，在采取相应的环保措施后，

可维护河流生物多样性，符合对玉曲河该区域的生态功能定位，满足生态功能区生态保护要求。

2）与西藏自治区生态功能区划的符合性分析

根据《西藏自治区生态功能区划》，扎拉水电站属于藏东-川西寒温性针叶林生态区——大雪山-念他翁山云杉冷杉林-高山灌丛-高山草甸生态亚区——左贡怒江河谷山地农林业与土壤保持和生物多样性保护生态功能区，其生态建设与发展方向分别为：加强生态环境建设与管理力度，禁止捕杀野生动物；加强河谷地带稳产高产农田建设和人工草场建设；加强谷地水土流失治理和退化生态系统的恢复与重建。

扎拉水电站水库淹没、施工占地及移民安置过程将损坏或扰动部分植物和植被，对施工范围内的生态环境造成一定不利影响，并且增加水土流失，施工期产生的“三废”将对工程区环境产生一定不利影响。但是这些影响仅限于施工期和占地范围内，影响时间和影响范围较小。在本工程建设过程中，将切实贯彻“三同时”制度，及时恢复植被、加强水土流失防治，有效避免或减轻对环境的不利影响。因此，本工程与《西藏自治区生态功能区划》的有关要求不冲突。

（5）与流域水电规划的符合性分析

1）与玉曲河水电开发规划的符合性

2009 年 12 月，水电水利规划设计总院会同西藏自治区发展和改革委员会、能源办公室审查通过了《玉曲河干流水电规划报告》。该报告提出的玉曲河干流梯级开发推荐方案为:成德(正常蓄水位 3760m,下同)—扎玉(3550m,引)—吉登(3400m,引)—中波(3200m)—碧土(3080m,引)—扎拉(2810m,引)—轰东(2100m,引)共 7 级，总装机容量 1984MW，保证出力 312.8MW(联合运行时 717.4MW)，年发电量 94.42 亿 kW•h(联合运行时 98.25 亿 kW•h)，

并将碧土和扎拉梯级列为近期开发工程。根据该规划报告，规划推荐方案中的扎拉水电站位于左贡县碧土乡，距河口约 80.0km，厂址位于林芝地区察瓦龙乡，引水线路长约 4.9km；扎拉水电站装机容量 810MW，最大坝高 62.3m；水库正常蓄水位为 2810m，相应库容 0.06 亿 m^3。

可行性研究阶段进一步深化工程规划设计，工程特性对比规划阶段发生了一定变化。

①坝址变化

玉曲河水电规划阶段，扎拉水电站规划坝址位于左贡县碧土乡扎拉村下游约 1.5km 处。可研阶段选择上、下两个坝址开展比较工作，上坝址位于规划碧土梯级厂址下游约 500m 处，下坝址位于扎郎村下游河道转弯段处、距上坝址约 2.35km。

从地质条件来看，两坝址建坝工程地质条件均成立，均具有建设混凝土重力坝的条件，无重大地质缺陷。

从梯级水位衔接来看，因上坝址满足调节库容要求下，正常蓄水位为 2820m，回水与上游碧土梯级满发尾水位有 7.49m 的重叠，对碧土梯级厂房位置的选择有较大影响。下坝址正常蓄水位为 2810m 即可满足调节库容要求，与碧土梯级衔接较好。因此，从梯级水位衔接来看，下坝址优于上坝址。

从枢纽布置来看，下坝址采用混凝土重力坝，泄洪建筑物可结合坝体布置，坝址下游有 1 处与正常蓄水位高程相当的台地，适合沉沙池布置，导流洞布置在左岸，布置相对宽松、灵活，可调整余地大。坝体布置泄洪表孔，超泄能力较强。上坝址略差于下坝址。

从环境影响角度而言，两坝址的环境影响差异不明显。

因此，综合以上因素分析，扎拉水电站采用目前的开发方式，总体符

合原规划布局，坝址仍位于规划坝址河段，上下梯级仍是合理衔接的，推荐的下坝址方案符合规划阶段开发布局及开发方式。

②坝型变化

规划阶段，扎拉水电站为混凝土面板堆石坝。可研阶段，进一步比选了面板堆石坝、混凝土重力坝和沥青混凝土心墙堆石坝三种坝型，混凝土面板堆石坝因右岸为覆盖层，趾板基础处理较复杂，存在布置困难、处理难度大、存在一定的安全隐患等问题。下坝址具备修建混凝土重力坝和沥青混凝土心墙堆石坝的地质条件，无重大地质缺陷，互有优劣，仅地质条件而言优势不明显。综合比较，混凝土重力坝具有枢纽布置灵活、排沙效果较好、施工难度小等优点，因此推荐混凝土重力坝。

③正常蓄水位变化

从与上游梯级衔接、工程建设条件、环境保护、建设征地和移民安置、工程效益、工程投资及经济比较等方面进行了综合论证，推荐正常蓄水位2815m，与规划阶段相比，抬高了5m。主要基于以下几个方面：

A.与规划阶段相比，考虑泥沙淤积后，为满足发电引水要求，扎拉水电站死水位抬高，相应正常蓄水位抬高了5m，正常蓄水位相应库容增加了262万m^3，调节库容增加了46万m^3（见表3.1-1）、增加了51%，提高了特枯时段水库的调节能力。

表3.1-1　　扎拉水电站规划、可研阶段特征表

研究阶段	规划阶段	可研阶段	差值	增加比例
正常蓄水位（m）	2810	2815	5	
相应库容（万m^3）	600	862	262	44%
回水长度（m）	3.3	3,8	0.5	
水库面积（km^2）	0.31	0.42	0.11	
死水位（m）	2807	2811.5	4.5	
死库容（万m^3）	510	726	226	44%
调节库容（万m^3）	90	136	46	51%
淹没林草地面积（亩）	113	214.01	101.01	

B.与规划阶段相比，可研阶段死水位抬高4.5m，死库容增加226万m^3，增加比例为44%，可增加供泥沙淤积的库容，工程运行更加安全。

④装机容量变化

可研阶段,经技术经济综合比较,装机由规划阶段810MW增加到1015MW,环境合理性方面分析如下：

A.坝下减水河段流量对比

从表3.1-2看出，可研阶段装机1015MW时，与规划阶段相比，坝下减水河段流量除7月和8月略有减少外，其它各月流量均有一定程度的增加（增加2.3～21.79 m^3/s）；坝下流量占天然流量比例、坝下流量占坝址处多年平均流量的比例中，除7月和8月略有减少（减少5.7%以内）外，其它各月流量占比均有一定程度的增加。

与装机810MW相比，可研阶段装机1015MW坝下减水河段流量除6月～9月略有减少外（减少14.7～21 m^3/s），其它各月坝下流量均维持不变。就流量占比而言，6月～9月坝下流量占多年逐月平均流量的比例减少7.8%～9.2%、坝下流量占坝址处多年平均流量的比例减少13.4%～19.1%，其它各月流量占比均不变。

总体上，可研阶段引水发电用水总量增加1800万m^3，与规划阶段基本相当，但生态下泄流量在枯水时段有所增加。装机年利用小时数由规划阶段的4786h降低为3996h，坝下减水河段总水量增加约1.83亿m^3。

B.鱼类生境适宜程度比较

扎拉水电站引水发电后，坝下河段水量减少，流速下降，水深降低。经分析，按照目前的调度运行原则，坝下河段生态流量基本可满足鱼类栖息、繁殖要求。

表 3.1-2　　规划阶段与可研阶段(1015MW、810MW)引水发电流量、坝下减水河段流量对比表

阶段		项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
规划阶段		坝址处多年逐月平均流量（m^3/s）	36.1	33.8	37.8	51.2	99.1	187.3	219	201.2	165.9	106.8	58.9	44.9
		引水发电流量（m^3/s）	25.7	23.4	27.4	40.8	87.9	140.6	142.3	139.5	131	96.4	48.5	34.5
		坝下流量（m^3/s）	10.4	10.4	10.4	10.4	11.21	46.75	76.67	61.75	34.9	10.4	10.4	10.4
		坝下流量/多年平均流量（%）	10	10	10	10	10.8	45	73.7	59.4	33.6	10	10	10
		坝下流量/多年逐月平均流量（%）	27.70	29.59	26.46	19.53	10.90	24.03	33.65	29.52	20.25	9.36	16.98	22.27
可研阶段	坝址处多年逐月平均流量（m^3/s）		45.1	43.9	46.5	53.1	82.5	190	228	214	178	109	70.8	57.9
	装机 1015MW	引水发电流量（m^3/s）	29.2	28	30.6	31.1	49.5	137.4	157.6	153.1	140.8	93.1	54.9	42
		坝下流量（m^3/s）	15.9	15.9	15.9	22	33	52.6	70.4	60.9	37.2	15.9	15.9	15.9
		坝下流量/多年平均流量（%）	14.45	14.45	14.45	20.00	30.00	47.82	64.00	55.36	33.82	14.45	14.45	14.45
		坝下流量/多年逐月平均流量（%）	35.25	36.22	34.19	41.43	40.00	27.68	30.88	28.46	20.90	14.59	22.46	27.46
	装机 810MW	引水发电流量（m^3/s）	29.2	28.0	30.6	31.1	49.5	122.7	136.6	134.8	126.1	93.1	54.9	42.0
		坝下流量（m^3/s）	15.9	15.9	15.9	22.0	33.0	67.3	91.4	79.2	51.9	15.9	15.9	15.9
		坝下流量/多年平均流量（%）	14.45	14.49	14.45	20.00	30.00	61.21	83.11	72.02	47.21	14.45	14.45	14.45
		坝下流量/多年逐月平均流量（%）	35.25	36.22	34.19	41.43	40	35.44	40.10	37.02	29.18	14.59	22.46	27.46
可研（1015MW）-规划		坝下流量（m^3/s）	5.5	5.5	5.5	11.6	21.79	5.85	-6.27	-0.85	2.3	5.5	5.5	5.5
		坝下流量/多年平均流量（%）	5.0	5.0	5.0	10.5	19.8	5.3	-5.7	-0.8	2.1	5.0	5.0	5.0
		坝下流量/多年逐月平均流量（%）	12.20	12.53	11.83	21.85	26.41	3.08	-2.75	-0.40	1.29	5.05	7.77	9.50
可研 1015MW-810MW		坝下流量（m^3/s）	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.7	-21.0	-18.3	-14.7	0.0	0.0	0.0
		坝下流量/多年平均流量（%）	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-13.4	-19.1	-16.7	-13.4	0.0	0.0	0.0
		坝下流量/多年逐月平均（%）	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.8	-9.2	-8.6	-8.3	0.0	0.0	0.0

可研阶段（1015MW），枯期下泄生态基流较规划阶段加大 5%左右，坝下典型断面（鱼类产卵场、河流流向变化处、支流汇口处等）平均水深可达到 0.43～1.27 m，平均流速均在 0.79～1.69 m/s；规划阶段，下泄生态基流情况下，坝下典型断面平均水深在 0.35～1.35m 之间，平均流速可达到 0.65～1.78 m/s，未达到鱼类生长发育所需的最低水深指标。可见,可研装机容量增大后，坝下河段的平均水深、流速基本适宜裂腹鱼和鮡科鱼类栖息繁殖，且比规划阶段的水深、流速有所增加，相比更有利于鱼类栖息繁殖。

与装机 810MW 相比，可研阶段装机 1015MW 坝下典型断面平均水深、流速 10 月-5 月没有变化，仅在 6 月～9 月水深、流速有所降低，平均水深最大降低 0.17m，平均流速最大降低 0.14m/s，两装机方案坝下典型断面的平均水深、平均流速差别不大。

⑤小结

扎拉水电站坝址位于规划的坝址河段，正常蓄水位 2815m，装机容量 1015MW（含生态机组装机 15MW），开发任务以发电为主，并促进地区经济社会发展。经综合分析，扎拉水电站的开发布局、开发任务、开发方式等均与规划阶段基本保持一致，但坝型、装机容量较规划阶段发生变化，是在补充了实测水文系列资料、考虑了昌都电力市场发展的需求、并兼顾考虑工程区域的工程建设条件和生态环境保护要求等方面进行了优化，同时工程调度方案遵循优先满足坝下生态流量下泄需求的基础上，再进行引水发电，不会因装机规模增大影响下泄生态流量的要求。总体上分析，扎拉水电站工程建设与玉曲河水电规划总体上是相符的。

表 3.1-3　　规划和可研阶段（1015MW）研究河段典型断面逐月水深变化　　单位：m

断面	阶段	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
ZL05	规划	0.38	0.68	0.86	0.79	0.61	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
	可研	0.58	0.73	0.81	0.78	0.63	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.51
	变化值	0.20	0.05	-0.05	-0.01	0.02	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.16
ZL06	规划	0.41	0.62	0.89	0.75	0.57	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
	可研	0.56	0.68	0.81	0.73	0.59	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.51
	变化值	0.15	0.06	-0.08	-0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.12
ZL19	规划	0.40	0.85	1.24	1.12	0.80	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
	可研	0.76	0.92	1.15	1.08	0.82	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.52
	变化值	0.36	0.07	-0.09	-0.04	0.02	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.14
ZL20	规划	0.40	0.81	1.35	1.18	0.76	0.38	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
	可研	0.72	0.95	1.27	1.16	0.79	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.55
	变化值	0.32	0.14	-0.08	-0.02	0.03	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.18
ZL41	规划	0.38	0.71	1.01	0.83	0.52	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
	可研	0.58	0.76	0.92	0.80	0.54	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.49
	变化值	0.20	0.05	-0.09	-0.03	0.02	0.07	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.13
ZL42	规划	0.41	0.87	1.35	1.13	0.80	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
	可研	0.74	1.02	1.25	1.09	0.82	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44	0.51
	变化值	0.33	0.15	-0.10	-0.04	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.12

表 3.1-4　　规划和可研阶段（1015MW）研究河段典型断面逐月流速变化　　单位：m/s

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
ZL05	规划	0.76	1.18	1.43	1.32	1.09	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
	可研	1.06	1.27	1.38	1.30	1.11	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.93
	变化值	0.30	0.09	-0.05	-0.02	0.02	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.21
	变化率	39.84	7.63	-3.50	-1.52	1.83	18.64	18.64	18.64	18.64	18.64	18.64	29.68
ZL06	规划	0.71	1.09	1.35	1.22	1.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
	可研	0.98	1.14	1.27	1.18	1.03	0.79	0.80	0.79	0.80	0.79	0.81	0.87
	变化值	0.27	0.05	-0.08	-0.04	0.03	0.14	0.15	0.14	0.15	0.14	0.16	0.22
	变化率	37.81	4.59	-5.93	-3.28	3.00	21.63	23.22	22.23	22.85	22.30	24.21	33.73
ZL19	规划	0.86	1.28	1.50	1.39	1.20	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
	可研	1.19	1.31	1.43	1.36	1.22	0.95	0.96	0.96	0.97	0.99	0.96	1.05
	变化值	0.33	0.03	-0.07	-0.03	0.02	0.14	0.15	0.15	0.16	0.18	0.15	0.24
	变化率	38.37	2.34	-4.67	-2.16	1.67	17.59	19.12	18.17	19.70	22.12	18.83	29.63
ZL20	规划	0.85	1.31	1.78	1.57	1.21	0.80	0.79	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
	可研	1.19	1.42	1.69	1.53	1.25	0.96	0.97	0.96	0.97	0.99	0.96	1.06
	变化值	0.34	0.11	-0.09	-0.04	0.04	0.16	0.18	0.18	0.19	0.21	0.18	0.28
	变化率	40.00	8.40	-5.06	-2.55	3.31	19.63	22.72	23.30	23.92	26.42	22.96	35.38
ZL41	规划	0.81	1.27	1.54	1.41	1.19	0.74	0.72	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	可研	1.17	1.32	1.46	1.38	1.24	0.95	0.94	0.93	0.95	0.97	1.01	1.10
	变化值	0.36	0.05	-0.08	-0.03	0.05	0.21	0.22	0.22	0.24	0.26	0.30	0.39
	变化率	44.44	3.94	-5.19	-2.13	4.20	28.20	30.85	31.63	33.72	36.41	42.13	54.93
ZL42	规划	0.79	1.18	1.44	1.32	1.10	0.73	0.72	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	可研	1.08	1.25	1.37	1.29	1.12	0.90	0.90	0.89	0.90	0.92	0.93	0.99
	变化值	0.29	0.07	-0.07	-0.03	0.02	0.17	0.18	0.18	0.19	0.21	0.22	0.28
	变化率	36.71	5.93	-4.86	-2.27	1.82	23.25	25.08	25.83	27.46	30.03	31.36	39.01

2）与水电规划环境影响评价要求的符合性

2010 年 4 月西藏自治区环境保护厅以藏环函[2010]19 文向西藏自治区发展和改革委员会正式转报《西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响报告书》及审查意见。

①规划环评的主要环境影响减缓措施

A.优化水库调度方式和水电站设计，建议在电站大坝预留布设闸门的生态放水管，保障河流生态环境用水量；加强科学研究，进一步确定各河段的生态环境需水量；加强相关法律法规建设，保证河流基本生态流量。

B.鱼类资源栖息地保护

干流保护规划：将干流源头至美玉河段长 130.7km 为禁止开发河段，列为玉曲河流域裂腹鱼类主要栖息地保护区；建议在坝址～扎拉厂房、轰东坝址～河口河段模拟贡山鮡、札那纹胸鮡等鮡科鱼类活动生境，对这两河段进行微生境改造，作为贡山鮡、札那纹胸鮡的重要保护河段实施栖息地保护。

支流保护规划：建议将开曲、橙曲、节曲、艾喜、阿比曲、大曲、呷牧荣、班章烘曲、锅路曲、朵曲弄、梅里拉鲁等入库支流作为裂腹鱼和高原鳅的重要栖息地纳入保护规划。

C.增殖放流

建议将怒江裂腹鱼、热裸裂尻鱼、裸腹叶须鱼等 3 种裂腹鱼作为重点增殖放流种类。近期近放流暂按 20 年考虑，年放流苗种 40 万尾。

D.制定科学的水库调度方案

在研究下游鱼类繁殖生物学的基础上，结合水库调度，合理利用水库的调蓄库容，考虑水生生物需求，科学制定调度方案。特别是鱼类繁殖期间，由于来水量小，水库调节后可能无法满足其繁殖所需水文水力学条件时，需要根据鱼类繁殖的生态需求，人工调度形成合适的洪水过程，为鱼

类繁殖创造条件。

②规划环评对项目环评的要求

A.在工程可行性研究阶段，应开展相应的项目环境影响评价，编制各电站工程的环境影响报告书和水土保持方案报告书。

B.水库蓄水前，应做好被淹没古树的移栽工作，对具体移栽提出具体方案。

C.针对规划方案实施对鱼类资源的影响问题，各梯级电站项目环评应统筹考虑，进一步落实这些措施，并根据实际情况处理好投资分摊的问题。

D.扎拉水电站应下泄坝址处多年平均流量的 10%作为生态基流，确保下游各类用水需求不受到影响，并监督落实相应泄水工程措施及运行管理要求，保证连续不间断地下泄相应的生态环境用水。

E.对于扎拉坝下减水河段，建议在鮡科鱼类繁殖期间优化水库调度，尽可能加大水库下泄水量，以满足贡山鮡、札那纹胸鮡产卵、繁殖、生长的生态用水要求。

F.在项目环评阶段，应结合梯级工程具体的施工组织设计方案，强化施工环境影响的预测分析，重点分析施工场地、渣场、料场、施工道路选址的环境合理性，详细分析工程施工对水环境、环境空气、声环境、水土流失等的影响，并提出具体的环境保护措施。

G.在项目环评阶段,根据具体的工程设计方案和环境影响预测结论，对规划环境影响评价阶段制定的环境监测计划进行调整，以能科学合理地分析各梯级电站工程建设产生的环境影响程度，据此评价工程实施后当地环境状况。

H.因梯级电站建设所配套建设的施工道路工程量较大，扰动影响范围较广，对当地生态环境有一定的影响，需在梯级电站设计及环境影响评价

中予以高度重视，切实做好上下游梯级连接道路绿化、植被恢复及施工期水土保持措施的设计和实施，最大程度减轻梯级电站工程施工道路建设造成的不利环境影响。

③本次环评落实情况

针对玉曲河鱼类资源保护，玉曲河干流水电规划环境影响报告书提出：将干流源头至美玉长 130.7km 河段列为玉曲河流域裂腹鱼类主要栖息地保护区，同时扎拉坝址～扎拉厂房、轰东坝址～河口之间的减水河段进行微生境改造并作为栖息地进行保护；同时建议将干流美玉至玉曲河河口之间的开曲、橙曲、节曲、艾喜、阿比曲、大曲、呷牧荣、班章烘曲、锅路曲、朵曲弄、梅里拉鲁等支流作为重要替代生境纳入保护规划；玉曲河鱼类的人工驯养实践较少，增殖放流对象尚无人工繁殖成功的经验。

在扎拉水电站前期工作中，在深入研究工程建设对鱼类资源影响的基础上，结合规划环评提出的栖息地保护范围，结合扎拉水电站工程开展的相关研究调整了具体的保护范围及要求，干流保护范围相比规划阶段有所扩大，且规划阶段提出的栖息地保护河段范围内目前尚未建设生产设施，地方政府和项目业主今后应结合工程对鱼类资源的影响及保护要求，开展栖息地保护规划工作，严格按照栖息地的保护要求加以保护；并采用工程措施对河道断面适度改造进行栖息地修复。今后结合工程运行后减水河段河道形态变化情况的动态监测，调整生境修复措施；同时将增殖放流对象的繁殖生物学研究工作纳入科研计划，计划近期放流对象在截流前后首次放流。

本次环评工作对规划环评阶段主要措施和结论进行了进一步的分析研究，落实情况如下：

A.生态流量下泄措施

水电规划推荐方案扎拉水电站按从水库坝址处下泄多年平均流量的10%作为生态基流，扎拉坝址处需下泄的最小流量为10.4m³/s。

可研阶段结合减水河段保护对象需求，采用湿周法、R2-cross 法、生态水力学法、Tennant 法和生境分析法进一步论证了生态流量下泄量和过程要求。根据扎拉坝址下游河道生态需水分析，10 月-次年 3 月下泄的生态流量为 15.9m³/s；4 月和 9 月下泄的生态流量为 22.0m³/s，5 月-8 月下泄生态流量为 33.0m³/s。为满足生态基流的泄放要求，通过三台生态机组(3×5MW)和坝身生态放水设施（最大下泄流量满足 33m³/s）组合运用，适应不同时期的生态流量要求。

B.栖息地保护与修复

本次环评工作将玉曲河干流源头至左贡 219.3km 河段作为重要的保护区和水源涵养区全部加以保护；筛选工程影响区域内有一定保护价值的支流梅里拉鲁沟、错改曲、通那曲作为鱼类栖息地加以保护。同时，将玉曲河干流扎拉坝下～玉曲河河口河段作为鱼类栖息地加以保护，并通过研究减水河段水文特性，对坝址～厂址区间的减水河段采取工程措施进行栖息地修复、微生境。本阶段栖息地的保护范围、保护措施符合规划环评及其审查意见提出的要求，且干流保护范围显著扩大。

C.过鱼设施

可研阶段在对鱼类资源及生态习性进一步调查分析的基础上，为减缓扎拉水电站建成后将对鱼类生殖洄游和种群交流产生的阻隔影响，开展过鱼设施研究。通过对鱼道和升鱼机方案的比选，推荐采用鱼道过鱼方案。主要过鱼对象是怒江上游及玉曲河下游分布的 4 种裂腹鱼，即：怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、裸腹叶须鱼、温泉裸裂尻鱼。

D.鱼类增殖放流

结合最新开展的鱼类资源及其生境调查、鱼类影响分析成果，将裸腹

叶须鱼、怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、札那纹胸鮡、贡山鮡等 5 种鱼类作为本工程增殖放流对象，拟建设 1 座增殖放流站，放流规模合计 25 万尾/年。增殖放流站建设期 1 年，近期放流鱼类能够实现在截流前后首次放流。

E.陆生生态

通过工程选址选线的避让，评价区分布的光核桃、藏川杨等古树均不在工程建设影响范围内。

F.环境监测计划

制定了施工期及运行期地表水水质、生态流量下泄等环境监测计划以及水生生态调查、陆生生态调查、鱼类增殖放流效果监测、过鱼效果观测等综合性环境监测规划。

本环评阶段对规划环评阶段提出的相关要求均进行了研究和落实，相关措施要求能够满足流域水电规划环评要求。本阶段扎拉水电站对玉曲河水电规划环评审查意见落实情况详见表 3.1-5。

（6）与区域规划的协调性分析

1）与西藏自治区国民经济和社会发展“十三五”规划的协调性

《西藏自治区“十三五”时期国民经济和社会发展规划纲要》中指出，要充分利用资源优势，加快能源基础设施建设，优化能源生产消费结构，改善民生用能条件，深化体制机制改革，构建水电为主、多能并举、互联互通的稳定、清洁、经济、可持续发展综合能源体系。

明确提出藏东南地区着力打造“西电东送”接续基地。加快开发藏东“三江”流域等水电资源，加快梯级开发，外送水电在建规模超过 1300 万千瓦。加快建成川藏联网工程，规划建设藏电外送输电通道，推进覆盖藏、川、渝三省（区）的西南电网建设，实现清洁能源规模外送，初步建成“西电东送”接续基地。其中将玉曲河扎拉水电站列为重点优势工业项目中的外送能源之一。

表 3.1-5　　扎拉水电站可研阶段对玉曲河水电规划环评及其审查意见要求落实情况分析表

序号	可研阶段与水电规划阶段工程变化对比	规划环评及审查意见相关要求	扎拉水电站可研阶段落实情况
1	**水电规划阶段：**扎拉梯级坝址控制流域面积8544km^2，多年平均流量103.9m^3/s。 拟定正常蓄水位2810m，装机容量810MW，年发电量40.73亿kW·h。引水隧洞长4.9km，引水后坝下减水河段长59.5km。 扎拉水库淹没面积33hm^2，其中陆地面积235hm^2、水域面积10hm^2；淹没耕地14亩、林地99亩、其它用地及未利用土地232亩；无淹没人口和房屋。水库淹没和工程占地涉及到左贡县碧土乡扎郎村。 **可研阶段：**扎拉水电站坝址位于碧土乡扎郎村附近，厂址位于察隅县察瓦龙乡珠拉村。坝址控制流域面积8546km^2，多年平均流量110m^3/s，多年平均径流量34.8亿m^3。水库正常蓄水位2815m，水库总库容0.0914亿m^3，最大坝高67m，总装机容量1015MW（含生态机组15MW），单独运行时多年平均发电量39.46亿kW·h（含生态机组电量0.75亿kW·h）。引水隧洞长5.5km，引水后坝下减水河段长59.2km。 水库淹没面积359.77亩，其中耕地20.02亩；工程建设区总占地4348.38亩，其中永久占地耕地353.85亩，临时用地耕地225.79亩。涉及工程迁移人口122人。	为了促进流（区）域的经济、社会与生态环境保护的协调发展、利于“水电规划”的实施，须抓紧开展玉曲河流域鱼类栖息地保护区的规划工作，明确提出禁止和限制进行水能资源开发的河段及区域	在扎拉水电站前期工作中，在深入研究工程建设对鱼类资源影响的基础上，结合规划环评提出的栖息地保护范围，调整了具体的保护范围及要求，保护范围相比规划阶段有所扩大，且规划阶段提出的栖息地保护河段范围内尚未建设生产设施，地方政府和项目业主今后结合工程对鱼类资源的影响及保护要求，开展栖息地保护规划工作，严格按照栖息地的保护要求加以保护；并采用工程措施对河道断面适度改造进行栖息地修复，今后结合工程运行后减水河段河道形态变化情况的动态监测，调整生境修复措施；同时将增殖放流对象的繁殖生物学研究工作纳入科研计划，计划近期放流对象在截流前后首次放流。 本次环评工作开展了扎拉水电站水生生态影响专题研究，从玉曲河河流形态特点、生境状况及鱼类分布情况来看，河源区至左贡段，海拔较高，海拔3900m以上，河谷较开阔，多岔流、洲滩，生境多样性高，水生植被丰富，是裂腹鱼、高原鳅等的重要栖息地，同时由于其高海拔高寒的地理气候特点，河源区生态系统十分脆弱，应明确为重要的保护区和水源涵养区，因此将干流源头至左贡219.3km河段全部加以保护。将工程影响区域内有一定保护价值的支流梅里拉鲁沟、错改曲、通那曲和玉曲河干流扎拉坝址～玉曲河河口河段作为鱼类栖息地加以保护。本阶段按照按10月至次年3月15.9m^3/s、4月和9月22m^3/s、5-8月33m^3/s下泄生态流量，并适当对减水河段加以栖息地修复、微生境改造，可以作为鱼类栖息地加以保护。 本方案的保护范围、保护措施符合规划环评及其审查意见提出的要求，且干流保护范围显著扩大。
2		规划区域的地形地貌与当地交通条件对实施水电规划有一定制约性，规划方案的实施必定要进行道路建设。应抓紧开展规划方案实施中的道路工程建设规划研究；强化与区域路网建设规划和当地群众对道路交通需求的有机结合，使本规划方案的道路工程建设起到改善区域交通条件的作用，尽可能满足区域社会交通的需求	根据可研阶段完成的《玉曲河流域梯级电站对外交通规划报告》，可研报告对施工交通运输进行了合理布置，可有效改善当地交通条件。

续表 3.1-5　　扎拉水电站对玉曲河水电规划环评及其审查意见要求落实情况分析表

序号	可研阶段与水电规划阶段工程变化对比	规划环评及审查意见相关要求	扎拉水电站可研阶段落实情况
3	**水电规划阶段：**扎拉梯级坝址控制流域面积8544km^2，多年平均流量103.9m^3/s。 拟定正常蓄水位2810m，装机容量810MW，年发电量40.73亿kW·h。引水隧洞长4.9km，引水后坝下减水河段长59.5km。 扎拉水库淹没面积33hm^2，其中陆地面积235hm^2、水域面积10hm^2；淹没耕地14亩、林地99亩、其它用地及未利用土地232亩；无淹没人口和房屋。水库淹没和工程占地涉及到左贡县碧土乡扎郎村。 **可研阶段：**扎拉水电站坝址位于碧土乡扎郎村附近，厂址位于察隅县察瓦龙乡珠拉村。坝址控制流域面积8546km^2，多年平均流量110m^3/s，多年平均径流量34.8亿m^3。水库正常蓄水位2815m，水库总库容0.0914亿m^3，最大坝高67m，总装机容量1015MW（含生态机组15MW），单独运行时多年平均发电量39.46亿kW·h（含生态机组电量0. 0.86亿kW·h）。引水隧洞长5.5km，引水后坝下减水河段长59.2km。 水库淹没面积359.77亩，其中耕地20.02亩；工程建设区总占地4348.38亩，其中永久占地耕地353.85亩，临时用地耕地225.79亩。涉及工程迁移人口122人。	在规划梯级电站工程设计与项目环评中，要特别重视选址、选线的环保合理性论证，优化梯级电站设计方案与施工组织，强化区域生态环境保护和水土流失防治措施	在可研阶段的正常蓄水位专题、坝址、坝线比选专题及施工总布置规划专题设计中，针对设计比选方案进行了环境影响比选，提出了环境保护和水土流失防治措施。
4		玉曲河流域及规划涉及区域分布有重点保护动植物。在具体梯级电站设计及项目环评中，须深入进行影响区域及评价范围的陆生生态系统及野生动、植物的调查，强化相应梯级电站建设的生态环境及野生动、植物的调查，强化相应梯级电站建设的生态环境及野生动、植物影响评价，据此提出相应梯级电站选址及工程设计建设方案的环保优化意见，在采取的相应环保对策措施能切实有效地保护区域生态系统及消除对区域重点保护野生动、植物危害后，再实施相关梯级电站的开发建设	开展了陆生生态影响专题研究，多次系统开展了陆生动植物专业调查，深入研究了工程建设对陆生生态的影响，制定了切实有效的生态环境保护措施。调查发现评价区分布有光核桃、藏川杨等古树，通过工程选址选线的避让，均不在工程建设影响范围内。
5		规划涉及河段较长，规划涉及引水式电站导致的脱（减）水河段水文情势变化及其对水生态系统的影响问题突出，“报告书”提出的各梯级电站闸坝处应下泄的生态环境流量为下限值，基本满足规划阶段要求。下阶段要结合具体梯级电站设计和项目环评，进一步合理界定应保障下泄生态环境流量值（但不得低于“报告书”明确的相关梯级电站下泄生态环境流量值或不得低于电站闸（坝）址断面多年平均流量的10%），并明确提出下泄流量过程的具体控制要求；	开展了减水河段及其下游河道生态需水专题研究，深入研究了减水河段的生态需水要求，设置生态机组，并明确提出了下泄生态流量过程的控制要求。扎拉水电站最小下泄流量为：10月至次年3月下泄15.9m^3/s，4月和9月下泄22m^3/s、5-8月下泄33 m^3/s。为满足初期蓄水期泄放最小下泄流量，在进行初期蓄水时，通过表孔、底孔控泄，以满足下游供水要求。

续表 3.1-5　　扎拉水电站对玉曲河水电规划环评及其审查意见要求落实情况分析表

序号	可研阶段与水电规划阶段工程变化对比	规划环评及审查意见对扎拉水电站相关要求	落实情况
6	**水电规划阶段：**扎拉梯级坝址控制流域面积8544km^2，多年平均流量103.9m^3/s。 拟定正常蓄水位2810m，装机容量810MW，年发电量40.73亿kW·h。引水隧洞长4.9km，引水后坝下减水河段长59.5km。 扎拉水库淹没面积33hm^2，其中陆地面积235hm^2、水域面积10hm^2；淹没耕地14亩、林地99亩、其它用地及未利用土地232亩；无淹没人口和房屋。水库淹没和工程占地涉及到左贡县碧土乡扎郎村。	“报告书”提出引水式电站下泄生态流量采取坝内埋设无闸控制泄水管的措施，但日调节运行方式的库内水位频繁变动会导致下泄流量变化，既不能保障下泄流量的稳定，也不利于水能资源的有效利用。在具体规划电站的设计与项目环评中，应结合下泄流量值、下泄流量过程与相应保障措施的分析论证，合理选取切实可行的工程措施与监控方案；	本阶段按照10月-次年5月15.9m^3/s、4月和9月22 m^3/s、5-8月33 m^3/s下泄生态流量，在坝下装设生态机组，并设置了专用的坝身生态放水设施用以保障下泄生态流量。设置一套生态流量泄放计算机监控系统，并在生态机组记尾水出口、坝身生态方式设施下游等部位设置视频监视设施。
7	**可研阶段：**扎拉水电站坝址位于碧土乡扎郎村附近，厂址位于察隅县察瓦龙乡珠拉村。坝址控制流域面积8546km^2，多年平均流量110m^3/s，多年平均径流量34.8亿m^3。水库正常蓄水位2815m，水库总库容0.0914亿m^3，最大坝高67m，总装机容量1015MW（含生态机组15MW），单独运行时多年平均发电量39.46亿kW·h（含生态机组电量0.86亿kW·h）。引水隧洞长5.5km，引水后坝下减水河段长59.2km。 水库淹没面积359.77亩，其中耕地20.02亩；工程建设区总占地4348.38亩，其中永久占地耕地353.85亩，临时用地耕地225.79亩。涉及工程迁移人口122人。	规划涉及区域属少数民族地区，实施“水电规划”对区域社会环境（如宗教及民俗设施、牧草地及牧民放牧、当地群众采集冬虫夏草等）有影响。在实施“水电规划”及具体梯级电站的设计建设中，须认真解决对区域社会环境的不利影响问题，补偿费用要打足并予以落实；根据区域规划的送点去向及区域电网条件，落实及满足当地用电的相关需求。	对社会环境影响进行了分析；根据昌都市电源建设规划及负荷预测成果，对玉曲河流域梯级电站的电能消纳进行了研究，根据工程规划，扎拉水电站建成后，生态机组电力拟留在当地，供电碧土乡、察瓦龙乡的部分区域，引水发电机组电力枯期可基本满足昌都电网负荷需求，丰水期电力可外送。

规划纲要注重发展的整体性、系统性和协同性，统筹区域协调发展，要求加快藏东藏北藏西基础设施建设，加强生态环境保护，强化地质灾害治理，有序开发优势特色资源。培育藏东“三江”流域经济带，促进康巴特色文化与旅游融合发展，合理有序开发有色金属，积极开发水电资源，昌都建设“西电东送”接续基地，对接川渝经济区。

扎拉水电站涉及西藏自治区昌都市和林芝市，电站建设符合西藏自治区国民经济“十三五”规划中对该区域的发展定位，因此，扎拉水电站工程与西藏自治区国民经济与发展规划是协调的。

2）与青藏高原区域生态建设与环境保护规划的协调性

《青藏高原区域生态建设与环境保护规划(2011-2030 年)》规划范围包括西藏自治区全区、青海省全省，四川省阿坝藏族自治州、甘孜藏族自治州、凉山彝族自治州的33个县的全部或部分区域，云南省怒江州、迪庆州和丽江市的9 个县的全部或部分区域，甘肃省的9 个县（市）的全部或部分区域，新疆维吾尔自治区的 6 个县的部分区域。规划区分为生态安全保育区、城镇环境安全维护区、农牧业环境安全保障区及其他地区四个区。其中生态安全保育区又分为严格保护区域(国家级自然保护区、世界文化自然遗产地、国家级风景名胜区、国家森林和国家公园等)和重点生态功能区(其他区域)。重点生态功能区分为三江源草原草甸湿地生态功能区等 10 个生态功能区。其中工程厂房所在的察隅县属于该规划划定的藏东南高原边缘森林生态功能区，其主导生态功能生物多样性保护，重点是保护森林生态系统，提高生态监管能力，引导居民人口聚集和生态移民，合理开发利用区域内丰富的水能、森林资源。

重点生态功能区存在的主要生态环境问题：目前区域生态系统有所退化，需要限制大范围高强度的工业化城镇化开发，以保持并提高生态产品

供给能力的区域，属于限制开发区域。

重要生态功能区存在的主要生态环境建设任务：需要加强生态保护与建设，恢复和提高水源涵养和生物多样性保护功能，继续强化天然林资源保护，巩固退耕还林成果，加强封山育林和扩大森林面积；加强水土流失治理，加强地质灾害防治；加强环境污染防治，加强流域水污染的治理、工业污染防治力度，继续实施主要污染物的总量控制制度，强化重点企业污染防治，重点防范流域重金属和化工污染，逐步控制农村面源污染，加大农村环境综合整治力度，加强农村环境污染防治，强化固体废物安全处置等；提高生态环境监管和科研能力；发展环境友好型产业，其中主要包括加快传统农牧业生态转型，促进矿产资源科学开发，合理有序开发水能资源、促进生态旅游健康发展等工程任务。

玉曲河水量丰沛，落差集中，水力资源理论蕴藏量达 2510MW，是流域内的主要优势资源，扎拉水电站属于玉曲河干流水电规划及规划环评推荐的环境可行梯级之一，工程总体上符合流域和区域相关规划。扎拉水电站水库淹没、工程施工占地及移民安置过程将损坏或扰动部分植被和植物，对区域生态环境造成影响，但不会改变整个评价区生态系统的结构和稳定性。扎拉水电站工程建设过程中通过采取优化施工方案、保护工程区古树名木；通过相关的生产生活污水处理、除尘、降噪以及固体废弃物处理等的措施，可以缓解工程建设对环境的影响。采取生态恢复、动植物保护措施和水土保持措施等维持区域生物多样性保护功能、恢复水源涵养、控制水土流失。工程建设区地经济发展较为落后，其主要经济来源于农牧业生产，主要生产生活能源靠薪柴。扎拉水电站工程建设合理开发水能资源，将有利于改变当地的能源结构，有效减少区域水土流失，保障经济社会的可持续协调发展，符合青藏高原区域生态建设与环境保护规划的相关要求。

3）与西藏生态安全屏障保护与建设规划的协调性分析

根据《西藏生态安全屏障保护与建设规划（2008-2030 年）》，扎拉水电站所在的玉曲河河谷地区属于藏东南和藏东生态安全屏障区～昌都南部生物多样性保护与旅游业发展亚区，区内水系发育，金沙江、澜沧江、怒江和雅鲁藏布江及其支流水量丰富，季节变异较小，是我国水力资源最丰富的地区之一。该亚区属高原温带半湿润气候，主要生态系统类型以云、冷为主体的亚高山暗针叶林，此外有较大面积的硬叶阔叶林和云南松林。主要治理措施是保护生物多样性，加强水源涵养。

生态安全屏障保护与建设工程包括保护、建设和支撑保障 3 大类 10 项工程，其中生态保护工程 5 项，分别为天然草地保护工程、森林防火及有害生物防治工程、野生动植物保护及保护区建设工程、重要湿地保护工程、农牧区传统能源替代工程；生态建设工程 4 项，分别为防护林体系建设工程、人工种草与天然草地改良工程、防沙治沙工程、水土流失治理工程；支撑保障工程 1 项，为生态安全屏障监测工程。

扎拉水电站淹没及枢纽工程占地占用林地面积 228.14hm^2，其中永久占用林地 132.06hm^2，临时占用林地 96.08hm^2，对于临时占用的林地施工结束后采取植被恢复措施，恢复原植被类型。根据扎拉水电站水土保持方案报告书提出的水土流失治理目标，扰动土地整治率达到 95%，林草植被恢复率达到 95%，林草覆盖率达到 20%。因此，扎拉水电站工程建设影响林地面积占区域总面积极少，不会对区域森林资源造成影响，且施工结束后，对施工迹地及时进行恢复，有效治理区域水土流失，恢复区域植被覆盖率。因此，扎拉水电站工程与西藏自治区环境保护与生态建设规划要求相一致。

3.2 工程方案环境合理性分析

3.2.1 工程规模的环境可行性分析

可研阶段装机由规划的 810MW 增加到 1015MW，装机利用小时数由规划阶段的 4786h 降低为 3860h，发电引水量增加约 1800 万 m^3，总体上两阶段发电引水量基本相当。经分析，按照可研阶段拟定的调度运行原则，扎拉水电站首先要满足生态流量下泄要求，再进行引水发电，引水发电后坝下河段流量基本适宜鱼类栖息、繁殖要求，坝下河段水量可满足下游生态流量要求。

按照 10～次年 3 月、4 月和 9 月、5～8 月下泄流量分别不低于 15.9m^3/s、22 m^3/s、33 m^3/s 的要求后，与规划阶段相比，坝下减水河段流量除 7 月和 8 月略有减少外，其它各月流量均有一定程度的增加，约增加 2.3～21.79 m^3/s，坝下减水河段总水量增加约 1.83 亿 m^3。

规划阶段扎拉水电站坝下断面水深在 0.35～1.35m 之间，未达到鱼类生长发育所需的最低水深指标。可研阶段虽然装机容量加大，由于同时加大枯期下泄生态基流，可研阶段优化后的下泄方案中，引水后各典型年坝下断面平均水深均在 0.41m 以上，平均流速均在 0.73m/s 以上，坝下河段的平均水深、流速基本满足裂腹鱼和鮡科鱼类栖息繁殖要求。

从环境影响角度分析，本工程规模是合理的。

3.2.2 正常蓄水位选择环境合理性分析

扎拉水电站作为玉曲河干流的第六个梯级，其上游梯级为碧土水电站。考虑到上游碧土水电站尚未开展可行性研究工作，开发时间尚不确定，根据其目前工作进展，开发时间可能晚于扎拉水电站，扎拉水电站可在碧土水电站建成前，合理利用河段水能资源；另一方面，根据碧土水电站预可研阶段研究成果，由于地形地质条件的影响，碧土水电站厂房位置

在下阶段研究中存在上移可能性，扎拉水电站先期建成后，对碧土水电站厂房的影响将进一步减小；同时，碧土、扎拉两水电站为同一业主，便于有效协商解决水位衔接问题。

综上所述，工程可行性研究阶段从既合理利用河段水能资源，又尽量减少淹没损失，避免对生态环境的影响，以及与上游碧土水电站厂房尾水位正常衔接等方面考虑，拟定2810m、2815m和2820m共三个正常蓄水位方案比选。从与碧土水电站衔接、工程建设条件、建设征地和工程迁移人口安置、工程效益、投资及经济比较等方面进行了技术经济比较。通过比较，2810m、2815m、2820m 等三个方案技术上均可行，地质条件、建设征地和工程迁移人口安置、环境影响方面均无重大制约因素；三个正常蓄水位方案水库泥沙淤积、发电效益相差不大。正常蓄水位 2815m 相比正常蓄水位2810m，库容增加了262万m^3，调节库容增加了46万m^3，调节库容增加比例 51%，提高了特枯时段水库的调节能力。死水位抬高 4.5m，死库容增加226万m^3，增加比例为44%，可增加供泥沙淤积的库容。

与 2810m 方案相比，2815m 方案库区回水长度增加 0.5m，水库面积增加 0.11km^2；淹没耕地面积增加 6.02 亩，林地面积增加 63.51 亩，两方案淹没影响差别不大。本阶段综合考虑工程建设条件、水库泥沙淤积及机组过沙条件、与上游碧土水电站合理衔接、经济合理性及财务可行性等因素，推荐扎拉水电站的正常蓄水位为2815m，相应死水位2811.5m，调节库容136万m^3，具有日调节性能。

总体上看，各方案在环境保护方面均没有制约因素。扎拉水电站各正常蓄水位方案环境影响比较见表3.2-1。

3.2.3 坝址、厂址和引水线路选择环境合理性分析

（1）坝址、厂址选择环境合理性分析

可研阶段拟定上、下两个坝址、厂址进行比较，上下坝址相距2.35km，上下厂址相距约 1.0km。根据各坝址、厂址地形地质条件，拟定三个总体布置方案开展坝址、厂址比较。具体方案如下：

方案一：下坝址重力坝+右岸上游进水口+上厂址地面厂房

方案二：下坝址重力坝+右岸上游进水口+下厂址地下厂房

方案三：上坝址重力坝+右岸上游进水口+上厂址地面厂房

上坝址库容小，需采用大开挖方式才能满足调节库容的要求，开挖范围及工程量较大，施工对环境扰动大；下坝址水库库容大，泥沙沉积效果好，更有利于高水头、大流量电站的运行。上厂址引水线路不穿过怒江断裂，厂房为明厂房，地质条件较好，施工难度小，运行条件好，工程量及投资均较小；下厂址引水洞埋深相对上厂址大，施工支洞的工程量也较大，地下厂房存在围岩稳定问题，地下厂房洞室群围岩排水处理难度大。三个总体布置方案对环境影响的程度差异不大，在环境保护方面均没有制约因素。相对而言，从水生生境影响分析，方案一（下坝址上厂址）方案减水河段长度最小，对坝下河段水生生物的影响较小些，更有利于满足用水需求。经综合比较，推荐方案一，即选择下坝址和上厂址。扎拉水电站各坝址、厂址布置方案环境影响比较见表 3.2-2。

（2）引水线路选择环境合理性分析

在引水线路的选择上，引水线路上平段靠近末端以前的部位穿过闸中断裂，同时要保证引水线路尽量最短，引水线路尽量布置在地质条件较好洞段，便于施工支洞布置,本阶段拟定了两条线路进行比较。两条线路的主要差异在于穿过闸中断裂的部位不同，由此引起线路长度和相应地质条件的变化。

表 3.2-1　　扎拉水电站各正常蓄水位方案环境影响比较表

环境因子	影响范围	2810m 方案（方案一）	2815m 方案（方案二）	2820m 方案（方案三）
水文泥沙	库区、坝下减水河段	各方案对水文泥沙的影响差异不大，与 2810m 方案相比，2815m、2820m 方案回水长度分别增加约 0.5km、1.0km，水面面积分别增加约 7 万 m^2、15 万 m^2。2815m 方案比 2810m 方案相应库容增加了 262 万 m^3，调节库容增加了 46 万 m^3。死水位抬高 4.5m，2815m 方案比 2810m 方案死库容增加 226 万 m^3，增加比例为 44%，可增加供泥沙淤积的库容，工程布置及运行更加安全。		
水环境	库区、坝下减水河段、施工区	水库径流—库容比 α 为 404，对水温的影响与其它方案差异较小；对施工区和减水河段水质影响基本相当；因水位相对较低，对库区水质影响略小于其它方案	水库径流—库容比 α 为 376，对水温的影响与其它方案差异较小；对施工区和减水河段水质影响基本相同；对库区水质影响介于其他两个方案之间	水库径流—库容比 α 为 258，对水温的影响与其它方案差异较小；对施工区和减水河段水质影响基本相当；因水位相对较高，对库区水质影响略大于其它方案
生态	库区、施工区及工程迁移人口安置区	淹没影响植被面积不大。三个方案对区域异质化程度、生物量、自然生态系统稳定性及水生生态影响差别不大；对陆生生态影响略小于其它两个方案	对陆生生态影响介于其它两个方案之间；2815m 方案比 2810m 方案提高了特枯时段水库的调节能力。相比 2810m 淹没耕地面积增加了 6.02 亩，林地面积增加了 63.51 亩，正常蓄水位 2815m 相比 2810m 淹没影响差别不大。	对陆生生态影响略大于其它两个方案
自然保护区	坝下河段	三个方案对碧土县级自然保护区均没有直接影响		
土地资源	库区、施工区及工程迁移人口安置区	影响范围略小于其它两个方案	影响范围介于其它两方案之间	影响范围略大于其它方案
工程迁移人口	工程迁移人口安置区	影响小于其他两方案	与方案一相比，影响介于其它两个方案之间	影响略大于其它两方案
环境空气质量	施工区	三个方案的施工布置与施工方法基本相同，施工强度相当，对环境空气质量影响差别不大		
声环境	施工区	三个方案的施工布置与施工方法基本相同，施工强度相当，对声环境影响差别不大		
固体废物	施工区	三个方案的施工布置与施工方法基本相同，施工强度相当，对固体废物的排放影响差别不大		
人群健康	施工区、工程迁移人口安置区	影响方式与其它方案类似，但受影响对象小于其它两个方案	影响方式与其它方案类似，但受影响对象介于其它两个方案之间	影响方式与其它方案类似，但受影响对象略大于其它各方案
水土流失	施工区、工程迁移人口安置区	影响方式与其它方案类似，但影响范围、程度小于其它两个方案	影响方式与其它方案类似，但影响范围、程度介于其它两个方案之间	影响方式与其它方案类似，但影响范围、程度略大于其它两个方案
综合影响分析		从环境保护的角度分析，正常蓄水位高的方案比正常蓄水位低的方案的不利影响略大，但三个方案之间无明显差异，均不存在重大的环境制约因素。		

表 3.2-2　　扎拉水电站各坝址、厂址布置方案环境影响比较表

项目	环境因子	方案一（下坝址重力坝+上游岸边进水口+上厂址地面厂房）	方案二（下坝址重力坝+上游岸边进水口+下厂址地下厂房）	方案三（上坝址重力坝+上游岸边进水口+上厂址地面厂房）
环境敏感目标		评价区的环境敏感保护目标为碧土县级自然保护区；水生生物，主要为鱼类“三场”、怒江特有鱼类怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼和贡山鮡；陆生生物，主要为国家重点保护植物和古树名木；水库淹没耕地 20.02 亩，规划搬迁安置 127 人。	水库淹没耕地 2.12 亩，规划搬迁安置 133 人，其他敏感目标同方案一。	水库淹没耕地 0.12 亩，规划搬迁安置 145 人，其他敏感目标同方案一。
环境影响	水环境	水库径流—库容比 α 为 320，对水温的影响与其它方案差异较小。水库总库容 0.0914 亿 m^3 与方案二相同，比方案三、方案四大。水库回水长度 3.8km；减水河段长度 59.2km。	水库径流—库容比 α 为 376，对水温的影响与其它方案差异较小。水库总库容 0.0914 亿 m^3 与方案一相同，比方案三、方案四大。水库回水长度 4.2km；减水河段长度 57.43km。	水库径流—库容比 α 为 1768，对水温的影响与其它方案差异较小。水库总库容 0.019 亿 m^3 与方案四相同，比方案一、方案二小。水库回水长度 1.898km，比方案一、方案二更有利于保持河段水体自净能力；减水河段长度 58.98km。
	生态	受影响陆生植被面积为 4021.26 亩；淹没林草地 3597.57 亩。	受影响陆生植被面积比方案一大。	受影响陆生植被面积为 908.37 亩比方案一小。
	移民	淹没影响耕地 20.02 亩，规划搬迁安置人口 127 人	水库淹没耕地 2.12 亩，规划搬迁安置 127 人	水库淹没耕地 0.12 亩，规划搬迁安置 127 人
	工程施工	三个方案施工布置与施工方法基本相同，施工强度相当，各方案对环境影响程度总体差异不大。		
	水土流失	三个枢纽布置方案中，方案三扰动地表面积最小，方案二扰动地表面积最大，但彼此相差不大；与下坝址方案相比，上坝址方案土石方开挖量较大，弃渣总量也较大；下坝址两个方案中，上厂址方案弃渣量略小于下厂址方案。从水土保持角度分析，方案一即下坝址重力坝+右岸上游进水口 +上厂址地面厂房方案略优于其他二个方案。		
综合影响分析		三个方案对环境影响的程度差异不大。相对而言，从水环境影响分析，方案一（下坝址上厂址）方案减水河段长度最小，更有利于满足生态用水需求。从生态影响来看，方案三受影响陆生植被面积最小。		

引水线路北线方案：引水线路在平面上自进水塔经 1131m 后采用隧洞穿过闸中断裂带，再朝地面厂房方向至调压室布置，经两级竖井引水至厂内四台机组发电。该方案引水线路主洞长约 3915m，其中闸中断裂带线路长 940m（破碎带宽 215m，影响带宽 725m）。

引水线路南线方案：引水线路在平面上自进水塔经 1636.1m 后采用隧洞穿过闸中断裂带，再朝地面厂房方向至调压室布置，经两级竖井引水至厂内四台机组发电。该方案引水线路主洞长约 3720.6m，其中闸中断裂带线路长 305m（无影响带）。

北线方案隧洞穿过 T_2m^2 大理岩时，位于 Q1 岩溶大泉下游，隧洞底板高程 2783m 左右，可能存在涌水、突泥问题；Q1 岩溶泉水为当地岩迫村灌溉生活水源，隧洞开挖疏排地下水，可能导致 Q1 泉流量减小甚至干枯，对当地村民生产生活造成影响。南线方案隧洞穿过闸中断裂带洞段长度相对较小，且不存在北线方案施工期岩溶涌水和疏干岩溶大泉等不利情况。

北线方案在上平段的长度要比南线方案长 135m，从引水线路的长度看，北线方案比南线方案施工支洞长 300m，施工设备的运输及出渣的路线较长，还存在施工期岩溶涌水等问题。南线方案的环境影响相对较小。

两个方案引水线路均采用隧洞的型式，在布置上尽量使得线路较短，两个方案的引水线路主要以洞挖为主，同时隧洞的埋深较大，开挖爆破对地表的影响较小，施工期对地表环境的影响均较小，南线方案引水线路的弃渣量为 59.19 万 m^3，北线方案方案引水线路的弃渣量为 62.67 万 m^3，两个方案引水线路的弃渣量相差不大，对环境的影响差别不大。结合地形地质条件、调压室的布置要求等，两个方案调压室均采用阻抗式的型式，布置在引水隧洞上平段靠近末端处，南线方案调压室的弃渣量为 1.27 万 m^3，北线方案调压室的弃渣量为 1.30 万 m^3，三个方案调压室的弃渣量相差不大，

对环境的影响差别不大。

综合比较，两个方案对环境影响的程度差异不大，在环境保护方面均没有制约因素。相对而言，南线方案的环境影响相对较小，故引水线路推荐南线方案。

3.2.4 施工方案环境合理性分析

3.2.4.1 施工场地布置的环境合理性

本工程施工场地按大坝、引水隧洞、厂房进行分区集中布置。引水隧洞线路长度达 5.5km，所处山体雄厚，最小埋深约 110m，且引水洞竖井段总深度约达615m，分两级布置，上级竖井深达约300m，洞挖方量69.23万m^3。引水隧洞施工为扎拉水电站施工关键线路项目，需通过施工支洞增设工作面，进行立体平行作业。

调压室布置在引水隧洞上平段末端,采用阻抗式的型式，调压室中心线距引水隧洞第一级竖井57.9m处，该调压室需要布置一条长372m的3#施工支洞及一条长104m的3-1#施工支洞。根据电站开发方式,调压室的布置型式主要从气垫式和阻抗式进行了比选，气垫式调压室可布置在引水隧洞下平段，从厂房后边坡处布置一条施工支洞至调压室，比阻抗式调压室布置的施工支洞短约210m，洞室挖方量减少4%，施工弃渣量减少3.8%，工程量相差不大。该区植被主要以灌丛和草丛为主，组成灌丛植被的植物主要为垫状迎春、云南土沉香、小檗、枸子等，零星分布川滇高山栎林；草本植物主要有毛莲蒿、头花香薷、蜈蚣草、苔草、酢浆草等，均为广泛分布物种，不会对植物物种产生明显影响，从环境影响角度分析两种方案差别不大。

但气垫式调压室的工作气压一般很高，其洞室一般采用不衬砌或锚喷支护，故气垫式调压室所处的围岩自身应有足够的强度以承受高内水压力及气压力，气垫式调压室的围岩宜为中硬岩或坚硬岩,以岩体较完整的Ⅱ～Ⅲ类为主,而扎拉水电站引水隧洞下平段围岩为Ⅳ类、Ⅴ类围岩,不适合布置气垫式

调压室。从施工支洞的布置、对环境的影响、不同型式的调压室的布置要求及地质条件等综合考虑，选择阻抗式调压室的型式及相应的施工布置方案。

本工程施工场地考虑尽可能利用荒地、滩地、冲沟和水库淹没土地，少占耕地，并结合弃渣造田的原则，现有施工场地多布置在玉曲河河滩地和各建筑物施工区的台地上，这样可尽量减小新开挖山体、平整土地带来的生态环境影响。据工程占地统计，工程永久占地 165.93hm^2，其中 23.98hm^2 位于水库淹没范围内，尽可能利用了淹没区的土地，减少了淹没区外的占地面积以及对周边区域的地表扰动和植被破坏。

本工程施工布置主要集中在玉曲河及玉曲河两岸阶地、河滩地，工程布置不涉及碧土县级自然保护区，施工期扎郎村 5 户居民主要受大坝砂石料加工系统、6#公路的影响，将通过隔声屏降低对居民的噪声影响。珠拉村主要受厂房施工区和13#公路的影响，噪声影响较小。工程建设范围内的文物古迹均无保护级别，已由西藏文物保护研究所评估可采取相应保护措施，不制约工程建设。

综上所述，扎拉水电站施工总布置无重大环境制约因素，工程布置充分利用玉曲河两岸阶地平台、河滩地进行施工布置，尽量减少工程施工额外占地面积和对原有地貌及原生植被的扰动与破坏，其所造成的局部影响可通过采取相应措施予以减缓。

3.2.4.2 料场选址的合理性

本工程布置了 2 处石料场，分别为卡树石料场和扎史同沟石料场，卡树石料场位于坝址上游玉曲河左岸卡树沟沟口，有简易公路通往下坝址，距离约3.2km。料场为走向近南北斜坡，坡顶最高处高程3178.6m，坡脚临玉曲河，地形坡度一般 33°～44°。料场北侧卡树沟沟口有少量民房，西侧有简易碎石公路，路面高程 2905m～2930m。料场地表林木茂盛，高程

2954m～2985m 处分布一条饮水和农田灌溉水渠，料场内还有 1 条民用供电线路通过。

扎史同沟石料场位于厂址下游玉曲河右岸扎史同沟沟口，沿玉曲河向上游至上厂址约 2.5km，无道路相通。料场为斜坡，南侧为玉曲河，东侧为扎史同沟，扎史同沟常年流水。料场岸坡坡度一般 40°～45°，临河（沟）多为陡崖。料场斜坡基岩大面积裸露，局部生长灌木。

从现场调查来看，2 处石料场周围 200m 范围内都没有居民点等环境敏感对象的分布。料场占地主要为林地，施工前需进行表土剥离及防护，施工结束后及时进行土地整治及植被恢复；规划石料场均不涉及崩塌、滑坡和泥石流等不良地质问题，考虑到玉曲河下游及扎拉水电站工程区生态环境特点，在做好料场开挖后的植被恢复和水土保持措施的前提下，料场的选址在环境上是可以接受的。

3.2.4.3 弃渣场选址的合理性

本工程布置 3 处弃渣场，分别为左岸上游滩地弃渣场、卡树冲沟弃渣场和闹中冲沟支沟弃渣场，选址于施工区附近的冲沟或河滩地。

（1）左岸上游滩地弃渣场

根据《西藏玉曲河扎拉水电站防洪评价报告》评价结论，该弃渣场在采取防护措施后满足施工规范对行洪安全的相关要求。本渣场堆渣高程 2785m～2810m，蓄水后位于水库死水位以下，不占用水库调节库容。左岸上游滩地弃渣场位于坝址上游 1.4km 的一处滩地上，场区主要为稀疏的河滩地灌丛，渣场范围内不涉及居民房屋。场区地形较为平坦，地基稳定，适合弃渣。渣场范围内不涉及自然保护区、水源保护区等环境敏感目标，渣场选址基本合理。

（2）卡树冲沟弃渣场

卡树冲沟弃渣场位于坝址左岸上游约 3.0km 的卡树沟内，场区植被受人为干扰大，多为灌丛及稀疏的川滇高山栎林，不涉及居民房屋。场地两侧沟坡地形坡度一般 30°～45°，部分基岩出露，部分覆盖崩坡积碎块石土，未见滑坡体及崩塌体，场地边坡整体稳定。现状卡树冲沟弃渣场下游侧 40m 处分布有扎郎村几处居民房屋，规划拟搬迁弃渣场安全距离内的这几处居民，确保弃渣不危及公共安全。卡树沟沟道内雨季来水流量大，通过采取拦挡、沟道排水及防护工程，确保渣场安全稳定。卡树冲沟出露有泉 Q2-1 和 Q2-2，卡树冲沟弃渣场位于该泉点出露点及其上游 200m 范围，基本位于该泉点的排泄区，不在其补给区内。弃渣场主要为施工岩石弃渣，主要为物理破碎，基本无化学成分的变化，其主要是在施工期可能由于降雨淋滤，影响该泉点的浑浊度和 SS。为保证泉水水质和水量，避免对扎郎村饮用水产生影响，在规划设计中已考虑采取相应的保护措施确保村民供水安全。

（3）闹中冲沟支沟弃渣（存料）场

闹中冲沟支沟弃渣场位于引水隧洞施工区闹中冲沟南支，场区土地类型主要为灌丛。场区范围内不涉及不良地质现象，场区地形条件较好，适合弃渣。针对雨季沟道来水流量大通过采取沟道排水及防护工程，确保渣场安全稳定，不涉及自然保护区、饮用水源保护区等环境敏感目标。

3.2.4.4 施工道路布置的合理性

本工程规划新建场内施工道路 32.86km，其中永久道路 22.38km，临时公路 10.48km。考虑到施工道路区的生态环境特征，道路工程开挖、爆破及弃渣将会占压植被，破坏陆生动物生境，将对沿线的陆生动植物产生较明显的影响。建议工程道路规划充分考虑当地环境特点，在充分利用现有道路的基础上，优化施工道路布置方式，尽量缩短道路长度，降低对当地生态环境的影响。6#公路、13#公路分别经过扎郎村和珠拉

村，因道路车流量较少，根据声环境预测，昼、夜道路噪声均不超过标准限值。

3.2.5 移民安置方案合理性分析

3.2.5.1 迁移环境容量分析

环境容量是指在一定的范围和时期内，按照拟定的规划目标和安置标准，通过对该区域自然资源的综合开发利用后，可接纳生产安置人口的数量。扎拉水电站建设征地涉及西藏自治区昌都市左贡县碧土乡扎郎村和林芝市察隅县察瓦龙乡珠拉村、学巴村，为少数民族聚居区。遵从迁移人口意愿扎拉水电站建设征地迁移人口涉及两县迁移人口均在本村内安置。因此，各村环境容量分析范围均限制在各自行政村范围之内。

扎拉水电站规划生产安置人口为110人(左贡县64人、察隅县46人)。根据环境容量分析，农村生产安置环境总容量为 204 人（左贡县 101 人、察隅县 103 人），其中种植业安置 36 人（左贡县 25 人、察隅县 11 人），逐年补偿安置 110 人（左贡县 64 人、察隅县 46 人），自谋职业安置 58 人（左贡县 12 人、察隅县 46 人），迁移安置环境容量均大于需生产安置的人口数量，本村分散后靠安置满足生产安置需求。

3.2.5.2 迁移人口安置方案合理性分析

至规划水平年，扎拉水电站内搬迁安置人口 127 人。搬迁安置人口采取本村范围内后靠分散建房安置，本安置方式可以很好的维持迁移人口原有社会关系，不会对迁移人口生产生活造成较大冲击。由于搬迁安置人口较少，工程量小，工期短，对植被扰动以及产生“三废”较少，不会带来严重的环境破坏。

3.2.5.3 专项项目处理方案合理性分析

本工程的主要专项设施包括交通工程、电力及通信线路等。由于涉及

等级公路复（改）建纳入水电站主体工程中统筹考虑；淹没影响的察森直卡桥按四级公路桥标准进行复建；建设征地影响的电力及通信线路按原规模原标准采用架空绕行复建的方式处理。对受建设征地影响的农村小型文化宗教设施按实物量进行一次性补偿。

上述专项设施工程规模不大，施工期短，工程对环境的影响很小，无环境制约性因素。综上所述，从环境保护的角度看，专项项目处理方案总体合理。

3.3 工程影响源分析

扎拉水电站具有日调节能力，水库运行后库内流速减缓，库水位在正常蓄水位 2815.0m 至死水位 2811.5m 之间变化，水位变幅 3.5m。水库蓄水及运行将对下游水文情势、泥沙情势等产生影响。电站引水发电后，坝址至厂房间将形成 59.2km 的减水河段，坝址至厂址间河段水文情势变化较大，且电站日调节运行，厂址以下水位将会出现日内波动情况。扎拉水电站坝址下游至玉曲河河口处共有三处鮡科鱼类的产卵场，其中包括坝址下游、厂址处及玉曲河河口处，该河段也零星分布有裂腹鱼的产卵场。扎拉水电站运行后，下游河道流量减小，水位降低，鱼类生境条件可能会发生变化，对鱼类的产卵及生长会造成一定影响。

3.3.1 工程施工

3.3.1.1 水环境

扎拉水电站工程施工过程中水污染源主要包括基坑排水、洞室排水、砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌合系统冲洗废水、施工车辆含油冲洗水以及施工人员生活污水等。

（1）基坑排水

工程基坑排水包括初期排水和经常性排水。

初期排水控制抽水速度按基坑水拉下降每天不大于3.0m考虑，拟1天抽干，每天排水量约为0.98万m^3 /d。

经常性基坑排水由围堰渗水、雨水及施工用水组成，基坑全年施工，一般5～10月份偶有降雨，假定一日最大降雨量为50mm，基坑积水按当日排干考虑，设计排水量约 24m^3/h。由于基坑开挖和混凝土浇筑养护，基坑水的悬浮物含量和pH值较高，经常性基坑排水的pH值达11～12，悬浮物浓度一般在2000mg/L左右。基坑废水若不经处理直接排放，将对玉曲河水质产生不利影响。

（2）洞室排水

洞室排水主要为隧洞地下渗水，并包括少量正常施工排水（每开挖100m^3隧洞石料需要添加 4.0m^3水，仅少量外排）和洒水降尘弃水。洞室排水中含有一定的SS。

（3）砂石料加工冲洗废水

本工程共布置有2个砂石骨料加工系统，大坝砂石加工系统位于左岸坝址扎拉玉曲河上游公路桥上游约 900m 处，系统规模满足混凝土浇筑高峰月强度 3.1 万 m^3/月的要求，砂石加工系统按二班制生产，系统设计处理量为 280t/h，成品料生产能力 220t/h，废水排水量为264m^3/h；厂房砂石加工系统布置在玉曲河左岸，紧临珠拉公路桥，系统规模满足混凝土浇筑高峰月强度 1.3 万 m^3/月的要求，砂石加工系统按二班制生产，系统设计处理量为120t/h，成品料生产能力95t/h，废水排水量为114m^3/h。

施工生产废水中，人工砂石骨料加工系统冲洗废水是最大的污染源，

砂石骨料经过筛分后进行冲洗，废水中主要含颗粒细小的石粉，悬浮物浓度较高。根据本工程砂石料料源特征以及以往工程的实测结果，悬浮物浓度一般在 30000～50000mg/L。砂石料加工废水如不经处理，直接排入玉曲河，将造成岸边局部水域悬浮物浓度增大，对施工河段水质产生一定影响。因此，本工程考虑将废水处理后回用于生产，不外排。

砂石料加工系统冲洗废水经处理后回用，考虑渗漏、蒸发等因素，损耗近 20%。根据水量平衡，大坝砂石加工系统回用水量为 211.2m^3/h，需补水 118.8m^3/h；厂房砂石加工系统回用水量为 91.2m^3/h，需补水 51.8m^3/h；砂石料加工系统总计需补充新水水量为 170.6m^3/h，补充水量利用玉曲河河水，可以满足砂石料加工系统需水要求。砂石料加工系统水量平衡见图 3.3-1。

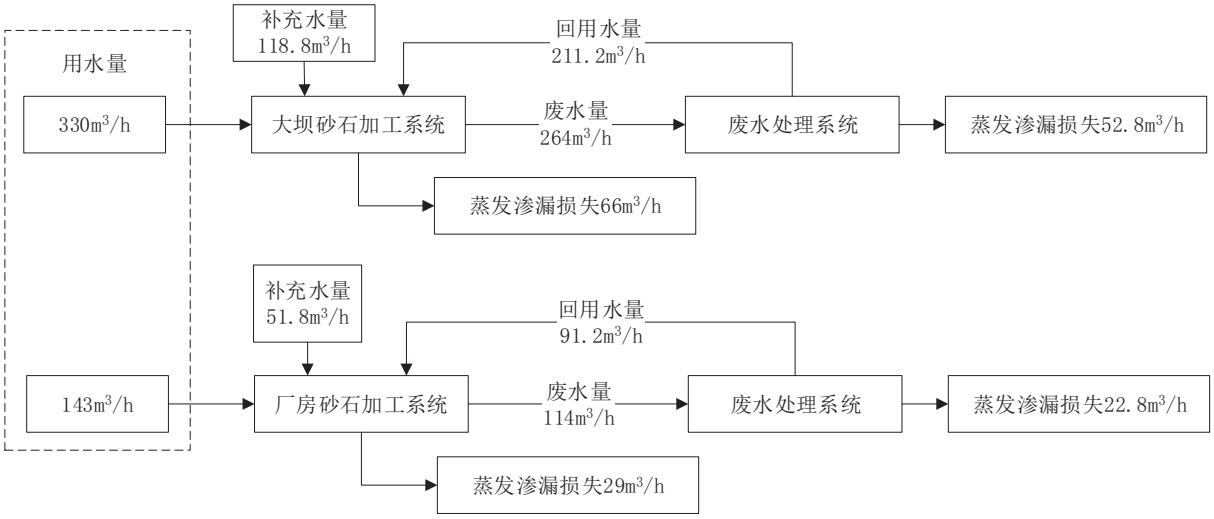


图 3.3-1　　砂石料加工系统水量平衡图

（4）混凝土拌和系统碱性冲洗废水

本工程共设置 5 个混凝土生产系统，分别为大坝混凝土生产系统、厂房混凝土生产系统和引水隧洞混凝土生产系统。混凝土拌和系统废水主要来源于混凝土转筒、料罐、搅拌机等冲洗废水，废水 pH 一般大于 10，并含

有较高悬浮物，其浓度可达5000mg/L左右。大坝混凝土系统系统布置在右岸大坝下游 200m 处，系统承担生产混凝土 35.89 万 m^3，高峰月浇筑强度 2.20 万 m^3，配置一座 HL120-3F1500 拌和楼；施工前期导流工程混凝土量 2.14 万 m^3，配置一座 HZS35-1Q500 搅拌站。厂房混凝土系统承担生产混凝土 21.73 万 m^3，高峰月浇筑强度 1.0 万 m^3，配置一座 HZS75-1Q1500 拌和站。引水隧洞混凝土生产系统因线路长而设置 2 个搅拌站；引水隧洞 1#搅拌站承担生产混凝土 23.17 万 m^3，高峰月浇筑强度 0.9 万 m^3，配置一座 HZS75-1Q1500 拌和站；引水隧洞 2#搅拌站承担生产混凝土 5.32 万 m^3，高峰月浇筑强度 0.3 万 m^3，配置一座 HZS35-1Q500 搅拌站。

混凝土拌合系统均为三班制生产，混凝土搅拌楼高峰期每次冲洗产生废水约 $8m^3$。

（5）含油废水

扎拉水电站施工以机械施工为主，施工机械以油料为动力，施工机械车辆定期维修、冲洗将产生一定的含油废水，主要污染物为石油类和悬浮物，排放的废水中悬浮物约500～1000mg/l、石油类约40～100mg/l。本工程在大坝右岸施工区、闹中冲沟上平段施工区、闹中冲沟（支沟）竖井段施工区、厂房施工区各设置 1 处机械修配停放场，高峰期需定期清洗的主要施工机械设备约 174 台（辆），按每台机械冲洗水量 $0.6m^3$、每天有 70%的燃油机械需要冲洗计，废水产生量约为 $73.08m^3/d$。含油废水若随意排放至冲沟、滩地，会降低土壤肥力，改变土壤结构，不利于施工迹地恢复；若直接排放至玉曲河，将会在水体表面形成油膜，使水中溶解氧难以补充，影响施工河段水质。

机械停放场周边设置排水沟，收集场地内机械冲洗废水，含油废水处

理设施布置在排水沟出口，即靠近地势最低处，方便废水自流。本工程含油废水设计水质为石油类浓度 100mg/L、SS 浓度 3000mg/L，经处理后回用，出水水质满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。

（6）生活污水

生活污水中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 浓度一般为 400mg/L，NH_3-N 浓度一般为 35mg/L。

本工程施工营地主要有大坝上游扎拉营地和地面厂房上游珠拉营地，施工高峰期人数分别为 700 人、1300 人，施工人员生活用水定额为 150L/人•d，废水量按用水量的 80%取，时变系数取 2.0。两个施工营地生活污水排放量最大分别为 84m^3/d、156m^3/d。本工程施工生活污水排放量相对于玉曲河流量很小，但生活污水中含有较多细菌和病原体等，生活污水处理达标后排放。

表 3.3-1　　各施工生活区生活污水产生量统计表

污染源位置	高峰人数（人）	高峰日用水量（m^3/d）	高峰日污水量（m^3/d）	高峰小时污水量（m^3/h）
扎拉营地	700	105	84	7
珠拉营地	1300	195	156	13
合计	2000	300	240	20

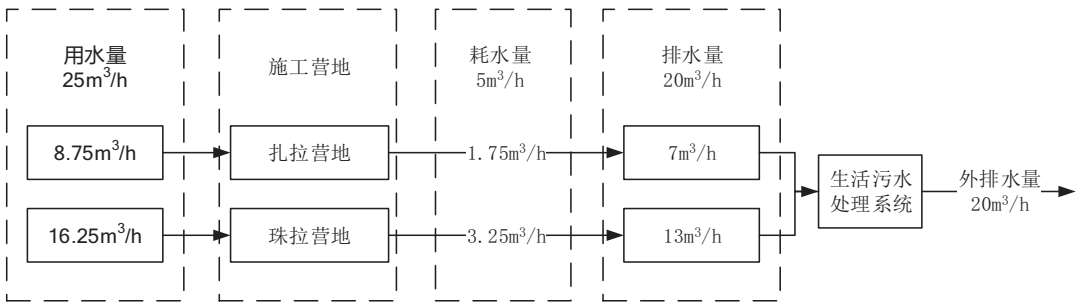


图 3.3-2　　生活污水处理设施水量平衡图

3.3.1.2 地下水环境

扎拉水电站引水系统施工时将在玉曲河右岸开凿引水隧洞，通过引水隧洞引水至调压井，后再通过压力管道引水至玉曲河下游右岸厂房发电。隧洞沿线出露地层包括二叠系下统纳错群 P_1nc、三叠系中统忙怀组 T_2m，三叠系上统瓦浦组 T_3wp。引水线路穿越规模较大的区域性断裂有 3 条，从坝址到厂址依次为玉曲断裂、闹中断裂、坡郎断裂，同时还分布有一些与这些区域性大断裂伴生的次级小型断层。第四系松散覆盖层由崩坡积块碎石土及冲积漂卵砾石、含漂砂卵砾石组成，主要分布于山脊两侧岸坡中下部、坡脚及河床部位。断层带内岩体呈碎裂—散体结构，工程性质差，地下水出露高程高于隧洞底板，隧洞穿越这些地层时对地下水位产生影响。如果引水隧洞施工过程中该段含水层地下水发生大量渗漏，将会在隧洞沿线一定范围内形成地下水降落漏斗区，造成引水隧洞周边区域地下水水位下降。因此施工中应采取必要的止水措施。

引水隧洞穿越断裂带发育区域时，难免会造成地下水涌入隧洞引起局部范围地下水水位下降。隧洞开挖可能对开挖区及周边地下水的流场、水位、水量等造成一定影响。

3.3.1.3 声环境

扎拉水电站工程施工区噪声主要来源于：固定、连续式的钻孔和施工机械设备产生的噪声；短时、定时的爆破噪声；运输车辆产生的移动噪声。根据敏感点的分布情况，对敏感点可能造成影响的噪声污染源主要为弃渣场、石料场和交通运输等方面。下面从固定噪声源、爆破噪声和流动噪声源三个方面对声源产生的影响进行分析。

（1）固定噪声源

1）大坝施工

大坝施工主要噪声源有钻孔爆破、开挖出渣、大坝浇筑与混凝土拌合等。钻爆开挖过程中使用的各种钻机产生的噪声均大于 90dB，各种运输车辆行驶过程中产生的噪声接近 90dB，大坝施工作业期间主要机械设备噪声实测值详见表 3.3-2。

2）砂石料加工系统

砂石加工系统包括粗碎车间、半成品堆场、预筛分洗石车间、筛分车间、检查筛分车间、中、细碎车间、制砂车间、成品堆场、水处理车间等。砂石加工系统生产工序包括粗碎、中碎、细碎、制沙、筛分、洗泥生产。类比同类水电工程施工期砂石料加工系统噪声实测值，本工程砂石料加工系统噪声值在在 95～115dB 之间。

表 3.3-2　　大坝施工期间主要机械噪声实测值

施工区域	噪声源	测试点位置	噪声级（dB）
大坝施工区	手风钻	手风钻操作点	104.4
	潜孔钻	驾驶室	98.8
	推土机	驾驶室	98
	20T 汽车	驾驶室	93.8
	挖掘机	3m，10s	85-86
	装载机	3-5m，10s	83-96

根据施工规划，大坝砂石料加工系统距扎郎村居民点约 78-156m，会对附近居民产生噪声影响。

3）混凝土拌合系统

混凝土拌合系统主要机械设备包括混凝土拌合楼、圆筒振动筛、螺旋洗砂机、空压机等。混凝土拌合系统噪声源主要来自于混凝土拌合楼的拌合作业，骨料的制冷系统、冲洗、脱水、运输过程中都将产生噪声污染。

混凝土生产系统为连续点声源，参照类似工程混凝土生产设备噪声实测资料，所有设备同时运行声源叠加后作为混凝土生产系统噪声的源强，

1m 处声强级约为 90～98dB（A）。

根据施工规划，混凝土拌和系统附近 200m 内无敏感点分布，对敏感点的声环境无影响。

4）施工工厂

大坝施工区、引水隧洞施工区和地面厂房施工区各布置有 1 处综合加工厂。综合加工厂布置有预制构件场、钢筋加工间、木材加工间等。施工工厂作业期间噪声在 55～95dB 之间。

表 3.3-3　　施工工厂工厂噪声实测值

施工区域	噪声源	测试点位置	噪声级（dB）
机械加工厂	预制构件场	厂外 1m，1min	55～65
	木材加工间	距主声源 10m，10s	88～89
	钢筋加工间	距主声源 10m，10s	90～91

（2）爆破噪声

本工程的爆破噪声主要为石料场的开采爆破噪声。料场爆破噪声与爆破方式、单响装药量等有关。爆破噪声具有间歇性，相对于连续作业的固定声源和流动声源，其影响时间段短。根据其他工程露天爆破实测资料，0.5kg 炸药在距爆破点 40m 处的最大噪声级约为 84dB。

（3）流动噪声

本工程的流动噪声主要来源于车辆运输。交通噪声属于流动声源，其源强大小与车流量、车速以及路况等因素有关。施工区主要来往车辆为载重量 10～20t 级自卸汽车，以大型车为主，公路设计时速为 20 或 30km/h，交通运输噪声在 85～94dB 之间。

6#公路、13#公路附近各有一处敏感点，分别为扎郎村和珠拉村，公路车辆噪声将对扎郎村、珠拉村声环境造成一定影响。

3.3.1.4 环境空气质量

扎拉水电站施工期对环境空气质量产生影响的污染源主要有燃油机械设备、坝基爆破开挖、填筑、炸药爆破作业、砂石加工系统、交通运输系统等，排放的主要污染物为粉尘、废气和扬尘。

（1）机械燃油废气

施工废气主要为道路机动车辆和非道路施工机械燃油产生，主要的污染物为 NO_2 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。

根据环境保护部于 2014 年 12 月 31 日发布的《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》，场内道路中沿途有居民点的 6#公路污染物排放源强为 CO160.74 g/（km·h）、HC8.00 g/（km·h）、NOx160.53 g/（km·h）、$PM_{2.5}$1.39 g/（km·h）、PM_{10}1.54 g/（km·h）；13#公路污染物排放源强 CO 为 23.81g/（km·h）、HC 为 1.18 g/（km·h）、NOx 为 23.78 g/（km·h）、$PM_{2.5}$ 为 0.21g/（km·h）、PM_{10} 为 0.23 g/（km·h）。

根据环境保护部于 2014 年 12 月 31 日发布的《非道路移动源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》，工程施工机械污染物排放量 PM_{10} 为 7.21t，$PM_{2.5}$ 为 7.21 t，HC 为 11.70 t，NO_x 为 113.13 t，CO 为 36.98 t，SO_2 为 2.42 t。

（2）爆破及边坡开挖粉尘、废气

炸药爆破时会产生粉尘和 NO_2 等污染物，污染源主要集中在导流洞爆破施工和石料场开采爆破施工部分。爆破属于瞬间源，其粉尘、废气的影响范围主要集中在爆破源附近。

在未采取防尘措施前提下，坝基开挖爆破粉尘的排放系数为 200kg/t 炸药，NO_2的排放系数为 15.27kg/t 炸药，CO 的排放系数为 41.75kg/t 炸药。

扎拉水电站施工期炸药用量为 3200t，施工爆破及开挖产生产生粉尘总量 640t，NO_2总量 48.86t，CO 总量为 133.6t。本工程料场附近无敏感点分布。

（3）施工作业面粉尘

本工程有 2 处砂石料加工系统，分别位于大坝施工区和厂房施工区内。大坝砂石加工系统处理能力为 280t/h，厂房砂石加工系统处理能力为 120t/h，砂石加工系统在有控制情况下进行细碎、筛分，粉尘排放系统数为 0.05kg/t 产品，因此大坝砂石加工系统粉尘排放强度为 14kg/h，厂房砂石加工系统粉尘排放强度为 6kg/h。

（4）交通扬尘

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶。道路施工的主要污染环节为灰土搅拌及混凝土拌和作业，材料的运输和堆放，土石方的开挖和回填等作业过程，上述各环节在受风力的作用下将会对施工现场及周围环境产生 TSP。考虑不利情况，施工期间汽车行驶速度取 50km/h，载重取 32t，道路表面粉尘量取 0.3kg/m^2，则汽车行驶产生的扬尘量为 3.13kg/km.辆。

3.3.1.5 固体废物

施工区固体废弃物主要包括生活垃圾、建筑垃圾和辅助企业生产垃圾等。

（1）生活垃圾

1）生活垃圾成分及特性

生活垃圾成分受生活水平、生活习惯和能源结构等因素的影响，水电站施工区生活垃圾成分有其自身的特点。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。

2）生活垃圾产生量

施工期间，施工区高峰人数约 2000 人，施工期为 67 个月，按照每人

每天产生 1kg 垃圾计算，施工期共产生垃圾量 4020t。

（2）建筑垃圾和辅助企业生产垃圾

建筑垃圾主要是工程弃渣、临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块等。建筑垃圾除部分回收利用外，其它如不妥善处置，会对周围环境产生环境污染。根据施工规划，工程弃渣总量 567.97 万 m^3，主要弃于卡树冲沟弃渣场、闹中冲沟支沟弃渣场和左岸上游滩地弃渣场。

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、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材、蓄电池等。

3.3.1.6 生态环境

（1）陆生生态

本工程导流及主体工程挖方总量为 499.47 万 m^3，枢纽工程总占地面积 289.89hm^2，永久占地 165.93hm^2，临时占地 123.96hm^2。

工程开挖和占压，将改变原有地貌，损坏或压埋原有地表植被和景观，对原有水土保持设施造成损坏，在一定时段和范围内产生新的水土流失和生态破坏。

（2）水生生态

根据扎拉水电站施工区项目组成，扎拉施工生态评价区对水生生物的影响主要表现为：砂石料加工冲洗废水、施工机械停放场维修废水、混凝土拌和系统冲洗废水、施工人员生活污水对水生生物的影响。施工废污水采取措施后回用，基本不会影响玉曲河水体水质，对水体中水生生物影响亦很小。

3.3.1.7 污染源汇总

综合以上分析，施工期各类污染源、主要污染物、污染源强、污染源位置及排放规律等汇总表见表 3.3-4。

表 3.3-4　　施工期污染物排放汇总表

类型	污染源	主要污染物	排放源强	污染源位置	排放规律
地表水	基坑排水	SS，2000mg/L	基坑经常性排水量为 24m^3/h	施工基坑	面源，连续排放
	砂石料冲洗废水	SS，30000mg/L	2 处，分别为 264m^3/h、114m^3/h	大坝砂石加工系统、厂房砂石加工系统	点源，连续排放
	混凝土系统废水	SS，5000mg/L；pH>10	3 处，24m^3/d	大坝、厂房和引水隧洞混凝土生产系统	点源，间歇排放
	机修及汽修废水	SS，1000mg/L 石油类，100mg/L	4 处，73.08m^3/d	大坝右岸施工区、闹中冲沟上平段施工区、闹中冲沟（支沟）竖井段施工区、厂房施工区	点源，间歇排放
	生活办公区生活污水	COD，400mg/L 氨氮，35mg/L	2 处，分别为 84m^3/d、156m^3/d	大坝上游扎拉营地和地面厂房上游珠拉营地	点源，连续排放
环境空气	机械燃油废气	粉尘、CO、NO_x等	NO_2为 23.19t，CO 为 470.12t	施工区	面源，无组织排放
	爆破粉尘	粉尘、CO、NO_x等	NO_2为 48.86t，CO 为 133.6t	施工场地	面源，无组织排放
	砂石料加工系统粉尘	粉尘	0.023 mg/s.m^2	砂石料加工系统场区	面源，无组织排放
	交通扬尘	粉尘	3.13kg/km.辆	施工道路	面源，无组织排放
	施工作业面扬尘	粉尘	0.172 g/s.m^2	施工场地	面源，无组织排放
声环境	施工区噪声	Leq	90～115dB	施工场地	面源
	交通噪声	Leq	85～94dB	场内交通公路	线源
	施工爆破	Leq	130dB	大坝施工作业区	间歇点源
	砂石料加工系统、混凝土生产系统噪声	Leq	90～115dB	2 个砂石料加工系统、3 个混凝土生产系统场区	面源
固体废弃物	生活办公区	生活垃圾	4020t	生活营地	
	主体工程	弃渣	567.97 万 m^3	大坝工程、坝后厂房等	

3.3.2 工程运行

3.3.2.1 电站发电

扎拉水电站建成后，每年可提供大量清洁、可再生的优质电能，有利于节能减排和促进地区经济社会的可持续发展。与同等规模的火电相比，扎拉水电站建成发电后，每年约可节约原煤 262.2 余万 t，可减少 CO_2 排放量约 132.8 万 t，减少 SO_2 排放量约 5.1 万 t，减少 NOx 排放量约 8.6 万 t，减少烟尘排放量约 927.5t 等，对减排工业废气具有显著的作用。

3.3.2.2 机组检修

为避免水轮发电机组漏油对河流水体水质的污染，生产厂家配有一套小型集油装置，漏油在集油箱中到一定容积后由油泵自动抽回回收，对河流水质不会造成影响。

3.3.2.3 电厂生活污水和生活垃圾

扎拉水电站运行期电厂定员总人数为 180 人，生活区沿用珠拉营地，生活污水日产生量约 21.6m^3/d，生活垃圾日产生量约 98.5kg/d；此外，运行期垃圾还包括库区打捞的漂浮物。

3.3.2.4 水库蓄水和运行

扎拉水电站正常蓄水位 2815m，死水位 2811.5m，主汛期（6～9 月）排沙运行控制水位 2811.5m，调节库容 136 万 m^3，水库具有日调节能力。

大坝建成后，将使扎拉坝址以上玉曲干支流与下游及怒江干流隔离，影响河流的纵向连通性，阻隔了玉曲汇口附近怒江干流江段及玉曲扎拉坝址以下河段鱼类向坝上河段上溯生殖洄游的通道，使坝上鱼类资源补充受到影响，同时也影响坝下河段及怒江干流鱼类的产卵繁殖。

扎拉水电站运行后，坝下形成 59.2km 减水河段，坝下河道流量减少，水位降低，对鱼类的产卵及生长造成一定影响。

3.3.3 淹没、占地与移民安置

3.3.3.1 移民安置

扎拉水电站规划水平年搬迁安置人口127人，生产安置人口为110人。扎拉水电站迁移人口全部采取分散后靠就近安置，不需进行集中搬迁安置，移民安置对环境造成的不利影响较小。生产安置以农业安置、逐年补偿、自主安置等多种方式相结合。从环境适宜性分析，生产安置方案是合理的。但农村移民安置活动将对安置区及其附近植被带来影响，由于安置区多为人工植被或受人工干扰较大的自然植被，因此对动物及其栖息环境的影响很小。

在安置期，人群流动大，用水、饮食卫生防疫条件控制不好，痢疾、伤寒、传染性肝炎等的发病率有可能上升。

在移民安置初期，淹没迁移使移民面临着重建家园、社会关系重组、适应新的产业等多种心理负担，部分移民生活质量可能有所下降。随着水库建设资金的投入，移民生活逐步恢复。库区产业结构的调整，对促进社会发展与进步将产生深远的积极作用。

3.3.3.2 专项设施

扎拉水电站涉及专业项目包括企事业单位、防护工程、交通工程、水利水电工程、电力工程、通信工程等众多项目，专业复建过程中，将产生污废水、扬尘、固废等污染物，并不可避免地扰动地表，对周边生态环境产生一定影响。

3.3.4 环境影响识别

扎拉水电站环境影响评价因子包括水文情势、地表水环境、地下水环境、生态、环境空气、声环境、固体废物、移民安置、环境地质等。本工程环境影响评价因子识别矩阵详见表3.3-5。

表 3.3-5　　扎拉水电站环境影响识别矩阵表

工程影响区域	工程作用因素	水文情势	地表水环境	地下水环境	生态				水土流失	声环境	环境空气	固体废物	移民安置	环境地质	社会环境					
					陆生植物	陆生动物	水生生物	环境敏感区							社会经济	土地资源	水资源利用	人群健康	文物古迹	民俗宗教
大坝区	工程施工	☆	★		★	▲	▲	▲	▲	★	★	▲	▲	▲	▲	★		▲	▲	▲
	占地与拆迁安置		☆		▲	▲			▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲		▲	▲	▲
	工程运行	★	▲	☆			★	★						▲	★		▲			
引水隧洞区	工程施工		★	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲		▲		▲
	工程占地				▲	▲			▲				▲		▲	▲		▲		☆
	工程运行	★		▲			★	★						▲			▲			
厂房区	工程施工		★		★	▲			▲	★	★	▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲
	工程占地与拆迁安置		☆		▲	▲			▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲		▲	☆	☆
	工程运行	★	▲	▲			★							▲	★		▲	▲		
水库淹没影响区		★	▲		▲		▲						▲	▲		▲			▲	
环境影响识别结果		★	★	▲	★	▲	★	★	▲	★	★	▲	▲	▲	★	★	▲	▲	▲	▲

注：★—影响显著，▲—影响一般，空白—影响轻微或无影响，☆—影响区。

根据评价因子筛选结果，结合环境敏感对象及环境保护目标，拟定扎拉水电站的环境影响评价重点内容如下：

（1）水文情势：水库调节运行对下游水文情势、泥沙的影响；扎拉水电站引水发电对坝下减水河段生态用水的影响；

（2）地表水环境：工程施工对河流水质的影响；

（3）陆生生态：工程施工对陆生植物、植被、水土流失的影响；运行期水库淹没及工程占地对植被、陆生生物多样性的影响；

（4）水生生态：大坝阻隔和水文特征改变对鱼类及其重要生境的影响；坝下减水河段对对鱼类及其重要生境的影响；

（5）声环境与环境空气：工程施工或运输车辆对周围居民及局部环境空气和声环境的影响。

4 环境现状

4.1 流域环境现状

4.1.1 河流概况

玉曲河，又称伟曲，是怒江中游左岸一级支流，发源于西藏自治区昌都地区类乌齐县附近的瓦合山南麓，流经昌都的洛隆县、察雅县、八宿县、左贡县，以及林芝的察隅县，在察隅县察瓦龙乡目巴村附近汇入怒江。

玉曲河流域位于北纬 28°25′～30°59′和东经 96°28′～98°41′之间，流域面积 9379km^2，干流总长 444.3km；河道天然落差 3122m，平均坡降约 7.0‰。其中左贡县城以上河段河道宽缓，平均坡降约 3.5‰；左贡县城以下河道狭窄，河谷深切，多呈“V”型，落差较大，平均坡降大于 10‰。玉曲河位于怒江和澜沧江的分水岭上，界于他念他翁山和永隆里南山之间，与怒江和澜沧江并流而行。流域内地势大致呈东北向西南倾斜，东部与澜沧江相邻，西南部与怒江接壤，分水岭高程多在海拔 4800m 以上。

流域内支流较多，主要支流有直曲、尼曲（也称开曲）、橙曲、节曲、阿比曲、大曲等，大多数位于干流左岸，具有河道短、落差大的特点。主要支流特征值见表 4.1-1。

表 4.1-1　　玉曲河主要支流特征值表

序号	支流名称	岸别	流域面积（km^2）	河流长度（km）	天然落差（h）	平均比降（‰）	河口多年平均流量（m^3/s）
1	直曲	左	379	43.0	650	1.5	4.55
2	开曲	左	727	52.0	780	1.5	8.72
3	登曲	左	337	36.0	900	2.5	4.04
4	节曲	左	119	26.0	800	3.1	1.43
5	阿比曲	左	298	36.0	1120	3.1	3.58
6	大曲	左	134	24.6	1120	4.6	1.61
7	斑章烘曲	左	273	38.0	2000	5.3	3.28
8	梅里拉鲁曲	右	182	27.8	2200	7.9	1.94

玉曲河流域水量丰沛，落差集中，水力资源丰富。干流河道总长444.3km，天然落差 3122m，多年平均流量 114m^3/s，水力资源理论蕴藏量2510MW，大部分为经济技术可开发量。

左贡县玉曲河流域已建水电站 7 座，装机容量 3600kW。仅玉曲河一级电站位于干流上，装机容量 1260kW，其它已建电站均位于玉曲河支流上。详见表 4.1-2。

表 4.1-2　　左贡县玉曲河流域已建电站情况一览表

序号	电站名称	所在河流	所在乡村	开发方式	运行方式	装机容量（kW）	保证出力（kW）	设计水头（m）	设计流量（m^3/s）	开工时间（年.月）	竣工时间（年.月）
1	玉曲河一级电站	干流	旺达镇	混合式	独立网	2×630	1197	12	22.3	1998.7	2002.8
2	觉马电站	支流生曲	毕西村	引水式	独立网	1×160	114	86.25	0.262	2004	2004.7
3	扎玉电站	支流通曲	吾通村	引水式	独立网	2×160	304	95	0.25	2003	2004.7
4	田妥电站	支流登曲	亚中村	引水式	独立网	1×160 1×200	108	28	2.02	1984	1985.1
5	亚中电站	支流塔鲁曲	塔鲁村	引水式	独立网	1×250	225	38.3	1.01	2004	2005.7
6	美玉电站	支流开曲	卡差村	引水式	独立网	1×250	225	36.65	1.0	2004	2005.9
7	碧土电站	支流弄巴棍曲	碧土村	引水式	独立网	1×1000	800	150	1.35	2006	2007
合　计						3600					

4.1.2　地形地貌与区域地质

玉曲河流域地处西藏东部横断山地地貌区，地势总体西北高，东南低。流域东侧有他念他翁山，山脊高程 5000～6740m，为玉曲河与澜沧江分水岭；流域西侧有永隆里南山脉，山脊高程 4600～5794m，为玉曲河与怒江的分水岭。

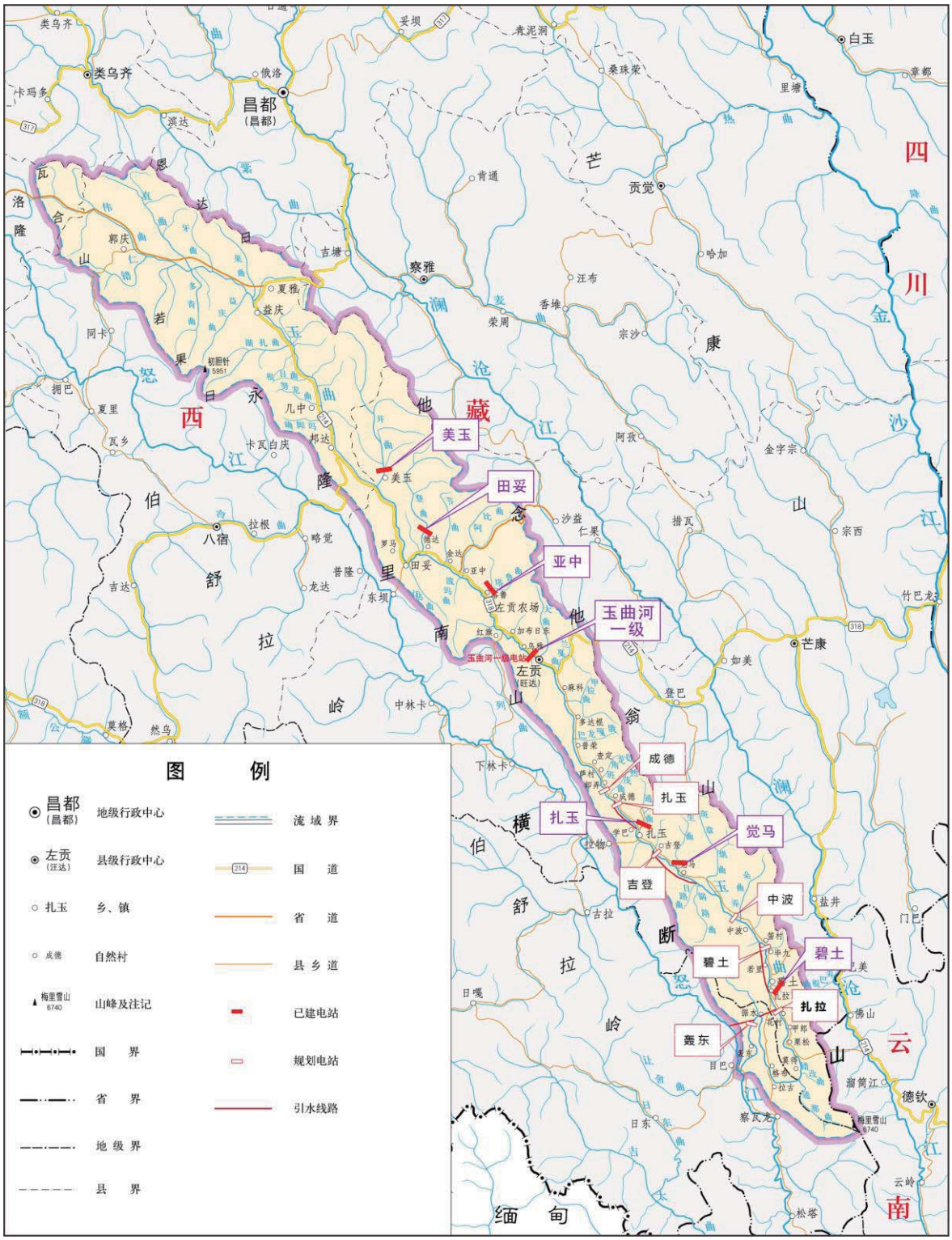


图 4.1-1　　左贡县玉曲河流域已建电站分布示意图

玉曲河总体流向为北北西—南南东向，在碧土乡龙西村处转为由东至西呈“几”字形横穿永隆里南山，于林芝地区察隅县目巴村处汇入怒江。区域地貌以断裂线状谷为主，大致分为高原地貌区、高山峡谷过渡区和高山峡谷区。

玉曲河处于班公错—怒江缝合带与羌塘—三江复合板块内班公错—丁青断陷盆地谷地带内，属冈底斯—念青唐古拉区的比如—洛隆分区和羌塘—昌都区的类乌齐—左贡和昌都分区，河谷及两岸自元古界至第四系均有出露。流域内岩浆岩分布较多，以各类侵入岩为主，火山岩较少且仅零星出露；侵入岩以印支期和燕山期岩浆活动最强烈，且侵入岩体规模较大；变质岩除分布于下白垩统八宿组和下第三系、第四系地层外，沿途自元古界至侏罗系地层都遭受了不同程度的变质；沉积岩主要为活动陆缘弧盆系沉积物，以中三叠世以前的地层变质程度较高。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015），玉曲河沿途地震动峰值加速度多为0.10g，对应地震基本烈度为Ⅶ度，地震反应谱特征周期多为0.45s。仅在上游类乌齐、八宿县境内地震动峰值加速度为0.15g。

4.1.3 水　文

玉曲河是怒江中游左岸一级支流，流域面积 9379km^2，总长 444.3km，沿途有直曲、尼曲（也称开曲）、橙曲、节曲、阿比曲、大曲等支流汇入。玉曲河径流主要来自降水，其次为地下水和冰雪融水。年径流深的分布趋势与年降水量的分布趋势相近，自上游至下游逐渐增大，只有局部地区，由于地形等条件的影响表现出例外。径流的年内分配不均，最大 7 月径流量占全年的 17.4%左右，最枯 2 月占 2.86%左右。径流的年际变化不大。

玉曲河流域地势高亢，气候干冷，降水强度小，中上游无一日雨量大于 50mm 的暴雨，只有下游左贡县碧土乡一带偶有暴雨出现。流域洪水主要

由降水形成，属暴雨洪水。春季融雪有时也形成洪水。降雨一般集中在5～10月，与年降水分布相应，洪峰多发生在7～8月。洪水具有历时短、过程尖瘦、陡涨陡落的特点，一次洪水历时约为1～3d。根据2008年以来的实测资料，扎拉水电站坝址最大洪峰流量为2016年7月30日的522m^3/s，洪量一般集中在1d之内。

玉曲河水电规划阶段，玉曲河流域无水文站，没有实测水文资料。玉曲河入汇怒江，干流上有嘉玉桥、贡山水文站，两站径流系列较长，测验精度可靠。根据嘉玉桥、贡山站1979~2004年径流系列，计算出嘉玉桥~贡山区间径流，再按照面积比乘以一个降水量修正系数缩小到玉曲河流域。计算得出扎拉坝址1979~2004年径流资料系列，坝址径流年内分配见表4.1-3。

表4.1-3　　玉曲河水电规划阶段扎拉坝址径流年内分配表

位置	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
扎拉坝址	36.1	33.8	37.8	51.2	99.1	187	219	201	166	107	58.9	44.9	104
百分比（%）	2.91	2.72	3.04	4.12	7.98	15.06	17.64	16.19	13.37	8.62	4.74	3.62	100

扎拉水电站可研阶段，玉曲河流域中游有左贡水文站，设立于2008年7月。扎拉水电站坝址设有专用水文站，设立于2011年7月，两站实测资料系列均较短。玉曲河入汇怒江，干流上有嘉玉桥、贡山水文站，两站径流系列较长，测验精度可靠。嘉玉桥、贡山水文站有1979～2015年实测资料，根据同期相应资料，计算出嘉玉桥～贡山区间年月平均径流系列。

根据2008年7月～2015年12月玉曲河左贡、扎拉坝址水文站实测资料分析，按照1～3月、4～5月、6～9月、10～12月建立各分期左贡、扎拉坝址与嘉玉桥～贡山区间相应月平均流量相关关系，据此由嘉玉桥～贡山区间径流插补延长出左贡、扎拉各月径流系列。见表4.1-4。

表 4.1-4　　左贡、扎拉坝址径流年内分配表　　单位;m^3/s

位置	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
左贡	15.4	15	15.8	21.6	33.7	74.2	88.4	85.3	72.6	46.8	30	24.1	43.7
扎拉坝址	45.1	43.9	46.5	53.1	82.5	190	228	214	178	109	70.8	57.9	110

4.1.4　气候与气象

玉曲河流域气候复杂，受南北平行峡谷及中低纬度地理位置等因素的影响，具有垂直分布明显和上下游差异大的特点。左贡以上地区以高原温带半干旱季风气候为主，干湿季分明，日照充足，太阳辐射强，日温差大，年气温温差较小，冬春季气候干燥寒冷，夏季降水集中，年降水量 500～600mm；左贡以下地区以喜马拉雅山南翼亚热带湿润气候为主，四季温和，降水充沛，日照充足，无霜期长，年降水量 800～1000mm，局部地区可达 1500mm。玉曲河流域降水分布从上往下逐渐增加，汇入怒江后，向下游干流降水量迅速增加，贡山站多年平均降水量高达 1724mm。

4.2　工程区自然环境

4.2.1　地形地貌

左贡县地处藏东南高山峡谷地带，地势北高南低。由于新世纪末至第四纪初，强烈的地壳构造运动，地壳大幅整体抬升，伴随产生强烈挤压作用和后期强烈的流水侵蚀作用，形成了高山峡谷地貌。全县地形复杂，高山深谷相间排列，地貌多样，高差悬殊，最高海拔 6700m，最低海拔 2433m，高差较大，地形北高南低，东西呈“W”形。

察隅县属喜马拉雅山与横断山过渡地带的藏东南高山峡谷区，该县地势险峻，山峦重叠，峡谷深邃。全县地势总的趋势是由西北向东南倾斜，西北高东南低，相对高度差达 3600m，垂直高差悬珠，为典型的高山峡谷和

山地河谷地貌。

（1）库区

水库区地处怒江、澜沧江之间的峡谷地带，属高山峡谷地貌。玉曲河水库河段河谷呈“V”字型，切割强烈。两岸山体走向近南北向，左岸他念他翁山为玉曲河与澜沧江的分水岭，地形分水岭高程大于4000m，相对河床高差大于1200m，地形坡度一般35°～45°；右岸永隆里南山为玉曲河与怒江的分水岭，地形分水岭高程3218m～3790m，相对高差458m～980m，地形坡度一般30°～50°。

水库区内玉曲河总体流向自北北西至南南东，局部河段发育小而缓的弯道，主河床宽一般20m～50m，河水位2760m～2815m。

沿河两岸发育有Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级阶地，均为基座阶地。Ⅱ级阶地发育较好，其余阶地仅局部有分布。

（2）坝区

坝址处玉曲河流向由南南西折向南东，谷底水面宽20m～40m，河水位2758m～2763m，河床高程2754m～2756m，正常蓄水位2810m、2815m、2820m处河谷宽度分别约为153m、160m、168m。

左岸坡顶高程2860m～2960m，坡高100m～200m，临河岸坡呈60°～80°的基岩陡壁与河床相接，坡顶可见残留的Ⅲ级阶地。坝轴线上游侧分布扎郎下沟，走向南西，沟口段切割深50m左右，沟坡坡度60°～70°。

右岸临河岸坡以60°的陡坡与河床相接，坡高10m～20m，其上发育Ⅰ、Ⅱ级阶地，其中Ⅰ级阶地阶面高程2770m～2790m，宽10m～40m，地形坡度20°左右；Ⅱ级阶地阶面高程2810m～2860m，宽50m～230m，地形坡度20°～30°，阶地之间斜坡地形坡度50°左右，部分地段为陡坎。高程2860m以上地形坡度40°～60°。

（3）厂址

厂址位于玉曲河右岸，玉曲河流向北北西，河床宽 15m～30m，河底高程 2111m～2116m。

厂址区Ⅱ级阶地发育，阶面宽 70m～170m，高程 2150m～2166m，高出河水面 40m～50m，阶面总体平缓，因后期改造地表呈梯田状。阶地前缘斜坡坡度 25°～36°。斜坡坡脚顺河分布漫滩，滩面高程 2124m～2128m，高出河水面 7m～11m，纵向长约 250m，两端束窄，中部宽 36m 左右。

Ⅱ级阶地后缘以上边坡坡顶高程 2915m～3115m，坡脚高程 2165m 左右，坡高 750m～950m。边坡地形呈上、下较陡中部较缓，中部边坡高程 2540m～2320m 之间地形稍缓，坡度 25°～35°，上、下部边坡坡度 45°～70°，局部为陡崖。

（4）引水线路

引水隧洞横穿玉曲河河湾地块处山脊高程 3218m～3790m，东侧斜坡高差 458m～980m，地形坡度一般 35°～60°，坡面走向较顺直；西侧斜坡高差 1118m～1690m，坡度一般 30°～40°，发育闹中沟和扎史同沟两条较大冲沟。闹中沟沟源为分水岭山脊，高程 3413m，在珠许村上游汇入玉曲河，沟口河水位 2130m，沟长约 4.9km。扎史同沟走向自北西至南东，沟底高程 2096m～2410m，两侧沟坡陡峭，沟口河水位 2097m。两沟之间为走向南西的山脊，脊顶高程 2335m～3790m，临河斜坡地形较陡，平均地形坡度 40°～50°，局部形成高数十米的陡崖，斜坡相对高差达 800m 以上。

河湾地块玉曲河河道纵向长 60km 左右，河水平均比降 11.8‰，两岸断续发育有Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级阶地。

4.2.2 环境地质

工程区位于羌塘—三江复合板片内，区域上地处羌塘地块与班公错—怒

江缝合带接合部，新构造单元为羌塘—昌都面状隆起区，位于强烈活动的藏东构造结附近，具有较高的区域地震活动构造背景。区域内主要构造为他念他翁山复背斜，由澜沧江断裂带、类乌齐—登巴复式背斜、岗孜—扎玉断裂、长毛岭—左贡复式向斜、丁青—察瓦龙断裂带、嘉玉桥复式背斜等北西西—近南北向的褶皱和逆走滑断裂组成。工程区属于区域构造稳定性较差地区，历史地震以中小地震活动为主，最大记录 M=5.5 级，50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度为 0.14～0.15g，场地地震基本烈度为Ⅶ度。

（1）库区

水库区河谷两岸基岩主要为浅变质岩板岩类，局部岸段有岩浆岩侵入其间，阶地物质主要为卵漂石。库周和库盆基岩为浅变质岩板岩类、岩浆岩等相对隔水岩组，水库蓄水后发生渗漏的可能性小。水库区为纵向谷，水库两岸垂直岸坡地下水渗流条件差。水库区发育闸中断裂（F_{1-6}）、玉曲河断裂（F_{1-3}）为规模较大的区域性断裂，其余为小规模断层或裂隙性断层。两断裂位于水库中后段和库尾，断层带结构较密实，透水性较差，不会构成管道型的渗漏通道。

水库区岩质岸坡主要为二叠系下统纳错群浅变质岩（主要为板岩类）及印支期花岗闪长岩，临河两岸出露的花岗闪长岩及正常产状的板岩多呈弱风化状态，结构面主要为斜切河岸的陡倾角裂隙及陡倾的板理面，岸坡整体稳定性较好。

（2）坝区

坝基基岩为二叠系下统纳错群第一段（P_1nc^1），可分为 3 层：第一层（P_1nc^{1-1}）为钙质板岩、砂质板岩夹碳质板岩、薄层状变质砂岩、结晶灰岩；第二层（P_1nc^{1-2}）为中厚层夹薄层状变质砂岩、砂质板岩；第三层（P_1nc^{1-3}）为砂质板岩、钙质板岩夹条纹状薄层状结晶灰岩等。两岸临河陡坡及阶地

以上山坡基岩大面积出露。

坝址位于甲郎倒转背斜的东翼（倒转翼），岩层总体为单斜构造，走向北北西，倾向南西西，倾角 60°～80°。河谷为纵向谷，左岸为顺向坡，右岸为逆向坡。地表仅在右岸上游岸坡出露断层 f24：倾向 230°，倾角 75°，断层带宽约 0.5m，为碎裂岩。

根据岩体结构及性状进行坝基岩体分类，强风化岩体、断层破碎带、裂隙密集带等为Ⅴ类岩体，弱风化砂质板岩为Ⅳ类岩体，微新板岩为Ⅲ类岩体。

（3）厂址

厂址下伏基岩及后边坡中、下部基岩为三叠系上统瓦浦组第三段（T_3wp^3）钙质板岩，局部夹中厚层状结晶灰岩，后边坡上部基岩由三叠系上统瓦浦组第四段（T_3wp^4）结晶灰岩、大理岩和三叠系中统忙怀组第四段（T_2m^4）变质流纹斑岩组成，中厚层、薄层状。

厂址下伏基岩及其后边坡出露基岩均呈单斜构造，玉曲河河床及Ⅱ级阶地板理倾北东东，倾角多在 70°～80°。后边坡表层基岩普遍发生倾倒变形，倾倒后产状变化较大，板理（层理）倾北东—南东东，倾角一般 24°～50°，边坡总体呈斜—逆向坡。厂址后边坡发育区域性断裂坡郎断裂（F_{1-2}），展布于边坡坡顶附近，断裂走向北西，断面倾北东，倾角近直立，断裂带出露宽度 3m～10m，由碎裂岩组成。其它规模较小断层亦多陡倾坡内，或与坡面横交。另据上厂址处勘探揭露，下伏基岩中发育断层 F_{35}，断层走向北西西，倾南南西，倾角 65°，断层带宽度 4.5m 左右，由碎裂岩组成。

（4）引水线路

引水隧洞自进口至出口穿过基岩为 P_1nc^{1-1}～P_1nc^{1-4}砂质板岩、钙质板岩、变质砂岩，T_2m^1～T_2m^4变质流纹斑岩、钙质板岩夹砂质板岩、大理岩，T_3wp^3～

T_3wp^4钙质板岩、大理岩、结晶灰岩。

隧洞沿线断裂构造较发育，其中洞身穿过区域性断裂闹中断裂（F_{1-6}）宽度 305m，其它如坡郎断裂（F_{1-2}）、玉曲河断裂（F_{1-3}）、F_{114}、F_{115}、F_{132}、F_{133}等断层宽度规模相对较小，断层带宽度一般 3m～35m，洞穿断层带累计长度 469m。引水隧洞长 7112m（含主洞、支洞、岔管段），III、Ⅳ、Ⅴ类围岩长度分别为 3189m、3200m、732m，各占隧洞长的 44.8%、44.9%、10.3%。

4.2.3 水文地质

4.2.3.1 地下水类型及富水性

（1）第四系覆盖层孔隙水

覆盖层孔隙水主要赋存于第四系松散堆积层内，主要分布于全新统冲积层（Q_4^{al}）、更新统冲积层（Q_p^{al}）、洪坡积层（Q^{pl+dl}）的砂卵砾石层、漂卵石层、碎砾石土中，渗透系数一般较大，属强或极强透水层。根据相关资料及现场调查,Q_4^{al}中泉流量一般大于1L/s,Q_p^{al}中泉流量一般为0.1-1L/s，Q^{pl+dl}中泉流量一般小于 0.5L/s。据现场调查，卡树冲沟洪坡积层（Q^{pl+dl}）的砂卵砾石层中发育有 1 个 0.33L/s 的泉点，且该泉点是短距离地表水入渗沿基覆界面经第四系潜流出来而形成。

（2）构造裂隙水

主要赋存于三叠系上统瓦浦组一至三段（T_{3wp}^{1-3}）、三叠系中统忙怀组一、三、四段（T_{2m}^{1}、T_{2m}^{3-4}）、二叠系下统纳错群一、二、三段（P_{1nc}^{1-3}）的钙质板岩、砂质板岩、变质砂岩等岩层中，岩体含水性及透水性受构造发育程度控制，并与风化卸荷有关，断裂带、节理密集带水量相对较丰富，据相关资料及现场调查 P_1nc 中泉流量一般为 0.1-1L/s，其余地层中泉流量一般小于 0.1L/s，具体含水岩组及富水性如下：

1）水量中等含水岩组（P_{1nc}^{1-3}）

主要含水岩组为二叠系下统纳错群一、二、三段（P_{1nc}^{1-3}），主要分布在引水隧洞中部南侧、东侧及坝址区上游、东部等地区，地层岩性主要以灰色、灰黑色钙质板岩、砂质板岩夹薄层状灰色结晶灰岩、变质砂岩，白色杂青灰色中粗粒变质厚层、中厚层状流纹斑岩为主，水量中等，泉流量小于0.1—1L/s，地下水类型以HCO_3-Ca为主。

2）水量贫乏含水岩组（T_{3wp}^{1-3}、T_{2m}^{1}、T_{2m}^{3-4}）

主要含水岩组有三叠系上统瓦浦组一至三段（T_{3wp}^{1-3}）、三叠系中统忙怀组一、三、四段（T_{2m}^{1}、T_{2m}^{3-4}），主要分布在引水隧洞中部及北侧地区、发电厂房南北侧等，地层岩性主要以灰色钙质板岩、砂质板岩、灰色钙质板岩夹碳质板岩、绢云母板岩、薄层状结晶灰岩为主，该区地下水量贫乏，泉流量小于0.1L/s地下水类型以HCO_3-Ca为主。

3）闹中断裂带含水岩组

闹中沟盘山公路内侧、闹中沟内以及闹中沟口亦有断裂带出露，西盘为三叠系板岩、大理岩、结晶灰岩、变质流纹斑岩，东盘为二叠系板岩，该断层为逆断层，水量贫乏。主要分布在引水隧洞中部。

（3）碳酸盐岩类裂隙溶洞水

碳酸盐岩类裂隙溶洞水主要赋存在三叠系上统瓦浦组四段（T_{3wp}^{4}）、三叠系中统忙怀组二段（T_{2m}^{2}）的大理岩、灰岩等岩层中，该区域内为发现大型溶洞分布，具体如下：

1）岩溶强烈发育含水岩组（T_{2m}^{2}）

三叠系中统忙怀组二段（T_{2m}^{2}）含水岩组：该段地层厚度介于53m～242m，地层岩性为灰白色中厚层夹薄层状大理岩，主要分布在坝址上游北西侧，地表发育有垂直入渗通道，岩溶管道、裂隙较发育，且以顺层方向为主。根据冬水附近泉点Q1出露情况分析，T_{2m}^{2}大理岩岩溶强烈发育，有溶蚀管道

渗流岩溶水，大泉暗河流量大于1000L/s。

2）岩溶中等发育含水岩组（T_{3wp}^{4}、C_2）

三叠系上统瓦浦组四段(T_{3wp}^{4})含水岩组:该段地层厚度介于184m-244m，地层岩性为灰色、灰白色中厚层夹薄层状大理岩，薄层夹中厚层状结晶灰岩，主要分布在引水隧洞及厂址区后边坡，岩溶裂隙较发育，主要以溶隙、溶孔等较小的裂隙发育为主，同时以顺层方向为主，岩溶中等发育，大泉暗河流量小于100L/s。

石炭系上统（C_2）含水岩组：该段地层厚度介于386～498m，地层岩性为灰色、灰白色大理岩，薄层夹中厚层状，主要分布在下厂址附近，岩溶中等发育，大泉暗河流量小于100L/s。

（4）岩浆岩类裂隙水（γδ51、nγT3、βμ）

岩浆岩类裂隙水主要赋存于侵入岩二长花岗岩($\eta\gamma T_3$)、花岗闪长岩($\gamma\delta_5^1$)、辉绿辉长岩（$\beta\mu$）中，其中二长花岗岩侵入地层为二叠系下统纳错群、花岗闪长岩侵入地层为二叠系下统纳错群和三叠系瓦浦组、辉绿辉长岩侵入地层为石炭系和三叠系瓦浦组，上述地层地下水富水性较差，水量贫乏。

4.2.3.2 地下水水位统测

工程区内地下水主要接受上游地下水补给和大气降水补给。含水层地下水水位动态变化受降水影响，雨季时水位有一定上涨，雨季结束水位有一定回落。

根据工程地质钻孔在坝址区和厂址区揭露的地下水水位显示（业主提供资料）。工程区钻孔地下水埋深在 11.4m-170.6m 之间，水位高程在2100.1m-2967.2之间，泉点出露高程在2225m-3000m之间。该区域地下水水位与地形关系密切，地形较高的山顶、山坡处地下水水位较深，靠近河流的坡脚等地形较低处地下水水位相对较浅见表4.2-1。

表 4.2-1　　工程区地下水水位统计表（钻孔及泉点）

序号	位置/经纬度(°)	孔口高程(m)	地下水水位埋深(m)	地下水水位标高(m)
1	坝址区左岸	2813.4	25.6	2787.8
2		2785.6	26.0	2759.6
3		2850.0	31.4	2818.6
4		2882.4	34.8	2847.6
5		2853.2	45.2	2808.0.
6		2826.8	52.5	2774.3
7		2870.4	58.2	2812.2
8		2877.4	62.7	2814.7
9		2895.5	80.0	2815.5
10		2865.9	84.4	2781.5
11	坝址区右岸	2825.8	13.5	2812.3
12		2784.5	22.0	2762.5
13		2841.4	24.0	2817.4
14		2834.9	24.6	2810.3
15		2831.1	28.5	2802.6
16		2848.4	35.5	2811.9
17		2820.3	42.3	2778.0
18		2841.7	44.0	2797.7
19		2836.4	45.7	2790.7
20		2814.3	46.0	2768.3
21	厂址区	2151.4	27.3	2124.1
22		2140.8	15.9	2124.9
23		2128.8	11.4	2117.4
24		2127.9	5.9	2122.0
25		2152.3	20.1	2132.2
26		2177.1	31.7	2145.4
27		2305.6	80.3	2225.3
28		2152.2	36.4	2115.8
29		2137.1	37.2	2099.9
30		2113.5	13.4	2100.1

续表 4.2-1　　工程区地下水水位统计表（钻孔及泉点）

序号	位置/经纬度(°)		孔口高程(m)	地下水水位埋深(m)	地下水水位标高(m)
ZK01	98.46	28.76	2895.55	51.7	2843.85
ZK02	98.45	28.75	2916.26	48.8	2867.46
ZK05	98.46	28.75	3005.2	38	2967.2
ZK07	98.4576	28.7433	2664.5	76.6	2587.9
ZK08	98.4571	28.7532	2813.3	37.3	2776
ZK09	98.4525	28.7493	2818.2	57	2761.2
ZK016	98.4462	28.7454	3000.0	170.6	2829.4
Q1	98.45	28.79			2900
Q2-1	98.47	28.78			3000
Q2-2	98.47	28.79			3020
Q3	98.47	28.77			2813
Q4	98.47	28.77			2778
Q5	98.475	28.77			2781
Q6	98.47	28.76			2875
Q7	98.45	28.75			2965
Q8	98.45	28.73			2350
Q9	98.44	28.73			2225

4.2.3.3　泉水特征及开发利用情况

地下水在工程区作为部分村民饮用水水源和少量的农业生产用水。村民通过直接引流出露的泉水，作为生活生产用水。

泉是地下水涌出地表的天然水点。根据泉水的补给来源（含水层埋藏条件）和成因（出露条件）将泉分为上升泉和下降泉两个大类。根据对工程区的现场调查，工程区的库区、坝址区、厂址区及引水隧洞穿越区共发现 10 个泉点，具体统计情况如表 4.2-2 所示，泉点分布见图 4.2-3。

表 4.2-2　　泉点特征情况统计表

编号		经度（°）	纬度（°）	高程（m）	地下水类型	类型	流量（L/s）	开发利用状况	备注
Q1		98.45	28.79	2900	岩溶水	泉	2000	生活生产用水	
Q2	Q2-1	98.47	28.78	3000	构造裂隙水	泉	83	生活生产用水	在其附近设置弃渣场，有可能对其产生影响
	Q2-2	98.47	28.79	3020	构造裂隙水	泉	0.33	生活生产用水	
Q3		98.47	28.77	2813	第四系孔隙水	泉	0.05	未利用	
Q4		98.47	28.77	2778	构造裂隙水	泉	0.66	未利用	
Q5		98.475	28.77	2781	构造裂隙水	泉	0.83	未利用	
Q6		98.47	28.76	2875	构造裂隙水	泉	0.52	未利用	
Q7		98.45	28.75	2965	第四系孔隙水	泉	0.78	未利用	
Q8		98.45	28.73	2350	构造裂隙水	温泉	0.16	未利用	
Q9		98.44	28.73	2225	构造裂隙水	温泉	0.33	生活用水（洗浴）	

4.2.3.4　地下水补径排条件

第四系孔隙潜水赋存在河床上层第四系砂卵砾石层中。河道两岸孔隙潜水补给来源为大气降水、雪水等，一部分地下水以顺坡向下径流并垂直补给松散堆积物下的强风化基岩裂隙水，一部分地下水经基覆界面潜流至出露点排泄。河漫滩及台地上的孔隙潜水补给来源为大气降水、两岸地表水、侧向地下水补给以及河流补给等，并以泉点形式排泄与河流、溪沟等最低排泄基准面，河流和地下水存在互补关系。

浅部碳酸盐岩裂隙溶洞水在岩层露头部分为补给区，补给来源主要为大气降水、地表水和周边浅层地下水，深部碳酸盐裂隙水主要接受浅部裂隙水的补给、雪水及大气降水补给，在水压力作用下，地下水顺岩层走向并向低洼地带的出露点集中排泄。

构造裂隙水和岩浆岩类裂隙水主要接受大气降雨、雪水、周边浅层地下水的补给，地下水整体经表层风化裂隙垂直入渗进入潜水含水层由山坡向河谷区径流，经最低排泄进准面以泉的分散式排泄。同时，局部地区又因小溪沟浅切沟谷切穿地层，地下水顺岩层走向径流排泄与小溪沟并最终排泄于玉曲河。

特殊地区，一部分地下水经地层风化裂隙及构造裂隙入渗进入含水层，向构造裂隙发育的优势方向及岩层走向径流，并经最低排泄基准面或导水断层出集中排泄；另一部分地下水经地层风化裂隙及构造裂隙入渗进入含水层，向构造裂隙发育的优势方向及岩层走向径流，并受阻水断层或者侵入岩阻隔并上升以温泉的形式集中排泄。

4.2.3.5 地下水化学特征

为了查明评价区地下水水化学特征，项目组于 2016 年 5 月于评价区内共取得 4 组地下水水样（见图 4.2-1），同时收集了可研报告里面提供的相关地下水化学分析相关资料（3 组数据）。根据各水样水化学常量组分监测结果统计(表 4.2-3)，本项目所在区域地下水采样点各样品矿化度在 212～1300mg/L，均小于 3g/L，属于淡水～弱矿化度水；pH 介于 7.9～11，呈弱碱性～碱性。本次取得水样中，主要阳离子基本为 Ca^{2+}、Mg^{2+}、Na^{+}；主要阴离子为 HCO_3^{-}、Cl^{-}和 SO_4^{2-}，本项目区地下水 piper 三线图见图 4.2-2。根据表 4.2-3 及图 4.2-3 可知，1#点和 3#点为温泉，其中 SO_4^{2-}偏高，说明温泉水来源于深部循环，且径流途径长、径流速度慢，同时 1#点 Na^{+}浓度较 3#点高，认为其地下水循环深度较 3#点大；PD14、YK01 中 Cl^{-}浓度相对其他点较高，说明地下水在含水层中径流途径长、径流速度慢；Q1 为岩溶泉，地下水类型为 Ca-Mg-SO_4型，主要阴离子为 SO_4^{2-}，说明其为深循环岩溶水，接受补给后经长途径流并与该泉点排泄。

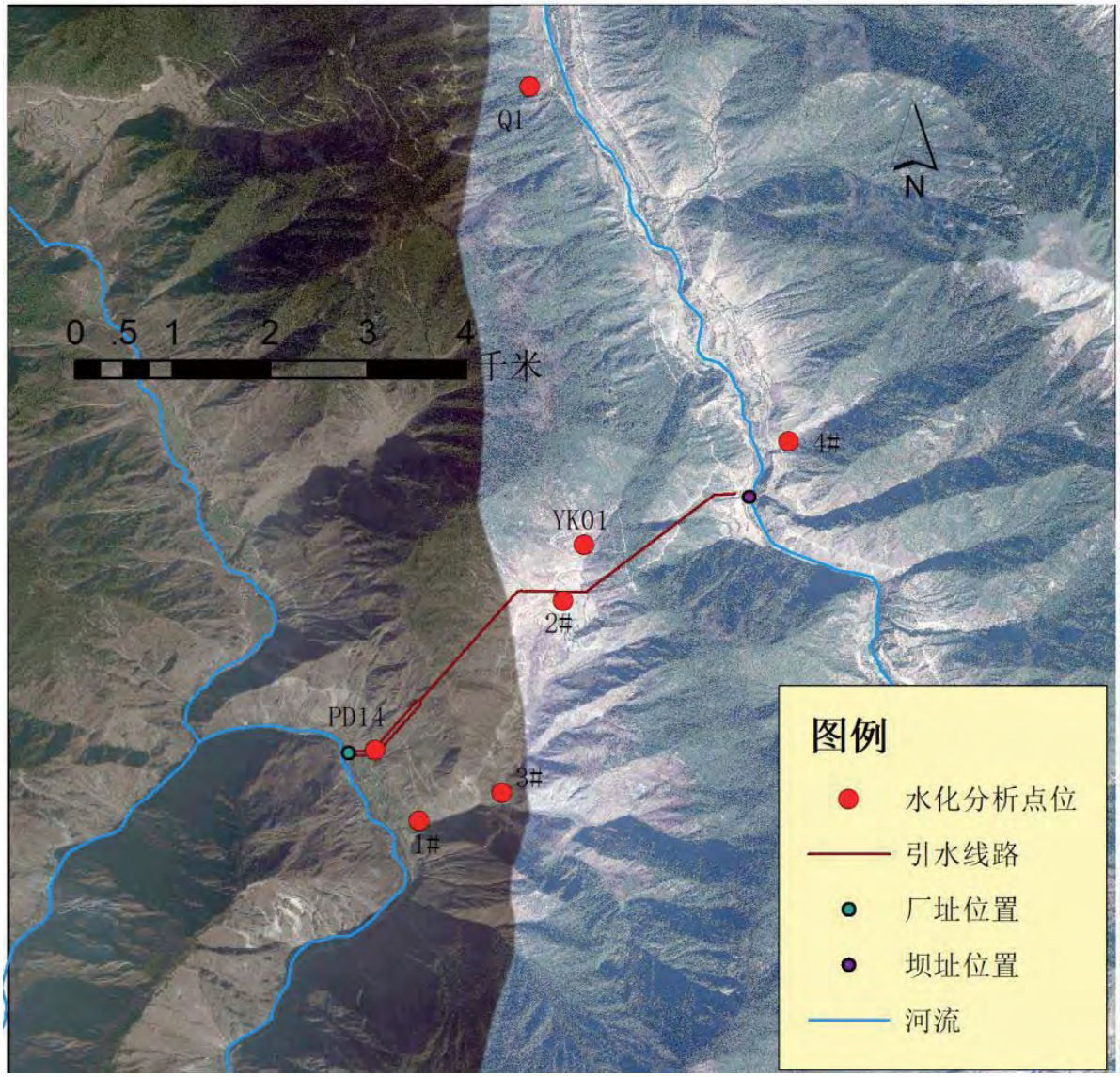


图 4.2-1　　水化学分析点位平面分布图

根据可研报告工程地质相关资料、现场调查及现场取样检测分析，工程区处于边远山区，无人为水质污染源，地表水及地下水为当地居民的生活生产用水的来源；工程区地下水水化学类型见表 4.2-3。根据《水电水利工程地质勘察水质分析规程》(DL / T5194-2004)和《水利水电工程地质勘察规范》(GB-50287-99)的附录 G 环境水对混凝土腐蚀水质评价标准，温泉的硫酸根离子对钢筋混泥土存在有弱腐蚀性，其余地下水对混凝土无腐蚀性。

表 4.2-3　　地下水水样水化学常量组分监测结果(mg/L)

指标 / 编号	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	$SO4^{2-}$	HCO_3^-	水化学类型
1#	7.44	101	192	54	18.5	750	198	Na-Ca-Mg-SO_4
2#	3.22	13.8	43	77	0.756	171	318	Mg-Ca-HCO_3-SO_4
3#	2.8	2.19	30.2	2.44	5.34	641	83	Ca-SO_4
4#	0.488	2.06	21.9	2.74	0.218	13.6	62	Ca-HCO_3-SO_4
PD14	/	23.3	71.5	16.17	59.55	18.82	3.36	Ca-Mg-Na-Cl
YK01	/	46.4	92	10.6	74.5	20.7	267.59	Ca-Na--HCO_3-Cl
Q1	/	0	31.4	11.6	0.98	32.2	9.01	Ca-Mg-SO_4

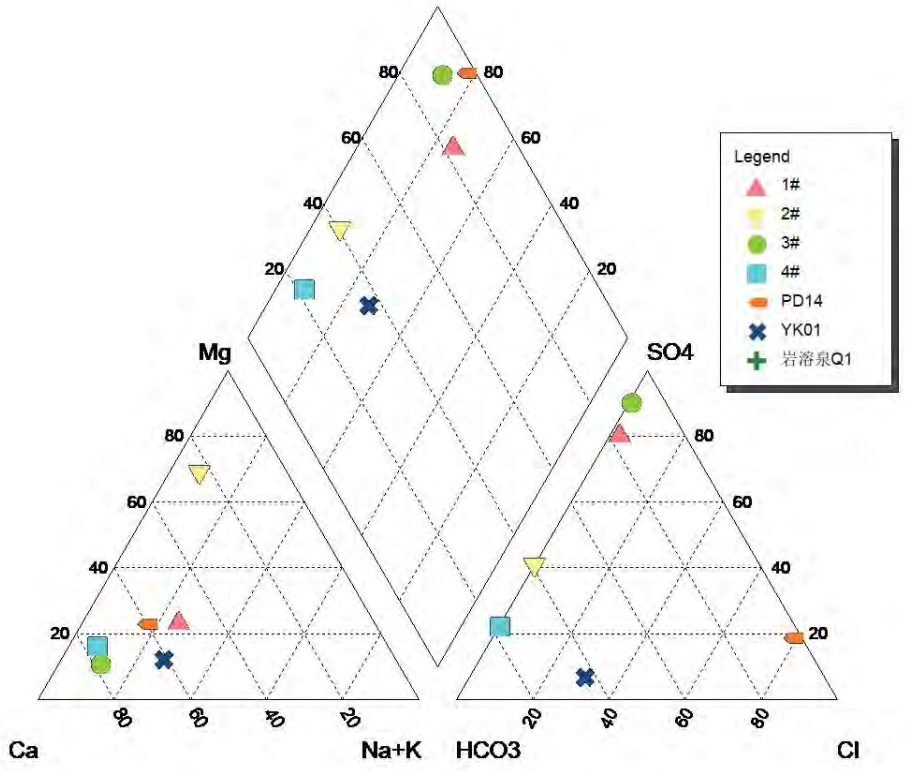


图 4.2-2　　工程区地下水 piper 三线图

4.2.3.6　地下水出露点基本情况及与工程关系

根据泉点分布图（图 4.2-3）可知，本工程项目区范围内出露了 10 个泉点，其中 Q2-1、Q2-2、Q3、Q4、Q5、Q6 位于坝址区上游的玉曲河左岸，同时 Q2-1、Q2-2，位于卡树冲沟内；Q1 位于坝址区上游的玉曲河右岸；Q7、Q8、Q9 位于引水隧洞沿线两侧，具体如下：

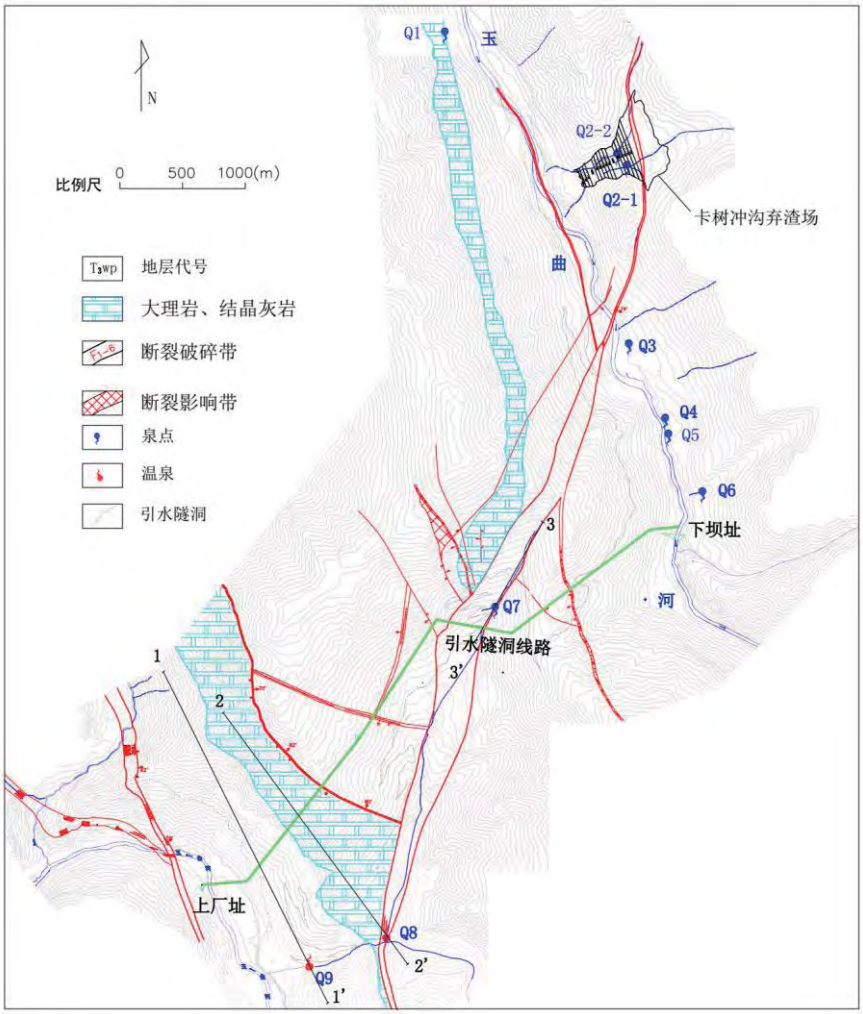


图 4.2-3　　项目区泉点分布图

①泉点 Q1：Q1（泉口高程 2900m）属岩溶大泉，位于玉曲河右岸库区的陡坡上，距引水隧洞北侧约 4.5km，估测流量为 2000L/s，泉水出露后犹如瀑布一般向下排泄至玉曲河中，根据现场调查，该泉常年不断，冬季流量稍有减少，该泉出露于大理岩与板岩的接触带，高于河水水位约 70m，该泉后部汇水面积较小，地表径流条件好，大理岩厚度约 200-300m 左右，呈北西向条带状夹与板岩之间。根据该泉点流量及周边水文地质条件分析，其补给区主要为泉水南北两侧方向的大理岩区补给，沿大理岩走向发育的岩溶管道流在冬水出露（其中主要以北侧为主，根据区域地质报告，其在北侧玉曲河右岸雪山一带大理岩分布面积较大，向南只延伸至闹中沟且分

布面积不大），其次为西侧地下水含水层和大气降水的补给。

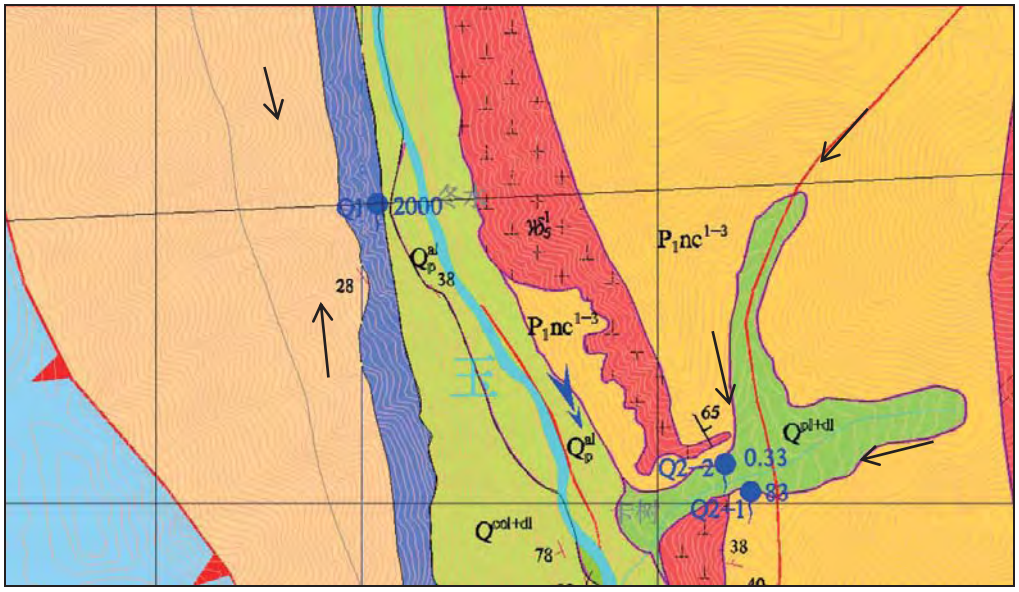


图 4.2-4　　Q1、Q2 平面分布图

②泉点 Q2：Q2-1、Q2-2（泉口高程 3000m、3020m）属构造裂隙型泉，出露于玉曲河左岸卡树冲沟斜坡处，该泉位于闹中断裂带附近，两侧地层为纳错组变质砂板岩夹灰岩、大理岩，Q2-1 流量 83L/s、Q2-2 流量 0.33L/s，综合泉流量较大等因素，认为该泉点为岩溶断层泉，经断层作为导水通道运移至卡树村上游，其补给区位于卡树村北部高山区。

③泉点 Q3：Q3（泉口高程 2813m）属于第四系孔隙水，出露于玉曲河左岸中漂卵石土中，流量 0.05L/s，位于玉曲河左岸的斜坡上，上游无断裂带通过，主要由大气降水及上游地表水补给。

④泉点 Q4 和 Q5：Q4 和 Q5（泉口高程 2778m、2781m）属于构造裂隙水，出露于玉曲河左岸陡壁 P_1nc 的板岩中，该处由于地形的侵蚀，从而揭露了该层地下水含水层的潜水水面，地下水通过上游含水层及大气降水的补给，在潜水面处出露，最终直接排入玉曲河，根据现场调查了解，Q4 流量 0.66L/s、Q5 流量 0.83L/s，该泉常年有水，雨季时水量增加，但变化不大，推测其主

要接受上游含水层的补给，其次为大气降水补给，补给区位于东侧高山区。

⑤泉点 Q6：Q6（泉口高程 2875m）位于玉曲河左岸扎郎上沟的斜坡上，其主要受到大气降水补给及上游地下水含水层补给，通过在第四系混合土碎石块中的径流，最终在斜坡处出露，其补给区位于东侧高山区，Q6 流量 0.52L/s。

⑥泉点 Q7：Q7（泉口高程 2965m，位于引水隧洞北侧约 230m），属于第四系孔隙水，出露于沟谷砂卵石堆积层中，Q7 流量 0.78L/s，主要接受大气降水、雪水等入渗补给，地下水以顺坡向下径流经基覆界面潜流至出露点排泄至地表，补给区位于其北侧高山区等（如图 4.2-5）。

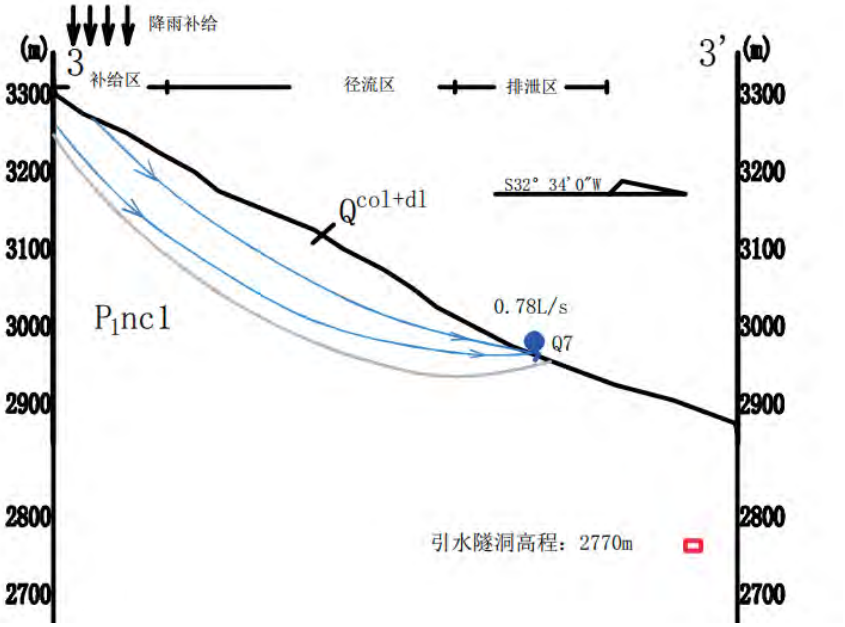


图 4.2-5　　Q7 补径排与引水隧洞关系剖面示意图

⑦泉点 Q8：Q8（泉口高程 2350m，温度 21°，位于隧洞南东侧约 1100m），属于构造裂隙水，位于闹中沟沟底，出露于闹中断裂与坡郎断裂交汇处及 T_3wp^4 的结晶灰岩区，泉水的矿化度明显高于附近地表水和地下水，阳离子主要为 Ca^{2+} Na^{+}，阴离子主要为 HCO^{3-} 、SO_4^{2-}，其中 SO_4^{2-}浓度为 641mg/L，远高于其他非温泉点，同时 Na^{+}浓度为 2.19mg/L，相较于温泉 Q9 101mg/L 低很多，两者同为温泉，为深循环水，但该泉点补给来源主要为岩溶水；闹

中断裂与坡郎断裂带中可见黄铁矿、碳酸盐岩。因此，分析这两处泉水为顺断层（闹中断裂和坡郎断裂）破碎带或断层西侧结晶灰岩渗流在闹中沟出露，温泉推测为接受岩溶水补给进行深部地下水径流，沿着侵入岩花岗闪长岩的断裂带和接触带上升而来，结合该区的平均地温梯度，推测其径流深度约为 500m，由于闹中沟底温泉出露处高程以上未见明流，且温泉流量 0.16L/s，流量较小，说明泉水补给量不大或渗流条件相对较差（如图 4.2-6）。

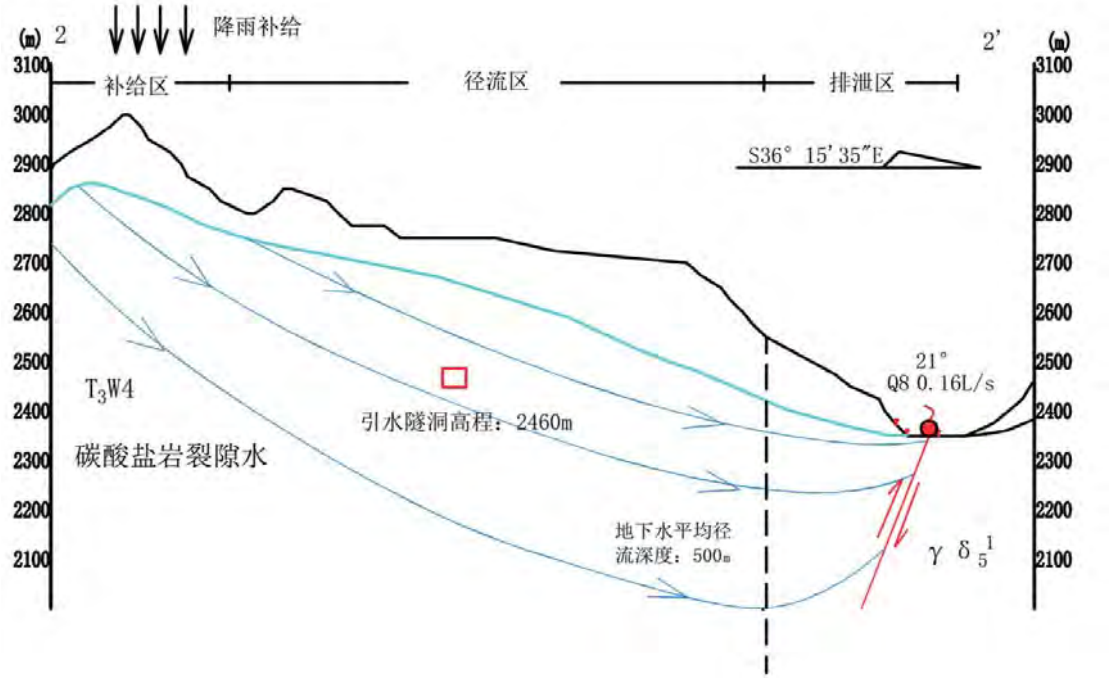


图 4.2-6　　Q8 补径排与引水隧洞关系剖面示意图

⑧泉点 Q9：Q9（泉口高程 2225m，温度 35°，位于隧洞南东侧约 800m），属于构造裂隙水，位于闹中沟沟底，出露于 Q8 的西南侧约 630m，泉水的矿化度明显高于附近地表水和地下水，阳离子主要为 Ca^{2+}、Ma^{2+}、 Na^{+}，阴离子主要为 HCO^{3-} 、SO_4^{2-}，其中 SO_4^{2-}浓度为 750mg/L，远高于其他非温泉点，同时 Na^{+}浓度为 101mg/L，相较于温泉 Q8 2.19mg/L 高很多，两者均为深循环水，但该泉点补给来源主要为 T_3wp^4的构造裂隙水；温泉接受构造裂隙水补给进行深部地下水径流，并于南部侵入岩处受阻，顺接触带附近的构造

裂隙和成岩裂隙向上排泄至地表，结合该区的平均地温梯度，推测其径流深度约为 800m，该泉点流量为 0.33L/s，流量较小，因此认为该泉地下水径流不够畅通（如图 4.2-7）。

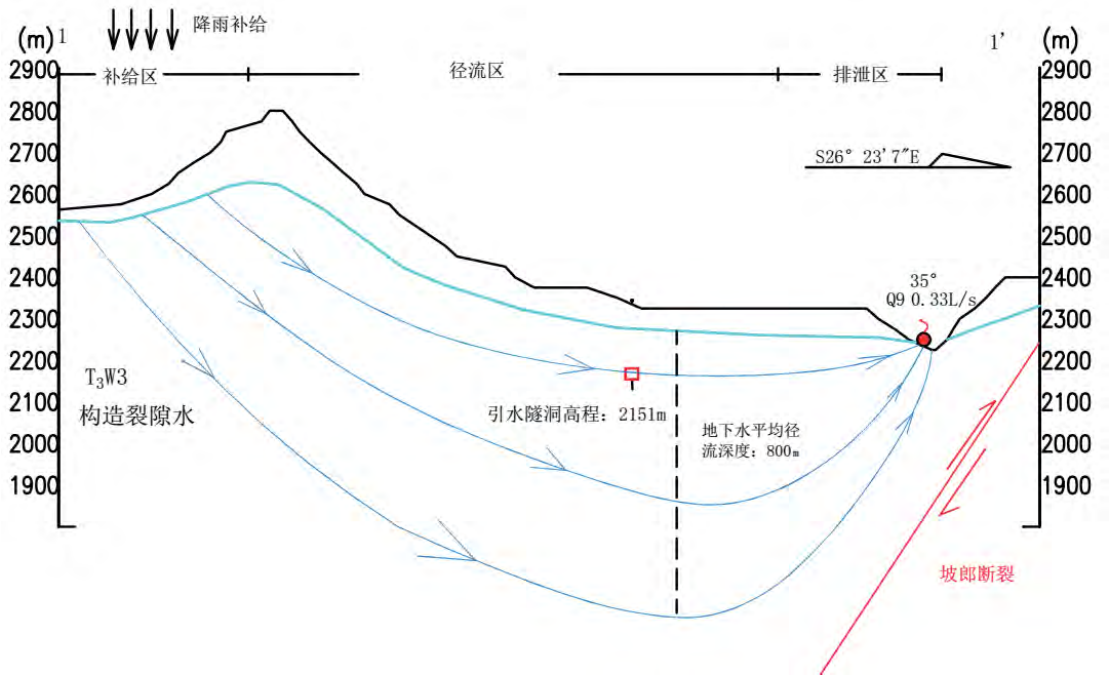


图 4.2-7　　Q9 补径排与引水隧洞关系剖面示意图

4.2.4　气候与气象

工程区位于青藏高原的东部，由于受南北平行岭谷及所处中低纬度地理位置等因素的综合影响，局部地区气候差异大，垂直变化显著。工程区属高原温带半干旱季风气候，具有冬季日照充足、寒冷干燥、多风而降雨少，夏季温和多雨、降水集中的特点。四季分明，无霜期短，年温差小而日温差大；降水量少，季节分布不均匀，干旱突出；日照充足，大阳辐射强烈，热量丰富且可利用率高；风大雪多，霜冻、冰雹等灾害性天气频繁。

根据玉曲中游河段左贡县气象站 1978～2010 观测资料统计，多年平均气温 4.6℃，极端最高气温 27.9℃，极端最低气温-23℃，1 月平均气温-5.1℃，7 月平均气温 13.1℃，11 月中旬左右开始结冰，至次年 4 月中旬

前后开始解冻；多年平均年降水量 451mm，最大 1d 降水量 41.9mm。历年最大年降水量 683.2mm（1987 年），最小 302.2mm（1983 年），降水主要集中在 6 月～9 月份，为 375.2mm，占全年的 83.2%；多年平均蒸发量 1654.5mm，年际变化不大，历年最大蒸发量 1879mm，最小 1442mm；多年平均气压 642hpa，多年平均相对湿度 55%，多年平均风速 1.4m/s，最大风速 10.4m/s，风向 NEN。年无霜期约 88 天，多年平均日照时数 2280h。

4.2.5 水文泥沙

（1）径流

扎拉水电站坝址设立的专用水文站，结合左贡站资料，共有 2008 年 7 月～2015 年 12 月实测资料，利用坝址实测资料直接与嘉玉桥～贡山区间径流建立相关并插补延长 1979 年 1 月～2008 年 6 月系列，推求扎拉坝址 1979～2015 水文年多年平均流量为 110m³/s，径流量 34.8 亿 m³，最大年平均流量 139m³/s，出现在 1991 年；最小年平均流量 68.7m³/s，出现在 2009 年，极值比 2.16，年际变化不大。扎拉水电站坝址径流年内分配见表 4.2-4。

表 4.2-4　　扎拉水电站坝址径流年内分配表

项目	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	年
流量(m^3/s)	82.5	190	228	214	178	109	70.8	57.9	45.1	43.9	46.5	53.1	110
径流(亿 m^3)	2.21	4.92	6.11	5.73	4.61	2.92	1.84	1.55	1.21	1.07	1.25	1.38	34.8
百分比（%）	6.35	14.2	17.6	16.5	13.3	8.39	5.27	4.46	3.47	3.08	3.58	3.96	100

（2）泥沙

玉曲河属山区性河流，位于雪域高原区，在径流补给中雪山融水、地下水占有较大比重，人类活动主要为游牧业，农业占比重低，水土流失不严重。玉曲河流域有左贡水文站 2008 年 7 月以来、扎拉坝址专用站 2013 年以来的泥沙资料，所在的怒江干流道街坝水文站开展了长期泥沙测验，

贡山水文站有2005年以来的悬移质泥沙资料，嘉玉桥站无泥沙测验资料。结合工程和水文站所在位置，本次泥沙分析采用左贡、贡山站实测资料进行分析。采用扎拉坝址站插补延长的1979～2015年输沙系列。其中，2014～2015年输沙率为实测值，2011年7月～2013年12月输沙率根据扎拉坝址站2014～2015年日平均输沙率～日平均流量相关关系插补，1979年1月～2011年6月根据扎拉坝址站2014～2015年月输沙率～月平均流量相关关系插补。根据计算成果，坝址1979～2015年多年平均输沙量为91.9万t，输沙模数108t/km^2·a，平均含沙量0.266kg/m^3，5～10月输沙量88.2万t，占全年的96.0%。其中推移质13.8万t。悬移质泥沙几乎全部集中在汛期，沙量比水量更加集中。

4.2.6 土 壤

工程区土壤分布以垂直地带性分布为主。垂直分布中，褐土主要分布在海拔2200～3800m高山峡谷的半山下及山间坝地，棕壤主要分布在海拔3600～4000m之间的区域，暗棕壤主要分布在海拔4000～4300m之间的区域，亚高山草甸土主要分布在海拔4200～4600m之间的区域。林线以上的高山带土壤，海拔一般在4200米至4300米以上，包括高山寒漠土、高山草甸土、亚高山草甸土，这些土壤一般产生周期性冻融，给高山土壤的发育带来一系列影响。

4.2.7 水土流失及水土保持

（1）区域水土流失现状

根据《全国水土保持规划（2015-2030年）》，本工程所在的左贡县和察隅县不涉及国家级水土流失重点防治区；根据《西藏自治区人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》，工程区所在的左贡县和察隅县属于西藏自治区水土流失重点治理区。

项目区内水土流失形式主要有冻融侵蚀和水力侵蚀，水力侵蚀强度以轻度～中度为主，间有部分强烈及以上侵蚀。造成水土流失的因素主要有自然因素和人为因素两个方面。区内气候、地形地貌、地质土壤、植被等自然因素条件较差，加上局部不合理的人类活动导致水土流失较为严重。

根据全国第一次水利普查资料，左贡县水土流失面积 7056.88km^2，其中冻融侵蚀面积 4384.67km^2，占国土面积的 37.45%；水力侵蚀面积 2672.21km^2，占国土面积的 22.83%。

察隅县水土流失面积为 7774.03km^2，其中冻融侵蚀面积 1577.48km^2，占国土面积的 4.98%；水力侵蚀面积 6196.55km^2，占国土面积的 19.57%。项目区各县水土流失面积统计表详见表 4.2-5。

表 4.2-5　　项目区各县水土流失面积统计表　　单位：km^2

县市	项目	侵蚀强度	面积	比例
左贡县	冻融侵蚀		4384.67	100%
	水力侵蚀	轻度	912.11	34%
		中度	971.36	36%
		强烈	483.6	18%
		极强烈	179.16	7%
		剧烈	125.98	5%
		小计	2672.21	100%
	水土流失面积合计		7056.88	
察隅县	冻融侵蚀		1577.48	100%
	水力侵蚀	轻度	1797.49	29%
		中度	2591.53	42%
		强烈	1219.08	20%
		极强烈	246.8	4%
		剧烈	341.65	6%
		小计	6196.55	100%
	水土流失面积合计		7774.03	

（2）工程区水土流失现状

项目所在地属于全国土壤侵蚀类型区划中的青藏高原冰川侵蚀区，容许土壤流失量为500t/km^2•a。根据《西藏自治区人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》，项目区属于西藏自治区水土流失重点治理区，水土流失类型有冻融侵蚀、风力侵蚀及水力侵蚀。项目区不同地类原生土壤侵蚀模数见表4.2-6。

表4.2-6　　项目区原生土壤侵蚀模数一览表

土地利用类型		土壤侵蚀模数（t/km^2·a）
耕地		4200
园地		3500
林地	＜5°	2340
	5°～15°	3290
	15°～25°	4710
	25°～35°	5700
草地		3980
住宅用地		4840
交通运输用地		4860
水域及水利设施用地		3540
其他用地		4260

（3）水土流失成因

项目区水土流失的因素有自然因素和人为因素两个方面。气候、地形地貌、地质土壤、植被等自然因素构成了水土流失发生的基础，不合理的人类活动则是水土流失的主导因素。

（4）水土保持现状

左贡县和察隅县水土保持工作经历了从单项治理到综合治理，从分散治理逐步发展到按小流域集中连片治理，从单纯治理转向预防为主，从防

护性治理转向开发治理，并逐步走上了科学化、规范化的轨道，治理工作取得一定成效。截至目前，左贡县累计完成坡改梯工程 133.6hm^2；营造水土保持林 742hm^2，其中乔木林 536.9hm^2，灌木林 205.1hm^2；营造经济林 45.9hm^2；种草 3760hm^2，实施封禁治理面积 3333.3hm^2；察隅县累计完成坡改梯工程 1083hm^2；营造水土保持林 2353.6hm^2（全为乔木林）；营造经济林 301.6hm^2。

4.3 生态环境

扎拉水电站环境影响评价工作开展较早，自 2010 年，长江设计公司开展了西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响工作，并委托华中师范大学、水利部中国科学院水工程生态研究所分别开展了陆生生态和水生生态专题研究工作。预可行性研究阶段，长江设计公司完成了《西藏玉曲河扎拉水电站预可行性研究报告》相关内容的编制工作，随后为配合工程可行性研究工作，华中师范大学、水利部中国科学院水工程生态研究所分别承担了《西藏玉曲河扎拉水电站环境影响评价陆生生态专题研究报告》和《西藏玉曲河扎拉水电站环境影响评价水生生态专题研究报告》的编制工作，并于 2013 年、2016 年、2017 年和 2018 年多次开展了陆生生态、水生生态现状调查工作。本次环境影响评价工作采用了历次调查成果。

4.3.1 陆生生态

4.3.1.1 调查时间、范围及方法

（1）调查时间

为满足西藏玉曲河干流水电规划环境影响评价工作需要，华中师范大学曾于2008 年 7 月-8 月对规划评价区进行了野外陆生生态调查。扎拉水电

站可研工作阶段，华中师范大学于2013年5月及2016年5月-6月两次对扎拉水电站评价区进行了调查。

（2）调查范围

调查范围包括水库淹没区、坝址工程区、厂址工程区、引水线路区、施工道路区和减水河段。

（3）调查方法

1）资料收集

收集整理评价范围及邻近地区的现有生物多样性资料，在综合分析现有资料的基础上，并结合本工程的特点，确定实地考察的重点区域及考察路线。

2）GPS地面类型及植被调查取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型图，现场核实判读的正误率，并对每个 GPS 取样点作如下记录：

①读出测点的海拔值和经纬度；

②记录样点植被类型，以群系为单位，同时记录坡向、坡度、土壤类型；

③记录样点优势植物以及观察动物活动的情况；

④拍摄典型植被外貌与结构特征。

3）陆生植物调查

在对评价区陆生植物资源历年资料检索分析的基础上，根据工程方案确定路线走向及考察时间，进行现场调查。实地调查采取样线调查与样方调查相结合的方法，确定评价区的植物种类、植被类型等，对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、经济植物和珍稀濒危植物，还采集了凭证标本并拍摄照片。对没有原生植被的区域采取样带调查，在重点施工区域（如坝址工程区、厂房工程区、施工道路等）以及植被状况良好的区域实行样方重点调查。

①考察路线选取

考察时以重点施工区域为中心，向四周辐射调查（枢纽建设区、引水隧洞和厂房区域、淹没区），同时对减水河段及支流两岸生境进行调查。通常采用线路调查与样方调查的方式进行，即在调查范围内按不同方向沿山路和河流选择几条具有代表性的线路进行调查，同时也在林中穿行，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进行样方调查。

②样方布点原则

植被调查取样的目的是要通过样方的研究准确地推测评价范围植被的总体，所选取的样方具有代表性，能通过尽可能少的抽样获得较为准确的有关总体的特征。在对评价范围的植被进行样方调查中，采取的原则是：

Ⅰ.尽量在重点施工区域（如坝址施工区等）、淹没线以下区域以及植被良好的区域设置样点，并考虑评价区布点的均匀性。

Ⅱ.所选取的样点植被为评价区分布比较普遍的类型。

Ⅲ.样点的设置避免对同一种植被进行重复设点。

Ⅳ.尽量避免非取样误差：避免选择路边易到之处；两人以上进行观察记录，消除主观因素。以上原则保证了样点的布置具有代表性，调查结果中的植被应包括绝大部分主要植被类型。

③样方调查内容

样方调查采用样地记录法，乔木群落样方面积为 20m×20m，灌木样方为 5m×5m，草本样方为 1m×1m，记录样方的所有种类，并利用 GPS 确定样方位置；评价区内共设 40 个样方。涵盖了针叶林、阔叶林、灌丛、草原等评价区常见且具有代表性的植被类型。

4）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，尤其是重点保护种类。调查方法主要有样线法、样点法、访问和资料查询。兽类主要采用现场环境调查，野外踪迹调查，包括：足迹链、窝迹、粪便，再结合访问调查及市场调查确定种类及数量等。鸟类主要采用样线法与样点法，根据生境类型及其面积的大小设计样线或样点，抽样强度高于 2%。样线法是沿着预先设计的一定路线，边走边进行观察，统计鸟类数量与名称，确定种类时借助望远镜。左右肉眼能见度为这个带状样方的宽度，乘上样线长度即是这个带状样方的面积。在无法设计样带的地方，则采用样点法：以一个中心点为圆心，调查周围能见距离内的鸟类数量与种类。两栖类与爬行类活动能力相对较差，调查时主要在有水域之处及其它适合其生存的生境中采用样点法，观察其种类与数量。从上述调查得到的种类之中，对相关重点保护物种进行进一步调查与核实，确定其种类及数量。对有疑问动物、重点保护动物尽量采集凭证标本并拍摄照片。

此外，在重点评价区域（如坝址区、厂址区、淹没区等）以及特殊区域（如植被好的路段）实行重点调查。

4.3.1.2 陆生植物

（1）植物区系

1）区系概况

评价区位于西藏自治区东南部，山高谷深，根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒，2011）一书对中国植物区系的划分，评价区植物区系组成上属东亚植物区，中国—喜马拉雅植物亚区，横断山脉地区，三江峡谷亚地区。

评价区属藏东南高原温带半干旱气候，气温年差较小，热量可利用率较高，加上复杂多样的自然地理条件，孕育了较为丰富的植物资源。通过对扎拉水电站工程评价区所涉及的玉曲河流域植物资源的实地调查，及所采集的植物标本鉴定，结合对评价区域内历年积累的植物区系资料的系统整理，得出该评价区主要维管植物共有 90 科 269 属 463 种，其中蕨类植物 9 科 12 属 16 种、裸子植物 4 科 9 属 14 种、被子植物 77 科 248 属 433 种。其维管植物总科数、总属数和总种数占西藏自治区维管植物总科数、总属数和总种数的 43.27%、21.38%和 8.03%。

2）区系特点

基于上述特征的分析，可以得出评价区植物区系具有以下特征：

① 评价区植物种类较为丰富

初步统计得出评价区共有维管植物 463 种，占西藏自治区维管植物总数的 8.03%，而评价区范围面积为 127251.81hm^2（1272.52km^2）仅占西藏自治区面积（120.223 万 km^2）的 0.11%，由此可见，评价区范围内植物种类相对来说较为丰富。

②评价区植物区系温带成分明显，占主导地位

评价区内温带性属共 151 属，占评价区非世界分布总属数的 69.59%。由此可以说明评价区植物区系以温带分布类型为主。其中温带分布类型中以北温带分布为主，北温带区系成分有 90 属，占温带分布类型属的 59.60%。作为温带区系的一部分，在本地区各种植物群落中都占有重要

地位。

③区系地理成分较为复杂

评价区野生维管植物256属包含15个分布区类型，植物属的分布区类型包含世界分布、热带分布、温带分布、中国特有分布 4 个大类。另外，本区系共有15种区系成分，各种地理成分相互渗透，也显示出该地区植物区系地理成分的复杂性。

（2）评价区植被概况

1）植被区划

根据《西藏植被》（中国科学院植物研究所，1988）一书对西藏植被分区的划分，评价区植被分区为亚热带植被地带，东亚亚热带常绿阔叶林地区，藏东高山峡谷旱谷刺灌丛区，横断山脉南部峡谷旱谷刺灌丛亚区，门工-东坝小区。

2）植被类型

按照《中国植被》和《西藏植被》中自然植被的分类系统，在样方调查的基础上，参考现有的资料和文献，根据群落的特征，将评价区植被划分为5个植被型组，10个植被型，29个群系。

（3）主要植被类型描述

1）自然植被

①森林

评价区内分布有大面积森林植被，包括针叶林和阔叶林。针叶林以常绿针叶林为主，主要由云杉属、松属的植物组成。其中绝大多数为建群种植物，在自然情况下组合成纯林或混交林，构成评价区主要的植被类型。阔叶林组成包括亚热带落叶阔叶林和亚热带硬叶常绿阔叶林两种，其中落叶阔叶林分布面积较小，且多为零星分布，主要为山杨群系。常绿阔叶林

以川滇高山栎群系为主，主要分布于针叶林林缘下缘，受人为干扰程度较大，群落林冠差异较大，其生活型为矮乔木林及灌木林。

a.川西云杉群系（Form. *Picea likiangensis var. balfouriana*）

川西云杉群系为评价区内的主要森林植被之一，主要分布在海拔3200～4000m之间，其适宜寒冷半湿润环境，主要分布于评价区山地的阴坡和半阴坡。

群落外貌一般为浅墨绿色，川西云杉树冠尖圆锥形，在评价区内一般高 15～28m，胸径 38～90cm，郁闭度 0.8 左右。乔木层种类较为单一。灌木层的盖度一般为 40%,种类较多,常见有川滇绣线菊、细枝绣线菊(*Spiraea myrtilloides*)、杜鹃(*Rhododendron* sp.)、柳(*Salix* sp.)、小檗(*Berberis* sp.）、栒子、峨眉蔷薇、悬钩子（*Rubus* sp.）等。草本层种类多，盖度40～80%，种类有苔草（*Carex* sp.）、蓼（*Polygonum* sp.）、粗齿冷水花（*Pileasino fasciata*)、蒿(*Artemisia* sp.)、野青茅(*Deyeuxia clarion*)、高原唐松草(*Thalictrum cultratum*)、钝裂银莲花(*Anemone obtusiloba*)、扇叶铁线蕨（*Adiantum flabellulatum*）、蹄盖蕨（*Athyrium* sp.）等。层外植物主要为忍冬（*Lonicera* sp.）。

b.高山松群系（Form. Pinus densata）

高山松在评价区内广泛分布，多位于海拔 2900m 以上区域。高山松有较强的耐土壤贫瘠和低温的能力，能够适应干燥、贫瘠、坡度较大的生态环境，并能形成群落。

高山松群系郁闭度 0.6～0.8，乔木高 6～12m，胸径多在 10～20cm 之间。灌木层盖度 40%左右，种类有峨眉蔷薇、小檗、绣线菊、栒子等。草本层盖度约 40%，主要植物有火绒草（*Leontopodium dedekensii*）、高原唐松草(*Thalictrum cultratum*)、青藏蒿(*Artrmisiaduthreuil-derhinsii*)、

早熟禾、香青（*Anaphalis* sp.）、秦艽（*Phlomis* sp.）、翠雀花（*Delphinium* sp.）、大头蒲公英（*Taraxacum calanthodium*）、绿绒蒿（*Meconopsis* sp.）等。层外植物主要为忍冬。

c.华山松群系（Form. *Pinus armandii*）

评价区华山松群系主要分布在评价区山体的阳坡或半阳坡，海拔为2800m以上，多呈块状分布，上限为川西云杉群系。

群落外貌黄绿色，林木稀疏、乔木层结构简单，郁闭度为 0.4～0.6，华山松高8～13m左右，胸径10～20cm左右，林下主要灌丛为小檗、栒子、茶藨子（*Ribes* sp.）等，灌木层的盖度 30%左右。草本层主要种类有马先蒿、尼泊尔酸模（*Rumex nepalensis*）、苔草、羊茅（*Festuca ovina*）、圆穗蓼（*Polygonum macrophyllum*）等，盖度50%～60%。

d.山杨群系（Form. *Populus davidiana*）

山杨群系在评价区多分布于海拔3000～3310m，多为针叶林破坏后形成的次生林。群落成带状或块状分布，较为稀疏，建群种较单纯，有的也混有白桦等树种，群落一般不高，仅 8～10m，胸径 8～15cm，郁闭度 0.6 左右。灌木层种类简单，主要有栒子、峨眉蔷薇、小檗等，盖度一般不超过40%；草本层盖度约 20%，主要种类有唐松草、银莲花（*Anemone* sp.）、老鹳草（*Geranium* sp.）、早熟禾、苔草、大头蒲公英及一些蕨类和伞形科的成分组成。

e.川滇高山栎群系（Form.*Quercus aquifolioides*）

川滇高山栎群系在评价区分布范围较小，主要在瓦堡村对岸山坡呈块状分布，多分布在评价区阳坡。

群落外貌一般呈黄绿色，呈波浪状，常独自成纯林。郁闭度达 0.4 左右，树高3～7m，胸径10～20cm。林下灌木稀疏，层覆盖度10%～20%左右，

主要以垫状迎春、绣线菊、小檗等组成。草本层植物也较贫乏，盖度一般在20%左右，主要成分有早熟禾、嵩草、马先蒿、苔草、杭子梢等。层外植物为忍冬等。

样方地点：坝址，N：28° 45'38.22"，E：98° 28'37.45"，海拔：2810m；扎拉营地附近，N：28° 45'50.69"，E：98° 28'33.92"，海拔2808m；引水隧洞上方，N：28° 45'37.02"，E：98° 28'8.53"，海拔：3084m。

②灌丛

评价区的灌丛分为常绿革叶灌丛、落叶阔叶灌丛，植物类型复杂，生态特性差异明显，由中生性程度不同的各种灌木为建群种，主要有杜鹃、栒子、垫状迎春、小檗、柳、白刺花（*Sophora davidii*）、雀梅藤（*Sageretiathea*）、云南土沉香（*Excoecaria acerifolia*）等为建群种，主要分布在林线以下至河谷区域。

a.康巴栒子群系（Form. *Cotoneaster sherriffii*）

本群系是评价区分布较为广泛的一类落叶灌丛，多分布在海拔2200～3000m间的阳坡和半阳坡，生境比较温暖。组成本群系的灌木层除康巴栒子（*Cotoneaster sherriffii*）建群种外，还有其他常见灌木，如：小檗、峨眉蔷薇、鸡骨柴（*Elsholtzia fruticosa*）、鬼箭锦鸡儿（*Caragana jubata*）、绣线菊、垫状迎春等，灌木层高1.0～2.5，覆盖30～50%。

草本层种类也较混杂，无明显优势种，盖度 40～60%，高 10～30cm，主要植物有大理白前（*Cynanchum forrestii*）、多刺天门冬（*Asparagus myriacanthus*）、早熟禾（*Poa sp.*）、委陵菜（*Potentillachinensis*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、毛莲蒿（*Artemisia vestita*）、火绒草（*Leontopodium sp.*）、马蹄黄（*Spenceria ramalana*）、黄芪（*Astragalus*

sp.）、苔草（*Arthraxon hispidus*）、珊瑚苜蓿（*Corallodis cuscordatulus*）、双花堇菜（*Violabiflora*）等。

样方地点：大坝左岸上游滩地弃渣场，N：28°46'35.10"，E：98°28'15.85"，海拔：2813m。

b.绣线菊灌丛（Form. *Spiraea* sp.）

该群系在评价区内分布较广，灌木层盖度50～70%，高度在1.5m左右，以绣线菊（*Spiraea* sp.）占绝对优势，伴生的种类以中生的灌木和草本植物为主，灌木层伴生种主要有有川滇高山栎（*Quercusa quifolioides*）、小檗（*Berberis* sp.）、峨眉蔷薇（*Rosaomeiensis*）、柳、杜鹃、康巴栒子等;草本层盖度不大,无明显优势种,层高20cm左右,以毛莲蒿（*Artemisia vestita*）为优势种，伴生种较少，有野葵（*Malva verticillata*）、苔草（*Arthraxon hispidus*）等。

样方地点：坝址，N：28°45'41.73"，E：98°28'34.57"，海拔：2857m;大坝左岸上游滩地弃渣场,N:28°46'35.10",E:98°28'15.85",海拔:2817m;闹中冲沟支沟弃渣场，N：28°44'0.91"，E：98°27'12.68"，海拔：2397m。

③草原

a.毛莲蒿群系（Form. *Artemisia vestita*）

该群系主要分布在评价区的河谷地区，一般在评价区林缘和灌木丛中以及路旁和荒地有一定面积的分布，群落建群种为毛莲蒿，盖度 50%左右，群落高50～60cm。群落常伴生有草地早熟禾（*Poa pratensis*）、羊茅、鹅绒委陵菜（*Potentilla anserina*）、长叶火绒草、高原毛茛、山蓼（*Oxyria digyna*）、蜈蚣草（*Pterisvittata*）、细柄粉背蕨（*Aleuritopterisgresia*）等。

样方地点：卡树沟弃渣场，N：28°47'22.52"，E：98°28'5.58"，海拔：

2974m；卡树石料厂，N：28°47'7.59"，E：98°28'7.18"，海拔：2940m。

b.山蓼群系（Form. *Oxyriadigyna*）

该群系主要分布在评价区的路旁和荒地处，群落建群种为山蓼，盖度40%左右，群落高约20cm。群落常伴生有伴生种有早熟禾（*Poaannua*）、蜈蚣草（*Pterisvittata*）、细柄粉背蕨（*Aleuritopterisgresia*）、委陵菜（*Potentillachinensis*）、毛莲蒿等。

样方地点：卡树沟弃渣场，N：28°47'22.52"，E：98°28'5.58"，海拔：2973m。

④草甸

草甸是以多年生中草本植物为主的植物群落，在地势高、气温低、多风和强烈的日照辐射作用下，草甸植物形成了许多适应此种环境的生态特性：植株低矮，甚至伏地生长，莲座型植物和体被绒毛的种类较多，以适应低温、多风的环境；植物地下部分发达，以贮存足够的养分，避免受到极端环境条件伤害、死亡；生长期短，多行营养繁殖，以减少在繁殖和发育中受低温环境的影响。

评价区内的草甸主要分布在电站下游的海拔4000-4800m的区域，以嵩草草甸为主，植被高度较为低矮，但覆盖度较高，可达80%，植物种类组成较为丰富，主要有嵩草、马先蒿、珠芽蓼、风毛菊、早熟禾、龙胆等。

5）人工植被

评价区为农牧区，农业植被以粮食作物为主。耕地主要分布在河边的阶地及洪积扇上，面积小，狭窄而不连续。粮食作物以青稞为主，其次还有小麦（*Triticum aestivum*）、豌豆（*Pisum sativum*）、蚕豆（*Viciafaba*）、马铃薯（*Solanum tuberosum*）等。蔬菜有白菜（*Brassicapekinensis*）、甘蓝（*Brassica oleracea*）、莴苣（*Lactuca sativa*）、萝卜（*Raphanus*

sativus)等。经济林木主要为核桃林(Form. *Juglansregia*)、石榴林(Form. *Punicagranatum*）等，这些经济果木多见于村落居民点附近，位于水分条件较好的河谷地带。

（4）植被分布特征

由于地貌、土壤、气候等因子的综合作用的影响，评价区植被在水平和垂直分布上呈现出一定的规律和差异。

1）水平分布特征

评价区气候特点为旱季干燥，雨季暖热而雨量较为充沛。受人为干扰程度的影响和河谷两岸、河流上下游地形地貌差异的影响，评价区植被水平分布表现出一定的差异性，但差异性很小。评价区玉曲河流向基本呈现南北流向，两岸植被分布差异很小。由于左岸具较多的缓坡地带，受人为活动的作用较大，有许多栽培植被，种植的有小麦、青稞、马铃薯、豌豆等农作物，向上依次为灌丛、阔叶林、针阔混交林、针叶林；右岸由于坡度较陡，植被较自然，向上依次为灌丛和草丛、阔叶林、针阔混交林、针叶林（图 4.3-1）。



图 4.3-1　　扎拉电站坝前左右岸植被分布（从下游往上游）

根据现场调查显示，坝址区植被主要有灌丛、阔叶林、针阔混交林、针叶

林以及小面积的农业植被；厂址区域附近植被以灌丛为主，其次为农业植被。



坝址区植被



厂址区域附近（扎史同石料场）植被

2）垂直分布特征

评价区地势起伏较大，受地势影响，评价区植被的垂直分布差异明显。同时，受地形地貌和人为活动的影响，不同河段植被的垂直分布规律不同。

①坝址工程区及淹没区

区域植被的垂直分布如图4.3-2所示：海拔3000～3800m，分布以高山松为主要建群种的针叶林；海拔 2900～3000m，分布以川滇高山栎为建群种的常绿阔叶林，间杂分布有小版块的山杨群系；2900m 以下区域，以灌丛和农业植被为主，灌丛有枸子、小檗、柳、绣线菊、毛球荛等灌丛，农业植被种植的有小麦、青稞、马铃薯、豌豆等农作物。

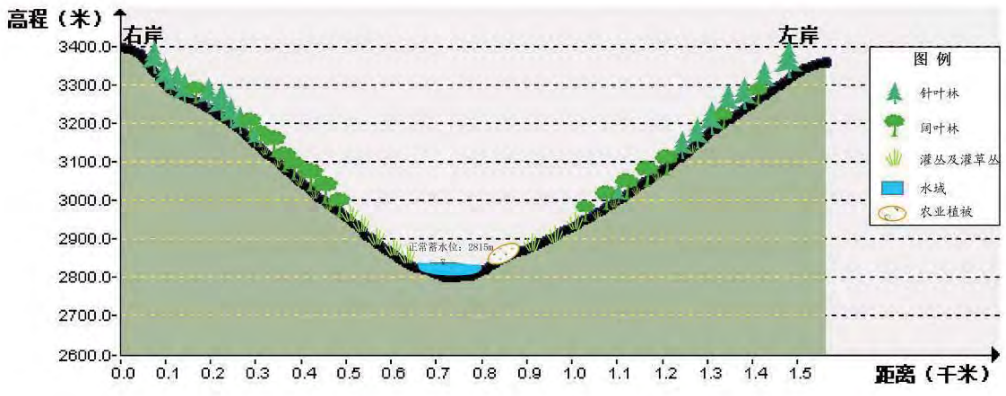


图 4.3-2　　扎拉电站坝前（淹没区）植被分布图

②减水河段区

区域植被的垂直分布如图4.3-3所示：海拔2800～4300m，分布以高山松为主要建群种的针叶林；海拔 2600～2800m，分布以川滇高山栎为建群种的常绿阔叶林，间杂分布有小版块的农业植被；2600m 以下区域，以灌丛和农业植被为主；4300m 以上区域以草甸和高山冰原植被为主。



图 4.3-3　　扎拉电站坝下减水河段植被分布图

③厂址工程区

区域植被的垂直分布为：河谷缓坡地带主要种植农作物以及经济林，农作物以小麦、马铃薯以及时令蔬菜为主；经济林以核桃林、石榴林为主。缓坡以上地带以灌丛为主，常见的有小檗、雀梅藤、垫状迎春、白刺花、绣线菊等灌丛，其次为以毛莲蒿为建群种的草丛群系相间分布其中。



厂址区植被

（4）药用植物资源

评价区药用植物资源较为丰富，以川贝母、冬虫夏草、松茸等为代表，这些药用植物是当地居民的经济来源之一。其分布受特殊类型的地势地形，气候、海拔等因素的影响非常明显。川贝母、冬虫夏草主要分布在评价区内海拔较高处的高山草地上，松茸主要集中于 3600～4000m 的高山的向阳坡面和半阳半阴坡的山脊。

冬虫夏草：冬虫夏草(Cordyceps sinensis)是蝠蛾属(Hepialus)昆虫幼虫被中国被毛孢(Hirsutella sinensis)真菌寄生后形成的一种虫生子囊真菌,近年的研究发现冬虫夏草菌能产生多种具有重要医学价值的生物活性物质。冬虫夏草多生于海拔 3500～5000m 的高山草甸或高山灌丛草甸的土层中，这些地区常年平均气温低，无霜期短，夏季雨水多，土层肥厚，主要建群种为莎草科嵩草属和苔草属及蓼科蓼属植物，如：珠芽蓼、圆穗蓼、尼泊尔蓼和百合科的川贝母等，有些地区还间有生长某些高山矮灌木，如蔷薇科的金露梅及多种杜鹃等，反映了高海拔青藏高原草甸带的植被景观。

贝母：贝母为百合科贝母属(*Fritillaria*)多种植物的鳞茎,是常用中药之一,味苦、性寒,有清热润肺、化痰止咳、散结等功能,用于热咳嗽,咯痰带血,瘰疬肿毒。其主要生长在海拔 4000～5000 米的高山灌木丛和高山草地上。每年 8、9 月份采挖。

松茸：松茸是一种纯天然的珍稀名贵食用菌类，被誉为“菌中之王”。目前全世界都不可人工培植。它长在寒温带海拔 3500 米以上的高山林地。研究证明，松茸富含蛋白质，有 18 种氨基酸，14 种人体必需微量元素、49 种活性营养物质、5 种不饱和脂肪酸，核酸衍生物，肽类物质等稀有元素。另含有 3 种珍贵的活性物质，分别是双链松茸多糖、松茸多肽和全世界独一无二的抗癌物质——松茸醇，是世界上最珍贵的天然药用菌

类。松茸秋季的8月上旬到10月中旬采集、食用。

（5）重点保护野生植物和古树名木

1）重点保护野生植物

根据《西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区总体规划(2017～2025)》，评价区内有国家Ⅰ级保护植物：云南红豆杉（*Taxus yunnanensis*），国家Ⅱ级保护植物樟树（*Cinnamomum camphora*）、澜沧黄杉（*Pseudotsuga forrestii*）、冬虫夏草（*Cordyceps sinensis*）、松口蘑（*Tricholoma matsutake*），主要分布于西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区内。另外，依据《国家重点保护野生植物名录（第一批）》（1998）和《西藏自治区重点保护植物名录修订》（马景锐等，2015），在对本工程坝址工程区、厂址工程区、水库淹没区等工程影响区的现场调查中，未发现上述及其他国家重点保护野生植物和西藏自治区重点保护植物的分布。

2）古树名木

对本工程影响区特别是坝址工程区、厂址工程区、水库淹没区等直接影响区和坝址下游区进行了现场调查，调查发现古树3种16株，其中藏川杨4株，核桃10株，光核桃2株。由于现场调查到的古树均未挂牌，因此上述古树的树龄均参考相应的文献资料进行估测。核桃古树树龄参考《云南核桃古树》来估测；光核桃古树树龄根据《林芝地区光核桃种群的年龄结构》一文中提到的光核桃种群年龄与基径的回归方程估算；藏川杨古树树龄参考《川西高原乡土杨树古树资源调查及保护对策》中的数据进行估测。

4.3.1.3 陆生动物

（1）区系分析

根据《中国动物地理》（张荣祖科学出版社，2011）的中国动物地理区划，评价区动物区划属于东洋界—西南区—喜马拉雅亚区—察隅-贡山省—东部热带山地森林动物群。本亚区包括喜马拉雅南坡及波密-察隅针叶林带以下地区。由于地处边陲，交通不便，动物学调查研究较少。本亚区自然条件的垂直变化非常明显，随海拔的不同，古北界和东洋界的成分作相应的变化。

（2）动物数量等级评价标准

为表示各类动物种类数量的丰富度，采用数量等级方法：对某动物种群在单位面积内其数量占所调查动物总数的 10%以上，用“+++”表示，该种群为当地优势种；对某动物种群占调查总数的 1～10%，用“++”表示，该动物种为当地普通种；对某动物种群占调查总数的 1%及以下，或仅 1 只，用“+”表示，该物种为当地稀有种。数量等级评价标准见表 4.3-1。

表 4.3-1　　动物资源数量等级评价标准

种群状况	表示符号	标准
当地优势种	+++	单位面积内其数量占所调查动物总数的 10%以上
当地普通种	++	单位面积内其数量占所调查动物总数的 1～10%以上
当地稀有种	+	单位面积内其数量占所调查动物总数的 1%及以下，或仅 1 只

（3）陆生动物现状

2013 年 5 月及 2016 年 5-6 月，对扎拉水电站工程评价范围内的动物资源现状进行了实地调查。调查过程中，根据线路特点，选择典型生境进行考察分析，重点调查了坝址工程区、淹没区、引水隧道施工区、电站厂房施工区、进场和场内交通、渣料场等工程直接影响区以及坝址下游区。在此基础上，查阅并参考相关著作和文献资料，对评价区的动物资源现状得

出综合结论。

根据实地考察及对相关资料进行综合分析，评价范围内共有陆生脊椎动物 4 纲 19 目 51 科 145 种；有国家Ⅰ级重点保护野生动物 7 种；国家Ⅱ级重点保护野生动物 21 种；西藏自治区Ⅰ级重点保护野生动物 8 种；西藏自治区Ⅱ级重点保护野生动物 26 种。

从陆生动物区系成分分析，评价区陆生脊椎动物以古北种较多。陆生动物区系组成中，东洋种 29 种，占评价区总种数的 20.00%；古北界种类 82 种，占评价区总种数的 56.55%；广布种 34 种，占评价区总种数的 23.45%。可见，评价区陆生动物区系特征，古北种占一定优势。

1）两栖类

①种类组成

根据实地调查及相关资料，评价区两栖动物有 1 目 3 科 5 种。评价区未发现国家级、自治区级重点保护两栖动物。因调查季节和时间影响，现场未发现活体，表中所列物种均为查询的文献记载。

②区系组成

评价区 5 种两栖动物均为古北种，无东洋种和广布种分布。

③生态类型

按照两栖类的生活习性，可将评价范围内的 5 种两栖类分为以下 3 种生态类型：

流溪型（在流动的水体中活动觅食）：包括西藏齿突蟾（*Scutiger boulengeri*）和刺胸齿突蟾（*Scutiger mammatus*）2 种，他们主要活动于评价区山涧溪流生境。

静水型（在静水或缓流中活动觅食）：包括中国林蛙（*Rana chensinensis*）和高山倭蛙（*Nanorana parkeri*）2 种，它们主要是在评价

范围内的池塘和水坑等静水水域中分布，与人类活动关系较密切。

陆栖型（在陆地上活动觅食）：包括西藏蟾蜍（*Bufo tibetanus*）1种，它们主是在评价范围内离水源不远的陆地上活动，与人类活动关系较密切。

2）爬行类

①种类组成

根据实地调查及相关资料，评价区爬行动物有1目3科3种。评价区未发现国家级、自治区级重点保护爬行动物；因调查季节、时间以及物种个体数量少等影响，动物种类多为查询文献记载。

②区系组成

评价区3种爬行动物中，东洋种有1种，占评价区爬行动物总种数的33.33%；古北种2种，占评价区爬行动物总种数的66.66%；无广布种。

③生态类型

按照爬行动物的生活习性，可将评价范围内的3种爬行类分为以下2种生态类型：

灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中）：包括草绿龙蜥（*Japalura flaviceps*）1种。主要活动于玉曲河河谷两岸灌丛、草丛、乱石等生境。

林栖傍水型（在山谷间有溪流的山坡上活动）：包括游蛇科、蝰科的所有蛇类，本评价区内有玉斑锦蛇（*Elaphe mandarinus*）和高原蝮（*Agkistrodon strauchi*）共2种。主要活动于评价区溪流及其周边植被相对丰富的区域，在河谷两侧灌丛、草丛、农田亦可见，但数量较少。

3）鸟类

①种类组成

根据实地调查及相关资料，评价区鸟类共有 98 种，隶属于 12 目 31 科。其中，以雀形目鸟类最多，共63种，占评价区鸟类总种数的64.29%。有国家Ⅰ级重点保护鸟类 5 种：金雕（*Aquila chrysaetos*）、白肩雕（*Aqfuila heliaca*）、胡兀鹫（*Cypaetus barbatus*）、斑尾榛鸡（*Bonasa sewerzowi*）和棕尾虹雉（*Lophophorus impejanus*）；国家Ⅱ级重点保护鸟类 13 种：黑鸢（*Milvusmigrans*）、苍鹰（*Accipiter gentilis*）、大鵟（*Buteo hemilasius*）、普通鵟（*Buteo buteo*）、高山兀鹫（*Gyps himalayensis*）、燕隼（*Falcosubbuteo*）、红隼（*Falco tinnunculus*）、大紫胸鹦鹉（*Psittacula derbiana*）、雕鸮（*Bubobubo*）、长耳鸮（*Asio otus*）、藏雪鸡（*Tetraogallus tibetanus*）、血雉（*Ithaginis cruentus*）和藏马鸡（*Crossoptilon harmani*）；自治区Ⅰ级重点保护鸟类 6 种：金雕、白肩雕、胡兀鹫、高山兀鹫、斑尾榛鸡和棕尾虹雉；自治区II级重点保护野生动物12种：黑鸢、苍鹰、大鵟、普通鵟、燕隼、红隼、血雉、藏马鸡、藏雪鸡、大紫胸鹦鹉、雕鸮和长耳鸮。在现场调查中，目击拍摄鸟类30种，包括棕颈钩嘴鹛（*Pomatorhinus ruficollis*）、大杜鹃（*Cuculus canorus*）、大紫胸鹦鹉、戴胜（*Upupa epops*）、家燕（*Hirundo rustica*）、金腰燕（*Cecropis daurica*）、白鹡鸰（*Motacilla alba*）、黄臀鹎（*Pycnonotus xanthorrhous*）、岩鸽（*Columba rupestris*）等。

②区系类型

按照区系类型分，将评价区内的鸟类分为 3 种区系类型：东洋种有 18 种，占评价区野生鸟类总种数的 18.37%；古北种有 53 种，占评价区野生鸟类总种数的54.08%；广布种有27种，占评价区野生鸟类总种数的27.55%。

③生态类型

按照各种鸟类的生境，可将评价区98种鸟类分为以下5种生态类型：

游禽（脚向后伸，趾间有蹼，有扁阔的或尖嘴，善于游泳、潜水和在水中掏取食物）：包括雁形目、鸻形目所有种类，本评价区内有赤麻鸭（*Tadorna ferruginea*）、普通秋沙鸭（*Mergus merganser*）和红脚鹬（*Tringa totanus*），共3种。主要活动于评价区玉曲河河面。

陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：包括鸡形目和鸽形目所有种类，本评价区斑尾榛鸡、高原山鹑（*Perdix hodgsoniae*）、黄喉雉鹑（*Tetraophasis szechenyii*）、藏雪鸡、血雉、棕尾虹雉、白马鸡、藏马鸡、雪鸽（*Columba leuconota*）、岩鸽、山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）、火斑鸠（*Streptopelia tranquebarica*）共 12 种。鸡形目其他种类和鸽形目种类分布范围较广，河谷两侧坡地农田、灌丛灌草丛生境至评价区外缘林地均有分布。

猛禽（具有弯曲如钩的锐利嘴和爪，翅膀强大有力，能在天空翱翔或滑翔，捕食空中或地下活的猎物）：包括隼形目和鸮形目的所有种类，本评价区有黑鸢、苍鹰、大鵟、普通鵟、金雕、白肩雕、高山兀鹫、胡兀鹫、燕隼、红隼、雕鸮和长耳鸮，共12种。其中隼形目种类分布范围广，河谷农田、灌丛灌草丛生境至评价区外缘林地均有分布，鸮形目种类主要活动于评价区植被较好的林地区域及林缘地带。

攀禽（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）：包括戴胜目、鹦形目、佛法僧目、鹃形目和鴷形目，评价区分布的攀禽有普通翠鸟、大紫胸鹦鹉、戴胜、三趾啄木鸟、灰头绿啄木鸟（*Picus canus*）、黑啄木鸟（*Dryocopus martius*）、四声杜鹃和大杜鹃共8种。佛法僧目和鴷形目种类多分布于河谷两岸及评价区内植被丰富的林地生境。

鸣禽（鸣管和鸣肌特别发达，一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢）：评价区分布的 63 种雀形目鸟类均为鸣

禽。其种类较多，各类群主要栖息生境各有不同，但总体上主要集中分布于评价区河谷及其支流两岸、村落或评价区外缘植被较为丰富的灌丛或林地生境，而河谷两侧的灌丛灌草丛生境分布较少。

④居留型

在71种鸟类中，留鸟69种，占评价区鸟类总种数的70.41%；夏候鸟20种，占评价区鸟类总种数的20.41%；冬候鸟3种，占评价区鸟类总种数的3.06%。旅鸟6种，占评价区鸟类总种数的6.12%。

4）兽类

①种类组成

根据实地调查及相关资料，评价区兽类共有5目14科39种。属于国家Ⅰ级重点保护野生兽类2种，为雪豹（*Unicia uncia*）和白唇鹿（*Cervus albirostris*）；国家Ⅱ级重点保护野生兽类的有8种，为黑熊（*Selenarctos thibetanus*）、水獭（*Lutra lutra*）、小灵猫（*Viverricula indica*）、马鹿（*Cervus elaphus*）、藏原羚（*Procapra picticaudata*）、斑羚（*Naemorhedus caudatus*）、鬣羚（*Capricornis sumatraensis*）和岩羊（*Pseudois nayaur*）；自治区Ⅰ级重点保护野生兽类2种：雪豹和白唇鹿；自治区Ⅱ级重点保护野生兽类14种，为赤狐（*Vulpes vulpes*）、藏沙狐（*Vulpes ferrilata*）、黑熊（*Selenarctos thibetanus*）、香鼬（*Mustela altaica*）、艾鼬（*Mustela eversmannii*）、水獭（*Lutra lutra*）、小灵猫、豹猫（*Felis. bengalensis*）、毛冠鹿（*Elaphodus cephalophus*）、马鹿、藏原羚、斑羚、鬣羚和岩羊。兽类均为访问调查或文献记载。

②区系类型

评价区的25种兽类中，有东洋种10种，占评价区兽类总种数的25.64%；古北种22种，占评价区兽类总种数的56.41%；广布种7种，占评

价区兽类总种数的17.95%。

③生态类型

根据评价区兽类生活习性的不同，可以将上述兽类分为以下5种生态类型：

穴居型（主要在地面活动觅食，栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：包括帕米尔鼩鼱（*Sorex buchariensis*）、长尾鼩鼱（*Soriculus nigrescens*）、灰麝鼩（*Crocidura attenuata*）、长尾大麝鼩（*Crocidura dracula*）、藏鼠兔（*Ochotona thibetana*）、川西鼠兔（*Ochotona gloveri*）、灰颈鼠兔（*Ochotona forresti*）、黑唇鼠兔（*Ochotona curzoniae*）、高原兔（*Lepus oiostolus*）、喜马拉雅旱獭（*Marmota Himalayana*）、中华姬鼠（*Apodemus draco*）、黄胸鼠（*Rattus flavipectus*）、大足鼠（*Rattus.nitidus*）、社鼠（*Rattus niviventer*）、白腹鼠（*Rattus coxingi*）、小家鼠（*Mus musculus*）、和藏仓鼠（*Cricetulus kamensis*）共17种。其中，兔形目、啮齿目仓鼠科和食肉目种类主要分布在评价区林地、灌丛等生境；啮齿目鼠科种类分布广泛，评价区各生境均有分布。

树栖型（主要在树上栖息、觅食的兽类）：包括红腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）、灰鼯鼠（*Petaurista xanthotis*）、小灵猫和豹猫（*Felis.bengalensis*）4种。主要分布于评价区外缘植被丰富的林地生境，在河谷两岸植被较好的林地、灌丛，村落亦有分布。

水栖型（主要在水边栖息、觅食）：该类型仅有水獭(*Lutra lutra*)1种。在评价区主要分布于西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区内湿地植被丰富的水域中。

半水栖型(在地面和水里活动)：评价区内有1种，即普通鼩鼱(*Sorex araneus*)，主要分布于评价区山涧溪流生境。

陆栖型（主要在地面活动）：包括赤狐、藏沙狐、黑熊、香鼬、艾鼬、猪獾和狗獾、野猪（*Sus linnaeus*）雪豹、毛冠鹿、白唇鹿、马鹿、藏原羚、斑羚、鬣羚和岩羊共16种。主要分布于评价区外缘植被丰富的林地及林缘灌丛生境。

5）重点保护野生动物

评价区陆生野生动物中，有国家Ⅰ级重点保护野生动物 7 种，为金雕、白肩雕、胡兀鹫、斑尾榛鸡、棕尾虹雉、雪豹和白唇鹿；国家Ⅱ级重点保护野生动物共21种，为：黑鸢、苍鹰、大鵟、普通鵟、高山兀鹫、燕隼、红隼、藏雪鸡、大紫胸鹦鹉、雕鸮、长耳鸮、血雉、黑熊、水獭、鬣羚和岩羊等。自治区Ⅰ级重点保护野生动物共 8 种，分别为金雕、白肩雕、胡兀鹫、高山兀鹫、斑尾榛鸡、棕尾虹雉、雪豹和白唇鹿；自治区Ⅱ级重点保护野生动物26种，分别为黑鸢、苍鹰、大鵟、普通鵟、红隼、燕隼、大紫胸鹦鹉、雕鸮、长耳鸮、血雉、赤狐、香鼬、黑熊、水獭、豹猫、毛冠鹿、鬣羚、岩羊等。

4.3.1.4 典型工程区生态环境现状

本项目典型工程区包括坝址工程区、厂址工程区、引水隧洞工程区、场内道路、施工营地、渣料场等。典型工程区的工程布置如图4.3-4所示。

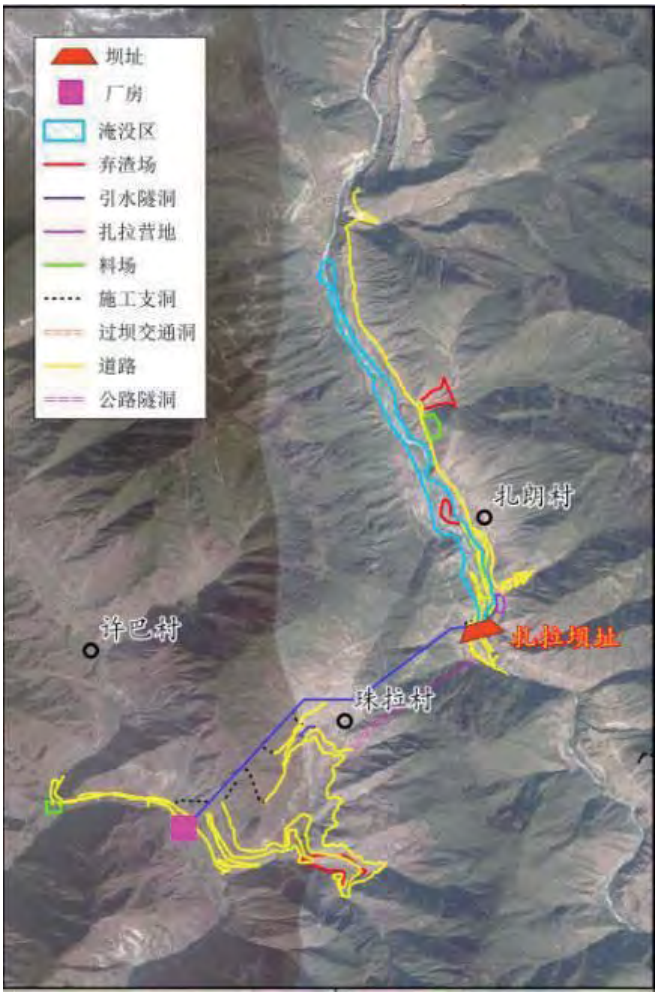


图 4.3-4　　典型工程布置图

（1）坝址区生态环境现状

坝址位于左贡县碧土乡扎郎村，距左贡县城约 136km，距昌都约 290km，距河口约 83km。坝址区布置有挡水建筑物、泄水建筑物、导流建筑物等。

根据现场调查结果显示，坝址区工程影响范围内植被主要以灌丛和草丛为主，组成灌丛植被的植物种类有绣线菊、小檗、毛球荛、云南土沉香等，还有受人为干扰呈灌木状的川滇高山栎；草本植物主要有毛莲蒿、头花香薷（*Elsholtzia capituligera*）、扭黄茅（*Heteropogon contortus*）、苔草、蜈蚣草、鸢尾（*Iris tectorum*）、苔草、野葵（*Malva verticillata*）、旱蕨（*Pellaea nitidula*）等。

该区域内分布的爬行类主要为灌丛石隙型种类，如草绿龙蜥；鸟类主要为生活在灌丛中的种类，主要为鸣禽，如大杜鹃、戴胜、大嘴乌鸦、紫啸鸫等；兽类以半地下生活型的小型种类为主，如藏仓鼠、高原兔、香鼬等。



坝址区生态环境现状

（2）厂址区生态环境现状

厂址位于察隅县察瓦龙乡珠拉村。厂址区植被以农业植被为主，种植农作物和经济林，农作物有小麦、马铃薯、玉米等；经济林主要为核桃林和石榴林。耕地旁植被以灌丛和草地为主，灌丛有峨眉蔷薇灌丛、小叶荆灌丛（Form. *Vitex negundo* var. *microphylla*）、仙人掌灌丛（Form. *Opuntiastricta* var. *dillenii*）、灰毛荛灌丛等，草地有毛莲蒿群系、藜群系（Form. *Chenopodium album*）等。

厂址占地范围内主要为农田和灌丛，生活于其中的鸟类和兽类种类比较多，鸟类主要是鸣禽和陆禽，如曙红朱雀、白眉朱雀、普通朱雀、高原山鹑、黄喉雉鹑、岩鸽、大杜鹃等;因为厂址附近有村庄分布，人为活动较多，兽类以啮齿目和食肉目居多，如社鼠、大足鼠、藏仓鼠、赤狐等。




厂址区生态环境现状

（3）弃渣场及表土堆存场生态环境现状

根据施工场地条件和工程弃渣的分布情况，扎拉水电站选择卡树冲沟弃渣场和闹中冲沟支沟弃渣场为主弃渣场，另在大坝上游左岸滩地布置容量较小的弃渣场。

1）大坝左岸上游滩地弃渣场（表土堆存场）

大坝左岸上游滩地弃渣场位于坝址左岸上游约 1.4km 的滩地上，蓄水前为临河型弃渣场，蓄水后为库区型弃渣场，堆渣容量约 40.4 万 m^3，占地面积 3.58hm^2，渣场顶面高程 2810m。

现场调查显示，大坝左岸上游滩地弃渣场植被较为稀疏，多为裸露石滩，分布的植被以灌丛为主，零星分布有川滇高山栎等乔木，伴生植物主要有雀梅藤、水柏枝（*Myricaria* sp.）、绣线菊、小檗、竹叶花椒（*Zanthoxylum armatum*）、益母草、酢浆草、双花堇菜、打碗花（*Calystegia hederacea*）、马先蒿、扭黄茅、垫状卷柏（*Selaginella pulvinata*）、蜈蚣草、细柄粉背蕨、老鹳草、茜草、疏花车前（*Plantago asiatica* subsp. *erosa*）、大理白前等。

该区域内分布的两栖类主要以陆栖型种类为主，如西藏蟾蜍；爬行类主要为灌丛石隙型种类，如草绿龙蜥和高原蝮等；鸟类主要为灌丛和农田中生活的陆禽和鸣禽，如高原山鹑、黄喉雉鹑、岩鸽、麻雀等；兽类主要

以灌丛和农田中生活的半地下生活型种类为主，包括藏仓鼠、高原兔、大足鼠、社鼠等。





大坝左岸上游滩地弃渣场（表土堆存场）生态环境现状

2）卡树冲沟弃渣场

卡树冲沟弃渣场位于坝址左岸上游约 3.0km 的卡树沟内，属于沟道型弃渣场，渣场占地面积 15.49hm^2，堆渣容量约 343.0 万 m^3，渣场顶面高程 3065m。

卡树冲沟弃渣场靠近扎郎村村委会，植被受人为干扰较大，且该区域土层较薄，石头裸露。现场调查显示，该区域植被以川滇高山栎林为主，但受人为干扰的影响川滇高山栎多呈灌木状。另外沟两侧分布有柳灌丛、小檗灌丛、绣线菊灌丛、峨眉蔷薇灌丛等。卡树冲沟阳坡植被以灌丛和草地为主，灌丛有绣线菊灌丛、小檗灌丛，草原主要为毛莲蒿半灌木草原；阴坡植被以川滇高山栎林为主，零星分布有小片的山杨林。

本区域中生活的野生动物中，两栖类主要为陆栖型的西藏蟾蜍和静水型的高山倭蛙；爬行类主要为林栖傍水型种类，如玉斑锦蛇，以及灌丛石隙型种类，如草绿龙蜥；鸟类有傍水型鸣禽，如白鹡鸰、金腰燕、北红尾鸲等，以及生活在灌丛中的鸣禽，如地山麻雀、鸲岩鹨等；兽类主要为半

地下生活型种类中喜在河谷生活的种类，大足鼠、香鼬等，以及灌丛中生活的种类，如藏仓鼠、高原兔。





卡树冲沟弃渣场生态环境现状

3）闹中冲沟支沟弃渣场及表土堆存场

闹中冲沟支沟弃渣场位于引水隧洞施工区闹中冲沟南支内，渣场占地面积13.14hm^2，堆渣容量约370.0万m^3，渣场顶面高程2515m。另外在渣场底部布置表土堆存场，堆场容量约3.00万m^3，顶面高程2355m。

闹中冲沟支沟弃渣场植被以灌丛为主，主要植被有雀梅藤灌丛、白刺花灌丛、小檗灌丛、绣线菊灌丛、垫状迎春灌丛、云南土沉香灌丛等。

该区域主要是山谷灌丛，两栖类主要有西藏蟾蜍和高山倭蛙，爬行类主要有玉斑锦蛇;鸟类生活的主要是陆禽和鸣禽，如高原山鹑、黄喉雉鹑、岩鸽、麻雀、黄臀鹎等；现场在此处拍摄到大紫胸鹦鹉。兽类主以灌丛和农田中生活的半地下生活型种类为主，藏仓鼠、高原兔、大足鼠、社鼠等。




闹中冲沟支沟弃渣场生态环境现状




表土堆存场生态环境现状

（4）料场生态环境现状

工程设有2处石料场，即卡树石料场和扎史同沟石料场；设有2处土料场，即扎朗上沟土料场和坝址右岸土料场，扎朗上沟土料场位于玉曲河左岸扎朗上沟北侧斜坡，坝址右岸土料场位于坝址右岸下游阶地。

1）卡树石料场

卡树石料场位于坝址上游玉曲河左岸卡树沟沟口，有简易公路通往坝址，距离约3.2km。料场规划开采范围为南北长约340m，东西宽约170m，高程2925m～3090m之间的山体。

根据现场调查显示，料场处植被以阔叶林和灌丛为主，由于该料周边

分布居民、道路、水渠等，受人为干扰较大，以川滇高山栎为建群种的阔叶林受人为干扰（主要是砍伐）表现出次生性，林相低矮，呈现灌木状。灌丛主要有小檗灌丛、绣线菊灌丛、白刺花灌丛等。

本区域中生活的野生动物：两栖类主要为陆栖型的西藏蟾蜍；爬行类灌丛石隙型种类，如草绿龙蜥；鸟类有傍水型鸣禽，如白鹡鸰、金腰燕、北红尾鸲等，以及生活在灌丛中的鸣禽，如山麻雀、鸲岩鹨等；兽类主要为半地下生活型种类中喜在河谷生活的种类，大足鼠、香鼬等，以及灌丛中生活的种类，如藏仓鼠、高原兔。




卡树石料场生态环境现状

2）扎史同石料场

扎史同沟石料场位于厂址下游玉曲河右岸扎史同沟沟口，沿玉曲河向上游至上厂址约 2.5km，无道路相通。料场为斜坡，南侧为玉曲河，东侧为扎史同沟，料场斜坡基岩大面积裸露，局部生长灌木。

根据现场调查结果，料场区域植被较为稀疏，植被组成较为单一，以灌丛植被为主，主要有垫状迎春灌丛、灰毛荛灌丛等，其间分布有伏地卷柏、珊瑚苣苔、扁枝石松、唐松草、老鹳草、粉背蕨等草本植物。

该区域内分布的野生动物：鸟类主要为生活在灌丛中的种类，主要为鸣禽，如鸲岩鹨、山麻雀、大朱雀、红胁蓝尾鸲等；兽类以半地下生活型

的小型种类为主，如藏仓鼠、高原兔、香鼬等。




扎史同石料场生态环境现状

3）土料场

土料场均位于坝址区附近，区域生态环境现状与坝址区现状相似。

（5）施工营地生态环境现状

本工程主要布置两个营地，大坝上游扎拉营地和地面厂房上游珠拉营地。扎拉营地规划布置在大坝左岸上游，通过 8#公路对外连接。珠拉营地规划布置在地面厂房上游。根据现场调查结果，扎拉营地区域植被以农业植被为主，其次为灌丛和草丛植被，其间零星分布有核桃、光核桃等乔木种类。农业植被主要种植小麦、青稞、荞麦、马铃薯、豌豆等农作物；组成灌丛的植物有垫状迎春、小檗、绣线菊、毛球荛等；草地植被以杂类草草丛为主，常见的植物有毛莲蒿、车前、荨麻、老鹳草、益母草、猪殃殃、婆婆纳、茜草、苔草、苔草、旱蕨等。

该区域主要是农田和灌丛，野生动物鸟类和兽类种类比较多，鸟类主要是鸣禽和陆禽，如曙红朱雀、白眉朱雀、普通朱雀、高原山鹑、黄喉雉鹑、岩鸽、大杜鹃等，兽类主要因附近有村庄，啮齿目和食肉目居多，如社鼠、大足鼠、藏仓鼠、赤狐等。




扎拉营地生态环境现状

珠拉营地区域植被也以农业植被为主，主要种植农作物和经济林，农作物以小麦为主；经济林为零星分布，主要分布于耕地旁，如核桃、石榴等；田缘植被以灌丛和草丛为主，灌丛有仙人掌灌丛、峨眉蔷薇灌丛等，草丛有白茅群系、蒿群系等。

该区域为基本为农田，植被以灌丛为主；鸟类主要是鸣禽和陆禽，如曙红朱雀、白眉朱雀、普通朱雀、高原山鹑、黄喉雉鹑、岩鸽、大杜鹃等，兽类主要在附近有村庄，啮齿目和食肉目居多，如社鼠、大足鼠、藏仓鼠、赤狐等。




珠拉营地生态环境现状

（6）场内道路及引水线路生态环境现状

扎拉水电站场内主要施工道路共计长约 32.86km，其中永久公路 22.38km（桥梁：310m/2 座，隧洞：2.92km/3 条），临时公路 10.48km（桥

梁：50m/1 座，隧洞：320m/1 条）。

引水建筑物主要由进水塔、引水隧洞、调压井及压力管道组成。进水口采用岸塔式，进水塔依次布置有拦污栅段、进口段及闸门段，顺水流向长度为 15.6m，垂直水流向长度为 22.2m，塔高 26.5m，建基面高程 2793.50m，底板顶面高程 2797.00m，塔顶高程为 2820.00m。引水线路首部中心高程为 2800.75m，末端中心高程为 2125.70m，总高差 675.05m。在平面上引水隧洞采用四机一洞布置，压力管道在上平段调压井后紧接引水隧洞。

根据《西藏自治区玉曲河扎拉水电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》（审定稿），场内道路为连接三个施工区，与三个工程区的生态环境现状相差不大，因此不再赘述。引水线路为隧洞的形式施工，5#公路也有一段隧洞施工。根据现场调查显示，隧洞上方植被以针叶林和阔叶林为主，针叶林为高山松林，阔叶林为川滇高山栎林。隧洞口植被多以灌丛为主，零星分布有川滇高山栎阔叶林。

场内公路和引水线路的动物现状，由于连接各个工程区，主要是兽类和鸟类，且鸟类和兽类的活动范围较广，具体的种类可以参考各个典型工程区的现状。



6#公路（扎郎村村委会）附近环境现状



5#公路（表土堆存场）附近环境现状



3#施工支洞附近环境现状



出水口生态环境现状



5#公路隧道出口生态环境现状



引水隧洞和5#公路隧道上方生态环境现状

4.3.1.5 淹没区生态环境现状

扎拉水电站水库正常蓄水位2815m，水库回水范围长度约为3.8km。根据现场调查，淹没区植被在水平分布上差异不明显，垂直分布差异明显。水库正常蓄水2815m淹没情况如图4.3-5所示。



图 4.3-5　　水库正常蓄水 2815m 淹没示意图

（1）陆生植物

电站建成蓄水后，处于淹没线下 2815m 以下区域的植被将被淹没。根据现场调查显示，淹没线以下植被以灌丛为主，主要有栒子、小檗、柳、绣线菊、雀梅藤、白刺花等灌丛。还有小面积农业植被分布，主要种植小麦、青稞、马铃薯、豌豆等农作物。另外零星分布有川滇高山栎等乔木，但多呈灌木状。根据现场调查显示，淹没线下植物均为评价区常见种，未发现国家重点保护植物和西藏自治区重点保护植物的分布。

（2）陆生动物

淹没区的植被以灌丛和农业植被为主，栖息于该区域的两栖爬行类较少，主要有西藏齿突蟾、中国林蛙、草绿龙蜥等；鸟类主要是一些与人类伴居和沟谷林缘型的种类，如大杜鹃、戴胜、金腰燕、白鹡鸰、喜鹊、大山雀等，偶尔也会有黑鸢、红隼等猛禽出现在淹没区上方；兽类包括红腹

松鼠、藏仓鼠、花面狸、野猪、社鼠等。



扎郎村



坝前淹没区



淹没区右岸



大坝左岸上游滩地弃渣场

4.3.1.6 减水河段生态环境现状

水库运行后，坝址至厂房之间将形成 59.2km 的减水河段，水文情势发生改变，进而对减水河段的生态环境产生一定的影响。根据本工程现状调查及 2013 年和 2016 年开展的玉曲河下游（扎拉坝址～河口河段）梯级电站和怒江流域综合规划的陆生生态调查成果，减水河段植被具有典型的垂直和水平分布特征。减水河段 180 度转弯上游植被和下游减水段植被有明显的差异。

（1）植被分布规律

1）减水河段 180 度转弯上游植被

减水河段 180 度转弯上游典型剖面植被分布如图 4.3-6 所示。现场调查显示，主要植被有高山松、川滇高山栎等组成的针叶林、阔叶林、

针阔混交林，分布于 2800-4400m 海拔范围内，海拔 2800-3200m 区域以川滇高山栎阔叶林为主，局部分布有高山松针叶树种，形成针阔混交林，3200 以上区域为针叶林，主要有高山松、川西云杉等；灌丛主要分布于海拔 2800m 以下区域，灌丛植被有绣线菊群系、毛球荛群系等；沿河两岸海拔较低的缓坡主要种植农作物，以青稞为主。河滩植被较为稀疏，常见的有水柏枝、雀梅藤等灌木。林线以上区域为高山灌丛草甸带和高山冰缘植被。

从植被的垂直分布规律上来看，减水河段 180 度转弯上游植被与坝址区植被类似。

2）减水河段 180 度转弯下游植被

减水河段 180 度转弯下游植被相比于上游植被，两岸植被从植被类型上看具有明显的干热河谷植被特征，植被以灌丛为主。主要分布的灌丛有清香木灌丛、仙人掌灌丛、白刺花灌丛、云南土沉香灌丛、雀梅藤灌丛、灰毛荛灌丛等。村落附近主要分布农业植被，主要种植核桃、青稞、马铃薯等。分布在干热河谷两侧的灌丛，种类上一般无阴阳坡的区别，但盖度和生长情况表现出一定的区别。干热河谷灌丛带以上，在海拔 3000-3200m 左右，随着环境条件的渐趋湿润，峨眉蔷薇、绣线菊、川滇高山栎、各类杜鹃等灌丛出现且比例增加，表现出干热河谷向森林带过渡的性质。3200m 以上分布有森林植被，并表现出阴阳坡植被类型的明显区别。其中阳坡为川滇高山栎群系、高山松群系等；阴坡为山地暗针叶林带，建群种为川西云杉群系等。林线以上是高山灌丛草甸带，灌丛和草甸分别分布于山地的阴阳坡。

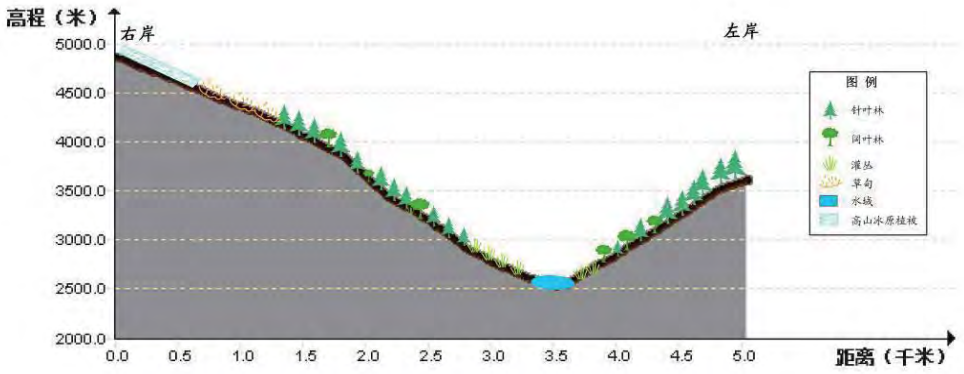


图 4.3-6　　减水河段 180 度转弯上游典型剖面植被示意图

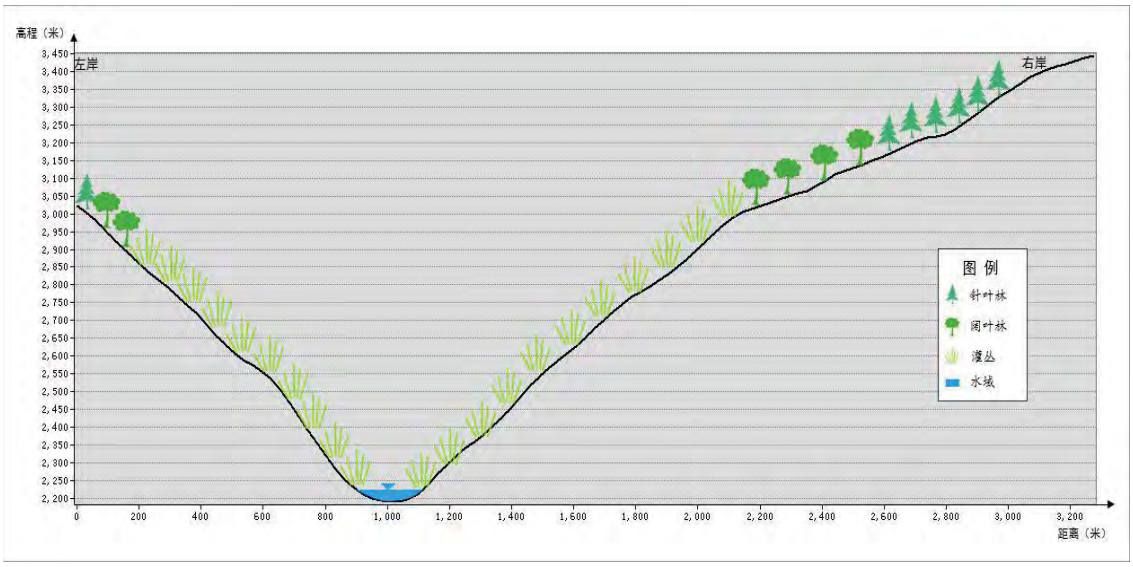
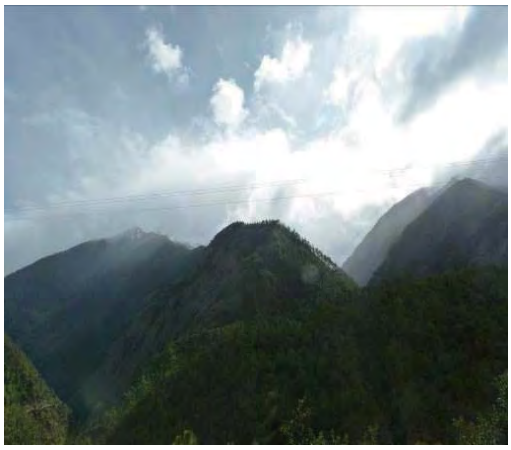


图 4.3-7　　减水河段 180 度转弯上游典型剖面（瓦堡村附近）植被示意图





减水河段 180 度转弯上游环境现状（坝址下游）




减水河段 180 度转弯下游环境现状（瓦堡村段）

（2）陆生植物

根据实地调查及相关资料，减水河段维管束植物共有 78 科 229 属 419 种，其中蕨类植物 6 科 8 属 12 种、裸子植物 4 科 8 属 13 种、被子植物 68 科 213 属 394 种。减水河段地处高山峡谷区，一般河谷较为狭窄，河漫滩不甚发育。河谷由于受下沉气流的作用和内陆峡谷的气候效应，河谷显得较为干燥，河谷和河滩植物种类组成较为简单，且多为一些耐干旱的植物种类，主要的植被种类有清香木、白刺花、毛球荛、柳、垫状迎春、头花香薷、灰毛荛、扭黄茅、小檗等，盖度较低。

根据现场调查和利用上述已有的调查成果，减水河段国家重点保护植物有云南红豆杉、澜沧黄杉、樟、冬虫夏草、松口蘑。另外，根据现场调查结果，减水河段分布有 8 株核桃古树，均位于甲朗村。

根据现场调查，减水河段分布的主要植被类型如表 4.3-2。

1）针叶林

减水河段的针叶林为常绿针叶林，包括高山松群系、川西云杉群系和华山松群系。针叶林主要分布于海拔 3200m 以上区域，林相较为整齐，长势良好。多数情况下为纯林，偶组合成混交林。

2）阔叶林

表 4.3-2　　减水河段主要植被类型

植被类型	典型群系
针叶林	高山松群系
	川西云杉群系
	华山松群系
阔叶林	川滇高山栎群系
	山杨群系
灌丛	杜鹃群系
	栒子群系
	小檗群系
	白刺花群系
	清香木群系
	云南土沉香群系
	仙人掌群系
	垫状迎春群系
草甸	嵩草群系
人工植被	核桃、石榴等果木林；青稞、豌豆等农作物

减水河段的阔叶林包括落叶阔叶林和硬叶常绿阔叶林 2 种，其中落叶阔叶林大多呈片状或块状分布，大面积的连续分布的落叶阔叶林较少，主要为山杨群系。硬叶常绿阔叶林在减水河段分布较为广泛，以川滇高山栎群系为主，但川滇高山栎受人为干扰较为严重，多呈现灌木状，林相较低矮，林下灌木种类较多。

3）灌丛

灌丛植被在减水河段极为常见，也是减水河段河谷两岸主要植被类型，分布于林缘以下至河谷区域，受气候因素和认为干扰影响较大，在减水河段总的植被构成中所占份额较大。组成灌丛植被的种类较多，主要种类有清香木、杜鹃、白刺花、云南土沉香、小檗、栒子、仙人掌等。灌丛的物种组成中优势种不是很显著，林相不整齐，灌丛植被盖度较低。

4）草甸

草甸植被类型在减水河段内分布海拔较高，分布于针叶林林线以上区

域，植物种类较为单一，以莎草科、蓼科植物为主。

5）人工植被

减水河段的人工植被主要分布于村庄周围，河谷两岸海拔较低且缓坡处，在减水河段分布面积较小，所占比重较小，为单一的旱地类型。以种植农作物和经济果木林为主，农作物主要有青稞、马铃薯等，经济果木林主要种植核桃、石榴等。

4.3.1.7 生态环境质量现状

（1）生物量现状

工程评价范围内各生态类型生物量状况见表 4.3-3。

表 4.3-3　　评价范围内各生态类型的生物量

生态类型	代表植物	面积（hm^2）	占评价区总面积（%）	平均生物量（t）	生物量（t×105）	占评价区总生物量（%）
针叶林	高山松、云杉等	27594.90	21.68	149.97	41.38	47.41
阔叶林	川滇高山栎、山杨、藏川杨等	25768.62	20.25	151.27	38.98	44.65
灌丛	小檗、绣线菊、枸子、雀梅藤等	11684.54	9.18	35.17	4.11	4.71
草丛	毛莲蒿、嵩草等	10234.15	8.04	22.39	2.29	2.62
农作物	小麦、青稞、马铃薯	4380.84	3.44	6	0.26	0.30
河流水域	淡水藻类	2216.97	1.74	12	0.27	0.30
总计		81880.02	64.34	——	87.29	100.00

注：1）表中未包括建筑用地和未利用地和雪山面积 45371.79hm^2，占评价区面积的 35.66%。

2）平均生产力值来源于《青藏高原自然植被总生物量的估算与净初级生产量的潜在分布》、《青藏高原主要植被类型生物生产量的比较研究》、《我国森林植被的生物量和净生产量》等文献。

评价区植被类型以针叶林、阔叶林、灌丛、草丛和农作物为主，总生物量为 87.29×10^5t。其中，针叶林面积为 27594.90hm^2，占总面积的 21.68%，总生物量 41.38×10^5t，占评价区总生物量的 47.41%；阔叶林面积为 25768.62hm^2，占总面积的 20.25%，总生物量 38.98×10^5t，占评价区总生物量的 44.65%；针叶林和阔叶林为评价区主要的植被类型和生物量组成来源；灌丛面积为 11684.54hm^2，占总面积的 9.18%，总生物量 4.11×10^5t，占评价

区总生物量的 4.71%；草丛面积为 10234.15hm^2，占总面积的 8.04%，占评价区总生物量的 2.62%；农作物和水域所占面积比例较小，分别仅占评价区总面积的 3.44%和 1.74%。

（2）景观生态体系质量现状

在自然体系等级划分中，评价区属于自然景观生态系统，其景观生态系统主要有森林生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农业系统及城镇/村落生态系统相间组成。

评价范围模地主要采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类拼块的优势度值（D_o），优势度值大的就是模地，优势度值通过计算评价范围内各拼块的重要值的方法判定某拼块在景观中的优势。

优势度值（D_o）=｛（R_d+R_f）/2 + L_p｝/2×100%

密度（R_d）＝嵌块 i 的数目/嵌块总数×100%

频度（R_f）＝嵌块 i 出现的样方数/总样方数 ×100%

景观比例（L_p）=嵌块 i 的面积/样地总面积 ×100%

在卫片解译的基础上，结合现有资料，运用景观法即以植被作为主导因素，并结合土壤、地貌等因子进行综合分析，将评价区内土地利用格局的分为林地、草地、耕地、水域和建筑用地等 5 种拼块类型，运用上述参数计算评价范围内各类拼块优势度值，其结果具体见表 4.3-4。

表 4.3-4　　评价范围各类斑块优势度值表

斑块类型	Rd（%）	Rf（%）	Lp（%）	Do（%）
林地	55.15	52.87	51.11	52.56
草地	15.06	14.32	8.04	11.37
耕地	8.00	4.95	3.44	4.96
水域	5.39	2.32	1.74	2.80
建设用地	3.20	0.98	0.47	1.28
其他用地	13.20	27.41	35.18	27.74

根据上表分析表明：评价区内拼块类型中以林地、灌草地和耕地为主。在评价区内各拼块的优势度值中，林地的优势度 Do 值最高，达 52.56%，其密度 55.15%，频度 52.87%，景观比例 51.11%，均高于其他斑块类型，说明林地是评价区内的模地，是本区域内对景观具有控制作用的生态体系部分。

（3）土地利用现状

评价范围内土地利用现状调查是在卫片解译的基础上，结合现有资料，运用景观生态法即以植被作为主导因素，并结合土壤、地貌等因子进行综合分析，将土地利用格局的拼块类型分为林地、灌草地、耕地、水域、建筑用地等 5 种主要景观型。统计情况见表 4.3-5。

表 4.3-5　　评价范围土地利用现状

拼块类型	面积（hm^2）	占评价范围（%）	数目（块）	斑块比例（%）
林地	65048.06	51.11	43091	55.15
草地	10234.15	8.04	11770	15.06
耕地	4380.84	3.44	6247	8.00
水域	2216.97	1.74	4208	5.39
建设用地	600.48	0.47	2504	3.20
其他用地	44771.31	35.18	10311	13.20
合计	127251.81	100	78131	100

从上表中可以看出：评价区土地总面积 127251.81hm^2，其中林地面积 65048.06hm^2，占总面积的 51.11%，所占比例最大；草地面积 10234.15hm^2，占总面积的 8.04%。耕地面积 4380.84hm^2，占总面积的 3.44%；水域 2216.97hm^2，占总面积的 1.74%；建设用地 600.48hm^2，占总面积的 0.47%。可见，评价区土地利用类型以林地为主。

4.3.1.7　生态系统现状

根据对沿线土地利用现状的分析，结合动植物分布和生物量的调查，对评价区的陆生生态环境进行生态系统划分，可分为森林生态系统、草地

生态系统、湿地生态系统、农业生态系统和城镇/村落生态系统。根据遥感解译数据，评价区内各生态系统面积见表 4.3-6。

表 4.3-6　　评价区各生态系统面积

生态系统类型	森林生态系统	草地生态系统	湿地生态系统	农业生态系统	城镇/村落生态系统
面积（hm^2）	65048.06	10234.15	2216.97	4380.84	600.48
所占百分比（%）	51.11	8.04	1.74	3.44	0.47

注：表中未包括未利用地面积 44771.31hm^2，占评价区面积的 35.18%。

（1）森林生态系统

森林生态系统是森林群落与其环境在功能流的作用下形成一定结构、功能和自调控的自然综合体。森林生态系统生物多样性丰富，生态功能突出。森林生态系统比地表其他生态系统更加具有复杂的空间结构和营养链式结构，这有助于提高系统自身调节适应能力。其生态服务功能包括光能利用、调节大气、调节气温、涵养水源、稳定水文、改良土壤、防风固沙、水土保持，控制水土流失、净化环境、孕育和保存生物多样性等几个方面。评价区内森林生态系统主要分布在玉曲河沿岸两侧 2900m 以上山地。评价范围内森林生态系统面积为 65048.06hm^2，占评价范围总面积的 51.11%。

组成森林生态系统的植被主要为森林植被，其次是灌丛和草丛植被。森林植被包括针叶林、阔叶林。其中，针叶林主要为高山松林、川西云杉林（Form.*Picea likiangensis* var. *balfouriana*）等，林下灌木种类以杜鹃属植物为主，林下草本植物种类较为丰富；阔叶林主要为川滇高山栎林和山杨林等，由于川滇高山栎林受人为干扰较大，林相不整齐，大部分区域呈灌木状分布，林下灌木种类较多，主要有小檗、垫状迎春、云南土沉香、绣线菊等，草本植物以杂类草为主。林下灌从主要有小檗灌丛（Form. *Berberis* sp.）、锦鸡儿灌丛（Form. *Caragana* sp.）、云南土沉香灌丛（Form. *Excoecariaacerifolia*）、峨眉蔷薇灌丛（Form.

Rosaomeiensis）等。

森林不仅为动物提供了大量的食物，也是防御天敌的良好避难所，因此森林生态系统中分布着丰富的动物资源。评价区内森林生态系统中生活的动物主要有：两栖类中生活在林下的陆栖型种类，如西藏蟾蜍和中国林蛙，生活在林下溪流中的流溪型种类，如西藏齿突蟾；爬行类中，生活在林下近水处的林栖傍水型种类，如玉斑锦蛇，以及灌丛中生活的灌丛石隙型种类，如高原蝮；鸟类中生活于林下的陆禽，如高原山鹑、黄喉雉鹑等，在森林上空觅食的猛禽，如黑鸢、普通鵟、大鵟红隼等，生活于林中的攀禽，如大杜鹃、戴胜、灰头绿啄木鸟、黑啄木鸟等，及鸣禽，如红眉松雀、大朱雀和普通朱雀等；兽类中生活于林下的部分半地下生活型种类，如中华姬鼠、社鼠、香鼬等，以及地面生活型种类，如赤狐、豹猫、毛冠鹿等，生活于森林中的树栖型种类，如赤腹松鼠。

（2）草地生态系统

草地生态系统在植被组成上来看，以草丛植被为主。草地生态系统相比森林生态系统的空间结构和营养链式结构简单，其生态服务功能主要有生产经营、涵养水域、保育土壤、固氮释氧、控制污染、净化空气、更新能源、减缓洪灾危险等几个方面。评价区内草地生态系统为10234.15hm^2，占评价范围总面积的8.04%。

评价区内的的草地生态系统内植被以草原和草甸为主，主要有毛莲蒿群系（Form. *Artemisia vestita*）、山蓼群系（Form. *Oxyria digyna*）、藜群系（Form. *Chenopodium album*）、蒿草群系（Form. *Kobresia* sp.）等。

评价区灌草地生态系统中生活的动物常见的有鸟类和兽类；鸟类主要有生活于林下的陆禽，如高原山鹑、黄喉雉鹑等，及雀形目的一些种。

（3）湿地生态系统

湿地生态系统虽没有明显的边界，但它内部组成经过长期协调演化和进化，特别是在食物网和食物链的作用下，相互之间具有了必然的内在联系，形成了一定的结构。评价区湿地生态系统面积为 2216.97hm^2，占评价区总面积的 1.74%。

评价区内的湿地生态系统主要为玉曲河干流及其支流。现场调查显示，评价区内玉曲河干流及其支流两岸多为岩石结构，滩涂少，滩涂处多为裸露的砾石，湿地植物种类较少，常见的有水柏枝、柳、苔草、尼珀尔酸模等。

湿地生态系统是很多野生动物的栖息、繁衍、迁徙、越冬等场所，是评价范围内野生动物的重要生境。分布的种类包括两栖类中生活于河流中的静水型种类，如高山倭蛙；鸟类中生活于河流边滩涂上的涉禽类，如红脚鹬。

湿地生态系统功能包括水供给功能、水产养殖功能、提供砂石矿产功能、提供土地资源、提供动植物产品等资源功能等；湿地植被固碳和湿地土壤固碳作用，固定 C 和释放 O_2、固定营养元素、保护土壤肥力；调节流量、控制洪水和净化污水的功能；调节小气候、提供生物栖息地等环境功能。

（4）农业生态系统

农业生态系统由一定农业地域内相互作用的生物因素和非生物因素构成的功能整体，人类生产活动干预下形成的人工生态系统。农业生态系统的主要生态功能体现在农产品及副产品生产，包括为人们提供农产品，为现代工业提供加工原料，以及提供生物资源等。评价区农业生态系统面积为 4380.84hm^2，占评价区总面积的比例为 3.44%。

评价区的农业生态系统主要分布在评价区玉曲河沿岸的缓坡地带、阶地，分布面积不大。农业生态系统分布的植被以农作物为主，根据现

场调查，主要有小麦、青稞、玉米、马铃薯、豌豆、荞麦等。农业生态系统属人工控制的生态系统，与人类伴居的动物多活动于此，如主要是鸣禽，如金腰燕、喜鹊和麻雀等；兽类中半地下生活型，主要为鼠类，如社鼠和大足鼠等。评价区的农业生态系统的生态功能主要是为人们提供农产品。

（5）城镇/村落生态系统

城镇/村落是一个高度复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别。城镇/村落生态系统的生态服务功能主要是提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产以及满足人类精神和物质生活需求的功能。根据现场踏勘结合遥感图片解译，评价区城镇/村落生态系统面积为 600.48hm^2，占评价区总面积的比例为 0.47%。评价区内的城镇/村落生态系统主要集中在扎郎村、珠拉村等。城镇/村落生态系统内的植被多为栽培植被，种类组成较为简单，多样性较低，且主要为靠近村落种植的一些时令蔬菜（大蒜、白菜等）和经济果木（核桃、石榴等）。且由于该系统中人类活动干扰较大，生活着一些适应与人类伴居的动物，主要是鸣禽，如金腰燕、喜鹊和麻雀等；兽类中半地下生活型，主要为鼠类，如社鼠和大足鼠等。

4.3.2 水生生态

4.3.2.1 调查时间、范围及方法

（1）调查时间与范围

在可研阶段，水利部中国科学院水工程生态研究所于 2013 年 4～5 月、7～8 月、2016 年 7～8 月及 2017 年 9 月开展了四次野外调查。为了进一步了解现状，2018 年 5～6 月进行了一次全面系统的补充调查。

调查范围为玉曲河干流和主要支流，玉曲河河口上下 5-10km 怒江江

段。

根据控制性、代表性原则，在干流及主要支流布设了18个水生生物调查断面，其中干流布设断面10个；重要支流6个；怒江干流玉曲河汇口上下各布置一个断面。断面布置见图4.3-8,采样点生境状况见4.3.2.2节。

玉曲河干流：1）左贡、2）普绒、3）扎玉、4）毕西、5）碧土、6）扎拉、7）甲郎、8）瓦甫、9）轰东、10）玉曲河口。

怒江干流：1）怒江玉曲汇口上（目巴村）、2）怒江玉曲汇口下（沙布村）。

玉曲河支流：1）大曲、2）呷牧荣曲、3）沙多曲、4）八弄沟、5）花巴沟、6）梅里拉鲁沟。

鱼类资源调查范围为玉曲河流域干支流、怒江干流。重点调查范围为左贡县至玉曲河河口的干流、玉曲河汇口附近怒江干流。

（2）调查内容方法

调查内容：在已有的调查资料基础上，调查扎拉水电站影响河段鱼类组成，重要鱼类种群状况，以及鱼类的栖息地、产卵场、索饵场及洄游通道等。

调查方法：按照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）、《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T 2.3-93）、《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T88-2003）、《环境监测技术规范》（国家环境保护总局 1986 年）、《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）、《水库渔业资源调查规范》（SL 167-96）、《内陆水域渔业自然资源调查手册》、《淡水浮游生物研究方法》进行采样和检测。

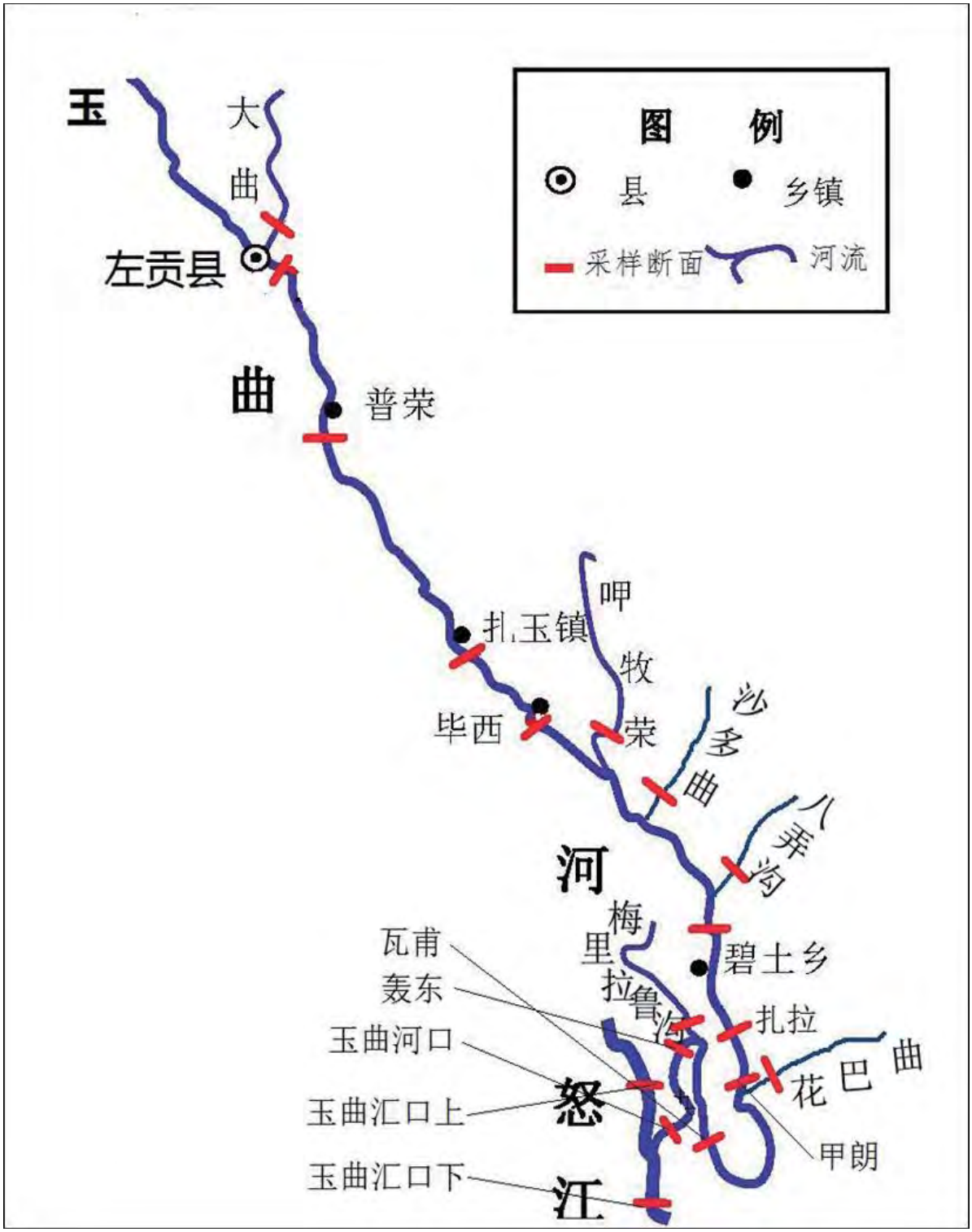


图 4.3-8　　水生生物采样断面布置示意图

从相关政府主管部门及专业单位收集玉曲河流域自然环境、社会经济发展和水生态环境以及渔业发展现状资料，调研集成相关研究成果；并通过实地踏勘、走访等方式，获取第一手资料。

浮游植物和浮游动物的定性样品分别用25#和13#浮游生物网采集，用鲁哥氏液和甲醛溶液固定保存，室内用体视显微镜和显微镜分别检测浮游植物、原生动物、轮虫、枝角类和桡足类种类。

浮游植物定量样品用2500ml有机玻璃采水器取上、中、下层水样，混合后取2000ml用鲁哥氏液固定，室内沉淀24小时，浓缩后保存待检。

底栖动物样品用D形踢网（kick-net）进行采集，用60目分样筛筛洗，进行挑拣，把底栖动物标本拣入标本瓶中，用7%的福尔马林溶液保存待检。

根据鱼类区系研究方法，在不同河段设置站点，对调查范围内的鱼类资源进行全面调查。采取捕捞、市场调查和走访相结合的方法，采集鱼类标本、收集资料、做好记录，标本用福尔马林固定保存。通过对标本的分类鉴定，资料的分析整理，编制出鱼类种类组成名录。

鱼类资源量的调查采取社会捕捞渔获物统计分析结合现场调查取样进行。采用访问调查和统计表调查方法，调查资源量和渔获量。向当地政府、渔业部门及渔民调查了解渔业资源现状以及鱼类资源管理中存在的问题。对资料进行整理分析，以判断鱼类资源状况。

走访沿河居民、农业部门和当地捕捞人员，并结合沿河鱼类产卵的历史记录，了解不同季节鱼类主要集中地和鱼类种群组成，结合鱼类生物学特性和水文学特征，分析鱼类“三场”分布情况，并通过有经验的捕捞人员进行验证。

4.3.2.2 采样点生境状况

调查范围为玉曲河左贡以下至河口河段。

玉曲自左贡县城以下逐渐进入峡谷段，两岸山体坡度多为45～70°V型峡谷，大于70°的山体较为多见，尤其在碧土乡以下河段，两岸山体几乎呈90度，山势险峻。峡谷段河道狭窄，河谷宽约40～60m，水面宽基本为30～40m（丰水期）。约230km的深切峡谷段，比降达8.5‰，礁石林立，水流湍急，急流险滩时常可见；碧土以上峡谷河段亦有小段稍宽河谷地势，河谷宽50～70m，河道亦常分汊，形成辫状河网，多回水区；江心洲、岸滩、高台地或缓坡地发育；险滩间亦有水势稍缓的深槽或水潭。峡谷段两岸山体、河岸植被状况非常好，多高大乔木和茂密灌丛，总体上比窄谷、宽谷段植被状况好得多，但峡谷段地质状况不稳定，经常出现滑坡和滚石现象。

玉曲河主要鱼类为裂腹鱼和高原鳅，裂腹鱼对产卵场一般没有特殊要求，其卵多沉性，需要砾石、沙砾底质，鱼类产卵后，受精卵落入石砾缝中，在河流流水的不断冲动中顺利孵化，有的裂腹鱼甚至在河滩的沙砾掘成浅坑，产卵于其中孵化。其产卵场多为水深3m以内的水流浅急的卵石、砾石、粗砂江心洲或长岸滩，满足以上条件的水域有峡谷河段扎玉镇以下N 29°12′ 1.4″ E98°06′ 52″处，数块较大的江心洲和滩地组成面积约为0.7km^{2}的产卵场；毕西以上N 29°08′ 3.7″ E98°12′ 7.5″处有面积约为0.14km^{2}的产卵场，沙多村N28°58'59.12" E98°23'35.02"处有面积约为0.01km^{2}小型产卵场。高原鳅繁殖场一般在急流和缓流交界处，底质也为砾石、卵石、粗沙砾的场所。符合以上条件的场所一般在支流与干流的交汇处，调查河段的各支流汇口都适宜高原鳅产卵繁殖。






碧土以下至怒江汇口91km河段山高谷深，河道坡降逐渐增加，水流速加大。碧土至莫得村 N 28°35'45.85"E 98°32'20.84"河段，基本是一个小型跌水连一小段平急河槽再连一个小型跌水，莫得村以下坡降又有所增加，经过两个大拐弯一直到汇口都是处于连续跌水态，几乎没有典型的江心滩、回水湾、深潭或深河槽。






（1）2013 年采样点生境状况

1）干流

①左贡

采样时间：2013 年 5 月 12 日 7 时 15 分，天气：晴。

经纬度：N29°40'1.09" E97°50'45.07"，海拔高度：3792 m。

透明度：100cm，水温：7.4℃，水色：浅蓝绿，流速：0.8～1.0 m/s，水深：0.5～1.0m，pH：8.4。

河岸周边：断面水面宽 60m，水道浅，约 3/4 为卵石底浅水道，水深 0.5m 左右，主河槽深 1.2m，四周 60～90°山体，植被尚好，多乔木。



②普绒

采样时间：2013 年 5 月 11 日 15 时 20 分，天气：晴。

经纬度：N29°28'52.34" E97°55'53.46"，海拔高度：3696m。

透明度：100cm，水温：10.9℃，水色：浅蓝绿，流速：0.3～0.6 m/s，水深：1.0m，pH：8.6。

河岸周边：断面水面宽 40m，浅水河道，卵石底质，河边薄层淤泥，左岸碎石、卵石岸滩，两岸 50～80°山体，植被一般，右岸山体稀疏乔灌木，有高台地，为村镇农田。左岸山体植被稍好，有成片乔木里生长。




③扎玉

采样时间：2013 年 5 月 11 日 13 时 45 分，天气：晴。

经纬度：N29°12'34.32" E98° 6'15.23"，海拔高度：3446 m。

透明度：80cm，水温：11.1℃，水色：浅绿，流速：0.6m/s，水深：＞2m，pH：8.5。

河岸周边：断面水面宽 60m，左侧卵石河滩，河道底质为卵石、砾石，水势平急。两岸 50°山体，植被一般，少量乔木，稀疏灌丛。




④毕西

采样时间：2013 年 5 月 11 日 11 时 30 分，天气：晴。

经纬度：N29° 5'39.18" E98°15'14.41"，海拔高度：3213m。

透明度：80cm，水温：12.2℃，水色：浅绿，流速：0.5～0.8 m/s，水深：＞1.5m，pH：8.8。

河岸周边：断面水面宽40m，卵石底质，河道两侧岸边有薄层淤泥底质，河道水势平急，两岸60～80°山体植被良好，多乔木林，河岸乔木生长茁壮。




⑤碧土

采样时间：2013年5月10日14时15分，天气：晴～多云。

经纬度：N28°49'1.83" E98°27'31.88"，海拔高度：2925m。

透明度：80cm，水温：10.6℃，水色：浅黄绿，流速：1.5～2.5m/s，水深：1.0～1.5m，pH：8.9。

河岸周边：断面水面宽30m，小型跌水段长200m，落差8m；主河道偏右，左侧为礁石、卵石、砾石、细沙岸滩，礁石间形成各式小水流态；两岸80～90°山体，右岸植被好于左岸，沟壑、石缝生长乔木。




⑥扎拉

采样时间：2013 年 5 月 10 日 13 时 15 分，天气：晴～多云。

经纬度：N28°47'26.84" E98°27'49.00"，海拔高度：2817m。

透明度：80cm，水温：10.5℃，水色：浅黄绿，流速：1.5m/s，水深：＞2m，pH：8.7。

河岸周边：断面水面宽 40～50m，礁石、卵石、砾石底质，小型跌水段，一路白花水，两岸 70～90°山体，植被良好，多乔灌木，60°岸坡，河岸多乔灌木。



⑦甲朗

采样时间：2013 年 5 月 10 日 10 时 40 分，天气：多云～晴。

经纬度：N28°41'18.15" E98°30'35.14"，海拔高度：2662m。

透明度：70cm，水温：12.2℃，水色：浅黄绿，流速：1.5～2.0 m/s，水深：＞2m，pH：8.9。

河岸周边：断面在跌水段，水面宽 30～40m，礁石、卵石河道底质，断面左侧围巨大礁石群，礁石、卵石与巨石堆积形成的小水域，有各式水态（急流、缓流、微流、回水）小水域底质除礁石、卵石外，还有细沙、薄层淤泥；两侧河岸多为岩石、卵石岸滩、岸坡，跌水频繁，水流湍急，两岸均有台地，70～80°山体植被良好，多乔灌木林。




⑧瓦甫

采样时间：2013 年 5 月 7 日 12 时 40 分，天气：多云。

经纬度：N28°37'0.45" E98°26'25.19"，海拔高度：2327m。

透明度：60cm，水温：11.9℃，水色：浅黄绿，流速：1.5～2.0 m/s，水深：＞1.5m，pH：8.6。

河岸周边：断面水面宽 40m，礁石、卵石底质河道两侧多为卵石浅滩，两侧卵石岸滩，两岸 60°山体，植被较差，河岸多乔木、灌丛。




⑨轰东

采样时间：2013 年 5 月 9 日 15 时 45 分，天气：雨。

经纬度：N 28°44'19.29" E98°25'24.95"，海拔高度：2143m。

透明度：80cm，水温：12.8℃，水色：浅黄绿，流速：2.0m/s，水深：＞1.5m，pH：8.6。

河岸周边：断面水面宽 35m，礁石、卵石底质，水流湍急，一路跌

水；两岸70～90°山体，小时乔灌木，河岸植被稍好，分布乔灌木。




⑩玉曲河口

采样时间：2013年5月6日13时05分，天气：晴。

经纬度：N28°35'55.80" E98°21'57.07"，海拔高度：1917m。

透明度：35cm，水温：12.6℃，水色：浅黄绿，流速：1.5～2.5 m/s，水深：＞2m，pH：8.6。

河岸周边：断面距怒江大桥230m；V型河道，礁石、卵石底质，水面宽40m，两岸80～90°山体，稀疏乔灌木、仙人掌、茅草等植被，河道相对缓降。




⑪怒江玉曲汇口上

采样时间：2013年5月6日12时20分，天气：晴。

经纬度：N28°36'2.61" E98°21'43.71"，海拔高度：1871m。

透明度：25cm，水温：12.2℃，水色：泥黄，流速：0.8～1.0 m/s，水深：＞3m，pH：8.8。

河岸周边：V 型河道，水面宽,70m，左岩石河岸，右巨礁石、卵石、细沙岸滩，河道底质为礁石、卵石，右岸 90°山体，左岸 70°山体，两岸山体植被均一般，稀疏灌丛、多仙人掌。



⑫怒江玉曲汇口下（沙布村）

采样时间：2013 年 5 月 6 日 14 时 20 分，天气：晴。

经纬度：N28°35'13.89" E98°22'47.79"，海拔高度：1873m。

透明度：30cm，水温：13.6℃，水色：泥黄，流速：1.0m/s，水深：＞4m，pH：8.3。

河岸周边：断面水面宽 120m，U 型河道，礁石、石块底质，左岸 25°碎石（巨石）岸坡，左侧 90°河床山体，右岸 90°峭壁，四周山体植被较差，稀疏灌丛茅草。断面河段为缓流深槽，深槽上下均有跌水，河道左侧有较大回水，流速几乎为零，左侧有一小瀑布冲沟跌下，形成碎石、卵石堆积冲积扇。



2）支流

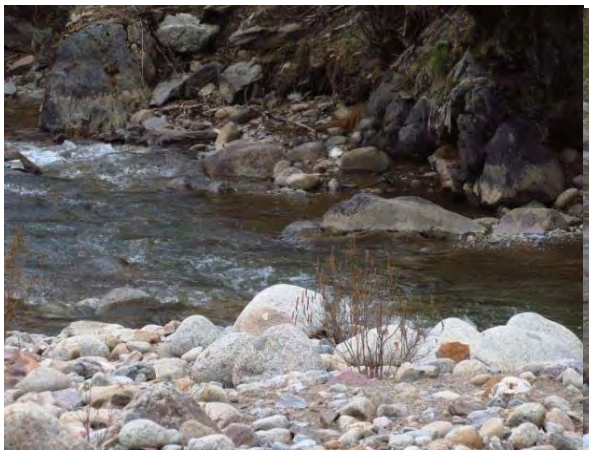
①大曲

采样时间：2013 年 5 月 11 日 17 时 20 分，天气：晴。

经纬度：N 29°38'30.99" E 97°53'24.05"，海拔高度：3805m。

透明度：见底，水温：11.6℃，水色：无色，流速：1.0m/s，水深：0.5m，pH：8.8。

河岸周边：断面水面宽 7m，卵石、砾石底质，水量小，比降大，河水在石缝流淌，河边有薄层淤泥。四周 45～90°山体，植被尚好，乔木、灌丛相间。

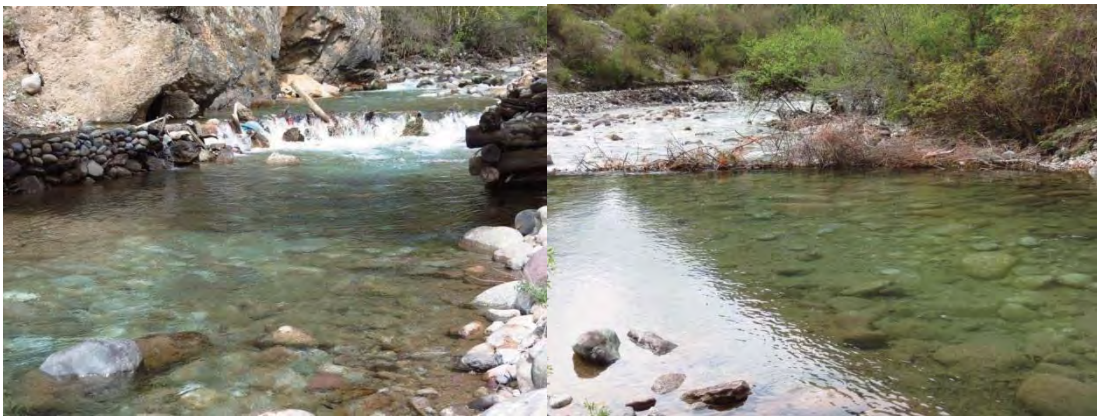



②呷牧荣曲

采样时间：2013 年 5 月 11 日 10 时 45 分，天气：晴～多云。

经纬度：N 29° 3'29.97" E 98°19'16.41"，海拔高度：3166m，透明度：见底，水温：7.9℃，水色：无色，流速：0.6～0.8 m/s，水深：0.5～1.5m，pH：8.8。

河岸周边：断面水面宽 9m，卵石底质，两侧河道水流较缓，有薄层淤泥底质；四周 60～90°山体，植被好，多乔木林，河岸乔木林茂盛。



③沙多曲

采样时间：2013 年 5 月 11 日 9 时 45 分，天气：晴～多云。

经纬度：N 28°59'3.85" E 98°23'23.44"，海拔高度：3092m。

透明度：见底，水温：6.6℃，水色：浅蓝，流速：1.0m/s，水深：0.5～0.8 m，pH：8.6。

河岸周边：断面水面宽 10m，卵石、砾石底质，缓坡降汇入玉曲，河岸植被茂密，左岸 90°山体植被好，右岸大平坝，乔木植被。

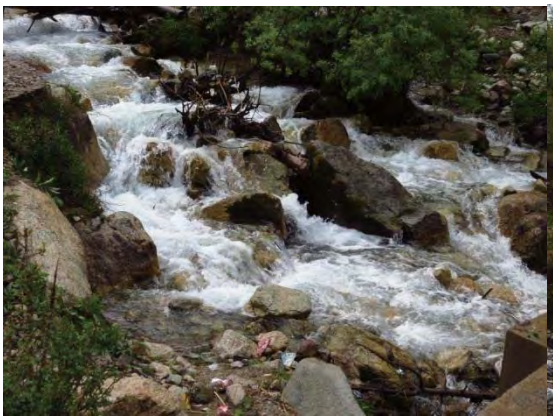


④八弄沟

采样时间：2013 年 5 月 11 日 8 时 45 分，天气：晴。

经纬度：N28°50'16.91"E98°28'6.21"，海拔高度：3119m，透明度：见底，水温：5.3℃，水色：无色，流速：1.5m/s，水深：0.5～0.8m，pH：8.7。

河岸周边：断面水面宽 5～8m，V 型河道，陡降，一路阶梯式跌水，河道礁石、卵石、石块底质；两岸 70°山体，植被好，乔灌木茂密。




⑤花巴沟

采样时间：2013 年 5 月 10 日 12 时 20 分，天气：晴。

经纬度：N 28°43'46.48" E 98°29'52.17"，海拔高度：2858m，透明度：见底，水温：9.7℃，水色：无色，流速：1.5m/s，水深：0.5～0.8m，pH：8.8。

河岸周边：断面水面宽 7～9m，礁石、卵石、砾石底质，河道比降大，陡降跌水，以瀑布跌水状汇入玉曲，跌高约 40m；河道两岸 60°山体，植被良好，多乔灌木林。




⑥梅里拉鲁沟

采样时间：2013 年 5 月 9 日 14 时 30 分，天气：雨。

经纬度：N 28°45'19.00" E 98°25'35.98"，海拔高度：2374m。

透明度：见底，水温：9.0℃，水色：无色，流速：1.5m/s，水深：0.5～1.0m，pH：8.4。

河岸周边：断面水面宽 10m，礁石、卵石底质，陡降河道，一路跌水；右岸台地为许巴村及农田，两岸 70～90°山体，植被较差，河岸植被较好，多乔木灌丛。



（2）2018 年采样点生境状况

2018 年重点针对扎拉影响区进行了水生生态调查，在干流及主要支流布设共 9 个断面。其中干流 5 个断面，从上到下依次为：1、碧土；2、扎拉；3、甲郎；4、扎拉厂房；5、玉曲河河口。支流 4 个断面：6、呷牧荣曲；7、沙多曲；8、花巴沟；9、梅里拉鲁沟。各采样点生境状况与 2013 年调查大体一致，水温、透明度有所差异。

表 4.3-7　　2018 年补充调查采样点信息及生境状况

采样点	采样时间	北纬	东经	高程（m）	左/右岸	水温（℃）	透明度（cm）	底质
碧土	2018 年 5 月	N28 49.018'	E98 27.557'	2884	左岸	12	35	砾石
扎拉	2018 年 5 月	N28 46.613'	E98 28.229'	2784	左岸	13.9	35	砾石、卵石
甲郎	2018 年 5 月	N28 42.333'	E98 30.162'	2878	左岸	14.3	45	砾石、卵石、泥沙
扎拉厂房	2018 年 6 月	N28 43.319'	E98 26.327'	2168	右岸	7.4	见底	砾石、卵石
玉曲河河口	2018 年 6 月	N28 35.858'	E98 21.984'	1870	左岸	16.3	30	砾石、卵石、泥沙
呷牧荣曲	2018 年 5 月	N29 03.495'	E98 19.278'	3121	右岸	11.9	见底	卵石、砾石、泥沙
沙多曲	2018 年 5 月	N28 59.089'	E98 23.421'	3121	右岸	10.9	见底	卵石、砾石
花巴沟	2018 年 5 月	N28 43.748'	E98 29.883'	2849	右岸	7.4	见底	砾石、卵石
梅里拉鲁沟	2018 年 5 月	N28 46.712'	E98 24.931'	2477	右岸	9.4	见底	砾石、卵石、泥沙



碧土



扎拉



甲郎



扎拉厂房



玉曲河河口



呷牧荣曲



沙多曲



花巴沟



梅里拉鲁沟

4.3.2.3 浮游植物

（1）浮游植物种类组成

调查区域共检出浮游植物计 3 门 62 种。其中硅藻门 50 种、占检出种类的 80.65%；绿藻门 7 种、占检出种类的 11.29%；蓝藻门 5 种、占检出种类的 8.06%。调查区域浮游植物组成以硅藻门为主，其次为蓝藻门，再次为绿藻门，其它种类偶见。常见种类有钝脆杆藻、针杆藻、桥弯藻、舟形藻、等片藻等。其中 5 月检出浮游植物 3 门 60 种。其中硅藻门 50 种、占检出种类的 83.33%；绿藻门 6 种、占检出种类的 10.00%；蓝藻门 4 种、占检出种类的 6.67%。8 月检出浮游植物 3 门 58 种。其中硅藻门 50 种、占检出种类的 86.21%；绿藻门 5 种、占检出种类的 8.62%；蓝藻门 3 种、占检出种类的 5.17%。

1）玉曲干流

玉曲干流共检出浮游植物 59 种，其中硅藻门 50 种、占检出种类的 84.75%；绿藻门 5 种、占检出种类的 8.47%；蓝藻门 4 种、占检出种类的 6.87%。其中 5 月检出浮游植物 63 种，其中硅藻门 54 种、占检出种类的 85.71%；绿藻门 5 种、占检出种类的 7.94%；蓝藻门 4 种、占检出种类的 6.35%。8 月检出浮游植物 53 种。其中硅藻门 46 种、占检出种类的 86.79%；绿藻门 4 种、占检出种类的 7.55%；蓝藻门 3 种、占检出种类的 5.66%（图 4.3-9）。

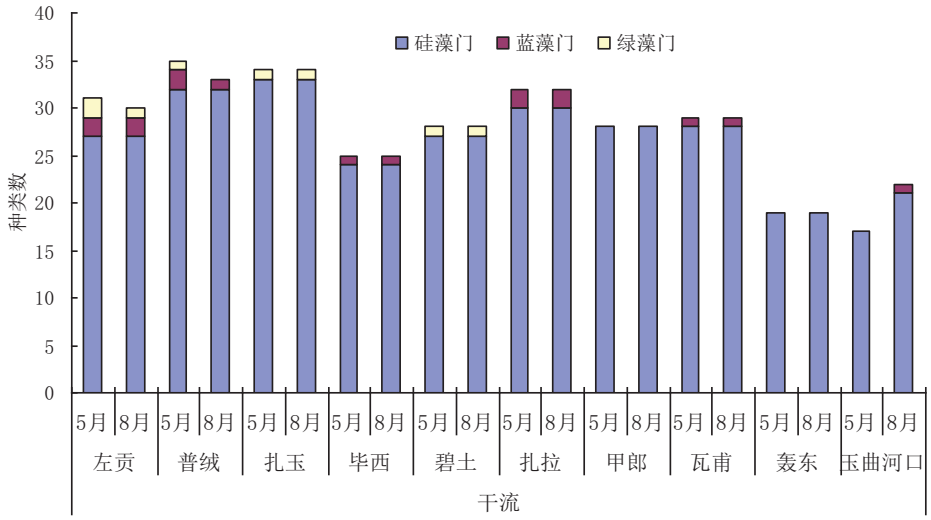


图 4.3-9　　玉曲干流浮游植物种类组成及水平分布

2）怒江干流

怒江干流共检出浮游植物 27 种，均隶属于硅藻门。其中 5 月检出浮游植物 27 种，8 月检出浮游植物 21 种，优势种类为针杆藻、桥弯藻、舟形藻和直链藻等（图 4.3-10）。

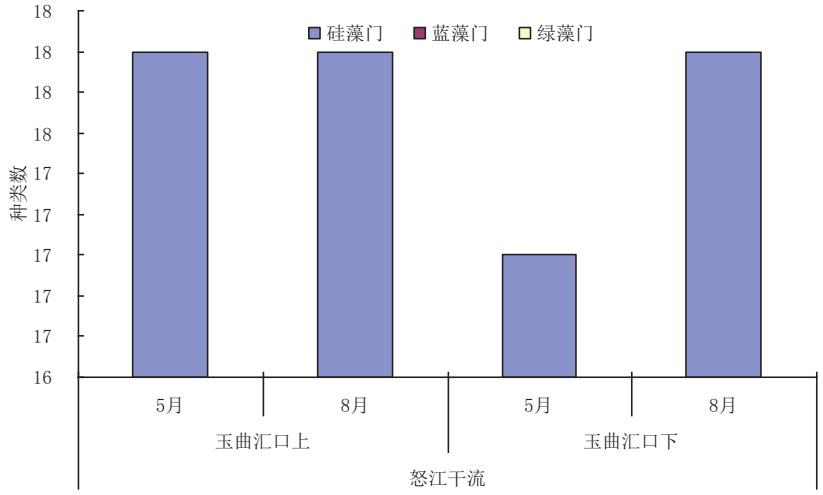


图 4.3-10　　怒江干流浮游植物种类组成及水平分布

3）玉曲支流

玉曲支流共鉴定浮游植物 35 种，隶属于 2 门 35 种，硅藻门种类最多（34 种），占总种数的 97.14%，其次是绿藻门（1 种），占检出种类的 2.86%。其中 5 月检出浮游植物 35 种。其中硅藻门 34 种、占检出种类的 97.14%；绿藻门 1 种、占检出种类的 2.86%。8 月检出浮游植物 35 种。其中硅藻门 34 种、占检出种类的 97.14%；绿藻门 1 种、占检出种类的 2.86%（图 4.3-11）。

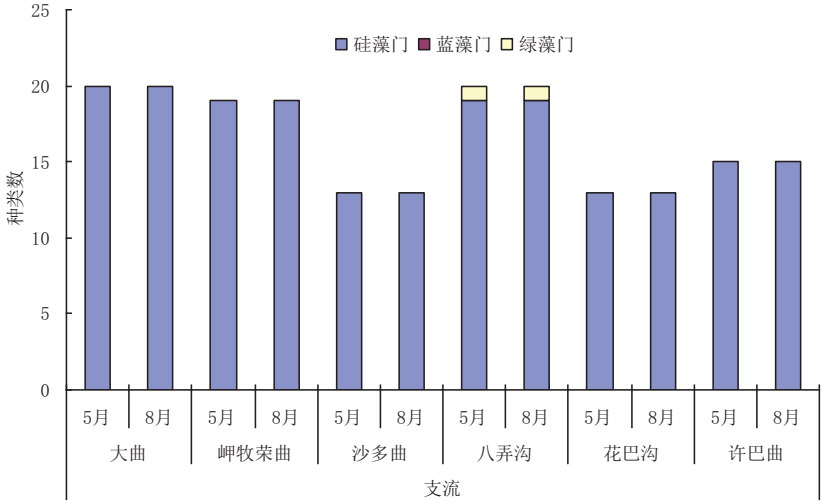


图 4.3-11　　玉曲支流浮游植物种类组成及水平分布

（2）浮游植物现存量

玉曲流域浮游植物平均密度为 1.48×10^{6}ind./L。其中硅藻门96.61%；绿藻门占 0.82%；蓝藻门占 2.62%。浮游植物生物量平均为5.0273mg/L.。其中硅藻门99.89%；绿藻门占0.04%；蓝藻门占0.07%；其中 5 月浮游植物平均密度为 2.20×10^{6}ind./L，浮游植物生物量平均为7.4507mg/L。8 月浮游植物平均密度为 0.77×10^{6}ind./L，浮游植物生物量平均为 2.6039mg/L.。

1）玉曲干流

玉曲干流浮游植物平均密度 133.33×10^{4}ind./L。其中硅藻门96.07%，蓝藻门占 2.93%，绿藻门占 1.05%。其中 5 月浮游植物密度为229.33×10^{4}ind./L，8 月浮游植物密度为 37.33×10^{4}ind./L。

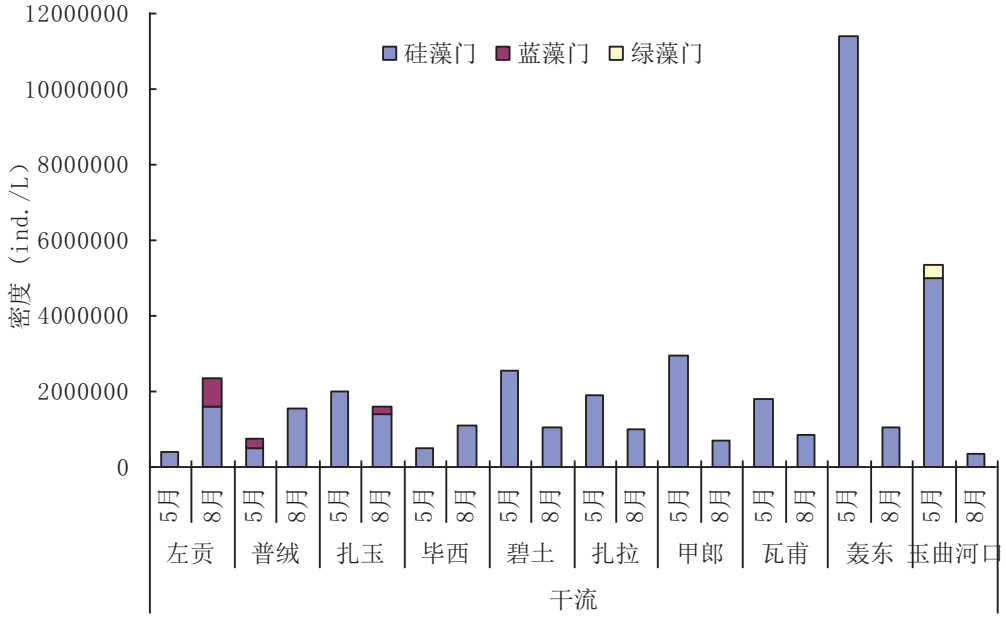


图 4.3-12　　玉曲干流浮游植物密度水平分布

2）怒江干流

怒江干流浮游植物平均密度为 208.39×10^{4}ind./L。其中硅藻门99.16%，蓝藻门占 0.84%。其中 5 月浮游植物密度为 403.66×

10^4ind./L，8月浮游植物密度为13.13×10^4ind./L。

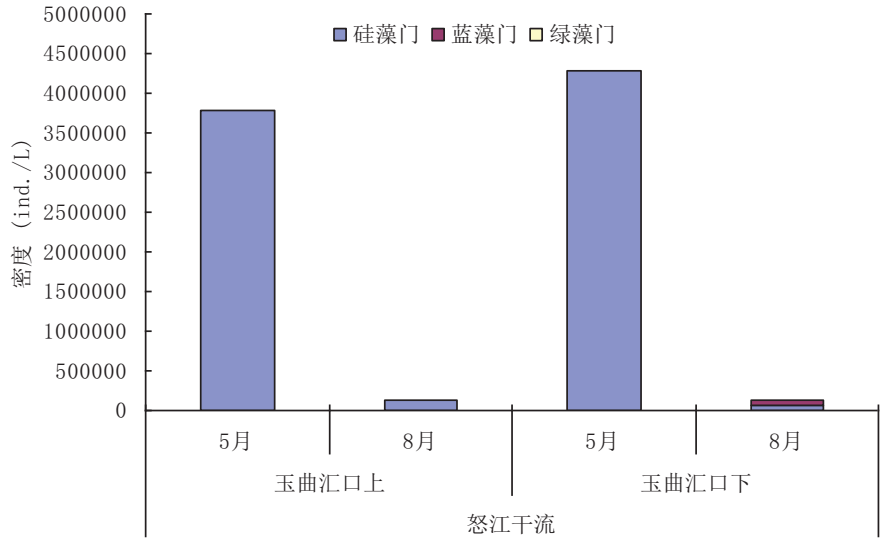


图4.3-13　　怒江干流浮游植物密度水平分布

3）玉曲支流

玉曲支流浮游植物平均密度为31.14×10^4ind./L。其中硅藻门96.88%，绿藻门占3.12%。5月浮游植物密度为30.98×10^4ind./L，8月浮游植物密度为31.31×10^4ind./L。

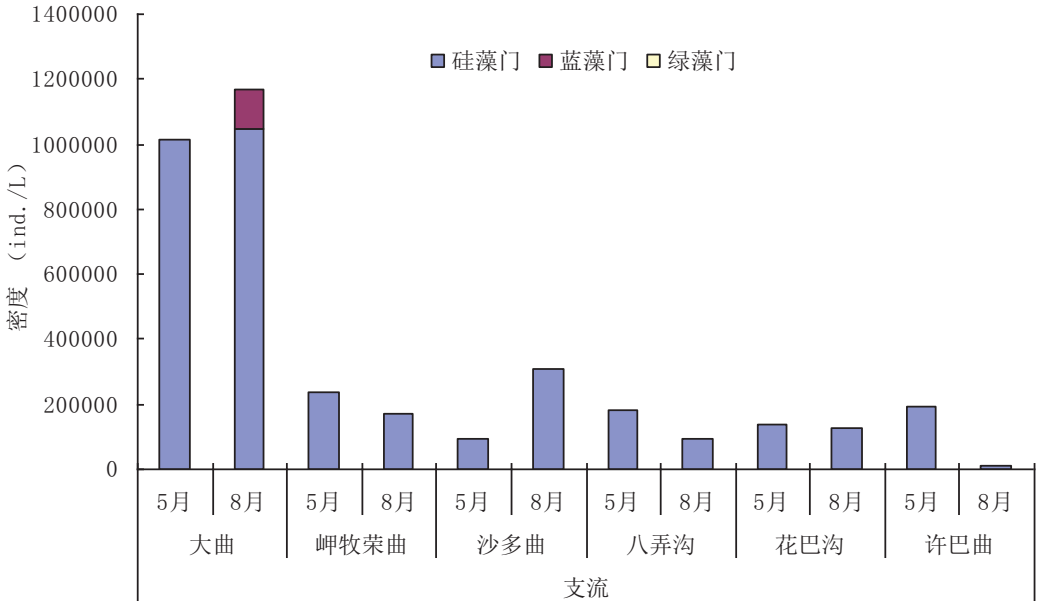


图4.3-14　　玉曲支流浮游植物密度水平分布

（3）浮游植物生物多样性

生物多样性是生态系统中生物物种组成结构的重要指标，它不仅反应生物群落组织化水平，而且可以通过结构和功能的关系反映群落的本质属性。生物多样性指数在生态学意义上主要反应生态系统中生物物种的丰富度和均匀度。

（4）浮游植物综合分析

调查水域共检出浮游植物 62 种，密度平均和生物量平均分别是2197896ind./L、7.451mg/L。浮游植物现存量组成以硅藻门为主，河流生境特征明显。玉曲河干流浮游植物种类和现存量高于支流。干流下游玉曲河河口、轰东检出浮游植物密度和生物量相对较高，输入外源性营养物质增加，有利浮游植物生长繁殖。普绒、扎玉输入的外源性营养物质有限，浮游植物种类和现存量较低。支流多为高山峡谷区，河谷深切，河道狭窄，多呈“V”型，落差较大，沿岸两岸的阶地和苔地上零星分布有村庄和耕地，营养物质来源有限。再加上调查水域来水为冰雪融水，水温较低，其调查河流坡降较大，流速湍急，不利于浮游植物生长繁殖，综合因素支流浮游动物现存量整体水平较低。另外，不同采样点之间、不同采样季节之间浮游植物密度等差异较大，浮游植物密度与生物量的时空变异可能与采样点生境条件（静缓流、干支流等）以及不同季节的水文情势、含沙量等有关。

4.3.2.4 浮游动物

（1）浮游动物种类组成

通过两次调查扎拉共检出浮游动物 18 属 27 种。其中原生动物 10 属 18 种，种类最多，占总种数的 66.67%；轮虫 8 属 9 种，占总种数的 33.33%；枝角类和桡足类在本次调查中未检出。调查水域 5 月检出浮游

动物种类比 8 月多 7 种。调查水域 5 月共检出浮游动物 24 种，其中原生动物 15 种，种类最多，占总种数的 62.50%；轮虫 9 种，占总种数的 37.50%；枝角类和桡足类在本次调查中未检出。调查水域 8 月共检出浮游动物 17 种，其中原生动物 13 种，种类最多，占总种数的 76.47%；轮虫 4 种，占总种数的 23.53%；枝角类和桡足类在本次调查中未检出。

玉曲河共检出浮游动物 24 种，其中原生动物 15 种，轮虫 9 种，枝角类和桡足类未检出。玉曲河监测点浮游动物种类在 6～11 种之间，由高到低是：普绒>麦东>扎玉、碧土、玉曲河口>左贡、毕西、甲朗、瓦甫坝址>扎朗坝址。玉曲河 5 月检出浮游动物 19 种，8 月检出 15 种。5 月浮游动物种类明显高于 8 月（除普绒外）。

怒江在玉曲河汇口上、下共检出浮游动物 6 种，原生动物为 5 种，占 83.33%；轮虫 1 种，占 16.67%。怒江玉曲河汇口上、下浮游动物种类较少，在 2～4 种之间，怒江玉曲汇口下浮游动物种类高于汇口上。怒江 5 月检出浮游动物 5 种，8 月检出 2 种，5 月高于 8 月。

玉曲河 6 条支流共检出浮游动物 15 种，其中原生动物检出 13 种，占 86.67%；轮虫仅有 2 种，占 13.33%。支流大曲、花巴沟各 6 种，八弄沟、沙多曲、梅里拉鲁沟各 5 种，呷牧荣曲 4 种。

调查水域浮游动物种类组成以原生动物为主，轮虫偶见，枝角类和桡足类未检出。浮游动物常见种原生动物有小筒壳虫、针棘匣壳虫、片口匣壳虫、无棘匣壳虫等。

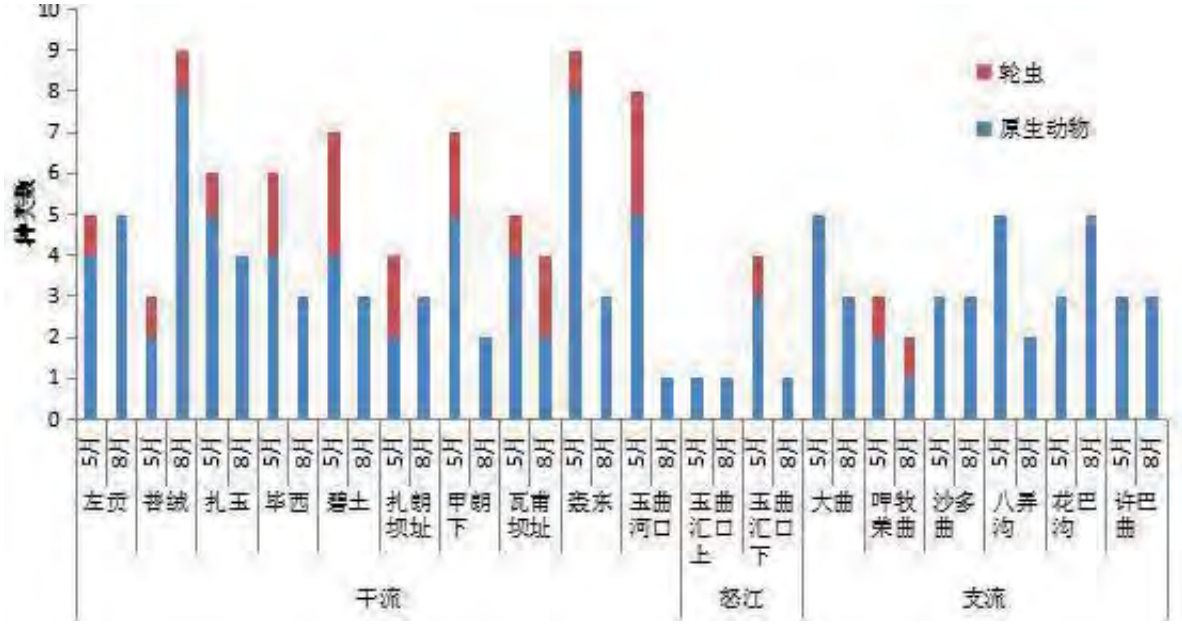


图 4.3-15　　调查水域各监测点浮游动物种类组成及水平分布

（2）浮游动物现存量

调查水域浮游动物密度在 0～4520ind./L 之间，平均密度为 1130.3ind./L，其中原生动物平均密度所占比例高达 99.56%，轮虫平均密度在此次调查中仅占 0.44%，见表 4.3-17。浮游动物生物量 0～0.0926mg/L之间，平均生物量为0.0072mg/L，其中原生动物占50.50%，轮虫占 49.50%。5 月调查水域浮游动物密度在 0～4520ind./L 之间，平均密度为 1010.83ind./L，其中原生动物密度平均所占比例高达 99.20%，轮虫平均密度在此次调查种仅占 0.80%；浮游动物生物量 0～0.0926mg/L 之间，平均生物量为 0.0089mg/L，调查水域浮游动物生物量由于受个体大小的影响，轮虫平均生物量占总生物量 64.02%，原生动物平均生物量占 35.98%。8 月调查水域浮游动物密度在 0～2343.3ind./L 之间，平均密度 1249.76ind./L，其中原生动物占 99.85%，轮虫占 0.15%；平均生物量是 0.0055mg/L，其中原生动物占 73.91%，轮虫占 26.09%。5 月浮游动物密度略低于 8 月，5 月定量样品检出轮虫数量较

多，生物量高于 8 月。

怒江干流两监测点，玉曲河汇口下检出原生动物平均是 766.67ind/L，其生物量为 0.0008mg/L。玉曲河上游在定量样品中未检出浮游动物。

玉曲河干流 10 个监测点浮游动物密度平均是 1706.20ind./L、生物量平均是 0.0104mg/L。从表 4.3-18 看玉曲下游浮游动物密度和生物量高于上游。

玉曲河 6 条支流浮游动物平均密度和生物量，分别是 419.44ind/L、0042mg/L。支流沙多曲、八弄沟、梅里拉鲁沟密度较高，大曲、呷牧荣曲、花巴沟较少，呷牧荣曲检出轮虫，故生物量较高。

调查水域浮游动物在定量样品中未检出枝角类、桡足类，现存量较低。玉曲河干流检出浮游动物密度和生物量最高，怒江玉曲河上下游水域及其 6 条支流检出浮游动物密度和生物量相对较少。

（3）浮游动物生物多样性

生物多样性是生态系统中生物组成和结构的重要指标，它不仅反映生物群落的组织化水平，而且可以通过结构与功能的关系反映群落的本质属性。

生物多样性指数主要反映生态系统中生物的丰富度和均匀度。通过两次调查，该水域浮游动物多样性指数较低，均在 2 以下。5 月在不同调查水域只有玉曲河干流少数几个站点多样性指数相对比较丰富，而 8 月调查水域浮游动物多样性指数略高于 5 月，但仍在 2 以下。

（4）浮游动物综合分析

调查水域共检出浮游动物 27 种，平均密度和平均生物量分别是 1130.30ind./L、0.0072mg/L。浮游动物现存量组成以原生动物为主，河流生境特征明显。玉曲河干流浮游动物种类和现存量高于支流。玉曲干流下游河口、轰东检出浮游动物密度和生物量相对较高，输入外源性营养物

质增加，有利浮游动物生长繁殖。普绒、扎玉输入的外源性营养物质有限，浮游动物种类和现存量较低。支流多为高山峡谷区，河谷深切，河道狭窄，多呈“V”型，落差较大，沿岸两岸的阶地和苔地上零星分布有村庄和耕地，营养物质来源有限。再加上调查水域来水为冰雪融水，水温较低，其调查河流坡降较大，水流湍急，不利于浮游动物生长繁殖，综合因素支流浮游动物现存量整体水平较低。

4.3.2.5 底栖动物

（1）底栖动物种类组成

评价区底栖动物 42 种，其中软体动物 1 种，占 2.38%；节肢动物 40 种，占 95.24%；扁形动物 1 种，占 2.38%，优势种有四节蜉、扁蚴蜉、高翔蜉、钩虾、大纹石蛾、石蝇、间摇蚊等。

1）玉曲干流

玉曲干流左贡～河口段坡降比较大，河谷深切，底质以卵石、砂石、淤沙为主，现存底栖动物23种，软体动物、节肢动物分别有1种、22种，优势种有四节蜉、蜉蝣、似动蜉、扁蚴蜉、高翔蜉、大纹石蛾、石蝇、间摇蚊等，瓦甫、碧土河段底栖动物分布相对较多，分别有 12 种、8 种，扎拉河段底栖动物 5 种，左贡河段底栖动物种类分布较少，仅 4 种。干流评价区 5 月底栖动物 22 种，8 月底栖动物 9 种。

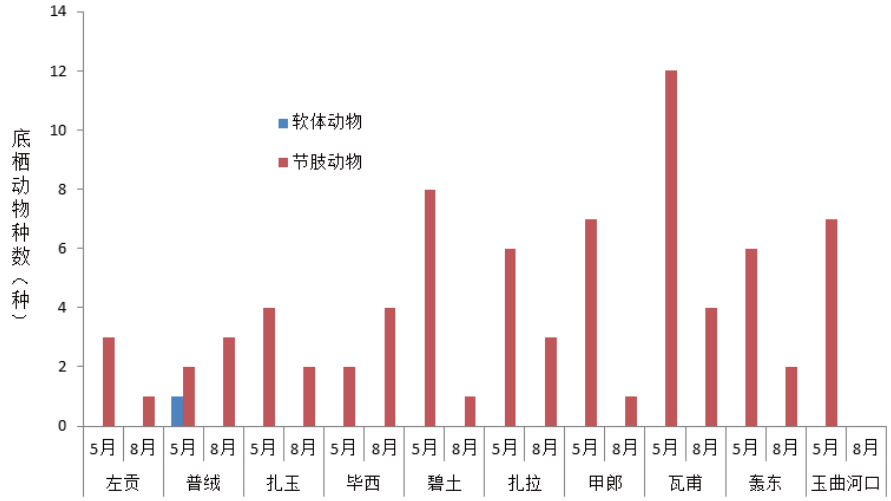


图 4.3-16　　玉曲干流底栖动物种数时空分布

2）玉曲支流

玉曲支流底栖动物 33 种，节肢动物、扁形动物分别有 32、1 种，主要种类有四节蜉、扁蜘蜉、高翔蜉、小蜉、钩虾、石蝇等，5 月底栖动物 27 种，8 月 17 种。玉曲支流坡降比大，水质好，大曲，花巴曲底栖动物种类分布较多，分别有 15、16 种，八弄沟、梅里拉鲁沟底栖动物种类分布较少，分别有 6、7 种。

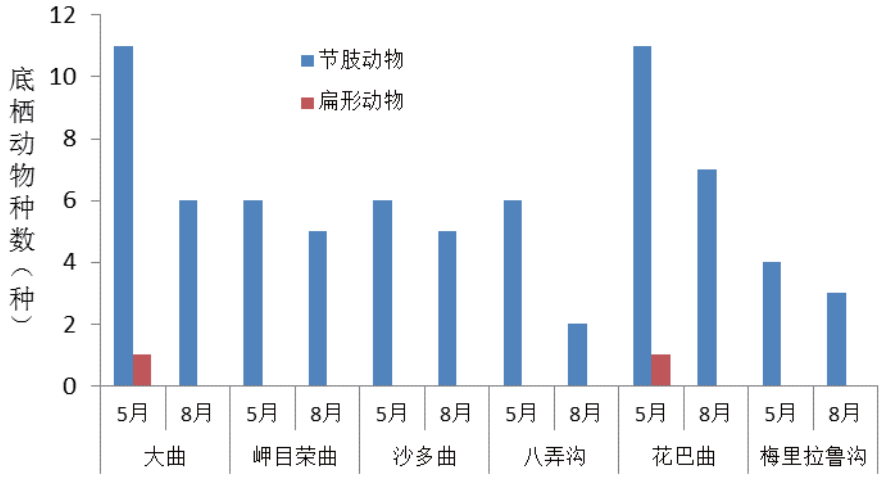


图 4.3-17　　玉曲支流底栖动物种数时空分布

怒江评价河段底栖动物 5 种，分别是四节蜉、摇蚊、角石蛾、鼓甲、

石蝇。5月底栖动物5种，其中玉曲汇口上2种，玉曲汇口下5种；8月水流湍急，底栖动物未检出。

（2）底栖动物现存量

评价区底栖动物密度、生物量分别为 226ind./m^2、2.94g/m^2。密度、生物量组成中，节肢动物占绝对优势。

1）玉曲干流

玉曲干流底栖动物密度 151ind./m^2，生物量 1.26g/m^2，轰东、瓦甫、扎玉河段底栖动物现存量较高，普绒、左贡、玉曲河口段底栖动物现存量较低。扎拉底栖动物密度、生物量分别为 168ind./m^2、1.03g/m^2。玉曲干流5月底栖动物密度、生物量分别为194ind./m^2、1.63g/m^2，8月底栖动物密度、生物量分别为108ind./m^2、0.89g/m^2。

2）玉曲支流

玉曲支流底栖动物密度 416ind./m^2，生物量 6.36g/m^2，大曲、花巴曲评价河段底栖动物密度、生物量较高，八弄沟、梅里拉鲁沟评价河段底栖动物密度、生物量较低。支流 5 月底栖动物密度、生物量分别为457ind./m^2、5.64g/m^2；8月密度、生物量分别为375ind./m^2、7.09g/m^2。

（3）底栖动物综合分析

评价区底栖动物42种，其中软体动物1种，占2.38%，节肢动物40种，占95.24%，扁形动物1种，占2.38%，优势种有四节蜉、扁蜉蜉、高翔蜉、钩虾、大纹石蛾、石蝇、间摇蚊等，底栖动物密度、生物量分别为226ind./m^2、2.94g/m^2。

玉曲河流域干、支流底栖动物种类结构相近，以蜉蝣目、毛翅目、襀翅目等清洁水体指示物种为主，流域水质较好。评价区底栖动物时空分布与底质、水体流速关联性强，干流底栖动物种类、现存量分布整体低于支

流，怒江评价河段底栖动物种类分布明显低于玉曲。8 月为玉曲河流域主要洪水期，干、支流水流湍急，河道水位陡涨陡落，对底栖动物生长较为不利，其底栖动物种类、现存量分布总体低于 5 月。

4.3.2.6 鱼类

（1）鱼类区系组成与分布特征

根据相关文献资料记载，综合以往调查研究资料和现状调查结果，调查区域分布的鱼类种类共有 15 种，其中鲤形目鲤科裂腹鱼亚科鱼类 3 属 4 种：裂腹鱼类中原始类群的裂腹鱼属 2 种，中间类群的叶须鱼属及特化类群的裸裂尻鱼属各 1 种；鲤形目鳅科条鳅亚科高原鳅属鱼类 8 种，多为广布种；鲤形目鲤科野鲮亚科鱼类 1 种；鲇形目鮡科 2 属 2 种：原鮡属、褶鮡属各 1 种(见表 4.3-22)。上述 15 种鱼类中，怒江裂腹鱼(*Schizothorax nukiangensis*）、贡山裂腹鱼（*Schizothorax gongshanensis*）和贡山鮡（*Pareuchiloglanis gongshanensis*）为怒江的特有种类。小眼高原鳅（*Triplophysa microps*)为 2008 年玉曲水电规划阶段调查到的新记录种，在西藏怒江水系为首次发现。

玉曲河流域鱼类区系结构相对简单，主要由 3 类群组成：鲤形目（*Cypriniformes*)鲤科(*Cyprinidae*)的裂腹鱼亚科(*Schizothoracinae*)、鳅科（*Coitidae*）的条鳅亚科（*Nemacheilinae*）和鲇形目（*Siluriformes*）的鮡科（*Sisoridae*）（表 4.3-21）。其中裂腹鱼亚科有 4 种，占该流域鱼类总数的 26.7%，条鳅亚科 8 种，占 53.3%；鮡科 2 种，占 13.3%。

2018 年在玉曲河口调查到的墨头鱼为该区域十分偶见的种类。

玉曲河鱼类区系简单，其种类分布也与河流生境特点相关，呈现出一定的分布特征。

一般认为裂腹鱼类是由于青藏高原隆起而由原始鲃亚科鱼类进化而形

成。裂腹鱼类分为三个特化等级，（1）原始等级，包括裂腹鱼属、裂鲤属、扁吻鱼属，主要分布在青藏高原边缘，海拔相对较低，一般在海拔 2000m 左右；（2）特化等级，包括重唇鱼属、叶须鱼属等，分布海拔中等，主要分布在海拔 3000m-4000m 左右的高原地区；（3）高度特化等级，包括裸鲤属、尖裸鲤属、裸裂尻鱼属等，分布海拔较高，可分布至海拔 4500m 左右的高原河流和湖泊。

鮡科鱼类一般分布海拔相对裂腹鱼、高原鳅等较低，主要分布在海拔 1000-3000m 区域，分布海拔最高的是雅鲁藏布江的黑斑原鮡，可分布至约 3800m 左右。

根据 2008 年、2013 年、2016 年、2017 年和 2018 年调查成果。玉曲河河流生境呈以下特征：从河源至邦达（海拔约 4100m）为典型高原河流源头区，河谷开阔，水流平缓，河流蜿蜒曲折，多汊流，两岸湿地发育，为高原鱼类提供了较好的繁殖、索饵、育肥的场所，此处主要是分布海拔较高且适应静缓流生境的高原鳅属、裸裂尻鱼属鱼类；邦达至左贡（海拔约 3800m），河谷渐收缩，水流流速变快，但大部分河道仍然有较开阔的河滩，且心滩发育，底质以砾石、粗砂质为主，是裂腹鱼等产粘性卵鱼类的重要产卵场和索饵场，主要分布的有温泉裸裂尻鱼、裸腹叶须鱼、高原鳅等；左贡至扎玉（海拔约 3400m），两岸山势渐陡峭，河谷进一步收窄，水流较急，适宜于裂腹鱼、鮡科鱼类栖息，局部砾石滩适宜于裂腹鱼类产卵繁殖，而局部的洄水湾、二道水则适宜于鮡科鱼类产卵繁殖，主要分布的种类以温泉裸裂尻鱼鱼、裸腹叶须鱼、高原鳅为主，怒江裂腹鱼、鮡科鱼类较少；扎玉以下至河口（海拔约 1850m），两岸山势更加高耸，河谷深切，为典型的峡谷河段，水流湍急，在跌水以及一些巨石底质的附近形成洄水和二道水，适宜于鮡科鱼类产卵繁殖，局部水流相对较缓，砾石底质、洲滩较发

育的河段也适宜于裂腹鱼类产卵繁殖，峡谷河段水深较深，也是一些鱼类重要的越冬场，该河段主要分布的种类有怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、高原鳅等，该区域也是鮡科鱼类在玉曲河的主要分布区域，但其资源量较少，裸腹叶须鱼、温泉裸裂尻鱼等分布海拔较高的种类在该河段数量极少。

（2）鱼类生活史特征

调查水域海拔高，气候寒冷，水流湍急，生活于该水域的鱼类也相应形成了一系列与环境相适应的生活史特征。它们多能适应峡谷河道的急流生活，体型一般较长，以克服激流的冲击，具较强的游泳能力；生长缓慢，性成熟晚；繁殖水温较低，繁殖季节相对较早，以便当年幼鱼有较长的生长期。由于高原河流外源营养低、水温低，饵料生物贫乏，大多数种类以刮取着生藻类或以底栖动物为食。

1）繁殖习性

关于玉曲河鱼类生物学特征研究较少，通过查阅相关文献资料并结合现场调查走访情况，对玉曲河鱼类繁殖习性总结如下：

裂腹鱼类对产卵生境要求不高，它们多数产粘沉性卵，一般需要在砾石底质、水流较缓的“滩”和“沱”里产卵。有的裂腹鱼甚至在河滩的沙砾掘成浅坑，产卵于其中。这类鱼的卵产出后，一般发育时间较长，面临的最大危险是低层鱼类的捕食。不过，由于卵散布在砾石滩上，大部分掉进石头缝隙中，可以减少受伤害的机会。此外，砾石浅滩的溶氧丰富，水质良好，有利于受精卵的正常发育。鮡科中的贡山鮡、札那纹胸鮡卵有微弱粘性，也需在砾石堆中孵化，产卵场多位于峡谷河段急流与缓流之间的区域，当地称之为"二道水"。

高原鳅等一些小型种类，他们个体较多，散布于不同的河段、支流等各类水体，完成生活史所要求的环境范围不大，它们主要在沿岸带适宜的

小环境中产卵。

根据《西藏鱼类及其资源》（西藏自治区水产局，1995 年）记录，裸腹叶须鱼繁殖期为 4-5 月，怒江裂腹鱼 5-6 月为繁殖旺季，温泉裸裂尻鱼繁殖期为 5-6 月。

根据相关文献，雅鲁藏布江尖裸鲤在水温 9.5-11.8℃时，胚胎发育历时265h；拉萨裸裂尻鱼在水温9.5-11.1℃时，胚胎发育历时295h；拉萨裂腹鱼在水温 10.0-12.0℃时，胚胎发育历时 264h；异齿裂腹鱼在水温12.1-13.8℃时，胚胎发育历时 265h。据此判断裂腹鱼类的繁殖水温大致为 9.5-14℃。鮡科鱼类繁殖水温相对较高，根据文献，雅鲁藏布江黑斑原鮡繁殖水温为12-15℃，繁殖时期为5-6月，以此作为玉曲河两种鮡科鱼类的繁殖水温的参考。

玉曲河无长年水温数据，根据对扎拉坝址处的几次水温监测数据，2016 年 3 月 27 日为 6.3℃，2013 年 5 月 10 日为 10.5℃，2016 年 6 月 19 日为 11.2℃，并结合《西藏鱼类及其资源》对裸腹叶须鱼、怒江裂腹鱼、温泉裸裂尻鱼繁殖时期的结果，判断玉曲河下游鱼类的繁殖期：裂腹鱼类的繁殖期为4-6月，其中5-6月为繁殖盛期；鮡科鱼类的繁殖期为5-7月，其中 6-7 月为繁殖盛期。

2）食性

高原鱼类生长缓慢，据《西藏鱼类及其资源》记载，1 尾达到性成熟、体重 100g 左右的鱼，一般需要 4-5 年的生长时间；体重 500g 的鱼需要生长 10 年或更长时间。其主要原因是由于高原水体水温低、饵料生物少，导致鱼类生长发育缓慢，特别是在冬季，水温更低，饵料生物更为贫乏，鱼类几乎停滞摄食，一般集中于深潭越冬，生长极为缓慢；春季来临，水温升高，饵料生物渐丰富，鱼类开始觅食生长。

从食性上看，玉曲河流域鱼类可以大致划分为 3 类：

①主要摄食着生藻类的鱼类，如裂腹鱼亚科及条鳅亚科高原鳅的某些种类，他们口裂较宽，近似横裂，下颌前缘多具锋利角质，适应刮取生长于石上的着生藻类的摄食方式。主要有怒江裂腹鱼、温泉裸裂尻鱼等。

②主要摄食底栖无脊动物的鱼类，如鮡科鱼类和裂腹鱼亚科的一些种类。它们的口部常具有发达的触须或肥厚的唇，用以吸取食物。所摄取的食物，除少部分生长在深潭和缓流河段泥沙底质中的摇蚊科幼虫和寡毛类外，多数是急流的砾石河滩石缝间生长的毛翅目、翅目和蜉游目昆虫的幼虫或稚虫。这一类型的鱼类种类有裸腹叶须鱼、贡山鮡、札那纹胸鮡等。

③杂食性鱼类，多以藻类植物和底栖动物为食，如斯氏高原鳅、拟硬刺高原鳅。

3）洄游习性

鱼类为了繁殖、索饵和越冬的目的，往往会在干流上下、干支流间进行距离不等的迁移或洄游，裂腹鱼类经过长期自然选择，在春季冰雪融化、水温升高时，亲鱼会溯河寻找合适的基质及水流条件繁殖。通常在水流相对较缓的砾石底浅滩上产沉粘性卵，受精卵落入砾石缝中在水流冲刷刺激下孵化，此处溶解氧高，有利于受精卵孵化，且在石缝中能够躲避敌害。仔鱼孵出后则顺水而下，在岸边浅滩等静缓流处索饵生长。冬季来临时，水位下降、水温降低，鱼类会顺水而下寻找河流的深水区越冬。调查区域内的 4 种裂腹鱼均具有一定的繁殖、索饵和越冬洄游习性。鮡科鱼类和高原鳅属鱼类均为定居性种类，一般仅在小范围内迁移活动。

通过对鱼类繁殖、食性、洄游等特性的分析，玉曲河下游主要鱼类一

周年内的主要生活史过程大致如表 4.3-8。裂腹鱼类在 3 月即开始生殖洄游，4 月进入初始繁殖期，5-6 月进入繁殖旺盛期；4-9 月水温相对较高，是裂腹鱼类的生长期，其中 5-8 月是一年中水温最高、水量最大的时期，由于洪水作用，带入大量有机质，饵料资源丰富，是裂腹鱼类生长旺盛期，10 月份水温开始显著下降，裂腹鱼类开始越冬洄游，11 月-次年 2 月，进入越冬期。鮡科鱼类由于其繁殖要求水温较高，5 月进入繁殖期，6-7 月为繁殖盛期；与裂腹鱼类相似，4-9 月为生长期，5-8 月为生长旺盛期，10 月逐渐开始进入越冬期，直至次年 3 月。

表 4.3-8　　玉曲河主要鱼类周年内重要生活史过程

<table>
<tr><td>月份</td><td colspan="2">1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr>
<tr><td rowspan="3">裂腹鱼</td><td colspan="3" rowspan="3">越冬</td><td rowspan="3">生殖洄游</td><td>初始繁殖</td><td colspan="3">繁殖旺盛期</td><td></td><td></td><td rowspan="3">越冬洄游</td><td colspan="2" rowspan="3">越冬</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">生长旺盛期</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">生长期</td></tr>
<tr><td rowspan="3">鮡科鱼类</td><td colspan="4" rowspan="3">越冬</td><td></td><td>初始繁殖</td><td colspan="2">繁殖旺盛期</td><td></td><td colspan="3" rowspan="3">越冬</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">生长旺盛期</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">生长期</td></tr>
</table>

（3）鱼类“三场”分布

根据 2008 年、2013 年、2016 年、2017 年、2018 年调查成果，玉曲河河流生境呈以下特征：从河源至邦达（海拔约 4100m）为典型高原河流源头区，河谷开阔，水流平缓，河流蜿蜒曲折，多汊流，两岸湿地发育，为高原鱼类提供了较好的繁殖、索饵、育肥的场所，此处主要分布的是海拔较高且适应静缓流生境的高原鳅属、裸裂尻鱼属鱼类；邦达至左贡（海拔约 3800m），河谷渐收缩，水流流速变快，但大部分河道仍然有较开阔的河滩，且心滩发育，底质以砾石、粗砂质为主，是裂腹鱼等产粘性卵鱼类的重要产卵场和索饵场；左贡至扎玉（海拔约 3400m），两岸山势渐陡峭，河

谷进一步收窄，水流较急，适宜于裂腹鱼、鮡科鱼类栖息，局部砾石滩适宜于裂腹鱼类产卵繁殖，而局部的深潭、洄水湾则适宜于鮡科鱼类产卵繁殖；扎玉以下至河口（海拔约1850m），两岸山势更加高耸，河谷深切，为典型的峡谷河段，水流湍急，在跌水以及一些巨石底质的附近形成洄水和二道水，适宜于鮡科鱼类产卵繁殖，局部水流相对较缓，砾石底质、洲滩较发育的河段也适宜于裂腹鱼类产卵繁殖，峡谷河段水深较深，也是一些鱼类重要的越冬场。扎拉坝下河段鱼类主要产卵场分布见图1.7-1。

1）鱼类产卵场

①裂腹鱼类的产卵场

从玉曲河鱼类的繁殖习性看，裂腹鱼类对产卵场环境要求不严格。他们的鱼卵多沉性，需要砾石、沙砾底质，鱼类产卵后，受精卵落入石砾缝中，在河流流水的不断冲动中顺利孵化，有的裂腹鱼甚至在河滩的沙砾掘成浅坑，产卵其中并孵化。一般随着水温上升，鱼类从越冬场上溯至浅水区索饵，水温适宜即上溯至就近符合条件的水域产卵。玉曲河符合其产卵条件的水域广泛分布，产卵场分布零散，几乎遍布整个宽谷河段。河道中的江心滩、卵石滩、分汊河道的洄水湾及支流汇口等均是裂腹鱼类比较理想的产卵场所（图4.3-18）。其中美玉至旺达河段，河谷开阔，河道坡降平缓，河流的冲刷和泥沙的沉积，形成河流形态和流态多样化。既有水流较为湍急的狭窄岩基河道，水流平浅湍急的卵石长滩；也有水流平缓的细沙河湾、曲流；还有水深流急的单一河槽及水流平缓的深潭。这种多样性的生态环境，为裂腹鱼的繁殖、栖息提供了良好的条件，是裂腹鱼类产卵场相对集中的主要河段。



图 4.3-18　　田妥河段、扎玉至碧土河段的江心洲

在本工程影响河段，河谷狭窄，山高谷深，多呈“V”字形，落差集中，河道比降大，水流湍急，底质多为岩基和乱石，该河段除支流汇口、少量水流平急的砾石滩和洄水滩等零星狭小区域具备裂腹鱼繁殖条件外，如龙西村以下河段（图 4.3-19）、瓦堡村附近河段（图 4.3-20）等，绝大多数河段不适合裂腹鱼繁殖。





图 4.3-19　　龙西村以下河段裂腹鱼类产卵场（上：卫星影像图，下：生境照片）





图 4.3-20　　瓦堡村附近河段河段裂腹鱼类产卵场（上：卫星影像图，下：生境照片）

2018 年 5-6 月对玉曲河鱼类调查中，在碧土及以下江段（包括碧土、扎拉坝址、玉曲河口等）采集到的裂腹鱼均为未性成熟个体，而在扎玉河段采集到性腺时期为 V 期和 VI 期的怒江裂腹鱼（详见图 4.2-24），2008 年 7 月的调查中在左贡江段亦采集到性腺时期为 IV 的怒江裂腹鱼。由此可印证本报告对于玉曲河裂腹鱼类产卵场的判断是基本正确的，即裂腹鱼类主要在玉曲河中上游宽谷河段产卵繁殖，而碧土以下峡谷急流河段适宜裂腹鱼类产卵繁殖的生境条件较少。

②鮡科鱼类的产卵场

札那纹胸鮡、贡山鮡卵有弱粘性，也需在礁石、砾石堆中孵化，产卵场多位于连续急流之间的缓流水域，当地称之为“二道水”。它们的产卵场与裂腹鱼不同，多分布于干、支流的峡谷、窄谷及水流较为湍急的河

段，底质为巨石，形成局部的回水，鮡科鱼类在急流回水湾处产卵繁殖，产卵场位置相对稳定，鮡科鱼类的产卵场较为分散，且一般规模不大，其产卵场主要分布在左贡以下峡谷河段，尤其碧土到玉曲河河口河段及沿岸支流。

本工程影响区域内是玉曲河典型的峡谷河段，落差大，水流湍急，形成诸多小型跌水、回水、二道水等，根据渔民经验，鮡科鱼类喜躲藏在此处底层石缝中，且此处流速较缓，溶氧较高，营养物质滞留，饵料生物丰富，能够为鮡科鱼类栖息、索饵、繁殖等提供适宜生境，如梅里拉鲁沟汇口附近（扎拉厂房以下至轰东坝址河段）（图 4.3-21）、甲朗村附近区域（扎拉坝下减水河段）（图 4.3-22）、玉曲河河口（图 4.3-23）等，均是适宜鮡科鱼类产卵繁殖的重要场所。





图 4.3-21　　梅里拉鲁沟汇口附近连续跌水形成的
适宜鱥科鱼类产卵生境





图 4.3-22　　甲朗村附近适宜鮡科鱼类产卵的生境
（上：卫星影像图，下：生境照片）





图 4.3-23　　玉曲河河口适宜鱥科鱼类产卵的生境
（上：卫星影像图，下：生境照片）

③鳅科鱼类产卵场

玉曲河的 8 种高原鳅均属广布性种类，它们广泛分布于青藏高原各水系。对产卵环境要求很低，产卵场一般在近岸缓流处，底质也为砾石、卵石、粗沙砾或有水草的场所。符合以上条件的场所一般在支流与干流的交汇处以及邦达以上河源区，调查河段各支流及其汇口处的浅水湾等场所都适宜高原鳅鱼类繁殖。

2）鱼类越冬场

玉曲河鱼类均为典型的冷水性种类，长期的生态适应和演化，使其具有抵御极低水温环境的能力，能在低温环境中顺利越冬。枯水期水量小，水位低，鱼类进入缓流的深水河槽或深潭中越冬，这些水域多为岩

石、砾石、沙砾和淤泥底质，冬季水体透明度高，着生藻类等底栖生物较为丰富，为其提供了适宜的越冬场所。因此，水位较深的主河道河段都是裂腹鱼类适宜越冬场所。而鮡科鱼类中的札那纹胸鮡、贡山鮡，迁移距离一般不长，它们的越冬场所往往在河道急流附近的深潭。而鳅类迁移距离更短，它们的越冬场所往往在流水处的岩石、砾石底下的穴巢里。

3）鱼类索饵场和育幼场

玉曲河鱼类多以着生藻类、底栖动物等为主要食物，浅水区光照条件好，砾石底质适宜着生藻类生长，往往是鱼类索饵的场所。随着雨季的到来，水温逐渐升高，来水量逐渐增大，鱼类开始“上滩”索饵。水浅流急的砾石滩，水流平缓的曲流和洄水湾，鳅类等则主要在峡谷和窄谷河段越冬深潭附近的礁石滩或上溯至支流急流河段索饵。这些水域一方面是溯滩鱼类栖息场所，另一方面也是个体较小鱼类集中的水域，其饵料资源丰富。

玉曲河道宽窄相间，急流河段也往往滩潭交替，产卵场孵化的仔鱼随水流进入河流缓水深潭、洄水湾和宽谷河段育幼。特别是较宽河谷上游部分和支流汇口往往分布着鱼类产卵场，其下游的辫状河谷开阔，水流平缓，为仔幼鱼的索饵肥育创造了良好的条件。

本工程影响区内由于是峡谷河段，水流湍急，不利于鱼类索饵和育幼，一般在跌水、洄水、二道水处是鮡科鱼类的栖息地和索饵场，一些零星的浅滩、洄水、深潭也是裂腹鱼类的索饵、育幼场所。

（4）珍稀濒危特有鱼类和经济鱼类

现场调查，结合历史资料，玉曲河现有的15种鱼类中没有国家级和自治区重点保护鱼类，且没有发现被列入《中国濒危动物红皮书》的鱼类，

裸腹叶须鱼被列入《中国物种红色名录》，怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、贡山鮡为怒江水系特有鱼类，另外温泉裸裂尻鱼、札那纹胸鮡具有一定的经济价值。以上鱼类简单生物学特征如下：

1）被列入《中国物种红色名录》的鱼类

调查区域内裸腹叶须鱼（*Ptychobarbus kaznakovi*）是唯一被列入《中国物种红色名录》的鱼类，裸腹叶须鱼为中国特有，主要分布在青海、四川、西藏，过度捕捞和生态环境破坏是致危的主因。但在玉曲河流域裸腹叶须鱼资源较为丰富，是当地的主要经济鱼类之一。



裸腹叶须鱼 *Ptychobarbus kaznakovi*：体长，略呈圆筒形。头锥形。吻突出。口下位，马蹄形，下颌前缘无角质，内侧微具角质。下唇发达，分 2 叶，无中叶，两侧叶前部相连，后缘内卷。须 1 对，位于口角，粗壮而长。体被细鳞，体侧近腹部处鳞片退化，埋于皮下或胸、腹部裸露；侧线鳞大小约为体鳞的 2 倍。臀鳍发达。背鳍无硬刺，起点在腹鳍之前。体背灰褐色，分布有均匀、不规则的小斑点，腹部灰白，头上部及背、胸、尾鳍具有多数斑点。

适应于大江河干支流流水生活，有时也栖息在附属水体。具有春季上溯，秋季下游的生活习性。喜在江河干流回水或缓流沙石底处活动，主要以水生无脊椎动物为食。经检测 1.09kg 的雌鱼绝对怀卵量约 9400 粒，相对怀卵量 196 粒/g。分布于金沙江水系、澜沧江和怒江上游。为调查河段

主要经济鱼类之一。

2）特有鱼类

特有种的定义是“仅分布于某一地区范围内，而不在其它地区自然分布的动植物物种”。玉曲河调查区域内的怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、贡山鮡为怒江特有种，占调查河段鱼类总数（15 种）的 20%。怒江裂腹鱼虽为怒江特有，但广泛分布于怒江的中、上游，上自西藏昌都地区的格堡、扎那直至云南的贡山、福贡、泸水、保山等均有分布，也是玉曲河流域的主要经济鱼类。贡山裂腹鱼较怒江裂腹鱼分布范围狭窄，分布于海拔较高的地区，据《中国动物志：硬骨鱼纲鲤形目》（下卷）记载，贡山裂腹鱼分布于怒江上游。贡山鮡的分布区较窄，据史料记载，主要分布于西藏左贡至云南贡山县一带的怒江干、支流水域。

①怒江裂腹鱼 *Schizothorax nukiangensis*



体延长，稍侧扁，背部较隆起，腹部较平。头锥形，吻略尖，口下位，横裂或略呈弧形，下颌前部有狭长的月牙形角质部分，前缘锐利。下唇发达，下唇在下颌角质部分之后呈一连续横带，表面密布乳突，唇后沟连续。须 2 对，较发达。背鳍末根不分枝鳍条下部为硬刺，后缘具有 15～20 枚锯齿。身体背部及侧部被细鳞，胸及前腹面裸露无鳞或在胸鳍末端之后的腹部有少数鳞片。侧线完全，近直形。

多生活在干流中，底栖习性，依靠锐利的下颌，刮食岩石上固着藻类。经检测 2.0kg 的雌鱼绝对怀卵量约 25200 粒，相对怀卵量 188 粒/g。

对环境有较强的适应性。该鱼分布广，数量多，为调查河段主要经济鱼类之一。

②贡山裂腹鱼 *Schizothorax gongshanensis*



体延长，稍侧扁，背部稍隆起，腹部圆。头锥形，吻略钝，口亚下位，口裂呈弧形或马蹄形，下颌内侧微具角质，不形成锐利角质前缘；下唇细狭，较不发达，分左右两叶，无中间叶；唇后沟不连续。须 2 对，发达，约等长。背鳍末根不分枝鳍条弱，较柔软，后缘每侧具有细齿 14—21 枚。体被细鳞，排列不甚整齐。侧线完全，近直形。栖息于江河上游或支流水流湍急河段。以底栖动物为主食。

③贡山鮡 *Pareuchiloglanis gongshanensis*



贡山鮡为怒江水系特有鱼类，采集地为左贡、贡山、碧江等地。文献记录表明玉曲河流域有贡山鮡分布，但项目组两次实地采集都没有采集到实物标本。

体延长，头、胸部宽扁，腹面宽平，尾柄细长。口横裂，下位。唇褶和胸部具乳突。唇后沟中断。上颌须末端后伸超过胸鳍起点，几达鳃孔下角。鳃孔较小，下角与胸鳍第 5 根分枝鳍条基部相对。上颌齿带鮡型，中

央有明显缺刻；齿圆柱状，齿端略扁平。背鳍距吻端较距脂鳍起点为远；脂鳍起点与腹鳍后端相对；胸鳍不达腹鳍起点；腹鳍不达肛门；尾鳍外缘微凹。肛门至臀鳍起点的距离显著较距腹鳍后基为近。侧线平直，完全。体表裸露无鳞。

喜栖息于多砾石的河道或溪流之中，白天藏匿于石隙间，夜晚活动；主要摄食水生无脊椎动物。怒江水系特有种，分布于怒江干、支流中，雌鱼绝对怀卵量在 107～211 粒之间。

3）其他主要经济鱼类

玉曲河分布的鱼类中除裸腹叶须鱼、怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、贡山鮡具有一定经济价值外，温泉裸裂尻鱼和札那纹胸鮡亦具有一定经济价值。

①温泉裸裂尻鱼 *Schizopygopsis thermalis*



体延长，侧扁，头锥形，吻钝园。口下位，稍弧形。上颌长于下颌，下颌角质上翘，又锐利角质前缘。唇较窄，分左、右两下唇叶；唇后沟中断。无须。体表大都裸露无鳞，出臀鳞外，仅在肩胛部分有 1～2 行不规则；鳞片。侧线完全、平直。腮耙稀疏。下咽骨弧形，较宽；肠盘曲，其长为体长的 2.5～3.5 倍。体背面黑褐色，下部浅棕色，体侧又形状、大小不一的云斑，或密布黑点，并夹有云斑。

栖息于高原宽谷河流或湖泊中。摄食藻类和水生无脊椎动物。5～6 月

为产卵盛期。该鱼分布唐古拉山以及怒江水系一带，分布区较宽，种群数量大，为调查河段主要经济鱼类之一。

②札那纹胸鮡 *Glyptothorax zainaensis*



头胸部平扁，背鳍起点处略高，体后躯略侧扁。眼较小，位于头的侧上部。口弧形。下位。上颌齿带两端略向后弯，齿丛细密；下颌齿带两块。上唇多乳突。鼻须长，后伸超过眼后缘；上颌须超过胸鳍基后缘；下颌外侧须超过胸鳍基中部，内侧须超过胸部吸着器前缘。背鳍刺较硬，后缘又弱锯齿，起点距吻端较距脂鳍起点为近；胸鳍第 1 枚不分枝鳍条为 1 具强锯齿的硬刺，末端达到或略过背鳍基起点；腹鳍起点距背鳍基末端有明显距离，末端超过肛门，几达臀鳍，臀鳍起点略与脂鳍起点的前方相对；尾鳍深分叉，下叶略长。福尔马林液浸标本体为棕色，各鳍有暗斑，体表又皮质突起，背部稍多，其余较稀，故不显著。栖息于河水的激流处，以底栖水生无脊椎动物为食。分布于怒江西藏段，是小型食用鱼类。

根据文献资料整理分析，札那纹胸鮡分布于怒江水系和澜沧江水系，其中怒江水系分布范围很广，从上游昌都八宿县扎那（海拔约 3000m）至下游保山道街（海拔约 660m）均有采集记录。玉曲河是怒江上游最大支流，河口海拔约 1900m，应该有札那纹胸鮡分布，但项目组两次实地采集都没有采集到实物标本。目前资源量较少，与贡山鮡一样，每年仅汛期有少量

捕捞产量，由于鮡科鱼鱼肉肉质好，味道鲜嫩，在餐馆销售价格很高，有一定消费市场。

（5）渔业资源及渔获物组成

1）渔业资源

玉曲河干支流渔获物主要有裂腹鱼亚科裂腹鱼属的怒江裂腹鱼、叶须鱼属的裸腹叶须鱼、裸裂尻鱼属的温泉裸裂尻鱼 3 种以及少量的鮡科纹胸鮡属的札那纹胸鮡和鮡属的贡山鮡。

条鳅亚科高原鳅属的东方高原鳅、细尾高原鳅、拟硬刺高原鳅、异尾高原鳅、短尾高原鳅、小眼高原鳅、斯氏高原鳅和圆腹高原鳅由于个体小，经济价值较低，没有渔业利用、捕捞。

由于受历史和社会条件的限制，加上当地藏族群众受宗教信仰的影响，视水域的鱼为“神鱼”，认为吃了这种鱼会遭灾遇险，因此，鱼类资源鲜有利用，长期以来基本处于自生自灭的自然调节状态。据调查，左贡县没有设立渔业机构，目前也没有人工养殖，除了县城和扎玉镇有 4-5 家非专业渔民利用流刺网或电捕捕获少量鱼类外，几乎没有渔业捕捞。据不完全统计，这些捕鱼人每年捕获的渔获物主要是怒江裂腹鱼、温泉裸裂尻鱼和裸腹叶须鱼，他们不准在市场上直接销售，仅供应当地几家汉族餐厅，满足内地旅游、出差等外来人员吃鱼需要，消费群体不大，往往以销定产，年销售玉曲河鱼类约 3000～5000kg，在当地集贸市场只有内地养殖鱼类销售，没有当地天然捕捞鱼类出售。

玉曲河虽然鱼类种类不多，但从鱼类总体数量上来看，由于藏区人烟稀少、藏民没有捕鱼习惯，鱼类资源基本处于自生自灭的自然状态，相对于内地捕捞强度过大的河流来说，鱼类资源较丰富。经试捕，在长 150m、

水面宽约12m的河段上,用长约10m、高1m的流刺网5个网次共捕获13.4kg。折合每公里河段捕捞渔产量为89.3kg。

2）渔获物组成

①2008年调查结果

2008年7月和11月分两次对玉曲河左贡县境内河段的鱼类资源进行了现场调查，渔获物组成如下：

A.干流渔获物组成

渔获物中主要鱼类3种，测量标本687号，渔获物统计见表4.3-10。

河段上游（邦达—左贡县城）怒江裂腹鱼所占比例均低于裸腹叶须鱼和温泉裸裂尻鱼；河段下游（左贡县城—碧土）则是怒江裂腹鱼所占比例均高于裸腹叶须鱼和温泉裸裂尻鱼。就整条干流河段而言，渔获物以怒江裂腹鱼所占比例最高，其生物量也最大；温泉裸裂尻鱼和裸腹叶须鱼所占比例接近。

表4.3-10　　2008年7月和11月玉曲河干流（邦达—碧土）渔获物统计

种类	体长（mm）		体重（g）		尾数		重量	
	范围	平均	范围	平均	尾	%	克	%
怒江裂腹鱼	104－545	391	15－2410	564	269	39.1	151716	53.6
裸腹叶须鱼	175－445	273	70－1092	294	215	31.4	63210	22.4
温泉裸裂尻鱼	129－410	269	45－773	335	203	29.5	68005	24.0
合计					687	100	282931	100

B.支流渔获物组成

在玉曲河支流开曲（左贡县美玉乡）进行鱼类资源调查，主要渔获鱼类3种，测量标本158号，渔获物统计见表4.3-11。

表 4.3-11　　2008 年玉曲河支流（开曲）渔获物统计

种类	体长（mm）		体重（g）		尾数		重量	
	范围	平均	范围	平均	尾	%	克	%
怒江裂腹鱼	165－515	424	58－2120	502	21	13.3	10542	20.7
裸腹叶须鱼	192－308	273	99－303	285	54	34.2	15390	30.2
温泉裸裂尻鱼	114－367	269	35－386	302	83	52.5	25066	49.1
合计					158	100	50998	100

在开曲渔获物种类与干流一致，但各种鱼所占的比例不相同：其中，温泉裸裂尻鱼所占比例最高，其生物量也最大；裸腹叶须鱼次之，怒江裂腹鱼则最小。

另外采用抄网捕捞到高原鳅若干，经鉴定有东方高原鳅、细尾高原鳅、异尾高原鳅、短尾高原鳅、斯氏高原鳅、小眼高原鳅。

②2013 年调查结果

A．怒江干流玉曲河汇口

2013 年 5 月在怒江干流玉曲河汇口下约 1.5km 处沙布村附近用地笼和刺网采集到渔获物 20 尾，为怒江裂腹鱼和贡山裂腹鱼。同时在该处还用抄网采集到约 50 尾体长 10～20mm 的裂腹鱼幼鱼，说明在玉曲河汇口附近可能存在裂腹鱼的产卵场。

表 4.3-12　　2013 年 5 月怒江干流玉曲河汇口渔获物统计

种类	体长（mm）		体重（g）		尾数		重量	
	范围	平均	范围	平均	尾	%	克	%
怒江裂腹鱼	73-109	87.8	7.1-18.2	11	6	30	66	20.8
贡山裂腹鱼	51-89	69.2	2.2-10.9	5.8	14	70	81.2	79.2
合计					20	100	147.2	100

B．玉曲河干流渔获物

2013 年在玉曲河干流扎拉坝址附近，采用地笼和刺网采集到鱼类 81 尾，共 3 种：怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、裸腹叶须鱼，其中怒江裂腹鱼尾数百分比占 95.1%。

表 4.3-13　　2013 年玉曲河干流（扎拉坝址附近）渔获物统计

种类	体长（mm）		体重（g）		尾数		重量	
	范围	平均	范围	平均	尾	%	克	%
怒江裂腹鱼	59-220	103.9	3.6-152.7	21.6	77	95.1	1665.8	70.6
贡山裂腹鱼	62-184	123	3.8-106.7	55.3	2	2.5	110.5	4.7
裸腹叶须鱼	258-285	271.5	273.7-309.2	291.5	2	2.5	582.9	24.7
合计					81	100	2359.2	100

采用抄网捕捞到少量高原鳅，经鉴定为细尾高原鳅。

③2016 年调查结果

2016 年 7～8 月在怒江上游（海拔 3500m 以上）捕获鱼类共计 204 尾，共 3 种：裸腹叶须鱼、温泉裸裂尻鱼、高原鳅，其中裸腹叶须鱼、温泉裸裂尻鱼为优势种，可能与该区域海拔较高，怒江裂腹鱼鲜有分布有关。高原鳅未分种类统计，经鉴定为斯氏高原鳅和细尾高原鳅，均是分布海拔较高的种类。

表 4.3-14　　2016 年怒江上游渔获物统计

种类	体长（mm）		体重（g）		尾数		重量	
	范围	平均	范围	平均	尾	%	克	%
裸腹叶须鱼	85-245	150.2	6.1-149	37.1	107	52.45%	3969.7	46.52%
温泉裸裂尻鱼	88-330	162.3	8.2-418.8	59.1	74	36.27%	4373.4	51.25%
高原鳅	60-120	100.1	2.7-12.4	8.3	23	11.27%	190.9	2.24%
合计					204	100.00%	8534	100.00%

④2017 年调查结果

2017 年 9 月，水利部中科院水工程生态所联合长江设计公司对扎拉水电站水生生态和水文情势进行了现场调查，调查重点范围为玉曲河碧土断

面至厂址下游。

本次对玉曲河扎玉镇、碧土乡、甲郎村、龙西村、莫得村和场址等 6 个河段进行了鱼类资源调查。根据现场调查结果，渔获物种类 3 种，分别是怒江裂腹鱼、裸腹叶须鱼和高原鳅，未采集到鮡科鱼类。

⑤2018 年调查结果

2018 年 5 月 20 日-6 月 3 日，水利部中国科学院水工程生态研究所针对玉曲河扎拉水电站环境影响主要河段（扎拉库尾碧土乡至玉曲河河口）开展了水生生态补充调查。

在扎拉库尾（扎郎大桥附近）、扎拉减水河段（龙西村附近）、玉曲河河口雇请当地渔民采用刺网、地笼等渔具进行鱼类鱼类资源调查，同时收集沿江垂钓者渔获物。共采集到鱼类样品 110 尾，其中怒江裂腹鱼 90 尾，占总尾数的 81.82%，总重量的 98.10%；温泉裸裂尻鱼 1 尾；札那纹胸鮡 14 尾，占总尾数的 12.73%，总重量的 1.42%；异尾高原鳅 2 尾；东方高原鳅 2 尾；墨头鱼 1 尾（表 4.3-15）。

表 4.3-15　　2018 年玉曲河干流（扎拉坝址附近）渔获物统计

种类	体长（mm）		体重（g）		尾数		重量	
	范围	平均	范围	平均	尾	%	克	%
怒江裂腹鱼	35-615	161.3	0.1-2370	119.4	90	81.82%	10741.5	98.10%
温泉裸裂尻鱼	125	125	15	15	1	0.91%	15	0.14%
札那纹胸鮡	85-170	110.7	5-40	11.1	14	12.73%	156	1.42%
异尾高原鳅	115-130	122.5	8-10	9	2	1.82%	18	0.16%
东方高原鳅	70-120	95	2-9	5.5	2	1.82%	11	0.10%
墨头鱼	105	105	8	8	1	0.91%	8	0.07%
合计					110	100.00%	10949.5	100.00%

怒江以泸水为界分成南北两个世界级的动物地理区。陈宜瑜在《横断山区鱼类》一书中，第一次提出这一地区鱼类组成的特殊性，并据此建立

了一个新的世界级的动物地理区——青藏高原区。该区鱼类组成的主体就是鲤科中的裂腹鱼亚科和鳅科的高原鳅属，以及适应急流高寒环境的鮡科鱼类。据此怒江以泸水为界，北部属青藏高原区，而南部的鱼类以鲤科中的鲃亚科为主，其次是鲇、胡子鲇、鮡、鳢等也较习见，迄今这些种类未在泸水以北的江段中看到，故被划为东洋区，而泸水这一带正是怒江南北两区鱼类的交汇区，这个分界线应该是由怒江上下游水文情势形成的生态隔离带。

墨头鱼一般分布在海拔较低的区域，《中国动物志硬骨鱼纲鲤形目下卷》记载，其分布于长江上游、澜沧江及沅江水系，标本采集地包括四川乐山、会东、新市，云南富平、平浪、景洪、元江、华平，贵州遵义、毕节、镇宁、思南，等等，可见其分布范围十分广泛，但海拔均为几百米。2004 年中国科学院水生生物研究所《怒江中下游水电规划水生生态影响评价专题报告》中记载怒江干流分布有墨头鱼。水利部中国科学院水工程生态研究所完成的《怒江中下游水电开发规划环境影响评价水生生态专题》，曾于2013年4月在泸水(海拔约800m)、2013年5月在丙中洛(海拔约1500m)采集到墨头鱼。

由此可见，怒江流域鱼类区系以泸水为界，以上青藏高原区，鱼类组成的主体是裂腹鱼亚科、鳅科的高原鳅属及鮡科鱼类，而东洋区鱼类墨头鱼在泸水以上江段分布，属于较特殊情况，可能是由于其下唇具有较宽大的吸盘，逆流而上能力强。此次调查在玉曲河河口采集到 1 为墨头鱼，可能是由于正值鱼类繁殖期，个别上溯至此，该区域应该是墨头鱼分布的上限。

渔获物以怒江裂腹鱼占绝对优势，从幼鱼到四斤多重的个体均有，其他鱼类如高原鳅和温泉裸裂尻鱼有较少，裸腹叶须鱼本次在减水河段未调查到，或主要分布在海拔较高的左贡河段，贡山鮡和贡山裂腹鱼并未调查

到，推测这两种鱼分布海拔相对较低，主要分布于贡山（海拔约1400m）一带，玉曲河不是其主要分布区，数量较少，且贡山鮡本身种群规模较小、难以捕捞。经碧土乡餐馆老板描述，曾在洪水期在碧土乡下游用钩钓的方式采集到贡山鮡（扁头），其他时段未有捕获。本次仅玉曲河河口段采集到扎那纹胸鮡，渔获物种类组成可能与季节和水文条件等有关。

在减水河段龙西村附近进行鱼类早期资源调查未调查到任何鱼卵或鱼苗（见下图），说明调查时段调查区域内无鱼类产卵活动发生。结合渔获物解剖，未发现性成熟个体来看，此时正值鱼类繁殖期，可能大部分裂腹鱼成熟个体已上溯至玉曲河中上游产卵场。而鮡科鱼类仅在洪水期间上溯至碧土以下峡谷江段产卵，产卵繁殖后即降河至怒江干流，较难捕捞。



流刺网捕捞（2008年7月）



流刺网捕捞的渔获物（2008年7月）



渔获物照片（2008年7月）



渔获物照片（2008年7月）



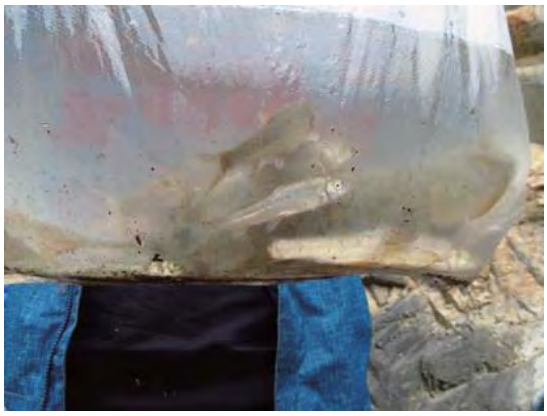
性成熟的雌性怒江裂腹鱼（2008 年 7 月采集于左贡）



性成熟的雄性温泉裸裂尻鱼（2008 年 7 月采集于左贡）



瓦堡村附近河段采样（2013 年 5 月）



渔获物照片（2013 年 5 月）



扎拉河段采样（2018 年 5 月）



鱼类早期资源调查（2018 年 5 月）



渔获物照片（2018 年 6 月采集于碧土）



D

尚未性成熟的怒江裂腹鱼（2018 年 6 月 16 日采集于碧土）



渔获物照片（2018 年 5 月采集于扎拉坝址附近）



尚未性成熟的较大个体怒江裂腹鱼（2018 年 5 月采集于扎拉坝址附近）



性腺时期为 VI 期的怒江裂腹鱼（2018 年 6 月 17 日采集于扎玉）



性腺时期为 VI 期的怒江裂腹鱼（2018 年 6 月 17 日采集于扎玉）



性腺时期为 VI 期的怒江裂腹鱼（2018 年 6 月 20 日采集于扎玉）



性腺时期为 VI 期的怒江裂腹鱼（2018 年 6 月 20 日采集于扎玉）



玉曲河河口现场捕捞照片（2018 年 6 月 2 日）



渔获物照片（含札那纹胸鮡，2018 年 6 月 2 日采集于玉曲河河口）



札那纹胸鮡（全长 170mm、体重 40g，2018 年 6 月 2 日采集于玉曲河河口）



札那纹胸鮡（全长 170mm、体重 40g，2018 年 6 月 2 日采集于玉曲河河口）

图 4. 3-24　早期资源调查及渔获物

（6）关于两种鮡科鱼类

根据文献资料玉曲河分布有贡山鮡和札那纹胸鮡两种鮡科鱼类，但在2008-2017年多次调查中均未采集到标本，2018年补充调查仅在玉曲河口段采集到14尾札那纹胸鮡。本报告系统梳理了相关文献，较权威的文献见表4.3-16。

表4.3-16　　关于两种鮡科鱼类重要文献整理

文献	种类	标本采集与测量	分布描述	生活习性
中国动物志硬骨鱼纲鲇形目（褚新洛等，1999）	贡山鮡	测量标本7尾，体长84-120mm，采自云南贡山县城及西藏左贡	怒江上游水系	生活在多石的主河道和溪流，水势湍急。平时隐居石缝间隙。主食水生底栖昆虫
	札那纹胸鮡	测量标本35尾，体长57-101mm；采自西藏札那（3050m），云南保山、兰坪、泸水、昌宁、云县、维西	澜沧江及怒江水系	
西藏鱼类及其资源（西藏自治区水产局，1995）	贡山鮡	测量标本1尾，全长73mm，体长62mm。采自西藏昌都地区的左贡（属怒江水系）	为怒江水系特有种，主要分布于西藏左贡至云南贡山一带的怒江干支流中	喜栖息于多砾石的河道或溪流之中，白天藏匿于石隙间，夜晚活动；主要摄食水生无脊椎动物
	札那纹胸鮡	测量标本5尾，全长83-110mm，体长66-86mm。采自昌都扎那	西藏怒江段	栖息于河水的急流处，以底栖水生无脊椎动物为食
云南鱼类志下册（褚新洛等，1990）	贡山鮡	测量标本8尾，采自贡山、碧江；全长94-134mm，体长81-118mm	怒江上游水系	生活在多石的主河道和溪流，水势湍急。平时隐居石缝间隙。主食水生底栖昆虫
	札那纹胸鮡	测量标本18尾，采自保山县的道街（660m）、瓦窑，泸水县的上江、六库，昌宁县的湾甸，云县的勐赖，兰坪、碧江；全长71-116mm，体长58.5-97mm	怒江水系、澜沧江水系	
西藏地区的鮡科鱼类（伍献文等，1981）	贡山鮡	标本4尾，体长63-92mm，采自昌都地区的左贡及扎那（怒江水系）		
	札那纹胸鮡（新种）	标本13尾，全长85-122mm，体长67-97mm。采自昌都扎那（怒江水系）		
鮡属和石爬鮡属的订正包括一新种的描述（褚新洛，1981）	贡山鮡（新种）	正模，体长118mm，副模5尾，体长84-114mm。采集于云南贡山县城		生活在多石的主河道和溪流，水势湍急。平时隐居石缝间隙。主食水生底栖昆虫

从以上文献可知，贡山鮡为 1981 年发现的新种，其模式标本采自云南贡山，为怒江水系特有鱼类，分布范围为西藏左贡至云南贡山的怒江水系干支流；札那纹胸鮡为 1981 发现的新种，其模式标本采自西藏昌都扎那（怒江水系），分布于澜沧江水系和怒江水系，其中怒江水系的分布范围为扎那（海拔约 3000m）至保山道街（海拔约 660m）。两种鮡科鱼类均为急流性鱼类，多栖息于急流河底石缝间隙，以底栖动物为食。

玉曲河下游位于两种鮡科鱼类的分布范围内，且是该区域内怒江最大的支流，与怒江干流鱼类有着必然的联系和相似性，玉曲河下游为典型峡谷急流河段，底质多巨石、砾石，且玉曲河相对怒江干流含沙量低，有利于底栖动物生长，适宜鮡科鱼类栖息、索饵。鮡科鱼类在多次调查中未采集到样本，可能是以下两方面原因，一是由于玉曲河为典型高原河流，水温低、外源营养物质含量低、水流湍急等原因，其生物生产力不高，鱼类资源量总体不高，且鮡科鱼类相对其他种类更为稀少；二是由于鮡科鱼类一般躲藏于峡谷急流石缝中，捕捞难度高。

（7）鱼类资源现状综合分析

玉曲河流域鱼类组成较简单，根据文献资料结合现场调查，共分布有鱼类 15 种，隶属于 2 目 3 科 7 属。其中裂腹鱼亚科鱼类 4 种，野鲮亚科鱼类 1 种，高原鳅 8 种，鮡科鱼类 2 种，属典型的青藏高原鱼类区系。调查区域无国家级、自治区级保护鱼类，怒江特有鱼类有怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、贡山鮡 3 种。列入《中国物种红色名录》的鱼类仅裸腹叶须鱼 1 种，无被列入《中国濒危动物红皮书》的鱼类。调查区域鱼类资源以裂腹鱼类占绝对优势，主要渔获对象有怒江裂腹鱼，占渔获物绝大多数，另外裸腹叶须鱼、贡山裂腹鱼、温泉裸裂尻鱼、札那纹胸鮡等在渔获物中的占比较

小。

调查区域宽谷、峡谷相间，河势河态复杂，两岸支流众多，生境多样性相对较高，使鱼类能够在本河段完成整个生活史过程。调查河段鱼类对高原高寒生境具有强的适应性，这些鱼类生长发育缓慢、性成熟晚、繁殖力低，其种群一旦遭受破坏，其恢复将非常困难。

总体上讲，玉曲河鱼类资源保存较好，当地藏族同胞禁止捕捞鱼类，也不吃本地鱼，除左贡县城、扎玉镇有几户兼职捕捞鱼类外，没有专门商业捕捞队伍。尤其是一些寺庙附近河段和峡谷急流河段，基本上没有受到人类活动的影响，鱼类资源处于自然状态。

4.3.2.7 研究区水生生态功能定位

（1）玉曲河是怒江中上游生境多样性较高的支流

玉曲河是怒江中上游左岸支流，位于中游上段，河口海拔约1900m，天然落差约3000m，为典型高原河流，生境多样性高。玉曲河源头至美玉乡(开曲沟口)为上游，为高原中低山地貌，河道比降小，水流平缓，高山草甸发育，是裂腹鱼、高原鳅等鱼类重要的育肥场所；中游河段美玉乡(开曲沟口)至左贡县城旺达镇(兰嘎曲沟口)，为高山峡谷过渡区，河谷由宽逐渐变窄，多呈宽缓的“U”形河谷，多砾石浅滩，是裂腹鱼类重要的产卵生境；旺达镇(兰嘎曲沟口)以下为下游，河段长225.0km，落差1914m，河道平均比降8.51‰，为高山峡谷区，河谷深切，河道狭窄，多呈“V”型，是裂腹鱼类、鮡科鱼类的重要栖息地，其中旺达镇至扎玉附近局部河段开阔，多心滩、边滩，分布有裂腹鱼类产卵场，扎玉以下至河口为典型峡谷急流河段，为鮡科鱼类的重要栖息地。

（2）玉曲河鱼类与怒江中上游鱼类基本一致且有着密切的自然联系

玉曲河鱼类为典型高原鱼类区系，与怒江中上游鱼类种类组成基本

一致。裂腹鱼类具有较强的生殖洄游习性，在繁殖期一般由干流向上游或支流上游水质清澈、水流平缓的砾石浅滩处产卵繁殖。怒江中上游鱼类在繁殖期可上溯至玉曲河中上游砾石浅滩产卵繁殖，玉曲河鱼类在冬季可退缩至玉曲河下游和怒江干流深水区越冬，是怒江中上游鱼类的栖息和繁殖场所。因此玉曲河鱼类与怒江中上游鱼类有着密切的自然联系。

（3）扎拉水电站影响区是玉曲河鮡科鱼类的重要生境和裂腹鱼类的洄游通道

扎拉水电站所在区域位于玉曲下游峡谷急流区，多回水深潭、砾石与巨石底质，是鮡科鱼类的适宜生境。鮡科鱼类为定居性鱼类，其栖息地一般也是其产卵场。扎拉水电站影响区虽是峡谷急流河段，但在河流的蜿蜒处、支流汇口处等也存在少量的砾石浅滩区域，适宜裂腹鱼类繁殖。该区域底质以岩石较多，其表面着生藻类丰富，为刮食性的怒江裂腹鱼、温泉裸裂尻鱼等提供了较丰富的饵料。

玉曲河中上游分布有规模较大的裂腹鱼类产卵场，繁殖期鱼类上溯生殖洄游，冬季鱼类又顺水而下越冬洄游，扎拉水电站所在的工程影响河段是玉曲河裂腹鱼类生殖和越冬的洄游通道。

4.3.3 环境敏感区

经核实，西藏芒康滇金丝猴国家级自然保护区位于芒康县，距离评价区距离较远，最近距离约为 22.5km，且中间隔有澜沧江和雪山，因此该保护区不会受工程的影响。扎拉电站工程评价区范围内，有 1 个县级自然保护区——左贡县碧土自然保护区（拟更名为西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区）。

1）保护区概况

碧土县级自然保护区于 2001 年 8 月 12 日，由左贡县人大常务委员会以左人发[2001]18 号文件批复，拟更名为左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区。原自然保护区批准以来，没有成立专门的保护区管理机构，也没有落实专业管理人员。目前，《西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区总体规划（2017～2025）》由西藏自治区林业调查规划研究院于 2017 年 7 月编制完成，并于 2017 年 7 月 5 日通过了西藏自治区级自然保护区评审委员会在拉萨组织召开的西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区总体规划评审会。

西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区位于左贡县碧土乡境内，距县城 187km，自然保护区以阿东格尼山脉为主体，北与扎玉镇相连，南以梅里雪山为界，东和芒康县为邻，西同察隅县的察瓦龙乡接壤，其地理坐标为东经 98° 15′ 13″ ～98° 41′ 29″，北纬 28° 26′ 20″ ～29° 10′ 52″。保护区总面积 69100.92hm^2，其中核心区面积 47041.75hm^2，缓冲区面积 4162.50hm^2，实验区面积 17896.67hm^2。

2）保护区生物资源

保护区森林资源极为丰富，属于原始状态，森林主要树种有：云杉、冷杉、高山松、云南油松、高山栎等乔木，同时分布有珍稀树种云南红豆杉、澜沧江黄杉、樟树等。由于植被覆盖广泛，林中野生动物种类较多，有世界上个头最大的大紫胸鹦鹉以及雪豹、白唇鹿、白肩雕、金雕、斑尾榛鸡等国家Ⅰ级重点保护动物；同时分布有黑熊、水獭、藏狐、马鹿、藏原羚、岩羊、藏马鸡等国家Ⅱ级重点保护动物；林下资源：松茸、虫草、贝母等药材分布丰富。

3）保护区类型和保护对象

西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区属野生动物类型保护区。保护对象为大紫胸鹦鹉以及雪豹、白肩雕、金雕、斑尾榛鸡等国家Ⅰ级重点

保护动物，黑熊、水獭、藏狐、藏原羚、岩羊、藏马鸡等国家Ⅱ级重点保护动物及其生态系统。

4）保护区与工程的位置关系

西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区分布区域平均海拔4500m，不受工程的直接影响。根据位置关系核实，卡树沟渣场距离保护区的距离最近，距离保护区最近水平距离约2.1km，最近垂直高差约1.4km。

4.4 社会环境

4.4.1 行政区划与人口

本工程主要涉及西藏自治区昌都市的左贡县和林芝市的察隅县。

左贡县辖3镇7乡127个行政村，幅员面积1.17万km^2。全县总人口51130人，其中农业人口42418人，占总人口的82.96%；牧业人口6324人，占总人口的12.37%；非农牧业人口2388人，占总人口的4.67%。左贡县主要以藏族人口为主，汉族和其他少数民族人口比重较小，其中藏族人口约占总人口的99%。

察隅县辖3乡3镇96个行政村，幅员面积3.17万km^2。全县总人口31468人，其中农业人口24763人，占总人口的78.69%；牧业人口137人，占总人口的0.44%；非农牧业人口6568人，占总人口的20.87%。察隅县内共有藏、汉、纳西、独龙、苗、回、门巴、珞巴、傈僳、怒等多个民族，其中藏族人口占总人口的90%以上。

4.4.2 社会经济

受自然条件限制，目前当地经济社会发展相对落后，总体经济特征以农牧业自然经济为主体，经济总量小。根据昌都市左贡县、林芝市察隅县2016年统计年鉴资料，相关社会经济基本情况如下：

截止2015年底，昌都市左贡县耕地总面积2675.39hm²；全年粮食产量15876.92t，国内生产总值85000万元，农业人口人均耕地0.95亩，农牧民人均年纯收入7104元。

截止2015年底，林芝市察隅县耕地总面积2769hm²；全年粮食产量18464t，国内生产总值65100万元，农业人口人均耕地1.68亩，农牧民人均年纯收入7375元。

4.4.3 土地利用

根据第二次全国土地调查数据，昌都市土地总面积10868500hm^2，其中草地所占比重最大，占51.72%。工程主要涉及的昌都市左贡县全县国土面积1183980.060hm^2，耕地面积2675.39hm^2。林地面积所占比重最大，为523876.305hm^2，占土地总面积的44.25%。

林芝市土地总面积11459738.9hm^2，其中林地面积为6073359.3hm^2，占土地总面积的一半以上，达53.00%，占农用地总面积的74%。工程涉及的林芝市察隅县土地总面积3140761.99hm^2，在农用地中林地面积所占比重最大，为1656118.7hm^2，占土地总面积的52.73%。耕地面积5116.36hm^2，园地面积15.18hm^2，草地面积415833.34hm^2。工程区所在区域土地利用类型农用地所占比重大，在农用地中，又以林地、牧草地为主，耕地资源较为缺乏，土地利用程度较低。

4.4.4 人群健康

（1）主要传染病和地方病

工程区传染病主要有肺结核、皮肤炭疽、肝炎和痢疾等。地方病主要有大骨节病、地方性氟中毒、碘缺乏病等。

（2）医疗机构

工程区医疗卫生和相关技术人员相对缺乏。

昌都市2015年医疗机构总计1383个，其中医院17个，乡镇卫生院138个，村卫生室1141个。实有床位数1997张，卫生技术人员1702人，其中执业医师378人。

林芝市 2015 年医疗机构共 639 个，其中医院 9 个，乡镇卫生院 55 个，村卫生室 489 个。床位数 850 张，卫生技术人员 1134 人，其中执业医师 282 个。

4.4.5 基础设施

左贡县基础设施建设滞后，公路覆盖率仅为 22.4%，乡镇通话率为20%；全县有中小型水电站 7 座，光伏电站 12 座，仅能满足 1.5 万人的生活用电，仍有 65%的居民生活、生产用电得不到保证。

察隅县现有 19 座生产运营的水电站，用电乡（镇）覆盖率为 100%，用电行政村覆盖率为 84.38%，用电户覆盖率为 82.8%，用电人口覆盖率为85.53%。察隅县已修建农田灌溉引水工程 16 处（总长 74.08 公里）。农村饮水安全工程已覆盖全县所有行政村，已建饮水工程供水保证率达 95%。

4.5 环境质量现状评价

4.5.1 水环境

4.5.1.1 水污染源

经现场调查和资料调研，工程区为西藏高山峡谷区，人烟稀少，生活污染源较少。生产方式以农耕和放牧为主，工业均不发达，基本无工业污染源。河流沿岸耕地分布零散，仅有少量村庄及耕地，且规模均较小，沿岸除左贡县城居民比较集中外，其它区域居民点较为分散，面源污染少。沿岸没有集中排污口，扎拉坝址至厂址区间减水河段无工矿企业分布，居民用水取自村庄附近的支沟或山泉水，均不在玉曲河内取水。

工程区产业结构以农牧业为主，工业经济发展相对滞后，水污染源主要为农业面源，但由于工程区地广人稀，农牧区分布较为分散，农牧区面源污染较少。废污水主要来源于当地居民生活污水的排放，排放量较小。

4.5.1.2 地表水环境质量评价

为了解项目所在区域的地表水环境质量状况，四川省核工业辐射测试防护院分别于2016年3月27日和6月19日对工程河段的地表水环境质量进行了监测。在玉曲河干、支流和怒江上设共计9处测点。监测断面设置如下：

（1）怒江干流：怒江的玉曲河汇口上游10km、玉曲河汇口处；

（2）玉曲河干流的碧土乡附近、扎拉坝址、扎拉厂址、轰东坝址、洪东村、玉曲河河口以上2000m；

（3）玉曲河支流：梅里拉鲁沟的汇口上游1000m。

地表水水质监测结果见表4.5-1。本次水质评价采用标准指数法，单项水质因子标准指数的计算公式如下：

$$S_{i,j}=C_{i,j}/C_{s,i}$$

式中：

$S_{i,j}$—标准指数；

$C_{i,j}$—评价因子i在j点的实测浓度值，mg/L；

$C_{s,i}$—评价因子i的评价标准限值，mg/L。

pH值的标准指数：

$$S_{pH,j}=\frac{pH_j-7.0}{pH_{su}-7.0}\quad pH_j>7.0$$

$$S_{pH,j}=\frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{sd}}\quad pH_j\leqslant 7.0$$

式中：

$S_{pH,j}$—pH 值的标准指数；

pH_j—pH 的实测值；

pH_{sd}—评价标准中 pH 的下限值；

pH_{su}—评价标准中 pH 的上限值。

溶解氧（DO）的标准指数：

$$S_{DO,j}=\frac{|DO_f-DO_j|}{DO_f-DO_s}\quad DO_j \geqslant DO_s$$

$$S_{DO,j}=10-9\frac{DO_j}{DO_s}\quad DO_j < DO_s$$

式中：

$S_{DO,j}$—DO 的标准指数；

DO_f—某水温、气压条件下的饱和溶解氧浓度（mg/L），计算公式常采用：$DO_f=468/(31.6+T)$，T为水温，℃；

DO_j—溶解氧实测值，mg/L；

DO_s—溶解氧的评价标准限值，mg/L。

当各项参数的标准指数≤1 时，表明该参数满足规定的水质标准，当各项参数的标准指数＞1 时，则不能满足，标准指数数值越大，参数代表的环境质量越差。

采用单项水质参数标准指数法，将水质监测成果与《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水域标准进行对比分析。监测及评价结果表明，扎拉水电站工程河段水质各项参数均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，水环境质量良好。

4.5.2 地下水环境

4.5.2.1 地下水水质监测

四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心于 2016 年 5 月和 2018 年 5 月对工程区地下水环境现状进行了监测，监测结果如下：

（1）监测点位

共设置 6 个地下水监测点位，见表 4.5-1。

表 4.5-1 地下水监测点位一览表

监测点位编号	取样地点	与工程区位置关系	水样类型
扎拉 1#	Q9	厂址附近	温泉
扎拉 2#	Q7	引水线路穿越区	泉
扎拉 3#	Q8	引水线路穿越区	温泉
扎拉 4#	Q6	坝址区附近	泉
扎拉 5#	Q2-1	拟建卡树冲沟渣场 200m 范围内	泉
扎拉 6#	Q2-2	拟建卡树冲沟渣场 200m 范围内	泉

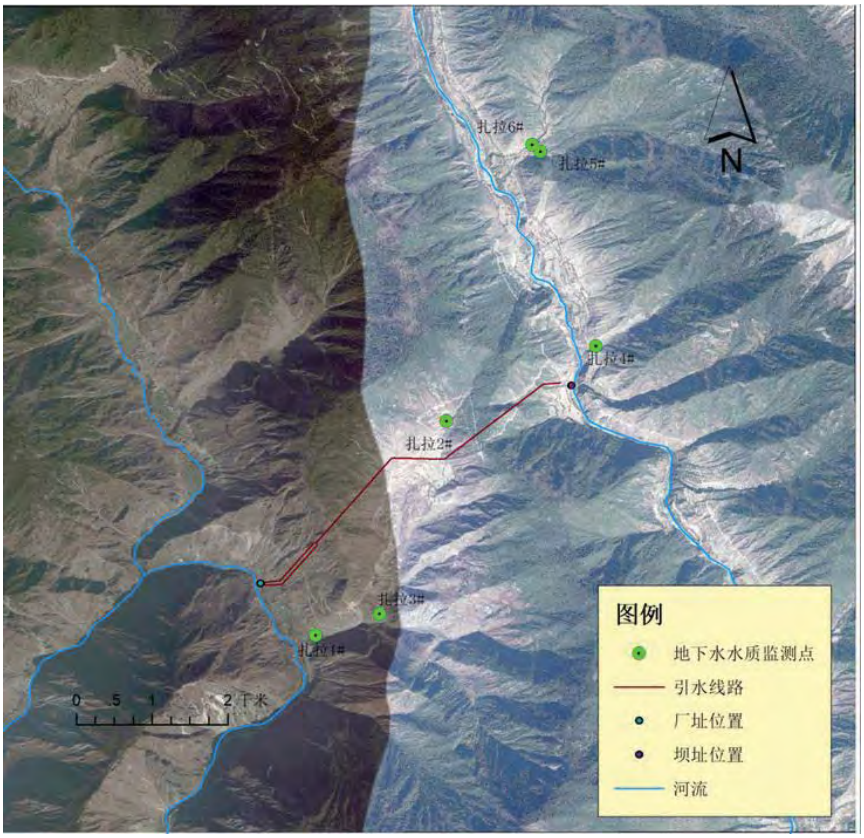


图 4.5-1 扎拉电站地下水现状监测取样点

（2）监测项目

监测项目：pH、高锰酸盐指数、氨氮、总硬度、铬（六价）（Cr^{6+}）、氯化物、氟化物、硝酸盐、挥发酚、砷（As）、汞（Hg）、镉（Cd）、铅（Pb）、氰化物、铁（Fe）、锰（Mn）、硫酸盐、亚硝酸盐、钾、钙、钠、镁、碳酸盐、碳酸氢盐、溶解性总固体共25项。

（3）取样时间

取样时间为2016年5月，2018年5月。

4.5.2.2 评价方法

本次地下水环境影响评价采用单因子指数评价法，计算公式如下：

$$S_{i,j}=\frac{C_{i,j}}{C_{s,j}}$$

式中：

$S_{i,j}$——单项水质评价因子i在j点的标准指数；

$C_{i,j}$——单项水质评价因子i在j取样点的浓度，mg/L；

$C_{s,j}$——单项因子的评价标准，mg/L。

pH的标准指数为：

$$S_{pH,j}=\frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{sd}},pH_j\le 7.0$$

$$S_{pH,j}=\frac{pH_j-7.0}{pH_{su}-7.0},pH_j>7.0$$

式中：

$S_{pH,j}$——pH的标准指数；

pH_j——pH实测值；

pH_{sd}——地表水质标准中规定的pH值下限；

pH_{su}——地表水质标准中规定的pH值上限。

4.5.2.3 现状监测结果统计及评价结果

本次评价执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准。扎拉1#超标项目有总硬度、溶解性总固体、氟化物、硫酸盐，扎拉2#无物质超标，扎拉3#超标的指标有氟化物、硫酸盐，扎拉4#砷超标，该处泉点位侵入岩区出露、地下水类型为构造裂隙水，受其岩体成分等影响，超标原因可能为原生地质问题。扎拉1#和3#为温泉水，温泉为深层地下水排泄至地表，深层地下水中较高含量的氟化物、硫酸盐等同地表潜水混合进而可能导致潜水中氟化物和硫酸盐的超标。5#和 6#氟化物超标，两个泉点位构造裂隙水，推测其主要表现为径流时间和途径长，同时地下水在径流过程中溶蚀围岩（纳错群组地层及花岗岩地层）含氟成分，5#的的流量大于6#，同时其Na+浓度低于6#，认为6#地下水的径流途径及径流时间长于5#点，在地下循环交替速度较5#点慢，故6#泉点超标倍数小于5#泉点。

4.5.3 声环境

为了解该项目所在区域声环境质量状况，四川省核工业辐射测试防护院分别于2016年3月25日、26日和2016年6月15日、16日对项目周边的声环境质量现状进行了监测。共布设5个点位，分别在碧土乡扎郎村（测点设置在沿玉曲河的公路旁）、扎拉坝址、轰东坝址、珠拉村、洪东村 5处各设1处监测点。

监测结果表明，区域内昼、夜间噪声均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。从总体上看，工程区周边声环境质量较好。

4.5.4 大气环境

为了解该项目所在区域环境空气质量状况，四川省核工业辐射测试防护院对项目周边的大气环境质量现状进行了监测。共设3处测点，分别在扎拉坝址、轰东坝址、洪东村各设1处。监测时间为2016年3月

21 日～3 月 27 日、2016 年 6 月 13 日～6 月 19 日，监测项目包括二氧化硫（SO_2）、二氧化氮（NO_2）、总悬浮颗粒物（TSP）、可吸入颗粒物（PM_{10}）。

监测评价结果表明，区域环境空气质量良好，SO_2、NO_2、TSP、PM_{10}的监测值均达标，均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准的要求。

4.6 主要环境问题

（1）生态系统脆弱

玉曲河流域自然生态环境较好，但陆地生态系统十分脆弱，自然恢复机能较差。近年来，由于不合理的生产活动，致使草场沙化面积增多，呈现出逆向演替状态，草地退化现象较普遍，已造成了严重的水土流失和土地沙化。加之当地居民迫于生存，不得以毁林开荒、陡坡垦殖等方式扩大耕地面积，也加重了流域生态环境的破坏程度。

（2）自然灾害比较频繁

玉曲河流域山高谷深，各种地形错综复杂，气候类型独特，导致了流域较为频繁的自然灾害，主要有滑坡、泥石流、洪水、干旱等，已严重威胁着流域内居民的正常生产生活和生命财产安全，其中破坏最大、频率最高的是洪水和泥石流灾害，其灾害损失呈逐年增加趋势。

（3）经济社会发展滞后，群众生活贫困

由于地处偏僻，交通条件落后，当地优势资源和相关产业不能得到发展，加上当地群众居住分散，市场竞争意识不高，特色农牧业产品没有形成规模化种植培育，流域经济发展受到限制，人民群众生活贫困，至今仍保留着刀耕火种的原始痕迹。教育、科技、文化事业落后，群众生活闭塞，科技教育不能适应经济发展的需要。

5 环境影响预测和评价

5.1 水文情势预测与评价

通过MIKE11软件建立扎拉水电站库尾至玉曲河入怒江汇入口处河段一维水动力数学模型。模型建立后利用厂址处实测水位对模型进行率定和验证。利用率定验证后的水动力数学模型预测扎拉水电站库尾至玉曲河河口处河段水文情势的变化。

5.1.1 河道水动力模型构建

5.1.1.1 基本方程

MIKE11 中的水动力控制方程为一维 Saint-Venant 方程组。控制方程组为：

$$\begin{cases} \dfrac{\partial Q}{\partial x}+\dfrac{\partial A}{\partial t}=q \\ \dfrac{\partial Q}{\partial t}+\dfrac{\partial(\alpha\dfrac{Q^2}{A})}{\partial x}+g\cdot A\dfrac{\partial h}{\partial x}+\dfrac{gQ|Q|}{C^2A\cdot R}=0 \end{cases} \tag{5.1}$$

式中：x为距离（主河道流向方向）（m）；t为时间的坐标（s）；A为过水断面面积（m^2）；Q为流量（m^3/s）；h为水位（m）；q为旁侧入流流量（m^2/s）；C为谢才系数（无量纲常数）；R为水力半径（m）；α为动量校正系数；g为重力加速度（m/s^2）。

5.1.1.2 求解方法

以上方程组先采用 Abbott 六点中心隐式差分格式进行离散，形成一系列隐式差分方程组，再用追赶法求解。该离散格式在每一个网格点并不同时计算水位（h）和流量（Q），而是按顺序交替计算水位或流量，分别称为h点和Q点，Q点一直位于两个临近的h点之间。计算网格点图见图 5.1-1。

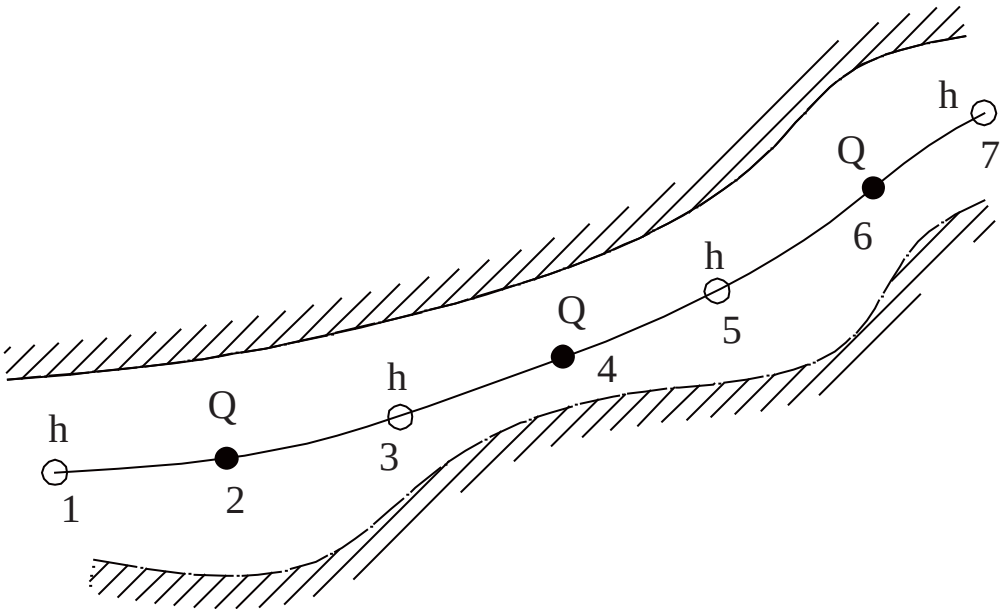


图 5.1-1　　计算网格上 h 点和 Q 点布置概化图

六点 Abbott 离散格式为无条件稳定，可以在相当大的 Courant 数下保持计算稳定，可以取较长的时间步长以节省计算时间。图 5.1-2 为中心 6 点 Abbott 离散格式。

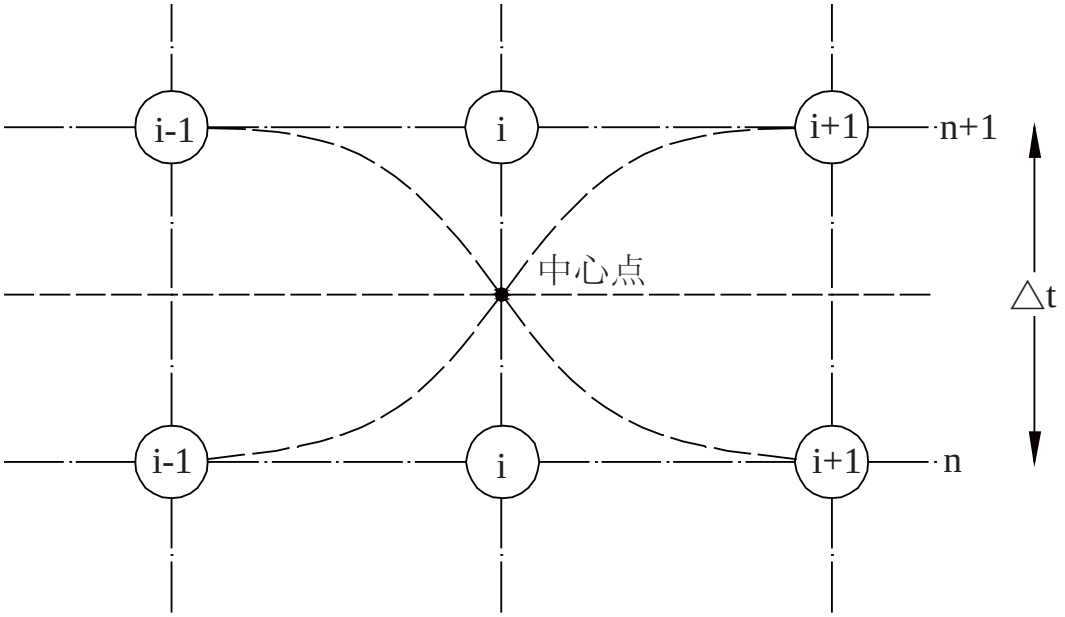


图 5.1-2　　中心 6 点 Abott 离散格式

基于以上离散格式，控制方程组（5.1）的离散化形式如下：

$$\begin{cases} \alpha_j Q_{j-1}^{n+1} + \beta_j h_j^{n+1} + \gamma_j Q_{j+1}^{n+1} = \delta_j \\ \alpha_j h_{j-1}^{n+1} + \beta_j Q_j^{n+1} + \gamma_j h_{j+1}^{n+1} = \delta_j \end{cases} \tag{5.2}$$

式中：

$$\alpha_j = f(A)$$

$$\beta_j = f(Q_j^n, \Delta t, \Delta x, C, A, R)$$

$$\gamma_j = f(A)$$

$$\delta_j = f(A, \Delta x, \Delta t, \alpha, q, v, \theta, h_{j-1}^n, Q_{j-1}^{n+1/2}, Q_j^n, h_{j+1}^n, Q_{j+1}^{n+1/2})$$

当形成了离散化的方程组（5.2）之后，给定河网（包括支流）上、下边界条件及初始条件，可用追赶法（或称双扫法）进行求解。

5.1.1.3 计算条件

根据扎拉水电站坝址1979～2015水文年年径流系列分析，结合径流设计成果，按照实测径流和设计径流、经验频率与设计频率接近的原则，从充分利用本流域实测资料的角度出发，通过排频分析后选择1998年5月～1999年4月、2010年5月～2011年4月、2012年5月～2013年4月分别为丰水年、平水年、枯水年。

（1）研究范围

研究范围为扎拉水电站库尾～坝址和坝址～厂址的减水河段及厂址～玉曲河河口的干流河段及其区间的各个支流，研究干流河段全长约83km。

扎拉水电站坝下减水河段河道较弯曲，且下游存在裂腹鱼及鮡科鱼类产卵场。为了分析减水河段鱼类生长发育适宜情况以及典型断面处水文情势变化情况，对整个减水河段以及下游河段进行了大断面测量。测量原则为：在坝址处、厂址处、鱼类重要生境处、河道弯曲处、深潭段、滩地段、支流汇入处等典型位置布设断面。根据以上原则，共测量了80个断面。河流水系及断面区位关系见图5.1-3及表5.1-1。坝址以下河道水面线见图5.1-4～图5.1-7。

（2）河道断面形态

图 5.1-8 为本次测量的河道断面形态图。由图可知，河道断面形态可分为 U 形、V 形、W 形三种类型，河道浅滩较多。图中标出了 2012 年 6 月和 2013 年 2 月工程实施前、实施后水位，分析可知，由于河道比降较大（约为 1.08%），河道水深均较浅。

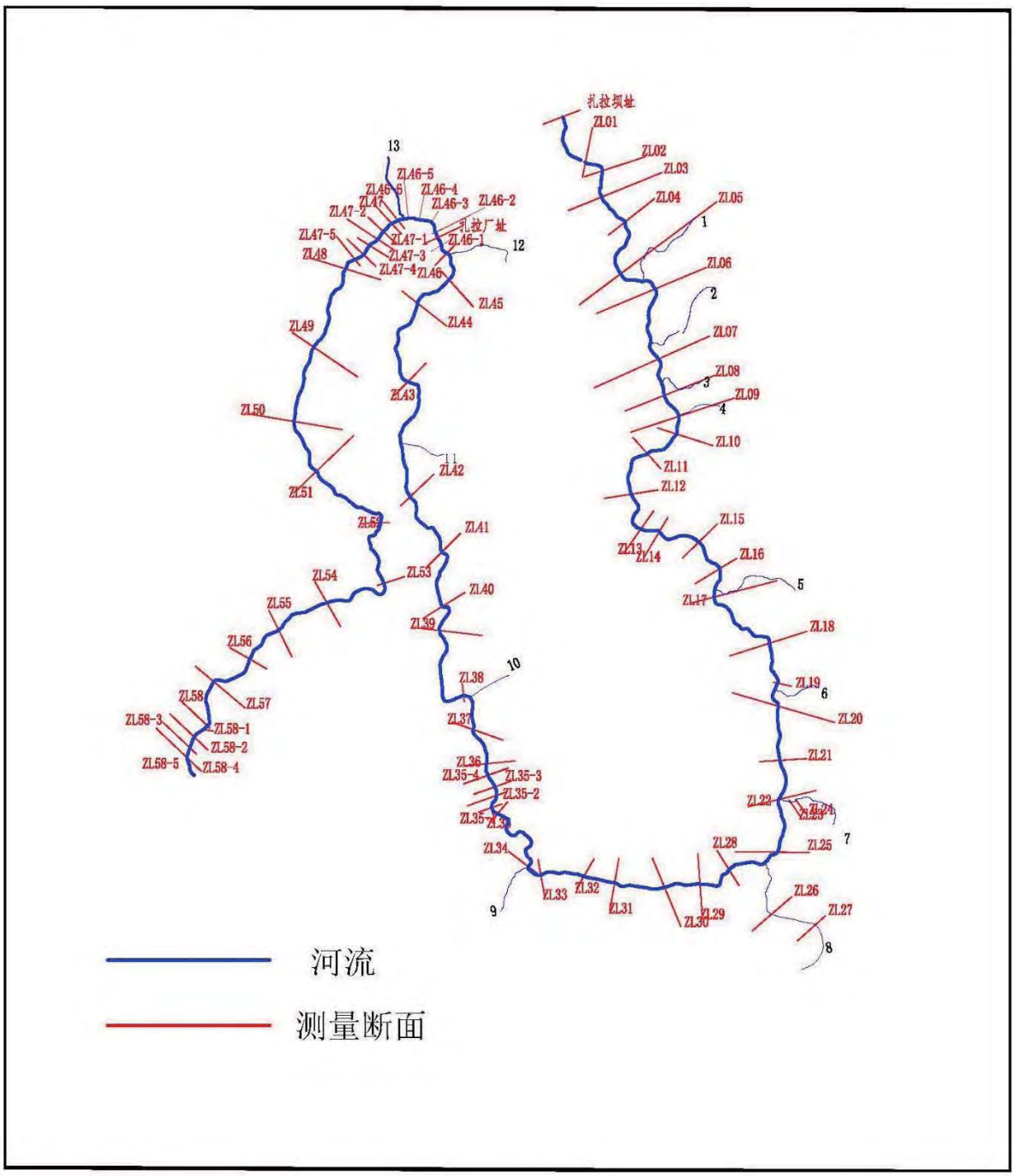


图 5.1-3　　河流水系及断面区位关系

表 5.1-1　　测量断面统计表

序号	断面编号	断面间距（m）	累计距离（km）	断面特征
1	坝址	0.00	0.00	扎拉坝址处
2	ZL01	1670.00	1.67	
3	ZL02	566.13	2.24	
4	ZL03	864.65	3.10	
5	ZL04	953.87	4.05	鮡科鱼类产卵场①
6	ZL05	1740.57	5.80	鮡科鱼类产卵场①，支流 1 汇入
7	ZL06	1217.26	7.01	鮡科鱼类产卵场①
8	ZL07	2202.07	9.21	鮡科鱼类产卵场①，支流 2 汇入
9	ZL08	1130.30	10.34	支流 3 汇入
10	ZL09	749.04	11.09	支流 4 汇入
11	ZL10	538.48	11.63	
12	ZL11	1114.36	12.75	
13	ZL12	1504.16	14.25	
14	ZL13	499.53	14.75	
15	ZL14	1297.40	16.05	
16	ZL15	1278.12	17.33	
17	ZL16	1071.02	18.40	支流 5 汇入
18	ZL17	840.91	19.24	
19	ZL18	2443.25	21.68	裂腹鱼类产卵场①
20	ZL19	1220.79	22.90	裂腹鱼类产卵场①
21	ZL20	758.72	23.66	裂腹鱼类产卵场①，支流 6 汇入
22	ZL21	1605.74	25.27	裂腹鱼类产卵场①
23	ZL22	1126.92	26.39	
24	ZL23			支流 7
25	ZL24			
26	ZL25	1715.30	28.11	
27	ZL26			支流 8
28	ZL27			
29	ZL28	1603.89	29.71	支流 8 汇入，河道突变
30	ZL29	1128.79	30.84	
31	ZL30	1053.65	31.89	
32	ZL31	1486.54	33.38	
33	ZL32	911.11	34.29	
34	ZL33	1270.70	35.56	
35	ZL34	540.41	36.10	支流 9 汇入，河道突变
36	ZL35	2571.53	38.68	
37	ZL35-1	209.06	38.88	
38	ZL35-2	424.08	39.31	
39	ZL35-3	278.98	39.59	
40	ZL35-4	372.60	39.96	

续表 5.1-1　　测量断面统计表

序号	断面编号	断面间距（m）	累计距离（km）	断面特征
41	ZL36	1131.09	41.09	
42	ZL37	1163.04	42.25	
43	ZL38	2761.96	45.02	支流 10 汇入
44	ZL39	937.97	45.95	裂腹鱼类产卵场②
45	ZL40	146.54	46.10	裂腹鱼类产卵场②
46	ZL41	1638.92	47.74	裂腹鱼类产卵场②
47	ZL42	2032.81	49.77	裂腹鱼类产卵场②
48	ZL43	3806.67	53.58	支流 11 汇入
49	ZL44	2667.35	56.25	
50	ZL45	1203.74	57.45	
51	ZL46	847.89	58.30	
52	ZL46-1	389.92	58.69	
53	ZL46-2	346.47	59.03	
54	厂址	170.00	59.20	扎拉厂址
55	ZL46-3	165.46	59.37	
56	ZL46-4	373.66	59.74	
57	ZL46-5	323.78	60.07	
58	ZL46-6	304.61	60.37	
59	ZL47	198.56	60.57	鮡科鱼类产卵场②，支流 13 汇入
60	ZL47-1	349.89	60.92	鮡科鱼类产卵场②
61	ZL47-2	268.39	61.19	
62	ZL47-3	303.82	61.49	
63	ZL47-4	308.61	61.80	
64	ZL47-5	308.01	62.11	
65	ZL48	360.00	62.47	轰东坝址处
66	ZL49	713.48	63.18	
67	ZL50	2589.37	65.77	
68	ZL51	2267.11	68.04	
69	ZL52	1673.65	69.71	
70	ZL53	2602.75	72.32	
71	ZL54	2090.63	74.41	
72	ZL55	2139.19	76.55	
73	ZL56	1695.50	78.24	
74	ZL57	1258.02	79.50	
75	ZL58	1397.16	80.90	鮡科鱼类产卵场③
76	ZL58-1	1373.29	82.27	
77	ZL58-2	491.46	82.76	
78	ZL58-3	331.09	83.09	
79	ZL58-4	278.04	83.37	
80	ZL58-5	330.00	83.70	近玉曲河河口处

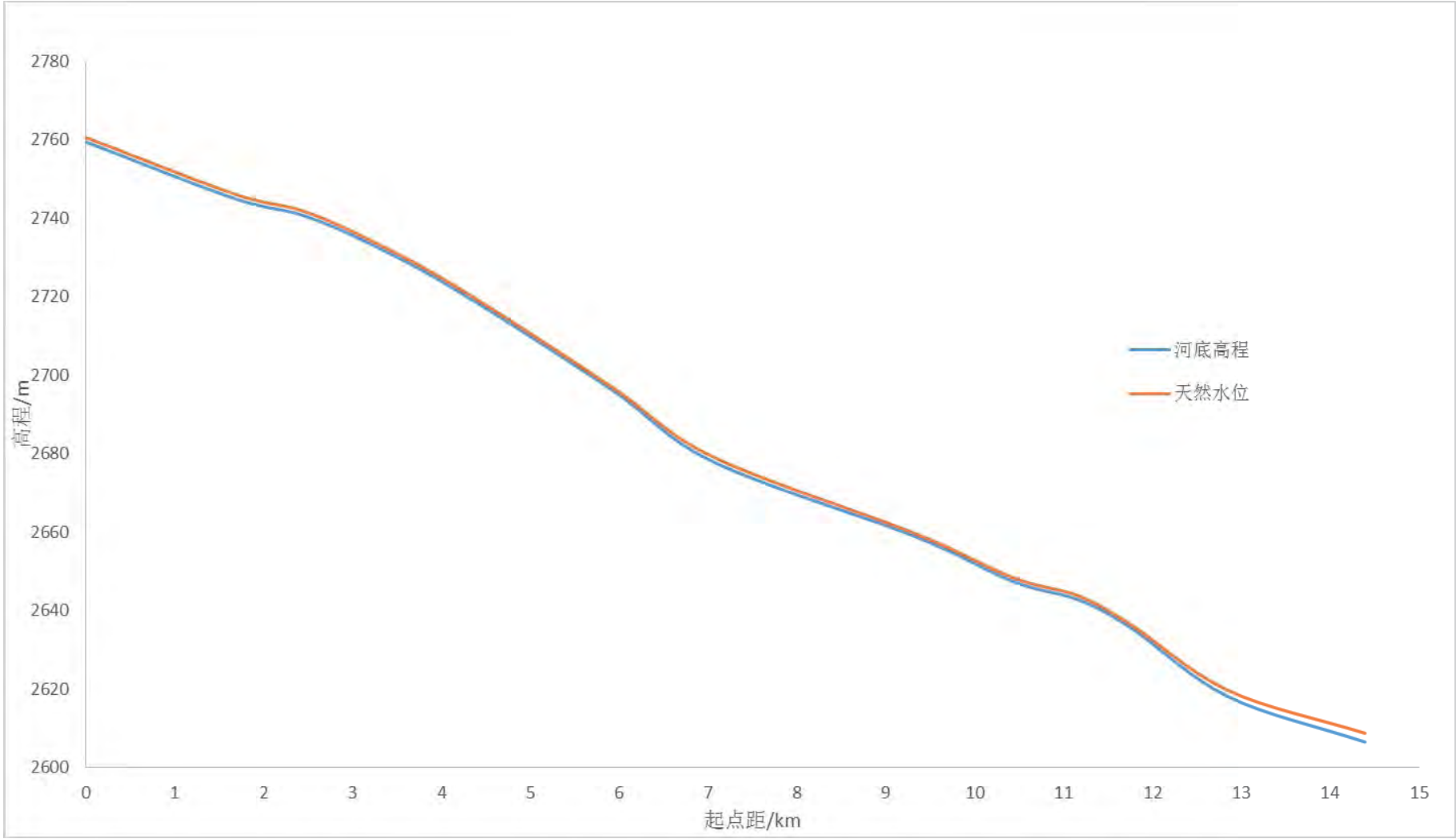


图 5.1-4　　坝址以下河道水面线图（0-15km）

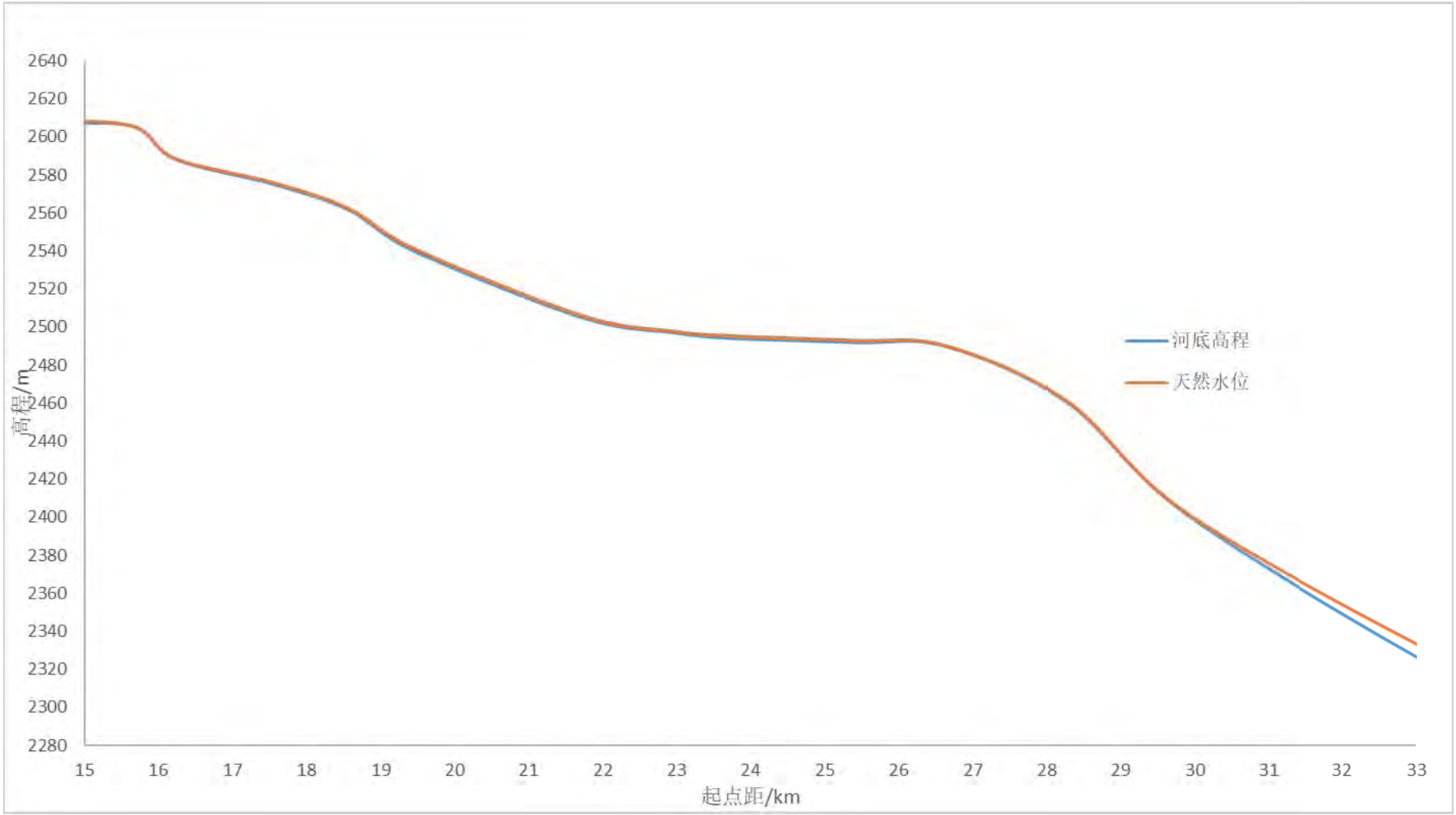


图 5.1-5　　坝址以下河道水面线图（坝下 15-33km）

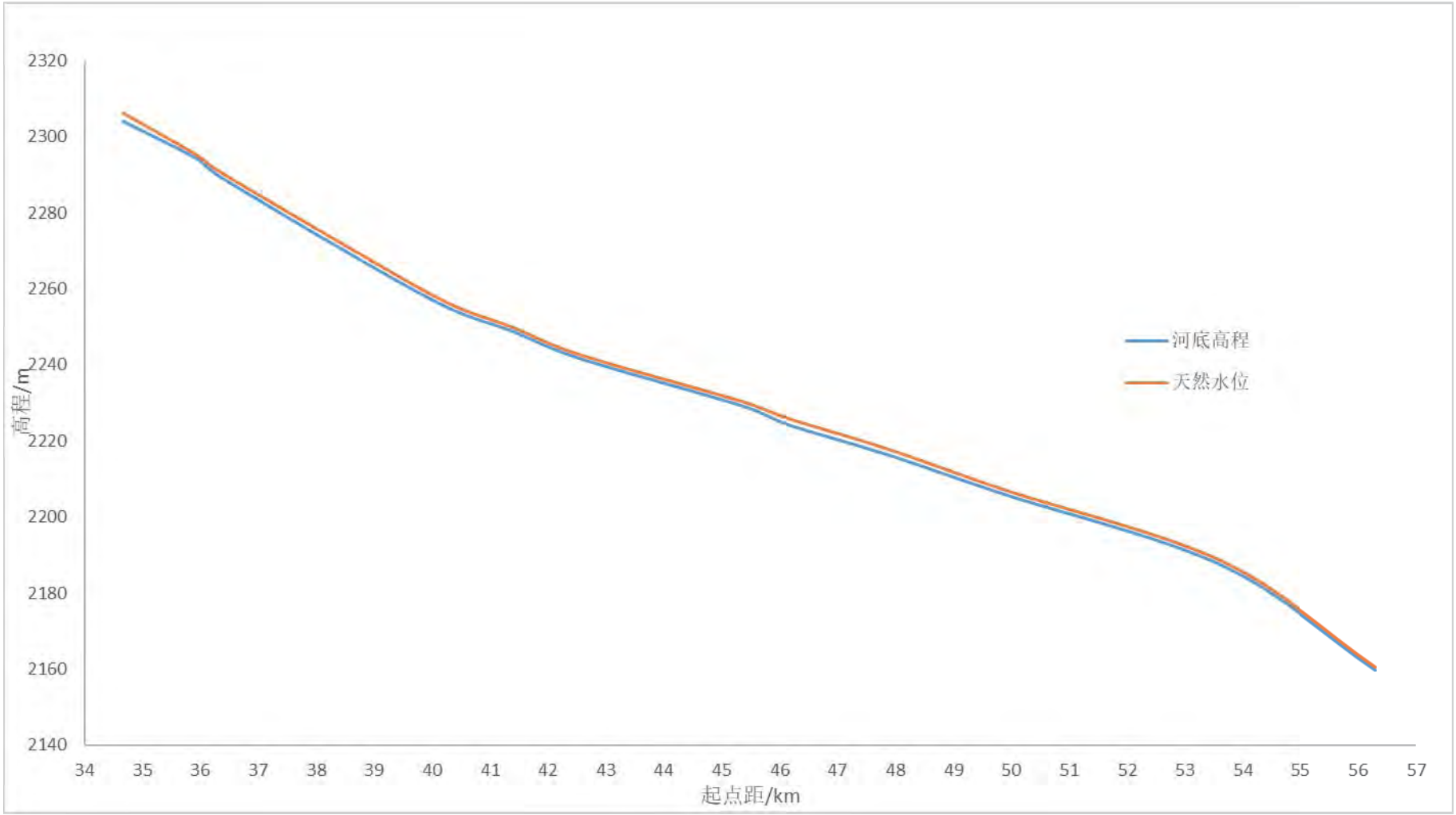


图 5.1-6　　坝址以下河道水面线图（坝下 34-59km）

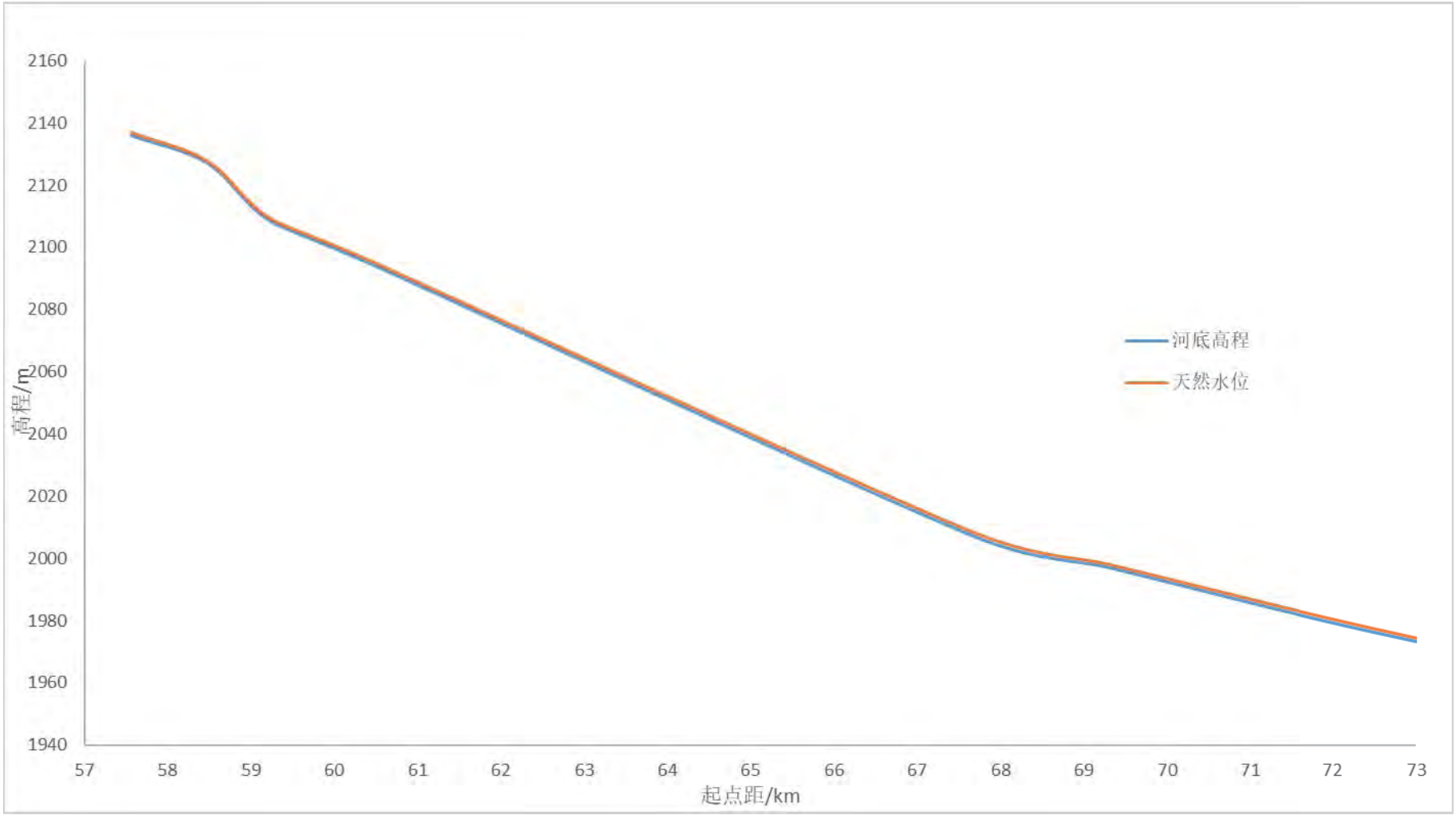
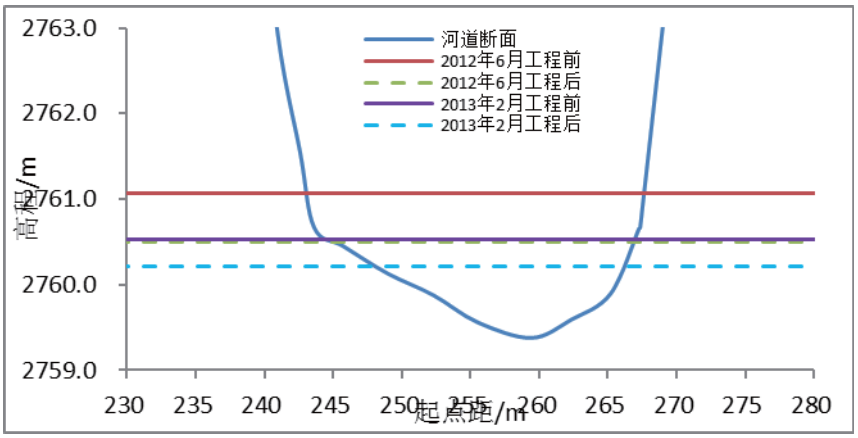
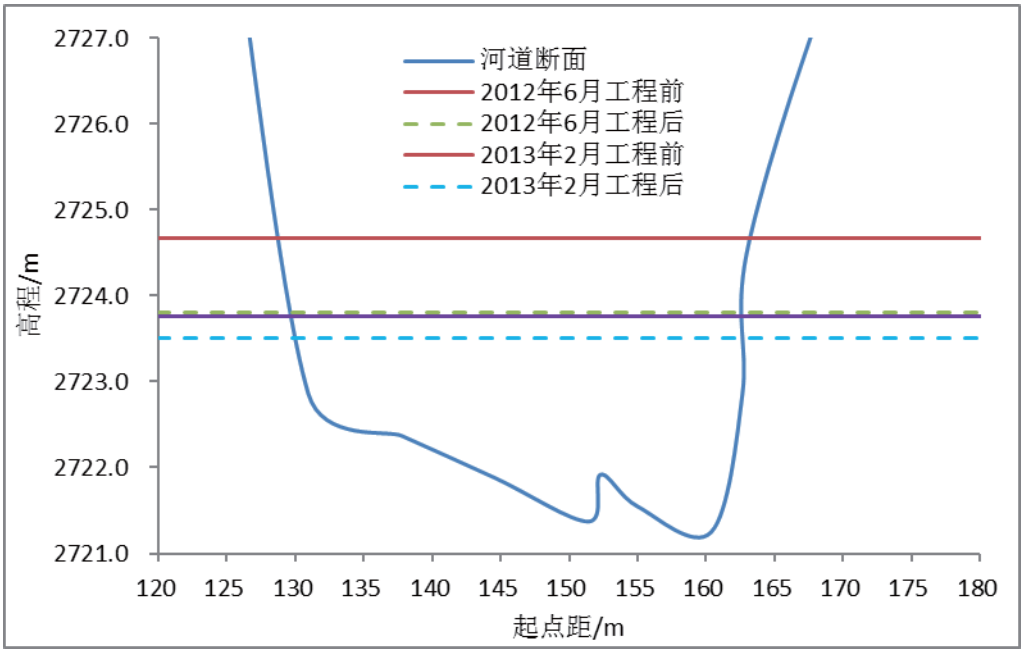


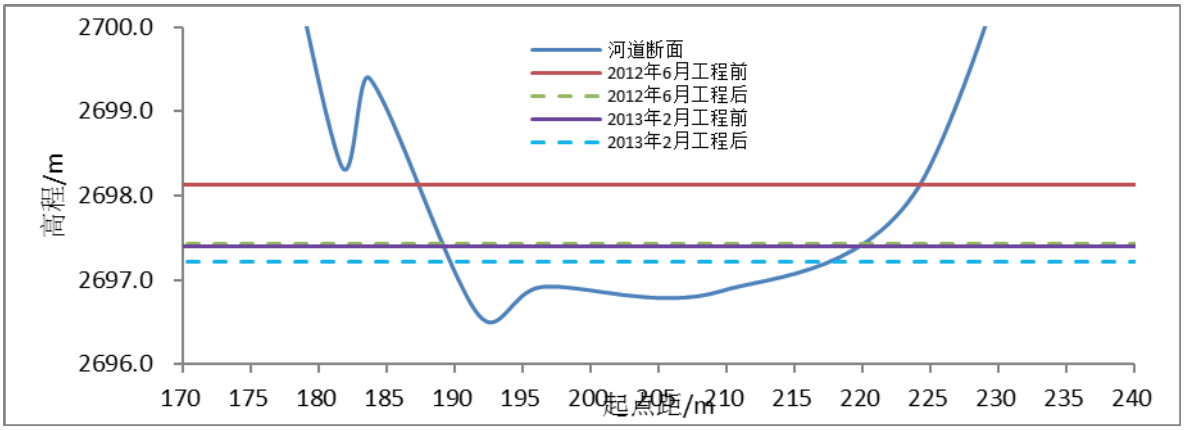
图 5.1-7　　坝址以下河道水面线图（59km 以后）


2763.0
2762.0
2761.0
2760.0
2759.0
高程/m
230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280
起点距/m
河道断面
2012年6月工程前
2012年6月工程后
2013年2月工程前
2013年2月工程后

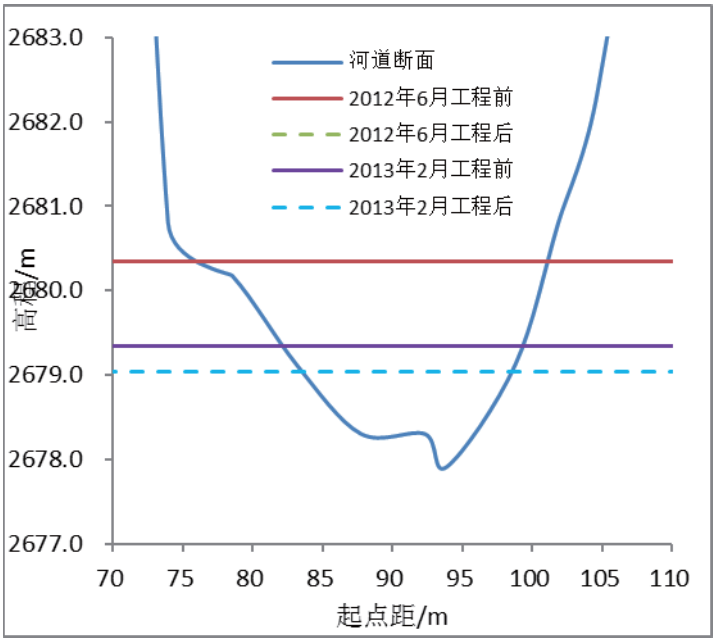
坝址


2727.0
2726.0
2725.0
2724.0
2723.0
2722.0
2721.0
高程/m
120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180
起点距/m
河道断面
2012年6月工程前
2012年6月工程后
2013年2月工程前
2013年2月工程后

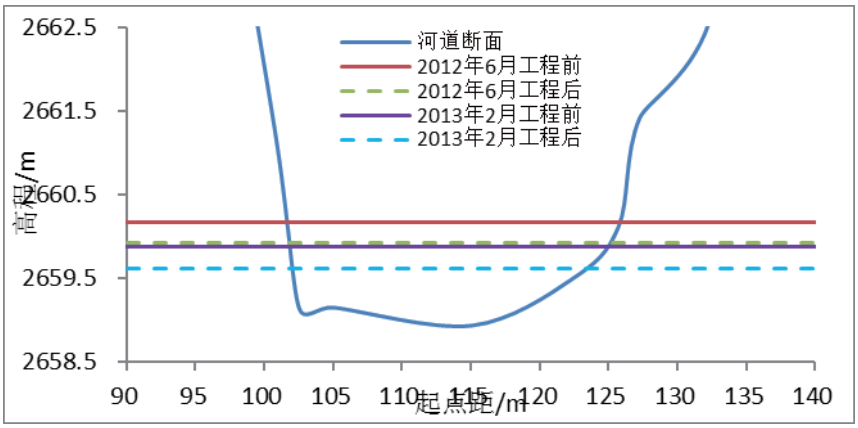
ZI04


2700.0
2699.0
2698.0
2697.0
2696.0
高程/m
170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240
起点距/m
河道断面
2012年6月工程前
2012年6月工程后
2013年2月工程前
2013年2月工程后

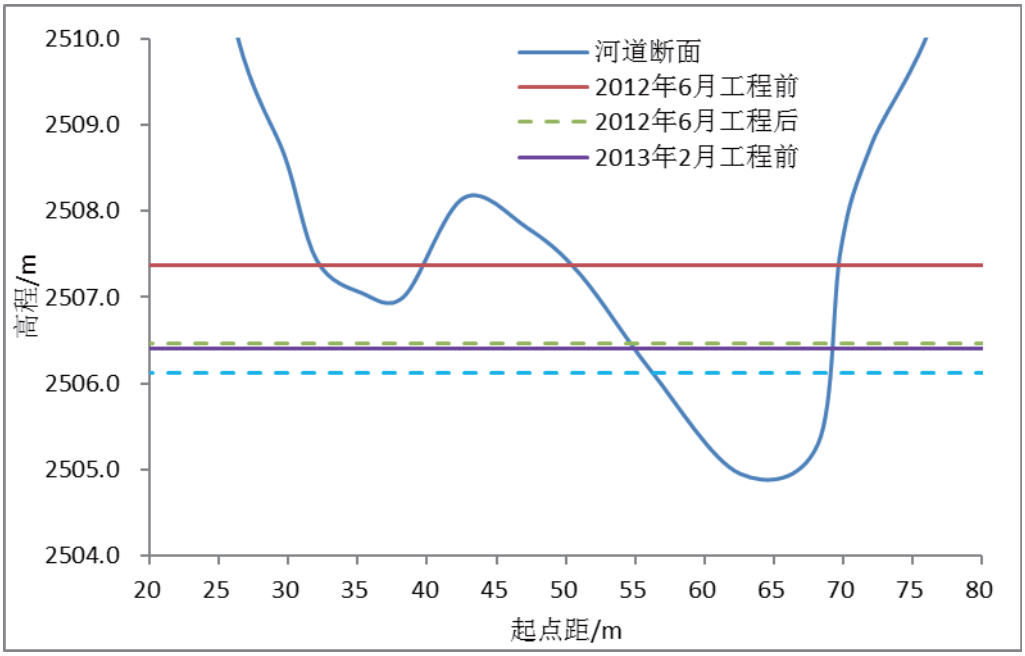
ZI05



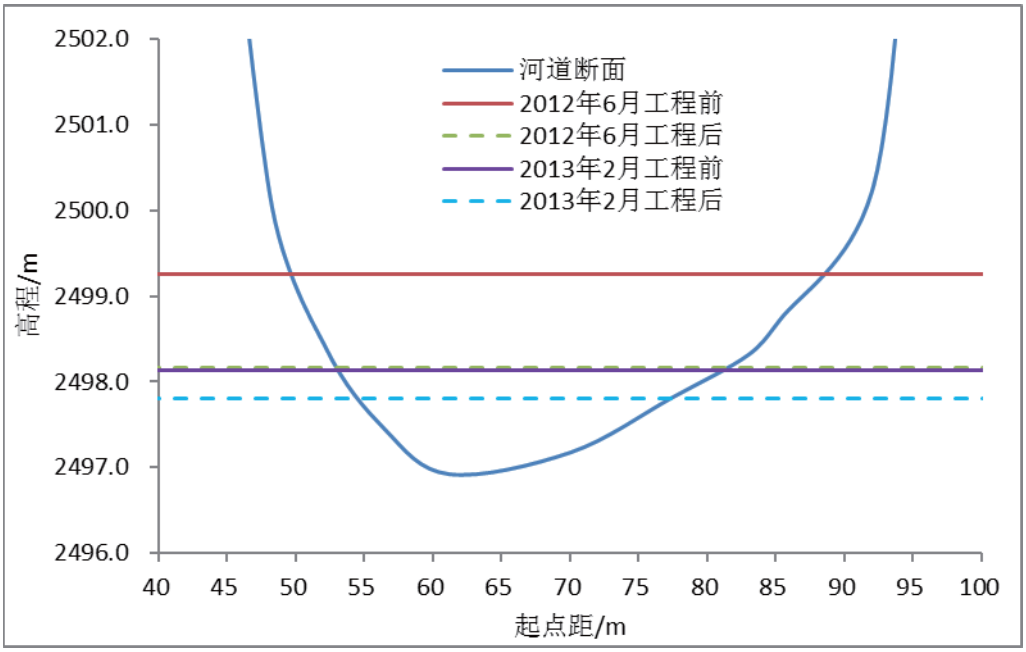
ZI06



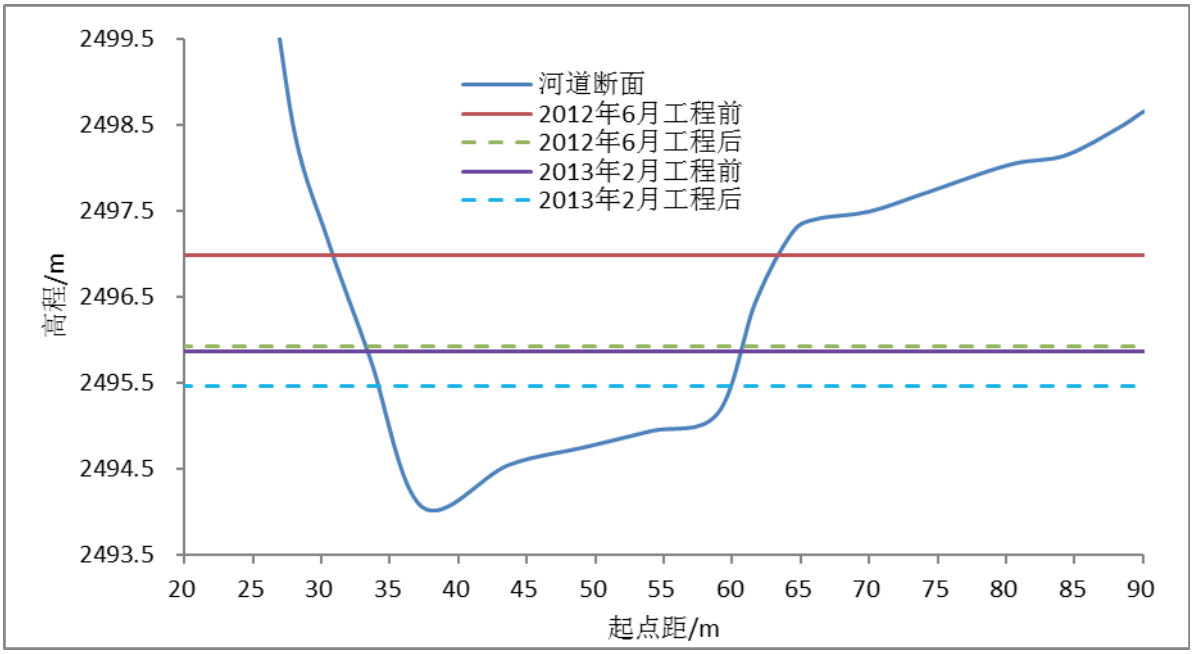
ZI07



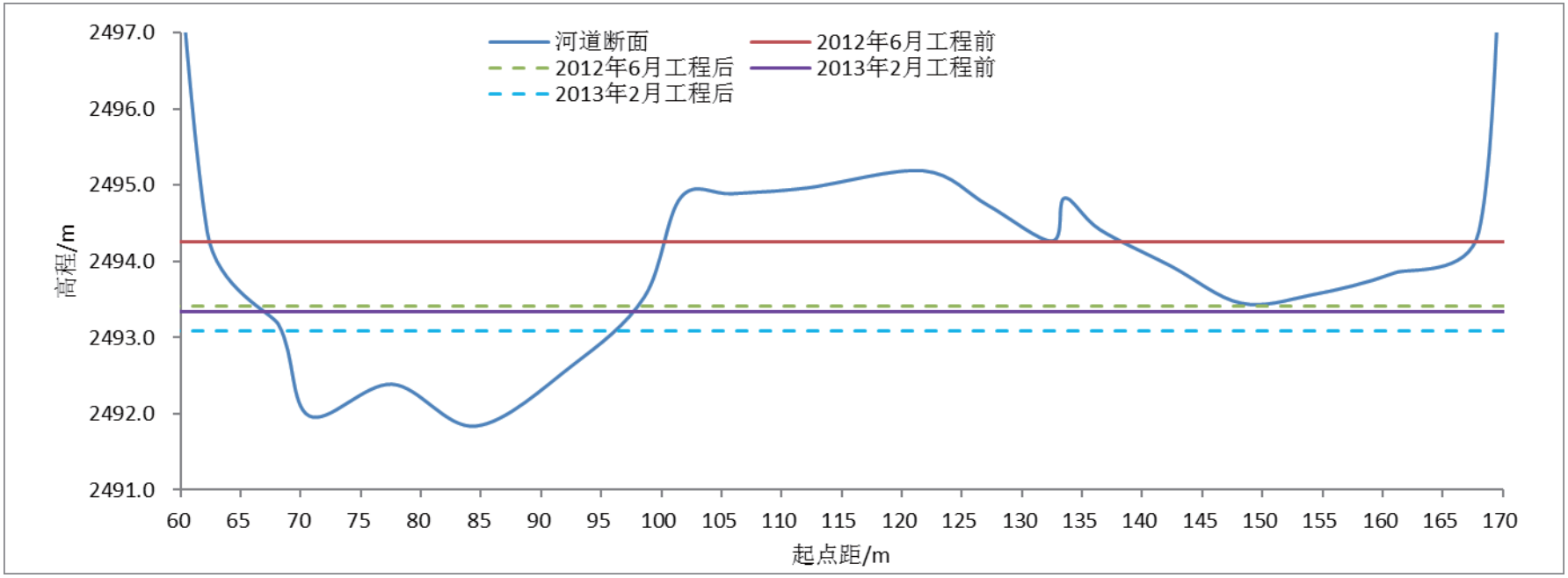
ZI18


2502.0
2501.0
2500.0
2499.0
2498.0
2497.0
2496.0
高程/m
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
起点距/m
河道断面
2012年6月工程前
2012年6月工程后
2013年2月工程前
2013年2月工程后

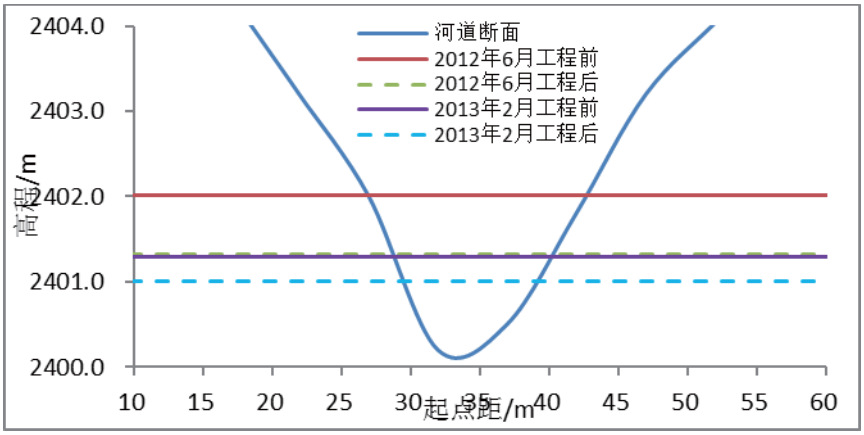
Zl19


2499.5
2498.5
2497.5
2496.5
2495.5
2494.5
2493.5
高程/m
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
起点距/m
河道断面
2012年6月工程前
2012年6月工程后
2013年2月工程前
2013年2月工程后

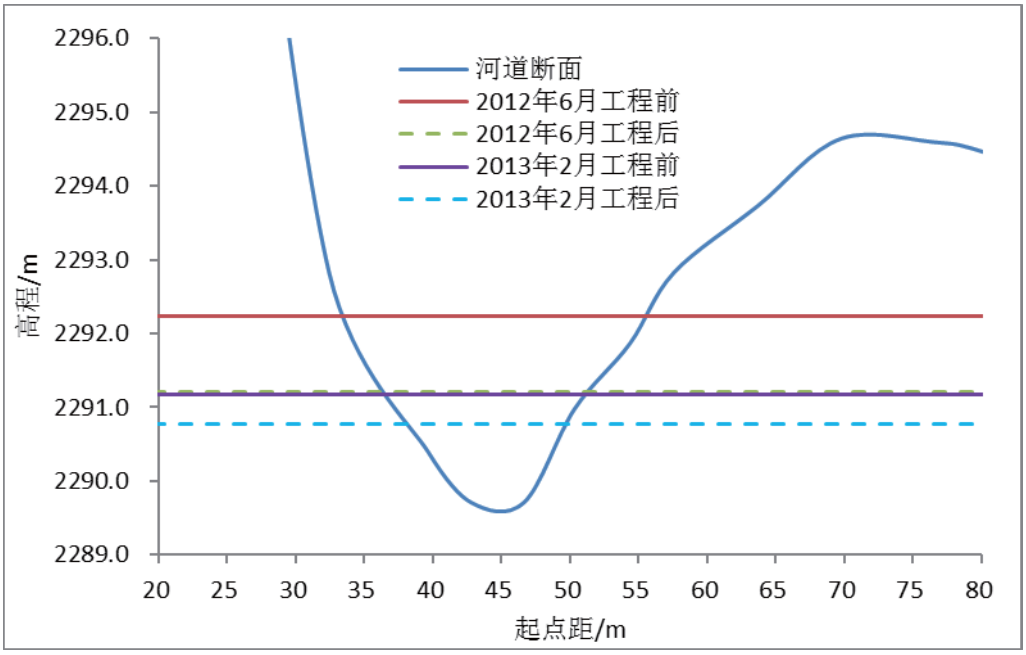
Zl20


河道断面
2012年6月工程前
2012年6月工程后
2013年2月工程前
2013年2月工程后
2497.0
2496.0
2495.0
2494.0
2493.0
2492.0
2491.0
高程/m
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
起点距/m

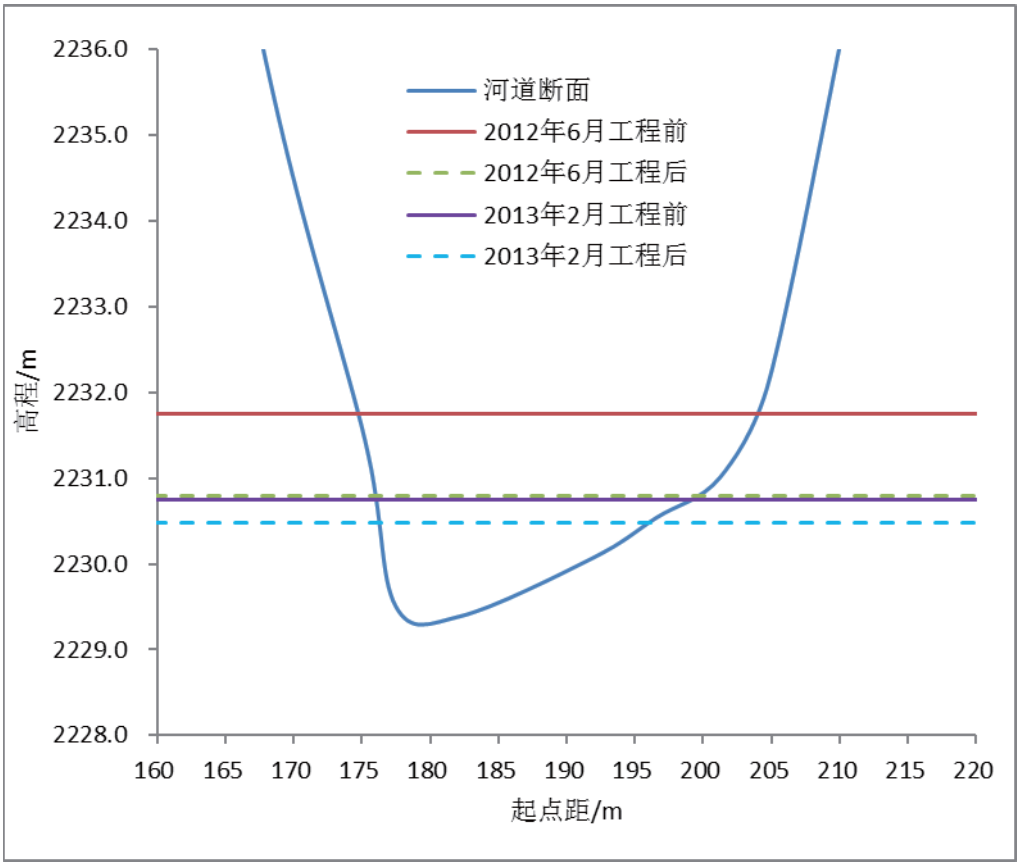
Zl21


2404.0
2403.0
2402.0
2401.0
2400.0
高程/m
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
起点距/m
河道断面
2012年6月工程前
2012年6月工程后
2013年2月工程前
2013年2月工程后

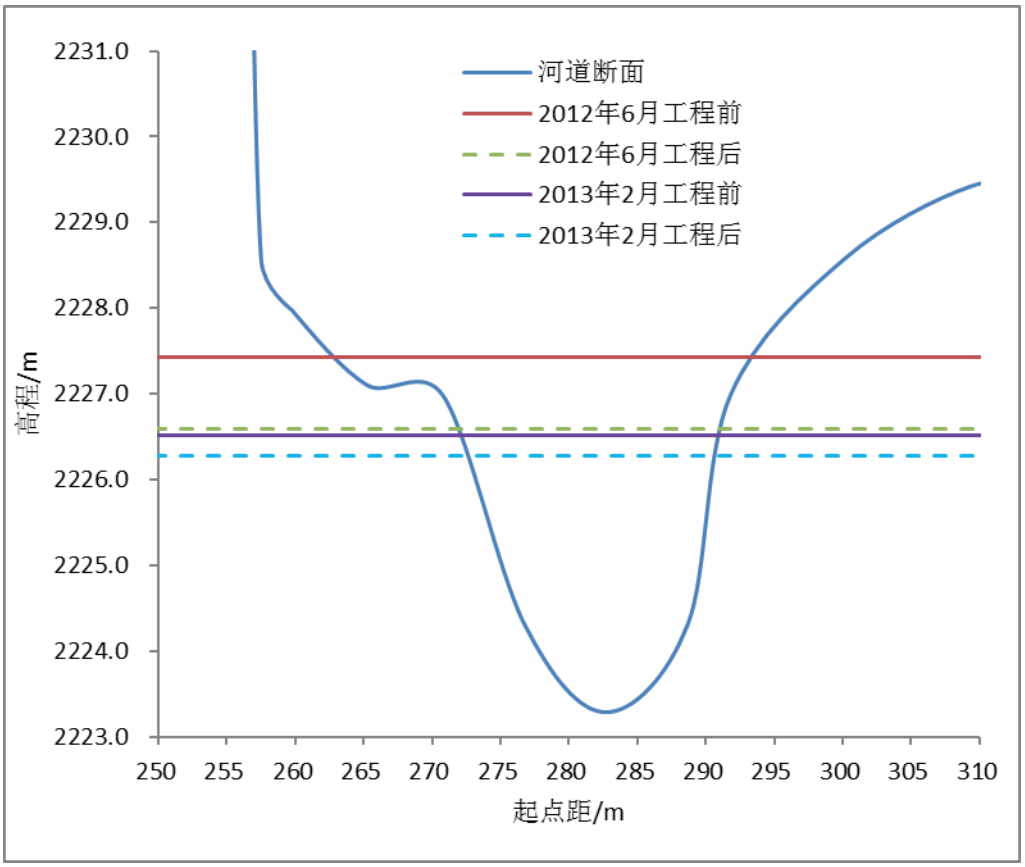
Zl28


2296.0
2295.0
2294.0
2293.0
2292.0
2291.0
2290.0
2289.0
高程/m
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
起点距/m
河道断面
2012年6月工程前
2012年6月工程后
2013年2月工程前
2013年2月工程后

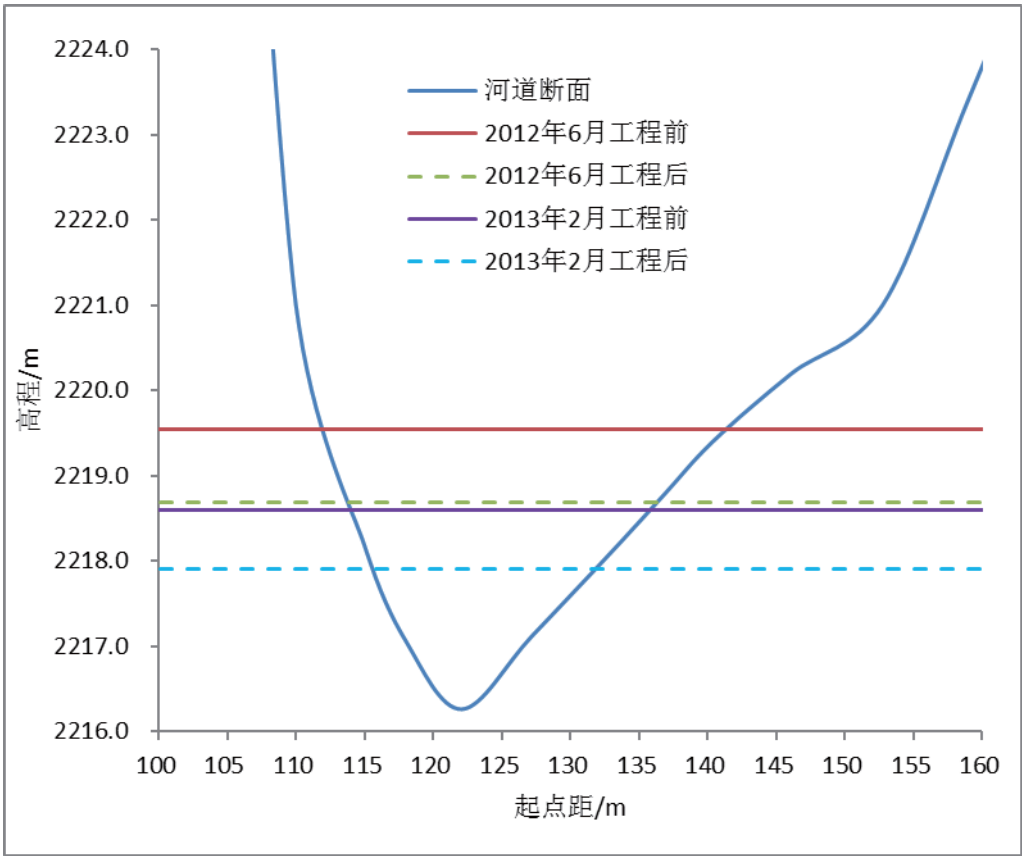
Zl34


2236.0
2235.0
2234.0
2233.0
2232.0
2231.0
2230.0
2229.0
2228.0
高程/m
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
起点距/m
河道断面
2012年6月工程前
2012年6月工程后
2013年2月工程前
2013年2月工程后

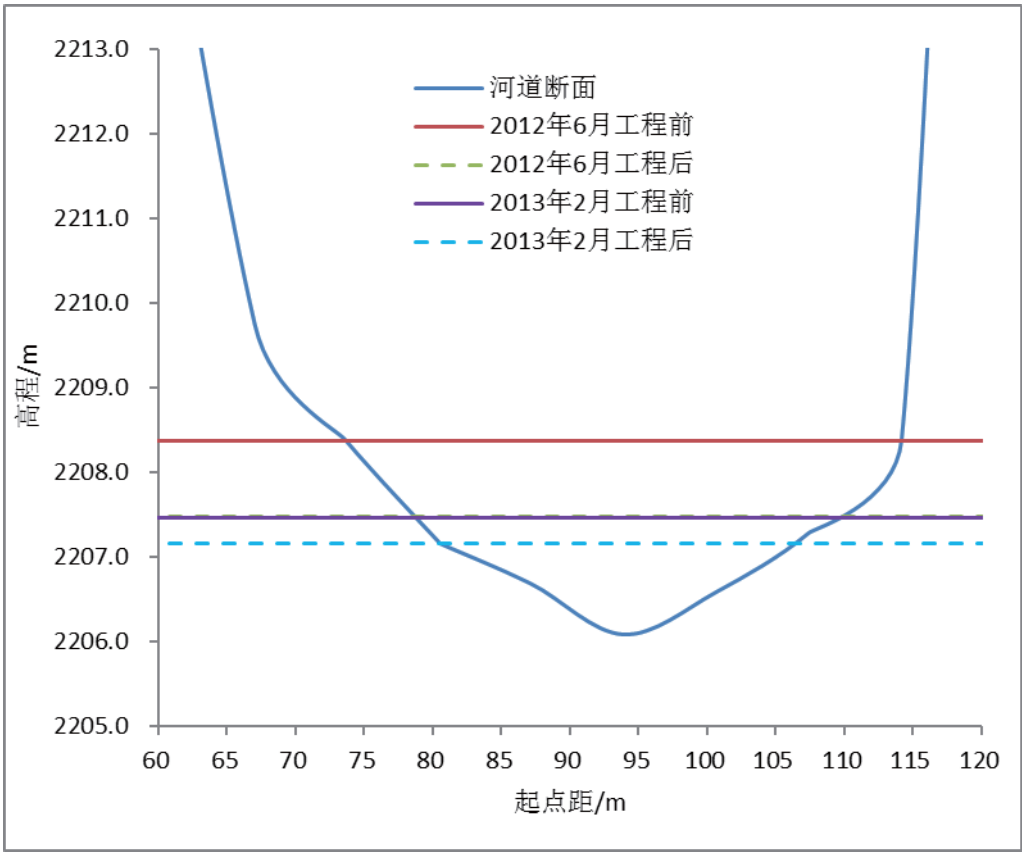
ZI39


2231.0
2230.0
2229.0
2228.0
2227.0
2226.0
2225.0
2224.0
2223.0
高程/m
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
起点距/m
河道断面
2012年6月工程前
2012年6月工程后
2013年2月工程前
2013年2月工程后

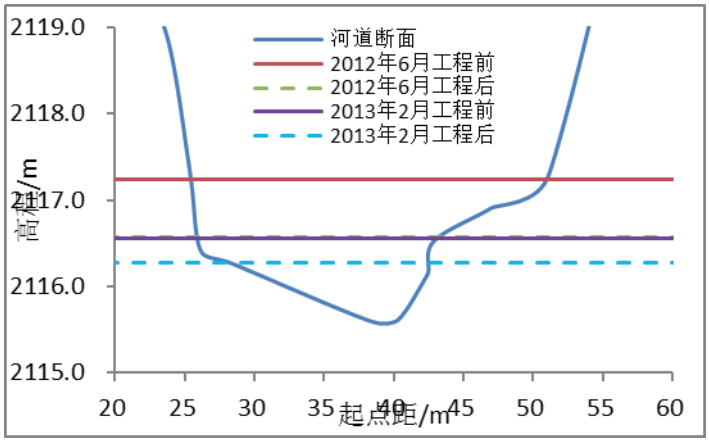
ZI40


2224.0
2223.0
2222.0
2221.0
2220.0
2219.0
2218.0
2217.0
2216.0
高程/m
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
起点距/m
河道断面
2012年6月工程前
2012年6月工程后
2013年2月工程前
2013年2月工程后

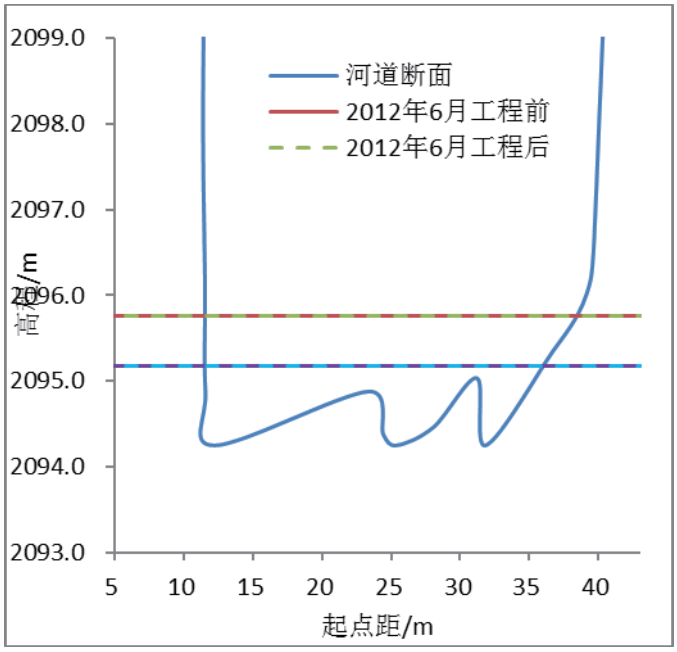
ZI41


2213.0
2212.0
2211.0
2210.0
2209.0
2208.0
2207.0
2206.0
2205.0
高程/m
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
起点距/m
河道断面
2012年6月工程前
2012年6月工程后
2013年2月工程前
2013年2月工程后

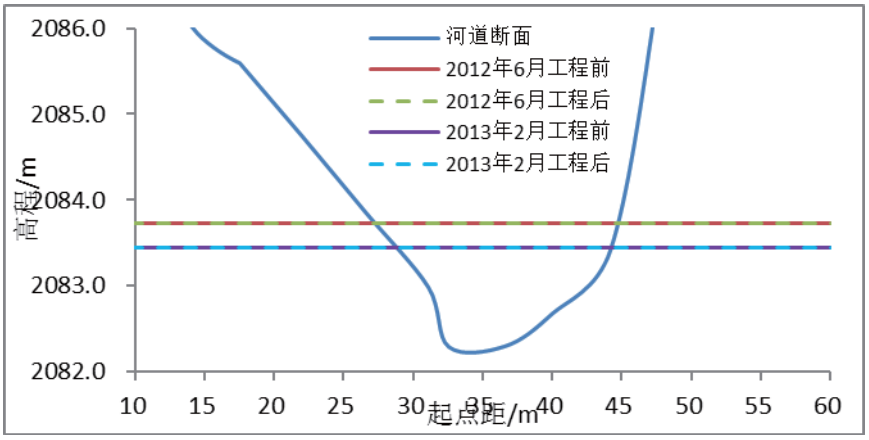
ZI42



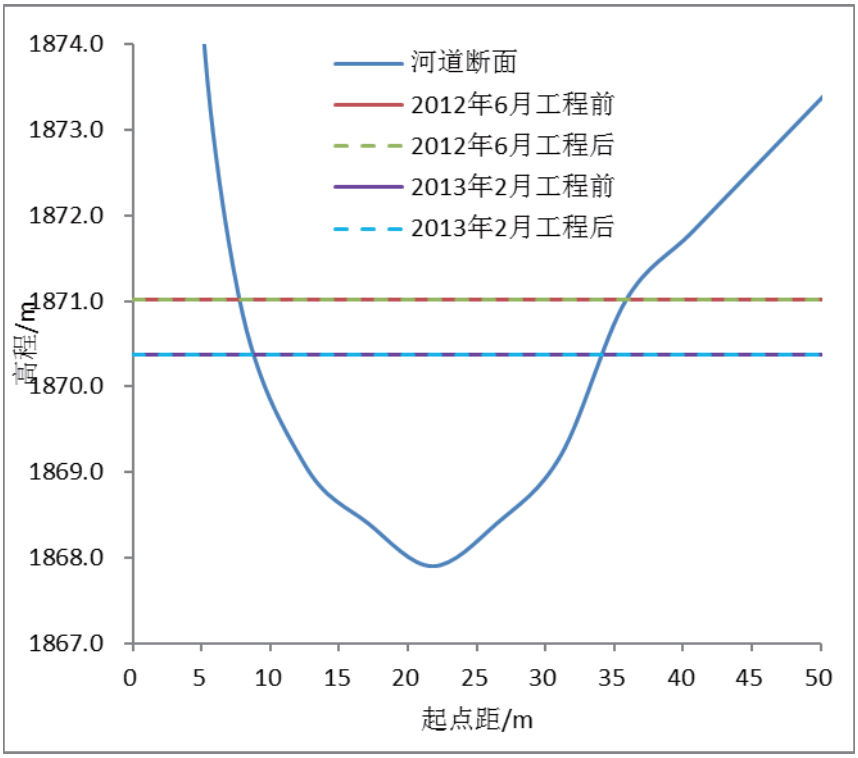
厂址



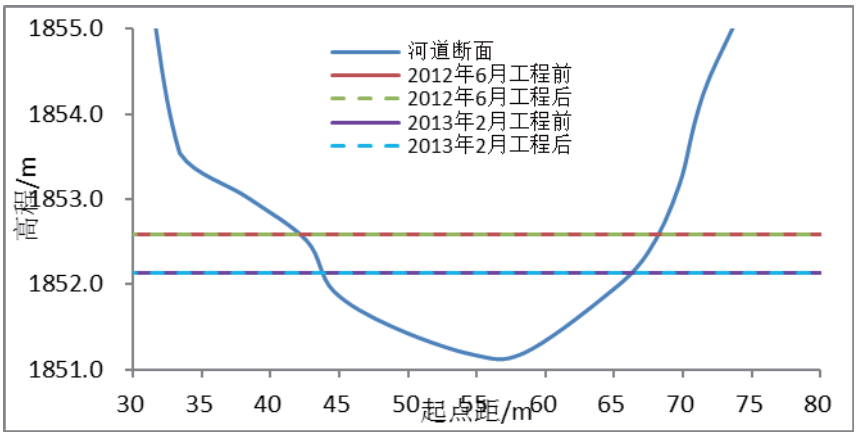
Zl47



Zl47-3



ZI58



ZI58-3

图 5. 1-8　　断面形态图



扎拉坝址（5 月）



扎拉坝址（9 月）



扎拉坝址（11 月）



ZL01（9 月）



ZL02（9 月）



ZL03（9 月）



ZL04（9 月）



ZL05（9 月）



ZL06（9 月）



ZL07（9 月）



ZL08（9 月）



ZL09（9 月）



ZL10（9 月）



ZL11（9 月）



ZL12（9 月）



ZL13（9 月）



ZL14（9 月）



ZL15（9 月）



ZL16（9 月）



ZL17（9 月）



ZL17-1（9 月）



ZL18（9 月）



ZL19（9 月）



ZL20（9 月）



ZL21（9 月）



ZL33（9 月）



ZL34（9 月）



ZL34-1（9 月）



ZL34-2（9 月）



ZL35-1（9 月）



ZL35-3（9 月）



ZL35-4（9 月）



ZL36（9 月）



ZL37（9 月）



ZL38（9 月）



ZL39（9 月）



ZL40（9 月）



ZL41（9 月）



ZL42（9 月）



ZL43（9 月）



ZL44（9 月）



ZL45（9 月）



厂址（5 月）



厂址（5 月）



厂址附近（9月）



ZL46（9月）



ZL46-1（9月）



ZL46-2（9月）



ZL46-3（9月）



ZL46-4（9月）



ZL46-5（9月）



ZL46-6（9月）



ZL47（3月，梅里拉鲁曲汇入玉曲河口）



ZL48（3月）



ZL49（3月）



ZL50（3月）



ZL53（3月）



ZL58-5玉曲河河口（3月）

图 5.1-9　　干流河道断面现状图





支流1



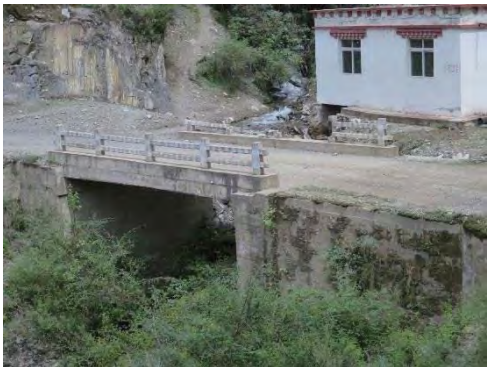


支流2





支流3




支流4




支流5




支流6　　支流13

图 5.1-10　　支流河道断面现状图

（3）流量边界条件

1）干流来流条件

上游给定流量边界条件，不同典型年天然状态逐月流量见表 5.1-2。

表 5.1-2　　典型年天然状态入流逐月流量过程　　单位：m^3/s

月份	典型年		
	丰水年	平水年	枯水年
5	128	93.5	54.2
6	267	152	86.5

续表5.1-2　　典型年天然状态入流逐月流量过程　　单位:m^3/s

月份	典型年		
	丰水年	平水年	枯水年
7	262	214	156
8	257	198	194
9	275	272	146
10	133	126	94.9
11	93.3	80.2	55.3
12	76.9	50.1	41.7
1	55.8	36.9	31.9
2	53.2	37.3	31.9
3	54.2	38.6	32.9
4	61.6	61.6	36.8

2）支流来流条件

研究范围内共有13条支流（支流与干流位置关系见图5.1-3），坝址至厂址区间支流汇入情况如表 5.1-3 所示。坝下河段各支流径流计算，以扎拉坝址径流为依据，采用水文比拟法，按照面积比乘以一个降水修正系数推求，计算公式如下：

$$Q_{支}=\frac{F_{支}}{F_{坝}}\times Q_{坝}\times\eta$$

式中：$Q_{支}$——支流径流，m^3/s；

$Q_{坝}$——扎拉坝址径流，m^3/s；

$F_{支}$——支流流域面积，km^2；

$F_{坝}$——扎拉坝址面积，km^2；

η——支流流域平均降水深与扎拉坝址以上流域平均降水深比值。

各支流不同典型年天然状态逐月流量分别见表5.1-4～5.1-6。

表 5.1-3　　扎拉水电站坝址至厂址区间支流汇入情况

支流编号	距坝址距离（km）	年均流量（m^3/s）	集水面积（km^2）
支流 1	5.12	0.17	16.4
支流 2	6.89	0.19	18.3
支流 3	8.27	0.11	9.91
支流 4	10.33	0.09	8.24
支流 5	18.02	0.36	33.9
支流 6	22.14	0.21	20.2
支流 7	26.38	0.67	63
支流 8	28.45	1.48	139.3
支流 9	36.23	0.10	9.8
支流 10	44.16	0.13	12.1
支流 11	51.10	0.12	10.9
支流 12（厂址上游）	58.18	0.28	26.04
支流 13 梅里拉鲁曲（厂址下游）	60.21	1.94	182

表 5.1-4　　丰水年各支流天然状态逐月流量过程　　单位：m^3/s

支流编号 / 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	0.18	0.20	0.11	0.09	0.37	0.22	0.69	1.52	0.11	0.13	0.12	0.28	1.99
6	0.29	0.33	0.18	0.15	0.60	0.36	1.12	2.48	0.17	0.22	0.19	0.46	3.24
7	0.41	0.46	0.25	0.21	0.85	0.51	1.58	3.49	0.25	0.30	0.27	0.65	4.56
8	0.38	0.42	0.23	0.19	0.79	0.47	1.46	3.23	0.23	0.28	0.25	0.60	4.22
9	0.52	0.58	0.32	0.26	1.08	0.64	2.01	4.43	0.31	0.39	0.35	0.83	5.79
10	0.24	0.27	0.15	0.12	0.50	0.30	0.93	2.05	0.14	0.18	0.16	0.38	2.68
11	0.15	0.17	0.09	0.08	0.32	0.19	0.59	1.31	0.09	0.11	0.10	0.24	1.71
12	0.10	0.11	0.06	0.05	0.20	0.12	0.37	0.82	0.06	0.07	0.06	0.15	1.07
1	0.07	0.08	0.04	0.04	0.15	0.09	0.27	0.60	0.04	0.05	0.05	0.11	0.79
2	0.07	0.08	0.04	0.04	0.15	0.09	0.27	0.61	0.04	0.05	0.05	0.11	0.79
3	0.07	0.08	0.04	0.04	0.15	0.09	0.28	0.63	0.04	0.05	0.05	0.12	0.82
4	0.12	0.13	0.07	0.06	0.24	0.15	0.45	1.00	0.07	0.09	0.08	0.19	1.31

表 5.1-5　　平水年各支流天然状态逐月流量过程　　单位：m^3/s

支流编号 / 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	0.10	0.11	0.06	0.05	0.20	0.12	0.37	0.82	0.06	0.07	0.06	0.15	1.07
6	0.10	0.11	0.06	0.05	0.21	0.13	0.39	0.86	0.06	0.08	0.07	0.16	1.13
7	0.32	0.36	0.19	0.16	0.66	0.39	1.23	2.72	0.19	0.24	0.21	0.51	3.56
8	0.43	0.48	0.26	0.21	0.88	0.52	1.64	3.62	0.25	0.31	0.28	0.68	4.73
9	0.29	0.32	0.17	0.14	0.59	0.35	1.10	2.43	0.17	0.21	0.19	0.45	3.17
10	0.16	0.18	0.10	0.08	0.34	0.20	0.63	1.39	0.10	0.12	0.11	0.26	1.81
11	0.11	0.13	0.07	0.06	0.23	0.14	0.43	0.96	0.07	0.08	0.07	0.18	1.25
12	0.09	0.10	0.05	0.04	0.18	0.11	0.33	0.74	0.05	0.06	0.06	0.14	0.97
1	0.07	0.08	0.04	0.04	0.15	0.09	0.28	0.62	0.04	0.05	0.05	0.12	0.82
2	0.07	0.08	0.04	0.04	0.15	0.09	0.28	0.62	0.04	0.05	0.05	0.12	0.81
3	0.08	0.09	0.05	0.04	0.17	0.10	0.31	0.68	0.05	0.06	0.05	0.13	0.89
4	0.08	0.09	0.05	0.04	0.17	0.10	0.31	0.69	0.05	0.06	0.05	0.13	0.91

表 5.1-6　　枯水年各支流天然状态逐月流量过程　　单位：m^3/s

支流编号 / 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	0.11	0.12	0.07	0.06	0.23	0.14	0.42	0.94	0.07	0.08	0.07	0.17	1.22
6	0.21	0.24	0.13	0.11	0.44	0.26	0.81	1.79	0.13	0.16	0.14	0.34	2.34
7	0.33	0.37	0.20	0.17	0.69	0.41	1.28	2.82	0.20	0.24	0.22	0.53	3.68
8	0.25	0.27	0.15	0.12	0.51	0.30	0.94	2.09	0.15	0.18	0.16	0.39	2.73
9	0.24	0.26	0.14	0.12	0.49	0.29	0.91	2.00	0.14	0.17	0.16	0.37	2.62
10	0.15	0.16	0.09	0.07	0.30	0.18	0.56	1.24	0.09	0.11	0.10	0.23	1.62
11	0.10	0.11	0.06	0.05	0.21	0.13	0.39	0.87	0.06	0.08	0.07	0.16	1.14
12	0.08	0.09	0.05	0.04	0.16	0.10	0.30	0.67	0.05	0.06	0.05	0.12	0.87
1	0.07	0.08	0.04	0.03	0.14	0.08	0.26	0.58	0.04	0.05	0.05	0.11	0.75
2	0.07	0.08	0.04	0.03	0.14	0.08	0.26	0.58	0.04	0.05	0.05	0.11	0.75
3	0.07	0.08	0.04	0.03	0.14	0.09	0.27	0.59	0.04	0.05	0.05	0.11	0.77
4	0.07	0.08	0.04	0.04	0.15	0.09	0.28	0.62	0.04	0.05	0.05	0.12	0.81

（4）引水发电流量

不同典型年引水发电流量如表 5.1-7。

表 5.1-7　　典型年引水发电流量过程表　　单位：m^3/s

月份	典型年		
	丰水年	平水年	枯水年
5	95	60.5	21.2
6	170.6	119	53.5
7	170.6	170.6	123
8	170.6	165	161
9	170.6	170.6	124
10	117.1	110.1	79
11	77.4	64.3	39.4
12	61	34.2	25.8
1	39.9	21	16
2	37.3	21.4	16
3	38.3	22.7	17
4	39.6	39.6	14.8

（5）水位边界

下游给定水位边界条件，玉曲河河口处水位流量关系见图 5.1-11。

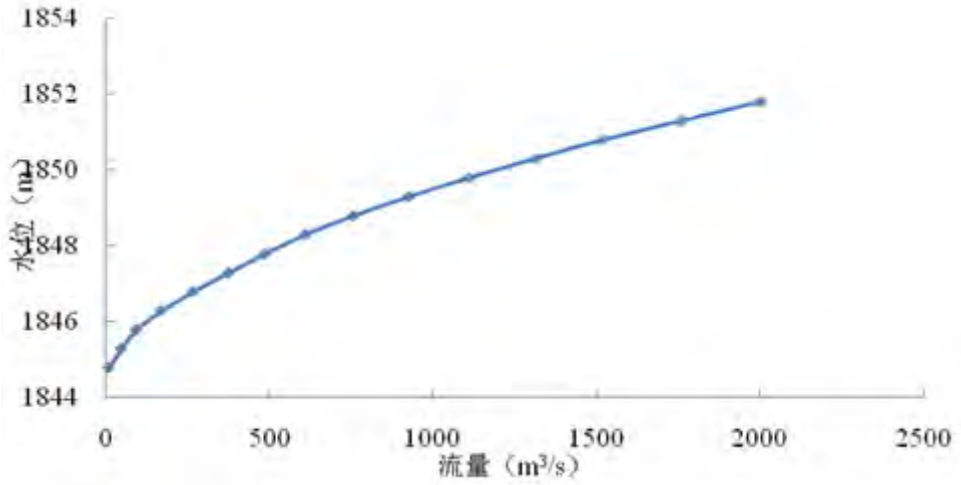


图 5.1-11　　下游断面水位流量关系

5.1.2　数学模型率定与验证

利用厂址下游约234m处水位站实测水位数据对模型参数进行率定和验证。采用 2012～2013 年逐日数据对厂址下游水位站实测水位进行率定，如图 5.1-12。



图 5.1-12　　厂址下游水位站 2012～2013 年水位率定结果

经率定，坝址断面至玉曲河河口处断面的河道糙率采用 0.0398～0.042。

根据率定结果，采用 2013～2014 年逐日数据对厂址下游水位站实测水位进行验证，如图 5.1-13。



图 5.1-13　　厂址下游水位站 2013～2014 年水位验证结果

由结果可知，枯水期水位计算结果与实测结果吻合较好，丰水期个别

月份水位相差较大，总体来看水位相对误差均较小，精度满足研究需求，可以用于扎拉水电站工程水文情势影响研究工作。

5.1.3 水文情势影响分析

5.1.3.1 典型研究断面选择

（1）典型研究断面选择的原则

代表性原则：研究断面选择能够反映工程区域水文情势，如库区、坝址上下游、厂址上下游、河道拐弯处、支流汇入等断面。

敏感性原则：研究断面选择能够反映工程区域敏感目标位置处水文情势，如鱼类产卵场等断面。

（2）典型研究断面

根据上述典型断面选取原则，结合扎拉水电站引水发电调度及其影响，选择库区 3 个断面，坝址、坝下 13 个典型断面分析工程前、后的水文情势变化。这些断面全部涵盖了坝址、厂址、玉曲河河口、鱼类产卵场及河道地形拐弯处等环境敏感或水文情势发生变化的断面位置，能反应扎拉水电站发电后对下游河道的水文情势变化情况。断面统计见表 5.1-8。

表 5.1-8 典型断面统计表

序号	断面编号	断面特征
1	坝上 3.8km	库尾
2	坝上 1.0km	库中
3	坝上 0.5km	坝前
4	坝址	坝址断面
5	ZL04	鮡科鱼类产卵场①
6	ZL05	鮡科鱼类产卵场①，支流 1 汇入
7	ZL06	鮡科鱼类产卵场①
8	ZL07	鮡科鱼类产卵场①,支流 2 汇入
9	ZL18	裂腹鱼类产卵场①
10	ZL19	裂腹鱼类产卵场①
11	ZL20	裂腹鱼类产卵场①，支流 6 汇入
12	ZL21	裂腹鱼类产卵场①

续表 5.1-8　　典型断面统计表

序号	断面编号	断面特征
13	ZL28	支流 8 汇入，河道突变
14	ZL34	支流 9 汇入，河道突变
15	ZL39	裂腹鱼类产卵场②
16	ZL40	裂腹鱼类产卵场②
17	ZL41	裂腹鱼类产卵场②
18	ZL42	裂腹鱼类产卵场②
19	厂址	厂址断面
20	ZL47	鮡科鱼类产卵场②，支流 13
21	ZL47-3	鮡科鱼类产卵场②
22	ZL58	鮡科鱼类产卵场③
23	ZL58-3	鮡科鱼类产卵场③、近玉曲河河口

5.1.3.2　库区水文情势影响分析

（1）丰水年

表 5.1-9 为丰水年库区不同断面水位统计表。由表可知丰水年坝址处年均流量为 143.08m^3/s，坝址处水位抬高至 2815m。受大坝阻隔影响，坝址上游 0.5km 平均水位为 2815.56m，较天然水位抬高了约 47.39m；坝址上游 1km 平均水位为 2816.13m，较天然水位抬高了约 40.61m；坝址上游 3.8km 平均水位为 2819.28m，水位不受影响。

表 5.1-9　　丰水年库区水位统计表

月份	入库流量（m^3/s）	建坝前（m）				建坝后（m）			
		坝址	上游 0.5km	上游 1km	上游 3.8km	坝址	上游 0.5km	上游 1km	上游 3.8km
5 月	128	2761.29	2768.09	2775.44	2819.20	2815.00	2815.55	2816.10	2819.20
6 月	267	2762.22	2769.03	2776.37	2820.13		2815.68	2816.35	2820.13
7 月	262	2762.19	2768.99	2776.34	2820.10		2815.67	2816.34	2820.10
8 月	257	2762.16	2768.96	2776.31	2820.07		2815.67	2816.33	2820.07
9 月	275	2762.27	2769.08	2776.42	2820.18		2815.68	2816.36	2820.18
10 月	133	2761.32	2768.13	2775.47	2819.23		2815.56	2816.11	2819.23
11 月	93.3	2761.03	2767.84	2775.18	2818.94		2815.52	2816.04	2818.94
12 月	76.9	2760.91	2767.71	2775.06	2818.82		2815.50	2816.00	2818.82
1 月	55.8	2760.75	2767.55	2774.90	2818.66		2815.48	2815.96	2818.66
2 月	53.2	2760.73	2767.53	2774.88	2818.64		2815.48	2815.96	2818.64
3 月	54.2	2760.73	2767.54	2774.88	2818.64		2815.48	2815.96	2818.64
4 月	61.6	2760.79	2767.59	2774.94	2818.70		2815.49	2815.97	2818.70

（2）平水年

表 5.1-10 为平水年库区不同断面水位统计表。由表可知平水年坝址处年均流量为 113.35m³/s，坝址处水位抬高至 2815m。受大坝影响，坝址上游 0.5km 平均水位为 2815.54m，较天然水位抬高了约 47.57m；坝址上游 1km 平均水位为 2816.07m，较天然水位抬高了约 40.76m；坝址上游 3.8km 平均水位为 2819.07m，水位不受影响。

表 5.1-10　　平水年库区水位统计表

月份	入库流量（m³/s）	建坝前（m）				建坝后（m）			
		坝址	上游 0.5km	上游 1km	上游 3.8km	坝址	上游 0.5km	上游 1km	上游 3.8km
5 月	93.5	2761.03	2767.84	2775.18	2818.94	2815.00	2815.52	2816.04	2818.94
6 月	152	2761.46	2768.26	2775.61	2819.37		2815.57	2816.15	2819.37
7 月	214	2761.88	2768.68	2776.03	2819.79		2815.63	2816.26	2819.79
8 月	198	2761.77	2768.58	2775.92	2819.68		2815.62	2816.23	2819.68
9 月	272	2762.25	2769.06	2776.40	2820.16		2815.68	2816.36	2820.16
10 月	126	2761.27	2768.08	2775.42	2819.18		2815.55	2816.10	2819.18
11 月	80.2	2760.93	2767.74	2775.08	2818.84		2815.51	2816.01	2818.84
12 月	50.1	2760.70	2767.50	2774.85	2818.61		2815.48	2815.95	2818.61
1 月	36.9	2760.60	2767.40	2774.75	2818.51		2815.46	2815.92	2818.51
2 月	37.3	2760.60	2767.40	2774.75	2818.51		2815.46	2815.92	2818.51
3 月	38.6	2760.61	2767.41	2774.76	2818.52		2815.46	2815.93	2818.52
4 月	61.6	2760.79	2767.59	2774.94	2818.70		2815.49	2815.97	2818.70

（3）枯水年

表 5.1-11 为枯水年库区不同断面水位统计表。由表可知枯水年坝址处年均流量为 80.18m³/s，坝址处水位抬高至 2815m。受大坝阻隔影响，坝址上游 0.5km 平均水位为 2815.50m，较天然水位抬高了约 47.78m；坝址上游 1km 平均水位为 2816.01m，较天然水位抬高了约 40.94m；坝址上游 3.8km 平均水位为 2818.83m，水位不受影响。

表 5.1-11　　枯水年库区水位统计表

月份	入库流量（m^3/s）	建坝前（m）				建坝后（m）			
		坝址	上游 0.5km	上游 1km	上游 3.8km	坝址	上游 0.5km	上游 1km	上游 3.8km
5 月	54.2	2760.73	2767.54	2774.88	2818.64	2815.00	2815.48	2815.96	2818.64
6 月	86.5	2760.98	2767.78	2775.13	2818.89		2815.51	2816.02	2818.89
7 月	156	2761.49	2768.29	2775.64	2819.40		2815.58	2816.16	2819.40
8 月	194	2761.75	2768.55	2775.90	2819.66		2815.61	2816.23	2819.66
9 月	146	2761.41	2768.22	2775.56	2819.32		2815.57	2816.14	2819.32
10 月	94.9	2761.04	2767.85	2775.19	2818.95		2815.52	2816.04	2818.95
11 月	55.3	2760.74	2767.55	2774.89	2818.65		2815.48	2815.96	2818.65
12 月	41.7	2760.64	2767.44	2774.79	2818.55		2815.47	2815.93	2818.55
1 月	31.9	2760.56	2767.36	2774.71	2818.47		2815.46	2815.91	2818.47
2 月	31.9	2760.56	2767.36	2774.71	2818.47		2815.46	2815.91	2818.47
3 月	32.9	2760.57	2767.37	2774.72	2818.48		2815.46	2815.91	2818.48
4 月	36.8	2760.60	2767.40	2774.75	2818.51		2815.46	2815.92	2818.51

5.1.3.3　坝下水文情势影响分析

（1）典型年下泄过程分析

按照生态流量下泄过程要求，工程规划进行了电站运行调度方面优化，表 5.1-12 为典型年坝址优化后下泄过程。优化前，6 月-9 月下泄生态流量 33 m^3/s，10 月-5 月下泄生态流量 11.0m^3/s。优化后，9 月和 4 月下泄生态流量为 22m^3/s，5 月-8 月下泄生态流量为 33m^3/s，10 月-次年 3 月下泄生态流量为 15.9m^3/s。

表 5.1-12　　优化后研究河段下泄过程

年份	水期	入流	优化后		
			生态基流	发电流量	弃水+生态
1998/5	丰水年	128	33	95	33
1998/6		267	33	170.6	96.4
1998/7		262	33	170.6	91.4
1998/8		257	33	170.6	86.4
1998/9		275	22	170.6	104.4
1998/10		133	15.9	117.1	15.9
1998/11		93.3	15.9	77.4	15.9
1998/12		76.9	15.9	61	15.9

续表 5.1-12　　优化后研究河段下泄过程

年份	水期	入流	优化后		
			生态基流	发电流量	弃水+生态
1999/1	丰水年	55.8	15.9	39.9	15.9
1999/2		53.2	15.9	37.3	15.9
1999/3		54.2	15.9	38.3	15.9
1999/4		61.6	22	39.6	22
2010/5	平水年	93.5	33	60.5	33
2010/6		152	33	119	33
2010/7		214	33	170.6	43.4
2010/8		198	33	165	33
2010/9		272	22	170.6	101.4
2010/10		126	15.9	110.1	15.9
2010/11		80.2	15.9	64.3	15.9
2010/12		50.1	15.9	34.2	15.9
2011/1		36.9	15.9	21	15.9
2011/2		37.3	15.9	21.4	15.9
2011/3		38.6	15.9	22.7	15.9
2011/4		61.6	22	39.6	22
2012/5	枯水年	54.2	33	21.2	33
2012/6		86.5	33	53.5	33
2012/7		156	33	123	33
2012/8		194	33	161	33
2012/9		146	22	124	22
2012/10		94.9	15.9	79	15.9
2012/11		55.3	15.9	39.4	15.9
2012/12		41.7	15.9	25.8	15.9
2013/1		31.9	15.9	16	15.9
2013/2		31.9	15.9	16	15.9
2013/3		32.9	15.9	17	15.9
2013/4		36.8	22	14.8	22

（2）丰水年水文情势分析

丰水年、优化后坝址下游 14 个断面的流量、水位、平均水深、流速变化见表 5.1-13～5.1-18。由表可知：

坝址：工程实施后，各月流量在 15.9～104.4m^3/s,月均流量最大减少值为 170.6m^3/s，最大减少比例为 88.05%；月均水位在 2760.20～2761.20m，月均水位最大降低值为 1.19m；断面平均水深在 0.45～1.29m，断面平均水深最大减少值为 0.97m；各月平均流速 1.02～1.82m/s，最大减少值为 0.94m/s，最大减少比例为 47.96%。

断面 ZL04：工程实施后，各月流量在 15.9～104.4m^3/s,月均流量最大减少值为 170.6m^3/s，最大减少比例为 88.05%；月均水位在 2721.99～2722.41m，月均水位最大降低值为 1.25m；断面平均水深在 0.41～1.11m，断面平均水深最大减少值为 1.07m；各月平均流速 0.88～1.74m/s，最大减少值为 1.15m/s，最大减少比例为 55.35%。

断面 ZL05：工程实施后，各月流量在 15.9～104.4m^3/s,月均流量最大减少值为 170.6m^3/s，最大减少比例为 88.05%；月均水位在 2697.20～2698.02m，月均水位最大降低值为 1.01m；断面平均水深在 0.43～1.06m，断面平均水深最大减少值为 0.75m；各月平均流速 0.86～1.61m/s，最大减少值为 0.87m/s，最大减少比例为 50.39%。

断面 ZL19：工程实施后，各月流量在 16.28～107.16m^3/s,月均流量最大减少值为 170.6m^3/s，最大减少比例为 87.21%；月均水位在 2497.80～2499.05m，月均水位最大降低值为 1.51m；断面平均水深在 0.45～1.46m，断面平均水深最大减少值为 1.13m；各月平均流速 0.96～1.65m/s，最大减少值为 0.70m/s，最大减少比例为 42.12%。

断面 ZL21：工程实施后，各月流量在 16.37～107.80m^3/s,月均流量最

大减少值为 170.6m³/s，最大减少比例为 87.01%；月均水位在 2492.50～2493.45m，月均水位最大降低值为 1.25m；断面平均水深在 0.41～0.86m，断面平均水深最大减少值为 0.57m；各月平均流速 0.75～1.22m/s，最大减少值为 0.54m/s，最大减少比例为 41.67%。

断面 ZL28：工程实施后，各月流量在 16.64～109.81m³/s,月均流量最大减少值为 170.6m³/s，最大减少比例为 86.41%；月均水位在 2401.01～2402.09m，月均水位最大降低值为 1.17m；断面平均水深在 0.50～1.19m，断面平均水深最大减少值为 0.78m；各月平均流速 1.45～2.54m/s，最大减少值为 1.13m/s，最大减少比例为 43.37%。

断面 ZL40：工程实施后，各月流量在 17.33～114.94m³/s,月均流量最大减少值为 170.6m³/s，最大减少比例为 84.93%；月均水位在 2224.36～2225.87m，月均水位最大降低值为 1.45m；断面平均水深在 0.45～1.11m，断面平均水深最大减少值为 0.62m；各月平均流速 1.08～2.05m/s，最大减少值为 1.01m/s，最大减少比例为 46.12%。

厂址：工程实施后，各月流量在 17.49～116.12m³/s,月均流量最大减少值为 170.6m³/s,最大减少比例为 84.6%;月均水位在 2116.22～2117.29m，月均水位最大降低值为 1.07m；断面平均水深在 0.44～1.01m，断面平均水深最大减少值为 0.75m；各月平均流速 1.44～3.08m/s，最大减少值为 1.62m/s，最大减少比例为 52.16%。

断面 ZL47、ZL47-3、ZL58、ZL58-3：扎拉水电站引水发电前后，厂址下游各月流量、水位、流速及水面宽不变。

表 5.1-13　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月流量变化　　单位：m^3/s

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	128.00	267.00	262.00	257.00	275.00	133.00	93.30	76.90	55.80	53.20	54.20	61.60
	引水后	33.00	96.40	91.40	86.40	104.40	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	22.00
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-74.22	-63.90	-65.11	-66.38	-62.04	-88.05	-82.96	-79.32	-71.51	-70.11	-70.66	-64.29
ZL04	引水前	128.00	267.00	262.00	257.00	275.00	133.00	93.30	76.90	55.80	53.20	54.20	61.60
	引水后	33.00	96.40	91.40	86.40	104.40	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	22.00
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-74.22	-63.90	-65.11	-66.38	-62.04	-88.05	-82.96	-79.32	-71.51	-70.11	-70.66	-64.29
ZL05	引水前	128.00	267.00	262.00	257.00	275.00	133.00	93.30	76.90	55.80	53.20	54.20	61.60
	引水后	33.00	96.40	91.40	86.40	104.40	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	22.00
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-74.22	-63.90	-65.11	-66.38	-62.04	-88.05	-82.96	-79.32	-71.51	-70.11	-70.66	-64.29
ZL06	引水前	128.18	267.29	262.41	257.38	275.52	133.24	93.45	77.00	55.87	53.27	54.27	61.72
	引水后	33.18	96.69	91.81	86.78	104.92	16.14	16.05	16.00	15.97	15.97	15.97	22.12
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-74.11	-63.83	-65.01	-66.28	-61.92	-87.89	-82.83	-79.22	-71.42	-70.02	-70.57	-64.16
ZL07	引水前	128.38	267.62	262.87	257.80	276.10	133.51	93.63	77.10	55.95	53.35	54.36	61.85
	引水后	33.38	97.02	92.27	87.20	105.50	16.41	16.23	16.10	16.05	16.05	16.06	22.25
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-74.00	-63.75	-64.90	-66.17	-61.79	-87.71	-82.67	-79.11	-71.31	-69.91	-70.46	-64.03

续表 5.1-13　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月流量变化　　单位：m^3/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL18	引水前	128.95	268.55	264.18	259.01	277.76	134.28	94.11	77.42	56.18	53.58	54.58	62.22
	引水后	33.95	97.95	93.58	88.41	107.16	17.18	16.71	16.42	16.28	16.28	16.28	22.62
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-73.67	-63.53	-64.58	-65.87	-61.42	-87.21	-82.24	-78.79	-71.02	-69.62	-70.17	-63.65
ZL19	引水前	128.95	268.55	264.18	259.01	277.76	134.28	94.11	77.42	56.18	53.58	54.58	62.22
	引水后	33.95	97.95	93.58	88.41	107.16	17.18	16.71	16.42	16.28	16.28	16.28	22.62
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-73.67	-63.53	-64.58	-65.87	-61.42	-87.21	-82.24	-78.79	-71.02	-69.62	-70.17	-63.65
ZL20	引水前	129.17	268.91	264.69	259.48	278.40	134.58	94.30	77.54	56.27	53.67	54.67	62.37
	引水后	34.17	98.31	94.09	88.88	107.80	17.48	16.90	16.54	16.37	16.37	16.37	22.77
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-73.55	-63.44	-64.45	-65.75	-61.28	-87.01	-82.08	-78.67	-70.91	-69.50	-70.06	-63.49
ZL21	引水前	129.17	268.91	264.69	259.48	278.40	134.58	94.30	77.54	56.27	53.67	54.67	62.37
	引水后	34.17	98.31	94.09	88.88	107.80	17.48	16.90	16.54	16.37	16.37	16.37	22.77
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-73.55	-63.44	-64.45	-65.75	-61.28	-87.01	-82.08	-78.67	-70.91	-69.50	-70.06	-63.49
ZL28	引水前	129.86	270.03	266.27	260.94	280.41	135.51	94.89	77.91	56.54	53.94	54.95	62.82
	引水后	34.86	99.43	95.67	90.34	109.81	18.41	17.49	16.91	16.64	16.64	16.65	23.22
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-73.16	-63.18	-64.07	-65.38	-60.84	-86.41	-81.57	-78.30	-70.57	-69.15	-69.70	-63.04

续表 5.1-13　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月流量变化　　单位：m^3/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL34	引水前	131.49	272.68	270.01	264.40	285.15	137.70	96.29	78.79	57.18	54.59	55.62	63.89
	引水后	36.49	102.08	99.41	93.80	114.55	20.60	18.89	17.79	17.28	17.29	17.32	24.29
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-72.25	-62.56	-63.18	-64.52	-59.83	-85.04	-80.38	-77.42	-69.78	-68.33	-68.86	-61.98
ZL39	引水前	131.62	272.90	270.31	264.68	285.54	137.88	96.40	78.86	57.23	54.64	55.67	63.98
	引水后	36.62	102.30	99.71	94.08	114.94	20.78	19.00	17.86	17.33	17.34	17.37	24.38
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-72.18	-62.51	-63.11	-64.46	-59.75	-84.93	-80.29	-77.35	-69.72	-68.27	-68.80	-61.89
ZL40	引水前	131.62	272.90	270.31	264.68	285.54	137.88	96.40	78.86	57.23	54.64	55.67	63.98
	引水后	36.62	102.30	99.71	94.08	114.94	20.78	19.00	17.86	17.33	17.34	17.37	24.38
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-72.18	-62.51	-63.11	-64.46	-59.75	-84.93	-80.29	-77.35	-69.72	-68.27	-68.80	-61.89
ZL41	引水前	131.62	272.90	270.31	264.68	285.54	137.88	96.40	78.86	57.23	54.64	55.67	63.98
	引水后	36.62	102.30	99.71	94.08	114.94	20.78	19.00	17.86	17.33	17.34	17.37	24.38
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-72.18	-62.51	-63.11	-64.46	-59.75	-84.93	-80.29	-77.35	-69.72	-68.27	-68.80	-61.89
ZL42	引水前	131.62	272.90	270.31	264.68	285.54	137.88	96.40	78.86	57.23	54.64	55.67	63.98
	引水后	36.62	102.30	99.71	94.08	114.94	20.78	19.00	17.86	17.33	17.34	17.37	24.38
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-72.18	-62.51	-63.11	-64.46	-59.75	-84.93	-80.29	-77.35	-69.72	-68.27	-68.80	-61.89

续表 5.1-13　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月流量变化　　单位：m^3/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
厂址	引水前	132.02	273.55	271.23	265.53	286.72	138.42	96.74	79.07	57.39	54.80	55.84	64.25
	引水后	37.02	102.95	100.63	94.93	116.12	21.32	19.34	18.07	17.49	17.50	17.54	24.65
	变化值	-95.00	-170.60	-170.60	-170.60	-170.60	-117.10	-77.40	-61.00	-39.90	-37.30	-38.30	-39.60
	变化率（%）	-71.96	-62.37	-62.90	-64.25	-59.50	-84.60	-80.01	-77.15	-69.52	-68.07	-68.59	-61.63
ZL47	引水前	134.01	276.79	275.79	269.75	292.51	141.10	98.45	80.14	58.18	55.59	56.66	65.56
	引水后	134.01	276.79	275.79	269.75	292.51	141.10	98.45	80.14	58.18	55.59	56.66	65.56
	变化值	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
ZL47-3	引水前	134.01	276.79	275.79	269.75	292.51	141.10	98.45	80.14	58.18	55.59	56.66	65.56
	引水后	134.01	276.79	275.79	269.75	292.51	141.10	98.45	80.14	58.18	55.59	56.66	65.56
	变化值	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
ZL58	引水前	134.01	276.79	275.79	269.75	292.51	141.10	98.45	80.14	58.18	55.59	56.66	65.56
	引水后	134.01	276.79	275.79	269.75	292.51	141.10	98.45	80.14	58.18	55.59	56.66	65.56
	变化值	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
ZL58-3	引水前	134.01	276.79	275.79	269.75	292.51	141.10	98.45	80.14	58.18	55.59	56.66	65.56
	引水后	134.01	276.79	275.79	269.75	292.51	141.10	98.45	80.14	58.18	55.59	56.66	65.56
	变化值	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

表 5.1-14　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月水位变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	2761.33	2762.16	2762.13	2762.11	2762.20	2761.39	2761.11	2760.98	2760.80	2760.78	2760.79	2760.85
	引水后	2760.46	2761.14	2761.09	2761.06	2761.20	2760.20	2760.20	2760.20	2760.20	2760.20	2760.20	2760.33
	变化值	-0.87	-1.02	-1.04	-1.05	-1.00	-1.19	-0.91	-0.78	-0.60	-0.58	-0.59	-0.52
ZL04	引水前	2723.11	2724.05	2724.02	2723.99	2724.09	2723.15	2722.81	2722.65	2722.44	2722.41	2722.42	2722.50
	引水后	2722.19	2722.84	2722.79	2722.74	2722.91	2721.99	2721.99	2721.99	2721.99	2721.99	2721.99	2722.07
	变化值	-0.92	-1.21	-1.23	-1.25	-1.18	-1.16	-0.81	-0.66	-0.44	-0.42	-0.43	-0.43
ZL05	引水前	2698.16	2698.81	2698.79	2698.77	2698.84	2698.21	2697.94	2697.82	2697.64	2697.62	2697.62	2697.69
	引水后	2697.38	2697.96	2697.92	2697.89	2698.02	2697.20	2697.20	2697.20	2697.20	2697.20	2697.20	2697.29
	变化值	-0.78	-0.85	-0.87	-0.88	-0.82	-1.01	-0.74	-0.62	-0.44	-0.42	-0.42	-0.40
ZL06	引水前	2680.45	2681.34	2681.32	2681.29	2681.39	2680.50	2680.15	2679.97	2679.71	2679.67	2679.69	2679.78
	引水后	2679.35	2680.19	2680.13	2680.08	2680.26	2679.03	2679.03	2679.03	2679.03	2679.03	2679.03	2679.18
	变化值	-1.10	-1.15	-1.19	-1.21	-1.13	-1.47	-1.12	-0.94	-0.68	-0.64	-0.66	-0.60
ZL07	引水前	2660.98	2662.59	2662.53	2662.46	2662.71	2661.03	2660.61	2660.42	2660.15	2660.11	2660.13	2660.23
	引水后	2659.82	2660.64	2660.59	2660.53	2660.74	2659.53	2659.52	2659.52	2659.52	2659.52	2659.52	2659.63
	变化值	-1.16	-1.95	-1.94	-1.92	-1.98	-1.50	-1.08	-0.90	-0.63	-0.59	-0.61	-0.60
ZL18	引水前	2508.03	2508.58	2508.60	2508.62	2508.53	2508.09	2507.57	2507.30	2506.89	2506.84	2506.86	2507.02
	引水后	2506.37	2507.63	2507.56	2507.48	2507.76	2505.89	2505.87	2505.86	2505.86	2505.86	2505.86	2506.05
	变化值	-1.66	-0.95	-1.04	-1.14	-0.77	-2.20	-1.70	-1.44	-1.03	-0.98	-1.00	-0.96
ZL19	引水前	2499.25	2500.26	2500.24	2500.20	2500.31	2499.32	2498.92	2498.74	2498.49	2498.46	2498.48	2498.57
	引水后	2498.15	2498.96	2498.92	2498.86	2499.05	2497.81	2497.80	2497.80	2497.80	2497.80	2497.80	2497.92
	变化值	-1.10	-1.30	-1.32	-1.34	-1.26	-1.51	-1.12	-0.94	-0.69	-0.66	-0.68	-0.65

续表 5.1-14　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月水位变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL20	引水前	2497.25	2498.31	2498.29	2498.26	2498.38	2497.32	2496.87	2496.66	2496.36	2496.31	2496.34	2496.45
	引水后	2495.92	2496.92	2496.86	2496.80	2497.06	2495.48	2495.47	2495.46	2495.46	2495.46	2495.46	2495.63
	变化值	-1.33	-1.39	-1.43	-1.46	-1.32	-1.84	-1.40	-1.20	-0.90	-0.85	-0.88	-0.82
ZL21	引水前	2493.63	2494.58	2494.56	2494.53	2494.63	2493.68	2493.33	2493.17	2492.95	2492.92	2492.93	2493.01
	引水后	2492.71	2493.36	2493.32	2493.28	2493.45	2492.51	2492.51	2492.50	2492.50	2492.50	2492.50	2492.58
	变化值	-0.93	-1.22	-1.23	-1.25	-1.18	-1.16	-0.82	-0.66	-0.45	-0.42	-0.43	-0.44
ZL28	引水前	2402.15	2402.89	2402.89	2402.86	2402.95	2402.21	2401.93	2401.78	2401.59	2401.56	2401.57	2401.66
	引水后	2401.33	2401.98	2401.94	2401.89	2402.09	2401.04	2401.03	2401.01	2401.01	2401.01	2401.01	2401.09
	变化值	-0.82	-0.91	-0.95	-0.97	-0.86	-1.17	-0.90	-0.77	-0.58	-0.55	-0.56	-0.57
ZL34	引水前	2292.43	2293.47	2293.45	2293.42	2293.53	2292.49	2292.07	2291.86	2291.58	2291.55	2291.56	2291.67
	引水后	2291.20	2292.14	2292.07	2292.01	2292.23	2290.80	2290.79	2290.77	2290.76	2290.76	2290.76	2290.90
	变化值	-1.23	-1.33	-1.38	-1.41	-1.30	-1.69	-1.28	-1.09	-0.82	-0.79	-0.80	-0.77
ZL39	引水前	2231.38	2231.54	2231.55	2231.56	2231.51	2231.41	2231.13	2230.96	2230.72	2230.68	2230.70	2230.80
	引水后	2230.43	2231.18	2231.16	2231.11	2231.28	2230.18	2230.15	2230.13	2230.12	2230.12	2230.12	2230.24
	变化值	-0.95	-0.36	-0.39	-0.45	-0.23	-1.23	-0.98	-0.83	-0.59	-0.56	-0.57	-0.56
ZL40	引水前	2225.82	2227.15	2227.14	2227.10	2227.23	2225.86	2225.68	2225.46	2225.19	2225.14	2225.16	2225.27
	引水后	2224.86	2225.74	2225.71	2225.65	2225.87	2224.47	2224.41	2224.37	2224.36	2224.36	2224.36	2224.57
	变化值	-0.96	-1.41	-1.43	-1.45	-1.36	-1.39	-1.27	-1.09	-0.83	-0.78	-0.80	-0.70
ZL41	引水前	2219.77	2220.96	2220.94	2220.89	2221.03	2219.85	2219.43	2219.24	2218.97	2218.94	2219.95	2219.04
	引水后	2218.68	2219.49	2219.46	2219.43	2219.62	2217.93	2217.91	2217.90	2217.89	2217.89	2217.89	2218.14
	变化值	-1.09	-1.47	-1.48	-1.46	-1.41	-1.92	-1.52	-1.34	-1.08	-1.05	-2.06	-0.90

续表 5.1-14　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月水位变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL42	引水前	2208.41	2209.15	2209.13	2209.08	2209.21	2208.48	2208.14	2207.97	2207.74	2207.72	2207.73	2207.81
	引水后	2207.47	2208.20	2208.18	2208.16	2208.35	2207.21	2207.19	2207.17	2207.16	2207.16	2207.16	2207.30
	变化值	-0.94	-0.95	-0.95	-0.92	-0.86	-1.27	-0.95	-0.80	-0.58	-0.56	-0.57	-0.51
厂址	引水前	2117.24	2117.93	2117.92	2117.88	2117.98	2117.33	2117.05	2116.93	2116.75	2116.72	2116.73	2116.81
	引水后	2116.56	2117.16	2117.14	2117.08	2117.29	2116.26	2116.24	2116.23	2116.22	2116.22	2116.22	2116.37
	变化值	-0.68	-0.77	-0.78	-0.80	-0.69	-1.07	-0.81	-0.70	-0.53	-0.50	-0.51	-0.44
ZL47	引水前	2096.12	2096.96	2096.94	2096.89	2097.08	2096.17	2095.86	2095.71	2095.51	2095.47	2095.48	2095.59
	引水后	2096.12	2096.96	2096.94	2096.89	2097.08	2096.17	2095.86	2095.71	2095.51	2095.47	2095.48	2095.59
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL47-3	引水前	2084.31	2085.14	2085.10	2085.07	2085.25	2084.37	2084.07	2083.93	2083.75	2083.76	2083.81	2083.87
	引水后	2084.31	2085.14	2085.10	2085.07	2085.25	2084.37	2084.07	2083.93	2083.75	2083.76	2083.81	2083.87
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58	引水前	1871.88	1873.08	1873.06	1873.01	1873.16	1871.90	1871.09	1870.92	1870.81	1870.77	1870.79	1870.84
	引水后	1871.88	1873.08	1873.06	1873.01	1873.16	1871.90	1871.09	1870.92	1870.81	1870.77	1870.79	1870.84
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58-3	引水前	1852.89	1853.67	1853.66	1853.58	1853.79	1852.97	1852.68	1852.55	1852.36	1852.32	1852.33	1852.42
	引水后	1852.89	1853.67	1853.66	1853.58	1853.79	1852.97	1852.68	1852.55	1852.36	1852.32	1852.33	1852.42
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 5.1-15　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月最大水深变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	1.95	2.78	2.75	2.73	2.82	2.01	1.73	1.60	1.42	1.40	1.41	1.47
	引水后	1.08	1.76	1.72	1.68	1.82	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.95
	变化值	-0.87	-1.02	-1.03	-1.05	-1.00	-1.18	-0.90	-0.77	-0.59	-0.57	-0.58	-0.52
ZL04	引水前	1.85	2.79	2.76	2.73	2.83	1.89	1.55	1.39	1.18	1.15	1.16	1.24
	引水后	0.93	1.58	1.53	1.48	1.65	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.81
	变化值	-0.92	-1.21	-1.23	-1.25	-1.18	-1.16	-0.81	-0.66	-0.44	-0.42	-0.43	-0.43
ZL05	引水前	1.70	2.42	2.40	2.37	2.45	1.76	1.47	1.34	1.14	1.12	1.12	1.20
	引水后	0.86	1.49	1.46	1.41	1.56	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.76
	变化值	-0.85	-0.93	-0.94	-0.96	-0.89	-1.09	-0.80	-0.67	-0.47	-0.45	-0.45	-0.44
ZL06	引水前	2.53	3.42	3.40	3.37	3.47	2.58	2.23	2.05	1.79	1.75	1.77	1.86
	引水后	1.43	2.27	2.21	2.16	2.34	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.13	1.26
	变化值	-1.10	-1.15	-1.19	-1.21	-1.13	-1.46	-1.11	-0.93	-0.67	-0.63	-0.64	-0.60
ZL07	引水前	2.03	3.64	3.58	3.51	3.76	2.08	1.66	1.47	1.20	1.17	1.18	1.28
	引水后	0.87	1.70	1.64	1.59	1.79	0.58	0.58	0.57	0.57	0.57	0.57	0.68
	变化值	-1.16	-1.95	-1.94	-1.92	-1.98	-1.50	-1.08	-0.90	-0.63	-0.59	-0.61	-0.60
ZL18	引水前	3.08	3.64	3.66	3.68	3.59	3.14	2.62	2.35	1.94	1.88	1.90	2.06
	引水后	1.41	2.68	2.61	2.53	2.81	0.93	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	1.09
	变化值	-1.67	-0.97	-1.05	-1.15	-0.79	-2.21	-1.71	-1.44	-1.04	-0.98	-1.00	-0.97
ZL19	引水前	2.32	3.34	3.31	3.27	3.38	2.39	1.99	1.81	1.56	1.53	1.55	1.64
	引水后	1.23	2.03	1.98	1.92	2.14	0.90	0.89	0.88	0.88	0.88	0.88	0.96
	变化值	-1.09	-1.30	-1.33	-1.35	-1.24	-1.50	-1.11	-0.94	-0.69	-0.66	-0.68	-0.68

续表 5.1-15　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月最大水深变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL20	引水前	3.20	4.26	4.24	4.21	4.33	3.27	2.82	2.61	2.31	2.26	2.29	2.40
	引水后	1.87	2.87	2.82	2.75	2.98	1.43	1.40	1.41	1.40	1.40	1.40	1.50
	变化值	-1.33	-1.39	-1.42	-1.46	-1.35	-1.84	-1.41	-1.20	-0.91	-0.86	-0.89	-0.90
ZL21	引水前	1.82	2.76	2.74	2.71	2.81	1.86	1.51	1.35	1.13	1.10	1.11	1.19
	引水后	0.89	1.54	1.51	1.46	1.63	0.70	0.69	0.68	0.68	0.68	0.68	0.76
	变化值	-0.93	-1.22	-1.23	-1.25	-1.18	-1.16	-0.82	-0.66	-0.45	-0.42	-0.43	-0.44
ZL28	引水前	1.95	2.69	2.69	2.66	2.75	2.01	1.73	1.58	1.39	1.36	1.37	1.46
	引水后	1.14	1.77	1.73	1.68	1.84	0.84	0.82	0.81	0.80	0.80	0.80	0.90
	变化值	-0.81	-0.92	-0.96	-0.98	-0.91	-1.17	-0.91	-0.77	-0.59	-0.56	-0.57	-0.56
ZL34	引水前	2.73	3.77	3.75	3.72	3.83	2.79	2.37	2.16	1.88	1.85	1.86	1.97
	引水后	1.51	2.43	2.38	2.31	2.52	1.08	1.07	1.06	1.05	1.05	1.05	1.19
	变化值	-1.22	-1.34	-1.37	-1.41	-1.31	-1.71	-1.30	-1.10	-0.83	-0.80	-0.81	-0.78
ZL39	引水前	1.98	2.14	2.15	2.16	2.11	2.01	1.73	1.56	1.31	1.28	1.29	1.40
	引水后	1.03	1.78	1.76	1.71	1.87	0.78	0.75	0.73	0.72	0.72	0.72	0.84
	变化值	-0.95	-0.36	-0.39	-0.45	-0.23	-1.23	-0.98	-0.83	-0.59	-0.56	-0.57	-0.56
ZL40	引水前	2.52	3.85	3.84	3.80	3.93	2.56	2.38	2.16	1.89	1.84	1.86	1.97
	引水后	1.56	2.44	2.41	2.35	2.57	1.17	1.11	1.07	1.06	1.06	1.06	1.27
	变化值	-0.96	-1.41	-1.43	-1.45	-1.36	-1.39	-1.27	-1.09	-0.83	-0.78	-0.80	-0.70
ZL41	引水前	3.31	4.50	4.48	4.43	4.57	3.39	2.97	2.78	2.51	2.48	3.49	2.58
	引水后	2.19	3.02	2.97	2.91	3.13	1.50	1.47	1.46	1.45	1.45	1.45	1.60
	变化值	-1.12	-1.48	-1.51	-1.52	-1.44	-1.89	-1.50	-1.32	-1.06	-1.03	-2.04	-0.98

续表 5.1-15　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月最大水深变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL42	引水前	2.32	3.06	3.04	2.99	3.12	2.39	2.05	1.88	1.65	1.63	1.64	1.72
	引水后	1.39	2.11	2.07	2.01	2.23	1.11	1.09	1.08	1.07	1.07	1.07	1.14
	变化值	-0.93	-0.95	-0.97	-0.98	-0.89	-1.28	-0.96	-0.80	-0.58	-0.56	-0.57	-0.58
厂址	引水前	1.64	2.33	2.32	2.28	2.38	1.73	1.45	1.33	1.15	1.12	1.13	1.21
	引水后	0.92	1.56	1.54	1.48	1.69	0.67	0.65	0.64	0.63	0.63	0.63	0.73
	变化值	-0.72	-0.77	-0.78	-0.80	-0.69	-1.06	-0.80	-0.69	-0.52	-0.49	-0.50	-0.48
ZL47	引水前	1.87	2.71	2.69	2.64	2.83	1.92	1.61	1.46	1.26	1.22	1.23	1.34
	引水后	1.87	2.71	2.69	2.64	2.83	1.92	1.61	1.46	1.26	1.22	1.23	1.34
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL47-3	引水前	2.02	2.85	2.81	2.78	2.96	2.08	1.78	1.64	1.46	1.47	1.52	1.58
	引水后	2.02	2.85	2.81	2.78	2.96	2.08	1.78	1.64	1.46	1.47	1.52	1.58
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58	引水前	3.98	5.18	5.16	5.11	5.26	4.00	3.19	3.02	2.91	2.87	2.89	2.94
	引水后	3.98	5.18	5.16	5.11	5.26	4.00	3.19	3.02	2.91	2.87	2.89	2.94
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58-3	引水前	1.72	2.50	2.49	2.41	2.62	1.80	1.51	1.38	1.19	1.15	1.16	1.25
	引水后	1.72	2.50	2.49	2.41	2.62	1.80	1.51	1.38	1.19	1.15	1.16	1.25
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 5.1-16　　丰水年、优化后研究河段典型断面平均水深变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	1.37	2.07	2.05	2.03	2.08	1.36	1.22	0.96	0.78	0.75	0.77	0.83
	引水后	0.60	1.24	1.17	1.06	1.29	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.54
	变化值	-0.77	-0.83	-0.88	-0.97	-0.79	-0.91	-0.77	-0.51	-0.32	-0.30	-0.31	-0.29
ZL04	引水前	1.27	2.10	2.07	2.04	2.14	1.30	1.03	0.91	0.74	0.72	0.73	0.79
	引水后	0.56	1.05	1.01	0.98	1.11	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.47
	变化值	-0.71	-1.05	-1.06	-1.07	-1.03	-0.89	-0.61	-0.49	-0.33	-0.31	-0.32	-0.32
ZL05	引水前	1.05	1.47	1.46	1.45	1.48	1.18	0.93	0.82	0.76	0.74	0.75	0.79
	引水后	0.58	0.97	0.91	0.88	1.06	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.51
	变化值	-0.47	-0.50	-0.55	-0.57	-0.42	-0.75	-0.50	-0.39	-0.33	-0.31	-0.32	-0.28
ZL06	引水前	1.01	1.42	1.41	1.39	1.43	1.19	0.98	0.81	0.73	0.72	0.73	0.76
	引水后	0.56	1.02	0.92	0.85	1.08	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44	0.43	0.52
	变化值	-0.45	-0.40	-0.49	-0.54	-0.35	-0.76	-0.55	-0.38	-0.30	-0.28	-0.29	-0.24
ZL07	引水前	1.59	2.71	2.67	2.62	2.78	1.63	1.29	1.14	0.92	0.89	0.90	0.98
	引水后	0.65	1.32	1.28	1.23	1.40	0.43	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.51
	变化值	-0.94	-1.38	-1.39	-1.39	-1.38	-1.21	-0.87	-0.72	-0.50	-0.47	-0.48	-0.47
ZL18	引水前	1.61	2.71	2.68	2.63	2.79	1.64	1.30	1.14	0.92	0.89	0.90	0.99
	引水后	0.66	1.33	1.29	1.24	1.41	0.44	0.43	0.43	0.42	0.42	0.42	0.51
	变化值	-0.95	-1.38	-1.39	-1.39	-1.38	-1.20	-0.87	-0.71	-0.50	-0.47	-0.48	-0.47
ZL19	引水前	1.57	2.25	2.22	2.20	2.27	1.58	1.32	1.14	1.00	0.97	0.98	1.05
	引水后	0.77	1.39	1.28	1.20	1.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.51
	变化值	-0.80	-0.86	-0.94	-1.00	-0.81	-1.13	-0.86	-0.69	-0.55	-0.52	-0.53	-0.54

续表 5.1-16　　丰水年、优化后研究河段典型断面平均水深变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL20	引水前	1.56	2.28	2.26	2.24	2.32	1.59	1.30	1.14	1.02	0.98	0.99	1.06
	引水后	0.73	1.34	1.24	1.19	1.42	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.54
	变化值	-0.83	-0.94	-1.02	-1.05	-0.90	-1.13	-0.85	-0.69	-0.57	-0.53	-0.54	-0.52
ZL21	引水前	0.94	1.36	1.35	1.34	1.39	0.96	0.80	0.72	0.62	0.61	0.61	0.65
	引水后	0.51	0.82	0.80	0.77	0.86	0.42	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.45
	变化值	-0.43	-0.55	-0.56	-0.57	-0.53	-0.55	-0.39	-0.31	-0.21	-0.20	-0.20	-0.21
ZL28	引水前	1.19	1.53	1.51	1.50	1.56	1.30	1.04	0.96	0.85	0.83	0.84	0.90
	引水后	0.70	1.10	1.01	0.86	1.19	0.52	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60
	变化值	-0.49	-0.43	-0.50	-0.64	-0.37	-0.78	-0.53	-0.46	-0.35	-0.33	-0.34	-0.30
ZL34	引水前	1.09	1.42	1.40	1.39	1.45	1.21	1.04	0.95	0.85	0.82	0.83	0.89
	引水后	0.70	1.08	1.00	0.88	1.16	0.50	0.49	0.48	0.48	0.48	0.48	0.56
	变化值	-0.39	-0.34	-0.40	-0.51	-0.29	-0.71	-0.55	-0.47	-0.37	-0.34	-0.35	-0.33
ZL39	引水前	1.31	1.72	1.71	1.70	1.73	1.34	1.12	1.00	0.83	0.81	0.82	0.89
	引水后	0.65	1.15	1.14	1.10	1.23	0.49	0.47	0.45	0.45	0.45	0.45	0.52
	变化值	-0.67	-0.56	-0.57	-0.60	-0.51	-0.86	-0.65	-0.55	-0.38	-0.36	-0.37	-0.36
ZL40	引水前	1.08	1.66	1.65	1.63	1.69	1.10	1.02	0.93	0.81	0.79	0.80	0.85
	引水后	0.67	1.05	1.04	1.01	1.11	0.50	0.48	0.46	0.45	0.45	0.45	0.55
	变化值	-0.41	-0.61	-0.61	-0.62	-0.58	-0.60	-0.55	-0.47	-0.36	-0.34	-0.35	-0.30
ZL41	引水前	0.93	1.64	1.60	1.58	1.67	1.20	0.93	0.81	0.73	0.70	0.71	0.76
	引水后	0.59	0.96	0.93	0.82	1.08	0.46	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.54
	变化值	-0.34	-0.68	-0.67	-0.76	-0.59	-0.74	-0.48	-0.37	-0.29	-0.26	-0.27	-0.22

续表 5.1-16　　丰水年、优化后研究河段典型断面平均水深变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL42	引水前	1.45	2.24	2.21	2.18	2.26	1.63	1.24	1.13	0.99	0.96	0.97	1.05
	引水后	0.75	1.32	1.26	1.08	1.41	0.47	0.46	0.45	0.44	0.44	0.44	0.58
	变化值	-0.70	-0.92	-0.95	-1.10	-0.85	-1.16	-0.78	-0.68	-0.55	-0.52	-0.53	-0.47
厂址	引水前	1.01	1.56	1.54	1.53	1.59	1.02	0.89	0.80	0.69	0.66	0.67	0.74
	引水后	0.64	0.94	0.85	0.78	1.01	0.48	0.47	0.46	0.44	0.44	0.44	0.54
	变化值	-0.37	-0.62	-0.69	-0.75	-0.58	-0.54	-0.42	-0.34	-0.25	-0.22	-0.23	-0.20
ZL47	引水前	1.38	2.21	2.17	2.13	2.24	1.42	1.17	1.06	0.91	0.87	0.88	0.98
	引水后	1.38	2.21	2.17	2.13	2.24	1.42	1.17	1.06	0.91	0.87	0.88	0.98
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL47-3	引水前	1.30	1.78	1.76	1.74	1.81	1.34	1.15	1.04	0.92	0.88	0.89	0.99
	引水后	1.30	1.78	1.76	1.74	1.81	1.34	1.15	1.04	0.92	0.88	0.89	0.99
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58	引水前	1.45	1.84	1.82	1.80	1.86	1.48	1.33	1.24	1.11	1.07	1.08	1.18
	引水后	1.45	1.84	1.82	1.80	1.86	1.48	1.33	1.24	1.11	1.07	1.08	1.18
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58-3	引水前	1.14	1.59	1.56	1.54	1.62	1.17	1.02	0.92	0.79	0.75	0.76	0.84
	引水后	1.14	1.59	1.56	1.54	1.62	1.17	1.02	0.92	0.79	0.75	0.76	0.84
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 5.1-17　　丰水年、优化后研究河段典型断面流速变化　　单位：m/s

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	1.96	2.49	2.47	2.46	2.50	1.96	1.75	1.61	1.50	1.48	1.49	1.54
	引水后	1.27	1.78	1.71	1.65	1.82	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.12
	变化值	-0.69	-0.71	-0.76	-0.81	-0.68	-0.94	-0.73	-0.59	-0.48	-0.46	-0.47	-0.43
	变化率（%）	-35.07	-28.51	-30.83	-32.93	-27.26	-47.96	-41.70	-36.78	-32.14	-31.04	-31.59	-27.63
ZL04	引水前	1.93	2.78	2.76	2.73	2.82	1.97	1.65	1.50	1.30	1.27	1.28	1.36
	引水后	1.07	1.67	1.63	1.59	1.74	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.95
	变化值	-0.86	-1.11	-1.13	-1.15	-1.08	-1.09	-0.77	-0.62	-0.42	-0.40	-0.41	-0.41
	变化率（%）	-44.75	-39.86	-40.89	-41.96	-38.27	-55.35	-46.63	-41.43	-32.40	-31.03	-31.56	-30.19
ZL05	引水前	1.72	2.15	2.14	2.13	2.16	1.72	1.51	1.41	1.27	1.25	1.26	1.31
	引水后	1.06	1.57	1.48	1.46	1.61	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.93
	变化值	-0.66	-0.58	-0.66	-0.67	-0.55	-0.87	-0.66	-0.56	-0.41	-0.39	-0.40	-0.38
	变化率（%）	-38.49	-26.99	-30.70	-31.31	-25.48	-50.39	-43.72	-39.56	-32.69	-31.62	-32.16	-29.17
ZL06	引水前	1.52	1.88	1.87	1.86	1.89	1.52	1.38	1.26	1.15	1.14	1.15	1.20
	引水后	0.99	1.43	1.35	1.30	1.46	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.80	0.87
	变化值	-0.53	-0.45	-0.52	-0.56	-0.43	-0.73	-0.59	-0.47	-0.36	-0.35	-0.35	-0.32
	变化率（%）	-35.06	-24.04	-27.96	-30.14	-22.81	-48.10	-42.66	-37.38	-31.58	-30.41	-30.56	-27.01
ZL07	引水前	2.27	2.98	2.91	2.84	3.10	2.33	1.87	1.67	1.39	1.35	1.37	1.47
	引水后	1.04	1.91	1.86	1.80	2.01	0.74	0.74	0.73	0.73	0.73	0.73	0.85
	变化值	-1.22	-1.07	-1.05	-1.04	-1.09	-1.58	-1.14	-0.94	-0.66	-0.62	-0.63	-0.62
	变化率（%）	-54.00	-35.77	-36.14	-36.71	-35.09	-68.15	-60.68	-56.08	-47.22	-45.77	-46.33	-42.30

续表 5.1-17　　丰水年、优化后研究河段典型断面流速变化　　单位：m/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL18	引水前	2.13	3.06	3.02	2.95	3.17	2.16	1.99	1.92	1.77	1.75	1.76	1.82
	引水后	1.49	2.00	1.99	1.97	2.04	1.13	1.12	1.11	1.11	1.11	1.11	1.27
	变化值	-0.64	-1.06	-1.03	-0.98	-1.13	-1.03	-0.87	-0.80	-0.66	-0.64	-0.65	-0.56
	变化率（%）	-30.18	-34.53	-34.20	-33.33	-35.73	-47.52	-43.59	-41.87	-37.29	-36.40	-36.75	-30.54
ZL19	引水前	1.67	2.05	2.03	2.01	2.09	1.67	1.52	1.41	1.35	1.31	1.32	1.38
	引水后	1.18	1.57	1.51	1.48	1.65	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	1.03
	变化值	-0.49	-0.48	-0.52	-0.53	-0.44	-0.70	-0.56	-0.45	-0.39	-0.35	-0.36	-0.35
	变化率（%）	-29.34	-23.41	-25.71	-26.37	-21.05	-42.12	-37.08	-32.06	-29.04	-26.87	-27.42	-25.36
ZL20	引水前	1.97	2.44	2.42	2.40	2.48	1.98	1.73	1.58	1.43	1.39	1.40	1.47
	引水后	1.20	1.76	1.72	1.65	1.84	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	1.02
	变化值	-0.77	-0.68	-0.70	-0.75	-0.64	-1.00	-0.76	-0.61	-0.46	-0.42	-0.43	-0.45
	变化率（%）	-39.09	-27.87	-28.93	-31.25	-25.81	-50.61	-43.95	-38.74	-32.31	-30.36	-30.86	-30.61
ZL21	引水前	1.29	1.50	1.50	1.50	1.50	1.31	1.17	1.10	0.99	0.98	0.98	1.02
	引水后	0.87	1.18	1.17	1.15	1.22	0.76	0.76	0.76	0.75	0.75	0.75	0.80
	变化值	-0.42	-0.32	-0.33	-0.35	-0.28	-0.54	-0.41	-0.34	-0.24	-0.22	-0.23	-0.23
	变化率（%）	-32.78	-21.23	-22.29	-23.63	-18.92	-41.67	-35.03	-30.98	-23.87	-22.80	-23.22	-22.11
ZL28	引水前	2.61	3.15	3.12	3.10	3.19	2.61	2.38	2.16	2.09	2.01	2.03	2.14
	引水后	1.84	2.43	2.35	2.26	2.54	1.48	1.46	1.45	1.45	1.45	1.45	1.56
	变化值	-0.77	-0.72	-0.77	-0.84	-0.65	-1.13	-0.92	-0.71	-0.64	-0.56	-0.58	-0.58
	变化率（%）	-29.50	-22.92	-24.68	-27.19	-20.38	-43.37	-38.78	-33.01	-30.70	-28.01	-28.72	-27.10

续表 5.1-17　　丰水年、优化后研究河段典型断面流速变化　　单位：m/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL34	引水前	2.16	2.58	2.55	2.54	2.63	2.15	1.99	1.82	1.78	1.71	1.72	1.82
	引水后	1.56	2.03	1.96	1.89	2.15	1.36	1.34	1.32	1.31	1.31	1.31	1.39
	变化值	-0.60	-0.55	-0.59	-0.65	-0.48	-0.79	-0.65	-0.50	-0.47	-0.40	-0.41	-0.43
	变化率（%）	-27.78	-21.32	-23.14	-25.53	-18.25	-36.82	-32.67	-27.62	-26.64	-23.55	-24.00	-23.63
ZL39	引水前	2.20	2.68	2.68	2.67	2.70	2.24	1.94	1.77	1.53	1.50	1.51	1.61
	引水后	1.27	1.99	1.97	1.92	2.09	1.03	1.01	0.99	0.98	0.98	0.98	1.09
	变化值	-0.94	-0.70	-0.71	-0.76	-0.61	-1.21	-0.93	-0.78	-0.55	-0.52	-0.53	-0.52
	变化率（%）	-42.53	-25.93	-26.66	-28.30	-22.59	-53.91	-48.04	-44.19	-36.07	-34.73	-35.24	-32.40
ZL40	引水前	2.14	2.59	2.58	2.55	2.63	2.19	1.95	1.83	1.66	1.63	1.64	1.71
	引水后	1.43	1.98	1.96	1.93	2.05	1.18	1.13	1.10	1.08	1.08	1.08	1.26
	变化值	-0.71	-0.61	-0.62	-0.62	-0.58	-1.01	-0.82	-0.73	-0.58	-0.55	-0.56	-0.45
	变化率（%）	-33.18	-23.55	-24.03	-24.31	-22.05	-46.12	-42.22	-40.13	-34.89	-33.68	-34.03	-26.28
ZL41	引水前	1.61	1.98	1.95	1.93	2.04	1.71	1.49	1.34	1.26	1.21	1.23	1.29
	引水后	1.25	1.55	1.47	1.40	1.64	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.97	1.03
	变化值	-0.36	-0.43	-0.48	-0.53	-0.40	-0.70	-0.50	-0.36	-0.29	-0.24	-0.26	-0.26
	变化率（%）	-22.36	-21.72	-24.62	-27.46	-19.61	-41.06	-33.70	-27.02	-23.18	-20.00	-21.30	-20.16
ZL42	引水前	1.63	2.03	2.01	1.99	2.07	1.62	1.45	1.32	1.19	1.15	1.16	1.24
	引水后	1.10	1.50	1.45	1.39	1.62	0.93	0.91	0.90	0.89	0.89	0.89	0.95
	变化值	-0.53	-0.53	-0.56	-0.60	-0.45	-0.70	-0.54	-0.42	-0.30	-0.26	-0.27	-0.29
	变化率（%）	-32.52	-26.11	-27.82	-30.15	-21.74	-42.85	-37.33	-31.96	-25.37	-22.77	-23.44	-23.39

续表 5.1-17　　丰水年、优化后研究河段典型断面流速变化　　单位：m/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
厂址	引水前	3.13	3.86	3.83	3.80	3.92	3.11	2.83	2.59	2.48	2.41	2.42	2.54
	引水后	2.15	2.95	2.72	2.64	3.08	1.49	1.47	1.45	1.44	1.44	1.44	1.55
	变化值	-0.98	-0.91	-1.11	-1.16	-0.84	-1.62	-1.36	-1.14	-1.04	-0.97	-0.98	-0.99
	变化率（%）	-31.31	-23.58	-28.98	-30.49	-21.43	-52.16	-48.09	-44.13	-42.01	-40.37	-40.62	-38.98
ZL47	引水前	2.36	3.11	3.08	3.04	3.16	2.41	2.14	2.02	1.84	1.78	1.79	1.92
	引水后	2.36	3.11	3.08	3.04	3.16	2.41	2.14	2.02	1.84	1.78	1.79	1.92
	变化值	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
ZL47-3	引水前	2.28	2.87	2.84	2.82	2.92	2.32	2.10	2.00	1.83	1.78	1.79	1.92
	引水后	2.28	2.87	2.84	2.82	2.92	2.32	2.10	2.00	1.83	1.78	1.79	1.92
	变化值	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
ZL58	引水前	1.42	1.94	1.92	1.89	1.98	1.47	1.28	1.20	1.07	1.01	1.02	1.13
	引水后	1.42	1.94	1.92	1.89	1.98	1.47	1.28	1.20	1.07	1.01	1.02	1.13
	变化值	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
ZL58-3	引水前	1.87	2.33	2.30	2.28	2.39	1.93	1.76	1.69	1.56	1.50	1.51	1.62
	引水后	1.87	2.33	2.30	2.28	2.39	1.93	1.76	1.69	1.56	1.50	1.51	1.62
	变化值	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

表 5.1-18　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月水面宽变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	29.74	34.09	33.18	32.65	35.14	29.35	25.25	24.12	23.93	23.81	23.87	24.62
	引水后	21.06	25.41	24.89	24.35	26.27	17.40	17.40	17.40	17.40	17.40	17.40	19.00
	变化值	-8.68	-8.68	-8.29	-8.30	-8.87	-11.95	-7.85	-6.72	-6.53	-6.41	-6.47	-5.62
	变化率（%）	-29.18	-25.46	-24.98	-25.42	-25.24	-40.70	-31.07	-27.85	-27.27	-26.91	-27.09	-22.83
ZL04	引水前	31.74	34.96	34.88	34.79	35.09	31.91	30.36	29.51	28.11	27.90	27.98	28.54
	引水后	25.81	30.50	30.27	30.02	30.85	22.61	22.61	22.61	22.61	22.61	22.61	24.03
	变化值	-5.93	-4.46	-4.61	-4.77	-4.24	-9.30	-7.75	-6.90	-5.50	-5.29	-5.37	-4.51
	变化率（%）	-18.69	-12.76	-13.22	-13.71	-12.08	-29.14	-25.51	-23.38	-19.55	-18.95	-19.19	-15.79
ZL05	引水前	36.36	41.88	41.72	41.59	41.99	35.94	32.46	29.21	28.52	28.22	28.37	29.14
	引水后	25.85	33.90	30.46	29.07	35.35	21.07	21.07	21.07	21.07	21.07	21.07	23.11
	变化值	-10.51	-7.98	-11.26	-12.52	-6.64	-14.87	-11.39	-8.15	-7.45	-7.16	-7.30	-6.03
	变化率（%）	-28.91	-19.05	-26.99	-30.10	-15.81	-41.37	-35.10	-27.88	-26.13	-25.35	-25.74	-20.69
ZL06	引水前	26.00	30.04	29.98	29.93	30.07	25.67	22.56	20.20	19.16	18.95	19.07	20.60
	引水后	17.80	23.50	22.80	22.40	24.50	14.92	14.92	14.92	14.92	14.92	14.92	16.20
	变化值	-8.20	-6.54	-7.18	-7.53	-5.57	-10.75	-7.64	-5.28	-4.24	-4.04	-4.15	-4.40
	变化率（%）	-31.54	-21.76	-23.96	-25.16	-18.51	-41.88	-33.88	-26.13	-22.15	-21.29	-21.76	-21.36
ZL07	引水前	27.27	29.50	29.45	29.39	29.60	27.39	26.31	25.72	24.75	24.61	24.66	25.05
	引水后	23.18	26.42	26.27	26.10	26.68	21.03	20.99	20.97	20.96	20.96	20.96	21.95
	变化值	-4.09	-3.08	-3.18	-3.29	-2.92	-6.37	-5.32	-4.76	-3.79	-3.65	-3.70	-3.10
	变化率（%）	-15.00	-10.44	-10.80	-11.20	-9.87	-23.24	-20.23	-18.49	-15.32	-14.82	-15.02	-12.39

续表 5.1-18　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月水面宽变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL18	引水前	31.64	53.64	52.82	51.89	55.43	32.54	25.28	22.00	17.67	17.14	17.34	18.91
	引水后	17.12	26.02	25.18	24.18	27.75	15.81	15.16	14.94	14.93	14.93	14.93	16.14
	变化值	-14.52	-27.62	-27.64	-27.72	-27.68	-16.73	-10.12	-7.06	-2.74	-2.21	-2.41	-2.77
	变化率（%）	-45.88	-51.49	-52.33	-53.41	-49.94	-51.42	-40.04	-32.09	-15.52	-12.89	-13.92	-14.66
ZL19	引水前	30.09	35.18	35.08	34.94	35.34	29.87	27.59	26.21	25.11	24.88	24.97	25.65
	引水后	22.53	28.16	27.48	27.18	28.74	17.93	17.91	17.91	17.91	17.91	17.91	19.64
	变化值	-7.56	-7.02	-7.60	-7.76	-6.60	-11.94	-9.68	-8.30	-7.20	-6.97	-7.06	-6.01
	变化率（%）	-25.13	-19.95	-21.66	-22.21	-18.67	-39.98	-35.07	-31.66	-28.69	-28.03	-28.28	-23.42
ZL20	引水前	20.61	33.99	33.73	33.50	34.11	20.16	18.59	17.35	17.02	16.81	16.88	17.36
	引水后	15.73	19.28	18.27	17.64	19.59	14.67	14.65	14.63	14.63	14.63	14.63	15.08
	变化值	-4.89	-14.71	-15.46	-15.86	-14.52	-5.50	-3.94	-2.72	-2.39	-2.18	-2.25	-2.28
	变化率（%）	-23.71	-43.28	-45.83	-47.35	-42.56	-27.27	-21.19	-15.68	-14.02	-12.97	-13.33	-13.13
ZL21	引水前	44.70	67.32	66.80	66.15	68.46	45.80	37.17	33.24	27.98	27.31	27.57	29.52
	引水后	22.16	38.07	37.12	35.92	40.18	17.51	17.35	17.25	17.20	17.20	17.20	19.01
	变化值	-22.55	-29.25	-29.69	-30.23	-28.28	-28.29	-19.82	-16.00	-10.78	-10.11	-10.37	-10.51
	变化率（%）	-50.44	-43.45	-44.44	-45.70	-41.31	-61.76	-53.32	-48.12	-38.53	-37.03	-37.62	-35.61
ZL28	引水前	17.60	22.70	22.48	22.30	22.86	17.00	15.01	13.78	12.98	12.72	12.84	13.63
	引水后	11.85	16.54	14.96	14.37	16.95	9.79	9.72	9.63	9.61	9.61	9.61	10.62
	变化值	-5.75	-6.16	-7.52	-7.93	-5.91	-7.21	-5.29	-4.15	-3.37	-3.11	-3.23	-3.01
	变化率（%）	-32.67	-27.14	-33.45	-35.56	-25.85	-42.41	-35.24	-30.12	-25.96	-24.46	-25.16	-22.08

续表 5.1-18　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月水面宽变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL34	引水前	35.01	44.88	44.41	44.09	45.15	33.86	30.09	27.04	25.26	24.90	25.06	27.57
	引水后	21.18	31.79	29.45	28.92	33.11	19.40	19.19	19.02	18.90	18.90	18.90	20.25
	变化值	-13.83	-13.09	-14.96	-15.17	-12.04	-14.46	-10.90	-8.02	-6.36	-6.00	-6.16	-7.32
	变化率（%）	-39.50	-29.17	-33.69	-34.40	-26.67	-42.70	-36.22	-29.65	-25.18	-24.09	-24.57	-26.55
ZL39	引水前	28.98	32.68	32.67	32.64	32.72	29.36	26.19	24.34	21.55	21.17	21.32	22.49
	引水后	18.28	26.74	26.51	25.97	27.80	15.32	14.96	14.73	14.62	14.62	14.63	16.03
	变化值	-10.69	-5.94	-6.16	-6.67	-4.92	-14.04	-11.23	-9.62	-6.93	-6.55	-6.70	-6.46
	变化率（%）	-36.90	-18.17	-18.86	-20.44	-15.04	-47.82	-42.89	-39.51	-32.17	-30.96	-31.42	-28.71
ZL40	引水前	20.40	31.80	31.53	30.74	32.87	20.62	18.96	18.18	17.07	16.93	16.99	17.43
	引水后	15.82	19.24	19.12	18.88	19.76	14.62	14.47	14.35	14.28	14.28	14.28	14.90
	变化值	-4.58	-12.56	-12.41	-11.86	-13.11	-6.00	-4.50	-3.83	-2.78	-2.65	-2.70	-2.53
	变化率（%）	-22.44	-39.49	-39.35	-38.57	-39.89	-29.11	-23.71	-21.06	-16.31	-15.63	-15.91	-14.51
ZL41	引水前	29.61	39.06	38.62	38.26	39.24	28.60	25.04	23.49	21.41	21.08	21.17	22.33
	引水后	19.43	25.99	25.31	24.34	26.83	15.36	15.11	14.98	14.75	14.75	14.75	16.92
	变化值	-10.18	-13.07	-13.31	-13.92	-12.42	-13.24	-9.94	-8.51	-6.66	-6.33	-6.42	-5.41
	变化率（%）	-34.38	-33.45	-34.46	-36.39	-31.64	-46.30	-39.68	-36.23	-31.11	-30.04	-30.33	-24.22
ZL42	引水前	40.73	42.09	41.85	41.68	42.34	40.21	36.89	34.05	32.52	31.71	31.89	33.38
	引水后	30.45	38.35	36.42	35.79	39.46	27.06	26.58	26.31	26.06	26.06	26.06	27.89
	变化值	-10.28	-3.74	-5.43	-5.89	-2.88	-13.15	-10.31	-7.74	-6.46	-5.65	-5.83	-5.49
	变化率（%）	-25.24	-8.89	-12.97	-14.13	-6.80	-32.70	-27.94	-22.73	-19.88	-17.83	-18.29	-16.45

续表 5.1-18　　丰水年、优化后研究河段典型断面逐月水面宽变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
厂址	引水前	25.86	27.28	27.19	27.12	27.55	25.35	22.64	20.46	19.64	18.74	18.90	20.03
	引水后	17.15	24.02	22.03	21.42	24.98	13.96	13.69	13.38	13.09	13.09	13.09	14.81
	变化值	-8.71	-3.26	-5.16	-5.70	-2.57	-11.39	-8.95	-7.08	-6.55	-5.65	-5.81	-5.22
	变化率（%）	-33.68	-11.95	-18.98	-21.02	-9.33	-44.94	-39.53	-34.60	-33.34	-30.14	-30.72	-26.06
ZL47	引水前	27.48	28.15	28.02	27.87	28.46	27.33	26.36	25.95	25.37	24.92	25.11	25.88
	引水后	27.48	28.15	28.02	27.87	28.46	27.33	26.36	25.95	25.37	24.92	25.11	25.88
	变化值	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
ZL47-3	引水前	20.88	26.20	25.97	25.78	26.69	21.03	19.17	18.33	17.20	16.68	16.84	18.02
	引水后	20.88	26.20	25.97	25.78	26.69	21.03	19.17	18.33	17.20	16.68	16.84	18.02
	变化值	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
ZL58	引水前	33.23	41.94	41.57	41.26	42.18	33.41	30.19	28.72	26.91	26.48	26.64	28.14
	引水后	33.23	41.94	41.57	41.26	42.18	33.41	30.19	28.72	26.91	26.48	26.64	28.14
	变化值	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
ZL58-3	引水前	29.29	37.34	37.15	37.01	37.85	29.75	26.64	25.33	24.18	23.77	23.93	24.96
	引水后	29.29	37.34	37.15	37.01	37.85	29.75	26.64	25.33	24.18	23.77	23.93	24.96
	变化值	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

（3）平水年水文情势分析

平水年、优化后坝址下游14个断面的流量、水位、平均水深、流速变化见表5.1-19～5.1-24。由表可知：

坝址：工程实施后，各月流量在15.9～101.40m^3/s,月均流量最大减少值为170.6m^3/s，最大减少比例为87.38%；月均水位在2760.20～2761.17m，月均水位最大降低值为1.27m；断面平均水深在0.45～1.23m，断面平均水深最大减少值为 1.15m；各月平均流速 1.02～1.78m/s，最大减少值为0.98m/s，最大减少比例为46.99%。

断面ZL04：工程实施后，各月流量在15.9～101.40m^3/s,月均流量最大减少值为 170.6m^3/s，最大减少比例为 87.38%；月均水位在 2721.99～2722.88m，月均水位最大降低值为1.44m；断面平均水深在0.41～1.09m，断面平均水深最大减少值为1.16m；各月平均流速0.88～1.71m/s，最大减少值为1.34m/s，最大减少比例为55.73%。

断面ZL05：工程实施后，各月流量在15.9～101.40m^3/s,月均流量最大减少值为 170.6m^3/s，最大减少比例为 87.38%；月均水位在 2697.20～2698.00m，月均水位最大降低值为1.12m；断面平均水深在0.43～0.95m，断面平均水深最大减少值为0.69m；各月平均流速0.85～1.54m/s，最大减少值为0.91m/s，最大减少比例为49.37%。

断面ZL19：工程实施后，各月流量在16.28～102.91m^3/s,月均流量最大减少值为 170.6m^3/s，最大减少比例为 86.79%；月均水位在 2497.80～2499.00m，月均水位最大降低值为1.66m；断面平均水深在0.45～1.24m，断面平均水深最大减少值为1.18m；各月平均流速0.96～1.57m/s，最大减少值为0.70m/s，最大减少比例为42.17%。

断面ZL21：工程实施后，各月流量在16.37～103.26m^3/s,月均流量最大

减少值为 169.26m³/s，最大减少比例为 86.59%；月均水位在 2492.50～2493.41m，月均水位最大降低值为 1.43m；断面平均水深在 0.41～0.84m，断面平均水深最大减少值为 0.66m；各月平均流速 0.75～1.20m/s，最大减少值为 0.57m/s，最大减少比例为 40.82%。

断面 ZL28：工程实施后，各月流量在 16.65～104.36m³/s,月均流量最大减少值为 170.6m³/s，最大减少比例为 86.22%；月均水位在 2401.01～2401.99m，月均水位最大降低值为 1.24m；断面平均水深在 0.48～1.07m，断面平均水深最大减少值为 0.66m；各月平均流速 1.45～2.45m/s，最大减少值为 1.11m/s，最大减少比例为 43.10%。

断面 ZL40：工程实施后,各月流量在 17.36～107.17m³/s,月均流量最大减少值为 166.42m³/s，最大减少比例为 84.94%；月均水位在 2224.36～2225.79m，月均水位最大降低值为 1.67m；断面平均水深在 0.45～1.07m，断面平均水深最大减少值为 0.72m；各月平均流速 1.08～2.02m/s，最大减少值为 0.95m/s，最大减少比例为 45.57%。

厂址：工程实施后，各月流量在 17.53～107.81m³/s,月均流量最大减少值为 170.6m³/s，最大减少比例为 84.91%；月均水位在 2116.24～2117.17m，月均水位最大降低值为 1.15m；断面平均水深在 0.43～0.96m，断面平均水深最大减少值为 0.74m；各月平均流速 1.43～2.89m/s，最大减少值为 1.59m/s，最大减少比例为 52.06%。

断面 ZL47、ZL47-3、ZL58、ZL58-3：扎拉水电站引水发电前后，厂址下游各月流量、水位、流速及水面宽不变。

（4）枯水年水文情势分析

枯水年、优化后坝址下游 14 个断面的流量、水位、平均水深、流速变化见表 5.1-25～5.1-30。由表可知：

表 5.1-19　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月流量变化　　单位：m^3/s

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	93.50	152.00	214.00	198.00	272.00	126.00	80.20	50.10	36.90	37.30	38.60	61.60
	引水后	33.00	33.00	43.40	33.00	101.40	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	22.00
	变化值	-60.50	-119.00	-170.60	-165.00	-170.60	-110.10	-64.30	-34.20	-21.00	-21.40	-22.70	-39.60
	变化率(%)	-64.71	-78.29	-79.72	-83.33	-62.72	-87.38	-80.17	-68.26	-56.91	-57.37	-58.81	-64.29
ZL04	引水前	93.50	152.00	214.00	198.00	272.00	126.00	80.20	50.10	36.90	37.30	38.60	61.60
	引水后	33.00	33.00	43.40	33.00	101.40	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	22.00
	变化值	-60.50	-119.00	-170.60	-165.00	-170.60	-110.10	-64.30	-34.20	-21.00	-21.40	-22.70	-39.60
	变化率(%)	-64.71	-78.29	-79.72	-83.33	-62.72	-87.38	-80.17	-68.26	-56.91	-57.37	-58.81	-64.29
ZL05	引水前	93.50	152.00	214.00	198.00	272.00	126.00	80.20	50.10	36.90	37.30	38.60	61.60
	引水后	33.00	33.00	43.40	33.00	101.40	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	22.00
	变化值	-60.50	-119.00	-170.60	-165.00	-170.60	-110.10	-64.30	-34.20	-21.00	-21.40	-22.70	-39.60
	变化率(%)	-64.71	-78.29	-79.72	-83.33	-62.72	-87.38	-80.17	-68.26	-56.91	-57.37	-58.81	-64.29
ZL06	引水前	93.60	152.10	214.32	198.43	272.29	126.16	80.31	50.19	36.97	37.37	38.68	61.68
	引水后	33.10	33.10	43.72	33.43	101.69	16.06	16.01	15.99	15.97	15.97	15.98	22.08
	变化值	-60.50	-119.00	-170.60	-165.00	-170.60	-110.10	-64.30	-34.20	-21.00	-21.40	-22.70	-39.60
	变化率(%)	-64.64	-78.24	-79.60	-83.15	-62.65	-87.27	-80.06	-68.14	-56.80	-57.27	-58.69	-64.20
ZL07	引水前	93.70	152.35	214.24	198.18	272.16	126.15	80.37	50.27	37.10	37.52	39.28	62.50
	引水后	33.20	33.22	44.08	33.90	102.00	16.25	16.14	16.08	16.06	16.05	16.07	22.17
	变化值	-60.50	-119.13	-170.16	-164.28	-170.15	-109.91	-64.23	-34.19	-21.05	-21.46	-23.21	-40.33
	变化率(%)	-64.57	-78.20	-79.43	-82.89	-62.52	-87.12	-79.92	-68.01	-56.73	-57.21	-59.09	-64.52

续表 5.1-19　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月流量变化　　单位：m^3/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL18	引水前	94.02	152.86	214.60	198.46	272.38	126.38	80.63	50.53	37.42	37.83	40.29	63.86
	引水后	33.52	33.53	45.09	35.26	102.91	16.76	16.50	16.36	16.28	16.28	16.33	22.43
	变化值	-60.50	-119.33	-169.51	-163.20	-169.47	-109.62	-64.13	-34.17	-21.14	-21.55	-23.96	-41.43
	变化率(%)	-64.35	-78.06	-78.99	-82.23	-62.22	-86.74	-79.54	-67.62	-56.49	-56.97	-59.47	-64.88
ZL19	引水前	94.02	152.53	215.69	200.26	273.51	126.86	80.80	50.56	37.28	37.68	39.03	62.03
	引水后	33.52	33.53	45.09	35.26	102.91	16.76	16.50	16.36	16.28	16.28	16.33	22.43
	变化值	-60.50	-119.00	-170.60	-165.00	-170.60	-110.10	-64.30	-34.20	-21.00	-21.40	-22.70	-39.60
	变化率(%)	-64.35	-78.02	-79.09	-82.39	-62.37	-86.79	-79.58	-67.64	-56.33	-56.79	-58.16	-63.84
ZL20	引水前	94.14	152.66	216.08	200.78	273.86	127.06	80.94	50.67	37.37	37.77	39.13	62.13
	引水后	33.64	33.66	45.48	35.78	103.26	16.96	16.64	16.47	16.37	16.37	16.43	22.53
	变化值	-60.50	-119.00	-170.60	-165.00	-170.60	-110.10	-64.30	-34.20	-21.00	-21.40	-22.70	-39.60
	变化率(%)	-64.27	-77.95	-78.95	-82.18	-62.29	-86.65	-79.44	-67.50	-56.19	-56.66	-58.01	-63.74
ZL21	引水前	94.14	153.06	214.74	198.57	272.47	126.47	80.73	50.63	37.54	37.96	40.68	64.38
	引水后	33.64	33.66	45.48	35.78	103.26	16.96	16.64	16.47	16.37	16.37	16.43	22.53
	变化值	-60.50	-119.40	-169.26	-162.79	-169.21	-109.51	-64.09	-34.16	-21.17	-21.59	-24.25	-41.85
	变化率(%)	-64.27	-78.01	-78.82	-81.98	-62.10	-86.59	-79.39	-67.47	-56.39	-56.88	-59.61	-65.00
ZL28	引水前	94.51	153.05	217.31	202.42	274.96	127.69	81.37	51.00	37.65	38.05	39.44	62.44
	引水后	34.01	34.05	46.71	37.42	104.36	17.59	17.07	16.80	16.65	16.65	16.74	22.84
	变化值	-60.50	-119.00	-170.60	-165.00	-170.60	-110.10	-64.30	-34.20	-21.00	-21.40	-22.70	-39.60
	变化率(%)	-64.01	-77.75	-78.51	-81.51	-62.05	-86.22	-79.02	-67.06	-55.78	-56.24	-57.56	-63.42

续表 5.1-19　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月流量变化　　单位：m^3/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL34	引水前	95.39	153.97	220.22	206.29	277.56	129.18	82.40	51.79	38.31	38.71	40.17	63.18
	引水后	34.89	34.97	49.62	41.29	106.96	19.08	18.10	17.59	17.31	17.31	17.47	23.58
	变化值	-60.50	-119.00	-170.60	-165.00	-170.60	-110.10	-64.30	-34.20	-21.00	-21.40	-22.70	-39.60
	变化率(%)	-63.42	-77.29	-77.47	-79.98	-61.46	-85.23	-78.03	-66.04	-54.82	-55.28	-56.51	-62.68
ZL39	引水前	95.46	155.30	216.28	199.75	273.46	127.46	81.83	51.74	38.86	39.35	45.06	70.20
	引水后	34.96	35.05	49.86	41.60	107.17	19.20	18.18	17.65	17.36	17.36	17.53	23.64
	变化值	-60.50	-120.25	-166.42	-158.15	-166.29	-108.26	-63.65	-34.09	-21.50	-21.99	-27.53	-46.56
	变化率(%)	-63.38	-77.43	-76.95	-79.17	-60.81	-84.94	-77.78	-65.89	-55.33	-55.88	-61.10	-66.32
ZL40	引水前	95.46	155.30	216.28	199.75	273.46	127.46	81.83	51.74	38.86	39.35	45.06	70.20
	引水后	34.96	35.05	49.86	41.60	107.17	19.20	18.18	17.65	17.36	17.36	17.53	23.64
	变化值	-60.50	-120.25	-166.42	-158.15	-166.29	-108.26	-63.65	-34.09	-21.50	-21.99	-27.53	-46.56
	变化率(%)	-63.38	-77.43	-76.95	-79.17	-60.81	-84.94	-77.78	-65.89	-55.33	-55.88	-61.10	-66.32
ZL41	引水前	95.46	154.05	220.46	206.60	277.77	129.30	82.48	51.85	38.36	38.76	40.23	63.24
	引水后	34.96	35.05	49.86	41.60	107.17	19.20	18.18	17.65	17.36	17.36	17.53	23.64
	变化值	-60.50	-119.00	-170.60	-165.00	-170.60	-110.10	-64.30	-34.20	-21.00	-21.40	-22.70	-39.60
	变化率(%)	-63.38	-77.25	-77.38	-79.86	-61.42	-85.15	-77.96	-65.96	-54.74	-55.21	-56.43	-62.62
ZL42	引水前	95.46	154.05	220.46	206.60	277.77	129.30	82.48	51.85	38.36	38.76	40.23	63.24
	引水后	34.96	35.05	49.86	41.60	107.17	19.20	18.18	17.65	17.36	17.36	17.53	23.64
	变化值	-60.50	-119.00	-170.60	-165.00	-170.60	-110.10	-64.30	-34.20	-21.00	-21.40	-22.70	-39.60
	变化率(%)	-63.38	-77.25	-77.38	-79.86	-61.42	-85.15	-77.96	-65.96	-54.74	-55.21	-56.43	-62.62

续表 5.1-19　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月流量变化　　单位：m^3/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
厂址	引水前	95.67	154.28	221.18	207.56	278.41	129.67	82.73	52.05	38.53	38.93	40.41	63.42
	引水后	35.17	35.28	50.58	42.56	107.81	19.57	18.43	17.85	17.53	17.53	17.71	23.82
	变化值	-60.50	-119.00	-170.60	-165.00	-170.60	-110.10	-64.30	-34.20	-21.00	-21.40	-22.70	-39.60
	变化率(%)	-63.24	-77.13	-77.13	-79.50	-61.28	-84.91	-77.72	-65.71	-54.50	-54.97	-56.17	-62.44
ZL47	引水前	96.74	155.41	224.74	212.29	281.58	131.48	83.98	53.02	39.35	39.74	41.30	64.33
	引水后	96.74	155.41	224.74	212.29	281.58	131.48	83.98	53.02	39.35	39.74	41.30	64.33
	变化值	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
ZL47-3	引水前	96.74	155.41	224.74	212.29	281.58	131.48	83.98	53.02	39.35	39.74	41.30	64.33
	引水后	96.74	155.41	224.74	212.29	281.58	131.48	83.98	53.02	39.35	39.74	41.30	64.33
	变化值	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
ZL58	引水前	96.74	155.41	224.74	212.29	281.58	131.48	83.98	53.02	39.35	39.74	41.30	64.33
	引水后	96.74	155.41	224.74	212.29	281.58	131.48	83.98	53.02	39.35	39.74	41.30	64.33
	变化值	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
ZL58-3	引水前	96.74	155.41	224.74	212.29	281.58	131.48	83.98	53.02	39.35	39.74	41.30	64.33
	引水后	96.74	155.41	224.74	212.29	281.58	131.48	83.98	53.02	39.35	39.74	41.30	64.33
	变化值	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

表 5.1-20　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月水位变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	2761.18	2761.52	2761.88	2761.79	2762.18	2761.35	2761.01	2760.75	2760.59	2760.59	2760.61	2760.85
	引水后	2760.52	2760.52	2760.68	2760.52	2761.17	2760.20	2760.20	2760.20	2760.20	2760.20	2760.20	2760.33
	变化值	-0.66	-1.00	-1.20	-1.27	-1.01	-1.15	-0.81	-0.55	-0.39	-0.39	-0.41	-0.52
ZL04	引水前	2722.81	2723.30	2723.74	2723.63	2724.07	2723.10	2722.68	2722.38	2722.24	2722.24	2722.25	2722.50
	引水后	2722.19	2722.19	2722.31	2722.19	2722.88	2721.99	2721.99	2721.99	2721.99	2721.99	2721.99	2722.07
	变化值	-0.62	-1.11	-1.43	-1.44	-1.19	-1.10	-0.69	-0.38	-0.24	-0.25	-0.26	-0.43
ZL05	引水前	2697.88	2698.33	2698.60	2698.54	2698.83	2698.17	2697.84	2697.59	2697.46	2697.46	2697.47	2697.69
	引水后	2697.42	2697.42	2697.52	2697.42	2698.00	2697.20	2697.20	2697.20	2697.20	2697.20	2697.20	2697.29
	变化值	-0.46	-0.91	-1.08	-1.12	-0.83	-0.97	-0.64	-0.39	-0.26	-0.26	-0.27	-0.40
ZL06	引水前	2680.15	2680.65	2681.05	2680.96	2681.37	2680.44	2680.01	2679.63	2679.43	2679.44	2679.46	2679.78
	引水后	2679.35	2679.35	2679.53	2679.38	2680.23	2679.03	2679.03	2679.03	2679.03	2679.03	2679.03	2679.17
	变化值	-0.80	-1.30	-1.52	-1.58	-1.14	-1.41	-0.98	-0.60	-0.40	-0.41	-0.43	-0.61
ZL07	引水前	2660.61	2661.22	2661.90	2661.72	2662.65	2660.95	2660.45	2660.07	2659.88	2659.88	2659.91	2660.23
	引水后	2659.81	2659.81	2659.98	2659.83	2660.70	2659.52	2659.52	2659.52	2659.52	2659.52	2659.52	2659.63
	变化值	-0.79	-1.41	-1.92	-1.89	-1.96	-1.43	-0.93	-0.55	-0.36	-0.36	-0.39	-0.60
ZL18	引水前	2507.57	2508.27	2508.63	2508.57	2508.56	2508.00	2507.36	2506.77	2506.46	2506.47	2506.53	2507.05
	引水后	2506.36	2506.36	2506.65	2506.40	2507.70	2505.87	2505.87	2505.86	2505.86	2505.86	2505.86	2506.05
	变化值	-1.21	-1.91	-1.99	-2.17	-0.86	-2.12	-1.49	-0.91	-0.60	-0.61	-0.67	-1.00
ZL19	引水前	2498.87	2499.47	2499.94	2499.83	2500.30	2499.26	2498.77	2498.42	2498.22	2498.22	2498.24	2498.55
	引水后	2498.15	2498.15	2498.33	2498.17	2499.00	2497.80	2497.80	2497.80	2497.80	2497.80	2497.80	2497.92
	变化值	-0.72	-1.32	-1.61	-1.66	-1.30	-1.46	-0.97	-0.62	-0.42	-0.42	-0.44	-0.63

续表 5.1-20　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月水位变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL20	引水前	2496.78	2497.46	2497.98	2497.86	2498.35	2497.25	2496.70	2496.25	2495.99	2496.00	2496.01	2496.41
	引水后	2495.91	2495.91	2496.14	2495.93	2496.98	2495.47	2495.46	2495.46	2495.46	2495.46	2495.46	2495.63
	变化值	-0.87	-1.55	-1.84	-1.93	-1.37	-1.78	-1.24	-0.79	-0.53	-0.54	-0.55	-0.78
ZL21	引水前	2493.32	2493.83	2494.26	2494.16	2494.60	2493.61	2493.20	2492.89	2492.75	2492.75	2492.78	2493.03
	引水后	2492.70	2492.70	2492.83	2492.73	2493.41	2492.51	2492.50	2492.50	2492.50	2492.50	2492.50	2492.57
	变化值	-0.62	-1.12	-1.43	-1.43	-1.19	-1.10	-0.69	-0.39	-0.24	-0.25	-0.28	-0.46
ZL28	引水前	2402.00	2402.32	2402.67	2402.59	2402.92	2402.16	2401.81	2401.52	2401.36	2401.36	2401.38	2401.63
	引水后	2401.32	2401.32	2401.44	2401.35	2401.99	2401.04	2401.03	2401.02	2401.01	2401.01	2401.01	2401.09
	变化值	-0.68	-1.00	-1.23	-1.24	-0.93	-1.12	-0.78	-0.50	-0.35	-0.35	-0.37	-0.54
ZL34	引水前	2291.92	2292.66	2293.12	2293.01	2293.51	2292.41	2291.91	2291.49	2291.25	2291.25	2291.27	2291.69
	引水后	2291.19	2291.19	2291.37	2291.21	2292.16	2290.77	2290.76	2290.76	2290.75	2290.75	2290.75	2290.90
	变化值	-0.73	-1.47	-1.75	-1.80	-1.35	-1.64	-1.15	-0.73	-0.50	-0.50	-0.52	-0.79
ZL39	引水前	2231.12	2231.49	2231.61	2231.60	2231.54	2231.36	2230.99	2230.65	2230.47	2230.47	2230.55	2230.87
	引水后	2230.41	2230.41	2230.62	2230.51	2231.22	2230.15	2230.14	2230.13	2230.12	2230.12	2230.12	2230.23
	变化值	-0.71	-1.09	-0.99	-1.10	-0.32	-1.20	-0.86	-0.52	-0.34	-0.35	-0.43	-0.64
ZL40	引水前	2225.67	2226.26	2226.75	2226.62	2227.15	2226.03	2225.48	2225.09	2224.86	2224.89	2225.01	2225.36
	引水后	2224.83	2224.83	2225.08	2224.95	2225.79	2224.42	2224.38	2224.37	2224.36	2224.36	2224.36	2224.55
	变化值	-0.84	-1.43	-1.67	-1.67	-1.36	-1.61	-1.10	-0.72	-0.50	-0.53	-0.65	-0.81
ZL41	引水前	2219.50	2220.01	2220.55	2220.41	2221.03	2219.77	2219.28	2218.90	2218.72	2218.73	2218.74	2219.05
	引水后	2218.66	2218.66	2218.82	2218.68	2219.52	2217.93	2217.91	2217.90	2217.89	2217.89	2217.89	2218.14
	变化值	-0.84	-1.35	-1.73	-1.73	-1.51	-1.84	-1.37	-1.00	-0.83	-0.84	-0.85	-0.91

续表 5.1-20　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月水位变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL42	引水前	2208.19	2208.57	2208.92	2208.83	2209.21	2208.43	2208.01	2207.67	2207.50	2207.51	2207.53	2207.81
	引水后	2207.46	2207.46	2207.59	2207.48	2208.21	2207.19	2207.17	2207.16	2207.15	2207.15	2207.16	2207.32
	变化值	-0.73	-1.11	-1.33	-1.35	-1.00	-1.24	-0.84	-0.51	-0.35	-0.36	-0.37	-0.49
厂址	引水前	2117.01	2117.41	2117.70	2117.63	2117.96	2117.27	2116.96	2116.71	2116.59	2116.59	2116.61	2116.82
	引水后	2116.53	2116.51	2116.69	2116.48	2117.17	2116.24	2116.24	2116.24	2116.25	2116.25	2116.35	2116.48
	变化值	-0.48	-0.90	-1.01	-1.15	-0.79	-1.03	-0.72	-0.47	-0.34	-0.34	-0.26	-0.34
ZL47	引水前	2095.81	2096.28	2096.66	2096.56	2097.01	2096.10	2095.74	2095.45	2095.31	2095.32	2095.34	2095.61
	引水后	2095.81	2096.28	2096.66	2096.56	2097.01	2096.10	2095.74	2095.45	2095.31	2095.32	2095.34	2095.61
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL47-3	引水前	2084.02	2084.53	2084.87	2084.79	2085.16	2084.33	2083.95	2083.65	2083.49	2083.49	2083.51	2083.82
	引水后	2084.02	2084.53	2084.87	2084.79	2085.16	2084.33	2083.95	2083.65	2083.49	2083.49	2083.51	2083.82
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58	引水前	1871.07	1872.11	1872.66	1872.52	1873.09	1871.81	1870.99	1870.68	1870.39	1870.41	1870.43	1870.99
	引水后	1871.07	1872.11	1872.66	1872.52	1873.09	1871.81	1870.99	1870.68	1870.39	1870.41	1870.43	1870.99
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58-3	引水前	1852.62	1853.08	1853.42	1853.33	1853.68	1852.89	1852.57	1852.30	1852.15	1852.16	1852.18	1852.45
	引水后	1852.62	1853.08	1853.42	1853.33	1853.68	1852.89	1852.57	1852.30	1852.15	1852.16	1852.18	1852.45
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 5.1-21　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月最大水深变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	1.80	2.14	2.50	2.41	2.80	1.97	1.63	1.37	1.21	1.21	1.23	1.47
	引水后	1.14	1.14	1.30	1.14	1.79	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.95
	变化值	-0.66	-1.00	-1.20	-1.27	-1.01	-1.15	-0.81	-0.55	-0.39	-0.39	-0.41	-0.52
ZL04	引水前	1.55	2.04	2.48	2.37	2.81	1.84	1.42	1.12	0.98	0.98	0.99	1.24
	引水后	0.93	0.93	1.05	0.93	1.62	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.81
	变化值	-0.62	-1.11	-1.43	-1.44	-1.19	-1.10	-0.69	-0.38	-0.24	-0.25	-0.26	-0.43
ZL05	引水前	1.41	1.90	2.19	2.13	2.44	1.72	1.36	1.09	0.95	0.95	0.96	1.20
	引水后	0.86	0.86	1.01	0.86	1.53	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.76
	变化值	-0.55	-1.04	-1.18	-1.26	-0.91	-1.06	-0.70	-0.42	-0.28	-0.28	-0.29	-0.44
ZL06	引水前	2.21	2.73	3.15	3.06	3.47	2.54	2.09	1.71	1.51	1.52	1.54	1.81
	引水后	1.43	1.43	1.61	1.45	2.31	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.25
	变化值	-0.78	-1.30	-1.54	-1.61	-1.16	-1.43	-0.98	-0.60	-0.40	-0.41	-0.43	-0.56
ZL07	引水前	1.66	2.28	2.96	2.77	3.71	2.01	1.51	1.12	0.93	0.94	0.96	1.29
	引水后	0.87	0.87	1.03	0.88	1.75	0.58	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.68
	变化值	-0.79	-1.41	-1.92	-1.89	-1.96	-1.43	-0.93	-0.55	-0.36	-0.36	-0.39	-0.60
ZL18	引水前	2.62	3.32	3.69	3.63	3.63	3.05	2.40	1.81	1.50	1.51	1.57	2.09
	引水后	1.40	1.40	1.69	1.44	2.75	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	1.09
	变化值	-1.22	-1.92	-2.00	-2.19	-0.88	-2.14	-1.50	-0.91	-0.60	-0.61	-0.67	-1.01
ZL19	引水前	1.94	2.54	3.01	2.90	3.38	2.33	1.84	1.49	1.29	1.29	1.31	1.60
	引水后	1.23	1.23	1.40	1.24	2.07	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.96
	变化值	-0.71	-1.31	-1.61	-1.66	-1.31	-1.45	-0.96	-0.61	-0.41	-0.41	-0.43	-0.64

续表 5.1-21　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月最大水深变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL20	引水前	2.71	3.41	3.94	3.82	4.31	3.20	2.65	2.20	1.94	1.95	1.97	2.35
	引水后	1.87	1.87	2.08	1.89	2.91	1.42	1.41	1.40	1.40	1.40	1.40	1.50
	变化值	-0.84	-1.54	-1.86	-1.93	-1.40	-1.78	-1.24	-0.80	-0.54	-0.55	-0.57	-0.85
ZL21	引水前	1.51	2.01	2.44	2.34	2.78	1.79	1.38	1.07	0.93	0.93	0.96	1.21
	引水后	0.88	0.88	1.01	0.91	1.59	0.69	0.69	0.68	0.68	0.68	0.68	0.75
	变化值	-0.62	-1.12	-1.43	-1.43	-1.19	-1.10	-0.69	-0.39	-0.24	-0.25	-0.28	-0.46
ZL28	引水前	1.79	2.12	2.47	2.39	2.74	1.95	1.61	1.32	1.16	1.16	1.19	1.43
	引水后	1.12	1.12	1.24	1.14	1.78	0.83	0.82	0.81	0.80	0.80	0.80	0.90
	变化值	-0.67	-1.00	-1.23	-1.25	-0.96	-1.12	-0.79	-0.51	-0.36	-0.36	-0.39	-0.53
ZL34	引水前	2.22	2.96	3.42	3.31	3.80	2.70	2.20	1.79	1.55	1.55	1.57	1.92
	引水后	1.50	1.49	1.67	1.51	2.45	1.07	1.06	1.06	1.05	1.05	1.05	1.19
	变化值	-0.72	-1.47	-1.75	-1.80	-1.35	-1.63	-1.14	-0.73	-0.50	-0.50	-0.52	-0.73
ZL39	引水前	1.72	2.09	2.21	2.20	2.14	1.95	1.59	1.24	1.06	1.07	1.15	1.47
	引水后	1.00	1.01	1.22	1.10	1.82	0.75	0.73	0.72	0.72	0.72	0.72	0.83
	变化值	-0.71	-1.09	-0.99	-1.10	-0.32	-1.20	-0.86	-0.52	-0.34	-0.35	-0.43	-0.64
ZL40	引水前	2.37	2.96	3.45	3.32	3.85	2.73	2.18	1.79	1.56	1.59	1.71	2.06
	引水后	1.53	1.53	1.78	1.65	2.49	1.12	1.08	1.07	1.06	1.06	1.06	1.25
	变化值	-0.84	-1.43	-1.67	-1.67	-1.36	-1.61	-1.10	-0.72	-0.50	-0.53	-0.65	-0.81
ZL41	引水前	3.04	3.55	4.09	3.95	4.55	3.30	2.81	2.44	2.26	2.28	2.30	2.61
	引水后	2.18	2.18	2.36	2.20	3.04	1.49	1.47	1.46	1.45	1.45	1.45	1.59
	变化值	-0.86	-1.37	-1.73	-1.75	-1.51	-1.81	-1.34	-0.98	-0.81	-0.83	-0.85	-1.02

续表 5.1-21　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月最大水深变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
ZL42	引水前	2.10	2.49	2.83	2.74	3.13	2.33	1.91	1.58	1.41	1.42	1.44	1.69
	引水后	1.38	1.38	1.50	1.40	2.11	1.10	1.08	1.07	1.06	1.06	1.07	1.13
	变化值	-0.72	-1.11	-1.33	-1.34	-1.02	-1.23	-0.83	-0.51	-0.35	-0.36	-0.37	-0.56
厂址	引水前	1.41	1.81	2.10	2.03	2.36	1.66	1.36	1.11	0.99	0.99	1.01	1.22
	引水后	0.91	0.91	1.09	0.93	1.57	0.67	0.65	0.64	0.63	0.63	0.64	0.72
	变化值	-0.50	-0.90	-1.01	-1.10	-0.79	-0.99	-0.71	-0.47	-0.36	-0.36	-0.37	-0.50
ZL47	引水前	1.54	2.04	2.43	2.33	2.81	1.85	1.49	1.20	1.06	1.07	1.09	1.30
	引水后	1.54	2.04	2.43	2.33	2.81	1.85	1.49	1.20	1.06	1.07	1.09	1.30
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL47-3	引水前	1.71	2.25	2.60	2.52	2.91	2.04	1.66	1.36	1.20	1.20	1.22	1.46
	引水后	1.71	2.25	2.60	2.52	2.91	2.04	1.66	1.36	1.20	1.20	1.22	1.46
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58	引水前	3.35	4.22	4.78	4.64	5.23	3.91	3.09	2.78	2.49	2.51	2.53	2.99
	引水后	3.35	4.22	4.78	4.64	5.23	3.91	3.09	2.78	2.49	2.51	2.53	2.99
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58-3	引水前	1.43	1.92	2.27	2.18	2.58	1.72	1.40	1.13	0.98	0.99	1.01	1.21
	引水后	1.43	1.92	2.27	2.18	2.58	1.72	1.40	1.13	0.98	0.99	1.01	1.21
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 5.1-22　　平水年、优化后研究河段典型断面平均水深变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	1.11	1.50	1.82	1.75	2.07	1.31	0.98	0.76	0.62	0.62	0.63	0.83
	引水后	0.60	0.59	0.70	0.60	1.23	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.54
	变化值	−0.51	−0.91	−1.12	−1.15	−0.85	−0.86	−0.53	−0.31	−0.16	−0.17	−0.17	−0.29
ZL04	引水前	1.03	1.43	1.81	1.71	2.12	1.26	0.93	0.70	0.59	0.59	0.61	0.79
	引水后	0.56	0.56	0.64	0.56	1.09	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.47
	变化值	−0.47	−0.87	−1.16	−1.15	−1.04	−0.84	−0.52	−0.28	−0.18	−0.18	−0.19	−0.32
ZL05	引水前	0.94	1.10	1.31	1.27	1.47	1.03	0.88	0.72	0.63	0.63	0.65	0.79
	引水后	0.58	0.58	0.68	0.58	0.95	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.51
	变化值	−0.36	−0.52	−0.64	−0.69	−0.52	−0.60	−0.44	−0.29	−0.20	−0.20	−0.21	−0.28
ZL06	引水前	0.90	1.06	1.24	1.20	1.42	1.19	0.84	0.69	0.61	0.61	0.63	0.77
	引水后	0.56	0.56	0.65	0.57	1.06	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44	0.44	0.52
	变化值	−0.34	−0.50	−0.59	−0.63	−0.36	−0.76	−0.41	−0.26	−0.17	−0.17	−0.19	−0.25
ZL07	引水前	1.29	1.78	2.27	2.14	2.74	1.57	1.17	0.85	0.70	0.70	0.73	0.99
	引水后	0.65	0.65	0.78	0.66	1.37	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.51
	变化值	−0.64	−1.13	−1.49	−1.48	−1.38	−1.15	−0.75	−0.43	−0.28	−0.28	−0.30	−0.48
ZL18	引水前	1.30	1.79	2.27	2.15	2.75	1.58	1.17	0.86	0.70	0.71	0.74	1.00
	引水后	0.64	0.65	0.79	0.68	1.38	0.43	0.43	0.42	0.42	0.42	0.42	0.51
	变化值	−0.66	−1.13	−1.48	−1.47	−1.37	−1.14	−0.74	−0.43	−0.28	−0.28	−0.31	−0.49
ZL19	引水前	1.33	1.70	2.02	1.96	2.25	1.54	1.21	0.92	0.81	0.81	0.83	1.02
	引水后	0.77	0.77	0.86	0.78	1.24	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.51
	变化值	−0.56	−0.93	−1.16	−1.18	−1.01	−1.09	−0.76	−0.47	−0.35	−0.35	−0.38	−0.51

续表 5.1-22　　平水年、优化后研究河段典型断面平均水深变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
ZL20	引水前	1.40	1.62	1.98	1.86	2.14	1.54	1.30	1.05	0.77	0.77	0.78	1.12
	引水后	0.73	0.73	0.83	0.74	1.35	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.54
	变化值	-0.67	-0.89	-1.15	-1.12	-0.79	-1.09	-0.85	-0.60	-0.32	-0.32	-0.33	-0.58
ZL21	引水前	0.80	1.03	1.23	1.18	1.37	0.93	0.74	0.59	0.53	0.53	0.54	0.66
	引水后	0.50	0.50	0.57	0.52	0.84	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.44
	变化值	-0.29	-0.53	-0.66	-0.66	-0.54	-0.52	-0.33	-0.18	-0.12	-0.12	-0.13	-0.22
ZL28	引水前	1.06	1.25	1.39	1.35	1.51	1.16	0.98	0.81	0.73	0.73	0.74	0.91
	引水后	0.69	0.69	0.81	0.70	1.07	0.50	0.49	0.48	0.48	0.48	0.48	0.61
	变化值	-0.37	-0.56	-0.58	-0.65	-0.44	-0.66	-0.49	-0.33	-0.25	-0.25	-0.27	-0.30
ZL34	引水前	0.96	1.16	1.30	1.27	1.40	1.16	0.97	0.84	0.74	0.74	0.75	0.88
	引水后	0.69	0.69	0.80	0.70	1.01	0.50	0.49	0.49	0.48	0.48	0.48	0.55
	变化值	-0.27	-0.47	-0.50	-0.57	-0.40	-0.67	-0.48	-0.35	-0.26	-0.26	-0.27	-0.33
ZL39	引水前	1.11	1.42	1.61	1.57	1.72	1.29	1.02	0.79	0.67	0.67	0.73	0.94
	引水后	0.63	0.63	0.77	0.69	1.18	0.47	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.52
	变化值	-0.48	-0.79	-0.84	-0.87	-0.53	-0.82	-0.56	-0.33	-0.22	-0.22	-0.28	-0.42
ZL40	引水前	1.02	1.27	1.48	1.43	1.66	1.17	0.94	0.77	0.67	0.68	0.74	0.89
	引水后	0.66	0.66	0.76	0.71	1.07	0.48	0.47	0.46	0.45	0.45	0.46	0.54
	变化值	-0.36	-0.61	-0.72	-0.72	-0.58	-0.69	-0.47	-0.31	-0.22	-0.23	-0.28	-0.35
ZL41	引水前	0.89	1.05	1.51	1.48	1.64	0.92	0.82	0.71	0.54	0.55	0.56	0.75
	引水后	0.58	0.58	0.69	0.62	0.89	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.53
	变化值	-0.31	-0.47	-0.82	-0.86	-0.75	-0.47	-0.38	-0.27	-0.10	-0.11	-0.12	-0.22

续表 5.1-22　　平水年、优化后研究河段典型断面平均水深变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL42	引水前	1.25	1.57	1.92	1.85	2.21	1.36	1.15	0.95	0.83	0.84	0.85	1.06
	引水后	0.75	0.75	0.91	0.76	1.22	0.46	0.45	0.45	0.44	0.44	0.45	0.52
	变化值	-0.50	-0.82	-1.01	-1.09	-0.99	-0.90	-0.70	-0.50	-0.39	-0.40	-0.40	-0.54
厂址	引水前	0.90	1.11	1.35	1.29	1.54	1.18	0.82	0.73	0.62	0.63	0.65	0.77
	引水后	0.56	0.56	0.69	0.57	0.96	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44	0.54
	变化值	-0.34	-0.55	-0.66	-0.72	-0.58	-0.74	-0.38	-0.30	-0.19	-0.20	-0.21	-0.23
ZL47	引水前	1.12	1.55	1.88	1.81	2.16	1.36	1.06	0.83	0.71	0.72	0.74	0.97
	引水后	1.12	1.55	1.88	1.81	2.16	1.36	1.06	0.83	0.71	0.72	0.74	0.97
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL47-3	引水前	1.15	1.42	1.62	1.57	1.77	1.29	1.07	0.87	0.76	0.77	0.79	0.98
	引水后	1.15	1.42	1.62	1.57	1.77	1.29	1.07	0.87	0.76	0.77	0.79	0.98
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58	引水前	1.30	1.54	1.69	1.66	1.81	1.43	1.25	1.06	0.96	0.97	0.99	1.18
	引水后	1.30	1.54	1.69	1.66	1.81	1.43	1.25	1.06	0.96	0.97	0.99	1.18
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58-3	引水前	1.01	1.24	1.40	1.37	1.57	1.13	0.93	0.74	0.65	0.66	0.68	0.85
	引水后	1.01	1.24	1.40	1.37	1.57	1.13	0.93	0.74	0.65	0.66	0.68	0.85
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 5.1-23　　平水年、优化后研究河段典型断面流速变化　　单位：m/s

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	1.76	2.06	2.30	2.25	2.42	1.92	1.66	1.45	1.33	1.33	1.35	1.54
	引水后	1.27	1.27	1.39	1.27	1.78	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.12
	变化值	-0.49	-0.79	-0.91	-0.98	-0.64	-0.90	-0.64	-0.43	-0.31	-0.31	-0.33	-0.43
	变化率（%）	-27.65	-38.29	-39.58	-43.56	-26.61	-46.99	-38.76	-29.90	-23.24	-23.24	-24.60	-27.63
ZL04	引水前	1.65	2.11	2.50	2.41	2.80	1.91	1.53	1.24	1.11	1.11	1.12	1.36
	引水后	1.07	1.07	1.17	1.07	1.71	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.95
	变化值	-0.58	-1.04	-1.33	-1.34	-1.09	-1.04	-0.65	-0.36	-0.23	-0.23	-0.25	-0.41
	变化率（%）	-35.31	-49.40	-53.05	-55.73	-38.86	-54.10	-42.58	-29.31	-20.65	-20.95	-21.91	-30.19
ZL05	引水前	1.53	1.82	2.01	1.97	2.15	1.68	1.43	1.22	1.10	1.11	1.13	1.31
	引水后	1.06	1.06	1.16	1.06	1.54	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.93
	变化值	-0.47	-0.76	-0.84	-0.91	-0.61	-0.83	-0.58	-0.36	-0.25	-0.26	-0.27	-0.38
	变化率（%）	-30.52	-41.69	-42.08	-46.24	-28.18	-49.37	-40.40	-29.94	-22.68	-23.03	-24.39	-28.79
ZL06	引水前	1.39	1.59	1.76	1.72	1.88	1.49	1.30	1.11	1.01	1.01	1.03	1.20
	引水后	0.98	0.98	1.07	0.97	1.42	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.86
	变化值	-0.41	-0.61	-0.68	-0.75	-0.47	-0.71	-0.51	-0.32	-0.23	-0.23	-0.24	-0.34
	变化率（%）	-29.45	-38.53	-38.95	-43.64	-24.78	-47.23	-39.43	-28.94	-22.20	-22.20	-23.10	-28.14
ZL07	引水前	1.88	2.53	2.75	2.68	2.99	2.24	1.71	1.31	1.10	1.11	1.14	1.48
	引水后	1.04	1.04	1.21	1.05	1.97	0.74	0.74	0.73	0.73	0.73	0.73	0.85
	变化值	-0.83	-1.49	-1.54	-1.63	-1.02	-1.51	-0.98	-0.57	-0.37	-0.38	-0.41	-0.63
	变化率（%）	-44.52	-58.92	-55.83	-60.74	-34.04	-67.14	-57.09	-43.86	-33.57	-33.97	-35.58	-42.74

续表 5.1-23　　平水年、优化后研究河段典型断面流速变化　　单位：m/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL18	引水前	1.99	2.29	2.49	2.37	3.07	2.12	1.93	1.71	1.54	1.55	1.59	1.83
	引水后	1.48	1.48	1.65	1.51	2.02	1.12	1.12	1.11	1.11	1.11	1.11	1.26
	变化值	-0.51	-0.81	-0.84	-0.86	-1.05	-1.00	-0.82	-0.60	-0.43	-0.44	-0.48	-0.57
	变化率(%)	-25.53	-35.39	-33.67	-36.28	-34.15	-46.99	-42.23	-35.11	-28.09	-28.38	-29.94	-31.24
ZL19	引水前	1.53	1.72	1.93	1.88	2.05	1.66	1.47	1.31	1.22	1.22	1.24	1.37
	引水后	1.17	1.17	1.29	1.19	1.57	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	1.03
	变化值	-0.36	-0.55	-0.64	-0.69	-0.48	-0.70	-0.51	-0.35	-0.26	-0.26	-0.28	-0.34
	变化率(%)	-23.53	-31.98	-33.28	-36.70	-23.51	-42.17	-34.69	-26.86	-21.15	-21.64	-22.90	-24.82
ZL20	引水前	1.73	2.08	2.32	2.28	2.44	1.95	1.62	1.36	1.23	1.24	1.26	1.45
	引水后	1.18	1.18	1.32	1.20	1.78	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	1.02
	变化值	-0.55	-0.90	-1.00	-1.08	-0.66	-0.99	-0.65	-0.40	-0.27	-0.28	-0.29	-0.43
	变化率(%)	-31.79	-43.27	-43.01	-47.37	-27.15	-50.54	-40.35	-29.28	-21.71	-22.40	-23.18	-29.66
ZL21	引水前	1.17	1.36	1.47	1.44	1.50	1.28	1.11	0.96	0.89	0.89	0.91	1.03
	引水后	0.86	0.86	0.93	0.88	1.20	0.76	0.76	0.76	0.75	0.75	0.76	0.80
	变化值	-0.30	-0.49	-0.53	-0.57	-0.30	-0.52	-0.35	-0.21	-0.13	-0.14	-0.15	-0.24
	变化率(%)	-25.91	-36.27	-36.34	-39.29	-20.00	-40.82	-31.82	-21.42	-14.95	-15.18	-16.62	-23.01
ZL28	引水前	2.41	2.72	2.99	2.94	3.17	2.57	2.28	2.00	1.84	1.85	1.87	2.14
	引水后	1.80	1.80	1.95	1.83	2.45	1.46	1.46	1.45	1.45	1.45	1.45	1.56
	变化值	-0.61	-0.92	-1.04	-1.11	-0.72	-1.11	-0.82	-0.55	-0.40	-0.40	-0.42	-0.58
	变化率(%)	-25.31	-33.92	-34.87	-37.76	-22.77	-43.10	-36.10	-27.65	-21.53	-21.70	-22.62	-27.10

续表 5.1-23　　平水年、优化后研究河段典型断面流速变化　　单位：m/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL34	引水前	1.99	2.24	2.43	2.40	2.59	2.12	1.91	1.72	1.60	1.60	1.62	1.81
	引水后	1.55	1.55	1.68	1.57	2.04	1.33	1.31	1.31	1.30	1.30	1.30	1.38
	变化值	-0.44	-0.69	-0.75	-0.83	-0.55	-0.79	-0.61	-0.41	-0.30	-0.30	-0.32	-0.43
	变化率(%)	-22.11	-30.74	-30.67	-34.58	-21.38	-37.34	-31.70	-24.08	-18.72	-19.02	-19.92	-23.76
ZL39	引水前	1.93	2.34	2.58	2.53	2.68	2.18	1.80	1.47	1.30	1.30	1.38	1.68
	引水后	1.24	1.25	1.44	1.34	2.03	1.01	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	1.08
	变化值	-0.68	-1.10	-1.13	-1.19	-0.66	-1.17	-0.81	-0.48	-0.32	-0.32	-0.40	-0.60
	变化率(%)	-35.50	-46.85	-44.03	-47.20	-24.46	-53.63	-44.83	-32.80	-24.46	-24.85	-28.80	-35.84
ZL40	引水前	1.93	2.25	2.47	2.41	2.61	2.08	1.86	1.60	1.46	1.47	1.53	1.77
	引水后	1.41	1.41	1.59	1.50	2.02	1.13	1.10	1.09	1.08	1.08	1.09	1.24
	变化值	-0.52	-0.84	-0.88	-0.91	-0.59	-0.95	-0.76	-0.51	-0.38	-0.39	-0.44	-0.53
	变化率(%)	-26.94	-37.33	-35.63	-37.76	-22.61	-45.57	-40.62	-31.89	-25.92	-26.42	-28.99	-29.75
ZL41	引水前	1.49	1.69	1.86	1.82	2.01	1.59	1.45	1.34	1.29	1.29	1.31	1.39
	引水后	1.24	1.24	1.33	1.27	1.53	0.97	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	1.02
	变化值	-0.25	-0.45	-0.53	-0.55	-0.48	-0.62	-0.49	-0.39	-0.34	-0.34	-0.36	-0.37
	变化率(%)	-16.78	-26.63	-28.59	-30.22	-24.12	-38.93	-33.70	-29.25	-26.22	-26.51	-27.63	-26.62
ZL42	引水前	1.46	1.71	1.90	1.86	2.06	1.60	1.37	1.19	1.09	1.10	1.12	1.27
	引水后	1.09	1.09	1.16	1.11	1.49	0.92	0.90	0.89	0.88	0.88	0.89	0.94
	变化值	-0.37	-0.62	-0.74	-0.75	-0.57	-0.68	-0.47	-0.30	-0.21	-0.22	-0.23	-0.33
	变化率(%)	-25.34	-36.26	-38.97	-40.32	-27.58	-42.42	-34.54	-25.37	-19.58	-20.09	-20.70	-25.98

续表 5.1-23　　平水年、优化后研究河段典型断面流速变化　　单位：m/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
厂址	引水前	2.86	3.27	3.61	3.54	3.79	3.06	2.71	2.38	2.20	2.20	2.22	2.47
	引水后	2.14	2.14	2.29	2.16	2.89	1.47	1.45	1.44	1.43	1.43	1.44	1.54
	变化值	-0.72	-1.13	-1.32	-1.38	-0.90	-1.59	-1.27	-0.94	-0.77	-0.77	-0.78	-0.93
	变化率(%)	-25.17	-34.56	-36.57	-38.98	-23.75	-52.06	-46.65	-39.52	-35.02	-35.19	-35.27	-37.65
ZL47	引水前	2.11	2.57	2.87	2.81	3.13	2.36	2.03	1.74	1.58	1.59	1.61	1.83
	引水后	2.11	2.57	2.87	2.81	3.13	2.36	2.03	1.74	1.58	1.59	1.61	1.83
	变化值	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
ZL47-3	引水前	2.08	2.44	2.68	2.62	2.85	2.28	2.01	1.76	1.63	1.64	1.66	1.92
	引水后	2.08	2.44	2.68	2.62	2.85	2.28	2.01	1.76	1.63	1.64	1.66	1.92
	变化值	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
ZL58	引水前	1.24	1.57	1.76	1.72	1.92	1.44	1.21	1.01	0.90	0.91	0.93	1.11
	引水后	1.24	1.57	1.76	1.72	1.92	1.44	1.21	1.01	0.90	0.91	0.93	1.11
	变化值	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
ZL58-3	引水前	1.79	2.02	2.18	2.15	2.31	1.90	1.70	1.49	1.38	1.39	1.41	1.62
	引水后	1.79	2.02	2.18	2.15	2.31	1.90	1.70	1.49	1.38	1.39	1.41	1.62
	变化值	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

表 5.1-24　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月水面宽变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	25.26	29.23	30.59	30.14	34.27	29.01	24.26	23.23	21.85	21.87	21.94	22.35
	引水后	21.06	21.06	22.87	21.06	26.11	17.40	17.40	17.40	17.40	17.40	17.46	19.00
	变化值	-4.20	-8.17	-7.72	-9.08	-8.16	-11.61	-6.86	-5.83	-4.45	-4.47	-4.48	-3.35
	变化率（%）	-16.63	-27.95	-25.23	-30.13	-23.81	-40.01	-28.26	-25.08	-20.35	-20.42	-20.40	-14.99
ZL04	引水前	30.37	32.50	33.99	33.65	35.04	31.67	29.70	27.64	26.30	26.35	26.50	28.54
	引水后	25.81	25.81	27.01	25.81	30.72	22.61	22.61	22.61	22.61	22.61	22.61	24.03
	变化值	-4.56	-6.69	-6.98	-7.84	-4.32	-9.06	-7.08	-5.02	-3.69	-3.73	-3.88	-4.51
	变化率（%）	-15.01	-20.57	-20.55	-23.31	-12.33	-28.61	-23.85	-18.18	-14.01	-14.17	-14.65	-15.79
ZL05	引水前	33.04	38.12	40.15	39.70	41.89	35.69	31.42	28.08	26.41	26.47	26.74	29.50
	引水后	25.85	25.85	27.58	25.85	30.10	20.86	20.86	20.86	20.86	20.86	20.89	23.11
	变化值	-7.19	-12.27	-12.57	-13.85	-11.79	-14.83	-10.56	-7.22	-5.55	-5.61	-5.85	-6.39
	变化率（%）	-21.76	-32.19	-31.31	-34.89	-28.15	-41.56	-33.61	-25.72	-21.02	-21.20	-21.89	-21.66
ZL06	引水前	23.68	28.42	30.33	30.18	30.94	26.13	22.47	20.00	18.20	18.30	18.40	20.60
	引水后	17.80	17.80	18.60	17.80	24.20	14.77	14.77	14.77	14.77	14.77	14.77	16.20
	变化值	-5.88	-10.62	-11.73	-12.38	-6.74	-11.36	-7.70	-5.23	-3.43	-3.53	-3.63	-4.40
	变化率（%）	-24.82	-37.37	-38.67	-41.02	-21.78	-43.48	-34.28	-26.15	-18.85	-19.29	-19.73	-21.36
ZL07	引水前	26.32	27.79	28.83	28.59	29.55	27.22	25.85	24.42	23.50	23.54	23.68	25.09
	引水后	23.17	23.17	24.03	23.23	26.57	20.99	20.97	20.96	20.96	20.96	20.96	21.94
	变化值	-3.15	-4.63	-4.80	-5.36	-2.98	-6.22	-4.88	-3.46	-2.54	-2.58	-2.71	-3.15
	变化率（%）	-11.97	-16.64	-16.66	-18.76	-10.08	-22.87	-18.86	-14.17	-10.82	-10.95	-11.46	-12.55

续表 5.1-24　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月水面宽变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL18	引水前	28.26	35.58	44.80	42.43	54.37	31.19	24.63	20.53	18.82	19.21	20.18	22.24
	引水后	16.93	16.96	20.41	19.35	26.96	15.18	14.97	14.94	14.93	14.93	14.94	16.05
	变化值	-11.33	-18.62	-24.39	-23.08	-27.41	-16.01	-9.66	-5.59	-3.89	-4.28	-5.24	-6.19
	变化率（%）	-40.09	-52.33	-54.44	-54.39	-50.42	-51.34	-39.22	-27.23	-20.67	-22.28	-25.97	-27.83
ZL19	引水前	28.85	31.98	34.58	33.74	36.37	30.67	27.77	25.58	23.67	23.78	24.22	26.28
	引水后	22.49	22.49	24.49	22.71	28.41	17.79	17.73	17.72	17.72	17.72	17.72	19.46
	变化值	-6.36	-9.50	-10.09	-11.03	-7.96	-12.88	-10.04	-7.86	-5.95	-6.06	-6.50	-6.82
	变化率（%）	-22.05	-29.69	-29.17	-32.69	-21.89	-42.00	-36.15	-30.74	-25.15	-25.49	-26.85	-25.97
ZL20	引水前	20.61	33.99	33.73	33.50	34.11	20.37	18.78	17.53	17.19	16.98	17.05	17.36
	引水后	15.70	15.70	16.21	15.88	19.25	14.54	14.51	14.48	14.48	14.48	14.48	14.98
	变化值	-4.91	-18.29	-17.52	-17.63	-14.85	-5.83	-4.27	-3.04	-2.71	-2.50	-2.57	-2.39
	变化率（%）	-23.82	-53.80	-51.94	-52.62	-43.55	-28.61	-22.74	-17.37	-15.75	-14.71	-15.07	-13.75
ZL21	引水前	37.13	49.41	59.91	57.38	67.75	44.15	34.01	26.53	23.07	23.18	23.91	30.03
	引水后	22.01	22.02	25.18	22.59	39.18	17.37	17.28	17.23	17.20	17.20	17.22	18.94
	变化值	-15.12	-27.39	-34.73	-34.78	-28.57	-26.78	-16.73	-9.30	-5.87	-5.98	-6.69	-11.08
	变化率（%）	-40.71	-55.43	-57.97	-60.62	-42.17	-60.66	-49.20	-35.06	-25.45	-25.81	-28.00	-36.91
ZL28	引水前	15.91	18.79	21.35	20.82	22.17	17.26	14.81	12.85	11.81	11.86	12.08	13.62
	引水后	11.26	11.26	12.06	11.44	15.49	9.79	9.75	9.72	9.63	9.63	9.66	10.64
	变化值	-4.65	-7.53	-9.29	-9.38	-6.68	-7.48	-5.06	-3.13	-2.18	-2.23	-2.42	-2.98
	变化率（%）	-29.21	-40.08	-43.52	-45.06	-30.13	-43.31	-34.16	-24.35	-18.48	-18.83	-20.01	-21.87

续表 5.1-24　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月水面宽变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL34	引水前	31.91	37.16	41.97	40.88	45.83	34.39	29.33	24.86	22.21	22.32	22.54	26.76
	引水后	22.05	22.05	25.35	22.42	30.71	18.90	18.42	18.23	18.10	18.10	18.12	19.85
	变化值	-9.86	-15.11	-16.62	-18.46	-15.12	-15.49	-10.91	-6.63	-4.11	-4.22	-4.42	-6.91
	变化率（%）	-30.91	-40.66	-39.60	-45.15	-32.99	-45.04	-37.20	-26.66	-18.51	-18.90	-19.61	-25.82
ZL39	引水前	26.10	30.28	32.13	31.79	32.68	28.71	24.68	20.74	18.67	18.75	19.70	23.30
	引水后	17.99	18.01	20.45	19.13	27.17	15.00	14.79	14.68	14.62	14.62	14.66	15.89
	变化值	-8.11	-12.27	-11.67	-12.66	-5.51	-13.70	-9.89	-6.06	-4.05	-4.13	-5.04	-7.41
	变化率（%）	-31.07	-40.52	-36.34	-39.83	-16.87	-47.74	-40.07	-29.21	-21.68	-22.03	-25.59	-31.81
ZL40	引水前	18.94	21.25	23.16	22.66	31.84	20.25	18.31	16.77	15.97	16.02	16.36	17.77
	引水后	15.71	15.72	16.65	16.15	19.44	14.47	14.39	14.35	14.28	14.28	14.34	14.86
	变化值	-3.23	-5.53	-6.51	-6.51	-12.41	-5.78	-3.92	-2.42	-1.69	-1.74	-2.02	-2.91
	变化率（%）	-17.06	-26.03	-28.10	-28.73	-38.97	-28.56	-21.42	-14.40	-10.58	-10.84	-12.37	-16.38
ZL41	引水前	29.61	39.06	38.62	38.26	39.24	28.84	25.25	23.68	21.58	21.25	21.33	22.33
	引水后	19.36	19.36	20.66	19.59	27.03	15.12	14.98	14.77	14.66	14.66	14.67	16.71
	变化值	-10.25	-19.70	-17.97	-18.67	-12.22	-13.72	-10.28	-8.90	-6.92	-6.59	-6.67	-5.62
	变化率（%）	-34.63	-50.43	-46.51	-48.81	-31.13	-47.57	-40.69	-37.61	-32.07	-31.01	-31.25	-25.16
ZL42	引水前	39.02	41.98	42.64	42.49	43.48	41.60	36.61	32.55	30.56	30.73	30.98	34.24
	引水后	29.49	29.50	31.93	29.75	38.11	26.30	26.07	25.83	25.42	25.42	25.44	28.01
	变化值	-9.53	-12.48	-10.71	-12.74	-5.37	-15.30	-10.55	-6.72	-5.14	-5.31	-5.55	-6.23
	变化率（%）	-24.43	-29.73	-25.11	-29.99	-12.35	-36.79	-28.81	-20.65	-16.82	-17.28	-17.91	-18.19

续表 5.1-24　　平水年、优化后研究河段典型断面逐月水面宽变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
厂址	引水前	23.99	26.70	27.38	27.22	28.66	25.78	22.40	19.47	18.00	18.16	18.27	20.21
	引水后	16.81	16.82	18.51	17.18	24.11	13.70	13.54	13.23	12.98	12.98	13.01	14.55
	变化值	-7.18	-9.88	-8.87	-10.04	-4.55	-12.08	-8.86	-6.23	-5.02	-5.18	-5.26	-5.66
	变化率（%）	-29.92	-36.99	-32.40	-36.88	-15.87	-46.86	-39.54	-32.02	-27.87	-28.51	-28.78	-27.99
ZL47	引水前	27.62	28.63	28.79	28.75	29.33	28.21	27.00	26.03	25.57	25.70	25.94	26.01
	引水后	27.62	28.63	28.79	28.75	29.33	28.21	27.00	26.03	25.57	25.70	25.94	26.01
	变化值	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
ZL47-3	引水前	20.43	22.85	25.01	24.51	26.71	21.44	19.08	17.12	16.13	16.27	16.42	18.32
	引水后	20.43	22.85	25.01	24.51	26.71	21.44	19.08	17.12	16.13	16.27	16.42	18.32
	变化值	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
ZL58	引水前	31.08	36.35	39.96	39.13	42.72	33.99	29.90	26.94	25.55	25.72	26.06	28.22
	引水后	31.08	36.35	39.96	39.13	42.72	33.99	29.90	26.94	25.55	25.72	26.06	28.22
	变化值	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
ZL58-3	引水前	27.49	32.64	36.45	35.51	38.37	30.50	26.57	24.31	22.94	22.30	22.71	25.15
	引水后	27.49	32.64	36.45	35.51	38.37	30.50	26.57	24.31	22.94	22.30	22.71	25.15
	变化值	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

坝址：工程实施后，各月流量在15.9～33.0m³/s,月均流量最大减少值为161.0m³/s，最大减少比例为84.93%；月均水位在2760.20～2760.52m，月均水位最大降低值为1.25m；断面平均水深在0.45～0.60m，断面平均水深最大减少值为 1.19m；各月平均流速 1.02～1.27m/s，最大减少值为0.95m/s，最大减少比例为44.44%。

断面ZL04：工程实施后，各月流量在15.9～33.0m³/s,月均流量最大减少值为 161.0m³/s，最大减少比例为 84.93%；月均水位在 2721.99～2722.19m，月均水位最大降低值为1.41m；断面平均水深在0.41～0.56m，断面平均水深最大减少值为1.13m；各月平均流速0.88～1.07m/s，最大减少值为1.32m/s，最大减少比例为55.28%。

断面ZL05：工程实施后，各月流量在15.9～33.0m³/s,月均流量最大减少值为 161.0m³/s，最大减少比例为 84.93%；月均水位在 2697.20～2697.42m，月均水位最大降低值为1.10m；断面平均水深在0.43～0.58m，断面平均水深最大减少值为0.67m；各月平均流速0.85～1.06m/s，最大减少值为0.89m/s，最大减少比例为47.77%。

断面ZL19：工程实施后，各月流量在16.26～34.76m³/s,月均流量最大减少值为 161.0m³/s，最大减少比例为 84.21%；月均水位在 2497.80～2498.17m，月均水位最大降低值为1.63m；断面平均水深在0.45～0.78m，断面平均水深最大减少值为1.15m；各月平均流速0.96～1.20m/s，最大减少值为0.68m/s，最大减少比例为39.47%。

断面ZL21：工程实施后，各月流量在16.34～35.17m³/s,月均流量最大减少值为 161.0m³/s，最大减少比例为 84.05%；月均水位在 2492.50～2492.72m，月均水位最大降低值为1.42m；断面平均水深在0.41～0.51m，断面平均水深最大减少值为0.66m；各月平均流速0.57～0.87m/s，最大减少值为0.57m/s，最大减少比例为40.28%。

断面 ZL28：工程实施后，各月流量在 16.60～36.45m^3/s,月均流量最大减少值为 161.0m^3/s，最大减少比例为 83.53%；月均水位在 2401.01～2401.34m，月均水位最大降低值为 1.23m；断面平均水深在 0.49～0.71m，断面平均水深最大减少值为 0.65m；各月平均流速 1.43～1.83m/s，最大减少值为 1.10m/s，最大减少比例为 41.02%。

断面 ZL40：工程实施后，各月流量在 16.69～37.47m^3/s,月均流量最大减少值为 161.0m^3/s，最大减少比例为 83.36%；月均水位在 2224.33～2224.88m，月均水位最大降低值为 1.75m；断面平均水深在 0.44～0.68m，断面平均水深最大减少值为 0.75m；各月平均流速 1.06～1.45m/s，最大减少值为 0.94m/s，最大减少比例为 44.17%。

厂址：工程实施后，各月流量在 16.85～38.22m^3/s,月均流量最大减少值为 161.0m^3/s，最大减少比例为 83.06%；月均水位在 2116.24～2116.59m，月均水位最大降低值为 1.00m；断面平均水深在 0.44～0.59m，断面平均水深最大减少值为 0.72m；各月平均流速 1.43～2.18m/s，最大减少值为 1.62m/s，最大减少比例为 50.81%。

断面 ZL47、ZL47-3、ZL58、ZL58-3：扎拉水电站引水发电前后，厂址下游各月流量、水位、流速及水面宽不变。

选取典型断面对扎拉水电站引水前后枯水年水位、最大水深、平均水深、平均流速、水面宽等水文要素的逐日变化过程进行对比分析。坝址断面、ZL05（鮡科鱼类产卵场断面）、ZL41（裂腹鱼产卵场断面）枯水年引水发电前、后水文情势的逐日变化过程见图 5.1-12～图 5.1-14。

表 5.1-25　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月流量变化　　单位：m^3/s

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	54.20	86.50	156.00	194.00	146.00	94.90	55.30	41.70	31.90	31.90	32.90	36.80
	引水后	33.00	33.00	33.00	33.00	22.00	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	22.00
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-39.11	-61.85	-78.85	-82.99	-84.93	-83.25	-71.25	-61.87	-50.16	-50.16	-51.67	-40.22
ZL04	引水前	54.20	86.50	156.00	194.00	146.00	94.90	55.30	41.70	31.90	31.90	32.90	36.80
	引水后	33.00	33.00	33.00	33.00	22.00	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	22.00
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-39.11	-61.85	-78.85	-82.99	-84.93	-83.25	-71.25	-61.87	-50.16	-50.16	-51.67	-40.22
ZL05	引水前	54.20	86.50	156.00	194.00	146.00	94.90	55.30	41.70	31.90	31.90	32.90	36.80
	引水后	33.00	33.00	33.00	33.00	22.00	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90	22.00
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-39.11	-61.85	-78.85	-82.99	-84.93	-83.25	-71.25	-61.87	-50.16	-50.16	-51.67	-40.22
ZL06	引水前	54.31	86.71	156.33	194.25	146.24	95.05	55.40	41.78	31.97	31.97	32.97	36.87
	引水后	33.11	33.21	33.33	33.25	22.24	16.05	16.00	15.98	15.97	15.97	15.97	22.07
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-39.04	-61.70	-78.68	-82.88	-84.79	-83.11	-71.12	-61.75	-50.05	-50.05	-51.56	-40.14
ZL07	引水前	54.43	86.95	156.70	194.52	146.50	95.21	55.52	41.87	32.04	32.04	33.05	36.95
	引水后	33.23	33.45	33.70	33.52	22.50	16.21	16.12	16.07	16.04	16.04	16.05	22.15
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-38.95	-61.53	-78.49	-82.77	-84.64	-82.97	-70.97	-61.62	-49.93	-49.93	-51.44	-40.05

续表 5.1-25　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月流量变化　　单位：m^3/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL18	引水前	54.79	87.63	157.76	195.30	147.25	95.67	55.83	42.12	32.26	32.26	33.26	37.18
	引水后	33.59	34.13	34.76	34.30	23.25	16.67	16.43	16.32	16.26	16.26	16.26	22.38
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-38.69	-61.05	-77.97	-82.44	-84.21	-82.58	-70.57	-61.25	-49.60	-49.60	-51.11	-39.81
ZL19	引水前	54.79	87.63	157.76	195.30	147.25	95.67	55.83	42.12	32.26	32.26	33.26	37.18
	引水后	33.59	34.13	34.76	34.30	23.25	16.67	16.43	16.32	16.26	16.26	16.26	22.38
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-38.69	-61.05	-77.97	-82.44	-84.21	-82.58	-70.57	-61.25	-49.60	-49.60	-51.11	-39.81
ZL20	引水前	54.93	87.89	158.17	195.60	147.54	95.85	55.96	42.22	32.34	32.34	33.35	37.27
	引水后	33.73	34.39	35.17	34.60	23.54	16.85	16.56	16.42	16.34	16.34	16.35	22.47
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-38.59	-60.87	-77.76	-82.31	-84.05	-82.42	-70.41	-61.11	-49.47	-49.47	-50.97	-39.71
ZL21	引水前	54.93	87.89	158.17	195.60	147.54	95.85	55.96	42.22	32.34	32.34	33.35	37.27
	引水后	33.73	34.39	35.17	34.60	23.54	16.85	16.56	16.42	16.34	16.34	16.35	22.47
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-38.59	-60.87	-77.76	-82.31	-84.05	-82.42	-70.41	-61.11	-49.47	-49.47	-50.97	-39.71
ZL28	引水前	55.35	88.70	159.45	196.54	148.45	96.41	56.35	42.52	32.60	32.60	33.62	37.55
	引水后	34.15	35.20	36.45	35.54	24.45	17.41	16.95	16.72	16.60	16.60	16.62	22.75
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-38.30	-60.32	-77.14	-81.92	-83.53	-81.94	-69.92	-60.68	-49.08	-49.08	-50.57	-39.41

续表 5.1-25　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月流量变化　　单位：m^3/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL34	引水前	56.09	89.41	160.23	197.28	148.59	96.50	56.41	43.19	32.64	34.64	34.90	38.46
	引水后	34.89	35.91	37.23	36.28	24.59	17.50	17.01	17.39	16.64	18.64	17.90	23.66
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-37.80	-59.84	-76.76	-81.61	-83.45	-81.87	-69.85	-59.74	-49.02	-46.19	-48.71	-38.48
ZL39	引水前	56.17	89.57	160.47	197.46	148.76	96.61	56.49	50.63	32.69	34.69	34.95	38.51
	引水后	34.97	36.07	37.47	36.46	24.76	17.61	17.09	24.83	16.69	18.69	17.95	23.71
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-37.74	-59.73	-76.65	-81.54	-83.36	-81.77	-69.75	-50.96	-48.94	-46.12	-48.64	-38.43
ZL40	引水前	56.17	89.57	160.47	197.46	148.76	96.61	56.49	50.63	32.69	34.69	34.95	38.51
	引水后	34.97	36.07	37.47	36.46	24.76	17.61	17.09	24.83	16.69	18.69	17.95	23.71
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-37.74	-59.73	-76.65	-81.54	-83.36	-81.77	-69.75	-50.96	-48.94	-46.12	-48.64	-38.43
ZL41	引水前	56.17	89.57	160.47	197.46	148.76	96.61	56.49	43.30	32.69	34.69	34.95	38.51
	引水后	34.97	36.07	37.47	36.46	24.76	17.61	17.09	17.50	16.69	18.69	17.95	23.71
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-37.74	-59.73	-76.65	-81.54	-83.36	-81.77	-69.75	-59.58	-48.94	-46.12	-48.64	-38.43
ZL42	引水前	56.17	89.57	160.47	197.46	148.76	96.61	56.49	43.30	32.69	34.69	34.95	38.51
	引水后	34.97	36.07	37.47	36.46	24.76	17.61	17.09	17.50	16.69	18.69	17.95	23.71
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-37.74	-59.73	-76.65	-81.54	-83.36	-81.77	-69.75	-59.58	-48.94	-46.12	-48.64	-38.43

续表 5.1-25　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月流量变化　　单位：m^3/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
厂址	引水前	56.41	90.05	161.22	198.01	149.29	96.94	56.72	50.80	32.85	34.85	35.11	38.68
	引水后	35.21	36.55	38.22	37.01	25.29	17.94	17.32	25.00	16.85	18.85	18.11	23.88
	变化值	-21.20	-53.50	-123.00	-161.00	-124.00	-79.00	-39.40	-25.80	-16.00	-16.00	-17.00	-14.80
	变化率（%）	-37.58	-59.41	-76.29	-81.31	-83.06	-81.49	-69.46	-50.79	-48.71	-45.91	-48.42	-38.26
ZL47	引水前	57.63	92.39	164.90	200.74	151.91	98.56	57.86	44.29	33.60	35.60	35.88	39.49
	引水后	57.63	92.39	164.90	200.74	151.91	98.56	57.86	44.29	33.60	35.60	35.88	39.49
	变化值	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
ZL47-3	引水前	57.63	92.39	164.90	200.74	151.91	98.56	57.86	44.29	33.60	35.60	35.88	39.49
	引水后	57.63	92.39	164.90	200.74	151.91	98.56	57.86	44.29	33.60	35.60	35.88	39.49
	变化值	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
ZL58	引水前	57.63	92.39	164.90	200.74	151.91	98.56	57.86	44.29	33.60	35.60	35.88	39.49
	引水后	57.63	92.39	164.90	200.74	151.91	98.56	57.86	44.29	33.60	35.60	35.88	39.49
	变化值	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
ZL58-3	引水前	57.63	92.39	164.90	200.74	151.91	98.56	57.86	44.29	33.60	35.60	35.88	39.49
	引水后	57.63	92.39	164.90	200.74	151.91	98.56	57.86	44.29	33.60	35.60	35.88	39.49
	变化值	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

表 5.1-26　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月水位变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	2760.76	2761.06	2761.54	2761.77	2761.48	2761.13	2760.80	2760.66	2760.50	2760.50	2760.52	2760.58
	引水后	2760.52	2760.52	2760.52	2760.52	2760.33	2760.20	2760.20	2760.20	2760.20	2760.20	2760.20	2760.33
	变化值	-0.24	-0.54	-1.02	-1.25	-1.15	-0.93	-0.60	-0.46	-0.30	-0.30	-0.32	-0.25
ZL04	引水前	2722.42	2722.74	2723.33	2723.61	2723.26	2722.82	2722.43	2722.29	2722.18	2722.18	2722.19	2722.23
	引水后	2722.19	2722.19	2722.19	2722.19	2722.07	2721.99	2721.99	2721.99	2721.99	2721.99	2721.99	2722.07
	变化值	-0.23	-0.55	-1.14	-1.41	-1.19	-0.83	-0.44	-0.29	-0.19	-0.19	-0.20	-0.17
ZL05	引水前	2697.86	2698.13	2698.35	2698.52	2698.29	2697.95	2697.63	2697.51	2697.40	2697.40	2697.41	2697.46
	引水后	2697.42	2697.42	2697.42	2697.42	2697.29	2697.20	2697.20	2697.20	2697.20	2697.20	2697.20	2697.29
	变化值	-0.44	-0.71	-0.93	-1.10	-1.00	-0.75	-0.43	-0.31	-0.20	-0.20	-0.21	-0.17
ZL06	引水前	2680.11	2680.35	2680.68	2680.93	2680.60	2680.17	2679.70	2679.51	2679.35	2679.35	2679.37	2679.43
	引水后	2679.35	2679.35	2679.35	2679.35	2679.18	2679.03	2679.03	2679.03	2679.03	2679.03	2679.03	2679.18
	变化值	-0.76	-1.00	-1.33	-1.58	-1.42	-1.14	-0.67	-0.48	-0.32	-0.32	-0.34	-0.25
ZL07	引水前	2660.13	2660.53	2661.27	2661.68	2661.16	2660.62	2660.14	2659.95	2659.80	2659.80	2659.81	2659.87
	引水后	2659.81	2659.82	2659.82	2659.82	2659.64	2659.52	2659.52	2659.52	2659.52	2659.52	2659.52	2659.63
	变化值	-0.31	-0.71	-1.45	-1.86	-1.53	-1.10	-0.62	-0.43	-0.28	-0.28	-0.29	-0.24
ZL18	引水前	2506.86	2507.47	2508.31	2508.56	2508.22	2507.60	2506.89	2506.57	2506.32	2506.32	2506.35	2506.45
	引水后	2506.36	2506.37	2506.39	2506.38	2506.07	2505.87	2505.86	2505.86	2505.86	2505.86	2505.86	2506.05
	变化值	-0.50	-1.10	-1.92	-2.18	-2.15	-1.72	-1.02	-0.71	-0.46	-0.46	-0.49	-0.41
ZL19	引水前	2498.83	2499.26	2499.51	2499.79	2499.43	2498.93	2498.48	2498.30	2498.13	2498.13	2498.15	2498.20
	引水后	2498.15	2498.16	2498.17	2498.16	2497.93	2497.80	2497.80	2497.80	2497.80	2497.80	2497.80	2497.92
	变化值	-0.68	-1.10	-1.34	-1.63	-1.50	-1.13	-0.68	-0.50	-0.33	-0.33	-0.35	-0.28

表 5.1-26　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月水位变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
ZL20	引水前	2496.80	2496.99	2497.52	2497.83	2497.44	2496.88	2496.33	2496.09	2495.87	2495.87	2495.90	2495.97
	引水后	2495.91	2495.92	2495.93	2495.92	2495.62	2495.46	2495.46	2495.46	2495.46	2495.46	2495.46	2495.63
	变化值	-0.89	-1.07	-1.59	-1.91	-1.82	-1.42	-0.87	-0.63	-0.41	-0.41	-0.44	-0.34
ZL21	引水前	2492.93	2493.27	2493.87	2494.13	2493.78	2493.34	2492.95	2492.80	2492.69	2492.69	2492.70	2492.74
	引水后	2492.70	2492.71	2492.72	2492.71	2492.59	2492.51	2492.50	2492.50	2492.50	2492.50	2492.50	2492.57
	变化值	-0.23	-0.56	-1.15	-1.42	-1.20	-0.83	-0.44	-0.30	-0.19	-0.19	-0.20	-0.17
ZL28	引水前	2401.84	2402.01	2402.35	2402.56	2402.27	2401.93	2401.57	2401.41	2401.30	2401.30	2401.32	2401.37
	引水后	2401.32	2401.33	2401.34	2401.33	2401.12	2401.02	2401.01	2401.01	2401.01	2401.01	2401.01	2401.09
	变化值	-0.52	-0.68	-1.01	-1.23	-1.15	-0.91	-0.56	-0.40	-0.29	-0.29	-0.31	-0.28
ZL34	引水前	2292.01	2292.24	2292.69	2292.97	2292.59	2292.08	2291.56	2291.33	2291.15	2291.17	2291.18	2291.25
	引水后	2291.19	2291.20	2291.22	2291.20	2290.92	2290.76	2290.75	2290.76	2290.74	2290.77	2290.76	2290.90
	变化值	-0.82	-1.04	-1.47	-1.77	-1.67	-1.32	-0.81	-0.57	-0.41	-0.40	-0.42	-0.35
ZL39	引水前	2230.70	2231.07	2231.51	2231.60	2231.47	2231.13	2230.71	2230.63	2230.37	2230.40	2230.41	2230.46
	引水后	2230.41	2230.42	2230.44	2230.43	2230.25	2230.13	2230.12	2230.25	2230.11	2230.14	2230.13	2230.23
	变化值	-0.30	-0.64	-1.07	-1.17	-1.22	-1.01	-0.59	-0.38	-0.26	-0.26	-0.28	-0.23
ZL40	引水前	2225.17	2225.59	2226.29	2226.61	2226.19	2225.68	2225.17	2225.09	2224.78	2224.82	2224.83	2224.90
	引水后	2224.83	2224.85	2224.88	2224.86	2224.58	2224.36	2224.35	2224.59	2224.33	2224.40	2224.38	2224.55
	变化值	-0.34	-0.74	-1.41	-1.75	-1.61	-1.32	-0.82	-0.50	-0.45	-0.42	-0.45	-0.34
ZL41	引水前	2219.38	2219.54	2220.04	2220.36	2219.94	2219.43	2218.97	2218.79	2218.58	2218.60	2218.61	2218.71
	引水后	2218.66	2218.68	2218.69	2218.67	2218.17	2217.89	2217.88	2217.89	2217.87	2217.90	2217.89	2218.14
	变化值	-0.72	-0.86	-1.35	-1.69	-1.77	-1.54	-1.09	-0.90	-0.71	-0.70	-0.72	-0.57

续表 5.1-26　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月水位变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
ZL42	引水前	2208.06	2208.37	2208.59	2208.79	2208.53	2208.14	2207.73	2207.56	2207.43	2207.46	2207.46	2207.52
	引水后	2207.46	2207.48	2207.50	2207.49	2207.28	2207.14	2207.13	2207.14	2207.13	2207.16	2207.15	2207.24
	变化值	-0.60	-0.89	-1.09	-1.30	-1.25	-1.00	-0.60	-0.42	-0.30	-0.30	-0.31	-0.28
厂址	引水前	2117.01	2117.24	2117.41	2117.59	2117.36	2117.06	2116.76	2116.63	2116.54	2116.56	2116.57	2116.60
	引水后	2116.55	2116.57	2116.59	2116.58	2116.34	2116.26	2116.25	2116.27	2116.24	2116.27	2116.26	2116.30
	变化值	-0.46	-0.69	-0.84	-1.00	-0.78	-0.72	-0.51	-0.36	-0.30	-0.29	-0.31	-0.30
ZL47	引水前	2095.54	2095.76	2096.29	2096.52	2096.22	2095.85	2095.55	2095.36	2095.26	2095.28	2095.28	2095.32
	引水后	2095.54	2095.76	2096.29	2096.52	2096.22	2095.85	2095.55	2095.36	2095.26	2095.28	2095.28	2095.32
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL47-3	引水前	2083.73	2083.98	2084.52	2084.74	2084.45	2084.08	2083.70	2083.62	2083.42	2083.44	2083.44	2083.49
	引水后	2083.73	2083.98	2084.52	2084.74	2084.45	2084.08	2083.70	2083.62	2083.42	2083.44	2083.44	2083.49
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58	引水前	1870.75	1871.01	1872.11	1872.46	1872.01	1871.09	1870.77	1870.64	1870.34	1870.37	1870.37	1870.41
	引水后	1870.75	1871.01	1872.11	1872.46	1872.01	1871.09	1870.77	1870.64	1870.34	1870.37	1870.37	1870.41
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58-3	引水前	1852.34	1852.58	1853.08	1853.29	1853.02	1852.67	1852.39	1852.34	1852.10	1852.13	1852.13	1852.18
	引水后	1852.34	1852.58	1853.08	1853.29	1853.02	1852.67	1852.39	1852.34	1852.10	1852.13	1852.13	1852.18
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 5.1-27　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月最大水深变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	1.38	1.68	2.16	2.39	2.10	1.75	1.42	1.28	1.12	1.12	1.14	1.20
	引水后	1.14	1.14	1.14	1.14	0.95	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.95
	变化值	-0.24	-0.54	-1.02	-1.25	-1.15	-0.92	-0.59	-0.45	-0.29	-0.29	-0.31	-0.25
ZL04	引水前	1.16	1.49	2.07	2.35	2.00	1.56	1.17	1.03	0.92	0.92	0.93	0.97
	引水后	0.93	0.93	0.93	0.93	0.81	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.81
	变化值	-0.23	-0.55	-1.14	-1.41	-1.19	-0.83	-0.44	-0.29	-0.19	-0.19	-0.20	-0.17
ZL05	引水前	1.11	1.68	1.92	2.10	1.85	1.48	1.13	1.00	0.88	0.88	0.89	0.95
	引水后	0.90	0.90	0.90	0.90	0.76	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.76
	变化值	-0.20	-0.77	-1.01	-1.20	-1.09	-0.81	-0.46	-0.33	-0.21	-0.21	-0.22	-0.19
ZL06	引水前	1.75	2.43	2.76	3.01	2.68	2.25	1.78	1.59	1.43	1.43	1.45	1.51
	引水后	1.43	1.43	1.43	1.43	1.26	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.25
	变化值	-0.32	-1.00	-1.33	-1.58	-1.42	-1.13	-0.66	-0.47	-0.31	-0.31	-0.33	-0.26
ZL07	引水前	1.18	1.58	2.32	2.73	2.22	1.68	1.20	1.00	0.85	0.85	0.87	0.93
	引水后	0.87	0.87	0.88	0.87	0.69	0.58	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.68
	变化值	-0.31	-0.71	-1.45	-1.86	-1.53	-1.10	-0.62	-0.43	-0.28	-0.28	-0.29	-0.24
ZL18	引水前	1.91	2.52	3.36	3.62	3.27	2.64	1.93	1.62	1.36	1.36	1.39	1.49
	引水后	1.40	1.41	1.43	1.42	1.11	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.09
	变化值	-0.51	-1.10	-1.93	-2.20	-2.16	-1.73	-1.03	-0.72	-0.47	-0.47	-0.49	-0.41
ZL19	引水前	1.52	2.34	2.59	2.86	2.50	2.00	1.55	1.38	1.20	1.20	1.22	1.27
	引水后	1.23	1.24	1.25	1.24	1.00	0.87	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.96
	变化值	-0.29	-1.10	-1.34	-1.62	-1.50	-1.14	-0.68	-0.50	-0.33	-0.33	-0.35	-0.31

续表 5.1-27　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月最大水深变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
ZL20	引水前	2.20	2.94	3.47	3.78	3.39	2.83	2.28	2.04	1.82	1.82	1.84	1.92
	引水后	1.86	1.87	1.88	1.87	1.57	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.49
	变化值	-0.34	-1.07	-1.59	-1.91	-1.82	-1.43	-0.88	-0.64	-0.42	-0.42	-0.44	-0.43
ZL21	引水前	1.12	1.45	2.05	2.32	1.96	1.52	1.13	0.98	0.87	0.87	0.88	0.92
	引水后	0.88	0.89	0.90	0.89	0.77	0.69	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.75
	变化值	-0.23	-0.56	-1.15	-1.42	-1.20	-0.83	-0.44	-0.30	-0.19	-0.19	-0.20	-0.17
ZL28	引水前	1.31	1.81	2.15	2.36	2.07	1.73	1.37	1.21	1.10	1.10	1.12	1.17
	引水后	1.12	1.13	1.14	1.13	0.94	0.81	0.81	0.82	0.80	0.83	0.82	0.89
	变化值	-0.19	-0.68	-1.01	-1.23	-1.13	-0.92	-0.56	-0.39	-0.30	-0.27	-0.30	-0.28
ZL34	引水前	1.85	2.54	2.99	3.33	2.89	2.38	1.86	1.63	1.45	1.45	1.48	1.55
	引水后	1.50	1.51	1.53	1.51	1.22	1.07	1.05	1.06	1.04	1.07	1.06	1.18
	变化值	-0.35	-1.03	-1.46	-1.82	-1.67	-1.31	-0.81	-0.57	-0.41	-0.38	-0.42	-0.37
ZL39	引水前	1.30	1.67	2.11	2.20	2.06	1.73	1.30	1.23	0.97	1.00	1.00	1.06
	引水后	1.00	1.02	1.04	1.03	0.84	0.72	0.71	0.84	0.71	0.74	0.73	0.83
	变化值	-0.30	-0.64	-1.07	-1.17	-1.22	-1.01	-0.59	-0.38	-0.26	-0.26	-0.28	-0.23
ZL40	引水前	1.87	2.29	2.99	3.31	2.89	2.38	1.87	1.79	1.48	1.52	1.53	1.60
	引水后	1.53	1.55	1.58	1.56	1.28	1.06	1.05	1.29	1.03	1.10	1.08	1.25
	变化值	-0.34	-0.74	-1.41	-1.75	-1.61	-1.32	-0.82	-0.50	-0.45	-0.42	-0.45	-0.34
ZL41	引水前	2.34	3.08	3.58	3.98	3.48	2.97	2.51	2.33	2.12	2.14	2.15	2.25
	引水后	2.18	2.20	2.21	2.19	1.64	1.48	1.46	1.45	1.45	1.49	1.53	1.59
	变化值	-0.16	-0.88	-1.37	-1.79	-1.84	-1.49	-1.05	-0.88	-0.67	-0.65	-0.62	-0.66

续表 5.1-27　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月最大水深变化　　单位：m

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL42	引水前	1.58	2.28	2.50	2.75	2.44	2.05	1.64	1.47	1.34	1.37	1.37	1.43
	引水后	1.38	1.39	1.41	1.40	1.19	1.06	1.06	1.07	1.06	1.09	1.08	1.13
	变化值	-0.20	-0.89	-1.09	-1.35	-1.25	-0.99	-0.58	-0.40	-0.28	-0.28	-0.29	-0.30
厂址	引水前	1.34	1.58	1.76	2.03	1.69	1.63	1.17	1.03	0.92	0.94	0.94	1.00
	引水后	0.91	0.93	0.96	0.94	0.76	0.65	0.64	0.66	0.63	0.66	0.65	0.72
	变化值	-0.43	-0.65	-0.80	-1.09	-0.93	-0.98	-0.53	-0.37	-0.29	-0.28	-0.29	-0.28
ZL47	引水前	1.28	1.51	2.04	2.32	1.97	1.60	1.30	1.11	1.01	1.03	1.03	1.07
	引水后	1.28	1.51	2.04	2.32	1.97	1.60	1.30	1.11	1.01	1.03	1.03	1.07
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL47-3	引水前	1.44	1.69	2.23	2.50	2.16	1.79	1.41	1.33	1.13	1.15	1.15	1.20
	引水后	1.44	1.69	2.23	2.50	2.16	1.79	1.41	1.33	1.13	1.15	1.15	1.20
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58	引水前	2.95	3.11	4.21	4.65	4.11	3.19	2.87	2.74	2.44	2.47	2.47	2.51
	引水后	2.95	3.11	4.21	4.65	4.11	3.19	2.87	2.74	2.44	2.47	2.47	2.51
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58-3	引水前	1.17	1.41	1.91	2.16	1.85	1.50	1.22	1.17	0.93	0.96	0.96	1.01
	引水后	1.17	1.41	1.91	2.16	1.85	1.50	1.22	1.17	0.93	0.96	0.96	1.01
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 5.1-28　　枯水年、优化后研究河段典型断面平均水深变化　　单位：m

断面		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
坝址	引水前	0.93	1.27	1.61	1.71	1.73	1.27	0.92	0.79	0.59	0.59	0.60	0.74
	引水后	0.60	0.60	0.60	0.60	0.54	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.54
	变化值	-0.33	-0.67	-1.01	-1.11	-1.19	-0.82	-0.47	-0.34	-0.14	-0.14	-0.14	-0.20
ZL04	引水前	0.73	0.98	1.45	1.69	1.39	1.04	0.74	0.63	0.55	0.55	0.56	0.59
	引水后	0.56	0.56	0.56	0.56	0.47	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.47
	变化值	-0.17	-0.42	-0.90	-1.13	-0.92	-0.62	-0.32	-0.22	-0.14	-0.14	-0.14	-0.12
ZL05	引水前	0.76	0.91	1.11	1.25	1.08	0.93	0.75	0.64	0.57	0.57	0.58	0.61
	引水后	0.58	0.58	0.58	0.58	0.51	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.51
	变化值	-0.18	-0.33	-0.53	-0.67	-0.57	-0.50	-0.32	-0.21	-0.14	-0.14	-0.15	-0.10
ZL06	引水前	0.73	0.92	1.09	1.16	1.25	0.84	0.79	0.67	0.58	0.58	0.59	0.62
	引水后	0.56	0.56	0.56	0.56	0.52	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44	0.43	0.51
	变化值	-0.17	-0.36	-0.53	-0.60	-0.73	-0.41	-0.36	-0.24	-0.15	-0.14	-0.16	-0.11
ZL07	引水前	0.90	1.23	1.82	2.11	1.74	1.31	0.91	0.76	0.64	0.64	0.65	0.70
	引水后	0.65	0.65	0.66	0.65	0.51	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.51
	变化值	-0.25	-0.58	-1.16	-1.46	-1.23	-0.88	-0.49	-0.34	-0.22	-0.22	-0.23	-0.19
ZL18	引水前	0.91	1.24	1.83	2.12	1.74	1.31	0.92	0.76	0.64	0.64	0.65	0.70
	引水后	0.64	0.66	0.67	0.66	0.52	0.43	0.43	0.42	0.42	0.42	0.42	0.51
	变化值	-0.27	-0.58	-1.16	-1.46	-1.22	-0.88	-0.49	-0.34	-0.21	-0.21	-0.23	-0.19
ZL19	引水前	0.99	1.29	1.73	1.92	1.65	1.32	0.98	0.83	0.77	0.77	0.79	0.81
	引水后	0.76	0.77	0.78	0.77	0.54	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.51
	变化值	-0.23	-0.52	-0.95	-1.15	-1.11	-0.87	-0.53	-0.38	-0.32	-0.32	-0.34	-0.30

续表 5.1-28　　枯水年、优化后研究河段典型断面平均水深变化　　单位：m

断面		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
ZL20	引水前	1.08	1.35	1.65	1.82	1.60	1.41	1.08	0.80	0.71	0.71	0.73	0.75
	引水后	0.71	0.72	0.73	0.72	0.60	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.54
	变化值	-0.37	-0.63	-0.92	-1.10	-1.00	-0.96	-0.63	-0.35	-0.26	-0.26	-0.28	-0.21
ZL21	引水前	0.61	0.77	1.05	1.17	1.01	0.81	0.62	0.55	0.50	0.50	0.50	0.52
	引水后	0.51	0.51	0.51	0.51	0.45	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.44
	变化值	-0.11	-0.26	-0.54	-0.66	-0.56	-0.39	-0.21	-0.14	-0.09	-0.09	-0.09	-0.08
ZL28	引水前	0.87	1.03	1.16	1.35	1.23	1.05	0.87	0.78	0.69	0.69	0.72	0.74
	引水后	0.69	0.70	0.71	0.70	0.61	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.59
	变化值	-0.18	-0.33	-0.45	-0.65	-0.62	-0.55	-0.38	-0.29	-0.20	-0.20	-0.23	-0.15
ZL34	引水前	0.76	0.90	1.14	1.31	1.10	0.92	0.82	0.75	0.66	0.67	0.67	0.71
	引水后	0.68	0.69	0.70	0.69	0.56	0.48	0.48	0.48	0.47	0.49	0.50	0.55
	变化值	-0.08	-0.21	-0.44	-0.62	-0.54	-0.44	-0.34	-0.27	-0.19	-0.18	-0.17	-0.16
ZL39	引水前	0.82	1.07	1.44	1.56	1.39	1.12	0.83	0.78	0.61	0.63	0.63	0.67
	引水后	0.63	0.64	0.66	0.65	0.53	0.45	0.45	0.53	0.44	0.46	0.46	0.52
	变化值	-0.19	-0.43	-0.78	-0.91	-0.86	-0.67	-0.38	-0.25	-0.17	-0.17	-0.18	-0.15
ZL40	引水前	0.80	0.98	1.29	1.42	1.24	1.02	0.80	0.77	0.64	0.65	0.66	0.69
	引水后	0.66	0.67	0.68	0.67	0.55	0.46	0.45	0.55	0.44	0.47	0.46	0.54
	变化值	-0.15	-0.32	-0.61	-0.75	-0.69	-0.57	-0.35	-0.21	-0.19	-0.18	-0.19	-0.15
ZL41	引水前	0.63	0.85	1.15	1.34	1.09	0.88	0.73	0.64	0.55	0.56	0.56	0.61
	引水后	0.58	0.59	0.60	0.59	0.54	0.45	0.44	0.44	0.44	0.46	0.45	0.53
	变化值	-0.05	-0.26	-0.55	-0.75	-0.55	-0.43	-0.29	-0.20	-0.11	-0.10	-0.11	-0.08

续表 5.1-28　　枯水年、优化后研究河段典型断面平均水深变化　　单位：m

断面		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
ZL42	引水前	1.02	1.21	1.59	1.87	1.50	1.23	0.99	0.88	0.78	0.80	0.80	0.84
	引水后	0.74	0.75	0.76	0.75	0.53	0.43	0.43	0.43	0.42	0.44	0.45	0.51
	变化值	-0.28	-0.46	-0.83	-1.12	-0.97	-0.80	-0.56	-0.45	-0.36	-0.36	-0.35	-0.33
厂址	引水前	0.73	0.87	1.12	1.30	1.06	0.88	0.71	0.66	0.57	0.59	0.59	0.62
	引水后	0.57	0.58	0.59	0.58	0.55	0.45	0.44	0.45	0.44	0.45	0.44	0.54
	变化值	-0.16	-0.29	-0.53	-0.72	-0.51	-0.43	-0.27	-0.21	-0.13	-0.14	-0.15	-0.08
ZL47	引水前	1.02	1.12	1.58	1.83	1.49	1.18	0.88	0.75	0.66	0.68	0.68	0.71
	引水后	1.02	1.12	1.58	1.83	1.49	1.18	0.88	0.75	0.66	0.68	0.68	0.71
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL47-3	引水前	0.94	1.08	1.42	1.61	1.37	1.14	0.90	0.79	0.71	0.73	0.73	0.76
	引水后	0.94	1.08	1.42	1.61	1.37	1.14	0.90	0.79	0.71	0.73	0.73	0.76
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58	引水前	1.01	1.13	1.58	1.68	1.41	1.20	1.04	1.01	0.89	0.90	0.90	0.94
	引水后	1.01	1.13	1.58	1.68	1.41	1.20	1.04	1.01	0.89	0.90	0.90	0.94
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZL58-3	引水前	0.82	0.95	1.24	1.38	1.20	1.01	0.78	0.68	0.61	0.63	0.63	0.65
	引水后	0.82	0.95	1.24	1.38	1.20	1.01	0.78	0.68	0.61	0.63	0.63	0.65
	变化值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 5.1-29　　枯水年、优化后研究河段典型断面流速变化　　单位：m/s

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	1.49	1.72	2.08	2.22	2.02	1.75	1.49	1.37	1.26	1.26	1.27	1.32
	引水后	1.27	1.27	1.27	1.27	1.12	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.12
	变化值	-0.22	-0.45	-0.80	-0.95	-0.90	-0.73	-0.48	-0.36	-0.24	-0.24	-0.25	-0.20
	变化率（%）	-14.86	-26.25	-38.73	-42.79	-44.44	-41.90	-31.87	-25.92	-19.22	-19.22	-19.98	-15.45
ZL04	引水前	1.28	1.59	2.13	2.38	2.06	1.66	1.29	1.16	1.05	1.05	1.06	1.11
	引水后	1.07	1.07	1.07	1.07	0.95	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.95
	变化值	-0.22	-0.52	-1.07	-1.32	-1.12	-0.78	-0.42	-0.28	-0.18	-0.18	-0.19	-0.16
	变化率（%）	-16.96	-32.81	-50.06	-55.28	-54.13	-47.08	-32.14	-24.08	-16.67	-16.67	-17.50	-14.42
ZL05	引水前	1.26	1.49	1.83	1.95	1.78	1.52	1.26	1.14	1.05	1.05	1.06	1.10
	引水后	1.06	1.06	1.06	1.06	0.93	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.93
	变化值	-0.20	-0.43	-0.77	-0.89	-0.85	-0.67	-0.41	-0.29	-0.20	-0.20	-0.21	-0.17
	变化率（%）	-15.75	-28.67	-42.01	-45.55	-47.77	-43.91	-32.42	-25.37	-18.65	-18.65	-19.79	-15.32
ZL06	引水前	1.15	1.35	1.60	1.70	1.56	1.38	1.15	1.05	0.97	0.97	0.98	1.01
	引水后	0.98	0.98	0.98	0.98	0.87	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.86
	变化值	-0.17	-0.38	-0.62	-0.72	-0.69	-0.59	-0.36	-0.26	-0.18	-0.18	-0.19	-0.15
	变化率（%）	-15.15	-27.74	-38.96	-42.47	-44.21	-42.84	-31.32	-24.74	-18.27	-18.64	-19.36	-15.14
ZL07	引水前	1.37	1.79	2.58	2.65	2.47	1.89	1.38	1.18	1.02	1.02	1.04	1.10
	引水后	1.04	1.04	1.05	1.05	0.85	0.74	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.85
	变化值	-0.33	-0.75	-1.53	-1.60	-1.61	-1.16	-0.65	-0.45	-0.29	-0.29	-0.30	-0.25
	变化率（%）	-23.93	-41.79	-59.37	-60.54	-65.40	-61.08	-46.89	-37.82	-28.16	-28.16	-29.32	-23.08

续表 5.1-29　　枯水年、优化后研究河段典型断面流速变化　　单位：m/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL18	引水前	1.76	1.96	2.34	2.32	2.25	1.99	1.77	1.61	1.46	1.46	1.48	1.54
	引水后	1.48	1.49	1.50	1.49	1.28	1.12	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.26
	变化值	-0.28	-0.47	-0.83	-0.83	-0.97	-0.87	-0.65	-0.50	-0.35	-0.35	-0.37	-0.28
	变化率（%）	-15.69	-24.04	-35.71	-35.59	-43.07	-43.81	-36.95	-31.07	-23.91	-23.91	-24.81	-18.23
ZL19	引水前	1.35	1.51	1.75	1.85	1.71	1.53	1.34	1.26	1.16	1.16	1.19	1.22
	引水后	1.17	1.18	1.20	1.18	1.04	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	1.02
	变化值	-0.18	-0.33	-0.55	-0.67	-0.68	-0.57	-0.38	-0.30	-0.20	-0.20	-0.23	-0.20
	变化率（%）	-13.33	-21.72	-31.33	-36.04	-39.47	-37.39	-28.64	-23.97	-17.59	-17.59	-19.66	-16.56
ZL20	引水前	1.43	1.69	2.11	2.23	2.06	1.73	1.42	1.29	1.18	1.18	1.21	1.24
	引水后	1.18	1.19	1.20	1.19	1.03	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	1.01
	变化值	-0.25	-0.50	-0.91	-1.04	-1.02	-0.76	-0.45	-0.32	-0.21	-0.21	-0.24	-0.23
	变化率（%）	-17.48	-29.75	-43.18	-46.71	-49.73	-43.95	-31.78	-24.79	-17.76	-17.76	-20.00	-18.74
ZL21	引水前	0.98	1.14	1.37	1.44	1.34	1.17	0.99	0.91	0.86	0.86	0.86	0.89
	引水后	0.86	0.87	0.87	0.87	0.80	0.76	0.76	0.76	0.75	0.75	0.75	0.79
	变化值	-0.12	-0.27	-0.50	-0.57	-0.54	-0.42	-0.23	-0.16	-0.10	-0.10	-0.11	-0.09
	变化率（%）	-12.15	-23.84	-36.18	-39.59	-40.28	-35.40	-23.62	-17.43	-11.89	-11.89	-12.50	-10.29
ZL28	引水前	2.10	2.36	2.74	2.89	2.67	2.39	2.06	1.90	1.78	1.78	1.80	1.88
	引水后	1.80	1.81	1.83	1.82	1.58	1.46	1.45	1.46	1.43	1.47	1.46	1.55
	变化值	-0.30	-0.55	-0.91	-1.07	-1.10	-0.93	-0.61	-0.44	-0.35	-0.31	-0.35	-0.33
	变化率（%）	-14.12	-23.31	-33.11	-36.98	-41.02	-38.90	-29.62	-23.16	-19.65	-17.40	-19.15	-17.55

续表 5.1-29　　枯水年、优化后研究河段典型断面流速变化　　单位：m/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL34	引水前	1.78	1.97	2.24	2.41	2.19	1.99	1.76	1.64	1.54	1.57	1.58	1.61
	引水后	1.55	1.57	1.59	1.58	1.40	1.32	1.30	1.32	1.31	1.34	1.33	1.38
	变化值	-0.23	-0.40	-0.65	-0.83	-0.79	-0.67	-0.47	-0.33	-0.23	-0.23	-0.25	-0.23
	变化率（%）	-13.02	-20.22	-29.14	-34.31	-35.89	-33.77	-26.46	-19.88	-15.22	-14.61	-16.00	-14.29
ZL39	引水前	1.52	1.88	2.37	2.52	2.31	1.94	1.52	1.45	1.21	1.24	1.24	1.29
	引水后	1.24	1.26	1.28	1.26	1.10	0.98	0.98	1.10	0.97	1.00	0.99	1.08
	变化值	-0.28	-0.62	-1.09	-1.26	-1.21	-0.95	-0.55	-0.36	-0.24	-0.24	-0.25	-0.21
	变化率（%）	-18.17	-32.83	-46.01	-49.82	-52.54	-49.22	-35.95	-24.51	-19.97	-19.24	-20.41	-16.54
ZL40	引水前	1.65	1.90	2.27	2.38	2.21	1.95	1.65	1.59	1.38	1.40	1.40	1.45
	引水后	1.41	1.44	1.45	1.44	1.27	1.09	1.07	1.27	1.06	1.12	1.10	1.25
	变化值	-0.24	-0.46	-0.82	-0.94	-0.94	-0.86	-0.58	-0.32	-0.32	-0.28	-0.30	-0.20
	变化率（%）	-14.55	-24.21	-36.12	-39.50	-42.57	-44.17	-34.91	-20.07	-23.01	-20.11	-21.56	-14.14
ZL41	引水前	1.37	1.48	1.69	1.82	1.65	1.49	1.38	1.33	1.22	1.24	1.24	1.29
	引水后	1.24	1.26	1.27	1.26	1.04	0.95	0.94	0.95	0.94	0.97	0.96	1.01
	变化值	-0.13	-0.22	-0.42	-0.56	-0.61	-0.54	-0.44	-0.38	-0.28	-0.27	-0.28	-0.28
	变化率（%）	-9.49	-14.86	-24.63	-30.60	-37.08	-36.46	-31.87	-28.72	-22.79	-21.94	-22.74	-21.71
ZL42	引水前	1.25	1.44	1.71	1.86	1.67	1.45	1.23	1.15	1.06	1.08	1.08	1.11
	引水后	1.08	1.09	1.11	1.10	0.95	0.90	0.88	0.89	0.88	0.92	0.90	0.93
	变化值	-0.17	-0.35	-0.60	-0.76	-0.71	-0.55	-0.35	-0.26	-0.18	-0.16	-0.18	-0.18
	变化率（%）	-13.32	-24.04	-35.01	-40.75	-42.86	-38.03	-28.31	-22.77	-16.92	-15.07	-16.84	-16.22

续表 5.1-29　　枯水年、优化后研究河段典型断面流速变化　　单位：m/s

断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
厂址	引水前	2.49	2.80	3.28	3.54	3.19	2.83	2.44	2.26	2.12	2.15	2.15	2.19
	引水后	2.14	2.16	2.18	2.17	1.57	1.46	1.44	1.47	1.43	1.47	1.46	1.53
	变化值	-0.35	-0.64	-1.10	-1.37	-1.62	-1.38	-1.00	-0.79	-0.69	-0.69	-0.69	-0.66
	变化率（%）	-14.06	-22.91	-33.46	-38.76	-50.81	-48.55	-41.01	-34.98	-32.62	-31.90	-32.23	-30.14
ZL47	引水前	1.85	2.08	2.56	2.80	2.48	2.14	1.79	1.63	1.52	1.55	1.55	2.24
	引水后	1.85	2.08	2.56	2.80	2.48	2.14	1.79	1.63	1.52	1.55	1.55	2.24
	变化值	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
ZL47-3	引水前	1.86	2.03	2.45	2.65	2.39	2.10	1.81	1.68	1.58	1.61	1.61	1.64
	引水后	1.86	2.03	2.45	2.65	2.39	2.10	1.81	1.68	1.58	1.61	1.61	1.64
	变化值	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
ZL58	引水前	1.08	1.24	1.58	1.73	1.52	1.29	1.04	0.94	0.86	0.89	0.89	0.91
	引水后	1.08	1.24	1.58	1.73	1.52	1.29	1.04	0.94	0.86	0.89	0.89	0.91
	变化值	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
ZL58-3	引水前	1.58	1.73	2.03	2.17	1.98	1.77	1.53	1.42	1.33	1.36	1.36	1.39
	引水后	1.58	1.73	2.03	2.17	1.98	1.77	1.53	1.42	1.33	1.36	1.36	1.39
	变化值	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

表 5.1-30　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月水面宽变化　　单位：m

断面		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
坝址	引水前	22.38	24.91	29.36	30.11	29.12	25.28	23.14	22.38	21.68	21.68	21.72	22.15
	引水后	21.06	21.06	21.06	21.06	19.00	17.40	17.40	17.40	17.40	17.40	17.46	19.00
	变化值	-1.32	-3.85	-8.30	-9.05	-10.12	-7.88	-5.74	-4.98	-4.28	-4.28	-4.26	-3.15
	变化率（%）	-5.90	-15.46	-28.27	-30.06	-34.75	-31.16	-24.79	-22.24	-19.72	-19.72	-19.60	-14.22
ZL04	引水前	27.98	30.03	32.61	33.56	32.32	30.43	28.07	26.83	25.66	25.66	25.80	26.29
	引水后	25.81	25.81	25.81	25.81	24.03	22.61	22.61	22.61	22.61	22.61	22.61	24.03
	变化值	-2.17	-4.22	-6.80	-7.75	-8.28	-7.82	-5.46	-4.22	-3.05	-3.05	-3.18	-2.25
	变化率（%）	-7.76	-14.05	-20.85	-23.10	-25.63	-25.70	-19.44	-15.73	-11.88	-11.88	-12.34	-8.57
ZL05	引水前	28.75	32.39	38.30	39.42	37.34	32.87	28.71	27.02	25.69	25.69	25.85	26.39
	引水后	25.85	25.85	25.85	25.85	23.11	20.86	20.86	20.86	20.86	20.86	20.86	23.11
	变化值	-2.90	-6.54	-12.45	-13.57	-14.23	-12.01	-7.85	-6.16	-4.83	-4.83	-4.99	-3.28
	变化率（%）	-10.09	-20.19	-32.51	-34.42	-38.11	-36.54	-27.35	-22.80	-18.81	-18.81	-19.32	-12.43
ZL06	引水前	19.91	22.52	27.81	29.21	26.87	22.85	19.87	19.18	17.40	17.40	17.50	18.20
	引水后	17.80	17.80	17.80	17.80	16.20	14.77	14.77	14.77	14.77	14.77	14.77	16.20
	变化值	-2.11	-4.72	-10.01	-11.41	-10.67	-8.08	-5.10	-4.41	-2.63	-2.63	-2.73	-2.00
	变化率（%）	-10.61	-20.96	-36.00	-39.06	-39.71	-35.37	-25.68	-22.99	-15.12	-15.12	-15.60	-10.99
ZL07	引水前	24.67	26.09	27.88	28.53	27.67	26.36	24.73	23.87	23.06	23.06	23.15	23.49
	引水后	23.17	23.19	23.21	23.19	21.98	20.99	20.97	20.96	20.96	20.96	20.96	21.94
	变化值	-1.50	-2.90	-4.67	-5.34	-5.69	-5.38	-3.76	-2.91	-2.10	-2.10	-2.19	-1.55
	变化率（%）	-6.08	-11.12	-16.74	-18.71	-20.56	-20.39	-15.19	-12.19	-9.11	-9.11	-9.48	-6.61

续表 5.1-30　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月水面宽变化　　单位：m

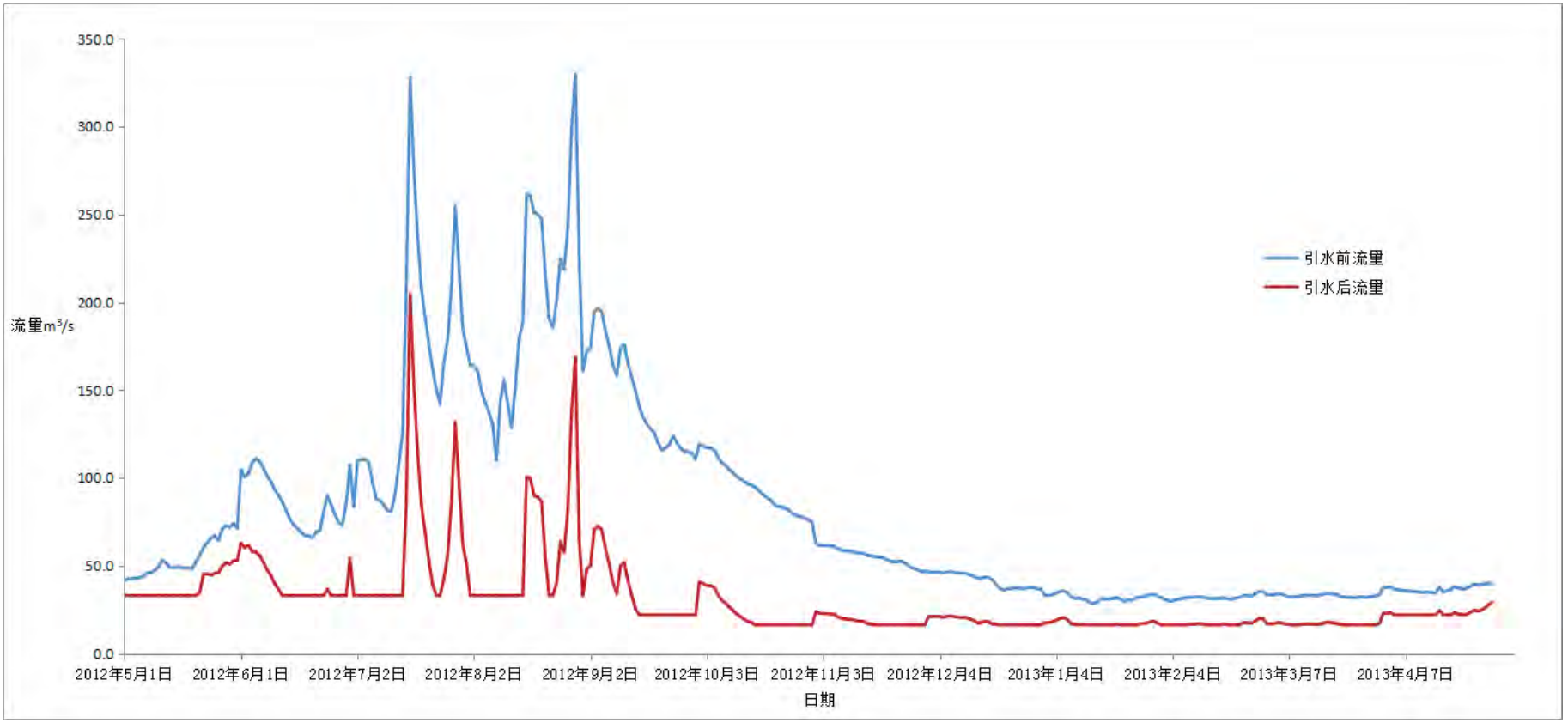
断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL18	引水前	21.23	25.22	36.35	41.97	34.68	28.58	21.26	20.48	16.68	16.92	16.95	18.79
	引水后	16.93	17.04	17.09	17.05	16.16	14.94	14.85	16.15	14.83	14.99	14.95	16.08
	变化值	-4.30	-8.18	-19.26	-24.92	-18.52	-13.64	-6.41	-4.33	-1.85	-1.93	-2.00	-2.71
	变化率（%）	-20.25	-32.43	-52.98	-59.37	-53.40	-47.73	-30.15	-21.14	-11.09	-11.41	-11.80	-14.42
ZL19	引水前	25.35	27.63	31.30	32.71	30.74	27.92	25.25	23.97	21.86	21.86	22.46	23.35
	引水后	22.30	22.29	22.35	22.31	19.89	17.79	17.73	17.72	17.70	17.70	17.70	19.30
	变化值	-3.05	-5.34	-8.94	-10.40	-10.85	-10.13	-7.52	-6.25	-4.16	-4.16	-4.76	-4.06
	变化率（%）	-12.02	-19.34	-28.58	-31.79	-35.30	-36.29	-29.77	-26.09	-19.02	-19.02	-21.18	-17.37
ZL20	引水前	17.60	19.09	24.53	28.02	22.01	19.27	17.53	16.81	15.68	15.68	15.77	16.50
	引水后	15.71	15.73	15.82	15.75	15.06	14.58	14.51	14.46	14.44	14.44	14.44	14.74
	变化值	-1.89	-3.37	-8.71	-12.27	-6.95	-4.69	-3.01	-2.35	-1.24	-1.24	-1.34	-1.76
	变化率（%）	-10.74	-17.63	-35.51	-43.79	-31.59	-24.33	-17.19	-13.99	-7.92	-7.92	-8.48	-10.65
ZL21	引水前	27.64	35.69	50.37	56.89	48.35	37.52	27.90	24.32	21.66	21.66	21.93	23.00
	引水后	22.04	22.22	22.43	22.27	19.23	17.34	17.25	17.21	17.19	17.19	17.19	18.93
	变化值	-5.60	-13.47	-27.94	-34.62	-29.13	-20.18	-10.65	-7.11	-4.47	-4.47	-4.74	-4.07
	变化率（%）	-20.26	-37.75	-55.47	-60.85	-60.24	-53.79	-38.16	-29.22	-20.63	-20.63	-21.62	-17.70
ZL28	引水前	13.15	15.01	18.41	19.96	17.78	15.21	13.20	12.25	11.10	11.10	11.56	11.94
	引水后	11.25	11.31	11.58	11.42	10.98	10.18	9.93	9.72	9.61	9.61	9.61	10.49
	变化值	-1.90	-3.70	-6.83	-8.54	-6.80	-5.03	-3.27	-2.53	-1.49	-1.49	-1.95	-1.45
	变化率（%）	-14.45	-24.65	-37.10	-42.79	-38.25	-33.07	-24.78	-20.66	-13.42	-13.42	-16.87	-12.14

续表 5.1-30　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月水面宽变化　　单位：m

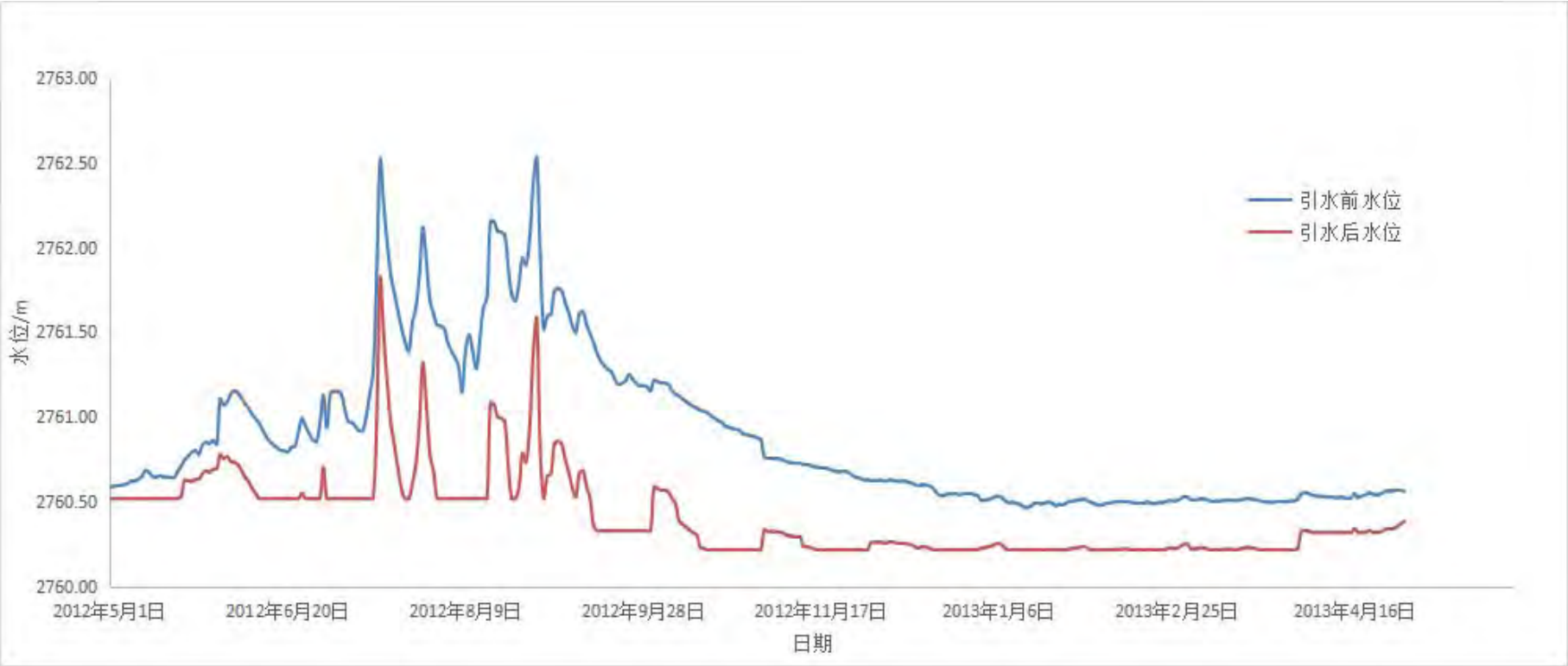
断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ZL34	引水前	26.27	30.83	37.39	41.95	36.27	31.31	25.73	23.13	21.18	21.62	21.67	22.45
	引水后	20.87	21.08	21.47	21.32	20.09	18.65	18.42	18.61	18.16	19.03	18.89	19.38
	变化值	-5.40	-9.75	-15.92	-20.63	-16.18	-12.66	-7.31	-4.52	-3.01	-2.59	-2.78	-3.07
	变化率（%）	-20.56	-31.63	-42.58	-49.17	-44.61	-40.43	-28.41	-19.54	-14.23	-11.98	-12.83	-13.67
ZL39	引水前	21.40	25.51	30.51	31.74	29.96	26.21	21.44	20.57	17.59	17.95	17.99	18.61
	引水后	17.99	18.19	18.43	18.26	16.10	14.67	14.57	16.12	14.48	14.90	14.74	15.90
	变化值	-3.40	-7.33	-12.08	-13.48	-13.85	-11.54	-6.88	-4.45	-3.10	-3.05	-3.25	-2.71
	变化率（%）	-15.90	-28.71	-39.58	-42.48	-46.24	-44.02	-32.07	-21.65	-17.65	-16.99	-18.05	-14.56
ZL40	引水前	17.03	18.65	21.41	22.57	20.99	18.99	17.04	16.71	15.55	15.70	15.71	15.94
	引水后	15.71	15.79	15.86	15.82	14.94	14.34	14.27	14.93	14.27	14.43	14.35	14.86
	变化值	-1.32	-2.86	-5.55	-6.75	-6.05	-4.65	-2.77	-1.78	-1.28	-1.27	-1.36	-1.08
	变化率（%）	-7.77	-15.35	-25.94	-29.90	-28.82	-24.47	-16.26	-10.67	-8.21	-8.06	-8.64	-6.78
ZL41	引水前	22.07	25.49	31.66	35.64	30.55	25.86	21.67	20.55	18.42	18.89	18.93	19.89
	引水后	18.66	18.76	18.98	18.84	16.56	14.59	14.48	14.52	14.22	15.13	14.90	16.11
	变化值	-3.41	-6.73	-12.68	-16.80	-14.00	-11.27	-7.19	-6.03	-4.20	-3.76	-4.03	-3.78
	变化率（%）	-15.45	-26.42	-40.04	-47.13	-45.81	-43.59	-33.18	-29.34	-22.81	-19.90	-21.27	-19.00
ZL42	引水前	32.93	36.93	40.93	42.99	40.77	37.36	33.42	31.42	28.98	29.34	29.38	30.35
	引水后	29.14	29.68	30.11	29.87	27.68	25.55	25.06	25.18	24.74	26.07	25.93	26.79
	变化值	-3.79	-7.25	-10.82	-13.12	-13.09	-11.81	-8.36	-6.24	-4.24	-3.27	-3.45	-3.56
	变化率（%）	-11.51	-19.63	-26.44	-30.52	-32.11	-31.62	-25.02	-19.87	-14.64	-11.16	-11.76	-11.73

续表 5.1-30　　枯水年、优化后研究河段典型断面逐月水面宽变化　　单位：m

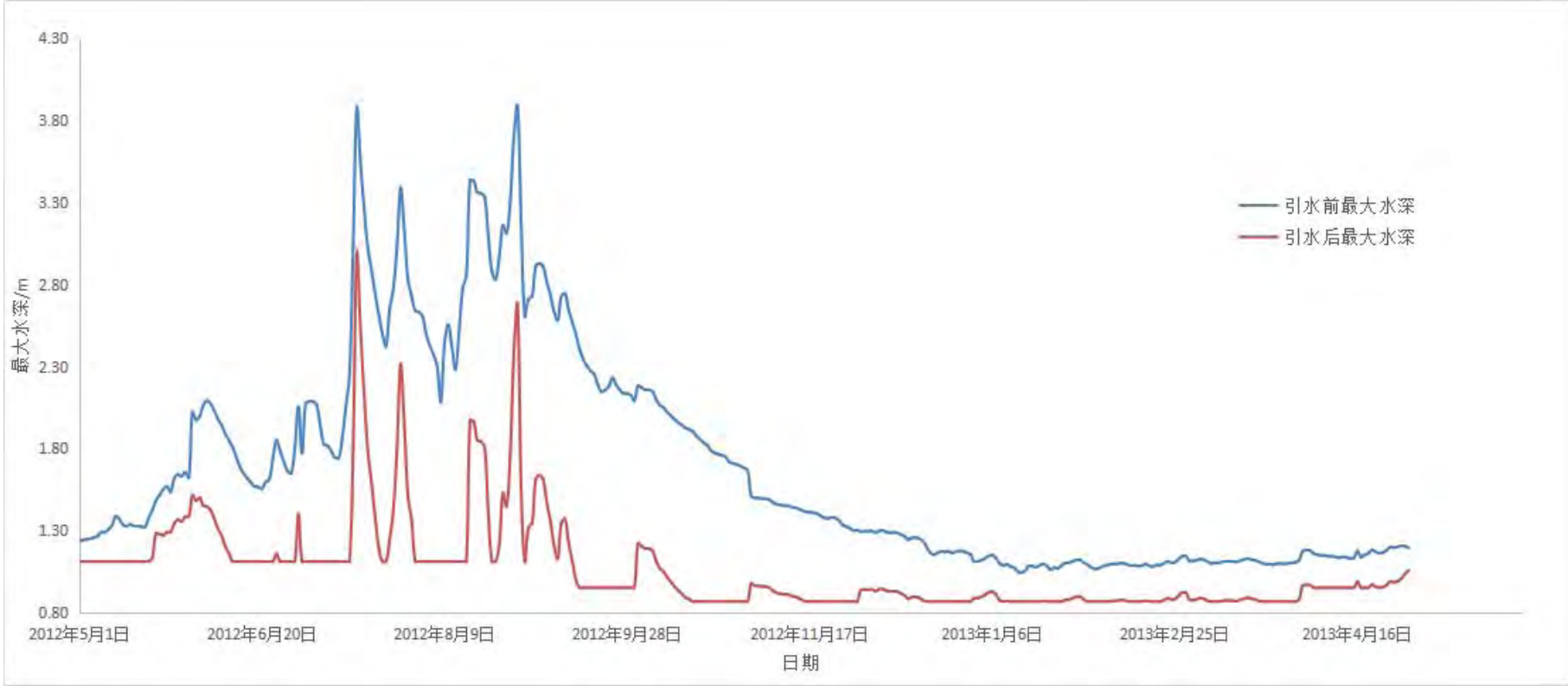
断面		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
厂址	引水前	19.90	22.66	26.05	27.53	25.89	22.93	20.50	19.02	16.97	17.26	17.31	17.93
	引水后	16.05	16.37	16.86	16.55	14.11	12.52	12.09	13.03	11.93	13.03	12.75	13.69
	变化值	-3.85	-6.29	-9.19	-10.98	-11.78	-10.41	-8.41	-5.99	-5.04	-4.23	-4.56	-4.24
	变化率（%）	-19.35	-27.76	-35.28	-39.88	-45.50	-45.38	-41.00	-31.48	-29.73	-24.49	-26.32	-23.65
ZL47	引水前	25.27	26.24	27.85	29.08	27.81	26.65	25.49	25.15	24.69	24.81	24.85	24.99
	引水后	25.27	26.24	27.85	29.08	27.81	26.65	25.49	25.15	24.69	24.81	24.85	24.99
	变化值	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
ZL47-3	引水前	17.45	19.05	22.34	24.60	21.78	19.40	17.05	16.04	15.35	15.65	15.71	15.89
	引水后	17.45	19.05	22.34	24.60	21.78	19.40	17.05	16.04	15.35	15.65	15.71	15.89
	变化值	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
ZL58	引水前	27.29	29.89	35.59	39.31	34.68	30.57	26.77	25.39	24.38	24.61	24.70	25.02
	引水后	27.29	29.89	35.59	39.31	34.68	30.57	26.77	25.39	24.38	24.61	24.70	25.02
	变化值	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
ZL58-3	引水前	24.49	26.13	31.98	35.70	31.00	26.98	24.06	22.72	21.81	22.19	22.28	22.46
	引水后	24.49	26.13	31.98	35.70	31.00	26.98	24.06	22.72	21.81	22.19	22.28	22.46
	变化值	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


350.0
300.0
250.0
200.0
150.0
100.0
50.0
0.0
流量m³/s
引水前流量
引水后流量
2012年5月1日
2012年6月1日
2012年7月2日
2012年8月2日
2012年9月2日
2012年10月3日
2012年11月3日
2012年12月4日
2013年1月4日
2013年2月4日
2013年3月7日
2013年4月7日
日期

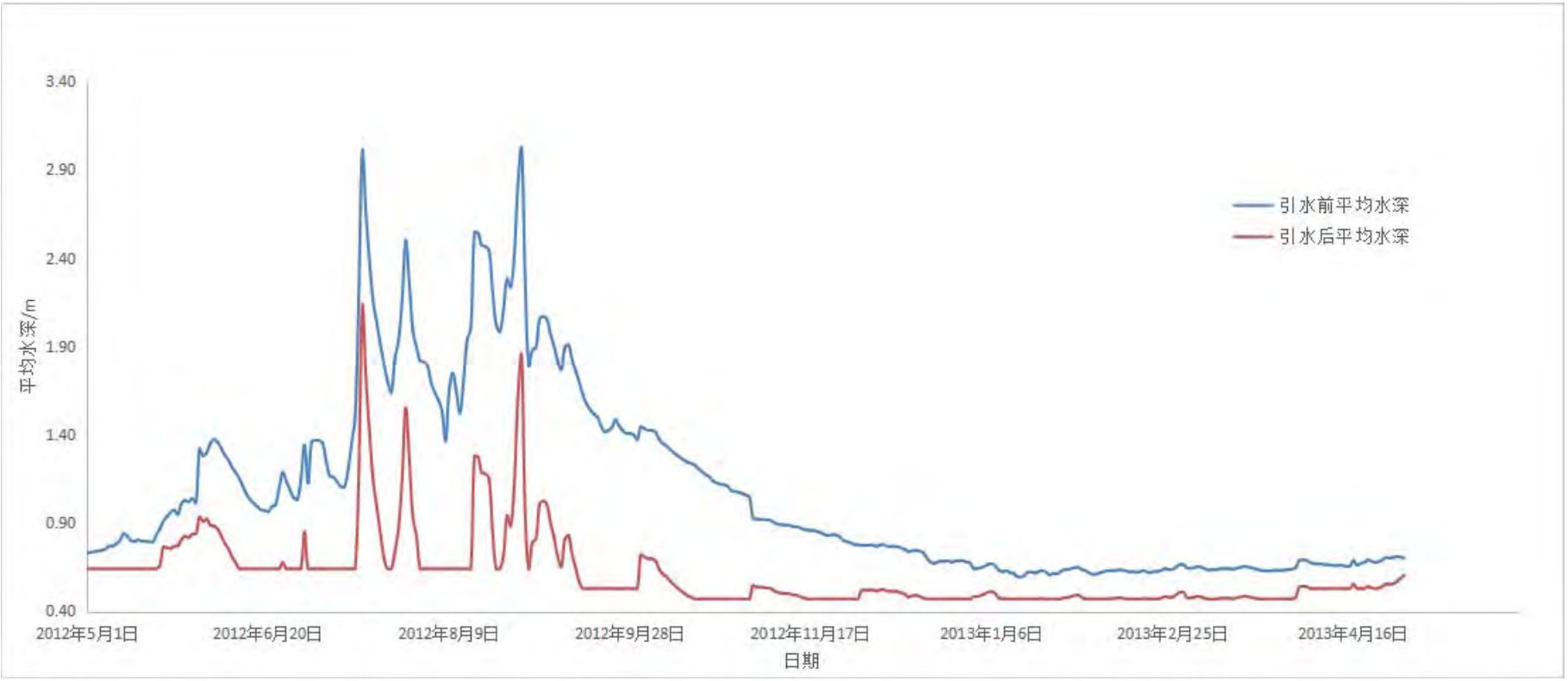
（a）日变化过程图


2763.00
2762.50
2762.00
2761.50
2761.00
2760.50
2760.00
水位/m
2012年5月1日
2012年6月20日
2012年8月9日
2012年9月28日
2012年11月17日
2013年1月6日
2013年2月25日
2013年4月16日
日期
引水前水位
引水后水位

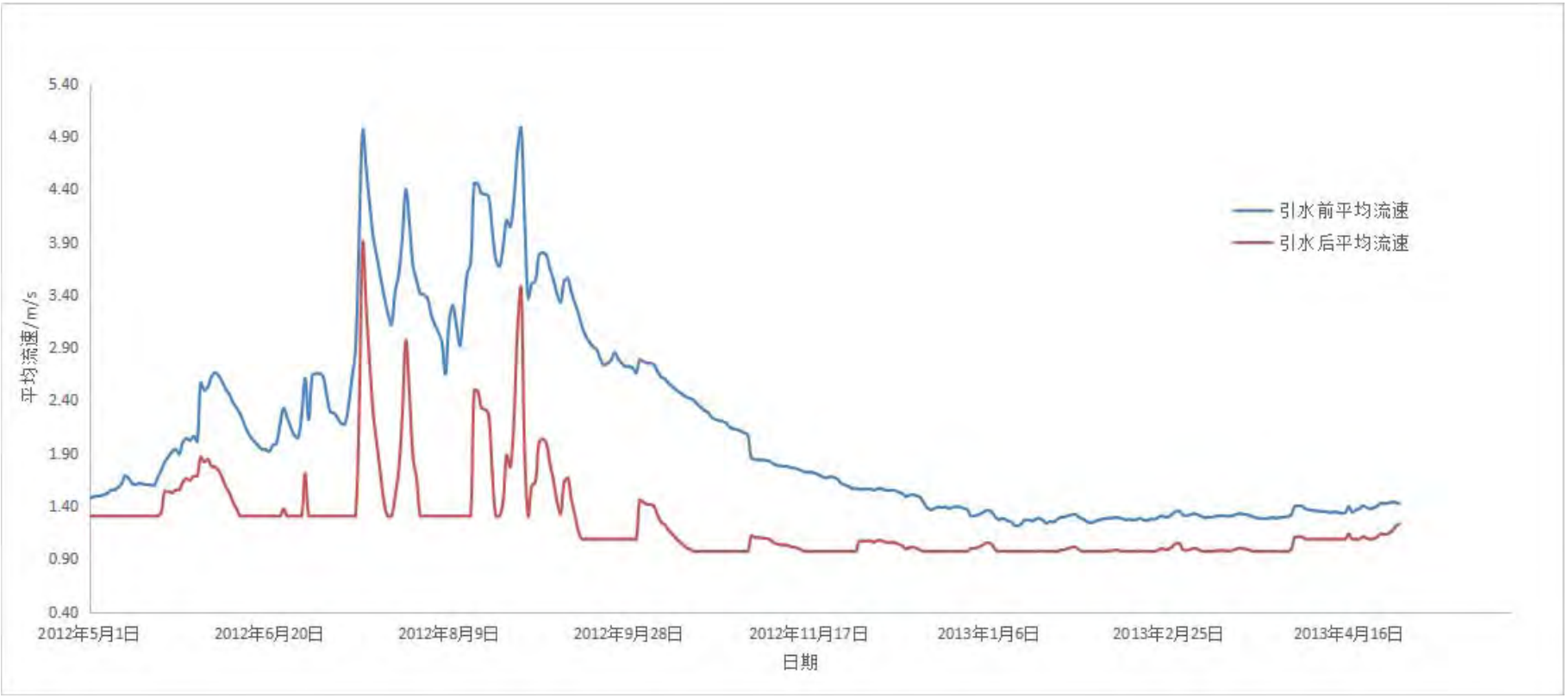
（b）水位变化


4.30
3.80
3.30
2.80
2.30
1.80
1.30
0.80
最大水深/m
2012年5月1日
2012年6月20日
2012年8月9日
2012年9月28日
2012年11月17日
2013年1月6日
2013年2月25日
2013年4月16日
日期
引水前最大水深
引水后最大水深

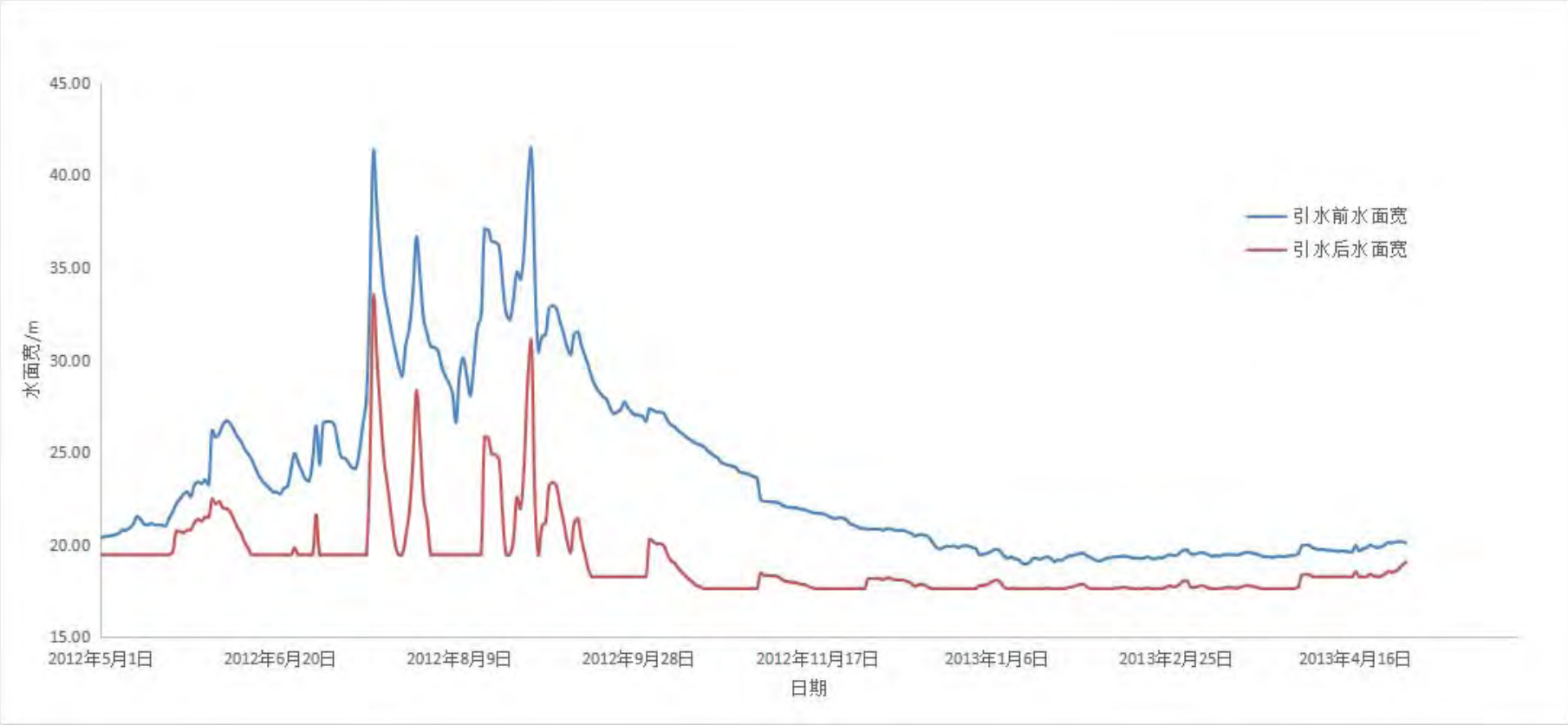
（c）最大水深变化


3.40
2.90
2.40
1.90
1.40
0.90
0.40
平均水深/m
2012年5月1日
2012年6月20日
2012年8月9日
2012年9月28日
2012年11月17日
2013年1月6日
2013年2月25日
2013年4月16日
日期
引水前平均水深
引水后平均水深

（d）平均水深变化

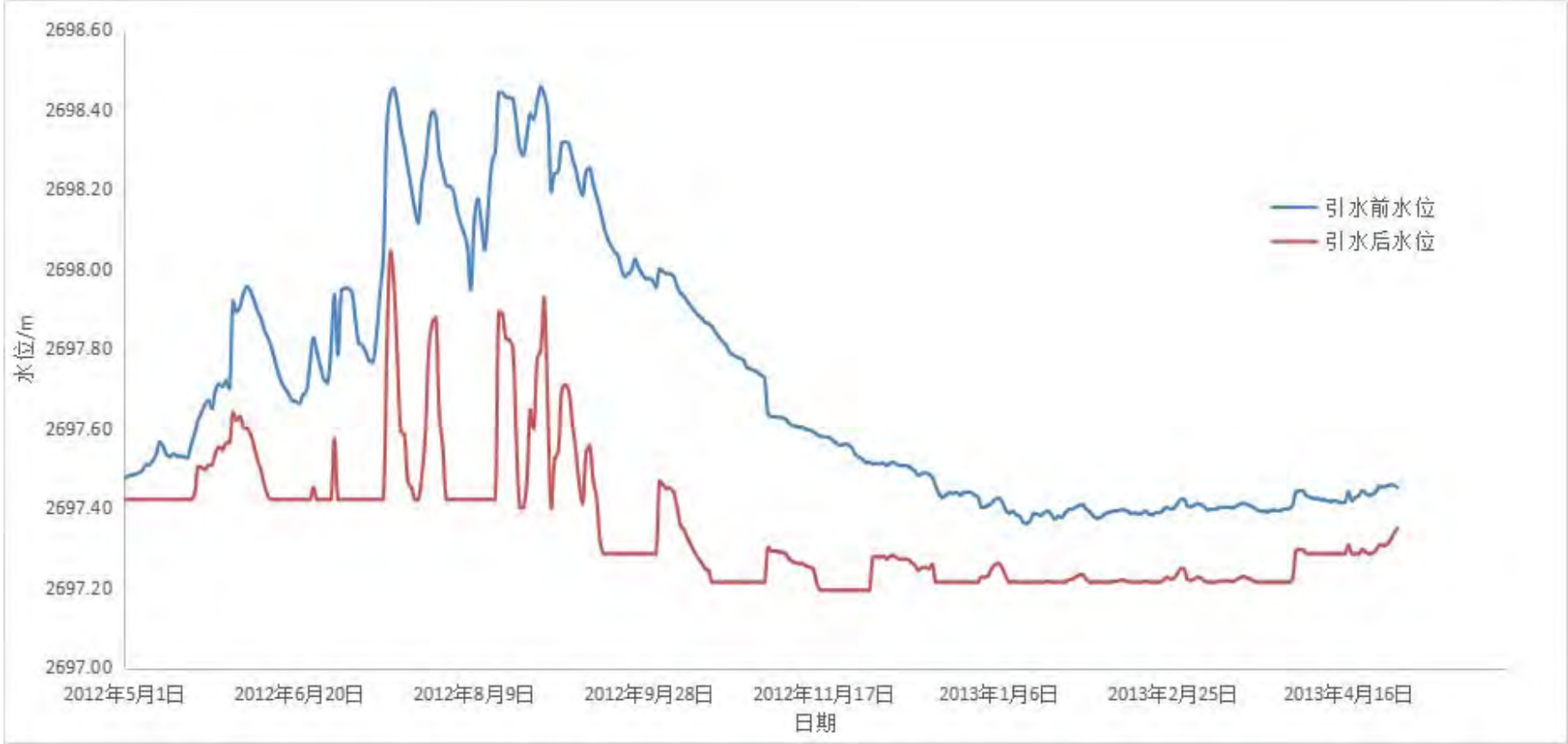

5.40
4.90
4.40
3.90
3.40
2.90
2.40
1.90
1.40
0.90
0.40
平均流速/m/s
2012年5月1日
2012年6月20日
2012年8月9日
2012年9月28日
2012年11月17日
2013年1月6日
2013年2月25日
2013年4月16日
日期
引水前平均流速
引水后平均流速

（e）平均流速变化

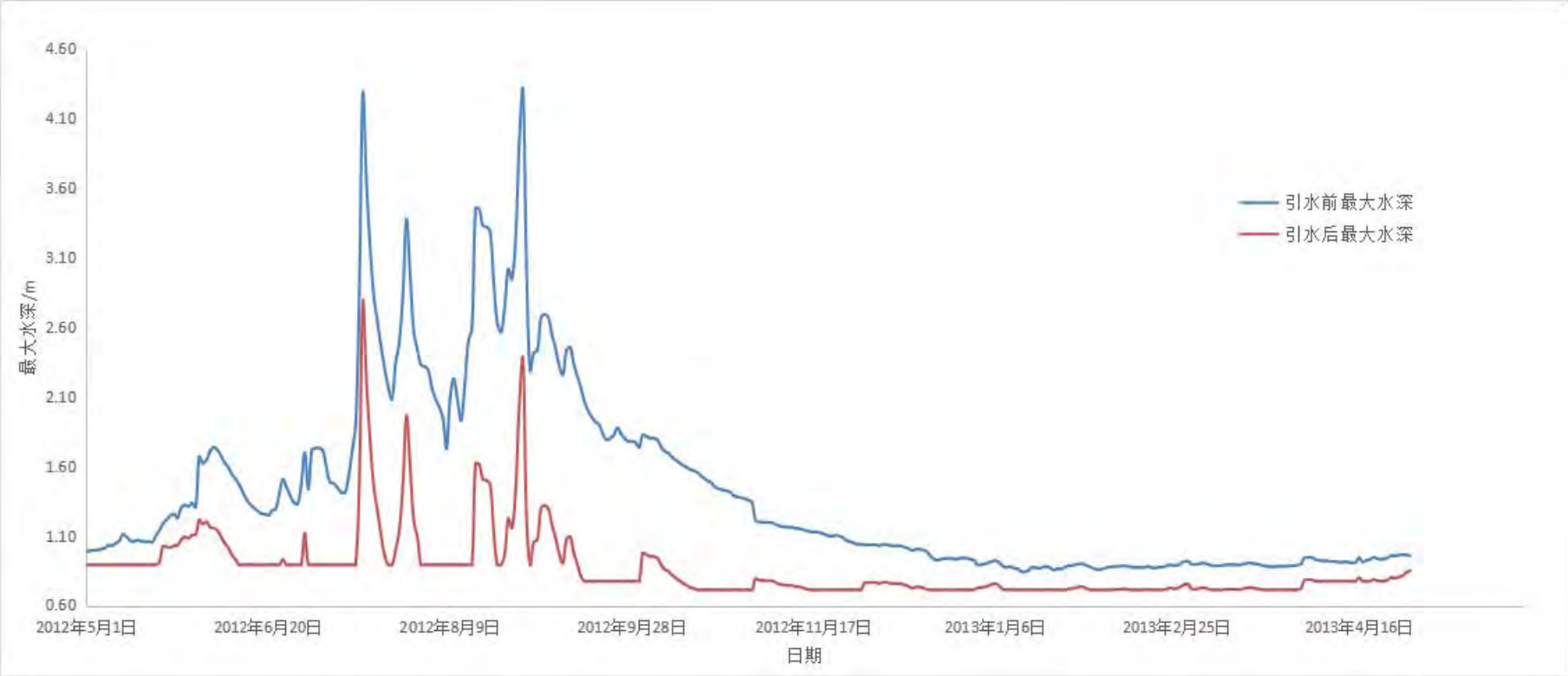


（f）水面宽变化

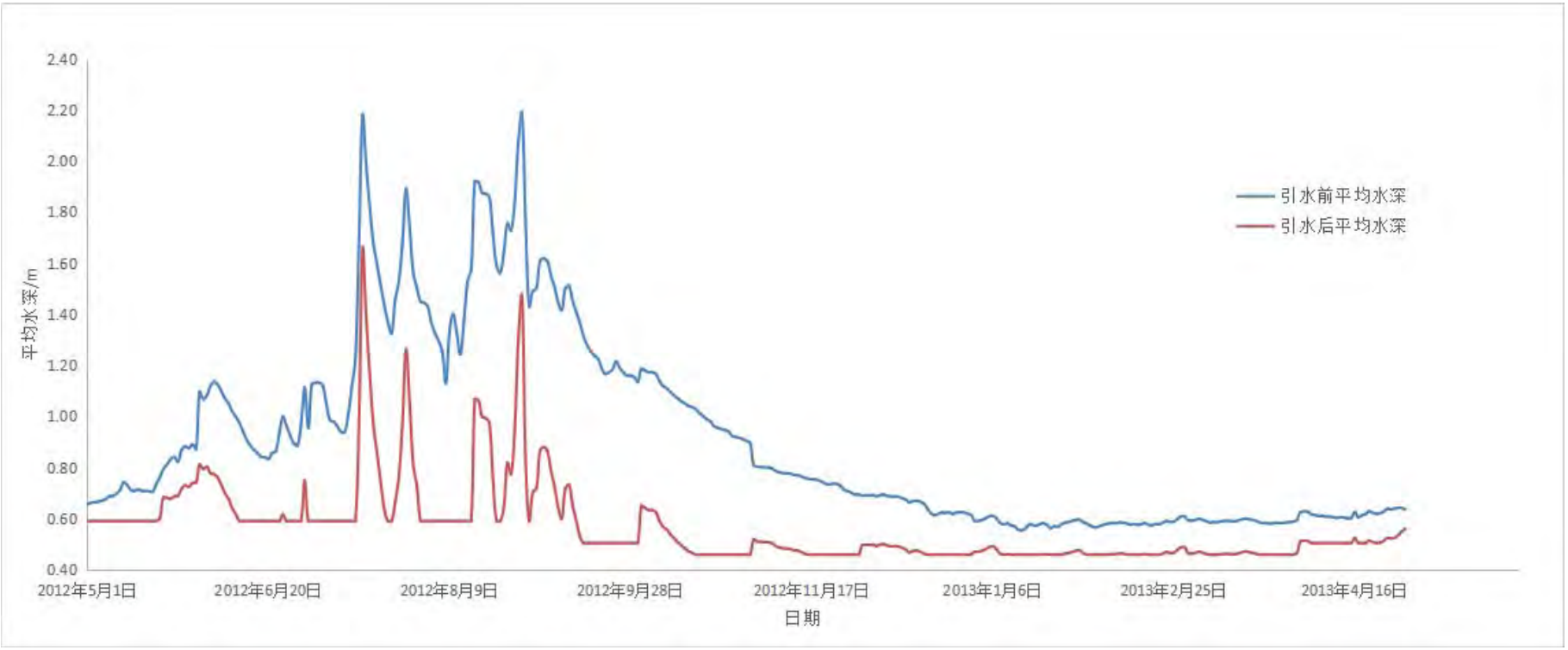
图 5.1-14　　坝址断面枯水年引水前、后水文情势日变化过程图


2698.60
2698.40
2698.20
2698.00
2697.80
2697.60
2697.40
2697.20
2697.00
水位/m
2012年5月1日
2012年6月20日
2012年8月9日
2012年9月28日
2012年11月17日
2013年1月6日
2013年2月25日
2013年4月16日
日期
引水前水位
引水后水位

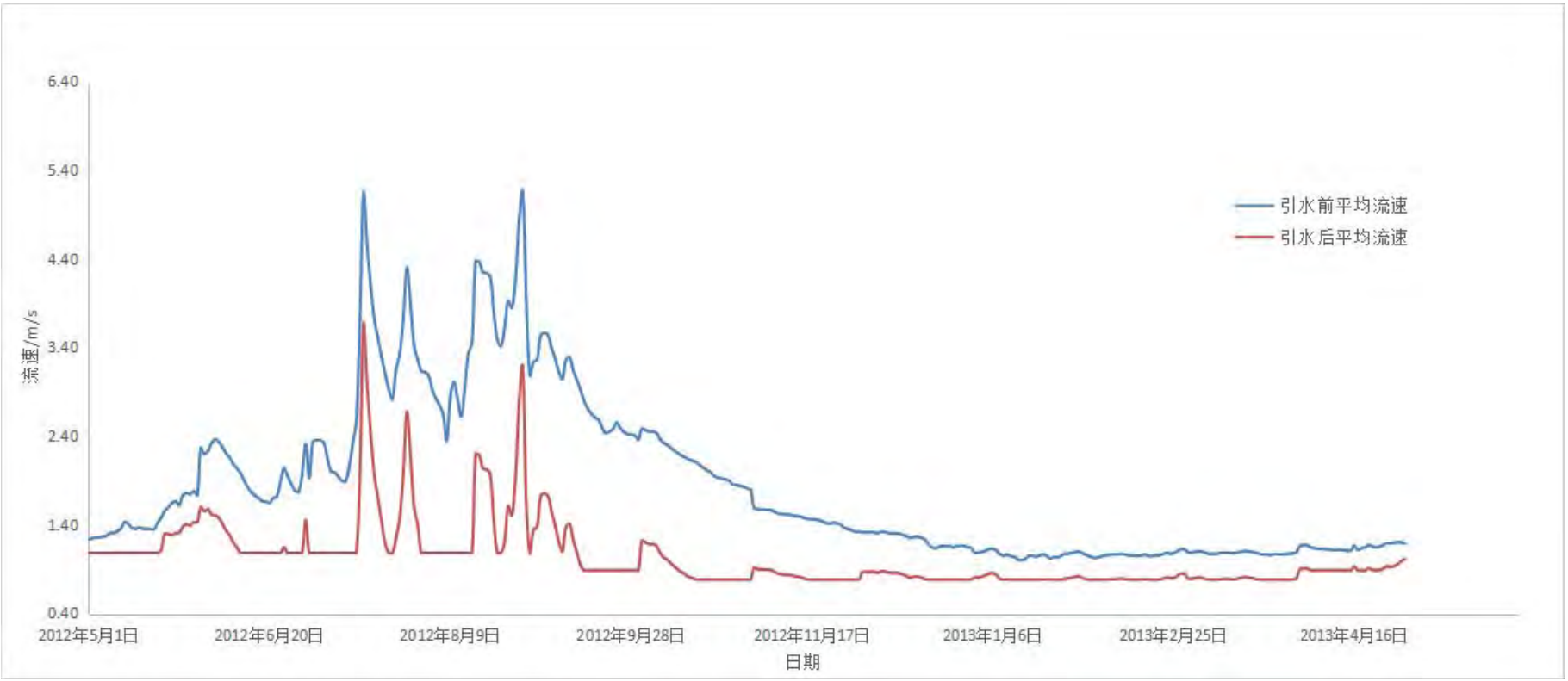
（a）水位变化


4.60
4.10
3.60
3.10
2.60
2.10
1.60
1.10
0.60
最大水深/m
2012年5月1日
2012年6月20日
2012年8月9日
2012年9月28日
2012年11月17日
2013年1月6日
2013年2月25日
2013年4月16日
日期
引水前最大水深
引水后最大水深

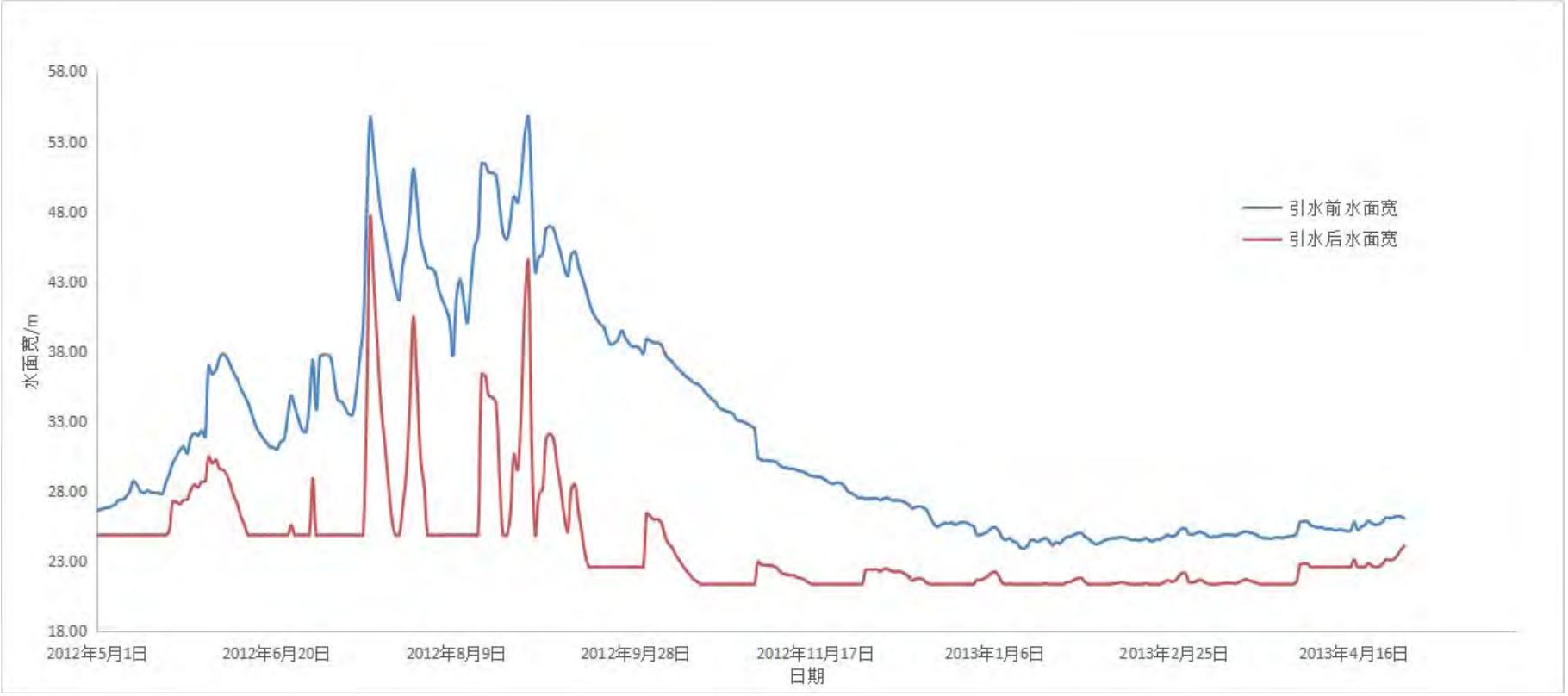
（b）最大水深变化


2.40
2.20
2.00
1.80
1.60
1.40
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
平均水深/m
2012年5月1日
2012年6月20日
2012年8月9日
2012年9月28日
2012年11月17日
2013年1月6日
2013年2月25日
2013年4月16日
日期
引水前平均水深
引水后平均水深

（c）平均水深变化

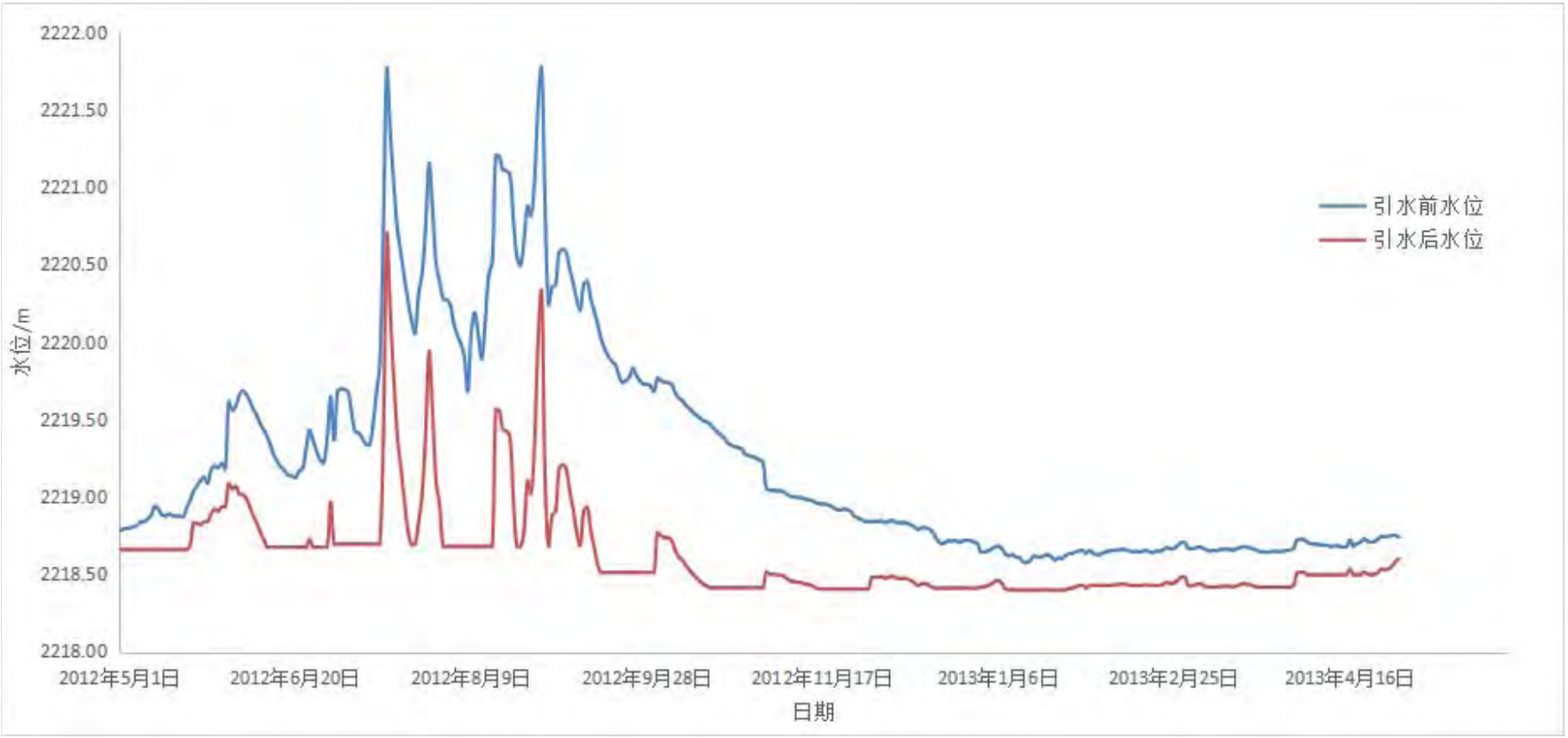

6.40
5.40
4.40
3.40
2.40
1.40
0.40
流速/m/s
2012年5月1日
2012年6月20日
2012年8月9日
2012年9月28日
2012年11月17日
2013年1月6日
2013年2月25日
2013年4月16日
日期
引水前平均流速
引水后平均流速

（d）平均流速变化

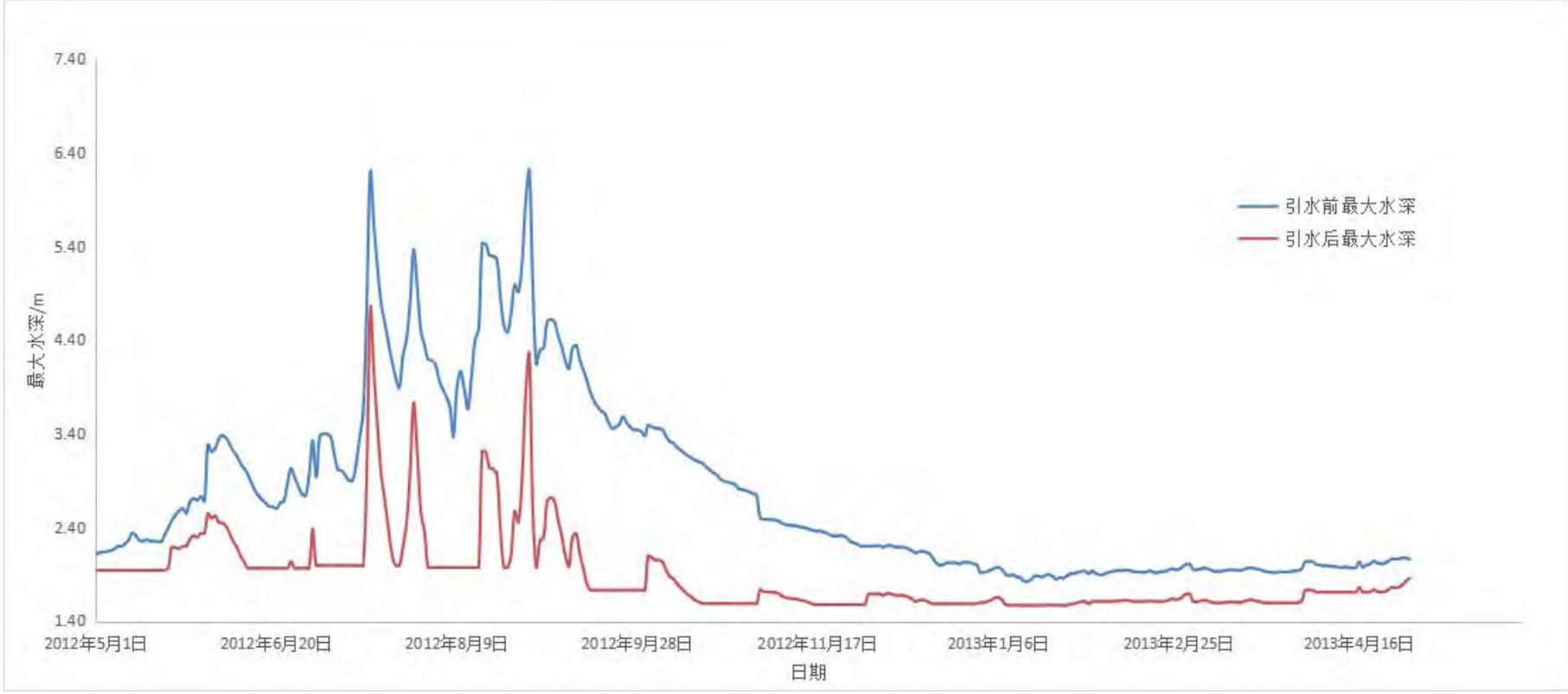


（e）水面宽变化

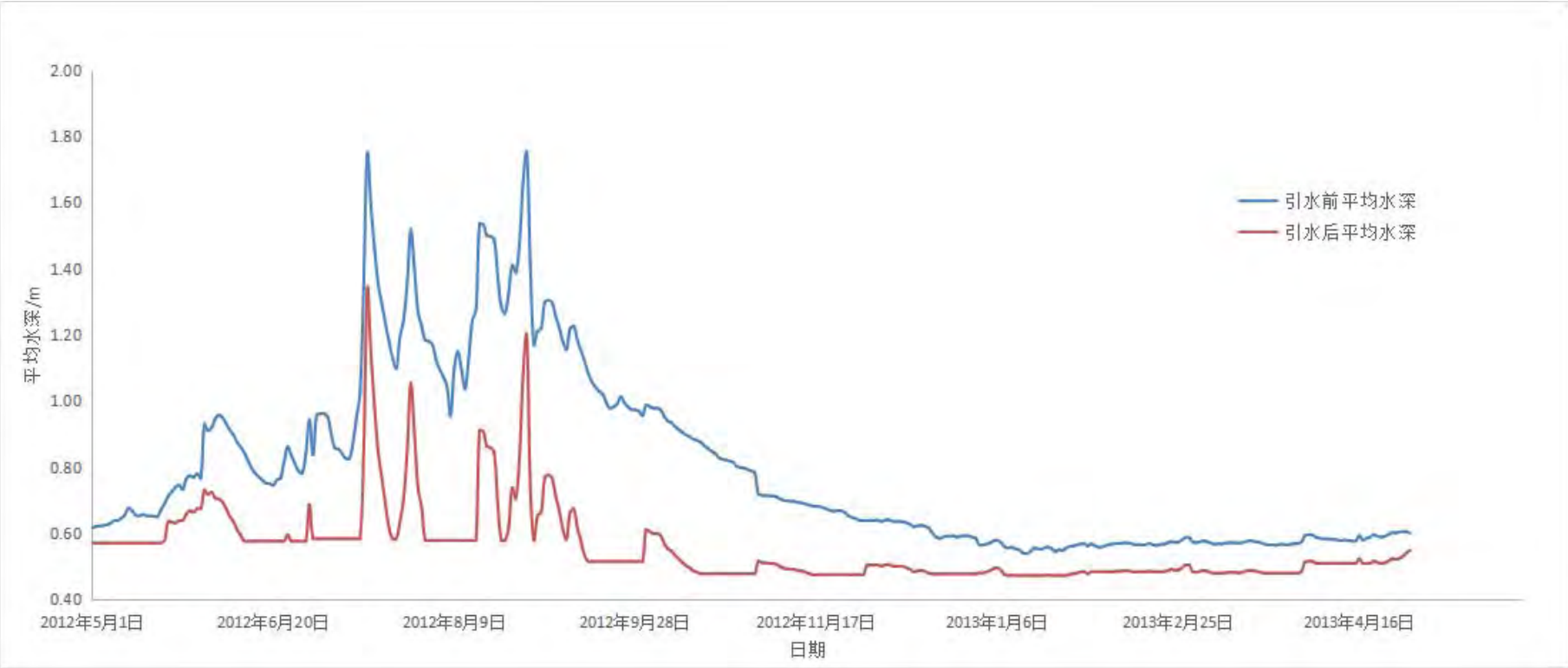
图 5.1-15　　ZL05 断面枯水年引水前、后水文情势日变化过程图


2222.00
2221.50
2221.00
2220.50
2220.00
2219.50
2219.00
2218.50
2218.00
水位/m
2012年5月1日
2012年6月20日
2012年8月9日
2012年9月28日
2012年11月17日
2013年1月6日
2013年2月25日
2013年4月16日
日期
引水前水位
引水后水位

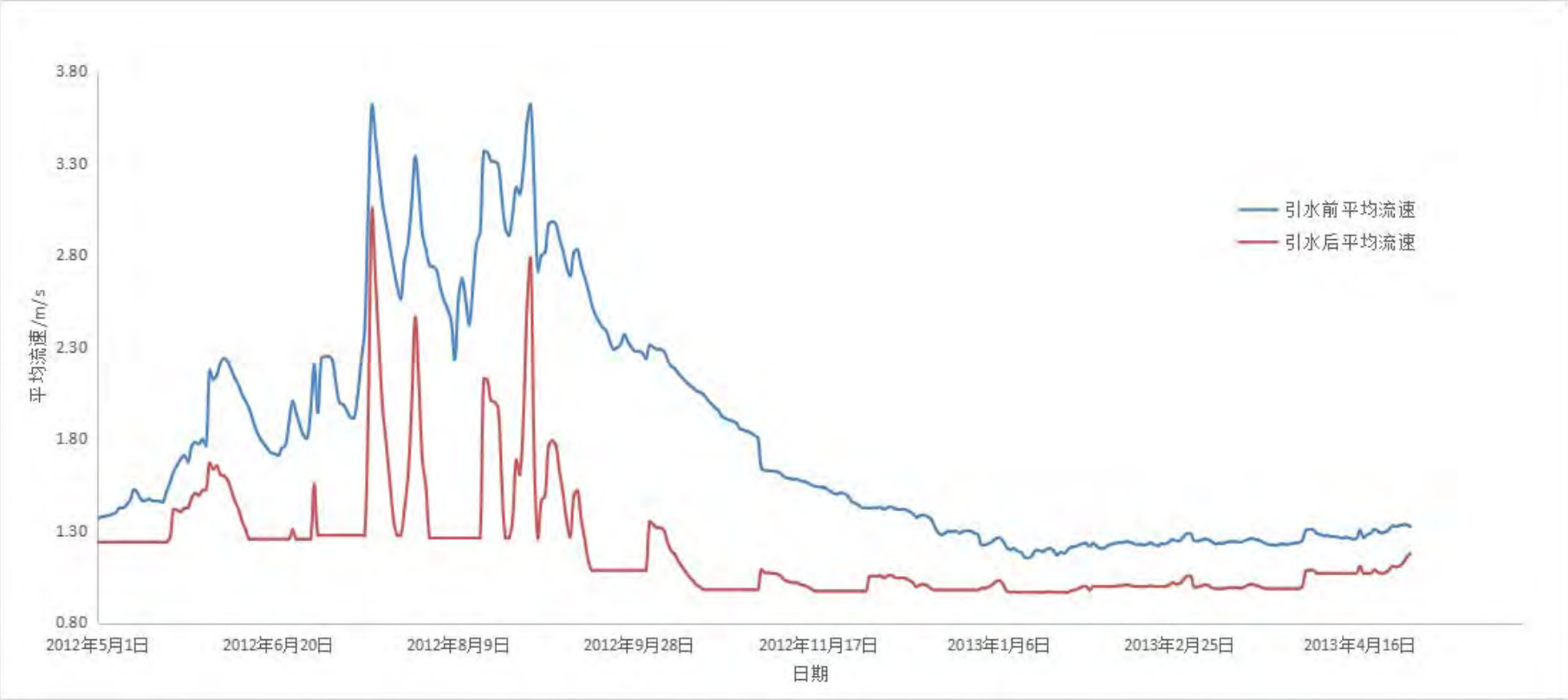
（a）水位变化


7.40
6.40
5.40
4.40
3.40
2.40
1.40
最大水深/m
引水前最大水深
引水后最大水深
2012年5月1日
2012年6月20日
2012年8月9日
2012年9月28日
2012年11月17日
2013年1月6日
2013年2月25日
2013年4月16日
日期

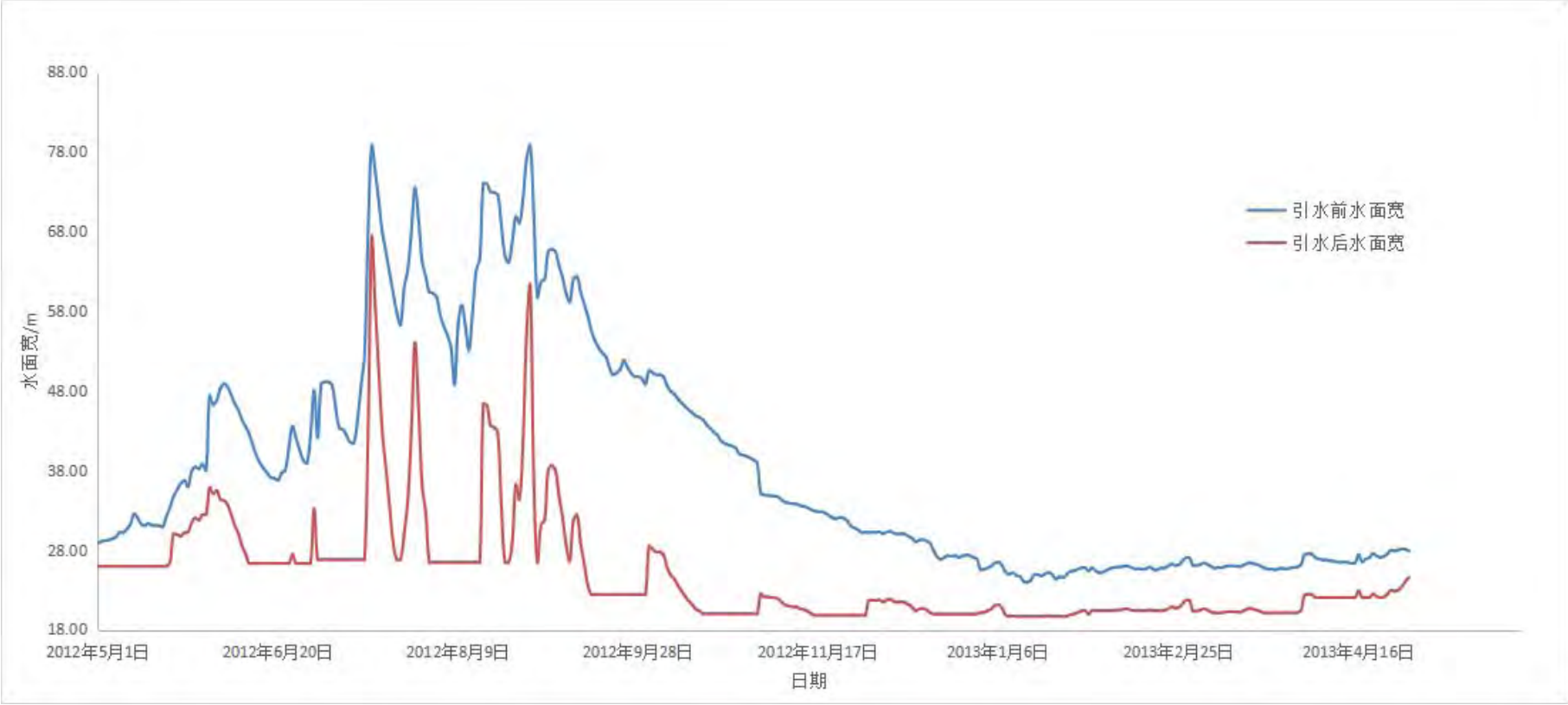
（b）最大水深变化


2.00
1.80
1.60
1.40
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
平均水深/m
引水前平均水深
引水后平均水深
2012年5月1日
2012年6月20日
2012年8月9日
2012年9月28日
2012年11月17日
2013年1月6日
2013年2月25日
2013年4月16日
日期

（c）平均水深变化


3.80
3.30
2.80
2.30
1.80
1.30
0.80
平均流速/m/s
2012年5月1日
2012年6月20日
2012年8月9日
2012年9月28日
2012年11月17日
2013年1月6日
2013年2月25日
2013年4月16日
日期
引水前平均流速
引水后平均流速

（d）平均流速变化



（e）水面宽变化

图 5.1-16　　ZL41 断面枯水年引水前、后水文情势日变化过程图

可以看出，引水发电后各断面逐日水文情势变化趋势与引水发电前天然水文节律基本保持一致。其中，坝址断面最大水深均大于0.83m、平均水深均大于 0.45m、平均流速均大于 1.02m/s、水面宽均大于 17.40m；ZL05断面最大水深均大于 0.67m、平均水深均大于 0.43m、平均流速均大于0.85m/s、水面宽均大于20.86m；ZL42断面最大水深均大于1.06m、平均水深均大于0.42m、平均流速均大于0.88m/s、水面宽均大于24.74m。枯水期引水后各断面的水力要素基本满足下游河道鱼类生长繁殖的生境需求。

（5）小结

现状情况下，丰水年、平水年、枯水年坝址断面天然来流分别介于53.2～275m^3/s、36.9～272m^3/s、31.9～194m^3/s；

最大水深介于1.40～2.82m、1.21～2.80m、1.12～2.39m；

平均水深介于0.75～2.08m、0.62～2.07m、0.59～1.73m；

流速介于1.48～2.50m/s、1.33～2.42m/s、1.26～2.22m/s；

水面宽介于23.81～35.14m、21.85～34.27m、21.68～30.11m。

引水发电后，丰水年、平水年、枯水年坝址断面天然流量分别介于15.9～104.4m^3/s、15.9～101.4m^3/s、15.9～33.0m^3/s；

最大水深介于0.83～1.82m、0.82～1.79m、0.83～1.14m；

平均水深介于0.45～1.29m、0.45～1.23m、0.45～0.60m；

流速介于1.02～1.82m/s、1.02～1.78m/s、1.02～1.27m/s；

水面宽介于17.40～26.27m、17.40～26.11m、17.40～21.06m。

引水发电后，厂址下游各月平均流量、水位、流速及水面宽不变。

引水发电后，各典型年坝址至厂址区间减水河段河道流量基本可以满足河道生态流量要求，具有适宜鱼类生长、产卵繁殖的水生生境条件。具

体见图 5.1-17～图 5.1-34。

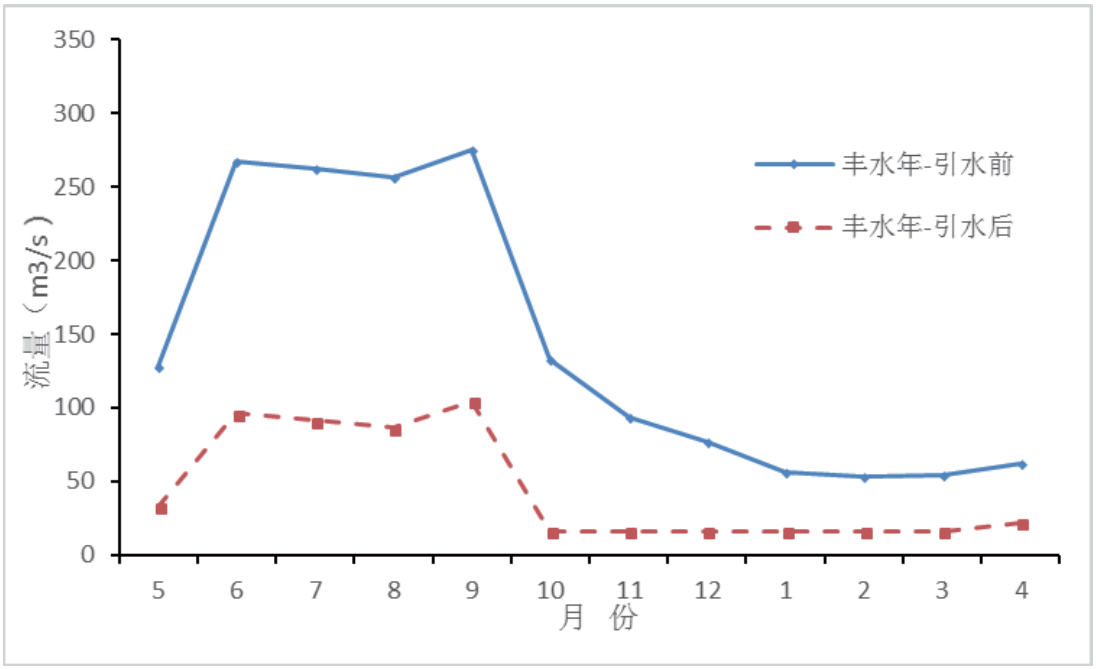


图 5.1-17　　坝址丰水年引水前、后月流量变化过程图

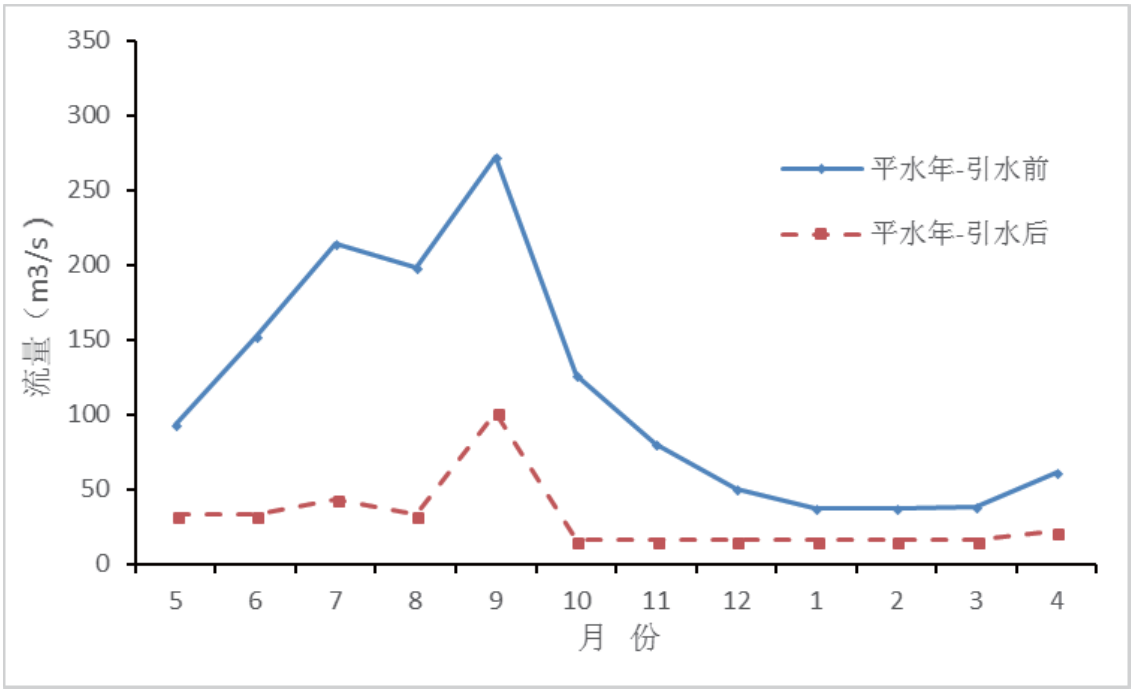


图 5.1-18　　坝址平水年引水前、后月流量变化过程图

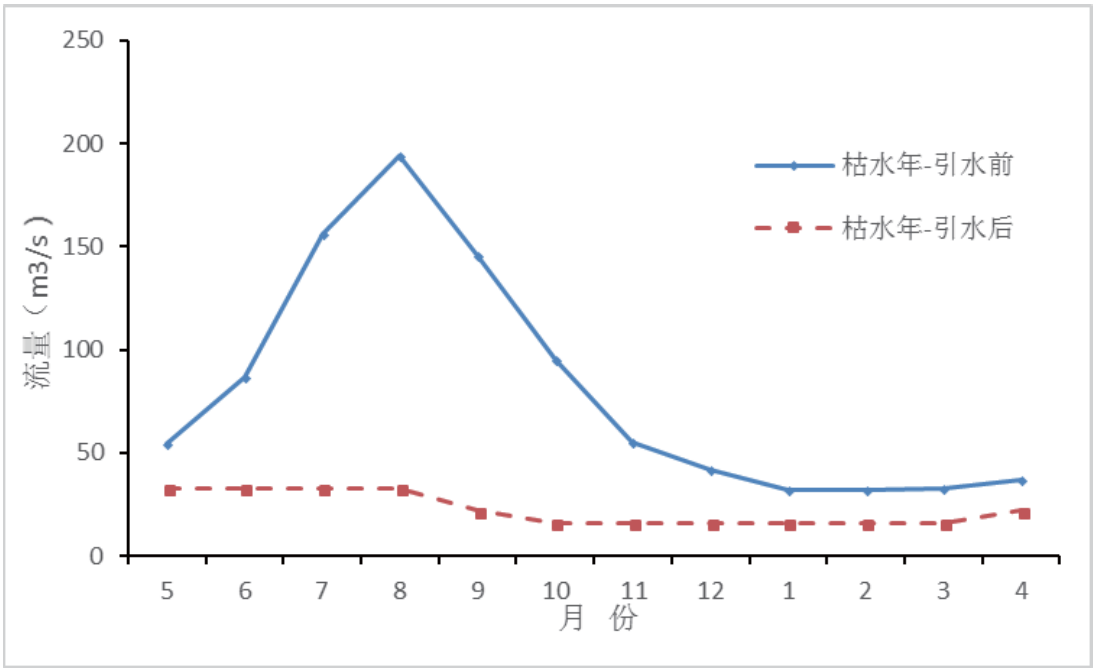


图 5.1-19　　坝址枯水年引水前、后月流量变化过程图

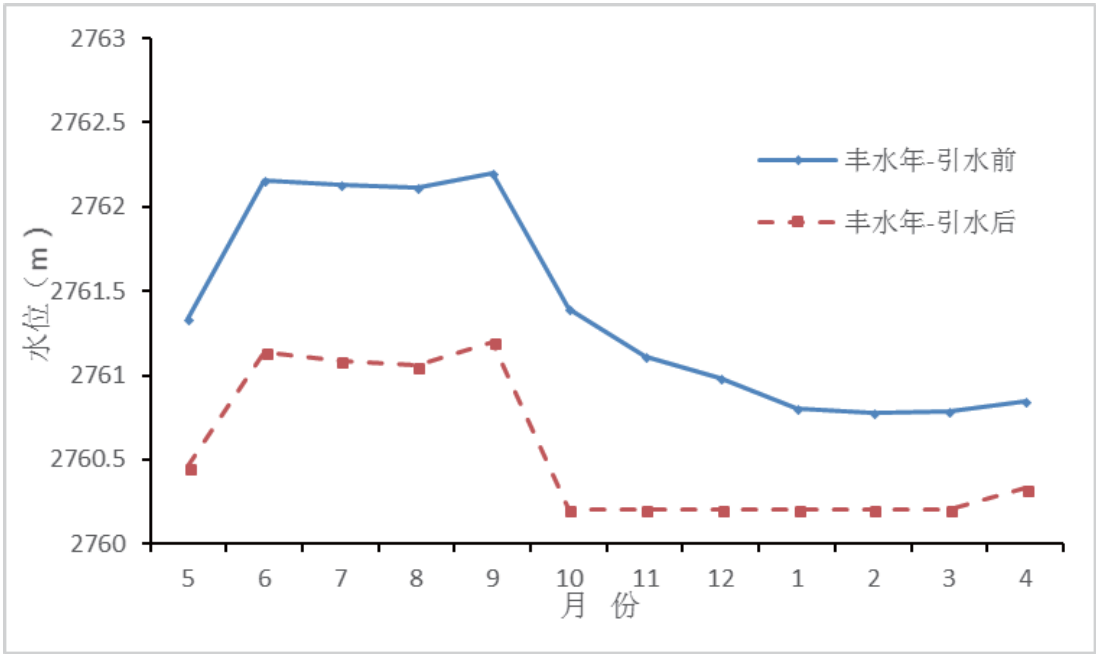


图 5.1-20　　坝址丰水年引水前、后月水位变化过程图

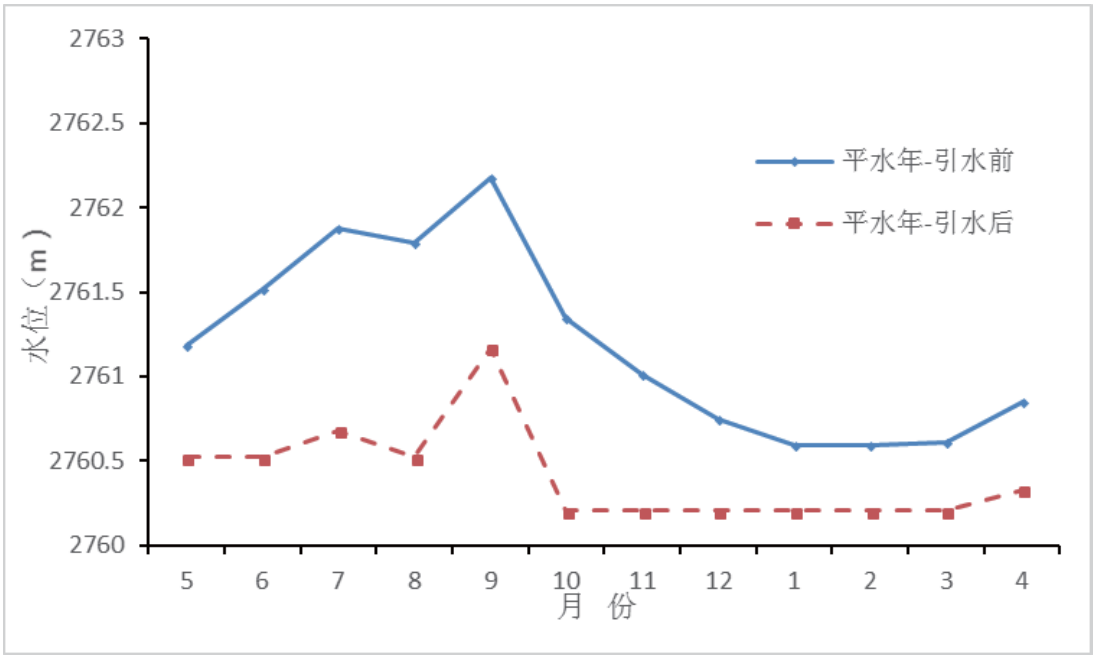


图 5.1-21　　坝址平水年引水前、后月水位变化过程图

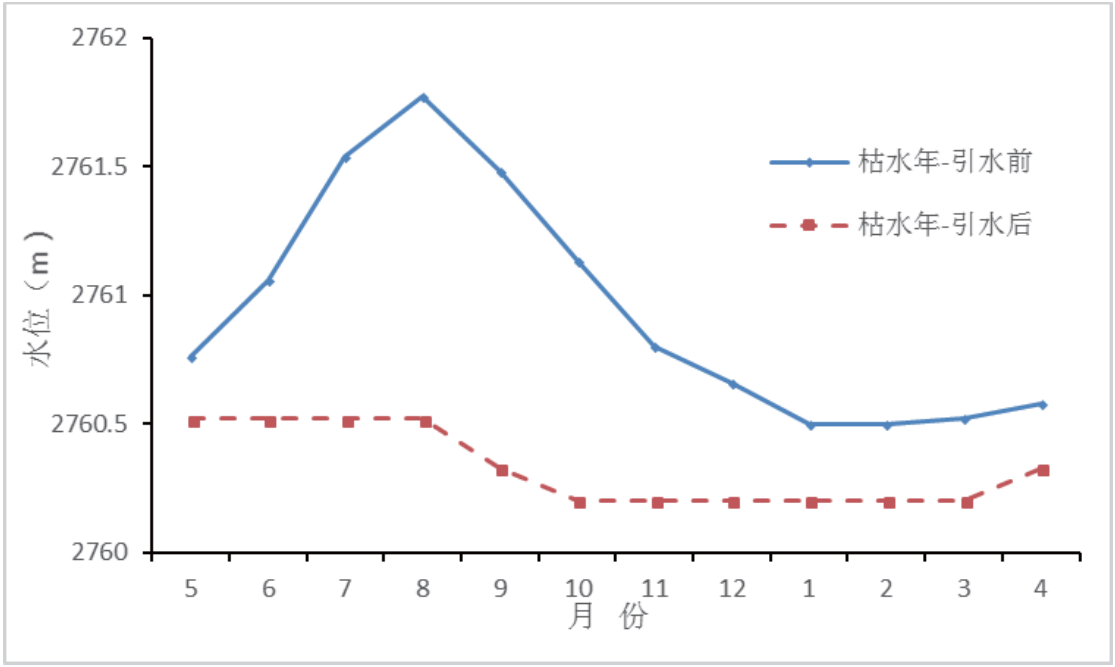


图 5.1-22　　坝址枯水年引水前、后月水位变化过程图

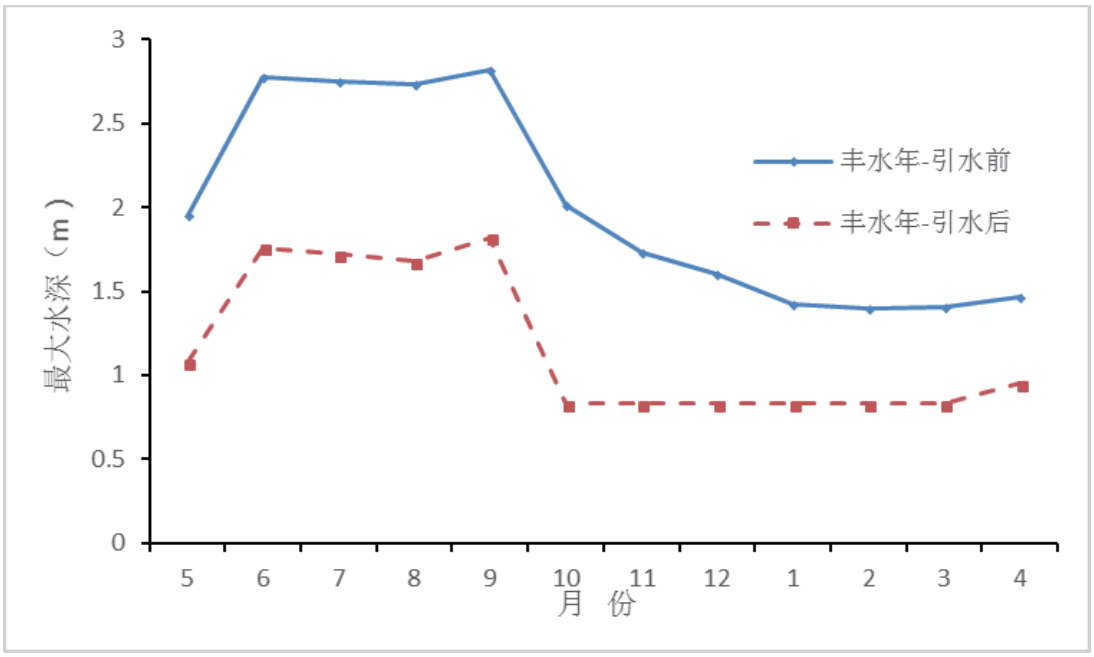


图 5.1-23　　坝址丰水年引水前、后月最大水深变化过程图

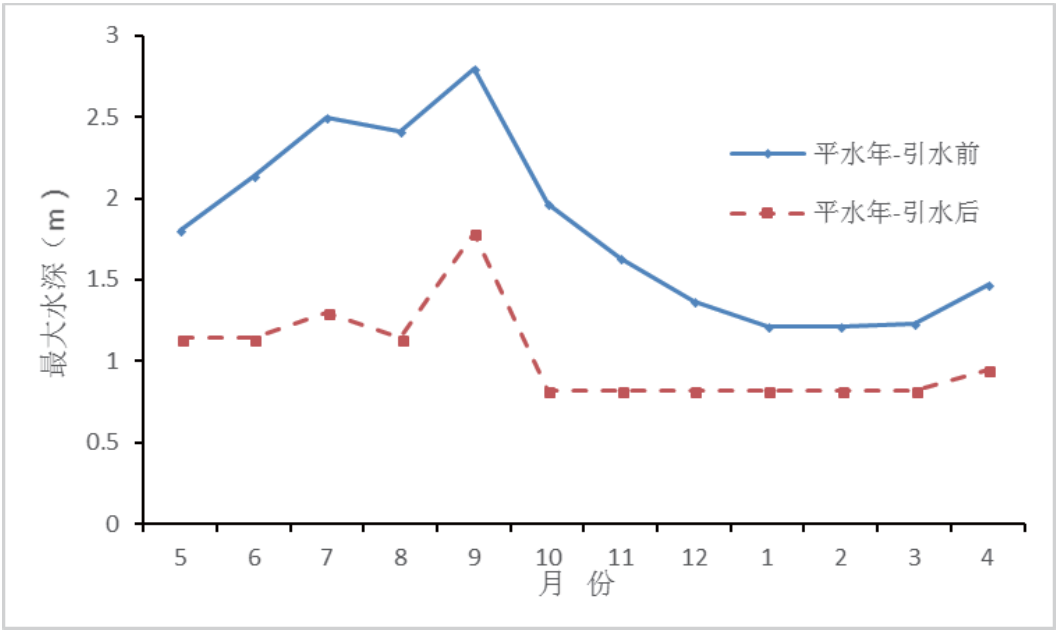


图 5.1-24　　坝址平水年引水前、后月最大水深变化过程图

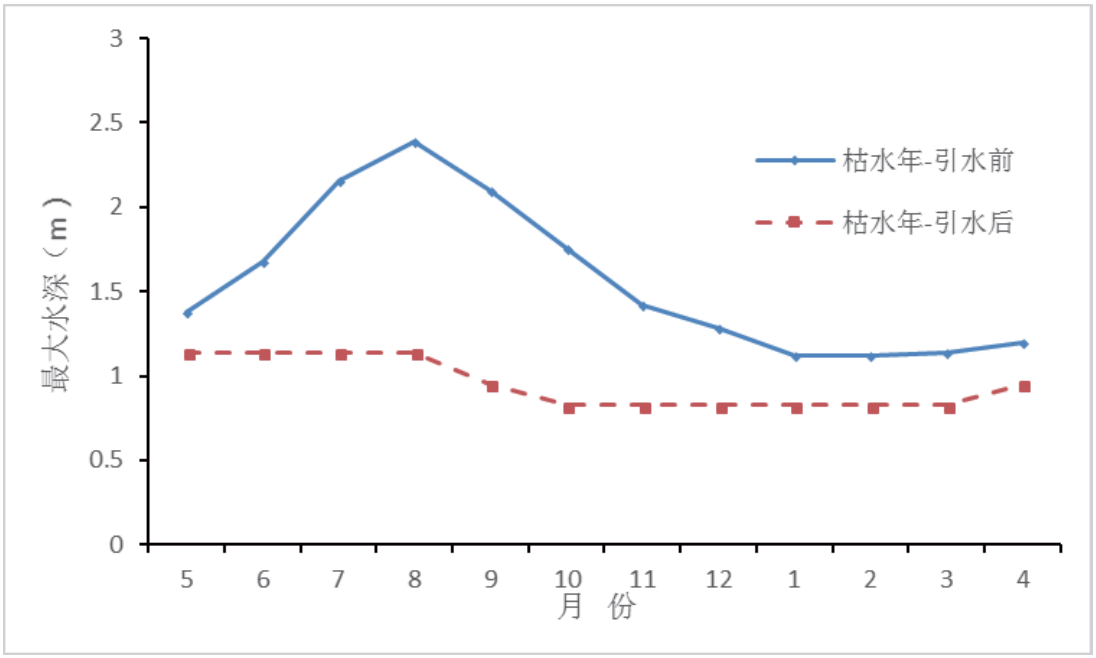


图 5.1-25　　坝址枯水年引水前、后月最大水深变化过程图

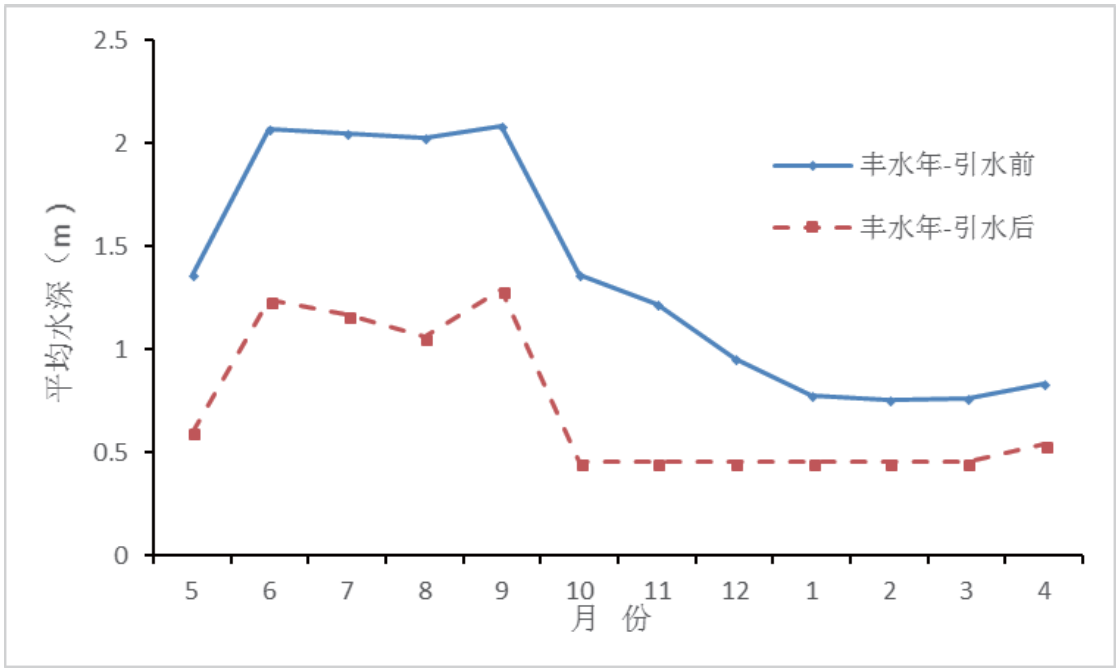


图 5.1-26　　坝址丰水年引水前、后月平均水深变化过程图

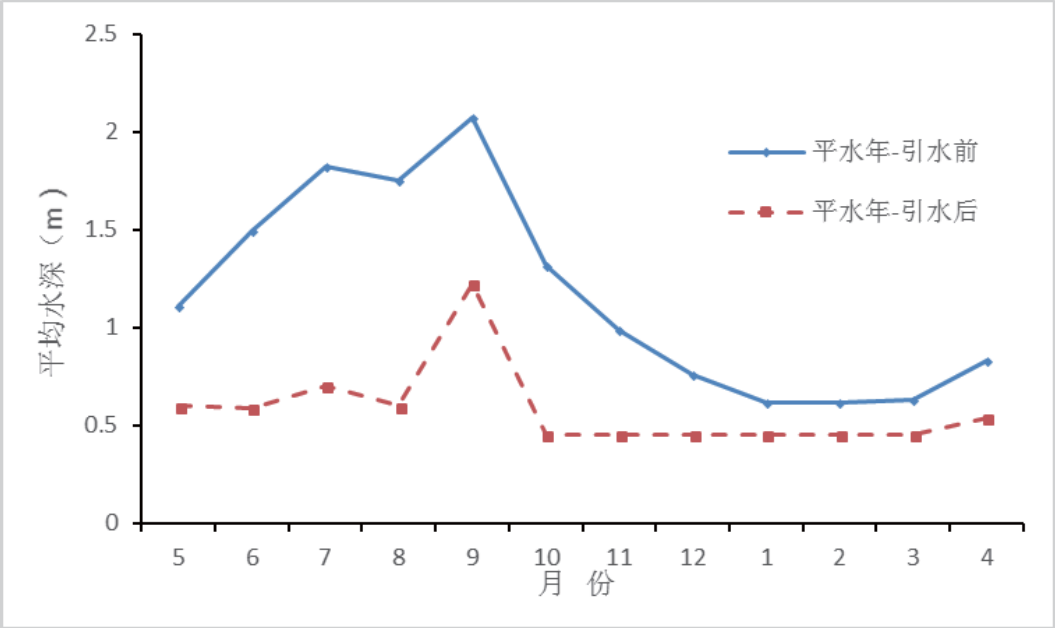


图 5.1-27　　坝址平水年引水前、后月平均水深变化过程图

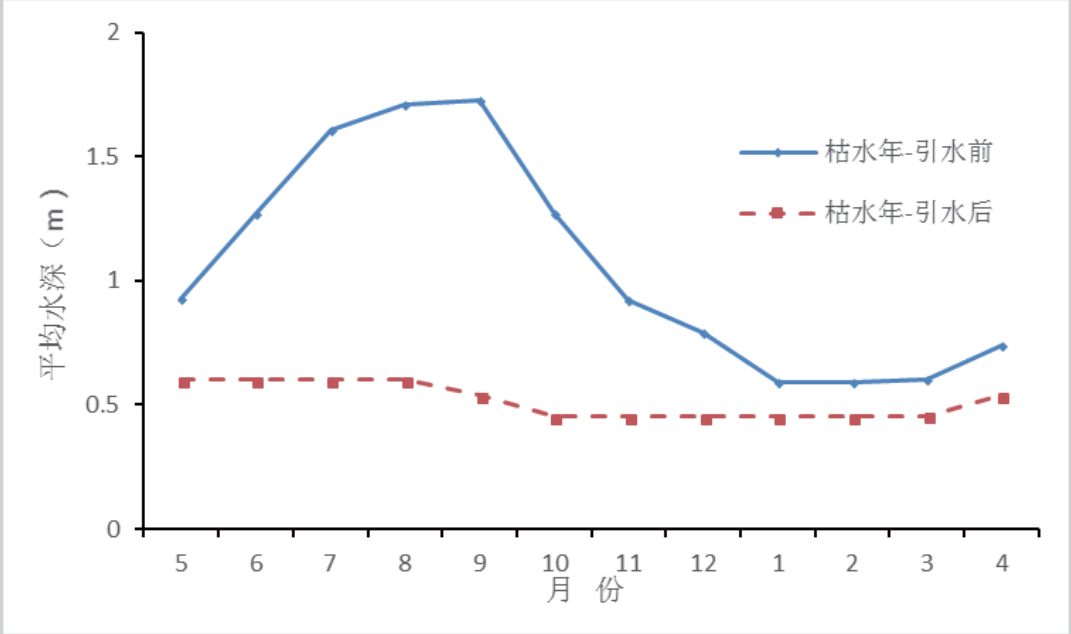


图 5.1-28　　坝址枯水年引水前、后月平均水深变化过程图

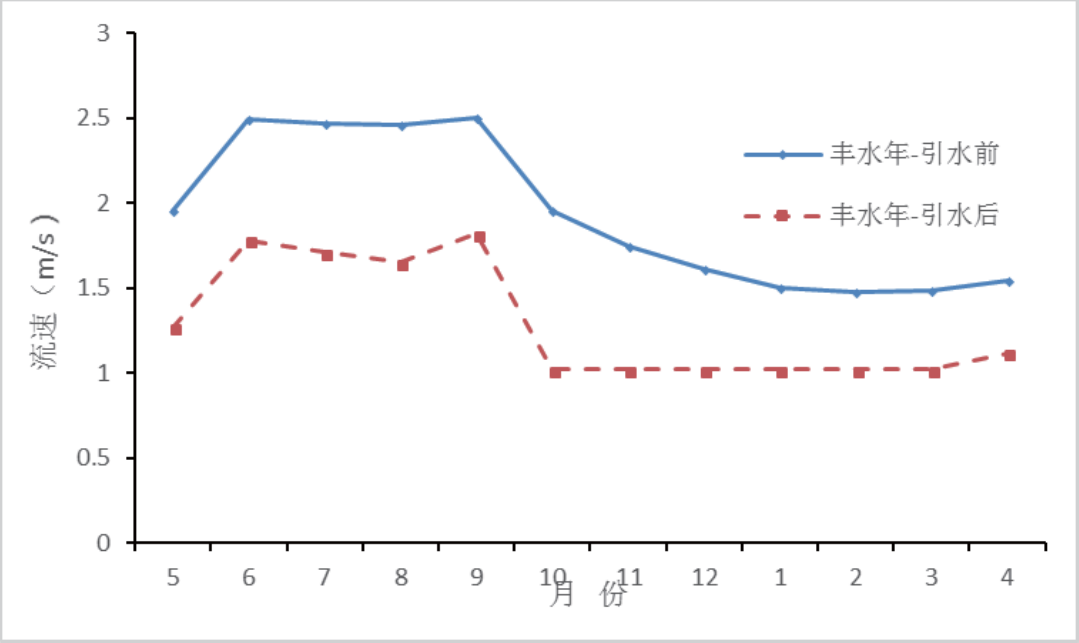


图 5.1-29　　坝址丰水年引水前、后月流速变化过程图

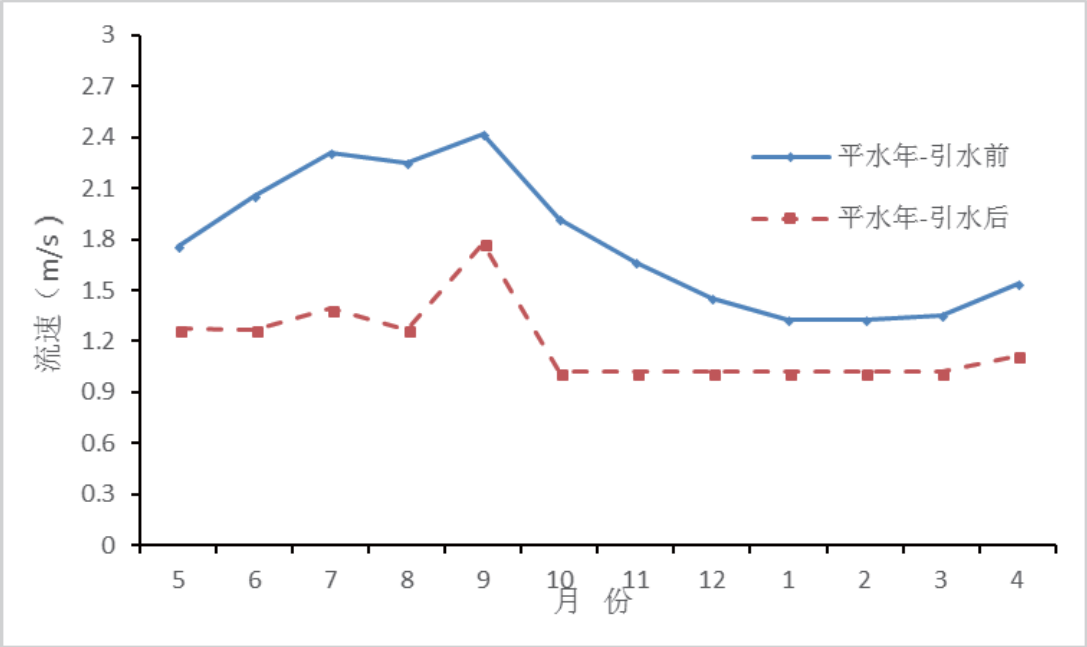


图 5.1-30　　坝址平水年引水前、后月流速变化过程图

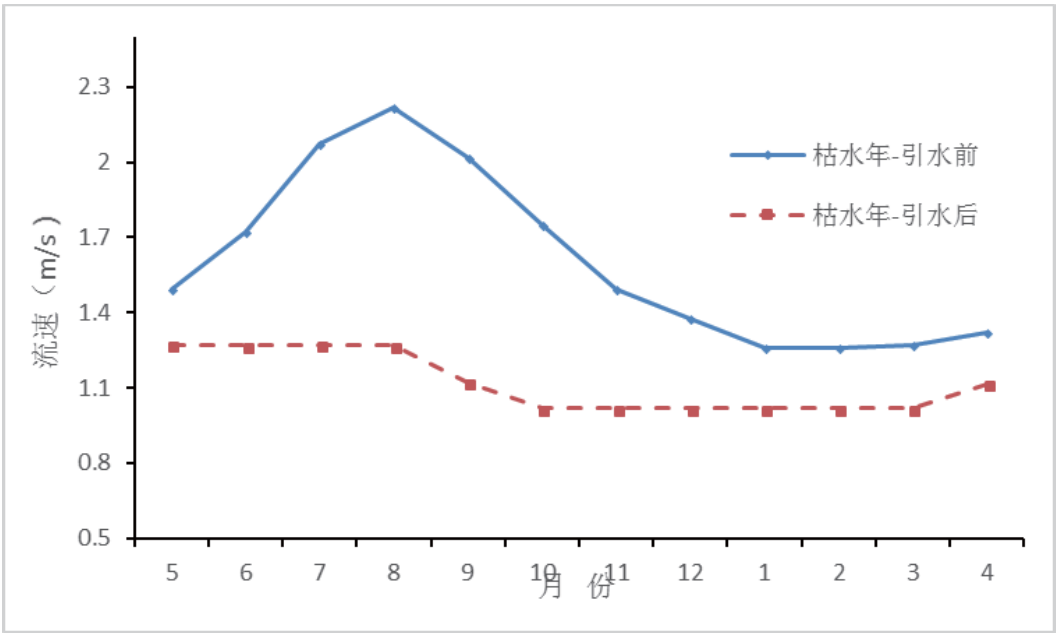


图 5.1-31　　坝址枯水年引水前、后月流速变化过程图

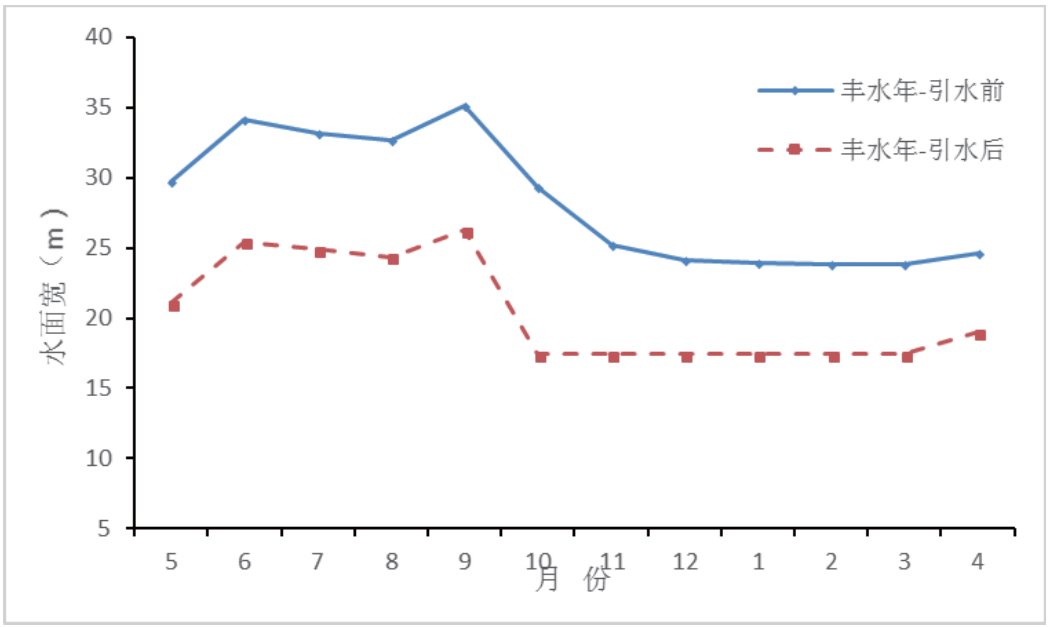


图 5.1-32　　坝址丰水年引水前、后月水面宽度变化过程图

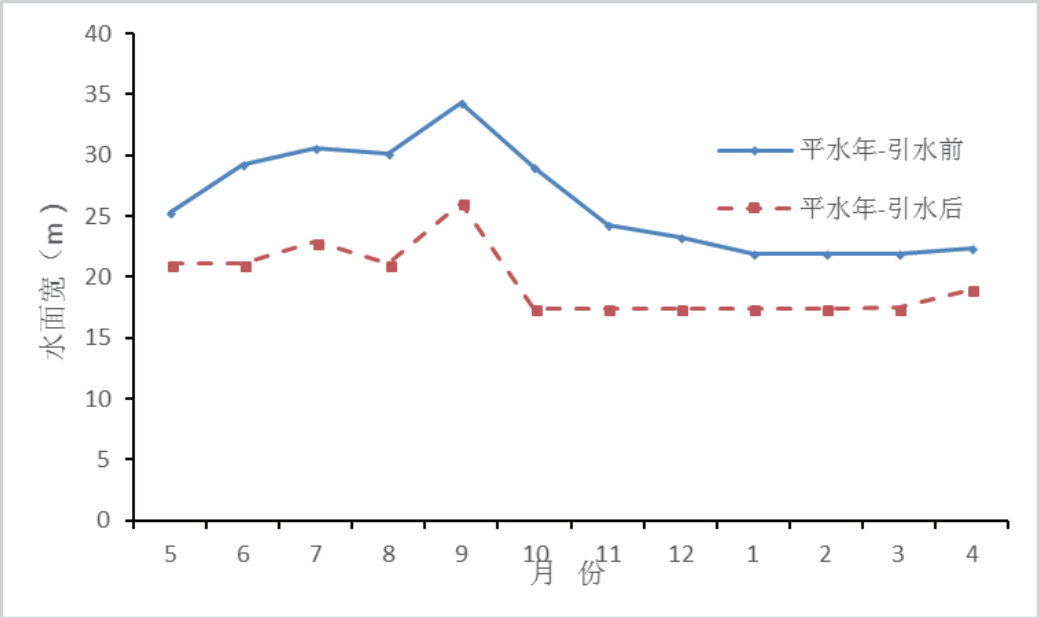


图 5.1-33　　坝址平水年引水前、后水面宽度变化过程图

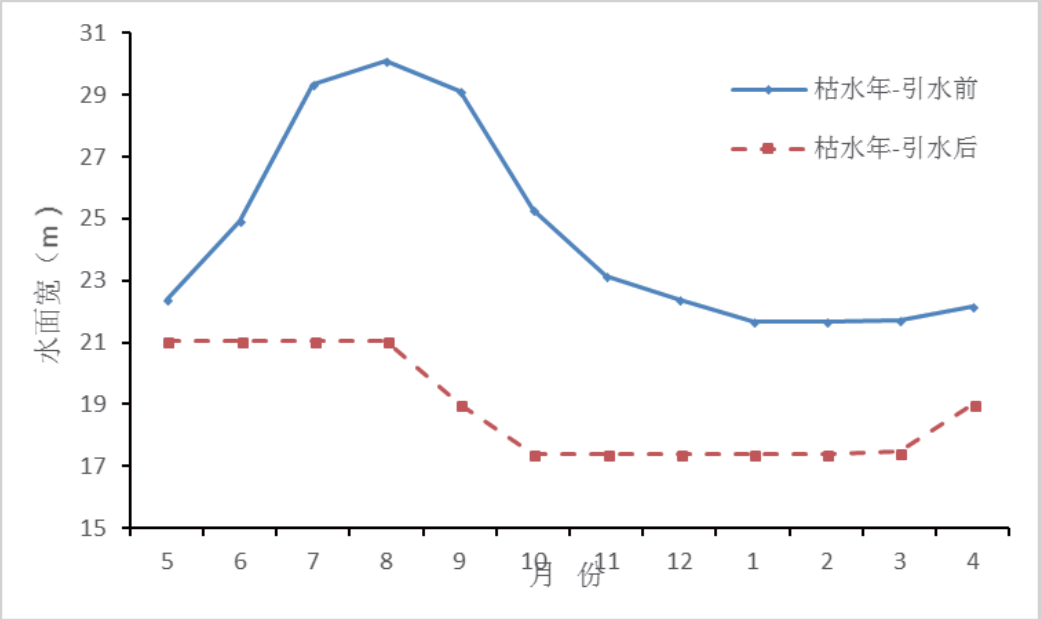


图 5.1-34　　坝址枯水年引水前、后水面宽度变化过程图

5.1.4　典型日下游水文情势变化分析

选择丰水年（1998～1999 年）、平水年（2010～2011 年）、枯水年（2012～2013 年）的 5 月（裂腹鱼类的主要产卵期）、7 月（丰水期，鮡科鱼类的主

要产卵期)、12 月（枯水期，典型日调峰运行期)。

5.1.4.1 丰水年典型日影响分析

丰水年，电站不进行日调节运行。不同水期坝址～厂址间减水河段日内流量不发生变化，5 月、7 月、12 月坝址下泄流量分别为 33m³/s、91.4m³/s、15.9m³/s。厂址～河口间日内流量不发生变化，5 月、7 月、12 月厂址流量分别为 134.01m³/s、275.79m³/s、80.14m³/s，厂址下游水位日内不发生变化。

表 5.1-31 丰水年厂址下游不同水期水位值

水期	ZL47	ZL47-3	ZL58	ZL58-3
5 月	2096.12	2084.31	1871.88	1852.89
7 月	2096.94	2085.10	1873.06	1853.66
12 月	2095.71	2083.93	1870.92	1852.55

5.1.4.2 平水年典型日影响分析

平水年，电站不进行日调节运行。不同水期坝址～厂址间减水河段日内流量不发生变化,5 月、7 月、12 月坝址下泄流量分别为 33m³/s、43.4m³/s、15.9m³/s。厂址～河口间日内流量不发生变化，5 月、7 月、12 月厂址流量分别为 96.74m³/s、224.74m³/s、53.02m³/s，厂址下游水位日内不发生变化。

表 5.1-32 平水年厂址下游不同水期水位值

水期	ZL47	ZL47-3	ZL58	ZL58-3
5 月	2095.81	2084.02	1871.07	1852.62
7 月	2096.66	2084.87	1872.66	1853.42
12 月	2095.45	2083.65	1870.68	1852.30

5.1.4.3 枯水年典型日影响分析

枯水年，电站在枯水期进行日调节运行，且在 4～7 月的鱼类产卵繁殖期不进行日调节运行。不同水期坝址～厂址间日内流量不发生变化， 5 月、7 月、12 月坝址下泄流量分别为 33m³/s、33m³/s 和 15.9m³/s。5 月、7 月厂

址～河口间日内流量不发生变化，厂址流量分别为 57.63m³/s、164.9m³/s，厂址下游水位日内不发生变化。

表 5.1-33　　枯水年厂址下游 5 月、7 月水位值

水期	ZL47	ZL47-3	ZL58	ZL58-3
5 月	2095.54	2083.73	1870.75	1852.34
7 月	2096.29	2084.52	1872.11	1853.08

枯水年、枯水期（12 月）引水发电后坝址～厂址间日内流量恒定，生态流量为为 15.9m³/s。受日调节运行影响，枯水年枯水期厂房下游 ZL47 日内流量、水位发生变化，与天然状况相比，夜间 24 时～8 时流量、水位降低，水位降低了 0.08m，9 时～23 时流量、水位均高于天然情况，水位增加了 0.01～0.55m。就日内时变化来看，24 时-8 时各时段水位维持不变，8 时-9 时水位增幅为 0.09m，9 时-17 时各时段水位不变，17 时-18 时水位增幅为 0.28m，18 时-19 时水位增幅为 0.26m，19 时-20 时水位降幅为 0.26m，20 时-21 时水位降幅为 0.28m，21 时-23 时各时段水位维持不变，23 时-24 时水位降幅为 0.09m。其他断面变化趋势亦如此。

表 5.1-34　　枯水年、枯水期流量日内变化值

时	流量（m³/s）				变化率（%）			
	ZI47	ZI47-3	ZI58	ZI58-3	ZI47	ZI47-3	ZI58	ZI58-3
1	33.89	33.89	33.89	33.89	-18.73%	-18.73%	-18.73%	-18.73%
2	33.89	33.89	33.89	33.89	-18.73%	-18.73%	-18.73%	-18.73%
3	33.89	33.89	33.89	33.89	-18.73%	-18.73%	-18.73%	-18.73%
4	33.89	33.89	33.89	33.89	-18.73%	-18.73%	-18.73%	-18.73%
5	33.89	33.89	33.89	33.89	-18.73%	-18.73%	-18.73%	-18.73%
6	33.89	33.89	33.89	33.89	-18.73%	-18.73%	-18.73%	-18.73%
7	33.89	33.89	33.89	33.89	-18.73%	-18.73%	-18.73%	-18.73%
8	33.89	33.89	33.89	33.89	-18.73%	-18.73%	-18.73%	-18.73%
9	42.89	42.89	42.89	42.89	2.85%	2.85%	2.85%	2.85%

续表 5.1-34　　枯水年、枯水期流量日内变化值

时	流量（m^3/s）				变化率（%）			
	ZI47	ZI47-3	ZI58	ZI58-3	ZI47	ZI47-3	ZI58	ZI58-3
10	42.89	42.89	42.89	42.89	2.85%	2.85%	2.85%	2.85%
11	42.89	42.89	42.89	42.89	2.85%	2.85%	2.85%	2.85%
12	42.89	42.89	42.89	42.89	2.85%	2.85%	2.85%	2.85%
13	42.89	42.89	42.89	42.89	2.85%	2.85%	2.85%	2.85%
14	42.89	42.89	42.89	42.89	2.85%	2.85%	2.85%	2.85%
15	42.89	42.89	42.89	42.89	2.85%	2.85%	2.85%	2.85%
16	42.89	42.89	42.89	42.89	2.85%	2.85%	2.85%	2.85%
17	42.89	42.89	42.89	42.89	2.85%	2.85%	2.85%	2.85%
18	68.89	68.89	68.89	68.89	65.20%	65.20%	65.20%	65.20%
19	103.89	103.89	103.89	103.89	149.14%	149.14%	149.14%	149.14%
20	68.89	68.89	68.89	68.89	65.20%	65.20%	65.20%	65.20%
21	42.89	42.89	42.89	42.89	2.85%	2.85%	2.85%	2.85%
22	42.89	42.89	42.89	42.89	2.85%	2.85%	2.85%	2.85%
23	42.89	42.89	42.89	42.89	2.85%	2.85%	2.85%	2.85%
24	33.89	33.89	33.89	33.89	-18.73%	-18.73%	-18.73%	-18.73%

表 5.1-35　　枯水年、枯水期水位日内变化值

时	水位（m）				变化值（m）			
	ZI47	ZI47-3	ZI58	ZI58-3	ZI47	ZI47-3	ZI58	ZI58-3
1	2095.26	2083.42	1870.34	1852.10	-0.08	-0.09	-0.09	-0.08
2	2095.26	2083.42	1870.34	1852.10	-0.08	-0.09	-0.09	-0.08
3	2095.26	2083.42	1870.34	1852.10	-0.08	-0.09	-0.09	-0.08
4	2095.26	2083.42	1870.34	1852.10	-0.08	-0.09	-0.09	-0.08
5	2095.26	2083.42	1870.34	1852.10	-0.08	-0.09	-0.09	-0.08
6	2095.26	2083.42	1870.34	1852.10	-0.08	-0.09	-0.09	-0.08
7	2095.26	2083.42	1870.34	1852.10	-0.08	-0.09	-0.09	-0.08
8	2095.26	2083.42	1870.34	1852.10	-0.08	-0.09	-0.09	-0.08
9	2095.35	2083.52	1870.44	1852.19	0.01	0.01	0.01	0.01
10	2095.35	2083.52	1870.44	1852.19	0.01	0.01	0.01	0.01
11	2095.35	2083.52	1870.44	1852.19	0.01	0.01	0.01	0.01
12	2095.35	2083.52	1870.44	1852.19	0.01	0.01	0.01	0.01
13	2095.35	2083.52	1870.44	1852.19	0.01	0.01	0.01	0.01
14	2095.35	2083.52	1870.44	1852.19	0.01	0.01	0.01	0.01
15	2095.35	2083.52	1870.44	1852.19	0.01	0.01	0.01	0.01
16	2095.35	2083.52	1870.44	1852.19	0.01	0.01	0.01	0.01
17	2095.35	2083.52	1870.44	1852.19	0.01	0.01	0.01	0.01
18	2095.63	2083.91	1870.89	1852.47	0.29	0.40	0.46	0.29

续表 5.1-35　　枯水年、枯水期水位日内变化值

时	水位（m）				变化值（m）			
	Z147	Z147-3	Z158	Z158-3	Z147	Z147-3	Z158	Z158-3
19	2095.89	2084.10	1871.16	1852.71	0.55	0.59	0.73	0.53
20	2095.63	2083.91	1870.89	1852.47	0.29	0.40	0.46	0.29
21	2095.35	2083.52	1870.44	1852.19	0.01	0.01	0.01	0.01
22	2095.35	2083.52	1870.44	1852.19	0.01	0.01	0.01	0.01
23	2095.35	2083.52	1870.44	1852.19	0.01	0.01	0.01	0.01
24	2095.26	2083.42	1870.34	1852.10	-0.08	-0.09	-0.09	-0.08

5.1.5　泥沙情势影响分析

（1）库区泥沙淤积量

建库后，坝前正常蓄水位较天然情况约抬高 54m，改变了天然条件下的水流特性，降低了河道输沙能力，引起泥沙大量落淤，库区泥沙淤积发展迅速。库区泥沙淤积量见表 5.1-36。

表 5.1-36　　扎拉水电站泥沙淤积量统计表　　单位：亿 m^3

运行年份	淤积量			排沙比（%）
	悬移质	推移质	累计淤积量	
10 年	0.0275	0.0074	0.0349	59.6%
20 年	0.0492	0.0147	0.0639	67.9%
30 年	0.0610	0.0201	0.0812	82.4%
40 年	0.0629	0.0202	0.0832	97.4%
50 年	0.0639	0.0203	0.0843	98.5%

由计算结果可以看出：水库运行 10 年末库区泥沙淤积总量为 0.0349 亿 m^3，其中悬移质泥沙淤积 0.0275 亿 m^3，推移质泥沙淤积 0.0074 亿 m^3；水库运行 20 年末库区泥沙淤积总量为 0.0639 亿 m^3，其中悬移质泥沙淤积 0.0492 亿 m^3，推移质泥沙淤积 0.0147 亿 m^3；水库运行 30 年末库区泥沙淤积总量为 0.0812 亿 m^3，其中悬移质泥沙淤积 0.0610 亿 m^3，推移质泥沙淤积 0.0201 亿 m^3；水库运行 50 年末库区泥沙淤积总量为 0.0843 亿 m^3，其中悬移质泥沙淤积 0.0639 亿 m^3，推移质泥沙淤积 0.0203 亿 m^3。

（2）泥沙淤积分布

库区泥沙淤积呈三角洲淤积形态，泥沙淤积发展速度较快。水库运行10年末距坝2.13km范围内淤积0.0276亿m^3，其中悬移质和推移质淤积量分别为0.0217亿m^3和0.0059亿m^3，分别占库区悬移质、推移质淤积总量的78.91%和79.73%；距坝2.13～4.03km范围内淤积0.0072亿m^3，其中悬移质和推移质淤积量分别为0.0058亿m^3和0.0014亿m^3，分别占库区悬移质、推移质淤积总量的21.09%和18.92%；距坝4.03～17.94km范围内基本无淤积。随着运行时间的增加，泥沙淤积不断向坝前发展，水库运行20年末，距坝2.13km范围内淤积0.0563亿m^3，距坝2.13～4.03km范围内淤积0.0076亿m^3,分别占库区总淤积量的88.11%和11.89%,距坝4.03～17.94km范围内基本无淤积。水库运行至40年末，淤积三角洲洲顶已运动至坝前，距坝2.1338km范围内淤积0.0746亿m^3，距坝2.13～4.03km范围内淤积0.0085亿m^3，分别占库区总淤积量的89.76%和10.24%。库区泥沙淤积分布见表5.1-37。

表5.1-37　　扎拉水电站分段淤积量统计表　　单位：亿m^3

年份	坝上2.13km内		坝上2.13~4.03km范围		坝上4.03~17.94km范围内	
	悬移质	推移质	悬移质	推移质	悬移质	推移质
10年末	0.0217	0.0059	0.0058	0.0014	0.0000	0.0000
20年末	0.0430	0.0133	0.0062	0.0014	0.0000	0.0000
30年末	0.0545	0.0187	0.0065	0.0014	0.0000	0.0000
40年末	0.0558	0.0188	0.0071	0.0014	0.0000	0.0000
50年末	0.0565	0.0189	0.0075	0.0014	0.0000	0.0000

（3）坝下泥沙

水库兴建后，大量泥沙拦蓄在库内，出库沙量减小、变细，随着库内泥沙淤积不断发展，出库含沙量与出库级配逐渐恢复。在汛期6～9月主要

来沙期，库水位维持在排沙运行控制水位，采用控泄方式排沙。

一般情况下,入库流量超过电站额定流量203.6m³/s(主电站170.6m³/s，生态电站33m³/s）时，即可进行排沙。

以枯水年为例，5～10 月各月最大流量及超过额定流量的天数统计见表5.1-38。经统计，枯水年超过额定流量的天数（也即排沙持续时间）为20 天；扣除发电水量后，排沙期排沙水量分别为761.9 万 m³，日平均排沙水量为42.5 万 m³/d。水库运行初期，出库含沙量为0.019kg/m³；水库运行50 年，出库含沙量为0.259kg/m³。扎拉坝址处多年平均含沙量为0.266kg/m³，可见工程排沙运行期间对下游河道水体泥沙含量的影响较小，加上此时期为汛期，下泄水量相对较大，断面平均流速多大于1.0m/s,排沙对下游河道淤积影响不明显。

表5.1-38　　枯水年丰水期各月最大流量及超过额定流量的天数统计

水平年	项目	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合计
枯水年	当月最大流量（m³/s）	74	111	328	330	197	119	
	超过额定流量天数（天）	0	0	8	12	0	0	20
	排沙期排沙水量（万 m³）	0	0	340.6	421.4	0	0	761.9

5.1.6　初期蓄水对水文情势的影响分析

扎拉水电站拟在第6 年3 月底底孔下闸蓄水，选择3 月75%和50%频率典型入库，流量分别为 43.1m³/s、45.7m³/s，相应水库水位分别为 2771.8m、2771.9m，本期蓄水即从上述水位开始，直至蓄水至表孔底高程 2805m。由2.5.3.1 节表2.5-4 初期蓄水过程可知，在75%典型入库径流情况下，下泄流量从38.1m³/s 逐步减至15.9m³/s，下游水位从2761.20m 逐步降至2760.72m，历时约54.2h，大坝下游水位时变幅为0.11m/h。在50%典型入库径流情况下，下泄流量从 40.7m³/s 逐步减至 15.9m³/s，下游水位从 2761.26m 逐步降至2760.72m，历时约49.9h，大坝下游水位时变幅为0.11m/h。

扎拉水电站拟在第6 年6 月初表孔下闸蓄水，选择6 月75%和50%频率

典型入库，流量分别为 145m³/s、180m³/s，本期蓄水从表孔高程 2805m 开始，由 2.5.3.1 节表 2.5-4 初期蓄水过程可知，在 75%典型入库径流情况下，下泄流量从 140m³/s 逐步减至 110m³/s，下游水位从 2762.59m 逐步降至 2762.26m，历时约 7h，大坝下游水位时变幅为 0.05m/h。在 50%典型入库径流情况下，下泄流量从 175m³/s 逐步减至 155m³/s，下游水位从 2762.95m 逐步降至 2762.74m，历时约 4.8h，大坝下游水位时变幅为 0.05m/h。总体上看，初期蓄水期间，坝下河段流量总体逐渐减小，下游水位变化趋缓，且该时期下游河段生态流量可以得到保证，不会出现脱水河段。

5.1.7 对下游用水的影响分析

经调查，扎拉水电站坝址至珠拉村之间的河段长约 59.2km，有少量村庄和耕地分布，坝、厂址区间灌溉或居民生活供水取自玉曲河支流或山间泉水，干流无取用水设施，当地对玉曲河干流无用水要求。因此，电站引水发电后坝址～厂址区间减水对当地供水不会产生影响。厂址以下为峡谷区域，干流无取用水设施，电站日调节水位波动不会对当地取用水产生影响。

5.2 减水河段及其下游河道生态需水分析

根据《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议纪要》的函（环办函【2006】11 号文）和“关于印发《水电水利建设项目生态用水、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 号文），为维护河流的基本生态需求，水电水利工程必须下泄一定的生态流量，将其纳入工程水资源配置中统筹考虑，使河流水电动能经济规模和水资源配置向“绿色”方向发展。生态流量需要考虑以下因素：工农业生产及生活需水量；维持水生生态系统稳定所需水量；维持河道水质的最小稀释净化水量；维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上

溯所需水量；水面蒸散量；维持地下水位动态平衡所需要的补给水量；航运、景观和水上娱乐环境需水量；河道外生态需水量，包括河岸植被需水量、相连湿地补给水量等。

环境保护部、国家能源局《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）明确规定：“合理确定生态流量，认真落实生态流量泄放措施。应根据电站坝址下游河道水生生态、水环境、景观等生态用水需求，结合水力学、水文学等方法，按生态流量设计技术规范及有关导则规定，编制生态流量泄放方案。

为此，扎拉水电站坝下生态环境需水量的确定应结合减水河段用水对象的分布和保护要求来确定。扎拉水电站工程减水河段河道生态环境需水的基本特点分析如下：

（1）工农业生产及生活需水量

据调查，扎拉水电站坝址至珠拉村之间的河段长约 59.2km，沿岸分布有少量村庄和耕地分布，坝址～厂址区间灌溉或居民生活供水取自玉曲河支流或山间泉水，干流无取用水设施。因此，减水河段无工农业及生活取水要求。

（2）维持水生生态系统稳定所需的水量

历次现场调查表明：工程河段分布有怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼和贡山鮡 3 种怒江水系特有鱼类。该河段为典型峡谷急流，分布有鮡科鱼类产卵场，亦有零星的适宜裂腹鱼类产卵的砾石浅滩。因此，减水河段有维持鱼类栖息地的需求。

（3）维持河道水质的最小稀释净化水量

根据调查，工程区地处偏远高山峡谷区域，当地产业结构以农牧业为主，工业经济发展滞后，水污染源主要为少量的农业面源、畜禽养殖。2010 年、2016 年工程河段多次水质监测结果能够满足《地表水环境质量标准》

（GB3838-2002）中的Ⅲ类水域水质标准要求。因此，不需要单独考虑下泄水量用于稀释水体污染物。

（4）维持河口泥沙冲淤平衡所需水量

玉曲河属山区性河流，位于雪域高原区，在径流补给中雪山融水、地下水占有较大比重，人类活动主要为游牧业，农业占比重低，水土流失不严重。输沙量年内分配不均匀，排沙集中在6～9月，枯期的排沙任务很小。因此，工程河段不需单独考虑维持河口泥沙冲淤平衡所需水量。

（5）水面蒸散量

工程河段植被较好，河流河谷深切，水面较窄，水面蒸散发耗水量对于河道流量而言很小，由此引起的水量损耗不予考虑。

（6）维持地下水位动态平衡补给需水

工程河段坡降大、河谷深切，地下水主要受大气降水补给，由两侧单向补给河床。因此，工程河段不需单独考虑维持地下水位动态平衡补给需水。

（7）航运、景观和水下娱乐环境需水量

玉曲河不通航，工程区位于偏远、高山峡谷区域，无重要的旅游景观分布，减水河段沿岸高处仅有乡村道路通过。就枯水年而言，工程实施前后减水河段12～5月水深变化值在0.35m以内，水面宽度减少在5m以内，且在天然情况下丰、枯水期河道水面宽度变化值也在5～10m以上，加之本区域河谷深切，沿线道路与水面高差多在100～200m左右，视野范围内的水位变幅基本感觉不到。因此，工程河段可以不需单独航运、景观和水下娱乐环境需水要求。

（8）河道外生态需水量

工程减水河段地处高山峡谷区域，两岸多为岩石基质，河谷岸坡植被

需水通过地表径流、降水、冰雪融水补给。减水河段湿地植被较少，现有的滩地植物主要为水柏枝和雀梅藤等，其具有耐旱特性。在河道维持水生生态系统所需水量满足的情况下，由于湿周对两岸的浸润作用，河岸滩地的湿地植被需水也相应得到满足，河道外生态需水量不需单独考虑。

结合以上分析，扎拉水电站下泄的生态流量主要是考虑维持水生生态系统稳定所需水量的要求。

5.2.1 常用的河道水生生态需水量计算方法

国内外常用的河流生态需水量计算方法大致可以分为以下几类：水文学法、水力学法、生态水力学法、生境分析法和其他经验分析方法。

（1）水文学法

水文学法，又称历史流量法，是以河道的历史流量为基础，采用简单的水文指标对河流流量进行设定,最常用的代表性方法是Tennant 法、Texas 法、流量历史曲线法和 7Q10 法。

1）Tennant 法

Tennant 法也叫蒙大拿（Montana）法，是在对美国东部、西部和中西部 11 条河流的生境和用途参数进行广泛现场调查的基础上于 1976 年提出的。Tennant 法根据水文资料和现场调查结果,以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态。该法认为河流水生生态环境状况与水体水量之间关系如下：

① 河道内径流为多年平均流量的 60%（即 40%为河道外耗水），大多数水生生物在主要生长期具有优良至极好的栖息条件。在这种流量条件下，河宽、水位及流速将为水生生物提供优良的生长环境，大部分河道，包括许多急流浅滩区将被淹没，通常可输水的边槽也出现水流，大部分河岸滩地将成为鱼类所能游及的地带，也将成为野生动物安全的穴居区，大部分旋涡、急流和浅滩将适中地没于水中，提供鱼类优良的繁殖和生长环境，

岸边植物将有充裕的水量，在任何浅滩区，鱼类的洄游将不成问题。

② 河道内径流为多年平均河道流量的 30%（即 70%为河道外耗水），这是保持大多数水生动物有良好的栖息条件所需要的水量。在这种流量条件下，除极宽浅滩外，大部分河道将没于水中，大部分边槽将有水流。许多河岸将成为鱼类的活动区，也可成为野生动物穴居的场所。许多流速快的河段和大部分旋涡区的深度将足以作为鱼类的活动场所。无脊椎动物将有所减少，但预计不会成为鱼类种群数量的控制因素。

③ 河道内径流为多年平均河道流量的 10%，是大多数水生生物生存所需的最小水量。在这种流量条件下，河宽、水位和流速将显著减少，水生生态环境质量下降，河道或正常湿周近一半露出水面，宽浅滩露出部分将会更多。边槽将大部分干涸，卵石、沙坝也基本干涸无水，作为鱼类及皮毛动物的岸边穴居场所将有所消失。部分浅水区水位更浅，以至鱼类不能在此活动而一般只能集中于主槽中，岸边植物将会缺水，体型较大的鱼遇到浅滩处将可能存在洄游困难。Tennant 法推荐的流量标准见表 5.2-1，其保护目标为鱼、水鸟、长毛皮的动物、爬虫动物、两栖动物、软体动物、水生无脊椎动物和相关的所有与人类争水的生命形式。

表 5.2-1　　保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流状况

流量状况描述	枯水期推荐的基流（%年平均流量）	汛期推荐的基流（%年平均流量）
泛滥或最大		200（48-72/小时）
最佳范围	60-100	60-100
非常好	40	60
很好	30	50
好	20	40
一般	10	30
最小	10	10

因为 Tennant 法采用多年平均流量的一定百分比和河流的保护目标对应起来，不需要野外调查测量，应用方便。在国外生态需水计算中，是常用的方法,在美国该方法是第二常用的方法,被 16 个州认可。Tennant 法易将计算结果和水资源规划相结合，具有宏观的指导意义。但由于 Tennant 法对河流的实际情况过分简化，没有直接考虑生物的需水和生物间的相互影响，通常用于优先度不高的河段，或者作为其他方法的一种检验。

2）流量历时曲线法

流量历时曲线法利用历史流量资料构建各月流量历时曲线，将某个累积频率相应的流量（Qp）作为生态流量。Qp 的频率 P 可取 90%或 95%，也可根据需要作适当调整。Q90 为通常使用的枯水流量指数，是水生栖息地的最小流量，为警告水资源管理者的危险流量条件的临界值。Q95 为通常使用的低流量指数或者极端低流量条件指标，为保护河流的最小流量。这种方法一般需要 30 年以上的流量序列。

3）7Q10 法

7Q10 法采用 90%保证率最枯连续 7d 的平均水量作为河流最小流量设计值。该方法于 20 世纪 70 年代传入我国，主要用于计算污染物允许排放量，在许多大型水利工程建设的环境影响评价中得到应用。7Q10 法主要侧重于河流环境需水量的计算。

总体来看，水文学方法虽然没有明确考虑栖息地、水质和水温等因素，但由于其设定的状态是河流实际存在或发生过的状态，故认为该流量能维持现存的生命形式或保障河流的水质。水文学方法适合于对河流进行最初目标管理，作为战略性管理方法而使用。

（2）水力学法

水力学法认为一定流量下河流断面的水力参数可以来指示鱼类栖息地的情况，这些参数包括：湿周、水位、流速、水面宽度等，并以这些参数来设定栖息地的保护标准。水力学法主要有湿周法和 R2-Cross 法。

1）湿周法

湿周法是以湿周（河床底质被水流淹没的部分，见图 5.2-1）作为衡量栖息地质量的指标，利用湿周与流量的关系曲线来估算河道内流量的最小值。该法的基本假设是湿周和水生生物栖息地的有效性有直接的联系，确保一定水生生物栖息地的湿周，就能满足水生生物正常生存的要求。通过建立河道断面湿周与流量的关系曲线，确定该曲线的拐点，该拐点对应的流量值就是河道最小生态需水值，由此流量值即可估算出最小需水量的推荐值，见图 5.2-1。

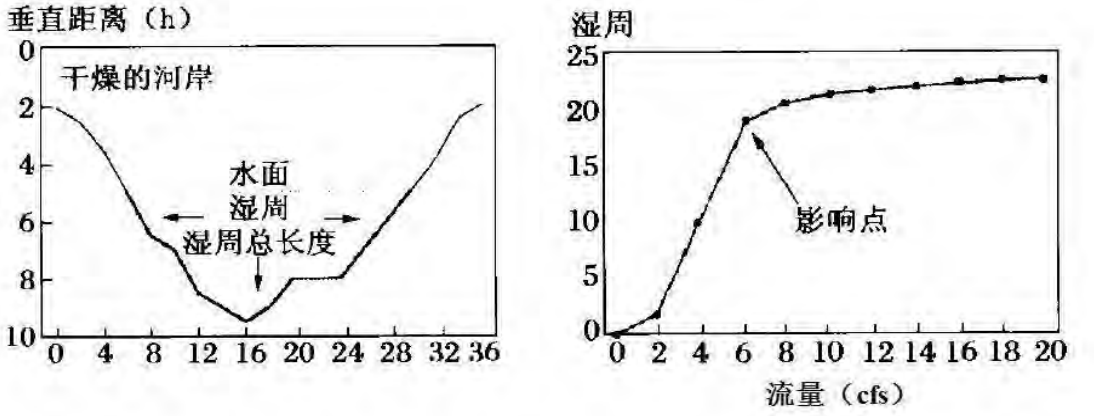


图 5.2-1　　湿周的定义及湿周流量关系

湿周法受到河道形状的影响较大，比较适用于宽浅型和抛物线型河道，同时要求河床形状稳定，否则没有稳定的湿周—流量关系曲线，也就没有固定的增长变化点。

2）R2-Cross 法

R2-Cross 法是由美国科罗拉多州水务局开发应用的。该法认为河流流量的主要生态功能是维持河流栖息地，尤其是浅滩栖息地。该方法采用河流宽

度、平均水位、平均流速以及平滩湿周率（湿周长与平滩水位对应的湿周长的百分比）等指标来评估河流栖息地的保护水平，从而确定河流目标流量。

R2-Cross 法确定了平均深度、平均流速以及平滩湿周率作为冷水鱼栖息地指数，认为如能在浅滩类栖息地保持这些参数在足够的水平，将足以维护鱼类和水生无脊椎动物在深潭和正常河道处的水生生境。

R2-Cross 法的最小流量设定标准见表 5.2-2。

表 5.2-2　　R2-Cross 法确定最小流量的标准

河宽	平均水位（m）	平滩湿周率（%）	平均流速（m/s）
0.3-6.3	0.06	50	0.3
6.3-12.3	0.06-0.12	50	0.3
12.3-18.3	0.12-0.18	50-60	0.3
18.3-30.5	0.18-0.3	70	0.3

R2-Cross 法适用于浅滩栖息地类型的河流，其原始的水力参数标准适合冷水鱼类。但不同河流，水生生物不同，各种不同的生物有着不同的流速、水位偏好度，应该根据研究水域的水生生物的特点对水力参数标准值进行修正。R2-Cross 法主要用于中小型河流的分析，其仅对河宽 30.5 米以下的河流提出了水力参数标准。

（3）生态水力学法

生态水力学法以鱼类对河流水深、流速等水力生境参数及急流、缓流、浅滩、深潭等水力形态指标的要求评估河流生境状况，假设水深、流速、湿周、水面面积等是流量变化对物种数量和分布造成影响的主要水力生境参数。

生态水力学法确定大型河流最小流量的水力生境参数标准见表 5.2-3。

表 5.2-3　　“生态水力学法”确定大型河流最小流量的水力生境参数标准

参数指标	最低标准参数值	累计河段长度的百分比
最大水深	鱼类体长的 2～3 倍	95%
平均水深	≥0.3m	95%
平均流速	≥0.3m/s	95%
水面宽度	≥30m	95%
湿周率	≥50%	95%
过水断面面积	≥30m^2	95%
水域水面面积	≥70%	
水温	适合鱼类生存、繁殖	

（4）生境分析法

生境分析法是对水力学方法的进一步发展，它是利用水力模型预测水位、流速等水力参数，然后与生境适宜性标准相比较，计算适于指定水生物种的生境面积，然后据此确定河流流量，目的是为保护的水生生物物种提供一个适宜的物理生境。

河道内流量增加法（IFIM 法，Instream Flow Incremental Methodology）是一种应用比较广泛的生境分析法，在美国 24 个州使用。该方法是将大量的水文、水化学现场调查数据与选定的水生生物种在不同生长阶段的生物学信息相结合，采用 PHABSIM（Physical Habitat Simulation）模型模拟流速变化和栖息地类型的关系，进行流量增加变化对栖息地影响的评价。考虑的主要指标有河水流速、最小水位、河床底质、水温等。河道内流量增加法的结果通常用来评价水资源开发建设项目对下游水生栖息地的影响。

生境分析法的优点在于能将生物资料与河流流量研究相结合，使其更具有说服力。

（5）经验分析法（维持鱼类适宜生境分析法）

根据国内相关科研单位对鱼类生物学特性和生活习性的调查研究成果，结合工程影响河段分布的目标鱼类，分析满足目标鱼类生长、繁殖所需的适宜水深、流速等水力参数指标，以此推求工程需下泄的最小生态流量。

5.2.2 研究河道水生生态需水量的计算

在常用的几类水生生态需水量计算方法中，生境分析法因为结合水生生物的生境需求，说服力较强，在国外应用中受到了重视。但在我国，由于对水生生物的生境需求研究还处于起步阶段，积累的资料较少，目前还难以按其标准程序和内容进行全面分析，本报告将一些参数简化后，只考虑水深和流速两个水力生境参数，采用简化的生境分析法对研究河段进行分析。根据研究河段的水文特征和水生生态特点，参照《水电工程生态流量计算规范》（NB/T35091-2016），本报告采用规范推荐的水力学法中的湿周法和R2-cross法、水文学法中的Tennant 法和维持鱼类适宜生境所需水量法分析鱼类非产卵繁殖期（10 月-3 月）的河道生态基流；采用生境分析法分析鱼类主要生长繁殖期（4 月-9 月）的生态流量。通过各种生态流量计算方法的综合比较，最终合理确定坝址需下泄的生态流量。

5.2.2.1 研究河段的选择

根据扎拉水电站水生生态专题研究结果，鮡科鱼类产卵场主要分布在左贡以下峡谷江段，尤其碧土到玉曲河河口江段及沿岸支流，共有三处产卵区，分别位于扎拉水电站坝址下游、厂址附近及玉曲河河口处；裂腹鱼类产卵场分布在坝址～厂址区间的两处河段。为了计算分析扎拉水电站对坝址下游河段水生生态需水量的影响，选取坝址～厂址处59.2km的减水河段及厂址～玉曲河河口处的河段作为研究河段，并在产卵区典型断面处设置研究断面，见图1.7-1所示。

5.2.2.2 研究断面的选择

为了计算扎拉水电站减水河段及其下游河道的水生生态需水量，本项目根据鱼类的产卵区位置及上述水文情势分析断面综合考虑，分别选取 ZL04（鮡科产卵场断面①）、ZL05（鮡科产卵场断面①）、ZL06（鮡科产卵场断面①）、ZL07（鮡科产卵场断面①）；ZL18（裂腹鱼产卵场断面①）、ZL19（裂腹鱼产卵场断面①）、ZL20 断面（裂腹鱼产卵场断面①）、ZL21 断面（裂腹鱼产卵场断面①）；ZL39 断面（裂腹鱼产卵场断面②）、ZL40 断面（裂腹鱼产卵场断面②）、ZL41 断面（裂腹鱼产卵场断面②）、ZL42（裂腹鱼产卵场断面②）作为研究断面。其中 ZL04、ZL05、ZL07、ZL20 为宽浅型河道断面；ZL18、ZL21 为 W 型复合河道断面；其他断面为 V 型断面。由于厂址下游河道断面流量不受扎拉水电站引水影响，所以生态流量分析断面仅选取减水河段鱼类产卵场所在断面。研究断面位置图如图 5.2-2 所示，断面现状见图 5.1-9 和 5.1-10。

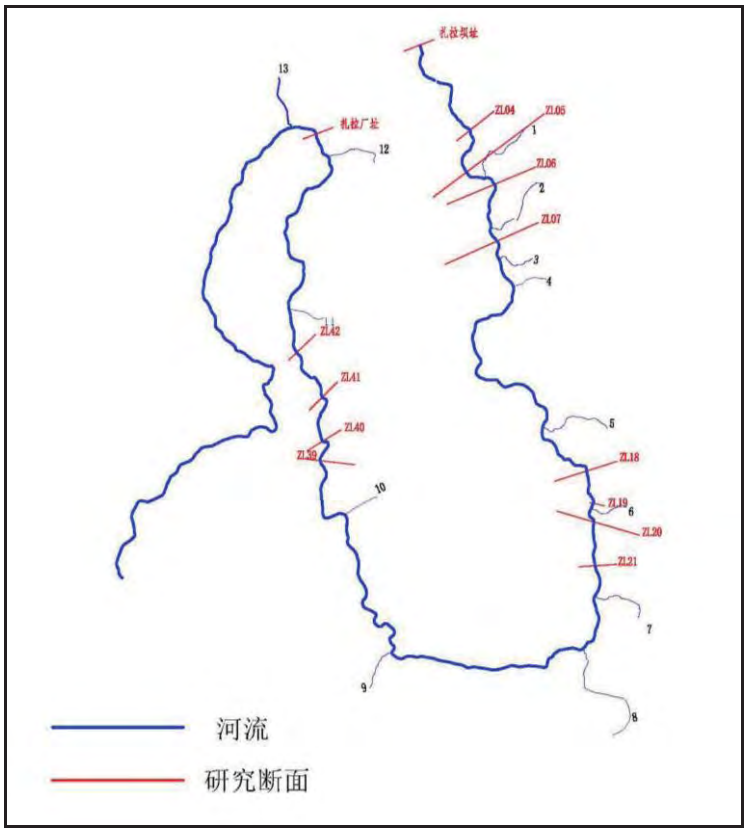


图 5.2-2　　研究断面位置分布图

5.2.2.3 鱼类非产卵繁殖期生态流量分析

（1）水文学法计算水生生态需水量

基于坝址断面1979-2015年共37年各月平均流量数据及下游支流汇入情况，按照《水电工程生态流量计算规范》推荐的 Tennant 法进行计算分析。

由Tennant法计算出各断面不同评价指标下的生态基流量，见表5.2-4。

表5.2-4　　各断面Tennant法计算水生生态需水量结果

断面		多年平均流量（m^3/s）	最小	一般		好		很好	
				汛期	非汛期	汛期	非汛期	汛期	非汛期
ZL04	鮡科鱼类产卵场	110.0	11.0	33.0	11.0	44.0	22.0	55.0	33.0
ZL05		110.0	11.0	33.0	11.0	44.0	22.0	55.0	33.0
ZL06		110.2	11.0	33.1	11.0	44.1	22.0	55.1	33.1
ZL07		110.4	11.0	33.1	11.0	44.2	22.1	55.2	33.1
ZL18	裂腹鱼类产卵场	110.9	11.1	33.3	11.1	44.4	22.2	55.5	33.3
ZL19		110.9	11.1	33.3	11.1	44.4	22.2	55.5	33.3
ZL20		111.1	11.1	33.3	11.1	44.5	22.2	55.6	33.3
ZL21		111.1	11.1	33.3	11.1	44.4	22.2	55.6	33.3
ZL39	裂腹鱼类产卵场	113.5	11.4	34.1	11.4	45.4	22.7	56.8	34.1
ZL40		113.5	11.4	34.1	11.4	45.4	22.7	56.8	34.1
ZL41		113.5	11.4	34.1	11.4	45.4	22.7	56.8	34.1
ZL42		113.5	11.4	34.1	11.4	45.4	22.7	56.8	34.1

根据以上结果，在多年平均流量条件下，为了满足扎拉坝址下游断面生态基流要求，坝址处需下泄流量11.0m^3/s。

（2）水力学法计算水生生态需水量

1）湿周法

湿周法是一种应用较为广泛的水生生态需水量确定方法。根据湿周与流量的关系来判断出河道最小水生生态需水量。

根据谢才公式，可以导出湿周-流量关系式：

$$Q=\frac{1}{n}A^{5/3}\chi^{-2/3}j^{1/2} \tag{5.3}$$

式中：Q为河道流量，m^3/s；A为过水面积，m^2；χ为河流断面的湿周，m；j为水力坡度；n为糙率。

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=流量/多年平均流量（%）

相对湿周长 y=湿周长/多年平均流量下的湿周长（%）

湿周法以浅滩断面湿周-流量曲线上的拐点所对应的流量作为水生生态需水量建议值，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。一般情况下，采用幂函数或对数函数来拟合湿周-流量关系。

幂函数形式如下：

$$y=ax^b \tag{5.4}$$

式中，a、b为待定系数，按方差最小通过拟合确定。

$$y'=abx^{b-1} \tag{5.5}$$

当$y'=1$时，$x=\left(\frac{a}{ab}\right)^{1/(b-1)}$

对数函数形式如下：

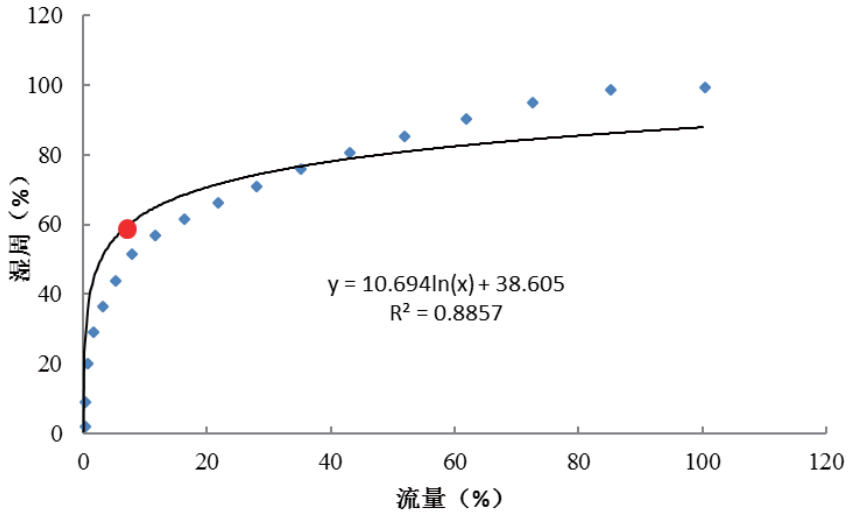
$$y=a\ln(x)+b \tag{5.6}$$

式中，a、b为待定系数，按方差最小通过拟合确定。

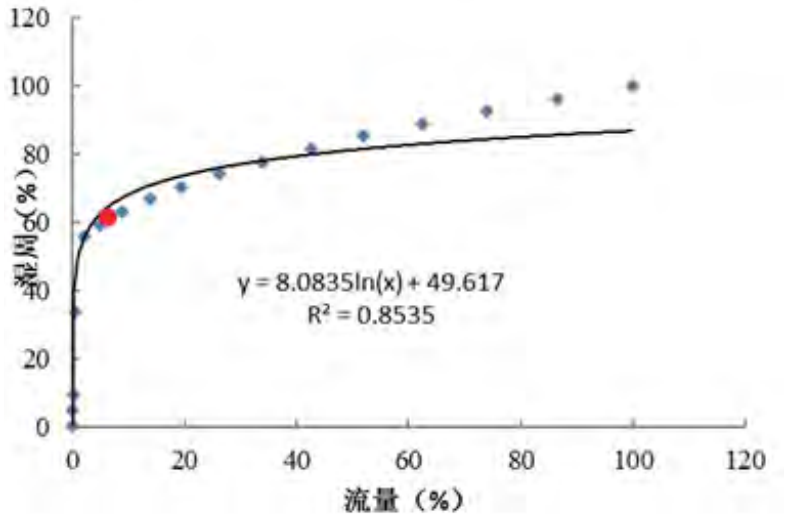
$$y'=\frac{a}{x} \tag{5.7}$$

当$y'=1$时，$x=a$

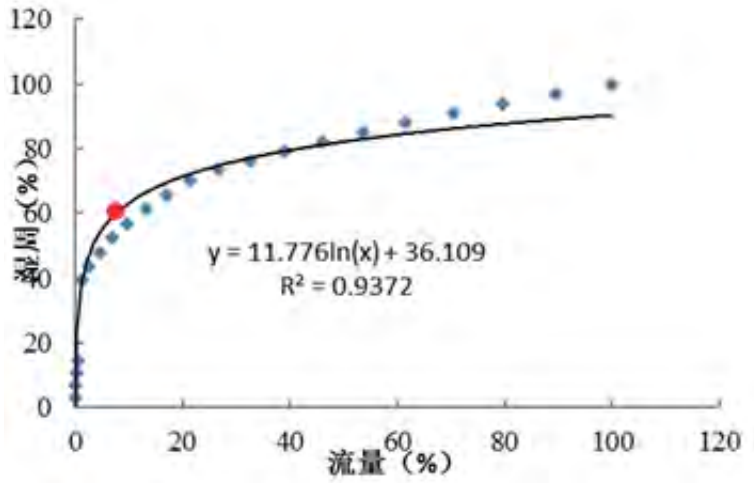
本项目采用对数函数作为湿周流量关系曲线的拟合函数。各断面湿周-流量关系曲线如图 5.2-3（a）—（1）所示。



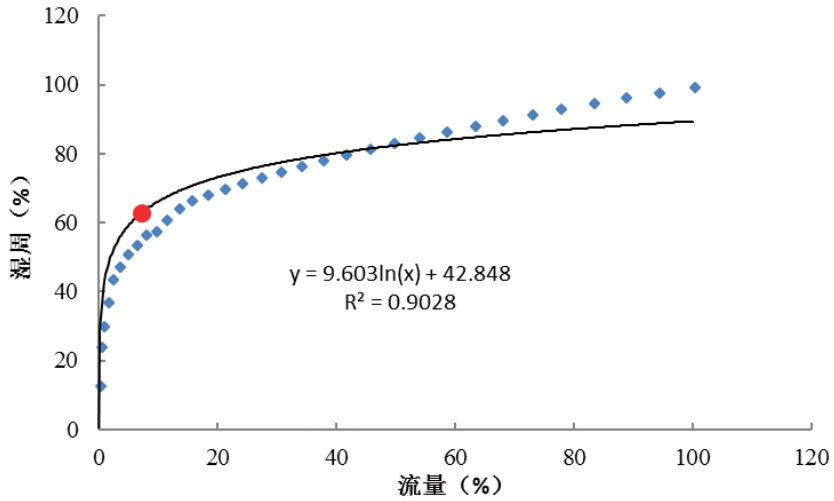
（a）ZI04



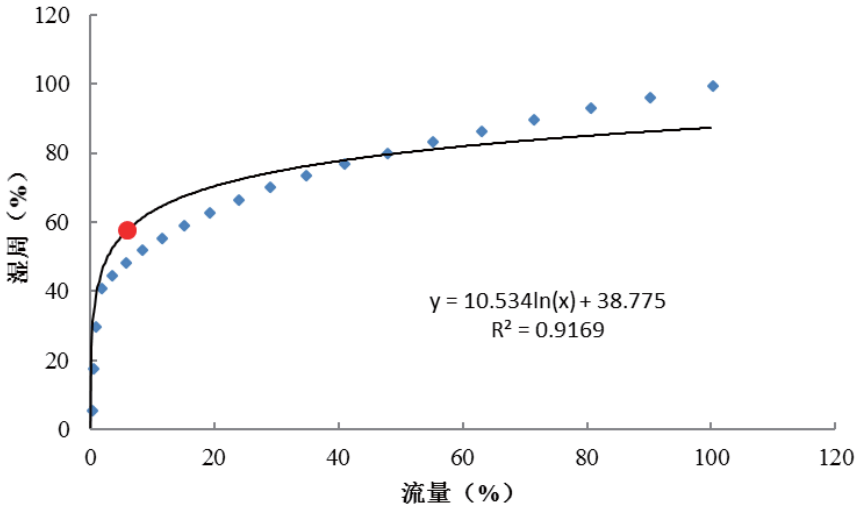
（b）ZI05



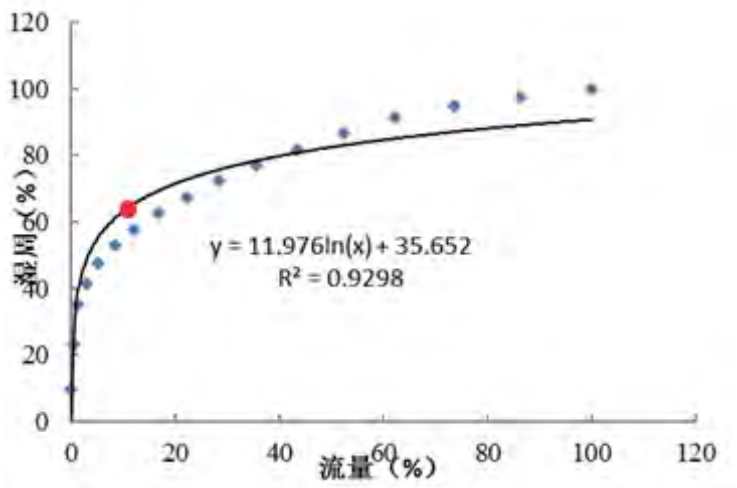
（c）ZI06



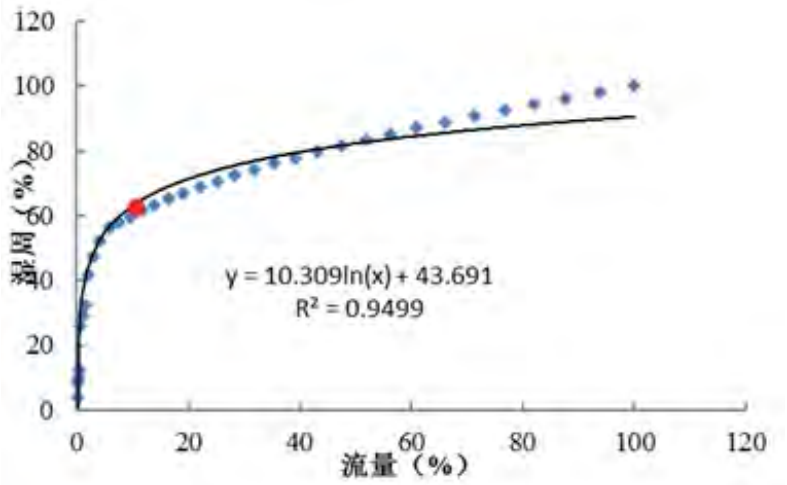
（d）ZI07



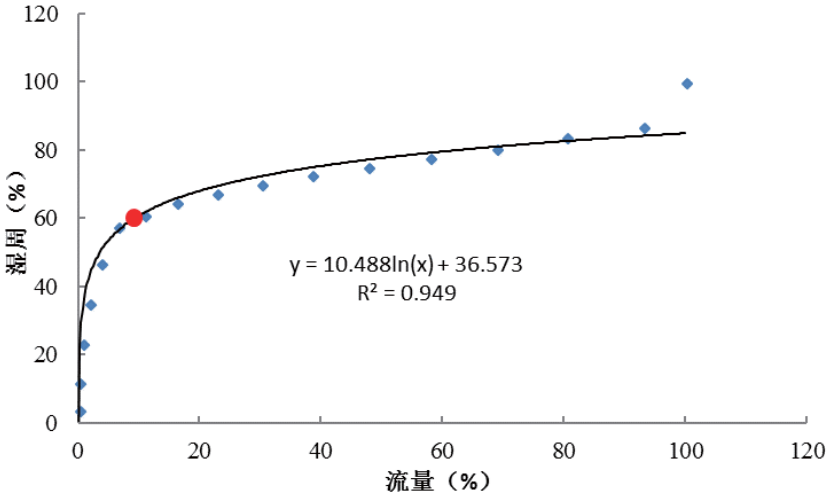
（e）ZI18



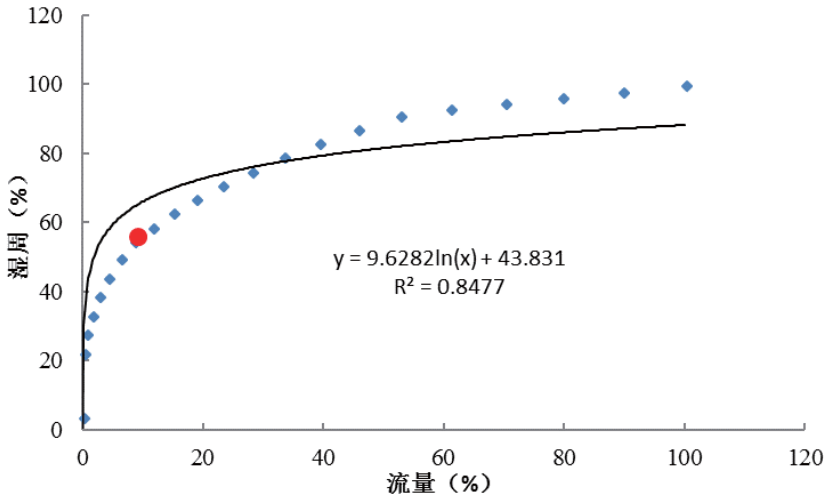
（f）Zl19



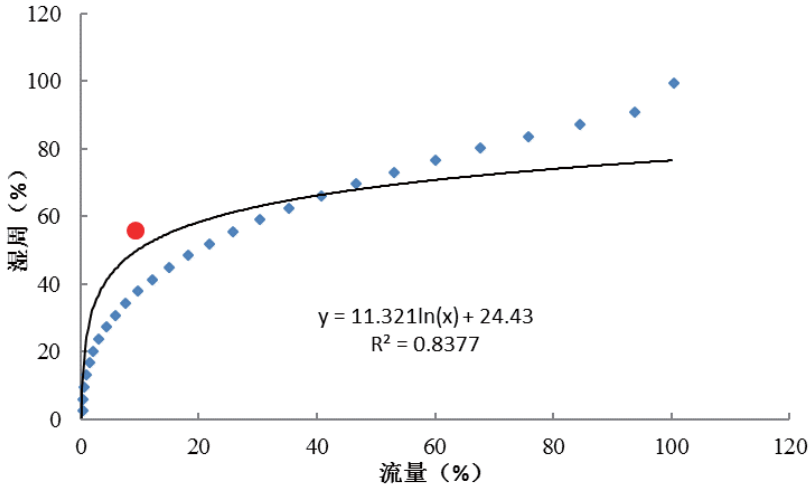
（g）Zl20



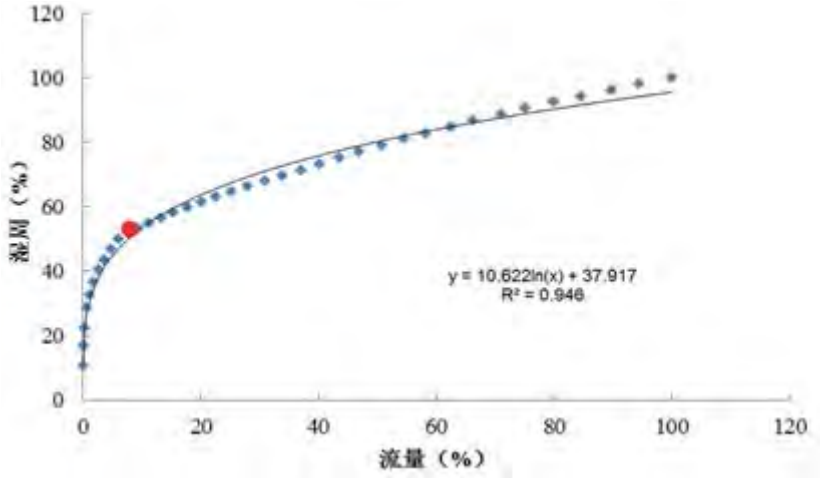
（h）Zl21



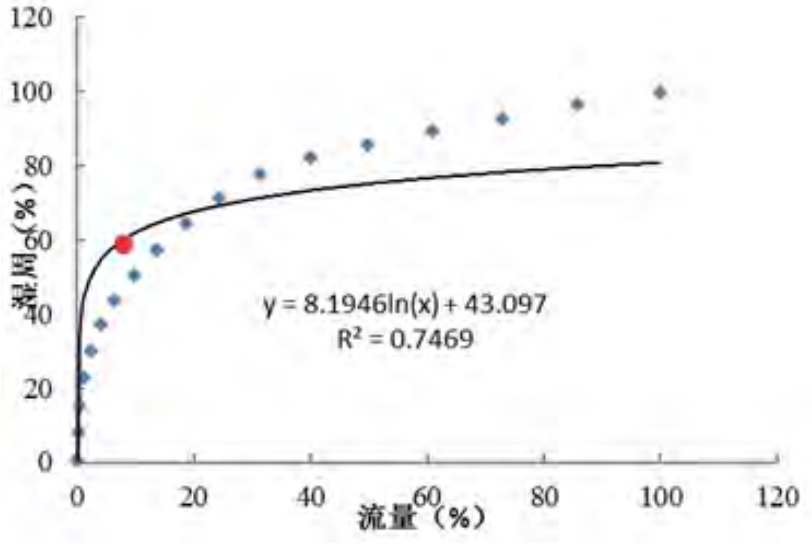
（i）ZI39



（j）ZI40



（k）ZI41



（l）Zl42

图 5.2-3(a)-(l)　　研究河段断面湿周-流量关系曲线

根据各断面的湿周-流量曲线，采用曲线斜率为 1 的方法拟定各断面的拐点，由拐点处流量估算最小生态流量，并计算各断面生态流量下的水深等水力要素，计算结果见表 5.2-5。

表 5.2-5　　各断面湿周法估算结果

断面		拐点对应的流量		湿周率	坝址处需下泄流量（m^3/s）	外包值（m^3/s）
		占多年平均流量的比（%）	流量（m^3/s）	（%）		
ZL04	鮡科鱼类产卵场	10.69	11.8	55.8	11.8	12.8
ZL05		8.08	8.9	61.3	8.9	
ZL06		11.78	13.0	58.2	12.8	
ZL07		9.60	10.6	58.6	10.2	
ZL18	裂腹鱼类产卵场	10.53	11.6	54.5	10.7	
ZL19		11.98	13.3	57.1	12.4	
ZL20		12.48	11.4	69.4	10.3	
ZL21		10.49	11.7	60.7	10.5	
ZL39	裂腹鱼类产卵场	9.63	10.9	56.2	7.4	
ZL40		11.32	12.8	41.9	9.3	
ZL41		9.65	12.1	36.8	8.6	
ZL42		8.19	9.3	48.7	5.8	

由湿周法计算结果可知，各断面拐点对应的流量各不相同，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，确定湿周法计算的各断面所需的生态基流，反推到坝址处需下泄的生态基流为 12.8m³/s。

2）R2-CROSS 法

根据《水电工程生态流量计算规范》（NB/T 35091-2016）中 R2-Cross 方法计算生态流量。根据 R2-Cross 法生态流量判别标准以及鱼类生长所需的适宜生境指标，分析各典型断面河宽为 15.3m、平均水深为 0.15m、湿周率为 55%、流速为 0.45m/s 时对应的流量，考虑支流汇入，计算各断面满足判别标准条件下相应的坝址下泄流量。分析统计可知，坝址需下泄生态基流 14.3m³/s，占多年平均流量的 13%。

表 5.2-6　　典型断面 R2-Cross 法生态流量统计表

断面	流量（不同因素）				外包流量（m³/s）	相应坝址处下泄流量（m³/s）	推荐值（m³/s）
	河宽	平均水深	湿周率	流速			
ZL04	5.6	1.08	10.6	2.3	10.6	10.6	14.3
ZL05	5.2	1.68	6.6	3.2	6.6	6.6	
ZL06	14.4	1.40	11.8	8.1	14.4	14.2	
ZL07	6.2	1.65	9.1	2.8	9.1	8.7	
ZL18	15.1	2.10	10.9	3.5	15.1	14.2	
ZL19	11.5	1.12	10.1	7.3	11.5	10.6	
ZL20	12.8	1.80	11.4	1.2	12.8	11.7	
ZL21	5.4	1.45	9.4	2.7	9.4	8.3	
ZL22	12.3	2.08	12.5	3.6	12.5	11.4	
ZL39	10.2	1.54	9.1	3.1	10.2	6.7	
ZL40	13.3	1.12	17.8	1.7	17.8	14.3	
ZL41	15.4	1.04	15.6	2.1	15.6	12.1	
ZL42	6.4	1.82	10.5	4.5	10.5	7.0	

（3）生态水力学法计算水生生态需水量

《关于印发《水电水利建设项目生态用水、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 号文）明确说明生态水力学法的水力生境参数标准适用于大中型河流内的水生生物生态流量的计算；对中型河流，上述标准适当降低。玉曲河多年平均流量小于 150m³/s，属中型河流，枯水期河道水面宽度多小于 30m、过水断面面积多小于 30m²，因此，对

于扎拉水电站而言，采用生态水力学分析减水河段生态流量时，水力生境参数标准中的水面宽≥30m 和过水断面面积≥30㎡这两项参数不作为评价标准。

修订后的生态水力学法确定中型河流最小流量的水力生境参数标准见表 5.2-7。

表 5.2-7　　生态水力学法的水力生境参数标准

参数指标	最低标准参数值	累计河段长度的百分比	备注
最大水深	鱼类体长的 2～3 倍	95%	参考玉曲河扎拉坝址和怒江上游近年渔获物调查成果，确定鱼类平均体长在 300mm 以内
平均水深	≥0.3m	95%	
平均流速	≥0.3m/s	95%	
湿周率	≥50%	95%	
水面面积	≥70%		

1）工况设置

为较全面了解扎拉水电站下游减水河段的水力生境参数分布特点，以坝址多年平均流量的 5%为计算工况的最小流量，以多年平均流量的 20%为计算工况的最大流量，初步拟定多年平均流量的 5%、10%、12.5%、15%、17.5%、20%共 6 个模拟工况，计算分析各工况下减水河段内的水力生境参数及鱼类可利用栖息地数量。根据模拟工况的计算结果确定扎拉水电站生态基流量。具体的工况设置如表 5.2-8 所示。

表 5.2-8　　计算工况一览表

序号	流量（m^3/s）	工况说明
模拟工况 1	5.5	坝址下泄多年平均流量的 5%
模拟工况 2	11.0	坝址下泄多年平均流量的 10%
模拟工况 3	13.8	坝址下泄多年平均流量的 12.5%
模拟工况 4	16.5	坝址下泄多年平均流量的 15%
模拟工况 5	18.8	坝址下泄多年平均流量的 17.5%
模拟工况 6	22.0	坝址下泄多年平均流量的 20%

2）计算结果

运用MIKE11一维水动力模型计算出各代表断面在不同流量条件下的水力生境参数。各工况的计算结果如表5.2-9至表5.2-13。

表5.2-9　　不同流量时减水河段内最大水深分级变化情况表

最大水深分级（m）		0.6以下	0.6～0.8	0.8～1.2	1.2～3	3～5	5以上
5.5m³/s	对应的河道长度（m）	34144	18532	5617	911	0	0
	占总河道长百分比（%）	57.7	31.3	9.5	1.5	0.0	0.0
11.0m³/s	对应的河道长度（m）	5307	19900	27841	6156	0	0
	占总河道长百分比（%）	9.0	33.6	47.0	10.4	0.0	0.0
13.8m³/s	对应的河道长度（m）	1127	12876	35189	10012	0	0
	占总河道长百分比（%）	1.9	21.7	59.4	16.9	0.0	0.0
16.5m³/s	对应的河道长度（m）	0	9500	37342	12361	0	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	16.0	63.1	20.9	0.0	0.0
18.8m³/s	对应的河道长度（m）	0	6942	37360	14902	0	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	11.7	63.1	25.2	0.0	0.0
22.0m³/s	对应的河道长度（m）	0	3329	25765	30110	0	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	5.6	43.5	50.9	0.0	0.0

表5.2-10　　不同流量时减水河段内平均水深分级变化情况表

平均水深分级（m）		0.3以下	0.3～0.45	0.45～0.5	0.5～1	1～3	3以上
5.5m³/s	对应的河道长度（m）	10782	48422	0	0	0	0
	占总河道长百分比（%）	18.2	81.8	0	0	0	0
11.0m³/s	对应的河道长度（m）	0	42612	14058	2534	0	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	72.0	23.7	4.3	0.0	0.0
13.8m³/s	对应的河道长度（m）	0	29720	25060	4424	0	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	50.2	42.3	7.5	0.0	0.0
16.5m³/s	对应的河道长度（m）	0	6058	47586	5560	0	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	10.2	80.4	9.4	0.0	0.0
18.8m³/s	对应的河道长度（m）	0	0	34995	24209	0	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	0.0	59.1	40.9	0.0	0.0
22.0m³/s	对应的河道长度（m）	0	0	9587	49617	0	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	0.0	16.2	83.8	0.0	0.0

表 5.2-11　　不同流量时减水河段内平均流速分级变化情况表

平均流速分级（m/s）		0.3 以下	0.3～0.5	0.5～1	1～2	2～3	3 以上
5.5m³/s	对应的河道长度（m）	0	0	55678	3526	0	0
	占总河道长百分比（%）	0	0	94.0	6.0	0	0
11.0m³/s	对应的河道长度（m）	0	0	39347	19857	0	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	0.0	66.5	33.5	0.0	0.0
13.8m³/s	对应的河道长度（m）	0	0	14298	44906	0	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	0.0	24.2	75.8	0.0	0.0
16.5m³/s	对应的河道长度（m）	0	0	4275	54929	0	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	0.0	7.2	92.8	0.0	0.0
18.8m³/s	对应的河道长度（m）	0	0	2535	56669	0	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	0.0	4.3	95.7	0.0	0.0
22.0m³/s	对应的河道长度（m）	0	0	0	59204	0	0
	占总河道长百分比（%）	0	0	0	100	0	0

表 5.2-12　　不同流量时减水河段内湿周率分级变化情况表

湿周率分级（%）		50 以下	50～60	60～70	70～80	80～90	90 以上
5.5m³/s	对应的河道长度（m）	45874	9741	3588	0	0	0
	占总河道长百分比（%）	77.5	16.5	6.1	0	0	0
11.0m³/s	对应的河道长度（m）	24126	19151	9356	6571	0	0
	占总河道长百分比（%）	40.8	32.3	15.8	11.1	0.0	0.0
13.8m³/s	对应的河道长度（m）	2761	39685	7356	9402	0	0
	占总河道长百分比（%）	4.7	67.0	12.4	15.9	0.0	0.0
16.5m³/s	对应的河道长度（m）	0	36665	12226	7353	2961	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	61.9	20.7	12.4	5.0	0.0
18.8m³/s	对应的河道长度（m）	0	33312	15579	7353	2961	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	56.3	26.3	12.4	5.0	0.0
22.0m³/s	对应的河道长度（m）	0	24187	17296	9705	8016	0
	占总河道长百分比（%）	0.0	40.9	29.2	16.4	13.5	0.0

表 5.2-13　　不同流量时减水河段水面面积变化情况表

流量（m^3/s）	水面面积（m^2）	占枯水期多年平均流量（52.9m^3/s）下水面面积的百分比（%）
5.5	619865.88	58
11.0	731761.44	64
13.8	803990.32	68
16.5	901676.92	74
18.8	975681.92	79
22.0	1076920.76	86

经计算分析，各模拟工况的水力生境参数沿程变化情况见图 5.2-4～5.2-7。由图可以看出，由于断面形态不一，且坡降时陡时缓，沿程水力参数值变幅较大；河段总体能保持急流、缓流交替存在天然状态。断面平均流速均大于 0.58m/s；河段沿程平均水深均大于 0.27m。

3）结果分析

最大水深：从鱼类调查结果显示,以裂腹鱼个体较大,成鱼体长为 300～400mm。根据生态水力学法指标体系标准,河流最大水深达到鱼体长度的 2～3 倍时，可较好满足鱼类在水体中自由游动、藏身、觅食等生境要求。根据计算结果，当河流流量为 13.8m^3/s 时，有超过 98.1%的河段最大水深在 0.6m～3m 之间，可以基本满足鱼类生存对水深的要求。

平均水深：当河流流量为 11.0m^3/s 时，所有断面的平均水深均大于 0.3m；当河流流量为 13.8m^3/s 时，有 50.2%的河段平均水深大于 0.45m；当河流流量为 16.5m^3/s 时，有 80.4%的河段平均水深大于 0.45m。

平均流速：各工况下所有断面的平均流速均大于 0.5m/s，可以达到生态水力学法的要求。

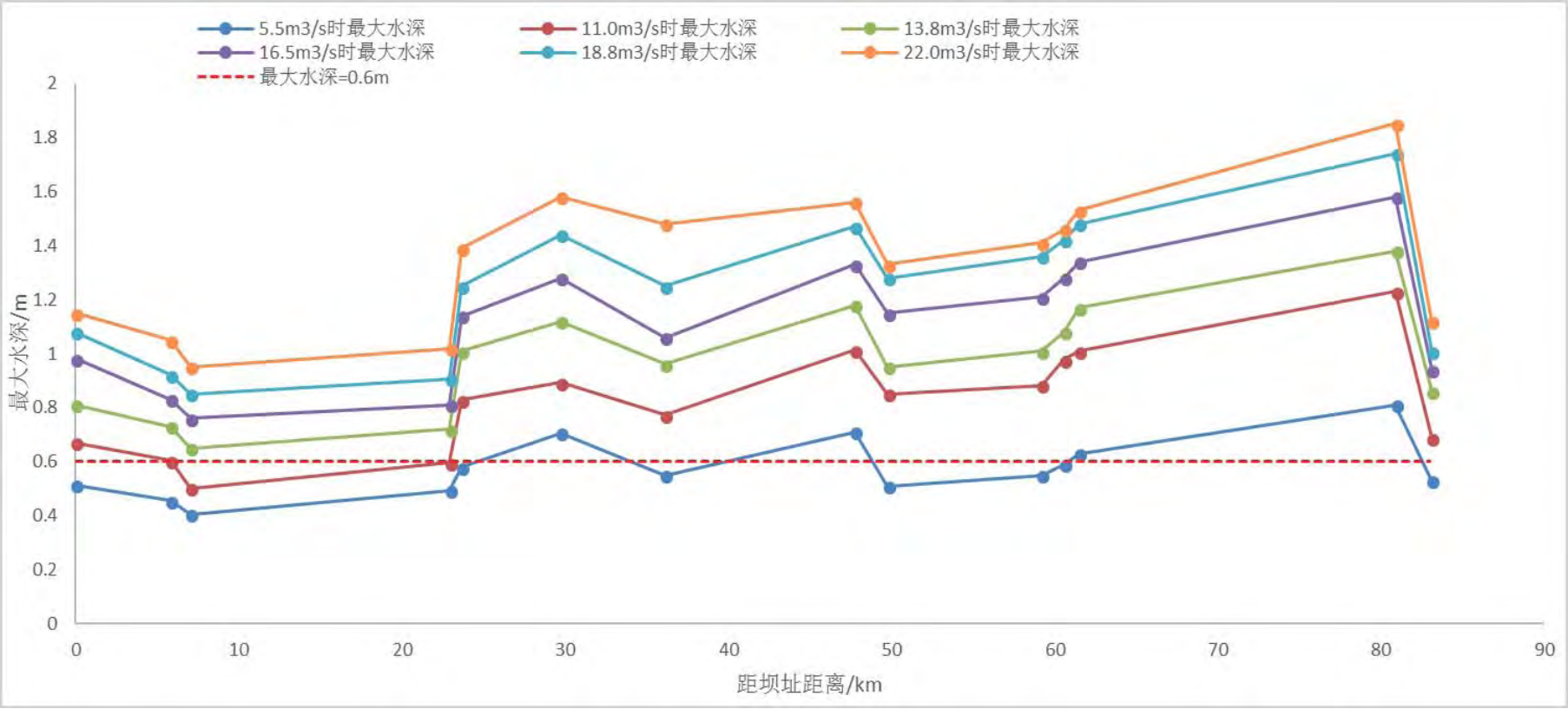


图 5.2-4　　扎拉水电站坝址下泄不同流量时最大水深沿程变化图

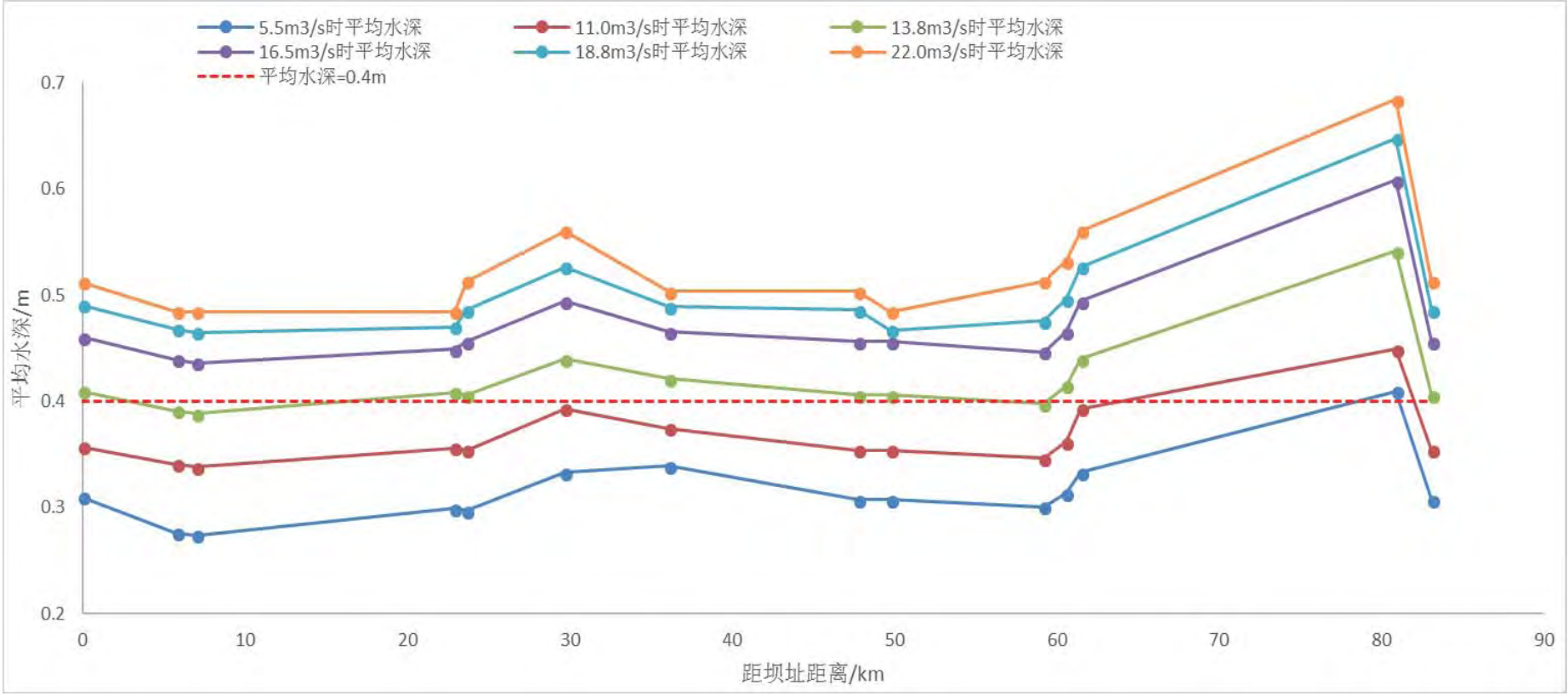


图 5.2-5　　扎拉水电站坝址下泄不同流量时平均水深沿程变化图

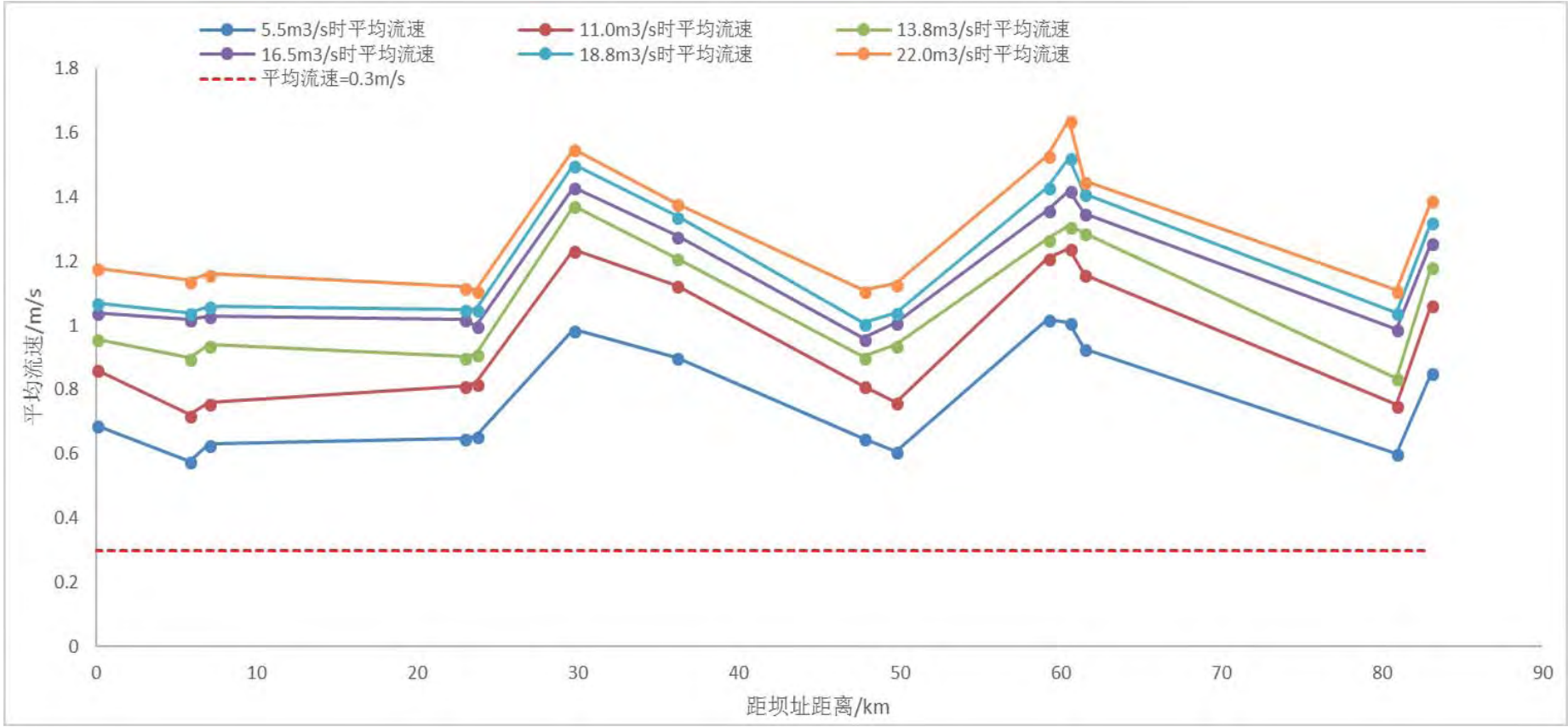


图 5.2-6　　扎拉水电站坝址下泄不同流量时平均流速沿程变化图

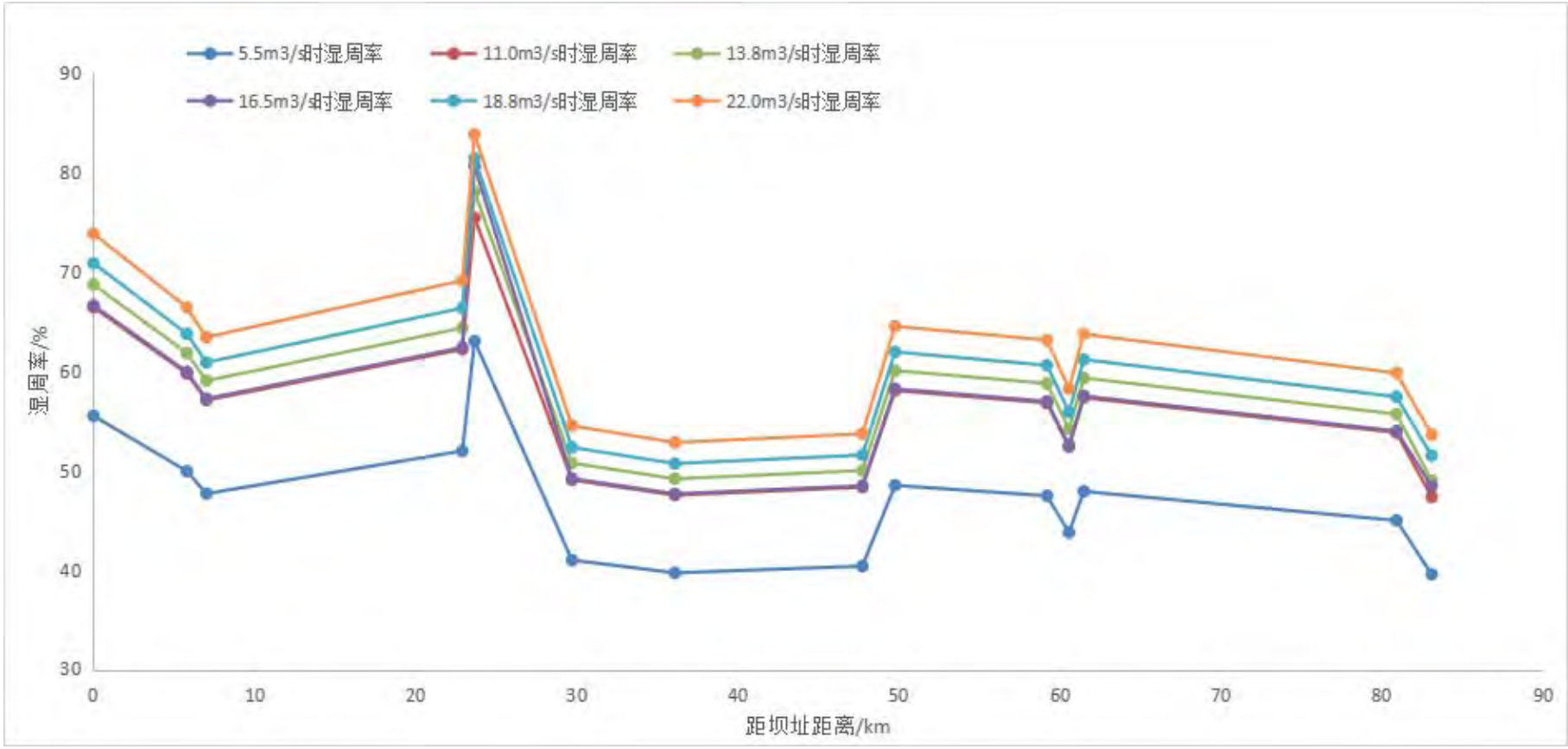


图 5.2-7　　扎拉水电站坝址下泄不同流量时湿周率沿程变化图

湿周率：当河流流量为 11.0m³/s 时，有 59.2%的河段湿周率大于 50%；当河流流量为 13.8m³/s 时，有 95.3%的河段湿周率大于 50%，可以达到生态水力学法的要求。

水面面积：当河流流量为 13.8m³/s 时，水面面积达到多年平均枯水期水面面积的 68%；当河流流量为 16.5m³/s 时，水面面积达到多年平均枯水期水面面积的 74%，可以达到生态水力学法的要求。

4）达标情况分析

根据生态水力学法要求，对各断面水力生境参数进行汇总分析，根据生态水力学法指标体系标准，对不同流量下减水河段水力生境参数的达标情况进行分析，见表 5.2-14。

表 5.2-14　　生境参数标准及不同流量时各参数达标情况分析表

标准			不同流量下各指标达标情况						备注
水力生境参数指标	指标标准	累计河段长占总河段长的百分比	5.5	11.0	13.8	16.5	18.8	22.0	各计算工况对应流量
最大水深	鱼类体长的2～3倍	95%	42.3	91	98.1	100	100	100	最大水深最低限值取 0.6m
平均水深	≥0.3m	95%	81.8	100	100	100	100	100	
平均流速	≥0.3m/s	95%	100	100	100	100	100	100	
湿周率	≥50%	95%	22.5	49.2	95.3	100	100	100	
水面面积	≥70%		58	64	68	74	79	86	不同流量情况下水面面积占枯水期多年平均流量情况下水面面积的百分比，通过进一步内插计算，当流量为 14.7 时，水面面积可达到 70%

根据对不同工况下减水河段水力生境参数的汇总分析，当河道流量为13.8m³/s 时，最大水深、平均水深、平均流速、湿周率等各水力生境参数均满足标准要求；但水面面积未能达到标准要求；当流量为 16.5m³/s 时，最大水深、平均水深、平均流速、湿周率、水面面积等各水力生境参数均满足标准要求。通过进一步的内插计算得到，当流量为 14.7m³/s(占坝址处多年平均流量的 13.4%时)各水力要素均能达到生态水力学法要求。因此以坝址处多年平均流量 13.4%(即 14.7m³/s) 作为生态水力学法所推荐的生态流量。

（4）维持鱼类适宜生境所需水量

根据国内相关单位对鮡科鱼类、裂腹鱼的调查研究成果，并参考《四川省大渡河干流硬梁包水电站工程环境影响报告书》中关于鮡科鱼类、裂腹鱼成鱼生存的水力参数限值，见表 5.2-15。

表 5.2-15　　可供鮡、裂腹鱼成鱼生存的水力参数限值

鱼类名称	平均水深的最小值（m）	最大水深的最小值（m）	平均流速的最小值（m/s）	水面宽度（m）	过水面积（m^2）
黄石爬鮡、青石爬鮡	0.23	0.44	0.14	7.8	2.01
齐口裂腹鱼	0.38	0.56	0.18	13.1	2.94
松潘裸鲤	0.28	0.5	0.08	10.3	2.91

备注：1、根据四川水产研究所、武汉水工程生态研究所多次调研，并征求相关专家意见。
2、根据岷江、杂古脑河减水河段和区间支流的野外观测数据。

基于以上，本次参考以往有关单位对鮡科鱼类、裂腹鱼类生存的水力参数限值需求的研究成果，并征求相关专家意见，分析确定满足玉曲河鱼类适宜生境最小需求的水力参数，见表 5.2-16。通过推算满足该条件时坝址处所需下泄的流量，将其作为满足鱼类适宜生境需求的最小推荐流量，即生态基流。计算成果见表 5.2-17~5.2-19。

表 5.2-16　　玉曲河鱼类适宜生境最小需求的水力参数限值

平均水深的最小值（m）	最大水深的最小值（m）	水面宽度（m）
0.4	0.6	14

表 5.2-17　　各断面平均水深达到 0.4m 时坝址处需下泄最小流量情况表

断面	各断面平均水深达到 0.4m 所需流量（m^3/s）	最大水深	流速	水面宽	相应坝址处需下泄最小流量（m^3/s）	比例
ZL04	13.8	0.71	0.79	18.4	13.8	12.55
ZL05	12.5	0.68	0.75	15.3	12.5	11.36
ZL06	10.6	0.72	0.85	11.8	10.4	9.48
ZL07	13.2	0.53	0.88	19.1	12.8	11.67
ZL18	12.7	0.58	0.81	9.9	11.8	10.71
ZL19	14.7	0.59	0.84	17.5	13.8	12.53
ZL20	14.3	0.86	0.68	16.2	13.2	11.97
ZL21	16.1	0.68	0.78	20.4	15.0	13.61
ZL39	13.6	0.62	0.81	15.4	10.1	9.17
ZL40	17.7	0.71	0.77	15.8	14.2	12.90
ZL41	11.6	0.77	0.69	9.4	8.1	7.35
ZL42	14.9	0.78	0.78	17.1	11.4	10.35
最大值					15.0	13.61

表 5.2-18　　各断面最大水深达到 0.6m 时坝址处需下泄最小流量情况表

断面	各断面最大水深达到 0.6m 所需流量（m^3/s）	平均水深	流速	水面宽	相应坝址处需下泄最小流量（m^3/s）	比例
ZL04	11.6	0.35	0.71	16.7	11.6	10.55
ZL05	10.8	0.34	0.67	14.4	10.8	9.82
ZL06	7.9	0.31	0.81	11.1	7.7	7.03
ZL07	14.7	0.46	0.93	19.9	14.3	13.04
ZL18	14.1	0.41	0.85	9.4	13.2	11.98
ZL19	15.3	0.41	0.85	17.7	14.4	13.07
ZL20	8.6	0.29	0.61	15.3	7.5	6.79
ZL21	13.5	0.34	0.72	19.2	12.4	11.25
ZL39	12.8	0.39	0.76	14.8	9.3	8.45
ZL40	15.8	0.35	0.74	15.1	12.3	11.17
ZL41	9.1	0.32	0.61	8.9	5.6	5.08
ZL42	11.4	0.31	0.7	16.2	7.9	7.17
最大值					14.4	13.07

当各断面平均水深达到0.4m时，水面宽大部分均大于14m，仅ZL06、ZL18、ZL41断面没达到，单独对其进行分析，计算断面水面宽达到14m时所需流量，如下所示。

表5.2-19　　各断面水面宽达到14m时坝址处需下泄最小流量情况表

断面	各断面水面宽达到14m所需流量（m^3/s）	最大水深	平均水深	平均流速	相应坝址处需下泄最小流量（m^3/s）	比例
ZL06	15.4	0.79	0.44	0.9	15.2	13.85
ZL18	16.8	0.64	0.43	0.9	15.9	14.44
ZL41	17.1	0.86	0.44	0.78	13.6	12.35
最大值					15.9	14.44

综上，根据断面平均水深达到0.4m；最大水深达到0.6m；水面宽达到14m的判别标准，统计得到各断面所需最小流量，考虑支流汇入，计算各断面满足水深标准条件下的对应坝址断面需下泄的最小流量。综合分析可知，坝址需下泄生态基流15.9m^3/s。

5.2.2.4　鱼类主要生长繁殖期生态流量分析

鱼类产卵及生长期生态流量的计算通常选用生境分析法。研究表明，由美国鱼类和生物服务调查中心（US Fish and WildlifeService）开发的河道内流量增加方法IFIM（Instream Flow IncrementalMethodology）是当前最为有效的生境分析法。IFIM方法考虑了对象物种对栖息地流速、水位和底质的喜好性，较传统的水文分析法或水力学方法更能反映生物的特性与需求，因此被接受程度较高，目前该方法在世界各国，如美国、法国、德国、日本和英国等，得到了广泛的应用。

1）IFIM方法及PHABSIM模型简介

IFIM方法是一个理论体系框架，它基于两点假设，一是任何一条河流都具有一定的承载野生动物生存和繁衍的功能；二是该功能的大小取

决于河流的物理和化学条件。通常 IFIM 方法选择鱼类作为指标物种，一方面是由于鱼类处于水生生物群落食物链的最顶层，对其它水生生物类群的存在和分布有着重要影响，同时它对环境的变化也最为敏感；另一方面，鱼类与人类间的关系十分密切。目前该方法的运用主要包括：通过模拟不同流量下物种的可利用栖息地面积，从而量化流量和栖息地之间的关系，为确定鱼类生存所需要的水生生态需水量提供依据；通过建立流量与可利用栖息地的质量、数量之间的关系，评价流量变化对鱼类栖息地可能造成的影响。

在 IFIM 法中,栖息地适宜性的数据主要来自于微生境模拟和大生境模拟。其中微生境模拟模型以物理栖息地模拟模型 PHABSIM 为主，模型主要由两部分构成，即水力学模型和栖息地模型。水力学模型的主要功能在于计算不同流量下断面各分区的流速、水位分布；根据水力学模型计算的不同流量各断面流速与水位分布，再通过栖息地模型中对象物种的栖息地适应度曲线（Hab1tat Suitability Curve），计算出断面各分区的流速及水位的栖息地适应度指数（Hab1tat Suitability Index），适应度指数与水域平面面积相乘可求得研究河段对象物种的权重可使用栖息地面积（Weighted Usable Area，简称 WUA）。模型主要包括确定目标物种、适宜性曲线、鱼类有效栖息地模拟几个过程。具体模拟过程如下：

a.确定目标物种及其生命

对于研究河段中目标物种的确定可参照以下两点：①选择对栖息地变化最为敏感的代表性物种，它能反映出栖息地中其它物种的变化特征；②选择能够反映对流量变化最敏感的主要物种。可以通过调查研究文献及分析实验数据的方法确定研究目标物种。

b.确定研究河段

研究河段的确定可参考：①选择对河道内流量较为敏感的河段；②选择生物物种繁殖、生长及活动的河段。

c.覆盖物和基质的采集

基质由植被、有机质残骸及组成河床的材料组成。不同河流的基质组成一般不相同。覆盖物（cover）主要有四种类型：高架覆盖物、物体覆盖物、深度覆盖物和紊动覆盖物。研究时，需要对研究河段的基质、覆盖物进行采集和统计。

d.适宜性指标

栖息地适宜性标准是将目标鱼种的数量与其生活的栖息地微生境因子（水深、流速等）相关联，并用0～1之间的数值反映各影响因子对目标鱼种的影响，1表示栖息地中各微生境因子均为最适宜目标鱼种生存；0表示最不适宜目标鱼种生存。

e.水力模拟

目前水力模拟的方法有多种，也出现了多种模拟模型，主要针对栖息地的水位和流速等微生境水力学因子进行模拟。

① 推估水位

对于由流量推估水位的计算,PHABSIM的水力学模型提供3种推估水位的方法，其分别使用PHABSIM模型中的IFG4、MANSQ、WSP程式，用横切断面去预测水位。

IFG4法：利用某一断面历时水文资料，推求回归方程式的参数a与b后，便可计算河段断面任一流量的水位，其通式可表示如下：

$$D = aQ^b \tag{5.8}$$

MANSQ 法：利用渠道某一断面的流量与水位资料，推求断面的糙度系数（曼宁 n 值），其公式为均匀流方程式：

$$Q = A\frac{1}{n}R^{2/3}S_0^{1/2} = \frac{1}{n}f(D)A \tag{5.9}$$

WSP 法：利用缓变流水面线方程式，并以标准步推法由下游给定一已知水位，逐一计算上游各断面的水位。

② 推估流速

对于流速的推估，PHABSIM 提供了下列 3 种方法：已知速度检定法、速度回归检定法、水位检定法。当各断面有一组流速值，可使用已知速度检定法来推估流速；当有 2 组或 2 组以上的流速值时，可使用速度回归检定法来推估流速；若完全没有流速资料时就必须使用水位检定法，该法针对每一个计算单元，以曼宁公式为基础，输入曼宁系数，求出每一个计算单元的流速，所依据的公式如下式所示：

$$V = \frac{1}{n}f(D) \tag{5.10}$$

式中 $f(D)$ 函数会随着断面形状及底床特性而改变。

d.栖息地模拟

栖息地模拟基于以下三点假定：①栖息地适宜性与流量存在一定相关关系；②水位、流速等河流微生境因子的变化是影响物种分布和数量的主要因素；③河床地形在模拟的过程中始终保持不变。

栖息地模拟首先根据目标鱼类对于各微生境因子的适宜性曲线得到每个单元各影响因子适宜性值，然后将其组合得到每个单元的组合适宜性值，最后计算研究河段的加权可利用面积 WUA（Weighted Usable Area）。其中 WUA 的计算方法如下：

$$WUA=\sum_{i=1}^{n}CSF\left(V_i,C_i,D_i\right)\times A_i \tag{5.11}$$

式中，*WUA* 是研究河段加权可利用面积；$CSF(V_i,C_i,D_i)$是每个单元的组合适宜性值。其中：*i* 是划分的单元个数；*D* 是水位适宜指数、*V* 是流速适宜指数、*C* 是河道适宜指数（包括基质和覆盖物）；A_i 是每个单元的水平面积。栖息地组合适宜性值的确定公式有以下 3 种：

乘积法：$$CSF=V_i\times D_i\times C_i \tag{5.12}$$

几何平均法：$$CSF=(V_i\times D_i\times C_i)^{1/3} \tag{5.13}$$

最小值法：$$CSF=MIN(V_i\times D_i\times C_i) \tag{5.14}$$

公式 5.12 将三个影响因子的适宜指数相乘，体现了各影响因子的综合作用结果；公式 5.13 考虑当某一影响因子较为不利时，组成栖息地影响因子之间的补偿影响；公式 5.14 将最不适于鱼种生存的影响因子适宜性指数值作为组合适宜指数值。本研究采用公式 5.12 作为确定栖息地的组合适宜性值。最后根据计算得到的流速、水位及其对应的生境适宜性指数，得出流量与生境可利用面积之间的模拟曲线，以生境可利用面积最大值对应的流量作为河道内目标鱼类的水生生态需水量。

2）目标鱼类

综合以往研究资料，并根据相关文献资料记载，玉曲河调查区域内的怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、贡山鮡为怒江特有鱼种，占调查河段鱼类总数 15 种的 20%。其中鮡科鱼类的主要产卵及生长区位于扎拉水电站坝址下游至玉曲河河口处，该河段也是部分裂腹鱼的生长河段。所以该河段是分析坝址对下游生态流量影响的核心区域，因此，经综合考虑选择贡山鮡及裂腹鱼作为目标鱼类。



图 5.2-8　　贡山鮡



图 5.2-9　　裂腹鱼

3）研究河段

经调查研究发现扎拉水电站坝址下游至玉曲河河口处共有三处鮡科鱼类的产卵场，其中包括坝址下游、厂址处及玉曲河河口处，该河段也是裂腹鱼的生长区间，同时河段内也存在贡山鮡及裂腹鱼的越冬场。扎拉水电站运行后，下游河道流量减少，水位降低，对鱼类的产卵及生长可能造成一定影响。该河段一些较大个体的鱼类会顺水而下进入下游或怒江干流水量较大的河段，而一些小型个体可能会滞留在该河段。水量减少也导致减水河段水文情势发生改变，原本栖息于流水深潭的鮡科鱼类，其生境条件可能会发生变化。因此，选择坝址～厂址之间形成的 59.2km 的减水河段及厂址～玉曲河河口处的河段作为研究河段，并在整个减水河段及厂址～玉曲河河口全河段设置研究断面。

4）生境适宜性指标

贡山鮡的产卵期一般从 5 月开始，并于 6-7 月达到繁殖盛期。由于国内目前关于贡山鮡生境条件的研究较少，本报告通过参考目前国内相关鮡

科鱼类的生态习性、繁殖习性等方面的研究进行确定，经研究发现贡山鮡与青石爬鮡生境较相近，故以青石爬鮡作为贡山鮡的类比，并咨询相关专家，最终确定贡山鮡繁殖期所需的适宜水深为 0～3m，其中最适宜水深：0.45～1m；流速范围为 0.45～3m/s，其中最适宜流速为 1～1.75m/s。

玉曲河分布的四种裂腹鱼类怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、裸腹叶须鱼、温泉裸裂尻鱼，一般每年的 4 月开始产卵，5～6 月进入繁殖旺期，其中怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼与重口裂腹鱼为同一属，体型、生态习性等十分相似，裸腹叶须鱼、温泉裸裂尻鱼与重口裂腹鱼为同一亚科，体型、生态习性相似，其中温泉裸裂尻鱼个体相对较小，适宜的流速、水深可能也相对较小。因此，参照国内其他单位对裂腹鱼生态习性、繁殖习性研究，并咨询相关专家，确定玉曲河裂腹鱼类的适宜水深为 0～2.5m，其中最适水深为 0.5-1.5m，流速范围为 0.45～3.5m/s，其中最适流速为 1-2m/s。确定研究河段目标鱼类在产卵繁殖季节对水位及流速的适宜性指数见表 5.2-20。

表 5.2-20　　贡山鮡/裂腹鱼生境适宜性指数表

目标鱼种	产卵月份	栖息地及产卵场特征	水深范围（m）	适配度	流速范围（m/s）	适配度
贡山鮡	一般从 5 月开始，并于 6~7 月达到繁殖旺盛期	分布于干、支流的峡谷、窄谷及水流较为湍急的河段，底质为巨石，形成局部的回水	0	0	0.45	0
			0.45~1	1	1~1.75	1
			≥3	0	≥3	0
裂腹鱼	一般从 4 月开始，并于 5~6 月进入繁殖旺盛期	河道中的江心滩、卵石滩、分汊河道的洄水湾及支流汇口等	0	0	0.45	0
			0.5~1.5	1	1~2	1
			≥2.5	0	≥3.5	0

5）模拟工况

考虑到坝址下游支流的汇入，各产卵区年均流量不同（见表 5.2-4），选取各产卵区多年平均流量的 5%、7.5%、10%、12.5%、15%、18%、28%、30%、50%等 20 个工况作为模拟工况。由于生长繁殖期所需流量集中在多年平均

流量的 10%～35%之间，所以对其进行加密模拟。

6）边界条件

上边界采用坝址断面实测的水位流量关系，河道糙率通过模型进行率定。

7）模拟结果

以坝址～厂址之间的 59.2km 的减水河段及厂址～玉曲河河口处的干流河段为研究对象，结合贡山鮡及裂腹鱼的繁殖及生长需求，设置 20 个模拟工况，分别模拟计算各个工况不同断面对应的栖息地面积，得到了不同断面不同流量条件下的有效栖息地面积。

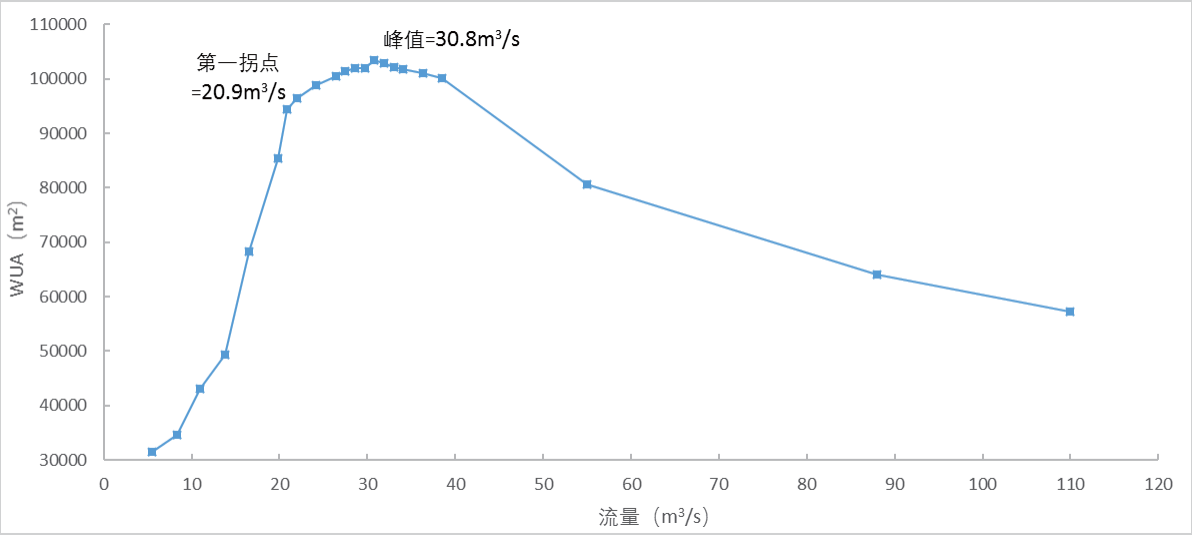
使用水位-流量方法（STGQ）模拟研究区域河段的水位，采用水深检定法推估各断面流速，选用生境应用模型（HABTAE）将水文模型（WSL、Velocity）计算得到的各单元水深及流速与生境适配曲线上所描述的水深、流速适配度结合起来，将各单元适宜度与单元面积相乘求得不同工况下的指示物种的 WUA 值，并最终得到栖息地加权可利用面积（WUA）-流量关系曲线，计算结果详见表 5.2-21 及图 5.2-10。

表 5.2-21　　贡山鮡/裂腹鱼 PHABSIM 生境模拟结果

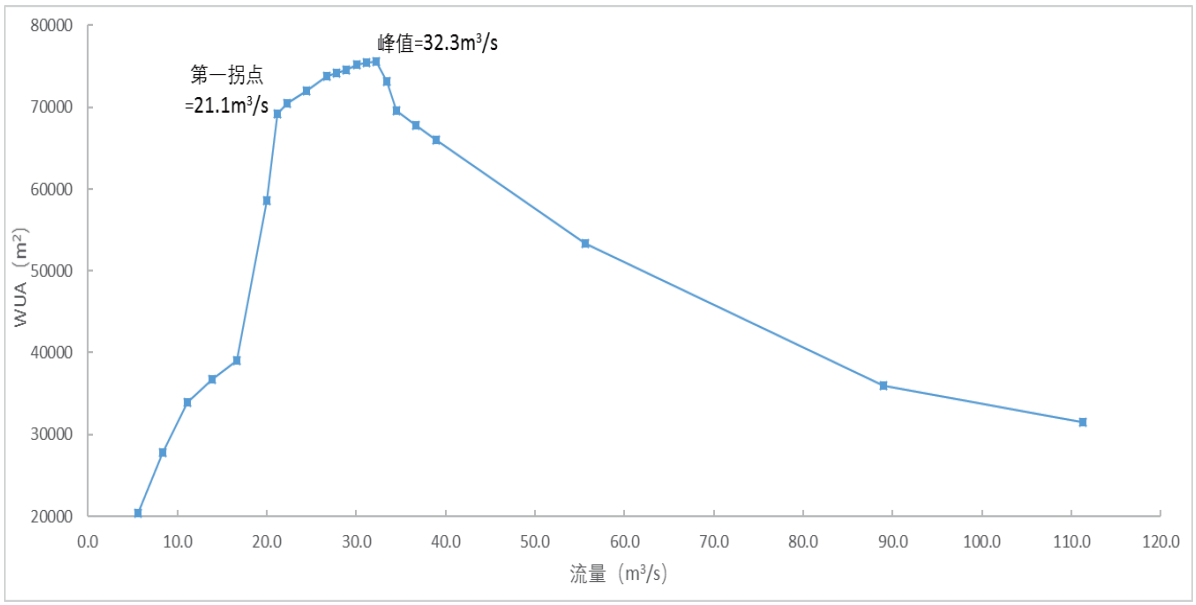
模拟工况	流量	ZL04~ZL07	流量	ZL18~ZL21	流量	ZL39~ZL42
	(m^3/s)	WUA (m^2)	(m^3/s)	WUA (m^2)	(m^3/s)	WUA (m^2)
5%	5.5	31468	5.6	20438	5.7	22547
7.5%	8.3	34537	8.4	27753	8.5	29737
10%	11	43021	11.1	33891	11.4	35570
12.5%	13.8	49386	13.9	36718	14.1	38462
15%	16.5	68311	16.7	39075	17.0	44839
18%	19.8	85441	20.0	58644	20.4	48309
19%	20.9	94449	21.1	69185	21.6	51584
20%	22	96455	22.3	70502	22.7	52107

续表 5.2-21　　贡山鮡/裂腹鱼 PHABSIM 生境模拟结果

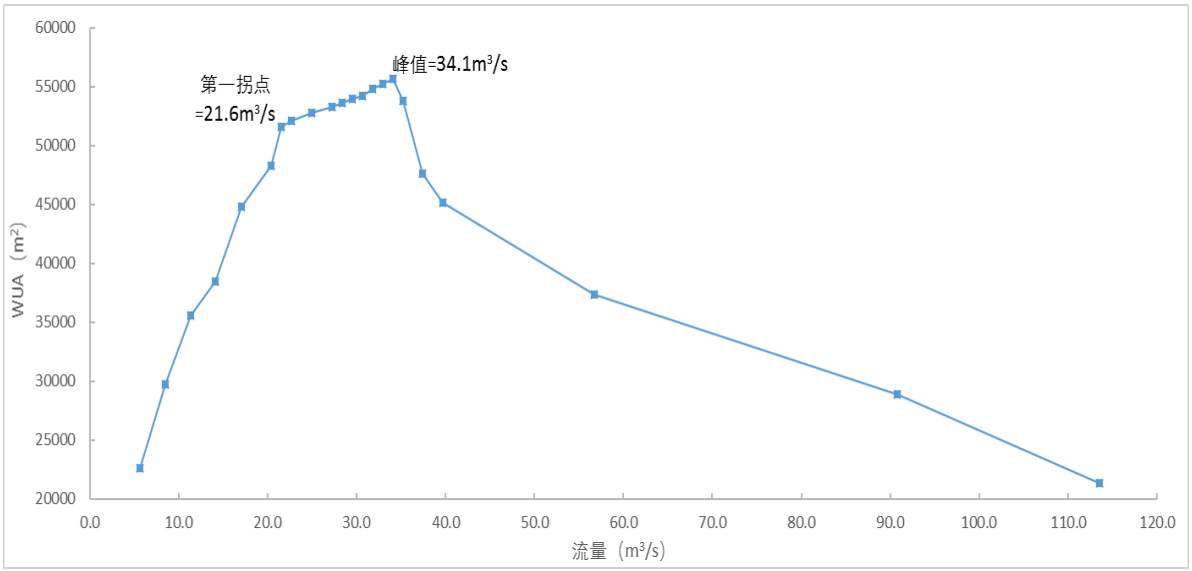
模拟工况	流量	ZL04~ZL07	流量	ZL18~ZL21	流量	ZL39~ZL42
	(m^3/s)	WUA (m^2)	(m^3/s)	WUA (m^2)	(m^3/s)	WUA (m^2)
22%	24.2	98788	24.5	71977	25.0	52730
24%	26.4	100430	26.7	73734	27.2	53246
25%	27.5	101329	27.8	74179	28.4	53641
26%	28.6	101898	28.9	74600	29.5	53964
27%	29.7	102047	30.1	75196	30.6	54184
28%	30.8	103419	31.2	75456	31.8	54795
29%	31.9	102884	32.3	75625	32.9	55207
30%	33	102139	33.4	73190	34.1	55606
31%	34.1	101858	34.5	69576	35.2	53789
33%	36.3	101130	36.7	67849	37.5	47633
35%	38.5	100191	39.0	65994	39.7	45136
50%	55	80595	55.7	53325	56.8	37310
80%	88	63969	89.0	35908	90.8	28821
100%	110	57262	111.3	31497	113.5	21345



（a） ZL04~ZL07（贡山鮡产卵场）



（b） ZI18~ZL21（裂腹鱼产卵场）



（c） ZI39~ZL42（裂腹鱼产卵场）

图 5.2-10　　各断面流量与贡山鮡/裂腹鱼可利用栖息地面积关系图

表 5.2-22　　贡山鮡/裂腹鱼 PHABSIM 生境模拟估算结果

断面	最小适宜生态流量(m^3/s)	坝址处需下泄流量(m^3/s)	外包值(m^3/s)	适宜生态流量(m^3/s)	坝址处需下泄流量(m^3/s)	外包值(m^3/s)
ZL04~ZL07	20.9	20.9	20.9	30.8	30.8	31.4
ZL18~ZL21	21.1	20.2		32.3	31.4	
ZL39~ZL42	21.6	18.1		34.1	30.6	

由表 5.2-21 及图 5.2-10 可以看出，各断面不同流量下贡山鮡及裂腹鱼可利用栖息地面积各不相同，但均呈先增加后减小的变化趋势。通过判断各断面可利用栖息地面积所对应的流量来确定断面的生态流量，可利用栖息地面积越大，证明更适合鱼类生存。通过流量与可利用栖息地面积曲线，将曲线第一拐点处流量及峰值处流量分别当作鱼类生长繁殖所需的最小适宜生态流量及适宜生态流量。其中曲线上第一拐点处的流量对应鱼类的繁殖初期及一般生长期所需的流量，峰值处的流量对应鱼类的繁殖旺期及生长旺期所需的流量。可知，为满足减水河段贡山鮡及裂腹鱼的生长及繁殖需求，将各断面贡山鮡或裂腹鱼生长及繁殖所需的生态流量反推到坝址处，扎拉坝址 4 月和 9 月需下泄的生态流量为 20.9 m^3/s、5-8 月需下泄的生态流量为 31.4 m^3/s。

5.2.3.5　研究河段生态流量综合分析

经过调查，坝址以下河道外用水基本可以忽略。河道内生态用水主要考虑鱼类生境用水需求。结合研究河段保护目标的需求及贡山鮡及裂腹鱼的产卵及生长范围，选取贡山鮡产卵区的 ZL04、ZL05 断面、ZL06 断面（支流 1 汇入）、ZL07 断面（支流 1～2 汇入）；裂腹鱼产卵区的 ZL18（支流 1～5 汇入）、ZL19（支流 1～5 汇入）、ZL20 断面（支流 1～6 汇入）、ZL21 断面（支流 1～6 汇入）、ZL39 断面、ZL40 断面、ZL41 断面、ZL42 断面（支流 1～10 汇入）作为研究结果分析断面，用于综合分析坝址～厂址减水河段河道的生态流量，综合分析得到的各断面生态流量结果汇总见表 5.2-23。

表 5.2-23　　扎拉水电站坝址下游各断面生态流量需求统计表

断面			ZL04	ZL05	ZL06	ZL07	ZL18	ZL19	ZL20	ZL21	ZL39	ZL40	ZL41	ZL42	反推坝址断面需下泄流量（m^3/s）
多年平均流量（m^3/s）			110.0	110.0	110.2	110.4	110.9	110.9	111.1	111.1	113.5	113.5	113.5	113.5	
鱼类非产卵繁殖期（10-3月）生态流量（m^3/s）	规程规范推荐的方法	Tennant 法	11.0	11.0	11.0	11.0	11.1	11.1	11.1	11.1	11.4	11.4	11.4	11.4	11
		湿周法	11.8	8.9	13.0	10.6	11.6	13.3	11.4	11.7	10.9	12.8	12.1	9.3	12.8
		R2-CROSS 法	10.6	6.6	14.2	8.7	14.2	10.6	11.7	8.3	6.7	14.3	12.1	7.0	15.4
		生态水力学法													14.7
	适宜生境方法	平均水深达 0.4m	13.8	12.5	10.4	12.8	11.8	13.8	13.2	15.0	10.1	14.2	8.1	11.4	15.9
	适宜生境方法	最大水深达 0.6m	11.6	10.8	7.7	14.3	13.2	14.4	7.5	12.4	9.3	12.3	5.6	7.9	
	适宜生境方法	水面宽达 14m			15.2		15.9						13.6		
鱼类生长繁殖期生态流量（m^3/s）	5 月至 8 月（鱼类生长及繁殖旺盛期）		30.8				32.3				34.3				31.4
	4 月和 9 月（鱼类一般生长繁殖期）		20.9				21.1				21.6				20.9

根据规程规范推荐的水文学 Tennant 法和水力学湿周法、R2-CROSS 法、生态水力学法的计算结果，鱼类非产卵繁殖期扎拉坝址处需下泄的生态基流可取四种计算方法的外包值，即 14.7m³/s（占坝址处多年平均流量的 13.4%）。此外，根据专家提出的研究满足生境适宜的生态下泄流量，通过计算各典型断面达到鱼类生长及繁殖所需的适宜水力要素（平均水深 0.4m；最大水深 0.6m；水面宽 14m）时的流量，推求得到扎拉坝址处需下泄的生态基流，即 15.9m³/s（占坝址处多年平均流量的 14.5%）。经综合分析确定，本报告推荐 10-3 月坝址处需下泄的生态基流为 15.9m³/s。

根据生境分析法计算结果，分析得到鱼类生长繁殖旺盛期（5～8 月）坝址处需下泄的生态流量为 31.4m³/s，鱼类一般生长繁殖期（4 月和 9 月）坝址处需下泄的生态流量为 20.9m³/s。考虑玉曲河干流水电规划环评审查意见要求和 Tennant 法关于保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流状况需求，综合考虑各种方法的计算、模拟结果后推荐：鱼类生长繁殖旺盛期（5～8 月）、鱼类一般生长繁殖期（4 月和 9 月）坝址处需下泄的生态流量分别为 33m³/s 和 22m³/s。

表 5.2-24　　扎拉水电站坝址下泄生态流量统计表

时期		各种方法计算值	推荐的坝址下泄基流
鱼类非产卵繁殖期(10-3 月)生态流量（m³/s）	规程规范推荐方法	14.7	15.9
	适宜生境方法（平均水深0.4m、最大水深0.6、水面宽14m）	15.9	
鱼类生长繁殖期生态流量（m³/s）	5 月至 8 月（鱼类生长及繁殖旺盛期）	31.4	33
	4 月、9 月（鱼类一般生长繁殖期）	20.9	22

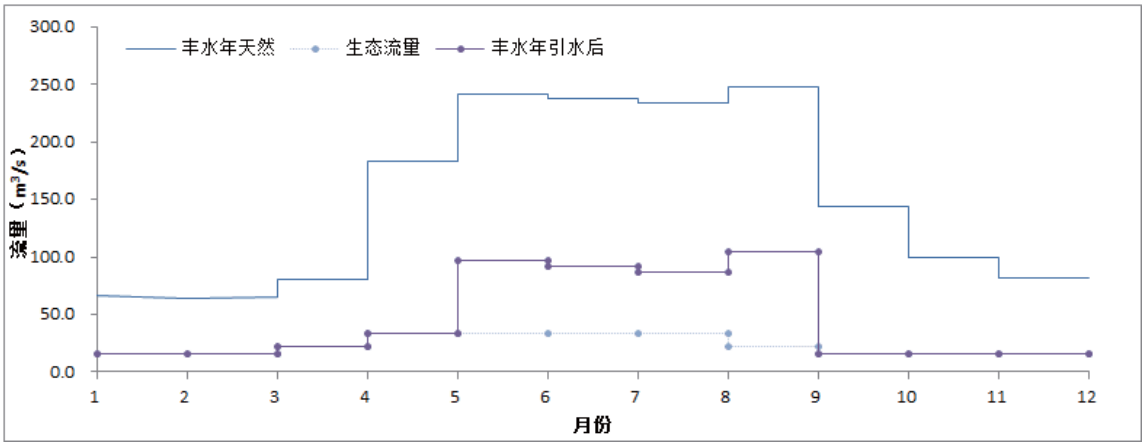
5.2.3 河道生态流量满足程度分析

根据扎拉水电站坝址不同水文年（丰水年、平水年、枯水年及多年平均）引水后的流量（以10-3月、5-8月、4月和9月下泄基流为15.9 m^3/s、33.0 m^3/s、22.0 m^3/s为代表分析，下同），评价坝址处各月生态流量保障率状况。结果如表5.2-25、图5.2-12所示。

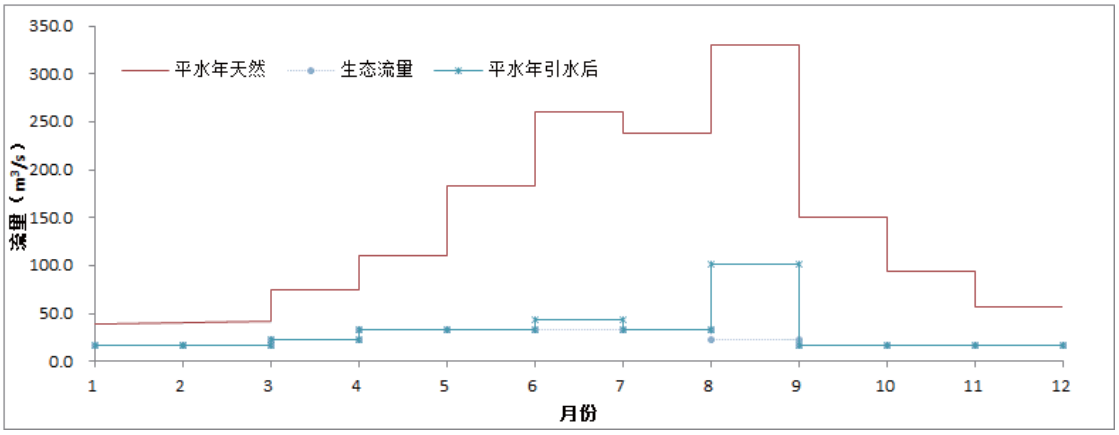
表5.2-25 坝址下游断面各月生态流量保障程度分析

月份	引水后流量+区间汇流（m^3/s）			生态流量（m^3/s）	引水后的生态流量保证率		
	丰水年	平水年	枯水年		丰水年	平水年	枯水年
5	33	33	33	33.0	100%	100%	100%
6	96.4	33	33	33.0	100%	100%	100%
7	91.4	43.4	33	33.0	100%	100%	100%
8	86.4	33	33	33.0	100%	100%	100%
9	104.4	101.4	22	22.0	100%	100%	100%
10	15.9	15.9	15.9	15.9	100%	100%	100%
11	15.9	15.9	15.9	15.9	100%	100%	100%
12	15.9	15.9	15.9	15.9	100%	100%	100%
1	15.9	15.9	15.9	15.9	100%	100%	100%
2	15.9	15.9	15.9	15.9	100%	100%	100%
3	15.9	15.9	15.9	15.9	100%	100%	100%
4	22	22	22	22.00	100%	100%	100%

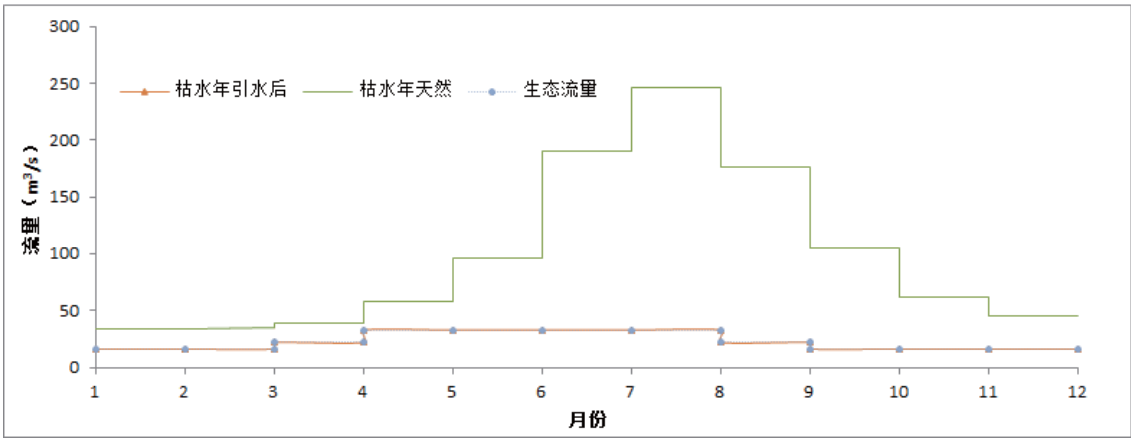
按照优先保证下泄生态流量的运行调度原则，扎拉水电站引水发电后，各典型年坝址至厂址区间减水河段河道流量可以满足河道生态流量要求；厂址以下河段河道流量不减少，厂址以下河段河道流量可以得到保障。



（a）丰水年



（b）平水年



（c）枯水年

图 5.2-11　扎拉坝址处生态需水量与各典型年下泄流量关系图

经分析，天然情况下，扎拉水电站工程实施后，1 月～3 月坝下减水河段流量占当月平均流量的 36%～38%，4 月～9 月坝下减水河段流量占当月平均流量的 24%～44%，10 月～12 月坝下减水河段流量占当月平均流量的 18%～30%；1 月～3 月厂址处流量占当月平均流量的 35%～38%，4 月～9 月厂址处流量占当月平均流量的 21%～41%，10 月～12 月厂址处流量占当月平均流量的 15%～28%。

考虑上游梯级水库（中波水库）调节情况下，与天然情况相比，坝下各月流量均有一定程度的减少；与扎拉水电站单独运行时相比，枯水期坝下减水河段各月流量没有变化，丰水期流量有所减少。见表 5.2-26 和表 5.2-27。

表 5.2-26　　工程实施后坝下减水河段流量占比情况一览表

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
坝址处天然流量（m^3/s）		45.1	43.9	46.5	53.1	82.5	190	228	214	178	109	70.8	57.9
天然情况下	工程实施后坝下流量（m^3/s）	15.9	15.9	15.9	22	33	52.6	70.4	60.9	37.2	15.9	15.9	15.9
	占坝址处多年平均流量的比例（%）	14%	14%	14%	20%	30%	48%	64%	55%	34%	14%	14%	14%
	占各月平均流量的比例（%）	35%	36%	34%	41%	40%	28%	31%	28%	21%	15%	22%	27%
考虑上游梯级水库调节后	工程实施后坝下流量（m^3/s）	15.9	15.9	15.9	22	33	48.3	48.2	47.6	47.5	15.9	15.9	15.9
	占坝址处多年平均流量的比例（%）	14%	14%	14%	20%	30%	44%	44%	43%	43%	14%	14%	14%
	占各月平均流量的比例（%）	37%	38%	35%	41%	40%	25%	21%	22%	27%	15%	23%	28%

表 5.2-26　　工程实施后厂址处流量占比情况一览表

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
厂址处天然流量（m^3/s）	46.7	45.5	48.2	55.1	85.4	194.5	236	221.9	185.8	113.1	73.6	59.9
工程实施后厂址处流量（m^3/s）	17.5	17.5	17.6	24.0	35.9	57.1	78.4	68.8	45.0	20.0	18.7	17.9
占厂址处多年平均流量的比例（%）	15%	15%	15%	21%	32%	50%	69%	60%	40%	18%	16%	16%
占各月平均流量的比例 （%）	37%	38%	36%	44%	42%	29%	33%	31%	24%	18%	25%	30%

扎拉水电站按照优先保障下泄生态基流的运行调度原则，4～6 月引水发电后坝下减水河段流量占坝下当月流量的 29～44%。工程实施后，坝下生态流量下泄最终需要结合下泄流量的实时监测、下游生态需求和水库实际运行调度，以同时实现河流开发和保护。

扎拉水电站引水发电后，各典型年坝址至厂址区间减水河段河道流量逐日过程分析见图 5.2-12～5.2-14。

5.2.4 合理性分析

5.2.4.1 模型简介

RIVER-2D 是一个二维的水深平均有限元模型，它主要是基于一个非恒定的瞬时模型，同时也可以用于恒定流加速收敛的状况。鱼类栖息地的计算模块则是基于 PHABSIM 中权重有效面积的方法，适应于不规则几何区域三角形网格的应用。

（1）水动力学模型

RIVER-2D 的水动力模型是基于二维平均水深的圣维南方程。这三个方程分别代表了水体的质量守恒方程和两个方向的动量守恒方程。

质量守恒方程：

$$\frac{\partial H}{\partial t}+\frac{\partial q_x}{\partial x}+\frac{\partial q_y}{\partial y}=0$$

X 方向的动量守恒方程：

$$\frac{\partial q_x}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(Uq_x\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(Vq_y\right)+\frac{g}{2}\frac{\partial}{\partial x}H^2=gH\left(S_{ox}-S_{fx}\right)+\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial}{\partial x}\left(H\tau_{xx}\right)\right)+\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial}{\partial y}\left(H\tau_{xy}\right)\right)$$

Y 方向的动量守恒方程：

$$\frac{\partial q_y}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(Uq_y\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(Vq_y\right)+\frac{g}{2}\frac{\partial}{\partial y}H^2=gH\left(S_{oy}-S_{fy}\right)+\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial}{\partial x}\left(H\tau_{yx}\right)\right)+\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial}{\partial y}\left(H\tau_{yy}\right)\right)$$

H-水深

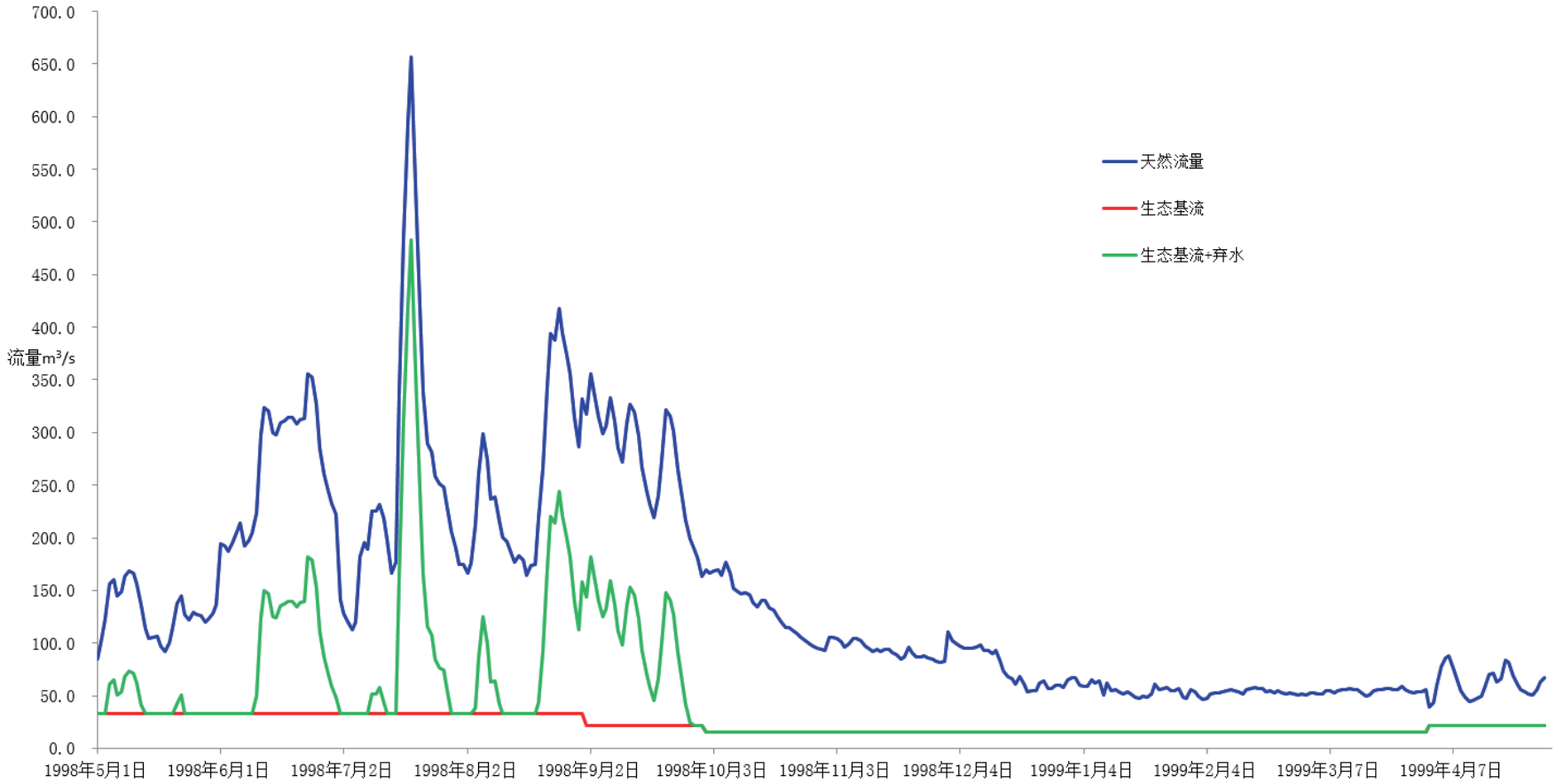


图 5.2-12　　丰水年逐日生态流量满足程度过程分析

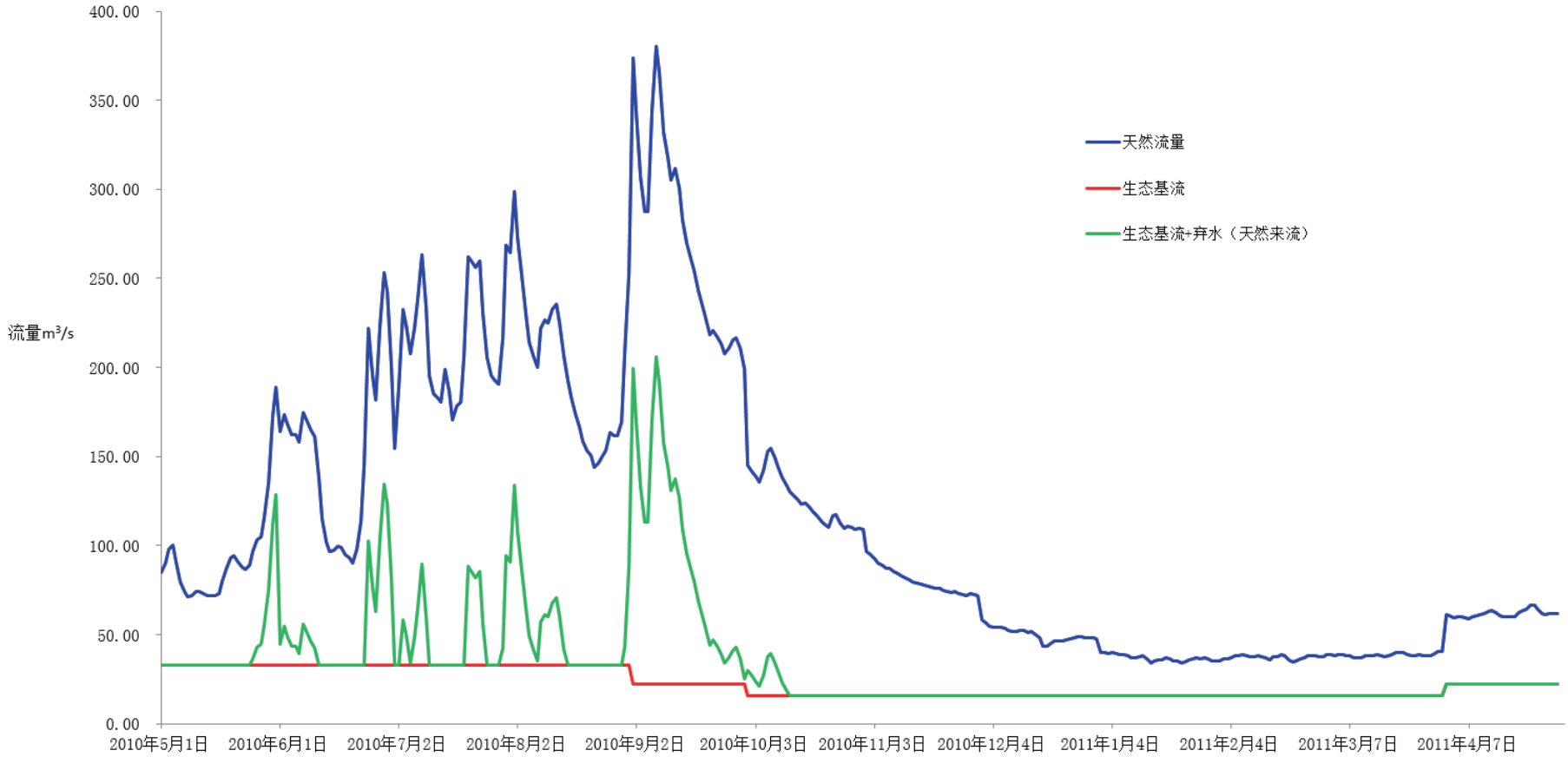
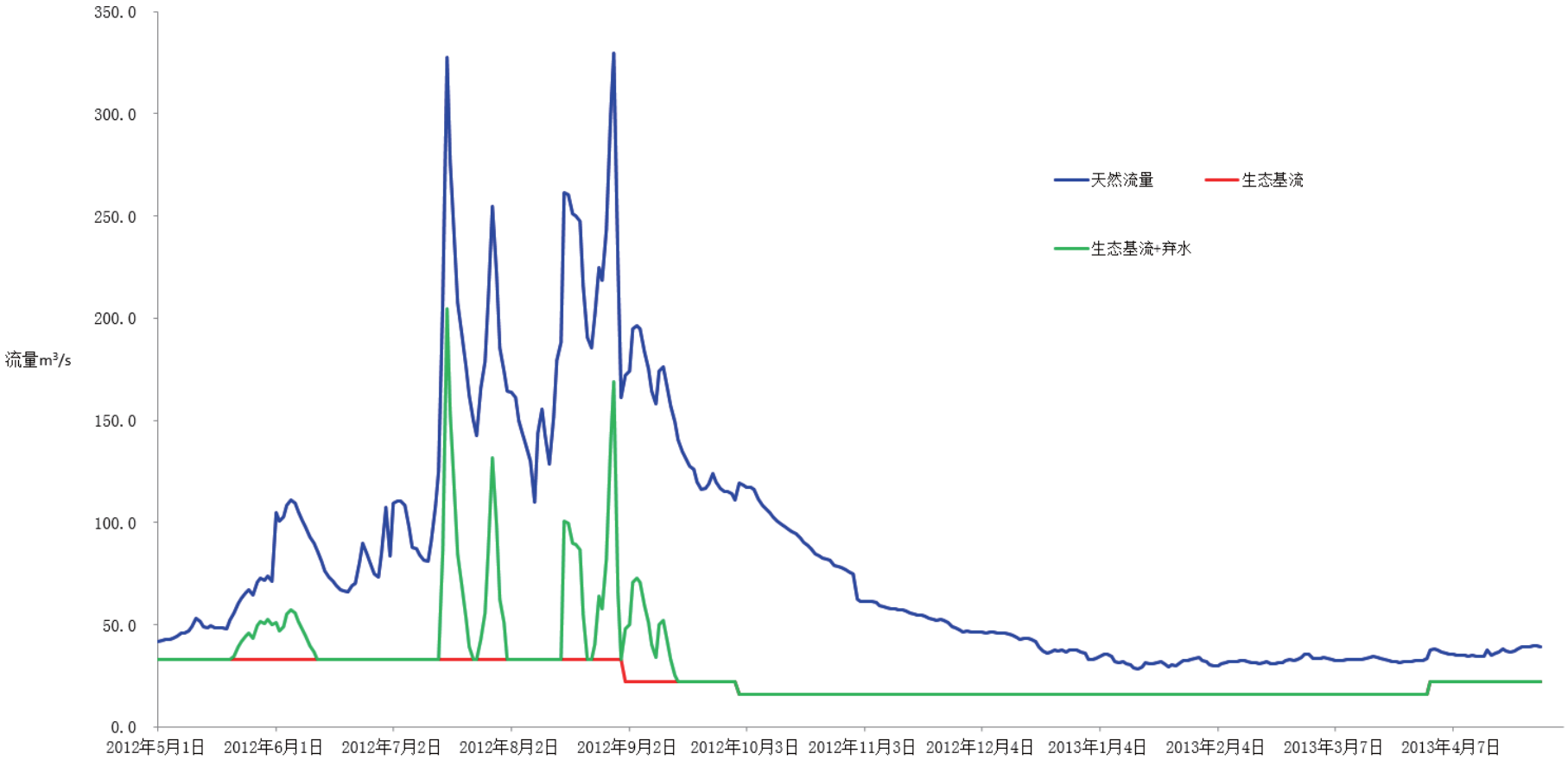


图 5.2-13　　平水年逐日生态流量满足程度过程分析



5.2-14　　枯水年逐日生态流量满足程度过程分析

U、V-x、y 方向的水深平均流速

q_x,q_y-与流速相对应的流量值

q_x=HU、q_y=HV

式中 g 代表重力加速度，ρ 代表水的密度。S_{ox}和 S_{oy}是 x 和 y 方向的河床底坡斜率；S_{fx}和 S_{fx}是相应的摩擦比降，τ_{xx}，τ_{xy}，τ_{yx}，τ_{yy}是水平方向的切应力值。

（2）鱼类栖息地模型

权重可用面积(Weighted Usable Area，WUA)是 River2D 软件鱼类栖息地评价功能的基础，权重可用面积的概念来自于天然栖息地模拟系统 PHABSIM。

假设河流的流速、水深、基质和覆盖物是流量变化对物质数量和分布造成影响的主要因素。通过调查分析所选择的目标物种对流速、水深、基质和覆盖物的要求，确定出目标物种对流速、水深、基质和覆盖物的适宜性曲线，在利用公式计算出目标物种的权重可用面积，即 WUA 值。

$$WUA=\sum_{i=1}^{n}CSF\left(V_i,C_i,D_i\right)\times A_i$$

式中，WUA 是研究河段加权可利用面积；$CSF(V_i,C_i,D_i)$ 是每个单元的组合适宜性值。其中：i 是划分的单元个数；D 是水位适宜指数、V 是流速适宜指数、C 是河道适宜指数（包括基质和覆盖物）；A_i是每个单元的水平面积。WUA 不是鱼类在河道中的实际使用面积，而是当河流管理良好时，河道中潜在可以利用的鱼类栖息地面积。

5.2.4.2 模拟分析

采用 RIVER-2D 模型对扎拉水电站减水河段生态流量的计算进行验证，模型以扎拉水电站坝址至厂址间的减水河段及厂址至玉曲河河口段为研究区域，结合贡山鮡和裂腹鱼的繁殖需求，设置不同的模拟工况，见表 5.2-24。

其中 ZL01～ZL10 断面为贡山鮡的产卵区； ZL19～ZL28 断面为裂腹鱼的产卵区； ZL35～ZL42 断面为裂腹鱼的产卵区。各断面区间河段河道现状见图 5.2-15。



（a）ZL04～ZL07



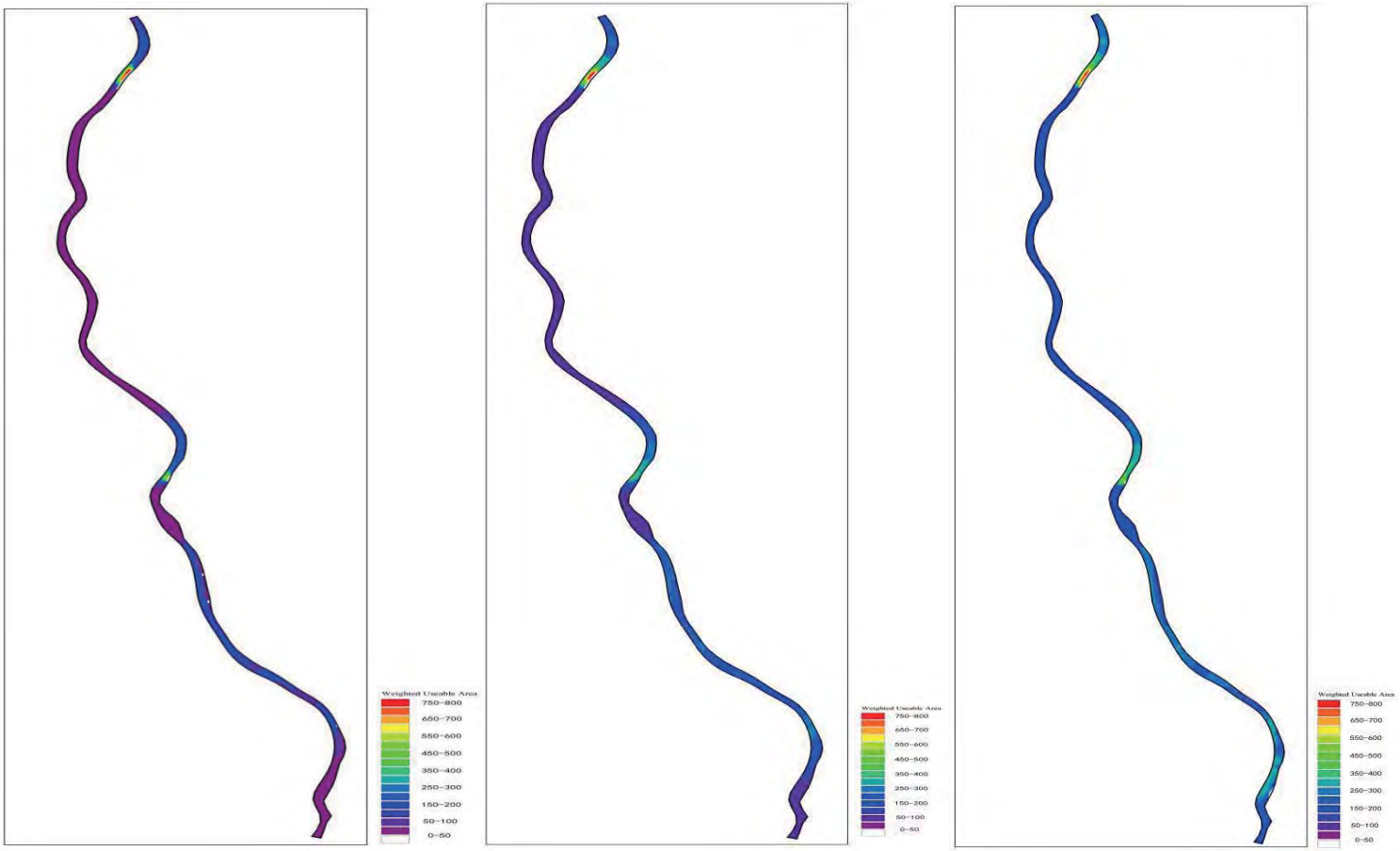
（b）ZL19～ZL28



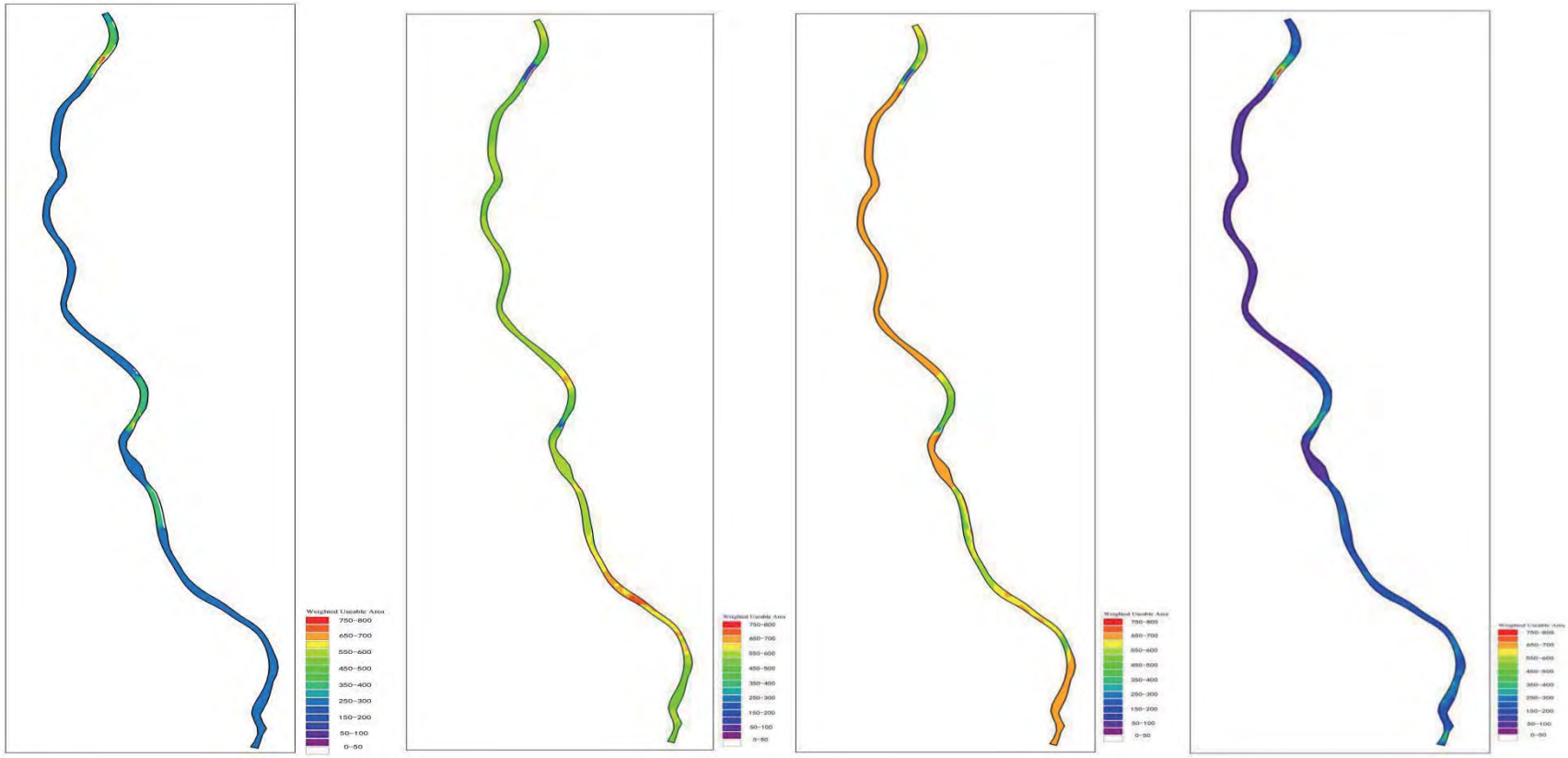
（c）ZL39～ZL42

图 5.2-15　　各研究断面河道现状图

利用 RIVER-2D 模型分别模拟计算不同断面各个工况对应的栖息地面积，得到了不同流量条件下整个研究河段的有效栖息地面积，可判断出各生态流量下减水河段生境适宜程度。模拟情况见图 5.2-16～图 5.2-18。

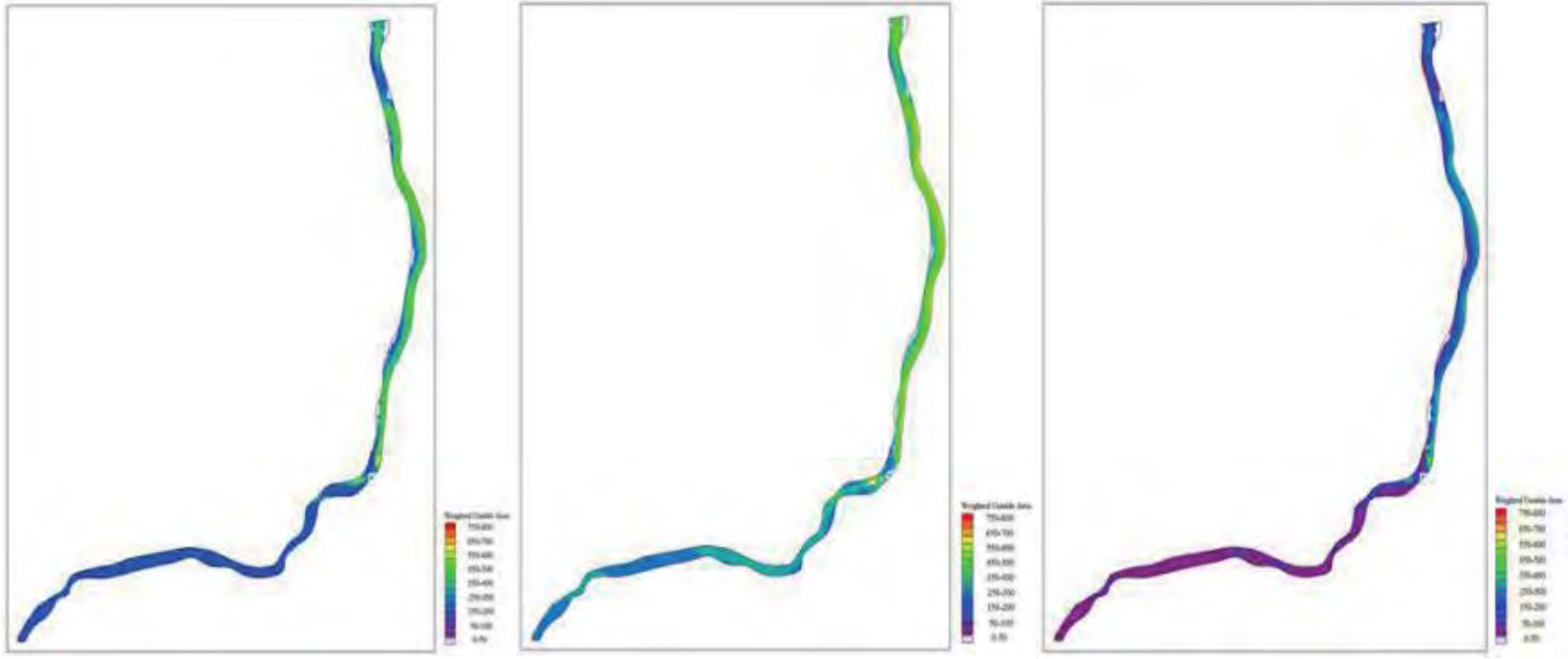

Weighted Usable Area
750~800
650~700
550~600
450~500
350~400
250~300
150~200
50~100
0~50

（a）5%　　（b）10%　　（c）18%

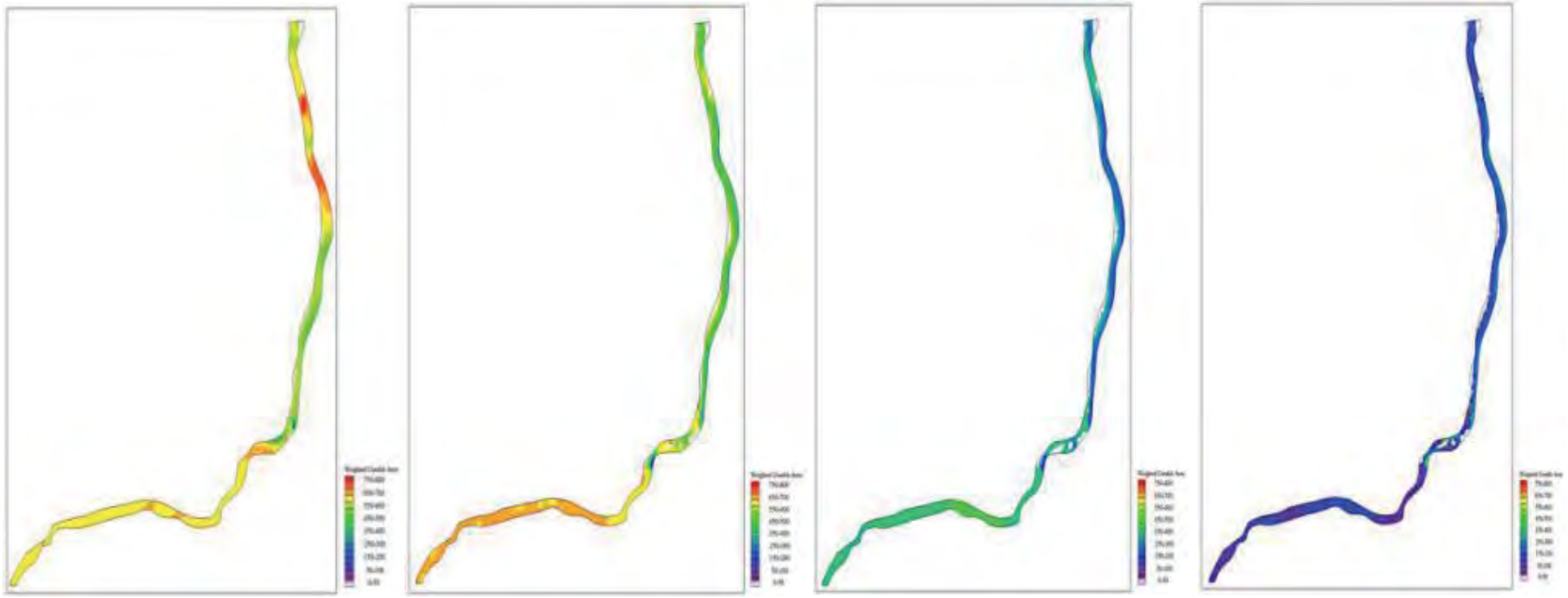


（d）28%　　（e）30%　　（f）50%　　（g）100%

图 5.2-16　　断面 ZL01～ZL10 处不同流量下可利用栖息地面积（WUA）

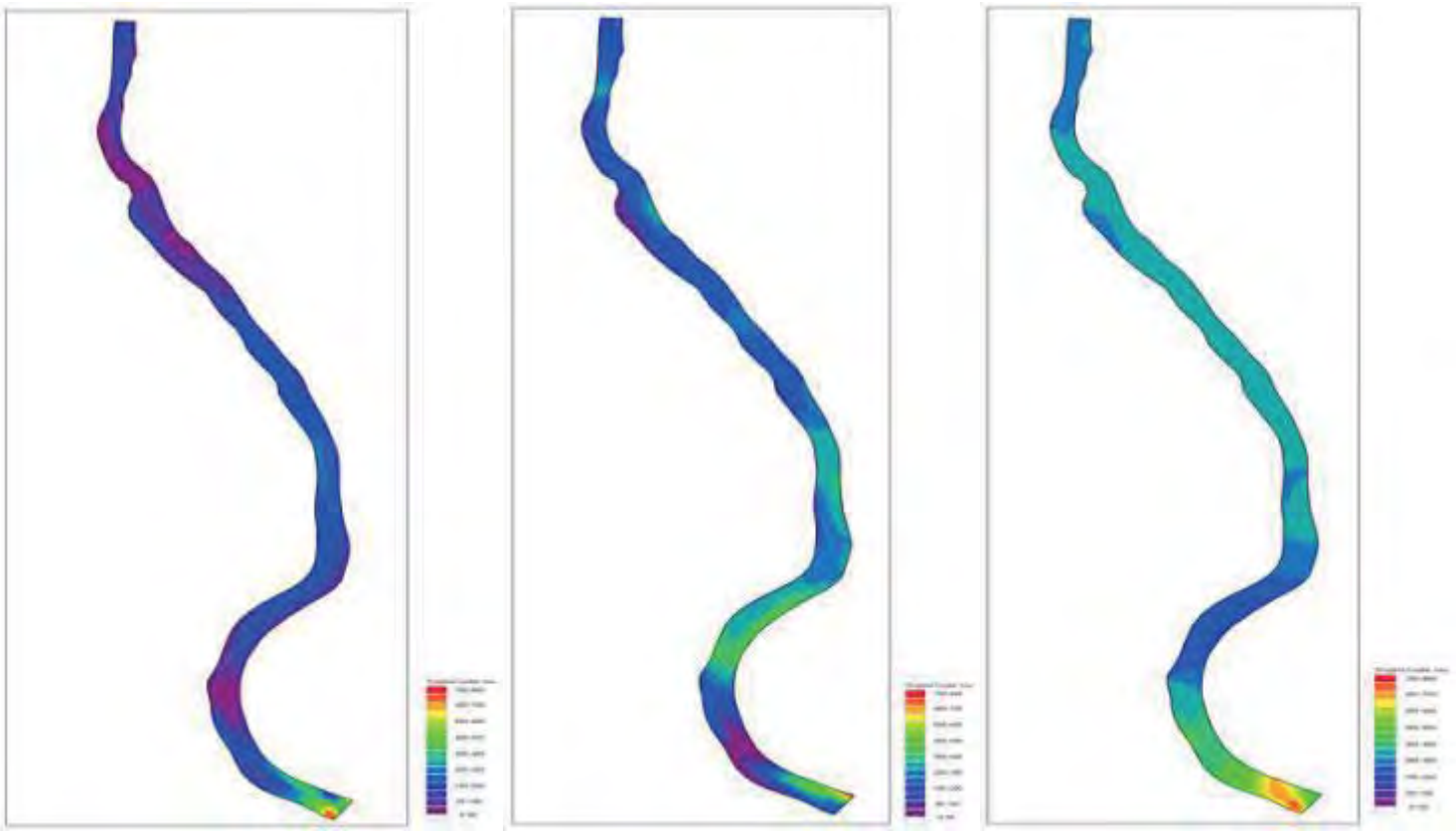


（a）5%　　（b）10%　　（c）18%

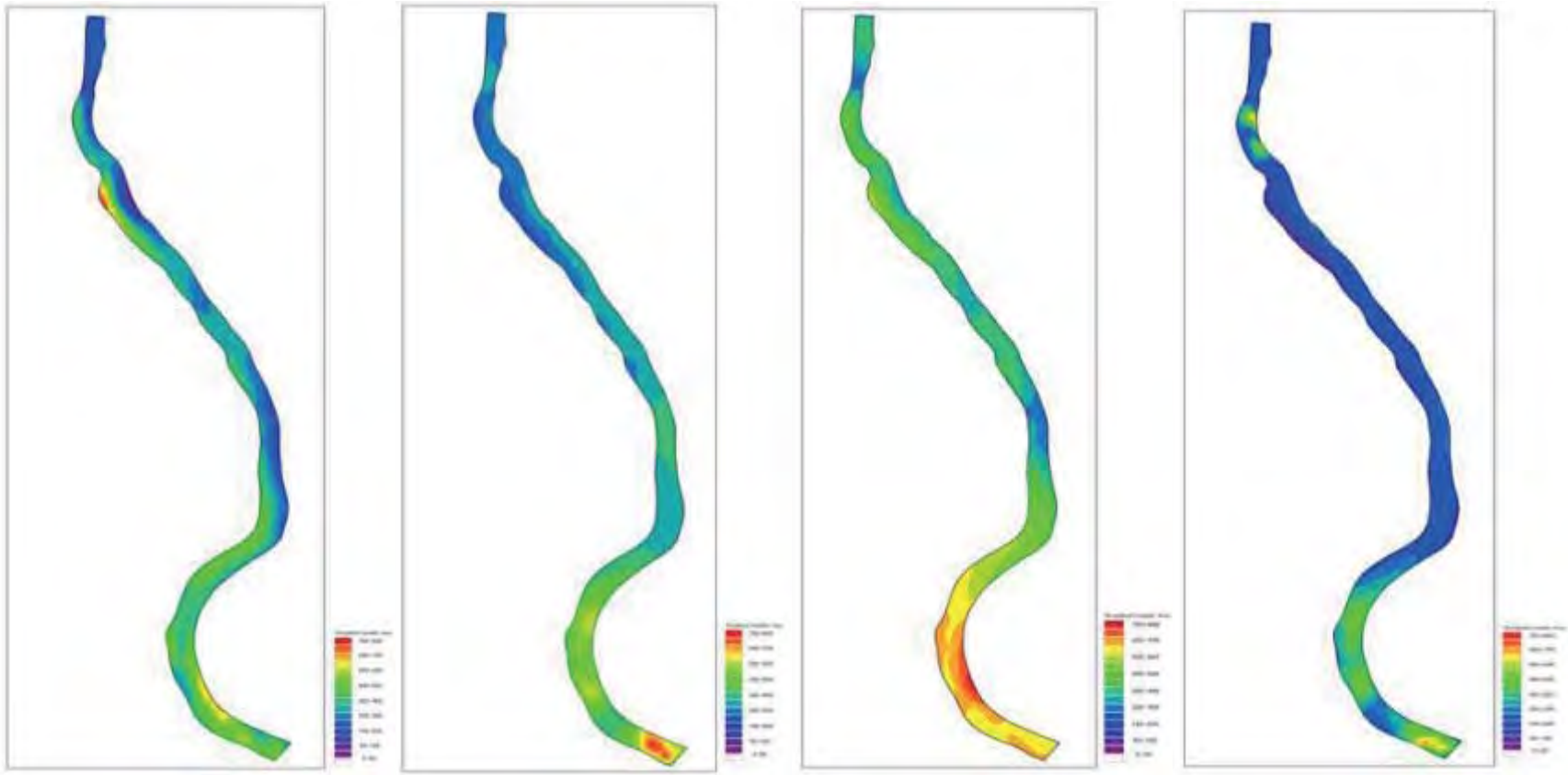


（d）28%　　（e）30%　　（f）50%　　（g）100%

图 5.2-17　断面 ZL19～ZL28 处不同流量下可利用栖息地面积（WUA）



（a）5%　　（b）10%　　（c）18%



（d）28%　　（e）30%　　（f）50%　　（g）100%

图 5.2-18　　断面 ZL035～ZL42 处不同流量下可利用栖息地面积（WUA）

表 5.2-28　　各产卵区模拟情况表

模拟工况	流量（m^3/s）	ZL04~ZL07 WUA（m^2）	流量（m^3/s）	ZL18~ZL21 WUA（m^2）	流量（m^3/s）	ZL39~ZL42 WUA（m^2）
5%	5.5	31276	5.6	25312	5.7	24666
10%	11.0	45510	11.1	32330	11.4	34860
18%	19.8	83003	20.0	59145	20.4	51844
28%	30.8	102940	31.2	70430	31.8	57476
30%	33.0	101827	33.4	71777	34.1	58878
50%	55.0	90008	55.7	49108	56.8	36541
100%	110.0	71408	111.3	29158	113.5	20372

从表 5.2-28 可以看出，不同流量下各产卵场鱼类可利用栖息地面积各不相同，但均呈先增加后减小的变化趋势。经验证可知，在贡山鮡及裂腹鱼生长繁殖期，当坝址处 4 月、9 月下泄流量 22.0m^3/s、5～8 月下泄流量 33.0m^3/s、10～3 月下泄 15.9 m^3/s 时，在考虑支流汇入的情况下，坝址下游河段各断面可利用栖息地面积均较大，下泄的生态流量基本可以满足坝址下游减水河段鱼类的繁殖及生长需求。

5.3　地表水环境影响预测评价

5.3.1　施工期水质影响预测与评价

5.3.1.1　施工期污染源分析

扎拉水电站施工期的水污染源包括生产废水和生活污水两大部分，其中生产废水大部分来源于砂石骨料加工废水，另有少量的混凝土拌和冲洗废水、机修系统含油污水及基坑和洞室排水等；生活污水主要来源于施工生活区的施工人员生活用水。

（1）*砂石骨料加工废水*

本工程共布置有 2 个砂石骨料加工系统，大坝砂石加工系统位于左岸坝址扎拉玉曲河上游公路桥上游约 900m 处，系统规模满足混凝土浇筑高峰月强度 3.1 万 m^3/月的要求，砂石加工系统按二班制生产，系统设计处理量为 280t/h，成品料生产能力 220t/h，废水排水量为 264m^3/h；厂房砂石加

工系统布置在玉曲河左岸，紧临珠拉公路桥，系统规模满足混凝土浇筑高峰月强度1.3万m^3/月的要求，砂石加工系统按二班制生产，系统设计处理量为120t/h，成品料生产能力95t/h，废水排水量为114m^3/h。类比同类工程，废水中的主要污染物为 SS，浓度约为 50000mg/L。废水达标处理后可回用或综合利用于洒水降尘、农林灌溉等。

（2）混凝土拌和系统碱性冲洗废水

本工程共设置 5 个混凝土生产系统，分别为大坝混凝土生产系统、厂房混凝土生产系统和引水隧洞混凝土生产系统。混凝土拌和系统废水主要来源于混凝土转筒、料罐、搅拌机等冲洗废水，废水pH一般大于10，并含有较高悬浮物，其浓度可达5000mg/L左右。混凝土拌和系统采用三班工作制，每台班冲洗一次，排放方式为间歇式，每台班废水排放量为 8m^3/次，具有悬浮物浓度高、污水排放量小、间歇集中排放的特点。正常情况下，该废水经处理回用后不会对周围水域水质产生影响；但若处理设备非正常运行导致废水事故外排时，将对附近局部水域造成污染。但总体来看，废水量少且非连续分散排放，因此其影响范围与程度均较小。

（3）含油废水

本工程在大坝右岸施工区、闸中冲沟上平段施工区、闸中冲沟（支沟）竖井段施工区、厂房施工区各设置 1 处机械修配停放场。高峰期需定期清洗的主要施工机械设备约174台（辆），按每台机械冲洗水量0.6m^3、每天有70%的燃油机械需要冲洗计，废水产生量约为73.08m^3/d，含油废水主要污染物为石油类和悬浮物，排放的废水中悬浮物约 500～1000mg/l、石油类约 40～100mg/l。含油废水若随意排放至冲沟、滩地，会降低土壤肥力，改变土壤结构，不利于施工迹地恢复；若直接排放至玉曲河，将会在水体表面形成油膜，使水中溶解氧难以补充，影响施工河段水质。

（4）基坑排水

类比国内同类型水电工程基坑废水监测结果，基坑初期排水水质与河流水质相似，对玉曲河水质基本无影响。

基坑经常性排水设计排水量为24m³/h，基坑水的悬浮物含量和pH值较高，经常性基坑排水的pH值达11～12，悬浮物浓度一般在2000mg/L左右。基坑废水如果不经处理直接排入玉曲河，将对下游河段水体水质造成一定影响。

（5）洞室排水

类比国内同类型水电工程洞室废水监测结果，洞室施工废水主要含有一定的 SS 和炸药残留物，并伴有少量油污，若渗水量过大且不采取有效的处理措施，直接排入河道或支沟，可能增大水体 SS 的含量，将对排放口附近环境和受纳水体带来一定的影响。

（6）生活污水

生活污水中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 浓度一般为 400mg/L，NH_3-N 浓度一般为 35mg/L。

本工程施工营地主要有大坝上游扎拉营地和地面厂房上游珠拉营地，施工高峰期人数分别为 700 人、1300 人，施工人员生活用水定额为 150L/人•d，废水量按用水量的80%取，时变系数取2.0。两个施工营地生活污水排放量最大分别为 84m³/d、156m³/d。本工程施工生活污水排放量相对于玉曲河流量很小，但生活污水中含有较多细菌和病原体等，生活污水应采取措施进行处理，达标后予以排放。

5.3.1.2 施工期水质影响

工程河段为III类水域，根据《污水综合排放标准》（GB 8978-1996），施工废(污)水应处理达标后排放或回用。因此，本工程针对各种施工废(污)

水的特性分别采取了相应的水处理与回用措施，在正常情况下不会对河流水质造成影响；但若事故排放，则将对河流水质造成一定影响。基于砂石骨料加工废水水量较大、生活污水含有COD和NH_3-N，本次水环境影响预测与评价将针对砂石骨料加工废水和生活污水不经处理直接排放（即事故排放）的最不利工况进行，评价时段选择90%保证率的最枯月的最不利时段。

（1）砂石骨料加工废水

1）预测模型及参数选取

本次预测采用《环境影响评价技术导则-地面水环境》（HJ/T 2.3-93）推荐的岸边排放二维稳态混合模式预测混合过程段水质，采用河流完全混合模式预测充分混合段水质，预测的主要污染物为SS。其中，为便于判定污染物扩散混合段长度，当二维稳态混合模式计算值在与水流垂直方向（y方向）上各断面浓度差值小于5%时，即可近似视为完全混合，此时，在x方向从排污断面至该完全混合断面即为混合段长度。

$$l=\frac{0.4B^2u}{M_y}$$

$$M_y=(0.058H+0.0065B)(gHI)^{1/2}$$

$$C(x,y)=c_h+\frac{C_PQ_P}{H(\pi M_y xu)^{1/2}}\left[exp(-\frac{uy^2}{4M_yx})+exp(\frac{-u(2B-y)^2}{4M_yx})\right]$$

式中：

l—混合过程段长度，m；

B—河流平均宽度，m；

u—x方向平均流速，取枯水年的最枯月平均流速m/s；

M_y—河流横向混合（弥散）系数，m^2/s；

H—河流平均水深，取枯水年的最枯月平均水深，m；

x—预测点X方向坐标值，m；

y—预测点离排放口的横向距离，m；

Q_p—污水流量，按高峰排放计，m^3/s；

C_p—污染物排放浓度，mg/L；

C_h—河流上游污染物的浓度（本底浓度），mg/L；

2）预测结果

根据二维稳态混合模式，工程河段污染物混合过程段长度约为2.7km，混合过程段的SS浓度分布预测结果详见表5.3-1。

表5.3-1　　砂石加工废水事故排放混合过程段SS浓度预测结果表　　单位：mg/L

X\c/Y	0	5	10	15
50	2306	125.3	15.5	16
100	1635	370.1	19.2	16
200	1161	551.3	70.4	17
300	951	579.0	138.9	26
400	825	569.4	193.0	47
500	740	550.1	231.4	75
600	677	529.0	258.4	106
700	628	508.8	278.0	136
800	588	490.4	292.8	165
900	556	474.0	304.3	191
1000	528	459.5	313.6	214
1100	505	446.7	321.1	234
1200	485	436	327.5	252
1300	467	426	332.8	267
1400	452	417	337.3	280
1500	438	410	341.1	292
1600	426	403	344.3	302
1700	416	397	347.0	311
1800	406	392	349.3	318
1900	398	387	351.2	324
2000	390	383	352.7	330
2100	383	379	354.0	334
2200	377	376	354.9	338
2300	371	373	355.7	342
2400	366	370	356.2	345
2500	361	367	356.5	347
2600	357	364	356.6	349
2688	353	362	356.6	350
2700	353	362	356.6	351

预测表明，排放口下游 2688m 以下河段为充分混合段，SS 浓度为353mg/L，SS浓度增量为337.5mg/L，对河流水质影响较大。因此在要对砂石料废水进行处理后循环利用，避免废水直接排入河流。

（2）生活污水

生活污水中主要污染物来源于排泄物、食物残渣、洗涤剂等，主要污染物为 COD 和 NH_3-N，根据其它工程经验，生活污水污染物指标：COD 浓度一般为 400mg/L，NH_3-N 浓度一般为 35mg/L。本工程施工营地主要有大坝上游扎拉营地和地面厂房上游珠拉营地，施工高峰期，两个营地生活污水排放量最大分别为 84m^3/d（合 0.0010m^3/s）、156m^3/d（合 0.0018m^3/s）。

采用《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T2.3-93）推荐的河流完全混合模式预测充分混合段水质，其中主要污染物COD和NH_3-N按照施工期高峰期所有生活污水在 90%保证率最枯月同时直接排入玉曲河的最不利情况进行考虑。计算模型如下：

$$C=(C_pQ_P+C_hQ_h)/(Q_P+Q_h)$$

式中：

C—充分混合后污染物浓度，mg/L；

C_h—河流本底污染物浓度，mg/L；

Q_h—河流枯水年最枯月流量，mg/L；

C_P—污染物排放浓度，mg/L；

Q_P—污水流量，按高峰排放计，m^3/s；

预测结果显示，生活污水与玉曲河水体充分混合后，河流COD和NH_3-N的浓度分别为 10.02mg/ L和0.064mg/ L，而玉曲河枯期COD和NH_3-N本底浓度分别为10mg/ L和0.062mg/ L增加仅为0.02mg/L和0.002mg/L，由预测结果可知，扎拉水电站施工生活污水排放对玉曲河水质影响较小，但由

于生活污水中含有大量细菌和病原体，如果不经处理直接排入水体，将可能对下游水域及人群健康产生一定不利影响。

5.3.2 运行期水质影响预测分析

5.3.2.1 污染负荷预测

扎拉水电站工程所在区域产业结构以农牧业为主，工业经济发展滞后，水污染源主要为农业面源、畜禽养殖。污水主要来源于沿岸居民少量的生活污水的排放，排放量较小。

扎拉水电站库区及下游主要分布有碧土乡和察瓦龙乡，根据乡镇人口、农业灌溉面积、畜禽养殖数量预测出 COD、氨氮入河总量。

表 5.3-2 扎拉水电站库区及下游乡镇基础数据统计表

乡镇	人口	畜禽（头）	农业灌溉面积（亩）
碧土	1569	6814	1298
察瓦龙	1580	6322	2036

根据库区污染源分布特点，将污染负荷按降雨量分配到各月，可得出碧土乡、察瓦龙乡各月 COD、氨氮入河总量（表 5.3-3、5.3-4）。由表可知，碧土乡 COD 年入河量为 0.585t，察瓦龙乡 COD 年入河量为 1.659t；碧土乡氨氮年入河量为 1.433t，察瓦龙乡氨氮年入河量为 4.431t。

表 5.3-3 扎拉水电站库区及下游乡镇各月 COD 入河量 单位:t/a

乡镇	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	总计
碧土	0.029	0.054	0.063	0.061	0.051	0.031	0.017	0.013	0.010	0.009	0.010	0.015	0.364
察瓦龙	0.029	0.052	0.062	0.060	0.050	0.030	0.017	0.012	0.010	0.009	0.010	0.014	0.355

表 5.3-4 库区及下游乡镇各月氨氮入河量 单位:t/a

乡镇	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	总计
碧土	0.061	0.111	0.130	0.126	0.105	0.064	0.035	0.026	0.020	0.019	0.022	0.030	0.748
察瓦龙	0.081	0.148	0.174	0.168	0.141	0.085	0.047	0.035	0.027	0.026	0.029	0.041	1.001

5.3.2.2 库区水质影响预测分析

（1）预测方法

本报告采用零维水质模型预测COD浓度，采用狄龙模型预测TN浓度，计算式分别为：

零维模型：

$$C_0 = W/(V \times 100) + C_P$$

式中：

C_0——代表性污染指标浓度值，mg/L；

W——入库污染物质总量，t/a；

V——水库总库容，亿m^3；

C_P——水库背景浓度，mg/L。

狄龙模型：

$$P = \frac{L_p(1-R_p)}{\beta h}$$

$$R_p = 1 - \frac{W_{出}}{W_{入}}$$

式中：

P——湖（库）中氮、磷的平均浓度，g/m^3；

L_P——年湖（库）氮、磷单位面积负荷，$g/m^2 \cdot a$，$L_P = QC_0/A$；

β——水力冲刷系数，$\beta = Q_a/V$，1/a；其中Q_a为湖（库）年出流水量，m^3/a，V为库容m^3；

h——水库平均水深m；

R_P——氮、磷在湖（库）中的滞留系数；

$W_{出}$——年出湖（库）的氮、磷量，t/a；

$W_{入}$——年入湖（库）的氮、磷量，t/a。

（2）预测结果

扎拉水电站水库为日调节水库，水体交换频繁，水库总库容 0.0914 亿 m^3，预测的库区 COD 入库量为 0.20t/a，水库背景浓度为 10mg/L。根据零维模型，预测建库后库区 COD 浓度为 10.021mg/L，与水库背景浓度基本一致。

水库总库容 0.0914 亿 m^3，水库年出库总水量为 34.6 亿 m^3，水力冲刷系数为 376/年。库区水体交换频繁，由狄龙公式可知，为建库后 TN 浓度与建库前浓度基本一致，为 0.70mg/L。

预测结果表明，扎拉水电站建成后，对库区水体水质的影响很小。

5.3.2.3 下游水质影响预测分析

选取河流完全混合模型，预测了典型水文年（丰水年、平水年、枯水年）条件下扎拉水电站对下游河流水质的影响。扎拉水电站为引水发电，工程建成前后厂址下游的流量、污染负荷基本没有变化，因此厂址下游水质也基本不发生变化，基本可认为与现状水质一致。

本报告选取坝址～厂址间 4 个断面（ZL04、ZL11、ZL32、ZL46）预测水质变化情况，其中 ZL04 代表坝址断面、ZL46 代表厂址断面、ZL11 和 ZL32 代表中间断面，断面具体位置见 5.1 节河流水系及断面位置关系。预测结果见表 5.3-5～5.3-10。

（1）丰水年水质变化情况

由表可知，丰水年，坝址断面（ZL04）COD 预测值为 10.001mg/L，变化率为 0.01%。ZL11 断面 COD 预测值为 10.000mg/L，COD 几乎不发生变化。ZL32 断面 COD 预测值为 10.000mg/L，COD 几乎不发生变化。厂址断面（ZL41）COD 预测值为 10.000mg/L，COD 几乎不发生变化。

丰水年，坝址断面（ZL04）氨氮预测值为 0.081mg/L，变化率为 1.43%。ZL11 断面氨氮预测值为 0.081mg/L，变化率为 1.37%。ZL32 断面氨氮预测值为 0.081mg/L，变化率为 1.52%。厂址断面（ZL41）氨氮预测值为 0.080mg/L，变化率为 1.47%。

表 5.3-5　　坝址及下游断面各月（丰水年）COD 预测值　　单位：mg/L

断面		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	年均
ZL04（坝址）	现状值	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	预测值	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.001	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.001	10.001
	变化值	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
	变化率	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
ZL11（距坝址12.75km）	现状值	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	预测值	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.001	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.001	10.000
	变化值	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
	变化率	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%
ZL32（距坝址34.29km）	现状值	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	预测值	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	变化值	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	变化率	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ZL46（厂址）	现状值	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	预测值	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	变化值	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	变化率	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

表 5.3-6　　坝址及下游断面各月(丰水年)氨氮预测值　　单位:mg/L

断面		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	年均
ZL04（坝址）	现状值	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.080
	预测值	0.064	0.063	0.063	0.063	0.063	0.064	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.081
	变化值	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	变化率	3.35%	1.10%	1.34%	1.39%	0.96%	3.51%	1.27%	0.90%	0.71%	0.74%	0.75%	1.09%	1.43%
ZL11（距坝址12.75km）	现状值	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.080
	预测值	0.064	0.063	0.063	0.063	0.063	0.064	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.081
	变化值	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	变化率	3.15%	1.08%	1.30%	1.35%	0.95%	3.28%	1.22%	0.87%	0.69%	0.72%	0.73%	1.05%	1.37%
ZL32（距坝址34.29km）	现状值	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.080
	预测值	0.064	0.063	0.063	0.063	0.063	0.064	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.081
	变化值	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	变化率	3.27%	1.32%	1.50%	1.54%	1.19%	3.32%	1.34%	1.00%	0.81%	0.85%	0.86%	1.20%	1.52%
ZL46（厂址）	现状值	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.079
	预测值	0.068	0.067	0.067	0.067	0.067	0.068	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.080
	变化值	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	变化率	3.01%	1.23%	1.40%	1.43%	1.11%	3.06%	1.41%	1.05%	0.86%	0.90%	0.91%	1.26%	1.47%

表 5.3-7　　坝址及下游断面各月（平水年）COD 预测值　　单位：mg/L

断面		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	年均
ZL04（坝址）	现状值	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	预测值	10.001	10.002	10.000	10.000	10.000	10.001	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.001	10.001
	变化值	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
	变化率	0.01%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
ZL11（距坝址12.75km）	现状值	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	预测值	10.001	10.002	10.000	10.000	10.000	10.001	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.001	10.001
	变化值	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
	变化率	0.01%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
ZL32（距坝址34.29km）	现状值	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	预测值	10.001	10.001	10.000	10.000	10.000	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	变化值	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	变化率	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ZL46（厂址）	现状值	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	预测值	10.001	10.001	10.000	10.000	10.000	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	变化值	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	变化率	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

表 5.3-8　　坝址及下游断面各月(平水年)氨氮预测值　　单位:mg/L

断面		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	年均
ZL04（坝址）	现状值	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.080
	预测值	0.064	0.066	0.063	0.063	0.062	0.064	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.081
	变化值	0.002	0.004	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	变化率	3.35%	6.31%	0.97%	1.28%	0.44%	3.51%	1.27%	0.90%	0.71%	0.74%	0.75%	1.09%	1.78%
ZL11（距坝址12.75km）	现状值	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.080
	预测值	0.064	0.066	0.063	0.063	0.062	0.064	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.081
	变化值	0.002	0.004	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	变化率	3.15%	5.65%	0.95%	1.24%	0.43%	3.28%	1.22%	0.87%	0.69%	0.72%	0.73%	1.05%	1.67%
ZL32（距坝址34.29km）	现状值	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.080
	预测值	0.064	0.065	0.063	0.063	0.062	0.064	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.081
	变化值	0.002	0.003	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	变化率	3.27%	5.00%	1.14%	1.43%	0.56%	3.32%	1.34%	1.00%	0.81%	0.85%	0.86%	1.20%	1.73%
ZL46（厂址）	现状值	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.079
	预测值	0.068	0.069	0.067	0.067	0.066	0.068	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.080
	变化值	0.002	0.003	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	变化率	3.01%	4.57%	1.06%	1.33%	0.53%	3.06%	1.41%	1.05%	0.86%	0.90%	0.91%	1.26%	1.66%

表 5.3-9　　坝址及下游断面各月（枯水年）COD 预测值　　单位：mg/L

断面		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	年均
ZL04（坝址）	现状值	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	预测值	10.001	10.002	10.002	10.000	10.002	10.001	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.001	10.001
	变化值	0.001	0.002	0.002	0.000	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
	变化率	0.01%	0.02%	0.02%	0.00%	0.02%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
ZL11（距坝址12.75km）	现状值	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	预测值	10.001	10.002	10.002	10.000	10.002	10.001	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.001	10.001
	变化值	0.001	0.002	0.002	0.000	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
	变化率	0.01%	0.02%	0.02%	0.00%	0.02%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
ZL32（距坝址34.29km）	现状值	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	预测值	10.001	10.001	10.001	10.000	10.001	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.001
	变化值	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
	变化率	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%
ZL46（厂址）	现状值	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	预测值	10.001	10.001	10.001	10.000	10.001	10.001	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.001
	变化值	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
	变化率	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%

表 5.3-10　　坝址及下游断面各月(枯水年)氨氮预测值　　单位:mg/L

断面		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	年均
ZL04（坝址）	现状值	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.080
	预测值	0.064	0.066	0.066	0.063	0.066	0.064	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.082
	变化值	0.002	0.004	0.004	0.001	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
	变化率	3.35%	6.31%	6.89%	1.13%	6.01%	3.51%	1.27%	0.90%	0.71%	0.74%	0.75%	1.09%	2.72%
ZL11（距坝址12.75km）	现状值	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.080
	预测值	0.064	0.066	0.066	0.063	0.065	0.064	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.082
	变化值	0.002	0.004	0.004	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
	变化率	3.15%	5.65%	5.89%	1.09%	5.54%	3.28%	1.22%	0.87%	0.69%	0.72%	0.73%	1.05%	2.49%
ZL32（距坝址34.29km）	现状值	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.080
	预测值	0.064	0.065	0.065	0.063	0.065	0.064	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.082
	变化值	0.002	0.003	0.003	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
	变化率	3.27%	5.00%	4.62%	1.29%	5.39%	3.32%	1.34%	1.00%	0.81%	0.85%	0.86%	1.20%	2.41%
ZL46（厂址）	现状值	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.079
	预测值	0.068	0.069	0.069	0.067	0.069	0.068	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.081
	变化值	0.002	0.003	0.003	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
	变化率	3.01%	4.57%	4.19%	1.20%	4.95%	3.06%	1.41%	1.05%	0.86%	0.90%	0.91%	1.26%	2.28%

（2）平水年水质变化情况

平水年，坝址断面（ZL04）COD 预测值为 10.001mg/L，变化率为 0.01%。ZL11 断面 COD 预测值为 10.001mg/L，变化率为 0.01%。ZL32 断面 COD 预测值为 10.000mg/L，COD 几乎不发生变化。厂址断面（ZL41）COD 预测值为 10.000mg/L，COD 几乎不发生变化。

平水年，坝址断面（ZL04）氨氮预测值为 0.081mg/L，变化率为 1.78%。ZL11 断面氨氮预测值为 0.081mg/L，变化率为 1.67%。ZL32 断面氨氮预测值为0.081mg/L,变化率为1.73%。厂址断面(ZL41)氨氮预测值为0.080mg/L，变化率为 1.66%。

（3）枯水年水质变化情况

枯水年，坝址断面（ZL04）COD 预测值为 10.001mg/L，变化率为 0.01%。ZL11 断面 COD 预测值为 10.001mg/L，变化率为 0.01%。ZL32 断面 COD 预测值为 10.001mg/L，变化率为 0.01%。厂址断面（ZL41）COD 预测值为 10.001mg/L，变化率为 0.01%。

枯水年，坝址断面（ZL04）氨氮预测值为 0.082mg/L，变化率为 2.72%。ZL11 断面氨氮预测值为 0.082mg/L，变化率为 2.49%。ZL32 断面氨氮预测值为0.082mg/L,变化率为2.41%。厂址断面(ZL41)氨氮预测值为0.081mg/L，变化率为 2.28%。

综合以上分析可知，扎拉水电站建成后不同典型年各断面 COD 浓度均小于 20mg/L（III 类），氨氮浓度均小于 1mg/L（III 类），满足河流水质Ⅲ类标准，且水质变化值、变化率均较小。因此，扎拉水电站建设对下游地表水水质影响较小。

5.3.2.4 水库水温预测

水库建成后，库区河道由于水位抬升，流速减缓，其水温结构将发生

变化。水库水温结构一般分为分层型、过渡型和混合型，通常采用径流—库容比法（α—β法）进行判别，其公式为：

$$\alpha = \frac{\text{多年平均入库径流量}}{\text{总库容}}$$

其判别标准是：α＜10时为分层型；当10＜α＜20时为过渡型；当α＞20时为混合型。

水库总库容0.0914亿m^3，坝址多年平均径流量34.8亿m^3，其α值为380，远大于20，水库为混合型水库，水温不分层，不存在下泄低温水的情况，对下游水温时空分布基本没有影响。

5.4 地下水环境影响预测评价

5.4.1 预测内容与时段

通过钻孔分析，大部分隧洞洞段处于地下水水位以下，本次主要依据半理论半经验的计算方法来预测施工期排水水量及影响范围，通过推荐排水渠和狭长坑道线性类建设项目的地下水水位变化区域半径计算公式来预测计算施工排水的影响范围，并用铁路规范经验公式预测计算隧洞施工排水的最大涌水量及单宽流量。

同时通过数值法对重要敏感点地下水环境进行影响预测评价。通过数值法主要预测天然状态下、隧洞施工、隧洞运营期间的地下水渗流场的变化以及地下水位的变化。预测和评价隧洞开挖及大坝运营对重要敏感点的地下水环境的影响。

5.4.2 预测方法

5.4.2.1 解析法

（1）影响半径

地下水动力学法又称解析法，是根据地吸收动力学原理，用数学解析的方法对给定边界值和初值条件下的地下水运动建立解析式，而达到预测隧洞影响范围的目的。推荐排水渠和狭长坑道线性类建设项目的地下水水位变化区域半径计算公式如下：

$$R = 1.73\sqrt{\frac{KHt}{\mu}}$$

$$R = H\sqrt{\frac{K}{2W}\left[1-\exp(\frac{-6Wt}{\mu H})\right]}$$

式中：

R—影响半径，m；H—潜水含水层厚度，m；K—含水层渗透系数，m/d；W—降水补给强度，m/d；μ—重力给水度，无量纲；t—排水时间。

（2）涌水量

据《铁路工程水文地质勘察规程》（TB10049-2004）条文说明附录B，规程编写组根据工程实例总结出预测隧洞最大涌水量的经验公式，经相关分析得出公式如下：

$$Q_0 = L\frac{2\pi \times K \times H}{\ln\frac{4H}{d}}$$

式中：

Q_0-预测隧洞通过含水体可能最大涌水量（m^3/d）；

L-隧洞通过含水层的长度（m）；

K-含水层的渗透系数（m/d）；

H-静水位至洞身横断面等效圆中心的距离（m）；

d-洞身横断面等价圆直径（m）.

5.4.2.2 数值法

数值模拟法的基本原理是把地下水渗流微分方程的定解问题转化成一

系列线性方程组的求解问题。利用计算机进行反演计算，求水文地质参数(渗透系数和弹性储水系数)，然后进行正演计算，预测突水量、水头压力和涌水时间等。求解描述疏干渗流场的数学模型有两种途径，即有限元法和有限差分法。此次数值模拟通过基于有限差分原理的 MODFLOW 软件实现。

5.4.3 施工期对地下水水位、水量的预测

（1）影响半径预测

本项目隧洞共穿越 4 套地层，主要地层岩性包括砂岩、板岩、灰岩和大理岩（图 5.4-1），隧洞施工地下水影响半径结果（根据解析法公式计算所得）见表 5.4-1 可知，砂岩和灰岩的影响半径较大，一般在 200m 以上，最大为 828.43m，主要原因在于其渗透性好。另外，构造裂隙的发育程度以及主要断层也影响它的影响半径大小。影响范围见图 5.4-1。

表 5.4-1　　扎拉电站引水隧洞分段影响半径结果

桩号	地层	洞长（m）	埋深（m）	地层岩性	K（m/d）	H（m）	重力给水度 μ	降雨补给强度 W（m/d）	时间 t（d）	影响半径 R（m）
K0+000～K1+769	P_1nc	1769	26～510	砂岩、板岩	0.029	70	0.0255	0.000198	660	357.16
K1+769～K2+074	闹中断裂带	305	123～228	变质流纹斑岩、变质砂岩、板岩	0.016	39	0.0255	0.000198	450	159.86
K2+074～K3+677	T_2m^4	1603	113～264	变质流纹斑岩,发育坡郎断裂	0.015	56	0.0255	0.000198	600	216.05
K3+677～K3+976	T_3wp^4	1120	201～487	灰岩、大理岩	0.5	27	0.0135	0.000198	420	828.43
K3+976～K4+732	T_3wp^3	2117	50～563	板岩	0.015	39	0.0255	0.000198	780	186.87
K4+732～K4+831	T_3wp^3	198	29～50	板岩	0.015	39	0.0255	0.000198	90	76.63

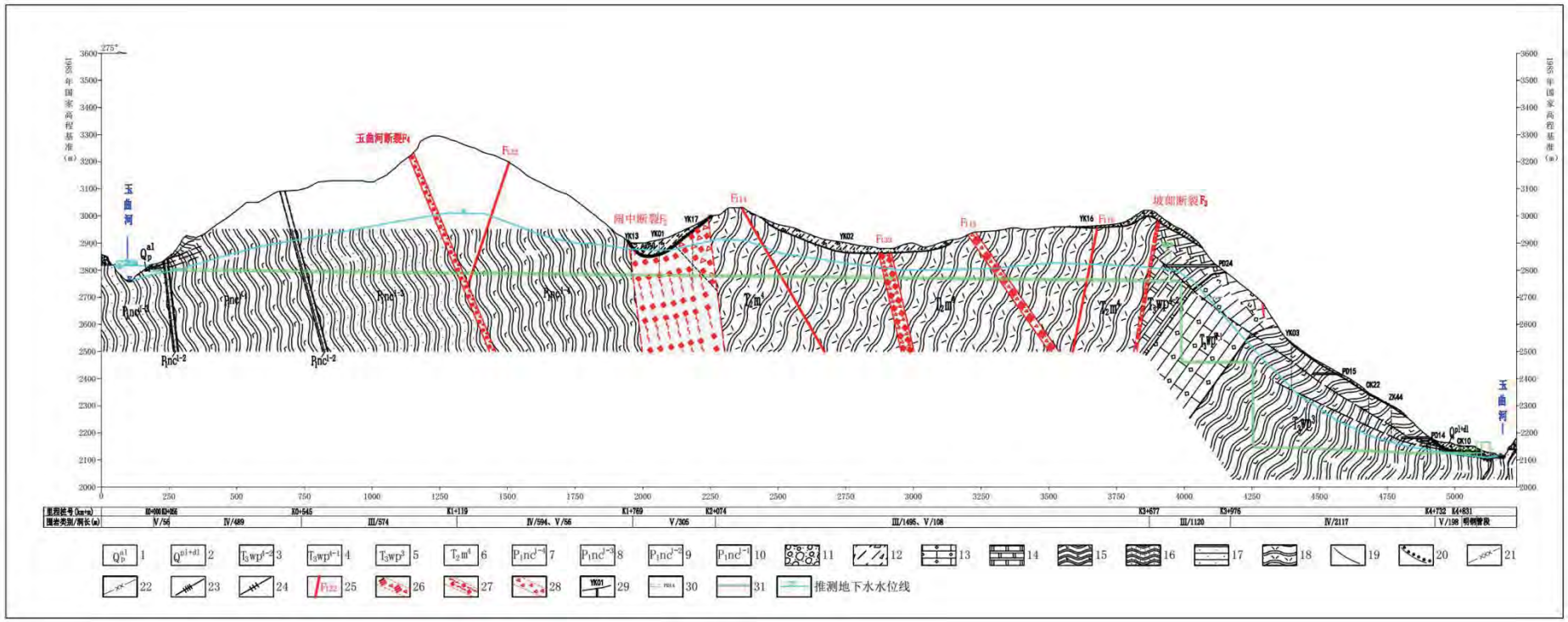


图 5.4-1　　引水隧洞纵剖面图

1. 第四系更新统冲积层；2. 第四系洪坡积层；3. 三叠系上统瓦浦组第四段第二层；4. 三叠系上统瓦浦组第四段第一层；5. 三叠系上统瓦浦组第三段；6. 三叠系中统忙怀组第四段；7. 二叠系下统纳错群第一段第四层；8. 二叠系下统纳错群第一段第三层；9. 二叠系下统纳错群第一段第二层；10. 二叠系下统纳错群第一段第一层；11. 卵漂石；12. 碎块石土；13. 结晶灰岩；14. 大理岩；15. 钙质板岩；16. 砂质板岩；17. 变质砂岩；18. 变质流纹斑岩；19. 地层界线；20. 第四系与基岩界线；21. 强风化下限；22. 弱风化下限；23. 倾倒变形体下限；24. 弱卸荷下限；25. 断层及编号；26. 构造碎裂岩破碎带；27. 碎裂片状岩破碎带；28. 构造角砾岩破碎带；29. 钻孔及编；号 30. 平洞及编号；31. 设计引水隧洞。

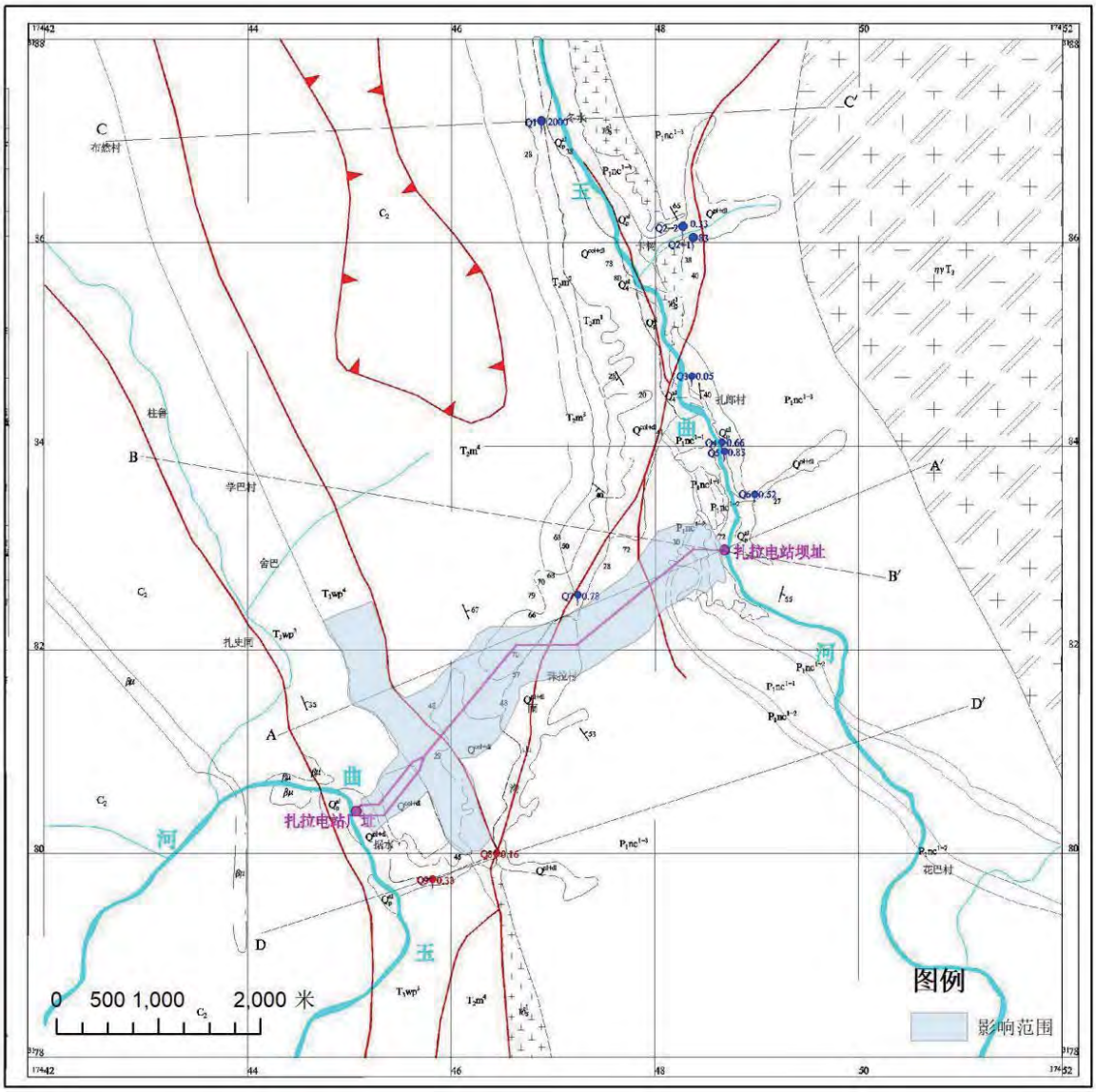


图 5.4-2　　隧洞施工影响范围图

（2）隧洞涌水量预测

隧洞涌水量结果见表 5.4-2（根据解析法计算公式所得），隧洞穿越的各地层主要为基岩裂隙水和岩溶水，其中基岩裂隙水涌水量较小，在穿越 P_1nc 地层时，基岩裂隙水涌水量最大为 0.24m^3/d×m ；隧洞穿越岩溶水时的涌水量相对较大，最大涌水量为 4.16 m^3/d×m 。

表 5.4-2　　扎拉电站引水隧洞涌水量分段预测结果

桩号	地层	洞长（m）	埋深（m）	地层岩性	影响半径 R（m）	K（m/d）	H（m）	Q_{max}（m^3/d×m）	Q_{max}（m^3/d）
K0+000～K1+769	P_1nc	1769	26～510	砂岩、板岩	357.16	0.029	70	0.24	427.09
K1+769～K2+074	闸中断裂带	305	123～228	-	159.86	0.016	39	0.13	40.63
K2+074～K3+677	T_2m^4	1603	113～264	变质流纹斑岩，发育坡郎断裂	216.05	0.015	56	0.12	200.18
K3+677～K3+976	T_3wp^4	1120	201～487	灰岩、大理岩	828.43	0.5	27	4.16	4662.12
K3+976～K4+732	T_3wp^3	2117	50～563	板岩	186.87	0.015	39	0.12	264.37
K4+732～K4+831	T_3wp^3	198	29～50	板岩	76.63	0.015	39	0.12	24.73

（3）隧洞涌水影响预测结论

本项目隧洞穿越 4 套地层，主要为 T_3wp^3、 P_1nc、T_2m^4、T_3wp^3和各断层所穿越区域地形起伏较大，地势总体中部高、两端低，主要山脊、河流一般近南北向展布。隧洞穿越基岩裂隙水含水层时，隧洞施工对地下水影响弱，穿越岩溶水含水层时，隧洞施工对地下水影响相对较强。根据解析法对本隧洞施工对区域内居民的用水影响做了预测，具体影响用水见表 5.4-3。

表 5.4-3　　本项目隧洞生活生产用水影响情况预测统计表

敏感点		隧洞轴线至敏感点水平距离（m）	地下水类型	流量（L/s）	开发利用状况	是否位于影响半径以内	影响说明
Q1		4473	岩溶水	2000	生活生产用水	否	无影响
Q2	Q2-1	3134	构造裂隙水	83	生活生产用水	否	
	Q2-2	3134	构造裂隙水	0.33	生活生产用水		
Q8		1188	构造裂隙水	0.16	未利用	否	施工期泉补给量减小
Q9		831.9	构造裂隙水	0.33	生活用水（洗浴）	否	

5.4.4　施工期对环境敏感目标的影响预测

本次数值模拟计算采用 Visual MODFLOW 中的 MODFLOW 模块模拟项目所在区域地下水流场。

（1）模型建立

概念模型的建立主要包括模拟区域的划定及概化、时间离散、含水层的概化及水文地质参数的赋值。

① 模拟区的概化

扎拉水电站位于玉曲河干流下游河段七级开发方案中的第六级，区内高山冰川、冰湖广布，降雨也较丰沛，高山冰雪融水及降雨是区内的主要补给水源，因山高坡陡，地表排水条件较好。引水线路布置在右岸山体内，按照赋存条件，区内地下水可分为第四系孔隙水、碳酸盐岩裂隙溶洞水、构造裂隙水等。受地形地貌、地表水系等因素控制，据现场调查及各拟建平台处水文地质条件，同时结合本项目情况和前述工程区地下水补径排条件概化模型边界条件，模型东、西、南、北侧均以地表分水岭为隔水边界，其次模型内部玉曲河等概化为河流边界，内部地下暗河概化为溪沟，此次模型中包含不同水文地质单元，模型概化范围约 89.8km^2。在分析隧洞对天然渗流场的影响时，将隧洞概化为高渗介质。

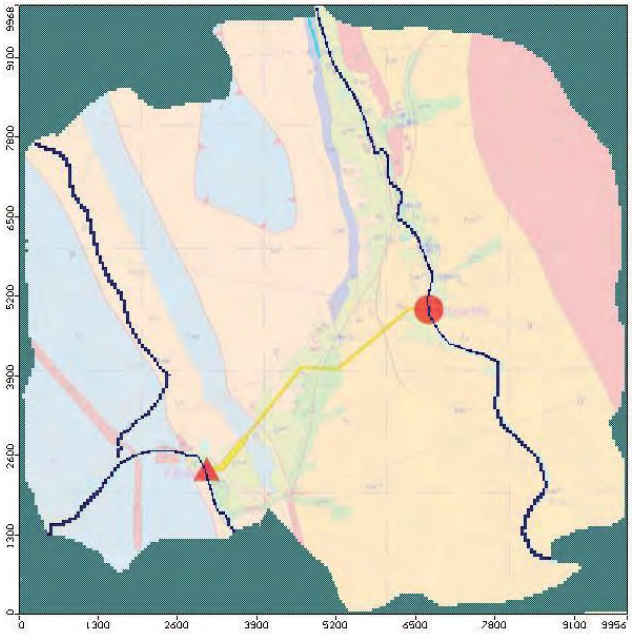


图 5.4-3　　模拟区模型边界条件设置

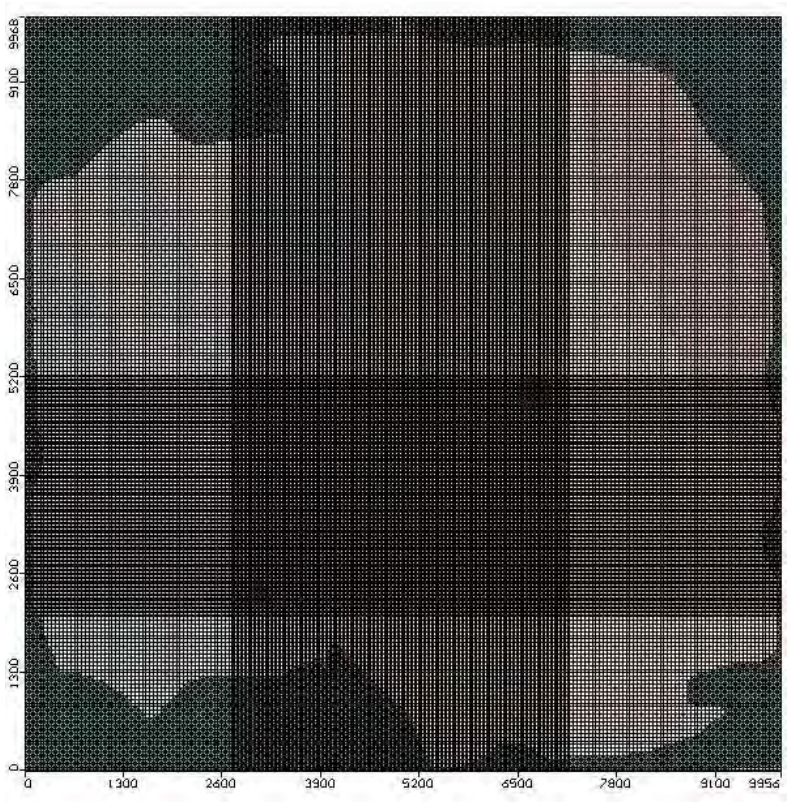


图 5.4-4　　模拟区剖分离散

模拟区西～东方向作为模型 x 轴方向，长度 9956m，每 50m 划分一个网格；南～北方向作为模型 y 轴方向，长度 9968m，每 50m 划分一个网格；对于隧洞和所在区域进行局部加密；垂直于 xy 平面向上为模型 z 轴正方向，垂向上分 5 层。

②时间离散

本次模拟期设定为 2016 年 1 月～2036 年 1 月，共 20 年，7300 天。

③含水层概化

根据前期水文地质资料，模拟区地下水可分为第四系孔隙水、构造裂隙水和碳酸盐类裂隙水。其中第四系孔隙水为潜水，主要赋存于玉曲河两岸阶地、冲沟等覆盖层中，受大气降水或冲沟水补给，向玉曲河排泄，一般雨季水量较丰。

引水线路所经过的基岩多为弱、微透水岩组，基岩裂隙发育深度较浅

且一般较为短小，裂口呈张开—微张。基岩裂隙水总体贫乏或水量较小，但部分地区由于坡岩体由于卸荷倾倒，裂隙发育，为地下水的赋存和运移提供了空间。据地表调查，大理岩、结晶灰岩等可溶岩分布区未发现大的溶洞，断层破碎带、结晶灰岩、大理岩等为主要含水层与导水层，板岩、砂岩类、花岗闪长岩、变质辉长辉绿岩、变质流纹斑岩水量不丰，为相对隔水层。水文地质单元的水力联系主要为岩层走向，而东西向不同水文地质单元间水力联系相对较差，主要通过断裂带联系。此次模型中包含不同水文地质单元，故以高渗介质刻画断裂带，保证东西向不同水文地质单元之间的联系。

垂向上将模拟区内地层概化为五层。

④水文地质参数选取

根工程区小型断裂带发育较多，根据本项目可研报告工程地质部分及前期勘察钻孔资料，对该模拟区水文地质参数情况进行划分（表 5.4-4，图 5.4-5）。

表 5.4-4　　模拟区模型水文地质参数取值

区域代号 / 渗透系数	I	II	III	IV	V（断层）	VI（大坝运营期）	VII（断层）	VIII	IX
Kx（m/d）	0.0026	0.0058	1.44	0.16	0.6	0.0001	0.48	0.1	0.003
Ky（m/d）	0.0026	0.0058	1.44	0.16	0.6	0.0001	0.48	0.1	0.003
Kz（m/d）	0.00026	0.00058	0.144	0.016	0.06	0.0001	0.048	0.01	0.0003
重力给水度（%）	0.14	1.96	1.2	1.02	1.02	0.0001	1.02	0.62	1.02
有效孔隙度（%）	2.55	2.15	1.5	1.25	2.15	0.2	0.4	1.2	3
总孔隙度（%）	6.55	5.25	3	3.45	5.25	0.4	3.2	3.2	7.9

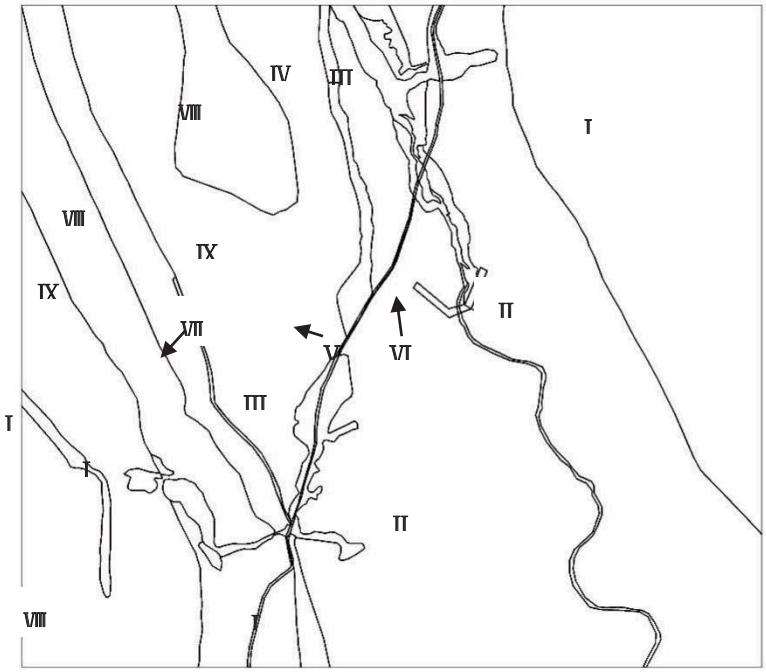


图 5.4-5　　第一层渗透系数分区图

⑤补给量

根据区域水文地质资料，本项目区内年平均降雨量为 451mm。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（表 5.4-5）。本项目引水线路所经过的基岩多为弱、微透水岩组，断层破碎带、结晶灰岩、大理岩等为主要含水层与导水层，降雨入渗系数取值为 0.16；第四系孔隙潜水含水层沿河分布，为夹砂砾卵石层，结构松散，降雨入渗系数取值为 0.30。据此，根据含水岩组不同，各区域补给量分别为 72.1mm/yr 和 135.3mm/yr。同时根据多年平均月降雨量进行丰枯季划分，其中丰水期为每年 6～10 月，枯水期为每年 1～5 月和 11～12 月。

表 5.4-5　　降雨入渗系数经验数据

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

续表 5.4-5　　降雨入渗系数经验数据

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		

（2）地下水流数值模拟

① 数学模型

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），地下水渗流场模型的数学模型为：

$$E=\frac{\partial}{\partial x}\left(Kx\frac{\partial \mathrm{h}}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(Ky\frac{\partial \mathrm{h}}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial \mathrm{z}}\left(Kz\frac{\partial \mathrm{h}}{\partial \mathrm{z}}\right)+W$$

式中：μ_s—贮水率（1/m）；

h—水位（m）；

Kx，Ky，Kz—分别为 x，y，z 方向上的渗透系数（m/d）；

t—时间（d）；

W—水流的源和汇（1/d）；

$$E=\begin{cases}0 & \text{稳定流}\\ \mu_s\dfrac{\partial \mathrm{h}}{\partial t} & \text{非稳定流}\end{cases}$$

② 初始渗流场与源汇项

按照前述建立的数值模型、边界条件和计算参数，以模型运行到第 3650 天得到的流场作为初始渗流场，见图 5.4-6，受区内地形地貌、含水岩组及构造发育等条件控制，本项目拟建隧洞区域地下水埋深较大，靠近河流位置地势低，地下水位埋深小，这与本项目所在区域水文地质条件相符。利用模型计算所得流场作为项目区初始渗流场基本合理。

源汇项主要包括大气降水入渗补给、侧向径流补给、断层补给，以及侧向径流排泄、断层排泄、蒸发等。各项均换算成相应分区上的强度，然后分配到相应单元格。

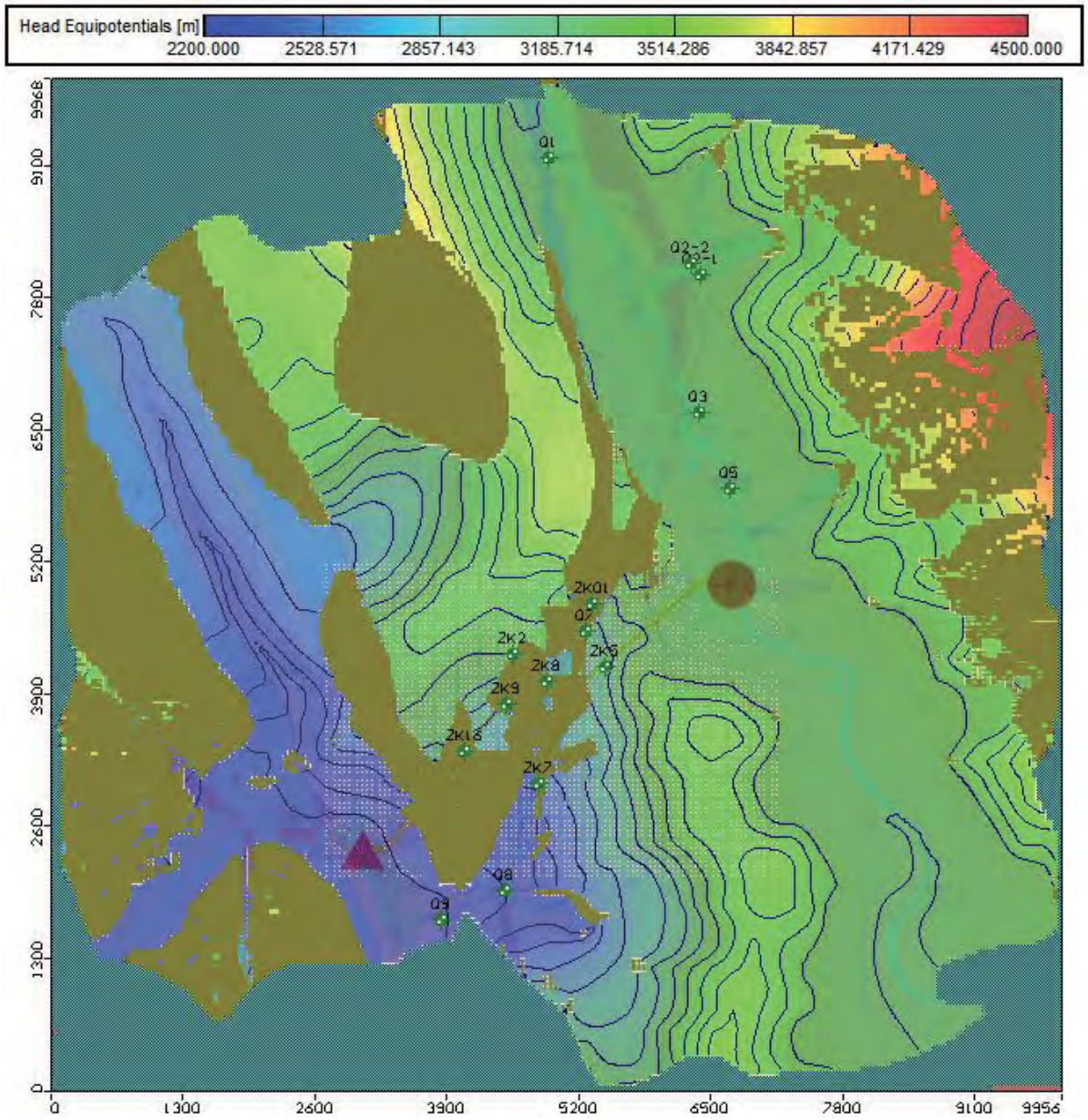


图 5.4-6　　初始流场图

③ 地下水流模型识别验证

模型的识别和验证主要遵循以下原则：a. 模拟的地下水流场要与实际地下水流场基本一致，即要求地下水模拟等值线与实测地下水位等值线形

状相似；b.模拟地下水的动态过程要与实测的动态过程基本相似，即要求模拟与实际地下水位过程线形状相似；c.从均衡的角度出发，模拟的地下水均衡变化与实际要基本相符；d.识别的水文地质参数要符合实际水文地质条件。

地下水流模型的识别工作的目的是检验所建立的水文地质概念模型是否合理，以及检验所建立的数学模型是否能够真实地反映实际流场的特点。结合现有资料选择以2016年5月的实测与收集水位资料作为验证，在评价区内选取10个地下水水位观测点作为水位观测井。

本次研究，利用试错法对模型参数进行了率定，经过反复调参，得到了较为理想的模型识别结果。

此外，VisualMODFLOW软件自身也具有强大的模拟结果自动统计功能。在此，采用RMS和NormalizedRMS两参数对模拟结果进行分析。

残差均方RMS(Root Mean Squared Residual)计算公式如下:

$$RMS = \frac{1}{n}\sqrt{\sum_{i=1}^{n} R_i^2}$$

式中，n为计算拟合点个数，R为单个拟合点的绝对误差"

因为 RMS 计算公式中没有考虑拟合水位变化幅度对模型精度的影响，因此，VisualMODFLOW引入另外一个更加准确的判别参数:标准化残差均方根NormalizedRMS，其计算公式为:$NormalizedRMS = \frac{RMS}{(X_{obs})_{\max} - (X_{obs})_{\min}}$

计算NormalizedRMS为9.487%。图5.4-7更加直观地反映了模型拟合结果。

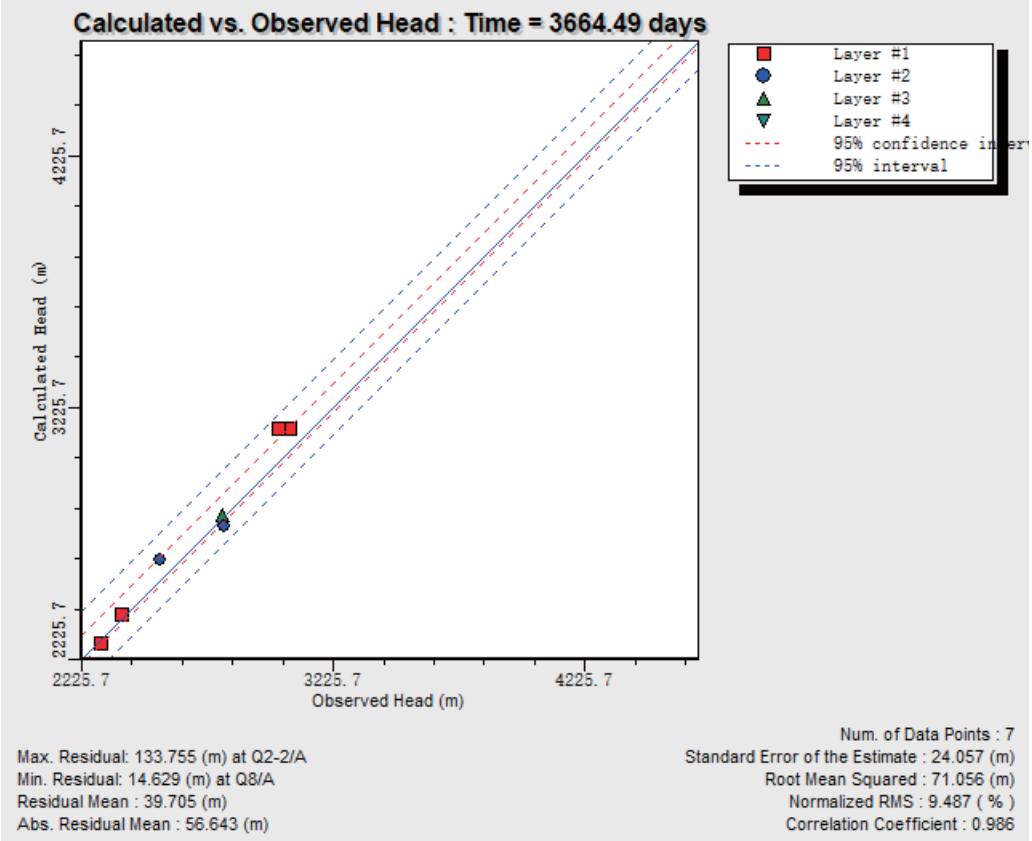


图 5.4-7　　钻孔水位模拟误差分析图

④施工期隧洞排水条件下的渗流场分析

为了说明隧洞工程对地下水渗流场的影响，施工期将引水隧洞概化成高渗介质，通过运行得到施工扰动之后的隧洞区地下水渗流场特征变化。

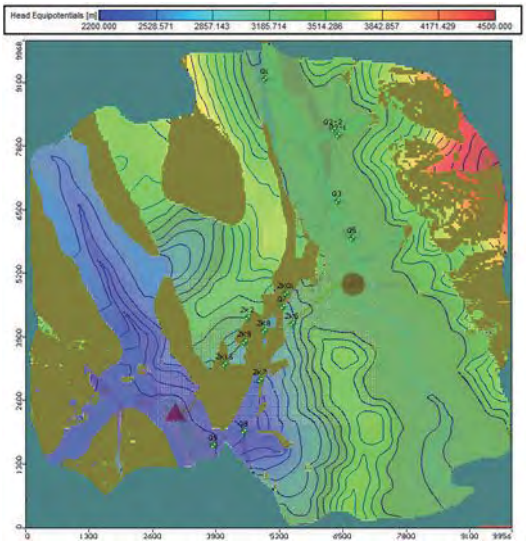


图 5.4-8 隧洞施工前的地下水渗流场

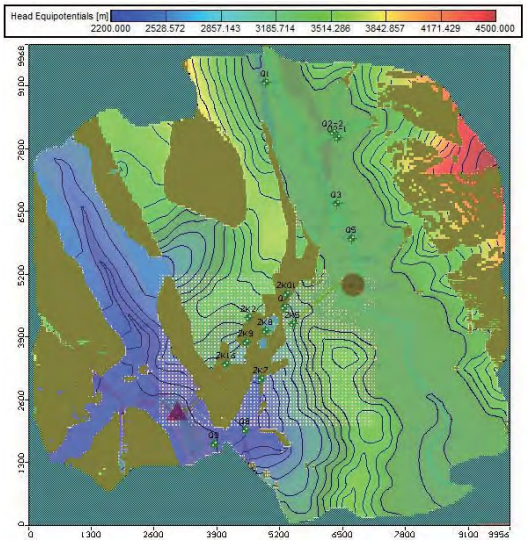
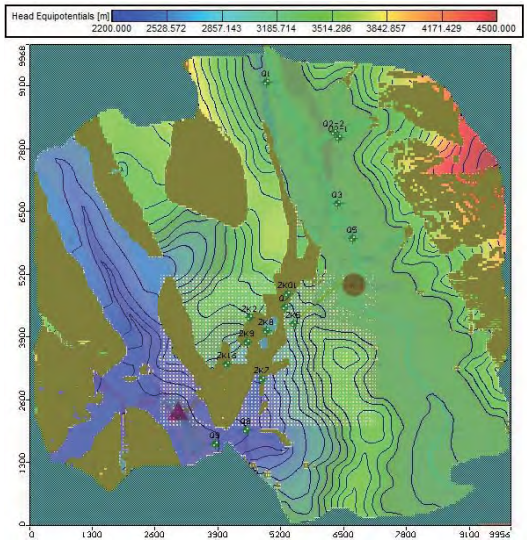


图 5.4-9 隧洞施工 1 年后的地下水渗流场



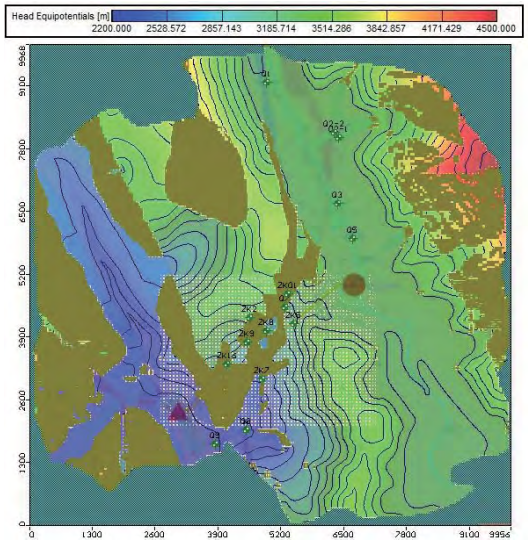


图 5.4-10 隧洞施工 2 年后的地下水渗流场 图 5.4-11 隧洞施工结束时的地下水渗流场

通过模型校验后，对隧洞总涌水量做一个估算，与解析法计算出的涌水量对比，得出模型计算出的涌水量接近地下水动力学方法中铁路经验计算出的总涌水量，因此铁路经验计算出的涌水量作为本项目隧洞的预测涌水量是合适的，引水线路各隧洞洞段施工后各段的影响程度大小及对敏感点的影响见表 5.4-6。

表 5.4-6 引水线路各隧洞段对地下水环境影响综合评价表

地层	洞长（m）	地层岩性	降深（m）	影响半径 R（m）	Q_{max}（m^3/d）	影响程度
P_1nc	1769	砂岩、板岩	53	357.16	427.09	中
闹中断裂带	305	-	42	159.86	40.63	小
T_2m^4	1603	变质流纹斑岩，发育坡郎断裂	48	216.05	200.18	中
T_3wp^4	1120	灰岩、大理岩	27	828.43	4662.12	大
T_3wp^3	2117	板岩	42	186.87	264.37	小
T_3wp^3	198	板岩	42	76.63	24.73	小

隧洞施工下的渗流场如图 5.4-8~图 5.4-11，引水隧洞施工之后，沿着线路两侧形成一定范围的地下水水位下降带，其影响范围在平面上以引水

隧洞为中心向各方向延伸100～800m左右，降深约27～53m（具体情况见表5.4-6）。通过流场图的对比可以看出，施工期在完全没有采取防渗措施的情况下，地下水流场影响范围和渗透系数成正比关系，渗透系数越大，影响范围越大，这和解析法预测结果基本保持一致。

在综合了影响范围和涌水水量的预测计算结果后，对引水线路各隧洞洞段施工对地下水环境影响评价，定性的描述各段的影响程度大小。

A.隧洞建设引起该段地下水的补径排条件的显著改变，如影响半径较大，造成影响半径内地下水产生大范围疏干现象，这种情况的影响程度较大。

B.隧洞建设该段引起地下水补径排关系发生一定程度的改变，如影响半径较大，造成影响半径内地下水产生小范围梳干现象，同时影响段为断层破碎带，这种情况的影响程度较大。

C.隧洞建设该段引起地下水补径排关系发生一定程度的改变，如影响半径较小，造成影响半径内地下水产生小范围梳干现象，这种情况影响程度中等。

D.隧洞建设仅对该段地下水产生一定影响，半径较小影响，不造成影响半径内地下水产生梳干现象，这种情况影响程度小。

本项目隧洞主洞及各支洞总长7112m，穿越4套地层，其中对地下水环境影响较小的为穿越 T_3wp^3 地层的洞段，长度共计 2620m，占隧洞总长的36.6%；中等的为穿越 P_1nc、T_2m^4 的洞段，长度共计 4797m，占隧洞总长的47.4%；影响程度大的为T3wp4洞段，长度共计1120m，占隧洞总长的16%，其中将分布在 P_1nc 和 T_2m^4 地层的细小断裂划定为影响程度较大。

⑤施工期对敏感点的影响分析

Q1出露高程为2900m，引水隧洞上平洞高程位于2758m—2800m，泉点Q1出露高程相对引水隧洞高程低，但引水隧洞不会穿越与Q1存在联系的大

理岩含水层 T_2m^2，结 Q1 不在工程施工区，不受直接影响。

Q2 位于隧洞施工区河流对岸，其补给区位于玉曲河东侧，且距引水隧洞施工区较远，因此 Q2 不受影响。

Q7 泉点未利用，不属于敏感保护目标，根据其位于隧洞施工地下水水位影响半径之外，同时该泉点的补给和径流区位于该冲沟上游，远离引水隧洞，位于引水隧洞影响半径之外，因此不会对该泉点造成影响。

Q8、Q9 为本区的两个温泉点，其中 Q9 点为温泉洗浴点，Q8 点暂未利用。Q9 距离引水隧洞距离为 800 米，Q8 距离引水隧洞平面距离为 1100 米。引水隧洞高程部位位于 Q8 的径流途径，对温泉点补给流量有一定影响（图 5.4-12）。引水隧洞高程位于 Q9 的径流途径，因此对温泉点补给流量有一定影响（图 5.4-13）。施工过程中应密切关注，若遇到热水渗出时，应及时关注 Q8、Q9 点的流量变化情况，同时应做好该热水资源的保护，包括：（1）稳定流量的温泉应单独进行收集并引至厂址外，保障村民的热水资源不被掩埋。（2）施工过程中无热水渗出时，或无稳定流量时，应做好封堵措施，保障原泉点不衰减。

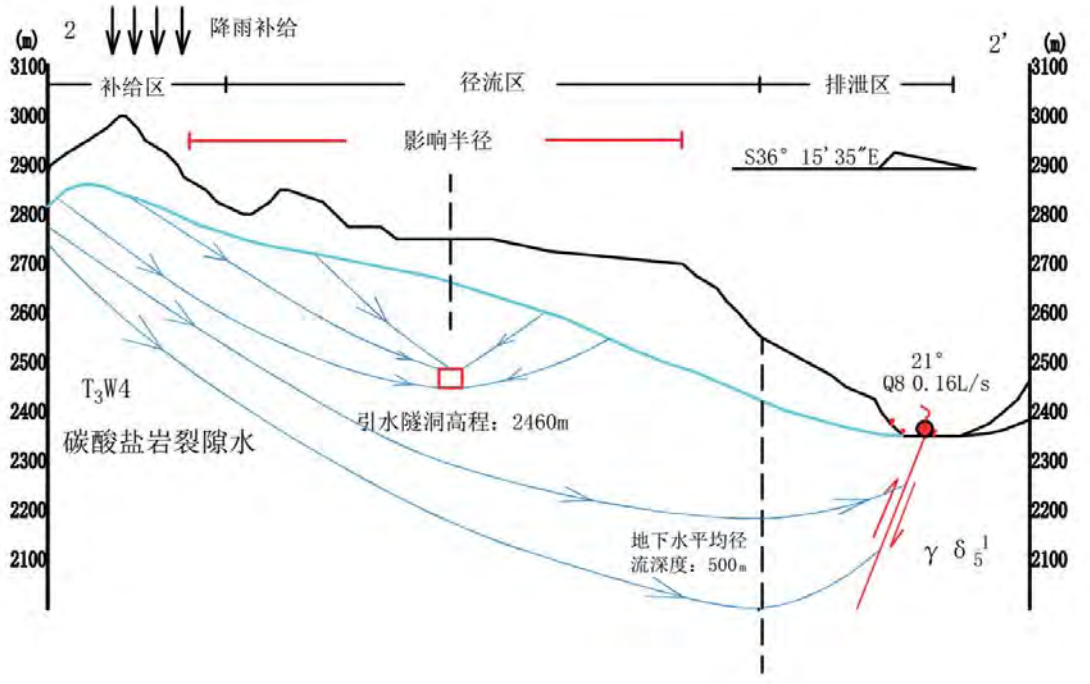


图 5.4-12　　隧洞施工情况下 Q8 补径排与引水隧洞关系剖面示意图

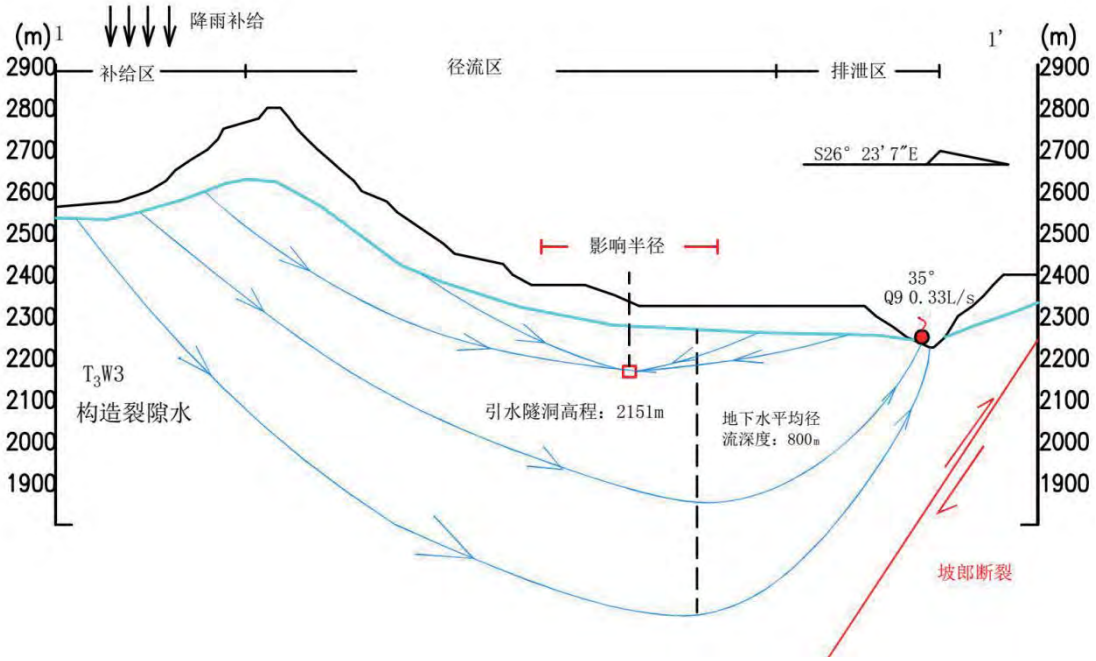


图 5.4-13　　隧洞施工情况下 Q9 补径排与引水隧洞关系剖面示意图

卡树冲沟弃渣场对 Q2 的影响：卡树冲沟弃渣场位于该泉点出露点及其上游 200m 范围，基本位于该泉点的排泄区，不在其补给区内。弃渣场主要为施工岩石弃渣，主要为物理破碎，基本无化学成分的变化，其主要是在施工期可能由于降雨淋滤，影响该泉点的浑浊度和 SS。

根据敏感点所在位置及沿线地下水流场改变程度将隧洞开挖对地下水环境的影响分为三种不同的程度。

A. 敏感点在影响半径以内或敏感点与位于同一水文地质单元且隧洞建设引起敏感点地下水的补径排条件的显著改变，如泉点流量大幅减少甚至疏干，或敏感点地下水环境质量降低造成损失过高，这种情况的影响程度较大。

B. 敏感点位于影响半径以外，隧洞建设造成敏感点地下水补径排关系发生一定程度的改变，如造成泉点流量或静储存量减少、水质无影响，或隧洞建设仅对周围功能性较低的地下水产生较大影响，这种情况影响程度中等。

C. 敏感点位于隧洞影响半径以外且距离较远，隧洞建设仅对周围地下水产生一定影响，不造成敏感点地下水环境质量，这种情况影响程度小。

根据以上评价标准，工程建设对敏感点的影响情况见表 5.4-7。

表 5.4-7　　对敏感点的影响评价表

编号		地下水类型	流量（L/s）	开发利用状况	隧洞轴线至敏感点水平距离（m）	隧洞施工是否影响补径排条件	影响程度
Q1		岩溶水	2000	生活生产用水	4473	否	无
Q2	Q2-1	构造裂隙水	83	生活生产用水	3134	否	无影响
	Q2-2	构造裂隙水	0.33	生活生产用水	3134		
Q8		构造裂隙水	0.16	未利用	1188	影响径流途径	中
Q9		构造裂隙水	0.33	生活用水（洗浴）	831.9	影响径流途径	中

由于地下水水位的下降，部分敏感点（泉点）的补给量有所下降。其中 Q2 未受到影响，分析其原因主要是隧洞施工主要影响的是隧洞两侧，而 Q2 位于隧洞施工区河流对岸，其补给区位于玉曲河东侧，且距离施工区较远，因此对其基本无影响；引水隧洞北侧冬水大泉 Q1 受影响程度较小，分析其原因可能是冬水大泉 Q1 补给区主要为泉水南北两侧方向的大理岩区补给（以北侧为主），主要补给区距离引水隧洞距离较远，故受引水隧洞影响较小；位于引水隧洞南侧的两个温泉点 Q8 和 Q9 受影响程度中等，Q8 和 Q9 为断层（闸中断裂和坡郎断裂）破碎带或断层西侧结晶灰岩渗流在闸中沟的出露泉，施工期，断裂带被引水隧洞穿过，引水隧洞处为高渗介质，水流方向改变，主要向引水隧洞处泄流，隧洞施工会一定程度上影响泉的径流场并一定程度上减小泉点的给水排泄，最终导致 Q8 和 Q9 的流量有所减小。

5.4.5 运营期地下水流场预测

扎拉水电站水库初拟正常蓄水位 2815m，死水位 2811.50m，总库容 914 万 m^3，回水接其上梯级碧土水电站厂址，水库回水长度 3.8km。水库按正常蓄水位蓄水时，坝前将天然水位抬高 56m 左右。

为了说明运营期对地下水渗流场的影响，在运营期，引水隧洞已经完全封堵同时将回水河段概化成定水头，将大坝概化为低渗介质，通过运行得到运营期项目区域地下水渗流场特征变化。

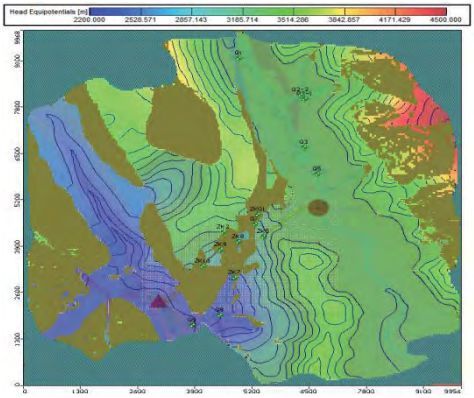


图 5.4-14 运行前地下水初始渗流场

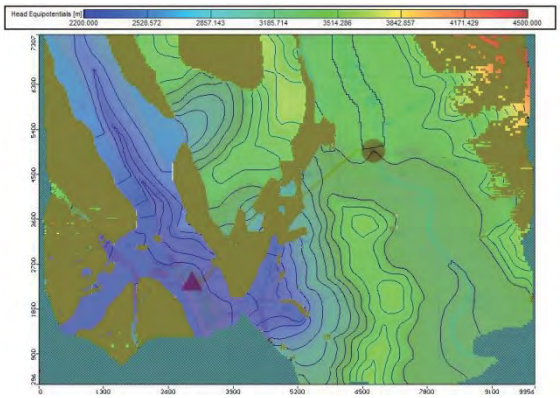


图 5.4-15 运行 2 年后的地下水渗流场

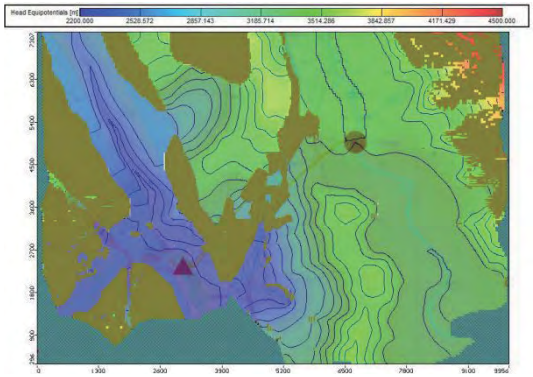


图 5.4-16 运行 3 年后的地下水渗流场

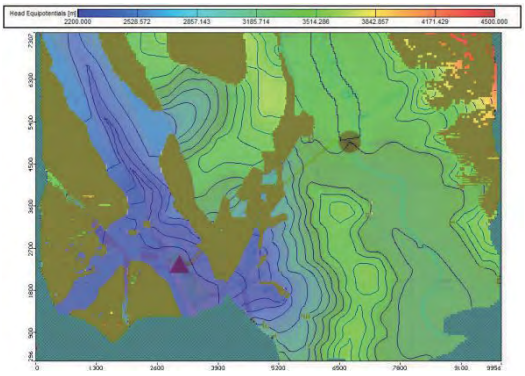


图 5.4-17 运行 5 年后的地下水渗流场

① 运营期引水隧洞对地下水渗流场影响

根据图 5.4-14、图 5.4-15 以及前述章节图 5.4-9 的对比可以看出，当水电站运营期，引水隧洞采取完全封堵的情况下，运营至第二年时，引水隧洞区域地下水渗流场恢复明显，降水漏斗收缩明显，但在引水隧洞进出口位置依然有所不同。图 5.4-17 为运营 5 年即采取完全封堵措施 5 年后地

下水渗流场，表明引水隧洞区域基本与天然状态下渗流场相近。

② 运营期大坝阻水对地下水渗流场影响

水电站运行期，根据图 5.4-14～5.4-17 对比，大坝蓄水后大坝坎肩以及回水河段区域地下水渗流场和天然状态下大坝坎肩和回水河段区域地下水渗流场有着明显差异，在坝体上下游水头始终保持着一个较为明显的差值，随着时间的延续差值逐渐减小，最后趋于一个稳定值。分析其原因是由于大坝挡水，水库蓄水，坝前将天然水位抬高 56m 左右，同时大坝起到阻挡水流向下游排泄的作用，故致使大坝上游水位有所抬升。此外由于大坝阻水的影响，其地下水位在左右岸山体有所抬升。此外，各敏感点（泉点）均未受到影响。分析其原因可能是由于 Q1 主要由北侧方向的大理岩区补给；Q2 主要由断裂带中地下水以及卡树冲沟上游地表水补给；Q8 和 Q9 主要由断层（闹中断裂和坡郎断裂）破碎带及断层西侧结晶灰岩中的地下水补给，温泉推测为深部地下水沿着侵入岩花岗闪长岩的断裂带和接触带上升而来的。因此，电站运营期对大坝上游水位有所抬升，但并未影响上述泉点的补给区。

电站蓄水后，因坝址下游减水河段水位下降，河流两岸地下水含水层补给河流的径流量增大，两岸地下水水位会有所下降。在保证一定生态流量的情况下，下游同时有小支沟等水流补给河水，在平水期及枯水期，减水河段对河流两岸地下水影响较小；丰水期降水量相对较大，地表水、降水补给河流两岸补给的地下水水量增加，减水河段对地下水的影响较弱。

5.4.6 运营期地下水水质预测

（1）预测范围

扎拉电站坝址区采用帷幕灌浆措施以防渗，但在其蓄水后由于坝址区

两侧较大的水位差依然有可能产生微小的坝基坝肩渗漏及绕坝渗漏，从而形成渗透区。

此次主要以有可能产生渗漏的坝基坝肩处为预测范围。

（2）运营期污染物预测分析性

据可研报告，坝址区河床坝基、坝肩均存在透水岩土体，河床坝基卵砾石层属强透水层，基岩以弱透水层为主，浅部具中等透水性，存在坝基渗漏和绕坝渗漏问题。当回水河段由于上游地表水污染存在污染物富集作用时，污染物有可能通过坝基渗漏和绕坝渗漏对地下水产生影响。根据坝基渗漏及绕坝渗漏公式计算，坝址覆盖层总渗漏量约 $2.52\times10^{-3}m^3/s$。

本次模拟对象为扎拉水电站运行后对周边地下水水质的影响，解析对象为扎拉水电站内的地表水体对周边地下水的影响。因此，对地表水中污染源来源及水质变化进行简单分析，水电站运行后，大坝之上区域会形成一湖库，上游来水中的污染源与泥沙等在该段（湖库段）水体富集、累积，加之水体流动变缓、水体交换周期变长，地表水体中的浓度会在一定程度上进行富集、水质发生变化；同时，随着大坝蓄水、地表水水位上升，对地下水的入渗强度增加，加之水质变化，故对周边地下水形成污染物浓度和水位的双重影响。

水位方面，电站蓄水后，因坝址下游减水河段水位下降，河流两岸地下水含水层补给河流的径流量增大，两岸地下水水位会有一定幅度的下降。在保证一定生态基流的情况下，下游同时有小支沟等水流补给河水，在平水期及枯水期，减水河段对河流两岸地下水影响较小；丰水期降水量相对较大，地表水、降水补给河流两岸补给的地下水水量增加，减水河段对地下水的影响较弱。

水质方面，水库年出库水量为 34.6 亿 m^3，因此水利冲刷系数为 374/年，氨氮不在库区中迁移、转化，因此可认为建库后氨氮浓度与现状浓度一致，为 0.081 mg/L。

通过前述分析得到，坝址覆盖层总渗漏量约 $2.52\times10^{-3}m^3/s$，将该渗漏量定为回水河段污染源的补给量，将枯水年坝址处的氨氮浓度（0.081mg/L）定为回水河段污染源浓度，在此基础上进行数值模拟分析，得到污染物模拟图。

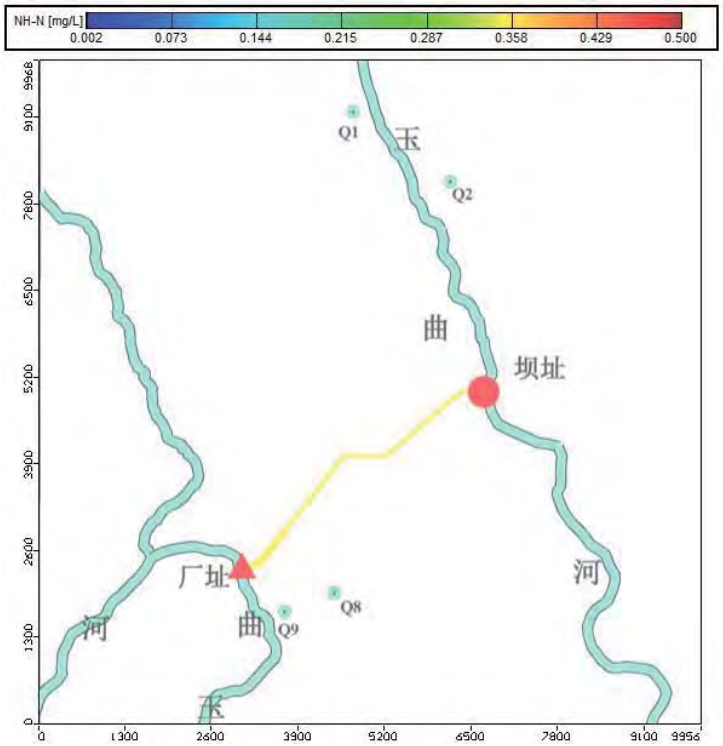


图 5.4-18　　运营期氨氮浓度污染分布图

模拟图中，污染羽的色斑显示下限浓度为 0.002 mg/L，即当库区河段由于污染物的富集作用，对地下水产生影响时，则在模拟图中库区河段坝址附近会出现蓝色色斑区域，当出现污染时即污染物浓度超过 0.2 mg/L 时，在模拟图中库区河段坝址附近会出现绿色色斑区域，但根据模拟图，并未出现上述两种色斑区域，故库区河段由于污染物的富集作用并未对地下水产生影响。

5.4.7 地下水环境影响评价结论

5.4.7.1 施工期地下水环境影响评价

（1）引水隧洞对地下水位影响结论

本项目隧洞主洞及各支洞总长 7112m，穿越 4 套地层，影响程度大的为 T_3wp^4 洞段，长度共计 1120m，桩号为 K0+000～K1+769；影响较大的有为闹中断裂带及布在 P_1nc 和 T_2m^4 地层的细小断裂的洞段，其中闹中断裂带长度共计 305m，桩号为 K1+769～K2+074；影响中等有 P_1nc 和 T^2m^4 地层洞段，其中 P_1nc 洞段长度为 1769m，桩号为 K0+000～K1+769，T_2m^4 地层洞段长度为 1603，桩号为 K2+074～K3+677；影响较小的为 T_3wp^3 洞段，桩号为 K3+976～K4+831。

（2）工程对敏感点的影响

引水隧洞施工对 Q1、Q2-1、Q2-2 没有影响；Q7 未在影响半径范围内；引水隧洞高程位于 Q8、Q9 的径流途径，对温泉点补给流量有一定影响，施工期有可能减小温泉流量，影响程度中等。

卡树冲沟弃渣场对 Q2 的影响：卡树冲沟弃渣场位于该泉点出露点及其上游 200m 范围，基本位于该泉点的排泄区，不在其补给区内。弃渣场主要为施工岩石弃渣，主要为物理破碎，基本无化学成分的变化，其主要是在施工期可能由于降雨淋滤，影响该泉点的浑浊度和 SS。

（3）生产废水对地下水水质的影响

施工期生产废水按照相关要求处理后达标排放，不会对地下水水质造成明显影响。

5.4.7.2 运行期地下水环境影响评价

水电站运营期，当引水隧洞采取完全封堵的情况下，运营至第二年时，引水隧洞区域地下水渗流场恢复明显，降水漏斗收缩明显，但在引水隧洞

进出口位置依然有所不同。运营 5 年即采取完全封堵措施 5 年后地下水渗流场，引水隧洞区域基本与天然状态下渗流场相近。

水电站运营期，大坝蓄水后大坝坎肩以及库区河段区域地下水渗流场和天然状态下大坝坎肩和回水河段区域地下水渗流场有着明显差异，在坝体上下游水头始终保持着一个较为明显的差值，随着时间的延续差值逐渐减小，最后趋于一个稳定值。分析其原因是由于大坝挡水，水库蓄水，坝前将天然水位抬高 56m 左右，同时大坝起到阻挡水流向下游排泄的作用，故致使大坝上游水位有所抬升。

此外，由于大坝阻水的影响，其地下水位在左右岸山体有所抬升。各敏感点（泉点）均未受到影响。分析其原因可能是由于 Q1 与工程区相关工程均无联系。弃渣场可能会导致泉水掩埋并将弃渣场中污染物冲走并带入下游河段，需做好导流措施，运营期做好地下水水质水位监测。运营期，引水隧洞完全封堵 5 年后，工程区地下水恢复到天然水位一致，在运营期 5 年内对 Q9 流量有一定影响，5 年后无影响。当库区河段由于上游地表水污染存在污染物富集作用时，以坝址覆盖层总渗漏量（$2.52\times10^{-3}m^3/s$）为库区河段污染源的补给量，以枯水年坝址处的氨氮浓度（0.081 mg/L）为库区河段污染源浓度来进行数值模拟分析，结果显示污染物并未对地下水产生影响。

电站蓄水后，因坝址下游减水河段水位下降，河流两岸地下水含水层补给河流的径流量增大，两岸地下水水位会有下降。在保证一定生态流量的情况下，下游同时有小支沟等水流补给河水，平水期及枯水期减水河段对河流两岸地下水影响较小；丰水期降水量相对较大，地表水、降水补给河流两岸补给的地下水水量增加，减水河段对地下水的影响较弱。

5.5 陆生生态影响预测评价

5.5.1 陆生植物的影响

（1）对陆生植物多样性的影响

对陆生植物多样性的影响主要表现在工程施工期占地和施工对植物的直接破坏，电站运行期水库蓄水对淹没区植物淹没的影响。根据现场调查结果显示，工程施工区和淹没区植物以灌木和草本为主，乔木较少，常见的有川滇高山栎、小檗、绣线菊、雀梅藤、白刺花、毛球荛等灌木，垫状卷柏、珊瑚苣苔、苔草、扭黄茅、毛莲蒿、山蓼等草本，这些植物种类在评价区较为常见，在淹没线以上或其它地区也都有分布，因此，只要保护好淹没线以上的产地，仍可得以保存和繁衍，不会导致物种的消亡和灭绝。受工程施工占用和淹没影响的物种只是数量上减小，对评价区植物区系组成结构方面，没有明显影响。由于植物区系成分与水电站所在地域生态背景密切相关，植物区系成分不会发生变化，也不会导致某种植物物种的丧失或者消亡。

（2）对植被的影响

1）施工期的影响

施工期对陆生植物的影响主要表现在工程施工活动对地表植被造成的直接损失，包括坝址区、厂房区、引水隧洞进出口及渣料场工程施工及相应的施工临时道路的新修和扩建、施工场地平整、配套设施建设以及开挖和弃渣填压等。

施工活动将破坏施工区植被，失去原有的自然性和生物生产力，降低了景观的质量与稳定性。施工结束后，临时占用地的植被类型可依靠人工恢复，减少工程对植被的破坏，部分可还原到现有的质量水平，永久占用

地将成为人工基底的景观类型。工程施工占用的林地类型主要为川滇高山栎阔叶林，以及大面积的灌木林地，其次为耕地和草地。高山松等类型的针叶林位于淹没线和隧洞上方，未被施工占用。

各施工区对植被的影响如下：

①主体枢纽工程建设对植被的影响

主体工程建设主要是指坝址、厂房、场内道路等永久占地区。工程对植被的永久占用为不可逆影响。工程影响区的植被多为灌丛和农业植被，受影响的野生陆生植物种类和植被类型均为评价区广泛分布的类型，工程建设活动对其造成的影响及破坏有限，且主体工程区施工结束后将临时占地进行生态恢复，因此主体工程区的施工建设活动对该区域植被及陆生植物多样性不会造成较大影响。

③ 料场开挖对植被的影响

扎拉水电站的石料场分别是卡树石料场和扎史同石料场。卡树石料场植被以阔叶林和灌丛为主，由于该料场周边分布居民、道路、水渠等，受人为干扰较大，以川滇高山栎为建群种的阔叶林受人为干扰（主要是砍伐）表现出次生性，林冠低矮，呈现灌木状。灌丛主要有小檗灌丛、绣线菊灌丛、白刺花灌丛等。扎史同料场区域植被较为稀疏，植被组成较为单一，以灌丛植被为主，主要有垫状迎春灌丛、灰毛茏灌丛等，其间分布有伏地卷柏、珊瑚苣苔、唐松草、老鹳草、粉背蕨等草本植物。从石料场的植被组成上看，植被类型和植物种类组成均为常见，且在评价区分布较为普遍，石料场开发会使占地区的植被生物量减小，但不会使某一植被类型或植物种类消失或灭亡，而且工程对其的影响只是暂时的，随着工程结束后的植被恢复措施的落实，各料场对植物资源的影响将减弱甚至消失。因此料场对植被的影响仅限于施工期。

③弃渣场弃渣对植被的影响

扎拉水电站的弃渣场分别是卡树沟弃渣场、闹中冲沟支沟弃渣场和大坝左岸上游滩地弃渣场（表土堆存场）。弃渣场占地类型以灌木为主，并占用少量阔叶林，占用的阔叶林受人为干扰呈灌木状，弃渣场范围内未发现国家重点保护植物资源。渣场占用的植被均为评价范围内的常见物种，占地不会导致植物多样性减弱。同时，工程实施期间，采取边建设边复植措施，对植被损失具有一定的补偿作用。另外复植时的植物选择当地常见种，将加快植被恢复速度。因此，弃渣场占地对植被的影响较小。

④隧洞施工对植被的影响

本工程的引水线路工程通过隧洞的形式施工，5#公路也有一段隧洞施工，隧洞施工对隧洞上方的森林植被将产生一定的影响。

a.水文系统改变对植物的影响

埋藏在山体中的岩石或土体里分布着大量的空隙，这些空隙是地下水的储存场所，也是地下水的转移通道。隧洞开挖不可避免地会破坏某些地下水的储存点和转移通道，造成地下水重新分配，从而形成新的含水层和地下水转移通道，而原来某些含水层和转移通道中所含的地下水可能减少甚至枯竭，这些导致隧洞区域局部地下水位下降，可能引起上方植被生长不良、枯萎甚至死亡。根据现场调查发现隧洞上部植被主要为高山松针叶林和川滇高山栎阔叶林，其均为耐旱植被类型，不属于高耗水量的植物，另外隧洞穿越区域土层较薄，上述植被的根系生物量主要集中在近地表的区域，根据工程设计可知，引水线路首部中心高程为 2800.75m，末端中心高程为 2125.70m，总高差 675.05mm，引水隧洞埋深较深。因此，隧洞施工对上方植被的影响较小。

b.洞口开挖破坏植被，导致生物量损失

隧洞工程对植被的直接影响表现在隧洞洞口、引水隧洞施工支洞洞口等的开挖过程中会破坏山体植被，使原有的自然植被破坏，变为固化的墙体，导致洞口植被生物量有所减少；此外，洞口开挖扰动地表，破坏了原有的地貌植被和土壤结构，使得土壤裸露，结构松散，容易引起水土流失，进而对周围植被产生影响。隧洞口植被以小檗灌丛、川滇高山栎灌丛、云南土沉香灌丛、垫状迎春灌丛等为主，零星分布有川滇高山栎林，隧洞口开挖破坏的植物及植被在评价区均广泛分布，不会在因局部植物物种损失而导致评价区内植物物种多样性减少或种群消失或灭绝。而隧洞开挖面有限，相对整个评价区来说，对整个工程的生物量损失来说比例较小。隧洞口施工时采取相应的水土保持措施，防止水土流失对植被造成的影响。

c.隧洞弃渣对植物的影响

隧洞弃渣对植物的影响主要表现在压覆植被，减少植被生物量、土壤污染及水土流失灾害等方面。引水隧洞开挖产生弃渣，主要弃之于卡树冲沟弃渣场和闹中冲沟支沟弃渣场。对植被的影响见上述弃渣场对植被的影响分析。

d.隧洞施工废水对植物的影响

隧洞施工废水中主要污染物有施工过程中产生的岩粉和其他颗粒尘土、隧洞内各种工程机械渗漏油以及隧道涌水带出的地层泥浆、泥沙等，一般来说这些废水 PH 值较高，SS 和石油类浓度较高，对地表水体和土壤产生污染，进而对周围生长的植物产生不利影响。但在采取相应的处理措施使废水达标后再排放，可以消减施工废水对植物的影响。

2）运行期的影响

①水库蓄水淹没的影响

水库蓄水前，将对水库淹没区内所有植被进行清理，处于淹没线 2815m 以下的库区的植被将遭到破坏。根据 4.3.1.5 节现状叙述可知，淹没线以下的植被主要为雀梅藤、小檗、竹叶花椒、绣线菊、川滇高山栎、毛莲蒿、水柏枝、云南土沉香、白刺花等灌丛和草地植被；其次为旱地，主要种植小麦、青稞、马铃薯、豌豆等农作物。另外零星分布有川滇高山栎等乔木，但多呈灌木状。水库蓄水后将直接使该区域植被生境淹没，生物个体失去生长环境，影响程度为不可逆。由于受人为干扰的影响，淹没范围内生物组分的多样性弱，抗逆性差，生产力不高，受淹没影响的植被在评价区不管是库区上游和下游、还是淹没线以上区域均可见到相似的群落。因此，不存在因局部植被淹没而导致种群消失或灭迹，更不会影响区域生态系统的完整性。另外，在对库区现场调查中，未发现国家重点保护植物的分布，因此，水库蓄水不会对国家重点保护植物产生影响。

扎拉电站库区总库容 914 万 m^3，相对较小，回水长度 3.8km，也相对较短，淹没面积 23.98hm^2 占整个评价区面积的 0.07%，比例非常小，从影响的范围来看，水库蓄水不会改变整个评价区的生态系统的结构和稳定性。

②对减水河段植被的影响

水库运行后，坝址至厂房之间将形成 59.2km 的减水河段，水文情势发生改变，进而对植被产生影响。水文情势决定并影响着河流生态系统的各个方面，包括河流的物质循环、能量过程、物种的存亡、生物栖息地状况以及生物之间的相互作用等。最直接的表现在于大坝截留后，其下游河段水位将会下降、高水位时段将会缩短，流量减少，水位降低将会导致河流两岸滩地面积增加、湿地面积相应减少，部分湿地植物的生长将会受到影响。

依照减水河段 180 度转弯上下游的植被特征分段预测分析影响：

A.对减水河段180度转弯上游植被的影响

现场调查显示，玉曲河河谷两岸多为岩石基质，在评价区河段湿地植被较少。滩地植物主要为水柏枝和雀梅藤等，这些植物具有耐旱特性。研究表明，水柏枝为深根性灌木，主根非常发达并向下直伸，主根、侧根、毛根共同组成相互交错的根系网，具有非常大的吸水面积吸收土壤和浅层水分，保证地上部分充足的水分供应。因此，减水对滩地植被的影响不大。

减水河段植被以川滇高山栎、高山松等针阔叶林植被为主，典型的干热河谷植被较少，干热特征不明显，但基带植被以下（河谷）仍有部分干热河谷灌丛植被，如清香木灌丛等。根据对减水河段180度转弯下游河段植被的垂直分布规律调查，在海拔3000-3200m左右，随着环境条件的渐趋湿润，峨眉蔷薇、绣线菊、川滇高山栎、各类杜鹃等灌丛出现并比例增加，表现出干热河谷向森林带过渡的性质。因此水量的减少对该段植被的影响主要表现在河谷植被上。减水的影响使得该段的植被在经过一段时间的演替后，干热河谷灌丛植被慢慢向该段区域发展，河谷现有的一些湿地植被将会被更多受耐干旱的如白刺花灌丛、仙人掌灌丛等所替代。

B.对减水河段180度转弯下游植被的影响

减水河段180度转弯下游河段植被具有明显的干热河谷植被特征，河滩植被以仙人掌灌丛、清香木灌丛、白刺花灌丛等为常见，这些植被本身对干热河谷气候特征较为适应，具有显著的耐受干旱的特征，虽然该段的水量的减少使得该段干热气候较引水前更加干热，但由于水位下降的较小，生态电站保证了减水河段最小15.9m^3/s的下泄生态流量，故影响的程度不大，该区域河谷植被仍为常见的干热河谷灌丛植被。

（3）对药用植物资源的影响

根据前面药用植物的现状描述，评价区内药用植物以冬虫夏草、松茸、川贝母为代表，根据其特殊的分布特征和分布海拔区域，其分布海拔均位于3500m以上区域，本工程的正常蓄水位为2815m，且工程布置区的高程均低于其分布海拔高度，因此不会受到工程施工和运行的直接影响。由于其药用价值高，可能在工程施工期和运行期出现盗挖的现象。但是可通过加强宣传教育和监管，防止盗挖现象的出现。因此，工程建设不会对评价区内的主要药用植物资源产生明显的影响，同时也不会对当地居民的经济来源产生影响。

（4）对重点保护植物的影响

根据前面现状描述，评价范围内分布有云南红豆杉、樟、澜沧黄杉、冬虫夏草和松口蘑等国家重点保护植物。对工程施工区和淹没区现场调查显示，未发现上述国家重点保护植物的分布，另外根据上述保护植物的生境分布及海拔分布状况来看，如冬虫夏草和松口蘑等分布海拔较高，均高于电站的正常蓄水位（2815m），因此不会受到电站蓄水淹没的影响。

松口蘑（松茸）的营养价值和药用价值极高，冬虫夏草是一种名贵的滋补药材，可能会出现盗采挖的现象，对松口蘑和冬虫夏草的资源产生影响。但是可通过加强宣传教育和监管，防止工程施工过程中，人员增加对其采挖产生的影响。

（5）对古树名木的影响

对本工程影响区及坝址下游区进行现场调查发现评价区古树有3种16株，其中藏川杨4株，核桃10株，光核桃2株，均位于淹没线以上，不受蓄水淹没的影响。对库区调查未发现古树名木的分布。

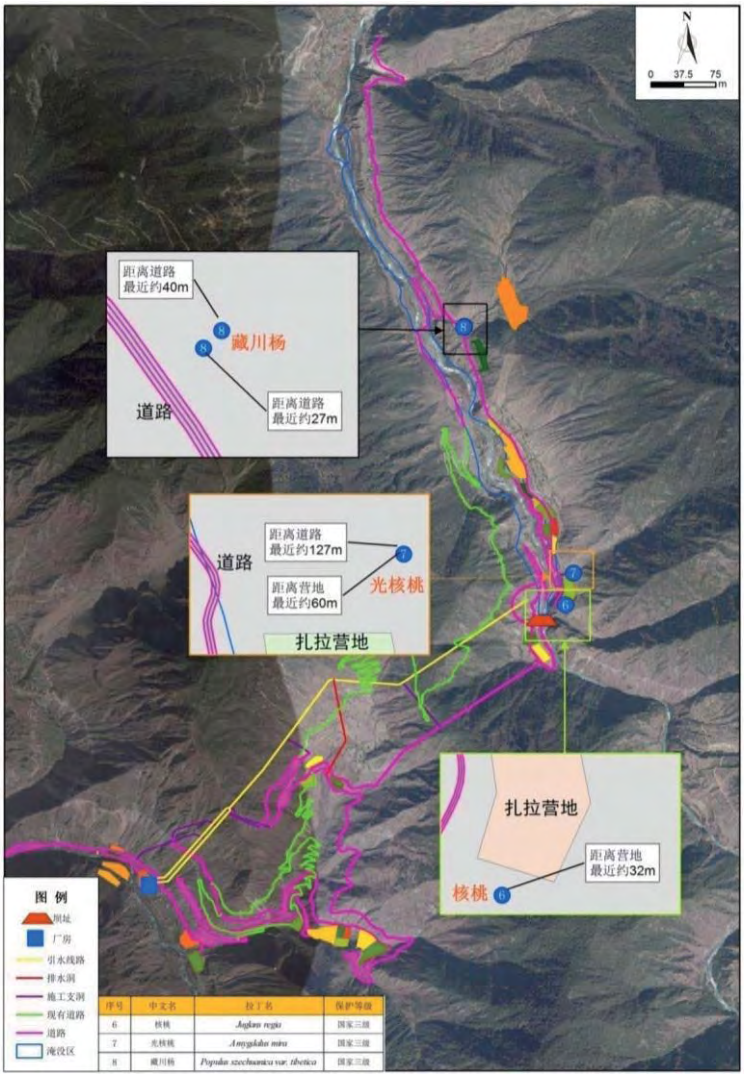


图 5.5-1　　古树名木与工程的位置关系

8 株核桃位于坝址下游区不受工程的影响;2 株核桃树位于淹没线以上，距离扎拉营地距较近，最近距离约 32m，不受扎拉营地的施工占地影响。

2 株光核桃距 8#公路的最近距离 127m 左右，距离扎拉营地最近距离约 60m，不会受到工程施工的直接影响。

4 株藏川杨位于扎郎村村委会旁，靠近 6#公路，其中 3 株距 6#公路最近距离 27m，1 株距 6#公路最近距离约 40m，不会受到工程施工影响。

虽然上述古树不受工程的直接占地影响，但距离工程施工区较近，会受到工程施工过程中产生的粉尘、施工机械的烟气等影响，但可采取洒水

防尘、防烟气等措施减缓对其的影响。

5.5.2 陆生动物的影响

（1）施工期

本工程施工期对动物的直接影响局限于首部枢纽、厂房、引水隧洞等施工区域附近。评价区交通不便，区内人口密度很小，且由于宗教信仰，当地居民对野生动物的干扰很小。施工区域位于玉曲河两岸山地中，主要分布有喜灌丛生境的小型半地下生活型兽类，（如啮齿类）和森林鸟类（如鸣禽、陆禽等）；评价区也有大型兽类分布，但其主要活动区在玉曲河两岸海拔较高的山顶上，植被覆盖度较高的区域中；由于评价区内海拔较高，气温较低，且水域较少，因此分布于其中的两栖爬行动物种类和数量均不多。

1）对两栖类和爬行类的影响

评价区分布的两栖爬行类多生活于玉曲河附近，或山涧溪流中。工程临时占地，如砂石加工系统、混凝土生产系统、施工营地和弃渣场等会临时占用它们的部分生境，导致其远离，但这种影响是暂时的，随着施工的结束，临时占地处的植被恢复，对两栖爬行类生境的影响将逐步缓解。工程施工期对两栖爬行类的影响详见表 5.5-1。

表 5.5-1　　扎拉电站工程建设对两栖爬行类的影响

占地类型	工程区域	生境	主要物种	影响途径
临时占地	施工营地	农业植被、灌丛和草丛	西藏齿突蟾、中国林蛙、草绿龙蜥、高原蝮	人工光源增加施工区夜间昆虫数量，使得西藏蟾蜍、草绿龙蜥更加常见，其他物种迁移至其他生境。
	弃渣场、表土堆存场	灌丛、少量乔木、裸岩石	西藏蟾蜍、草绿龙蜥、高原蝮	
	料场	阔叶林、灌丛	西藏蟾蜍、草绿龙蜥	
永久占地	淹没区	灌丛	西藏齿突蟾、中国林蛙、草绿龙蜥	淹没区将不再适合这些两栖爬行类生活
	坝址区	灌丛和草丛	西藏齿突蟾、西藏蟾蜍、草绿龙蜥、高原蝮	占地区生境丧失，使其数量下降，不会造成物种消失

施工期间产生的水质污染及人为干扰，对两栖动物也会对其产生一定影响，由于评价区山体和水域都是连续的，加之工程规模较小，影响范围不大，两栖类容易找到替代生境。

两栖类和爬行类对水的依赖性较高，特别是两栖类生活离不开水，工程实施中的人为干扰和对水质的影响可能对其生境产生影响，如施工机械的跑、冒、滴漏和施工人员产生的生活污水，另外施工扰动水体产生的水体浑浊等均会对其生存环境造成影响，但由于工程规模不大，施工时间有限，施工结束后，由于水体的自净能力，加之采取合理的保护措施，这种影响不大且是暂时的。

施工过程中的人为活动也会对两栖以及爬行动物造成不利影响，由于施工人员的进入，评价区内人口密度增加，人为活动增多，影响动物的栖息。如不加强对施工人员的管理，可能会使一些有经济价值或危险的物种，如两栖类中的中国林蛙、高山倭蛙等，爬行类中的蛇类遭到捕杀，从而使这些种类的数量减少。

2）对鸟类的影响

评价范围内分布的鸟类种类较多，主要以留鸟为主。电站建设对该区域内鸟类群落结构、种群数量将产生一定程度的影响。施工期电站建设对鸟类的影响具体见表 5.5-2。

施工期间工程对鸟类的不利影响主要表现为：施工噪声驱赶、临时占用或破坏鸟类栖息地、人为直接捕杀伤害等。

施工期间对鸟类的不利影响，最主要的是施工噪声和施工活动对鸟类的惊吓和驱赶。鸟类的视觉和听觉较为敏锐，工程施工期间各种机械噪声和施工人员的频繁活动，会使生活在附近的鸟类受到惊吓，将迫使部分鸟类远离施工范围迁往他处，繁殖期间严重的甚至还可能会使亲鸟弃巢导致雏鸟死亡，

从而影响繁殖率和幼鸟的成活率，其中引水隧洞、导流隧洞施工过程中的爆破噪声对鸟类影响较大，此外施工过程中施工机械发出的噪声也会对鸟类产生影响。因此，电站建设会在一定程度上影响到该区繁殖鸟的种群数量，但随着施工的结束这种影响将消失。施工期间，受机械噪声及人为干扰影响，工程区域一定范围内除喜伴人生活的鸟类，如喜鹊、麻雀等外，部分鸟类将迁离原有的生境，向替代生境转移，从而在一定程度上，改变鸟类的群落结构，但这种改变是暂时的，随着施工的结束而消失。

表 5.5-2　　扎拉电站工程建设对鸟类的影响

占地类型	工程区域	生境	主要物种	影响途径
临时占地	施工营地	农业植被、灌丛和草丛	曙红朱雀、白眉朱雀、普通朱雀、高原山鹑、黄喉雉鹑、岩鸽、大杜鹃等	筑巢场所丧失：林地面积减少，雀形目鸟类筑巢场所丧失； 觅食场所丧失：林地减少，陆禽、攀禽等觅食场所减少，林鸟觅食场所减少； 生境变化：水流变缓，红尾水鸲、燕尾等适应激流的鸟类将减少
	弃渣场、表土堆存场	灌丛、少量乔木、裸岩石	高原山鹑、黄喉雉鹑、岩鸽、麻雀等	
	料场	阔叶林、灌丛	白鹡鸰、金腰燕、北红尾鸲、鸲岩鹨、山麻雀、大朱雀、红胁蓝尾鸲	
永久占地	淹没区	灌丛	大杜鹃、戴胜、金腰燕、白鹡鸰、喜鹊、大山雀等	
	坝址区	灌丛和草丛	大杜鹃、戴胜、大嘴乌鸦、紫啸鸫	

工程临时设施，如砂石加工系统、混凝土生产系统、施工营地和弃渣场等将会占用或破坏部分鸟类生境，如灌丛草地、滩涂和洼地等，使得原本生活在其中的鸟类，主要是鸣禽，丧失原有部分栖息地，从而导致这些种类向工程影响区外迁移，但由于本工程规模较小，占地面积不大，加之施工结束后采取一系列植被恢复措施，这种影响不大。

评价区分布的鸟类中，一些种类肉味鲜美或有一定的经济价值，如鸡形目中的高原山鹑；鸽形目中的岩鸽等，可能会遭到施工人员的捕杀，造成个体死亡，必须采取必要的措施加以严格控制。

3）对兽类的影响

施工期电站建设对野生兽类的影响详见表 5.5-3。评价区分布的兽类多为半地下生活型的小型兽类，如啮齿类等。兽类的听觉、嗅觉和视觉都较为敏锐，施工期间，施工区的机械噪声、爆破噪声和人类活动干扰将使这些警觉的动物离开栖息地，迁至他处，其中引水隧洞长度较长，隧洞工程施工时的爆破噪声对兽类的干扰较为明显。但由于评价区内适宜其生存的生境较多，且分布连续，不会对其迁移产生障碍，但动物迁移将会导致施工区域以外的区域动物密度增加，增加其生存压力，加剧种内和种间竞争，增加疾病发生的几率等，但这些影响均为可逆影响，施工结束后，人为干扰消失，且随着施工区域内植被恢复，部分兽类可以回到原来的栖息地中生活。同时，施工区的占地不可避免的会占用一部分动物的生境，这会减小其活动范围，根据现场调查，工程临时占地区主要以灌木和草本为主，乔木较少，栖息于此的主要是一些小型兽类，如猪獾、狗獾、香鼬以及大足鼠、社鼠等鼠类，但由于野生兽类均有逃逸行为，当其生境被占用时，它们会迁移至其他合适生境继续生存，因此，临时占地不会对这部分兽类造成太大的影响。此外，鼠科的部分种类如黄胸鼠、社鼠、小家鼠等栖居和活动的生境与人类的经济活动区有较大的重叠性，它们多具有家野两栖的习性。随着季节不同，在野外和人类的居室间进行更换。在冬天野外食物短缺时，会由室外进入室内生活，而到次年春天野外的气温回升、食物丰富时又从室内迁移到室外生活。同时社鼠、黄胸鼠和小家鼠等也是某些自然疫源性疾病的传播源。工程建设期间，随着区域环境的改变，这些小型啮齿类动物的密度将有所增加，自然疫源性疫病的突发性的可能也将随之上升，建议地方卫生防疫部门随时关注疫情动态，避免自然疫源性疫病的可能发生。

表 5.5-3　　扎拉电站工程建设对兽类的影响

占地类型	工程区域	生境	主要物种	影响途径
临时占地	施工营地	农业植被、灌丛和草丛	社鼠、大足鼠、藏仓鼠、赤狐等	群落结构发生变化，各种鼠类成为优势种。
	弃渣场、表土堆存场	灌丛、少量乔木、裸岩石	藏仓鼠、藏鼠兔、高原兔、大足鼠、社鼠	除少数鼠类，其他兽类不再分布
	料场	阔叶林、灌丛	藏仓鼠、高原兔、赤狐、黄鼬等	
永久占地	淹没区	灌丛	红腹松鼠、藏仓鼠、花面狸、野猪、社鼠	所有兽类将不再在淹没区分布，仅有部分兽类路过或饮水
	坝址区	灌丛和草丛	藏仓鼠、高原兔、社鼠、赤狐、猪獾、狗獾等	所有兽类将不再在淹没区分布

在评价区内的村庄、农田、树林等附近分布有中型兽类，如毛冠鹿、赤狐、狗獾等，但是兽类的迁徙能力强，活动范围广，因此工程对于这些中型兽类基本无影响。

（2）运营期

1）水库蓄水对陆生动物的影响

水库蓄水之后将淹没 23.98hm^2 的土地，使部分动物的生境被淹没，淹没的生境主要为川滇高山栎和一些灌木、草本植物组成的生境以及河流水域。大多数野生动物都会随着水库蓄水水位的逐步抬升，逐渐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。由于评价区周围还存在大量相似生境，且工程淹没面积相对较小，因此淹没区内原来栖息的动物都可以较容易地找到替代生境生活，由于该地区动物密度不高，因此动物迁移后生存压力不会明显增大。

另外，电站建成蓄水后，库区水域面积增加，将为静水型两栖动物如中国林蛙和高山倭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摄食有利，可能导致库区周边一定范围动物种类和数量增加。

电站建成蓄水后，库区水域面积的增大，对鸟类中的游禽，如赤麻鸭、普通秋沙鸭和红脚鹬有一定的吸引作用，为其提供了更为宽广的觅食场所，秋冬季节还会引来一定数量的游禽来此停留、越冬，因此，此生态类型的鸟类种类和数量会有所增加。

爬行类和小型兽类，受水库淹没影响，在蓄水初期他们会向库周合适的生境中迁移，这会使这些地区的动物种群密度相应的有所上升，这会吸引大量以鼠类及鼩鼱为食的猛禽来此觅食，造成淹没区附近猛禽数量在短时间内有所增加，经过一段时间的调节后，由于捕猎关系造成的物种数量变化会达到新的平衡状态。

2）减水河段对陆生动物的影响

工程建成后，扎拉坝址～扎拉厂房之间会出现约 59.2km 的河段减水，水量减少，水位下降，水域面积相应减小，可能会造成该河段渔业资源量下降，从而造成以鱼类为主要食物来源的雁鸭类种群数量下降；同时，水量的减少，会影响栖息于附近的野生兽类（如马鹿、岩羊、狗獾等）的饮水，尤其是对分布在河岸两侧低海拔处及傍水生活的动物。另外，因河段减水造成的小气候影响，对区域植被会产生一定的影响，减水的影响使得该段的植被在经过一段时间的演替后，干热河谷灌丛植被慢慢向该段区域发展，进而会使区域内的野生动物生态型向干热河谷溪流灌丛型过渡。但扎拉水电站设有生态电站，引水后保证了减水河段最小 15.9m^3/s 的下泄生态流量，保障了下游河段的生态环境和两岸的用水，对区域生境植被影响较小，且缓慢，因此，减水对该河段动物影响较小。

（3）对重点保护野生动物的影响

评价区范围内陆生脊椎动物中，国家Ⅰ级重点保护野生动物 7 种：金雕、白肩雕、胡兀鹫、斑尾榛鸡、棕尾虹雉、雪豹和白唇鹿；国家Ⅱ级重

点保护野生动物21种：黑鸢、苍鹰、大鵟、普通鵟、秃鹫、燕隼、红隼、藏雪鸡、大紫胸鹦鹉、雕鸮、长耳鸮、血雉、黑熊、水獭、鬣羚、岩羊等。

评价区分布的西藏自治区重点保护动物共31种，其中自治区Ⅰ级重点保护野生动物共 8 种，分别为金雕、白肩雕、胡兀鹫、高山兀鹫、斑尾榛鸡、棕尾虹雉、雪豹和白唇鹿；自治区Ⅱ级重点保护野生动物26种，包括黑鸢、苍鹰、大鵟、普通鵟、红隼、燕隼、大紫胸鹦鹉、雕鸮、长耳鸮、血雉、赤狐、香鼬、黑熊、水獭、豹猫、毛冠鹿、鬣羚、岩羊等。

1）对水獭的影响

水獭是国家Ⅱ级重点保护种类，分类地位上隶属于哺乳纲食肉目鼬科，是一种营水栖或半水栖生活的哺乳类。野外的主要鉴别特征是身体呈长扁圆柱形，头部稍宽扁，耳小而短圆。四肢短，趾（指）间具蹼。尾较长，为30～50cm。毛被短，通体呈棕黑色或咖啡色，腹面毛色较淡，为浅棕色。主要栖息在鱼类较多的河流、湖泊、水库、溪流地带，尤其喜欢在岸缘林木繁茂、水流缓慢、水质比较清澈的水域中活动。巢穴多筑在河岸边石洞、石隙、树根下，也利用其他其他动物的旧巢。昼隐夜出，但是在有月光的夜晚，活动更频繁。善于游泳或浅水，也能在地面迅速行走，视觉和听觉均很敏锐。一般单独行猎，偶尔也集群捕鱼为食，也兼食青蛙或鼠类等动物。

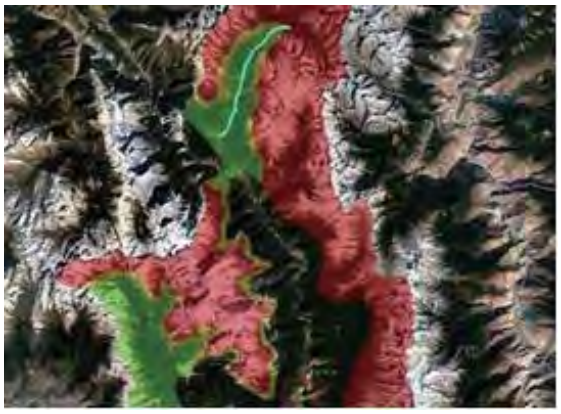
尽管水獭对环境评估及生物多样性保护有重要价值，但目前对该类动物的研究还很有限，尤其是国内对水獭的研究几乎空白，文献资料也极其匮乏。根据《西藏自治区志　动物志》（中国藏学出版社，2005）、《横断山南麓哺乳动物物种多样性研究：滇南高原自然保护区哺乳动物物种丰富度的空间格局》（刘思慧，2004）、《西藏东南部兽类区系调查》（冯祚建等，1980）等资料、文献记载，水獭在西藏主要分布于东部和南部，

如那曲东部各县、拉萨及日喀则市周边，山南地区和昌都地区各县。左贡县所处的横断山区也是水獭的分布区域之一。

根据 2008 年 7 月和 2013 年 5 月玉曲河下游河段（坝址下游至河口）的野外生态调查和资料收集，调查范围内无水獭分布。另外，本次在扎拉电站评价区内调查过程中也未记录到水獭个体分布。根据对沙多村、地巴村、碧土乡、甲朗村、龙西村、格布村等村民的走访，由于玉曲河干流沿线本身人为干扰较大，少见有水獭个体活动。因此，扎拉电站坝址下游段，特别是减水河段不是水獭的主要分布地。而在沙多村的走访中有村民表示，在碧土乡政府上游约 22km 的支流朵曲隆，在每年 5～7 月份村民上山挖虫草的过程中，偶尔会遇到有 1～2 只水獭个体活动，有时也会活动至朵曲隆下游玉曲河的入河口附近，其分布点位于西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区的实验区。朵曲隆水量较大，沿线植被茂盛，根据村民反映，区域内总体上水獭种群数量相对较少。



朵曲隆周边生境



朵曲隆在保护区中的位置（白色线）

水獭对栖息水的要求较高，由于保护区范围内水系发达，且主要水系（玉曲河干流和支流）分布在扎拉坝址上游的保护区内，工程建设过程中不会影响朵曲隆等支流环境的水质，并且距离坝址相对较远，本工程的实施对水獭的栖息及觅食环境影响较小。

扎拉坝址在施工过程中对下游的周边环境主要影响为工程施工时的噪声和水体扰动。根据现场调查和走访，坝址下游减水河段人为干扰相对较大，鲜有水獭活动，不是其主要的栖息地和觅食地，工程的施工对下游的扰动以及减水河段的形成不会影响整个评价范围内的水獭种群的正常栖息和觅食。同时，本工程在设计过程中也采取了鱼类资源保护综合措施，更进一步减缓了对下游水獭觅食环境的潜在影响。因此，总体上本工程的实施对评价范围内水獭的影响相对较小。

2）对其他重点保护动物的影响

评价区分布的保护鸟类多为猛禽，如金雕、白肩雕、胡兀鹫、黑鸢、苍鹰、大鵟、普通鵟、高山兀鹫、燕隼、红隼、雕鸮、长耳鸮等。它们飞翔能力很强，活动范围广泛，工程对其影响很小。这些鸟类多以小型动物为食，尤其喜食鼠类，其中胡兀鹫以动物尸体为食，金雕、黑鸢偶尔也食动物尸体，因此施工期间要禁止投放鼠药，避免对食物链上层动物造成间接伤害。此外，金雕、大鵟、普通鵟的飞羽、尾羽等可做饰羽，经济价值较高，要加强施工人员管理，禁止捕猎。此外，雕鸮和长耳鸮为夜行性鸟类，夜间施工灯光和噪声也将对它们的觅食行为产生干扰。

斑尾榛鸡、棕尾虹雉、藏雪鸡、血雉、藏马鸡等主要分布于西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区内，由于工程不直接涉及，且主要施工区离它们活动范围较远，工程建设对其影响甚微。

大紫胸鹦鹉为该地区优势种，分布较广，多栖息于西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区内的针叶林及沟谷地带，由于其具有很高的观赏价值，工程建设对其最大的影响是：随时工程的实施，项目区会有大量人员进驻，大紫胸鹦鹉可能会遭到施工人员的捕捉，因此，工程建设期间应严格要求施工人员，禁止一切捕抓野生动物的行为；根据现场调查，弃渣场、表土

堆存场等临时占地区有少量大紫胸鹦鹉活动，工程建设期间，这些临时占地会占用其部分生境，但由于其善飞翔，该区域也不是其主要栖息地，且评价区内有大量适合其栖息的生境，因此，项目的建设不会对其生活栖息造成太大的影响。

血雉为陆禽，以多种青草、种子及小昆虫为食，白天常与藏马鸡一起在山坡草地觅食，集群活动。大紫胸鹦鹉为林禽，善于飞翔和攀缘，以松子及其他浆果为主要食物，性喜欢群居，人很难接近。本工程建设对血雉的影响主要为施工占地破坏植被，使它们的适宜生境减少。由于鸟类性机警，施工噪声和人员活动容易对它们产生干扰，使它们远离施工区活动和觅食。由于主要施工区离它们活动范围较远，工程建设对其影响甚微。

兽类中岩羊活动于人迹罕至的山崖，距离施工区较远，工程对其影响较小。黑熊、雪豹、白唇鹿、马鹿、藏原羚等中大型兽类也主要是生活在西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区内，由于它们对外界干扰非常敏感，工程在施工爆破和重型机器施工时产生的噪声可能会短暂影响其正常的栖息活动；赤狐、香鼬、豹猫、毛冠鹿这些重点保护兽类均分布在评价区玉曲河两岸山顶海拔较高森林较好、人为干扰较小的区域内，该区域距离工程影响区域距离较远，因此工程对这些动物基本无影响。黄鼬、豹猫、香鼬等分布范围较广，评价区各种生境中均有分布，工程临时和永久占地将占用其部分生境，但其适应能力强，可以向工程影响区域外迁移，因此不会造成其个体死亡或物种消失，工程对其影响不大。本工程隧洞较多，涉及爆破的工程较多，爆破噪声和施工机械产生的机械噪声会惊吓保护动物并造成一定的驱赶作用，迫使它们暂时远离原来的栖息地，但工程完工后，它们仍可陆续回到原来的栖息地继续生活。

综上所述，本工程的施工和运营不会造成这些重点保护动物个体的死

亡，更不会造成物种消失，总体来说工程对重点保护动物影响较小。

5.5.3 对景观生态体系的影响

（1）土地利用的变化分析

扎拉水电站工程实施后，评价范围域内土地利用格局将生变化，见表5.5-4。

表5.5-4 工程实施前后主要拼块类型数目和面积比较

斑块类型	工程建设前		工程建设后		变化值	
	数目（块）	面积（hm^2）	数目（块）	面积（hm^2）	数目（块）	面积（hm^2）
林地	43091	65048.06	43367	64916.00	+276	-132.06
草地	11770	10234.15	11742	10225.61	-28	-8.54
耕地	6247	4380.84	6352	4355.78	+105	-25.06
水域	4208	2216.97	4188	2225.67	-20	+8.70
建设用地	2504	600.48	2555	768.31	+51	+167.83
其他用地	10311	44771.31	10303	44760.44	-8	-10.87

从上表中可以看出，电站的兴建将会使得评价区的土地利用格局发生一定的变化，但是变化不大。其中，林地的面积由于施工占地和水库蓄水淹没致使其面积有所减少，林地的面积由建成前的 65048.06hm^2 减少到64916.00hm^2；虽然工程建成后会占用一部分水域及水利设施，但由于电站筑坝蓄水，库区水域面积增加，综合来看，评价区水域面积增加，但由于电站总库容不大，因此水域增加面积不大，由建成前的 2216.97hm^2 增加为2225.67hm^2；建设用地由于施工占地使其面积有所增加，由建成前的600.48hm^2 的增加到 768.31hm^2。由表还可以看出，工程建设使评价区景观均匀度有所增加，但是对评价区自然体系的景观格局影响不大。

（2）对景观生态体系质量的影响

1）评价区生物量的变化

工程建设完成后，工程影响区的生态类型面积和生物量发生变化，具体变化情况见表5.5-5。永久征地将完全损毁原有的植被类型，植被生物量

将发生变化，通过遥感卫片和典型样方生物量估算，针叶林损失29.09hm^2，损失生物量3462.81t；阔叶林损失31.78hm^2，损失生物量4807.36t；灌丛损失 77.19hm^2，损失生物量 2714.77t；草丛损失 8.54hm^2，损失生物量177.21t；耕地损失25.06hm^2，损失生物量150.36t；水域增加8.70hm^2，增加生物量104.40t。随工程施工的结束，电站永久征地区的植被由人工基底性质的建设用地所取代，造成植被生物量不可逆的降低；而临时征地区的植被生物量在一定程度上可以恢复，同时也需要采取一定的人工抚育措施。综合来看，评价区生物量总损失为 11208.11t，占工程影响区总生物量的0.13%，所占比例较小，因此工程建设对评价区生物量的影响不大。

表5.5-5　　工程永久占地引起的生物量变化

生态类型变化		平均生物量（t/hm^2）	生物量变化（t）	占评价区总生物量百分比（%）
类型	面积（hm^2）			
针叶林	-23.09	149.97	-3462.81	-0.040
阔叶林	-31.78	151.27	-4807.36	-0.055
灌丛	-77.19	35.17	-2714.77	-0.031
草地	-8.54	20.75	-177.21	-0.002
农作物	-25.06	6	-150.36	-0.002
河流水域	+8.7	12	104.40	0.001
合计	-156.96	——	-11208.11	-0.128

2）景观生态体系质量综合评价

工程实施后的各土地类型优势度值计算结果见表5.5-6。从表中可以看出，工程兴建后土地利用格局将发生改变，其中建筑用地拼块因工程的修建使其重要性提高，其优势度值由建成前的1.28%上升到1.35%，水域拼块类型因水库建成蓄水域面积增加，优势度也有所增加。其它拼块由于受工程施工的占用和水库的淹没影响，其优势度值相应减少，但减少的幅度均较小。草地的优势度值从11.37%降低到11.25%，减少了0.12%；耕地其优势度值从4.96%降低4.94%，减少了0.02%。作为模地的林地其优势度值从52.56%降低到 52.32%，减少了 0.24%，但仍然远远高于其它拼块的优势度

值，仍然作为评价区内的模地。由此可见，工程实施和运行对评价区景观格局产生了一定的影响，但其景观优势度的变化都不大，因此对评价区自然体系的景观格局影响不大。

表 5.5-6　　工程实施前后主要拼块类型优势度值

拼块类型	Rd（%）		Rf（%）		Lp（%）		Do（%）	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
林地	55.15	55.24	52.87	52.02	51.11	51.01	52.56	52.32
草地	15.06	14.96	14.32	13.98	8.04	8.04	11.37	11.25
耕地	8.00	8.09	4.95	4.82	3.44	3.42	4.96	4.94
水域	5.39	5.33	2.32	2.24	1.74	1.75	2.80	2.77
建设用地	3.20	3.25	0.98	0.95	0.47	0.60	1.28	1.35
其他用地	13.20	13.12	27.41	27.32	35.18	35.17	27.74	27.70

综上所述，本项目建设所造成的区域土地利用格局的变化，将对工程影响区自然体系产生一定影响，但影响较小，应在施工期间制定施工制度，避免施工对附近林地、草地、耕地大范围的占用和破坏。

5.5.4　生态系统影响分析

（1）对森林生态系统的影响

1）施工期影响

施工期对森林生态系统的影响集中在坝址区、厂房区、引水隧洞、场内道路及渣料场等施工的影响，主要表现在工程施工占地及相应的施工临时道路的新修和扩建、施工场地平整、配套设施建设以及开挖和弃渣等。

评价区森林生态系统中植被主要包括针叶林、阔叶林以及林下的灌丛和草本植物。其中针叶林和阔叶林多分布在海拔较高区域，而分布海拔较低的川滇高山栎林受人为干扰的影响多呈现灌木状，植被生产力相对较低，而在工程影响范围内分布的主要是小檗、绣线菊、栒子、垫状迎春等灌丛；毛莲蒿、山蓼等群系和农业植被。因此工程施工对森林生态系统植被的影响较小。

本工程的引水线路工程通过隧洞的形式施工，还有 5#公路也有一段隧洞施工，根据现场调查结果显示，隧洞穿越的山体森林植被较好，因此这些施工活动对隧道上方的森林植被产生一定的影响。详细见 5.5.1 节隧洞施工对植被的影响分析。

森林生态系统是各种动物的良好避难所，也是评价区内野生动物的主要活动场所。上述分析表明，工程施工对森林生态系统植被的影响较小，对栖息于森林生态系统的动物的影响也相对较小。

2）运行期的影响

扎拉电站建成后，将对评价区的森林生态系统产生一定的影响，主要表现在大坝拦河蓄水下游形成减水河段对下游森林生态系统产生影响、库区蓄水改变局部小气候、库区蓄水形成宽阔的湖面影响两岸森林生态系统动物交流。

①减水河段产生的影响

扎拉电站建成后，下游将会形成 59.2km 长的减水河段。引水发电后，坝址～厂址区间河段流量减少、水位降低、流速减小。这样使得原河段蒸发量减小，空气湿度下降，对该区域河流两岸的森林植被生长环境产生一定的影响，同时对于生活在两岸的森林生态系统中的动物的饮水、取食也将带来影响。但扎拉电站坝址下游减水河段有错改曲、通那曲等多条支流的汇入，这些支流的补充，使坝址以下减水河段的水量有所增加，此外还有降雨、高山融雪水、地下水等补给，以及生态电站保证了减水河段最小 15.9m^3/s（4 月和 9 月 22.0m^3/s；5-8 月 33.0m^3/s；10 月-次年 3 月 15.9m^3/s）的下泄生态流量，引水发电后，丰水年、平水年、枯水年坝址断面天然流量分别介于 15.9～104.4m^3/s、15.9～101.4m^3/s、15.9～33.0m^3/s，最大水深介于 0.83～1.82m、0.82～1.79m、0.83～1.14m,平均水深介于 0.45～

1.29m、0.45～1.23m、0.45～0.60m,流速介于 1.02～1.82m/s、1.02～1.78m/s、1.02～1.27m/s,水面宽介于 17.40～26.27m、17.40～26.11m、17.40～21.06m。引水发电后，各典型年坝址至厂址区间减水河段河道流量基本可以满足河道生态流量要求，对下游减水河段的影响有所缓解。

②小气候改变的影响

电站运行后，由于筑坝蓄水形成库区，库区水域面积增加，使库区周围空气含水量增加，这有利于植物的生长也有利于森林生态系统的正向演替。但水库库容较小，对区域小气候的影响很小。

③对两岸动物交流的影响

玉曲河两岸的动物由于有河流这道天然屏障的存在，且河上桥梁较少，两岸动物交流不多，仅两栖类等具备游泳能力的动物可以横渡河流，到达对岸。电站运行后，坝下河段由于水域面积减小，有利于两岸动物的交流。坝上运行期形成水库，水域面积和河流宽度增加，对两岸动物的交流产生一定的不利影响,但扎拉电站库区总库容 914 万 m^3，相对较小，回水 3.8km，回水长度较短，因此坝上水库蓄水使水域面积和河流宽度增加对动物的交流影响较小。

（2）对草地生态系统的影响

草地生态系统在植被组成上来看，以草原和草甸植被为主，植物种类组成以草本植物为主，工程实施对草地生态系统的影响主要体现在工程施工期施工占地及其他影响因素和工程运营期库区蓄水引起草地植被面积的减少，造成了草地植被生物量和生产力的下降和动物栖息地的减少。另外扎拉坝址筑坝使下游河段来水减少，形成 59.2km 的减水河段，减水河段河道水流量减少、流速减小、水位降低，对该区域河流两岸的草地植被生长环境产生一定的影响。据现场调查显示，影响的主要植被类型为毛莲蒿灌

群系、嵩草群系等，使这些类型的植被面积减小，影响以此为栖息地的动物的生存。但工程施工永久占用草地生态系统面积（8.54hm^2）占评价区草地面积（4499.01hm^2）的比例很小（0.19%），因此，工程对灌草地生态系统植被和动物的的影响较小。

（3）对湿地生态系统的影响

工程施工会破坏施工涉水区域的湿生植被，实施过程中产生的废水、废渣等污染会影响水环境，间接对湿地生态系统的植物生长产生影响。同时减水河段对湿地植被产生一定的影响。根据现场调查，评价区内湿地植被较少，主要是因为适于湿地植被生长的滩涂少。因此，在引水电站的坝下游河段，由于流量减少，水位下降，降低了减水河段两岸的土壤水分条件，滩涂初露，有利于滩涂湿地植被的演替。湿地植被向着正向演替，为湿地动物提供了良好的栖息环境。

另外水库淹没使自然的河滩湿地变为水域，原有的河滩植物被淹没，减少了河滩植被的分布面积，原有的浅水区域变为了深水区域，根据现场调查显示，评价区内湿地植被较少，主要是因为适于湿地植被生长的滩涂少，因此水库淹没对湿地植被的影响不大。而水库蓄水，水位上升，将会淹没一部分的湿地动物的栖息生境，对湿地动物产生一定的影响。但由于库区水域面积增加，库容增大，新的库区对湿地鸟类提供了较大的栖息空间，且湿地动物随着水位上升随之迁移到合适的生境。因此，综合来看，工程的兴建对湿地生态系统的结构和功能具有不利和有利影响，但总体上影响是较小的。

（4）对农业生态系统的影响

评价区内由于海拔高，气温低，光照充足，辐射强烈，地域空间广阔，自然灾害较多等，限制了当地农业的发展，农业不甚发达。评价区耕地土

壤普遍沙石含量高、沙性重、部分土壤耕层浅薄、保水保肥性能差。扎拉电站建设占用耕地（包含园地）40.11hm^2，占评价区总耕地面积（4380.84hm^2）的0.92%，所占比例较小，因此电站建设对评价区耕地资源影响不大。

玉曲河两岸分布有多个居民点和一定面积的耕地，电站建成后电站坝下将会形成一定长度的减水河段，河道水流量减少、流速减慢、水位降低，对于该区域农业供水都将产生不利影响。但电站坝址以下有错改曲、通那曲等多条支流的汇入，这些支流的补充，使坝址以下减水河段保持一定的水量，此外还有降雨、高山融雪水、地下水等补给，再加上电站引水后保证了减水河段生态流量，另外，根据调查，坝、厂址区间灌溉（供水）主要取自玉曲河支流或山间泉水，对玉曲河干流无用水要求。因此，电站建成对下游农业生态系统的影响较小。

（5）对城镇/村落生态系统的影响

工程实施开发玉曲河水能资源，把当地资源优势转化为经济优势，改善该地区对外交通条件；扎拉水电站开发建设资金的投入和营运上缴税费，将增加当地财政收入；同时电站营运，将改善当地用电条件，带动当地的产业发展，为当地群众的脱贫致富带来机遇。总之，本电站的建设，对提高边远地区人民的生活水平，维护民族团结，带动贫困地区的经济发展，都将起到十分积极的推动作用。

5.5.5 对环境敏感区的影响

根据位置关系核实，碧土县级自然保护区（拟更名为西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区）距离卡树沟渣场距离最近，距离保护区最近水平距离约2.1km，最近垂直距离约1.4km。保护区分布区域平均海拔4500m，不受工程的直接影响。

（1）对保护区结构和功能的影响

根据工程与保护区的位置关系可知，工程建设不占用保护区，不对保护区产生直接的影响。且现场调查，保护区边界至工程区玉曲河干流段较为陡峭，垂直距离和水平距离相距较远，因此工程建设不会对保护区的结构和功能产生明显的影响。

（2）对保护区主要保护对象的影响

1）对珍稀濒危野生动物的影响

该自然保护区类别为野生生物类别、野生动物类型的县级自然保护区。该自然保护区珍稀濒危野生动物主要有：大紫胸鹦鹉、雪豹、白肩雕、金雕、斑尾榛鸡等。这些珍稀濒危野生动物主要栖息于保护区的林地及海拔较高的灌丛和草甸等生境，保护区范围内的各支流为其主要的饮水环境，因此这些物种受工程的影响有限。

大紫胸鹦鹉为该地区优势种，分布较广，对于分布于保护区内的大紫胸鹦鹉，工程建设对其最大的影响是随着项目建设的开始，项目区会有大量人员进驻，由于其具有很高的观赏价值，大紫胸鹦鹉可能会遭到施工人员的捕捉，因此，工程建设期间应严格要求施工人员，禁止一切捕抓野生动物的行为由于工程不直接涉及，且施工区域距离保护区较远，工程对其影响较小。

对于金雕、白肩雕等猛禽，活动范围大，在山区林地、河流沿岸以及农田、灌丛都有分布，飞翔能力强。工程在施工期主要是施工噪声、扬尘、废气、灯光、人为捕捉等对施工区周围环境产生干扰，从而影响鸟类的栖息，但这些鸟类都为猛禽，其性甚机警，善于飞翔，在环境受到干扰时会迅速迁移到其他相同或相似生境中，工程在施工期对这些珍稀野生动物及其繁衍栖息地的影响较小。工程运营期对这些猛禽的影响主要为工程占地使其栖息地受到一定面积的损失，但它们善于飞翔，容易找到其它适宜栖

息的生境，也更容易找到食物，因而对其影响甚小。

根据走访，保护区内分布的岩羊较为常见，大部分会选择在保护区范围内的支流觅食和饮水，偶见有少量个体会下山至玉曲河饮水，其中部分个体还会选择游过急流，迁徙至对岸活动。河流的减水，使河段内的水位下降，对保护区内部分下山活动的岩羊等个体的饮水产生一定的影响。但根据前面所述，该段河流减水时，设计留有最小 15.9m^3/s（10 月-次年 3 月 15.9m^3/s；4 月和 9 月 22.0m^3/s；5-8 月 33.0m^3/s）的下泄生态流量，不致于出现脱水现象，因此对这部分个体的饮水的影响还是较小的。同时，减水河段的产生还会对其过河迁徙创造有利条件。

保护区内的水獭主要分布在保护区水系及附近两岸林木繁茂的区域。水獭为水栖型食肉类动物，主要以鱼类为食，有时也兼食青蛙或鼠类等动物。保护区内水系发达，且主要水系（玉曲河干流和支流）分布在扎拉坝址上游的保护区范围内，水獭主要在保护区内的水系如朵曲隆等水流湍急并且周边植被较好的支流附近觅食，有时也会活动至朵曲隆下游玉曲河的入河口附近，工程对其产生的影响较小。现场调查和走访显示，在坝址下游减水河段人为干扰相对较大，很少有水獭活动的痕迹，不是其主要的栖息地和觅食地，工程的施工对下游的扰动以及运营其减水河段的产生也不会影响保护区内的水獭种群的正常栖息和觅食。同时，本工程在设计过程中也设置了鱼类资源保护综合措施，更进一步减缓了对下游水獭觅食环境的潜在影响。因此，总体上本工程的实施对保护区范围内水獭的影响相对较小。

2）对森林生态系统和生物多样性的影响

由于工程不占用保护区，不会对保护区的森林生态系统产生直接的破坏，因此不会对保护区森林生态系统和生物多样性产生明显的影响。由于

扎拉电站蓄水后，下游河段的河水流量将有所减小、流速减慢、水位降低，下游空气湿度降低，对邻近减水河段内的保护区的森林植被产生一定的影响，但河流减水对空气湿度的影响较小，且过程缓慢，同时，电站设有生态电站，引水后保证了减水河段的生态基流量，这样减水的影响可得到一定的缓解；另外河流与保护区边缘的垂直高差较大，河流减水导致的空气湿度减小对保护区植被的影响相对较小。因此扎拉电站运行蓄水对保护区的植被的影响不明显，对保护区的森林生态系统的影响甚微。

3）自然资源与景观的影响

工程建设不占用保护区，因此工程建设不会保护区的自然资源和景观产生直接的影响。

综上所述，扎拉水电站工程施工和运行对保护区的影响较小。

5.6 水生生态影响预测评价

5.6.1 对浮游植物的影响

扎拉水电站引水发电，将形成减水河段长约 59.2km。为减少电站引水对减水河段生态环境的影响，根据减水河段及其下游河道生态需水研究，确定坝址断面下游 10～次年 3 月生态流量为 15.9m^3/s，4 月和 9 月生态流量为 22 m^3/s,5～8 月为 33 m^3/s。扎拉水电站建成后，库区水位抬高、水流减缓、水体扩散能力减弱、营养盐在库湾和支流滞留时间延长，给浮游植物的繁殖创造了良好的条件。因此，浮游植物种类和生物量可能增加，但幅度不大。库区浮游植物种类可能由急流种类向静缓流种类转变，广温性高原浮游植物种类硅藻门如桥弯藻、舟形藻等比例趋向增加；针杆藻、脆杆藻、直链藻等种类将出现且成为常见种；绿藻门种类明显增加，如象鼓藻、颤藻等成为常见种或优势种；蓝藻门席藻、栅藻成为常见种或优势种。

但是由于库区水域面积较小，这种变化仅在局部区域出现。

扎拉电站运行后，坝下将形成减水河段长约 59.2km。考虑坝址～厂址区间的支流汇入，不同典型年下各断面引水后流量与支流汇入量的总和均大于生态基流，满足坝址～厂址减水河段及厂址下游河段的生态基流的需求。因此，坝下河段仍为河流生态系统，浮游植物种类组成基本保持原状，不过由于河道流量的减少，河道变窄，浮游植物总生物量将减少。

总之，扎拉电站建成后，对浮游植物群落影响很小，仅在库区由于营养盐的滞留，浮游植物种类和生物量可能会增加，但受地域和营养盐来源限制，增加幅度有限；坝下受减水河段的影响浮游植物种类和生物量有所减少。

5.6.2 对浮游动物的影响

扎拉水电站位于玉曲河干流下游河段七级开发方案中的第六级。电站拦水建筑物建成后，水深增加，水体流速变缓，营养物质有所滞留，但是由于玉曲沿岸外源性营养盐输入有限，从目前浮游动物密度和生物量变化来看，原生动物、轮虫变化不大，枝角类和桡足类可能出现。电站建成后，坝下河段流量减小，流速变缓，河流生境对浮游动物更有利；同时，由于坝下水域面积相应减小，会造成减水河段浮游动物总体现存量的减少。因此，扎拉水电站建设总体上对浮游动物的影响有利有弊。

5.6.3 对底栖动物的影响

玉曲河沿岸废污水入河量相对较少，加之扎拉水库为日调节型，水库具有较好的自净能力，因此扎拉电站建库对库区河段水质影响较小。拟建扎拉库区河段（碧土～扎拉）现存底栖动物 13 种，主要种类有四节蜉、扁蚴蜉、高翔蜉、大纹石蛾、多足摇蚊等，其中蜉蝣目、毛翅目、襀翅目等流水型种类 9 种，摇蚊科 4 种，底栖动物密度、生物量分别为 127ind./m^2、

0.64g/m^2。扎拉电站蓄水后，水库水位上升，流速减缓，营养盐滞留，预计原广泛分布的蜉蝣目、毛翅目等流水型种类将在库区内消失，底栖动物将以摇蚊科及钩虾科等种类为主，底栖动物种类分布较前减小，密度、生物量或将有所提升。

扎拉电站运行将在坝下～厂房之间形成约59.2km的减水河段，河道流量减少，水位降低，对底栖动物将造成一定影响。扎拉减水河段现存底栖动物10种，主要种类为四节蜉、扁蚴蜉、大纹石蛾、扁蚴蜉、多足摇蚊、间摇蚊等，底栖动物密度、生物量分别为183ind./m^2、0.97g/m^2。扎拉电站运行后，尽管减水河段流量下降幅度较大，但下泄生态基流及沿程支流的汇入将使河道水体保持一定流速，预计减水河段底栖动物群落结构较运行前不会发生明显改变，摇蚊科生物种类及数量将有一定幅度增加，底栖动物密度、生物量在现有基础上或将增加。考虑到流量下降对河道水面积的影响，尽管密度、生物量或将增加，但减水河段底栖动物总生物量较运行前仍将有所减少。按电站运行设计要求，减水河段每年10月～次年3月份坝下流量达到坝址处多年平均流量的14%以上，其它各月坝下流量达到坝址处多年平均流量的20%～30%以上，因此，减水河段枯水期底栖动物总生物量同比损失较大，丰水期损失相对较小。

5.6.4 对鱼类的影响

（1）电站阻隔鱼类洄游

玉曲河是怒江中上游左岸支流，位于中游上段，河口海拔约1900m，天然落差约3000m，为典型高原河流，生境多样性高。玉曲河源头至美玉乡(开曲沟口)为上游，为高原中低山地貌，河道比降小，水流平缓，高山草甸发育，是裂腹鱼、高原鳅等鱼类重要的育肥场所；中游河段美玉乡(开曲沟口)至左贡县城旺达镇(兰嘎曲沟口)，为高山峡谷过渡区，河谷由宽逐渐变窄，

多呈宽缓的“U”形河谷，多砾石浅滩，是裂腹鱼类重要的产卵生境；旺达镇(兰嘎曲沟口)以下为下游，河段长225.0km，落差1914m，未典型峡谷急流。玉曲河鱼类为典型高原鱼类区系，与怒江中上游鱼类种类组成基本一致。裂腹鱼类具有较强的生殖洄游习性，在繁殖期一般由干流向上游或支流上游水质清澈、水流平缓的砾石浅滩处产卵繁殖。怒江中上游鱼类在繁殖期可上溯至玉曲河中上游砾石浅滩产卵繁殖，玉曲河鱼类在冬季可退缩至玉曲河下游和怒江干流深水区越冬，玉曲河是怒江中上游鱼类的栖息和繁殖场所。因此玉曲河鱼类与怒江中上游鱼类有着密切的自然联系。

目前怒江干流中下游和玉曲河干流中下游均尚未开发，河流连通性保持良好，且玉曲河是怒江中游最大的支流，通过鱼类种类组成及产卵场分布等的分析，玉曲河中下游，特别是下游鱼类与怒江干流交流频繁，且玉曲河中游分布有裂腹鱼类的产卵场，下游是鮡科鱼类的重要生境。扎拉水电站是目前玉曲干流下游最先拟建梯级，建成后将对玉曲河河流连通性，同时对玉曲与怒江干流的连通性造成显著影响。大坝的建设将工程河段原有鱼类分隔为上下两个群体。由于大坝的阻隔，玉曲河完整的河流生境被分割，在缺少鱼类上行条件的前提下，坝上群体遗传多样性将不会得到补充，从而导致遗传多样性的降低。

大坝建成后，将使扎拉坝址以上玉曲干支流与下游及怒江干流隔离，影响河流的纵向连通性，阻隔了玉曲汇口附近怒江干流江段及玉曲扎拉坝址以下河段鱼类向坝上河段生殖洄游的上溯通道，使坝上鱼类资源补充受到影响，同时也影响坝下河段及怒江干流鱼类的产卵繁殖，虽然鱼类生活史具有一定的可塑性，能够寻求新的产卵场，但其产卵场功能和规模可能无法替代现有玉曲河中游产卵场，因此玉曲河坝下河段及玉曲汇口附近怒江干流江段鱼类资源也会受到一定程度的影响。

（2）水文情势变化对鱼类资源的影响

电站建成后，水文情势变化分为三个区域进行分析和预测，一是坝上库区，二是坝址至厂房减水河段，三是厂房至河口。

坝上库区河段：扎拉水电站建成后，库区河段将形成峡谷型水库。原来的急流生境转变为缓流甚至是静水生境，使适应流水生境的鱼类会迁移至库尾及以上河段，如怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、裸腹叶须鱼和鮡科鱼类等，而能够适应静水生境的种类，如温泉裸裂尻鱼、高原鳅属鱼类等在库区种群规模可能有所增长。

坝址至厂房减水河段：引水发电后，坝下形成长约59.2km的减水河段，扎拉水电站坝址处多年平均流量为110m^3/s，10月-次年3月下泄生态流量15.9m^3/s;4月和9月下泄生态流量22.0m^3/s,5-8月下泄生态流量33.0m^3/s。来量小于该流量时，按来量下泄。水量减少，水体容量减小，鱼类资源量可能随之下降，同时由于水量减少、水深降低，该河段一些较大个体的鱼类会顺水而下进入下游或怒江干流水量较大的河段，而一些小型个体可能会滞留在该河段。水量减少也导致减水河段水文情势发生较大改变，扎拉水电站引水发电后，坝址～厂址河段流量减少14.8m^3/s～170.6m^3/s、水位降低0.17m～2.20m、流速减少0.09m/s～1.62m/s，扎拉水电站设有生态机组，引水后保证了减水河段的生态基流，引水后流量、水位及流速的减少，流场发生改变，减水河段原适宜于鮡科鱼类栖息和产卵的生境条件将受到一定影响。但由于生态流量保障程度较高，减水河段平均水深高于0.41m，且保持了近自然的水文节律，可较大程度地减少对鮡科鱼类栖息地的影响，并保障裂腹鱼类上溯洄游的畅通。

厂房至河口段：扎拉水电站具有日调节性能，在平水年、丰水年和枯水年丰水期，主电站泄放流量在日内保持一致，流量稳定。而在枯水年枯

水期，引水发电后坝址～厂址区间内日内流量恒定。受日调节运行影响，枯水年枯水期厂房下游日内流量、水位发生变化，与天然状况相比，夜间24时～8时流量、水位降低，水位降低了0.08m，9时～23时流量、水位均高于天然情况，水位增加了0.01～0.55m。就日内时变化来看，24时-8时各时段水位维持不变，8时-9时水位增幅为0.09m，9时-17时各时段水位不变，17时-18时水位增幅为0.28m，18时-19时水位增幅为0.26m，19时-20时水位降幅为0.26m，20时-21时水位降幅为0.28m，21时-23时各时段水位维持不变，23时-24时水位降幅为0.09m。厂房至河口段流量、水位、流速的波动不仅直接影响鱼类的栖息、觅食，而且对底栖动物、着生藻类等的生长不利，从而影响鱼类的饵料来源，但由于玉曲河干流为典型峡谷型河流，相对于宽谷河流，水位变幅对河流湿周的影响相对较小。总体来看，枯水年电站的日调节将导致厂房至河口段鱼类资源有所下降；在冬季由于水位下降，对鱼类的越冬也会产生一定影响，但由于鱼类可随外界环境进行迁移，水位显著下降和频繁波动，部分鱼类可能会顺水而下进入怒江干流。

扎拉水电站日调节对玉曲河汇口以下怒江干流也会产生一定影响，但由于玉曲河流量占汇口断面的怒江干流流量比例较小，其影响程度也较小，且影响范围有限。

（3）对鱼类“三场”的影响

1）对产卵场的影响

① 对裂腹鱼类产卵场的影响

裂腹鱼类对产卵场环境要求不严格，其产卵场主要分布于玉曲中上游砾石流水浅滩。在本工程影响河段，河谷狭窄，山高谷深，多呈“V”字形，落差集中，河道比降大，水流湍急，底质多为岩基和乱石，适宜于裂腹鱼类产卵繁殖的砾石缓流浅滩较少，绝大多数河段不适合裂腹鱼繁殖，仅在

龙西村、瓦堡村附近河段存在小规模的适宜裂腹鱼类产卵生境。

通过计算对比丰水年、平水年、枯水年产卵期减水河段 2 处裂腹鱼类产卵场区域河道水域面积变化（表 5.6-2 和表 5.6-3）可知，裂腹鱼类产卵期 4-6 月，产卵场水面面积平均下降约 22.87%，但是由于水面下降，适宜裂腹鱼类产卵水深的生境条件不一定是同比例下降，亦可能增加，通过计算（表 5.6-4 和表 5.6-6），丰水年减水河段 2 处裂腹鱼类产卵场 0.5-1m 水深的水面面积平均增加约 52.62%，平水年平均增加 48.93%，枯水年增加 15.96%。但是由于鱼类产卵场的生境条件不仅与水深相关，而且与其他各种生境条件如流速、流场、底质、水温等相关，是一个综合的复杂的生境需求，另外鱼类繁殖、生存等具有一定的可塑性，其在原有生境条件发生改变时可以寻求其他适宜生境。因此，扎拉水电站运行对裂腹鱼类的产卵场影响较小。

② 对鮡科鱼类产卵场的影响

札那纹胸鮡、贡山鮡产卵场多位于急流与缓流之间的区域，峡谷、窄谷及水流较为湍急的河段，底质为巨石，形成局部的洄水，包括小型跌水以及一些巨石底质下游形成的洄水、缓流区域，当地称之为"二道水"。本工程影响区域内是玉曲河典型的峡谷河段，落差大，水流湍急，形成诸多小型跌水、洄水、二道水等，如玉曲河河口、梅里拉鲁沟汇口附近等区域、甲朗村附近区域等。2008 年-2017 年多次调查均未采集到鮡科鱼类，但 2018 年 5 月的补充调查中仅在玉曲河河口段采集到 14 尾札那纹胸鮡，因此可见，玉曲河河口段是鮡科鱼类的主要分布区域和产卵场。现场调查确定的玉曲河河口、梅里拉鲁沟汇口附近等区域、甲朗村附近区域等三处鮡科鱼类产卵场，其中甲朗村附近产卵场，扎拉水电站运行后，在鱼类主要产卵繁殖生长期 4-9 月泄放多年平均流量 20%—30%的生态流量，可基本满足鮡科鱼

类产卵繁殖生长要求。但由于坝下减水河段流量减少较多，原来的回水、二道水等适宜鮡科鱼类产卵繁殖的生境条件明显缩减，对鮡科鱼类的产卵繁殖会造成一定影响，部分鱼类可能退缩至下游或怒江干流寻求新的适宜生境产卵繁殖。同样，也对比计算了丰水年、平水年、枯水年产卵期减水河段 1 处鮡科鱼类产卵场区域河道水域面积变化（表 5.6-1）可知，鮡科鱼类产卵 5-7 月，产卵场水面面积平均下降约 25.84%，但是由于水面下降，适宜鮡科鱼类产卵水深的生境条件可能增加，通过计算（表 5.6-4~表 5.6-6），丰水年减水河段 2 处鮡科鱼类产卵场 0.5-1m 水深的水面面积平均增加约 1.0%，平水年平均减少 57.539.86%，枯水年减少 68.22%。由此可见，减水河段对鮡科鱼类产卵场的影响相对大于裂腹鱼类，但是由于鱼类产卵场的生境条件不仅与水深相关，而且与其他各种生境条件如流速、流场、底质、水温等相关，而且鮡科鱼类对产卵场生境条件的需求可能较裂腹鱼类更加严格，是一个综合的复杂的生境需求。另外鱼类繁殖、生存等具有一定的可塑性，其在原有生境条件发生改变时可以寻求其他适宜生境。因此，扎拉水电站运行对鮡科鱼类的产卵场影响较大，鮡科鱼类可能退缩至扎拉电站厂房以下或怒江干流产卵繁殖，但不会威胁种群的生存。

玉曲河厂址下游分布有梅里拉鲁沟汇口、玉曲河河口两处产卵场。扎拉水电站具有日调节性能，在平水年、丰水年和枯水年丰水期，主电站泄放流量在日内保持一致，流量稳定，电站运行对产卵场基本没有影响。受日调节运行影响，在枯水年枯水期厂房下游日内流量、水位发生变化，与天然状况相比，总体上夜间 24 时～8 时流量、水位降低，水位最大降低 0.08m，9 时～23 时流量、水位均高于天然情况，对玉曲河河口、梅里拉鲁沟汇口附近两处鮡科鱼类产卵场产生一定影响，但影响较小。总体来看，这两处产卵场能够维持原有的生境条件和产卵场功能。

表 5.6-1　　丰水年、平水年、枯水年减水河段鮡科鱼类产卵场①区域河道水域面积变化情况

鮡科鱼类①	丰水年			平水年			枯水年		
	5月	6月	7月	5月	6月	7月	5月	6月	7月
引水前（m^2）	37945.57	43760.7	43631.85	34512.28	40490.13	42886.55	29611.68	33413.71	40228.21
引水后（m^2）	26561.03	34927.9	32408.71	26561.03	26561.03	28100.53	26561.03	26561.03	26561.03
差值（m^2）	-11384.5	-8832.8	-11223.1	-7951.25	-13929.1	-14786	-3050.65	-6852.68	-13667.2
比例（%）	-30.00	-20.18	-25.72	-23.04	-34.40	-34.48	-10.30	-20.51	-33.97

表 5.6-2　　丰水年、平水年、枯水年减水河段裂腹鱼类产卵场①区域河道水域面积变化情况

裂腹鱼类①	丰水年			平水年			枯水年		
	4月	5月	6月	4月	5月	6月	4月	5月	6月
引水前（m^2）	16301.55	19216.26	26214.12	16752.56	18273.86	21283.88	15103.91	16278.05	17708.4
引水后（m^2）	13160.4	14498.27	17979	13049.73	14474.93	14474.93	12900.4	14406.55	14407.31
差值（m^2）	-3141.15	-4717.99	-8235.12	-3702.83	-3798.93	-6808.95	-2203.51	-1871.5	-3301.09
比例（%）	-19.27	-24.55	-31.41	-22.10	-20.79	-31.99	-14.59	-11.50	-18.64

表 5.6-3　　丰水年、平水年、枯水年减水河段裂腹鱼类产卵场②区域河道水域面积变化情况

裂腹鱼②	丰水年			平水年			枯水年		
	4月	5月	6月	4月	5月	6月	4月	5月	6月
引水前（m^2）	58094.88	75722.48	86248.24	58964.88	69620.09	79938.62	50647.6	55910.48	66273.68
引水后（m^2）	45709.84	49936.4	69138.8	45831.76	48961.04	48971.2	44592.24	48605.44	49154.08
差值（m^2）	-12385	-25786.1	-17109.4	-13133.1	-20659.1	-30967.4	-6055.36	-7305.04	-17119.6
比例（%）	-21.32	-34.05	-19.84	-22.27	-29.67	-38.74	-11.96	-13.07	-25.83

表 5.6-4　　丰水年 5 月份减水河段 3 处产卵场 0.5m~1m 水深水域面积变化情况

区域	鮡科鱼产卵场①				裂腹鱼产卵场①				裂腹鱼产卵场②			
	引水前（m^2）	引水后（m^2）	差值（m^2）	变幅（%）	引水前（m^2）	引水后（m^2）	差值（m^2）	变幅（%）	引水前（m^2）	引水后（m^2）	差值（m^2）	变幅（%）
左岸	2251.5	2129.8	-121.7	-5.41	2539.3	2122.4	-416.9	-16.42	3759.2	4673.6	914.4	24.32
右岸	3833.6	4016.1	182.6	4.76	1478.1	4889.1	3411	230.77	6197.6	5943.6	-254	-4.10
合计	6085.1	6145.9	60.9	1.00	4017.4	7011.5	2994.1	74.53	9956.8	10617.2	660.4	6.63

表 5.6-5　　平水年 5 月份减水河段 3 处产卵场 0.5m~1m 水深水域面积变化情况

区域	鮡科鱼产卵场①				裂腹鱼产卵场①				裂腹鱼产卵场②			
	引水前（m^2）	引水后（m^2）	差值（m^2）	变幅（%）	引水前（m^2）	引水后（m^2）	差值（m^2）	变幅（%）	引水前（m^2）	引水后（m^2）	差值（m^2）	变幅（%）
左岸	2068.9	2190.6	121.7	5.88	1250.7	2122.4	871.7	69.70	3454.4	4673.6	1219.2	35.29
右岸	12535.1	4016.1	-8519	-67.96	2425.6	4889.1	2463.5	101.56	6573.52	5943.6	-629.92	-9.58
合计	14604	6206.7	-8397.3	-57.50	3676.3	7011.5	3335.2	90.72	10027.92	10617.2	589.28	5.88

表 5.6-6　　枯水年 5 月份减水河段 3 处产卵场 0.5m~1m 水深水域面积变化情况

区域	鮡科鱼产卵场①				裂腹鱼产卵场①				裂腹鱼产卵场②			
	引水前（m^2）	引水后（m^2）	差值（m^2）	变幅（%）	引水前（m^2）	引水后（m^2）	差值（m^2）	变幅（%）	引水前（m^2）	引水后（m^2）	差值（m^2）	变幅（%）
左岸	2494.85	2190.6	-304.25	-12.20	1440.2	2122.4	682.2	47.37	7823.2	4673.6	-3149.6	-40.26
右岸	17038	4016.1	-13021.9	-76.43	2766.7	4889.1	2122.4	76.71	7721.6	5943.6	-1778	-23.03
合计	19532.85	6206.7	-13326.2	-68.22	4206.9	7011.5	2804.6	66.67	15544.8	10617.2	-4927.6	-31.70

③对高原鳅属鱼类产卵场的影响

玉曲河的 8 种高原鳅均属广布性种类，它们广泛分布于青藏高原各水系。对产卵环境要求较低，繁殖场一般在近岸、支流汇口等缓流浅水处，底质也为砾石、卵石、粗沙砾或有水草的场所。符合以上条件的场所一般在支流与干流的交汇处以及邦达以上河源区，调查河段的各支流及其汇口处的浅水湾等都适宜高原鳅鱼类繁殖的理想场所。扎拉水电站建成后，对高原鳅属鱼类的产卵场影响较小。

2）对越冬场的影响

玉曲河鱼类均为典型的冷水性种类，长期的生态适应和演化，使其具有抵御极低温水环境的能力，能在低温环境中顺利越冬。枯水期水量小，水位低，鱼类进入缓流的深水河槽或深潭中越冬，这些水域多为岩石、砾石、砂砾、淤泥底质，冬季水体透明度高，着生藻类等底栖生物较为丰富，为其提供了适宜的越冬场所。

扎拉水电站建成后，库区河段水深增加，有利于鱼类越冬，特别是温泉裸裂尻鱼、高原鳅等适应静水生境的种类。

而在坝下减水河段，枯水期水量减幅比例较大，12 月至次年 2 月正是鱼类越冬期，部分鱼类可能退缩至玉曲河下游或怒江干流越冬，但仍有少部分鱼类如高原鳅等在减水河段越冬，减水河段水量减少会对鱼类越冬产生一定影响，但由于鱼类会顺流而下寻找新的越冬场，因此影响较小。

3）对索饵场的影响

本工程影响区内由于是峡谷河段，水流湍急，不利于鱼类索饵和育幼，一般跌水、洄水、二道水处是鮡科鱼类的栖息地和索饵场，一些零星的浅滩、洄水、深潭也是裂腹鱼类的索饵、育幼场所。因此工程运行后，坝下减水河段由于鮡科鱼类生境缩小，导致其索饵场会受到一定影响，对其他

鱼类的索饵场影响较小。

（4）对鱼类上溯的影响

玉曲河是怒江中上游最大支流，位于中游上段，河口海拔约1900m，天然落差约3000m，为典型高原河流，且生境多样性高。玉曲河源头至美玉乡(开曲沟口)为上游，为高原中低山地貌，河道比降小，水流平缓，高山草甸发育，是裂腹鱼、高原鳅等鱼类重要的育肥场所；中游河段美玉乡(开曲沟口)至左贡县城旺达镇(兰嘎曲沟口)，长88.8km，河道落差236m，平均比降2.66‰，为高山峡谷过渡区，河谷由宽逐渐变窄，多呈宽缓的“U”形河谷，多砾石浅滩，是裂腹鱼类重要的产卵生境；旺达镇(兰嘎曲沟口)以下为下游，河段长225.0km，落差1914m，河道平均比降8.51‰，为高山峡谷区，河谷深切，河道狭窄，多呈“V”型，是裂腹鱼类、鮡科鱼类的重要栖息地。玉曲河鱼类为典型高原鱼类区系，与怒江中上游鱼类种类组成基本一致，是怒江中上游鱼类资源的组成部分之一，与怒江中上游鱼类有着密切的天然联系，怒江中上游鱼类在繁殖期可能上溯至玉曲河中上游产卵繁殖，玉曲河鱼类在冬季可能退缩至玉曲河下游和怒江干流深水区越冬。因此，扎拉水电站大坝对玉曲河坝址以下及怒江干流鱼类的阻隔影响显著，对玉曲河扎拉坝址以下河段及怒江干流的裂腹鱼类向玉曲河中上游生殖洄游产生一定影响。

（5）对鱼类种类组成的影响

玉曲河为典型的青藏高原鱼类区系，种类组成简单，主要为裂腹鱼、高原鳅和鮡科鱼类。扎拉水电站建成后，电站的阻隔、水文情势变化等对鱼类资源造成一定影响，但由于玉曲河扎拉坝址上下及怒江干流都存在鱼类完成生活史并维持一定种群规模的自然河流生境，不会导致某种鱼类的濒危或灭绝，对整个水系的鱼类种类组成不会产生影响。但是在部分河段，鱼类种类组成会有所变化，一是在库区河段，由于水文情势的改变，喜急流生境的种

类会减少甚至消失，而适应静缓流生境的种类，如高原鳅、温泉裸裂尻鱼等种群规模会有所增长；二是减水河段，由于水量减少，水位下降，水文情势改变，原本适应鮡科鱼类的激流、深潭条件明显减少，减水河段鮡科鱼类种群规模可能会显著减小，部分个体将向玉曲河下游及怒江干流退缩。

（6）对珍稀特有鱼类的影响

影响区分布的珍稀特有鱼类有 4 种，分别为列入《中国物种红色名录》的裸腹叶须鱼，怒江水系特有鱼类怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、贡山鮡。

裸腹叶须鱼、怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼均为裂腹鱼亚科鱼类，均具有一定的生殖洄游习性，喜流水生境，其中裸腹叶须鱼对流速要求相对较低。从鱼类资源调查结果来看，三种裂腹鱼广泛分布于怒江上游及玉曲河干支流，其中怒江裂腹鱼在渔获物中所占比例最高，贡山裂腹鱼和裸腹叶须鱼较少。扎拉水电站建设运行后，阻隔了裂腹鱼类生殖洄游的通道，影响坝下鱼类上溯产卵繁殖，但鱼类会寻求新的适宜生境产卵繁殖，但是坝上鱼类资源由于得不到坝下亲鱼产卵的补充，而坝上河段的部分鱼卵、鱼苗顺水而下至坝下，坝上河段鱼类种群规模会有所下降；库区水文情势改变导致原库区河段的流水性鱼类向库尾及上游退缩，库区河段的流水性鱼类资源会有所下降；坝下减水河段水量减小，水体容量缩小，部分鱼类资源特别是较大个体会向下游及怒江干流退缩。总体来看，扎拉水电站建设运行后，裸腹叶须鱼、怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼会受到一定的影响，其中阻隔影响较大，但不会导致鱼类多样性的丧失，仅是鱼类资源量会有所下降。

贡山鮡为喜急流生境的鮡科鱼类，玉曲河下游峡谷河段是其重要的栖息地。扎拉水电站建成运行后，在鮡科鱼类产卵繁殖生长期 4-9 月泄放多年平均流量 20%—30%的生态流量，可基本满足鮡科鱼类产卵繁殖生长要求。但因坝下 59.2km 减水河段水量明显减少，水位降低，水文情势发生改变，

大部分河段将不再适宜鮡科鱼类栖息、繁殖，减水河段鮡科鱼类将向下游及怒江干流退缩，种群规模将有所下降。

（7）对鱼类资源的影响

玉曲河鱼类种类组成简单，且由于水温低、水体营养负荷低，鱼类资源量总体不高，由于藏族群众不吃鱼、不捕鱼的习惯，玉曲河鱼类资源基本上处于较自然的状态。扎拉水电站建成后，坝上河段由于大坝阻隔，下游成熟亲鱼不能上溯产卵繁殖，对玉曲河中上游鱼类不能形成有效补充，因此坝上河段鱼类资源会有所减少；坝下河段，特别是减水河段，由于水量减少，生境容量降低，减水河段鱼类资源量可能有所下降，其减少幅度可能与流量减少幅度相关，也可能水量减少，流速减缓，但扎拉减水河段生态流量保障程度较高，相对于原来流速过大的急流环境，可能有利于鱼类的栖息，因此减少河段鱼类资源的变化目前难以预测，需在后期对建设期和运行期进一步加强监测和比较研究；对于厂房以下玉曲河下游河段及怒江干流，由于大坝阻隔裂腹鱼类生殖洄游通道，对鱼类产卵繁殖造成一定影响，可能会影响该区域鱼类资源，但裂腹鱼类对产卵场生境条件要求不高，在流水砾石浅滩即可繁殖，因此鱼类会寻求新的产卵场，在不叠加怒江干支流其他梯级开发的情况下，鱼类资源量不会显著下降。

5.7 工程施工环境影响预测评价

5.7.1 声环境

扎拉水电站施工期声环境敏感目标包括扎郎村和珠拉村 2 个居民点，噪声污染源主要来自施工噪声和交通噪声等。敏感点与工程区相对关系见表 5.7-1。

噪声源分析包括固定噪声、爆破噪声和流动噪声分析，根据噪声敏感

点的分布情况，对敏感点可能有影响的固定噪声源为大坝砂石加工系统、厂房施工，爆破噪声为卡树石料场和扎史同沟石料场开采爆破噪声，对敏感点可能有影响的交通声源为6#公路和13#公路，声环境敏感目标与施工布置的关系见表5.7-1。

表5.7-1　　主要噪声源及声环境敏感点分布一览表

噪声源	敏感点	距噪声源距离	影响时段
大坝砂石料加工系统	扎郎村（5户）	位于大坝砂石加工系统东北方，距离78～156m，高度差20～45m	9:00～22:00
交通		距6#公路20-150m范围内	高峰时段24h
厂房施工	珠拉村（10户）	位于距厂房施工区324-640m范围内，高度差5～10m	9:00～22:00
交通		距13#公路65-132m范围内	高峰时段24h

5.7.1.1　固定点源噪声影响预测

根据扎拉水电站施工总布置图，固定噪声源包括大坝及厂房施工、砂石料加工系统、混凝土拌合系统、施工工厂、弃渣场等五种噪声源。其中大坝砂石料加工系统附近存在一处敏感点，为扎郎村，厂房施工区附近存在一处敏感点，为珠拉村。根据固定噪声源预测公式，进行五种固定噪声源的场界噪声达标距离预测，然后预测大坝砂石料加工系统和厂房施工对两处敏感点的影响。

（1）预测公式

1）固定噪声源预测公式

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：

$$L_{A(r)} = L_{Aw} - 20\lg(r / r_0)$$

式中：$L_{A(r}$—距声源r（m）处的A声功率级，dB；

L_{Aw}—测点r_0处的A声功率级，dB；

r—测点与声源的距离，m。

2）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）；

L_i—— 各迭加声级，dB（A）；

n—— n 个声压级。

（2）噪声预测

1）场界噪声影响预测

大坝及厂房施工、砂石料加工系统、混凝土拌合系统、施工工厂、弃渣场五种固定噪声源源强均选择实测值中最大值，进行最不利情况预测。噪声源影响范围预测结果见表 5.7-2。

表 5.7-2　　固定噪声源影响预测结果

声源	源强 dB（A）	与声源与面距离的噪声预测值 dB（A）							
		5	10	20	50	100	150	200	300
大坝及厂房施工	110	96.0	90.0	84.0	76.0	70.0	66.5	64.0	60.5
砂石料加工系统	115	101.0	95.0	89.0	81.0	75.0	71.5	69.0	65.5
施工工厂	95	81.0	75.0	69.0	61.0	55.0	51.5	49.0	45.5
弃渣场	90	76	70	64	56	50	46.5	44	40.5
混凝土拌合系统	90	76	70	64	56	50	46.5	44	40.5

根据以上 5 种固定噪声源的预测结果，砂石料加工系统源强最大，厂界达标距离亦最远。通过计算，距离砂石料加工系统作业点 180m 处噪声预测值为 70dB(A)，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011）昼间限值；距离砂石料加工系统作业点 1000m 处噪声预测值为 55dB（A），满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）夜间限值。依据工程施工布置，弃渣场距施工场界距离在 35～40m 之间，距弃渣场 10m

处场界昼间噪声为 70（A），满足昼间限值。

2）敏感点预测

根据敏感点分布情况，扎郎村受大坝砂石料加工系统的噪声影响，珠拉村受厂房施工的噪声影响。从实际调查结果来看，扎郎村及珠拉村主要是以分散的居民为主，楼层较低，建筑物基本为 1～2 层。大坝砂石料加工系统及厂房施工夜间不施工，因此仅预测大坝砂石料加工系统及厂房施工昼间施工对敏感点的噪声影响。噪声预测结果见表 5.7-3。

表 5.7-3　　受砂石料加工系统和厂房施工影响的声环境敏感点噪声预测结果

敏感点	噪声源	与噪声源最近距离（m）	最大贡献值 dB（A）	背景值 dB（A）	叠加值 dB（A）	标准值 dB（A）	超标情况	
							超标户数	超标值 dB（A）
扎郎村	大坝砂石料加工系统	78	77.2	40.3	77.2	60	5	2～17
珠拉村	厂房施工	324	59.8	40.8	59.85	60	0	0

从预测结果来看，受大坝砂石料加工系统影响扎郎村 5 户居民昼间噪声全部超标，超标最大值为 17dB，随着距离的增加，最远敏感点超标 2dB（A）。珠拉村居民点噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

5.7.1.2　爆破噪声影响预测评价

（1）爆破噪声预测

扎拉水电站施工期爆破噪声主要来自卡树石料场和扎史同沟石料场开采。根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ/T2.4-2009）中的推荐模式，并考虑山谷反射、空气吸收及地面效应。

预测公式如下：

$$Lw（r）=LA（r0）+\Delta Lr-20lg（r/r_0）-a×（r-r_0）$$

L_w（r）——预测点的噪声 A 声压级（dB）；

L_A（r_0）——参照基准点的噪声 A 声压级（dB）；

ΔL_r——山谷反射的叠加值（dB），ΔLr 取 3dB;

20lg（r/r_0）——几何发散衰减（dB）；

r——预测点到噪声源的距离（m）；

r_0——参照基准点到噪声源的距离（m）；

a——空气吸收附加衰减系数（取 1dB/100m）。

根据其他工程露天爆破实测资料，0.5kg炸药在距爆破点40m处的最大噪声级约为84dB，则石料场开采爆破噪声影响范围详见表5.7-4。

表 5.7-4　　爆破噪声影响范围预测结果

声源	源强 dB（A）	与声源与面距离的噪声预测值 dB（A）						
		100	300	500	1000	1500	2000	3000
爆破噪声	84	78.4	66.9	60.5	49.4	40.9	33.4	19.9

（2）敏感点预测

根据本工程施工总布置图和敏感目标分布情况，可能受爆破噪声源影响的敏感点为扎郎村和珠拉村。卡树石料厂距离扎郎村最近距离为 608m，噪声最大贡献值为 57.7dB（A）；扎史同沟石料场距离珠拉村最近距离为1638m，噪声最大贡献值为 38.7dB（A），可能受爆破噪声源影响的敏感点为扎郎村和珠拉村。敏感点噪声源预测详见表5.7-5。

表 5.7-5　　受爆破噪声源影响的敏感点影响预测结果

敏感点	噪声源	最大贡献值	背景值	叠加值	标准值	达标情况	超标情况	
							超标户数	超标值 dB（A）
扎郎村	卡树石料厂	57.7	40.3	57.78	60	达标	0	0
珠拉村	扎史同沟石料场	38.7	40.8	42.89	60	超标	0	0

从上表中可以看出，扎郎村、珠拉村爆破噪声昼间叠加值达标，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

5.7.1.3 流动噪声源影响预测评价

扎拉水电站施工期流动噪声源预测主要为车辆运输噪声影响。根据现场调查，6#公路附近有扎郎村敏感点，13#公路附近有珠拉村敏感点。因此，对6#、13#公路进行边界噪声评价，以噪声的贡献值作为评价量。

（1）预测公式

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：

$$L_{eq}(h)_i = \left(\overline{L_{OE}}\right) + 10\lg\left(\frac{N_i}{TV_i}\right) + 10\lg\left(\frac{7.5}{r}\right) + 10\lg\left(\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{\pi}\right) + \Delta L - 16$$

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。

（2）预测模式中参数确定

1）车速（V_i）和平均小时车流量 N_i

场内施工道路的 V_i、N_i等相关参数参见表 5.7-6。

表 5.7-6 场内道路设计参数一览表

道路	等级	路面宽（m）	路基宽（m）	路面材料	设计时速	车流量（辆/h）	
						昼间	夜间
6#	二级	7	8	混凝土	30	30	15
13#	二级	7	8	混凝土	20	48	24

2）车辆平均噪声级 $\left(\overline{L_{OE}}\right)$

本工程交通运输以大型车辆为主。大型车距行驶路面中心线7.5m处的平均辐射噪声级$\left(\overline{L_{OE}}\right)$可按下式计算：

$$\left(\overline{L_{OE}}\right)_i=38.5+24.6\lg V$$

V——大型车辆平均行驶速度

3）其他因素引起的修正量△L

$$\Delta L=\Delta L_1—\Delta L_2+\Delta L_3$$

式中：ΔL_1—线路因素引起的修正量，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）。

（3）道路交通噪声预测

利用流动噪声预测公式，计算距施工道路中心线不同距离的交通噪声衰减值，结果见表5.7-7。

表5.7-7　　6#-13#场内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）						
		5m	10m	20m	50m	100m	200m	300m
6#场内道路	昼间	55.93	50.94	45.31	40.33	36.74	32.82	30.19
	夜间	52.88	47.89	42.25	37.27	33.69	29.77	27.14
13#场内道路	昼间	58.02	53.03	47.40	42.42	38.84	34.91	32.28
	夜间	54.95	49.96	44.33	39.35	35.76	34.78	29.21

表5.7-8　　受交通噪声源影响的敏感点影响预测结果

敏感点	噪声源		最大贡献值	背景值	叠加值	标准值	达标情况	超标情况	
								超标户数	超标值dB（A）
扎郎村	6#公路	昼间	45.31	40.3	46.5	70	达标	0	0
		夜间	40.94	37.7	42.63	55	达标	0	0
珠拉村	13#公路	昼间	41.8	40.8	44.34	70	达标	0	0
		夜间	38.0	37.2	40.63	55	达标	0	0

从预测结果来看，6#道路车流量较小，昼间道路两侧噪声均不超过交通干线 4a 类标准限值；夜间道路两侧部分区域不能满足 4a 类标准限值，超标距离在 10m 以内。13#道路车流量相对较大，昼间道路两侧噪声不超过交通干线 4a 类标准限值；夜间道路两侧部分区域不能满足 4a 类标准限值，超标距离在 10m 以内。扎郎村敏感点距离 6#公路最近距离 20m，珠拉村敏感点距离 13#公路最近距离 65m，均大于 10m，敏感点噪声不超标。

总体来讲，交通道路两侧的交通噪声影响较小，若考虑道路两侧植被等覆盖物对噪声的衰减，噪声的影响将会更小。

5.7.1.4 综合叠加预测

多声源在某一点声压级的叠加公式：

$$L_{P总} = 10\log\sum_{i=1}^{n}(10^{L_{P1}/10} + 10^{L_{P2}/10} + \ldots\ldots + 10^{L_{Pi}/10})$$

式中 $L_{P总}$——n 个噪声叠加后的总声压级，dB（A）

L_{Pi}——第 i 个噪声源对该点的声压级，dB（A）

敏感点噪声背景值扎郎村为昼间 40.3dB（A），夜间 37.7dB（A）；珠拉村为昼间 40.8dB（A），夜间 37.2dB（A），综合考虑固定点源噪声、流动噪声、爆破噪声的贡献值，预测结果较为保守。扎拉电站工程各敏感点噪声贡献值预测结果见表 5.7-9。

表 5.7-9　　各敏感点噪声预测背景值噪声预测结果表

敏感点		固定点源	爆破噪声	流动噪声	背景值	叠加值	标准值	达标情况	超标情况	
		最大贡献值							超标户数	超标值 dB（A）
扎郎村	昼间	77.2	57.7	45.31	40.3	77.25	60	超标	5	2-17
	夜间			40.94	37.7	42.63	50	达标	0	0
珠拉村	昼间	59.8	38.7	41.8	40.8	59.95	60	达标	0	0
	夜间			38.0	37.2	40.63	50	达标	0	0

综合叠加预测，扎拉水电站施工期声环境敏感目标分别是扎郎村和珠拉村。扎郎村受大坝砂石料加工系统、卡树石料场爆破噪声、6#公路流动

噪声综合影响下，超标最大值为 2～17dB，扎郎村 5 户居民昼间噪声全部超标，主要是受砂石加工系统作业噪声影响。珠拉村处噪声不超标。

5.7.2 环境空气

5.7.2.1 环境空气敏感对象

根据本工程施工总布置和外环境关系，本工程环境空气敏感保护目标包括扎郎村、珠拉村居民点，敏感点与工程区相对关系同声环境见表 5.7-10。

表 5.7-10 工程区内大气污染源与敏感保护目标位置关系表

噪声源	敏感点	距大气污染源距离	主要污染因子
大坝砂石加工系统	扎郎村（5 户）	位于大坝砂石加工系统东北方，距离 78～156m，高度差 20～45m	TSP
交通		距 6#公路 20-150m 范围内	TSP，NO_2
厂房施工	珠拉村（10 户）	位于距厂房施工区 324-640m 范围内，高度差 5～10m	TSP
交通		距 13#公路 65-132m 范围内	TSP，NO_2

5.7.2.2 砂石料加工系统影响分析

类比同类型水电站施工期间施工作业面大气污染物排放情况，砂石料加工系统在附近 100m 范围内排放浓度值相对较高，其余施工作业面和 100m 以外排放浓度均符合《环境空气质量标准》中二级标准要求。

大坝砂石加工系统距离扎朗村居民点 78m，高差在 20m 左右，砂石加工系统的施工粉尘对扎朗村居民有一定影响。

5.7.2.3 爆破及开挖影响分析

炸药爆破时会产生粉尘、CO 等污染物，污染源主要集中在石料场取料、坝基开挖、导流洞爆破施工等。根据实测资料，在施工现场 50～200m 范围以外，TSP 符合《环境空气质量标准》中二级标准要求。

现场调查，卡树石料场、扎史同沟石料场 200m 范围内均无居民点分布，大坝和厂房施工区、石料场开采爆破产生的大气污染物仅对施工区局部环

境空气质量造成影响。

5.7.2.4 交通运输系统运输扬尘影响分析

扎拉水电站场内主要施工道路共计长约32.86km。其中，大坝施工区扎郎村的较近的为左岸6#公路，高峰年运量297.95万t，高峰单向行车密度27辆/小时，运输车辆以15t～20t自卸汽车为主，按照水电工程场内二级公路标准设计，路面宽7m，路基宽8m，采用混凝土硬化路面。引水隧洞和厂房施工区距离珠拉村较近的为13#公路，高峰年运量201.86万t，高峰单向行车密度18辆/小时，运输车辆以15t～20t自卸汽车为主，该公路是厂坝连接公路，也是机组重大件运输通道，按照水电工程场内二级公路标准设计，路面宽7m，路基宽8m，采用混凝土硬化路面。施工区场内交通道路粉尘排放速率见表5.7-11。

表5.7-11　　施工区场内交通道路粉尘排放量一览表

道路名称	路面材料	路面宽度	高峰单向行车密度	粉尘排放速率	
			辆/小时	kg/km.h	mg/m.s
5#公路	混凝土	7m	27	33.98	9.44
6#公路	混凝土	7m	18	22.66	6.29

运输车辆扬尘不会在大范围内平均分布，但在小空间内浓度较高。路面交通运输产生的扬尘影响范围一般在宽10～50m、高4～5m的空间内，3min后较大颗粒即沉降至地面，微细颗粒（所占比重较小）在空中停留时间较长。

交通运输扬尘对靠近场内交通道路的居民点产生不利影响，尤其是气候干燥情况下6#和13#施工道路运输产生的TSP分别对扎郎村、珠拉村居民点产生不利影响，采取洒水等除尘措施后TSP含量可明显降低。

5.7.2.5 机械燃油废气

施工废气主要为道路机动车辆和非道路施工机械燃油产生，主要的污染物为NO_2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。扎拉水电站油库布置在大坝左岸上游6#公路旁。油库存储规模按施

工高峰期30天用量计算，存储量约820t，其中92号、95号汽油现场存储规模约40t，0号柴油（冬季为-10号柴油）现场存储规模约780t。工程施工所需的油料约1.38万t，采用15t油罐车直接运输至工地油库。

（1）道路机动车大气污染物排放源强

环境保护部于2014年12月31日发布了《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》，该指南涵盖了我国各类型车辆（微型、小型（轻型）、中型、大型（重型）、低速载货汽车等）、采用不同燃料（汽油、柴油和其他）和不同污染控制水平（国一前、国一、国二、国三、国四、国五）下的大气污染物排放系数。本次环评中型、大型车参考指南表6中型和重型柴油车（国五）综合基准排放系数，并乘以平均速度修正因子，得出各车型单车尾气污染物排放系数，具体见表5.7-12。

表5.7-12　　各车型单车排放系数

大型车（国五、燃柴油）	综合基准排放系数（g/辆·km）	环境修正因子	平均速度修正因子（速度区间：20-30km）	尾气污染物排放系数（g/辆·km）
CO	2.20	2.46	1.1	5.953
HC	0.129	2.05	1.12	0.296
NOx	4.721	1.12	1.12	5.946
PM2.5	0.027	1.70	1.12	0.051
PM10	0.030	1.70	1.12	0.057

汽车尾气排放源强按下式计算：

$$Q_J = \sum_{i=1}^{3} 3600^{-1} A_i E_{ij}$$

式中：

Q_J——行驶汽车在一定车速下排放的j种污染物源强，g/（km·s）；

A_i——i种车型的小时交通量，辆/h；

E_{ij}——单车排放系数，即i种车型在一定车速下单车排放的j种污染物量，g/辆·km。

根据场内各道路设计流量，场内道路污染物排放源强见表 5.7-13。

表 5.7-13　　场内道路车辆尾气污染排放源强

路段名称	道路等级	道路宽度（m）	设计车速（km/h）	设计流量（pcu/h）	源强（g/（km•h））				
					CO	HC	NOx	PM2.5	PM10
右岸 1-1#公路	三级	6.5	20	2	11.91	0.59	11.89	0.10	0.11
右岸 1-2#公路	三级	6.5	20	18	107.16	5.33	107.02	0.93	1.03
右岸 3#公路	二级	7	30	20	119.06	5.92	118.91	1.03	1.14
左岸 2#公路	三级	6.5	20	14	83.34	4.15	83.24	0.72	0.80
左岸 2#公路	三级	6.5	20	14	83.34	4.15	83.24	0.72	0.80
左岸 2-1#公路	三级	6.5	20	2	11.91	0.59	11.89	0.10	0.11
左岸 4#公路	三级	6.5	20	14	83.34	4.15	83.24	0.72	0.80
左岸 6#公路	二级	7	30	27	160.74	8.00	160.53	1.39	1.54
左岸 6-1#公路	三级	6.5	20	24	142.88	7.11	142.69	1.23	1.37
左岸 8#公路	三级	4	20	1	5.95	0.30	5.95	0.05	0.06
5#公路	二级	7	30	18	107.16	5.33	107.02	0.93	1.03
7#公路	三级	6.5	20	3	17.86	0.89	17.84	0.15	0.17
7-1#公路	三级	6.5	20	1	5.95	0.30	5.95	0.05	0.06
9#公路	三级	6.5	20	1	5.95	0.30	5.95	0.05	0.06
11#公路	三级	6.5	20	1	5.95	0.30	5.95	0.05	0.06
13#公路	二级	7	30	4	23.81	1.18	23.78	0.21	0.23
15#公路	三级	6.5	20	7	41.67	2.07	41.62	0.36	0.40

（2）施工机械大气污染物排放量

环境保护部于 2014 年 12 月 31 日发布了《非道路移动源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》，该指南涵盖了工程机械、农业机械、小型通用机械、柴油发电机组等施工设备的大气污染物排放系数。本次环评施工设备排放系数参考指南表 5 方法 1 适用的非道路移动机械平均排放系数，具体见表 5.7-14。

表 5.7-14　　施工机械平均排放系数（g/kg 燃料）

	PM_{10}	$PM_{2.5}$	HC	NO_x	CO	SO_2
工程机械	2.09	2.09	3.39	32.79	10.72	0.35

非道路机械大气污染物排放量计算公式如下：

$$E_1=Y\times EF\times 10^{-6}$$

式中：

E_1——为非道路移动机械的 CO、HC、NO_x、$PM_{2.5}$和 PM_{10}排放量，单位为吨；

Y——为燃油消耗量，单位为千克；

EF——为排放系数，单位为克/千克燃料。

SO_2 排放量根据非道路移动源燃油中的硫含量计算如下：

$$E_2=2\times Y\times S\times 10^{-6}$$

式中：

E_2——为非道路移动源 SO_2 排放量，单位为吨；

Y——为燃油消耗量，单位为千克；

S——燃油硫含量，单位为克/千克燃料。

工程施工机械污染物排放量见表 5.7-15。

表 5.7-15　　工程施工机械污染物排放量

污染物种类	PM_{10}	$PM_{2.5}$	HC	NO_x	CO	SO_2
污染物排放总量(t)	7.21	7.21	11.70	113.13	36.98	2.42
高峰期日排放量(kg/d)	14.63	14.63	23.73	229.53	75.04	4.90

从污染源预测可知，本项目施工期施工车辆和机械排放的废气污染物主要为 NOx 和 CO，排放速率不大，其他废气污染物如颗粒物、HC、SO_2排放量均较低。施工区区域居民较少且分散，仅 6#和 13#公路旁有少量居民，周边无其他废气污染源，现状空气质量较好，因此，本项目施工机械和车辆废气不会造成区域空气质量发生明显变化，其影响范围和影响程度均较小。

5.7.2.6　施工作业面粉尘

（1）环境影响预测分析

施工作业面对大气环境产生影响的主要是砂石加工系统和存弃渣场。

砂石加工系统排放的污染物主要是粉尘，在粗碎、中碎、细碎、筛分的运输过程中均会产生粉尘污染。弃渣场和存料场在堆渣和存料的过程中易产生粉尘。

本工程有2处砂石料加工系统，分别位于大坝施工区和厂房施工区内。大坝砂石加工系统处理能力为 280t/h，厂房砂石加工系统处理能力为120t/h，砂石加工系统在有控制情况下进行细碎、筛分，粉尘排放系统数为0.05kg/t产品，因此大坝砂石加工系统粉尘排放强度为14kg/h，厂房砂石加工系统粉尘排放强度为 6kg/h。由于大坝砂石料加工系统占地面积为4.5万㎡，大坝砂石料加工系统占地面积为2.12万㎡，因此大坝砂石加工系统粉尘排放速率为0.000086 g/s.㎡，厂房砂石加工系统粉尘排放速率为0.000079 g/s.m^2。

本工程规划的存料场、弃渣场有 5 处，分别为卡树冲沟弃渣场、大坝左岸上游滩地弃渣场、闹中冲沟支沟弃渣场、厂房回填料存渣场、表土堆存场。有根据相关研究资料，弃渣场和存料场的粉尘排放速率取0.000172g/s.m^2。

表5.7-16　　施工作业面粉尘排放速率

施工作业面	粉尘排放速率（mg/s.m^2）
大坝砂石加工系统	0.086
厂房砂石加工系统	0.079
存弃渣场	0.172

（2）环境敏感点影响分析

根据环境空气敏感点的分布，仅大坝左岸上游滩地弃渣场对扎郎村可能存在影响。大坝左岸上游滩地弃渣场为面源污染，大气环境评价为三级评价，采用导则推荐的 SCREEN3 估算模式进行贡献值预测（参数：弃渣场开挖总面积35300m^2，污染源排放高度10m，高差0-5m）。根据玉曲中游河

段左贡县气象站多年气象资料统计，施工区多年平均风速 1.4m/s，最大风速 10.4m/s，风向 NEN。

经估算模式预测，该弃渣场的施工粉尘对扎郎村 TSP 浓度叠加值为 103ug/m^3，叠加值均满足区域的环境空气质量二级标准，因此大坝左岸上游滩地弃渣场活动对扎郎村居民基本无影响。

表 5.7-17　　扎郎村 TSP 浓度预测结果　　单位：ug/m^3

敏感目标	贡献值	背景值	叠加值	评价标准	超标值
扎郎村	0.1	102.9	103	300	——

5.7.3　固体废弃物的影响

工程施工产生的固体废弃物主要包括施工弃渣和生活垃圾。

弃渣主要来源于交通工程区、场地平整及渣场区和施工生产生活区，最终产生弃渣量约为 567.97 万 m^3（自然方），弃渣对环境的影响主要表现为工程占地、新增水土流失和对自然景观的影响。通过类比调查，水电工程施工期间生活垃圾组成较为单一，约 60%左右为无机建筑垃圾，40%左右为有机垃圾。扎拉水电站工程总工期 67 个月，高峰期施工人数 2000 人，施工营地垃圾产生量以每人日产垃圾 1.0kg 计，施工期累计垃圾量约 4020t。若不采取有效的卫生清理工作及垃圾处理措施，将可能影响工区卫生和施工人员的健康，也将污染周围环境、影响景观。

5.8　移民安置环境影响评价

5.8.1　移民安置环境适宜性分析

（1）生产安置的环境适宜性分析

扎拉水电站规划生产安置人口 110 人（左贡县 64 人、察隅县 46 人）。根据环境容量分析，生产安置环境总容量 209 人（左贡县 106 人、察隅县 103 人），其中种植业安置 36 人（左贡县 25 人、察隅县 11 人），逐年补

偿安置 110 人（左贡县 64 人、察隅县 46 人），自谋职业安置 63 人（左贡县 17 人、察隅县 46 人），环境容量大于需生产安置的人数量，采用本村分散后靠安置环境容量可满足要求。详见表 5.8-1。

表 5.8-1　　扎拉水电站生产安置环境容量分析汇总表

县	乡	村	规划水平年生产安置人口	环境容量（人）			
				小计	种植业	逐年补偿	自谋职业
左贡	碧土	扎郎	64	106	25	64	17
察隅	察瓦龙	珠拉	46	103	11	46	46
合计			110	209	36	110	63

（2）搬迁安置的环境适宜性分析

扎拉水电站规划搬迁安置人口 23 户 127 人，均采取本村分散后靠安置的搬迁安置方案。分散安置由搬迁安置人口在建设征地范围外自行择址建房安置，所选择的分散安置点应地质条件良好，无滑坡、塌岸、泥石流等不良地质灾害隐患。如左贡县扎郎村分散安置点位于扎郎村委会附近，场地地形坡度较缓，开挖方量较小，卵、漂石层满足承载力要求，可作为持力层；场地周边无不良地质灾害隐患，工程建设基本适宜；位于规划的 6# 公路和现有公路之间，交通便利；人畜饮水可通过铺设给水管接至扎郎村委会附近水源点解决；另外，规划有 10kV 输电线路和 380V 配电线路从安置点东侧通过。综合分析，分散安置点场地建设适宜性好，水电路等基础设施条件便利，土石方工程量不大，移民安置生态环境影响小。

5.8.2　移民安置环境影响

移民安置活动主要包括农村搬迁安置、生产安置、专项设施复（改）建等方面。移民安置工程的实施对移民生产生活、安置区环境等会产生一定程度的影响。

5.8.2.1 生态环境影响分析

（1）农村移民生产安置

扎拉水电站共需生产安置人口 110 人，采取以种植业安置、逐年补偿和自谋职业安置相结合的生产安置方案，其中 18 人种植业安置（均为左贡县）。根据安置区居民土地筹措意愿调查，扎郎村可筹措熟地 105.95 亩，满足左贡县种植业安置迁移人口 68.58 亩土地数量的要求。调剂土地均为熟地，通过配置人均 0.2 亩蔬菜大棚以提高土地质量以弥补人均耕地数量减少带来的种植业收入减少。因此，生产安置基本不会对生态环境造成不利影响。

（2）农村移民搬迁安置

扎拉水电站至规划水平年需搬迁安置 127 人，采取分散后靠建房安置方式，本安置方式可以很好的维持移民原有社会关系，不会对移民生产生活造成较大冲击。后靠安置建房将不可避免的破坏征地范围内的地表植被，改变土地利用类型，经调查，后靠安置点地表植被以灌草丛为主，无珍稀保护植物分布，安置建房对陆生植被影响有限。

5.8.2.2 水环境影响分析

农村移民安置对水环境的影响主要是分散后靠建房安置点居民排放的生活污水对周围水环境的影响。农村移民搬迁安置 127 人。生活污水不采取任何措施直接排放，将会对居民点附近的环境产生影响，可考虑修建旱厕收集生活污水作为农家肥料。

5.8.2.3 环境空气影响预测

农村移民搬迁安置对环境空气的影响源主要是工程开挖、回填等场地平整中产生的粉尘。对大气环境产生影响的主要污染源有：各类施工机械排放的废气，施工开挖产生的粉尘飘尘，车辆运行产生的扬尘等。影响时

段为施工期，时间较短。

由于工程开挖量较小，其产生的废气量也较小，且施工场地比较分散，施工工期也不集中，因此不会对整个区域的大气环境造成污染，对施工区局部区域的大气环境影响也较小，在采取必要的降尘和防护措施情况下，实质影响将进一步降低。

5.8.2.4 声环境影响预测

本工程农村移民安置施工强度较小，规模有限，对周围声环境影响主要表现为施工期各类施工机械产生的噪声。其中对环境影响较大的施工机械有推土机、装载机、压路机、挖掘机和自卸卡车等。施工噪声主要将对施工现场作业人员造成影响。

5.8.2.5 生活垃圾影响分析

本工程搬迁安置人口 127 人，生活垃圾产生量为 127kg/d，总体上生活垃圾产生量较少，其中有机物质多回田或饲畜，仅余少量无机成分。若不做好垃圾收集与处理的工作，任其散乱堆置，将影响村容及环境卫生。

5.8.2.6 社会生活环境影响分析

扎拉水电站至规划水平年涉及搬迁安置人口 127 人，搬迁移民数量不大。搬迁安置人口均规划在本村内后靠分散建房安置。迁移人口生产安置方案的拟定，在充分结合建设征地涉及的区域环境、后备土地资源条件、迁移人口生产生活习惯及风俗习惯及迁移人口意愿等因素后确定，迁移人口搬迁后仍在当地居民聚居地范围内，原有的社会关系不发生变化，并可利用原有公共和基础设施，不会对迁移人口生活质量产生影响。

扎拉水电站移民安置规划方案实施后，随着移民资金的投入，农业基础设施条件的改善，移民的生活水平和收入水平将会稳步提升。

5.8.3 专项设施复建环境影响

扎拉水电站建设征地涉及专业项目处理任务主要为交通工程、电力及通信线路等。建设征地涉及的 8.1km 等级公路复（改）建在主体工程中统筹考虑。对于淹没影响的四级公路桥在原址附近复建。对于涉及的 10kV 电力线路及电信、移动通信光缆采取架空绕行方式复建。

专业项目工程施工期产生的施工粉尘及施工机械噪声会对大气及声环境产生不利影响；施工废水和施工人员的生活污水也会对周围水环境产生影响。其中施工废水以混凝土拌和机冲洗废水为主，废水特点是污染物 SS 浓度高、由于施工期较短，废水产生量少，初步估计混凝土搅拌机每次冲洗废水约 0.6m^3，排放方式为间歇式，对地表水体影响很小。考虑到工程规模很小，工期不长，对周边局部区域的环境空气及声环境影响很小，造成局部水土流失量很小，专项设施复建工程建设不涉及崩塌滑坡危险区以及易引起严重水土流失和生态环境状况较差的区域。专业项目建设总体上对生态环境、水土流失和社会环境的影响较轻。

5.9 社会环境影响分析

5.9.1 对社会经济的影响

扎拉水电站装机容量 1015MW（含生态机组 15MW），单独运行时多年平均发电量 39.46 亿 kW·h（含生态机组电量 0.86 亿 kW·h），对缓解电力供需矛盾起到一定作用。扎拉水电站在长期向社会提供电能资源的同时，对提高当地居民生活水平和加强当地基础设施建设，增加地方财政税收收入和社会经济的全面发展有积极的促进和推动作用。同时，电站建设过程中大量资金的投入，可以促进与工程相关的地方产业、服务业和文化事业的发展，增加地方劳动力就业机会，从而带动本地区社会经济的长足发展，

也对保证民族地区的脱贫致富和社会稳定具有深远意义。

5.9.2 对水资源利用的影响

扎拉水电站工程河段范围内干流无重要用水对象，农村居民生活用水均为沟水、山泉水或雪融水，对玉曲河无取用水要求，扎拉水电站建设对沿岸生产和生活用水没有影响。

5.9.3 对人群健康的影响

工程施工对人群健康的影响主要由施工人员进驻引起。扎拉水电站施工高峰期人数 2000 人，施工人员来自不同地域，人员构成复杂，生活习俗各异，可能携带具传染性的病原体，施工人员之间可能发生疾病的交叉感染。尤其是痢疾、肝炎等传染病，容易因饮食、卫生习惯不当而引发。施工生活区的建立将使鼠类密度增大，容易发生鼠传疾病，对施工人员的健康造成潜在影响，需加强防范措施。生活用水水源的选取和水质处理不当也会导致肠道疾病的发生。

5.9.4 对民俗宗教的影响

扎拉水电站工程涉及的西藏昌都市左贡县和林芝市察隅县是藏族人口聚居区，区内藏族人民具有独特的生产生活习惯和传统民俗文化。本工程在建设期间施工人员（主要以汉族为主）大量进驻，应尊重当地人民的信仰和风俗习惯，避免由于信仰的不同而产生误解、冲突，如不能妥善处理好与当地少数民族的关系，将不利于各民族同胞的和睦相处，并影响施工工作的开展。

工程移民安置应尊重迁移人口生产生活习惯、风俗习惯及迁移人口意愿，避免发生冲突。同时，对建设征地范围内涉及的文物古迹的处理应充分征求当地少数民族的意见，避免与其宗教信仰矛盾冲突。

6 环境保护措施及可行性论证

6.1 生态流量下泄设施和保障措施

6.1.1 生态流量下泄要求

根据前述扎拉坝址下游河道生态需水分析，本报告提出生态流量下泄要求为：10 月-次年 3 月下泄生态流量 15.9m^3/s；4 月和 9 月下泄生态流量 22.0m^3/s，5 月-8 月下泄生态流量 33.0m^3/s。

6.1.2 生态流量下泄设施

本电站利用生态机组作为主要泄放设施，下泄生态流量来满足不同时段的生态流量要求。根据生态流量泄放要求，拟定了 5MW（1×5MW）、10MW（2×5MW）、15MW（3×5MW）等 3 个生态机组方案进行比较，3 个方案机组过机流量分别为 11.0m^3/s、22.0m^3/s、33.0m^3/s。

从电量效益看，随装机容量增加，多年平均发电量相应增加，但方案间的电量差呈减少趋势，装机年利用小时数减小。

从机组的年利用率看，装机容量 10MW（2×5MW）方案满发时间可达半年，可较好适应丰枯期生态流量的变化，对水能的利用较为充分，同时枯水期可在不影响生态流量下泄的情况下，轮流检修 2 台机组。

从工程建设条件看，大坝与下游围堰之间的河道狭小，施工场地小，装机容量越大，装机台数越多，覆盖层高边坡的范围越大，施工布置难度越大，与大坝施工的施工干扰越大，建设条件越差。

从投资及经济比较看，方案间投资相差在 4000 万元左右，补充单位电能投资分别为 1.99 元/kW·h、3.11 元/kW·h，以装机容量 10MW 较优。

从较为充分利用生态流量相应水能、工程建设条件、投资及经济比较等方面综合比较，生态机组装机容量为 10MW（2×5MW）方案较为合适。从

保证生态流量下泄方面考虑，本阶段推荐生态机组装机容量为 15MW（3×5MW）。生态机组采用单管 3 机供水方式，主管内径 3.0m。地面厂房安装 3 台单机容量 5MW 的混流立式机组，单机流量 11m^3/s。

生态机组正常运行下，10 月-次年 3 月通过两台生态机组下泄生态流量 15.9m^3/s；4 月和 9 月通过两台生态机组下泄生态流量 22.0m^3/s；5-8 月通过 3 台生态机组下泄生态流量 33.0m^3/s。

6.1.3 生态流量下泄保障措施研究

3 台生态机组全部正常运行能满足不同的生态流量下泄要求，当生态机组检修或故障时，应有相应的保障措施满足生态流量的下泄要求。为保证生态流量下泄的可靠性，应另设置相应的生态放水设施。

（1）下泄保障措施方案比选

结合首部枢纽布置和生态机组运行方式，研究比选了如下两个方案：

方案一：在坝体上设置生态放水设施。放水设施为 1 个坝身生态放水孔，采用弧形工作门控制，最大下泄流量 33m^3/s。

方案二：在生态机组引水管上设置生态放水设施。放水设施为在引水管上设置 2 条生态放水管，过流量均为 11m^3/s，并配置检修蝶阀和放水阀满足生态供水的要求。

1）方案一：坝身生态放水设施

在左侧溢流坝段设置生态放水设施，位于 1#泄洪冲沙底孔左侧，采用有压短管型式。进口底板高程 2805.00m，进口型式为喇叭型，顶曲线采用椭圆曲线，曲线方式为$\frac{x^2}{3^2}+\frac{y^2}{1^2}=1$，进口侧面曲线采用 1/4 椭圆，曲线方程为$\frac{x^2}{1.5^2}+\frac{y^2}{0.5^2}=1$。进口段（包括检修门槽段）长 4.1m，检修门孔口尺寸 2m×3.7m（宽×高）。检修门槽后接 1∶6 压坡段，压坡段长 6.9m，压坡段出

口布置弧形工作门，孔口尺寸 2.0m×2.5m（宽×高）。弧形工作门后为无压段，下游采用 WES 幂曲线，曲线方程为 $y=0.0811x^{1.85}$。WES 幂曲线下游接 1:0.75 直线段和半径 10m 的反弧段。下游采用挑流消能，挑坎高程 2780.0m，挑角 15°。检修门为平板门，采用坝顶门机进行操作，弧门采用液压启闭机操作，可以局部开启。坝身生态放水设施平面布置见图 6.1-1。

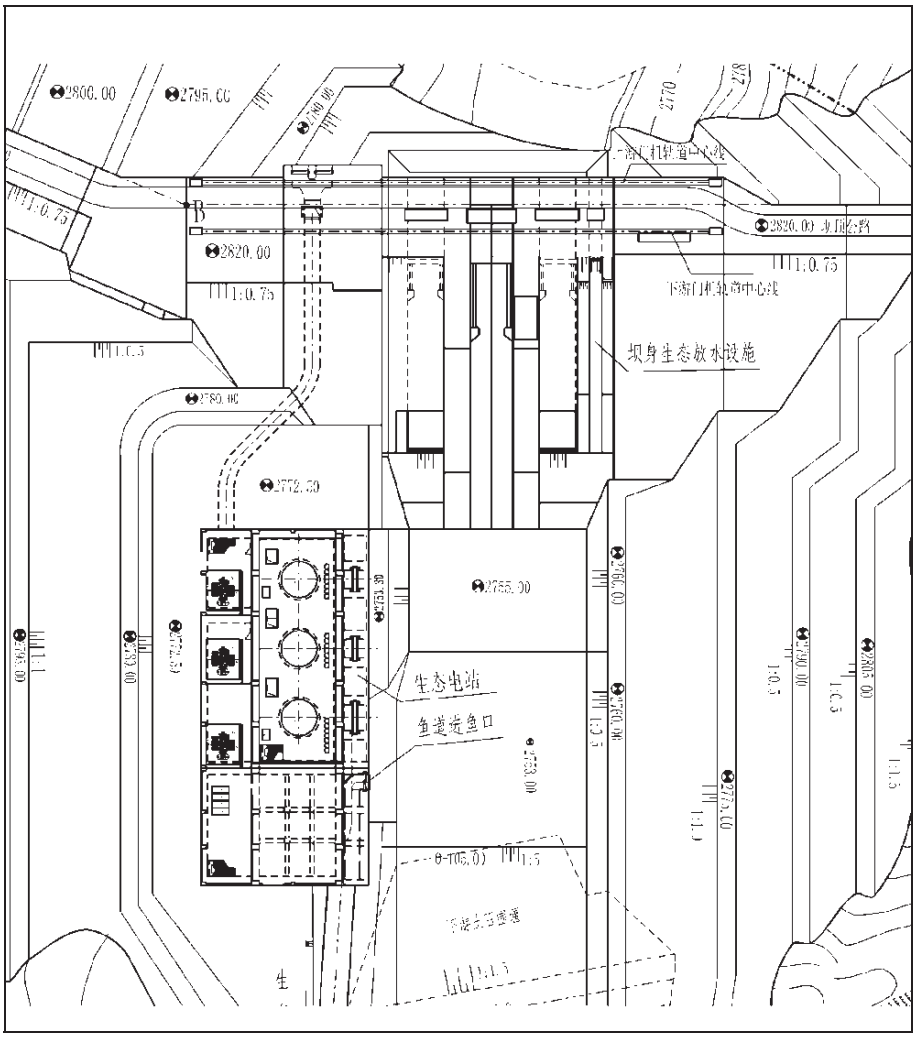


图 6.1-1　　坝身生态放水设施平面布置图

2）方案二：引水管上生态放水设施

生态机组主管采用坝后背管的型式，内径 3.0m，从主管斜段依次分两条生态放水管引至厂坝平台上的生态放水阀室内，两条生态放水管

内径均为 1.6m，单条过流量 11m^3/s。当单台机组需要检修时，关闭厂内单台机组对应的蝶阀和尾水检修闸门。为便于生态放水管内的水流入下游河道，生态放水管与厂房纵轴线成 40°夹角布置，其平面布置见图 6.1-2。

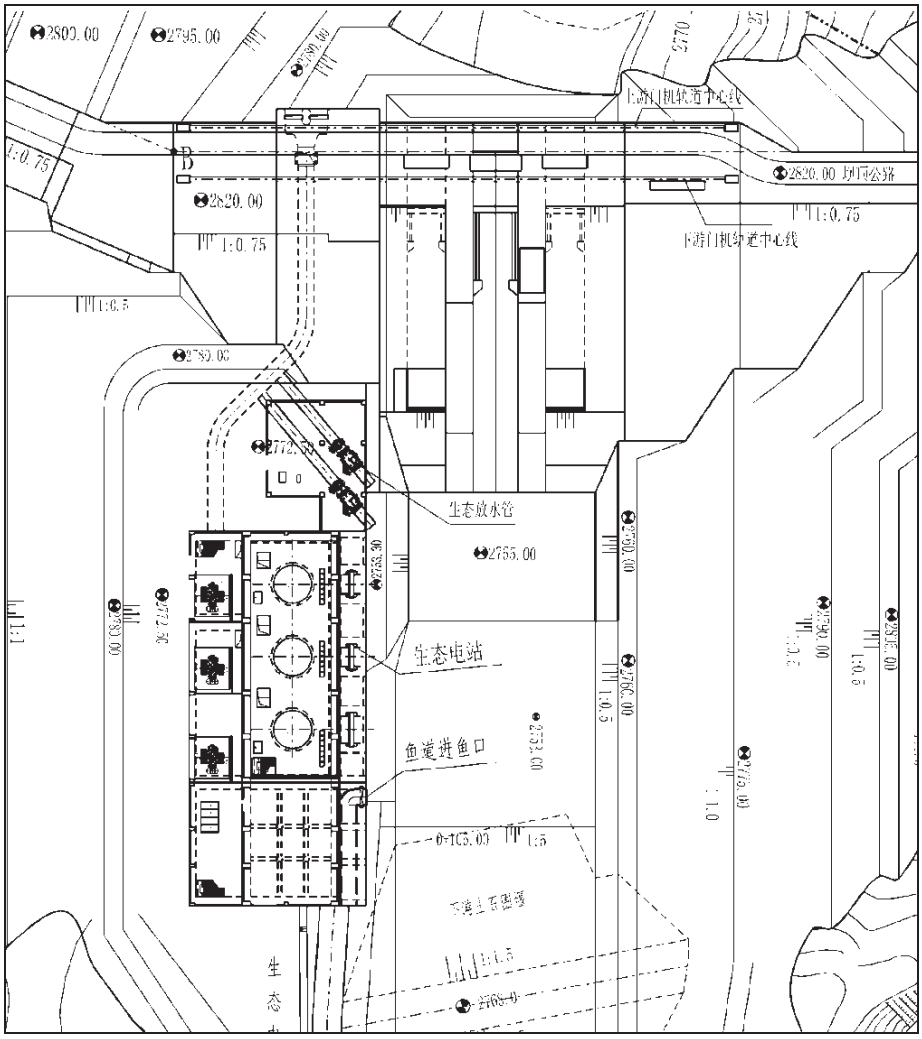


图 6.1-2　　引水管上生态放水设施平面布置图

生态放水管尾部布置有蝶阀和具备减压消能功能的阀门。根据经济流速，生态放水管直径为 DN1600mm。生态供水系统阀门既需要满足下泄流量的要求，同时要求具备减压消能的功能，常用的阀门类型有锥形阀和活塞阀两种。

活塞阀采用双层筒式结构，内筒设计有对称布置的锥形喷孔，高压水

流通过特别设计的锥形喷孔流出，水柱在套筒的中心相互撞击达到消能效果。活塞阀消能效果好，出口水流稳定，流量连续可调，出口流速小。但是，由于内筒采用数量众多的蜂窝状对称锥形孔，阀门加工精度要求高；而且阀门过流能力小，在相同过流量时其直径大，造价也相应增高。另外，锥形孔尺寸小，容易堵塞，对水质要求高。

锥形阀由 1 个固定的锥体和 1 个可移动的钢套管组成。工作时，水流以宽广的中空喷射排放角度扩散，水流和空气大面积摩擦产生雾化以达到消能效果；流量的控制通过钢套管前后移动来实现。为控制水流的冲击范围，可在锥形阀出口加装导流罩和补气管。阀门过流能力强，尺寸相对小，且阀门对水质要求不高，不存在水草堵塞的问题。

从有利于保证生态流量泄放和设备运行维护方便等方面考虑，生态放水管推荐采用锥形阀。

扎拉水电站生态供水系统阀门最大工作水头 54.4m,最小工作水头 41m,最小水头下单台阀门下泄流量不小于 11 m^3/s。根据锥形阀阀门的过流特性，选用两台 DN1400mm 的锥形阀。阀门的主要参数见表 6.1-1：

表 6.1-1　　锥形阀主要参数

型式	锥形阀
规格	DN1400mm，PN1.0MPa
台数	2
额定过流量	11m^3/s
工作水头范围	41m-54.4m
操作方式及油压等级	液压操作，16MPa
阀门出口压力	≤0.1MPa

3）方案比较

坝身生态放水设施和引水管上生态放水设施方案具有不同的特点，其优缺点分析见表 6.1-2：

表 6.1-2　　生态放水设施比较表

比较方案	优点	缺点
方案一：坝身生态放水设施	布置及结构简单，技术成熟，运行维护方便，能满足不同生态流量泄放要求，生态流量泄放保证率高，工程投资较方案二少222万元。	出口采用挑流消能,对下游流态有一定影响。
方案二：引水管上生态放水设施	消能效果较好,出口流速小,对下游流态影响较小。	布置及结构较复杂,设备可靠性不如坝身生态放水设施,运行维护较复杂,生态流量泄放保证率不如生态放水设施,工程投资较方案一多222万。

从生态流量泄放保证率、放水设施可靠性和运行维护便利等方面考虑，推荐坝身生态放水设施作为生态流量下泄保障措施。

（2）下泄保障措施方案

本工程三台生态机组为生态流量主要泄放设施，坝身生态放水设施为保障泄放设施。

生态机组建筑物布置在大坝右岸非溢流坝段坝后，紧靠河床，由坝式进水口、压力钢管背管和坝后式地面厂房组成，采用单管 3 机供水方式，主管内径 3.0m。地面厂房安装 3 台单机容量 5MW 的混流立式机组，单机额定流量 11m^3/s。

坝身生态放水设施布置在左侧溢流坝段，位于 1#泄洪冲沙底孔左侧，采用有压短管型式。进口底板高程 2805.00m，出口布置弧形工作门，孔口尺寸 2.0m×2.5m（宽×高）。下游采用挑流消能，挑坎高程 2780.0m，挑角 15°。

6.1.4　生态流量下泄方案及可靠性分析

（1）施工期生态流量下泄方案

1）施工期通过导流洞下泄流量可以满足生态流量要求，不需要单独设置生态放水设施。

2）导流洞封堵期间，采用导流洞封堵闸门不完全关闭（开度 0.46 m，泄量大于 15.9m³/s）向下游供水；当库水位升至高程 2771.4m（泄洪底孔泄量大于 15.9m³/s）以上后，导流洞封堵闸门关闭，通过底孔敞泄向下游供水。

3）扎拉水电站开工后第 6 年 3 月底孔下闸蓄水，相应生态流量为 15.9m³/s，为避免下游水位降幅过大，影响鱼类生存，拟在蓄水期间按下泄流量每小时减少 5m³/s 进行蓄水。第 6 年 6 月初表孔下闸蓄水，相应生态流量为 33m³/s，为避免下游水位降幅过大，影响鱼类产卵，拟在蓄水期间按下泄流量每小时减少 5m³/s 进行蓄水。

（2）正常运行期生态流量下泄方案

生态机组正常运行工况下，10 月-次年 3 月通过两台生态机组下泄生态流量 15.9m³/s，4 月和 9 月通过两台生态机组下泄生态流量 22.0m³/s，5-8 月通过三台生态机组下泄生态流量 33.0m³/s。

（3）生态机组检修或故障时生态流量下泄方案

10 月-次年 3 月，当有一台生态机组检修或故障时，通过另外两台下泄生态流量 15.9m³/s；当两台生态机组检修或故障时，通过第三台和坝身生态放水设施共同下泄生态流量 15.9m³/s；三台生态机组全部检修或故障时，通过坝身生态放水设施下泄生态流量 15.9m³/s。

4 月和 9 月，当一台生态机组检修或故障时，通过另外两台下泄生态流量 22.0m³/s；当两台生态机组检修或故障时，通过第三台下泄生态流量 11.0m³/s，同时坝身生态放水设施下泄生态流量 11.0m³/s；三台生态机组全部检修或故障时，通过坝身生态放水设施下泄生态流量 22.0m³/s。

5-8 月，当一台生态机组检修或故障时，通过另外两台下泄生态流量

22.0m³/s，同时坝身生态放水设施下泄生态流量 11.0m³/s；当两台生态机组检修或故障时，通过第三台下泄生态流量 11.0m³/s，同时坝身生态放水设施下泄生态流量 22.0m³/s；三台生态机组全部检修或故障时，通过坝身生态放水设施下泄生态流量 33.0m³/s。

坝身生态放水设施弧形工作门采用液压启闭机操作，可以任意开度开启，满足不同生态流量泄放要求，操作运行方便。各种水位情况下闸门开度见表 6.1-3 。

表 6.1-3　　不同水位坝身生态放水闸门开度表

库水位（m）	孔底高程（m）	孔口开度（m）	下泄流量（m³/s）
2811.5m	2805m	1.06m	15.9
2815m	2805m	1.13m	
2811.5m	2805m	1.42m	22
2815m	2805m	1.13m	
2811.5m	2805m	2.23m	33
2815m	2805m	1.71m	

注:2815 为水库正常蓄水位，2811.5 为水库死水位。

从以上分析可以看出，当生态机组检修或故障时，剩余生态机组和坝身生态放水设施联合运用，可以满足不同时期生态流量泄放要求，可靠性高。

通过以上分析，从施工隧洞导流、导流洞下闸、初期蓄水到生态电站正常运行及检修、鱼类产卵繁殖全过程均可以满足生态流量下泄要求，下泄设施运用灵活，保障率高。

6.1.5　生态流量监控方案

扎拉水电站设置一套生态流量泄放计算机监控系统，该系统按监控对象的分布设置现地控制单元：生态电站设置 3 套生态机组现地控

制单元，坝身生态放水设施设置 1 套大坝现地控制单元。通过现地控制单元实现对生态机组和坝身生态放水设施的远程控制，通过计算机监控生态机组运行情况（运行台数、时间等）和坝身生态放水设施运行情况（水库水位、闸门开度、运行时间等），实现对坝下生态流量泄放的监控。

生态机组按照固定流量方式运行，即在不同库水位条件下，单台机组按设定流量泄放。在正常情况下，根据不同时段生态流量泄放要求，通过控制开启 2 台或 3 台机组，分别满足生态流量泄放 15.9m^3/s、22m^3/s、33m^3/s 的要求。

坝身生态放水设施通过控制闸门开度泄放生态流量。正常情况下，根据水库调度运行规程确定的水库运行水位和生态流量泄放要求，确定闸门开度。特殊情况下，可以根据生态流量泄放要求、实际运行的生态机组台数和水库水位、坝身生态放水设施泄流能力曲线，计算出当前实际下泄生态流量值并存储，然后与目标生态流量值（15.9m^3/s、22m^3/s、33m^3/s）进行比较，根据比较结果来调整坝身生态放水设施闸门开度，从而完成对坝身生态放水设施闸门的控制，以保证本工程下泄生态流量实时满足规定要求。

同时，在生态机组厂房及尾水出口、坝身生态放水设施下游等部位设置视频监视设施，监视生态机组运行情况、尾水出流情况和坝身生态放水设施闸门开启及放水情况等，相关视频数据实时传送至电站视频监控系统，以实现对生态机组、坝身生态放水设施和生态流量泄放情况远程监视和在线监视。

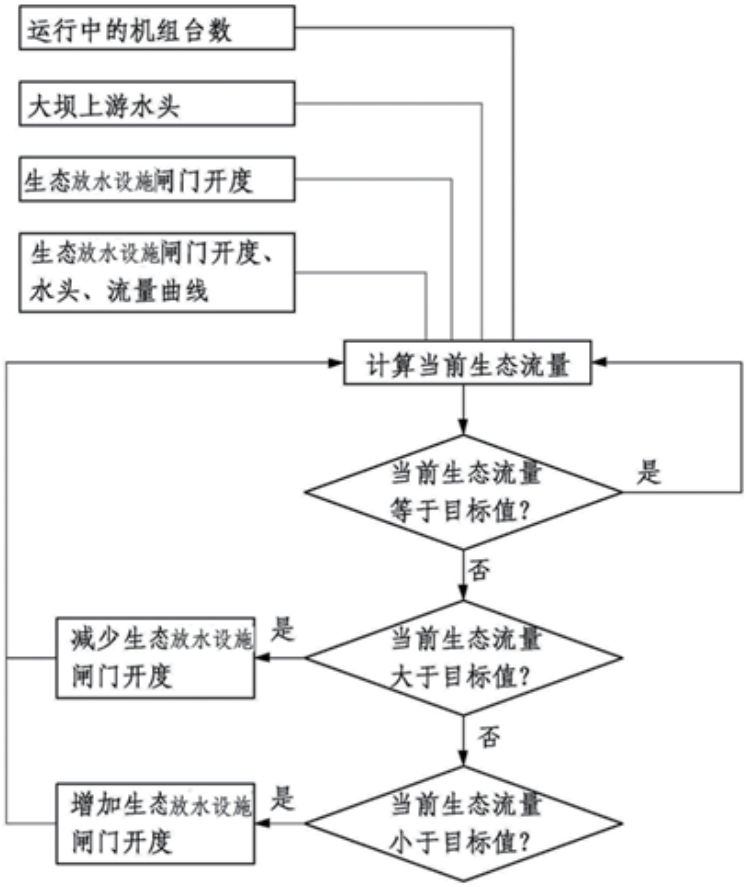


图 6.1-3　　坝身生态放水设施闸门开度控制逻辑图

6.2　地表水水环境保护措施

6.2.1　施工期水质保护措施

6.2.1.1　砂石料冲洗废水处理

（1）废水来源、特性及设计目标

根据施工规划，大坝砂石加工系统和厂房砂石加工系统均按二班制生产，废水排水量分别为 264t/h 和 114 t/h。

玉曲河水环境功能区划水质目标为III类，施工废水可经过处理达到一级排放标准后排放。由于砂石料冲洗废水水量较大、SS 浓度较高，同时考虑到清洁生产和环境保护，及提高水资源利用率，本设计中砂石料冲洗废

水经处理后回用，不排放。根据《水电工程砂石加工系统设计规范》（DL/T5098-2010）中有关砂石加工系统回用水水质要求，SS 的处理目标为：浓度≤100mg/L。

（2）处理工艺及设计参数

1）处理工艺比选

根据砂石料系统加工工艺的特点，本次针对砂石料废水设计时，重点考虑如何经济、高效地处置一次筛分过程中产生的大量含泥废水。从节约占地、投资费用、运行费用和出水稳定等角度考虑，本次设计拟定了 2 个方案进行工艺及其技术经济比较。

方案一：自然沉淀法

砂石料冲洗废水主要污染物 SS，颗粒较大，易于沉淀，因此通过对几种沉淀池类型特点的比较，本工程砂石料冲洗废水采用平流式沉淀池工艺进行处理。砂石料废水集中收集后，经预沉池，除去大颗粒悬浮物，然后在沉淀池中进行自然沉淀，上清液回用。该处理方案的特点是工艺流程简单，基建技术要求不高，造价较低，处理效果好。但为达到较好的处理效果，沉淀池的占地较大。此外系统的沉砂量较大，泥渣处理的压力较大，将给生产带来一定风险。自然沉淀法处理工艺流程见图 6.2-1。

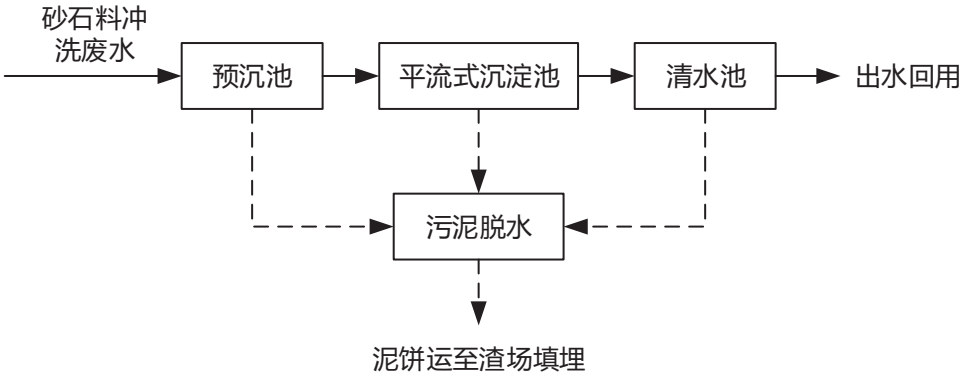


图 6.2-1　　砂石料冲洗废水自然沉淀法处理流程图

方案二：采用砂水机械分离＋沉淀池+DH 高效旋流澄清器

废水先经砂水分离器，使大颗粒泥砂得以快速从水中分离。分离后的出水经沉淀池处理后，进一步投加混凝剂，使细小颗粒悬浮物形成矾花，从而进入高效旋流澄清器后得以快速、有效地沉降分离去除。采用砂水分离器去除大颗粒泥砂，可减小沉淀池及高效旋流澄清器的处理负荷，采用高效旋流澄清器不仅减少工程占地，同时提高了处理效果，本方案占地面积小，处理效率高，土建工程量小；不足的是增加了设备和运行管理费用，同时运行管理要求较高。

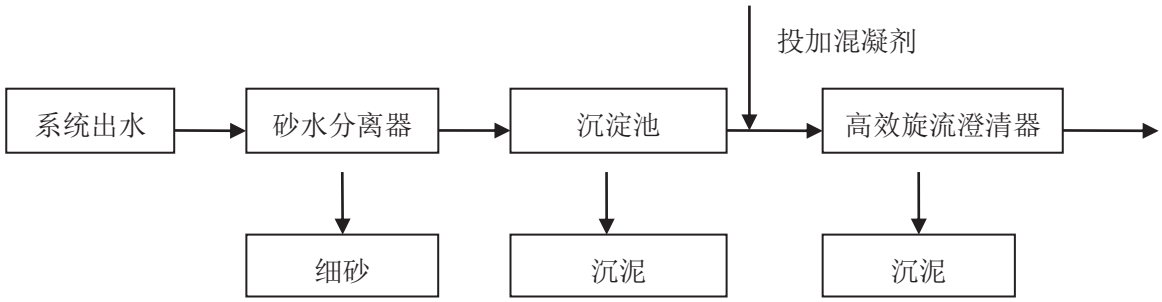


图 6.2-2　　砂水机械分离＋沉淀池+高效旋流澄清器

从维护管理和运行费用来看，方案二运行维护费用较高，方案一较方案二具有较大的优势；从占地面积、技术工艺来看，方案二工艺成熟，处理效果好，占地面积较方案一小；方案二采用机械设备，处理效率高、耐冲击负荷能力强、运行情况稳定，运行管理方便，处理效果好，出水可以满足 SS≤70mg/L，可直接回用于生产，高效净化器的污泥经脱水后可运送至弃渣场堆放，机械设备布置可不受地形条件限制，拆装灵活，重复利用率较高，且节省土建费用。

考虑本工程砂石料系统施工区用地较为紧张，地形条件特殊，为节约用地，提高废水处理效率，将方案二作为本阶段的推荐方案。

2）污泥脱水方案比选

由于砂石加工系统废水量大、SS 浓度高，废水处理后泥渣处理是系统正常运行的关键。本阶段拟定了重力过滤脱水、重力浓缩+重力过滤脱水、机械脱水等三个方案进行技术经济比较。

方案一：采用重力过滤脱水。这种方法是利用重力过滤使泥浆中一部分水过滤脱掉，同时利用风吹、日晒加速其自然干燥，干化后的泥渣外运至弃渣场。该方案工艺简单，处理费用低，缺点是占用场地相对较大，劳动强度较大，且容易受天气的影响。

方案二：采用重力浓缩+重力过滤脱水。重力浓缩后可使泥渣体积有效减小，再经滤池进一步脱水、干化处理后，可直接外运至弃渣场。该处理方案处理效率较高，处理费用低，缺点是劳动强度较大，且容易受天气的影响。

方案三：将沉淀池内的沉泥用泵直接抽至陶瓷过滤机进行机械脱水，脱水后的泥渣含水率小于 10%，可直接运至弃渣场堆放，滤液经收集抽回沉淀池继续处理。该方案占地小，管理方便，泥渣脱水后含水率较低，处理效果可以保证，但投资及运行费用较大。

方案一采用直接重力过滤脱水处理效率相对较低，较方案二、方案三占地大；方案二采用先重力浓缩，后重力过滤脱水相结合的方法，重力浓缩后污泥含水率较低，可提高污泥的脱水效率，同时节约一部分占地。方案三采用陶瓷过滤机脱水方法，占地小，处理效果好，但投资费用和运行费用较高。根据扎拉水电站施工总布置方案，工程施工用地较为紧张，方案一、方案二占地相对较大，不能满足其要求，且该两方案容易受天气等条件限制。方案三处理效率高，管理方便，可节省土建费用和占地面积，且机械设备布置不受地形条件限制，拆装灵活，重复利用率较高，可作为

本阶段的推荐方案。

3）废水处理方案的确定

经废水处理方案和泥渣处理方案的比选，选用砂水机械分离＋调节池+高效旋流澄清器+泥渣陶瓷过滤机机械脱水方案。砂石料加工系统废水处理工艺流程见图 6.2-3。废水先经砂水分离器除去绝大部分粒径较大的泥沙颗粒，以减少后续系统的负荷。分离后的出水经调节池处理后，由管道混合器与投加的混凝剂充分混合反应，细小颗粒悬浮物在混凝剂的作用下，形成较大絮凝体后，进入高效旋流澄清器快速沉淀，从而悬浮物得到沉降分离。澄清器上清液出水自流入回用池，待回用于砂石料系统生产。砂水分离器的细砂由于含水率较低，可直接回收或送往弃渣场堆放；沉淀泥渣经陶瓷过滤机脱水后，运往弃渣场堆放，剩余液回流至沉淀池继续处理。

砂石料加工系统废水处理工艺流程示意见图 6.2-3，工艺流程图详见附图册。

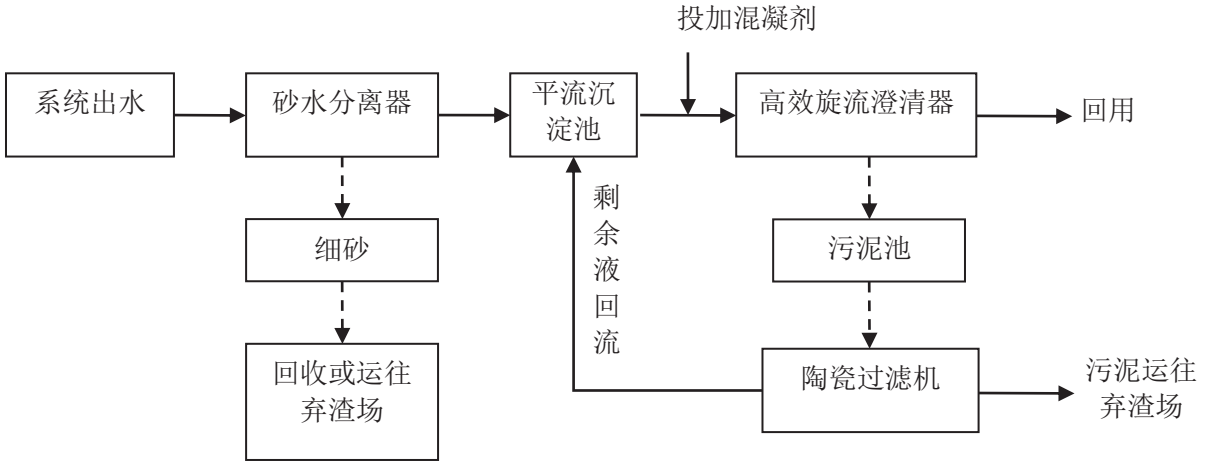


图 6.2-3　　砂石料系统废水处理流程图

4）大坝砂石加工系统主要设备及构筑物尺寸

A　砂水分离器

本次砂石加工废水产生量 264m^3/h，因每台 ZX-300B 型砂水分离器处理能力为 300m^3/h，故选用一台 ZX-300B 可以满足处理要求，考虑处理系统的

安全运行需要，选用两台 ZX-300B 系统，一用一备。大坝砂石加工系统主要构筑物详见附图册图。

B 平流沉淀池

共设置 1 个平流沉淀池，采用钢混结构，停留时间 1h，有效尺寸（长×宽×高）为 10.0m×7.0m×4.3m，超高 0.3m。

设备配置：SHX-70 真空吸砂机 3 台（两用一备，流量 70m^3/h）。

C 调节池

调节池采用钢混结构，停留时间 0.5h，净尺寸（长×宽×高）为 7.0m×6.5m×3.3m，超高 0.3m。

D DH 高效旋流净化器

将 PAC、PAM 絮凝液加入进水管道，絮凝液在管道内与废水充分混合，然后进入净化器中，经离心分离、重力分离、动态把关过滤及污泥浓缩等过程从净化器顶部排出经处理后的清水，清水进入回用水池后、经回用泵提升回用于筛分冲洗等。从净化器底部排出的浓缩污泥排入储泥池中。

设备配置：DH-SSQ-300 型高效旋流净化器 1 台（流量 300m^3/h，包含加药系统、高效混凝混合器及污水提升泵）。

E 储泥池

储泥池采用钢混结构，有效容积 27 m^3，净尺寸（长×宽×高）3.0m×3.0m×3.3m，超高 0.3m，储泥池的污泥通过渣浆泵抽入陶瓷过滤机处理。

设备配置：40PV-SPR 型渣浆泵 4 台（三用一备，流量 17.28～39.6m^3/h，扬程 4～26m）。

F 回用水池

回用水池采用钢混结构，有效容积 180m^3，净尺寸（长×宽×高）9.0m×8.0m×2.8m，超高 0.3m。

设备配置：200WQ300-7-11 型潜水泵 2 台（一用一备，能力 300m³/h）。

G 陶瓷过滤机

陶瓷过滤机处理能力为 0.6t/m²•h，过滤面积为 80m²，物料浓度：200 目粒达 60%～90%，产品含水率<10%。1 用 1 备，其中备用设备考虑主体工程砂石加工系统拟采用的设备。

砂石加工废水处理系统主要构筑物尺寸汇总至表 6.2-1，系统主要设备见表 6.2-2。

表 6.2-1　　大坝砂石加工废水处理系统主要构筑物尺寸

构筑物名称	数量（座/间）	单池净尺寸（m）			结构	备注
		长	宽	高		
平流沉淀池	1	10.0	7.0	4.3		
调节池	1	7.0	6.5	3.3		
回用水池	1	9.0	8.0	2.8		
储泥池	1	3.0	3.0	3.3		
渣浆泵房	1	12	5	6.8	钢砼	
脱水车间	1	18	7	5.5	框架	一层
加药间	1	6	4	3.5	砖混	

表 6.2-2　　大坝砂石加工废水处理系统主要设备

设备名称	型号	数量（台）	单台能力（m³/h）	备注
砂水分离器	ZX-300B	2	300	1 用 1 备
DH 高效旋流澄清器	DH-SSQ-300	1	300	
真空吸砂机	SHX-70	3	70	2 用 1 备
渣浆泵	40PV-SPR	3	17.28～39.6	2 用 1 备
潜水泵	200WQ300-7-11	6	300	1 用 1 备
陶瓷过滤机	LH-80	2	0.6t/m2・h	1 用 1 备

5）厂房砂石加工系统主要设备及构筑物尺寸

厂房砂石加工废水处理系统设计参数同大坝工程砂石加工废水处理系统，设计流量按 114m³/h，选用 ZX-150B 型螺旋式砂水分离器 1 座，单台处理能力为 150m³/h，一用一备。平流沉淀池 1 座，调节池 1 座，并联运行。真空吸砂机 1 用 1 备。

选用 1 台 DH 高效旋流澄清器 DH-SSQ-150，单台处理能力为 150m^3/h。包含加药系统、高效混凝混合器及污水提升泵。

选用 2 台陶瓷过滤机，处理能力为 0.6t/m^2•h，过滤面积为 80m^2，物料浓度：200 目粒达 60%～90%，产品含水率<10%，1 用 1 备。

储泥池采用钢混结构，有效容积 18m^3，净尺寸（长×宽×高）3.0m×3.0m×2.3m，超高 0.3m，储泥池的污泥通过渣浆泵抽入陶瓷过滤机处理。渣浆泵 1 台，1 用 1 备。回用水池采用钢混结构，有效容积 90m^3，净尺寸（长×宽×高）6m×6m×2.8m，超高 0.3m。

厂房砂石加工废水处理系统主要构筑物尺寸及设备见表 6.2-3 及 6.2-4。

表 6.2-3　　厂房砂石加工废水处理系统主要构筑物尺寸

构筑物名称	数量（座/间）	单池净尺寸（m）			结构	备注
		长	宽	高		
平流沉淀池	1	8.0	6.0	4.3		
调节池	1	6.0	4	3.3		
回用水池	1	6.0	6.0	2.8		
储泥池	1	3.0	3.0	2.3		
渣浆泵房	1	6	6	2.8	钢砼	
脱水车间	1	12	6	5.5	框架	一层
加药间	1	6	4	3.5	砖混	

表 6.2-4　　厂房砂石料废水处理系统主要设备

设备名称	型号	数量（台）	单台能力（m^3/h）	备注
砂水分离器	ZX-150B	2	150	1 用 1 备
DH 高效旋流澄清器	DH-SSQ-1500	1	300	
真空吸砂机	SHX-60	3	60	1 用 1 备
渣浆泵	40PV-SPR	3	17.28～39.6	1 用 1 备
潜水泵	200WQ300-7-11	3	300	2 用 1 备
陶瓷过滤机	LH-80	2	0.6t/m2•h	1 用 1 备

6）主要工程量

主要工程量见表 6.2-5。

表 6.2-5　　砂石加工系统废水处理系统主要工程量

序号	项目名称	单位	工程量	
	砂石加工系统废水处理		大坝砂石系统	厂房砂石系统
1	土建工程			
1.1	总平工程	项	1	1
1.2	平流沉淀池	个	1	1
	土方开挖	m^3	367.72	271.77
	石方开挖	m^3	157.60	116.47
	土石方回填	m^3	154.74	127.14
	混凝土（C25）	m^3	69.58	54.70
	钢筋	t	7.65	6.02
	砂浆	m^2	216.20	168.40
1.3	调节池	个	1	1
	土方开挖	m^3	186.10	113.40
	石方开挖	m^3	79.76	48.60
	土石方回填	m^3	71.60	52.70
	混凝土（C25）	m^3	44.11	30.10
	钢筋	t	4.85	3.31
	砂浆	m^2	134.60	224.00
1.4	回用水池	个	1	1
	土方开挖	m^3	224.487	126.294
	石方开挖	m^3	96.209	54.126
	土石方回填	m^3	64.759	45.384
	混凝土（C25）	m^3	54.336	34.236
	钢筋	t	5.977	3.766
	砂浆	m^2	320.000	103.200
1.5	储泥池	个	1	
	土方开挖	m^3	42.22	33.85
	石方开挖	m^3	18.10	14.51
	土石方回填	m^3	17.26	14.66
	混凝土（C25）	m^3	15.46	13.00
	钢筋	t	1.70	1.43
	砂浆	m^2	44.20	256.00

续表 6.2-5　　砂石加工系统废水处理系统主要工程量

序号	项目名称	单位	工程量	
	砂石加工系统废水处理		大坝砂石系统	厂房砂石系统
1.6	渣浆泵房	个	1	
	土方开挖	m^3	340.03	126.29
	石方开挖	m^3	145.73	54.13
	土石方回填	m^3	145.54	45.38
	混凝土（C25）	m^3	65.02	34.24
	钢筋	t	7.15	3.77
	砂浆	m^2	320.00	139.20
	砖砌体	m^3	48.00	20.88
1.6	加药系统车间	个	1	1
	土方开挖	m^3	122.36	122.36
	石方开挖	m^3	52.44	52.44
	土石方回填	m^3	59.43	59.43
	混凝土（C25）	m^3	31.37	31.37
	钢筋	t	3.45	3.45
	砂浆	m^2	560.00	224.00
	砖砌体	m^3	84.00	33.60
1.7	污泥脱水车间	个	1	1
	土方开挖	m^3	836.36	526.18
	石方开挖	m^3	358.44	225.50
	轻钢厂房	m^2	562.29	342.12
	混凝土（C25）	m^3	126.89	86.33
	钢筋	t	13.96	9.50
2	主要设备			
	砂水分离器	台	2	2
	DH 高效旋流澄清器	台	2	1
	真空吸砂机	台	2	3
	渣浆泵	台	2	3
	潜水泵	台	3	3
	陶瓷过滤机	台	3	2
	絮凝剂加药泵	台	3	2

续表 6.2-5　　砂石加工系统废水处理系统主要工程量

序号	项目名称	单位	工程量	
	砂石加工系统废水处理		大坝砂石系统	厂房砂石系统
	助凝剂加药泵	台	6	3
3	运行维护			
	维护人员	人/年	14	
	用电量	万 kW·h	92.31	69.63
	泥砂外运	万 m^3	75.46	56.93
	絮凝剂	t	203.2	153.3
	助凝剂	t	22.1	16.67

6.2.1.2　混凝土系统废水处理

（1）废水来源、特性及处理目标

本工程共设置 5 个混凝土生产系统，分别布置在大坝混凝土生产系统、厂房混凝土生产系统和引水隧洞混凝土生产系统。混凝土拌和系统废水主要来源于混凝土转筒、料罐、搅拌机等冲洗废水，废水 pH 一般大于 10，并含有较高悬浮物，其浓度可达 5000mg/L 左右。混凝土拌合系统均为三班制生产，混凝土搅拌楼高峰期每次冲洗产生废水约 8m^3。本系统废水排放需达到一级排放标准后才能排入周围水体。废水经处理后也可用于场内洒水或其它较低的用水要求。

（2）处理方案比选

扎拉水电站混凝土拌和系统废水产生量不大，采用中和沉淀法处理既经济又合理。废水处理流程如下图的设计方案。废水经沉淀、中和处理达标后循环使用，两个简易沉沙池一备一用，在沉淀池污泥沉淀到一定程度则换备用沉淀池。原沉淀池的污泥进行自然干化，干化后可用抓斗机抓取装运载斗车运输至渣场。

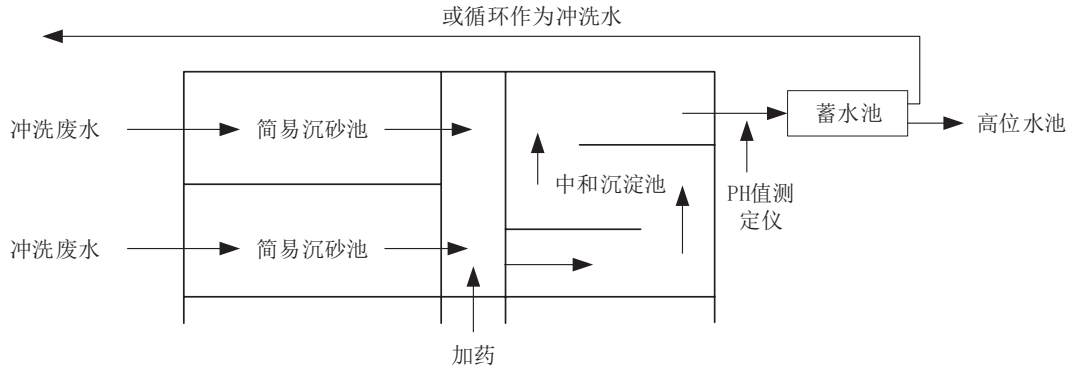


图 6.2-4　　混凝土冲洗废水处理工艺流程图

该方案是在沉淀的基础上进一步采取了中和沉淀方案，以保证出水 pH 值的达标，并且废水经过简易沉沙池初沉后再经中和沉淀池的沉淀静置，基本能够保证水质一级达标。若由于水质波动不能完全达到一级排放标准时，可将废水循环作为拌和楼冲洗水、施工场地洒水降尘等回用水利用。

（3）工艺参数及主要构筑物尺寸

共设置 5 座混凝土废水处理系统，各处理系统规模相同，单个废水处理系统规格尺寸如下：

简易沉砂池：1 座 2 格间歇使用，单格设计停留时间 12h，单格尺寸为 4.0m×1.5m×2.5m，建筑结构为钢筋混凝土结构；

中和沉淀池：设计停留时间 24h，池体尺寸为 4.0m×3.0m×2.5m，建筑结构为钢筋混凝土结构；

蓄水池：设计停留时间 24h，池体尺寸为 4.0m×3.0m×2.5m，建筑结构为钢筋混凝土结构；

加药廊道：其平面尺寸为 4.0m×1.5m×2.0m，采用人工加药，建筑结构为钢筋混凝土结构。

（4）主要工程量

扎拉水电站混凝土拌和系统废水处理主要工程量见表 6.2-6。

表 6.2-6　　扎拉水电站混凝土拌和系统废水处理工程量

序号	工程费用名称	单位	数量
	混凝土拌合系统废水处理		
1	土建工程费		
1.1	简易沉砂池		
	土方开挖	m^3	234.22
	石方开挖	m^3	100.38
	土石方回填	m^3	102.76
	混凝土（C25）	m^3	81.84
	钢筋	t	9.00
	防水砂浆	m^2	235.00
1.2	中和沉淀池		
	土方开挖	m^3	234.22
	石方开挖	m^3	100.38
	土石方回填	m^3	102.76
	混凝土（C25）	m^3	81.84
	钢筋	t	9.00
	砂浆	m^2	235.00
1.3	蓄水池		
	土方开挖	m^3	234.22
	石方开挖	m^3	100.38
	土石方回填	m^3	102.76
	混凝土（C25）	m^3	81.84
	钢筋	t	9.00
	砂浆	m^2	235.00
1.4	加药廊道		
	土方开挖	m^3	112.50
	石方开挖	m^3	48.21
	土石方回填	m^3	49.62
	混凝土（C25）	m^3	51.09
	钢筋	t	5.62
	砂浆	m^2	140.00
2	主要设备费		
	加药桶	个	10.00
	搅拌器	个	10.00

续表 6.2-6　　扎拉水电站混凝土拌和系统废水处理工程量

序号	工程费用名称	单位	数量
	管件及阀门	批	5.00
3	安装运输调试费		120%
4	运行费		
	泥砂清掏及外运费	万 m^3	103.11
	絮凝剂费	t	5.30
	助凝剂费	t	0.55
	电费	万 kw·h	19.05

6.2.1.3　含油废水处理

本工程在大坝右岸施工区、闹中冲沟上平段施工区、闹中冲沟（支沟）竖井段施工区、厂房施工区各设置 1 处机械修配停放场。机械停放场周边设置排水沟，收集场地内机械冲洗废水，含油废水处理设施布置在排水沟出口，即靠近地势最低处，方便废水自流。

根据工程分析结果，本工程高峰期需定期清洗的主要施工机械设备废水产生量总共约为 73.08m³/d，废水主要污染物为石油类和 SS，其浓度分别约为 100mg/L 和 1000mg/L。由于工程涉及玉曲河水环境功能区域水质目标为III类，因此，施工废水经处理后需达到一级标准。

（1）工艺流程

扎拉水电站施工区含油废水由布设于机械维修场周围的排水沟收集，汇集于调节池。经隔油池进行油水初级分离，上层浮油由浮油回收机回收，下层含油乳化油的液体进入气浮装置。一个工作日所产生的含油废水经收集后，在夜间由污水泵抽至气浮装置进行深度处理，即在气浮分离室进行渣水分离。定期由刮渣机刮入浮渣槽，清水由集水管引出进入后续处理构筑物，其中部分清水，则经回流水泵加压，进入压力溶气灌；经多介质过滤器过滤，水质可满足中水回用水要求。扎拉水电站施工区生产废水处理

流程见图 6.2-5。

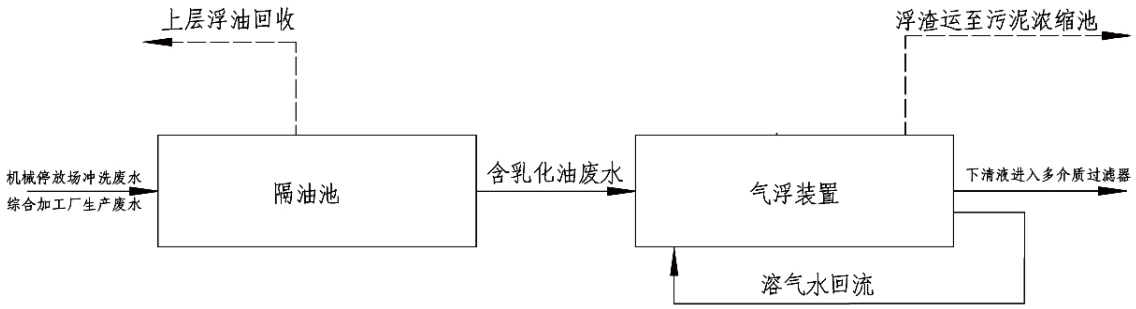


图 6.2-5　　扎拉水电站含油废水处理工艺流程图

（2）隔油池

隔油池排水沟断面为梯形，用浆砌石衬砌，隔油池基体由开挖筑成，四壁及池底先铺防渗膜，再用砖砌，并以水泥砂浆抹面，最后内衬树脂防腐涂料。隔油池池底挡板由砖砌构成，池壁挡板为钢板，池壁预先埋槽钢。扎拉施工机械停放场分 4 处布置，在各施工机械停放场分别设置一座隔油池，隔油池规模按 20m^3/d 设计，机械停放场隔油池设计型号为《小型排水构筑物》04S519 中 GC-1QF 型。隔油池在空置时进行人工清渣。由于机械冲洗废水中可能含有一定量的泥沙，在隔油池中布设筛网，对大颗粒泥沙进行滤除。为保证隔油池的正常工作，池体表面加盖，盖板用 C25 混凝土和 A3 号钢钢筋预制，以防火、防雨、保温及防止油气散发。

（3）工程量

生产区含油废水处理主要工程量见表 6.2-7。

表 6.2-7　　扎拉水电站施工区含油废水处理设施工程量

序号	项目名称	单位	数量
1	土石方开挖	m^3	82.04
2	土石方回填	m^3	35.16
3	C25 混凝土	m^3	19.80
4	钢筋	t	2.13
5	井盖及支座	套	8.00

6.2.1.4 生活污水处理

（1）污水特性及处理目标

施工区生活污水主要来源于大坝上游扎拉营地和地面厂房上游珠拉营地。生活污水中主要污染物来源于排泄物、食物残渣、洗涤剂、浴室等，根据其它工程经验，生活污水污染物指标：COD、BOD_5、氨氮浓度一般分别为 400mg/L、200mg/L 和 35mg/L。

根据施工组织设计，工程建设过程中，各个承包商进场时间不同，如集中设置一个污水处理站，施工人员的增减、水量的不同将影响处理系统的运行，出现处理系统出水水质不稳定的情况。目前国家生态环境部对大中型水电站推荐采用地埋式生活污水成套处理设备处理生活污水，地埋式生活污水成套处理设备可根据施工人员数量及排水规模变化，设置单台设备运行或多台设备同时运行，不会因人员的增减造成对系统的影响，且出水水质满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。本次设计的地埋式生活污水成套处理设备规模及数量按各生活区的最高使用人数来确定。生活污水处理废水特性及处理目标见表 6.2-8。

表 6.2-8　　各施工营地生活污水废水特性及处理目标

污染源位置	高峰污水量（m^3/h）	污水特性	处理目标
大坝上游扎拉营地	7	COD 浓度一般为 400mg/L，BOD_5 浓度一般为 200 mg/L，氨氮浓度一般为 35 mg/L	达到《污水综合排放标准》一级标准后排放
地面厂房上游珠拉营地	13		
合计	20		

（2）处理工艺及设计参数

1）处理工艺

①工艺选择原则

在进行工艺方案选择时，主要从以下几方面进行综合考虑：

a、施工期污水水量、水质变化幅度较大，排水量时变化系数较大，甚至间断排放，形成水质、水量的冲击。因此所选择的工艺必须具有较好的经受冲击负荷的能力，适应水质、水量变化较大的冲击。

b、选择处理工艺成熟、可靠，工艺流程简单，维护工作量小，选用设备的操作与控制简单，易被操作人员掌握。

c、选择运行噪声低、污泥量产生少的工艺方案。

②处理工艺比选

目前国家生态环境部对大中型水电站推荐采用地埋式生活污水成套设备处理生活污水，其具有占地面积小、日处理量灵活、处理达标排放等优点。扎拉水电站生活营地也推荐采用地埋式成套生活污水处理设备处理各生活区生活污水。目前，国内市场上常用的生活污水处理成套设备的工艺主要采用一般性接触氧化法和 A/O 工艺。

a、一般性接触氧化法

接触氧化法工艺流程图详见下图。

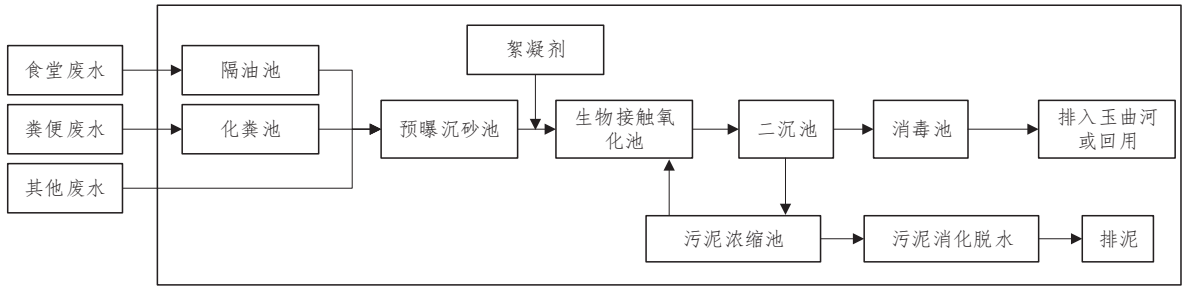


图 6.2-6　　一般性接触氧化法工艺流程图

b、A/O 工艺

A/O 工艺流程详见下图。

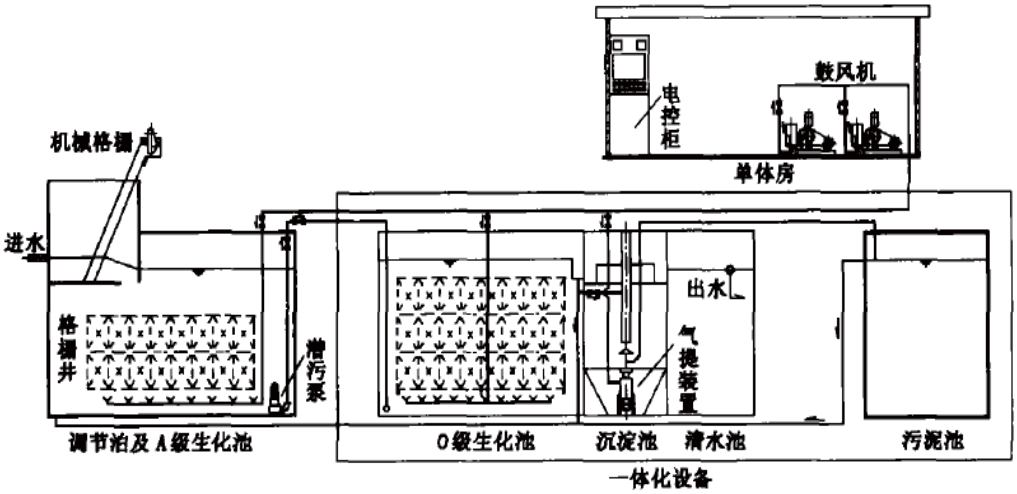


图 6.2-7　　A/O 工艺流程图

采用 A/O 工艺的一体化生活污水处理设备主要有 WSZ-F 型设备，其设计主要是针对生活污水和与之类似的工业有机污水的处理。其主要处理手段是采用目前较为成熟的生化处理技术——接触氧化法，水质参数按一般生活水水质，进水 BOD_5 200mg/L，出水 BOD_5 20mg/L 指标设计，总共有六部份组成：① 初沉池；② 接触氧化池；③二沉池；④消毒池、消毒装置；⑤污泥池；⑥风机房、风机。

c、方案比选

根据国内工程经验，同时考虑工程所在玉曲河水域水功能区水质目标为III类水，经一般性接触氧化法工艺处理后，出水水质仅满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）二级排放标准，而 A/O 工艺处理后的出水水质达一级排放标准。因此，本报告推荐采用 A/O 处理工艺的成套生活污水处理设备，并根据本工程实际情况，对 A/O 处理工艺进行改进，在生活污水进入调节池前，生活污水分类进入化粪池和隔油池预处理，出水后水质达一级排放标准后用于洒水降尘。

生活污水处理设施主要构筑物设计参数及尺寸见表 6.2-9。

表 6.2-9　　生活污水处理设施主要构筑物工艺参数

构筑物名称	主要工艺参数
隔油池	设计停留时间 1h，清除周期 7d
化粪池	20L/人·d，停留时间 24h，清掏周期 180d
调节池	停留时间 4h，进口处设置格栅，清泥周期 30d
地埋式污水处理设备	停留时间 1h，清泥周期 1 年

表 6.2-10　　生活污水处理设施主要构筑物尺寸

施工生活区	构筑物名称	数量	单池尺寸（m）			结构	处理能力
		（座）	长	宽	高		（m^3/h）
扎拉营地	Z5-12SF 化粪池	5	4.6	3.6	3	砖砌	
	GG-2S 隔油池	2	2.5	2.4	2	钢砼	1.6L/s
	调节池	2	6	2	3	钢砼	
	地埋式污水处理设备	1				地埋式，上可停车	10m^3/h
珠拉营地	Z5-12SF 化粪池	5	4.6	3.6	3	砖砌	
	GG-2S 隔油池	2	2.5	2.4	2	钢砼	1.6L/s
	调节池	2	6	2	3	钢砼	
	地埋式污水处理设备	1				地埋式，上可停车	15m^3/h

（3）成套设备选型

根据布置条件及各生活区污水产生量，共选用 2 套成套生活污水处理系统，其选型如表 6.2-11 所示。

表 6.2-11　　各施工营地成套污水处理系统选型

生活污水处理系统	设备名称	型号	数量（台）	处理能力（m^3/h）	备注
扎拉营地	污水处理装置	WSZ-F-10	1	10	
	风机	HC-60S	4	2.2（kW）	2 用 2 备
	水泵	AS16-2CB	2	1（kW）	1 用 1 备
珠拉营地	污水处理装置	WSZ-F-15	1	15	
	风机	HC-80S	4	2.2（kW）	2 用 2 备
	水泵	AS16-2CB	2	1（kW）	1 用 1 备

（4）工程量

生活污水处理主要工程量见表 6.2-12。

表 6.2-12　　扎拉水电站施工区生活污水处理设施工程量

序号	项目名称	单位	数量
	生活污水处理系统		
1.1	土建工程量		
	土石方开挖	m^3	992
	土石方回填	m^3	50
	混凝土	m^3	14
	钢筋制安	t	1.36
	砖块	块	15885
1.2	设备		
	地埋式污水处理设备 WSZ-F-10	台	1
	地埋式污水处理设备 WSZ-F-15	台	1
	风机 HC-60S	台	4
	风机 HC-80S	台	4
	水泵 AS10-2CB	台	4
1.3	运行期废水量	m^3	482400

6.2.1.5　基坑排水处理措施

（1）排水概况

基坑排水包括初期排水和经常性排水。其中初期排水包括基坑排水、堰体及岸边渗水、降雨等，水质与河流水质基本相似；经常性排水由基坑渗水、降雨汇水等组成，其主要污染物为SS等物质，其中SS浓度约500mg/L。

（2）处理目标

由于初期排水水质与河流水质基本相似，故可直接排放；考虑到经常性排水包含了大量的渗水及降水，并非真正意义的施工废水，且天然状况下也将直接汇入河道，故本工程基坑排水的处理目标为沉淀处理后尽量综合利用，剩余部分直接排入河道。

（3）处理方案

借鉴三峡等水电项目对基坑排水的处理经验，本工程拟采用向基坑集水区投加絮凝剂（聚丙烯酰胺），静置沉淀2h后抽出排放的处理措施；沉

淀泥渣定时人工清除，运往附近渣场统一处理。

同时，大坝施工活动尽量避开暴雨时段，并在施工过程中及时防护开挖面，以减少因水土流失而冲刷进入水体的泥沙量。

（4）运行管理和维护

基坑排水处理措施简单，主要注意定时清淤，其管理和维护工作纳入大坝施工统一安排，不另设机构和人员。

6.2.1.6 洞室排水处理措施

（1）排水概况

洞室排水主要为地下渗出水，并包含少量正常施工排水及洒水降尘弃水等，含有一定的SS和炸药残留物，并伴有少量油污。

（2）处理目标

由于洞室排水以地下渗出水为主，非真正意义的施工废水，且天然状况下也将通过沟道外排并经地表渗滤进入河道，对河流水质基本没有污染，工程少量渗出的洞室排水处理目标为经沉淀处理后综合利用。

（3）处理方案

为方便作业，主体工程设计中已考虑布置排水洞，将少量渗出的洞室渗出水抽排至洞外，为此，本次设计规划在各洞口分别设置规模为2.0m（长）×2.0m（宽）×1.0m（高）的沉淀池，在沉淀池前设细格栅（筛网缝隙为2mm），对洞室排水中的残渣、漂絮等进行拦截、过滤。

每天洒水车定期到各洞室外抽取沉淀池内的上清夜用于施工区道路洒水降尘，废渣及沉淀泥渣定期清除，运往附近渣场统一处理。

（4）运行管理和维护

隧洞排水处理措施简单，在运行过程中主要注意定时清渣。管理和维护工作纳入隧洞施工项目统一规划，不另设机构和人员。

6.2.1.7 维护管理

（1）人员编制

按照工程施工规划及各污水处理设施的运行管理要求，设置管理维护人员。其中负责人主要担任责任范围内废水处理系统的处理工艺，日常巡视、人员调度、管理及运行状况记录等工作，工人主要担任机械设备的操作、清运污泥等工作。其中洗车废水处理系统工艺简单，考虑由洗车点的工作人员兼职负责运行，不再另设维护管理人员。

各废水处理系统维护管理人员编制 4 人，其中，工程师 1 名，3 名工人。

（2）运行及管理维护

①按照“三同时”要求，建设单位应把废水处理站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工程环保水保综合监理应定期对处理站的管理运行进行监督检查，及时掌握废水处理站运行情况，同时结合该系统施工期水质监测成果，并对不良情况提出口头和书面的整改意见。

③废水处理系统应配备负责人员 1～2 名，对废水处理的正常运行进行管理和负责，必要时，配备机械仪表电气等管理维护人员，并通过厂家的专项技术操作培训。

④严格制定操作规程，加强设备的清理和运行维护，保证各系统的正常运行。对于污泥的及时清挖和运至弃渣场问题等应引起足够的重视。

6.2.1.8 污废水处理方案可行性分析

（1）从节约用水、节省投资的角度出发，本工程在进行污废水处理方案的设计时，首先考虑污水的回用，在进行砂石料冲洗废水、混凝土拌和系统废水、施工车辆冲洗废水处理方案设计时，均考虑处理后回用自身系统或用于施工场内洒水降尘。

（2）在对各废污水处理工艺选择时，首先考虑技术可行、节约投资，然后再考虑施工环节衔接等问题，因此，本次在对各废污水处理工艺选择上，根据国内各大型水利水电工程施工期废污水处理经验，提出适合本工程的处理工艺。各处理系统出水水质均可以达到排放标准，能够满足设计标准要求。

根据以上分析，本设计对各废污水拟采取的处理措施是合理可行的。

6.2.2 库区水质保护措施

6.2.2.1 库底卫生清理

根据《水电工程水库库底清理设计规范》（DL/T 5381-2007）的规定，为防止淹没于扎拉水电站水库内的树木、杂物及人畜粪便等对水体污染和对水库安全运行的影响，在扎拉水库蓄水前必须对库底进行清理。根据现状调查结果，清理对象主要包括常规的粪坑、畜圈、宅基、坟墓、植物等。该项费用在水库淹没处理专项费中列支。

6.2.2.2 库周污染源控制

（1）为保护库周环境及水库水质，库周及库区上游干、支流建议严禁发展污染企业，严禁设置各类排污口，禁止人畜粪便、垃圾、生活污水直接下河；建设单位应配合地方环保部门做好库区及上游环境污染监督监察。

（2）保护库周植被，涵养水源，不得对库周灌木林地、林地随意砍伐，做好退耕还林、退牧还草规划。

（3）合理规划、严格管理库周旅游发展，控制库区机动船数量，避免库区旅游对水质及景观造成不利影响。

（4）限制库区养殖业的发展，以免引起营养物质富集，造成局部水域富营养化，影响水质与景观。

（5）设置 1 艘打捞船，定期对库区（特别是支库、库湾、坝前等水流

较缓区域）漂浮物进行打捞。

6.2.2.3 加强库区水质监督管理

（1）严格按照玉曲河III类水质保护目标开展库区水质保护工作。

（2）建立水库环境管理机构，对水库水质及库周污染源发展和污水排放等进行监控，定期开展库区水质监测工作，掌握水库水环境时空变化情况。

（3）建议从流域的角度开展梯级水库水环境保护工作，由县环保局和建设单位共同组建环境保护管理机构，对玉曲河流域环境进行统一管理，以掌握上、下游河道及水库水质变化状况。

6.2.3 减水河段水质保护措施

扎拉水电站运行期坝址至厂址之间将形成约59.2km的减水河段，区间水体稀释、自净能力将有所降低，为保护减水河段区间水质，需加强工程影响河段环境管理，确保坝址处按要求下泄生态流量，同时加强减水河段分散居民生活排污，避免直排进入减水河段水体。

6.3 地下水环境保护措施

6.3.1 施工期地下水环境保护措施

（1）建立专门的地质超前预报机制，配足够的仪器设备监测对地勘报告揭示的地下水可能集中用水突水的段落，在施工中进行地质预报，进一步从微观上查明水文、地质形态及分布等，为顺利施工创造条件，杜绝漏报、错报。

（2）隧洞施工应采用“短进尺、快循环、弱爆破、少扰动、紧封闭”的施工方法。为防止隧洞开挖过程出现高压用水，破坏隧洞顶生态环境、影响居民生活用水，隧洞施工过程要贯彻“堵水防漏”原则，做到“先探

水、预注浆、后开挖、补注浆、再衬砌”施工工序。通过注浆来有效控制隧洞涌水。

（3）施工中加强支护，做到边开挖边衬砌，在初期衬砌后及时铺设防水板，并进行二次复合式衬砌；在水平施工缝或环形施工缝使用橡胶止水带。

（4）在隧洞附近，隧洞影响范围内有分散式居民饮用水源时，施工前应详细调查隧洞周边水文地质条件，根据区域供水条件和水文地质条件预先制定好水源应急预案，确定其他可备用供水水源；在施工期间，布置监测点开展环境及地下水位、水中监测，若出现水位急剧下降或附近村民饮水困难趋势时，应立即采取封堵措施，并及时启动应急预案，寻找其他供水点或采用汽车送水等补救措施。

（5）引水隧洞施工时控制工程进度和采取适当有利的防渗措施，当穿越断层及岩体完整性较差的地下水含水层区段时，可预先对该区段采取灌浆措施，灌浆结束、泥浆凝固后再进行开挖掘进。采取上述措施止水措施后，即减少地下水渗漏对区域地下水水位的影响，同时也减轻了对施工造成的影响。为了减小施工时对地下水的影响，该区域处尽可能选择在枯水期进行施工。

（6）施工过程中应密切关注，若遇到热水渗出时，应及时关注泉点 Q8、Q9 的流量变化情况，同时应做好该热水资源的保护，包括：1）若掘进时遇到稳定流量的温泉应单独进行收集并引至厂址外，保障村民的热水资源不被掩埋。2）施工过程中无热水渗出时，或无稳定流量时，应做好封堵措施，保障原泉点不衰减。

（7）针对该敏感泉点（Q2）的保护，为了保障生活用水安全，采用泉口开挖混泥土浇筑封闭式蓄水池，用涵管向外引水供水，涵管采用了密封

措施，基本可以达到隔绝与弃渣大气降雨淋滤水的水交换，可保障该水源不受弃渣场大气淋滤水的影响。另外在弃渣场设置了排洪沟且弃渣表面采取防淋滤措施、施工完成后的运营期，淋滤水虽时间的推移其浑浊度和 SS 会逐渐降低，不会对该泉点造成影响。

由于堆渣场位于泉点的排泄区，可能有潜在的不能预见的影响，为了保障该水源的安全性，后续将该泉点纳入地下水环境监测点，定期测定水质，保障用水安全。

6.3.2 运行地下水环境保护措施

水电站为清洁能源，运行期废水仅为厂区工作人员的生活污水，拟用一体化设备处理以上生活污水，达标处理后的生活污水用于附近的农田或林地的灌溉。

6.4 陆生生态保护措施

6.4.1 对陆生植物的保护措施

6.4.1.1 生态影响的避免措施

（1）严格限制施工用地

施工便道、施工场地等建设时，其施工活动要保证在经批准的设计征地范围内进行，严禁随意开挖，避免增加对山体及植被的破坏。

（2）严防新的水土流失

工程料场和弃渣场要采取水土保持措施，防止水土流失。项目土料场和弃渣场的设置要在最大限度地做到挖填平衡，减少土石方远距离调运，尽可能地减轻在施工过程中，因土石方运输造成的扬尘污染，以及雨季施工潜在的水土流失。渣场外侧，要设立防土墙，防止渣场因堆渣过多、堆渣过高造成垮塌，引起施工事故和泥沙毁坏下游植被等问题。

（3）避免砍伐树木作薪材

现场调查过程中，区域居民的生活、取暖等以烧柴为主，砍伐附近的川滇高山栎、高山松等作为薪炭材，因此，在本工程施工过程中要采取清洁能源，避免砍伐树木。

6.4.1.2 生态影响的消减措施

（1）大坝建设期间，应尽量减少施工对森林植被的破坏，将占用的林地的木材在工程施工中加以利用，避免浪费。

（2）卡树沟弃渣场有溪流，应注意修建排水系统和防护工程，防止堵塞溪流和弃渣流失，破坏周围植被。

（3）取料（卡树料场土层较厚）和弃渣前应对表层腐殖土进行剥离，剥离的表土集中堆置于工程设计的大坝左岸上游滩地的表土堆存场，并进行临时防护，待工程结束后用作回填覆土。

（4）做好外来入侵植物的防治工作。加大宣传力度，对外来物种的危害以及传播途径向施工人员进行宣传，如发放宣传册或者举行会议进行讲解；境外带入的水果、种子、花卉进行经过严格检疫，防止带入检疫性的病虫及植物品种；对现有的外来检疫对象，要利用工程施工机会，根除烧毁，防止扩散。

6.4.1.3 生态影响的恢复和补偿措施

本工程对陆生植物和植被的影响主要体现在施工期的占地对陆生植被的破坏，使其覆盖度降低，生产力和生物量减小。因此施工结束后，应结合水土保持植物措施，对各类施工迹地实施陆生植被恢复和补偿。

根据国家森林法和其它有关法律法规要求，恢复的植被面积不能低于原有植被面积。结合水土保持方案，对施工形成的次生裸地及时覆土，进

行林草植被恢复。在“适地适树、适地适草”和“保护生物多样性”的原则下，树种、草种应选择当地优良乡土物种，尽量使物种多样化，避免单一。在“保护原有生态系统”的原则下，在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，尽量发展以原有植被类型为主体的陆生生态系统。另外，选择的恢复物种应具备生长速度快、萌芽力强、覆盖或郁闭性快，能在短期内起到水土保持的作用；自我繁殖和更新能力强；与区域气候特征相适应等特征。

工程占地区分为坝址施工区和厂址施工区，根据现场调查结果显示，两个施工区的植被分布和气候特征具有明显的差异。厂址区受干热河谷下沉气流和内陆峡谷的气候效应影响，气候表现为河谷干热，具明显的干热河谷植被特征。因此在植被恢复的物种选择上应根据气候特征的不同而定，特别是厂址区的恢复植被的选择和修复措施设计。

（1）干热河谷植被修复的具体措施

借鉴其它水电站工程施工区域植被修复的经验，其主要技术要点有：

1）选择适宜树草种

适宜于干热河谷的林草种应具备以下特性：耐旱耐热耐瘠薄、抗逆性强、适生性广；速生快长、萌芽力强、覆盖或郁闭性快，能在短期内起到水土保持的作用；自我繁殖和更新能力强；具有结瘤固氮和改土功能；有一定的利用价值和经济效益。根据现场调查的结果和相关文献资料，适宜于干热河谷耐旱、耐贫瘠、萌蘖性强、生长迅速的优良乡土植物种有：清香木、垫状迎春、野蔷薇、白刺花、早熟禾、扭黄茅等。其主要生态习性详见表 6.4-1。

表 6.4-1　　主要植物恢复树草种形态特征与生物学特征（厂址区）

类型	名称	主要形态特征	生长状况及用途
灌木	清香木	漆树科，黄连木属，灌木或小乔木，高 2～8m。树皮灰色，小枝具棕色皮孔，幼枝被灰黄色微柔毛。偶数羽状复叶互生，有小叶 4-9 对，叶轴具狭翅，上面具槽，被灰色微柔毛，叶柄被微柔毛。小叶革质，长圆形或倒卵状长圆形；先端微缺，具芒刺状硬尖头，基部略不对称，阔楔形；全缘，略背卷；小叶柄极短。	清香木为阳性树，喜温暖，萌发力强，生长缓慢，寿命长，植株能耐-10℃低温，喜光照充足、不易积水的土壤。产云南、西藏（东南部）等。
	垫状迎春	木犀科落叶灌木，落叶灌木，枝条细长，呈拱形下垂生长，长可达 2m 以上。侧枝健壮，四棱形，绿色。三出复叶对生，长 2～3cm，小叶卵状椭圆形，表面光滑，全缘。花单生于叶腋间，花冠高脚杯状，鲜黄色，顶端 6 裂，或成复瓣。花期 3-5 月，可持续 50 天之久。	性喜光，稍耐荫；较耐寒，喜湿润，也耐干旱，怕涝；要求温暖而湿润的气候。根部荫发力很强，枝端着地部分也极易生根。
	野蔷薇	蔷薇科蔷薇属，落叶蔓性灌木，高达 2-3m，茎枝具扁平皮刺。奇数羽状复叶互生，有小叶 5-9 枚，卵形或椭圆形，缘具锐齿，先端钝圆具小尖，基部宽楔形或圆形，叶表绿色有疏毛，叶背密被灰白绒毛，托叶下常有刺花期 4-5 月，果熟 9-10 月。	喜阳光充足环境，耐寒，耐干旱，不耐积水，怕干风，略耐阴，对土壤要求不严，以肥沃、疏松的微酸性土壤最好。
	白刺花	灌木或小乔木，高 1-2 米，有时 3-4 米。枝多开展，小枝初被毛，旋即脱净，不育枝末端明显变成刺，有时分叉。羽状复叶；花小，较少。花期 3-8 月，果期 6-10 月。	耐旱性强，是水土保持树种之一，也可供观赏。产云南、西藏等。
草本	早熟禾	一年生或冬性禾草。秆直立或倾斜，质软，高 6-30 厘米，全体平滑无毛。花期 4-5 月，果期 6-7 月。	早熟禾分布范围广，分布海拔 100-4800 米。适应性极强，根茎发达，分蘖能力强，生长速度快，竞争力强。
	扭黄茅	多年生草本。密丛型，须根质较坚韧，秆直立，高 40～90 厘米。叶鞘压扁而具脊，叶片条形，扁平或对折；结实的无柄小穗成圆柱形，长 6～8 毫米。在干热地区，4 月开始返青，7 月开花，9～10 月结实，11 月份枯黄。	须根发达，分蘖力较强，可达 8～10 个枝条。在一般年份能正常发育，抽穗结实。扭黄茅喜热且抗旱，耐贫瘠土壤，在贫瘠红壤土上亦能良好生长。

2）栽培技术

①育苗定值

提前适时容器育苗是植被恢复成功与否的关键技术环节，许多树种出

苗后均有一个缓慢生长阶段，提前容器育苗可避开这一缓慢生长时期，定植后即能充分利用降水迅速生长，安全度过来年的干旱季节，提高成活率，草本植物还可在当年迅速覆盖地表。清香木、白刺花、野蔷薇等灌木应进行容器育苗，扭黄茅和早熟禾等草本可直播。苗木定植或种子直播后应在附近割草覆盖种植沟，以减少水份蒸发。播种时间应掌握在灌木和草本苗龄 40d～60d 为宜。

②封禁管理，加强抚育

人工植被应进行封禁管理，加强抚育，其工作内容包括以下几个方面：严禁放牧和樵采刈割；专人看管，防止火灾；人工植被营造初期，水平种植沟易被冲毁而形成新的侵蚀沟，在雨季经常观察、及时修补水平沟的冲毁缺口；抚育管理，当人工植被下层完全覆盖地表，中上层郁闭，植被群落稳定后，可根据疏密状况对上层乔木进行适当的间伐，对灌木树种进行樵采和平茬复状。平茬以隔行平茬为好，平茬时间应在冬季来临，树木停止生长时进行。种子成熟后应及时采种，以提高人工植被的经济效益。

3）草籽和苗木来源

①市场购买

对于上述选定的植物种类，经调查，其中部分植物种类苗木可直接通过市场购买获得，也可从市场购买植物种植进行育苗。清香木苗木可从市场直接购买。草本植物草籽均可通过市场收购的方式获得。

②苗圃育苗

对于种苗无法从市场购买获得，可通过设置临时苗圃方式进行，育苗种子可在该区域收集获得或者从市场购买。由于该区域耕地资源非常有限，经论证后，可考虑将闹中冲沟表土堆存场作为电站绿化苗木的来源之一，实施立地改良措施和配套建设蓄水灌溉工程，改善植被生长的条件。

（2）生态修复措施设计

1）开挖边坡的恢复

开挖边坡包括枢纽区右岸、厂房区右岸及引水隧道口等，覆盖层主要为崩坡堆积碎石土层。枢纽区开挖边坡植被现状以川滇高山栎等灌丛为主，引水隧道口处以云南土沉香、垫状迎春灌丛为主，边坡堆积层较厚，加上开挖形成的边坡较高，在下部开挖时可能引起上部边坡失稳，形成浅层滑坡。

为了更好的治理水土流失，防止滑坡体的发生，对开挖边坡，首先需要采取一定的工程措施进行处理。工程设计上采取的措施包括：坝址右岸及隧道口部分碎石堆积体采取地表后缘截水、地下排水、中部陡崖布置锚筋桩、设置主被动柔性网进行防护。

结合主体工程设计的工程措施，开挖边坡坡度＜25°的，采取种植本土灌-草植被恢复模式，营造水土保持林；坡度＞25°时，采取种植草灌的方式进行前期修复，后期根据实际情况，采用穴植的方式补种部分适生乔木；对部分不适合直接种植的高陡边坡，可采取无纺布植生袋堆砌的方法进行相应的防护恢复，同时防治区外地区域实行封禁管理。

恢复物种选择与开挖区气候环境相适应的先锋树种，枢纽区右岸及隧洞口区选择绣线菊、小檗、川滇高山栎等物种；厂址区右岸及隧洞口区选择灌木白刺花、清香木、垫状迎春，草本选择早熟禾、扭黄茅等，这些灌草先锋树种形成了治理厂址区干热河谷环境的水土保持林植被恢复模式，能有效提高防治区的植被覆盖率，防治滑坡体的产生。

边坡设计应加强生态防护和美化设计的配合协调，根据地形、地质条件及坡面植被覆盖情况，有条件的尽可能放缓而直接种植树木、草坪及灌木防护绿化，尽可能恢复自然植被、掩盖施工痕迹，保护生态环境，使之

与自然环境和风景相协调。

2）施工迹地恢复

施工迹地主要包括施工营地、弃渣场和卵砾石料场等。根据工程的料场和渣场布置，分为坝址区和厂址区。根据坝址区和厂址区气候特征和植被分布差异进行恢复物种的选择。选择植被恢复区域及其植被生态恢复措施体系见表 6.4-2。

表 6.4-2　　植被生态恢复措施体系一览表

序号	恢复区域	植物选择	方案措施
坝址区	卡树冲沟弃渣场、卡树石料场	营造水土保持林，乔木：山杨、川滇高山栎；灌木：绣线菊、小檗；草本：山蓼、毛莲蒿、狗牙根	乔木每种一行，行间距 2m，株距 2m，灌木与乔木间种，灌木行距 1m，株距 1m，乔灌木均采用穴植；山蓼、毛莲蒿采用移植法和播种法相结合，狗牙根采用草籽撒播，播种量为 90kg/hm²。
	大坝左岸上游滩地弃渣场（表土堆存场）	草本：扭黄茅、早熟禾	该渣场位于库内，水库蓄水后将被淹没，因此采取撒播草籽的方法进行临时绿化。草籽播种量为 90kg/hm²。
	扎拉施工营地	恢复原有耕地，种植青稞、荞麦、马铃薯等	恢复原有耕地资源
厂址区	扎史同沟石料场	灌木：垫状迎春；草本：扭黄茅、早熟禾	灌木行距 1m，株距 1m，采用穴植；草籽采用撒播，播种量为 90kg/hm²。
	闹中冲沟支沟弃渣场及表土堆存场	渣场营造水土保持林，灌木：白刺花、云南土沉香；草本：扭黄茅、狗牙根；表土场实施立地改良措施和配套建设蓄水灌溉工程，改善植被生长的条件。做苗圃使用	灌木行距 1m，株距 1m，采用穴植；草籽采用撒播，播种量为 90kg/hm²。
	珠拉村营地	乔木：核桃、石榴；灌木：清香木、云南土沉香、仙人掌等；草本：狗牙根、扭黄茅	采取园林景观绿化恢复方法，以栽植乔灌木、片植花卉、铺植草皮的方式，起到水土保持和景观美化的双重效果。乔木种植 1 行，株距 2m，穴植；草籽采用撒播，播种量为 90kg/hm²。

6.4.1.4　生态管理等措施

工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。通过监测，加强对生态的管理，在工程管理机构，应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员、移民

和管理人员环境意识。通过动态监测和完善管理，使生态向良性或有利方向发展。

工程区域气候干燥，林地分布较多，在施工期严格管理可能引起林火的施工作业，对施工人员加强管理，森林防火期内，禁止在林区野外用火。特别是分布天然林和林地分布相对较多的引水隧洞施工区域（隧洞口和施工支洞处）。

在工程建设期，更应加强防护，如在施工区、临时居住区及周围山上竖立防火警示牌，划出可生火范围、巡回检查、搞好消防队伍及设施的建设等，以预防和杜绝森林火灾发生。

6.4.1.5 重点保护植物的保护措施

（1）加强对施工人员的宣传教育和监管，在施工区域设置野生重点保护植物宣传牌，防止对冬虫夏草和松口蘑的采挖。

（2）工程施工时若发现有其它重点保护野生植物或古树名木，应立即上报相关部分，并采取就地或移栽等保护措施。需移栽的重点保护植物或古树名木，在管理部门的指导下采取迁地保护措施，可集中迁至珠拉营地进行挂牌保护，避免本工程施工运营对区域内重点保护野生植物产生影响。

6.4.1.6 古树名木的保护措施

根据前面的现状描述和影响分析，评价区古树均不受水库蓄水淹没和工程占地的直接影响，可能受工程施工和人为活动的间接影响。因此可采取相应的保护措施来减缓和消除影响。

主要采取就地保护措施来对上述古树进行保护，包括在档案登记、周围修建石砌护墙和挂宣传牌，截排水措施和防火、防烟气、防尘措施等。

（1）对每棵古树按照国家林业局颁布的《古树名木普查技术规范》（LY/T2738--2016）和《古树名木鉴定规范》（LY/T2737--2016）进行鉴

定建档登记并挂牌，包括古树的名称、直径、树龄、特点、习性、保护注意事项等，负责浇灌、施肥、防止病虫害，并配备专用工具。

（2）施工前对古树进行圈禁，以古树为中心，设立保护区，采用浆砌石加钢丝围栏进行圈禁，并挂宣传牌和警示标志，禁止在该区域堆放设备器材、堆土堆渣等施工活动。

（3）对古树圈禁区外的场地平整和堆渣等施工活动，采取截排水措施，保证古树及周边不出现渍水现象。

（4）在涉及古树的施工合同中，明确施工单位对古树的保护责任及保护措施；古树周边施工，施工单位要做好设计，施工中要进行监督，一旦发现问题，及时进行处置。

（5）防火、防烟气，禁止在古树周围带火、带气作业，严禁在古树周围堆放易燃品，已有的杂物要清理干净。

（6）施工期做好施工场地和运输车辆的防尘清洁工作，同时应定期冲刷运输公路，减少扬尘来源，并定期对施工场地进行洒水抑尘，减少扬尘扩散，以减轻扬尘对其生长的影响。

6.4.2 对陆生动物的保护措施

6.4.2.1 生态影响的避免和消减措施

（1）施工废污水采取处置措施，加强料场、弃渣场防护，避免流失而影响土质与水质。加强施工人员的各类卫生管理（如个人卫生、粪便和生活污水），避免生活污水的直接排放。合理处理弃渣，采用有效方法去除油污，避免对水体造成污染。项目枢纽区施工应科学安排施工程序，加强施工过程的管理、监督，严格执行所规定的施工工艺方法，尽可能减少围填过程的悬浮物排放量，避免大量施工泥沙进入附近水域，污染玉曲河水质。

（2）弃渣场、料场、施工营地、施工道路等临时占地，避免占用动物

生境。施工中避免破坏动物栖息的洞穴、窝巢等，若施工过程中发现动物的卵或幼体，应及时交由专业人员护理，不可对其伤害。

（3）枢纽工程区中的生活营地、施工场地、临时便道等临时占地，农村生产安置点复建的选点，进行方案比选或优化，减少占用动物生境，特别是动物栖息的洞穴、窝巢等。

（4）采用封闭式施工方式，施工活动不得超越征地范围。

（5）防止爆破噪声对野生动物的惊扰。根据实际情况安排施工时间和施工方式，做好爆破方式、数量、时间的计划，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，尤其是尽量避开对重点保护动物的影响。

（6）隧洞施工等大型作业及爆破活动要避开动物活动的高峰期。野生鸟类和兽类大多是晨昏或夜间觅食，正午是鸟类休息的时间。为了减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰，应做好爆破方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和正午开山施炮。

（7）生活于河流两岸农田和附近水域的两栖类，由于其迁移能力差，繁殖生存等各个方面不能离开水，所以可以请专业技术人员将这些两栖动物人为迁移至施工区和淹没区以外的合适生境，以最大程度的保护这些两栖动物的种群数量。

（8）工程建设前，应组织农林部门的专业技术人员对施工区和淹没区内的地面、灌丛、树林等仔细搜索，如发现有某些动物的卵或幼体，要妥善及时转移至合适地方进行孵育和喂养，以减少这些动物后代的损失，保证该区域某些动物的种群数量的相对恒定。

6.4.2.2 生态影响的恢复和补偿措施

（1）由于工程修建和水库蓄水占用了野生动物的生境，其觅食范围也相应减小，工程完工后所占据的临时用地如弃渣场、料场、临时道路、工

人生活区等区域的植被恢复工作应尽快进行，并结合动物栖息地进行。

（2）防止噪声对动物的不利影响，在植被覆盖率高的路段采用加密绿化带，有利于动物适应新的生境。

（3）生产安置区的空隙种植一定数量的树木（灌丛），施工营地、弃渣场、料场等临时占地，通过及时进行绿化等措施，防止水土流失，为鸟类和其他野生动物提供栖息环境或通道。

（4）在水库清库前及施工场地场平前，对施工场地区域或水库淹没区内是否存在野生动物进行一次察看，如发现野生动物幼崽或鸟蛋，应采取临时保护措施，避免伤及。

（5）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。防治爆破噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器。

（6）对施工期产生的扬尘污染，需严格执行以下措施加以消减，减缓扬尘对鸟类的影响。配备洒水车，定期在易产生扬尘污染的土石路面和多粉尘施工区洒水降尘；选用燃油效率高、尾气排放量小的施工机械和车辆；爆破前向预爆体表面洒水，湿润表面，以便减少爆破时产生的粉尘；爆破后马上进行洒水喷雾，控制粉尘蔓延，最大限度地减少粉尘的产生量；散装水泥采用罐装封闭运输，避免运输期间的漏洒现象。

（7）施工期间，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）加强野生动物生境建设。加强库区库周的护岸林、经济林、用材林、的建设，为野生动物营造良好的栖息环境，使越来越多的野生动物于此生存繁衍，这不仅保护了原有生活于该区的动物，也为异地动物迁入提

供了好的环境。

6.4.2.3 生态管理等措施

（1）有关部门应加大宣传力度，通过各种途径，广泛宣传《中华人民共国野生动物保护法》、《中华人民共国水生野生动物保护条例》等法律法规，提高公民的素质，树立自觉保护野生动物的意识和责任感。在施工的过程中，施工人员必须遵守相关的法律法规，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是重点保护野生动物。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。

（2）加大执法力度，加强市场管理，并联合公安、工商、林业等相关部门严厉打击捕捉、收购、贩卖国家重点保护动物的不法行为，并依法惩罚。林业公安在动物经常出入的地方要加强巡护，加强水电工程区的生态环境的监控和管理，对故意猎捕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。

（3）工程的实施会使动物的分布格局发生一些改变，如一些与人类伴生的种类数量的改变。对于部分啮齿目鼠类等自然疫源性疾病的传播者，在水电站建成后，将向非工程区转移，其密度将有所增加。在这种情况下，既要维护自然生态系统的食物链关系，又要重视对非工程区的人、畜和工程施工人员的防疫工作。同时需要野生动物保护部门在这些区域加强监测与保护。

（4）随着水库的蓄水，库区的水禽将增多，必须对水库加强管理，减少污染，保护水禽，以形成新的景观。

（5）评价区目前生态环境较好，重点保护野生动物的种类和数量都较多，且其中有不少具有较高的经济价值，施工人员在利益驱动之下，有可能会捕猎动物，因此要加强宣传教育和管理。在施工营地竖立宣传牌，制作宣传册，向施工人员发放，在施工管理制度中明确不允许捕猎，并制定

严格的惩罚措施，对于违法捕猎者，要及时转交给公安机关处理，绝不姑息。

（6）评价区有国家Ⅰ级重点保护鸟类胡兀鹫和国家Ⅱ级重点保护鸟类高山兀鹫，它们都为腐食性动物，以动物尸体为主要食物来源，为防止毒死老鼠间接伤害这些国家级重点保护动物，施工区内不能采用投放鼠药。

（7）蓄水前搜救措施

水库蓄水前，根据库周重点保护野生动物分布情况，对由于水库蓄水造成人为活动的干扰而受伤或食物暂时性短缺受影响的重点保护野生动物采取统一搜救措施。

a. 搜救原则

扎拉电站工程库区、库周国家重点保护野生动物救护应遵循以下原则：①以国家重点保护野生动物为主，兼顾其余野生动物救护的原则。②科学救护原则。救护野生动物的目的是使野生动物资源得到最大限度的保护，从救治、饲养、放归各环节都要采取科学措施，减少对野生动物的人为干扰和伤害。③统一协调原则。成立专业的野生动物救护队伍，统一协调库区库周涉及区域的搜救任务，各单位及人员服从统一协调安排，充分发挥各单位及人员的优势。④属地管理和就近、及时救护相结合的原则。野生动物救护原则上实行属地管理原则，特殊情况可遵循就近、及时救护原则。

b. 搜救目标

根据国家重点保护野生动物的繁殖期，结合水库蓄水规划，确定本方案的搜救目标。主要为国家重点保护野生动物，兼顾其余受伤或年幼野生动物的搜救。

c. 野生动物搜救方案

①组织及成员组成

鉴于国家重点保护野生动物搜救的繁杂性，本项任务主要依托水库库底清理计划，由建设单位委托具有相关资质及技术水平的单位（例如林业主管部门）开展工作；在水库库底清理人员组成中，由当地林业部门负责动物搜救，还应该包括环保部门、动物专家、兽医人员、设计单位及其它单位或人员。

②搜救人员技术培训

培训内容包括：采取集中培训或编写、发放重点保护野生动物图册方式，介绍国家重点保护野生动物的特征，识别国家重点保护野生动物；国家重点保护野生动物的应急救治方法；对讲机等通讯设备的使用；搜救人员的安全培训。

③搜救时间安排野生动物的搜救工作时间结合水库库底清理随时启动进行。这是由于水库库底清理时，将砍伐正常水位线下的林木，届时对野生动物的干扰较大，部分动物可能会因受惊吓慌不择路而受伤。

④搜救动物的管理在野外搜到的动物应及时、就近交给当地林业主管部门进行治疗养护和放归。

6.4.2.4 对重点保护野生动物的保护措施

对于34种重点保护动物，除了进行一般动物的避让、减缓等保护措施外，还要重点加强有关野生动物及国家、自治区级重点保护野生动物法律法规宣传工作，在主要的施工区和施工人员的生活区设立野生动物保护的宣传栏，对施工区域内可能出现的又极易被捕杀的重点保护动物做重点标示及说明，包括动物图片、保护级别、保护意义及对捕杀野生保护动物的惩罚措施。针对本工程对重点保护动物所产生的影响建议采取的保护措施见表6.4-3。

表 6.4-3　　对重点保护动物的保护措施

名称	区系	保护等级	影响方式和程度	保护措施
1.金雕 *Aquila chrysaetos*	古	国Ⅰ、区Ⅰ	均为猛禽，活动范围大，工程对其主要影响是噪声影响，施工噪声干扰会使他们远离施工区，影响其正常的繁殖活动。	1.优化施工方案，尽量避免使用高噪声设备施工。 2.加强施工人员宣传教育，严禁施工人员抓捕幼鸟；严禁故意破坏、惊扰鸟巢的行为。 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对野生动物的惊扰、 4.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。
2.白肩雕 *Aqfuila heliaca*	古	国Ⅰ、区Ⅰ		
3.胡兀鹫 *Cypaetus barbatus*	广	国Ⅰ、区Ⅰ		
4.黑鸢 *Milvus migrans*	古	国Ⅱ、区Ⅱ		
5.大鵟 *Buteo hemilasius*	古	国Ⅱ、区Ⅱ		
6.普通鵟 *Buteo.buteo*	古	国Ⅱ、区Ⅱ		
7.高山兀鹫 *Gyps himalayensis*	广	国Ⅱ、区Ⅰ		
8 红隼 *Falco.tinnunculus*	广	国Ⅱ、区Ⅱ		
9.苍鹰 *Accipiter gentilis*	东	国Ⅱ、区Ⅱ		
10.燕隼 *Falco subbuteo*	古	国Ⅱ、区Ⅱ		
11.雕鸮 *Bubo bubo*	古	国Ⅱ、区Ⅱ		
12.长耳鸮 *Asio otus*	东	国Ⅱ、区Ⅱ		
13.斑尾榛鸡 *Bonasa sewerzowi*	古	国Ⅰ、区Ⅰ	施工噪声、灯光的惊扰以及施工人员的捕抓，但由于其性机警，稍有声响，立刻逃遁，且飞行灵巧，施工人员捕抓影响较小	
14.棕尾虹雉 *Lophophorus impejanus*	古	国Ⅰ、区Ⅰ		
15.藏雪鸡 *Tetraogallus tibetanus*	古	国Ⅱ、区Ⅱ		
16.藏马鸡 *Crossoptilon harmani*	古	国Ⅱ、区Ⅱ		
17.血雉 *Ithaginis cruentus*	古	国Ⅱ、区Ⅱ		
18.大紫胸鹦鹉 *Psittacula derbiana*	东	国Ⅱ、区Ⅱ		

续表 6.4-3　　对重点保护动物的保护措施

名称	区系	保护等级	影响方式和程度	保护措施
19.雪豹 *Unicia uncia*	古	国Ⅰ、区Ⅰ	噪声惊扰，工程施工对其生境的占用	在保护区内及附近施工时设置禁入区，保护其正常的生活栖息；避免在保护区内进行爆破等高噪声作业。
20.白唇鹿 *Cervus albirostris*	古	国Ⅰ、区Ⅰ		
21.黑熊 *Selenarctos thibetanus*	广	国Ⅱ、区Ⅱ		
22.水獭 *Lutra lutra*	广	国Ⅱ、区Ⅱ	噪声惊扰，施工区域距离保护区较远，影响较小	
23.小灵猫 *Viverricula indica*	东	国Ⅱ、区Ⅱ	施工噪声和人为活动对其驱赶以及工程对其生境的占用，经济价值较大，人为捕捉。	1. 增加林地面积，加强林区监管和维护，严禁施工人员的猎捕。在施工过程中，若发现受伤的野生保护动物，应立即上报相关部门并采取积极的救助措施。 2.临时占地处要注意植被恢复. 3.有一定经济价值，禁止施工人员抓捕。
24.马鹿 *Cervus elaphus*	广	国Ⅱ、区Ⅱ		
25.藏原羚 *Procapra picticaudata*	古	国Ⅱ、区Ⅱ		
26.斑羚 *Naemorhedus caudatus*	东	国Ⅱ、区Ⅱ		
27.赤狐 *Vulpes vulpes*	古	区Ⅱ		
28.藏沙狐 *Vulpes ferrilata*	古	区Ⅱ		
29.香鼬 *Mustela altaica*	古	区Ⅱ		
30.艾鼬 *Mustela eversmannii*	古	区Ⅱ		
31.鬣羚 *Capricornis sumatraensis*	东	国Ⅱ、区Ⅱ		
32.岩羊 *Pseudois nayaur*	古	国Ⅱ、区Ⅱ		
33.豹猫 *Felis.bengalensis*	东	区Ⅱ		
34.毛冠鹿 *Elaphodus cephalophus*	东	区Ⅱ		

6.4.3 对下游减水河段陆生生态的保护措施

扎拉水电站引水发电造成扎拉坝址～扎拉厂房之间约 59.2km 河段减水，对评价区坝址下游河流两岸的植被和陆生动物以及西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区的保护对象产生一定的影响，因此应采取相应的措施予以减缓。

（1）在电站运行期间，10 月-次年 3 月下泄生态流量 15.9m^3/s；4 月和 9 月下泄生态流量 22.0m^3/s，5 月-8 月下泄生态流量 33.0m^3/s，生态流量的泄放，可维持坝址下游河道的水文特征和生态环境，避免电站运行造成下游河段的减水对陆生生态的影响。

（2）对下游陆生生态环境进行监测，为电站运行带来的影响以及采取合理的补救措施提供理论数据。

6.4.4 对环境敏感区的保护措施

（1）对生产生活用水水源的保护

为了保护扎郎村生产生活用水水源，保障用水安全，根据工程水土保持方案中卡树冲沟渣场防护措施，拟将 Q2-1、Q2-2#泉眼的泉水全部引排至堆渣区之外。其中，Q2-1 泉眼挖出后布置 1#封闭式蓄水池，规格为 3.0m×3.0m×2.0m（长×宽×深），采用 C30 钢筋混凝土现浇，下部铺设 10cm 厚 C15 混凝土过渡层和 20cm 厚碎石垫层；在蓄水池后布置 2 根内径 400mmQ345B 级无缝钢管（壁厚不小于 5mm），按照 2%的纵坡，近似沿等高线布置，穿堆渣区后至高程 2998m 布置开敞式的 1#调节池，1#调节池规格为 6.0m×4.0m×3.0m（长×宽×深），采用 C20 混凝土现浇；1#调节池后接入复建工程引水渠。

Q2-2 泉眼挖出后布置 2#封闭式蓄水池，规格为 2.0m×1.0m×2.0m（长×宽×深），采用 C30 钢筋混凝土现浇，下部铺设 10cm 后 C15 混凝土过渡层和 20cm 厚碎石垫层；在蓄水池后布置 2 根内径 100mm 无缝钢管（壁厚不

小于 5mm），按照 2%的纵坡近似沿等高线布置，出露段纵坡与地面一致；穿堆渣区后在高程 2998m 布置开敞式的 2#调节池，2#调节池规格为 5.0m×4.0m×3.0m（长×宽×深），采用 C20 钢筋混凝土现浇，下部铺设 20cm 厚碎石垫层。2#调节池后接入复建工程引水渠。

因 Q2-1 泉眼为饮用水水源，故为保护饮用水水源水质，应在蓄水池周围半径 100m 范围内划定保护区，设置警示牌，并消除饮用水水源周围的污染源，禁止排放污水和其他有毒有害废弃物，同时加强地下水监测。

（2）对左贡县碧土自然保护区（拟更名为西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区）的保护

根据前述影响分析表明，电站的建设不占用保护区，不会对保护区的结构和功能产生影响，但扎拉引水发电造成扎拉坝址～扎拉厂房之间约 59.2km 河段减水，对减水河段内保护区产生一定的影响。另外，工程在施工期主要是施工噪声、扬尘、废气、灯光、人为捕捉等对施工区周围环境产生干扰，从而对保护区内的保护对象产生一定的干扰。虽然这些影响有限，但也应采取相应的措施予以减缓或避免。

（1）加强施工人员的宣传教育，严禁施工人员抓捕幼鸟；严禁故意破坏、惊扰鸟巢的行为。在距离保护区较近的区域设立宣传栏和警示牌，加强保护区保护野生动物法律法规宣传。

（2）距离保护区较近的区域施工避免高噪声作业，采取降噪措施。

（3）加强对减水河段保护区内的动植物、森林生态系统的的监测，建立完善的管护体系。并协助保护区管理部门推进保护区建设，加强保护区的宣传教育，协助开展保护区基础设施和保护性设施建设。

（4）施工过程中加强护林防火的教育宣传，组建护林防火队伍进行巡查，杜绝火种进入自然保护区。

6.5 水生生态保护措施

扎拉水电站建成后，原有河流生态系统的结构和功能将发生显著变化，河流连通性破坏，库区水文情势发生改变，减水河段水量减少，对水生生境破坏较大。因此，应采取泄放生态流量、栖息地保护等基本措施，保护鱼类等完成生活史的必要生境条件，使其种群能够维持一定规模，保护生物多样性；同时采取减缓措施，如过鱼设施等，尽量减缓阻隔影响；另外，还采取补偿措施，如增殖放流，对损失的鱼类资源进行补偿等。

6.5.1 栖息地保护与修复

栖息地保护与修复是保护鱼类自然资源的有效措施。栖息地保护与修复应以为工程影响的所有鱼类提供完成生活史、维持一定种群为基本原则，依据鱼类资源的现状及其分布特点，进行系统的规划布局。

水利部中科院水工程生态研究所、长江设计公司联合完成了《扎拉水电站鱼类栖息地保护与修复方案报告》，主要研究内容如下。

6.5.1.1 基本原则

（1）生态学和生态优先原则

遵从自然生态规律，通过对地形地貌、气象水文、鱼类资源等生态因子的综合调查基础上，从河流湿地、水域复合生态系统角度，明确保护目标，按照自然生态变化规律和社会经济发展规律，充分利用生态系统自我修复功能，开展栖息地保护与修复方案设计。

（2）生境多样和景观异质性原则

该区域水生生境多样性高，结合扎拉水电站建成后对河流生境多样的影响，栖息地保护应尽可能维持河流生境多样性，保存不同生态类型鱼类生长繁衍的必要生存条件，选取生境多样性高，鱼类资源丰富的区域进行

栖息地保护与修复，维持该区域复杂、多样的水生生境。

（3）可操作性原则

设计应遵循可操作性和易维护原则，坚持水电开发与生态保护有机结合，经济发展与生态保护有机结合，生态环境保护工程具备施工上可操作，运行维护简单，并能够达到预期保护效果。

（4）一致性原则

本设计紧密结合《西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响报告书》、《关于转报<西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响报告书>及审查意见的函”》（藏环函[2010]19 号）等相关文件要求，确保本方案只能更严于，而不能低于相关保护要求。

6.5.1.2 总体思路

（1）保护对象及其分类

本方案的保护对象为玉曲河扎拉水电站影响区分布的主要土著鱼类，根据其生态特点，可以将其分为以下三个类群：

1）裂腹鱼类：喜流水生境，具有生殖洄游习性，在繁殖季节由怒江上游干流和玉曲河下游上溯至玉曲河中上游流水砾石浅滩产卵繁殖，幼鱼在静缓流浅水区域生长。

2）鮡科鱼类：喜急流生境，为定居性鱼类，一般在回水、二道水中产粘沉性卵。

3）高原鳅：定居性鱼类，一般分布于静缓流浅水区域，杂食性，一般在有水草的静缓流浅滩产粘性卵或粘沉性卵，适宜性较强，在较小生境中即能完成生活史。

墨头鱼一般分布在海拔 1000m 以下河段，在玉曲河河口为极为偶见的种类，且扎拉水电站的建设运行基本上对其无影响，因此不作为保护对象。

（2）不同类群鱼类栖息地保护思路

1）裂腹鱼类

扎拉水电站的建设运行对裂腹鱼类的影响主要表现在阻隔影响其生殖洄游、减水河段水量减少对鱼类资源量产生一定影响，后者可以通过增殖放流加以补偿，前者一方面需要建设过鱼设施，另一方面由于减水河段水量减少、水位下降，也可能影响裂腹鱼类上溯，从而影响过鱼设施的过鱼效果。

因此，针对裂腹鱼类，一是要保护中上游裂腹鱼的产卵场，二是要论证减水河段水量减少、水位下降后，局部河段是否会形成浅滩或堰塞湖等影响裂腹鱼类上溯，如存在应采取疏浚等措施。

2）鮡科鱼类

玉曲河下游为典型峡谷急流生境，流态复杂，回水、二道水等生境多样性高，是鮡科鱼类重要的栖息地。扎拉水电站建设运行后，主要是坝下至厂房间长达约59.2km的减水河段水量减少，原有的适宜鮡科鱼类栖息的流态、流场等生境条件发生改变，影响鮡科鱼类栖息、繁殖等。

因此，针对鮡科鱼类的保护，一是要对厂房以下至河口流水河段加以保护，二是要对减水河段生境条件进行论述，是否能够满足鮡科鱼类的生存，如不满足，需要进行栖息地修复等措施。

3）高原鳅

高原鳅在玉曲河主要分布于中上游静缓流浅水区域，在玉曲河下游峡谷急流中分布较少，且高原鳅适宜性加强，在较小生境中即能完成生活史，扎拉水电站的建设对其影响较小。因此，对其主要是以保护玉曲河上游高山草甸区域静缓流河段为主。

6.5.1.3 栖息地保护区域筛选

玉曲河源头至美玉乡（开曲沟口）为上游，河段长130.5km，为高原中

低山地貌，河流海拔在4100m以上，山顶高程介于4600～5794m，地势平坦，河谷切割浅，河道比降小，水流平缓，区域内植被类型简单，主要为高山草甸，水生植被丰富，饵料来源充足，是裂腹鱼、高原鳅等鱼类重要的产卵场和育幼场；中游河段美玉乡（开曲沟口）至左贡县城旺达镇（兰嘎曲沟口），长88.8km，河道落差236m，平均比降2.66‰，为高山峡谷过渡区，河谷由宽逐渐变窄，一般谷宽在140～300m，多呈宽缓的“U”形河谷，河流海拔在3700m以上，洲滩较多，形成众多适应裂腹鱼类产卵繁殖的砾石流水浅滩；旺达镇（兰嘎曲沟口）以下为下游，河段长225.0km，落差1914m，河道平均比降8.51‰，为高山峡谷区，河谷深切，河道狭窄，多呈“V”型，落差较大，河流湍急，其中碧土至河口段，约90km的河段集中了约1200m的落差。下游段左贡至碧土段分布有少量裂腹鱼类产卵场，碧土至河口段基本上没有适宜裂腹鱼类产卵繁殖的生境条件。左贡至碧土段由于水流湍急、流态复杂是鮡科鱼类主要分布区，但由于鮡科鱼类分布海拔一般相对较低，主要集中于扎玉（3400m）以下河段。

因此，从玉曲河河流形态特点、生境状况及鱼类分布情况来看，河源区至左贡段，海拔较高，海拔3900m以上，河谷较开阔，多岔流、洲滩，生境多样性高，水生植被丰富，是裂腹鱼、高原鳅等的重要栖息地，同时由于其高海拔高寒的地理气候特点，河源区生态系统十分脆弱，应明确为重要的保护区和水源涵养区，因此将玉曲河干流源头至左贡219.3km河段全部加以保护。

同时，结合玉曲河鱼类资源分布状况和不同鱼类保护需求，拟将玉曲河干流扎拉坝下～玉曲河河口河段作为鱼类栖息地加以保护，并通过研究减水河段水文特性，对减水河段水位降低后可能阻隔鱼类洄游的浅滩、堰等采取工程措施，达到对减水河段进行栖息地修复、微生境改造的目的。

目前不同时期分别按 15.9m³/s、22m³/s、33m³/s 下泄生态流量，扎拉坝址至厂房减水河段依然相当于一条小型河流，适当加以栖息地修复、微生境改造，可以作为鱼类栖息地加以保护。

根据《西藏自治区玉曲河干流水电规划》，玉曲河干流规划有 7 级电站，从上至下依次为成德（3760m）、扎玉（3550m、引）、吉登（3400m、引）、中波（3200m）、碧土（3080m、引）、扎拉（2810m、引）、轰东（2100m、引）。《关于转报<西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响报告书>及审查意见的函”》（藏环函[2010]19 号）要求，“将玉曲河源头至美玉长 130.7km 的干流河段列为玉曲河流域裂腹鱼类的重要栖息地保护区；在扎拉梯级坝址至厂房、轰东梯级坝址至河口段模拟贡山鮡、札那纹胸鮡等鮡科鱼类的适宜生境，对这两河段进行微生境改造，作为贡山鮡、札那纹胸鮡的重要生境保护河段及划定鱼类栖息地保护区；在玉曲河干流美玉至河口段，将开曲、橙曲、节曲、艾喜、阿比曲、大曲、呷牧荣曲、班章烘曲、锅路曲、朵曲弄、梅里拉鲁等沿程支流作为裂腹鱼和高原鳅的重要栖息地划为替代生境保护区。”这些支流中仅梅里拉鲁沟位于本工程影响范围内，其他支流均位于上游。梅里拉鲁沟位于厂址下游 2.3km 处，流域面积 182km²，多年平均流量 1.94m³/s，沟谷纵坡比降约 9.3%。沟口段切割较深，谷底宽 6～10m，堆积少量卵砾石，为 V 型谷，扎史同以上沟段河谷相对开阔，谷底宽 280～380m，以 U 型谷为主。工程影响区支流信息见表 5.1-3，其中支流 7 错改曲、支流 8 通那曲的平均流量分别为 0.67m³/s、1.48m³/s，集水面积分别为 63km²、139.3km²，可作为裂腹鱼、高原鳅等鱼类的栖息地加以保护。其他支流均是流量不足 0.5m³/s 的小溪沟，保护价值不大。因此筛选工程影响区域内有一定保护价值的支流梅里拉鲁沟、错改曲、通那曲作为鱼类栖息地加以保护。

综上所述，玉曲河干流扎拉坝下～河口河段作为玉曲河鱼类栖息地的保

护水域，结合玉曲河流域综合规划环境影响评价初步成果，玉曲河干流扎拉坝址到河口段水生态敏感性强，应实施严格的水生态保护措施，建议进一步开展《西藏自治区玉曲河干流水电规划》的补充论证工作，充分考虑玉曲河流域生态保护的限制性要求，从流域生态保护的角度，进一步论证优化流域水能水资源的开发方案，以实现玉曲河流域水能水资源的科学合理有序开发；同时，在编制《玉曲河流域综合规划》中，充分考虑流域生态保护的需求和限制性要求，科学比选优化规划方案，以实现保护与开发的协调。

6.5.1.4 减水河段鱼类栖息地适宜性评估

（1）评价指标体系

根据《水生生物栖息地保护技术规范》（国家能源局，待发布），水生生物栖息地适宜性评估指标体系由四部分组成：产卵场适宜性（F1）、索饵场适宜性（F2）、洄游通道适宜性（F3）、生态健康适宜性（F4），指标框架见表 6.5-1。

表 6.5-1　　河流栖息地适宜性评价指标体系框架

目标层		要素层	指标层	
总目标	子目标		计算指标	基础指标
水生生物栖息地适宜性∽	产卵场适宜性（E1）	水文特征适宜性（F1）	水文特征适宜性指数（G1）	流量、水位、产卵期涨水天数、涨水持续时间、水温
		水动力特征适宜性（F2）	水动力特征适宜性指数（G2）	流速、流速梯度、水深、水面宽、Fr、Re、涡量
		河流地形地貌适宜性（F3）	河流地形地貌适宜性指数（G3）	蜿蜒度、河床比降、断面形态、深潭浅滩
	索饵场适宜性（E2）	水文特征适宜性（F1’）	水文特征适宜性指数（G1’）	流量、水位、产卵期涨水天数、涨水持续时间、水温
		水动力特征适宜性（F2’）	水动力特征适宜性指数（G2’）	流速、流速梯度、水深、水面宽、Fr、Re、涡量
		河流地形地貌适宜性（F3’）	河流地形地貌适宜性指数（G3’）	蜿蜒度、河床比降、断面形态、深潭浅滩
		饵料生物适宜性（F4）	饵料生物适宜性指数（G4）	饵料生物丰富度、多样性

续表 6.5-1　　河流栖息地适宜性评价指标体系框架

目标层		要素层	指标层	
总目标	子目标		计算指标	基础指标
水生生物栖息地适宜性S	洄游通道适宜性（E3）	干支流连通性（F5）	纵向连通性指数（G5）	纵向连通的水域公里数/纵向所有水域的总公里数
			横向连通性指数（G6）	横向连通的水域公里数/横向所有水域的总公里数
	生态健康适宜性（E4）	生物多样性（F6）	生物多样性指数（G7）	生物种类、数量
		水力栖息地适宜性（F7）	水力栖息地适宜性指数（G8）	生物适宜性流速、栖息地面积
		栖息地破碎性（F8）	栖息地破碎性指数（G9）	栖息地斑块面积、栖息地斑块数量

（2）评价指标计算方法

1）产卵场适宜性（E1）

①水文特征适宜性指数（G1）

水文特征适宜性指数（G1）是指为了维护产卵场最基本生态功能，在一定时间内，栖息地保护河段持续流动的最小生态流量满足程度。参照《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）》（环评函〔2006〕4 号）和《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），把最小生态流量划分为 4 个等级，并对水文条件满足度进行赋分，具体见表 6.5-2。

表 6.5-2　　产卵场水文条件适宜性赋分等级

指标等级	多年平均流量小于 80m³/s 的河流	多年平均流量大于 80m³/s 的河流	水文条件满足总体评价	赋分
1	＞30%	＞60%	优	(0.8,1]
2	10%-30%	30%-60%	良	(0.6,0.8]
3	5%-10%	10%-30%	一般	(0.4,0.6]
4	＜5%	＜5%	较差、极差	(0,0.4]

① 水动力特征适宜性指数（G2）

水动力特征适宜性指数（G2）是指栖息地保护与修复河段与原有河段相比，在流速、水深、水面宽、Fr 等方面对产卵场的满足程度。等级划分及赋分标准见表 6.5-3。

表 6.5-3　　水动力条件适宜性赋分等级

指标等级	状态描述	水动力指标满足度整体评价	赋分
1	现状与天然产卵场水动力条件（流速、水深、水面宽、Fr 等）的吻合度好，现状能充分满足鱼类产卵场的水动力需求，＞80%	优	（0.8,1]
2	现状与天然产卵场水动力条件（流速、水深、水面宽、Fr 等）的吻合度较好，现状能较好满足鱼类产卵场的水动力需求，60%-80%	良	（0.6,0.8]
3	现状与天然产卵场水动力条件（流速、水深、水面宽、Fr 等）的吻合度一般，现状能满足鱼类产卵场的水动力需求，40%-60%	一般	（0.4,0.6]
4	现状与天然产卵场水动力条件（流速、水深、水面宽、Fr 等）的吻合度差，现状基本能充分满足鱼类产卵场的水动力需求，20%-40%	较差	（0.2,0.4]
5	现状与天然产卵场水动力条件（流速、水深、水面宽、Fr 等）的吻合度差，现状多数情况下不能充分满足鱼类产卵场的水动力需求，＜20%	极差	（0,0.2]

② 河流地形地貌适宜性指数（G3）

河流地形地貌适宜性指数（G3）是指蜿蜒度、河床比降、浅滩深潭等地貌条件的满足度。根据鱼类栖息地保护的目标，以及鱼类产卵场的适宜性需求，将地形地貌条件划分为 5 类，并对其满足度进行评价赋分，具体见表 6.5-4。

表 6.5-4　　地形地貌条件适宜性赋分等级

指标等级	状态描述	水动力指标满足度整体评价	赋分
1	河流蜿蜒度高，河床比降适合鱼类产卵场条件的地形要求，断面形态多样，浅滩深潭多	优	（0.8,1]
2	河流蜿蜒度较高，河床比降较适合鱼类产卵场条件的地形要求，断面形态较为多样，浅滩深潭交替出现	良	（0.6,0.8]
3	河流蜿蜒度一般，河床比降能满足鱼类产卵场条件的地形要求，断面形态多样，浅滩深潭较多	一般	（0.4,0.6]
4	河流蜿蜒度一般，河床比降基本适合鱼类产卵场条件的地形要求，断面形态单一，浅滩深潭较少	较差	（0.2,0.4]
5	河流蜿蜒度高，河床比降不适合鱼类产卵场条件的地形要求，断面形态单一，浅滩深潭少	极差	（0,0.2]

2）索饵场适宜性（E2）

索饵场适宜性（E2）评价指标中的前 3 项与产卵场适宜性评价（E1）相同。另外一个饵料生物丰富度指数（G4），是指评价河段饵料的丰富度。

3）洄游通道适宜性（E3）

洄游通道适宜性（E3）评价指标包括纵向连通性指数（G5）和横向连通性指数（G6）。

4）生态健康适宜性（E4）

生态健康适宜性（E4）评价指标包括生物多样性指数（G7）、水力栖息地适宜性指数（G8）、栖息地破碎性指数（G9）。

G7 即 ShannonWiener 多样性指数；G8 由流速、水深、河道指数（包括底质和覆盖物状况等）组成；G9 是从有效栖息地面积作为衡量标准分析鱼类栖息地质量，在不同情景模式下，单位斑块的有效栖息地面积越小，栖息地约破碎，栖息地质量越差。

《水生生物栖息地保护技术规范》中关于 G5-G9 的计算方法不适用于扎拉减水河段的评价，故不详细列出。

5）评价结果及等级标准

对上述 G1-G9 指标评价赋分后，得出对栖息地适宜性评价的总分，并根据表 6.5-5 划分适宜性等级：

表 6.5-5　　鱼类栖息地适宜性评价结果及等级划分标准

适宜性指数	适宜性等级	含义
(0.8,1]	高度适宜	栖息地保护目标区域生境条件的适宜性高，连通性强，生态健康，生物栖息地质量优、数量多。
(0.6,0.8]	适宜	栖息地保护目标区域生境条件的适宜性较高，连通性较强，生态系统一定程度退化，但生物栖息地数量较多。
(0.4,0.6]	一般适宜	栖息地保护目标区域生境条件的适宜性一般，连通性一般，生态系统一定程度退化，生物栖息地数量适中。
(0.2,0.4]	勉强适宜	栖息地保护目标区域生境条件的适宜性差，连通性差，生态系统较大程度退化，生物栖息地数量少。
(0,0.2]	不适宜	栖息地保护目标区域生境条件的适宜性差，连通性差，生态系统严重退化，生物栖息地数量极少或消失。

（3）扎拉减水河段栖息地评价

根据上述评价方法，对扎拉减水河段鱼类栖息地适宜性进行评价，分别对指标G1-G9进行评价和赋分：

1）产卵场适宜性（E1）

①水文特征适宜性指数（G1）

根据表6.4-6的赋分标准，扎拉减水河段生态流量为15.9m^3/s（10月至次年3月）、22 m^3/s（4月、9月）、33 m^3/s（5-8月），评价为一般，赋分0.5。

②水动力特征适宜性指数（G2）

根据表6.4-6的赋分标准，由于河流形态、底质与原河道一致，流量减小后，流速、水深、流态等发生显著变化，与原天然情况下的吻合度一般，评价为一般，赋分0.4。

③河流地形地貌适宜性指数（G3）

减水河段不改变原有河流的地形地貌，但减水后原有的浅滩、深潭等多样性的生境条件会发生明显改变，该指标评价为良好，赋分0.7。

2）索饵场适宜性（E2）

①水文特征适宜性指数（G1’）

与G1相同，评价为一般，赋分0.5。

②水动力特征适宜性指数（G2’）

与G2相同，评价为一般，赋分0.4。

③河流地形地貌适宜性指数（G3’）

与G3相同，评价为良好，赋分0.7。

④饵料生物适宜性指数（G4）

减水河段水量减少后，水面下降，水体容积、水生生物有效栖息地面积等减少，饵料生物的生物量下降，但是由于减水后流速减缓，相对于湍急的天然状况，有利于浮游生物、底栖动物等饵料生物的生长，因此，该指标评价为良好，赋分 0.7。

3）洄游通道适宜性（E3）

①纵向连通性指数（G5）

由于大坝阻隔，虽然修建过鱼设施，但连通性无法与天然状况下相比，因此，该指标评价为差，赋分 0.3。

②横向连通性指数（G6）

减水河段水量减少、水面宽降低，但由于该河段为峡谷河段，相对于宽谷浅滩河段，水面宽度降低幅度不大，因此该指标评价为良，赋分 0.7。

4）生态健康适宜性（E4）

①生物多样性指数（G7）

减水河段不会改变原有的鱼类种类组成，但资源量会有所下降，因此该指标评价为良，赋分 0.7。

②水力栖息地适宜性指数（G8）

减水河段由于水量大幅减少，水深、流速降低，流态发生改变，该指标评价为差，赋分 0.3。

③栖息地破碎性指数（G9）

仅从减水河段来看，其纵向和横向连通性都维持较好，无破碎化生境，因此，该指标评价为良，赋分 0.7。

综合以上赋分结果，最终得分见表 6.5-6。

表 6.5-6　　扎拉减水河段栖息地适宜性评价赋分结果

目标层		要素层	指标层	
总目标	子目标		计算指标	赋分
水生生物栖息地适宜性S	产卵场适宜性（E1）	水文特征适宜性（F1）	水文特征适宜性指数（G1）	0.5
		水动力特征适宜性（F2）	水动力特征适宜性指数（G2）	0.4
		河流地形地貌适宜性（F3）	河流地形地貌适宜性指数（G3）	0.7
	索饵场适宜性（E2）	水文特征适宜性（F1’）	水文特征适宜性指数（G1’）	0.5
		水动力特征适宜性（F2’）	水动力特征适宜性指数（G2’）	0.4
		河流地形地貌适宜性（F3’）	河流地形地貌适宜性指数（G3’）	0.7
		饵料生物适宜性（F4）	饵料生物适宜性指数（G4）	0.7
	洄游通道适宜性（E3）	干支流连通性（F5）	纵向连通性指数（G5）	0.3
			横向连通性指数（G6）	0.7
	生态健康适宜性（E4）	生物多样性（F6）	生物多样性指数（G7）	0.7
		水力栖息地适宜性（F7）	水力栖息地适宜性指数（G8）	0.3
		栖息地破碎性（F8）	栖息地破碎性指数（G9）	0.7

按照E1-E4权重均为0.25计算，最终评价得分为0.54，对照表6.4-8的标准，扎拉减水河段栖息地适宜性评价为一般适宜，说明减水河段具有一定的保护价值，可以作为鱼类栖息地加以保护。

6.5.1.5　减水河段影响分析

通过对减水前后各断面形态进行模拟，总体来看，断面形态可分为V形、U形、W形三种类型。46个断面中V形断面24个（ZL1、ZL3、ZL9、ZL12、ZL13、ZL14、ZL16、ZL17、ZL19、ZL20、ZL25、ZL28、ZL32、ZL34、ZL35、ZL36、ZL40、ZL41、ZL42、ZL43、ZL46-3、ZL50、ZL52、ZL53），占52.2%；U形14（ZL2、ZL6、ZL7、ZL8、ZL22、ZL31、ZL33、ZL37、ZL38、ZL39、ZL44、ZL45、ZL46、ZL47），占30.4%；W形8个（ZL4、ZL5、ZL10、ZL11、ZL15、ZL18、ZL21、ZL51），占17.4%。

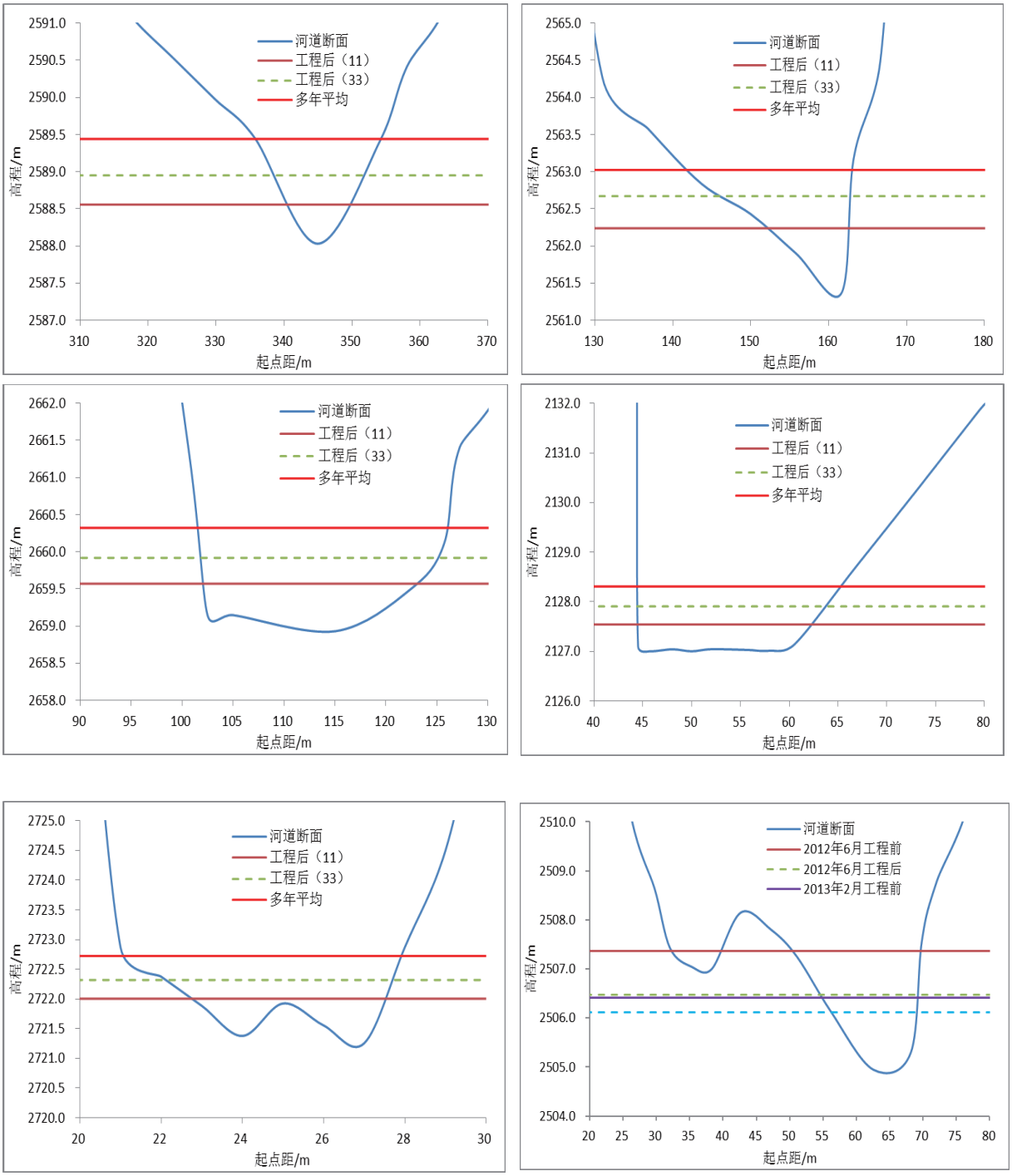


图 6.5-1　　各类型断面图(V 形：上左 ZL14、上右 ZL16，U 形：中左 ZL7、中右 ZL46，W 形：下左 ZL4、下右 ZL18)

将以上三个类型断面的最大水深、平均水深、平均流速数据分别统计分析，不同流量情况下，平均最大水深、平均水深均是 V 形断面＞W 形断面

＞U 形断面，且 V 形断面和 W 断面显著大于 U 形断面，V 形断面仅略大于 W 形断面；而平均流速 V 形断面＞U 形断面＞W 形断面。

6.5.1.6 减水河段生境修复区域筛选

（1）裂腹鱼类洄游通道修复区域筛选

根据玉曲河鱼类生境需求分析，减水河段应保持的最小水深为 0.4m，最小流速为 0.45m/s。

根据河道形态和生境特点，V 形断面由于水流湍急，其功能主要是作为裂腹鱼类上溯洄游的通道；U 形断面流速较缓、水深较浅，可作为鱼类栖息索饵的场所；W 形断面一般会出现一侧为主河槽，水深较深、流速较大，可作为裂腹鱼类的洄游通道，而另一侧水深较浅、流速较缓，可作为鱼类栖息索饵的场所。这种多样性的河道生境为鱼类提供了较好的生境条件，从鱼类完成生活史角度出发，减水河段的修复应尽量维持天然河道多样化的形态结构，仅对部分可能影响鱼类洄游栖息的浅水区域进行适当改造。

依据水文情势影响分析结果，减水河段流速依然较大，均能满足流水性鱼类栖息需求，而部分断面的水深难以满足上述要求。根据河道特点，V 性断面由于其断面形态特点，基本上能够满足鱼类上溯洄游需求，部分 U 性断面和 W 断面由于水深较浅，对裂腹鱼类的洄游可能造成一定影响，需部分河道进行疏浚改造。

ZL4 和 ZL5、ZL7 和 ZL8、ZL46 和 ZL47 是三组水深较浅且相邻的断面，两两河道断面形态十分相似，说明这几组断面所在浅水河段较长，是最需要进行适当改造的河段，因此选择这三组断面所处的河段进行鱼类栖息地修复，三组断面形态见图 6.5-2。

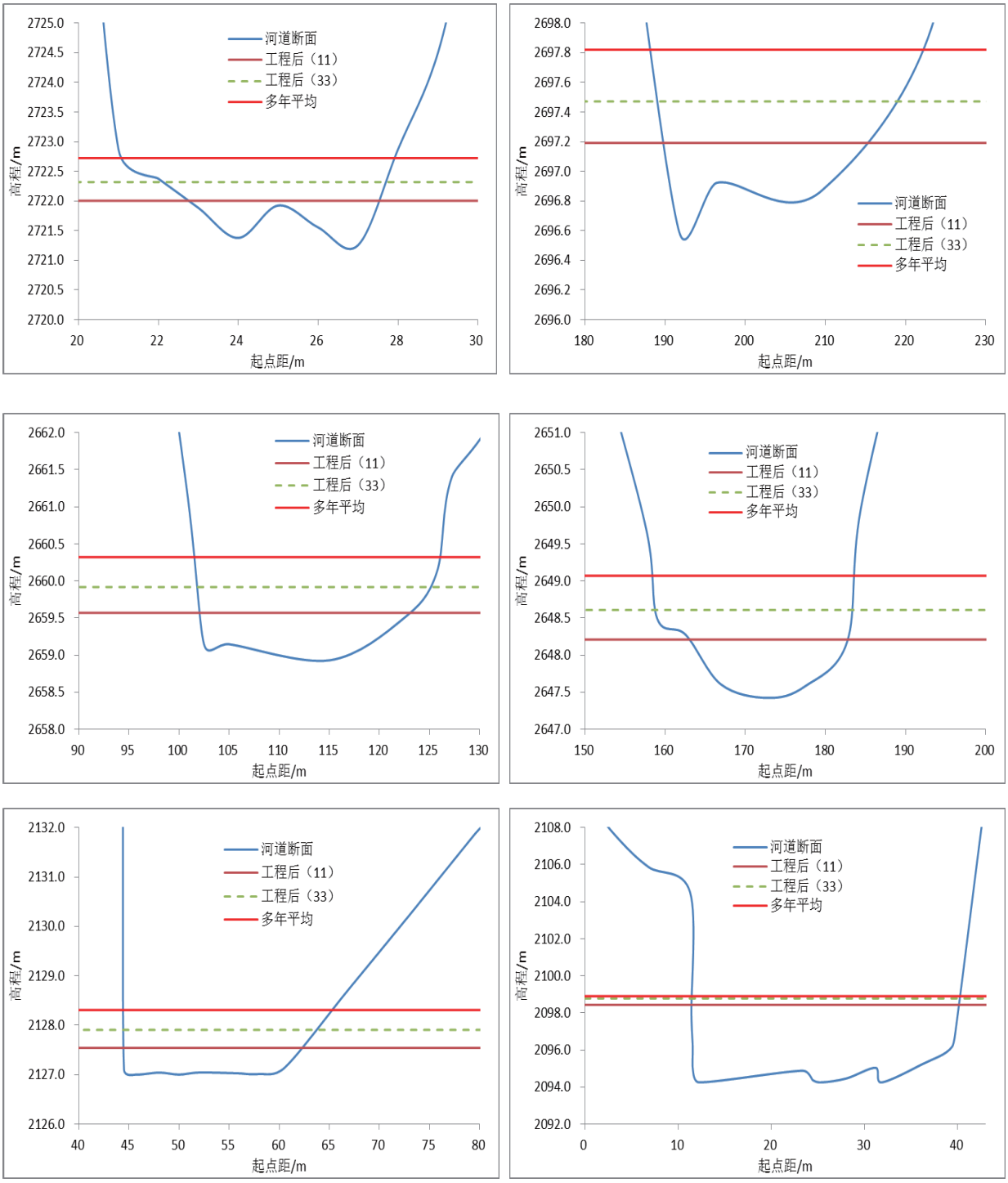


图 6.5-2　需进行栖息地修复的断面（上左 ZL4、上右 ZL5，中左 ZL7、中右 ZL8，下左 ZL46、下右 ZL47）

（2）鮡科鱼类微生境修复区域筛选

根据现场调查结果，鮡科鱼类产卵较为集中的区域在梅里拉鲁沟汇口附近、甲朗村附近等区域。因坝下河段为典型的峡谷地区，水量减少后，其原有的小型跌水、回水、二道水等复杂多样的生境条件依然存在，通过下泄生态流量，原有的生境影响会得到明显缓解，可不需针对鮡科鱼类生境采取河道改造措施。

6.5.1.7 减水河段栖息地修复方案

针对裂腹鱼类洄游通道的修复主要是针对前述筛选的三组浅水断面所在河段，采取疏浚措施，加深河道最大水深。共需改造河道长度600m。

ZL4 和 ZL5 为 W 形断面，对较深一侧进一步挖深，挖出的土石方填入较浅一测，但不宜完全填平，应使浅水一侧形成浅滩，对中间可能露出水面的心滩应适当削平,使其没入水下,并使其在 15.9m^3/s 的流量下水深在 0.4m 以上。

ZL7 和 ZL8 为近 V 形断面的 U 形断面，对河道中央较深处挖深，并将挖出的土石方堆于河道两侧，使其形成 V 形断面，增加河道最大水深，有利于较大个体的裂腹鱼类上溯。

ZL46 和 ZL47 为底宽且平的 U 形断面，宜将边坡较陡的一侧深挖，将土石方堆于边坡较缓一侧，并使边坡较缓一侧在 15.9m^3/s 的流量下形成水深约 0.4m 以上的浅滩。

改造后的断面如图 6.5-3 所示。

施工期避开鱼类生长、繁殖期，在冬季鱼类顺水而下进入深水区越冬时，即在 11 月至次年 2 月进行施工。

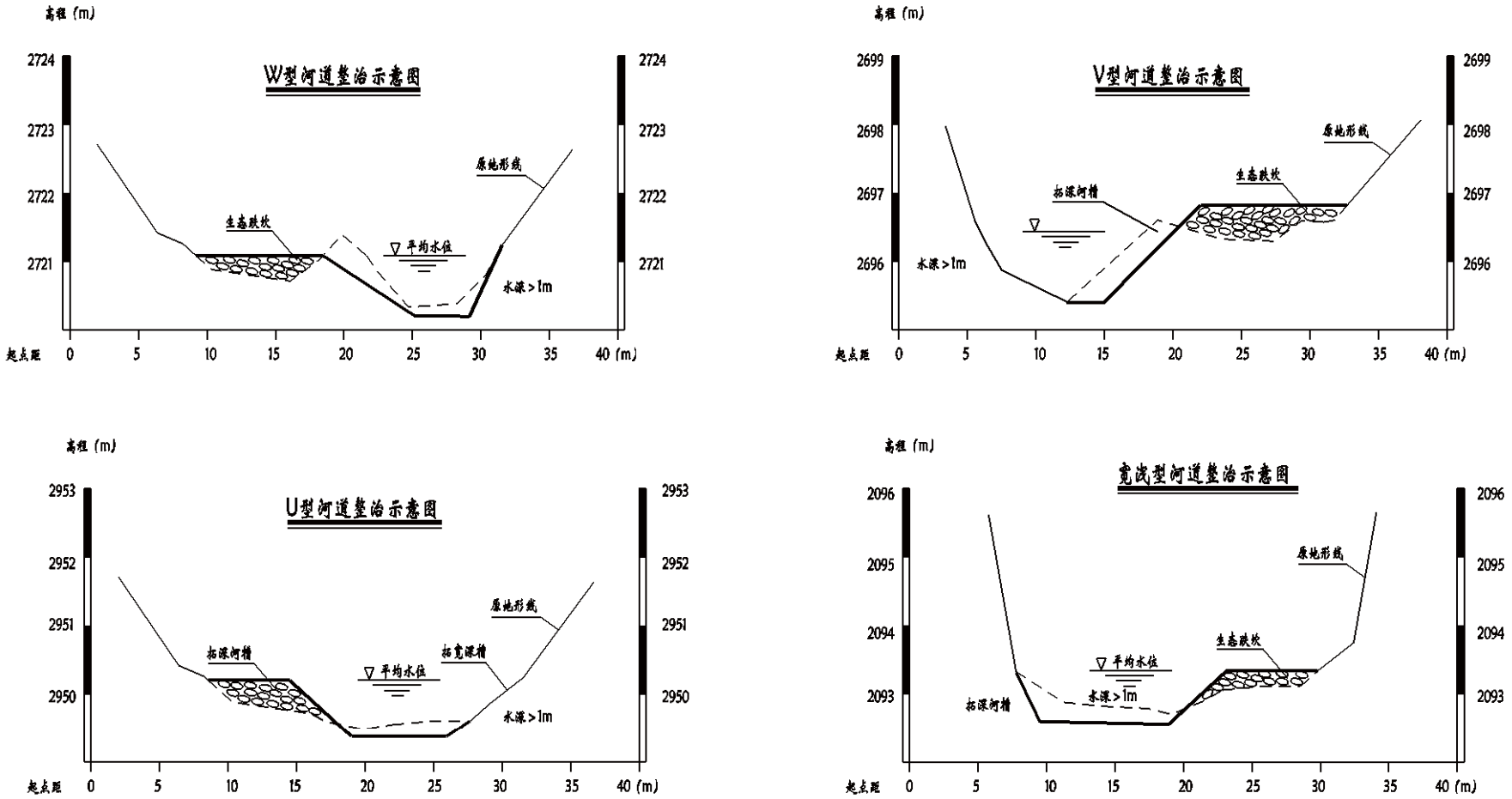


图 6.5-3　　扎拉水电站减水河段鱼类栖息地生态断面设计图

6.5.1.8 栖息地保护效果预测

玉曲河是怒江中上游生境多样性较高的支流，在怒江中上游具有重要的生态作用。从鱼类多样性的保护来看，其鱼类与怒江中上游鱼类基本一致且有着密切的自然联系，玉曲河中上游分布有规模较大的裂腹鱼类产卵场，怒江中上游鱼类在繁殖期可上溯至玉曲中上游砾石浅滩产卵繁殖，玉曲河鱼类在冬季可退缩至玉曲下游和怒江干流深水区越冬，是怒江中上游鱼类的重要栖息和繁殖场所。扎拉水电站影响区是玉曲河鮡科鱼类的重要生境和裂腹鱼类的洄游通道，工程的建设运行对鮡科鱼类的生境造成一定的影响，同时阻隔了裂腹鱼类的洄游通道。本报告提出玉曲河干流源头至左贡 219.3km 河段，扎拉坝址以下至河口段，支流梅里拉鲁沟、错改曲、通那曲全部加以保护，并对减水河段进行栖息地修复，同时结合过鱼设施的建设恢复河流连通性，既可以有效保护裂腹鱼类的产卵场，恢复裂腹鱼类洄游通道，又可以减缓对鮡科鱼类栖息地的影响。因此，通过栖息地保护与修复及过鱼设施建设，能够有效减缓对鱼类的影响。

6.5.2 过鱼设施

6.5.2.1 开展过鱼设施规划的必要性

《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，环境保护部办公厅下发的《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），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、鱼梯、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、过渔船，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。”

扎拉水电站建成后，将对鱼类生殖洄游和种群交流产生较大的阻隔影响，应采取补救措施。

6.5.2.2 过鱼目标分析

（1）鱼类资源及生态习性

1）鱼类资源

根据相关文献资料记载，综合以往调查研究资料和现状调查结果，玉曲河流域分布的鱼类种类共有 15 种，其结构相对简单，主要由 3 类群组成：鲤形目（Cypriniformes）鲤科（Cyprinidae）的裂腹鱼亚科（Schizothoracinae）、鳅科（Coitidae）的条鳅亚科（Nemacheilinae）和鲇形目（Siluriformes）的鮡科（Sisoridae）。（鱼类名录见表 4.3-26）。

2）生态习性

本江段为主要由峡谷急流段间个别宽谷段构成。属开放性急流型水生生态系统，区域内分布的鱼类大多为适宜高原急流生境种类，其生态习性与环境相适宜。

①洄游习性

鱼类为了繁殖、索饵和越冬的目的，往往会进行距离不等的迁移或洄游，如裂腹鱼类有随季节变化、水位涨落，为了繁殖、索饵、越冬等目的，

在干流上下、干支流间迁移活动的习性。本河段的 4 种裂腹鱼：怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、裸腹叶须鱼、温泉裸裂尻鱼在繁殖季节会有上溯的洄游习性。而鮡科鱼类和高原鳅属鱼类均为定居性种类，一般没有在较长距离进行迁移和洄游的习性。

③ 产卵要求

裂腹鱼类对产卵环境要求并不是很高，它们多数产粘沉性卵，需要在水流较缓的“滩”和“沱”里产卵，有的裂腹鱼甚至在河滩的沙砾掘成浅坑，产卵于其中。在繁殖季节，裂腹鱼类会上溯，到达适合产卵水域产卵。

高原鳅等一些小型种类，种群数量较多，分布于不同的河段及支流等水域，完成生活史所要求的环境范围不大，它们主要在沿岸带适宜的小环境中产卵。

鮡科鱼类也属于定居性鱼类，完成生活史所要求的环境范围不大，产卵场多位于峡谷江段急流与缓流之间的区域，当地称之为“二道水”，卵有微弱粘性，也需在砾石堆中孵化。

③流水适应性

根据上述水域流态特征及鱼类的栖息特点，调查水域鱼类大致可分为以下两个类群。

急流底栖类群：此类群部分种类具特化的吸盘或类似吸盘的附着结构，适于附着在急流河底物体上生活，主要以底栖动物为食，如细尾鮡。

流水类群：该类群各科属代表种类有裂腹鱼类和高原鳅等。其中裂腹鱼属的种类和叶须鱼属的种类更适应于流水较大的水体，而裸裂尻鱼属和高原鳅属的种类一般适应于水流较缓甚至静水环境。

（2）过鱼目的

玉曲河中上游河谷开阔，适宜裂腹鱼类产卵的砾石浅滩丰富，是怒江上游及玉曲河裂腹鱼类的重要产卵场。扎拉水电站建成后，原有的峡谷急流的连续的河流生态系统将被大坝阻隔，阻隔了部分鱼类的洄游通道，特别是对繁殖时期裂腹鱼亚科鱼类会产生一定阻隔影响。因此，本工程过鱼目标主要是使坝址以下分布的裂腹鱼亲鱼在繁殖季节能够顺利达到坝上产卵场产卵场繁殖及保证种群的交流。

而鮡科鱼类和高原鳅属鱼类为定居性种类，且其种群完成生活史所需的空间较小，阻隔不会影响其完成生活史，因此这些鱼类没有严格的过鱼要求。但是对这些鱼类而言，由于大坝的长期阻隔，完整的河流环境被分割成不同的片段，鱼类生境发生破碎化，从而形成大小不同的异质种群，种群间基因交流受到影响，进而影响各种群的稳定和发展。因此，对于裂腹鱼类以外的其它鱼类，也可以通过过鱼设施自由过坝，兼顾其种群基因交流的目的。

（3）过鱼对象

根据玉曲河下游的鱼类组成及其生态习性，本工程的主要过鱼对象是具有一定洄游迁移需求的 4 种裂腹鱼，即：怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、裸腹叶须鱼、温泉裸裂尻鱼，本区域的其它鱼类如高原鳅类及鮡科鱼类作为兼顾过鱼对象，虽没有特殊的洄游需求，但可以根据需要自由通过，以促进鱼类种群交流。

（4）过鱼季节

根据工程的过鱼目的，过鱼季节应根据过鱼种类的繁殖季节确定。根据当地鱼类繁殖特性分析（见表 6.5-7），本工程主要过鱼季节为 4 月～7 月。

表 6.5-7　　过鱼季节选择表

过鱼对象		月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
主要过鱼种类	怒江裂腹鱼												
	贡山裂腹鱼												
	裸腹叶须鱼												
	温泉裸裂尻鱼												
兼顾过鱼种类	高原鳅类												
	鮡科鱼类												
过鱼季节		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

	主要繁殖季节		次要繁殖季节

6.5.2.3　设计条件分析

（1）工作水位

鱼道上游工作水位为 2811.50（死水位）～2815.00m（正常蓄水位），下游工作水位为 2761.02～ 2766.80m（过鱼季节），最大水头约 54m。

本工程特征工作水位见表 6.5-8。

表 6.5-8　　过鱼设施工作特征水位表

工作水位		取值依据	水位（m）	水位变幅（m）	工作水头（m）
下游	最低	最小泄流量（生态流量）下游水位	2761.02	5.78	53.98
	最高	过鱼季节 10%高水位	2766.80		
上游	最低	水库死水位	2811.50	3.50	
	最高	正常蓄水位	2815.00		

（2）鱼类克流能力

本工程过鱼对象主要为裂腹鱼亚科鱼类，由于所处河道天然比降较大，理论上较为适应高流速的水流环境。然而针对具体的几种过鱼种类，目前虽没有其克流能力的测试研究成果，但近年来国内围绕裂腹鱼亚科鱼类的克流能力开展了不少测试和研究（见表 6.5-9 及表 6.5-10），可为本工程提供取值参考。

表 6.5-9　　部分裂腹鱼亚科部分鱼类临界游速

鱼种	全长（m）	测试水温（℃）	临界游速（m/s）	资料来源
齐口裂腹鱼	0.34±0.01（SE）	16.2～18.2	0.65～1.09	傅菁菁等，2013
齐口裂腹鱼	0.19±0.01（SE）	14.2～23.7	0.48～1.34	Cai et al.，2014b
细鳞裂腹鱼	0.11±0.01（SE）	25.0～27.0	1.11±0.02（SE）	袁喜等，2012
巨须裂腹鱼	0.26～0.32	5.0～18.0	0.81～1.54	水生态所测试成果
异齿裂腹鱼	0.14～0.43	15.0～17.0	0.80～1.45	叶超等，2013
异齿裂腹鱼	0.21～0.41	4.7～5.7	0.77～1.29	水生态所测试成果
长丝裂腹鱼	0.19～0.28	12.5～15.9	0.70～0.91	水生态所测试成果
短须裂腹鱼	0.25～0.36	13.2～15.6	0.64～0.87	水生态所测试成果

表 6.5-10　　部分裂腹鱼亚科部分鱼类突进游速

鱼种	全长（m）	测试水温(℃)	突进游速（m/s）	资料来源
齐口裂腹鱼	0.34±0.01（SE）	17.2～21.6	0.85～1.53	傅菁菁等，2013
巨须裂腹鱼	0.13～0.33	5.3～6.1	0.90～1.50	水生态所测试成果
异齿裂腹鱼	0.14～0.32	15.0～17.0	1.18～2.20	叶超等，2013
异齿裂腹鱼	0.24～0.42	5.0～5.8	1.02～1.59	水生态所测试成果
长丝裂腹鱼	0.21～0.30	12.9～15.0	1.05～1.46	水生态所测试成果
短须裂腹鱼	0.26～0.32	12.8～15.2	1.08～1.42	水生态所测试成果

根据以上测试数据，同时参考藏木鱼道主要过鱼对象的克流能力，本工程鱼道过鱼孔口设计流速取 1.1-1.4m/s,下阶段根据鱼类克流能力研究成果进行优化。

6.5.2.4　过鱼方案初选

（1）过鱼设施类型及特点

过鱼设施主要有鱼道、仿自然通道、升鱼机、鱼闸、集运鱼系统及捕捞过坝等不同型式，这些形式适应不同的工程、不同的过鱼种类，具有不同的特点，以下对不同过鱼设施方案的优缺点及可行性进行分析和比较。各种过鱼措施主要型式及适应范围见表 6.5-11。

表 6.5-11　　过鱼设施主要型式及其应用范围

<table>
<tr><th>分类</th><th colspan="2">过鱼设施型式</th><th>主要应用范围</th></tr>
<tr><td>主动上溯类</td><td> 
鱼道</td><td> 
仿自然通道</td><td>中低水头工程</td></tr>
<tr><td rowspan="2">人工辅助类</td><td> 
升鱼机</td><td> 
鱼闸</td><td rowspan="2">中高水头工程</td></tr>
<tr><td> 
集运鱼设施</td><td> 

网捕过坝</td></tr>
</table>

不同过鱼设施方案都有在各方面具有不同的特点，3 种过鱼设施优缺点分析见表 6.5-12：

表 6.5-12　　过鱼设施方案优缺点分析

比选方案	优点	缺点
鱼道方案	➢ 过鱼连续，过鱼量大 ➢ 故障率低，运行较为稳定；	➢ 鱼道长度长，鱼类体力消耗大； ➢ 工程量大，建设成本高。
升鱼机方案	➢ 鱼类过坝较轻松； ➢ 适应各种库区水位变化；	➢ 过鱼不连续，单次过鱼量较小； ➢ 机械机构较为复杂； ➢ 运行成本较高。
集运鱼运系统方案	➢ 鱼类过坝较轻松； ➢ 适应各种水位变化； ➢ 能够将鱼类运输至流水江段放流； ➢ 工程量小，节省投资。	➢ 过鱼不连续，单次过鱼量较小； ➢ 机械机构较为复杂，易发故障； ➢ 转运过程多，鱼类易受伤； ➢ 运行成本较高。

（2）方案初选

不同的过鱼设施类型适应不同的工程、不同的过鱼种类，具有不同的特点。根据2006年1月9日，环境保护部办公厅下发的《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），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、鱼梯、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、过渔船，以及采取人工网捕过坝措施。

本工程过鱼设施工作水头约54m，属中高水头水电站，原则上宜采取人工辅助类过鱼设施。人工辅助类过鱼设施中，升鱼机和集运鱼设施近年来应用较多，鱼闸因为耗水量大，效率不高等原因，在国际上已较少采用；集运鱼系统适合应用在具有通航建筑物的工程中；网捕过坝一般作为临时过渡性过鱼措施，一般不作为永久性过鱼设施。而升鱼机在国际中高水头大坝中采用较多，技术较为成熟，因此升鱼机方案做为重点比选方案。

本工程最大水头达54m左右，主动上溯类过鱼设施中，布置仿自然通道难度较大，基本不具备建设条件：①传统仿自然通道为梯形结构，底宽一般大于2m，考虑4m高度，断面宽度最大为10m，底坡一般小于1:100，长度约需5km，由于工程所在河段河道狭窄，河谷深切，多呈“V”型，不具备布置条件；②上游工作水位2811.50～2815.00m，下游工作水位2761.02～2766.80m，具有一定的变幅，仿自然通道过水面积与水深呈非线性变化，对水位变化适应能力低，当水位变化时，通道内流速变化较大，影响鱼类通过；③仿自然通道最大的优点是通道内存在大小分区的非均匀流场，适合不同鱼类及不同规格的鱼类通过，本河段过鱼对象主要为怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、裸腹叶须鱼、温泉裸裂尻鱼，均为裂腹鱼亚科鱼类，

种类组成单一，克流能力较强，对非均匀流场需求较小。因此，本工程不适合采用仿自然通道方案。

和仿自然通道相比，鱼道方案也存在着布置难度大的问题，但其长度较短，宽度较窄，虽工程量大，但基本具备布置条件。另外，2015 年建成的西藏雅江藏木鱼道的初步有效运行证明：①鱼类能够上溯通过水头超过60m 的鱼道；②鱼道的结构型式能够满足裂腹鱼类的上溯需求。因此，参考藏木鱼道取得的过鱼效果，从生态效益最大化考虑，鱼道方案亦作为重点比选方案。以下对鱼道和升鱼机方案进行重点比较。

6.5.2.5 鱼道方案设计

（1）进口选址

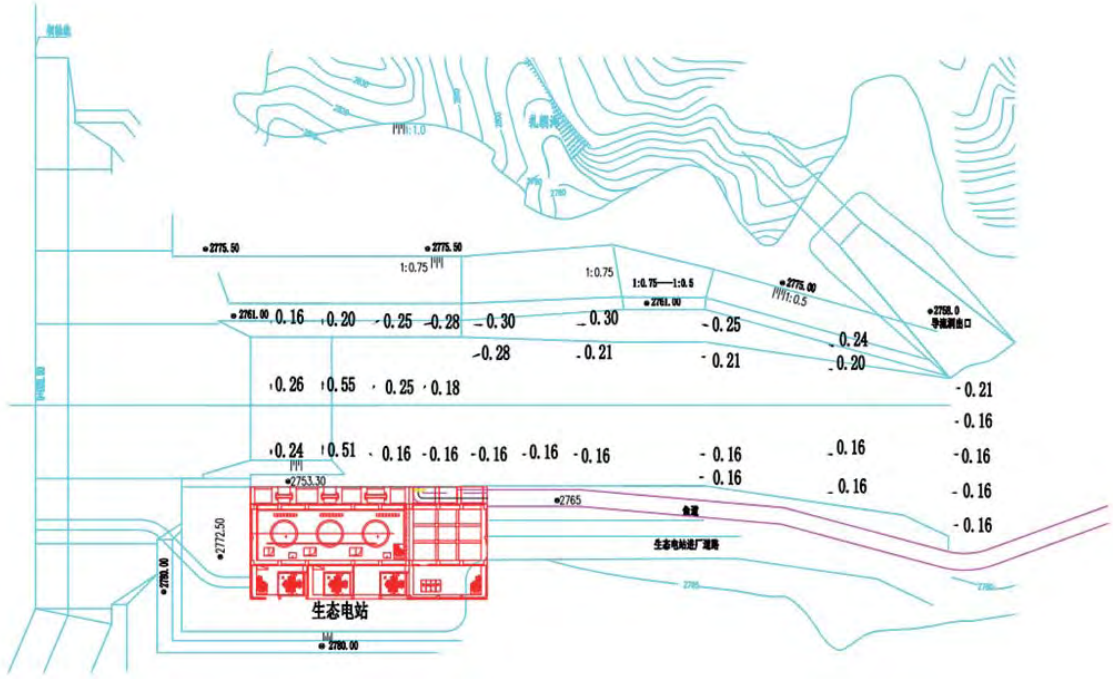
鱼道的布置中，最关键环节是鱼道进口的选址，鱼道进口应根据鱼类的趋流特性、克流能力结合坝下流场分析确定。

为确定坝下环境流场，在 1:80 水工整体模型上开展了物理模型试验，对生态电站单机发电～满发以及 110m^3/s 等不同工况下坝下环境流场进行了测试。模型模拟范围包括上游河道 1000m、混凝土重力坝、泄洪表孔、泄洪冲沙底孔、电站进水口和下游河道 800m，模型上游进口段及下游出口段留有足够长度的水流调整段，模型布置见图 6.5-4。

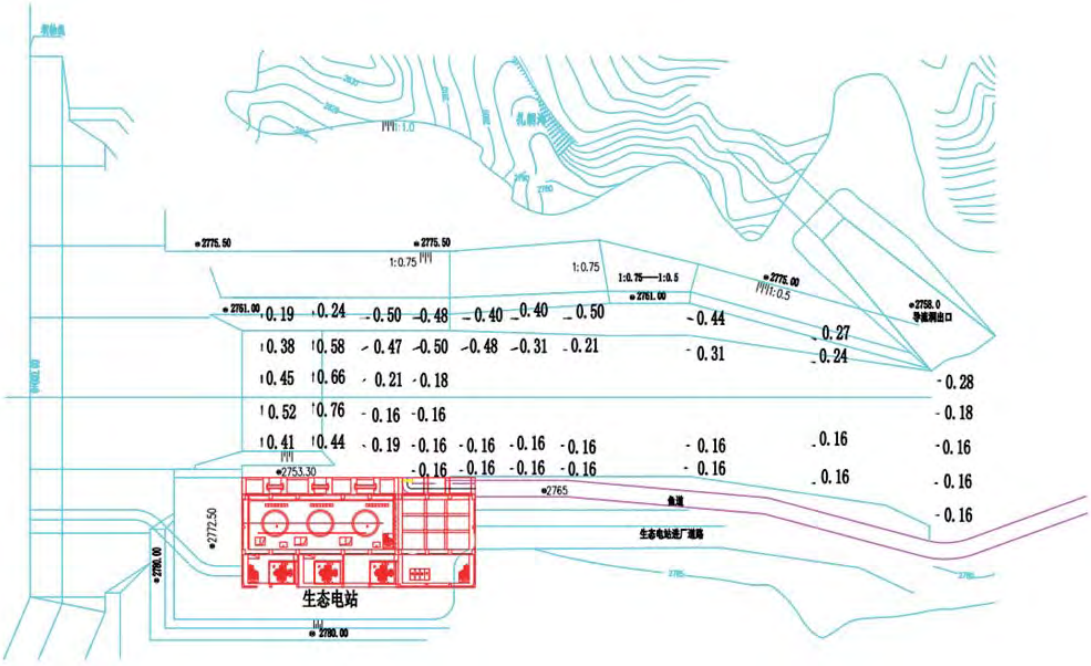
各工况试验结果见图 6.4-5～图 6.4-6。生态机组单独运行时，尾水沿出流方向垂直河道流出后，沿左岸边坡顺直下泄，尾水渠及下游河道最大流速约为 0.8m/s。受电站垂直河道出流影响，机组下游右侧水域形成一个顺时针回流，但洄游鱼类可从左岸顺主流上溯至布置在电站尾水附近的鱼道进口。



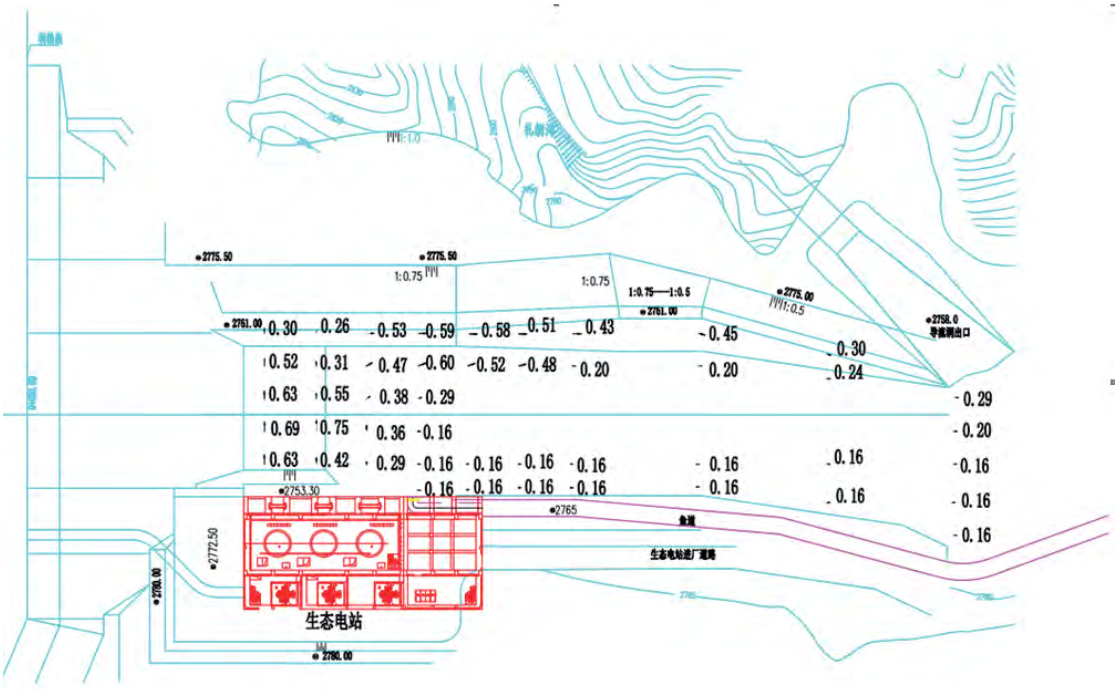
图 6.5-4　　扎拉水电站坝下整体模型



a. 生态电站单机运行

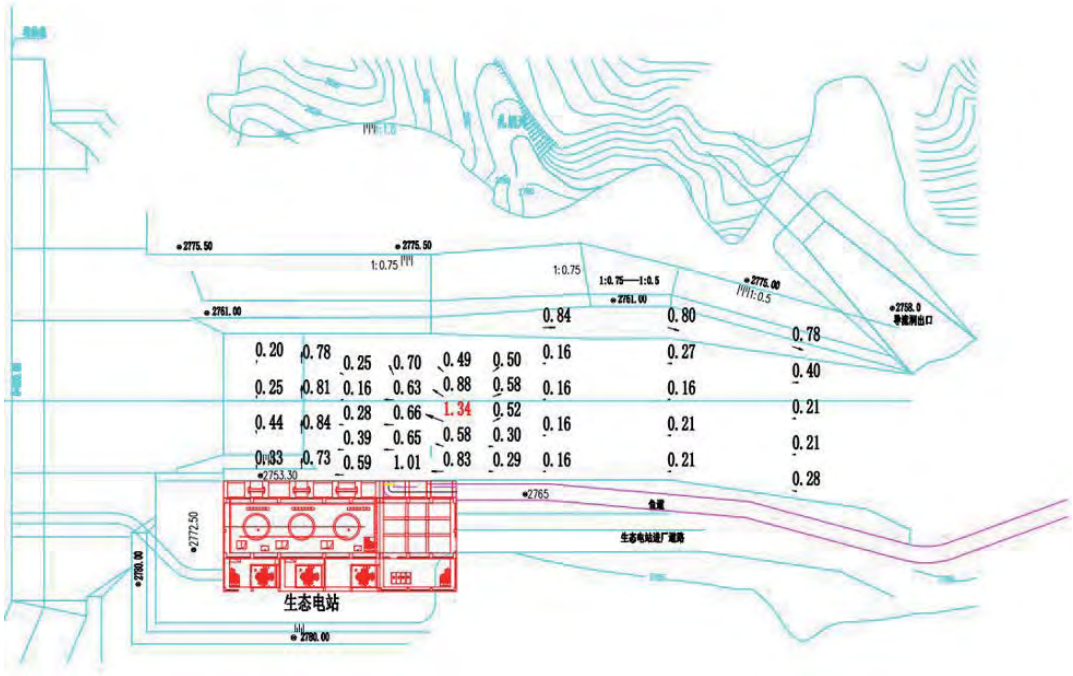


b. 生态电站两台机组运行



c. 生态电站三台机组运行

图 6.5-5　　生态电站单独运行下游河道流速分布



d. 生态电站两台机组配合放水孔运行

图 6.5-6　　生态机组和生态放水设施联合运行下游河道流速分布

生态机组和生态放水设施联合运行时，电站下游右侧水域仍形成一个顺时针回流，回流流速最大为 1.34m/s。生态放水设施挑射水流落入电站下游的左岸河道，落点顺水流向距放水孔出口约 40～60m，垂直水流向距离左岸 2761m 平台约 3～4m，入水点附近及其下游溅起较大水花。洄游鱼类在 0+130m 以下河道可以正常上溯，到达生态放水孔挑射水流落水点附近时，有较大机率顺落水点右侧边缘穿过回流区上溯至鱼道进口。

（2）出口选址

鱼道出口设置在库区，但出口应避免受电站引水口，溢洪道进口，泄水孔进口等泄水建筑物运行影响，若处在流速较大的水域，鱼类可能被水流被动吸入坝下。

为合理选择鱼道出口位置，利用水工整体模型对生态电站单机发电～满发以及 110m^3/s 等不同工况库区流场进行了初步研究，见图 6.5-7。



图 6.5-7　　枢纽坝上整体模型试验

根据枢纽布置及河道特点，在库区及下游布置流速测点：

在库区，布置 9 个断面，分别距坝轴线以上 50m、80m、110m、140m、

170m、200m、230m、260m、290m，因进口选择在右岸，因此出口只可能布置在右岸，因此每断面在河岸右侧布置5个测点，距水边5m起各点水平间距5m。各测点分别测取2800m以上水深的垂向0.2h、0.6h、0.8h处流速。

1）流态

在试验工况条件下，库区河道内水流平稳，无明显回流区域；因在坝前230m-120m为一顺时针向转弯，其转角约45°，曲率半径约100m，故而在坝前200m以内范围右侧水流较缓；在电站进水口区域形成较小范围回流（无引流）。

2）流速分布

在试验工况条件下各测点流速测试情况见图6.4-8、图6.4-9。

生态电站单机发电～满发工况下，库内水流流速较缓慢，右侧区域最大流速仅0.11m/s，岸边流速更小。

枢纽总下泄流量110m^3/s，库水位2811.50m，生态电站运行，泄洪底孔过流，库内水流流速略有增大，测得右侧区域最大流速仅0.24m/s，位于坝前230m河中测，弯段下端流速略减，最大为0.18m/s，其它区域最流速约0.2m/s。岸边侧流速较小，弯段下端小区域基本为静水。

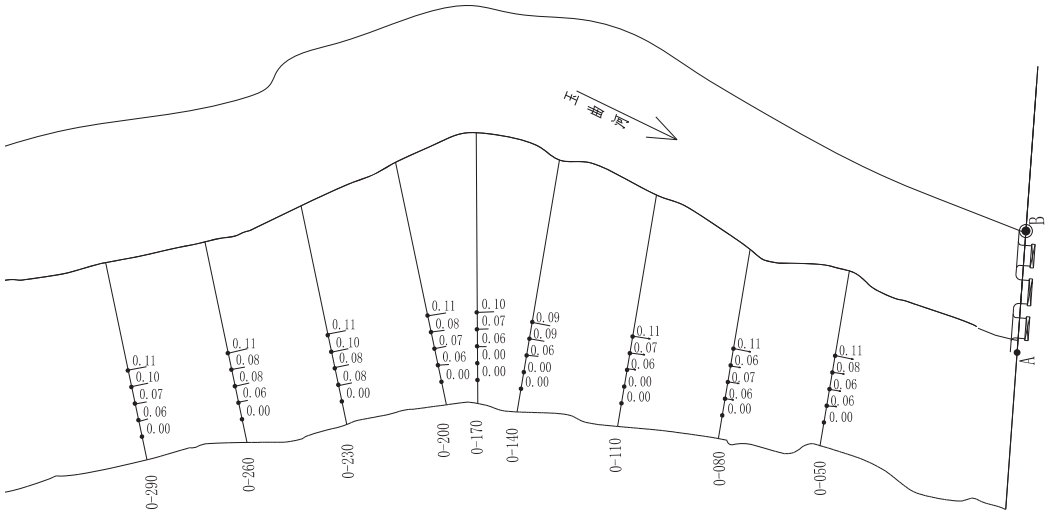


图6.5-8　　库区流速分布（生态电站与旁通管运行，Q=33m^3/s，$H_{库}$=2815.00m）

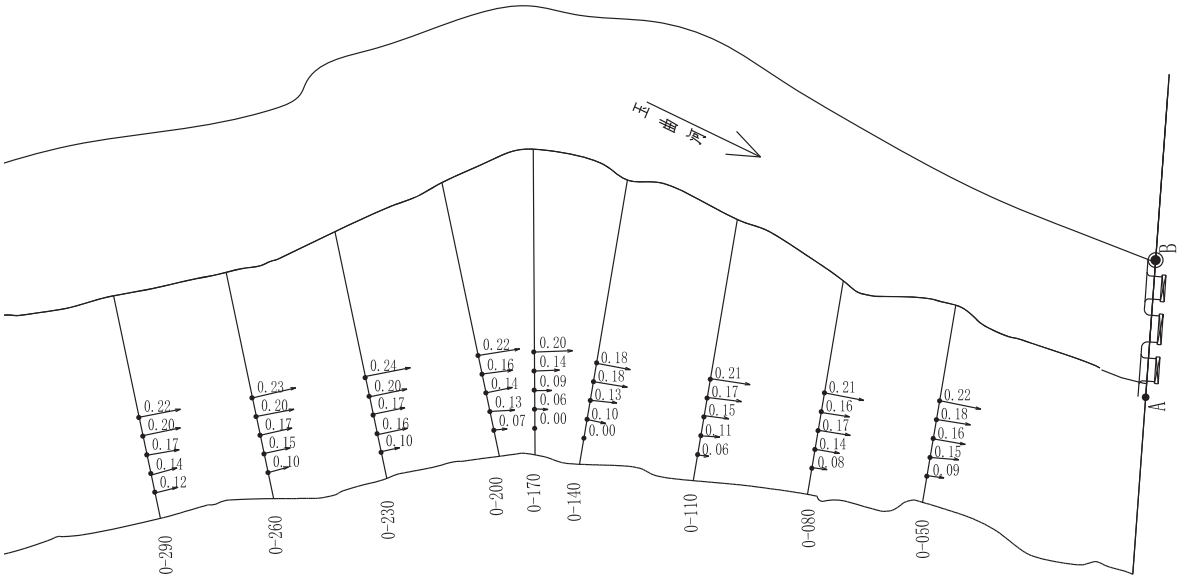


图 6.5-9　　库区流速分布（生态电站运行，Q=110m^3/s，H$_{库}$=2811.50m）

根据试验结果，当枢纽较小流量运行时，库区水流平顺，无大范围回流区，右侧鱼道布置区域流速普遍小于 0.2m/s，不存在鱼类被水流吸入的风险，鱼道出口在坝上 50m 以上均可布置。

（3）整体布置

根据大坝总体布置，鱼道布置在大坝坝下右岸，进口紧邻生态机组厂房尾水口，进口底板高程 2759.00m。在进口处转折后，沿地形向下游延伸，并在距坝下约 1.25km 处（高程 2782.00m）向上游折返，沿地形向上游延伸。在高程为 2807.50m 处鱼道穿过大坝，并从厂房进水洞上方穿过，沿地形延伸至上游库区，坝上段总长度约 330m，为满足不同上游水位的过鱼需要，共设 3 个出鱼口，底板高程分别为 2809.50m、2811.25m 和 2813.00m。鱼道全长约 2.97km。鱼道方案平面布置图见 6.5-10。

（4）池室结构

1）池式结构类型



图 6.5-10　　鱼道方案平面布置图（详见附图）

鱼道由一级一级的水池组成，通过水池内的隔板起到消能减缓流速的目的。根据隔板形式的不同，鱼道又有不同的结构类型。目前常见的几种鱼道结构样式有丹尼尔式、溢流堰式和竖缝式 3 种。

丹尼尔鱼道、溢流堰式鱼道和垂直竖缝式鱼道都有各自的优缺点，分别适应不同的鱼类、工程以及水文特征。三种鱼道的优缺点比较见表 6.5-13。

表 6.5-13　　各种鱼道形式优缺点比较

鱼道型式	优点	缺点	适用范围
丹尼尔式	消能效果好，鱼道体积较小 鱼类可在任何水深中通过且途径不弯曲 表层流速大，有利于鱼道进口诱鱼	鱼道内水流紊动剧烈，气体饱和度高 鱼道尺寸小，过鱼量少	规模较小的溪流； 水头差较小的工程； 游泳能力较强的鱼类
溢流堰式	消能效果好 鱼道内紊流不明显	不适应上下游水位变幅较大的地方 易淤积	翻越障碍能力较强的鱼类（如鳟鱼、鲑鱼）
垂直竖缝式	消能效果较好 表层、底层鱼类都可适应 适应水位变幅较大 不易淤积	鱼道下泄流量较小时，诱鱼能力不强(需要补水系统)	过鱼种类较多，包含底层和表层鱼类； 上下游水位变化较大的工程。

本工程的主要过鱼目的是尽可能保证鱼类洄游通道的畅通，这样就要求能够兼顾更多鱼类，包括表层鱼类和底层鱼类。而垂直竖缝式鱼道过鱼竖缝上下贯通，表层鱼类和底层鱼类均可以发现和通过，因此更利于上下游各种鱼类的交流。同时下游水位变幅较大，只有垂直竖缝式鱼道能够适应这样的水位的变化。

所以，综合考虑工程特性和鱼类的生态习性，鱼道形式建议采用**垂直竖缝式**。

2）规模尺寸

池室长度、宽度与水流的消能效果和鱼类的休息条件关系密切，同时也直接影响鱼道的全长。较长的池室，水流条件较好，休息水域较大，对于过鱼有利。同时，过鱼对象个体越大，池室长度也应越大。本工程主要过鱼对象主要为裂腹鱼类，一般尺寸＜80cm，很少有超过此规格的鱼类，因此综合考虑本鱼道的过鱼规模、过鱼对象、池室流态及鱼道总体长度，本鱼道池室长度取 3.0m。

鱼道宽度主要由竖缝宽度以及过鱼量、过鱼种类、个体大小决定，过鱼量越大，过鱼个体越大，鱼道宽度要求越大。国外鱼道宽度多为 2.0m～5.0m，国内鱼道宽度多为 2.0m～4.0m。考虑池室内的水力学特性，池室宽度与池室长度比例关系，综合考虑，本鱼道宽度取 2.5m。

3）竖缝设计

鱼道的竖缝宽度直接关系到鱼道的消能效果和鱼类的可通过性，竖缝宽度越宽，越适合大型鱼类的通过，但同时，鱼道的消能效果也随之降低，鱼道内缓流区所占面积也相应减少。

鱼道竖缝一般在 20-60cm，竖缝的设计不但需要考虑幼鱼及成鱼的通过需求，还必须考虑大规格鱼类的上溯需求。综合考虑当地过鱼对象的体型

以及鱼道的尺寸，同时兼顾鱼道消能要求，竖缝式鱼道竖缝宽度取 30cm。

初步设计的鱼道结构尺寸见图 6.5-11。

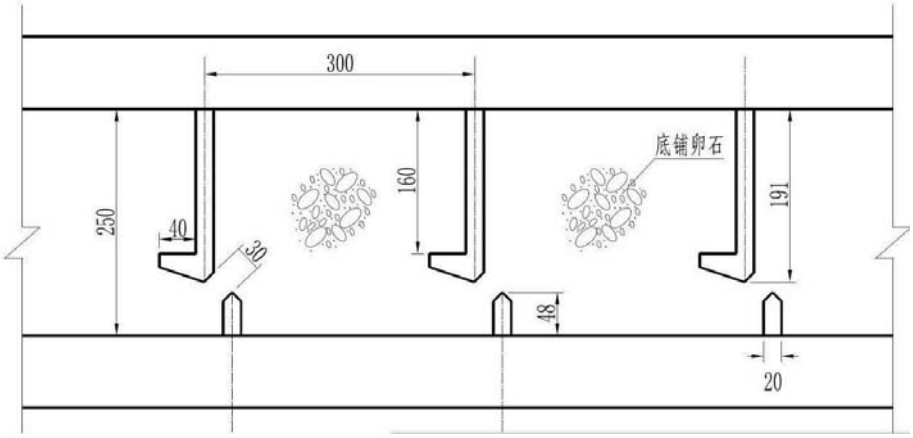


图 6.5-11　　鱼道池室结构图（单位 cm）

4）池间落差及底坡

竖缝的流速 V，是由鱼道底坡及竖缝上下游水头差 Δh 来决定，综合考虑，本阶段池间落差 Δh 取 0.06m，鱼道底坡 i=Δh/L=0.06/3.0= 1/50。

鱼道有效池室数量 N=ΔH/Δh =54/0.06-1=899。

5）休息池

为避免鱼类连续上溯后引起疲劳，鱼类上溯途中应设置一定的休息场所。竖缝式鱼道池室中由于存在相应的缓流区域，部分鱼类可以在池室中得到短暂休息，但规格较大的种类及游泳能力较弱的种类仍然需要流速更低，紊动强度更低的场所休息以恢复体力。

因此，本鱼道中原则上高程每提升 1m 设一个休息室，休息池无底坡，长度为 5m。另外，在鱼道的转角设置休息池，休息水池必须足够长，防止上游游程水流撞击对面墙壁的力量过大（尤其是方向 180° 转弯的地方），或防止游程水流干扰下一个下游游程的水流（例如，抑制形成螺旋水流）。

（5）辅助设施设计

鱼道在坝上靠近坝轴线位置设观测室一座，用以统计成功上溯的鱼类种类和数量，评估鱼道的过鱼效果，以便将来改进鱼道的结构，改善过鱼效果，同时兼具宣传和演示功能。观测室内布置有观察窗、过鱼计数器等设备。观测窗布置在观测室靠鱼道侧，窗口与鱼道侧槽壁齐平，底部与鱼道过鱼池底高程相同，顶部高程与鱼道水面齐平。在观测室内设置水下视频或红外扫描等设备配合视频分析软件对鱼类进行计数和统计。

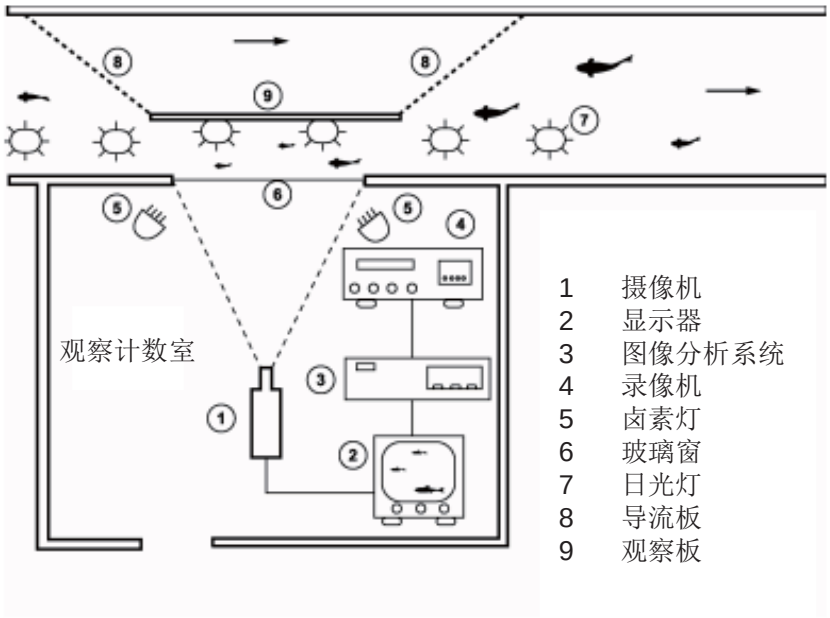


图 6.5-12　　观察计数系统结构示意图

6.5.2.6　升鱼机方案设计

（1）工作原理与系统组成

1）系统组成

扎拉水电站升鱼机系统由集鱼系统、补水系统、提升运输系统、放流系统四大部分组成和监控设施组成。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提升至坝顶；放流系统的作用是将集鱼箱中鱼类放流至库区；监控设施的作用主要是对所有集鱼、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，系统组成示意见图 6.5-13。

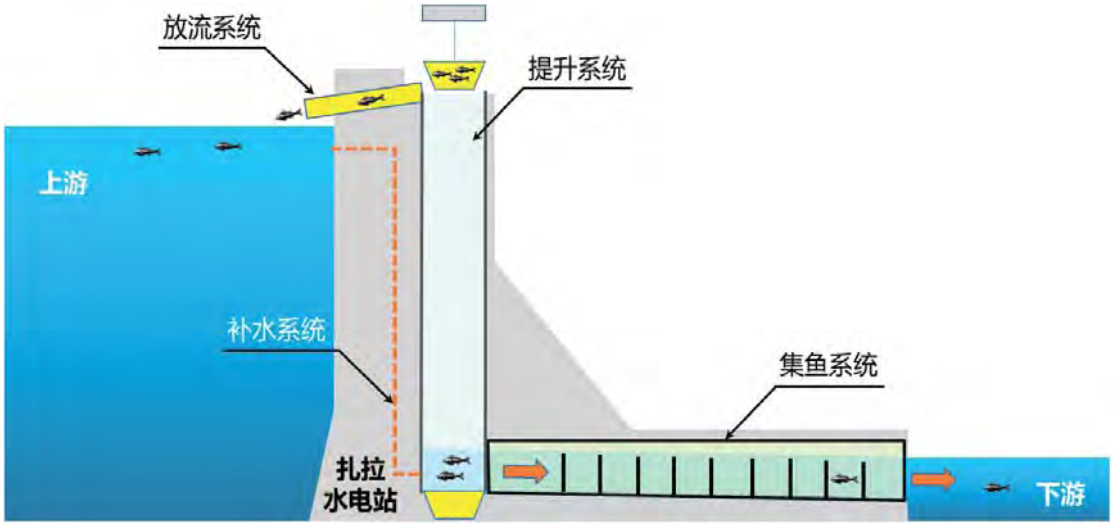


图 6.5-13　　扎拉升鱼机系统组成示意图

2）过鱼流程

升鱼机过鱼流程分为：①诱鱼→②集鱼→③提升→④放流。

①诱鱼

本工程诱鱼方式为水流诱鱼，利用补水系统从坝上引水，具体流程为开启补水系统，根据坝下水位调节补水流量，为进鱼口提供强化水流，鱼类在诱鱼水流的作用下进入进鱼口，沿下游鱼道段继续上溯至集鱼通道。

②集鱼

当鱼类被升鱼机水流吸引通过鱼道段进入集鱼通道后，通过一定的驱鱼设施将鱼类驱赶进入集鱼箱。

③提升

鱼类进入集鱼箱后，采用提升运输系统将集鱼箱提升并运输过坝。

④放流

集鱼箱运输过坝后，将集鱼箱下沉至于水面衔接，打开集鱼箱闸门将鱼类放流至上游，完成整个过鱼流程。

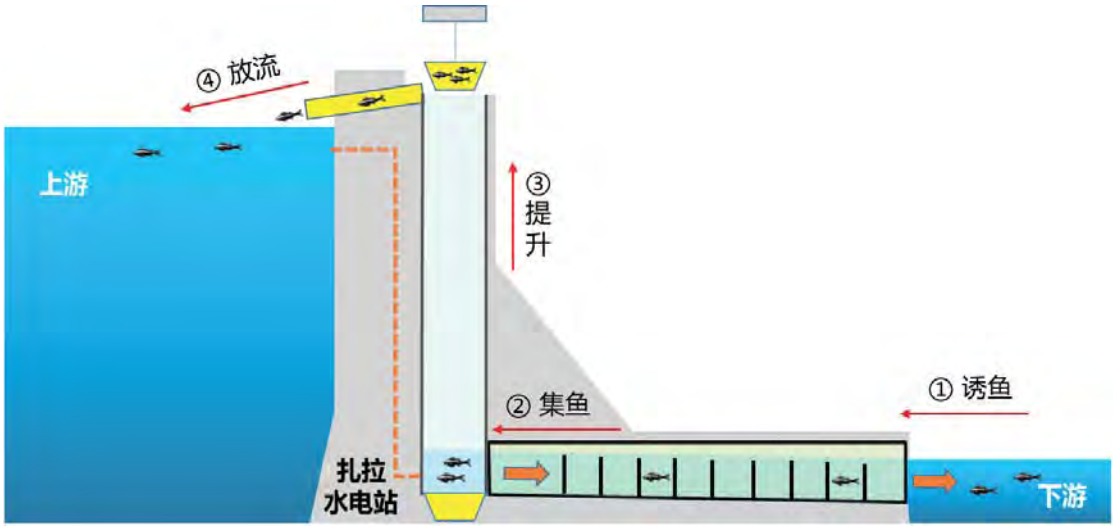


图 6.5-14　　扎拉升鱼机过鱼流程示意图

（2）布置方案

1）进口选址

根据模型试验结果，为保证鱼类的诱鱼条件，升鱼机进口和鱼道进口一样，布置在生态机组尾水旁对集鱼最为有利。

2）出口选址

因进口布置在右岸，若升鱼机出口布置在坝上右岸，距离电站进水口及泄水孔均较近，在发电及泄水工况下可能受到影响，根据模型试验结果，出口向左岸偏移 50m 后，流速满足鱼类需求，不会造成鱼类被吸入风险。

3）整体布置

根据进口的选址，扎拉水电站升鱼机布置在坝址右岸生态机组旁，其中进鱼口布置在生态电站厂房右侧，与尾水渠衔接，升鱼机布置在生态机组坝段右侧非溢流坝段下游侧，升鱼机与进鱼口之间通过鱼道段连接，提升运输系统采用垂直提升形式，鱼类提升至坝顶后，通过放流滑槽穿过坝体，到达上游。补水系统采用管道从生态放水管主管引水，接入集鱼系统

补水调节池。升鱼机整体布置见图 6.5-15。

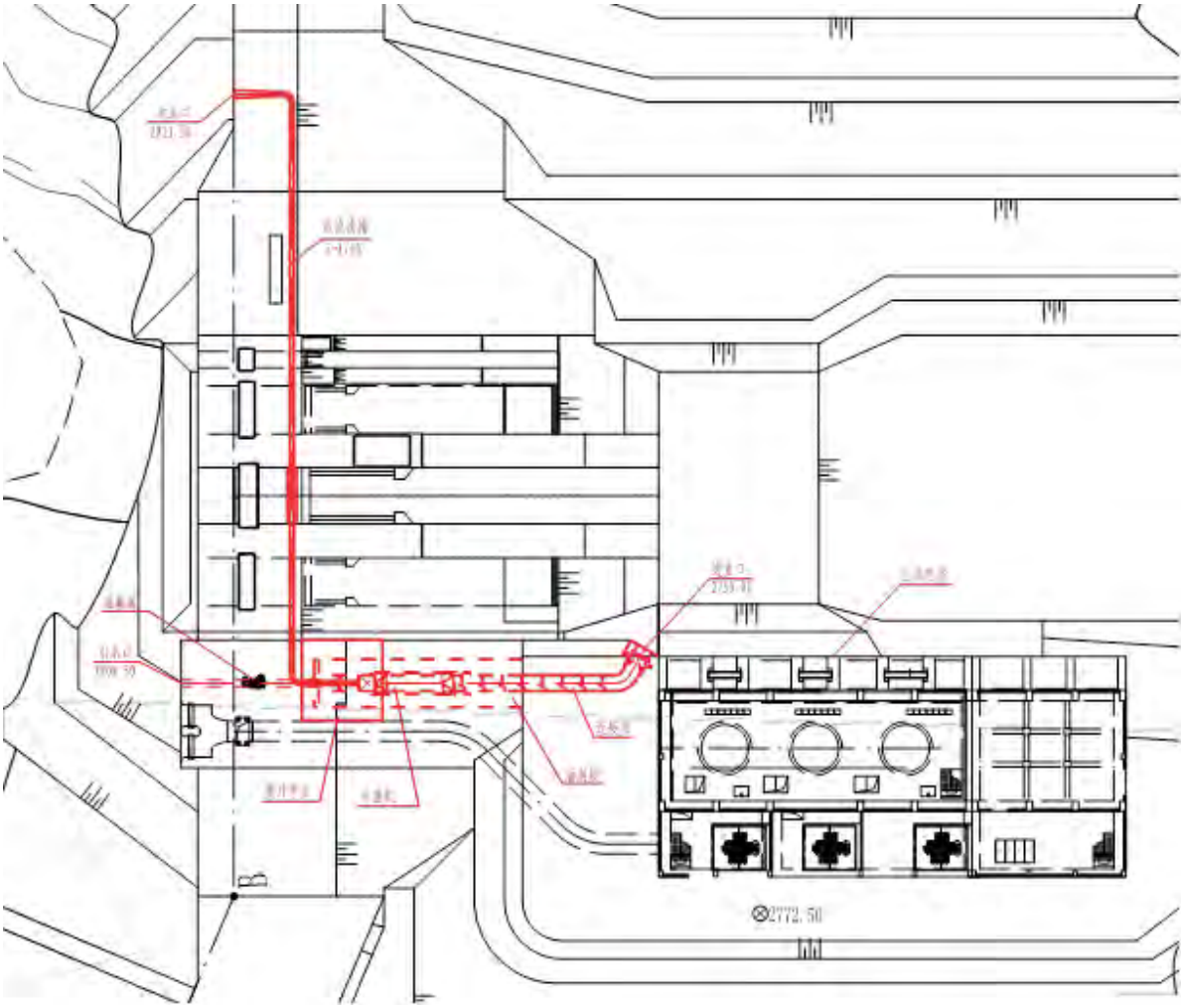


图 6.5-15　　扎拉水电站升鱼机系统平面布置图（详见附图）

（3）集鱼系统

集鱼系统主要由进鱼口、鱼道段、集鱼通道及集鱼池四大部分组成，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、集鱼池中设有集鱼箱。集鱼系统布置见图 6.5-16。

1）进鱼口

① 进口诱鱼流速

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。

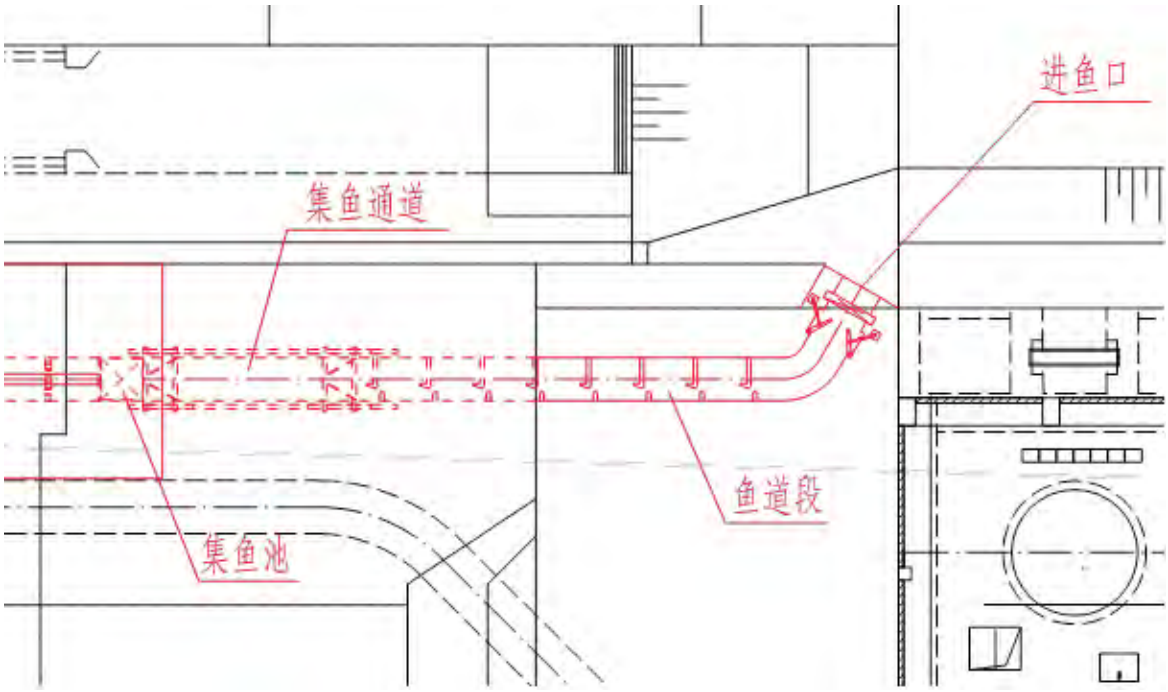


图 6.5-16　　集鱼系统平面布置图

本工程目标过鱼种类主要为裂腹鱼类，根据前文调研所得数据来看，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 0.06-0.1m/s、持续泳速 0.5-0.7m/s、突进泳速 1.1-1.5m/s。根据调研结果，本阶段进口流速暂按 0.8-1.1m/s 考虑。

②进鱼口结构

为不影响底层鱼类及表层鱼类的通过，进鱼口采用矩形结构，这种结构还可以最大限度适应下游水位变化。进鱼口底板高程 2759.40m，最小运行水深 1.50m。在进口处设置 1 套对开式旋转闸门，在不同下游水位情况下通过调节竖缝宽度控制诱鱼水流流速。闸门采用橡塑止水，用集成式液压

启闭机操作，启闭机采用远程集中控制方式。另外，进鱼口外设置检修门一套，采用叠梁门结构，满足集鱼系统的检修和维护要求。

2）鱼道段

①结构型式

鱼道段结构型式与鱼道方案相同，采用垂直竖缝型式。

②规模尺寸

综合考虑，鱼道段宽度取 2.0m。鱼道段全长 25m，纵坡 1:50。池室结构见图 6.5-17。

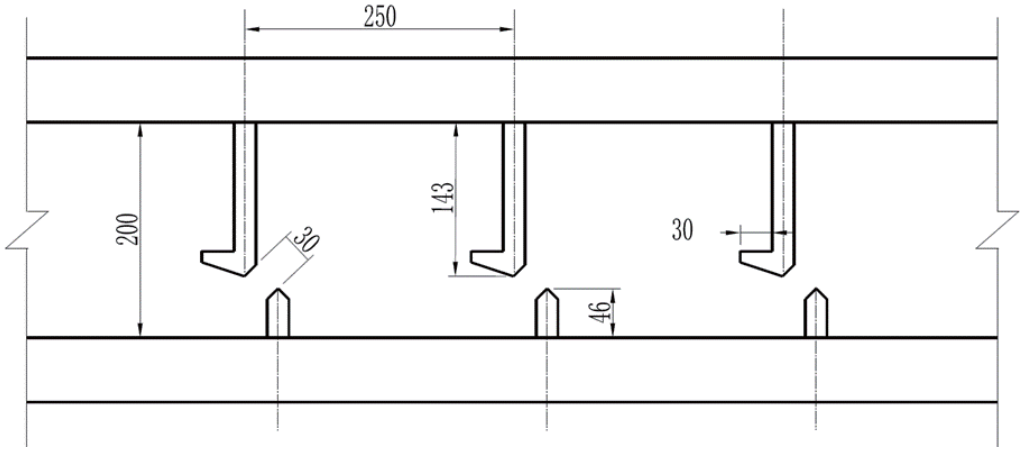


图 6.5-17　　鱼道段池室结构

3）集鱼通道

集鱼通道的主要功能为将进入进鱼口的鱼类暂时保存在通道内，因此通道不可过小，以免引起鱼类的胁迫而使得其逃逸。

集鱼通道采用敞开式通道，通道中不设置挡板。通道宽度为 2 m，通道长 10 m。池室采用钢筋混凝土结构，边墙混凝土厚 1.0m，通道内内设驱鱼格栅，驱鱼格栅采用钢结构，局部格栅采用不锈钢结构，为保证鱼类不会发生逃逸，格栅孔径＜3cm，驱鱼格栅由两扇格栅门形成反喇叭口型式，中间竖缝宽度约 20-30cm，进入进鱼口的鱼类受集鱼通道内流速的吸引，沿喇叭口中间的窄缝进入集鱼通道，反方向由于开口较小，且没有导向结构，

鱼类不易发生逃逸，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。集鱼通道实例见图 6.5-18。



图 6.5-18　　集鱼通道实例图

4）驱鱼格栅

集鱼通道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。等待集鱼池内的集鱼箱将鱼提升后。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。

5）集鱼箱

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。

②沉底式

沉底式集鱼箱通过将提升箱安放在集鱼池下面，集鱼时将集鱼箱提升，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。

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集鱼箱，已经收集的鱼类需要长时间滞留在集鱼箱中，期间集鱼箱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 0.5×0.5m 的放鱼孔，放鱼孔设有闸门，详见图 6.5-19。

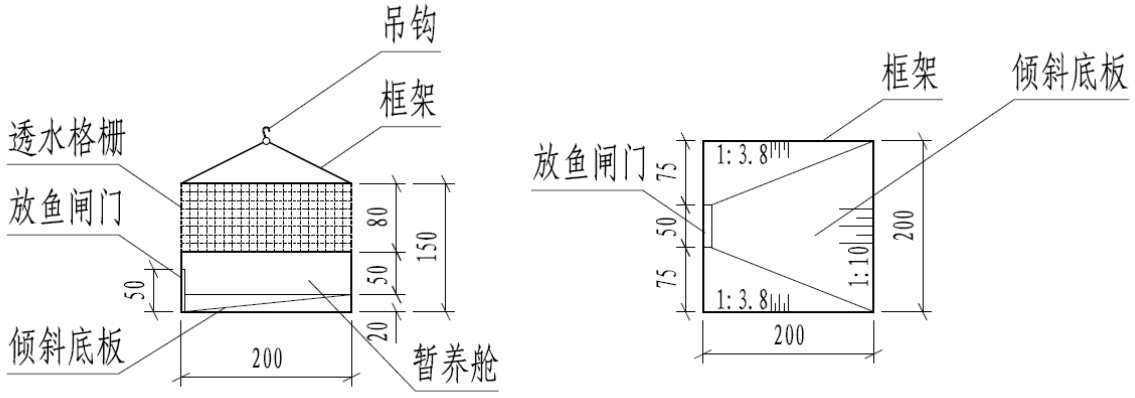


图 6.5-19　　集鱼箱设计（左：立视图，右：俯视图）

（4）提升系统

升鱼机的提升系统主要分为垂直提升、轨道提升、索道提升三种类型。

①垂直提升型

一般用在坝高较低的工程中。提升系统一般相对独立，在集鱼池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。

②轨道提升型

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。

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，一般应用于高坝工程中。

三种提升方式中垂直提升方式最为简单，中间环节少，扎拉水电站为混凝土重力坝，可以在非溢流坝段开垂直廊道，通过提升设备将集鱼箱提升至坝顶，具备垂直提升的条件，因此本阶段推荐采用垂直提升方式。

提升系统由启闭机房，卷扬机，垂直提升廊道，轨道，钢缆等组成。最大提升荷载 5t，最大垂直提升距离 61.0m。

（5）放流系统

1）放流地点

由于升鱼机提升点位于电站引水口及生态电站进水口附近，如果直接将鱼类穿过大坝放流，放流鱼类可能被电站引水被动带入发电引水口，因此，将放流地点向左岸延伸 80m，此处水流平缓，不受发电引水影响。

2）放流方式

当集鱼箱提升至 2819m 高程后，开启集鱼箱的阀门，鱼类通过放鱼

孔泄放至提升平台的放流滑槽内，放流滑槽是宽 0.5m，高 0.5m 的 U 型渠道，放流滑槽具有 1:40 的坡度，沿坝体坝轴线方向自右向左铺设，铺设底部高程 2819.00-2816.50m。穿越泄流表孔时通过渡槽在泄洪表孔上方穿过。

运鱼箱中的水和鱼一起从排鱼孔和放流滑道排出，在重力的作用下，和水一起沿滑槽流入库区。为使表明光滑，放流时不损伤鱼体，渠道采用 PE 材质，同时在放流时在滑槽内通过补水管补充一定水量，保持渠道及管道湿润光滑。



图 6.5-20　　放流滑道

（6）补水系统

本工程升鱼机集鱼系统诱鱼水流采用坝上引水，取水点位于生态旁通管主管。输水采用 DN800 钢管，在坝体内铺设，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。

补水系统位于集鱼池后方，输水管接入消力调节池，经过疏密 2 层花墙的镇流和消能，最终通过补水格栅进入集鱼池和集鱼通道，最终在进鱼

口形成诱鱼流速。根据鱼类克流能力，进鱼口流速控制在 0.8-1.1m/s，以达到最佳的诱鱼效果。同时，为避免集鱼通道中的鱼产生疲劳，集鱼通道流速控制在 0.1-0.5m/s。根据计算，不同水位运行工况下，升鱼机补水流量为 1.2-2.4 m^3/s。

（7）监控设施

集控室位于提升平台上，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。另外，为对集鱼和运输过程进行监测，在升鱼机各环节包括进鱼口、驱鱼格栅、集鱼通道、集鱼池、集鱼箱、装载站、索道节点、卸载站等重要部位均设置视频监控设施，监控终端位于集控室。

监控室旁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。

6.5.2.7 过鱼方案比选

根据对鱼道方案和升鱼机方案的设计，两种方案均具备可行性，由于进口布置在坝下相同位置，在进口诱鱼能力方案不存在差异，差异主要是鱼道方案中鱼类需要自行上溯，虽然可能耗时较长，但运行相对稳定，过鱼量较大。

升鱼机方案中，鱼类通过集鱼通道、集鱼箱和索道系统提升过坝，鱼类过坝较为省力，但升鱼机运行不连续，过鱼量较小，同时升鱼机机械结构复杂，运行过程中出现故障的几率相对较高。以下采用列表赋分的方法综合考虑鱼道和仿自然通道的诱鱼能力、过鱼能力、鱼类适应程度、建造成本和运行维护等因素，比选得出适合本工程采用的过鱼设施类型，见表 6.5-14。

表 6.5-14　　过鱼设施方案比选赋分依据

考虑因素	指标	赋分依据		
		3	2	1
诱鱼能力	入口位置	多处，易于发现	靠近电站尾水或下泄水	不易发现
	吸引水流	水流量大	水流量中	水流量小
	水位变化适应能力	强	中	弱
过鱼能力	过鱼种类	各种大小、多种鱼类	多数目标鱼类	少数目标鱼类
	过鱼数量	较大	较小	很小
	过鱼时间	连续	不连续，周期短	不连续，周期长
鱼类适应能力	自然程度	相似	仿自然	人工
	流速控制	消能效果好	消能效果中	消能效果差
	流态控制	流态、方向单一	流态、方向较复杂	流态紊乱、方向复杂
	上下游水质差异程度	一致	连续变化	变化突然，差异大
工程量	场地占用	小	中	大
	建造费用	低	中	高
运行维护	运行费用	低	中	高
	结构稳定性	结构稳定	较稳定	不稳定
	后期改造	易改造	较易改造	难改造
	设备维护	不易出现故障，易维护	需要周期性维护	易出现故障，维护经费高

注：根据各因素的重要程度分配的权重系数：

权重系数=5　　权重系数=3　　权重系数=2　　权重系数=1

比选结果按照各指标赋分依据所得的赋分×指标的权重系数所得分数的总和来比较，见表 6.5-15。

根据以上对鱼道和升鱼机方案优缺点的分析及多种因素的比较，从过鱼效果方面及稳定性方面，鱼道方案具有一定优势，缺点是场地占用大；升鱼机方案占地小，但过鱼量较小，运行稳定性较差。

在建设和运行投资方面，鱼道方案建设投资约 1.70 亿元，年运行费用约 150 万/年；升鱼机方案建设投资约 3500 万元，运行费用约 500 万/年。

表 6.5-15　　方案赋分比选结果

考虑因素	指标	方案 1 鱼道方案	方案 2 升鱼机方案
诱鱼能力	入口位置	15	15
	吸引水流	15	10
	水位变化适应能力	10	10
过鱼能力	过鱼种类	9	6
	过鱼数量	9	6
	过鱼时间	9	6
鱼类适应能力	自然程度	4	2
	流速控制	2	6
	流态控制	4	4
	水质差异	6	2
工程量	场地占用	2	6
	建造费用	2	6
运行维护	运行费用	3	1
	结构稳定性	3	1
	后期改造	2	3
	设备维护	3	1
合计		98	85

综上所述，在诱鱼能力、过鱼能力、鱼类适应能力、运行维护等方面，鱼道方案明显优于升鱼机方案，虽然鱼道投资明显高于升鱼机，从生态环保优先和有利于保护鱼类资源考虑，本工程过鱼设施推荐采用鱼道方案。

6.5.2.8　鱼道过鱼效果类比分析

西藏地区和本工程在工程特点、地理位置及鱼类组成上最为相似的是雅鲁藏布江藏木水电站鱼道。藏木鱼道的设计和运行效果对于扎拉鱼道的设计具有很强的参考价值，以下对两工程鱼道进行对比分析。

（1）主要设计参数对比

藏木水电站鱼道是西藏地区首座鱼道，也是我国目前已建水头最高的鱼道，2015 年投入运行。其主要设计参数及与本工程鱼道的对比见下表。

表 6.5-16　　扎拉鱼道与藏木鱼道主要设计参数对比表

项目		藏木鱼道	扎拉鱼道
设计水头（m）		67.0	53.98
所在河流		雅鲁藏布江	玉曲河
过鱼设施型式		鱼道	鱼道
过鱼对象	主要	异齿裂腹鱼、巨须裂腹鱼、拉萨裂腹鱼	怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、裸腹叶须鱼、温泉裸裂尻鱼
	兼顾	双须叶须鱼、拉萨裸裂尻鱼、尖裸鲤、黑斑原鮡、黄斑褶鮡	高原鳅类、鮡科鱼类
过鱼季节		主要：3-6 月 兼顾：7 月、10 月	4-7 月
设计流速（m/s）		1.1	1.1-1.4
鱼道坡度		1/50	1/50
隔板形式		垂直竖缝式	垂直竖缝式
鱼道宽度		2.4	2.5
池室长度		3.0	3.0
竖缝宽度		0.3	0.3

由上表可见，扎拉鱼道与藏木鱼道在设计条件上十分相似，水头均超过 50m，为国内目前设计水头最大的两座鱼道；主要过鱼对象均为裂腹鱼亚科鱼类，兼顾鮡科等其它鱼类；过鱼季节也基本相近。采取的过鱼设施形式均为垂直竖缝式鱼道，鱼道的池室结构和尺寸规模也基本近似。布置方面，本工程和藏木鱼道进口均布置在电站尾水渠附近。

综上所述，扎拉鱼道与藏木鱼道在地理位置、工程特点、过鱼目标及设计参数方面具有较大的相似性，藏木鱼道的运行情况能够为扎拉鱼道设计提供一定的借鉴和参考作用。

（2）藏木鱼道过鱼效果

藏木鱼道 2015 年投运，目前处在试运行阶段，水电水利规划设计总院正承担藏木鱼道的运行、管理和监测工作。藏木鱼道监测仍在进行中，尚未形成最终的试运行监测报告，根据目前的运行监测情况，初步监测结果如下。

2017 年 3 月 1 日至 10 月 31 日，鱼道按照设计要求正常运行。鱼道下游观察室进行连续视频观测。观测期间，共观测到鱼类个体影像 23424 尾次，其中上行通过观察窗口的个体 18094 尾次，下行通过观测窗口的个体 5330 尾次，累积上行通过观察窗口的个体 12764 尾次。主要过鱼时段集中在 5 月与 6 月，7 月 1 日后过鱼数量明显下降。其种类组成主要为异齿裂腹鱼，巨须裂腹鱼和拉萨裂腹鱼。与坝下尾水渠渔获物调查获得的种类一致。此外，鱼道进口段观察窗口还观察到较多栖息在石缝中的黑斑原鮡。

PIT 标志放流结果显示，鱼道内放流的个体中有 62.64%通过最上游线圈，判定为上行入库，其中拉萨裂腹鱼 28 尾，异齿裂腹鱼 23 尾，巨须裂腹鱼 4 尾； 28.57%的标记个体通过最下游线圈，判定为下行出鱼道，其中拉萨裂腹鱼 11 尾，异齿裂腹鱼 14 尾，巨须裂腹鱼 1 尾； 8.79%的标记个体未能监测到离开 Zam01 至 Zam12 区间，判定为滞留在鱼道或标志脱落。鱼道外放流的 PIT 标志个体，仅有 3 尾进入鱼道并溯流游出鱼道，据放流最短时间约 39 天，其中还包括 1 尾 2016 年标志放流的个体。

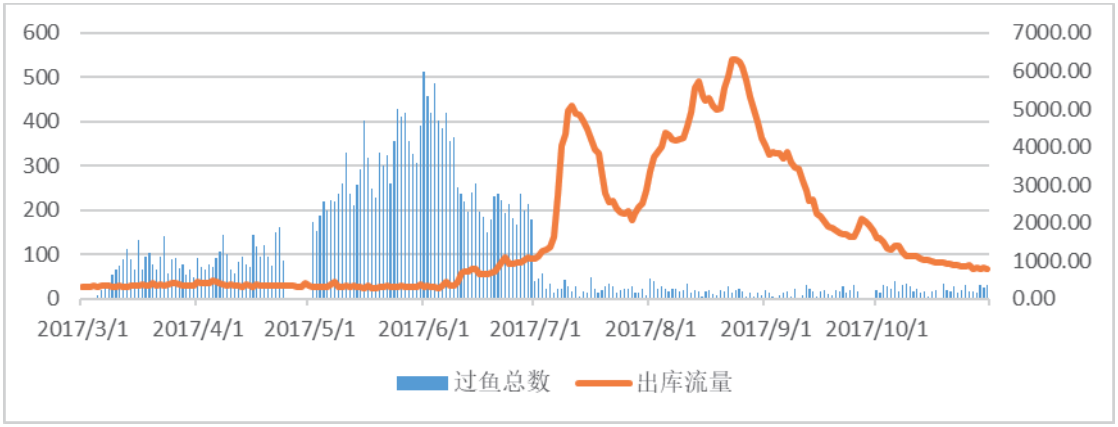


图 6.5-21　　逐日通过观察窗口鱼类数量分布

（3）本工程鱼道效果预测分析

藏木鱼道为我国目前设计水头最高的鱼道，设计流速 1.1m/s,实际监测过程中发现，在特殊水情及部分池室，流速已超过 1.5m/s，大部分鱼类仍可以上溯通过。

扎拉鱼道主要过鱼对象与藏木鱼道均为裂腹鱼亚科鱼类，其生态习性及克流能力较为相似，扎拉鱼道总水头小于藏木鱼道，因此，本鱼道在设计流速方面进行了优化，调整至 1.1-1.4m/s。总体上，目前扎拉鱼道的设计流速基本符合主要过鱼种类的克流能力，满足鱼类的上溯需求，在下阶段详细设计时，将根据主要过鱼种类的生态习性和克流能力进行进一步复核和优化。

在鱼道结构及尺寸方面，扎拉鱼道与藏木鱼道较为相似，在藏木鱼道的实际运行监测中，发现该鱼道型式基本可以满足当地裂腹鱼类的上溯需求，而且，鱼道还发现了鮡科鱼类，说明该鱼道型式基本能够适应和满足高原裂腹鱼类和鮡科鱼道的通过需求。因此，本工程采用的鱼道结构型式及尺寸基本符合主要过鱼种类的过鱼需求。

藏木鱼道进口布置在电站尾水渠内，取得了较好的集鱼效果。扎拉鱼道进口也布置在生态机组旁侧，对于扎拉水电站而言，生态机组是更加稳定的诱鱼水流，理论上对鱼道进口集鱼更为有利，因此，扎拉鱼道目前的布置基本符合鱼类的上溯习性。

通过与类似工程—藏木鱼道的类比分析可见，本工程采用推荐的结构型式、规模尺寸和布置方式，理论上具备较好的过鱼条件。

6.5.2.9 过鱼设施的运行管理

（1）试运行

在鱼道建设完成之后，正式运行之前，需要对其进行试运行，试运行

期一般为 2-3 年，试运行应由专业机构承担，包括以下内容：

1）设备设施调试

在鱼道建成运行后，应对鱼道各项附属设备，包括闸门、观测设备、测量设备等进行调试，确保其能够正常有效工作。

2）水流条件测量

试运行期间应进行过鱼效果监测，监测鱼道进口、汇合池、出口以及不同池室的流速、水深等重要指标。

3）过鱼效果监测

试运行期应对其投入运行后的实际效果进行跟踪监测，监测内容应包括：①过鱼种类；②过鱼数量；③过鱼规格；④鱼类发育情况；昼夜过鱼规律；⑤不同工况进鱼情况；⑥坝下鱼类集群及分布等。

（2）优化完善

1）在水流条件测量和过鱼效果监测中，如果发现不利于过鱼的各种情况，在条件许可下，应立即对其结构等进行修改完善，以创造最佳的过鱼条件。

2）若改造工程较大则应开展相应的专题研究并提出优化设计方案，然后进行施工，优化改造完成后应进行监测，确保达到优化效果。

（3）正式运行

1）鱼道投入正式运行前，应结合试运行情况，编制操作规程，指导鱼道的运行。

2）鱼道正式运行后，应加强维护与保养。维护保养的内容主要有：①定期检查鱼道内部及拦污格栅上有无树枝等废弃物附着，防止鱼道堵塞；②定期检查鱼道有泥沙淤积情况，若有淤积情况应关闭检修闸门，对鱼道进行清淤处理；③定期检查和维护各种机械及电气设备，保证随时可用；

④设置专员，严禁在鱼道内及进出口附近捕鱼。

3）运行管理单位需建立台账并通过影像资料进行记录，保证鱼道的有效运行。

4）鱼道正式运行后，除以上常规监测外，还应对坝上坝下鱼类资源变化趋势进行调查和统计，以利于对鱼道的鱼类保护效果进行客观评价。

6.5.3 增殖放流

（1）增殖放流站任务

增殖放流站的主要工作任务是通过野生亲本的捕捞、运输、驯养、人工繁殖和苗种培育，对放流苗种进行标志（或标记），建立遗传档案，实施放流，减缓流域水利水电开发对水生生态的影响，促进工程建设及流域开发与生态环境保护的协调、持续发展。

（2）增殖放流对象

增殖放流是目前保护鱼类物种、增加鱼类种群数量的重要措施之一，在一定程度上可以缓解水利工程对鱼类资源的不利影响。根据调查结果，玉曲河高原鳅为小型鱼类，适应能力较强，能适应急流、缓流和静水生境，且在较小生境中就能完成生活史，水电站建设对其影响较小，不作为放流对象。温泉裸裂尻鱼能适应静水环境，水库形成后，其种群可能增加。其他种类均为流水性种类，水电开发对其影响较大；且个体较大，具有一定的经济价值；裸腹叶须鱼被列入《中国物种红色名录》，怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、贡山鮡为怒江水系特有种。因此将裸腹叶须鱼、怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、札那纹胸鮡、贡山鮡等 5 种鱼类作为增殖放流对象。

具体放流种类、数量、规格等见表 6.5-17。

表 6.5-17　　扎拉鱼类增殖放流站放流种类与规模

放流种类	放流数量（万尾/年）	放流规格（cm）	放流规划
裸腹叶须鱼	5	4-6	近期
怒江裂腹鱼	8	4-6	近期
贡山裂腹鱼	8	4-6	近期
札那纹胸鮡	2	3-5	远期
贡山鮡	2	3-5	远期
合计	25		

放流的苗种必须是野生亲本人工繁殖的子一代。放流的苗种必须是无伤残和病害、体格健壮。供应商水产苗种生产和管理符合农业部颁发的《水产苗种管理办法》（2005 年 4 月 1 日），并有省级水产管理部门核发的《水产苗种生产许可证》。

（3）放流时间

目前，本报告所列的 5 种放流对象均尚无人工繁殖成功的报道，但裂腹鱼类的人工繁殖已有成功经验，包括四川裂腹鱼、短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼等，可以利用成熟技术，先期开展裸腹叶须鱼、怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼的人工繁殖和增殖放流。由于这三种裂腹鱼在玉曲河及怒江上游均具有一定种群规模，亲本来源有保障。根据以往裂腹鱼类人工繁殖技术研究经验，一般 1-2 年即可成功。增殖放流站建设期 1 年，人工繁殖技术研究及苗种培育 2 年（即两个繁殖批次，即第二年春季和第三年春季各一批），在第三年的秋季 9-10 月份可进行首次放流，即能够实现在截流前后首次放流。

鮡科鱼类的人工繁殖尚存在一定困难，成功的实例不多，可委托相关单位进行前期研究，待攻克人工繁殖技术后，再实施增殖放流。

（4）放流地点

考虑到坝下减水河段水位波动对幼鱼的影响，放流地点以库尾流水河段

和厂房尾水以下河段为主，其中库尾放流量占80%，厂房尾水以下河段占20%。

（5）放流周期

由于裂腹鱼等高原鱼类生长缓慢、性成熟晚，放流周期暂按20年考虑。20年以后，根据鱼类资源的恢复情况，对拟定的放流对象进行相应的调整，并制定长期的放流计划。

（6）站址选择

西藏玉曲河扎拉水电站鱼类增殖放流站拟选址于林芝市察隅县察瓦龙乡珠拉村，位于厂房区珠拉营地。鱼类增殖放流站规划占地1.93 hm^2,地势东北侧高，西南侧略低。

根据《玉曲河干流水电规划环境影响报告书》的审查意见，玉曲河流域建设1个综合性的增殖放流站。考虑到玉曲河干流水电梯级建设时序安排，本次电站建设中拟针对扎拉工程建设的鱼类资源影响先期建设1个增殖站，待下游其它梯级的水生生态影响经过专题论证后再确定扩建的规模。若按照远期整个流域的鱼类增殖放流规模估算，届时还需征地约1.2 hm^2，现状情况下增殖站占地区及其周边均为灌草丛地，具备征地条件；同时，从本增殖站平面布置上看，规划用地1.93 hm^2，实际上建筑面积约0.34 hm^2，容积率为0.25。可见，征地红线内、红线外还有扩容的余地，可以满足下游电站建设鱼类增殖放流的需求。

（5）增殖放流站规划设计

1）工艺流程

鱼类增殖放流站生产工艺流程包括：野生鱼类亲本的收集购置、驯养培育及人工繁殖；对鱼卵进行孵化、培育和放流过渡培育；对放流鱼种标记、放流、放流效果监测与评价；对放流鱼类生产规模和方式调整。工艺流程见图6.5-22。

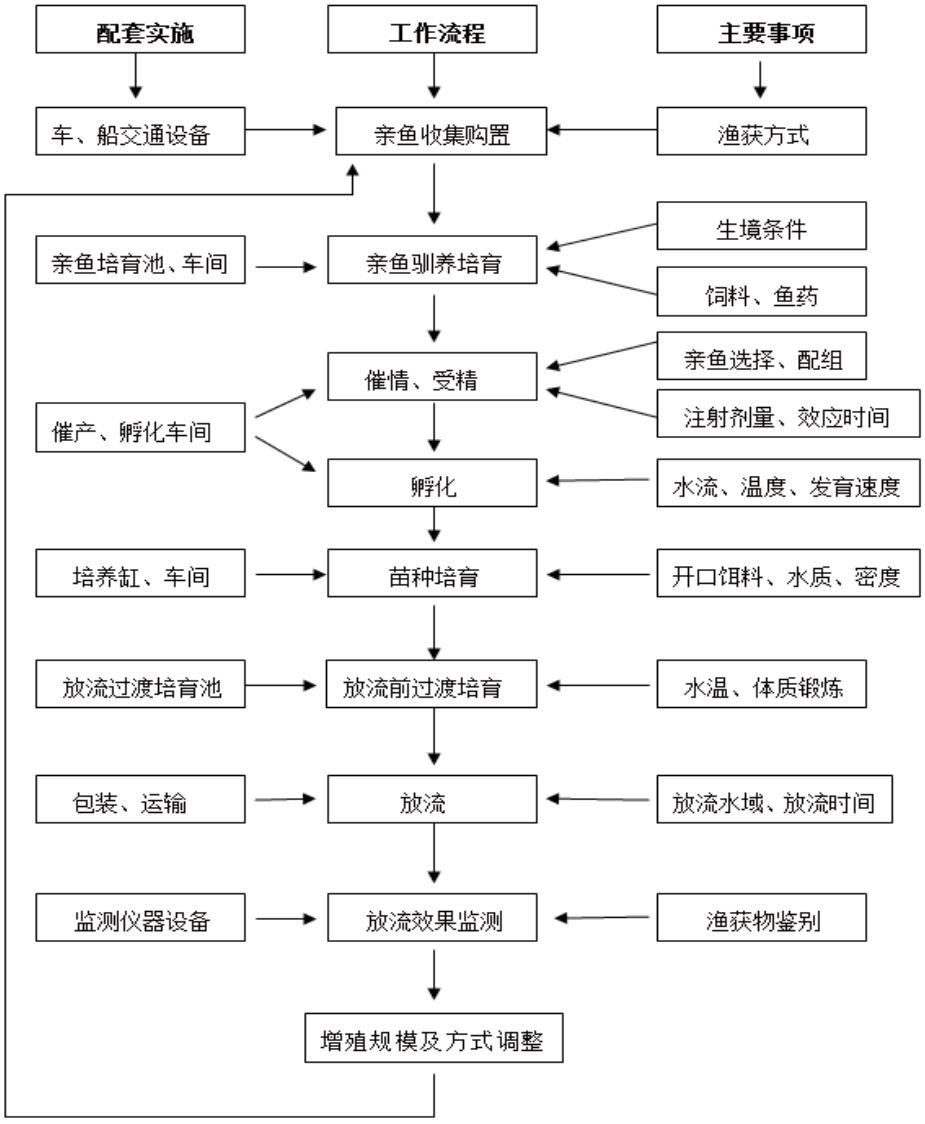


图 6.5-22　　鱼类增殖放流站技术工作流程图

2）放流鱼种质量标准

放流的苗种必须是由玉曲河野生亲本人工繁殖的子一代，放流的苗种必须是无伤残和病害、体格健壮。

放流鱼种的规格越大，适应环境的能力和躲避敌害生物的能力越强，成活率越高。但鱼种规格越大，培育成本越高，所需生产设施也越多。综合考虑，放流鱼种应以鳞被形成为标准，此阶段鱼种的眼、鳍、口和消化道功能已完全形成，从其生活史上划分，已经是幼鱼阶段，并形成了自己固有的生

活方式。同时，鳞被形成后体表皮肤的各种机能已趋于完善，皮肤分泌的粘液能够减小水体对鱼体的阻力，保证鱼体在水中的游动速度，使鱼类更高效的捕食和更好的躲避其它鱼类的捕食；皮肤分泌的粘液在体外形成保护膜，能有效抵御水体中各种细菌的侵入，保持机体的健康；粘液还能使鱼体周围水体中的悬浮物质加快沉淀，保持自身所处水体的稳定。此外，鳞被形成后大部分鱼类表皮细胞的色素已形成，并与其所处水体的背景相适应，使鱼类在水体环境中能够更好的隐藏自己，从而可以更有效地捕食和躲避其它鱼类的捕食。放流规格根据各鱼类的适应能力可以多样化。

3）总体布置

增殖站的建筑物主要包括综合楼和展示厅、蓄水沉淀池、催产孵化和开口苗培育车间、亲鱼培育车间、鱼苗培育车间、防疫隔离池、活饵培育池、锅炉房、综合楼等配套设施。总体布置详见附图。各构筑物规格见表6.5-18。

表 6.5-18　　玉曲河鱼类增殖放流站构筑物规格

鱼池名称	养殖水体规格			个数	面积（m^2）	布置地点
	长（m）	宽（m）	深（m）			
催产池	1.5	1.5	1.3	2		催产孵化车间
玻璃钢孵化槽	2.00	0.80	0.60	4	6.40	催产孵化车间
尤先科孵化槽	3.26	0.85	0.89	2	5.54	催产孵化车间
圆锥形孵化桶	0.43	0.43	1.10	4	2.32	催产孵化车间
圆形开口苗培养缸	0.50	0.50	1.00	30	23.55	催产孵化车间
鱼苗培育缸	1.00	1.00	1.50	60	188.40	鱼苗培育车间
亲鱼培育缸	1.50	1.50	1.50	32	226.08	亲鱼培育车间
活饵培育池	15.00	5.00	1.50	2	150.00	
防疫隔离池	15.00	5.00	1.50	2	150.00	室外
催产孵化车间	30.48	14.48		1	441.35	
鱼苗培育车间 1	36.00	15.00		1	540.00	
鱼苗培育车间 2	36.00	15.00		1	540.00	
亲鱼培育车间	48.00	18.00		1	864.00	
蓄水池	20.00	10.00	3.00	1	200.00	
综合楼	32	12		1	384.00	

经蓄水沉淀池处理过的水通过管道分别进入车间（培养缸）和养殖池，由泵站抽来的水到达蓄水沉淀池后并联分别进入各养殖设施，一般情况直接进入各养殖设施，特殊情况下才使用蓄水池的水。

催产孵化和开口苗培育车间、亲鱼培育车间、苗种培育车间采用循环水养殖，水源由蓄水沉淀池单独供应，日补充系统水量的10%。

Ⅰ.蓄水池

保证增殖放流站的用水，需要在室外建 1 个蓄水沉淀池，分为两格，水经过沉淀后流到养殖车间，以保证进入各养殖设施和循环水处理设备的水始终保持彻底清澈，这是鱼卵孵化和循环水处理系统设备的基本要求，必须满足。蓄水沉淀池容积设计为 600m^3，长 20m、宽 10m、高 3m、蓄水深 2.5m。

为便于水体自由进入各养殖设施，蓄水沉淀池池底高程较最高养殖设施进水口高程高 1m 以上。综合考虑，蓄水沉淀池布设在增殖放流站的最高处。

由于洪水季节河流水体含泥沙较多，需进行彻底沉淀处理而设置 2 个交替使用。蓄水沉淀池的水主要为保证催产孵化和开口苗培育车间、苗种培育车间、亲鱼培育车间。为避免河水中的悬浮物进入输水管，在泵站抽水管口装配铁纱网进行粗滤。室外活饵培育池、防疫隔离池用水由泵站直接供水而不经过蓄水沉淀池以保证蓄水沉淀池中水彻底沉淀供应给循环水处理系统。

进出水管道布设：泵站输水管道到达蓄水沉淀池后一分二，其中一头再一分为二分别与进入 2 个蓄水沉淀池的同管径管道相接并设置控制阀，蓄水沉淀池进水口在蓄水沉淀池顶部；另外一头与进入室外各养殖设施供水管道相接。2 个蓄水沉淀池出水管由三通相连并分别设置控制阀，然后到

达需水处。

II.亲鱼培育车间

亲鱼对水体条件要求较高，常规方式培育放养密度一般为 2250kg/hm^2，亲鱼培育放养密度主要由水体溶氧决定，如果采用循环水培育方式，则可以增加放养密度。圆形亲鱼培育池日循环 10 次，以保证水质和水温的稳定。

建设圆形亲鱼培育缸 32 个，面积为 226m^2。圆形亲鱼池结构：钢筋混泥土池，直径 3 米，池深 1.5m，有效水深 1.3m，单池水面面积 12.56m^2，池底由四周向中心排水口倾斜，便于排水和排污。

主供水管 φ90mm，支供水管 φ63mm，进入培育缸的供水管 φ32mm。主回水管 φ110mm，支回水管 φ90mm。主排水排污管 φ110mm，支排水排污管 φ90mm。各节点均采用相应球阀控制。

亲鱼培育车间 1 个，规格为 48m×18m，亲鱼培育车间和鱼苗车间 2 合用一套循环水处理系统。养殖水体日循环 10 次，冬季水温在零度以上，不结冰为宜。

III.催产孵化及开口苗培育车间

催产孵化及开口苗培育车间 1 栋，长 30.48 m，宽 14.48m，面积 441.35m^2。车间内设催产池 2 个，配备 4 个孵化槽、2 个改进型尤先科孵化器、4 个孵化桶、30 个开口苗培育缸和循环水处理系统。车间内催产池所需用水由蓄水池直接供应；孵化设施和开口苗培养缸用水采用循环水系统供水。水温在零度以上，不结冰为宜。

a. 催产池

亲鱼经激素催情后需要一定的水流刺激，圆形催产池进水沿池壁冲入，池中心排水，池中水体可以沿池壁转动。中心排水口要求水能排出、鱼不能逃逸。

车间内布设 2 个催产池，为直径各 3m 的圆形钢筋混凝土水泥池，池壁高为 1.3m，其中地面 1.3m。进水管用球阀控制，以控制流速，进水口水平切入，进水管中心线高程为 313.75m（高度：离池壁底 0.75m），进水管采用 DN100 的 UPVC 管。催产池池底均匀向中心倾斜，一般中心较四周低 10～15cm。池底中心设圆形排水口 1 个，排水管采用 DN200 的 UPVC 管。排水口上方设置内 R200mm 拦鱼栅凹槽，用于安置拦鱼栅（拦鱼栅外径 R200mm），凹槽深 50mm。排水口在池壁外接控制球阀，球阀控制排水大小。

b. 玻璃钢孵化槽

玻璃钢孵化槽孵化未脱粘的粘性受精卵，共设置 4 个，净尺寸为 2.0m×0.8m×0.6m，有效水深 0.4m，用于粘性卵孵化。

进出水管道布设：进水管设在孵化槽一端，进水用 DN20 的 PVC 管和球阀控制。出水在一端的底部接 DN32 的 PVC 管，球阀控制，球阀前 2cm 设置 1 个三通，上接 1 根 DN32 的 PVC 溢水管，溢水管高控制孵化槽水位，控制水位 0.4m；排水孔前 100mm 两边设置拦鱼苗槽，用于插拦鱼苗栅。

c. 尤先科孵化器

尤先科孵化器孵化沉性受精卵和脱粘后的粘性受精卵。将装有受精卵的孵化筛设置在孵化水槽中，水流从上往下喷淋，孵化水槽水体定时由划水板划动使脱粘的受精卵在孵化过程中不粘结、沉性受精卵不缺氧。增殖站设置尤先科孵化器共设置 2 个，净尺寸为 3.26m×0.85m×0.89m，有效水深 0.6m。主要结构组成为：孵化筛，孵化水槽，轨道式划水板，三角水斗，复位重力砣，进水花洒，支架。

整个设备外接 DN20 的进水管，设备安置地面需有地漏，经地漏接 DN100 的排水管。

d. 孵化桶

孵化桶共设置 4 个，直径 0.86m，高 1.15m，为孵化桶孵化漂流性受精卵，要求孵化桶中的水体产生由下而上均匀的水流，使受精卵在孵化桶中均匀翻滚。出水处要求水能流出，而受精卵和刚孵化的鱼苗不能随着水流流出。孵化桶可用白铁皮、玻璃钢等材料制造，上面纱窗可用铜丝布、筛绢制成，规格为 46－55 目/吋。

进出水：进水管为 φ20mm 的 PVC 管，从底部圆锥形顶端进水，进水量由球阀控制；出水经上部纱窗溢出。

e.开口苗培育缸

室内鱼苗开口培育缸：苗种培育成活率的高低与开口摄食密切相关，只有适时开口摄食了饵料的鱼苗才能成活。鱼苗开口期的合理放养密度、饵料大小和密度、水质条件等直接影响鱼苗能否及时开口摄食。为了提高鱼苗培育的成活率一般采用鱼苗培养缸，培养缸为直径 1.0m 的玻璃钢圆形缸，缸深 1.0m，控制水位 0.7m。根据放流量宜设置 30 个培养缸。

进出水管道布设：进水管设在缸顶，进水管管径为 φ32mm 的 PVC 管，采用球阀控制流速。排水经培育缸中心鱼苗防逃器过滤网至底部排水管，排水管在培育缸外接三通，三通一端接水位控制溢流管，溢出的水经回水管到达循环水处理设备；另一端接球阀后接排污管，排污管回合到主排污管直接接中水处理处。回水管和排污管管径为 φ110mm 的 PVC 管。

Ⅳ.鱼苗培养车间

鱼苗培养车间 2 个，鱼苗培育车间 1 紧靠催产孵化及开口苗培育车间，此两个车间共用 1 套循环水处理系统。鱼苗培育车间 2 与亲鱼培育车间共用一套水处理系统，冬季水温在零度以上，不结冰为宜。鱼苗培养车间 1 规格为 36×15m，布设 φ2000mm 的鱼苗培养缸 32 个。鱼苗培育车间 2 规格为 36×15m，布设 φ2000mm 的鱼苗培养缸 28 个。

Ⅴ. 防疫隔离池

收集或者采购进入增殖放流站的鱼类,先在防疫隔离池培育 10～15 天，采取消毒和隔离培育后再进行分类培育。

防疫隔离池面积 150m^2。规格 15m×5m×1.5m×2 个，水深控制 1.3m。防疫隔离池建在地面上，池子地面以上高度为 1.5m。池底呈微倾斜状，进水口与出水口呈对角线布置，为利于排水和排污，池底向出水口倾斜，出水口设置在隔离池一侧。

进出水管道布置：防疫隔离池进水口设置在池一侧中间，进水管采用 DN40 的 UPVC 管，采用球阀（球阀型号同进水管管径）控制流速，进水管口位于隔离池上部，进水管中心线高程为相对池底高程 1.2m。

Ⅵ. 活饵料培育池

鱼苗开口期需要摄食天然饵料生物，在预计鱼苗开口摄食前进行活饵料培育。培育方式采用豆浆培育法，以保证饵料生物清洁无病菌。

活饵料培育池面积 150m^2。规格 15m×5m×1.5m，2 个，水深控制 1.3m。排水口和楼梯在池的一角，确定排水口后再确定进水口，进水口与排水口成对角线。

（6）运行管理机制

考虑鱼类增殖站实际情况，将增殖放流工作划分为两个部分，分别为技术攻关与生产操作。技术攻关项目可以采用项目招标方式，发包给有相当能力的单位执行。生产操作则由放流站内固定员工完成。

增殖站设主任 1 名，生产副主任 1 名，具体管理增殖站养殖生产工作，下设亲鱼培育组和人工繁殖组，各设组长 1 名。

亲鱼培育组负责亲鱼收集、蓄养培育以及大规格苗种和成鱼养殖生产，人工繁殖组负责催产、孵化和早期苗种培育生产。各设组长 1 名，组长应

具有水产养殖专业本科以上文凭。

全站人员设置以精简、实用、高效为原则，所有职员应一专多能，形成分工合作，各有侧重的人员构成结构。常备人员 8 人，包括主任 1 名，技术人员 1 名，养殖工人 2 名，后勤人员 4 名。生产繁忙季节可通过为相关大、中专院校水产专业学生提供实习场所，或聘请临时工作人员补充人力。

6.5.4 科学研究

《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》环办[2012]4 号文要求，“要开展流域水电开发环境保护关键技术研究，积极开展“干流和支流开发与保护”生态补偿试点。进一步开展高寒地区生态影响和恢复措施、珍稀特有鱼类人工驯养繁殖、导鱼过鱼设施、河流与水库生境修复等研究。建立健全流域水电开发环境保护统筹机制，优化梯级电站生态调度……。”根据规划环评及审查意见、国家部委有关文件要求，本报告提出了扎拉水电站水生生态科学研究体系规划。

针对工程环境影响特征，扎拉水电站水生生态科学研究主要开展珍稀濒危特有鱼类的基础生物学和人工繁殖技术研究、鱼类增殖放流效果监测与评估研究、减水河段生态修复技术研究、高原河流水电开发生态系统演变规律研究、鱼道试运行监测及优化结构相关技术研究。

6.5.5 生态管理措施

6.5.5.1 加强渔政管理

玉曲河流域居民以藏族为主，当地同胞受宗教和文化传统影响敬畏自然，视本地河中鱼类为“神鱼”，市场上销售的渔产品都是内地养殖鱼类，没有本地鱼类销售。所以，玉曲河鱼类资源目前保护较好，基本上是处于原始自然状态。扎拉电站施工期间，现场施工工人可能多数来自内地，可

能会自带网具捕鱼，甚至采取一些非法捕捞的方式，如电鱼等，对鱼类资源造成一定影响。因此，施工期间应加强对施工人员的环保宣传教育，增强施工人员的环保意识。

6.5.5.2 防止生物入侵

高原生态系统脆弱，鱼类多样性较低，水库形成后，由于生境改变，水库形成初期是一个不稳定的生态系统，也极易被入侵。目前青藏高原河流，如拉萨河、雅鲁藏布江等由于人们放生等，外来鱼类已经十分普遍。入侵成功的外来鱼类一般都具有较强的耐受力和适应性，且繁殖能力强，能迅速扩张种群并占领生态位，直接挤占土著鱼类的生存空间，食物竞争，甚至直接捕食土著鱼类的幼鱼和鱼卵，携带病菌，基因渗透等，对土著鱼类带来巨大威胁，甚至造成土著鱼类濒危和灭绝。藏族同胞有放生的习惯，在西藏的拉萨河等已经出现放生导致的外来鱼类入侵等问题。因此，应加强预防，在施工期和运行期，禁止将外流域的鱼类等其他水生生物有意或无意地带入自然水体。加强对周边居民的宣传教育，禁止将外流域的鱼类放生至本流域。

6.6 施工环境保护措施

6.6.1 环境空气保护措施

6.6.1.1 保护目标

控制并削减施工期环境空气污染物排放量，阻碍污染物扩散，改善施工现场空气质量，保护敏感点的环境空气质量，使其达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准,其中 TSP 的日平均浓度控制在≤0.30mg/m^3。

6.6.1.2 开挖、爆破粉尘的消减与控制

（1）施工工艺

施工单位必须选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输工具，使其排放的废气符合国家有关标准；凿裂、钻孔以及爆破提倡湿法作业，降低粉尘量。

（2）降尘措施

在开挖、爆破高度集中的大坝工区和料场区，配置洒水车在非雨日进行洒水降尘。

考虑到工程区气候干燥、蒸发量较大的气候特征，每日洒水次数应不低于 3 次；特别是在施工、爆破前后应增加洒水降尘频次，可起到防止粉尘扬起和加速粉尘沉降的作用，以缩小粉尘影响的时间与范围。

地下工程需增设通风设施，加强通风，降低废气浓度；同时在主要洞线洒水除尘，也可在各工作面喷水或装捕尘器等，可大幅度降低作业点及洞内的粉尘浓度。

隧洞开挖运渣车辆在出洞口处先对车辆进行冲洗，对运渣进行洒水并用草袋等遮盖物予以覆盖，避免运渣车沿途洒落废渣及运输途中产生扬尘。

6.6.1.3 砂石骨料与混凝土加工系统粉尘消减与控制

（1）施工工艺

根据施工规划，本工程砂石骨料加工采用湿法筛分工艺（在筛分面进行喷淋冲洗）和全封闭式的生产方式，可从源头上最大程度地控制粉尘的产生量和向周围扩散的途径。

低尘工艺，且在初碎、预筛分、主筛分、中细碎车间配备除尘装置，初碎、预筛分、主筛分、中细碎等工序粉尘可得到有效控制。

混凝土采用封闭式拌和楼生产，内设袋式除尘器，混凝土拌和外扬粉

尘很少。

水泥运输采用封闭运输，可避免在运输过程中的扬尘污染，但需确保运输容器密闭良好。

（2）除尘设备

为减少砂石破碎过程中的粉尘，在皮带机机头位置和破碎设备出料口增设喷雾器进行喷洒降尘。各喷雾器的喷口直径不小于 2mm，扩散角大于30～60°，既可润湿物料，减少粉尘产生量，同时可使扬尘尽快沉降。

对各加工、拌和系统附近场地采取洒水降尘、定期冲洗清扫的方法，结合水保措施在加工系统外围种植植物，以降低粉尘污染影响的程度与范围。

6.6.1.4 燃油废气的消减与控制

施工期间，往来车辆多为燃柴油的大型运输车辆，尾气排放量与污染物含量均较高，需安装尾气净化器，保证尾气达标排放。

严格执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，及时更新。

6.6.1.5 交通粉尘消减与控制

施工期长期运行，施工车辆来往频繁，路面难免有散落渣土进而产生扬尘，因此，本工程拟定如下交通扬尘控制措施：

（1）成立道路养护、维修、清扫专业队伍，及时清除路面洒落物体和浮土，保持道路清洁、运行状态良好。

（2）严禁车辆超载，提倡遮盖运输。

（3）施工区配 3 辆机动洒水车和 2 辆手推式洒水车洒水降尘，尤其针对受交通扬尘影响的扎郎村、珠拉村、业主营地附近路段需加大洒水降尘的频次。

（4）结合水保措施，做好公路绿化，依不同路段地形情况，在绿化区段有针对性的种植树木或草坪，以降低扬尘污染。

6.6.1.6 弃渣场降尘措施

针对表土堆放场的作业扬尘，无雨日应加强洒水降尘频次，以场地不起尘为标准。遇大风天气应采取相应的覆盖措施，防止沙尘对施工营地造成不利影响。

6.6.1.7 个人防护

受工程环境空气污染影响严重的主要为施工人员，应采取佩带防尘口罩、眼罩等劳动保护和个人防护措施。

6.6.1.8 敏感点环境空气保护措施

在采取上述各项环境空气质量保护措施后，整个工程区的粉尘污染可得有效控制。为尽量减免交通扬尘对碧土乡扎郎村和察瓦龙乡珠拉村的影响，需加强该区域洒水降尘频次。

6.6.2 声环境保护措施

6.6.2.1 保护目标

施工区满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），昼、夜间噪声限值分别为 75dB（A）、55dB（A）；

声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，昼、夜噪声控制标准分别为 60dB（A）、50dB（A）。

6.6.2.2 保护措施

（1）施工机械及爆破等施工噪声控制

1）选用低噪声设备和工艺，降低源强；

2）加强设备的维护和保养，保持机械润滑，减少运行噪声；

3）振动大的机械设备使用减震基座降低噪声；

4）破碎机、制砂机、筛分楼、拌和楼、空压机、制冷压缩机等车间尽可能采用多孔性隔声与吸声材料建立隔声屏障、隔声罩和隔声间，进行封闭生产；

5）严格控制爆破时间，距离扎郎村、珠拉村居民点较近的施工活动应禁止夜间（22:00-次日 6:00）施工，爆破时间应尽量避开夜间和野生动物繁殖期。

（2）交通噪声控制

1）交通管制措施

加强交通管制，在敏感路段设置交通标志牌，在施工交通沿线的扎郎村、珠拉村附近、业主营地等路段上下行进出口处分别设立 1 个交通警示牌，限制车辆时速在 25km 以内，并在路牌上标示禁止施工车辆鸣笛，降低噪声源强。

2）加强道路的养护和车辆的维护保养，降低噪声源。

3）各施工公路沿线加强行道树种植与养护，从传播途径上控制交通噪声影响。

4）使用的车辆必须符合《汽车定置噪声限值》（GB 16170-1996）和《机动车辆允许噪声标准》（GB 1495-79）。

（3）砂石加工厂噪声防控措施

根据噪声预测结果，扎郎村居民点受大坝砂石加工系统噪声影响，昼间声环境质量不达标。根据噪声防治首先控制声源的原则，对砂石料加工设备设置隔声罩和吸声材料的处理措施。隔声罩是用来阻隔机器向外辐射噪声的罩子，设置成完全密闭的，安装必要的工作窗和工作门，并密闭连接部分；设施系统噪声设备外设置隔声罩，隔声量在 5～20dB。另外，机组选型时在粗碎车间、中碎车间、超细碎车间及筛分车间等加工设备的底部

加设隔振、减振装置。





图 6.6-1　　部分砂石料加工系统、传送机隔声罩实例照片

砂石料加工系统隔声罩采用彩钢板制作，内装隔声材料，隔声罩为钢框架结构，可随砂石料加工设备一同运输。其内外墙与顶部均为彩钢夹芯板，两面厚度各为 0.5mm 左右，其芯材为聚苯乙烯泡沫塑料，隔声罩内壁加装穿孔板、吸音棉等吸声材料进行吸声。门、窗、出入料口可设置在任意位置，内部隔断可以设置在任意横向轴线位置，隔声窗安装完毕后也可以加装隔断。钢框架构件均进行防腐喷涂处理。胶带输送系统可采取塑料板围护密闭措施，内部采用吸声材料进行吸声。另外，机组选型时在粗碎车间、中碎车间、超细碎车间及筛分车间等加工设备的底部加设隔振、减振装置。

（4）个人防护措施

工程施工噪声主要影响对象为场内施工人员，可采取配备使用耳塞、耳罩、防声头盔等个人防护措施进行保护。

（5）敏感点保护措施

为减免扎郎村居民点受大坝砂石料加工系统、卡树石料场爆破噪声、6#公路流动噪声综合影响，将砂石加工厂高噪声的生产车间布置在远离居民点一侧，在进场公路临近扎郎村居民点侧设置隔声屏障，隔声屏障长度约 300m，高约 4m。

考虑到扎拉水电站施工期时间相对较长，钢制隔声板具有外形美观、结构安全、全部可拆卸，可重复使用等特点。因此为确保隔声效果，有效防治施工噪声对扎郎村的影响，本工程可采用钢结构吸隔声板，下部为反射型隔声体，上部为吸声体。其上部折向路内侧，降噪效果较为明显。（隔声屏设计详见附图）钢制隔声板的降噪量可达降噪 8-10 db(A)，，在采取隔声措施后，基本可以消除日间施工噪声对扎郎村声环境的影响。

6.6.3 固体废物处理措施

6.6.3.1 保护目标

（1）保证施工区及营地区良好的卫生条件；

（2）防止生活垃圾随意堆放污染周边大气和水环境；

（3）确保施工区及营地区生活垃圾得到妥善处理。

6.6.3.2 保护措施

（1）生活垃圾处置

本工程施工高峰期施工人数为 2000 人，人均排放生活垃圾约 1.0kg/d 左右，日生活垃圾最大产生量约 2t。

为减少垃圾的排放量与处理量，提高废物的综合利用率，扎拉水电站施工期生活垃圾总体实行分类收集与处理的方案。根据本工程施工区垃圾成分特点、产生规模并考虑到施工区环境保护要求，拟在坝区、厂区施工营地建立生活垃圾收运系统，生活垃圾做到一日一清。为收集场内生活垃圾，施工营地内按 50 人设置一个垃圾桶，施工高峰人数为 2000 人，因此运营期增加 40 个垃圾桶，并配备垃圾车 1 辆，定期将垃圾外运。针对生活垃圾的处理处置，本次考虑 2 种方案进行比选：

方案 1：建设生活垃圾卫生填埋场。因本工程生活垃圾产生量相对较小，

生活垃圾卫生填埋场的规划设计需结合玉曲河下游梯级电站的建设统筹考虑。

方案 2：由安排清洁工负责日常生活垃圾的清扫，并对其进行简单的筛选，将煤灰、建筑废弃物等无机垃圾于渣场进行卫生填埋，并结合渣场水土保持措施进行防护及迹地的绿化恢复；将库区漂浮物、果皮、菜叶、食物残渣等有机可降解成份集中堆肥，在施工营地附近的凹地采用坑槽法厌氧沤渍熟化，覆土封闭发酵，3 个月后就近运至附近耕地或农田，这样可消除施工人员产生的生活垃圾对周边环境带来的不利影响，同时可发挥一定的经济效益。

对方案 1、方案 2 进行比较：方案 1 的处理效果好，但费用高，且因扎拉水电站厂、坝区之间公路里程较远，生活垃圾长距离运输不便；此外，垃圾填埋场的建设还需协调下游几个电站的建设，不确定性较大。方案 2 的处理方式较灵活、费用低，且可与当地居民的生活习惯和生产方式相结合，能发挥一定的经济效益。根据调查，左贡县环保局已申报拟在十三五期间以援藏资金新建碧土乡垃圾填埋场建设，基于以上分析，本次推荐方案 2。待垃圾填埋场建成后可统一收集后运至碧土乡垃圾填埋场处理。

此外，施工结束后，及时拆除工棚，对其周围的生活垃圾、简易厕所、污水坑必须进行清理和填平，并用石炭酸和生石灰进行消毒。施工区垃圾桶需经常喷洒灭害灵等药水，防止苍蝇等传染媒介孳生，以减少生活垃圾对环境和施工人员的健康产生不利影响。

（2）建筑垃圾和生产废料处置

工程结束后，拆除施工区的临建设施，对混凝土拌和系统、施工机械停放场、综合仓库等施工用地，及时进行场地清理，清除建筑垃圾及各种杂物，对其周围的生活垃圾、简易厕所、污水坑必须清理平整，并用石炭

酸、生石灰进行消毒，作好施工迹地恢复工作。各施工承包商应安排专人负责生产废料的收集，分类整理，废铁、废钢筋、废木碎块等应堆放在指定的位置，严禁乱堆乱放；废棉纱统一回收，集中处理。

（3）交通运输垃圾处理

在建筑材料运输过程中，应对运输货物采取遮盖方式，避免砂石、土料等沿途洒落。定期对施工交通要道路面进行清理。

（4）电厂生活垃圾处理

运行期，扎拉水电站业主营地产生少量的生活垃圾，可统一收集后运往至碧土乡垃圾填埋场处理。

6.7 移民安置环境保护措施

至规划水平年，工程涉及搬迁安置人口 127 人，规划采取后靠建房安置方式。考虑工程建设场地分散，单个房屋的建设规模不大，施工工期较短，局部水土流失量小，施工期对周边局部区域的水环境、声环境和环境空气等的影响有限。故移民安置工程施工区主要采取加强宣传和监督力度的措施，减少施工期的水土扰动和环境破坏。

农村移民生活垃圾以厨余等有机物为主，多用于家禽及牲畜饲养，垃圾产生量很少。生活垃圾采取分户收集、分拣后用作农肥。

对搬迁新址进行清理和消毒，切实做好灭鼠工作，预防和控制传染性疾病和自然疫源性疾病的流行，确保搬迁新址卫生环境安全。

6.8 社会环境保护措施

6.8.1 人群健康保护措施

为保护施工人员及当地居民人群健康，防止外源疾病的输入，防止因

环境卫生条件等因素引发传染病流行，在扎拉水电站工程施工期必须进行人群健康保护。

（1）卫生防疫措施

1）建档及疫情普查

对准备进入施工区的施工人员进行卫生检疫，以了解将要进入施工区的施工人员的健康情况，及时发现和控制带病者及新病种，防止在施工人群中造成相互传染和流行。

2）疫情抽查及预防计划

旨在提高施工人群在施工期对疾病的抵抗能力，防止危害较大且易感染的疾病在施工区爆发流行，危害施工人群健康。

施工人员和管理人员进场前必须进行总人数 20%的检疫；之后，在施工期间每年按施工人数的 10%抽检二次。严密关注施工区传染病流行情况，保证施工人员的健康，一旦有被传染迹象立即服用备用药品。

3）疫情监控和应急措施

在各施工营地处设疫情监控点，落实责任人，按当地政府制定的疫情管理及报送制度进行管理。一旦发现疫情，及时采取隔离、观察、治疗等措施，对易感人群提出预防措施。此项工作由工区卫生防疫机构负责落实。

（2）环境卫生及食品卫生管理与监督

施工区和施工影响区食品卫生是影响人群健康的重要方面，应按相关规定加强管理和执法。管理内容包括：

1）对生活饮用水水质进行监控。

2）定期对公共餐饮场所进行卫生清理和卫生检查，及时安排灭蚊、灭

蝇、灭鼠。

3）对食堂服务人员和供水工作人员实行“健康证制度”，每年定期进行健康检查，有传染病带病者要及时撤离岗位。

4）在生活区、办公区设废物箱，配置清运车，定期运至垃圾焚烧厂焚烧处置。

5）合理布置施工现场公共卫生设施，同时须符合国家规定的卫生标准和要求。

6.8.2 民族文化和宗教的保护措施

本工程所在区域为藏民族聚居区，藏族人民在本区域进行生产生活的历史较为久远，在长期的社会发展过程中，形成了独特的民族文化，因此，工程建设全过程均需尊重和保护藏民族的宗教信仰、生活习俗和宗教设施。施工人员进场前需进行宣传教育与培训，发放宣传材料，提高施工人员素质，从法律及主观意识角度规范进驻施工人员的行为，使之尊重和保护藏族文化和藏民族的宗教信仰、生活习俗和宗教设施，避免与当地藏族同胞发生冲突，与工程区居民和谐相处。

6.9 环保措施统计及效果分析

扎拉水电站环保措施及其效果分析详见表 6.9-1。

6.10 竣工环保验收

根据扎拉水电站施工进度安排，将该工程的环保措施实施分为施工期和运行期两个阶段，分别对两个阶段的水环境保护、生态环境保护、社会环境保护等措施的环境保护验收内容及环保措施实施工作进度进行了具体安排，详见表 6.10-1。

表 6.9-1　　扎拉水电站工程环保措施及其效果分析一览表

项目 / 环境因子或要求		采取措施前的环境影响		环保措施	采取措施后的环境影响	
		影响分析	环境效果	措施内容	效果分析	环境效果
施工期主要环境因子	1.施工生产生活废（污）水	施工期生产废水中的主要污染物 SS 及石油类，生活污水中的主要污染物 CODcr 和 BOD_5 将影响河道水质	-2D	砂石骨料废水：“砂水机械分离＋沉淀池+DH 高效旋流澄清器”处理工艺，处理后回用；混凝土拌和系统废水：沉淀处理后用于洒水降尘；机修含油污水：经隔油池处理后回用；生活污水：成套设备处理后用于洒水降尘。	处理后综合利用不外排	0
	2.施工区环境空气	施工期爆破及砂石料加工产生 TSP 等大气污染物，对施工人员有影响；汽车运输和砂石料加工对扎郎村、珠拉村居民点产生影响	-2D	优化施工工艺及施工布置、强化施工管理；洒水车降尘、路面清扫等除尘措施。	减少废气对工区大气环境的污染	-1D
	3.施工区声环境	施工噪声和交通噪声对对扎郎村、珠拉村居民点产生影响	-2D	设置隔声屏障、禁止夜间爆破、禁止大声鸣笛、限制车速、道路维护等措施	减少对施工人员及周围环境的影响，减少对施工区附近居民敏感点环境的影响。	-1D
	4.施工区生活垃圾	施工期施工人员生活垃圾若不采取适当的处理措施将可能影响水质及工区卫生。	-2D	定期收集清运进行分类处理，后期可纳入碧土乡规划的垃圾填埋场	对环境影响轻微	0
	5.地下水环境	引水隧洞开挖对地下水水位、水量等产生影响	-1D	引水隧洞施工时采取防渗措施	对地下水水位影响轻微	0
运行期水环境	1.水文情势	电站引水发电后，坝址至厂房间将形成 59.2km 的减水河段，坝址至厂址间河段水文情势变化较大，且电站日调节运行，厂址以下水位将会出现日内波动情况。扎拉水电站坝址下游至玉曲河河口处共有三处鮡科鱼类的产卵场，其中包括坝址下游、厂址处及玉曲河河口处，该河段也是裂腹鱼的生长区间。扎拉水电站运行后，下游河道流量减小，水位降低，对鱼类的产卵及生长可能造成一定影响，其生境条件会发生变化。	-3C	根据扎拉坝址下游河道生态需水分析，本报告提出生态基流下泄要求为：10 月-次年 3 月下泄生态基流 15.9m^3/s；4 月和 9 月下泄生态基流 22.0m^3/s，5 月-8 月下泄生态基流 33.0m^3/s。本电站利用生态机组和生态放水设施配合使用来满足生态流量下泄的要求。 受日调节运行影响，枯水年枯水期厂房下游 ZL47 断面日内流量、水位发生变化，与天然状况相比，夜间 24 时～8 时流量、水位降低，水位降低了 0.08m，9 时～23 时流量、水位均高于天然情况，水位增加了 0.01～0.55m。就日内时变化来看，24 时-8 时各时段水位维持不变，8 时-9 时水位增幅为 0.09m，9 时-17 时各时段水位不变，17 时-18 时水位增幅为 0.28m，18 时-19 时水位增幅为 0.26m，19 时-20 时水位降幅为 0.26m,20 时-21 时水位降幅为 0.28m,21 时-23 时各时段水位维持不变，23 时-24 时水位降幅为 0.09m。	根据扎拉水电站引水发电后，不同水文年（丰水年、平水年、枯水年及多年平均）坝下流量状况分析，引水发电后，不同典型年下各断面引水后的流量基本可以满足坝址以下河段河道生态流量要求。	-2C

续表 6.9-1

扎拉水电站工程环保措施及其效果分析一览表

环境因子或要求 \ 项目		采取措施前的环境影响		环保措施	采取措施后的环境影响	
		影响分析	环境效果	措施内容	效果分析	环境效果
运行期水环境	2.水质	水库蓄水初期库内污染物进入水库，水体中有机物含量增多	-1D	蓄水前进行库底清理	减少树木、杂物在水库中腐烂对水质的影响，对库区水体水质影响较小。	0
		减水河段水量减少，水体自净能力减弱	-2C	利用生态机组和生态放水孔配合下泄生态基流：10月-次年3月下泄生态基流15.9m^3/s；4月和9月下泄生态基流22.0 m^3/s，5月-8月下泄生态基流33.0 m^3/s。	水体自净能力得到一定的恢复	-1C
生态环境	1.陆生生态	工程施工及电站运行对陆生生态带来局部不利影响	-2C	加强动植物保护宣传教育，下泄生态流量，严禁盗猎，非法破坏植被，最大程度减少对松口蘑适生生境川滇高山栎林的占用和破坏	最大限度减少对植被、陆生生物的影响	-1C
	2.水生生态	建坝引水发电后，大坝的阻隔作用及坝下减水河段的形成将对玉曲河下游鱼类资源产生不利影响	-3C	通过采取下泄生态基流、增殖放流、修建鱼道和栖息地保护及环境管理等措施缓解影响	通过下泄生态基流，基本上维持了河流丰平枯的基本水文节律，并与鱼类繁殖、生长等生活史过程对水文节律的需求基本吻合，能够维持减水河段基本生态功能；鱼道的运行能够一定程度恢复河流连通性；栖息地保护与修复能够一定程度减缓减水河段鮡科鱼类适宜生境的损失	-2C
	3.水土流失	工程占用土地破坏植被，开挖弃渣增大水土流失量。	-2C	工程水保措施、植物水保措施及其他措施	最大限度恢复水保效果，减少新增水土流失量，可改善局部景观生态	-1D

续表 6.9-1　　扎拉水电站工程环保措施及其效果分析一览表

项目 / 环境因子或要求		采取措施前的环境影响		环保措施	采取措施后的环境影响	
		影响分析	环境效果	措施内容	效果分析	环境效果
社会环境	1.社会经济和居民生活质量	显著改善当地交通状况，促进当地经济发展，增加财政税收，带动相关产业的发展	+3C			+3C
	2.人群健康	施工期可能引起外源性疾病的输入或流行	-1D	进行健康调查和疫情监控、建档	防止传染病的爆发和流行，保证施工顺利进行；改善当地医疗卫生条件	+1C
	3.民族文化	施工期外来文化及对宗教设施搬迁等对当地民族宗教信仰可能带来冲突	-1D	加强沟通宣传、宗教设施一次性补偿尊重当地少数民族生活习惯于宗教信仰	，可有效避免对当地民族文化的影响	0
移民安置	1.水库淹没及工程占地	水库淹没和施工占地对当地经济带来一定影响	-1C	水库淹没和施工占地补偿；移民安置区采取相应的环保措施，防止新增水土流失	不降低受影响人口原有的生活水平，不影响其社会关系，提高其生活质量。	0
	2.移民安置	后靠建房安置，对环境影响轻微	-1C	搬迁过程中，作好相应的环保和水保措施	可有效减缓移民安置中的不利影响	0

注：“-、+、±”分别表示环境影响性质为：不利、有利、中性；“C、D”分别表示影响时间为：长期、短期；“0、1、2、3”分别表示影响程度为：无影响、弱、中、强。

表 6.10-1　　环境保护验收内容及工作进度

区位	措施类型	任　务	进度计划
枢纽工程区	水质保护	大坝和厂房砂石加工系统废水处理：“砂水机械分离＋沉淀池+DH 高效旋流澄清器”处理工艺。	砂石加工系统使用前完成
		混凝土拌和废水：设置矩形沉淀池。	混凝土拌和系统使用前完成
		含油废水处理：在机械修配设置含油污水成套处理设备。	施工场地布置确定后
		生活污水处理：扎拉营地和珠拉营地均配置 A/O 工艺一体化生活污水处理设备，处理水达标排放或综合利用。	施工人员进入营地前完成
	声环境保护措施	敏感路段设置噪声警示牌、选用低噪声车辆、优化爆破工艺、限制爆破时间，加强施工区噪声管理，控制高噪声设备运行时间，对施工人员加强个人劳动防护、敏感点建设隔声屏障等。	工程筹建前或与设备投入运行时同步进行
	空气环境保护控制	采用符合有关卫生标准的机械和运输工具，洒水降尘，草袋覆盖，对施工人员加强个人劳动防护等。	在设备投入运行时同步进行
	固体废物处置措施	在生活区设置垃圾桶、购置垃圾运输车，施工区生活垃圾统一收集清运进行分类处理，后期可纳入碧土乡规划的垃圾填埋场。	施工人员进入营地前完成。
	水生生物保护措施	下泄生态流量和生态调度	工程下闸蓄水
		修建鱼道	工程蓄水前
		鱼类增殖放流站	截流前投入使用
		栖息地保护	工程建设期开始进行
	人群健康保护	进场前全面清理和消毒，修建厕所，设置垃圾桶，疫情抽样检查，加强生活饮用水源的卫生管理。	在施工进场前完成，并在施工过程中定期进行。
运行期	水质保护	库区污染源的控制与管理，库底卫生清理，库区水质监督管理。	蓄水前完成
	固体废物处理	生活区及业主营地设垃圾桶，购置垃圾车，定期清运垃圾分类处理。后期可运往碧土乡规划建设的垃圾填埋场。	施工期逐步实施

7 环境管理、监理与监测

7.1 环境管理

7.1.1 环境管理目的

环境管理是工程建设管理的重要组成部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。扎拉水电站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。

7.1.2 环境管理原则

（1）预防为主、防治结合的原则

扎拉水电站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，必须依据我国现行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机构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

7.1.3 环境管理目标

（1）保证各项环境保护措施按照工程环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，并保证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）生态破坏得到有效控制，并通过采取措施恢复原有的生态环境质量。

（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）协调工程建设与环境保护的关系，保障工程建设的顺利进行，促进施工区环境美化，争创环保典范工程。

7.1.4 环境管理体系

扎拉水电站工程施工区环境管理分为外部环境管理和内部环境管理两大部分，并纳入整个扎拉水电站工程环境管理体系之中。

（1）外部环境管理

外部环境管理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，依法对各工程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。

本工程外部环境管理体系由生态环境部、西藏环境保护厅及地方环保部门组成。

（2）内部环境管理

内部环境管理指建设单位、施工单位和工程运行管理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，保证达到国家建设项目环境保护要求和地方环境保护部门要求。

工程施工期由建设单位负责组织实施，对工程环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家和地方对建设项目环境保护的要求。内部环境管理体系由建设单位和施工单位分级管理，分别成立专职环境管理机构。

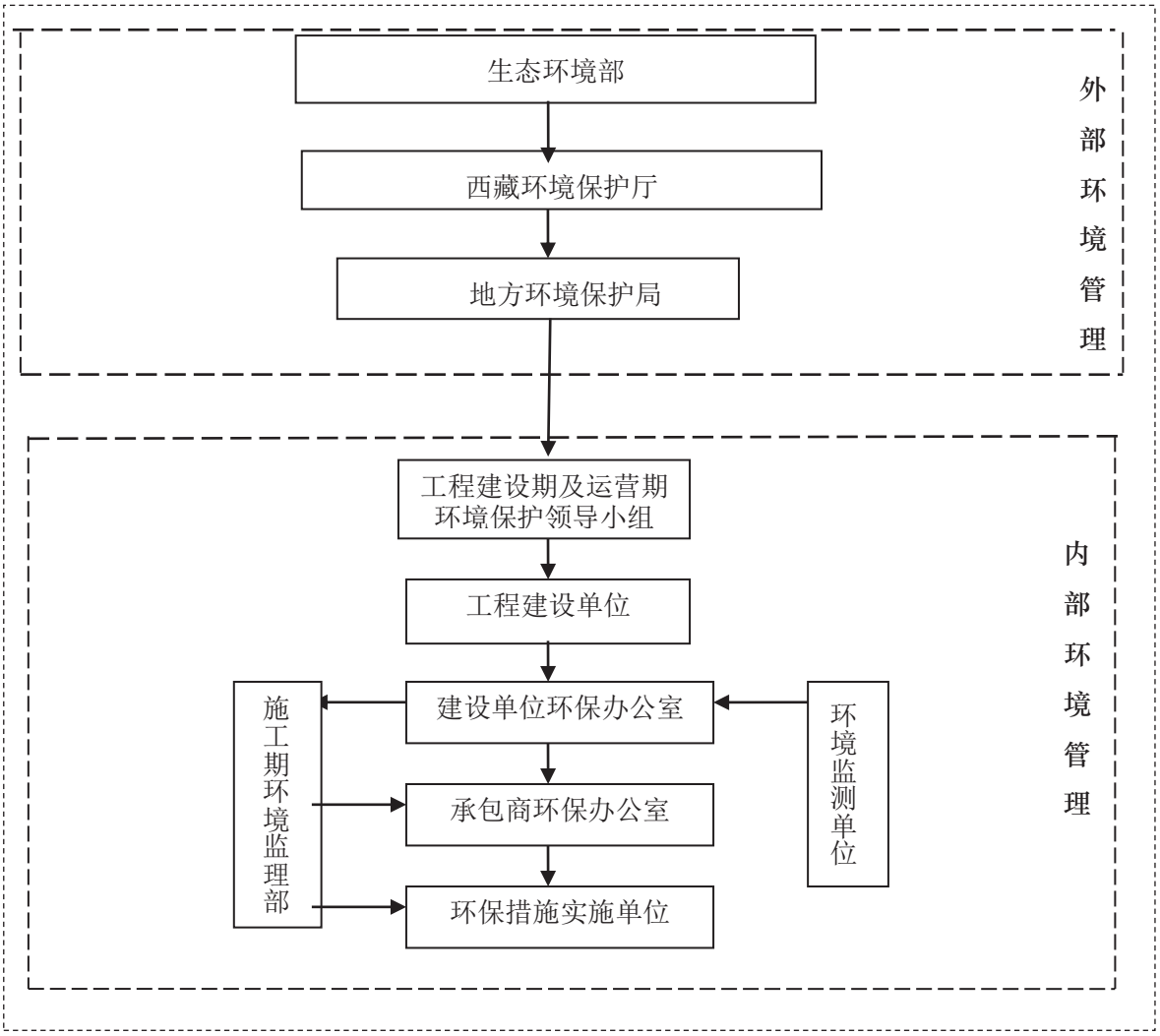


图 7.1-1　　扎拉水电站环境管理体系

7.1.5　环境管理机构设置及其职责

建设单位须设立环境管理机构，负责确定其环保方针、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。

环境管理机构主要职责如下：

（1）宣传、贯彻、执行国家和地方有关环境保护的政策、法律、法规，熟悉相关技术标准，确定工程环境保护方针和环境保护目标，制定环境保护管理办法。

（2）负责落实环保经费，按照审批的设计文件要求和施工现场实际，按计划落实工程项目建设全过程的生态与环境保护工作，主要包括生态与环境工作计划的编制、监测项目与保护措施的落实、专题调查与研究、环境信息统计以及各阶段验收和专项验收等。

（3）协调处理并配合国家、地方各级环境保护行政主管部门环境保护监督检查，协调处理各有关部门的环保工作，指导、检查、考核各施工承包单位环境保护管理机构的建设运行及施工期和营运期环保设施的实施、运行情况等。

（4）及时处理施工和运行过程中出现的环境问题，建立建设单位内部、外部环境保护信息定期、不定期报送制度。

7.1.6 环境管理制度

（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。

（2）分级管理制度

建立由各参建单位分工负责的环境保护分级管理制度。在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治和生态保护设施与措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，环境监理联合工程建设监理进行日常监督检查，建设单位环境保护办公室负责定期检查，对检查中所发现的问题通报监理部门，由监理部门督促施工单位整改。

（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。委托当地具备相应监测资质的单位，按环境监测计划要求对工程区域及周围的环境质量进行定期监测，实施监测成果月报、年报和环境保护工作季报、年报制度，并根据环境监测结果，适时优化调整环境保护措施。

（4）“三同时”验收制度

工程建设过程中的污染防治及其他公害的措施必须与建设项目同时设计、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。

（5）制定突发事故的处理措施

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。

（6）宣传、培训制度

为增强工程建设者（包括管理人员和施工人员）的环境保护意识，建设单位环境管理机构应经常采取广播、宣传栏、专题讲座等方法对工程参建人员进行环境保护宣传，提高环保意识，使其都能自觉地参与环境保护工作，让环境保护从单纯的行政干预和法律约束变成人们的自觉行为。

对环境保护专业技术人员应定期进行业务培训，同时组织考察学习，以提高其业务水平。

7.1.7 环境管理任务

（1）工程筹建期

筹建环境管理机构，组织环境管理人员培训。

根据环境影响报告书和环境保护设计要求，落实制订工程招、投标文件及合同文件中相关环境保护条款，保证环境影响报告书和环境保护设计中环境保护措施纳入工程施工文件。

（2）工程建设期

1）施工区环境管理

贯彻执行国家有关环境保护方针、政策及法规条例，制订工程施工期环境保护管理规定与管理办法。按照国家有关环保法规和工程环保规定，对施工区环境保护工作实施统一管理。

编制环境管理工作计划，整编监测资料，建立工程生态与环境保护信息库。定期编制环境质量报告，报送上级主管部门和地方环保部门。

加强施工期生态保护和污染防治管理工作。制订施工期生态保护和污染防治管理规定，提出控制施工污染源排放的具体措施和要求，提出施工期水质保护、土地资源保护、水生物保护、植物保护和生态景观保护的具体要求，根据工程施工进度，提出施工期生态环境保护措施和环保设施建设的实施进度和要求。

委托具有相应资质等级的环境监理部门，开展施工期环境监理工作；委托具有相应资质单位，开展环境监测工作。会同地方环保部门环境监督与检查，监督施工合同环境保护条款的执行情况。负责协调处理施工过程中的环境纠纷和环境污染事故。

加强环境保护宣传教育，提高工程环境管理人员的技术水平。

2）移民安置区环境管理

协同环境监理单位，监督拆迁安置环保措施执行情况，定期对安置区生态与环境、社会经济、公共卫生、文化教育状况等进行调查，必要时开展环境监测与后评价工作，避免环境问题的发生。

（3）工程运行期

负责落实工程运行期各项环境保护措施。

根据环境保护管理规定和要求，协同地方环保部门开展环境保护工作，参与库区蓄水前生态保护工作及库底清理工作。

通过监测，掌握各环境因子的变化规律及影响范围，及时发现可能与工程运用有关的环境问题，提出防治对策和措施。

制订库区生态与环境保护和建设规划方案，协同地方环保部门，开展库区生态恢复和环境保护建设工作。

组织开展环保科研工作。

7.2 环境监理

7.2.1 环境监理目的

在工程建设管理及环境管理中，实行环境监理制，有利于落实国家有关环境保护法律、法规，有利于施工合同环保条款的执行，实施环境保护措施。环境监理具有实时监督的功能，能有效避免工程建设环境保护工作流于形式，保证工程对环境的不利影响减小到最低程度。

7.2.2 环境监理目标和任务

（1）监理目标

1）按照工程建设单位的要求，建立健全工程建设环境保护监督管理体系与体制。

2）依据已批准的有关文件和有关合同中环境保护内容与要求，严格按环境保护“三同时”制度,监督施工单位切实履行工程合同规定的环境保护条

款，以及各项环境保护设施、措施的落实。

3）及时掌握工程建设各阶段的环境状况与变化趋势。

4）消除施工活动中的不良环境影响，保护区域环境和人群健康。

5）确保竣工的工程是环境保护合格的工程。

（2）监理任务

环境监理工作应贯穿工程建设全过程。环境监理的主要任务包括制订环境监理规划及环境监理实施细则，根据工程建设特点和工程影响区环境状况，评估施工环境影响，指导施工单位完成施工环境保护工作，监督、审查环保措施的落实情况，督查施工单位环境工作报告，建立环境监理档案，做好环境监理记录和成果资料管理工作。

1）项目建设区环境监理

监督检查施工过程中的各项环保措施和地方对工程环境保护的意见与处理情况，包括：施工区生活水源地水质保护，施工河段水生生物、污水处理、空气污染控制、噪声污染控制、固体废弃物处理、卫生防疫、水土流失防治、施工现场环境卫生等方面。

监督承包商对于合同中的环保条款的执行情况，并负责解释环保条款。对重大环境问题提出处理意见和报告，通过工程总监理工程师责成有关单位限期纠正。

参加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的审查会议，就环境保护方面提出改进意见。审查承包商提出的可能造成污染的施工材料、设备清单及其所列的环保指标。

对施工区出现的环境问题及时发现，进行妥善的处理。对某些环境指标下达监测指令，并对监测结果进行分析研究，并提出环境保护改善方案。

监督与环境有关的合同条款的执行，签署环境监理意见，使工程施工符合环境保护法规的要求。

协调建设各方有关环保的工作关系和有关环境问题的争议。

记录现场出现的环境问题及处理结果，每月向环境管理单位提交月报表，并根据积累的有关资料整理环境管理档案。

参加单元工程的竣工验收工作，负责组织和参加已完成工程的限期清理和恢复现场工作，调查评价工程区水土保持、施工迹地恢复及绿化等措施落实情况。

2）移民安置区环境监理

据国内目前实施的大型水电工程移民监理工作经验，移民监理通常是由工程建设单位与移民主管部门共同委托具有监理资格的机构来共同完成。为了保障安置区各项环境保护工程的实施，建议监理机构应配备至少一名专业环境监理人员，负责监督、审查、评估环境保护措施的落实情况。其体工作内容如下：

审查实施单位在总进度和年度计划下的环保设施施工组织设计和进度计划，超出实施规划、年度计划及有关合同协议之间的变更，调整，及时报告建设单位批准。

在移民搬迁过程中检查和督促计划的实施，确保“三同时”制度得到执行。

监督移民安置区环境保护工作和环境保护设施的落实情况，监理实施单位对移民安置区环保设施是否按批准的规划及批复的环境影响报告书设计标准进行施工。

对环保资金的使用、去向与环保措施实施进度进行控制。

参加由实施单位组织的初步验收和由建设单位或上级主管部门主持的竣工验收活动。

7.2.3 环境监理机构设置和工作方式

扎拉水电站环境监理既是环境管理的重要组成方面，又具有相对的独立性，因此，环境监理机构设于环境管理机构中，成立环境监理部。环境监理部设置专职监理人员。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处理，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。

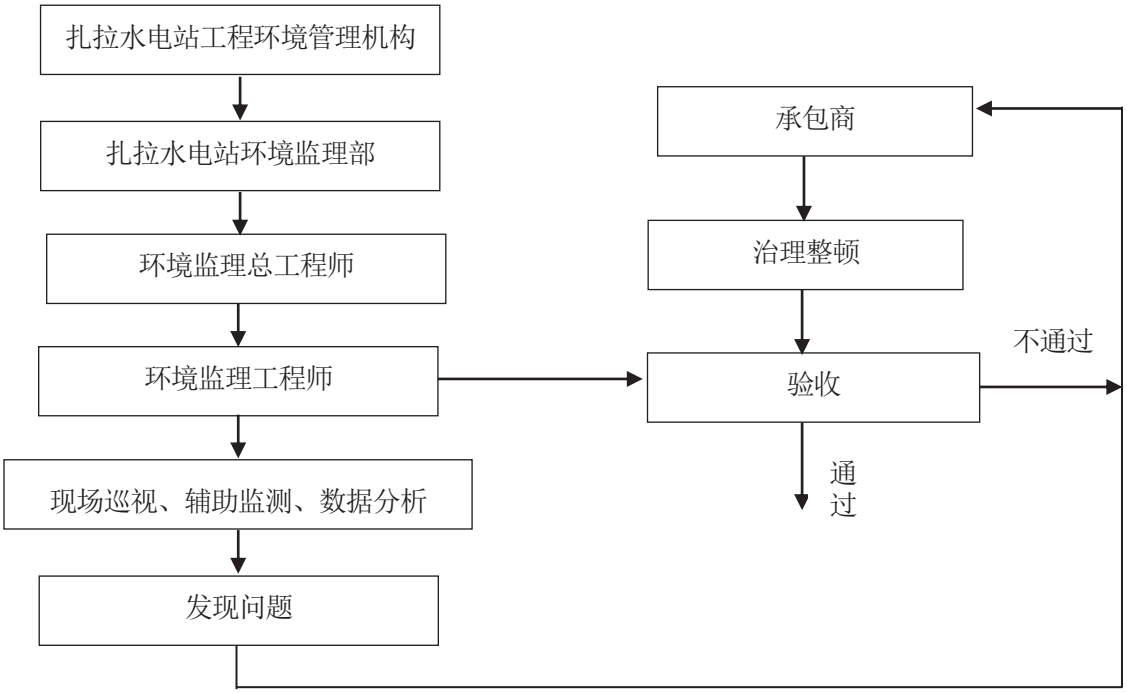


图 7.2-1 扎拉水电站工程环境监理机构设置和工作方式图

在主体工程建设区和移民安置区共设置 5 名环境监理工程师，其中环境总监 1 人，环境监理工程师 4 人。

7.2.4 环境监理工作程序与质量控制

（1）监理工作程序

根据工程施工环境监理的任务要求，制定环境监理工作程序。

1）组建环境监理机构，选派总监理工程师、监理工程师、监理员和其他工作人员。

2）熟悉与环境监理有关的各种资料、报告、文件，熟悉工程施工场地与环境。

3）编制监理规划和实施细则。

4）对环境监理工作进行交底。

5）实施环境监理工作。

6）参与与环境保护有关的各种验收，签署监理意见。

7）向业主提交环境监理档案资料，归还所提供物件。

8）向业主提交环境监理工作总结。

（2）质量控制

1）环境监理机构应建立和健全质量控制体系，并在监理工作过程中不断改进和完善。

2）环境监理机构应监督承包商建立和健全环境保护质量保证体系，并监督其贯彻执行。

3）环境监理机构应按照有关环境标准和合同要求，对环境保护措施的建设、运行效果以及施工环境进行监督和检查，按照事前审批、事中监督和事后检验等程序进行质量控制。

4）根据检查结果，审查和评估工程施工环境保护措施的有效性，不满足或未能全部满足要求的，按规定程序督促施工单位改进，直至满足要求为止。

5）根据评估结果和施工单位落实情况，确定工程对环境的实际影响，编制监理工作报告。

7.2.5 环境监理工作方法和工作制度

（1）工作方案

施工区环境监理工作内容应包括国家环保政策、法规、扎拉水电站环境影响报告书及其批文，以及合同、标书的相关内容和要求。环境监理的主要工作方案详见表 7.2-1。

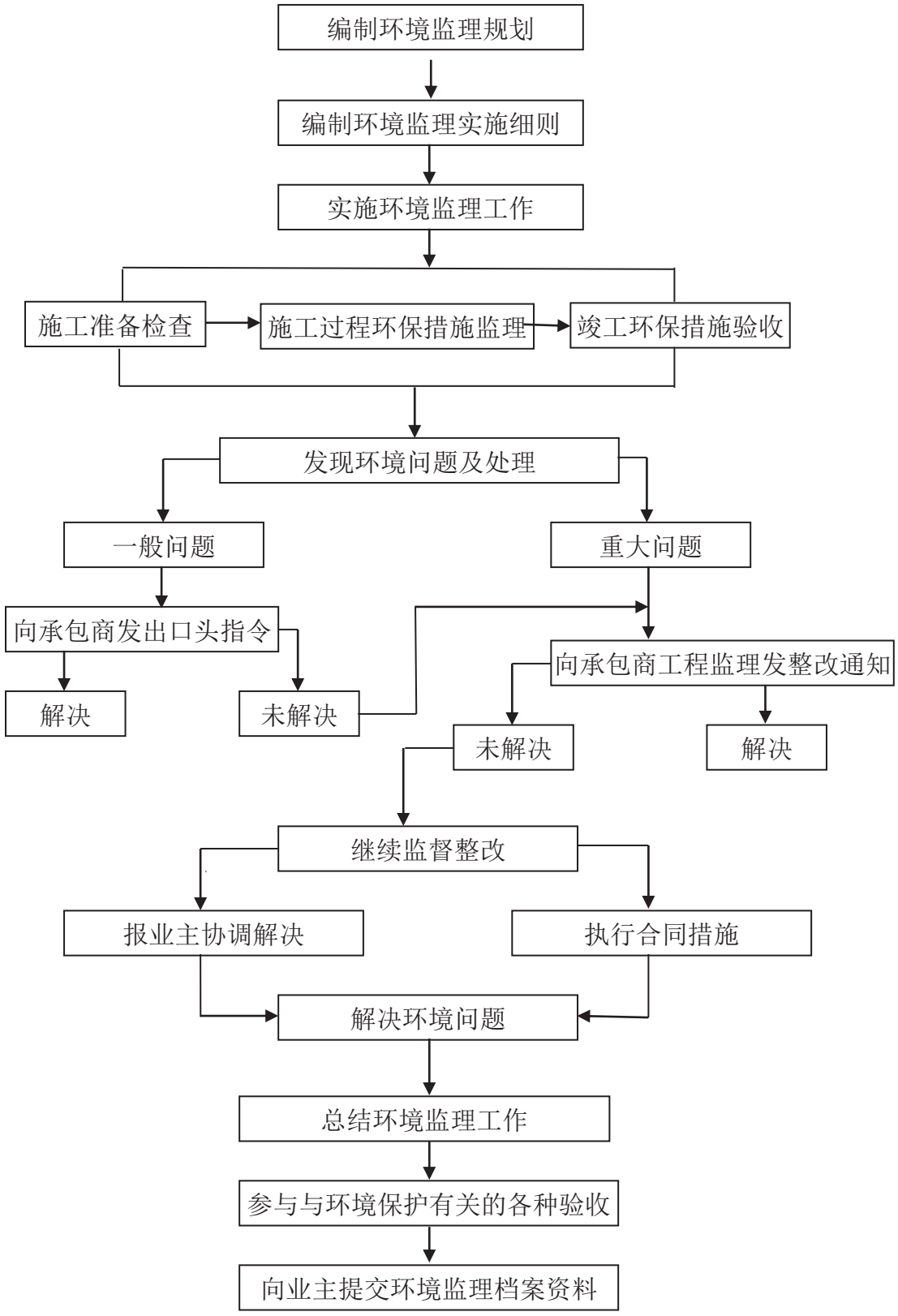


图 7.2-2　　环境监理工作程序图

表 7.2-1　　扎拉水电站环境监理主要工作方案一览表

序号	监理项目	监理内容	监理目标	工作方法
1	生活供水	1.供水水质	达到 GB5749-2006 相关标准	监测
2	生产废、污水处理	1.各废、污水处理设施设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2.处理后排放水质	达到 GB8978-1996 一级标准	监测
3	环境空气污染防治	1.开挖、爆破粉尘、、砂石骨料与混凝土系统粉尘、燃油废气、交通粉尘消减与控制措施的设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2.施工工地、生活区、道路环境空气质量	达到 GB16297-2012 无组织排放监控浓度限值	监测
4	噪声控制	1.噪声源、传声途径、个人防护噪声控制措施的设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2.施工工地、生活区、道路声环境监测	达到 GB12523-2011 标准	监测
5	施工区生活垃圾处理	1.施工区垃圾收集、处理	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2.垃圾场管理	正常运行	监督、检查
6	水土流失防治	1.水土保持措施设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2.水土保持监测	达到水保相应标准	监测
7	人群健康保护	1.施工区卫生清理措施	达到《水电工程水库库底设计规范》要求	监督、检查
		2.施工人群健康保护（施工人员卫生检疫、健康检查、预防免疫、疫情控制等）	措施的落实和效果	监督、检查
		3.环境卫生机食品卫生保护措施的设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查

（2）工作制度

环境监理工程师每天根据工作情况作出工作记录（监理记录）；组织编写月、季度、半年及年度监理报告，报建设单位环境管理办公室；在监理工作中发现的问题或对承包商提出的规定和要求必须通过书面函件的形式，递交承包商和建设单位环境管理办公室；实行环境例会制度和会议纪要签发制度，对重大环境污染及环境影响事故，由环境总监理工程师组织环保事故的调查，会同建设单位、地方环境保护部门共同研究处理方案，下发承包商实施。

7.3 环境监测

7.3.1 监测目的和任务

对施工区工程兴建过程中可能产生的环境问题进行定期监测，掌握工程影响范围内各环境因子的变化情况以及工程建设排放的污染物是否符合国家及地区所规定的排放标准，了解工程影响区生态变化情况，发现环境问题及时提出对策措施，并根据需要调整环保措施，为施工区的环境建设、监督管理及工程竣工验收提供依据。

7.3.2 总体规划原则

（1）与工程建设紧密结合的原则

扎拉水电站环境监测系统的主要任务之一是为工程环境保护服务。因此，监测系统的范围、对象和重点应结合工程施工和运行特点，全面反映工程施工和运行过程中周围环境的变化，以及环境变化对工程施工和运行的影响。

（2）针对性原则

根据环境现状和环境影响预测评价结果，选择对环境影响大、对区域或流域环境影响起控制作用的主要因子进行监测，力求做到监测方案有针对性和代表性，并根据网站的实际运行效果，对测点和监测项目进行适当的调整或增减。

（3）经济性与可操作性原则

按照相关专业技术规范，监测项目、频次、时段和方法以满足本监测系统主要任务为前提，尽量利用附近现有监测机构、新建站点设置可操作性强，力求以较少的投入获得较完整的环境监测数据。

（4）统一规划、分步实施的原则

监测系统从总体考虑，统一规划，根据工程不同阶段的重点和要求，分期分步建立，逐步实施和完善。

7.3.3 水环境监测

7.3.3.1 施工期

（1）玉曲河干流水质监测

1）监测断面布设

为了解工程建设对河流水质的影响，在工程建设区的上、下游分别布设监测断面对河流水质进行监测。

2）监测技术要求

水样采集按照《环境监测技术规范》的规定方法执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）规定及《环境监测技术规范》的选配方法执行。

监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 7.3-1。

表 7.3-1 河流水质监测技术要求一览表

河流	监测断面	监测项目	监测频率及时间
玉曲河干流	扎拉水库库尾	pH、溶解氧、高锰酸盐指数、BOD_5、氨氮、挥发酚、总磷、砷、镉、铅、锌、汞、六价铬、氰化物、粪大肠菌群等	施工前监测 1 次，施工期每年丰、平、枯三个水期各监测 1 次，施工结束后 1 次，每次监测 3d
	扎拉电站坝上 500m		
	扎拉电站坝下 500m		
	扎拉电站坝下 50km		
	扎拉厂房下游 1000m		

（2）饮用水水质监测

1）监测点布设

本工程扎拉营地和珠拉营地的饮用水均来自于大坝施工区和厂房施工区的施工水厂，施工期拟对饮用水水源进行定期监测，每季度各监测 1 次，每次监测 1 天。

2）监测技术要求

水样采集按照《环境监测技术规范》的规定方法执行，样品分析按照《生活饮用水标准检验方法》（GB/T5750-2006）相关规定执行。监测项目、

监测周期、监测时段及频率见表 7.3-2。

表 7.3-2　　施工饮用水监测技术要求一览表

监测点位	监测项目	监测时段及频率
珠拉营地、扎拉营地	按《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006) 规定的常规水质指标：pH、色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物、总硬度（以碳酸钙计）、铁、锰、铜、锌、挥发酚（以苯酚计）、阴离子合成洗涤剂、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体、氟化物、氰化物、砷、硒、镉、汞、铬（六价）、铝、铅、氨氮（以氮计）、硝酸盐、耗氧量（高锰酸钾法）、菌落总数、总大肠菌群、肠道致病菌、霍乱弧菌，共 31 项	施工期每季度各监测 1 次，每次监测 1 天。

（3）污废水水质监测

1）监测点布设

在满足《环境监测技术规范》要求的基础上，在生产废水处理系统和生活污水处理系统的进水口、回用口设置监测点。

2）监测技术要求

水样采集按照《环境监测技术规范》的规定方法执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）规定及《环境监测技术规范》的选配方法执行。

根据不同施工废（污）水污染特性确定的监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 7.3-3。

表 7.3-3　　施工废（污）水监测技术要求一览表

对象	监测点位	监测参数	监测频率及时间
生产废水	2 个砂石加工系统废水处理设施进水口、出水口	SS、废水流量	施工期每季度监测 1 次，每次监测 3d
	5 个混凝土拌和系统废水处理设施进水口、出水口	pH、SS、废水流量	
	4 个机修及保养站废水处理设施进水口、出水口	SS、石油类、废水流量	
生活污水	坝区施工营地和厂房施工营地生活区污水处理系统进水口、出水口	化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总大肠菌群、污水流量、同步调查施工人数	施工期每季度监测 1 次，每次监测 3d，每天监测 2 次

（4）地下水水质

监测点布设：在满足《地下水监测规范》（SL183-2005）的基础上，选择能够反应工程建设前后整个工程区域地下水水位变化情况的具有代表性的点位进行监测。在引水隧洞沿线设 2 个监测井，成井深度应达到历史地下水最低水位 10m 以下。同时对冬水泉点（Q1）、左岸卡树沟泉点（Q2）、闹中沟温泉（Q9）流量进行监测。

监测方法：按照《地下水监测规范》（SL183-2005）以及《环境影响评价技术导则　地下水环境》（HJ 610-2016）的有关规定执行。

针对本项目工程特征，在施工期和其运行期应建立地下水监控体系并按有关规范进行地下水监测，具体计划见表 7.3-4。

表 7.3-4　　地下水水位、水质监控布点

阶段	监测功能		监测点位	监测点坐标 N（北纬） E（东经）	基本因子		
					监测项目	监测频率	
						水位	水质
施工期、运营期	Q2-1	跟踪监测	卡树冲沟南东侧	98.471261579, 28.789661431	地下水水位、流量、色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、PH、Na^+、Cl^-、SO_4^{2-}、HCO^{3-}、硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、六价铬、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰	施工期每季度监测 1 次，运营期每季度 1 次	
	Q2-2		卡树冲沟北西侧	98.469716626, 28.790219330			
	Q9		温泉	98.451863843, 28.732262158	地下水水位、水量、水温	施工期每月监测 1 次，运营期每季度监测 1 次直至水位稳定	
	ZK05		引水隧洞北侧	98.46 28.75	地下水水位		
	ZK16		引水隧洞南侧	98.4462 28.7454			

7.3.3.2　运行期

（1）库区及坝下水质监测

为了解扎拉水电站运行后水文情势的改变对河流水质的影响，对怒江

的玉曲河汇口上游 10km、玉曲河汇口处，玉曲河碧土坝址、大坝上游 200m 处、大坝下游 3.8km 处、厂房尾水下游 500m 处、玉曲河河口以上 2000m，共设置 7 断面进行水质监测，监测技术要求见表 7.3-5，监测结果将应用于指导和优化水库调度运行，评判工程建设对水质的影响。

表 7.3-5　　运行期水质监测表

监测断面	断面位置	监测项目	监测时间及频次	监测方法
扎拉水库入库断面	碧土坝址	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、总铬、铅、总氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物和粪大肠菌群共25 项	水库蓄水前 1 年水库蓄水第 2 年竣工验收后连续测 2 年 每年丰、平、枯水期各监测 1 次	《环境监测技术规范》和《地表水环境质量标准》
扎拉水库坝前	大坝上游 200m 处			
扎拉水库出库断面	大坝下游 3.8km 处			
厂房尾水	厂房尾水下游 500m 处			
玉曲河汇合口	对怒江的玉曲河汇口上游 10km、玉曲河汇口处、玉曲河河口以上 2000m			

（2）坝下生态流量监控

1）监控目的

为确保生态流量下泄措施的有效运行，需对工程在不同阶段的下泄流量进行实时监控，同时可为生态流量对下游水环境、水生生态及河道景观的影响与效果研究提供基础资料。

2）监控系统

扎拉水电站设置一套生态流量泄放计算机监控系统，该系统按监控对象的分布设置现地控制单元：生态电站设置 3 套生态机组现地控制单元，坝身生态放水设施设置 1 套大坝现地控制单元。通过现地控制单元实现对生态机组和坝身生态放水设施的远程控制。通过计算机监控生态机组运行情况（运行台数、时间等）和坝身生态放水设施运行情况（水库水位、闸门开度、运行时间等），实现对坝下生态流量泄放的监控。

同时，在生态机组厂房及尾水出口、坝身生态放水设施下游等部位设

置视频监视设施，监视生态机组运行情况、尾水出流情况和坝身生态放水设施闸门开启及放水情况等，相关视频数据实时传送至电站视频监控系统，以实现对生态机组、坝身生态放水设施和生态流量泄放情况远程监视和在线监视

（3）地下水水质

监测点布设：在引水隧洞沿线设 2 个监测井，成井深度应达到历史地下水最低水位 10m 以下。同时对冬水泉点（Q1）、卡树冲沟泉点（Q2）、闹中沟温泉（Q9）流量进行监测。

监测频率：监测井的监测频率为引水隧洞施工完成后，每季度 1 次。泉点监测频率为施工完成后每季度监测 1 次。

监测方法：按照《地下水监测规范》（SL183-2005）以及《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ 610-2016）的有关规定执行。

7.3.4 陆生生态监测

（1）监测目的

在施工期，主要对涉及敏感点的施工区域进行监测；还要加强对区域性分布的重点保护动植物的调查，在施工过程中若发现有重点保护对象，及时上报主管部门，迁地保护。

运行期主要监测生境的变化，植被的变化以及生态系统整体性变化。包括主要物种组成、数量，主要资源植物的种类及分布状况，主要古树的种类、数量、生长状况。此外还应进行物候观测，除常见的、分布较广的动植物外，还应根据区域特点对选定的、对当地季节和农事有指示意义的地方性种类进行观测。监测动物生境和种群数量的变化。通过监测，加强对生态的管理，在工程管理机构，应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高施工人

员和管理人员环境意识。通过动态监测和完善管理，使生态向良性或有利方向发展。

随着工程的建设和绿化造林的进行，山、水、林、鸟构成新的景观，评价区内人类的活动将逐步增加，若再加上旅游开发，将会给环境污染带来新的隐患。因此，必须加强管理，减少污染，配备相应的垃圾处理设施，防止工作人员的生活垃圾和废水对下游河道的污染。

因此，工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。通过对陆生动植物的监测了解工程施工和建成运行对陆生生态的影响，掌握陆生生态修复及其它保护措施的实际效果，为陆生生态环境保护和流域环境管理提供依据。

（2）监测计划

根据工程建设对陆生生态环境影响特征以及陆生生态变化趋势特点，陆生生态监测内容包括陆生植被监测、植被恢复效果监测、陆生动物监测。

①陆生植被监测

监测范围：坝址区、厂房区、库区、引水线路区和坝址下游减水河段。

监测内容及方法：在各监测点位根据陆生生物组成设置固定样线 2～3 条，根据各样线群落面积确定设置的样地数量，着重调查植物的垂直和水平分布、植物物种。此外，监测过程中应密切关注外来入侵种的种类、数量、入侵速度。

监测时间及频次：水库蓄水前调查 1 次；蓄水后，以 2 年为 1 个监测周期，进行 3 期监测。

②植被恢复效果监测

监测点位：弃渣场、料场、开挖边坡等植被修复区。

监测内容:植被恢复初期,在各生态修复区设置 1～2 个 5m*5m 或 2m*2m 的小样方，对小样方内植物生长情况进行调查，包括植物成活率、萌发情况、幼树长势、植被覆盖率、植物种类变化等。

监测时间及频次：生态修复工程实施后，每 2 年调查 1 期，共调查 3 期。

③陆生动物监测

监测范围：坝址区、厂房区、库区和坝址下游减水河段。

监测内容及方法：在各点位根据陆生生物组成设置固定样线 2～3 条，统计兽类、鸟类、两栖类、爬行类的物种出现率。还可进行民间访问和市场调查来了解野生动物的情况。

监测频次：水库蓄水前调查 1 次；蓄水后，以 2 年为 1 个监测周期，进行 3 期监测；重点关注的珍稀保护物种每年观测 1 次。

7.3.5 水生生态监测

（1）常规调查监测

1）水生生态要素监测

水文、水动力学特征，水体理化性质（主要为 N、P 各种形式组分动态及浓度场分布）；浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量与水温及流态等的变化关系。每年的 4 月、7 月分别监测一次。

2）鱼类种群动态及群落组成变化

鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，重点监测目前在玉曲河流域干流和具有重要生境的支流分布的鱼类种群动态及群落构成的变化趋势，分析具有重要生境支流与干流鱼类种类的重现度

变化趋势。

3）监测断面

设左贡、扎拉坝址处、扎拉厂房、梅里拉鲁沟汇口、玉曲河口、怒江玉曲汇口上共 6 个断面，调查位置可根据具体情况适当前移或后靠，监测内容见表 7.3-6。

表 7.3-6　　水生生态监测断面和监测内容

断面	水生生物及水文、水质监测水生生物监测	鱼类种群动态监测
左贡	●	●
扎拉坝址处	●	●
扎拉厂房	●	●
梅里拉鲁沟汇口	●	●
玉曲河口	●	●
怒江玉曲汇口上	●	●

注：标●的监测内容需要监测

4）监测时段

在水库蓄水后（截流后）20 年内监测 7 年，即蓄水第 1、3、5、7、10、15、20 年进行监测。水化学要素，浮游动、植物，底栖动物、水生维管束植物在 4 月、7 月各监测一次。鱼类种群动态监测在 3～6 月、10～11 月进行。监测时段频次及要素构成还应随其它梯级电站的建设运转进程作相应调整。20 年后，根据鱼类资源现状以及增殖放流对象的调整，再制定进一步的长期监测计划。

（2）栖息地保护效果调查

1）调查范围

为研究扎拉水电站鱼类栖息地保护的效果，需对坝址、减水河段、梅里拉鲁曲进行全面的跟踪调查和监测。

2）调查时间

调查时间为水库蓄水后2年开始，连续监测5年，每年2次。

3）技术要求

调查减水河段、梅里拉鲁曲等栖息地保护河段生态环境及其保护现状，调查鱼类区系、特点、种群资源量、分布及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。

4）调查方法

按《水库渔业资源调查规范》（SL167-96）和《内陆水域渔业自然资源调查规范》的规定执行。

（3）过鱼设施效果观测

水库蓄水后应开展过鱼设施效果的观测评估，包括进鱼口集鱼效果、过鱼效果等。鱼道进鱼口等设置视频监视摄像机，结合鱼类观察室的视频，可以监视鱼类回游和活动情况；如有可能，将在玉曲河下游甲郎、莫得、瓦堡村、据水等附近设置视频监视摄像机（考虑到周边情况，可根据现实情况采用太阳能供电、公网无线传输等，具体方案根据实施阶段现状确定），可以观察周边河道水势情况等。

1）集鱼效果观测

A. 观测评估在各种运行情况和水文情势条件下，鱼类是否都能聚集进入鱼道进口，分析集鱼种类和比例。

B. 观测评估进口区域的光、色、水流条件和影响鱼类寻找进口的其它因素。

C. 观测评估下游水位涨落、水文情势变化对进口水流条件和鱼类寻找进口的影响。

D.记录最有利的进鱼条件、进口水流、水深、光色、进鱼量最大的时间和季节。

E. 进行标志投鱼试验，估算正常运行情况下的进鱼比例。

2）过鱼效果观测评估

A. 过鱼能力的观测。

B. 鱼类损伤情况观测。

3）时间和频率

与常规调查监测时间和频率一致。

（4）增殖放流效果调查

1）调查范围

为调查扎拉水电站增殖放流对恢复鱼类资源的效果，需对本工程增殖放流河段进行全面的跟踪调查。

2）技术要求

通过标志放流技术的应用，对河段内鱼类区系及特点、种群数量、分布进行监测，了解鱼类增殖放流站增殖放流效果，并及时调整增殖放流方案。

3）调查方法

按《水库渔业资源调查规范》（SL167-96）和《内陆水域渔业自然资源调查规范》的规定执行。

4）时间和频率

与常规调查监测时间和频率一致。

7.3.6 环境空气质量监测

（1）监测点布设

为监控工程施工对环境敏感点大气环境质量的影响，结合《环境监测

技术规范》的要求，对施工区及环境敏感点分别进行监测。

（2）监测技术要求

监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 7.3-7。

表 7.3-7　　施工期环境空气监测技术要求一览表

施工工区	监测点位	监测参数	监测频率及时间
大坝施工区	靠近 6#公路的扎郎村附近	TSP，PM10	施工期每季度监测 1 次，每次 7 天，每天采样时间不小于 12h
厂房施工区	珠拉村		

（3）监测方法

环境空气采样按照《环境空气质量监测规范（试行）》（国家环保总局公告 2007 年第 4 号）、《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2005）、《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）的有关要求执行；分析方法按《环境空气质量标准》（GB3095-1996）中表 2 所列各项污染物分析方法执行。

7.3.7　声环境质量监测

（1）监测点位布设

为掌握工程建设对周围声环境敏感对象的影响，结合施工布置规划及声环境敏感对象的分布情况，同步监测典型施工噪声源及环境敏感对象的声环境质量，具体点位布设详见表 7.3-8。

（2）监测技术要求

监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 7.3-8。

（3）监测方法

按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）和《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的有关要求执行。

表 7.3-8　　施工区声环境监测技术要求一览表

监测对象	监测点位	监测参数	监测频率及时间
噪声源	大坝砂石骨料加工厂	Leq，夜间同时测量 LAmax	施工期每季度各监测 1 次，每次监测 1d，每天 08:00～10:00、14:00～16:00 和 22:00～24:00 共 3 个时段各测 1 次
	厂房施工作业区		
敏感点	靠近 6#公路的扎郎村附近	Leq，监测点同步统计车流量	施工期每季度各监测 1 次，每次监测 1d，24h 连续监测，并分别统计 Ld（06:00～22:00）和 Ln（22:00～次日 06:00）
	珠拉村		

7.3.8　人群健康监测

（1）环境医学背景调查

进一步完善本底背景值基础资料的收集和调查工作，对移民安置区饮用水卫生状况和环境卫生状况进行调查。在施工区，建立针对鼠类，蚊虫等媒介昆虫的监测网点，重点对鼠类、带毒带菌率和蚊类种群密度进行调查。

调查范围：施工区、移民安置区。

调查时间：施工准备期 1 次，移民安置后第一年。

（2）施工和移民安置活动对人群健康影响的常规监测

监测内容：人群健康常规监测主要目的是对施工区、移民安置区的疫情变化进行监控，根据工程影响区具体情况，由卫生防疫站派出专业人员进行技术指导，重点对病毒性肝炎、细菌性痢疾等传染性疾病进行监控。在上述监控的基础上，在传染病流行季节和高发区域，对易感人群进行抽检和预防接种。

监测对象：施工人员和移民。

监测时间：移民安置期及施工期内各 1 次。

7.3.9 监测计划的实施

（1）监测组织实施

由扎拉水电站业主单位负责组织实施本工程环境监测计划，包括经费筹措、监测实施与评估机构选择和成果汇总等，承担监测的单位应具备相应资质。

（2）监测制度及资料整编

1）每次监测前，需对监测仪器、设备进行检验，合格后方可投入使用。

2）监测过程中要及时对资料进行整理，对各次监测结果进行统计对比分析，作出简要的分析与评价；若发现异常情况，应立即通知业主与当地行政主管部门。

3）监测全部结束后，对监测结果作出综合评价与分析，编制监测报告。各监测系统原始监测资料及整编成果 4 份，交扎拉水电站环境管理部门存档备查，同时抄送设计单位作为设计信息反馈。

扎拉水电站环境监测实施计划详见表 7.3-9。

表 7.3-9　　扎拉水电站环境监测实施计划

环境监测项目	实施单位	承担单位
一、水环境监测		
1、施工期废水水质监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
2、施工期地表水水质监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
3、运行期水质监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
二、生态		
1、陆生生态	建设单位	委托专业性较强的科研机构
2、水生生态	建设单位	委托专业性较强的科研机构
三、环境空气质量监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
四、声环境监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
五、人群健康监测	建设单位	委托具有监测资格的卫生防疫部门
六、移民安置区人群健康监测	移民安置涉及县的移民局	委托具有监测资格的卫生防疫部门

8 环境保护投资概算与环境影响经济损益分析

8.1 环境保护投资概算

8.1.1 编制说明

8.1.1.1 编制原则

（1）以水电水利工程设计概算编制的有关规定为基础，结合工程建设情况和环境保护工程的特点，采用单价法和指标法来计算环境保护投资；

（2）价格水平年与主体工程一致；

（3）主体工程本身具有的环境保护功能设施的费用列入主体工程概算，本概算不再重复计列；

（4）主要材料价格及建筑工程单价与主体工程一致。

（5）对于没有定额、主体工程中亦无单价的项目，其单价采用类比法结合市场调查法确定。

（6）独立费用按主体工程概算独立费用取费标准计算。

8.1.1.2 编制依据

（1）《水电工程费用构成及概（估）算费用标准（2013 年版）》；

（2）水电水利规划设计总院、可再生能源定额站可再生定额[2014]54 号文颁布的《水电工程设计概算编制规定（2013 版）》；

（3）《水电建筑工程概算定额（2007 年版）》；

（4）水电规造价[2004]0028 号文颁布的《水电工程施工机械台时费定额》；

（5）《工程建设监理收费标准（发改委[2007]670 号）》；

（6）扎拉水电站可行性研究报告、水土保持方案报告书等。

8.1.2 费用组成

根据《水电工程设计概算编制规定》（2013 年版）》关于环境保护工程项目划分，本工程环保投资包括水环境保护工程、陆生生态保护工程、水生生态保护工程、大气环境保护工程、声环境保护工程、固体废物处置工程、人群健康保护、移民安置环境保护、环境监测工程等项费用。独立费用包括项目建设管理费、生产准备费、科研勘察设计费等。

8.1.3 价格水平年

工程环境保护投资概算与主体工程投资估算编制的水平年一致，按 2018 年 1 季度价格水平进行编制。

8.1.4 环境保护投资

以 2018 年第 1 季度价格水平进行计算，扎拉水电站环境保护专项总投资为 50481.44 万元。环保投资概算详见表 8.1-1。

8.2 环境影响经济损益分析

本工程环境影响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，从环保角度评判工程建设的合理性。

8.2.1 主要效益分析

扎拉水电站装机容量 1015MW（其中生态机组装机 15MW），多年平均年发电量为 39.46 亿 kW·h（含生态机组电量 0.86 亿 kW·h），将给当地带来大量的财政税收，为相关产业提供能源支持。随着扎拉水电站工程的建设，工程资金的投入等，将为区域经济发展创造良好的机遇。因本效益难于货币化，暂不计列。

表 8.1-1 扎拉水电站工程环境保护投资

序号	费用名称	单位	单价（元）	数量	费用（万元）	备注
第一部分 环境保护费用					33500.92	
一	水环境保护工程				2330.73	
1	砂石料废水处理系统				1697.59	
1.1	土建工程				276.24	
	调节池				30.00	
	废水提升泵房				14.58	
	清水池及回用泵房				22.35	
	污泥池及污泥泵房				29.10	
	加药系统车间				27.99	
	污泥脱水车间				152.22	
1.2	主要设备				435.03	
	砂水分离器	台	65000	2	13.00	
	DH 型高效污水净化器	台	730000	2	146.00	
	真空吸砂机	台	76000	4	30.40	
	渣浆泵	台	45000	5	22.50	
	潜水泵	台	17000	5	8.50	
	陶瓷过滤机	台	340000	5	170.00	
	絮凝剂加药泵	台	10500	5	5.25	
	助凝剂加药泵	台	12300	6	7.38	
	电气控制系统	台	50000	2	10	
	电缆	套	40000	2	8	
	管道及连接件	台	50000	2	10	
	安装附件	台	20000	2	4	
1.3	安装运输调试费				87.01	

续表 8.1-1 扎拉水电站工程环境保护投资

序号	费用名称	单位	单价（元）	数量	费用（万元）	备注
1.4	运行维护				899.31	
2	混凝土废水处理系统				361.10	
2.1	土建工程				65.88	
	简易沉砂池				18.26	
	中和沉淀池				18.26	
	蓄水池				18.26	
	加药廊道				11.09	
2.2	主要设备				9.50	
	加药桶	个	2500	10.00	2.50	
	搅拌器	个	4500	10.00	4.50	
	管件及阀门	批	5000	5.00	2.50	
2.3	安装运输调试费		95000	120%	11.40	
2.4	运行费				274.32	
3	机修、汽修保养系统废水处理				33.80	
3.1	土建工程				4.42	
3.2	运行费	m3	2	146890.8	29.38	
4	生活污水处理系统				238.24	
4.1	土建工程				5.88	
4.2	设备费				160.00	
	地埋式污水处理设备 WSZ-F-10	台	600000	1	60.00	
	地埋式污水处理设备 WSZ-F-15	台	800000	1	80.00	
	风机 HC-60S	台	10000	8	8.00	
	风机 HC-80S	台	12000	8	9.60	
	水泵 AS10-2CB	台	6000	4	2.40	

续表 8.1-1　　扎拉水电站工程环境保护投资

序号	费用名称	单位	单价（元）	数量	费用（万元）	备注
4.3	运行费	m^3	1.5	482400	72.36	
二	大气环境保护工程				105.10	
1	机动洒水车	辆	250000	3	75	
2	手推式洒水车	辆	50000	2	10	
3	施工期运行费	月	3000	67	20.1	
三	声环境保护工程				38.50	
1	隔声屏	m^2	300	1200	36	
2	限速标志	个	2500	5	1.25	
3	禁鸣标志	个	2500	5	1.25	
四	固体废物处置工程				87.40	
一	垃圾桶	个	600	40	2.4	
二	垃圾清运处理费	t	300	2000	60	
三	微型密封式垃圾车	t	250000	1	25	
五	陆生生态保护工程				1001.14	
1	陆生植被保护				279.34	
1.1	宣传教育费				13	
	培训费	次	25000	2	5	
	宣传费	次	30000	2	6	
	宣传标识牌	个	2000	10	2	
1.2	古树保护费用（就地保护）				100	
1.3	植被恢复	hm^2	5000	332.67	166.34	
2	陆生动物保护				102	
2.1	野生动植物保护警示牌	套	2000	10	2	
2.3	野生动物救助				100	

续表 8.1-1 扎拉水电站工程环境保护投资

序号	费用名称	单位	单价（元）	数量	费用（万元）	备注
3	陆生生态监测				319.8	
3.1	陆生植被监测	次	200000	4	80	
3.2	古树保护效果监测	点.次	2000	64	12.8	
3.3	植被恢复效果监测	点.次	20000	21	42	
3.4	陆生动物监测	次	200000	4	80	
3.5	珍稀保护物种	次	150000	7	105	
4	科学研究				300	
4.1	干热河谷区植被恢复关键技术开发及示范研究				100	
4.2	引水式开发电站减水河段植被演替模式研究				200	
六	碧土县级自然保护区				600	
1	宣传教育费				50	
2	动植物监测				50	
3	保护设施建设费				200	
4	基础设施工程建设				300	
七	水生生态保护工程				28503.52	
1	鱼类增殖放流站	座		1	3600.52	
1.1	建筑工程				2070.92	
1.2	设备及安装工程				606.8	
1.3	其他费用				566.8	
1.4	初期运行费				356	

续表 8.1-1 扎拉水电站工程环境保护投资

序号	费用名称	单位	单价（元）	数量	费用（万元）	备注
2	玉曲河流域鱼类增殖放流站扎拉水电站分摊投资				3000	
3	鱼道				17092	
4	栖息地生境修复				720	
5	渔政管理费用	项			31	
	警示牌		5	2000	1	
	宣传教育费	年	3	100000	30	
6	科学研究				4060	
	珍稀濒危特有鱼类的基础生物学和人工繁殖技术研究	项	1	7500000	750	
	鱼类增殖放流效果监测与评估研究	项	1	6000000	600	
	减水河段生态修复技术研究	项	1	5600000	560	
	高原河流水电开发生态系统演变规律研究	项	1	1500000	150	
	鱼道试运行监测及优化改造相关研究				2000	
八	人群健康保护				142.46	
1	建立医疗卫生站	个	500000	1	50	
2	施工区卫生清理及消毒	m^2	0.5	689200	34.46	
3	20%施工人员卫生检疫	人.年	150	200	3	
4	10%的施工人员定期体检	人.年	300	800	24	施工期间每年按施工人数的 10%抽检 2 次
5	防疫费		0	0	28	
	甲肝	人.年	30	2000	6	施工期接种 1 次

续表 8.1-1　　扎拉水电站工程环境保护投资

序号	费用名称	单位	单价（元）	数量	费用（万元）	备注
	疟疾	人.年	40	2000	8	在疾病流行季节进行预防接种或服药
6	卫生宣传教育	次	30000	1	3	
九	环境监测工程				612.75	
1	水环境监测				278.35	
1.1	施工期水环境监测				41.75	
	玉曲河干流水质监测	点.次	1200	95	11.4	5个点丰、平、枯各1次，施工前后各1次
	饮用水水质监测	点.次	3500	44	15.4	2个点每季度监测1次
	污废水水质监测	点.次	500	242	12.1	11个点每季度监测1期
	地下水水质监测	点.次	500	57	2.85	
1.2	运行期水环境监测				36.6	
	库区及坝下水质监测	点.次	4000	84	33.6	
	地下水水质监测	点.次	500	60	3	
	地下水水位、水温、水质动态监测预留费				50	
1.3	生态流量在线监测	项		1	200	监测运行后前3年，远期纳入电站运行成本
2	环境空气质量监测	点.次	3500	44	15.4	2个点每季度监测1次
3	声环境监测	点.次	2500	44	11	2个点每季度监测1次
4	陆生生态监测				58	
4.1	陆生植物调查	点.次	10000	20	20	
4.2	植被恢复效果监测	点.次	10000	20	20	
4.3	陆生动物调查	点.次	9000	20	18	

续表 8.1-1　　扎拉水电站工程环境保护投资

序号	费用名称	单位	单价（元）	数量	费用（万元）	备注
5	水生生态监测				210	
5.1	水生生态要素监测	点.次	10000	56	84	
5.2	鱼类种群动态监测	点.次	15000	56	126	
6	施工人员健康监测	人.次	200	2000	40	
十	移民安置环境保护工程				79.32	
1	水环境保护工程				30.7	
1.1	化粪池	座	4000	23	9.2	
1.2	旱厕	座	5000	23	11.5	
1.3	专项设施复建工程				10	
2	生态保护宣传教育	年	25000	1	2.5	
3	大气环境保护工程				10	
3.1	手推式洒水车	辆	50000	2	10	
4	噪声防护工程				1	
4.1	限速标志	个	2500	2	0.5	
4.2	禁鸣标志	个	2500	2	0.5	
5	固体废物处理				0.12	
5.1	垃圾收集桶	个	600	2	0.12	
6	环境监测工程				35	
6.1	生态调查与监测	次	150000	2	30	
6.2	人群健康常规监测	人	200	100	5	
十一	地下水保护					卡树冲沟泉点保护及涵管引出，计入水保投资
第二部分　独立费用					13241.16	
一	项目建设管理费				4204.35	

续表 8.1-1　　扎拉水电站工程环境保护投资

序号	费用名称	单位	单价（元）	数量	费用（万元）	备注
1	工程建设管理费				938.03	第一部分的 2.8%计算
2	工程建设监理费				636.50	
3	咨询服务费				402.01	第一部分的 1.2%计算
4	项目技术经济评估审查费				670.02	第一部分的 2%计算
5	竣工验收费				1340.04	第一部分的 4%计算
6	工程保险费				217.76	第一部分的 0.65%计算
二	生产准备费				656.62	第一部分的 1.96%计算
三	科研勘察设计费				4695.09	
1	环保工程勘察设计费				3350.09	
2	环评报告书及专题编制费				1345.00	
2.1	环评报告书编制				380.00	
2.2	陆生生态专题研究				60.00	
2.3	水生生态专题研究				120.00	
2.4	环境质量现状监测专题				40.00	
2.5	水文情势及生态流量专题研究				100.00	
2.6	地下水影响专题研究				80.00	
2.7	鱼类栖息地保护与修复方案专题				85.00	
2.8	鱼类增殖放流工程专题研究				80.00	
2.9	过鱼设施专题研究				400.00	
四	其他税费				3685.10	
第三部分　基本预备费					3739.37	按照第一部分和独立费用之和的 8%计算
静态总投资					50481.44	

建设期大量施工人员的生活需求将主要由当地农产品及服务满足。以施工人员每人每月平均消费 500 元计，施工期间平均每年使当地消费额增加 1200 万元以上，建设期合计逾 6000 万元。消费需求的猛增，将促进当地农业、餐饮业和其他服务业的发展，利于地方农业产业结构调整和第三产业的快速发展。

水电为清洁能源，工程建成后每年除获得清洁能源 39.46 亿 kW•h；工程通过鱼类增殖措施为玉曲河特有鱼类的人工繁殖技术的研究和发展提供良好的条件；本工程环保措施实施后，工程建设及移民可能造成的新增水土流失基本可以得到控制。该部分的环境效益难以货币化，暂不计列。

8.2.2 环境损失分析

根据环境经济学理论，如果建设项目引起环境质量下降，则恢复环境质量或生产性资产所花费的费用可作为环境效益损失的最低估价。本工程以减免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。

根据扎拉水电站工程及工程区域环境特点，为减免、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：施工生产废水及生活污水处理、大气污染控制措施、固体废弃物处理、噪声及粉尘控制；移民安置环境保护；建设期环境监测、环境管理及环境监理；生态建设与水土保持；鱼类资源保护以及人群健康保护等，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，工程环境保护措施总费用 50481.44 万元，建设征地移民与移民安置补偿费 24823.26 万元，作为本工程可货币化的环境损失。

8.2.3 环境影响损益分析

根据以上分析，扎拉水电站工程具有较好的经济、社会效益，为减免

不利环境影响所采取的环保措施总费用为 50481.44 万元，建设征地移民与移民安置补偿费 24823.26 万元，在各项环保措施得到落实的情况下，其费用产生的环境效果较为明显，可较大程度地减免因工程产生的环境损失，避免因环境损失而造成潜在的经济损失。

9 环境风险分析

9.1 评价目的

本工程投资规模较大、涉及范围较广、建设地点较集中、建设内容较多、施工工期较长、影响因素较多，工程实施和运行中可能存在一些不确定的突发性事故风险因素，造成一定的环境风险，诸如由于自然条件恶劣、人为操作失当等原因，可能在工程区域引起火灾、爆炸、污染物未经处理大量排放等风险事故，造成人身伤亡、环境危害等。因此，有必要进行环境风险分析，并采取必要的措施。

根据国家环保总局（90）环管字 057 号《关于对重大环境污染事故隐患进行风险评价的通知》和国家环保总局环发[2005]152 号文《关于加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》的要求，依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）的规定，结合项目风险特征，本环境风险评价的主要内容为识别工程施工和运行期间，可能发生的风险环节和潜在事故隐患，确定潜在环境风险事故的影响程度，并提出事故防范措施和应急预案，提高风险管理水平，使项目的环境风险影响尽可能降到最低，达到安全施工、运行的目的。

9.2 风险识别

9.2.1 风险源概况

（1）油库

本工程油库布置在坝左岸上游约 0.80km，布置高程 2835m，占地面积 0.40 万 m^2，供应整个施工期的油料。油库存储规模按施工高峰期 30 天用量计算，存储量约 820t，其中 92 号、95 号汽油现场存储规模约 40t，0 号柴

油（冬季为-10 号柴油）现场存储规模约 780t。工程施工所需的油料约 1.38 万 t，采用 15t 油罐车直接运输至工地油库。油料的运输和储存均存在一定的环境风险。风险类型为泄漏、火灾和爆炸，致危因素主要为雷电、静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、阀门损坏、储罐冒罐等。

（2）炸药库

本工程施工期炸药总用量 3200t，高峰期为施工第二年。炸药的运输和储存均存在一定的环境风险。本工程炸药库布置在人烟稀少处，安全可靠。炸药库若发生爆炸，引起的主要环境危害是森林火灾。其风险类型为爆炸，致危因素主要为雷电、静电、电气火花、人为因素等。

（3）交通运输

扎拉水电站建设所需主要物资（水泥、粉煤灰、木材、钢材、施工机械设备、永久机电设备、爆破材料、煤炭、油料、房建材料、生活物资等）需外运。依据扎拉水电站施工组织设计报告，工程施工对对外交通运输总量为 57.12 万 t，高峰运输出现在第四年。在物资转运场内运输涉及桥梁时，发生交通事故可导致运输车辆坠河。依据运输的物资种类，交通运输引起的主要环境危害是溢油、火灾、爆炸等。从环境影响程度来看，溢油对地表水环境、水生生态环境等的影响相对火灾、爆炸更大。且工程所在玉曲河为Ⅲ类水体，一旦发生溢油事故，对玉曲河水质、水生生物会造成较大的影响。

（4）生态风险

本工程在生态恢复过程中如物种选择不当可能会引入外来物种，进而造成外来物种入侵的风险。

9.2.2 风险因子

（1）物质危险性识别

按《物质危险性标准》、《重大危险源辨别》（GB18218-2000）、《职业性接触毒物危害程度分级》（GB50844-85）的相关规定，以及水电工程施工物资种类特点，工程涉及的危险性物质主要为为柴油、汽油、乳化炸药、炸药及生态入侵物种等。

（2）物质危险性

根据以上物质特性，本工程所使用的危险品为易燃、可燃、低毒及爆炸性物品。主要危险性为爆炸和火灾带来的生命、财产损失；环境风险主要是燃烧可能造成的森林火险，溢油对水体产生的石油类污染，以及运输事故造成危险品入河等。汽油和黑索金炸药被列入《危险货物品名表》（GB12268-2005）和《危险化学品名录》（2002 版）的易燃液体名单；《建设项目环境风险评价导则》附录 A1 和《重大危险源辨识》也将汽油列为易燃物质；从燃烧后产生的环境影响而言，由于柴油的含硫量较高，燃烧后还将产生一定量的硫氧化物，影响环境。乳化炸药在火焰影响下可以爆炸，而黑索金在受热、接触明火、震动、撞击等影响下可以爆炸。

9.3 风险评价

9.3.1 油库风险评价

（1）风险识别

油库风险类型主要为油料在装卸过程和加油过程中的泄漏、火灾和爆炸，危害因素主要为静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、储罐冒罐等。

（2）源项分析

油库发生事故可能出现的环境危害的风险类型是泄漏、火灾和爆炸。储罐、管道阀门和泵由于维护不当出现故障，造成油气的泄漏可能导致火灾甚至爆炸。油品在装卸作业时，若流速过大易产生静电，在雷电等条件

下可能引发火灾燃烧，或由于操作人员的工作失误导致原油外溢，遇到火源易引发火灾燃烧事故。一旦泄漏或爆炸，对周边居民点和玉曲河水质具有潜在危险。油库非正常运行状态下，受生储存罐等环保设施腐蚀等因素影响，油品泄露并部分入渗含水层，有可能对区内地下水水质造成影响，主要污染有石油类等。

（3）后果估算

加油点周边无工矿企业和居民点，但临近玉曲河，运输过程和事故风险的油料泄漏对周边水体可能产生环境风险。

（4）风险评价

油库是电站施工期的安全、消防重点管理区，建立有严格的安全管理制度。从已有水电工程施工情况看，发生油库事故的案例极少，且水电施工管理较为严格，因此本工程油库在施工期发生泄漏和爆炸的概率不大。

9.3.2 爆破材料库风险评价

（1）风险识别

爆破材料库风险类型主要为储存和使用过程中的爆炸，危害因素主要为静电、电气火花等。

（2）源项分析

管理人员违反规定，违章吸烟或未按有关规定操作产生火种，引燃炸药或触发雷管；由静电作用而造成炸药爆炸；由雷电引发电火花而引燃炸药。

（3）后果估算

本工程位于山区，如若引发火灾或者爆炸，会对工程区植被造成一定的破坏，甚至可能影响周边野生动物。

（4）风险评价

爆破材料库设计中，委托专业设计单位根据有关规程规范进行设计，拟考虑的安全措施包括：各类消防设施；在库内设置避雷设施和各类防静电设施；严格按照相关设计规范，设置库内各类建筑物的安全防护距离；设置事故报警系统；按照《水电水利工程爆破施工技术规范》、《爆破安全规程》等有关规范，严格制定操作规。爆破材料库是整个工程施工中的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据以往水电工程施工情况，发生爆炸事故的概率很小。

9.3.3 危险品运输事故风险

（1）风险识别

本工程运输的危险品主要为油料、炸药和雷管，其风险类型为可能存在运输过程中的油料泄漏和由于交通事故造成炸药、雷管等爆炸或倾倒入周边河道而污染水体。

（2）源项分析

本工程施工期间危险品运输主要环境危害为油罐车运输油料过程中的油料泄漏和炸药或雷管在运输过程中倾倒入水体污染水质，以及事故发生爆炸引起森林火灾。

（3）后果估算

本工程位于山区，危险品运输事故如若引发火灾，会对工程区植被造成一定的破坏，甚至可能影响周边野生动物；如油罐车油料泄漏或炸药和雷管在运输过程中倾倒入水体，会对工程所在玉曲河水系水质造成一定影响。

（4）风险评价

本工程施工期间的物资运输相对一般公路而言运输量较小，因此发生事故的概率很小。危险品运输是施工安全管理重点，管理严格，事故防范

措施严密，根据其它水电工程施工情况，因交通事故发生爆炸或倾倒入水体的事故的概率很小。

9.3.4 森林火灾风险

（1）风险识别

工程周围森林植被较好，施工期可能发生森林火灾，火灾的主要危害因素是雷电、静电、电气火花、自燃、人为因素等。

（2）源项分析

引起森林火灾的最主要危害因素为雷电和人为因素，其中雷电为自然不可抗力，人为因素主要是在林区吸烟、野外生活等。另外，工程施工期爆破作业的不规范，也可能引起森林火灾。

（3）后果估算

工程库周森林植被较好，现有植被多为原生植被，材积量较高，因此工程区一旦发生事故引发森林火灾，将造成较大的损失。

（4）风险评价

工程施工期间，不允许施工人员进入施工区占地范围外的林区，施工炸药库、油库等为整个施工区的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，易燃易爆器材使用时也规定了一定的安全防火范围。因此，工程施工的人为行为引起森林火灾的概率也较小。

9.3.5 施工期污废水事故排放风险

（1）风险识别

施工期主要污废水为砂石料冲洗废水、混凝土系统冲洗废水、含油废水和施工生活污水等。工程建设期间各类污废水均进行处理，在各处理系统正常运行情况下对玉曲河及下游水体水质不会造成影响，但施工过程中可能因回用水泵或各污废水处理设施故障等情况造成污废水处理不及时，

而发生事故排放，在汛期暴雨冲刷施工开挖面和施工场地时，会造成水土流失，从而对水体水质造成影响。

（2）源项分析

工程建设期间各类污废水均进行处理并回用，在各处理系统正常运行情况下对玉曲河及下游水质不会造成影响，但在系统事故排放情况下可能对水体水质造成影响。

在暴雨径流期间，施工开挖面和各临时占地的汇流将携带大量的悬浮物，使河道内的悬浮物浓度大幅度提高，进而影响到下游水质。工程建设期间最大的废水来源为砂石料冲洗废水，施工期砂石料系统冲洗废水事故排放的可能原因主要有：

1）设备及电力原因导致的可能性

根据工程环保规划，砂石料冲洗废水处理系统主要的设备如砂水分离器和污水净化器等为单套措施，故障时可能发生系统设备完全瘫痪导致事故排放。系统设有清水回用池，事故排放情况下，可作为临时短期的事故废水贮存池，由于砂石料废水中主要污染物为 SS，其在清水池中停留一定时间后，出水 SS 浓度将有所降低。电站施工期的砂石料系统为施工区主要的用电设施之一，属较重要的供电对象，因此在电力供应和维护上具有较高的保证。

2）进水水质原因导致的可能性

工程环保设计中选择 DH 高效污水净化器脱污泥法对砂石料冲洗废水进行处理，该处理工艺效果好，且施工砂石料来源于同一料源，砂石料加工所需的单位用水量也较为稳定，因此生产废水中 SS 浓度变化不大，即进水水质负荷变化不大。因此，从进水水质角度分析，在设备正常运行的情况下，其导致的事故排放可能性不大。

3）运行管理原因导致的可能性

电站建设单位将成立专门的施工期环保管理部门，并设置专/兼职和专业人员，开展施工期环境监理，负责和落实环保管理工作，检查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。

砂石料冲洗废水处理系统采用的DH高效污水净化器脱污泥法有一定的运行维护要求，因此存在由于运行管理不善而导致污废水事故排放的可能性。

（3）后果估算

本工程位于III类水功能区，一旦发生污废水事故泄漏排放可能对本河段水质和水功能造成不利影响。

（4）风险评价

根据施工期事故排放预测结果，砂石料系统冲洗废水若未经处理发生事故排放，将对下游河道水质造成较大影响，若经处理后达到回用标准发生事故排放，则对下游河道水质影响相对较小。砂石料系统污染源较大，若发生事故排放可使河道中悬浮物浓度增值较大，施工期间存在一定的事故排放风险。

9.3.6 生态风险分析

工程区以高山松、川滇高山栎、川西云杉等自然植被为主，群落的伴生种较多，群落稳定性一般，因此生物入侵的主要危害因素为人为带入的外来物种。工程实施景观绿化、植被恢复措施过程中，禁止使用易引起入侵的植物种类，优先选择乡土种、本地种或已被证明无入侵风险的物种；加强管理，不允许任何人将未知种类植物种植于工程区。鱼类增殖放流选择本区域原有并适生的鱼苗。根据其它类似工程情况，发生生物入侵事故的概率很小。

从近几年实测流量来看，枯水年连续最枯时段主要集中在1月、2月，日流量在30.0m³/s左右，该时段河道平均水深约0.50m，临近鱼类适宜栖息生境的限值，若此时段大流量引水发电可能会影响到鱼类越冬，会对鱼类资源产生影响。因此，此时段应首先保证生态流量，再引水发电，遇特枯时段停止引水发电，避免带来生态风险事件。

扎拉水电站阻隔了玉曲下游及怒江干流的鱼类向玉曲中上游洄游的通道，电站运行后，在鱼类繁殖期可能仍然有部分鱼类上溯至减水河段产卵繁殖，因此，在保证鱼道正常运行的同时，也应按要求下泄减水河段的生态流量。

9.4 环境风险防范措施

9.4.1 油库、炸药库安全防护措施

（1）防渗措施

油库场地为第四系堆积物，主要为砂卵石、卵漂石，结构中密，Ⅰ级阶地堆积层厚度9m～16m，Ⅱ级阶地厚度6.9m～53.7m，包气带平均厚度约为31m，类比同类第四系包气带渗透系数为0.510～3.629m/d，防污性能弱；油库里油品均为储存罐存储，污染物泄漏易发现及时处理，根据油库场地的包气带防污性能及污染物控制难以程度可知，油库应采取重点防渗（图9.4-1），具体措施如下：

重点防渗区：环评要求油库库依据《环境影响评价技术导则—地下水环境》(HJ610-2016)，并借鉴《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)采用刚性+柔性防渗措施，即采用P8等级混凝土+2mmHDPE膜防渗结构，地面防渗节构由下至上为：混凝土底板（厚度300mm，抗渗等级为P8）、600g/m2土工布、2mm厚HDPE防渗膜、600g/m2土工布、混凝土保护层（厚度100mm）。

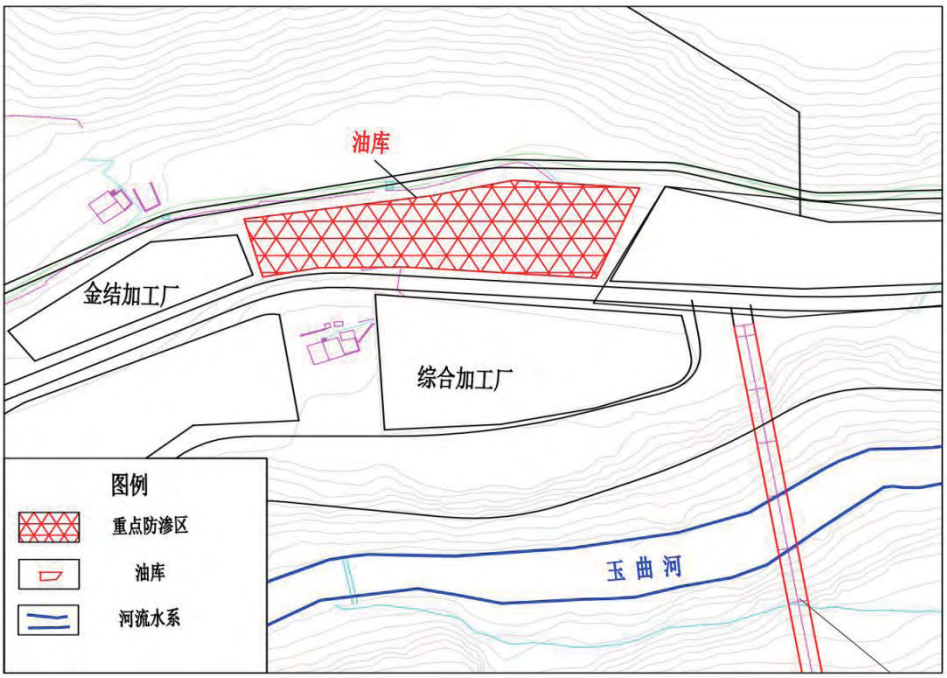


图 9.4-1　　施工期油库防渗分区图

（2）管理措施

1）运输过程中须严格遵守危险货物运输的有关规定，运送油料的运输车辆需采用密闭性能良好的储油罐，确保不造成环境危害。炸药运输不得将炸药和雷管混装运输，确保不造成环境危害。

2）油库及炸药库位置的最终确定必须严格按安全防护距离要求，并汇同地方公安部门及管理部门进行现场选点协商确定，与施工营地需保持足够的安全距离，装运和发送需严格遵循《危险化学品安全管理条例》，严格火源控制并配备相应消防器材。

3）立式油罐设高液位报警器，油罐体采取防雷接地措施。油库内含油污水和不含油污水分流排放，含油废水的处理应满足相应环保要求。炸药库库房间均建造相应的防护土堤，形成两个建筑物均有防护屏障的格局；炸药库库房采用独立避雷针塔对库房进行一次防雷保护，确保库房避免遭受直接雷击；库区设监控报警系统，同时在库房周边安装防盗报警设备。

（4）建设单位应成立环境风险应急办公室，如发生油料和爆破材料泄露，应立即通知环保、安监、消防等部门，并对产生的污染进行及时处理。

9.4.2 森林火灾防范措施

（1）严格执行野外用火和爆破的相关报批制度；

（2）对施工人员进行防火宣传教育，并严格规范和限制施工人员的野外活动，严禁施工人员私自野外用火；

（3）作好吸烟和生活用火等火源管理，严格控制易燃易爆器材的使用；

（4）建议在施工区内建立防火及火灾警报系统；

（5）制定严格的爆破规程，爆破时采取有效隔离措施等；

（6）加强与地方森林消防单位的交流与协作，实行定期检查培训。

9.4.3 污废水处理系统环境风险防范措施

详见“6.1.1.1 砂石加工系统废水处理”。

9.4.4 生态风险防范措施

（1）生物入侵风险防范措施

为保护工程周边生态系统稳定，须从工程设计和管理两个方面着手，防范生物入侵风险：

1）禁止工程的景观绿化、植被措施等设计使用有入侵风险的物种。

2）严禁施工过程中带入外来物种。

3）鱼类增殖放流选择本区域原有并适生的鱼苗。

4）发现入侵物种应及时向主管部门汇报。

（2）减水河段生态风险防范措施

严格按照电站调度运行规则进行，即首先满足生态流量下泄要求，再进行引水发电；加强监控，确保生态机组和生态放水设施按运用规则正常

运行，保障生态流量按要求进行泄放。在 4-7 月鱼类产卵期，不调峰运行，降低对鱼类产卵繁殖的影响。

9.5 环境风险应急预案

9.5.1 事故应急预案的体系定位及应急处置程序

根据国务院《国家突发公共事件总体应急预案》、《西藏自治区突发公共事件总体应急预案》确定的全国突发公共事件应急预案体系的划分原则，本工程应急预案体系为突发公共事件地方应急预案和环境污染和生态破坏事故应急预案。突发公共事件的应急处理程序主要包括以下 4 个方面：

（1）信息报告

特别重大或者重大突发公共事件发生后，要立即报告上级应急指挥机构并通报有关地区和部门，最迟不得超过 4 小时。应急处置过程中，要及时续报有关情况。

（2）先期处置

突发公共事件发生后，在报告特别重大、重大突发公共事件信息的同时，要根据职责和规定的权限启动相关应急预案，及时、有效地进行处置，控制事态。

（3）应急响应

对于先期处置未能有效控制事态的特别重大突发公共事件，要及时启动相关预案，由上一级应急指挥机构统一指挥或指导有关部门开展处置工作。

现场应急指挥机构负责现场的应急处置工作。

需要多个相关部门共同参与处置的突发公共事件，由该类突发公共事

件的业务主管部门牵头，其他部门予以协助。

（4）应急结束

特别重大突发公共事件应急处置工作结束，或者相关危险因素消除后，现场应急指挥机构予以撤销。

9.5.2 事故应急预案

本工程的建设必然伴随潜在的危害，如果防范措施水平高，则事故的概率必然会降低，但仍然存在发生事故的可能。一旦发生事故，需要采取上述工程应急防范措施，控制和减小事故危害。并需制订应急预案，实施相关措施。

本工程突发事故主要涉及西藏自治区左贡县和察隅县，根据《国家突发公共事件总体应急预案》、《西藏自治区突发公共事件总体应急预案》等相关要求和说明，本工程事故应急应纳入自治区突发公共事件应急预案体系中，并据此确定本工程应急预案。

（1）应急计划区

本工程应急计划区包括爆破材料库区以及环境保护目标区，后者主要是周边居民点和水域。应急事件包括火灾、爆炸事故、地表水体污染等。

（2）应急组织机构、人员

1）应急领导机构

应急总领导机构为自治区人民政府突发公共事件应急委员会，作为协调指挥机构，统一领导突发公共事件的应急处置工作。

地方应急领导机构由涉及的左贡县、察隅县分管环保的县长、环保局、环境监测站及其它相关各协作部门负责人组成。

现场应急领导机构由建设单位分管环保的领导、环境保护管理办公室负责人、承包商单位分管环保的领导组成。

2）现场指挥

由应急领导机构指定现场指挥，火灾、爆炸时一般由地方分管环保的县长担任现场指挥负责指挥应急反应行动的全过程；危险品泄漏事故应急行动由分管安全的县长负责指挥。

3）应急救援人员

应急救援人员包括：A.危险源控制组，主要是负责在紧急状态下的现场抢险作业，及时控制危险源，由建设单位和承包商单位消防、安全部门组成，必要时包括地方专业防护队伍；B.伤员抢救组，负责现场伤员的搜救和紧急处理，并护送伤员到医疗点救治，由事故责任单位和施工区医疗机构负责；C.医疗救护组，负责对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院作进一步治疗，由施工区医疗机构负责，当地医院协作；D.消防组，负责现场灭火、设备容器的冷却、喷水隔爆、抢救伤员及事故后对被污染区域的清洗工作，人员由建设单位、承包商消防人员和当地公安消防队伍组成；E. 安全疏散组，负责对现场及周围人员进行防护指导、疏散人员、现场周围物资的转移，由建设单位和承包商安全监督部门、安全保卫人员和当地政府人员组成；F. 安全警戒组，负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻，由建设单位和承包商安全保卫人员、当地公安部门负责；H. 物资供应组，负责组织抢险物资、工器具和后勤生活物资的市场供应，组织运送抢险物资和人员，由建设单位和当地县区政府负责；I. 环境监测组，负责对大气、水质、土壤等进行环境应急监测，确定影响区域范围和危险物质浓度，对事故造成的环境影响做出正确评估，为指挥人员决策和消除事故污染提供依据，并负责对事故现场危险物质的处置，由建设单位和承包商单位环境保护管理办公室和当地环保局负责；J. 专家咨询组，负责对事故应急救援提出方案和安全措

施，现场指导救援工作，参与事故的调查分析并制定防范措施，由建设单位和承包商单位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织；K. 综合协调组，负责综合协调、信息沟通、事故新闻和应急公告发布，由建设单位、当地宣传部门组成；L. 善后处理组，负责现场处置、伤亡善后工作，由建设单位、当地政府相关部门组成。应急程序见图9.5-1。

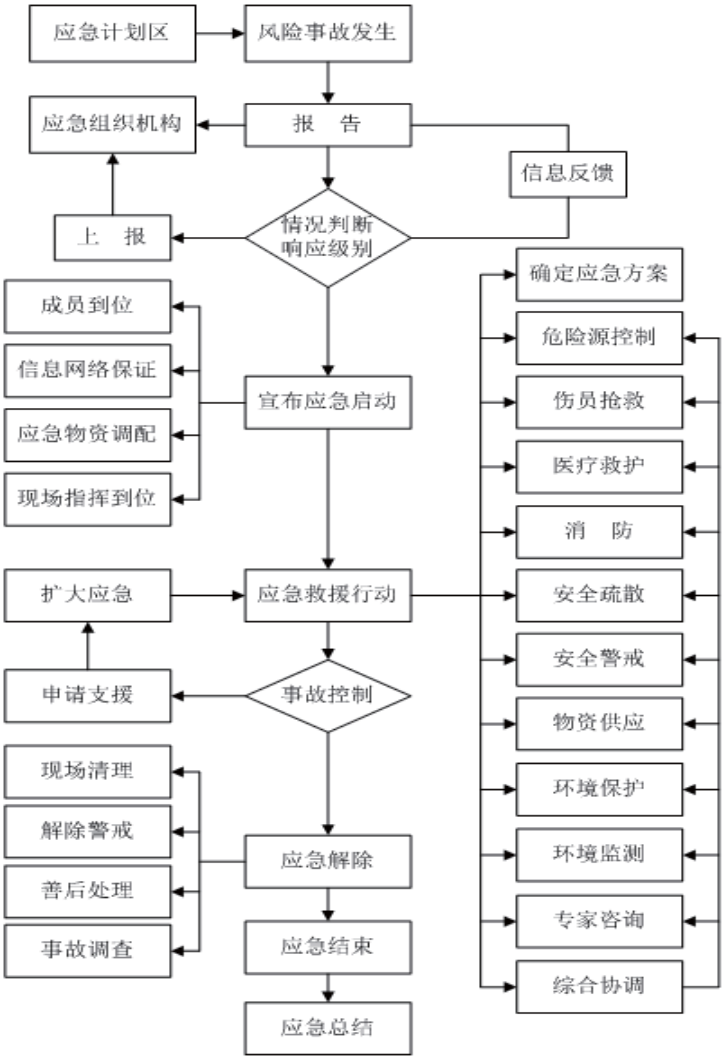


图 9.5-1　　事故应急程序图

4）预案分级响应

事故分为以下 4 个等级：特别重大（Ⅰ级），重大（Ⅱ级），较大（Ⅲ

级），一般（Ⅳ级）。针对不同事故等级，实行分级响应。

事故发生时，立即启动并实施本部门应急预案，Ⅰ级、Ⅱ级响应：现场指挥在事故应急领导机构的统一领导下，具体安排组织重、特大事故应急救援预案的组织和实施；组织所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作；根据事故险情，对应急工作中发生的争议采取紧急处理措施；根据预案实施过程中存在的问题和险情的变化，及时对预案进行调整、修订、补充和完善，确保人员各尽其职、救援工作灵活开展；根据现场险情，在技术支撑下，科学组织人员和物资疏散工作；现场应急指挥与应急领导机构要保持密切联系，定期通报事故现场的态势，配合上级部门进行事故调查处理工作，做好稳定社会秩序和伤亡人员的善后及安抚工作，适时发布公告，将危机的原因责任及处理决定公布于众，接受社会的监督。Ⅲ级、Ⅳ级响应：各相关职能部门按照各自职责开展应急处置工作,防止事故扩大、蔓延，保证信息渠道畅通，及时向领导机构通报情况。

因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点，现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。

5）应急救援保障

爆破材料库火灾和爆炸应急设备主要包括消防水池、消火栓、消防车等。

6）报警、通讯联络方式

①报警方式：在施工管理区内设置报警电话，设置施工区火灾警报器；当地火警电话 119。

②应急通讯：应急领导机构与现场指挥通过对讲机、电话进行联系；现场指挥与应急救援人员通过对讲机进行联系；应急过程中对讲机均使用一频道（消防频道）；如无线通讯中断，应急领导机构和现场指挥可组织

人员进行人工联络。

③信息报送程序：发生环境风险事故时，必须及时上报，按程序报建设单位环境保护管理办公室和安全监督部门后，报告应急领导机构和其它相关部门、上级部门，报送方式可采用电话、传真、直接派人、书面文件等。

7）应急监测、救援及控制措施

环境监测组负责人带领环境监测人员及应急查询资料到达现场，对事故原因、性质进行初步分析、取样、送样、并做好样品快速检测工作，及时提供监测数据、污染物种类、性质、控制方法及防护、处理意见，并发布应急监测简报，对事故出现后周围的安全防护距离、应急人员进出现场的要求、群众的疏散范围和路线等提供科学依据，确保群众和救援人员的安全防护。

8）应急防护措施

危险源控制组和消防组对事故现场进行调查取证，对事故类型、发生时间、污染源、主要污染物、影响范围和程度等进行调查分析，形成初步意见，反馈现场指挥和应急领导机构。

安全警戒组在事故区域设置警戒标识，禁止无关人员进入。各小组协作，由专业人员负责，及时控制危险源，切断其传播途径，控制防火、防爆区域，对污染源及时进行处置，防止污染扩散，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

9）人员疏散、撤离组织计划

受灾区域内被围困人员由安全疏散组负责搜救；警戒区域内无关人员由建设单位配合安全疏散组实施紧急疏散。

当事故可能危及周边地区较大范围人员安全时，现场指挥应综合专家

组及有关部门的意见，及时向领导小组提出实施群体性人员紧急疏散的建议，建议应当明确疏散的范围、时间与方向。

现场指挥应当及时发布事故信息，经领导小组批准，及时发布周边地区人员紧急疏散的公告；当地政府及各有关部门，应当按照领导小组的指令，及时、有序、全面、安全地实施人员疏散，妥善解决疏散人员的临时生活保障问题。

10）事故应急救援关闭程序与恢复措施

整个应急处置和救援工作完成后，即事件现场得到控制，事件条件已经消除；污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内；事件所造成的危害已被彻底消除，无续发可能；事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要；采取了必要的防护措施已能保证公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。经现场指挥提议、领导小组批准，由现场指挥宣布解除应急状态，并发布有关信息。

建设单位协同有关部门做好现场清洁与清理，消除危害因素。

善后处理组针对事故对人体、动植物、土壤、水体、空气造成的现实危害和可能的危害，提供处置建议等相关技术支持，并对事故现场和周边环境进行跟踪监测，直至符合国家环境保护标准。做好事故调查处理。

11）应急培训计划

为了确保应急计划的有效性和可操作性，必须预先对计划中所涉及的人员、设备器材进行训练和保养，使参加应急行动的每一个人都能做到应知应会、熟练掌握。

每年定期组织应急人员培训，使受培训人员能掌握使用和维护、保养各种应急设备和器材，并具有在指挥人员指导下完成应急反应的能力。

定期进行一次应急演习，在模拟的事故状态下，检查应急机构，应急

队伍，应急设备和器材，应急通讯等各方面的实战船能力。通过演习，发现工作中薄弱环节，并修改、完善应急计划。

12）公众教育和信息

对可能发生事故的附近区域居民进行宣传教育，并发布相关信息。

10 评价结论

10.1 工程概况

玉曲河，又称伟曲，是怒江中游左岸一级支流，发源于西藏自治区昌都地区类乌齐县附近的瓦合山麓，源头海拔约4954m，自河源流向东南，流经昌都地区洛隆县、察雅县、八宿县、左贡县以及林芝地区察隅县，在察隅县察瓦龙乡目巴村附近汇入怒江。

玉曲河流域位于北纬28°25′～30°59′和东经96°28′～98°41′之间，流域面积9379km^2，干流总长444.3km；河道天然落差3122m，平均坡降约7.0‰。玉曲河径流主要由降水及融雪形成。玉曲河流域气候复杂，受南北平行峡谷及中低纬度地理位置等因素的影响，具有垂直分布明显和上下游差异大的特点。中上游地区以高原温带半干旱季风气候为主，干湿季分明，日照充足，太阳辐射强，日温差大，年气温温差较小，年降水量500～600mm；下游地区以喜马拉雅山南翼亚热带湿润气候为主，四季温和，降水充沛，日照充足，无霜期长，年降水量800～1000mm，局部地区可达1500mm。流域内多年平均降水量为830mm左右。

扎拉水电站位列玉曲河干流下游河段七级开发方案中的第六级，坝址位于碧土乡扎郎村附近，厂址位于察隅县察瓦龙乡珠拉村，距左贡县城约136km，距昌都约290km，距河口约83km，距上游碧土坝址约17km。

扎拉水电站坝址控制流域面积8546km^2，多年平均流量110m^3/s，多年平均径流量34.8亿m^3。水库正常蓄水位2815m，调节库容136万m^3，装机容量1015MW(含生态机组15MW),单独运行时多年平均发电量39.46亿kW•h（含生态机组电量0.86亿kW•h）。扎拉水电站的主要开发任务是发电并促进地方经济发展。

扎拉水电站枢纽工程采用混凝土重力坝，厂房为地面厂房，工程由挡水建筑物、泄水建筑物、引水发电系统、生态机组、生态放水设施、鱼道等组成。工程分 3 个施工区布置的施工总体布置格局，即大坝施工区、引水隧洞施工区和电站厂房施工区。

扎拉水电站建设征地涉及西藏自治区昌都市左贡县碧土乡扎郎村和林芝市察隅县察瓦龙乡珠拉村、学巴村。建设征地涉及人口 23 户 122 人；土地总面积 4708.15 亩，涉及耕地 599.66 亩，涉及园地 2.03 亩，涉及林地 3422.17 亩，涉及草地 175.4 亩，涉及住宅用地 10.57 亩，涉及交通运输用地 68.91 亩，涉及水域及水利设施用地 266.42 亩，涉及其他用地 162.99 亩；涉及农村企事业单位 1 家；涉及四级公路 8.1km，公路桥梁 1 座/45 延 m，人行吊桥 1 座/25 延 m；涉及通信线路 9.65 杆 km；涉及 10kV 以上输电线 6.3 杆 km，80kVA 配电变压器 1 台，20kVA 配电变压器 1 台；涉及气象监测设备 1 套；涉及文物古迹 4 处。

扎拉水电站（施工总工期为 5 年 7 个月（67 个月），发电工期为 5 年 4 个月（64 个月）。其中，施工准备期 9 个月，主体工程施工期 55 个月，完建期 3 个月。筹建期 27 个月，不计入施工总工期。

10.2 工程合理性分析

（1）扎拉水电站工程布置不涉及碧土县级自然保护区（拟更名为西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区），保护区不在工程建设直接影响范围内，工程建设与《中华人民共和国自然保护区条例》是符合的。

（2）在切实做好生态环境保护，并落实本报告提出的各项环保措施的情况下，扎拉水电站工程建设基本满足《全国主体功能区规划》、《关于加强国家重点生态功能区环境保护和管理的意见》、《西藏自治区主体功

能区规划》、《全国生态功能区划》及《西藏自治区生态功能区划》该区域的发展定位，综合考虑陆生生态、水生生态和生态流量下泄措施并保障实施后，可基本满足功能区环境管理的要求。

（3）工程的建设及其开发任务总体符合《玉曲河干流水电规划报告》以及《西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响报告书》要求。

（4）工程建设符合西藏自治区国民经济和社会发展“十三五”规划的相关要求，与《青藏高原区域生态建设与环境保护规划(2011-2030 年)》、《西藏生态安全屏障保护与建设规划（2008-2030 年）》相关规划的要求是相一致的。

（5）扎拉水电站在规划、设计各阶段，对坝址、坝型、正常蓄水位、装机容量、枢纽布置、施工布置等均做了多方案比选，充分考虑了环境影响，工程建设环境合理可行。

10.3 环境影响评价与环境保护措施

10.3.1 水文情势

（1）水文情势影响分析

1）水文情势现状

利用MIKE11软件建立了扎拉水电站库尾至玉曲河入怒江汇入口处河段一维水动力数学模型。基于代表性、敏感性原则，选取了包括库区、坝址上下游、厂址上下游、河道拐弯处、支流汇入、鱼类产卵场等环境敏感或水文情势发生剧烈变化的位置分析工程河段水文情势现状。现状情况下，丰水年、平水年、枯水年坝址断面天然来流分别介于53.2～275m^3/s、36.9～272m^3/s、31.9～194m^3/s，坝址～厂址区间最大水深介于 1.12～4.57m、0.99～4.55m、0.92～3.98m，流速介于1.14～3.92m/s、1.09～3.79m/s、

0.97～2.89m/s，水面宽介于 12.72～45.15m、11.81～45.83m、11.10～42.99m。

2）典型年坝下水文情势分析

引水发电后，丰水年、平水年、枯水年坝址断面天然流量分别介于15.9～104.4m^3/s、15.9～101.4m^3/s、15.9～33.0m^3/s，坝址～厂址区间最大水深介于 0.83～1.82m、0.82～1.79m、0.83～1.14m，流速介于 1.02～1.82m/s、1.02～1.78m/s、1.02～1.27m/s，水面宽介于 17.40～26.27m、17.40～26.11m、17.40～21.06m。

3）典型日坝下水文情势影响分析

丰水年、平水年以及枯水年丰水期、枯水年平水期日内水文情势不发生变化。枯水年、枯水期引水发电后坝址～厂址间日内流量恒定，生态流量为 15.9m^3/s。受日调节运行影响，枯水年枯水期（以 12 月份为代表）厂房下游（ZL47、ZL47-4）日内流量、水位发生变化，与天然状况相比，水位降低了 0.08m,9 时～23 时流量、水位均高于天然情况,水位增加了 0.01～0.55m。就日内时变化来看，24 时-8 时各时段水位维持不变，8 时-9 时水位增幅为 0.09m,9 时-17 时各时段水位不变,17 时-18 时水位增幅为 0.28m，18 时-19 时水位增幅为 0.26m，19 时-20 时水位降幅为 0.26m，20 时-21 时水位降幅为 0.28m，21 时-23 时各时段水位维持不变，23 时-24 时水位降幅为 0.09m。其他断面变化趋势亦如此。

（2）泥沙情势影响分析

建库后，坝前正常蓄水位较天然情况约抬高 54m，改变了天然条件下的水流特性，降低了河道输沙能力，引起泥沙大量落淤，库区泥沙淤积发展迅速。随着运行时间的增加，泥沙淤积不断向坝前发展。

水库兴建后，出库沙量减小、变细，随着库内泥沙淤积不断发展，出

库含沙量与出库级配逐渐恢复。水库运行初期，出库含沙量为 0.019kg/m^3；水库运行 50 年，出库含沙量为 0.259kg/m^3，与天然情况基本一致。

（3）减水河段及其下游河道生态需水分析

1）河段生态流量综合分析

经过调查，坝址～厂址区间河道外用水基本可以忽略，河道内生态用水主要考虑鱼类生境用水需求。结合研究河段保护目标的需求及贡山鮡、及裂腹鱼的产卵及生长范围，选取坝址、厂址及敏感目标断面作为研究断面，用于综合分析坝址断面需下泄的生态流量。

根据规程规范推荐的水文学 Tennant 法和水力学湿周法、R2-CROSS 法、生态水力学法的计算结果，鱼类非产卵繁殖期（10~3 月）扎拉坝址处需下泄的生态流量可取四种计算方法的外包值，即 14.7m^3/s。此外，根据专家提出的研究满足生境适宜的生态下泄流量，通过计算各典型断面达到鱼类生长及繁殖所需的适宜水力要素（平均水深 0.4m、最大水深 0.6m、水面宽 14m）时的流量，推求得到鱼类非产卵繁殖期（10~3 月）扎拉坝址处需下泄的生态流量，即 15.9m^3/s。经综合分析后，确定 10-3 月坝址处需下泄的生态基流为 15.9m^3/s。

根据生境分析法计算结果，分析得到鱼类生长繁殖旺盛期（5～8 月）坝址处需下泄的生态流量为 31.4m^3/s，鱼类一般生长繁殖期（4 月和 9 月）坝址处需下泄的生态流量为 20.9m^3/s。考虑玉曲河干流水电规划环评审查意见要求和 Tennant 法关于保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流状况需求，综合考虑各种方法的计算、模拟结果后推荐：鱼类生长繁殖旺盛期（5～8 月）、鱼类一般生长繁殖期（4 月和 9 月）坝址处需下泄的生态流量分别为 33m^3/s 和 22m^3/s。

2）生态流量满足程度分析

天然情况下，扎拉水电站工程实施后，1 月～3 月坝下减水河段流量占当月平均流量的 36%～38%，4 月～9 月坝下减水河段流量占当月平均流量的 24%～44%，10 月～12 月坝下减水河段流量占当月平均流量的 18%～30%；1 月～3 月厂址处流量占当月平均流量的 35%～38%，4 月～9 月厂址处流量占当月平均流量的 21%～41%，10 月～12 月厂址处流量占当月平均流量的 15%～28%。

若考虑上游梯级水库（中波水库）调节，与天然情况相比，枯水期坝下流量变化不大，丰水期流量有所减少。

扎拉水电站按照优先保障下泄生态基流的运行调度原则，4～6 月引水发电后坝下减水河段流量占坝下当月流量的 29～44%。工程实施后，坝下生态流量下泄最终需要结合下泄流量的实时监测、下游生态需求和水库实际运行调度，以同时实现河流开发和保护。

（4）生态流量下泄措施

1）生态流量下泄保障措施

经综合比较，推荐采用三台生态机组+坝身生态放水设施的生态流量下泄布置方案。通过三台生态机组和坝身生态放水设施组合运用，可以满足不同时期的生态流量要求。

生态机组建筑物布置在大坝右岸非溢流坝段坝后，紧靠河床，由坝式进水口、压力钢管背管和坝后式地面厂房组成，采用单管两机供水方式，主管内径 2.5m。地面厂房安装三台单机容量 5MW 的混流立式机组，三台机组作为生态供水系统的过水主通道。

生态放水设施布置在左侧溢流坝段，位于 1#泄洪冲沙底孔左侧，采用有压短管型式。进口底板高程 2805.00m，出口布置弧形工作门，孔口尺寸 2.0m×2.5m（宽×高）。下游采用挑流消能，挑坎高程 2780.0m，挑角 15°。

工作弧门采用液压启闭机操作，可以局部开启。

2）生态流量下泄方案

①施工期生态流量下泄方案

施工期通过导流洞下泄流量可以满足生态流量要求，不单独设置生态放水设施。

导流洞封堵期间,采用导流洞封堵闸门不完全关闭(泄量大于15.9m^3/s)向下游供水；当库水位升至高程2771.4m（泄洪底孔泄量大于15.9m^3/s）以上后，导流洞封堵闸门关闭，通过底孔敞泄向下游供水。

扎拉水电站开工后第6年3月底孔下闸蓄水,相应生态流量为15.9m^3/s,为避免下游水位降幅过大，影响鱼类生存，拟在蓄水期间按下泄流量每小时减少5m^3/s进行蓄水。第6年6月初表孔下闸蓄水,相应生态流量为33m^3/s,为避免下游水位降幅过大，影响鱼类产卵，拟在蓄水期间按下泄流量每小时减少5m^3/s进行蓄水。

②运行期生态流量下泄方案

扎拉水电站生态机组为生态流量主要泄放设施，坝身生态放水设施为辅助泄放设施，根据不同情况，可以采用生态机组、生态机组+坝身生态放水设施、坝身生态放水设施三种方式泄放生态流量。

10月-次年3月，当有一台生态机组检修或故障时，通过另外两台下泄生态流量15.9m^3/s；当两台生态机组检修或故障时，通过第三台和坝身生态放水设施共同下泄生态流量15.9m^3/s；三台生态机组全部检修或故障时，通过坝身生态放水设施下泄生态流量15.9m^3/s。

4月和9月，当一台生态机组检修或故障时，通过另外两台下泄生态流量22.0m^3/s；当两台生态机组检修或故障时，通过第三台下泄生态流量11.0m^3/s，同时坝身生态放水设施下泄生态流量11.0m^3/s；三台生态机组全

部检修或故障时，通过坝身生态放水设施下泄生态流量 22.0m^3/s。

5-8 月，当一台生态机组检修或故障时，通过另外两台下泄生态流量 22.0m^3/s，同时坝身生态放水设施下泄生态流量 11.0m^3/s；当两台生态机组检修或故障时，通过第三台下泄生态流量 11.0m^3/s，同时坝身生态放水设施下泄生态流量 22.0m^3/s；三台生态机组全部检修或故障时，通过坝身生态放水设施下泄生态流量 33.0m^3/s。通过 3 台生态机组和坝身生态放水设施联合运用，可以满足不同时期电站生态流量泄放要求。

③生态流量监控方案

扎拉水电站设置一套生态流量泄放计算机监控系统，该系统按监控对象的分布设置现地控制单元：生态电站设置 3 套生态机组现地控制单元，坝身生态放水设施设置 1 套大坝现地控制单元，实现对坝下生态流量泄放的监控。

同时，在生态机组厂房及尾水出口、坝身生态放水设施下游等部位设置视频监视设施，监视生态机组运行情况、尾水出流情况和坝身生态放水设施闸门开启及放水情况等，相关视频数据实时传送至电站视频监控系统，以实现对生态机组、坝身生态放水设施和生态流量泄放情况远程监视和在线监视。

10.3.2 水环境

（1）现状及保护目标

现状：工程所在的玉曲河干流河段地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水标准。根据水质现状监测成果，工程所在河段各监测断面项目均符合水环境功能区划III类水质要求。

保护目标：维护工程区河段水体现有水域功能，保护水体水质，确保水环境质量满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

（2）影响预测评价

1）库区水质影响预测

扎拉水电站水库为日调节水库，水体交换频繁，水库总库容 0.0914 亿 m^3，预测的库区 COD 入库量为 0.20t/a，水库背景浓度为 10mg/L。根据零维模型，预测建库后库区 COD 浓度为 10.021mg/L，与水库背景浓度基本一致。

水库总库容 0.0914 亿 m^3，水库年出库总水量为 34.6 亿 m^3，水力冲刷系数为 376/年。库区水体交换频繁，由狄龙公式可知，为建库后 TN 浓度与建库前浓度基本一致，为 0.70mg/L。

预测结果表明，扎拉水电站建成后，对库区水体水质的影响很小。

2）下游水质影响预测

选取河流完全混合模型，预测典型水文年（丰水年、平水年、枯水年）条件下扎拉水电站对下游河流水质的影响。扎拉水电站引水发电后，各月厂址下游的流量、污染负荷基本没有变化，厂址下游水质基本不发生变化，与现状水质基本一致。本报告选取坝址～厂址间 4 个断面预测水质变化情况，经综合分析可知，扎拉水电站建成后不同典型年各断面 COD 浓度均小于 20mg/L（III 类），氨氮浓度均小于 1mg/L（III 类），扎拉水电站建设对玉曲河水质影响较小。

3）水温影响预测分析

采用径流—库容法对扎拉水库水温结构类型进行判别，扎拉水库径流—库容比 α 为 380，水库水温结构属混合型，水库蓄水后，不会产生水温分层现象和低温水下泄问题。

（3）保护措施

根据《水电工程水库库底清理设计规范》（DL/T 5381-2007）的规定，为防止淹没于扎拉水电站水库内的树木、杂物及人畜粪便等对水体污染和

对水库安全运行的影响，在扎拉水库蓄水前必须对库底进行清理。根据现状调查结果，清理对象主要包括常规的粪坑、畜圈、宅基、坟墓、植物等。

为保护库周环境及水库水质，库周及库区上游干、支流建议严禁发展污染企业，严禁设置各类排污口，禁止人畜粪便、垃圾、生活污水直接下河；建设单位应配合地方环保部门做好库区及上游环境污染监督监察。

保护库周植被，涵养水源，不得对库周灌木林地、林地随意砍伐，做好退耕还林、退牧还草规划。

10.3.3 地下水

（1）现状及保护目标

根据工程区地下水监测结果分析，部分监测点总硬度、溶解性总固体、氟化物、硫酸盐、砷超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。泉点砷超标由于该泉位侵入岩区出露、地下水类型为构造裂隙水，受其岩体成分等影响、超标原因可能为原生地质问题。温泉为深层地下水排泄至地表，深层地下水中较高含量的氟化物、硫酸盐等同地表潜水混合进而可能导致潜水中氟化物和硫酸盐的超标。

保护目标：维持地下水位以及区域地下水水质，特别是扎郎村饮用水源泉眼的水量和水质。

（2）影响预测评价

1）施工期

工程施工期，生产废水和固体废物按照相关要求处理，不会对地下水水质造成明显影响；工程隧洞主洞及各支洞总长 7112m，穿越 4 套地层，影响程度大的为 T_3wp^4 洞段，长度共计 1120m，桩号为 K0+000～K1+769；影响较大的有为闹中断裂带及布在 P_1nc 和 T_2m^4 地层的细小断裂的洞段，其中闹中断裂带长度共计 305m，桩号为 K1+769～K2+074；影响中等有 P_1nc 和 T^2m^4

地层洞段，其中 P_1nc 洞段长度为 1769m，桩号为 K0+000～K1+769，T_2m^4 地层洞段长度为 1603，桩号为 K2+074～K3+677；影响较小的为 T_3wp^3 洞段，桩号为 K3+976～K4+831。

隧洞穿越的各地层主要为基岩裂隙水和岩溶水，其中基岩裂隙水涌水量较小，在穿越 P_1nc 地层时，基岩裂隙水涌水量最大为 0.24m^3/d×m；隧洞穿越岩溶水时的涌水量相对较大，最大涌水量为 4.16 m^3/d×m。

对敏感点影响主要为：引水隧洞建设对 Q1、Q2-1、Q2-2 没有影响；Q7 未在影响半径范围内，隧洞施工对 Q7 影响不大；引水隧洞高程位于 Q8、Q9 的径流途径，对温泉点补给流量有一定影响，施工期有可能减小温泉流量，影响程度中等。

卡树冲沟弃渣场对 Q2 的影响：卡树冲沟弃渣场位于该泉点出露点及其上游 200m 范围，基本位于该泉点的排泄区，不在其补给区内。弃渣场主要为施工岩石弃渣，主要为物理破碎，基本无化学成分的变化，其主要是在施工期可能由于降雨淋滤，影响该泉点的浑浊度和 SS。

2）运营期

水电站运营期，当引水隧洞采取完全封堵的情况下，运营至第二年时，引水隧洞区域地下水渗流场恢复明显，降水漏斗收缩明显，但在引水隧洞进出口位置依然有所不同。运营 5 年即采取完全封堵措施 5 年后地下水渗流场，引水隧洞区域基本与天然状态下渗流场相近。

大坝蓄水后大坝坎肩以及库区河段区域地下水渗流场和天然状态下大坝坎肩和库区河段区域地下水渗流场有着明显差异，在坝体上下游水头始终保持着一个较为明显的差值，随着时间的延续差值逐渐减小，最后趋于一个稳定值。此外，各敏感点（泉点）均未受到影响。

由于大坝阻水的影响，其地下水位在左右岸山体有所抬升。各敏感点

（泉点）均未受到影响。分析其原因可能是由于Q1与工程区相关工程均无联系。弃渣场可能会导致泉水掩埋并将弃渣场中污染物冲走并带入下游河段，需做好导流措施，运营期做好地下水水质监测。当库区河段由于上游地表水污染存在污染物富集作用时,以坝址覆盖层总渗漏量($2.52\times10^{-3}m^3/s$)为回水河段污染源的补给量，以枯水年坝址处的氨氮浓度（0.081 mg/L）为库区河段污染源浓度来进行数值模拟分析，结果显示污染物并未对地下水产生影响。

电站库区蓄水后，因坝址下游减水河段河水位下降，河流两岸地下水含水层补给河流的径流量增大，两岸地下水水位会有一定幅度的下降。在保证一定生态基流的情况下，下游同时有小支沟等水流补给河水，在平水期及枯水期，减水河段对河流两岸地下水影响较小；丰水期降水量相对较大，地表水、降水补给河流两岸补给的地下水水量增加，减水河段对地下水的影响较弱。

（3）保护措施

引水隧洞施工时控制工程进度和采取适当有利的防渗措施，当穿越断层及岩体完整性较差的地下水含水层区段时，可预先对该区段采取灌浆措施，灌浆结束、泥浆凝固后再进行开挖掘进。采取上述措施止水措施后，即减少地下水渗漏对区域地下水水位的影响，同时也减轻了对施工造成的影响。为了减小施工时对地下水的影响，尽可能选择在枯水期进行施工。

施工过程中应密切关注，若遇到热水渗出时，应及时关注Q8、Q9点的流量变化情况，同时应做好该热水资源的保护。为了保障生活用水安全，针对敏感泉点（Q2），采用泉口开挖混泥土浇筑封闭式蓄水池，用涵管向外引水供水，可保障该水源不受弃渣场大气淋滤水的影响。另外，在堆渣场设置排洪沟且弃渣表面采取防淋滤措施，并做好定期监测。

10.3.4 陆生生态

（1）现状及保护目标

1）现状

评价区植物区系组成上属东亚植物区，中国—喜马拉雅植物亚区，横断山脉地区，三江峡谷亚地区。

评价区主要维管植物共有 90 科 269 属 463 种，其中蕨类植物 9 科 12 属 16 种、裸子植物 4 科 9 属 14 种、被子植物 77 科 248 属 433 种。

根据实地调查，扎拉水电站工程评价区内未发现重点保护植物分布，调查发现古树 3 种 16 株，其中藏川杨 4 株，核桃 10 株，光核桃 2 株。

评价范围内共有陆生脊椎动物 4 纲 19 目 51 科 145 种；有国家Ⅰ级重点保护野生动物 7 种；国家Ⅱ级重点保护野生动物 21 种；西藏自治区Ⅰ级重点保护野生动物 8 种；西藏自治区Ⅱ级重点保护野生动物 26 种。

2）保护目标

根据《全国生态功能区划》，工程所属区域为藏东南生物多样性保护重要区。保护自然生态系统与重要物种栖息地。维护工程影响区生态系统的完整性和稳定性，尽量减小本工程兴建对生态环境的影响；严格控制施工占地，尽可能减少植被破坏面积，禁止捕杀陆生动物，施工结束后对裸露地表按照原有植被类型进行生态修复，尽可能恢复受影响的陆生生境，加强对外来物种入侵的控制，禁止在生物多样性保护功能区引进外来物种，保护评价区范围内分布的国家和西藏自治区重点保护陆生动植物，减缓工程建设对其产生的不利影响。

（2）影响预测评价

1）对陆生植物的影响

施工期对陆生植物的影响主要表现在工程施工活动对地表植被造成的

直接损失，包括坝址区、厂房区、引水隧洞进出口及渣料场工程施工及相应的施工临时道路的新修和扩建、施工场地平整、配套设施建设以及开挖和弃渣填压等。施工活动将破坏施工区植被，失去原有的自然性和生物生产力，降低了景观的质量与稳定性。施工结束后，临时占用地的植被类型可依靠人工恢复，减少工程对植被的破坏，部分可还原到现有的质量水平，永久占用地将成为人工基底的景观类型。

水库蓄水前，将对水库淹没区内所有植被进行清理，处于淹没线 2815m 以下的库区的植被将遭到破坏。由于受人为干扰的影响，淹没范围内生物组分的多样性弱，抗逆性差，生产力不高，受淹没影响的植被在评价区均可见到相似的群落。因此，不存在因局部植被淹没而导致种群消失或灭迹，更不会影响区域生态系统的完整性。在对库区现场调查中，未发现国家重点保护植物的分布，因此，水库蓄水不会对国家重点保护植物产生影响。

扎拉电站淹没面积 23.98hm^2，仅占整个评价区面积的 0.08%，从影响的范围来看，水库蓄水不会改变整个评价区的生态系统的结构和稳定性。

水库运行后，坝址至厂房之间将形成 59.2km 的减水河段，坝址下游河段流量减少，水位降低将会导致河流两岸滩地面积增加、湿地面积相应减少，部分湿地植物的生长将会受到影响。现场调查显示，玉曲河河谷两岸多为岩石基质，在评价区河段湿地植被较少。滩地植物主要为水柏枝和雀梅藤等，这些植物具有耐旱特性，河段减水对滩地植被的影响不大。

评价区内药用植物以冬虫夏草、松茸、川贝母为代表，根据其特殊的分布特征和分布海拔区域，其分布海拔均位于 3500m 以上区域，本工程的正常蓄水位为 2815m，且工程布置区的高程均低于其分布海拔高度，因此不会受到工程施工和运行的直接影响。

对本工程影响区及坝址下游区进行现场调查发现评价区古树有 3 种 16

株，其中藏川杨 4 株，核桃 10 株，光核桃 2 株，不受水库淹没和工程的直接占地影响。

2）对陆生动物的影响

本工程施工期对动物的直接影响局限于首部枢纽、厂房、引水隧洞等施工区域附近。评价区交通不便，区内人口密度很小，且由于宗教信仰，当地居民对野生动物的干扰很小。施工区域位于玉曲河两岸山地中，主要分布有喜灌丛生境的小型半地下生活型兽类，（如啮齿类）和森林鸟类（如鸣禽、陆禽等）；评价区也有大型兽类分布，但其主要活动区在玉曲河两岸海拔较高的山顶上，植被覆盖度较高的区域中；由于评价区内海拔较高，气温较低，且水域较少，因此分布于其中的两栖爬行动物种类和数量均不多。

水库蓄水之后将淹没 23.98hm^2 的土地，使部分动物的生境被淹没，根据现场调查，受淹没影响的植被有川滇高山栎、川滇冷杉林，均为评价区广泛分布的植被类型，淹没区的动物在周围可以顺利找到替代生境，因此水库淹没对于动物生境破坏的影响较小。

评价区范围内陆生脊椎动物中，国家Ⅰ级重点保护野生动物 7 种，国家Ⅱ级重点保护野生动物 21 种，自治区Ⅰ级重点保护野生动物共 8 种，自治区Ⅱ级重点保护野生动物 26 种，本工程的施工和运营不会造成这些重点保护动物个体的死亡，更不会造成物种消失，总体来说工程对重点保护动物影响较小。

综上所述，扎拉水电站工程施工和运行对动物的影响很小。工程永久占地将会占用两栖动物的部分生境，但是在评价区附近有很多的相似的生境，评价区内的两栖和爬行动物很容易找到替代生境，由于两栖和爬行类动物密度不大，物种单一，数量较少，对生活空间面积需求不多，故对生

存于其中的两栖和爬行动物影响甚微。

3）对碧土县级自然保护区（拟更名为西藏左贡大紫胸鹦鹉县级自然保护区）的影响

自然保护区距卡树沟渣场距离最近，距保护区最近水平距离约2.1km，最近垂直高差约1.4km。自然保护区分布区域平均海拔4500m，不受工程的直接影响。

其主要保护对象如大紫胸鹦鹉、雪豹、黑熊、金雕、斑尾榛鸡、藏狐、藏原羚、藏马鸡等主要栖息于保护区的林地及海拔较高的灌丛和草甸等生境，保护区范围内的各支流为其主要的饮水环境，因此这些物种受工程的影响有限。

大紫胸鹦鹉为该地区优势种，分布较广，对于分布于保护区内的大紫胸鹦鹉，工程建设对其最大的影响是随着项目建设的开始，项目区会有大量人员进驻，大紫胸鹦鹉可能会遭到施工人员的捕捉，因此，工程建设期间应严格要求施工人员，禁止一切捕抓野生动物的行为由于工程不直接涉及，且施工区域距离保护区较远，工程对其影响较小。

对于金雕、白肩雕等猛禽，活动范围大，在山区林地、河流沿岸以及农田、灌丛都有分布，飞翔能力强。工程在施工期对这些珍稀野生动物及其繁衍栖息地的影响较小。工程运营期对这些猛禽的影响主要为工程占地使其栖息地受到一定面积的损失，但它们善于飞翔，容易找到其它适宜栖息的生境，也更容易找到食物，因而对其影响甚小。

保护区内的水獭主要分布在扎拉坝址上游的保护区范围内，如朵曲隆等水流湍急并且周边植被较好的支流附近觅食，有时也会活动至朵曲隆下游玉曲河的入河口附近，工程对其产生的影响较小。且在坝址下游减水河段人为干扰相对较大，很少有水獭活动的痕迹，不是其主要的栖息地和觅

食地，工程的施工对下游的扰动以及运营其减水河段的产生也不会影响保护区内的水獭种群的正常栖息和觅食。

电站引水发电后坝址～厂址处减水河段流量减小，但通过生态机组和生态放水设施下泄生态流量，保证了减水河段的生态流量，减水的影响可得到一定的缓解，基本可保证保护区内的动物的饮水和栖息活动需求，扎拉电站运行对保护区的植被和动物栖息的影响不明显。

（3）保护措施

1）生态影响的避免和消减措施

施工便道、施工场地等建设时，其施工活动要保证在经批准的设计征地范围内进行，严禁随意开挖，避免增加对山体及植被的破坏。

做好外来入侵植物的防治工作。加大宣传力度，对外来物种的危害以及传播途径向施工人员进行宣传，如发放宣传册或者举行会议进行讲解；境外带入的水果、种子、花卉应进行经过严格检疫，防止带入检疫性的病虫及植物品种；对现有的外来检疫对象，要利用工程施工机会，根除烧毁，防止扩散。

施工废污水采取处置措施，加强施工人员的各类卫生管理，避免生活污水的直接排放，合理处理弃渣，避免对水体造成污染。施工中避免破坏动物栖息的洞穴、窝巢等，若施工过程中发现动物的卵或幼体，应及时交由专业人员护理，不可对其伤害。防止爆破噪声对野生动物的惊扰。

2）生态影响的恢复和补偿措施

本工程对陆生植物和植被的影响主要体现在施工期的占地对陆生植被的破坏，使其覆盖度降低，生产力和生物量减小。因此施工结束后，应结合水土保持植物措施，对各类施工迹地实施陆生植被恢复和补偿。

工程占地区分为坝址施工区和厂址施工区，根据现场调查结果显示，

两个施工区的植被分布和气候特征具有明显的差异。厂址区受干热河谷下沉气流和内陆峡谷的气候效应影响，气候表现为河谷干热，具明显的干热河谷植被特征。因此在植被恢复的物种选择上应根据气候特征的不同而定，特别是厂址区的恢复植被的选择和修复措施设计。

施工迹地主要包括施工营地、弃渣场和卵砾石料场等。根据工程的料场和渣场布置，分为坝址区和厂址区。根据坝址区和厂址区气候特征和植被分布差异进行恢复物种的选择。

3）生态管理措施

工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员、移民和管理人员环境意识。

在施工期严格管理可能引起林火的施工作业，对施工人员加强管理，森林防火期内，禁止在林区野外用火。

在施工的过程中，施工人员必须遵守相关的法律法规，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是重点保护野生动物。加大执法力度，加强市场管理，并联合公安、工商、林业等相关部门严厉打击捕捉、收购、贩卖国家重点保护动物的不法行为，并依法惩罚。

4）重点保护植物的保护措施

加强对施工人员的宣传教育和监管，在施工区域设置野生重点保护植物宣传牌，防止对冬虫夏草和松口蘑的采挖。

工程施工时若发现有其它重点保护野生植物，应立即上报相关部分，并采取就地或移栽等保护措施，避免本工程施工运营对区域内重点保护野生植物产生影响。

5）古树名木的保护措施

评价区古树均不受水库蓄水淹没和工程占地的直接影响，可能受工程

施工和人为活动的间接影响。因此可采取相应的保护措施来减缓和消除影响。

对古树采取就地保护措施，包括在档案登记、截排水措施和防火、防烟气、防尘措施等。

6）对重点保护野生动物的保护措施

对于重点保护动物，除了进行一般动物的避让、减缓等保护措施外，还要重点加强有关野生动物及国家、区级重点保护野生动物法律法规宣传工作，在主要的施工区和施工人员的生活区设立野生动物保护的宣传栏，对施工区域内可能出现的又极易被捕杀的重点保护动物做重点标示及说明。

7）对下游减水河段陆生生态的保护措施

在电站运行期间，为满足扎拉坝址下游河道生态需水量，利用生态机组和生态放水设施下泄生态流量，10 月-次年 3 月下泄 15.9m^3/s，4 月和 9 月下泄 22.0m^3/s，5 月-8 月下泄 33.0m^3/s，可减免电站运行造成下游河段减水对陆生生态的影响。

对下游陆生生态环境进行监测，并开展相应的科学研究，为电站运行带来的影响以及采取合理的补救措施提供理论数据。

（2）对自然保护区的保护

做好保护区宣传教育工作，加强对减水河段保护区内的动植物、森林生态系统的的监测，建立完善的管护体系。并协助保护区管理部门推进保护区建设，加强保护区的宣传教育，协助开展保护区基础设施和保护性设施建设。

10.3.5 水生生态

（1）现状及保护目标

1）现状

扎拉水电站工程所在玉曲河河段调查共检出浮游植物共计 3 门 62 种，其中硅藻门 50 种、占检出种类的 80.65%；浮游动物 28 种，其中原生动物 18 种，种类最多，占总种数的 64.29%；底栖动物 42 种，其中节肢动物占绝对优势。

调查区域分布的鱼类种类共有 15 种，怒江裂腹鱼（*Schizothorax nukiangensis*）、贡山裂腹鱼（*Schizothorax gongshanensis*）和贡山鮡（*Pareuchiloglanis gongshanensis*）为怒江的特有种类，墨头鱼为极偶见种类。小眼高原鳅（*Triplophysa microps*）为新记录种，在西藏怒江水系为首次发现。玉曲河干支流渔获物主要有裂腹鱼亚科裂腹鱼属的怒江裂腹鱼、叶须鱼属的裸腹叶须鱼、裸裂尻鱼属的温泉裸裂尻鱼 3 种以及少量的鮡科纹胸鮡属的札那纹胸鮡和鮡属的贡山鮡。

据调查，评价河段共分布裂腹鱼类的产卵场、鮡科鱼类的产卵场、鳅科鱼类产卵场；裂腹鱼类越冬场、鮡科鱼类越冬场、鳅科鱼类越冬场；鮡科、裂腹鱼类索饵场和鱼类幼育场。裂腹鱼类产卵场在本工程影响江段除支流汇口、少量水流平急的砾石滩和洄水滩等零星狭小区域具备裂腹鱼繁殖条件外，如龙西村以下河段、瓦堡村附近河段等，绝大多数江段不适合裂腹鱼繁殖；鮡科鱼类的产卵场多在小型跌水、回水、二道水等底层石缝中，如梅里拉鲁沟汇口附近（扎拉厂房以下至轰东坝址河段）、甲朗村附近区域（扎拉坝下减水河段）、玉曲河河口等；鳅科鱼类产卵场广布评价河段各支流及其汇口处的浅水湾等场所。

水位较深的主河道江段都是裂腹鱼类适宜越冬场所。而鮡科鱼类中的札那纹胸鮡、贡山鮡，迁移距离一般不长，它们的越冬场所往往在河道急流附近的深潭。而鳅类迁移距离更短，它们的越冬场所往往在流水处的岩

石、砾石底下的穴巢里。一般在跌水、洄水、二道水处是鮡科鱼类的栖息地和索饵场，一些零星的浅滩、洄水、深潭也是裂腹鱼类的索饵、育幼场所。

2）保护目标

水生生态保护对象主要为河段珍稀特有鱼类及其栖息生境。保护评价区域水生生态系统，初期蓄水期和运行期下泄生态流量保障坝下河段鱼类的适生环境，以及满足其他环境功能要求；优化运行调度方案，采取鱼类增殖放流、过鱼、栖息地保护等措施，保证足够的鱼类资源量存在，以维持鱼类种群的稳定。

（2）影响预测评价

1）饵料生物

扎拉电站建成后，对浮游植物群落影响很小，仅在库区，由于营养盐的滞留，浮游植物种类和生物量可能会增加，但受地域和营养盐来源限制，增加幅度有限；坝下受减水河段的影响浮游植物种类和生物量有所减少。

大坝建成后，水深增加，水体流速变缓，营养物质有所滞留，但是由于玉曲沿岸外源性营养盐输入有限，从目前浮游动物密度和生物量变化来看，原生动物、轮虫变化不大，枝角类和桡足类可能出现。拦河坝建成后，坝下流量明显减少，流速减小，将有利于浮游动物的生存，因此工程建设总体上对浮游动物的影响有利有弊。

扎拉电站运行后，尽管减水河段流量下降幅度较大，但下泄生态基流及沿程支流的汇入将使河道水体保持一定流速，预计减水河段底栖动物群落结构较运行前不会发生明显改变，摇蚊科生物种类及数量将有一定幅度增加，底栖动物密度、生物量在现有基础上或将增加。

2）对鱼类的影响

①电站阻隔影响

大坝建成后，将使扎拉坝址以上玉曲干支流与下游及怒江干流隔离，影响河流的纵向连通性，阻隔了玉曲汇口附近怒江干流江段及玉曲扎拉坝址以下河段鱼类向坝上河段上溯生殖洄游的通道，影响坝上鱼类资源补充，同时也影响坝下河段及怒江干流鱼类的产卵繁殖。

②水文情势变化对鱼类的影响

扎拉水电站建成后，库区河段将形成峡谷型水库。原来的激流生境转变为缓流甚至是静水生境，使适应流水生境的鱼类会迁移至库尾及以上河段，如怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、裸腹叶须鱼和鮡科鱼类等，而能够适应静水生境的种类，如温泉裸裂尻鱼、高原鳅属鱼类等在库区种群规模可能有所增长。

扎拉引水发电后，坝下形成一段长约 59.2km 的减水河段， 10 月-次年 3 月下泄生态流量 15.9m^3/s；4 月和 9 月下泄生态流量 22.0m^3/s，5 月-8 月下泄生态流量 33.0m^3/s。扎拉水电站设有生态机组和坝身生态放水设施，引水后保证了减水河段的生态基流，但引水后流量、水位及流速的减少，流场发生改变，减水河段原适宜于鮡科鱼类栖息和产卵的生境条件产生一定影响。

枯水年电站的日调节运行不仅直接影响鱼类的栖息、觅食，而且对底栖动物、着生藻类等的生长不利，从而影响鱼类的饵料来源，但由于玉曲河干流为典型峡谷型河流，相对于宽谷河流，水位变幅对河流湿周的影响相对较小。总体来看，枯水年电站的日调节将导致厂房至河口段鱼类资源有所下降；在冬季由于水位下降，对鱼类的越冬也会产生一定影响，但由于鱼类可随外界环境进行迁移，水位显著下降和频繁波动，部分鱼类可能会顺水而下进入怒江干流。

④ 对鱼类产卵场的影响

扎拉水电站运行后，对裂腹鱼类产卵场、高原鳅属鱼类产卵场影响较小。现场调查确定的玉曲河河口、梅里拉鲁沟汇口附近等区域、甲朗村附近区域等三处鮡科鱼类产卵场，其中甲朗村附近产卵场，扎拉水电站运行后，在鮡科鱼类产卵繁殖生长期 4-9 月泄放多年平均流量 20%—30%的生态流量，可基本满足鮡科鱼类产卵繁殖生长要求。但由于坝下减水河段流量减少较多，原来的回水、二道水等适宜鮡科鱼类产卵繁殖的生境条件明显缩减，对鮡科鱼类的产卵繁殖会造成一定影响，部分鱼类可能退缩至下游或怒江干流寻求新的适宜生境产卵繁殖。扎拉水电站具有日调节性能，在平水年、丰水年和枯水年丰水期，主电站泄放流量在日内保持一致，流量稳定。而在枯水年枯水期厂房下游日内流量、水位发生变化，与天然状况相比，总体上夜间 24 时～8 时流量、水位降低，水位最大降低 0.08m，9 时～23 时流量、水位均高于天然情况，对玉曲河河口、梅里拉鲁沟汇口附近两处鮡科鱼类产卵场产生一定影响，但影响较小。总体来看，这两处产卵场能够维持原有的生境条件和产卵场功能。

（3）保护措施

基于电站建设后环境变化的影响，扎拉水电站鱼类保护以栖息地保护为主，其他多种保护措施如栖息地保护、过鱼设施、增殖放流等为辅的水生生态保护方案。

1）栖息地保护与修复

从玉曲河河流形态特点、生境状况及鱼类分布情况来看，河源区至左贡段，海拔较高，海拔 3900m 以上，河谷较开阔，多岔流、洲滩，生境多样性高，水生植被丰富，是裂腹鱼、高原鳅等的重要栖息地，同时由于其高海拔高寒的地理气候特点，河源区生态系统十分脆弱，应明确为重要的

保护区和水源涵养区，因此将源头至左贡 219.3km 河段全部加以保护。筛选工程影响区域内有一定保护价值的支流梅里拉鲁沟作为鱼类栖息地加以保护。

同时，结合玉曲河鱼类资源分布状况和不同鱼类保护需求，拟将坝址～玉曲河河口河段作为鱼类栖息地加以保护，并对坝址～厂房之间的减水河段采取工程措施进行栖息地修复、微生境改造。鉴于玉曲河干流扎拉坝下～河口河段作为玉曲河鱼类栖息地的保护水域，结合玉曲河流域综合规划环境影响评价初步成果，玉曲河干流扎拉坝址到河口段水生态敏感性强，应实施严格的水生态保护措施，建议进一步开展《西藏自治区玉曲河干流水电规划》的补充论证工作，充分考虑玉曲河流域生态保护的限制性要求，从流域生态保护的角度，进一步论证优化流域水能水资源的开发方案，以实现玉曲河流域水能水资源的科学合理有序开发。

2）过鱼设施

根据玉曲河下游鱼类组成及其生态习性，本工程的主要过鱼对象是具有一定洄游迁移需求的 4 种裂腹鱼，即：怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、裸腹叶须鱼、温泉裸裂尻鱼，本区域的其它鱼类如高原鳅类及鮡科鱼类作为兼顾过鱼对象。本工程主要过鱼季节为 4 月～7 月。

从诱鱼能力、过鱼能力、鱼类适应能力、运行维护等方面，鱼道方案明显优于升鱼机方案，虽然鱼道投资明显高于升鱼机，从生态环保优先和有利于保护鱼类资源考虑，本工程过鱼设施推荐采用鱼道方案。

鱼道布置在大坝坝下右岸，进口紧邻生态机组厂房尾水口，在进口处转折后，沿地形向下游延伸，并在距坝下约 1.25km 处（高程 2782.00m）向上游折返，沿地形向上游延伸。在高程为 2807.50m 处鱼道穿过大坝，并从厂房进水洞上方穿过，沿地形延伸至上游库区，坝上段总长度约 330m，为

满足不同上游水位的过鱼需要，共设 3 个出鱼口。鱼道全长约 2.97km。

3）增殖放流

扎拉水电站鱼类增殖放流站拟选址于林芝市察隅县察瓦龙乡珠拉村，位于厂房区珠拉营地。鱼类增殖放流站规划占地 1.93 公顷。

鱼类增殖放流站放流对象为裸腹叶须鱼、怒江裂腹鱼、贡山裂腹鱼、札那纹胸鮡、贡山鮡等 5 种鱼类，放流规模为 25 万尾/年。

4）渔政管理

加强渔政队伍建设和渔政部门的能力建设，提高渔政部门的执法力度，严格执行禁渔期和禁渔区制度，加强渔业管理。

10.3.6 施工环境

（1）现状及保护目标

1）现状

根据水质现状监测成果，工程所在河段各监测断面项目均符合水环境功能区划III类水质要求。

四川省核工业辐射测试防护院对扎拉水电站工程区大气环境现状的监测，施工区大气环境质量可以满足区域环境功能区划要求，达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

四川省核工业辐射测试防护院对扎拉水电站工程区噪声现状的监测，施工区可以满足区域声环境功能区划要求，达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 2 类标准。

2）保护目标

维持施工区地表水体现有水域功能，确保工程区河段水环境质量满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；维护施工区及其周边区域的声环境质量，工程区周边的扎郎村、珠拉村声环境质量达到

《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准；维护施工区及其周边区域的环境空气质量，使其达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

（2）影响分析

1）施工期水环境

工程施工期间砂石料冲洗废水、混凝土系统废水经和含油废水处理后回用，不排入玉曲河，在处理系统正常运行情况下对玉曲河水质不会造成影响。只有在砂石料冲洗废水处理系统事故情况下排放可能会对玉曲河水体水质造成影响。经预测，在砂石料冲洗废水事故排放的情况下，其对玉曲河局部水域影响较大，形成较明显的污染带，与玉曲河水体完全混合后影响相对减小。

生活污水经处理后达标后排放，工程施工期生活污水排放对玉曲河水质影响甚微，不会改变玉曲河水质类别。事故排放条件下，污染带有所增加，但由于两个施工营地污水排放量很小，且污染物背景浓度不高，其影响程度有限，不会改变水质类别。

2）声环境

工程施工对声环境的影响主要来自于大坝施工、砂石料加工系统、混凝土拌合系统、施工工厂、弃渣场等活动。

根据综合预测，扎郎村受大坝砂石料加工系统、卡树石料场爆破噪声、6#公路流动噪声综合影响下，超标最大值为 2～17dB，扎郎村 5 户居民昼间噪声全部超标，主要是受砂石加工系统作业噪声影响。珠拉村处噪声不超标。

3）环境空气

根据本工程施工总布置和外环境关系，本工程环境空气敏感保护目标

包括扎郎村、珠拉村居民点。大坝砂石加工系统距离扎朗村居民点 78m，高差在 20m 左右，砂石加工系统的施工粉尘对扎朗村居民有一定影响。卡树石料场、扎史同沟石料场 200m 范围内均无居民点分布，大坝和厂房施工区、石料场开采爆破产生的大气污染物仅对施工区局部环境空气质量造成影响。

交通运输扬尘对靠近场内交通道路的居民点产生不利影响，6#和 13#施工道路运输产生的 TSP 分别对扎郎村、珠拉村居民点产生不利影响，需采取环境保护措施予以减缓。

4）固体废弃物

固体废弃物主要包括生活垃圾、建筑垃圾和辅助企业生产垃圾等。工程施工期和营运期共需处理生活垃圾量约 4020t。生活垃圾如不妥善处理，对周边环境将产生不利的影响。一方面将破坏周围自然景观，使土壤受到污染；另一方面，生活垃圾亦是苍蝇、蚊虫孳生以及细菌繁衍、鼠类肆虐的场所。

（3）保护措施

水环境：采用 DH 高效（旋流）污水净化器对砂石料冲洗废水进行处理，处理后回用于砂石料系统生产用水；采用中和沉淀法对混凝土拌和罐冲洗废水进行处理后回用于混凝土拌和罐冲洗用水或施工道路洒水；采用隔油池沉淀工艺对洗车废水进行处理，处理达标后回用。生活污水处理采用地埋式生活污水成套处理设备。

声环境：施工单位选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，加强施工机械的维修保养，从源头上降低噪声源强。在扎郎村的移动隔声屏，减缓工程施工期间交通噪声对敏感点的影响。

环境空气：优化施工工艺，采用除尘设备，运输车辆安装尾气净化器，

保证尾气达标排放。对交通道路及施工作业面洒水降尘。给现场作业人员配备防尘用具，加强劳动保护。

固体废物处置措施：施工营地内设置 40 个垃圾桶，并配备垃圾车 1 辆，无机垃圾运至弃渣场，有机垃圾集中堆肥。

10.3.7 移民安置

（1）环境适宜性分析

扎郎村和珠拉村环境容量大于需生产安置的人数量，采用本村分散后靠安置环境容量可满足要求。

搬迁安置采取本村分散后靠安置的搬迁安置方案，所选择的分散安置点应地质条件良好，无滑坡、塌岸、泥石流等不良地质灾害隐患，水电路等基础设施条件便利，分散安置点环境适宜。

（2）主要环境影响分析

扎拉水电站至枢纽工程建设区搬迁截止年涉及搬迁安置人口 127 人，迁移人口搬迁后仍在当地居民聚居地范围内，并可利用原有公共和基础设施（包括饮用水水源等），不会对迁移人口生活质量产生影响。根据迁移人口安置规划方案，分散建房安置不涉及重点保护的野生动植物等生态环境敏感对象，不会对生态环境造成明显不利影响。

目前，工程涉及的搬迁安置区尚未建设生活污水及生活垃圾处理系统。根据调查，左贡县环保局已申报拟在十三五期间以援藏资金新建碧土乡垃圾填埋场建设，扎郎村后靠安置迁移人口产生的生活垃圾可由村统一收集后运至乡垃圾填埋场处理。珠拉村后靠安置迁移人口产生的生活垃圾可由村内统一收集后纳入原有垃圾处理系统。在迁移人口安置过程中，场地平整、房屋及生产生活配套设施等建设活动将不可避免地对当地地形地貌、植被等造成影响、扰动，从而新增水土流失。本迁移人口安置工程采取本

村范围内后靠分散建房安置，通过采取切实有效的水土保持措施，可以防治迁移人口安置工程造成的新增水土流失，有效防止土壤被雨水、径流冲刷，保护当地的水土资源。

（3）保护措施

目前，工程涉及的搬迁安置区尚未建设生活污水处理系统。后靠安置迁移人口产生的生活污水可通过修建旱厕进行收集用于农家肥；专业项目施工期间产生的生活污水可通过修建移动厕所进行收集用于农田灌溉施肥。

本工程搬迁安置人口通过本村后靠分散建房进行安置，根据碧土乡生活垃圾处理系统发展规划，扎郎村后靠安置迁移人口产生生活垃圾可纳入当地拟建的处理设施一并处理；珠拉村后靠安置迁移人口产生的生活垃圾可由村内统一收集后纳入原有垃圾处理系统。本阶段，可在各村按分散安置人口数量配置一定数量的垃圾筒（箱），由村内原垃圾收集系统将生活垃圾转运至指定的地点。

10.3.8 社会环境

（1）现状及保护目标

本工程主要涉及西藏自治区昌都市的左贡县和林芝市的察隅县。左贡县辖 3 镇 7 乡 127 个行政村，总人口 51130 人，生产总值 85000 万元。察隅县辖 3 乡 3 镇 96 个行政村，总人口 31468 人，产总值 65100 万元。

工程区传染病主要有肺结核、皮肤炭疽、肝炎和痢疾等。地方病主要有大骨节病、地方性氟中毒、碘缺乏病等。

（2）影响预测分析

1）社会经济

扎拉水电站的建设将有大量资金投入该地区，将给建筑施工、交通运

输、建材等相关行业的发展带来新的机遇，为相关行业经济发展注入新的活力，以此改变当地产业结构单一、工业基础薄弱的状况，对推动少数民族地区经济发展的作用明显。

2）人群健康

扎拉水电站施工高峰期人数2000人，施工人员来自不同地域，人员构成复杂，施工人员之间可能发生疾病的交叉感染。

（3）保护措施

对准备进入施工区的施工人员进行卫生检疫，防止在施工人群中造成相互传染和流行。

工程建设全过程均需尊重和保护藏民族的宗教信仰、生活习俗和宗教设施，避免与当地藏族同胞发生冲突，与工程区居民和谐相处。

10.4 环境管理、监理与监测

建设单位设立环境保护管理机构，实施项目环境监理。各级环保及水行政主管等部门对各阶段环境保护工作进行监督。

根据科学性、全面性、代表性和可行性的原则，结合工程建设区和区域环境特点，建立扎拉水电站环境监测系统，包括水环境监测系统、水生生态环境监测系统、陆生生态环境监测系统、施工区环境监测系统、移民安置区环境监测系统等，落实环境监测计划，并及时反馈到工程建设中。

10.5 环境保护投资概算

以2018年第1季度价格水平进行计算，扎拉水电站环境保护专项投资为50481.44万元。

10.6 公众参与

（1）公众参与过程

本项目在开展环评工作过程中，按照《环境影响评价公众参与暂行办法》的有关要求，建设单位于2016年5月进行了扎拉水电站公众参与第一次公示，公示方式主要在昌都市、左贡县和察隅县政府网站，昌都报、林芝报，左贡县电视台，左贡县政府微信公众号等公众媒体，及现场张贴公告；2016年9月进行了扎拉水电站公众参与第二次公示，公示方式主要在昌都市、左贡县和察隅县政府网站，昌都报、林芝报等公众媒体，及现场张贴公告。自公示信息发布以来，建设单位和环评单位均未收到公众就公示内容发表的意见。

建设单位于2017年11月在昌都市人民政府网站、林芝市人民政府网站对全本进行了公示，2018年3月再次在昌都市人民政府网站和林芝市人民政府网站对报告书进行了公示。

（2）公众参与意见采纳情况

根据公众参与调查，部分群众担心工程建设期间各类污染物排放对生态环境的影响及移民安置补偿等问题，建设单位、评价单位对工程建设、运行可能产生的环境影响和工程设计拟采取的环境保护措施进行了说明和公示，取得了公众的认同，公众认为只要在施工和工程运行时落实报告书拟定的环境保护措施与生态恢复措施，施工过程中的环境影响会得到有效控制，本工程建设不存在制约工程建设的环境问题。

关于征地拆迁和移民安置问题，公众主要关注移民实物指标的认定，搬迁安置方案、生产安置方案的制定，补偿金标准和发放等问题，环评单位已将涉及移民方面的问题反馈给建设单位和移民安置规划的编制单位，建设单位表示将对公众关于工程建设、拆迁安置等意见和建议予以采纳并落实，并通过工程设计和加强施工管理等措施避免工程建设对生态环境的影响。

（3）公众参与调查结论

扎拉水电站工程公众意见调查共发放问卷 191 份，收回有效调查答卷 183 份，回收率 95.8%。其中“政府、职能部门和基层组织”问卷发放了 36 份，回收 36 份；“移民和普通村民”问卷发放 155 份，收回有效调查答卷 147 份。根据问卷调查结果统计，政府、职能部门和基层组织、移民及非移民代表均支持扎拉水电站工作建设。

扎拉水电站工程公众参与调查结果表明，本工程建设得到了扎拉水电站工程建设影响范围内及关注工程建设的绝大多数群体的关注和支持，参与调查者普遍对工程建设持赞成态度，受影响方主要关注的问题是移民安置补偿和生产安置问题，建设单位在移民安置规划中一并落实和处理。

10.7 风险分析

风险识别：工程建设期和营运间，存在潜在的事故风险和环境风险，主要包括：加油站事故风险、爆破材料库事故风险、污废水事故排放、施工危险品运输事故风险、森林火灾风险、外来物种潜在生态风险及库区突发污染事故可能产生的水体污染风险等。

环境风险防范措施：油库和加油站配套相关的报警、灭火、防雷、防电、泄漏油料收集设施以及管理措施。爆破器材库防火、灭火、通风、防雷、防电、报警设施。规范施工活动，并在施工废水出口适当位置设置事故排放收集池，防止施工废水进入河道。加强植物检疫工作，加强对外来有害生物的防治工作。针对突发性水污染事故建立完善的风险防范制度，并在污水处理设施附近建缓冲池。制定油库、炸药库、突发污染事故应急预案。

10.8 环境影响综合评价结论

扎拉水电站的建设将为藏东地区提供可靠的电力保障，满足地区经济

社会发展对电力负荷增长的需求，促进地方经济的发展，提高当地各民族群众生活质量，实现经济社会的可持续发展。电站的建设将大大改变工程沿线交通闭塞、经济落后的面貌，为当地各行各业的发展注入新的活力，增加地方财政收入。

工程建设总体符合国家及地方宏观环境保护规划的要求，也符合所在流域水电开发规划的总体要求。除工程永久占地造成的土地资源损失不可逆外，工程建设对生态系统产生的不利影响可以通过植被恢复、栖息地保护、修建鱼道、增殖放流、保障下泄生态流量等措施有效缓解，施工期产生的不利影响可采取相应的环境保护措施进行有效控制。本工程的建设在有效落实报告书提出的环境保护措施后，工程建设产生的不利环境可以得到减缓和控制。

10.9 建　议

（1）建议尽快修编《西藏自治区玉曲河干流水电规划》，充分考虑玉曲河流域水生态保护的限制性要求，从流域生态保护的角度，进一步论证梯级开发方案的环境合理性，优化流域水能水资源的开发方案；同时，在编制《玉曲河流域综合规划》中，充分考虑流域生态保护的需求和限制性要求，科学比选优化规划方案，以实现保护与开发的协调。

（2）建议结合工程实际进度及时开展环保措施技施设计工作，对环保措施进行进一步深入研究和细化设计，严格遵循“三同时”制度，并落实相应费用，确保各项环保措施的实施。

（3）根据“三同时”原则，扎拉鱼类增殖站需在电站完工前建成并投入运行，同时落实扎拉水电站栖息地保护措施，并开展相关鱼类研究和监测、调查工作，切实保护鱼类资源。

（4）工程各项建设与开发活动需高度重视环境保护工作，加强施工期环境管理，落实环境监理、环境监测。

附件1

关于委托编制《西藏自治区玉曲河扎拉水电站环境影响报告书》的函

长江水资源保护科学研究所:

依据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》及《西藏玉曲河扎拉水电站可行性研究、招标及施工图阶段勘察设计合同协议书》（合同编号：CDT-XZ-YQH-ZL-D-[2012]-001）等有关规定，西藏自治区玉曲河扎拉水电站可行性研究阶段需编制环境影响报告书。为此，根据扎拉水电站可行性研究阶段主体勘察设计单位工作需要和要求，现委托贵单位承担《西藏自治区玉曲河扎拉水电站环境影响报告书》的编制工作。

特此函告。

大唐玉曲河水电开发有限公司

2016 年 5 月 6 日

附表1

建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）：	大唐玉曲河水电开发有限公司	填表人（签字）：	翟立磊	建设单位联系人（签字）：	翟立磊

建设项目	项目名称	西藏自治区玉曲河孔拉水电站环境影响报告书			建设内容、规模	建设内容：孔拉水电站 建设规模：工程装机1015MW，最大坝高67米，二等大（2）型工程				
	项目代码[1]	2017-540425-44-02-000733								
	建设地点	西藏自治区昌都市[illegible]县								
	项目建设周期（月）	67.0			计划开工时间	2018年9月				
	环境影响评价行业类别	水电站			预计投产时间	2024年9月				
	建设性质	新建（迁建）			国民经济行业类型[2]	电力、热力、燃气及水生产和供应业				
	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	关于转报《西藏自治区玉曲河干流水电规划环境影响报告书》及审查意见的函				
	规划环评审查机关	西藏自治区环境保护厅			规划环评审查意见文号	藏环函[2010]19号				
	建设地点中心坐标[3]（非线性工程）	经度	98.240000	纬度	28.430000	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		起点纬度		终点经度		终点纬度		工程长度（千米）
	总投资（万元）	1184022.18				环保投资（万元）	50481.44		环保投资比例	4.26%
建设单位	单位名称	大唐玉曲河水电开发有限公司		法人代表	付光均	评价单位	单位名称	长江水资源保护科学研究所	证书编号	国环评证甲字第2602号
	统一社会信用代码（组织机构代码）	915100000689703534		技术负责人	翟立磊		环评文件项目负责人	陈蕾	联系电话	027-84872078
	通讯地址	四川省成都市蜀金路1号万瑞中心A座81		联系电话	028-61678817		通讯地址	湖北省武汉市汉阳区琴台大道515号		

污染物排放量	污染物		现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				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]	
	废水	废水量(万吨/年)						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	
		氨氮						0.000	0.000	
		总磷						0.000	0.000	
		总氮						0.000	0.000	
	废气	废气量（万标立方米/年）						0.000	0.000	/
		二氧化硫						0.000	0.000	/
		氮氧化物						0.000	0.000	/
		颗粒物						0.000	0.000	/
		挥发性有机物						0.000	0.000	/

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	碧土县级自然保护区	县级	绿胸鹦鹉、雪豹、水獭、等		否		□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）
	饮用水水源保护区（地表）			/				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）
	饮用水水源保护区（地下）			/				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）
	风景名胜区			/				□避让 □减缓 □补偿 □重建（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=④-④-⑤；⑥=②-④+③，当②=0时，⑥=①-④+③

附表 2　植物样方调查表

样方调查表 1

调查日期：2016-05-29　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：　5m×5m

植被类型	峨眉蔷薇群系 Form. *Rosa omeiensis*		**环境特征**			
			地形	**海拔（m）**	**坡向**	**坡度（°）**
地点	卡树沟弃渣场		山地	2962	E	5
经纬度	N：28°47'21.56"，E：98°28'4.38"					
2 层	**盖度**	**种类组成**	**考察照片**			
灌木层	盖度 50%	层高 1-2m，优势种为峨眉蔷薇（*Rosa omeiensis*），高 2m，伴生种有小檗（*Berberis* sp.）。				
草本层	盖度 15%	草本层植物种类较少，盖度低，无明显优势种，主要植物有蜈蚣草（*Pteris vittata*）、大理白前（*Cynanchum forrestii*）、龙胆（*Gentiana* sp.）、珊瑚苣苔（*Corallodiscus cordatulus*）、细柄粉背蕨（*Aleuritopteris gresia*）等。				
层外植物	主要为铁线莲（*Clematis* sp.）。					

样方调查表 2

调查日期：2016-05-29　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：　1m×1m

植被类型	山蓼群系 Form. *Oxyria digyna*		**环境特征**			
			地形	**海拔（m）**	**坡向**	**坡度（°）**
地点	卡树沟弃渣场		山坡	2973	N	10
经纬度	N：28°47'22.52"，E：98°28'5.58"					
1 层	**盖度**	**种类组成**	**考察照片**			
草本层	盖度 40%	群落层高 20cm 左右，以山蓼（*Oxyria digyna*）为优势种，盖度 35%，伴生种有早熟禾（*Poa annua*）、蜈蚣草（*Pteris vittata*）、细柄粉背蕨（*Aleuritopteris gresia*）、委陵菜（*Potentilla chinensis*）、毛莲蒿（*Artemisia vestita*）等。				

样方调查表 3

调查日期：2016-05-29　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：　1m×1m

植被类型	毛莲蒿群系 Form. *Artemisia vestita*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	卡树沟弃渣场	山坡	2974	N	20
经纬度	N：28°47'22.52"，E：98°28'5.58"				
1 层	盖度	种类组成		考察照片	
草本层	盖度 75%	群落层高 40-60cm，以毛莲蒿（*Artemisia vestita*）为优势种，高 50-60cm，盖度 70%，伴生种有山蓼（*Oxyria digyna*）、蜈蚣草（*Pteris vittata*）、细柄粉背蕨（*Aleuritopteris gresia*）等。			

样方调查表 4

调查日期：2016-05-29　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：　5m×5m

植被类型	川滇高山栎群系 Form. *Quercus aquifolioides*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	卡树沟弃渣场	山沟	2965	——	——
经纬度	N：28°47'21.16"，E：98°28'6.02"				
2 层	盖度	种类组成		考察照片	
灌木层	盖度 80%	层高约 1.5m，优势种为川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*），高 70-150cm，盖度 80%，伴生种有小檗（*Berberis* sp.）、峨眉蔷薇（*Rosa omeiensis*）等。			
草本层	盖度 10%	草本层盖度较低，植物种类也较少，有蜈蚣草（*Pteris vittata*）、龙胆（*Gentiana* sp.）、草玉梅（*Anemone rivularis*）、大理白前（*Cynanchum forrestii*）、微孔草（*Microula sikkimensis*）、小苜蓿（*Medicago minima*）、苔草等。			
层外植物	主要为铁线莲（*Clematis* sp.）。				

样方调查表 5

调查日期：2016-05-29　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：　10m×10m

植被类型	山杨群系 Form. *Populus davidiana*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	卡树沟弃渣场	山坡	2973	SE	15
经纬度	N：28°47'20.58"，E：98°28'5.41"				

3 层	盖度	种类组成	考察照片
乔木层	郁闭度 0.4	以山杨（*Populus davidiana*）为优势种，高 6-8m，胸径 3-6cm，伴生种有川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）、高山松（*Pinus densata*）等。	
灌木层	盖度 50%	灌木层以川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）为优势种，盖度 40%，伴生种有峨眉蔷薇（*Rosa omeiensis*）等。	
草本层	盖度 15%	草本层高 5-20cm，无明显优势种，主要有蜈蚣草（*Pteris vittata*）、珊瑚苣苔（*Corallodiscus cordatulus*）、细柄粉背蕨（*Aleuritopteris gresia*）、毛莲蒿（*Artemisia vestita*）等。	
层外植物		主要为铁线莲（*Clematis* sp.）。	

样方调查表 6

调查日期：2016-05-29　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：　5m×5m

植被类型	柳群系 Form. *Salix* sp.	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	卡树沟弃渣场	河沟	2954	--	--
经纬度	N：28°47'20.58"，E：98°28'4.65"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 55%	群落以柳（*Salix* sp.）为优势种，盖度 35%，高 1.5m 左右，伴生种有小檗（*Berberis* sp.）、云南土沉香（*Excoecaria acerifolia*）等。	
草本层	盖度 25%	草本层植物有尼泊尔酸模（*Rumex nepalensis*）、早熟禾（*Poa annua*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、草玉梅（*Anemone rivularis*）、苔草（*Carex* sp.）等。	

样方调查表 7

调查日期：2016-05-29　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：10m×10m

植被类型	光核桃群系 Form. *Amygdalus mira*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	卡树石料厂旁的 6 号公路旁	平地	2944	--	--
经纬度	N：28°47'17.55"，E：98°28'3.62"				

3 层	盖度	种类组成	考察照片
乔木层	郁闭度 0.3	群落乔木层郁闭度较低，以光核桃（*Amygdalus mira*）为优势种，高 7m 左右，伴生种有核桃（*Juglans regia*）。	
灌木层	盖度 30%	灌木层植物中有峨眉蔷薇（*Rosa omeiensis*）、灰毛菝（*Caryopteris forrestii*）等。	
草本层	盖度 20%	草本层植物有老鹳草（*Geranium wilfordii*）、商陆（*Phytolacca acinosa*）、毛莲蒿（*Artemisia vestita*）、猪殃殃（Galium *aparine*）、早熟禾（*Poa annua*）等。	
层外植物		主要有茜草（*Rubia cordifolia*）。	

样方调查表 8

调查日期：2016-05-29　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：10m×10m

植被类型	川滇高山栎群系 Form. *Quercus aquifolioides*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	坝址	坡地	2810	SE	30
经纬度	N：28°45'38.22"，E：98°28'37.45"				

3 层	盖度	种类组成	考察照片
乔木层	郁闭度 0.4	层高 3-5m，优势种为川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*），盖度 40%，乔木层无伴生种。	
灌木层	盖度 50%	层高 1-2m，主要植物有受人为干扰呈灌木状的川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）、小檗（*Berberis* sp.）、绣线菊（*Spiraea salicifolia*）等。	
草本层	盖度 30%	草本层以毛莲蒿（*Artemisia vestita*）为优势种，盖度 25%，高 20-30cm，伴生种有蜈蚣草（*Pteris vittata*）、苋草（*Arthraxon hispidus*）、珊瑚苜蓿（*Corallodiscus cordatulus*）等。	
层外植物		有铁线莲（*Clematis* sp.）、茜草（*Rubia cordifolia*）等。	

样方调查表 9

调查日期：2016-05-29　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	绣线菊群系 Form. *Spiraea salicifolia*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	坝址	山坡	2857	S	25
经纬度	N：28°45'41.73"，E：98°28'34.57"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 65%	层高约 1.5m，以绣线菊（*Spiraea salicifolia*）为优势种，盖度 45%，伴生种有川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）、小檗（*Berberis* sp.）、峨眉蔷薇（*Rosa omeiensis*）等。	
草本层	盖度 20%	层高 20cm 左右，以毛莲蒿（*Artemisia vestita*）为优势种，伴生种较少，有野葵（*Malva verticillata*）、苋草（*Arthraxon hispidus*）等。	

样方调查表 10

调查日期：2016-05-29　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	云南土沉香群系 Form. *Excoecaria acerifolia*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	坝址	山坡	2855	E	15
经纬度	N：28°45'41.73"，E：98°28'34.57"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 60%	层高 1.5m，优势种为云南土沉香（*Excoecaria acerifolia*），盖度 45%，伴生种有灰毛蕨（*Caryopteris forrestii*）、绣线菊（*Spiraea salicifolia*）等。	
草本层	盖度 10%	草本层盖度较低，主要植物有苋草（*Arthraxon hispidus*）、毛莲蒿（*Artemisia vestita*）、双花堇菜（*Viola biflora*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）藜（*Chenopodium* sp.）等。	

样方调查表 11

调查日期：2016-05-29　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	杜鹃群系 Form. *Rhododendron* sp.		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	坝址下游（花巴村）		山坡	2896	NE	45
经纬度	N：28°43'35.55"，E：98°29'53.87"					
2 层	盖度	种类组成	考察照片			
灌木层	盖度 70%	层高 1-2m，优势种为杜鹃（*Rhododendron* sp.），盖度 50%，伴生种有小檗（*Berberis* sp.）、绣线菊（*Spiraea salicifolia*）、川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）、峨眉蔷薇（*Rosa omeiensis*）等。				
草本层	盖度 10%	草本层盖度较低，主要植物有大理白前（*Cynanchum forrestii*）、双花堇菜（*Viola biflora*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、草玉梅（*Anemone rivularis*）等。				

样方调查表 12

调查日期：2016-05-29　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：10m×10m

植被类型	川滇高山栎群系 Form. *Quercus aquifolioides*		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	坝址下游（花巴村）		山坡	2896	NE	45
经纬度	N：28°43'35.55"，E：98°29'53.87"					
3 层	盖度	种类组成	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.35	层高 3-5m，以川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）为优势种，伴生种有高山松（*Pinus densata*）。				
灌木层	盖度 40%	层高 1m 左右，主要植物有小檗（*Berberis* sp.）、绣线菊（*Spiraea salicifolia*）、杜鹃（*Rhododendron simsii*）等。				
草本层	盖度 15%	主要植物有珊瑚苣苔（*Corallodiscus cordatulus*）、细柄粉背蕨（*Aleuritopteris gresia*）、毛莲蒿（*Artemisia vestita*）、草玉梅（*Anemone rivularis*）等。				
层外植物		主要是铁线莲（*Clematis* sp.）。				

样方调查表 13

调查日期：2016-05-30　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	峨眉蔷薇群系 Form. *Rosa omeiensis*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	扎拉营地附近	缓坡	2894	西南	5
经纬度	N：28.7655，E：98.4773				
2 层	盖度	种类组成	考察照片		
灌木层	盖度 65%	层高 1.5-2m，以峨眉蔷薇（*Rosa omeiensis*）为优势种，盖度 60%，伴生种有柳（Salix sp.）。			
草本层	盖度 15%	草本层植物有小蓬草（*Conyza canadensis*）、猪殃殃（*Galium aparine*）、益母草（*Leonurus artemisia*）、车前（*Plantago asiatica*）等。			

样方调查表 14

调查日期：2016-05-30　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：1m×1m

植被类型	农业植被	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	扎拉营地附近	平地	2880	--	--
经纬度	N：28°45'51.21"，E：98°28'38.60"				
1 层		种类组成		考察照片	
草本层	盖度 95%	主要种植小麦（*Triticum aestivum*）。			

样方调查表 15

调查日期：2016-05-30　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	农业植被	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	扎拉营地	平地	2880	--	--
经纬度	N：28°45'51.21"，E：98°28'38.60"				
1 层	盖度	种类组成	考察照片		
草本层	盖度	主要种植豌豆（*Pisum sativum*）。			

样方调查表 16

调查日期：2016-05-30　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	垫状迎春群系 Form. *Jasminum nudiflorum* var. *pulvinatum*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	扎拉营地	平地	2890	--	--
经纬度	N：28°45'51.73"，E：98°28'39.14"				
2 层	盖度	种类组成	考察照片		
灌木层	盖度 70%	层高 50-70cm，以垫状迎春（*Jasminum nudiflorum* var. *pulvinatum*）为优势种，伴生种有白刺花（*Sophora davidii*）、荀子（*Cotoneaster* sp.）等。			
草本层	盖度 25%	草本层植物主要有唐松草（*Thalictrum aquilegifolium*）、苔草（*Carex* sp.）、毛莲蒿（*Artemisia vestita*）、马先蒿（*Pedicularis* sp.）、细柄粉背蕨（*Aleuritopteris gresia*）等。			

样方调查表 17

调查日期：2016-05-30　采集人：郑伟、马文挺　样方总面积/m^2：10m×10m

植被类型	川滇高山栎群系 Form. *Quercus aquifolioides*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	扎拉营地附近	河滩缓坡	2808	E	5
经纬度	N：28°45'50.69"，E：98°28'33.92"				

3 层	盖度	种类组成	考察照片
乔木层	郁闭度 0.35	层高 9m，以川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）为优势种，高 7-10m，胸径 10-20cm，伴生种有高山松（*Pinus densata*）。	
灌木层	盖度 55%	层高 1m 左右，主要植物有柳（*Salix* sp.）、小檗（*Berberis* sp.）、栒子（*Cotoneaster* sp.）等。	
草本层	盖度 30%	主要植物有苋草（*Arthraxon hispidus*）、苔草（*Carex* sp.）、珊瑚苣苔（*Corallodiscus cordatulus*）、细柄粉背蕨（*Aleuritopteris gresia*）、毛莲蒿（*Artemisia vestita*）、山蓼（*Oxyria digyna*）等。	
层外植物		主要是铁线莲（*Clematis* sp.）。	

样方调查表 18

调查日期：2016-05-30　采集人：郑伟、马文挺　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	康巴栒子群系 Form. *Cotoneaster sherriffii*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	大坝左岸上游滩地弃渣场	河滩	2813	--	--
经纬度	N：28°46'35.10"，E：98°28'15.85"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 55%	层高 50cm，以康巴栒子（*Cotoneaster sherriffii*）为优势种，伴生种有雀梅藤（*Sageretia thea*）、垫状迎春（*Jasminum nudiflorum* var. *pulvinatum*）。	
草本层	盖度 15%	草本层无明显优势种，主要植物有大理白前（*Cynanchum forrestii*）、委陵菜（*Potentilla chinensis*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、苋草（*Arthraxon hispidus*）、珊瑚苣苔（*Corallodiscus cordatulus*）、双花堇菜（*Viola biflora*）等。	

样方调查表 19

调查日期：2016-05-30　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	绣线菊群系 Form. *Spiraea* sp.	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	大坝左岸上游滩地弃渣场	河滩	2817	--	--
经纬度	N：28°46'35.10"，E：98°28'15.85"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 70%	层高 1-1.5m，以绣线菊（*Spiraea* sp.）为优势种，伴生种有雀梅藤（*Sageretia thea*）、小檗（*Berberis* sp.）。	
草本层	盖度 15%	草本层无明显优势种，主要植物有大理白前（*Cynanchum forrestii*）、苔草（*Carex* sp.）、委陵菜（*Potentilla chinensis*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、虉草（*Arthraxon hispidus*）、珊瑚苜蓿（*Corallodiscus cordatulus*）、双花堇菜（*Viola biflora*）等。	

样方调查表 20

调查日期：2016-05-30　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	小檗群系 Form. *Berberis* sp.	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	大坝左岸上游滩地弃渣场	坡地	2820	NE	45
经纬度	N：28°46'35.10"，E：98°28'15.85"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 65%	层高 1-1.5m，以小檗（*Berberis* sp.）为优势种，伴生种有雀梅藤（*Sageretia thea*）、垫状迎春（*Jasminum nudiflorum* var. *pulvinatum*）。	
草本层	盖度 35%	草本层无明显优势种，主要植物有大理白前（*Cynanchum forrestii*）、毛莲蒿（*Artemisia vestita*）、委陵菜（*Potentilla chinensis*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、珊瑚苜蓿（*Corallodiscus cordatulus*）等。	

样方调查表 21

调查日期：2016-05-30　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	雀梅藤群系 Form. *Sageretia thea*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	大坝左岸上游滩地弃渣场	河滩	2809	--	--
经纬度	N：28°46'31.50"，E：98°28'14.47"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 75%	层高 1-2.5m，以雀梅藤（*Sageretia thea*）为优势种，伴生种有小檗（*Berberis* sp.）、绣线菊（*Spiraea salicifolia*）、竹叶花椒（*Zanthoxylum armatum*）。	
草本层	盖度 30%	草本层无明显优势种，主要植物有苔草（*Carex* sp.）、委陵菜（*Potentilla chinensis*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、老鹳草（*Geranium wilfordii*）、蜈蚣草（*Pteris vittata*）、垫状卷柏（*Selaginella pulvinata*）等。	
层外植物	以茜草（*Rubia cordifolia*）常见。		

样方调查表 22

调查日期：2016-05-30　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	水柏枝群系 Form. *Myricaria* sp.	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	大坝左岸上游滩地弃渣场	河滩	2801	--	--
经纬度	N：28°46'36.71"，E：98°28'13.44"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 45%	群落以水柏枝（*Myricaria* sp.）为优势种，高 1-2.5m，无伴生种。	
草本层	盖度 5%	该群落分布于水边沙石滩涂，草本植物非常少，偶见有蜈蚣草（*Pteris vittata*）、苔草（*Carex* sp.）、老鹳草（*Geranium wilfordii*）等。	

样方调查表 23

调查日期：2016-05-30　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	毛莲蒿群系 Form. *Artemisia vestita*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	卡树石料厂	山坡	2940	NE	30
经纬度	N：28°47'7.59"，E：98°28'7.18"				

1 层	盖度	种类组成	考察照片
草本层	盖度 65%	层高 50cm 左右，群落以毛莲蒿（*Artemisia vestita*）为优势种，伴生种有马先蒿（*Pedicularis* sp.）、蜈蚣草（*Pteris vittata*）、苔草（*Carex* sp.）、柴胡（*Bupleurum* sp.）、唐松草（*Thalictrum aquilegifolium*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）等。	

样方调查表 24

调查日期：2016-05-30　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	小檗群系 Form. *Berberis* sp.	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	卡树石料厂	山坡	2943	NE	30
经纬度	N：28°47'7.59"，E：98°28'7.18"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 75%	群落以小檗（*Berberis* sp.）为优势种，高 1-1.5m，伴生种有垫状迎春（*Jasminum nudiflorum* var. *pulvinatum*）、康巴栒子（*Cotoneaster sherriffii*）、绣线菊（Spiraea salicifolia）。	
草本层	盖度 25%	草本层植物有马先蒿（*Pedicularis* sp.）、唐松草（*Thalictrum aquilegifolium*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、毛莲蒿（Artemisia *vestita*）、珊瑚苜蓿（*Thalictrum aquilegifolium*）、蜈蚣草（*Pteris vittata*）等。	

样方调查表 25

调查日期：2016-05-30　　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	大叶蔷薇群系 Form. *Rosa macrophylla*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	6#公路扎郎村村委会附近	路旁	2947	--	--
经纬度	N：28°47'17.98"，E：98°28'4.00"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 75%	群落以大叶蔷薇（*Rosa macrophylla*）为优势种，高 2m 左右，无伴生种。	
草本层	盖度 15%	草本层植物有早熟禾（*Poa annua*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、草玉梅（*Anemone rivularis*）、蜈蚣草（*Pteris vittata*）等。	

样方调查表 26

调查日期：2016-05-31　采集人：郑伟、马文挺　　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	灰毛茏群系 Form. *Caryopteris forrestii*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	扎史同石料厂	山坡	2310	NW	50
经纬度	N：28°44'31.43"，E：98°25'31.84"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 45%	群落以灰毛茏（*Caryopteris forrestii*）为优势种，高 40cm，伴生种较少，有垫状迎春（*Jasminum nudiflorum* var. *pulvinatum*）。	
草本层	盖度 15%	草本层盖度较小，主要植物有垫状卷柏（*Selaginella pulvinata*）、藏南绿南星（*Arisaema jacquemontii*）、唐松草（*Thalictrum aquilegifolium*）、珊瑚苣苔（*Corallodiscus cordatulus*）、龙葵（*Solanum nigrum*）、黄花蒿（*Artemisia annua*）、细柄粉背蕨（*Aleuritopteris gresia*）。	

样方调查表 27

调查日期：2016-05-31　采集人：郑伟、马文挺　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	仙人掌群系 Form. *Opuntia stricta*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	厂址区	平地	2181	--	--
经纬度	N：28°44'20.04"，E：98°26'18.38"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 40%	灌木层以仙人掌（*Opuntia stricta*）为优势种，高 1.5m，伴生种有石榴（*Punica granatum*）。	
草本层	盖度 30%	草本层高 10-30cm，主要植物种有马鞭草（*Verbena officinalis*）、牛膝（*Achyranthes bidentata*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、一年蓬（*Erigeron annuus*）、狗牙根（*Cynodon dactylon*）等。	

样方调查表 28

调查日期：2016-05-31　采集人：郑伟、马文挺　样方总面积/m^2：10m×10m

植被类型	石榴群系 Form. *Punica granatum*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	厂址区	缓坡	2182	--	--
经纬度	N：28°44'20.04"，E：98°26'18.38"				

3 层	盖度	种类组成	考察照片
乔木层	郁闭度 0.4	乔木层以人工种植的石榴（*Punica granatum*）为单优势种，高 3-5m，为人工纯林。	
灌木层	盖度 15%	种类较少，偶见仙人掌（*Opuntia stricta*）等灌木。	
草本层	盖度 20%	草本层均高 15cm，主要植物种有马鞭草（*Verbena officinalis*）、藜（*Chenopodium album*）、牛膝（*Achyranthes bidentata*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、反枝苋（*Amaranthus retroflexus*）等。	

样方调查表 29

调查日期：2016-05-31　采集人：郑伟、马文挺　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	小叶荆群系 Form. *Vitex negundo*		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	厂址区		缓坡	2183	--	--
经纬度	N：28°44'19.42"，E：98°26'20.46"					
2 层	盖度	种类组成	考察照片			
灌木层	盖度 35%	灌木层以小叶荆（*Vitex negundo*）为优势种，高约 70cm，伴生种有灰毛蕨（*Caryopteris forrestii*）、截叶铁扫帚（*Lespedeza cuneata*）等。				
草本层	盖度 45%	草本层植物种类较多，盖度较大，主要植物有小花琉璃草（*Cynoglossum lanceolatum*）、藜（*Chenopodium album*）、反枝苋（*Amaranthus retroflexus*）、黄花蒿（*Artemisia annua*）、密花香薷（*Elsholtzia densa*）、苘草（*Arthraxon hispidus*）、野葵（*Malva verticillata*）等。				
层外植物	主要为打碗花（*Calystegia hederacea*）。					

样方调查表 30

调查日期：2016-05-31　采集人：郑伟、马文挺　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	藜群系 Form. *Chenopodium album*		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	厂址区		缓坡	2183	--	--
经纬度	N：28°44'19.42"，E：98°26'20.46"					
1 层	盖度	种类组成	考察照片			
草本层	盖度 90%	层均高 25cm，优势种为藜（*Chenopodium album*），伴生种有反枝苋（*Amaranthus retroflexus*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、马鞭草（*Verbena officinalis*）、益母草（*Leonurus artemisia*）、野紫苏（*Epimeredi indica*）、苘草（*Arthraxon hispidus*）等。				

样方调查表 31

调查日期：2016-06-1　采集人：郑伟、马文挺　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	白刺花群系 Form. *Sophora davidii*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	闹中冲沟支沟弃渣场	缓坡	2396	--	--
经纬度	N：28°44'0.91"，E：98°27'12.68"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 65%	层均高 1.5m，优势种为白刺花（*Sophora davidii*），盖度 50%，伴生种有云南土沉香（*Excoecaria acerifolia*）、小檗（*Berberis* sp.）等。	
草本层	盖度 15%	草本层均高 15cm，主要植物有苾草（*Arthraxon hispidus*）、狼紫草（*Lycopsis orientalis*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、双花堇菜（*Viola biflora*）、地锦（*Euphorbia humifusa*）等。	

样方调查表 32

调查日期：2016-06-1　采集人：郑伟、马文挺　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	云南土沉香群系 Form. *Excoecaria acerifolia*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	闹中冲沟支沟弃渣场	缓坡	2403	--	--
经纬度	N：28°43'59.67"，E：98°27'15.57"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 70%	层高 80cm，优势种为云南土沉香（*Excoecaria acerifolia*），伴生种有白刺花（*Sophora davidii*）、小檗（*Berberis* sp.）、垫状迎春（*Jasminum nudiflorum* var. *pulvinatum*）等。	
草本层	盖度 20%	层均高 15cm，主要植物有珊瑚苜蓿（*Corallodiscus cordatulus*）、苾草（*Arthraxon hispidus*）、黄芪（*Astragalus* sp.）、老鹳草（*Geranium wilfordii*）、轮叶黄精（*Polygonatum verticillatum*）、细柄粉背蕨（*Aleuritopteris gresia*）、垫状卷柏（*Selaginella pulvinata*）、唐松草（*Thalictrum aquilegifolium*）等。	

样方调查表 33

调查日期：2016-06-01　采集人：郑伟、马文挺　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	雀梅藤群系 Form. *Sageretia thea*		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	闹中冲沟支沟弃渣场		缓坡	2397	--	--
经纬度	N：28°44'0.91"，E：98°27'12.68"					
2 层	盖度	种类组成	考察照片			
灌木层	盖度 70%	层均高 2.5m，优势种为雀梅藤（*Sageretia thea*），盖度 70%，伴生种有白刺花（*Sophora davidii*）、小檗（*Berberis* sp.）等。				
草本层	盖度 15%	草本层均高 10cm，主要植物有苋草（*Arthraxon hispidus*）、地锦（*Euphorbia humifusa*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、双花堇菜（*Viola biflora*）、黄芪（*Astragalus* sp.）等。				

样方调查表 34

调查日期：2016-06-01　采集人：郑伟、马文挺　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	绣线菊群系 Form. *Spiraea* sp.		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	闹中冲沟支沟弃渣场		沟滩	2397	--	--
经纬度	N：28°44'0.91"，E：98°27'12.68"					
2 层	盖度	种类组成	考察照片			
灌木层	盖度 75%	层高 1.5-3.0m，优势种为绣线菊（*Spiraea* sp.），盖度 70%，伴生种有雀梅藤（*Sageretia thea*）、白刺花（Sophora davidii）等。				
草本层	盖度 25%	草本层植物主要有地锦（*Euphorbia humifusa*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、野紫苏（*Elsholtzia ciliata*）、双花堇菜（*Viola biflora*）、黄花蒿（*Artemisia annua*）、狗牙根（*Cynodon dactylon*）、鬼针草（*Bidens pilosa*）等。				
层外植物		主要为茜草（*Rubia cordifolia*）。				

样方调查表 35

调查日期：2016-06-01　采集人：郑伟、马文挺　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	高山松群系 Form. *Pinus densata*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	引水隧洞上方	山顶	3226	--	--
经纬度	N：28°45'17.92"，E：98°27'51.12"				
3 层	盖度	种类组成	考察照片		
乔木层	郁闭度 0.55	乔木层优势种为高山松（*Pinus densata*），高 8-12m，胸径 10-20cm，伴生种有华山松（*Pinus armandii*）、川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）等。			
灌木层	盖度 65%	灌木层以川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）为优势种，伴生种有小檗（*Berberis* sp.）、杜鹃（*Rhododendron* sp.）、绣线菊（*Spiraea salicifolia*）、高山松幼苗等。			
草本层	盖度 10%	草本层盖度较小，植物种类较少，有蜈蚣草（*Pteris vittata*）、尼泊尔酸模（*Rumex nepalensis*）、苔草（*Carex* sp.）、马先蒿（*Pedicularis* sp.）等。			
层外植物		主要是铁线莲（*Clematis* sp.）。			

样方调查表 36

调查日期：2016-06-01　采集人：郑伟、马文挺　样方总面积/m^2：10m×10m

植被类型	川滇高山栎群系 Form. *Quercus aquifolioides*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	引水隧洞上方	山顶	3084	--	--
经纬度	N：28°45'37.02"，E：98°28'8.53"				
3 层	盖度	种类组成	考察照片		
乔木层	郁闭度 0.45	群落优势种为川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*），高 5-8m，胸径 3-10cm，伴生种有高山松（*Pinus densata*）。			
灌木层	盖度 35%	灌木层以绣线菊（*Spiraea salicifolia*）、杜鹃（*Rhododendron* sp.）、小檗（*Berberis* sp.）、鞍叶羊蹄甲（*Bauhinia brachycarpa*）常见。			
草本层	盖度 20%	草本层植物有马先蒿（*Pedicularis* sp.）、草玉梅（*Anemone rivularis*）、苔草（*Carex* sp.）、蜈蚣草（*Pteris vittata*）等。			
层外植物		主要是铁线莲（*Clematis* sp.）。			

样方调查表 37

调查日期：2013-05-20　采集人：祝顺波、陈蕾　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	白刺花群系 Form. *Sophora davidii*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	减水河段（瓦堡村附近）	河滩地	2246	--	--
经纬度	N：28°42'10.97"，E：98°25'39.72"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 40%	灌木层以白刺花（*Sophora davidii*）为优势种，伴生种有清香木（*Pistacia weinmannifolia*）、垫状迎春（*Jasminum nudiflorum* var. *pulvinatum*）、雀梅藤（*Sageretia thea*）等。	
草本层	盖度 20%	草本层植物种类较少，主要有伏地卷柏（*Selaginella nipponica*）、蜈蚣草（*Pteris vittata*）、密花香薷（*Elsholtzia densa*）等。	

样方调查表 38

调查日期：2013-05-20　采集人：祝顺波、陈蕾　样方总面积/m^2：10m×10m

植被类型	胡桃群系 Form. *Juglans regia*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	减水河段（格布村）	缓坡地	2309	--	--
经纬度	N：28°36'30.51"，E：98°27'1.63"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
乔木层	郁闭度 0.35	群落优势种为人工种植的胡桃（*Juglans regia*），高 3-5m，胸径 3-10cm，为纯林。	
草本层	盖度 80%	林下草本层为种植的农作物，主要种植青稞（*Hordeum vulgare* var. *coeleste*）、豌豆（*Pisum sativum*）等。	

样方调查表 39

调查日期：2013-05-20　采集人：祝顺波、陈蕾　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	清香木群系 Form. *Pistacia weinmannifolia*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	减水河段（格布村附近）	缓坡地	2325	NE	5
经纬度	N：28°35'51.64"，E：98°27'15.72"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 40%	群落以清香木（*Pistacia weinmannifolia*）为优势种，伴生种有白刺花（*Sophora davidii*）、小檗（*Berberis* sp.）等。	
草本层	盖度 15%	草本层植物种类较少，主要有蜈蚣草（*Pteris vittata*）、密花香薷（*Elsholtzia densa*）等。	

样方调查表 40

调查日期：2013-05-20　采集人：祝顺波、陈蕾　样方总面积/m^2：5m×5m

植被类型	云南土沉香群系 Form. *Excoecaria acerifolia*	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	减水河段（格布村附近）	缓坡地	2325	NE	5
经纬度	N：28°35'51.64"，E：98°27'15.72"				

2 层	盖度	种类组成	考察照片
灌木层	盖度 75%	群落层高近 1m，优势种为云南土沉香（*Excoecaria acerifolia*），伴生种有白刺花（*Sophora davidii*）、垫状迎春（*Jasminum nudiflorum* var. *pulvinatum*）、清香木（*Pistacia weinmannifolia*）等。	
草本层	盖度 20%	草本层层均高 15cm，盖度较小，植物种类较少，主要有黄芪（*Astragalus* sp.）、垫状卷柏（*Selaginella pulvinata*）、唐松草（*Thalictrum aquilegifolium*）等。	

附表 3　评价区主要维管植物名录

本名录收集扎拉水电站工程评价区维管植物共计 90 科、269 属、463 种（含种下分类群）。科的排列方式分别是：蕨类植物科按照秦仁昌蕨类植物分类系统（1978 年）排列，裸子植物科按照秦仁昌植物分类系统（1978 年）排列，被子植物科按照恩格勒植物分类系统（1964 年）排列；各科内的属和种均按照各自拉丁名字母顺序排列。带符号“*”者为栽培植物。

一、蕨类植物 PTERIDOPHYTA

一、　卷柏科 Selaginellaceae

(一) 卷柏属 *Selaginella*

1、　垫状卷柏 *Selaginella pulvinata*

二、　石松科 Lycopodiaceae

(二) 扁枝石松属 *Diphasiastrum*

2、　扁枝石松 *Diphasiastrum complanatum*

三、　木贼科 Equistaceae

(三) 木贼属 *Equisetum*

3、　问荆 *Equisetum arvense*

四、　凤尾蕨科 Pteridaceae

(四) 凤尾蕨属 *Pteris*

4、　蜈蚣草 *Pteris vittata*

五、　中国蕨科 Inopteridaceae

(五) 薄鳞蕨属 *Leptolepidium*

5、　华西薄鳞蕨 *Leptolepidium caesium*

六、　中国蕨科 Sinopteridaceae

(六)粉背蕨属 *Aleuritopteris*

6、　细柄粉背蕨 *Aleuritopteris gresia*

(七)旱蕨属 *Pellaea*

7、　旱蕨 *Pellaea nitidula*

七、　铁线蕨科 Adiantaceae

(八) 铁线蕨属 *Adiantum*

8、　长盖铁线蕨 *Adiantum fimbriatum*

9、　扇叶铁线蕨 *Adiantum flabellulatum*

八、　蹄盖蕨科 Athyriaceae

(九) 假蹄盖蕨属 *Athyriopsis*

10、　毛轴假蹄盖蕨 *Athyriopsis petersenii*

(十) 冷蕨属 *Cystopteris*

11、　高山冷蕨 *Cystopteris montana*

12、　宝兴冷蕨 *Cystopteris moupinensis*

13、　膜叶冷蕨 *Cystopteris pellucid*

九、　水龙骨科 Polypodiaceae

(十一)　瓦韦属 *Lepisorus*

14、　网眼瓦韦 *Lepisorus clathratus*

(十二)　假瘤蕨属 *Phymatopsis*

15、　弯弓假瘤蕨 *Phymatopsis malacodon*

16、　斜下假瘤蕨 *Phymatopteris stracheyi*

二、裸子植物 GYMNOSPERMAE

十、 **红豆杉科 Taxaceae**

(十三) 红豆杉属 *Taxus*

17、 云南红豆杉 *Taxus yunnanensis*

十一、 **松科 Pinaceae**

(十四) 冷杉属 *Abies*

18、 长苞冷杉 *Abies georgei*

19、 急尖长苞冷杉 *Abies georgei*

20、 察隅冷杉 *Abies chayuensis*

(十五) 铁杉属 *Tsuga*

21、 云南铁杉 *Tsuga dumosa*

(十六) 云杉属 *Picea*

22、 川西云杉 *Picea likiangensis*

(十七) 落叶松属 *Larix*

23、 大果红杉 *Larix phtaninii*

(十八) 黄杉属 *Pseudotsuga*

24、 澜沧黄杉 *Pseudotsuga forrestii*

(十九) 松属 *Pinus*

25、 华山松 *Pinus armandi*

26、 高山松 *Pinus densata*

十二、 **柏科 Cupressaceae**

(二十) 圆柏属 *Sabina*

27、 高山柏 *Sabina squamata*

28、 方枝柏 *Sabina saltuaria*

29、 大果圆柏 *Sabina tibetica*

十三、 **麻黄科 Ephedraceae**

(二十一) 麻黄属 *Ephedra*

30、 匍枝丽江麻黄 *Ephedra likiangensis*

三、被子植物 ANGIOSPERMAE

双子叶植物纲 DICOTYLEDONES

十四、 **三白草科 Saururaceae**

(二十二) 蕺菜属 *Houttuynia*

31、 鱼腥草 *Houttuynia cordata*

十五、 **杨柳科 Salicaceae**

(二十三) 杨属 *Populus*

32、 藏川杨 *Populus szechuanica tibetica*

33、 山杨 *Populus davidiana*

(二十四) 柳属 *Salix*

34、 奇花柳 *Salix atopantha*

35、 小垫柳 *Salix brachista*

36、 腹毛柳 *Salix delavayana*

37、 长花柳 *Salix longistamina*

38、 长穗柳 *Salix radinostachya*

39、 红柄柳 *Salix wangiana*

40、 察隅矮柳 *Salix zayunica*

十六、 **胡桃科 Juglandaceae**

(二十五) 胡桃属 *Juglans*

41、 核桃 *Juglans regia*

(二十六) 榛属 *Corylus*

42、 刺榛 *Corylus ferox*

十七、 **胡椒科 Piperaceae**

(二十七) 胡椒属 *Piper*

43、 具柄胡椒 *Piper petiolatum*

十八、 **桦木科 Betulaceae**

(二十八) 鹅耳枥属 *Carpinus*

44、 鹅耳枥 *Carpinus turczanino*

(二十九) 桦木属 *Betula*

45、 白桦 *Betula platyphylla*

46、 糙皮桦 *Betula utilis*

十九、 壳斗科 Fagaceae

(三十) 栎属 *Quercus*

47、 川滇高山栎 *Quercus aquifolioides*

二十、 榆科 Ulmaceae

(三十一) 榆属 *Ulmus*

48、 蜀榆 *Ulmus bergmanniana*

49、 小果榆 *Ulmus microcarpa*

(三十二) 朴属 *Celtis*

50、 樱果朴 *Celtis cerasifera*

51、 黑弹树 *Celtis bungeana*

二十一、 桑科 Moraceae

(三十三) 桑属 *Morus*

52、 *桑 *Morus alba*

二十二、 荨麻科 Urticaceae

(三十四) 荨麻属 *Urtica*

53、 宽叶荨麻 *Urtica laetevirens*

54、 滇藏荨麻 *Urtica mairei*

(三十五) 冷水花属 *Pilea*

55、 大叶冷水花 *Pilea martini*

56、 少毛冷水花 *Pilea umbrosa*

57、 粗齿冷水花 *Pilea bracteosa*

58、 亚高山冷水花 *Pilea racemosa*

(三十六) 楼梯草属 *Elatostema*

59、 钝叶楼梯草 *Elatostema obtusum*

60、 多序楼梯草 *Elatostema macintyrei*

(三十七) 苎麻属 *Boehmeria*

61、 双尖苎麻 *Boehmeria bicuspis*

(三十八) 雾水葛属 *Pouzolzia*

62、 美叶雾水葛 *Pouzolzia calophylla*

(三十九) 微柱麻属 *Chamabainia*

63、 微柱麻 *Chamabainia cuspidata*

(四十) 紫麻属 *Oreocnide*

64、 紫麻 *Oreocnide frutescens*

(四十一) 水麻属 *Debregeasia*

65、 长叶水麻 *Debregeasia longifolia*

二十三、 萝藦科 Asclepiadaceae

(四十二) 鹅绒藤属 Cynanchum

66、 大理白前 Cynanchum forrestii

二十四、 桑寄生科 Loranthaceae

(四十三) 桑寄生属 *Loranthus*

67、 栎树桑寄生 *Loranthus delavayi*

(四十四) 梨果寄生属 *Scurrula*

68、 梨果寄生 *Scurrula atropurpurea*

(四十五) 钝果寄生属 *Taxillus*

69、 柳钝果寄生 *Taxillus delavayi*

70、 松钝果寄生 *Taxillus caloreas*

71、 星毛钝果寄生 *Taxillus thibetensis*

(四十六) 槲寄生属 *Viscum*

72、 阔叶槲寄生 *Viscum album*

二十五、 蓼科 Polygonaceae

(四十七) 荞麦属 *Fagopyrum*

73、 荞麦 *Fagopyrum esculentum*

(四十八) 山蓼属 *Oxyria*

74、 山蓼 *Oxyria digyna*

(四十九) 大黄属 *Rheum*

75、 藏边大黄 *Rheum australe*.

(五十) 酸模属 *Rumex*

76、 尼泊尔酸模 *Rumex nepalensis*

(五十一) 蓼属 *Polygonum*

77、 萹蓄 *Polygonum aviculare*

78、 杠板归 *Polygonum perfoliatum*

79、 细穗支柱蓼 *Polygonum suffultum*

80、 圆穗蓼 *Polygonum macrophyllum*

81、 火炭母 *Polygonum chinense*

82、 珠芽蓼 *Polygonum viviparum*

83、 小叶蓼 *Polygonum delicatulum*

二十六、 藜科 Chenopodiaceae

(五十二) 藜属 *Chenopodium*

84、 藜 *Chenopodium album*

二十七、 苋科 Amaranthaceae

(五十三) 牛膝属 *Achyranthes*

85、 牛膝 *Achyranthes bidentata*

(五十四) 苋属 *Amaranthus*

86、 反枝苋 *Amaranthus retroflexus*

二十八、 仙人掌科 Cactaceae

(五十五) 仙人掌属 *Opuntia*

87、 仙人掌 *Opuntia stricta* var. *dillenii*

二十九、 锦葵科 Malvaceae

(五十六) 锦葵属 *Malva*

88、 野葵 *Malva verticillata*

三十、 商陆科 Phytolaccaceae

(五十七) 商陆属 *Phytolacca*

89、 商陆 *Phytolacca acinosa*

三十一、 石竹科 Caryophyllaceae

(五十八) 无心菜属 *Arenaria*

90、 瘦叶雪灵芝 *Arenaria ischnophylla*

91、 西南无心菜 *Arenaria forrestii*

(五十九) 繁缕属 *Stellaria*

92、 亚伞花繁缕 *Stellaria subumbellata*

(六十) 狗筋蔓属 *Cucubalus*

93、 狗筋蔓 *Silene baccifera*

(六十一) 女娄菜属 *Melandrium*

94、 无瓣女娄菜 *Melandrium apetalum*

95、 多茎女娄菜 *Melandrium multicaule*

(六十二) 蝇子草属 *Silene*

96、 细蝇子草 *Silene gracilicaulis*

97、 藏东蝇子草 *Silene zangdongensis*

三十二、 毛茛科 Ranunculaceae

(六十三) 驴蹄草属 *Caltha*

98、 驴蹄草 *Caltha palustris*

99、 细茎驴蹄草 *Caltha sinogracilis*

(六十四) 乌头属 *Aconitum*

100、 察瓦龙乌头 *Aconitum changianum*

101、 膝瓣显柱乌头 *Aconitum stylosum*

102、 德钦乌头 *Aconitum ouvrardianum*

(六十五) 拟耧斗菜属 *Paraquilegia*

103、 拟耧斗菜 *Paraquilegia microphylla*

(六十六) 耧斗菜属 *Aquilegia*

104、 直距耧斗菜 *Aquilegia rockii*

(六十七) 唐松草属 *Thalictrum*

105、 小喙唐松草 *Thalictrum rostellatum*

106、 察瓦龙唐松草 *Thalictrum tsawarungense*

107、 翅果唐松草 *Thalictrum elegans*

108、 高原唐松草 *Thalictrum delavayi*

(六十八) 水毛茛属 *Batrachium*

109、 水毛茛 *Batrachium bungei*

(六十九) 银莲花属 *Anemone*

110、 钝裂银莲花 *Anemone obtusiloba*

111、 草玉梅 *Anemone rivularis*

112、 岩生银莲花 *Anemone rupicola*

(七十) 铁线莲属 *Clematis*

113、 长花铁线莲 *Clematis rehderiana*

(七十一) 毛茛属 *Ranunculus*

114、 云生毛茛 *Ranunculus longicaulis*

115、 高原毛茛 *Ranunculus tanguticus*

116、 毛果毛茛 *Ranunculus tanguticus var. dasycarpus*

三十三、 小檗科 Berberidaceae

(七十二) 小檗属 *Berberis*

117、 暗红小檗 *Berberis agricola*

118、 察隅小檗 *Berberis zayulana*

119、 粗齿小檗 *Berberis multiserrata*

120、 岩生小檗 *Berberis orthobotrys* var. *rupestris*

121、 金果小檗 *Berberis tsarongensis*

122、 粉叶小檗 *Berberis pruinosa*

三十四、 木兰科 Magnoliaceae

(七十三) 水青树属 *Tetracentron*

123、 水青树 *Tetracentron sinense*

三十五、 樟科 Lauraceae

(七十四) 新木姜子属 *Neolitsea*

124、 团花新木姜子 *Neolitsea homilantha*

(七十五) 木姜子属 *Litsea*

125、 山鸡椒 *Litsea cubeba*

(七十六) 樟属 *Cinnamomum*

126、 樟 *Cinnamomum camphora*

(七十七) 山胡椒属 **Lindera**

127、 川钓樟 *Lindera pulcherrima* var. *hemsleyana*

128、 三桠乌药 *Lindera obtusiloba*

三十六、 罂粟科 Papaveraceae

(七十八) 绿绒蒿属 *Meconopsis*

129、 藿香叶绿绒蒿 *Meconopsis betonicifolia*

130、 拟秀丽绿绒蒿 *Meconopsis pseudovenusta*

(七十九) 紫堇属 *Corydalis*

131、 丝叶紫堇 *Corydalis filisecta*

132、 细花紫堇 *Corydalis napuligera*

133、 毛茎紫堇 *Corydalis pubicaulis*

134、 椭果紫堇 *Corydalis rockii*

三十七、 十字花科 Cruciferae

(八十) 独行菜属 *Lepidium*

135、 头花独行菜 *Lepidium capitatum*

(八十一) 碎米荠属 *Cheilosoria*

136、 大叶碎米荠 *Cardamine macrophylla*

(八十二) 山嵛菜属 *Eutrema*

137、 川滇山嵛草 *Eutrema lancifolium*

三十八、 景天科 Crassulaceae

(八十三) 石莲属 *Sinocrassula*

138、 石莲 *Sinocrassula indica*

(八十四) 红景天属 *Rhodiola*

139、 长鞭红景天 *Rhodiola fastigiata*

140、 大果红景天 *Rhodiola macrocarpa*

141、 云南红景天 *Rhodiola yunnanensis*

三十九、 虎耳草科 Saxifragaceae

(八十五) 岩白菜属 *Bergenia*

142、 岩白菜 *Bergenia pacumbis*

(八十六) 虎耳草属 *Saxifraga*

143、 球茎虎耳草 *Saxifraga sibirica*

144、 山地虎耳草 *Saxifraga montana*

145、 景天虎耳草 *Saxifraga sediformis*

(八十七) 溲疏属 *Deutzia*

146、 紫花溲疏 *Deutzia purpurascens*

147、 密序溲疏 *Deutzia compact*

四十、 蔷薇科 Rosaceae

(八十八) 绣线菊属 *Spiraea*

148、 川滇绣线菊 *Spiraea schneideriana*

149、 无毛川滇绣线菊 *Spiraea schneideriana* var. *amphidoxa*

150、 长芽绣线菊 *Spiraea longigemmis*

151、 细枝绣线菊 *Spiraea myrtilloides*

(八十九) 绣线梅属 *Neillia*

152、 绣线梅 *Neillia thyrsiflora*

153、 粉花绣线梅 *Neillia rubiflora*

154、 西康绣线梅 *Neillia thibetica*

(九十) 栒子属 *Cotoneaster*

155、 水栒子 *Cotoneaster multiflorus*

156、 钝叶栒子 *Cotoneaster hebephyllus*

157、 暗红栒子 *Cotoneaster obscurus*

158、 康巴栒子 *Cotoneaster sherriffii*

159、 匍匐栒子 *Cotoneaster adpressus*

(九十一) 小石积属 *Osteomeles*

160、 华西小石积 *Osteomeles schwerinae*

(九十二) 花楸属 *Sorbus*

161、 西南花楸 *Sorbus rehderiana*

162、 川滇花楸 *Sorbus vilmorinii*

163、 察隅花楸 *Sorbus zayuensis*

(九十三) 苹果属 *Malus*

164、 丽江山荆子 *Malus rockii*

165、 锡金海棠 *Malus sikkimensis*

(九十四) 悬钩子属 *Rubus*

166、 华西悬钩子 *Rubus stimulans*

167、 掌叶悬钩子 *Rubus pentagonus*

168、 网脉悬钩子 *Rubus reticulatus*

(九十五) 委陵菜属 *Potentilla*

169、 金露梅 *Potentilla fruticosa*

170、 伏毛金露梅 *Potentilla fruticosa* var. *arbuscula*

171、 小叶金露梅 *Potentilla parvifolia*

172、 狭叶委陵菜 *Potentilla stenophylla*

173、 小叶委陵菜 *Potentilla microphylla*

174、 纤细委陵菜 *Potentilla gracillima*

175、 委陵菜 *Potentilla chinensis*

176、 蛇含委陵菜 *Potentilla kleiniana*

177、 大花委陵菜 *Potentilla macrosepala*

(九十六) 梨属 *Pyrus*

178、 沙梨 *Pyrus pyrifolia*

(九十七) 蔷薇属 *Rosa*

179、 峨眉蔷薇 *Rosa omeiensis*

180、 西康蔷薇 *Rosa sikangensis*

181、 野蔷薇 *Rosa multiflora*

182、 大叶蔷薇 *Rosa macrophylla*

(九十八) 地榆属 *Sanguisorba*

183、 矮地榆 *Sanguisorba filiformis*

(九十九) 李属 *Prunus*

184、 毛叶杏 *Prunus armeniaca* var.*holosericea*

185、 光核桃 *Prunus mira*

四十一、 豆科 Leguminosae

(一百) 羊蹄甲属 *Bauhinia*

186、 鞍叶羊蹄甲 *Bauhinia brachycarpa*

(一百〇一) 决明属 *Cassia*

187、 决明 *Senna tora*

(一百〇二) 山蚂蝗属 *Desmodium*

188、 圆锥山蚂蝗 *Desmodium* elegans

(一百〇三) 野豌豆属 *Vicia*

189、 野豌豆 *Vicia bakeri*

(一百〇四) 米口袋属 *Gueldenstaedtia*

190、 高山米口袋 *Gueldenstaedtia himalaica*

(一百〇五) 黄芪属 *Astragalus*

191、 波密黄耆 *Astragalus bomiensis*

192、 多花黄耆 *Astragalus floridus*

193、 察隅黄耆 *Astragalus zayuensis*

(一百〇六) 木蓝属 *Indigofera*

194、 巴氏木蓝 *Indigofera balforiana*

195、 西南木蓝 *Indigofera monbeigii*

(一百〇七) 豌豆属 *Pisum*

196、 *豌豆 *Pisum sativum*

(一百〇八) 槐属 *Sopho*

197、 白刺花 *Sophora davidii*

(一百〇九) 锦鸡儿属 *Caragana*

198、 鬼箭锦鸡儿 *Caragana jubata*

(一百一十) 胡枝子属 *Lespedeza*

199、 截叶铁扫帚 *Lespedeza cuneata*

四十二、 酢浆草科 Oxalidaceae

(一百一十一) 酢浆草属 *Oxalis*

200、 酢浆草 *Oxalis corniculata*

四十三、 牻牛儿苗科 Geraniaceae

(一百一十二) 老鹳草属 *Geranium*

201、 鼠掌老鹳草 *Geranium sibiricum*

四十四、 芸香科 Rutaceae

(一百一十三) 花椒属 *Zanthoxylum*

202、 竹叶花椒 *Zanthoxylum armatum*

四十五、 大戟科 Euphorbiaceae

(一百一十四) 大戟属 *Euphorbia*

203、 地锦 *Euphorbia humifusa*

(一百一十五) 叶下珠属 *Phyllanthus*

204、 察瓦龙叶下珠 *Phyllanthus hookeri*

(一百一十六) 油桐属 *Vernicia*

205、 油桐 *Vernicia fordii*

(一百一十七) 海漆属 *Mallotus*

206、 云南土沉香 *Excoecaria acerifolia*

四十六、 马桑科 Coriariaceae

(一百一十八) 马桑属 *Coriaria*

207、 马桑 *Coriaria nepalensis*

四十七、 漆树科 Anacardiaceae

(一百一十九) 黄连木属 *Pistacia*

208、 清香木 *Pistacia weinmannifolia*

(一百二十) 盐肤木属 *Rhus*

209、 毛叶麸杨 *Rhus punjabensis* var. *pilosa*

四十八、 冬青科 Aquifoliaceae

(一百二十一) 冬青属 *Ilex*

210、 滇冬青 *Ilex yunnanensis*

211、 察隅冬青 *Ilex szechwanensis*

四十九、 槭科 Aceraceae

(一百二十二) 槭属 *Acer*

212、 察隅槭 *Acer tibetense*

213、 滇藏槭 *Acer wardii*

五十、 鼠李科 Rhamnaceae

(一百二十三) 鼠李属 *Rhamnus*

214、 西藏鼠李 *Rhamnus tibetica*

(一百二十四) 猫乳属 *Rhamnella*

215、 西藏猫乳 *Rhamnella gilgitica*

216、 川滇猫乳 *Rhamnella forrestii*

(一百二十五) 雀梅藤属 *Sageretia*

217、 雀梅藤 *Sageretia thea*

五十一、 葡萄科 Vitaceae

(一百二十六) 葡萄属 *Vitis*

218、 桦叶葡萄 *Vitis betulifolia*

(一百二十七) 蛇葡萄属 *Ampelopsis*

219、 蓝果蛇葡萄 *Ampelopsis bodinieri*

五十二、 藤黄科 Guttiferae

(一百二十八) 金丝桃属 *Hypericum*

220、 山栀子 *Hypericum pseudohenryi*

221、 察隅遍地金 *Hypericum wightianum*

五十三、 柽柳科 Tamaricaceae

(一百二十九) 水柏枝属 *Myricaria*

222、 小苞水柏枝 *Myricaria wardii*

五十四、 堇菜科 Violaceae

(一百三十) 堇菜属 *Viola*

223、 双花堇菜 *Viola biflora*

224、 康滇堇菜 *Viola szetschwanensis* var. *kangdienensis*

五十五、 胡颓子科 Elaeagnaceae

(一百三十一) 胡颓子属 *Elaeagnus*

225、 牛奶子 *Elaeagnus umbellata*

(一百三十二) 沙棘属 *Hippophae*

226、 沙棘 *Hippophae rhamnoides*

五十六、 石榴科 Punicaceae

(一百三十三) 石榴属 *Punica*

227、 石榴 *Punica granatum*

五十七、 柳叶菜科 Onagraceae

(一百三十四) 柳叶菜属 *Epilobium*

228、 滇藏柳叶菜 *Epilobium wallichianum*

(一百三十五) 柳兰属 *Chamaenerion*

229、 柳兰 *Chamaenerion angustifolium*

(一百三十六) 露珠草属 *Circaea*

230、 高山露珠草 *Circaea alpina*

五十八、 五加科 Araliaceae

(一百三十七) 常春藤属 *Hedera*

231、 常春藤 *Hedera nepalensis* var. *sinensis*

(一百三十八) 鹅掌柴属 *Schefflera*

232、 鹅掌柴 *Schefflera octophylla*

五十九、 伞形科 Umbelliferae

(一百三十九) 柴胡属 *Bupleurum*

233、 丽江柴胡 *Bupleurum rockii*

(一百四十) 胡萝卜属 *Daucus*

234、 野胡萝卜 *Daucus carota*

六十、 山茱萸科 Cornaceae

(一百四十一) 梾木属 *Cornus*

235、 高山梾木 *Cornus hemsleyi*

236、 山茱萸 *Cornus chinensis*

237、 头状四照花 *Cornus capitata*

(一百四十二) 鞘柄木属 *Toricellia*

238、 鞘柄木 *Toricellia tiliifolia*

六十一、 岩梅科 Diapensiaceae

(一百四十三) 岩梅属 *Diapensia*

239、 岩匙 *Berneuxia thibetica*

六十二、 杜鹃花科 Ericaceae

(一百四十四) 杜鹃花属 *Rhododendron*

240、 林生杜鹃 *Rhododendron lanigerum*

241、 粉果杜鹃 *Rhododendron hylaeum*

242、 粉背杜鹃 *Rhododendron forrestii*

243、 滇藏杜鹃 *Rhododendron temenium*

244、 黄花滇藏杜鹃 *Rhododendron temenium*

245、 粉红滇藏杜鹃 *Rhododendron temenium*

246、 华丽杜鹃 *Rhododendron eudoxum*

247、 察隅杜鹃 *Rhododendron piercei*

248、 大果杜鹃 *Rhododendron sinonuttallii*

249、 毛嘴杜鹃 *Rhododendron fletcherianum*

250、 白背杜鹃 *Rhododendron leucaspis*

251、 美被杜鹃 *Rhododendron calostrotum*

252、 怒江杜鹃 *Rhododendron saluenense*

253、 亮叶杜鹃 *Rhododendron tapetiforme*

254、 雪层杜鹃 *Rhododendron nivale*

(一百四十五) 岩须属 *Cassiope*

255、 岩须 *Cassiope selaginoides*

(一百四十六) 吊钟花属 *Enkianthus*

256、 毛叶吊钟花 *Enkianthus deflexus*

(一百四十七) 米饭花属 *Lyonia*

257、 米饭花 *Lyonia ovalifolia*

(一百四十八) 白珠树属 *Gaultheria*

258、 刺毛白珠 *Gaultheria trichophylla*

259、 高山丛生白珠 *Gaultheria dumicola*

260、 西藏白珠 *Gaultheria wardii*

(一百四十九) 越桔属 *Vaccinium*

261、 西藏越桔 *Vaccinium retusum*

262、 腺毛越桔 *Vaccinium iteophyllum*

六十三、 报春花科 Primulaceae

(一百五十) 点地梅属 *Androsace*

263、 圆叶点地梅 *Androsace graceae*

264、 滇西北点地梅 *Androsace delavayi*

265、 川藏点地梅 *Androsace limprichtii*

(一百五十一) 报春花属 *Primula*

266、 贡山紫晶报春 *Primula silaensis*

267、 头序报春 *Primula capitata*

268、 滇藏掌叶报春 *Primula geraniifolia*

六十四、 木犀科 Oleaceae

(一百五十二) 丁香属 *Syringa*

269、 云南丁香 *Syringa yunnanensis*

270、 圆叶丁香 *Syringa wardii*

271、 皱叶丁香 *Syringa mairei*

(一百五十三) 女贞属 *Ligustrum*

272、 小叶女贞**Ligustrum quihoui*

273、 察隅女贞 *Ligustrum robustum*

(一百五十四) 素馨属 *Jasminum*

274、 垫状迎春花 *Jasminum nudiflorum* var. *pulvinatum*

275、 迎春花 *Jasminum nudiflorum*

276、 小叶矮探春 *Jasminum humile* var. *microphyllum*

六十五、 马钱科 Loganiaceae

(一百五十五) 醉鱼草属 *Buddleja*

277、 锡金醉鱼草 *Buddleja hookeri*

278、 紫花醉鱼草 *Buddleja fallowiana*

六十六、 龙胆科 Gentianaceae

(一百五十六) 扁蕾属 Gentianopsis

279、 湿生扁蕾 Gentianopsis paludosa

(一百五十七) 龙胆属 *Gentiana*

280、 察瓦龙龙胆 *Gentiana tsarongensis*

281、 锡金龙胆 *Gentiana sikkimensis*

282、 扭果柄龙胆 *Gentiana streptopoda*

283、 华丽龙胆 *Gentiana sino-ornata*

284、 矮龙胆 *Gentiana wardii*

285、 美丽龙胆 *Gentiana formosa*

(一百五十八) 花锚属 *Halenia*

286、 卵萼花锚 *Halenia elliptica*

(一百五十九) 獐牙菜属 *Swertia*

287、 圆腺獐牙菜 *Swertia rotundiglandula*

288、 察隅獐牙菜 *Swertia chayuensis*

六十七、 夹竹桃科 Apocynaceae

(一百六十) 络石属 *Trachelospermum*

289、 细梗络石 *Trachelospermum gracilipes*

六十八、 白花丹科 Plumbaginaceae

(一百六十一) 蓝雪花属 *Ceratostigma*

290、 小角柱花 *Ceratostigma minus*

六十九、 旋花科 Convolvulaceae

(一百六十二) 打碗花属 *Calystegia*

291、 打碗花 *Calystegia hederacea*

(一百六十三) 菟丝子属 *Cuscuta*

292、 大花菟丝子 *Cuscuta reflexa*

七十、 紫草科 Boraginaceae

(一百六十四) 微孔草属 *Microula*

293、 微孔草 *Microula sikkimensis*

(一百六十五) 附地菜属 *Trigonotis*

294、 高山附地菜 *Trigonotis rockii*

(一百六十六) 琉璃草属 *Cynoglossum*

295、 西南琉璃草 *Cynoglossum wallichii*

296、 小花琉璃草 *Cynoglossum lanceolatum*

(一百六十七) 狼紫草属 Lycopsis

297、 狼紫草 Lycopsis orientalis

七十一、 马鞭草科 Verbenaceae

(一百六十八) 马鞭草属 *Verbena*

298、 马鞭草 *Verbena officinalis*

(一百六十九) 牡荆属 *Vitex*

299、 小叶荆 *Vitex negundo* var. *microphylla*

(一百七十) 大青属 *Clerodendrum*

300、 毛头赪桐 *Clerodendrum lasiocephalum*

(一百七十一) 莸属 *Caryopteris*

301、 灰毛莸 *Caryopteris forrestii*

302、 毛球莸 *Caryopteris trichosphaera*

七十二、 唇形科 Labiatae

(一百七十二) 荆芥属 *Nepeta*

303、 穗花荆芥 *Nepeta laevigata*

304、 狭叶荆芥 *Nepeta souliei*

(一百七十三) 糙苏属 *Phlomis*

305、 假秦艽 *Phlomis betonicoides*

(一百七十四) 益母草属 *Leonurus*

306、 益母草 *Leonurus japonicus*

(一百七十五) 鼠尾草属 *Salvia*

307、 西藏鼠尾草 *Salvia wardii*

308、 锡金鼠尾草 *Salvia sikkimensis*

(一百七十六) 风轮菜属 *Clinopodium*

309、 灯笼草 *Clinopodium polycephalum*

310、 匍匐风轮菜 *Clinopodium repens*

(一百七十七) 香薷属 *Elsholtzia*

311、 头花香薷 *Elsholtzia capituligera*

312、 香薷 *Elsholtzia ciliata*

(一百七十八) 紫苏属 *Perilla*

313、 野生紫苏 *Perilla frutescens* var. *acuta*

七十三、 茄科 Solanaceae

(一百七十九) 茄属 *Solanum*

314、 小花龙葵 *Solanum photeinocarpum*

315、 海桐叶白英 *Solanum pittosporifolium*

316、 *马铃薯 Solanum tuberosum

(一百八十) 茄参属 *Mandragora*

317、 茄参 *Mandragora caulescens*

(一百八十一) 曼陀罗属 *Datura*

318、 曼陀罗 *Datura stramonium*

(一百八十二) 婆婆纳属 *Veronica*

319、 阿拉伯婆婆纳 *Veronica persica*

七十四、 玄参科 Scrophulariaceae

(一百八十三) 通泉草属 *Mazus*

320、 琴叶通泉草 *Mazus celsioides*

(一百八十四) 马先蒿属 *Pedicularis*

321、 大王马先蒿 *Pedicularis rex*

322、 灌丛马先蒿 *Pedicularis thamnophila*

323、 高额马先蒿 *Pedicularis altifrontalis*

324、 毛盔马先蒿 *Pedicularis trichoglossa*

325、 华马先蒿 *Pedicularis oedri*

326、 针齿马先蒿 *Pedicularis subulatidens*

327、 察郎马先蒿 *Pedicularis tsarungensis*

328、 球状马先蒿 *Pedicularis strobilacea*

329、 斑唇马先蒿 *Pedicularis longiflora* var. *tubiformis*

七十五、 紫葳科 Bignoniaceae

(一百八十五) 角蒿属 *Incarvillea*

330、 两头毛 *Incarvillea arguta*

七十六、 苦苣苔科 Gesneriaceae

(一百八十六) 珊瑚苣苔属 *Corallodiscus*

331、 珊瑚苣苔 *Corallodiscus cordatulus*

七十七、 车前科 Plantaginaceae

(一百八十七) 车前属 *Plantago*

332、 疏花车前 *Plantago erosa*

七十八、 茜草科 Rubiaceae

(一百八十八) 拉拉藤属 *Galium*

333、 猪殃殃 *Galium aparine* var. *tenerum*

(一百八十九) 滇丁香属 *Luculia*

334、 藏丁香 *Luculia pinceana*

(一百九十) 螺序草属 *Spiradiclis*

335、 西藏螺序草 *Spiradiclis cylindrica*

(一百九十一) 野丁香属 *Leptodermis*

336、 西南野丁香 *Leptodermis purdomii*

337、 糙毛野丁香 *Leptodermis nigricans*

(一百九十二) 茜草属 *Rubia*

338、 钩毛茜草 *Rubia oncotricha*

339、 锡金茜草 *Rubia sikkimemsis*

七十九、 忍冬科 Caprifoliaceae

(一百九十三) 接骨木属 *Sambucus*

340、 接骨草 *Sambucus chinensis*

(一百九十四) 荚蒾属 *Viburnum*

341、 心叶荚蒾 *Viburnum cordifolium*

342、 淡红荚蒾 *Viburnum erubescens*

(一百九十五) 忍冬属 *Lonicera*

343、 越桔忍冬 *Lonicera myrtillus*

344、 察瓦龙忍冬 *Lonicera tomentella* var. *tsarongensis*

345、 西南忍冬 *Lonicera tatsiensis*

346、 长硬毛忍冬 *Lonicera hispida* var.*hirsutior*

八十、 桔梗科 Campanulaceae

(一百九十六) 党参属 *Codonopsis*

347、 脉花党参 *Codonopsis nervosa*

348、 高山党参 *Codonopsis alpina*

(一百九十七) 细钟花属 *Leptocodon*

349、 毛细钟花 *Leptocodon hirsutus*

(一百九十八) 风铃草属 *Campanula*

350、 西南风铃草 *Campanula colorata*

351、 藏滇风铃草 *Campanula modesta*

八十一、 菊科 Compositae

(一百九十九) 藿香蓟属 *Ageratum*

352、 藿香蓟 *Ageratum conyzoides*

353、 聚头蓟 *Cirsium souliei*

(二百) 紫菀属 *Aster*

354、 褐毛紫菀 *Aster fuscescens*

355、 舌叶紫菀 *Aster lingulatus*

356、 缘毛紫菀 *Aster souliei*

357、 怒江紫菀 *Aster salwinensis*

358、 察瓦龙紫菀 *Aster tsarungensis*

(二百〇一) 鬼针草属 *Bidens*

359、 鬼针草 *Bidens pilosa*

(二百〇二) 天名精属 *Carpesium*

360、 天名精 *Carpesium abrotanoides*

(二百〇三) 飞蓬属 *Erigeron*

361、 多舌飞蓬 *Erigeron multiradiatus*

362、 展苞飞蓬 *Erigeron patentisquama*

363、 一年蓬 *Erigeron annuus*

(二百〇四) 白酒草属 *Conyza*

364、 白酒草 *Conyza japonica*

(二百〇五) 火绒草属 *Leontopodium*

365、 毛香火绒草 *Leontopodium stracheyi*

366、 细茎毛香火绒草 *Leontopodium stracheyi* var. *tenuicaule*

367、 银叶火绒草 *Leontopodium souliei*

(二百〇六) 香青属 *Anaphalis*

368、 黄绿香青 *Anaphalis virens*

369、 狭苞香青 *Anaphalis stenocephala*

370、 淡黄香青 *Anaphalis flavescens*

(二百〇七) 旋覆花属 *Inula*

371、 锈毛旋覆花 *Inula hookeri*

372、 泽兰羊耳菊 *Inula eupatorioides*

(二百〇八) 大丽花属 *Dahlia*

373、 大丽花 *Dahlia pinnata*

(二百〇九) 万寿菊属 *Tagetes*

374、 孔雀草 *Tagetes patula*

(二百一十) 蒿属 *Artemisia*

375、 毛莲蒿 *Artemisia vestita*

376、 黄花蒿 *Artemisia annua*

377、 西南大头蒿 *Artemisia speciosa*

378、 察隅蒿 *Artemisia zayüensis*

379、 吉塘蒿 *Artemisia gyitangensis*

380、 密腺毛蒿 *Artemisia viscidissima*

(二百一十一) 毛冠菊属 *Nannoglottis*

381、 狭舌毛冠菊 *Nannoglottis gynura*

(二百一十二) 千里光属 *Senecio*

382、 红舌千里光 *Senecio rufus*

(二百一十三) 垂头菊属 *Cremanthodium*

383、 裂叶垂头菊 *Cremanthodium pinnatisectum*

384、 长柱垂头菊 *Cremanthodium rhodocephalum*

385、 矮垂头菊 *Cremanthodium humile*

(二百一十四) 牛蒡属 *Arctium*

386、 牛蒡 *Arctium lappa*

(二百一十五) 蓟属 *Cirsium*

387、 贡山蓟 *Cirsium bolocephalum*

(二百一十六) 向日葵属 Helianthus

388、 *向日葵 Helianthus annuus

(二百一十七) 风毛菊属 *Saussurea*

389、 苞叶雪莲 *Saussurea obvallata*

390、 丽江风毛菊 *Saussurea likiangensis*

391、 羽裂风毛菊 *Saussurea bodinieri*

(二百一十八) 兔儿风属 *Ainsliaea*

392、 宽叶兔儿风 *Ainsliaea latifolia*

(二百一十九) 蒲公英属 *Taraxacum*

393、 大头蒲公英 *Taraxacum calanthodium*

(二百二十) 合头菊属 *Syncalathium*

394、 康滇合头菊 *Syncalathium souliei*

(二百二十一) 盘果菊属 *Prenanthes*

395、 堇叶盘果菊 *Prenanthes violaefolia*

(二百二十二) 苦荬菜属 *Ixeris*

396、 山苦荬 *Ixeris chinensis*

(二百二十三) 黄鹌菜属 *Youngia*

397、 细梗黄鹌菜 *Youngia gracilipes*

单子叶植物 MONOCOTYLEDONEAE

八十二、 禾本科 Gramineae

(二百二十四) 燕麦属 *Avena*

398、 野燕麦 *Avena fatua*

(二百二十五) 荩草属 *Arthraxon*

399、 小叶荩草 *Arthraxon lancifolius*

400、 荩草 *Arthraxon hispidus*

(二百二十六) 狗牙根属 *Cynodon*

401、 狗牙根 *Cynodon dactylon*

(二百二十七) 三芒草属 *Aristida*

402、 三刺草 *Aristida triseta*

403、 藏布三芒草 *Aristida tsangpoensis*

(二百二十八) 披碱草属 Elymus

404、 垂穗披碱草 Elymus nutans

(二百二十九) 早熟禾属 *Poa*

405、 林地早熟禾 *Poa nemoralis*

406、 冷地早熟禾 *Poa crymophila*

407、 早熟禾 *Poa annua*

(二百三十) 黄茅属 *Heteropogon*

408、 扭黄茅 *Heteropogon contortus*

(二百三十一) 大麦属 *Hordeum*

409、 *青稞 *Hordeum vulgare* var. *nudum*

(二百三十二) 白茅属 *Imperata*

410、 白茅 *Imperata cylindrica*

(二百三十三) 野青茅属 *Deyeuxia*

411、 野青茅 *Deyeuxia clarion*

(二百三十四) 落芒草属 Oryzopsis

412、 落芒草 Oryzopsis munroi

(二百三十五) 棒头草属 *Polypogon*

413、 棒头草 *Polypogon fugax*

(二百三十六) 针茅属 *Stipa*

414、 长芒草 *Stipa bungeana*

415、 疏花针茅 *Stipa penicillata*

(二百三十七) 狗尾草属 *Setaria*

416、 棕叶狗尾草 *Setaria palmifolia*

417、 狗尾草 *Setaria viridis*

(二百三十八) 菅属 *Themeda*

418、 小菅草 *Themeda minor*

(二百三十九) 小麦属 *Triticum*

419、 *普通小麦 *Triticum aestivum*

(二百四十) 玉蜀黍属 *Zea*

420、 玉蜀黍 *Zea mays*

八十三、 莎草科 Cyperaceae

(二百四十一) 嵩草属 *Kobresia*

421、 截形嵩草 *Kobresia cuneata*

422、 西藏嵩草 *Kobresia schoenoides*

423、 矮生嵩草 *Kobresia humilis*

424、 川滇嵩草 *Kobresia cercostachys*

(二百四十二) 苔草属 *Carex*

425、 长穗苔草 *Carex eminens*

426、 藏东苔草 *Carex cardiolepis*

八十四、 天南星科 Araceae

(二百四十三) 崖角藤属 *Rhaphidophora*

427、 粉背崖角藤 *Rhaphidophora glauca*

(二百四十四) 天南星属 *Arisaema*

428、 藏南绿南星 *Arisaema jacquemontii*

八十五、 鸭跖草科 Commelinaceae

(二百四十五) 竹叶子属 *Streptolirion*

429、 竹叶子 *Streptolirion volubile*

八十六、 灯心草科 Juncaceae

(二百四十六) 灯心草属 *Juncus*

430、 灯心草 *Juncus effusus*

431、 小花灯心草 *Juncus articulatus*

八十七、 百合科 Liliaceae

(二百四十七) 芦荟属 *Aloe*

432、 *芦荟 *Aloe vera* var. *chinensis*

(二百四十八) 岩菖蒲属 *Tofieldia*

433、 叉柱岩菖蒲 *Tofieldia divergens*

(二百四十九) 丫蕊花属 *Ypsilandra*

434、 高山丫蕊花 *Ypsilandra alpina*

(二百五十) 洼瓣花属 *Lloydia*

435、 洼瓣花 *Lloydia serotina*

(二百五十一) 贝母属 *Fritillaria*

436、 川贝母 *Fritillaria cirrhosa*

(二百五十二) 葱属 *Allium*

437、 太白韭 *Allium prattii*

438、 高山韭 *Allium sikkimense*

439、 滇韭 *Allium mairei*

(二百五十三) 黄精属 *Polygonatum*

440、 独花黄精 *Polygonatum hookeri*

441、 卷叶黄精 *Polygonatum cirrhifolium*

442、 轮叶黄精 *Polygonatum verticillatum*

(二百五十四) 天门冬属 *Asparagus*

443、 多刺天门冬 *Asparagus myriacanthus*

(二百五十五) 沿阶草属 *Ophiopogon*

444、 间型沿阶草 *Ophiopogon intermedius*

(二百五十六) 粉条儿菜属 *Aletris*

445、 无毛粉条儿菜 *Aletris glabra*

(二百五十七) 菝葜属 *Smilax*

446、 防己叶菝葜 *Smilax menispermoidea*

447、 劲直菝葜 *Smilax rigida*

448、 西南菝葜 *Smilax bockii*

八十八、 薯蓣科 Dioscoreaceae

(二百五十八) 薯蓣属 *Dioscorea*

449、 毛芋头薯蓣 *Dioscorea kamoonensis*

八十九、 鸢尾科 Iridaceae

(二百五十九) 鸢尾属 *Iris*

450、 西藏鸢尾 *Iris clarkei*

九十、 兰科 Orchidaceae

(二百六十) 天麻属 *Gastrodia*

451、 天麻 *Gastrodia elata*

(二百六十一) 鸢尾兰属 *Oberonia*

452、 狭叶鸢尾兰 *Oberonia caulescens*

(二百六十二) 绶草属 *Spiranthes*

453、 绶草 *Spiranthes sinensis*

(二百六十三) 红门兰属 *Orchis*

454、 广布红门兰 *Orchis chusua*

(二百六十四) 无柱兰属 *Amitostigma*

455、 西藏无柱兰 *Amitostigma tibeticum*

456、 滇藏无柱兰 *Amitostigma farreri*

(二百六十五) 手参属 *Gymnadenia*

457、 手参 *Gymnadenia conopsea*

458、 西南手参 *Gymnadenia orchidis*

(二百六十六) 火烧兰属 *Epipactis*

459、 小花火烧兰 *Epipactis helleborine*

(二百六十七) 虾脊兰属 *Calanthe*

460、 镰萼虾脊兰 *Calanthe puberula*

461、 肾唇虾脊兰 *Calanthe brevicornu*

(二百六十八) 白芨属 *Bletilla*

462、 小白芨 *Bletilla formosana*

(二百六十九) 兰属 *Cymbidium*

463、 兔耳兰 *Cymbidium lancifolium*

464、 长叶兰 *Cymbidium erythraeum*

附表 4　西藏玉曲河扎拉水电站评价区鸟类样线调查记录表

可变宽度样线法记录表 1

时间		2016.5.30		天气	晴	温度	-
观测单位		华中师范大学				样线编号	01
起点		扎郎村			海拔/m		2922
起点经纬度坐标		经度 98°28'27.25"		纬度 28°46'26.73"		开始时间	9:30
终点经纬度坐标		经度 98°28'08.09"		纬度 28°47'11.55"		结束时间	10:50
终点		卡树冲沟弃渣场			海拔/m		2977
生境类型		村庄、森林、灌草丛、路边				样线长度/km	1.98
调查人员		马文挺、郑伟					
序号	中文名	个体总数	数量			截距 /m	群体编号
			雌	雄	幼体		
1.	白鹡鸰	2				20	1
2.	家燕	3				20	1
3.	金腰燕	5				10	1
4.	麻雀	4				15	1
5.	北红尾鸲	2				20	1
6.	黄臀鹎	2				40	1
7.	白鹡鸰	1				15	2
8.	大嘴乌鸦	3				50	1
9.	喜鹊	2				25	1
10.	灰眉岩鹀	1				10	1
11.	蓝喉太阳鸟	1				50	1
12.	黄臀鹎	2				10	2
13.							
14.							
15.							

可变宽度样线法记录表 2

时间	2017.5.30	天气	晴	温度	-
观测单位	华中师范大学			样线编号	02
起点	扎拉营地		海拔/m		2842
起点经纬度坐标	经度 98°28'37.52"	纬度 28°45'42.31"		开始时间	16:00
终点经纬度坐标	经度 98°28'31.19"	纬度 28°45'20.57"		结束时间	17:00
终点	5 号公路隧洞入口		海拔/m		2807
生境类型	森林、灌草丛、河流道路			样线长度/km	2.12
调查人员	马文挺、郑伟				

序号	中文名	个体总数	数量			截距 /m	群体编号
			雌	雄	幼体		
1.	大山雀	1				35	1
2.	黄臀鹎	3				15	1
3.	紫啸鸫	1				15	1
4.	北红尾鸲	1				40	1
5.	大山雀	1				25	2
6.	红嘴山鸦	1				100	1
7.	大紫胸鹦鹉	1				20	1
8.	黄喉雉鹑	1				35	1
9.	黄腹柳莺	1				20	1
10.							
11.							
12.							
13.							
14.							
15.							

可变宽度样线法记录表 3

时间	2017.6.2	天气	多云	温度	-
观测单位	华中师范大学			样线编号	03
起点	珠拉村		海拔/m		2792
起点经纬度坐标	经度 98°27'23.75"	纬度 28°44'52.06"		开始时间	10:00
终点经纬度坐标	经度 98°27'17.88"	纬度 28°44'01.94"		结束时间	11:30
终点	闹中冲沟支沟弃渣场		海拔/m		2501
生境类型	村庄、森林、灌草丛			样线长度/km	2.35
调查人员	马文挺、郑伟				

序号	中文名	个体总数	数量			截距/m	群体编号
			雌	雄	幼体		
1.	家燕	3				10	1
2.	金腰燕	2				20	1
3.	大嘴乌鸦	5				10	1
4.	喜鹊	3				20	1
5.	金腰燕	2				15	2
6.	金腰燕	1				5	3
7.	戴胜	1				30	1
8.	北红尾鸲	1				30	1
9.	黄臀鹎	2				25	1
10.	大杜鹃	2				20	1
11.							
12.							
13.							
14.							
15.							

可变宽度样线法记录表 4

时间		2017.6.3		天气	晴	温度	-
观测单位		华中师范大学				样线编号	04
起点		珠拉营地			海拔/m		2186
起点经纬度坐标		经度 98°26'31.38"		纬度 28°43'49.07"		开始时间	15:30
终点经纬度坐标		经度 98°26'04.53"		纬度 28°44'13.22		结束时间	16:30
终点		珠拉公路桥			海拔/m		2138
生境类型		森林、灌草丛、村庄、河流				样线长度/km	2.50
调查人员		马文挺、郑伟					

序号	中文名	个体总数	数量			截距/m	群体编号
			雌	雄	幼体		
1.	白斑翅拟蜡嘴雀	1				20	1
2.	大山雀	1				20	1
3.	红嘴山鸦	1				50	1
4.	紫啸鸫	1				10	1
5.	灰头鸫	2				25	1
6.	岩鸽	1				25	1
7.	白鹡鸰	2				30	1
8.	绿背山雀	1				25	1
9.	大紫胸鹦鹉	2				35	1
10.	灰头绿啄木鸟	1				50	1
11.	北红尾鸲	1				25	1
12.							
13.							
14.							
15.							

附表 5　扎拉水电站陆生生态评价区陆生动物名录

表 1　　扎拉水电站评价区两栖类名录

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	依据
一无尾目 Anura					
（一）齿突蟾科 Scutiger					
1. 西藏齿突蟾 *Scutigerboulengeri*	多生活于小山溪的尽源处或大中型溪流缓流处岸边石下或石块间隙内。其生存的海拔范围为 3300 至 5100 米。	古	+	未列入	文献
2. 刺胸齿突蟾 *Scutigermammatus*	生活于海拔 2400～3900 米高原山区的大、中、小型流溪或水沟内的石块或朽木下。	古	+	未列入	文献
（二）蟾蜍科 Bufonidae					
3. 西藏蟾蜍 *Bufotibetanus*	栖息于海拔 2400～4300 米的高原草地、农田及林缘的乱石或杂草丛中。白天、晚上都可见其活动，觅食各种昆虫。	古	+	未列入	文献
（三）蛙科 Ranidae					
4. 中国林蛙 *Ranachensinensis*	多生活于海拔 200～2100m 的山地森林植被较好的静水塘或山沟附近。	古	++	未列入	文献
5. 高山倭蛙 *Nanoranaparkeri*	该蛙生活于高原地区海拔 2850～4700m 的湖泊、水塘、沼泽及山溪和河流缓流处及其附近。	古	+	未列入	文献

注：分类系统参照《中国动物志-两栖纲》（科学出版社，2009 年）；区系类型：
东-东洋种；广-广布种；古-古北种。下同。

表 2　　扎拉水电站评价区爬行类名录

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	依据
一、**有鳞目** SQUAMATA					
（一）鬣蜥科 Agamidae					
1. 草绿龙蜥 *Japaluraflaviceps*	栖息于山区活动于干热河谷地带、常见于山坡稀疏灌丛及杂草丛间、河滩地或玉米地草丛中	古	+	未列入	文献
（二）游蛇科 Colubridae					
2. 玉斑锦蛇 *Elaphemandarinus*	生活于 3000 米以下的山区及山区森林地带。	东	+	未列入	文献
（三）蝰科 Viperidae					
3. 高原蝮 *Agkistrodonstrauchi*	生活于高山高原草原地区以及多出没于有乱石堆处。其生存的海拔上限为 4321 米。	古	+	未列入	文献

注：分类系统参考《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》（赵尔宓，张学文等，2000 年）

表 3　　扎拉水电站评价区鸟类名录

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	居留型	依据
一、雁形目 Anseriformes						
（一）鸭科 Anatidae						
1. 赤麻鸭 *Tadorna ferruginea*	栖息于开阔草原、湖泊、农田等环境中，以各种谷物、昆虫、甲壳动物、蛙、虾、水生植物为食。	古	+	未列入	旅	文献
2. 普通秋沙鸭 *Mergus merganser*	栖息于大的内陆湖泊、江河、水库、池塘、河口等淡水水域，偶尔到海湾、河口及沿海潮间地带。	古	+	未列入	旅	文献
二、隼形目 Falconiformes						
（二）鹰科 Accipitridae						
3. 黑鸢 *Milvus migrans*	栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带。白天活动，常单独在高空飞翔。	古	+	国 II、区 II	旅	文献
4. 苍鹰 *Accipiter gentilis*	栖息于不同海拔高度的针叶林、混交林和阔叶林等森林地带，也见于山施平原和丘陵地带的疏林和小块林内。	东	+	国 II、区 II	旅	文献
5. 大鵟 *Buteo hemilasius*	栖息于山地、山脚平原和草原等地区，也出现在高山林缘和开阔的山地草原与荒漠地带，垂直分布高度可以达到 4000 米以上的高原和山区。	古	+	国 II、区 II	留	文献
6. 白肩雕 *Aquila heliaca*	栖息于海拔 2500~4750m 的森林草原、阔叶森林、针阔混交林以及平原、丘陵等多种生态环境之中。	古		国 I、区 I	冬	文献
7. 普通鵟 *Buteo buteo*	栖息于山地森林和林缘地带，山脚阔叶林到高海拔的混交林和针叶林地带均有分布。	古	+	国 II、区 II	冬	文献
8. 金雕 *Aquila chrysaetos*	栖息于高山草原、荒漠、河谷和森林地带，冬季亦常到山地丘陵和山脚平原地带活动，最高海拔高度可到4000米以上。	古	+	国 I、区 I	留	文献
9. 高山兀鹫 *Gyps himalayensis*	栖息于海拔 2500～4500 米的高山、草原及河谷地区。	广	+	国 II、区 I	留	文献
10. 胡兀鹫 *Cypaetus barbatus*	栖息在海拔 500～4000 米山地裸岩地区。喜栖息于开阔地区，象草原、冻原、高地和石楠荒地等处。	广	+	国 I、区 I	留	文献
（三）隼科 Falconidae						
11. 燕隼 *Falco subbuteo*	栖息于有稀疏树木生长的开阔平原、旷野、耕地、海岸、疏林和林缘地带，有时也到村庄附近。	古	+	国 II、区 II	夏	文献

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	居留型	依据
12. 红隼 *Falco tinnunculus*	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。	广	++	国II、区II	留	文献
三、鸡形目 Galliformes						
（四）松鸡科 Tetraonidae						
13. 斑尾榛鸡 *Bonasa sewerzowi*	分布于海拔 2500~4000 米处开阔地区的针叶林及灌丛	古	+	国Ⅰ、区I	留	文献
（五）雉科 Phasianidae						
14. 黄喉雉鹑 *Tetraophasis szechenyii*	结小群活动于多林下覆盖的冷杉林及杜鹃灌丛的多岩深谷及邻近的高山草甸	广	+	未列入	留	文献 目击
15. 藏雪鸡 *Tetraogallus tibetanus*	栖于多岩的高山草甸及流石滩。	古	+	国II、区II	留	访问 文献
16. 高原山鹑 *Perdix hodgsoniae*	栖息于海拔2500-5000米之间的高山裸岩、高山苔原高原和亚高山矮树丛和灌丛地区，有季节性垂直迁徙现象。	古	++	未列入	留	文献 目击
17. 血雉 *Ithaginis cruentus*	栖息于雪线附近的高山针叶林、混交林及杜鹃灌丛中，海拔高度多在1700-3000米。	古	+	国II、区II	留	文献
18. 棕尾虹雉 *Lophophorus impejanus*	生活在海拔2500-4500米之间，终年被云雾笼罩着的高山针叶林、高山草甸和杜鹃灌丛之中。	古	+	国Ⅰ、区I	留	文献
19. 白马鸡 *Crossoptilon crossoptilon*	栖于海拔 3000～4000 米林线灌丛。	古	+	未列入	留	访问 文献
20. 藏马鸡 *Crossoptilon harmani*	栖于海拔 3000～5000 米的桧树、杜鹃灌丛及高山灌丛和草甸。	古	+	国II、区II	留	文献
四、鸻形目 Charadriiformes						
（六）鸻科 Charadriidae						
21. 红脚鹬 *Tringa totanus*	栖息于沼泽、草地、河流、湖泊、水塘、沿海海滨、河口沙洲等水域或水域附近湿地上。	古	+	未列入	夏	文献
五、鸽形目 Columbiformes						
（七）鸠鸽科 Columbidae						

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	居留型	依据
22. 雪鸽 *Columba leuconota*	栖息于海拔 2000～4000 米的高山悬岩地带，也出现于高海拔地区裸岩河谷和岩壁上。	古	+	未列入	留	文献
23. 岩鸽 *Columba Rupestris*	栖息于山地岩石和悬岩峭壁处，最高可达海拔 5000 米以上的高山和高原地区。	广	+	未列入	留	文献目击
24. 山斑鸠 *Streptopelia orientalis*	栖息于山区多树木地带。	广	++	未列入	留	访问文献
25. 火斑鸠 *Streptopelia tranquebarica*	栖息于农田附近的树林中。	广	++	未列入	留	文献
六、鹃形目 Cuculiformes						
（八）杜鹃科 Cuculidae						
26. 四声杜鹃 *Cuculus micropterus*	通常栖于森林及次生林上层。	广	+	未列入	夏	文献
27. 大杜鹃 *Cuculus canorus*	栖息于山地、丘陵和平原地带的森林中，有时也出现于农田和居民点附近高的乔木树上。	广	+	未列入	夏	文献目击
七、鹦形目 Pstttaciformes						
（九）鹦鹉科 Psittacidae						
28. 大紫胸鹦鹉 *Psittacula derbiana*	栖息于低地的各种型态开阔林区、山麓丘陵约 2000 米的地区。	东	+	国Ⅱ、区Ⅱ	留	文献目击
八、鸮形目 Srtigiformes						
（十）鸱鸮科 Strigidae						
29. 雕鸮 *Bubo Bubo*	栖息于针阔叶混交林和阔叶林中，尤其喜欢森林中的河谷地带。	古	+	国Ⅱ、区Ⅱ	留	文献
30. 长耳鸮 *Asio otus*	栖息于山地林中，也见于村旁、田边的林地。	东	+	国Ⅱ、区Ⅱ	留	文献
九、佛法僧目 Coraciiformes						
（十一）翠鸟科 Alcedinidae						
31. 普通翠鸟 *Alcedo atthis*	常出没于开阔郊野的淡水湖泊、溪流、运河、鱼塘及红树林。栖于岩石或探出的枝头上。	广	++	未列入	留	目击
十、戴胜目 Upupiformes						
（十二）戴胜科 Upupidae						

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	居留型	依据
32. 戴胜 *Upupa epops*	栖息于山地、平原、森林、林缘、路边、河谷、农田、草地、村屯和果园等开阔地方，尤其以林缘耕地生境较为常见。	广	+	未列入	夏	文献 目击
十一、鴷形目 Piciformes						
（十三）啄木鸟科 Picidae						
33. 三趾啄木鸟 *Picoides tridactylus*	喜老云杉树及亚高山桦树林。	古	+	未列入	留	目击
34. 黑啄木鸟 *Dryocopus martius*	栖息于欧亚大陆温带的针叶林和山毛榉林，喜欢大片的针叶或落叶林，其中包括所有森林种类。	古	+	未列入	留	文献 目击
35. 灰头绿啄木鸟 *Picus canus*	主要栖息于低山阔叶林和混交林，也出现于次生林和林缘地带。	广	+	未列入	留	文献 目击
十二、雀形目 Passeriformes						
（十四）百灵科 Alaudidae						
36. 长嘴百灵 *Melanocorypha maxima*	栖于海拔 4000~4600 米的湖泊周围的生草丛植被。	东	+	未列入	留	文献
37. 云雀 *Alauda arvensis*	于草地、干旱平原、泥淖及沼泽。	古	++	未列入	旅	文献
38. 角百灵 *Eremophila alpestris*	繁殖于高海拔的荒芜干旱平原及寒冷荒漠。	古	+	未列入	留	文献
（十五）燕科 Hirundinidae						
39. 崖沙燕 *Riparia riparia*	生活于沼泽及河流之上，在水上疾掠而过或停栖于突出树枝。	广	+	未列入	留	文献
40. 淡色崖沙燕 *Riparia diluta*	栖于湖泊、泡沼和江河的泥质沙滩或附近的土崖上，主要栖息于沟壑陡壁，山地岩石带。	古	+	未列入	留	文献
41. 家燕 *Hirundo rustica*	栖息于村落附近，常到田野、森林、水域上空飞行。	广	+++	未列入	夏	文献 目击
42. 金腰燕 *Hirundo daurica*	栖息于低山及平原的居民点附近，以昆虫为食。	广	++	未列入	夏	文献 目击
43. 烟腹毛脚燕 *Delichon dasypus*	翱翔于空中。	东	+	未列入	夏	文献
（十六）鹡鸰科 Motacillidae						
44. 白鹡鸰	栖息于河流、湖泊、水库、水塘等水域	古	+	未列入	留	文献

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	居留型	依据
Motacilla Alba	岸边，也栖息于农田、湿草原、沼泽等湿地，有时还栖于水域附近的居民点和公园。					目击
45. 黄头鹡鸰 *Motacilla citreola*	喜栖息于沼泽草甸、苔原带及柳树丛。	东	++	未列入	夏	文献
46. 树鹨 *Anthus hodgsoni*	栖息于林中。	广	++	未列入	夏	目击
（十七）山椒鸟科 Campephagidae						
47. 长尾山椒鸟 *Pericrocotus ethologus*	结大群活动，在开阔的高大树木及常绿林的树冠上空盘旋降落。	东	++	未列入	夏	目击
（十八）鹎科 Pycnonotidae						
48. 黄臀鹎 *Pycnonotus xanthorrhous*	栖息于中低山和山脚平坝与丘陵地区的次生阔叶林、栎林、混交林和林缘地区。	东	++	未列入	留	文献 目击
（十九）伯劳科 Laniidae						
49. 棕背伯劳 *Lanius schach*	栖息于自平原至海拔 4000 米的山地疏林地区、在农田及农舍附近较多、常栖息在树梢的干枝或电线上以及在榆、槐等阔叶树或灌木上筑巢。	古	+	未列入	夏	文献
50. 灰背伯劳 *Lanius tephronotus*	常见于喜马拉雅山脉高可至海拔 4500 米的灌丛、开阔地区及耕地。	东	+	未列入	夏	文献
（二十）鸦科 Corvidae						
51. 松鸦 *Garrulus glandarius*	喜落叶林地及森林。	广	+	未列入	留	文献
52. 喜鹊 *Pica pica*	栖息地多样，常出没于人类活动地区，喜欢将巢筑在民宅旁的大树上。	古	+	未列入	留	文献 目击
53. 红嘴山鸦 *Pyrrhocorax pyrrhocorax*	栖息于开阔的低山丘陵和山地，最高海拔高度可到 4500 米。常见在河谷岩石、高山草地、稀树草坡、草甸灌丛、高山裸岩、半荒漠、海边悬岩等开阔地带活动。	广	+	未列入	留	文献 目击
54. 寒鸦 *Corvus monedula*	栖于林地、泥沼地、多岩地区、城镇及村庄。	古	+	未列入	旅	文献
55. 星鸦	栖息于针叶林、针阔混交林以及居民区附近的林地。	古	+	未列入	冬	文献

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	居留型	依据
Nucifraga caryocatactes						
56. 大嘴乌鸦 *Corvus macrorhynchos*	栖息于低山、平原和山地阔叶林、针阔叶混交林、针叶林、次生杂木林、人工林等各种森林类型中，尤以疏林和林缘地带较常见。	广	+	未列入	留	文献 目击
57. 渡鸦 *Corvus corax*	栖息于针叶林、针阔混交林以及居民区附近的林地。	广	+	未列入	留	文献
（二十一）河乌科 Cinclidae						
58. 河乌 *Cinclus cinclus*	栖于森林及开阔区域清澈而湍急的山间溪流。	古	+	未列入	夏	文献
（二十二）岩鹨科 Prunellidae						
59. 鸲岩鹨 *Prunella rubeculoides*	栖息于高山灌丛或草坡、土坎、河滩的低金腊梅灌丛地方。	古	+	未列入	留	文献
60. 棕胸岩鹨 *Prunella strophiata*	喜较高处的森林及林线以上的灌丛。	古	+	未列入	留	文献
61. 褐岩鹨 *Prunella fulvescens*	栖息于海拔 2500-4500 米的高原草地、荒野、农田、牧场，有时甚至进到居民点附近，有时也出现于荒漠、半荒漠和高山裸岩草地。	古	+	未列入	留	文献
（二十三）鸫科 Turdidae						
62. 黑胸歌鸫 *Luscinia pectoralis*	常隐匿于海拔 3000 米以上的山林灌丛间。	古	++	未列入	夏	文献
63. 红胁蓝尾鸲 *Tarsiger cyanuvus*	栖息于海拔 1000 米以上的山地针叶林、岳桦林、针阔叶混交林和山上部林缘疏林灌丛地带，尤以潮湿的冷杉、岳桦林下较常见。	古	+	未列入	夏	文献
64. 赭红尾鸲 *Phoenicurus ochruros*	栖息于海拔 2500-4500m 的高山针叶林和林线以上的高山灌丛草地、也栖息于高原草地、河谷、灌丛以及有稀疏灌木生长的岩石草坡、荒漠和农田与村庄附近的小块林内。	古	+	未列入	留	文献
65. 蓝额红尾鸲 *Phoenicurus frontalis*	主要栖息于海拔2000-4200米的亚高山针叶林和高山灌丛草甸，尤以林线上缘多岩石的疏林灌丛和沟谷灌丛地区较常见。	广	++	未列入	留	文献

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	居留型	依据
66. 北红尾鸲 *Phoenicurus ochruros*	见于开阔区域的各海拔高度。领域性强。由栖处捕食。常点头并颤尾。见于房舍周围、园林及农田。常急促跳动并高挺站立。	古	++	未列入	夏	文献目击
67. 白顶溪鸲 *Chaimarrornis leucocephahus*	栖于山区河谷、山间溪流边的岩石上、河川的岸边、河中露出水面的巨大岩石间。	古	++	未列入	留	文献
68. 紫啸鸫 *Myophonus caeruleus*	栖于临河流、溪流或密林中的多岩石露出处，地面取食。	东	++	未列入	留	文献目击
69. 灰头鸫 *Turdus rubrocanus*	栖息于山坡草地或丘陵疏林、平原灌丛中。成松散的群体活动，取食昆虫、小动物及草籽和浆果。	广	++	未列入	留	文献目击
70. 棕背黑头鸫 *Turdus kessleri*	要生活于在西藏栖息于3600-4500米林线以上的杜鹃和柳树灌丛中以及冬季下迁至海拔2100米处。	古	+	未列入	留	文献
（二十四）画眉科 Timaliidae						
71. 大噪鹛 *Garrulax maximus*	栖息于海拔2700-4200m的亚高山和高山森林灌丛及其林缘地带。	古	+	未列入	留	文献
72. 橙翅噪鹛 *Garrulax elliotii*	主要栖息于海拔1500-3400m的山地和高原森林与灌丛中。	东	+	未列入	留	文献
73. 灰腹噪鹛 *Garrulax henrici*	主要栖息于海拔 600-2600m 的常绿阔叶林、落叶阔叶林、针阔叶混交林、竹林和灌木林等各类森林中。	东	++	未列入	留	文献
74. 红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*	主要栖息于海拔1200-2800m的山地常绿阔叶林、常绿落叶混交林、竹林和林缘疏林灌丛地带。	东	+	未列入	留	目击
75. 棕颈钩嘴鹛 *Pomatorhinus ruficollis*	栖息于低山和山脚平原地带的阔叶林、次生林、竹林和林缘灌丛中，也出入于村寨附近，夏季在有些地方也上到海拔2300米左右的阔叶林和灌木丛中。	广	+	未列入	留	文献目击
（二十五）莺科 Sylviidae						
76. 暗绿柳莺 *Phylloscopus trochiloides*	栖息于海拔 500-4400m 的针叶林、针阔混交林、阔叶林，也见于林缘疏林、灌丛，尤其是在河谷和溪流沿岸的森林较为常见。	古	++	未列入	夏	文献
77. 黄眉柳莺 *Phylloscopus inornatus*	栖息于灌丛及多岩山谷。	东	+	未列入	夏	文献

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	居留型	依据
78. 黄腹柳莺 *Phylloscopus affinis*	栖息于海拔 2700~5000 米高山灌丛及多岩山谷	东	++	未列入	夏	文献 目击
（二十六）山雀科 Paridae						
79. 大山雀 *Parus major*	栖息于低山和山麓地带的次生阔叶林、阔叶林和针阔叶混交林中，也出入于人工林和针叶林。	古	+	未列入	留	文献 目击
80. 黑冠山雀 *Parus rubidiventris*	一般生活于海拔 2000 米以上的高山林区、常活动于高山针叶林以及竹林或杜鹃等灌丛间。	广	+++	未列入	留	文献
81. 绿背山雀 *Parus monticolus*	主要栖息在海拔1200-3000米的山地针叶林和针阔叶混交林、阔叶林和次生林以及灌丛地带。	东	++	未列入	留	文献 目击
82. 地山雀 *Pseudopodoces humilis*	栖息于低山和山麓地带的次生阔叶林、阔叶林和针阔叶混交林中，也出入于人工林和针叶林。	古	+	未列入	留	文献
（二十七）花蜜鸟科 Nectariniidae						
83. 蓝喉太阳鸟 *Aethopyga gouldiae*	栖息于海拔 1000-3500m 的常绿阔叶林、沟谷季雨林和常绿、落叶混交林中。	东	+	未列入	留	文献 目击
（二十八）旋壁雀科 Tichodromidae						
84. 红翅旋壁雀 *Tichodroma muraria*	栖息在悬崖和陡坡壁上以及或栖于亚热带常绿阔叶林和针阔混交林带中的山坡壁上。	古	+	未列入	留	文献
（二十九）雀科 Passeridae						
85. 麻雀 *Passer montanus*	栖息在人类居住环境，无论山地、平原、丘陵、草原、沼泽和农田，还是城镇和乡村，在有人类集居的地方，多有分布。	古	+++	未列入	留	文献 目击
86. 白斑翅雪雀 *Montifringillla nivali*	栖于甚高海拔的冰川及融雪间的多岩山坡。	古	++	未列入	留	文献
87. 山麻雀 *Passer Rutilans*	栖息于海拔 1500 米以下的低山丘陵和山脚平原地带的各类森林和灌丛中，在西南和青藏高原地区，也见于海拔2000-3500 米的各林带间。	东	+	未列入	留	文献
（三十）燕雀科 Fringillidae						
88. 普通朱雀 *Carpodacus erythrinus*	主要栖息于海拔 1000 米以上的针叶林和针阔叶混交林及其林缘地带。	古	++	未列入	留	文献 目击
89. 曙红朱雀 *Carpodacus eos*	喜开阔的高山草甸及有矮树及灌丛的干热河谷。冬季成群活动，有时与体型较大的红眉朱雀混群。	古	+	未列入	留	文献

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	居留型	依据
90. 白眉朱雀 *Carpodacus thura*	栖息在灌丛、草地和生长有稀疏植物的岩石荒坡，繁殖期间单独或成对活动。	古	+	未列入	留	文献
91. 大朱雀 *Carpodacus rubicilla*	喜栖开阔地区的草地、草甸、山坡岩壁、稀疏荆棘的石砾堆以及溪边灌丛中，很少到松林中。	古	++	未列入	留	文献
92. 金翅雀 *Carduelis sinica*	栖于灌丛、旷野、人工林、林园及林缘地带，高可至海拔 2400 米。	广	+	未列入	留	文献
93. 高山岭雀 *Leucosticte brandti*	喜高海拔的多岩、碎石地带及多沼泽地区。	古	+	未列入	留	文献
94. 黄嘴朱顶雀 *Carduelis flavirostris*	常见于高海拔地区、平时生活在开阔地区、稀草的岩壁和石缝或石砾的农田、牧场中以及有时也到郊区。	古	+	未列入	留	文献
95. 红眉松雀 *Pinicola subhimachala*	栖息于高山针叶林和针阔叶混交林及其森林上缘的矮树丛、杜鹃灌丛、竹丛和草地。	广	++	未列入	留	文献 目击
96. 红交嘴雀 *Loxia curvirostra*	栖息于高山针叶林和针阔叶混交林。	古	+	未列入	留	文献
97. 白斑翅拟蜡嘴雀 *Mycerobas melanozanthos*	常见于海拔 2800~4600 米沿林线的冷杉、松树及矮小桧树之上。	广	++	未列入	留	文献 目击
（三十一）鹀科 Emberizidae						
98. 灰眉岩鹀 *Emberiza cia*	栖息于裸露的低山丘陵、高山和高原等开阔地带的岩石荒坡、草地和灌丛中。	古	+	未列入	留	文献 目击

注：分类系统参考《中国鸟类分类与分布名录（第 2 版）》（郑光美，2011 年）；居留型：冬-冬候鸟，夏-夏候鸟，留-留鸟，旅-旅鸟。

表 4　　扎拉水电站评价区野生兽类名录

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	依据
一、　食虫目 INSECTIVORA					
(一) 鼩鼱科 Soricidae					
1. 普通鼩鼱 *Sorex araneus*	半水栖或穴居者。昼夜活动或仅夜间活动，不冬眠。平时独栖。	古	++	未列入	文献
2. 帕米尔鼩鼱 *Sorex buchariensis*	栖息于海拔 3000m 以上的河谷灌丛中。	古	+	未列入	文献
3. 长尾鼩鼱 *Soriculus nigrescens*	栖息于海拔 2200-3300m 的山地常绿阔叶林及山地针叶林地带。	古	+	未列入	文献
4. 灰麝鼩 *Crocidura attenuata*	栖息于海拔 2000m 左右山地针阔混交林下的草丛中。	广	+	未列入	文献
5. 长尾大麝鼩 *Crocidura dracula*	栖息于热带常绿雨林及亚热带山地常绿阔叶林及山地针叶林地带。	古	+	未列入	文献
二、　兔形目 LAGOMORPHA					
(二) 鼠兔科 Ochotonidae					
6. 藏鼠兔 *Ochotona thibetana*	栖息于灌丛。	古	+	未列入	文献访问
7. 川西鼠兔 *Ochotona gloveri*	主要栖息于高山草原。	古	+	未列入	文献
8. 灰颈鼠兔 *Ochotona forresti*	栖息于山地阳坡和森林。	古	+	未列入	文献
9. 黑唇鼠兔 *Ochotona curzoniae*	广泛栖息于高原草原、草甸及荒漠地带	古	+	未列入	文献
(三) 兔科 Leporidae					
10. 高原兔 *Lepus oiostolus*	栖息于海拔 2100-4000 米的高山地带、高山草原、高山草甸草原、河谷及河漫滩灌丛。	古	+	未列入	文献目击
三、　啮齿目 Rodentia					
(四) 松鼠科 Sciuridae					
11. 红腹松鼠	栖居于山毛榉科植物的树林中，在山崖灌丛一带也有活动。	古	++	未列入	文献目击

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	依据
Callosciurus erythaeus					
12. 灰鼯鼠 *Petaurista xanthotis*	常活动于亚高山针叶林。	古	+	未列入	文献
13. 喜马拉雅旱獭 *Marmota Himalayana*	栖息于 1500—4500m 的高山草原，它们的数量不因草甸草原上不同的植被群落而发生显著的变化，主要受地形的影响。	古	+	未列入	文献 目击
(五) **鼠科 Muridae**					
14. 中华姬鼠 *Apodemus draco*	栖息于森林、高大的次生林、植物稠密的植被区。	东	+	未列入	文献
15. 黄胸鼠 *Rattus flavipectus*	多于住房、仓库内挖洞穴居。多夜间活动。	东	+	未列入	文献
16. 大足鼠 *Rattus nitidus*	栖息于海拔 800-3200 米的山地、丘陵地带山麓作物地及山麓灌木丛。	东	+	未列入	文献
17. 社鼠 *Rattus niviventer*	栖息于丘陵树林、竹林、茅草丛、荆棘丛生的灌木丛或近田园、杂草间、山洞石隙、岩石缝和溪流水沟茅草中。	东	++	未列入	文献
18. 白腹鼠 *Rattus coxingi*	栖息于亚热带至寒温带森林和各类生境。	古	+	未列入	文献
19. 小家鼠 *Mus musculus*	喜栖于住宅、仓库以及田野、林地等处。	广	+	未列入	文献 访问
(六) **仓鼠科 Cricetidae**					
20. 藏仓鼠 *Cricetulus kamensis*	栖息于海拔 3400~3900 米的高山高原、河谷灌丛和沼泽草甸。	古	++	未列入	文献
四、 **食肉目 Carnivora**					
(七) **犬科 Canidae**					
21. 赤狐 *Vulpes vulpes*	栖息环境非常多样，如森林、草原、荒漠、高山、丘陵、平原及村庄附近，甚至于城郊，皆可栖息。	广	++	区 II	文献
22. 藏沙狐 *Vulpes ferrilata*	见于海拔达 2000~520 米的高山草原、草甸、荒漠草原和山地的半干旱到干旱地区。	古	++	区 II	文献
(八) 熊科 Ursidae					
23. 黑熊	栖息于山地森林，主要在白天活动。	广	+	国 II、区	文献

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	依据
Selenarctos thibetanus				II	
(九) **鼬科 Mustelidae**					
24. 香鼬 *Mustela altaica*	栖息在森林、森林草原、高山灌丛及草甸，同时亦见于 3000 米的高山荒漠地带，河谷地区，但以草原地区更为常见。	古	+	区 II	文献
25. 艾鼬 *Mustela eversmannii*	栖息于海拔 3200m 以下的开阔山地、草原、森林、灌丛及村庄附近。	古	+	区 II	文献
26. 狗獾 *Meles meles*	栖息于森林中或山坡灌丛、田野、坟地、沙丘草丛及湖泊、河溪旁边等各种生境中。	古	++	未列入	文献
27. 猪獾 *Arctonyx collaris*	栖息于高、中低山区阔叶林、针阔混交林、灌草丛、平原、丘陵等环境中。	东	++	未列入	文献
28. 水獭 *Lutra lutra*	傍水而居，喜欢栖息在湖泊、河湾、沼泽等淡水区。	广	+	国 II、区 II	文献
(十) 灵猫科 Viverridae					
29. 小灵猫 *Viverricula indica*	栖息在低山的森林、阔叶林。	东	+	国 II、区 II	文献
(十一) **猫科 Felidae**					
30. 豹猫 *Felis bengalensis*	栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近。分布的海拔高度可从低海拔海岸带一直分布到海拔 3000 米高山林区。	东	+	区 II	文献
31. 雪豹 *Unicia uncia*	在永久冰雪高山裸岩及寒漠带的环境中活动。	古	+	国 I、区 I	文献
五、 **偶蹄目 Artiodactyla**					
(十二) **猪科 Suidae**					
32. 野猪 *Sus linnaeus*	常活动于针阔混交林及山谷灌丛地带	广	+	未列入	文献访问
(十三) 鹿科 Cervidae					
33. 毛冠鹿 *Elaphodus cephalophus*	栖息于海拔不高、范围较大的针阔混交林、林间草地或溪谷沿岸林地。	东	+	区 II	文献
34. 白唇鹿 *Cervus albirostris*	活动于 3500-5000 米的森林灌丛、灌丛草甸及高山草甸草原地带，尤以林线一带为其最	古	+	国 I、区 I	文献

物种名、拉丁名	生境	区系	数量等级	保护等级	依据
	适活动的生境。				
35. 马鹿 *Cervus elaphus*	生活于高山森林或草原地区。	广	+	国Ⅱ、区Ⅱ	文献
(十四) 牛科 Bovidae					
36. 藏原羚 *Procapra picticaudata*	栖息于海拔 300~5750 米之间的高山草甸、亚高山草原草甸及高山荒漠地带。	古	+	国Ⅱ、区Ⅱ	文献
37. 斑羚 *Naemorhedus caudatus*	见于山地针叶林、山地针阔叶混交林和山地常绿阔叶林。	东	+	国Ⅱ、区Ⅱ	文献
38. 鬣羚 *Capricornis sumatraensis*	常在密林间的陡峭崖坡出没，并在崖石旁、岩洞或丛竹间的小道上隐蔽。	东	+	国Ⅱ、区Ⅱ	文献
39. 岩羊 *Pseudois nayaur*	栖息在海拔 2100—6300 米之间的高山裸岩地带，不同地区栖息的高度有所变化，但不见于森林及灌木丛中，有较强的耐寒性。	古	+	国Ⅱ、区Ⅱ	文献

注：分类系统参照《中国哺乳动物物种和亚种分类名录与分布大全》（王应详，2003）。

表 5　　扎拉水电站评价区重点保护野生动物名录

物种名、拉丁名	主要生态特征	生活习性	食性	繁殖	在西藏的分布	保护等级
1. 金雕 *Aquila chrysaetos*	体形大，体长近 1m，体重 2--6.5kg。头顶黑褐色，上体暗褐色，肩部较淡，背肩部微缀紫色光泽，尾羽灰褐色，具不规则的暗灰褐色横斑或斑纹；翅上覆羽暗赤褐色。	栖于崎岖干旱平原、岩崖山区及开阔原野，捕食于雉类、土拨鼠及其他哺乳动物。随暖气流作壮观的高空翱翔。	主要捕食大型鸟类和兽类，如雉、鹑、鸭、旱獭、野兔、狍、山羊、鼠兔、松鼠、狐等，有时也吃死尸。	繁殖较早，通常营巢于针叶林、针阔叶混交林或疏林内高大的红松和落叶松树上，也有报告营巢于悬崖峭壁上的。	西藏分布华西亚种，分布于东南部山地及喜马拉雅地区。	国 I 区 I
2. 白肩雕 *Aqfuila heliaca*	体长 73-84cm。上体至背、腰和尾上覆羽均为黑褐色，微缀紫色光泽，肩部有明显的白斑，滑翔时两翅平直。	常单独活动。或翱翔于空中，或长时间的停息于空旷地区的孤立树上或岩石和地面上。	主要以旱獭等啮齿类、野兔、雉鸡、石鸡、鹌鹑、野鸭、斑鸡等小型和中型哺乳动物和鸟类为食，也吃爬行类和动物尸体。觅食活动多在白天。	繁殖期 4-6 月。通常营巢于森林中高大的松树、榈树和杨树上，也常营巢于孤立的树上与悬崖岩石。	西藏分布于东南部山地及喜马拉雅地区。	国 I 区 I
3. 胡兀鹫 *Cypaetus barbatus*	体重 3.5-5.6kg 体长 1-1.4m。全身羽色大致为黑褐色。头的两侧亦多为白色，脸前面被有黑色刚毛，头部有一条宽阔的黑纹经过眼向下到颏。	骚扰野羊群及家禽，等着野外动物在悬崖上摔倒受伤或在冬季被冻死，把小型猎物及较大猎物的骨头衔起摔到大岩石上成碎片，然后进食。	主要以大型动物尸体为食，特别喜欢新鲜尸体和骨头，也吃陈腐了的旧的尸体。有时也猎取水禽、受伤的雉鸡、鹑类和野兔等小型动物。	繁殖期 2-5 月。营巢于高山悬崖岩壁上大的缝隙和岩洞中。	西藏分布北方亚种，遍布区内各地。	国 I 区 I
4. 斑尾榛鸡 *Bonasa sewerzowi*	中型鸟类，体长 31~38cm。上体栗色，具显著的黑色横斑；颏、喉黑色，周边围有白边；胸栗色，向后近白色；各羽均具黑色横斑，外侧尾羽黑褐色，具若干白色横斑和端斑。	多成对活动于山溪边的柳丛。	主要以柳树、桦树的芽胞、嫩叶、嫩枝、花絮、云杉种子，也吃鳞翅目幼虫、鞘翅目昆虫和其他小型无脊椎动物	繁殖期 5~7 月。	西藏见于东南部的江达、芒康、昌都贡觉县各地。	国 I 区 I

物种名、拉丁名	主要生态特征	生活习性	食性	繁殖	在西藏的分布	保护等级
5. 棕尾虹雉 *Lophophorus impejanus*	体长为 69cm，体重 2kg，头顶有一簇特别延长的蓝绿色羽冠，全身的羽毛都闪耀着彩虹一样的金属的光泽，头部为绿色；眼周裸出的皮肤呈海蓝色；背铜绿色，其余上体紫蓝绿色，下背和腰白色；下体黑褐色，具显著的棕白色纹；尾棕红色。	常以小群活动于林线附近，觅食于高山草甸。	食物主要是灌木和草本植物的嫩芽、嫩叶、嫩枝、块根、果实和种子等，有时也吃昆虫等动物性食物。	繁殖期为 4-6 月。营巢于林下植被较为稀疏的森林中，巢多置于有岩石，灌木或树隐蔽下的地上或大树洞中。	西藏广泛分布于南部及东南部各地。	国 I 区 I
6. 雪豹 *Unicia uncia*	长 110~130cm；尾长 90~100cm，体重一般 50~80kg 之间。全身灰白色，布满黑斑。头部黑斑小而密，背部、体侧及四肢外缘形成不规则的黑环。	在永久冰雪高山裸岩及寒漠带的环境中活动。	以岩羊、北山羊等高原动物为食。	配偶期多在冬末 1~3 月。	西藏见于当雄、尼木、昌都、察隅、左贡县等地。	国 I 区 I
7. 白唇鹿 *Cervus albirostris*	体形高大，体长约 2m，通体被毛十分厚密，毛粗硬且无绒毛，鼻端两侧、下唇记下颌白色。在臀部尾巴周围有黄色斑块。	喜欢在林间空地和林缘活动，嗅觉和听觉都非常灵敏。	食物主要是草本植物，特别是草熟禾、苔草、珠芽蓼、黄芪等，也吃山柳、高山栎等树木的嫩芽、叶、嫩枝和树皮。	每年 10-11 月是白唇鹿的发情期，怀孕期为 8 个月，到第二年的 5-7 月产仔。	西藏分布于那曲地区东部、昌都地区和林周。加查、桑日县等地。	国 I 区 I
8. 黑鸢 *Milvus migrans*	体长 54-69cm。上体暗褐色，下体棕褐色，均具黑褐色羽干纹，尾较长，呈叉状，具宽度相等的黑色和褐色相间排列的横斑；飞翔时翼下左右各有一块大的白斑。	喜开阔的乡村、城镇及村庄。优雅盘旋或作缓慢振翅飞行。栖于柱子、电线、建筑物或地面，在垃圾堆找食腐物。	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。	繁殖期 4-7 月。营巢于高大树上，距地高 10m 以上，也营巢于悬岩峭壁上。	几乎遍布整个自治区	国 II 区 II

物种名、拉丁名	主要生态特征	生活习性	食性	繁殖	在西藏的分布	保护等级
9. 大鵟 *Buteohemilasius*	体长 57-76cm。头顶和后颈白色，各羽贯以褐色纵纹。头侧白色；有褐色髭纹，上体淡褐色，羽干白色；下体大都棕白色；跗蹠前面通常被羽，飞翔进翼下有白斑。	强健有力，能捕捉野兔及雪鸡。	以猎捕啮齿动物鼠兔、旱獭、蜥蜴类、小鸟等为食，而以食鼠兔为主，亦食蝗虫等昆虫类。	每年 4-5 月产卵繁殖，巢建于崖壁缝隙或乔灌木上，有利用旧巢习惯	广泛分布于西藏各地	国II 区II
10. 普通鵟 *Buteo buteo*	体长 50-59cm。体色变化较大，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，尾淡灰褐色，具多道暗色横斑。	喜开阔原野且在空中热气流上高高翱翔，在裸露树枝上歇息。飞行时常停在空中振羽。	以各种鼠类、小鸟、昆虫为食。	繁殖期 5-7 月。通常营巢于林缘或森林中高大的树上，尤喜针叶树。	主要分布于西藏东南部地区	国II 区II
11. 红隼 *Falcotinnunculus*	小型猛禽。头顶、头侧、后颈、颈侧蓝灰色，前额、眼先和细窄的眉纹棕白色。背、肩和翅上覆羽砖红色，具分布较为稀疏的近似三角形的黑色斑块；腰和尾上覆羽蓝灰色，具纤细的暗灰褐色羽干纹。	在空中特别优雅－捕食时懒懒地盘旋或斯文不动地停在空中。猛扑猎物，常从地面捕捉猎物。停栖在柱子或枯树上。喜开阔原野。	主要以蝗虫、蚱蜢、吉丁虫、螽斯、蟋蟀等昆虫为食，也吃鼠类、雀形目鸟类、蛙、蜥蜴、松鼠、蛇等小型脊椎动物。	每年 4~5 月产卵。通常营巢于树上或河岸及岩壁洞穴之中，也常侵占其他鸟类的巢而为己用。	几乎遍布区内各地	国II 区II
12. 苍鹰 *Accipitergentilis*	中小型猛禽。体长可达 60cm，翼展约 1.3m。头顶、枕和头侧黑褐色，枕部有白羽尖，眉纹白杂黑纹；背部棕黑色；胸以下密布灰褐和白相间横纹；尾灰褐。	栖息于不同海拔高度的针叶林、混交林和阔叶林等森林地带，也见于山施平原和丘陵地带的疏林和小块林内。	主要食物为鸽类，但也捕食可猎捕的其他鸟类及哺乳动物如野兔。	每年 4~5 月繁殖	主要分布于西藏东部、南部及中部地区	国II 区II
13. 高山兀鹫 *Gyps himalayensis*	全长约 110cm。头和颈裸露，稀疏的被有少数污黄色或白色像头发一样的绒羽，上体和翅上覆羽淡黄褐色，飞羽黑色。下体淡白色或淡皮黄褐色，飞翔时淡色的下体和黑色的翅形成鲜明对照。	通常于高空翱翔，有时结小群活动，或停栖于多岩峭壁。	主要以腐肉和尸体为食，一般不攻击活动物。	繁殖期为 2-5 月份。通常营巢于高原上的悬崖岩壁的凹处和边缘上，多筑巢在悬崖旧巢多修复后继续使用。	遍布西藏去各地。	国II 区 I

物种名、拉丁名	主要生态特征	生活习性	食性	繁殖	在西藏的分布	保护等级
14. 血雉 *Ithaginis cruentus*	别名血鸡、松花鸡，血雉的雄鸟大覆羽、尾下覆羽、尾上覆羽、脚、头侧、腊膜为红色。	形成小至大群，觅食于亚高山针叶林、苔原森林的地面及杜鹃灌丛。	以多种青草、种子及小昆虫为食。	每年 5~7 月为繁殖期。	分布于朗县、米林、林芝、波密、察隅、墨脱、芒康、江达等县。	国Ⅱ 区Ⅱ
15. 燕隼 *Falcosubbuteo*	小型猛禽，体长 28-35cm，体重为 120-294g。上体为暗蓝灰色，颊部有一个垂直向下的黑色髭纹，颈部的侧面、喉部、胸部和腹部均为白色，胸部和腹还有黑色的纵纹，下腹部至尾下覆羽和覆腿羽为棕栗色。尾羽为灰色或石板褐色。	于飞行中捕捉昆虫及鸟类，飞行迅速，喜开阔地及有林地带，高可至海拔 2000 米。	以多种小型鸟类及昆虫为主要食物	每年 5~7 月繁殖	见于林芝、米林、墨脱、察隅、波密县以及西藏东南及南部各地。	国Ⅱ 区Ⅱ
16. 藏雪鸡 *Tetraogallus tibetanus*	体长 53cm，体形与家鸡相似。头、胸及枕部灰，喉白，眉苍白，白色耳羽有时染皮黄色，胸两侧具白色圆形斑块。眼周裸露皮肤橘黄。	结小群栖于高海拔的开阔地带。	以植物性由主，偶亦啄食昆虫及小型无脊椎动物。	每年 4-5 月间进入繁殖期	几乎分布于西藏各地	国Ⅱ 区Ⅱ
17. 藏马鸡 *Crossoptilon harmani*	体长为 72-81cm，体重 1.5kg。头顶被以黑色的软而卷曲的短羽如绒，头侧裸出，满布绯红色疣状突，格外醒目。	结小群栖于海拔 3000～5000 米的桧树、杜鹃灌丛及高山灌丛和草甸。	主要以植物的叶、芽、果实和种子等为食，也吃少量昆虫等动物性食物。	繁殖期 5-7 月。	分布于昌都各区。	国Ⅱ 区Ⅱ
18. 大紫胸鹦鹉 *Psittaculaderbiana*	体长为 22～36cm，体重为 85～168g。体为绿色，前额和鸟喙之间有一条黑色的羽毛，头部为浅蓝紫色；胸部、腹部、翅膀下方和大腿的部份区域为浅灰蓝紫色；尾羽中间为绿底蓝色。	成群地尖叫着快速飞越森林。常被从巢中捕来作宠物，由此造成局部地区濒危。	以松子及其他浆果为主要食物，也常到农田、果园啄食。	每年 5~7 月为繁殖期。	分布于朗县、米林、林芝、波密、察隅、墨脱、芒康、江达等县。	国Ⅱ 区Ⅱ

物种名、拉丁名	主要生态特征	生活习性	食性	繁殖	在西藏的分布	保护等级
19. 雕鸮 *Bubobubo*	面盘显著，淡棕黄色，杂以褐色细斑；眼先和眼前缘密被白色刚毛状羽，各羽均具黑色端斑；眼的上方有一大形黑斑，面盘余部淡棕白色或栗棕色，满杂以褐色细斑。皱领黑褐色，两翎羽缘棕色，头顶黑褐色。	白天看见时总是在被乌鸦及鸥类围攻。于警情中的鸟会作出两翼弯曲头朝下低的宽宏姿态。飞行迅速。	主要以各种鼠类为食，也吃兔类、蛙、刺猬、昆虫、雉鸡和其他鸟类	繁殖期从 12 月开始	几乎遍布全区各地	国 II 区 II
20. 长耳鸮 *Asio otus*	耳羽簇长，位于头顶两侧，竖直如耳。面盘显著，棕黄色，皱翎完整，白色而缀有黑褐色。上体棕黄色，而密杂以粗著的黑褐色羽干纹；颏白色，其余下体棕白色而具粗著的黑褐色羽干纹。	营巢于针叶林中的乌鸦巢穴。夜行性。两翼长而窄，飞行从容，振翼如鸥。	以多种昆虫及啮齿类为食	每年 4 月进入繁殖季节	分布于西藏东部、南部及中部地区	国 II 区 II
21. 黑熊 *Selenarctos thibetanus*	体长 150～170cm，体重 150kg 左右。体毛黑亮而长，下颏白色，胸部有一块"V"字形白斑。头圆，耳大，眼小，吻短而尖，鼻端裸露，足垫厚实，身体粗壮。	栖息于山地森林，主要在白天活动，善爬树，游泳；能直立行走。	食性较杂，以植物叶、芽、果实、种子为食，有时也吃昆虫、鸟卵和小型兽类。	夏季为交配季节。	分布于藏东和藏南林地。	国 II 区 II
22. 水獭 *Lutra lutra*	体长约 56-80cm，尾长约 30-40cm。躯体长，呈扁圆形。头部宽而稍扁，吻短，眼睛稍突而圆。耳朵小，外缘圆形，着生位置较低。四肢短，趾（指）间具蹼。	主要生活于河流和湖泊一带，尤其喜欢生活在两岸林木繁茂的溪河地带。	食物主要是鱼类，常将捉到的鱼托出水面而食，也捕捉小鸟、小兽、青蛙、虾、蟹及甲壳类动物，有时还吃一部分植物性食物。	四季均能交配	广泛分布于西藏各地区。	国 II 区 II

物种名、拉丁名	主要生态特征	生活习性	食性	繁殖	在西藏的分布	保护等级
23. 小灵猫 *Viverricula indica*	长约 48～58cm，尾长 33～41cm，体重 2～4kg；全身灰黄或浅棕色，背部有棕褐色条纹，体侧有黑褐色斑点，颈部有黑褐色横行斑纹，尾部有黑棕相间的环纹。	小灵猫为独居夜行性动物，昼伏夜出，性格机敏而胆小，行动灵活，会游泳，善于攀缘，能爬树上捕食小鸟、松鼠或采摘果实。	除了会吃老鼠、昆虫、青蛙、鸟类外，偶尔也会吃水果。	繁殖期一般集中在2-4 月份。	分布于察隅、墨脱、左贡、芒康、江达县等地。	国Ⅱ区Ⅱ
24. 马鹿 *Cervus elaphus*	与马相似，体长，有眶下腺，耳大，呈圆锥形。鼻端裸露，其两侧和唇部为纯褐色。额部和头顶为深褐色，颊部为浅褐色。颈部较长，四肢也长。蹄子很大，尾巴较短。	生活于高山森林或草原地区。	以乔木、灌木和草本植物为食。	发情期集中在每年9-10 月。	分布于昌都、林芝地区以及吉隆、桑日、珞瑜等地。	国Ⅱ区Ⅱ
25. 藏原羚 *Procapra picticaudata*	体长 84～96cm，体重 11～16kg，仅雄性具角，角细而略侧扁。耳朵狭而尖小。四肢纤细，蹄窄；被毛浓而硬直，脸、颈和体背部呈土褐色或灰褐色，臀部具一嵌黄棕色边缘的白斑，其背部暗棕色，腹面、四肢内侧及尾下部白色。	栖息于海拔 300~5750 米之间的高山草甸、亚高山草原草甸及高山荒漠地带。	主要以莎草科和禾本科植物及经绒蒿等草类为食。	发情期为冬末。	西藏分布于阿里、日噶则、那曲、山南、昌都地区各县。	国Ⅱ区Ⅱ
26. 斑羚 *Naemorhedus caudatus*	体形较小，平均体长 1m 左右，肩高约 0.55m。颌下无须。具足腺，无鼠蹊腺。雌雄两性均具角，角长 128-150 毫米，横切面呈圆形，二角由头部向后上方斜向伸展，角尖略微下弯。	活动于山地针叶林、山地针阔叶混交林和山地常绿阔叶林。	一般早晚觅食，以各种青草和灌木的嫩枝叶、果实以及苔藓等为食。	秋后到初冬为发情期，次年 4-6 月产仔。	分布于林芝、昌都地区以及吉隆、定结、亚东、错那和门隅、珞瑜、察隅等地区。	国Ⅱ区Ⅱ

物种名、拉丁名	主要生态特征	生活习性	食性	繁殖	在西藏的分布	保护等级
27. 鬣羚 *Capricornis sumatraensis*	外形似羊，略比斑羚大，体长为140～190cm，体重 50～100kg，雌雄均有一对短而尖的黑角，短而光滑。颈背有鬃毛，吻鼻部黑色，吻端裸露，唇的周围有髭毛，有明显的球囊状眶下腺，其开口处有一撮丛毛。	一般结成 5、6 只小群生活在一起，以各种杂草、树叶为食。性情比较孤独，除了雄兽总是单独活动以外，雌兽和幼仔也最多结成 4～5 只的小群，从不见较大的群体。	以草类、树叶、菌类和松萝为食。	9 月下旬至 10 月交尾，次年 5-6 月产仔。	分布于昌都、林芝地区以及吉隆、桑日、珞瑜等地。	国II区II
28. 岩羊 *Pseudois nayaur*	形态介于绵羊与山羊之间，外貌也确实兼有这两类羊的一些特征。体形中等。通身均为青灰色，吻部和颜面部为灰白色与黑色相混，胸部为黑褐色，臀部和尾巴的底部为白色。	躺卧在草地上时，身体的颜色与草地上的裸露岩石极难分辨，因而有保护作用。虽然经常出现于比较开阔的地方，但其攀登山峦的本领在动物中是无与伦比的。	以青草和各种灌丛枝叶为食。冬季啃食枯草。它们还常到固定的地点饮水，但到寒冷季节也可舔食冰雪。	冬季发情交配，次年6~8 月产仔	除山地森林内无栖息外，在西藏其余地区均有分布。	国II区II
29. 赤狐 *Vulpesvulpes*	体长约 70cm，后足长 13.5-17.2cm，头骨之颅基长 13.4-16.9cm。体形纤长。吻尖而长，鼻骨细长，额骨前部平缓，中间有一狭沟，耳较大，高而尖，直立。四肢较短，尾较长，略超过体长之半。尾形粗大，覆毛长而蓬松。	听觉、嗅觉发达，性狡猾，行动敏捷。喜欢单独活动。在夜晚捕食。通常夜里出来活动，白天隐蔽在洞中睡觉，长长的尾巴有防潮、保暖的作用，但在荒僻的地方，有时白天也会出来寻找食物。	主要捕食喜马拉雅旱獭及鼠类，也吃野禽、蛙、鱼、昆虫等，还吃各种野果和农作物。	在每年的 12-2 月发情、交配，生活在北方地区的要推迟 1-2 个月繁殖。	广泛分布于全区西部和南部。	区II

物种名、拉丁名	主要生态特征	生活习性	食性	繁殖	在西藏的分布	保护等级
30. 藏沙狐 *Vulpes ferrilata*	背部呈褐红色，腹部白色；体侧有浅灰色宽带；与背部和腹部明显区分。有明显的窄淡红色鼻吻，头冠、颈、背部、四肢下部为浅红色。耳小，耳后茶色，耳内白色；下腹部为淡白色到淡灰色。	分布于高原地带。喜独居。通常在旱獭的的洞穴居住。以野鼠、野兔、鸟类和水果为食。	以野鼠、野兔、鸟类和水果为食。	交配季开始于 2 月末至 3 月初。	广泛分布	区 II
31. 香鼬 *Mustelaaltaica*	体长 20-28cm，尾长 11-15cm，体重 80-350g。体形较小，躯体细长，颈部较长，四肢较短，尾不甚粗，一般尾长不及体长之半，尾毛比体毛长，略蓬松。跖部毛被稍长。半蹠行性。前、后足均具 5 趾。	多单个活动，白天或夜间均活动，以晨昏时分更为活跃。栖居洞穴内。喜欢穴居，但自己并不善于挖洞，常利用鼠类等其他动物的洞穴为巢，或者栖居于岩隙里、乱石堆或树洞中。	以小型啮齿动物为食，如鼠兔、黄鼠等，也上树捕捉小鸟，或潜水猎食小鱼。	一般每年在 3-4 月发情交配，5-6 月生产。	除冰雪、沙漠地带外，全区都有分布。	区 II
32. 艾鼬 *Mustela eversmannii*	体长 31-56cm，尾长 11-15cm，体重 500-1000g。它的体形较大。身体呈圆柱形。吻部短而钝。颈部稍粗。被毛的长度不同，前肢间毛短，背中部毛最长，尾基毛次之，略为拱曲形。尾长近体长之半，尾毛稍蓬松。四肢较短，跖行性。脚掌被毛。掌垫发达。	喜近栖生活，洞居，黄昏和夜间活动。主要以鼠型啮齿动物为食。	主要以鼠类等啮齿动物为食，也吃鸟类、鸟卵、小鱼、蛙类、甲壳动物，以及一些植物浆果、坚果等。	每年 2—3 月发情交配，通常在 4—5 月产仔	分布于西藏东部和南部各县。	区 II

物种名、拉丁名	主要生态特征	生活习性	食性	繁殖	在西藏的分布	保护等级
33. 豹猫 *Felisbengalensis*	体长为 36-90cm，尾长 15-37cm，体重 3-8kg。头形圆。从头部至肩部有 4 条棕褐色条纹，两眼内缘向上各有一条白纹。耳背具有淡黄色斑，全身背面体毛为浅棕色，布满棕褐色至淡褐色斑点。胸腹部及四肢内侧白色，尾背有褐斑点或半环，尾端黑色或暗灰色。	豹猫的窝穴多在树洞、土洞、石块下或石缝中。主要为地栖，但攀爬能力强，在树上活动灵敏自如。夜行性，晨昏活动较多。独栖或成对活动。善游水，喜在水塘边、溪沟边、稻田边等近水之处活动和觅食。	主要以鼠类、松鼠、飞鼠、兔类、蛙类、蜥蜴、蛇类、小型鸟类、昆虫等为食，也吃浆果、榕树果和部分嫩叶、嫩草，有时潜入村寨盗食鸡、鸭等家禽。	一般春夏季繁殖，春节发情交配。	分布于丁青、类乌齐、芒康、波密、察隅、墨脱、林芝、等地	区 II
34. 毛冠鹿 *Elaphoduscephalophus*	体长不足 1m，体重约 30kg。耳廓宽圆。额部有一簇马蹄形的黑色长毛。	毛冠鹿栖居在山区的丘陵地带，繁茂的竹林、竹阔混交林及茅草坡等处，它们不喜欢潮湿，春天以后多在较高的山上避暑，冬天则下到低山朝阳处避寒。	以草、箭竹等植物为食	雌鹿在春末夏初产仔。	分布于波密、察隅、墨脱林芝县等地。	区 II

调查区域浮游植物种类名录

种类	干流																				怒江干流				支流							
	左贡		普绒		扎玉		毕西		碧土		扎拉		甲郎		瓦甫		轰东		玉曲河口		玉曲汇口上		玉曲汇口下		大曲		岬牧荣曲		沙多曲		八弄	
	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8
硅藻门	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	0	0	0	0	
Melosiragranulata															+	+																
Melosiragranulata var. angustissima			+	+	+	+													+													
Melosiragranulata var. angustissima f. spiralis	+	+	+	+	+	+									+	+																
Melosiraambigua							+	+																								
Melosiravarians																															+	
Cyclotella sp.											+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	
Diatoma sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Diatomaelongaturn	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						+	+	+	+			+	
Diatomavulgare					+	+																							+	+	+	
Diatomavulgarevar.ovalis					+	+					+	+																				
Ceratoneisarcus	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					n	+	+	+	+	+			+	
Asterionellaformosa															+	+				+	+	+	+	+								
Fragilaria sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Fragilariacrotoneisis																													+	+		
Fragilaria ulna	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Fragilariaconstruens			+	+	+	+	+	+					+	+	+	+				+												
Synedraacus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+				
Eunotia sp.																													+	+		
Pinnularia sp.			+	+	+	+			+	+	+	+								+												
Navicula sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+					+	+	+	+	+	+								
Naviculacryptocephala	+	+	+	+	+	+					+	+	+	+					+	+	+	+	+	+								
Naviculapupula	+	+	+	+							+	+	+	+	+	+	+	+														
Navicularadiosa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+						
Naviculaschonfeldii																								+								
Naviculaanglica											+	+											+		+	+						
Gomphonema spp.	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Gomphonemaangutatum	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+											+	+				
Gomphonema biceps																				+		+										
Gomphonemaintricatum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+			+	+	+	+			+	
Gomphonemaolivaceum					+	+	+	+	+	+					+	+					+								+	+	+	
Cocconeisplacentula			+	+	+	+	+	+	+	+			+	+			+	+									+	+	+	+	+	
Achnanthes sp1.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+			+	+	+	+	+	

	左贡		普缄		孔玉		芒西		碧土		孔拉		甲郎		瓦甫		袁东		河口		汇口上		口下		大曲		荣曲		沙多曲		八弄	
Cymbella sp1.	+	+							+	+	+	+							+	+		+		+							+	
Cymbella sp2.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+		+	+	+	+				
Cymbellagracilis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											+	+	+	+	+	+		
Cymbellacistula			+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+			+	+		
Cymbellacistulavar.arctica	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						+	+	+	+			+	
Cymbellacymbiformis	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+																		
Cymbellaaffinis			+	+			+	+	+	+	+	+			+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+						
Cymbelladelicatula	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+				+	+			+	
Cymbellaminuta	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+			+	
Amphora ovalis					+	+																										
Didymospheniageminata	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+							+	+						
Cymatopleura sp.													+	+																		
Nitzschia sp.											+	+								+			+	+	+	+						
Nitzschiapalea	+	+	+	+	+	+					+	+					+	+			+	+									+	
Nitzschiaintermedia	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											+	+				
Surirella sp.															+	+																
			+																													
蓝藻门	**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**	**0**	**0**	**0**	**0**	
Merismopedia sp.	+	+													+	+																
Phormidiumtenue											+	+																				
Oscillatoriatenuis			+																													
Oscillatoriagranulata	+	+	+	+							+	+																				
Crucigeniaapiculata							+	+																								
Coelastrumreticulatum																				+												
绿藻门	**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**	**0**	**0**	**0**	**0**	
Scenedesmus sp.																															+	
Scenedesmusquadricauda			+																													
Ulothrixvariabilis	+	+			+	+																										
Spirogyra sp.	+																															
Staurastrumsp									+	+																						
合计	31	29	36	31	34	32	25	24	28	28	32	32	28	28	30	28	19	19	16	22		18		18	20	20	19	19	13	13	20	

种类	干流																				支流											
	左贡		普绒		扎玉		毕西		碧土		扎拉坝址		甲朗下		瓦甫坝址		轰东		玉曲河口		玉曲汇口上		玉曲汇口下		大曲		呷牧荣曲		沙多曲		八弄沟	
	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月
原生动物	4	5	2	8	5	4	4	3	4	3	2	3	5	2	4	2	8	3	5	1	1	1	3	1	5	3	2	1	3	3	5	
Saccamoebagongornia																							+									
Arcellahemisphaerica		+		+													+						+			+						
Difflugiaglobulosa												+																				
D. glans	+	+			+		+		+		+		+		+		+		+						+							
D. oblonga																																
D. gramen					+												+													+		
D. lucida				+																												
Centropyxisaculeata	+	+	+			+													+													
C. ecornis			+	+		+	+	+		+							+					+			+	+	+		+		+	
C. constricta		+		+	+	+							+	+	+		+	+	+						+					+	+	
Cyphoderia ampulla vitrrara							+										+		+												+	
D.balbianiirostratum																									+							
Epistylisrotans									+				+																			
*Cyclidium*sp.				+																												
Tintinnidiumpusillum	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	
T. fluviatile	+			+				+	+	+		+	+								+								+		+	
Tintinnopsiswangi				+																												
T. lacutris					+										+	+	+	+														
轮虫	1	0	1	1	1	0	2	0	3	0	2	0	2	0	1	2	1	0	3	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	
Philodina sp.	+			+	+		+				+		+		+				+								+					
Colurellaadriatic									+																							
Brachionuscaliflorus													+			+			+													
Notholcalabis									+																							
N. sp.																							+									
Notommata sp.									+																							
*Ascomorpha*sp.																+																
Cephalodellagibba																			+													
C. sp.			+																													
*Synchaeta*sp.							+				+						+											+				
合计	5	5	3	9	6	4	6	3	7	3	4	3	7	2	5	4	9	3	8	1	1	1	4	1	5	3	3	2	3	3	5	

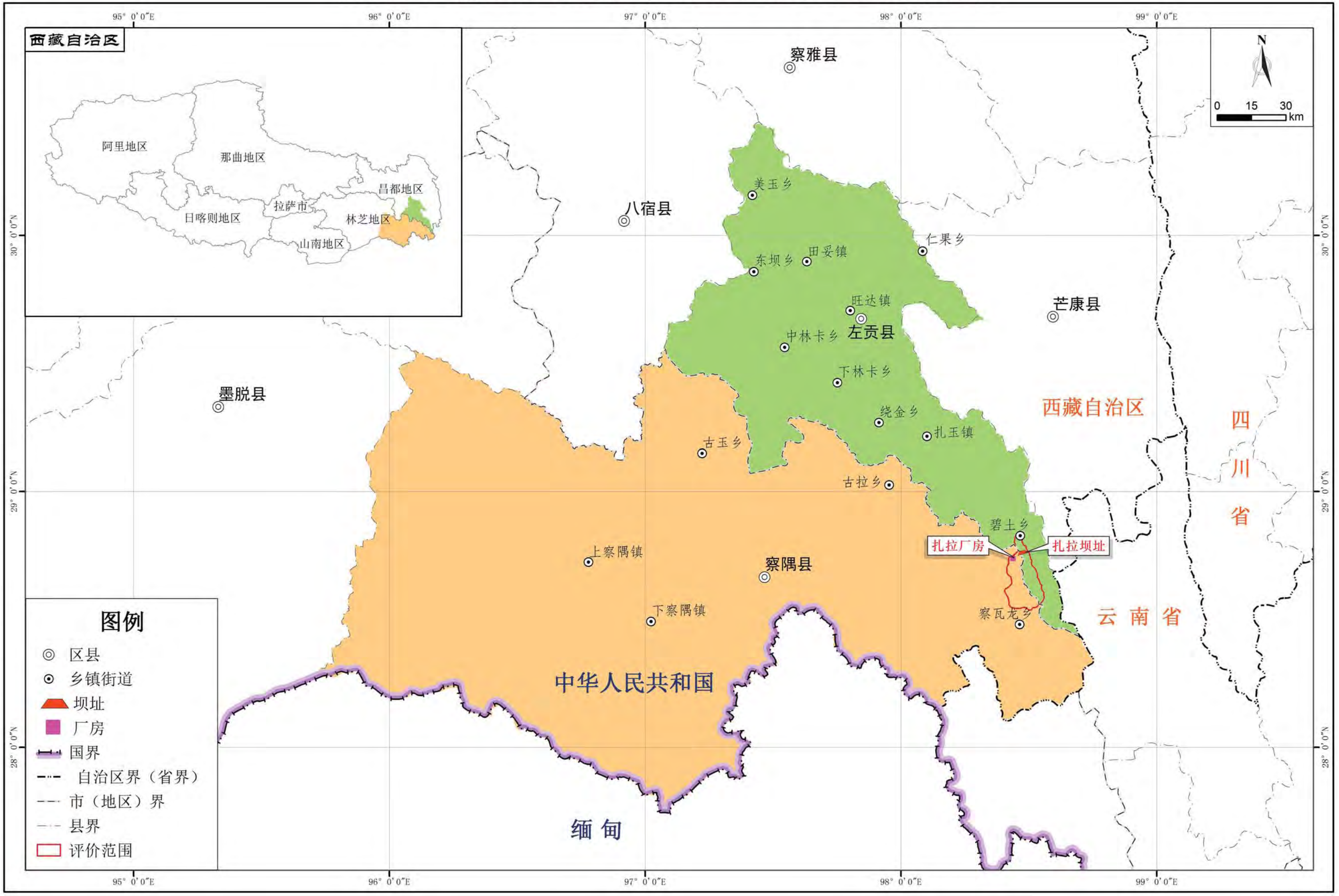
种类	干流																				怒江				支流							
	左贡		普绒		扎玉		毕西		碧土		扎拉		甲郎		瓦甫		轰东		玉曲河口		玉曲汇口上		玉曲汇口下		大曲		岬目荣曲		沙多曲		八弄沟	
	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月
体动物																																
Radixswinhoei			+																													
肢动物																																
Baetidae sp.				+	+			+	+		+		+	+	+	+	+	+	+		+		+		+	+	+			+	+	
Baetodes sp.																												+				
Dactylobaetis sp.																										+						
Ephemeridae sp.								+	+						+	+																
Paraleptophlebia sp.																																
Ephemerellidae sp.																									+	+						
Caenidae sp.																												+		+		
Torleya sp.													+												+							
Drunella sp.																												+	+			
Cinygmina sp.				+			+	+										+														
Ecdyonurus sp.		+			+	+			+		+	+	+		+		+									+		+	+	+		
Epeorus sp.	+											+			+				+										+		+	
Rhithrogena sp.									+				+		+		+												+		+	
Perlidae sp.	+							+			+				+	+	+		+				+		+		+		+	+	+	
Peltoperlidae sp.																											+					
Perlodidae sp.																															+	
Nemouridae sp.										+															+							
Antocha sp.																									+							
Stenopsychidae sp.																							+					+				
Rhyacophilidae sp.																														+		
Brachycentridae sp.																																
Arctopsychidae sp.																																
Macronema sp.				+					+		+	+	+		+	+			+													

种类	干流																				怒江				支流							
	左贡		普绒		扎玉		毕西		碧土		扎拉		甲郎		瓦甫		轰东		玉曲河口		玉曲汇口上		玉曲汇口下		大曲		岬目荣曲		沙多曲		八弄沟	
	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月	5月	8月
Gyrinidae sp.																					+		+									
Corixidae sp.																			+													
Corydalidae sp.																																
Eoophyla sp.																																
Gammaridae sp.					+	+																			+	+					+	
Harnischia sp.			+																													
Polypedilum sp.	+								+																							
Paratendipes sp.			+		+		+		+				+		+										+							
Paraphaenocladius sp.											+				+																	
Orthocladius sp.																									+							
Procladius sp.									+				+												+		+					
Potthastia sp.															+											+						
Chironomidae Pupa																							+		+		+					
Empididae sp.																			+													
Simuliidae sp.															+				+													
Hexatoma sp.											+						+										+		+			
型类群																																
Planarian sp.																									+							
合计	3	1	3	3	4	2	2	4	8	1	6	3	7	1	12	4	6	2	7	0	2	0	5	0	12	6	6	5	6	5	6	

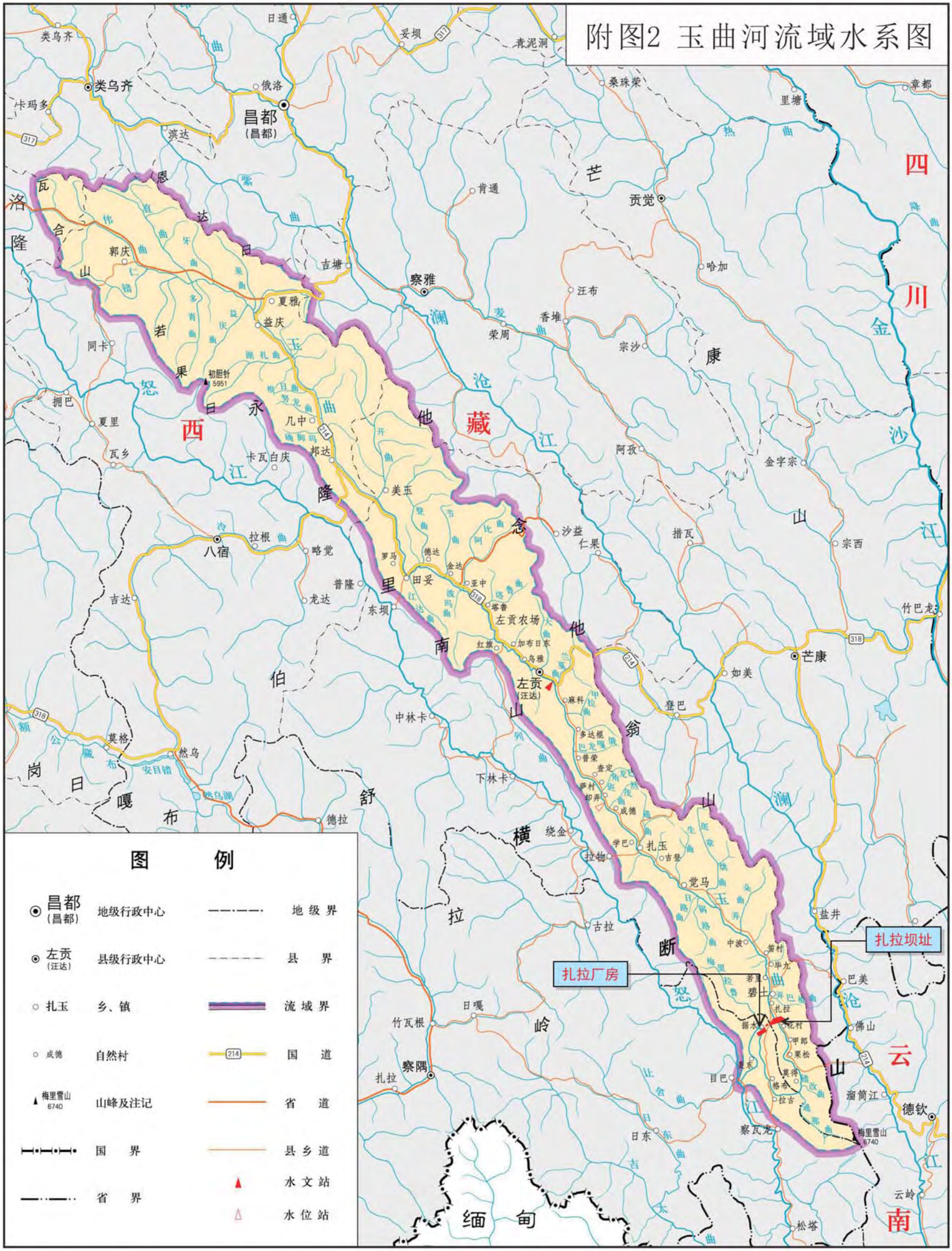
表 4　　玉曲河流域鱼类分布名录

种类	拉丁名	历史记载	2008 年调查	2013 年调查	2017 年调查	2018 年调查
（一）鲤形目	CYPRINIFORMES					
1、鲤科	Cyprinidae					
裂腹鱼亚科	Schizothoracinae					
（1）怒江裂腹鱼*	*Schizothorax nukiangensis*	-	+	+	+	+
（2）贡山裂腹鱼*	*Schizothorax gongshanensis*	-	+	+		
（3）裸腹叶须鱼	*Ptychobarbus kaznakovi*	-	+	+	+	
（4）温泉裸裂尻鱼	*Schizopygopsis thermalis*	-	+			+
野鲮亚科	Labeoninae					
（5）墨头鱼	*Garra pingi pingi*					+
2、鳅科	Cobitidae					
条鳅亚科	Nemacheilinae					
（6）东方高原鳅	*Triplophysa orientalis*	-	+			+
（7）细尾高原鳅	*Triplophysa stenura*	-	+	+		
（8）拟硬刺高原鳅	*Triplophysa pseudoscleroptera*	-				
（9）异尾高原鳅	*Triplophysa stewarti*	-	+			+
（10）短尾高原鳅	*Triplophysa brevicauda*	-	+			
（11）斯氏高原鳅	*Triplophysa stoliczkae*	-	+			
（12）圆腹高原鳅	*Triplophysa rotundiventris*	-				
（13）小眼高原鳅	*Triplophysa microps*		+			
（二）鲇形目	SILURIFORMES					
3、鮡科	Sisoridae					
（14）札那纹胸鮡	*Glyptothorax zainaensis*	-				+
（15）贡山鮡*	*Pareuchiloglanis gongshanensis*	-				
总计（种）		14	10	4	2	6

附图1 西藏玉曲河扎拉水电站工程地理位置示意图



附图2 玉曲河流域水系图



附图3 玉曲河干流梯级电站平面布置图

比例尺 0 10 20 30 40 50 (km)

图 例

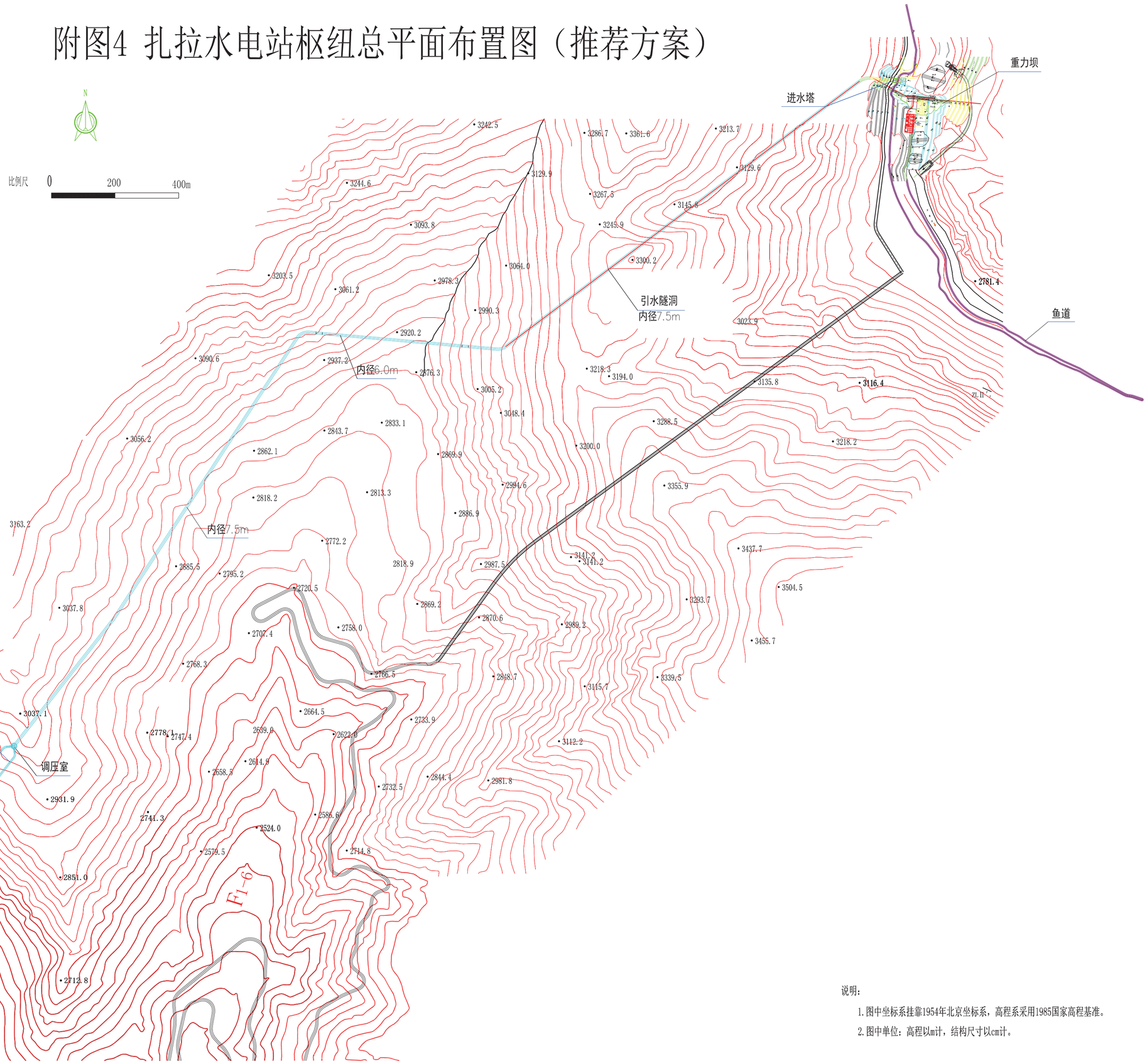
- 昌都 (昌都) — 地级行政中心
- 左贡 (汪达) — 县级行政中心
- 扎玉 — 乡、镇
- 成德 — 自然村
- 梅里雪山 6740 — 山峰及注记
- 国界
- 省界
- 地级界
- 县界
- 流域界
- 国道 214
- 省道
- 县乡道
- 已建电站
- 规划电站
- 引水线路

昌都 (昌都) 左贡 (汪达) 扎玉 吉登 中波 碧土 扎拉 轰东 成德 玉曲河一级电站 初胆针 5951 梅里雪山 6740

附图4 扎拉水电站枢纽总平面布置图（推荐方案）

工 程 主 要 特 性 表

名 称		单 位	数量或特征	备 注
所在河流			玉曲河	
控制流域面积		km^2	8546	
地震基本烈度		度	7	
水文	多年平均流量	m^3/s	109	
	多年平均径流量	亿m^3	34.4	
	设计洪水（P=1%）	m^3/s	1430	
	校核洪水（P=0.1%）	m^3/s	1840	
水库特性	正常蓄水位	m	2815.00	
	设计洪水位	m	2815.00	
	校核洪水位	m	2816.24	
	死水位	m	2811.50	
	总库容	亿m^3	0.092	
	调节库容	亿m^3	0.014	
	调节性能		日调节	
发电效益	装机容量	MW	1000	单独运行
	保证出力	MW	161	
	多年平均发电量	亿kw·h	39.96	
	年利用小时	h	3996	
	生态电站装机容量	MW	15	生态机组
	多年平均发电量	亿kw·h	0.75	
	年利用小时	h	5030	
大坝	坝型		混凝土重力坝	
	坝顶高程	m	2820.00	
	最大坝高	m	67	
	坝顶长度	m	199.5	
	地基特征		板岩	
泄洪消能	表孔	孔-m×m	1-7×10	宽×高
	底孔	孔-m×m	2-4.5×6	宽×高
	消能方式		挑流	
电站	型式		引水式地面厂房	
	厂房尺寸	m×m×m	120.5×49.5×54	长×宽×高
生态电站	型式		坝后式地面厂房	
	厂房尺寸	m×m×m	58.3×27.5×33.6	长×宽×高
生态放水孔		孔-m×m	1-2×2.5	宽×高
鱼道	型式		竖缝式	
	底坡		2%	
	长度	km	2.97	



说明：

1. 图中坐标系挂靠1954年北京坐标系，高程系采用1985国家高程基准。
2. 图中单位：高程以m计，结构尺寸以cm计。

附图5 扎拉水电站首部枢纽平面布置图（推荐方案）



工程主要特性表

名称		单位	数量或特征	备注
所在河流			玉曲河	
控制流域面积		km^2	8546	
地震基本烈度		度	7	
水文	多年平均流量	m^3/s	110	
	多年平均径流量	亿m^3	34.8	
	设计洪水（P=1%）	m^3/s	1430	
	校核洪水（P=0.1%）	m^3/s	1840	
水库特性	正常蓄水位	m	2815.00	
	设计洪水位	m	2815.00	
	校核洪水位	m	2816.24	
	死水位	m	2811.50	
	总库容	亿m^3	0.092	
	调节库容	亿m^3	0.014	
	调节性能		日调节	
发电效益	装机容量	MW	1000	250×4
	保证出力	MW	161	单独运行
	多年平均发电量	亿kW·h	39.96	
	年利用小时	h	3996	
	生态电站装机容量	MW	15	5×3
	多年平均发电量	亿kW·h	0.75	生态机组
	年利用小时	h	5030	
大坝	坝型		混凝土重力坝	
	坝顶高程	m	2820.00	
	最大坝高	m	67	
	坝顶长度	m	199.5	
	地基特征		板岩	
泄洪消能	表孔	孔-m×m	1-7×10	宽×高
	底孔	孔-m×m	2-4.5×6	宽×高
	消能方式		挑流	
电站	型式		引水式地面厂房	
	厂房尺寸	m×m×m	120.5×49.5×54	长×宽×高
生态电站	型式		坝后式地面厂房	
	厂房尺寸	m×m×m	58.3×27.5×33.6	长×宽×高
	坝身生态放水孔	孔-m×m	1-2×2.5	宽×高
鱼道	型式		竖缝式	
	底坡		2%	
	长度	km	2.97	

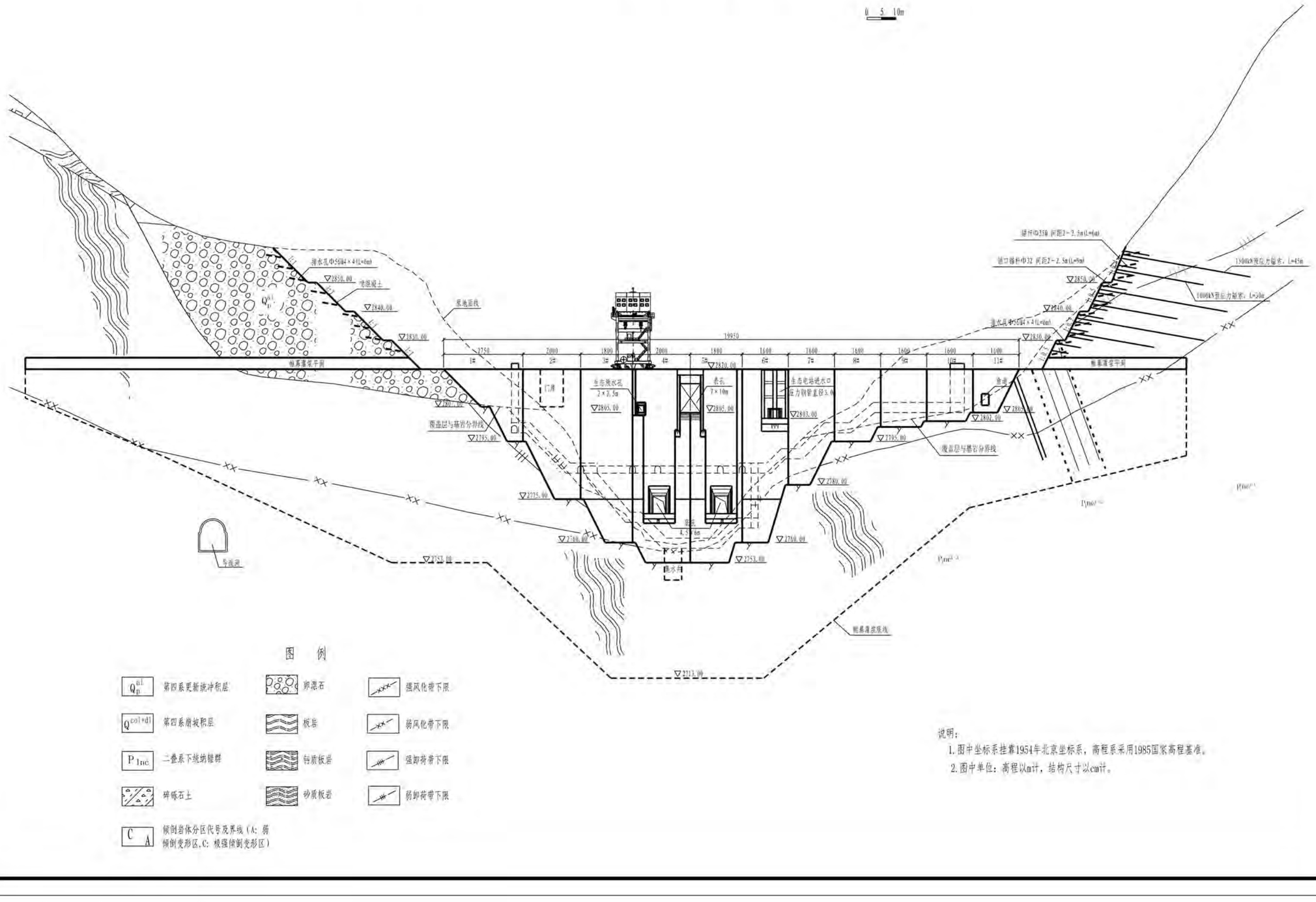
控制点坐标表

控制点	X	Y
A	3183175.908	448822.865
B	3183188.783	448687.979
C	3183219.279	448631.711

说明：

1. 图中坐标系挂靠1954年北京坐标系，高程系采用1985国家高程基准。
2. 图中单位：高程以m计，结构尺寸以cm计。

附图6 扎拉水电站首部枢纽上游展视图（推荐方案）



说明：

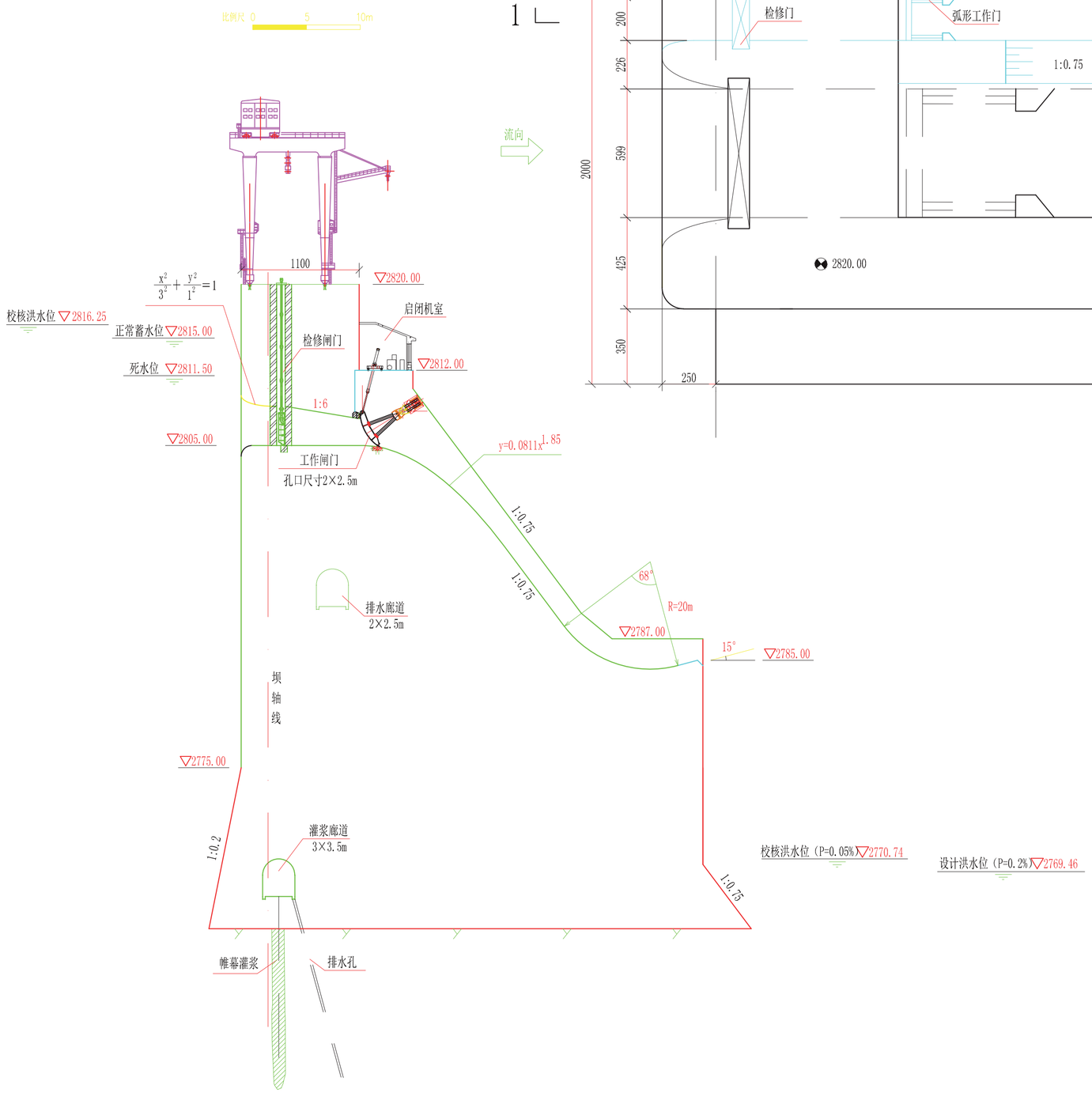
1. 图中坐标系挂靠1954年北京坐标系，高程系采用1985国家高程基准。
2. 图中单位：高程以m计，结构尺寸以cm计。

附图7 扎拉水电站生态放水设施布置图（推荐方案）

剖面图

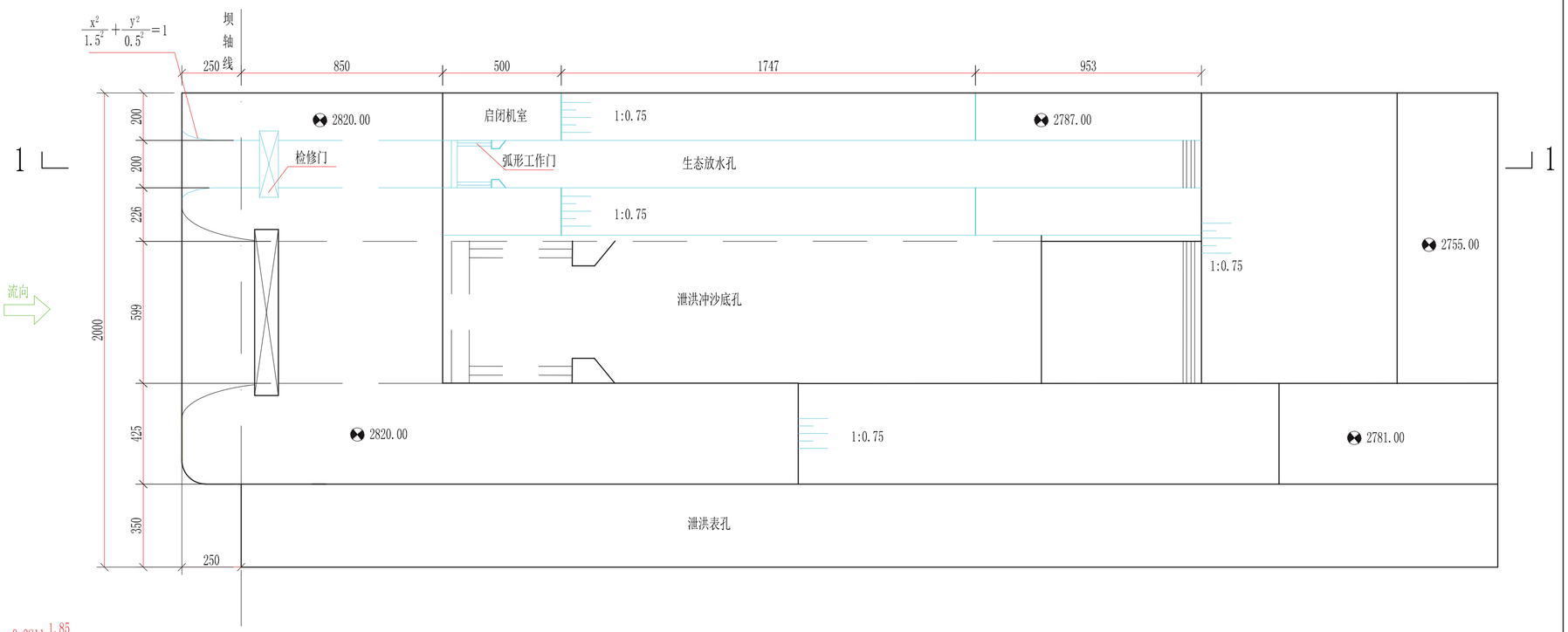
(1-1)

比例尺 0 5 10m



平面布置图

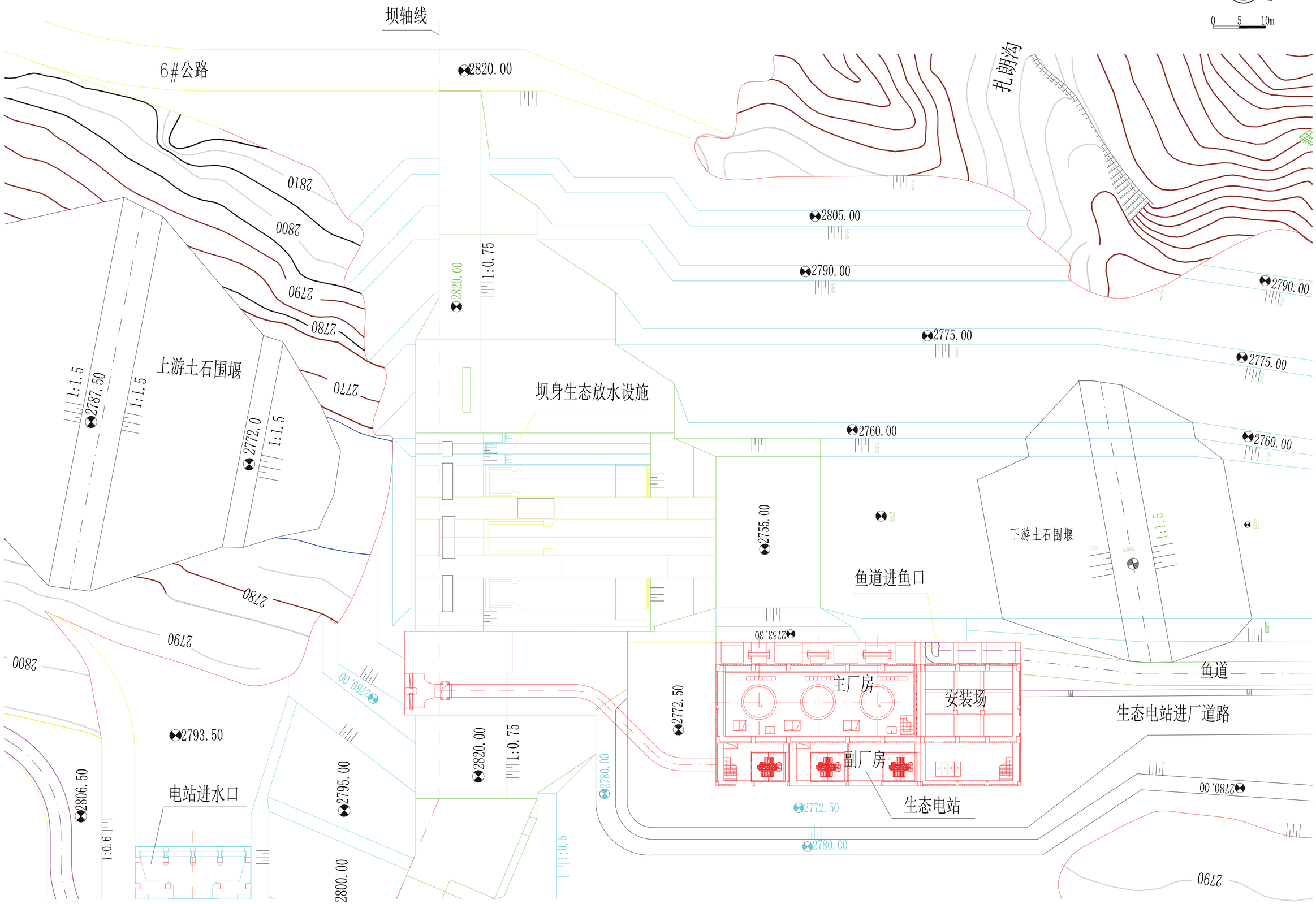
比例尺 0 2 4m



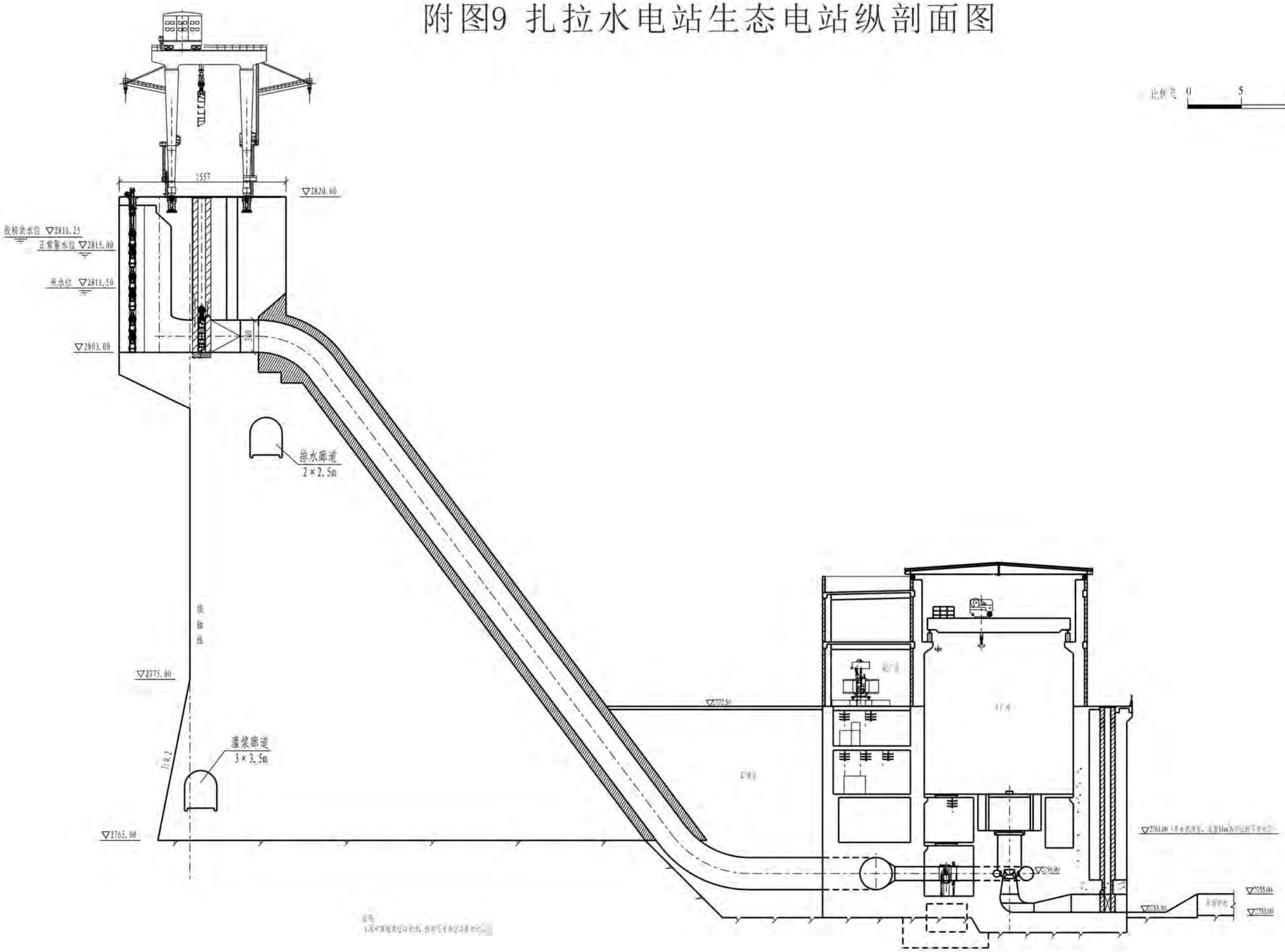
说明：

1. 图中坐标系挂靠1954年北京坐标系，高程系采用1985国家高程基准。
2. 图中单位：高程以m计，结构尺寸以cm计。

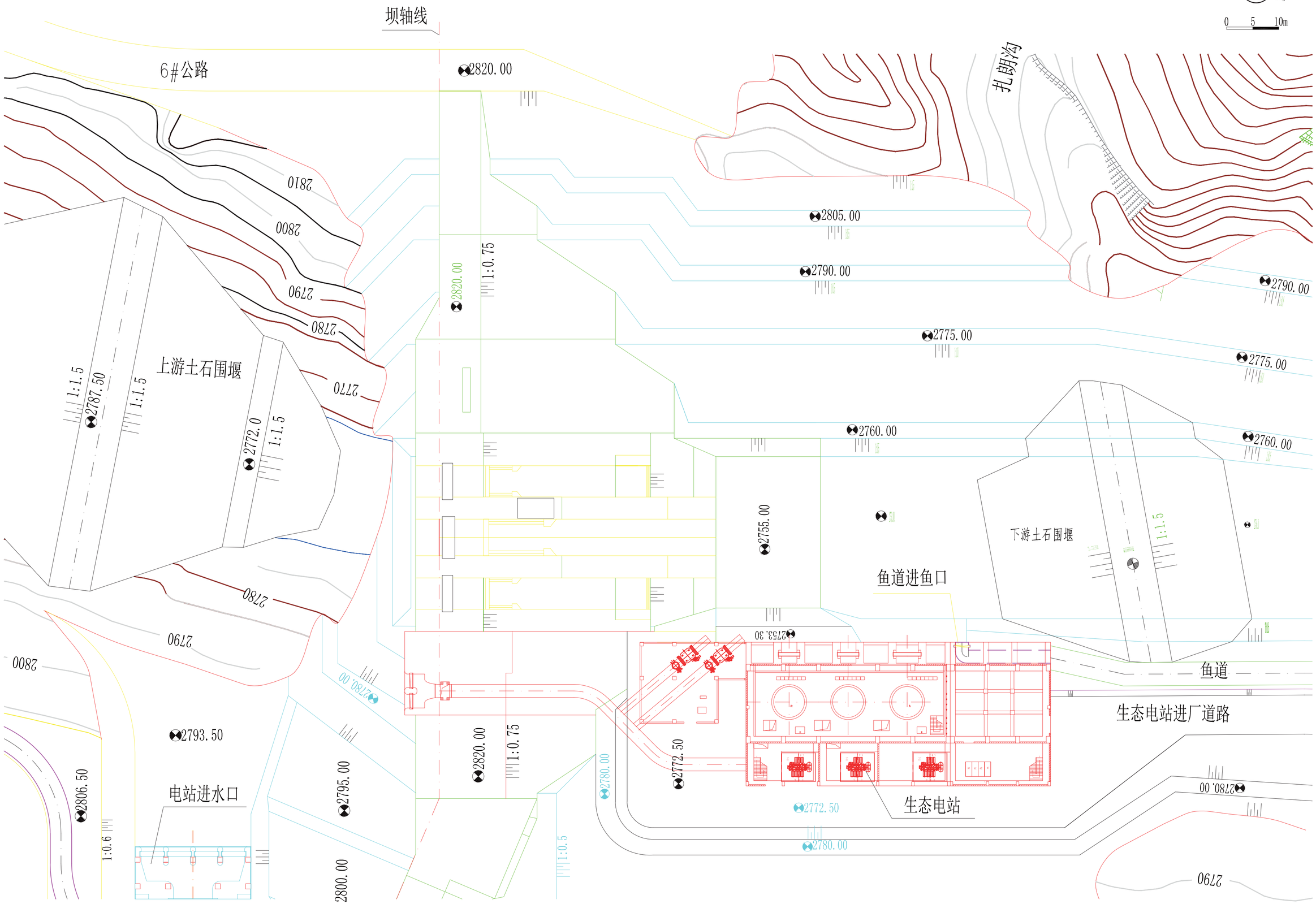
附图8 扎拉水电站生态电站平面布置图



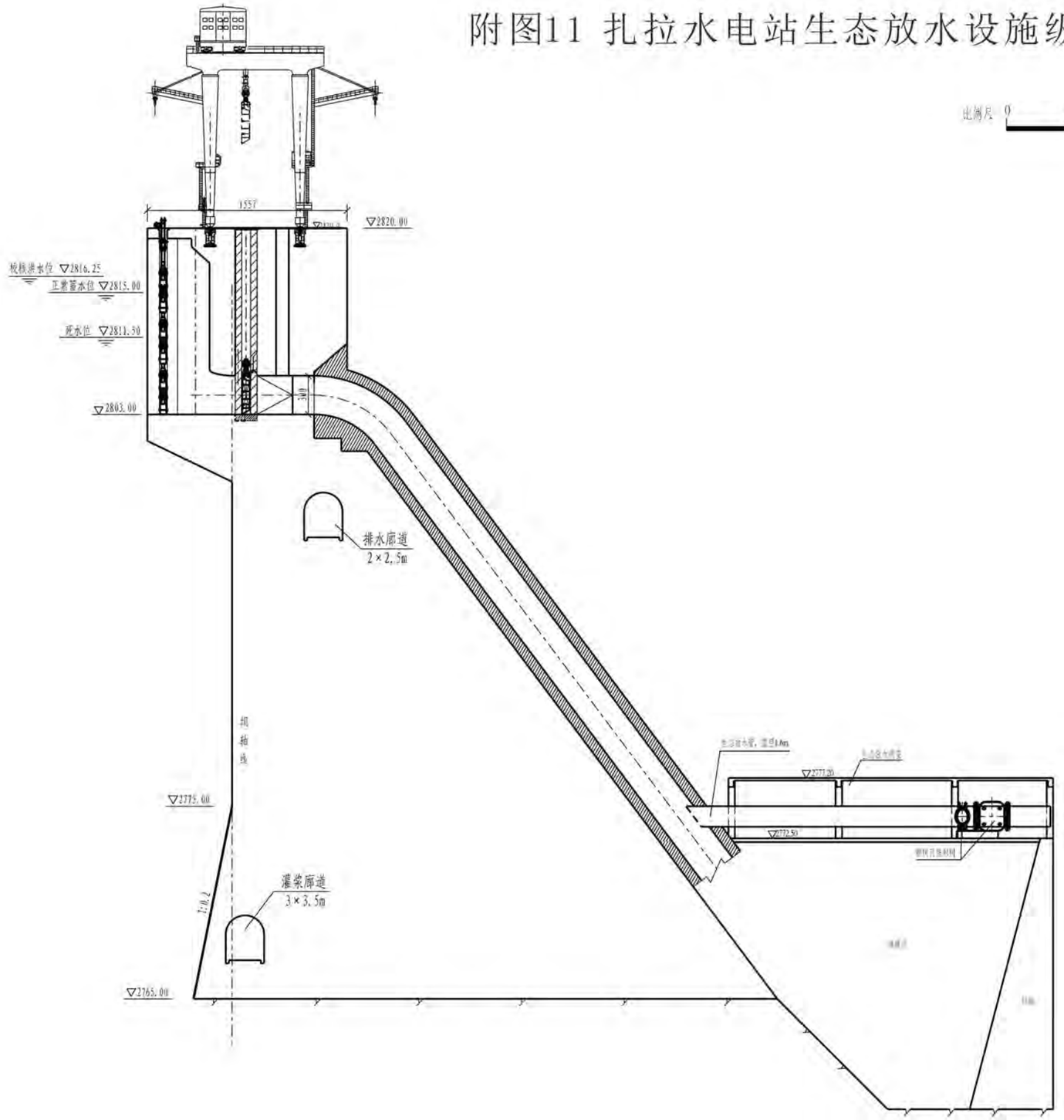
附图9 扎拉水电站生态电站纵剖面图

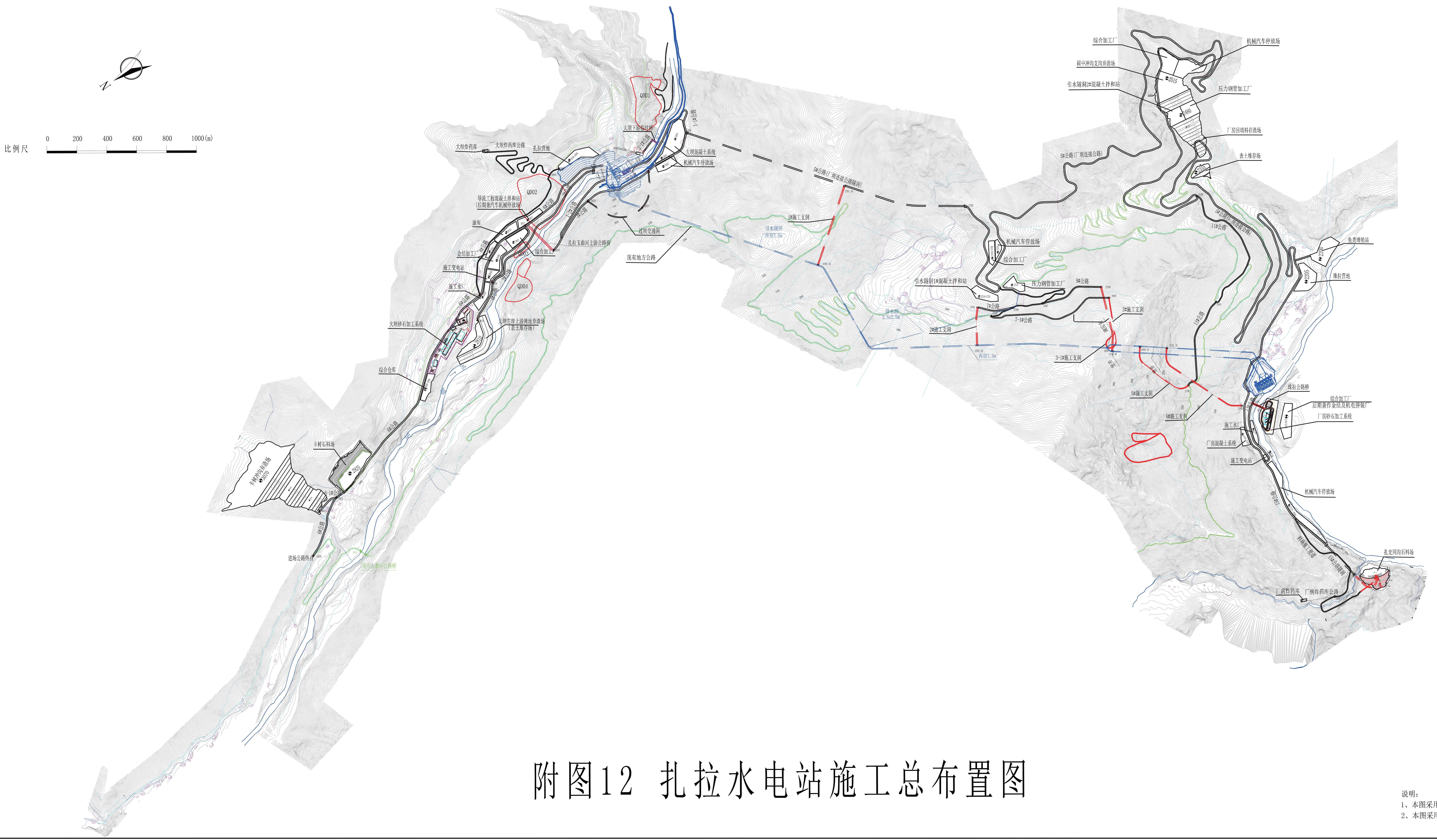


附图10 扎拉水电站生态放水设施布置图（比较方案）



附图11 扎拉水电站生态放水设施纵剖面图（推荐方案）



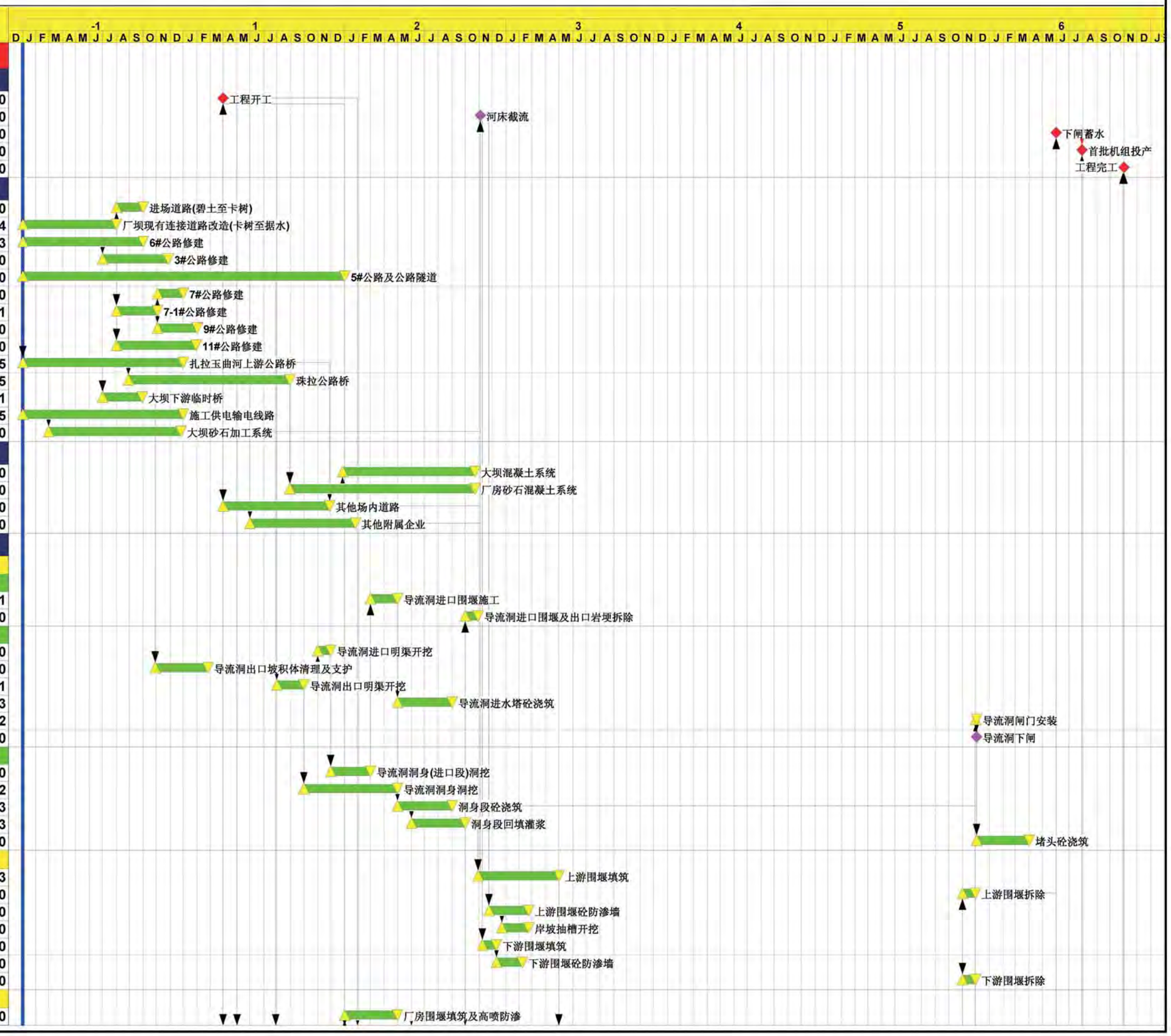


附图12 扎拉水电站施工总布置图

说明：
1、本图采用长江空间信息技术工程有限公司（武汉）2013年06月-08月测的1:1000地形图。
2、本图采用独立坐标系（挂靠1954年北京坐标系），1985国家高程基准。

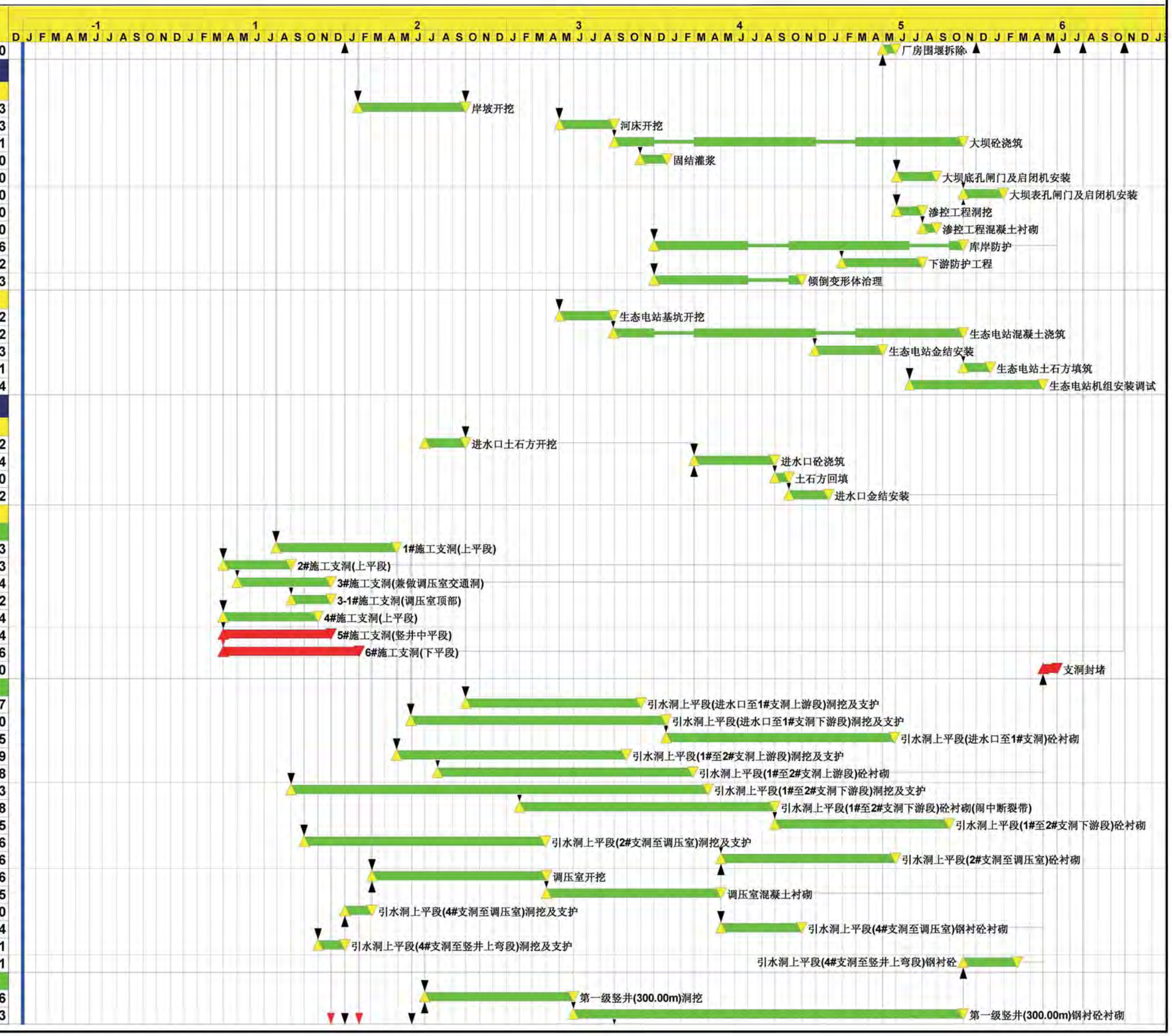
附图13 扎拉水电站施工总进度表(1/3)

Activity ID	Activity Description	Orig Dur
扎拉水电站		
里程碑		
A0000010	工程开工	0
A0000020	河床截流	0
A0000030	下闸蓄水	0
A0000040	首批机组投产	0
A0000050	工程完工	0
工程筹建		
A0010010	进场道路(碧土至卡树)	60
A0010015	厂坝现有连接道路改造(卡树至据水)	214
A0010020	6#公路修建	273
A0010025	3#公路修建	150
A0010035	5#公路及公路隧道	730
A0010050	7#公路修建	60
A0010055	7-1#公路修建	91
A0010060	9#公路修建	90
A0010065	11#公路修建	180
A0010110	扎拉玉曲河上游公路桥	365
A0010120	珠拉公路桥	365
A0010130	大坝下游临时桥	91
A0010190	施工供电输电线路	365
A0010200	大坝砂石加工系统	300
施工准备工程		
A0010240	大坝混凝土系统	300
A0010250	厂房砂石混凝土系统	420
A0010280	其他场内道路	240
A0010290	其他附属企业	240
导流工程		
导流隧洞		
导流洞进口围堰		
A0020010	导流洞进口围堰施工	61
A0020030	导流洞进口围堰及出口岩埂拆除	30
导流隧洞进口明渠		
A0020110	导流洞进口明渠开挖	30
A0020120	导流洞出口坡积体清理及支护	120
A0020130	导流洞出口明渠开挖	61
A0020140	导流洞进水塔砼浇筑	123
A0020190	导流洞闸门安装	2
A0020195	导流洞下闸	0
导流洞隧洞洞身		
A0020210	导流洞洞身(进口段)洞挖	90
A0020215	导流洞洞身洞挖	212
A0020220	洞身段砼浇筑	123
A0020230	洞身段回填灌浆	123
A0020260	堵头砼浇筑	120
大坝围堰		
A0020310	上游围堰填筑	183
A0020320	上游围堰拆除	30
A0020330	上游围堰砼防渗墙	90
A0020340	岸坡抽槽开挖	60
A0020350	下游围堰填筑	30
A0020360	下游围堰砼防渗墙	60
A0020370	下游围堰拆除	30
厂房围堰		
A0020410	厂房围堰填筑及高喷防渗	120

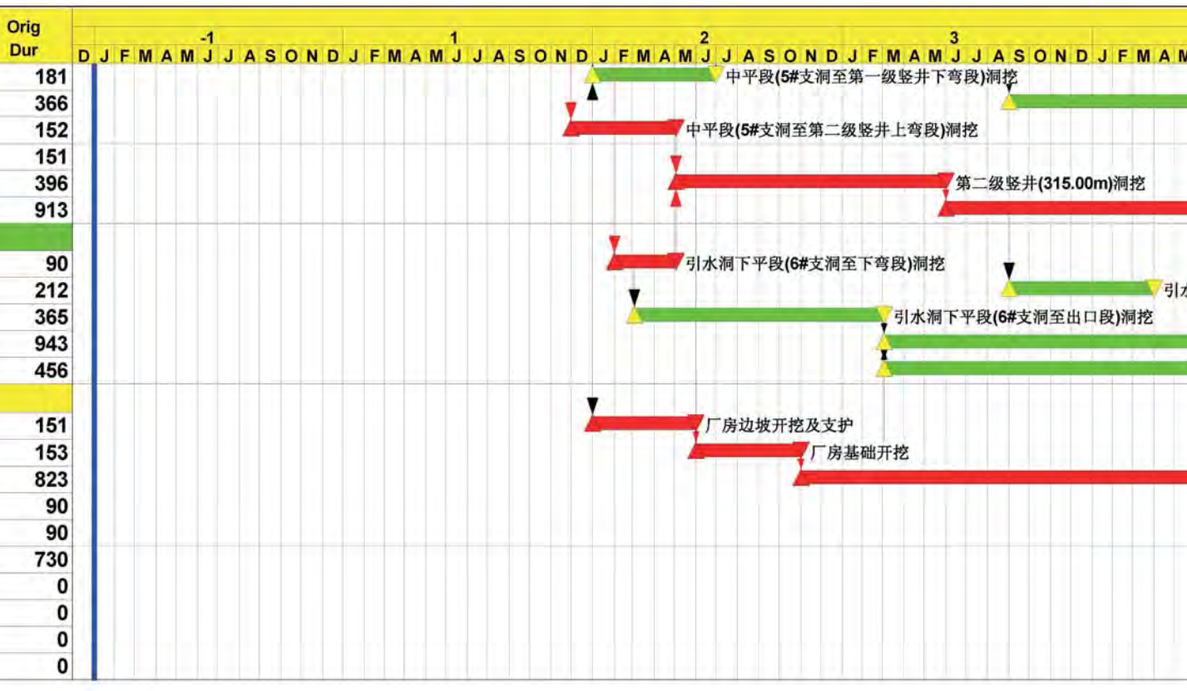


附图13 扎拉水电站施工总进度表(2/3)

Activity ID	Activity Description	Orig Dur
A0020420	厂房围堰拆除	30
大坝		
混凝土重力坝		
A0030010	岸坡开挖	243
A0030020	河床开挖	123
A0030030	大坝砼浇筑	611
A0030040	固结灌浆	60
A0030055	大坝底孔闸门及启闭机安装	90
A0030060	大坝表孔闸门及启闭机安装	90
A0030070	渗控工程洞挖	60
A0030080	渗控工程混凝土衬砌	30
A0030090	库岸防护	516
A0030100	下游防护工程	182
A0030110	倾倒变形体治理	243
生态电站		
A0031010	生态电站基坑开挖	122
A0031020	生态电站混凝土浇筑	612
A0031025	生态电站金结安装	153
A0031030	生态电站土石方填筑	61
A0031040	生态电站机组安装调试	304
引水发电系统		
电站进水口		
A0040010	进水口土石方开挖	92
A0040020	进水口砼浇筑	184
A0040030	土石方回填	30
A0040040	进水口金结安装	92
引水隧洞		
施工支洞		
A0040050	1#施工支洞(上平段)	273
A0040055	2#施工支洞(上平段)	153
A0040060	3#施工支洞(兼做调压室交通洞)	214
A0040065	3-1#施工支洞(调压室顶部)	92
A0040070	4#施工支洞(上平段)	214
A0040075	5#施工支洞(竖井中平段)	244
A0040080	6#施工支洞(下平段)	306
A0040090	支洞封堵	30
上平段		
A0040110	引水洞上平段(进水口至1#支洞上游段)洞挖及支护	397
A0040120	引水洞上平段(进水口至1#支洞下游段)洞挖及支护	580
A0040125	引水洞上平段(进水口至1#支洞)砼衬砌	515
A0040130	引水洞上平段(1#至2#支洞上游段)洞挖及支护	519
A0040135	引水洞上平段(1#至2#支洞上游段)砼衬砌	578
A0040140	引水洞上平段(1#至2#支洞下游段)洞挖及支护	943
A0040145	引水洞上平段(1#至2#支洞下游段)砼衬砌(间中断裂	578
A0040150	引水洞上平段(1#至2#支洞下游段)砼衬砌	395
A0040160	引水洞上平段(2#支洞至调压室)洞挖及支护	546
A0040165	引水洞上平段(2#支洞至调压室)砼衬砌	396
A0040170	调压室开挖	396
A0040175	调压室混凝土衬砌	395
A0040180	引水洞上平段(4#支洞至调压室)洞挖及支护	60
A0040185	引水洞上平段(4#支洞至调压室)钢衬砼衬砌	184
A0040190	引水洞上平段(4#支洞至竖井上弯段)洞挖及支护	61
A0040195	引水洞上平段(4#支洞至竖井上弯段)钢衬砼	121
竖井段		
A0040210	第一级竖井(300.00m)洞挖	336
A0040220	第一级竖井(300.00m)钢衬砼衬砌	883

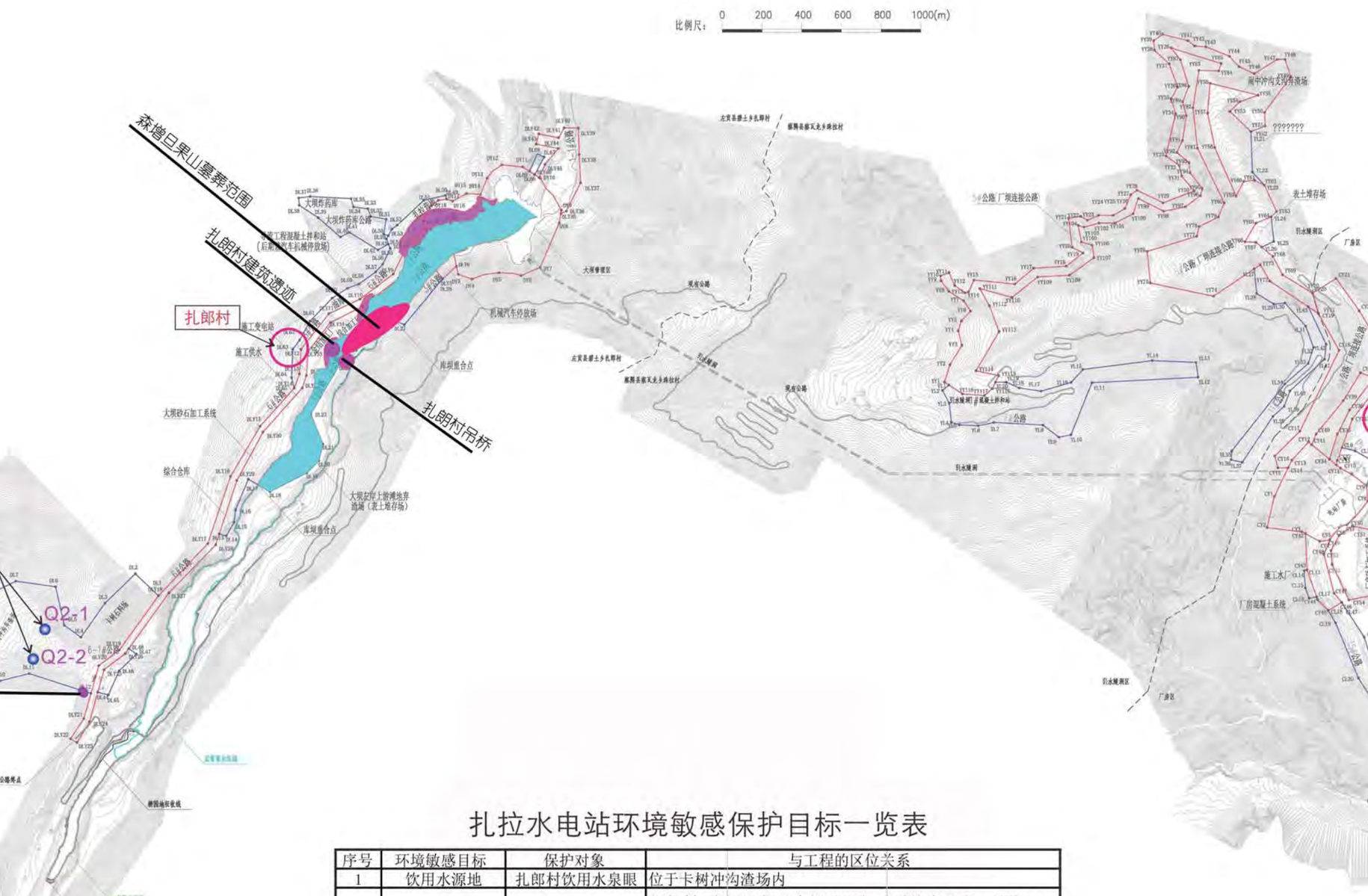


附图13 扎拉水电站施工总进度表(3/



		23.72	176.64	40.59
		7.60	141.31	18.08
		16.12	35.33	22.51
			3.84	5.42
		0.44	3.60	16.48
			1.35	8.44
			1.07	5.12
		0.44	1.18	2.92
				8798.10
	-1	1	2	3

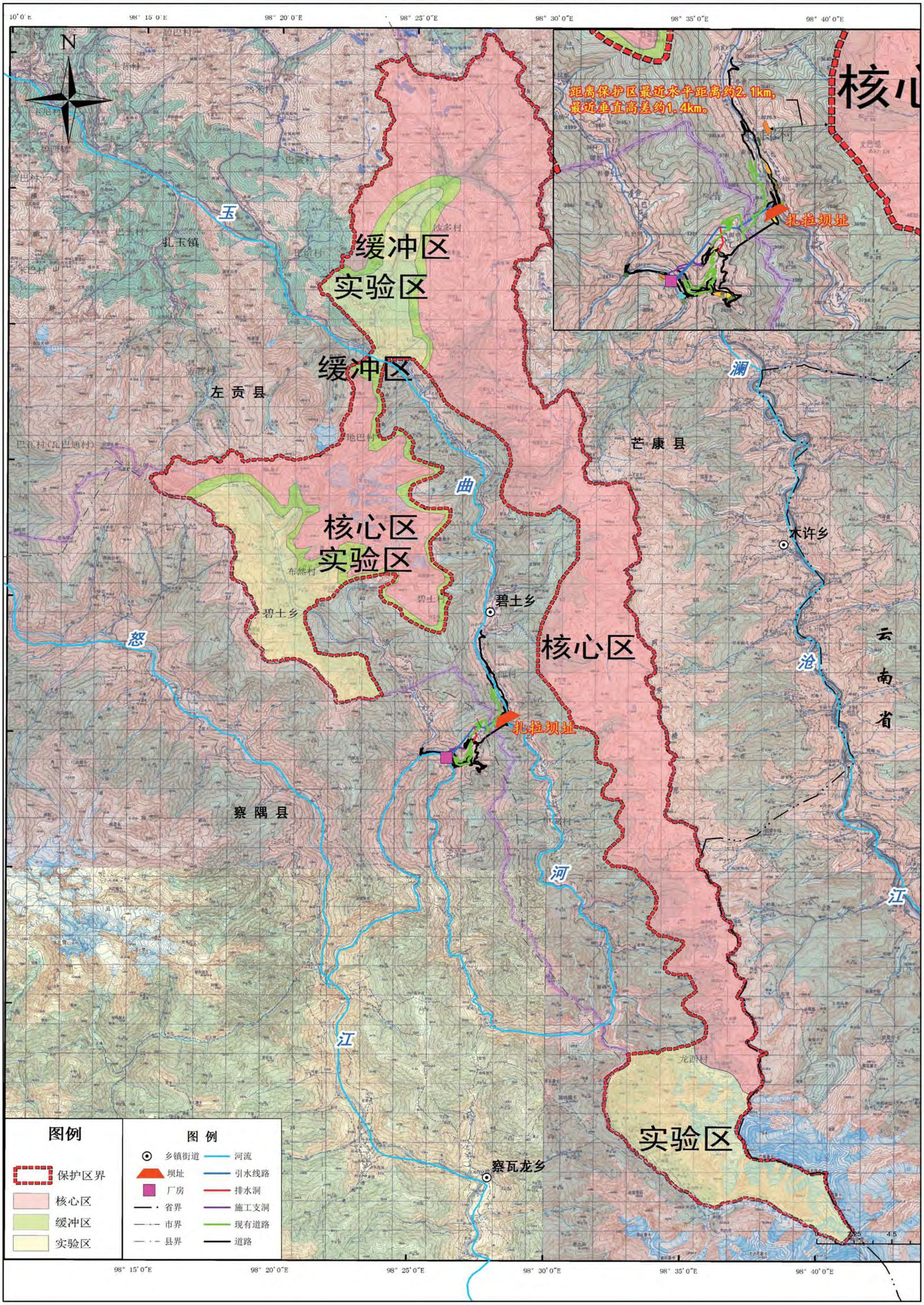
附图14 扎拉水电站工程评价区主要环境敏感目标分布图(1/2)



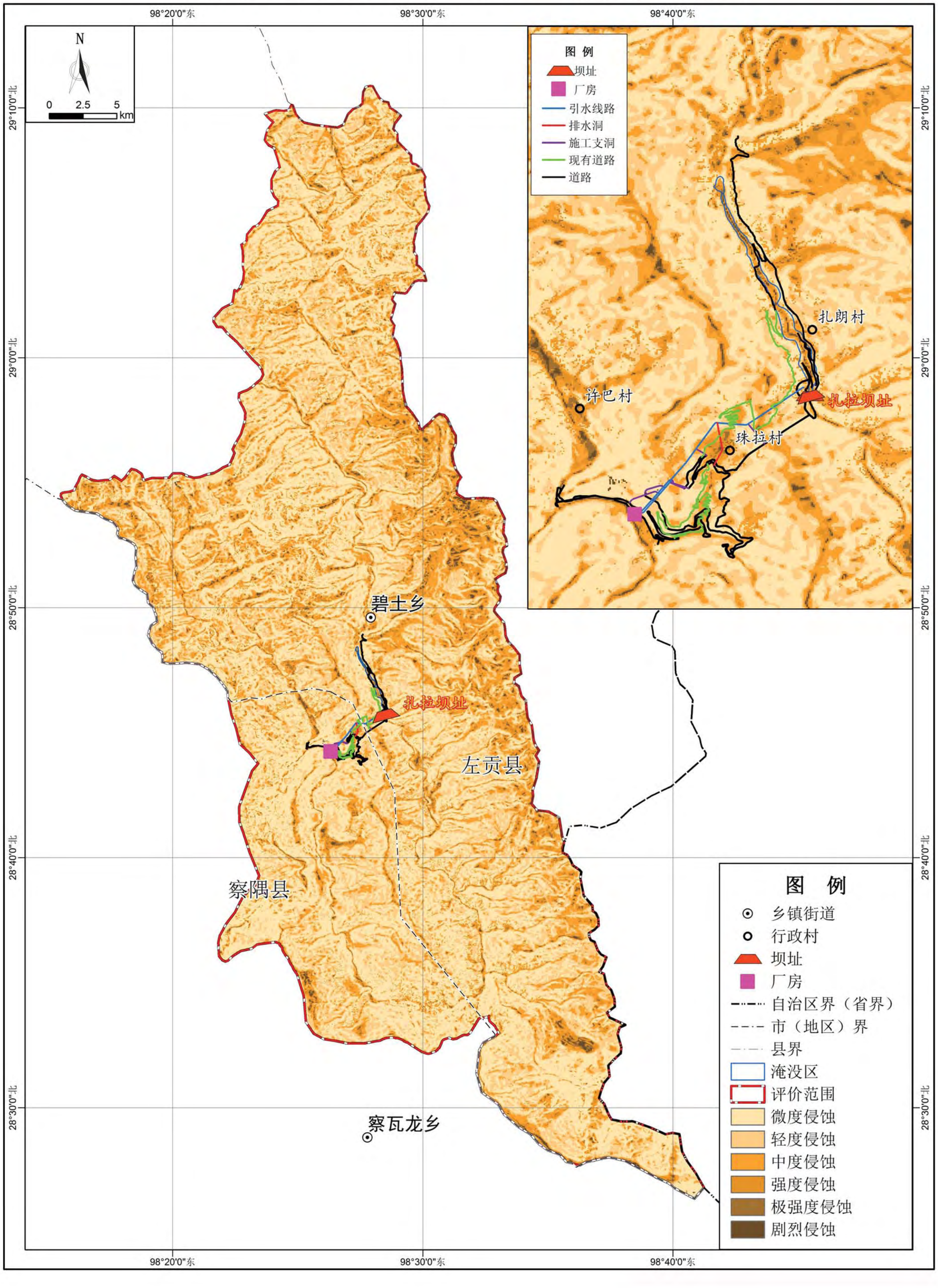
扎拉水电站环境敏感保护目标一览表

序号	环境敏感目标	保护对象	与工程的区位关系		
1	饮用水源地	扎郎村饮用水泉眼	位于卡树冲沟渣场内		
2	环境空气与声环境	扎郎村	扎郎村5户居民位于大坝砂石加工系统东北方，距离78～156m，高度差20～45m；距6#公路20～150m。		
		珠拉村	珠拉村10户居民位于位于距厂房施工区324～640m范围内，高度差5～10m；距13#公路65～132m。		
3	文物古迹	扎郎村吊桥	库坝重叠区		
		扎郎村建筑遗迹	库坝重叠区		
		森增旦果山墓葬	库坝重叠区		
4	生产生活用水水源	生产生活用水	扎郎村Q2-1水源	生产生活用水泉眼，流量约为0.00033m^3/s	位于卡树冲沟渣场左侧
		扎郎村Q2-2水源	生产用水	生产用水泉眼，流量约为0.0004m^3/s	位于卡树冲沟渣场右侧
		珠拉村石棺墓	临时征地范围内		

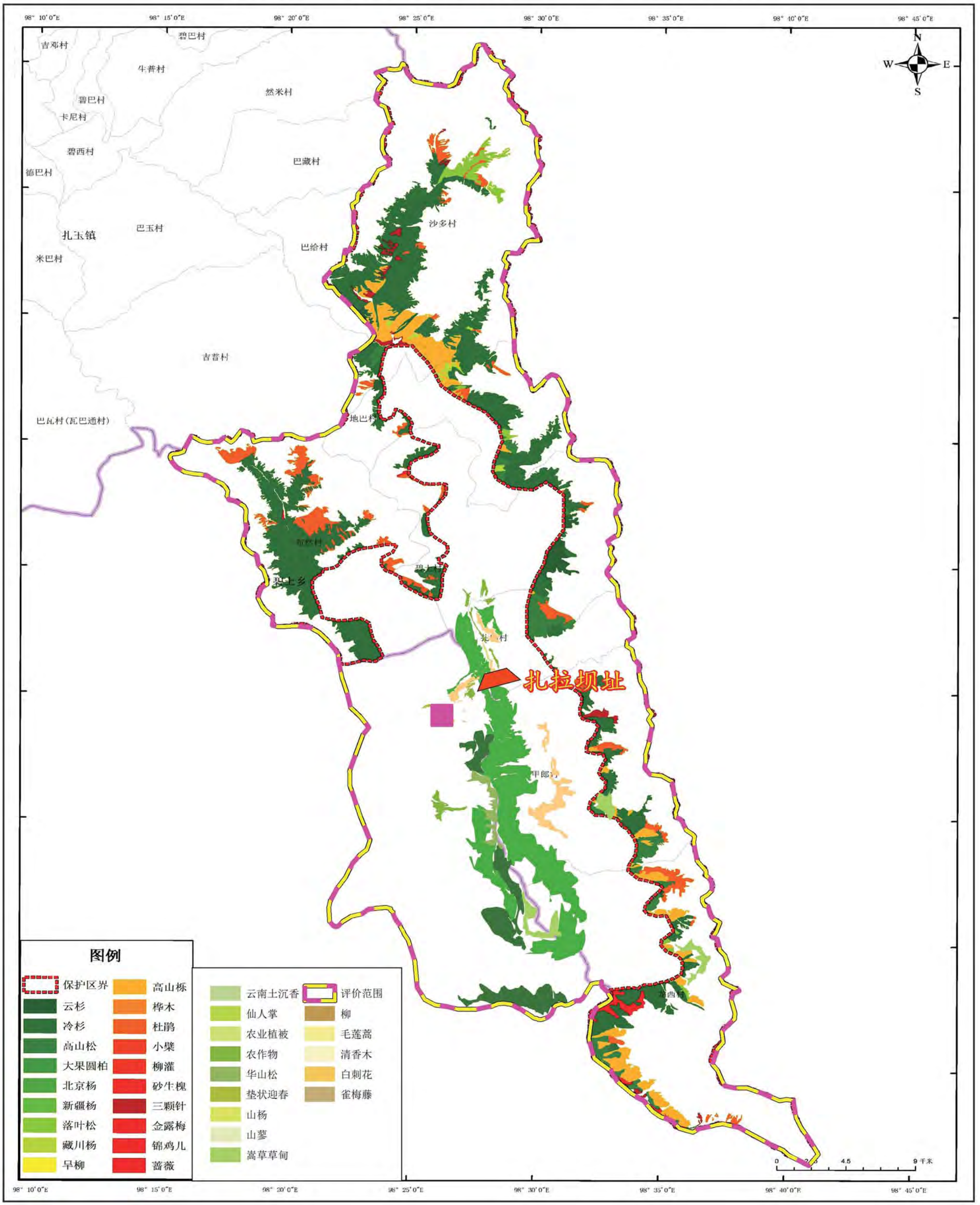
附图14 扎拉水电站工程评价区主要环境敏感目标分布图(2/2)



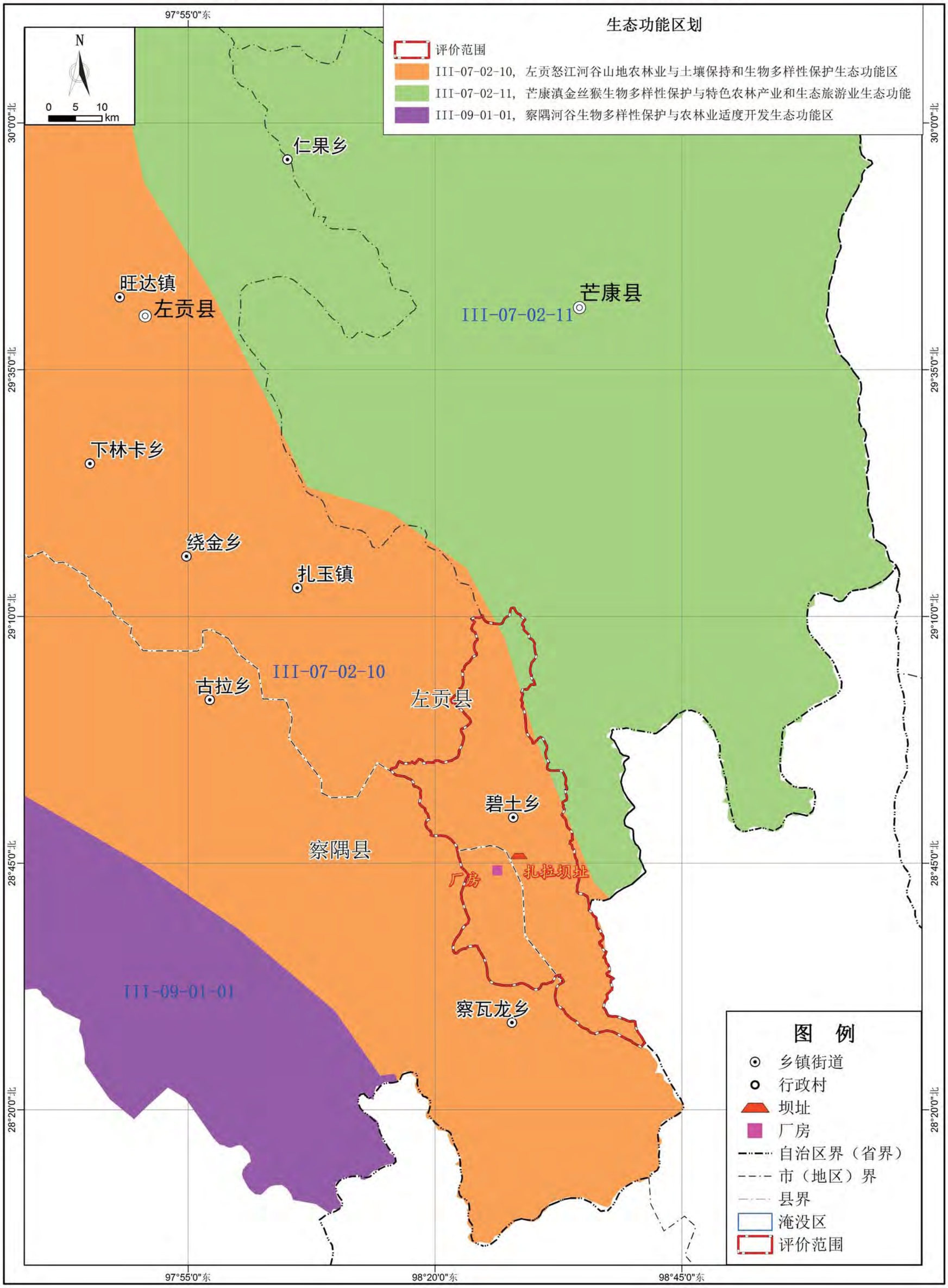
附图15 扎拉水电站工程区土壤侵蚀现状图



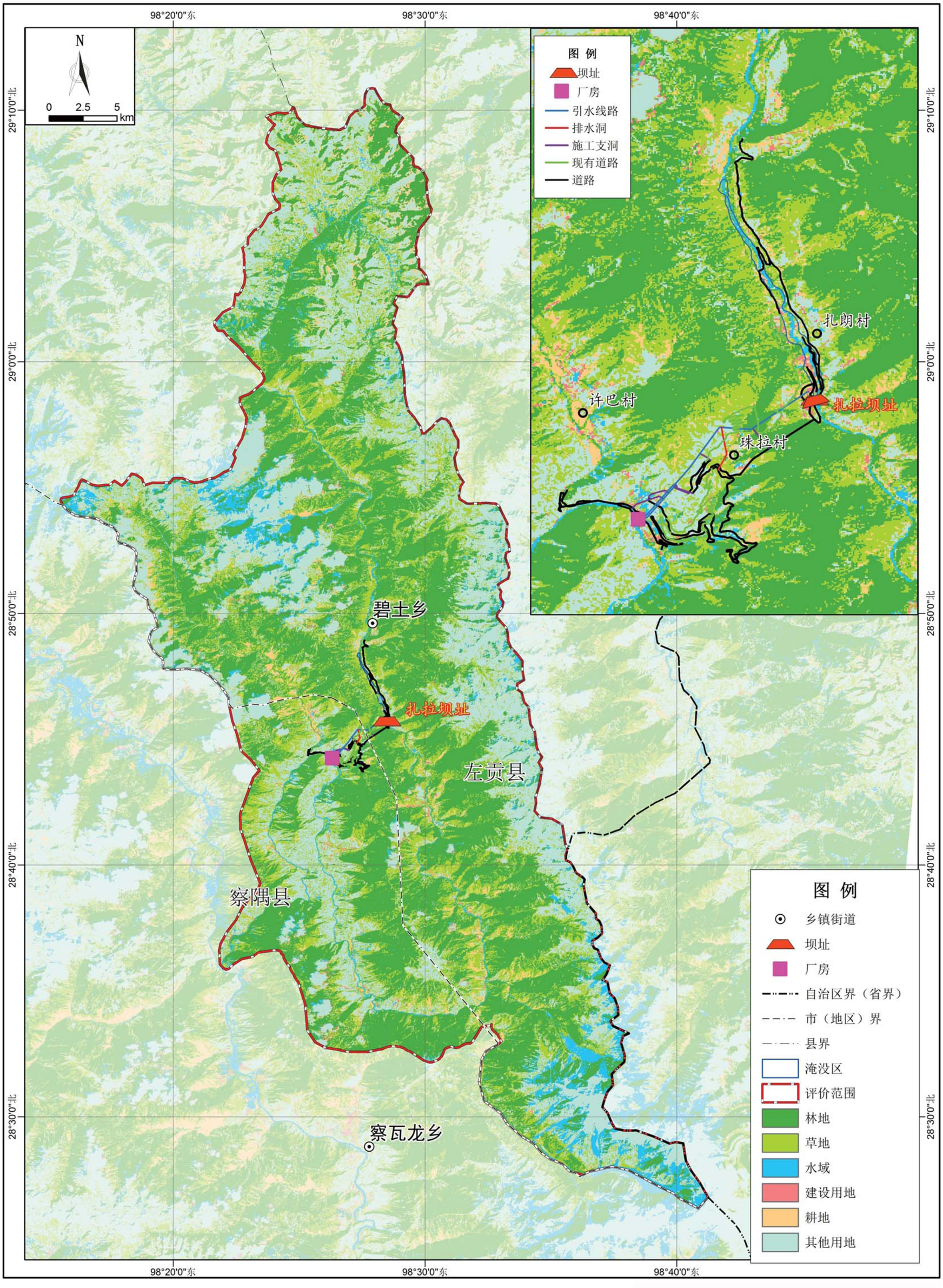
附图16　扎拉水电站评价区植被类型图



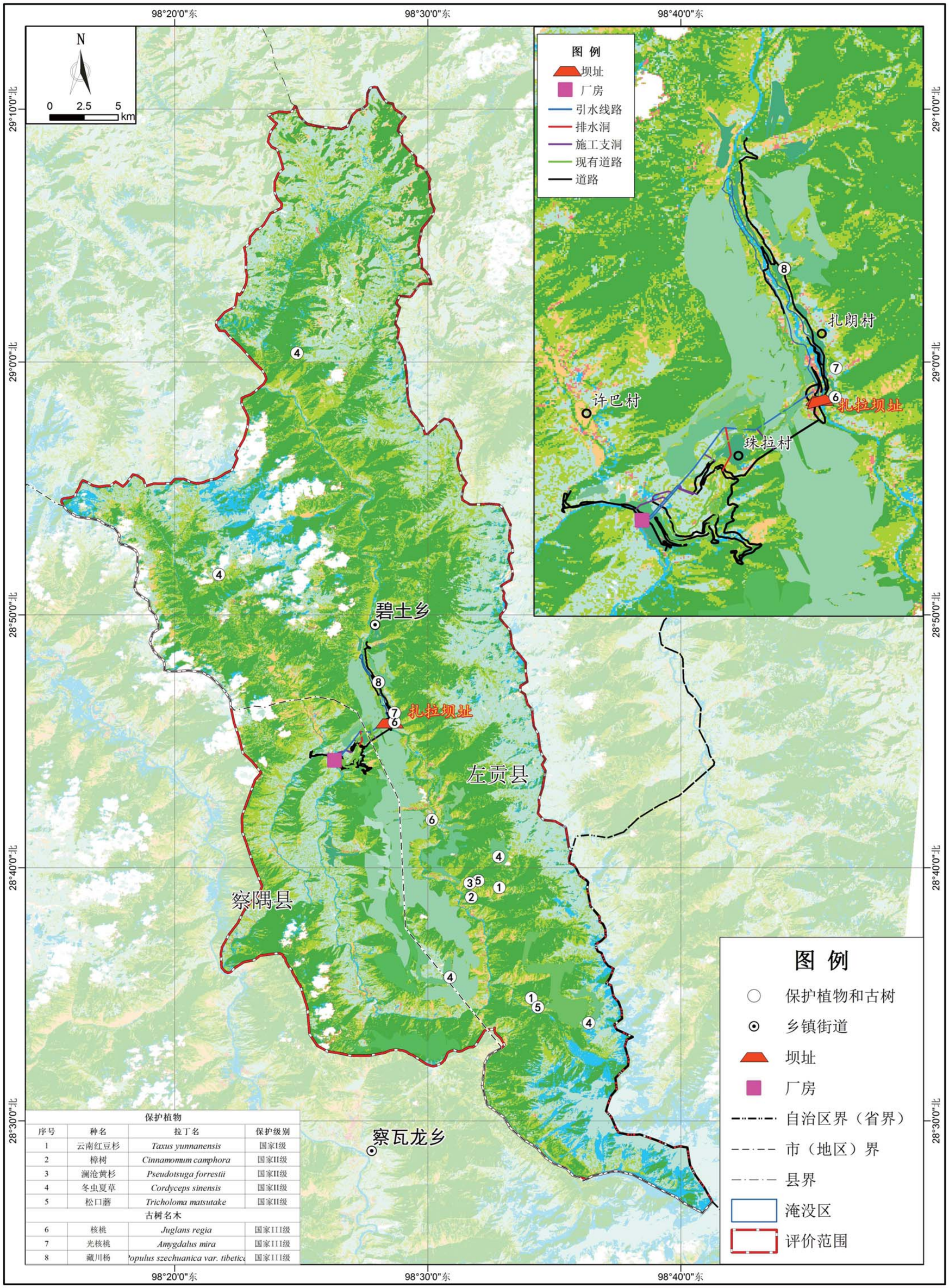
附图17　扎拉水电站评价区生态功能区划



附图18　扎拉水电站评价区土地利用现状图

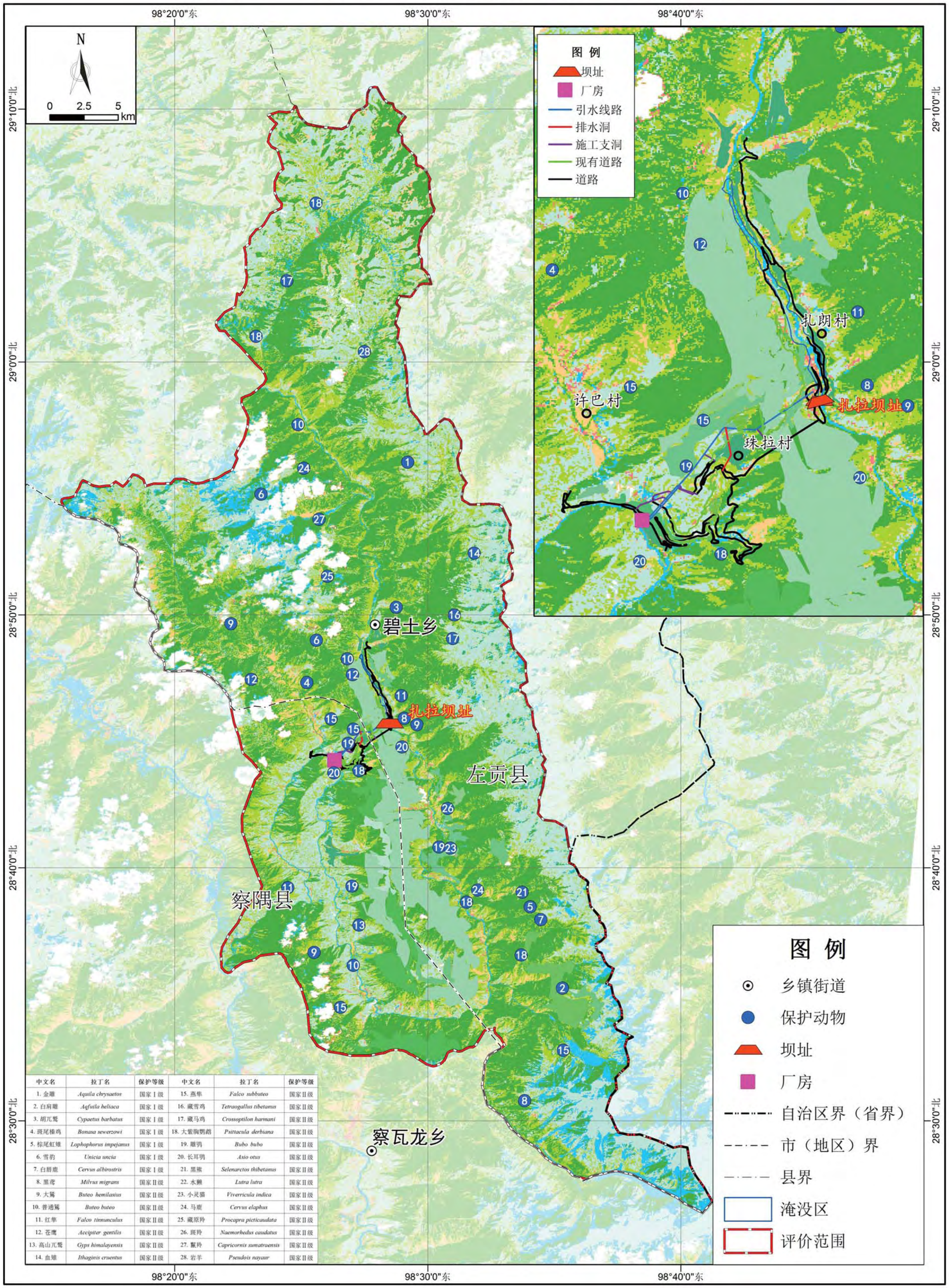


附图19 扎拉水电站评价区古树名木及重点保护植物分布图



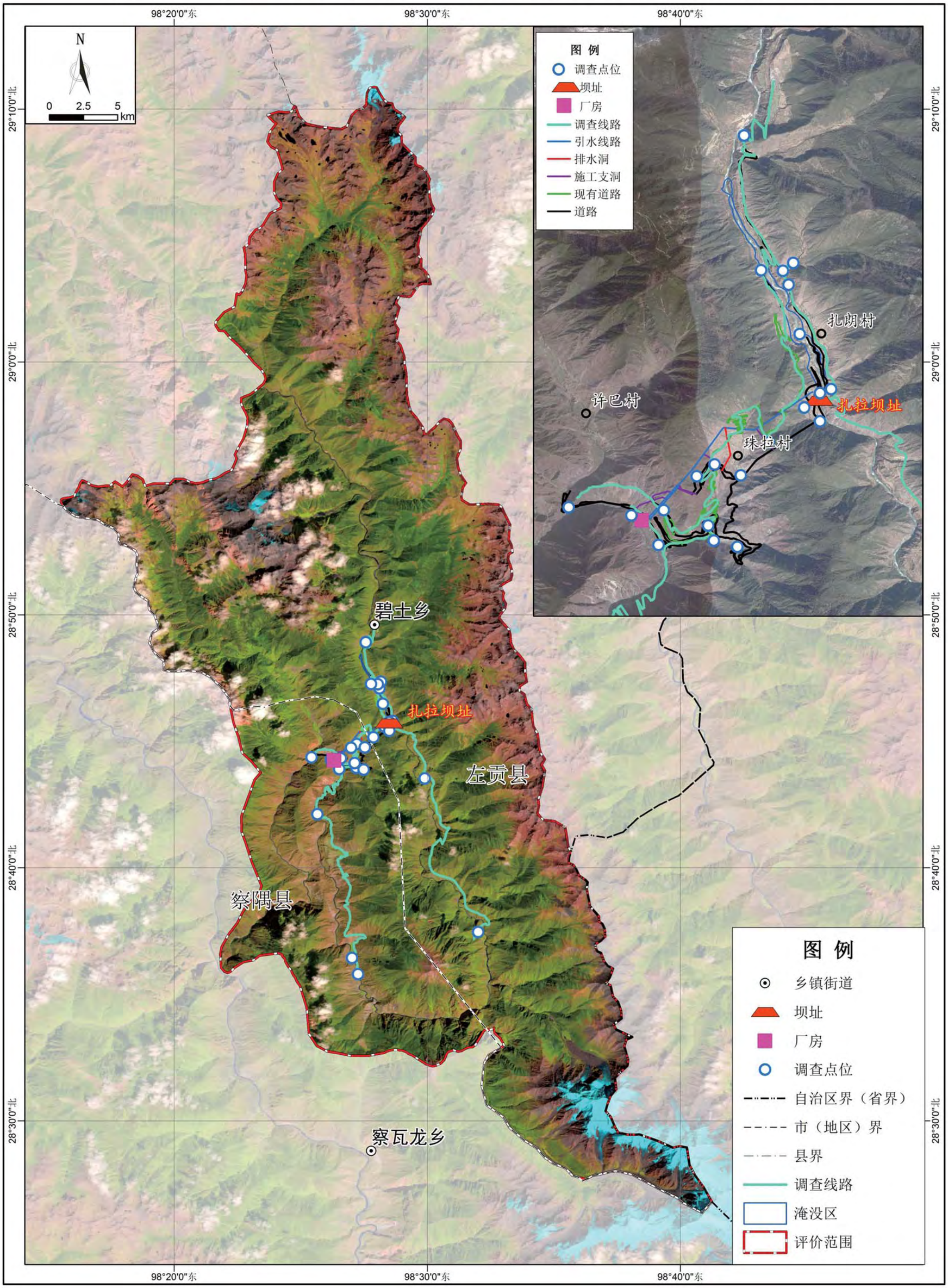
保护植物			
序号	种名	拉丁名	保护级别
1	云南红豆杉	*Taxus yunnanensis*	国家I级
2	樟树	*Cinnamomum camphora*	国家II级
3	澜沧黄杉	*Pseudotsuga forrestii*	国家II级
4	冬虫夏草	*Cordyceps sinensis*	国家II级
5	松口蘑	*Tricholoma matsutake*	国家II级
古树名木			
6	核桃	*Juglans regia*	国家III级
7	光核桃	*Amygdalus mira*	国家III级
8	藏川杨	*Populus szechuanica var. tibetica*	国家III级

附图20　扎拉水电站评价区保护动物分布图



中文名	拉丁名	保护等级	中文名	拉丁名	保护等级
1. 金雕	*Aquila chrysaetos*	国家Ⅰ级	15. 燕隼	*Falco subbuteo*	国家Ⅱ级
2. 白肩雕	*Aqfutila heliaca*	国家Ⅰ级	16. 藏雪鸡	*Tetraogallus tibetanus*	国家Ⅱ级
3. 胡兀鹫	*Cypaetus barbatus*	国家Ⅰ级	17. 藏马鸡	*Crossoptilon harmani*	国家Ⅱ级
4. 斑尾榛鸡	*Bonasa sewerzowi*	国家Ⅰ级	18. 大紫胸鹦鹉	*Psittacula derbiana*	国家Ⅱ级
5. 棕尾虹雉	*Lophophorus impejanus*	国家Ⅰ级	19. 雕鸮	*Bubo bubo*	国家Ⅱ级
6. 雪豹	*Unicia uncia*	国家Ⅰ级	20. 长耳鸮	*Asio otus*	国家Ⅱ级
7. 白唇鹿	*Cervus albirostris*	国家Ⅰ级	21. 黑熊	*Selenarctos thibetanus*	国家Ⅱ级
8. 黑鸢	*Milvus migrans*	国家Ⅱ级	22. 水獭	*Lutra lutra*	国家Ⅱ级
9. 大鵟	*Buteo hemilasius*	国家Ⅱ级	23. 小灵猫	*Viverricula indica*	国家Ⅱ级
10. 普通鵟	*Buteo buteo*	国家Ⅱ级	24. 马鹿	*Cervus elaphus*	国家Ⅱ级
11. 红隼	*Falco tinnunculus*	国家Ⅱ级	25. 藏原羚	*Procapra picticaudata*	国家Ⅱ级
12. 苍鹰	*Accipiter gentilis*	国家Ⅱ级	26. 斑羚	*Naemorhedus caudatus*	国家Ⅱ级
13. 高山兀鹫	*Gyps himalayensis*	国家Ⅱ级	27. 鬣羚	*Capricornis sumatraensis*	国家Ⅱ级
14. 血雉	*Ithaginis cruentus*	国家Ⅱ级	28. 岩羊	*Pseudois nayaur*	国家Ⅱ级

附图21 扎拉水电站评价区调查点位及调查线路示意图



附图22 扎拉水电站鱼道方案平面布置及结构图（推荐方案）（1/2）

比例尺 0 25 50 75m

鱼道主要特性表

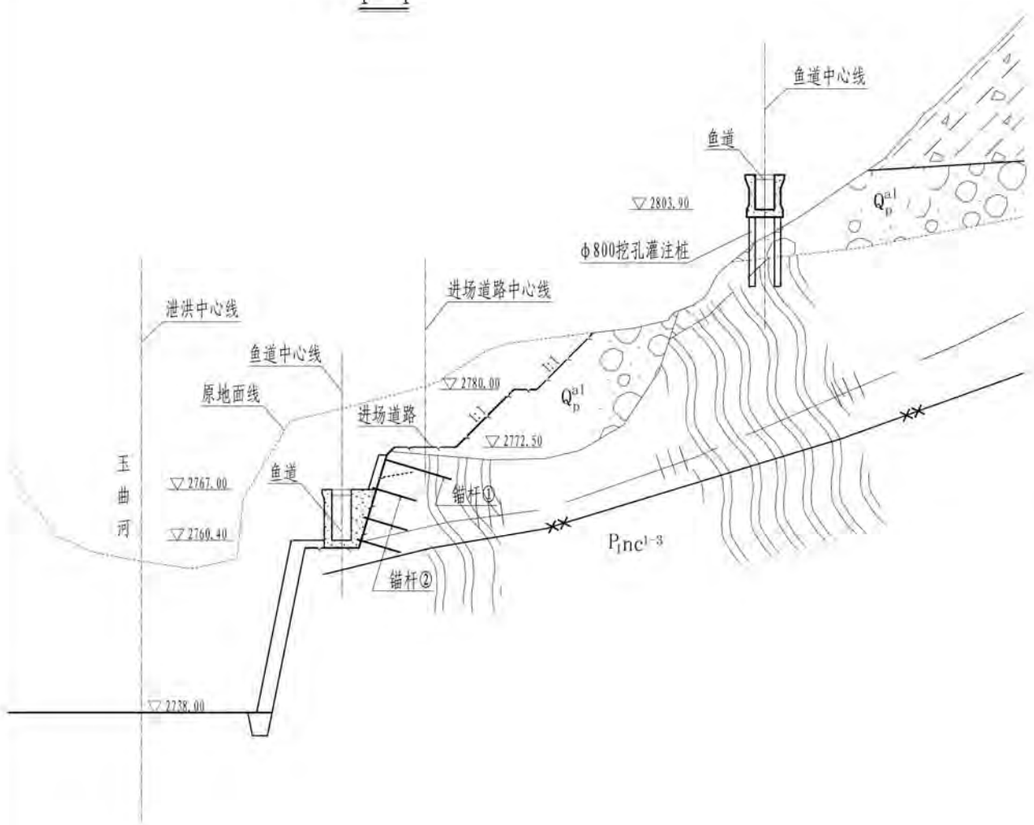
	名称		单位	数量或特征
总体	过鱼设施型式			鱼道
	总长度		m	2970
	设计流速		m/s	1.1-1.4
	流量		m/s	0.8-1.5
池室结构	隔板结构			垂直竖缝式
	池室长度		m	3.0
	池室宽度		m	2.5
	竖缝宽度		m	0.3
	底板坡度			1:50
	休息池	池长	m	5.0
		底坡		0
		数量	个	50
进口	进口数量		个	1
	进口底板高程		m	2759.00
出口	出口数量		个	3
	出口底板高程	1#	m	2813.00
		2#	m	2811.25
		3#	m	2809.50

5
5 转折点 2782.00
4
4
鱼道
进鱼口 2759.00
2#出口 2811.25
3#出口 2809.50
1#出口 2813.00
过坝段 2807.50
扎 拉 河

说明：
1. 本套图为扎拉水电站鱼道方案平面布置及结构图，共2张，本图为第1张。
2. 图中坐标系挂靠1954年北京坐标系，高程系采用1985国家高程基准。
3. 图中单位：高程以m计，结构尺寸以cm计。

附图23 扎拉水电站鱼道方案平面布置及结构图（推荐方案）（2/2）

1－1

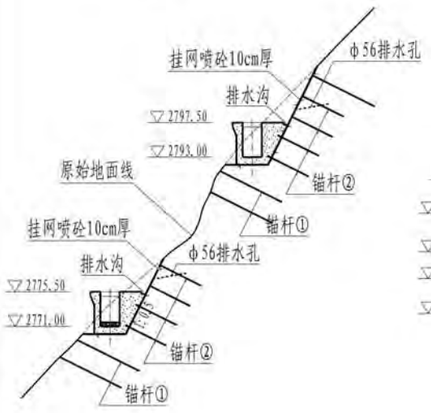


2－2

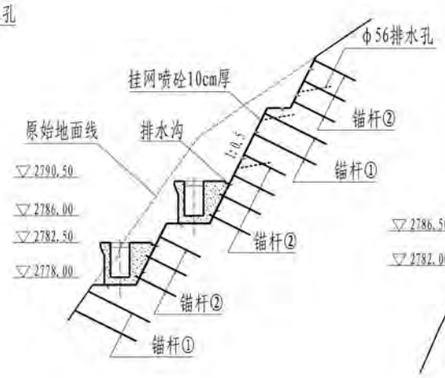
图例

- Q_p^{al} 第四系更新统冲积层
- P_1nc^{1-3} 二叠系下统纳错群第一段第三层
- 碎块石土
- 卵漂石
- 漂（块）石
- 砂质板岩
- 地层界线（虚线为推测）
- 第四系与基岩界线（虚线为推测）
- 岩性界线（虚线为推测）
- 弱风化带下限
- 弱卸荷带下限
- 透水率q＜5Lu上限

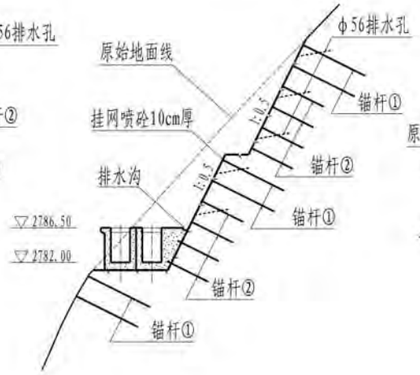
3－3



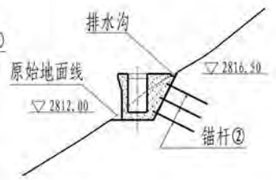
4－4



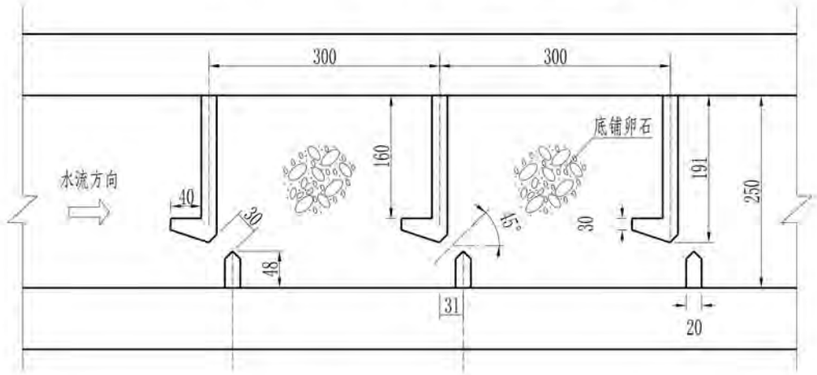
5－5



6－6



鱼道典型段池室平面布置图　比例尺 0　0.5　1.0　1.5m

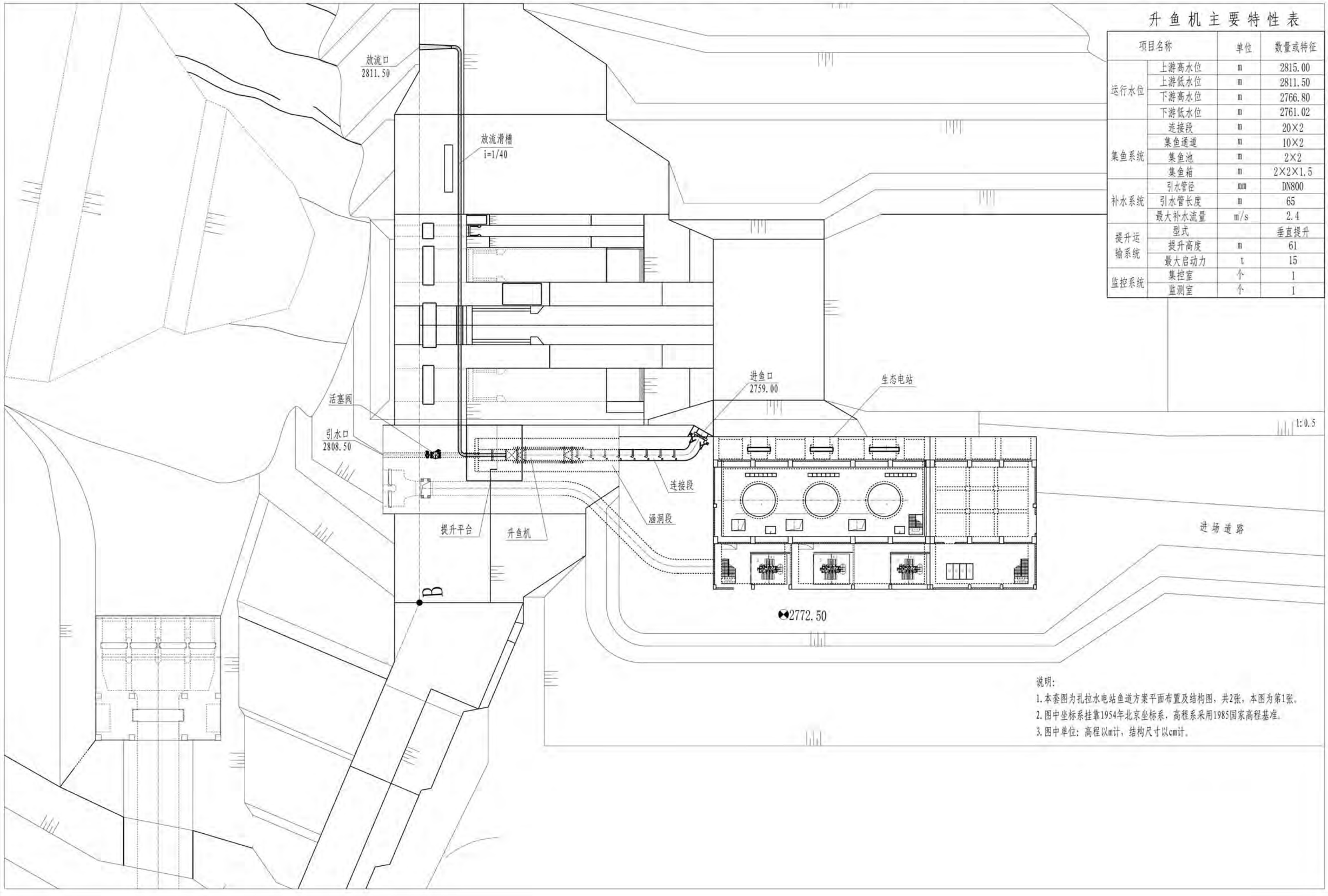


说明：

1. 本套图为扎拉水电站鱼道方案平面布置及结构图，共2张，本图为第2张。
2. 图中高程系采用1985国家高程基准。
3. 图中单位：高程以m计，结构尺寸以cm计，桩径以mm计。
4. 本图中包含2种锚杆，按3m×3m梅花形布置，规格为：
   锚杆①：ϕ32mm，L=9m；
   锚杆②：ϕ28mm，L=6m。
5. 本图除特殊说明，比例尺为 0　5　10　15m

附图24 扎拉水电站升鱼机方案平面布置图（比较方案）

比例尺 0 5 10 15m



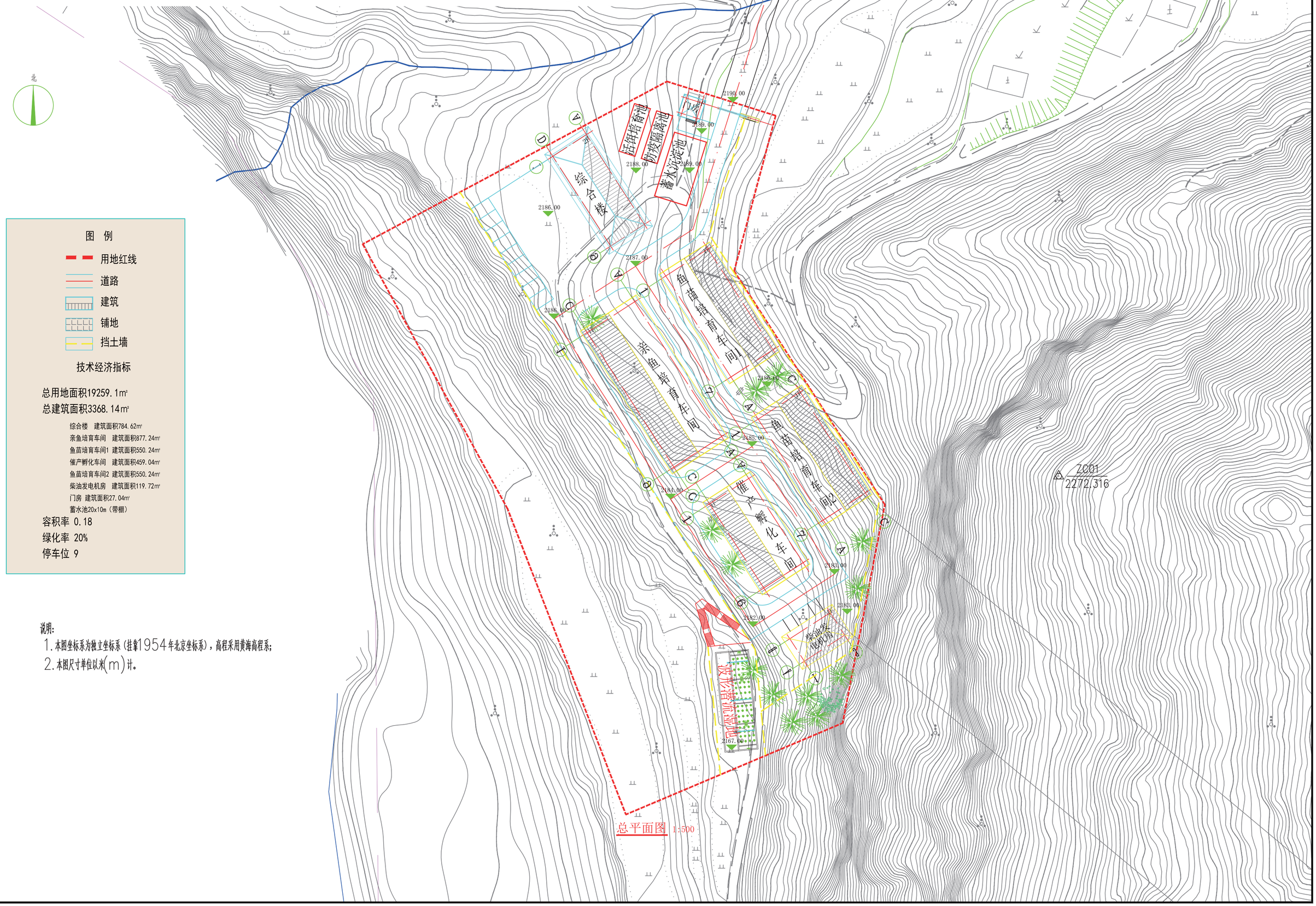
升鱼机主要特性表

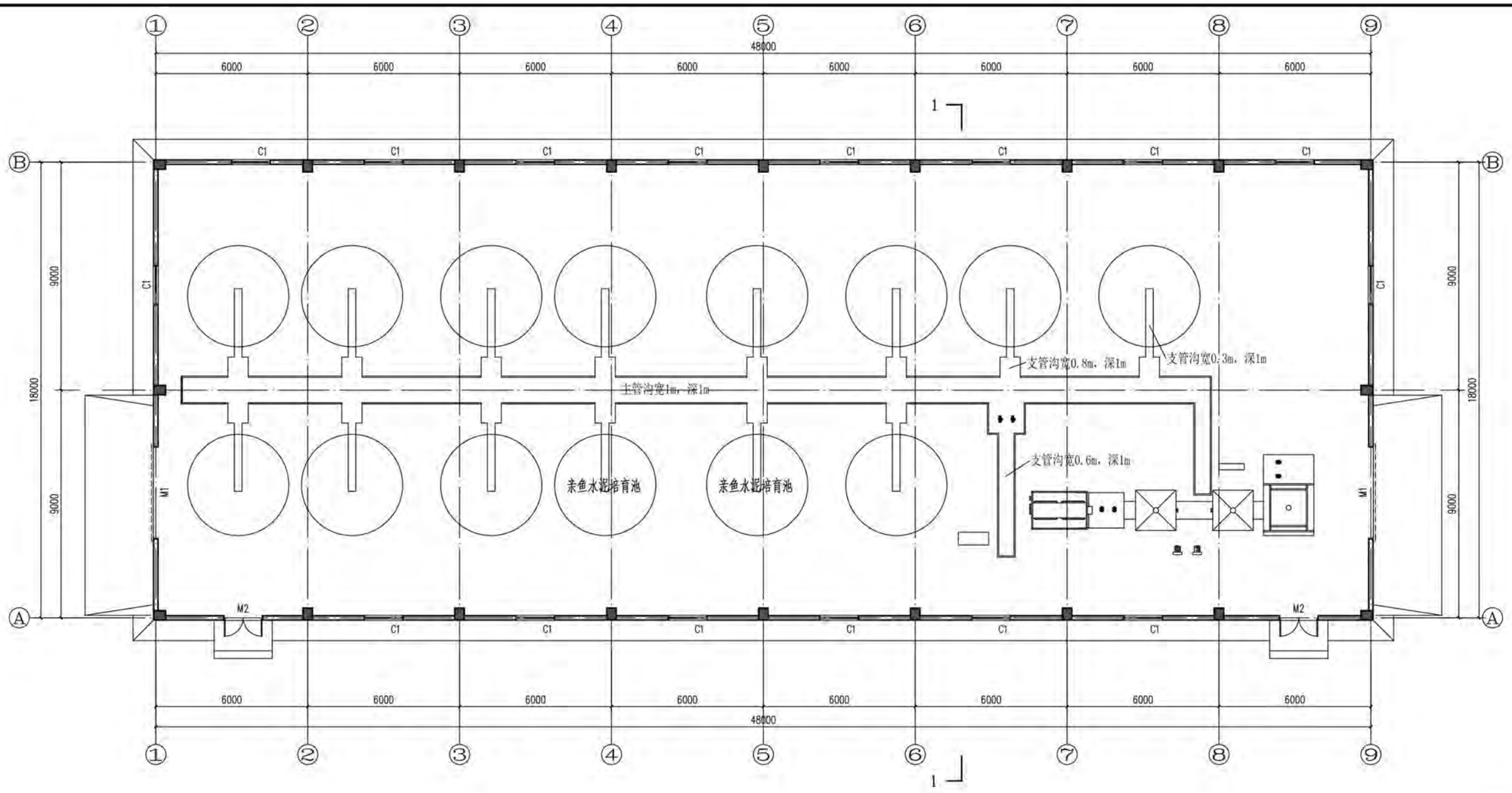
项目名称		单位	数量或特征
运行水位	上游高水位	m	2815.00
	上游低水位	m	2811.50
	下游高水位	m	2766.80
	下游低水位	m	2761.02
集鱼系统	连接段	m	20×2
	集鱼通道	m	10×2
	集鱼池	m	2×2
	集鱼箱	m	2×2×1.5
补水系统	引水管径	mm	DN800
	引水管长度	m	65
	最大补水流量	m/s	2.4
提升运输系统	型式		垂直提升
	提升高度	m	61
	最大启动力	t	15
监控系统	集控室	个	1
	监测室	个	1

说明：

1. 本套图为扎拉水电站鱼道方案平面布置及结构图，共2张，本图为第1张。
2. 图中坐标系挂靠1954年北京坐标系，高程系采用1985国家高程基准。
3. 图中单位：高程以m计，结构尺寸以cm计。

附图25 扎拉水电站鱼类增殖放流站总平面图

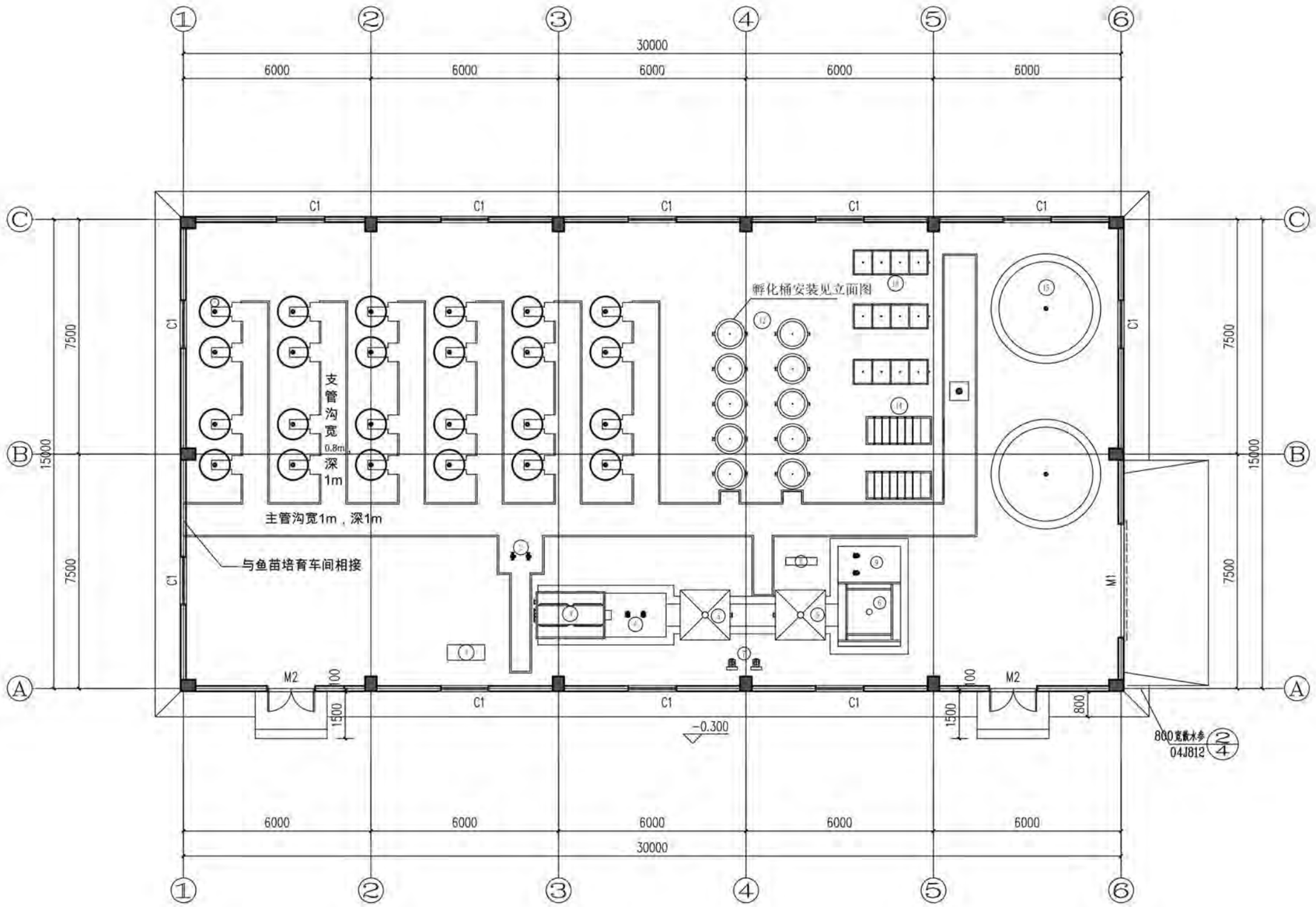




1:100

建筑面积：877.24平方米

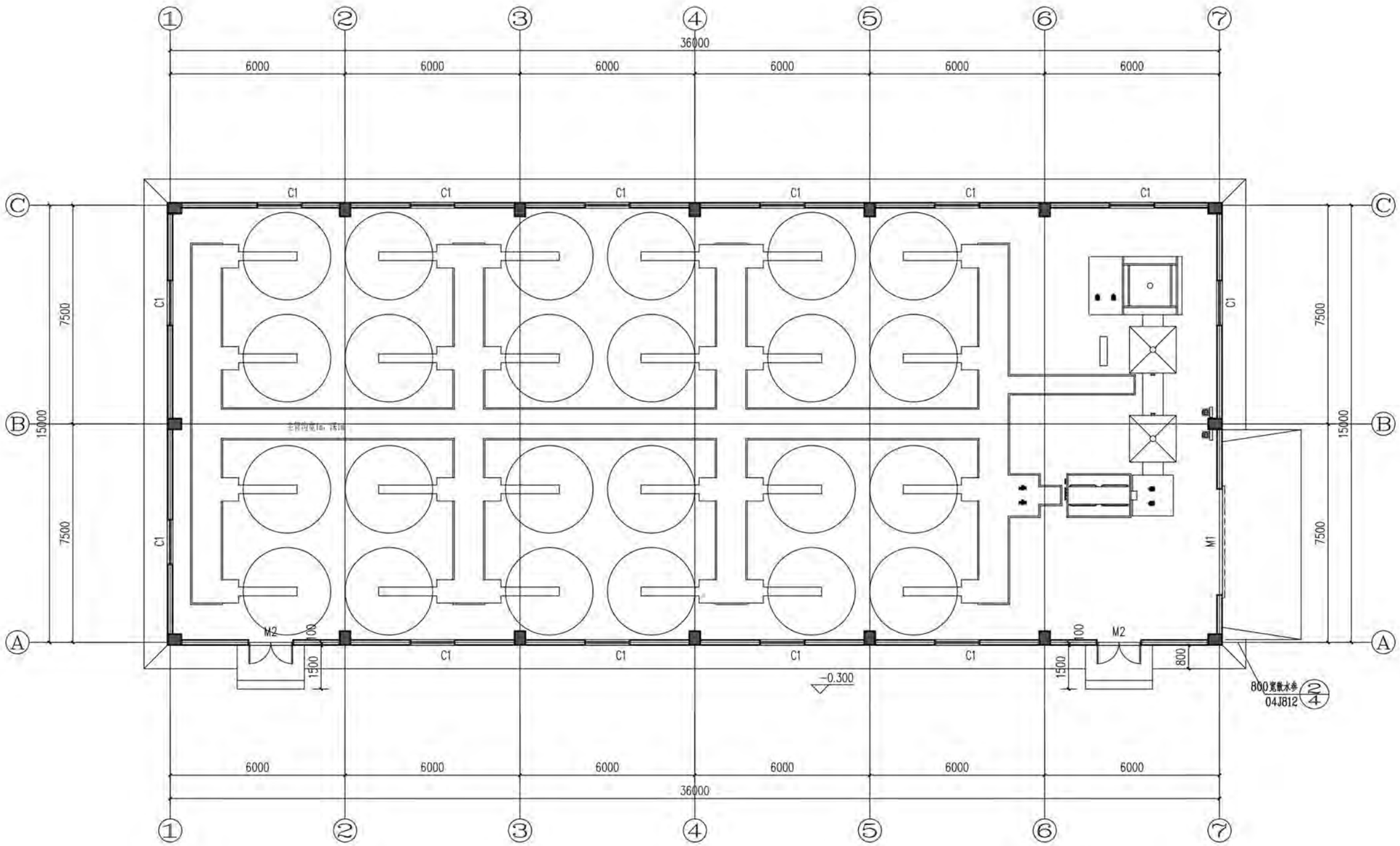
附图26 扎拉水电站鱼类增殖放流站亲鱼培育车间



1:100

建筑面积：459.04平方米

附图27 扎拉水电站鱼类增殖放流站催产孵化车间

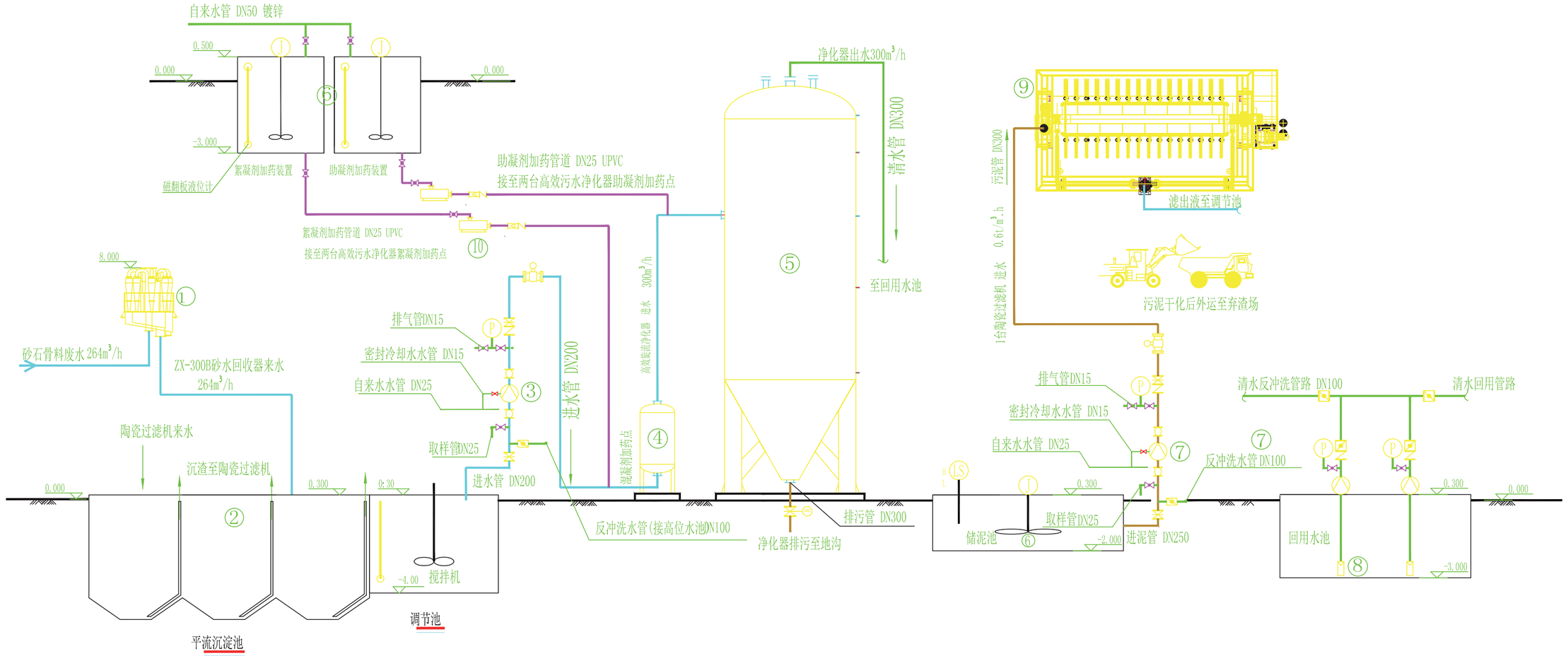


1:100

建筑面积：550.24平方米

附图28 扎拉水电站鱼类增殖放流站育苗培育车间

附图29 扎拉水电站大坝砂石加工系统废水处理工艺流程图



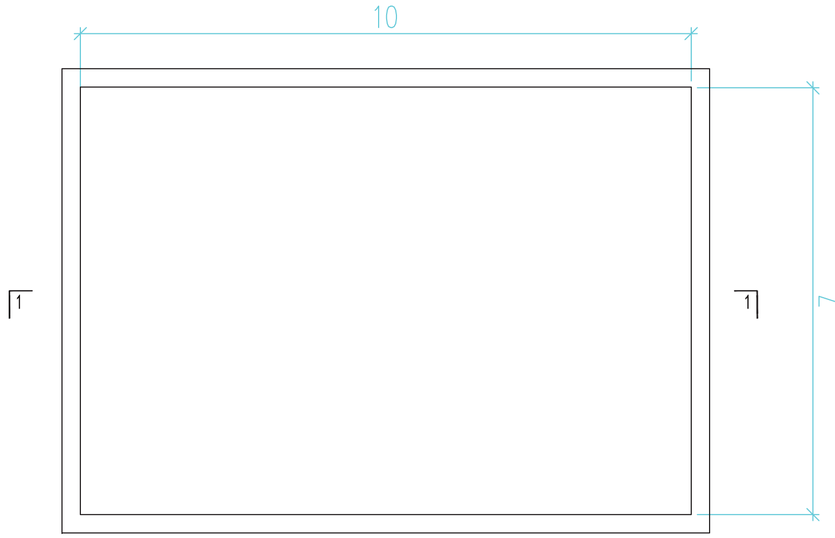
主体设备清单

序号	名称	规格型号	单位	数量	技术参数	备注
①	砂回收装置	ZX-300B	台	2	流量：300m³/h；	一用一备
②	真空吸砂机	SHX-60	台	3	流量：60m³/h；	两用二备
③	污水提升泵	150ZM-32	台	1	流量：300m³/h；扬程：32m；功率：75KW	
④	高效污水混凝器	DH-HNQ-300	台	1		
⑤	高效污水净化器	DH-SSQ-300	台	1	处理能力：300m³/h	
⑥	加药系统	DHJ-1200	台	1		
⑦	渣浆泵	40PV-SPR	台	3	流量：17.28~39.6m³/h；杨程：20m；功率：30KW	一用一备
⑧	潜水泵	200WQ300-7-11	台	2	流量：300m³/h；杨程：30m；功率：55KW	一用一备
⑨	陶瓷过滤机	LH-80	台	2	处理能力：0.6t/m².h	一用一备

说明：

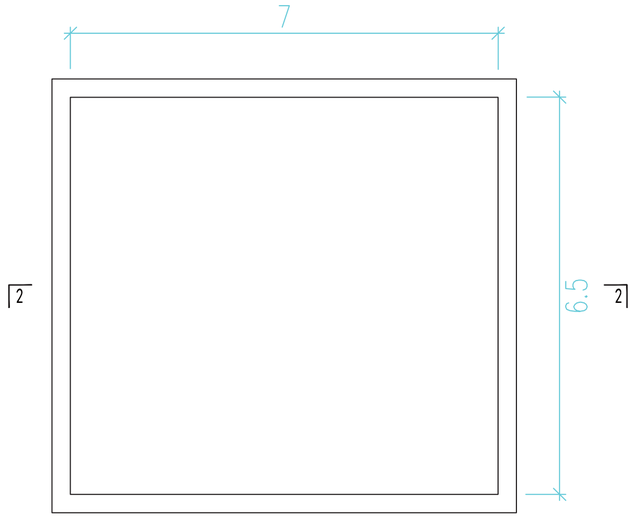
1、图中高程为相对高程；

2、场地地面高程为2120m、黄海高程。



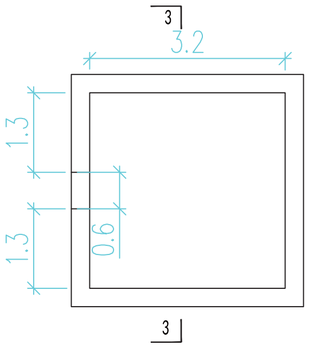
平流沉淀池平面布置图

1:100



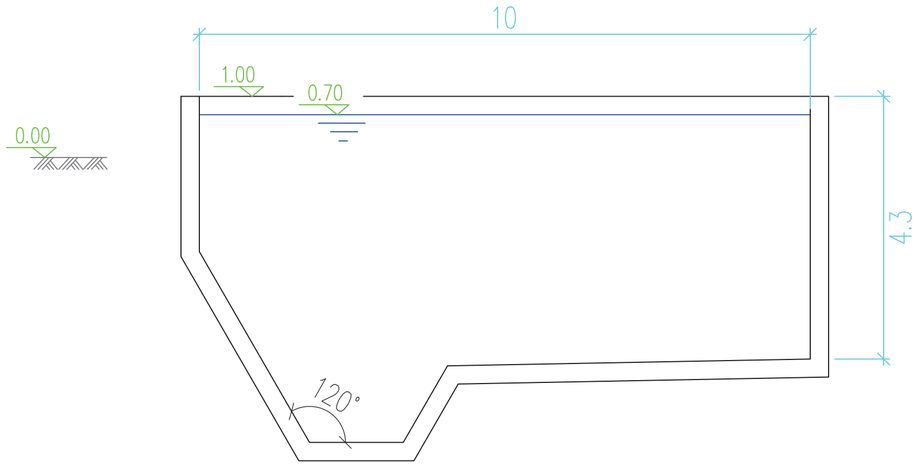
调节池平面布置图

1:100



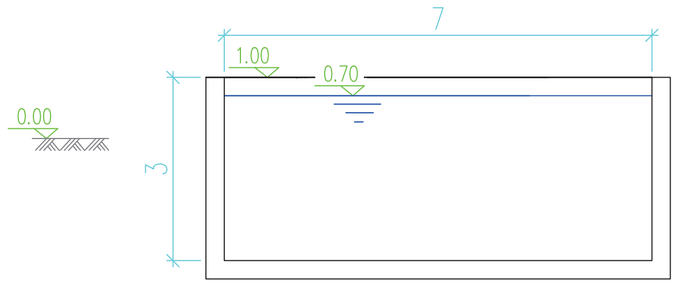
污泥池平面布置图

1:100



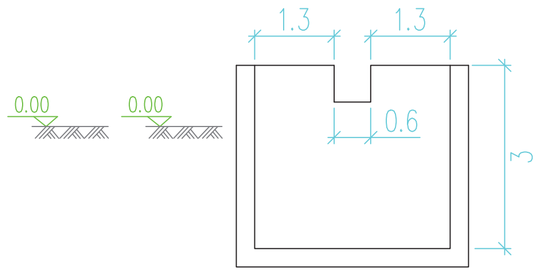
1-1

1:100



2-2

1:100



3-3

1:100

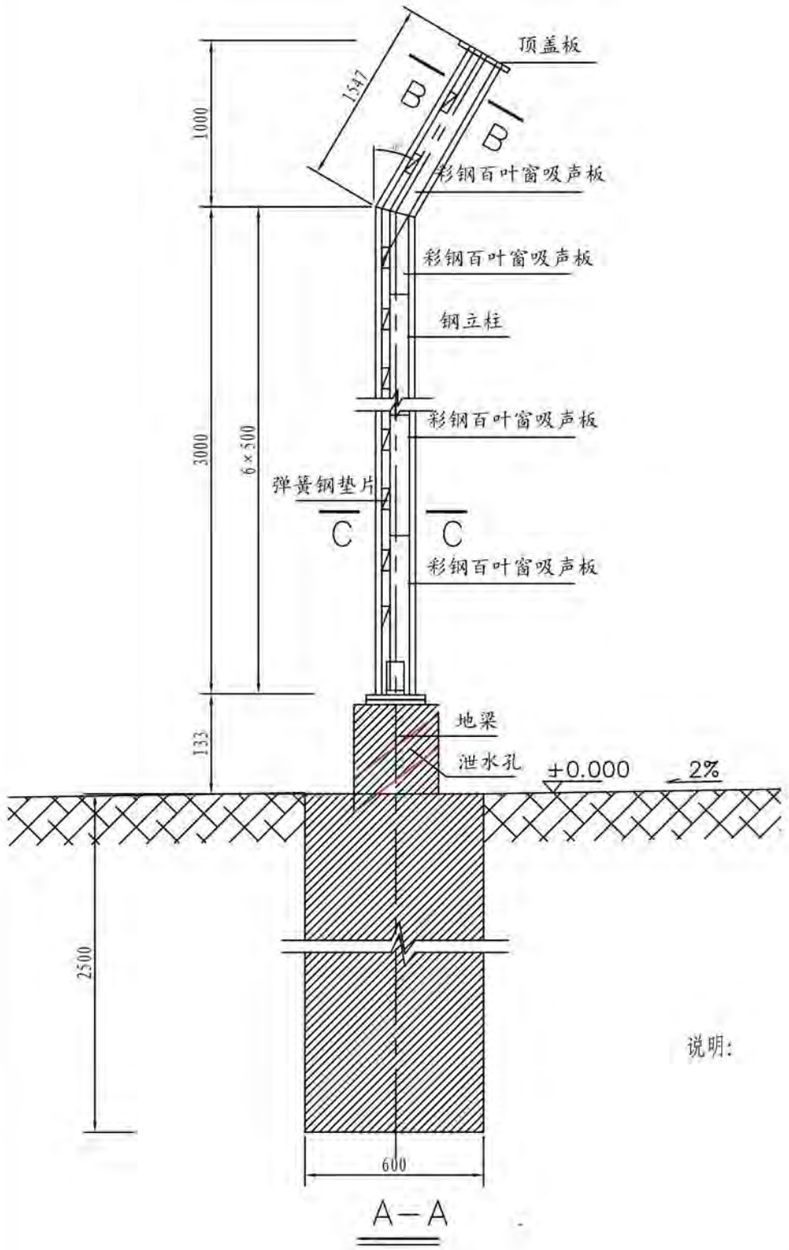
说明:

1. 本图尺寸单位以m计;
2. 图中高程以m计, 砂石加工系统场地地面高程为±0.00;
3. 图中结构部分仅为示意, 建筑物尺寸为工艺尺寸;
4. 本处理系统的池壁采用浆砌石结构, 底板采用钢砼结构;
5. 本处理系统采用明渠进水, 断面尺寸为0.6mX0.6m;
6. 水池超高均为0.3m;
7. 本处理系统的放空方式为泵抽.
8. 本图比例尺:

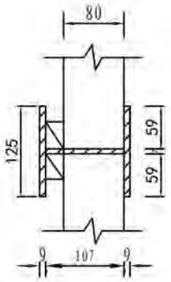
1:100 0 1 2 3m

附图30 扎拉水电站大坝砂石加工系统废水处理设施主要构筑物平剖面图

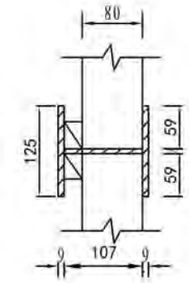
附图31 扎拉水电站隔声屏立面图



A—A



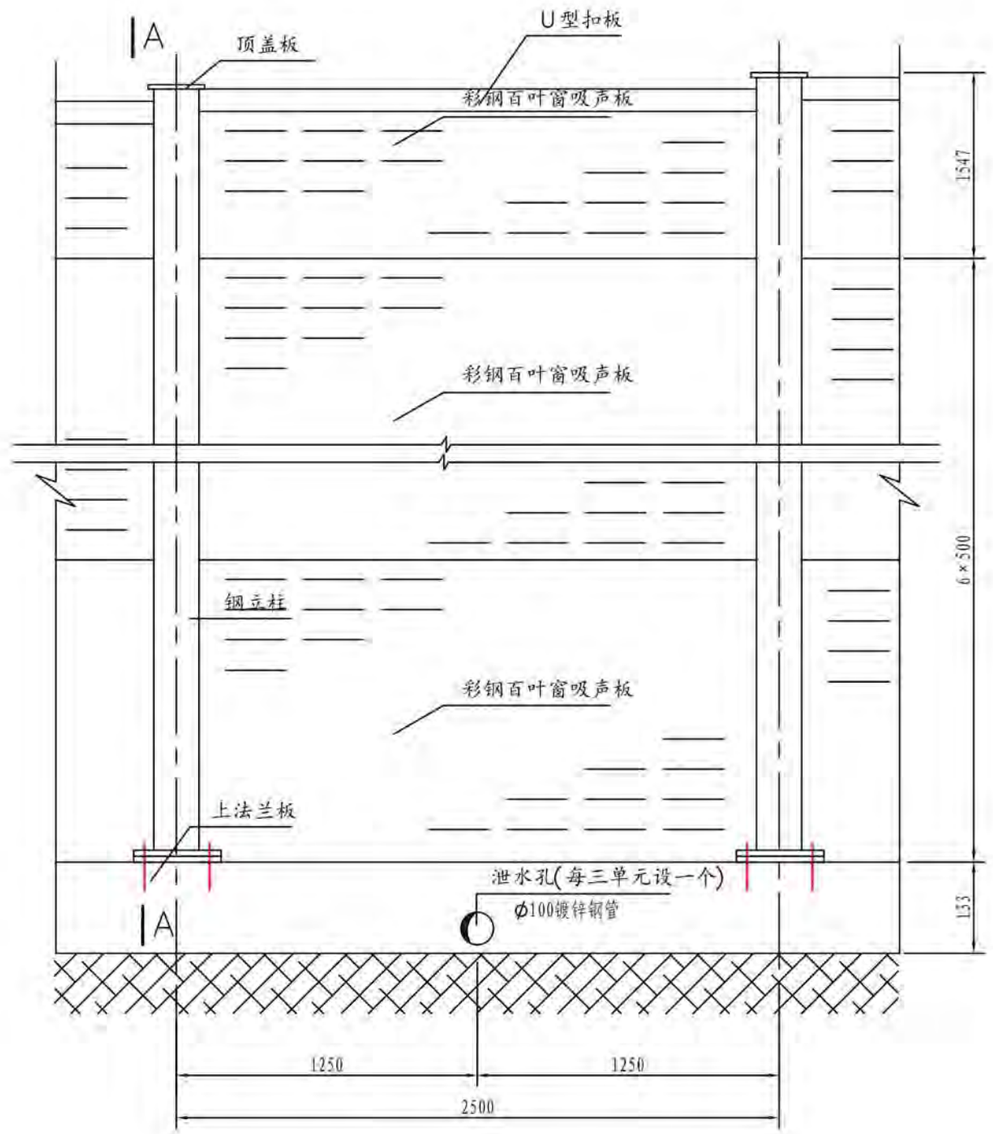
B—B



C—C

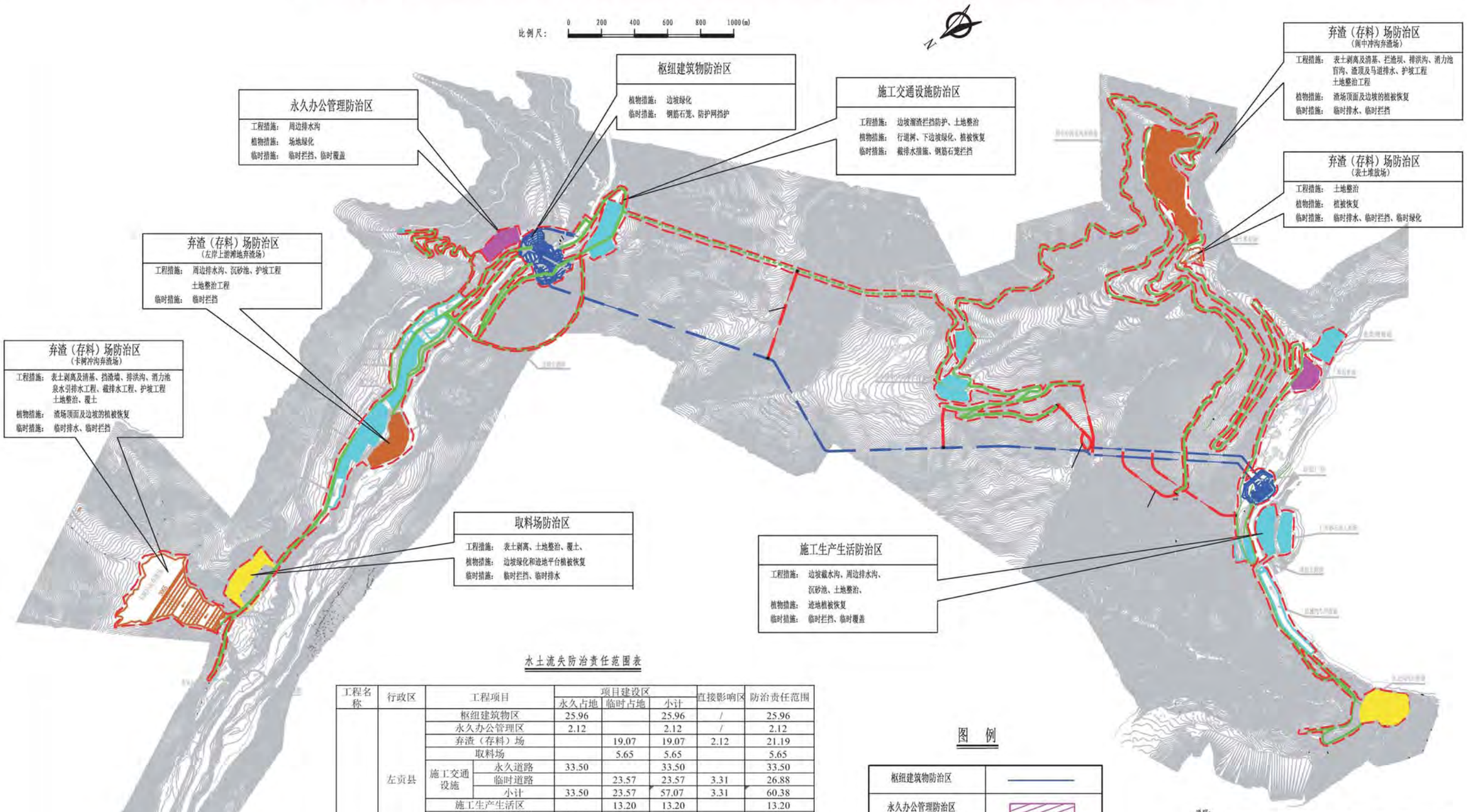
说明：

1. 本方案为折板型，声屏障高出路面4000mm。
2. 此声屏障建于平路基上
3. 本图尺寸均为mm计。



声屏障正立面图

附图32 水土流失防治责任范围及水土保持措施布局示意图



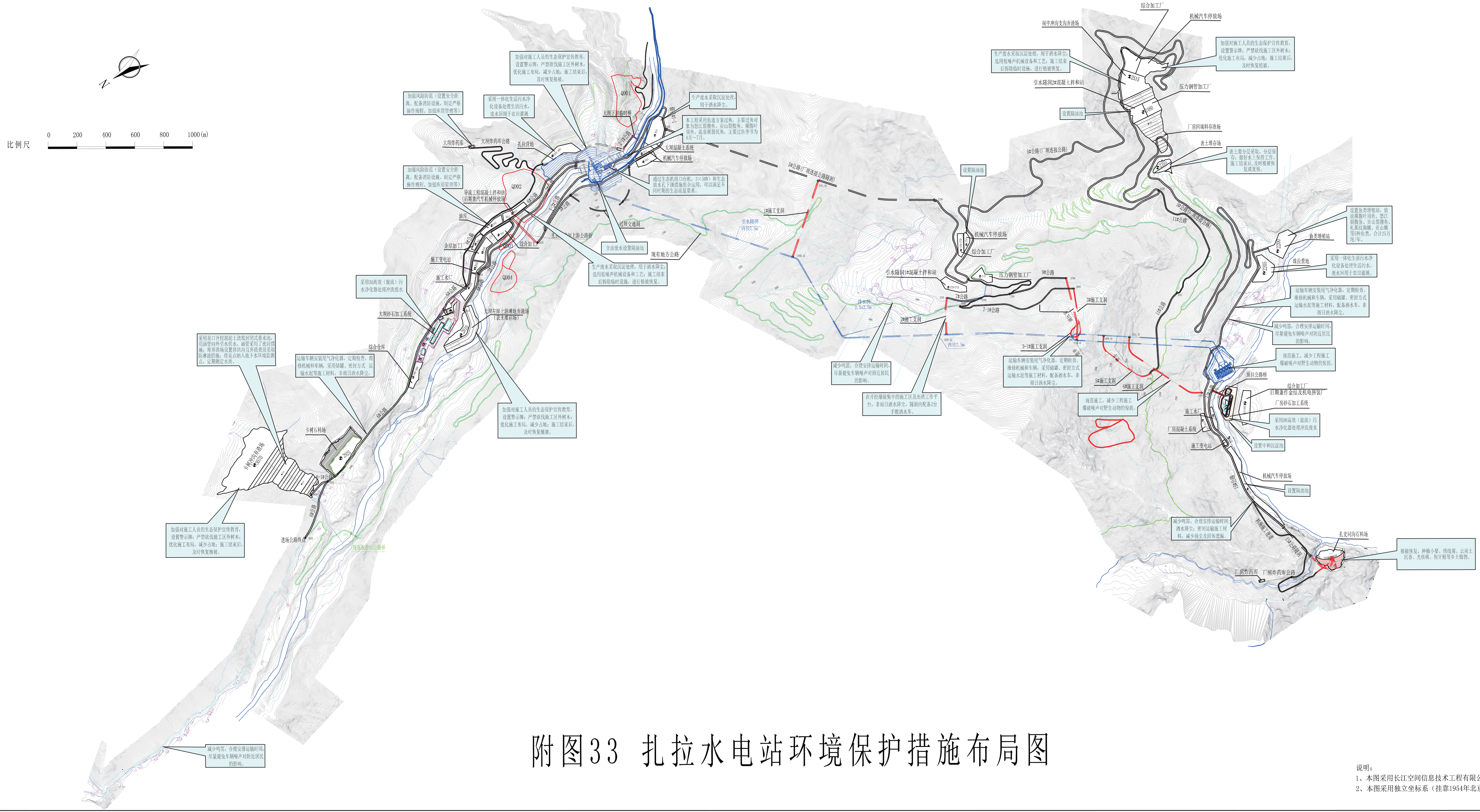
水土流失防治责任范围表

工程名称	行政区	工程项目		项目建设区			直接影响区	防治责任范围
				永久占地	临时占地	小计		
扎拉水电站	左贡县	枢纽建筑物区		25.96		25.96	/	25.96
		永久办公管理区		2.12		2.12	/	2.12
		弃渣（存料）场			19.07	19.07	2.12	21.19
		取料场			5.65	5.65		5.65
		施工交通设施	永久道路	33.50		33.50		33.50
			临时道路		23.57	23.57	3.31	26.88
			小计	33.50	23.57	57.07	3.31	60.38
		施工生产生活区			13.20	13.20		13.20
		水库淹没及影响区		23.98		23.98		23.98
		移民安置及专项设施改建区		0.77		0.77	0.66	1.43
		小计		86.33	61.49	147.82	6.09	153.91
	察隅县	枢纽建筑物区		25.65		25.65	/	25.65
		永久办公管理区		3.19		3.19	/	3.19
		弃渣（存料）场			10.98	10.98	0.83	11.81
		取料场			4.37	4.37		4.37
		施工交通设施	永久道路	75.51		75.51		75.51
			临时道路		36.85	36.85	4.37	41.22
			小计	75.51	36.85	112.36	4.37	116.73
		施工生产生活区			10.27	10.27		10.27
		移民安置及专项设施改建区		0.56		0.56	0.38	0.94
		小计		104.91	62.47	167.38	5.58	172.96
	合计			191.24	123.96	315.20	11.67	326.87

图 例

枢纽建筑物防治区	
永久办公管理防治区	
弃渣（存料）场防治区	
施工生产生活防治区	
施工交通设施防治区	
取料场防治区	
水土流失防治责任范围线	

说明：
1、本图采用长江空间信息技术工程有限公司（武汉）2013年06月-08月测的1:1000地形图。
2、本图采用独立坐标系（挂靠1954年北京坐标系），1985国家高程基准。



附图33 扎拉水电站环境保护措施布局图

说明：

1、本图采用长江空间信息技术工程有限公司（武汉）2013年06月-08月测的1:1000地形图。

2、本图采用独立坐标系（挂靠1954年北京坐标系），1985国家高程基准。

附图34　扎拉水电站环境现状监测点布置图

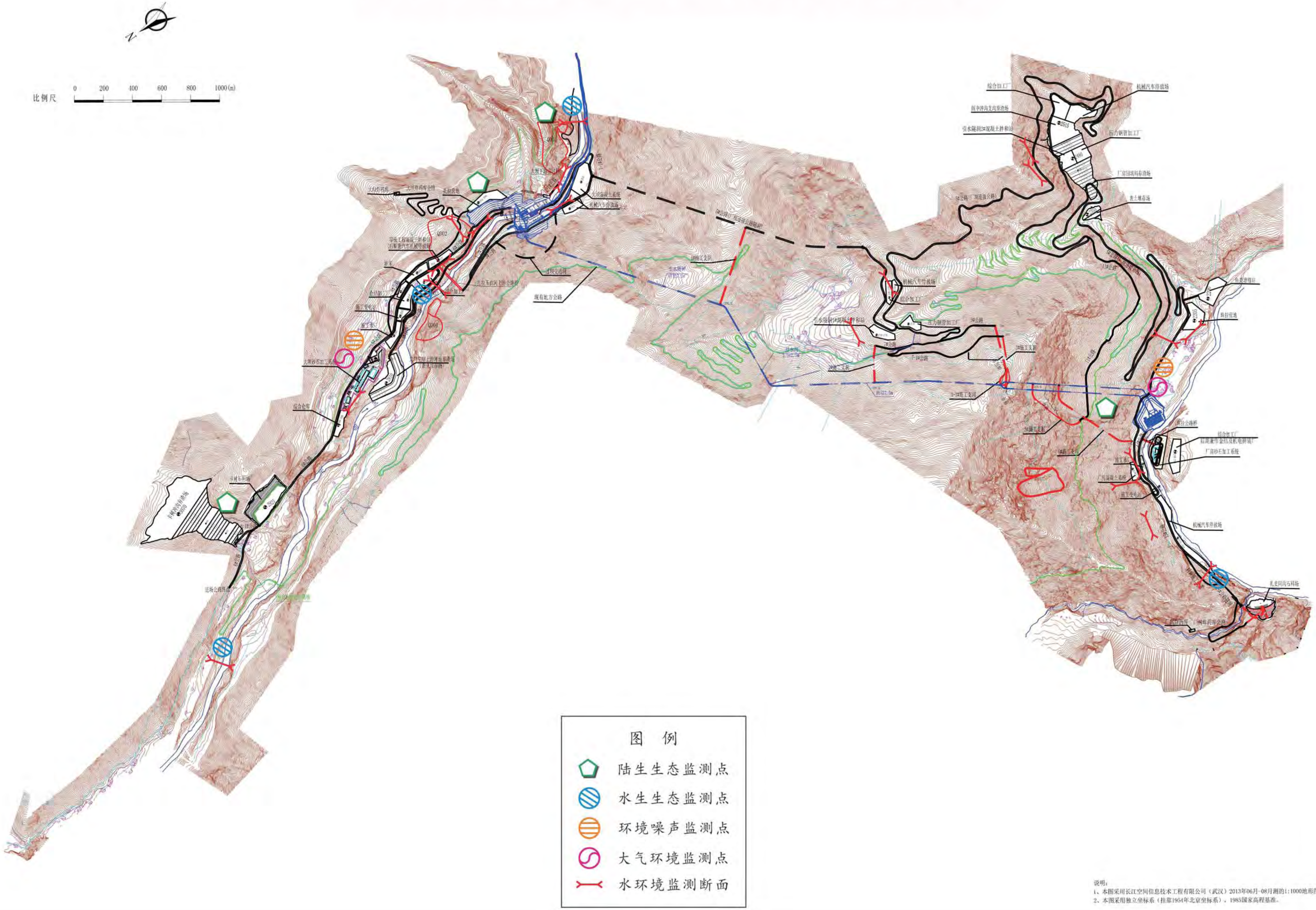


监测点位编号	与工程区位置关系	水样类型
扎拉1#	厂址附近	温泉
扎拉2#	引水线路穿越区	泉
扎拉3#	引水线路穿越区	温泉
扎拉4#	坝址区附近	泉

巴布桥
距玉曲河口14.58km
巴布村
安
怒
江
轰东下厂址
地下厂房
里
引水式坝址
扎史同
梅里拉鲁沟的
汇口上游1km
扎拉厂址
玉
珠许村
珠拉村
碧土乡
扎拉坝址
扎郎村
曲
河
花巴村
果达
莫
来
山
怒江的玉曲河
汇口上游10km
轰东村
瓦堡村
瓦甫坝址
目巴村
松塔水库回水末端
海拔1925m，回水5.7km
瓦甫水电
站厂址
玉曲河河口以上2km
玉曲河汇口

图　例
空气监测点位
噪声监测点位
地表水监测点位

附图35 扎拉水电站施工区环境监测点布置图



说明：
1、本图采用长江空间信息技术工程有限公司（武汉）2013年06月-08月测的1:1000地形图。
2、本图采用独立坐标系（挂靠1954年北京坐标系），1985国家高程基准。

西藏玉曲河扎拉水电站
公众参与调查

建设单位：大唐玉曲河水电开发有限公司

调查单位：大唐玉曲河水电开发有限公司

二〇一八年八月

目　　录

1　工程概况.....1
2　公众参与依据、目的和原则.....1
3　公众参与总体方案概述.....2
3.1　公众参与对象.....2
3.2　公众参与方式.....3
4　公众参与意见调查情况.....17
4.1　调查对象基本情况.....17
4.2　调查结果.....19
5　公众参与意见和建议的落实处理情况.....26
5.1　公众意见处理.....26
5.2　意见反馈.....27
6　公众参与调查结论.....28
6.1　公众参与的合法性.....28
6.2　公众参与的有效性.....29
6.3　公众参与的代表性.....30
6.4　公众参与的真实性.....30
6.5　调查结论.....31
附表 1
附表 2

1 工程概况

玉曲河，又称伟曲，是怒江中游左岸一级支流，发源于西藏自治区昌都地区类乌齐县附近的瓦合山南麓，流经昌都的洛隆县、察雅县、八宿县、左贡县以及林芝的察隅县，在察隅县察瓦龙乡目巴村附近汇入怒江。流域面积 9379km^2，干流总长 444.3km，河道天然落差 3122m。

扎拉水电站位列玉曲河干流下游河段七级开发方案中的第六级，坝址位于碧土乡扎郎村附近，距左贡县城约 136km，距昌都约 290km，距河口约 83km，距上游碧土坝址约 17km，与下游麦东相距约 63km；厂址位于察隅县察瓦龙乡珠拉村，引水线路长约 5.5km。扎拉水电站坝址控制流域面积 8546km^2，多年平均流量 110m^3/s，多年平均径流量 34.8 亿 m^3。水库正常蓄水位 2815m，调节库容 136 万 m^3，总装机容量 1015MW（含生态机组 15MW），单独运行时多年平均发电量 39.46 亿 kW·h（含生态机组电量 0.86 亿 kW·h）。扎拉水电站的主要开发任务为发电及促进地方经济发展。

2 公众参与依据、目的和原则

为了体现以人为本的原则，维护公众的合法环境权益，根据《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）、《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发 2006[28 号]）、《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年 7 月）的规定，在编制环境影响报告书的过程中需开展公众参与工作。

公众参与是环境影响评价工作的重要组成部分，是项目建设方或者环评方同公众之间的一种双向交流，贯穿于扎拉水电站环境影响评价全过程。作为受影响地区的有关机构和个人，其对工程建设会比较关心，对周围的环境也比较了解。通过公众参与，收集公众对工程的态度以及关心的环境

问题，使环境影响预测评价结果更为详实，使提出的环境保护措施更具有针对性，有利于提高建设项目环境影响评价成果的质量。通过向工程建设所涉及的西藏自治区左贡县、察隅县及其他关注本工程建设情况的公众发布工程的有关信息，让公众了解工程的主要情况、建设运行特点和与工程有关的重大环境问题；帮助评价人员发现问题，确认所有工程引起的重大环境问题已在环境影响报告书中得到分析评价；确认环境保护措施的可行性，优化措施方案等。广泛征询公众意见，也有助于评价单位更准确分析该区域环境特征和各环境要素的现状质量水平，使本评价提出的各项环保措施更加切实可行，更加合理有效，从而最大限度发挥项目的综合和长远效益。

3 公众参与总体方案概述

3.1 公众参与对象

根据《环境影响评价公众参与暂行办法》中规定，在编制环境影响报告书的过程中，应当公开有关环境影响评价的信息，征求有关单位、专家和公众对环境影响报告书的意见。本工程公众参与对象主要包括左贡县和察隅县政府部门，相关职能部门（如环保、林业、农业、水利等）、基层组织（如碧土乡和察瓦龙乡政府、涉及村的村委会等），移民，普通村民等。本次公众参与调查政府单位为 36 个，政府工作人员、移民和村民 155 人。本工程公众参与调查对象主要分为以下两大类群体:

（1）受玉曲河扎拉水电站工程直接影响的群体和个人。主要包括受玉曲河扎拉水电站工程建设直接影响的左贡县和察隅县的相关基层组织（如碧土乡和察瓦龙乡政府、涉及村的村委会等）、移民、村民。

（2）受玉曲河扎拉水电站工程间接影响或关注本工程的群体和个人。

主要包括左贡县和察隅县政府各部门、相关职能部门及机关工作人员。

3.2 公众参与方式

3.2.1 公众参与方式及时间

根据《环境影响评价公众参与暂行办法》，结合本项目特点，本工程在环评期间开展公众参与的主要形式为项目信息网络公示、现场访谈、座谈会和问卷调查。各种形式的公众参与工作开展的时间节点详见表 3.2-1。

表 3.2-1　　扎拉水电站公众参与方式一览表

序号	公众参与时间	公众参与方式	主要内容	备注
1	2016 年 5 月	网络公示	在昌都市、左贡县及察隅县政府网站上进行公示，公示工程概况，介绍了环评的工作内容和工作程序。	第一次公示
2	2016 年 5 月	报纸公示	在《昌都报》及《林芝报》进行登报公示，公示工程概况，介绍了环评的工作内容和工作程序。	第一次公示
3	2016 年 5 月	张贴公告	在工程涉及的左贡县、察隅县、碧土乡、察瓦龙乡、扎郎村及珠拉村进行张榜公示，公示工程概况，介绍了环评的工作内容和工作程序。	第一次公示
4	2016 年 5 月	电视公示	在县电视台进行公示，公示工程概况，介绍了环评的工作内容和工作程序。	第一次公示
5	2016 年 5 月	微信公众号公示	在左贡县人民政府微信公众号进行公示，公示工程概况，介绍了环评的工作内容和工作程序。	第一次公示
6	2016 年 9 月	网络公示	在昌都市、林芝市、左贡县及察隅县政府网站上进行公示，公示了环境影响报告书主要内容和报告书简本，征求公众意见。	环境影响报告书送审前公示（第二次公示）
7	2016 年 9 月	报纸公示	在《昌都报》及《林芝报》进行登报公示，公示了环境影响报告书主要内容和报告书简本，征求公众意见。	环境影响报告书送审前公示（第二次公示）
8	2016 年 9 月	张贴公告	在工程涉及的左贡县、察隅县、碧土乡、察瓦龙乡、扎郎村、珠拉村及学巴村进行张榜公示，公示了环境影响报告书主要内容和报告书简本，征求公众意见。	环境影响报告书送审前公示（第二次公示）
9	2016 年 9 月	召开公众参与座谈会	组织工程涉及的左贡县、察隅县、碧土乡、察瓦龙乡召开公众参与座谈会，了解公众对扎拉水电站建设、环境影响评价的意见和建议。	
10	2016 年 9 月	现场发放公众参与调查表	对工程建设及周围影响范围内公众发放公众参与调查表，了解公众对扎拉水电站建设、环境影响评价、环境保护措施等的意见和建议。	
11	2016 年 9 月	现场访谈	在扎郎村、珠拉村及学巴村与村民进行现场访谈，向村民介绍工程概况、公共参与的目的，询问他们对扎拉水电站的看法与意见，并解释公众参与问卷。	

3.2.2 信息公示

3.2.2.1 第一次信息公示

根据《环境影响评价公众参与暂行办法》的有关要求，建设单位大唐玉曲河水电开发有限公司于2016年5月在昌都市、左贡县及察隅县政府网站上对扎拉水电站进行了公众参与第一次公示，网址分别为：今日西藏昌都网：http://www.xzcd.com/_news/bumengonggao/20160513/56955.html；左贡县政府新闻网：http://www.xzzg.gov.cn/cgyw_3767/201605/t20160516_1232340.html；察隅县政府新闻网：http://www.xzcy.gov.cn/zwgk/201605/t20160510_1222896.html。并同期在《昌都报》（2016年5月17日版）和《林芝报》（2016年5月13日版）进行了公示，在左贡县、察隅县、碧土乡、察瓦龙乡、扎郎村及珠拉村人民政府政务公开栏进行了张贴公告，在左贡县电视台进行了电视公示，在左贡县人民政府微信公众号进行了公示，公示见图3.2-1、图3.2-2、图3.2-3、图3.2-4和图3.2-5。公示内容主要包括：扎拉水电站工程建设概况，环境影响评价的工作程序，公众参与调查活动的工作程序、主要工作内容和意见反馈方式，环评单位和建设单位的联系方式等。



今日西藏昌都网



左贡县政府新闻网



察隅县政府新闻网

图 3.2-1　　第一次信息公示（网络公示）



昌都报



林芝报

图 3.2-2　　第一次信息公示（报纸公示）



左贡县



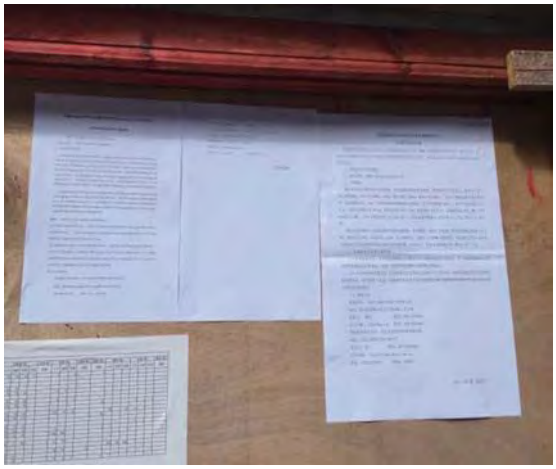
碧土乡



察隅县



察瓦龙乡



扎郎村



珠拉村

图 3.2-3　　第一次信息公示（现场张贴公告）

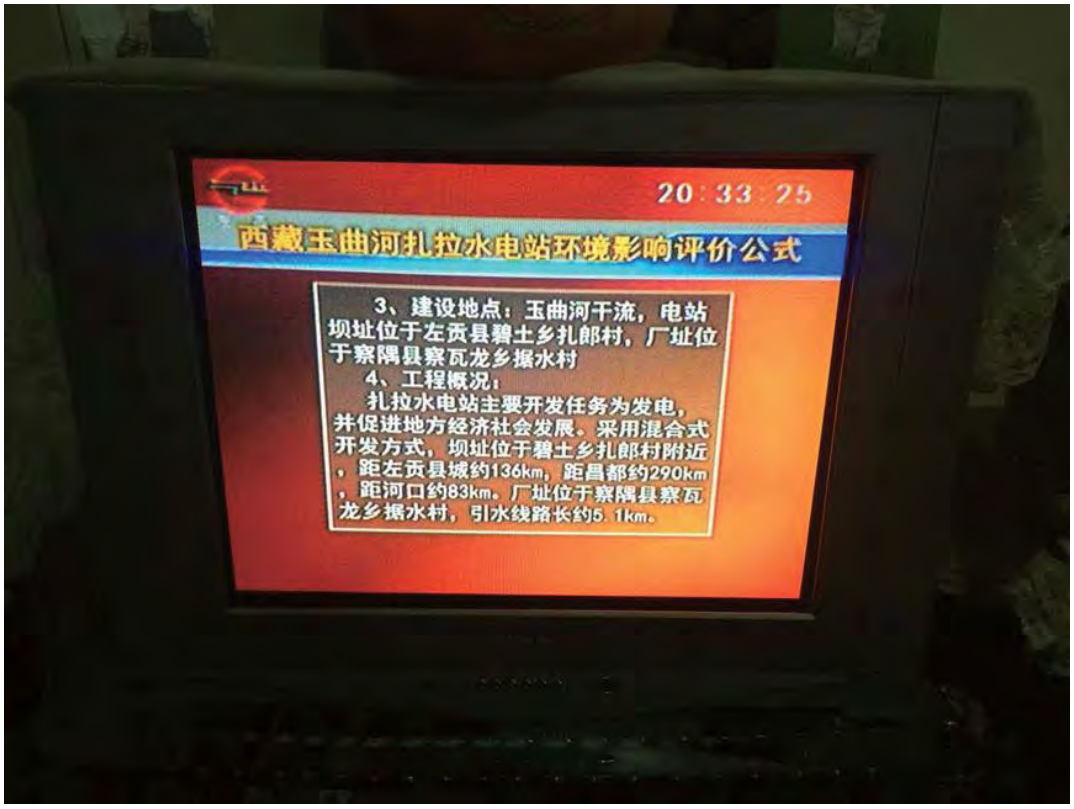


图 3.2-4　　第一次信息公示（左贡县电视台）

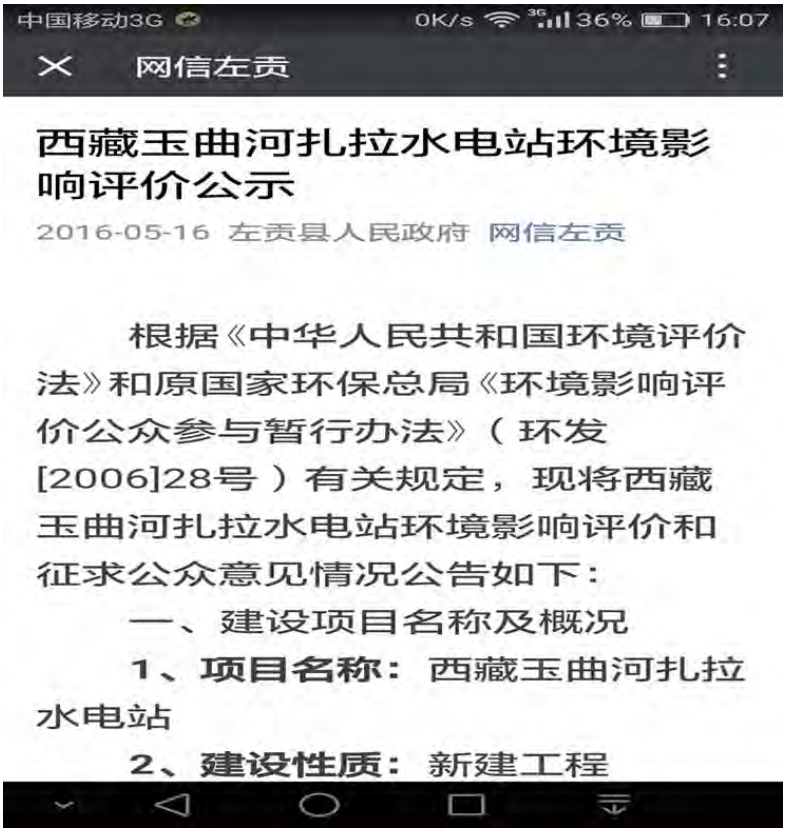


图 3.2-5　　第一次信息公示（左贡县微信公众号）

3.2.2.2 第二次信息公示

（1）网络公示

在扎拉水电站环境影响报告书初稿完成后，环评单位会同建设单位于2016年9月7日~16日在今日西藏昌都网（http://www.xzcd.com/_news/bumengonggao/20160907/60099.html）、2016年9月8~9月17日在左贡县政府新闻网（http://www.xzzg.gov.cn/cgyw_3767/201609/t20160908_1420328.html）、2016年9月15日-24日林芝人民政府网（http://www.linzhi.gov.cn/30386/31348/201610/MIT14901.shtml）、2016年9月9日-9月18日在察隅县政府新闻网（http://www.xzcy.gov.cn/zwgk/201609/t20160909_1422730.html）进行公众参与第二次网上公示。公示的内容主要包括：建设单位及环评单位基本情况及联系方式，项目基本情况，建设项目对环境可能造成影响，预防或者减轻项目不良环境影响的对策和措施要点，综合评价结论，公众提出意见的主要方式，公众提出意见的起止时间。

同时在网站上公示了环评报告书的简本，主要内容包括：项目概况、工程与相关规划协调性分析、工程方案环境合理性分析、项目周围环境现状、项目环境影响预测及拟采取的主要措施与效果、环境风险分析、环境影响评价结论及环评单位与建设单位联系方式。



今日西藏昌都网



林芝人民政府网



左贡县政府新闻网



察隅县政府新闻网

图 2.2-6　　第二次信息公示（网络公示）

（2）报纸公示



昌都报



林芝报

图 2.2-7　　第二次信息公示（报纸公示）

在网络公示的同时，环评单位会同建设单位大唐玉曲河水电开发有限公司在《昌都报》（2016 年 9 月 9 日版）和《林芝报》（2016 年 9 月 23 日版）上进行了玉曲河扎拉水电站环境影响评价公众参与第二次公示。公示的内容主要包括：建设单位及环评单位基本情况及联系方式，项目基本情况，建设项目对环境可能造成影响，预防或者减轻项目不良环境影响的对策和措施要点，综合评价结论，公众提出意见的主要方式，公众查阅环境影响报告书简本的方式和期限，公众提出意见的起止时间。

（3）张贴公告



左贡县



察隅县



碧土乡



察瓦龙乡



扎郎村



珠拉村



学巴村

图 2.2-8　　第二次信息公示（张贴公告）

由于扎拉水电站工程区域交通、通信不便，为尽量让工程涉及的乡村公众了解扎拉水电站环境影响评价主要内容和报告书简本内容，在 2016 年 9 月进行网络和报纸公示的同时，建设单位在左贡县、察隅县、碧土乡、察瓦龙乡、扎郎村、珠拉村及学巴村对本工程环境影响评价主要内容和报告书简本进行了张贴公告，公示地点主要在各级政府政务信息公开栏。

3.2.2.3　公众意见反馈情况

自 2016 年 5 月第一次信息公示至 2016 年 9 月第二次信息公示以来，建设单位和环评单位均未收到公众就公示内容发表的意见。

3.2.3 现场访谈

2016 年 9 月，评价单位在受项目影响区域碧土乡扎郎村和察瓦龙乡珠拉村、学巴村进行了入户问卷调查及现场访谈，访谈对象包括村干部、移民和普通村民，由评价单位介绍工程的相关情况及可能引起的环境影响，询问公众的看法和意见，以互动、有效的沟通方式，收集受调查公众广泛、真实的意见及建议。



扎郎村



珠拉村



学巴村

图 3.2-9　　现场访谈

3.2.4　座谈会

2016 年 9 月 9 日、9 月 10 日、9 月 12 日、9 月 14 日由建设单位及评价单位共同组织，在碧土乡、察瓦龙乡、左贡县以及察隅县分别召开了公众参与座谈会。会上对工程方案、主要的环境影响、公众参与的目的、程序等进行介绍，通过介绍玉曲河扎拉水电站工程概况及与工程有关的环境问题，使来自政府部门的公众了解本工程，收集政府部门对工程的态度、关心的环境问题以及对敏感性环境问题的意见和建议等反馈信息，并将在环境影响报告书中予以反映。



碧土乡



察瓦龙乡



左贡县



察隅县

图 2.2-10　　座谈会

3.2.5 调查公众意见

2016 年 9 月 7 日～16 日，建设单位和环评单位开展问卷调查方式收集公众意见，调查的地域范围基本覆盖了工程建设的直接影响范围和间接影响范围，即左贡县、察隅县及涉及各乡、村，调查对象主要是政府职能部门及基层组织、移民和普通村民。在本次公众参与问卷调查过程中，对工程建设涉及的 2 个县职能部门、2 个乡政府及 3 个村委会发放了“团体”问卷，共发放调查问卷 36 份，收回有效书面答卷 36 份，回收率 100%。

本次调查主要向政府机关及职能部门工作人员，涉及村的移民和普通村民发放“个人”调查问卷，对涉及的村以户为单位进行问卷调查，问卷调查范围覆盖了全村每户，共发放 155 份“个人”问卷，收回有效调查答卷 147 份，回收率 95%。

4 公众参与意见调查情况

4.1 调查对象基本情况

（1）单位基本情况

调查对象共涉及左贡县和察隅县的 36 个政府、职能部门及基层组织，其中左贡县政府职能部门 15 个及碧土乡人民政府、扎郎村村委会，察隅县政府职能部门 16 个及察瓦龙乡人民政府、珠拉村村委会、学巴村村委会。

表 4.1-1 玉曲河扎拉水电站工程公众参与政府部门及基层单位代表

范围	序号	单位或地址	联系方式
左贡县	1	左贡县人民政府	4552242
	2	左贡县安监局	18798983873
	3	左贡县国土资源局	
	4	左贡县水利局	18708080607
	5	左贡县司法局	08954553077
	6	左贡县委政法委	13658959136
	7	左贡县供电有限公司/左贡县旺达上街 002 号	13989954188
	8	左贡县卫生局	08954552144

续表 4.1-1　玉曲河扎拉水电站工程公众参与政府部门及基层单位代表

范围	序号	单位或地址	联系方式
左贡县	9	左贡县发改委/左贡县旺达中街	15089038500
	10	左贡县环保	4552072
	11	左贡县农牧局	13648958988
	12	左贡县文化局	15708019668
	13	左贡县住建局	
	14	左贡县民政局/旺达中街 53 号	
	15	左贡县交通运输局	13659551555
	16	碧土乡人民政府	
	17	扎郎村委会	15728950693
察隅县	18	察隅县人民政府办公室	18908946867
	19	西藏察隅县电力有限公司	18989946676
	20	察隅县国土资源局	13308940900
	21	察隅县住建局	5438398
	22	察隅县林业局	13322543622
	23	察隅县农业局	13322545155
	24	察隅县小康示范村领导小组	13638945865
	25	察隅县发改委	08945432133
	26	安监局	13659592100
	27	察隅县交通局	08945432270
	28	察隅县文广局	13648942759
	29	察隅县公安局	13638941769
	30	察隅县水利电力局	5438941
	31	察隅县环保局	13989049856
	32	察隅县司法局	13659595040
	33	察隅县综治办	
	34	察瓦龙乡人民政府	13518943577
	35	察瓦龙乡珠拉村珠学组	18989945413
	36	察瓦龙乡学巴村委会	

（2）受工程直接或间接影响的个人

调查对象共计 147 人，对象构成中性别组成以男性为主，占 71.4%，年龄层次以 36～60 岁的人群为主，占 46.3%，18～35 岁人群，占 38.1%；民族以藏族人口为主，占 74.2%，文化程度以高中及以下学历人员为主，占 47.6%。参与问卷调查的公众基本信息统计见表 4.1-2。

表 4.1-2　　直接或间接影响个人基本情况统计一览表

调查内容	选项	人数	比例（%）
性别	男	105	71.4
	女	38	25.9
	未填	4	2.7
年龄	18～35	56	38.1
	36～60	68	46.3
	60 岁以上	14	9.5
	未填	9	6.1
民族	汉族	28	19.0
	藏族	109	74.2
	其他	1	0.7
	未填	9	6.1
文化程度	本科及以上	37	25.2
	大专	20	13.6
	高中及以下	70	47.6
	未填	20	13.6

4.2　调查结果

4.2.1　现场访谈意见

评价单位在受项目影响区域对移民、受影响的居民选取典型进行现场访谈。

在工程建设征地涉及的扎郎村、珠拉村、学巴村均进行入户现场访谈。受访的村民均表示支持工程建设，重点关注征地拆迁及安置补偿方案，并表示对补偿标准的制定、补偿资金的发放等问题表示担心，希望能多听取他们的意见，不脱离实际。

对于移民安置补偿方式、标准等方面意见，评价单位已将其反馈给地方政府部门、建设单位和移民安置规划的编制单位。

4.2.2　座谈会与会公众意见及建议

（1）碧土乡座谈会

主要关注征地拆迁及安置补偿方案，特别是生产安置，本村生活和收入以种地位主，希望生产安置方案能保证土地分配，不影响生活水平。

（2）察瓦龙乡座谈会

主要关注征地拆迁及安置补偿方案，村民代表提出希望就近安置，并能一次性赔偿，电站建设期能够解决部分村民的就业问题。乡政府表示支持项目建设，需要重点关注移民安置，要求在补偿政策标准方面必须与碧土乡保持一致，关于赔偿问题，乡政府从村民的长远生活考虑，则认为逐年补偿更为有利；同时，项目建设期需尊重当地的民族风俗，做好沟通，避免产生冲突。

（3）左贡县座谈会

左贡县座谈会邀请了县政府办、安监局、国土资源局、水利局、司法局、县委政法委、供电有限公司、卫生局、发改委、环保局、农牧局、文化局、住建局、民政局等 14 个政府部门参加会议。参会单位均表示支持工程建设，提出的具体意见和建议见表 4.2-1。

表 4.2-1　　左贡县公众参与座谈会意见统计一览表

参会单位	关注的问题及意见
县水利局	提出与左贡县十三五水利规划相协调
环保局	严格按照《中华人民共和国环境影响评价法》开展工作
维稳办	支持项目建设。建议施工过程中尊重当地民族风俗习惯，与村委会多沟通，避免因为沟通或宣传不到位引发冲突
文物局	现在已调查的文物古迹都无法确定是否是文物保护单位
司法局	项目建设前做好各方面的宣传、协调工作，避免发生司法事件
民政局	关于移民安置补偿问题，建议逐年补偿，避免因一次性发放后出现挥霍一净的现象，而后生活条件得不到改善，会增加民政部门工作的难度

（4）察隅县座谈会

察隅县座谈会邀请了县政府办、电力有限公司、国土资源局、住建局、林业局、农业局、小康示范村领导小组、发改委、安监局、交通局、文广局、公安局、水利电力局、环保局、司法局、综治办等 16 个政府部门参加会议。参会单位均表示支持工程建设，提出的具体意见和建议见表 4.2-2。

表 4.2-2　　察隅县公众参与座谈会意见统计一览表

参会单位	关注的问题及意见
县发改委	各村的移民安置标准应保持一致。前期勘测和工程施工期间用人的工资标准也应一样。
交通局	输变电线路不要靠近国道
国土局	珠拉村调耕的问题，不要涉及基本农田，并保证村民的生活和生产用水
综治办	勘测时一定要提前与乡政府联系协调

4.2.3　问卷调查结果及建议

（1）结果统计

1）公众参与当地政府、职能部门及基层组织调查结果

绝大多数（97.2%）受调查的团体都知道扎拉水电站。72.2%的团体认为当地的环境现状较好，没有团体认为当地环境差。58.3%的团体认为当地的经济状况一般，认为发达的团体只占 2.8%。而对于当地最突出的社会及环境问题，被调查团体认为主要是经济落后（80.6%）和交通不便（72.2%）。对于项目施工期的不利影响环境因素，被调查团体主要关注植被破坏及水土流失（83.3%）和移民搬迁（75.0%）。而对于项目运行期的不利影响环境因素，团体比较关注植被破坏及水土流失（83.3%）和土地资源（55.6%）。被调查团体认为扎拉水电站工程建设能够带动地方经济发展（94.4%）、增加供电保障（80.6%）、增加就业机会（72.2%）、提高收入水平（63.9%）和促进基础设施建设（52.8%）。44.4%的团体认为扎拉水电站工程建设对当地水土流失是轻微不利影响。66.6%的团体认为扎拉水电站工程实施对当地环境影响的总趋势是有利影响。大多数团体（72.2%）认为扎拉水电站工程建设不会影响当地民俗习惯。绝大多数团体（94.4%）认为扎拉水电站工程建设对当地经济有促进作用。88.9%的团体认为扎拉水电站工程建设能够提高当地群众生活水平。所有被调查团体对扎拉水电站工程建设都持支持态度。

表 4.2-3　　扎拉水电站公众参与问卷调查表（团体）结果统计表

调查内容	选项	份数	比例（%）
1. 贵单位知道扎拉水电站吗?	A.知道	35	97.2
	B.不知道	1	2.8
2. 贵单位认为当地的环境现状如何?	A.较好	26	72.2
	B.一般	8	22.2
	C.较差	2	5.6
	D.差	0	0.0
3. 贵单位认为当地的经济状况如何?	A.发达	1	2.8
	B.一般	21	58.3
	C.不发达	14	38.9
4. 贵单位认为当地最突出的社会及环境问题是？（多选）	A.经济落后	29	80.6
	B.居民用水和灌溉用水无法得到保证	8	22.2
	C.防洪设施薄弱	8	22.2
	D.交通不便	26	72.2
	E.水污染	3	8.3
	F.水土流失严重	5	13.9
	G.生态环境脆弱	12	33.3
5. 贵单位比较关心项目施工期的哪些不利影响环境因素？（多选）	A.植被破坏及水土流失	30	83.3
	B.鱼类资源及生境破坏	9	25.0
	C.移民搬迁	27	75.0
	D.淹没农田耕地	17	47.2
	E.施工期噪声、扬尘	7	19.4
	F.水环境	11	30.6
	G.民族文化遗失	8	22.2
6.贵单位比较关心项目运行期的哪些不利影响环境因素？（多选）	A.植被破坏及水土流失	30	83.3
	B.鱼类资源及生境破坏	10	27.8
	C.水环境	15	41.7
	D.群众收入影响	15	41.7
	E.土地资源	20	55.6
	F.民族文化遗失	5	13.9
7. 贵单位认为扎拉水电站工程建设产生的有利影响主要体现在哪些方面？（多选）	A.带动地方经济发展	34	94.4
	B.增加供电保障	29	80.6
	C.增加就业机会	26	72.2
	D.提高收入水平	23	63.9
	E.提供清洁能源	11	30.6
	F.促进基础设施建设	19	52.8
8. 贵单位认为扎拉水电站工程建设对当地水土流失的影响是?	A.有利影响	10	27.8
	B.一般不利影响	8	22.2
	C.轻微不利影响	16	44.4
	D.无影响	2	5.6
9. 贵单位认为扎拉水电站工程实施对当地环境影响的总趋势是?	A.有利影响	24	66.6
	B.不利影响	6	16.7
	C.无影响	6	16.7

续表 4.2-4　　扎拉水电站公众参与问卷调查表（团体）结果统计表

调查内容	选项	份数	比例（%）
10.贵单位认为扎拉水电站工程建设是否会影响当地民俗习惯?	A.不会	26	72.2
	B.会	3	8.3
	C.不清楚	7	19.5
11.贵单位认为扎拉水电站工程建设对当地经济的影响如何?	A.有促进作用	34	94.4
	B.有促进作用但不大	2	5.6
	C.没有促进作用	0	0.0
12.贵单位认为扎拉水电站工程建设是否能够提高当地群众生活水平?	A.是	32	88.9
	B.否	0	0.0
	C.不确定	4	11.1
13.贵单位是否支持本工程建设？请说明理由	A.支持	36	100.0
	B.无所谓	0	0.0
	C.不支持	0	0.0

2）公众参与个人调查结果

在受调查的普通群众中，绝大多数人（96.6%）知道扎拉水电站。86.4%的被调查人员认为当地的环境现状较好，没有人认为当地环境差。超过半数的人（59.2%）认为当地的经济状况不发达。而对于当地最突出的社会及环境问题，被调查者认为主要是经济落后（87.1%）、交通不便（82.3%）和文化教育落后（58.5%）。对于项目施工期的不利影响环境因素，群众主要关注植被破坏及水土流失（80.3%）、移民搬迁（72.1%）和淹没农田耕地（65.3%）。而对于项目运行期的不利影响环境因素，群众比较关注植被破坏及水土流失（78.2%）和土地资源（70.7%）。超过半数的人认为扎拉水电站工程建设能够带动地方经济发展（89.8%）、增加就业机会（68.7%）和促进基础设施建设（59.2%）。近一半的人（50.3%）认为扎拉水电站工程建设对当地水土流失是一般不利影响，3.4%的人认为是无影响。认为扎拉水电站工程实施对当地环境影响的总趋势是不利影响的占 51.0%，认为是有利影响的占 36.1%。大多数人（77.6%）认为扎拉水电站工程建设不会影响当地民俗习惯。62.6%的人认为扎拉水电站工程建设对其个人生活及工作是有利影响，8.8%的人认为是不利影响。绝大多数人（91.8%）认为扎拉水

电站工程建设对当地经济有促进作用。55.8%的人认为扎拉水电站工程建设能够提高当地群众生活水平，41.5%的人认为不确定，只有 2.7%的人认为不能提高当地群众生活水平。绝大多数人(99.3%)支持扎拉水电站工程建设，0.7%的人(1人)不支持扎拉水电站工程建设，不支持的主要原因是认为项目工期长、投资大，效益不确定，且担心工程建设会对当地的生态环境产生明显影响。

个人部分的问卷调查统计结果见表 4.2-5。

表 4.2-5　　扎拉水电站公众参与问卷调查表（个人）结果统计表

调查内容	选项	份数	比例（%）
1. 您是否知道扎拉水电站?	A.知道	142	96.6
	B.不知道	5	3.4
2. 您认为当地的环境现状如何?	A.较好	127	86.4
	B.一般	17	11.6
	C.较差	3	2.0
	D.差	0	0.0
3. 您认为当地的经济状况如何?	A.发达	18	12.2
	B.一般	42	28.6
	C.不发达	87	59.2
4.您认为当地最突出的社会及环境问题是？（多选）	A.经济落后	128	87.1
	B.居民用水和灌溉用水无法得到保证	23	15.6
	C.防洪设施薄弱	25	17.0
	D.交通不便	121	82.3
	E.电力紧张	30	20.4
	F.文化教育落后	86	58.5
	G.水污染	4	2.7
	H.水土流失严重	8	5.4
	I.生态环境脆弱	23	15.6
5.您比较关心项目施工期的哪些不利影响环境因素？（多选）	A.植被破坏及水土流失	118	80.3
	B.鱼类资源及生境破坏	25	17.0
	C.移民搬迁	106	72.1
	D.淹没农田耕地	96	65.3
	E.施工期噪声、扬尘	20	13.6
	F.水环境	24	16.3
	G.民族文化遗失	21	14.3
6.您比较关心项目运行期的哪些不利影响环境因素？（多选）	A.植被破坏及水土流失	115	78.2
	B.鱼类资源及生境破坏	27	18.4
	C.水环境	27	18.4
	D.群众收入影响	43	29.3
	E.土地资源	104	70.7
	F.民族文化遗失	19	12.9

续表 4.2-5　　扎拉水电站公众参与问卷调查表（个人）结果统计表

调查内容	选项	份数	比例（%）
7. 您认为扎拉水电站工程建设产生的有利影响主要体现在哪些方面？（多选）	A.带动地方经济发展	132	89.8
	B.增加供电供应	62	42.2
	C.增加就业机会	101	68.7
	D.提高收入水平	42	28.6
	E.提供清洁能源	17	11.6
	F.促进基础设施建设	87	59.2
8. 您认为扎拉水电站工程建设对当地水土流失的影响是？	A.有利影响	33	22.5
	B.一般不利影响	74	50.3
	C.轻微不利影响	35	23.8
	D.无影响	5	3.4
9. 您认为扎拉水电站工程实施对当地环境影响的总趋势是？	A.有利影响	53	36.1
	B.不利影响	75	51.0
	C.无影响	19	12.9
10.您认为扎拉水电站工程建设是否会影响当地民俗习惯？	A.不会	114	77.6
	B.会	8	5.4
	C.不清楚	25	17.0
11.扎拉水电站工程建设对您个人生活及工作的影响？	A.有利影响	92	62.6
	B.不利影响	13	8.8
	C.无影响	42	28.6
12.您认为扎拉水电站工程建设对当地经济的影响如何？	A.有促进作用	135	91.8
	B.有促进作用但不大	11	7.5
	C.没有促进作用	1	0.7
13.您认为扎拉水电站工程建设是否能够提高当地群众生活水平？	A.是	82	55.8
	B.否	4	2.7
	C.不确定	61	41.5
14.您是否支持本工程建设？请说明理由	A.支持	146	99.3
	B.无所谓	0	0.0
	C.不支持	1	0.7

4.2.4　调查意见汇总

受调查公众基本都知道扎拉水电站工程。绝大部分调查对象认为工程建设将带动地方经济发展、扩大就业机会、提高收入水平、提供清洁能源、促进基础设施建设，认为扎拉水电站工程的建设对区域环境和经济社会发展利大于弊，支持工程建设。

公众认为工程建设主要不利影响依次是植被破坏及水土流失、土地资源减少、群众收入影响等，移民主要补偿资金发放情况、补偿安置是否及时、移民安置方式、移民安置补偿标准等安置补偿问题。

5　公众参与意见和建议的落实处理情况

对于本工程的公众参与意见和建议，评价单位逐一进行了沟通、反馈、解决和落实。在工程设计中能落实、解决的问题，均与各设计专业进行了沟通，共同协商解决；对现阶段不能解决的问题建议在下阶段进一步进行研究。具体意见落实情况如下:

5.1　公众意见处理

针对公众对该项目建设提出的意见和要求，将相关意见反馈给项目业主，并提出相应的建议措施，对收集到的有关环境保护方面的意见均在环境影响报告书中有较好的体现。并在工程设计施工中予以落实。

建设单位: 工程建设单位应在当地政府的积极配合下，严格按照国家、地方有关法律、法规的要求和环境报告书提出的要求进行拆迁安置和征地补偿工作，确实保护拆迁户的权益，切实有效地做好拆迁安置中的各项工作；针对公众对施工管理意见，建设单位应联合设计、施工、监理单位，对施工管理要高标准、严要求，做到安全施工、文明施工、环保施工；对工程施工过程中产生的砂石料加工系统废水、混凝土加工系统废水、生活污水等对环境污染问题的意见，工程建设单位将在工程实施各阶段严格执行本《环境影响报告书》提出的各项环保措施。

施工单位：施工单位在签定合同时要包含文明施工条款合同，在工程建设施工期，机械噪声、施工扬尘以及施工人员的生活污水、垃圾等将对生态环境造成一定的影响，施工单位应采取有效的保护措施，尽量减轻工程施工过程中对环境的造成的污染。

评价机构：评价单位将收集到的公众意见分析整理，并在本工程环境影响分析过程中就上述问题进行了重点分析，对公众提出的意见和建议进

行了充分采纳。

主要公众意见采纳及落实情况见表 5-1。

表 5-1　　主要公众意见采纳、落实情况表

序号	公众意见	采纳、落实情况说明
1	征地拆迁与安置	（1）根据《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》等文件的相关规定予以合理补偿； （2）将征地拆迁的政策、补偿内容、补偿标准予公示与众，拆迁补偿费应及时足额支付。 （3）搬迁采取分散后靠安置。
2	施工期环境污染控制	（1）根据工程总体布局、规模和环境条件，合理布局施工区，布置必要的环境保护措施，同时加强施工期环境管理； （2）开工前开展对施工单位的环保培训工作，要求文明作业，自觉接受地方环保监控单位的监督，妥善处理公众投诉。
3	水土流失治理	（1）要求设计单位按批准的水土保持方案报告进行水土保持设计，施工单位按程序和管理要求及时落实水土保持工程措施； （2）施工迹地在施工结束后及时进行清理、平整，按设计要求进行复垦或植树种草。
4	植被恢复	（1）施工结束后，应及时对工程临时占地区和植被扰动区域进行植被恢复； （2）植被恢复的物种应优先考虑本土原生植被。
5	其它环保措施	主体设计及本报告书已提出一系列环境保护措施，工程设计、施工等各阶段应严格执行落实。

5.2　意见反馈

（1）意见反馈

根据本次公众参与调查，部分群众担心工程建设期间各类污染物排放对生态环境的影响及移民安置补偿等问题，建设单位、评价单位对工程建设、运行可能产生的环境影响和工程设计拟采取的环境保护措施进行了说明和公示，取得了公众的认同，公众认为只要在施工和工程运行时落实报告书拟定的环境保护措施与生态恢复措施，施工过程中的环境影响会得到有效控制，本工程建设不存在制约工程建设的环境问题。

关于征地拆迁和移民安置问题，公众主要关注移民实物指标的认定，搬迁安置方案、生产安置方案的制定，补偿金标准和发放等问题，环评单位已将涉及移民方面的问题反馈给建设单位和移民安置规划的编制单位，

建设单位表示将对公众关于工程建设、拆迁安置等意见和建议予以采纳并落实，并通过工程设计和加强施工管理等措施避免工程建设对生态环境的影响。

（2）意见回访及处理

环评单位于2016年10月14日、10月28日及11月9日先后对不支持工程建设的个人进行了3次电话回访并应受访人要求发送了环评报告简本（电子版），受访者为左贡县发改委志愿者职工，重点关注电站建设对当地生态环境的影响，环评单位向其介绍了环评报告针对项目建设采取的相关环保措施、及项目环境管理体系、环境监测计划的实施等，经解释沟通后，对受访人表示不反对电站建设。

各部门主要关注移民实物指标的认定，搬迁安置方案、生产安置方案的制定应充分与移民和地方政府进行沟通，并得到大家的认可。虽然本工程涉及的移民人数很少，但是仍应高度关注，否则存在影响社会稳定的风险。

环评单位在调查期间进行了入户调查，并对移民填写公众参与调查表，充分反应移民的意愿。

环评单位已将部门关注涉及移民方面的问题反馈给建设单位和移民安置规划的编制单位，在移民安置规划中落实和处理。

6 公众参与调查结论

6.1 公众参与的合法性

在扎拉水电站工程环境影响评价过程中，严格按照《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28号）的有关规定开展了公众参与工作，及时公开项目环境影响评价的相关信息，征求了公众意见。在扎拉水电站开展环

境影响评价工作之初，建设单位于 2016 年 5 月在昌都市、左贡县及察隅县政府网站对扎拉水电站进行了第一次项目信息公示，同时，在左贡县、察隅县等县、乡人民政府政务公开栏及村委会进行了张榜公示，在《昌都报》、《林芝报》进行了报纸公示，还通过电视以及微信公众号进行了公示。

在环评报告初稿完成后，建设单位于 2016 年 9 月分别采用网络公示、报刊公示、张榜公示等 3 种方式在昌都市、林芝市以及涉及县、乡、村进行了环境影响评价主要内容和报告书简本信息公示（第二次公示）。另外，建设单位会同评价单位于 2016 年 9 月采用公众参与座谈会、发放公众参与问卷调查表的形式调查了公众对项目建设的意见。公众参与调查的程序合法、形式有效。

建设单位于 2017 年 11 月 16 日，在昌都市人民政府网站（http://www.changdu.gov.cn/1164/201711/MIT21188.shtml）、2017 年 11 月 17 日在林芝市人民政府网站(http://www.linzhi.gov.cn//30386/31348/201711/MIT17175.shtml) 对全本进行了公示；2018 年 3 月 28 日，再次在昌都市人民政府网站（http://www.changdu.gov.cn/1164/201803/MIT22981.shtml）和 2018 年 3 月 29 日在林芝市人民政府网站（http://www.linzhi.gov.cn/30386/31348/201803/MIT17659.shtml）对报告书进行了公示。

本次环评符合《环境影响评价公众参与暂行办法》，符合《关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知》(环办[2013]103号)相关要求。因此，本次公众参与的程序是合法的。

6.2 公众参与的有效性

本项目所采用的信息公示方式包括：在基层组织信息公告栏中张贴公

告、在政府网站发布项目及环评信息公示、在报纸刊登信息公示、在电视播放信息公示以及在微信公众号推送信息公示。选择进行公示的政府网站及报纸、电视等均为当地的主流媒体平台，对宣传本项目环评公众参与起到了良好的作用。公众参与过程中发放汉藏文公众参与问卷调查表(团体)和问卷调查表（个人），公开环评报告简本以征求公众意见。同时，还采取了公众参与座谈会书面征求各级公众意见等多种形式的公众参与方式。综上，本项目环评公众参与的形式是有效的。

6.3 公众参与的代表性

本工程环评报告书简本信息公示后，建设单位会同评价单位以发放公众参与调查问卷形式公开征询了公众对项目建设的意见。公众意见收集范围覆盖了扎拉水电站涉及的左贡县、察隅县等的有关政府部门、社团组织、社会公众。回收公众参与调查表（个人）147 份，征求了工程涉及区域的公众意见。回收公众参与调查表（团体）36 份，基本涵盖了工程涉及的相关县、乡、村所有行政主管部门。扎拉水电站环境影响评价公众参与工作得到了左贡县、察隅县以及乡、村一级的各级政府部门、社会组织、公众等的广泛参与，调查对象具有很好的代表性。

6.4 公众参与的真实性

本项目环评过程中的公众参与调查工作都是在地方政府的配合下，建设单位和评价单位现场全程参与完成的，尤其是评价单位工作人员在现场与地方群众进行了多种形式的解释和沟通工作，调查对象在填写公众参与调查表前，充分了解清楚了调查表信息，调查成果满足结果真实性的要求。环保信息公示、公众意见调查表的发放均严格按照相关要求进行，公示内容准确反应建设项目相关信息，工作过程透明有效，调查结果真实可靠。

综上，玉曲河扎拉水电站工程公众参与严格遵循了《环境影响评价公

众参与暂行办法》和《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）的有关要求，其成果符合程序合法性、形式有效性、对象代表性、结果真实性等要求。

6.5 调查结论

扎拉水电站工程公众意见调查共发放问卷 191 份，收回有效调查答卷 183 份，回收率 95.8%。其中“政府、职能部门和基层组织”问卷发放了 36 份，回收 36 份；“移民和普通村民”问卷发放 155 份，收回有效调查答卷 147 份。根据问卷调查结果统计，政府、职能部门和基层组织、移民及非移民代表均支持扎拉水电站工作建设。

扎拉水电站工程公众参与调查结果表明，本工程建设得到了扎拉水电站工程建设影响范围内及关注工程建设的绝大多数群体的关注和支持，参与调查者普遍对工程建设持赞成态度，受影响方主要关注的问题是移民安置补偿和生产安置问题，环评单位已将意见反馈给建设单位和移民安置规划编制单位，并在移民安置规划中落实和处理。