中国电建 POWERCHINA

产品文件编号：ZNY2022(设)-0164 号

红水河龙滩水电站

1000 吨级通航建筑物工程

环境影响报告书

(报 批 稿)

建设单位：龙 滩 水 电 开 发 有 限 公 司

评价单位：中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司

2025 年 8 月

关于龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程建设出资及项目建设单位的说明

2017年国家发改委印发《关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整前期工作的通知》（发改办基础[2017]1641号）中明确："请贵州省和大唐集团委托第三方咨询机构，开展龙滩枢纽通航建筑物由通航500吨级船舶调整为通航1000吨级船舶（特殊船型）建设方案工程可行性研究工程（含安全风险评估），并于2018年6月底前完成，相关研究费用由贵州省承担。"

2019年国家发改委印发《关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整相关工作的通知》（发改办基础[2019]1158号）中明确："请大唐集团商贵州省、广西壮族自治区，抓紧落实红水河龙滩水电站通航建筑物由通航500吨级船舶调整为1000吨级建设工程道的安全、环保、资金等各项建设条件后，尽快将工程可行性研究报告报我委，请贵州省筹措解决建设方案新增建设资金。"

2021年2月，龙滩水电开发有限公司联合广西、贵州发改委向国家发改委上报《红水河龙滩水电站通航建筑物由通航500吨级调整为1000吨级建设方案工程可行性研究报告》(以下简称《工可报告》)。

2021年11月，龙滩水电开发有限公司与贵州省交通运输厅于南宁签订《红水河龙滩水电站通航建筑物由通航500吨级船舶调整为1000吨级项目建设合作框架协议书》(以下简称《框架协议书》)，就项目建设资金来源由龙滩水电开发有限公司和贵州省交通运输厅共同出资达成一致，同时明确项目前期专题报告、可研报告编制及评审等费用由贵州省交通运输厅负责支付，费用列入项目总投资中，龙滩水电开发有限公司以项目业主名义上报各专题报告进行审批。原文内容详见附件13。

2022年2月，国家发展改革委办公厅对《工可报告》复函（发改办能源[2022]59号），明确了三点意见：一是由广西区发改委会同贵州省发改委、中国大唐按照通航建筑物先

行办理审批相关手续；二是项目新增资金33.2亿元拟由贵州省筹措解决（国家发改委和交通部适当支持），原500吨级投资24.3亿元仍由大唐集团筹措；三是鉴于通航设施为龙滩水电站的组成部分，属在建工程，原属性不变，由中国大唐负责经营管理。原文内容详见附件12。

为尽快落实国家发改委的有关要求，贵州省发展与改革委员会和贵州省交通运输厅具体推进龙滩1000吨级通航设施相关工作，贵州省交通运输厅安排，由贵州省航务管理局组织开展红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程环境影响评价专题研究编制竞争性谈判工作，最终与中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司签订合同。由于贵州省机构改革，2022年7月，贵州省航务管理局撤销，所有业务划入贵州省交通运输综合行政执法监督局继续推进。原贵州省航务管理局和贵州省交通运输综合行政执法监督局均为交通厅直属二级单位。

因《框架协议书》明确了龙滩水电开发有限公司以项目业主名义上报各专题报告进行审批，所以龙滩水电开发有限公司为本项目实际建设单位，隶属于中国大唐集团有限公司。

贵州省交通运输厅
（盖章）

龙滩水电开发有限公司
（盖章）

贵州省交通运输综合行政执法监督局
（盖章）

中国电建中南勘测设计研究院有限公司
（盖章）

打印编号：1648611372000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	w7g8ag
建设项目名称	红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程
建设项目类别	52--143航道工程、水运辅助 工程
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	龙滩水电开发有限公司
统一社会信用代码	914500007151805278
法定代表人（签章）	李凯
主要负责人（签字）	徐维友
直接负责的主管人员（签字）	张延昭
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司
统一社会信用代码	91430000444885356Q
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
李翔	09354343508430192	BH016342	李翔

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
杨文正	龙滩水电站建库前后环境影响变化回顾、环境管理与监测计划、环保投资估算和环境影响经济损益分析	BH049646	杨文正
李翔	概述、总则、工程概况、工程分析、环境现状与评价、环境影响评价结论	BH016342	李翔
欧逸宁	环境影响预测与分析、环境保护措施与对策建议	BH038656	欧逸宁

核　　定：张德见

审　　查：李　翔

校　　核：龙雪珍　　熊　鹰

编写及参与工作人员：欧逸宁　　朱　波　　范泽宇　　占江凡

胡　旭　　杨文正　　邢未平

部分专项承担单位

陆生生态调查及影响评价

武汉市伊美净科技发展有限公司

姬　星(高级工程师、植物学)　　刘　苏(高级工程师、植物学)

赵冬冬(高级工程师、动物学)　　童　芳(中级工程师、植物学)

郭　磊(中级工程师、植物学)　　刘小芳(中级工程师、植物学)

王　敏(中级工程师、植物学)　　严　慕(中级工程师，动物学)

刘　亮(中级工程师、植物学)

水生生态调查及影响评价

武汉市伊美净科技发展有限公司

阴双雨(高级工程师、渔业资源专业)　　杨　丽(高级工程师、水生生物学专业)

苗文杰(高级工程师、生态学专业)　　熊　姁(高级工程师、生态学专业)

孙建滨(工程师、渔业资源专业)　　钟光谱(工程师、渔业资源专业)

钟慧琪(工程师、渔业资源专业)

	
龙滩水电站坝下全景	通航建筑物工程周边环境
	
通航建筑物工程区	通航建筑物工程开挖基坑
	
通航建筑物工程区下游	龙滩水电站库区

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">龙滩水电站坝前库区</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">龙滩水电站砂石加工系统</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>龙滩水电站坝址下游沿岸公路</td><td>陇麻坡饮用水水源地取水口</td></tr>
</table>

目　　录

概　述 1
一、项目特点 1
二、环境影响评价过程 2
三、分析判定相关情况 3
四、主要环境问题及环境影响 3
五、主要结论 4
1　总则 6
1.1　项目建设背景 6
1.2　评价目的 7
1.3　编制依据 7
1.4　环境功能区划 12
1.5　评价标准 13
1.6　环境影响识别和评价因子筛选 15
1.7　评价等级 17
1.8　评价范围 19
1.9　环境保护目标 20
1.10　评价水平年 22
1.11　评价程序 22
2　工程概况 23
2.1　流域规划及建设情况 23
2.2　龙滩水电站一期工程概况 46
2.3　龙滩水电站 8、9 号机组建设工程概况及进展 55
2.4　项目地理位置 57
2.5　项目建设内容及通航设计规模 57
2.6　通航运行调度情况及用水过程 67
2.7　工程推荐方案总体布置及主要建筑物 70
2.8　工程施工规划 76

2.9 工程投资 102
3 工程分析 103
3.1 由通航 500 吨级船舶调整为通航 1000 吨级必要性 103
3.2 工程与法规政策及相关规划符合性分析 110
3.3 环境影响因素分析和污染源强核算 127
4 环境现状与评价 137
4.1 自然环境现状 137
4.2 生态环境现状 146
4.3 环境质量现状 203
5 龙滩水电站建库前后环境影响变化回顾 216
5.1 环境保护工作回顾 216
5.2 环境保护工作要求 223
5.3 环境影响回顾性评价 253
5.4 已采取的环境保护措施情况及效果评价 340
5.5 回顾评价结论 356
5.6 存在问题及改进措施 357
6 环境影响预测与分析 360
6.1 生态环境影响分析 360
6.2 水环境影响预测与评价 372
6.3 大气环境影响预测与分析 380
6.4 声环境影响预测与分析 391
6.5 固体废物环境影响分析 397
6.6 人群健康影响分析 398
7 环境保护措施与对策建议 400
7.1 生态环境保护措施 400
7.2 水环境保护措施 450
7.3 大气环境保护措施 462
7.4 声环境保护措施 463

7.5 固体废物处置 465
7.6 其它保护措施 467
8 环境风险评价 469
8.1 事故风险评价 469
8.2 风险防范措施与应急计划 490
9 环境管理与监测计划 505
9.1 环境管理 505
9.2 环境监理 507
9.3 环境监测计划 511
9.4 项目污染物排放清单及管理要求 513
9.5 竣工环保验收 515
10 环保投资估算和环境影响经济损益分析 516
10.1 环境保护投资估算 516
10.2 环境影响经济损益分析 517
11 环境影响评价结论 519
11.1 项目基本情况 519
11.2 主要环境保护目标 520
11.3 环境现状评价结论 520
11.4 龙滩库区建设前后环境变化总体评价 521
11.5 环境影响分析结论 522
11.6 环境保护措施 523
11.7 环境风险评价 525
11.8 环境管理与监测计划 526
11.9 环境影响经济损益分析 526
11.10 公众参与情况 526
11.11 评价结论 526
12 建议 528

附　表：

附表 1　大气环境影响评价自查表

附表 2　地表水环境影响评价自查表

附表 3　环境风险评价自查表

附表 4　生态影响评价自查表

附　录：

附录 1-1　评价区植物名录

附录 1-2　陆生样方调查表

附录 2-1　动物样线记录表

附录 2-2　评价区两栖动物名录

附录 2-3　评价区爬行类名录

附录 2-4　评价区鸟类名录

附录 2-5　评价区兽类名录

附录 3-1　浮游植物名录

附录 3-2　浮游动物名录

附录 3-3　底栖动物名录

附录 3-4　鱼类名录

附　件：

附件 1　环评委托函

附件 2　国家发展改革委办公厅关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整前期工作的通知

附件 3　广西壮族自治区发展和改革委员会 贵州省发展和改革委员会关于红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程可行性研究报告的批复

附件 4　关于红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告有关意见函

附件 5　关于红水河综合利用规划环境保护实施方案协调会会议纪要

附件 6　研究红水河综合利用规划环境保护实施方案任务分解落实工作的纪要

附件 7　河池市自然资源局关于出具广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程项目选址审查意见的复函

附件 8　天峨县自然资源局关于龙滩 1000t 级通航建筑物工程项目用地选址的意见

附件 9　关于红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程项目研判初步结论

附件 10　河池市生态环境局关于广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程选址的复函

附件 11　天峨县人民政府关于同意水源准保护区开展红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程建设的复函附件

附件 12　河池市天峨生态环境局关于对广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程选址的审查意见

附件 13　天峨县人民政府办公室关于印发天峨县集中式地表水饮用水水源地突发环境事件应急预案的通知(节选)

附件 14　国家发展改革委办公厅关于红水河龙滩水电站通航建筑物工程建设请示事项的复函

附件 15　红水河龙滩水电站通航建筑物由通航 500 吨级船舶调整为 1000 吨级项目建设合作框架协议书

附件 16　广西壮族自治区国土资源厅关于批准龙滩水电站坝区工程建设用地的函

附件 17　龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境影响报告书(咨询稿)专家咨询意见

附件 18　关于调整龙滩水电站通航建筑物工程过鱼设施建设项目征求意见的函及回复

附件 19　监测报告

附　图：

附图 1　广西龙滩水电站通航建筑物工程项目地理位置图

附图 2-1　广西龙滩水电站通航建筑物工程总平面布置图

附图 2-2　广西龙滩水电站通航建筑物主体工程总平面布置图

附图 3　广西龙滩水电站通航建筑物工程总布置纵剖面图

附图 4　广西龙滩水电站通航建筑物工程施工总布置图

附图 5　广西龙滩水电站通航建筑物工程地表水系图

附图 6　广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区土地利用现状图

附图 7　广西龙滩水电站通航建筑物工程环境影响评价范围图

附图 8　广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区植被类型图

附图 9　广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区植被覆盖度空间分布图

附图 10　广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区生态系统类型分布图

附图 11　广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区重点保护野生动物分布图

附图 12　广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区重点保护野生植物及古树名木分布图

附图 13　广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区重点保护野生动物适宜生境分布图

附图 14　广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区鱼类三场分布图

附图 15　通航建筑物工程环境现状监测布点图

附图 16　通航建筑物工程地表水、大气和声环境敏感保护目标示分布意图

附图 17　广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区植物调查样方动物调查样线及水生断面分布图

附图 18　广西龙滩水电站通航建筑物工程评价范围生态监测点分布图

附图 19　广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区生态敏感区分布图

附图 20　龙滩水电站鱼类增殖放流站总平面布置图

附图 21　广西龙滩水电站通航建筑物工程环境保护措施布局示意图

附图 22　龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程施工控制性进度表

概　述

一、项目特点

红水河为西江干流上游段，干流包括南盘江、黔江、浔江在内，河长 1889km，流域面积 138340km^2，是我国十三大水电基地之一，自上而下建有天生桥一级、天生桥二级、平班、龙滩、岩滩、大化、百龙滩、乐滩、桥巩等电站。其中，龙滩水电站是红水河干流开发的龙头水电站与骨干工程，坝址位于广西壮族自治区河池市天峨县，库区涉及广西壮族自治区的天峨县、南丹、乐业县、田林县、隆林县和贵州省的罗甸县、望谟县、册亨县、贞丰县、镇宁县。

龙滩水电站的开发任务为发电，兼有防洪、航运等综合利用效益。电站一期工程于 2001 年 7 月开工建设，2003 年 11 月截流，2006 年 9 月下闸蓄水，2007 年 5 月第 1 台机组投产发电，2008 年 12 月第 7 台机组投产发电。

在龙滩水电站建设时，通航建筑物设计规模为 500t 级，布置在枢纽右岸，采用带中间渠道的二级垂直提升式升船机。2017 年 9 月，国家发展改革委组织交通运输部、国家能源局、黔桂两省(区)相关单位等对红水河航运建设情况进行了调研，并在《国家发展改革委办公厅关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整前期工作的通知》(发改办基础〔2017〕1641 号)(附件 2)中提出：“开展龙滩枢纽通航建筑物由通航 500 吨级船舶调整为通航 1000 吨级船舶(特殊船型)建设方案工程可行性研究工作”。

龙滩水电站 500t 级通航建筑物的通航坝段、上游引航道建筑物、中间渠道边坡等随一期工程同时建设并已通过验收。通航建筑物的剩余部分于 2015 年 12 月开工建设，后因通航建筑物等级调整停工，至今主要完成了第二级升船机基坑和下游引航道开挖及部分施工临时工程建设。由于通航建筑物布置的基本格局无法调整，龙滩水电站 1000t 级通航建筑物依旧采用带中间渠道的二级垂直提升式升船机，前期设计推荐工程采用第一级全平衡卷扬式升船机+中间渠道+第二级全平衡卷扬式升船机+辅助闸室的布置。龙滩水电站通航建筑物具有提升高度大、提升荷载大、上下游水位变幅大、下游水位变率快及运行控制要求高的特点，1000t 级方案与 500t 级方案布置相比，主要差别为在第二级升船机下游增设了辅助船闸，以消除下游水位变

率对升船机运行的影响。

二、环境影响评价过程

2018 年 9 月，中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司(以下简称“我公司”)编制完成了《红水河龙滩水电站通航建筑物由通航 500 吨级船舶调整为通航 1000 吨级船舶建设方案工程可行性研究报告》。2022 年 12 月，中国国际工程咨询有限公司对《红水河龙滩水电站通航建筑物由通航 500 吨级船舶调整为通航 1000 吨级建设方案工程可行性研究报告》进行了咨询评估，我公司根据咨询评估意见进行了修改并形成报批稿。2023 年 9 月，广西和贵州两省区发改委对报告进行了批复。

根据《国家发展改革委办公厅关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整相关工作的通知》(发改办基础〔2019〕1158 号)的要求，我公司作为工程设计单位，在 2020 年 5 月启动了龙滩水电站通航建筑物的环境保护设计工作，对工程地区的生态环境状况、环境敏感对象分布及相应的保护要求进行了初步调查。

2021 年 6 月，龙滩水电开发有限公司根据“发改办基础〔2019〕1158 号”文以及相关工作协商成果，委托我公司开展龙滩水电站 1000t 级通航建筑物的环境影响评价工作。接受委托后，我公司组织武汉市伊美净科技发展有限公司联合开展工程区生态环境调查工作，委托广西南环检测科技有限公司开展工程区环境质量监测工作。在以上调查成果的基础上，全面分析了通航建筑物工程所在区域的生态环境状况，开展了工程分析和环境影响识别，结合电站运行特点进行了回顾性评价，同时对环境要素进行了详细的环境影响预测及评价，最后提出切实可行的环境保护措施，于 2023 年 11 月编制完成《红水河龙滩水电站 1000t 级通航建筑物工程环境影响报告书(送审稿)》，并于 2023 年 12 月 12 日通过广西壮族自治区环境保护技术中心组织的技术审查。因本项目部分环保措施需与龙滩水电站 8、9 号机组建设工程相协调，根据技术审查意见对报告修改完善形成《红水河龙滩水电站 1000t 级通航建筑物工程环境影响报告书(拟报批稿)》后，未进行报批工作。

2025 年 7 月，在明确本项目环保措施与龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环保措施的分工关系后，广西壮族自治区环境保护技术中心对《红水河龙滩水电站 1000t 级通航建筑物工程环境影响报告书(拟报批稿)》组织了函审，根据函审意见将报告再次修改完善后，形成本报批稿。

三、分析判定相关情况

龙滩水电站 1000t 级通航建筑物工程建设符合国家产业政策，符合《全国内河航道与港口布局规划》《贵州水运发展规划(2012-2030 年)》《广西综合交通运输发展“十四五”规划》《河池港总体规划(2019-2035 年)》《珠江-西江经济带岸线保护与利用规划》等上位规划，符合河池市生态环境分区管控要求。

根据调查，通航建筑物工程占地位于原龙滩水电站征地范围内，不涉及生态保护红线、广西龙滩自治区级自然保护区、龙滩大峡谷国家森林公园、陇麻坡饮用水水源保护区(一级保护区和二级保护区)等环境敏感区。

施工布置的龙滩沟弃渣场和麻村砂石料场及加工系统位于陇麻坡饮用水水源保护区的准保护区陆域范围内。弃渣场距二级保护区上游边界约 2.7km；麻村砂石料场及加工系统距二级保护区上游边界 0.4km，距天峨县陇麻自来水厂取水口约 8km。

龙滩沟弃渣场和麻村砂石料场及加工系统自龙滩水电站一期工程沿用至今，已采取各项水土保持措施和污染防治措施。虽然准保护区不属于陇麻坡饮用水水源保护区范围，但麻村砂石加工系统与红水河(岩滩库区)最近直线距离仅 60m，其生产运行需符合《中华人民共和国水污染防治法》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》的相关要求；同时禁止在陇麻坡饮用水水源保护区内弃渣。

四、主要环境问题及环境影响

龙滩水电站枢纽工程位于峡谷区，通航建筑物的通航坝段、上游引航道靠船墩、上游导航堤连系墩、第一级升船机开挖、中间渠道大部开挖及边坡支护等项目同一期工程同步施工完成。龙滩水电站施工场地主要依靠开挖弃渣堆填冲沟形成，施工期先后实施了龙滩生态公园建设、场内道路路肩边坡绿化、施工营地绿化、弃渣场综合整治工程，施工区生态环境恢复良好。

根据中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司编制的《红水河龙滩水电站环境影响后评价报告》(2018 年)，龙滩水电站发电效益、防洪效益、节能减排作用巨大，其带来的环境影响也较为明显。龙滩水电站建成后，因其调节性能好，已经改变了红水河干流的水文、泥沙情势以及水库水温结构，导致下泄水温较低，影响下

游生态环境。水库淹没了黔、桂两省(区)大片土地，不仅影响了区域的土地利用结构，也对区域的陆生生态环境带来了影响，造成区域植被覆盖率和生物量下降，野生动物生境范围缩小，但对区域的生态稳定性影响不大。在河流水文情势发生了变化的情况下，区域内受影响最大的是以鱼类为主的水生生物，水生生物群落结构发生明显改变，流水性底栖鱼类资源量会减少，适宜静缓流的鱼类得到发展，经济鱼类个体小型化趋势明显。局地气候也因龙滩水电站的建设，而发生了一些变化，水库对近库区的气温、降水量、蒸发量影响较明显。

总体而言，龙滩水电站建设和运行产生的环境影响基本符合水电站环境影响评价阶段所下的结论，部分环境影响经采取有效的环境保护措施后得到了一定程度的减免，也有部分环境影响因研究、建设时代的不足而未能得到有效处理，比如：正常蓄水位选择对航运的影响，水文情势变化带来的低温水影响，电站兴建对鱼类资源量的影响等。在本项目环评报告中，重点针对鱼类资源保护提出相关措施，其它影响措施及措施具体设计纳入龙滩水电站 8、9 号机组建设工程中进行补充和深入研究。

根据中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司编制的《红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》，在龙滩水电站施工期间(2001 年～2007 年)，工程征地范围外龙坪、拉重等居民点基本未受到施工噪声影响，各居民点环境空气质量基本能达到《环境空气质量标准》(GB3095-1996)二级标准；在大法坪、麻村砂石加工系统等系统生产废水得到有效处理，废水回用的情况下，红水河天峨县陇麻自来水厂取水口上游断面地表水水质均能达到《地表水环境质量标准》(GHZB1-1999、GB3838-2002)III类标准。通航建筑物施工生产生活设置均布置在一期工程原有施工场地内，工程施工对河流水质、生态、空气质量以及声环境的影响均可采取措施予以减免。陇麻坡饮用水源保护区取水口位于通航建筑物下游约 11km，存在船舶碰撞事故溢油风险。

五、主要结论

龙滩水电站通航建筑物工程符合国家产业政策及相关规划，符合河池市生态环境分区管控要求，工程投入营运后产生的社会及经济效益显著。工程不涉及生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区等环境敏感区。

本工程施工活动均在原龙滩水电站建设征地范围内进行，不会新增植被破坏和水土流失。施工期影响主要包括施工废污水、废气粉尘、施工噪声、固体废弃物对施工区及周边环境质量的影响；运行期主要环境影响为事故风险影响。本报告提出了严格的环境保护对策措施、环境管理和监测计划，能够有效减缓工程建设运行可能产生的不利环境影响。

综上，从环境保护角度分析，龙滩水电站通航建筑物工程建设是可行的。

1 总则

1.1 项目建设背景

龙滩水电站位于广西天峨县境内，下游距天峨县城 15km，是红水河干流上游具有发电、防洪、航运等综合效益的大型水电枢纽工程。拦河大坝为碾压混凝土重力坝，大坝从左至右依次为左岸非溢流坝段、左岸进水口坝段、泄水坝段、右岸非溢流坝段、右岸通航建筑物坝段等。龙滩水电站按正常蓄水位 400.00m 设计，初期按正常蓄水位 375.00m 建设，初期装机容量 4900MW，后期装机容量 6300MW。

红水河是珠江水系西江上游的主干流，上连滇、黔、桂三省，下连粤、港、澳地区，是西南地区重要的水运出海通道。红水河全长 659km(不包括南盘江、黔江)，天然情况下属于滩多、坡陡、流急的河流，洪枯水位变幅 15m～20m，除恶滩至石龙镇 170km 河段为常年通航河段外，包括龙滩水电站坝址在内的其它河段基本不能通航。红水河流域内富含煤、磷等矿藏资源，长期以来由于受交通制约，使大量天然资源未能得到较好开发利用，限制了当地经济发展。1981 年，经国务院批准，红水河干流开发确定了十级开发方案，自上而下分别为天生桥一级(天生桥坝盘)、天生桥二级(天生桥坝索)、平班、龙滩、岩滩、大化、百龙滩、乐滩(恶滩)、桥巩、大藤峡。1987 年，原水利电力部珠江水利委员会提出了《西江干流大藤峡至高要段综合利用规划报告》，红水河下游桂平至西江干流高要河段采取长洲、龙湾两级开发方案。建成后可以形成 1000km 以上的深水航道，大幅改善河流的航运条件，为西南省区物资外运提供一条廉价水上航线，带动沿河经济快速发展，促进西部大开发战略的实施。目前，红水河干流清水江口～梧州段规划的天生桥坝盘(天生桥一级)、天生桥坝索(天生桥二级)、平班、龙滩、岩滩、大化、百龙滩、恶滩(乐滩)、桥巩、大藤峡、长洲等十一个梯级均已建成，各已建电站的通航建筑物除龙滩电站外均已建成并通航。

在龙滩水电站一期工程建设时，通航建筑物规模为 500t 级，布置于枢纽的右岸，采用带中间渠道的二级垂直提升式升船机。通航建筑物主要由上游引航道、通航坝段(第一级升船机上闸首)、第一级升船机、中间渠道、第二级升船机及下游引航道等部分组成。两级升船机之间由中间渠道连接，第一级升船机最大提升高度

63m，第二级 93m，通航建筑物跨越总水头 156.00m。500t 级通航建筑物的通航坝段、上游引航道建筑物、中间渠道边坡等随电站一期工程同时建设并已通过验收，500t 级通航建筑物的剩余部分于 2016 年重新开工建设，至今主要进行了第二级升船机基坑开挖及施工临时工程。

2017 年 9 月，国家发展和改革委员会组织国家能源局、交通运输部、广西壮族自治区、贵州省等对红水河航运建设情况进行了调研，10 月 9 日下发了发改办基础〔2017〕1641 号《国家发展改革委办公厅关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整前期工作的通知》，将龙滩枢纽通航建筑物由通航 500 吨级船舶调整为通航 1000 吨级船舶(特殊船型)。

1.2 评价目的

a) 分析论证龙滩通航建筑物工程建设与法律法规、政策文件、相关规划、生态分区管控要求等的符合性；

b) 调查龙滩通航建筑物工程所在区域的环境现状，对龙滩水电站一期工程建设运行进行回顾性评价，同时预测评价本工程建设运行可能产生的环境影响；

c) 研究提出可行、有效的环境影响减缓对策措施，以尽可能降低不利环境影响；

d) 为地方政府及主管部门决策提供技术支持，为建设、运营单位进行环境管理提供科学依据。

1.3 编制依据

1.3.1 法律法规

《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月)

《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月)

《中华人民共和国水法》(2016 年 7 月)

《中华人民共和国水污染防治法》(2018 年 1 月)

《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年 10 月)

《中华人民共和国噪声污染防治法》(2021 年 12 月)

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 9 月)

《中华人民共和国水土保持法》(2011 年 3 月)

《中华人民共和国土地管理法》(2020 年 1 月)

《中华人民共和国森林法》(2019 年 12 月)

《中华人民共和国湿地保护法》(2022 年 6 月 1 日)

《中华人民共和国野生动物保护法》(2023 年 1 月)

《中华人民共和国渔业法》(2013 年 12 月)

《中华人民共和国防洪法》(2016 年 7 月)

《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 10 月)

《基本农田保护条例》(2011 年 1 月)

《危险化学品安全管理条例》(2013 年 12 月)

《中华人民共和国河道管理条例》(2018 年 3 月)

《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017 年 10 月)

《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(2013 年 12 月)

《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(2016 年 2 月)

1.3.2 部门规章与政策性文件

《建设项目环境影响评价分类管理名录》(生态环境部令第 1 号，2021 年 1 月 1 日)；

《国家重点保护野生动物名录》(2021 年 2 月 1 日，国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 3 号)；

《国家重点保护野生植物名录》(2021 年 9 月 7 日，国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 15 号)；

《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》(水利部、国家计委水政〔1992〕7 号，2017 年 12 月 22 日修正)；

《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环境保护部发〔2017〕77 号)；

《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环境保护部发〔2012〕98 号)；

《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》(交通运输部 2015 年第 25 号)；

《饮用水水源保护区污染防治管理规定》(国家环保局、卫生部、建设部、水利部、地质矿产部(89)环管字第 201 号，2010 年 12 月 22 日修订)；

《关于进一步加强分散式饮用水水源地环境保护工作的通知》(环境保护部环办〔2010〕32 号)；

《广西壮族自治区人民政府关于同意调整(划定、撤销)有关饮用水水源保护区的批复》(桂政函〔2019〕114 号)；

《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 号，2019 年 1 月 1 日起施行)。

1.3.3 地方法律法规

《广西壮族自治区环境保护条例》(2019 年 7 月 25 日修正)；

《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》(2017 年 5 月 1 日)；

《广西壮族自治区森林管理办法》(2004 年 6 月 3 日修正)；

《广西壮族自治区水功能区监督管理办法》(2018 年 1 月)；

《广西壮族自治区森林和野生动物类型自然保护区管理条例》(2010 年 9 月 29 日修正)；

《广西壮族自治区重点保护野生动物名录》(2022 年第 4 号)；

《广西壮族自治区重点保护野生植物名录》(桂政发〔2023〕10 号)；

《广西壮族自治区野生植物保护办法》(2016 年修正)；

《广西壮族自治区实施<中华人民共和国水土保持法>办法》(2010 年修正)。

1.3.4 评价技术规范

《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)

《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS/T 105-2021)

《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)

《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)

《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)

《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)

《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》(HJ710.7-2014)

《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)

《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)及修改单

《声环境质量标准》(GB 3096-2008)

《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T 169-2018)

《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)

《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)

《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)

《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)

《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002)

《生态环境状况评价技术规范》(HJ 192-2015)

《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)

1.3.5 相关规划、区划

《全国国土空间规划纲要(2021-2035 年)》；

《全国生态功能区划(修编版)》(2015 年 11 月)；

《水污染防治行动计划》(国发〔2015〕17 号)；

《大气污染防治行动计划》(国发〔2013〕37 号)；

《贵州水运发展规划(2012-2030 年)》；

《广西综合交通运输发展“十四五”规划》；

《河池港总体规划(2019-2035 年)》；

《全国内河航道与港口布局规划》；

《珠江-西江经济带岸线保护与利用规划》；

《广西壮族自治区国土空间规划(2021—2035 年)》(国函〔2023〕149 号)；

《广西壮族自治区生态功能区划》(2018 年 2 月 14 日)；

《广西壮族自治区主体功能区规划》(2012 年 12 月)；

《广西壮族自治区水功能区划》(2016 年)；

《河池市国土空间总体规划(2021—2035 年)》(桂政函〔2024〕22 号)。

1.3.6 其他资料

《红水河龙滩水电站初步设计报告》(1989 年)；

《红水河龙滩水电站环境影响报告书》(1989 年)；

《红水河龙滩水电站环境影响复核及补充评价报告书》(2000 年)；

《红水河龙滩水电站可行性研究补充设计报告》(2000 年)；

《红水河龙滩水电站库区水资源保护措施专题研究》(2002 年)；

《红水河龙滩水电站水资源论证报告书》(2006 年)；

《红水河龙滩水电站施工区环境保护规划专题报告》(2001 年)；

《红水河龙滩水电站对自然保护区影响评价专题报告》(2000 年)；

《红水河龙滩水电站贵州库区自然保护区保护规划设计》(2004 年)；

《龙滩水电站广西库区水库淹没区珍稀野生植物及古树资源调查报告》(2006 年)；

《龙滩水电站水库淹没区(广西部分)珍稀野生植物及古树资源调查与迁地保护方案》(2006 年)；

《红水河龙滩水电站塘英野生珍稀植物保护园生态营造工程竣工报告》(2009 年)；

《龙滩水电站水库淹没区广西雅长部分珍稀野生植物迁地保护工程竣工报告》(2007 年)；

《广西龙滩自然保护区野生珍稀植物迁地保护项目竣工报告》(2008 年)；

《红水河干流水电梯级开发对生态环境影响的调查研究报告》(2008 年)；

《红水河龙滩水电站库区水产养殖容量规划报告(2011 年～2025 年)》(2010 年)；

《红水河龙滩水电站枢纽工程水土保持设施验收技术评估报告》(2010 年)；

《红水河龙滩水电站移民安置工程水土保持设施验收技术评估报告》(2011 年)；

《红水河龙滩水电站工程枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》(2011 年)；

《红水河龙滩水电站库区水温结构及坝下水温变化系统观测研究报告》(2013 年)；

《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》(2014 年)；

《红水河龙滩水电站水质保护措施专题研究报告》(2014 年)；

《红水河龙滩水电站水库鱼类资源保护措施专题报告》(2014 年)；

《红水河龙滩水电站水质保护规划》(2016 年)；

《红水河龙滩水电站环境影响后评价报告》(2018 年)；

《天峨县城区饮用水水源保护区技术报告》(2019 年)；

《广西南环检测科技有限公司监测报告 龙滩水电站 8#、9#机组建设工程环境影响评价环境现状监测》(2023 年)；

《广西南环检测科技有限公司监测报告 龙滩通航建筑物环境质量补充监测》(2023 年)；

《广西南环检测科技有限公司监测报告 龙滩通航建筑物环境质量补充底泥和地表水监测》(2023 年)。

1.4 环境功能区划

1.4.1 地表水环境功能区划

根据《广西壮族自治区水功能区划》，红水河龙滩水电站库区及坝下河段水功能区划见表 1.4.1。

表 1.4.1 龙滩水电站库区及坝下河段水功能区划表

功能区名称	流域	水系	河流	河段	范围			
					起始断面	终止断面	长度(km)	水质目标
红水河天峨龙滩库区保留区	珠江	西江	红水河	红水河	天峨县六硐河汇入红水河口	天峨县龙滩坝址	27	III
红水河天峨开发利用区/(陇麻坡饮用水水源保护区)	珠江	西江	红水河	红水河	天峨县龙滩坝址	天峨县六排镇	14	II、III
红水河天峨-大化保留区	珠江	西江	红水河	红水河	天峨县六排镇	大化县贡川乡	204	III

注：地表水水质标准为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)。

1.4.2 大气环境功能区划

项目区域尚未划定大气环境功能区，项目区域主要为农村地区，依据《环境空气质量功能划分原则与技术方法》(HJ14-1996)，项目区域应为二类环境空气质量功能区。

1.4.3 声环境功能区划

项目区域尚未划定声环境功能区，根据《声环境质量标准》(GB3096-2008)、《声环境功能区划分技术规范》(GB/T15190-2014)，评价区域内临红水河航道侧河堤护栏或堤外坡脚外 40m 范围内的区域划分为 4 类声功能区，其它区域划分为 2 类声功能区。

1.4.4 生态环境功能区划

根据《广西壮族自治区主体功能区划》，本项目位于国家级限制开发区域(重点生态功能区)。依据《广西壮族自治区生态功能区划》，项目位于土壤保持功能区。根据《河池市生态功能区划》，项目位于水源涵养与生物多样性保护功能区。

1.5 评价标准

1.5.1 地表水环境

1.5.1.1 环境质量标准

根据《广西壮族自治区水功能区划》，本项目影响范围内地表水属于红水河天峨开发利用区，该开发利用区水质目标为 II 类或 III 类，执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II 类或 III 类标准。其中，该区内集中式生活饮用水地表水源地一级保护区执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II 类标准，二级保护区、准保护区和非保护区水域执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准。根据《广西天峨县县城饮用水水源保护区调整技术报告》和《天峨县人民政府办公室关于印发天峨县集中式地表水饮用水水源地突发环境事件应急预案的通知》(附件13)，陇麻坡县级饮用水水源保护区均执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准。

综合判定，本项目地表水评价范围内的陇麻坡饮用水水源一级保护区执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II 类标准，其它水域执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准

本项目悬浮物(SS)评价标准参照执行《地表水资源质量标准》(SL63-94)中的三级标准(SS≤30mg/L)。

表 1.5.1-1 地表水环境质量标准部分限值(GB3838-2002) 单位：mg/L

项目	III 类	II 类
pH(无量纲)	6～9	6～9
溶解氧	≥5	≥6
化学需氧量	≤20	≤15
五日生化需氧量	≤4	≤3
氨氮	≤1.0	≤0.5
TP	≤0.2	≤0.1
石油类	≤0.05	≤0.05
粪大肠菌群(个/L)	≤10000	≤2000

1.5.1.2 废(污)水排放、回用标准

本项目下游有陇麻坡饮用水水源保护区，砂石加工系统和弃渣场分别距陇麻坡饮用水水源一级保护区取水口约 8km 和 10.3km。为保护陇麻坡饮用水水源保护区水

质，本工程废污水经处理后全部回用，不外排。

施工废污水处理后的回用方式主要为砂石料加工系统、混凝土系统冲洗、车辆冲洗、绿化、施工道路和现场降尘、建筑物施工等，应满足相应的回用和再生利用标准要求。砂石加工废水、混凝土拌和等产生的废水可参考《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)规定后回用。含油废水、基坑排水执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中车辆冲洗标准回用场地冲洗或绿化用水或洒水降尘。施工期生活污水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)相关标准回用于绿化。运行期业主生活污水按照现有龙滩电厂生活污水处理方式处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A 排放标准最终回用于绿化。

1.5.2 环境空气

工程区不涉及自然保护区、风景名胜区及其他需要特殊保护的区域，工程区大气环境执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准及其修改单要求。大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的无组织排放标准。标准限值详见表 1.5.2-1 和 1.5.2-2。

表 1.5.2-1 环境空气质量评价标准

污染物名称	标准限值 CO mg/m³，其它 μg/m³		
	年平均值	24 小时平均值	1 小时平均值
SO_2	60	150	500
NO_2	40	80	200
CO	/	4	10
PM_{10}	70	150	/
TSP	200	300	/

注：二级标准适用于居住区、商业交通混合区、文化区、一般工业区和农村地区。

表 1.5.2-2 大气污染物综合排放标准(GB16297-1996)(摘录)

污染物	SO_2	NO_x	PM_{10}	沥青
无组织排放监控浓度限值(mg/m³)	0.40	0.12	1.0	不得有明显无组织排放存在

1.5.3 声环境

评价区域内临红水河航道侧堤外坡脚外 40m 范围内以及交通道路两侧 40m 范围

内执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 4a 类标准；其它区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准。

表 1.5.3-1　声环境标准限值(摘录)　　单位：Leq[dB(A)]

类别	昼间	夜间
4a 类	70	55
2 类	60	50

施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准。

表 1.5.3-2　噪声排放标准限值

阶段	执行标准及级别	单位	标准限值	
			昼	夜
施工期	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)	dB(A)	70	55

1.5.4　固体废物

一般固体废物处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)；危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)；生活垃圾根据处置方式执行《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008)或《生活垃圾焚烧污染控制标准》(18485-2014)及 2019 年修改单。

1.6　环境影响识别和评价因子筛选

1.6.1　环境影响识别

本项目环境影响识别见表 1.6.1-1，污染物排放特征见表 1.6.1-2。

表 1.6.1-1　项目环境影响因子识别

工程环节		可能产生的环境影响	环境因子
施工期	施工营地、施工辅助设施建设	植被破坏、动物生境干扰、水土流失	生态环境
	围堰	水污染	水环境
	基坑开挖、回填	扬尘、废气、水污染、噪声	大气、水、声、生态环境
	主体工程施工	扬尘、废气、水污染、噪声	大气、水、声、生态环境
	材料运输、施工	扬尘、废气、噪声	大气、声环境
运行期	升船机运管	生活垃圾	固体废物
		生活污水	水环境
	船舶过升船机	船舶噪声	声环境
		船舶废气	大气环境
		风险事故	大气、水、生态环境

表 1.6.1-2　项目污染物排放特征

阶段	种类	来源	主要污染因子	排放位置	污染程度
施工期	噪声	运输、施工机械		施工现场	严重
	空气	运输、施工机械	TSP	施工现场	旱季扬尘严重
		配料	TSP	施工生产区	中度
	废污水	施工人员	COD、BOD_5、氨氮	生活区	轻度
		配料		施工生产区	轻度
		构造物施工		施工现场	轻度
	固体废物	生活垃圾		生活区	轻度
		施工废物		建筑垃圾	中度
		运输散落		材料运输路段	中度
运行期	噪声	升船机噪声		升船机、引航道	中度
	空气	船舶废气	NO_2、SO_2	升船机、引航道	轻度
	废污水	管理人员	COD、BOD_5、氨氮	生活区	轻度
	风险	溢油事故	液体危险品、石油类	事故发生点	中度

1.6.2　评价因子筛选

本项目环境影响评价因子矩阵筛选见表 1.6.2-1。

表 1.6.2-1　环境影响的矩阵筛选

时段	影响因素	自然环境										
		水文	泥沙	水质	陆生植物	陆生动物	水生生物	环境空气	声环境	土地利用	水土流失	环境质量
施工期	场地建设				◆	◆				◆	◆	
	通航施工	◇	◇	◇	◇	◇	◆	◇	◆	◇		
	机械/修理			◇		◇		◇	◆	◇		
	施工人员			◇		◇						
	固体废渣									◆	◆	
	废水污水			◇								
	对外交通				◆	◇		◇	◇	◇	◆	
运行期	通航过船	◇	◇	◇		◇	◇		◇			◇
	车辆交通						◇		◇			◇

注：空白—基本无影响；◇—较小不利影响；◆—显著不利影响

经筛选，确定本评价主要内容见表 1.6.2-2。

表 1.6.2-2　环境影响评价因子筛选

环境要素	现状	建设期	运行期
生态环境	调查周边是否存在生态敏感区、植被分布、种群、种类；野生动物种类、分布及生境；鱼类及水生动物种类、分布及生境(含鱼类三场)；农业、林业现状；土壤及地形地貌，耕地分布情况等	植被破坏	植被恢复
		野生动物及生境	野生动物及生境
		鱼类、水生生物及生境	鱼类、水生生物及生境
		土地占用、农林业生产	防护工程及农业土地复垦
		土壤及地貌	地形整治及植被恢复
		耕地占用	恢复、补偿
地表水环境	pH、SS、DO、石油类、COD、BOD_5、NH_3-N、TP	项目施工生产生活污水：pH、SS、石油类、COD、BOD_5、NH_3-N、TP 等	管理人员生活污水：COD、BOD_5、NH_3-N 等
声环境	等效连续 A 声级 L_{Aeq}	施工噪声：等效连续 A 声级 L_{Aeq}	船舶交通噪声：等效连续 A 声级 L_{Aeq}
大气环境	NO_2、TSP、SO_2、PM_{10}	TSP	船舶废气：SO_2、NO_2
事故风险	-	-	船舶溢油事故

1.6.3　评价重点

根据项目建设对环境要素的影响，施工期以生态环境、大气环境、声环境及地表水环境影响为重点；运行期以事故风险、声环境影响及污染防治措施为重点。

表 1.6.3　环境影响要素和评价重点

序号	评价重点	重点评价内容
1	生态环境	拟建工程建设和营运对评价区野生动植物、鱼类和水生生物影响评价及保护措施
2	地表水环境	施工及营运对水环境保护目标的影响，运行期危险化学品运输风险应急预案以及对水环境污染防治措施进行论证
3	声环境	施工期噪声、运行期船舶交通噪声对评价区重要敏感点等保护目标的影响，预测影响范围、程度及采取的环境保护措施等

1.7　评价等级

1.7.1　地表水环境

本项目建设运行不改变红水河整体水文情势，但依据《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018)，通航建筑物工程为水文要素影响型建设项目。

a) 水文要素影响型评价等级判定

本工程不涉及水温、径流要素，判定要素为工程扰动水底面积。本工程扰动水

底项目主要为通航建筑物下游口门区整治石方水下开挖炸礁和因围堰压占清挖下游引航道水下作业，根据施工组织设计，水下炸礁和清挖扰动总面积约 0.0331km^2。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)中“表 2 水文要素影响型建设项目评价等级判定表”，本工程扰动水底面积 A_2=0.0331km^2≤0.2km^2(湖库/河流)，因此判定地表水水文要素影响型评价等级为三级。

b) 水污染影响型评价等级判定

工程施工过程中产生的生产废水和生活污水统一收集处理后回用，不外排。工程运行期自身不产生废污水，废污水来源主要为过闸船舶发生溢油事故而对地表水环境造成影响；此外，工程运行期管理人员生活污水通过龙滩电厂现有生活污水处理系统达标处理后回用于绿化，不新增排污口。因此根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)中“表 1 水污染影响型建设项目评价等级判定表”，本工程排放方式为间接排放，判定地表水水污染影响型评价等级为三级 B。

1.7.2 大气环境

本工程为通航建筑物建设项目，本身无污染物排放。工程运行期主要为过闸船舶产生的少量 NO_x、SO_2 排放。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)，确定本项目大气环境影响评价等级为三级。

1.7.3 声环境

本项目所处声功能区为《声环境质量标准》(GB3096-2008)中规定的 4a 类和 2 类声功能区。项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量、受影响人口数量均变化不大。根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)，确定本项目声环境影响评价等级为二级。

1.7.4 生态环境

a) 陆生生态环境影响评价等级

本工程占地总面积 19.12hm^2，小于 20km^2；工程建设及影响范围(包括主体通航建筑物工程、辅助工程、环境保护工程等)不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境、国家一级和二级生态公益林、国家 I 级和 II 级保护林地等生态保护目标。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)中的评价

等级判定依据，陆生生态评价等级为三级。但龙滩水电站坝下约 5km 处有龙滩大峡谷国家森林公园，该森林公园位于本工程麻村砂石加工系统下游约 580m；龙滩水电站坝址上游约 1km 处有广西龙滩自治区级自然保护区，已建的上游引航道距离该保护区约 280m。综合考虑工程建设运行对陆生生态的影响，评价等级上调一级。因此，本项目陆生生态评价等级为二级。

b) 水生生态环境影响评价等级

本项目属于水文要素影响型建设项目，工程建设运行基本不改变水文情势，且地表水评价等级为三级，因此水生生态评价等级为三级。考虑到龙滩水电站坝下约 15.5km 处有天峨四桥鱼类产卵场，水生生态评价等级上调一级。因此，本项目水生生态评价等级为二级。

1.7.5 地下水环境和土壤环境

根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》(HJ 610-2016)和《环境影响评价技术导则-土壤环境(试行)》(HJ 964-2018)，本工程地下水环境影响评价项目类别和土壤环境影响评价项目类别均为 IV 类，故本次不做地下水和土壤环境影响评价。

1.7.6 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169－2018)，工程施工期和运行期 Q 值均小于 1(计算详见 8.1.2 节)，因此根据 Q 值判定，环境风险潜势为 I。但因本工程下游 10km 内分布有陇麻坡县级饮用水水源保护区，即地表水环境为 E1 环境高度敏感区，因此根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169－2018)综合判定本项目环境风险潜势为 III，确定环境风险评价工作等级为二级。

1.8 评价范围

根据《环境影响评价技术导则》HJ2.1-2016、HJ2.2-2018、HJ2.3-2018、HJ2.4-2021、HJ19-2022 中评价范围的划分原则和本项目现场踏勘调查实际情况，确定本项目评价范围如下：

1) 地表水环境影响评价：上游引航道末端以上 500m 至陇麻坡饮用水水源保护区取水口处，不涉及广西龙滩自治区级自然保护区和龙滩大峡谷国家森林公园。

2) 声环境及大气环境影响评价：本项目大气环境为三级评价，因此不需设置评价范围；声环境评价范围为通航建筑物及引航道外侧 200m 以内范围及施工作业点外

200m 以内范围，不涉及广西龙滩自治区级自然保护区和龙滩大峡谷国家森林公园。

3) 陆生生态影响评价：以评价区域与周边环境的生态完整性为原则，本次陆生生态评价范围为龙滩坝下至天峨二桥向外扩展至第一级分水岭，并根据《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ 19-2022)中评价范围的划分标准将龙滩大峡谷国家森林公园内工程线路中心线向两侧外延 1km 的范围纳入评价范围。

4) 水生生态影响评价：红水河天峨四桥附近有 1 处小规模产粘砾石性鱼类产卵场，自天峨四桥起至下游河段，长度约为 900m。考虑水生生态完整性，将该产卵场纳入评价范围，因此水生生态评价范围为龙滩坝前 500m 至天峨四桥下游 1000m 的红水河干流，全长约 14km。

5) 环境风险评价：项目本身不存在物质性危险性和功能性危险源，风险概率的发生由间接行为导致，主要为船舶在通航建筑物内发生事故导致危险品泄露对水体造成污染等。因此环境风险评价范围与水环境评价范围一致。

1.9 环境保护目标

1.9.1 水环境保护目标

本次评价地表水环境保护目标为龙滩坝址上游工程上游引航道段至坝下约 15km 的红水河河段，其中包括陇麻坡饮用水水源保护区，且陇麻坡饮用水水源保护区一级保护区为重点保护目标。

1.9.2 大气及声环境保护目标

本项目施工场地位于原龙滩水电站施工征地范围内。根据龙滩水电站环境影响报告书编制阶段及龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收阶段的调查，龙滩水电站工程建设涉及区域没有学校、医院及集中居民点等环境空气敏感目标分布。根据龙滩水电站施工期环保水保监理资料、龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收调查报告以及现场调查，本项目施工征地红线外直线距离 500m 内大气及声环境敏感目标为纳昔居民点。

1.9.3 生态环境保护目标

结合工程建设特征，分析确定本工程的生态环境保护敏感目标主要是古树、重要物种、鱼类三场，以及龙滩大峡谷国家森林公园和广西龙滩自治区级自然保护区。

本工程环境保护目标具体情况见表 1.9。

表 1.9　环境保护目标一览表

环境要素	敏感目标		规模及特征	位置关系	主要影响源	保护要求
水环境	红水河	龙滩坝址上游的工程上游引航道段	属于红水河天峨龙滩库区保留区，执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准	上游引航道所在河段	废污水未经处理事故排放；运行期风险事故	废污水经处理后回用；做好运行期风险防范应急措施；地表水环境质量满足相应标准要求
		龙滩坝址至陇麻坡饮用水水源保护区上游边界段	属于红水河天峨开发利用区，执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准	下游引航道所在河段		
		陇麻坡饮用水水源保护区二级保护区	陇麻坡饮用水水源保护区为龙滩大桥至天峨县城河段，长约 10km(航道水域除外)。其中，一级保护区长约 1km	下游引航道清挖及锚地处距离二级保护区上游边界约 3.5km		
		陇麻坡饮用水水源保护区一级保护区		下游引航道清挖及锚地处距离一级保护区上游边界约 10km		
		陇麻坡饮用水水源保护区下游边界段至天峨县城	属于红水河天峨-大化保留区，执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准	距下游引航道清挖及锚地处约 11.5km		
大气和声环境		纳昔居民点	龙滩水电站移民新村，主要为原大法坪屯和大房子屯移民，共计约 115 人	与工程施工区高差大于 50m，位于施工区以上	施工噪声、粉尘	大气和声环境质量满足相应标准要求
生态环境	陆生植物	黄葛树、湖南山核桃、铁榄	古树	处于工程施工范围周边、半里乔木移植基地内(具体见表 4.2.2-5)	施工扰动	资源量不低于现状水平
	重要物种	长瓣兜兰、硬叶兜兰、柄翅果、福建柏、掌叶木、香果树、金毛狗、红椿、建兰、春兰、滇金石斛、束花石斛、桫椤等	国家重点保护野生植物	半里乔木移植基地内	施工扰动	
		黑冠鹃隼、黑鸢、雀鹰、蛇雕、斑头鸺鹠、领鸺鹠、褐林鸮、红隼、画眉、红嘴相思鸟、豹猫	国家二级保护野生动物、重要物种	工程江段及下游	施工扰动	
		花鳗鲡、斑鳢(国家二级)、唇鲮、巨修仁鮡(自治区级)日本鳗鲡(濒危)、暗色唇鲮(易危)、长鳍光唇鱼(易危)	重点保护野生动物、重要物种	工程江段及下游	施工扰动	
	鱼类三场	自天峨四桥起至下游河段鱼类产卵场	长度约为 900m，主要产卵鱼类为四须盘鮈、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、斑鳢等	工程下游约 15.5km	/	生境不低于现状水平
	生态敏感区	龙滩大峡谷国家森林公园	国家森林公园；森林生态系统及珍稀濒危动植物	工程麻村砂石加工系统下游约 580m	/	避免影响森林公园内的生态系统稳定性和生物多样性
		广西龙滩自治区级自然保护区	自治区级自然保护区；水源涵养林和猕猴	龙滩水电站坝址上游约 1km，位于龙滩库区内，距已建上游引航道约 280m	/	避免影响保护区内的生态系统稳定性和生物多样性

1.10　评价水平年

本工程环境影响评价期限分为施工期、运行期。现状评价水平年为 2023 年；施工期预测水平年为施工高峰年；运行期预测水平年为工程建成后的第一年。

1.11　评价程序

按照《中华人民共和国环境影响评价法》和《环境影响评价技术导则》的要求，本工程环境影响评价程序见图 1.11-1。

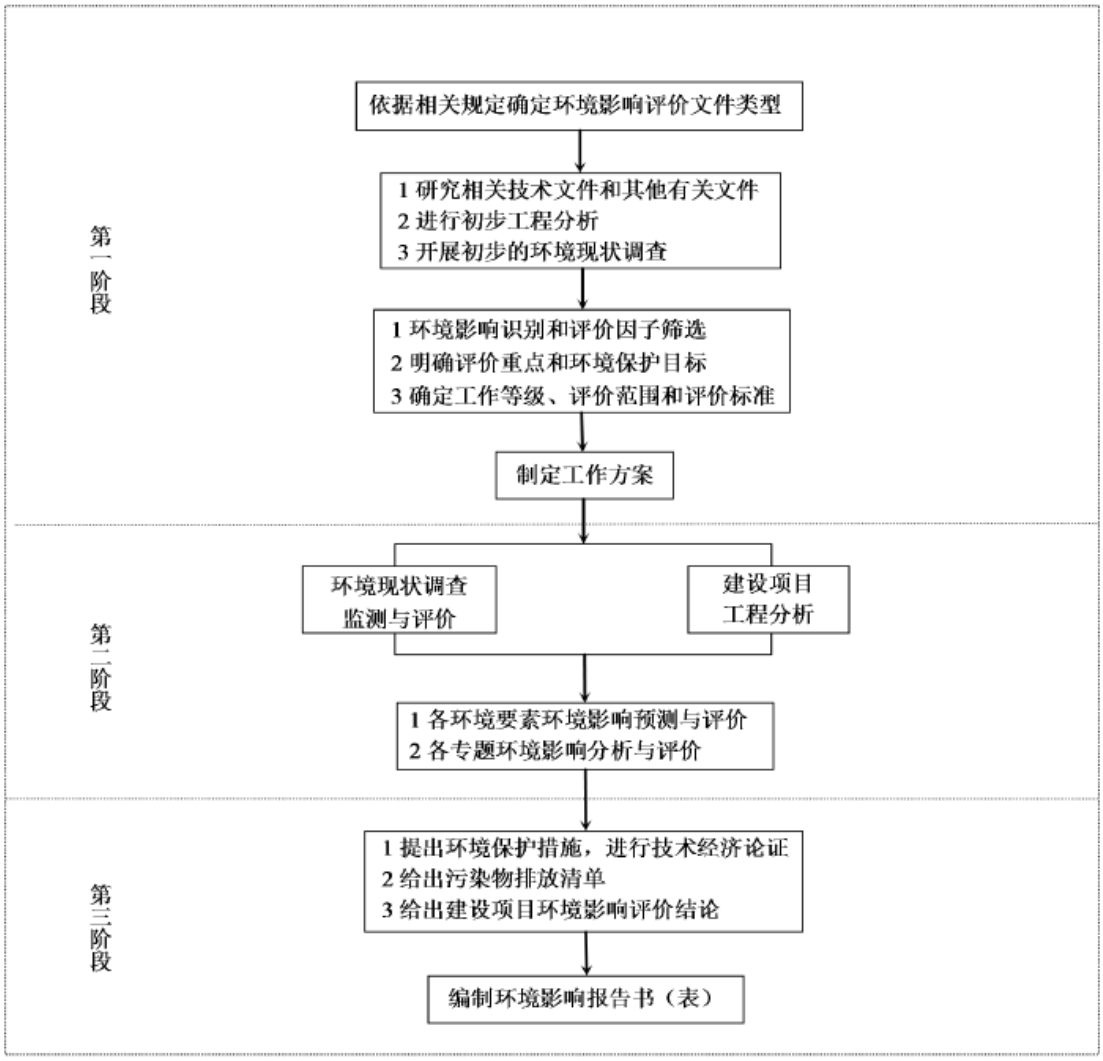


图 1.11-1　环境影响评价工作程序图

2 工程概况

2.1 流域规划及建设情况

2.1.1 流域规划概况

红水河为珠江水系西江的干流，位于东经 102.5º10′～109º30′，北纬 23º04′～26º50′之间，横跨滇、黔、桂三省(区)。

红水河正源南盘江发源于云南省，流经双江口与北盘江汇合后称红水河，沿干流而下先后纳入蒙江、曹渡河、布柳河、灵歧河、刁江、清水河等支流，于广西与柳江汇合后称黔江，于桂平纳入郁江后称浔江，至梧州纳入桂江后称西江。

红水河干流包括南盘江在内，河长 1553km，流域面积 144470km^2，占整个西江流域面积的 38.4%，其中云南省 49081km^2，贵州省 44596.12km^2，广西壮族自治区 50792.86km^2。

红水河流域水量丰沛，落差集中，自天生桥一级水电站(高坝方案的正常蓄水位 780m)至大藤峡水电站(天然枯水位 23.5m)共有总落差 756.5m，可开发的水力资源约 10000MW 以上，年发电量约 600 亿 kW·h 左右，是我国水电资源中的“富矿”之一。

1981 年，经国家能委、国家计委联合审查，并经国务院批准，《红水河综合利用规划报告》提出红水河以发电为主，兼有防洪、灌溉、航运等综合利用效益，确定了红水河干流按照十级开发的方案：天生桥一级(坝盘)、天生桥二级(坝索)、平班、龙滩、岩滩、大化、百龙滩、乐滩(恶滩)、桥巩、大藤峡。1987 年，原水利电力部珠江水利委员会提出了《西江干流大藤峡至高要段综合利用规划报告》，红水河下游桂平至西江干流高要河段采取长洲、龙湾两级开发方案。

2013 年 3 月，国务院以“国函〔2013〕37 号”批复了《珠江流域综合规划(2012～2030 年)》(以下简称《规划》)，《规划》提出流域规划任务为：西江流域干流宜良以上河段的治理、开发任务以防洪、灌溉为主，结合发电；宜良至黄泥河口以发电为主，结合供水；黄泥河口以下以发电为主，结合水资源配置和航运等综合利用。西江干流中段的治理、开发和保护任务以防洪、发电、水资源配置为主，结合航运和灌溉以及水资源保护、生态环境修复等。根据《规划》，西江流域规划以南盘江柴石滩和天生桥一级、红水河龙滩、北盘江光照、右江百色为龙头水库，充分发挥其洪、枯水调节能力强的特点，提高防洪、发电、水资源配置、航运、供

水、灌溉及水环境等综合效益；其它主要干支流河段，可结合水资源的综合利用进行径流式梯级开发。西江内河航道布局以西江航运干线、右江、北盘江～红水河、柳江～黔江等国家高等级航道(三级及以上航道)为核心，以左江、南盘江等区域重要航道为基础，以一般航道为补充，并与珠江三角洲高等级航道网相通，逐步形成与区域经济社会和综合运输发展相协调，干支相通、通江达海的航道体系。

《规划》在水力发电规划中提出红水河、黔江河段是珠江流域水力资源最丰富的河段，梯级开发方案为以多年调节水库龙滩(现状为年调节)为龙头，岩滩、大化、百龙滩、乐滩、桥巩、大藤峡共 7 级开发，总装机容量 1153 万 kW，年发电量 429 亿 kWh，保证出力 361 万 kW。

《规划》在航运规划中提出珠江水系内河航道布局以“一横一网三线”国家高等级航道(三级及以上航道)为核心，以区域重要航道为基础，以一般航道为补充，远景视需要适时研究开掘平陆、赣粤、湘桂运河的可能性，形成与区域经济社会和综合运输发展相协调，干支相通、通江达海的珠江水系航道体系。规划航道布局中的“一横”为西江航运干线(南宁至广州)，“一网”为珠江三角洲高等级航道网，“三线”为右江(剥隘至南宁)河段、北盘江－红水河(百层至石龙三江口)河段和柳江－黔江(柳州至桂平江口)河段。

2023 年 8 月，经国务院同意，国家发展和改革委员会和交通运输部联合批复了《全国内河航道与港口布局规划》，将南盘江(平班电站-蔗香两江口)、北盘江(董箐电站-蔗香两江口)、红水河(蔗香两江口-来宾)规划为三级航道。

红水河梯级电站地理位置示意图 2.1.1-1，梯级纵剖面图见图 2.1.1-2，推荐方案梯级主要技术经济指标表见表 2.1.1。



图 2.1.1-1　红水河梯级电站地理位置示意图

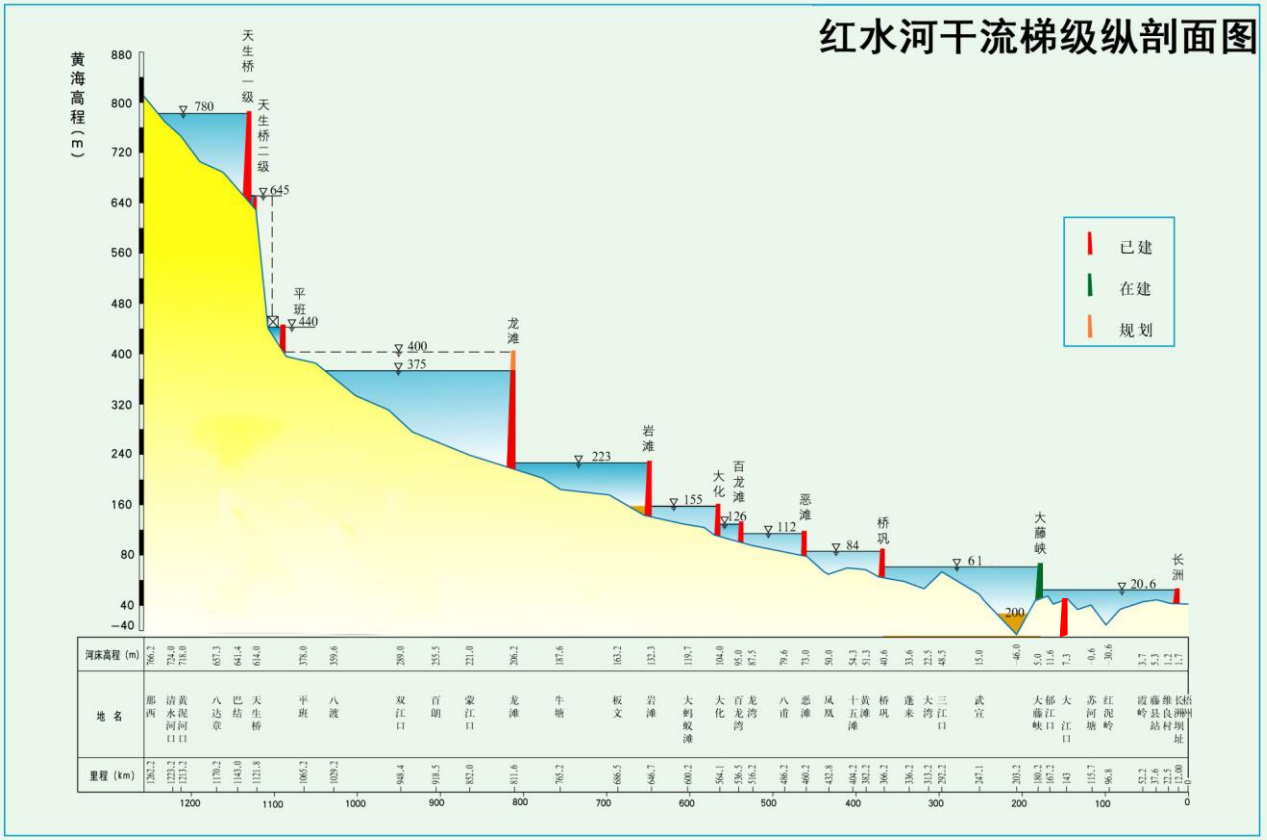


图 2.1.1-2　红水河梯级纵剖面图

表 2.1.1　红水河梯级水电规划方案主要技术经济指标表

阶段	项　目	单位	天生桥一级	天生桥二级	平班	龙滩	岩滩	大化	百龙滩	乐滩	桥巩	大藤峡	长洲	合计
规　划	正常蓄水位	m	780	640	440	400	223	155	125	112	83	57.6	22.6	
	装机容量	MW	1080	1320	400	4000	1500	600	180	560	500	1200	765	12105
	防洪库容	亿 m^3				100						10		
设计成果	正常蓄水位	m	780	645	440	400	223	155	126	112	84	61	20.6	
	装机容量	MW	1200	1320	405	6300	1810	566	192	600	480	1600	630	15079
	防洪库容	亿 m^3				70						15		
	通航建筑物等级(近期/远期)	t				1×1000	1×250/1×1000	1×250/2×250	2×250/2×500	2×250/2×500	500	2000	1×1000+1×2000	
	灌溉面积	万亩								128.79		203.01	25.8	
	多年平均发电量	亿 kWh	52.26	66	16.03	187.1	74.40	25.46	9.42	29.91	24.01	60.55	30.16	
	装机利用小时	h	4355	5000	3958	2970	4110	4498	4906	4985	5002	3784	4787	
	坝　型		混凝土面板堆石坝	混凝土重力坝	混凝土重力坝	碾压混凝土重力坝	混凝土重力坝	混凝土重力坝	重力坝	重力坝	重力坝	重力坝	重力坝	
	最大坝高	m	178	60.7	62.2	192/216.5	110	50.3	41.8	63	69.6	92.6	49.3	
	总库容	亿 m^3	90	0.26	2.78	183.5/298.3	34.3	8.74	0.695	9.5	8.51	25.29	56	
	调节性能	-	不完全多年	日	日	年/多年	季/日	日	日	日	日	日	日	

表 2.1.1(续)

阶段	项　目	单位	天生桥一级	天生桥二级	平班	龙滩	岩滩	大化	百龙滩	乐滩	桥巩	大藤峡	长洲	合计
目前已实施	正常蓄水位	m	780	645	440	375	223	155	126	112	84	61	20.6	
	装机容量	MW	1200	1320	405	4900	1210+600	566	192	600	480	1600	630	13703
	调节库容	亿 m^3	57.96	0.08	0.268	112	4.25	0.37	0.042	0.46	0.27	15	1.33	
	防洪库容	亿 m^3				50						15		
	通航建筑物等级	t					250	500	500	500	500	3000	1×1000+1×2000	
	建成时间	-	2000.12	2000.12	2005.8	2008.12	1995.6扩建工程2014.06投产	1985.6扩建工程2009.06投产	1999.5	2005.12	2009.12	2023.9	2009.10	

2.1.2 流域水电工程建设情况

2.1.2.1 天生桥一级水电站

天生桥一级水电站坝址位于广西隆林县与贵州安龙县交界的南盘江干流上，距下游天生桥二级水电站首部枢纽 7km，坝址控制流域面积 50139km^2。工程以发电为主，兼有防洪、拦沙、航运及旅游等综合效益。电站装机容量 1200MW，多年平均年发电量 51.46 亿 kW·h。

水库正常蓄水位 780m，死水位 731m，总库容 102.57 亿 m^3，调节库容 57.96 亿 m^3，具有多年调节能力。水库淹没区涉及到广西的隆林县和西林县、贵州的兴义市和安龙县、云南的罗平县和师宗县。淹没耕地面积 5356.7hm^2，园地 90.9hm^2，各种林地 4366.5hm^2，淹没乡政府驻地 9 个，移民 48194 人。

枢纽工程由混凝土面板堆石坝、右岸的开敞式岸边溢洪道、防空隧洞，左岸引水发电系统和地面厂房组成。最大坝高 178m，电站为坝后式地面厂房。电站于 1991 年 6 月开工，于 1998 年 12 月第一台机组正式投入发电，2000 年 2 月全部建成。工程总投资 83.58 亿元。

2.1.2.2 天生桥二级水电站

天生桥二级水电站坝址在左岸属于贵州省安龙县、右岸属于广西壮族自治区隆林县。电站为大型引水式开发工程，坝址位于坝索，厂址设于纳贡村上游的下山包，正常蓄水位 645m，相应库容 0.184 亿 m^3，为日调节水库。电站初期装机规模为 4×220MW，天生桥一级水电站建成后，再装机 2×220MW，最终规模达 1320MW，年发电量初期 49.2 亿 kW·h，最终达 82 亿 kW·h。水库淹没涉及贵州、广西两省(区)三县(市)四个乡 14 个村 41 个村民组，迁移人口 1198 人、其中贵州 1050 人、广西 148 人；淹没耕地 68.42hm^2；施工区征用土地 986.9hm^2。

电站主要建筑物有拦河坝、引水系统、厂房组成，拦河坝坝型为混凝土重力坝，最大坝高 60.7m；引水隧洞平均长度 9776.210m(三条平均)；厂房为岸边式。天生桥二级水电站 1979 年开始筹建，1981 年缓建，1982 年复工，1992 年 12 月 1$^{\#}$、2$^{\#}$机组投产，1997 年 12 月 3$^{\#}$、4$^{\#}$机组投产，2000 年 12 月 5$^{\#}$、6$^{\#}$机组投产，至此全部建成。

2.1.2.3 平班水电站

平班水电站坝址右岸为广西壮族自治区隆林县，左岸为贵州省册亨县，距南盘

江支流新洲河河口上游约 200m，坝址控制流域面积 51600km^2。电站正常蓄水位 440m，死水位 437.5 m，总库容为 2.78 亿 m^3，正常蓄水位以下库容 2.11 亿 m^3，调节库容 0.268 亿 m^3，具有日调节能力。电站装机容量 405MW，保证出力 126.9MW，多年平均发电量 16.04 亿 kW·h。水库淹没土地总面积 867.1hm^2，淹没人口为 2178 人，生产安置人口为 5142 人。

电站枢纽建筑物由溢流坝、河床式厂房、左右岸重力坝及开关站组成。大坝为混凝土重力坝，最大坝高 62.2m。本电站为河床式厂房，布置在右岸漫滩上，厂房总长度为 114m。平班水电站工程于 2001 年 3 月开始前期施工准备，2002 年 12 月国家立项正式开工，2003 年 11 月工程实现截流，2004 年 11 月 7 日下闸蓄水，2004 年 12 月首台机组投产发电，2005 年 8 月三台机组全部投产发电。工程总投资 17.73 亿元(自开工至 2006 年 6 月底)。

2.1.2.4 龙滩水电站

龙滩水电站工程概况具体见“2.2 龙滩水电站一期工程概况”章节。

2.1.2.5 岩滩水电站

岩滩水电站位于红水河中游广西大化瑶族自治县境内，东南距巴马县 30km，距南宁市 170km。岩滩水电站是红水河规划梯级开发的第五级，坝址距上游龙滩水电站 166 km，距下游大化水电站 83km。

工程开发任务是以发电为主，兼有航运。水电站校核洪水位为 229.2 m，设计洪水位为 227.2m，正常蓄水位 223m，死水位 219m，汛期限制水位 219m。岩滩水库总库容为 34.3 亿 m^3，正常蓄水位以下库容 26.12 亿 m^3，调节库容为 4.25 亿 m^3，水库具有日调节性能，装机容量 1810MW(4×302.5+2×300)。为了增强电站汛期调峰能力，汛期水库日调节最低运行水位为 218.5m，相应调节库容 0.49 亿 m^3。

枢纽建筑物主要由拦河坝、坝后厂房、开关站及垂直升船机等组成，呈一列式布置，坝顶高程 233.00m，最大坝高 110m，坝顶总长为 525m。泄洪建筑物设于河床中部，设有 7 个溢流表孔，1 个泄水孔，2 个冲沙孔。一期厂房设于右岸坝后，沿机组中心线长 200m，宽 60m，高 72.56m。垂直升船机布置在溢流坝左侧。右岸挡水坝为混凝土重力坝，包括右岸挡水坝段和厂房挡水坝段。左岸挡水坝包括升船机挡水坝段和左岸挡水坝段，坝型为混凝土重力坝，其中部分采用碾压混凝土筑坝。二期厂房位于右岸山体内，为地下厂房。

岩滩水电站于1985年3月正式开工，1987年11月截流，1992年9月第一台机组并网发电，1995年6月4台机组建成投产。扩建工程于2013年10月开工，2014年6月完工。

2.1.2.6　大化水电站

大化水电站位于珠江水系西江干流红水河中游、广西壮族自治区大化县，南距南宁市约100km。是红水河规划梯级开发的第六个梯级，上游是岩滩水电站，下临百龙滩水电站。

大化水电站是一座以发电为主，兼顾航运的综合利用工程。电站一期在右岸安装4台机组，后经扩容改造和在左岸扩建安装1台机组，最终装机容量达566MW(4×114+1×110)。水库正常蓄水位155m，死水位153m，调节库容0.37亿m^3，水库具有日调节性能。水库校核洪水位169.63m(混凝土坝0.1%)/170.81m(土坝0.05%)，相应库容分别为8.74亿m^3和9.49亿m^3。

枢纽建筑物布置从右至左依次为右岸接头土坝、右岸重力坝、船闸、右闸检室坝段、河床式厂房、溢流坝、左闸检室坝段、左岸重力坝、左岸接头土坝(一期)以及左岸扩建厂房(二期)。左岸扩建工程河床式发电厂房安装1台110MW发电机组，扩建厂房左右侧均为接头土坝。

大化水电站于1975年10月开工，1983年12月1日第一台机组并网发电，1985年6月4台机组全部建成投产。1999年5月底第一台机组技改增容完成，2002年4月4台机组技改增容全部完成。2009年6月二期扩建工程并网发电。

2.1.2.7　百龙滩水电站

百龙滩水电站位于广西都安瑶族自治县，坝址位于红水河上游2.0km处的百龙滩上，距都安县城约12km。为红水河梯级开发的第7个梯级，上游距大化水电站坝址约30km，下游距乐滩水电站约70km，坝址控制流域面积112500km^2。

百龙滩水电站的开发任务主要是发电及航运。水电站正常蓄水位126m，具有日调节性能，库容6.95×107m^3，装机容量190MW，上游梯级天生桥水电站建成后年发电量1.016亿kW·h；龙滩水电站建成后年平均发电量增至1.25亿kW·h。工程于1996年2月开工，于1999年5月建成。

2.1.2.8　乐滩水电站

乐滩水电站位于红水河下游的广西忻城县红渡上游3km，上距百龙滩水电站

76.2km。坝址控制流域面积 118000km^2。电站是一座以发电为主，兼有航运、灌溉效益的综合利用工程。电站正常蓄水位 112m，死水位 110m，9.5 亿 m^3，正常蓄水位以下库容 4.02 亿 m^3，调节库容为 0.46 亿 m^3，具有日调节性能。装机容量 600MW，在上游天生桥、岩滩水电站联合运行方式下，多年平均发电量为 29.90 亿 kW·h；在天生桥、岩滩、龙滩水电站均建成的条件下，多年平均发电量为 34.95 亿 kW·h。

水库淹没涉及都安、马山、忻城 3 县的 9 个乡(镇)、34 个村民委，淹房人口 3490；淹没耕地 13328 亩，淹没房屋 154756m^2；到规划水平年 2005 年生产安置人口 12907 人。

工程的枢纽建筑物由拦河坝、河床式厂房、船闸和开关站等建筑物组成。大坝为混凝土重力坝段，最大坝高 63m，发电厂布置于左岸滩地，为河床式挡水厂房。

2.1.2.9　桥巩水电站

桥巩水电站地处红水河下游，是红水河综合利用规划十级开发方案的第九级，位于广西来宾县上游 16km，坝址控制流域面积 123500km^2。桥巩水电站是一座以发电为主，兼有航运、灌溉效益的综合利用工程。电站正常蓄水位 83m，死水位 81m。电站总库容为 57 亿 m^3，正常蓄水位以下库容 3.67 亿 m^3，调节库容为 1.17 亿 m^3，水库具有日调节性能。电站装机容量 500MW，龙滩水电站建成后，多年平均发电量为 31 亿 kW·h。

水库淹没迁移人口 2700 人，淹没耕地 940hm^2。枢纽主要建筑物有厂房、溢流坝、船闸，两岸阶地上还有土坝，最大坝高 55.5 m。厂房为河床式，位于左岸滩地。电站第一台机组于 2008 年 4 月发电，2010 年 3 月 8 台机组全部发电。

2.1.2.10　大藤峡水电站

大藤峡水利枢纽工程是国务院批准的珠江流域防洪控制性枢纽工程，也是珠江—西江经济带和“西江亿吨黄金水道”基础设施建设的标志性工程，是两广合作、桂澳合作的重大工程。工程坝址位于珠江流域黔江河段大藤峡峡谷出口(即广西桂平市南木镇弩滩村)，距离桂平黔江大桥约 6.6km。

大藤峡的开发任务以防洪、航运、发电和水资源配置为主，兼顾灌溉、生态保护等综合利用。正常蓄水位为 61.00m，汛期洪水起调水位和死水位为 47.60m，防洪高水位和 1000 年一遇设计洪水位为 61.00m，10000 年一遇校核洪水位为 64.23m；水库总库容为 30.13 亿 m^3，防洪库容和调节库容均为 15 亿 m^3，具有日调节能力；

电站装机容量 1600MW(8×200)；根据珠江三角洲压咸补淡等要求确定的思贤滘断面控制流量为 2500m^3/s；船闸规模按二级航道标准、通航 3000 吨级船舶确定；控制灌溉面积 136.66 万亩、补水灌溉面积 66.35 万亩。

大藤峡水利枢纽为大(1)型I等工程，主要由黔江混凝土主坝(挡水坝段、泄水闸坝段、厂房坝段、船闸上闸首坝段、船闸检修门库坝段、纵向围堰坝段等)、黔江副坝和南木江副坝等组成。

大藤峡水利枢纽工程于 2015 年正式开工，于 2019 年 11 月实现大江截流，2023 年 9 月全部机组投产发电，主体工程完工。

2.1.2.11　长洲水利枢纽

长洲水利枢纽是西江水系广西境内的最后一个梯级，坝址位于广西梧州市上游 12km 的浔江干流上，坝线横贯长洲岛和泗化洲岛，被视为千里西江的“咽喉”。

该工程是一座以发电为主，兼有航运、灌溉和养殖等综合利用效益的大型水利枢纽工程。混凝土坝校核洪水位为 31.1m 和土坝校核洪水位为 31.86m，相应水库总库容为 56 亿 m^3，设计洪水位为 28.41m，水电站正常蓄水位 20.6m，相应库容 18.6 亿 m^3，死水位 18.6m，消落深度 2.0m，枯水期发电最低水位 19.8m，相应库容 17.27 亿 m^3，调节库容 1.33 亿 m^3，水库汛期无调节能力，枯水期具有日调节性能。根据《珠江委关于下达长洲水利枢纽 2022 年汛期调度运用计划的通知》，长洲枢纽汛期水位可在 18.6～19.1m 之间运行，具有一定的调节能力。电站装机容量 630MW(15×42)。

挡水建筑物总长 3469.76m，坝顶高程 34.6m，最大坝高 49.3m；通航建筑物为一线千吨级、一线两千吨级船闸，年货运能力 4012 万吨。坝轴线从右至左布置有：右岸接头重力坝及土石坝，2 号 1000 吨级船闸、2 孔冲砂闸、1 号 2000 吨级船闸；外江 16 孔泄水闸、外江厂房(9 台机组)；长 987m 的鱼道、泗化洲岛土坝；中江 15 孔泄水闸；长洲岛土坝；内江 12 孔泄水闸、内江厂房(6 台机组)；左岸接头重力坝及土石坝；泗化洲岛及内江左岸台地布置两个开关站。

长洲水电站于 2003 年正式开工，2005 年工工程外江截流成功，2007 年首台机组正式发电，2009 年 15 台机组全部投产发电。

2.1.3 流域规划环境影响回顾评价概况

环境保护部环审〔2010〕12 号文《关于关系桂中治旱乐滩水库引水灌区一期工程环境影响报告书的批复》中提出，“《红水河综合利用规划》自 1981 年实施以来，10 个梯级已开发了 9 个，应配合有关部门开展《红水河综合利用规划》环境影响后评价研究”。受广西大藤峡水利枢纽开发有限责任公司委托，珠江水资源保护科学研究所开展了红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究工作，并于 2013 年 8 月编制完成了《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》。研究成果主要结论如下：

1) 流域规划实现情况及水资源开发综合效益分析

红水河水利资源丰富，以流量大、落差集中、技术经济条件优越而著称。目前，天生桥一级、天生桥二级、平班、龙滩、岩滩、大化、百龙滩、乐滩、桥巩，以及大藤峡下游的长洲均已建成发电，总装机容量为 11449MW，达到规划目标的 79.2%，年发电量约 537.5 亿 kW·h，达到规划目标的 92%。

红水河干流梯级综合开发的发电、防洪、节能减排作用巨大，灌溉效益显著，为建设红水河黄金水道奠定了基础，同时改善了下游供水环境，促进了红水河沿岸特别是两广地区社会经济的可持续发展。红水河干流水电梯级开发在获得大量可再生能源的同时，满足了流域综合利用的要求，具有显著的综合效益。

2) 主要环境影响结果

红水河已建梯级开发引起的主要环境影响包括水文情势、水环境、水生生态、陆生生态等方面的影响。

① 梯级水库群联合调度，对河道内水文过程的调丰补枯作用明显，河道内流量过程区域均化，下游泥沙量呈减少的趋势，并造成对应保障西江控制断面压咸流量过程，在控制珠江河口咸潮影响起到了一定的作用。

连续的河流被大坝分割成一个个梯级水库，淹没激流险滩，大部分库区河段流速比建库前天然河流流速明显减小，水体自净作用减弱。

天生桥一级、龙滩两个调节性能好的水库形成分层性水温结构，对河流水温结构产生一定程度的影响，表现为夏季下泄水温低于天然水温，冬季下泄水温高于天然水温，两个梯级水温累积影响最大可至岩滩梯级库区，对大化梯级下游的乐滩灌溉引水工程及下游鱼类产卵场基本不产生不利影响。

② 梯级水电站建成后，水质指标从库尾到坝前，从上游水库到下游水库均逐步转好，且指标值下降速度较建库前快，说明只要控制好库区污染源，水库仍有较强的自净能力，水电梯级开发不会导致水库水质恶化。

③ 水电梯级开发对陆生植物、动物的影响较小。

红水河梯级电站的建设运行将原江段以急流为主要流态特征的河流形态变为以静缓流为主要流态特征的水库形态，原河流连续性生态系统转变为水库-湖泊型生态系统，原来红水河天然河流中的鱼类群落结构向湖泊水库鱼类群落演替。一些适应于静水或缓流的鱼类及广适性鱼类逐步在群落中占据优势地位。

各梯级建成后鱼类种数均呈减少趋势，平班至桥巩鱼类种数从梯级开发前 120 种减少到梯级开发后的 111 种，新增 5 种，实际减少 14 种：平头平鳅、点面副沙鳅、团头鲂、南方鳅鮀、带半刺光唇鱼、稀有白甲鱼、大眼卷口鱼、乌原鲤、台细鳊、间鱼骨、中间黄颡鱼在来宾及桥巩江段还有捕获，其它种类在珠江西江水系其它江段仍有分布。

珍稀鱼类中，国家二级保护鱼类花鳗鲡，在下游几座水库中有少量分布。洄游性鱼类在珠江流域的分布将主要局限于最末梯级坝下。中国濒危动物红皮书鱼类长臀鮠、乌原鲤、单纹似鱊、暗色唇鲮目前在红水河干支流及黔、浔江仍有存在，主要退缩至水库库尾和支流产卵。

目前红水河干流桥巩以上各电站库尾以及支流均存在适合不同鱼类产卵的生境。对比历史资料，梯级电站的建设虽然改变了桥巩以上原有产卵场的水文情势，但田林、八渡、三洲等产卵场还可保持产卵功能。桥巩坝下至浔江产卵场受梯级开发的影响较小。

3) 流域规划相关环保措施建议

基于生态保护要求，采纳《珠江流域综合规划》提出了对长洲以下的龙湾梯级暂缓开发的建议，长洲至珠江口可确保 350km 以上的天然河段；根据鱼类产卵要求，对已建电站提出了联合调度确保控制红水河迁江站 494m^3/s 的生态流量和 4-9 月 1542m^3/s 的敏感生态需水流量要求；桥巩一下梯级设置过鱼通道，岩滩～乐滩梯级研究增设过鱼通道的可行性；流域统筹建设鱼类增殖站，进行库尾和支流的鱼类栖息地保护；加强珍稀鱼类种质资源保护区建设等措施建议。

2013 年 12 月，环保部组织有关部门代表和专家对大藤峡水利枢纽开发有限责

任公司报送的《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》进行了论证，并形成的专家论证会意见。之后，环保部根据专家意见以环办函〔2014〕192 号《关于红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函》(附件 4)，其主要意见总结如下：

(1) 梯级开发环境影响

红水河流域生态环境敏感而脆弱，珍稀特有保护鱼类众多，生物多样性丰富，生态地位十分重要。从总体上看，综合利用充分开发了流域水力资源，提高了流域防洪、灌溉和航运能力，对促进广西以及红水河上下游相关地区经济社会发展具有重要意义。同时，综合利用也改变了河流连通性和上下游水文情势，阻隔了洄游通道，导致水生生物多样性下降及部分鱼类产卵场消失；淹没了部分河滩地和陆域，导致部分物种重要栖息地破坏和丧失；带来了低温水影响、局部库区水域富营养化和外来物种入侵等环境问题。

(2) 完善流域规划环境保护工作

① 统筹上下游、干支流和左右岸，协调生态环境保护和流域综合利用的关系，优先解决流域生态环境问题。

② 尽快建立流域梯级开发环境保护机构，制定综合利用的生态恢复、建设、补偿、监测方案和环境管理制度，编写流域生态环境保护年度工作总结，定期报告。

③ 采取有效措施加强鱼类重要生境保护，进一步研究和选取适宜的支流河段作为鱼类替代生境；通过采取设置禁渔期和禁渔区、加强污染治理、构造仿自然生境等措施维持和改善其生态功能，为珍稀、濒危、特有鱼类完成生活史提供必要生境。

④ 研究提出恢复鱼类洄游通道畅通措施，完善过鱼体系。平班、龙滩、岩滩三个梯级补建集运鱼系统，岩滩至桥巩之间各梯级近期实施集运鱼系统，研究建设鱼道的可能性。加强过鱼设施管理，确保过鱼设施常年发挥过鱼作用，进一步明确流域主要过鱼对象，开展过鱼导鱼关键技术研究，加强过鱼效果监测，根据监测结果不断优化过鱼设施。

⑤ 统筹布局鱼类增殖放流设施，充分发挥对流域鱼类资源的补偿作用。规划建设红水河珍稀鱼类保育中心和平班、大化、桥巩、来宾、大藤峡等鱼类增殖站，珍稀鱼类保育中心应做好红水河流域珍稀鱼类繁殖、育种、救护、监测、监督、指导、研究等工作。

⑥ 研究拟定流域生态调度方案，落实下泄生态基流、压咸流量和人造洪峰措施。从流域生态保护和维护下游用水需求的角度、科学制定切实可行的梯级联合生态调度方案并尽快实施。对流域梯级生态流量进行实时监控，落实各梯级工程的生态流量下泄措施。对造成了低温水影响的梯级进行常年监测，必要时采取措施减缓不利影响。

⑦ 加强流域陆生生态保护工作，减缓综合利用对野生动植物及其重要生境和景观的影响。

⑧ 开展库区及周边生态环境协同管理，减少库区污染负荷，确保水质安全。加强库区环境管理和渔业捕捞活动管理，根据生态保护的要求和环境承载力，适度发展库区养殖活动，推进渔民转产并逐步扩大禁渔范围。依法加强涉及保护区、鱼类重要生境的采砂、航运及排放污染物等的管理。针对流域开发导致的外来物种入侵问题开展专题研究，妥善应对，维持生物多样性。加强对富营养化水域的监测和控制，采取有效措施减缓不利影响。

⑨ 进行长期生态跟踪观测，为流域环境保护提供技术支撑。结合流域环境管理和监测系统的建设，构建流域生态监测体系和流域生态环境数据库，跟踪观测流域重要鱼类“三场”、重要物种栖息环境和分布变化；动态观测增殖放流、过鱼导鱼、生态修复措施实施的效果，优化各梯级特别是控制性水库的生态调度运行方式，最大程度减缓对流域生态环境的不利影响。

2.1.4 航道现状

2.1.4.1 通航等级现状

红水河是珠江水系西江上游的主干流，源于云南省沾益县马雄山，上连滇、黔、桂三省，下连粤、港、澳地区，是西南地区重要的水运出海通道。红水河属于滩多、坡陡、流急的河流，河床 95%以上为石灰岩，险滩相连，大小险滩约 295 处，平均 2km 左右就有一滩，水道狭窄，枯水期水面宽不过百米，航道宽 20m 左右，弯陡而且险，最小弯曲半径不到百米，比降大、水流急，流速一般 2.5m/s～2.6m/s；不同高程有礁石林立，洪枯水位变幅极大，洪枯水位变幅 15m～20m，不同水位有不同的泡水漩涡和险情，航行极度困难。龙滩水电站建设以前，龙滩水电站坝址以上河段基本不能通航。2008 年 5 月开始实施“两江一河”航运工程，通过对数百处断航滩险的整治，目前，北盘江的董箐枢纽至两江口航道已达到IV级航道标

准，航道长 103km，其中百层～两江口航道规划为全国内河高等级航道；红水河的两江口至石龙三江口段航道规划为全国内河高等级航道，已达到IV级航道标准，航道长 753km。

贵州境内的南盘江、北盘江、红水河及支流濛江共计 361.9km 已按IV级航道标准建成，航道尺度为 1.60m×50m×330m(航深×航宽×弯曲半径，下同)，通航保证率为 95%，深水段库区可通航 1000t 级以上船舶。

广西境内的曹渡河口至来宾 486km 已被龙滩、岩滩、大化、白龙滩、乐滩、桥巩 6 座梯级水电站渠化，各级库区水位基本衔接，库区及尾水段航道均已按IV级航道标准建设，航道尺度：2.5m×50m×330m，通航保证率为 95%。

南盘江、北盘江、红水河航道现状如表 2.1.4-1 所示。

表 2.1.4-1　龙滩以上红水河航道现状表

航道名称	起至点	里程(km)	现状等级
北盘江	龙头寨～董箐	133	VII级
北盘江	董箐枢纽～两江口	103	IV级
红水河	两江口～石龙三江口	753	IV级
南盘江	平班枢纽～两江口	119	IV级
濛江	罗甸～河口	35	IV级

龙滩水电站位于红水河干流上游，坝址河段为IV级航道，航道位于水库库区，但因龙滩水电站通航建筑物尚未建设，目前基本无过坝航运。龙滩水电站下游衔接岩滩水电站库区，远期规划通航 1000 吨级船舶。现在因岩滩升船机吨位为 250 吨级，运营船舶较少。岩滩库区现状航道为 IV 级航道，远期规划为 III 级航道。

2.1.4.2　龙滩库区近期及远景航道状况

a) 龙滩库区近期航道现状

龙滩电站大坝(含通航坝段)已按近期 375m 正常蓄水位建设，库区最高通航水位 375m，最低通航水位为 335m。

b) 龙滩库区远景航道状况

龙滩电站大坝(含通航坝段)如达到远景 400m 正常蓄水位后，库区最高通航水位

400m，最低通航水位为 340m。

龙滩库区近期及远期航道渠化情况具体见表 2.1.4-2。

表 2.1.4-2　龙滩库区航道渠化情况表

375m 正常蓄水位方案	最高通航水位：375.00m(年水位保证率为 22%)	龙滩电站大坝至南盘江平班电站梯级航道渠化长度为 224km，未渠化长度为 25km；龙滩电站大坝至北盘江董箐电站梯级航道渠化长度 236km，未渠化长度为 0km；龙滩电站大坝至坝王河航道渠化长度为 77km，未渠化长度为 2km。
	最低通航水位：335.00m(年水位保证率为 98%)	龙滩电站大坝至南盘江平班电站梯级航道渠化长度为 186km，未渠化长度为 63km；龙滩电站大坝至北盘江董箐电站梯级航道渠化长度 191km，未渠化长度为 45km；龙滩电站大坝至坝王河航道渠化长度为 65km，未渠化长度为 14km。
	水位：342.00m (年水位保证率为 95%)	龙滩电站大坝至南盘江平班电站梯级航道渠化长度为 187km，未渠化长度为 62km；龙滩电站大坝至北盘江董箐电站梯级航道渠化长度 208km，未渠化长度为 28km；龙滩电站大坝至坝王河航道渠化长度为 67km，未渠化长度为 12km。
400m 正常蓄水位方案	最高通航水位：400.00m(年水位保证率为 18%)	龙滩电站大坝至南盘江平班电站梯级航道渠化长度为 249km，未渠化长度为 0km；龙滩电站大坝至北盘江董箐电站梯级航道渠化长度 236km，未渠化长度为 0km；龙滩电站大坝至坝王河航道渠化长度为 79km，未渠化长度为 0km。
	最低通航水位：340.00m(年水位保证率为 98%)	龙滩电站大坝至南盘江平班电站梯级航道渠化长度为 187km，未渠化长度为 62km；龙滩电站大坝至北盘江董箐电站梯级航道渠化长度 200km，未渠化长度为 36km；龙滩电站大坝至坝王河航道渠化长度为 67km，未渠化长度为 12km。
	水位：366.00m(年水位保证率为 95%)	龙滩电站大坝至南盘江平班电站梯级航道渠化长度为 220km，未渠化长度为 29km；龙滩电站大坝至北盘江董箐电站梯级航道渠化长度 236km，未渠化长度为 0km；龙滩电站大坝至坝王河航道渠化长度为 76km，未渠化长度为 3km。

2.1.4.3　桥梁现状

根据项目可研报告，红水河上已建和在建跨河桥梁 26 座，依用途可分为高速公路桥、普通公路桥、铁路桥和铁索桥，调查收集到的桥梁有关情况详见表 4.1.3-6。桥梁的净宽均满足IV级航道标准要求，其中有 8 座大桥净宽只满足单向(45m)通航要求，不满足双向(90m)通航要求。在原设计最高通航水位状态下，部分桥梁的净高不能满足IV级航道标准(8m)要求，其中来宾铁路一桥、二桥净高最小，分别为 3.8m、5.8m。

表 2.1.4-3　红水河部分跨河桥梁现状表(蔗香～石龙三江口)

序号	桥梁名称	结构型式	所在水库	水库正常蓄水位/死水位(m)	水库水位变幅(m)	最高通航水位(m)	通航孔净高(m)	通航孔净宽(m)
1	罗天乐大桥	梁桥	龙滩	375/330	45	375.00	39.0	90
2	银百高速红水河特大桥	悬索桥	龙滩	375/330	45	375.00	39.0	508
3	天峨县龙滩大桥	拱桥	岩滩	223/212	11	241.54	12.86	85
4	天峨公路大桥	拱桥	岩滩	223/212	11	235.97	14.60	120
5	东兰大桥	拱桥	岩滩	223/212	11	228.7	13.80	
6	大化县巴龙大桥	拱桥	岩滩	223/212	11	224.27	9.80	100
7	岩滩大桥	拱桥	大化	155/153	2	162.55	16.50	95
8	大化大桥	拱桥	百龙滩	126/125	1	136.3	10.70	80
9	大化二桥	拱桥	百龙滩	126/125	1	136.2	14.90	75
10	临江公路特大桥	梁桥	百龙滩	126/125	1	131.7	14.20	
11	水南高速红水河大桥	梁桥	百龙滩	126/125	1	129.48	8.00	
12	都安县红渡大桥	拱桥	乐滩	112/110	2	123.7	10.00	80
13	都安县龙湾铁索桥	其他	乐滩	112/110	2	121.10	14.40	
14	忻城红渡大桥	拱桥	桥巩	84/82	2	108.27	11.00	80
15	来宾溯社铁索桥	其他	桥巩	84/82	2	88.62	8.00	
16	来宾马鞍大桥	梁桥	桥巩	84/82	2	86.09	8.00	
17	里兰铁索桥	铁索桥	桥巩	84/82	2	84.0	8.0	
18	来宾迁江大桥	拱桥	大藤峡	57.6/53.6	4	83.36	8.00	80
19	来宾来华大桥	拱桥	大藤峡	57.6/53.6	4	81.82	10	150
20	磨东高速公路大桥	拱桥	大藤峡	57.6/53.6	4	79.5	10	70

表 2.1.4-3(续)

序号	桥梁名称	结构型式	所在水库	水库正常蓄水位/死水位(m)	水库水位变幅(m)	最高通航水位(m)	通航孔净高(m)	通航孔净宽(m)
21	来宾二桥	梁桥	大藤峡	57.6/53.6	4	79.2	10	90
22	来宾一桥	梁桥	大藤峡	57.6/53.6	4	77.0	9.5	50
23	来宾永鑫大桥	悬索梁桥	大藤峡	57.6/53.6	4	80.68	10	150
24	来宾公路大桥	拱桥	大藤峡	57.6/53.6	4	78.48	9.50	95
25	来宾铁路一桥	梁桥	大藤峡	57.6/53.6	4	78.53	3.8	75
26	来宾铁路二桥	梁桥	大藤峡	57.6/53.6	4	76.94	5.8	92

2.1.5 通航建筑物建设情况

根据红水河梯级规划，龙滩、岩滩、大化、百龙滩、乐滩、桥巩、大藤峡及长洲等八个梯级电站建成后，可以改善龙滩下游航道的航运条件，形成 1000km 以上的深水航道。龙滩下游梯级除大藤峡在建外，岩滩、大化、百龙滩、乐滩、桥巩、长洲电站已经建成，各梯级通航建筑物建设情况如下：

1) 岩滩水电站：红水河梯级的第 5 级电站，位于大化县岩滩镇，已建 250t 级垂直升船机，布置在电站枢纽的左岸，升船机级别为V级，由上游引航道、挡水坝段、中间渠道、升船机本体段和下游引航道等建筑物以及机电设备等组成，承船厢有效尺度为 38.5m×10.8m×1.8m(长×宽×门槛水深，下同)，按一次通过 1 艘 250t 级船舶建设，设计年双向货运量 180 万 t。上游引航道的水下建筑物已按通过 500t 级驳船建设，下游引航道内预留 500t 级升船机建设位置。岩滩水电站通航设施计划按 1000t 单船扩建。

2) 大化水电站：红水河梯级的第 6 级电站，位于大化县城，通航建筑物为一单级船闸，位于枢纽右岸，船闸是在原升船机建筑物基础上进行改建，主体段按通过 500t 级船舶(队)设计。闸室有效尺度为 120.0m×12.0m×3.0m，近期设计年双向货运量 180 万 t，现状年双向货运量为 300 万 t。

3) 百龙滩水电站：红水河梯级的第 7 级电站，位于马山县，通航建筑物为一单级船闸，位于枢纽右岸。设计通航规模：近期按一次通过 1 顶 2×250t 级硬绑船队，

远期(扩建)为 1 顶 2×500t 级硬绑船队。闸室有效尺度为 120.0m×12.0m×3.0m，近期设计年双向货运量 180 万 t(其中上行 40 万 t，下行 140 万 t)，现状年双向货运量为 300 万 t。

4) 乐滩水电站：红水河梯级的第 8 级电站，位于忻城县红渡镇上游 3km，通航建筑物为一单级船闸，位于枢纽左岸，为V级船闸，按过坝最大船舶近期 250t 级，远期(扩建后)500t 级设计。闸室有效尺度为 120.0m×12.0m×3.0m，按通航 500t 级船舶(队)设计。上游引航道按通航 500t 级船舶(队)设计，下游引航道按通航 250t 级船舶(队)设计。设计年通过能力 180 万 t，现状年双向货运量 261 万 t。

5) 桥巩水电站：红水河梯级的第 9 级电站，位于来宾市迁江镇，通航建筑物为单级船闸，布置于枢纽左岸，为IV级船闸，按过坝最大船舶 500t 级设计，闸室有效尺度为 120.0m×12.0m×3.0m，设计年通过能力 250 万 t(单向通过能力 200 万 t)，现状年双向货运量 340 万 t。

6) 大藤峡：大藤峡水利枢纽位于西江干流黔江河段的大藤峡出口处，距下游广西桂平市 12km，是红水河梯级规划最后一级，2014 年开始建设，现已建成。通航建筑物按 3000t 级大型船闸标准设计，设计年通过能力 5482 万 t，闸室有效尺度：280.0m×34.0m×5.8m。

7) 总体而言，除大藤峡水利枢纽船舶过闸能力为 3000t 级外，其它梯级船舶过闸能力为 250t～500t 级，详见表 2.1.5-1。

表 2.1.5-1　红水河各梯级已有通航建筑物情况表

内容	单位	岩滩	大化	百龙滩	乐滩	桥巩	大藤峡
通航建筑物		升船机	船闸	船闸	船闸	船闸	船闸
设计年通过能力	万 t	180	180	180	180	250	5482
承船厢或船闸有效尺寸	m	40×10.8×1.8	120×12×3.0	120×12×3.0	120×12×3.0	122×12×3.0	280×34×5.8
一次过坝最大船舶 t 位	t	250	500	500	500	500	3000
上游设计最高通航水位	m	223	155	130.05	112	84	61
上游设计最低通航水位	m	212	153	125	110	77.5	44

表 2.1.5-1(续)

内容	单位	岩滩	大化	百龙滩	乐滩	桥巩	大藤峡
下游设计最高通航水位	m	177	136.4	123.46	93.6	78.42	41.24
下游设计最低通航水位	m	154.5	126	113.84	82.9	59.46	20.75

2.1.6 港口现状概况

南北盘江及红水河现有港口规模不大，港口设施普遍落后，服务能力较差。多数码头以自然岸坡为主，装卸设备少、装卸工艺落后，港口经营规模小。南北盘江及红水河主要港口有贞丰港、册亨港、望谟港和罗甸港，港口情况详见表 2.1.6-1。

表 2.1.6-1 南北盘江及红水河主要港口情况

港口名称	泊位总数	最大靠泊能力	年货运通过能力万 t	年客运通过能力万人
贞丰港	2	500 吨级船舶	14	0
册亨港	2	300 吨级船舶	30	20
望谟港	1	500 吨级船舶	/	/
罗甸港	4	/	127	180

枢纽下游为广西壮族自治区的河池市。根据《河池港总体规划(2019-2035年)》，河池港拥有码头泊位 51 个，泊位占用岸线长 2976m。其中货运码头泊位 20 个，码头泊位长度 1356m，年通过能力约 500 万 t，主要货种为煤炭、矿建材料、水泥和杂货等货物；客运码头共 31 个泊位，岸线长 1620m。此外，沿河还有一些利用自然岸坡(渡口)、靠人力进行装卸的简易码头。

2.1.7 航运及运输船舶现状概况

2.1.7.1 红水河贵州境内船舶现状

目前贵州省龙滩库区共有船舶 853 艘，其中货船 135 艘 38514 载重 t；2000t 级货船 11 艘、1000t 级货船 9 艘、500t 级货船 1 艘，平均载重 940t；客船 121 艘 15119 客位。水路运输量达 535 万 t、货物周转量为 5.6 亿 t.km；客运量 509 万人、旅客周转量 2.5 亿人.km。

表 2.1.7-1　红水河贵州境内货船代表船参数表

船舶类型	航区	总长(m)	型宽(m)	型深(m)	吃水(m)	载重吨(t)	主机	
							功率(kW)	型号及台数
最大运煤船	B、C、J2	72.8	13.6	4.3	3.5	2250	384	
运煤船	B、C、J2	56.6	10.8	3.2	2.65	1000	224	6135ZCa×2
散货船	C、J2	38.7	6.5	2.50	1.84	250	180	D226B-6C×2
一般运煤船	C、J2	25.6	5.50	1.80	1.53	98	176.40	6105QA×2
杂、散货船	C、J2	17.4	3.49	1.29	1.60	45	32.40	ZS1115×2

红水河贵州境内由于受到两江口以上航道水深条件的限制，船舶吃水普遍小于2.0m，同时航道上仍然存在坡陡、流急的现象，因此航行于该航段船舶的长宽比较大(5.5～6.5)，宽度吃水比较大(3.5～4.0)。

红水河航道整治后航道条件得到了较大改善，随着龙滩库区形成深水航道，目前航行于龙滩库区最大船舶载重吨为 2250 吨。

2.1.7.2　红水河广西境内船舶现状

广西河池市船舶运力 15189 客位、10982 载重 t，货船平均载重 610t；实现客运量 12.9 万人、周转量 327.5 万人.km，货运量 17.6 万 t、货运周转量 7644 万 t.km，集装箱港口吞吐量为 1646 标箱。

来宾市船舶运力 2280 客位、199242 载重 t、2402 个箱位；完成货运量 406.2 万 t，货物周转量 251312 万 t.k，其中集装箱运输量 27558 标准箱。

表 2.1.7-2　红水河广西境内船代表船型参数表

船舶类型	航区	总长(m)	型宽(m)	型深(m)	吃水(m)	载重吨(t)	主机	
							功率(kW)	型号及台数
散货船	A	46.1	10.8	3.2	2.65	1000	280	WD61561C-6A×2
散货船	A	49.7	10.8	3.2	2.5	930	320	YC6112ZLC×2
散货船	B	43.0	9.0	3.0	2.3	500		
散货船	B	36.0	6.83	2.47	1.85	300		

分析广西内河现有船舶尺度比可得，因红水河广西境内各梯级水电站的建成通航，各级库区水位基本衔接，航道水深条件较好。因此，红水河广西境内船舶的长宽比(L/B)较小，集中分布在 4.3～5.5，B/T 集中分布在 3.5～4.0，B/D 分布集中在 2.8～3.2。

根据上述红水河贵州境内和广西境内由于不同航段航道水深条件不同，相同载重吨级的通行船舶，其船舶吃水和长宽比(L/B)存在一定差别。贵州境内船舶由于要适应北盘江-红水河自然航段的山区航道、急流航道和浅水航道特点，适航船舶应具备较好操纵性、快速性，因此，船舶的吃水普遍小于广西境内船舶，相同吨级的贵州境内船舶船长和长宽比均大于广西境内船舶。

2.1.7.3　龙滩库区船舶发展态势

近年来，龙滩水电站库区航运运输船舶需求较大的主要在贵州省，贵州省船舶发展呈现出如下态势：

(1) 客运运力平稳增长，由 2000 年的 2.14 万客位增长到 2011 年的 3.86 万客位，年均增长 5.5%。

(2) 运输船舶总数基本稳定，但客船增长较快。2005 年以来，全省船舶数量基本在 2000 艘～2300 艘之间波动，但 2009 年后客船数量快速增长，2011 年客船已占船舶总数 60%以上。

(3) 货运运力快速增长，船舶载重吨位明显增加。货运运力包括货船和驳船，全省货运运力从 2000 年的 4.5 万净载重吨增长到 2011 年的 11.6 万净载重吨，年均增长 8.9%，其中“十一五”期年均增长 13.0%。货运船舶平均吨位从 2000 年的 23t/艘增长到 2011 年的 139t/艘，年均增长 17.8%，其中“十五”期年均增长 17.7%，“十一五”期年均增长 21.3%。

(4) 机动货船比重大幅增加，而驳船比重快速下降。机动货船既具有灵活、机动、速度快、操纵性能好等优势，又较好地适应了贵州省山区航道滩多流急的自然条件和货物批次多、单次数量小的货运市场发展需要。机动货船占全省货船运力比重由 2000 年的 36%提高到 2011 年的 87%，而驳船所占比例同期从 64%下降到 13%。

对于枢纽下游，河池港来宾以上河段主要为区间运输，营运船舶主要为 50—

1000t 级的货船，集装箱运输由普通杂货船承担。2018 年，河池市船舶运力达到 14199 客位、10851 载重吨；河池港货物运输船舶主要为普通散货船，经营单位均为个体经营。同时，河池港有数量较多的客船在营运，最大客船的总吨位为 114t，大部分为乡镇客圩渡船舶。

通过对西江干流沿线的南宁、贵港、梧州、广州等地航区船舶现状调查发现，广西内河西江航区现有运输方式以单船运输为主，顶推船队极少，主要船型为 300—2000t 货船、多用途船及集装箱船。据统计，西津船闸过闸船舶中，1000t 级及以上船舶比例从 2007 年的 5%迅速增加至 2014 年的 65%，1000t 级以上船型成为主力船型。货船船型有向大型化发展的趋势，最大已达 5000t，主要航线为西江干流沿线各个港口至珠江三角洲及港澳地区。

2.2 龙滩水电站一期工程概况

2.2.1 地理位置

龙滩水电站位于珠江流域红水河干流，枢纽工程处于东经 106º34′～107º20′，北纬 24º36～25º28′之间，坝址在广西壮族自治区天峨县境内，坝址距天峨县城 15km，坝址以上流域面积 98500km^2，约占红水河流域面积的 75%。

2.2.2 开发任务和规模

龙滩水电站是国家实施西部大开发和西电东送战略的标志性工程，是红水河干流水电梯级开发的骨干工程和龙头水库(第四级)，是我国于二十一世纪开工建设的第一座特大型水电工程。龙滩水电站工程主要开发任务为发电，兼有防洪、航运等综合利用效益。

龙滩水电站装机容量 420 万 kW，年发电量约 156.7 亿 kW·h，防洪库容 50 亿 m^3。

2.2.3 枢纽总布置

2.2.3.1 挡水建筑物

大坝为碾压混凝土重力坝，最大坝高 192m，坝顶长 746.49m，坝体混凝土方量 728.1 万 m^3。大坝自右至左共分 32 个坝段，第 2～11 坝段为右岸挡水坝段，其中第 5 坝段为通航坝段；第 20～32 坝段为左岸挡水坝段，其中 22～30 坝段为地下厂房的进水口坝段。除通航坝段、左岸进水口少量坝段的下部为常态混凝土外，其余坝

段大部分采用碾压混凝土，碾压混凝土占坝体方量的 67%。

2.2.3.2　泄水建筑物

泄水建筑物布置在大坝河床部位，布置在 12～9 坝段，为溢流坝段，设有 7 个表孔与 2 个底孔，表、底孔均采用鼻坎挑流的消能形式，设计洪水时最大泄量 23524m^3/s，万年一遇洪水时，最大泄量 28190m^3/s。表孔担负泄洪和放空水库任务；底孔一般不参与泄洪，主要担负后期导流、水库放空和排沙任务。

2.2.3.3　引水系统

引水发电系统布置在左岸，主要有进水口、引水隧洞、主厂房、母线洞、主变室、尾水调压井、尾水隧洞、尾水出口、开关站、出线平台和进厂交通洞及辅助洞室等。除进水口、尾水出口、开关站和出线平台及中央控制楼布置在地面外，其余均布置于左岸地下。

2.2.3.4　发电系统

发电系统布置在左岸坝后的山体内，引水管内径 10.0m～8.7m(涡壳进口直径 8.7m)，引水道长度为 248.94m～256.55m，主厂房洞室 388.5m×28.5m×74.4m(长×宽×高)，主变洞 405.5m×19.5m×32.2～34.2m(长×宽×高)。每三台机共用一个尾水调压井和一条尾水洞，三个尾水调压井之间有 26.5m 厚的岩墙加以分隔，尾水洞直径 21.0m，尾水洞长度自河边向内分别为 356.8m、566.7m 和 572.6m。

2.2.3.5　500t 级通航建筑物

在龙滩水电站一期工程建设时，通航建筑物规模为 500t 级，布置于枢纽的右岸，采用带中间渠道的二级垂直提升式升船机。通航建筑物主要由上游引航道、通航坝段(第一级升船机上闸首)、第一级升船机、中间渠道、第二级升船机及下游引航道等部分组成。两级升船机之间由中间渠道连接，第一级升船机最大提升高度 63m，第二级 93m，通航建筑物跨越总水头 156.00m。

500t 级通航建筑物的通航坝段、上游引航道建筑物、中间渠道边坡等随电站一期工程同时建设并已通过验收(2011 年)。500t 级通航建筑物剩余部分包括第一级升船机、中间渠道、第二级升船机及下游引航道等在 2016 年重新开工建设，但仅进行了第二级升船机基坑开挖及施工临时工程，并于 2017 年再次停工至今。第二级升船机基坑开挖及边坡支护完成约 60%，施工临时工程完成了下游引航道围堰施工、堆渣场护坡等。综上，500t 级通航建筑物仅通航坝段、上游引航道建筑物和中间渠道

边坡完成验收，剩余部分包括第一级升船机、中间渠道、第二级升船机及下游引航道等均未建成，未完成验收。

2.2.4 水库运行方式

龙滩水电站正常蓄水位 375m 时，正常蓄水位以下库容 162.1 亿 m^3，死水位 330m，相应死库容 50.6 亿 m^3，有效库容 111.5 亿 m^3，库容系数 0.216，水库为年调节能力。

龙滩水电站水库汛期 5 月～7 月预留防洪库容 50 亿 m^3，相应防洪限制水位 359.3m，7 月底以后允许蓄至正常蓄水位。水库基本运行特性体现为年调节水库的运行特性，在汛期结束前水库基本能蓄至正常蓄水位 375m，在枯水期末水库的最低消落水位一般在 350m～330m 之间，基本接近死水位 330m。

龙滩水库的防洪调度方式为：

在梧州涨水期，水库控制下泄流量不大于 6000m^3/s；当梧州站继续涨水超过 25000m^3/s 时，水库泄量不超过 4000m^3/s。在梧州站退水期，当其流量在 42000m^3/s 以上时，水库仍按不大于 4000m^3/s 下泄；若梧州站流量小于 42000m^3/s，则龙滩按入库流量泄水。当水库蓄满至正常蓄水位相应库容时，水库按入库流量泄流。

2.2.5 移民安置

水库正常蓄水位 375m 时，水库淹没涉及贵州省黔南州的罗甸县，黔西南州的望谟县、册亨县、贞丰县，安顺市的镇宁县，广西壮族自治区河池市的天峨县、南丹县，百色市的乐业县、田林县、隆林县等，共计 2 省 5 地区 10 个县的 48 个乡(镇)876 个村民小组，淹没土地总面积 27798.1hm^2，其中耕地面积 6128hm^2(贵州省 3298.8hm^2，占 54%；广西 2829.2hm^2，占 46%)、林地 14024.6hm^2，草地 4603.7hm^2。水库淹没房屋面积为 212.9 万 m^2，淹没 12 个乡集镇和 271.3km 公路及其它专项设施。

到 2008 年，龙滩水电站搬迁总人口为 77220 人，其中贵州为 45760 人，广西为 31460 人。农村移民迁建点占地面积 254.26hm^2，集镇迁建占地 173.53hm^2。安置区 10 县属少数民族聚居的边远山区，水库淹没所需迁移人口中少数民族约占 95%；区域人口密度约 83 人/km^2，低于全国人口平均密度(116 人/km^2)。

龙滩水电站移民安置方式以县内安置为主，并遵循由近到远，先区乡内，后区乡外的原则；布柳河及双江自然保护区等环境敏感区的部分移民外迁安置。生产开

发方式主要是结合本地资源，因地制宜，以大农业安置为主，走综合开发道路。

2.2.6 工程投资

根据《国家计委关于广西红水河龙滩水电站可行性研究报告的批复》(计基础〔2001〕567 号)，核定的龙滩水电站总投资为 243 亿元(不含价差预备费)。

2006 年，经过对龙滩水电站的移民安置补偿费用调增、价差预备费增加和银行贷款利率的调整后，龙滩水电站动态总投资为 330 亿元。

目前，龙滩公司正在进行龙滩水电站的工程决算工作，根据初步估计可知，龙滩水电站工程已完成投资 327.87 亿元。

2.2.7 建设与运行回顾

龙滩电站勘测设计始于上世纪 50 年代，珠江水利委员会和广西电力局勘测设计院曾先后做过部分规划和勘测工作。1978 年后，中南院对龙滩电站进行了全面的勘测、设计。

(1) 项目建议书阶段

1992 年，国家计委以“计能源〔1992〕432 号”批复了《红水河龙滩水电站项目建议书》。

(2) 可行性研究阶段

1985 年 5 月，中南院完成《龙滩水电站分期开发可行性研究报告》并通过审批。

1990 年 8 月，能源部审查并通过了《红水河龙滩水电站初步设计报告》。

1993 年 8 月，国家计委批复了《关于红水河龙滩水电站利用外资可行性研究报告》。

2000 年，中国国际工程咨询公司按 “计司投资函〔2000〕145 号”委托评估要求对《红水河龙滩水电站可行性研究补充报告》进行了评估，认为项目开工建设的条件基本具备。

2001 年，国家计委下发了“计基础〔2001〕567 号”《国家计委关于广西红水河龙滩水电站可行性研究报告的批复》。

(3) 工程准备阶段

1992 年，广西电力局成立龙滩水电站工程建设公司筹备处，负责电站施工准备工作。

1993 年 11 月，电力工业部将龙滩电站列为 1993 年国家电力基本建设大中型预

备项目。

此后，由于三峡工程上马，龙滩电站“八五”期间未能开工建设。

1998 年 2 月，龙滩电站基本完成了碾压混凝土大坝国际招标设计及地下厂房、边坡等国内招标设计工作，此外，塘英生活基地场平、天峨县城～坝区进场公路、施工用电线路及场内连接左右岸的龙滩大桥等前期项目施工基本完成。

1999 年后，国家西部大开发战略启动，龙滩水电站的建设筹建进度明显加快。

1999 年 6 月，原国家电力公司、广西开发投资有限公司、广西电力有限公司和贵州基本建设投资公司共同作为发起人草签了“龙滩水电开发有限公司发起人协议书”。

1999 年 12 月 26 日，龙滩水电开发有限公司正式挂牌成立。

(4) 工程施工阶段

2001 年 6 月 27 日，国家计委以“〔2001〕1122 号”批准龙滩水电工程开工建设。

2001 年 7 月 1 日，龙滩水电站主体工程开工建设。

2003 年 11 月 6 日，龙滩水电站河段大江截流。

2006 年 9 月 30 日，龙滩水库下闸蓄水。

2008 年 1 月 31 日，龙滩水电站完成了大坝主体工程建设。

(5) 试运行阶段

2007 年 5 月 21 日，龙滩水电站 1 号机组并网发电进入试运行。

2007 年 7 月、12 月，龙滩水电站 2 号、3 号机组相继投入运行。

2008 年 4 月 10 日，龙滩水电站 4 号机组于投入运行。

2008 年 8 月中旬，龙滩水电站 5 号机组于投入运行。

2008 年 12 月 10 日，龙滩水电站 6 号机组于投入运行。

2008 年 12 月 26 日，龙滩水电站 7 号机组成功并网发电。

截至 2022 年 8 月 1 日，龙滩水电站 7 台机组已连续安全生产、稳定运行超 5500 天，累计发电量逾 2000 亿 kW·h，电站安全生产局面稳定，创造了特大型水轮发电机组投运后安全运行新纪录。

2.2.8 验收情况

2011 年 8 月 4 日，原国家环境保护部以“环验〔2011〕220 号《关于红水河龙滩

水电站枢纽工程竣工环境保护验收意见的函》”对《红水河龙滩水电站工程枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》进行了批复。

根据环验〔2011〕220 号，工程环境保护手续齐全，开展了工程环保水保综合监理，基本落实了环评及其批复文件提出的主要生态保护和污染防治措施，工程竣工环境保护验收合格。

500t 级通航建筑物的通航坝段、上游引航道建筑物、中间渠道边坡等随电站一期工程一并通过验收，剩余部分包括第一级升船机、中间渠道、第二级升船机及下游引航道等因未建成，未验收。

表 2.2.8-1　龙滩水电站一期工程项目组成表

工程项目		项目组成	备注
枢纽建筑物工程	挡水建筑物	大坝为碾压混凝土重力坝，最大坝高 192m，坝顶长 746.49m，坝体混凝土方量 728.1 万 m^3。大坝自右至左共分 32 个坝段，第 2～11 坝段为右岸挡水坝段，其中第 5 坝段为通航坝段；第 20～32 坝段为左岸挡水坝段，其中 22～30 坝段为地下厂房的进水口坝段	
	泄水建筑物	泄水建筑物布置在大坝河床部位，布置在 12～9 坝段，为溢流坝段，设有 7 个表孔与 2 个底孔，表、底孔均采用鼻坎挑流的消能形式，设计洪水时最大泄量 23524m^3/s，万年一遇洪水时，最大泄量 28190m^3/s。表孔担负泄洪和放空水库任务；底孔一般不参与泄洪，主要担负后期导流、水库放空和排沙任务	
	引水系统	引水发电系统布置在左岸，主要有进水口、引水隧洞、主厂房、母线洞、主变室、尾水调压井、尾水隧洞、尾水出口、开关站、出线平台和进厂交通洞及辅助洞室等。除进水口、尾水出口、开关站和出线平台及中央控制楼布置在地面外，其余均布置于左岸地下	

表 2.2.8-1(续)

工程项目		项目组成	备注
枢纽建筑物工程	发电系统	发电系统布置在左岸坝后的山体内，引水管内径 10.0m～8.7m(涡壳进口直径 8.7m)，引水道长度为 248.94m～256.55m，主厂房洞室 388.5m×28.5m×74.4m(长×宽×高)，主变洞 405.5m×19.5m×32.2～34.2m(长×宽×高)。每三台机共用一个尾水调压井和一条尾水洞，三个尾水调压井之间有 26.5m 厚的岩墙加以分隔，尾水洞直径 21.0m，尾水洞长度自河边向内分别为 356.8m、566.7m 和 572.6m	
枢纽建筑物工程	500t 级通航建筑物	在龙滩水电站一期工程建设时，通航建筑物规模为 500t 级，布置于枢纽的右岸，采用带中间渠道的二级垂直提升式升船机。通航建筑物主要由上游引航道、通航坝段(第一级升船机上闸首)、第一级升船机、中间渠道、第二级升船机及下游引航道等部分组成。两级升船机之间由中间渠道连接，第一级升船机最大提升高度 63m，第二级 93m，通航建筑物跨越总水头 156.00m	500t 级通航建筑物的通航坝段、上游引航道建筑物、中间渠道边坡等随电站一期工程同时建设并已通过验收(2011 年)。500t 级通航建筑物剩余部分包括第一级升船机、中间渠道、第二级升船机及下游引航道等在 2016 年重新开工建设，但仅进行了第二级升船机基坑开挖及施工临时工程，并于 2017 年再次停工至今。第二级升船机基坑开挖及边坡支护完成约 60%，施工临时工程完成了下游引航道围堰施工、堆渣场护坡等。综上，500t 级通航建筑物仅通航坝段、上游引航道建筑物和中间渠道边坡完成验收，剩余部分包括第一级升船机、中间渠道、第二级升船机及下游引航道等均未建成，未完成验收
移民安置工程		到 2008 年，龙滩水电站搬迁总人口为 77220 人，其中贵州为 45760 人，广西为 31460 人。农村移民迁建点占地面积 254.26hm^2，集镇迁建占地 173.53 hm^2。安置区 10 县属少数民族聚居的边远山区，水库淹没所需迁移人口中少数民族约占 95%；区域人口密度约 83 人/km^2，低于全国人口平均密度(116 人/ km^2)	

表 2.2.8-2　龙滩水电站一期工程项目特性表

序号	项 目	单位	可研阶段指标	实际指标	备 注
1 水文气象泥沙	河流流域面积	km^2	138340		
	工程控制流域面积	km^2	98500		
	多年平均气温	℃	20.1		
	极端最高气温	℃	38.9		
	极端最低气温	℃	-2.9		
	多年平均降雨量	mm	1343.5		
	坝址多年平均径流量	亿 m^3	508		
	坝址多年平均流量	m^3/s	1610		
	设计洪水流量	m^3/s	27600		0.2%
	校核洪水流量	m^3/s	35500		0.01%
	最大可能洪水流量	m^3/s	42600		
	多年平均年输沙量	万 t	5240		1960 年～1992 年
	多年平均含沙量	kg/m^3	1.05		1960 年～1992 年
2 水库	正常蓄水位	m	375		
	设计洪水位	m	377.26		
	校核洪水位	m	381.84		
	防洪限制水位	m	359.3		
	死水位	m	330		
	正常蓄水位以下库容	亿 m^3	162.1		
	校核洪水位以下库容	亿 m^3	179.6		
	兴利库容	亿 m^3	111.5		
	防洪库容	亿 m^3	50		
	调节流量	m^3/s	1100		
	水库面积	km^2	360	363.42	
	淤沙高程	m	287.6		

表 2.2.8-2(续)

序号	项 目	单位	可研阶段指标	实际指标	备 注
3 淹没	淹没耕地	hm^2	5613	6128	
	迁移人口	万人	7.82	7.72	测算至 2008 年
4 大坝	坝型		碾压混凝土实体重力坝		
	坝顶高程	m	382		
	最大坝高	m	192		
	坝顶长度	m	746.49		
	坝顶宽度	m	14		
	坝底宽度	m	168.58		
	最大下泄流量	m^3/s	28190		
	坝基岩石		砂岩、板岩		
	地震烈度	度	7		
	大坝地震设防等级	度	8		
	大坝建筑物等级		一级		
5 厂房	型式		地下		
	等级		一级		
	地质特性		砂岩		
	支护型式		喷锚		
	主厂房尺寸(长×宽×高)	m	388.5×28.5×74.4		
	机组间距	m	32.5		
	安装间长度	m	60/36		主/副
6 垂直升船机	型式		单线二级垂直升船机		
	最大设计过船吨位	t	500		
	承船厢尺寸	m	70×12×2.2		宽×高×吃水深
	上游通航水位	m	335～375		
	下游通航水位	m	232.5		
	提升高度	m	63.5		第一级升船机

表 2.2.8-2(续)

序号	项 目	单位	可研阶段指标	实际指标	备 注
7 工程施工	土石方明挖	万 m^3	1373.48	1952	截至 2007 年 10 月
	石方洞挖	万 m^3	311.13		
	混凝土及钢筋混凝土	万 m^3	730.14	836	
	施工永久占地	hm^2		135.42	
	施工临时占地	hm^2		645.47	
	施工高峰人数	万人	0.8	0.9	
8 工程效益	装机容量	万 kW	420		
	保证出力	万 kW	123.4		
	年发电量	亿 kW·h	156.7	44.03/146.31/131.4	2007 年、2008 年 2009 年实际发电量
	年利用小时	h	3740		
	上网电价	元	0.3007		国家发改委批准
	防洪效益	年	40		
9 经济指标	375m 总工期	年	9		
	第一台机组发电工期	年	6.5	6.0	2001 年 7 月～2007 年 5 月
	电站动态总投资	亿元	243	330	设计概算+移民调概

2.3 龙滩水电站 8、9 号机组建设工程概况及进展

2.3.1 工程概况

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程开发任务为发电，承担广西电网调峰、调频和备用功能，不改变龙滩水库水位，不影响原电站开发任务，龙滩水电站的开发任务仍为发电，兼顾防洪、航运、水资源配置等综合利用任务。龙滩水电站 8、9 号机组建设工程不改变龙滩水库特征水位，不影响综合利用任务，工程水库正常蓄水位 375m、死水位 330m 维持不变，8、9 号机组最低运行水位 340m。8、9 号机组建设工程装机容量为 1400MW(2×700MW)。建成后龙滩水电站总装机容量为 6300MW(9×700MW)。龙滩水电站在进行一期枢纽布置和建筑物设计时，已充分考虑了二期工程的要求。一期枢纽工程除 7 台机组已经投产发电外，8、9 号机组的进

水口坝段、输水系统已经形成，地下厂房按照正常蓄水位 400m 装机 9 台方案进行设计和施工，并预留了 8、9 号机组的安装空间。电气主接线考虑了电站二期的接入方式与送出间隔。500kV 开关站的土建部分已全部建成，预留了电站二期 GIS 设备和出线间隔的布置场地。

8、9 号机组建设工程主要为机组设备安装和配套辅机、配套电气、配套控制设备等的安装。8、9 号机组原型水轮机主要参数同一期工程机组参数，辅机设备与一期工程相同；不需增加桥机设备；电气、控制、保护和通信设备一期工程预留空间配套增加 8、9 号设备；高压出线按一期预留空间，增加一回出线和配套 GIS 设备，预留一回出线空间；金属结构在 8、9 号机组进水口快速闸门各增设设置 1 套启闭机即可。

8、9 号机组厂房一期混凝土及一期埋件已施工完成，工程施工项目主要包括厂房二期混凝土浇筑，2 台水轮机、2 台发电机、2 台变压器、550kV GIS、高压电缆、2 套液压启闭机及相关附属设备安装等。工程主体工程不涉及动土开挖施工，但工程环境保护“以新带老”措施过鱼设施、低温水治理措施的施工会部分涉及动土开挖施工。

本工程施工总工期 18 个月，筹建期 21 个月(筹建期不计入工程总工期)。施工总工期包括：准备期 3 个月(与筹建期搭接)，承包人进场进行施工临建设施建设及对现有结构检测及修复；主体工程首台机发电工期 14 个月，主要进行机电设备安装及调试；完建期 1 个月。筹建期进行机组招标及制造，并进行机组设备安装招标。

工程静态投资 223939.35 万元，其中枢纽工程投资 178019.26 万元，独立费用 35256.32 万元，基本预备费 10663.78 万元。工程总投资 236563.59 万元。

2.3.2 工程进展

2023 年 6 月，广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程可行性研究报告，通过了水电水利规划设计总院组织的审查。

2023 年 11 月～2023 年 12 月，龙滩公司组织完成了《广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境影响报告书(征求意见稿)》第二次公示。

2024 年 11 月，龙滩公司组织召开了《广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境影响报告书(咨询稿)》技术咨询会；同年 12 月，我院根据咨询会专家意见

修改完成了《龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境影响报告书》（送审稿）。

目前，正在协调组织实施龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境影响报告书的送审工作。

2.3.3 实施计划

2025 年 10 月，计划完成龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境影响报告书送审及批复工作。

2025 年底，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程计划开工建设。

2.4 项目地理位置

龙滩水电站通航建筑物工程位于广西壮族自治区河池市天峨县境内，两级垂直升船机布置在红水河干流龙滩水电站枢纽右岸山体，紧邻大坝右岸非溢流坝。工程距天峨县城约 15km。

2.5 项目建设内容及通航设计规模

2.5.1 工程建设内容

项目名称：龙滩水电站 1000t 级通航建筑物工程

建设性质：根据本项目工可批复，本工程属于龙滩水电站扩建工程

建设地点：龙滩水电站坝址右岸

建设规模：通航建筑物按 1000t 级两级升船机(III 级升船机)建设，设计代表船型为 1000t 级(特殊船型)单船。承船厢有效尺度为 73.0m×12.2m×3.5m(有效长度×有效宽度×有效水深，两级相同)，上、下游引航道宽 38.5m；最低水深 4m。设计单向通航能力为 375.46 万 t/a。

建设内容：主要包括通航建筑物主体工程、施工辅助工程和环境保护工程。

通航建筑物主要包括上游引航道、通航坝段、第一级垂直升船机、中间渠道、第二级垂直升船机、辅助闸室及下游引航道等。其中，上游引航道建筑物、通航坝段、中间渠道边坡直接使用 500t 级规模时建成的上游引航道建筑物、通航坝段、中间渠道边坡。本次 1000t 级规模需补充建设第一级垂直升船机、中间渠道、第二级垂直升船机、辅助闸室及下游引航道等。

施工辅助工程包括施工导流、施工道路、施工临建设施、水下施工、弃渣场等。其中，施工导流围堰直接使用 500t 级规模时建成的部分。

环境保护工程包括鱼类增殖放流站等。

建设投资：工程建设静态总投资估算为 483928.44 万元。

表 2.5.1-1　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	138340	
	坝址以上流域面积	km^2	98500	
2	多年平均年径流量	亿 m^3	508	
3	代表性流量			
	多年平均流量	m^3/s	1620	
	实测最大流量	m^3/s	16900	
	实测最小流量	m^3/s	130	
	P＝0.01% 洪水	m^3/s	36500	
	P＝0.1% 洪水	m^3/s	30300	大坝设计洪水
	P＝1% 洪水	m^3/s	23800	
	P＝5% 洪水	m^3/s	18500	
4	日平均流量历时保证率			
	≥198 m^3/s		95.0％	
	≥156 m^3/s		98.0％	
	≤3500 m^3/s		98.0％	
	≤2500 m^3/s		96.5％	
5	泥沙			
	多年平均悬移质输沙量	万 t	5240	
	多年平均含沙量	kg/m^3	1.05	
二	**水库水位**			

表 2.5.1-1(续)

序号	名　称	单位	数量	备　注
	正常蓄水位	m	375.00	
	死水位	m	335.00	
	设计洪水位(P＝0.2%)	m	376.56	
	校核洪水位(P＝0.01%)	m	381.84	
三	**航运指标及效益**			
1	设计水平年		-	远景
2	设计代表船型		1000t 机动驳	
3	设计船型尺度	m	68×11×2.4	型长×型宽×吃水
4	通航流量及水位			
	最大通航流量	m^3/s	5000	9 台机满发流量
	最小通航流量	m^3/s	277	与岩滩水库死水位衔接
	上游最高通航水位	m	375.00	水库正常蓄水位(一期)
	上游最低通航水位	m	336.50	槛上最小水深 4m
	下游最高通航水位	m	232.33	考虑岩滩回水
	下游最低通航水位	m	219.00	
5	年通航天数	d	330	
6	每天运行时间	h	22	
7	通航净空	m	10	
8	过船吨位	吨级	1000	
9	设计年货运量	万 t/年	375.46	单向
10	上游渠化里程			
	375 水位上游南盘江渠化里程(未渠化)	km	224(25)	至南盘江平班电站
	375 水位上游北盘江渠化里程(未渠化)	km	236(0)	至北盘江董箐电站

表 2.5.1-1(续)

序号	名　称	单位	数量	备　注
	375 水位上游坝王河渠化里程(未渠化)	km	77(2)	至坝王河航道
	336.5 水位上游南盘江渠化/未渠化里程	km	187/62	至平班电站
	336.5 水位上游北盘江渠化/未渠化里程	km	193/43	至北盘江董箐电站
	335 水位上游坝王河渠化里程(未渠化)	km	65/14	至坝王河航道
四	**工程占地与拆迁(新增)**			
1	工程占地总面积	万 m^2	19.12	通航建筑物工程施工占地，在原有施工占地范围内进行，不新增占地
五	**主要建筑物及设备**			
	承船厢正常升降速度	m/s	0.2	
	承船厢升降加速度	m^2/s	±0.01(正常)/±0.04(事故)	
	承船厢最大升降行程(第一级/第二级)	m	62.4/93.6	
1	**第一级垂直升船机**			
	升船机型式		钢丝绳卷扬全平衡式	
	下游通航水位	m	312.6	
	最大提升高度	m	62.4	
	上闸首结构型式		整体“U”型结构	
	船厢室结构型式		筏基＋全筒式塔楼	
	建筑物总高度	m	133.5	顶部机房暂按27m 高计
	船厢加水总重量	t	5770	其中船厢重 1700
	平衡重总重量	t	5770	含重力平衡重 1600 和力矩平衡重 4170
	提升机构数量	套	4	
2	**中间渠道**			

表 2.5.1-1(续)

序号	名　称	单位	数量	备　注
	正常工作水位	m	312.6	
	正常通航水深	m	3.6	工作水深范围 3.5～3.7m
	中间渠道总长度	m	1028.19	含通航渡槽、明渠
	通航渡槽总长度	m	557.5	先简支后连续预应力混凝土 T 梁渡槽
	通航渡槽净宽	m	34.88m(单向段 12.56m)	
	通航渡槽跨径	m	30+30+30=90m 30×3=90m 30×6+30×4=300m	
	通航渡槽最大槽墩高度	m	70	
	通航明渠总长度	m	548.19	
	通航明渠净宽	m	34.88～49	
3	**第二级垂直升船机**			
	升船机型式		钢丝绳卷扬全平衡式	
	上游通航水位	m	312.6	
	最大提升高度	m	93.6	
	船厢室结构型式		筏基＋全筒式塔楼	
	建筑物总高度	m	130.8+27=157.8	顶部机房暂按 27m 高计
	船厢加水总重量	t	5770	其中船厢重 1700t
	平衡重总重量	t	5770	重力平衡重 1600＋转矩平衡重 4170
	提升机构数量	套	4	
六	**施工特性**			
1	主体工程量			
	土石方明挖	万 m^3	102.37	

表 2.5.1-1(续)

序号	名　称	单位	数量	备　注
	土石填筑	万 m^3	34.01	
	石方井挖	万 m^3	1.58	
	混凝土和钢筋混凝土	万 m^3	71.82	
2	施工高峰工人数	人	1000	
3	施工临时占地	hm^2	57	施工临时占地需延长征地年限
4	施工期限			
	筹建期	年	0	
	准备工期	月	2	
	总工期	年	5.75	具备试通航条件
七	**环境保护**			
1	鱼类增殖放流			
	占地面积	hm^2	4.65	
	放流规模	万尾	130	
八	**经济指标**			
1	静态总投资	亿元	48.39	
	其中：枢纽工程	亿元	32.86	
	建设征地和移民安置	亿元	-	
	独立费用	亿元	7.09	
	基本预备费	亿元	5.61	

表 2.5.1-2　项目组成表

工程项目			项目组成	备注
主体工程	通航建筑物工程	上游引航道	桩号为 N0-387.000m～N0-005.000m，长 382m，其中导航段 70m，调顺段 244m，停泊段 68m。引航道基本宽度 38.5m，过闸方式为曲线进闸、直线出闸	直接利用已建的 500t 级规模上游引航道
		第一级升船机	全平衡卷扬式升船机，包括上闸首、船厢室段及下闸首三部分	上闸首即通航坝段，直接利用已建的 500t 级规模通航坝段，其它新建
		中间通航渠道	中间渠道分为明渠和渡槽两种型式，全长 1028.19m；可错船和停泊水域宽度为 34.88～45m，长度约 900m	边坡工程约 60% 在 500t 级规模中已建成，直接利用
		第二级升船机	全平衡卷扬式升船机，包括上闸首、船厢室段和下闸首三段	基坑开挖在 500t 级规模中已完成，直接利用
		辅助闸室	有效长度为 76.00m；辅助闸室有效宽度为 12.20m，槛上最小水深 4.0m；采用钢筋混凝土“U”型整体结构，其桩号为航 1+298.500m～航 1+337.500m，结构总长 39.0m，结构最大外宽 24.0m，沿纵向分为 3 个结构块，每块长 13.0m	新建
		下游引航道	直线段总长 270m，与河道主流夹角约 40°。引航道基本宽度为 38.5m，向右侧扩宽，采用曲进直出方式运行；引航道左侧布置导航隔流堤，长约 100m，右侧布置 3 个靠船墩	新建
		上下游锚地	上游锚地沿岸均布置 8 列、每列 5 个(适应不同水位)、共 40 个地牛，顺水流方向地牛间距为 30.0 m，靠岸系泊锚位面积约 12600m^2；下游锚地沿岸均布置 8 列、每列 3 个(适应不同水位)、共 24 个地牛，顺水流方向地牛间距为 30.0 m，靠岸系泊锚位面积约 8640m^2	新建
施工辅助工程	施工导流		采用在下游引航道出口预留岩坎上修建围堰的导流方式，由主河床泄流	围堰施工在 500t 级规模中已完成，直接利用
	施工道路		新建 3 条辅助施工道路至不同工作面，新建道路总长 1.3km；改建 1 条已建临时施工道路	新建 3 条施工道路，改建 1 条，其它利用龙滩水电站现有道路
	施工临建设施		主要包括砂石加工系统、混凝土系统、综合加工厂、金属结构转运场、施工营地、中心仓库、变电站、水厂等，均利用原龙滩水电站工程原有场地	利用原龙滩水电站工程已有场地

表 2.5.1-2　项目组成表

工程项目			项目组成	备注
施工辅助工程	弃渣场		利用现有龙滩沟弃渣场，原设计堆渣高程235.00m～345.00m，现已堆渣至高程 335.00m，局部堆渣至高程 320.00m，将渣场顶高程加高至350.00m，还有容量 180 万 m³，满足弃渣需要	利用原龙滩水电站工程规划的弃渣场
环境保护工程	污染防治措施		包括生产废水和生活污水处理设施；大气环境保护措施；声环境保护措施；固体废物处置措施；环境监测等	施工期处理设施新建；运行期处理设施依托龙滩电厂现有设施
	鱼类资源保护措施	鱼类增殖放流站	鱼类增殖放流站选址位于龙滩坝上约 700m 的右岸台地处，总用地面积 4.65ha。放流规模为 130 万尾/年；生产工艺流程包括苗种生产和放流，采用以室内循环水养殖模式为辅，室外流水养殖模式为主的养殖模式。按功能划分为生产区、生活区和辅助系统	新建

2.5.2　水运量预测

本次龙滩过坝运量预测采用《红水河通航标准研究报告》(2018 年 2 月，编制单位交通运输部珠江航务管理局、贵州顺达水运规划勘察设计院)中的成果，至 2025 年，龙滩枢纽过坝运输量需求为 1500 万 t，其中上行 500 万 t，下行 1000 万 t。

2.5.3　代表船型

本项目代表船型为 1000t 级(特殊船型)单船。

按 2016 年《交通运输部办公厅关于报送红水河 1000 吨级设计船型尺度的函》和《交通运输部珠江航务管理局关于初步确定红水河 1000 吨级船型尺度的函》，本阶段按船型尺度为 68.0m×11.0m×2.40m(总长×型宽×设计吃水)进行研究。

2.5.4　升船机级别

根据《升船机设计规范》(GB 51177-2016)，升船机级别为 III 级，为大型升船机。

2.5.5　通过能力

根据本项目可研设计成果，龙滩水电站过坝运量的有关预测都是以红水河水运需求为基础的，综合考虑各预测的成果，本次龙滩过坝运量预测采用《红水河通航标准研究报告》中的成果，见表 2.5.5。

表 2.5.5　龙滩过坝不同方式运量预测表(采用)　　单位：万 t

过坝方式	2025 年 (1500 万 t)		2035 年 (2600 万 t)		备　注
	上行	下行	上行	下行	
龙滩升船机直通	250	450	500	800	加强管理，优化运行提升过坝能力
龙滩翻坝水路	100	200	200	300	龙滩过坝能力不足，翻坝补充
龙滩坝前水陆联运	150	350	300	500	在龙滩将形成水陆联运枢纽
合计	500	1000	1000	1600	

龙滩水电站由于主体工程已经建成，受建设条件和预留通航建筑物尺寸的限制，1000t 级通航建筑物按一次通航一艘 1000t 级单船设计，按单、双向过闸各占一半估算，单向通过能力为 375.46 万 t。

2.5.6　通航净空

根据《内河通航标准》，通航净空高度为 10.0m。

2.5.7　承船厢有效尺度

根据《升船机设计规范》(GB 51177-2016)，拟定承船厢有效尺度为 73.0×12.2×3.5m(有效长度×有效宽度×有效水深)。

2.5.8　通航建筑物有效尺度

1) 第一级升船机上闸首(已建通航坝段)：

有效宽度 12m，门槛水深 4.0m(考虑航槽偏窄，参考船闸门槛水深取 1.6 倍设计船型吃水深度)。

2) 第一级升船机下闸首：

参考《内河通航标准》(GB 50139-2014)关于船闸有效宽度的规定，有效宽度取 12.2m(每侧富余宽度 0.6m)；第一级升船机下闸首有效水深与中间通航渠道相同，取 3.6m。

3) 中间通航渠道：

参考引航道标准，有效水深取 1.5 倍设计船型吃水深度，取 3.6m。根据地形布置条件，2#通航明渠基本宽度 38.0m；1#明渠、2#明渠、1#渡槽、2#渡槽和 3#渡槽双向段的有效宽度取 34.88m；3#渡槽单向段的有效宽度取 17.28m。

4) 第二级升船机上闸首：

参考《内河通航标准》(GB 50139-2014)关于船闸有效宽度的规定，有效宽度取12.2m；考虑承船厢有效水深为 3.5m，中间通航渠道有效水深为 3.6m，第二级升船机上闸首有效水深与中间通航渠道相同，取 3.6m。

5) 第二级升船机下闸首和辅助闸室：

参考《内河通航标准》(GB 50139-2014)关于船闸有效宽度的规定，下闸首有效宽度取 12.2m；参考船闸门槛水深标准取 1.6 倍设计船型吃水深度，取 4.0m。

考虑辅助闸室运行不影响升船机通过能力，充分利用地形条件和闸门制造条件，辅助闸室有效宽度取 34.0m，有效长度包括导航段和停泊段，取 150m，门槛水深取 4m。

6) 上、下游引航道：

根据《船闸总体设计规范》(JTJ 305-2001)，下游引航道基本宽度取 3.5 倍设计船型宽度，取 38.5m；最低水深按大于 1.5 倍设计船型吃水深度，取 4m。

2.5.9 通航水位

1) 上游最高通航水位：

按《内河通航标准》(GB 50139-2014)的要求，III 级通航建筑物的上游设计最高通航水位采用正常蓄水位和 20～10 年一遇洪水重现期的高值。龙滩水电站正常蓄水位 375m，20～10 年一遇洪水时水位维持在 375m，因此通航建筑物上游最高通航水位采用 375m。

2) 上游最低通航水位：

按《内河通航标准》(GB 50139-2014)的要求，应采用水库死水位和最低运行水位中的低值。龙滩水电站死水位为 330m；从多年运行特性来看，水库最低消落水位一般在 345m～330m 之间。第一级升船机上闸首即通航坝段已建成，上闸首航槽底高程为 332.5m，考虑 4m 门槛水深，因此上游最低通航水位为 332.5+4=336.5m。

3) 中间通航渠道通航水位

中间通航渠道已按 309m 渠道底板高程进行开挖和完成支护，正常通航水深维持 3.6m，因此中间通航渠道通航水位确定为 312.6m。

4) 下游最高通航水位

按《内河通航标准》(GB 50139-2014)的要求，III 级通航建筑物的下游设计最高通航水位应采用 20～10 年一遇洪水重现期，龙滩坝址河段属山区河流，可取 10 年一

遇洪水重现期。经龙滩水电站调节后洪水重现期 10 年的最大下泄流量为 16300m^3/s，相应岩滩库水位 223m 时下游水位为 248.33m(原 500t 时水位流量关系)。

龙滩水电站通航建筑物下游航段虽位于岩滩水电站库区内，但河道仍然较窄，大流量时流态较差，按规范确定的最大通航流量要求难以满足 1000t 级船舶的航行要求。目前龙滩水电站装机容量为 7×700MW，7 台机组满发流量为 3892m^3/s，扩机后 9 台机对应的机组满发流量为 5004m^3/s。为保障通航安全，本阶段龙滩水电站通航建筑物最大通航流量采用 5000m^3/s，相应水位为 233.36m。

2010 年，龙滩下游航道经过疏浚整治，水位流量关系发生改变，根据本次新水文复核，5000m^3/s 流量对应水位为 232.33m。本阶段还按 233.36m 设计，是有足够裕度的。

5) 下游最低通航水位

下游岩滩水电站坝前死水位为 219.0m(原设计 204m 后调为 219m)，龙滩水电站通航建筑物下游最低通航水位与下游岩滩死水位完全衔接，为 219.0m。

据相关信息，近年来下游岩滩水电站实际运行最低坝前水位为 215m。经复核，当岩滩水库坝前水位 215m 时，龙滩电站下泄约 450m^3/s 即可保证口门区水位高于 219m，满足通航要求。根据电站运行资料统计，自电站运行以来未出现下游引航道水位低于 219m 的情况。

2.5.10 通航水流条件

按照《船闸总体设计规范》(JTJ305-2001)要求，在通航期内，口门区的水面最大流速要求如下：引航道口门区水面最大纵向流速≤2.0m/s、横向流速≤0.3m/s、回流流速≤0.4m/s；引航道制动段和停泊段水面最大纵向流速≤0.5m/s、横向流速≤0.15m/s；引航道导航段和调顺段宜为静水区。

中间通航渠道水流条件为静水区。

2.6 通航运行调度情况及用水过程

2.6.1 运行调度情况

龙滩水库为“两广”地区最大的蓄能补偿水库，水库按补偿要求进行调度运行，主要补偿对象为红水河梯级电站，一般补偿运行规则为：

1) 在丰水期水电站群的出力大于系统水电的总保证出力，此时各水库蓄放水次序应按库群不蓄能量损失最小为准则，在弃水风险率相同条件下，龙滩、天生

桥 1 级水库优先蓄水，尽快抬高梯级有效利用水头，提高整个梯级的总蓄能，在水库运行至正常蓄水位时，则按天然来水情况加大出力。当区间来水较大时，而上游水库有蓄水能力时，上游水库补偿蓄水，以减少下游水电站弃水，充分利用河流水能资源。汛期当水库运行至防洪限制水位与正常蓄水位时，则按天然入库水量发不蓄出力。

2) 进入枯水期运行时，由于天然径流的减少，调节性能差的水电站发电出力下降较大，此时需龙滩水库发挥蓄能补偿水库的作用，对其下游梯级电站以及电力系统内其他水电站进行补偿调节，以增加枯水期水电站群的总保证出力，提高水电站群在电力系统中发电运行的稳定性和可靠性。水库的放水次序仍以库群不蓄能量损失最小为准则进行安排，一般情况下天生桥一级水库、龙滩水库先放水，其他调节性能较差的水库后放水，以减少下游水库因过早放水水位消落而引起的水头损失，使库群总蓄能量和水电站群发电效益达到最大。

从龙滩水库的多年运行特性来看，375m 水位时水库仅有年调节能力，水库的基本运行特性体现为年调节水库的运行特性，在汛期结束前水库基本上都能够蓄至正常蓄水位 375m，在枯水期末水库的年消落深度为 345m，最低消落水位一般在 345m～330m 之间，基本接近死水位 330m。

龙滩水电站航运调度的任务是保障枢纽通航建筑物及设施的正常运用，满足设计条件下航运安全和畅通的要求，保障过坝船舶安全、便捷、有序通过。航运调度应服从防洪调度要求，并与发电调度相协调。

发电调度应服从防洪调度，并兼顾航运调度，统筹考虑龙滩水电站上、下游河道的航运要求，满足设计通航条件。发电下泄最小流量以满足下游最低通航水位为原则，电站运行过程中，下泄流量应逐步增加或减少，使得下游河道水位变幅值满足航运水深变幅要求。当电站承担日调峰运行时，应控制下泄流量的变幅和变率，减小下游河道的水位变幅。电站因事故切除较多的水轮发电机组时，应视情况适时补水，以避免下游水位的急剧变化。

2.6.2 升船机用水过程

龙滩水电站通航建筑物为带中间渠道的两级垂直升船机，中间渠道长约 1km，具备错船功能，两级升船机独立运行。

升船机运行方式根据具体时段船舶过坝需求的情况一般分二种方式运行，即：

单向过机和双向过机。升船机单向过机运行见图 2.6.2-1；升船机双向过机运行见图 2.6.2-2。

双向过机情况下，当上、下行船舶排水量相同时，不产生耗水。

升船机单向下行运行时，每运行一个循环，升船机会将下游的相当于下行船舶排水量的水量(约 1000～1500m^3)转移至升船机上游水域。

升船机单向上行运行时，每运行一个循环，升船机会将上游的相当于下行船舶排水量的水量(约 1000～1500m^3)转移至升船机下游水域。

升船机单向运行一次的时间约 54 分钟，单向运行半天可完成约 12 次。

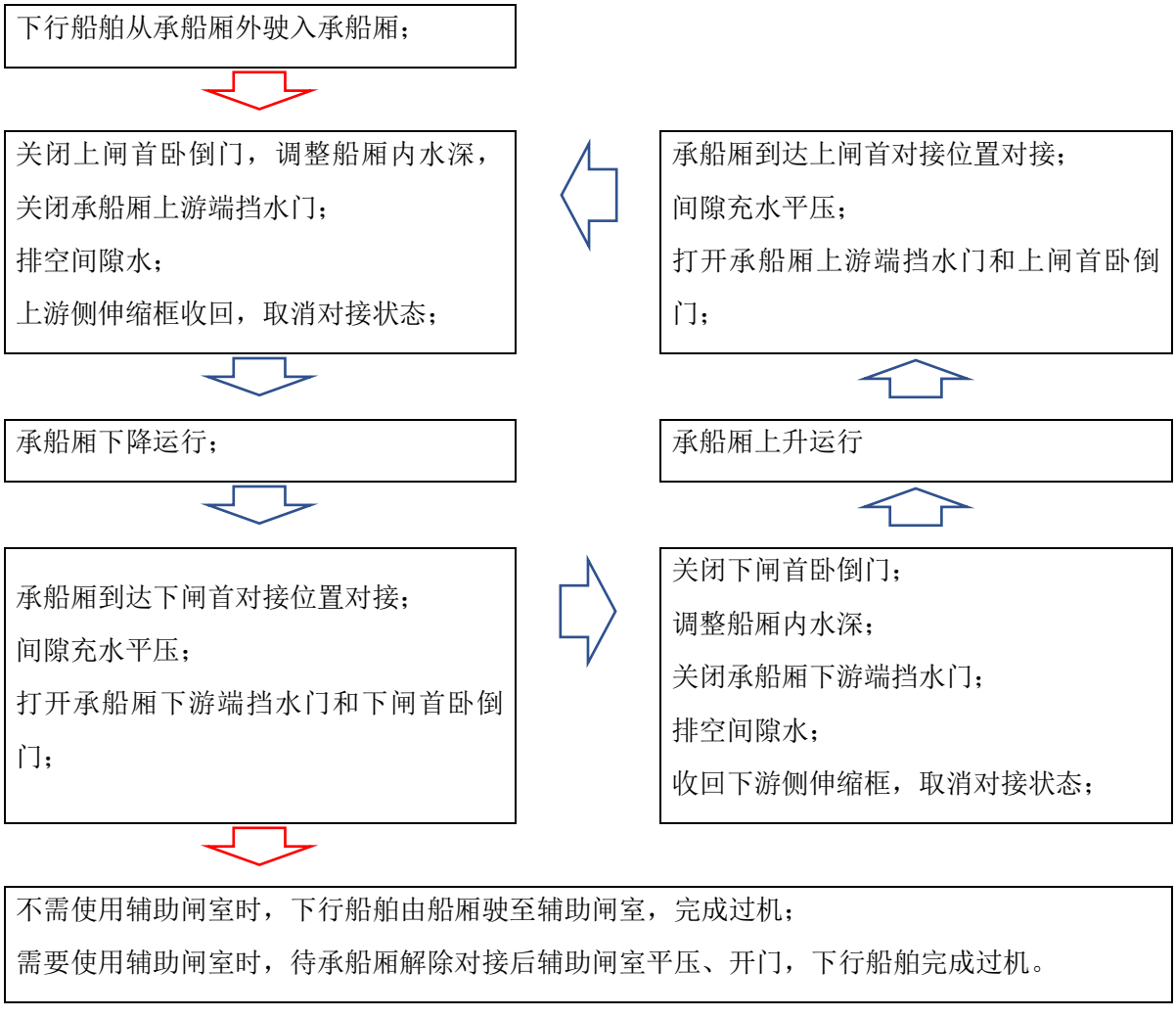


图 2.6.2-1　单向过机流程图(以单向下行为例)

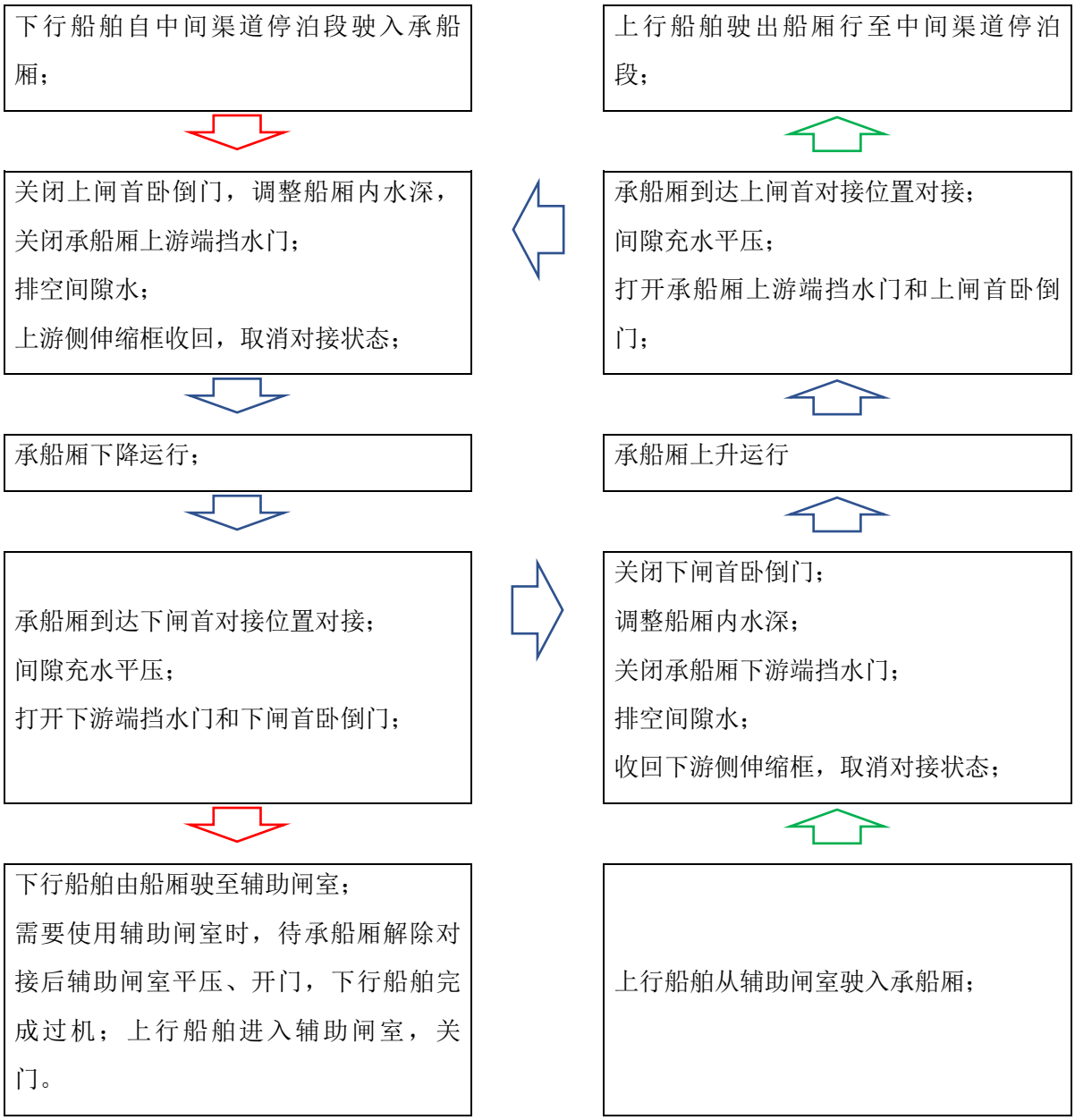


图 2.6.2-2　双向过机流程图

2.7　工程推荐方案总体布置及主要建筑物

2.7.1　综合比选

2.7.1.1　总布置比选

龙滩水电站通航建筑物布置格局已基本确定，1000t 级方案在工程建设现状的基础上进行布置调整。为充分研究 1000t 级方案的可行性，结合上游引航道和挡水坝段已形成、一期开挖已完成的现有条件及已有的设计成果，对有、无辅助船闸的两个方案进行了比选。有辅助闸室方案增加混凝土工程量约 2.4 万 m^3，钢筋约

1456t，金属结构及机械设备约 330t。由于增设辅助闸室，保证了升船机能连续、安全运行，增加了年单向通过能力 57.3 万 t。为最大限度发挥红水河水运通道作用，推荐采用带辅助闸室的两级垂直升船机方案。

2.7.1.2　升船机机型比选

根据本项目可研成果，对全平衡卷扬式、承船厢入水卷扬式，全平衡齿轮爬升长螺母柱保安式等 3 种机型进行比选。

对于第一级升船机，由于下游为中间渠道，通航水位恒定，因此采用全平衡的机型。由于全平衡齿轮爬升螺母柱保安式的主要设备规模大、传力机制复杂，制造和安装精度要求很高，承船厢设备与塔楼结构变形协调性问题比较突出，承船厢抗震设备结构复杂，工程投资和建设工期都比卷扬式升船机大幅增加，推荐采用全平衡卷扬式升船机。

对于第二级升船机，考虑采用承船厢入水卷扬式机型。由于承船厢入水卷扬式升船机为非全平衡式，对于 1000t 级升船机，提升荷载很大，导致主提升机构的设备规模大，配置 8 台 670kW 电动机，运行能耗高，卷筒名义直径达到 5.0m，低速减速器输出扭矩达到 2×5225kN·m，尺寸和重量超出常规，制造和安装难度较大。受塔楼的长度限制，主提升机构设备在主机房内沿上下游方向布置比较困难。承船厢入水后需采用“微调”措施应对下游河道水位的变化，运行过程复杂，对控制系统要求较高，因此推荐采用两级全平衡卷扬式的机型。第二级升船机下游设置辅助闸室，作为应对下游水位变率大的工程措施，能够确保升船机的安全、连续运行。

2.7.2　上游引航道

上游引航道布置于水库内，上与库区航道衔接，下与通航坝段衔接，为库区导引船舶进出升船机的航道。参照《船闸总体设计规范》(JTJ305-2001)中相关规定，并考虑靠船墩建造地形条件因素，上游引航道布置桩号为 N0-387.000m～N0-005.000m，长 382m，其中导航段 70m，调顺段 244m，停泊段 68m。引航道基本宽度 38.5m，过闸方式为曲线进闸、直线出闸。上游引航道在龙滩大坝一期工程中已经建成并通过验收。

2.7.3　第一级升船机

a) 上闸首

第一级全平衡卷扬式升船机包括上闸首、船厢室段及下闸首三部分。

上闸首为已建的通航坝段，是电站挡水坝块之一。通航坝段总宽度为 88.00m，中部设置通航航槽，航槽宽 12.00m，门槛高程为 332.50m。本工程通航坝段目前已按照 375.00m 水位建设，通航坝段顶高程已建设至 382.00m，坝顶交通桥高程已建至 384.256m 高程。

上闸首航槽长 38m，宽 12m，底高程 332.5m，是一条狭窄航槽，最低通航水深按 4m 考虑，因此上游最低通航水位确定为 336.5m。

1000t 级通航建筑物上游最高通航水位为 375m，通航净空 10m。通航坝段航槽顶部布置有交通桥和门机轨道梁，考虑梁高 1.5m～2m，因此通航坝段加高至 387.0m 高程，左右两边以 1:10 的坡度连接坝顶公路。

上闸首顺水流方向依次设有事故检修闸门、工作闸门以及操作闸门的门机和固定卷扬式启闭机等设备。另外，在上闸首两侧还专门设有供事故检修门和工作门存放的门库。

b) 第一级升船机船厢室段

第一级升船机按常规布置，船厢不下水，采用钢丝绳卷扬全平衡式升船机，上游通航水位 336.5m～375m，下游中间渠道通航水位 312.60m。第一级升船机最大提升高度为 62.40m；承重筒体对称布置在船厢室的左、右两侧，之间为宽 19m 的船厢室，供承船厢升降之用。塔楼底部由筏板基础联为整体，顶部通过梁板结构连接，并构成顶部机房的基础，使整个船厢室段结构形成一巨型筒体结构体系。

第一级升船机承船厢总长 88m，船厢室段长 85m，考虑顶部机房布置，船厢室段下游的工作闸门段与船厢室段合为塔楼结构。

塔楼在竖向主要由基础底板、承重筒体结构和顶部机房三部分组成，其中基础底板厚 5.5m，承重筒体结构高度为 101m，顶部机房高度为 27m。

塔楼在顺水流方向上结构总长 94m、可分为船厢室段和下游工作闸门段，其中船厢室段长 85m，下游工作闸门段 9m。

塔楼在垂直水流方向总宽 39.8m、左右两侧筒体宽度均为 10.4m，中部船厢室空间宽 19m。

船厢室段建基面高程为 297.00m(一期工程建设时形成)，底板顶面高程 302.50m；顶部机房地面高程 403.50m。

承船厢有效水深 3.5m。

c) 下闸首

第一级升船机下闸首采用整体“U”型结构，下闸首结构总长 7.0m，总宽 39.8m，航槽净宽 12.2m，建基面高程 297.00m，下闸首门槛高程为 309.00m，下闸首边墩顶高程为 314.60m。顶部布有供检修门启闭用桥机的混凝土排架结构。下闸首在各工况下，挡水水头均较小，仅为挡下游中间渠道的 3.7m(已包括 0.1m 超载水深)水头。

2.7.4 中间通航渠道

在龙滩水电站一期工程时，根据地形地质条件和总提升高度，划分了第一、二级的提升高程，由此确定了中间渠道的建基面高程为 308.50m，明渠基槽宽度约 36～50m，明渠段的开挖及边坡支护均已完成，其中最高边坡高度 120m，坡比为 1:0.6～1:0.8。

中间渠道是连接第一、二级升船机的通航水域，为使通航建筑物的两级升船机能独立运行、互不干扰，中间通航渠道应具有满足第一、二级升船机双向运行的引航道条件，同时还应具有上下行船舶错船和等待过闸的功能。根据现场实际条件，以尽量利用地形、不对已支护的高边坡进行二次开挖的原则，拟定中间渠道布置，其中可错船和停泊水域宽度为 34.88～45m，长度约 900m，基本满足上下行船舶错船和等待过闸要求。在双向运行时，第一级升船机下游和第二级升船机的上游均采用船舶曲进直出方式运行。

根据地形条件，中间渠道分为明渠和渡槽两种型式，全长 1028.19m。

其中，N.0+134.120m～N.0+155.050m 段为 1#明渠，上接第一级升船机下闸首，下接 1#渡槽，水域宽 34.88m～12.2m，长 20.93m。

N.0+274.05m～N.0+696.86m 段为 2#明渠，上接 1#渡槽，下接 2#渡槽，轴线总长 422.81m，基本宽度 38 米，中间含第一级升船机轴线转至第二级升船机轴线的转弯段，弯段最大宽度 49m。

N.0+810.86m～航 0+839.66m 段为 3#明渠，上接 2#渡槽、下接 3#渡槽，长 28.8m，宽度为 34.88m。

N.0+155.05m～N.0+274.05m 段为 1#渡槽，水域宽 34.88m，长 119m。

N.0+696.86m～N.0+810.86m 段为 2#渡槽，水域宽 34.88m，长 114m。

N.0+839.66m～N.1164.16m 段为 3#渡槽，上接 2#明渠段，下接第二级升船机上

闸首。为与第二级升船机衔接，3#渡槽分双向航道段和单向航道段，双向航道段水域宽 34.88m，长 204.5m，单向航道段水域宽 17.28m，长 120m。

2.7.5 第二级升船机

第二级全平衡卷扬式升船机在功能上包括上闸首、船厢室段和下闸首三段。

a) 上闸首

第二级升船机上闸首上游接中间渠道，下游接船厢室段。上闸首段中部航槽宽 12.2m，长 19.3m，上游端布置 3#渡槽下游槽台，下游端布置第二级升船机检修门和工作门。检修闸门的启闭、上闸首工作闸门及工作闸门门体内各类设备的检修均利用第二级升船机顶部机房桥机进行操作。

上闸首在结构上与下游船厢室段合为整体，下部为挡水结构，左右两侧为筒体结构，上部为机房层。

b) 船厢室段

第二级升船机按常规布置，船厢不下水，采用钢丝绳卷扬全平衡式升船机，上游中间渠道通航水位 312.60m，下游通航水位 219.0m～233.36m。第二级承船厢总长 88m，船厢室段长 85m。船厢室底板高程为 208.7m，空间净高 114.2m，宽 19m，升船机最大提升高度 93.6m，顶部机房地面高程 326.1m。

第二级升船机采用钢丝绳卷扬全平衡式，船厢室内应保持无水，同时考虑抵挡 100 年一遇洪水，下游防洪水位为 256m，挡水结构顶高程取 257m。

船厢室段连同上闸首段和下闸首的下游工作闸门段在结构上合为第二级升船机塔楼结构。其中上闸首段长 19.3m，船厢室段长 85m，下游工作闸门段长 10m，结构总长 114.3m。

塔楼竖向布置为：高程 195.3～208.9 为底板，208.9～257m 为挡水结构侧墙，257～326.1m 为承重筒体结构，326.1 以上为第二级升船机机房。

挡水结构总宽 60m，中部为船厢室，宽 19m；两侧为挡水侧墙及筒体。挡水结构上游面为上闸首下部，断面与左右两侧挡水侧墙相同，均为梯形断面。挡水结构下游面为下游工作闸门段。

下游工作闸门段长 10m，宽 60m，是塔楼结构下部挡水结构的下游面，布置有下游工作闸门，底板下部布置有集水井，右侧侧墙内布置排水泵房，顶部布置门机。

c) 下闸首

下闸首在功能上布置有工作闸门、防撞装置、检修门及门库、顶部门机等，结构上工作闸门段并入塔楼结构下游的挡水结构，其余单独形成结构段，结构总长26m，宽46.1m，其中左侧墙宽12m，中部航槽宽12.2m，右侧墙宽21.9m。

下闸首顶部高程为257m，布置有通向右侧对外公路的交通桥，桥宽8m，连接边坡上260高程的对外公路，下游端布置有跨航槽的连接左右侧墙的公路桥，左侧墙布置有通向辅助闸首的交通桥。

2.7.6 辅助闸室

为适应下游通航水位短时间大幅度变化，确保船舶进出升船机承船厢的安全和设备安全，在第二级升船机下闸首下游设置辅助闸室。

辅助闸室尺度同时具备停泊和导航条件，在辅助闸室内可完成下行船舶驶出承船厢进入辅助闸室、上行船舶从辅助闸室驶入承船厢，可消除双向运行时辅助闸室对升船机通过能力的影响。其流程为：在双向运行时，上行船舶停靠在辅助闸室内待机，辅助闸室下游工作门关闭，下行船舶从承船厢驶出至辅助闸室，上行船舶驶入承船厢；升船机解除对接后，辅助闸室下游工作门打开，下行船舶下行，下一艘上行船舶进入辅助闸室，关闭辅助闸室下闸首工作门，完成一个循环。

参考JTJ305-2001《船闸总体规范》要求，当引航道具备导航功能时，引航道最小长度可为导航段(最小长度为一倍船长)和停泊段(最小长度为一倍船长)之和。根据第二级升船机下游布置条件，辅助闸室有效长度取150m，其中导航段长80m，停泊段长70m。

按照JTJ305-2001《船闸总体规范》要求，引航道最小宽度为3.5倍船宽，即38.5m。辅助闸室如果按38.5m布置，下闸首工作门尺度达38.5m×18.9m(宽×高)，闸门尺度过大。参考类似工程并经论证，取闸室有效宽度34m，可基本满足错船要求。

辅助闸室水深按1.6倍船舶吃水计算为3.84m，取整为4m，按最低通航水位219.00m计算，辅助闸室底板高程为215.00m。

根据龙滩水电站下游水位变化情况，并参照类似工程经验，辅助闸首和辅助闸室最大工作水头和挡水水头均取3.0m。

辅助闸室闸墙顶高程按下游最高通航水位232.33m设计，取235.50m。辅助闸室下闸首顶高程考虑维修和启闭机设备防洪需要，取257.00m，与第二级升船机下闸首同高。

辅助闸室左侧布置重力式闸墙，右侧利用边坡，与下闸室形成封闭水域。左侧闸墙共分 8 个结构块，每块长 18m；右侧布置半径为 40m 的弧形辅导航墙和 5 个靠船墩。下闸首为分离式结构，左右两侧为闸首边墩，与两侧边坡衔接，中间底板设分离式底板，厚 2m，下闸首顺水流方向长为 14m。

辅助闸首设置一扇工作闸门，双向支承及止水，闸门为小开度充水平压静水启闭。

2.7.7 下游引航道

下游引航道布置在第二级升船机下闸首下游，由辅助闸室和下游扩宽段共同承担引航道功能，辅助闸室左侧闸墙为主导航墙，右侧半径 40m 的弧形导墙为辅导航墙，辅助闸室内和扩宽段共布置 10 个靠船墩。

下游引航道直线段总长 244m，底高程 215.0m，辅助闸室段水域宽度 34m，下游扩宽段左侧边线以 3 度角扩宽，右侧以 8 度角扩宽

直线段下游接转弯段与下游航道衔接，转弯段转弯半径为 420m。

2.7.8 上、下锚地

参照 JTJ305-2001《船闸总体设计规范》中相关条款，为满足升船机最繁忙时过机船舶停泊的需要，宜在升船机上、下游引航道外设置锚地。本阶段初步规划在龙滩电站上、下游各选择一处水流条件较好，水面较宽裕的地方作为升船机锚地。

上游锚地靠岸系泊锚位面积约 12600m^2，可供 4 艘 1000t 级船舶顺靠，当来船量较多时，可并排靠泊。

下游锚地靠岸系泊锚位面积约 8640m^2，可供 4 艘 1000t 级船舶顺靠，当来船量较多时，可并排靠泊。

上、下游锚地附近水域宽阔，锚地容量能满足要求。

2.8 工程施工规划

2.8.1 施工条件

2.8.1.1 场地布置条件

坝址位于高山峡谷区，两岸冲沟发育、地形复杂。龙滩水电站施工场地主要依靠开挖弃渣堆填冲沟形成。前期工程施工时，坝址上游右岸有纳付堡、左岸有雷公滩渣场，下游 5.5km 范围内，左岸有姚里沟、右岸有那边沟、龙滩沟渣场。

综合考虑运输及渣场弃渣条件，开挖弃渣选择龙滩沟作为本次施工弃渣场地；生产、生活营地布置在右岸下游那边沟。

2.8.1.2　交通条件

a) 对外交通

龙滩水电站位于红水河上游、广西天峨县境内，距天峨县城约 15km。天峨县城位于红水河左岸，经红水河天峨大桥沿右岸至坝址为 S317 公路，1993 年业主已将该公路的天峨至麻村口段(10km)改建为四级公路，混凝土路面。

黔桂铁路在南丹县设有车站(为一期工程主要材料及设备运输转运站)，从车站至坝址下游 2.5km 处的红水河龙滩大桥公路里程约 81km，为一期工程新建对外公路，属山区二级公路。

贵州省建设的大西南通道贵(阳)～新(寨)高等级公路在广西连接南丹，其中贵阳～都匀 152km、都匀～新寨 118km 为高速公路，新寨～南丹 48km 为二级公路。

广西壮族自治区境内，柳州经金城江至南丹公路里程 253km，其中柳州至宜州为一级公路，里程 110km；宜州经金城江至南丹的高等级公路，里程 143km。南宁经都安至金城江高速公路，里程 170km。

b) 场内交通

龙滩水电站一期工程左岸、右岸场内均建有 7 条主干道路，与本工程相关的主干道特性见表 2.8.1-1。

表 2.8.1-1　场内已建主干道路特性表

公路编号		起止点	长度(km)		宽度(m)		路面型式
			永久	临时	路基	路面	
左岸	①	龙滩大桥左桥头～电站尾水出口	2.16		13.00	11.00	混凝土
右岸	②	龙滩大桥右桥头～右坝头	3.39		11.00	9.00	混凝土
	④	龙滩大桥右桥头～原坝区下游围堰	2.42		11.00	9.00	混凝土
	⑥	龙滩大桥右桥头～麻村口	1.53		10.00	8.00	混凝土
	⑧	⑩公路～缆机平台		0.92	11.00	9.00	泥灰结碎石
	⑩	龙滩大桥右坝头～向阳乡改线		3.86	11.00	9.00	
	⑫	⑥公路～麻村砂石系统	3.38		8.00	6.50	混凝土
				1.15	8.00	6.50	泥结石
	⑭	麻村砂石系统～大法坪料场顶部		4.00	8.00	6.00	泥灰结碎石

2.8.1.3　物料供应条件

a) 水泥

本工程主要外来物资为水泥及钢材，混凝土总量 77.36 万 m³，需要水泥约 24 万 t。

水泥可选用原龙滩一期施工水泥供应厂商，即广西柳州水泥厂和黎塘水泥厂。柳州水泥厂年生产能力超过 180 万 t，主要产品为“五羊牌”水泥和“鱼峰牌”普通硅酸盐水泥以及中热硅酸盐水泥。

b) 钢筋、钢材

距龙滩坝址较近的钢铁公司有柳州钢铁公司，年产量在 1000 万 t 以上，可由公路运至工地。

c) 火工材料及油料

火工材料由当地民爆公司供应；油料从金城江石油公司或天峨石油公司运至工地。

2.8.2　**施工导流**

a) 导流方式

本工程采用在下游引航道出口预留岩坎上修建围堰的导流方式，由主河床泄流。

b) 导流程序

根据施工进度安排，导流程序如下：

1) 第 1 年 1 月 1 日～第 1 年 4 月底，进行第二级升船机、辅助闸室、下游引航道基础开挖、边坡开挖支护、混凝土围堰等施工，期间由预留岩坎挡水。

2) 第 2 年 5 月 1 日～第 5 年 6 月 30 日，继续进行第二级升船机、下游引航道工程土建及金结安装等施工，期间由全年围堰挡水，设计挡水位为 250.83m。

3) 第 5 年 7 月 1 日～第 6 年 1 月 31 日，拆除压占下游引航道的下基坑道路路段，并进行下游引航道被压占部位导航堤混凝土浇筑施工，期间由全年围堰挡水。

4) 第 6 年 2 月 1 日～第 6 年 4 月 30 日，拆除全年围堰并进行下游引航道边坡围堰压占段开挖支护及靠船墩施工。

5) 第 6 年 4 月 1 日～第 6 年 9 月 30 日，进行承船厢有水调试。

6) 第 6 年 9 月 30 日，本工程具备试通航条件。

c) 围堰布置

1000t 方案施工围堰充分利用通航 500t 级建设方案已建围堰，布置于下游引航道出口处，围堰堰基防渗轴线与已建围堰一致，其中，围堰桩号 A0+255.733m～

A0+422.191m 段与已建混凝土围堰结合布置，围堰轴线与引航道中心线交叉位置为桩号航 1+456.047m 处。此布置方案基本不影响主河床的泄流，但围堰压占了下游引航道 3 个靠船墩及下游引航道出口边坡，被压占的航运及水工建筑物待围堰拆除后选择枯水期进行施工。

d) 基坑排水

本工程基坑排水主要为经常性排水，包括降雨积水、施工弃水、基坑渗水等，由于基坑较小，岸坡及堰基渗水较小，可忽略不计。

第一级升船机基坑汇水面积约 2.8 万 m^2，最大日降雨强度 106.9mm，考虑 20h 抽排完，降雨汇水抽排强度约 150m^3/h；第一级升船机无土石方开挖，混凝土最大月浇筑强度 0.67m^3/h，1m^3混凝土养护耗水量约 1L，施工弃水抽排强度为 11m^3/h，叠加降雨积水与施工弃水总强度，第一级升船机基坑最大抽排强度约 161m^3/h。按多年平均降雨量进行估算，第一级升船机基坑排水总量约 3.8 万 m^3。

第二级升船机基坑汇水面积约 7.3 万 m^2，最大日降雨强度 106.9mm，考虑 20h 抽排完，降雨汇水抽排强度约 390m^3/h；第二级升船机混凝土最大月浇筑强度 2.51m^3/h，1m^3混凝土养护耗水量约 1L，施工弃水抽排强度为 42m^3/h，叠加降雨积水与施工弃水总强度，第二级升船机基坑最大抽排强度约 432m^3/h。第二级升船机基坑排水总量 9.8 万 m^3。

e) 围堰施工

1) 施工时段

根据龙滩水电站与岩滩水电站正常发电及防洪调度情况下 2007 年～2014 年龙滩电站各月月平均出库流量及相应的坝下水位计算成果分析，龙滩坝下水位相对较低的时段为 11 月～次年 3 月，相应时段 20%频率下坝下水位为 225.42m～226.42m，围堰基础施工宜选择 11 月～次年 3 月，根据施工进度安排，11～12 月进行基础土石方开挖，11 月～次年 3 月水位较低时段进行基础开挖及下部混凝土施工，4 月进行上部混凝土施工。

2) 围堰施工

(1) 基础开挖

根据 2007 年～2014 年龙滩正常运行后实测坝下水位情况可知，1 月份大坝下游水位较低，围堰底板开挖高程为 225.00m～247.50m 不等，堰基开挖工程量为 10.8 万 m^3，工程量较大，基础开挖时，可选择 1 月水位相对较低的时段进行。

基础开挖采用 YQ-100 型潜孔钻钻孔，局部手风钻配合，3m³ 挖掘机配 20t 自卸汽车出渣，石渣运至坝址下游右岸的龙滩沟堆弃。

(2) 帷幕灌浆

采用 300 型回转式地质钻机钻孔，孔口封闭，自上而下分段循环钻灌，灌浆段长视钻进中孔壁稳定和渗漏情况而定，BW-250 灌浆机孔内循环分段灌浆。灌浆分三序，按逐渐加密的方法进行。

(3) 混凝土浇筑

混凝土施工无特殊要求，可按常规方法施工，堰基低于河水位时采用粘土草袋围挡保证混凝土干地施工。混凝土浇筑方法：先用钢木模板立模，用 10t 自卸汽车从拌和站将混凝土运至浇筑点 3m³ 吊罐内，用改装后的 10t 履带吊入仓，人工平仓，2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

(4) 预留岩坎及混凝土围堰拆除

所有钻孔均在干地进行，采用顶部垂直钻孔、侧面水平钻孔相结合的钻孔方式，水上爆破、水下清渣，孔径根据不同部位的装药结构及线装药密度选择，孔径一般应大于 70mm，钻孔完成后采用导爆管配毫秒雷管的微差起爆系统进行联网爆破，考虑到大型的施工船舶无法进入现场，将 6.00m×3.00m×1.50m 的钢制浮箱吊运至施工水域，作为施工平台，水下清挖采用 25t 旋转吊配 2m³ 梅花挖石抓斗，挖石抓斗抓入装渣浮箱后运输至岸边，再转至 20t 自卸汽车内运至右岸龙滩沟堆弃。

2.8.3 场内施工道路

通航建筑物位于龙滩水电站坝址红水河右岸，施工营地、施工场地、仓库、弃渣场、骨料加工系统、混凝土系统、供水及供电等设施主要布置在右岸，少部分施工场地及营地布置在左桥头附近。场地与工作面的连接均可直接利用大坝建设期的场内道路。与本工程相关场内已建主干道路见表 2.8.3-1。

表 2.8.3-1 场内已建主干道路汇总表

公路编号		公路名称	长度(km)		宽度(m)		路面型式
			永久	临时	路基	路面	
左岸	①	进厂公路	2.16		13.00	11.00	混凝土
右岸	②	右岸上坝公路	3.39		11.00	9.00	混凝土
	②-1	②公路隧洞口至右坝肩公路		0.34	8.00	7.00	混凝土

表 2.8.3-1(续)

公路编号		公路名称	长度(km)		宽度(m)		路面型式
			永久	临时	路基	路面	
	④	右岸下大坝基坑公路	2.60		11.00	9.00	混凝土
	④-2	④公路至 2#通航渠道道路		0.46	8.00	7.00	混凝土
	⑥	右桥头至麻村口公路	1.53		10.00	8.00	混凝土
	⑧	右岸至缆机平台公路		0.92	9.00	7.00	泥结碎石
	⑫	麻村口至麻村料场顶公路	3.38		8.00	6.50	混凝土
				1.15	8.00	6.50	泥结石

本项目共需新建 3 条临时施工道路，改建 1 条已建临时施工道路。新(改)建道路特性见表 2.8.3-2。

表 2.8.3-2　新建(改造)施工道路特性表

公路编号	公路名称	长度(km)		宽度(m)		起点高程至终点高程 m	最大纵坡	最小转弯半径	路面型式
		永久	临时	路基	路面				
④-1	引航道出口④公路改建段		0.50	8.00	7.00	252.00～260.25	8%	15	利用马道新建，混凝土
④-2	至 2#通航渠道道路	0.46		8.00	7.00	260.25～303.00	12.37%	15	已建，局部改造，混凝土
④-3	至 3#渡槽基础道路		0.30	8.00	7.00	255.00～303.00	16%	15	新建，碎石
	下游下基坑道路		0.50	8.00	7.00	252.00～202.00	14%	15	新建，碎石
	合计	0.46	1.30						

2.8.4　料源规划

2.8.4.1　料源概况

因当地缺乏天然砂砾料，故混凝土骨料需采用人工骨料，原大坝施工时综合比较选定了大法坪和麻村两个二叠系下统灰岩料场，两料场均位于坝址下游右岸的麻村沟内，两者相距 1.20km，分别距坝址约 5.50km、4.60km。

麻村石料场位于麻村断裂(F_{318})东侧，料石为二迭系下统(P_1)灰岩，西侧紧靠三迭系中统板纳组砂岩、泥板岩，分布区大多基岩裸露，地形陡峻。料场高程 400.00m～615.00m 之间的可用石料为 302.00 万 m^3～340.00 万 m^3，目前已开采至高

程 469.00m，如开采到高程 400.00m，其可采储量仍有约 150.00 万 m³以上。

麻村料场 F_{318} 区域断层产状变化大：N0°～10°E，W 或 NW∠60°～80°，与料场开挖边坡走向近于平行，倾向山里，在料场开挖边坡的顶部出露，其破碎带及影响破碎带宽 20～30m，其中严重破碎带宽 5m～6.5m。岩层产状为 N20°～30°E，NW∠30°～50°，与开挖边坡走向近于平行，倾向山里，与开挖的料场边坡构成反倾向边坡。

大坝工程施工中，料场开挖范围为高程 600.00m～469.00m；除 F_{318} 区域断层破碎带及影响带附近开挖边坡放缓、部分地段有喷锚支护外，其余地段开挖边坡揭露的岩体完整性好，岩溶不甚发育，开挖边坡整体稳定性好，以此推测，按原设计坡比继续下挖，地质条件不会明显变化，开挖边坡整体稳定，但不排除局部地段可能存在由节理组合的块体和岩溶洞穴等不良地质问题，应针对揭露的地质问题，进行随机支护。

大法坪料场山势陡峻，为典型的高山深谷喀斯特地貌，目前已开挖至高程 618.00m 附近，该面弱～微风化基岩裸露，由于原始地形较陡，临近自然坡面淋滤形成溶蚀沟槽，岩体呈弱风化状，除高程 594.00m 附近的开挖平台残渣需清理外，基本不存在开挖弃料。经查大法坪高程 594.00m 以上可用石料约 1282.00 万 m³，目前已开挖至高程 618.00m，如开采到高程 594.00m，其可采储量仍有约 358.00 万 m³。

2.8.4.2　料源选择

通航建筑物工程料源选择遵循如下原则：

a) 料源储量和质量应满足工程需要；

b) 料场开采条件好，剥采比较小，经济性较好；

c) 尽量利用大坝工程施工时已形成的料场施工道路、溜井及骨料加工系统场地等临建设施，减少通航建筑物工程临建工程量。

麻村料场和大法坪料场质量、储量均满足工程要求，但麻村料场石料质量相对略好、运距较近，经比较选择麻村料场为通航建筑物工程混凝土人工骨料料源。

2.8.4.3　料场开采规划

a) 开采工程量

通航建筑物主体工程混凝土总量约 73.98 万 m³(含导流工程量)，需要骨料约 162.76 万 t，其中粗骨料 97.65 万 t，细骨料 65.11 万 t，计入开采、运输及加工损

耗，设计需要开采量约 80.37 万 m³，规划开采量 104.48 万 m³。

b) 开采规划

通航建筑物工程混凝土施工高峰时段发生在第 2 年 7 月～8 月，其月平均浇筑强度 3.91 万 m³，计入不均衡系数后，混凝土浇筑高峰月强度 5.08 万 m³，料场高峰月开采强度约 6.21 万 m³。

麻村料场山势陡峻，岩石裸露，自然边坡最大坡度近 90°。为满足料场开采安全、经济、可行的要求，根据地质提供的岩性分界线，料场先期已开采至高程 469.00m。料场分层开采储量计算如表 10.3.3，料场设计开采底高程 424.00m，规划开采底高程 414.00m，料场设计开采新增边坡高差约 45.00m，每级边坡高 12m，马道宽 6.5m，每级开挖坡比为 1:0.3，料场开采最终边坡高增至约 181.00m，综合开挖坡角为 52°。料场边坡为反向坡，开挖边坡整体稳定，局部地段可能存在由节理组合的块体，为防止坡面小石滚落，保证下部开挖施工安全，局部节理裂隙发育地段增设随机锚杆，坡面喷厚 100mm 的 C20 混凝土。

表 2.8.4-1　麻村料场分层开采储量计算表　　单位：万 m³

高程 m	可用储量		无用料		总量	
	分层量	累计量	分层量	累计量	分层量	累计量
469～456	25.48	25.48	0.63	0.63	26.11	26.11
456～444	24.20	49.68	0.55	1.18	24.75	50.86
444～432	24.63	74.31	0.61	1.79	25.24	76.10
432～428	9.85	84.16	0.24	2.03	10.10	86.20
428～418	22.21	106.37	0.59	2.62	22.80	109.00

c) 开采方法

料场采用自上而下微差挤压深孔梯段爆破。采用 YQ-100B 型潜孔钻穿孔，手风钻配合，3m³液压挖掘机装料。所有石料经场内 15t 自卸汽车水平运输并卸入场内先期已完建的溜井内，然后通过该溜井垂直重力运输至底部储料仓储存，溜井目前剩余井深约 63.00m(不含储矿仓)，直径 6.00m。石料经溜井进入底部储料仓，再由 15t 自卸汽车或经溜井底部胶带机(原一期工程遗留，需维修后使用)转运至麻村砂石加工系统地面式粗碎车间进行破碎。

2.8.5 施工工厂设施

2.8.5.1 施工临建设施

本工程施工临建设施项目可分为临建公用设施与专用设施两部分，主要包括砂石加工系统、混凝土系统、综合加工厂、金属结构转运场、施工营地、中心仓库、变电站、水厂等项目。

a) 砂石加工系统

砂石系统布置在坝址右岸下游约 4.6km 处的麻村沟口，砂石系统加工的成品骨料通过自卸汽车运往混凝土生产系统。砂石系统按两班制生产设计，设计生产能力 240t/h，设计处理能力 300t/h。系统占地面积 3.8 万 m2，场地高程 268.00m～340.00m。

砂石加工系统主要由麻村料场(含溜井)、砂石加工、给排水、废水处理及供配电设施等组成。其中，砂石加工部分由粗碎车间、半成品堆场、预筛分及中细碎车间、筛分车间、超细碎(制砂)车间、棒磨机制砂车间、成品堆场等组成。工艺流程为粗碎开路，中细碎与筛分构成闭路生产粗骨料，超细碎(立轴冲击式破碎机)与筛分构成闭路生产人工砂为主，辅以棒磨机制砂。

砂石加工系统总需水量 600m³/h，产生的废水采用“辐流式沉淀池＋压滤机”处理方式进行处理，处理后回收的清水被循环利用。废水处理设施与该系统同步建成。

b) 混凝土系统

混凝土系统布置于坝址右岸下游 0.35km 处(直线距离)的龙滩一期已建工程原右岸高程 360m 混凝土系统场地，系统设计生产能力 135m³/h。配置 HL240-4F3000 型混凝土拌和楼 1 座，拌和楼出料线地面高程 360.00m，系统布置高程 360.00m～400.00m，占地面积 2.0 万 m^2。

c) 综合加工厂

包括钢筋加工厂、模板加工厂及混凝土预制厂。施工场地布置在红光区高低平台，低平台位于④公路路边，场地高程 250.00m～255.00m，占地面积 1.3 万 m^2。高平台位于②公路路边，场地高程 317.00m，占地面积 2.0 万 m^2。

d) 金结拼装厂

本项目金属结构安装工程量较大，总安装工作量约 1.95 万 t，需布置较大的拼装转运场地，场地布置在那边沟区域 A 区，露天存放，场地高程 275.00m，占地面

积约 1.4 万 m^2。

e) 机修厂、设备停放厂

现场布置适当规模的机械设备修理厂兼设备停放厂，统一布置在那边沟区域 B 区，占地约 2000 m^2。

f) 中心仓库

位于那边沟 C 区，场地高程 295.00m，占地面积 0.8 万 m^2，建设库房约 2000 m^2。

g) 施工营地

布置在那边沟 F、G 区，场地高程 303.00m、310.00m，占地面积约 2.21 万 m^2、1.11 万 m^2。业主营地布置在天峨县城。

其它场地如水厂、施工变电站均利用前期相应场地，占地面积约 1 万 m^2。

表 2.8.5-1　施工场地特性汇总表

编号	项　　目	建筑面积 m^2	场地面积 万 m^2	备　　注
1	砂石加工系统	600	3.8	统一布置
2	混凝土系统	1800	2.0	
3	综合加工厂	1500	3.3	钢筋模板预制厂
4	金结拼装厂	500	1.4	
5	机修停放厂	1000	0.2	含汽车保养厂
6	中心仓库	5000	0.8	含机电设备库
7	生活营地	15000	3.3	不含业主营地
8	其它	1000	1.0	水厂变电站等
	合计	25400	19.12	

注：业主、监理及设代用地布置在后方。

2.8.5.2　施工供电、供水和通讯

a) 施工供电

从前期工程施工变电站或电站保安电源接线。

b) 施工供水

生产供水利用右岸供水系统；生活用水利用原左岸供水系统。

c) 施工通讯

当地通信部门已在工地建有通讯设施。

2.8.6 土石方平衡及弃渣规划

2.8.6.1 土石方平衡

a) 土石方平衡规划

1) 土石方开挖工程量

土石明挖包括通航渠、二级升船机基础及下游引航道开挖，以石方开挖为主，开挖量 102.09 万 m^3，边坡处理洞室开挖 0.28 万 m^3。总计开挖量 102.37 万 m^3。

2) 土石方平衡规划

工程土石方按以下原则进行规划：

(1) 统筹规划、有效利用原则。把握开挖料与利用料的总体平衡，按照利用料的性质分类调配，优先保证混凝土骨料毛料用量及其质量。

(2) 就近平衡、经济合理原则。反映在时间与空间两个方面，缩短场内运输。

(3) 安全可靠，留有余地原则。

3) 土石方平衡成果

根据现场地质条件及混凝土加工工艺，混凝土毛料直接从麻村料场开采。建筑物开挖量 102.37 万 m^3，除用作中间渠回填、第二级升船机回填、地基处理回填 26.16 万 m^3(自然方，折算成压实方为 34.01 万 m^3)后，剩余弃渣 76.21 万 m^3，折算成松方为 106.61 万 m^3。

混凝土骨料料场开采无用料及加工废弃料约为 22.00 万 m^3，折算成松方为 31.90 万 m^3。

因此，本工程总弃渣为 138.51 万 m^3(以松方计)。

2.8.6.2 弃渣规划

主体工程弃渣、混凝土骨料料场开采无用料及加工废弃料均堆放于龙滩沟渣场，龙滩沟渣场原设计堆渣高程 235.00m～345.00m，现已堆渣至高程 335.00m，局部堆渣至高程 320.00m，将渣场顶高程加高至 350.00m，还有容量 180 万 m^3，满足弃渣需要。弃渣优先堆弃渣场中部大坑，再从下往上分层堆弃，其中混凝土骨料加工弃料堆弃于沟尾。龙滩沟渣场动态容积见表 2.8.6-1。

表 2.8.6-1　龙滩沟渣场动态容积表

编　号	高程 m	分层体积 m^3	累计体积 m^3	备　注
1	295.00～310.00	51030	51030	渣场中部大坑，优先堆弃
2	310.00～320.00	121610	172640	
3	315.00～320.00	172640	345280	
4	320.00～325.00	179655	524935	
5	325.00～335.00	938215	1463150	
6	335.00～350.00	1801533	3264683	

渣场排水系统完善，运输道路已接至弃渣顶部。根据《水电建设项目水土保持方案技术规范》(GB 51018-2014)规定：渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度较严重时，渣场等级为 2 级，渣场防洪设计标准在 2%～1%范围内选取。龙滩沟渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度较严重，为 2 级渣场，防洪标准采用 100 年一遇，相应流量为 42.45m^3/s，渣场底部排水涵洞已完成施工，涵洞长 1556.50m，断面尺寸前段(180m)为 3.00m×3.50m，后段为 2.50m×3.00m，进口底板高程 334.00m，出口底板高程 240.00m，平均坡降 6.42%，底部排水涵洞防洪标准能满足 100 年一遇洪水要求，涵洞进口最高设计水位 339.50m。原涵洞进口堆渣边坡要求采用干砌石护坡，实际未予施工，为了防止水流对进口上部堆渣边坡造成冲刷而导致渣体滑塌堵塞进水口，要求对涵洞进口高程 345.00m 以下渣体坡面用干砌石防护，排水涵洞进口上游 20m 内高程 340.00m 以下两侧自然边坡采用干砌石护坡，在进口上游约 10.00m 处设置 0.50m 高 C15 素混凝土拦砂坎。

渣场填筑坡度为 1:1.5，每 15m 高设 1 级马道，马道宽 2.00m，坡面采用 0.35m 厚干砌石防护。顶部设置浆砌石排水沟，排水沟设置 200mm 厚砂浆抹面。

根据龙滩沟渣场弃渣用途，该渣场用于堆放通航建筑物开挖弃渣及麻村料场灰岩骨料加工废弃料，其中骨料加工废弃料主要堆弃在沟尾处。开挖料主要为三叠系中统板纳组轻微变质的浅海深水相碎屑岩组，由厚层钙质砂岩、粉砂岩、泥板岩互层夹少量层凝灰岩、硅泥质灰岩组成，其中砂岩、粉砂岩占 68.2%，泥板岩占 30.8%，灰岩占 1%。经人工开挖后碎块石呈棱角～次棱角状，弃渣要求分层碾压。经稳定分析，渣场整体稳定性较好。

综上所述，本工程弃渣堆弃置现有龙滩沟弃渣场的方案是可行的。

2.8.7 施工占地

通航建筑物工程施工占地主要包括永久建筑物、施工场地、弃渣场、料场、施工道路、施工营地等占地。

龙滩水电站工程前期建设阶段，原主干道路及建筑物布置区域已完成永久征地手续，通航建筑物施工无需再征地。综合加工厂、砂石加工系统、混凝土系统、施工营地、龙滩沟渣场、麻村料场、临时施工道路等属于临时用地，总占地面积 57.00 万 m^2，位于原征地红线范围内，需延长使用时段。通航建筑物工程无新增征地。

2.8.8 通航建筑物施工

2.8.8.1 施工特性

龙滩水电站 1000t 级通航建筑物设计过坝 1000t 级船型尺度为 68.00m×11.00m×2.40m(长×宽×吃水深)，布置在枢纽右岸山体侧，为带中间渠道的两级垂直升船机，沿升船机纵轴线从上游至下游依次布置为上游引航道、第一级升船机、中间渠道、第二级升船机、辅助闸室及下游引航道等，全长约 2000m，其中上游引航道及通航坝段在龙滩大坝施工中已经建成。

上游引航道：上游引航道布置于水库内，上与库区航道衔接，下与通航坝段衔接，设有浮式导航堤、浮堤联系墩和靠船墩等建筑物。上游引航道长 382.00m，宽 38.50m。过闸方式为曲线进闸、直线出闸。

第一级升船机：第一级升船机主体结构包括上闸首、船厢室段及下闸首三部分。上闸首为已建的通航坝段(大坝⑤坝段，桩号为坝右 0+222.000～坝右 0+310.000m)，是电站挡水坝块之一。通航坝段总宽度为 88.00m，中部设置通航航槽，航槽宽 12.00m，门槛高程为 332.50m。第一级升船机承船厢总长 88.00m；船厢室段总宽 39.90m，长 85.00m，建筑物总高 133.50m，其中基础底板厚 5.50m，承重筒体结构高度为 101.00m，顶部机房高度为 27.00m。下闸首结构总长 7.00m，总宽 39.80m。

中间通航渠道：中间通航渠道是连接第一级升船机与第二级升船机并供上、下行船舶交会的人工航道，中间通航渠道全长 1028.19m，分为明渠和渡槽两种型式。明渠及渡槽水域净宽 34.88 m ～45.00m 不等，渡槽高度 9.00m～69.00m 不等。

中间通航渠道：中间通航渠道是连接第一级升船机与第二级升船机并供上、下

行船舶交会的人工航道，中间通航渠道全长 1028.19m，分为明渠段和渡槽段两部分两种型式。明渠及渡槽水域净宽 34.88 m ～45.00m 不等，渡槽高度 9.00m～69.00m 不等。

第二级升船机：第二级升船机主体结构包括上闸首、船厢室段及和下闸首三部分段，结构总长 114.30m。上闸首上游接中间渠道，下游接船厢室段，中部航槽宽 12.20m，长 19.30m。上闸首在结构上与下游船厢室段合为整体，下部为挡水结构，左右两侧为筒体结构，上部为机房层。承船厢总长 88.00m，船厢室段长 85.00m，船厢室底板开挖高程 195.30m，底板顶高程为 208.70m，空间净高 114.20m，净宽 19.00m，升船机最大提升高度 93.60m，顶部机房地面高程 326.10m。下闸首总长 26.00m，宽 46.10m，顶部高程为 257.00m；顶部布置有通向右侧对外公路的交通桥，桥宽 8.00m，连接边坡上高程 260.00m 的对外公路，下游端布置有跨航槽的连接左右侧墙的公路桥，左侧墙布置有通向辅助闸首的交通桥。

辅助闸室：为确保船舶进出升船机承船厢的安全，在第二级升船机下闸首下游侧设置辅助闸室，包括闸室段和闸首段。闸室段结构总长 39.00m，结构最大外宽 24.00m，建基面高程为 213.00m，底板顶高程为 215.00m，底板厚 2.00m。辅助闸首结构总长 164.00m，外宽 364.00m，建基面高程为 213.00m，底板顶高程为 215.00m，底板厚 2.00m。

下游引航道：自第二级升船机下闸首出口至下游与主航道连接处为下游引航道，全长约 270.00m，为山体中挖槽而成，底宽为 38.00m。引航道左侧布置导航隔流堤，长约 100m，右侧布置 3 个靠船墩。

2.8.8.2 施工程序与施工进度

龙滩通航建筑物本期施工总长度 1482.90m，由第一级垂直升船机、中间通航渠道(含通航渡槽)、第二级垂直升船机、辅助闸室及下游引航道 5 大部分组成，跨越工作面长，可多个工作面同时施工，初步拟定分三大工作面同时施工，第一工作面为第一级垂直升船机，第二工作面为中间通航渠道，第三个工作面为第二级垂直升船机及下游引航道。

船厢室段基本施工程序为：随塔楼混凝土施工，同时完成一期埋件的埋设，并完成临时桥机的安装；塔楼施工至顶部机房平台合拢后，进行船厢结构及船厢设备安装，安装完成后拆除临时桥机；塔楼顶部机房桥机安装后，进行主提升设备安装

和平衡重的安装；平衡重系统钢丝绳挂装加载后，进行船厢无水调试、平衡重组第二次挂装、有水调试，最后进入试运行。

a) 第一级垂直升船机

因第一级垂直升船机基础土石方开挖和上闸首混凝土浇筑已在龙滩大坝修建时完成，本次通航 1000t 级建筑物施工只需进行混凝土浇筑及金属结构、机电设备安装与调试，主要施工程序为：底板混凝土施工(含一级升船机下闸首底板混凝土)→固结灌浆→升船机塔柱混凝土施工(含下闸首边墩混凝土)→塔楼顶部横梁模板安装→塔柱顶部结构施工及桥机安装→主提升设备安装及平衡重组第一次挂装→承船厢无水调试→平衡重组第二次挂装→承船厢有水调试。

计划于第 1 年 7 月初至 8 月底进行第一级升船机的基础清理，第 1 年 9 月初至 11 月底进行底板基础混凝土浇筑，月平均浇筑 0.71 万 m^3；第 1 年 12 月初开始进行塔柱混凝土浇筑，至第 3 年 7 月底塔柱混凝土浇筑完成，塔柱上升至高程 403.50m，共浇筑塔柱混凝土 8.39 万 m^3，月平均浇筑 0.42 万 m^3，浇筑工期 20 个月。塔柱总高度 101.00m(高程 302.50m～高程 403.50m)，塔楼月平均上升 5.05m。第 3 年 8 月初至 9 月底安装塔楼顶部横梁模板，第 3 年 10 月初至第 4 年 3 月底进行塔柱顶部横向连系梁、平台、 吊车梁及机房等施工，其中第 4 年 2 月进行桥机轨道梁浇筑，待一个月龄期后，于第 4 年 4 月初至 5 月底进行机房桥机安装。机房顶部钢屋架安装安排在第 4 年 6 月初至 9 月底进行。

第 2 年 6 月初至 7 月底进行临时桥机轨道梁安装，第 3 年 10 月初至 11 月底进行临时桥机安装，第 3 年 12 月初至第 4 年 11 月底完成承船厢的设备安装及单机调试，安装工期 12 个月；随后于第 4 年 12 月初至第 5 年 1 月底拆除临时桥机。

第 4 年 6 月初开始主提升设备安装及平衡重组第一次挂装，至第 5 年 4 月底完成主提升设备安装及平衡重组第一次挂装，安装工期 11 个月。第 5 年 5 月初至 8 月底进行承船厢无水调试，无水调试工期 4 个月。第 5 年 9 月初至 10 月底进行平衡重组的第二次挂装，待第二级升船机的平衡重组第二次挂装完成、下游围堰拆除后，于第 6 年 4 月初至 9 月底完成第一级升船机承船厢有水调试，第 6 年 9 月底第一级升船机具备试通航条件。

下闸首混凝土计划于第 1 年 9 月至第 2 年 5 月底进行浇筑。因承船厢结构设备的运输、安装要从下闸首底板通过，且下闸首与塔楼的底板存在一定的高差，要求

下闸首底板预留通道，在第一级承船厢完成结构设备安装及单机调试完成、临时桥机拆除后，于第 5 年 2 月至 3 月底浇筑底板预留通道混凝土。

b) 通航渠道及通航渡槽

施工分布长度 1.0km 以上，范围长，内容多，主要施工项目有石方开挖、碎石填筑、明渠及挡墙混凝土施工、渡槽、渡槽灌注桩梁柱及 T 型梁施工等。

渡槽段主要施工程序与进度为：灌注桩钻孔→灌注桩混凝土施工→承台混凝土施工→立柱混凝土施工→盖梁混凝土施工→渡槽 T 梁架设→不锈钢栏杆施工。

第 1 年 3 月初至 8 月底进行渡槽段桥墩开挖及边坡支护；第 1 年 4 月初进行渡槽段灌注桩钻孔，滞后一个月进行灌注桩混凝土回填，至第 2 年 6 月底灌注桩施工全部完成。第 2 年 7 月初至第 3 年 8 月底进行渡槽下部梁、墩等混凝土浇筑，混凝土量为 4.06 万 m^3，月平均浇筑 0.29 万 m^3；第 1 年 10 月初至第 3 年 9 月底进行 T 型梁的预制，共完成 T 型梁 236 片，混凝土量为 2.88 万 m^3；第 3 年 1 月至第 4 年 3 月底进行 T 型梁架设施工。

通航渠道主要施工程序与进度为：石方开挖→支护→回填混凝土→底板混凝土施工→边墙混凝土施工→消波立柱施工→碎石回填→不锈钢栏杆施工。计划在第 1 年 10 月初至 12 月底进行明渠段开挖及支护，月平均开挖 2.50 万 m^3；第 2 年 1 月初至 4 月底进行基础挡墙、缺陷处理混凝土浇筑，月平均浇筑强度 0.10 万 m^3；第 2 年 5 月初至第 3 年 5 月底进行明渠边墙、底板混凝土浇筑，共浇筑混凝土 1.67 万 m^3，月平均浇筑强度 0.13 万 m^3。

c) 第二级垂直升船机

第二级垂直升船机主要施工程序为：土石开挖、支护→基础混凝土施工(含二级升船机上、下闸首底板混凝土)→固结灌浆→升船机塔柱混凝土施工(含二级升船机下闸首边墩混凝土)→塔楼顶部横梁模板安装→塔柱顶部结构施工及桥机安装→主提升设备安装及平衡重组第一次挂装→承船厢无水调试→平衡重组第二次挂装→承船厢有水调试。

第 1 年 3 月初至第 7 月底进行第二级升船机及下游引航道基础开挖，月平均开挖 13.59 万 m^3，岸坡系统锚索支护随基础分层开挖进行施工，至第 1 年 8 月底支护工程完成。第 1 年 9 月初开始第二级升船机筏基础浇筑，第 2 年 1 月底塔楼筏基础上升至底板顶高程 208.90m，第 2 年 8 月底塔楼筏基础上升至高程 256.80m，浇筑工

期 12 个月，月平均浇筑强度 1.82 万 m³ 。待塔楼筏基础上升至底板顶高程 208.90m 后，于第 2 年 2 月初开始塔柱混凝土浇筑，至第 3 年 12 月底塔柱混凝土浇筑完成，塔柱上升至高程 326.10m，浇筑工期 23 个月，月平均浇筑 0.56 万 m³ 。塔柱总高度 117.2m(高程 208.90m～高程 326.10m)，塔楼月平均上升 5.10m。第 4 年 1 月初至 2 月底安装塔楼顶部横梁模板，第 4 年 3 月初至 8 月底进行塔柱顶部横向连系梁、平台、 吊车梁及机房等施工，其中第 4 年 7 月进行桥机轨道梁浇筑，待一个月龄期后，于第 4 年 9 月初至 10 月底进行机房桥机安装。机房顶部钢屋架安装安排在第 4 年 11 月初至第 5 年 2 月底进行。

第 3 年 1 月初至 2 月底进行临时桥机轨道梁安装，第 4 年 1 月初至 2 月底进行临时桥机安装，第 4 年 3 月初至第 5 年 2 月底完成承船厢的设备安装及单机调试，安装工期 12 个月；随后于第 5 年 3 月初至 4 月底拆除临时桥机。

第 4 年 11 月初开始主提升设备安装及平衡重组第一次挂装，至第 5 年 9 月底完成主提升设备安装及平衡重组第一次挂装，安装工期 11 个月。第 5 年 10 月初至第 6 年 1 月底进行承船厢无水调试，无水调试工期 4 个月。第 6 年 2 月初至 3 月底进行平衡重组的第二次挂装，其后于第 6 年 4 月初至 9 月底完成第二级升船机承船厢有水调试，第 6 年 9 月底第二级升船机具备试通航条件。

下闸首混凝土计划于第 1 年 9 月至第 2 年 12 月底进行浇筑，月平均浇筑 0.31 万 m³ 。在第二级承船厢完成结构设备安装及单机调试完成、临时桥机拆除后，于第 5 年 5 月至 6 月底浇筑底板预留通道混凝土。

d) 下游引航道及辅助闸室

下游引航道及辅助闸室施工程序比较简单，先开挖后支护，最后进行混凝土底板及侧墙混凝土施工。

安排在第 2 年 4 月初至 12 月底及第 2 年 4 月初至第 3 年 2 月底进行辅助闸室、闸首混凝土浇筑。

主、辅导航墙及靠船墩位置分别被下基坑道路和下游围堰压占，其进度在满足工程总进度的前提下，应尽量推迟开工，待其它部位施工基本完成后方可进行施工。待第二级升船机临时桥机拆除、下闸首底部预留通道浇筑完成后，于第 5 年 7 月初至 9 月底挖除下基坑道路，在围堰拆除前于第 5 年 10 月初至第 6 年 1 月底浇筑主、辅导航墙。第 6 年 2 月底进行下游围堰拆除，其后于第 6 年 3 月初至 4 月底完

成围堰占压部位水下开挖和支护及 3 个靠船墩水下混凝土浇筑。

下游口门区整治石方水下开挖炸礁计划于第 1 年 11 月初至第 2 年 3 月底完成，月平均开挖 1.60 万 m^3 。

2.8.8.3　土建工程施工方法

a) 第一级垂直升船机土建施工

第一级垂直升船机本次施工无土石方明挖，土建工程仅有基础固结灌浆与混凝土施工。

1) 基础固结灌浆

第一升船机基础固结灌浆长度为 5775.00m，深度 6.00m，灌浆孔的间排距为 3.00m×3.00m，呈梅花形布设，固结灌浆采用有盖重灌浆，因固结灌浆深度均不大于 6.00m，采用不分段灌浆，孔口封闭孔内循环法，射浆管距孔底 0.50m，根据进浆量与灌浆压力进行控制。采用 SGZ-IA 钻机钻孔，BW-200 灌浆机配置两个 2000L 的浆液搅拌机进行灌浆。

2) 混凝土施工

根据工程总体规划，升船机的混凝土均由右岸高程 360.00m 混凝土生产系统供应。

(1) 基础底板混凝土施工

第一级升船机塔楼基础底板平面尺寸(长×宽)为 94.00m×39.80m，底板厚度为 5.5m，设纵缝 1 条、横缝 2 条，底板单块最大浇筑尺寸 36.80m×19.30m×5.50m(长×宽×底板厚度)。底板需按大体积混凝土施工进行控制。底板混凝土安排在低温季节施工，混凝土骨料无需预冷，但应在混凝土中预埋冷却水管。初拟底板约束区每次浇筑层厚度控制在 1.00m，分 6 个循环段完成底板混凝土施工，混凝土用 20t 自卸汽车从高程 360.00m 拌和系统运输至仓面、通过混凝土泵车浇筑，平仓后用 2.2kW 电动插入式振捣器平仓振捣。

(2) 船厢室段塔柱混凝土施工

船厢室段塔柱结构高度高达 101.00m，宽度 39.60m，船厢室段塔楼主要为薄壁钢筋混凝土结构，混凝土基本为二级配，同时仓面狭长、一期埋件安装精度高等特点，为方便施工，混凝土浇筑过程中减少对埋件碰撞等影响，选择混凝土泵输送混凝土、混凝土布料机布料进行浇筑。拟选用 4 台 HBT60 型混凝土泵(理论泵送垂直高度 115m)，满足同时 2 个仓浇筑混凝土，配置 4 台 HGY28D 型混凝土布料机，分

别安装于塔柱 4 个平衡重井内，旋转布料入仓，布料杆随混凝土上升，由其自带液压系统顶升。混凝土拖泵根据不同施工时段布置。

金属结构一期埋件安装以及土建钢筋、机具等通过布置 C7050 型固定式高架建筑塔机进行吊运。

首先将混凝土拖泵布置船厢室底板高程 302.50m，泵机输送管分别进入平衡重井内给布料机供料浇筑，输送管随布料机的提升逐段加高；后期当塔柱高程超过 380.00m 后，将混凝土拖泵移到升船机坝段坝顶高程 387.00m 平台，泵机输送管分别进入平衡重井内给布料机供料浇筑，输送管随布料机的提升逐段加高。平仓后用 2.2kW 电动插入式振捣器平仓振捣。

船厢室段塔柱规模大、结构复杂，施工高度高、难度大，宜采用整体大型模板。参考三峡工程升船机、向家坝水电站升船机塔柱模板研究，本阶段建议塔柱混凝土采用自升式悬臂模板施工。对于一期埋件部位，建议针对埋件部位具体情况，采用专门加工或制作成能适应各部位结构形状、适应埋件超出结构边线和拆装方便的定型小模板。

(3) 塔楼顶部楼板平台混凝土施工

高程 403.50m 顶部平台板、横向主梁、纵向次梁为现浇混凝土，结构跨度大、混凝土自重大，为施工难度大的高空作业施工部位。初拟施工程序：首先，将钢桁架设在横向主梁牛腿混凝土内，钢桁架作为支撑固定横向主梁底模，进行横向主梁混凝土浇筑，钢桁架可埋入横向主梁混凝土内，后期不予拆除，并在横向主梁上预埋次梁钢桁架的支撑埋件，采用两端固定在横梁上的悬挂式钢桁架固定次梁底模，进行次梁混凝土浇筑；然后，为避免楼板封闭后辅助施工设施拆除对下部金结安装施工的影响，先进行主、次梁模板及桁架等拆除，最后，采用混凝土预制板作为模板置于主、次梁预留缺口上进行楼板混凝土浇筑，预制板与现浇楼板作为整体封闭塔楼顶部。

(4) 下闸首混凝土施工

结合船厢室段下部底板大体积混凝土入仓，在塔楼右侧布置 1 台 M900 型固定式塔机。混凝土从高程 360.00m 拌和系统用 20t 自卸汽车运输经④公路、④-2 道路至中间通航渠道 2#明渠底板基础，沿中间通航渠道往上游到达浇筑点，采用塔机垂直运输入仓，或辅以 50t 履带吊运输入仓，平仓后用 2.2kW 电动插入式振捣器平仓

振捣。

b) 中间通航渠道施工

1) 施工道路布置

利用右岸大坝原④公路为主干道，通过④公路修建分支道路至各工作面。④施工道路路面宽 9.00m，混凝土路面，已到达 1#渡槽基础附近，从④公路修建④-3 道路至 1#渡槽基础，作为 1#渡槽施工通道；现有④-2 道路可到达 2#渡槽及 3#渡槽基础，可作为其施工通道；④-2 公路接线至中间通航渠道 2#明渠底板基础，往上、下游可到达 3 段明渠各个工作面。

2) 开挖

明渠段开挖量较少，仅为槽挖。采用自上而下分层凿挖，采用手风钻钻孔，浅孔小爆破，每次爆破控制在 1.0m 以内。1m^3 挖掘机配 10t 自卸汽车出渣，经④号公路运至龙滩沟堆弃。

渡槽段承台及桥台土石开挖总量 7.66 万 m^3，分布在 1#、2#、3#渡槽承台及桥台部位，可多个工作面同时施工。开挖采用手风钻钻孔，浅孔爆破，1m^3 装载机配 10t 自卸汽车出渣，经④公路运至龙滩沟堆弃。

3) 碎石回填

碎石回填为中间通航渠道侧墙部位，填筑厚度 6.0m～8.0m 不等，每次填筑厚度控制在 1.0m 以内，石渣从龙滩沟弃渣场回采渣料，3m^3 装载机配 15t～20t 自卸汽车运输至工作面，然后用 18t～20t 有振碾碾压 6～8 遍，要求密实度大于或等于 95%。

4) 钻孔灌注桩施工

钻孔灌注桩总共布置 22 排，每排布置 5 个桩，共计 110 根桩，桩长 12m～36m 不等，其中桩径 2.2m 的桩共 90 根，桩径 1.8m 的桩共 20 根。可多个工作面同时施工。

施工程序为：平整场地→泥浆制备→埋设护筒→铺设工作平台→安装钻机并定位→钻进成孔→清孔并检查成孔质量→下放钢筋笼→灌注混凝土→拔出护筒→检查质量。

采用 CJF-15 型反循环式冲击钻钻孔，每次冲击循环进尺 1.00m，钻孔完成后进行清孔，然后用 10t 履带吊提升钢筋笼入孔内并定位固定，再用 Φ250 法兰式导管灌注混凝土，导管下至距灌注桩底以上 20cm。混凝土采用 6m^3 搅拌车从右岸高程

360.00m 混凝土系统运输至工作面集料斗内。

5) 混凝土施工

中间通航渠道包括 3 段明渠段及 3 段通航渡槽，工作面较为分散，可多个工作面同时施工。

明渠段混凝土施工主要是底板、边墙及衡重式挡土墙。明渠底板混凝土建在基岩面上，底板混凝土采用 10t 自卸汽车运输直接入仓，侧墙及衡重式挡土墙采用 10t 履带吊配 3m^3 卧罐入仓，2.2kW 电动插入式振捣器平仓振捣。

渡槽承台长度 34.50m、宽度 8.00m、高度 3.50m；1#渡槽 2 排墩柱高度分别为 9.05m、15.05m；2#渡槽 2 排墩柱高度分别为 12.05m、17.05m；3#渡槽墩柱高度 11.50m～62.55m；盖梁长度 31.50m、宽度 3.00m、高度 2.50m。

承台施工：承台分两层施工，第一层厚度 1.50m，第二层厚度为 2.00m。第一层用 10t 自卸汽车直接入仓；第二层用 10t 自卸汽车从右岸高程 360.00m 混凝土系统运输至浇筑地点，再用 10t 履带吊配 3m^3 吊罐入仓；2.2kW 电动插入式振捣器平仓振捣。

墩柱施工：采用滑模施工，混凝土用 10t 自卸汽车从右岸高程 360.00m 混凝土系统运输至工作面集料斗内。1#、2#渡槽墩柱采用 60m^3/h 泵送混凝土入仓，1.1kW 附着式振捣器进行振捣；3#渡槽墩柱用 2 台 C7050 型固定式建筑塔机吊运混凝土入仓，1.1kW 附着式振捣器进行振捣。

盖梁施工：采用钢模板立模，混凝土用 10t 自卸汽车从右岸高程 360.00m 混凝土系统运输至工作面集料斗内。1#、2#渡槽盖梁用 60m^3/h 泵送混凝土入仓，2.2kW 电动插入式振捣器进行振捣；3#渡槽盖梁用 2 台 C7050 型固定式建筑塔机吊运混凝土入仓，2.2kW 电动插入式振捣器进行振捣。

6) T 型梁预制及架设施工

单片 T 梁按设计要求预制后，张拉跨中弯矩区锚索，T 梁吊装就位后再张拉支座负弯矩区锚索，完成简支到连续体系转换，然后浇筑 T 梁间的后浇带混凝土，形成渡槽整体。

2#明渠总长约 423m，底板已开挖成型，可作为 T 梁的预制及堆放场地。场内交通主要通过④-2 道路连接场内外。预制场内道路布置应综合考虑渡槽墩柱施工需要及 T 梁施工方便。

T 梁架设主要设备包括 QJ280t 架桥机 3 台，300t 运梁车 2 台，MG150t-24m-12m 提梁机 3 台。T 梁间的后浇带混凝土采用 60m^3/h 泵送混凝土入仓。

c) 第二级垂直升船机施工

1) 施工道路布置

从④-2 道路末端往下游经 3#通航渡槽可到达第二级升船机上闸首；从下游围堰修建下基坑道路到达第二级升船机下闸首基础。

2) 开挖与支护工程

目前，除被围堰压占部位外，第二级升船机南侧边坡高程 215.00m 以上所有边坡开挖及高程 235.00m 以上所有边坡支护均已完成；除被围堰压占部位外，北侧边坡高程 215.00m 以上所有边坡开挖及高程 220.00m 以上所有边坡支护均已完成；西侧边坡高程 260.00m～235.00m 边坡开挖及支护工作已基本完成，高程 235.00m 以下尚未施工。下游引航道除下游围堰占压部位外，边坡开挖已基本完成，高程 216.00m 以上边坡支护工作也已基本完成。除下游围堰占压部位外，下游引航道剩余部分开挖与第二级升船机基础开挖同步进行。

本期边坡开挖范围为高程 195.30m～235.00m，高差约 40m，长度约 440m。根据地形条件，在上、下游布置两个工作面同时施工，采用自上而下分层开挖，设计边线采用预裂爆破，中部采用深孔梯段爆破，梯段高度与马道布置相结合考虑，控制在 10.00m～15.00m，深孔梯段爆破孔采用 YQ-150 型潜孔钻钻孔，边坡预裂爆破孔采用 YQ-100 型潜孔钻钻孔，局部手风钻配合。水平建基面预留 2.00m 保护层，保护层均采用手风钻钻孔，浅孔爆破。3m^3～4m^3 挖掘机配 20t 自卸汽车出渣，石渣运至坝址下游右岸的龙滩沟堆弃。

边坡支护包括锚杆、锚索和喷混凝土等。锚杆钻孔采用 YD50 风钻钻孔，锚索采用 GLP-150 钻机钻水平孔，导槽人工下锚、分级张拉施工，SNS-200/10 注浆泵灌浆。喷混凝土采用 PH-30 喷射机喷射，湿喷法施工。

3) 抗滑桩施工

航 1+230～1+350 段南侧坡高程 260.00m 马道布置有一排抗滑桩，断面尺寸为 2.0m×3.0m(宽×高)，间距 6.0m，桩深 25.00m，目前部分已施工完成。

开挖：自上而下全断面开挖，采用手风钻钻孔，光面爆破，每次循环进尺控制在 1.50m，通风散烟后，用人工装斗车 5t 卷扬机提升出渣，石渣提升至井口后用

2m^3 装载机配 15t 自卸汽车出渣运输至龙滩沟弃渣场堆弃。

混凝土回填：用 10t 自卸汽车从右岸高程 360.00m 混凝土系统运混凝土至井口集料斗内，然后用导管或溜筒直接入仓。

4) 基础固结灌浆

第二升船机基础固结灌浆长度为 10500.00m，深度 6.00m，灌浆孔的间排距为 3.00m×3.00m，呈梅花形布设，固结灌浆采用有盖重灌浆，因固结灌浆深度均不大于 6.00m，采用不分段灌浆，孔口封闭孔内循环法，射浆管距孔底 0.50m，根据进浆量与灌浆压力进行控制。采用 SGZ-IA 钻机钻孔，BW-200 灌浆机配置两个 2000L 的浆液搅拌机进行灌浆。

5) 混凝土施工

(1) 高程 257.00m 以下挡水墙及底板混凝土施工

第二级升船机高程 257.00m 以下挡水墙为重力式结构。基础底板平面尺寸(长×宽)为 114.30m×60.00mm，底板厚度为 13.60m，设纵缝 1 条、横缝 2 条，底板单块最大浇筑尺寸 45.50m×29.40m×13.60m(长×宽×底板厚度)。底板需按大体积混凝土施工进行控制。底板混凝土安排在低温季节施工，混凝土骨料无需预冷，但应在混凝土中预埋冷却水管。初拟底板约束区每次浇筑层厚度控制在 1.00m，分 14 个循环段完成底板混凝土施工，采用钢模板施工，考虑仓面面积较大，可采用台阶法等方式浇筑混凝土。挡水墙混凝土每次浇筑层厚度控制在 2.00～3.00m，采用钢模板施工。

挡水墙及底板混凝土从右岸高程 360.00m 混凝土系统用 20t 自卸汽车运输至起吊点，由布置在升船机两侧的 2 台 C7050 型固定式高架建筑塔机和 2 台 M900 型塔机起吊混凝土入仓，或辅以 50t 履带吊运输混凝土入仓，平仓后用 2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

(2) 船厢室段塔柱混凝土施工

船厢室段塔柱结构高度高达 117.20m(从底板顶高程 208.900m 起算)，宽度 60.00m，船厢室段塔楼主要为薄壁钢筋混凝土结构，混凝土基本为二级配，同时仓面狭长、一期埋件安装精度高等特点，为方便施工，混凝土浇筑过程中减少对埋件碰撞等影响，选择混凝土泵输送混凝土、混凝土布料机布料进行浇筑。拟选用 4 台 HBT80C-1818Ⅲ型混凝土泵(理论泵送垂直高度约 250m)，满足同时 2 个仓浇筑混凝土，配置 4 台 HGY28D 型混凝土布料机，分别安装于塔柱 4 个平衡重井内，旋转布

料入仓，布料杆随混凝土上升，由其自带液压系统顶升。混凝土拖泵根据不同施工时段布置。

首先将混凝土拖泵布置在船厢室底板顶高程 208.90m，当塔柱高程超过 257.00m 后，将混凝土拖泵移到高程 260.00 马道，后期当塔柱高程超过 314.00m 后，将混凝土拖泵移到 3#通航渡槽，泵机输送管分别进入平衡重井内给布料机供料浇筑，输送管随布料机的提升逐段加高。平仓后用 2.2kW 电动插入式振捣器平仓振捣。

本阶段建议塔柱混凝土采用自升式悬臂模板施工。

第二级垂直升船机混凝土施工处于本工程的关键线路上。根据三峡工程升船机和向家坝水电站升船机施工经验，塔柱施工每层约需 15d。第二级升船机船厢室段基础及塔柱混凝土直线工期为 682d，每个月有效工期取 25d，折合日历月数 27.28 个月，取直线工期为 28 个月。从底板混凝土开始浇筑至桥机安装完成直线工期为 932d，取直线工期为 38 个月。

(3) 塔楼顶部楼板平台混凝土施工

施工方法与第一级升船机塔楼顶部楼板平台混凝土施工相同。

(4) 下闸首混凝土施工

结合船厢室段下部底板大体积混凝土入仓，在升船机两侧布置有 2 台 C7050 型固定式高架建筑塔机。混凝土从右岸高程 360.00m 混凝土系统用 20t 自卸汽车运输经④公路、下基坑道路运输到达浇筑点，采用塔机垂直运输入仓，平仓后用 2.2kW 电动插入式振捣器平仓振捣。

d) 辅助闸室及下游引航道施工

土石方明挖与支护已在“c) 第二级垂直升船机施工”阐述。

下游引航道被下游围堰占压段的开挖为水下开挖。水下爆破施工方法：首先搭设浮式作业平台，用 XB-300 型回转岩芯钻机钻设垂直孔，孔深根据设计要求确定，孔径 110.00mm，钻孔完成后，利用钻孔时用的套管在水面上装药，将炸药筒和起爆材料沿套管装入钻孔，然后用卷扬机或钻机自备的起吊设备将套筒缓慢提出，之后将导线固定于指定位置；采用导爆管配毫秒雷管的微差起爆系统进行联网爆破。爆破后进行清渣，因考虑到大型的施工船舶无法进入现场，将 6.00m×3.00m×1.50m 的钢制浮箱吊运至施工水域，并进行水面拼装，水下清挖采用 25t 旋转吊配 2m^3 梅花挖石抓斗，抓斗抓入装渣浮箱后运输至岸边，再装渣至 20t 自

卸汽车内运至右岸龙滩沟堆弃。

下游口门区炸礁水下石方爆破采用 300t 专业钻爆船钻孔爆破，8m^3 的绳斗式抓斗挖泥船进行清渣运输至岸边，再装渣至 20t 自卸汽车内运至右岸龙滩沟堆弃。

辅助闸室混凝土从右岸高程 360.00m 混凝土系统用 20t 自卸汽车运输经④公路、下基坑道路运输到达浇筑点，利用 C7050 型固定式高架建筑塔机，或辅以 50t 履带吊运输入仓。平仓后用 2.2kW 电动插入式振捣器平仓振捣。

导流墙水上混凝土施工：未被下游围堰占压段导航墙浇筑分段长度 12.00m～15.00m，在下游围堰保护下施工。底板基础混凝土用 10t 自卸汽车从右岸高程 360.00m 混凝土系统直接运输入仓；侧墙采用 10t 自卸汽车运输混凝土至 3m^3 卧罐起吊点，然后用 10t 履带吊起吊入仓，2.2kW 电动插入式振捣器平仓振捣。

导流墙水下混凝土施工：被下游围堰占压段导航墙混凝土需水下施工。水下混凝土浇筑采用泵送＋导管法，采用钢框架木模板，钢框架在陆上加工，使用 5t 手拉葫芦将整体模板下沉到预定位置，下部用沙袋找平，板缝用小沙袋填补并采用油毡封缝，模板采用拉筋固定牢靠。

2.8.9 水下炸礁和清挖

根据模型试验成果，在现状河床条件下存两个问题，一是下游引航道口门区通航水流条件不满足规范要求；二是下游锚地及一小段航道水深不足，因此需采取相应措施改善水流条件。经比选炸礁和丁坝方案，丁坝方案整治效果差、影响防洪和发电、投资高，因此选定炸礁方案。

本工程炸礁、清挖等水下作业的施工范围包括 3 处，均在下游引航道口门区河段，距离电站尾水出口约 560m，如下图所示。炸礁开挖区均为全风化～强风化基岩，开挖区左侧的开挖坡比为 1:1.5。

下游口门区炸礁水下石方爆破采用 300t 专业钻爆船钻孔爆破，8m^3 的绳斗式抓斗挖泥船进行清渣运输至岸边，再装渣至 20t 自卸汽车内运至右岸龙滩沟堆弃。

下游引航道被下游围堰占压段主要采用水上爆破、水下清挖的方式。石渣采用长臂反铲在水上作业，利用右岸施工便道出渣运至弃渣场，对于长臂反铲无法施工部分水下石渣可以考虑将 6.00m×3.00m×1.50m 的钢制浮箱吊运至施工水域，作为施工平台，采用 25t 旋转吊配 2m^3 梅花挖石抓斗进行水下清挖，挖石抓斗抓入装渣浮箱后运输至岸边，再转至 20t 自卸汽车内运至右岸龙滩沟渣场堆弃。

表 2.8.9-1　炸礁、清挖等水下作业范围表

序号	开挖高程	面积 m^2	开挖量 m^3	备注
1	207.00m	12399	62000	水流条件整治
2	215.00m	15495	37700	水流条件整治
3	215.00m	5234	15700	下游引航道围堰占压段

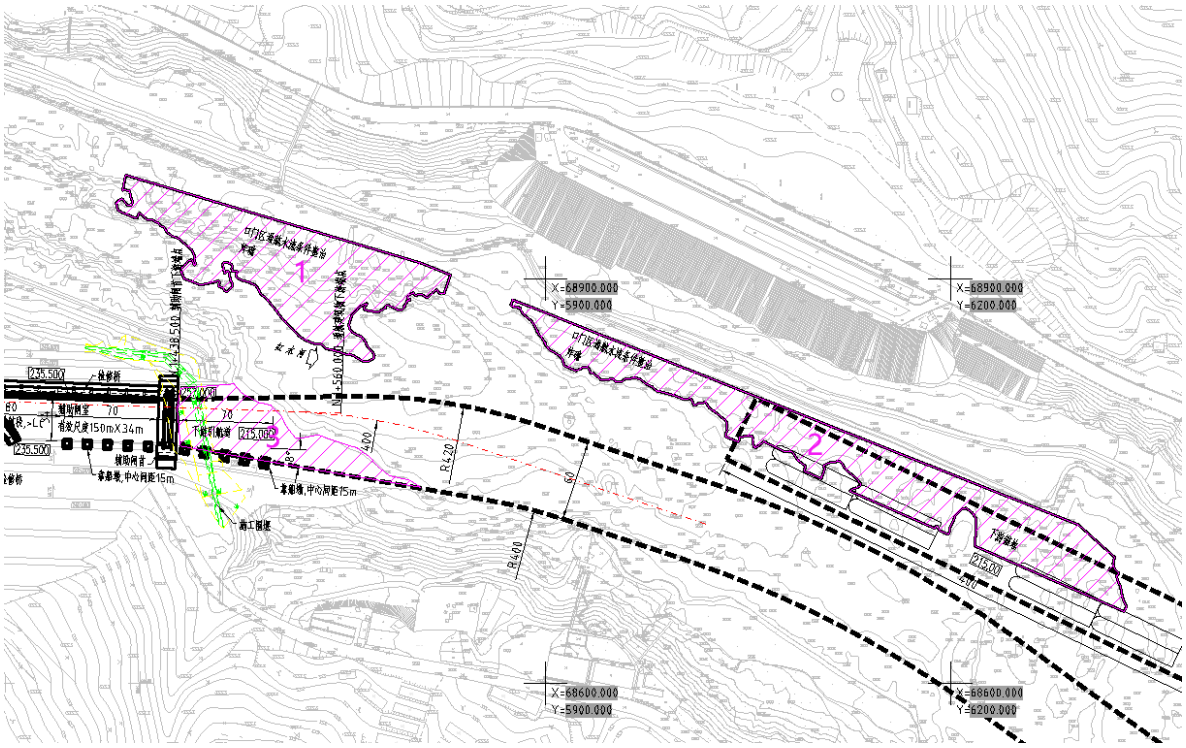


图 2.8.9-1　下游口门区水下开挖布置图

根据施工进度安排，第 6 年 2 月底进行下游围堰拆除，其后于第 6 年 3 月初至 4 月底完成围堰占压部位水下开挖和支护及 3 个靠船墩水下混凝土浇筑。

下游口门区整治石方水下开挖炸礁计划于第 1 年 11 月初至第 2 年 3 月底一个枯水期内完成，月平均开挖 1.60 万 m^3 。

2.8.10　施工工期

本工程施工总进度分期为：工程开工至主体工程开工为工程准备期；主体工程开工到承船厢有水调试完成进入试通航为主体工程施工期。

本工程计划从第 1 年 1 月初开工，至第 6 年 9 月底承船厢有水调试完成进入试通航，总工期 5 年 9 个月。其中准备工程占直线工期 2 个月；主体工程施工期为第 1 年 3 月初至第 6 年 9 月底，历时 5 年 7 个月。详细施工进度计划见附图 23。

2.9 工程投资

工程静态总投资 483928.44 万元，其中枢纽工程投资 356828.09 万元，独立费用 70957.27 万元，基本预备费 56143.08 万元。工程总投资 543916.38 元，其中价差预备费 26013.74 万元，建设期利息 33974.20 万元。

3 工程分析

3.1 由通航 500 吨级船舶调整为通航 1000 吨级必要性

3.1.1 是实现中华民族伟大复兴宏伟目标的需要

在党和国家实施西部大开发战略近 20 年来，西部地区经济取得突破性进展，但与东部地区发展水平的差距仍然较大，全面建设小康社会任重道远。从“十一五”期开始，国家领导人非常关注贵州发展，党中央、国务院从全面建设小康社会的宏伟目标出发，明确继续深入实施西部大开发战略；《国发〔2022〕2 号文》的颁发更加说明党中央、国务院对贵州省发展的高度重视，随后国务院各部委为推动贵州跨越式发展，相继出台了多项扶持、优惠政策。对贵州的支持和帮助前所未有。

2022 年 1 月 26 日党中央、国务院出台《国发〔2022〕2 号文》，以支持贵州经济发展，《国发〔2022〕2 号文》明确提出：“推进乌江、南北盘江—红水河航道提等升级，稳步实施乌江思林、沙沱、红水河龙滩枢纽 1000 吨级通航设施项目，推进望谟港、播州港、开阳港、思南港等港口建设，打通北上长江、南下珠江的水运通道”。

红水河流域交通基础设施能力不足、工业化和城镇化进程缓慢、经济总量规模小，沿江各地市要与全国同步实现全面小康社会目标，需要充分利用国内、国外的技术、资金、市场等资源，加快自身工业化进程，推进经济社会跨越发展。提高龙滩水电通航设施通过能力，能够提高交通基础设施的有效能力供给，极大地改善沿江地区投资环境和交通运输条件，带动建材、冶金工业、装备制造业等企业沿江布局，促进沿江产业带的形成与发展，增加社会就业，改善民生，提高地方政府税收收入，促进百黔南、黔西南及桂西地区经济又好又快发展，确保与全国同步全面建成小康社会目标。

国函〔2014〕87 号对《珠江-西江经济带发展规划》的批复，标志着珠江-西江经济带上升为国家战略。规划提出，打造互联互通的水运大通道，加强航道资源保护和利用，加大西江干线航道扩能改造，推动柳江、左江、右江、南盘江、北盘江、红水河、桂江等重要干支流航道和支持保障系统建设，提升西江出海航道通过能力和通达范围，提高航道等级，构建干支通达顺畅的高等级航道网络。按照梯级开发、扩能改造与新建过船设施并举原则，促进珠江水运连通云贵，形成与高等级

航道相适应的枢纽过船设施。

《左右江革命老区振兴规划(2015～2025 年)》是对滇黔桂左右江的革命老区量身定制的发展规划。规划提出，到 2025 年，左右江革命老区综合经济实力大幅提升，安全高效的综合交通运输体系全面建成，现代产业体系基本确立，工业化、信息化、城镇化、农业现代化实现同步发展，兼容并包的开放型经济新体制基本建成，生态文明建设取得重大进展，活力老区、美丽老区、幸福老区、文化老区全面建成。

龙滩水电站通航建筑物由通航 500t 级船舶调整为通航 1000t 级，打通航运腹地对外运输的水路通道，提高航运通过能力，有力促进航运腹地经济发展，符合国发〔2022〕2 号文《国务院关于支持贵州在新时代西部大开发上闯新路的意见》精神，符合社会主义新农村建设要求，符合实现中华民族伟大复兴目标的要求。

3.1.2 是贵州省实施工业强省战略、加快工业园区建设发展的需要

水运作为综合交通运输体系中的重要组成部分，具有占地少、能耗低、运输成本少、运量大、投资省、资源占用小等特殊优势，在我国高质量物流体系建设中具有重要作用。红水河沿江流域经济社会发展，带来了大量的重大件、大宗货物、集装箱和化危品等货物的中长途运输需求，龙滩水电站通航建筑物通航船舶提高到1000t 级是满足该需求的必要措施和建设手段。

龙滩航运腹地内主要矿藏资源丰富，主要有锰矿、重晶石、汞矿、稀土矿、辉绿岩、硫铁矿、铝土矿、锑矿石、钒矿、磷矿、煤炭、钛矿、金刚石等。

龙滩航运腹地内的黔西南州矿产资源储量大，矿种多。主要有金、锑、铊铝、石膏、白云石、钼、冰洲石、水晶、硅石、钴、高岭土等。其中，煤炭资源是“西南煤海”的重要组成部分，已探明储量 75.28 亿 t，远景储量近 200 亿 t，名列全省第三位，多数发热量为 7000～8000 大卡/千克，主要分布在普安、兴仁、贞丰、安龙、晴隆、兴义等地，可采量 39.8 亿 t；金矿资源已探明的特大型矿床 1 处、大型矿床 4 处、中型矿床 1 处、小型矿床 4 处及矿点、矿化点数十处，保有储量占贵州省的90%以上，已探明的地质储量约 500 金属 t，远景储量 1000t 以上，被中国黄金协会命名为“中国金州”；天然气资源丰富，仅在册亨县就已探明储量近 600 亿立方米。黔南州也有着丰富的矿产资源，已探明的有磷、硅、煤、锑、汞、金、锌、水晶石、猫眼石、大理石、辉绿岩等 50 余种。其中锌矿、水晶石、辉绿岩和锑矿储量居

贵州全省之首。磷矿的储量达 10 亿 t 以上，是我国特大型磷矿之一。

正因为如此，《贵州省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》强调“加强重点矿产资源‘大精查’和开发利用，加强技术创新，优化生产工艺流程和产品结构，促进现代化工加快发展，推动基础材料向新材料领域提升转化，推进新型建材优化升级，增强资源型产业可持续发展能力和市场竞争力”，“推进磷化工产业精细化发展，科学合理开发利用磷矿资源”。

同时，由于国家深入实施西部大开发战略，东部产业转移和中央企业扩张发展等又是一个难得机遇。对水陆交通的需求将与日俱增，而水运具有水陆联运、大件运输、载重量大、运费低廉等优势。所以，提高南盘江、北盘江、红水河通航能力是贵州省实施工业强省战略、加快工业园区建设发展的需要。

3.1.3 是加快城镇化进程、促进城乡协调发展，帮助西南少数民族地区脱贫致富、建设社会主义和谐社会和社会主义新农村的需要

贵州省城镇化较为滞后，城镇人口比例低，城市数量少、规模小，综合实力弱，基础设施差，城镇管理亟待加强。城镇化水平低，已严重制约我省实现历史性跨越、全面建设小康社会的进程。

龙滩库区流域地处我国西南连片的贫困地区和少数民族聚居区，丰富的矿产资源与落后的综合交通形成强烈反差，以运定产的格局仍得不到好的改变，大量的矿产资源得不到应有的开发和利用，严重地制约了该地区社会经济的发展。

从运输现状和发展态势分析，航运经济腹地包括黔西南州的八个县(市)(兴义市、普安县、晴隆县、兴仁县、贞丰县、安龙县、册亨县、望谟县)、黔南州的四个县(罗甸县、惠水县、平塘县、长顺县)、安顺市的三个县(镇宁县、紫云县、关岭县)、六盘水市的盘县、六枝和广西百色市三个县(乐业县、隆林县、西林县)二十个县(市、区)。加快城镇化进程、促进城乡协调发展是历史的必然。

贵州省是全国惟一没有平原支撑的省份，城乡二元结构问题十分突出，不少人居住在深山区和石山区，且多为少数民族，是全国农村贫困面最大、贫困程度最深的省份。加快城镇化进程，改善人民群众的生存环境，提高生产生活质量，显得尤为重要。

城镇化是现代化的必由之路，是推动经济增长的引擎和转变发展方式的抓手。南盘江、北盘江、红水河通航可带动物流业、运输业、造船业、旅游业等众

多产业发展。有利于扩大就业，增加城乡居民的收入；有利于更多的劳动力向非农产业转移，更多的农民转移为城镇居民，帮助该地区少数民族地区脱贫致富；有利于促进现代文明潜移默化地改变农村的生活方式，不断提升文明水平，促进社会和谐；有利于加快城镇化进程、促进城乡协调发展和社会主义新农村的建设。因此，必须抢抓机遇、乘势而上。

3.1.4 符合国家提出的建设资源节约型、环境友好型社会的可持续发展战略

国家提出建设资源节约型、环境友好型社会的可持续发展战略，就是使经济发展与人口、资源、环境相协调，就是要在节约资源、保护环境的前提下实现经济较快持续发展，促进人与自然和谐相处。这一战略对交通发展提出了更高的要求，项目在实施过程中需要更加注重保护土地、森林、草原和生物等自然资源，最大限度地节省能源，减少占地，减少污染。

各种运输方式都各有特点和优势，而内河水运具有占地少，能耗省、成本低、运量大、对资源占用小，环境污染少等优势。一般兴建 1km 高速公路需占地 60～80 亩，兴建 1 km 铁路需占地 30 亩左右；高速公路和铁路的造价较大，如厦蓉高速公路贵阳至都云段，整体路基宽 26m 的造价为 9000 万元/km，京广铁路时速 200km 的造价为 4000 万元/km，成渝高铁时速 308km 的造价高达 13000 万元/km。与公路、铁路比较，水运工程的造价甚是低廉，如乌江航运建设工程，平均每 km 造价仅为 145 万元/km；航道建设基本不占用或很少占用土地；内河航运借水行舟，能源消耗低，单位运输能耗是铁路运输的 2/3、公路运输的 1/6。与铁路、公路相比较，水运是一种节能、省地、环保的运输方式。

“十四五”时期是我国全面建成小康社会、实现第一个百年奋斗目标之后，乘势而上开启全面建设社会主义现代化国家新征程、向第二个百年奋斗目标进军的第一个五年。内河航运以其能耗低、污染轻的独特优势，符合新的历史时期国家可持续发展战略要求。

红水河沿岸地形以高山为主，是国家重点脱贫攻坚的乌蒙山区、滇桂黔石漠化区和民族地区。经济发展相对滞后，既是需要大力推进资源精深加工产业、集中打造产业园区、充分发挥工业对国民经济的主导作用的地区，也是生态环境比较脆弱的喀斯特石漠化地区，修建陆路交通设施投资多、难度高、对环境及生态影响大。沿江地区保持经济高速增长和增加交通基础设施能力供给，都将占用土地资源、增

加污染物排放量，加剧该地区的石漠化和水土流失。提高龙滩水电站通航船舶等级，能够更好地发挥水运的运能大、占地少、能耗低、对环境污染小的比较优势，可减少交通基础设施建设对土地、环境等资源的占用，有效降低单位运输量的能源消耗和污染物排放量，以较小的社会经济成本和较小的资源环境代价，既能保证沿江地区对外运输通道能力的有效供给，又能满足腹地内以人为本和经济社会可持续健康发展的需要。

利用龙滩库区得天独厚的水域条件发展航运，具有建设成本低、占地少、不开山毁林、能耗低、有利环保等优势，符合国家提出的“两型”社会建设要求及可持续发展战略。

3.1.5 是建立现代综合交通运输体系的需要

2022 年 10 月 16 日，习近平总书记在党的二十大的报告中明确提出要建设 “交通强国”，意味着我们将在新时代开启建设交通强国新征程，而水运作为交通运输体系的重要组成部分，将在新时期协同其他运输形式共同承担起“交通强国”、建立现代综合交通运输体系的新使命。

南盘江、北盘江、红水河流域地处滇、黔、桂三省区结合部，区位优势明显。腹地内交通运输形式有铁路、公路、水运、管道、航空五种运输方式，形成了以铁路、公路为骨干，水运、航空、管道相配合的运输格局。

贵州省货运站场和物流设施布局建设总体滞后，铁路货场普遍能力小，货运保障能力不足；公路货运枢纽和物流园区规划布局和建设不足，资源整合和优化配置不到位；在综合交通网络中，南北盘江-红水河水运通道等尚未实现全线通航，水运优势未能有效发挥。“十三五”末，贵州省高等级航道里程突破 1000 公里，但占通航总里程比例仍较小，航道等级偏低。水运发展状况尚不能适应经济发展和综合交通运输供给结构优化的要求，是综合交通运输体系中薄弱环节。

红水河是黔南、黔西南、桂西地区南下珠江的重要水运通道，是沿江综合交通运输体系的重要组成，红水河通航 1000t 级船舶，才具有较充分的规模运输效益和比较优势，才能进一步提高红水河水运的竞争力，并与公路、铁路等其他运输资源共同构建起畅通、高效、安全的区域综合交通体系，提高综合交通基础设施的有效能力供给，为促进流域内经济合作和对外物资交流提供运输保障。

南盘江、北盘江、红水河中线通道可发展多种营运组织方式，如单船散货运

输、客运、客滚运等，特别是在库区间的货滚装翻坝运输具有较好的发展前景。但由于航道、港口、船舶等基础设施差，港口集疏运公路等级低，畅通的物流运输急需扶持。库区航运的作用未能充分发挥，水路运输距离短、运量大、成本低的优势没有得到体现。提升水运基础设施、建立水陆运输体系符合国家宏观政策，是构建现代综合交通运输体系的具体行动，目的是使水运与公路、铁路、航空形成交相辉映互为补充的局面；使流域内能源从水运分流外运，成为能源运输大通道，从而减轻铁路运输和公路运输的压力，有利于用市场价格规律(水路比公路运价低)来合理调整运输结构。

党中央、国务院统筹国内国际两个大局，提出了“一带一路”倡议等战略构想。“一带一路”要求抓住交通基础设施的关键通道、关键节点和重点工程，优先打通缺失路段，提升陆路、水路通达水平，畅通陆水联运通道。我国“十四五”期间交通发展的主线和主要任务是：到 2025 年，综合交通运输基本实现一体化融合发展，智能化、绿色化取得实质性突破，综合能力、服务品质、运行效率和整体效益显著提升，交通运输发展向世界一流水平迈进。

龙滩水电站通航建筑物由通航 500t 级船舶调整为通航 1000t 级，就是充分利用水运优势、挖掘水运潜能解决该地区对外交通不畅、大宗货物、大量矿藏产品无法外运的问题，提高物流效率，降低物流成本，带动腹地内工业园区、物流园区的快速建设，促进城镇化带动战略进程，推动贵州西部地区经济跨越式发展，增进各族群众福祉，加强民族团结，尽快缩小与发达省(区)的差距，符合国家深入实施西部大开发战略，符合我国物流业发展中长期规划的要求。

3.1.6 是进一步促进流域经济协调发展，实现区位优势互补的需要

对广东、广西、云南、贵州四省(区)而言，广东是经济发达、资源短缺的东部地区，广西、云南、贵州是经济落后、资源丰富的中西部地区。从战略上看，东部地区先发展起来，并充分利用条件，进一步增强经济活力，更好、更快地发展经济，而这种发展将有赖于西部地区的资源支持；中西部地区也将积极适应市场经济发展的要求，加快改革开放步伐，开发能源和矿产资源，使资源优势逐步变为经济优势。

龙滩航运腹地各类资源十分丰富，各地区将大力培植和发展特色资源产业，加快发展煤炭、有色金属、大理石等资源优势产业的发展，形成产业集聚区，大量的矿藏资源开发及其深加工产品运输是水路运输的适宜货物；沿江市县利用丰富的

农、林业资源开发的特色蔬菜、瓜果、各类特色中药材及产品，以及林产品等。但是，龙滩航运腹地对外交通运输通道能力不足，成为当地资源优势转化为经济优势的“瓶颈”。经济发展相对滞后的黔西南、黔南、桂西地区和经济发达、能源及矿产资源缺乏的珠江三角洲及港澳地区存在较大差距。红水河作为珠江流域经济社会联系的天然纽带和贵州、广西沟通珠江三角洲、港澳地区重要通道作用正变得越来越突出。各水电梯级过船设施通过能力的扩大，可以为港口集约化发展、大型船舶直达运输创造基础条件，船舶大型化能够有效降低腹地内的货物运输成本，为沿江两岸园区内的资源深加工企业、装备制造业等提供运输保障。《贵州省水运发展规划(2012～2030 年)》把红水河航道规划为III级标准，《珠江水运发展规划纲要》(交规划发〔2017〕74 号)“北盘江-红水河航道自百层至石龙三江口 741km，重点解决龙滩枢纽通航，改善沿线水电站过船设施通航条件，研究推动III级航道建设”。考虑通道辐射周边省区市的运输效应，规划预测年货物运输需求量不少于 2000 万 t。打通红水河水运大通道，提升龙滩水电站通航设施通过能力，是加强流域资源开发和对外物资交流，推进资源优势转化为经济优势的迫切需要，更是贵州、广西两省区打造“南下珠江”综合交通运输发展战略的重大举措。

同时，红水河沿线各地进入加快发展期，本着突出特色、调整优化、强化集群的原则，巩固提升煤炭、冶金等传统支柱产业，培育发展百亿元产业集群，打造千亿元工业园区，迅速做大工业总量，提高产业核心竞争力。充分发挥资源、区位优势和红水河水道作用，大力培育发展民族医药、汽车(机械)配件、铝精深加工、船舶修造等新兴产业，形成新的增长点。随着沿江产业带规模的扩大，外向型经济的发展壮大，腹地交通运输需求将大幅增长。由于沿江两岸地处高原地区，建设高等级公路、铁路的难度很大、投资巨大、通过能力有限。因此，大多数东部转移来的企业和各类产业一般选择依水建设，城市发展也将是依水而兴，老少边穷交通不便地区居民更视水路为其生活、出行的“生命线”，旺盛的客、货运输需要红水河水运提供运输保障。

红水河通航历史悠久，在未修筑和形成流域公路网之前，红水河是滇、黔、桂沿江地区主要的交通命脉。在龙滩水电枢纽及升船机建成后，实现红水河全面通航，船舶可自南北盘江直达珠江三角洲出海，为大西南物资外运提供了一条廉价的水上运输线，从而可带动沿河经济的发展，促进西部大开发战略的实施。

南盘江、北盘江、红水河中线通道属于国家规划重点建设的西南水运出海通道之一，其航运的区位优势独特。提升红水河中线通道通过能力，挖掘这条通道的运输潜力，建立东部地区与中西部地区进行物资交流的水运大动脉，可以充分实现上述两地区互相支持、优势互补、协调发展。

3.1.7 是带动库区旅游业发展、保障水上交通安全的需要

南盘江、北盘江、红水河流域特殊的区位环境和得天独厚的自然地理条件，厚重的地域历史文化沉淀，造就了十分丰富的旅游资源。龙滩库区内旅游资源丰富，民族风情独特，自然风光秀丽。在“十四五”期间，贵州全省将充分发挥独特山地自然景观、多彩民族文化、良好生态环境和气候优势，大力创新山地旅游业态，提升旅游服务质量，努力打造以“多彩贵州·山地公园”为品牌的世界知名山地旅游目的地，建成山地旅游大省。

龙滩库区蓄水后形成高峡出平湖的壮丽景观，为旅游业创造了良好的条件，可吸引大批游客参观游览，使之成为一条重要的旅游热线，并走上持续、快速、健康、跨越式发展的快车道，同时水上交通安全监管工作将变得十分繁重。目前库区内交通基础设施落后，提升航运基础设施，对发展库区旅游业、提高安全管理水平、消除安全隐患将具有十分重要的意义。

综上所述，我国近年来提出建设现代综合交通运输体系、建设高质量物流体系、建设高等级内河航运体系，要求内河航道提高等级、船舶向大型化发展，我国以长江干线、西江航运干线为代表的内河航道目前正在进行航道的提质升级改造，包括提高通航建筑物的等级、通航船舶大型化等，提高通航建筑物通航能力是我国目前内河航运的发展趋势。龙滩航运腹地资源和货物运输种类适合水路运输，通航船舶由 500t 级提高到 1000t 级可更有效的节约运输成本、减少污染排放，而渠化后的红水河航道条件除局部尾水变化段稍差外，具备了建设高等级航道和通航 500t 级以上大型船舶的基础条件，提升龙滩水电站通航设施通过能力符合内河航道的发展趋势，同时技术上可行，经济上合理，是十分必要的。

3.2 工程与法规政策及相关规划符合性分析

3.2.1 与饮用水水源保护区相关法律法规符合性分析

根据《广西壮族自治区人民政府关于同意调整(划定、撤销)有关饮用水水源保护区的批复》(桂政函〔2019〕114 号)和《天峨县县城饮用水水源保护区调整方

案》，本项目砂石料场及加工系统和龙滩沟弃渣场涉及陇麻坡县级饮用水水源保护区准保护区，不涉及广西龙滩自治区级自然保护区和广西龙滩大峡谷国家森林公园。根据生态环境部答疑回复意见，准保护区不属于饮用水水源保护区范围。砂石料场及加工系统和弃渣场为龙滩工程一二期规划场地，料场储量及开采、弃渣场容量均包括并满足二期工程建设开采用量及弃渣量需求，上述项目自龙滩水电站一期工程一直沿用至今，未新增占地，分别距二级保护区陆域上游边界 0.4km 和 2.7km，分别距天峨县陇麻自来水厂取水口约 8km 和 10.3km。砂石料场及加工系统和弃渣场均不涉及红水河河道管理范围，其中砂石加工系统距离河道最近水平直线距离约 60m，与红水河高差约 50m，弃渣场距离河道最近水平直线距离约 320m，均被现有道路与红水河河岸分隔开。

表 3.2.1-1　项目与《中华人民共和国水污染防治法》的符合性分析

序号	有关规定	本项目实际情况	符合性分析
1	第五十七条 在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。	本项目未在饮用水水源保护区内设置排污口。麻村砂石料场及加工系统和龙滩沟弃渣场位于陇麻坡饮用水水源地准保护区内，项目施工及运行期产生的废污水均经处理达标后全部回用，不外排。	符合
2	第六十条 禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。	本项目麻村砂石料场及加工系统和龙滩沟弃渣场不属于对水体污染严重的建设项目，项目施工及运行期产生的废污水均经处理达标后全部回用，不外排。	符合

表 3.2.1-2　项目与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的符合性分析

序号	有关规定	本项目实际情况	符合性分析
1	第十一条 一、禁止一切破坏水环境生态平衡的活动以及破坏水源林、护岸林、与水源保护相关植被的活动。 二、禁止向水域倾倒工业废渣、城市垃圾、粪便及其它废弃物。 三、运输有毒有害物质、油类、粪便的船舶和车辆一般不准进入保护区，必须进入者应事先申请并经有关部门批准、登记并设置防渗、防溢、防漏设施。 四、禁止使用剧毒和高残留农药，不得滥用化肥，不得使用炸药、毒品捕杀鱼类。	本项目未在饮用水水源保护区及准保护区内新增占地和破坏植被。 本项目严禁将弃渣、垃圾等倾倒入河，弃渣运至已建龙滩沟弃渣场，生活垃圾交由当地环卫部门清运处置。严格管控运行期船舶通行，通行前需上报有关部门批准。 本工程不涉及农药、化肥使用，不涉及鱼类捕杀。	符合
2	第十二条 三、准保护区内禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。	本项目麻村砂石料场及加工系统和龙滩沟弃渣场不属于对水体污染严重的建设项目。项目施工及运行期产生的废污水均经处理达标后全部回用，不外排。	符合

表 3.2.1-3　项目与《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》的符合性分析

序号	有关规定	本项目实际情况	符合性分析
第二十四条 在饮用水水源准保护区内禁止下列行为：			
1	(一设置对水体污染严重的工业企业、集中式污水处理厂、规模化养殖场等的排污口；	不涉及	符合
2	(二)新建、扩建造纸、制革、印染、燃料、炼焦、炼砷、炼油、电镀、农药等对水体污染严重的建设项目，改建增加排污量的建设项目；	不涉及	符合
3	(三)设置化工原料、矿物油类以及有毒有害矿产品及其废物的存放场所和转运站；	不涉及	符合
4	(四)向水体排放含重金属、油类、酸碱类等有毒有害废液或者含病原体的污水，在水体清洗装贮过油类或者有毒有害物品的运输工具、容器；	不涉及	符合
5	(五)使用含磷洗涤剂、高毒农药，滥用化肥；	不涉及	符合
6	(六)严重影响水质的矿产资源勘察、开山采石、采矿、选冶和非疏浚性采砂	本项目麻村砂石料场及加工系统位于陇麻坡饮用水水源地准保护区内，砂石加工系统废水经处理后回用，不外排，不会影响陇麻坡饮用水水源保护区水质。麻村砂石料场开采前，将向水利部门和环境部门进行报备并批准同意后方可开采。	符合
7	(七)向水体倾倒工业固体废物、生活垃圾以及其他废物；	本项目产生的固体废物均统一收集清运，不外排至水体中。	符合
8	(八)严重影响水质的船舶水上拆解、打捞或者其他水上水下施工作业；	本项目水下施工作业范围不涉及陇麻坡饮用水水源准保护区。	符合
9	(九)非更新、非抚育采伐和其他破坏饮用水水源涵养林、护岸林以及其他植被的行为；	本项目不另外新增占地，不破坏饮用水水源涵养林、护岸林以及其他植被。	符合
10	(十)网箱养殖以及规模化畜禽养殖；	不涉及	符合
11	(四)法律法规规定的其他可能污染饮用水水源的行为。	本评价禁止在饮用水水源保护区内排放污水、堆放生活垃圾等。	符合

河池市生态环境局和河池市天峨生态环境局分别出具《河池市生态环境局关于广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程选址的复函》和《关于对广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程选址的审查意见》(附件 10 和 12)，提出该项目不涉及陇麻坡县级饮用水水源保护区，符合建设条件，项目建设期及运营期对

陇麻坡县级饮用水水源地无重大污染，同时提出禁止项目在饮用水水源保护区内弃渣。

本项目建设期间将严格做好各项污染防治措施和生态恢复措施，龙滩沟弃渣场和麻村砂石料场严格采取各项水土保持措施。在龙滩一期工程施工时，龙滩沟弃渣场已实施渣场下游拦挡、底部及四周排水、边坡防护和植被恢复等措施，麻村石料场已实施开采区域四周布置截、排水沟，对开采边坡采取喷锚支护等防护措施。砂石加工系统废水已采取“沉淀池+细砂回收+废水沉淀浓缩+压滤机+废水回收+弃渣汽车运输+弃渣场”的处理措施后回用，不外排。

本项目非雨季和非汛期施工期间，根据水土保持方案设计，将采取在弃渣场区设置马道平台、堆渣体山体侧设置浆砌石排水沟、对弃渣场边坡采取干砌石护坡等措施；在麻村砂石料场四周修建截排水沟、在开采范围下游侧布设尼龙编织袋挡墙临时拦挡等措施；在砂石加工系统四周修建截排水沟等措施。施工期间，砂石系统生产废水经新建的废水处理系统处理后回用，不外排，不会污染红水河水质。

本项目雨季和汛期期间，将合理安排工期，优化施工时序，尽量避免在汛期施工，暴雨时应停止施工。弃渣场、砂石料场及加工系统场地四周均修建截排水沟、布设尼龙编织袋临时拦挡，场地下游设置沉砂池，将截流雨季和汛期期间的地表径流并采取沉淀处理，不会直接排入红水河污染其水质。

项目施工结束后，所有设施将拆除且恢复迹地，环境影响随之结束。将对砂石料场及加工系统场地和弃渣场按照水土保持相关要求进行场地平整和植被恢复等措施。

综上分析，项目符合《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》、《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》等有关规定。

3.2.2 与国家产业政策符合性分析

红水河是国家规划“四纵四横”高等级航道之一，上连滇、黔、桂三省，下连粤、港、澳地区，是西南地区重要的水运出海通道，也是平陆运河运输通道的重要支撑。流域内富含煤、磷等矿藏资源，长期以来由于受交通制约，使大量天然资源未能得到较好开发利用，限制了当地经济发展。红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程作为龙滩水电站重要组成部分，项目建设将打通国家规划的南盘江、北盘江、红水河高等级航道最后一处卡点，全面恢复西南地区出海通道，项目建成将大

幅改善河流的航运条件，为西南省区物资外运提供一条廉价水上航线，带动沿河经济快速发展，促进西部大开发战略的实施。

根据《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(国家发展和改革委员会 2023 年第 7 号令)，本项目属于鼓励类“二十五、水运”中“1、高等级航道建设：沿海港口公共基础设施建设，国境国际通航河流航道、内河高等级航道、通航建筑物、符合国家战略方向的内河水运其他航道及公共基础设施建设”。

因此，本项目符合国家产业政策。

3.2.3 与国土空间规划符合性分析

2023 年 12 月，国务院以“国函〔2023〕149 号”文批复了《广西壮族自治区国土空间规划(2021—2035 年)》，要求“强化对水利、交通、能源、农业、信息、市政等基础设施以及公共服务设施、军事设施、生态环境保护、文物保护、林业草原等专项规划的指导约束，在国土空间规划“一张图”上协调解决矛盾问题，合理优化空间布局。”

2024 年 1 月，广西壮族自治区人民政府以“桂政函〔2024〕22 号”文批复《河池市国土空间总体规划(2021—2035 年)》，要求“积极融入西部陆海新通道建设，完善城市道路网结构和布局，构建内通外联、复合高效的综合交通网络。”

经与上述规划认真比对分析，龙滩水电站通航建筑物工程符合国土空间规划相关要求。

表 3.2.3 龙滩水电站通航建筑物工程与国土空间规划符合性分析

序号	规划/批复文件名称	相关条文	符合性分析	分析结论
1	《广西壮族自治区国土空间规划(2021-2035 年)》	第七章 建设碧海蓝湾，服务海洋强国 第一节 强化国土空间陆海统筹 加快平陆运河经济带建设。为建设通航 5000 吨级船舶的内河航道和 3000 吨级泊位的内河港口提供空间保障，发挥江海联运优势，提高水陆联动效应，连通西江黄金水道和广西北部湾国际门户港，增强运河廊道资源要素集聚能力。	本项目为 1000 吨级通航建筑物工程，实施后有利于红水河内河航运发展	符合
3	《河池市国土空间总体规划(2021-2035 年)》	第二节 综合交通体系 第 125 条 综合交通发展战略 积极构建外通、内畅、高效、绿色的综合交通运输体系。衔接推进南北、东西向的区域性交通廊道建设，构建区域性综合交通枢纽，积极融入珠三角经济区三小时经济圈、成渝三小时经济圈。完善市域综合交通网络、客运交通枢纽和物流系统建设，全面提升基础设施等级和服务能力。 第 129 条 水运规划 全面提升航道等级。红水河（圭里－龙燕）河段规划为三级航道。	龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程已纳入规划重点建设项目，为构建红水河高等级航道的基础条件之一	符合

3.2.4 与流域规划符合性分析

3.2.4.1 与《红水河综合利用规划报告》符合性分析

1981 年，经国家能委、国家计委联合审查，并经国务院批准，《红水河综合利用规划报告》提出红水河以发电为主，兼有防洪、灌溉、航运等综合利用效益，确定了红水河流域按照十级开发的方案：天生桥一级(坝盘)、天生桥二级(坝索)、平班、龙滩、岩滩、大化、百龙滩、乐滩(恶滩)、桥巩、大藤峡。

本项目为龙滩梯级的通航建筑物工程，补充了龙滩梯级的航运作用，符合《红水河综合利用规划报告》。

3.2.4.2 与《珠江流域综合规划(2012～2030 年)》符合性分析

《珠江流域综合规划(2012～2030 年)》(以下简称《规划》)提出流域规划任务为：西江流域干流宜良以上河段的治理、开发任务以防洪、灌溉为主，结合发电；宜良至黄泥河口以发电为主，结合供水；黄泥河口以下以发电为主，结合水资源配置和航运等综合利用。西江干流中段的治理、开发和保护任务以防洪、发电、水资源配置为主，结合航运和灌溉以及水资源保护、生态环境修复等。《规划》在航运规划中提出珠江水系内河航道布局以“一横一网三线”国家高等级航道为核心，以区域重要航道为基础，以一般航道为补充，远景视需要适时研究开掘平陆、赣粤、湘桂运河的可能性，形成与区域经济社会和综合运输发展相协调，干支相通、通江达海的珠江水系航道体系。规划航道布局中的“一横”为西江航运干线(南宁至广州)，“一网”为珠江三角洲高等级航道网，“三线”为右江(剥隘至南宁)河段、北盘江－红水河(百层至石龙三江口)河段和柳江－黔江(柳州至桂平江口)河段。其中，北盘江-红水河(百层到来宾)规划为四级航道，现状为可通航 500 吨级船舶的四级航道。

本工程建设将使航道等级提升至三级，与《珠江流域综合规划(2012～2030 年)》规划的航道等级不相符。但因经济的快速发展和内河航道运输量的迅速增加，近年新发布或已修编或预发布的航运相关规划，包括《全国内河航道与港口布局规划》、《广西壮族自治区内河港口与航道规划》、《河池港总体规划(2019-2035 年)》等，均已将红水河(百层到来宾)段提升至三级航道，具体符合性分析见 3.2.6 节。

3.2.5 与经济建设发展相关规划符合性分析

3.2.5.1 与《贵州省国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》符合性分析

根据《贵州省国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》，贵州省“十四五”时期确定的经济社会发展主要目标有：生产总值年均增长 7%左右，2025 年生产总值达到 2.6 万亿元；一般公共预算收入年均增长 2%左右。固定资产投资年均增长 6%左右。常住人口城镇化率达到 58%左右，城镇登记失业率控制在 5.5%以内。深入开展交通强国建设试点，着力完善提升大通道快速网，优化升级普通干线网，织密筑牢基础网，基本建成结构合理、衔接高效、外联内畅的现代化多层级综合交通枢纽体系，巩固提升贵州西南陆路交通枢纽地位，铁路营业里程达到 4500km 以上，其中高速铁路里程达到 2000km 左右，高速公路通车里程达到 9000km。开展航班航线网络规划研究，统筹全省民航发展资源，统一航班航线开发管理，加快形成“干支通、全网联”发展格局。“十四五”期间，实现机场年旅客吞吐量增速高于全国平均水平。内河航道运输能力明显提高，航道里程达 4000km 以上。

红水河流域所涉及的贵阳、毕节、黔南、黔西南、六盘水、安顺等市(州)在制定本地区经济社会发展规划发展目标时，规划的地区生产总值在“十四五”期间年均增速均在 11%～13%之间，考虑到龙滩航运腹地 63 县(市)中大部分地理位置较偏、经济欠发达，增长速度应略低一些。根据收集资料情况预测未来 5～15 年龙滩航运腹地 63 县市经济增长速度大致为年均增长 8%左右。

3.2.5.2 与《“十四五”现代物流发展规划》符合性分析

《“十四五”现代物流发展规划》指导思想“以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持稳中求进工作总基调，完整、准确、全面贯彻新发展理念，加快构建新发展格局，全面深化改革开放，坚持创新驱动发展，推动高质量发展，坚持以供给侧结构性改革为主线，统筹疫情防控和经济社会发展，统筹发展和安全，提升产业链供应链韧性和安全水平，推动构建现代物流体系，推进现代物流提质、增效、降本，为建设现代产业体系、形成强大国内市场、推动高水平对外开放提供有力支撑”。主要原则是“市场主导，政府引导”、“系统观念、统筹推进”、“创新驱动，联动融合”、“绿色低碳、安全韧性”。发展目标是“到 2025 年，基本建成供需适配、内外联通、安全高效、智慧绿色的现代物流体系”。

我国物流业中长期发展目标是建立绿色高效的现代物流服务体系，而水运正是

符合这一要求的物流运输手段。贵州地处长江、珠江上游，是重要的两江生态屏障，但由于特殊的喀斯特地质地貌，生态环境十分脆弱。习近平总书记考察贵州时特别嘱咐：“要守住发展和生态两条底线，培植后发优势，奋力后发赶超，走出一条不同于东部、有别于西部的发展新路”。水运具有占地少、污染小、能耗低、运能大等优势，是落实生态底线的最佳交通运输方式。

水运单位换算周转量能耗大致为铁路运输的 2/3、公路运输的 1/6，而一辆轿车一年排出有害废气的重量比自身重量多 3 倍，载货汽车排放的氮氧化物和颗粒物更是明显高于客车和轿车。运输船舶吨位越大，单次运量越高，单位吨公里运量对环境的影响也就越小。龙滩水电站通航 1000t 级船舶的比 500t 级船舶更能减少对环境的影响，可有效减少污染和能耗，更符合绿色环保的发展理念和政策。

3.2.5.3　与《珠江-西江经济带发展规划》符合性分析

《珠江-西江经济带发展规划》提出打造互联互通的水运大通道，加强航道资源保护和利用，加大西江干线航道扩能改造，推动柳黔江、左江、右江、南盘江、北盘江、红水河、桂江、绣江、北江等重要干支流航道和支持保障系统建设，提升西江出海航道通过能力和通达范围，提高航道等级，构建干支通达顺畅的高等级航道网络。按照梯级开发、扩能改造与新建过船设施并举原则，加快建设龙滩、百色等枢纽过船设施，促进珠江水运连通云贵，形成与高等级航道相适应的枢纽过船设施。改善流域过船设施建设与管理体制。

因此，本工程符合《珠江-西江经济带发展规划》。

3.2.6　与航运相关规划符合性分析

3.2.6.1　与《全国内河航道与港口布局规划》和《广西壮族自治区内河港口与航道规划》符合性分析

2023 年 8 月，经国务院同意，国家发展和改革委员会和交通运输部联合批复了《全国内河航道于港口布局规划》，将南盘江(平班电站-蔗香两江口)、北盘江(董箐电站-蔗香两江口)、红水河(蔗香两江口-来宾)规划为三级航道。

广西壮族自治区交通运输厅已编制完成《广西壮族自治区内河港口与航道规划》，正按照程序上报审批，规划红水河(曹渡河口-来宾)为三级航道。

因此，本项目建设符合《全国内河航道与港口布局规划》和《广西壮族自治区内河港口与航道规划》。

3.2.6.2　与《广西综合交通运输发展“十四五”规划》符合性分析

2021 年 10 月，广西壮族自治区人民政府印发《广西综合交通运输发展“十四五”规划》。根据《广西综合交通运输发展“十四五”规划》，“十四五”期将加快建成“通江达海、干线成网、省际互联”的高等级内河航道网，完善西江航道网络布局。以西江航运干线建设为重点，完善“一干三通道”高等级航道网络，形成上游通、中游畅、下游优的内河水运网。重点推进西江航运干线航道全线达到 3000 吨级，开工建设西部陆海新通道(平陆)运河“世纪工程”，开展湘桂运河前期研究工作。加快航道过船设施建设，建设大能力、高效率船闸系统，规划建设水运支持保障系统及相关服务设施，提升西江航运通过能力，优化西江流域船闸联合调度，推动长洲水利枢纽五线船闸、大藤峡枢纽二线三线船闸、广西百色水利枢纽通航设施、龙滩水电站升船机等工程建设，消除碍航、断航瓶颈。至“十四五”期末，新建成 3000 吨级航道 518 公里，实现西江航运干线航道全线达到 3000 吨级，右江、红水河、柳黔江总体可通航 1000 吨级及以上船舶。

因此，本项目建设符合《广西综合交通运输发展“十四五”规划》。

3.2.6.3　与《贵州水运发展规划(2012-2030 年)》和《贵州省“十四五”水运交通发展规划》的符合性分析

2012 年 12 月，贵州省人民政府批复《贵州水运发展规划(2012-2030 年)》，南盘江(平班电站-蔗香两江口)、北盘江(董箐电站-蔗香两江口)、红水河(蔗香两江口-曹渡河口)规划为三级航道，同时批复册亨港、望谟港、贞丰港 3 个地区重要港口，镇宁、安龙等一般港口。

根据《贵州省“十四五”水运交通发展规划》，“十三五”以来，贵州省委省政府高度重视“两主三辅”五条水运出省通道建设，新增高等级航道 298 公里，建成构皮滩、思林、沙沱 500 吨级通航设施，乌江断航 13 年后实现了复航，红水河龙滩通航设施建设取得实质性突破，国家发展和改革委员会同意将龙滩枢纽通航设施等级由 500 吨级调整为 1000 吨级，明确贵州省交通运输厅和中国大唐集团有限公司广西分公司共同建设。“十四五”期水运交通围绕“八大系统”发展目标，集中力量推进乌江、南北盘江红水河航道提等升级，开工建设乌江三级航道建设工程，建设思林至龚滩段三级航道及信息化等支持保障系统工程，启动南盘江、北盘江、红水河三级航道建设工程前期工作，开工建设清水江白市至分水溪航道建设工

程，完成旁海库区、平寨库区等航道建设工程。

综上所述，本项目建设符合《贵州水运发展规划(2012-2030 年)》和《贵州省“十四五”水运交通发展规划》。

3.2.6.4 与《河池港总体规划(2019-2035 年)》符合性分析

2020 年 4 月，河池市人民政府以“河政函〔2020〕47 号”批复了《河池港总体规划(2019-2035 年)》。根据《河池港总体规划(2019-2035 年)》，为了使河池港的建设和发展与区域经济社会发展相协调，充分发挥航运经济效益、社会效益和环境效益，带动西江流域经济社会的全面协调发展，根据航道相关规划，结合河池港作业区建设情况，河池港主要航道规划如下：

1) 规划红水河百门沟至拉路段为 III 级航道、通航 1000 吨级船舶。

2) 规划布柳河那里至河口段为 IV 级航道、通航 500 吨级船舶。

3) 规划盘阳河那恒至河口段为 IV 级航道、通航 500 吨级船舶。

4) 规划刁江拉烈至河口为 IV 级航道，通航 500 吨级船舶。

5) 规划纳益河燕子洞至河口为 IV 级航道，通航 500 吨级船舶。

因此，本项目建设符合《河池港总体规划(2019-2035 年)》。

3.2.7 与岸线规划及河道规章符合性分析

3.2.7.1 与《珠江-西江经济带岸线保护与利用规划》符合性分析

《珠江-西江经济带岸线保护与利用规划》(以下简称《规划》)对珠江流域包括红水河在内的十余条重要河段的岸线保护与利用进行了规划，规划范围内河道总长 2356km、岸线总长 4851km(不含有行洪要求的江心洲)。《规划》提出的发展总体格局为：规划“一轴，两核，四组团，延伸区”空间布局，着力打造综合交通大通道，建设珠江-西江生态廊道，建立旅游战略联盟，打造特色精品线路。本工程属于龙滩水电站扩建工程的一部分，工程用地均位于原龙滩水电站征地范围内，不属于《规划》划定的岸线保护区和保留区，工程建设过程中将严格执行河道及岸线相关管理规定，同时做好各项环境保护措施和安全防范措施。

综上，本项目建设符合《珠江-西江经济带岸线保护与利用规划》。

3.2.7.2 与《广西壮族自治区河道管理规定》的符合性分析

根据《广西壮族自治区河道管理规定》，本项目建设主要涉及的条款如下：

第七条：“在河道管理范围内，水域和土地的利用应当符合江河行洪、输水和航运的要求；……。”

第十一条：“确因工程建设需要，在沿河堤防破堤施工或者开缺、凿洞的，建设单位应当向河道主管机关提出申请，经审核同意后方可施工。跨汛期的工程施工，建设单位必须落实汛期安全措施。”

本项目建设涉及以上条款的活动主要为施工期通航建筑物下游口门区整治石方水下开挖炸礁和因围堰压占清挖下游引航道水下作业，均在枯水期内进行。开展以上施工活动前，均会取得河道管理部门出具的同意施工意见，否则不得开展水下施工活动；本项目建设符合相关航运规划要求。

综上，本项目建设符合《广西壮族自治区河道管理规定》。

3.2.8 与林地相关法规、规章符合性分析

3.2.8.1 林地保护等级

《建设项目使用林地审核审批管理办法》第四条第一款：“占用和临时占用林地的建设项目应当遵守林地分级管理的规定：(一) 各类建设项目不得使用I级保护林地。(二) 国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用II级及其以下保护林地。……(四) 县(市、区)和设区的市、自治州人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用Ⅱ级及其以下保护林地。……(八) 公路、铁路、通讯、电力、油气管线等线性工程和水利水电、航道工程等建设项目**配套的采石(沙)场、取土场使用林地按照主体建设项目使用林地范围执行，但不得使用Ⅱ级保护林地中的有林地**。其中，在国务院确定的国家所有的重点林区(以下简称重点国有林区)内，不得使用III级以上保护林地中的有林地。……”

本工程施工建设范围均位于原龙滩水电站一期工程建设征地范围内，砂石料场利用龙滩一期工程建设已有的麻村砂石料场，不新增采石场，无新增占地，不涉及国家一级和二级保护林地。

3.2.8.2 公益林

《国家级公益林管理办法》(林资发〔2017〕34 号)第九条：“严格控制勘查、

开采矿藏和工程建设使用国家级公益林地。确需使用的，严格按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续。涉及林木采伐的，按相关规定依法办理林木采伐手续”。《建设项目使用林地审核审批管理办法》第四条第二款：“本条第一款第(二)、(三)、(七)项以外的建设项目使用林地，不得使用一级国家级公益林地”。《国家林业局关于加强临时占地林地监督管理通知》(林资发〔2015〕121 号)：“不可恢复林业生产条件对山体造成破坏的采石、取土场等附属工程临时占用林地，不得使用Ⅱ级以上保护等级林地中的有林地，不得使用一级国家级公益林地，不得在县级以上公路和铁路两侧视野范围内选址。禁止在自然保护区、森林公园、湿地公园、风景名胜以及易发生崩塌、滑坡和泥石流区域临时占用林地进行采砂、挖沙、取土等。禁止在国家级公益林地采砂、挖沙、取土。”

本工程施工建设范围均位于原龙滩水电站一期工程建设征地范围内，砂石料场利用龙滩一期工程建设已有的麻村砂石料场，不新增采石场，无新增占地，不涉及国家一级和二级公益林。

3.2.9 与生态环境分区管控要求的符合性分析

2024 年 12 月，河池市生态环境局发布《河池市生态环境局关于印发实施河池市生态环境分区管控动态更新成果(2023 年)的通知》(河环发〔2024〕12 号)。

a) 生态保护红线

本工程利用原龙滩水电站工程施工征地，不新增占地。根据河池市和天峨县自然资源局核查，本工程不涉及生态保护红线(见附件 7、8、9)。

b) 环境质量底线

根据环境质量常规监测和现状监测，本项目影响区域大气和水环境质量均达标。工程施工期间废污水经处理后回用不外排，施工过程只有些许粉尘和噪声排放。运行期管理人员生活污水经龙滩水电站管理区已有的生活污水处理设备处理达标后排放，不会导致水质变差，受项目影响河段陇麻坡饮用水水源保护区水质能够满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)相应标准要求。因此，本工程的建设运行不会突破环境质量底线。

c) 资源利用上线

龙滩通航建筑物工程建设运行不消耗水资源，不会突破水资源利用上线。工程

不新增占地，施工活动均位于原龙滩水电站一期工程征地范围内，不会突破土地资源上线。本项目为通航建筑物工程，建设运行不会消耗能源。

d) 环境管控单元和生态环境准入清单

根据《河池市生态环境分区管控动态更新成果(2023 年)》，以及本项目《广西“生态云”平台建设项目智能研判报告》，与本项目有关的环境管控单元为陇麻坡饮用水水源保护区一般生态空间(ZH45122210007)、天峨县其他优先保护单元(ZH45122210009)和天峨县一般管控单元(ZH45122230001)。

经与河池市生态环境准入及管控要求清单有关条文进行全面比对，认为本项目建设符合生态环境准入及管控要求清单，详见表 3.2.9。

综上，本工程建设符合生态环境分区管控要求。

表 3.2.9　与工程相关的河池市天峨县生态环境准入及管控要求符合性分析表

序号	环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类别	生态环境准入及管控要求		本项目符合性分析
1	ZH45122210007	陇麻坡饮用水水源保护区一般生态空间	优先保护单元	空间布局约束	1. 按照《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《中华人民共和国水污染防治法》《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》《广西壮族自治区水污染防治条例》等相关法律法规进行管理。 2. 依据《国家级公益林管理办法》(林资发〔2017〕34 号)进行管理，严格控制勘查、开采矿藏和工程建设使用国家级公益林地。确需使用的，严格按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续。涉及林木采伐的，按相关规定依法办理林木采伐手续。经审核审批同意使用的国家级公益林地，可按规定实行占补平衡。一级国家级公益林原则上不得开展生产经营活动，**严禁**打枝、采脂、割漆、剥树皮、掘根等行为。二级国家级公益林在不影响整体森林生态系统功能发挥的前提下，可以按照相关技术规程的规定开展抚育和更新性质的采伐。在不破坏森林植被的前提下，可以合理利用其林地资源，适度开展林下种植养殖和森林游憩等非木质资源开发与利用，科学发展林下经济。 3. 对单元内所有天然林实行保护，**禁止**毁林开垦、将天然林改造为人工林以及其他破坏天然林及其生态环境的行为。对纳入保护重点区域的天然林，除森林病虫害防治、森林防火等维护天然林生态系统健康的必要措施外，**禁止**其他一切生产经营活动。开展天然林抚育作业的，必须编制作业设计，经林业主管部门审查批准后实施。严格控制天然林地转为其他用途，除国防建设、国家重大工程项目建设特色需要外，**禁止**占用保护重点区域的天然林地。在不破坏地表植被、不影响生物多样性保护前提下，可在天然林地适度发展生态旅游、休闲康养、特色种植养殖产业。 4. 国家保护林地，严格控制林地转为非林地，实行占用林地总量控制，确保林地保有量不减少。各类建设项目占用林地不得超过本行政区域的占用林地总量控制指标。矿藏勘察、开采以及其他各类工程建设，应当不占或者少占林地；确需占用林地的，应当经县级以上人民政府林业主管部门审核同意，依法办理建设用地审批手续。 5. **禁止**滥捕、乱采、乱猎野生动植物。保护自然生态系统与重要物种栖息地，**禁止**无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦等各种损害栖息地的经济社会活动和生产方式。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。 6. 对于既无法调整饮用水水源保护区，又确实避让不开的跨省公路、铁路、输油、输气和调水等重大公共、基础设施项目，可以在充分论证的前提下批准建设。	1、根据 3.2.1 节分析，符合。 2、本项目不占用国家一级和二级生态公益林，符合。 3、本项目建设用地位于原龙滩水电站建设征地范围内，不破坏天然林，符合。 4、本项目不新增占用林地，符合。 5、不涉及，同时提出鱼类增殖站等鱼类资源保护措施，有利于物种多样性。 6、不涉及

表 3.2.9(续)

序号	环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类别	生态环境准入及管控要求		本项目符合性分析
2	ZH45122210009	天峨县其他优先保护单元	优先保护单元	空间布局约束	除严格环境保护措施要求的，符合国土空间规划建设和布局要求，现行的能源开发利用规划、线性工程规划外，以及设区市及以上人民政府批复的矿产资源开发利用规划设置的重点开采区内、开采规划区块、重大工程等矿产开发项目外，原则上按限制开发区域的要求进行管理。 1. 按照《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《中华人民共和国水污染防治法》《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》《广西壮族自治区水污染防治条例》等相关法律法规进行管理。 2. 依据《国家级公益林管理办法》(林资发〔2017〕34 号)进行管理，严格控制勘查、开采矿藏和工程建设使用国家级公益林地。确需使用的，严格按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续。涉及林木采伐的，按相关规定依法办理林木采伐手续。经审核审批同意使用的国家级公益林地，可按规定实行占补平衡。一级国家级公益林原则上不得开展生产经营活动，**严禁**打枝、采脂、割漆、剥树皮、掘根等行为。二级国家级公益林在不影响整体森林生态系统功能发挥的前提下，可以按照相关技术规程的规定开展抚育和更新性质的采伐。在不破坏森林植被的前提下，可以合理利用其林地资源，适度开展林下种植养殖和森林游憩等非木质资源开发与利用，科学发展林下经济。 3. 对所有天然林实行保护，**禁止**毁林开垦、将天然林改造为人工林以及其他破坏天然林及其生态环境的行为。对纳入保护重点区域的天然林，除森林病虫害防治、森林防火等维护天然林生态系统健康的必要措施外，**禁止**其他一切生产经营活动。开展天然林抚育作业的，必须编制作业设计，经林业主管部门审查批准后实施。严格控制天然林地转为其他用途，除国防建设、国家重大工程项目建设特色需要外，**禁止**占用保护重点区域的天然林地。在不破坏地表植被、不影响生物多样性保护前提下，可在天然林地适度发展生态旅游、休闲康养、特色种植养殖产业。 4. 国家保护林地，严格控制林地转为非林地，实行占用林地总量控制，确保林地保有量不减少。各类建设项目占用林地不得超过本行政区域的	1、根据 3.2.1 节分析，符合。 2、本项目不占用国家一级和二级生态公益林，符合。 3、本项目建设用地位于原龙滩水电站建设征地范围内，不破坏天然林，符合。 4、本项目不新增占用林地，符合。 5、不涉及，同时提出鱼类增殖站等鱼类资源保护措施，有利于物种多样性。 6、对现有龙滩沟弃渣场采取严格的水土保持措施，并利用现有麻村砂石料场，不新开发料场，不发生损害水土保持功能的活动，符合。 7、不涉及 8、本项目建设运行均依法依规进行管理，符合。

表 3.2.9(续)

序号	环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类别	生态环境准入及管控要求		本项目符合性分析
					占用林地总量控制指标。矿藏勘察、开采以及其他各类工程建设，应当不占或者少占林地；确需占用林地的，应当经县级以上人民政府林业主管部门审核同意，依法办理建设用地审批手续。 5. **禁止**滥捕、乱采、乱猎野生动植物。保护自然生态系统与重要物种栖息地，**禁止**无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦等各种损害栖息地的经济社会活动和生产方式。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。 6. **严禁**陡坡垦殖、过度放牧、乱砍滥伐树木等损害水土保持功能的活动。**禁止**在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。控制人为造成新增水土流失的资源开发和建设项目等损害水土保持功能的活动。加强石漠化综合治理，通过保护天然林、封山育林、退耕还林、小流域治理、农村生态能源建设、改变耕作方式、草食动物舍饲圈养、生态扶贫和生态移民等措施，恢复自然植被，提高水源涵养和水土保持能力。 7. 在规划开发建设区域适当开展生态教育、自然体验、生态旅游等活动，构建高品质、多样化的生态产品体系。科学规划、合理布局、建设完善相应的公共服务设施，提升公共服务功能。在不毁坏林木和植被、不破坏生态环境的前提下，严格按照生产技术要求发展林下经济等生态产业。 8. 按照《广西壮族自治区巴马盘阳河流域生态环境保护条例》等相关法律法规进行管理 9. 矿产资源开发活动、新能源建设项目以及线性工程项目等要符合法律法规以及主体功能区规划、生态功能区划、环境保护总体规划、行业规划等规划要求，不得破坏生态、降低环境质量。要优化项目选址布局，严格控制开采量和开采区域，减少对生态空间的占用，不影响区域主导生态功能。乡村振兴项目建设的审批简化和豁免要符合有关规定，不得影响区域主导生态功能、降低区域生态环境质量。 10. 勘察矿产资源，必须依法取得探矿权或取得自然资源主管部门批准。探矿权人应当按照勘察许可证规定的勘察区块范围和勘察项目进行勘察，并按照批准的勘察设计施工，不得越界勘察，不得擅自进行采矿活动。	9、本项目符合国家和地方相关规划，详见3.2节，项目建设位于原龙滩水电站建设征地范围内，不会造成新的生态破坏，同时建设和运行期间采取严格的环保措施，并制定相关监测计划，符合。 10、不涉及

表 3.2.9(续)

序号	环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类别	生态环境准入及管控要求		本项目符合性分析
3	ZH45122230001	天峨县一般管控单元	一般管控单元	空间布局约束	1. 永久基本农田一经划定，任何单位和个人不得擅自占用或改变用途。**禁止**任何单位和个人破坏永久基本农田耕作层。对永久基本农田实行严格保护，确保其面积不减少、土壤环境质量不下降，除法律规定的重点建设项目选址确实无法避让外，其他任何建设不得占用。 2. 落实最严格的耕地保护制度，严守耕地保护红线，加强用途管制，规范占补平衡，强化土地流转用途监管，推进闲置、荒芜土地利用，遏制耕地“非农化”、永久基本农田“非粮化”，提升耕地质量，逐步把永久基本农田全部建成高标准农田。 3. 严禁占用永久基本农田扩大自然保护地。永久基本农田不得转为林地、草地、园地等其他农用地及农业设施建设用地。严格控制耕地转为林地、草地、园地等其他农用地以及农业设施建设用地。 4. 在永久基本农田集中区域，不得新建可能造成土壤污染的建设项目；已经建成的，应当限期关闭拆除。 5. **禁止**将重金属或者其他有毒有害物质含量超标的工业固体废物、生活垃圾或者污染土壤用于土地复垦。 6. 按照《广西壮族自治区巴马盘阳河流域生态环境保护条例》等相关法律法规进行管理。	1～4、本项目建设用地位于原龙滩水电站建设征地范围内，不涉及占用基本农田和耕地，符合。 5、项目建设不涉及有毒有害物质和重金属，项目施工期产生的废污水经处理后全部回用，不外排；弃渣和建筑垃圾运至指定弃渣场，生活垃圾经统一收集后由当地环卫部门统一清运处理，符合。 6、本项目建设运行均依法依规进行管理，符合。
				污染物排放管控	到 2025 年，甲洋国考断面水质拟执行 II 类标准，最终以国家及自治区下达目标为准。	不涉及

3.3 环境影响因素分析和污染源强核算

3.3.1 施工期环境影响因素及源强分析

3.3.1.1 施工期环境影响因素

本工程总工期为 69 个月，具体产生影响的施工行为主要有施工导流、通航建筑物主体工程施工以及工程弃渣等活动。

a) 施工导流

施工导流会对水环境、生态环境以及大气和声环境产生影响。具体表现为：

1) 水环境影响：围堰过程对水体造成扰动，造成水体中悬浮物浓度增加。同时围堰形成后，基坑排水中悬浮物含量较高，对水质可能产生一定影响。

2) 陆生生态：围堰土石方填筑和拆除将形成固体废物，可能新增水土流失。

3) 声环境：施工机械运行噪声对施工人员和周围环境产生不良影响。

4) 大气环境：土石方开挖和围堰土石方填筑产生粉尘、扬尘。

b) 主体工程施工

水环境：通航建筑物混凝土浇筑产生碱性废水，基坑经常性排水中悬浮物含量较高，施工船舶舱底油污水、生活污水，水下炸礁和挖泥作业产生悬浮泥沙，土石方开挖、填筑产生水土流失等，对水质产生不良影响。

陆生生态：通航建筑物施工场地均位于原龙滩水电站施工征地范围内，因此对陆生生态的影响主要体现在对原施工征地范围内绿化景观植被的破坏，以及施工机械运行、施工人员的频繁活动对现有陆生动物的惊扰。

水生生物：水下炸礁和挖泥作业等导致水体悬浮物浓度增加，水质下降，对水生生物和鱼类栖息产生不利影响，同时对其产生惊扰；因施工管理不当导致施工废污水入河，造成局部范围水质下降，对水生生物和鱼类栖息产生不利影响。炸礁区距离下游的天峨四桥产卵场约 8km，根据预测结果，炸礁后影响范围最大为 7500m^2，基本不会对下游的天峨四桥产卵场造成不利影响。

水土流失：工程建设过程中土石方开挖将产生大量弃渣，堆存处理不当易发生水土流失。

大气环境：土石方开挖、机械运行等过程将产生粉尘、扬尘和尾气等。

声环境：土石方开挖、爆破、混凝土拌合及施工、运输机械运行等产生噪声，对施工区声环境和现场施工人员产生影响。

c) 辅助工程

施工道路建设：项目需建设临时道路共 1.76km。道路施工期间土石方开挖、混凝土填筑将产生粉尘；施工及运输车辆引起扬尘和尾气排放会对大气环境产生不良影响。施工采用的机械设备产生的噪声会对施工区周边敏感目标带来影响。

弃渣场堆放：弃渣场利用原已有龙滩沟渣场，不新增占地；弃渣场易产生水土流失。

施工机械检修：工程施工修配站运行过程中将产生一定量的含油废水、废机油和废含油抹布等，废机油、含油废水处理设施产生的油泥和含油抹布均为危险废物，属于《国家危险废物名录》中的 HW08 废矿物油，需委托有危险废物处置资质的单位定期进行处置。

施工人员生活：施工人员生活污水和生活垃圾将对施工区附近水体水质和施工区环境造成一定不利影响。同时大批施工人员进驻施工场地，使施工区人口密度增加，增加施工人员传染病感染风险，影响人群健康。

3.3.1.2 施工期环境影响源强

a) 生态影响源

根据本项目的特点，工程建设对生态环境影响主要从以下几个方面进行分析：

1) 工程施工对水生生物的影响

工程施工对水生生物的直接影响主要为上下游引航道及升船机主体段围堰施工、下游引航道炸礁和挖泥作业、上下游锚地建设，导致围堰占用的河底面积及炸礁挖泥等水下作业扰动的河底面积内的水生生物，尤其底栖动物生存环境受到一定程度的破坏。

围堰基坑排水、下游引航道和上下游锚地水下作业扰动河床底质，导致下游局部河段水体悬浮物浓度增加，从而对施工区及临近区域内水生生物和鱼类生态环境造成破坏，短期内对水生生物栖息、分布及生活习性产生一定影响。炸礁工程中爆破所产生的冲击波对水生生物，尤其是鱼类资源的影响较大，可能导致工程区一定范围内的鱼类被爆炸冲击伤亡。

2) 对陆生生态环境的影响

本项目不新增占地，所有工程均位于原龙滩水电站工程征地范围内。工程施工可能将对现状土地利用方式、绿化景观植被造成一定程度的破坏，造成一定生物量

的损失。工程临时占地在完工后可进行迹地恢复或复绿，在一定程度上可减少施工的不利影响，影响相对较小。

b) 废污水污染源

1) 生活污水

施工人员生活用水量取 150L/人·d，排污系数 0.8，生活污水 COD、BOD_5、氨氮产生浓度约为 300mg/L、200mg/L 和 30mg/L。施工高峰期施工人数按 1000 人计，则高峰期生活污水排放量为 120m^3/d，COD、BOD_5、氨氮产生量分别为 36kg/d、24kg/d、3.6kg/d。

2) 砂石系统生产废水

砂石加工系统产生的废水主要污染物为 SS，其浓度主要与料源及料源的级配组成、容重、单位耗水量等因素有关，浓度变化幅度较大。根据料源级配情况等相关资料分析，砂石料生产废水 SS 浓度约 20000 mg/L～80000 mg/L。根据施工组织设计，麻村砂石加工系统生产能力为 300t/h，总需水量 600m^3/h。以物料含水、蒸发和渗漏等水量损失占生产用水的 10%，则麻村砂石加工系统生产废水产生量为 540m^3/h。此外，砂石加工系统交接班时对加工系统进行冲洗会产生少量废水，排放量约 10m^3/d。

3) 混凝土冲洗废水

混凝土生产废水主要为混凝土系统冲洗过程中产生的废水，仅在交接班时对混凝土拌和楼进行的清洗时产生。混凝土生产废水的主要污染物为 pH、SS，SS 浓度可达 2000mg/L，pH 可达 11。混凝土生产废水排放呈间歇、瞬时性，与混凝土系统的冲洗范围与程度有关，以混凝土系统每班末冲洗排放时间为 10min，冲洗流量取 0.1m^3/s，则混凝土系统每班末混凝土生产废水产生量为 60m^3。

4) 含油废水

施工期含油废水主要为施工机械修理冲洗废水。

项目施工生产区设机修停放厂一处，用于施工机械设备停放及进行小修和正常保养。按照冲洗一辆车用水 400L，产污率 90%，施工区一天 20 辆车计算，则施工期机械冲洗废水排放量为 7.2m^3/d。机械冲洗废水污染物以石油类及悬浮物为主，石油类产生浓度约 20mg/L，悬浮物浓度为 1000mg/L。

5) 基坑排水

本工程基坑排水主要为经常性排水，包括降雨积水、施工弃水、基坑渗水等，由于基坑较小，岸坡及堰基渗水较小，可忽略不计。

第一级升船机基坑汇水面积约 2.8 万 m^2，最大日降雨强度 106.9mm，考虑 20h 抽排完，降雨汇水抽排强度约 150m^3/h；第一级升船机无土石方开挖，混凝土最大月浇筑强度 0.67m^3/h，1m^3混凝土养护耗水量约 1L，施工弃水抽排强度为 11m^3/h，叠加降雨积水与施工弃水总强度，第一级升船机基坑最大抽排强度约 161m^3/h。按多年平均降雨量进行估算，第一级升船机基坑排水总量约 3.8 万 m^3。

第二级升船机基坑汇水面积约 7.3 万 m^2，最大日降雨强度 106.9mm，考虑 20h 抽排完，降雨汇水抽排强度约 390m^3/h；第二级升船机混凝土最大月浇筑强度 2.51m^3/h，1m^3混凝土养护耗水量约 1L，施工弃水抽排强度为 42m^3/h，叠加降雨积水与施工弃水总强度，第二级升船机基坑最大抽排强度约 432m^3/h。第二级升船机基坑排水总量 9.8 万 m^3。

6) 施工期废污水总结

工程施工期废水产生情况见表 3.3.1-1。

表 3.3.1-1　施工高峰期水污染源情况一览表

污染源类型	排放特征	产生量	主要污染物浓度 mg/L
生活污水	连续	120m^3/d	COD：300；BOD_5：200；氨氮：30
砂石系统生产废水	间歇排放	540m^3/h 冲洗产生 10m^3/d	SS：20000 ～80000；pH：11
混凝土冲洗废水	间歇排放	每班末 60m^3	SS：2000；pH：11
含油污水	连续	7.2m^3/d	石油类：20；SS：1000
基坑排水	连续	总量 13.6 万 m^3，最大排水强度 593m^3/h	SS：2000

c) 水下作业污染源

下游引航道上靠船墩为水上施工；下游引航道炸礁、挖泥作业以及上下游锚地建设为水下施工；中、下两个靠船墩考虑在围堰拆除后采用水下施工的方法或搭建施工平台施工。

项目水下清挖采用 25t 旋转吊配 2m^3 梅花挖石抓斗，抓斗抓入装渣浮箱后运输至岸边，再装渣至 20t 自卸汽车内运至右岸龙滩沟堆弃。下游口门区炸礁水下石方爆破采用 300t 专业钻爆船钻孔爆破，8m^3 的绳斗式抓斗挖泥船进行清渣运输至岸

边，再装渣至 20t 自卸汽车内运至右岸龙滩沟堆弃。水下开挖炸礁在枯水期进行，水下石方开挖 8.00 万 m³，月平均开挖 1.60 万 m³。上述施工活动中水下清挖炸礁对水环境产生的不利影响较大。

挖泥船清挖过程搅动水体产生的悬浮泥沙量与挖泥船类型和大小、清挖土质、作业现场水流、底质粒径分布有关，挖泥船挖泥头部水中 SS 浓度增加范围为 300～350mg/L。清挖作业产生的悬浮物发生量按《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS/T 105-2021)中推荐的公式进行测算：

$$Q = \frac{R}{R_0} \times T \times W_0$$

式中：Q—清挖作业悬浮物发生量，t/h；

R—现场流速悬浮物临界粒子累计百分比，%，取 89.2；

R_0—发生系数为 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比，%，取 80.2；

T—挖泥船清挖效率，m^3/h，按 $120m^3/h$ 计；

W_0—悬浮物发生系数(t/m^3)，取 0.038。

工程采用 $2m^3$ 的抓斗进行挖方作业，则通过上述公式计算得源强为 10.14t/h(折合 2.8kg/s)。

炸礁工程 SS 的产生量与水下工程施工的工程量、施工方式、施工强度、底质组成等有关。炸礁以每次炸礁量为 $100m^3$ 计，水下炸礁所产生的 SS 瞬间源强(面源)可以按炸礁量的 1%估算。结合工程地质情况悬浮泥沙密度按 $2.65kg/m^3$ 计，可计算出水下炸礁悬浮物瞬时源强为 2650kg。

根据项目施工组织方案，本项目施工导流围堰采用混凝土结构，在围堰施工过程中将一定程度扰动河床，短期内对下游局部河段造成悬浮物扩散影响。

d) 大气污染源

施工过程主要大气污染源是施工扬尘和汽车运输扬尘，污染物为 TSP；其次是燃油机械的废气排放，主要污染物为 SO_2、NO_2 和 NO 等。施工扬尘包括混凝土拌合系统和砂石加工系统扬尘、施工过程土石方开挖扬尘、物料堆放产生的扬尘等。

参考同地区类似工程施工现场的实测资料，混凝土拌和站下风向 50m 处 TSP 浓度为 $8900\mu g/m^3$；下风向 100m 处 TSP 浓度为 $1650\mu g/m^3$；下风向 150m 处 TSP 浓度满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准(24h 均值 $300\mu g/m^3$)。

渣土运输车辆下风向 50m 处 TSP 浓度为 11620μg/m^3，下风向 100m 处为 9690μg/m^3，下风向 150m 处为 5090μg/m^3，160m 处可满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中无组织排放监控浓度限值(5000μg/m^3)。上述各环节在受风力作用下将对施工现场产生 TSP 污染影响，且风力越大污染越严重。

e) 噪声污染源

施工期噪声源分为固定源和流动源两种。其中，固定声源包括钻孔噪声、混凝土搅拌噪声等，具有声源强、声级连续的特点。流动声源包括运输、施工车辆的噪声，具有源强较大、流动性强等特点。工程主要施工噪声源源强见表 3.3.1-2。

表 3.3.1-2　主要施工噪声源源强

声源类型	设备、系统名称	噪声级 dB(A)
固定源	搅拌机、拌合站	75-88
	卷扬机、起重机	85-90
	挖掘机	78
	钻机	81
	空压机	92
	炸药爆破	130
流动源	载重汽车(轻型)	82-90(76-84)
	载重汽车(中型)	85-91(79-85)
	载重汽车(重型)	88-93(84-89)
注：括号内外分别为匀速(50km/h)噪声和加速噪声；测点距源强 5m。		

f) 爆破振动

水下炸礁及陆上炸石产生的振动会影响附近大坝及临岸建筑物的安全，爆破震动的影响大小可以用建筑物的安全震动速度来衡量，采用《爆破安全规程》规定公式，计算公式如下：

$$V = K\left(\frac{Q^m}{R}\right)^{\alpha}$$

式中：R—爆破离建筑物的距离，m；

Q—炸药量，kg；齐发爆破取总炸药量；微差爆破或秒差爆破取最大一

段药量；

V—地震安全速度，cm/s；

m—药量指数，取 1/3；

K、α—与爆破点地形、地质等条件有关的系数和衰减指数，可按表 3.3.1-3 选取，或由试验确定。根据工程地质资料，爆破作业附近河段以砂岩、粉砂岩、泥板岩和硅、泥质灰岩为主，属中性岩石。

表 3.3.1-3　爆区不同岩性的 K、α 值

岩性	K	α
坚硬岩石	50-150	1.3-1.5
中性岩石	150-250	1.5-1.8
软岩石	250-350	1.8-2.0

g) 水下爆破

炸礁等水下施工作业将导致水体中 SS 浓度的升高，从而影响水生生物的生存环境，同时对工程河段鱼类有驱赶作用，导致工程区域鱼类数量的减少，还有可能对过往水生动物产生误伤；在鱼类产卵期作业还可能会影响鱼类产卵繁殖。

涉及水下炸礁的作业区为下游引航道，爆破的危害作用主要来自三个方面：地震波作用、冲击波作用和爆破飞石。如不采取防护措施，将会对鱼类、构筑物、水上人员活动和船舶通行安全产生影响。

1) 水下爆破作业产生的地震波可能对爆破点附近的构建筑物造成破坏；

2) 炸药爆破时，会在瞬间变成高温高压气体，随后产生强大的冲击波，对爆破点附近的陆域和水下人员、船舶及鱼类等造成伤害；

3) 爆破过程中个别飞散物可能对附近人员造成伤害。

h) 固体废物

施工期固体废物主要包括工程弃渣、建筑垃圾、施工人员生活垃圾和危险废物。

本工程总弃渣为 138.51 万 m^3(以松方计)，运至龙滩沟弃渣场堆弃。少量建筑垃圾尽量回收利用，不可回收利用部分运至龙滩沟弃渣场堆弃。本工程施工区高峰期人数为 1000 人，以人均生活垃圾日产量按照 1.0kg/人计算，整个施工区高峰期日产生活垃圾为 1t，年产生活垃圾量 365t。工程修配产生的废矿物油约 20m^3/a，需委托

有危险废物处置资质的单位定期进行处置。

3.3.2 运行期环境影响因素及源强分析

3.3.2.1 水文情势

本工程为通航建筑物工程，利用现状龙滩电站大坝蓄水。通航建筑物工程没有改变龙滩水电站枢纽的运行方式和正常蓄水位，正常蓄水位保持 375.0m 不变，因此对水文情势影响甚微。

3.3.2.2 污水排放

本项目为通航建筑物工程，项目区运行期污水主要为工作人员生活污水。

工作人员按 30 人计，用水量按 150L/人·d 计，生活污水排放量按用水量 80%计，则生活污水排放量为 3.6m^3/人·d，排放总量为 1314t/a。生活污水中主要污染因子为 COD、BOD_5 和氨氮，浓度分别按 300mg/L、200 mg/L 和 30 mg/L 计，则 COD、BOD_5 和氨氮的产生量分别为 0.39t/a、0.26 t/a 和 0.04 t/a。

本项目运行期间工作人员可利用龙滩电站已有的管理营地进行驻点管理，因此产生的污水可利用营地现有生活污水处理措施进行处理。

3.3.2.3 生态

运行期船舶通行将扰动局部河段水生生境，影响水生生物的正常生长、繁衍，鱼类中不适应新生境的物种可以通过主动迁徙避开该影响；随着项目的营运，能适应新环境的水生生物又会在此择地而居，形成新的生态平衡。此外，通航后将新增船舶事故的风险，如发生溢油污染等，使区域水生生态环境及水生生物的生存受到威胁。

3.3.2.4 环境空气

本项目运行期对环境空气影响主要表现为过机船舶排放的尾气对沿线两侧大气环境的影响，主要污染物为 NO_x、SO_2。

船舶废气排放量采用英国劳氏船级社推荐的计算方法，即每 1t 燃油产生的 NO_x 排放量为 7.2kg，SO_2 排放量为 10kg；船舶使用的燃油量按 3.72kg/kt·km 计。根据货物运量预测，各特征年过机船舶废气污染物排放量估算见表 3.3.2-1。

表 3.3.2-1　特征年过机船舶废气排放量表

特征年	货运量 万 t	污染物排放 t/a	
		NO_2	SO_2
2025 年	1500	0.60	0.83
2035 年	2600	1.04	1.44

3.3.2.5　声环境

本项目运行期噪声主要来自于过机船舶的噪声，包括船舶汽笛鸣号声响、船舶发动机噪声等。根据船舶工程设计规范，出厂船舶发动机舱均需安装消声设备。安装消声器后，内河货运船舶舱室内噪声级最大为 70dB(A)，再经过船舱壁阻隔及水面衰减，船舶外噪声级将进一步减小。各重要声源噪声值见表 3.3.2-2。

表 3.3.2-2　主要设备噪声值

序号	声源	声压级 dB(A)	测点距声源的距离 m
1	船舶鸣笛声	115	5
2	船舶发动机噪声	59	5

3.3.2.6　固体废物

本项目为通航建筑物工程，运行期固体废物主要来自工作人员生活垃圾。工作人员按 30 人计，每人每天产生 1kg 生活垃圾，则运行期生活垃圾产生量约 30kg/d，全年生活垃圾产生量约 11.0t/a。

3.3.2.7　事故风险

本项目投入营运后，可能的环境风险主要为船舶运输事故。运输事故可能造成有毒有害物质的泄露，从而引发环境风险。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017)，1000t 级成品油船燃油舱总舱容 50m^3，以满载和柴油密度换算约 43t 柴油。

3.3.3　污染源汇总

经上述分析，本项目污染源汇总见表 3.3.3。

表 3.3.3　本项目污染源汇总表

时段	污染源		主要污染物	产生量
施工期	废污水污染源	施工生活污水	COD、BOD_5、氨氮	120m^3/d
		砂石系统生产废水	SS	540m^3/h 冲洗产生 10m^3/d
		混凝土冲洗废水	SS、pH	每班末 60m^3
		含油废水	SS、石油类	7.2m^3/d
		基坑排水	SS	总量 13.6 万 m^3，最大排水强度 593m^3/h
	噪声	施工机械、车辆噪声	噪声	75-130 dB(A)
	废气	施工扬尘	TSP	无组织排放
		施工机械废气	SO_2、NO_2、NO	无组织排放
	固体废物	工程弃渣	土石方弃渣	138.51 万 m^3
		建筑垃圾	废石料、废旧钢材等	少量
施工期	固体废物	施工生活垃圾	生活垃圾	高峰期 1000kg/d
		危险废物	含油废水处理后油泥、含油抹布等废矿物油	20m^3/a
运行期	废污水污染源	生活污水	COD、BOD_5、氨氮	3.6 m^3/d
	废气	过机船舶废气	NO_2、SO_2	远期: NO_2 1.04t/a、SO_2 1.44t/a
	噪声	过机船舶噪声	噪声	59 dB(A)
	固体废物	管理人员生活垃圾	生活垃圾	30kg/d
	环境风险	船舶事故溢油风险	石油类、有毒有害物质	1000t 级成品油船燃油舱总舱容 50m^3，以满载和柴油密度换算约 43t 柴油

4 环境现状与评价

4.1 自然环境现状

4.1.1 地形地貌

龙滩水电站坝址河谷为较宽坦的“V”型谷，宽高比 3.5 左右。河流流向 S30°E，至坝址处转向 S80°E。枯水期河水面高程 219m，水面宽 90m～100m。

右岸航道布置区山体被⑧、⑭号冲沟分割成相对独立的上、中、下航道三段。其中，④～⑧号冲沟之间为上游航道和坝基及其边坡等开挖区，其山顶最大高度 600m，地形坡度 32°～36°，仅有一条略小的⑥号冲沟(沟底坡度 29°)从布置区穿过，地形相对中下航道较为完整；⑧～⑭号冲沟之间为中航道布置区(高程 465m～245m 为开挖边坡布置区)，地形坡度 33°～37°，被⑩、⑫等大小不一的冲沟切割，地形相对上航道稍为零乱；⑭号冲沟下游为下航道布置区(高程 365m～260m 为开挖边坡布置区)，原始地形坡度 20°～32°，被 3 条冲沟切割相对较深(座滑体边界小冲沟及分布I号松散堆积体的⑯号冲沟和II号松散堆积体的⑱冲沟)，地形相对最为零乱。

4.1.2 地质条件

航道布置区位于近 SN 向八奈背斜东翼和龙滩向斜西翼。岩层为单斜构造，走向 N5°～20°W，与河流流向夹角约 70°，倾向 NE，倾角 55°～63°。坝址下游，F75 断层以下地段岩层倾角逐步变缓至 40°左右。

工程区断裂构造较发育，规模较大者 4 条(F60、F30、F89、F2059)，缓倾角断层不甚发育、且分布范围存在差异性。多数断裂特别是主要断裂都经历再次活动，由断层泥、断层泥夹岩屑、角砾岩和压碎岩组成的断层破碎带未胶结，同一断层的力学属性前后期也有转化。

航道布置区地层主要为三叠系中统板纳组轻微变质的浅海深水相碎屑岩组，T2b7 至 T2b52 层，由厚层钙质砂岩、粉砂岩、泥板岩(在下航道边坡为粘土质板岩)互层夹少量层凝灰岩、硅泥质灰岩组成，其中砂岩、粉砂岩占 68.2%，泥板岩占 30.8%，灰岩占 1%。T2b18、T2b52 层泥板岩厚度大，含量高，占 70%以上，是板纳组中强度相对较低的岩层。导流洞进口边坡及上航道上游部分坡面为三叠系下统

罗楼组地层。

上航道及导流洞进口边坡出露地层主要为 T_{1l}^{1}～T_{1l}^{9}、T_{2b}^{7}～T_{2b}^{18} 层；中航道边坡出露地层主要为 T_{2b}^{23}～T_{2b}^{48} 层；下航道边坡出露地层主要为 $T_{2b}^{49\text{-}1}$～T_{2b}^{52} 层，岩性主要为砂质粘土质板岩、钙质粉砂岩和砂岩。⑫冲沟上游地层岩性比较稳定，但泥板岩与粉砂岩常互为递变，岩层厚度亦略有差异，岩体中钙质成分较高，且有不均一性。⑫冲沟下游泥板岩多相变为粘土质板岩，岩性较软弱，岩体中钙质成分亦较高，且有不均一性。

工程区岩层主要为砂岩、泥板岩互层，构成不均匀的裂隙含水层，受断层切割，各层间有密切的水力联系。地下水受大气降水补给，一般呈无压状态，向红水河顺层排泄为主。断层是岩体中渗漏的主要通道，由于区内断层多呈压扭性，破碎带透水性较弱，两侧影响带内节理发育，透水性较强，地下水活动强烈。地下水位埋深因地而异，航道线路上，主要冲沟底部地下水埋深 0m～10m，山脊部位枯水期地下水位 20m～60m，洪、枯期地下水位变幅 10m～20m。地下水均属重碳酸钙型水，镁盐和硫酸盐含量极少，对混凝土无侵蚀性。

坝址位于相对稳定地块内，无区域性活动断层穿过，历史上没有发生过中强地震的记录，属弱震环境。坝址地震危险性主要受外围地震影响，经国家地震局鉴定，坝址地震基本烈度为VII度。龙滩坝址位于天峨县六排镇、向阳镇交界处，航道出口附近为八腊乡，根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，该区域三个乡镇II类场地地震动峰值加速度分别为 0.05g、0.10g、0.10g，反应谱特征周期 0.35s。

4.1.3 地表水系

红水河是珠江流域西江水系的中上游河段，发源于云南省沾益县马雄山，流经滇、黔、桂三省(区)，上游主流称南盘江，流至蔗香双江口处与北盘江汇合后始称红水河，红水河自西北向东南横贯广西中部，流经乐业、天峨、南丹、东兰、大化、都安、马山、忻城、兴宾区等县(区、自治县)至象州县石龙镇三江口与柳江汇合后称黔江；黔江在广西桂平县城与郁江汇合后称浔江；浔江在梧州市与桂江汇合后始称西江。西江东流至广东三水县思贤滘与北江汇合后向南流入珠江三角洲河网区，由磨刀门入南中国海。红水河全长 956km，流域面积 138340km^2。

红水河主要一级支流有北盘江、柳江、蒙江、刁江、清水河、涟江、牛河、北

流河、郁江等。红水河(双江口至梧州段)河段范围为南北盘江汇合口(双江口)至梧州段，除柳江、郁江、北盘江以外的区间，面积为 77650 km^2。

红水河流域四周为群山环绕，位于东经 102°20′～109°30′，北纬 23°04′～26°50′间。东面有凤凰山与龙江为界，西以乌蒙山、梁王山与金沙江分流，南屏金钟山与右江为邻，北至苗岭与乌江相隔。整个地势自西北向东南倾斜，平均海拔高程 1450m。流域内地形、地质条件比较复杂，南、北盘江中上游一带属云贵高原，地势高而较平坦，其下大部地区处在由云贵高源向广西丘陵的过渡地带，地形起伏剧烈。流域地层分布为南盘江、北盘江上游多属砂页岩区，以下为石灰岩分布较广，岩溶发育，河谷深切。

红水河龙滩坝址以上流域水系发达，距龙滩坝址上游 1km 处有布柳河从右岸汇入，在 27km 和 34km 处分别有曹渡河、蒙江从左岸加入，这三条支流集水面积达 17979km^2，占龙滩以上面积的 18.3%，红水河最大的支流北盘江在坝址上游 132km 的左岸加入。红水河主流甚为弯曲，天峨以上较大支流多在左岸加入，形成不对称的上宽下窄的流域形状。红水河龙滩坝址以上流域形状及水系分布情况见图 4.1.3-1，主要干支流河道特征值见表 4.1.3-1。

表 4.1.3-1　红水河龙滩以上干支流河道特征值表

河　名	集水面积(km^2)	河长(km)	坡降(‰)	备　注
南盘江	56880	914	1.74	红水河干流
北盘江	26590	444	2.80	左岸一级支流
蒙　江	8607	241	3.48	左岸一级支流
曹渡河	5843	235	3.49	左岸一级支流
布柳河	3529	172	3.36	右岸一级支流
红水河	138340	1573	0.849	

说明：特征值摘自珠委 1983 年编印的“河流水系”。

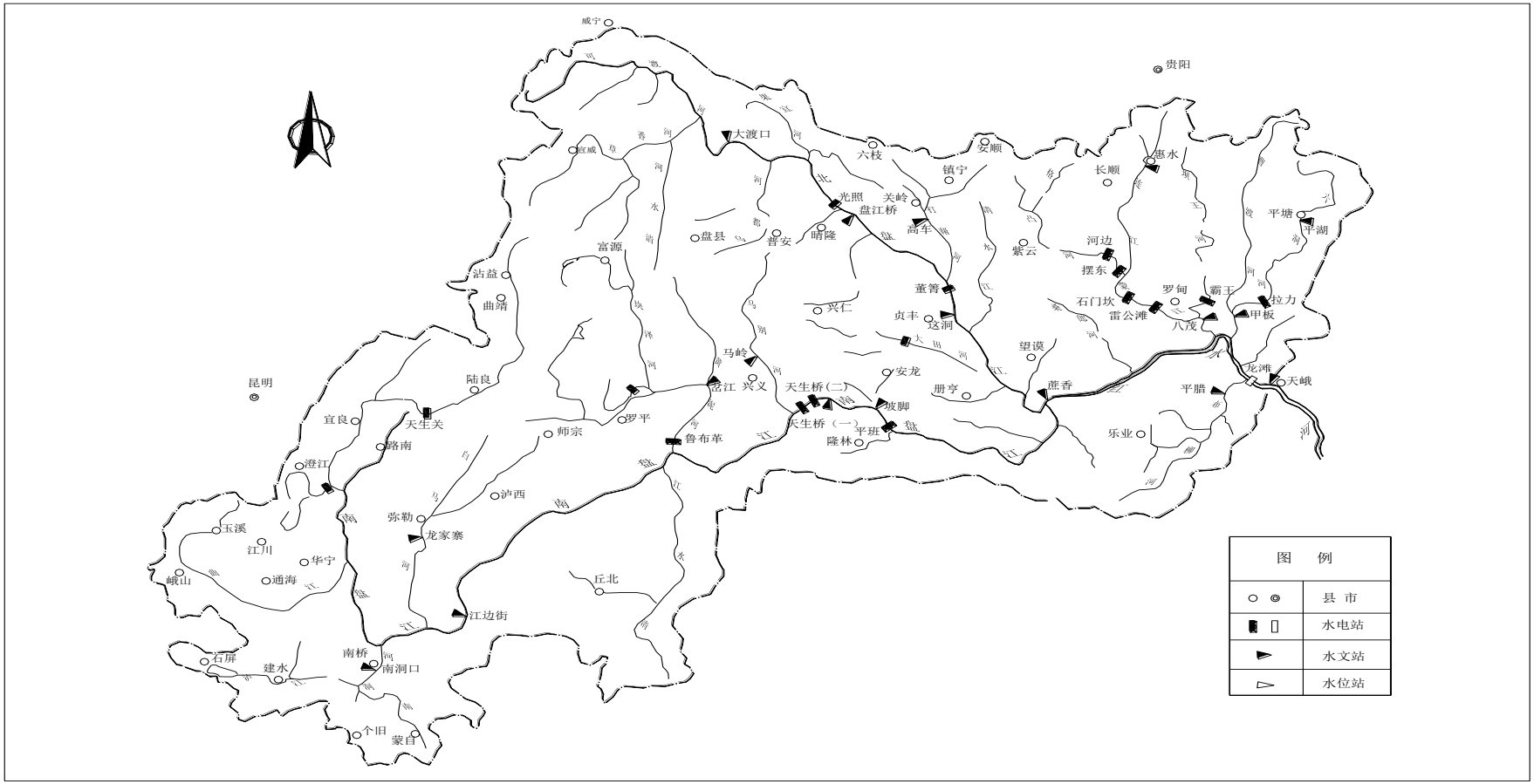


图 4.1.3-1　红水河龙滩以上流域图

4.1.4 水文泥沙

a) 径流

根据收集的龙滩运行资料，统计分析了龙滩运行以来 2007 年～2022 年入库、出库月径流，多年平均月流量见表 4.1.4-1。延长资料后 1936 年～2018 年龙滩坝址天然多年平均流量为 1570m^3/s，相应多年平均径流量为 495.5 亿 m^3，多年平均月流量成果见表 4.1.4-2，龙滩坝址设计年平均流量见表 4.1.4-3。

表 4.1.4-1 龙滩入库出库多年平均月、年流量统计比较表 流量单位：m^3/s

项目	月份												年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
龙滩入库	805	736	892	960	1460	2530	2660	2060	1770	1180	925	814	1400
天峨出库	1130	982	1280	1410	1450	1690	1890	1680	1390	1060	1080	1120	1350

表 4.1.4-2 龙滩坝址 1936 年～2018 年天然多年平均月、年平均流量

项目	月份												年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
平均流量(m^3/s)	464	399	380	470	1180	2990	3810	3510	2420	1590	981	619	1570

表 4.1.4-3 龙滩坝址设计年平均流量成果表

阶段	各 P(%)设计年平均流量(m^3/s)									
	1	2	5	10	25	50	75	90	95	99
可研补充/施工详图	2640	2500	2290	2120	1850	1580	1340	1140	1030	849
本次	2580	2440	2240	2070	1810	1540	1300	1110	1010	828

b) 泥沙

红水河泥沙以悬移质为主。天峨以上流域由于降雨、地形、下垫面因素差异显著，不同季节、不同地区来沙情况变化较大。根据以往各阶段分析，红水河泥沙主要来源于云贵高原的北盘江，该流域面积不及天峨站 1/5，但输沙量占天峨站的 1/3。天峨站悬移质泥沙 4 月～9 月平均级配见表 4.1.4-4。

表 4.1.4-4　天峨站悬移质泥沙 4 月～9 月平均级配表

平均小于某粒径的沙重百分数									中数粒径(mm)	平均粒径(mm)
粒径级(mm)										
1.0	0.5	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.007	0.005		
100	99.9	99.4	94.4	87.0	73.4	56.9	49.9	43.6	0.0071	0.0248

4.1.5　气候气象

天峨气象站、天峨水文站和龙滩坝址气象站观测成果见表 4.1.5-1～2。经分析比较，工程区和天峨站多年平均降雨量分别为 1154.7mm、1353.1mm，多年平均气温分别为 20.4℃、20.3℃，极端最高气温分别为 39℃、40.6℃，极端最低气温分别为-1.7℃、-2.9℃，总体而言，工程区气象要素与天峨站气象要素差别不大。

表 4.1.5-1　天峨站各气象要素年、月特征值统计表

名称	项　目	月　　份												全　年	备　　注
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
降水量(mm)	历年平均值	19.4	24.9	43.2	90.2	207.3	271.8	254.3	188.8	110.8	82	40.2	20.2	1353.1	天峨水文 1960～1992、天峨气象站 1993～2022 年资料
	占全年百分数(%)	1.2	1.8	3.1	7	14.9	19.7	18.3	14.8	8.4	6.1	3.2	1.5	100	
	历年最大值	54	80.4	145	268.9	352.5	474.8	542.3	464.8	269.3	284.6	144.6	80.4	1769.2	
	历年最小值	0	0.7	2.3	9.1	82	16.9	18.2	37.3	9.5	4.1	0	0	920.6	
降水日数(d)	历年平均日数	9	9.5	12.1	14.6	16.3	18.2	18.9	16.7	11.3	10.7	8.7	7.1	153.1	天峨水文站 1960～1992、天峨气象站 1993～2022 年资料
	占全年百分数(%)	5.88	6.21	7.9	9.54	10.65	11.89	12.33	10.91	7.38	6.99	5.68	4.64	100	
	历年最多日数	20	21	22	22	22	26	27	29	20	23	23	16	178	
	历年最少日数	0	2	2	7	8	10	9	5	2	3	0	0	124	
水面蒸发量(mm)	历年平均值	56.5	68.5	96.2	123.8	139.1	123.5	151.9	159.5	140.5	103.3	79.6	62.6	1305	天峨气象站 1993～2013 年资料，E601B
	历年最大值	77.9	116	148.7	159.4	186.5	155.3	187.3	206.2	174.4	132.6	107.2	81.1	1450.6	
	历年最小值	36.5	42.7	69.8	75.6	106.1	74	111.6	117.7	90.2	75.1	66.6	48	1142.7	
水温(℃)	历年平均值	14.5	15.2	18.0	21.7	24.2	24.7	25.1	25.6	24.9	22.0	19.4	16.1	21.0	天峨水文站 1960～1966、1979、1987～1992 年资料
	历年最高值	17.8	20.4	23.2	26.6	28.5	30.0	30.0	29.0	29.0	27.0	23.9	18.8	30.0	
	历年最低值	10.0	10.8	11.8	16.8	18.9	21.0	22.0	21.8	21.0	18.5	14.6	13.0	10.0	

表 4.1.5-1(续)

名称	项　目	月份												全　年	备　　注
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
气　温 (℃)	历年平均值	11.2	13.1	17	21.5	24.4	26.2	27.2	26.8	25	21.3	17	12.8	20.3	天峨气象站 1959～2022 年资料
	历年平均最高值	15.7	17.9	22	26.8	29.7	31.2	32.6	32.8	31	26.8	22.4	18	25.6	
	历年平均最低值	8.5	10.2	13.7	17.9	21	23.1	24.1	23.7	21.6	18.2	14	9.9	17.2	
	极端最高值	31.6	35.9	37.4	40.6	38.6	38.2	38.9	39.4	38.7	36.6	33	30.6	40.6	
	极端最低值	-2.9	0.3	1.8	7	7.4	16	18.5	18.2	12.3	8.7	3.7	-1.3	-2.9	
相对湿度 (%)	历年平均值	74	74	75	77	80	84	84	84	81	81	79	76	79	天峨气象站 1959～2022 年资料
	历年最小值	14	12	12	14	18	20	20	19	14	14	15	6	6	天峨气象站 1958-07～1980、1993-2022 年资料
地面温度 (℃)	历年平均值	12.3	14.1	18.4	23.1	26.3	28.5	30.3	29.9	28	23.5	18.3	14.2	22.2	天峨气象站 1959～1992 年资料
风速 (m/s)	多年平均风速	0.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.1	天峨气象站 1959～2022 年资料
	历年最大风速	8	7.2	9	9.7	13	12	14	12	13	8	8	12	14	同　上
	相应风向	ENE、S	WNW	NE	S	NW	S	NE	NW	NW	NW	NE、W	NNE	NE	极大风速 24m/s,相应风向 E、NE

表 4.1.5-2　坝址气象站各气象要素年、月特征值统计表

名称	项　　目	月份												全年	备　　注
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
降水量(mm)	历年平均值	16.8	18.9	37.2	68.4	183.8	258.4	217	141.6	100.3	64.5	37.6	10.8	1154.7	1994～1999、2003～2012 年资料
	占全年百分数(%)	1.4	1.6	3.2	5.9	15.9	22.4	18.8	12.3	8.7	5.6	3.3	0.9	100	
	历年最大值	36.4	51.5	118.8	151.4	382.6	410.6	372.7	255.5	203.3	165.6	154.2	31	1544.7	
	历年最小值	1.8	0	0	18.6	84.4	159	34.6	71.4	11.5	3.8	1.1	2.3	832.3	
降水日数(d)	历年平均日数	6	6.5	8.4	10.9	14.2	16.4	17.1	14.6	10.2	8.3	6.3	5.5	124	1994～1999、2003～2012 年资料
	占全年百分数(%)	4.8	5.2	6.7	8.8	11.4	13.2	13.8	11.77	8.2	6.7	5.1	4.4	100	
水面蒸发量(mm)	历年平均值	40	45.3	59.8	75	80.1	66.2	82.7	94.9	82.9	60.9	49.3	43.4	786.5	1994～1999、2003～2012 年资料，E601B
	历年最大值	53.8	67.8	75.5	107.2	102.1	91	129.2	124	108.8	77.3	70.9	54.7	923.4	
	历年最小值	26	28.7	40	52.1	54.3	45.8	48.1	55.5	51.9	30.8	28.6	29	618.4	
气温(℃)	历年平均值	10.9	13.8	17	22	24.6	26.2	27.1	26.9	24.7	21.4	17.4	12.9	20.4	1994-1999、2003～2012 年资料
	历年平均最高值	14.9	18.4	21.7	27.1	29.6	30.7	32	32.6	30.5	26.6	22.7	17.8	25.4	
	历年平均最低值	8.1	10.6	13.4	18.1	20.8	23	24	23.4	21.2	18.1	14	9.7	17.1	
	极端最高值	28.8	35.7	36.3	38.8	38	37	39	38.3	37.7	34.7	32	31.9	39	
	极端最低值	-0.5	1.7	3.5	8.5	14.5	16.4	19.9	19.3	13.4	9.4	5.5	-1.7	-1.7	
相对湿度(%)	历年平均值	77	76	75	76	81	85	86	85	84	83	81	77	80	1994～1999、2003～2012 年资料
	历年最小值	27	26	22	28	26	36	40	28	27	28	24	27	22	
地面温度(℃)	历年平均值	11.6	14.6	18.2	23.8	26.6	28.1	29.9	30.1	27.5	23.3	18.8	13.6	22.2	
风速(m/s)	多年平均风速	1.7	1.9	2	1.9	1.6	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.6	1.7	1.6	2003～2012 年资料
	多年平均最大风速	9	9.9	9.3	10.4	8.6	8	6.8	7.3	6.1	5.9	7.1	7.8	12.7	
	历年最大风速	12	14	12	15	11	11	9	13	9	8	10	11	15	
	相应风向	SE	2	NW	W	E	WSW	S	NNE	SE	SSW	2	SE	W	

4.2 生态环境现状

4.2.1 生态系统现状

生态系统是指有机体与其共存的环境形成的一个不可分割的整体。有机体与无机环境各组成部分之间并不是孤立的、静止的，更不是偶然聚集在一起的。它们相互联系、相互制约、有规律地组合在一起，处在不断运动变化之中。

根据对评价区内土地利用现状的分析，结合动植物分布和生物量的调查，对评价范围的陆生生态环境进行生态系统划分，可分为森林生态系统、灌丛/灌草丛生态系统、湿地生态系统、农田生系统、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的分布面积见表 4.2.1-1。

表 4.2.1-1 评价区主要生态系统类型表

I 级分类	II 级分类	面积 hm^2	比例
森林生态系统	阔叶林	2517.22	31.29%
	针叶林	702.84	8.74%
	小计	3220.05	40.02%
灌丛生态系统	阔叶灌丛	3190.50	39.66%
草地生态系统	草丛	580.01	7.21%
湿地生态系统	湖泊	233.69	2.90%
	河流		
农田生态系统	耕地	188.16	2.34%
	园地		
城镇生态系统	居住地	633.07	7.87%
	城市绿地		
	工矿交通		
合 计		**8045.48**	**100.00%**

4.2.1.1 森林生态系统

a) 植物现状

评价区森林生态系统内植被以针叶林和阔叶林为主。针叶林主要为亚热带暖性针叶林，其常呈片状分布于红水河两岸山坡中上部，常见的群系为杉木林(Form.

Cunninghamia lanceolata)，其中杉木林一部分为次生林，一部分为当地的经济林。阔叶林主要有枫杨林(Form. *Pterocarya stenoptera*)。调查发现评价范围内阔叶林树种呈零散分布，常见的植物有麻栎(Form. *Quercus acutissima*)、麻楝(Form. *Chukrasia tabularis*)、山槐(*Albiziakalkora*)、垂叶榕(*Ficus benjamina*)、栓皮栎(*Quercus variabilis*)、化香树(*Platycaryastrobilacea*)、天料木林(*Homalium cochinchinense*)等。

b) 动物现状

森林不但为动物提供了大量食物，也是防御天敌的良好避难所，因此森林生态系统中也分布着丰富的动物。评价区森林生态系统中分布的物种主要有树栖型两栖类，如无声囊泛树蛙(*Polypedatesmutus*)；林栖傍水型爬行类，如王锦蛇(*Elaphe carinata*)、翠青蛇(*Cyclophiops major*)等；鸟类中的陆禽如环颈雉(*Phasianuscolchicus*)、灰胸竹鸡(*Bambusicolathoracicus*)等，攀禽如四声杜鹃(*Cucolusmicropterus*)、灰头绿啄木鸟(*Picuscanus*)等，鸣禽如领雀嘴鹎(*Spizixossemitorques*)、绿翅短脚鹎(*Hypsipetesmcclellandii*)、黑卷尾(*Dicrurusmacrocercus*)、松鸦(*Garrulus glandarius*)、红嘴蓝鹊(*Urocissaerythrorhynchus*)等；树栖型和半地下生活型的兽类如黄胸鼠(*Rattus flavipectus*)等，偶见地面生活型兽类如豹猫(*Prionailurusbengalensis*)、野猪(*Sus scfofa*)。

4.2.1.2 灌丛/灌草丛生态系统

a) 植物现状

评价区灌丛/灌草丛生态系统内植被以灌丛和草丛为主，常见的灌丛有大叶紫珠灌丛(Form. *Debregeasia orientalis*)、白楸灌丛(Form. *Mallotus paniculatus*)、红背山麻秆灌丛(Form. *Alchornea trewioides*)、构灌丛(Form. *Broussonetia papyrifera*)、盐麸木灌丛(Form. *Rhus chinensis*)、水麻灌丛(Form. *Debregeasia orientalis*)。常见的草丛有鬼针草草丛(Form. *Bidens Pilosa*)、芒草丛(Form. *Miscanthus sinensis*)。常见的植物有大叶千斤拔(*Flemingia macrophylla*)、瓜木(*Alangium platanifolium*)、浆果楝(*Cipadessa baccifera*)、假烟叶树(*Solanum erianthum*)、血桐(*Macaranga tanarius var. tomentosa*)、粗叶榕(*Ficus hirta*)、长柄山蚂蝗(*Hylodesmum podocarpum*)、飞机草(*Chromolaena odorata*)、乌蔹莓(*Causonis japonica*)、肾蕨(*Nephrolepi*

s cordifolia)、葛(*Pueraria montana*)、半边旗(*Pteris semipinnata*)、冷水花(*Pilea notata*)、五叶地锦(*Parthenocissus quinquefolia*)、细圆藤(*Pericampylus glaucus*)等。

b) 动物现状

灌丛/灌草丛生态系统的野生动物多分布在林缘、路边及水域边，其中分布的动物常见的主要有陆栖型的两栖类如中华蟾蜍(*Bufo gargarizans*)、泽陆蛙(*Fejervaryamultistriata*)；灌丛石隙型爬行类如中国石龙子(*Eumecuschinensis*)、北草蜥(*Takydromussexlineatus*)等；鸟类中的陆禽如珠颈斑鸠(*Streptopeliachinensis*)，攀禽如普通夜鹰(*Caprimulgus indicus*)等，鸣禽如白头鹎(*Pycnonotussinensis*)、棕背伯劳(*Laniusschach*)、北红尾鸲(*Phoenicurusauroreus*)、白颊噪鹛(*Garrulaxsannio*)、强脚树莺(*Horornisfortipes*)等；树栖型和半地下生活型的兽类如黄鼬(*Mustela sibirica*)、黑线姬鼠(*Apodemusagrarius*)等。

4.2.1.3 湿地生态系统

a) 植物现状

评价区湿地生态系统主要为沼泽和水生植被，常见的沼泽植被有眼子菜草丛(Form. *Potamogetondistinctus*)等。常见湿地植物有喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、水蓼(*Polygonum hydropiper*)等。

b) 动物现状

湿地生态系统是多种两栖类和爬行类的栖息地，也是游禽和涉禽的重要栖息场所。动物种类主要有两栖类的中华蟾蜍、沼水蛙(*Hylaranaguentheri*)、泽陆蛙等；爬行类的中国石龙子、北草蜥、王锦蛇、乌梢蛇(*Zaocysdhumnades*)、翠青蛇等；鸟类中的白鹭(*Egrettagarzetta*)、池鹭(*Ardeolabacchus*)、环颈雉、珠颈斑鸠、灰胸竹鸡、四声杜鹃、戴胜(*Upupa epops*)、白头鹎、黄臀鹎(*Pycnonotusxanthorrhous*)、领雀嘴鹎、绿翅短脚鹎、棕背伯劳、北红尾鸲、黑卷尾、八哥(*Acridotherescristatellus*)、大嘴乌鸦(*Corvusmacrorhynchos*)、松鸦、红嘴蓝鹊、麻雀(*Passer montanus*)、小鸦(*Emberizapusilla*)；兽类中的黄胸鼠、黄鼬、黑线姬鼠等。

4.2.1.4 农业生态系统

a) 植物现状

评价区农业生态系统内植被以人工林、农作物为主，其常呈片状或条带状分布

于村落附近，常见的人工林有杉木林(Form.*Cunninghamialanceolata*)、桉树林(Form.*Eucalyptus robusta*)等，常见的粮食作物有玉米、豆类、薯类等，常见的经济作物落花生、大豆等。常见的杂草有芒、飞扬草(*Euphorbia hirta*)、狗尾草(*Setariaviridis*)、木贼(*Equisetum hyemale*)等。

b) 动物现状

由于农业生态系统中植被类型较为单一，植物种类较少，距离居民区较近而易受人为干扰，因此农田生态系统中动物种类不甚丰富。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，如中华蟾蜍、沼水蛙、乌梢蛇、白鹭、池鹭、环颈雉、珠颈斑鸠、戴胜、家燕(*Hirundorustica*)、白头鹎、黄臀鹎、棕背伯劳、八哥、大嘴乌鸦、麻雀、小鸦、黄鼬、黑线姬鼠、华南兔(*Lepus sinensis*)等。

4.2.1.5 城镇/村落生态系统

a) 植物现状

评价区城镇/村落生态系统内土地类型以建设用地为主，区域植物多零星分布，主要为四旁树种和行道树，常见的树种有垂叶榕、台湾相思(*Acacia confusa*)、鞍叶羊蹄甲等。

b) 动物现状

由于人为干扰严重，其植被类型简单，主要是与人类伴居的动物活动于此，如麻雀、家燕和各种鼠类等。

4.2.2 陆生植物现状

根据区域环境状况、植被类型、群系组成及结构等设置了 60 个植物样方进行调查，各典型群落类型样方数为 3-5 个，调查时间为 2020 年 8 月、2022 年 7 月。

4.2.2.1 植物区系

a) 植物区系概况

根据《中国种子植物区系地理》(吴征镒等，2011 年)，评价区属于东亚植物区—中国-日本森林植物亚区—黔、桂亚地区。本地区由于地处华中、南岭、云贵高原区系的交汇点，在石灰岩特殊生境的范围下，形成了区系组成丰富，特有类群多的特点。

b) 植物区系组成成分数量统计分析

考虑到龙滩大峡谷国家森林公园范围很大，总面积达到 4172.6hm^2，工程仅有龙滩电站已建对外公路穿过该森林公园，本工程施工对该森林公园的影响很小。工

程运行期不改变现状水文情势，对森林公园也基本没有影响。因此，为了真实反映本工程影响区域的生态环境现状及影响，仅统计工程红线内及距红线 300m 范围陆生植物多样性现状。





图 4.2.2-1　龙滩水电站已建对外公路

根据《红水河龙滩水电站环境影响报告书》、《红水河龙滩水电站环境影响复核及补充评价报告书》、《红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》等，通过对评价区及周边地区植物资源实地调查，结合《广西植物志》、《广西植物名录(第 1～3 册)》、《广西龙滩自治区级自然保护区综合科学考察报告》(广西林业勘测设计院，2006)等一系列专业考察报告以及《广西天峨红水河龙滩库区植物生物多样性》(陈亮明等，2006)等多篇已发表的关于广西植物的科研论文等资料，初步统计评价区主要维管束植物有 131 科 424 属 659 种(含种下分类等级，下同)(评价区主要维管束植物名录见附录 1-1)，其中野生维管束植物 546 种，隶属于 116 科 355 属，评价区野生维管束植物科、属、种数分别占广西维管束植物总科数、总属数和总种数的 37.54%、17.65%和 5.96%，占全国维管束植物总科数、总属数和总种数的 27.62%、10.71%、1.74% (详见表 4.2.2-1)。

表 4.2.2-1　评价区野生维管束植物统计表

项目	蕨类植物			种子植物						维管植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区野生	17	25	40	4	4	5	95	326	501	116	355	546
广西	56	155	833	10	30	88	243	1826	8247	309	2011	9168

表 4.2.2-1(续)

项目	蕨类植物			种子植物						维管植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
全国	63	224	2600	11	36	190	346	3184	28500	420	3444	31290
占广西(%)	30.36	16.13	4.80	40.00	13.33	5.68	39.09	17.85	6.07	37.54	17.65	5.96
占全国(%)	26.98	11.16	1.54	36.36	11.11	2.63	27.46	10.24	1.76	27.62	10.71	1.74

由上表可知，评价区植物区系组成成分以被子植物为主，蕨类植物种类组成成分较丰富。根据现场调查，评价区自然分布的维管束植物以灌木、草本植物为主，蕨类和裸子植物占比较小，其中裸子植物以杉木为主，为针叶林优势种，常绿、落叶阔叶树种较单一。评价区人为活动频繁，区域植物受人为干扰严重，但该区域中依然保留有较多的野生植物资源，区域植物种类相对较为丰富。

c) 植物区系地理成分数量统计分析

属往往在植物区系研究中作为划分植物区系地理的标志或依据，统计分析评价区野生维管植物属的地理成分具有重要意义。评价区蕨类植物属按《中国植物志》(第一卷)陆树刚关于中国蕨类植物属的分布区类型(2004 年)，种子植物属按照吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型系统(1991 年、1993 年)，将评价区野生维管植物 355 属划分为 15 个分布区类型，见表 4.2.2-2。

表 4.2.2-2　评价区野生维管束植物属的分布区类型

属的分布区类型	评价区内属数	占评价区非世界分布总属数比例(%)
1.世界分布	35	-
2.泛热带分布	100	28.17
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	11	3.10
4.旧世界热带分布	31	8.73
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	26	7.32
6.热带亚洲至热带非洲分布	17	4.79
7.热带亚洲分布	53	14.93
第 2-7 项热带分布	238	67.04
8.北温带分布	26	7.32
9.东亚和北美洲间断分布	18	5.07

表 4.2.2-2(续)

属的分布区类型	评价区内属数	占评价区非世界分布总属数比例(%)
10.旧世界温带分布	5	1.41
11.温带亚洲分布	3	0.85
12.地中海、西亚至中亚分布	5	1.41
13.中亚分布	0	0.00
14.东亚分布	22	6.20
第 8-14 项温带分布	79	2.23
15.中国特有分布	3	0.85
合　计	355	100

从上表可知：评价区野生维管束植物包含有世界分布属、热带分布属(第 2～7 类)、温带分布属(第 8～14 类)和中国特有分布属 4 个大类，其中热带分布属、温带分布属及中国特有分布属分别占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 67.04%、2.23%、0.85%。评价区野生维管植物区系具有明显的热带性质，其中具有一定数量的温带成分，表明评价区野生维管植物区系具有从热带向亚热带过渡的热带北缘性质。

d) 植物区系特点

通过对评价区野生维管束植物的统计分析，评价区维管束植物区系的主要特征如下：

1) 植物区系组成成分较丰富

评价区野生维管束植物有 116 科、355 属、546 种，分别占广西维管束植物总科数、总属数和总种数的 37.54%、17.65%和 5.96%，占全国维管束植物总科数、总属数和总种数的 27.62%、10.71%、1.74%。而调查和评价范围较小，而调查与评价区面积为 8045.48hm^2，约占广西面积的不到 0.1%，说明调查与评价区植物区系种类组成较为丰富。

2) 具有较多古老和原始的植物区系成分

评价区植物区系在我国植物区系上属-黔、桂亚地区，区内植物受第四纪冰川影响较小，具有较多古老和原始的植物区系成分。其中古老的科如壳斗科、樟科、五加科、忍冬科、胡桃科、禾本科等；古老的属如松属、枫香属、构属、葛属等；古

老的植物如化香树等。

3) 地理成分复杂

评价区野生维管束植物属有世界分布、热带分布、温带分布和中国特有分布 4 个大类，15 个分布区类型，包含有我国维管束植物属的绝大部分分布区类型。从属的分布型来看，评价区维管束植物区系的地理成分是很复杂的。

4) 地理联系广泛

评价区野生维管植物区系与世界其它地区的维管束植物区系有着广泛地联系。在与温带地区的联系上，与北温带地区联系最为密切，其次是东亚分布，东亚分布在评价区植物区系中具有重要意义，这说明评价区植物区系与中、高纬度的温带或寒温带地区联系密切；在与热带地区的联系上，与泛热带最为密切；在间断分布地区的联系上，由于东亚和北美分布成分所占比例较高，因而本区植物区系与东亚和北美联系密切。

4.2.2.2 植被现状

a) 植物区划

根据《中国植被区划图》，调查与评价区属于亚热带东部湿润常绿阔叶林区域，中亚热带常绿阔叶林地带，川南、黔、桂北山地栲类、木荷林、石灰岩植被区。

b) 主要植被类型

参考《中国植被》及相关林业调查资料，根据现场对评价区植被的实地调查，采用植物群落学—生态学分类原则，选用植被型组、植被型、群系等基本单位，在对现存植被进行考察的基础上，结合区域内现有植被中群系建群种与优势种的外貌，以及群系的环境生态与地理分布特征等分析，将评价区自然植被初步划分为 4 个植被型组、5 个植被型、11 个群系(详见表 4.2.2-3)。

表 4.2.2-3　评价区植被类型汇总表

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占用情况	
					占用面积(m^2)	占用比例
自然植被						
一、针叶林	I、亚热带常绿针叶林	1. 丘陵低山常绿针叶林	1) 杉木林 From.*Cunninghamia lanceolata*	中心仓库附近、河道两岸，也常成片分布在山坡中上部	20623	19.66%
二、阔叶林	II、落叶阔叶林	2. 低山落叶阔叶林	2) 枫杨林 From.*Pterocarya stenoptera*	红水河两岸分布	4877	4.65%
三、灌丛	III、亚热带灌丛	3. 山地灌丛	3) 大叶紫珠灌丛 From. *Callicarpa macrophylla*	评价范围内广泛分布	8034	7.66%
			4) 白楸灌丛 From. *Mallotus paniculatus*	评价范围内广泛分布	25469	24.27%
			5) 红背山麻秆灌丛 From. *Alchornea trewioides*	评价范围内广泛分布	4058	3.87%
			6) 构灌丛 From.*Broussonetia papyrifera*	评价范围内广泛分布	64	0.06%
三、灌丛	III、亚热带灌丛	3. 山地灌丛	7) 盐麸木灌丛 From.*Rhus chinensis*	分布于通航建筑物附近	–	–
			8) 水麻灌丛 From. *Debregeasia orientalis*	评价范围内广泛分布	_	_
四、草丛	IV、草丛	4. 山地草丛	9) 鬼针草草丛 From.*Bidens pilosa*	评价范围内广泛分布	_	_
			10) 芒草丛 From.*Miscanthus sinensis*	评价范围内广泛分布	7471	7.12%
五、沼泽和水生植被	V、草本沼泽	5. 禾草沼泽	11) 芦苇群系 From.*Phragmites australis*	红水河两岸分布	_	_
人工林	果木林	龙眼、珍珠李等		村落周边	_	_
	经济林	杉木、桉树等		村落周边	_	_
农作物	农作物	油茶、花生、豆类、薯类等		村落周边	34322	32.71%

c) 主要植被类型描述

根据现场对评价区内植被的实地调查，利用样方调查法，参照《中国植被》的分类原则对评价区植被中主要植物群落的分布及特征进行简要的描述。

一、针叶林

针叶林是评价区植被的主要组成部分，常呈片状分布于山坡中上部海拔 800m 以上区域，评价区针叶林面积为 702.84 m^2，占评价区总面积的 8.73%。区域针叶林

主要为暖温性针叶林。

I. 暖性针叶林

1、杉木林(Form. *Cunninghamia lanceolata*)

杉木为亚热带树种，适应性强，喜温暖湿润气候，在评价区中心仓库附近、河道两岸，也常成片分布在山坡中上部，群落外貌深绿色，林下土壤为黄壤、黄棕壤，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.8-0.9，层均高 5-9m，优势种为杉木，高 4-12m，盖度 80-90%，胸径 10-15cm；灌木层盖度 5%-20%，层均高 0.8m，常见的灌木有野桐、血桐、浆果楝、瓜木)、朴树等；草本层盖度 15%-20%，层均高为 0.5-1m，常见的草本植物有芒、井栏边草、鬼针草等；层间植物主要有菝葜、葛、细圆藤等。

调查点位：中心仓库附近(GPS 点位：107°4′0.63″E，25°0′48.73″N；海拔：319m)、红水河左岸纳杠村附近(GPS 点位：107°4′59. 32″E，25°0′46. 22″N；海拔：392m)、拉毫村附近(GPS 点位：107°3′49. 16″E，25°0′2. 95″N；海拔：470m)、各里村附近(GPS 点位：107°4′28. 14″E，24°59′36. 05″N；海拔：501m)。

二、 阔叶林

阔叶林是评价区森林植被的重要组成部分，常呈小片状分布于红水河两岸及山上，面积为 6287.73 hm^2，占评价区总面积的 78.15%，其是评价区分布最广泛、面积最大的植被类型之一。评价区阔叶林主要为落叶阔叶林。

II. 落叶阔叶林

2、枫杨林(Form. *Bischofia javanica*)

枫杨喜深厚肥沃湿润的土壤，以暖温带和亚热带气候较为适宜；喜光树种，不耐庇荫；耐湿性强，但不耐常期积水和水位太高之地。分布于红水河两岸，群落外貌深绿色，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.7，层均高 5-13m，优势种为枫杨，高 5-13m，盖度约 70%，胸径 40-153cm，无伴生乔木；灌木层盖度 6%-70%，层均高 1.3-3.5m，常见的灌木有枫杨、水麻、构、楝、血桐、毛桐、瓜木等；草本层盖度 10%-45%，层均高为 0.2-0.4m，常见的草本植物有冷水花、鬼针草、竹叶草、长柄山蚂蝗、大野芋、小蓬草；层间植物主要为葛。

调查点位：麻村砂石加工系统附近(GPS 点位：107°4′11. 89″ E，25°0′18.

40″N；海拔：199m)、红水河下游右岸(GPS 点位：107°5′19. 16″E，25°00′3. 72″N；海拔：215m)、天峨县二桥南岸桥头附近(GPS 点位：107°11′4.11″E，24°58′31.69″N；海拔：203m)。

III.灌丛

3、大叶紫珠灌丛(Form. *Trema tomentosa*)

大叶紫株喜水分充足、土地肥沃、阳光充足之地，对环境适应性较强。大叶紫株在评价范围内广泛分布，群落外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 35%-55%，层均高 2m，优势种为大叶紫株，高 1.5-1.7m，盖度 35%-55%，常见的伴生种有水麻、瓜木、红背山麻秆、野桐、血桐、羊蹄甲、大叶千斤拔、鸡桑等；草本层盖度 10%-60%，层均高为 0.3-1m，常见的草本植物有鬼针草、芦苇、滇魔芋、茅叶荩草等；层间植物主要有葛、乌蔹莓、五叶地锦等。

调查样点：红水河下游左岸(GPS 点位：107°7′51. 12″E，24°59′20. 21″N)海拔 237m、大坝下游右岸(GPS 点位：107°9′2.26″E，24°59′20.85″N，海拔 181m)、混凝土系统附近(GPS 点位：107°2′49. 49″E，25°1′17. 00″N，海拔 343m)、龙滩大峡谷森林公园内(GPS 点位：107°10′15. 82″E，24°59′17. 23″N，海拔 371m)。

4、白楸灌丛(Form. *Mallotus paniculatus*)

白楸多生于海拔 50-1300 米林缘或灌丛中，其树皮纤维可制麻绳和麻布袋，从果实提炼出来的油则可作工业用途。分布于红水河两岸，群落外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖 52%-80%，层均高 3m，优势种为白楸，高 4m，盖度 40%-70%，常见的伴生种有瓜木、浆果楝、假烟叶树、红背山麻秆、血桐(*Macaranga tanarius*)、乌桕等；草本层盖度 6%-10%，层均高为 0.4m，常见的草本植物有芒、芦苇、滇魔芋、茅叶荩草等；层间植物主要有葛、三叶地锦、细圆藤等。

调查样点：红水河下游左岸(GPS 点位：107°6′48. 49″E，24°59′34. 92″N，海拔 236m、红水河下游左岸(GPS 点位：107°6′19.48″E，24°59′53. 08″N，海拔 247m)、转轮加工厂附近(GPS 点位：107°4′9. 17″E，25°1′14. 13″N，海拔 234m)。

5、红背山麻秆灌丛(Form. *Alchornea trewioides*)

红背山麻秆环境适应性强多，生于海拔 15-400(-1000)米沿海平原或内陆山地矮灌丛中或疏林下或石灰岩山灌丛中，在评价范围内广泛分布。群落整体呈深绿色，

结构较简单。

灌木层盖 35%-70%，层均高 0.6-1.5m，优势种为红背山麻秆，高 0.6-1.5m，盖度 35%-70%，常见的伴生种有朴树；草本层盖度 8%-40%，层均高为 0.2-1.1m，常见的草本植物有芒、芦苇、滇魔芋、茅叶荩草、长柄山蚂蝗等；层间植物主要有三叶地锦、三叶地锦等。

调查样点：红水河下游左岸(GPS 点位：107°5′50. 65″E，25°0′4. 02″N，海拔 248m)、大王垌附近(GPS 点位：107°8′22. 51″E，24°59′45. 38″N，海拔 1005m)、岜拉村附近(GPS 点位：107°8′29. 42″E，24°58′37.88″N，海拔 770m)。

6、构树灌丛(Form. *Broussonetiapapyrifera*)

构树具有速生、适应性强、分布广、易繁殖、耐干旱瘠薄等特点，在评价区广泛分布，群落外貌绿色，林冠整齐，林下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖 35%-70%，层均高 1.2m，优势种为构，高 1.7-4m，盖度 20%-50%，常见的伴生种有浆果楝、红背山麻秆、鞍叶羊蹄甲、瓜木；草本层盖度 8%-65%，层均高为 0.2-1.3m，常见的草本植物有芒、鬼针草等；层间植物主要有五叶地锦等。

调查样点：红水河下游左岸(GPS 点位：107°5′21. 67″E，25°0′12. 45″N，海拔 222m)、麻村石料厂附近(GPS 点位：107°4′52. 48″E，24°59′42. 71″N，海拔 381m)、红水河下游右岸(GPS 点位：107°4′56.54″E，25°0′27.27″N，海拔 346m)、红水河下游右岸(GPS 点位：107°6′11. 89″E，24°59′47. 01″N，海拔 211m)、混凝土系统附近(GPS 点位：107°2′56. 52″E，25°1′17. 14″N，海拔 340m)、综合加工厂附近(GPS 点位：107°3′45.37″E， 25°1′9.45″N，海拔 247m。

7、盐麸木灌丛(Form. *Rhus chinensis*)

盐麸木喜光、喜温暖湿润气候；适应性强，耐寒；对土壤要求不严，在酸性、中性及石灰性土壤乃至干旱瘠薄的土壤上均能生长；根系发达，根萌蘖性很强，生长快。分布于通航建筑物附近，盐麸木群落外貌绿色，群落结构较简单。

灌木层盖 40%-70%，层均高 3-5m，优势种为盐麸木，高 3.5-7m，盖度 30%-70%，常见的伴生种有大叶千斤拔、白饭树、水麻、大叶紫株等；草本层盖度 6%-8%，层均高为 0.2-1.3m，常见的草本植物有芒、鬼针草、茅叶荩草、长柄山蚂蝗等；层间植物主要有毛排钱树、粪箕笃、细圆藤等。

调查样点：通航建筑物(GPS 点位：107°3′40. 38″E，25°1′19. 19″N，海拔229m)、通航建筑物附近(GPS 点位：107°3′19. 96″E，25°1′19. 36″N，海拔 229m)、混凝土系统附近(GPS 点位：107°2′50. 20″E，25°1′16. 33″N，海拔 343m)。

8、水麻灌丛(Form. *Debregeasia orientalis*)

水麻为小灌木，喜湿润的环境，对土壤的适应性强，多生长于山坡、沟边。在评价区广泛分布，群落外貌绿色，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖 40%-70%，层均高 3-5m，优势种为水麻，高 1.4-3m，盖度 60%-70%，常见的伴生种有红背山麻秆、大叶紫株、牡荆、垂叶榕、鞍叶羊蹄甲等；草本层盖度 6%-60%，层均高为 0.2-0.6m，常见的草本植物有鬼针草、茅叶荩草、棕叶狗尾草(*Setaria palmifolia*)、芒萁(*Dicranopteris pedata*)、井栏边草、车前(*Plantago asiatica*)等；层间植物主要有毛排钱树、粪箕笃、细圆藤等。

调查样点：红水河右岸(GPS 点位：107°3′32.24″E，25°1′10.22″N，海拔218m)、龙滩大峡谷森林公园内(GPS 点位：107°6′42. 78″E，24°59′11. 97″N，海拔714m)、龙潭路水文站附近(GPS 点位：107°9′46.89″E，24°59′43.49″N，107°9′46.89″E，海拔 314m)。

IV.草丛

9、鬼针草草丛(Form. *Bidens pilosa*)

白花鬼针草为一年生直立草本，多生于村旁、路边及临野，在评价区广泛分布。草本层盖度 6%-60%，层均高为 0.2-0.6m，常见的草本植物有牛膝(*Achyranthes bidentata*)、铁苋菜(*Acalypha australis*)、车前(*Plantago asiatica*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、小蓬草、一年蓬等。

调查样点：施工变电站附近(GPS 点位：107°3′21.39″E，25°1′9.84″N，海拔408m)、施工变电站附近(GPS 点位：107°3′21. 27″E，25°1′11. 17″N，海拔 376m)、龙滩弃渣场(GPS 点位：107°4′17.63″E，25°0′52.52″N，海拔 259m)、龙滩弃渣场(GPS 点位：107°4′5.94″E，25°0′25.98″N，海拔 308m)、龙滩弃渣场(GPS 点位：107°4′13.74″E，25°0′36.03″N，海拔 303m)。

10、芒草丛(Form. *Miscanthus sinensis*)

芒的秆纤维用途较广，作造纸原料等，同时具有较大的生态价值。芒粗生，遍布于海拔 1800 米以下的山地、丘陵和荒坡原野，常在评价区内组成优势群落。群落

外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 1%-25%，层均高为 0.3-1m，常见的灌木有鸡桑、白花苦灯笼、大叶子珠、野桐等；草本层盖度 40%-93%，层均高为 0.5-1.7m，优势种为芒，盖度为 30%-70%，高度为 1.2-1.8m，常见的草本植物有圆叶锦葵、长柄山蚂蝗、金丝草、飞机草、小蓬草、假臭草、鬼针草、竹叶草等。层间植物有粪箕笃、葎草等。

调查样点：红水河下游左岸水边，一桥附近(GPS 点位：107°8′44. 48″E，24°59′17. 37″N，海拔 216m)、红水河电厂门前大桥下游 500 米左右，左岸河边(GPS 点位：107°4′41. 21″E，25°0′41. 21″N，海拔 209m)、龙滩大峡谷森林公园内(GPS 点位：107°13′46. 90″E，25°1′1. 89″N，海拔 1073m)、麻村石料场附近(GPS 点位：107°4′52. 51″E，24°59′43. 01″N，海拔 380m)、红水河右岸河边(GPS 点位：107°3′37.75″E，25°1′16.90″N，海拔 185m)、龙滩大峡谷森林公园内(GPS 点位：107°6′43. 03″E，24°59′12. 19″N，海拔 701m)。

三、 沼泽和水生植被

结合卫片解译，根据现场调查，评价区沼泽和水生植被面积为 233.69hm^2，占总面积的 2.90%，主要分布在红水河两岸湿地、滩地。

V. 沼泽植被

11、芦苇群系(Form. *Phragmites australis*)

芦苇常生长在灌溉沟渠旁、河堤沼泽地，是湿地环境中生长的主要植物之一。芦苇不仅是造纸、建材等工业原料，在生态上还具有较大的价值。芦苇在评价区内分布范围较广，常形成优势群落。群落外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 0%-40%，层均高为 0.3-2.5m，常见的灌木大叶千斤拔、盐麸木、马蹄荷、银合欢等；草本层盖度 50%-80%，层均高为 1-1.5m，优势种为芒，盖度为 65%-80%，高度为 2-3m，常见的草本植物有节节草、鬼针草、飞机草、长柄山蚂蝗等；层间植物有葛等。

调查样点：坝下右岸混凝土系统内(GPS 点位：107°2′49. 87″E，25°1′10. 29″N，海拔 370m)、龙滩电厂内(GPS 点位：107°2′54. 70″E，25°1′33. 85″N，海拔 255m)、龙滩电厂内(GPS 点位：107°3′12. 20″E，25°1′36. 47″N，海拔 326m)、通航建筑物附近(GPS 点位：107°3′14. 48″ E，25°1′20. 85″N，海拔 261m)、通航建筑物附近(GPS 点位：107°3′13. 55″E，25°1′18. 75″N，海拔 253m)。

d) 植被分布特征

评价区位于广西壮族自治区河池市，地处广西壮族自治区西北部，红水河上游。以中山地貌为主，评价区面积为 8045.48hm^2，区域植被分布具有自身特点。

垂直分布规律：评价区山地海拔 200-1100m，根据现场调查，评价范围内植被主要分布在红水河两岸的岸边、坡地和山脊，现状植被在垂直分布上差异较为明显。红水河两岸海拔 200-600m 的区域，植被类型以湿地植被、灌草丛和经济作物为主，常见的植物有水麻、垂叶榕、鞍叶羊蹄甲、喜旱莲子草、芭蕉等；红水河两岸海拔 600-1100m 的坡地和山脊，区域植被以低山针叶林、落叶阔叶林、灌丛为主，常见的植物有杉木、桉树、麻栎、栓皮栎、枫杨、山槐等。

水平分布规律：植被在水平分布上主要受地势、地貌、土壤、水分条件、人为活动等因素的影响，现状植被在水平分布上差异明显，在龙滩水电站施工区附近，植被类型多以阔叶林、灌丛、灌草丛为主，常见的群系有水麻灌丛、大叶紫珠灌丛、白楸灌丛、红背山麻秆灌丛、构灌丛、盐麸木灌丛、芒草丛、鬼针草草丛等，常见的植物有大叶千斤拔、瓜木、浆果楝、假烟叶树、血桐、粗叶榕、构、山黄麻、长柄山蚂蝗、飞机草、乌蔹莓、芒萁、葛等；红水河右岸山地分布有少量针叶林，主要植物有杉木、马尾松等；阔叶林在评价区广泛分布，是评价区重要的组成成分。

4.2.2.3 重点保护植物和古树名木

a) 国家重点保护野生植物

根据《国家重点保护野生植物名录》(2021 年)，参考《红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》、《红水河龙滩水电站环境影响复核及补充评价报告书》，查阅《广西龙滩自治区级自然保护区综合科学考察报告》(广西林业勘察设计院，2006)等调查与评价区相关著作、文献资料，并结合现场调查结果，在施工范围内未发现重点野生保护植物。根据《山水画廊-龙滩大峡谷森林公园》(何乃缘，2008)，在森林公园内分布有国家重点保护野生植物 13 种，其中国家一级保护植物有长瓣兜兰(*Paphiopedilum dianthum*)、硬叶兜兰(*Paphiopedilum micranthum*)2 种；国家二级保护植物有福建柏(*Fokienia hodginsii*)、金毛狗(*Cibotium barometz*)、红椿 (*Toona ciliate*) 、 香 果 树 (*Emmenopterys henryi*) 、 柄 翅 果 (*Burretiodendron esquirolii*)、掌叶木(*Handeliodendron bodinieri*)、桫椤(*Alsophila spinulosa*)、建兰

(*Cymbidium ensifolium*)、春兰(*Cymbidium goeringii*)、滇金石斛(*Flickingeriaalbopurpurea*)、束花石斛(*Dendrobium chrysanthum*)等 11 种。其中长瓣兜兰、硬叶兜兰、建兰、春兰、滇金石斛、束花石斛为《国家重点保护野生植物名录》(2021)中新增的国家重点保护野生植物。评价区原有的任豆、喜树、樟、仪花、田林细子龙、油杉不再作为国家重点保护野生植物。调查发现龙滩大峡谷森林公园内有掌叶木野生分布 5 处，分别位于天峨县岜拉村附近和大王垌附近，均处于工程施工范围以外，施工对其生长影响甚微。掌叶木长势良好、无病虫害，在群落中具有一定竞争力。

在电站下闸蓄水前，已将淹没区内的珍稀植物及古树迁移到植物园内，并建成总面积 30hm^2 的龙滩大峡谷珍稀植物园，在半里乔木移植基地内移植有珍稀植物柄翅果、油杉(*Keteleeria fortune*)、任豆、花榈木(*Ormosia henryi*)、金毛狗、桫椤等 19 种 2118 株；在见石兰花植物园内移植有珍稀植物钗子股(*Luisia morsei*)、长茎羊耳蒜(*Liparisviridiflora*)、束花石斛(*Dendrobium chrysanthum*)等兰科植物 74 种 7254 株，并移栽秋枫(*Bischofia javanica*)22 株、仪花 31 株为附生兰花营造生境。

表 4.2.2-4　评价区野生国家重点保护植物分布一览表

序号	物种名称(中文名/拉丁名)	保护级别	濒危等级	特有种(是/否)	极小种群野生植物(是/否)	分布区域	资料来源	生长状态	工程占用情况(是/否)	与工程的位置关系
1	长瓣兜兰(*Paphiopedilum dianthum*)、硬叶兜兰(*Paphiopedilum micranthum*)、建兰(*Cymbidium ensifolium*)、春兰(*Cymbidium goeringii*)、滇金石斛(*Flickingeriaalbopurpurea*)、束花石斛(*Dendrobium chrysanthum*)等	国家一级/二级	–	–	–	见石兰花植物园(E：107.16598730，N:24.98139535，H：646)	现场调查	良好	否	距离麻村石料厂最近水平距离 5km
2	掌叶木(*Handeliodendron bodinieri*)	国家二级	濒危 EN	是	否	大王垌附近(E:107.13690832，N:24.99753875，H：1016)	现场调查	良好	否	距离麻村石料厂最近水平距离 5km
3						岜拉村附近(E:107.14201927，N:24.97654687，H：767)		良好	否	距离转轮加工厂水平距离 4km
4						岜拉村附近(E:107.14143991，N:24.97713039，H：771)		良好	否	距离麻村石料厂最近水平距离 4km
5						岜拉村附近(E:107.14374125，N:24.97684349，H：815)		良好	否	距离麻村石料厂最近水平距离 4km
6						岜拉村附近(E:107.14201927，N:24.97659101，H：827)		良好	否	距离麻村石料厂最近水平距离 4km
7						见石兰花植物园兰园内(E：107.16598730，N:24.98139535，H：646)		良好	否	距离麻村石料厂最近水平距离 7km
8	柄翅果(*Burretiodendron esquirolii*)、红椿(*Toona ciliata*)、香果树(*Emmenopterys henryi*)、金毛狗(*Cibotium barometz*)等	国家二级	-	-	-	龙滩电厂塘英基地(E:107.17547952，N:24.98846765，H：249)24°59′18.48″、龙滩大峡谷珍稀植物园内(E:107.06728220，N:25.00941460，H：406)	现场调查及文献记载	良好	否	距离麻村石料厂最近水平距离 1km

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">掌叶木 Handeliodendron bodinieri
大王垌附近</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>红椿 Toona ciliata
龙滩电厂塘英基地内</td><td>柄翅果 Burretiodendron
龙滩电厂塘英基地内</td></tr>
</table>

b) 广西壮族自治区重点保护野生植物

根据《广西壮族自治区人民政府关于公布广西壮族自治区重点保护野生植物名录的通知》(桂政发〔2023〕10 号)，评价区分布有广西壮族自治区重点保护野生植物 3 种，分别为黄檀(*Dalbergia hupeana*)、钗子股(*Luisia morsei*)、长茎羊耳蒜(*Liparis viridiflora*)。其中黄檀多分生于海拔 600-1400m 的山地林中或灌丛中，山沟溪旁及有小树林的坡地常见；钗子股多分生于海拔 330-700m 的山地林中树干上，见石兰花植物园内有分布；长茎羊耳蒜多分生于海拔 200-2300m 的林中或山谷阴处的树上或岩石上，见石兰花植物园内有分布；现场调查未发现上述自治区重点保护

野生植物。

c) 古树名木

参考《红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》、《龙滩水电站水库淹没区(广西部分)珍稀野生植物及古树资源调查与迁地保护方案》及古树资源进行调查的资料，龙滩大峡谷珍稀植物移植园的半里乔木移植基地内有 3 株古榕树来自龙滩自然保护区，此 3 株古榕树树龄均在 300 年以上，移栽均未成活；此外，保护区另有 3 株古树移植至向阳镇政府；龙滩自治区级自然保护区移植古大树共计 6 株。

经现场复核调查，评价范围内有古树 4 株，其中 2 株黄葛树(*Ficus virens*)，分别位于滨水公园下河休闲步道右侧靠河边和天峨县二桥南岸桥头，1 株湖南山核桃位于龙滩大峡谷森林公园大门、兰花园门口，1 株铁榄位于龙滩大峡谷森林公园大门、兰花园门口。4 株古树均处于工程施工范围以外，不会受到影响。详细情况如下表。

表 4.2.2-5　评价区古树名木调查结果统计表

序号	树种名称 (中文名/拉丁名)	生长状况	树龄	经纬度	海拔	工程占用情况 (是/否)
1	黄葛树 *Ficus virens*	良好	270	E: 107.18801647， N: 24.97725682，-	-236	水公园下河休闲步道右侧靠河边，距麻村砂石加工系统最近约10.9km
2	黄葛树 *Ficus virens*	良好	240	E: 107.18556762, N: 24.97417383 H: 208	208112	天峨县二桥南岸桥头，距麻村砂石加工系统最近约10.8km
3	湖南山核桃 C*arya hunanensis*	良好	150	E:107.06728220， N:25.00941460， H: 406	406	龙滩大峡谷森林公园大门、兰花园门口，距龙滩沟弃渣场最近距离约80m 龙滩大峡谷森林公园大门、兰花园门口
4	铁榄 S*inosideroxylon pedunculatum*	良好	175	E:107.06728220， N:25.00941460， H：406	406	龙滩大峡谷森林公园大门、兰花园门口





黄葛树 *Ficus virens*
水公园下河休闲步道右侧靠河边





黄葛树 *Ficus virens*
天峨县二桥南岸桥头





铁榄 *Sinosideroxylon pedunculatum*
龙滩大峡谷森林公园大门、兰花园门口




湖南山核桃 *Carya hunanensis*
龙滩大峡谷森林公园大门、兰花园门口

4.2.2.4　外来入侵种

依据《中国外来入侵物种名单》(第一批，2003 年)、《中国外来入侵物种名单》(第二批，2010 年)、《中国外来入侵物种名单》(第三批，2014 年)、《中国自然生态系统外来入侵物种名单》(第四批，2016 年)，通过现场调查，在评价区发现有五爪金龙、喜旱莲子草、鬼针草、小蓬草等外来入侵种分布，五爪金龙多分布于沿线路旁、河边等区域，对当地生态系统及乡土物种的危害程度较小。喜旱莲子草多分布于沟渠、河道两旁，在红水河两岸分布面积较大，对当地生态系统及乡土物种有一定危害。鬼针草在评价范围内分布面积极大，能适应各种不同生境并成为部分区域优势种，对当地生态系统的结构和功能造成一定影响。小蓬草在评价范围内零星分布，常作为伴生种存在与群落中，危害较小。

表 4.2.2-6　评价区主要外来入侵物种及其分布

编号	中文名	种拉丁名	分布	备注
1.	五爪金龙	*Ipomoea cairica*	沿线路旁、河边等区域分布	零星分布，危害较小
2.	喜旱莲子草	*Alternanthera philoxeroides*	沟渠、河道两旁分布	大面积分布，危害较大
3.	鬼针草	*Bidens pilosa*	广泛分布	大面积分布，危害较大
4.	小蓬草	*Erigeron canadensis*	零星分布	分布面积较小，危害较小

	
五爪金龙(*Ipomoea cairica*) 红水河四桥旁	喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*) 红水河岸边
	
鬼针草(*Bidens pilosa)*	小蓬草(*Erigeron canadensis)* 龙滩沟弃渣场附近

4.2.3 陆生动物现状

2020 年 8 月及 2022 年 7 月，武汉伊美净科技发展有限公司项目组调查人员对龙滩水电站 1000 吨通航建筑物工程评价区的陆生脊椎动物现状进行了实地调查，设置动物样线 8 条。在调查过程中，根据工程特点，选择典型生境进行考察分析，采用样线法、样点法对陆生野生动物进行了外业调查，并在沿线村庄及项目所在区域的林业部门进行了座谈访问，在此基础上，查阅并参考《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》(费梁、叶昌媛、江建平，2012)、《中国脊椎动物红色名录》(生物多样性，2016 年)、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》(赵尔宓，张学文等，2000 年)、《中国爬行动物图鉴》(中国野生动物保护协会，2002 年)、《中国鸟类图鉴》(钱艳文，1995 年)、《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》(郑光美，2017 年)、《中国野生哺乳动物》(盛和林、大泰司纪之等，1999 年)、《中国脊椎动物大全》(刘明玉，解玉浩等，2000 年)、《中国兽类野外手册》(贵州教育出版社，2009 年)、《中

国哺乳动物多样性(第 2 版)》(蒋志刚等，生物多样性，2017 年)等文献专著资料以及关于本地区脊椎动物类的相关文献专著：《广西陆栖脊椎动物分布名录》、《广西野生动物》、《广西两栖动物》、《广西龙滩自然保护区的两栖爬行动物》(周放、余丽江、覃建欢、韦智毅、田发聪、韩小静)、《广西红水河自然保护区动物资源调查和保护对策》(王德良、辜娇峰)、《广西陆栖兽类动物分布格局及区划探讨》(夏霖、杨奇森、黄乘明、李友帮)、《广西药用陆生脊椎动物资源简介》(潘国平)、《广西鸟类 5 个新记录》(蒋爱伍、周放、黄成亮、蒙渊君)、《广西鸟类新记录 2 种》(周放、孙仁杰、韩小静)、《龙滩自治区级自然保护区科学考察集》、《广西雅长兰科植物自然保护区综合科学考察报告》等，同时到野生动物保护管理部门收集资料以弥补现实调查季节的局限和时间的不足，据此对评价区内动物资源现状得出综合结论。

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 4.2.3-1。

表 4.2.3-1　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%
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

4.2.3.1　动物区系

根据《中国动物地理》(张荣祖科学出版社，2011)，评价区动物区系属于东洋界-中印亚界-华中区(VI)-西部山地高原亚区(VIB)-黔桂湘低山丘陵省-低山丘陵亚热带林灌-农田动物群(VIB4)。

评价区内有东洋种 113 种，占总种数的 63.13%；古北种 19 种，占总种数的 10.61%；广布种 47 种，占总种数的 26.26%。可见，评价区陆生动物区系特征，东洋界种类占一定优势。

4.2.3.2　动物多样性现状

考虑到龙滩大峡谷国家森林公园范围很大，总面积达到 4172.6hm^2，工程仅有龙滩电站已建对外公路穿过该森林公园，本工程施工对该森林公园的影响很小。工程运行期不改变现状水文情势，对森林公园影响甚微。因此，为了真实反映本工程影响区域的生态环境现状及影响，仅统计工程红线内及距红线 300m 范围动物多样性现状。

根据实地考察及对相关资料进行综合分析，评价区分布的陆生脊椎动物有 4 纲 24 目 65 科 179 种；其中国家二级重点保护野生动物 8 种，均为鸟类；广西壮族自治区级重点保护野生动物 60 种。种类组成、区系和保护等级具体见表 4.2.3-2。

表 4.2.3-2　评价区陆生脊椎动物种类组成、区系和保护等级

种类组成				区系			保护等级	
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	自治区级	国家 II 级
两栖纲	1	4	14	13	0	1	5	0
爬行纲	2	7	26	24	0	2	6	0
鸟纲	16	45	121	65	19	37	42	8
哺乳纲	5	9	18	11	0	7	7	0
合计	24	65	179	113	19	47	60	8

a) 两栖类

1) 种类、数量及分布

评价区内两栖动物有 1 目 4 科 14 种。其中蛙科种类最多，共有 8 种，占两栖类种数的 57.12%。未发现国家重点保护两栖类，广西壮族自治区级重点保护两栖类 5 种。评价区的两栖类中，优势种为中华蟾蜍、泽陆蛙，它们适应能力强，分布广。

2) 区系类型

按区系类型分，将以上两栖类分为 2 种区系类型：东洋种 13 种，占 92.86%；广布种 1 种，占 7.14%；无古北种分布。评价区的两栖类以东洋种成分为主，这与评价区地处东洋界的地理位置一致。

3) 生态类型

根据生活习性的不同，评价区内的两栖类分为以下 4 种生态类型：

静水型(在静水或缓流中觅食)：包括沼水蛙 1 种，主要在评价范围内的池塘及稻田等静水水域中分布，与人类活动关系较密切。

溪流型(在流水中活动觅食)：包括华南湍蛙(*Amolopsricketti*)、绿臭蛙(*Odorranamargaratae*)、花臭蛙(*Odorranaschmackeri*)、棘胸蛙(*Quasipaa spinosa*)、棘蝮蛙(*Paaboulengeri*)、双团棘胸蛙(*Gynandropaayunnanensis*)6 种，主要分布在评价范围内的山涧溪流。

陆栖型(在陆地上活动觅食)：包括中华蟾蜍、黑眶蟾蜍(*Duttaphrynusmelanostictus*)、小弧斑姬蛙(*Microhylaheymonisi*)、饰纹姬蛙(*Microhylaornata*)、粗皮姬蛙(*Microhylabutleri*)、泽陆蛙 6 种，它们主要在评价范围内离水源不远的陆地上如草地，石下，田埂间等生境内活动，与人类活动关系较密切。

树栖型(在树上活动觅食，离水源较近的林子)：包括无声囊泛树蛙 1 种。主要分布在评价范围内离水源不远的林地。

b) 爬行类

1) 种类、数量及分布

评价区内爬行类共有 2 目 7 科 26 种，其中游蛇科种类最多，共有 16 种，占爬行类种数 61.54%。评价区内未发现国家重点保护爬行类分布，有广西壮族自治区级重点保护爬行类 6 种。评价区分布的爬行类中优势种为北草蜥、乌梢蛇和黑眉晨蛇(*Orthriophis taeniurus*)。

2) 区系类型

按照爬行动物的区系类型，可将评价区内的爬行类分为 2 种区系类型：东洋种 24 种，占 92.31%；广布种 2 种，占 7.69%。与两栖类类似，爬行类的迁移能力也较差，古北界成分难以跨越地理阻障向东洋界渗透，因此评价区爬行类仍然以东洋种为主。

3) 生态类型

根据评价区内爬行类生活习性的不同，可以将上述爬行类分为以下 3 种生态类型：

水栖型(经常在水体中活动)：包括中华鳖(*Pelodiscussinensis*)1 种。主要在调查水体中活动。

灌丛石隙型(经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类)：包括北草蜥、铜蜓蜥(*Sphenomorphus indicus*)、中国石龙子、原矛头蝮(*Protobothropsmucrosquamatus*)4

种，它们与人类活动关系较密切。

林栖傍水型(在山谷间有溪流的山坡上活动)：包括黑脊蛇(*Achalinus spinalis*)、棕脊蛇(*Achalinusrufescens*)、腹斑腹链蛇(*Hebiusmodestum*)、绞花林蛇(*Boiga kraepelini*)、尖尾两头蛇(*Calamariapavimentata*)、翠青蛇、王锦蛇、玉斑锦蛇(*Elaphe mandarina*)、百花晨蛇(*Orthriophismoellendorffi*)、紫灰蛇(*Oreocryptophisporphyraceus*)、三索蛇(*Coelognathus radiatus*)、黑眉晨蛇、颈棱蛇(*Macropisthodonrudis*)、大眼斜鳞蛇(*Pseudoxenodon macrops*)、灰鼠蛇(*Ptyas korros*)、滑鼠蛇(*Ptyas mucosus*)、乌梢蛇、黑头剑蛇(*Sibynophis chinensis*)、舟山眼镜蛇(*Najaatra*)、银环蛇(*Bungarusmulticinctus*)、竹叶青蛇(*Trimeresurusstejnegeri*)21种。它们主要在评价范围内潮湿的林地内活动。评价区中林栖傍水型爬行类种类数量均最多，此种生态类型构成了评价区爬行类的主体。

c) 鸟类

1) 种类、数量及分布

评价区内共分布有鸟类有 121 种，隶属于 16 目 45 科。其中，以雀形目鸟类最多，共 78 种，占 64.46%。评价区内未发现国家一级保护野生鸟类，有国家二级保护野生鸟类 8 种，广西壮族自治区级重点保护鸟类 42 种。

2) 区系类型

评价区的鸟类中，东洋种有 65 种，占 53.72%；广布种有 37 种，占 30.58%；古北种有 19 种，占 15.70%。评价区处于东洋界，因此鸟类东洋界成分最多，但古北界成分也占一定的比例，由于鸟类的迁移能力很强，加之有季节性迁徙的习性，因此鸟类中古北界向东洋界渗透的趋势较强。

3) 生态类型

按生活习性的不同，可以将评价区内的鸟类分为以下 6 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)：鹈鹕目、雁形目、鲣鸟目以及鸻形目的鸥科和燕鸥科可以归为此类，评价区内有小鹈鹕(*Tachybaptusruficollis*)、绿翅鸭(*Anas crecca*)，共 2 种，它们主要分布于评价区河流及其滩涂、池塘附近水流较缓的水域中。

涉禽(嘴，颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，常用长嘴插入水底或地面取食)：包括鹤形目、鹈形目、鸻形目的一些种类，主要有董鸡

(*Gallicrexcinerea*)、白骨顶(*Fulicaatra*)、凤头麦鸡(*Vanellusvanellus*)、环颈鸻(*Charadriusalexandrinus*)、金眶鸻(*Charadriusdubius*)、白腰草鹬(*Tringaochropus*)、针尾沙锥(*Gallinagostenura*)、丘鹬(*Scolopaxrusticola*)、白鹭、池鹭、绿鹭(*Butoridesstriata*)、苍鹭(*Ardeacinerea*)，共 12 种，它们主要分布于评价区浅水区域、滩涂或者周边的水田中。

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、鸽形目的种类，主要有环颈雉、灰胸竹鸡、中华鹧鸪(*Francolinuspintadeanus*)、山斑鸠(*Streptopeliaorientalis*)、珠颈斑鸠、火斑鸠(*Streptopeliatranquebarica*)共 6 种，它们主要分布于评价区林缘地带、农田区域或城镇村落。

攀禽(嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘)：包括夜鹰目、鹃形目、佛法僧目、犀鸟目、啄木鸟目的种类，主要有普通夜鹰、白腰雨燕(*Apus pacificus*)、四声杜鹃、八声杜鹃(*Cacomantismerulinus*)、大杜鹃(*Cuculuscanorus*)、中杜鹃(*Cuculussaturatus*)、棕腹杜鹃(*Cuculusnisicolor*)、乌鹃(*Surniculusdicruroides*)、戴胜、普通翠鸟(*Alcedoatthis*)、蓝翡翠(*Halcyon pileata*)、三宝鸟(*Eurystomusorientalis*)、灰头绿啄木鸟、星头啄木鸟(*Dendrocoposcanicapillus*)、大斑啄木鸟(*Dendrocopos major*)，共 15 种，在评价区除了翠鸟科的种类主要分布于水域附近外，其他种类主要分布于开阔地带或林地中，也有部分也在林缘或村庄周围活动。

猛禽(主要特征为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)：鹰形目、隼形目和鸮形目所有种类，主要有黑冠鹃隼(*Avicedaleuphotes*)、黑鸢(*Milvus migrans*)、雀鹰(*Accipiter nisus*)、蛇雕(*Spilornischeela*)、斑头鸺鹠(*Glaucidium cuculoides*)、领鸺鹠(*Glaucidium brodiei*)、褐林鸮(*Strixleptogrammica*)、红隼(*Falco tinnunculus*)，共 8 种，它们在评价区内的山林中筑巢，活动范围较广，在供水区周围的山体及评价区水域附近均有分布。

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)：包括雀形目的所有种类，共 78 种。其生活习性多种多样，广泛分布于评价区各类生境中，如树林、灌丛、农田及水域附近等，其中分布于树林和灌丛生境的种类较多。

4) 居留型

鸟类迁徙是鸟类随着季节变化进行的，方向确定的，有规律的和长距离的迁居活动。根据鸟类迁徙的行为，可将评价区的鸟类分成以下 4 种居留型。

留鸟(长期栖居在生殖地域，不作周期性迁徙的鸟类)：共 67 种，占评价区所有鸟类的 55.37%，在评价区内占的比例最大，主要包括雉科、鸠鸽科、雨燕科、鹰科、鸱鸮科、戴胜科、翠鸟科、啄木鸟科、隼科和雀形目中的一些种类如鹎科的种类等；

冬候鸟(冬季在某个地区生活，春季飞到较远而且较冷的地区繁殖，秋季又飞回原地区的鸟)：共 22 种，占评价区所有鸟类的 18.18%，主要包括鸭科、鸻科、鹬科、鸥科和鹟科的部分种类；

夏候鸟(夏候鸟是指春季或夏季在某个地区繁殖、秋季飞到较暖的地区去过冬、第二年春季再飞回原地区的鸟)：共 24 种，占评价区所有鸟类的 19.84%，主要包括夜鹰科、杜鹃科、秧鸡科、鹭科、佛法僧科、黄鹂科、山椒鸟科、卷尾科、王鹟科和燕科的部分种类等；

旅鸟(指迁徙中途经某地区，而又不在该地区繁殖或越冬)：共 8 种，占评价区所有鸟类的 6.61%，旅鸟在评价区占的比例最小，主要包括柳莺科的个别种类。

综上所述，评价区的鸟类中，有繁殖鸟(包括留鸟和夏候鸟)共有 91 种，占 75.21%。迁徙鸟类(包括夏候鸟、冬候鸟和旅鸟)有 54 种，占 44.63%。

d) 兽类

主要通过调查访问和评价区附近的相关文献，并结合实地调查中观察到的评价区的生境状况，对评价区内的兽类种类、数量及分布现状进行了全面调查，得出以下结论。

1) 种类、数量及分布

评价区内兽类共有 5 目 9 科 18 种。评价区内兽类以啮齿目最多，共有 11 种，占 61.11%。评价区内未发现国家重点保护野生兽类，有广西壮族自治区级重点保护兽类 7 种。

2) 区系类型

按区系类型划分，可将评价区内的兽类分为以下 2 类：东洋种 11 种，占 61.11%；广布种 7 种，占 38.89%；未发现古北种分布。

3) 生态类型

根据评价区兽类生活习性的不同，可以将上述种类分为以下 3 种生态类型：

半地下生活型(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)：有臭鼩(*Suncusmurinus*)、黄鼬、鼬獾(*Melogalemoschata*)、黄胸鼠、褐家鼠(*Rattus novegicus*)、针毛鼠(*Rattus huang*)、黄毛鼠(*Rattus losea*)、小家鼠(*Mus musculus*)、巢鼠(*Micromysminutus*)、北社鼠(*Niviventerconfucianus*)、黑线姬鼠、中华竹鼠(*Rhizomyssinensis*)、华南兔共 13 种。它们在评价区内主要分布在树林和农田中，其中褐家鼠等鼠类与人类关系密切。

地面生活型(主要在地面上活动、觅食)：豹猫、果子狸(*Pagumalarvata*)、野猪 3 种。在评价区内林中分布，与人类关系较密切，主要分布在各林间山体中。

树栖型(主要在树上栖息、觅食)：该类型有赤腹松鼠(*Callosciuruserythraeus*)、红颊长吻松鼠(*Dremomysrufigenis*)2 种。在评价区内分布在常绿阔叶林和针叶林中。

4.2.3.3　重要野生动物

a) 国家重点保护野生动物

根据区域已发表的相关著作、文献和走访调查发现，工程评价区有国家级重点保护野生动物 11 种，即黑冠鹃隼、黑鸢、雀鹰、蛇雕、斑头鸺鹠、领鸺鹠、褐林鸮、红隼、画眉(*Garrulaxcanorus*)、红嘴相思鸟(*Leiothrix lutea*)和豹猫，均为国家二级，活动范围较广。鸮形目主要分布在评价区林地和灌丛生境，其中领鸺鹠、灰林鸮和斑头鸺鹠主要分布在评价区河流两岸山体的阔叶林和混交林等生境；黑冠鹃隼、黑鸢、雀鹰、蛇雕、红隼在评价区两侧山体和林缘、灌丛生境分布；红嘴相思鸟、画眉主要分布在评价区两侧山体高草灌丛生境；豹猫主要分布在评价区两侧山体阔叶林和混交林等生境。

表 4.2.3-3　评价区内国家重点保护野生动物

中文名、拉丁名	生境描述	区系类型	居留型	数量级	濒危级别	保护级别	分布
1. 黑冠鹃隼 *Aviceda leuphotes*	栖息于山脚平原、低山丘陵地带，也出现于村庄和林缘田间地带。	东洋种	留鸟	+	LC	二级	主要分布于评价区两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布，如麻村石料厂附近等。
2.　黑鸢 *Milvus migrans*	栖息于村庄边缘，林缘，觅食于开阔地带	古北种	留鸟	+	LC	二级	主要分布于评价区两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布，如龙滩沟弃渣场附近等。

表 4.2.3-3(续)

中文名、拉丁名	生境描述	区系类型	居留型	数量级	濒危级别	保护级别	分布
3. 雀鹰 *Accipiter nisus*	栖息于针叶林、混交林、阔叶林等山地森林和林缘地带。	广布种	冬候鸟	+	LC	二级	主要分布于评价区河流两侧山体和林缘、灌丛、河谷等生境分布，如龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。
4. 蛇雕 *Spilornis cheela*	栖息和活动于山地森林及其林缘开阔地带。	留鸟	东洋种	+	NT	二级	要分布于评价区河流两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布，如龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。
5. 红隼 *Falco tinnunculus*	栖息于林缘，猎食于农田、河岸上空等开阔区域	广布种	留鸟	+	LC	二级	主要分布于评价区两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布，如轮机加工厂附近等。
6. 斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*	栖息于从平原、低山丘陵到海拔2000m 左右的中山地带的阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛。多在白天活动。	东洋种	留鸟	+	LC	二级	主要分布于评价区河流两岸山体的阔叶林和混交林等生境，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。
7. 领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*	栖息于山地森林和林缘灌丛地带。	留鸟	东洋种	+	NT	二级	主要分布于评价区的高草灌丛生境分布，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。
8. 褐林鸮 *Strixleptogrammica*	栖息于山地阔叶林和混交林中，尤其喜欢河岸和沟谷森林地带，夜行性。	东洋种	留鸟	+	LC	二级	主要分布于评价区河流两岸山体的阔叶林和混交林等生境，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。
9. 画眉 *Garrulaxcanorus*	多见于低山灌丛及村落附近的竹林等处。	留鸟	东洋种	++	NT	国家二级	主要分布于评价区的高草灌丛生境分布，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。
10. 红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*	结群栖息于林下植被、次生灌丛和竹林中。	留鸟	东洋种	+	LC	国家二级	主要分布于评价区的高草灌丛生境分布，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。
11. 豹猫 *Prionailurusbengalensis*	栖息环境极其广泛，常见于灌丛林、次生林、人工林和农业区及人类居住地附近。		广布种	++	VU	国家二级	主要分布在评价区两侧山体阔叶林和混交林等生境。

b) 自治区级重点保护野生动物

评价区范围内有广西壮族自治区级重点保护野生动物 57 种，包括黑眶蟾蜍、沼水蛙、泽陆蛙、棘胸蛙、棘蝮蛙、百花晨蛇、三索蛇、滑鼠蛇、乌梢蛇、舟山眼镜蛇、银环蛇、环颈雉、灰胸竹鸡、四声杜鹃、八声杜鹃、大杜鹃、乌鹃、董鸡、白骨顶、凤头麦鸡、丘鹬、池鹭、绿鹭、苍鹭、戴胜、蓝翡翠、三宝鸟、星头啄木

鸟、黑枕黄鹂(*Orioluschinensis*)、黑卷尾、发冠卷尾(*Dicrurushottentottus*)、寿带(*Terpsiphoneincel*)、棕背伯劳、栗背伯劳(*Laniuscollurioides*)、红嘴蓝鹊、大嘴乌鸦、松鸦、大山雀(*Parus major*)、白头鹎、绿翅短脚鹎、红耳鹎(*Pycnonotusjocosus*)、白喉红臀鹎(*Pycnonotusaurigaster*)、黄眉柳莺(*Phylloscopusinornatus*)、黄腰柳莺(*Phylloscopusproregulus*)、白颊噪鹛、黑脸噪鹛(*Garrulaxperspicillatus*)、棕颈钩嘴鹛(*Pomatorhinusruficollis*)、八哥、丝光椋鸟(*Sturnus sericeus*)、乌鸫(*Turdusmandarinus*)、凤头鸊鹈(*Melophuslathami*)、黄鼬、鼬獾、果子狸、赤腹松鼠、中华竹鼠、华南兔。其中两栖类主要分布在海拔较低的山沟、河流、水库、池塘附近的草甸等区域；爬行类主要分布在评价范围内居民区附近及在水源附近的林地、灌丛、灌草丛中；鸟类中的大杜鹃和大山雀等在评价区高大的乔木林中有分布，鸟类中的攀禽、鸣禽主要分布在评价区的阔叶林、针叶林、灌丛和灌草丛中；兽类主要分布在评价区的森林林缘的居民区以及农田中。

表 4.2.3-4　评价区内自治区级重点保护野生动物

中文名、拉丁名	生境描述	区系类型	居留型	数量级	濒危级别	保护级别	分布
1. 黑眶蟾蜍 *Duttaphrynusmelanostictus*	陆栖生活，常活动在草丛、石堆、耕地、水塘边及住宅附近。	东洋种		++	LC	自治区级	主要分布在海拔较低的山沟、河流、水库、池塘附近的草甸等区域
2. 沼水蛙 *Hylaranaguentheri*	多栖息于稻田、池塘或水坑内，常隐蔽在水生植物丛间、土洞或杂草丛中。	东洋种		++	LC	自治区级	
3. 泽陆蛙 *Fejervaryamultistriata*	栖息于水田及其附近的田野。	东洋种		+++	LC	自治区级	
4. 棘胸蛙 *Quasipaa spinosa*	栖息于山溪回水坑或水塘内石下。	东洋种		+++	VU	自治区级	
5. 棘蝮蛙 *Paaboulengeri*	生活于山区的流溪或其附近的水塘中。	东洋种		++	VU	自治区级	
6. 百花晨蛇 *Orthriophismoellendorffi*	生活在海拔50-300m 的山区。	东洋种		+	EN	自治区级	主要分布在评价范围内居民区附近及在水源附近的林地、灌丛、灌草丛中
7. 三索蛇 *Coelognathus radiatus*	常见于田野、山坡、草丛、石堆、路边、池塘边。	东洋种		+	EN	自治区级	
8. 滑鼠蛇 *Ptyas mucosus*	生活于平原、丘陵及山区，白天活动，常见于水域附近。	东洋种		+	EN	自治区级	
9. 乌梢蛇 *Zaocys dhumnades*	生活于300～1600米的平原、丘陵和山区，常见于田野、林下、河岸旁、溪边、灌丛、草地、民宅等处。	东洋种		+++	VU	自治区级	

表 4.2.3-4(续)

中文名、拉丁名	生境描述	区系类型	居留型	数量级	濒危级别	保护级别	分布
10. 舟山眼镜蛇 *Najaatra*	常见于矮树林、灌丛、竹林、稻田、坟堆、农田、水边、溪沟、鱼塘边和山道旁的草丛中。	东洋种		+	VU	自治区级	主要分布在评价范围内居民区附近及在水源附近的林地、灌丛、灌草丛中
11. 银环蛇 *Bungarusmulticinctus*	栖于稻田、草地近水处。晚间活动，常在凌晨被发现在路边的草丛中；白天多伏于坟堆或破旧的墙根洞穴中。	东洋种		++	EN	自治区级	
12. 环颈雉 *Phasianuscolchicus*	栖息于山区灌木丛、小竹簇、草丛、山谷草甸及林缘、近山耕地和苇塘内。	广布种	留鸟	+	LC	自治区级	主要分布在评价区的阔叶林、针叶林、灌丛和灌草丛中
13. 灰胸竹鸡 *Bambusicolathoracicus*	栖息于山区、平原、灌丛、竹林以及草丛。	东洋种	留鸟	+++	LC	自治区级	
14. 四声杜鹃 *Cucolusmicropterus*	多栖息于高大森林中。	广布种	夏候鸟	++	LC	自治区级	
15. 八声杜鹃 *Cacomantismerulinus*	喜开阔林地、次生林及农耕区，包括城镇村庄。	东洋种	夏候鸟	+	LC	自治区级	
16. 大杜鹃 *Cuculuscanorus*	栖息于山地、丘陵和平原地带的森林中，农田和居民点附近高的乔木树上。	广布种	夏候鸟	++	LC	自治区级	
17. 乌鹃 *Surniculusdicruroides*	栖息于山地林缘、竹林、灌木和耕地。	东洋种	夏候鸟	+	LC	自治区级	
18. 董鸡 *Gallicrexcinerea*	栖于沼泽湿地、河流、湖泊等处。	东洋种	夏候鸟	+	LC	自治区级	主要分布在海拔较低的山沟、河流、水库、池塘附近的草甸等区域。
19. 白骨顶 *Fulicaatra*	栖息于低山丘陵和平原草地。	广布种	冬候鸟	+	LC	自治区级	
20. 凤头麦鸡 *Vanellusvanellus*	栖息于河、湖岸边，沼泽湿地等。	古北种	冬候鸟	++	LC	自治区级	
21. 丘鹬 *Scolopaxrusticola*	主要栖息活动于山区林间。	广布种	冬候鸟	+	LC	自治区级	
22. 池鹭 *Ardeolabacchus*	栖息于沼泽、稻田、蒲塘等地。	东洋种	夏候鸟	+	LC	自治区级	
23. 绿鹭 *Butoridesstriata*	栖息于山区沟谷、河流、湖泊、水库林缘与灌木草丛中。	东洋种	夏候鸟	+	LC	自治区级	
24. 苍鹭 *Ardeacinerea*	栖息于江河、溪流、湖泊、水塘、海岸等水域岸边及其浅水处。	广布种	留鸟	+	LC	自治区级	

表 4.2.3-4(续)

中文名、拉丁名	生境描述	区系类型	居留型	数量级	濒危级别	保护级别	分布
25. 戴胜 *Upupa epops*	栖息于开阔地带，以农田为主。	广布种	留鸟	+	LC	自治区级	主要分布在评价区的阔叶林、针叶林、灌丛和灌草丛中
26. 蓝翡翠 *Halcyon pileata*	栖息于山地林地及平原等水域岸边。	东洋种	夏候鸟	+	LC	自治区级	
27. 三宝鸟 *Eurystomusorientalis*	栖息于开阔林地，停歇于树顶。	东洋种	夏候鸟	+	LC	自治区级	
28. 星头啄木鸟 *Dendrocoposcanicapillus*	栖息于各类林地，常单独或成对活动。	东洋种	留鸟	+	LC	自治区级	
29. 黑枕黄鹂 *Orioluschinensis*	栖息于低山丘陵和山脚平原地带的次生阔叶林、混交林。	广布种	夏候鸟	++	LC	自治区级	
30. 黑卷尾 *Dicrurusmacrocercus*	栖息于开阔山地林缘、平原近溪处，也见于农田、村落附近的乔木枝上。	广布种	夏候鸟	++	LC	自治区级	
31. 发冠卷尾 *Dicrurushottentottus*	栖息于海拔1500米以下的低山丘陵和山脚沟谷地带。	东洋种	夏候鸟	+	LC	自治区级	
32. 寿带 *Terpsiphoneincel*	栖息于低山丘陵和山脚平原地带的阔叶林、次生林、林缘疏林、竹林。	东洋种	夏候鸟	+	NT	自治区级	
33. 棕背伯劳 *Laniusschach*	栖息于山地乔木林，常单独站立于树梢、木桩、电线杆顶端或电线上。	东洋种	留鸟	+	LC	自治区级	
34. 栗背伯劳 *Laniuscollurioides*	栖息于山地乔木及灌丛地带，也常停立在枝头、村寨附近的篱笆或电线上。	东洋种	留鸟	+	NT	自治区级	
35. 红嘴蓝鹊 *Urocissaerythrorhynchus*	栖于阔叶林及果园附近。	东洋种	留鸟	++	LC	自治区级	
36. 大嘴乌鸦 *Corvusmacrorhynchos*	多在树上或地上栖息，也栖于电柱上和屋脊上。	广布种	留鸟	+	LC	自治区级	
37. 松鸦 *Garrulus glandarius*	栖息在针叶林、针阔叶混交林、阔叶林等森林中。	广布种	留鸟	+	LC	自治区级	
38. 大山雀 *Parus major*	多栖息山地林区，越冬移至平原地区林间。	广布种	留鸟	++	LC	自治区级	
39. 白头鹎 *Pycnonotussinensis*	栖于平原至丘陵的竹林灌丛及疏林地带。	东洋种	留鸟	+++	LC	自治区级	
40. 绿翅短脚鹎 *Hypsipetesmcclellandii*	栖息于次生阔叶林、常绿阔叶林、针阔叶混交林和针叶林。	东洋种	留鸟	++	LC	自治区级	
41. 红耳鹎 *Pycnonotusjocosus*	栖息于低山、丘陵地带的雨林、季雨林及常绿阔叶林。	东洋种	留鸟	+	LC	自治区级	

表 4.2.3-4(续)

中文名、拉丁名	生境描述	区系类型	居留型	数量级	濒危级别	保护级别	分布
42. 白喉红臀鹎 *Pycnonotusaurigaster*	喜开阔林地或有矮丛的栖息环境、林缘、次生植被、公园及林园。	东洋种	留鸟	+	LC	自治区级	主要分布在评价区的阔叶林、针叶林、灌丛和灌草丛中
43. 黄眉柳莺 *Phylloscopusinornatus*	栖息于海拔几米至4000米高原、山地和平原地带的森林中。	广布种	旅鸟	++	LC	自治区级	
44. 黄腰柳莺 *Phylloscopusproregulus*	栖息于阔叶林、次生林、果园等生境。	古北种	冬候鸟	+	LC	自治区级	
45. 白颊噪鹛 *Garrulaxsannio*	栖息于平原和山丘。	东洋种	留鸟	++	LC	自治区级	
46. 黑脸噪鹛 *Garrulaxperspicillatus*	结小群活动于灌丛、竹林、高草丛、农耕地、农家庭院及城镇公园。	东洋种	留鸟	+	LC	自治区级	
47. 棕颈钩嘴鹛 *Pomatorhinusruficollis*	常在灌丛树枝间穿梭跳动。	东洋种	留鸟	+	LC	自治区级	
48. 八哥 *Acridotherescristatellus*	栖息于平原村落、园田和山林边缘，竹林等处，常集群活动。	东洋种	留鸟	++	LC	自治区级	
49. 丝光椋鸟 *Sturnus sericeus*	常成群活动于山地或平原林缘。	东洋种	留鸟	+	LC	自治区级	
50. 乌鶇 *Turdusmandarinus*	栖息于平原草地或园圃间，筑巢于乔木的枝梢上。	广布种	留鸟	++	LC	自治区级	
51. 凤头鸊 *Melophuslathami*	栖息于低山丘陵、山脚平原等开阔地带。	东洋种	留鸟	+	LC	自治区级	
52. 黄鼬 *Mustela sibirica*	栖息环境极其广泛，常见于森林林缘、灌丛等地。	广布种		++	LC	自治区级	主要分布在评价区的森林林缘的居民区以及农田中
53. 鼬獾 *Melogalemoschata*	栖息于亚热带森林、草地和农业区。	东洋种		+	NT	自治区级	
54. 果子狸 *Pagumalarvata*	主要栖居于季雨林，常绿或落叶阔叶林，稀树灌丛或稀树裸岩地。	东洋种		++	NT	自治区级	
55. 赤腹松鼠 *Callosciuruserythraeus*	栖息于山区林地、阔叶林、针叶林中。	东洋种		++	LC	自治区级	
56. 中华竹鼠 *Rhizomyssinensis*	多分布于竹林。	东洋种		+	LC	自治区级	
57. 华南兔 *Lepus sinensis*	分布在山区草丛，穴居，主食草及作物。	东洋种		+	LC	自治区级	

c) 濒危动物

根据《中国生物多样性红色名录》，评价区易危以上的物种有 15 种，其中濒危(EN)物种 8 种，易危(VU)物种 7 种，部分国家级保护动物详见 4.2.3-3，部分自治区级保护动物详见 4.2.3-4，其它的濒危保护物种详见 4.2.3-5。

表 4.2.3-5　评价区内濒危保护野生动物

中文名、拉丁名	生境描述	区系类型	居留型	数量级	濒危级别	分布
1. 双团棘胸蛙 *Gynandropaayunnanensis*	常栖息于水沟或山间溪流内。	东洋种		++	EN	主要分布在海拔较低的山沟、河流、水库、池塘附近的草甸等区域
2. 中华鳖 *Pelodiscussinensis*	生活在江河、湖沼、池塘、水库等水流平缓、鱼虾繁生的淡水水域。	广布种		+	EN	主要分布在海拔较低的山沟、河流、水库、池塘附近的草甸等区域
3. 王锦蛇 *Elaphe carinata*	生活于平原、丘陵和山地。垂直分布范围：300～2300米。	东洋种		+	EN	主要分布在评价区的阔叶林、针叶林、灌丛和灌草丛中
4. 玉斑锦蛇 *Elaphe mandarina*	生活于平原、山区、林地，亦常见于民宅附近、沟边或山地草丛中。	东洋种		+	VU	主要分布在评价区的阔叶林、针叶林、灌丛和灌草丛中
5. 黑眉晨蛇 *Orthriophistaeniurus*	生活于低海拔的平原、丘陵、山地等处，喜活动于林地、农田、草地、灌丛、坟地、河边及住宅区附近。	广布种		+++	VU	主要分布在评价区的阔叶林、针叶林、灌丛和灌草丛中
6. 灰鼠蛇 *Ptyas korros*	常见于草丛、灌丛、草坡、稻田边、河沟边、道旁石堆等处。	东洋种		+	VU	主要分布在评价区的阔叶林、针叶林、灌丛和灌草丛中

4.2.4　水生生物现状

调查人员在 2020 年 8 月、2021 年 5 月、2022 年 9 月对评价区浮游植物、浮游动物、底栖动物及水生维管束植物的调查中，设立了 4 个采样点(表 4.2.4-1)，分别为龙滩坝下 1km 处、龙滩坝下 10km 处、天峨大桥、天峨二桥采样点。

调查方法按照《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》，并参考《内陆水域渔业自然资源调查手册》进行采样和检测。鱼类资源调查以雇佣渔民捕捞和收集库区渔民渔获物的方式进行。为确保渔获物的单位捕捞努力量一致，每期采样 7d，每天作业 12h，调查中使用的渔具包括定置刺网(网目 4～10cm，网长 100m，网高 1.5m)、单层拖网(网目 9～10cm，直径 10m，网高 5.5m)、地笼(网目 2cm，笼长 5m，网高 0.4m)，以捕获多种生态类型鱼类。采集到的标本进行现场鉴定，测量每尾鱼的全长(mm)、体长(mm)和体重(g)等基础生物学数据并及时放回捕捞水域。种类鉴定参照《珠江鱼类志》、《中国南方淡水鱼类原色图鉴》和《中国动物志》等。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)中要求参照的《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》的调查要求，“渔获物统计所观测水体的小区内各类渔具、渔法所捕捞的渔获物中的所有种类”。“渔获物的取样数量需能反映渔获物的现实状况。当渔船数量较多时，可根据各种渔具的渔船数量按比例进行取样；当渔船数量较少时，应对所有渔船的渔获物进行统计分析”。鱼类资源调查采样现场调查结合渔民渔获物统计的方式进行，符合以上调查规范的要求。

水生生物调查采用现场调查法，调查方法按照《淡水浮游生物调查技术规范》(SC/T 9402-2010)执行。

表 4.2.4-1　现场调查采样点信息表

序号	名称	位置	采样点现场照片
1	龙滩坝下 1km 处	107°3′16.56″, 25°1′27.16″	
2	龙滩坝下 10km 处	107°8′39.53″, 24°59′10.78″	

表 4.2.4-1(续)

序号	名称	位置	采样点现场照片
3	天峨大桥	107°10′29.45″, 24°59′32.14″	
4	天峨二桥	107°11′10.63″, 24°58′30.10″	

4.2.4.1 浮游植物

a) 种类组成

现场采样共检出浮游植物 5 门 70 种(属)，其中硅藻门种类最多，为 42 种(属)，占 60%；绿藻门 16 种(属)，占 22.86%；蓝藻门 8 种(属)，占 11.43%；甲藻门有 3 种(属)，占 4.29%；裸藻门 1 种(属)，占 1.43%。

评价区域水体的藻类以硅藻占优势。各采样点常见的藻类有硅藻门的颗粒直链藻(*Melosira granulata*)、矮小辐节藻(*Stauroneis pygmaea*)、尖针杆藻(*Synedra acus*)、中间异极藻(*Gomphonema intricatum*)，绿藻门的盘星藻(*Pediastrum* sp.)，蓝藻门的色球藻(*Chroococcus* sp.)。

b) 密度和生物量

评价区水体中浮游植物的平均生物量为 0.505mg/L，同样以硅藻门占绝对优势，硅藻的平均生物量为 0.468mg/L，绿藻的为 0.022mg/L，蓝藻的为 0.015mg/L，裸藻门和甲藻门的平均生物量为 0.001mg/L。

表 4.2.4-2　评价区浮游植物密度(×10^{4}ind./L)和生物量(mg/L)

种　　类		1	2	3	4	平均值
硅藻门	密度	10.32	10.51	10.42	10.87	10.53
	生物量	0.451	0.472	0.461	0.486	0.468
绿藻门	密度	0.48	0.43	0.41	0.38	0.43
	生物量	0.028	0.024	0.018	0.018	0.022
蓝藻门	密度	0.26	0.24	0.3	0.27	0.27
	生物量	0.013	0.013	0.019	0.015	0.015
其它	密度	0	0	0.03	0.03	0.02
	生物量	0	0	0.001	0.001	0.001
总计	密度	11.06	11.18	11.16	11.55	11.24
	生物量	0.492	0.509	0.499	0.52	0.505

4.2.4.2　浮游动物

a) 种类组成

评价区水体共有浮游动物 63 种(属)，其中原生动物 26 种，占浮游动物种类的 41.27%；轮虫 26 种，占 41.27%；枝角类 6 种，占 9.52%；桡足类 5 种，占 7.94%。

浮游动物优势种为普通表壳虫(*Arcella vulgaris*)、旋匣壳虫(*Centropyxis aerophila*)、长三肢轮虫(*Filinia longiseta*)、方形臂尾轮虫(*Brachionus quadridentatus*)、长足轮虫(*Rotaria neptunia*)。

b) 密度和生物量

评价区水体浮游动物的平均密度为 691ind/L，平均生物量为 0.14mg/L；其中原生动物密度为 543ind/L，生物量 0.02mg/L；轮虫密度为 117ind/L，生物量为 0.03mg/L；枝角类密度为 16ind/L，生物量 0.05mg/L 桡足类密度为 15ind/L，生物量 0.04mg/L；浮游动物的密度及生物量见表 4.2.4-3。

表 4.2.4-3　评价区浮游动物密度(ind./L)和生物量(mg/L)

种类	现存量	1	2	3	4	平均值
原生动物	密度	548	627	469	528	543
	生物量	0.018	0.022	0.015	0.017	0.02
轮虫	密度	86	128	98	156	117
	生物量	0.023	0.036	0.025	0.041	0.03
枝角类	密度	8	16	18	23	16
	生物量	0.024	0.048	0.054	0.069	0.05
桡足类	密度	6	15	16	21	15
	生物量	0.018	0.045	0.048	0.063	0.04
平均值	密度	648	786	601	728	691
	生物量	0.083	0.151	0.142	0.19	0.14

4.2.4.3　底栖动物

a) 种类组成

评价区水体共有底栖动物 9 种(属)，其中节肢动物 4 种，占底栖动物种类的 44.44%；软体动物 3 种，占 33.33%；环节动物 2 种，占 22.22%，底栖动物名录见专题报告附录 3-3。底栖动物优势种为春蜓科(*Gomphidae* sp.)、摇蚊属(*Chironomus* sp.)。

b) 密度和生物量

评价区水体底栖动物的平均密度为 7.5ind./m^2，平均生物量为 1.33g/m^2；其中环节动物密度为 2.25ind./m^2，生物量 0.12g/m^2；软体动物密度为 0.75ind./m^2，生物量为 0.86g/m^2；节肢动物密度 4.50ind./m^2，生物量 0.35g/m^2；底栖动物的密度及生物量见表 4.2.4-4。

表 4.2.4-4　评价区底栖动物密度(ind./m^2)和生物量(g/m^2)

种类		1	2	3	4	平均
环节动物	密度	2	1	3	3	2.25
	生物量	0.12	0.06	0.12	0.16	0.12
软体动物	密度	0	0	2	1	0.75
	生物量	0	0	2.4	1.03	0.86

表 4.2.4-4(续)

种类		1	2	3	4	平均
节肢动物	密度	5	4	3	6	4.50
	生物量	0.26	0.35	0.23	0.57	0.35
总计	密度	7	5	8	10	7.50
	生物量	0.38	0.41	2.75	1.76	1.33

4.2.4.4　水生维管束植物

由于龙滩坝下河中基质多为砾石及沙石，水流较快，导致评价区水生维管植物群落生物量很低，物种多样性及物种丰度均较低。现场调查显示，天峨大桥至天峨二桥浅水区零星分布有水蓼、轮叶黑藻、菹草、金鱼藻等水生维管束植物。

4.2.4.5　鱼类资源

a) 种类组成

《贵州鱼类志》(1984)记载包括部分评价区段在内贵州境内的南、北盘江及红水河有鱼类 64 种，《珠江鱼类志》(1989)的记载含评价区段南、北盘江及红水河分布鱼类 67 种，《云南鱼类志》(1990)记载云南南盘江水系分布鱼类 125 种，《广西淡水鱼类志》(第二版)(2006)记载包括部分评价区段广西境内红水河有鱼类 160 种。水工程生态研究所前身水库渔业研究所 1987 年在龙滩库区调查到鱼类 72 种，分属 4 目 14 科 54 属。

2006 年 10 月大坝蓄水前，广西水产研究所在南盘江平班电站至天峨龙滩大坝以上库区调查并结合有关材料核定该河段有鱼类 95 种或亚种，分属 5 目 18 科 73 属。

水利部中国科学院水工程生态研究所于 2009 年 6 月和 11 月在贵州及广西境内龙滩库区及坝下进行了鱼类资源调查，根据采集到种类及走访调查结果，龙滩水库库区及坝下共有鱼类 90 种，分属 7 目、18 科、69 属。其中坝下共采集和调查到鱼类 69 种，分属 6 目、16 科、56 属。

2015 年 5 月，我公司及华中师范大学调查人员在南盘江段的八渡镇、北盘江段的乐元镇、干流库区的红水河镇、支流蒙江的罗甸县城、支流布柳河的向阳镇、龙滩坝下的天峨县城等地。调查的方式以雇佣渔民捕捞和收集库区渔民渔获物的方式

进行。共调查到鱼类 72 种。

根据龙滩水电站坝下各阶段鱼类历史调查结果统计出龙滩水电站坝下有鱼类 7 目、17 科、70 种。此河段属岩滩水库库尾，种类以流水底栖鱼类为主，多为鲃亚科和野鲮亚科种类，渔获物中常见种类有四须盘鮈、多线盘鮈、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、斑鳠、暗色唇鲮及外来种露丝塔野鲮，还有数量较多的小型鱼类壮体沙鳅、南方拟鲿、鲿、马口鱼、麦穗鱼等。

b) 鱼类区系组成及特点

评价区鱼类主要由 3 个区系复合体构成，即：

1) 中国平原区系复合体：评价区有草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)、鲿(*Hemiculter leucisculus*)、鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙(*Aristichthys nobilis*)、蛇鮈(*Saurogobio dabryi*)等为代表种类。这类鱼的特点：很大部份产漂流性鱼卵，一部分鱼虽产粘性卵但粘性不大，卵产出后附着在物体上，不久即脱离，顺水漂流并发育；该复合体的鱼类都对水位变动敏感，许多种类在水位升高时从湖泊进入江河产卵，幼鱼和产过卵的亲鱼入湖泊育肥。在北方，当秋季水位下降时，鱼类又回到江河中越冬；它们中不少种类食物单纯，如草鱼食草，青鱼食贝类，生长迅速。一般比鲤、鲫适应较高的温度。

2) 南方平原区系复合体：评价区有月鳢(*Channa asiatica*)、中华沙塘鳢(*Odontobutis sinensis*)、黄鳝(*Monopterus albus*)、大刺鳅(*Mastacembelus armatus*)。这类鱼常具拟草色，身上花纹较多，有些种类具棘和吸取游离氧的副呼吸器官，如鳢的鳃上器，黄鳝的口腔表皮等。此类鱼喜暖水，在北方选择温度最高的盛夏繁殖，多能保护鱼卵和幼鱼，分布在东亚，愈往低纬度地带种类愈多。分布除东南亚外，印度也有一些种类。说明此类鱼适合在炎热气候、多水草易缺氧的浅水湖泊池沼中生活。

3) 晚第三纪早期区系复合体：评价区有泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)、鲇(*Silurus asotus*)等。该动物区系复合体被分割成若干不连续的区域，有的种类并存于欧亚，但在西伯利亚已绝迹，故这些鱼类被看作残遗种类。它们共同特征是视觉不发达，嗅觉发达，以底栖动物为食者较多，适应于当时浑浊的水中生活。

c) 食性类型

根据评价区成鱼的摄食对象，可以将评价区鱼类划分为 3 类：

1) 植食性鱼类包括以维管植物为食的草鱼和以周丛植物为食的鲴亚科鱼类等。

2) 肉食性鱼类包括以鱼类为主要捕食对象的鲇、乌鳢等及以底栖动物、底栖动物为食的青鱼等。

3) 杂食性鱼类该类鱼食谱广，包括小型动物、植物及其碎屑，其食性在不同环境水体和不同季节有明显变化。包括鲤(*Cyprinus carpio*)、鲫(*Carassius auratus*)、泥鳅、美丽小条鳅(*Traccatichthys pulcher*)、鲿等。

d) 产卵类型

调查水域分布鱼类依繁殖习性可分为 4 个类群。

1) 产粘沉性卵类群

本水域鱼类绝大多数鱼类为产粘沉性卵类群。

这一类群包括鲇形目的瓦氏黄颡鱼、鲇等。鲤科的宽鳍鱲、马口鱼、鲤、鲫等。鳅科的泥鳅等。其产卵季节多为春夏间，也有部分种类晚至秋季，且对产卵水域流态底质有不同的适应性，多数种类都需要一定的流水刺激。产出的卵或粘附于石砾、水草发育，或落于石缝间在激流冲击下发育。

少数鱼类产卵时不需要水流刺激，可在静缓流水环境下繁殖，产粘性卵，其卵有的黏附于水草发育，如鲤、鲫、泥鳅等；有的黏附于砾石，如鲇等。

2) 产漂流性卵类群

产漂流性卵鱼类，产卵需要湍急的水流条件，通常在汛期洪峰发生后产卵。这一类鱼卵比重略大于水，但产出后卵膜吸水膨胀，在水流的外力作用下，鱼卵悬浮在水层中顺水漂流。孵化出的早期仔鱼，仍然要顺水漂流，待身体发育到具备较强的溯游能力后，才能游到浅水或缓流处停歇。这类鱼有鲢、鳙、草鱼等。

3) 产浮性卵类群

乌鳢、大眼鳜、斑鳜等鱼类的卵具油球，在水中漂浮发育。

4) 特异性产卵类群

高体鳑鲏多产卵于蚌类的鳃瓣中发育。

e) 栖息类型

根据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 2 个类群。

1) 流水类群

此类群主要或完全生活在江河流水环境中，体长形，略侧扁，游泳能力强，适应于流水生活。它们或以水底砾石等物体表面附着藻类为食，或以有机碎屑为食，或以底栖无脊椎动物为食，或以软体动物为食，或主要以水草为食，或主要以鱼虾类为食，甚或为杂食性；或以浮游动植物为食。该类群有宽鳍鱲、马口鱼、草鱼、鳙、鲢、蛇鮈等。

2) 静缓流类群

2020 年 8 月，调查人员在红水河天峨县段采用收集渔民渔获物的形式开展了鱼类调查。当地渔民多使用铁制渔船结合四指流刺网捕鱼，少量渔民使用地笼网进行捕鱼，共调查到鱼类 13 种。

f) 鱼类资源现场调查

2021 年 4 月，调查人员在龙滩坝下天峨县通过现场捕捞方式进行鱼类资源调查，捕捞方式为流刺网和地笼，共调查到鱼类 10 种。2022 年 7 月，调查人员在龙滩坝下天峨县通过雇佣渔民捕捞方式进行鱼类资源调查，捕捞方式为流刺网和地笼，分别调查到鱼类 17 种。2024 年 7 月，调查人员在龙滩坝下 2km 范围内调查到鱼类 23 种，共计 426 尾，重量共 62447.3g。渔获物以四须盘鮈、鲴、东方墨头鱼、尼罗罗非鱼、贝氏鲴、黄颡鱼、银飘鱼为主。2024 年 12 月，调查人员在龙滩坝下天峨县通过雇佣渔民捕捞方式进行鱼类资源调查，捕捞方式为流刺网和地笼，调查到鱼类 22 种。

龙滩坝下渔获物的调查结果在不同年份呈现出明显的变化。优势种群随年份更替而变化，四须盘鮈在多个年份中均有突出表现，而鳙和尼罗罗非鱼则分别在 2024 年 7 月和 11 月以绝对的重量优势成为焦点。鱼类种类数量也有波动，2024 年种类相对更丰富。这些变化可能与季节变化、鱼类的繁殖迁徙、水域环境等多种因素相关。总体变化趋势表现在：四须盘鮈数、鲴量优势显著，在各个期间调查中在坝下均为优势物种；尼罗罗非鱼是重要的入侵种威胁，其 2024 年 11 月重量占比达 27.13%（2520g），成为重量主导种之一；鲢、鳙等洄游鱼类数量少，且可能为人工增殖放流个体；尼罗罗非鱼、子陵吻鰕虎鱼等耐污种占比逐年上升，白甲鱼、虹彩光唇鱼等清水种数量稀少。

表 4.2.4-5　2024 年 7 月龙滩坝下 2km 范围现场调查渔获物统计表

种类	数量	重量	数量比	重量比
	（尾）	（g）	（%）	（%）
1. 四须盘鮈	202	4426.1	47.42%	7.09%
2. 鱎	54	733.5	12.68%	1.17%
3. 东方墨头鱼	28	2542.7	6.57%	4.07%
4. 尼罗罗非鱼	26	2375.8	6.10%	3.80%
5. 贝氏鱎	21	847.3	4.93%	1.36%
6. 黄颡鱼	20	2580.1	4.69%	4.13%
7. 银飘鱼	15	1120.3	3.52%	1.79%
8. 赤眼鳟	8	4061.5	1.88%	6.50%
9. 虹彩光唇鱼	7	1178.5	1.64%	1.89%
10. 壮体沙鳅	7	92.7	1.64%	0.15%
11. 白甲鱼	6	6018.2	1.41%	9.64%
12. 翘嘴鲌	6	4227.5	1.41%	6.77%
13. 马口鱼	5	216.3	1.17%	0.35%
14. 大眼鳜	4	1611.7	0.94%	2.58%
15. 鳙	3	20598	0.70%	32.98%
16. 唇鲹	3	269.9	0.70%	0.43%
17. 鲢	2	5871.7	0.47%	9.40%
18. 鲤	2	1627	0.47%	2.61%
19. 花身副丽鱼	2	153.1	0.47%	0.25%
20. 南方鲇	2	130.3	0.47%	0.21%
21. 鲮	1	963.8	0.23%	1.54%
22. 唇鲮	1	59.3	0.23%	0.09%
23. 斑鳜	1	742	0.23%	1.19%
合计	426	62447.3	1	1

表 4.2.4-6　2024 年 11 月龙滩坝下天峨县段现场调查渔获物统计表

种类	数量	数量比	重量	重量比
	(尾)	(%)	(g)	(%)
1. 四须盘鮈	39	16.05%	507	5.46%
2. 棒花鱼	34	13.99%	306	3.29%
3. 尼罗罗非鱼	24	9.88%	2520	27.13%
4. 鯝	23	9.47%	828	8.92%
5. 高体鳑鲏	23	9.47%	92	0.99%
6. 中华鳑鲏	15	6.17%	45	0.48%
7. 黄颡鱼	13	5.35%	1248	13.44%
8. 子陵吻鰕虎鱼	13	5.35%	91	0.98%
9. 大鳍鳓	13	5.35%	78	0.84%
10. 泥鳅	8	3.29%	136	1.46%
11. 马口鱼	7	2.88%	147	1.58%
12. 鲤	5	2.06%	580	6.25%
13. 翘嘴鲌	5	2.06%	565	6.08%
14. 壮体沙鳅	5	2.06%	315	3.39%
15. 月鳢	3	1.23%	489	5.27%
16. 赤眼鳟	3	1.23%	396	4.26%
17. 花身副丽鱼	3	1.23%	189	2.04%
18. 唇鲹	3	1.23%	279	3.00%
19. 鲇	1	0.41%	183	1.97%
20. 麦瑞加拉鲮	1	0.41%	106	1.14%
21. 虹彩光唇鱼	1	0.41%	109	1.17%
22. 白甲鱼	1	0.41%	78	0.84%
合计	243	100.00%	9287	100.00%

表 4.2.4-7　2020 年 8 月现场调查渔获物统计表

种类	数量	重量	数量比	重量比
1.　四须盘鮈	41	396	29.93%	24.09%
2.　鲿	26	338	18.98%	20.56%
3.　子陵吻鰕虎鱼	24	120	17.52%	7.30%
4.　麦穗鱼	9	54	6.57%	3.28%
5.　长鳍光唇鱼	7	161	5.11%	9.79%
6.　马口鱼	7	112	5.11%	6.81%
7.　东方墨头鱼	7	119	5.11%	7.24%
8.　南方拟鲿	4	44	2.92%	2.68%
9.　尼罗罗非鱼	4	84	2.92%	5.11%
10.　卷口鱼	3	75	2.19%	4.56%
11.　壮体沙鳅	2	36	1.46%	2.19%
12.　斑鳠	2	86	1.46%	5.23%
13.　暗色唇鲮	1	19	0.73%	1.16%
合计	137	1644	100.00%	100.00%

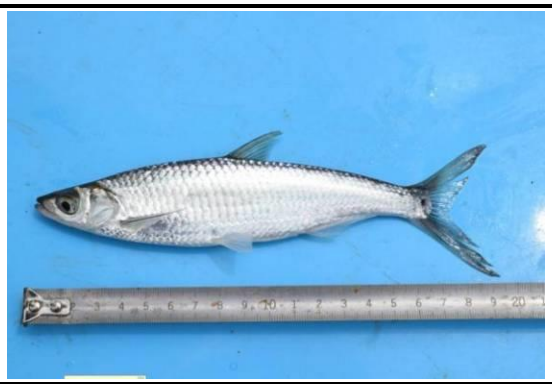
表 4.2.4-8　2021 年 4 月坝下天峨县段现场调查渔获物统计表

种类	数量/尾	重量/g	数量比	重量比
1.　巴马拟缨鱼	10	494.1	41.67%	27.34%
2.　鲿	3	181.2	12.50%	10.03%
3.　卷口鱼	3	128.7	12.50%	7.12%
4.　鲮	2	111.3	8.33%	6.16%
5.　瓦氏黄颡鱼	1	442.7	4.17%	24.50%
6.　四须盘鮈	1	37.4	4.17%	2.07%
7.　大眼近红鲌	1	90	4.17%	4.98%
8.　翘嘴鲌	1	95.4	4.17%	5.28%
9.　鲇	1	60.4	4.17%	3.34%
10.　赤眼鳟	1	165.80	4.17%	9.18%

2022 年 7 月，调查人员在红水河天峨县段采用流刺网和地笼网开展了鱼类资源补充调查，现场调查到鱼类 17 种，渔获物以高体鳑鲏、鲴、四须盘鮈、棒花鱼、黄颡鱼等小型鱼类为主。此外，还调查到麦瑞加拉鲮、加州鲈等外来物种。

表 4.2.4-9　2022 年 7 月现场调查渔获物统计表

种类	数量 尾	重量 g	数量比	重量比
1. 高体鳑鲏	82	287	36.44%	4.76%
2. 鲴	43	215	19.11%	3.56%
3. 四须盘鮈	37	1961	16.44%	32.50%
4. 棒花鱼	28	225	12.44%	3.73%
5. 黄颡鱼	12	1032	5.33%	17.10%
6. 月鳢	6	810	2.67%	13.42%
7. 黄鳝	3	207	1.33%	3.43%
8. 鲢	3	693	1.33%	11.49%
9. 麦瑞加拉鲮	2	110	0.89%	1.82%
10. 草鱼	2	306	0.89%	5.07%
11. 兴凯鱊	1	2	0.44%	0.03%
12. 中华鳑鲏	1	3.2	0.44%	0.05%
13. 马口鱼	1	27	0.44%	0.45%
14. 赤眼鳟	1	36.3	0.44%	0.60%
15. 鲇	1	34.1	0.44%	0.57%
16. 鲇	1	36	0.44%	0.60%
17. 加州鲈	1	49	0.44%	0.81%
合计	225	6033.6	100.00%	100.00%

	
卷口鱼	鯊
	
壮体沙鳅	尼罗罗非鱼

g) 重要物种

评价区的鱼类中，有国家二级保护鱼类花鳗鲡、斑鳢。广西壮族自治区重点保护鱼类唇鲮、巨修仁鮈。被列入《中国生物多样性红色名录》的日本鳗鲡(濒危)、暗色唇鲮(易危)、长鳍光唇鱼(易危)。

花鳗鲡是鳗鲡目鳗鲡科鳗鲡属鱼类。性情凶猛，体壮而有力。白昼隐伏于洞穴及石隙中，夜间外出活动。肉食性，常以小鱼、虾、蟹、贝类、水生昆虫和沙蚕等为食。成年后，在秋季由江河的淡水区域逐渐向下游聚集，过河口后入海，在长途迁移途中逐渐性成熟，第二年夏季返回产卵场产卵后即死亡。目前红水河内花鳗鲡、鳗鲡等长距离洄游性鱼类主要阻隔于桥巩坝下，2022 年龙滩水电站坝下有花鳗鲡误捕记录。

斑鳢栖息于江河的底层，以小型水生动物为食，如水生昆虫、小鱼、小虾等，也食少量的高等水生植物碎屑。每年 4-6 月繁殖，但在 6-8 月也发现有成熟个体。种群数量在评价区内趋于减少，但是在龙滩坝下天峨二桥附近仍有一定资源量。

唇鲮分布于中国珠江水系、元江水系，越南也有分布。唇鲮为江河的中下层鱼类，性喜生活于水质清亮、水流湍急的水域，越冬栖息于山溪有流水的岩洞中，常

顶流而上，喜居山溪有流水的岩洞中。每年 11 月至次年 3 月，唇鲮随地下水进入与泉水相通岩洞中越冬，刮食着生藻类和有机碎屑。在有流水的岩洞中产卵，卵附着于河底砾石上。在评价区内主要分布在库尾南盘江、支流布柳河和坝下。

巨修仁鮈属于钝头鮈科修仁鮈属，在红水河广西都安县、天峨段有分布。

日本鳗鲡在红水河原有分布，3-4 月溯河洄游，近年已很少见。暗色唇鲮喜栖于山区江河支流，生活于岩洞水底，以口部吸盘吸附河底的岩石上，以岩石上青苔、藻类、植物碎屑和泥中腐植质为食。长鳍光唇鱼栖息于江河中下层，主食着生藻类和水草。这两种鱼类种群数量在评价区内趋于减少，但是在龙滩坝下天峨二桥附近仍有一定资源量。

	
2020 年 8 月现场调查到的斑鳠	2020 年 8 月现场调查到的暗色唇鲮

4.2.4.6　鱼类三场

龙滩水电站坝下位于“龙滩大峡谷”内，坝下近岸岸边缺乏适宜鱼类产卵的砂石砾石河滩或丰富水生维管束植物附着基质，且龙滩水电站在满发典型日工况下，坝下内日水文情势会发生显著变化，坝下水位日内变幅高达 6.15m，鱼类繁殖期下泄水温也低于天然状态。因此，龙滩水电站近坝区域没有成规模鱼类产卵场分布。但是龙滩水电站坝下河道中的砾石、礁石是适宜鱼类栖息的“小生境”，能为鱼类提供复杂的水文条件和避险场所，丰富多样的小生境类型是孕育红水河水生生物多样性的重要条件。

a) 产卵场

1) 粘砾石鱼类产卵场

评价区内黄颡鱼、白甲鱼等鱼类产卵一般对所需环境条件要求不高。一般的砂、砾石底质，水流较缓但能保持一定流速的河滩均适宜其产卵。虽然进入产卵场前有短距离逆水洄游的习性，但其产卵活动对水位涨落、流速改变没有特别需要。

目前龙滩水电站库区水流速很低且没有能够保持一定流速的河滩，主库区内存在这种类型产卵场的概率很低，这种类型产卵场主要位于在北盘江库尾及上游流水河段、南盘江平班坝下至库尾、库区支流回水上游流水河段及坝下至六排流水河段等区域。

2021 年 4 月现场调查阶段，调查人员在龙滩坝下天峨二桥段进行了早期资源调查，并在天峨二桥段收集到了 5 粒四须盘鮈的卵。经现场调查和收集天峨县畜牧水产局历史调查成果，红水河天峨四桥附近有 1 处小规模产粘砾石性鱼类产卵场，自天峨四桥起至下游河段，长度约为 900m。主要产卵鱼类为四须盘鮈、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、斑鳢等。






天峨四桥段产卵场现状

2) 粘草基质鱼类产卵场

龙滩水电站所在河段部分鱼类产粘草基质卵，繁殖期在 4～6 月份，主要有鲤、鲫等。这些鱼类繁殖需要砾石、沙石底质和水草环境，鱼类产卵后，受精卵或入砾石缝中，或粘附沙砾上，或埋藏于沙砾中，或粘附于水生高等植物体上，在河水良好的溶氧环境中顺利孵化。

龙滩水电站建成营运后，随着河流自然生态环境的改变，水生生物及各种鱼类的生存环境也随之方式变化，原来固有的摄食场所、洄游通道、产卵场等一系列自然习性都受到了较大的影响，库区内原有的鱼类产卵场受龙滩水电站蓄水及支流水电开发影响，已基本被淹没。但是在主库区陆生植被较为丰富的消落区形成了很多新的粘草基质鱼类产卵场，这些产卵场在库区内零散分布。

龙滩坝下底质以砂石和砾石为主，岸边消落区较为明显，水生维管束植物匮乏，缺乏产粘草基质卵鱼类适宜的产卵生境，评价区没有成规模的粘草基质鱼类产卵场分布。

b) 索饵场

鲴属、鳢属、鲌属、鲇科、鲿科鱼类等以鱼类为食鱼类的索饵场，随其生活习性及摄食鱼群的分布而分布。鲤、鲫等杂食性鱼类索饵场的环境基本特征是水生植物丰富，缓流或静水，水深 0～0.5cm，其间有砾石、礁石、沙质岸边，这些区域易于躲避敌害，同时，这些地方小型饵料丰富，敌害生物少，有利于幼鱼的存活。成库后库区也成为鱼类重要的育幼场和静缓流鱼类的栖息地和索饵场，成库后鱼类索饵育幼场面积明显扩大，这些索饵场在龙滩水电站库湾、库权水生植物丰富处零散分布。坝下未发现成规模的鱼类索饵场分布。

c) 越冬场

龙滩水电站蓄水后，库区水位升高，流速减缓，水深增加，库区内已经成为了评价区鱼类适宜的越冬场。坝下鱼类主要在下游岩滩水电站库区越冬。

d) 洄游通道

红水河梯级开发后，河流的环境结构发生显著改变。龙滩和下游岩滩等电站大坝阻隔导致河流连通性受阻，阻隔洄游性鱼类的洄游通道。目前红水河内花鳗鲡、鳗鲡等长距离洄游性鱼类主要阻隔于桥巩坝下，评价区的鱼类以定居性和短距离洄游鱼类为主。

4.2.5 工程区生态环境现状

本工程主要施工项目包括：土石方开挖、基础处理、混凝土浇筑(含预制混凝土)、金属结构安装、机电设备安装等项目。为完成上述项目的施工需布置施工临建设施项目可分为临建公用设施与专用设施两部分，主要包括砂石加工系统、混凝土系统、综合加工厂、金属结构转运场、施工营地、中心仓库、变电站、水厂等项

目。具体布置如下：

1) 砂石加工系统：砂石系统布置在坝址右岸下游约 4.6km 处的麻村沟口，砂石系统加工的成品骨料通过自卸汽车运往混凝土生产系统。系统占地面积 3.8 万 m^2。

2) 混凝土系统：右岸混凝土系统布置于右岸坝线下游约 350m 处(直线距离)，占地面积 2.0 万 m^2。

3) 综合加工厂：包括钢筋加工厂、模板加工厂及混凝土预制厂。施工场地布置在红光区高低平台，低平台占地面积 1.3 万 m^2。高平台占地面积 2.0 万 m^2。

4) 金结拼装厂：本项目金属结构安装工程量较大，总安装工作量约 1.95 万 t，需布置较大的拼装转运场地，场地布置在那边沟区域 A 区，露天存放，场地高程 275.00m，占地面积约 1.4 万 m^2。

5) 机修厂、设备停放厂：现场布置适当规模的机械设备修理厂兼设备停放厂。统一布置在那边沟区域 B 区，占地约 2000m^2。

6) 中心仓库：位于那边沟 C 区，场地高程 295.00m，占地面积 0.8 万 m^2，建设库房约 2000m^2。

7) 施工营地：布置在那边沟 F、G 区，场地高程 303.00m、310.00m，占地面积约 2.21 万 m^2、1.11 万 m^2。业主营地布置在天峨县城。

其它场地如鱼类增殖站、水厂、施工变电站均利用前期相应场地，占地面积约 1 万 m^2。

各区域生态环境现状情况见表 4.2.5-1。

表 4.2.5-1　本工程典型区域生态环境现状表

序号	工程名称	位置	植物现状	陆生动物现状	现场照片
1	大坝右岸混凝土系统	N：25°1′11.83″，E：107°2′52.19″	工程区域植被类型以草地为主。常见植物有构、芒、鬼针草、盐肤木、葛等。	工程区域常见动物有中华蟾蜍、北草蜥、白头鹎、领雀嘴鹎、麻雀等。	
2	施工变电站	N：25°1′9.84″，E：107°3′21.39″	工程区域植被类型以林地为主，主要为次生林和人工林。常见植物有野桐、毛桐、鞍叶羊蹄甲、垂叶榕、山槐、麻栎、栓皮栎、构树大叶千斤拔、鬼针草、蟛蜞菊等。	工程区域常见动物有白头鹎、麻雀、北红尾鸲、金腰燕等。	

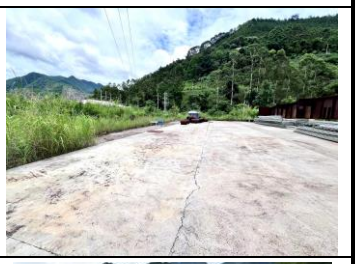
序号	工程名称	位置	植物现状	陆生动物现状	现场照片
3	鱼类增殖站	N：25° 1′ 12.22″，E：107° 2′ 20.19″	工程区域植被类型以草地为主。常见植物有狗牙根、鬼针草、葛、狗尾草等	工程区域常见动物有白头鹎、金腰燕、领雀嘴鹎、麻雀等。	
4	金结拼装厂	N：25°0′53.13″，E：107°4′11.14″	工程区域植被类型以林地为主，主要是次生林和人工林，常见植物有马尾松、杉木、桉树、构树、麻栎、白花鬼针草、芒萁、芒等。	工程区域常见动物有中华蟾蜍、麻雀、八哥、领雀嘴鹎、小家鼠等。	
5	中心仓库	N：25°0′48.73″，E：107°4′0.63″	工程区域植被类型以灌草丛和草丛为主，常见的植物有盐肤木、垂叶榕、芒萁、苎草、八角枫、菝葜、苎麻常春藤、类芦、狗牙根等。	工程区域常见动物有中华蟾蜍、麻雀、八哥、领雀嘴鹎、小家鼠等。	
6	龙滩沟弃渣场	N：25°0′44.46″，E：107°4′13.38″	弃渣场附近植被类型以林地为主，主要为次生林和人工林，常见的植物有马尾松、杉木、麻栎、栓皮栎、水茄、枇杷叶紫珠等，弃渣场植被类型以草丛为主，常见的植物有鬼针草、小蓬草、类芦、芒等。	工程区域常见动物有中华蟾蜍、北草蜥、白头鹎、领雀嘴鹎、麻雀、金腰燕等。	
7	水厂	N：25°0′28.50″，E：107°4′44.20″	工程区域植被类型以林地为主，主要是次生林和人工林，常见植物有桉树、垂叶榕、构树、麻栎、鞍叶羊蹄甲、飞扬草、鬼针草、芒萁、芒等。	工程区域常见动物有中华蟾蜍、麻雀、八哥、领雀嘴鹎、小家鼠等。	
8	砂石加工系统	N：25°0′11.35″，E：107°4′55.52″	工程区域植被类型以草本为主，常见的植物有芒、五节芒、类芦、节节草、狗尾草、葛等。	工程区域常见动物有中华蟾蜍、北草蜥、白头鹎、领雀嘴鹎、麻雀等。	
9	麻村石料厂	N：24°59′53.71″，E：107°4′52.35″	工程区域植被类型以林地为主，主要是次生林和人工林，常见植物有马尾松、杉木、桉树、构树、麻栎、白花鬼针草、芒萁、芒、葛等。	工程区域常见动物有中华蟾蜍、北草蜥、白头鹎、领雀嘴鹎、麻雀、金腰燕等。	

表 4.2.5-1(续)

序号	工程名称	位置	植物现状	陆生动物现状	现场照片
10	施工便道	N：25°1′18.97″，E：107°3′24.06″	工程区域植被类型以灌丛和草丛为主，常见的植物有大叶千斤拔、山黄麻、类芦、芒、葛、白饭树等。	工程区域常见动物有中华蟾蜍、北草蜥、白头鹎、领雀嘴鹎、麻雀、八哥、金腰燕等。	

4.2.6 生态敏感区

4.2.6.1 龙滩大峡谷国家森林公园

本工程评价范围内分布的生态敏感区有一个，为龙滩大峡谷国家森林公园。

a) 森林公园概况

龙滩大峡谷国家森林公园位于天峨县境内，2008 年国家林业局以林场许准〔2008〕23 号文批准设立龙滩大峡谷国家森林公园，总面积 4172.6hm^2。森林公园分东西片区，其中西部片区面积 3246.3hm^2，地处东经 107°04′48″—107°10′39″，北纬 24°56′15″—25°00′39″。西部片区四界范围：麻村东侧陡崖(跨河至)红水河北岸迎水一面坡山脊(沿山脊至)海拔 910.3m 山头(跨河至)上山公路的第一个转弯(沿山脊至)烂塘西海拔 315m 山腰(沿山脊至)草坪水泥厂西海拔 770.2 米山头(沿山脊至)陇扇东海拔 914m 山头(沿山脊至)峨里湖西侧公路边缘(向南至)天峨县六排镇与巴暮乡界(沿乡界至)陇岸东南海拔 1092.4m 山头(沿山脊至)高屯(沿山脊至)文山峒、上龙岩西侧山脊(沿山脊至)韦家洞东北海拔 1058m 山头(沿山脊至)海拔 1016m 山头(沿山脊至)红水河南岸迎水一面坡山脊(沿山脊至)麻村东侧陡崖。

东部片区，面积 926.3hm^2，地处东经 107°11′29″～107°16′06″，北纬 24°51′53″～24°57′32″。四界范围：沿红水河一线，西北以天峨县城东南的二桥下游为界，北以天峨至南丹的二级公路南缘为界，东以天峨与南丹县界为界，南以纳洞河上游的公路北缘和纳洞河下游迎水一面坡的山脊为界。

龙滩大峡谷国家森林公园范围不包括红水河干流水域范围。

1) 景观

龙滩大峡谷国家森林公园为典型的喀斯特岩溶地貌，以喀斯特峡谷景观、森林景观、水体景观为主要景观特色。森林公园地带性植被属中亚热带岩溶地貌常绿落叶阔叶混交林，森林植被保护完好。丰富的植物种类和岩溶地貌的有机结合，构成

了层次丰富、姿态万千的石山原始森林和原始次森林。

2) 动植物资源

据公园相关资料，在公园内分布有国家重点保护野生植物 11 种，其中国家一级保护植物掌叶木 1 种；国家二级保护植物有福建柏、任豆、喜树、金毛狗、樟、红椿、毛红椿、香果树、柄翅果等 10 种。有珍稀植物柄翅果、喜树、仪花(*Lysidice rhodostegia*)、田林细子龙(*Amesiodendron tienlinense*)、油杉(*Keteleeria fortunei*)、任豆、花榈木(*Ormosia henryi*)、金毛狗、桫椤(*Alsophila spinulosa*)等 19 种；珍稀植物钗子股(*Luisia morsei*)、长茎羊耳蒜(*Liparisviridiflora*)、束花石斛(*Dendrobium chrysanthum*)等兰科植物 74 种。

优越的森林生态系统，为各种野生动物的栖息、繁衍提供了良好环境。列入国家一级保护动物的有熊猴、黑叶猴、蟒、林麝、黑颈长尾雉等 5 种，列为国家二级保护动物的有猕猴、穿山甲、黑熊、大灵猫、小灵猫、斑林狸、凤头鹰、赤腹鹰、雀鹰、鸢、白腹隼雕、白尾鹞、鹊鹞、白鹇、原鸡、红腹锦鸡、红翅绿鸠、小鸦鹃、长尾阔嘴鸟、山瑞鳖、虎纹蛙等 21 种。公园内两栖类、鸟类动物比较常见，而爬行类动物较少见，哺乳类动物除猴类外均较罕见。

b) 位置关系

龙滩大峡谷国家森林公园位于龙滩水利枢纽坝址下游约 5km 处，距离本工程麻村砂石加工系统下游约 580m，本工程建设范围用地及影响范围不涉及龙滩大峡谷国家森林公园，工程与该森林公园的位置关系见附图 19。

4.2.6.2 广西龙滩自治区级自然保护区

a) 保护区概况

2003 年 11 月，广西壮族自治区人民政府下发了《广西壮族自治区人民政府办公厅关于将布柳河、穿洞河自然保护区合并调整并更名为广西龙滩自治区级自然保护区的通知》(“桂政办函〔2003〕162 号”)将布柳河、穿洞河自然保护区合并调整并更名为广西龙滩自治区级自然保护区。合并后的龙滩自治区级自然保护区位于天峨县境内，东起向阳镇周兆岭，西至坡结乡那怀坡，南起老鹏乡水坑山，北至坡结乡牛角坡，地跨天峨县的六排镇、八腊乡、老鹏乡、向阳镇、坡结乡等 6 个乡镇，总面积 42848hm^2，其中核心区 14106hm^2，缓冲区 16014hm^2，实验区 12728hm^2。

b) 主要保护对象

主要保护对象是水源涵养林和猕猴。水源涵养林分布于分水岭和河溪源头，猕猴主要分布在该保护区的布柳河及穿洞河片区的核心区。

c) 生物多样性

1) 珍稀动植物资源

龙滩自然保护区的国家重点保护野生植物有金毛狗、桫椤、樟树、柄翅果、花榈木、红豆树、任豆、喜树等；保护区内国家重点保护野生动物较多，国家I级保护动物有林麝、黑颈长尾雉、蟒蛇等，有国家II级保护动物有猕猴、穿山甲、水獭、大灵猫、小灵猫、斑林狸、苏门羚、黑冠鹃隼、凤头蜂鹰、鸢、凤头鹰、苍鹰、赤腹鹰、雀鹰、松雀鹰、普通鵟、白腹隼雕、白尾鹞、鹊鹞、蛇雕、燕隼、红隼、小隼、白鹇、原鸡、红腹锦鸡、褐翅鸦鹃、小雅鹃、草鸮、领角鸮、领鸺鹠、斑头鸺鹠、雕鸮、褐林鸮、长尾阔嘴鸟、仙八色鸫、山瑞鳖、虎纹蛙等。

2) 水生生物资源

红水河及其支流布柳河、穿洞河中的水生生物资源丰富。目前已知的水生生物有浮游植物 8 门 63 种；浮游动物 20 科 41 属 47 种；底栖动物 3 门 4 纲 15 种；水生维管束植物 7 科 10 种；鱼类 4 目 15 科 70 种。其中经济价值较大的鱼类有 30 多种，斑鳢(芝麻剑)、岩鲮、鳗鲡、倒刺鲃、琼华鲮等鱼类是红水河名优鱼类。

d) 位置关系

广西龙滩自治区级自然保护区位于龙滩水电站坝址上游约 1km 处，距离已建上游引航道约 280m。本工程建设用地及影响范围不涉及广西龙滩自治区级自然保护区，工程与该保护区的位置关系见附图 19。

4.2.7 生态环境质量现状

4.2.7.1 评价区土地利用现状

评价范围内土地利用现状调查是在现有资料基础上，运用景观法进行卫片解译，即以植被作为主导因素，结合土壤、地貌等因子进行综合分析对土地进行分类，将土地利用格局的拼块类型分为林地、灌草地、耕地、水域及水利设施用地、建筑用地五种类型。现状年采用 2022 年的卫星影像解译。

表 4.2.7-1　评价区土地利用现状统计表

用地类型	面积(hm^2)	面积比例(%)	斑块数(个)	斑块比例(%)
林地	6178.48	76.79%	15148	68.06%
草地	925.20	11.50%	4980	22.37%
耕地	207.41	2.58%	895	4.02%
水域及水利设施用地	219.02	2.72%	54	0.24%
建设用地	515.39	6.41%	1180	5.30%
合计	8045.48	100.00%	22257	100.00%

4.2.7.2　景观生态体系质量现状

景观生态系统的质量现状由生态评价区域内自然环境，各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，模地是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。本评价区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(Do)，优势度值大的就是模地，优势度值通过计算评价区内各拼块的重要值的方法判定某拼块在景观中的优势，由以下 3 种参数计算出：密度(Rd)、频度(Rf)、和景观比例(Lp)。

密度(Rd)＝嵌块 I 的数目/嵌块总数 ×100%

频度(Rf)＝嵌块 I 出现的样方数/总样方数 ×100%(样方是以 1km×1km 为一个样方，对景观全覆盖取样，并用 MerringtonMaxine“t-分布点的面分比表”进行检验)。

景观比例(Lp) =嵌块 I 的面积/样地总面积 ×100%

并通过以上三个参数计算出优势度值(Do)：

优势度值(Do)={(Rd+Rf)/2 + Lp}/2 ×100%

运用上述参数计算规划生态评价区各类拼块优势度值，其结果见表 4.2.7-2。

表 4.2.7-2　评价区各拼块类型优势度值

景观类型	密度 Rd(%)	频度 Rf(%)	景观比例 Lp(%)	优势度 Do(%)
林地	76.79	69.42	68.06	70.92
草地	11.50	22.82	22.37	19.88

表 4.2.7-2(续)

景观类型	密度 Rd(%)	频度 Rf(%)	景观比例 Lp(%)	优势度 Do(%)
耕地	2.58	4.1	4.02	3.70
水域及水利设施用地	2.72	0.25	0.24	0.86
建设用地	6.41	5.41	5.3	5.63

4.3 环境质量现状

4.3.1 环境空气质量现状评价

4.3.1.1 达标区判定

本项目位于广西河池市，根据“环境空气质量模型技术支持服务系统”，河池市国控点数量 2 个，2024 年 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 年均浓度分别为 9 ug/m^3、16 ug/m^3、35 ug/m^3、23 ug/m^3；CO 24 小时平均第 95 百分位数为 0.9mg/m^3，O_3 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 114 ug/m^3；各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值，属于达标区。评价区域环境空气质量状况良好。

4.3.1.2 环境空气现状监测

本项目位于龙滩水电站坝址右岸，环境空气引用《广西南环检测科技有限公司监测报告 龙滩水电站 8#、9#机组建设工程环境影响评价环境现状监测》中大气环境监测成果。监测点位置示意见附图 15。

龙滩水电站 8#、9#机组建设工程环评单位委托广西南环检测科技有限公司对工程区附近筒高居民点进行大气环境现状监测，监测时间为 2023 年 3 月 28 日至 4 月 3 日，共 7 天。根据现状监测结果，工程区大气环境质量能满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准。

表 4.3.1 大气环境现状监测统计表 单位：mg/m^3

监测点位	监测时间	总悬浮颗粒物		二氧化硫		二氧化氮		PM_{10}		达标情况
		监测值	标准限值	监测值	标准限值	监测值	标准限值	监测值	标准限值	
筒高居民区(A1)	3 月 28 日	0.190	0.3	<0.004	0.15	<0.003	0.08	0.069	0.15	达标
	3 月 29 日	0.195	0.3	<0.004	0.15	<0.003	0.08	0.077	0.15	达标
	3 月 30 日	0.191	0.3	<0.004	0.15	<0.003	0.08	0.065	0.15	达标

表 4.3.1(续)

监测点位	监测时间	总悬浮颗粒物		二氧化硫		二氧化氮		PM_{10}		达标情况
		监测值	标准限值	监测值	标准限值	监测值	标准限值	监测值	标准限值	
筒高居民区(A1)	3 月 31 日	0.176	0.3	<0.004	0.15	<0.003	0.08	0.051	0.15	达标
	4 月 1 日	0.188	0.3	<0.004	0.15	<0.003	0.08	0.044	0.15	达标
	4 月 2 日	0.201	0.3	<0.004	0.15	<0.003	0.08	0.053	0.15	达标
	4 月 3 日	0.182	0.3	<0.004	0.15	<0.003	0.08	0.060	0.15	达标

4.3.2 声环境质量现状评价

4.3.2.1 声环境现状监测

a) 监测点位

本评价委托广西南环检测科技有限公司开展声环境质量现状监测，共布置四处声环境监测点位。监测点位置示意及具体情况见表 4.3.2-1 及附图 15。

表 4.3.2-1 声环境现状监测点布置情况

测点编号	位置	与本项目位置关系	执行标准
N1	纳昔居民点	距施工区最近直线距离约 330m	《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类
N2	中大坪居民点	距施工区最近直线距离约 540m	
N3	龙滩坝下右岸桥头	龙滩坝址下游约 2.6km 大桥	《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 4a 类
N4	龙滩坝区	/	

b) 监测时间、频率

1) 监测项目

等效连续 A 声级(L_{Aeq})。

2) 监测时段与频率

监测时段：2023 年 10 月 31 日～11 月 1 日

监测频率：连续监测 2 天，分昼、夜各监测一次。

3) 监测方法

按照《声环境质量标准》(GB3096-2008)的规定方法执行。

4.3.2.2 声环境现状评价

a) 评价标准

评价区域内临红水河航道侧堤外坡脚外 40m 范围内以及交通道路两侧 40m 范围内执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 4a 类标准，其它区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准。

b) 监测及统计结果

经过统计分析，监测结果见表 4.3.2-2。

表 4.3.2-2　声环境质量监测及统计分析结果

监测点位	监测日期	检测结果 Leq[dB(A)]		执行标准	达标情况
		昼间	夜间		
N1 纳昔居民点	2023.10.31	50.7	42.8	GB3096-2008 2 类标准	达标
	2023.11.1	50.1	43.2		达标
N2 中大坪居民点	2023.10.31	50.8	43.7		达标
	2023.11.1	49.6	44.1		达标
N3 龙滩坝下右岸桥头	2023.10.31	50.8	43.4	GB3096-2008 4a 类标准	达标
	2023.11.1	48.7	44.1		达标
N4 龙滩坝区	2023.10.31	52.5	44.0		达标
	2023.11.1	55.0	46.4		达标
GB3096-2008 2 类标准		60	50	-	-
GB3096-2008 4a 类标准		70	55	-	-

c) 评价结果

根据现场踏勘及统计结果，项目所在地监测点声环境均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的相应标准要求，说明评价区域声环境质量状况良好。

4.3.3　地表水环境质量现状调查

4.3.3.1　集中式地表水饮用水源地调查

天峨县境内有陇麻坡饮用水水源地和峨里湖饮用水水源地。峨里湖饮用水水源地的水源为地下水，水源点距离本项目直线距离约 15km。陇麻坡饮用水水源地位于本项目评价范围内，水源为地表水，保护区上游边界位于本项目砂石加工系统下游约 0.4km，位置关系见附图 16。

拟建项目位于广西壮族自治区河池市天峨县境内。根据《广西壮族自治区人民

政府关于同意调整(划定、撤销)有关饮用水水源保护区的批复》(桂政函〔2019〕114号)，本项目仅涉及天峨县陇麻坡饮用水水源准保护区。

天峨县陇麻坡饮用水水源保护区由广西壮族自治区人民政府于2019年批复同意其调整方案(桂政函〔2019〕114 号)。根据“桂政函〔2019〕114 号”文，天峨县陇麻坡饮用水水源保护区范围描述见表4.3.3-1。

表4.3.3-1　陇麻坡饮用水水源保护区基本情况

保护区名称	保护级别	保护区范围		与本项目的位置关系
		水域	陆域	
天峨县陇麻坡饮用水水源保护区	一级	长度为取水口上游 1000m 至下游 100m，宽度为红水河多年平均水位对应高程线以下河道范围(航道除外)，面积0.06km^2	一级保护区水域沿岸纵深50m范围，面积0.1km^2	本项目砂石加工系统和龙滩沟弃渣场涉及陇麻坡饮用水水源保护区准保护区。该系统和弃渣场为自龙滩水电站一期工程沿用至今，分别距二级保护区上游边界0.4km 和 2.7km，分别距天峨县陇麻自来水厂取水口约8km 和 10.3km。
	二级	长度为一级保护区上游边界向上游延伸 6.5km、下游边界向下游延伸 200m，宽度为红水河多年平均水位对应高程线以下河道范围(航道除外)，面积0.33km^2	一级、二级保护区水域沿岸纵深不小于 1km 的陆域，但不超过流域分水岭范围(一级保护区陆域除外)，面积16.45km^2	
	准保护区	长度为二级保护区上游边界向上游延伸 3km(至龙滩大桥)，宽度为红水河多年平均水位对应高程线以下河道范围(航道除外)，半里村河段入河支流长度为自汇入口向上游延伸 1.6km，宽度为多年平均水位对应的高程线以下河道范围，面积0.25km^2	准保护区水域沿岸纵深不小于 1km 的陆域，但不超过流域分水岭范围，面积7.02km^2	

陇麻坡饮用水水源保护区取水口为陇麻水厂取水，设计取水量 1 万 t/d。2022年，陇麻水厂实际取水量 146.1 万 t/a，服务人口约 4.42 万人，服务范围为天峨县城。

4.3.3.2　地表水现状污染源调查

根据现场调查和《广西天峨县城饮用水水源保护区划分技术报告》，龙滩水电站库区地表水污染主要来自旅游污染，包括库区餐饮企业污水排放和库区船舶废水排放，量少且分散。本项目评价范围内地表水现状污染源主要为龙滩电厂工作人员生活污水排放污染。

a) 生活污水排放情况

龙滩电厂生活污水主要来源于拉重生活区以及中控楼。厂内拉重生活区为电站检修期临时生活区，检修期产生生活污水约 40m^3/d；中控楼为龙滩水电站的控制核心，每天约有 100 人左右在内办公，位于地下厂房发电机层每天约有 15 人值班，中控楼共计产生生活污水约 20m^3/d。

b) 污水处理和排放去向

龙滩电厂配套相应污水处理设备进行处理，厂内拉重生活区设计方案处理量按 40m^3/d，中控楼设计方案处理量按 20m^3/d，处理出水均按达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 排放标准，排放去向为绿化回用。根据《龙滩水力发电厂 2023 年上半年环保检测报告》，生活污水排放监测结果如下表，监测取样时间为 2023 年 7 月 14 日～16 日。

表 4.3.3-2　龙滩电厂生活污水处理出水口水质分析结果

单位：mg/L(pH 无量纲)

取样点	监测项目							
	pH	NH_3-N	TP	SS	COD_{Cr}	BOD_5	石油类	达标情况
龙滩电厂厂房生活污水	8.3	0.475	1.16	13	18	7.4	0.37	达标
龙滩电厂拉重生活污水	7.2	0.115	0.48	10	13	5.3	0.33	达标
注：未检出以“检出限+L”表示。								



图 4.3.3-1　生活污水处理回用去向

4.3.3.3　地表水环境质量现状监测

本项目位于龙滩水电站坝址右岸，地表水环境部分引用《广西南环检测科技有限公司监测报告 龙滩水电站 8#、9#机组建设工程环境影响评价环境现状监测》，同时补充工程砂石加工系统下游一处监测点位。监测点位置示意见附图 15。

a) 龙滩水电站 8#、9#机组建设工程环境影响评价环境现状监测

龙滩水电站 8#、9#机组建设工程环评单位委托广西南环检测科技有限公司于 2023 年 3 月 28 日～4 月 8 日开展一期地表水环境质量现状监测，在项目区域布置 8 处地表水环境监测点，监测点位置具体情况见表 4.3.3-3。本环评可引用监测成果点位为 A7 和 A8。

表 4.3.3-3　龙滩水电站 8、9 号机组建设工程地表水环境现状监测点布置情况

测点编号	位置
A1	南盘江库尾
A2	北盘江库尾
A3	南北盘江汇合口
A4	库中
A5	支流六垌河
A6	支流布柳河汇口以上 500m
A7	坝前
A8	坝下(陇麻坡饮用水水源保护区取水口)

b) 补充监测点位

本评价委托广西南环检测科技有限公司于 2023 年 10 月 30 日～11 月 1 日开展一期地表水环境质量现状监测，在项目区域布置 1 处地表水环境监测点。监测点位置示意及具体情况见表 4.3.3-4 及附图 15。

表 4.3.3-4　地表水环境现状监测点布置情况

测点编号	位置
W1	砂石加工系统下游

c) 补充监测项目、时间、频率

1) 监测项目

共监测 26 项：水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD)、五日生化需氧量(BOD_5)、氨氮(NH_3-N)、总磷(TP)、总氮(TN)、铜(Cu)、锌(Zn)、氟化物、

汞(Hg)、砷(As)、硒(Se)、镉(Cd)、六价铬(Cr^{6+})、铅(Pb)、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂、粪大肠、悬浮物、叶绿素。

2) 监测时段与频率

监测时段：2023 年 10 月 30 日～11 月 1 日

监测频率：一期监测，连续监测 3 天，每天 1 次。

3) 监测方法

根据《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)、《水和废水监测分析方法》(第四版)、《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)等相关规范标准要求进行。

4.3.3.4 地表水环境现状评价

a) 评价标准

A7、A8、W1 断面执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II 类或 III 类标准，悬浮物(SS)评价标准参照执行《地表水资源质量标准》(SL63-94)中的相应标准。

b) 评价方法

为直观反映水质现状，科学评价水体中污染物是否超标，采用单项质量指数法进行评价。

单项质量指数法数学模式如下：

① 对于一般污染物

$$P_i = C_i / S_i$$

式中：Pi——单项质量指数；

Ci——评价因子 i 的实测浓度值(mg/L)；

Si——评价因子 i 的评价标准限值(mg/L)。

② 对具有上下限标准的项目 pH，单项指数模式为：

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH_i}{7.0 - pH_{sd}} \quad (pH_i \leq 7)$$

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH_i}{7.0 - pH_{sd}} \quad (pH_i > 7)$$

式中：pH_i——pH 实测值；

pH_{sd}——评价标准中 pH 的下(上)限值。

水质参数的标准指数>1，表明该项水质参数超过了规定的指数水质指标，已不能满足使用要求；水质参数的标准指数≤1，表明该项水质参数到达或优于规定的水质，完全符合国家标准，可以满足使用要求。

c) 统计结果

A7、A8 两处监测点位监测及评价成果见表 4.3.3-5，补充监测点位 W1 监测结果见表 4.3.3-6。

表 4.3.3-5　枯水期地表水环境现状监测结果及评价

单位：mg/L，pH 值：无量纲，水温：℃，粪大肠菌群：MPN/L，叶绿素 a：μg/L

采样点位	A7 坝前			A8 坝下(陇麻坡饮用水水源保护区取水口)			执行标准		达标情况
采样日期	Day1	Day2	Day3	Day1	Day2	Day3	GB3838 III类	GB3838 II 类	
样品状态	无色无味清澈无油			无色无味清澈无油			-	-	-
水温	19.4	19.2	19.3	19.3	19.0	19.1	-	-	-
pH 值	7.4	7.3	7.3	7.4	7.4	7.2	6～9	6～9	达标
化学需氧量	4L	5	5	4L	5	6	≤20	≤15	达标
五日生化需氧量	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	≤4	≤3	达标
氨氮	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	≤1	≤0.5	达标
总磷	0.07	0.07	0.08	0.07	0.06	0.09	≤0.2	≤0.1	达标
总氮	0.79	0.71	0.84	0.57	0.59	0.63	≤1.0	≤0.5	A7 达标，A8 不评价
溶解氧	7.9	7.7	7.9	7.6	7.9	7.8	≥5	≥6	达标
高锰酸盐指数	1.28	1.25	1.27	1.03	0.96	1.03	≤6	≤4	达标
铜	0.00056	0.00067	0.00060	0.00062	0.00059	0.00065	≤1	≤1	达标
锌	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	≤1	≤1	达标
氟化物	0.17	0.19	0.19	0.24	0.24	0.25	≤1	≤1	达标

表 4.3.3-5(续)

采样点位	A7 坝前			A8 坝下(陇麻坡饮用水水源保护区取水口)			执行标准		达标情况
采样日期	Day1	Day2	Day3	Day1	Day2	Day3	GB3838 III类	GB3838 II 类	
汞	0.00006	0.00004L	0.00004L	0.00007	0.00006	0.00005	≤0.0001	≤0.00005	A7 达标，A8 超标
砷	0.00163	0.00154	0.00150	0.00193	0.00196	0.00184	≤0.05	≤0.05	达标
硒	0.00049	0.00041L	0.00041L	0.00056	0.00041L	0.00041L	≤0.01	≤0.01	达标
镉	0.00005L	0.00005L	0.00005L	0.00005L	0.00005L	0.00005L	≤0.005	≤0.005	达标
六价铬	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05	≤0.05	达标
铅	0.00009L	0.00009L	0.00009L	0.00009L	0.00009L	0.00009L	≤0.05	≤0.01	达标
氰化物	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	≤0.2	≤0.05	达标
挥发酚	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.005	≤0.002	达标
石油类	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	≤0.05	≤0.05	达标
硫化物	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.2	≤0.1	达标
阴离子表面活性剂	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.2	≤0.2	达标
粪大肠菌群	2.5×10^3	1.8×10^3	1.5×10^3	2.1×10^3	2.2×10^3	2.2×10^3	≤10000	≤2000	A7 达标，A8 超标
铁	0.13	0.17	0.03L	0.08	0.08	0.03L	0.3	0.3	达标
锰	0.00475	0.00471	0.00486	0.00172	0.00177	0.00176	0.1	0.1	达标
悬浮物	4L	4L	4L	4L	4L	4L	-	-	-
叶绿素 a	2L	2L	2L	2L	2L	2L	-	-	-

表 4.3.3-6　地表水环境现状补充监测结果统计

单位：mg/L，pH 值：无量纲，水温：℃，粪大肠菌群：MPN/L，叶绿素 a：μg/L

采样点位	W1 砂石加工系统下游			GB3838 标准	达标情况
采样日期	Day1	Day2	Day3	III类	-
样品状态	无色无味清澈无油			-	-
水温	20.3	20.3	20.3	-	-
pH 值	7.2	7.2	7.3	6～9	达标
化学需氧量	4	5	4	≤20	达标
五日生化需氧量	1.2	1.0	1.0	≤4	达标
氨氮	0.548	0.506	0.622	≤1	达标
总磷	0.09	0.09	0.09	≤0.2	达标
总氮	2.36	2.40	2.41	-	-
溶解氧	8.3	8.3	8.4	≥5	达标
高锰酸盐指数	0.9	0.8	0.8	≤6	达标
铜	0.00061	0.00056	0.00055	≤1	达标
锌	0.09	0.10	0.10	≤1	达标
氟化物	0.42	0.42	0.40	≤1	达标
汞	0.00004	0.00004L	0.00004L	≤0.0001	达标
砷	0.00118	0.00120	0.00120	≤0.05	达标
硒	0.00054	0.00086	0.00110	≤0.01	达标
镉	0.00005L	0.00005L	0.00005L	≤0.005	达标
六价铬	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标
铅	0.00009L	0.00009L	0.00009L	≤0.05	达标
氰化物	0.001L	0.001L	0.001L	≤0.2	达标
挥发酚	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.005	达标
石油类	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.05	达标
硫化物	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.05	达标
阴离子表面活性剂	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.2	达标
粪大肠菌群	1.5×10^3	1.2×10^3	1.2×10^3	≤10000	达标
悬浮物	5	6	4	-	
叶绿素 a	2L	2L	2L	-	

d) 评价结果

根据以上监测统计结果，A7 龙滩坝前和 W1 砂石加工系统下游监测点位所有指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准要求。A8 龙滩坝下陇麻坡饮用水水源保护区取水口监测点位除汞和粪大肠菌群略有超标，其它项目均可满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II 类标准要求。评价范围内地表水环境质量状况良好。

4.3.4 底泥环境现状调查

4.3.4.1 底泥环境现状检测

a) 采样点位

本评价委托广西南环检测科技有限公司开展一期清挖区底泥环境现状检测，分析判定底泥浸出毒性。共布置 3 处采样点，采样点位置示意及具体情况见表 4.3.4-1 及附图 15。

表 4.3.4-1 底泥现状监测点布置情况

测点编号	位置
S1	清挖区上游 100m
S2	清挖区
S3	清挖区下游 100m

b) 检测项目、采样时间

1) 检测项目

含水率、有机质、总磷、总氮、总汞、总砷、总铅、总铜、总锌、总镍、总铬、总镉。

2) 采样时间

2023 年 12 月 14 日采样一次。

3) 采样及检测方法

按照《湖泊河流环保疏浚工程技术指南》、《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007)等规定方法执行。

4.3.4.2 底泥环境现状评价

a) 评价标准

底泥浸出液按《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007)中表 1 浸

出毒性鉴别标准值进行判定，同时参考《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)进行评价。

b) 监测及统计结果

经过统计分析，监测结果见表 4.3.4-2。

表 4.3.4-2 底泥浸出液毒性实验分析结果 单位：mg/L

采样日期	2023.12.14						GB5085.3-2007浓度限值	达标情况	GB15618-2018风险筛选值	达标情况
采样点位	S1 清挖区上游100m		S2 清挖区		S3 清挖区下游100m		-	-		
样品状态	棕灰色半流动固体，无异味						-	-		
含水率%	28.8		29.7		28.6		-	-		
处理方式	水浸	酸浸	水浸	酸浸	水浸	酸浸				
总汞	0.00013	0.00016	0.00011	0.00013	0.00011	0.00012	≤0.1	达标	1.8	达标
总砷	0.0115	0.0096	0.0113	0.0098	0.0111	0.0098	≤5	达标	40	达标
总铅	0.0042L	0.0042L	0.0042L	0.0042L	0.0042L	0.0042L	≤5	达标	90	达标
总铜	0.0138	0.0036	0.0094	0.0031	0.0125	0.0029	≤100	达标	50	达标
总锌	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	≤100	达标	200	达标
总镍	0.0038L	0.0114	0.0038L	0.0110	0.0038L	0.0112	≤5	达标	70	达标
总铬	0.0025	0.0020L	0.0024	0.0020L	0.0024	0.0020L	≤15	达标	150	达标
总镉	0.0012L	0.0012L	0.0012L	0.0012L	0.0012L	0.0012L	≤1	达标	0.3	达标

c) 评价结果

根据检测分析结果，项目清挖区底泥无毒性，不属于危险废物，清挖堆渣不会对土壤环境和地表水环境带来重金属污染；底泥环境质量满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中表 1 所列的风险筛选值。

5 龙滩水电站建库前后环境影响变化回顾

5.1 环境保护工作回顾

5.1.1 龙滩水电站环境保护工作过程

5.1.1.1 枢纽工程环境影响报告书编制

1988～1991 年，我公司编制完成了《龙滩水电站环境影响评价报告书》。1989 年 8 月，水利水电规划设计总院在贵阳主持了龙滩环评报告的预审会，预审会同意报告书的结论，并提出了建议。根据专家组的建议，我公司于 1990 年 5 月编制完成了《龙滩水电站环境影响评价补充报告》，重点对生态部分进行了评价。1991 年 11 月，原国家环保局在长沙市主持了“龙滩水电站生态问题”审查会，对补充报告进行了审查。

1991 年 12 月，原国家环保局以《关于红水河龙滩水电站环境影响报告书审查意见的复函》(环监〔1991〕471 号)对《龙滩水电站环境影响报告书》、《龙滩水电站环境影响评价补充报告》进行了批复。

5.1.1.2 环境影响复核及补充评价报告书编制

随着国家经济的发展以及西部大开发战略的实施，龙滩水电站被列为国家西部十大标志性工程之一。考虑龙滩水电工程建设地点、规模、性质等基本不变，但区域环境现状以及当时的国家对建设项目环境保护工作的要求都已发生了变化，经请示国家环保总局同意后，将龙滩水电工程开工前的环境影响评价工作定为对原环评报告的复核和内容补充。1999 年～2000 年，我公司根据当时国家环境保护法律法规的有关要求，编制完成了龙滩复核评价报告，水电水利规划设计总院于 2000 年 6 月在北京主持了对龙滩复核评价报告的预审会议，预审会同意报告书的结论，并提出了建议。根据专家组的建议，我公司对报告进行修改、完善。

2000 年 6 月，国家环保总局以《关于红水河龙滩水电站环境报告书重新审核意见的函》(环监发〔2000〕96 号)对报告书进行了批复。

5.1.1.3 移民安置专题环境影响报告书编制

根据国家环保总局对《龙滩水电站环境影响复核及补充评价报告书》批复意见的要求，库区重要的单项工程建设需要执行环境影响评价审批程序。我公司在移民安置区环境状况调查以及龙滩复核评价报告等相关报告的基础上，在 2002 年 9 月编

制完成了《龙滩水电站移民安置环境影响评价大纲》，并通过了相关部门的审查。根据评价大纲和审查意见，我公司对移民安置区的环境现状进行了进一步的调查、监测工作。在库区各县移民安置实施规划报告和龙滩水电站移民安置工程水土保持方案的基础上，我公司于 2007 年 7 月编制完成了龙滩移民安置环评报告。原国家环保总局环境工程评估中心在天峨县主持召开了报告的技术评估会，并形成了专家组意见。我公司根据专家组意见，对报告进行了修改、完善。2007 年 9 月，国家环保总局以《关于红水河龙滩水电站移民安置专题环境影响报告书的批复》(环审〔2007〕395 号)对报告书进行了批复。

根据环审〔2007〕395 号的要求，受龙滩公司委托，我公司于 2010 年编制完成了龙滩水电站移民安置区向阳、雅长、红水河、乐元等集镇新址的生活垃圾处理工程环境影响报告书。河池市、百色市、罗甸县、望谟县等市县环境保护局对报告书进行了批复，同意按照报告书中提出的建设项目的性质、规模、地点、处理工艺、污染防治措施进行建设。

5.1.1.4　枢纽工程环境保护设计

根据枢纽工程环境影响评价结论及其批复意见，我公司在工程开工前开展了环境保护设计工作。主要过程如下：

a) 2001 年，我院根据施工规划以及各施工系统规模、位置及地形条件，编制完成了《龙滩水电站施工区环境保护专题报告》，为工程开工建设的环境保护设计工作提供了技术支撑。

b) 2002 年，为处理好施工区生活垃圾，保护施工区及附近水域的环境，我院根据施工进度和施工人员数量编制完成了《龙滩水电站施工区生活垃圾卫生填埋场设计报告》。

c) 工程开工后，根据主体工程施工进度，有计划地对各项规划措施进行实地考察、选点、勘测、方案优化和设计，提出了施工废水、生活垃圾处理工程施工设计图，对工程建设的地表裸露面、弃渣等提出了具体措施。

d) 建立了大法坪和麻村砂石料加工系统废水、混凝土拌和系统废水、基坑排水、含油废水以及生活污水等废污水处理系统，采用了先进的废污水处理技术和设备，并根据环境监测结果，在生产实践中不断改进和完善，实现了对龙滩水电站生产废水与生活污水的全面处理。

e) 2008 年，龙滩公司分别委托广西壮族自治区水利科学研究院和贵州省水土保持监测站分别开展广西库区和贵州库区移民安置水土保持措施设计工作。目前，各项措施已基本落实。

5.1.1.5　水土保持方案编制工作

龙滩水电站水土保持方案报告的可行性研究阶段编制任务由我院负责，方案编制过程如下：

a) 2000 年 12 月，编制完成了《龙滩水电站水土保持方案大纲》。2001 年 1 月，水电水利规划设计总院在南宁市主持召开了大纲的技术评审会。根据评审意见，我院对大纲进行了修改、补充和完善。

b) 由于移民安置规划设计滞后于枢纽工程设计较长时间，可行性研究阶段编制整个工程的水土保持方案报告书的条件尚不成熟。水利部同意本先行编制施工区水土保持方案专题报告，以作为施工区开展水土保持工作的依据。2002 年 1 月，我院编制完成《龙滩水电站施工区水土保持专题报告(送审稿)》。2002 年 12 月，水电水利规划设计总院在工地召开了专题报告送审稿评审会。根据评审意见，我院进行了修改、补充和完善后，编制完成了报告书报批稿。

c) 2005 年 11～12 月，我院对枢纽工程施工区和移民安置区水土流失和水土保持现状进行了复核调查。2006 年 7 月，我院编制完成了《龙滩水电站水土保持方案报告书(送审稿)》。报告书中编入了已审查通过的施工区专题报告，以及水库移民安置工程水土保持方案等设计成果。2006 年 12 月，水电水利规划设计总院在工地主持组织召开了报告书送审稿技术评审会议。根据审查意见，我院对报告书进行了修改、补充和完善，形成了报告书报批稿。

d) 2007 年 7 月，水利部以《关于红水河龙滩水电站水土保持方案的复函》(水保函〔2007〕215 号)对报告书进行了批复。

e) 2008 年，龙滩公司委托广西壮族自治区水利科学研究院和贵州省水土保持监测站分别开展广西库区和贵州库区移民安置水土保持措施设计工作。

5.1.1.6　环境保护管理工作

1999 年 12 月，建设单位龙滩公司正式挂牌成立。2001 年 2 月，龙滩公司在工程建设内部设置了移民环保处，专门负责龙滩水电站征地移民及环境保护工作。工程建设期之间完成的环境保护工作内容如下：

a) 2002 年 8 月，撤消了移民环保处，成立移民环保部，配备环保水保业务主管对口负责工程环保水保建设与管理。

b) 2002 年，委托广西壮族自治区河池市环境保护监测站进行电站水环境、环境空气、声环境质量的监测工作。根据合同要求，河池市环境保护监测站每月提交一期环境监测报告，至 2009 年 12 月已提交 96 期。

c) 2004 年 6 月，委托广西壮族自治区水土保持监测总站负责龙滩电站施工区的水土保持监测。监测期分两个时段进行，2004 年 6 月至 2006 年 12 月为第一阶段，2007 年初至 2009 年 12 月为第二阶段。

d) 2003 年，委托中国水利水电建设工程咨询公司承担施工区环保水保综合监理工作，中国水利水电建设工程咨询公司于 2003 年 7 月 14 日正式成立“龙滩水电站施工区环保水保综合监理部”，并于 17 日进场正式开展监理工作。

e) 龙滩水电站主体工程完工后，龙滩公司还根据国家有关要求，委托有关单位开展了龙滩水电站竣工环保验收、竣工水保验收、库区水质保护措施专题研究、鱼类资源保护措施专题研究、水产养殖容量规划、水温结构研究、水质保护规划等方面的相关工作。

5.1.1.7　自然保护区主要工作过程

龙滩水电站开工建设时，水库淹没涉及 5 个自然保护区，分别是广西天峨县的布柳河自然保护区、穿洞河自然保护区，望谟县渡邑自然保护区、罗甸县罗羊自然保护区和册亨县双江自然保护区。5 个自然保护区在环评阶段均属县级管理。龙滩水电站开工建设后，位于乐业县的雅长自然保护区于 2005 年经广西壮族自治区人民政府批准成立。自然保护区的规划设计工作过程如下：

a) 经上个世纪 80 年代对龙滩库区涉及各县的资料整理和现场调查，确认龙滩水电站淹没涉及布柳河水源林自然保护区、穿洞河水源林自然保护区、渡邑南亚热带河谷季雨林自然保护区、罗羊南亚热带河谷季雨林自然保护区、双江南亚热带河谷季雨林自然保护区等 5 个县级自然保护区。

b) 2003 年，根据龙滩水库淹没对 5 个自然保护区的影响程度，我院编制完成了《龙滩水电站自然保护区规划设计报告》，提出了减缓对自然保护区影响的减缓措施和补偿措施。

c) 2003 年 11 月，广西壮族自治区人民政府下发了《广西壮族自治区人民政府

办公厅关于将布柳河、穿洞河自然保护区合并调整并更名为广西龙滩自治区级自然保护区的通知》(桂政办函〔2003〕162 号)。布柳河、穿洞河自然保护区合并成龙滩自然保护区后，升为区级自然保护区。

d) 由于册亨县双江南亚热带河谷季雨林自然保护区保护因子消失，贵州省册亨县人民政府于 2006 年 7 月下发了《册亨县人民政府关于撤消申报册亨县双江自然保护区的决定》(册府发〔2006〕22 号)，批准撤销了双江自然保护区。

e) 为保护乐业县雅长林场境内的珍贵兰花资源，广西壮族自治区人民政府于 2005 年 4 月以《广西壮族自治区人民政府关于同意建立广西雅长兰科植物自治区级自然保护区的批复》(桂政函〔2005〕128 号)批准成立雅长兰科植物自然保护区。2009 年 9 月，经国务院批准，雅长自然保护区升级为国家级自然保护区。考虑雅长自然保护区均在 400m 高程以上，不在龙滩水库淹没区以内，水库淹没区内的珍稀野生植物重点向该保护区迁移。

f) 历经库区各自然保护区的合并、升级、撤销、新建后，龙滩水电站涉及的自然保护区为广西龙滩自治区级自然保护区、广西雅长兰科植物国家级自然保护区、贵州渡邑南亚热带河谷季雨林县级自然保护区、贵州罗羊南亚热带河谷季雨林县级自然保护区。目前，各自然保护区有关保护措施规划的实施以及珍稀植物移植园项目已完成并通过了专项竣工验收。

5.1.1.8 移民安置区环境保护工作

a) 贵州库区环境保护工作

2008 年，龙滩公司委托我院开展贵州库区迁建集镇新址的生活污水与生活垃圾处理工程的勘测设计工作。我院会同各地方行政主管部门开展了工程选址，实地踏勘后，确定了红水河、茂井、乐元、蔗香、岩架、百口等 6 个集镇新址生活污水处理工程与红水河、茂井、乐元、蔗香、岩架等 5 个乡镇新址生活垃圾填埋场场址。2009 年 8 月，我院完成了生活污水与生活垃圾处理工程的地形图测量与地质勘探工作，2010 年 2 月，我院完成生活污水处理工程设计报告。2010 年 4 月，我院完成各垃圾填埋场设计报告，同月通过了水电水利规划设计总院会同贵州省环境保护厅(以下简称贵州环保厅)、水利水电工程移民局组织的审查。根据各集镇新址垃圾填埋场设计报告审查意见和环评报告及其批复，我院于 2012 年 9 月完成各垃圾填埋场的设计报告(核定稿)。

根据设计成果以及龙滩公司的委托，罗甸县水库和生态移民局牵头组织开展了罗甸县迁建集镇新址生活污水处理工程、生活垃圾填埋场的建设工作，贵阳院牵头组织开展了望谟县、册亨县迁建集镇新址生活污水处理工程、生活垃圾填埋场的建设工作。

b) 广西库区环境保护工作

广西库区迁建集镇新址的生活污水与生活垃圾处理工程，前期工作过程与贵州库区相同。受龙滩公司委托后，我院会同地方行政主管部门在 2008 年确定了向阳、下老乡、雅长、百乐等 4 个集镇新址的生活污水处理工程与生活垃圾填埋场场址。2012 年 2 月，我院完成了生活污水处理工程与生活垃圾填埋场设计报告，于 3 月通过了水电水利规划设计总院会同广西壮族自治区环境保护厅(以下简称广西环保厅)、水库移民工作管理局组织的审查。根据各集镇新址垃圾填埋场设计报告审查意见和环评报告及其批复，我院于 2012 年 9 月完成各垃圾填埋场的设计报告(核定稿)。

2013 年 3 月，广西环保厅在研究广西库区迁建集镇新址的生活污水与生活垃圾处理工程设计报告后，以桂环函〔2013〕294 号《关于龙滩水电站广西库区集镇新址生活垃圾与生活污水处理工程设计及实施有关问题的复函》提出了方案优化的要求。受龙滩公司的委托，广西壮族自治区环境保护科学研究院(以下简称广西环科院)联合广西华蓝(集团)有限公司开展了广西库区集镇新址生活垃圾与生活污水处理工程的优化设计工作，并于 4 月通过了龙滩公司会同广西环保厅组织的审查。

在优化设计成果基础上，广西环科院牵头组织开展了广西库区迁建集镇的生活污水处理工程与生活垃圾填埋场的建设工作。

5.1.2 龙滩水电站竣工环境保护和水土保持验收简况

5.1.2.1 竣工环境保护验收

a) 枢纽工程

2009 年 4 月，龙滩公司委托贵阳院承担龙滩水电站竣工环境保护验收调查报告的编制工作。

龙滩水电站的枢纽工程建设很好地执行了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度。2009 年，龙滩公司向环保部提交了《关于恳请受理红水河龙滩水电站工程竣工环境保护验收的申请》(大唐龙滩移〔2009〕110 号)。根据龙滩水电站工程建

设、移民安置及相应环境保护工作实施的实际情况，龙滩水电站的竣工环保验收分为了枢纽工程区和移民安置区 2 个阶段进行，枢纽工程竣工环境保护验收先行进行。

2009 年 6 月，贵阳院编制完成《红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收调查实施方案》，并于同年 7 月完成了该方案的技术咨询。根据实施方案及其技术咨询意见，贵阳院于编制完成了《红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》。

2011 年 10 月，环保部环境工程评估中心在天峨县主持召开了《红水河龙滩水电站工程枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》的技术审查会。专家组认为，报告提出的验收调查结论可信，并提出了调查报告需进一步完善的内容和建议。根据审查意见，贵阳院对报告进行了修改、完善。环保部以《关于红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收意见的函》(环验〔2011〕220 号)同意枢纽工程通过验收。

b) 移民安置工程

2016 年 1 月，由广西环科院负责建设的广西库区迁建集镇的生活污水处理工程、生活垃圾填埋场通过了龙滩公司组织的竣工验收。2016 年 10 月，由罗甸县水库和生态移民局、贵阳院负责建设的贵州库区迁建集镇的生活污水处理工程、生活垃圾填埋场通过了龙滩公司组织的竣工验收。

5.1.2.2 水土保持设施验收

2009 年 3 月，龙滩公司委托华东勘测设计研究院(以下简称华东院)开展水土保持设施验收技术评估工作。

龙滩水电站枢纽工程建设区的各项水土保持措施已基本按照水土保持方案专题报告的要求实施完成；移民安置区的各项水土保持措施也随着移民安置区的建设，基本完成。根据批复的水土保持方案和工程实际，经向水利部水土保持司协商，龙滩水电站水土保持设施验收计划分两阶段进行。第 1 阶段：计划 2010 年完成枢纽工程水土保持设施验收，验收范围为电站枢纽工程施工区、施工影响区(包括施工占地移民安置区)、库岸影响区和水库淹没区。第 2 阶段：计划 2011 年完成库区移民安置的水土保持设施验收，验收范围为移民安置区(库区)，并最终完成龙滩水电站的水土保持设施专项验收工作。

接到委托后，华东院组织技术人员形成技术评估组，对电站枢纽工程的水土保

持设施进行技术评估。在取得广西壮族自治区水利厅、贵州省水利厅和珠江水利委员会同意报验的意见基础上，编制完成《红水河龙滩水电站工程水土保持设施验收技术评估报告》。2010 年 9 月，水利部在天峨县主持召开了枢纽工程水土保持设施竣工验收会。经现场验收和评审，验收组同意龙滩水电站枢纽工程水土保持设施通过竣工验收。

在完成第 1 阶段的水土保持验收工作后，华东院继续组织技术人员对移民安置区的水土保持设施进行技术评估，在建设单位和设计单位的协助下，编制完成了《红水河龙滩水电站移民安置工程水土保持设施验收技术评估报告》。2011 年 11 月，水利部在天峨县主持召开了移民安置工程水土保持设施竣工验收会。经现场验收和评审，验收组同意龙滩水电站移民安置工程水土保持设施通过竣工验收。龙滩水电站的水土保持设施专项验收工作全部完成。

5.2 环境保护工作要求

5.2.1 各阶段环境保护工作要求

5.2.1.1 环境影响报告书评价结论

a) 对水文泥沙的影响

龙滩复核评价报告对水文泥沙影响的评价结论如下：

1) 龙滩水库库容大，调节性能较好，一般年份水库水位保持在 350m 以上，只有到特枯年水库水位才消落到死水位。从径流量来看，建库后枯水期 11 月至次年 4 月的流量较建库前普遍提高，多年平均流量和年最小流量提高较大。洪水期流量普遍消减，各月流量更加均化。

2) 龙滩水库兴建后，泥沙绝大部分被拦截库内。考虑天生桥水库拦沙，扣除布柳河容积，并考虑防洪水位，经计算，水库淤积年限为 10、50 和 100 年时，水库淤积量分别为 2.74 亿 m^3、12.80 亿 m^3 和 23.56 亿 m^3，坝前淤积高程分别为 230.0、278.8 和 298.2m，龙滩水库兴建后对水库泥沙淤积的影响较小。

3) 龙滩水库与下游已建岩滩水库尾水连接，水库下泄流量对下游冲刷的影响较小。总体而论，龙滩水库的兴建，对下游水文情势的影响较小。

b) 水库水温预测

龙滩环评报告采用 α、β 指标法对水库水温结构进行了判别。经判别，龙滩水库正常蓄水位为 375m 时，水库为稳定分层型水库。根据分层型水库的特点，建立了

水温的垂向一维模型，计算后得出 375m 方案时水库多年平均表层水温为 19.9℃，库底多年平均水温约为 8℃。同时，还进行了多年逐月平均变化及下泄水温、水质预测。

龙滩水库水温存在明显分层现象。表层水温年内变化较大，随着水深增加变化逐渐趋缓，底层基本维持不变，常年处于低温状态。下泄水温与原天然河道水温相比，降低较大，但与天生桥低温水影响后的水温比较，则差别明显减小；10 月～翌年 3 月水温升高，其余月份水温降低，水温年变幅减小。水库下泄水水温较低，将对下游鱼类会产生一定的影响。

c) 水库水质预测

1) 有机物污染预测

针对龙滩水库为稳定分层型水库的特点，龙滩环评报告建立了有机物的垂向一维模型对水库有机物进行预测。经预测：库表生化需氧量、溶解氧多年平均浓度分别为 0.46mg/L、8.54mg/L，库底生化需氧量、溶解氧分别为 0.1mg/L、5mg/L。库区有机物存在明显分层现象，表层年内变化较大，随着水深增加，变化逐渐趋缓，至底层常年处于低含氧量状态。经预测，水库形成后，水体中有机物指标将符合水质标准要求，但局部水域可能会形成一定的污染带。

2) 水库富营养化预测

龙滩环评报告将龙滩水库分为北盘江、南盘江、红水河、蒙江和布柳河等 5 个区域，考虑径流输入、淹没植物残体、工业废水、生活污水与库面降水等各种途径引入的总磷负荷，采用有关模型计算水库初期蓄水与正常运行期总磷与叶绿素浓度，进行预断评价。结果表明：龙滩水库蓄水初期不会产生富营养化。但随着时间的推移，水库营养水平有逐步上升趋势。经与龙滩下一梯级岩滩水库水质进行比较分析，由于龙滩水库调节性能较岩滩好，水体交换次数较岩滩少，且处于同一区域与环境背景，龙滩水库水体局部水域尤其是南盘江水域(磷超标)发生富营养化的可能性极大。

3) 重金属污染预测

环评阶段的水质监测结果显示，库区河道水体重金属超标项目有总汞、总锰、总铅、总镉，但其超标率均较小，仅在个别断面出现超标。龙滩环评报告对重金属及其他有毒物质进行了污染负荷与水体环境容量计算，通过分析后认为：红水河水

体略偏碱性，有利于重金属的絮凝、沉降。建库后，水流变缓，沉降作用将得到加强，随悬浮物迁移的重金属有毒物质量将会减少。因此，水库正常运行时水中有毒物质(除汞外)浓度仍将在所规定的标准范围内。水库蓄水后，汞仍将维持一定的超标状态，其甲基化速率不会有大的增长。龙滩水库建成后，随着区域矿产资源的开发利用，水库水体仍将会有总汞、总锰、总铅、总镉等重金属超标现象发生，但仅限于局部水域。

d) 对水生生态的影响

龙滩复核评价报告对水生生态的影响评价结论如下：

1) 由于水库形成后库内水流变缓，水体透明度提高，水中氮、磷等营养物质在库中滞留时间延长，有利于浮游植物生长，成库后，预计蓝藻、绿藻有所增加，而硅藻的比例有所下降；新的优势种是螺旋藻、蓝纤维藻、尖头藻、以及栅藻、直链藻、真杆藻等，而藻类生物量将比天然河道大幅增长。

2) 水库建成后，将有利于原生动物和轮虫的生长，数量将有所增加，其种群结构也将发生相应变化，有现在的河道型过渡到湖泊型。水库营养物质增加，浮游甲壳动物的种类和数量也将有所增加。特别是在库湾、库汊和集镇及居民点密集地带库段，浮游动物的生物量将大幅增加。

3) 建库后，对底栖动物的种类、数量、分布将产生一定的影响。一些喜缓流和回水区生活的种类将有所增加，而适应急流生活的种类在蓄水初期数量将有所减少。预计底栖动物生物量将增加到 5g/m^2。

4) 电站的建设，改变了原水生态环境，库区鱼产力增加，水库中喜缓流的鱼类数量将大幅增加，原河道中喜流水生境的盔鲶(长臀鮠)、岩鲮(唇鲮)、卷口鱼等经济鱼类，将上溯到水库上游干流及支流上段生长繁殖。龙滩库区河段鱼类组成为区域性的，未发现河海洄游性鱼类，下游大化、岩滩已建大坝，电站的建设不存在阻隔洄游性鱼类通道的问题，但对半洄游性鱼类有一定的阻隔影响。对半洄游性鱼类的产卵繁殖影响不大；水库蓄水后，库区一些零星、分散的喜急流鱼类产卵场将受到影响，这些鱼类将上溯至库区以上的干、支流急流环境产卵繁殖。水库下泄低温水对岩滩水库鱼类生长的不利影响较小，下泄的低温水基本不能满足鱼类产卵要求，岩滩水库鱼类基本不能在水库末端产卵。

e) 对陆生生态的影响

1) 对陆生植物的影响

①水库蓄水对陆生植被的影响

根据龙滩复核评价报告，龙滩水库正常蓄水位 375m 时，受淹没影响的植物种类约 378 种，约占区系全部植物种数的 31%。从植物区系上分析，除少数热带成份和我国特有植物淹没损失较大外，其余 80%以上的种类都属常见种或世界广布种，并广泛分布在水库周围，被淹没的我国特有植物，亦存在于淹没线以上地段，无绝种危险。组成该区域植物区系的各种植被及群落类型，没有一个类型全部被淹没，受淹没影响相对较大的是分布海拔较低的河谷季雨林植被类型，但受淹没影响亦不足 30%。因此，水库淹没对植物区系的影响仅为减少一些植物种类的个体数量，而组成本地区的植物区系种类不会发生变化，不存在淹没引起物种灭绝的问题。

②水库蓄水对珍稀植物的影响

经环评复核阶段的调查，受水库淹没影响的珍稀植物有 9 种，其中，国家二级的有 2 种：柄翅果、野生荔枝，国家三级的有 7 种：青檀、任木、火麻树、柔毛油杉、田林细子龙、顶果木、龙眼(环评复核阶段对照中国珍稀植物目录名录)。受影响最大的为柄翅果，龙滩库区及库周是柄翅果的主要分布区，但在淹没线以上亦有分布；其他珍稀植物在淹没线内有分布但不是其主要分布区，且淹没线上亦有分布。因此，水库蓄水淹没，不会使这些珍稀植物在库区周围消失，更不会导致这些珍稀物种的灭绝。

③水库蓄水对植物演替规律的影响

水库形成后，湿地水面增加及水库的热效应对局地气候的调节，会使库区周围温度、湿度、降雨、风、雾等气象要素发生一些变化，灾害性天气减少，更有利于植物的生长，但这些变化不会使库区周围的植被类型发生较大变化，只是随着温度、湿度等生态条件的变化，预计库区周围一些阔叶林如枫香、水团花，各种榕属植物等的数量、成份可能会增加，垂直分布范围可能扩大，一些湿生植物如灯芯草科、三白草科、野慈菇、水蓼、野芋等会在库区周围局部地段繁衍。

2) 对陆生动物的影响

龙滩复核评价报告结合环评阶段对陆生动物资源调查情况，对龙滩水电站建设对陆生动物进行了影响评价，主要结论如下：

①工程兴建对陆生脊椎动物的影响主要体现在陆生脊椎动物的生境变化，水库

淹没和移民安置可能减少部分陆生脊椎动物的生境，移民安置及工程施工活动可能惊扰部分陆生脊椎动物。龙滩水库基本为山区河道型水库，水库形成后，水位抬高仅增加原河面的宽度，只有布柳河自然保护区，向阳镇周围有较大面积的水面形成，其它的地方皆为河道型水库。库区基本都不会形成孤岛，淹没线以上陆地生境皆是相连的，基本不存在地块分割切断其物种流通道和形成生态阻隔障碍的问题。

②受水库淹没影响较大的陆生脊椎动物为河谷溪沟带生境群落类型，该类型中又以两栖、爬行类动物受影响最大，其中的珍稀种类如大鲵、蟒蛇等数量可能减少，并迫使其迁徙到水库末端或沿岸较高的支流及溪沟地段生存，但就两栖、爬行类的区系组成分析，不会发生明显的变化，仍以现存的种类为主。

③由于水库正常蓄水位 375m 以下的低海拔河谷地段，阶地漫滩不发育，干、支流河道比降大，水流湍急，不利于涉禽、游禽的觅食活动，现存涉禽、游禽的种类较少，河谷地带的各种翠鸟、冠鱼狗、河乌及兽类的红颊獴、水獭等，这些动物多在一些支流上游水质清澈的局部地带活动，故水库淹没对其影响较小。且鸟类、哺乳动物的活动能力强，水库淹没时，能迅速逃离危险区。水库形成后，生态环境变化，仍然适宜各种鸟类的生长繁殖，据狮子滩、东江及国内其他水库的观测，水库建成后所形成的湿地生境，是候鸟栖息和越冬的理想环境，预计龙滩水库蓄水后绿鹭、白鹭、池鹭、苍鹭、野鸭类、董鸡等水禽将增加；而兽类的组成将不会发生改变，但库汊、库湾消落区等新环境出现，都有利于沿岸边活动的动物生长繁殖，如水獭、红颊獴的数量将增加。

3) 对自然保护区的影响

龙滩复核评价报告认为：龙滩水库的兴建，对自然保护区的影响主要来自蓄水淹没和移民安置。

①水库淹没对森林植被和珍稀濒危植物的影响

龙滩水库淹没 5 个自然保护区土地面积 8654hm^2，占保护区总面积的 11.4%。水库淹没损失土地最多的是布柳河自然保护区，为 6470hm^2，淹没的土地占保护区土地比例最大的是罗羊自然保护区，为 21.1%，淹没森林面积最大的是布柳河自然保护区，淹没的森林面积占该保护区森林总面积比例最大的是罗羊自然保护区。

受水库淹没影响的珍稀植物有：属国家二级保护植物的柄翅果；属国家三级保护植物的青檀、任木、火麻树、田林细子龙、柔毛油杉；地方保护的有：贵州苏

铁、松叶蕨、木棉、毛红椿(环评复核阶段调查)。其中，被淹没个体数量大的是柄翅果、木棉。

②对大古树的影响

保护区内 375m 淹没线以下的江岸，胸径在 1m 以上的大古树有 7 种，200 株。其中布柳河与穿洞河自然保护区 5 种 128 株、双江自然保护区 5 种 49 株、罗羊自然保护区 5 种 23 株，渡邑自然保护区红水河岸原有一些大古树，已经被砍伐。

③水库蓄水对动物种群及珍稀动物的影响

水库蓄水后，将淹没自然保护区内 375m 以下的河谷、山涧溪沟、森林和农田，使栖息在这些地方的动物生境减少，受影响较大的是沟谷森林带和山涧溪沟带的爬行类和两栖类动物。兽类和鸟类活动范围较大，适应能力较强，受影响较小，但由于原栖息范围减少，移民生产开发又要占据一些淹没线以上的地方，鸟兽数量很可能减少，特别是顶级食肉动物将减少更多。水库形成后，一些适应河谷和水面生活的游禽和涉禽将增加，如白鹭、苍鹭、池鹭、冠鱼狗和鸭科鸟类。

水库蓄水后会对国家二级保护动物—猕猴产生一定影响，猕猴是布柳河和穿洞河自然保护区的主要保护对象，这两个保护区内猕猴数量相对较多。由于猕猴的栖息地一般在海拔较高的石山，水库淹没对其栖息环境影响不大，其影响主要是使猕猴的觅食环境改变，觅食地相对缩小，食物数量减少。渡邑、罗羊 2 个保护区面积较小，现有脊椎动物种类和数量都不多，特别是大型兽类很少在保护区内发现，所以水库蓄水后对保护区内的兽类影响不大。水库淹没使 2 个保护区的河谷季雨林受到较大影响，将使原栖息于河谷季雨林中的一些两栖类、爬行类动物丧失部分生境，特别是国家一级保护的蟒蛇受影响较大。受影响较明显的还有栖息于河谷季雨林的一些鸟类，如白鹇。

龙滩水库淹没涉及的 5 个自然保护区皆为山区，水库形成后，水位抬高仅增加原河面的宽度，只有布柳河部分，向阳镇周围有较大面积的水面形成，其它地方皆为河道型水库。5 个自然保护区基本都不会形成孤岛，除罗羊自然保护区羊里河以西部分外，其它自然保护区淹没线以上皆是相连的，基本不存在地块分割切断其物种流通道问题。穿洞河和布柳河自然保护区内的猕猴数量较多，但淹没后 2 个自然保护区仍能为猕猴的正常生活繁衍提供足够的生境容量。

④移民安置对自然保护区的影响

移民安置对自然保护区的影响主要是 3 个方面：移民建房对、移民生产开发、移民配套工程建设。移民建房将消耗自然保护区部分森林，受影响较大的是用材林。移民配套工程建设也将给自然保护区带来不利影响，应在建设之前作好预测工作，并提出保护计划。移民生产开发对自然保护区有利有弊。有利的一面是将部分移民迁出保护区，有利于保护区的环境恢复，移民造林面积比淹没的自然保护区有林地面积大，可提高森林覆盖率；不利的一面是移民生产开发使草坡、荒山、疏林地减少，并可能引起新的水土流失。

f) 对局地气候的影响

龙滩环评报告对龙滩水库气候效应进行了预测，主要包括：温度、湿度、降水、风、霜和雾，对库区周围的农业生态气候适宜度也进行了分析。在气象要素变化很小的情况下，龙滩复核评价报告引用了环评报告的预测结论，主要结论如下：

1) 龙滩水库兴建后，对库区周围气温、湿度的变化有利，对降水、风、蒸发产生不利影响，对库区周围农作物的生长有利。

2) 水库对极值温度的影响较平均温度明显。水库对温度、湿度影响的水平距离不超过离岸 4km，垂直高度不超过 750m。

3) 水库库中降水量减少 123mm～125mm，占年降水量的 10%～12%，影响范围 8km 左右，而以外距离的降水量反而有所增加。一般年份不会对农业生态产生不利影响，但干旱年份对库区周围农作物有一定的影响。

4) 水库兴建后，库区将出现湖陆风，且十月表现最为明显，但湖陆风的强度小于系统影响强度。

g) 对社会环境的影响

1) 对区域经济的影响

根据龙滩复核评价报告，龙滩水电站库区 10 县工业经济基础差，农业经济收入低，交通不便，属于贫穷落后的地区。龙滩水电站的建设，无疑会大大促进区域经济的发展。

①电力供给对经济发展的影响

广西是大西南走向东南亚的出海通道。近年工农业总产值年增长较快，而电力发展水平较低，不能适应国民经济发展的需要。贵州经济属重工业经济结构，矿产资源丰富，除煤炭外，探明有储量的达 70 余种，由于受经济条件和环境因素的影

响，开发程度较低。贵州省在用电构成中耗能工业占较大比重，并保持较好的发展势头。虽然近年来电力发展较快，但仍然面临缺电局面。因此，为促进黔、桂两省(区)经济尽快发展，发展电力非常必要。龙滩水电站巨大的电能资源能为两省(区)国民经济发展，将发挥显著作用，为库区周围地方经济的发展带来机遇。

②对航运的影响

红水河全长 659km(不包括南盘江、黔江)，滩多、坡陡、水流急，天然情况下天峨以上基本不通航，只汛期有时通航。红水河下游忻城至石龙镇为通航河段。龙滩水库建成后，将淹没坝址以上险滩 190 处，库区干流 180km 范围内将形成保证率为 90%的深水航道，显著地改善了红水河的通航条件。水库蓄水后，沿库两岸将兴建若干码头，明显改善区域的水上交通状况，将大大增强库区周围的运输能力，同时，为密切对外经济联系，促进区域内工农业的发展，起到巨大的推动作用。

③对发展旅游业的影响

龙滩库区周围交通闭塞，信息不灵，经济发展水平低，这些因素限制了对旅游资源的开发利用。龙滩水库建成后，不仅水上交通条件大为改善，移民安置区也将兴建公路，从而使区域交通运输能力得到很大提高，为促进地方开发现有景观资源，发展旅游业提供了有利条件。随着龙滩水库的兴建，红水河广阔水域的形成，将把现有分散的景点连在一起，使龙滩水库成为一个湖、瀑、洞三位一体，风光风情双姿并秀的大型游览区；龙滩库区及库周地处亚热带，气候宜人，空气清新，草木茂盛，加之众多的流泉飞瀑和各种飞禽走兽，将给游览区增添无限的自然风光。

④对渔业的影响

龙滩水库兴建后，将根本改变库区河段滩多水急的水生生态环境，水面的增加，流速的减小，营养物质的增多，有利于鱼类的增殖。龙滩水库将形成 366.52km^2 的水面，这无疑对促进水库人工养殖渔业的发展起到了很大的作用。龙滩水库大坝的兴建，虽然对半回游性鱼类的活动有影响，产漂流性卵的鱼类资源将呈下降趋势，但可以通过设置渔业增殖站或鱼种场进行投放鱼种或鱼苗。通过一定的措施后，能使库区的鱼类资源得以保护，渔业得到发展，从而提高龙滩水库渔业的经济效益和社会效益。

综合以上几方面的论述可知，兴建龙滩水电站，为两省(区)提供了大量的电力，为库区周围资源的开发利用提供了契机，采矿业、建材业、旅游业将有较大的

发展；随着工程的建设，将改善区域交通设施，增强本地区的运输能力，为密切区域内外经济联系起到较大的推动作用；此外，巨大的工程投资、建设也将带动地方产业结构的调整和优化，最直接的是推动机电、冶金、建筑行业的发展。同时，对库区周围农业结构的调整也将起到促进作用。可见，龙滩水电站的建设，对区域经济的发展具有重要的现实意义。

2) 对环境容量的影响

①对土地资源的影响

龙滩水电站淹没土地总面积为 27798.1hm^2，而耕地面积达 6128.7.0hm^2(其中，水田面积为 3426.8hm^2、旱地面积 2211.9hm^2)，淹没的耕地数量较多。且所淹没耕地多为南北盘江和红水河及其他支流两岸的冲击河漫滩及 1 级～2 级河谷阶地，土质好，土壤熟化程度高，土壤相对肥沃，是库区的重要农业用地，大量的良田沃土被淹，将给库区粮食生产带来较大影响。龙滩水电站农村移民生产安置以土地为依托、大农业安置为主，保证每个生产安置人口有一份基本的口粮。库区各县根据其土壤、气候、水资源条件、土地资源情况、经济活动状况以及原有生产状况，采取了不同的生产安置土地分配方式。工程开工前的调查结果认为：以移民安置土地资源统计，水库淹没后的人均面积仍有 34.87 亩，资源较为丰富；虽然剩余耕地资源不多，但区域土地资源利用程度不高，能为实施开放性移民提供良好的条件；库区移民的关键问题是结局部分移民的口粮耕地问题。龙滩移民安置环评报告根据受水库淹没影响最大的罗甸县、望谟县和天峨县的土地资源量进行环境容量进行了分析，结果认为：移民安置区的环境容量是充足的，能满足移民生产安置的需要；移民安置区单从各乡镇的土地承载人口容量分析看，部分乡镇的土地容量是不够的，移民需考虑外迁安置。

②对水资源的影响

由于龙滩水电站淹没了库区 375m 以下区域，改变了库区的水资源分布状况，也导致居民原有的水资源利用体系受到影响，库区移民需要根据其生产、生活条件的改变重建其利用水资源的方式。移民安置的水资源环境容量主要是考虑区域的水资源是否能满足移民生活饮用水的需要和农业生产的需求为依据。龙滩移民安置环评报告据受水库淹没影响最大的罗甸县、望谟县和天峨县的气候条件、水资源量及分布状况、利用能力及方式的进行了调查与分析，认为：在确保建设规划的水利设

施后，并合理地利用和开发趋于的水资源，安置区的水资源能满足移民生产、生活对供水量的需求，移民安置区的水资源容量是够的。

3) 对人群健康的影响

环评阶段统计资料显示，龙滩库区及库周发生发病率较高的传染病主要有痢疾、伤寒和副伤寒、传染性肝炎，由于痢疾、伤寒和传染性肝炎属于介水传染病，其发病与居民生活密切相关。龙滩水库兴建后将改善库周两岸缺水状况和居民卫生条件，有利于阻止介水传染病的发生，使其发病率降低，但要注意对水源的保护。水库兴建后，库区两岸居民从分散式饮水到集中式饮水，若不注意对饮用水源的保护，则会引起介水传染病的爆发流行。在水库蓄水初期，随着水位的抬升，鼠类将向库区居民区逃避，使库区周围鼠密度加大，人鼠接触机会增多，因此有可能使鼠类传染的疾病发病率上升。在迁建集镇和农村集中安置点移民搬迁、建设期间，由于人口流动性大，生活、卫生设施善未齐备，环境卫生状况较差，较易引起虫媒、肠道等传染性疾病的发生。

4) 对文物与景观的影响

根据黔、桂两省(区)文物管理系统的调查，龙滩库区共发现 6 处文物，贵州、广西各 3 处。具体为：罗甸县老城烟灯坡清代墓葬群，墓地在海拔 390m～410m 之间；罗甸县福星桥，系石砌单跨拱桥，在海拔 375m 以下，属罗甸县保护对象；罗甸县孔明庙“爱吾庐记”碑，海拔 390m；治安旧石器散布点，位于天峨县向阳镇治安村北约 500m，天峨至向阳公路北面的山坡上；板力旧石器散布点，位于向阳镇板力村北约 100m 处；板力无脊椎动物化石发现点，位于向阳镇治安到板力两地之间的山坡上。调查结论认为，无脊椎动物化石属常见种，其余发现均属文物的零星散布，未见有大规模的造址和有价值的文物散布点，清末墓葬属有主坟，调查发现的古迹不具备保护、发掘和科学研究的价值。

库区自然景观优美，水库蓄水后，对自然景观不会带来不利影响，相反，湖库的形成，将给库区环境景上天花，带来更加优美的景观。

5.2.1.2 环境影响报告书批复意见

龙滩水电站环境影响报告书主要批复意见如下：

1) 原则同意报告书预审会和环境生态问题审查会专家评审意见及你部(能源部)与贵州省环境保护局、广西壮族自治区环境保护局的审查意见。

2) 从环保方面分析龙滩水电站工程375m坝高方案是可行的。

3) 对因该工程建设影响涉及的五个自然保护区的珍稀动、植物及地域生物优势种群、水源林等移植生长适应性及育苗栽培等工作应尽早进行建立生态试验点，以便取得经验，制定恢复发展方案，推广实验。

4) 鉴于该工程为国内巨型水库，对区域环境将造成深远影响，故有必要对生态环境影响这一重点内容，在工程建设运行后，由工局组织贵州省环境保护局、广西壮族自治区环境保护局和其他有关部门进行回顾性评价，所需经费应在工程建设总概算中预留。

5) 该工程移民量大又涉及少数民族聚居区，在编制开发性移民安置规划时，要充分注意因移民所致的环境问题，应吸收地方环境保护部门参加，针对不同的影响因素，提出相应的措施和对策，供地方政府在移民安置中实施。

6) 要做好施工期的环境保护工作，应制定环境保护管理的规章制度并纳入施工总结管理轨道一并实施，严禁乱砍滥伐、随意侵占田地扩大施工区。对此，地方环境保护部门要加强监督检查，把景观、植被的恢复作为该工作竣工验收的重要条件。

5.2.1.3 环境影响复核及补充评价报告书批复意见

环监发〔2000〕96号的主要意见如下：

1) 依据1991年编制的环境影响报告书、批复意见和新编制的复核报告书，制定详细的环境保护措施与监督管理计划，落实环境保护投资，确保报告书所提各项环保措施的落实。

2) 加强施工期的环境保护工作，做好项目水土保持方案。对施工产生的废水和垃圾采取必要的防治措施，做到达标排放，防止对天峨县城取水口水质的影响。

3) 对淹没涉及的5个自然保护区要根据报告书的措施，提出调整方案，落实淹没和生态补偿措施与珍稀动植物异地保护营救计划，所需经费列入工程投资中。

4) 鉴于龙滩水电站水库淹没区移民较多，且移民安置涉及5个自然保护区，应分县编制移民安置区的生态保护规划，具体研究移民安置区的生态环境容量，优化移民安置方案；地方政府及有关单位在实施水库淹没处理及移民规划方案时，应按环保要求落实有关对策措施。……对淹没涉及的迁建企业、复建公路和重要移民集

镇等单项工程对建设要执行环境影响评价审批制度。

5) 依据该河段水环境功能区划的要求，编制水库水质保护规划，报有关政府部门批准后实施，防止水库水质恶化及水库富营养化。

5.2.1.4 移民安置专题环境影响报告书批复意见

环审〔2007〕395 号主要批复意见如下：

1) 合理选择移民安置区和城(集)镇、村庄新址，避开自然保护区、保护动物栖息地、保护植物和古大树分布区、水源保护区等生态敏感区区域，不得在自然保护区设置取、弃土场和临时施工营地。……对移民安置区及其附近的珍稀、保护植物和古树名木进行登记、挂牌保护。合理安排农村移民生活能源，保护移民城(集)镇、村庄新址附近植被，禁止乱砍乱伐。

2) 完善库底环境清理和蓄水环保方案，认真落实 330m 以上区域库底环境清理，对 330m 以下已采伐遗留的植物及漂浮物进行清理，二期蓄水前进行阶段竣工环保验收。

3) 尽快制定龙滩水质水产养殖规划，严格控制养殖规模，限制在库湾等水域大规模发展投饵等养殖活动。迁建集镇生活污水需经过二级生活处理达标后尽量用于当地绿化或农业灌溉，不得在库湾等水环境条件较弱的区域设置集镇集中污水排放口。引导农村移民进行牲畜养殖，以满足沼气池正常运行条件，沼渣与沼液应用于农业生产，不得投入水体。落实移民安置区生活垃圾处置措施。

4) 采取水土保持工程和植物措施，重点对新建城(集)镇、移民村、农业生产开发区、复建公路等区域进行水土流失治理，禁止在坡度大于 25°的陡坡地上开垦耕地，不得向库区干、支流水体弃渣。高度重视移民城(集)镇、村庄新址环境地质灾害的防治。

5) 按“三同时”要求，落实迁建工业企业的环保设施。

5.2.1.5 枢纽工程竣工环境保护验收意见

环验〔2011〕220 号主要要求如下：

(一) 推进移民安置工程各项环境保护措施落实。

移民工作完成后，应单独申请移民安置工程环保验收。

(二) 加快编制库区水质保护规划，报有关部门批准后实施；开展龙滩水库鱼类

资源保护措施专题研究，报两省区有关部门审查。

(三) 制定水库水质，水温监测计划，在加强系统观测的基础上进一步开展水质、水温不利影响和减缓措施的研究工作。

(四) 加强下泄流量监控，确保下游用水需求。

(五) 配合自然保护区管理部门，做好受工程影响的自然保护区的有关保护工作。

(六) 认真做好工程环境影响后评价工作，后评价报告编制完成后报我部审查。

(七) 规划后续建设的蓄水位从 375 米升至 400 米大坝工程及其配套工程，未经环评审批，不得开工建设。

(八) 我部委托广西壮族自治区环境保护厅和贵州省环境保护厅负责工程运营期的环境监管。

5.2.1.6 红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告审查意见

环境保护部办公厅《关于红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函》(环办函〔2014〕192 号)中对龙滩水电站提出的要求主要如下：

三、红水河流域生态环境敏感而脆弱，珍稀特有保护鱼类众多，生物多样性丰富，生态地位十分重要。从总体上看，综合利用充分开发了流域水力资源，提高了流域防洪、灌溉和航运能力，对促进广西以及红水河上下游相关地区经济社会发展具有重要意义。同时，综合利用也改变了河流连通性和上下游水文情势，阻隔了洄游通道，导致水生生物多样性下降及部分鱼类产卵场消失；淹没了部分河滩地和陆域，导致部分物种重要栖息地破坏和丧失；带来了低温水影响、局部库区水域富营养化和外来物种入侵等环境问题。

因此，应在全面认识流域综合利用造成的环境影响的性质、特征和程度的基础上，完善和落实各项生态环境保护对策措施，切实解决现有环境问题，进一步采取有效措施减缓综合利用带来的不良环境影响。

四、在红水河综合开发过程中，应重点做好如下工作：

(三) 协调地方政府和有关部门，采取有效措施加强鱼类重要生境的保护，进一步研究和选取适宜的支流河段作为鱼类替代生境。广西红水河来宾段珍稀鱼类自治区级自然保护区是红水河流域极为重要的水生生物自然保护区，应严格落实保护区

各项保护和补偿措施。将红水河珍稀鱼类保护区季节性核心区、红水河兴宾区老城厢村大沙洲洲头至蒙村秤钩滩滩尾、洛清江江口电站以下至洛清江河口三个河段设为全年禁渔区。乐滩库尾和刁江金滩电站以下共 113 公里河段、大藤峡库尾至石龙三江口、柳江红花电站以下及洛清江江口电站以下共 214.5 公里河段、大藤峡以下至磨刀门及郁江西津以下共 747 公里河段原则上不再进行梯级开发，采取设置禁渔期和禁渔区、加强污染治理、构造仿自然生境等措施维持和改善其生态功能，为珍稀、濒危、特有鱼类完成生活史提供必要生境。

(四) 研究提出恢复鱼类洄游通道畅通的措施，完善过鱼体系。平班、龙滩、岩滩三个梯级补建集运鱼系统，岩滩至桥巩之间各梯级近期实施集运鱼系统，研究建设鱼道的可行性；大藤峡梯级建设时，应建设鱼道，并进一步研究建设生态型过鱼通道的可行性。加强过鱼设施管理，确保过鱼设施常年发挥过鱼作用。 进一步明确流域主要过鱼对象，开展过鱼导鱼关键技术研究，加强过鱼效果监测，根据监测结果不断优化过鱼设施。

(五) 统筹布局鱼类增殖放流设施，充分发挥对流域鱼类资源的补偿作用。规划建设红水河珍稀鱼类保育中心和平班、大化、桥巩、来宾、大藤峡等鱼类增殖站，珍稀鱼类保育中心应做好红水河流域珍稀鱼类繁殖、育种、救护、监测、监督、指导、研究等工作。

(六) 研究拟定流域生态调度方案，落实下泄生态基流、压咸流量和人造洪峰措施。从流域生态保护和维护下游用水需求的角度，科学制定切实可行的梯级联合生态调度方案并尽快实施。对流域梯级生态流量进行实时监控，落实各梯级工程的生态流量下泄措施。对造成了低温水影响的梯级进行常年监测，必要时采取措施减缓不利影响。

(七) 加强流域陆生生态保护工作，减缓综合利用对野生动植物及其重要生境和景观的影响。禁止在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区内设置施工场地。采取有效措施，做好珍稀保护植物和古树名木的保护工作。

(八) 开展库区及周边生态环境协同管理，减少库区污染负荷，确保水质安全。

加强库区环境管理和渔业捕捞活动管理，根据生态保护的要求和环境承载力，适度发展库区养殖活动，推进渔民转产并逐步扩大禁渔范围。依法加强涉及保护

区、鱼类重要生境的采砂、航运及排放污染物等的管理。 针对流域开发导致的外来物种入侵问题开展专题研究，妥善应对维持生物多样性。加强对富营养化水域的监测和控制，采取有效措施减缓不利影响。

(九) 进行长期生态跟踪观测，为流域环境保护提供技术支撑。结合流域环境管理和监测系统的建设，构建流域生态监测体系和流域生态环境数据库，跟踪观测流域重要鱼类“三场”重要物种栖息环境和分布变化；动态观测增殖放流、过鱼导鱼、生态修复措施实施的效果，优化各梯级特别是控制性水库的生态调度运行方式，最大程度减缓对流域生态环境的不利影响。根据监测监控结果，适时开展域综合利用跟踪评价和典型工程后评价。

5.2.1.7　环境影响后评价报告咨询意见

2018 年 7 月环境保护部环境工程评估中心《关于红水河龙滩水电站环境影响后评价报告的技术咨询意见》如下：

a) 环境影响后评价咨询

1) 水环境

咨询认为，建设单位应严格落实《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》提出的生态调度 ，确保龙滩水电站下泄生态流量满足敏感生态需水时段(4月～9 月)1500 立方米/秒，其他时段(10 月～次年 3 月)600 立方米/秒的要求，主要利用发电机组下泄生态流量。建设单位应持续开展水库水温结构及下泄水温的系统观测，断面选取应具有可比性，并能反映水生生态保护需求，以及库区及上下游河段水体水质监测，据此研究优化水温影响减缓措施和工程调度运行方式。建议建设单位配合地方相关主管部门，严格控制库区网箱养殖规模，建立健全库区渔政管理，防控库区养殖污染；各级政府应有序推进实施库区及上游小流域综合治理，明确面源污染控制目标，制定区域面源污染控制相关法规条例，消减面源污染负荷。

2) 水生生态

咨询认为，需进一步落实环评阶段提出的工程上下游河段水生生态监测计划，掌握和评估红水河龙滩段水生生态系统健康状况，据此优化鱼类增殖放流措施，系统制定水生生态保护措施体系。优化水库调度方案，联合流域梯级电站在红水河鱼类繁殖的 4 月、5 月和 6 月进行“人造洪峰”诱导鱼类繁殖技术的研究与实践；水库调度时，应充分考虑水位频繁涨落对沿岸带水生维管束植物、底栖动物和着生藻

类等繁衍，以及产粘、沉性卵鱼类繁殖的不利影响，尽量保持水位稳定。提请地方相关部门，将龙滩水库库尾 5 公里天然流水河段、支流布柳河天然流水河段划定为鱼类栖息地保护河段，建造人工鱼巢，加强渔政管理，开展鱼类资源和水生生物监测，保护保护鲃亚科、野鲮亚科、平鳍鳅科、鲿科、鮡科等鱼类。配合地方相关主管部门，加强库区网箱养殖管控，避免外来物种大规模入侵造成土著种群资源严重退化。建议聘请专业研究机构进行鱼类资源科学研究，重点开展增殖放流效果评估及其技术改进研究、梯级开发对鱼类的影响研究、外来鱼类的监测与防控研究等。

3) 陆生生态

咨询认为，建议建设单位继续做好工程影响移栽珍稀植物的管护，做好工程枢纽区和施工区植被养护。对珍稀植物和古树移植情况进行评估，为库区 375 米到 400 米淹没区珍稀植物和古树移栽积累经验。建议对评价区陆生生态实行长期监测，加强对库区及周边的气候监测、影响评估，深入研究工程建设对陆生植被的影响。加强区域生态环境科学研究，为库区生态环境保护提供理论依据。

4) 移民安置

咨询认为，应加强对移民安置区生活污水、生活垃圾等的管理及处置工作，加强饮用水源的保护和卫生防疫工作。

b) 咨询结论与建议

1) 结论

报告采用资料收集、调查监测、遥感识别、综合分析等相结合的方法，对龙滩水电站运行后对水文水资源、水温、水质、水生生态、陆生生态、局地气候和社会环境等环境影响进行了较为系统的调查和分析，针对性地提出了环境保护对策措施，并提出了持续改进建议，对我国水电工程环境影响后评价工作的开展和环境管理决策水平的提升，具有积极的探索和推动意义，可作为龙滩水电站运行管理的环境支撑文件。

2) 建议

1. 建设单位应强化生态流量、水库水温结构及下泄水温、库区及上下游河段水质的系统性监测。根据水生生态保护需求，统筹各要素合理选择监测断面，为持续改进和优化工程调度运行方式、环境保护措施发挥决策作用。

2. 建设单位应严格落实《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》提出的龙滩水电站下泄生态流量满足敏感生态需水时段(4 月～9 月)1500 立方米/秒，其他时段(10 月～次年 3 月)600 立方米/秒的要求，根据生态调度方案进一步优化水库调度运行方式。

3. 建设单位应尽快开展鱼类资源科学研究，重点开展工程上下游河段水生生态监测、增殖放流效果评估及其技术改进研究、梯级开发对鱼类的影响研究、外来鱼类的监测与防控研究等，评价红水河龙滩段水生生态系统整体状况，系统制定水生生态保护措施体系。流域梯级联合调度，在红水河鱼类繁殖期(4 月～6 月)进行“人造洪峰”诱导鱼类繁殖技术的研究与实践；在产粘、沉性卵鱼类繁殖期内水库调度尽量保持水位的稳定。

4. 建设单位应继续开展工程影响移栽珍稀植物的管护，做好工程枢纽区和施工区植被养护。对库区周围的珍稀植物和古大树实施监测，掌握珍稀植物和古大树的分布、生长情况，并进行挂牌保护。库区各自然保护区应完善管理制度，并配备专职管理人员与设备。

5. 建设单位应配合地方相关主管部门，严格控制库区网箱养殖规模，建立健全库区渔政管理，防控库区养殖污染。地方政府应有序推进实施库区及上游小流域综合治理，明确面源污染控制目标，制定区域面源污染控制相关法规条例，进一步消减面源污染负荷。提请地方将龙滩水库库尾 5 公里天然流水河段、支流布柳河天然流水河段划定为鱼类栖息地保护河段，建造人工鱼巢，加强渔政管理。

5.2.1.8　广西壮族自治区人民政府会议纪要要求

2014 年 1 月 15 日，广西壮族自治区人民政府《研究红水河综合利用规划环境保护实施方案任务分解落实工作的纪要》，对红水河各梯级和长洲水利枢纽提出了以下要求：

红水河各梯级电站和长洲水利枢纽业主要配合地方政府和有关部门落实库区禁渔措施，加强对水库库岸失稳和消落带的治理工作，保障流域生态流量。

(一) 天生桥一级梯级业主负责自购鱼苗实施增殖放流，开展低温水减缓措施研究，完善生态流量泄放措施及其监控方式，制订坝底检修应急预案。

(二) 天生桥二级梯级业主负责自购鱼苗实施增殖放流，完善生态流量泄放措施及其监控方式，制订坝底检修应急预案。

(三) 平班梯级业主负责与龙滩梯级业主合作建设鱼类增殖站，实施集运鱼过鱼措施，开展水库水质和水生态监测、增殖放流效果监测工作，完善生态流量泄放措施及其监控方式，制订坝底检修应急预案。

(四) 龙滩梯级业主负责与平班梯级业主合作建设鱼类增殖站，实施集运鱼过鱼措施，开展水库水质和水生态监测、增殖放流效果监测工作，开展低温水减缓措施研究，完善生态流量泄放措施及其监控方式，制订坝底检修应急预案。

(五) 岩滩梯级业主负责与大化、百龙滩和乐滩梯级业主合作建设鱼类增殖站，实施集运鱼过鱼措施，开展水库水质和水生态监测、增殖放流效果监测工作。

(六) 大化、百龙滩和乐滩梯级业主负责与岩滩梯级业主合作建设鱼类增殖站，尽快实施集运鱼过鱼措施，开展鱼道过鱼的可行性研究，完善生态流量泄放措施及其监控方式，制订坝底检修应急预案，开展水库水质和水生态监测、增殖放流效果监测工作。

(七) 桥巩梯级业主负责完善生态流量泄放措施及监控方式，制订坝底检修应急预案，尽快实施集运鱼过鱼措施，开展鱼道过鱼的可行性研究，开展水库水质和水生态监测、增殖放流效果监测工作。

(八) 大藤峡梯级业主负责实施鱼道(常规鱼道和仿生态鱼道)工程建设，建设鱼类增殖放流站(大藤峡鱼类增殖站和来宾红水河珍稀鱼类保护增殖站)，建设干支流人工鱼巢及产卵场，开展水库鱼类保护措施研究，开展水库水质、水生态监测和鱼类增殖放流效果监测工作。

(九) 长洲水利枢纽业主负责实施水库水质和水生态监测、增殖放流效果监测工作。

5.2.1.9 广西壮族自治区环境保护厅会议纪要要求

2013 年 4 月 25 日，广西壮族自治区环境保护厅《关于红水河综合利用规划环境保护实施方案协调会会议纪要(第 30 期)》主要内容如下：

会议认为：《红水河综合利用规划环境影响后评价研究报告书》，对红水河综合利用规划实施所造成的环境问题进行了研究并在此基础上提出了减缓不良环境影响的措施建议，由此而制定的《实施方案》措施可操作性强，责任分工明确，方案实施后可减缓对环境造成的不良影响。已建成的 9 个梯级业主须落实的措施：

1、天生桥一级须落实的措施：低温水减缓措施研究、完善生态流量泄放措施及

其监控、制定坝底检修应急预案、鱼类捕捞过坝、购买鱼种进行放流、配合地方政府做好禁渔措施。

2、天生桥二级须落实的措施：鱼类捕捞过坝、购买鱼种进行放流、完善生态流量泄放措施及其监控、制定坝底检修应急预案。

3、龙滩梯级须落实的措施：生态流量泄放措施及其监控、制定坝底检修应急预案、低温水减缓措施研究、鱼类捕捞过坝、鱼类增殖放流站建设、水库鱼类保护措施研究、配合地方政府做好禁渔措施、水库水质及水生态监测、鱼类增殖放流效果监测。

4、平班、岩滩、大化、乐滩梯级须落实的措施：鱼类捕捞过坝、与龙滩等电站共建鱼类增殖站、水库水质及水生态监测、鱼类增殖放流效果监测、完善生态流量泄放措施及监控、制定坝底检修应急预案。

5、百龙滩梯级须落实的措施：鱼类捕捞过坝、与龙滩等电站共建鱼类增殖站、完善生态流量泄放措施及监控、制定坝底检修应急预案。

6、桥巩梯级须落实的措施：鱼类捕捞过坝 、建立水生态监测系统、长期监测鱼类增殖放流效果、鱼道建设可行性研究、完善生态流量泄放措施及监控、制定坝底检修应急预案。

5.2.2 环境保护工作要求落实情况分析

根据龙滩水电站环境影响报告书、环保竣工验收、环境影响后评价、红水河流域环境影响回顾性评价审查意见及广西壮族自治区人民政府、广西壮族自治区生态环境厅会议纪要的环保要求，龙滩水电站共需落实环保要求 54 条，其中已落实 35 条，部分落实 7 条，正在落实 9 条，未落实 0 条，不涉及的为 3 条。龙滩水电站环保要求落实情况详见表 5.2.2-1。

表 5.2.2-1　各阶段环境保护要求落实情况分析表

序号	环境保护要求	落实情况	备注
一	**国家环保局《关于红水河龙滩水电站环境影响报告书审查意见的复函》(环监〔1991〕471 号)**		
1	3) 对五个自然保护区的珍稀动、植物及地域生物优势种群、水源林等移植生长适应性及育苗栽培等工作应尽早进行建立生态试验点。	已落实。 1、2003 年 11 月桂政办函〔2003〕162 号文，《关于将布柳河、穿洞河自然保护区合并调整并更名为广西龙滩自治区级自然保护区的通知》；2005 年 4 月“桂政函〔2005〕128 号文”《关于同意建立广西雅长兰科植物自治区级自然保护区的批复》，目前龙滩水电工程按正常蓄水位 375m 运行，不影响以上自然保护区。 2、建设单位按照审查意见要求，先后投入资金实施了《龙滩水电站广西库区水库淹没区珍稀野生植物及古树资源调查报告》(2006 年)；并立项编制了 《龙滩水电站水库淹没区(广西部分)珍稀野生植物及古树资源调查与迁地保护方案》(2006 年)；2007-2008 年先后对龙滩库区涉及的自然保护区广西雅长部分珍稀野生植物、广西龙滩自然保护区野生珍稀植物实施了迁地保护工程，并完成了《龙滩水电站水库淹没区广西雅长部分珍稀野生植物迁地保护工程竣工报告》(2007 年)；《广西龙滩自然保护区野生珍稀植物迁地保护项目竣工报告》(2008 年)；并实施了龙滩生态公园、龙滩水电站塘英野生植物园等生态减缓和保护措施，并完成了《红水河龙滩水电站塘英野生珍稀植物保护园生态营造工程竣工报告》(2009 年)；	
2	4) 开展回顾性评价	已落实。 2013 年 11 月珠江水资源科学研究所编制了《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》，2014 年环境保护部办公厅《关于红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函》(环办函〔2014〕192 号)对报告进行了批复。	
3	5) 移民安置规划要提出相应的环保措施和对策	已落实。 2002 年 9 月委托中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司完成了《龙滩水电站移民安置环境影响评价大纲》，2007 年 5 月完成了《龙滩水电站移民安置环境影响专题报告书》(以下简称龙滩移民安置环评报告)，2007 年 9 月，国家环保总局以《关于红水河龙滩水电站移民安置专题环境影响报告书的批复》(环审〔2007〕395 号)对报告书进行了批复。建设单位在移民安置过程中按照报告书要求采取了相应的环境保护措施。	
4	6) 要做好施工期的环境保护工作。	已落实。 编制有施工前环境保护报告，获得环保奖项。 1、《红水河龙滩水电站施工区环境保护规划专题报告的复函》桂环管函〔2001〕135 号 2、《红水河龙滩水电站施工区水土保持方案专题报告》(2002) 3、中华人民共和国环境保护部环验〔2011〕220 号《关于红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收意见的函》 4、广西壮族自治区绿化委员会、林业局 2007 年度、绿色工程建设先进单位 5、中国电力企业联合会 2009 年度《绿色龙滩环保水保六到位管理新模式一等奖》	

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
二	**国家环保总局《关于红水河龙滩水电站环境报告书重新审核意见的函》(环监发〔2000〕96 号)**		
5	3)对淹没涉及的 5 个自然保护区落实淹没和生态补偿措施与珍稀动植物异地保护营救计划。	已落实。 1、2003 年 11 月桂政办函〔2003〕162 号文，《关于将布柳河、穿洞河自然保护区合并调整并更名为广西龙滩自治区级自然保护区的通知》；2005 年 4 月“桂政函〔2005〕128 号文”《关于同意建立广西雅长兰科植物自治区级自然保护区的批复》，目前龙滩水电工程按正常蓄水位 375m 运行，不影响以上自然保护区。 2、建设单位按照审查意见要求，先后投入资金实施了《龙滩水电站广西库区水库淹没区珍稀野生植物及古树资源调查报告》(2006 年)；并立项编制了 《龙滩水电站水库淹没区(广西部分)珍稀野生植物及古树资源调查与迁地保护方案》(2006 年)；2007-2008 年先后对龙滩库区涉及的自然保护区广西雅长部分珍稀野生植物、广西龙滩自然保护区野生珍稀植物实施了迁地保护工程，并完成了《龙滩水电站水库淹没区广西雅长部分珍稀野生植物迁地保护工程竣工报告》(2007 年)；《广西龙滩自然保护区野生珍稀植物迁地保护项目竣工报告》(2008 年)；并实施了龙滩生态公园、龙滩水电站塘英野生植物园等生态减缓和保护措施，并完成了《红水河龙滩水电站塘英野生珍稀植物保护园生态营造工程竣工报告》(2009 年)；	
6	4) 移民安置规划方案编制和实施时，应按环保要求落实有关对策措施。	已落实。 2002 年 9 月委托中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司完成了《龙滩水电站移民安置环境影响评价大纲》，2007 年 5 月完成了《龙滩水电站移民安置环境影响专题报告书》(以下简称龙滩移民安置环评报告)，2007 年 9 月，国家环保总局以《关于红水河龙滩水电站移民安置专题环境影响报告书的批复》(环审〔2007〕395 号)对报告书进行了批复。建设单位在移民安置过程中按照报告书要求采取了相应的环境保护措施。	
7	5) 依据该河段水环境功能区划的要求，编制水库水质保护规划，报有关政府部门批准后实施，防止水库水质恶化及水库富营养化。	已落实。 已编制《红水河龙滩水电站水质保护规划》(2016 年)，并实施。	

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
三	**国家环保总局《关于红水河龙滩水电站移民安置专题环境影响报告书的批复》(环审〔2007〕395 号)**		
8	1) 合理选择移民安置区，避开自然保护区等环境敏感区，对珍稀、保护植物和古树名木进行保护。	已落实。 1、建设单位按照审查意见要求，先后投入资金实施了《龙滩水电站广西库区水库淹没区珍稀野生植物及古树资源调查报告》(2006 年)；并立项编制了《龙滩水电站水库淹没区(广西部分)珍稀野生植物及古树资源调查与迁地保护方案》(2006 年)；2007-2008 年先后对龙滩库区涉及的自然保护区广西雅长部分珍稀野生植物、广西龙滩自然保护区野生珍稀植物实施了迁地保护工程，并完成了《龙滩水电站水库淹没区广西雅长部分珍稀野生植物迁地保护工程竣工报告》(2007 年)；《广西龙滩自然保护区野生珍稀植物迁地保护项目竣工报告》(2008 年)；并实施了龙滩生态公园、龙滩水电站塘英野生植物园等生态减缓和保护措施，并完成了《红水河龙滩水电站塘英野生珍稀植物保护园生态营造工程竣工报告》(2009 年)；	
9	2) 完善库底环境清理和蓄水环保方案，二期蓄水前进行阶段竣工环保验收。	已落实。 建设单位委托贵阳院于 2010 年 10 月编写完成《龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》(以下简称龙滩枢纽环保验收报告)。2022 年环境保护部《关于红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收意见的函》(环验〔2011〕220 号)进行了验收。	
10	3) 尽快制定龙滩水质水产养殖规划，严格控制养殖规模，落实移民安置区生活垃圾处置措施。	已落实。 1、2010 年建设单位委托广西壮族自治区水产研究所编制《红水河龙滩水电站库区水产养殖容量规划报告(2011 年～2025 年)》(2010 年)； 2、自 2018 年起配合当地政府部门对库区网箱养殖进行清除，每年汛期配合政府开展库区巡查时同步开展对网箱养殖情况进行巡查，目前已未发现网箱养殖情况。 3、2006 建设单位编制了移民安置规划报告，在按照要求落实了移民安置区生活垃圾处置措施。委托中南院会同地方行政主管部门在 2008 年确定了向阳、下老乡、雅长、百乐等 4 个集镇新址的生活污水处理工程与生活垃圾填埋场场址。2010 年 4 月，中南院完成各垃圾填埋场设计报告，同月通过了水电水利规划设计总院会同贵州省环境保护厅、水利水电工程移民局组织的审查。 2013 年 3 月，广西环保厅在研究广西库区迁建集镇新址的生活污水与生活垃圾处理工程设计报告后，以桂环函〔2013〕294 号《关于龙滩水电站广西库区集镇新址生活垃圾与生活污水处理工程设计及实施有关问题的复函》提出了方案优化的要求。受龙滩公司的委托，广西壮族自治区环境保护科学研究院联合广西华蓝(集团)有限公司开展了广西库区集镇新址生活垃圾与生活污水处理工程的优化设计工作，并于 4 月通过了龙滩公司会同广西环保厅组织的审查。	

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
11	4) 采取水土保持工程和植物措施，高度重视移民城(集)镇、村庄新址环境地质灾害的防治。	已落实。 1、上述要求已包含在《移民安置规划大纲》、《移民安置规划报告》、《红水河龙滩水电站水土保持方案报告书》、《红水河龙滩水电站贵州库区移民安置工程水土保持实施方案》和《红水河龙滩水电站广西库区移民安置工程水土保持实施方案》中，并已全部实施落实。 2、《红水河龙滩水电站水土保持方案报告书的复函》水利部水保函〔2007〕215 号 3、《红水河龙滩水电站工程水土保持设施验收技术评估报告》 4、《关于印发红水河龙滩水电站枢纽工程水土保持设施验收鉴定书的函》水利部 办水保〔2010〕787 号 5、红水河龙滩水电站枢纽工程"全国生产建设项目水土保持示范工程"水利部《关于公布 2011 年全国生产建设项目水土保持示范工程的通知》水保〔2011〕67 号 6、后续产生的次生地质灾害等治理工作已落实相关投资，随时治理。	
四	**环境保护部《关于红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收意见的函》(环验〔2011〕220 号)**		
12	(一)推进移民安置工程各项环境保护措施落实。 移民工作完成后，应单独申请移民安置工程环保验收。	正在落实。 编制了《红水河龙滩水电站贵州库区移民安置工程水土保持治理项目实施方案》与《红水河龙滩水电站广西库区移民安置工程水土保持治理项目实施方案》，取得了《关于依法红水河龙滩水电站贵州库区移民安置工程水土保持治理项目水土保持设施初步验收的意见》贵水水保〔2010〕82 号、《关于依法红水河龙滩水电站广西库区移民安置工程水土保持治理项目水土保持设施初步验收的意见》桂水水保〔2011〕12 号与《关于红水河龙滩水电站移民安置专题环境影响报告书的批复》环审〔2007〕385 号。因部分移民安置区的道路、桥梁、地质灾害治理等工作需追加投资，龙滩水电站移民安置规划调整报告正在编制中，待上述工作完成以后，建设单位将按照法律法规要求，依法申请移民安置工程环保验收。	
13	(二)加快编制库区水质保护规划，报有关部门批准后实施；开展龙滩水库鱼类资源保护措施专题研究，报两省区有关部门审查。	已落实。 建设单位已编制《红水河龙滩水电站水质保护规划》(2016 年)、《红水河龙滩水电站水库鱼类资源保护措施专题研究报告》(2016 年)。	
14	(三)制定水库水质，水温监测计划，在加强系统观测的基础上进一步开展水质、水温不利影响和减缓措施的研究工作。	已落实。 制定了水库、水温监测计划，并开展了《红水河龙滩水电站库区水温结构及坝下水温变化系统观测研究》。 现阶段由龙滩水电站 8#、9#机组建设工程继续落实水库水质、水温监测计划，拟同步开展水温不利影响和减缓措施研究工作。	

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
15	(四)加强下泄流量监控，确保下游用水需求。	已落实。 编制并落实了《龙滩水调自动化系统》，可同步在线监测。项目同时实行机组流量监控和尾水流量监控，并严格执行水利部和珠江委下达的西江流域年度水资源调度计划。2020 年委托珠江水资源保护科学研究所完成《西江干流龙滩水电站生态流量保障目标复核分析研究》；同时，严格按照 2022 年广西河流水量分配和生态流量 达标评价办法(桂水资源【2022】21 号)控制最小下泄流量。根据龙滩水电站的运行调度资料，2008 年～2021 年，龙滩水库的多年平均入库流量为 948.5m^3/s，年平均入库径流量为 299.12 亿 m^3；多年平均出库流量为 946.5m^3/s，年平均出库径流量为 298.49 亿 m^3。	
16	(五)配合自然保护区管理部门，做好受工程影响的自然保护区的有关保护工作。	已落实。 已编制实施《龙滩水电站贵州库区自然保护区保护规划设计报告书》和《龙滩水电站广西库区淹没区珍稀野生植物及古树迁地保护方案》。 1、2003 年 11 月桂政办函〔2003〕162 号文，《关于将布柳河、穿洞河自然保护区合并调整并更名为广西龙滩自治区级自然保护区的通知》；2005 年 4 月“桂政函〔2005〕128 号文”《关于同意建立广西雅长兰科植物自治区级自然保护区的批复》，目前龙滩水电工程按正常蓄水位 375m 运行，不影响以上自然保护区。 2、建设单位按照审查意见要求，先后投入资金实施了《龙滩水电站广西库区水库淹没区珍稀野生植物及古树资源调查报告》(2006 年)；并立项编制了 《龙滩水电站水库淹没区(广西部分)珍稀野生植物及古树资源调查与迁地保护方案》(2006 年)；2007-2008 年先后对龙滩库区涉及的自然保护区广西雅长部分珍稀野生植物、广西龙滩自然保护区野生珍稀植物实施了迁地保护工程，并完成了《龙滩水电站水库淹没区广西雅长部分珍稀野生植物迁地保护工程竣工报告》(2007 年)；《广西龙滩自然保护区野生珍稀植物迁地保护项目竣工报告》(2008 年)；并实施了龙滩生态公园、龙滩水电站塘英野生植物园等生态减缓和保护措施，并完成了《红水河龙滩水电站塘英野生珍稀植物保护园生态营造工程竣工报告》(2009 年)。	
17	(六)认真做好工程环境影响后评价工作，后评价报告编制完成后报我部审查。	已落实。 已开展环境影响后评价工作，2018 年已取得环境保护部环境工程评估中心《关于红水河龙滩水电站环境影响后评价报告的技术咨询意见》2018.7.30	
18	(七)规划后续建设的蓄水位从 375 米升至 400 米大坝工程及其配套工程，未经环评审批，不得开工建设。	已落实。 电站 400 米正常蓄水位暂未实施，本项目是规划工程的一部分，龙滩水电站 8#、9#机组建设工程会按照审查意见落实有关环保审批程序。	

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
五	**广西壮族自治区环境保护厅《关于红水河综合利用规划环境保护实施方案协调会会议纪要(第 30 期)》2013 年 4 月 25 日**		
19	生态流量泄放措施及其监控	已落实。 编制并实施了《龙滩水调自动化系统》，可同步在线监测。项目同时实行机组流量监控和尾水流量监控，并严格执行水利部和珠江委下达的西江流域年度水资源调度计划。2020 年委托珠江水资源保护科学研究所完成《西江干流龙滩水电站生态流量保障目标复核分析研究》；同时，严格按照 2022 年广西河流水量分配和生态流量 达标评价办法(桂水资源【2022】21 号)控制最小下泄流量。根据龙滩水电站的运行调度资料，2008 年～2021 年，龙滩水库的多年平均入库流量为 948.5m^3/s，年平均入库径流量为 299.12 亿 m^3；多年平均出库流量为 946.5m^3/s，年平均出库径流量为 298.49 亿 m^3。	
20	制定坝底检修应急预案	不涉及 坝底无需要定期检修维护的设施；每日、每月、每季度、每年的频率定期对大坝进行监测，监测数据显示大坝运行状态良好，经国家能源局大坝中心评定为一类坝，无检修需求。建议有坝底检修计划时，根据具体检修方案制定针对性的环境保护应急预案。	
21	低温水减缓措施研究	正在落实。 拟在龙滩水电站 8、9 号机组建设工程中实施，目前已经形成了低温水减缓措施的初步设计方案。	
22	鱼类捕捞过坝	正在落实 拟在龙滩水电站 8、9 号机组建设工程中实施，目前已经形成了过鱼设施的初步设计方案。	
23	鱼类增殖放流站建设	正在落实 拟在本工程中实施，目前已经形成了鱼类增殖站的初步设计方案。	
24	水库鱼类保护措施研究	已落实 1.2014 年建设单位委托水利部中国科学院水工程生态研究所编制了《红水河龙滩水电站水库鱼类资源保护措施专题研究报告》(2014 年)，2014 年 12 月份组织评审会并出具评审意见。 2.2023 年 3 月 2 日红水河珍惜鱼类保育中心会议审议了《红水河珍稀鱼类保育中心运行管理方案》等文件，主要工作为繁殖、保育、救助、监测和研究红水河珍惜鱼类，具体落实情况见红水河珍稀鱼类保育中心 2023 年 3-5 月工作简报。	
25	配合地方政府做好禁渔措施	已落实。	
26	水库水质及水生态监测	已落实。 1.龙滩水电站已制定长序列水质监测计划，现状水质良好各指标满足对应水质标准要求。 2.由红水河鱼类保育中心统一组织开展红水河流域水生态监测。	
27	鱼类增殖放流效果监测	部分落实。 建设单位每年实施鱼类增殖放流工作。	

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
六	**广 西 壮 族 自 治 区 人 民 政 府《研究红水河综合利用规划环境保护实施方案任务分解落实工作的纪要》(2014 年 1 月 15 日)**		
28	配合地方政府和有关部门落实库区禁渔措施，加强对水库库岸失稳和消落带的治理工作，保障流域生态流量。	已落实。 建设单位每年委托中南院开展地质灾害评估工程，并形成《水库库岸及地质灾害巡视调查报告》，根据调查报告开展地质灾害治理工作。	
29	龙滩梯级业主负责与平班梯级业主合作建设鱼类增殖站	正在落实 拟在本工程中实施，目前已经形成了鱼类增殖站的初步设计方案。	
30	实施过鱼措施	正在落实 拟在龙滩水电站 8、9 号机组建设工程中实施，目前已经形成了过鱼设施的初步设计方案。	
31	开展水库水质和水生态监测	已落实。 1.龙滩水电站已制定长序列水质监测计划，现状水质良好各指标满足对应水质标准要求。 2.由红水河鱼类保育中心统一组织开展红水河流域水生态监测。	
32	增殖放流效果监测工作	部分落实。 建设单位每年实施鱼类增殖放流工作。	
33	开展低温水减缓措施研究	正在落实。 拟在龙滩水电站 8、9 号机组建设工程中实施，目前已经形成了低温水减缓措施的初步设计方案。	
34	完善生态流量泄放措施及其监控方式	已落实。 项目同时实行机组流量监控和尾水流量监控，并严格执行水利部和珠江委下达的西江流域年度水资源调度计划。2020 年委托珠江水资源保护科学研究所完成《西江干流龙滩水电站生态流量保障目标复核分析研究》；同时，严格按照 2022 年广西河流水量分配和生态流量 达标评价办法(桂水资源【2022】21 号)控制最小下泄流量。根据龙滩水电站的运行调度资料，2008 年～2021 年，龙滩水库的多年平均入库流量为 948.5m^3/s，年平均入库径流量为 299.12 亿 m^3；多年平均出库流量为 946.5m^3/s，年平均出库径流量为 298.49 亿 m^3。	
35	制订坝底检修应急预案	不涉及。 坝底无需要定期检修维护的设施；每日、每月、每季度、每年的频率定期对大坝进行监测，监测数据显示大坝运行状态良好，经国家能源局大坝中心评定为一类坝，无检修需求。建议有坝底检修计划时，根据具体检修方案制定针对性的环境保护应急预案。	

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
七	**环境保护部办公厅《关于红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函》(环办函〔2014〕192 号)**		
36	(四)龙滩补建集运鱼系统	正在落实 拟在龙滩水电站 8、9 号机组建设工程中实施，目前已经形成了过鱼设施的初步设计方案。	
37	(五)1、统筹布局鱼类增殖放流设施。2、建设红水河珍稀鱼类保育中心	部分已落实 1、拟在本工程中实施，目前已经形成了鱼类增殖站的初步设计方案。2、珍稀鱼类保育中心已于 2023 年统筹建设投运，龙滩电站作为成员单位分摊建设费用，并按期缴纳运维费。	
38	(六)对造成了低温水影响的梯级进行常年监测，必要时采取措施减缓不利影响。	正在落实。 拟在龙滩水电站 8、9 号机组建设工程中实施，目前已经形成了低温水减缓措施的初步设计方案。	
39	(七)禁止在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区内设置施工场地。 采取有效措施，做好珍稀保护植物和古树名木的保护工作。	已落实。 龙滩电站建立有珍稀保护植物园，也开展了日常运维工作；目前饮用水水源保护区范围内无相关施工设施，水质合格。	
40	(八)开展库区及周边生态环境协同管理，减少库区污染负荷，确保水质安全。	已落实。	
41	(九)进行长期生态跟踪观测，为流域环境保护提供技术支撑。	已落实。 由红水河鱼类保育中心组织开展红水河流域水生态监测，进行长期生态跟踪观测。	
八	**环境保护部环境工程评估中心《关于红水河龙滩水电站环境影响后评价报告的技术咨询意见》2018.7.30**		
	二 、环境影响后评价咨询(一)水环境		
42	(1)建设单位应严格落实 《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》 提出的生态调度 ，确保龙滩水电站下泄生态流量满足敏感生态需水时段(4 月 9 月)1500 立方米 / 秒，其他时段(10 月次年 3 月)600 立方米 / 秒的要求，主要利用发电机组下泄生态流量 。	已落实并继续优化落实。 梯级联合生态调度，该项目落实。根据《广西壮族自治区人民政府研究红水河综合利用规划环境保护实施方案任务分解落实工作的纪要》(桂政阅 2014 3 号)第三点，珠委负责红水河各梯级生态流量调度的具体工作。龙滩电厂自投产以来均严格落实珠委对电站的水库调度要求，未发生过违反调度纪律的情况，后续加强沟通协调，进一步优化水库调度运行方式。根据龙滩水电站的运行调度资料，2008 年～2021 年，龙滩水库的多年平均入库流量为 948.5m^3/s，年平均入库径流量为 299.12 亿 m^3；多年平均出库流量为 946.5m^3/s，年平均出库径流量为 298.49 亿 m^3。2021 年 4 月至 9 月平均月出库流量为 1224 m^3/s；其中 5 月出库流量最大，日平均出库流量可达 1839 m^3/s。	

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
43	(2)强化生态流量水库水温结构及下泄水温、库区及上下游河段水质的系统性监测。	已落实。 1、库区已设立水库水温垂向监测系统，本阶段需要补充对下泄水温和流域水温的系统观测。本阶段应按照审查意见要求继续落实水温观测要求。现阶段由龙滩水电站 8#、9#机组建设工程计划实施低温水减缓措施研究工作。 2、运行后每年实施库区上下游地表环境质量监测及水质监测(河池市环境保护监测站)。	
	二 、环境影响后评价咨询 (二)水生生态		
44	(1)落实环评阶段提出的工程上下游河段水生生态监测计划，系统制定水生生态保护措施体系。	已落实。 由红水河鱼类保育中心组织开展红水河流域水生态监测，进行长期生态监测，《红水河珍稀鱼类保育中心运行管理方案》已制定有完善的水生生态保护措施体系。	
45	(2)提请地方相关部门将龙滩水库库尾 5 公里天然流水河段、支流布柳河天然流水河段划定为鱼类栖息地保护河段。	部分落实。 龙滩水电站库尾北盘江段已经划定为栖息地保护河段，南盘江库尾由于和八渡水电站规划冲突，暂未划定为栖息地保护河段。本阶段由龙滩水电站 8#、9#机组建设工程实施未落实的鱼类栖息地保护相关工作。	
46	(3)配合主管部门 ，加强库区网箱养殖管控 。开展鱼类资源科学研究 ，重点开展增殖放流效果评估及其技术改进研究 、梯级开发对鱼类的影响研究 、外来鱼类的监测与防控研究等 。	部分落实。 库区网箱养殖管控工作已落实实施，本阶段由龙滩水电站 8、9 号机组建设工程继续落实进行鱼类资源科学研究，增殖放流效果评估及其技术改进研究 、梯级开发对鱼类的影响研究 、外来鱼类的监测与防控研究等。	
	二 、环境影响后评价咨询 (三)陆生生态		
47	(1)继续做好移栽珍稀植物的管护和工程枢纽区、施工区植被养护 。	已落实。 龙滩出资建立的 5 个珍稀植物园已经移交给当地政府，目前按照当地的有关管理规定落实保护工作，移栽植物龙滩珍惜植物保护园生长正常；建设单位投入 6000 多万元，开展工程枢纽区和施工区环境保护，截止目前，枢纽区和施工区环保工作落实到位。	
48	(2)对珍稀植物和古树移植情况进行评估。	(不涉及)由属地相关业务部门落实。 龙滩出资建立的 5 个珍稀植物园已经移交给当地政府，目前按照当地的有关管理规定落实保护工作，移栽植物龙滩珍惜植物保护园生长正常。	

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
49	(3)建议对评价区陆生生态实行长期监测，加强对库区及周边的气候监测、影响评估，深入研究工程建设对陆生植被的影响。加强区域生态环境科学研究，为库区生态环境保护提供理论依据。	部分落实。 工程运行以后工程周边每年都开展水质、声环境、大气环境环境质量现状监测。	
	四、咨询结论与建议(二) 建议		
50	1. 建设单位应强化生态流量、水库水温结构及下泄水温、库区及上下游河段水质的系统性监测。	部分落实。 1、库区已设立水库水温垂向监测系统，本阶段需要补充对下泄水温和流域水温的系统观测。本阶段应按照审查意见要求继续落实水温观测要求。由龙滩水电站 8#、9#机组建设工程计划实施低温水减缓措施和优化生态调度研究工作。 2、运行后每年实施库区上下游地表环境质量监测及水质监测(河池市环境保护监测站)。	
51	2. 建设单位应严格落实《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》提出的龙滩水电站下泄生态流量满足敏感生态需水时段(4 月-9 月)1500 立方米 / 秒，其他时段 (10 月-次年 3 月)600 立方米 / 秒的要求，根据生态调度方案进一步优化水库调度运行方式。	已实施并继续优化。 梯级联合生态调度，由龙滩水电站 8#、9#机组建设工程落实。根据《广西壮族自治区人民政府研究红水河综合利用规划环境保护实施方案任务分解落实工作的纪要》(桂政阅 2014 3 号)第三点，珠委负责红水河各梯级生态流量调度的具体工作。龙滩电厂自投产以来均严格落实珠委对电站的水库调度要求，未发生过违反调度纪律的情况，后续加强沟通协调，进一步优化水库调度运行方式。根据龙滩水电站的运行调度资料，2008 年～2021 年，龙滩水库的多年平均入库流量为 948.5m^3/s，年平均入库径流量为 299.12 亿 m^3；多年平均出库流量为 946.5m^3/s，年平均出库径流量为 298.49 亿 m^3。2021 年 4 月至 9 月平均月出库流量为 1224 m^3/s；其中 5 月出库流量最大，日平均出库流量可达 1839 m^3/s。	
52	3. (1)建设单位应尽快开展鱼类资源科学研究 ，增殖放流效果评估及其技术改进研究 、梯级开发对鱼类的影响研究 、外来鱼类的监测与防控研究等 (2)重点开展工程上下游河段水生生态监测 ，系统制定水生生态保护措施体系 。(3)实施流域梯级联合调度 。	(1)正在落实 由龙滩水电站 8#、9#机组建设工程继续落实进行鱼类资源科学研究 ，增殖放流效果评估及其技术改进研究 、梯级开发对鱼类的影响研究 、外来鱼类的监测与防控研究等。 (2)已落实。 由红水河鱼类保育中心组织开展红水河流域水生态监测，进行长期生态监测，《红水河珍稀鱼类保育中心运行管理方案》已制定有完善的水生生态保护措施体系。 (3)已落实。 根据《广西壮族自治区人民政府研究红水河综合利用规划环境保护实施方案任务分解落实工作的纪要》(桂政阅 2014 3 号)第三点，珠委负责红水河各梯级生态流量调度的具体工作。龙滩电厂自投产以来均严格落实珠委对电站的水库调度要求，未发生过违反调度纪律的情况，后续加强沟通协调，进一步优化水库调度运行方式。	

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
53	4. 继续做好移栽珍稀植物的管护和工程枢纽区、施工区植被养护 。	已落实。 龙滩出资建立的 5 个珍稀植物园已经移交给当地政府，目前按照当地的有关管理规定落实保护工作，移栽植物龙滩珍惜植物保护园生长正常；建设单位投入 6000 多万元，开展工程枢纽区和施工区环境保护，截止目前，枢纽区和施工区环保工作落实到位。	
54	5. 建设单位应配合地方相关主管部门 ，严格控制库区网箱养殖规模 ，建立健全库区渔政管理 ，防控库区养殖污染。	已落实。 自 2018 年起配合当地政府部门对库区网箱养殖进行清除，每年汛期配合政府开展库区巡查时同步开展对网箱养殖情况进行巡查，目前已未发现网箱养殖情况。	

5.3 环境影响回顾性评价

5.3.1 地表水环境变化评价

5.3.1.1 电站运行情况

a) 水库水位变化

龙滩水电站正常蓄水位 375m 时，正常蓄水位以下库容 162.1 亿 m^3，死水位 330m，相应死库容 50.6 亿 m^3，有效库容 111.5 亿 m^3，库容系数 0.216，水库具有年调节能力。龙滩水电站 2006 年 9 月 30 日下闸蓄水，2007 年 5 月 21 日首台机组发电，2008 年 12 月 26 日投产发电。龙滩大坝于 2008 年 1 月 31 日完工，具备了蓄水至正常蓄水位的条件。

自 2008 年 1 月至 2022 年 12 月，龙滩水库最高水位曾达到 374.88m，发生时间为 2008 年 11 月 15 日；最低水位则为 329.19m，发生时间为 2008 年 5 月 18 日；水库月平均水位范围在 330.93m～374.57m 之间，平均水位最低的是 5 月，最高的是 10 月；多年平均水位为 352.90m。龙滩水库 2008 年 1 月～2022 年 12 月，多年平均各月水位见图 5.3.1-1，年初、年末以及年均与极限水位见图 5.3.1-2。

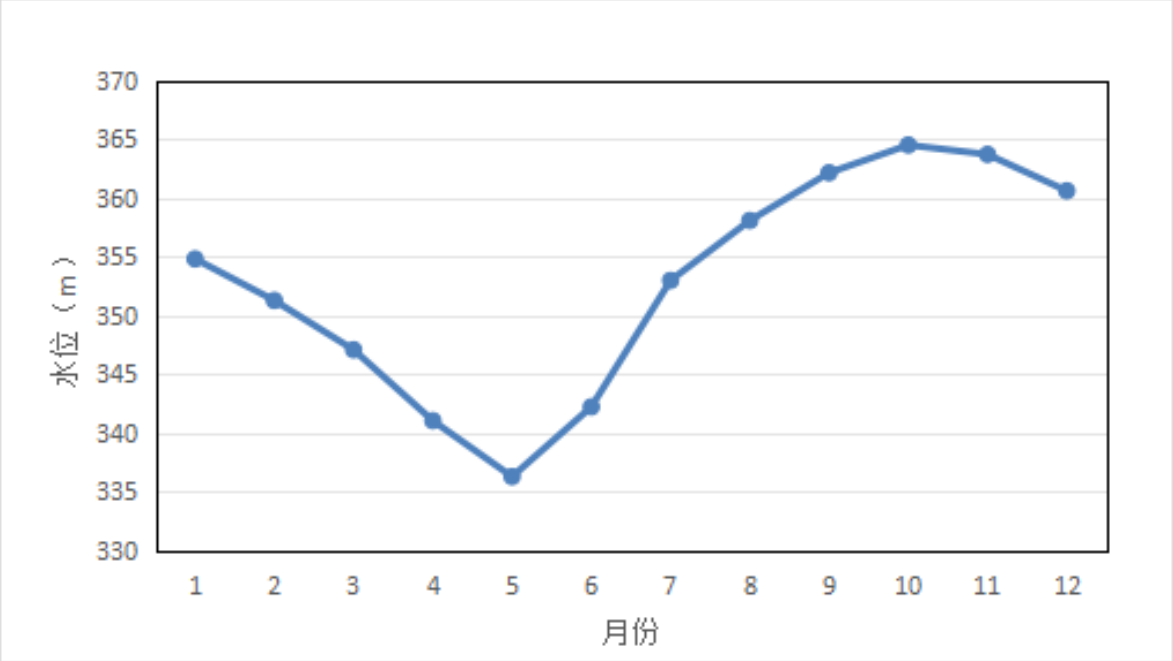


图 5.3.1-1 龙滩水库运行期多年平均各月水位

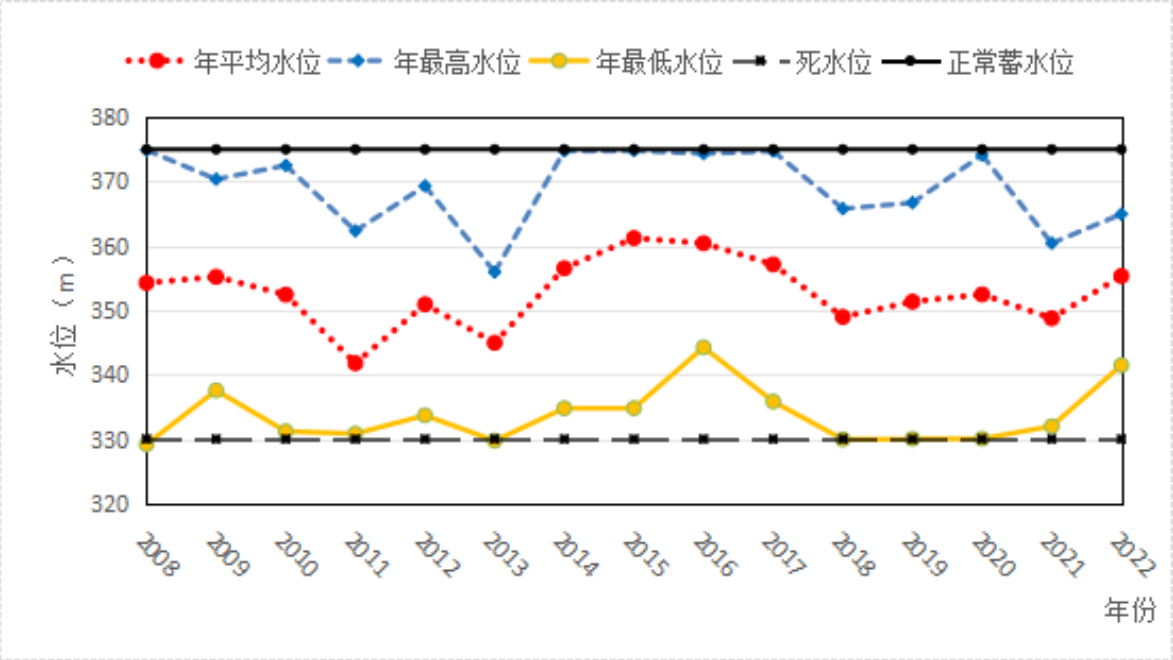


图 5.3.1-2　龙滩水库运行期各年水位变化图

b) 出入库径流变化

根据龙滩水电站的运行调度资料，统计分析了龙滩运行以来 2007 年～2022 年入库、出库月径流，2007 年～2022 年，龙滩水库的多年平均入库流量为 1400m^3/s；多年平均出库流量 1350m^3/s。龙滩水库运行期各月出、入库流量对比见图 5.3.1-3。

由图表分析，虽然近些来水较枯，但枯水期和过渡期 12 月～4 月的出库多年平均月流量较入库多年平均月流量提高了较多，龙滩水库对径流年内分配起到了明显的调蓄作用。

表 5.3.1-1　龙滩入库出库多年平均月、年流量统计比较表

流量单位：m^3/s

项目	月份												年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
龙滩入库	805	736	892	960	1460	2530	2660	2060	1770	1180	925	814	1400
天峨出库	1130	982	1280	1410	1450	1690	1890	1680	1390	1060	1080	1120	1350

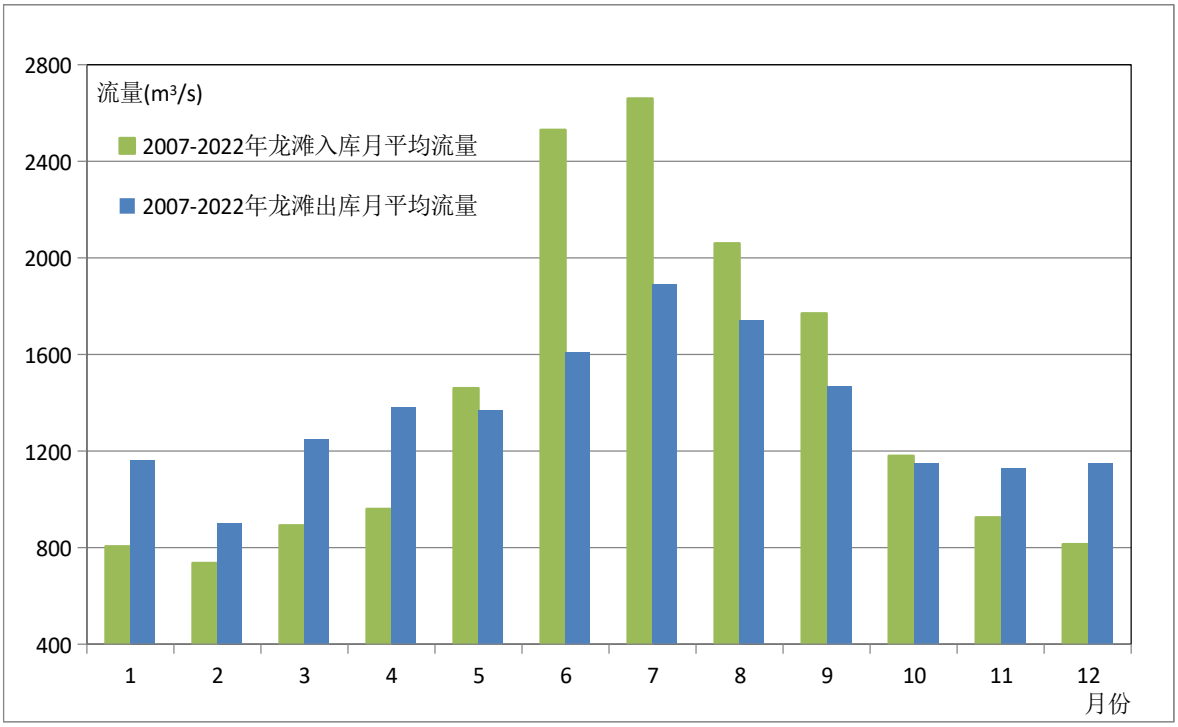


图 5.3.1-3　龙滩入库和出库径流年内分配图

龙滩入库、出库及天峨站实测年平均流量过程见图 3.4.2-2。

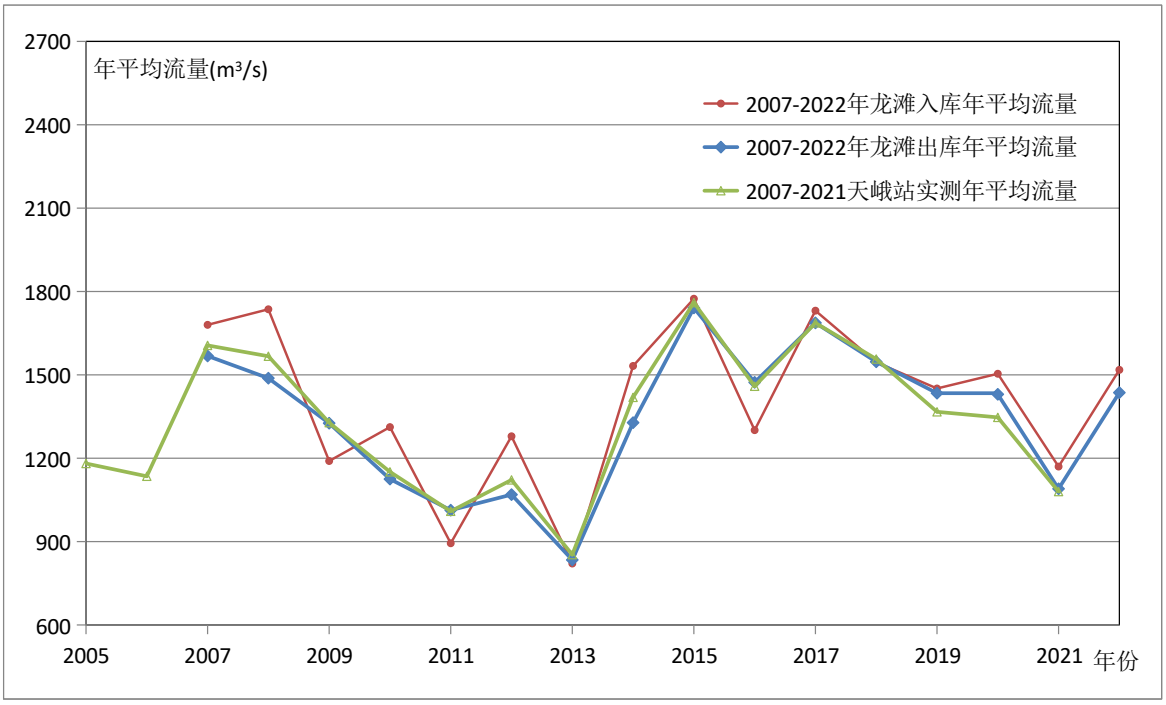


图 5.3.1-4　龙滩年平均入库、出库流量及天峨实测流量过程比较

5.3.1.2　水文情势变化评价

a) 径流变化

1) 来水量变化分析

(1) 年内来水量变化

根据龙滩水电站大坝下闸蓄水安全期间的还原计算成果，龙滩建库前的 1936 年～1994 年，龙滩坝址多年平均流量为 1620m^3/s，相应径流量为 509.84 亿 m^3。建库后的 2007 年～2022 年，龙滩多年平均入库流量为 1400m^3/s，多年平均入库径流量为 441.50 亿 m^3。龙滩水库建库前(1936 年～1994 年)和运行期(2007 年～2022 年)来水量对比情况见表 5.3.1-2、图 5.3.1-5。

表 5.3.1-2　龙滩水库建库前后来水量对比分析表　　单位：m^3/s

项 目		单位	全年各月											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
建库前	径流量	亿 m^3	12.0	9.4	9.7	12.2	32.4	78.1	101.4	98.8	67.1	45.1	25.8	16.4
建库后	径流量	亿 m^3	21.6	17.8	23.9	24.9	39.1	65.6	71.2	55.2	45.9	31.6	24.0	21.8
径流量变化			9.6	8.4	14.2	12.7	6.7	-12.5	-30.2	-43.6	-21.2	-13.5	-1.8	5.4

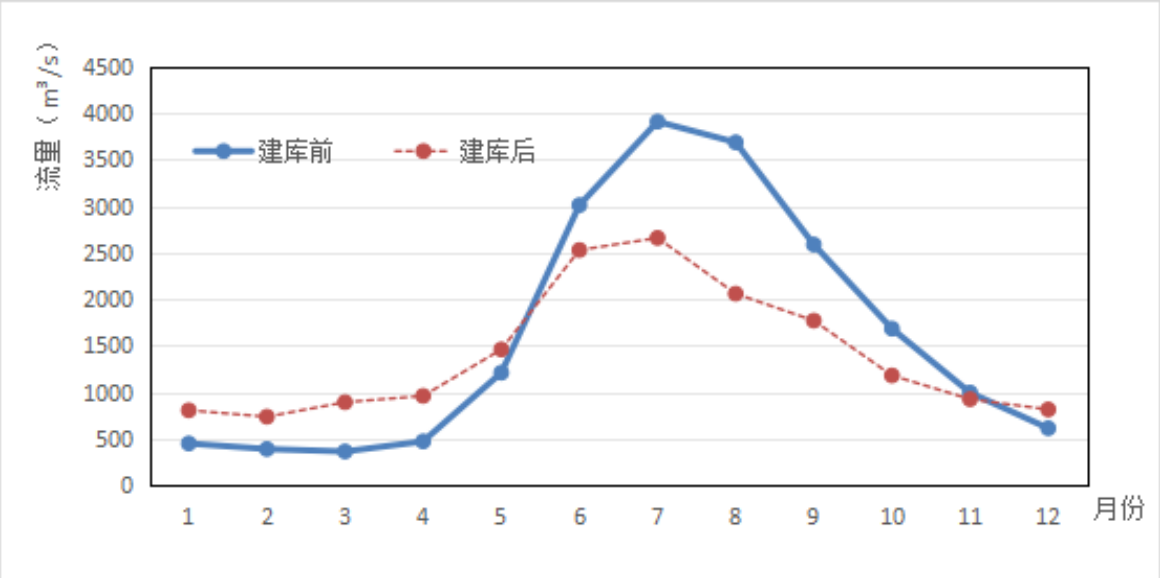


图 5.3.1-5　龙滩水库建库前、后来水量对比图

根据表 5.3.1-1 和图 5.3.1-5，在上游有天生桥一级、平班、光照、董箐等梯级的调控下，龙滩水库运行期来水全年各月来水变化趋势与建库前基本一致，7 月依旧是最丰水月，但丰水期来水减少明显，结合库区周围的天峨、南丹、环江、凤山等

4 个气象观测站历年降水量观测资料，分析认为龙滩上游来水量的减少主要是区域降雨量减少所致。

(2) 来水保证情况分析

龙滩水库自 2006 年 9 月 30 日下闸蓄水以后，2007 年 1 月至 2022 年 12 月，上游来水日均流量为 1387m^3/s，最大日均流量为 12300m^3/s，最小日均流量为 82m^3/s。保证率为 10%下的年均来水量为 1746m^3/s，保证率为 50%下的年均来水量为 1450m^3/s，保证率为 90%下的年均来水量为 822m^3/s。

(3) 龙滩运行影响分析

利用龙滩电站建成以来的运行资料，通过对比龙滩水库实测入库与出库流量成果，可以分析龙滩电站对下游径流的调节作用。

通过对龙滩电站 2007 年～2022 年的月年平均入库流量及出库流量进行分析，见表 5.3.1-3，龙滩水电站 11 月～次年 4 月的月平均出库流量均大于入库流量，说明在此期间龙滩水库增大了下泄流量，其中 4 月份增大流量最多，增加下游径流量 11.7 亿 m^3。枯水期(12 月～次年 3 月)径流量共增加 33.4 亿 m^3，枯水期径流占年径流的百分比增加了 8.6%。6 月～9 月的月均出库流量明显小于入库流量，说明在此期间龙滩水库对来水进行了拦蓄，其中 6 月份拦蓄量最大，蓄留水量达到 21.6 亿 m^3，7 月份次之，蓄水量为 20.5 亿 m^3，龙滩水库在这 2 个月中调节作用较为突出，约占年径流的 9.5%的水量被龙滩水库拦蓄。5 月份入库流量与出库流量基本持平，出库流量仅比入库流量大 0.2 亿 m^3。综上所述，龙滩电站运行以来调峰填枯作用明显，对下游径流有较显著的调节作用。

表 5.3.1-3　龙滩月平均入库流量与出库流量对比表

时段	年均入库径流量 亿 m^3	占年径流量百分比 %	年均出库径流量 亿 m^3	占年径流量百分比 %	调节(入库-出库)	
					径流量 亿 m^3	百分比 %
汛期(5 月～10 月)	307.9	69.7%	242.7	57.0%	65.2	12.7%
汛枯过渡期(11 月)	23.9	5.4%	28	6.6%	-4.1	-1.2%
枯水期 (12 月～次年 3 月)	84.9	19.2%	118.3	27.8%	-33.4	-8.6%
枯汛过渡期(4 月)	24.8	5.6%	36.6	8.6%	-11.8	-3.0%

2) 梯级运行对径流的影响分析

(1) 天生桥一级运行影响分析

天生桥一级水电站坝址控制流域面积 50139km^2，多年平均流量为 612m^3/s。正常蓄水位 780m，死水位 731m，总库容 102.57 亿 m^3，调节库容 57.96 亿 m^3，具有不完全多年调节能力。工程于 1991 年 6 月开工建设，1994 年底截流，1997 年底下闸蓄水，1998 年 12 月第一台机组发电，2000 年 12 月所有机组投产。根据天生桥一级水电站建成后 2005 年～2018 年实测入库与出库流量成果，分析天生桥对下游径流的调节作用，分析结果见图 5.3.1-6、表 5.3.1-4。

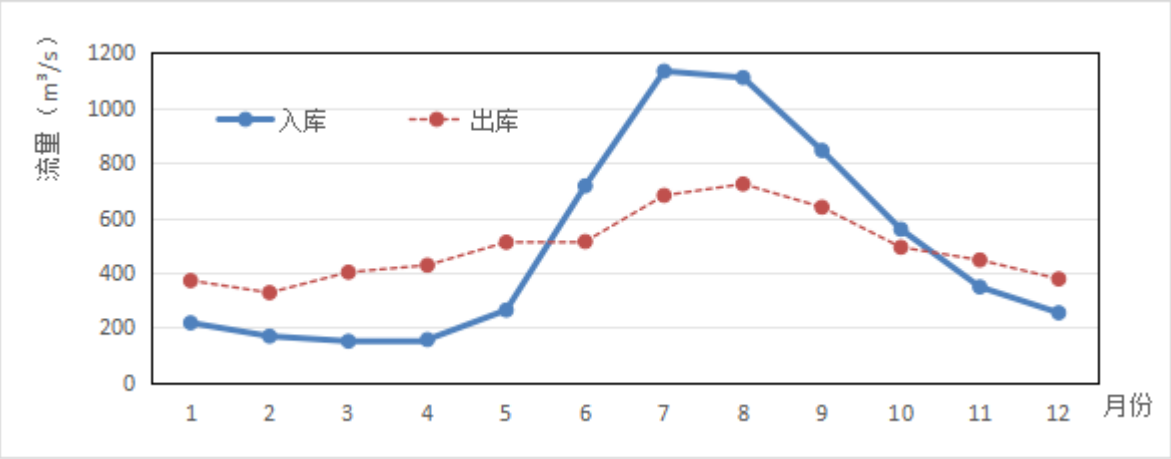


图 5.3.1-6　天生桥一级水库 2005 年～2018 年月均入库、出库流量对比图

表 5.3.1-4　天生桥一级水库 2005 年～2018 年入库、出库径流量对比表

时段	年均入库径流量 亿 m^3	占年径流量百分比 %	年均出库径流量 亿 m^3	占年径流量百分比 %	调节(出库 -入库)	
					径流量 亿 m^3	百分比 %
1 月	5.83	3.72%	9.94	6.38%	4.12	2.63%
2 月	4.09		7.92	5.09%	3.84	2.45%
3 月	4.03	2.58%	10.76	6.91%	6.73	4.30%
4 月	4.05	2.59%	11.08	7.11%	7.02	4.49%
5 月	7.07	4.52%	13.69	8.79%	6.61	4.23%
6 月	18.56	11.87%	13.31	8.55%	-5.25	-3.36%
7 月	30.37	19.41%	18.25	11.72%	-12.12	-7.75%
8 月	29.74	19.01%	19.36	12.43%	-10.38	-6.63%
9 月	21.90	14.00%	16.55	10.63%	-5.35	-3.42%
10 月	14.95	9.56%	13.20	8.47%	-1.75	-1.12%
11 月	9.03	5.77%	11.57	7.43%	2.54	1.63%

表 5.3.1-4(续)

时段	年均入库径流量 亿 m^3	占年径流量百分比 %	年均出库径流量 亿 m^3	占年径流量百分比 %	调节(出库 -入库)	
					径流量 亿 m^3	百分比 %
12 月	6.81	4.35%	10.11	6.49%	3.30	2.11%
汛期(5 月～10 月)	122.59	78.37%	94.36	60.59%	-28.23	-18.05%
汛枯过渡期(11 月)	9.03	5.77%	11.57	7.43%	2.54	1.62%
枯水期(12 月～次年 3 月)	20.75	13.26%	38.73	24.87%	17.98	11.49%
枯汛过渡期(4 月)	4.05	2.59%	11.08	7.11%	7.03	4.49%

天生桥一级水电站 11 月～次年 5 月的平均出库流量均大于入库流量，即在此期间天生桥水库均增加下泄流量，其中以 4 月份增加流量最多，增加下游径流量 7.02 亿 m^3/s。枯水期(12 月～次年 3 月)径流量共增加 17.98 亿 m^3，枯水期径流占年径流的百分比增加了 11.49%。6 月～10 月的月平均出库流量小于入库流量，说明在此期间天生桥水库对来水进行了拦蓄，其中 7 月份拦蓄量最大，蓄留水量达到 12.12 亿 m^3，6、8、9 月份分别有 5.25 亿 m^3、10.38 亿 m^3、5.35 亿 m^3 水量被拦蓄，这 4 个月中调峰作用较为突出，约占年径流的 21.16%的径流被调节。综上所述，天生桥一级电站运行后调峰填枯作用明显，对下游径流有显著的调节作用。

(2) 光照运行影响分析

光照水电站位于北盘江中游河段，是北盘江上最大的梯级电站，为北盘江干流(茅口以下)水电梯级开发的第 1 个梯级和龙头水库。电站开发任务以发电为主结合航运，兼顾其他。坝址以上流域面积为 13548km^2，多年平均流量为 257m^3/s，正常蓄水位 745m，正常蓄水位相应库容 31.35 亿 m^3，调节库容 20.37 亿 m^3，为不完全多年调节水库。电站于 2007 年 12 月 30 日下闸蓄水，2008 年 12 月 4 台机组全部投产。根据光照水库运行特征分析，其对下游的径流调节作用与天生桥一级电站相仿。

光照水电站建成后 2009 年～2022 年，通过电站调度，对北盘江径流起到了一定的调节作用，削减了洪峰，增加了枯水期下泄流量，枯水期下泄流量增加显著。2009-2022 年出入库流量变化见图 5.3.1-7)。

表 5.3.1-5　光照 2009 年～2022 年入库、出库月均流量对比表

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
入库流量	72.4	62.7	52.0	48.3	103.0	383.1	485.1	348.5	349.6	208.2	98.7	73.3
出库流量	155.0	141.7	189.7	153.7	163.3	209.7	363.7	315.1	243.0	158.1	75.4	101.3
调节(入库-出库)	-82.6	-79.0	-137.7	-105.4	-60.3	173.4	121.5	33.4	106.6	50.1	23.2	-28.0

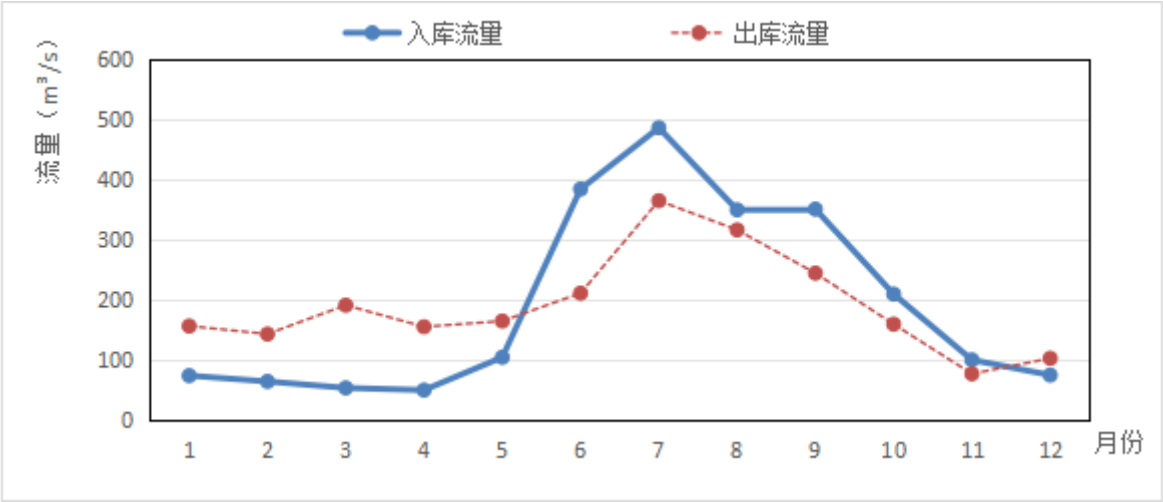


图 5.3.1-7　光照水库 2009-2022 年出入库流量变化图

(3) 梯级联合运行影响分析

南盘江天生桥二级水电站仅具备不完全日调节性能，平班水电站和北盘江马马崖一级、董箐水电站仅具有日调节能力。以具有不完全年调节能力的南盘江天生桥一级水电站和北盘江光照水电站的建设节点，以天峨水文站为界面，分时间段分析梯级联合运行对红水河径流的影响。天生桥一级、光照水电站建成后的天峨水文站月均流量变化见表 5.3.1-6、图 5.3.1-8。对比分析图 5.3.1-8，受天生桥一级水电站和光照水电站调峰填枯作用影响，龙滩水电站的入库径流受到了明显的调节，丰水期来水减少，平水期期来水增加。

表 5.3.1-6　天一、光照建成前后的天峨站月均流量统计表　　单位：m^3/s

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
天一建成前 (1998 年以前)	452	397	366	472	1204	3006	3865	3694	2588	1719	998	614
天一建成后 (1999 年～2007 年)	527	387	441	427	1175	3237	3422	2892	1479	1193	1047	685
天一与光照建成后 (2009 年～2022 年)	1160	904	1248	1385	1367	1609	1895	1741	1467	1155	1134	1153

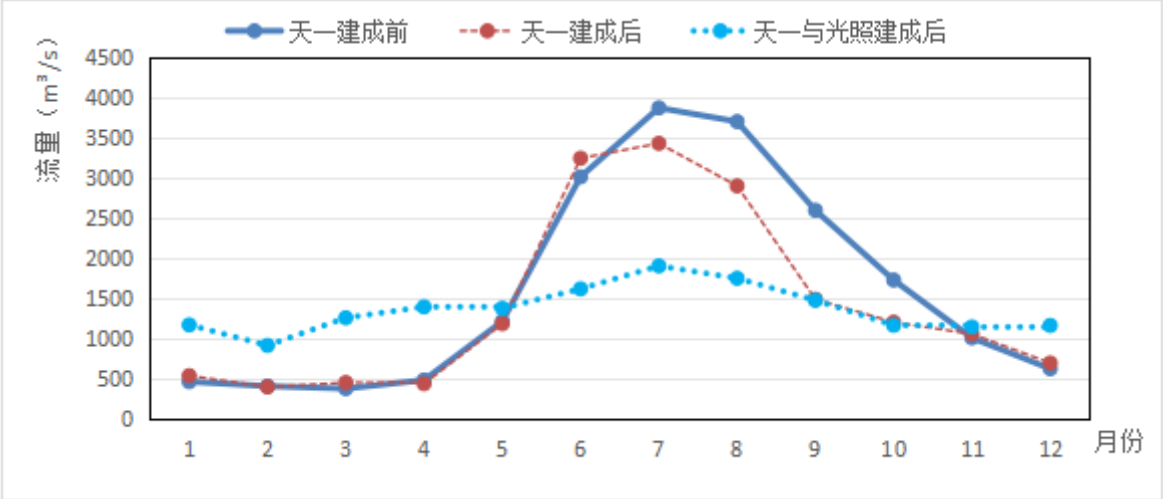


图 5.3.1-8　天一、光照建成前后的天峨站月均流量对比分析图

3) 水库调蓄作用分析

(1) 蓄丰济枯效益

在红水河干流梯级中，龙滩电站坝址控制的流域面积占红水河干流(大藤峡以上)流域面积的 51.8%，其可调节库容占整个梯级水库调节库容的 60%，对下游梯级水电站丰枯流量有较大调蓄作用，产生的作用有供水、抗旱、航运、压咸及生态用水，增加枯水期可供水量，改善水质，可产生巨大的社会效益。

(2) 压咸补淡效益

位于红水河下游的珠江三角洲在上个世纪的改革开发后，经济高速发展，用水需求逐年增加。珠江三角洲当地水资源短缺，当地供水对流域上游的入境水依赖程度十分显著。由于水资源时空分布不均，枯水期水资源量仅占全年水资源量的 20%左右，珠江三角洲、香港、澳门地区枯水期供水日趋紧张。同时，珠江三角洲位于河口地区，由于西江枯水期下泄流量较小，滨海地区咸潮活动旺盛，严重地影响了珠江三角洲居民生产生活用水。为了达到压咸补淡的目的，就要求枯水期河道中的径流量达到一定的要求，增大增强枯水期径流动力，抑制咸潮上溯，使主要水道咸界下移，为珠江三角洲地区及时抢淡蓄淡提供水源保证。

2005 年 1 月，国家防汛抗旱总指挥部正式批准实施珠江压咸补淡应急调水方案。当月，珠江水利委员会通过调度，从西江上游的天生桥一级、二级、岩滩、大化、百龙滩、乐滩等多个梯级放水，放水量达 7 亿 m^3，应对 2005 年枯水期中小潮期(1 月 31 日～2 月 4 日)珠江三角洲可能出现供水最紧张的局面。2006 年 1 月，根据国家防

汛抗旱总指挥部的同时，珠江水利委员会启动了第二次压咸补淡应急调水，从珠江上游水库增调水水量 5.5 亿 m^3，其中南盘江天生桥一级水库调水 2.5 亿 m^3、红水河岩滩水库调水 2.0 亿 m^3、白水水库调水 0.5 亿 m^3、贺江江口水库调水 0.5 亿 m^3。

龙滩水电站是红水河干流的龙头梯级，其建成后取代扩机后的岩滩水电站担负起了珠江三角洲地区枯水期压咸补淡和生态用水的要求，对于三角洲地区供水安全具有重要意义。2007 年，龙滩水电站投产运行以来，每年都在接受和积极配合珠江防总进行压咸补淡调水工作，2007 年年末至 2022 年年末的枯水期(12 月～次年 3 月)，龙滩水库累计入库水量为 1278.44 亿 m^3，累计出库水量 1777.95 亿 m^3，枯水期年均补水 33.30 亿 m^3，平均补水流量 320.5m^3/s，其调蓄作用明显，在珠江委调水压咸过程中起到重要作用，有力保障了冬季澳门、珠海用水。特别是 2009 年末至 2010 年初，红水河流域遭遇罕见的秋、冬、春连旱，整个流域水库均超低水位运行，上游来水及降雨严重不足，龙滩水库在珠江防汛抗旱总指挥部调度下，不断优化调度方案，尽最大可能保证下游供水。2009 年～2010 年的枯水期，龙滩水库共下放 112.24 亿 m^3 水量，比实际来水多下放了 49.03 亿 m^3，充分发挥其优越的调蓄功能，为珠江三角洲地区枯水期压咸补淡提供大量的淡水，对于缓解珠海、澳门等地的供水紧张形势起到重要的作用。

b) 坝下水文变化评价

1) 龙滩水电站下游梯级概况

龙滩水电站的下游梯级是岩滩水电站。

岩滩水电站位于红水河中游河段，坝址以上控制集水面积 10.66 万 km^2，设计多年平均流量 1770m^3/s。工程开发任务以发电为主，兼有航运。水库正常蓄水位 223m，汛期限制水位 219m，最低运行水位 219m(扩机后)。水库总库容为 34.3 亿 m^3，正常蓄水位相应库容 26.12 亿 m^3，调节库容 4.25 亿 m^3(扩机后)；水库具有季调节性能，扩机后主要承担日调节任务，水库按日运行方式调度。

岩滩水电站装机 6 台，总装机容量 1210MW，多年平均发电量为 65.2 亿 kW·h。1985 年 3 月，工程开工；1992 年 9 月，首台机组投产发电；1995 年 6 月，电站投产运行。2011 年 1 月，扩机工程(2 台机)开工；2013 年 11 月，第 5 台机组投产发电；2014 年 6 月，扩机机组全部投产运行。

2) 坝下水位变化

根据龙滩水库 2008 年～2022 年的运行调度记录，除 2011 年遭遇特枯来水外，其他年份有一个明显的蓄丰补枯过程，丰水期下泄水量小于来水量，枯水期下泄水量高于来水量，龙滩水库的径流年调节作用明显，年内径流过程均化。电站承担调峰调频任务，发电典型日发电流量变化较大，一般情况下，每日的 0:00～9:00 为谷值，10:00～23:00 为峰值。典型日内下泄流量最大变幅可达 3000m^3/s 以上，坝下发电尾水口水位最大变幅可达 8m。下游岩滩水库作为龙滩的反调节水库，对龙滩水库发电下泄的不稳定流起到一定的调节作用，回水末端(龙滩尾水)多年平均各月水位维持在 219.69m～228.38m 之间运行，保证了龙滩水电站下游河道水位总体保持平稳。2008 年～2022 年，龙滩坝下(岩滩库尾)年内各月水位变化情况见图 5.3.1-9。2008 年～2022 年，龙滩坝下(岩滩库尾)各年水位变化情况见图 5.3.1-10

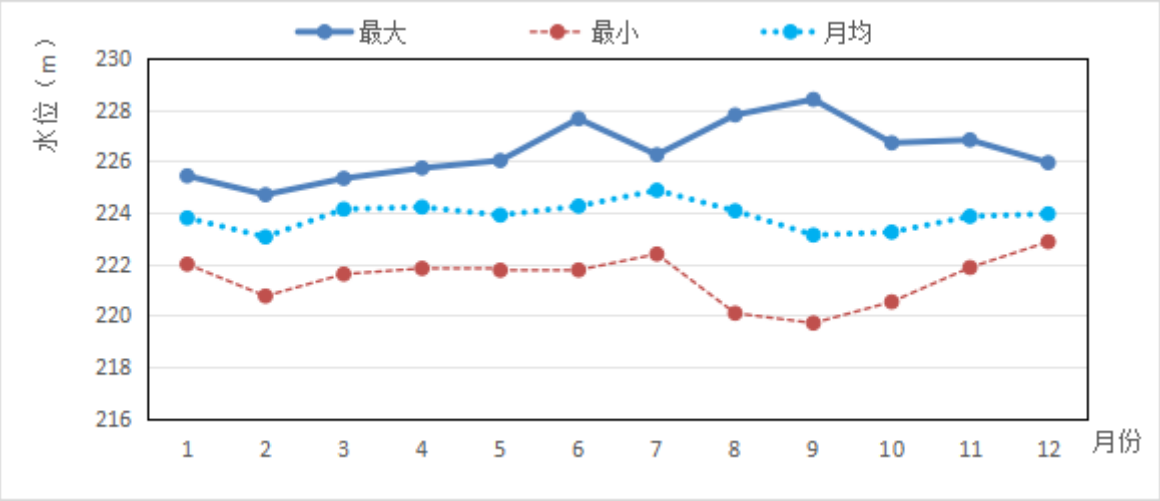


图 5.3.1-9　2008～2022 年龙滩水电站尾水口(岩滩库尾)月均水位变化图

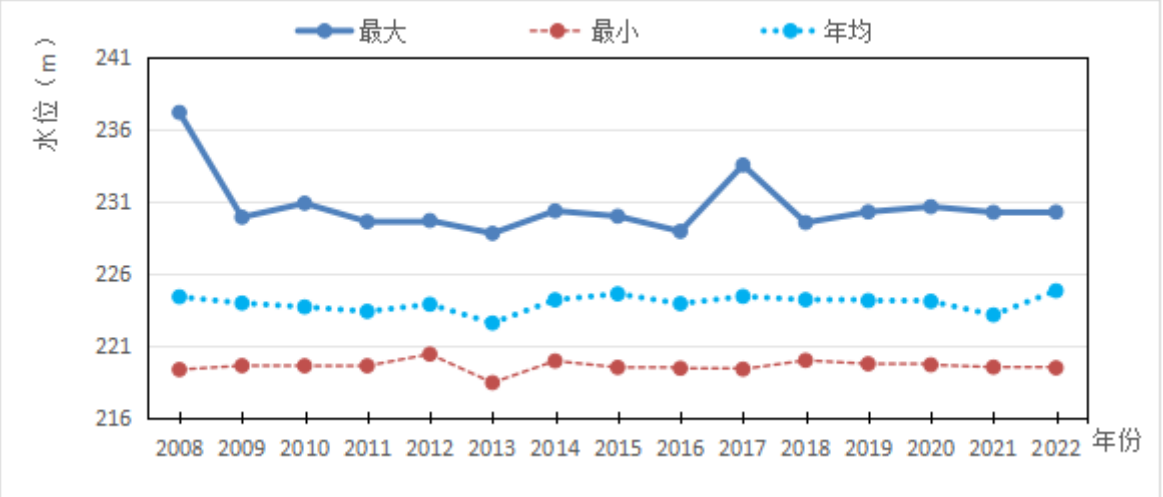


图 5.3.1-10　2008～2022 年龙滩水电站尾水口(岩滩库尾)各年水位变化图

c) 泥沙变化

龙滩水库有效库容未发生较大的改变，水库淤积情况稳定，基本处于冲淤平衡的状态。水库拦截了上游南盘江、北盘江的大量来沙，使下游梯级水库泥沙含量较天然河道道含沙量明显减少，坝下天峨站断面的泥沙含量已从建库前的 0.42kg/m^3 降至 0.01kg/m^3，大大减小了下游梯级水库的淤积负担，将有利于对下游水库运行。

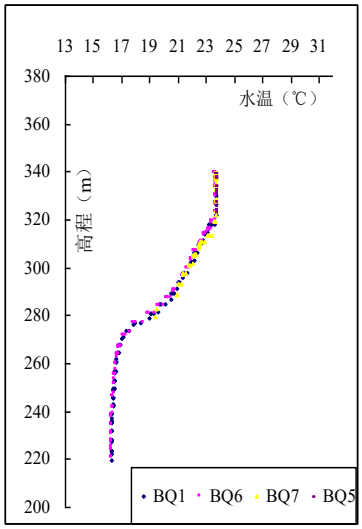
5.3.1.3 水温变化评价

a) 库区水温结构分析

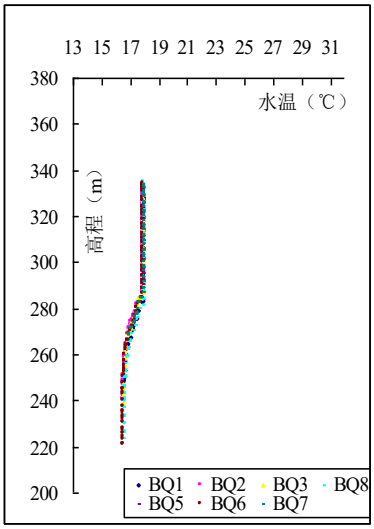
1) 坝前水温分布规律分析

(1) 坝前水温分布

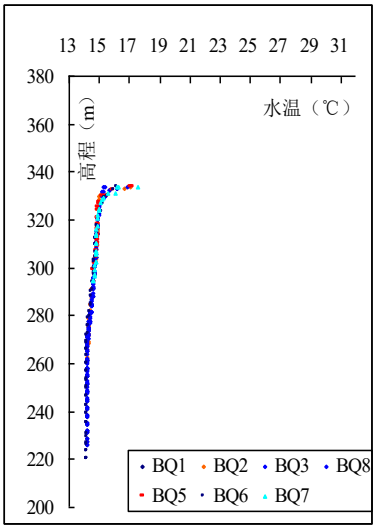
坝前布设了 7 条水温垂线：BQ1～BQ3、BQ5～BQ8(第一期布设了 BQ1、BQ5～BQ7 四条)。BQ1、BQ2、BQ3 距坝约 150m，其相互间隔约 100m； BQ5、BQ6、BQ7，距坝约 400m，其相互间隔约 350m； BQ8 距坝约 300m。龙滩水电站发电机组进水口中心线高程为 311.0m，底槛高程为 305.0m，引水管径为 8.7m～10.0m。图 5.3.1-11 为 2011 年 11 月、2012 年 1 月、3 月、5 月、7 月、9 月的坝前水温分布图。由图可以看出，各期进水口 150m 外水温三维分布不明显，各水温垂线基本相同，同水深位置温差小于 0.6℃。



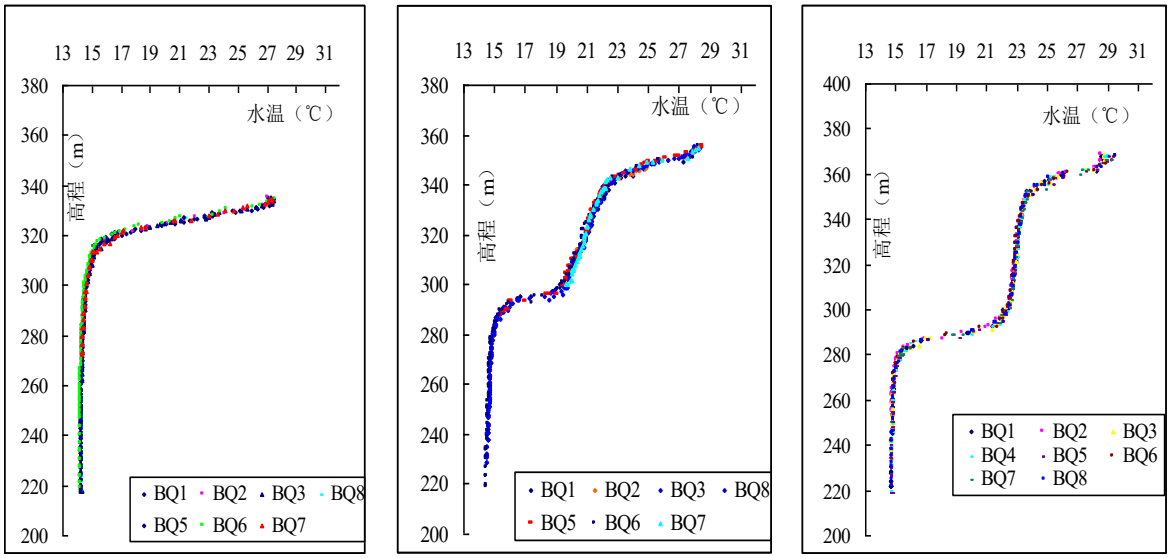
2011 年 11 月



2012 年 1 月



2012 年 3 月

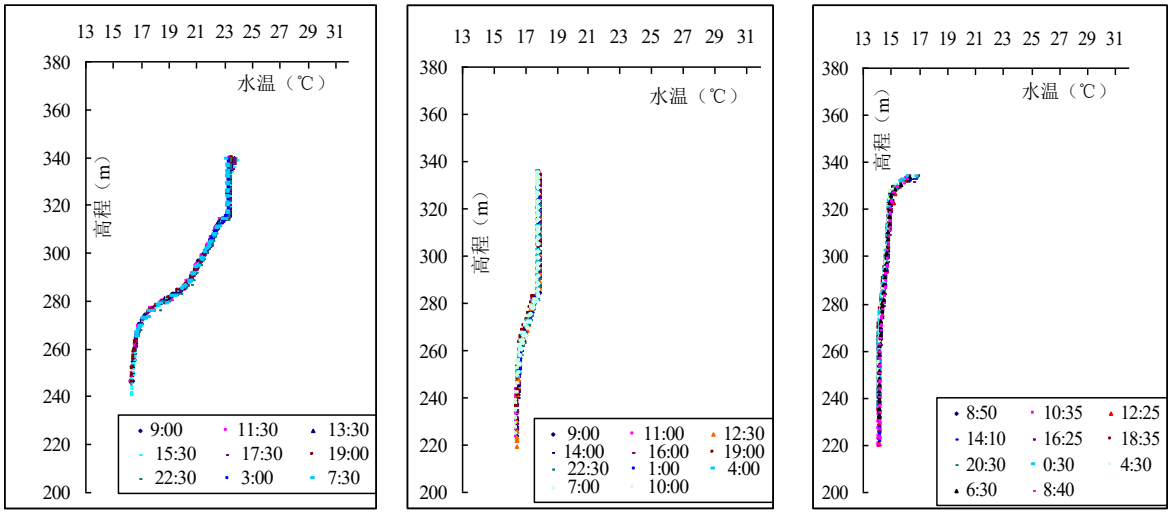


2012 年 5 月　　2012 年 7 月　　2012 年 9 月

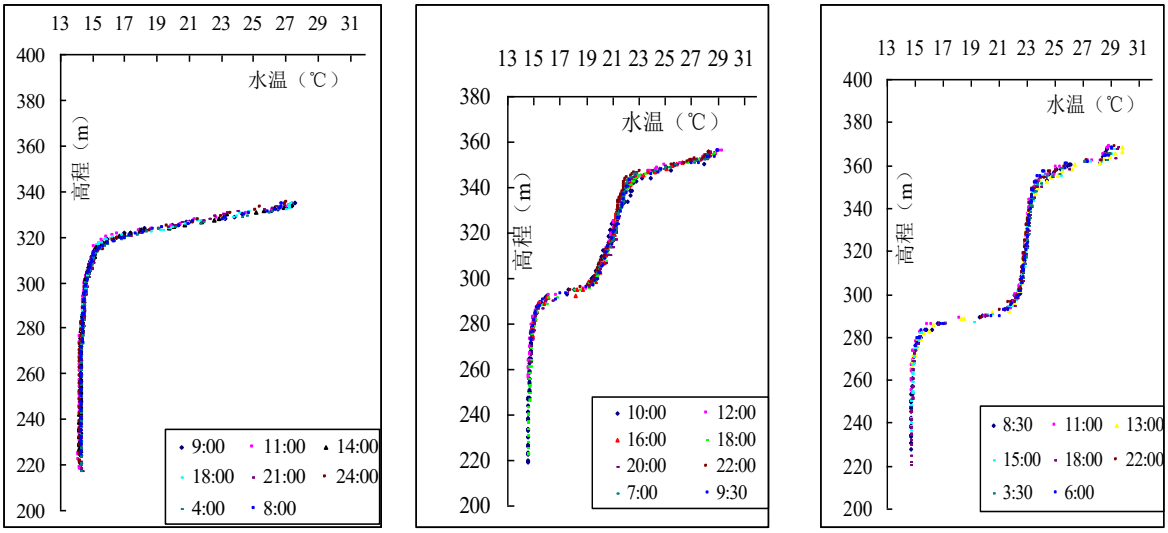
图 5.3.1-11　龙滩坝前水分布图

(2) 坝前日内水温变化规律

坝前布设的垂线 BQ8，每期水温观测都进行了坝前水温日内变化观测，图 5.3.1-12 为 2011 年 11 月、2012 年 1 月、3 月、5 月、7 月、9 月坝前水温日内变化图。由图可以看出，龙滩坝前水温分布只在库表至水下 5m 水深范围内因为日内气温变化而有差异，在水深 5m 以下水温日内基本无变化。



2011 年 11 月　　2012 年 1 月　　2012 年 3 月

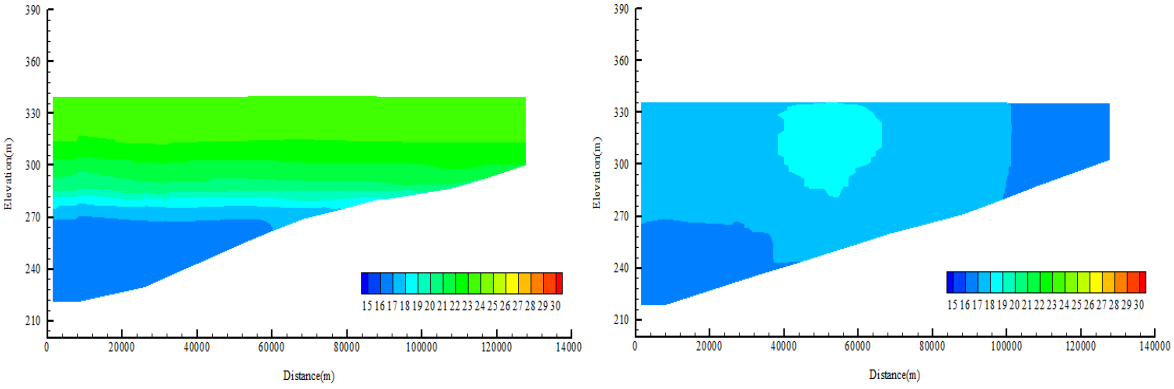


2012 年 5 月　　2012 年 7 月　　2012 年 9 月

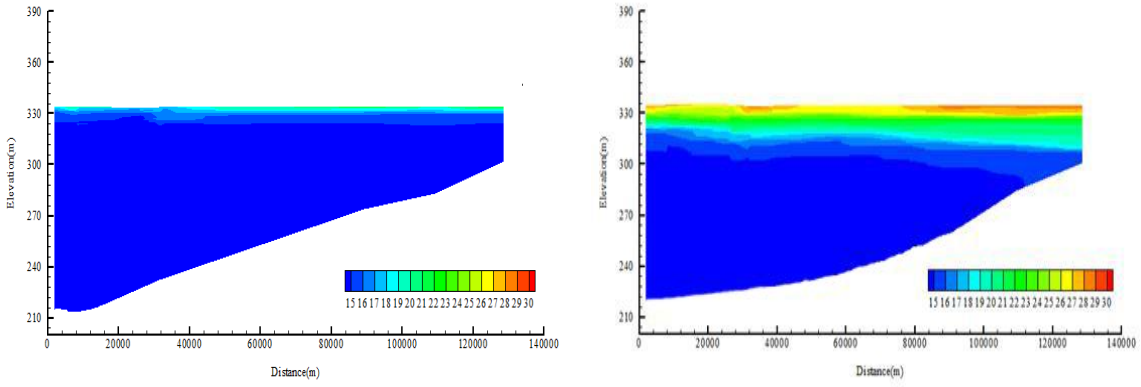
图 5.3.1-12　龙滩坝前水温日内变化图

2) 全库水温时空分布规律分析

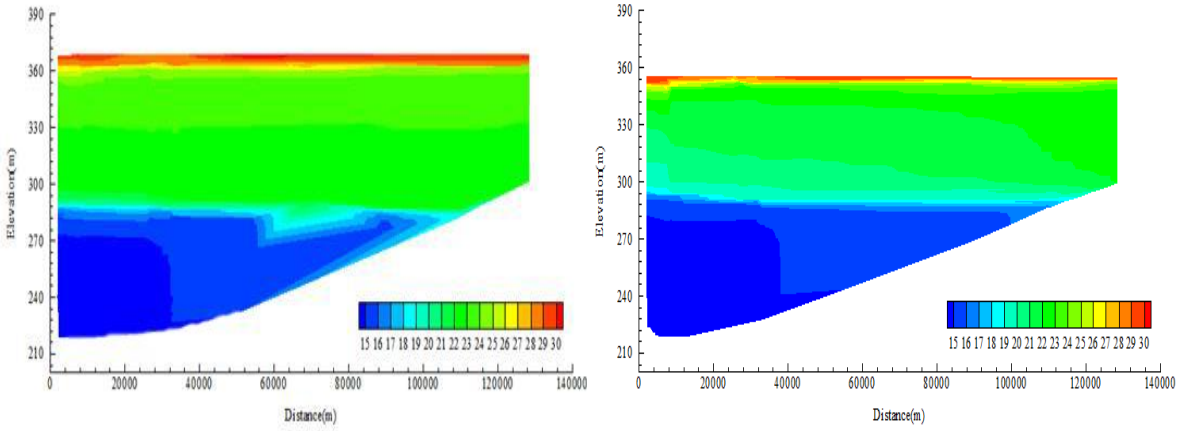
龙滩水库 2011 年 11 月～2012 年 9 月红水河干流水温二维分布情况见图 5.3.1-13。



2011 年 11 月　　2012 年 1 月



2012 年 3 月　　2012 年 5 月



2012 年 7 月　　2012 年 9 月

图 5.3.1-13　龙滩水库红水河干流库区水温分布

由图 5.3.1-13 可以看出，龙滩主库区在 1 月～3 月库区水温趋于同温，垂向温差较小，在其他时段水温分层明显，2012 年 7 月月垂向温差最大，达到 16 ℃。

冬季(2012 年 1 月)，由于气温较低，库表水体降温，并受浮力的作用向下掺混，水库表层水体紊动加剧，使得表层存在一同温层。2012 年 1 月表层水温全年最低，在 16.3℃～17.9℃，而坝前库底水温达到全年最高的 16.4℃，基本全库同温。垂向上，龙滩水库 2012 年 1 月接近同温分布，表层水温与库底水温相差只有 1.5℃。

春季(2012 年 3 月)库区表层水温全年最低，达到 14.2℃，3 月库表存在约 10m 厚的温跃层；10m 以下至库底为同温层，温度变幅小于 1℃。5 月水库表层至水下 20m 范围内为温跃层，水温随水深增加逐渐降低，变幅达到 12℃，水下 40m 至库底为同温层，水温为 14.2℃。

夏季(2012 年 7 月)主库区库表水温达到全年最高，达 29.7℃，水库出现双温跃层，表层至水下 70m 范围内为温跃层，水温随水深增加逐渐降低，变幅达到 12.5℃，水下 70m 至库底为温度约 14.6℃的同温分布。

秋季(2012 年 9 月、2011 年 11 月)，2012 年 9 月水库表层至水下 10m 和水下 70m 至 90m 范围内为温跃层，水温随水深增加逐渐降低。水下 90m 至库底为温度约 14.8℃的同温层。2011 年 11 月，表层水温基本维持在 23.5℃，表层至水下 20m 为温度为 23.5℃的同温层，水下 20m 至 80m 为温跃层，水温从 23.5℃降低至 16.2℃，水下 80m 至库底为同温分布层，坝前垂向温差 7.3℃。

冬季和春季由于处于枯水期，来水量小，大气热交换是为库区水体热量的主要来源，但此时气温与太阳辐射也为一年中的低值，库区水体温度为全年最低，且垂向温差较小。至夏季和秋季丰水期，来流量逐渐增加，大气辐射也较冬春季大幅提高，库表水温达到最大，但由于库区水体热量调节作用，库底水体升温滞后，垂向温差大。

在此次水温观测中，2012 年 1 月～3 月为水位下降期。水位下降初期 1 月主库区库表水温最低，而坝前库底水温最高，达 16.5℃，库表与库底温差最小；水位下降末期 3 月库区平均水温最低。

2012 年 7 月～9 月为水位上升期。7 月到 9 月主库区库表水温逐渐升高，9 月达到最高，库底水温在 7 月到 9 月也逐渐升高，受入库和出库水流影响，在水位上升期出现了双温跃层。

3) 垂向水温结构年内变化规律分析

(1) 表层水温分布规律

在 2011 年 11 月和 2012 年 1 月，受库区较低气温影响，表层水温较低，2012 年 1 月出现了全年最低表层水温，在 16.3℃～17.9℃，表层水温沿程升高； 2011 年 11 月库表水温沿程基本保持在 23.5℃。2012 年 1 月、3 月、5 月、7 月、9 月，由于库区较高气温的影响，龙滩水库表层水温较高，且受观测时点影响较大，表层水温最高出现在 2012 年 7 月，达到 29.7℃，最低表层水温为 16.3℃，出现在 2012 年 1 月。

(2) 温跃层水温分布规律

龙滩库区各期水温分布都存在温跃层，但是不同时期内温跃层有所差异。

龙滩库区全年大部分时期(2012 年 3 月、5 月、2011 年 11 月)水温分布都只存在一个温跃层。而在 2012 年 7 月、9 月除表层出现一个温跃层外，7 月在库表以下 60m～70m 范围内出现了第二个温跃层，9 月在库表以下 70m～90m 范围内也出现第二个温跃层；2012 年 1 月水温接近同温分布，不存在温跃层。2024 年 11 月除表层出现一个温跃层外，库表以下 70m～80m 范围内出现了第二个温跃层。

2011 年 11 月温跃层出现在高程 315m～270m(水下 25m～70m)范围内。2012 年 3 月温跃层出现在高程 324m～334m(库表～10m 水深)范围内，5 月温跃层出现在高程 335m～295m(库表～水下 40m)范围，7 月出现两个温跃层，分别出现在高程

356m～346m(库表～水下 10m)、高程 296m～286m(水下 60m 至 70m)范围内；9 月也出现两个温跃层，分别为高程 369m～359m(库表至水下 10m)和高程 299m～279m(水下 70m 至 90m)范围内。

d) 滞温层水温分布规律

龙滩水库全存在滞温层，水温较为稳定，在 14℃～16.5℃范围内，其中 1 月最高，3 月与 5 月低。2011 年 11 月，水下 70m(高程 270m)至库底为滞温层，2012 年 1 月，水下 80m(高程 256m)至库底为滞温层，温度约为 16.4℃。3 月，滞温层出现在库表以下 10m(高程 324)至库底范围内，温度在 14.1℃～14.8℃之间，5 月水下 40m(高程 295m)至库底为滞温层，水温约 14.2℃。7 月水下 70m(高程 286m)至库底为温度约 14.6℃的滞温层。9 月水下 90m(高程 279m)至库底为滞温层，温度约为 14.8℃。

e) 库底水温分布规律

龙滩库区坝前库底水温全年都较为稳定，在 14.2℃至 16.4℃范围内，在 11 月和 1 月，气温较低，库表水降温，密度增大而向下掺混直至库底，并导致库底水温升高，坝前库底水温达到 16.4℃。其余各期坝前库底水温都稳定在在 14.2℃～14.8℃之间。南北盘江汇口附近区域库底水温受气温影响较大，全年变幅较大，最高达到 22.0℃出现在 2012 年 7 月，最低只有 14.6℃，出现在 2012 年 3 月。

龙滩库区 2011 年 11 月～2012 年 9 月，坝前垂向水温分布情况见图 5.3.1-14。龙滩库区 2024 年 7 月和 11 月坝前垂向水温分布情况见图 5.3.1-15。

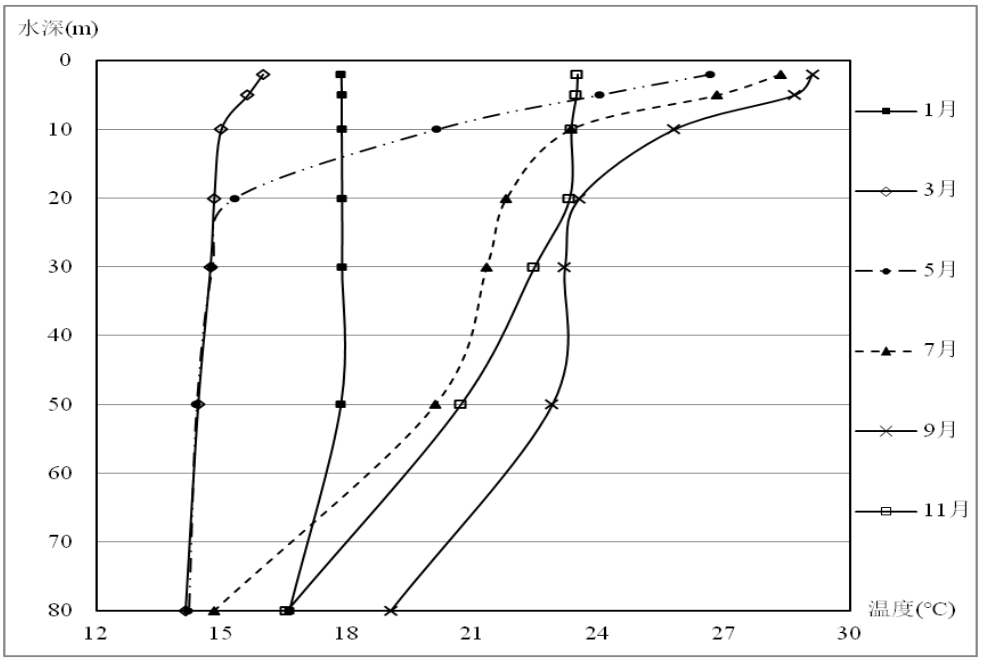


图 5.3.1-14　2011 年 11 月～2012 年 9 月龙滩水库垂向水温分布图

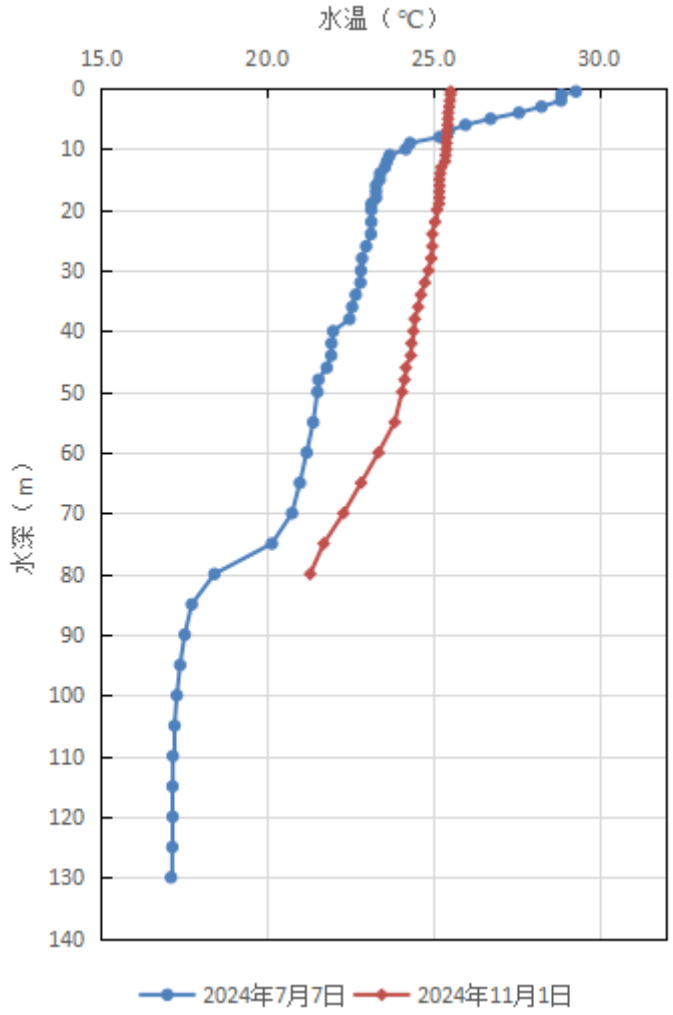


图 5.3.1-15　2024 年 7 月、11 月龙滩水库垂向水温分布图

f) 库区及坝下水温变化评价

1) 库区水温变化分析

(1) 坝前进水口中心线高程对应水温与发电尾水水温关系

为了解龙滩电站进水口中心线高程(311m)对应处水温与下泄水温之间的关系，以每期观测到的离进水口最近的垂线 BQ1 观测到的进水口中心高程处的水温与电站下泄水温作了对比，图 5.3.1-16 为龙滩电站坝前进水口中心高程对应水温与发电尾水水温的对比图。图 5.3.1-17 为龙滩电站 2012 年 5 月坝上水位与出库流量过程图。

由 5.3.1-16 可以看出，在 2012 年 1 月电站进水口中心高程处水温比尾水水温略高，温差在 0.2℃左右。在 2011 年 11 月、2012 年 3 月、5 月、7 月、9 月，进水口中心高程处水温低于尾水水温，温差最大出现在 2012 年 5 月 11 日，为 2.4℃，2012 年 7 月温差为 0.7℃，在 2012 年 3 月、9 月温差均为 0.2℃。

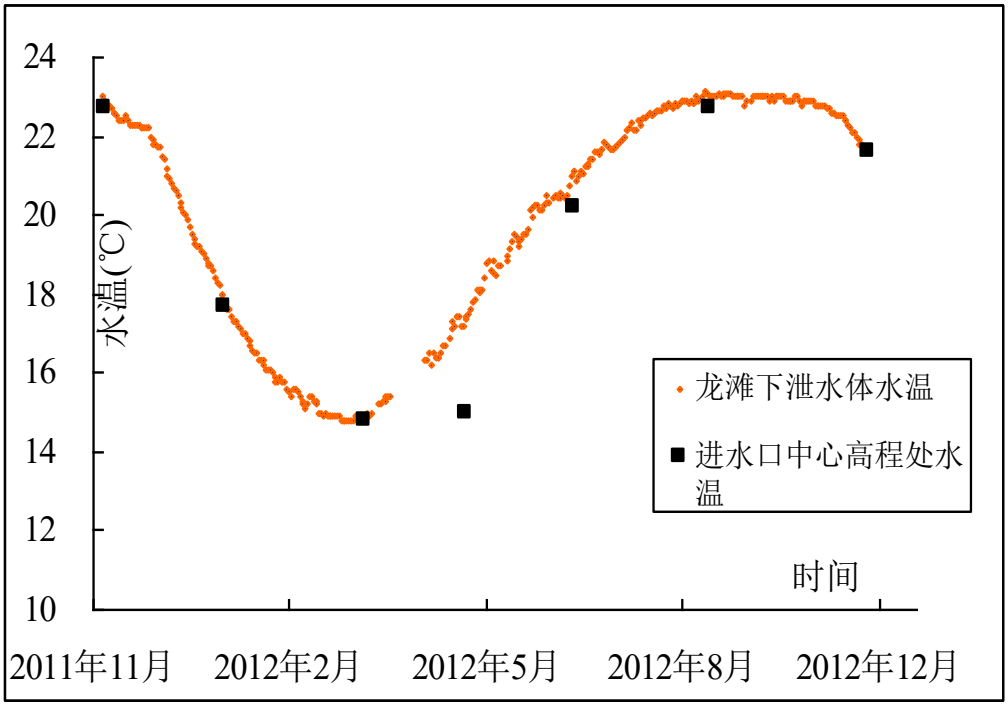


图 5.3.1-16　龙滩电站坝前进水口中心高程处水温与发电尾水水温的对比图

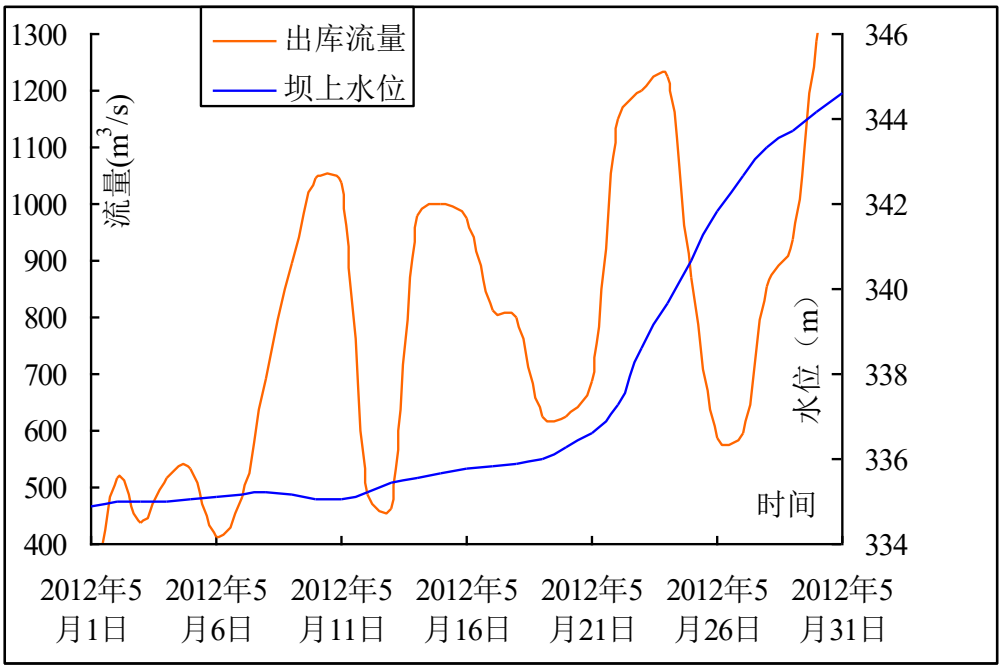


图 5.3.1-17　龙滩电站 2012 年 5 月坝上水位与出库流量过程图

就出现最大温差的 2012 年 5 月 11 日来看，对应 311m 进水口中心高程的坝前水温为 15.0℃，而同步观测到的坝下下泄水温为 17.4℃，温差为 2.4℃，而全天水温过程无明显波动。由于龙滩水库 2011 年冬季至 2012 年春季来水量偏少，根据调度资料，水库在 5 月份之前始终处于接近死水位运行且发电流量不到 500m^3/s，而到了 5 月 11 日起发电流量突增至 1038m^3/s, 这时的运行水位只有 335m，比 7 月份运行水位低了接近 30m，高于进水口上缘不足 20m。由于 5 月份坝前水面以下 20m 温差就有 12℃。在这种极端的低水位大流量发电运行条件下，距离坝前 150m 的位置垂向水体交换剧烈才导致进口中心高程水温低于下泄水温 2.4℃。

(2) 下泄水温变化

由于缺乏 2012 年-2022 年坝址下游水温监测数据，根据 2012 年实测下泄水温与进水口中心线高程水温关系，采用坝前进水口中心线高程垂向测点 Tsw-2 多年平均水温监测值作为电站下泄水温近似值具备可行性。根据电站运行后 2012 年～2022 年电站进水口处水温数据与天然河道水体水温进行对比分析，可以明显看到电站运行后，下泄水温相对于天然水温出现了秋冬季下泄高温水，春夏季下泄低温水的现象。4 月～9 月水温低于天然河道水体水温，10 月～3 月水温高于于天然河道水体水温，其中月平均水温中 5 月水温下降最低，达到 4.5℃，12 月水温升高最高，达 5.1℃，电

站春夏季升温期下泄低温水现象明显，秋冬季降温期下泄高温水现象明显。

表 5.3.1-7　龙滩水电站水库近十年平均各月下泄水温数据表(单位：℃)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
坝址天然河道水温	14.3	15.4	18.1	21.7	23.9	24.3	25.1	25.1	24.7	22.2	19.5	15.9
2012 年～2022 年进水口高程处监测水温	20.2	18.9	18.3	18.7	19.4	20.7	21.9	22.4	22.5	22.4	22.1	21.0
差异平均值	5.9	3.5	0.2	-3.0	-4.5	-3.6	-3.2	-2.7	-2.2	0.2	2.6	5.1

(3) 出入库水温变化

水温观测期间，入库水温(董箐电站尾水水温、平班电站尾水水温)和出库水温(龙滩电站尾水水温)观测数据对比情况见图 5.3.1-18 和图 5.3.1-19。龙滩水库的入库和出库水温在水温观测期内变化规律相同。

在 2011 年 11 月到 2012 年 3 月，水温逐渐降低，董箐尾水水温从 23.1℃降低至 14.8℃，龙滩出库水温从 22.8℃降低至 14.8℃，期间龙滩出库水温大部分时间都高于入库水温，只有在 2011 年 11 月至 2011 年 12 月初出库水温介于董箐和平班尾水水温之间。在 2012 年 3 月至 9 月，入库和出库水温均逐渐升高，出库水温和平班尾水水温均从 14.8℃升高到 23.1℃，董箐尾水水温升高到 21.4℃。在 2012 年 9 月至 12 月，入库及出库水温又逐渐降低，在 12 月初达到最低，此时出库水温为 21.8℃，董箐尾水水温为 17.7℃，平班尾水水温为 20.8℃。

2024 年龙滩出库水温年均值相较 2012 年出库水温年均值提升近 2℃，可能与 2012 年整年水位较低 2024 年来水多、库区水位高有关系。2024 年龙滩尾水年平均水温为 21.5℃，北盘江的董箐尾水年平均水温为 20.8℃。 2024 年龙滩尾水相对于董箐尾水年平均水温增加了 0.7℃。

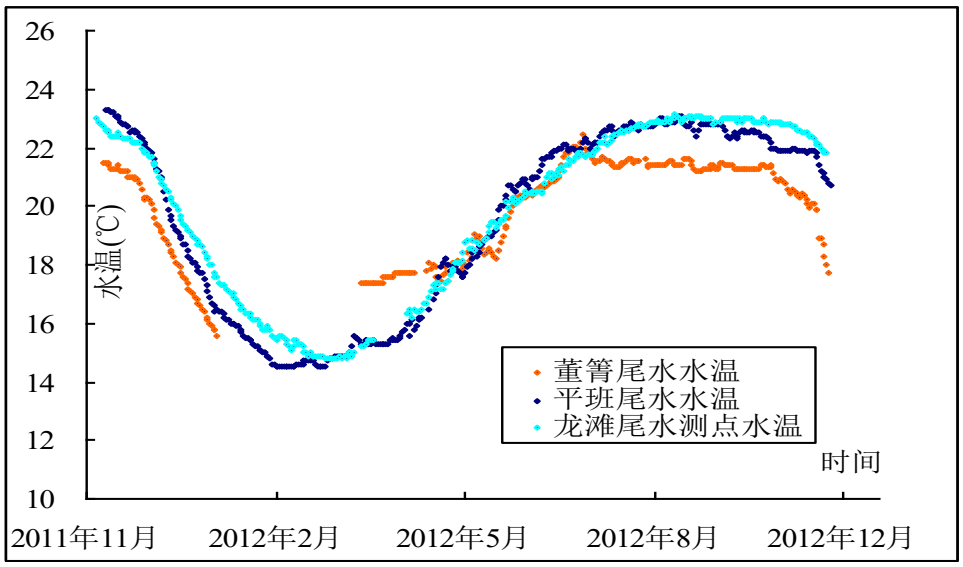


图 5.3.1-18　2011-2012 年龙滩入库水温与出库水温对比

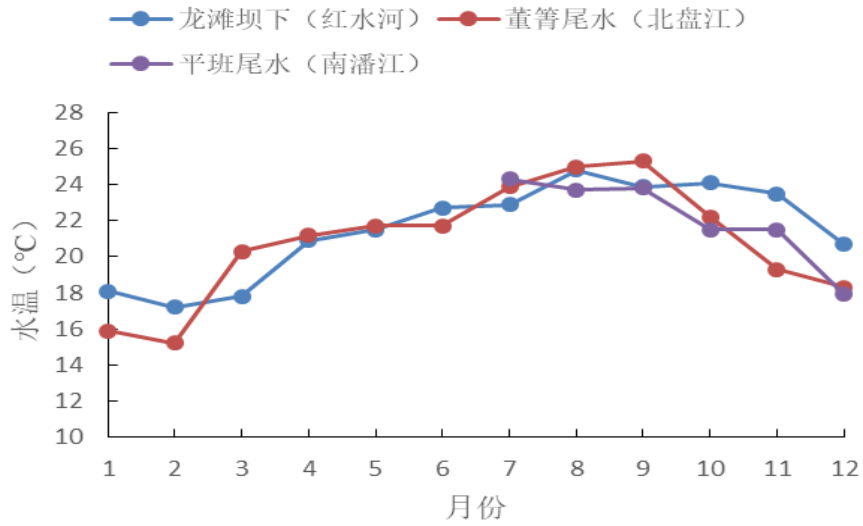


图 5.3.1-19　2024 年龙滩入库水温与出库水温人工监测数据对比

2) 坝下河道水温变化分析

(1) 坝下河道水温纵向分布规律

2011 年 11 月～2012 年 1 月龙滩坝下沿程红水河河道水温分布见图 5.3.1-20，2024 年 1 月～2024 年 12 月龙滩坝下沿程红水河河道水温分布见图 5.3.1-21，龙滩坝下水温在线监测与人工监测示意图见图 5.3.1-22。由图看出：2011 年 11 月～2012 年 1 月，龙滩、岩滩、大化尾水水温均逐渐降低；2012 年 1 月～3 月，龙滩尾水水温和岩滩尾水水温逐渐降低；2012 年 3 月～9 月，3 组水温均逐渐升高。2024 年 8

月～2024 年 12 月，龙滩坝下和天峨大桥下(红水河)水温均逐渐降低。

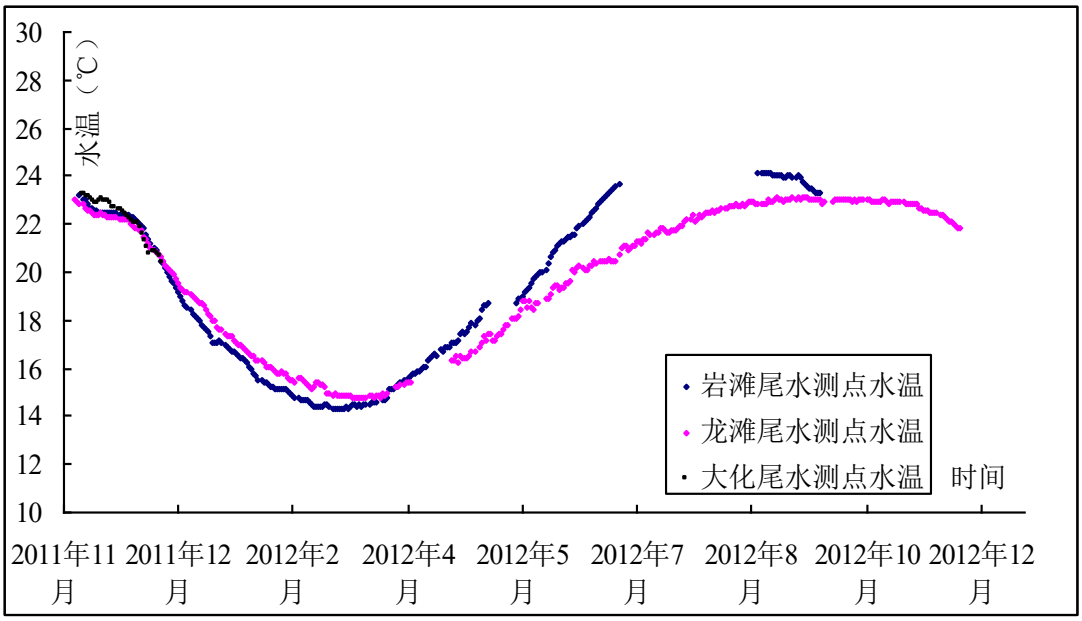


图 5.3.1-20　坝下沿程红水河河道水温分布

对不同典型期代表月进行沿程增温率分析，降温期以 2011 年 11 月为代表月，龙滩尾水水温为 22.5℃，岩滩尾水水温为 22.6℃，大化尾水水温为 22.9℃，岩滩至大化之间沿程增温率为 0.43℃/100km，龙滩至岩滩沿程水温变化不明显，仅有 0.1℃增幅；升温期以 2012 年 5 月为代表月，龙滩尾水测点水温为 18.1℃，岩滩尾水水温为 19.0℃，沿程有 0.9℃增幅，沿程增温率为 0.51℃/100km；高温期以 2012 年 9 月为代表月，龙滩尾水水温为 23.0℃，岩滩尾水水温为 23.7℃，沿程有 0.7℃的增幅，沿程增温率为 0.40℃/100km。

2024 年 8 月，龙滩尾水水温为 24.8℃，天峨大桥水温为 26.1℃，沿程由 1.3℃的增幅，沿程增温率为 0.10℃/100km。

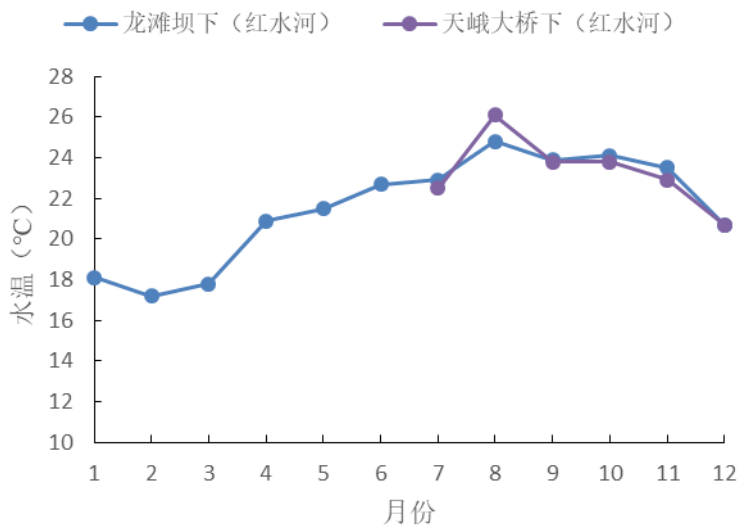


图 5.3.1-21　2024 年坝下沿程红水河河道人工监测水温分布

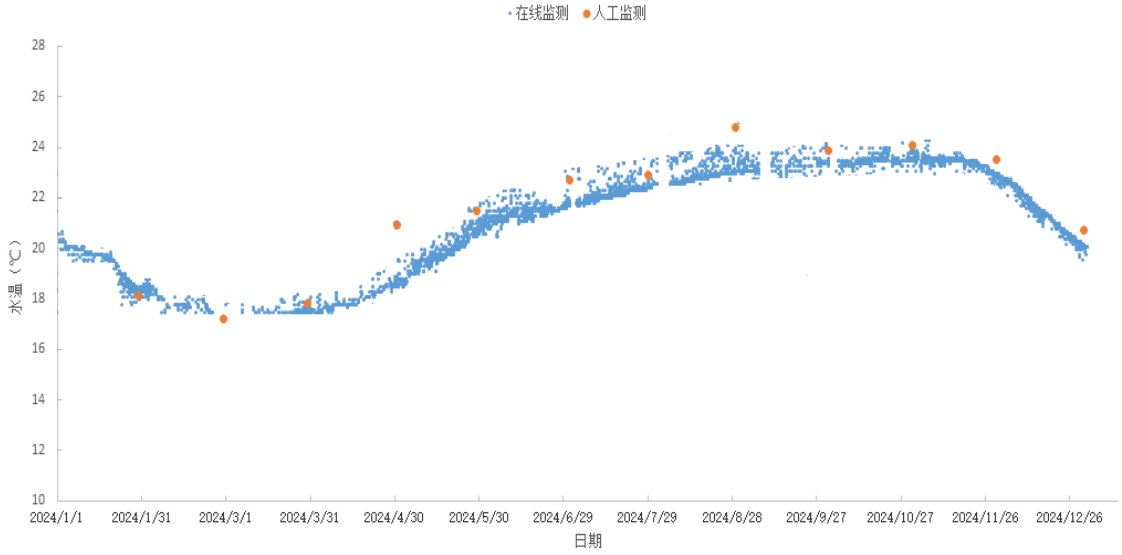


图 5.3.1-22　2024 年龙滩坝下在线监测与人工监测水温分布图

5.3.1.4　水质变化评价

a) 污染源变化评价

1) 有机物

环境影响评价分析认为，在现有经济基础上，按预测的库区周围经济发展速度增长，下世纪初龙滩水库有机物状况将较好，但局部区域仍可能产生污染。现状调查可知，库区某些时段个别区域出现了含氧量超标，但水质总体与环境影响评价结论一致。

2) 重金属污染

环境影响评价分析认为，库区周围的六价铬、镉、铅、铜、砷、锌等重金属有毒物质进入河水后，随“水—悬浮物—底泥”向下游迁移，红水河水体略偏碱性，有利于重金属的絮凝、沉降。建库后，水流变缓，沉降作用将得到加强，随悬浮物迁移的重金属有毒物质量将会减少，而累积在底泥中的有毒物质将会增加，应引起重视。因此，水库正常运行时水中有毒物质(除汞外)浓度仍将在所规定的标准范围内。水库蓄水后，汞仍将维持一定的超标状态，其甲基化速率不会有大的增长。龙滩水库建成后，随着区域矿产资源的开发利用，水库水体仍将会有总汞、总锰、总铅、总镉等重金属超标现象发生，但仅限于局部水域。现状调查结果显示，龙滩水库坝下和库尾的底质环境基本未受到污染，调查结果与环境影响评价结论一致。

b) 地表水水质变化评价

1) 地表水环境功能

(1) 水环境功能区划

龙滩库区水资源开发利用程度不高，主要划分为保留区、缓冲区、保护区。坝址下游天峨段由于开发利用程度相对较高，工业饮用取水口集中，划分为了开发利用区。库区及其邻近水域共划分一级功能区 10 个，其中南盘江 1 个，北盘江 1 个，红水河及其支流 8 个。二级功能区 1 个，即红水河天峨开发利用区。从功能类别上看，保留区有 5 个，开发利用区有 1 个，缓冲区有 4 个。

(2) 水质评价标准

龙滩水电站于 2001 年 7 月主体工程开工建设，2007 年 5 月 21 日龙滩水电站 1 号机组并网发电进入试运行。从规划、设计、建设、运行，相应的水质评价标准也在发生变化。1989 年龙滩水电站环境影响评价阶段和 2000 年《红水河龙滩水电站环境影响复核及补充评价报告书》复核阶段的水质调查与评价标准采用的是《地面水环境质量标准》(GB3838-88)，该标准于 1988 年 6 月 1 日起实施。因此，龙滩水电站环评阶段开展的水质调查与评价采用的是《地面水环境质量标准》(GB3838-88)，标准为III类。

2000 年，《地面水环境质量标准》(GB3838-88)经修订后，被《地表水环境质量标准》(GHZB1-1999)替代，新的标准于 2000 年 1 月 1 日起实施。2002 年，《地表水环境质量标准》(GHZB1-1999)被地《表水环境质量标准》(GH3838-2002)替

代。因此，龙滩水电站复核评价阶段开展的水质调查与评价采用的是《地表水环境质量标准》(GHZB1-1999)，标准为Ⅲ类；复核评价报告批复后，建设期的水质调查与评价采用的是《地表水环境质量标准》(GH3838-2002)，标准为Ⅲ类。

2) 建库前后库区地表水水质变化评价

(1) 建库前水质变化趋势分析

① 环评阶段水质情况

环评阶段，我院根据龙滩水库水系分布以及污染源分布情况，在库区河道上共设置了 18 个监测断面，1986 年 8 月～1987 年 3 月，共采样分析 10 次，并于 1987 年 3 月在平班、百乐、董牛、下乐顶、三滩、蔗香、白敏、牛河、八茂、平腊等 10 个断面进行了底泥和悬浮物的采样分析。监测项目包括 pH、溶解氧、高锰酸钾指数、生化需氧量、挥发酚、氰化物、色度、浊度、电导率、总硬度、总磷、总氮、六价铬、汞、砷、镉、铅、铜、锌、六六六、滴滴涕、总悬浮物、细菌总数、大肠菌群等 24 项。

对照《地面水环境质量标准》(GB3838-88)Ⅲ类标准，建库前 18 个断面的的所有监测项目中，除大肠菌群、细菌总数、总磷、总氮、高锰酸钾指数、生化需氧量、挥发酚、总悬浮物、色度、浊度、锌、汞、pH 均有不同程度的超标，除细菌总数、大肠菌群、总悬浮物、汞、总氮和浊度以外，其余超标率在 10%以内。根据调查，大肠菌群、细菌总数、总磷、总氮、高锰酸钾指数、生化需氧量超标主要受生活污染物排放以及面源污染的影响，挥发酚、总悬浮物、色度、浊度超标主要是由于挥发酚超标主要是由于造纸废水中含有大量酚、悬浮物所致，锌超标主要是由于矿业废水中含有大量锌所致；汞超标则与流域高汞背景特征有关。

② 复核评价阶段水质情况

复核评价阶段未开展水质监测，收集了曹渡河的平里河大桥，红水河干流的罗羊，北盘江的板贵大桥、岩架大桥，南盘江的巴结、八渡及其支流马别河的罗耳等断面的常规监测资料进行评价。

对照《地表水环境质量标准》(GHZB1-1999)Ⅲ类标准以及污染物调查结果分析，受污染源的影响，龙滩控制流域河道水体不能满足水域功能的要求，水库所涉及的南、北盘江与红水河干流及其主要支流蒙江、曹渡河水体 1997 年～1999 年超

标项目有 pH 值、非离子氨(或氨氮)、高锰酸盐指数、挥发酚、总磷、总汞、总锰、总铅、总镉等。除原评价时未监测总锰、总镉外，与环评阶段结果基本一致，以有机污染为主。有机物指标中溶解氧量、高锰酸盐指数、生化需氧量等，除高锰酸盐指数丰水期在板贵断面浓度较高外，其余监测浓度均未超出原评价时的浓度范围。同时，1998 年度超标率除非离子氨(45%)、总锰(31%)与 pH 值(21%)以外，其余项目超标率均较小。故库区河道水体水质与原评价时基本一致，未发生大的变化。

③ 施工前期水质情况

我院收集整理了龙滩库区施工前期 2001 年～2005 年蔗香北、蔗香南、蔗香红、罗羊、六排等 4 个断面的水质监测资料，开展了施工前期的水质评价工作。库区生化需氧量变化趋势见从图 5.3.1-23，从图中可以看出，各断面生化需氧量年均值均低于《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) Ⅲ类标准 (生化需氧量≤4mg/L)。蔗香北、蔗香南、蔗香红断面的生化需氧量有逐年升高的趋势，罗羊、六排历年变化不大。蔗香北、蔗香南、蔗香红生化需氧量浓度均高于罗羊、六排五日生化需氧量浓度，说明生化需氧量浓度随距离的增加得到了降解。蔗香北、蔗香南、蔗香红三断面生化需氧量 2001 年～2003 年变化不大，2004 年～2005 年，各断面生化需氧量浓度增加，但未超过 4mg/L。

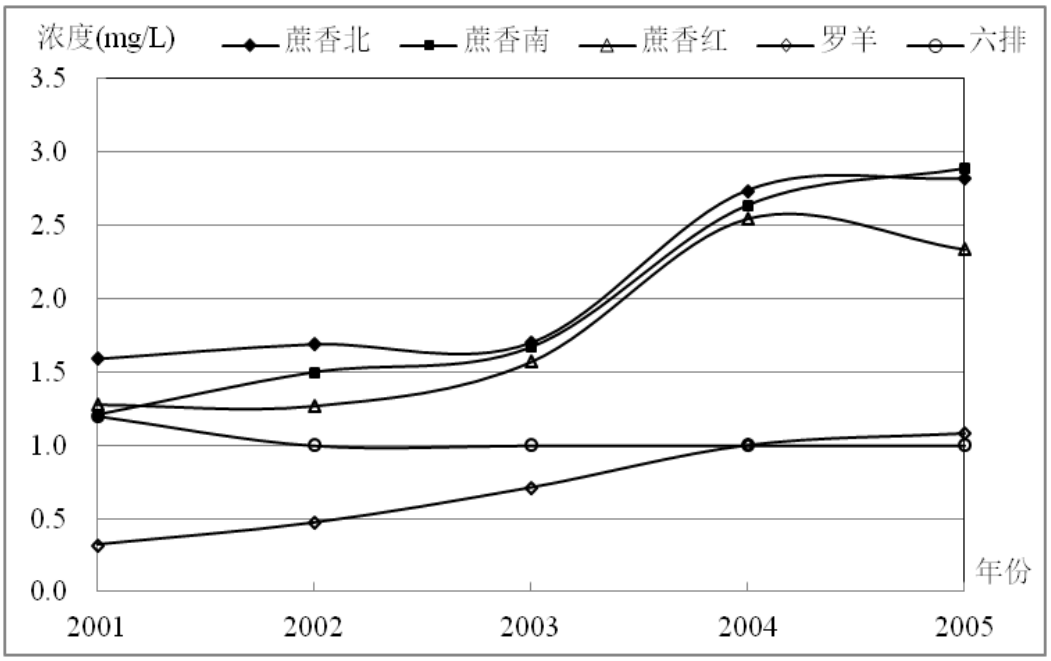


图 5.3.1-23　施工前期库区各断面生化需氧量变化趋势图

库区氨氮变化趋势分析见图 5.3.1-24，从图中可以看出，各断面氨氮年均值均低于《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) Ⅲ类标准 (氨氮≤1mg/L)。在 2001 年～2005 年五年间各断面氨氮变化趋势基本一致，总体呈下降的趋势，在 2003 年均出现高值。

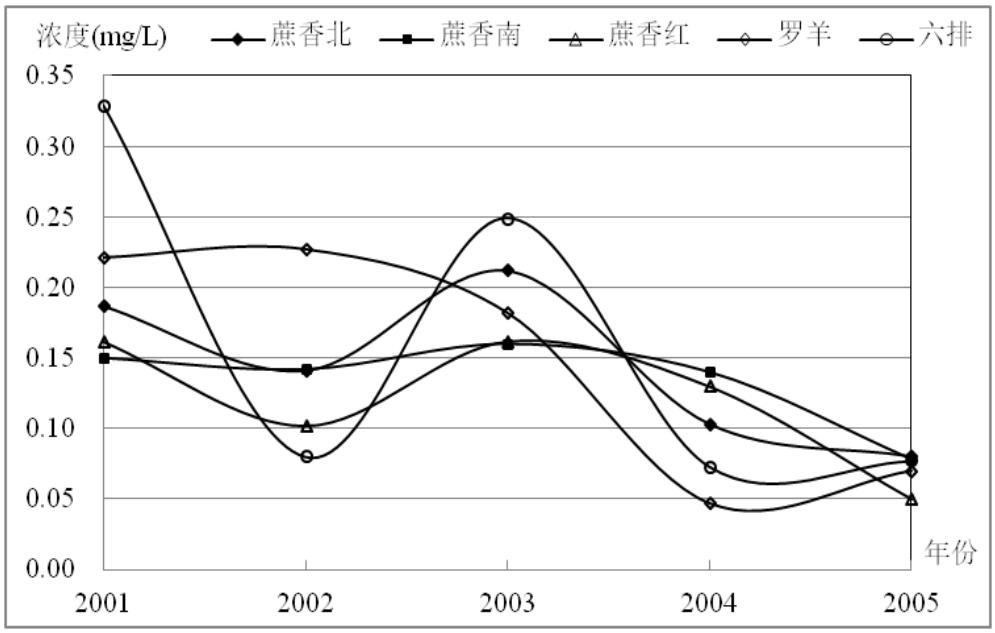


图 5.3.1-24　施工前期库区各断面氨氮变化趋势图

④ 运行期水质状况

广西壮族自治区在龙滩水库库区即天峨县六排断面以上未设置区控(省控)水质监测断面，根据 2007～2011 年的贵州省环境状况公报和 2015、2018～2023 年黔西南州水环境质量公报，龙滩水电站库区河道水质监测断面污染状况分析见表 5.3.1-8。龙滩水库建成运行后，龙滩水库库区河流的水质监测成果均能满足水域功能区划的水质类别要求。

表 5.3.1-8　龙滩库区 2007 年～2011 年、2015、2022 年各监测断面历年水质类别表

监测断面	规定类别	实达类别											
		2007	2008	2009	2010	2011	2015	2018	2019	2020	2021	2022	2023
蔗香北	III	III	II	III	III	III	III	III	II	II	II	I	I
蔗香南	III	III	III	III	III	III	III	III	II	II	II	II	I
蔗香红	III	III	III	III	III	III	III	III	II	III	-	-	-
罗羊	III	II	I	II	-	-	-	-	-	-	II	II	II

3) 建库后大坝前后地表水水质变化评价

环境影响预测评价阶段，根据等标污染负荷评价结果，结合库区污染源排放特征，选取生化需氧量、溶解氧作为有机污染预测指标，选取六价铬、汞、砷、镉、铅、铜、锌作为有毒物质预测指标，选取总磷、叶绿素作为富营养化预测指标。

为了解龙滩水库运行后，坝前和坝下水环境变化趋势，本次评价收集整理了2007 年～2011 年的龙滩水电站施工区环境监测报告、2012 年～2014 年的河池市环境保护监测站监测报告中坝前、坝下(天峨水文站)历史监测数据，库区水体主要超标指标为总磷、总氮，六价铬、汞、砷、铜、锌未检出的情况较多，生化需氧量、溶解氧、镉、铅、氟化物满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。选取生化需氧量、总磷、总氮、氨氮对龙滩水库坝前和坝下水质进行评价。

(1) 生化需氧量变化

龙滩库区及坝下地表水中生化需氧量变化情况见图 5.3.1-25。2007 年～2014 年坝前、坝下(天峨水文站)所有断面的生化需氧量监测指标均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准(生化需氧量≤4mg/L)。各断面生化需氧量的变化趋势基本相同，自 2011 年后，天峨水文站水体中的生化需氧量高于坝前水体中的生化需氧量。

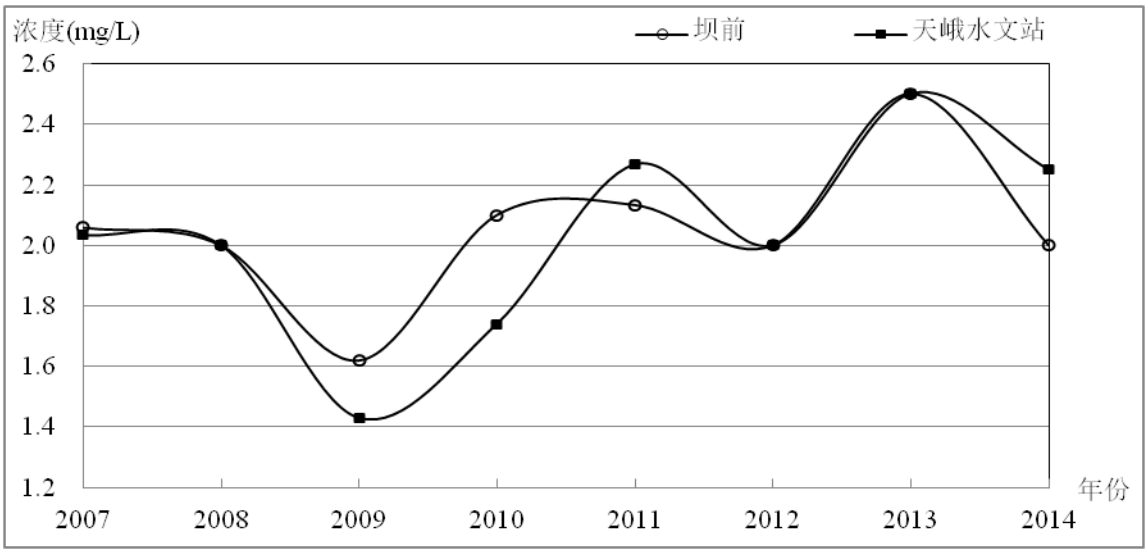


图 5.3.1-25　运行期库区及坝下断面生化需氧量变化趋势图

(2) 总磷变化

龙滩库区及坝下地表水中总磷变化情况见图 5.3.1-26。2007 年坝前、坝下断面的总磷指标基本达不到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准(总磷≤0.05mg/L)；2008 年坝前断面的总磷指标基本满足III类标准，而坝下断面的总磷指标仍达不到III类标准，2009 年起坝前、坝下断面的总磷指标均能满足III类标准。2007 年～2008 年，总磷出现超标，说明水体中总磷含量受蓄水影响较大。2007 年～2014 年水体中的总磷含量总体呈下降趋势。2014 年，各断面中的总磷在 9 月～12 月处于一个峰值，受外源输入的影响明显。

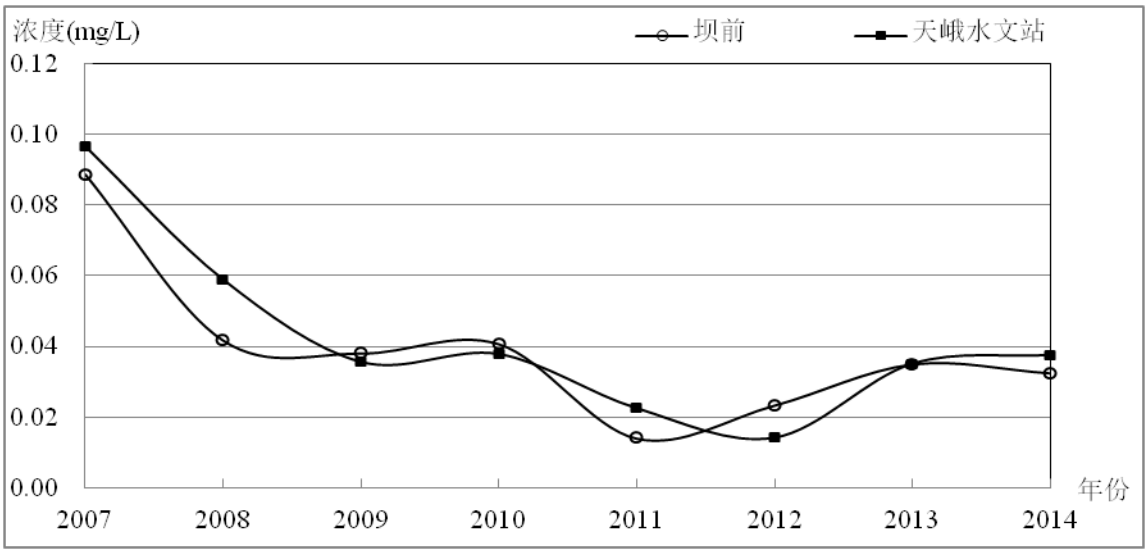


图 5.3.1-26　运行期库区及坝下断面总磷变化趋势图

(3) 总氮变化

龙滩库区及坝下地表水中总氮变化情况见图 5.3.1-27。2007 年～2014 年库区所有断面的总氮指标基本达不到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准(总氮≤1mg/L)，坝下的总氮高于坝前的总氮。

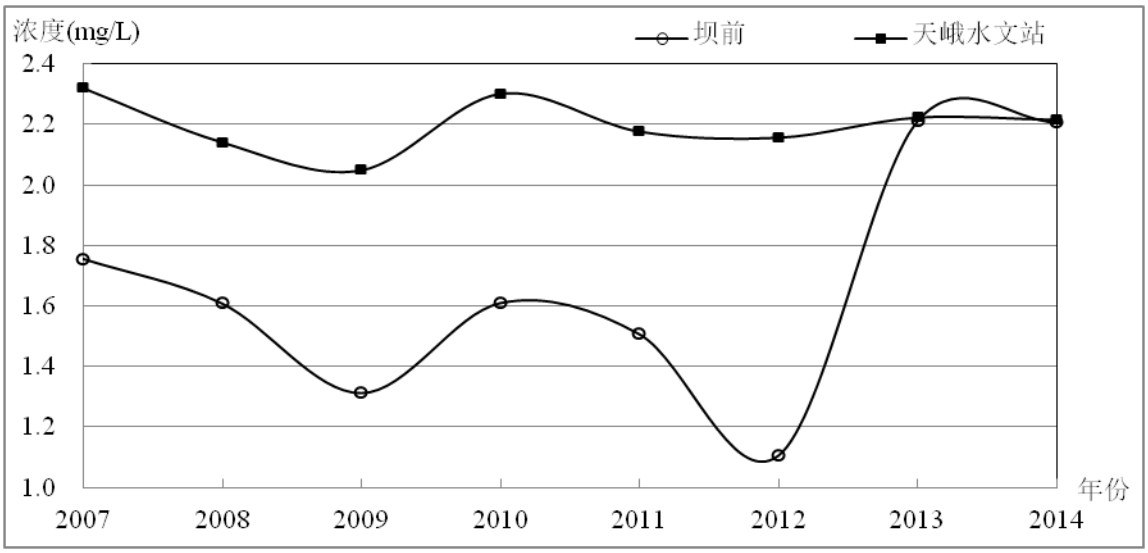


图 5.3.1-27　运行期库区及坝下断面总氮变化趋势图

(4) 氨氮变化

龙滩库区及坝下地表水中氨氮变化情况见图 5.3.1-28。2007 年～2014 年库区所有断面的氨氮指标均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准(氨氮≤1mg/L)；各断面氨氮的变化趋势基本相同，2007～2012 年各断面的氨氮变化不大，自 2012 年起，水体中的氨氮呈上升趋势。

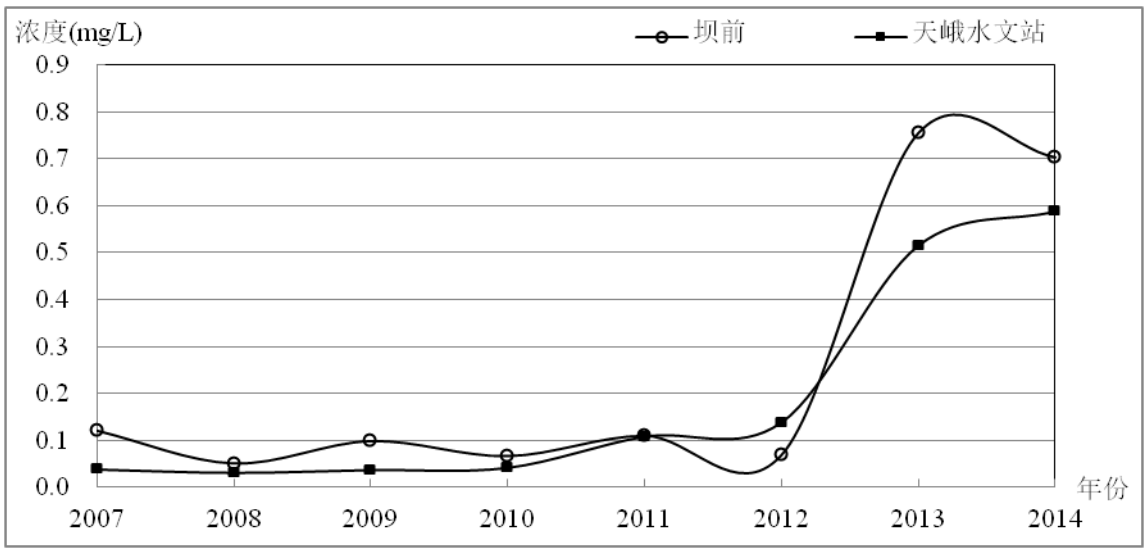


图 5.3.1-28　运行期库区及坝下断面氨氮变化趋势图

4) 建库后出入库地表水水质变化评价

根据 2012 年～2014 年的河池市环境保护监测站的监测内容及时段，我院收集并整理了龙滩库尾蔗香北、蔗香南监测断面相应时段的地表水水质监测资料。对

2012 年 7 月、2013 年 3 月、2014 年 11 月的龙滩水库出入库水质变化进行分析。

(1) 总磷变化

运行期 2012 年～2014 年，龙滩库区出入库及坝下地表水中总磷变化情况见图 5.3.1-29。2012 年～2014 年，龙滩水库南盘江入库断面、北盘江入库断面、坝前断面、坝下断面的总磷指标均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准(总磷≤0.05mg/L)。库区水体中总磷整体呈增长趋势，枯水期(3 月、11 月)出库水体中总磷含量有所下降，丰水期(7 月)出库水体中总磷含量下降明显，体现了龙滩水库的良好自净能力。

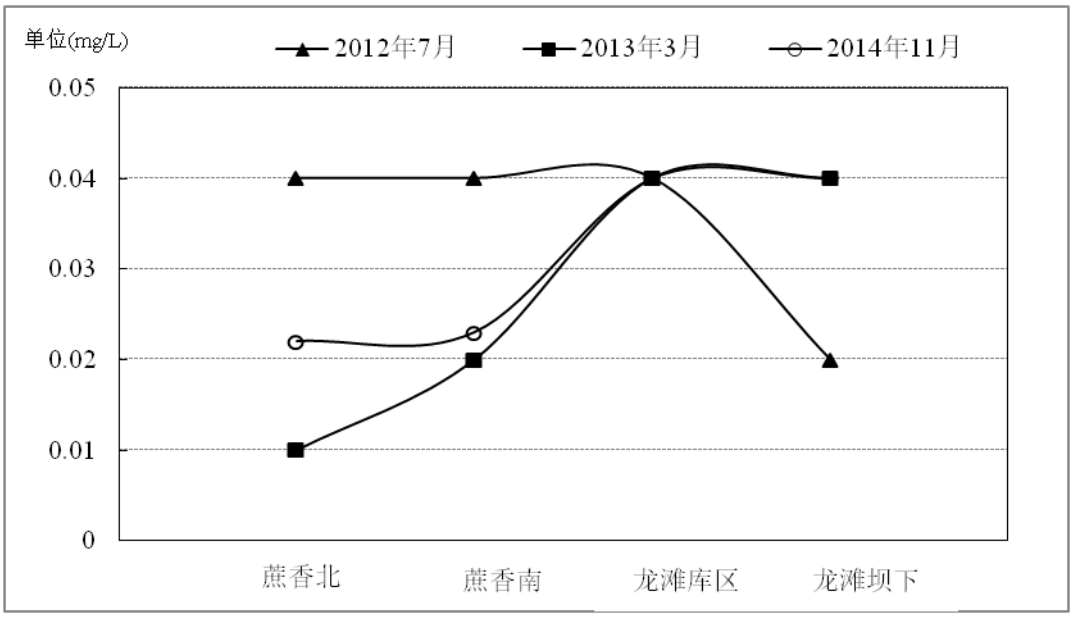


图 5.3.1-29　运行期各断面总磷变化趋势图

(2) 氨氮变化

运行期 2013 年～2014 年，龙滩库区出入库及坝下地表水中氨氮变化情况见图 5.3.1-30。2013 年～2014 年，龙滩水库南盘江入库断面、北盘江入库断面、坝前断面、坝下断面的氨氮指标均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准(氨氮≤1mg/L)。相对于红水河干流主源南盘江，北盘江入库水体中氨氮含量要高；库区水体中的氨氮呈上升趋势，但出库水体中氨氮含量下降明显。

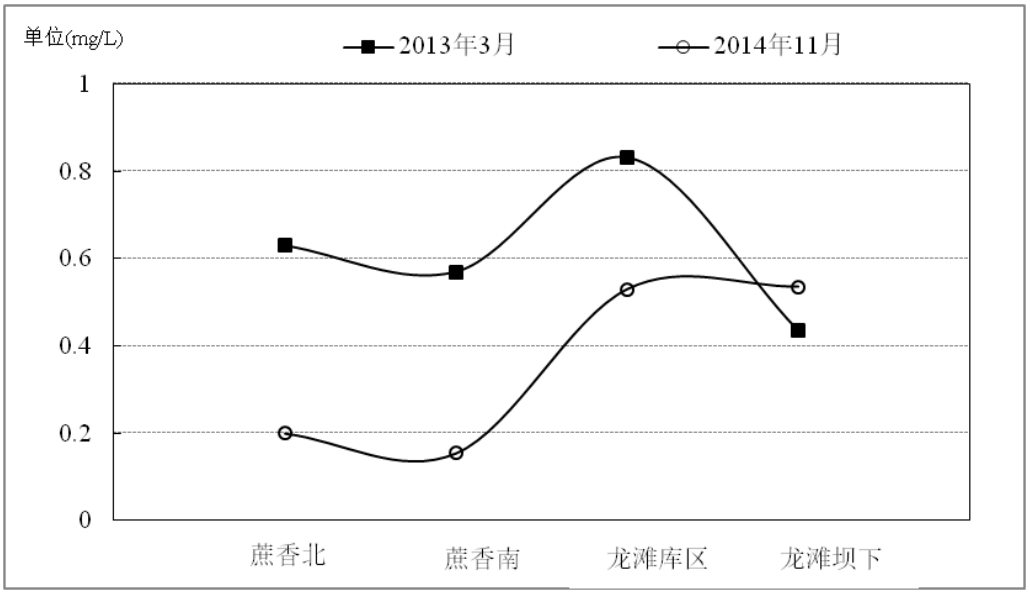


图 5.3.1-30　各断面氨氮变化趋势图

5) 现状出入库地表水水质变化评价

根据 2023 年广西南环检测科技有限公司于 2023 年 3 月和 2023 年 6 月检测数据，分析整理了 A1(南盘江库尾)、A3(南北盘江汇合口)、A4(库中)、A7(坝前)、A8(坝下)等 5 个断面相应时段的地表水水质监测资料。对 2023 年 3 月、2023 年 6 月的龙滩水库出入库水质变化进行分析。

(1) 总磷变化

运行期 2023 年，龙滩库区出入库及坝下地表水中总磷变化情况见图 5.3.1-31。2023 年，龙滩水库 A1(南盘江库尾)、A3(南北盘江汇合口)、A4(库中)、A7(坝前)、A8(坝下)的总磷指标未能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准湖、库类(总磷≤0.05mg/L)，能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准河流类(总磷≤0.1mg/L)。3 月份，库区水体中总磷整体呈下降趋势，枯水期(3 月)出库水体中总磷含量有所下降。6 月份，库区水体中总磷整体呈上升趋势，丰水期(6 月)出库水体中总磷含量变化不大。与 2013 年～2014 年监测数据相比，总磷含量有较大升高。3 月份与 6 月份相比库区下游的总磷含量有较大提升。

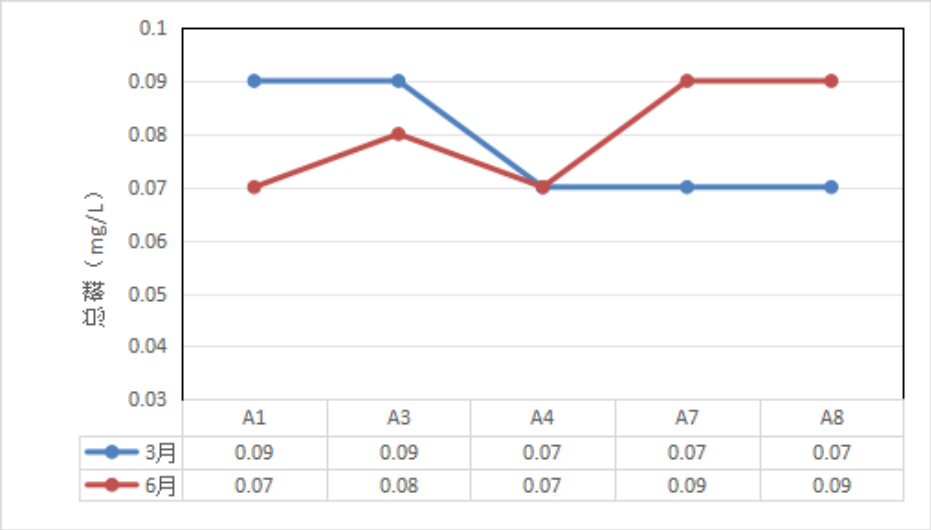


图 5.3.1-31　运行期各断面总磷变化趋势图

(2) 总氮变化

运行期 2023 年，龙滩库区出入库及坝下地表水中氨氮变化情况见图 5.3.1-32。2023，龙滩水库 A1(南盘江库尾)、A3(南北盘江汇合口)、A4(库中)、A7(坝前)、A8(坝下)的总氮指标均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准(总氮≤1mg/L)。3 月份，相对于红水河干流主源南盘江，北盘江入库水体中总氮含量要高；从上游到下游库区水体中的总氮呈上升趋势，但出库水体中总氮含量下降明显。6 月份相对于红水河干流主源南盘江，北盘江入库水体中总氮含量要高；从上游到下游库区水体中的总氮呈下降趋势，3 月份与 6 月份相比库区的总氮含量有一定提升。

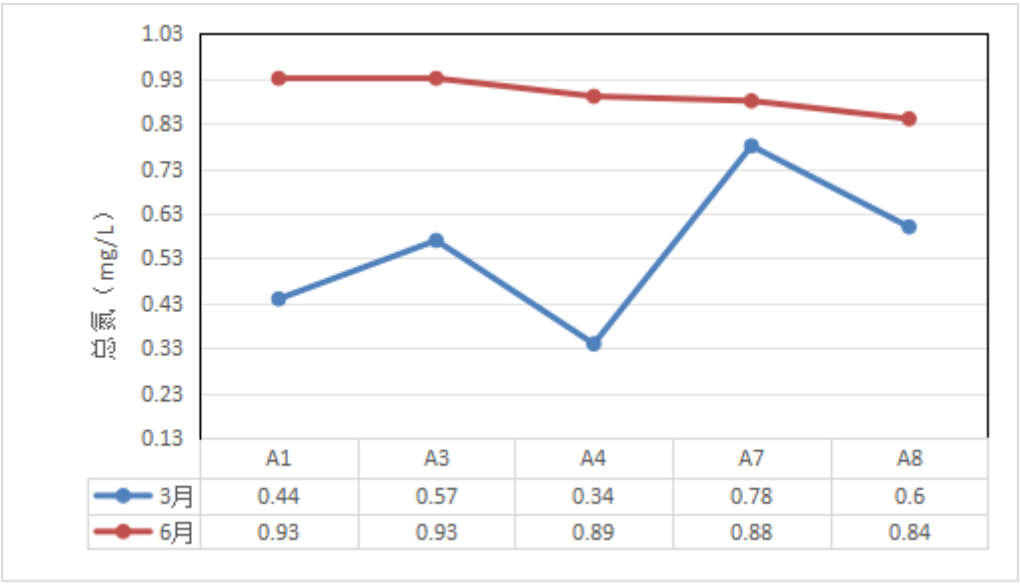


图 5.3.1-32　各断面氨氮变化趋势图

6) 水库富营养化分析

根据《龙滩水电站环境影响后评价报告(审定本)》，龙滩水电站运行初期的调查结果显示，坝前、布柳河向阳、穿洞河交必、蒙江八茂、库中羊里、南北盘江汇合口等 6 个断面属于中营养化状态。运行期(2015 年)，龙滩水库南北盘江汇合口、库中(羊里)、支流曹渡河汇口以上 500m(八腊)、布柳河支流汇口以上 500m、坝前、坝下(六排)等 6 个断面仍属于中营养化状态。运行期(2023 年)，A1(南盘江库尾)、A3(南北盘江汇合口)、A4(库中)、A7(坝前)、A8(坝下)等 5 个断面仍属于中营养状态。

c) 地表水环境变化趋势分析

龙滩水电站自首台机组发电至已经超过十年。在此段时间内，龙滩库区以及红水河中上游的环境发生了较大的变化，在天然林保护、退耕还林工程实施的情况下，龙滩库区生态环境得到了保护和发展。库区各县在发展经济的同时，也在不断进行产业调整，开展污染源治理，建设污水处理厂，降低了污染负荷。在目前状态下，若库区的网箱养殖区能够持续得到有效和科学管理，将其控制在合理的水平内，龙滩库区将在很长时间维持在现有状态。

5.3.1.5 坝下 TDG 过饱和气体影响

龙滩水电站泄水期间下游均可能出现溶解气体过饱和现象，泄洪主要集中在 7 月、8 月，正值孵化期和仔幼鱼期，这个时期内鱼苗对过饱和 TDG 的耐受性相对成鱼较差。鱼类对气体过饱和的耐受程度与水深密切相关。研究表明，对于四大家鱼，鲢、鳙在溶解气体含量高的水体中相对容易患气泡病，草鱼和青鱼稍次。鲢、鳙能承受的极限溶解氧饱和度约为 120%，草鱼和青鱼能承受的极限溶解氧饱和度约为 130%或更高。四大家鱼仔鱼在气体饱和度 110%的状态下在 64 h 左右开始死亡，72 h 后死亡率增长较快。

研究表明，鱼类具有对气体过饱和的探知和躲避能力。自然条件下，鱼类能够通过探知气体过饱和来选择适宜深度生存，从而减少气泡病的发生，这一深度即为补偿深度。对于 TDG 过饱和水体，在水深大于鱼类补偿深度要求条件下，如果鱼类潜入到补偿深度以下的水域内生活，就可以躲避总溶解气体过饱和影响。根据研究成果，深度大约为每增加 1m，饱和度降低约 10%，对于溶解气体饱和度为 120%的水体，补偿深度约为 2.0m，如果水体水深大于 2.0m，则鱼类将可以躲避至 2.0m 以

下的水中继续生活，而免受过饱和气体的影响。如果水体水深不足 2.0m，则鱼类将无法躲避过饱和气体的影响。坝下鱼类会受到过饱和 TDG 的影响。龙滩坝下没有网箱养殖活动，平均水深在 7m 左右，鱼类有相对充足的回避空间。

龙滩水电站运行以来，未发生泄洪导致死鱼的报道，2024 年 7 月泄洪期间，调查人员对坝下鱼类资源进行过鱼类资源调查，捕获的 426 尾渔获物均未发现明显的气泡病症状，因此人为过饱和气体对龙滩坝下鱼类影响有限。

5.3.2 陆生生态变化评价

5.3.2.1 陆生植物变化评价

a) 植物区系变化

龙滩水电站建设前和运行初期相比，调查区维管束植物种类在运行初期显著高于建设前，是建设前的 2 倍多，原因一方面是运行初期调查范围大于建设前调查区范围，另一方面是由于对区域的植物资源的调查的次数的增加与深入，不断发现一些种的新分布。而运行初期与运行期相比，虽然运行初期与运行期调查范围相一致，但运行期维管束植物种类高于运行初期，这与对区域的植物资源的调查的次数的增加与深入，不断发现一些种的新分布有关。运行期与现阶段相比，现阶段植物物种比运行期多 16 种，变化不大，增加的幅度较小。调查区建设前、运行初期、运行期和现阶段野生维管束植物种类比较结果见表 5.3.2-1。

表 5.3.2-1 调查区四个时段野生维管束植物统计表

项　目	蕨类植物			种子植物						野生维管束植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
建设前(2000 年)	23	47	76	4	5	9	153	587	1120	180	639	1205
运行初期(2008 年)	37	88	239	7	10	20	160	826	2202	204	924	2461
运行期(2014 年)	40	90	242	8	11	21	169	883	2284	217	984	2547
现阶段(2021 年)	40	90	245	8	11	21	174	889	2297	222	990	2563

龙滩水电站建设前、运行初期、运行期和现阶段四个时段，调查区植物区系均以热带成分为主，热带亚热带性质明显，且具有一定的古老成分，植物区系起源古老，特有成分丰富。综合来看，调查区内植物区系建库前与建库后相比未发生太大

变化。调查区建设前、运行初期、运行期和现阶段野生维管束植物区系特征比较结果见表 5.3.2-2。

表 5.3.2-2　调查区四个时段野生维管束植物区系特征比较

建设前 (2000 年)	①地理成分复杂，热带亚热带性质明显；②有一定的古老成分；③生物多样指数较高有一定的珍稀植物；④特有成分丰富；⑤藤本植物较少，草本植物较多
运行初期 (2008 年)	①地理成分复杂，热带亚热带性质明显；②植物区系起源古老，孑遗植物多；③特有种多，珍稀濒危植物丰富；④藤本植物较丰富
运行期 (2014 年)	①调查区植物种类较为丰富；②地理成分复杂；③植物区系起源古老，孑遗植物多；④热带性质明显；⑤特有属多
现阶段 (2021 年)	①调查区植物种类较为丰富；②地理成分复杂，热带亚热带性质明显；③植物区系起源古老，孑遗植物多；④特有属多；⑤藤本植物相对较少

b) 植被变化

现阶段把调查区内的自然植被类型划分为暖性针叶林、常绿落叶阔叶混交林、常绿阔叶林、落叶阔叶林、季雨林、竹林、灌丛、灌草丛、沼泽植被，共 4 级，9 种植被型，57 个群系。现阶段调查结果植被类型与建设前调查相比，主要增加了油杉+马尾松林、短叶黄杉+乌岗栎林、青冈+厚壳桂林、红锥林、麻栎林、桦木林、枫杨林、金丝李林、余甘子灌丛、红背山麻杆+龙须藤灌丛、牡荆灌丛、银合欢灌丛、水麻灌丛、醉鱼草灌丛、白茅灌草丛、类芦草灌草丛、渐尖毛蕨灌草丛、蕨灌草丛、苍耳灌草丛、紫茎泽兰灌草丛、飞机草灌草丛、小蓬草灌草丛、藿香蓟灌草丛、草木樨灌草丛、苋草灌草丛、白花鬼针草灌草丛、苘麻灌草丛、喜旱莲子草群系等。与运行初期相比，主要增加了油杉+马尾松林、短叶黄杉+乌岗栎林、青冈+厚壳桂林、红锥林、麻栎林、桦木林、枫杨林、金丝李林、余甘子灌丛、红背山麻杆+龙须藤灌丛、牡荆灌丛、银合欢灌丛、水麻灌丛、醉鱼草灌丛、白茅灌草丛、类芦草灌草丛、渐尖毛蕨灌草丛、蕨灌草丛、苍耳灌草丛、小蓬草灌草丛、草木樨灌草丛、苋草灌草丛、白花鬼针草灌草丛、苘麻灌草丛、喜旱莲子草群系等。与运行期相比，主要增加了枫杨林、草木樨灌草丛、苋草灌草丛、白花鬼针草灌草丛、苘麻灌草丛、喜旱莲子草群系等。可见龙滩水电站工程的建成和运行，并未致使某一植被类型消失。相反，随着龙滩自治区级自然保护区、雅长兰科植物国家级自然保护区、龙滩大峡谷国家级森林公园、贵州望谟苏铁自然保护区以及罗甸蒙江国家湿地公园等深入研究，相应的总体规划报告、科学考察报告陆续出版，人们对区域植被的调查的深入和次数的增加，同时加大了对区域植被的保护，区域植被状况得以改善。且随着水库蓄水，云雾增多，湿度增大，库区出现了草木樨、苋草等喜阴湿

的群落。

另外由于人为活动的增加和移民安置建设工程的影响，调查区出现了外来种群落，如白花鬼针草灌草丛、喜旱莲子草沼泽等。

表 5.3.2-3　调查区四个时段植被类型统计表

植被型组	植被型	群系	分布			
			建设前	运行初期	运行期	现阶段
一　针叶林	I　暖性针叶林	1.　细叶云南松林	√	√	√	√
		2.　马尾松林	√	√	√	√
		3.　油杉、马尾松林			√	√
		4.　江南油杉林	√	√	√	√
		5.　短叶黄杉、乌岗栎林			√	√
		6.　杉木林	√	√	√	√
二　阔叶林	II　常绿、落叶阔叶混交林	7.　水青冈-米槠-缺萼枫香林	√	√	√	√
		8.　青冈、朴树林	√	√	√	√
		9.　青冈、厚壳桂林			√	√
		10.　青冈、化香树林	√	√	√	√
	III　常绿阔叶林	11.　米槠林	√	√	√	√
		12.　硬叶栲林	√	√	√	√
		13.　红锥林			√	√
		14.　钩锥林	√	√	√	√
		15.　海南木五加、红苞木林	√	√	√	√
	IV　落叶阔叶林	16.　栓皮栎、白栎林	√	√	√	√
		17.　黄栎、白栎林	√	√	√	√
		18.　麻栎林			√	√
		19.　桦木林			√	√
		20.　马尾树林	√	√	√	√
		21.　枫杨林				√
	V　季雨林	22.　田林细子龙、毛麻楝、仪花林	√	√	√	√
		23.　榕树+无忧花+假苹婆林	√	√	√	√

表 5.3.2-3(续)

植被型组	植被型	群系	分布			
			建设前	运行初期	运行期	现阶段
		24. 金丝李林			√	√
		25. 木棉、榕树、羽叶楸群系	√	√	√	√
		26. 滇黄杞、木蝴蝶群系	√	√	√	√
	VI 竹林	27. 慈竹林	√	√	√	√
		28. 麻竹林	√	√	√	√
		29. 车筒竹林	√	√	√	√
三 灌丛和灌草丛	VII 灌丛	30. 中平树、灰毛浆果楝灌丛	√	√	√	√
		31. 广西水锦树、短翅黄杞灌丛	√	√	√	√
		32. 番石榴、黄荆灌丛	√	√	√	√
		33. 余甘子灌丛			√	√
		34. 红背山麻杆、龙须藤灌丛			√	√
		35. 牡荆灌丛			√	√
		36. 银合欢灌丛			√	√
		37. 水麻灌丛			√	√
		38. 醉鱼草灌丛			√	√
		39. 粉白杜鹃、卷叶灌丛	√	√	√	√
三 灌丛和灌草丛	VIII 灌草丛	40. 扭黄茅灌草丛	√	√	√	√
		41. 白茅灌草丛			√	√
		42. 五节芒、芒灌草丛	√	√	√	√
		43. 水蔗灌草丛	√	√	√	√
		44. 类芦灌草丛			√	√
		45. 狗牙根灌草丛	√	√	√	√
		46. 渐尖毛蕨灌草丛			√	√
		47. 蕨灌草丛			√	√
		48. 苍耳灌草丛			√	√
		49. 紫茎泽兰灌草丛		√	√	√

表 5.3.2-3(续)

植被型组	植被型	群系	分布			
			建设前	运行初期	运行期	现阶段
		50. 飞机草灌草丛		√	√	√
		51. 小蓬草灌草丛			√	√
		52. 藿香蓟灌草丛		√	√	√
		53. 草木樨灌草丛				√
		54. 葸草灌草丛				√
		55. 白花鬼针草灌草丛				√
		56. 苘麻灌草丛				√
四 沼泽及水生植物	IX 沼泽植被	57. 喜旱莲子草群系				√

综上所述，工程的建设并没有使某一植被群落类型消失，只是对其数量产生一定的影响。通过野外考察及室内 GIS 软件的协助，解译了建设前后调查区的植被类型分布图，并统计得出了各种植被类型的面积，详见表 5.3.2-4。

表 5.3.2-4　调查区运行期、现阶段植被类型面积统计表

植被类型	建设前 (2000 年)		运行初期 (2008 年)		运行期 (2014 年)		现阶段 (2021 年)		2000 年～ 2008 年变化		2000 年～ 2014 年变化		2000 年～ 2021 年变化	
	面积 hm²	比例%	面积 hm²	比例%	面积 hm²	比例%	面积 hm²	比例%	面积 hm²	比例%	面积 hm²	比例%	面积 hm²	比例%
针叶林	36975.10	3.94	35098.19	3.74	36721.74	3.91	34030.52	3.63	-1876.91	-0.20	-253.36	-0.03	-2944.58	-0.31
阔叶林	374537.08	39.91	357642.06	38.11	356677.30	38.01	356583.11	38.00	-16895.02	-1.80	-17859.78	-1.90	-17953.97	-1.91
经济林	12106.06	1.29	24121.12	2.57	37920.72	4.04	38022.26	4.05	12015.06	1.28	25814.66	2.75	25916.20	2.76
灌丛和灌草丛	361211.03	38.49	352108.02	37.52	335129.57	35.71	337235.57	35.94	-9103.01	-0.97	-26081.46	-2.78	-23975.46	-2.55
农田植被	125471.33	13.37	103323.81	11.01	99410.15	10.59	98591.23	10.51	-22147.52	-2.36	-26061.18	-2.78	-26880.10	-2.86
水域	5818.42	0.62	39696.61	4.23	38499.12	4.10	39384.18	4.20	33878.19	3.61	32680.70	3.48	33565.76	3.58

注：差值为现阶段减去运行期的值，正值表示现阶段增加，负值表示现阶段减少。表中未包括运行期建设用地 55976.29hm²，占调查范围面积的 4.90%；现阶段建设用地 58302.32hm²，占调查范围面积的 5.10%。

从表 5.3.2-4 可知，工程建设前、运行初期、运行期和现阶段调查区植被均以阔叶林、灌草丛植被占优势，其次是农业植被。区域植被仍呈现出自然植被为主，并具有一定人为干扰的特点。

2000-2021 年，调查区针叶林、阔叶林、灌丛和灌草丛和农田植被面积均有减少，其中减少面积最大的为灌丛和灌草丛及农业植被，分别减少了 23975.46hm^2、26880.10hm^2，其次为阔叶林，减少了 17953.97hm^2，针叶林面积减少了 2944.58hm^2；这主要是因为工程的建设、水库蓄水淹没和移民安置等活动占用上述植被类型，使其植被面积减小。由于水库建成后蓄水，因此调查与评价区水域面积增加，为 33565.76hm^2。2008 年以前由于工程建设和水库淹没占用部分森林植被，此外人为活动也使得森林植被部分被破坏；2008 年以后，由于天然林保护及退耕还林工程的实施，以及龙滩自然保护区的建立，使森林植被的面积有所增加；由于区域内大力发展经济经济林，因此经济林面积有所增加，增加面积 25916.20hm^2。

c) 珍稀野生植物和古树名木变化

1) 珍稀野生植物

评价分为建设前、运行初期、运行期和现阶段四个阶段，保护植物评价参考《国家重点保护野生植物名录》的保护等级开展。

根据龙滩复核环评报告，建设前，调查区有国家重点保护野生植物 9 种，均为国家II级保护植物，分别为桫椤、柄翅果、马尾树、格木、柔毛油杉、香果树、闽楠、任木、华南锥。

根据《红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收陆生生态专题报告》，运行初期，调查区有国家重点保护野生植物 12 种，其中国家I级重点保护植物 1 种，为叉孢苏铁；国家II级重点保护野生植物 11 种，分别为金毛狗脊、桫椤、樟树、柄翅果、任豆、花榈木、红豆树、榉树、毛红椿、马尾树及喜树。

根据《红水河龙滩水电站环境影响后评价报告》，运行期，调查区有国家重点保护野生植物有 31 种，其中国家I级有叉孢苏铁、贵州苏铁、南方红豆杉、掌叶木 4 种；国家II级 27 种，为苏铁蕨、金毛狗、桫椤、单叶贯众、水蕨、柔毛油杉、短叶黄杉、香木莲、福建柏、樟树、闽楠、蒜头果、黄檗、柄翅果、降香檀、红豆树、紫檀、任豆、格木、花榈木、华南锥、榉树、红椿、毛红椿、伞花木、喜树、

马尾树、香果树。

根据龙滩复核环评报告、龙滩枢纽环保验收报告及后评价报告，参考查阅《广西龙滩自治区级自然保护区综合科学考察报告》(广西林业勘察设计院，2006)、《贵州望谟苏铁自然保护区科学考察集》(贵州科技出版社，2010)等调查区相关著作、文献资料，并结合现场调查结果，确定调查区国家重点保护野生植物有 31 种，其中国家I级有叉孢苏铁、贵州苏铁、南方红豆杉、掌叶木 4 种；国家II级 27 种，为苏铁蕨、金毛狗、桫椤、单叶贯众、水蕨、柔毛油杉、短叶黄杉、香木莲、福建柏、樟树、闽楠、蒜头果、黄檗、柄翅果、降香檀、红豆树、紫檀、任豆、格木、花榈木、华南锥、榉树、红椿、毛红椿、伞花木、喜树、马尾树、香果树。

为了减小水库淹没对珍稀濒危植物的影响，在龙滩水库蓄水前，龙滩公司委托天峨县林业局、望谟县林业局、罗甸县林业局和乐业县雅长林场对淹没线以下的珍稀濒危植物进行了移植和繁育工作，现已将分布于 375m 水位以下的珍稀濒危植物移入各移植园进行了异位保存。目前，桫椤、叉孢苏铁、顶果树、毛红椿、油杉、任豆、田林细子龙等 56 种共 7320 株珍稀植物已迁入植物园区，且绝大部分已成活，长出新枝嫩叶，对淹没区珍稀植物做了有效的保护。但是由于疏于管理，部分珍稀植物已濒临死亡甚至死亡。经过现场调查，某些保护植物繁衍能力较强，在经过专业的培育管护下，这些珍稀保护植物会得到更好的保护和管理，种群数量可能会增加。

2) 古树名木

调查区原有古树 19 种，共 183 株，它们多分布于村边和河边。常见的有小叶榕、黄葛树、黄连木、木棉等，为保护这些珍贵资源，环评阶段提出了移栽措施，措施指出“对淹没线以下的大古树，可以抢救移植的，应尽量进行抢救”。调查发现，调查区中共有 51 株古树受到不同程度、不同方式的保护：其中有 33 株原来位于淹没线以下的古树迁至各个移植园进行保护，已建立的 5 个珍稀植物保护园内共移植古树 30 株，另有 3 株榕树移至向阳镇镇政府所在地，从现场调查结果来看，各古树均已成活，且长势良好。此外，渡邑自然保护区还对水库淹没线以上的 18 株古树进行了挂牌保护。通过本次调查发现，移栽园内古树。

d) 陆生植物变化趋势分析

植物的演替变化受自然因素和人为因素干扰的影响，龙滩水电站建设后本身不会产生新的占地，工程的临时占地也随着工程的结束进行了恢复，移民搬迁工作也已实施完成。陆生植物的变化趋势受水库蓄水位的波动、库区泥沙淤积、库区小气候变化以及库区移民安置后人类活动等因素的制约。具体分析如下：

1) 消落带植物变化趋势分析

水库正常蓄水位 375m 时，龙滩水库为年调节性能；水库正常蓄水位 400m 时，水库调节性能为多年调节，水库采取蓄洪补枯方式运行。受水库调节的作用，库区水位存在波动，在岸边形成两道植物生长稀疏的岩石带或红土带，即为消落带。由于水电站建坝蓄水，使原来生长在河岸边的部分物种的数量明显减少，但未造成某一物种的消失或灭绝。原来生长于蓄水位(375m)以下的植物已全部淹没。虽然已经过近 10 年(水库 2006 年下闸蓄水)的演替，仍然没有出现适生的植物生长。看来植物要在此种高水位和低水位变化的周期性缺氧生境中定居和发展，将需要更长的时间。

相关研究表明，三峡库区消落带受水位涨落的影响后，土壤的物理性状发生了很大的改变，尤以表层(0cm～10cm)受到水位涨落的影响最为显著；消落带的土壤养分呈下降趋势；植物生活型组成发生改变，其中，草本植物种类增加，灌木树种减少，乔木树种，草本植物在样地的重要地位得到提升。由此可以类比得出龙滩库区消落带植物受水库水位涨落的影响，土壤养分降低，土壤的物理性状发生改变，进而影响消落带植物的生长；受水位涨落的影响，消落带植物主要以草本植物为主，且以喜湿性和湿地植物为主，多为一年生和两年生植物，如苍耳等。另外，龙滩库区位于峡谷地带，库区消落带坡度陡，多为岩石带或红土带，受水位波动的涨落易产生水土流失，使植物失去基质，消落带植物种类较少且植被覆盖度较低。库区消落带的这种薄弱的生态系统功能，使部分原有的植被被外来入侵植物所替代，如藿香蓟等。

	
消落带苍耳群落	消落带藿香蓟群落

图 5.3.2-1　调查区消落带植被

2) 河谷季雨林变化趋势分析

南、北盘江、红水河谷虽在北回归线以北，但地势低，北面有崇山峻岭阻隔，极少受寒潮侵袭，焚风影响造成干热河谷，夏半年湿润多雨，冬半年温暖干燥，为南亚热带气候，热带植物溯河谷分布，形成特殊的半常绿和落叶河谷季雨林，其种类成分、群落学特征、生态学特征都具有热带植被的特点，是我国热带性植被最北分布的一块“飞地”，显得特别珍贵，备受重视。

调查区适合河谷季雨林发育的生境非常有限，仅见于南北盘江及红水河河谷。分布海拔高度从东部罗甸的 400m 到西部南北盘江岸的 800m。经长期砍伐和山火洗劫，原始的河谷季雨林已经所剩无几。自然保护区内现在还保存的地方有：双江自然保护区的坝纳、平昂问河谷、双江口、坝来察后；渡邑自然保护区的里绍沟、里绕沟、剖俩沟；罗羊自然保护区的峨村沟。双江保护区残存河谷季雨林约 57hm^2，波邑保护区残存河谷季雨林约 430hm^2，罗羊保护区残存河谷季雨林约 204.8hm^2，合计 691.8hm^2。

根据《红水河龙滩水电站对自然保护区影响评价专题报告》和龙滩复核评价报告，受水库蓄水淹没的影响，淹没河谷季雨林面积为 122 hm^2，其中渡邑自然保护区 73.8hm^2、罗羊自然保护区 41.8hm^2、双江自然保护区 6.4hm^2，分别占 3 个自然保护区内河谷季雨林面积的 17.2%、20.4%和 11.2%。

水库建成运行后，随着望谟县渡邑南亚热带河谷季雨林自然保护区和罗羊南亚热带河谷季雨林自然保护区的界线调整，保护区内河谷季雨林的面积增加。2007 年 8 月，望谟县人民政府办公室下发了《关于调整渡邑自然保护区范围的通知》，将

原渡邑自然保护区 400m 以下和移民安置活动范围调出保护区，将相邻的乐康国有林区有南亚热带河谷季雨林成分、具有保护价值的地段划入保护范围加以保护。调整后的望谟渡邑南亚热带河谷季雨林自然保护区位于淹没线以上，电站蓄水不会淹没影响，同时，将相邻的乐康国有林区有南亚热带河谷季雨林成分划入保护区，弥补保护区内河谷季雨林的损失。2007 年 3 月，罗甸县人民政府下达《关于调整罗甸县罗羊河谷季雨林自然保护区界线的批复》，将自然保护区 375m 以下区域调整至 400m 以上，将罗妥沟以西 400m 以上 210.5hm^2 和北面冗里 402.5hm^2 保存较好的河谷季雨林划入保护区，弥补了保护区内河谷季雨林的损失。

从数量上看，由于保护区界线的调整，河谷季雨林面积得到补偿，水库的蓄水运行不会新增淹没影响，同时位于保护区的季雨林植被得到较好的保护和管理，有益于季雨林植被的生长。

3) 库区陆生植物的变化趋势分析

(1) 受库区小气候变化影响而变化

生态系统的演化与气候变化密切相关，光照、温度、湿度、风、降水以及大气成分等气候条件的总和及其组合状况会影响生态系统中的生物性状和分布。而植物的生长发育过程受气温、光照、养分、水分等众多环境因素的共同影响。

库区气候的变化是在大的气候背景和水库建设两者的共同作用结果(安康水库蓄水前后上游气候变化特征，王娜等，2010 年)。但从小尺度(水库建设)上来看，龙滩水库的建设，库区水面积增加，有大量水源，故周边地区空气潮湿。库区气候湿润有利农作物的生长和植被的增加，减少水土流失。水体比岩石土壤的热容量大，又能使太阳辐射分布在比较深厚的水层中，加上水的流动和混合，故水面的温度变化比陆面平缓。水体的调节作用，使水库周边白天和夜晚温度差值缩小，空气湿度加大，降水增多，气候变化波动性减弱(大型水库工程建设对局地气候影响分析—以红山水库为例，杨晶等，2014 年)。这样，库区气温的年较差和日较差减小，初霜日期推迟，而终霜日期提前，整个霜期缩短(兴建龙滩水库对罗甸气候影响浅析，杨启彬和刘佳，2006 年)；暴雨季节降雨量减少，非暴雨季节雨量增加，增加了土壤水分含量。这些都在一定程度上会给农、林种植带来有利条件，提高库周生态系统的生产力及稳定性。

综上所述，水库建设后库区小气候发生了一定的变化，水库建设对库区小气候

产生了一定的有利影响。在一定程度上给农、林种植带来有利条件，提高了库周生态系统的生产力及稳定性。

(2) 受库区人类活动影响而变化

水库建设后人类活动主要是移民安置区的人为活动、旅游开发使人员流动增加等。在实际安置中，移民得到的土地耕地数量和质量都比淹没前减少，移民的生产安置问题未能达到很好的落实(见表 5.3.2-5)。这可能加剧移民对区域植被的垦殖开荒，破坏植被。另外，水土保持用地被挤占，加之大多数群众在房前屋后大于 25°的坡地、开挖边坡及弃渣场上耕种，影响了安置点的生态恢复(龙滩水电站广西库区移民安置点水土流失治理经验，凌贤宗，2012 年)，进而加剧了水土流失，形成恶性循环。

表 5.3.2-5　贵州库区移民搬迁前后耕地对比

项　目	单位	全库	罗甸	望谟	册亨	贞丰	镇宁
搬迁前人均耕地	hm^2	0.068	0.062	0.085	0.055	0.058	0.063
搬迁后人均对接耕地	hm^2	0.03	0.035	0.015	0.042	0.033	0.130
占　比	%	44	57	17	76	56	206

注：表中数据来源于文献：滇黔桂边民族地区重大水资源开发移民生产生活现状实证调查分析—龙滩水电站库区移民调查，周叮波，2013 年。

随着水库的建成，龙滩库区成为旅游景点，人员流动显著增加，有资料(“龙滩拉动”战略探析，黄祖桥等，2008 年)显示，2007 年“五一”期间就有 1.4 万名游客前往龙滩旅游，当年接待游客 25 万人次。游客数量增加，人员流动性增强，对区域植被产生的干扰也加强。旅游活动的进行，使区域自然环境不可避免地出现一定程度的波动干扰，群落覆盖度减小，生态系统出现退化现象，局部地带甚至退化非常严重，物种多样性变化显著(旅游活动对植被环境的影响研究，徐波，2005 年)。

5.3.2.2　陆生动物变化评价

a)　陆生动物组成变化分析

由于《红水河龙滩水电站环境影响报告书》及《红水河龙滩水电站环境影响复核及补充评价报告书》对动物的数量和分布地点没有介绍，因此变化分析主要分析动物组成变化情况。

表 5.3.2-6　项目建设前、运行期以及现阶段动物种类对照表

分类	两栖类				爬行类				鸟类				兽类				合计			
	建设前	运行初期	运行期	现阶段	建设前	运行初期	运行期	现状	建设前	运行初期	运行期	现阶段	建设前	运行初期	运行期	现阶段	建设前	运行初期	运行期	现阶段
目	1	1	2	2	3	3	2	2	16	16	18	18	8	10	10	10	28	28	32	32
科	6	6	7	7	11	12	12	14	45	45	53	61	23	25	25	26	85	87	97	97
种	20	23	24	24	56	66	71	73	270	270	344	347	97	104	104	109	443	457	543	543

对比建设前和现阶段，两栖类由建设前的 1 目 6 科 20 种增加到 2 目 7 科 24 种，增加了一目一科为有尾目隐鳃鲵科，增加了 4 种；爬行类由建设前的 3 目 11 科 56 种增加到 2 目 14 科 73 种；鸟类由建设前的 16 目 45 科 270 种增加到 18 目 61 科 347 种；兽类由建设前的 8 目 23 科 97 种增加到 10 目 26 科 109 种。

电站建设前、运行初期、运行期及现阶段的动物种类有出入，主要原因在于建设前的陆生动物调查是在 1985 年～1988 年期间进行的，而现状的数据结合了蓄水与初期运行阶段 2007 年～2010 年的结果、2014 年～2015 年的调查结果以及近几年内区域内发表的自然保护区科学考察集、文献等，随着调查次数的增加以及调查的深入，一些此前未被发现的物种陆续被发现。此外，在此期间也不断有种的新分布发现，例如：两栖类的双团棘胸蛙以及爬行类的棕背树蜥均为广西分布新纪录。

b) 国家重点保护动物变化分析

建设前，调查区国家重点保护野生动物 48 种，其中国家Ⅰ级保护动物有 4 种，即蟒蛇、黑颈长尾雉、云豹、林麝，Ⅱ级保护动物有：猕猴、虎纹蛙、白鹇、褐翅鸦鹃、灰林鸮、黑鸢、普通鵟、红腹锦鸡、白腹锦鸡、穿山甲、斑灵狸、东方草鸮、雕鸮、山瑞鳖等 44 种。

运行初期，调查区国家重点保护野生动物 48 种，国家Ⅰ级保护动物 4 种，即蟒蛇、黑颈长尾雉、云豹、林麝；国家Ⅱ级保护动物有 44 种：有虎纹蛙、山瑞鳖、大壁虎、黑冠鹃隼、赤腹鹰、普通鵟、鹊鹞、凤头蜂鹰、苍鹰、黑鸢、凤头鹰、雀鹰、松雀鹰、秃鹫、白腹隼雕、白尾鹞、白腿小隼、燕隼、红隼、白鹇、红原鸡、红腹锦鸡、白腹锦鸡、小鸦鹃、褐翅鸦鹃、东方草鸮、领角鸮、雕鸮、领鸺鹠、斑头鸺鹠、褐林鸮、褐鱼鸮、长尾阔嘴鸟、蓝背八色鸫、灰林鸮、水獭、小灵猫、大

灵猫、斑灵狸、穿山甲、猕猴、短尾猴、獐、中华鬣羚。

运行期，调查区国家重点保护野生动物 60 种，其中国家 I 级保护动物 7 种，蟒蛇、黑颈长尾雉、金雕、云豹、豹、林麝、熊猴；国家 II 级保护动物 53 种，中国大鲵、虎纹蛙、山瑞鳖、大壁虎、黑冠鹃隼、黑鸢、苍鹰、赤腹鹰、凤头蜂鹰、普通鵟、日本松雀鹰、凤头鹰、松雀鹰、雀鹰、秃鹫、鹊鹞、白尾鹞、白腹隼雕、蛇雕、鹰雕、白腿小隼、燕隼、红隼、白鹇、红原鸡、红腹锦鸡、白腹锦鸡、红翅绿鸠、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、东方草鸮、领角鸮、黄嘴角鸮、雕鸮、斑头鸺鹠、领鸺鹠、灰林鸮、褐林鸮、褐鱼鸮、蓝背八色鸫、仙八色鸫、长尾阔嘴鸟、猕猴、短尾猴、穿山甲、水獭、小灵猫、大灵猫、斑灵狸、金猫、黑熊、獐、中华鬣羚。

现阶段，调查区国家重点保护野生动物 89 种，其中国家 I 级 15 种，分别是黑颈长尾雉、海南鹎、秃鹫、金雕、黄胸鹀、黑叶猴、穿山甲、金猫、云豹、豹、小灵猫、大斑灵猫、大灵猫、豺、林麝；国家Ⅱ级 74 种，分别是中国大鲵、虎纹蛙、平胸龟、乌龟、眼斑水龟、山瑞鳖、大壁虎、脆蛇蜥、蟒蛇、三索锦蛇、眼镜王蛇、褐胸山鹧鸪、白鹇、红原鸡、红腹锦鸡、白腹锦鸡、栗树鸭、红翅绿鸠、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、棕背田鸡、黑冠鹃隼、黑鸢、苍鹰、赤腹鹰、凤头蜂鹰、灰脸鵟鹰、普通鵟、日本松雀鹰、凤头鹰、松雀鹰、雀鹰、秃鹫、鹊鹞、白尾鹞、白腹隼雕、蛇雕、鹰雕、东方草鸮、领角鸮、黄嘴角鸮、红角鸮、雕鸮、斑头鸺鹠、领鸺鹠、灰林鸮、褐林鸮、褐鱼鸮、白腿小隼、燕隼、游隼、红隼、蓝背八色鸫、仙八色鸫、长尾阔嘴鸟、画眉、银耳相思鸟、红嘴相思鸟、蓝鹀、猕猴、藏酋猴、短尾猴、熊猴、斑灵狸、豹猫、赤狐、貉、黑熊、小爪水獭、水獭、獐、中华鬣羚。

相比建设前，运行期保护动物增加了 12 种。增加的主要有中国大鲵、日本松雀鹰、金雕、蛇雕、鹰雕、红翅绿鸠、黄嘴角鸮、仙八色鸫、熊猴、金猫、豹、黑熊。现阶段保护动物相比建设前增加了 41 种，相比运行期增加了 29 种。

增加的原因主要有两个方面：

其一是随着人们对调查区内保护区的深入研究调查，不少物种被逐步发现。根据广西动物志及贵州动物志可知，调查区内的动物在广西和贵州均有分布，只是在调查区内随着调查次数增加及调查深度的加深，调查区内未被发现的物种逐步被发现。增加的主要有黑叶猴、藏酋猴、小爪水獭、海南鹎、游隼、红角鸮、灰脸鵟

鹰、豺、脆蛇蜥。

其二是 2021 年 1 月 4 日经国务院批准公布实施的《国家重点保护野生动物名录》对很多物种进行了升级，例如平胸龟、乌龟、眼斑水龟、三索锦蛇、眼镜王蛇、褐胸山鹧鸪、栗树鸭、棕背田鸡、红头咬鹃、白胸翡翠、画眉、银耳相思鸟、红嘴相思鸟、蓝鸦、黄胸鸦、豹猫、赤狐等。

c) 陆生动物变化趋势分析

根据龙滩水电站的特点，类比其他相似水库工程可知，运行期库区气候变化、水库阻隔、库区水位消涨、水上航运、网箱养鱼等都对调查区动物产生一定影响，导致区域内动物发生一定变化。

1) 库区气候变化对动物的影响

龙滩水库蓄水后，库区的水温、气温、湿度均略有变化，夏季气温稍有降低，而冬季稍有升高，库周有一个相对湿度较大的地带，对两栖爬行的栖息繁殖较为有利；此外，水库蓄水运行后，库区水体的透明度增大，这有利于水中溶氧增加和两栖类的皮肤呼吸；库区水体增加，对水栖、林栖傍水型的类群如乌龟、鳖、腹链蛇等较为有利，其种群数量有一定的增长。

2) 水库运行后对动物阻隔的影响

龙滩水电站，蓄水后，水库面加宽，水体加深，减少乃至分割了库区两岸两栖爬行动物以及活动能力相对较差的兽类的种质交流，不利于物种的发展。

3) 库区水位消涨对动物的影响

库区水位消落，水位会在一定范围内波动，水位的波动对水生昆虫、低等水生动植物的繁衍较为不利，影响两栖动物的食物基础；此外，两栖动物多在沿岸浅水区繁殖，繁殖期若水位下降幅度过大且变化较频繁时，对两栖类的繁殖、发育很不利，导致种群数量的下降。

水库消涨区的出现对爬行动物也是不利的，在消涨区内，爬行动物的食物和隐蔽场所较差，故它们很少到这个区域活动，当水库蓄水后，消涨区又逐渐成为水环境，这种水陆环境的交替运行，使原来生活在这个环境的爬行动物失去栖息地，种群数量下降。

消落期间，在一些地势开阔、坡度较平缓又低洼的地方将会出现一些浅水地

区，给涉禽及其它水鸟的栖息、觅食提供了有利条件，鹭、鹬等的种群数量均会增加，但这些缓坡地区是人类活动较频繁之处，对涉禽干扰较大。因此，龙滩水库蓄水后水位消落区不能完全弥补原来河谷带鸟类栖息地的损失，因而使原栖息在库区该生境中的涉禽种类和数量都呈递减之势。

此外，在坡度小、地势平缓的消涨区，这里的农耕地较集中，人口密集，小型兽类的食物也较丰富，这就使一些兽类如食虫类、啮齿类、鼬獾、豹猫、黄鼬等进入该区活动、觅食，其种群数量会有所增加。

4) 红水河水上航运对动物的影响

红水河水上航运对动物的影响主要体现在噪声及干扰等影响。运行的船只噪声对红水河两岸的动物有一定的驱赶作用；尤其是对分布于库区水域附近的游禽、涉禽以及喜傍水栖息的兽类等。水上航运的开展对库区水域两岸的动物数量会产生一定的影响，但随着动物的适应，该影响会降低。

5) 网箱养鱼对动物的影响

库区内出现的一些较大库湾库汊，原可以有利于游禽的栖息活动，但目前，这些库湾库汊大多数已经被利用来进行网箱养鱼或者栏网养鱼，人类的各种频繁活动，影响了游禽的栖息活动，库区内的游禽数量可能将有所减少。

总的来说，大型水库的建设，对库区库周环境的影响是深远的和多方面的，归纳起来可分为对自然环境的影响和对当地社会环境的影响两大方面。自然环境的变化直接影响动物，而社会环境的变化则通过影响自然环境间接地影响动物。

5.3.3 水生生态变化评价

5.3.3.1 浮游植物变化

a) 种类变化

通过分析不同调查时期调查水域浮游植物的种类得出，成库前后浮游植物种群结构已发生了较大变化，成库后硅藻门种类所占比重明显上升。

调查区建库前有浮游植物 53 种，优势种为舟形藻、羽纹藻、直链藻、幅节藻、脆杆藻等。运行期初期(2009 年)调查浮游植物计 59 种，较建库前增加了 6 种，其中硅藻门增加了 21.04%，蓝藻门和绿藻门的种类均有不同程度的下降，成库后优势种类有针杆藻、直链藻、幅节藻等。运行期(2014 年)，浮游植物共计 112 种，其中硅

藻门的种类数和比例均有较大幅度的增加，较运行初期分别增加了 43 种，占比增加 15.93%，优势种类为硅藻门中的针杆藻、桥弯藻、脆杆藻，等片藻等。

现阶段调查浮游植物共计 86 种(属)，较建库前和运行初期(2009 年)分别增加了 33 种和 27 种，主要也是硅藻门的种类数和比例增加；较运行期(2014 年)，浮游植物种类有所下降。优势种类仍然是硅藻门的种类，如颗粒直链藻、针杆藻、舟形藻属的种类等。

表 5.3.3-1　不同时期调查区域浮游植物各门种类数量及比例

调查时期		数量和比例	硅藻门	绿藻门	蓝藻门	其他	合计	优势种
建库前		种类数	14	24	8	7	53	舟形藻、丝藻、双星藻、刚毛藻、栅藻、新月藻、粗刺四刺藻、卵形藻、针杆藻、平板藻、羽纹藻、微束藻等
		所占比例%	26.42	45.28	15.09	13.21	-	
运行期	2009 年	种类数	28	17	8	6	59	颗粒直链藻、针杆藻、幅节藻、桥弯藻、席藻和双菱藻等
		所占比例%	47.46	28.81	13.56	10.17	-	
	2014 年	种类数	71	24	12	5	112	舟形藻、羽纹藻、直链藻、幅节藻、脆杆藻等
		所占比例%	63.39	21.43	10.71	4.46	-	
现阶段		种类数	50	22	12	1	86	直链藻、针杆藻、衣藻、盘星藻、水绵、颤藻等
		所占比例%	58.14	25.58	13.95	2.32	-	

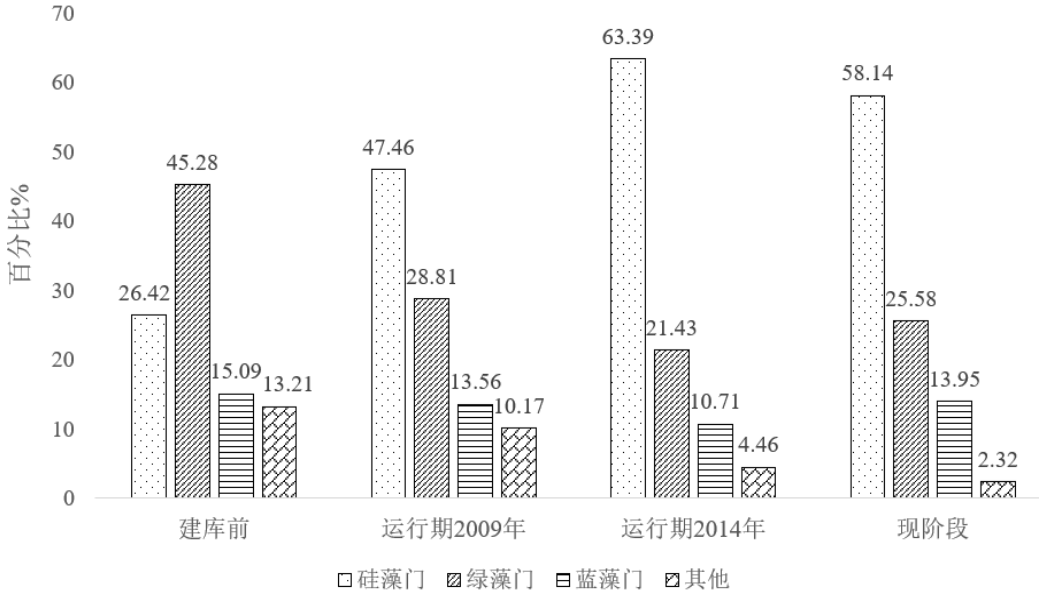


图 5.3.3-1　不同调查时期评价区浮游植物各门种类数量占比

b) 现存量变化

不同调查时期库区不同水域浮游植物的密度和生物量见表 5.3.3-2，从表中可以看出随着电站的建成运行，调查区域浮游植物的群落结构已发生明显改变，其密度和生物量显著增加。

整体来看，现阶段各门类藻类的密度和生物量较环评阶段均大幅增加，但其在总密度和总生物量中所占的比例变化不尽相同。其中，运行期硅藻门在总密度和总生物量中所占的比例呈下降趋势，现阶段同建库前相比，其密度和生物量分别下降了 24.53%和 29.12%，同运行初期 2009 年相比分别下降了 23.86%和 28.45%，同 2014 年相比变化不大，下降 4.59%；调查区绿藻门的密度和生物量较建库前呈上升趋势，运行期 2014 年和本次调查，绿藻门生物量为建库前 9～10 倍；蓝藻门的密度和生物量所占比例是呈先下降后增加的趋势，现阶段较建库前增加了 17.64%；其他门类浮游植物的种类少、密度及生物量均较小，总体来说建库后也是呈上升趋势。

表 5.3.3-2　不同调查时期库区不同水域浮游植物的密度和生物量

项目	硅藻门		绿藻门		蓝藻门		其他		合计	
	密度 (ind./L)	生物量 (mg/L)	密度 (ind./L)	生物量 (mg/L)	密度 (ind./L)	生物量 (mg/L)	密度 (ind./L)	生物量 (mg/L)	密度 (ind./L)	生物量 (mg/L)
建设前 1986 年	237800	1.2551	9300	0.0491	31900	0.1684	1400	0.0074	280400	1.48
比例%	84.81	84.81	3.32	3.32	11.38	11.38	0.5	0.5		
运行初期 2009 年	280643	2.3026	38103	0.0567	10069	0.1683	4745	0.0523	333560	2.58
比例%	84.14	89.25	11.42	2.2	3.02	6.52	1.42	2.03		
运行期 2014 年	407248	6.3797	248632	2.7948	111280	0.8441	86320	0.3136	675640	10.33
比例%	60.28	61.75	36.8	27.05	1.65	8.17	1.27	3.03		
现阶段	405340	1.5165	99765	0.852	211240	0.471	11550	0.332	727895	3.171
比例%	55.69	47.82	13.71	26.87	29.02	14.85	1.59	10.47		

c) 变化分析

龙滩水电站建坝后，水文情势发生很大的变化，这种变化对浮游植物群落结构及其演替有很大的影响。水体滞留时间的长短决定了浮游植物生物量和生产力、种类组成、多样性及其时间和空间分布。水滞留时间对浮游植物种类组成的影响取决于藻类的自身浮力，比重较大的藻类如硅藻沉降快，需要高的流速支持其悬浮于水中，而静水则适合于大型的和有鞭毛的藻类。

建坝前调查区由于河水流速大，底质多为卵石、砾石硬质底的环境，着生丰富的硅藻如卵形藻、针杆藻、异极藻、桥弯藻和绿藻类的刚毛藻、毛枝藻、鞘藻等，组成急流型浮游植物种群。

龙滩水电站建坝后虽然硅藻门的种类在浮游植物仍占有较高的比例，但是硅藻的优势物种已经转换成了适应静水生活的类群如直链藻、针杆藻等。此外，绿藻的衣藻、盘星藻、水绵，甲藻的角甲藻，蓝藻的颤藻等浮游种类也逐渐成为调查区内的优势种群。

建坝前，红水河龙滩河段属于贫-中营养型水体，水中浮游植物以硅藻-绿藻为主。建坝后，随着水体环境的稳定和养殖活动的增加，调查区水体的营养水平大幅上升，浮游植物的密度相应大幅度上升，硅藻和绿藻相对优势度比以前降低，而蓝藻的密度和相对优势度大为上升。硅藻门的种类在浮游植物仍占有较高的比例，但是硅藻的优势物种已经转换成了适应静水生活的硅藻类如直链藻、针杆藻等。对比现阶段与运行期 2014 年的调查结果，网箱拆除后调查水域的浮游植物种类数量下降，一方面可能与两次调查的时间和调查断面选择有关，另一方面，养殖鱼类会使得水体浮游植物多样性增加(Milstcin 等 1985，赵玉宝 1993)，随着龙滩库区网箱拆除，鲢鳙等鱼类密度下降，区域浮游植物多样性也呈下降趋势。但从优势种群变化来看，影响不大，因鲢鳙滤食性没有选择性，浮游植物的优势种没有明显差异，仍以直链藻、针杆藻、舟形藻等为主，但网箱拆除后浮游植物的密度和生物量增加。

5.3.3.2 浮游动物变化

a) 种类变化

龙滩水库成库前，库区河段有浮游动物 101 种，其中原生动物 48 种、24 属，占浮游动物种类数的 47.52%；轮虫 31 种，占 30.69%；枝角类 12 种，占 11.88%；

桡足类 10 种，占 9.90%。龙滩水库成库后的 2009 年，浮游动物种类远远多于成库前，从浮游动物种类组成看，原生动物和轮虫种类有增加，枝角类基本维持不变，桡足类有所降低。

现阶段调查水域浮游动物的种类较前几次调查有所减少，建库前和运行初期2009年均以原生动物的种类最多，其所占比例分别为47.52%和50.92%，其次为轮虫，在建库前和运行初期2009年时所占比例分别为30.69%和34.97%；运行期2014年和本次调查结果，轮虫的种类上升到最多，所占比例为45.36%和46.77%，原生动物退居其次，比例为38.14%和29.03%，较之前大为减少。枝角类运行期间也呈现出下降的趋势，随着近些年网箱拆除影响，现阶段枝角类比例缓慢升高。桡足类建库前后有所减少，但变化不大。

成库前优势种不明显，常见种以流水性的小口圆壳虫、收音旋匣壳虫、桔轮虫、盘状鞍甲轮虫、短尾秀体溞等为主；成库后浮游动物优势种明显，常见种以静水性的砂壳虫、龟甲轮虫、多肢轮虫、异尾轮虫、简弧象鼻溞和镖水蚤等为主。

表 5.3.3-3　不同时期调查水域浮游动物的种数与优势种

调查时期		数量和比例	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计	优势种
建库前 1986 年		种类数	48	31	12	10	101	小口圆壳虫、收音旋匣壳虫、桔轮虫、盘状鞍甲轮虫、短尾秀体溞
		所占比例%	47.52	30.69	11.88	9.90		
运行期	2009 年	种类数	83	57	15	8	163	旋回侠盗虫、蚤中缢虫曲腿龟甲、针簇多肢轮虫、暗小异尾轮虫、长棘异尾轮虫、长圆疣毛轮虫、奇异六腕轮虫、胶鞘轮虫
		所占比例%	50.92	34.97	9.20	7.91		
	2014 年	种类数	37	44	8	8	97	瓶砂壳虫、王氏似铃壳虫、螺形龟甲轮虫、真翅多肢轮虫、透明溞、长额象鼻溞、简弧象鼻溞、锥肢蒙镖水蚤、锯缘真剑水蚤等
		所占比例%	38.14	45.36	8.25	8.25		
现阶段		种类数	18	29	9	6	62	瓶砂壳虫、王氏似铃壳虫、真翅多肢轮虫、透明溞、象鼻溞、锯缘真剑水蚤和无节幼体等
		所占比例%	29.03	46.77	14.52	9.68		

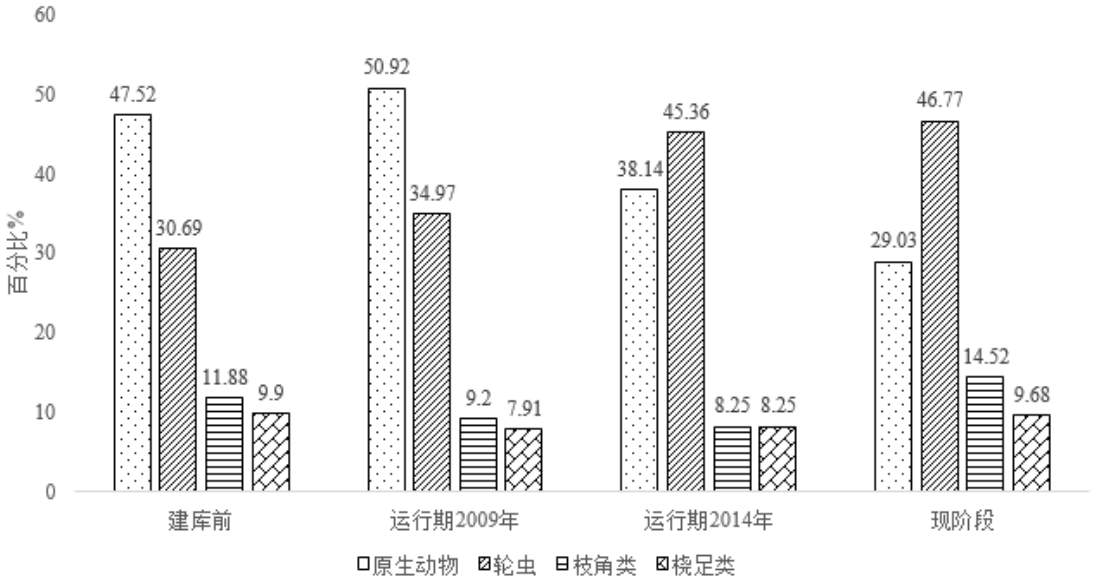


图 5.3.3-2　不同时期调查水域浮游动物种类数量占比

b) 现存量变化

龙滩成库后，浮游动物生境由河流转变为流速缓慢的水库，密度由建库前 243 个/L 增加到现阶段的 3963 个/L，增加了 3720 个/L，是成库前的 16 倍；密度组成中，原生动物增加了 18 倍，轮虫增加了 7 倍，枝角类增加了 3 倍，桡足类较运营初期也增加了 2.3 倍。浮游动物生物量增加了 1.121mg/L，是成库前的 12 倍；生物量组成中，原生动物和轮虫分别增加了 3.45% 和 11.49%。

成库后浮游动物现存量大幅度增加，密度组成中原生动物的增加较多；生物量组成中，轮虫的比重增加最快。运行期 2014 年和本次调查到的浮游动物密度和生物量均有所降低，但是仍然远高于建库前的水平。此外，相较于运行期 2 次调查结果，本次调查枝角类的密度和生物量均有所增加。

表 5.3.3-4　不同调查时期调查区浮游动物的密度(ind./L)和生物量(mg/L)

项目	原生动物		轮虫		枝角类		桡足类		合计	
	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
建库前 1986 年	200	0.009	40	0.04	2.8	0.05			243	0.099
所占比例%	82.37%	9.09%	16.47%	40.40%	1.15%	50.51%				
运行初期 2009 年	4203	0.2102	462	0.5543	3.13	0.0626	8.57	0.1623	4678	0.9894

表 5.3.3-4(续)

项目	原生动物		轮虫		枝角类		桡足类		合计	
	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
所占比例%	89.87%	21.25%	9.88%	56.02%	0.07%	6.33%	0.18%	16.40%		
运行期 2014 年	970	0.0485	138.5	0.1662	15.31	0.2043	10.75	0.2043	1135	0.6233
所占比例%	85.50%	7.78%	12.21%	26.66%	1.35%	32.78%	0.95%	32.78%		
现阶段	3640.78	0.153	284.11	0.633	17.4	0.316	20.36	0.118	3963	1.22
所占比例%	91.88%	12.54%	7.17%	51.89%	0.44%	25.90%	0.51%	9.67%		

c) 变化分析

龙滩水库建库后，夏季来水充沛，外源性营养物质丰富，浮游动物食物充足，其种类、数量和生物多样性指数均较高。建库后，原生动物和轮虫的密度明显升高，原生动物密度从建库前的 200ind./L 增加到运行初期 2009 年的 4203ind./L，但是枝角类、桡足类密度和生物量增加不明显。

建库后，浮游动物群落结构组成趋向小型化，除受本身演替规律影响外， 主要是受浮游植物等水生生物的上行效应以及鱼类摄食的下行效应影响。淡水养殖业随之成为大部分库区移民主要增收途径和经济来源，龙滩水库部分水域实施了大规模的不投饵网箱养殖鲢鳙项目；养殖鱼类选择性摄食对浮游动物的群落结构会产生一定的影响，当养殖规模到一定程度时，浮游动物组成改变，从而影响浮游植物的群落结构，种类趋向小型化，以原生动物和小型轮虫为主。龙滩水库养殖以浮游动物为主要食物的鳙规模较大，大型浮游动物枝角类、桡足类被首先捕食，导致枝角类数量下降；因此龙滩水库浮游动物组成中枝角类密度和生物量最少，轮虫和原生动物由于枝角类数量下降减少了其食物竞争压力，有利于其生长繁殖，数量较高。此外有研究表明养殖水体中氮、磷的积累对原生动物的生长、繁殖作用较明显。

本次调查结果区域浮游动物中枝角类密度和生物量均有所升高，可能与 2018 年 2019 年期间，龙滩库区罗甸县、天峨县网箱清理工作的落实有关，鳙的种群数量减少，大型浮游动物枝角类、桡足类种群数量缓慢增加。但现阶段调查，原生动物的密度生物量的占浮游动物的总的比例仍是最大，且较 2014 年呈上升趋势，可能与网箱拆除后库区水体中氮、磷的积累和释放，短期内浮游动物仍以原生动物为主。

5.3.3.3　底栖动物变化评价

a) 种类变化

建库前未调查到环节动物，运行期 2 次调查以及本次均调查到环节动物 2 种。建库前调查到的软体动物最多，但是运行初期 2009 年调查到的节肢动物最多。龙滩水电站成库后，底栖动物生存环境发生了根本改变，底栖动物种类组成较成库前变化明显，但是种类增加不明显，主要表现为静水型生物所占比重有所增加，流水型生物所占比重下降。底栖动物种类组成由原来的河流型演变为湖泊型。

表 5.3.3-5　不同时期调查水域底栖动物的种数与优势种

调查时期	数量和比例	环节动物	软体动物	节肢动物	合计	优势种
建库前 1986 年	种类数	未发现	最多	较少	29	/
	所占比例%	-	-	-	-	
运行期 2009 年	种类数	2	12	18	32	水丝蚓、河蚬、湖沼股蛤、环棱螺、前突摇蚊、摇蚊、粗腹摇蚊、中华小长臂虾、米虾、日本沼虾等
	所占比例%	6.25%	37.50%	56.25%	100.00%	
运行期 2014 年	种类数	2	4	4	10	双翅目的摇蚊属和流水长跗摇蚊属；颤蚓目的水丝蚓属和中腹足目的梨形环棱螺。
	所占比例%	20.00%	40.00%	40.00%	100.00%	
现阶段	种类数	5	4	10	19	颤蚓目的水丝蚓属；双翅目的摇蚊属和流水长跗摇蚊属；以及节肢动物米虾属、秀丽白虾和沼虾等
	所占比例%	26.32%	21.05%	52.63%	100.00%	

b) 现存量变化

红水河流域上游水体流失严重，水体泥沙含量高，流域梯级建成后，龙滩、岩滩梯级拦截了红水河 60% 的泥沙，库区大部分水域底质已由砾石、砂石转变为泥沙淤积层，加之水体中营养负荷较高，对寡毛类、摇蚊科生物生长较为有益。梯级电站建库后，底栖动物密度有所增加。

根据调查可知，龙滩水电站蓄水后，底栖动物生物量均有较大幅度的变化，调查区生物量较之前有所下降。蓄水后，大型软体动物数量的增减是导致调查区底栖动物生物量变化的主要原因。造成软体动物生物量下降的原因是龙滩梯级因库岸陡

峭，水深，梯级建成后库区软体动物分布贫乏。

表 5.3.3-6　不同调查时期调查区不同种类底栖动物密度(ind/m^2)和生物量(g/m^2)

项目	环节动物		软体动物		节肢动物		合计	
	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
建库前 1986 年	/	/	/	/	/	/	32	2.81
比例%	/	/	/	/	/	/	/	/
运行初期 2009 年	28	0.44	4	0.5	17	0.14	49	1.08
比例%	57.14	40.74	8.16	46.30	34.69	12.96	100.00	100.00
运行期 2014 年	4	0.0332	38	42.3506	40	0.2584	82	42.6422
比例%	4.88	0.08	46.34	99.32	48.78	0.60	100.00	100.00
现阶段	1.29	0.03	3.04	2.93	10	3.73	14.33	6.69
比例%	9.01	0.49	21.22	43.80	69.78	55.74	100.00	100.00

c) 变化分析

由于龙滩水电站对泥沙的拦截作用，库区内底质淤积层较下游梯级深厚，水体底质营养物质较为丰富。库区水体营养物质含量较高，底质淤积层相对较厚， 库区建成后，寡毛类、摇蚊科生物分布较多，软体动物在底栖动物生物量组成中占有绝对权重。龙滩水库库岸陡峭，水深，软体动物适宜生境较少，数量贫乏，生物量较低。

5.3.3.4　鱼类资源变化评价

a) 种类组成变化

《贵州鱼类志》(1984)记载包括部分调查区段在内贵州境内的南、北盘江及红水河有鱼类 64 种，《珠江鱼类志》(1989)的记载含调查区段南、北盘江及红水河分布鱼类 67 种，《云南鱼类志》(1990)记载云南南盘江水系分布鱼类 125 种，《广西淡水鱼类志》(第二版)(2006)记载包括部分调查区段广西境内红水河有鱼类 160 种。水工程生态研究所前身水库渔业研究所 1987 年在龙滩库区调查到鱼类 72 种，分属 4 目 14 科 54 属。

2006 年 10 月大坝蓄水前，广西水产研究所在南盘江平班电站至天峨龙滩大坝以上库区调查并结合有关材料核定该河段有鱼类 95 种或亚种，分属 5 目 18 科 73 属。

运行期初期(2010 年)调查人员在龙滩库区及坝下采集到鱼类 700 余尾，根据采集到种类及走访调查的结果，并依据文献对部分种名及分布进行校核订正，龙滩水库库区及坝下共有鱼类 90 种，分属 7 目 18 科 69 属。在大坝上下分布特点上，除花斑副沙鮡以外，所有坝下调查到种类坝上均有分布。其中太湖新银鱼、露斯塔野鲮、革胡子鲇、食蚊鱼、尼罗罗非鱼为引入种。

运行期初期(2010 年)调查成果与龙滩水库截流前调查相比，花鳗鲡、海南鮡鲇、短须鱊、大眼卷口鱼、乌原鲤、波纹鳜、丝鳍吻鮈虎鱼、李氏吻鮈虎鱼、大鳞细齿塘鳢 9 种本次未调查到。其中花鳗鲡是江海洄游鱼类，海南鮡鲇、大眼卷口鱼、乌原鲤均喜在喜欢生活于河床宽阔、流速大、江中多深潭的流水生境或者山涧急流中营底栖生活，龙滩水电站蓄水后，这类生境在调查区内明显减少，这可能是运行期初期未调查到这些种类的原因。短须鱊、丝鳍吻鮈虎鱼、李氏吻鮈虎鱼、大鳞细齿塘鳢为商业价值较低的小型鱼类，运行期初期未调查到可能和当地渔民的渔具有关。在调查到的鱼类中，斑纹薄鮡及大口鲇为流域新分布记录种，露斯塔野鲮为新植入种。露斯塔野鲮和大口鲇均为常见养殖对象，可能在养殖过程中误入自然水体内。

运行期(2015 年)调查人员在调查区内捕捞到鱼类 42 种。运行期调查成果与运行期初期先比较，未调查到的鱼类有美丽小条鮡、 横纹南鮡、花斑副沙鮡、鳍、细身光唇鱼、云南光唇鱼、多耙光唇鱼、长鳍光唇鱼、 细尾白甲鱼、伍氏华鲮、唇鲮、多线盘鮈、三角鲤、伍氏华吸鮡、长尾鮹、斑鳜、海南细齿塘鳢、大鳞细齿塘鳢。运行期未调查到的鱼类中运行期初期实际捕获的物种有美丽小条鮡、斑鳜 2 种，其它均为访问调查到的物种。横纹南鮡的调查位置位于南盘江段，南盘江江段渔民主要捕捞工具为流刺网，由于横纹南鮡为底层小型鱼类，斑鳜为常见养殖鱼类，运行期未调查该物种，可能和当地渔民的渔具有关。

现状阶段，根据调查人员本次及其他单位在在调查区内调查到的鱼类统计，现状阶段共捕捞到鱼类 69 种。现状阶段调查结果与运行期相差不大，新调查到的种类有外来种西伯利亚鲟和长吻鮠，美丽沙鮡、红尾副鮡、大眼华鳊、翘嘴鲌、虹彩光唇鱼、珠江卵形白甲鱼、云南盘鮈、横斑原缨口鮡、信宜原缨口鮡、秉氏爬岩鮡、

鳜。红尾副鳅、虹彩光唇鱼、横斑原缨口鳅、信宜原缨口鳅、秉氏爬岩鳅、大眼华鳊均采集自布柳河；横斑原缨口鳅、云南盘鮈、长吻鮠和翘嘴鲌在北盘江有采集到；西伯利亚鲟、珠江卵形白甲鱼、翘嘴鲌、鳜和西伯利亚鲟采集自南盘江，说明在龙滩电站库尾的南盘江、北盘江、布柳河仍存在着不少喜流水性物种。此外，在南盘江调查到养殖逃逸种西伯利亚鲟，在北盘江调查到养殖逃逸种长吻鮠。

表 5.3.3-7　龙滩水电站建设前、运行初期、运行期鱼类种类对比表

种　类	调查情况	引带入种类	红皮书种类	2010 年运行初期未调查到的物种	2015 年运行期未调查调查到的物种	现状未调查到的物种	生态类型			
							急流	流水	静缓流	洄游
一、鳗鲡目 ANGUILLIFORMES										
I.　鳗鲡科 Anguillidae										
鳗鲡属 *Anguilla* Schrank										
1.　日本鳗鲡 *Anguilla japonica*	★●△									√
2.　花鳗鲡 *Anguilla marmorata*	○		EN	——	——	——				√
二、鲟形目 ACIPENSERIFORMES										
II.　鲟科 Acipenseridae										
3.　西伯利亚鲟 *Acipenser baerii*	▲	↘								
三、鲑形目 OSMERIFORMES										
III.　银鱼科 Salangidae										
4.　太湖新银鱼 *Neosalanx taihuensis*	★○△	↘							√	
四、鲤形目 CYPRINIFOMES										
IV.　鳅科 Cobitidae										
5.　美丽小条鳅 *Micronoemacheilus pulcher*	☆▲							√		

表 5.3.3-7(续)

种　类	调查情况	引带入种类	红皮书种类	2010 年运行初期未调查到的物种	2015 年运行期未调查调查到的物种	现状未调查到的物种	生态类型			
							急流	流水	静缓流	洄游
6. 横纹南鳅 *Schistura fasciolatus*	★▲							√		
7. 壮体沙鳅 *Botia robusta*	★○▲							√		
8. 美丽沙鳅 *Botia pulchra*	▲									
9. 花斑副沙鳅 *Parabotia fasciata*	☆▲							√		
10. 红尾副鳅 *Paracobitis variegatus*	▲							√		
11. 大斑薄鳅 Leptobotia pellegri*ni*	☆○△							√		
12. 斑纹薄鳅 *Leptobotia zebra*	★○△							√		
13. 中华花鳅 *Cobitis sinensis*	★○△							√		
14. 泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*	★●▲								√	
V. 鲤科 Cyprinidae										
15. 宽鳍鱲 *Zacco platypus*	★●▲							√		
16. 马口鱼 *Opsariichthys bidens*	★●▲							√		
17. 团头鲂 *Megalobrama amblycephala*	▲								√	
18. 青鱼 *Mylopharyngodon piceus*	☆○▲							√	√	
19. 草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*	★●▲							√	√	

表 5.3.3-7(续)

种　类	调查情况	引带入种类	红皮书种类	2010 年运行初期未调查到的物种	2015 年运行期未调查调查到的物种	现状未调查到的物种	生态类型			
							急流	流水	静缓流	洄游
20. 鳍 Ochetobius elongates	☆△							√		
21. 鱊 *Elopichthys bambusa*	★○△							√	√	
22. 赤眼鳟 *Squaliobarbus curriculus*	☆○▲							√		
23. 飘鱼 *Pseudolaubuca sinensis*	★●△								√	
24. 鳊 *Parabramis pekinensis*	★●△								√	
25. 大眼华鳊 *Sinibrama macrops*	▲								√	
26. 鱎*Hemiculter leucisculus*	★●▲								√	
27. 南方拟鱎*Pseudohemiculter dispar*	★●▲								√	
28. 金华拟鱎*Pseudohemiculter kinghwaensis*	★○△								√	
29. 翘嘴鲌 *Culter alburnus*	▲							√	√	
30. 大眼近红鲌 *Ancherythroculter lini*	★○▲								√	
31. 鳙 *Aristichthys nobilis*	★●▲							√	√	
32. 鲢 *Hypophthalmichthys molitrix*	★●▲							√	√	
33. 唇鲃*Hemibarbus labeo*	☆○△							√		
34. 花鲃*Hemibarbus maculates*	★●▲							√		

表 5.3.3-7(续)

种　类	调查情况	引带入种类	红皮书种类	2010 年运行初期未调查到的物种	2015 年运行期未调查调查到的物种	现状未调查到的物种	生态类型			
							急流	流水	静缓流	洄游
35. 花棘鲴*Hemibarbus umbrifer*				——	——	——		√		
36. 麦穗鱼 *Pseudorasbora parva*	★●▲								√	
37. 银鮈 *Squalidus argentatus*	★○▲							√		
38. 小鳔 *Sarcocheilichthys parvus*	☆○△							√		
39. 棒花鱼 *Abbottina rivularri*	★●▲								√	
40. 蛇鮈 *Saurogobio dabryi*	☆○▲							√		
41. 海南鰍鮀 *Gobiobotia kolleri*	○			——	——	——		√		
42. 越南鱊 *Acheilognathus tonkinensis*	★○△								√	
43. 短须鱊 *Acheilognathus barbatulus*	○			——	——	——			√	
44. 刺鳑鲏鲅 *Rhodeus spinalis*	★○△								√	
45. 高体鳑鲅 *Rhodeus ocellatus*	★●△								√	
46. 条纹小鲃 *Puntinus semifasciolata*	☆○▲						√			
47. 光倒刺鲃 *Spinibarbus hollandi*	☆○▲						√			
48. 倒刺鲃 *denticulatus denticulatus*	★○▲						√			
49. 单纹似鱊 *Luciocypinus langsoni*	☆●△		VU					√		

表 5.3.3-7(续)

种　类	调查情况	引带入种类	红皮书种类	2010 年运行初期未调查到的物种	2015 年运行期未调查调查到的物种	现状未调查到的物种	生态类型			
							急流	流水	静缓流	洄游
50. 细身光唇鱼 *Acrossocheilus elongates*	☆△							√		
51. 云南光唇鱼 *Acrossocheilus yunnanensis*	☆▲							√		
52. 多耙光唇鱼 *Acrossocheilus clivosius*	☆▲							√		
53. 长鳍光唇鱼 *Acrossocheilus iridescens longipinnis*	☆△							√		
54. 虹彩光唇鱼 *Acrossocheilus iridescens iridescens*	▲							√		
55. 细尾白甲鱼 *Onychostom lepturus*	☆△							√		
56. 白甲鱼 *Onychostom simus*	★●△							√		
57. 南方白甲鱼 *Onychostom gerlachi*	★●▲							√		
58. 稀有白甲鱼 *Onychostom rara*	○▲		EN					√		
59. 珠江卵形白甲鱼 *Varicohinus (Onychostoma) ovalis rhomboides*	▲							√		
60. 瓣结鱼 *Tor brevifilis brevifilis*	★●△						√			
61. 伍氏华鲮 *Sinilabeo wui*	☆△							√		
62. 露斯塔野鲮 *Labeo rohita*	★●△	↘								
63. 鲮 *Crosscheilus molitorella*	★●▲							√		
64. 纹唇鱼 *Osteochilus salsburyi*	★○▲							√	√	

表 5.3.3-7(续)

种　类	调查情况	引带入种类	红皮书种类	2010 年运行初期未调查到的物种	2015 年运行期未调查调查到的物种	现状未调查到的物种	生态类型			
							急流	流水	静缓流	洄游
65. 巴马拟缨鱼 *Pseudocrossocheilus bamaensis*	☆○▲						√	√		
66. 唇鲮 *Semilabeo notabilis*	☆△		VU				√	√		
67. 暗色唇鲮 *Semilabeo obscurus*	★△		VU				√	√		
68. 泉水鱼 *Pseudogyrinocheilus prochilus*	☆○▲						√	√		
69. 卷口鱼 *Ptychidio jordani* Myers	★○▲							√		
70. 大眼卷口鱼 *Ptychidio macrops*	○		EN	——	——	——		√		
71. 东方墨头鱼 *Garra orientalis*	★●▲						√	√		
72. 四须盘鮈 *Discogobio tetrabarbatus*	★●▲						√	√		
73. 云南盘鮈 *Discogobio yunnanensis*	▲						√	√		
74. 多线盘鮈 *Discogobio multilineatus*	☆△						√	√		
75. 乌原鲤 *Procypris merus*	○		VU	——	——	——				
76. 三角鲤 *Cyprinus multitaeniata*	☆△								√	
77. 鲤 *Cyprinus carpio*	★●▲							√	√	
78. 须鲫 *Carassioides cantonensis*	☆○△								√	
79. 鲫 *Carassius auratus*	★●▲								√	

表 5.3.3-7(续)

种　类	调查情况	引带入种类	红皮书种类	2010 年运行初期未调查到的物种	2015 年运行期未调查调查到的物种	现状未调查到的物种	生态类型			
							急流	流水	静缓流	洄游
VI. 平鳍鳅科 Homalopteridae										
80. 巴马似原吸鳅 *Paraprotomyzon bamaensis*	☆○△						√			
81. 广西华平鳅 *Sinohomaloptera kwangsiensis*	☆○▲						√			
82. 横斑原缨口鳅 *Vanmanenia striata*	▲						√			
83. 信宜原缨口鳅 *Vanmanenia xinyiensis*	▲						√			
84. 秉氏爬岩鳅 *Beaufortia pingi*	▲						√			
85. 伍氏华吸鳅 *Sinogastromyzon wui*	☆△						√			
五、鲇形目 SILURIFORMES										
VII. 鲇科 Silurdae										
86. 越南鲇 *Silurus cochinchinensis*	☆○△							√	√	
87. 鲇 *Silurus asotus*	★●▲							√	√	
88. 大口鲇 *Silurus meridionalis*	★●△							√	√	
VIII. 胡子鲇科 Clariidae										
89. 胡子鲇 *Clarias fuscus*	★●△								√	
90. 革胡子鲇 *Clarias gariepinu*	☆○△	↘							√	

表 5.3.3-7(续)

种　类	调查情况	引带入种类	红皮书种类	2010 年运行初期未调查到的物种	2015 年运行期未调查调查到的物种	现状未调查到的物种	生态类型			
							急流	流水	静缓流	洄游
IX.　长臀鮠科 Cranoglanididae										
91.　长臀鮠 *Cranoglanis bouderius bouderius*	☆○△		VU					√		
X.　鲿科 Bagridae										
92.　黄颡鱼 *Pelteobagrus fulvidraco*	★●▲							√	√	
93.　瓦氏黄颡鱼 *Pelteobagrus vachelli*	★●▲							√	√	
94.　粗唇鮠 Leiocassis *crassilabris*	★●△							√	√	
95.　长吻鮠 *Leiocassis longirostris*	▲	↘								
96.　斑鳠 *Mystus guttatus*	★●▲							√		
97.　大鳍鳠 *Mystus macropterus*	★●▲							√		
XI.　鮡科 Sisoridae										
98.　福建纹胸鮡 *Glyptothorax fokiensis fokiensis*	★●▲						√			
99.　长尾鮡 *Pareuchiloglanis longicauda*	☆△						√			
XII.　鮰科 Ictaluridae										
100.　斑点叉尾鮰 *Ietalurus Punetaus*	★△									
六、鳉形目 CYPRINODONTIFORMES										

表 5.3.3-7(续)

种　类	调查情况	引带入种类	红皮书种类	2010 年运行初期未调查到的物种	2015 年运行期未调查调查到的物种	现状未调查到的物种	生态类型			
							急流	流水	静缓流	洄游
XIII. 胎鳉科 Poeciliidae										
101. 食蚊鱼 *Gambusia affinis*	○△	↘							√	
七、合鳃鱼目 SYNBRANCHIFORMES										
XIV. 合鳃鱼科 Synbranchidae										
102. 黄鳝 *Monopterus albus*	★●▲								√	
八、鲈形目 PERCIFORMES										
XV. 鮨科 Serranidae										
103. 波纹鳜 *Siniperca undulate*	○		VU	——	——	——		√	√	
104. 鳜 *Siniperca chuatsi*	▲							√	√	
105. 斑鳜 *Siniperca scherzeri*	★▲							√	√	
106. 大眼鳜 *Siniperca kneri*	★●▲							√	√	
XVI. 丽鱼科 Cichlidae										
107. 尼罗罗非鱼 *Tilapia nilotica*	★●▲	↘						√	√	
XVII. 塘鳢科 Eleotridae										
108. 海南细齿塘鳢 *Philypnus chalmersi*	☆▲								√	

表 5.3.3-7(续)

种　类	调查情况	引带入种类	红皮书种类	2010 年运行初期未调查到的物种	2015 年运行期未调查调查到的物种	现状未调查到的物种	生态类型			
							急流	流水	静缓流	洄游
109. 大鳞细齿塘鳢 *Philypnus hainanensis*	☆			——	——	——			√	
XVIII.　　鰕虎鱼科 Gobiidae										
110. 子陵吻鰕虎鱼 *Rhinogobius giurinus*	★●▲								√	
111. 丝鳍吻鰕虎鱼 *Rhinogobius filamentosus*	○			——	——	——			√	
112. 李氏吻鰕虎鱼 *Rhinogobius leavelli*	○			——	——	——			√	
XIX. 鳢科 Channidae										
113. 斑鳢 *Channa maculate*	☆△								√	
114. 月鳢 *Channa asiatica*	★△							√	√	
XX. 刺鳅科 Mastacembelidae										
115. 大刺鳅 *Mastacembelus armatus*	★●△							√	√	
合　计										

注：“●”表示运行期采集到的种类，“○”表示运行期调查访问存在种类；

“★”表示运行期初期采集到的种类，“☆”表示运行期初期调查访问存在种类；

“▲”表示现状采集到的种类，“△”表示现状调查访问或 2015 至今近年来资料调查存在种类。

“—”表示本次未调查到。

b) 生态类型变化

由于各时期内，鱼类资源调查的方式和深度各有不同，因此从鱼类生态类型的变化情况来分析本区域内鱼类资源的演变情况更能反映鱼类资源的变化趋势。由表5.3.3-8统计出龙滩水电站建库前、运行期初期和运行期鱼类生态类型对比情况见表5.3.3-8。从表中可以看出，龙滩水电站建库后，急流生态类型比例从13.79%下降到9.43%，流水生态类型比例和静缓流生态类型比例有小幅度增加。运行期和运行初期的生态类型比例差异不大。

因此可以看出，龙滩水电站建库后，急流生态类型鱼类在库区内的比例有所降低，静缓流生态类型的比例增加了2.55%。蓄水完成一段时间之后，调查区内鱼类的生态类型逐渐趋于平衡，运行初期和运行期的调查成果中，鱼类生态类型比例差异不大。现状调查成果中，急流生态类型较之前增加，静缓流生态类型有所减少，可能和各阶段调查区域和调查深度有关。

表5.3.3-8　调查区不同时期鱼类生态类型对比情况表　　单位：%

时期	急流生态类型比例	流水生态类型比例	静缓流生态类型比例
建库前	13.79%	49.14%	37.07%
运行初期	9.43%	50.94%	39.62%
运行期	9.52%	50.48%	39.05%
现状	16.25%	51.25%	32.50%

c) 不同时期各区域优势物种变化

1) 优势物种的变化

龙滩水电站建库前，库区内鱼类优势种为喜静水缓流环境的斑鳠、倒刺鲃、鲤等，喜流水生境的南方白甲鱼、短鳍结鱼、稀有白甲鱼、虹彩光唇鱼在渔获物也占用较高的比例。但是由于环评阶段未分别介绍调查区内各区域的优势物种。因此难以判定环评阶段调查区内各区域的优势物种差异情况。

龙滩水电站于2006年蓄水，运行期初期调查为2009年至2010年，距离龙滩水电站开始蓄水已经有3年时间，运行期调查时间为2015年，距离龙滩水电站开始蓄水已有 9 年，现状调查时间为 2021 年，距离龙滩水电站开始蓄水已有 15 年。因此，运行期和现状调查期内，调查区内鱼类种类和建库前相比已经发生了明显变化。其中主库区内鱼类变化最为明显，鲤、鲫、鳙、鲢、尼罗罗非鱼、草鱼等喜静

水物种在主库区内占绝对优势，南方白甲鱼、稀有白甲鱼、光倒刺鲃、虹彩光唇鱼、小口白甲鱼、琼华鲮、叶结鱼、鲮、岩鲮、暗岩鲮等喜流水鱼类在主库区内几乎绝迹；布柳河段、蒙江罗甸县段、北盘江乐元镇段和南盘江八渡镇段由于位于龙滩水电站库尾，仍保留有部分流水生境，因此优势物种除鲴、鲢、尼罗罗非鱼、斑鳠外，河流原有流水性底栖鱼类也占一定比例，主要是流水性种类，现场调查中调查到四须盘鮈、卷口鱼、巴马拟缨鱼、白甲鱼等。龙滩坝下由于仍保留少量流水生境，因此四须盘鮈、卷口鱼、巴马拟缨鱼、东方墨头鱼、鱵等流水性鱼类在渔获物中仍有少量比例。

现状调查结果和运行期(2015 年)调查成果相比较差异不明显，库区内以鲫、鲴、鲢、罗非鱼、草鱼等喜静水物种在主库区内占绝对优势，库尾以黄颡鱼、鲿、鲇、斑鳜、鲫等喜静水鱼类为主，但是四须盘鮈、卷口鱼、巴马拟缨鱼、东方墨头鱼等鱼类在渔获物中仍有一定比例。

2) 优势生态类群的变化

龙滩水电站建库前，优势物种中喜流水类群要多于喜静水、缓流类群鱼类，这于建库前调查区内河流以流水生境为主有关。

龙滩水电站建库后，南盘江八渡镇段由于仍保留有部分流水及缓流水生境。运行初期、运行期和现状阶段调查中，喜流水类群鱼类中的四须盘鮈、白甲鱼、东方墨头鱼等在渔获物中仍占有较高的比例。2020 年现状外来种调查中，在南盘江有调查到 1 尾西伯利亚鲟，为养殖逃逸。

建库后，北盘江乐元镇段为缓流或间歇性流水生境。喜流水类群鱼类在渔获物中的比例明显降低。属于喜静水、缓流类群的斑鳠、鲇、大口鲇、黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼、鲫、尼罗罗非鱼成为优势物种。2021 年现状外来种调查中，在北盘江有调查到 1 尾长吻鮠，为养殖逃逸。

建库后，主库区内原流水生境已基本变为静水生境。喜流水类群鱼类已基本退出优势物种。2021 年现场调查中，水库养殖网箱拆除后，库区内仍以外来种尼罗罗非鱼为优势种。

建库后，蒙江罗甸县段为缓流至静水生境。喜静水、缓流类群鱼类中的鲤、鲴、鲢、尼罗罗非鱼、斑鳠、鲫等成为该区域的优势物种，优势物种中属于喜流水类群的有倒刺鲃、马口鱼、宽鳍鱲、云南光唇鱼、南方白甲鱼等。

建库后，龙滩坝下河段以缓流生境为主。喜静水、缓流类群鱼类有南方拟鲿、鲿、子陵吻鰕虎鱼、麦穗鱼、瓦氏黄颡鱼等，喜流水类群鱼类有巴马拟缨鱼、卷口鱼、四须盘鮈、长鳍光唇鱼、东方墨头鱼等。

建库后，布柳河段为静水或缓流水生境。其下游鱼类与库区接近，优势物种以喜静水、缓流类群的鲿、南方拟鲿、黄颡鱼、鲫、鳙、鲤等为主。但是，属于喜流水类群的马口鱼、宽鳍鱲、秉氏爬岩鳅、条纹小鲃、福建纹胸鮡等在渔获物中仍占有一定比例。

综上所述，龙滩水电站建库后，主库区内喜流水类群鱼类已经退出优势物种；南盘江八渡镇段、北盘江乐元镇段、蒙江罗甸县段、布柳河段、坝下河段等区域，优势物种中喜流水类群鱼类在渔获物中仍占有一定比例。

表 5.3.3-9　调查区不同时期各区域优势物种组成表

区域	优势物种			
	建库前	运行期		现状
		2009-2010 年	2015 年	2021 年
南盘江八渡镇段	喜静水、缓流类群：斑鳠、鲤、三角鲤、鲇、盔鲇、江黄颡鱼、大眼鳜、斑鳜、大刺鳅等。 喜流水类群：倒刺鲃、南方白甲鱼、短鳍结鱼、稀有白甲鱼、光倒刺鲃、虹彩光唇鱼、小口白甲鱼、琼华鲮、叶结鱼、鲮、岩鲮、暗岩鲮等。	喜静水、缓流类群：鳙、鲤、鲢、南方拟鲿、鲿、鲇、斑鳠、大眼鳜、大刺鳅、露斯塔野鲮等。 喜流水类群：东方墨头鱼、四须盘鮈、卷口鱼、南方白甲鱼、鲫、鲮、瓣结鱼、壮体沙鳅、马口鱼、宽鳍鱲、花鳎、鳡。	喜静水、缓流类群：鳙、鲢、尼罗罗非鱼、斑鳠等。 喜流水类群：四须盘鮈、白甲鱼、东方墨头鱼等。	喜静水、缓流类群：南方拟鲿、鲿、尼罗罗非鱼、黄颡鱼、鲤、鲇、斑鳠等。 喜流水类群：壮体沙鳅、东方墨头鱼、多耙光唇鱼、美丽小条鳅、纹唇鱼、广西华平鳅等。
北盘江乐元镇段		喜静水、缓流类群：斑鳠、鲇、大口鲇、黄颡鱼、粗唇鮠、鲤、鲫、尼罗罗非鱼、露丝塔野鲮、鳡、鲿等。 喜流水类群：鳡。	喜静水、缓流类群：斑鳠、鲇、大口鲇、黄颡鱼、粗唇鮠、鲤、鲫、尼罗罗非鱼等。 喜流水类群：未发现成为优势物种的鱼类。	喜静水、缓流类群：尼罗罗非鱼、瓦氏黄颡鱼、鲫、泥鳅、子陵吻鰕虎鱼等。 喜流水类群：横纹南鳅、横斑原缨口鳅。
主库区		喜静水、缓流类群：鳙、鲤、鲢、尼罗罗非鱼、鲮、鲫、大口鲇、鳡、草鱼、南方拟鲿、露斯塔野鲮、大刺鳅等。 喜流水类群：未发现成为优势物种的鱼类。	喜静水、缓流类群：鲤、鲫、鳙、鲢、尼罗罗非鱼、草鱼等喜静水物种占绝对优势。 喜流水类群：未发现成为优势物种的鱼类。	喜静水、缓流类群：尼罗罗非鱼、鲿、子陵吻鰕虎鱼、鲤、鲫、鳙、鲢等。 喜流水类群：未发现成为优势物种的鱼类。

表 5.3.3-9(续)

区域	优势物种			
	建库前	运行期		现状
		2009-2010 年	2015 年	2021 年
蒙江罗甸县段		喜静水、缓流类群：鲤、鲴、鲢、罗非鱼、鲇、斑鳠、鲫、大刺鳅、南方拟鲿、鲿、太湖新银鱼、黄颡鱼、粗唇鮠、大眼鳜等。 喜流水类群：四须盘鮈、卷口鱼、东方墨头鱼、壮体沙鳅、鲹、白甲鱼、倒刺鲃、鱵等。	喜静水、缓流类群：鲤、鲴、鲢、罗非鱼、鲇、斑鳠、鲫、大刺鳅、南方拟鲿、鲿、大眼鳜等。 喜流水类群：倒刺鲃。	喜静水、缓流类群：鲤、鲴、尼罗罗非鱼、鲫、斑鳜、鲢、黄颡鱼、泥鳅、麦穗鱼等 喜流水类群：云南光唇鱼、马口鱼、宽鳍鱲、倒刺鲃、南方白甲鱼等。
龙滩坝下河段		喜静水、缓流类群：斑鳠、方拟鲿、鲿、马口鱼、麦穗鱼、露丝塔野鲹等。 喜流水类群：四须盘鮈、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、暗色唇鲹、壮体沙鳅等。	喜静水、缓流类群：南方拟鲿、鲿、斑鳠、大刺鳅等。 喜流水类群：四须盘鮈、马口鱼、东方墨头鱼等。	喜静水、缓流类群：南方拟鲿、鲿、子陵吻鰕虎鱼、麦穗鱼、瓦氏黄颡鱼。 喜流水类群：巴马拟缨鱼、卷口鱼、四须盘鮈、长鳍光唇鱼、东方墨头鱼等。
布柳河段		喜静水、缓流类群：鲴、鲤、斑鳠、鲇、鲢、鲫、鲿、南方拟鲿、大眼鳜等。 喜流水类群：马口鱼、宽鳍鱲等。	喜静水、缓流类群：鲴、鲤、斑鳠、鲇、鲢、鲫、鲿、南方拟鲿、大眼鳜等。 喜流水类群：马口鱼、宽鳍鱲等。	喜静水、缓流类群：鲿、黄颡鱼、麦穗鱼、鲫。 喜流水类群：宽鳍鱲、马口鱼、秉氏爬岩鳅、条纹小鲃、福建纹胸鮡等。

d) 坝下鱼类分布季节性变化

2021 年 5 月，调查人员在坝下天峨县现场捕捞方式进行鱼类资源调查，捕捞方式为流刺网和地笼，共调查到鱼类 10 种。渔获物优势种为巴马拟缨鱼、鲿、卷口鱼、鲹、瓦氏黄颡鱼、四须盘鮈、翘嘴鲌等。2020 年 8 月，调查人员在红水河天峨县段采用收集渔民渔获物的形式开展了鱼类调查。共调查到鱼类 13 种。渔获物优势种为四须盘鮈、鲿、子陵吻鰕虎鱼、麦穗鱼、长鳍光唇鱼、马口鱼、东方墨头鱼、南方拟鲿、尼罗罗非鱼等。

从 2 次调查结果来看，龙滩坝下河段鱼类分布存在一定季节性。常年常见种类有四须盘鮈、鲿等。春季巴马拟缨鱼、卷口鱼、鲹在渔获物中的比例较高。夏季子陵吻鰕虎鱼、麦穗鱼、长鳍光唇鱼、马口鱼、东方墨头鱼等小型鱼类在渔获物中的比例相对较高。

e) 珍稀特有鱼类变化

建设前后珍稀特有鱼类变化见表 5.3.3-10，从表可以看出，建库前调查区内有

被列入中国濒危动物红皮书的鱼类有 9 种，在运行期(2009-2010 年、2015 年)未调查到的有花鳗鲡、稀有白甲鱼、大眼卷口鱼、乌原鲤、波纹鳜，现状调查结果和运行期相似，但有调查到稀有白甲鱼。

其中花鳗鲡是江海洄游鱼类，大眼卷口鱼、乌原鲤均喜生活在喜欢生活于河床宽阔、流速大、江中多深潭的流水生境中，龙滩水电站蓄水后，这类生境在调查区内明显减少，这可能是运行期初期、运行期和现状未调查到这些种类的原因。

根据 2018-2019 年的《蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区综合考察报告》，巴马似原吸鳅、单纹似鱊、唇鲮、暗色唇鲮、大眼卷口鱼、乌原鲤、长臀鮠、斑鳢、波纹鳜在支流蒙江仍有分布。巨修仁鮡在评价区内的资源量一直很低。

表 5.3.3-10　龙滩水电站建设前和运行初期鱼类种类对比表

种类	现状调查情况	运行初期未调查到的物种	运行期未调查到的物种	现状未调查到的物种	生态类型			
					急流	流水	静缓流	洄游
1. 花鳗鲡 *Anguilla marmorata*		—	—	—				√
2. 单纹似鱊 *Luciocypinus langsoni*	△					√		
3. 稀有白甲鱼 *Onychostom rara*	△	—	—			√		
4. 唇鲮 *Semilabeo notabilis*	△				√	√		
5. 巨修仁鮡*Xiurenbagrus gigas*	—	—	—	—	√			
6. 暗色唇鲮 *Semilabeo obscurus*	△				√	√		
7. 大眼卷口鱼 *Ptychidio macrops*		—	—	—		√		
8. 乌原鲤 *Procypris merus*		—	—	—		√		
9. 长臀鮠 *Cranoglanis bouderius bouderius*	△					√		
10. 波纹鳜 *Siniperca undulate*		—	—	—				
11. 巴马似原吸鳅 *Paraprotomyzon bamaensis*	△							
12. 斑鳢 *Mystus guttatus*	△							

注：“★”表示调查到的种类；“VU” 、“EN”表示分别表示《中国濒危动物红皮书》及《中国物种红色名录》易危、濒危种。

f) 洄游性鱼类资源变化

根据现场调查结果和历史资料对比，运行期初期调查成果与龙滩水库截流前调查相比，长距离洄游鱼类花鳗鲡和稀有白甲鱼等短距离洄游鱼类未调查到。运行期调查成果与运行期初期相比较，未调查到的洄游鱼类有花鳗鲡、鳗鲡、鳍等。现阶段调查中花鳗鲡、鳗鲡、鳃、鳍在龙滩坝上已经难以调查到。

飘鱼、银鲴、四须盘鮈、翘嘴鲌、卷口鱼、鲮等等短距离洄游鱼类现阶段主要在龙滩坝下分布。龙滩水电站的建设已经对其分布范围和坝址上下游鱼类的种质资源交流产生了一定影响。

此外，青鱼、草鱼、鲢、鳙等江河洄游鱼类在调查区内仍能调查到，但是基本依靠养殖及放流维持种群数量，自然环境下，这些鱼类需要的洄游距离在 100km 以上，这些鱼类在能在调查区内完成自然繁殖的可能性很低。

g) 鱼类物种、资源变化

根据前文分析结论，龙滩水电站建库后，主库区内喜流水类群鱼类基本已经退出优势物种。南盘江八渡镇段、北盘江乐元镇段、蒙江罗甸县段、布柳河段、坝下河段等区域，优势物种中喜流水类群鱼类在渔获物中仍占有一定比例。现阶段龙滩和下游岩滩水库已建成多年，不同区域鱼类种类组成已基本稳定。

随着近年来龙滩库区网箱养殖退出，主要养殖对象鲤、单性罗非鱼、草鱼、黄颡鱼、斑鳠、南方鲇等种类在库区渔获物中的比例可能会有所下降，但是坝下鱼类种类会保持稳定，仍以四须盘鮈、卷口鱼、东方墨头鱼等流水性鱼类为主。

h) 鱼类重要生境变化

1) 各时期鱼类重要生境变化

建设前调查人员在调查区内未发现较大规模的鱼类产卵场。运行初期调查人员认为调查区内鱼类产卵场位于北盘江库尾及上游流水河段、南盘江平班坝下至库尾、库区支流回水上游流水河段及坝下至六排流水河段、蔗香以上库尾段及支流回水末端等区域。原有的产卵场、索饵场被淹没，库区形成后在支流和库尾水域形成了新的产卵场，在库区内形成了新的索饵场，库区形成后，越冬场的面积扩大。

表 5.3.3-11　龙滩水电站建设前和运行初期鱼类重要生境对比表

重要生境	建设前	运行初期	运行期	变化情况
产卵场	未调查到成规模的产卵场	北盘江库尾及上游流水河段、南盘江平班坝下至库尾、库区支流回水上游流水河段及坝下至六排流水河段、蔗香以上库尾段及支流回水末端等区域	北盘江库尾及上游流水河段、南盘江平班坝下至库尾、库区支流回水上游流水河段及坝下至六排流水河段、蔗香以上库尾段及支流回水末端等区域	推测原有的产卵场被淹没，库区形成后在支流和库尾水域形成了新的产卵场
索饵场	未调查到成规模的索饵场	库区内	库区内	推测库区内原有的索饵场被淹没，库区形成后在库区内形成了新的索饵场
越冬场	未调查到成规模的越冬场	库区内	库区内	推测库区形成后，越冬场的面积扩大

2) 不同区域鱼类重要生境变化

① 库尾

龙滩水电站蓄水后，根据贵州水产研究所 2010 年调查成果，龙滩库尾北盘江董菁坝下水域河段多数时间保持天然流水生境。该流水河段鱼类以马口鱼、䱗、横纹南鳅、南方白甲鱼等流水性鱼类为主。罗非鱼、草鱼、泥鳅等静水物种在靠近龙滩库区河段有发现，但是数量相对较少。该调查发现，在白层镇至岩架附近河段每年 4-6 月份，渔民可以捕获大量性成熟的鱘，调查判断白层镇附近河段可能分布有漂流卵鱼类产卵场。

龙滩水电站蓄水后，根据《广西江河鱼类资源生态保护刍议》(2010)研究成果，南盘江中下游和红水河上游是鱼类产卵场和鱼类繁殖相对集中的江段，库尾南盘江段分布有南盘江田林八渡桂华鲮、鳊鱼产卵场。根据本次现场调查成果，库尾南盘江段仍保留有部分流水生境，鱼类资源以流水性鱼类为主，田林八渡桂华鲮、鳊鱼产卵场生境依然存在。

② 库区江段

推测建库前原有的产卵场、索饵场被淹没，库区形成后在支流和库尾水域形成了新的产卵场，在库区内形成了新的索饵场，库区形成后，越冬场的面积扩大。

③ 坝下河段

根据《红水河龙滩水电站环境影响后评价》验收报告，坝下河段的产粘砾石鱼类产卵场主要位于龙滩水库坝下至六排流水河段，产粘砾石性卵的鱼类为黄颡鱼、斑鳢等。产粘草质鱼类产卵场零散分布在红水河河段，调查区产粘草性卵的鱼类主要有鲤、鲫等。

经现场调查和收集天峨县畜牧水产局历史调查成果，红水河天峨四桥附近有 1 处小规模产粘砾石性鱼类产卵场，自天峨四桥起至下游河段，长度约为 900m。主要产卵鱼类为四须盘鮈、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、斑鳠等。

④ 支流

2017 年 7 月，调查人员对布柳河进行了鱼类资源调查。调查表明该区域保持天然流水生境。渔获物以爬岩鳅属鱼类、宽鳍鱲、红尾副鳅、福建纹胸鮡、泉水鱼等喜急流或流水鱼类为主。在玉洪乡桥下、上谋村等区域发现有小规模产粘砾石基质鱼类产卵场。布柳河是流水性鱼类适宜的栖息场所。

蒙江雷公滩至边外河大桥河段为自然河流生境，河床宽窄交替、流态紊乱、滩、潭、坨、洄水散乱分布，底质多为基岩、砾石、沙子，水质良好，水生生境完整性好。能满足多种喜流水型鱼类产卵生境的需求，产卵场较密集。2018 年，贵州省特种水产工程技术中心在蒙江雷公滩下游采集到大量 1 龄以下斑鳠幼鱼，证明在该区域内存在斑鳠产卵场。

表 5.3.3-12　龙滩水电站库尾、支流及坝下河段重要生境变化情况表

类型	区域	现状情况	重要生境变化分析
产卵场	库尾北盘江段	多数时间保持天然流水生境，白层镇附近河段可能分布有漂流卵鱼类产卵场。	受龙滩水电站蓄水及董菁水电站阻隔影响，原有产卵场可能被部分淹没，但是产卵场的功能依然存在。
	库尾南盘江段	仍保留有部分流水生境，分布有一处产卵场。	受龙滩水电站蓄水影响，原有产卵场可能被部分淹没，但是仍保留有部分流水生境，田林八渡桂华鲮、鳊鱼产卵场依然存在。
	支流布柳河段	该区域保持天然流水生境，分布有小规模产卵场。	受龙滩水电站蓄水影响，布柳河靠近河口区域部分产卵场可能被淹没，但是支流仍保留有小规模产卵场。
	支流蒙江	在坝王河核心区董当下游 200m、长度约 800m 河段，三岔河水文站上游约 400m、长度约 600m 河段	支流蒙江上游仍保留有小规模产卵场。
	坝下河段	该区域保持天然流水生境，龙滩坝下天峨四桥附近原有 1 处小规模产粘砾石性鱼类产卵场。	坝下产卵场受龙滩水电站调度影响不大，依然保留了流水生境和部分产卵场。
索饵场	库区内	库区内	推测库区内原有的索饵场被淹没，库区形成后在库区内形成了新的索饵场。
越冬场	库区内	库区内	推测库区形成后，越冬场的面积扩大。

i) 产漂流卵鱼类演变情况和趋势

根据现场调查结果和历史资料对比，运行期初期调查成果与龙滩水库截流前调

查相比，花鳗鲡、海南鲥鲹、短须鱚、大眼卷口鱼、乌原鲤、波纹鱵、丝鳍吻鰕虎鱼、李氏吻鰕虎鱼、大鳞细齿塘鳢 9 种种本次未调查到。运行期调查成果与运行期初期先比较，未调查到的鱼类有美丽小条鳅、横纹南鳅、花斑副沙鳅、鳜、细身光唇鱼、云南光唇鱼、多耙光唇鱼、长鳍光唇鱼、细尾白甲鱼、伍氏华鲮、唇鲮、多线盘鮈、三角鲤、伍氏华吸鳅、长尾鮈、斑鱵、海南细齿塘鳢、大鳞细齿塘鳢。现状阶段调查结果与运行期相差不大，新调查到的种类有外来种西伯利亚鲟和长吻鮠，美丽沙鳅、红尾副鳅、大眼华鳊、翘嘴鲌、虹彩光唇鱼、珠江卵形白甲鱼、云南盘鮈、横斑原缨口鳅、信宜原缨口鳅、秉氏爬岩鳅、鱵。

这些鱼类中，鳜为产漂流卵鱼类。此外，调查区水域产漂流卵鱼类主要还有鱤、青鱼、草鱼、鲢、鳙等。因此，龙滩水电站建成后，产漂流卵的鱼类中的鳜在调查区内消失，但是鱤、青鱼、草鱼、鲢、鳙在调查区内仍能调查到。青鱼、草鱼、鲢、鳙为常见养殖物种，调查区内的青鱼、草鱼、鲢、鳙基本依靠养殖及放流维持种群数量，自然环境下，这些鱼类需要的洄游距离在 100km 以上，这些鱼类在能在调查区内完成自然繁殖的可能性很低。

鱤是珠江中下游常见的凶猛性鱼类之一。1970s 以来为了提高大水面的渔产量，在一些水库和河流对鱤产卵群体进行大肆捕杀，随着我国水环境形势的日益严峻以及江河渔业资源日益衰退，鱤在许多河流和湖泊的资源量也显著下降。鱤在龙滩主库区、库尾南盘江平班-八渡、库尾北盘江乐元-岩架、蒙江雷公滩电站-河口、支流布柳河均能调查到。但是由于调查阶段均未对鱤渔获物的繁殖生物学进行研究，因此不能确认鱤在调查区内能自然繁殖。

根据历史研究成果，鱤在繁殖季节，江水水位的提高或流速的增加，是促使产卵的重要条件。与家鱼相比，鱤对涨水的刺激更为敏感。家鱼一般在涨水持续 1-3 天后产卵，而鱤则多在涨水发生后即可产卵，而且持续的时间较长,有时甚至在退水后 2-3 天仍可间断产卵。江水上涨伴随的流速加大，是刺激成熟亲鱼产卵的一个重要因素。据 1964-1966 年长江干流的数据，一般流速每天增加 0.01-0.29 米/秒都可刺激鱤产卵，亦有个别的例外情形，在退水、流速减少 0.19 米/秒时仍旧产卵。鱤产卵与江水起涨时流速的基数大小无关，例如，长江上游的起涨流速常为 1.49-2.55 米/秒，中游为 0.87-1.56 米/秒，皆有鱤产卵。因此，鱤在调查内库尾南盘江、北盘

江、蒙江、支流布柳河仍有繁殖的可能。根据贵州水产研究所 2010 年调查成果，龙滩库尾北盘江董菁水电站坝下白层镇段可能存在鳡的产卵场，这个区域可能是调查区内鳡的主要产卵场所。

根据 2021 年 7 月走访调查结果，调查区内鳡在渔获物中的比例在 1‰以内。由于鳡在渔获物中的比例很低，因此认为鳡在调查内的自然繁殖群落很少。根据中国水产科学研究院珠江水产研究所 2006 年-2018 年调查成果，罗定江下游、罗定江口至梧州江段可能是珠江中下游鳡的主要产卵场分布区域。调查区不是鳡的主要产卵区域。

j) 渔业资源变化

建库前调查区河道滩多、流急，天然河道与产量较低，渔获物中主要经济鱼类有斑鳠、倒刺鲃、鲤、南方白甲鱼、短鳍结鱼、三角鲤、稀有白甲鱼、光倒刺鲃、虹彩光唇鱼、小口白甲鱼、琼华鲮、叶结鱼、鲮、岩鲮、暗岩鲮、鲇、盎鲇、江黄颡鱼、大眼鳜、斑鳜、大刺鳅等 21 种，其鱼产量占河段渔获物重量的 70%-80%，其中以斑鳠产量最多。

龙滩水库面积约为 56.55 万亩。天峨库区现有网箱 35400 余口，单箱面积为 36m^2。主要养殖种类鳙、鲢，混养少量单性罗非鱼。另有为投饵式 520 余口，养殖种类有鲤、单性罗非鱼、草鱼、黄颡鱼、斑鳠、大口鲇等种类。此外还有数千亩库湾养殖水面，主要放养种类为鳙、鲢、草鱼等。其它库区网箱养殖基本也是以鳙鲢为主的不投饵鱼类为主。太湖新银鱼也是龙滩库区引入的重要鱼类品种之一。

2010-2011 年验收调查期间，天峨县库区有捕捞渔船约 150 余艘，单船单日捕捞量平均约为 5～15kg。捕捞种类主要有鳙、鲤、鲢、尼罗罗非鱼、鲮、鲫、大口鲇、鳡、草鱼、南方拟鲿、露斯塔野鲮、大刺鳅等。抽样调查显示，鳙约占渔获物重量的 34%，居第 1 位，鳙、鲢合计约占 42%；鲤约占 14%，鲮占 8.2%，尼罗罗非鱼占 7.8%，鳡由于个体较大在本次统计中占重量 17.6%，但尾数比最低，仅为 1.6%。渔获物数量比超过 10%有南方拟鲿、鲫、鳙、鲿、鲤、鲮等。

中央第六环境保护督查组 2016 年督查反馈指出，天峨龙滩库区水质由 II 类下降到 III 类，要求在 2017 年底整改到位。2017 年至 2018 年，天峨县、罗甸县等县市对辖区内的网箱进行水面养殖网箱及相关设施进行了全面清理整治。2018 年 5 月

2 日，农业部长江流域渔政监督管理办公室通过《关于加强珠江上游红水河网箱养殖整治的函》，要求广西和贵州按照中央巡视组反馈意见和“同库同策”原则，对龙滩库区进行治理。截止 2018 年 5 月，罗甸县养殖网箱已全面拆除。截至 2019 年 8 月，天峨县共依法清理网箱共 830 万 m^2，占网箱总面积的 96.07%。根据 2021 年现场调查结果，龙滩库区的网箱已经基本全部拆除。册亨县 2017-2018 年也对册亨县境内水域网箱养殖进行了整治，网箱已全部拆除。

表 5.3.3-13　龙滩水电站各时期渔业资源对比

渔业资源	建库前	运行期初期	运行期	现状	变化情况
养殖情况	养殖活动较少	天峨库区现有网箱 35400 余口，单箱面积为 36m^2，天峨县库区有捕捞渔船约 150 余艘，单船单日捕捞量平均约为 5～15kg。	天峨县出台了《天峨县龙滩天湖渔业发展规划(2006～2020)》和《天峨县养殖水域滩涂规划(2011-2020 年)》。通过养殖规划，全面实施水域滩涂养殖证制度，严格控制养殖容量。	2018 年 5 月 2 日，农业部长江流域渔政监督管理办公室通过《关于加强珠江上游红水河网箱养殖整治的函》，要求广西和贵州按照中央巡视组反馈意见和“同库同策”原则，对龙滩库区进行治理。	龙滩水库网箱养殖已基本退出
主要渔业对象	斑鳢、倒刺鲃、鲤、南方白甲鱼、短鳍结鱼、三角鲤、稀有白甲鱼、光倒刺鲃、虹彩光唇鱼、小口白甲鱼、琼华鲮、叶结鱼、鲮、岩鲮、暗岩鲮、鲇、盔鲇、江黄颡鱼、大眼鳜、斑鳜、大刺鳅等。	鳙、鲤、鲢、尼罗罗非鱼、鲮、鲫、大口鲇、鳡、草鱼、南方拟鲿、露斯塔野鲮、大刺鳅等。	鳙、鲤、鲢、尼罗罗非鱼、鲮、鲫、大口鲇、鳡、草鱼、南方拟鲿、露斯塔野鲮、大刺鳅等。	截止 2018 年 5 月，罗甸县养殖网箱已全面拆除。截至 2019 年 8 月，天峨县共依法清理网箱共 830 万 m^2，占网箱总面积的 96.07%。根据 2021 年现场调查结果，龙滩库区的网箱已经基本全部拆除。册亨县 2017-2018 年也对册亨县境内水域网箱养殖进行了整治，网箱已全部拆除。	作为库区内主要养殖品种的鳙、大口鲇、鲢、尼罗罗非鱼、露斯塔野鲮等逐渐成为了库区内的主要渔业对象。短鳍结鱼、虹彩光唇鱼、稀有白甲鱼、琼华鲮、叶结鱼等喜流水鱼类受生境变化影响，在渔获物中的比例降低。鲮、大刺鳅、鲤在建库后在渔获物中仍占有较高的比例。运行期初期至运行期，库区内的主要渔业对象未发生明显变化。 现状调查显示，鳙、大口鲇、鲢、尼罗罗非鱼等仍为库区主要捕获对象。

k) 红水河流域鱼类资源变化的对比分析

1) 红水河鱼类资源历史变化情况

红水河梯级开发，相关水库蓄水后，河流的环境结构发生显著改变。一方面是河流连通性，另一方面是河流的流场流态。由于大坝的阻隔，鱼类上溯洄游通道受影响，鱼类难以到达上游的产卵场产卵繁殖。河流连通性受到影响，鱼类种类组成出现变化，直接引起河流生态系统食物链的变化，而食物链的变化则直接影响河流中物质与能量的流动，导致河流生态系统出现异常。另外库区蓄水后，浮游生物群落结构的变化，也会通过食物网影响鱼类群落。

在红水河梯级建设前后，红水河到浔江各江段鱼类种类组成有明显变化。如龙滩库区，建坝前后主要经济鱼类种群结构发生变化，存在此消彼长的现象。1987 年龙滩采集到的主要经济鱼类 21 种，在 2006 年则采集到 14 种，以喜流水性底栖习性的种类种群数量减少，如倒刺鲃、南方白甲鱼、三角鲤、稀有白甲鱼、光倒刺鲃、小口白甲鱼、暗色唇绞、长臀鮠等。

梯级开发后，河流阻隔、淹没，水文情势发生变化，相应的鱼类生态类型组成也发生了适应性的改变，库区(静水)喜急流和缓流生境的种类数较库尾(流水)和支流少，而喜静水生境鱼类较多，可能是因为水库形成后，一些原本喜急流或缓流生境的鱼类生境丧失，并逐渐向库尾和支流退缩：而库区由于水体营养物质滞留，初级生产力提高，使喜静水生境的种类得到发展。植食性鱼类较库尾(流水)和支流少，而杂食性鱼类较多，可能是因为成库后水库淹没导致一些底层刮食着生藻类为主要食物来源的种类减少。另外水库形成后库区水文情势发生变化，产漂流性卵的鱼类减少，且由于水库的淹没，产粘沉性卵鱼类的种类也有所减少。从整个河流生态系统来看，库中的变化最为明显，而库尾和支流的情况较好。

2) 与红水河流域鱼类资源变化的比较

龙滩水库建库后，鱼类资源的变化情况和红水河流域鱼类资源变化情况类似，花鳗鲡、花棘鳍、海南鲥鲚、稀有白甲鱼、大眼卷口鱼、乌原鲤、波纹鱎、丝等洄游、喜流水底栖生活的鱼类在调查区内明显减少。

在主库区，原流水生境已基本变为静水生境，适宜于激流生境以底栖生物为食的鱼类已基本退出此水域，转而代之的是适宜于静水或一般流水生境的种类及引入的网箱及库湾增养殖种类，如鲤、罗非鱼、草鱼、黄颡鱼、斑鳢、大口鮎等。库尾

及支流水域中，鱼类组成除鲴、鲢外，河流原有流水性底栖鱼类也占一定比例，在库尾的流水河段，存在一定流水性种类，与主库区鱼类群落有一定差异。常年主要渔获物种类有巴马拟缨鱼、四须盘鮈、鲗、南方拟鲗、卷口鱼、东方墨头鱼、马口鱼、黄颡鱼、宽鳍鱲、南方白甲鱼、鲫、鲤、鲴、鲢等。

5.3.3.5　水生生态演变趋势分析

龙滩水电站建成投产时间晚于同流域上的平班、岩滩、大化等梯级，红水河干流水生生态已经受到水电开发的影响，龙滩水电站工程建设和运行产生的环境影响基本符合环境影响评价阶段所下的结论。

龙滩水电站运行改变了红水河的河流天然状态年际径流量和径流量分布。水库形成，水库蓄水淹没了大量部分林地，库区水位上升，水流速度减缓，泥沙沉积，库区的水质状况呈下降趋势，水体营养水平有所提高，水温比较稳定并有所升高，更有利于浮游生物和底栖生物的生长和发育。水库水域面积得到拓宽，为鱼类的栖息、越冬活动提供了较为广阔的场所。这样为喜栖缓流敞水生活的鱼类提供一个适宜的环境，也促进了区域渔业的发展。

5.3.4　生态敏感区变化评价

根据《红水河龙滩水电站环境影响复核及补充评价报告书》，龙滩水电站水库淹没涉及 5 个县级自然保护区，分别是天峨布柳河水源林自然保护区、穿洞河水源林自然保护区、册亨双江南亚热带河谷季雨林自然保护区、望谟渡邑南亚热带河谷季雨林自然保护区、罗甸罗羊南亚热带河谷季雨林自然保护区。

原天峨布柳河水源林自然保护区、穿洞河水源林自然保护区由于龙滩水电站蓄水而连为一体，为便于管理，广西壮族自治区人民政府将二者调整合并为广西龙滩自治区级自然保护区(以下简称龙滩自然保护区)，为缓解龙滩水电站淹没对龙滩自然保护区资源的影响，该保护区对其内的珍稀植物进行了积极救助：在 2006 年、2007 年分批完成了保护区内 375m 淹没线以下的珍稀野生植物和古树的迁地保护工作，建成了龙滩大峡谷珍稀植物园，设有半里乔木移植基地和见石兰花园 2 个移植点。经过 2008 年(验收阶段)、2014 年(运行期)、2016 年(后评价)、2021 年～2022 年(现阶段)多次深入调查，龙滩自然保护区受公众知晓程度提升，生态系统完整性得到了增强、生物多样性保护水平有一定的提升，部分受影响的生物资源得到了救

助，加强了生态资源保护和野生动植物资源的保护工作。总体而言，龙滩水电站的建设及运营未对龙滩自然保护区造成不利影响。

原册亨双江南亚热带河谷季雨林县级自然保护区位于龙滩库区边缘，由于册亨县发展经济的需要，在保护区发展了大量油桐林，油桐的种植致使保护区功能丧失。2006 年 7 月，册亨县人民政府下发了《册亨县人民政府关于撤消申报册亨县双江自然保护区的决定》。但根据生态环境部发布的《2017 年全国自然保护区名录》，该保护区仍位列其中。根据 2023 年册亨县人民政府公布的《册亨县自然保护地整合优化方案公示》，“册亨双江南亚热带沟谷季雨林县级自然保护区拟净调出自然保护地面积 895.62 公顷，剩余部分拟归并入整合优化后的册亨万重山省级森林公园。”根据资料收集和现场踏勘，册亨万重山省级森林公园与龙滩水电站库区距离较远，龙滩水电站建设及运营对册亨万重山省级森林公园无影响。

原望谟渡邑南亚热带河谷季雨林自然保护区位于龙滩水电站淹没区，2006 年 9 月，龙滩水电站开始蓄水，淹没了渡邑自然保护区水位线以下的区域。2007 年 8 月，望谟县人民政府办公室下发了《关于调整渡邑自然保护区范围的通知》，将原渡邑自然保护区在龙滩水电站库蓄水位 375m 以上 400m 以下和移民安置活动范围调出保护区。根据 2023 年望谟县人民政府公布的《望谟县自然保护地整合优化方案公示》，“将望谟渡邑南亚热带沟谷季雨林县级自然保护区并入贵州黔西南望谟“贵州苏铁”地方级自然保护区，面积由优化前的 3331.32 公顷增加至优化后的 13506.24 公顷。”根据资料收集和现场踏勘，贵州黔西南望谟“贵州苏铁”地方级自然保护区距龙滩水电站库区较远，电站建设及运营对其无影响。

原罗甸县罗羊河谷季雨林自然保护区部分区域位于龙滩库区内，2007 按照 400m 调整后，保护区紧邻龙滩库区。2020 年，罗甸县人民政府委托贵州师范大学喀斯特研究院编制的《贵州罗甸罗羊南亚热带河谷季雨林县级自然保护区整合优化调整(撤销)详细评估报告》指出，贵州罗甸罗羊南亚热带河谷季雨林县级自然保护区因国家重点工程龙滩水电站建设等原因，原主要保护对象南亚热带河谷季雨林的主要生境已在淹没区以下，建议撤销原自然保护区。根据 2023 年罗甸县人民政府公布的《罗甸县自然保护地整合优化方案公示》，“我县按程序完成了贵州黔南罗甸罗羊南亚热带河谷季雨林县级自然保护区的撤销工作，不再保留贵州黔南罗甸罗羊

南亚热带河谷季雨林县级自然保护区的牌子。”

龙滩水电站施工建设期间，周边新增敏感区有广西雅长兰科植物国家级自然保护区(2005 年设立，2009 年升级为国家级，保护区均在 400m 以上高程)；乐宽苏铁县级自然保护区(2000)、广西黄猄洞天坑国家森林公园(2002 年)、翠滩省级森林公园(2006 年)、罗甸大小井省级风景名胜区(2006 年)；

龙滩水电站运行后新增敏感区有龙滩大峡谷国家森林公园(2008 年)、乐业-凤山世界地质公园(2010 年)、罗甸蒙江国家湿地公园(2013 年)、贵州北盘江大峡谷国家湿地公园(2013)、贵州册亨北盘江国家湿地公园(2016)、贵州望谟北盘江国家湿地公园(2021)、蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区(2010)。

对比建设前及运行初期的生态敏感区现状，龙滩水电站建设过程中，为了更好的发挥生态敏感区的功能，项目所在区域内的生态敏感区发生了变化。相比建设前及运行初期，运行期调查区内的生态敏感区数量增加了，一方面是由于调查范围的扩大，另一方面是后期充分挖掘了区域内有保护价值的区域并设立为生态敏感区。

5.3.5 局地气候变化评价

龙滩水库蓄水运行后，淹没区原来起伏不平的陆地及河流为平滑的水面所替代，使得下垫面与大气之间的能量交换方式和强度发生改变。水库可提高冬季温度，降低夏季温度，但夏季降温效应不明显，总体表现仍为升温。从影响区域看，水库对温度的调节作用表现在近库区较明显，但对远库区影响不明显。库区对夏季降水有一定影响，但影响较小。距离龙滩水电站库区及较近的区域年蒸发量有偏大趋势，尤其以夏季较为明显，冬季则略微下降。库区环境的相对湿度会增加，使得雾日增加。

5.3.6 社会环境变化回顾

龙滩水电站电站开发建设，使得地区生活环境得到了较为明显的改善。电站建设从投资拉动、产业结构调整等方面直接促进了区域经济增长，同时通过改善基础设施、促进当地居民转变思想观念等方面间接地为区域经济发展创造了条件。电站建设对民族民俗文化的影响十分有限，通过采取合理的安置方式和减缓措施，移民原有的社会风俗、文化习惯等基本得到了保留，没有受到破坏性的不良影响。

5.3.7 环境变化总体评价

龙滩水电站在发挥巨大社会经济效益同时，对区域环境也产生了一定的影响。水库正常蓄水位 375m，死水位 330m，多年平均水位为 352.14m，高水位运行对水温、水生生态的影响较低水位大。电站具有年调节能力，运行对流域的调蓄作用大，使下游枯水期流量增大；水温分层，在 4 月～6 月存在下泄低温水；库区水质状况良好，整体呈中营养状态；水库的形成改变了局地小气候，陆生生态环境得到了改善；库区喜急流鱼类退至库尾及支流生存，鱼类种类数变化不大，种群小型化，分布区域化，流水性鱼类资源量呈下降趋势。

5.4 已采取的环境保护措施情况及效果评价

5.4.1 地表水保护措施效果评价

5.4.1.1 水质保护措施实施情况

a) 枢纽工程区水质保护措施实施情况

龙滩水电站在建设过程中，生产废水与生活污水无直排，建设了大法坪与麻村 2 座砂石加工系统生产废水、混凝土拌和系统废水、基坑排水、含油废水，以及生活污水等废污水处理设施，采用了先进的废污水处理技术和设备，并结合在生产实践中不断改进和完善，最终实现了对龙滩水电站生产废水与生活污水的全面处理，基本做到了生产废水与生活污水百分百的处理。

	
麻村砂石料加工系统废水处理(沉淀池)	大法坪砂石系统废水(清水池)

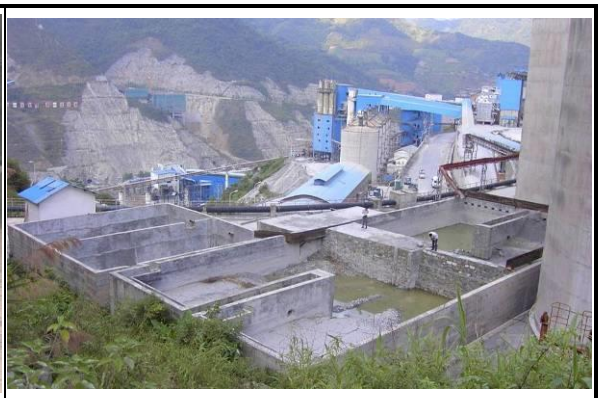
	
右岸 308.5m 混凝土系统废水处理	右岸 360m 混凝土系统废水处理

图 5.4.1-1　枢纽工程施工废水处理设施

龙滩水电站建成后，为有效处理坝区产生的生活垃圾，保护坝区的生态环境，保证位于坝下的饮用水源保护区水质不受影响，龙滩公司于 2016 年在坝区纳沟建成了 1 套生活垃圾处理设施，处理规模为 3t/d，处理工艺为热解炉热解。

b) 库区水质保护措施实施情况

1) 近年来，龙滩库区各县积极调整了其产业结构，重点发展无污染或轻污染、高效益产业，并限制重污染企业的兴建，严格落实了环境影响评价“三同时”制度，兴建了大批生活污水处理厂、生活垃圾填埋场或垃圾热解厂等基础环境保护设施以保护库区水质。

2) 龙滩库区各县以坡改梯、退耕还林、封山育林等工程或生物措施进行水土流失治理，缓坡地以种植经济林、果木林为重点，25º 以上的耕地退耕还林还草，大力恢复和扩大林草植被，革除烧山垦荒陋习，营造水土保持林和水源涵养林，推进天然林资源保护、水土流失治理、珠江防护林建设、岩溶石漠化生态建设、沃土工程、节水农业、农村沼气池和自然保护区建设，库区各县水土保持工作和生态农业发展取得良好效果。

3) 2006 年至 2007 年，龙滩水电站先后完成了水库 330m 以下库底清理验收和水库 330m～375m 库底清理验收，极大削减了水库蓄水后的营养物质来源。2009 年 8 月，龙滩公司委托广西水产研究所开展了龙滩水库水体富营养化类比研究、水产养殖容量规划研究等工作。2010 年 9 月，广西水产研究所根据与龙滩水库运行特点相似的并已经处于富营养化状态的天生桥一级水库实际情况以及类比研究的可行性，编制完成《龙滩水库与天生桥水库水体富营养化类比研究报告》，提出了《龙

滩水电站库区水产养殖容量规划(2011 年～2025 年)》。

4) 为实现科学、有序利用龙滩库区发展水产养殖，天峨县、望谟县、罗甸县、册亨县先后制定了《2006 年～2020 年天峨县龙滩天湖渔业发展规划》、《龙滩电站望谟县库区渔业发展规划》、《龙滩水库罗甸库区渔业发展规划》、《龙滩、平班水库渔业发展规划》，通过渔业规划控制网箱养殖量，实现库区环境、生态、经济的可持续发展。

5) 2011 年，按照龙滩水电站枢纽工程环境保护竣工验收意见，龙滩公司陆续委托水利部国际交流中心、珠江水保所、贵阳院开展了龙滩库区水质保护与水温结构研究，并编制了《龙滩水电站水质保护措施专题研究报告》、《龙滩水电站库区水温结构及坝下水温变化系统观测研究报告》，完成了水库水质、水温的研究工作，并根据研究成果提出了相应的控制措施与要求。

5.4.1.2 地表水水质保护措施效果评价

龙滩公司按照环境影响评价文件及批复、技施与试运行阶段环境保护设计等的要求，龙滩水电站落实了大法坪与麻村砂石系统生产废水，以及前方施工区与后方塘英生活基地的生活污水等生产废水、生活污水处理设施的建设和运行，并根据龙滩水电站工程的建设进度以及大法坪砂石系统废水处理系统、麻村砂石系统生产废水处理系统运行情况进行了相应的优化与调整。

龙滩水库建成后，库区周围社会环境发生较大的变化，库区植被状况趋于良好。库区水中溶解氧量、化学需氧量、生化需氧量、氨氮等主要监测断面水质因子建库后较建库前有所降低，且随着环保要求的提高、政府重视度的加强、坝区生活垃圾处理设施、县城以及各迁建集镇新址生活污水与生活垃圾处理设施的建立，污染物入库量会有所减少，但存在养殖污染风险。

5.4.2 水生生态保护措施效果评价

5.4.2.1 水生生态保护措施实施情况

a) 制定库区渔业发展规划

龙滩公司委托广西壮族自治区水产研究编制了《龙滩水电站库区水产养殖容量规划(2011 年～2025 年)》，委托水工程生态所编制《红水河龙滩水电站水库鱼类资源保护措施专题报告》。此外，库区各地方政府对渔业生产较重视，并制定了渔业

规划。如天峨县编制了《2006 年～2020 年天峨县龙滩天湖渔业发展规划》，望谟县制定了《龙滩电站望谟县库区渔业发展规划》，罗甸县制定了《龙滩水库罗甸库区渔业发展规划》，册亨县制定了《龙滩、平班水库渔业发展规划》等。

b) 水生生物生境保护

在龙滩水电站工程建设前，库区已建有 5 个县级自然保护区，即广西布柳河、穿洞河水源林自然保护区，贵州双江、渡邑和罗羊河谷季雨林自然保护区。电站建设后，经过调整升级，目前库区涉及的自然保护区共 4 个，分别为广西雅长兰科植物国家级自然保护区、广西龙滩自治区级自然保护区、贵州望谟渡邑河谷季雨林县级自然保护区及贵州罗甸罗羊河谷季雨林县级自然保护区。这些保护区虽然不是专门为保护库区水域生态而设立的，但保护区的河流多为库区支流，对保护区水域水生态环境及水生生物特别是鱼类的保护，无疑对保护库区鱼类多样性有重要作用。特别是广西龙滩自治区级自然保护区，涉及支流布柳河、穿洞河，保护区的保护对维持这些支流流水性鱼类起到了重要作用。

c) 鱼类增殖放流

2010 年 7 月，龙滩公司在库区举行了鱼类增殖放流仪式，放流鲢、鳙、青鱼、赤眼鳟等 6 种鱼类 126 万尾。同月，贵州省册亨县在库区岩架码头启动了龙滩库区渔业资源增殖放流活动，启动当日共放流鳙、草鱼、鲤等鱼种 30 万尾，整个活动将分别在龙滩库区岩架码头和八渡码头进行，总放流量将达到 400 万尾。此外，当地渔业管理部门也进行过零星的鱼类放流，如天峨水产局 2008 年组织向库区投放规格 3 寸的鲢、鳙鱼种 15 万尾、鲤鱼种 15 万尾，2009 年投放鲤鱼种 50 万尾。

自龙滩水电站一期工程运行以来，龙滩公司已委托相关单位每年在库区内人工放流鱼类 30 万尾，其中鳊鱼 7 万尾、鲢鱼 8 万尾、鳙鱼 7 万尾、赤眼鳟 7 万尾、倒刺鲃 1 万尾。



图 5.4.2　库区鱼类增殖放流活动

5.4.2.2　水生生态保护措施效果评价

由于龙滩水电站环境影响评价工作开展较早，水域生态环境保护工作未得到深入研究，仅对渔业生产提出了规划和管理要求。但在工程建设与试运行期间，龙滩公司委托有关单位进行了龙滩水库渔业容量规划研究，同时实施了鱼类增殖放流，对库区鱼类资源补充起到一定的示范作用。此外，库区各地方政府均对渔政管理较重视，建立健全了渔政管理机构，网箱养殖及渔业捕捞均实行了许可证制度，对库区水生态环境的保护有一定的作用。

5.4.3　陆生生态保护措施效果评价

5.4.3.1　陆生生态保护措施实施情况

a) 水土保持措施实施情况

龙滩水电站开工后，龙滩公司严格按照“三同时”制度，在具备施工条件时抓紧实施相关拦挡、绿化措施，减少地表裸露面积，在改善施工环境的同时，也起到防治水土流失的作用。从 2002 年初到 2011 年底，龙滩水电站枢纽工程的重点环保水保设施全面落实，共累计完成边坡喷混凝土 49 万 m^2，浆砌石护坡 6.4 万 m^3，干砌石护坡 6.8 万 m^3，浆砌石挡土墙 2.6 万 m^3，钢筋石笼砌筑 11.4 万 m^3，排水沟(涵)32.8km；共计处理废渣 240 万 m^3，全部按水保要求存放在那边沟尾渣库和指定弃渣场内，极

大地减少了水土流失，保护了红水河的生态环境；对拉重沟、姚里沟、纳芋沟等主要弃渣场(约 31 万 m^2)都进行了覆土整治；生态绿化面积达 74.5 万 m^2，共计植树 50361 棵。经治理后，枢纽工程扰动土地整治率为 99.38%，水土流失总治理度为 99.08%，土壤流失控制比为 1.02，拦渣率为 99%，林草植被恢复率为 95.54%，林草覆盖率为 22.99%，达到了水土方案制定的目标要求。经统计，枢纽工程共投入水土保持工程投资 69929.28 万元，包括工程措施 66943.41 万元，植物措施 2941.87 万元，水土保持监测工程费 44.00 万元。

龙滩水电站移民安置工程实施过程中，部分建设内容和规模根据实际发生调整，引起水土保持措施发生相应变更。受龙滩公司委托，黔、桂两省(区)根据本省移民安置工程实施过程中的实际情况，分别制定了《龙滩水电站贵州库区移民安置工程水土保持治理项目实施方案》、《龙滩水电站广西库区移民安置工程水土保持治理实施方案》，补充和优化了水利部批复的水土保持方案新增的水土保持措施。至 2011 年 7 月，龙滩水电站移民安置工程累积完成场地平整 8580.81m^2、表土清理 0.79hm^2、土石方开挖 4.14 万 m^3、浆砌块石 4.82 万 m^3、砂浆抹面 6.71 万 m^3、浆砌石挡土墙 129.67 万 m^3、浆砌石排水沟 15.72 万 m^3、浆砌石护坡 24.80 万 m^3、浆砌石截洪沟 4.06 万 m^3、砂袋拦挡 147.20m^3、木桩 490 个、土袋 305.38m^3；整地 60.02hm^2、栽植乔木 25.72 万株、栽植灌木 38.05 万株、片植灌木 19.37hm^2、栽植攀援植物 125.46 万株、撒播灌草籽 105.83hm^2、栽植香根草 18.42hm^2。经治理，移民安置工程扰动土地整治率为 99.12%，水土流失总治理度为 98.45%，土壤流失控制比为 1.02，拦渣率为 95.6%，林草植被恢复率为 97.06%，林草覆盖率为 41.68%。经统计，移民安置工程工投入水土保持工程投资 58857.45 万元，包括工程措施 55647.44 万元，植物措施 2801.98 万元，水土保持监测工程费 239.26 万元。

在工程建设期间，在龙滩公司统一部署下，电站建立了工程监理和水保监理的多重质量保证体系，创建了以实现“绿色龙滩”为目标的管理新模式，全面提升了工程环保水保管理工作的成效，确保了工程建设各个环节水土保持工作满足国家有关法律规章的要求。2010 年 9 月、2011 年 11 月，龙滩水电站枢纽工程、移民安置工程水土保持设施先后顺利通过水利部组织的专项验收。

根据现场调查结果，枢纽工程区措施落实情况较好，均按照对应的绿化、复耕等措施进行实施，区域裸地均被植物覆盖，植物生长状态良好。弃渣场、施工道路

区域植被生长过旺，应适当进行人为修建和养护。石料开采区考虑到后面后续工程利用，未采取绿化措施，土地裸露，周围砂石较多，可先实施绿化措施。

表 5.4.3-1　龙滩水电站枢纽工程施工区水土保持措施实施情况表

序号	工程区	枢纽工程施工区植物保护措施	枢纽工程施工区措施落实情况	枢纽工程施工区现状、改进及新增措施
1	枢纽建(构)筑区	在施工结束后，针对边坡、场地使用情况提出绿化要求。	实际实施的植物措施主要为尾水平台绿化 0.08hm^2，中控楼边坡及四旁绿化 0.37hm^2，开关站边坡及四旁绿化 1.05hm^2。	尾水平台、中控楼边、开关站及四旁植被覆盖率较高，绿化状态良好。
2	施工生产生活区	植物措施包括边坡、场地绿化。	施工生产生活区实际实施的植物措施包括施工营地四旁绿化 7.18hm^2，施工场地绿化 4.50hm^2，以及其他零星场地绿化 4.70hm^2。	完成了龙滩 375m 水位淹没线以下珍稀野生植物和古树的迁地保护工作，建成了龙滩大峡谷珍稀植物园、见石兰花基地保护园，施工生活区、施工场地裸露区域均被植被覆盖，绿化状态良好。
3	施工道路区	植物措施包括边坡、路肩绿化。	工程共布设施工道路 14 条，占地面积 32.41hm^2。左岸公路绿化包括边坡喷播草籽绿化 2.60hm^2，边坡挂网喷播植草绿化 0.57hm^2，路肩及边坡绿化 4.06hm^2，龙滩大桥桥头生态公园绿化 3.76hm^2；右岸公路绿化包括边坡挂网喷播植草绿化 0.63hm^2，路肩及边坡绿化 3.52hm^2，香根草生态绿篱护坡 0.94hm^2。	龙滩大桥桥头公园栽植有小叶榕、垂叶榕、鞍叶羊蹄甲、三角梅、大叶千斤拔等植物，公园植被生长状况较好，红水河左右岸公路绿化状况较好，植被生长旺盛，措施落实良好。
4	土(石)料开采区	植物措施为绿化和复耕等。	土(石)料开采区中纳福堡土料场已被淹没，无需考虑采取植物措施。麻村和大法坪石料场预留龙滩水电站后续工程利用，植物措施待料场使用完毕后实施。	石料开采区考虑到后面后续工程利用，未采取绿化措施，土地裸露，周围砂石较多。新增措施：对土料厂裸露区进行喷播植草。
5	施工弃渣场区	植物措施为植树种草；土地整治措施为耕地复耕、造林恢复。	龙滩沟弃渣场第三级堆渣区预留后期工程堆渣，相关植物措施待堆渣完毕后实施。弃渣场实施了场地平整、覆土，撒播植草，栽植当地适生苗木绿化。主要工程量为场地平整 21.71hm^2，覆土 6.23 万 m^3，铺植草皮 2.39hm^2，喷播植草 1.50hm^2，撒播草籽 19.02hm^2，栽植乔灌木 0.81 万株。	弃渣场场地经过平整、覆土，撒播植草后，随着裸露区域被植物覆盖，大叶千斤拔、野桐、构树等速生乡土树种生长良好，区域生态恢复稳定，措施落实效果较好。
6	其它施工场地区	植物措施为植树种草；土地整治措施为耕地复耕、造林恢复。	其它施工场地区包括空压站、施工变电站、开闭所、其他施工扰动场地和未扰动场地，占地面积 280.54hm^2。实际实施的植物措施主要为大法坪 35kV 变电站空地植草绿化 0.20hm^2，110KV 施工变电站空地植草绿化 0.15hm^2。	变电站附近栽植有小叶榕、垂叶榕、鞍叶羊蹄甲、木瓜等乔木，周围空地栽植有鬼针草、葸草等，区域植被生长良好，措施落实效果较好。

b) 陆生植物保护措施实施情况

1) 大力发展林业，增加森林覆盖度

对库区各县进行调查中发现，近些年来，各县均发展了一定数量的经济林和果木林，库区常见的经济林有按树林、马尾松林，常见的果木林有油桐、油茶、龙眼、板栗等。根据遥感图像解译，2001 年调查区内有经济林 12106.06hm^2，2008 年调查区内经济林面积达到 24121.12hm^2，比 2001 年增加了 1215.06hm^2。

2) 建立珍稀植物园，对库区珍稀濒危植物及古大树进行抢救性保护

广西、贵州两省(区)共建立 5 个珍稀植物移植园用以移植库区 375m 淹没线以下的珍稀濒危植物及古大树，移植园除了对珍稀植物和古大树进行抢救性的迁地保护外，其内还开辟了栽培、繁育基地，用以人工繁育珍稀植物。5 个珍稀植物移植园分别为龙滩大峡谷珍稀植物园、塘英基地珍稀野生植物园、罗羊自然保护区珍稀植物园、望谟库区珍稀植物者康移植园、雅长林场野生珍稀植物及古树迁地保护基地。5 个移植园已于 2008 年 12 月正式通过专家组验收。

3) 加强宣传教育，防止移民动迁时对植物的破坏

通过座谈会、发放宣传册、宣传横幅等方式，对当地群众进行了宣传教育工作。在珍稀植物及古大树移栽过程中，聘用了当地群众参与，让当地群众对珍稀植物及古大树的价值有一定的了解。同时，将珍稀植物移植园作为当地的科普教育基地，通过在教育基地内布设了宣传牌，对于提高当地群众的环境保护意识，对于珍稀濒危植物的保护，都起到了积极的推动作用。

c) 陆生动物保护措施实施情况

1) 高程 450m 以上大力发展林业，为动物营造有利生境

近些年天然林保护工程和退耕还林政策的实施，调查区内 450m 以上林地面积有所增加，但新发展的林地多为人工林，且多为幼龄林，主要为小型兽类、林禽和陆禽提供生境。

2) 加强宣传教育及执法工作，提高全民保护意识

通过座谈会、发放宣传册、宣传横幅等方式，对当地群众进行了宣传教育工作，禁止捕捉野生动物和破坏其生境行为。

3) 其它保护措施

在施工时尽量减轻对周边地区景观破坏，工程结束时恢复原有景观。严格限制进入自然保护区车辆鸣笛范围、夜间行车等有碍野生动物活动一切行为，尤其在野生动物繁殖季节。加强自然保护区巡护工作，提高打击破坏野生动物资源的力度。

对珍稀野生动物原有生存环境进行有效保护，最大限度地减少人为干扰，消除一切不利因素影响。在被保护动物，如穿山甲、蟒蛇等经常出没地段设置补充饲料基地，种植珍稀濒危动物喜食的作物。

5.4.3.2　自然保护区环境保护措施实施情况

a) 调整保护区界线

1) 广西龙滩自治区级自然保护区

2003 年 11 月，广西壮族自治区人民政府下发了《广西壮族自治区人民政府办公厅关于将布柳河、穿洞河自然保护区合并调整并更名为广西龙滩自治区级自然保护区的通知》，将原布柳河、穿洞河自然保护区合并为龙滩自治区级自然保护区。调整后的龙滩自然保护区核心区、缓冲区均在 400m 高程以上，实验区包含了部分库区河道，地理坐标为东经 106º51′05″～107º11′16″，北纬 24º51′32″～25º13′55″之间，东起向阳镇周兆岭、西至坡结乡那林坡、南起老鹏水坑山、北至坡结乡牛角坡，地跨天峨县的六排镇、八腊乡、老鹏乡、纳直乡、向阳镇、坡结乡 6 个乡镇，总面积 42848hm^2。

2) 贵州望谟渡邑河谷季雨林自然保护区

2007 年 8 月，望谟县人民政府办公室下发了《关于调整渡邑自然保护区范围的通知》，将原保护区 400m 以下和移民安置活动范围调出保护区，将相邻的乐康国有林区有南亚热带河谷季雨林成分、具有保护价值的地段划入保护范围加以保护。调整后保护区的地理坐标为东经 106º11′18″～106º23′15″，北纬 25º5′00″～24º59′05″，面积 11196hm^2，保护区范围涉及红水河林场，乐康国有林区及蔗香乡坝丛村、麻移新村、坝若村、乐康村、巧相村，昂武乡五星村、八一村。

3) 贵州罗甸罗羊河谷季雨林自然保护区

2007 年 3 月，罗甸县人民政府下达《关于调整罗甸县罗羊河谷季雨林自然保护区界线的批复》，将自然保护区 375m 以下区域调整至 400m 以上，将罗妥沟以西 400m 以上 210.5hm^2 和北面冗里 402.5hm^2 划入保护区，调整后的保护区面积为 2760 hm^2。

4) 贵州册亨双江河谷季雨林自然保护区

双江河谷季雨林自然保护区成立以后，由于册亨县发展经济的需要，在保护区发展了大量油桐林，油桐种植面积已占保护区面积的 70%，油桐的种植致使保护区功能丧失。2006 年 7 月，册亨县人民政府下发了《册亨县人民政府关于撤消申报册

亨县双江自然保护区的决定》，撤销了双江自然保护区。

b) 对珍稀濒危植物影响的减缓措施

1) 广西龙滩自治区级自然保护区

2006 年、2007 年龙滩自然保护区分两批完成了保护区内 375m 以下的珍稀野生植物和古树的迁地保护工作，共迁移保护 18 种 2292 株；另外移植了生境营造树种秋枫 22 株与仪花 31 株；迁移保护多花脆兰、聚石斛、拟万代兰等兰科植物 74 种 7254 株(丛)。

根据适地适树的原则，建成了龙滩大峡谷(半里)珍稀植物园、见石兰花基地保护园。其中龙滩大峡谷(半里)珍稀植物园主要用于移植各种珍稀乔木及桫椤、金毛狗等珍稀保护植物，见石兰花基地主要用于移植兰科植物。

2) 贵州望谟渡邑河谷季雨林自然保护区

望谟县林业局在者康村磨窑洞修建珍稀植物保护园用于移植水库淹没区野生珍稀植物，该移植园内已移植成活国家一级保护植物贵州苏铁 312 株、兰科植物 1300 苗；二级保护植物柄翅果 20 株、任豆 17 株、毛红椿 12 株、花榈木 6 株、桫椤 4 株，稀有种田林细子龙 7 株、海红豆 4 株，其它树种番石榴 3 株、榕树属 5 种 42 株、仪花 6 株、秋枫 1 株、木棉 16 株、千张纸 9 株、虾子花 14 株、水柳 5 株、鱼尾葵 1 株。

此外，渡邑自然保护区还在珍稀植物保护园旁修建了珍稀植物繁育苗圃，进行贵州苏铁的繁育工作；在保护区核心区和缓冲区规划部分区域栽培了柄翅果、田林细子龙、花榈木、苏铁等珍稀植物，进行珍稀植物的栽培工作。

3) 贵州罗甸罗羊河谷季雨林自然保护区

罗甸县林业局在罗甸县国营林场和烟山果园场修建了珍稀植物移植园，用以移植保护区 375m 以下的珍稀野生植物。烟山移植园主要是繁育和移植移植喜阳性植物，罗甸县国营林场移植园主要是繁育和移植喜阴性植物。

两个移植园共繁育土地 20.5hm^2，现移植成活保护植物有银杏 3 株、桫椤 4 株、柄翅果 10 株、毛红椿 13 株、喜树 2 株、香樟 14 株、野生龙眼 1 株、田林细子龙 3 株、贵州苏铁 2 株、柔毛油杉 3 株、青檀 2 株、蝴蝶果 4 株；其它植物有罗汉松 10 株、木棉 5 株、桂花 2 株、白玉兰 4 株、贵州山核桃 2 株、野枇杷 3 株、栾树 5 株、贵州金花茶 1 株、野长青 2 株、大果榕 5 株、枫香 2 株、小叶榕 27 株、大叶

榕 1 株。共计 25 种 130 株。

4) 新建立广西雅长兰科植物自然保护区

2005 年 4 月，广西壮族自治区建立了广西雅长兰科植物自然保护区，在 2006 年和 2007 年分两批完成了 375m 以下珍稀野生植物的迁地保护工作，迁地保护珍稀野生植物 40 种 2975 株。根据适地适树的原则，把珍稀野生植物迁地保护地点设在雅长林场二沟分场和花坪分场的风岩洞。

5) 建设了天峨县塘英野生珍稀植物保护园

为了切实做好库区珍稀植物保护工作，在天峨县塘英生活基地预留空地建立了塘英珍稀野生植物保护园，将库区海拔 375m 以下、尚未迁出的一批珍稀野生植物和古树迁到保护园加以保护。

c) 对珍稀动物的影响减缓措施

1) 广西龙滩自治区级自然保护区

龙滩自然保护区的主要保护对象为猕猴，为了更好的对猕猴进行保护，调整了保护区功能区划，将保护区内猕猴的集中活动地及栖息地划为核心区，加强对其保护。

2) 贵州望谟渡邑河谷季雨林自然保护区

渡邑自然保护区将过朝坡坝额沟向至交谟沟植被相对完整、野生动植物频繁出没的地带划为核心区，加强对其内野生动物的保护。此外，望谟县林业局在保护区开展了大量的野生动植物保护宣传及专项整治活动。

3) 贵州罗甸罗羊河谷季雨林自然保护区

罗羊自然保护区通过开展宣传教育工作，减少居民群众对野生动物的人为干扰。

d) 对河谷季雨林影响的减缓措施

1) 广西龙滩自治区级自然保护区

在调整自然保护区范围过程中，将失去保护价值区域划出保护区界外，且根据自然保护区内河谷季雨林生长状况对保护区进行了合理的功能区划，将生长较好的河谷季雨林划入核心区范围内，对其进行重点封育，提高了保护效率。

2) 贵州望谟渡邑河谷季雨林自然保护区

在调整保护区界线时，将相邻的乐康国有林区有南亚热带河谷季雨林成分、具有保护价值的地段划入保护范围，并将过朝坡坝额沟向至交谟沟地带生长较好的河谷季雨林划入核心区范围，加以重点封育。在核心区坝额沟三角及缓冲区麻移新村

昂化沟两地设有检测样地，主要监测通过实施保护后，有沟谷雨林成分的沟谷森林资源消长变化情况。此外，还在迁地保护的珍稀植物园内对河谷季雨林类型进行仿生护存。

3) 贵州罗甸罗羊河谷季雨林自然保护区

在调整保护区范围的过程中将罗妥西侧和保护区北面冗里片区的两片保存较好的河谷季雨林划入保护区范围内，加强对其的保护。

e) 建立健全保护区管理机构

1) 广西龙滩自治区级自然保护区

建成了龙滩大峡谷(半里)珍稀植物园、见石兰花基地保护园。在半里珍稀植物园修建了 200m^3 水池一座及供水管道喷灌设施、管理房以及施工道路和管理人行步道。在见石兰花园基地修建了 200m^3 的蓄水池一座及供水管道喷灌设施，配套建设了人行步道。制作宣传画册、宣传窗、宣传牌、观景台等，配备了必要管理设备，提高了保护区的管理能力。

2) 贵州望谟渡邑河谷季雨林自然保护区

在渡邑村修建保护区管理所，建筑面积 169.28m^2，在交阳坡建设护林哨所一个；购置保护区巡逻车 1 辆、打火工具 200 把，风力灭火器 2 台，灭火弹 20 发，防火服 10 套；划定固定样地 0.1hm^2。

3) 贵州罗甸罗羊河谷季雨林自然保护区

建立保护区管理机构，购置林区巡逻车和灭火器材，修建瞭望台，延伸了保护区及移植园的道路 8.14km，划定植物固定样地。

f) 自然保护区淹没补偿措施

龙滩公司根据《册亨县人民政府关于撤消申报册亨县双江自然保护区的决定》以及《关于双江自然保护区淹没区损失补偿的函》(册林函〔2004〕01 号)，向册亨县林业局补偿了 30 万元作为双江自然保护区撤销后的善后工作费用。

5.4.3.3 陆生生态保护措施效果评价

a) 水土保持措施效果评价

龙滩公司对工程建设中的水土保持工作较为重视，按照批复的水土保持方案和有关法律法规要求开展了枢纽工程与移民安置工程的水土流失防治工作，实施的水土保持设施有效防治了工程建设与移民安置期间的水土流失。工程质量管理体系较

健全，设计、施工、监测和工程监理的责任明确，确保了水土保持设施的施工质量。枢纽工程与移民安置工程各项水土保持设施的管理维护责任明确，保证了水土保持功能的持续有效发挥，水土保持设施总体上达到了水土保持法律法规及技术规范的要求，具备行政验收的条件。达到了方案制定的目标要求，工程建设新增水土流失得到了有效控制，进一步改善了项目区的生态环境。

在枢纽工程建设过程中，龙滩公司始终坚持生态工程建设与主体工程建设同步、植物措施与工程措施建设同步的原则，在工程开工初步即委托专业机构进行枢纽区绿色规划，并委托专业公司施工先后实施了龙滩生态公园、场内道路路肩边坡绿化、各场内施工生活营地绿化、弃渣场综合整治等重点项目，累积投入水土保持工程投资达 69929.28 万元。枢纽工程区植被恢复所选择的绿化植物在满足使用功能的前提下还具有较强的观赏性，恢复后的施工区已然成为一个风景秀丽的生态公园，与龙滩大峡谷森林公园辉辉相映。2011 年 2 月，龙滩水电站枢纽工程被水利部授予全国生产建设项目水土保持示范工程；2014 年 3 月，被水利部授予生产建设项目国家水土保持生态文明工程。

	
龙滩生态公园	塘英植物园



施工道路生态绿篱



施工道路陆肩绿化



开关站绿化



营地绿化

图 5.4.3-1　枢纽工程水土保持效果情况

b) 动植物保护措施效果评价

龙滩公司同地方政府以及相关部门合作，通过调整保护区界限、划分功能区域、建立管理机构、完善基础设施等一系列措施加强对各个自然保护区的管理，提高了保护区的保护能力，尽可能的减少了工程兴建对保护区的影响，较为有效的减缓了水库淹没对自然保护区的主要保护对象—河谷季雨林、水源林、柄翅果、猕猴的冲击，有效的恢复、维持和发展了自然保护区的自然资源和自然生态系统，保证了自然保护区的珍稀物种不致因水库淹没影响而在库区绝迹，也使红水河河谷生物多样性价值不致因龙滩水电站的建设而降低。同时，通过对自然保护区的保护，示范了人类与自然的和谐共存，更好地维护了水库库区的生态环境。

通过工程建设前后的陆地生态整体调查可知，环境影响报告书阶段针对评价范围内各生态敏感目标所提出的各项保护措施基本得以落实，且总体实施效果良好，未造成明显生态问题，尤其是在自然保护区保护、珍稀植物保护方面所做的工作具

有显著成效，对今后国内大型水利水电工程的环境保护工作具有一定指导意义。

在保护淹没区珍稀濒危植物方面，龙滩公司组织科研院所、各地林业局(林场)等各方面力量共同努力，完成了珍稀植物的普查搜集、引种栽培、繁殖试验研究等工作，建立起珍稀植物移植园，不但抢救性保护了淹没区内的珍稀濒危植物，使其免遭淹没损失，而且为黔、桂两省(区)建立珍稀植物活标本和珍稀种质资源基因库奠定了基础。同时，这种将珍稀濒危植物的保护与园林建设有机地结合起来建立珍稀植物园并面向社会开放的做法，能有效的起到科普、宣传作用，具有重要的社会意义。

<table>
<tr><td>  </td><td> 
</td></tr>
<tr><td>龙滩珍稀野生植物保护园</td><td>天峨见石兰花园</td></tr>
<tr><td> 
</td><td>  </td></tr>
<tr><td>龙滩大峡谷野生珍稀植物园</td><td>雅长林场花坪分场兰花植物园</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>雅长林场二沟分场珍稀植物园</td><td>罗甸罗羊珍稀植物园</td></tr>
</table>



罗甸罗羊珍稀植物园



望谟者康珍稀植物保护园

图 5.4.3-2　库区周围珍稀植物园

在在陆生动物保护方面，龙滩公司通过有效的环境管理制度，控制施工活动范围，严禁施工中狩猎、尽量减少植被破坏，并采取了有效的植被重建措施，为动物创造了较好的栖息环境，从现场调查结果及访问结果来看，未发现本项目的建设对该区域的动物造成明显影响。

5.4.4　社会环境保护措施效果评价

5.4.4.1　社会环境保护措施实施情况

a) 人群健康保护实施情况

1) 水库库底清理

2006 年至 2007 年完成了水库 330m 以下库底清理和水库 330m～375m 库底清理。拆除了淹没区内的房屋建筑，彻底清除涉淹的粪便坑、牲畜圈及其它堆放异物的场所，并将废弃物运输到指定的场地进行消毒及深埋处理；在清理施工场地的边坡时，拆迁单位作彻底处理，排出松动的危险物、清除有害有毒物品和漂浮物、废异物等。

2) 施工区人群健康保护

龙滩公司在施工区人群密集区内设置了大量的永久性、半永久性、临时性公共卫生设施。进行了施工人员进场前的卫生检疫。采取了预防性服药、乙肝疫苗和钩体疫苗接种等预防措施，并对施工人员进行定期健康检查。加强了施工区食品卫生的管理和监督，建立了针对餐饮、娱乐等行业的“卫生许可证制度”。在施工区布柳河取水点设置了饮用水水源地卫生防护带。

3) 移民安置区人群健康保护

各迁建集镇取水设施建成后，在各取水点设置了相应的标志告示牌。蓄水前，

在黔、桂两省(区)库区开展了大规模的灭鼠活动。



图 5.4.4　库区灭鼠工作情况

b) 文物古迹保护措施实施情况

龙滩水电站在下闸蓄水前已委托专业单位对库区文物进行考察，并按照“复古抢古，不改变文物原貌”的原则，采取了对可移动的文物原物进行搬迁，对不能移动的文物进行临摹修复等文物保护措施。文物古迹保护部分已纳入水库淹没处理和移民搬迁工作的专项设施复改建内容一并验收。

5.4.4.2　社会环境保护措施效果评价

龙滩公司在龙滩水电站工程建设中采取了有效的社会环境减缓和保护措施，龙滩水电工程、龙滩公司以及其它参建单位在涉及区域的口碑较好，工程建设涉及区域社会环境稳定、和谐。

根据调查，广西库区、贵州库区受影响的文物均已采取搬迁、临摹修复等措施并通过验收；工程施工期间施工区和库区均按相关要求、规定采取了除四害活动，黔、桂两省(区)库区进行了大规模的灭鼠活动并通过总体验收，施工区和库区均未发生传染病疫情和鼠疫疫情。

龙滩水电站的建设拉动了涉及区域国民经济的发展，为其社会经济的发展作出了重要贡献，同时也促进了库区内的航运、旅游、水产养殖业的快速发展。

5.5　回顾评价结论

龙滩水电站在发挥巨大社会经济效益同时，对区域环境也产生了一定的影响。水库正常蓄水位 375m，死水位 330m，多年平均水位为 352.14m，高水位运行对水温、水生生态的影响较低水位大。电站具有年调节能力，运行对流域的调蓄作用

大，使下游枯水期流量增大；水温分层，在 4 月～6 月存在下泄低温水；库区水质状况良好，整体呈中营养状态；水库的形成改变了局地小气候，陆生生态环境得到了改善；库区喜急流鱼类退至库尾及支流生存，鱼类种类数变化不大，种群小型化，分布区域化，流水性鱼类资源量呈下降趋势。

龙滩水电站建设和运行产生的环境影响经采取有效的环境保护措施后得到了一定程度的减免，也有部分环境影响因研究、建设时代的不足而未能得到有效处理，比如：正常蓄水位选择对航运的影响，水文情势变化带来的低温水影响，电站兴建对水生态及涉及鱼类资源量的影响等。

5.6 存在问题及改进措施

5.6.1 存在的问题分析

龙滩水电站的前期设计与环境影响评价阶段，正处于我国环境影响评价制度的规范和建设阶段。作为建设项目在开工前重要的评估程序，电站的环境影响评价工作在行政主管部门的指导下，按照《中华人民共和国环境保护法(试行)》、《建设项目环境保护管理办法》、《水利水电工程环境影响评价规范》相关要求编制完成了环境影响报告书，提出的各项环境保护措施能够满足当时的法律法规要求。电站开工建设后，按照环境影响报告书及批复的要求逐步落实了各项环境保护措施。现有成果资料的分析和实地调查、监测结果表明，龙滩水电站采取的各项环境保护措施对区域环境起到了保护作用，工程建设产生的影响得到了减免。

龙滩水库建成后，依托水库两岸陆生植被以及良好水域景观建立了蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区(2010)、罗甸蒙江国家湿地公园(2013 年)、贵州北盘江大峡谷国家湿地公园(2013)、贵州册亨北盘江国家湿地公园(2016)、贵州望谟北盘江国家湿地公园(2021)。

运行十五年后，因其调节性能好，已经改变了红水河干流的水文、泥沙情势以及水库水温结构，导致下泄水温较低，影响下游生态环境。水库淹没了黔、桂两省(区)大片土地，不仅影响了区域的土地利用结构，也对区域的陆生生态带来了影响，造成区域植被覆盖率和生物量下降，野生动物生境范围缩小，但对区域的生态稳定性影响不大。

水温影响方面：根据电站运行后 2011 年～2014 年监测数据可知，鱼类主要繁殖期 4～7 月水温较建库前下降 1.9～5.0℃。2012 年～2022 年，4 月～7 月水温较建

库前下降 3.0～4.5℃，电站建成后鱼类繁殖期下泄低温水现象明显。电站建设后，受下泄低温水影响的主要是 4～7 月鱼类繁殖期，低温水下泄对坝下鱼类繁殖有推迟作用，且当鱼类在进入繁殖期后长时间不能产卵时，鱼卵可能会受到应力和压力等不利因素的影响，可能会导致性腺退化，从而影响孵化率和幼鱼的健康。

水生态影响方面：与建库前相比，在河流水文情势发生了变化的情况下，区域内受影响最大的是以鱼类为主的水生生物，水生生物群落结构发生明显改变，流水性底栖鱼类资源量会减少，适宜静缓流的鱼类得到发展，经济鱼类个体小型化趋势明显。原以流水性底栖鱼类为主体的鱼类群落已演变为以静缓流鱼类为主体的鱼类群落。库区适宜于激流生境以底栖生物为食的鱼类已基本退出此水域，取而代之的是适宜于静水或一般流水生境的种类及引入的网箱及库湾增养殖种类，如鲤、单性罗非鱼、草鱼、黄颡鱼、斑鳠、大口鲇等，花鳗鲡、花棘{鱼骨}、海南鲥鲚、稀有白甲鱼、大眼卷口鱼、乌原鲤、波纹鳜等洄游、喜流水底栖生活的鱼类明显减少。

5.6.2 需继续落实的环境保护要求

龙滩水电站还需继续落实的环保要求共有 12 项，其中正在落实的有 7 项，计划落实的有 4 项，部分落实的有 1 项。12 项中，有 4 项为具体措施(相关投资均已列入待实施项目)，8 项为相关专题、研究、监测。

表 5.6.2-1 龙滩水电站需继续落实的环保要求

序号	环境保护具体要求	目前落实情况	备注
1	建设过鱼设施	正在落实，已计入龙滩水电站 8、9 号机组建设工程项目投资	具体措施
2	建设鱼类增殖站(平班龙滩共建)	正在落实，已计入本项目投资	具体措施
3	栖息地保护方案	正在落实，已计入龙滩水电站 8、9 号机组建设工程项目投资	具体措施
4	增殖放流、生态修复措施效果监测	计划落实，已计入本项目投资	效果监测
5	过鱼效果监测	正在落实，已计入龙滩水电站 8、9 号机组建设工程项目投资	效果监测
6	低温水减缓措施	正在落实，已计入龙滩水电站 8、9 号机组建设工程项目投资投资	具体措施
7	水库水温结构及下泄水温的系统观测	部分落实，已计入龙滩水电站 8、9 号机组建设工程项目投资	相关专题、研究、监测

表 5.6.2-1(续)

序号	环境保护具体要求	目前落实情况	备注
8	低温水减缓措施研究	正在落实，已计入龙滩水电站8、9号机组建设工程项目投资	相关专题、研究、监测
9	生态调度优化	正在落实，已计入龙滩水电站8、9号机组建设工程项目投资	
10	库区及周边的气候监测、影响评估报告	计划落实，已计入龙滩水电站8、9号机组建设工程项目投资	
11	电站周边区域生态环境科学研究	计划落实，已计入龙滩水电站8、9号机组建设工程项目投资	
12	陆生生态长期跟踪监测	计划落实，已计入龙滩水电站8、9号机组建设工程项目投资	

5.6.3 改进措施

针对龙滩水电站运行后带来的低温水影响和水文情势改变带来的水生态影响，并结合各阶段环境保护要求，经过分析认为龙滩水电站生态环境保护措施有所滞后，需要同步开展“以新带老”措施，主要包括过鱼设施、鱼类增殖站、栖息地保护、低温水控制，以及落实电站周边区域生态科学研究，落实库区及周边的后续监测等工作。其中鱼类增殖站等保护措施包含在本项目中予以设计，过鱼设施、栖息地保护、低温水控制措施、落实区域生态科学研究及库区和周边的后续监测、生态调度优化等工作由龙滩水电站8、9号机组建设工程实施。

6 环境影响预测与分析

6.1 生态环境影响分析

6.1.1 对陆生植物的影响

6.1.1.1 施工期

龙滩水电站通航建筑物专项工程属非污染生态建设项目，在通航建筑物工程用地区域内未发现野生保护植物及古大树，工程运行对陆生植物影响甚微。所有设施均采用水电站枢纽工程设施，施工期间对陆生植物的影响主要源于工程施工占地。

a) 工程占地情况

本工程施工道路、综合加工厂、金装拼接厂、混凝土系统、施工营地等均利用龙滩水电站枢纽工程已有设施，不新建，临时占地主要是施工便道、弃渣场等。永久占地主要为通航建筑物主体工程施工、石料开挖、永久道路等。目前枢纽工程施工区均已进行植被恢复，区域无裸地，植被生长状况良好，部分本土优势乔木、灌草已形成小群落，区域生态系统相对稳定。工程建设会导致区域内已经恢复的植被破坏，对周围的环境有一定的影响。随着工程建设的完成，植物保护措施的再次实施，将会使区域的植被恢复，对周围环境影响较小，影响区域主要为工程占地区域。

b) 工程占地区域主要植被类型

临时占地主要为施工便道、弃渣等，区域植被一部分为龙滩水电站竣工后进行的植被恢复，另一部分为自然恢复。区域植被类型主要有灌丛和灌草丛，常见的植物有盐麸木、构树、大叶紫株、毛桐、野桐、大叶千斤拔、芦苇、芒、葛等，这些植物均较常见，在评价区广泛分布；永久占地主要为通航建筑物主体施工，石料开挖等，其中石料厂已征用多年，通航建筑物主体工程区以及施工区域(施工营地、砂石系统、混凝土系统、水厂等)均为枢纽工程施工活动区域，长期受到人为活动影响，该区域原生植被存留不多，仅在局部地区呈斑块状残存，现存植被基本上是次生植被，主要为山地灌草丛、草丛。其中灌木主要有垂叶榕、水麻、野桐、构树、牡荆等，草本主要有芒、芦苇、芒萁、鬼针草、飞扬草等。在通航建筑物工程用地区域内未发现野生保护植物及古木大树。

在工程施工布置时已充分考虑利用龙滩水电站工程已建施工设施，工程建设主要影响龙滩水电站竣工后恢复的植被和一部分自然生长的植被，这些植被在周围区

域较常见，可通过相应措施进行植被恢复，且在工程完工后将对临时占地采取必要的植被恢复措施，可进一步减少对陆生植被的影响。通航建筑物主体工程施工活动导致植被面积直接减少，造成局部区域的植被破坏，生物量降低；影响范围主要为工程占地范围以内。但该影响是暂时性的，工程完工后将对占用地进行植被恢复。总体来说，工程建设对陆生植物整体影响较小。

c) 外来入侵物种影响

评价区内分布有 4 种外来入侵植物，分别为五爪金龙、喜旱莲子草、鬼针草、小蓬草。其中喜旱莲子草、鬼针草分布较为广泛，已形成明显群落；五爪金龙、小蓬草零散分布。工程建设期间，机械以及人为活动等均可能扩大其分布面积，且施工结束后若不及时对周边的施工迹地开展植被恢复措施，也可能无意间引入其他外来入侵物种，从而对本地生物多样性造成影响。

6.1.1.2 运行期

龙滩水电站通航建筑物专项工程属非污染生态建设项目，工程运行对陆生植物影响甚微。

6.1.2 对陆生动物的影响

6.1.2.1 施工期

工程施工期对动物的影响主要包括：工程临时及永久占地占用动物生境；施工过程中各种噪声、震动对动物的惊吓、驱赶；施工产生的扬尘、废水以及施工人员的生活污水、生活垃圾等对动物生境的破坏及对部分啮齿目分布格局的影响；人类活动对动物的干扰等。

a) 对两栖类和爬行类的影响

两栖类的身体结构决定了其对水存在很大的依赖性。它们在评价范围内分布于主要河流红水河及其支流及周边溪流、池塘、水田等。爬行类对水也有一定依赖性，但其体表被鳞的生理特点决定了其对水的依赖性不如两栖类明显。工程施工期对其影响主要有：施工废水及生活污水对其生境的污染，施工占地对其生境的占用，人类活动对其的干扰，施工噪声、震动、扬尘、生活垃圾对其的影响等。其中对其影响较明显的有施工废水及生活污水、占地及人类活动的影响。

临时及永久占地将占用两栖类和爬行类的生境，使其生境面积缩小，种群数量

下降。评价区内两栖动物主要有中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、小弧斑姬蛙、饰纹姬蛙、泽陆蛙等，它们主要是在评价范围内离水源不远的农田、溪流及附近的坡草丛、树林中活动。评价区中爬行类种类和数量较多的是灌丛石隙型和林栖傍水型。前者包括北草蜥、中国石龙子等，主要在在评价范围内的路旁杂草灌丛中活动；后者包括翠青蛇、乌梢蛇、王锦蛇、玉斑锦蛇、黑眉晨蛇等，主要在拟建通航建筑物工程靠近水域的林地、灌丛内活动。工程施工期临时及永久占地将占用其部分生境，迫使其寻找替代生境生活，但评价区内及其附近还有大面积的相似生境，可以供这些两栖和爬行动物转移。施工活动结束后，临时占地区域植被的恢复，临时占地处的两栖类和爬行类生存环境将会逐步得到恢复。

人类活动对两栖类的影响主要是人为捕杀，两栖类中一些种类有较高的经济价值，如沼水蛙、花臭蛙、泽陆蛙等，若施工人员对其进行捕杀将会造成部分个体死亡，但这种影响可通过宣传教育等措施加以避免。与两栖类类似，爬行类中也有一些种类经济价值较高，可能遭到施工人员的捕杀，如中华鳖、王锦蛇、黑眉晨蛇和乌梢蛇等。这种影响可通过宣传教育等方式加以避免。

除此之外施工噪声、震动、扬尘和施工人员产生的生活垃圾等也会对其造成一定不利影响，但其影响程度不大。

b) 对鸟类的影响

鸟类善于飞翔，其特点是感官敏锐、迁移能力强，同时其生活类型也多种多样，有生活于水域中或水域附近的游禽及涉禽，生活于林中的猛禽、攀禽和鸣禽，生活于灌丛灌草丛或农田中的陆禽等。工程施工期对其影响主要有：施工噪声、震动对其的驱赶，扬尘对其生境的污染，施工废水及生活污水对其生境的污染，人类活动对其的影响，占地、生活垃圾对其的影响等。由于施工区域利用已有建筑设施等，区域人为活动干扰较大，鸟类适宜生境较少，因此工程施工对鸟类影响有限。

鸟类的感官非常灵敏，对噪声和震动反应较为敏感。施工期间挖掘机、推土机和混凝土生产机等的机械噪声、装卸汽车、载重汽车在运输和装卸过程中产生的噪声将对鸟类产生一定影响。其中施工机械和运输车辆产生的噪声持续时间较长，将使得声源附近栖息的鸟类迁移到影响范围以外生活；由于鸟类的迁移能力强，评价区内鸟类适宜生境较多，且噪声影响是暂时的，随着施工的结束而消失，因此，在

做好科学合理的施工进度安排，采取适当的保护措施的前提下，噪声对鸟类的影响不大。

砂石料加工系统和混凝土拌和系统产生的粉尘、运输车辆在运输过程中产生的扬尘、汽车尾气、水泥等运输产生的粉尘、土石方开挖产生的粉尘等将对工程影响区造成一定的污染，受污染地区将不适合鸟类生存，在此生存的鸟类会迁移他处，但这种影响是暂时的，可逆的，随着施工的结束而消失。

鸟类中的湿地鸟类即游禽和涉禽依赖水域而生存，傍水型鸟类对水也有一定依赖性，在水边生活。施工产生的废水及施工人员的生活污水若不经处理排入水中，将劣化水质，污染这些鸟类的生境，导致其无法在原生境中生存从而迁移他处或生长发育不良。这些影响可以通过适当的措施加以避免和消减，且随着施工的结束，影响将逐步消失，这些鸟类可以回到原栖息地继续生活。

鸟类的视觉极其敏锐，施工期由于进驻的施工人员人数较多，施工人员的活动将对鸟类造成一定驱赶作用，但与噪声的影响类似，由于评价区内鸟类适宜生境较多，且影响是暂时的，这种影响不大。另外，鸟类中部分种类经济价值较高，如环颈雉、山斑鸠、珠颈斑鸠、灰胸竹鸡等，可能会遭到施工人员的捕杀而导致个体死亡，但这种影响是暂时的而且可通过相应的保护措施加以避免。

施工期间工程永久及临时占地区域人为干扰较为明显，鸟类适宜生境较少，因此工程施工占地对区域鸟类影响较小。

c) 对兽类的影响

兽类感官非常敏锐、迁移能力较强，对人类活动的敏感程度较鸟类更甚。其生活类型也是多种多样，有筑巢于地下但主要在地面觅食的半地下生活型，主要在地面觅食活动的地面生活型，活动于林中的树栖型和在人类居民点或岩洞中生活的岩洞栖息型等。工程施工期对其影响主要有：施工噪声、震动对其的驱赶，生活垃圾对其觅食和分布的影响，人类活动对其的影响，占地、扬尘、施工废水和生活污水对其的影响等。与对鸟类影响类似，施工区域利用已有建筑设施等，区域人为活动干扰较大，兽类适宜生境较少，因此工程施工对兽类影响有限。

与鸟类类似，兽类的感官也非常敏锐，其中对噪声、震动非常敏感，但由于除傍人生活的种类，如鼠类外，大多数种类对人类活动非常敏感，栖息地远离人类活

动区域，且相当一部分种类为夜行性，噪声和震动对其影响主要为限制其活动范围，使部分种类觅食时不敢靠近施工区域，其影响较鸟类小。施工结束后，这些影响将消失。

施工过程中施工人员产生的生活垃圾若不经处理随意丢弃，将会招引鼠类及昆虫类。一方面，鼠类聚集，对其分布格局产生一定影响；另一方面，昆虫的增多会吸引其捕食者如蛙类等，从而使捕食蛙类的蛇类等也向生活垃圾丢弃处集中，蛇类同时也是鼠类的捕食者。这些因素综合起来会导致鼠类数量和分布格局的改变，同时鼠类的聚集也会导致传染病的传播，危害施工人员及当地居民健康。

多数兽类的听觉、视觉或嗅觉较为敏锐，对人类的活动较为敏感，施工期施工人员大量进驻将对区域内兽类的数量和种类组成造成一定影响，一方面，对傍人生活的兽类，如鼠科和部分鼬科兽类等，提供了食物来源和庇护所，使这些兽类数量增多；另一方面，其他兽类，其中特别是树栖型和地面生活型的种类如松鼠科、猪科和猫科种类等惧怕人类，将造成施工区域内及周边这些种类数量减少或消失。另外，评价区中分布的兽类中，华南兔、中华竹鼠、鼬獾、野猪和豹猫等食用价值或经济价值较高，若不进行有效管理可能遭到施工人员的捕杀，这类影响也是暂时的，施工结束后影响将消失。

另外扬尘、施工废水和施工人员的生活污水对兽类也有一定影响但较不明显。

6.1.2.2　运行期

龙滩水电站通航建筑物专项工程属非污染生态建设项目，工程对陆生生态的不利影响主要发生在工程施工期间。工程运行期，对陆生生态的不利影响较小，主要体现在往来船舶航运量的增加对沿岸野生动物产生噪声等惊扰影响，通航后航运量的增加，人为干扰程度增大。目前龙滩水电站过坝运输量为 300 万 t，根据《红水河通航标准研究报告》的预测成果，红水河水路运输量约三分之二将通过龙滩。至 2025 年，龙滩枢纽过坝运输量需求为 1500 万 t，其中上行 500 万 t，下行 1000 万 t。

龙滩水电站通航建筑物工程运行后，大量货船及游船往来，龙滩水库库区江段船舶数量将显著增加，特别是船舶鸣笛声，对野生动物的驱赶作用相对较强，可能对两岸的部分野生动物产生惊扰影响，尤其是通航初期影响可能较大，进而可能影响部分野生动物的分布和活动范围。根据航运和海事管理部门对通航船只应配置集

污舱的要求，通航后对傍水生活的野生动物的影响可控。

6.1.2.3　对国家重点保护野生动物的影响

根据区域已发表的相关著作、文献和走访调查发现，评价区有国家级重点保护野生动物 11 种，即黑冠鹃隼、黑鸢、雀鹰、蛇雕、斑头鸺鹠、领鸺鹠、褐林鸮、红隼、画眉、红嘴相思鸟和豹猫，均为国家二级。工程的施工和运营会带来一定程度的生态环境的扰动和生境的占用，从而对这些重点保护野生动物产生一定的影响。以下重点分析对国家重点保护野生动物的影响。具体影响分析见下表 6.1.2-1。

表 6.1.2-1　拟建工程对评价区内国家重点保护野生动物的影响

中文名、拉丁名	保护级别	分布	野生动物影响	
			施工期	运行期
黑冠鹃隼 *Avicedaleuphotes*	国家二级	主要分布于评价区两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布，如麻村石料厂附近等。	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，从而影响保护动物的栖息，但这些鸟类和兽类性甚机警，活动范围较大，在环境受到干扰时会迅速迁移到其他相同或相似生境中，工程对其影响较小。	工程占地使其栖息地受到一定面积的损失；通航量的增加，船舶鸣笛等噪声会对对鸟类和兽类有一定的驱赶影响，但鸟类和兽类活动范围较大，迁移能力强，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。
黑鸢 *Milvus migrans*	国家二级	主要分布于评价区两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布，如龙滩沟弃渣场附近等。		
雀鹰 *Accipiter nisus*	国家二级	主要分布于评价区河流两侧山体和林缘、灌丛、河谷等生境分布，如龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
蛇雕 *Spilornischeela*	国家二级	要分布于评价区河流两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布，如龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
红隼 *Falco tinnunculus*	国家二级	主要分布于评价区两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布，如轮机加工厂附近等。		
斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*	国家二级	主要分布于评价区河流两岸山体的阔叶林和混交林等生境，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*	国家二级	主要分布于评价区的高草灌丛生境分布，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
褐林鸮 *Strixleptogrammica*	国家二级	主要分布于评价区河流两岸山体的阔叶林和混交林等生境，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		

表 6.1.2-1(续)

中文名、拉丁名	保护级别	分布	野生动物影响	
			施工期	运行期
画眉 *Garrulaxcanorus*	国家二级	主要分布于评价区的高草灌丛生境分布，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*	国家二级	主要分布于评价区的高草灌丛生境分布，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
豹猫 *Prionailurusbengalensis*	国家二级	主要分布在评价区两侧山体阔叶林和混交林等生境。		

6.1.3 对水生生物的影响

6.1.3.1 施工期

龙滩水电站通航建筑物中的主要水工建筑物即升船机塔楼及闸首为 2 级建筑物，中间渠道明渠为 3 级建筑物、渡槽为 2 级建筑物，次要水工建筑物即上下游导航墙、靠船墩等为 3 级建筑物，此外下游引航道口门区需水下清挖作业。本工程围堰主要保护第二级升船机土建、承船厢金属结构及其电气设备安装、辅助闸室及下游引航道土建等施工。本工程尽量利用通航 500t 级建设方案已建围堰，减小围堰工程量。根据施工进度安排，围堰施工时段约 4 个月，1 月～3 月水位较低时段进行下部混凝土施工，4 月进行上部混凝土施工。

a) 对浮游生物的影响

本工程施工采取枯水期围堰挡水，原河床泄流导流方式。施工期围堰施工，不仅直接扰动河道及其边坡，导致河流水体悬浮物增加，水体透明度下降，光照强度下降，溶解氧降低。光照强度下降会抑制浮游植物的细胞分裂和生长，降低浮游植物的生物量和库区的初级生产力，悬浮物含量增多会使浮游动物食物过滤系统和消化器官堵塞，大量的悬浮颗粒黏附在动物的体表，干扰其正常的生理功能。施工期内，浮游生物的密度和生物量会有一定程度的降低。

根据预测，清挖作业时，扩散至 276m 时，SS 增量降至 10mg/L。清挖工程施工当中清挖土质、运输和抛填过程中水体扰动、破坏水生生物(特别是底栖生物)的栖息地，改变底质的地形条件。施工使水中的悬浮泥沙及其他污染物质增加引起水浑浊，使部分小型水生动物窒息，对仔、稚幼鱼的生长发育影响较大；导致水透光性降低，浮游植物的光和作用受影响，降低初、低级生产力，从而影响食物链。

炸礁工程实施水下炸礁时，会在瞬间产生高温高压的气体，随后产生强大的冲击波。这种冲击波会使周围产生瞬时的高压，并以波动的形式向外传播，对波及到生物产生瞬时高压，造成生物体的伤亡。根据预测，炸礁后 30min 最大影响范围 7500m^2，范围内的浮游生物都会有一定的损失。

b) 对底栖动物的影响

围堰施工等工程直接占压河床底质，导致围堰区域底栖动物损失。同时涉水工程会导致水质混浊，施工点下游局部底质沉积物增加，影响到附近水域底栖动物的呼吸、摄食等生命活动，不利于底栖动物的繁衍，现存量会下降。

清挖工程施工当中清挖土质过程中水体扰动破坏底栖生物的栖息地，改变底质的地形条件。施工使水中的悬浮泥沙及其他污染物质增加引起水浑浊，使部分小型水生动物窒息，对仔、稚幼鱼的生长发育影响较大；导致水透光性降低，浮游植物的光和作用受影响，降低初、低级生产力，从而影响食物链。

炸礁工程实施水下炸礁时，会在瞬间产生高温高压的气体，随后产生强大的冲击波。这种冲击波会使周围产生瞬时的高压，并以波动的形式向外传播，对波及到生物产生瞬时高压，造成生物体的伤亡。另外，水下爆炸会在周围边界反射产生多途效应所构成声场，引起生物体疲劳损伤(如耳膜破裂、脏器出血等现象)，导致生物体伤亡。渔业资源的实际影响面积是以爆破点为中心，以影响距离为半径，向外的一个圆形面积。根据预测，炸礁后 30min 最大影响范围 7500m^2，范围内的底栖动物都会有一定的损失。

c) 对鱼类资源的影响

1) 围堰工程

围堰施工期间人员、机械、车辆产生的噪音将迫使鱼类往上下河段迁移，生存空间减小。另外，工程对渔业资源的影响还表现在施工期间形成的底层悬浮物高浓度扩散场，悬浮物颗粒将直接对鱼类仔幼体造成伤害，影响胚胎发育，堵塞生物的呼吸器官使其窒息死亡。另外，工程造成的浮游生物和底栖生物的损失，也会影响以浮游生物和底栖生物为饵料的鱼类的摄食。本工程施工期不占用鱼类三场，对鱼类繁殖的影响很小。施工期本工程采用在下游引航道出口预留岩坎上修建围堰的导流方式，由主河床泄流，施工期对鱼类洄游的阻隔影响较小。

2) 清挖工程

清挖工程施工当中清挖土质过程中水体扰动破坏鱼类的栖息地，改变底质的地

形条件，底栖生境。施工使水中的悬浮泥沙及其他污染物质增加引起水浑浊，使部分小型水生动物窒息，对仔、稚幼鱼的生长发育影响较大。悬浊物浓度急剧升高，将影响到鱼类的分布、摄食等，造成工程水域鱼类的分布发生改变。清挖施工造成悬浮物增加，在一定程度上影响到浮游植物的光合作用，造成浮游植物初级生产力阶段性减少，浮游植物生物量出现降低，也会对以浮游植物为食的浮游动物种类、数量造成影响；施工区域底质的破坏会造成底栖动物生物量的损失。然而浮游生物、底栖动物生物量的减少将造成鱼类饵料食源的减少，从而影响施工水域的鱼类种类组成和数量。根据预测，清挖作业时，扩散至 276m 时，SS 增量降至鱼类基本可接受的 10mg/L。

3) 炸礁工程

炸礁工程实施水下炸礁时，会在瞬间产生高温高压的气体，随后产生强大的冲击波。这种冲击波会使周围产生瞬时的高压，并以波动的形式向外传播，对波及到生物产生瞬时高压，造成生物体的伤亡。另外，水下爆炸会在周围边界反射产生多途效应所构成声场，引起鱼体疲劳损伤(如耳膜破裂、脏器出血等现象)，导致生物体伤亡。渔业资源的实际影响面积是以爆破点为中心，以影响距离为半径，向外的一个圆形面积。根据预测，炸礁后 30min 最大影响范围 7500m^2。参考韩雪慧等(2008 年)对长江铜锣峡航道整治工程爆破现场进行的监测及鱼卵损伤实验，爆破点 300m 距离以外对鱼类影响已经可以有效降低。炸礁工程对鱼类的影响主要集中在炸礁区 300m 范围内。

d) 水下施工生物损失量估算

本工程施工期对水生生物的影响主要来自于围堰修筑、下游引航道炸礁点炸礁和水下清挖 3 个方面。根据预测结果，围堰修筑悬浮物扩散至下游约 60m 处浓度可达到《地表水资源质量标准》(SL63-94)中三级标准要求(30mg/L)；下游引航道炸礁点炸礁后，超出《国家渔业水质标准》(GB11607-89)水生生物可允许人为造成的 SS 浓度增量(10mg/L)的范围分别是：炸礁后 10min 影响范围 5915m^2、炸礁后 30min 影响范围 7500m^2、炸礁后 40min 影响范围 6700m^2；清挖作业时，扩散至 276m 时，SS 增量降至 10mg/L，满足《国家渔业水质标准》(GB11607-89)，超标影响范围 11303m^2。水下清挖对水生生物的影响计算参考《农业部办公厅关于印发建设项目对国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告编制指南的通知》中附录 5(污染物扩散范围内的保护区水生生物资源损害评估)的计算方法。水深按 4m、鱼类密度按

照 0.2ind/m^3 计算。经计算，水下清挖及围堰对水生生物的损失量为 6859.03kg。

表 6.1.3-1　水下清挖及围堰对水生生物的损失量预测表

类别	生物资源密度	污染物浓度增量区面积(m^2)	水深(m)	生物资源损失率	污染物浓度增量影响的持续周期数(天)	损失量(kg)
浮游植物	0.505	12974	4	1	15	393.11
浮游动物	0.14	12974	4	1	15	108.98
底栖动物	1.33	12974		0.5	15	129.42
鱼类	0.2	12974	4	0.2	15	6227.52
合计						6859.03

水下施工爆破对水生生物的影响计算参考《农业部办公厅关于印发建设项目对国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告编制指南的通知》中附录 6(水下爆破对保护区水生生物资源损害评估)的计算方法。经计算，水下爆破对水生生物的损失量为 3965kg。

表 6.1.3-2　水下爆破对水生生物的损失量预测表

	生物资源密度	污染物浓度增量区面积(m^2)	水深(m)	生物资源损失率	爆破影响周期数(天)	损失量(kg)
浮游植物	0.505	7500	4	1	15	227.25
浮游动物	0.14	7500	4	1	15	63.00
底栖动物	1.33	7500		0.5	15	74.81
鱼类	0.2	7500	4	0.2	15	3600.00
合计						3965.06

6.1.3.2　运行期

龙滩水电站 1000t 级通航建筑物具有提升高度大、提升荷载大、上下游水位变幅大、下游水位变率快及运行控制要求高的特点。工程本身正常运行过程中并不产生污染物或对周边环境产生破坏，因此工程运行对区域水生生态产生的直接干扰和影响不大。

a) 对浮游生物的影响

随着通航建筑物的运行和通航能力显著提高，相应航运业的发展带动区域社会经济的发展，可能导致坝下水域污染负荷增加，为浮游植物的增长输入营养盐类，

从而促进浮游植物生物量的增加，浮游植物生物量的增加也会导致浮游动物现存量增加。

b) 对底栖动物的影响

通航建筑物的运行通过带动区域发展间接影响浮游生物增长，可能有利于底栖动物的增加，特别是适宜静水生境的种类的增加；另一方面，航运发展和船舶运行的对岩滩库尾江段的扰动，可能也不利于岩滩库尾残存的适应流水生境的底栖动物种群生存。

c) 对鱼类资源的影响

① 航运量增加对鱼类资源的影响

根据《红水河通航标准研究报告》的预测成果，红水河水路运输量约三分之二将通过龙滩。至 2025 年，龙滩枢纽过坝运输量需求为 1500 万 t，其中上行 500 万 t，下行 1000 万 t。通航建筑物运行后，坝下船舶通行等级由 500t 级升级为 1000t 级。

考虑坝下船舶航行来往频次可能更高，坝下船舶运行可能对适应坝下流水生境的鱼类栖息形成扰动，船舶螺旋桨运行可能加剧对鱼类的损伤。但是考虑到在龙滩坝下的主要是四须盘鮈、东方墨头鱼、卷口鱼等小型底栖鱼类，航运量增加对鱼类的影响不大。

评价区的鱼类中，有国家二级保护鱼类斑鳠和被列入《中国生物多样性红色名录》的日本鳗鲡(濒危)、暗色唇鲮(易危)、长鳍光唇鱼(易危)。除日本鳗鲡近年来难以捕获，其它 3 种鱼类种群数量在评价区内趋于减少，但是在龙滩坝下天峨二桥附近仍有一定资源量，水生生态现状现场调查阶段均有捕获。本工程对这 3 种鱼类的影响也是航运量增加的潜在影响，总体来说影响不大。

②“小生境”减少对鱼类资源的影响

工程实施后，清挖、炸礁工程河道环境将发生变化，清挖、炸礁工程将使所局部河床地形和底质发生变化。河道环境变化的另外一个直接后果就是一些原有的小生境消失。工程竣工后，将使清挖、炸礁工程河段河道地形以及水文状况趋同化，其必然使一些富于特点的小生境消失。鱼类潜在的产卵、索饵生境会有所减少。

d) 对鱼类重要生境的影响

龙滩水电站 1000t 级通航建筑物具有提升高度大、提升荷载大、上下游水位变幅大、下游水位变率快及运行控制要求高的特点。

经现场调查和收集天峨县畜牧水产局历史调查成果，红水河天峨四桥附近有 1 处小规模产粘砾石性鱼类产卵场，自天峨四桥起至下游河段，长度约为 900m。主要产卵鱼类为四须盘鮈、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、斑鳠等。通航过程中对下游水位的影响微乎其微，对湿地生态系统的影响有限。此外，考虑坝下船舶航行来往频次可能较高，坝下船舶运行可能对在该产卵场繁殖的鱼类形成扰动，船舶螺旋桨运行也可能加剧对鱼类的损伤。运行期本工程没有新增拦河建筑物，对鱼类的洄游基本没有影响。

e) 与龙滩水电站运行的累积影响

根据第五章分析结果，龙滩水电站运行对水生生态的主要不利影响体现在对上下游洄游鱼类的阻隔、库区及坝下水文情势对鱼类生境的影响、水温变化对鱼类的影响方面。

根据水文情势分析结果，本工程运行不改变龙滩水利枢纽水库水位及其运行方式，水库正常蓄水位、死水位、总库容、调节库容均保持不变。因此，本工程建设不改变现状水文情势，基本维持龙滩水电站建库后现状。运行基本不改变龙滩坝下水位、水温和流量。通航建筑物营运后对坝下径流影响甚微。本项目建设未改变现状枢纽处过水断面宽度，项目建成后，红水河整体流态与建设前基本相似，主流位置没有改变，因此，通航建筑物的建设对红水河整体河势没有明显不利影响。因此对坝下水生生物的分布基本也没有影响。

总体来说，本工程在原有龙滩水电站的基础上没有新增阻隔影响。基本不改变龙滩水电站的运行方式、水温和坝下水文情势。工程和龙滩水电站运行对水生生物的累积影响不大。但考虑到工程运行后，坝下船舶航行来往频次可能较高，对水生生物的扰动可能进一步加剧。

6.1.4 对生态敏感区的影响

龙滩大峡谷国家森林公园位于龙滩水利枢纽坝址下游约 5km 处，距离本工程麻村砂石加工系统下游约 580m。砂石加工系统总需水量 600m³/h，由麻村砂石系统供水系统供应。为符合国家有关环保要求，本工程采用高效一体化污水净化法对砂石加工产生的废水进行处理，处理后回收的清水被循环利用。工程施工期产生的废水不会对下游的龙滩大峡谷国家森林公园产生影响。工程运行对龙滩大峡谷国家森林公园的影响很小。

6.1.5 对土地利用类型和景观生态质量体系的影响

本工程综合加工厂、砂石加工系统、混凝土系统、施工营地、龙滩沟渣场、麻村料场、临时施工道路等属于临时用地，总占地面积 57.00 万 m^2，位于原征地红线范围内，且龙滩水电站工程前期建设阶段，原主干道路及建筑物布置区域已完成永久征地手续，通航建筑物施工无需再征地。工程建设和运行对土地利用类型和景观生态质量的影响很小。

6.2 水环境影响预测与评价

6.2.1 水文情势影响分析

龙滩水电站建库后，供水期多年月平均出库流量均大于入库流量，其中 4 月份增大流量最多，增加下游径流量约 10.56 亿 m^3；蓄水期多年月平均出库流量明显小于入库流量，其中 7 月份拦蓄量最大，蓄留水量可达到 25.66 亿 m^3。2007 年～2022 年，龙滩水库的多年平均入库流量为 1400m^3/s；多年平均出库流量 1350m^3/s，多年平均逐月入库、出库流量见表 6.2.1-1。2007 年～2022 年，龙滩入库和出库径流年内分配图见图 6.2.1。可知电站运行以来调峰填枯作用明显，对下游径流有较显著的调节作用。

表 6.2.1-1 龙滩入库出库多年平均月、年流量统计比较表 单位：m^3/s

项目	月份												年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
龙滩入库	805	736	892	960	1460	2530	2660	2060	1770	1180	925	814	1400
天峨出库	1130	982	1280	1410	1450	1690	1890	1680	1390	1060	1080	1120	1350

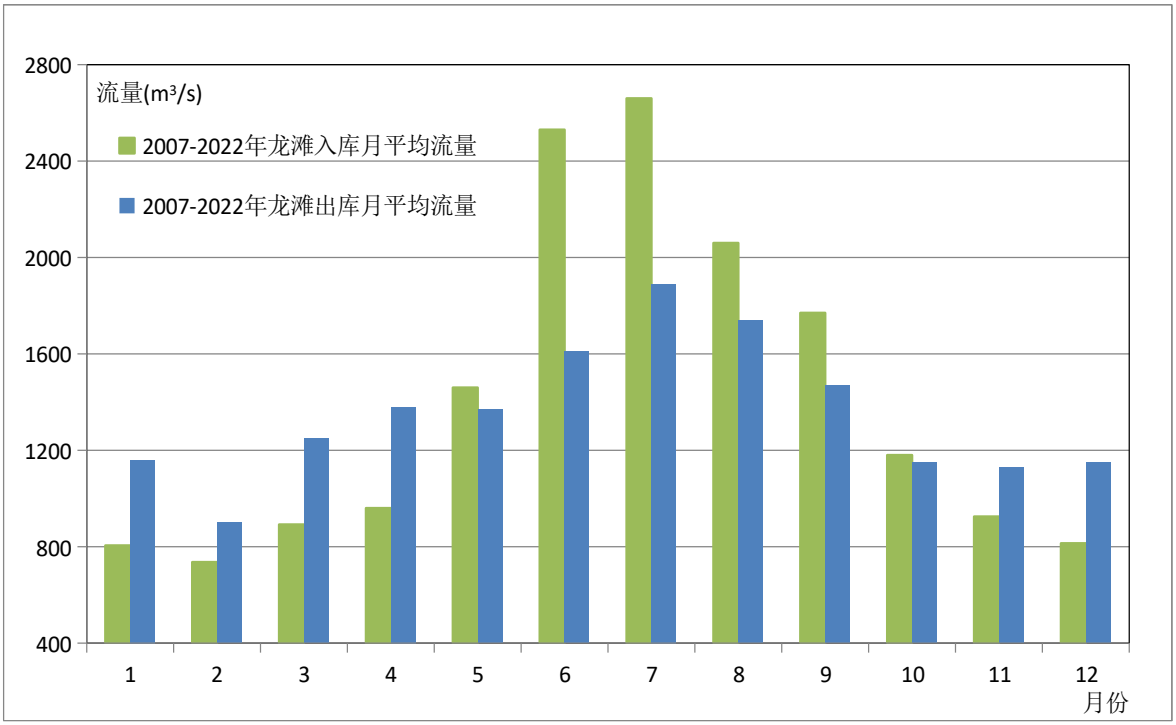


图 6.2.1　龙滩入库和出库径流年内分配图

2022 年，龙滩水电站逐月平均入库、出库流量见表 6.2.1-2。

表 6.2.1-2　龙滩水电站 2022 年逐月平均入库、出库流量　　单位：m^3/s

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
入库流量	1020.9	1342.7	1174.8	1273.2	2936.0	4074.5	2125.1	1483.1	921.7	567.0	536.0	770.0
出库流量	1024.9	1106.7	1869.8	1561.7	2279.6	2981.9	2140.6	1210.8	885.7	569.0	753.0	832.0

本工程为通航建筑物工程，项目所在区域库区已形成，本次通航建筑物工程没有改变龙滩水利枢纽水库水位及其运行方式，水库正常蓄水位、死水位、总库容、调节库容均保持不变。因此，本工程建设不改变现状水文情势，基本维持龙滩水电站建库后现状。

a) 径流

龙滩水电站正常蓄水位 375m，20～10 年一遇洪水时水位维持在 375m，因此通航建筑物上游最高通航水位采用 375m，相应下游最高通航水位为 232.33m；上游最低通航水位 336.5m，下游最低通航水位与下游岩滩死水位完全衔接，为 219.0m。

根据本项目设计资料，乘船厢净空 73.0m×12.2m×3.5m(长×宽×水深)，船舶吃水深度 2.4m，因此由乘船厢运输产生的上、下游最大交换水量为 2137.44m^3，该部分

水量经乘船厢与船舶一同从坝上运送至坝下后，上行时将再次由乘船厢运送回坝上；此外，龙滩水电站坝下与岩滩库尾衔接，因此通航建筑物运行基本不改变龙滩坝下水位和流量。通航建筑物营运后对坝下径流影响甚微。

b) 流态

本项目建设未改变现状枢纽处过水断面宽度，项目建成后，红水河整体流态与建设前基本相似，主流位置没有改变，因此，通航建筑物的建设对红水河整体河势没有明显不利影响。

6.2.2 施工期地表水环境影响分析

本项目施工期废污水包括施工生产废水(主要为混凝土拌和系统冲洗废水和砂石加工系统废水)、含油废水、基坑排水和生活污水。其中，排放量较大的是基坑排水，如直接排放，会增加水体中的悬浮物浓度。此外，水下施工也会造成局部水体中的悬浮物浓度增加。

6.2.2.1 基坑排水

本工程基坑排水主要为经常性排水，包括降雨积水、施工弃水、基坑渗水等，由于基坑较小，岸坡及堰基渗水较小，可忽略不计。本项目施工期基坑排水总量约 13.6 万 m^3，最大抽水强度 593m^3/h，日均最大抽水强度 8302m^3/d(按工作时长 14h 计)。

基坑排水主要污染物为悬浮物，废水排放时间较短，排放量相对较大，而其所在位置较低，场地狭窄，很难对其进行收集和处理。根据国内有关水利工程项目对基坑排水的处理经验，基坑排水一般不采用设施处理，仅向基坑中投加絮凝剂，让坑水静置沉淀 2h 后再排放，剩余污泥定期人工清除。这种基坑排水处理技术措施合理有效，经济节约，可解决实际中发生基坑水问题。该方案中仅仅定期投加絮凝剂，而没有其它的基建投资。为了保证其上层清液中悬浮物和 pH 浓度不影响处理效果，在抽水时控制水泵的深度，保持水泵在上层清液部分；控制投药量，保证出水水质。基坑排水处理后，出水达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中相关回用标准后回用于洒水降尘和绿化等。龙滩水电站一期工程建设完成，通过各项水土保持措施进行复绿和迹地恢复后，生态绿化面积达 74.5 万 m^2，绿化浇灌用水定额取 0.015m^3/m^2·d，则绿化用水量 11175m^3/d。因此，基坑排水经处理后可全部回用。

6.2.2.2　砂石系统生产废水

升船机工程砂石加工废水主要来自麻村砂石加工系统的骨料冲洗和降尘用水，主要污染物为 SS。砂石加工系统生产能力为 300t/h，砂石料生产用水量为 2m^3/t。以物料含水、蒸发和渗漏等水量损失占生产用水的 10%、剩余生产用水作为生产废水排放，麻村砂石加工系统生产废水产生量为 540m^3/h。砂石加工系统交接班时对加工系统进行冲洗会产生少量废水，排放量约 10m^3/d。考虑废水处理系统的调节能力，麻村砂石加工系统砂石加工废水设计处理规模取 540m^3/h。砂石加工废水经沉淀净化处理后回用于本系统，不外排，对地表水水体水质影响很小。

6.2.2.3　混凝土冲洗废水

升船机工程的混凝土生产系统布置在龙滩一期已建工程原右岸高程 360m 混凝土系统场地。混凝土生产废水主要为混凝土系统冲洗过程中产生的废水，仅在交接班时对混凝土拌和楼进行的清洗时产生。混凝土生产废水的主要污染物为 pH、SS。混凝土生产废水排放呈间歇、瞬时性，与混凝土系统的冲洗范围与程度有关，以混凝土系统每班末冲洗排放时间为 10min，冲洗流量取 0.1m^3/s，则混凝土系统每班末混凝土生产废水产生量为 60m^3，处理规模量为 180m^3/d。混凝土废水经絮凝沉淀处理后回用于本系统，不外排，对地表水水体水质影响很小。

6.2.2.4　含油废水

本项目设有一处机修厂，用于施工机械设备停放及进行小修和正常保养。根据前文估算，施工期机械冲洗废水排放量为 7.2m^3/d，主要污染物为悬浮物及石油类，一般石油类浓度约为 20mg/L、悬浮物浓度约为 1000mg/L。此类废水排放量较小，机修厂设置含油废水处理系统，含油废水经隔油沉淀处理后回用于施工场地洒水降尘，不外排，对地表水水体水质影响很小。

6.2.2.5　生活污水

本项目设置一处施工营地，高峰期生活污水排放量约为 120m^3/d，生活污水主要污染物为 COD、BOD_5 和氨氮，浓度分别可达到 300mg/L、200 mg/L 和 30 mg/L。施工营地内设置一体化生活污水处理设备，生活污水经处理达《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中绿化标准后回用于绿化。生活污水对地表水环境的影响很小。

6.2.2.6　水下施工影响

项目水下施工主要为水下炸礁爆破及清挖，主要发生在下游引航道。

a) 水下爆破影响

水下爆破采用钻孔爆破，通常工艺流程为打孔、装药、起爆、清除，一次起爆药量约为 8～12kg。本项目采用环保型乳化炸药，该类型炸药已普遍使用于国内大中型水利水电工程项目中，其组分不含有毒成分，且爆炸后主要产生二氧化碳、二氧化氮、五氧化氮等无毒气体，不产生固体废物。

水下炸礁时，对周边水体可能产生振动影响，但是影响时间较短。水下炸礁后，局部会形成较顺畅的航道面，对过流面积可能造成轻微增大，但是增加幅度很小。

水下爆破产生悬浮物是瞬时的，悬浮物将顺流漂移，并不断扩散和沉降。根据估算，水下爆破在较急促时间内产生悬浮物约 2650kg。

预测模型采用二维稳态混合模型(岸边排放)，对水下爆破所带来的影响进行预测。采用模型见下式：

$$C(x,y) = C_h + \frac{C_p Q_p}{H(\pi M_y x u)^{1/2}} \left\{ \exp\left(-\frac{uy^2}{4M_y x}\right) + \exp\left[-\frac{u(2B-y)^2}{4M_Y x}\right] \right\}$$

式中：x，y—纵向、横向计算点距离，m；

u—平均流速，m/s；

H—平均水深，m；

B—河流平均宽度，m；

C_h—河流污染物浓度，mg/L；

C_p—废水中污染物浓度，mg/L；

Q_p—废水流量，m^3/s；

M_y—横向扩散系数，m^2/s。

My 采用 Taylor 法估算：

$$M_y = (0.058H + 0.0065B)\sqrt{gHI}$$

式中：g—重力加速度，m^2/s；

I—坡降。

各流域断面河宽、水深、流速、河流坡降等参数值见下表。

表 6.2.2-1　预测模型参数选取值

流域	Q	C_E* Q_E	Ch	u	H	B	I	π
	m^3/s	g/s	mg/L	m/s	m	m	‰	/
红水河	1088	——	4	0.80	8	170	0.13	3.14

项目涉及水下爆破的施工区主要为下游引航道，本评价选取最不利的枯水期，流速约 0.8m/s，分析爆破悬浮物影响见表 6.2.2-2。

表 6.2.2-2　炸礁产生 SS 贡献值范围

浓度 mg/L	爆破后时间					
	爆破后 10min		爆破后 30min		爆破后 40min	
	影响面积 m^2	纵向距炸礁点 m	影响面积 m^2	纵向距炸礁点 m	影响面积 m^2	纵向距炸礁点 m
＞40	436	256				
30～40	967	270				
20～30	1862	281	2471	767		
10～20	2650	298	5030	803	6700	1030
合计	5915		7500		6700	

根据以上预测结果，下游引航道炸礁点炸礁后，超出《国家渔业水质标准》(GB11607-89)水生生物可允许人为造成的 SS 浓度增量(10mg/L)的范围分别是：炸礁后 10min 影响范围 5915m^2、炸礁后 30min 影响范围 7500m^2、炸礁后 40min 影响范围 6700m^2。超出《地表水资源质量标准》(SL63-94)中三级标准范围为：炸礁后 10min 影响面积 3265m^2、炸礁后 30min 影响面积 2471m^2。

b) 水下清挖

本工程水下清挖采用 2m^3 梅花挖石抓斗进行水下作业，源强为 10.14t/h(折合 2.8kg/s)。清挖过程搅动水体产生的悬浮物泥沙量与清挖土质、作业现场水流、底质粒径分布有关。水下清挖将造成局部河段水域悬浮物浓度增加，对局部水环境、水生生态环境产生一定的不利影响。

挖泥船施工时基本上是定点作业，悬浮物的扩散机理类似于连续点源扩散。施工时由于铲头的扰动造成底泥悬浮并随流扩散，在施工区水域形成条状浑浊水体。

通过类比以往航道维护疏浚现场实际监测资料，在抓斗或铲头作业点附近，底层水体中悬浮物含量在 300～400mg/L 之间，表层水体中悬浮物含量在 100～180mg/L 之间。在施工期的水文条件下，悬浮物沉降速度较快，影响范围较小。主要原因是抓斗式作业船开挖的河床底质主要卵石，泥砂粒径大，悬砂量小，且易于沉降，加之施工作业开挖量不大，因此产生的悬浮物总量较小。铲斗式、绞吸式作业船开挖的河床底质为石块、重粘土等，产生的悬浮物总量更小。

1) 预测模型

采用平面二维数学模型进行预测：

$$c(x,y) = c_h + \frac{c_E Q_E}{H\sqrt{\pi M_y x u}}\left\{exp\left(-\frac{uy^2}{4M_y x}\right) + exp\left[-\frac{u(2B-y)^2}{4M_y x}\right]\right\}$$

2) 典型断面悬浮物预测参数

c_p：废水的污染物排放浓度。

Q_p：废水排放量采用运行期高峰期的最大废水排放量。根据同类工程的施工特征，废水日排放时间约为 8h。

H：采砂区下游河段多年平均流量时河流平均深度。

K：根据《导则》取值，$K_1 = K_1^{'} + (0.11 + 54I)u / H$；悬浮物混合衰减预测中不考虑沉降作用。

u：采砂区下游河段处多年平均流量所对应的平均流速。

M_y：根据《导则》取值，$M_y = (0.058H + 0.0065B)\sqrt{gHI}$。

参数选择：

流域均选取枯水期平均流量来作分析。

通过上述方法预测下游引航道清挖作业的悬浮物影响，预测结果见表 6.2.2-3。

表 6.2.2-3　引航道清挖结果预测

浓度 mg/L	影响面积 m^2	与清挖点的距离 m
＞20	171	
10～20	11303	276
合计	11474	

根据预测结果，清挖作业时，扩散至 276m 时，SS 增量降至 10mg/L，满足《国家渔业水质标准》(GB11607-89)，超标影响范围 11303m^2。

3) 围堰修筑影响

根据项目施工组织方案，本项目施工导流围堰过程将在一定程度上扰动河床，短期内将对下游局部河段造成悬浮物扩散影响。

根据类似工程施工情况，围堰修筑过程中产生的悬浮物浓度一般在 1500～2000mg/L。经类比百龙滩船闸扩能工程，悬浮物扩散至下游约 60m 处浓度可达到《地表水资源质量标准》(SL63-94)中三级标准要求(30mg/L)，影响范围较小，且该影响为短时施工影响，在围堰修筑施工完成后，该类影响即可消失。

6.2.2.7 与龙滩水电站一期工程施工期地表水实际影响类比分析

龙滩水电站一期工程建设期间，2006 年共设置 2 个地表水监测点，分别为红水河与布柳河汇合口上游 1000m 处和红水河天峨县自来水厂取水口上游 100m 处；2007～2008 年共设置 2 个地表水监测点，分别为龙滩水电站大坝内和大坝下游天峨水文站。

根据龙滩水电站一期工程建设期间环水保监理月报及年报，一期工程施工期间，以上地表水监测点位除总氮外，其他指标均可满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 III 类标准要求。

以龙滩水电站一期工程建设期间地表水监测数据做类比分析，本项目施工期间对地表水水质整体影响较小；水下施工对地表水水质将造成局部短期瞬时影响。

6.2.3 运行期地表水环境影响分析

龙滩水电站是一个以发电为主，兼具航运的水利枢纽工程，总库容 162.1 亿 m^3，正常蓄水位 375m(现状)，为年调节水库。本工程建设不改变龙滩水电站库区运行水位及运行方式，不改变现状水文情势，对龙滩电站库区及下游河段水文情势影响甚微。

本项目为通航建筑物工程，只供过往船只通行，不接收过往船舶的舱底油污水、生活污水和生活垃圾等。项目区运行期污水主要为通航区工作人员生活污水，影响因子主要为 COD、BOD_5 及氨氮。运行期通航区工作人员按 30 人计，用水量按 150L/(人·d)，生活污水排放量按用水量的 80%计，则生活污水排放量约为 3.6m^3/d，总排放量约为 1314t/a。污水中主要污染因子 COD、BOD_5 和氨氮浓度分别约为

300mg/L、200 mg/L 和 30mg/L，则 COD、BOD_5 和氨氮的产生量分别约为 0.39t/a、0.26t/a 和 0.04t/a。

未来通航建筑物管理区工作人员与现状龙滩电厂管理人员为同一班人马，因此生活污水依托龙滩水电站管理区现有的生活污水处理设备处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 排放标准最终回用于绿化。

6.2.4 对陇麻坡饮用水水源地的影响分析

本项目砂石加工系统和龙滩沟弃渣场涉及陇麻坡饮用水水源保护区准保护区。该系统和弃渣场为自龙滩水电站一期工程沿用至今，分别距二级保护区上游边界 0.4km 和 2.7km，分别距天峨县陇麻自来水厂取水口约 8km 和 10.3km。弃渣场严格采取各项水土保持措施，系统生产废水经处理后回用，禁止外排，对下游水源地的影响很小。

6.3 大气环境影响预测与分析

6.3.1 施工期大气环境影响分析

6.3.1.1 施工大气污染环节分析

根据工程施工特点，施工过程中产生的主要大气污染物是粉尘，其次是施工机械及运输车辆排放的少量燃油废气，主要发生在以下施工环节：

1) 推土机、挖掘机、铲土机、装载车、搅拌(站机)等机械作业处；

2) 砂石料加工厂、混凝土拌和楼在空气动力作用下起尘；

3) 汽车在运送土石方和砂石料过程中，由于振动和自然风力等因素引起的物料洒落起尘及道路二次扬尘；

4) 卡车自动卸料时产生的粉尘污染以及水泥拆包粉尘；

5) 施工陆域爆破扬尘；

6) 运输车辆及其它施工机械运行过程中排放少量燃油废气，主要污染因子为 SO_2、NO_x 和烃类等。

6.3.1.2 施工对大气环境的影响分析

本项目施工期产生的大气污染物均属于无组织排放，在时间及空间上均较零散，采用类比调查的方法进行分析：

1) 根据同类工程施工现场的实测资料，混凝土拌和站下风向 50m 处 TSP 浓度 8900μg/m^3；下风向 100m 处 TSP 浓度为 1650μg/m^3；下风向 150m 处 TSP 浓度满足

《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准(24h 值 300μg/m^3)。

2) 其他作业环节如场地平整、材料运输和堆存等施工作业产生的扬尘污染，在正常风况下，一般可控制在施工现场 50～100m 范围内，在此范围外符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。

3) 工程施工机械设备有铲车、推土机、挖泥船等，施工机械使用柴油和汽油，燃油排放的废气污染物主要为 SO_2、NO_x、CO、烃类等。由于主要施工作业均在岸边进行，施工作业又具有流动性和间歇性的特点，施工机械、施工船舶及运输车辆排放的有害气体将迅速扩散，对周围环境影响很小。

4) 本评价以龙滩水电站工程建设期间环境空气监测数据做类比分析，龙滩水电站建设期间共设置了 5 个环境空气监测点，分别位于大坝和厂房工区(11 万伏变电站处)、龙滩大桥桥头(1478 联营体生活区)、麻村砂石料生产区、八腊村大法坪屯和塘英生活区。根据施工期间的环境空气现状监测结果，各监测点的 SO_2、NO_2 和 PM_{10} 的日均浓度基本满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准限值，偶有 PM_{10} 超标现象，五日监测的超标率 20%～100%。总体而言，施工期间环境空气影响较小且短暂。监测数据见表 6.3.1-1。

表 6.3.1-1　龙滩水电站施工期环境空气质量监测结果统计表　　单位：mg/m^3

监测时间	监测点	监测项目	监测结果					浓度范围	五日平均浓度	超标率%
			第一日	第二日	第三日	第四日	第五日			
2003 年 12 月 08 日～12 日	大坝厂房施工区	SO_2	0.013	0.007	0.007	0.002d	0.005	0.002d-0.013	0.007	0
		NO_2	0.015	0.013	0.006	0.013	0.01	0.006-0.015	0.011	0
		PM_{10}	0.1	0.03	0.06	0.08	0.05	0.03-0.10	0.06	0
	1478 联营体生活区	SO_2	0.023	0.008	0.023	0.015	0.01	0.008-0.023	0.016	0
		NO_2	0.027	0.02	0.012	0.02	0.018	0.012-0.027	0.019	0
		PM_{10}	0.08	0.03	0.06	0.05	0.08	0.05-0.08	0.06	0
	麻村砂石料生产区	SO_2	0.002d	0.005	0.022	0.002d	0.01	0.002d-0.022	0.008	0
		NO_2	0.018	0.017	0.006	0.015	0.01	0.006-0.018	0.013	0
		PM_{10}	0.15	0.03	0.12	0.1	0.07	0.03-0.15	0.094	0
	大法坪砂石料生产区	SO_2	0.012	0.005	0.002d	0.005	0.006	0.002d-0.012	0.006	0
		NO_2	0.008	0.02	0.005	0.006	0.01	0.005-0.020	0.01	0
		PM_{10}	0.05	0.02	0.05	0.04	0.03	0.02-0.05	0.04	0
	塘英施工生活区	SO_2	0.019	0.015	0.007	0.005	0.01	0.005-0.019	0.011	0
		NO_2	0.01	0.01	0.014	0.005	0.01	0.005-0.014	0.01	0
		PM_{10}	0.22	0.03	0.06	0.12	0.1	0.03-0.22	0.11	20
2004 年 03 月 04 日～08 日	大坝厂房施工区	SO_2	0.015	0.006	0.002d	0.018	0.025	0.002d-0.025	0.013	0
		NO_2	0.013	0.015	0.019	0.017	0.016	0.013-0.019	0.016	0
		PM_{10}	0.16	0.19	0.21	0.23	0.18	0.16-0.23	0.19	100

表 6.3.1-1(续)

监测时间	监测点	监测项目	监测结果					浓度范围	五日平均浓度	超标率%
			第一日	第二日	第三日	第四日	第五日			
2004 年 03 月 04 日～08 日	龙滩大桥桥头(右岸)	SO_2	0.012	0.008	0.004	0.015	0.015	0.004-0.015	0.011	0
		NO_2	0.025	0.015	0.005	0.034	0.016	0.005-0.034	0.019	0
		PM_{10}	0.16	0.18	0.21	0.3	0.16	0.16-0.30	0.2	100
	麻村砂料生产区	SO_2	0.01	0.005	0.006	0.012	0.015	0.005-0.015	0.01	0
		NO_2	0.025	0.015	0.023	0.033	0.02	0.015-0.033	0.023	0
		PM_{10}	0.18	0.2	0.21	0.3	0.26	0.18-0.30	0.23	100
	大法坪砂料生产区	SO_2	0.015	0.009	0.004	0.013	0.019	0.004-0.019	0.012	0
		NO_2	0.005	0.01	0.001d	0.017	0.012	0.001d-0.017	0.009	0
		PM_{10}	0.2	0.17	0.21	0.26	0.25	0.17-0.26	0.22	100
	塘英施工生活办公区	SO_2	0.02	0.025	0.04	0.018	0.031	0.018-0.040	0.023	0
		NO_2	0.016	0.01	0.023	0.018	0.019	0.010-0.023	0.017	0
		PM_{10}	0.25	0.2	0.26	0.24	0.24	0.20-0.26	0.24	100
2004 年 06 月 06 日～10 日	大坝厂房施工区	SO_2	0.002d	0.002d	0.002d	0.002d	0.003	0.002d-0.003	0.002	0
		NO_2	0.005	0.004	0.011	0.013	0.005	0.005-0.013	0.008	0
		PM_{10}	0.09	0.07	0.08	0.09	0.13	0.07-0.13	0.09	0
	龙滩大桥桥头(右岸)	SO_2	0.004	0.05	0.004	0.006	0.01	0.003-0.010	0.006	0
		NO_2	0.009	0.01	0.01	0.011	0.019	0.009-0.019	0.012	0
		PM_{10}	0.08	0.1	0.12	0.13	0.14	0.08-0.14	0.11	0

表 6.3.1-1(续)

监测时间	监测点	监测项目	监测结果					浓度范围	五日平均浓度	超标率%
			第一日	第二日	第三日	第四日	第五日			
2004 年 06 月 06 日～10 日	麻村砂石料生产区	SO_2	0.002d	0.002d	0.002d	0.002d	0.007	0.002d-0.007	0.003	0
		NO_2	0.01	0.009	0.01	0.011	0.014	0.009-0.014	0.011	0
		PM_{10}	0.09	0.11	0.1	0.1	0.14	0.09-0.14	0.11	0
	大法坪砂石料生产区	SO_2	0.002d	0.002d	0.002d	0.002d	0.007	0.002d-0.007	0.003	0
		NO_2	0.003	0.005	0.003	0.012	0.008	0.003-0.012	0.006	0
		PM_{10}	0.08	0.06	0.07	0.09	0.15	0.06-0.15	0.09	0
	塘英施工生活办公区	SO_2	0.002d	0.002d	0.031	0.012	0.002d	0.002d-0.031	0.01	0
		NO_2	0.008	0.01	0.013	0.009	0.011	0.008-0.013	0.01	0
		PM_{10}	0.11	0.1	0.12	0.13	0.13	0.10-0.13	0.12	0
2004 年 09 月 01 日～05 日	大坝厂房施工区	SO_2	0.003	0.002d	0.003	0.003	0.002d	0.002--0.003	0.003	0
		NO_2	0.011	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003--0.011	0.005	0
		PM_{10}	0.07	0.06	0.09	0.06	0.05	0.05--0.09	0.07	0
	龙滩大桥桥头(左岸)	SO_2	0.003	0.002d	0.003	0.003	0.002d	0.002--0.003	0.003	0
		NO_2	0.013	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005--0.013	0.007	0
		PM_{10}	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05--0.06	0.05	0
	麻村砂石料生产区	SO_2	0.004	0.003	0.006	0.003	0.003	0.003--0.006	0.004	0
		NO_2	0.007	0.019	0.007	0.005	0.006	0.005--0.019	0.009	0
		PM_{10}	0.04	0.13	0.14	0.05	0.06	0.05--0.14	0.08	0

表 6.3.1-1(续)

监测时间	监测点	监测项目	监测结果					浓度范围	五日平均浓度	超标率%
			第一日	第二日	第三日	第四日	第五日			
2004 年 09 月 01 日～05 日	大法坪砂石料生产区	SO_2	0.003	0.002d	0.003	0.003	0.002d	0.002--0.003	0.003	0
		NO_2	0.007	0.008	0.005	0.005	0.006	0.005--0.008	0.006	0
		PM_{10}	0.03	0.04	0.07	0.03	0.04	0.03--0.07	0.04	0
	塘英施工生活办公区	SO_2	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003--0.005	0.004	0
		NO_2	0.006	0.009	0.006	0.005	0.006	0.005--0.009	0.006	0
		PM_{10}	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04--0.05	0.05	0
2004 年 12 月 04 日～08 日	大坝厂房施工区	SO_2	0.002d	0.002d	0.004	0.002d	0.002d	0.002	0.002～0.004	0
		NO_2	0.01	0.01	0.01	0.014	0.01	0.011	0.010～0.014	0
		PM_{10}	0.09	0.09	0.15	0.14	0.09	0.11	0.09～0.15	0
	龙滩大桥桥头(左岸)	SO_2	0.01	0.01	0.012	0.013	0.012	0.011	0.010～0.013	0
		NO_2	0.015	0.015	0.02	0.017	0.014	0.016	0.014～0.020	0
		PM_{10}	0.11	0.11	0.16	0.14	0.14	0.13	0.11～0.16	20
	麻村砂石料生产区	SO_2	0.004	0.004	0.004	0.002d	0.002d	0.003	0.002～0.004	0
		NO_2	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0
		PM_{10}	0.09	0.09	0.12	0.17	0.1	0.11	0.09～0.17	0
	大法坪砂石料生产区	SO_2	0.005	0.005	0.01	0.006	0.006	0.006	0.005～0.010	0
		NO_2	0.015	0.015	0.017	0.012	0.012	0.014	0.012～0.017	0
		PM_{10}	0.1	0.1	0.15	0.13	0.11	0.12	0.10～0.15	0

表 6.3.1-1(续)

监测时间	监测点	监测项目	监测结果					浓度范围	五日平均浓度	超标率%
			第一日	第二日	第三日	第四日	第五日			
2004 年 12 月 04 日～08 日	塘英施工生活办公区	SO_2	0.045	0.045	0.033	0.039	0.03	0.038	0.030～0.045	0
		NO_2	0.025	0.014	0.014	0.014	0.014	0.016	0.014～0.025	0
		PM_{10}	0.19	0.19	0.17	0.11	0.11	0.15	0.11～0.19	60
2005 年 03 月 03 日～07 日	大坝厂房施工区	SO_2	0.007	0.006	0.009	0.017	0.015	0.011	0.006～0.017	0
		NO_2	0.012	0.014	0.01	0.018	0.014	0.014	0.010～0.018	0
		PM_{10}	0.07	0.07	0.08	0.13	0.1	0.09	0.07～0.13	0
	龙滩大桥桥头(右岸)	SO_2	0.005	0.004	0.008	0.016	0.012	0.009	0.004～0.016	0
		NO_2	0.01	0.021	0.006	0.021	0.015	0.015	0.006～0.02	0
		PM_{10}	0.08	0.09	0.06	0.15	0.13	0.1	0.06～0.15	0
	麻村砂石料生产区	SO_2	0.006	0.004	0.007	0.009	0.008	0.007	0.004～0.009	0
		NO_2	0.012	0.022	0.01	0.013	0.015	0.014	0.010～0.022	0
		PM_{10}	0.09	0.08	0.12	0.17	0.07	0.11	0.08～0.17	20
	大坪砂石料生产区	SO_2	0.004	0.003	0.005	0.009	0.007	0.006	0.003～0.009	0
		NO_2	0.008	0.01	0.013	0.012	0.01	0.011	0.008～0.013	0
		PM_{10}	0.06	0.07	0.15	0.15	0.13	0.11	0.06～0.15	0
	塘英施工生活办公区	SO_2	0.015	0.003	0.062	0.099	0.055	0.047	0.003～0.099	0
		NO_2	0.014	0.016	0.015	0.01	0.03	0.017	0.03～0.016	0
		PM_{10}	0.1	0.12	0.17	0.22	0.1	0.14	0.10～0.22	40

表 6.3.1-1(续)

监测时间	监测点	监测项目	监测结果					浓度范围	五日平均浓度	超标率%
			第一日	第二日	第三日	第四日	第五日			
2005 年 9 月 1 日～5 日	大坝厂房施工区	SO_2	0.01	0.005	0.016	0.012	0.013	0.011	0.005～0.016	0
		NO_2	0.006	0.006	0.008	0.005	0.008	0.007	0.005～0.008	0
		PM_{10}	0.08	0.08	0.08	0.08	0.06	0.08	0.06～0.08	0
	龙滩大桥桥头(左岸)	SO_2	0.015	0.01	0.009	0.012	0.013	0.012	0.009～0.015	0
		NO_2	0.006	0.007	0.01	0.008	0.006	0.007	0.006～0.010	0
		PM_{10}	0.08	0.06	0.1	0.07	0.09	0.08	0.06～0.10	0
	麻村砂石料生产区	SO_2	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.004	0.003～0.005	0
		NO_2	0.006	0.006	0.004	0.008	0.007	0.006	0.004～0.008	0
		PM_{10}	0.13	0.08	0.11	0.1	0.08	0.1	0.08～0.13	0
	大法坪砂石料生产区	SO_2	0.01	0.003	0.01	0.006	0.005	0.007	0.003～0.010	0
		NO_2	0.004	0.004	0.014	0.008	0.007	0.007	0.004～0.014	0
		PM_{10}	0.08	0.1	0.11	0.07	0.09	0.09	0.07～0.11	0
	塘英施工生活办公区	SO_2	0.014	0.021	0.022	0.021	0.011	0.018	0.011～0.022	0
		NO_2	0.008	0.005	0.008	0.009	0.01	0.008	0.005～0.010	0
		PM_{10}	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07～0.08	0
2006 年 3 月 1 日～5 日	大坝厂房施工区	SO_2	0.011	0.006	0.005	0.007	0.008	0.007	0.005～.011	0
		NO_2	0.013	0.016	0.015	0.014	0.012	0.014	0.012～0.016	0
		PM_{10}	0.08	0.1	0.14	0.11	0.12	0.11	0.08～0.14	0

表 6.3.1-1(续)

监测时间	监测点	监测项目	监测结果					浓度范围	五日平均浓度	超标率%
			第一日	第二日	第三日	第四日	第五日			
2006 年 3 月 1 日～5 日	龙滩大桥桥头(左岸)	SO_2	0.014	0.003L	0.018	0.008	0.01	0.011	0.003L～0.018	0
		NO_2	0.007	0.007	0.015	0.008	0.009	0.009	0.007～0.015	0
		PM_{10}	0.08	0.09	0.16	0.07	0.1	0.1	0.07～0.16	20
	麻村砂石料生产区	SO_2	0.008	0.006	0.016	0.007	0.009	0.009	0.006～0.016	0
		NO_2	0.011	0.014	0.01	0.012	0.011	0.012	0.010～0.014	0
		PM_{10}	0.09	0.16	0.12	0.1	0.11	0.12	0.09～0.16	20
	大法坪砂石料生产区	SO_2	0.017	0.003L	0.003L	0.006	0.007	0.007	0.003L～0.017	0
		NO_2	0.006	0.026	0.006	0.012	0.01	0.012	0.006～0.026	0
		PM_{10}	0.08	0.16	0.14	0.1	0.12	0.12	0.08～0.16	20
	塘英生活区	SO_2	0.041	0.008	0.008	0.01	0.012	0.016	0.008～0.041	0
		NO_2	0.007	0.01	0.01	0.008	0.009	0.009	0.007～0.010	0
		PM_{10}	0.05	0.09	0.11	0.08	0.07	0.08	0.05～0.11	0
	大法坪屯	TSP	0.17	0.28	0.26	0.2	0.22	0.23	0.17～0.28	0
2006 年 9 月 17 日～21 日	11 万伏变电站	SO_2	0.003L	0.003L	0.003L.	0.004	0.003	0.003	0.003L～0.004	0
		NO_2	0.006	0.004	0.008	0.004	0.008	0.006	0.004～.008	0
		PM_{10}	0.1	0.09	0.1	0.09	0.11	0.1	0.09～0.11	0

表 6.3.1-1(续)

监测时间	监测点	监测项目	监测结果					浓度范围	五日平均浓度	超标率%
			第一日	第二日	第三日	第四日	第五日			
2006 年 9 月 17 日～21 日	1478 联营体生活区	SO_2	0.003	0.003	0.003L	0.004	0.003L	0.003	0.003L～0.004	0
		NO_2	0.01	0.011	0.011	0.002L	0.007	0.008	0.002L～0.011	0
		PM_{10}	0.1	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.10～0.12	0
	麻村砂石料生产区	SO_2	0.003	0.003	0.003L	0.007	0.003	0.004	0.003L～0.007	0
		NO_2	0.007	0.008	0.014	0.007	0.011	0.009	0.007～0.014	0
		PM_{10}	0.1	0.11	0.14	0.14	0.11	0.12	0.10～0.14	0
	八腊村大法坪屯	SO_2	0.003	0.003L	0.003L	0.022	0.003L	0.007	0.003L～0.022	0
		NO_2	0.006	0.004	0.011	0.006	0.006	0.007	0.004～0.011	0
		PM_{10}	0.08	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08～0.10	0
	塘英生活区	SO_2	0.003	0.003L	0.003L	0.01	0.003L	0.004	0.003L～0.010	0
		NO_2	0.008	0.007	0.016	0.003	0.01	0.009	0.003～0.016	0
		PM_{10}	0.1	0.14	0.12	0.14	0.14	0.13	0.12～0.14	0
2006 年 6 月 1 日～5 日	大坝厂房施工区	SO_2	0.003	0.002d	0.002d	0.003	0.003	0.003	0.002～0.003	0
		NO_2	0.005	0.005	0.004	0.006	0.005	0.005	0.004～0.006	0
		PM_{10}	0.04	0.03	0.06	0.03	0.04	0.04	0.03～0.04	0
	龙滩大桥桥头(左岸)	SO_2	0.003	0.002d	0.002d	0.003	0.003	0.003	0.002～0.003	0
		NO_2	0.01	0.007	0.009	0.014	0.01	0.01	0.007～0.014	0
		PM_{10}	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02～0.04	0

表 6.3.1-1(续)

监测时间	监测点	监测项目	监测结果					浓度范围	五日平均浓度	超标率%
			第一日	第二日	第三日	第四日	第五日			
2006 年 6 月 1 日～5 日	麻村砂石料生产区	SO_2	0.003	0.002d	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002～0.003	0
		NO_2	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0
		PM_{10}	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03～0.05	0
	大法坪砂石料生产区	SO_2	0.002d	0.002d	0.002d	0.002d	0.002d	0.002	0.002	0
		NO_2	0.004	0.003	0.004	0.006	0.004	0.004	0.003～0.006	0
		PM_{10}	0.03	0.03	0.005d	0.03	0.02	0.02	0.005～0.03	0
	塘英生活区	SO_2	0.005	0.002d	0.006	0.005	0.004	0.004	0.002～0.005	0
		NO_2	0.007	0.006	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006～0.008	0
		PM_{10}	0.04	0.05	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04～0.05	0
	大法坪屯	TSP	—	—	0.04	—	—	0.04	0.04	0

5) 根据工程施工总布置图，本项目沿用龙滩水电站混凝土拌和系统和麻村砂石料加工系统，其周边 500m 范围内均无居民点等环境敏感目标，施工扬尘影响很小。

6) 从渣土运输路线分析，项目弃渣运输主要集中于龙滩水电站原有施工场地，并利用已有施工道路，路线两侧居民敏感点主要为纳昔居民点。根据《红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》，纳昔居民点距龙滩水电站施工区 2 号公路距离 150m，高差 60m，在工程施工期间，未受到运输扬尘影响。因此类比龙滩水电站施工期环境空气影响，本项目在施工期间不会对周边敏感点产生交通运输扬尘影响。本项目弃渣运输经过上述居民点时应减速行驶，且做好村庄附近路段的保洁工作，视天气情况进行洒水降尘。

6.3.2 运行期大气环境影响分析

升船机运行本身几乎不排放环境空气污染物，过机船舶排放的少量废气对环境空气有一定的污染影响。根据 3.4.2 节环境空气环境影响源强分析，过机船舶废气排放量：2025 年 NO_2 为 0.60t/a，SO_2 为 0.83t/a；2035 年 NO_2 为 1.04t/a，SO_2 为 1.44t/a。船舶废气为无组织排放源，具有近距离污染的特点，废气排放对环境空气将产生一定污染影响，但这种影响仅局限在距排放点 50m 范围内。

6.4 声环境影响预测与分析

6.4.1 施工期声环境影响预测与分析

6.4.1.1 固定和流动噪声源影响分析

施工区噪声源分为固定噪声源及流动噪声源，固定噪声源主要由爆破、钻孔、混凝土浇筑、基坑开挖等施工行为产生。流动噪声源主要是挖泥船舶和施工区来往车辆发动机声。本项目施工场地位于原龙滩水电站施工场地内，龙滩水电站施工期间进行了施工噪声现状监测，因此本评价根据龙滩水电站施工期噪声监测数据进行类比分析，对本项目施工期噪声影响进行预测。

龙滩水电站建设期间，在施工高峰期共进行了 4 期噪声监测，每期监测 1 天，分昼、夜各监测两次。共布置 7 个噪声监测点位，分别为 1#塘英生活区(环境噪声)、2#姚里沟生活区(即 1478 联营体生活区，环境噪声)、3#大坝和厂房工区(建筑施工场界噪声)、4#大法坪砂石料生产区(建筑施工场界噪声)、5#麻村砂石料生产区(建筑施工场界噪声)、6#龙滩大桥桥头(左岸)(交通噪声)、7#龙滩大桥桥头(右岸)(交通噪声)。噪声监测结果见表 6.4.1-1。

表 6.4.1-1　龙滩水电站施工期噪声监测结果统计表

监测时间	监测点	测量值				GB3096-2008 (2 类)		GB3096-2008 (4a 类)		GB12523-2011	
		昼		夜		昼	夜	昼	夜	昼	夜
2003 年 12 月 08 日	塘英生活区	53.8	54	47.8	46	60	50				
	1478 联营体生活区	59.3	59.1	49.5	48.5	60	50				
	大坝和厂房施工区	68.3	67.4	66.5	65.5					70	55
	大法坪砂石料生产区	73.1	73.7	39.9	40.5					70	55
	麻村砂石料生产区	69.6	73.3	55	54					70	55
	龙滩大桥桥头(左岸)	67.2	66.1	55	53			70	55		
	龙滩大桥桥头(右岸)	69.5	70	55.9	53.2			70	55		
2004 年 03 月 04 日	塘英生活区	57.7	58	49.2	50	60	50				
	姚里沟生活区	54.1	55.7	49.8	48.9	60	50				
	大坝和厂房工区	69.2	64	58.8	56.8					70	55
	大法坪砂石料生产区	84	82	42.3	41.8					70	55
	麻村砂石料生产区	77.3	78	43.8	48.5					70	55
	龙滩大桥桥头(左岸)	72.3	64.9	44.7	41.8			70	55		
	龙滩大桥桥头(右岸)	75.8	68.1	51.8	50.2			70	55		
2004 年 06 月 06 日	塘英生活区	58.7	58	49.4	48.8	60	50				
	姚里沟生活区	54.1	53.9	49.8	48.6	60	50				
	大坝和厂房工区	67.5	67.4	51.8	48.8					70	55
	大法坪砂石料生产区	71.3	70.4	55	46.1					70	55
	麻村砂石料生产区	74.9	74.5	54.9	49.3					70	55
	龙滩大桥桥头(左岸)	72.3	70.5	60.2	58			70	55		
	龙滩大桥桥头(右岸)	75	68.1	59.2	57.8			70	55		
2004 年 09 月 01 日	塘英生活区	51.7	52	49.5	48	60	50				
	姚里沟生活区	54.9	55.1	54.7	54.5	60	50				
	大坝和厂房工区	54.4	55	55.3	54.5					70	55
	大法坪砂石料生产区	65.5	64.5	41.7	40					70	55
	麻村砂石料生产区	76.7	75	52.9	52.5					70	55
	龙滩大桥桥头(左岸)	68.3	66.8	60.1	60			70	55		
	龙滩大桥桥头(右岸)	69.8	70	63.6	62.5			70	55		
2004 年 12 月 04 日	塘英生活区	54.6	52.4	50	49.5	60	50				
	姚里沟生活区	56.3	56.6	48	49	60	50				

表 6.4.1-1(续)

监测时间	监测点	测量值				GB3096-2008 (2 类)		GB3096-2008 (4a 类)		GB12523-2011	
		昼		夜		昼	夜	昼	夜	昼	夜
2004 年 12 月 04 日	大坝和厂房工区	70.5	71	54.5	53.5					70	55
	大法坪砂石料生产区	71.3	70.5	54.6	54					70	55
	麻村砂石料生产区	65.4	67.4	54.6	53.5					70	55
	龙滩大桥桥头(左岸)	68.7	75	65.1	64.5			70	55		
	龙滩大桥桥头(右岸)	73.8	74.5	63.4	63			70	55		
2005 年 03 月 03 日	塘英生活区	49.4	50.5	46.4	46	60	50				
	姚里沟生活区	49.9	50.2	48.4	47.6	60	50				
	大坝和厂房工区	72.8	73.5	71	70.6					70	55
	大法坪砂石料生产区	72.7	73	71.3	71					70	55
	麻村砂石料生产区	62.4	61.5	46.5	47					70	55
	龙滩大桥桥头(左岸)	64.8	65	62.3	61.8			70	55		
	龙滩大桥桥头 (右岸)	65.2	64	61.5	62			70	55		
2005 年 9 月 1 日	塘英生活区	55.7	56	48.3	48.5	60	50				
	姚里沟生活区	57.7	56.2	48.7	48	60	50				
	大坝和厂房工区	66.5	66.2	62	63.2					70	55
	大法坪砂石料生产区	59	59.5	44.8	43.8					70	55
	麻村砂石料生产区	60.9	61.7	51.8	52					70	55
	龙滩大桥桥头(左岸)	60	61.5	52.4	52			70	55		
	龙滩大桥桥头(右岸)	61.1	62	54.9	54			70	55		
2006 年 3 月 1 日	塘英生活区	58.8	59	45.9	45	60	50				
	姚里沟生活区	47.9	48.2	45.7	45.5	60	50				
	大坝和厂房工区	77.1	77.5	67.8	67					70	55
	大法坪砂石料生产区	82	81.8	50	49					70	55
	麻村砂石料生产区	85.3	85	48.7	49					70	55
	龙滩大桥桥头(左岸)	69.5	69	66.7	52.5			70	55		
	龙滩大桥桥头(右岸)	69.5	70	67.6	53			70	55		
2006 年 6 月 1 日	塘英生活区	55.7	56	48.3	48.5	60	50				
	姚里沟生活区	57.7	56.2	48.7	48	60	50				
	大坝和厂房工区	66.5	66.2	62	63.2					70	55
	大法坪砂石料生产区	59	59.5	44.8	43.8					70	55

表 6.4.1-1(续)

监测时间	监测点	测量值				GB3096-2008 (2 类)		GB3096-2008 (4a 类)		GB12523-2011	
		昼		夜		昼	夜	昼	夜	昼	夜
2006 年 6 月 1 日	麻村砂石料生产区	60.9	61.7	51.8	52					70	55
	龙滩大桥桥头(左岸)	60	61.5	52.4	52			70	55		
	龙滩大桥桥头(右岸)	61.1	62	54.9	54			70	55		
2006 年 9 月 17 日	塘英生活区	51.3	50.8	47.8	48	60	50				
	姚里沟生活区	55	55.5	47.9	48.5	60	50				
	大坝右岸	74.5	73.5	69.4	69					70	55
	大法坪砂石料生产区	82	81.05	54.2	54					70	55
	麻村砂石料生产区	84	83.5	80.9	81					70	55
	龙滩大桥桥头(左岸)	69.1	68.5	54	53.5			70	55		
	龙滩大桥桥头(右岸)	68	68.5	52.5	53.5			70	55		

由监测结果可知，龙滩水电站施工期间，姚里沟生活区和塘英生活区环境噪声基本满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准；大坝厂房施工区、大法坪砂石料生产区和麻村砂石料生产区的场界噪声在部分时段超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2001)；龙滩大桥交通噪声在部分时段超过《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 4a 类标准。同时，根据《红水河龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》，龙滩水电站施工期间，施工征地范围外的龙坪居民点、拉重居民点、纳昔居民点声环境敏感目标基本未受到噪声影响。本工程施工布置主要包括利用原龙滩水电站建设期的施工布置及在原施工场地内新建布置，因此，通过类比分析，本项目施工对声环境敏感目标的噪声影响较小。

6.4.1.2　施工爆破影响分析

a) 爆破噪声影响

升船机主体工程区及引航道土石方开挖等需进行爆破施工。采用类似工程爆破实测噪声值类比分析本工程爆破噪声影响。类似工程爆破噪声影响实测值见表 6.4.1-2。

表 6.4.1-2　类似工程爆破噪声实测结果表

预测距离 m	5	20	50	100	200	400
噪声值 dB(A)	100～110	86～96	87～97	72～82	65～75	57～67

根据《爆破安全规程》(GB6722-2014)要求，在声环境 2 类功能区内，爆破噪声控制标准为昼间 100dB(A)，夜间 80dB(A)。项目爆破主要在白天实施，根据表 6.4.1-2 分析，距项目爆破点 16m 以外的范围基本可满足昼间标准要求。项目周边敏感点中，距升船机主体工程区及引航道最近距离约为 650m，爆破噪声对周边敏感点影响较小。

水下炸礁由于水的阻力作用，噪声源强一般小于 80 dB(A)，对周边声环境保护目标影响较小。

b) 爆破振动影响

工程在土石方开挖及水下炸礁作业中均采用钻孔爆破方式。施工爆破引起的地基振动具有一定的危害性，尤其是水下爆破，将对周边环境产生一定的振动影响。

爆破振动是炸药在岩石等介质中爆炸时，其中部分能量以弹性波的形式在地壳中从爆源向四周传播而引起的爆区附近的地层产生振动的现象，它和地震波一样是急剧的能量释放，并以波的形式向外传播。爆破振动对周围建筑物的危害主要是爆破振动引起建筑物在水平和竖直方向的振动，一旦爆破振动频率等于或接近建筑物固有频率，将会引起严重后果。大多数一至二层结构的民用建筑物的固有频率在 4～12 之间，高层建筑的固有频率更低。一般的爆破振动难以引起建筑物的共振，所以爆破振动对建筑物本身的破坏很小。爆破振动对建筑物本身的危害一般是由于爆破振动引起建筑物变形，当建筑物局部变形超过安全值时，将会影响到建筑物的使用性能甚至使用安全，如墙体出现裂纹等。

炸礁或炸石产生的振动影响用建筑物的安全振动速度来衡量，其计算公式如下：

$$V = K\left(\frac{Q^m}{R}\right)^{\alpha}$$

式中：R—爆破离建筑物的距离，m；

Q—炸药量，kg；齐发爆破取总炸药量；微差爆破或秒差爆破取最大一段药量，水下炸礁单段最大装药量一般不超过 150kg，本评价按 150kg 计。

V—地震安全速度，cm/s；

m—药量指数，取 1/3；

K、α—与爆破点地形、地质等条件有关的系数和衰减指数，根据工程地质资料，爆破区域石方属中性岩石，计算中取 K=180，α=1.7。

根据公式及参数选取，推算得爆破瞬间周边各类型敏感保护建筑物满足安全震动速度的最小距离，见表 6.4.1-3。

表 6.4.1-3　各类敏感建筑物最小震动安全距离一览

序号	名　　称	安全震动速度 cm/s	最小震动安全距离 m
1	砖瓦房	2.5～3.0	65
2	钢筋混凝土框架结构房	4.2～5.0	48
3	运行中的水电站及发电厂中心控制设备	0.7～0.9	140

本项目环境保护目标的房屋建筑(均为钢筋混凝土框架结构房)与施工区域距离均大于爆破瞬间房屋建筑的振动安全距离，施工爆破对居民点建筑物的振动影响甚微。

因龙滩水电站大坝、厂房等已建成，通航建筑物开挖部位至大坝最近点约 790m，至龙滩水电站尾水闸门最近点约 300m，开挖量约 100 万 m^3。因此，在进行通航建筑物地基开挖时，应根据爆破振动分析成果严格进行爆破控制，以确保原有建筑物的运行与安全。

6.4.2　运行期声环境影响预测与分析

本项目运行期噪声来源主要包括过机船舶发动机噪声和船舶汽笛鸣号声响。根据升船机设计运行方式，升船机日平均过闸次数约为 29 次，升船机日工作时间 22h，平均过机量仅约 1～2 艘/h，因此船舶发动机噪声影响可按单艘流动源计，采用线声源衰减预测模式；船舶鸣笛多发生在过机及两船相会时，持续时间较短，可按点声源处理。预测模式如下：

$$L_p = L_{p0} - Alg\ (r/r_0)$$

式中：L_p—r 处噪声预测值；

L_{p0}—参考位置 r_0 处噪声值；

A— 距离衰减系数，点声源取 20，线声源取 10；

r—预测点距离；

r_0—参考距离，取 5m。

在仅考虑几何发散衰减的情况下，航道运行期各类噪声衰减情况见表 6.4.2-1。

表 6.4.2-1　船舶航运噪声衰减一览表

项目声源	距离						
	15	25	50	80	100	150	200
发动机噪声	54.2	52.0	49.0	47.0	46.0	44.2	43.0
船鸣笛(峰值)	105.0	99.7	93.6	89.8	87.3	83.0	79.5

从预测结果可见，仅行船发动机噪声对两岸声环境影响较小，至行船航线两侧 42m 处即可满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准要求。对两岸声环境造成较大冲击影响的噪声来源于船舶鸣笛，至行船航线两侧 200m 处仍超过《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准要求，是项目运行期的主要噪声污染源。

但船舶鸣笛属于偶发性的短时噪声，影响程度和时间较为有限，通过加强船舶航运噪声管理，使用噪声污染小的风笛、电笛代替汽笛；同时积极推进航道管理现代化进程，逐步取消以鸣号作为船舶运行、联系、调度信号的手段，最终达到全面禁鸣，可有效减轻升船机运行期噪声影响。

6.5　固体废物环境影响分析

6.5.1　施工期固体废物影响分析

施工期固体废物主要包括工程弃渣、建筑垃圾、施工人员生活垃圾和少量废矿物油类危险废物。

a) 工程弃渣

主体工程开挖、建设及引航道爆破、清挖等，将产生大量弃渣，根据项目设计报告，本项目弃渣总量为 138.51 万 m^3。

施工弃渣不含有害物质，对周边环境不会造成污染，但弃渣数量较大，如弃渣场规划不合理，弃渣堆放不慎或不及时清运，将会破坏周边生态环境，影响土地利用、自然景观，同时易造成水土流失。

本项目弃渣均统一清运至龙滩水电站已有弃渣场——龙滩沟弃渣场，项目弃渣对周边生态环境影响较小。建议开挖土石方尽量综合利用，并按照水土保持方案做好相关水土流失防治工作。

b) 建筑垃圾

建筑垃圾主要包括渣土、废石料、散落的砂浆和混凝土，施工临时产生的各种

边角料如碎金属、塑料、废旧钢材、竹木材，废弃的装饰材料、油桶、各种包装材料等，若处置不当会对周围环境造成影响。

c) 生活垃圾

施工区的生活垃圾主要来自施工营地施工人员在生产、生活过程中产生的垃圾。本工程施工区高峰期人数为 1000 人，以人均生活垃圾日产量按照 1.0kg/人计算，整个施工区高峰期日产生活垃圾为 1t，年产生活垃圾量 365t。生活垃圾中一般含较多有机物，易引起细菌、蚊虫的大量繁殖，若不集中收集与处理，则易导致营地内传染病发病率的上升和传染病的传播，并对周边景观环境产生一定的不利影响。

生活垃圾经垃圾箱集中收集后，交由地方环卫部门统一清运处理。施工期间生活垃圾影响较小。

d) 危险废物

本工程车辆、机械修配系统及设备检修产生的废油、废发动机油、齿轮油等废润滑油，以及施工机械维护维修时产生的废油，工程拟在机械修配厂和综合加工厂设置油/水分离设施对其进行处理，分离后的废油使用专门的贮存容器贮存，容器外做好危险废物类型的标记，并按要求贴好相应的危险警示标志，建立危险废物收集、贮存、运输等管理制度，委托有危废处理资质的单位进行处置，基本不会对周围环境产生影响。

6.5.2 运行期固体废物影响分析

本项目为通航建筑物工程，只供过往船只通行，不接受过往船舶产生的生活垃圾。项目运行期固体废物主要来自于工作人员的生活垃圾。升船机工作人员按 30 人计，每人每天产生 1kg 生活垃圾，则工作人员生活垃圾产生量约为 30kg/d，全年生活垃圾量约为 11t/a。生活垃圾经垃圾桶统一收集后交由当地环卫部门处理，对周边环境影响较小。

6.6 人群健康影响分析

施工区短期内人员聚集，若不注意水源选择、饮水卫生、环境卫生等，容易引发介水传染病在施工人员中的传播和流行；若不注意灭蚊、灭鼠工作，可能引起鼠媒、虫媒传染病。

本工程施工过程中都有发生传染病流行的可能，尤其是施工高峰季节，特别是夏季，施工区人群集中，生活区蚊、蝇、鼠密度较大，加之卫生条件相对较差，极易导致传染病的发生和流行。此外，施工中可能存在施工人员自身为疫源的接触性传染病，如甲肝等，该类传染病极易传染、影响人群健康。

7 环境保护措施与对策建议

7.1 生态环境保护措施

7.1.1 陆生植物保护对策与措施

7.1.1.1 避免和减缓措施

1) 及时进行施工区的复绿工作，同时加强养护管理。麻村和大法坪石料场预留龙滩水电站后续工程利用未进行及时绿化，土地裸露，砂石较多，植被生长较差。应对暂时不用的枢纽工程区应及时采取绿化措施；施工道路、弃渣场已进行植被恢复，但植被生长良莠不齐，部分区域杂草丛生，应对区域植被进行适当的养护管理。

2) 合理安排临时占地区。施工区的临时堆料场、施工车辆尽量避免随处或零散放置，施工人员的生活垃圾应进行统一处理后，集中运出施工区以外，杜绝随意乱丢乱扔，破坏周围环境。

3) 优化施工时序，避开雨季，同时强化边坡防护，减水水土流失，减轻水土流失对植物的影响；尽量选择秋冬季节施工，此时植物多已进入休眠期，抗逆性较强，工程施工活动对其影响相对较小。

4) 设置警示牌。施工期间，在各主要施工区临近水域的位置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。

5) 防止外来入侵种的扩散。通过现场调查，在评价区发现有鬼针草、小蓬草、五爪金龙、喜旱莲子草等外来入侵种分布，五爪金龙、小蓬草多分布于沿线路旁、河边等区域，对当地生态系统及乡土物种的危害程度较小。喜旱莲子草、鬼针草在红水河两岸分布面积较大，对当地生态系统及乡土物种有一定危害，应加大宣传力度，对外来入侵植物的危害以及传播途径向施工人员进行宣传；对现有的外来种，利用工程施工的机会，对有种子的植物进行现场烧毁，以防种子扩散，在临时占地的地方要及时绿化等。

7.1.1.2 恢复和补偿措施

1) 施工结束后对临时占地及时清理、松土、覆盖表层土，选择与周边环境相协调的植物物种进行复绿。

2) 对损失的植被进行青苗补偿和资源补偿，植被恢复与周边生态景观特征相协调。

7.1.1.3　管理措施

1) 加强宣传教育活动。施工前印发环境保护手册，组织专家对施工人员进行环保宣传教育，提高施工人员对环境的保护意识。

2) 加强人员管理。施工过程中，加强施工人员的管理，禁止施工人员对植被滥砍滥伐，严格限制人员的活动范围，禁止破坏沿线的生态环境；加强施工人员安全防火教育，注意防火。

3) 外来物种的严格控制。加强施工车队和建筑材料的监测和管理，防止外来物种携带入工程区内；完工后植被恢复阶段，严格采用本地常见易活物种，防止外来物种入侵占据生态位。

4) 生态监测和监理。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。

5) 运行期管理和监测。严格禁止运输船舶随意排放生活污水、生活垃圾、含油废水等，控制每日通过通航建筑物的船舶数量，做好水质的动态监测，避免因水污染导致陆生植物的影响。

7.1.2　**陆生动物保护对策与措施**

7.1.2.1　避免措施

1) 建议工程施工前对施工区域周边野生动物进行驱赶，同时严禁烟火和狩猎，并以警戒线划分施工区域边界，防止施工人员误入工区外的区域。

2) 合理安排开挖等高噪声作业时间，防治噪声对野生动物的惊扰。野生鸟类和兽类大多是早晨、黄昏或夜间外出觅食，正午是鸟类休息时间。为了减少工程施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，并力求避免晨昏和正午进行大型机械施工而产生噪声影响等。

3) 施工期间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，减少水体污染。

7.1.2.2　恢复和补偿措施

为减缓工程建设对区域植被的不利影响，工程完工后需及时对临时占地进行植被恢复。计划在弃渣场、石料场和生活营地等施工临时占地区域合理科学的绿化，

以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

7.1.2.3　管理措施

1) 加强对工程施工人员的生态教育和野生动物保护教育。采用在工程施工营地分发宣传资料、日常工作会议中重点告示的方式。一方面增加施工人员的生态保护意识，防止人为捕杀活动；另一方面，一旦发现上述动物误入施工区，应及时采取措施，将其人工迁移至工程影响区外的适宜生境中。

2) 为减缓船舶鸣笛声对两岸野生动物的驱赶的不利影响，应采取以下措施控制来往船舶鸣笛噪声：加强船舶鸣笛噪声污染防治的宣传、教育与监管力度；在接近通航建筑物附近河段设置提示牌，示意不使用/减少使用高音量喇叭；通过宣传、教育，培养船员养成良好、规范的操作习惯，尽可能减少不必要的习惯性鸣笛。

7.1.2.4　对重点保护野生动物的保护措施

根据区域已发表的相关著作、文献和走访调查发现，工程评价区有国家级重点保护野生动物 11 种，即黑冠鹃隼、黑鸢、雀鹰、蛇雕、斑头鸺鹠、领鸺鹠、褐林鸮、红隼、画眉、红嘴相思鸟和豹猫，均为国家二级。工程对其影响主要是噪声、施工活动等影响。国家级重点保护动物的具体保护措施见表 7.1.2-1。

表 7.1.2-1　评价区内国家重点保护野生动物的保护措施

中文名、拉丁名	保护级别	分布	受影响方式与程度	保护措施
黑冠鹃隼 *Aviceda leuphotes*	国家二级	主要分布于评价区两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布，如麻村石料厂附近等。	在工程影响区数量较少，飞翔能力强且活动范围广。主要是噪声和人类驱赶，影响程度小。	严禁施工人员抓幼鸟、上树破坏鸟巢，注意早晚及正午避免进行高噪音作业。
黑鸢 *Milvus migrans*	国家二级	主要分布于评价区两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布，如龙滩沟弃渣场附近等。		
雀鹰 *Accipiter nisus*	国家二级	主要分布于评价区河流两侧山体和林缘、灌丛、河谷等生境分布，如龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
蛇雕 *Spilornis cheela*	国家二级	要分布于评价区河流两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布，如龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
红隼 *Falco tinnunculus*	国家二级	主要分布于评价区两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布，如轮机加工厂附近等。		

表 7.1.2-1(续)

中文名、拉丁名	保护级别	分布	受影响方式与程度	保护措施
斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*	国家二级	主要分布于评价区河流两岸山体的阔叶林和混交林等生境，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*	国家二级	主要分布于评价区的高草灌丛生境分布，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
褐林鸮 *Strix leptogrammica*	国家二级	主要分布于评价区河流两岸山体的阔叶林和混交林等生境，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
画眉 *Garrulaxcanorus*	国家二级	主要分布于评价区的高草灌丛生境分布，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*	国家二级	主要分布于评价区的高草灌丛生境分布，龙滩大峡谷森林公园红水河两侧山体附近等。		
豹猫 *Prionailurusbengalensis*	国家二级	主要分布在评价区两侧山体阔叶林和混交林等生境。	在工程影响区数量很少，活动能力强。主要是噪声和人类驱赶，影响程度小。	严禁施工人员滥捕滥杀，注意早晚及正午避免进行高噪音作业，严格将施工活动控制在施工场地范围内。

7.1.3 水生生态环境保护措施

7.1.3.1 避免和消减措施

为减少涉水工程的实施对水生生物，尤其是鱼类资源的影响，建议本工程开发建设前，尽量做好施工规划前期工作，涉水工程的实施应避开水生生物繁殖季节。加强宣传，设置水生生物保护警示牌，增强施工人员的环保意识。为避免施工期间对鱼类的影响，应严令禁止坝下周围渔民采用违规违法手段进行捕鱼，尤其应注意施工人员任用职务之便非法捕捞野生鱼类，造成对鱼类资源的破坏。

施工期间，应严禁施工人员随意将各类废弃物，如生活垃圾等，直接抛入水体之中，尤其禁止抛弃有毒有害物质。对围堰内的鱼类及时进行捕捞、暂养或放归。

施工期间应建立鱼类及时救护机制，对围堰内的鱼类及时进行捕捞、暂养、放归；炸礁工程施工前需对影响水域采用声、电或网具等手段驱赶鱼类，以免鱼类受到爆破的波及；对围堰内搁浅的鱼类及时采取救护措施，运行至龙滩坝下河段适宜

生境放流，以保护鱼类。

a) 炸礁工程主要水生生态保护措施

1) 采用微差毫秒起爆技术进行炸礁工作，严格控制炸药使用量，减少炸礁作业产生的冲击波对鱼类的影响。

2) 在每次正式炸礁作业前，引爆小量炸药以驱赶周围的水生生物，减少对渔业资源的影响。

3) 炸礁施工作业应避开 3～7 月鱼类主要产卵期。

4) 加强工程区及周围水域的水生生态及渔业资源的监测与调查，关注渔业资源总量及珍稀鱼类分布情况的变化。

5) 用超声波仪器探测水域中鱼类的数量，大小和活动方向。然后有针对性的建立水下电场，迫使爆破水域的水生生物暂时离开。

6) 在爆破源周围制造气泡幕，利用气泡幕衰减冲击波降低声压的特征来减少爆破对周围水生生物的影响。

b) 水下清挖主要水生生态保护措施

采用环保清挖方式，采用封闭式机器以减少悬浮泥沙的产生。另外，采用高精度施工方式，提高清挖精度，减少超挖、超深。

7.1.3.2 恢复和补偿措施

由于龙滩水库的调节作用，坝下河段水文情势及水体理化性质均会发生一系列的变化，如水位涨落频繁、洪水过程弱化、清水下泄改变下游河床底质等。

龙滩水电站发电调度应服从防洪调度，并兼顾航运调度，统筹考虑龙滩水电站上、下游河道的航运要求，满足设计通航条件。发电下泄最小流量以满足下游最低通航水位为原则，电站运行过程中，下泄流量应逐步增加或减少，使得下游河道水位变幅值满足航运水深变幅要求。当电站承担日调峰运行时，应控制下泄流量的变幅和变率，减小下游河道的水位变幅。电站因事故切除较多的水轮发电机组时，应视情况适时补水，以避免下游水位的急剧变化对坝下水生生物尤其是鱼类产卵场造成不利影响。

经计算，水下清挖及围堰造成的水生生物损失量为 6859.03kg，水下爆破造成的水生生物损失量为 3965kg。按照《农业部办公厅关于印发建设项目对国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告编制指南》的计算方法，工程炸礁和清挖造成的水

生生物损失约 39.4 万元，其中水下清挖及围堰造成的鱼类损失约 6227.52kg，炸礁造成的鱼类损失约 3600kg。建设单位应制定生态补偿方案，放流鱼类不小于9828kg，以补偿炸礁损失。生态补偿方案初定如下：建设单位负责在例常的人工增殖放流之外实施补偿性增殖放流，放流种类为鳊鱼、鲢鱼、鳙鱼、赤眼鳟、倒刺鲃；于炸礁和清挖施工期结束后每年放流 30 万尾，连续放流 10 年；每年分两次在水库，坝下河道约十个放流点投放鱼种。最终实施由当地渔业行政主管部门执行，方案可根据实际情况优化调整。

此外，需要在研究龙滩坝下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，协调好取调水、发电、防洪和生态需水的关系，优化调度方案。特别是鱼类繁殖期间，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。

7.1.3.3　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。在施工期主要是对与施工有关的区域进行监测。通过监测加强对生态的管理，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，使生态环境向良性或有利方向发展。

7.1.4　鱼类资源保护措施

根据《水电建设项目环境影响评价文件审批原则(试行)》中的第五条：“项目对鱼类等水生生物洄游、重要三场等生境、物种及资源量等造成不利影响的，应提出栖息地保护、水生生物通道、鱼类增殖放流等措施。……水生生物通道措施包括鱼道、升鱼机、集运鱼系统等，应明确过鱼对象、运行要求等内容，并落实设计。……”根据《广西壮族自治区实施<中华人民共和国渔业法>办法》：“在鱼、虾、蟹洄游通道建闸筑坝或者进行其他水下工程作业，其环境影响评价文件应当有对渔业资源影响评价内容。……已建成的截流闸坝，应当采取相应的补救措施。在海洋和内陆江河干流、一级支流建造的过鱼设施、增殖站或者采取其他补救措施的具体方案，应当书面征求自治区人民政府渔业行政主管部门意见；在内陆江河二级以及二级以下支流建造的过鱼设施、增殖站或者采取其他补救措施的具体方案，应当书面征求工程所在地县级以上人民政府渔业行政主管部门意见。”

根据前文 5.3.3.4 节、5.6 节和 6.1.3 节中渔业资源影响分析内容，本评价提出建

设鱼类增殖放流站等补救措施，过鱼设施、开展鱼类栖息地保护等措施由龙滩水电站 8、9 号机组建设工程落实。鱼类资源保护措施将在施工图设计阶段开展详细专题设计并编制《龙滩水电站工程鱼类增值放流站专题设计报告》等专项报告，专题报告将报相关渔业行政主管部门审查并出具批复意见，包括对鱼类增殖站的增殖和繁殖对象、生产规模及指标体系的意见等。鱼类增殖站的建设投资纳入本项目环保投资，后期运营费用纳入龙滩水电站运维管理费用。从规划设计到建设到施工到运维，所有资金均由建设单位出资并保障资金来源。鱼类增殖站等鱼类资源保护措施最终设计方案及投资需以相关渔业行政主管部门批复意见为准。

7.1.4.1　鱼类增殖放流

a) 增殖放流必要性

红水河鱼类资源丰富，珍稀特有鱼类较多，梯级开发对水生生态尤其是鱼类资源的影响较为明显。为缓解梯级开发对鱼类资源的影响，建设单位开展了多次鱼类增殖放流活动，对库区鱼类资源补充起到一定的示范作用。但由于目前鱼类增殖放流设施规划布局上不尽合理，又因经济、技术以及管理等原因，市场上培育的放流品种单一，大多数为草鱼、鲤鱼、鲢鱼、鳙鱼以及赤眼鳟等经济鱼类，现有的增殖放流工作虽说对渔业产量是有益的，但与保护、恢复原有土著鱼类、珍稀特有鱼类的效果要求相距较远，仍未能有效缓解红水河梯级电站对鱼类种质资源的不利影响。

龙滩水电站和平班水电站作为红水河较早期建设的水电站，均尚未修建鱼类增殖设施。随着水电梯级开发对鱼类资源保护的要求不断提高，为满足现行相关法律法规的要求和落实红水河综合利用规划环境保护实施方案，须采取鱼类增殖放流予以保护。此外，从区域角度统一考虑鱼类增殖规划，从而有效减缓梯级水电开发对水生生态的影响，对促进梯级水电开发与生态环境保护的协调、持续发展具有积极意义。因此，提出龙滩、平班水电站联合建设一座集科研、增殖、放流于一体的现代化鱼类增殖放流站，提供针对红水河上游原有土著和珍稀特有鱼类的驯养、培育设施，以进一步完善水电站的科学增殖放流工作。

综上，建设鱼类增殖放流设施是必要的。

b) 流域增殖放流站建设情况

红水河现阶段有红水河中游水电梯级(岩滩～乐滩)珍稀特有鱼类增殖放流中心站、桥巩鱼类增殖放流站、来宾市红水河珍稀鱼类增殖保护站、大藤峡鱼类增殖放流站。

1) 红水河中游水电梯级(岩滩～乐滩)珍稀特有鱼类增殖放流中心站

红水河中游水电梯级(岩滩～乐滩)珍稀特有鱼类增殖放流中心站建设静态总投资为 6753.11 万元，设置催产孵化及开口苗培育车间、鱼苗培育车间、亲鱼培育车间、室外育种池、生态池、综合楼、配电房及配套设施等，可发挥珍稀鱼类人工繁殖科学研究、鱼类人工增殖放流和珍稀水生野生动物科普教育等功能。承担着岩滩、大化、百龙滩和乐滩水电站的增殖放流任务，放流鱼类规模为 132 万尾/年。其中，稀有白甲鱼、三角鲤、长臀鮠、卷口鱼和乌原鲤 5 种鱼类品种被列为近期人工增殖放流对象，目前已批量培育；大眼卷口鱼、小口白甲鱼、叶结鱼、单纹似鱊、瓣结鱼和鳡 6 种列为中远期人工增殖放流对象。

2) 桥巩鱼类增殖放流站

桥巩增殖站位于红水河梯级的第九级电站-桥巩水电站，上游距乐滩水电站坝址约 75km，下游距大藤峡水电站 190km。桥巩水电站鱼类增殖放流站，采取人工增殖放流的保护措施，对“鲮、暗色唇鲮、斑鳠、长臀鮠、岩鲮、白甲鱼、赤眼鳟、大眼卷口鱼、卷口鱼、乌原鲤、花鳗鲡、似鱊”等 12 种国家重点保护珍稀特有鱼类以及“青、草、鲢、鳙”等重要经济鱼类长期进行鱼种增殖放流工作。初步拟定各种鱼类每年放流 1～10 万尾，共 50 万尾。

3) 来宾市红水河珍稀鱼类增殖保护站

来宾市红水河珍稀鱼类增殖保护站位于来宾市兴宾区蒙村镇龙南村红河农场，占地面积共 88.58 亩。主要建(构)筑物包括亲鱼培育车间、催产孵化开口苗培育车间、鱼苗培育车间、鱼种培育车间各，蓄水池、室外防疫隔离池、室外饵料培育池、生态池，室外亲鱼培育池，综合办公楼及配套设施等。来宾市红水河珍稀鱼类增殖保护站设计最大年放流规模 34 万尾，目标放流鱼类为乌原鲤、单纹似鱊、唇鲮、伍氏盘口鲮等 8 种珍稀鱼类，其中乌原鲤和单纹似鱊为国家二级保护动物。

4) 大藤峡鱼类增殖放流站

大藤峡鱼类增殖放流站位于广西桂平市大藤峡水利枢纽南木江副坝旁，是目前珠江流域规模最大的鱼类增殖放流站，年最大放流规模约 358 万尾，其中珍稀鱼类 98 万尾。目标放流鱼类为“四大家鱼”及斑鳠、卷口鱼、光倒刺鲃、长臀鮠等 12 种特有和经济鱼类，其中斑鳠为国家二级保护动物。大藤峡鱼类增殖放流站主要建(构)筑物包括催产孵化车间、开口苗培育车间、鱼苗培育车间、室外亲鱼培育池、室外鱼种培育池、室内循环水处理系统、蓄水池、防疫隔离池、紫外消毒渠、生态池塘、综合办公楼及配套设施等。

c) 增殖放流对象与规模

1) 放流对象

根据《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》(NB/T35307-2014)，增殖放流种类的确定，应遵循“统筹兼顾”、“突出重点”的原则。结合流域鱼类资源保护以及相关放流工作基础，优先选择珍稀、濒危、特有鱼类以及受影响程度大且难以形成自然种群的鱼类，并对保护鱼类、重要经济鱼类的资源状况、生态习性、生境环境变化趋势、鱼类亲本的可获得性、人工驯养繁殖技术基础等方面进行综合分析确定。

构成水体食物链主体的鱼类在河流生态系统中具有举足轻重的作用。某一个或几个种类的消失，必然会使系统内物质循环和能量流动受到阻碍，从而使生态过程不能顺利完成。由此引起的后果将是生态环境的进一步恶化，并导致物种的次生灭绝。因此，必须针对不同的生物个体、不同生境条件要求，如时、空分布，食物链和营养等级等，给予充分的重视。由于保护鱼类、地方特有鱼类多是种群数量少，生境要求特殊，自我调节能力和抵抗外界干扰的能力差，一旦破坏难以恢复，因此增殖放流对象主要选择保护鱼类和地方土著鱼类。

增殖放流种类的确定，需要坚持统筹兼顾、突出重点的原则，在已确定的保护对象中，依据保护鱼类资源状况、生物学特性、生态环境变化趋势、技术经济可行性等方面进行综合分析，远近结合，合理优化。实际操作中，增殖放流种类确定大致上和保护对象的确定需要考虑的因素相似，但需要注意以下问题：从技术层面上看，苗种繁育技术较为成熟，已经形成一定生产规模的种类优先考虑，对于目前尚未有成功的繁育技术，但已有相近种类的成熟人工繁殖技术可以借鉴的，可采用人工采捕卵苗、亲本放流，同时加强增殖放流技术研究，取得突破后再实施人工繁殖

放流；对于适宜生境受损严重，已经无法在工程影响水域形成自然种群的鱼类，只能作为放养种类，不宜作为增殖放流对象；对于资源量非常稀少，卵苗、亲本采捕十分困难的种类，不易作为增殖放流对象，待资源有所恢复后，再实施增殖放流。

(1) 规划回顾环评及后评价要求

根据《红水河综合规划环境影响回顾性评价研究报告》，建议在平班建设增殖站，兼顾平班和龙滩的增殖放流任务，将放流鱼种投放在龙滩库尾和平班库尾或库中江段。建议平班增殖站在规划过程中兼顾八渡梯级的放流需要，增加八渡库区的放流地点和满足龙滩水电站的放流需求；结合《龙滩水电站环境影响后评价报告》对增殖放流对象的要求；参考流域已有及相邻梯级鱼类增殖放流站放流种类和工程影响江段分布的珍稀特有鱼类，鱼类增殖站放流种类初步建议为稀有白甲鱼、乌原鲤、长臀鮠、三角鲤、长鳍光唇鱼、唇鲮和暗色唇鲮。

(2) 增殖放流对象复核

红水河各个水库库区虽然也有增殖放流活动，但此类活动没有连续性，且放养的品种单一，多为草鱼、鲢、鳙、鲤、赤眼鳟等养殖鱼类，仅能起到渔业增殖的作用。而以喜流水生境为主的珍稀濒危特有鱼类基本没有开展增殖放流，难以满足流域鱼类资源保护要求。评价区内的增殖放流，主要依靠龙滩电站和天峨县等沿线地方政府的增殖放流，基本以发展库区渔业生产为基本出发点，放流的品种和数量不合理，以常规养殖性鱼类为主，未能充分考虑库区水生生物多样性。

保护鱼类、地方特有鱼类多是种群数量少，生境要求特殊，自我调节能力和抵抗外界干扰的能力差，一旦破坏难以恢复，增殖放流对象主要选择保护鱼类和地方土著鱼类。“青、草、鲢、鳙”等经济鱼类并非红水河土著鱼类，本增殖站不考虑增殖放流。本鱼类增殖站增殖放流种类初步建议为“稀有白甲鱼、乌原鲤、长臀鮠、三角鲤、长鳍光唇鱼、唇鲮和暗色唇鲮”等 7 种珍稀特有鱼类(物种保护增殖放流对象)。现阶段卷口鱼的繁育技术尚未突破，单纹似鱊亲鱼收集难度高。后续根据卷口鱼、单纹似鱊等土著鱼类的繁育突破研究进展情况，可考虑增加卷口鱼、单纹似鱊等土著鱼类的增殖放流。

2) 放流标准

本阶段初步确定增殖放流苗种标准为：放流种苗供应单位应选择信誉良好、管

理规范、具备相应的技术力量的国家级或省级水产原良种场和良种繁育场、渔业资源增殖站、野生水生生物驯养繁殖基地或救护中心以及其他具有相关资质的种苗生产单位，必要时可通过招标形式确定。放流的苗种必须是由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。供应商应持有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》(2004 年 4 月 1 日起)，并持有《水产苗种生产许可证》。放流苗种必须符合渔业行政主管部门制定的放流苗种种质技术规范。放流前，种苗供应单位应提供放流种苗种质鉴定和疫病检验检疫报告，以保证用于增殖放流苗种的质量。

3) 放流规模

根据《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》，放流规模应根据放流水域生境条件、生态承载力、放流对象的种群生存力等因素，综合分析确定。增殖放流数量的多少一般与增殖放流的目标、放流水体生境条件、水文气候、理化性质、饵料生物资源、鱼类资源现状和种群结构特点以及放流对象生物学特性、规格大小与质量和时间等相关联。所确定的放流规模应在放流水域生态承载力范围内，因此可以根据库区饵料生物估算库区鱼产力，在此基础上复核放流规模。根据增殖站主要放流对象的食性，结合本次调查和目前可查阅的饵料生物数据，依据《水库鱼产力评价标准》，确定龙滩水电站鱼产潜力估算计算方法如下：

$$F_{总}= F_{浮游植物}+ F_{浮游动物}+ F_{底栖动物} \quad (7.1.4\text{-}1)$$

式中：

$F_{总}$——水体中某类饵料生物提供的渔产潜力，g。

$$F_{浮游植物}＝B_G(P/B)aV×100/k \quad (7.1.4\text{-}2)$$

式中：

$F_{浮游植物}$——浮游植物提供的鱼产力，t；

B_G——浮游植物年平均生物量，mg/L；

P/B——P/B系数(该饵料生物年生产量与年平均生物量之比)；

a——鱼类对该饵料生物的最大利用率；

V——水库10m以内的库容，10^8m^3；

k——鱼类对该饵料生物的饵料系数。

$$F_{浮游动物}=B_{ZP}(P/B)aV\times100/k \quad (7.1.4\text{-}3)$$

式中：

$F_{浮游动物}$——浮游动物提供的鱼产力，t；

B_{ZP}——浮游动物年平均生物量，mg/L。

$$F_{底栖动物}=B_{ZB}(P/B)aS/k \quad (7.1.4\text{-}4)$$

式中：

$F_{底栖动物}$——底栖动物提供的鱼产力，t；

B_{ZB}——底栖动物年平均生物量，g/m^2；

S——养殖面积，km^2；

k——鱼类对该饵料生物的饵料系数。

对照《水库鱼产力评价标准》本增殖站各项参数取值选取结果为：浮游植物P/B系数取值为100，浮游动物P/B系数取值为20，底栖动物P/B系数取值为3；浮游植物饵料最大利用率为0.3，浮游动物饵料最大利用率为0.4，底栖动物饵料最大利用率为0.25；浮游植物饵料系数为100，浮游动物饵料系数为10，底栖动物饵料系数以5计。浮游植物、浮游动物、底栖动物的生物量使用历次调查结果的年平均生物量估算库区浮游生物鱼产力。

(1) 龙滩水库放流规模

根据2021年现状调查结果，龙滩库区浮游植物平均生物量为3.171mg/L，浮游动物平均生物量为1.22mg/L，底栖动物平均生物量为$6.69g/m^2$。

根据龙滩水电站环评报告，龙滩水电站库区正常蓄水位为375m，死水位为330m。根据2007年～2022年龙滩水电站水库实测库区运行水位，龙滩库区年运行水位维持在330m～375m之间，消落达到45m，为方便进行后续鱼产力计算，考虑年平均运行水位在350～360m之间，暂定龙滩水库有效养殖水域为水位350～360m之间的有效库容。

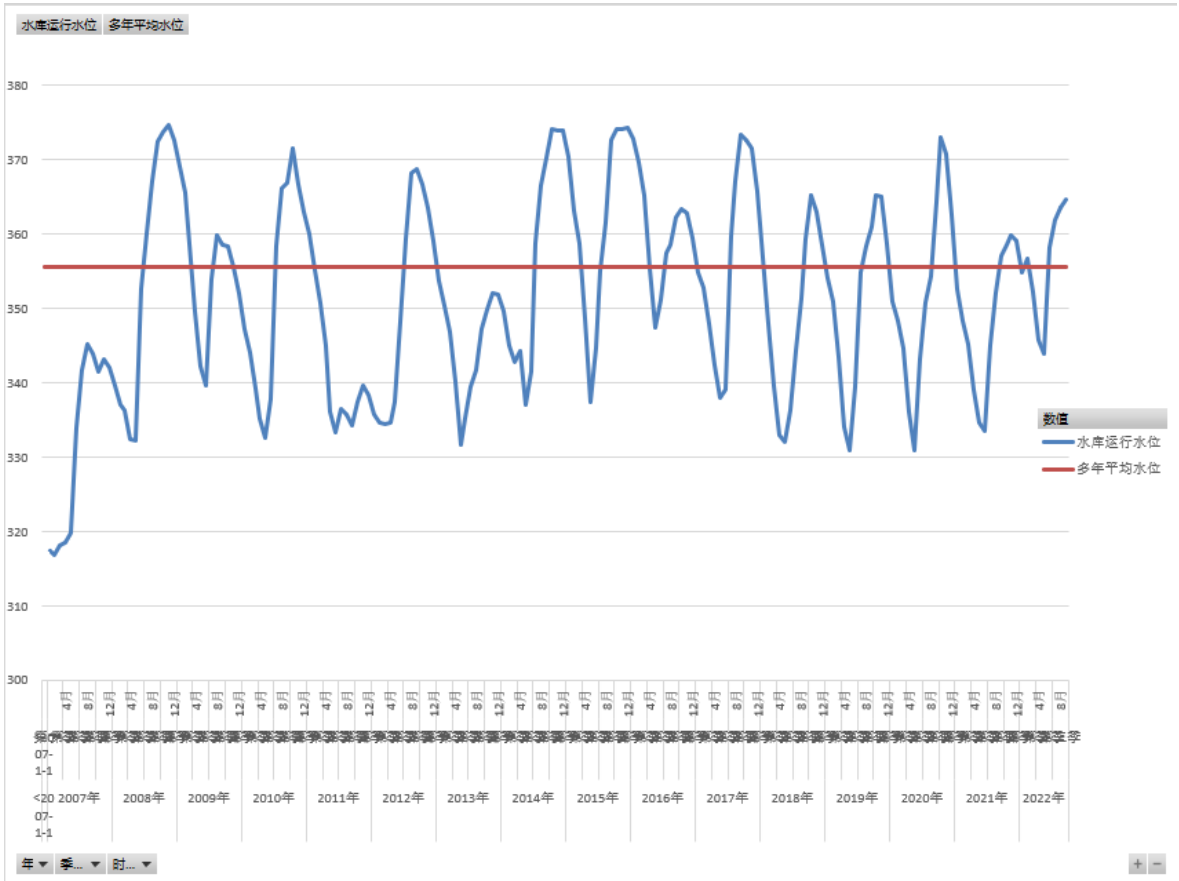


图 7.1.4-1　龙滩水库 2007～2022 年平均运行水位

根据龙滩水库水位、面积与库容对应关系表，则可知以浮游动植物为食的产鱼有效水域库容为 25.6 亿 m^3，以底栖动物为食的产鱼有效水域面积为 280km^2。

表 7.1.4-1　龙滩水库水位、面积与库容对应关系表

水位 m	330	335	340	345	350	355	359.3	360	365	369.2	370	375	380
面积 Km^2	149	168	189	212	235	258	275	280	306	331	334	358	387
库容 亿 m^3	50.6	58.3	67.4	77.6	88.6	100.5	112.1	114.2	129	142.1	144.8	162.1	180.8

因此得出龙滩库区总水体年渔产潜力为：

$F_{浮游植物}=B_G(P/B)aV\times100/k$

$=3.171\times100\times0.3\times25.6\times100/100$

$=2435.328t$

$F_{浮游动物}=B_{ZP}(P/B)aV\times100/k$

$=1.22\times20\times0.4\times25.6\times100/10$

＝2498.56t

$F_{底栖动物}＝B_{ZB}(P/B)aS/k$

＝6.69×3×0.25×280/5

＝280.98t

$F_{龙滩}= F_{浮游植物}+ F_{浮游动物}+ F_{底栖动物}$=2435.328+2498.56+280.98=5214.868t

由于本增殖站放流鱼种多为流水性鱼类，水库形成后，库区内水流将会由从库尾向坝前逐渐从流水过渡至静水状态，所以渔产潜力需考虑建库后鱼类适生生境改变(折减系数 0.05，该值为龙滩正常蓄水位下天然河道与库区河道比值)；因此，龙滩库区的渔产潜力预测为 F×0.05=5214.868×0.05=260.7434t。

根据报告 4.2.4-5，龙滩库区重要放流物种生物量在渔获物中占比为 15.51%；参考龙滩下游已建的大化(岩滩～乐滩)鱼类增殖放流站相关数据，红水河珍稀特有鱼类占总鱼类的 21.1%；因此本报告取两者平均值 18.1%确定龙滩放流鱼种年渔产潜力合计：$F_{总}$=260.7434×18.1%≈47.20t。

参考相关文献及历史资料，可知龙滩放流鱼类平均体重 T 约为 50g；参考龙滩下游已建大化(岩滩～乐滩)鱼类增殖放流站相关数据可知放流鱼类野外存活率 r 约为 9%，得出龙滩放流鱼类理论放养量：

$$Q＝F_{总}÷T÷r≈1048.8\text{万尾。}$$

龙滩鱼类增殖放流站的放流目标之一为恢复红水河上游原有土著和珍稀特有鱼类种群规模，恢复补偿率不应小于 10%，因此本增殖站鱼类理论放养量：

$$Q1≥Q×0.1=105\text{ 万尾。}$$

参考红水河流域各梯级电站已实施增殖放流规模，龙滩水库建议放流规模为珍稀特有鱼类放流规模约为 110 万尾/年。

(2) 平班水库放流规模

按上述计算方法，建议平班水库放流珍稀特有鱼类 20 万尾/年。

(3) 小结

根据生态调查结果，综合考虑龙滩、平班水库干、支流的水环境条件、栖息地环境容量、饵料生物量、拟放流鱼类生物学特点，以及现有鱼类增殖放流设施和地方政府组织实施的实际放流情况等，并参考红水河流域已建成的大藤峡、大化等鱼

类增殖放流站设计成果，暂定放流稀有白甲鱼、乌原鲤、长臀鮠、三角鲤、长鳍光唇鱼、唇鲮和暗色唇鲮等 7 种珍稀特有鱼类，放流规模为 130 万尾/年，可以满足放流要求。后期可根据放流监测效果评估，进行适应性管理，对放流数量进行调整。

4) 放流规格

放流苗种的大小直接影响放流效果。放流苗种太小，抵抗自然环境影响的能力差，活动力弱，存活率低；但放流苗种过大，则需要增加更多的经济投入。因此，放流规格应在确保一定的成活率的前提下尽量缩减投入，苗种规格不宜过大也不宜过小。

在增殖放流实际操作中，放流苗种规格的确定宜根据苗种生长、苗种来源、水域生态环境状况以及凶猛性鱼类资源等灵活掌握。放流苗种的个体大小对放流效果影响很大。放流苗种太小，抵抗风浪等自然环境影响的能力差，活动力弱，易被凶猛性鱼类捕食，因而存活率低，直接影响到放流效果。但放流苗种过大，则需要增加更多的经济投入。一般而言，放流鱼种应以鳞被形成期为标准，此阶段鱼种的眼、鳍、口和消化道功能已完全形成，已经从内源性营养转化为主动从外界摄取食物，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，鳞被形成期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，从而可以更有效的捕食和躲避其它鱼类的捕食。渔业生产季节性较强，一般生产上销售分为“水花”、“夏花”、“冬片”。“水花”即未开口摄食的鱼苗。“夏花”即鳞片刚长齐的小规格鱼种；“冬片”即经过一年培育的大规格鱼种。其规格分别为 0.8～1.0cm、3cm、10～15cm。一般放流苗种规格以当年可培育成的大小为准，不宜盲目追求大规格而越冬后放流，特别是本江段的裂腹鱼，生长缓慢，培育成大规格时间会比较长。

放流苗种的个体大小对放流效果影响很大。放流苗种太小，抵抗风浪等自然环境影响的能力差，活动力弱，易被凶猛性鱼类捕食，因而存活率低，直接影响到放

流效果。但放流苗种过大，一方面会增加经济投入，另一方面则可能会使鱼类因长期人工养殖而不适应野外环境。

龙滩水电站鱼类增殖站参考类似增殖站(红水河流域已建成的大藤峡鱼类增殖站)运行能力和普遍采用的人工增殖放流规格，综合考虑鱼生长速度、鱼类饲养和保育成本等因素，本鱼类增殖放流站的鱼类增殖放流规格为 4～12cm 左右 1 龄鱼，同时通过放流效果监测情况，及时调整苗种放流规格，已确定苗种的最佳放流规格。放流计划详见下表。

表 7.1.4-2　放流种类和规模

放流类别	序号	鱼类名称	鱼类类别	放流规格体长(cm/尾)	放流数量(万尾)
物种保护增殖放流对象	1	乌原鲤	易危、珠江特有	8～10	24
	2	长臀鮠	易危、珠江特有	10～12	26
	3	三角鲤	珠江特有	8～12	24
	4	长鳍光唇鱼	常见	8～12	26
	5	稀有白甲鱼	濒危	6～8	24
	6	唇鲮	易危	8～12	4
	7	暗色唇鲮	濒危	8～12	2
	合计				130

5) 放流时间和地点

放流地点的选择应满足以下要求：交通方便；水流平缓，水域较开阔的库湾或河道中回水湾；水深 5m 以内，凶猛性鱼类少；饵料生物相对丰富。

(1) 放流地点、时间

① 放流前过渡培育

增殖放流鱼种在放流前需要进行消毒处理和过渡培育，在放流运行过程中需要进行消毒处理。

鱼类运输过程中对鱼体的影响主要是鱼体擦伤，因此，运输到达放流地点时应进行预防鱼体发生细菌性疾病，一般采用漂白粉液消毒。

放流鱼种从人工养殖水体进入天然水体需要一定的适应期，可以采用过渡培育，以便提高放流鱼种的成活率。本增殖站设置了野化训练池，放流鱼种可选择在

增殖站内的野化训练池进行过渡培育，亦可选择在库湾、水深 3～5m 的水域，设置鱼种网箱或围网进行过渡培育，过渡培育时间一般为 10～15 天。

② 放流地点

渔业补偿放流对象放流地点选择在库区中下游库湾、库汊等避风少干扰水域；物种保护增殖放流对象增殖放流地点选择在北盘江望谟县乐元镇段、南盘江八渡镇下游段、坝下天峨二桥段、坝下天峨二桥段的流水河段。

③ 放流时间

放流时间可选择在当年秋季 10～11 月，此时增殖的鱼苗经过夏季的生长，体格较为健壮，有利于鱼类的成活。具体选择天气晴朗，气温相对较低的早上 9 点至 11 点放流为宜。

(2) 放流周期

根据生物资源损害赔偿和补偿年限确定的原则，占用渔业水域的生物资源损害补偿，占用年限低于 3 年的，按 3 年补偿；占用年限 3～20 年的，按实际占用年限补偿；占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿。本工程鱼类放流周期暂按 20 年考虑，20 年以后根据鱼类资源的恢复情况决定继续或终止放流。

d) 生产工艺设计

本鱼类增殖放流站生产工艺针对稀有白甲鱼、乌原鲤、长臀鮠、三角鲤、长鳍光唇鱼、唇鲮和暗色唇鲮等物种保护增殖放流对象展开设计。详细设计如下：

1) 工艺生产流程

鱼类增殖放流站生产工艺流程包括苗种生产和放流。苗种生产包括亲鱼收集及检疫、亲鱼培育、人工催产、孵化和鱼苗培育，苗种生产工艺流程见图 7.1.4-2。放流包括苗种过渡培育、检验检疫、标记、放流和放流效果监测，放流工艺流程见图 7.1.4-3。

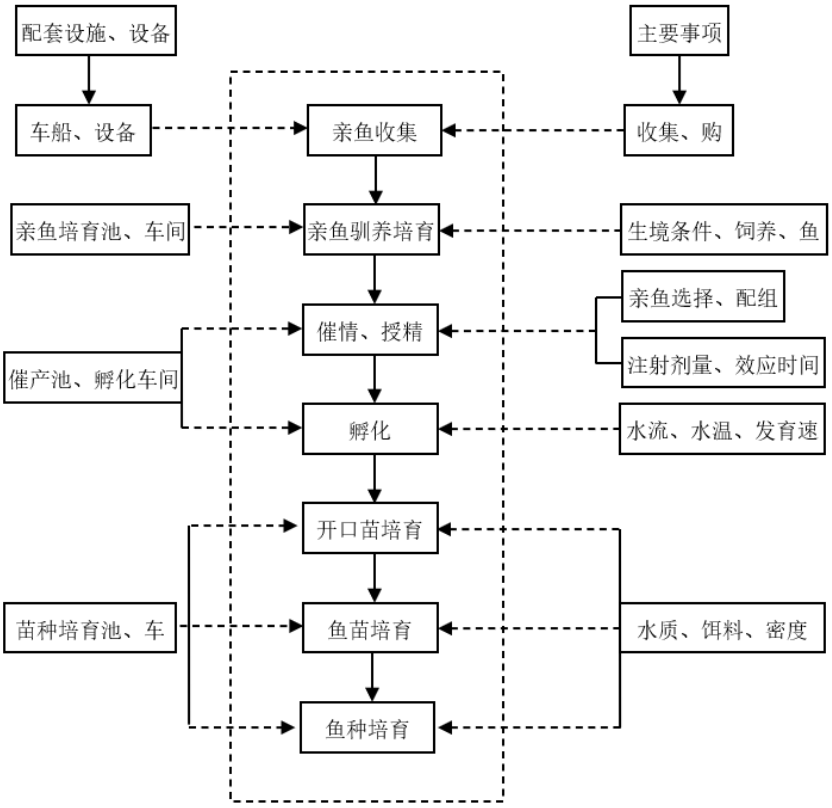


图 7.1.4-2　苗种生产工艺流程图

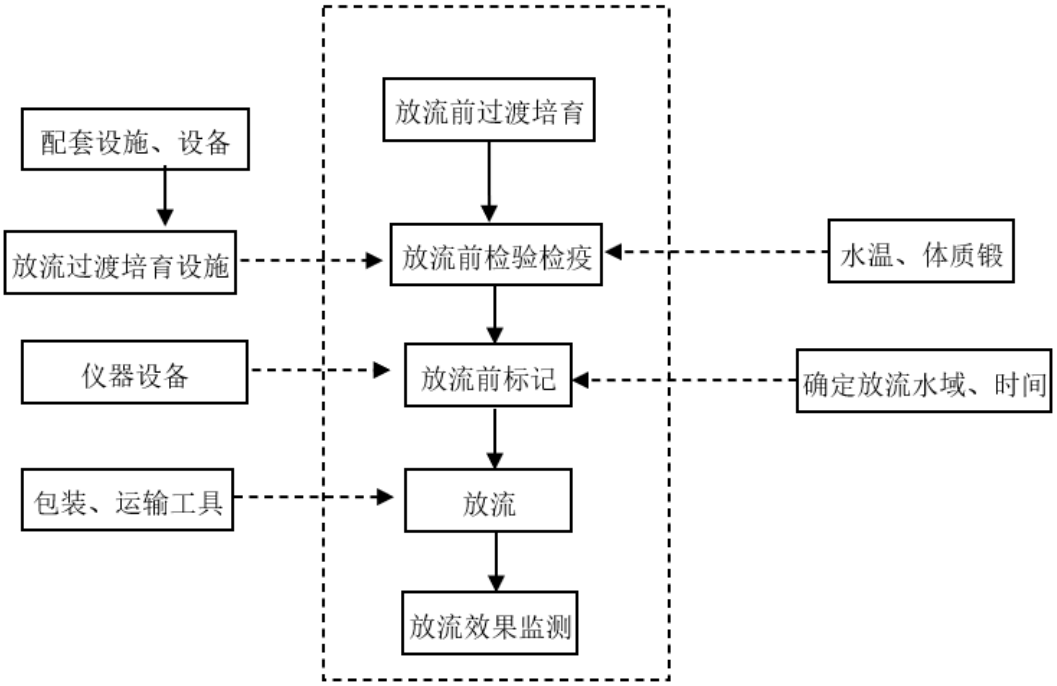


图 7.1.4-3　放流工艺流程图

2) 养殖模式比选

鱼类增殖放流站主要有循环水养殖、流水养殖或静水养殖等 3 种模式，各养殖模式特点见表 7.1.4-3。

表 7.1.4-3　养殖生产工艺比选表

养殖模式	水源	控制要求	气候	生产弃水产生量	占地	造价
循环水养殖	对水源水质要求较高，水量需求不大	温控、充氧	对气候适应性较强	少	较大	高
流水养殖	对水源水质要求较高，水量需求较大	无	不适应高温、严寒等气候恶劣地区	多	一般	较高
静水养殖	对水源水质要求较低，水量需求不大	无	不适应高温、严寒等气候恶劣地区	少	大	低

根据《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》(NB/T 35037-2014)，养殖生产工艺可根据需要采用循环水养殖、流水养殖或静水养殖模式。循环水养殖模式适用于水源取水困难、用地紧张，或养殖水体有温控要求的工程。流水养殖模式适用于水源与增殖放流站有一定高差，水源水量充沛、水质良好的工程。静水养殖模式适用于用地富裕、取水方便且放流对象适应静水养殖的鱼类增殖放流站。

本次拟选站址均位于梯级枢纽范围内，站址用水均从库区取水，水源水量充沛、水质良好。考虑到本站承担珍稀特有鱼类科研工作，流水养殖模式更接近于天然生境，在夏秋季节室外鱼池采用流水养殖模式更有利于亲鱼的驯养及性腺发育，因此，推荐室外鱼池采用流水养殖模式。

循环水养殖模式水量需求相对不大，相应生产弃水产生量也不大，考虑工程河段地表水执行III类水域标准，禁止新设排污口，因此，应优先选择弃水量小的养殖模式即循环水养殖模式；其次，从占地方面比选分析，流水养殖模式由于养殖密度的要求，占地面积大于循环水养殖模式，因此，从节约用地方面考虑，循环水养殖模式更优；最后，从造价方便分析比选，由于循环水养殖模式需要配备相关车间水处理设备，工程造价高于流水养殖模式，但是考虑到循环水养殖模式所需设备造价占增殖站总投资份额不到 3%，选择循环水养殖模式不会对工程总投资产生显著性的增加。综上，本工程车间内推荐采用循环水养殖模式。

综上所述，本工程采用室外流水养殖加室内循环水养殖的养殖模式。

3) 亲鱼和鱼种数量

增殖站的亲鱼采集工作开展时段应综合考虑当地的气候和增殖站的运行情况等多方面因素。亲鱼培育阶段亲鱼需求量与鱼类的产卵量、催产率、受精率、孵化率、育苗全过程平均成活率等参数相关。鱼的种类不同，其产卵量也不同，且产卵量同时也受亲鱼成熟度和外界环境等条件的影响。根据文献检索，结合澜沧江功果桥和苗尾水电站鱼类增殖站实际运行过程中的数据统计，每尾雌性亲鱼的平均相对产卵量见表 7.1.4-4。

表 7.1.4-4　放流鱼类繁殖生物学特征参数取值表

放流种类	相对怀卵量 (万粒/kg)	催产率 (%)	受精率 (%)	孵化率 (%)	开口苗存活率 (%)	鱼苗存活率(%)	鱼种存活率(%)
乌原鲤	0.8	85	76	85	75	80.8	88.2
长臀鮠	1.4	76	68	75	60	71.3	83.3
三角鲤	6.5	90	86	86	80	85.5	93.1
长鳍光唇鱼	0.5	80	60	80	70	71.3	83.3
稀有白甲鱼	1.1	80	80	75	75	76	88.2
唇鲮	0.7	75	70	71	70	71.3	83.3
暗色唇鲮	0.7	75	70	71	66.5	71.3	83.3

渔业生产中，人工繁殖技术成熟、操作技术工人生产流程熟练时，采取人工授精一般雄性亲鱼数量少于雌性。《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》(NB/T 2035037)推荐雌雄亲鱼的搭配比例为 1:1～2:1，本项目为了保证前期授精率，根据多年繁殖研究实践推荐本次设计雌雄亲鱼的搭配比例为 1:1。

同时，由于每年在人工繁殖操作过程中亲鱼有一定的损失，并且因年老需自然淘汰一部分亲鱼，故需准备一定数量的后备亲鱼作为补充群体，本设计同时培育25%的后备亲鱼作为补充。

$$G = \frac{N}{C_0 f_1 f_2 f_3 P_1} \tag{7.1.4-5}$$

式中：G——雌性亲鱼需要数量，尾；

N——放流数量，万尾；

C_0——平均产卵量，万粒/尾；

f_1——催产率，%；

f_2——受精率，%；

f_3——孵化率，%；

P_1——鱼苗全过程成活率，鱼苗全过程包括开口苗、鱼苗和大规格鱼种培育。

亲鱼需求量按下式计算：

$$N_0=G(1+X) \quad (7.1.4\text{-}6)$$

式中：N_0——亲鱼需要数量，尾；

X——雌雄亲鱼搭配比值。

参考其它鱼类增殖放流站实际养殖情况，本项目放流实际养殖规模拟定为 130 万尾/年，开口苗、苗种和亲鱼需要量计算成果见表 7.1.4-5。

表 7.1.4-5　放流亲鱼数量计算表

放流种类	放流数量 (万尾)	鱼种存活率	鱼种 万尾	鱼苗存活率	鱼苗 (万尾)	开口苗 存活率	开口苗 (万尾)	孵化率	受精卵 (万粒)	受精率	产卵量 (万粒)	绝对怀卵量 (万粒/kg)	催产率	雌亲鱼 (kg)	雄亲鱼 (kg)	后备亲鱼 (kg)	总计 (kg)
乌原鲤	24	88.2%	27.21	80.8%	33.68	75.0%	44.90	85.0%	52.83	76.0%	69.51	0.8	85.0%	102.22	102.22	51.11	255.55
长臀鮠	26	83.3%	31.21	71.3%	43.78	60.0%	72.96	75.0%	97.28	68.0%	143.06	1.4	76.0%	134.45	134.45	67.23	336.13
三角鲤	24	93.1%	25.78	85.5%	30.15	80.0%	37.69	86.0%	43.82	86.0%	50.96	6.5	90.0%	8.71	8.71	4.36	21.78
长鳍光唇鱼	26	83.3%	31.21	71.3%	43.78	70.0%	62.54	80.0%	78.17	60.0%	130.29	0.5	80.0%	325.72	325.72	162.86	814.30
稀有白甲鱼	24	88.2%	27.21	76.0%	35.80	75.0%	47.74	75.0%	63.65	80.0%	79.56	1.1	80.0%	90.41	90.41	45.21	226.03
唇鲮	4	83.3%	4.80	71.3%	6.73	70.0%	9.62	71.0%	13.55	70.0%	19.36	0.7	75.0%	36.87	36.87	18.44	92.19
暗色唇鲮	2	83.3%	2.40	71.3%	3.37	66.5%	5.06	71.0%	7.13	70.0%	10.19	0.7	75.0%	19.41	19.41	9.70	48.51
合计	130	-	-	-	197.29	-	280.51	-	356.43	-	502.93	-	-	717.79	717.79	358.90	1794.48

4) 主要建筑物设计

根据《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》(NB/T 35037-2014)，亲鱼养殖密度一般为 0.2kg/m^2～0.3kg/m^2；开口苗培育密度循环水培育方式以 0.5 万尾/m^3～1 万尾/m^3 为宜；鱼苗养殖密度流水养殖方式以 1200 尾/m^3～1500 尾/m^3 为宜；鱼种养殖密度流水养殖方式以 80 尾/m^3～120 尾/m^3 为宜。具体可根据不同种类鱼类习性和培育周期调整养殖密度。结合红水河已建成的其它鱼类增殖放流站实际养殖情况调查，亲鱼养殖密度普遍在 2～8kg/m^2，开口苗培育密度大多在 1 万尾/m^2，鱼苗养殖密度微流水养殖方式以 1200 尾/m^3～1500 尾/m^3 为宜，鱼种养殖密度微流水养殖方式以 80 尾/m^3～120 尾/m^3 为宜，鱼种养殖密度循环水养殖模式以 1000 尾/m^3 为宜。

本次增殖放流站各拟选站址水量均十分充足，结合红水河水质良好，水温适中的实际情况，各阶段培育设计养殖密度参考如下：亲鱼养殖密度取 5kg/m^3(根据目前循环水养殖模式的实际状况，亲鱼培育密度可以达到 6～8kg/m^3)，开口苗培育密度取 0.8 万尾/m^2，鱼苗养殖密度取 2000 尾/m^2，循环水鱼种养殖密度 1000 尾/m^3，室外微流水鱼种养殖密度 120 尾/m^3。

(1) 亲鱼培育车间

亲鱼培育是鱼类繁殖的关键，性腺发育良好的雌雄亲鱼是鱼类人工繁殖的物质基础。亲鱼培育要求水体大，溶氧充足，培育池形状、结构要根据所培育亲鱼的生活习性。如水体较小，亲鱼可能停止性腺发育，达不到人工催产的标准。小水体环境变化波动较大，不利于亲鱼的培育。澜沧江上游鱼类性腺发育需要流水刺激，为满足亲鱼性腺发育的要求，通常采取人工模拟江河水流。本次规划建设 1 个亲鱼培育车间及 1 个室外仿生态亲鱼池，车间内采用循环水养殖，通过循环水系统进水、回水形成的封闭循环管路，推动池内水体产生水流，仿生态亲鱼池采用蓄水池直供水。

亲鱼池分室内亲鱼培育车间中型亲鱼池以及室外大型仿生态亲鱼池两类，室外亲鱼池由人工营造流动的水环境。亲鱼培育车间尺寸为 60.0m×21.0m(长×宽)，两栋，内含 8 个室内中型亲鱼池，各池室规格：半径 6.2m 的圆，面积为 960m^2，有效养殖水体体积为 1440m^3；1 个室外仿生态亲鱼池面积为 2100m^2。总计亲鱼有效养殖体积为 1840m^3，满足培育放流规模亲鱼最低需水面积需求(表 7.1.4-6)。

亲鱼车间的其他配套设施包括温控设施、充气增氧系统、循环水处理系统等。

表 7.1.4-6　亲鱼培育车间所需设施规格及数量表

构筑物名称	长	宽	深	水深	个数	实际体积 m^3	亲鱼数量(kg)	需水体积(m^3)	备注
室内圆形亲鱼池	-	-	-	1	8	1440	1558.47	311.69	亲鱼培育密度参考同类型鱼站参数取 5kg/m^3
室外仿生态亲鱼池	-	-	-	1	1	400			
防疫圆形隔离池	1.5	1.5	1	0.8	1	3.8			
合计						1753.8			

(2) 催产孵化

鱼类增殖放流共需繁殖 7 种鱼类，种类较多，可分批进行，每一批次鱼类繁殖亲鱼数量不大，为催熟、催产、暂养操作方便计，本阶段各操作过程宜放在室内，一方面可节省流程和空间，另一方面，各批次小规模分开进行便于管理。根据目前生产实践经验，考虑各批次催产时间和一次催产规模，设计亲鱼池催产池 6 个。

根据目前常用的孵化设施，考虑分批孵化特点结合生产实际需要、场地布置、操作方便可靠性等，并按照 7 种鱼类的增殖放流数量，共需孵化受精卵 356.43 万个。根据不同鱼种产卵特性，综合考虑配置布置玻璃钢孵化槽 20 个，用于粘性卵孵化；尤先科孵化器 13 个，用于微粘性鱼卵或脱粘后鱼卵孵化；布置圆锥形孵化桶 10 个，用于漂流性卵孵化。

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。为了提高鱼苗培育成活率，一般采用开口鱼苗培养缸。经计算，开口苗培育数量为 280.51 万尾，开口苗培育密度取 0.8 万尾/m^3，共需开口苗培育水体体积为 350.64m^3，开口苗培育缸使用时间短，可循环使用，本工程计划开口苗培育缸每次使用时间约 5d。根据增殖放流对象不同繁殖季节，结合生产安排，单次培育的开口苗培育缸最大需求量为 28 个。

据以上养殖设施规模计算，增殖站内设 1 个繁育车间，平面尺寸为 60.0m×21.0m(L×B)。车间内布设直径 3m 的催产池 6 个、布置玻璃钢孵化槽 20 个、尤先科孵化器 13 个、布置圆锥形孵化桶 10 个；布置 28 个直径 2.5m 开口鱼苗培育缸。车间内催产池所需用水由高位水池直接供应；孵化设施和开口苗培育缸采用循

环水系统供水。繁育车间的其他配套设施包括温控设施、充气增氧系统、循环水处理设备等。

表 7.1.4-7　催产孵化车间孵化设施规格及数量表

序号	养殖设施	养殖水体规格				个 数	总面积 (m^2)	材质	水体类型	备　注
		长 (m)	宽 (m)	深 (m)	水深 (m)					
1	玻璃钢孵化槽	3.6	0.5	0.4	0.4	20	36	玻璃钢	循环水	粘性受精卵
2	尤先科孵化器	3.2	0.85	0.89	0.45	13	35.4	不锈钢		沉性受精卵
3	孵化桶	R=0.5		1	0.7	10	8	玻璃钢		漂浮性受精卵

(3) 苗种培育

① 鱼苗培育设施

苗种培育初期在鱼苗培育池中进行，小规格鱼苗放养密度为 2000 尾/m^3，在实际生产中还需考虑鱼苗的死亡及其它影响因素，培育 130 万尾增殖放流鱼苗，实际下池鱼苗的数量约为 197.29 万尾，，需要鱼苗培育池有效容积 986.45m^3 养殖空间，可在增殖放流站内设鱼苗培育车间 1 座，尺寸为 60.0m×21.0m(L×B)。每个鱼苗培育车间内设矩形鱼苗池 21 个；鱼苗池的单池平面尺寸均为 12.0m×4.0m(L×B)，池深 1.3m，控制水位 1.0m，鱼苗培育车间总有效容积为 1152m^3，满足鱼苗培育需求。

表 7.1.4-8　鱼苗培育设施规格及数量表

构筑物名称	长	宽	深	水深	个数	实际体积 (m^3)	鱼苗数量 (万尾)	需水体积 (m^3)	材料	备注
矩形鱼苗池	12	4	1.3	1	21	1008	197.29	986.45	食品级玻璃钢	鱼苗培育密度按规范取 0.2 万尾/m^3

② 鱼种培育设施

苗种培育后期在鱼种培育池中进行，在实际生产中还需考虑鱼苗的死亡及其它影响因素，培育 130 万尾增殖放流鱼苗，实际下池鱼苗的数量约为 148.22 万尾。按照规范并参考同流域已建鱼类增殖放流站相关参数，循环水养殖模式下鱼种培育密度为 1000 尾/m^3。因此，需要鱼苗培育池有效容积约为 1482.2m^3

本次设计有一个鱼种培育车间 2 座，尺寸均为 60.0m×21.0m(长×宽)，布置 18 个长方形苗种培育池，池室规格：长 15m×宽 5m×池深 1.5m(有效水深 1.2m)，有效

养殖容积为 1620m^3，满足设计需求。

表 7.1.4-9　鱼种培育设施规格及数量表

构筑物名称	长	宽	深	水深	个数	实际体积 (m^3)	鱼种数量 (万尾)	需水体积 (m^3)	材料	备注
苗种培育池	15	5	1.5	1.2	18	1620	148.22	1482.2	钢筋混凝土	鱼种培育密度参考同类型鱼站参数取 0.1 万尾/m^3

苗种车间的其他配套设施包括温控设施、充气增氧系统、循环水处理系统等。

③ 饵料池

鱼苗开口饵料的培育在鱼苗和鱼种的培育中起着重要作用，应设置饵料培育池。由于山区气候条件特殊，平均水温较低，饵料培育不易达到喂养要求，本站采取饵料同豆浆、蛋黄等配合喂养的方式对开口苗进行饲喂。增殖放流站设置饵料培育池 2 个，钢筋混凝池体，半地下式设置，位于增殖站地质最低处污水处理站附近，饵料池单体尺寸均为 6m×3m×1.5m(长×宽×深)，控制水深 1.3m。

5) 主要生产需水量

本鱼类增殖站室内主要采用室内循环水养殖，生产用水由引水系统引入场内蓄水池，经蓄水池沉淀后再通过管道分别引入各养殖车间，其中催产孵化开口苗培育车间、野化池和防疫隔离池采用蓄水池直接供水；亲鱼培育车间、鱼苗培育车间采用室内循环水处理系统循环供水。

表 7.1.4-10　生产需水量

序号	名称	个数	养殖水体规格			水体 (m^3)	日换水次数	使用时段	日需水量 (m^3/d)	备注
			长 (m)	宽 (m)	水深 (m)					
1	矩形亲鱼池	8	12	10	1.5	1440	0.1	全年	1	矩形亲鱼池 矩形鱼苗池 矩形鱼种池 孵化槽 尤先科 孵化器 孵化桶 开口苗 培养缸 饵料池
2	矩形鱼苗池	21	12	4	1	1008	0.1	6 ~ 10 月	2	
3	矩形鱼种池	18	15	5	1.2	1620	0.1	6 ~ 10 月	3	
4	孵化槽	20	3.6	0.5	0.4	14.4	2	4 ~ 7 月	4	
5	尤先科孵化器	13	3.2	0.8	0.45	14.976	2	4 ~ 7 月	5	
6	孵化桶	10	0.5	0.5	0.7	10.995	2	4 ~ 7 月	6	

表 7.1.4-10(续)

序号	名称	个数	养殖水体规格			水体(m^3)	日换水次数	使用时段	日需水量(m^3/d)	备注
			长(m)	宽(m)	水深(m)					
7	开口苗培养缸	28	2.5	2.5	0.7	153.938	0.1	4～8月	7	
8	饵料池	2	6	3	1.3	46.8	0.3	4～7月	8	
小计		4 套系统内储水箱水体约 800m^3，循环使用，日补充 10%的水量							516.976	
9	室外仿生态池	1	-	-	1.0～1.3	400	2	全年	9	室外仿生态池
10	催产池	6	3	3	1.3	73.51	12	4～7月	10	催产池
11	防疫隔离池	2	1.5	1.5	0.8	3.6	2	亲鱼采购进站时使用1～2周	11	防疫隔离池
小计		流水水量							1689.359	-
平均用水量(m^3/d)									2206.335	-
平均用水量(m^3/s)		按每个鱼池一天 24h 不间断的流水							0.025536	-
高峰用水量(m^3/s)		时变化系数取 1.5							0.038304	-

经核算，本鱼类增殖放流站生产用水设计流量为 0.0383m^3/s，详见上表。各养殖设施排水由场内排水管/沟收集后进入废污水处理设施。《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》规定“蓄水池容积可根据养殖用水调蓄水量确定，一般蓄水池分为 2 格以利于泥沙沉淀”，本增殖站养殖用水调蓄水量为 2220.735m^3，考虑部分富余水量，将蓄水池容积设计为 1200 m^3，则本鱼类增殖放流站共需蓄水池 2 个。

6) 其他辅助设施

(1) 蓄水池

蓄水池布置于增殖放流站用地的最高处，以保证站内用水以自流方式供水。根据养殖水体的体积和换水率、拟建增殖放流站地形，设 2 座蓄水池。蓄水池的水主要为保证催产孵化、开口苗培育、亲鱼培育、鱼苗培育等生产用水及其他设施用水。

为保证鱼类增殖放流站生产用水，拟在室外建设 2 座蓄水池，参考国标图集《22S804 矩形钢筋混凝土蓄水池》中的方形 1500m^3 蓄水池，平面尺寸为 30.0×

22.5m(长×宽)，净深 3.0m，设置有通气管、液位仪、进人孔、溢流管、放空管等辅助设施。蓄水池的水主要为保证催产孵化、开口苗培育、亲鱼培育、鱼苗培育等生产用水及其他设施用水。

(2) 人工湿地

人工湿地为土工膜防渗土池，面积 2100m^2。

工艺：根据《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ2005-2010)，结合进水水质、用地情况，本次设计采用采用表流湿地工艺，并在湿地底部铺设填料。

总体布置：设置 1 个处理单元，按照用地现状布设平面。通过管道(DN300HDPE 双壁波纹管)配水。出水排至坝下河道。

填料：为了增强生态塘湿地去除污染物的效率，本次湿地填料基质层总厚度为 550mm。从下到上依次铺设细砂 200mm(粒径 1mm-5mm)、细砂 150mm、1:2 水泥砂浆嵌粘中粗卵石。

防渗：本次湿地采用规格为 600g/m^2 的复合土工膜进行防渗处理。

水力坡度：根据规范要求，湿地水力坡度宜为 0.5%～1%。

湿地植被选择：根据广西地区常见湿地植物的类型以及植物的特性，以及净化原理需求，选择湿地植物。增殖站排水主要控制因子为总氮、总磷，因此人工湿地需要选择吸收 N、P 较好的湿地植被。本次设计选择再力花、花叶芦竹、千屈菜、黄菖蒲等作为主要净化植物。

(3) 实验设施

由于水质的好坏直接关系到鱼类能否存活、生长，特别是在循环水高密度养殖条件下，水质控制至关重要，所以有必要对水质进行监测。另外，在亲鱼的培育、催产时，需要及时了解亲鱼的成熟度及性腺发育情况；在苗种培育阶段，也需要对苗种进行观察，以便及时发现、解决鱼病等问题，所以要配备常用的观察仪器进行监测。

鱼类增殖放流站建立实验室一个，设于综合楼内，配备常用的观察和实验仪器。实验室配置多参数水质分析仪、水质在线监测仪、显微镜、解剖镜、冰箱、分析天平等。

以上各建筑物分区间以及道路两侧均规划栽植乔树、灌木、花草结合的植物，

营造站内良好的环境。

7) 建(构)筑物情况表

表 7.1.4-11　建(构)筑物情况表

序号	名称	数目	尺寸
			长*宽*有效水深
一	繁育车间	1	60m*21m,1F 门式刚架结构
1	孵化桶	5	成品
2	孵化槽	7	成品
3	尤先科孵化器	13	成品
4	开口苗培育缸	28	R=1m，h=0.7m
5	催产池	9	4m*2m*1.3m
二	鱼苗培育车间	1	60m*21m,1F 门式刚架结构
6	鱼苗培育池	24	12m*3m*1.3m
三	苗种培育池	2	
7	1#矩形鱼种池	8	15m*5m*1.5m
8	2#矩形鱼种池	6	10m*5m*1.5m
四	亲鱼培育车间	2	60m*21m,1F 门式刚架结构
9	亲鱼池	8	半径 6.2m，有效水深 1.5m
10	隔离池	2	半径 1.5m，有效水深 0.8m
11	室外仿生态亲鱼池	1	2100m^2，依据地形布置
12	人工湿地	1	1500m^2，依据地形布置
五	饵料池	2	15.0m*10.0m*1.3m

e) 工程选址

1) 选址原则

本工程场址选择时主要遵循以下原则：

(1) 场址应有满足生产、生活的供水水源和良好的排水条件。

(2) 要求可用场地面积满足增殖站建设需求，地势较为平缓。根据各类建构筑物尺寸，本鱼类增殖站的占地面积在 30000m^2 以上。

(3) 距离放流水域近，道路交通条件良好。

(4) 地质条件好，不存在重大地质灾害隐患，不受洪水影响。

(5) 周边基础设施完善，便于运行管理。根据环发〔2014〕65 号文件要求，为便于管理和明确责任，鱼类增殖放流站选址原则上应在业主管理用地范围内。

(6) 尽量避免居民拆迁。

2) 站址比选

按照上述的基本要求，拟选鱼类增殖放流站有四个拟选站址方案，分别位于平班和龙滩梯级枢纽范围内，其中平班梯级枢纽范围内有一处拟选站址，龙滩梯级枢纽范围内有三处拟选站址。

(1) 1#平班站址

1#平班站址位于新洲河口左岸开阔场地内，平班水电站厂房西南侧，原为平班水电站工程生产、辅助企业区，与新洲河口弃渣场相连，面积约 3.5hm^2，在平班水电站试运行期间，该场地已完成平整恢复工作，弃渣场在 2007 年工程弃渣完毕后，已经过多年自然沉降，可满足建设鱼类增殖放流站设施的地质要求。但目前该场地已移交回当地政府管理。该规划站址北侧靠近平班水电站自用水厂，生产生活用水均可引自电站水库，取水成本低，周围无工业污染源，另外新洲河可作为备用水源。站址紧邻 G324 国道及平班水电站上坝公路，交通非常便利。但该处站址场平高程为 412m，仅高于该处十年一遇洪水位 411.55m，可能会受到洪涝影响。站址位于龙滩水库库尾，放流运输鱼苗距离最优。



图 7.1.4-4　1#平班站址位置及现状

(2) 2#龙滩站址(一)

2#龙滩站址(一)位于龙滩大坝下游左岸约 2.6km 的物资存放场，占地面积约 3hm^2，该比选站址场地地形平整开阔，利于工程布置；场地高程为 320m，在五十年一遇洪水位以上，不会受洪水影响；水源拟从龙滩坝前水库抽取，水库坝上游无大型工业污染源，水质有保障，其自身的交通及生产生活条件均较方便；站址位于龙滩坝下，放流运输鱼苗距离较远。

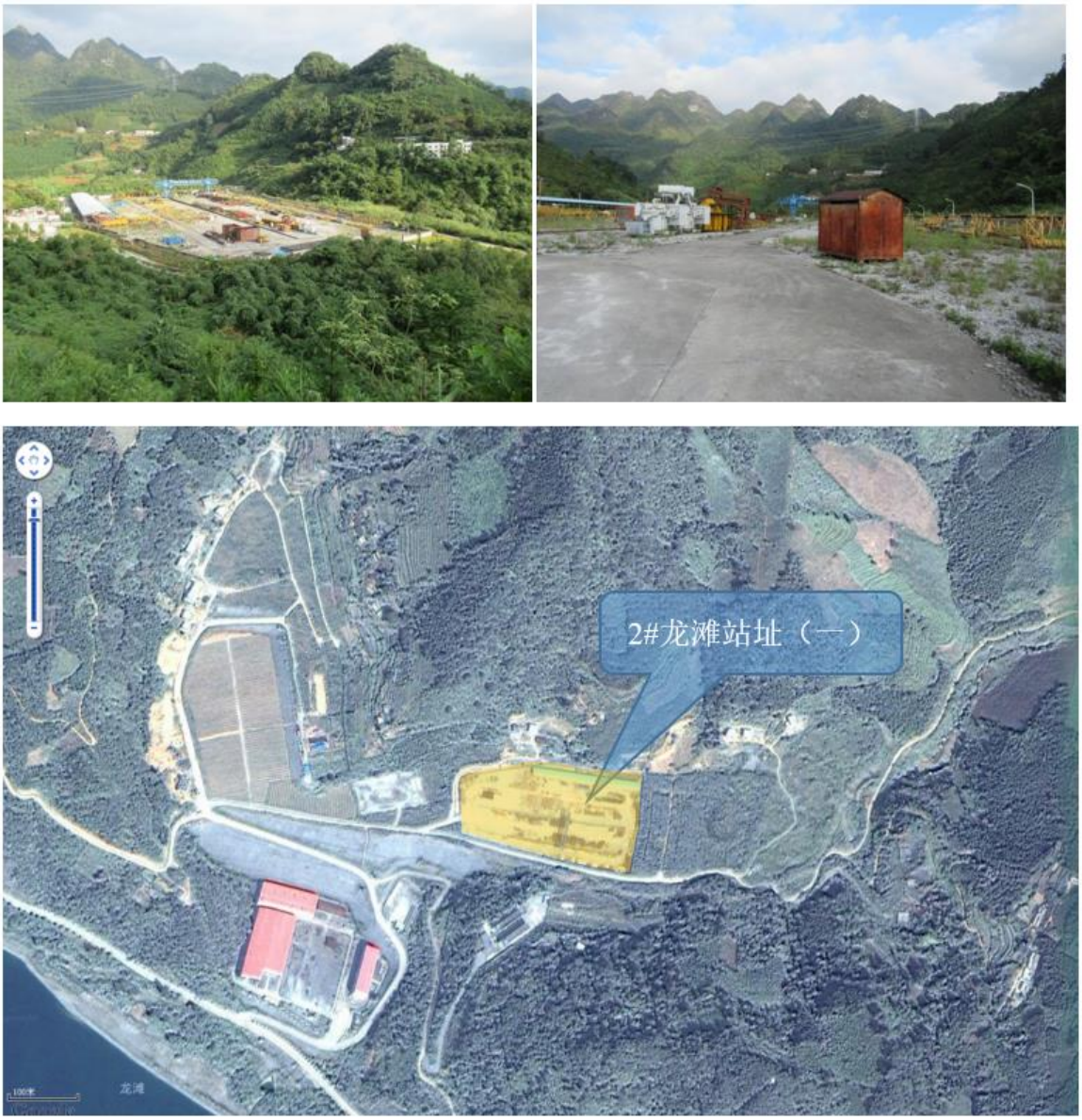


图 7.1.4-5　2#龙滩站址(一)位置及现状

(3) 3#龙滩站址(二)

3#龙滩站址(二)位于龙滩大坝下游左岸约 1.7km 的临时施工场地，占地面积约 2.7hm^2，该比选站址场位于左岸上坝道路两侧，目前为绿化用地，面积相对较小，设施布置较为紧凑；场址位于龙滩水电站的军事管理区内，出入管理严格，受外界干扰影响较小；场地高程为 261m，在红水河五十年一遇洪水位以上，不会受洪水影响；水源拟从龙滩坝前水库抽取，水库坝上游无大型工业污染源，水质有保障，其自身的交通及生产生活条件均较方便；站址位于龙滩坝下，放流运输鱼苗距离较远。

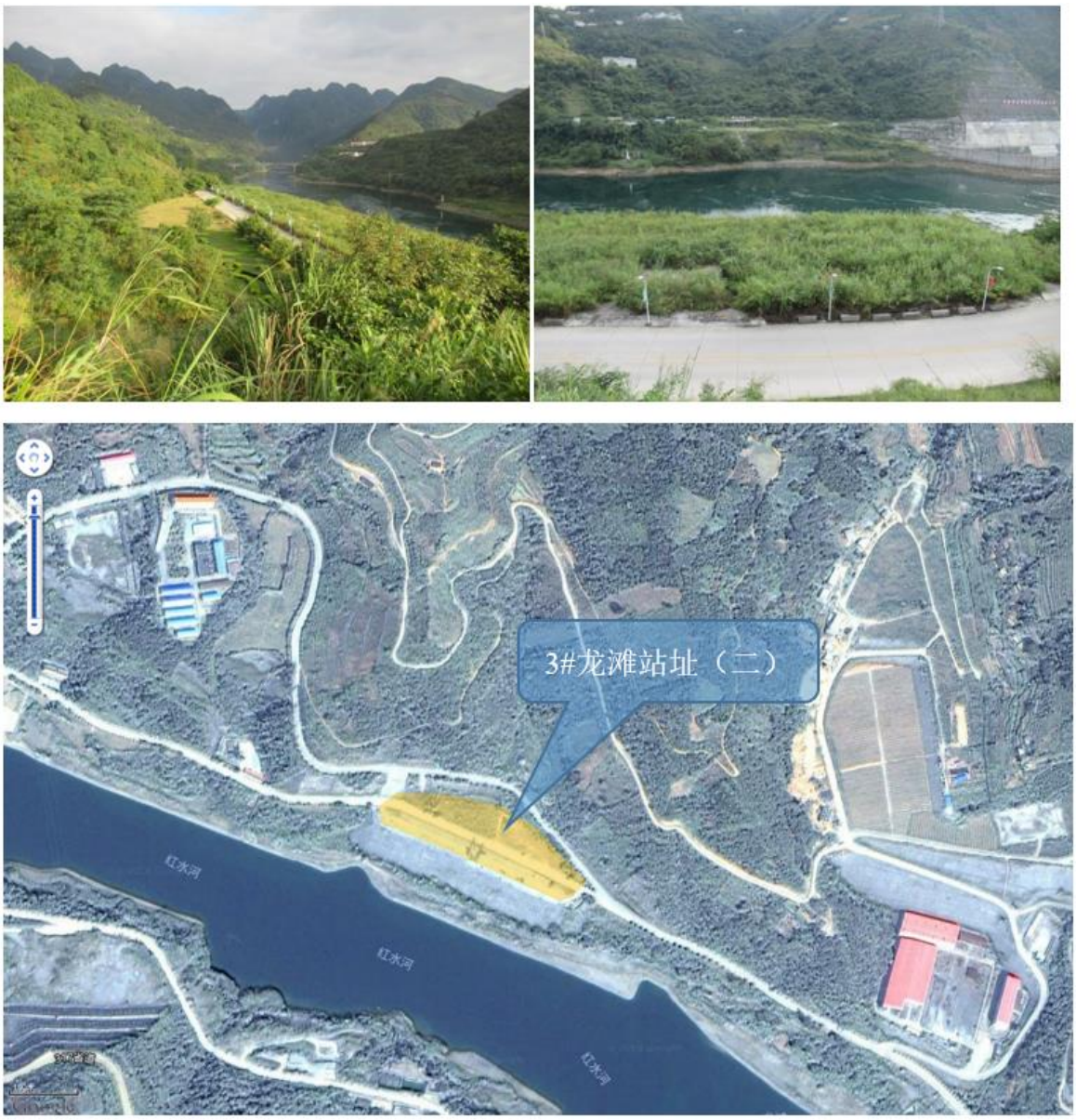


图 7.1.4-6　3#龙滩站址(二)位置及现状

(4) 4#龙滩比选站址(三)

4#龙滩站址(三)位于龙滩坝上约700m的右岸台地，地块面积约5.5hm^2，场地高程为380m，目前为一钢结构加工场，面积较大，可有未来扩建余地。场地紧邻303省道以及民用码头，水路、陆路运输均十分便利；站址位于龙滩坝前，水源拟从龙滩坝前水库抽取，引水管线较短，水库坝上游无大型工业污染源，水质有保障。



图 7.1.4-7　4#龙滩站址(三)位置及现状

表 7.1.4-12　增殖放流站址条件对比表

要素	1#平班站址	2#龙滩站址(一)	3#龙滩站址(二)	4#龙滩站址(三)
水源条件	位于南盘江与新洲河口汇合口，紧靠平班水电站自用水厂，水量充沛，水质良好；场地高差可满足自流取水需求；新洲河可作为备用水源。	站址距离龙滩水库约 2.6km，水源拟从龙滩坝前水库抽取，引水管线较长；无备用水源。	站址距离龙滩水库约 1.7km，水源拟从龙滩坝前水库抽取，引水管线长度适中；无备用水源。	站址位于龙滩坝上约 700m 的右岸台地，与水库相邻，水源拟从龙滩坝前水库抽取，引水管线较短；无备用水源。
气象条件	区域气候温和，雨量充沛、干湿季节分明。年平均气温 20.1℃，极端最高气温 41.9℃，极端最低气温-1.7℃。	区域气候温和，雨量充沛、干湿季节分明。年平均气温 20.6℃，极端最高气温 39.4℃，极端最低气温-2.9℃。	区域气候温和，雨量充沛、干湿季节分明。年平均气温 20.6℃，极端最高气温 39.4℃，极端最低气温-2.9℃。	区域气候温和，雨量充沛、干湿季节分明。年平均气温 20.6℃，极端最高气温 39.4℃，极端最低气温-2.9℃。
地质条件	站址原为弃渣场和施工企业生活区，现为一座木材厂，地质条件满足建站要求。无山洪、滑坡、泥石流等地质灾害发生。	站址现为施工企业物资存放场，无山洪、滑坡、泥石流等地质灾害发生，地质条件满足建站要求。	站址原为临时施工场地，现作为绿化用地，无山洪、滑坡、泥石流等地质灾害发生，地质条件满足建站要求。	站址原为渣场，现为一钢结构加工厂，无山洪、滑坡、泥石流等地质灾害发生，地质条件满足建站要求。
地形条件	场址沿着新洲河口左岸布置，地形狭长，场地面积 3.5hm^2，大小适中，已平整，场地内有部分区域受限于 324 国道公路桥的建设限制。	站址区域地形平坦开阔，场地面积 3hm^2，大小适中，场地平整，易于布置。	站址位于左岸上坝道路两侧，区域地形平坦，场地面积 2.7hm^2，面积较小，设施布置较为紧凑。	站址区域地形平坦开阔，场地面积 5.5hm^2，面积较大，场地平整，易于布置，可有未来扩建余地。
防洪条件	站址场地位于平班坝址下游右岸，高程在二十年一遇洪水位以下，可能受洪水影响。	站址场地位于龙滩坝址下游右岸，高程在红水河五十年一遇洪水位以上，不会受洪水影响。	站址场地位于龙滩坝址下游右岸，高程在红水河五十年一遇洪水位以上，不会受洪水影响。	站址场地位于龙滩坝上游右岸台地，高程在红水河五十年一遇洪水位以上，不会受洪水影响。
管理条件	场址紧邻平班水电站厂区，部分设施如水厂、综合楼等可依托平班水电站现有设施或进行改造，项目实施后便于纳入电站统一管理。	场址距离龙滩枢纽较远，管理区域较为独立。	场址位于龙滩水电站的军事管理区内，出入管理严格，受外界干扰影响较小。	位于龙滩坝前上游，附近有民用码头等设施，受外界干扰影响较大，对管理要求较高。
交通条件	站址紧邻 G324 国道及平班水电站上坝公路，交通非常便利。站址位于龙滩水库库尾，放流运输鱼苗距离最优。	址场位于左岸上坝道路两侧，交通及生产生活条件均较方便，站址位于龙滩坝下，放流运输鱼苗距离较远。	站址已有等级公路连接，交通及生产生活条件均较方便，站址位于龙滩坝下，放流运输鱼苗距离较远。	场地紧邻 303 省道以及民用码头，水路、陆路运输均十分便利，站址位于龙滩坝前，放流运输鱼苗距离较远。

由上表可见，1#平班站址有新洲河作为备用水源，站址紧邻平班水电站厂区，在供水保证、便于统一管理以及放流运距方面较其他三处比选站址有较明显优势。但由于场地高程在二十年一遇洪水位以下，各项设施需考虑洪水的影响，另外由于场地内有 324 国道公路桥跨越，需保留一定的安全区域。

龙滩梯级枢纽范围内的三处拟选站址均在龙滩枢纽附近，站址建设条件相近，水源均从龙滩坝前水库抽取，供水水量水质基本可满足流水养殖的供水需求。各比选站址均已有等级公路连接，交通及生产生活条件均较方便，但放流运输鱼苗距离均相对较远。三处拟选站址中 2#龙滩站址(一)大小适中，场地平整，易于布置；3#龙滩站址(二)场地面积较小，设施布置较为紧凑，但取水条件较好；4#龙滩站址(三)场地面积较大，可有未来扩建余地，且 4#龙滩站址(三)附近有 303 省道以及民用码头，水路、陆路运输均十分便利。综合考虑，龙滩梯级枢纽范围内的三处拟选站址中的 3#龙滩站址(二)作为比选方案，4#龙滩站址(三)作为推荐方案。

1) 选址环境合理性分析

4#龙滩站址(三)位于龙滩坝上约 700m 的右岸台地，该台地为龙滩水电站一期工程已征用的建设用地。该台地现被红水河特大桥项目作为桥梁加工厂临时使用,该用地周边现布置有附近居民的临时运输码头，后期民用码头位置会建设龙滩水电站过鱼设施中转码头。选址周边 100m 范围内无居民点分布，不涉及基本农田，选址距离龙滩自治区级自然保护区最近距离约 100m。选址区域植被类型以草地为主，常见植物有狗牙根、鬼针草、葛、狗尾草等，未发现珍稀保护植物及古树名木。选址区域动物为区域内常见动物，常见动物有白头鹎、金腰燕、领雀嘴鹎、麻雀等，未发现珍稀保护动物、鸟类分布。

选址区域为龙滩水电站一期工程已征用的建设用地，随着鱼类增殖站、过鱼设施建设码头建设，周边的民用码头会逐步迁出。选址周边的水域、船只通航，会考虑鱼类增殖站的、过鱼设施运行的要求后，与电站通航建筑物一同纳入龙滩水电站的统一管理。鱼类增殖站、过鱼设施运行后，考虑封闭式管理。周围省道及码头噪声的频率及音量会进一步降低。因此，外环境不会对鱼类增殖站运行产生较大影响。

从环境保护的角度，工程推荐的鱼类增殖站选址范围内暂未发现保护野生植物或动物生境分布，土地利用现状为已经硬化的桥梁加工厂，可以减少新利用征地产

生的对土壤、植被的影响，同时可以有效减少水土流失，避免对占地周边水体的水质产生威胁。鱼类增殖站施工对周边环境的影响仅限于施工期，采取对应的大气、声、水环境、水土保持保护措施后，对周边的环境的影响较小且可控。从环保角度分析，推荐厂址的选址基本合理。

f) 总平面布置

1) 工程总体布置

龙滩水电站鱼类增殖放流站按功能划分为生产区、生活区和辅助系统。生产区布置有 2 座亲鱼培育车间内布置 8 口亲鱼池、1 座繁育车间、1 座鱼苗培育车间内布置 21 口鱼苗培育池(其中 6 口布置于亲鱼车间)、2 座鱼种培育车间(每座车间内布置 9 口鱼种培育池)、2 口隔离防疫池、2 口饵料培育池、1 座室外仿生态亲鱼池(兼休闲游憩展览功能)、2 座蓄水池、1 处人工湿地；生活区布置有 1 栋综合办公楼、1 栋辅助用房；辅助系统包括生产供水取水工程、输水管道、蓄水池、站区给排水设施、站区道路等；站区空地设置草坪进行绿化。鱼类增值站总平面布置图及平面布置图如图 7.1.4-8 和图 7.1.4-9 所示。

鱼类增殖站选址位于位于龙滩坝上约 700m 的右岸台地，紧邻 S317 道路，分为两个大台地，上部台地高程约 388～400m，下部台地高程约 380～382.5m。蓄水池利用现状地形布置于高程 388m 平台。

总用地面积 4.65ha；养殖水源为龙滩水电站水库，通过约 550m 的 DN250 钢管沿 S303 公路输送至位于高程 388m 平台的蓄水池，日高峰用水量按 2400 m^3/d 考虑，养殖尾水经养殖尾水处理设备和人工湿地净化后进行回用。

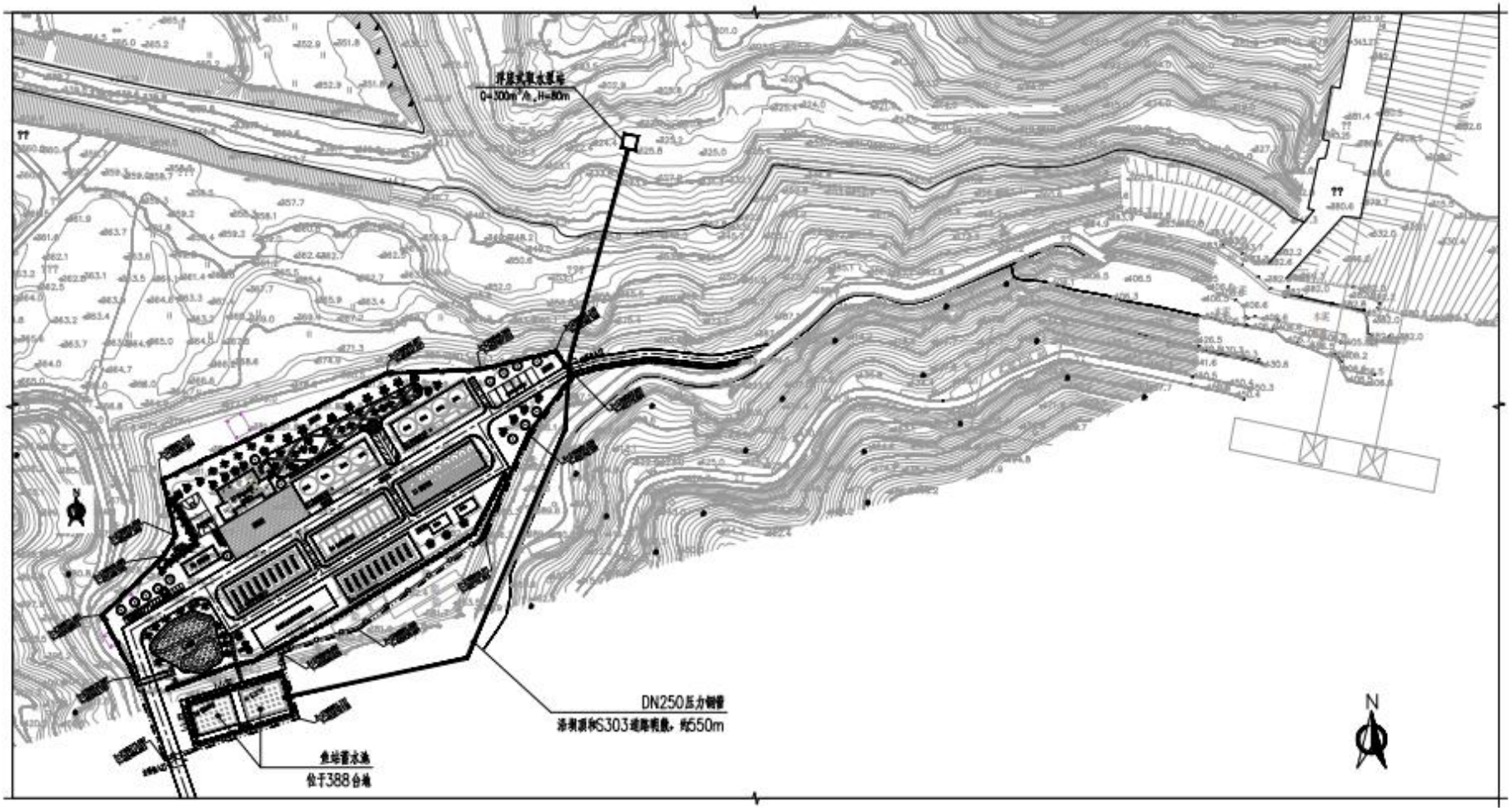


图 7.1.4-8　鱼类增值站总平面布置图

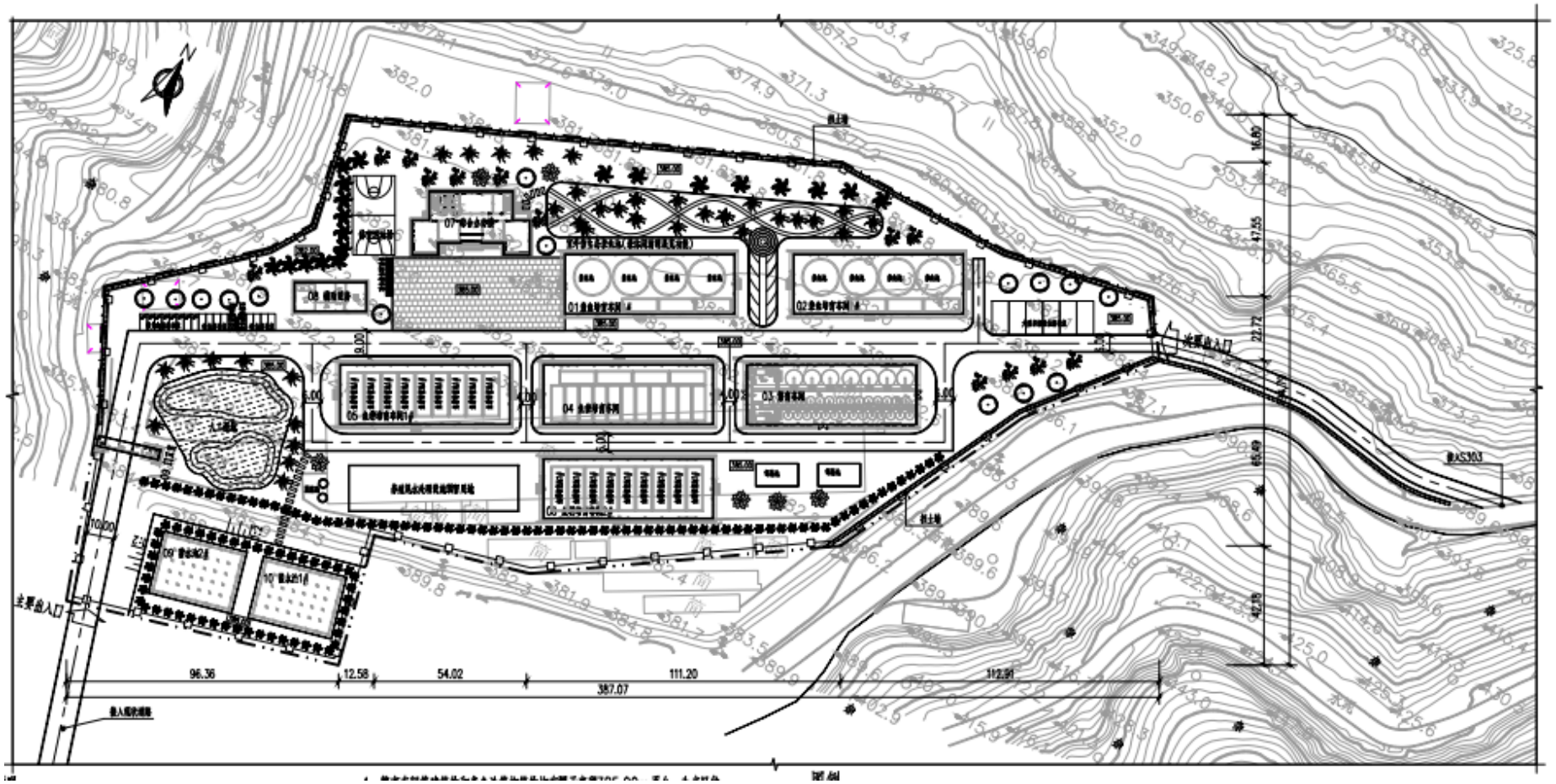


图 7.1.4-9　鱼类增值站平面布置图

生产区占据大部分场地面积，生活区位于场地西北侧，辅助系统包括给排水系统、道路、实验室、电气自控系统等；

主要工程量：清表及场平平整开挖约 1.4 万 m^3、土石方回填约 13.15 万 m^3、地基夯实处理约 4.65 万 m^2、混凝土约 8000m^3、钢筋约 1200t、型钢及钢板约 1000t。

2) 场地地质情况

鱼类增殖放流站选址位于坝址上游直线距离 0.48km～0.95km 处的红水河右岸龙滩水电站②路西侧龙滩水电站一期V、III标施工、生活场地(为纳付堡渣场的一部分)上。站址处原为渣场，现为一钢结构加工场，紧邻 S317 道路。

工程位于天峨县六排镇与向阳镇界线附近，依据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，工程场址区基本动峰值加速度在 0.10g 区，特征周期 0.35s，相应的地震基本烈度为VII度。

根据《建筑工程抗震设防分类标准》(GB 50223-2008)，拟建场地抗震设防为丙类(标准设防类)。根据龙滩水电站已有资料，按 2016 年版《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)规定，判定本区建筑场地类别为II类。初步判断拟建场地不存在饱和砂土和饱和粉土，可不进行液化判别，不考虑震陷影响。

场址现状主要为省道 S317 外侧的平地上，地面高程 382m 左右。原始地形为近南北向南高北低的纳福堡冲沟、梯田及两侧斜坡，高程约 301～380m，地形坡度约 5°～30°。纳福堡冲沟为季节性流水溪沟，自北向南流向红水河。场址以填方为主，填土厚度约 2～81m。

建筑区自上而下由人工填土(堆渣)、残坡积碎石土层、溪沟冲积层和基岩组成，分述如下：

a) 人工填土(Q^s)：主要分布于省道 S317 外侧、原纳福堡冲沟内，主要为龙滩一期工程各类建筑物地基、边坡开挖弃渣。渣场堆放于 2006 年前，至今已有 18 年以上。填土物质组成复杂。该层厚度约 2m～21m。

b) 残坡积碎石土(Q^{edl})：分布在场地填方及纳福堡冲沟两侧斜坡地带，主要为灰色粘土夹碎石，含腐殖质，厚度 0.5～15m。呈松散～中密状，力学性质差异大。

c) 冲沟冲积砂卵砾石层(Q^{al})：分布于纳福堡冲沟填方区底部，最厚 10～20m，由块石、漂石、砂卵砾石夹粉沙等组成，颗粒级配分布不均匀，差异性大。

d) 场地下伏基岩为二叠系上统(P2)铝土岩、炭质、泥质、硅质粉砂岩，三叠系下统罗楼祖(T_{1L})泥板岩夹粉砂岩、灰岩。岩体软硬相间，在构造发育地段，岩体破碎，易风化。

场地位于八耐背斜核部附近，受八耐背斜影响，该区 NNW 向构造和岩层柔皱发育，岩层产状变化大，岩层整体产状：N50°E，SE∠28°。

主要节理裂隙有如下 5 组，其中层面节理最为发育，NNE 向陡倾角节理倾向坡外。

I：N0°～50°E，SE 或 E∠28°～35°(层面节理)；

II：N0°～20°E，W 或 NW∠60°～80°；

III：N10°～40°W，SW∠40°～85°；

IV：N50～60°W，NE∠50°～60°；

V：N76°E，NW∠70°～80°。

溪沟水及后缘主要地表水通过纳付堡排水系统导向红水河。场地地下水主要为孔隙水和基岩裂隙水，受大气降水补给，向溪沟最终向红水河排泄。地下水位埋深随季节变化而变化。

场地岸坡大部分植被发育良好；一般覆盖层层薄，较难具备形成泥石流的地质环境条件，调查中未见和未发生过泥石流，除因暴雨形成的山洪冲刷浅表层的覆盖层以外，无大的固体径流来源，固体径流对场地及其排水涵管无大的影响。

场地内不良地质现象主要为填土的沉降和边坡的局部变形和塌滑失稳。人工填土成分复杂，不确定因素多，建议进行系统的勘察试验，以确定岩土体性状及物理力学参数。

根据坝址区试验资料和工程类比建筑区岩土物理力学指标可按表 7.1.4-13 选取。根据坝址区试验资料和工程类比建筑区岩土物理力学指标可按下表选取。

表 7.1.4-13　岩(土)体主要物理力学参数初步建议值表

岩(土)名称及代号		天然密度	承载力标准值	摩擦系数	凝聚力	变形模量
		ρ_0	f_k	f	C	E_0
		g/cm^3	kPa	-	kPa	GPa
残坡积碎石土(Q^{edl})		1.9～1.95	200～300	0.4～0.45	35～45	—
人工堆积碎、块石土(Q^s)	埋深＜2m	1.6～1.7	＜150	0.4～0.5	0～10	—
	埋深≥2m		150～360			—
砂卵砾石层(Q^{al})		1.9～2.0	250～300	0.5～0.6	0	—
基岩(P_2、T_{1L})	强风化	2.55	300～1000	0.45～0.55	150～300	0.5～2
	弱风化	2.65	1000～1500	0.65～0.9	300～950	2～6

场地周围断层为不活动断裂。场地稳定性较好，适宜建设鱼类增殖放流站。

拟建场地四周为边坡，根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)第 4.1.1 条及其条文说明，场地为对建筑抗震不利地段。

填土或堆渣(Q^s)：一定深度的堆渣沉降最长达 18 年以上,鱼类增殖放流站荷载较小，经过适当处理如碾压、夯实、强夯等处理后，选择合适的基础形式，地基可以满足基础要求。

残坡积碎石土(Q^{edl})层分布厚度小，渣场范围内该层埋深大，开挖困难，建议不作为基础的地基持力层。

冲积砂卵砾石层(Q^{al})分布于冲沟中，埋深大，开挖难度较大，不选作基础的地基持力层。

基岩厚度大，力学性能较稳定，近内侧场地可建筑物基础的地基层。但原来冲沟范围底部埋深大，造价高，故也不选沟底基岩作基础的地基持力层。

本项目均为单层或低层建筑，承载力要求不高，可以根据场地岩土层的分布情况选择采用天然地基。

省道 S303 外侧除人工填土或堆渣(Q^s)外，其它岩土层埋深较深，开挖难度较大，不适合作天然地基的持力层。人工填土或堆渣(Q^s)经过适当处理如碾压、夯实等处理且具有一定埋深后，可做为天然地基。近内侧场地基岩是建筑物基础的良好持力层。

影响天然地基施工的主要影响因素是地表水和地下水，本场地主要地表水原渣

场进行了截、排水处理，场地总的来说地下水贫乏，人工填土或堆渣(Q^s)层透水性较好，但雨季施工时应注意雨水和山坡径流的影响，做好抽、排水工作。

根据场地岩土工程性能和工程经验，各拟建建筑物基础型式建议采用独立基础或柱下条形基础，省道 S303 外侧可选用夯实或一定深度的人工填土或堆渣(Q^s)为持力层，近内侧场地可选基岩做建筑物基础的持力层。选择持力层时，应注意同一建(构)筑物尽量采用同一持力层，以防止地基不均匀沉降的可能。

浅基础开挖时，人工填土或堆渣开挖后坑壁稳定性较差，由于场地较开阔，可采用放坡开挖，坡比可采用 1：1～1：1.25，必要时进行喷砼。

施工时应注意持力层选择与判别，以确保持力层正确选择，若有问题应及时进行调整。基础施工结束后应按规范要求进行检测。

3) 建构筑物

鱼类增殖站选址位于龙滩位于龙滩坝上约 700m 的右岸台地处。站址处原为渣场，现为一钢结构加工场，紧邻 S303 道路。分为两个大台地，上部台地高程约 388～400m，下部台地高程约 380～382.5m。蓄水池利用现状地形布置于高程 388m 平台。总用地面积 4.65ha；养殖水源为龙滩水电站水库，通过约 550m 的 DN250 钢管沿 S303 公路输送至位于高程 388m 平台的蓄水池，日高峰用水量按 2400 m^3/d 考虑，养殖尾水经养殖尾水处理设备和人工湿地净化后进行回用。生产区占据大部分场地面积，生活区位于场地西北侧，辅助系统包括给排水系统、道路、实验室、电气自控系统等；

场地地基处理：考虑到站址处原为渣场，本工程建筑物为 1～3 层低层建筑物，构筑物主要为蓄水池和亲鱼池等，本阶段采取强夯法对鱼站用地范围内的地基进行处理。初拟夯击能选用 2000kN·m，有效加固深度 3～5m。

场平及总图工程：厂外通过现状道路接入，厂内主干道宽 9.0m，四周设通透式围墙，场地边坡临近 S303 道路侧设混凝土挡墙，厂区绿化以落叶较少的低矮灌木和草皮为主。场地雨水由内部道路排水系统收集后排至周边已建成雨水排放系统。

主要建筑物：亲鱼培育车间 $1^{\#}$、亲鱼培育车间 $2^{\#}$、繁育车间、鱼苗培育车间、鱼种培育车间 $1^{\#}$、鱼种培育车间 $2^{\#}$、综合办公楼、辅助用房等 8 座，地基以经强夯处理后人工填土或基岩为持力层，承载力要求不低于 150kpa。主要建筑物均采用柱

下独立基础，亲鱼培育车间 1#、亲鱼培育车间 2#、繁育车间、鱼苗培育车间、鱼种培育车间 1#、鱼种培育车间 2#等 6 座生产车间建筑采用门式刚架结构，综合办公楼、辅助用房等 2 座房屋建筑采用钢筋混凝土框架结构。

主要构筑物：主要包括厂外供水工程和厂内盛水构筑物。其中，厂外供水工程包括浮床式取水泵站，DN250 输水管线明敷。养殖水源为龙滩水电站水库，通过约 550m 的 DN250 钢管沿 S303 公路输送至位于高程 388m 平台的蓄水池。DN250 输水管线采用沿现状公路和场地明敷，支墩和镇墩设置执行国标图集《10S505 柔性接口给水管道支墩》。

厂内盛水构筑物包括：蓄水池、亲鱼池(车间内)、鱼苗培育池(车间内)、鱼种培育池 1#(车间内)、鱼种培育池 2#(车间内)、隔离池、饵料培育池、室外仿生态亲鱼池、养殖尾水处理设施、中水回用系统、人工湿地等。

蓄水池：2 座 1200m³蓄水池蓄水池参考选用国标图集《22S804 矩形钢筋混凝土蓄水池》中的矩形 1500m^3 蓄水池，平面尺寸为 22.5m×30.0m (长×宽)，总高 3.0m，储水净深 2.5m，设置有通气管、液位仪、进人孔、溢流管、放空管等辅助设施。蓄水池采用筏板基础。

亲鱼池(车间内)、鱼苗培育池(车间内)、鱼种培育池 1#(车间内)、鱼种培育池 2#(车间内)、隔离池、饵料培育池：均采用 C30 钢筋现浇混凝土结构，采用筏板基础，防水等级为一级，池壁和底板厚均不低于 300mm。

室外仿生态亲鱼池和人工湿地：采用膨润土垫+防渗膜的双层防渗结构。

养殖尾水处理设施、中水回用系统：详细见生产给排水系统章节。

4) 生产给排水系统

生产给水系统：根据已掌握的前期成果资料，结合现场查勘实际情况，提出了 3 个供水方案进行比选：方案一从龙滩水电站水库大坝上游建设浮床式取水泵站，敷设管道约 3km；方案二利用现状 2 根 DN300 穿坝管，重力自流敷设管道约 2.0km；方案三从下游河道取水，建设岸边式取水泵站，敷设管道约 0.9km。

生产给水系统：根据已掌握的前期成果资料，结合现场查勘实际情况，提出从龙滩水电站水库大坝上游建设浮床式取水泵站，敷设管道约 550m。水源高程为 330m(死水位)，鱼站蓄水池高程为 388m，提水高程约为 58m。

鱼类增殖站高峰用水量 2400m³/d，泵站工作时间按 8h 考虑则规模为 300m³/h。则泵站设计流量为 Q=300m³/h，扬程为 H=70m～80m。

水源为龙滩坝前水库抽取，为红水河干流，水库坝上游无大型工业污染源，水质有保障。

厂区内建设 2 座 1200m³的蓄水池，再经本工程给水系统分别供水至繁育车间等生产车间、室外鱼池等养殖设施处。水源各项指标均需满足现行规范《GB 11607 渔业水质标准》的相关要求。

生产排水系统：本鱼类增殖放流站共设置 4 套循环水处理系统，车间内养殖排水经系统处理后循环使用。鱼类增殖站高峰用水量设计规模 2400m³/d，循环水系统的养殖废水可排向养殖废水处理设备，后经人工湿地生态净化后，达到中水回用标准后进行回用。回用水标准参考《城市污水再生利用城市杂用水水质 GB/T 18920-2020》，常用的中水回用方式包括：冲厕、车辆冲洗、城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工等杂用的再生水。

5) 其他附属设施

鱼类增殖站严格按照《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》(NB/T35037-2014)要求配置相关附属设施，附属设施包括电气自控系统、交通工程、景观工程、环境保护工程、监控系统等。

6) 工程特性

根据《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》(NB/T35037-2014)，本鱼类增殖放流站承担繁育、放流、科研任务，增殖放流站工程等别为一等，对应水电工程等别为三等，主要建筑物和次要建筑物均按 4 级设计。

根据《防洪标准》(GB50201-2014)，鱼类增殖放流站防洪标准按 50 年一遇洪水设计。站址高程 282.0m 远高于 50 年一遇洪水水位，满足防洪要求。

增殖放流站工程特性见表 7.1.4-14，场平及总图主要工程量见表 7.1.4-15。

表 7.1.4-14　龙滩水电站鱼类增殖站工程特性表

项　目		单 位	数量	结构形式	备　注
一	**工程规模**				
1	增殖放流规模	万尾/年	120		远期 130 万尾/年
2	供水规模	t/d	2400		
3	中水回用规模	t/d	2400		主要用于灌溉、浇洒等
4	占地	hm^2	4.65		
二	**主要建筑物**				
1	亲鱼培育车间 1#	㎡	1260	门式刚架	1F，门式刚架结构
2	亲鱼培育车间 2#	㎡	1260	门式刚架	1F，门式刚架结构
3	繁育车间	㎡	1260	门式刚架	1F，门式刚架结构
4	鱼苗培育车间	㎡	1260	门式刚架	1F，门式刚架结构
5	鱼种培育车间 1#	㎡	1260	门式刚架	1F，门式刚架结构
6	鱼种培育车间 2#	㎡	1260	门式刚架	1F，门式刚架结构
7	综合办公楼	㎡	1842	钢筋混凝土框架结构	3F，框架结构
8	辅助用房	㎡	520	钢筋混凝土框架结构	2F,框架结构
三	**主要构筑物**				
1	浮床式取水泵站	座	1	浮床式取水泵站	安装水锤消除装置 2 套，阀门 2 套，工作压力均为 70m
2	DN250 输水管线	m	1500	DN250 输水管线	DN250 钢管双线，沿 S317 道路布置
3	1200m³蓄水池	座	2	1200m³ 蓄水池	埋地，单座 22.5m×30.0m×3.0m
4	亲鱼池(车间内)	座	8	钢筋混凝土水池结构	圆形，半径 6.2m，高 2m
5	鱼苗培育池(车间内)	座	24	钢筋混凝土水池结构	12m*4m*1.3m
6	鱼种培育池 1#(车间内)	座	9	钢筋混凝土水池结构	15m*5m*1.5m
7	鱼种培育池 2#(车间内)	座	9	钢筋混凝土水池结构	15m*5m*1.5m
8	隔离池	座	2	钢筋混凝土水池结构	半径 1.5m，深 1m
9	饵料培育池	座	2	钢筋混凝土水池结构	15.0m*10.0m*1.5m
10	室外仿生态亲鱼池	座	1	土工膜防渗土池	室外养殖池，面积 2100 ㎡

表 7.1.4-14(续)

项　目		单 位	数量	结构形式	备　注
11	养殖尾水处理设施	套	2	养殖尾水 处理设施	单台处理能力 1200m³/d， 消毒、去除 SS
12	人工湿地	座	1	土工膜防渗土池	1500 ㎡，按景观型表流湿地考虑
13	中水回用系统	套	1	中水回用系统	配置水泵 3 台 Q=100m³/h、 H=30m， 回用水管道 5km

表 7.1.4-15　场平及总图主要工程量表

序号	名　称	单 位	数 量	备　注
1	场地平整土石方开挖	m³	20160	
2	场地平整土石方填筑	m³	8760	
3	土石方外运(按 1km 内考虑)	m³	11400	暂按弃渣至龙滩沟考虑， 运距 3.5km
4	地基夯实处理	m²	46597	
5	边坡支护-挡土墙	m	260	按平均 6m 高 C30 混凝土挡土墙考虑
6	厂区内部道路	m	1100	路幅宽 9m、6m、4m
7	景观绿化	m²	23207	种植灌木、铺设草皮
8	电动伸缩大门	套	2	每套按照 12m 长考虑

g) 标记放流

在大规模的增殖放流工作中，为了评价放流效果，掌握放流鱼种的移动分布规律，开展标志放流是其重要的途径。现有的标志技术有多种方法，近年来在国内应用较多的外部标志方法有挂牌法、荧光标记法、切鳍标志法等，内部标志法有金属线码标记法等方法。现将不同标志方法的应用情况简介如下。

1) 挂牌标志法

挂牌标志法为传统的标志方法，该方法的优点是操作简单、容易识别、回捕率高；缺点是对生物体的损伤较大，容易造成死亡。标志牌(牌上有不同编码或电话号码)一般采用塑料制作，也有采用银和其它金属材料的。其形状多样，有圆形、长方形、椭圆形、面条形、电线形(包括箭头形、T 形、内锚形) 等，用线、银丝、钢丝、箭头倒刺等穿挂在鱼体的体表适当的部位(如背鳍基部的前后部位)，大批量的鱼类标志可以采用标志枪快速挂牌标志。

2) 切鳍标志法

切鳍标志法是指将鱼类的某鳍条部分或全部切除而进行标记的，为了尽量减轻

对鱼类的游泳影响，切除的部位一般为一侧腹鳍，也有的鱼类切除部位为脂鳍(如鲑鳟鱼类)、胸鳍(如鲈鱼)、背鳍(如鳟鱼)、臀鳍(如鳟鱼和鲈鱼)、尾鳍等。切鳍标志法比较简单，由于某些鱼类的鳍条再生能力较强，所以，其有效标志时间不长，只能用于短时间内的标记。

3) 荧光标记法

荧光标记法是在水生动物的外表注入可识别的荧光胶体，荧光胶体由可与生物兼容的两组特制的荧光胶体组成，当两种液体的胶体混合后，用注射器注入鱼体表皮下后在室温下 24h 内可以凝固成固体，从而形成可以识别的外部标志。液体的胶体共有 9 种颜色，其中红色、橙色、黄色、绿色是带荧光的， 蓝色、黑色、紫色、白色和棕色不带荧光。

4) 金属线法

又称数字式线码标记系统， 由美国西北海洋技术公司设计和制造， 目前广泛应用于苗种孵化、养殖对比实验、野外动物标记等。系统主要配置为一个线码标记器和质量控制仪。线码标记器主要用来对动物体实施金属线码的注入；而质量控制仪有矩形管道式线码检测器和手持式线码检测器两种，主要用来监测动物体是否标记了线码。

标记用的金属线码一般用直径 0.25mm 的磁性金属丝制作，标上有编码(可在解剖镜或放大镜下读出编码)，能区分不同个体。该标有三种大小规格，标准长度 1.1mm，最小长度 0.5mm，最大长度为 0.6mm，视鱼体大小选用。线码标记的部位很少被食用，即使被食用，由于线码标记体极小，没有危害成分，且无毒性，所以对人体基本无影响。

标志方法的选择要结合渔业的实际情况，在对传统标志方法和现代标志方法的对比应用中，有选择地使用合适的标志方法对掌握放流种类的移动分布、栖息生长、繁殖等生物和生态特性可以起到关键的作用。金属线码和荧光标记的标志鱼虾蟹规格一般要小于挂牌标志，可以标记更小的幼鱼，但在实际的应用中回捕率极低，主要原因是我国的当前渔业市场化程度不高，在渔获物大量分散上市的情况下，发现和回收内部标志或不明显的外部标志遇到困难，影响了标志的回收。在目前的情况下，传统的标志方法由于易于发现回收、成本低廉、操作简单等特点而经常被使用。

结合本项目特点，建议采用荧光标记法。在放流过程中，根据实际情况进行选取。

7.1.4.2　加强渔政管理

渔政管理起着为渔业生产保驾护航的作用，依法加强水库渔业的渔政管理是水库渔业实现可持续发展的重要保障。目前龙滩库区渔政管理人员严重不足，库区执法力量薄弱，建议制定有关法规，建成渔政装备完善、高效的现代渔政执法管理体系。重点建设以下内容：

a) 重点建设龙滩库区渔政管理机构，以及完善龙滩镇渔政站。

b) 库区渔政站的基础设施建设。目前，库区水库渔政机构及管理人员较少，科室之间分工较为混乱，渔政站的基础设施薄弱，建议加强水库渔政机构的管理，配置渔政船、渔政艇、渔政车。促使其协调整个水库的渔业生产，并培训技术人员，推广科学养鱼技术，处理渔业生产过程中出现的问题。为了加强调查区鱼类资源繁殖的保护，应采取以下措施加强库区渔业管理：

1) 确定繁殖保护对象

分布于调查区内的濒危、保护及主要经济鱼类。

2) 限制渔船数量和渔具、渔法，实行限额捕捞

为了保护鱼类资源，应根据鱼类资源的现状及资源增长的潜力，限制许可的渔船数量，取缔非法渔具(电捕、抬网等)，对在禁渔期(每年的 3 月 1 日 0 时至 6 月 30 日 24 时)内非法捕鱼的人员进行严厉处罚。

3) 加强资源环境保护意识宣传

以建设宣教中心、宣教公告、宣传单、板报和会议等形式，加强库区周边居民的环境保护宣传教育和保护野生动物常识的宣传，提高库区周边渔民的环境保护意识，使其在渔业作业中能自觉保护生态环境及珍稀水生物种，并遵守相关的生态保护规定，不使用非法渔具捕捞作业。

7.1.4.3　科学研究

龙滩水电站规模较大，建设周期较长，涉及的地域范围和人口数量较大，产生的环境影响和环境保护措施的效果均较为典型。通过开展龙滩水电站建设的环境影响科学研究，回顾总结龙滩水电站建设的水生生态环境影响，预测今后仍然可能产生的环境影响，提出更加切实可行的环境保护措施和环境管理要求，为客观评价水

利水电工程建设产生的水生生态环境影响，对开展水利水电工程环境影响后评价工作具有示范意义，有利于水利水电行业的持续发展。

为了解阐明这些影响及其机制，有效实施保护措施，应加强该调查区鱼类、水生生态、工程与环境的关系等方面的一系列研究。结合龙滩水库对调查区水生生态环境影响情况提出以下科研项目，建议聘请有资质的专业研究机构进行相关科学研究，研究的内容主要有：

1) 增殖放流效果的评估及其技术改进

通过对增殖放流工作的跟踪监测研究，以及对放流效果的动态评估，达到为放流工作提供科学依据和指导目的。

2) 红水河鱼类种类和分布、生活习性的研究

鱼类种类和分布、生态习性的研究是研究红水河开发方案水生生态影响的基础。建国以来有关水产专业部门针对红水河流域的鱼类资源进行了多次调查，目前，对红水河鱼类的种类、分布状况等已经有了较为具体的认识。

但是，为减轻工程建设对鱼类资源的影响，应进一步了解各种鱼类，特别是保护、特有鱼类的生活习性、生物学特征等信息，为更好地制定有针对性的可行的保护措施提供支持。

3) 梯级开发对鱼类的影响研究

梯级开发对鱼类资源的影响是综合的，主要包括阻隔影响、生境破碎化、水生生物群落结构变化、饵料生物的变化、鱼类“三场”变迁等。流域相关研究机构应联合各专业力量如生态、水文、地理等学科联合申报相关研究课题，开展深入研究。

4) 鱼类的保护措施研究

对人工鱼类增殖放流鱼类的繁殖需求、放流要求等方面进行深入的研究。

5) 外来鱼类的监测与防控研究

龙滩库区早期的罗非鱼养殖致使罗非鱼逃逸到库区水域，在良好的环境条件下大量繁殖，成为最优势类群。显然，罗非鱼已经成为罗甸龙滩库区的鱼类霸主，到处都有分布，而且种群数量十分庞大。渔民的渔获物中，中上层鱼类的 80%(个体数量)以上是罗非鱼；钓鱼爱好者所钓的鱼中，95%以上的个体是罗非鱼。一些原生土著鱼类如鲫，在罗非鱼的挤压下已经难见踪迹；鲤和四大家鱼的生存压力也相当大，但网箱中的养殖苗种向外逃逸对鲤、草鱼、鳙种群有一定数量的补充，而青

鱼、鲢却很少见。此外，逃逸的外来物种斑点叉尾鮰、淡水石斑鱼、革胡子鲇也在和南方鲇、黄颡鱼争夺食物和生存空间。罗甸龙滩库区的外来鱼种罗非鱼、斑点叉尾鮰和革胡子鲇已经严重影响到了当地土著鱼种的生存和繁殖，建议相关部门加强养殖物种的管理和开展相关科学研究，采取切实可行的措施控制外来入侵鱼类。

7.1.4.4　开展后续鱼类和水生生物监测

龙滩水电站规模较大，建设周期较长，涉及的地域范围和人口数量较大，产生的环境影响和环境保护措施的效果均较为典型。为了解阐明这些影响及其机制，有效实施保护措施，应加强库区鱼类和水生生物等方面的一系列研究，而这些研究需要长期且持续的生态监测资料作为基础。

建议聘请专业研究机构开展后续鱼类和水生生物监测，监测的内容主要有：鱼类增殖放流效果、龙滩水库建库后水生生物资源变化情况、外来鱼类的监测与防控研究等；鱼类增殖放流效果监测需由当地渔业主管部门进行监督管理。

7.2　水环境保护措施

7.2.1　施工期水环境保护措施

本工程施工生产废水包括基坑排水、混凝土和砂石系统生产废水、含油废水、生活污水，直接排入红水河将导致水体污染。

a) 基坑排水

基坑经常性排水悬浮物浓度高，水体呈碱性。根据国内有关水电工程项目对基坑排水的处理经验，基坑排水一般不采用设施处理，仅向基坑中投加混凝剂、助凝剂的处理方法。对基坑排水水质进行监测，pH>8.5 时，混凝剂采用硫酸亚铁，助凝剂采用聚丙烯酰胺；pH≤8.5 时，混凝剂采用硫酸铝，助凝剂采用聚丙烯酰胺，让坑水静置沉淀 2h 后再回用，剩余污泥定期人工清除。这种基坑排水处理技术措施合理有效，经济节约，可解决实际中发生基坑水问题，该方案中仅仅定期投加絮凝剂，而没有其它的基建投资。为了保证其上层清液中悬浮物和 pH 浓度不影响处理效果，在抽水时控制水泵的深度，保持水泵在上层清液部分；控制投药量，保证出水水质。

基坑施工排水经处理后出水达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)冲洗和绿化用水标准后，可回用于洒水降尘、绿化等。基坑排水采用 2 台(1 台备用) IS150-125-250 型水泵进行抽排，回用于施工场地、弃渣场、道

路洒水降尘及绿化等，基坑内剩余污泥定期用自卸汽车运至弃渣场，对区域水体水质影响很小。

b) 砂石加工生产废水

1) 废水处理规模

根据前文计算，麻村砂石加工系统砂石加工废水设计处理规模取 540m^3/h。

2) 废水水质及排放要求

砂石加工废水进水水质为：SS≤80000mg/L。砂石加工废水处理后循环利用，废水中 SS 去除率≥99.5%，出水中 SS≤70mg/L。

3) 方案比选

针对麻村砂石加工系统生产废水特点及其布置位置和地形条件，拟选 2 个方案进行比选。

方案 1：使用原有的废水处理系统。砂石加工废水采用原有的“沉淀池+细砂回收+废水沉淀浓缩+压滤机+废水回收+弃渣汽车运输+弃渣场”方案，处理流程见图 7.2.1-1。砂石料生产废水经废水处理系统处理，压滤后的废渣装车运到弃渣场，过滤后的清水回用。

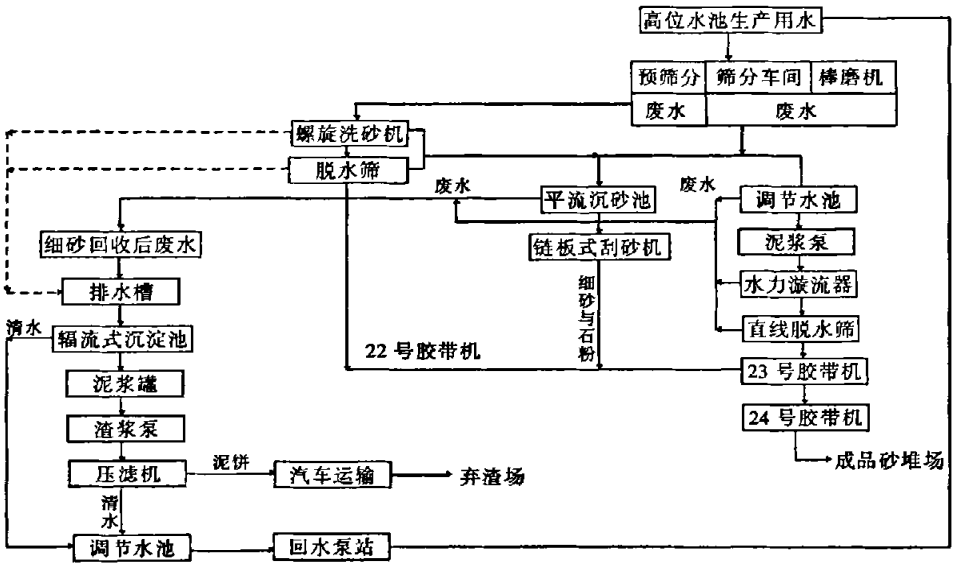


图 7.2.1-1 麻村砂石料加工系统废水处理原处理工艺流程图

方案 2：新建废水处理系统，高效一体化污水净化法，具体工艺流程见图 7.2.1-2。高效一体化污水净化器利用直流混凝、微絮凝造粒、离心分离、动态把关过滤和压缩沉淀的原理，将污水净化中的混凝反应、离心分离、重力沉降、动态过滤、污泥浓缩等处理技术有机组合集成在一起，在同一罐体内短时间完成污

水的多级净化。

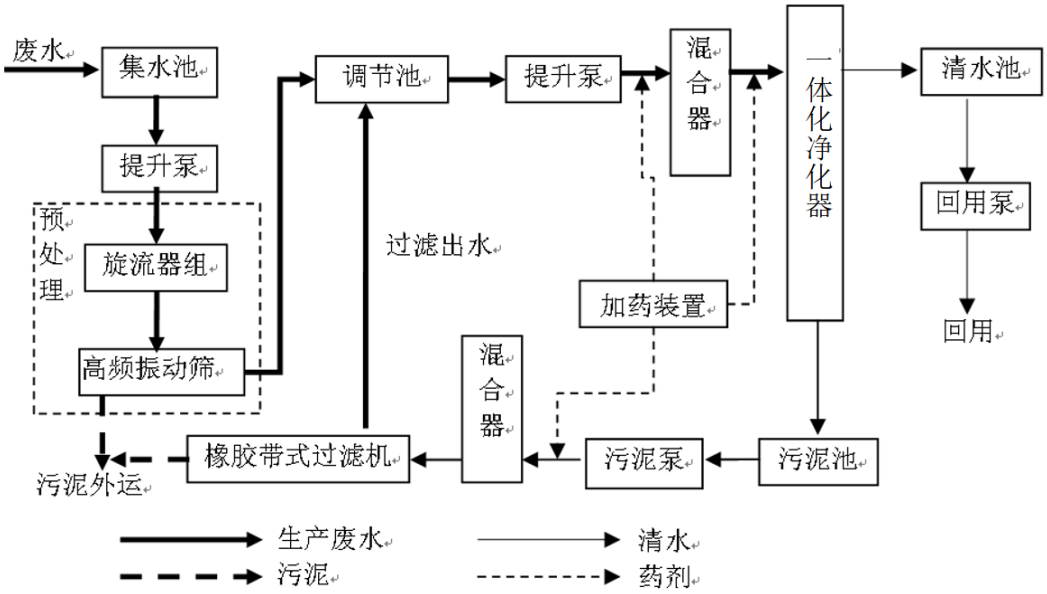


图 7.2.1-2　高效一体化污水净化法处理流程图

原麻村砂石料加工系统废水处理系统 2002 年 9 月投入运行，2009 年 1 月停产，共处理生产废水 653 万 t，回收利用 425 万 t。废水处理系统投入运行后，因设备选型和制造缺陷及砂石料加工废水含泥量，泥砂颗粒大小、多少，出水浊度等不确定因素影响，在实际运行过程中曾出现一些问题，导致 2007 年 6 月之前系统废水排放口水质超标。实施改造后，系统废水排放口水质才有所改善。考虑到原麻村砂石料加工系统废水处理系统设计、建成时间早，投入运行后能满足当时的要求，但砂石加工系统位于天峨县陇麻坡饮用水源保护区的准保护区内，砂石加工废水经处理后应满足《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)中回用标准，处理要求相对原来要严格，根据砂石加工系统布置的地形和水系分布条件、废水特征及处理要求，选择处理效果最佳的方案 2 作为推荐方案，即新建 1 套废水处理系统。

4) 工艺说明

砂石加工废水汇入集水池，经废水提升泵提升至细砂回收器进行预处理，主要进行细砂回收，旋流器溢流口出水至调节池，底流浓缩水至高频振动筛，高频振动筛筛上物大颗粒泥沙使用皮带运输机传输至污泥堆场再装车外运就近渣场，筛下物废水也进入调节池，调节池设置搅拌器以防沉淀。调节池废水提升至高效污水净化器中，在废水提升泵出口管道上设置混凝混合器，在混凝混合器前后分别投加絮凝药剂和助凝药剂，在管道中完成直流混凝反应，然后进入净化器中，经离心分离、

重力分离及污泥浓缩等过程从净化器顶部排出经处理后的清水，清水进入清水池后回用。从净化器底部排出的浓缩污泥排入污泥池中，在污泥池上方设置污泥搅拌器，防止污泥沉淀。用污泥泵提升至橡胶带式过滤机将污泥脱水干化，经皮带输送机输送至污泥堆场后清运。

5) 建(构)筑物及主要设备

麻村砂石加工系统生产废水处理系统占地面积约为 2000m^2。废水处理主要构筑物及主要设备见表 7.2.1-1。

表 7.2.1-1　麻村砂石加工系统生产废水处理主要工程量表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	活动板房			
1.1	预处理间 10m×8m×7m	m^2	80	
1.2	加药间 10m×6m×4.5m	m^2	60	
1.3	1#泵房 6m×4m×4.5m	m^2	24	
1.4	2#泵房 12m×4m×4.5m	m^2	48	
1.5	污泥处理车间 32m×10m×6m	m^2	320	
1.6	值班休息室 6m×4m×4.5m	m^2	24	
2	设备基础			
2.1	土石方开挖	m^3	1822	
2.2	土石方回填	m^3	1488	
2.3	C25 混凝土	m^3	292	
2.4	C15 混凝土	m^3	58	
2.5	1:2 水泥砂浆抹面	m^3	2100	
2.6	M7.5 砖砌体	m^3	88	
2.7	钢筋	kg	466	
3	设备及安装			
3.1	细砂回收器 LZ550	套	2	
3.2	高效污水净化器 DH-SSQ-180	套	4	
3.3	混凝混合器 DH-HNQ-180	套	4	
3.4	污水提升泵 100ZM-60	台	6	
3.5	污泥提升泵 80ZW80-35	台	4	

表 7.2.1-1(续)

序号	项目名称	单位	数量	备注
3.6	清水提升泵 QW150-200-30-37	台	4	
3.7	污水搅拌器 FJK90-Y15/21RPM	套	3	
3.8	污泥搅拌器 FJK90-Y15/30RPM	套	1	
3.9	一体化加药装置 PAM DHJ-200	套	1	
3.10	一体化加药装置 PAC DHJ-200	套	1	
3.11	橡胶带式过滤机 DU47.6/2800	套	2	
3.12	皮带运输机 DTII型固定式	套	2	

c) 混凝土生产废水

1) 废水处理规模

根据前文计算，确定混凝土生产废水处理规模量为 180m^3/d。

2) 废水水质及排放要求

混凝土生产废水设计水质为：pH≤12；SS≤2000mg/L。混凝土生产废水经处理后应满足《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)中回用标准要求。处理后的混凝土生产废水应循环利用，回收利用于系统冲洗。

3) 方案比选

针对混凝土系统生产废水量少，冲洗时间短的特点，拟采用两种方案进行比选：

方案 1：竖流式沉淀池。特点是占地面积小，处理效果较好，但施工难度大，造价高。

方案 2：矩形处理池。利用换班时间将冲洗废水排入池内，静置至下期换班放出。此池工艺简单，造价低。

对比两个放案，方案 2 土建简单，造价低，运行费用较低，而方案 1 施工难度大，对冲击负荷适应性差。

混凝土系统生产废水处理 2 个方案比选情况见表 7.2.1-2。

表 7.2.1-2　混凝土系统生产废水处理方案比选表

项目	方案 1 (竖流式沉淀池处理)	方案 2 (矩形处理池处理)	方案比较
用地条件	占地面积小，单个处理系统占地约 100m^2，适用于施工用地紧张工程	占地面积相对方案 1 大，单个处理系统占地约 200m^2	各混凝土系统能够满足方案 1、2 的用地要求
工程量	构筑物设计、施工较方案 2 复杂，土建工程量均不大	构筑物简单，土建工程量较方案 1 小	方案 1 和方案 2 工程量差异不大，方案 2 构筑物相对简单
工程投资	工程量比方案 2 高，构筑物有一定施工难度，投资高于方案 2	工程量比方案 1 少，构筑物简单，工程投资低	方案 2 工艺简单，投资低
运行管理要求	管理较方案 2 稍复杂，运行费用比方案 2 高	管理较简单，运行费用不高	方案 2 运行费用低
处理效果	能达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准	通过加药静置，处理出水可以能达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)中回用标准	方案 1 处理效果稍好

根据表 7.2.1-2，考虑到混凝土系统生产废水主要来混凝土拌和楼冲洗，废水排放呈间歇性，推荐构筑物简单、投资和运行管理简单的方案 2 作为首选方案。

4) 工艺说明

混凝土系统生产废水处理流程见图 7.2.1-3。

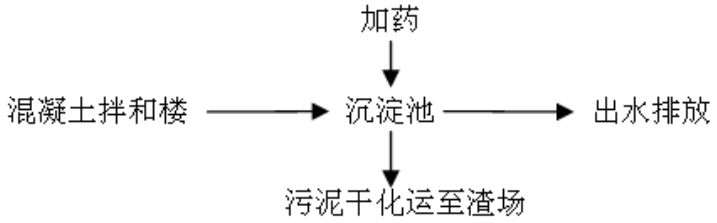


图 7.2.1-3　混凝土系统生产废水处理流程图

混凝土生产废水在每班换班时排放入一个沉淀池，添入絮凝剂静置沉淀一班时间后外排至清水池回收利用。在沉淀池污泥沉淀到一定程度后换用备用池。池内污泥沉淀干化至一定程度后运至渣场填埋处理。

5) 建(构)筑物及主要设备

混凝土生产废水进入沉淀池，通过添加絮凝剂等药剂，来降低废水中的 SS，并调节废水中的 pH 值。沉淀池尺寸为 6m×4m×3m，数量 2 个；清水池基本尺寸为 6m×4m×3m，数量 1 个。处理后的混凝土生产废水进入清水池，回用水泵设置在清水池内，采用潜水排污泵作为回用水泵，数量 2 台。废水处理主要构筑物及主要设备见表 7.2.1-3。

表 7.2.1-3　混凝土生产废水处理主要工程量表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	水池、设备基础			
1.1	土石方开挖	m^3	312	
1.2	土方回填	m^3	66	
1.3	C25 混凝土	m^3	42	
1.4	C15 混凝土	m^3	4	
1.5	1:2 水泥砂浆抹面	m^3	75	
1.6	砖砌体	m^3	4	
1.7	钢筋	kg	724	
2	污水提升泵 QW80-60-13-5.5	台	2	

d) 含油废水

1) 废水处理规模

施工区内各种机械设备在运行和维修过程中油类滴漏、事故排放产生的油污，被雨水或人工排水冲刷后，形成含油废水。含油废水产生的主要区域为升船机工程施工区内的机械设备修理厂。含油废水的主要污染物为石油类、SS。含油废水间歇性产生，与机械设备的运行状态有关，产生量一般不超过 $10m^3/d$。

2) 废水水质及排放标准

含油废水设计水质为：SS≤1000mg/L；石油类≤20mg/L。含油废水经处理后应满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中冲洗标准。处理后的含油废水后需循环利用，回用于场地和车辆冲洗。

3) 方案比选

方案 1：采用气浮除油法。废水用压缩空气加压到 0.34 MPa～4.8MPa，使溶气达到饱和，当压缩过的气液混合物置于正常大气压下的气浮设备中时，微小的气泡从溶液中释放出来，油珠即可在这些小气泡作用下上浮，使这些物质附着在絮状物中。气固混合物上升到池表面，即被撇出。

这种处理方法效果好，但是需要在处理前投加混凝剂，还必须有空气压缩机加压，增加了一定的动力和设备，投资较大，对于这种临时的修配站废水处理不太适合。

方案 2：采用小型隔油池，隔油池构筑示意见图 7.2.1-4。污水在小型隔油池内由浮子撇油器排除废油，废水再经焦碳过滤器进一步除油。该方案处理效果好，构造简单，造价低，比较实用。

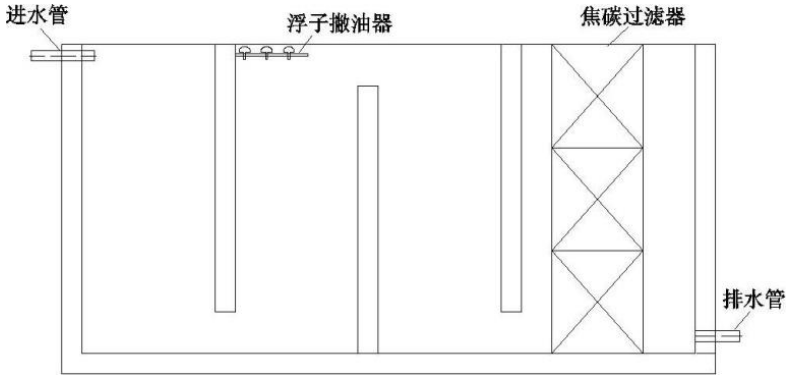


图 7.2.1-4　小型隔油池

方案 3：采用成套设备。一般处理效果好，但是设备投资大，修理保养要求高。

方案 4：采用隔油-沉淀法，具体工艺流程见图 7.2.1-5，虽然处理效果比较好，但是其占地施工面积较大。

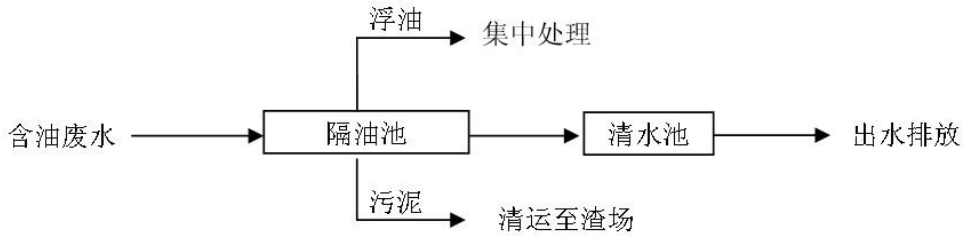


图 7.2.1-5　隔油-沉淀法

修配系统含油废水处理 4 个方案比选情况见表 7.2.1-4。

表 7.2.1-4　含油废水处理方案比选表

项目	方案 1 (气浮除油)	方案 2 (小型隔油池)	方案 3 (成套设备)	方案 4 (沉淀处理)	方案比较
用地条件	占地面积不大，单个处理系统占地约 60m^2	占地面积最小，单个处理系统占地约 20m^2	占地面积不大，单个处理系统占地约 40m^2	占地面积较大，单个处理系统占地约占地 300 m^2	含油废水量不大，修配厂可以满足各方案用地要求
工程量	以设备为主，土建工程量很小	土建工程量不大	以设备为主，土建工程量很小	构筑物数量较多，土建工程量大	方案 4 工程量较大，其他方案工程均不大
工程投资	需购置设备，投资高	投资最低	需购置设备，投资高	投资比方案 2 高	方案 2 投资最低，方案 1、方案 3 投资高
运行管理要求	运行复杂，需要配套空气压缩机等设备，运行费用高	运行简单，运行费用低	成套设备运行，运行简单，但运行费用高	运行较方案 2 复杂，运行费用比方案 1、方案 3 低，比方案 2 高	方案 1、方案 4 运行较为复杂，方案 3 运行简单但运行费用高，方案 2 运行简单且与运行费用低
处理效果	处理效果好，适合永久性的处理系统	处理效果一般	处理效果好	处理效果一般	方案 1、方案 3 处理效果较好

根据表 7.2.1-4 可知，方案 1 和方案 3 处理效果好，但是设备、运行费用高；方案 4 占地面积较大，工程量大；方案 2 结构简单、造价低、比较实用。综合比较，推荐方案 2 作为修理系统废水处理的处理方案。

4) 工艺说明

通过在隔油沉淀池内设置隔板，含油废水在池内进行油水分离，出水进入清水池回用。隔油沉淀池每运行 10d 进行除油排泥，油泥集中后应交有危废处理能力和资质的单位进行处理。

5) 建(构)筑物及主要设备

隔油沉淀池参考《小型排水构筑物标准图集 04S519》(GJBT-716)2 型汽车洗车污水隔油沉淀池进行设计。含油废水进入隔油沉淀池，通过设置在沉淀池中的隔板进行油水分离，降低含油废水中的石油类和 SS。隔油沉淀池尺寸为 4.6m×1.8m×3.35m；有效容积为 9.6m^3；数量 6 个。清水池基本尺寸为 5m×2m×2m；数量 3 个。采用潜水排污泵作为回用水泵，数量 2 台。废水处理主要构筑物及主要设备见表 7.2.1-5。

表 7.2.1-5 含油废水处理主要工程量表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	水池、设备基础			
1.1	土石方开挖	m^3	132	
1.2	土方回填	m^3	66	
1.3	C25 混凝土	m^3	33	
1.4	C15 混凝土	m^3	5	
1.5	1:2 水泥砂浆抹面	m^3	52	
1.6	砖砌体	m^3	3	
1.7	钢筋	kg	312	
2	污水提升泵 QW50-10-10-0.75	台	3	

e) 生活污水

1) 污水处理规模

施工区的生活污水主要来自施工营地内的食堂、洗涤、浴室排水。与城市生活污水相对比，生活污水中的各类污染物指标相对较低。生活污水的主要的污染物为

COD、BOD_5 等。施工期间，施工区高峰施工人数为 1000 人，生活污水排放量按人均用水指标(150L/人·d)的 80%考虑，施工高峰期的生活污水处理规模为 120m^3/d。

2) 污水水质及排放标准

生活污水设计水质为：BOD_5≤150mg/L；COD≤300mg/L。生活污水经处理后应满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中绿化用水标准。处理后的生活污水应循环利用，回用于绿化。

3) 方案比选

方案 1：采用二级生化处理，具体工艺流程见图 7.2.1-6。二级生化处理工艺是龙滩一期工程建设期生活污水处理采用的处理工艺，污水经过格栅拦渣，拦出污水中较大的漂浮物，随后进入沉沙沉淀池进行沉淀处理，去除部分悬浮物后进入初滤池，经过滤处理后再经两段生物接触氧化处理、高负荷生物过滤，最后进行消毒处理后排放。

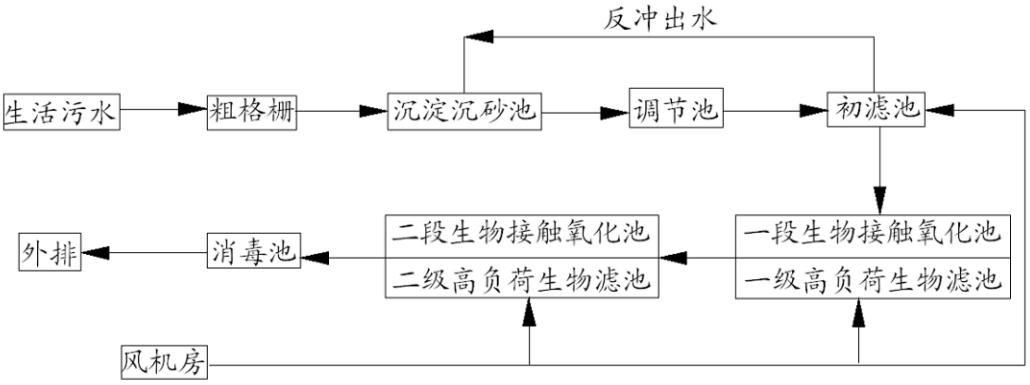


图 7.2.1-6　生活污水二级生化处理工艺流程图

方案 2：采用成套生活污水处理设备。

生活污水处理 2 个方案比选情况见表 7.2.1-6。

表 7.2.1-6　生活污水处理方案比选表

项目	方案 1 (二级生化处理)	方案 2 (成套设备)	方案比较
用地条件	常见生活污水处理方式，占地面积相对较大	占地面积相对方案 1 小	方案 1 占地面积大
工程量	构筑物设计、施工简单，土建工程量较大	以采购的成套设备为主，工程量比方案 1 小	方案 2 需采购设备
工程投资	投资低	需采购设备，投资要比方案 1 高	方案 2 投资高
运行管理要求	管理简单，运行费用低	管理较方案 1 稍复，运行费用比方案 1 高	方案 2 运行费用高
处理效果	处理效果差	处理效果好，处理出水能达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)	方案 2 处理效果好

方案 1 中的造价低、运行费低，但处理效果不佳。龙滩水电站施工区的环境监测资料显示，一期工程生活污水处理系统排放口水体水质存超标现象。成套设备比化粪池的投资高，但其处理效率高，占地面积小，操作简单。推荐方案 2 作为本工程施工生活区的污水处理方案。

4) 工艺说明

根据本工程生活污水的处理目标和施工区的用地情况，采用一体化处理设备对生活污水进行处理。一体化处理设备为 WSZ-A 型钢板模块式污水处理设备，其流程见图 7.2.1-7。

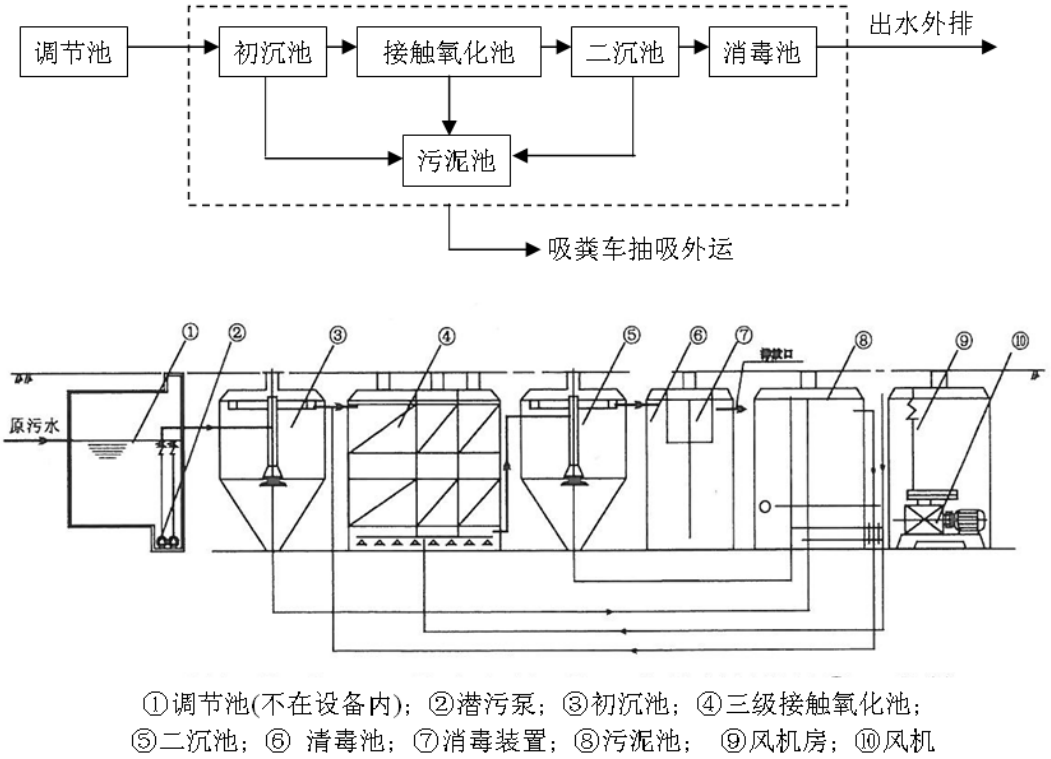


图 7.2.1-7　生活污水处理流程图

WSZ-A 污水设备由六部分组成：初沉池、接触氧化池、二沉池、消毒池和消毒装置、污泥池、风机房和风机。初沉池为竖流式沉淀池，沉淀下来的污泥用空气提升至污泥池。初沉后的水自流至接触氧化池进行生化处理，接触池分三级，总停留时间为 4h 以上，生化池后的污水流到二沉池，二沉池为二只竖流式沉淀池并联运行，排泥采用空气提至污泥池。污水消毒采用固体氯片接触溶解消毒方式，消毒装置能根据出水量大小不断改变加药量。初沉池、二沉池的所有污泥均用空气提至污泥池内进行好氧消化，污泥池的上清液加流至接触氧化池内进行再处理，消化后的污泥很少，一般 2 年～3 年清理一次，清理方式可用吸粪车从污泥池的检查孔伸入

污泥池底部进行抽吸后外运即可。WSZ-A 设备的风机房设在消毒池的上方，风机房进口采用双层隔音、进风口有消声器、风机过滤器，因此运行无噪声。

采用一体化设备对生活污水进行处理，可有效处理电站施工期的生活污水。成套设备占地小，运行自动化程度高，管理规范，整套系统可操控性效果好。

5) 建(构)筑物及主要设备

生活污水处理系统的主要处理设备为一体化生活污水处理设备，主要构筑物及主要设备见表 7.2.1-7。

表 7.2.1-7 施工营地生活污水处理主要工程量表

序号	项目	单位	数量	备注
1	活动板房 6m×4m×4.5m	m^2	32	
2	设备基础			
2.1	土石方开挖	m^3	466	
2.2	土方回填	m^3	265	
2.3	C25 混凝土	m^3	64	
2.4	C15 混凝土	m^3	10	
2.5	1:2 水泥砂浆抹面	m^3	200	
2.6	砖砌体	m^3	12	
2.7	钢筋	kg	825	
3	设备及安装			
3.1	一体化生活污水处理设备 WSZ-A15	套	2	一备一用
3.2	格栅 HGC-500	套	2	
3.3	污水提升泵 GW50-10-10-0.75	台	2	
3.4	清水提升泵 QW50-20-15-1.5	台	2	

7.2.2 运行期水环境保护措施

7.2.2.1 水污染防治

本项目运行期间废污水主要为管理区工作人员生活污水。工作人员按 30 人计，生活污水排放量为 3.6m^3/d。生活污水纳入龙滩水电站管理区现有的污水处理设备进行统一处理。

通航建筑物运行期间，过往船只应配备集污舱和垃圾收集箱，对船舶污水和垃

圾临时储存，并按照海事、环保和水利行政主管部门的要求妥善处理船舶污水和垃圾，不得随意将污水和垃圾排入红水河。在通航建筑物上游引航道和下游引航道的靠船墩设置警示标志，明示天峨县陇麻坡饮用水源保护区的位置，并要求不具备设置或未设置集污舱的船只在通航建筑物以及饮用水源保护区内航行时，不得随意排放污水。

7.2.2.2　水库富营养化控制

水库水体富营养化与营养物质、气候条件、水库水化学性质和生物性质、水库调度方式、气候条件等各种因素有密切联系。应建立一套水库水质保护体系，以便有效防止水质污染和水体富营养化的发生，保护好水库的水质。

a) 走生态经济型环境水利模式

配合地方政府相关要求，保护水库集雨面积内陆生植物，保存生物多样性，维护生态平衡，保护环境资源，构筑水库周围绿色生态屏障，限制富营养物质输入水库。

b) 提高水体自净能力，改善水库水质

充分发挥水电工程调度优势，充分利用水库换水周期提升水库水质净化速度。破坏水库水体自身富营养物质的富集。

c) 加强水库水质监测、管理

健全水库监测网络，加强现场测试能力与快速反应能力，建设自动测报与预警系统，对龙滩水库分区域实行动态监测，积极开展跨省、市的污染联防，及时掌握水库水体水质状况，定期向社会公布。

7.3　大气环境保护措施

施工区大气污染源众多且分散，难以采取集中方式处理，因此大气环境保护措施需要与施工组织密切结合，从施工工艺、施工技术、施工设备、污染物削减、施工区与敏感点防护等多渠道或方式来减缓工程建设引起对大气环境污染的影响。

a) 爆破开挖粉尘控制措施

优化开挖爆破方法，采取产尘率低的开挖爆破方法，优化单响药量和每次爆破的总装药量，并采用湿式作业，最大限度地减少粉尘的产生量；爆破钻孔设备要选用带除尘器的钻机。

b) 砂石加工系统粉尘控制措施

砂石生产过程中，需注意喷雾器的维护，保证骨料得到足够的润湿；制砂中细碎车间破碎机需配除尘器，以减小砂石加工的粉尘源强浓度。砂石加工系统附近辅以洒水降尘措施，使粉尘影响时间和范围得到缩减。

c) 混凝土系统粉尘控制措施

混凝土拌和采用成套封闭式拌和楼进行生产；水泥和粉煤灰运输采用封闭运输，以避免运输和拌和过程中的扬尘；要保证拌和楼和运输容器良好的密闭状态；加强对混凝土生产系统吸尘、收尘设备的使用效果的监测混凝土生产系统附近辅以洒水降尘措施，控制粉尘影响范围。

d) 交通运输扬尘与废气控制措施

施工运输车辆应选用符合国家有关标准的车辆，保证尾气达标排放；出入施工区道路路端设置洗车槽，避免施工车辆将泥土带出施工场地；运输土石方的车辆使用蓬布覆盖或者可启闭车箱盖，石灰、粉煤灰、水泥采用密闭式集装箱运输，原料和产成品运输实行口对口密闭传递，减少运输过程中的粉尘；对施工道路勤养护、维修、清扫，进行无雨日洒水车喷水降尘等工作，保持路面清洁、运行状态良好，抑止施工运输扬尘，要求施工区道路洒水一日四次，洒水时间控制在 07:00、12:00、17:00、22:00。

e) 其他大气污染防治措施

施工区内施工人员应加强个人防护，佩戴防尘口罩等个人防护用品；地下工程通过采用增设通风设施，加强通风，降低废气浓度；施工面经常洒水，以保持材料一定的湿度，不至于因材料的卸堆、拌和、摊铺作业而产生扬尘。后期开采的表土应按指定的堆放地堆放，场地周围应设置拦挡，对顶面进行洒水，或者铺撒草籽，防止大风扬尘而造成大气污染。

运行期应加强通航船舶大气污染排放管控，通航船舶燃油选择、使用、运输和贮存等应满足《船用燃料油》(GB17411-2015)中相关标准要求，船舶尾气排放应符合《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)。

7.4 声环境保护措施

7.4.1 施工期声环境保护措施

a) 设备运行噪声控制

设备选择：为降低开挖、填筑和运输设备运行的噪声影响，保护施工人员身体

健康，施工单位必须选用符合国家有关环境保护标准的施工和运输机械，如运输车辆噪声符合《汽车定置噪声限值》(GB16170-1996)和《机动车辆允许噪声》(GB1495-79)，其它施工机械满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)要求。在满足上述标准情况下尽量选用低噪声设备和施工工艺。

设备运行要求：应尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，配备、使用减震坐垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度。加强各种机械设备的维修和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声。结合施工区环境状况制定道路交通管理法规；在危险路段、降噪路段设执勤人员；车辆在通过居民点和施工生活区时应适当减速行驶，并禁鸣高音喇叭。

b) 爆破噪声控制

针对爆破噪声，可采取以下控制措施：减少单响药量和每次爆破的总装药量，减少预裂或光面爆破中导爆索的用量；对于深孔台阶爆破，注意爆破方向，尽量使爆破正方向避开公路；禁止夜间(22:00～次日 7:00)爆破，并规定昼间爆破时段。

c) 砂石加工、混凝土拌和等系统运行噪声控制

针对砂石加工、混凝土拌和等系统运行时产生的噪声，可采取以下的控制措施：选用低噪声的机械设备和工艺，尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，配备、使用减震坐垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度；施工中加强各种机械设备的维修和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声；在施工平面布置中应充分利用施工区的地形、地势等自然隔声屏障，对机械设备进行合理布置，噪音较大的施工工厂门窗朝公路的反方向布置；合理安排施工时间，控制夜间(22:00～次日 7:00)施工，尽量避免高噪声施工活动在夜间(22:00～次日 7:00)进行，以减小对周围声环境的影响。

d) 其他噪声控制措施

在施工平面布置中应充分利用施工区的地形、地势等自然隔声屏障，进行合理布置。噪声源具有方向性，布置时不应使传播噪声高的一面朝向安静的场所。为减免噪声对施工生活办公区的影响，施工作业区与施工生活办公区之间应有一定距离，建筑材料方面应选择具有较强吸声、消声、隔音性能的材料，以降低噪声的影响。

施工承包商应加强施工人员的劳动保护，配备防声用具，施工人员在进入强噪

声环境中作业时，如凿岩、钻孔、开挖、机械检修工等，应配戴个人防声用具。对于强噪声源，尽量提高作业的自动化程度，实现远距离的监视操作，既可以减少作业人员，又可以使作业人员尽量远离噪声源。

7.4.2 运行期声环境保护措施

1) 航行船舶应安装符合工艺设计规范要求的消声器，同时航运管理部门应加强监管，禁止不安装消声器或私自拆除消声降噪设备的船舶通行。

2) 建议升船机管理部门积极推进管理现代化进程，逐步取消以鸣号作为船舶过机、联系、调度信号的手段，最终达到全面禁鸣。

7.5 固体废物处置

7.5.1 工程弃渣

本项目土石方弃渣统一清运至龙滩沟弃渣场，同时弃渣场应按水土保持方案做好相关水土保持工作。

根据主体工程设计，主体工程弃渣、混凝土骨料料场开采无用料及加工废弃料均堆放于龙滩沟渣场，龙滩沟渣场原设计堆渣高程 235.00m～345.00m，现已堆渣至高程 335.00m，局部堆渣至高程 320.00m，将渣场顶高程加高至 350.00m，还有容量 180 万 m³，满足弃渣需要。弃渣优先堆弃渣场中部大坑，再从下往上分层堆弃，其中混凝土骨料加工弃料堆弃于沟尾。龙滩沟渣场动态容积见表 7.5.1-1。

表 7.5.1-1 龙滩沟渣场动态容积表

编 号	高程 m	分层体积 m³	累计体积 m³	备 注
1	295.00～310.00	51030	51030	渣场中部大坑，优先堆弃
2	310.00～320.00	121610	172640	
3	315.00～320.00	172640	345280	
4	320.00～325.00	179655	524935	
5	325.00～335.00	938215	1463150	
6	335.00～350.00	1801533	3264683	

目前，渣场排水系统完善，运输道路已接至弃渣顶部。根据《水电建设项目水土保持方案技术规范》(GB 51018-2014)规定：渣场失事对主体工程或环境造成的危

害程度较严重时，渣场等级为 2 级，渣场防洪设计标准在 2%～1%范围内选取。龙滩沟渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度较严重，为 2 级渣场，防洪标准采用 100 年一遇，相应流量为 42.45m³/s，渣场底部排水涵洞已完成施工，涵洞长 1556.50m，断面尺寸前段(180m)为 3.00m×3.50m，后段为 2.50m×3.00m，进口底板高程 334.00m，出口底板高程 240.00m，平均坡降 6.42%，底部排水涵洞防洪标准能满足 100 年一遇洪水要求，涵洞进口最高设计水位 339.50m。原涵洞进口堆渣边坡要求采用干砌石护坡，实际未予施工，为了防止水流对进口上部堆渣边坡造成冲刷而导致渣体滑塌堵塞进水口，要求对涵洞进口高程 345.00m 以下渣体坡面用干砌石防护，排水涵洞进口上游 20m 内高程 340.00m 以下两侧自然边坡采用干砌石护坡，在进口上游约 10.00m 处设置 0.50m 高 C15 素混凝土拦砂坎。

渣场填筑坡度为 1:1.5，每 15m 高设 1 级马道，马道宽 2.00m，坡面采用 0.35m 厚干砌石防护。顶部设置浆砌石排水沟，排水沟设置 200mm 厚砂浆抹面。

经稳定分析，渣场整体稳定性较好。

综上所述，本工程弃渣堆弃置现有龙滩沟弃渣场的方案是可行的。

7.5.2 建筑垃圾

建筑垃圾尽量实现废物减量化，不仅可以减少运输费用，简化处置工艺，而且可以降低处置成本。对于工程废物中有用的下脚料，如金属、塑料等可回收物，由指定的物资回收部门定期回收利用。可回收废物包括报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材等，应加强管理、及时回收利用。剩余一些无回收价值的固体废物，如砖瓦、混凝土块、弃土等统一运至龙滩沟弃渣场；其中无用的易燃、可燃物可与生活垃圾一起由当地环卫部门装运纳入当地生活垃圾处理系统处理。

7.5.3 生活垃圾

施工期和运行期产生的生活垃圾均经现场垃圾箱或垃圾桶收集后，由当地环卫部门统一清运至天峨县生活垃圾卫生填埋场。

天峨县生活垃圾卫生填埋场位于天峨县六排镇六坪，距离县城约 8km，设计处理规模 70t/d，现状进场垃圾 61.8t/d，剩余 8.2t/d 处理能力。本工程施工高峰期日产生活垃圾约 1t，该垃圾填埋场剩余处理能力可满足项目施工期和运行期生活垃圾处理需要。因此，生活垃圾清运至天峨县生活垃圾卫生填埋场的方案是可行的。

7.5.4 危险废物

根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)相关要求，在综合加工厂设置 1 处临时危险废物暂存间，占地面积约 30m^2，严格按照标准要求进行全过程管理。暂存间应符合“四防”(防风、防雨、防晒、防渗漏)要求，同时，配套设置 2 个危废收集桶，专用于贮存，容器外做好危险废物类型的标记，并按《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ1276-2022)要求贴好相应的危险警示标志，建立危险废物收集、贮存等管理制度，并参照《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》、(HJ 1259-2022)、《危险废物产生单位管理计划制定指南》(公告 2016 年 第 7 号)等要求建立危险废物管理计划和管理台账。危险废物经收集后及时交有相应危废处置资质的单位安全处置。

7.6 其它保护措施

7.6.1 爆破影响减缓措施

a) 爆破施工前，应请专业机构编制《爆破实施方案》，根据爆区地形、施工实际条件等因素，本着少药多爆的原则，确定合理的爆破方案和爆破规模，使炸药的性能与被爆礁石的物理力学性质相匹配，以期在获得满意的爆破效果的同时使炸药消耗量最少；爆破初期应先采用较小的起爆药量进行试爆，同时对爆破区附近的敏感建筑进行爆破地震效应监测，根据监测结果调整确定爆破允许装药量，严格控制爆破剂量。

b) 为确保水域行船、陆域公路行车安全，爆破时人员、陆域车辆和水域船舶均要有足够的安全距离，以防水冲击波和爆破碎块的危害。施工单位需与当地交通及海事部门充分协商，在爆破期间对附近道路实行运输封锁，并提前发布公告。

c) 为避免爆破振动对龙滩大坝造成影响，应对大坝周边一定范围内(初步估算为 140m，具体距离应以本项目《爆破实施方案》为准)的石方均采用液压破碎的方法进行施工，避免因爆破作业对大坝造成振动破坏影响。

d) 选用乳化铵油炸药等无毒环保，且抗水浸、耐水压的炸药类型，合理选择炮孔参数和装药结构，并采用专用的钻孔设备和装药工艺。

e) 作业前需对施工区域和邻近水域采取驱鱼措施，把鱼类驱赶到远离施工区域的安全水域后方可实施爆破作业。本项目拟采用声学驱鱼措施。

f) 爆破作业应避开夜间(22:00～次日 7:00)作业，尽量降低爆破噪声影响。

7.6.2 水土保持措施

为减小水土流失影响，本项目需严格按照项目水土保持方案设计采取各项水土流失防治措施，包括但不限于：

1) 根据所在区域降雨的时间、特点和天气预报等，合理制定施工计划，在暴雨前及时对施工场地进行清理，同时避免暴雨期间施工，减缓暴雨对开挖路面的剧烈冲刷，减少水土流失。

2) 采取临时防护措施，如设置截水沟等，防止下雨时裸露的泥土随雨水流入水体，出现大量水土流失。

3) 对裸露边坡及时采取播撒草籽、网格梁内植草护坡、岩质边坡植生槽与植被混凝土绿化、石质边坡挂网喷混植生等措施，防止雨水冲刷带来的水土流失。

4) 施工过程中同步建立沉淀池、排水沟等废水处理和收集设施，有效防止雨水径流造成的水土流失。

5) 应加强弃渣场的水土流失防治措施，在其周围修建挡土墙和排水沟。

6) 施工结束后，及时对临时用地进行复绿、复耕，不留裸露地面，以减轻或防止水土流失影响。

7.6.3 人群健康保护措施

施工承包商应对准备进入施工区的施工人员进行卫生检疫，以了解施工人员的健康和带菌情况，对施工人员全面进行健康调查和疫情建档，健康人员方能进场作业。发现和控制带菌者，以及进入施工区的新病种，防止在施工人群中造成相互传染和流行。检疫人数按施工高峰人数的 10%计。

施工生活区每年定期灭杀蚊虫、苍蝇、老鼠和蟑螂等有害动物。做好施工区生活用水规划，选择清洁水源，定期对饮用水水源进行监测保证饮用水符合饮用水标准。加强工区内食堂、餐馆的卫生管理，每季度进行一次卫生检查，取得卫生许可证的人员方可从事餐饮工作。

加强生活垃圾清理，设置垃圾桶，定期交由当地环卫部门统一清运。

8 环境风险评价

8.1 事故风险评价

8.1.1 评价目的

环境风险是指突发性事故对环境(或健康)的危害程度。环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

根据《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)的要求，按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)，通过风险调查、风险识别、风险事故分析和环境风险管理等开展环境风险评价，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

8.1.2 风险识别及评价工作等级的确定

8.1.2.1 风险源及危险物的识别

a) 物质危险性识别

根据工程设计预测分析，项目 2025 年、2035 年，通航建筑物通行量分别为 1500 万 t 和 2600 万 t。船舶运输货种货物主要为黔西南州的煤炭、重化工产品、农产品及其他轻工产品；黔西南和黔南州的矿产、农副产品；其他一些如五金、日用百货、钢铁、建筑材料等物品。

按《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)、《职业性接触毒物危害程度分级》(GBZ 230-2010)等的相关规定，本项目一般不涉及危险化学品运输，运行期涉及的危险性物质主要为柴油。根据《中华人民共和国船舶载运危险货物安全监督管理规定》，船舶运输危险化学品必须采用符合国家标准的安全容器储存，该类容器即使沉入水中也不会发生泄漏。因此，项目运行期发生危险化学品泄漏风险事故的几率较小。本评价将船舶事故导致的燃油泄漏作为风险评价预测和防范重点。内河运输船舶多使用柴油作为燃料，因此发生事故时泄漏物质设定为柴油。

b) 危险性物质毒理性质

柴油属危险性油品，油品的危险特性主要有以下几个方面：

1) 易燃、易爆：根据《石油化工企业设计防火标准》(GB50160-2008)和《石油库设计规范》(GB50074-2014)，柴油属于高闪点易燃液体，火灾危险类别为丙 A 类。

2) 易流动：柴油为液体，粘度低具有好的流动性。在储运过程中，一旦发生泄漏，不仅造成经济上的损失和环境污染，而且易引发燃烧爆炸事故。

3) 易挥发：柴油的沸点较低，在常温下就能蒸发。因此在正常作业和储存过程中，这些物料的挥发是不可避免的。成品油泄漏时产生的蒸汽或正常挥发，如果与空气混合达到爆炸极限范围，易发生爆炸。故应采取措施减少挥发，或利用通风等措施降低油气浓度避免形成爆炸性混合气体。

4) 易积聚静电：成品油导电性较差，在流动、过滤、混合、喷射、冲洗、充装、晃动过程中产生和积聚静电荷。在储运过程中，可燃液体与可燃液体，或可燃液体与管道、容器、过滤介质以及与水、杂质、空气等发生碰撞、擦磨，都有可能造成静电积累。而静电放电是导致火灾爆炸事故的一个重要原因。

5) 热膨胀性：油品受热后，温度升高，体积膨胀，若容器灌装过满，超过安全容量，可能导致容器或管件的损坏，引起油品外溢、渗漏，增加火灾爆炸危险性。

6) 毒性：石油产品的毒性表现，一是有特殊的刺激性气体，二是液体有毒或蒸汽有毒。石油产品的蒸汽可引起眼睛及上呼吸道刺激症状，如浓度过高，几分钟即可引起呼吸困难等缺氧症状，并通过消化道、呼吸道、皮肤侵入机体对人产生危害。柴油的理化、毒理性质见表 8.1.2-1，危险性识别标准见表 8.1.2-2。

表 8.1.2-1　柴油的理化和毒理性质

类别	项目	柴油
理化性质	外观及性状	稍有粘性的棕色液体
	熔点/沸点(℃)	-18/282～338
	相对密度	对谁 0.82～0.87，对空气＞1
	溶解性	不溶于水，易溶于苯、二硫化碳、醇，可混溶于脂肪
燃烧爆炸危险性	闪点/引燃温度(℃)	50/227～257
	爆炸极限(vol%)	1.4～4.5
	稳定性	稳定
	建规火险分级	丙 A 类
	爆炸危险组别、类别	T3/IIA 高闪点易燃液体
	危险特性	遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险；遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险
	灭火方法	灭火剂种类：二氧化碳、泡沫、干粉、沙土

表 8.1.2-2　柴油物质危险性标准

类别	等级	LD_{50}(大鼠经口) mg/kg	LD_{50}(大鼠经皮) mg/kg	LC_{50}(小鼠吸入 4h) mg/L
有毒物质	1	<5	<1	<0.01
	2	5<LD_{50}<25	10<LD_{50}<50	0.1<LC_{50}<0.5
	3	25<LD_{50}<200	50<LD_{50}<400	0.5<LC_{50}<2
易燃物质	1	可燃气体—在常压下以气态存在并与空气混合形成可燃混合物；其沸点(常压下)是 20℃或 20℃以下的物质		
	2	易燃液体—闪点低于 21℃，沸点高于 20℃的物质		
	3	可燃液体—闪点低于 55，压力下保持液态，在实际操作条件下(如高温高压)可以引起重大事故的物质		
爆炸性物质		在火焰影响下可爆炸，或者对冲击、摩擦比硝基苯更为敏感的物质		

8.1.2.2　风险潜势初判

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169－2018)附录 C，危险物质数量与临界量的比值(Q)按下式进行计算：

$$Q=\frac{q_1}{Q_1}+\frac{q_2}{Q_2}+\cdots\frac{q_n}{Q_n}$$

式中：q_1、q_2、q_n——每种危险物质实际存在量，t；

Q_1、Q_2、Q_n——各危险物质相对应的生产场所或贮存区临界量，t。

当 Q＜1 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 Q≥1 时，将 Q 值划分为：①1≤Q＜10；②10≤Q＜100；③Q≥100。

本工程施工期间不设置油库和炸药库，油类物质和炸药根据最大实际使用量估算；运行期间取 1000t 级油船最大燃油总量 50m^3，以柴油密度换算得 43t 为最大存在量。危险物质数量与临界量的比值 Q 计算结果见表 8.1.2-3 和表 8.1.2-4。

表 8.1.2-3　施工期危险物质数量与临界量比值(Q)计算表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在量/t	临界量/t	该种危险物质 Q 值
1	油类物质(汽油、柴油等)	/	2	2500	0.0008
2	乳化炸药 (70%为硝酸铵)	6484-52-2	1.2	50	0.024
项目 Q 值∑					0.0248

表 8.1.2-4　运行期危险物质数量与临界量比值(Q)计算表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量/t	临界量/t	该种危险物质 Q 值
1	油类物质(柴油)	/	43	2500	0.0172
项目 Q 值∑					0.0172

由上表计算可知，工程施工期和运行期 Q 值均小于 1，因此根据 Q 值判定，环境风险潜势为 I。但因本工程下游 10km 内分布有陇麻坡县级饮用水水源保护区，即地表水环境为 E1 环境高度敏感区，因此根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169－2018)综合判定本项目环境风险潜势为 III。

8.1.2.3　风险评价等级判定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169－2018)环境风险评价工作等级划分的规定，确定本项目环境风险评价工作等级为二级。

8.1.3　通航建筑物环境风险分析

8.1.3.1　环境事故频率分析

根据国内外发生较大事故的统计数据表明，突发性事故溢油有一定的风险概率。对某一项目的风险概率分析，由于受客观条件和不定因素的影响，目前尚无成熟的计算方法，而多采用统计数据资料进行分析。

1) 广西辖区近年船闸区船舶事故统计分析

根据广西海事局《广西辖区 2007 年 1 月～2014 年 12 月事故案例》中对船舶事故调查情况以及 2015 年～2023 年 11 月水上交通事故统计情况，2007 年至 2023 年 11 月，广西辖区在通过船闸区发生碰撞事故 2 例。1) 2007 年 6 月 10 日约 0110 时，广西桂平市江口镇张金凤所有的“港宇 1019”船(船总长 36.70m，型宽 7.00m，型深 2.5m，总吨 195，主机功率 110kW，从广西武宣港装载白糖 350t 下航往广东佛山)在梧州长洲水利枢纽船闸上游停泊待闸时，因走锚触碰长洲水利枢纽泄洪闸(12-13 孔)后沉没(后被洪水冲过泄洪闸，流到下游)，造成船上 6 人全部落水，1 人失踪，事故直接损失 165 万元；2) 2021 年 7 月 19 日 0336 时左右，藤县 A 公司所属“藤县 A”船由广东佛山空载驶往广西藤县途中，在航经长洲三四线船闸上引航道水域时，与唐某熊所有的“藤县 B”船(广西藤县装载 2850 吨碎石驶往广东广州)发生碰撞。事故造成“藤县 A”船轮机员何某波坠落货舱死亡，双方船艏不同程度受损，直接经济损失 266351.44 元。

2) 事故概率计算

船舶事故概率按照交通部水运科所使用的计算公式：

P=n 年船舶交通事故数/n 年船舶过闸艘次×本工程船舶艘次数×k

式中：P—污染事故概率；

n—现有事故统计年份，本项目取 2007～2023 年共计 17 年；

k—为船舶发生事故后导致的污染事故的概率，参考污染事故统计资料，k 取 0.10。

根据本项目可研报告，项目运行期日均过船次数约 29 艘次，合计 9570 艘次/年(按年运行天数 330 天计算)。估算得本项目船舶污染事故发生概率为 0.006 次/a。可见，在通航建筑物区域内发生船舶污染事故的概率非常低。

8.1.3.2　锚地事故分析

根据广西海事局 2010 年～2014 年对运输性船舶事故的统计，河池市共发生事故 23 件，可见运输性船舶事故较低，水上交通事故主要是碰撞和搁浅。根据水上交通事故多发地为航道附近水域，航道风险事故多发生于船舶进港期间，主要是操作性事故。因此，临近锚地前沿水域的航段属于环境风险事故高发区。本工程锚地可能引起的环境风险事故有：由于恶劣气象条件或操作不当引起的船舶碰撞或触礁搁浅，从而引起的船舶溢油风险事故。报告 8.1.3.3 节针对锚地可能发生的船舶溢油风险事故进行详细模拟分析，并提出有关对策措施，详见报告 8.1.3.3 节。

8.1.3.3　溢油事故分析

a) 事故源项

航道内航行船舶的燃油主要是采用油桶密封储存和燃油舱储存，万一发生沉船事故，或锚地进出航道时发生碰撞，可能会发生燃油泄漏风险。对水环境造成污染的主要是船舶机舱含油污水，其浓度达 10000mg/L，影响区域主要受溢油事故发生地点、溢出量、水流和风等因素的叠加影响。因此在未发生事故的风险分析阶段，影响区域具有不确定性。按船舶发生碰撞，造成燃油储存装置破损柴油泄漏入河。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)，“新建水运工程建设项目的可能最大水上溢油事故溢油量，按照设计代表船型的 1 个货油边舱或燃料油边舱的容积确定”。依据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)附录 C 表 C.6 散货船燃油舱中燃油数量关系，根据我国船舶吨位与燃油量关系调查资料，设计代表船型为 1000t 级船舶，船舶在进航道期间发生碰撞，造成燃料油舱破裂，50%燃油泄漏入河，则单次事故燃料油入河量为 43t。本次溢油事故模拟采用均匀持续入河形式，模拟溢油事故发生后，入河持续时间为 20 分钟。

b) 事故后果分析

1) 经济损失：航运事故无论是轻微的碰撞、失火，还是严重的沉船事故，其造成的后果最为明显的是经济损失，船只的修理、货物的损失、伤员的医治及人员伤亡等的补偿都表现为经济损失。

2) 危及生命及财产安全，影响社会安定：航运事故的发生无论大小，对船只本身、船上的人员、货物及其它来往的船只都存在一定的危险，轻的造成直接经济损失，严重的造成人员伤亡、货物损失、船只毁坏，在一定程度上会影响社会安定。

3) 危险品泄漏，污染环境，破坏生态平衡：航运突发性事故的发生，尤其是泄漏油污、沉船、船只失火等都会造成环境污染。事故油品泄漏，造成水体污染，水质恶化。

4) 危及岸上及岸边安全：通航建筑物里发生的事故如失火等都有可能危及岸上及岸边安全。

c) 事故溢油影响预测

1) 溢油的物理与化学变化过程

① 对流与扩散原理：溢油在水面上运动主要是通过对流与扩散进行。对流主要受制于油膜上方的风与油膜下方的水流。扩散是重力、惯性力、摩擦力、粘性与表面张力之间的动力学平衡导致的现象。风对油膜的影响表现为风所产生的漂流。油膜的扩散也是极为复杂的过程，一般分为三个阶段：惯性阶段、粘性阶段和表面张力阶段。

② 蒸发：1/2～2/3 的溢油在几小时与一天的时间内会蒸发掉。由于蒸发，油膜的物理与化学性质将产生重要的变化。由于蒸发依赖于多种因素，而且这些因素又在随时发生变化，要准确计算蒸发率非常困难。

③ 溶解：溶解于水的碳氢化合物对于水中生物系统存在着潜在毒性，但溢油的溶解不会达到百分之几的程度，所以从溢油量损失的观点看它们是无关紧要的。这说明在分析油膜的运动时可以不考虑溶解率。

④ 垂直扩散或垂直运输：油膜在水面中的停留时间通常受制于小的油质点向水体内的垂直运输或油在水中的乳化。

⑤ 乳化乳胶的形成：重质原油具有较高的粘性，一般形成较稳定的乳胶状油，而沥青烯与高分子量蜡的存在与乳胶的形成密切相关。

⑥ 沉积：各种形式的油都有可能被沉积物颗粒吸附沉于水底或粘结在岸边。在

淤泥质沉积物中油的渗透是最小的，只有上层几厘米才会受到影响。

总的来说，对流与扩散是影响溢油的最重要的过程，本评价通过溢油的对流与扩散的数值模型给出溢油油膜分布的大致轮廓，从这些轮廓可以预测到溢油的最大危害可能出现在何处，以及它所能影响的范围。

d) 模型基础资料

本次风险预测模拟，考虑最不利枯水期情形和丰水期情形，假定溢油泄露事故发生在航道下游入口处水域，预测在枯水期和丰水期水位条件下发生溢油事故后，油膜的扩展、扩散、输移和风化过程及对保护区的持续影响。通过分析模拟范围内坝下水位系列，及下游红水河实测水位资料，最终确定模拟范围内各项参数如下。枯水期坝下水位为 226.54m，下游水位 224.60m；丰水期坝下水位 227.00m，下游水位 225.00m。枯水期平均风速为 0.3m/s，对应风向：1 月 ENE、S，2 月 WNW，3 月 NE，11 月 NE、W，12 月 NN；丰水期平均风速 1.5m/s，对应风向：4 月 W，5 月 E，3 月 NE，6 月 WSW，7 月 S，8 月 NNE，9 月 SE。多年平均雨量为 1307mm，枯水期平均降雨量 147.9mm，平均水面蒸发量 363.4mm；丰水期平均降雨量 969.5mm，平均水面蒸发量 481.8mm。冬季水温为 15℃；夏季水温为 23℃。

e) 模型简介

本报告采用环保部 EIA 推荐的，由丹麦水力学研究所研发的 MIKE 21 AD(Advection-Diffusion)模块和 OILSPILL 模块进行计算。

1) 模型控制方程

①水动力学方程

二维水动力控制方程为笛卡尔坐标系(Cartesian Coordinates)下的纳维—斯托克斯方程组(Navier-Stokes equations)，该方程组由水流连续性方程、沿水流方向(x 方向)的动量方程和垂直水流方向(y 方向)的动量方程组成。

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial h\bar{u}}{\partial x}+\frac{\partial h\bar{v}}{\partial y}=hS \tag{8-1}$$

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t}+\frac{\partial h\bar{u}^{2}}{\partial x}+\frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial y}=f\bar{v}h-gh\frac{\partial \eta}{\partial x}-\frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x}-\frac{gh}{\rho_0}\int_z^{\eta}\frac{\partial \rho}{\partial x}dz+\frac{\tau_{sx}}{\rho_0}-\frac{\tau_{bx}}{\rho_0}-\frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial s_{xy}}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(hT_{xx}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(hT_{xy}\right)+hu_sS \tag{8-2}$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t}+\frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x}+\frac{\partial h\bar{v}^{2}}{\partial y}=-f\bar{u}h-gh\frac{\partial \eta}{\partial y}-\frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y}-\frac{gh}{\rho_0}\int_z^{\eta}\frac{\partial \rho}{\partial y}dz+\frac{\tau_{sy}}{\rho_0}-\frac{\tau_{by}}{\rho_0}-\frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x}+\frac{\partial s_{yy}}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(hT_{xy}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(hT_{yy}\right)+hv_sS \tag{8-3}$$

上述各式中，η为水面高程，h为总水深，g为重力加速度，ρ为水的密度，ρ_0为(淡)水的参考密度。$f=2\Omega\sin\phi$为科氏力系数(Ω旋转角速率，ϕ地理纬度)，P_a为大气压强，s_{ij}为辐射应力张量。S和(u_s,v_s)分别为点源的排放量和速度。$\bar{u}$和$\bar{v}$为流速在深度上的平均值，定义为：

$$h\bar{u}=\int_{-d}^{\eta}udz\quad,\quad h\bar{v}=\int_{-d}^{\eta}vdz \tag{8-4}$$

(τ_{sx},τ_{sy})和(τ_{bx},τ_{by})为水面风应力张量和河床面应力张量。河床面应力$\vec{\tau}_b=(\tau_{bx},\tau_{by})$可用阻力平方定律(摩擦阻力与流速平方成正比)确定：

$$\frac{\vec{\tau}_b}{\rho_0}=c_f\vec{u}_b\left|\vec{u}_b\right| \tag{8-5}$$

c_f为阻力系数或河床摩擦力，$\vec{u}_b=(u_b,v_b)$为河床面上的水深平均流速，河床面的摩阻流速为$U_{*b}=\sqrt{c_f\left|\vec{u}_b\right|^2}$。河床摩擦力可用谢才系数$C$(Chezy number)或曼宁系数$M$(Manning number)来估算：

$$c_f=\frac{g}{C^2}\quad,\quad c_f=\frac{g}{\left(Mh^{1/6}\right)^2} \tag{8-6}$$

谢才系数的单位是$m^{1/2}/s$，曼宁系数的单位是$m^{1/3}/s$。曼宁系数和河床粗糙高度(糙率)k_s关系如下：

$$M=\frac{25.4}{k_s^{1/6}} \tag{8-7}$$

曼宁系数值一般介于20-40 $m^{1/3}/s$。

(τ_{sx},τ_{sy})为水面风应力张量，风应力$\vec{\tau}_s=(\tau_{sx},\tau_{sy})$可通过下面的经验公式来获得：

$$\vec{\tau}_s=\rho_a c_d\left|u_w\right|\bar{u}_w \tag{8-8}$$

式中ρ_a为空气密度，c_d为空气阻力系数，$\vec{u}_w=(u_w,v_w)$水面以上10 m的风速。风应力产生的摩擦速率可表示为：

$$U_{\tau S}=\sqrt{\frac{\rho_a c_d\left|\overline{u}_w\right|^2}{\rho_0}} \tag{8-9}$$

T_{ij}为侧向应力，包括粘性摩擦、湍流摩擦和差异对流，它们可基于水深平均流速梯度用涡粘性系数公式来估计：

$$T_{xx}=2A\frac{\partial\overline{u}}{\partial x},\quad T_{xy}=A\left(\frac{\partial\overline{u}}{\partial y}+\frac{\partial\overline{v}}{\partial x}\right),\quad T_{yy}=2A\frac{\partial\overline{v}}{\partial y} \tag{8-10}$$

式中，A 为水平涡粘性系数。

根据 Kolmogrov 和 Prandtle 理论，紊动涡粘性系数v_τ正比于紊流动能k的开方及特征涡粘尺度 l。如果取耗散尺度为 l(耗散率$\varepsilon=\kappa^{3/2}/l$)，则可以得到以$\kappa$和$\varepsilon$表示的涡粘性系数表达式：

$$v_\tau=c_\mu\frac{\kappa^2}{\varepsilon} \tag{8-11}$$

式中c_μ为经验常数。

对数率涡粘系数可通过下式来计算

$$v_\tau=U_\tau h\left(c_1\frac{z+d}{h}+c_2\left(\frac{z+d}{h}\right)^2\right) \tag{8-12}$$

式中$U_\tau=\max\left(U_{\tau s},U_{\tau b}\right)$，$c_1$和$c_2$为常数，当$c_1$=0.41 和$c_2$=-0.41 时，表达式为一标准抛物线。

Smagorinsky 在 1996 年提出了亚网格尺度上有效涡粘系数与特征长度相关的公式：

$$A=c_s^2l^2\sqrt{2S_{ij}S_{ij}} \tag{8-13}$$

c_s称为“Smagorinsky 常数”，l代表特征长度，而变形率定义为：

$$S_{ij}=\frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\ i,j=1,\ 2 \tag{8-14}$$

②物质输运方程

根据质量守恒定律，考虑污染物运移过程中的对流、扩散和降解等因素，污染物的运移方程可写为

$$\frac{\partial hc}{\partial t}+\frac{\partial \bar{u}hc}{\partial x}+\frac{\partial \bar{v}hc}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}\left(hD_x\frac{\partial c}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(hD_y\frac{\partial c}{\partial y}\right)-K_d hc+S \tag{8-15}$$

式中c为污染物的浓度；(D_x, D_y)为 x 和 y 方向的扩散系数。K_d为污染物线性降解系数，即污染物的降解符合一级反应式：

$$\frac{\mathrm{d}c}{dt}=k_d c \tag{8-16}$$

2) 水动力水质模型求解方法

①离散方法

MIEK21 水动力模型采用有限体积法对水动力和物质输运方程进行空间离散。在水动力方程和污染物传输(扩散)方程的时间积分使用的是显式差分法，为了维持模型的稳定，模拟时间间隔的选定必须使 Courant-Friedrich Levy(CFL)值小于 1。理论上如果 CFL<1，模型便可稳定性运行。然而 CFL 的计算只是一个推测性的。因此模型依然会违反 CFL 准则而发生不稳定的现象。为了解决这个问题，一般将 CFL 临界值从 1 降为 0.8。

对于笛卡尔坐标下的浅水方程式，CFL 定义为：

$$CFL_{HD}=\left(\sqrt{gh}+|u|\right)\frac{\Delta t}{\Delta x}+\left(\sqrt{gh}+|v|\right)\frac{\Delta t}{\Delta y} \tag{8-17}$$

其中 Δx 和 Δy 是 x 和 y 方向的特征长度，Δt 是时间间距。Δx 和 Δy 近似于三角形网格的最小边长，水深和流速值则是发生在三角形的中心。

污染物运移方程式在笛卡尔坐标上的 CFL 值则定义为：

$$CFL_{AD}=|u|\frac{\Delta t}{\Delta x}+|v|\frac{\Delta t}{\Delta y} \tag{8-18}$$

3) 干湿边界

一般来说，数值模拟区域中常有部分单元网格是处在干湿交替区，为了避免模型计算出现不稳定性，必须设定一个干水深度、半干半湿或淹没深度、湿水深度。当某一单元的水深小于湿水深度时，在此单元上的水流计算会被相应调整，而当水深小于干深度的时候，会被冻结而不参与计算。淹没深度是用来检测网格单元是不是已经被淹没，当水深小于淹没水深的单元会做相应调整，即不计算动量方程，但计算连续方程。通常设定湿水深度为 0.1 m，淹没深度为 0.05 m，干水深度为 0.005 m。当湿水深度很小的时候可能会产生不合理的高流速而造成非稳定流态。

4) 初始流场条件

首先通过设定模型上游和下游边界的水位来获得区域内各单元的水位值，然后以此为初始条件运行模型直至流场稳定，最后提取该稳定流场作为下一步正式模拟的初始流场条件。

5) 溢油模块

MIKE21 的 Oil Spill 模块(OS 模块)是在 HD 模块基础之上建立的溢油模型，用于模拟溢油扩散运动规律和归宿。溢油模块采用“油粒子”对溢油量进行概化，采用拉格朗日方法描述油粒子的输移轨迹，包括扩展、漂移、扩散等过程。同时，在输移过程中油粒子也会发生如蒸发、乳化、溶解等风化过程，该软件通过计算油粒子质量损失来体现。

①扩展

油膜扩展运动采用修正的 Fay 重力～粘力公式计算：

$$\left(\frac{d\mathrm{A}_o}{dt}\right)=K_\alpha A_o^{\frac{1}{3}}\left(\frac{V_o}{\mathrm{A}_o}\right)^{4/3}$$
$$V_o=R_o^2\pi h_0 \tag{8-19}$$

式中 R_o 为油膜半径, A_o 为油膜面积； K_α 为扩散系数； t 为时间； V_o 为油膜体积； h_0 为初始油膜厚度，取 10cm。

②漂移

影响油粒子漂移速度的主要因素是水流和风作用力，漂移速度为：

$$\mathrm{U}_{\mathrm{tot}}=c_w\left(z\right)\cdot\mathrm{U}_{\mathrm{w}}+\mathrm{U}_{\mathrm{s}} \tag{8-20}$$

式中 U_{w} 为水面上 10m 处的风速， U_{s} 为表面流速， c_w 为漂移系数，一般取值 0.02～0.03。

③扩散

由于单个粒子不能被分成几片，因此扩散的过程被解释为在随机方向上的运动。对于二维的情况，可以将随机走动的距离形式表示为一个时间步长α方向上的扩散距离为：

$$S_\alpha=\left[R\right]_{-1}^{1}\cdot\sqrt{6D_\alpha\Delta t_p} \tag{8-21}$$

式中 S_α 为在 α 方向上的一个时间步长内可能扩散走动的距离， D_α 为 α 方向上

的扩散系数， R 为-1 到 1 的随机数。Δt_p 为计算时间步长。

f) 模型构建

模拟区域为 1.5km^2 的水域，整个区域均采用非结构化网格进行有限体积划分，计算区域共剖分计算网格单元 8961 个，对于航道涉水区域、水下地形变化较大区域、弯道狭窄区域均采用渐变过渡网格处理，确保河道断面方向网格数量≥4 个，最小网格面积为 38m^2，最大网格面积为 283.82m^2，平均网格面积为 168.72m^2。本次模型构建，采用实测水下地形数据对其有限网格节点进行插值，对上述局部区域采用优化的线性插值和反距离权重插值方法，模型网格及地形图如下所示。

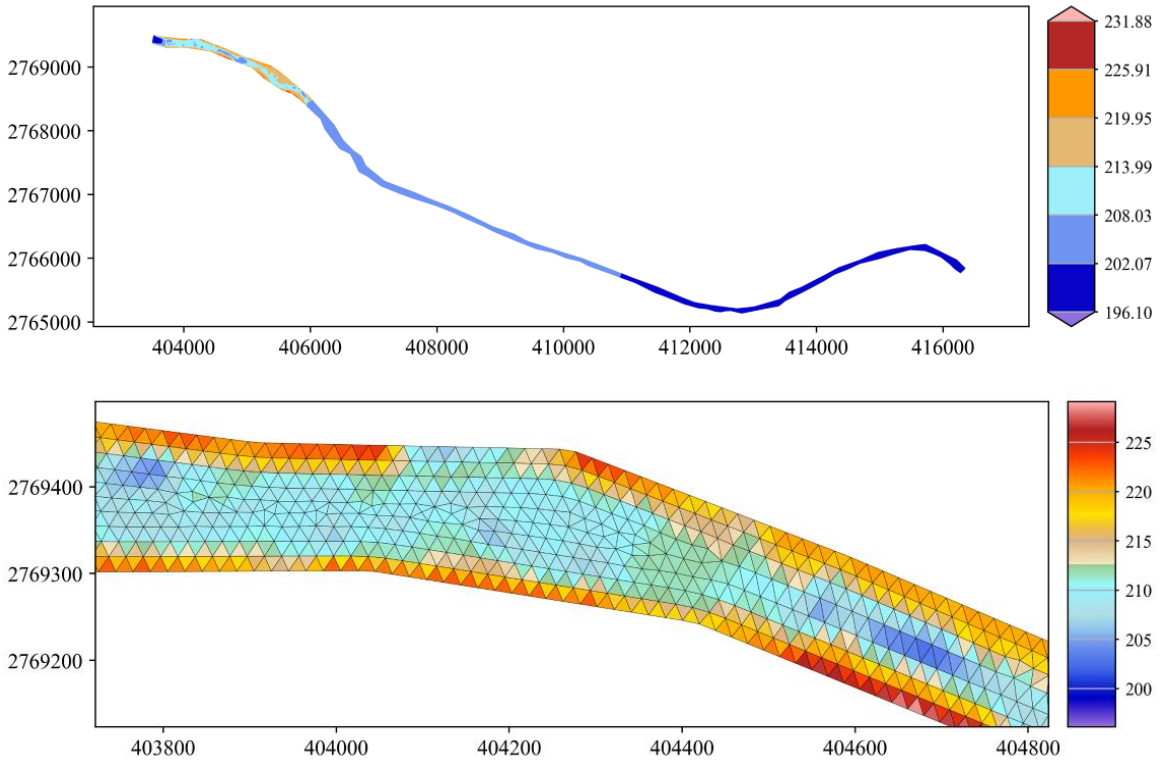


图 8.1.3-1　计算域地形及网格划分图

g) 枯水期溢油数值模拟结果分析

油膜扩展主要受溢油自身物理化学性质、水动力特征、风场等因素影响，在溢油事故发生后，初期油粒子污染物主要在重力及惯性力作用下迅速扩展，油膜面积迅速增大，平均厚度逐渐减小，随着时间的推移，流场流态特征及风荷载等成为油膜扩展的主导因素，油膜发生扩展的同时又随着水流向下游输运和扩散，在整个过程中，油膜会发生同步蒸发和乳化，油膜厚度减小趋势减缓，枯水期溢油事故发生至溢油污染物全部离开保护区范围的总耗时约为 2 小时 40 分钟，具体过程如下。

由数学模型的计算结果可知，模拟突发溢油事故后油类污染物在 20 分钟内由拟建航道下游端处持续入河，初始阶段在重力和惯性力作用下油膜迅速扩展，同时油膜面积也迅速增大，10 分钟内油膜厚度≥100μm 的面积达 0.028km^2，溢油事故初始时刻油膜厚度如下分布图所示。

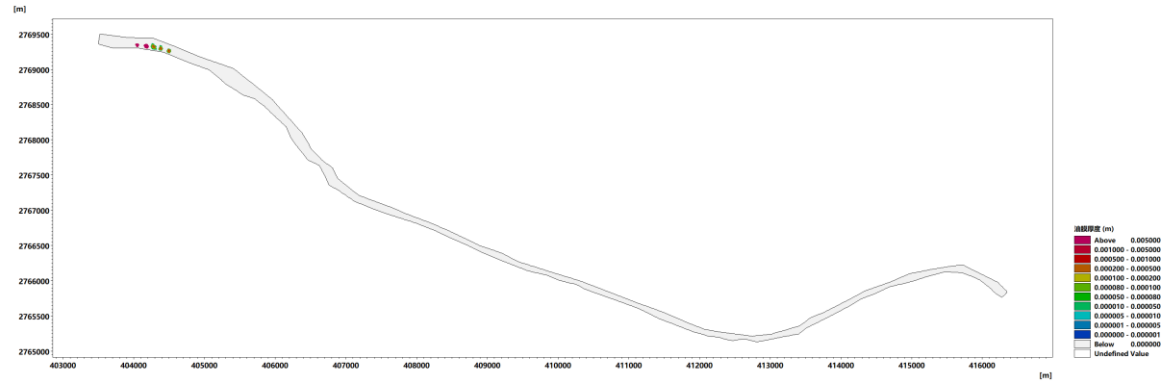


图 8.1.3-2　溢油初始时刻油膜厚度与分布图

油膜继续扩展的同时在风力和水体表面水动力相互作用下逐渐向下游输运和扩散，30 分钟后，油膜厚度≥100μm 的水域面积为 0.81km^2，最大油膜厚度为 1.58mm，平均油膜厚度为 0.77 mm。

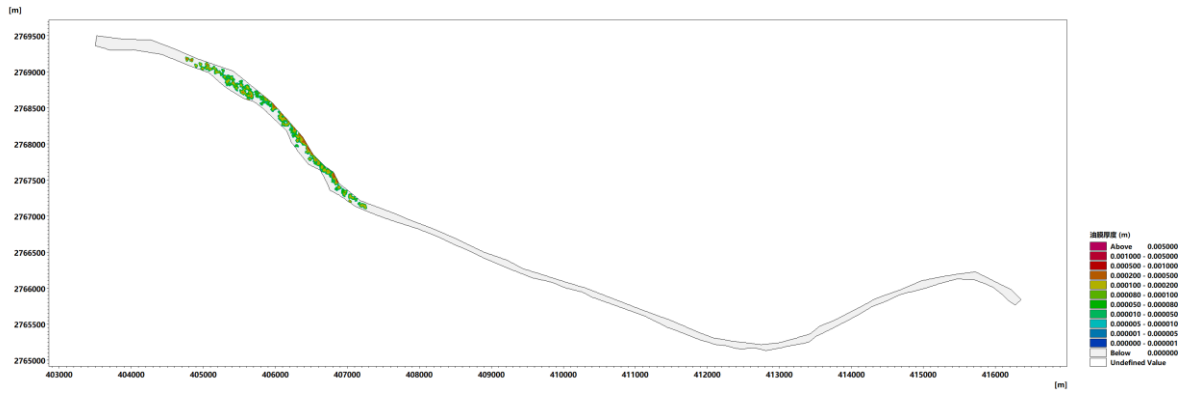


图 8.1.3-3　溢油 30min 后油膜厚度及分布图

1 小时后，部分油膜到达保护区水域边界，此时油膜厚度≥100μm 的水域面积为 0.35km^2，最大油膜厚度为 1.4mm，平均油膜厚度为 0.69 mm。由于油膜岸边吸附作用，同时在汊道汇流处、浅湾局部水域水体表面流速较小，油膜向下游输运速度减缓，未乳化的部分将持续对保护区水域产生影响。

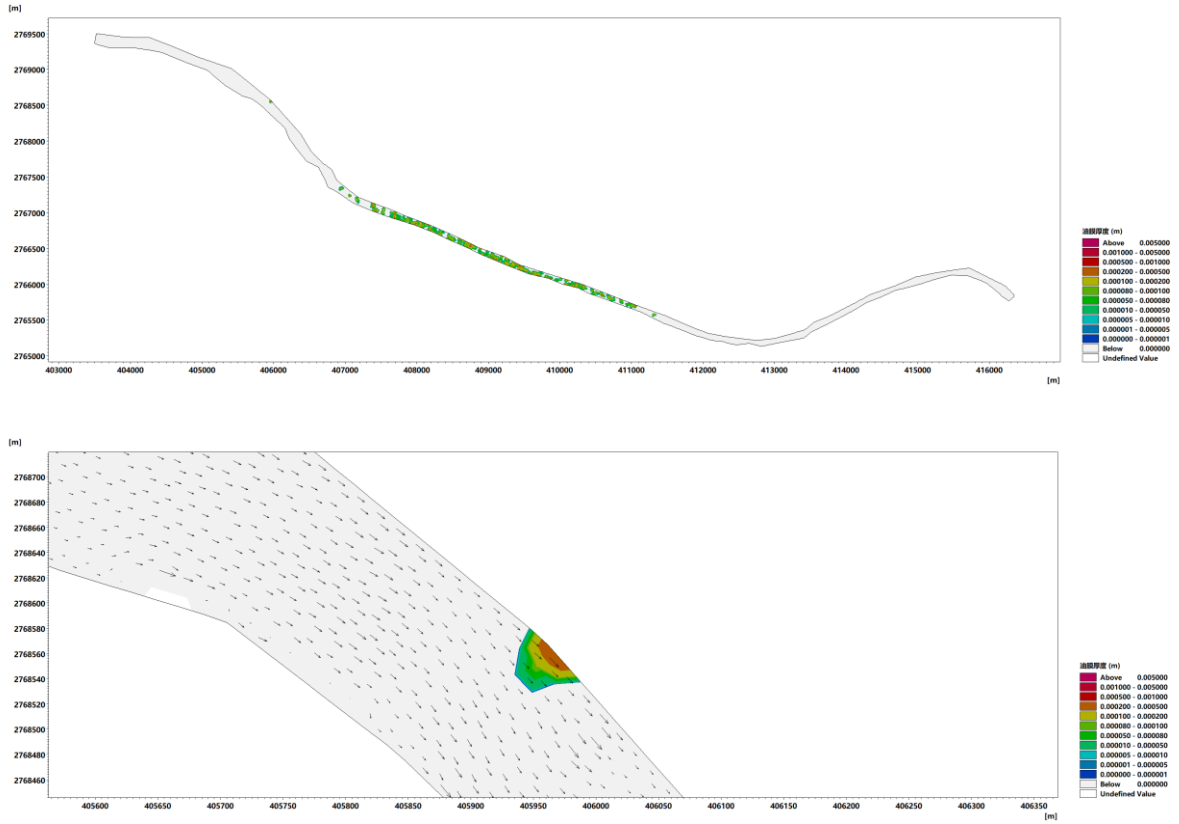


图 8.1.3-4　溢油 1h 后油膜厚度分布整体(上)及局部图(下)

1 小时 30 分钟后，油膜到达取水口保护区水域，此时油膜厚度≥100μm 的水域面积为 0.14km^2，最大油膜厚度为 1.01mm，平均油膜厚度为 0.536 mm。

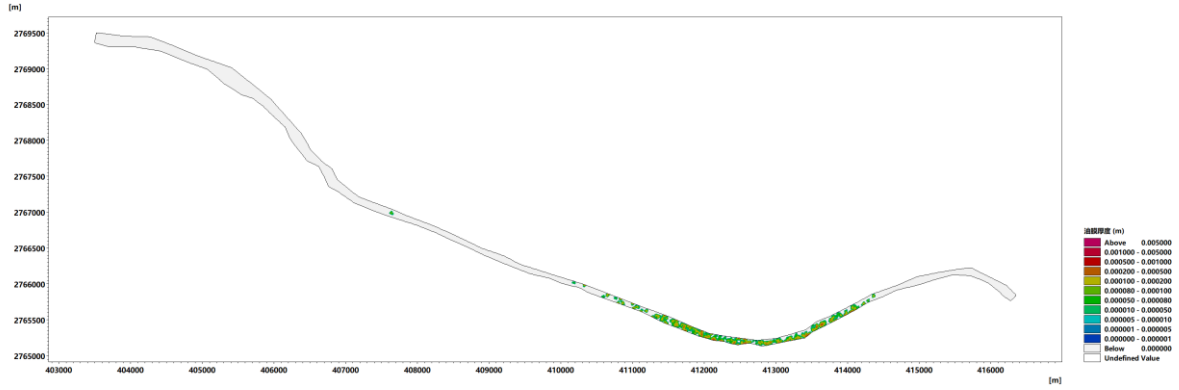


图 8.1.3-5　溢油 1h30min 后油膜厚度及分布图

1 小时 45 分钟后，油膜到达保护区水域，同时在持续的蒸发和乳化作用下，油膜厚度≥100μm 的水域面积减小为 0.067km^2，最大油膜厚度减小为 0.8mm，平均油膜厚度则为 0.45 mm。

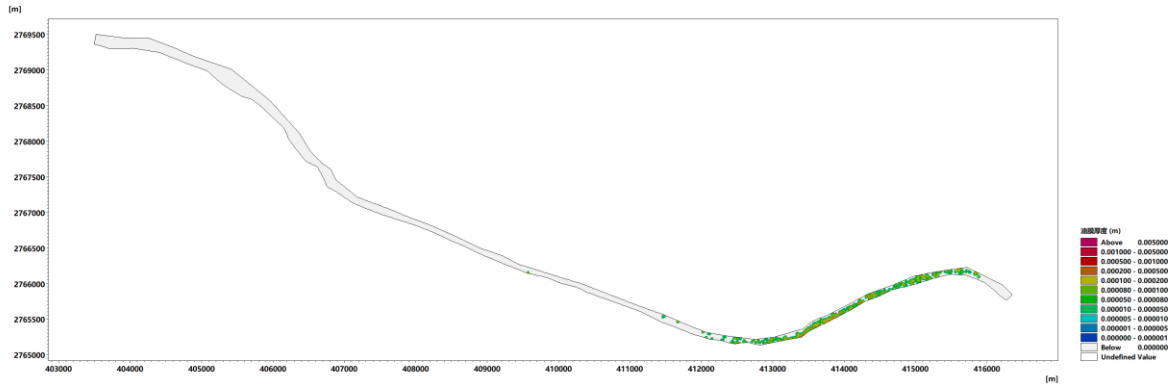


图 8.1.3-6　溢油 1h45min 后油膜厚度及分布图

2 小时后，部分油膜离开保护区水域，同时在持续的蒸发和乳化作用下，油膜厚度≥100μm 的水域面积减小为 0.047km^2，最大油膜厚度减小为 0.7mm，平均油膜厚度则为 0.34 mm。

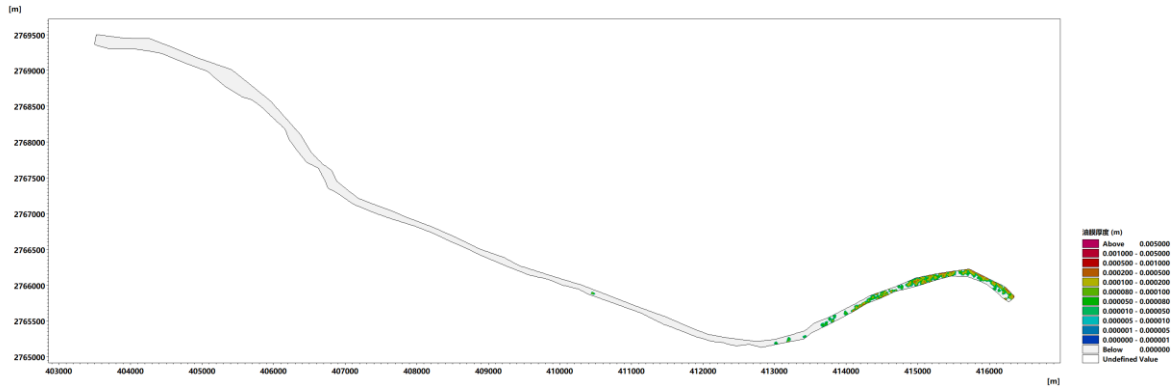


图 8.1.3-7　溢油 2h 后油膜厚度及分布图

2.5 小时后，大部分油膜离开了保护区水域，在持续的蒸发和乳化作用下，油膜厚度≥100μm 的水域面积减小为 0.01km^2，此时最大油膜厚度为 0.061mm，平均油膜厚度为 0.02mm，在弯道水动力环流特性和岸边吸附作用下，油膜主要滞留在汇流段右岸水域并继续缓慢的乳化和蒸发，随着油膜不断分化，并在水动力和风力作用下向下游输运，直至 2 小时 40 分钟后，吸附在岸边的油膜全部输运到了保护区下游边界。即突发溢油事故后，溢油污染物立即扩展、扩散，并在水动力、风荷载等外力综合作用下，1 小时 45 分钟后到达保护区水域，2 小时 40 分钟离开保护区水域下游边界，溢油事故在保护区内的影响时间约为 55 分钟。

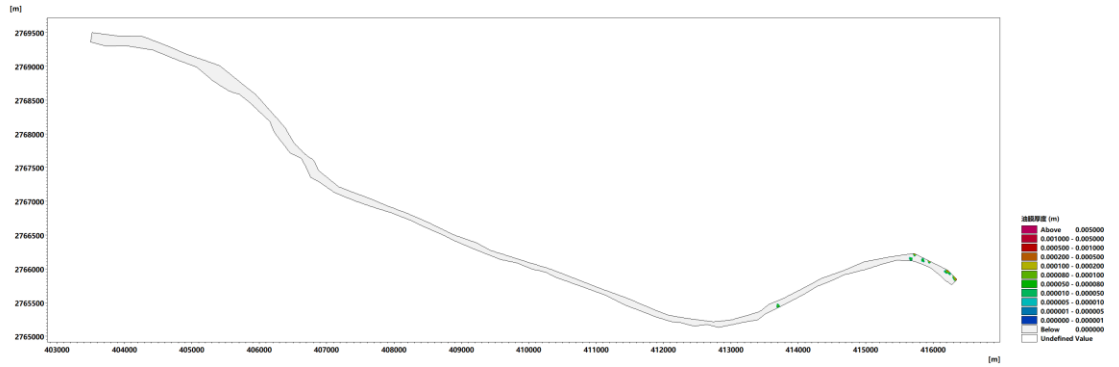


图 8.1.3-8　溢油 2h30min 后油膜厚度及分布图

统计各有限单元模拟周期内各时刻油膜厚度最大值、平均值并绘制成云图如下所示，综合分析可知，在最不利枯水期条件下，油膜影响区域基本遍布航道下游整个水域，总面积约为 1.2km^2，溢油事故发生后，油膜对整个保护区的影响约为 55 分钟。

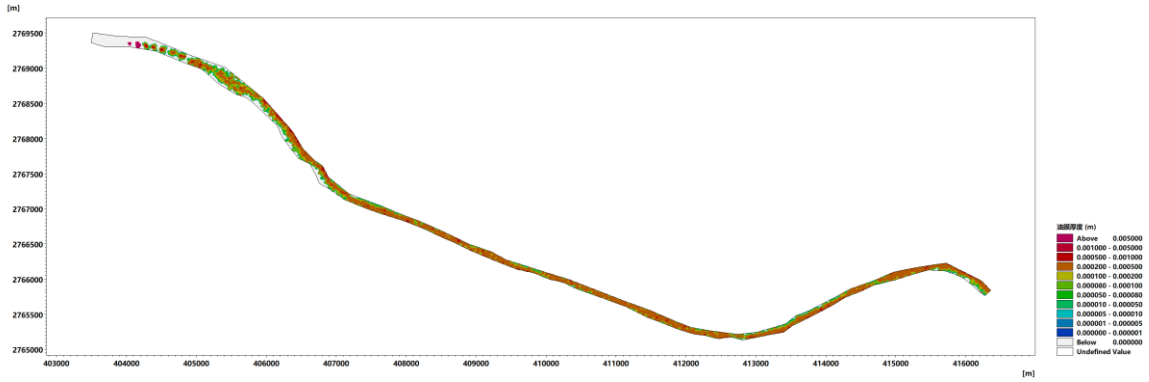


图 8.1.3-9　累计时刻最大油膜厚度分布图

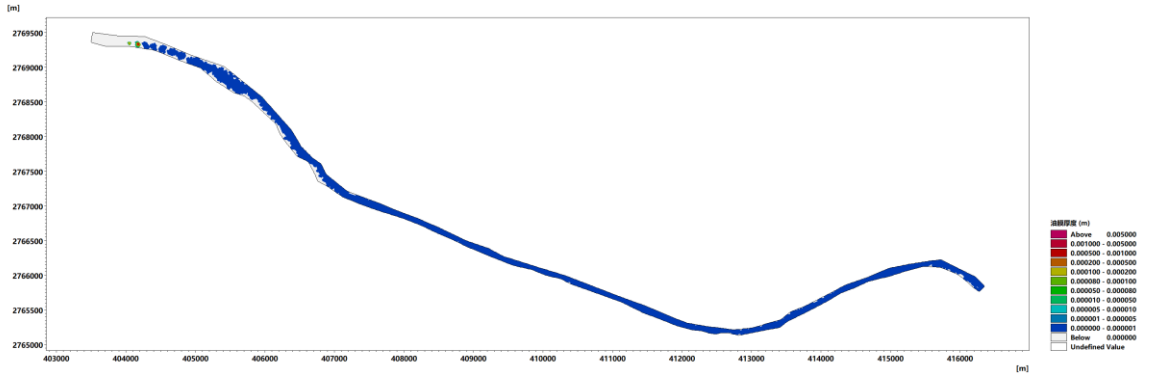


图 8.1.3-10　累计时刻平均油膜厚度分布图

h) 丰水期溢油数值模拟结果分析

丰水期溢油事故发生至溢油污染物全部离开保护区范围的总耗时约为 2 小时 30 分钟，具体过程如下。

由数学模型的计算结果可知，模拟突发溢油事故后油类污染物在 20 分钟内由拟建航道下游端处持续入河，初始阶段在重力和惯性力作用下油膜迅速扩展，同时油膜面积也迅速增大，30 分钟后，油膜厚度≥100μm 的水域面积为 0.41km^2，最大油膜厚度为 1.58mm，平均油膜厚度为 0.53mm。

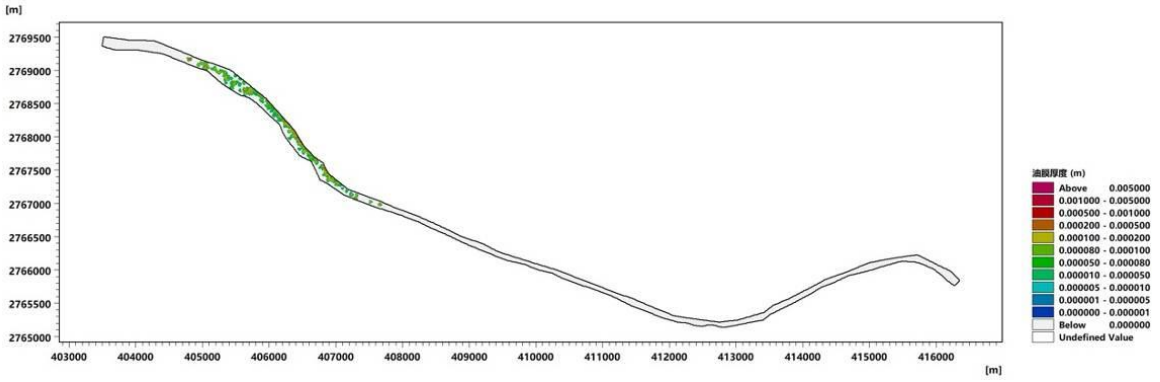


图 8.1.3-11　丰水期溢油 30min 后油膜厚度及分布图

1 小时后，部分油膜到达保护区水域边界，此时油膜厚度≥100μm 的水域面积为 0.17km^2，最大油膜厚度为 1.26mm，平均油膜厚度为 0.49 mm。由于油膜岸边吸附作用，同时在汊道汇流处、浅湾局部水域水体表面流速较小，油膜向下游输运速度减缓，未乳化的部分将持续对保护区水域产生影响。

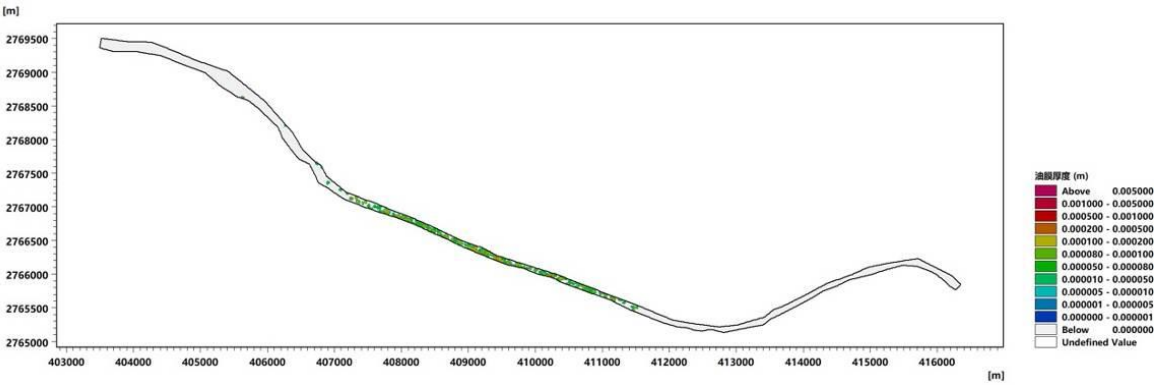


图 8.1.3-12　丰水期溢油 1h 后油膜厚度整体分布图

1 小时 40 分钟后，油膜到达保护区水域，同时在持续的蒸发和乳化作用下，油膜厚度≥100μm 的水域面积减小为 0.082km^2，最大油膜厚度减小为 0.91mm，平均油膜厚度则为 0.43mm。

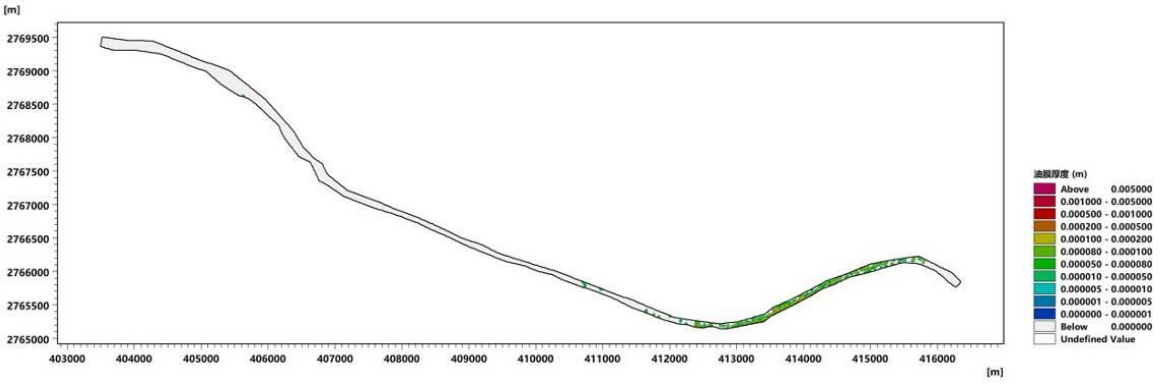


图 8.1.3-13　溢油 1h40min 后油膜厚度及分布图

2 小时后，部分油膜离开保护区水域，同时在持续的蒸发和乳化作用下，油膜厚度≥100μm 的水域面积减小为 0.032km^2，最大油膜厚度减小为 0.53mm，平均油膜厚度则为 0.16 mm，在弯道水动力环流特性和岸边吸附作用下，油膜主要滞留在汇流段右岸水域并继续缓慢的乳化和蒸发，随着油膜不断分化，并在水动力和风力作用下向下游输运。

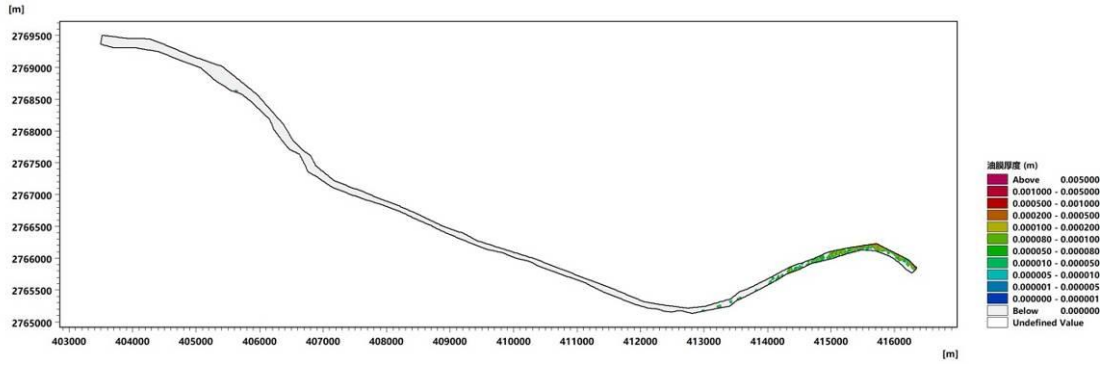


图 8.1.3-14　溢油 2h 后油膜厚度及分布图

直至 2 小时 30 分钟后，吸附在岸边的油膜全部输运到了保护区下游边界。即突发溢油事故后，溢油污染物立即扩展、扩散，并在水动力、风荷载等外力综合作用下，1 小时 40 分钟后到达保护区水域，2 小时 30 分钟离开保护区水域下游边界，溢油事故在保护区内的影响时间约为 50 分钟。

统计各有限单元模拟周期内各时刻油膜厚度最大值、平均值并绘制成云图如下所示，综合分析可知，在丰水期条件下，油膜影响区域基本遍布航道下游整个水域，总面积约为 0.62km^2，溢油事故发生后，油膜对整个保护区的影响约为 50 分钟。

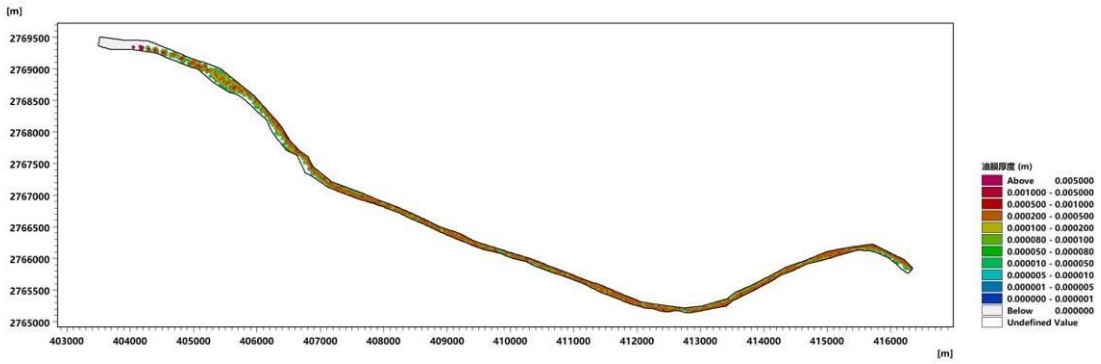


图 8.1.3-15　丰水期累计时刻最大油膜厚度分布图

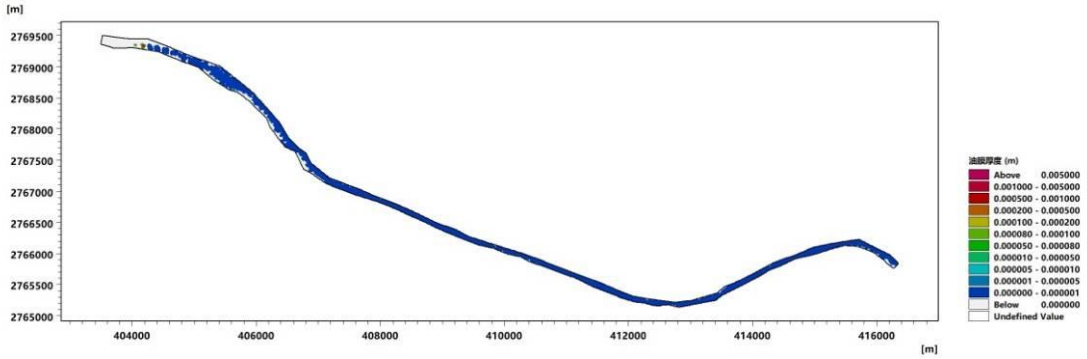


图 8.1.3-16　丰水期累计时刻平均油膜厚度分布图

i) 事故溢油影响对策措施

为了减小事故发生后对水生生物及龙滩坝址下游红水河水质的影响，相关部门可根据以上计算的漂移距离和到达下游饮用水水源保护区的时间及时实施油膜的拦截收集工作，做出应急反应。当出现燃油泄漏现象，船主及负责确认环境事件的单位应立即向升船机管理区、天峨县相关部门报告，第一时间通知下游水厂停止取水，并启动事故风险溢油应急系统，及时布设围油栏，保证围油栏以外的水域不受污染影响，并采用吸油毡、吸油机回收溢油。

移民迁建的向阳镇、下老乡供水水源分别为纳隆沟、巴郎沟，均位于红水河上游支流，因此溢油事故对移民迁建乡镇用水基本没有影响。

现状天峨县城供水由陇麻水厂和峨里湖水厂共同供水，其中峨里水厂取水水源为峨里湖地下水，不涉及红水河，且供水水源充足；陇麻坡饮用水水源保护地取水口位于本工程下游引航道下游约 8km 处。陇麻水厂设计取水量 1 万 t/d，现状实际年取水量 146.1 万 t/a，剩余可供水量约 218 万 t/a，服务人口约 4.42 万人；峨里湖水厂设计供水量 2 万 t/d，现状实际取水量为 375.8 万 t/a，剩余可供水量约 354 万 t/a，服务人口约 4.42 万人。

若发生溢油事故导致陇麻水厂停止供水，则增加峨里湖水厂供水量，即在事故应急启动期间，天峨县城全部由峨里湖水厂供水，从而保障公众用水安全。

8.1.3.4　船舶溢油事故水生生态风险分析

国内外许多的研究表明高浓度的石油会使鱼卵、仔幼鱼短时间内中毒死亡，低浓度的长期亚急性毒性可干扰鱼类摄食和繁殖，油料泄漏事故对水体中生物的影响是相当严重的，其毒性随石油组分和浓度的不同而有差异。水体石油类含量对水生生物的影响见表 8.1.3-1。

表 8.1.3-1　水体石油类含量对水生生物的影响

水生生物		浓度(mg/L)	影响程度
浮游藻类		0.05～5	抑制生长繁殖
		0.5～500	致死
浮游动物	幼体	0.5～1.0	致毒死亡
	成体	>1.0	致死
鱼类	浮游卵	0.01～0.1	部分畸形
		0.1～10	致死
鱼类	鱼苗	0.1～10	部分畸形
		10～100	逃避
	成鱼	0.1～1.0	带油臭味
		0.7～50	逃避
		10～10000	致死

a) 对鱼类的急性毒性测试

根据近年来对几种不同的鱼类仔鱼的毒性试验结果表明，石油类对鲤鱼仔鱼 96h 的 LC50 值为 0.5～3.0mg/L，因此污染带瞬时高浓度排放(即事故性排放)可导致急性中毒死鱼事故。

对鱼卵、仔稚鱼的影响：经济鱼类的浮性卵、仔鱼极易遭受浮在水面油膜的危害，油膜对卵子的粘着、渗透等直接影响鱼卵的孵化率及孵化量，而仔稚鱼对油污染反应极敏感。较低的石油浓度即能引起仔稚鱼的死亡和畸变，抑制鱼卵孵化、滞缓发育、生理功能低落，以及导致畸形和死亡等。溢油事故中沉降的油块也能对一些沉性卵产生影响。此外，由于卵子一般为附着性卵，随水流漂移，而仔稚鱼游泳能力较差，因而一旦发生溢油，将对卵子和仔稚鱼产生毁灭性的破坏。

石油类在鱼体内的蓄积残留分析：污染因子石油类在鱼体中的积累和残留可引起鱼类慢性中毒而带来长效应的污染影响，这种影响不仅可引起鱼类资源的变动，甚至会引起鱼类种质的变异。鱼类一旦与油分子接触就会在短时间内发生油臭，从而影响其食用价值。以 20 号燃料油为例，当石油类浓度为 0.01mg/L 时，7 天之内就能对大部分的鱼、虾产生油味，30 天内会使绝大多数鱼类产生异味。

石油类对鱼的致突变性分析：微核的产生是在诱变物作用之下造成染色体损伤而发生变异的一种形式，根据近年来对几种定居性的长江鱼类仔鱼鱼类外周血微核试验表明，鱼类(主要是定居性鱼类)微核的高检出率是由于江段水环境污染物的高浓度诱变物的诱发作用而引起，而石油类污染物可能是其主要的诱变源。

b) 对浮游植物的影响

实验证明石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用程度取决于石油的类型、浓度及浮游植物的种类。根据国内外许多毒性实验结果表明，作为鱼、虾类饵料基础的浮游植物，对各类油类的耐受能力都很低。一般浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1～10.0mg/L，一般为 1.0～3.6mg/L，对于更敏感的种类，油浓度低于 0.1mg/L 时，也会妨碍细胞的分裂和生长的速率。

c) 对浮游动物的影响

浮游动物石油急性中毒致死浓度范围一般为 0.1～15mg/L，而且通过不同浓度的石油类环境对桡足类幼体的影响实验表明，永久性(终生性)浮游动物幼体的敏感性大于阶段性(临时性)的底栖生物幼体，而它们各自的幼体的敏感性又大于成体。

根据所述，石油类对水生生物产生中毒影响的浓度阈值普遍较低，因此项目营运期一旦发生溢油污染，将会造成污染水域内鱼类急性中毒和鱼的致突变性等，对浮游植物和动物也会产生一定的中毒影响，严重的影响将会造成部分鱼类、水生动植物中毒死亡事故。

d) 对底栖生物的影响

溢油发生时，大部分柴油漂浮在水中，但有少量重组分下沉到河底，可能会导致水环境中和底质石油类含量的增加，从而对底栖生物造成一定的影响。不同季节下的溢油对底栖生物的危害是不同的，在不同风向下，其影响也不同。

8.1.4 项目工程对水生态、生物多样性、渔业资源影响的风险性分析

根据 5.6 节回顾性评价章节的分析结论，评价区的水生生态问题主要有 4 个方面：1) 龙滩水电站的调度运行改变了本河段河流的天然水文、泥沙情势以及时空分布等，进而对与之密切相关的环境要素产生深远的影响，与建库前相比，在河流水文情势发生了变化的情况下，区域内受影响最大的是以鱼类为主的水生生物，水生生物群落结构发生明显改变，流水性底栖鱼类资源量减少，适宜静缓流的鱼类得到发展；2) 过度捕捞导致经济鱼类个体小型化趋势明显；3) 红水河梯级开发导致大部分长距离及江河洄游鱼类被阻隔在桥巩水电站坝下；4) 库区网箱养殖物种逃逸对龙滩库区鱼类种群结构产生了一定不利影响。本工程运行不会加剧以上评价区内现阶段的水生生态问题，但需要采取连通性恢复措施，减缓龙滩水电站阻隔对红水河鱼类的影响。可通过龙滩水电站 8、9 号机组建设工程提出的生态调度、栖息地保护等措施保护流水性鱼类资源；采取建设单位配合地方相关主管部门加强渔政管理等措施来减缓过度捕捞等对库区鱼类的影响等。

针对本项目的的水生生态影响及运行期生态风险。根据《红水河通航标准研究报告》的预测成果，红水河水路运输量约三分之二将通过龙滩。至 2025 年，龙滩枢纽过坝运输量需求为 1500 万 t，其中上行 500 万 t，下行 1000 万 t。通航建筑物运行后，坝下船舶通行等级由 500t 级升级为 1000t 级。考虑坝下船舶航行来往频次可能更高，坝下船舶运行可能对适应坝下流水生境的鱼类栖息形成扰动，同时船舶螺旋桨运行可能加剧对鱼类的损伤风险。但是考虑到在龙滩坝下的主要是四须盘鮈、东方墨头鱼、卷口鱼等小型底栖鱼类，航运量增加对鱼类的生态风险不大。此外，炸礁、清挖过程中也可能存在鱼类资源损失的风险。

因此，本评价提出采取建设鱼类增殖站、开展增殖放流等措施以恢复工程造成的鱼类资源损失。

8.2 风险防范措施与应急计划

8.2.1 风险防范

应根据《中华人民共和国内河交通安全管理条例》、《中华人民共和国危险化学品安全管理条例》、《船舶载运危险货物安全监督管理规定》(交通部 2003 年第 10 号)、《中华人民共和国船舶安全检查规则》(交通部令 1997 年第 15 号)、《船舶检验工作管理暂行办法》(交通部海事局〔2000〕586 号)、《关于建立水上交通险情

报告制度的请示》(交通部、国家经贸委交海发〔2000〕57 号)等有关法律、法规，加强对船舶，特别是危险品运输船舶及码头的日常管理，杜绝事故隐患。

尽管航运造成环境污染事故是难以预料和防范的，但所发生的污染事故绝大多数与管理不当和预防措施缺乏有关。因此以“预防为主，安全第一”为方针是减少污染事故发生、减少污染事故损害的重要保障。要预防突发性航道环境污染事故的发生，对发生的污染事故迅速监测，进行及时快速准确有效的处理处置，最大限度地减少污染事故造成的生命、财产及环境危害，需要社会各界的支持与合作，做好管理、宣传和技术等各方面工作。

1) 广泛宣传，提高认识：为解决令人难以防范、而又可能对人类造成严重损害的突发性环境污染事故，联合国环境规划署在 1988 年提出了一项针对性很强的“阿佩尔计划”。此项计划重要内容就是提高各级政府、企事业单位领导及群体团体对突发性事故的警觉和认识。即使发生了重大的突发性污染事故，只要人们普遍认识污染事故应急处理处置和紧急救援的知识和技能，就能对其做出及时有效的反应，尽可能降低污染事故的危害程度。航运突发性事故环境污染与之相同，因而应在多层次、多行业加强对环境保护及突发性环境污染事故的防范意识，做到防患于未然，就可在很大程度上减少以至避免污染事故的发生。

2) 加强对航道突发性环境污染事故的管理和防范：通过调查，对有毒有害化学物品等运输管理应建立严格的防范措施，制定严格的管理规章制度。

3) 建立紧急救援系统：面对航运突发性环境污染事故，不仅要解决应急监测及处理，还要实行紧急救援与做好善后工作，把污染事故的危害减少到最小。突发性环境污染事故的应急监测、处理处置、紧急救援与善后处理涉及面广、工作量大，仅仅依靠某一部门的力量难以胜任。因此，必须在各级政府部门统一领导下，协调各方面人员密切配合行动，建立起政府、环保、安全、消防、部队、卫生、邮电和通讯等部门参加的迅速、精确的监测、救援等系统。当突发事故发生时，应及时联系海事、环保、安全等部门，在最短时间之内，及时控制污染事故，可将其对环境的污染减小到最小程度。

4) 建立应急物资储备调运系统，通航区应储备足够的应对社会性事故的应急物质，一旦发生事故，则投入救援系统。

5) 加强饮用水水源地保护。施工期间，废水经处理后回用；同时进一步加强机

械维护，减少跑、冒、滴油现象，禁止污水在保护区范围排放。严格执行各项水环境保护措施，严禁废污水未经处理直接外排。严格按照水保方案，做好施工区裸露地表防护，降低水土流失不利影响。设置标志牌，提醒施工人员施工时注意保护饮用水水源地水环境。项目建成后，在水源地保护区范围设置警示牌，方便相关人员向项目应急中心报警；同时配备一定数量事故应急设备(如吸油毡等)，控制发生重大污染事故。

8.2.2 应急计划

应急反应可参照图 8.2.2-1 中的步骤进行。

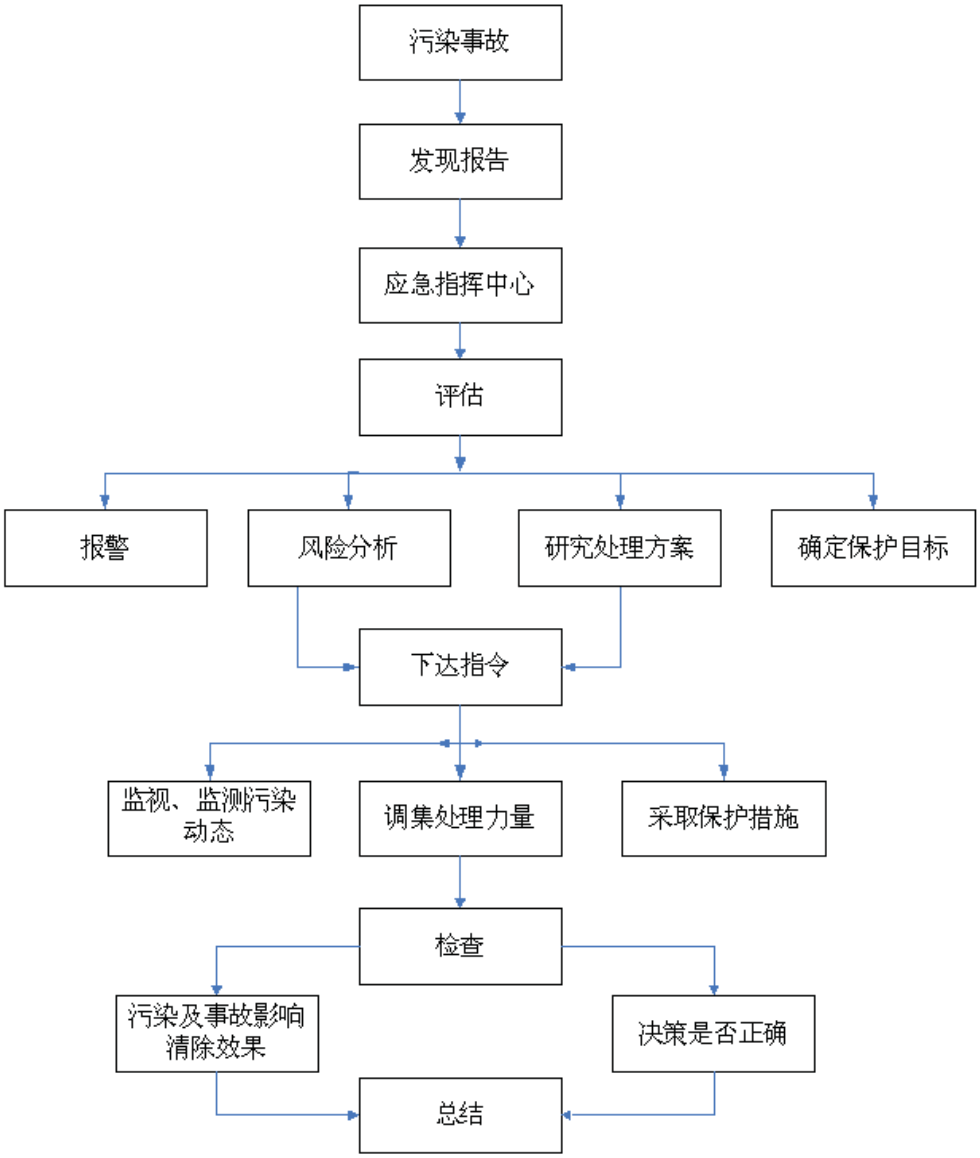


图 8.2.2-1 污染事故应急反应图

a) 制定事故应急指南和规章

针对内河水运船舶的管理，建议政府制定一个事故应急指南和规章，而且指南和规章要根据船舶的潜在事故制定。

b) 加强应急监测能力建设

应急监测是航运突发性环境污染事故处理处置中的首要环节，加强应急监测能力建设重点包括两个方面：

1) 强化应急监测反应能力。航运突发性环境污染事故一旦发生，往往情况紧急，波及面广，在极短时间内，污染势态可能就趋于恶化，造成更大的人员伤亡。因此，需要求监测人员对污染事故有极强的快速反应能力，事故发生后，必须迅速赶赴事故现场，快速准确检测判断。否则在反应时间上延误或在整个过程的某些重要方面未能得到迅速、正确的处理，都将加大危害，降低恢复工作的时效性。因此，需组建专业应急监测队伍；加强监测人员的技术培训与实战演戏，以强化应急反应能力。

2) 提高应急监测技术水平。应急监测技术应以迅速、准确判断污染物的种类、污染物浓度、污染范围及其可能的危害为核心内容，重点解决应急监测中检测手段、仪器和设备等硬件技术，并在调查研究的基础上根据污染因子的特征，建立环境污染事故数据库及事故处理处置的查询系统，为实施污染事故的处理处置提供依据。

8.2.3 应急处置措施

通航建筑物水域范围内危险货物事故主要有火灾、爆炸、泄漏等类型，主要处置措施包括：灭火、堵漏、隔绝、拦截、稀释、中和、覆盖、转移、收集等。事故发生时，应针对事故不同类型，采取相应的具体措施。

1) 救援人员进入现场的个人防护措施

救援人员进入现场必须配备必要的个人防护器具。应急处理时严禁单独行动，要有监护人，必要时用水枪、水泡等措施作掩护。如果涉及腐蚀、有毒危险品，应使用专用防护服、隔绝式空气面具等。

2) 火灾爆炸事故的应急处置措施

要求发生事故船只按本船舶的事故应急预案，立即组织进行自救。事故发生在通航建筑物区域的，管理单位组织现场维护、指挥、实施交通管制，设定警戒区。

迅速调集车辆、船舶及有关灭火器材到事故现场。做好封舱，指挥船舶驶离危险区域，必要时实施砍缆，使用应急拖缆，立即拖离事故区域。

3) 危险货物泄漏事故应急处置措施

发生泄漏时，事故船舶应立即关闭阀门，迅速控制泄漏源，采用合适的材料和技术手段堵住泄漏处。发生在通航建筑物区域的易燃易爆物泄漏，应在事故中心区严禁火种、切断电源、禁止车辆进入、立即在边界设置警戒线。根据事故情况和事故发展，确定事故波及区人员的撤离。发生在通航建筑物区域的有毒、有害物泄漏，应使用专用防护服、隔绝式空气面具，立即在事故中心区边界设置警戒线。根据事故情况和事故发展，确定事故波及区人员的撤离。筑堤堵截泄漏液体或者引流到安全地点或采取适当措施稀释、覆盖有害物，破坏可燃物燃烧条件，抑制其蒸发、加速气体向高空扩散。组织危险货物的收集和废弃处置。

4) 船舶碰撞事故导致或可能导致重大环境污染时的应急处置措施

运输船舶应按《中华人民共和国危险化学品安全管理条例》、《船舶载运危险货物安全监督管理规定》(交通部 2003 年第 10 号)等要求发生自编的事故应急预案和有关要求进行自救。

了解污染的种类，危险品的性质，包装和数量，是否遇水具有可溶性、燃烧和爆炸性；现有的溢油量，是否漂浮散发；毒害品的危害程度，对水体及环境的污染等。发布公告、通告，疏散有关人员，尤其是附近人员、居户和船舶。迅速调集清污车辆、船只、设备和人员到现场紧急清污。及时通知下游陇麻水厂启动污染应急预案。通知当地环境监测机构对陆地、水体、空间等进行全方位监测。

8.2.4 环境风险管理

本项目发生船舶碰撞引发的漏油事故的概率虽然较小，如遇种种因素，一旦发生船舶碰撞引发的漏油事故，将可能对下游水环境及水生生态环境带来极严重的破坏影响。当船舶碰撞泄漏油污发生在升船机上游及内部时可通过关闭升船机进行油污清理，但船舶碰撞泄漏油污发生在下游引航道时，油污会随河流迅速向下游移动，对水体影响较大。因此，需高度重视对该类突发性事故的防范及应急处理，实行“预防为主、平灾结合、常备不懈”的方针，以最大程度减轻事故的危害与损失。

1) 加强培训，提高素质：切实贯彻“安全第一，预防为主”总方针，加强船员安全环保技术培训教育，加强设备维护、检测管理，从提高人员总体素质和设备本体

安全入手，预防漏油事故的发生。

2) 加强船舶进入通航建筑物的科学管理：船舶进入升船机应进行排序，防止发生争抢，以避免船舶碰撞事故。

3) 杜绝违规操作现象发生：应严格执行各项管理制度，严格按操作规范进行操作，加强操作人员管理和教育，杜绝违规操作现象发生。

4) 布设自动监控系统：为能及早预报溢油事故的发生，配设包括通讯联络器材、溢油监视、监测和报警装置在内的自动监控系统。

5) 配备溢油防范设施：根据调查，目前龙滩枢纽未针对溢油事故配备专门的防范设施，本评价建议未来通航建筑物应急机构应配备相应的应急救护器材与设备，设计可参照《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T 451-2017)和《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149-1)进行，建议配置不小于可处理 50m^3 水上溢油的应急处置能力。根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T 451-2017)，本项目需配备应急设施如表 8.2.4-1 所示，可依托现状龙滩电厂管理办公楼配备。此外，下游陇麻水厂也应配备表中所列设备，有利于龙滩电厂和陇麻水厂整合资源，建立联防机制。一旦发生事故，可及时从龙滩电厂或陇麻水厂调运应急设备，尽量缩短响应时间。

表 8.2.4-1　本项目需配置的防范溢油事故设施

设备名称	类型	规格	数量
围油栏及附属设备	聚苯乙烯泡沫加耐油塑料膜密封	/	1000m
收油机	油吸式螺旋式	20m^3/h	1 台
吸油材料	纤维类	/	3t
消油剂	浓缩类	/	2t
储油罐	轻便	2m^3	10 个

6) 加强各企业联动，一旦发生溢油事故，应立即通知下游陇麻水厂取水口启动应急水质监控机制，根据实际污染情况，确定是否需暂停供水。

现状天峨县城供水由陇麻水厂和峨里湖水厂共同供水。陇麻水厂设计取水量 1 万 t/d，现状实际年取水量 146.1 万 t/a，剩余可供水量约 218 万 t/a，服务人口约 4.42 万人；峨里湖水厂设计供水量 2 万 t/d，现状实际取水量为 375.8 万 t/a，剩余可供水量约 354 万 t/a，服务人口约 4.42 万人。

若发生溢油事故导致陇麻水厂停止供水，则增加峨里湖水厂供水量，即在事故应急启动期间，天峨县城全部由峨里湖水厂供水，从而保障公众用水安全。

8.2.5 环境风险应急预案

在采取风险防范措施的前提下，针对突发环境风险，为有效减轻风险事故发生后的危害和环境损失，工程建设单位应联合地方政府部门、龙滩水电站管理部门、航运部门、海事部门单位等风险事故应急指挥部，统一协调组织风险应急预案的实施工作。风险事故应急指挥部的主要职责为：制定环境风险事故应急预案，组织协调风险应急预案实施，对外信息发布与通报，启动应急监测，终止应急程序，应急预案演练等。

目前，建设单位并未针对船舶碰撞溢油事故编制专门应急预案，本评价建议本项目需根据有关要求编制通航建筑物水域船舶碰撞漏油应急预案，并纳入《河池市突发环境事件应急预案(2016 年修订)》。

为了防治船舶碰撞漏油事故的污染损害、保护环境和资源、保障人体健康，做好漏油事故的防备和应急反应。应急计划主要包括以下内容。

a) 应急组织机构、人员

本项目应急机构由应急指挥部和船舶碰撞漏油应急防治小组组成。

1) 应急指挥部

通航建筑物营运管理部门应设立总指挥部，总指挥由建设单位公司法人担任，主管安全的主任、经营系统主任任副总指挥。指挥部成员由现场指挥及各应急防治小组负责人组成。应急指挥部认定现场指挥，现场指挥负责指挥船舶碰撞漏油应急反应行动全过程，仅对漏油应急指挥部负责。由安全科长或值班调度长担任。

应急指挥部主要职责：组织制定、审批并发布船舶漏油应急预案；组织指挥污染的控制与清除；审核和批准使用清污技术和设备；下达预案实施命令，向上级部门汇报情况，和有关单位保持联系；发生较大规模漏油事故时，做出请求区域协作的决策；及时组织消防力量，防止火灾的发生；及时安排人员，进行现场医疗救护；组织培训和演习；安排人员对设备进行维护保养；及时组织漏油应急预案的修订。

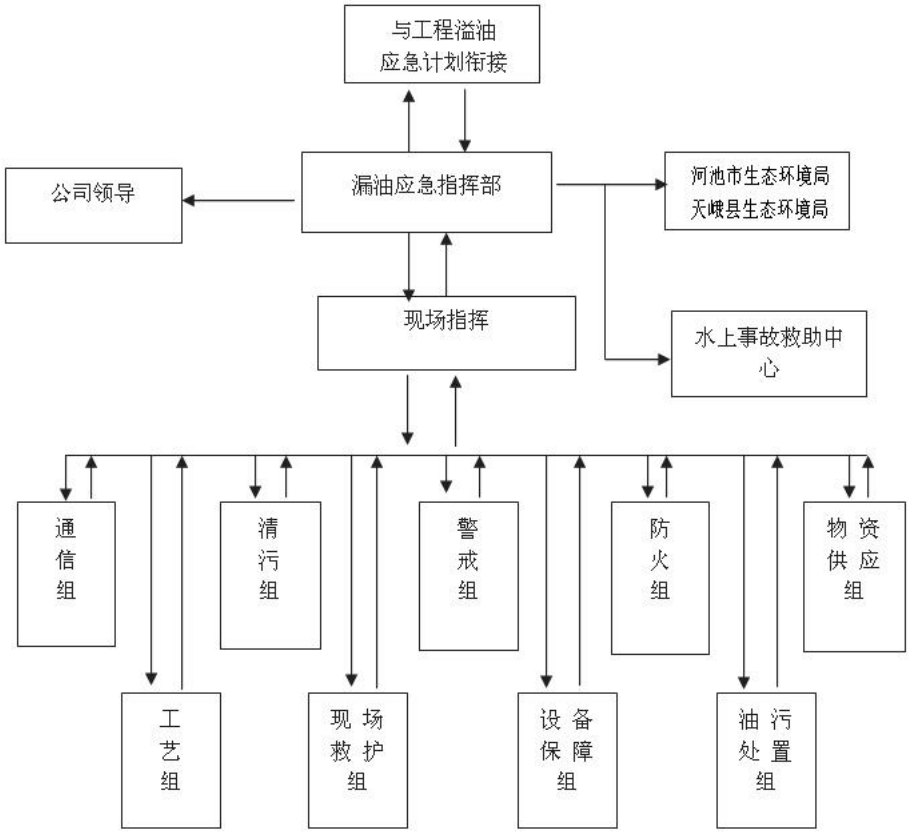


图 8.2.5-1　漏油应急指挥部组织图

2) 漏油应急防治小组

指挥部下按各自职责设立漏油应急防治小组：清污组、通信组、工艺组、警戒组、物资供应组、现场救护组、设备保障组、防火组、油污处理组。各小组主要职责见表 8.2.5-1。

表 8.2.5-1　泄漏油污应急防治小组部门主管和主要职责

应急小组	主要职责
清污组	做好漏油围控工作；做好漏油清除作业
通信组	负责应急指挥部与事故现场的通信联络，确保作战命令的下达和现场各种信息的反馈及通信的畅通
工艺组	及时关闭相关阀门，控制漏油源，防止事故进一步扩大
警戒组	保持交通畅通，注意现场警戒，实行隔离，注意漏油漂移动向，并及时向指挥部报告
物资供应组	提供运输防污所需器材、材料
现场救护组	负责处置(运输、焚烧)油污物的工作，防止二次污染
设备保障组	保障电力能源供给，负责应急设备的维修
防火组	防止火灾发生，一旦发生火灾立即实施灭火应急计划
油污处理组	负责处置油污物的工作，防止二次污染

b) 预案分级响应条件

本项目漏油应急行动分为三级：一般应急、紧急应急和重(特)大应急。

1) 一般应急：漏油事故发生在非敏感区域，经初步评估溢油量很少，且预计不会对下游敏感区造成影响，可以采取一般应急行动。

2) 紧急应急：溢油处在敏感区域内，或离敏感区域一定距离但极可能对敏感区域造成严重污染。

3) 重(特)大应急：超出通航建筑物营运管理部门漏油应急能力时，需要启动重(特)大应急行动。

4) 应急等级的确定

船舶碰撞发生的泄漏油污染事故，由漏油应急指挥部确定应急等级。确定等级以及对漏油事故的初始评估主要内容包括：①根据漏油源的类型、事故地点、事故原因等评估溢油事故的规模；②对溢油发生火灾、爆炸的可能性进行分析评估；③根据当时的河流水文和风向等，预测溢油漂移扩散去向、数量和范围；④确定可能受到的敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；⑤评估本应急反应的人力和设备、器材是否能满足应急反应的需要，是否需要外来力量的支援；⑥确定初步的反应措施，估算反应作业所需时间及效果；⑦估算油污防备和应急反应所需费用及确定经费来源；⑧其他相关的评估内容(根据实际情况确定)。

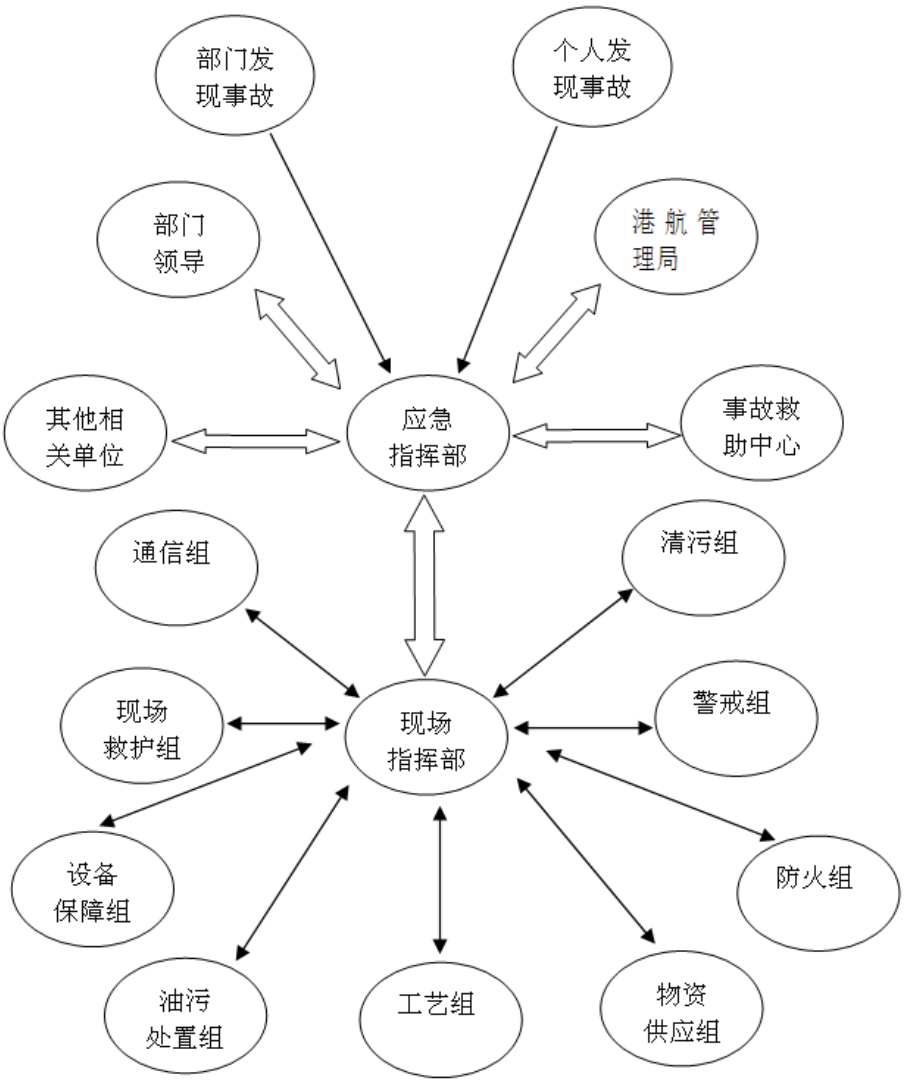


图 8.2.5-2　应急反应体系图

c) 应急救援保障

1) 泄漏油事故应急防治队伍：原则上由通航建筑物营运管理部门员工组成，按其所属部门，分别编入应急行动小组，一旦发生事故，指挥部可根据情况的需要，动员、调配储备的人力资源投入行动。

2) 泄漏油事故应急防范设备：详见表 8.2.4-1。

d) 报警、通讯联络方式

1) 应急防备、反应通讯联系体系。

2) 报告和报警：任何部门和岗位人员，发现水上泄漏油污染事故应立即向应急指挥部报告。报告和报警程序见下图。

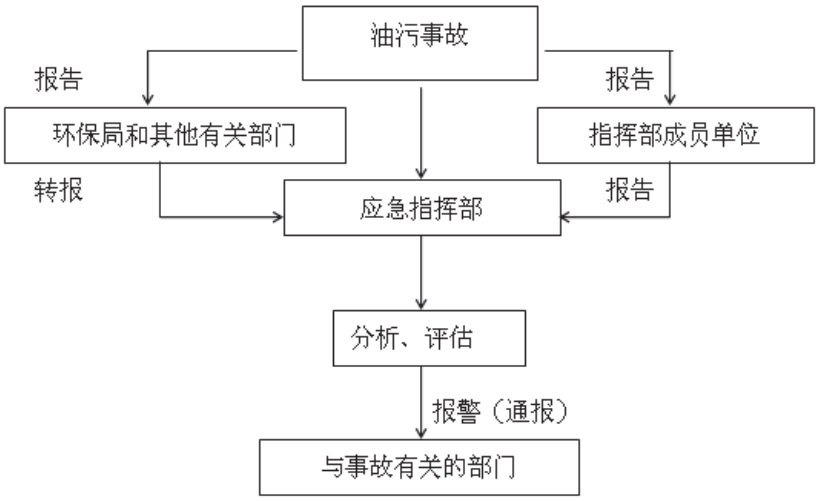


图 8.2.5-3　报告和报警程序图

3) 泄漏油事故的详细报告：现场的组织指挥人员应将现场详细情况及时向泄漏油应急指挥部报告。大发生大规模溢油事故时，应急指挥部应及时将事故情况向上级有关部门和当地生态环境局报告或通报。

4) 其他应急通讯方式：应急指挥部与现场指挥之间可以使用对讲机或手机。其他应急小组之间亦可以使用对讲机或手机。如无线电通讯中断，应急指挥部可采用人工方法联系。

e) 泄漏油应急反应行动程序

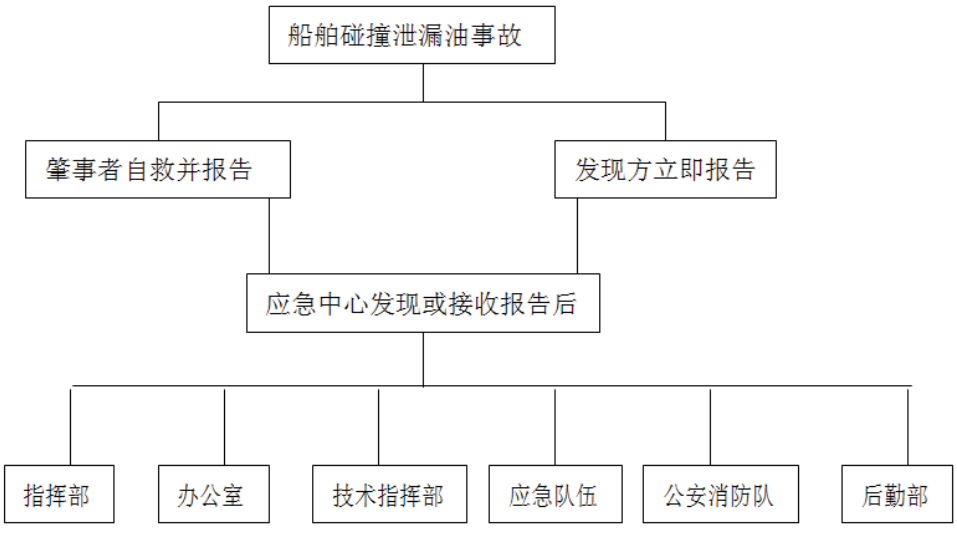


图 8.2.5-3　反应行动程序图

1) 收集必要信息

尽可能收集下列信息：目击时间、位置、泄漏油源、泄漏油原因、泄漏油单

位、油品种类和数量以及油膜的描述，包括移动方向、长度、宽度和形状、已采取和即将采取的清除污染或防止进一步污染的行动、报告人的姓名和联系办法等。

2) 采取必要行动

对事故进行初步评估，确定应急等级；制定应急反应对策和行动方案；指派指挥人员赴现场；通知各泄漏油防治小组做好准备。

采取的行动：发出泄漏油事故报警或紧急通报，用电话和传真通知有关政府部门和企业；向上级或有关部门报告；起草泄漏油源位置及漂移方向情况报告；安排后勤保障；估计/预测油污运动方向；派出船艇对泄漏油源/浮油区域周围实行警戒或交通管制，监视泄漏油在水上的扩散情况。判别受威胁的敏感区域/设施；通知可能受威胁的单位。

根据泄漏油源的类型、规模、溢出地点、溢出油的种类、溢油扩散方向等，考虑采取如下相应防治措施(可根据实际情况或研究结果调整)，其中：

(1) 对于非持久性的油类(易挥发、扩散)

为防止其向下游饮用水源保护区扩散，可视情况利用围油栏、吸油材料等进行围控和清除。经相关部门批准，可使用消油剂(沉降剂、分散剂)。严格控制消油剂的使用，要根据溢油的物理和化学性质、溢油量、溢油地点以及周围环境状况等，权衡利弊后，决定是否使用。若经预测和实际观察，溢油总趋向是向河道下游扩散时，应采取严格监视溢油动向的相应措施。

(2) 对于持久性油类

在可能情况下，应尽量采取物理方式进行回收。可使用回收船、撇油器、油拖网、油拖把、吸油材料以及人工捞取等方法。回收的废油、含油废水和岸上清理出来的油污废弃物等，应考虑其运输、储存、处理和处置的方法。策划并执行清除作业，指定人员做好相关记录，适时发布终止作业的命令和解除警报。

3) 和上级应急预案的衔接

对重(特)大泄漏油应急事件除按上述处置方式外，因已超出了本工程能够控制处理的能力，由公司报告当地政府有关部门(包括生态环境局)，由当地政府启动本工程重(特)大溢油应急计划。

4) 有关科室的行动

各有关工作小组负责人接到油污时间报警或通报后，因及时按计划规定和要求

做好溢油事故应急反应的各项工作，迅速进入事故现场，具体分工详见表 8.2.5-1。

5) 应急行动中的注意事项

参与溢油应急反应的现场作业和救护人员应优先考虑船舶和人员的安全，采取适当的措施防止事故升级。①在夏季气温和水温升高、汽油闪点较低的情况下，极易发生火灾事故；②在泄漏油初期，是油气蒸发最大阶段。所有作业人员和救护人员应尽量处于浮油的上风处。关闭船上不必要进风口，消除所有可能的火源，采取措施防止易燃气体进入居住舱室和机舱处所；③在泄漏油初期，禁止任何人和船舶不按规定进入浮油区域内，清污工作应在浮油的边缘区域，在浮油经过一定时间的自然挥发后，方可进入浮油区域内进行清污作业；④在大规模泄漏油初期，消防设备应处于待命状态。一旦发生火灾，应迅速投入使用实施扑救，并对火场实行统一指挥；⑤所有参加清污的船艇及动力设备工具必须具备火星消除装置，防止清污作业产生火种；⑥现场指挥人员应密切注意浮油和清污作业的动态，制止在危险条件下进行清污作业。

f) 泄漏油应急反应技术

1) 应急处理水上溢油的一般技术

寻找船舶溢油出口，堵住溢油源；使用围油栏、吸油拖缆等一切可能措施围住浮油；采用物理回收一切可能方法(吸油毡、撇油器等)回收浮油；在实际情况要求和必要时采用化学方法分散或沉降无法回收的油污。

2) 围油和回收

出现下列情况时，必须使用围油栏：限值浮油扩散，尤其对溢油源不能及时堵住时；使浮油改变方向，以免危及下游敏感区域。

3) 消油剂使用

河面油膜较薄，油层面积较大，并且基本无法物理回收时，可以选择使用消油剂。决定是否使用消油剂须考虑下列因素：消油剂是否经过主管部门认可；河况对消油剂使用效果影响；水深；油的分散能力、类型、时间、降解能力或乳化能力；受溢油影响区域的敏感程度；如不使用消油剂，有何选择、结果如何等。有些地方应尽可能避免使用消油剂，除非其是唯一清污方法或区域条件允许使用。

4) 应急行动中的记录

在泄漏油应急反应行动中必须做好各项记录。

g) 污油和沾油废弃物的处置

回收的污油、油类物质和沾油废弃物应按危险废物类别进行处置，经危险废物储存桶收集，最终交由有危险废物处理资质的单位进行专门处置，防止二次污染。

h) 信息发布

溢油最初阶段，应尽力做好来访接待工作。尽早通过新闻单位将消息透露给公众，以便得到公众的理解和支持。

由溢油应急指挥部总指挥发布溢油事故的第一条消息；现场指挥应提供帮助，包括收集、准备和拟定向新闻媒介发布消息的稿件；参加清理的其他部门应每隔四小时向溢油应急指挥部报告清污进展情况，必要时可随时报告。任何部门和个人都不能擅自发布油污消息。

i) 应急关闭与恢复

1) 应急关闭条件

符合下列条件之一的，可终止应急行动：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。

2) 应急终止程序

现场应急救援指挥部视事件处置情况确认终止时机，提出应急结束的建议，报环境事件应急指挥部批准后，下达应急终止命令。相关类别环境事件专业应急指挥部应根据环境事件应急指挥部的要求和实际情况，继续进行监测和评估，直至无需继续进行为止。

3) 应急终止后的行动

环境事件应急指挥部指导有关部门及突发环境事件单位查找事件原因，防止类似问题重复出现。有关类别环境事件专业主管部门负责拟制特别重大、重大突发环境事件应急处置总结报告。

应急过程评估。由领导小组组织有关部门和专家，会同事发地政府实施。根据实践经验，有关类别环境事件专业主管部门负责组织对应急预案进行评估，并及时修订突发环境事件应急处置预案。参加应急行动的部门负责组织、指导环境应急队

伍维护、保养应急仪器设备，使之始终保持良好的技术状态。

j) 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维护保养，使参加应急行动的每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、保养各种泄漏油应急设备和器材，并具有在指挥人员指导下完成应急反应的能力。

每 1～2 年进行一次应急演习，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，发现工作中的薄弱环节，并修改、完善应急计划。演习分室内演习和现场实地模拟事故演习。

8.2.6 生态环境风险应急预案

根据预测结果，油膜到达天峨四桥产卵场的时间大概是发生事故以后 3 小时。一旦评价区河段突发环境风险事故，建设单位应立即向上级主管单位汇报。主管部门在接到汇报后应第一时间做出反应，一是要配合建设单位做好现场事故漏油堵漏处理，防止事故损失继续扩大；二是要协助建设单位阻止非相关人员靠近事故船舶和天峨四桥产卵场；三是要联系周边工作人员前来协助开展工作，维持现场秩序，杜绝发生次生灾害事故；四是立即向天峨县农业农村局报告事故情况。

天峨县农业农村局根据情况汇报判断事故等级，组织相关单位立即启动生态环境风险应急预案，成立应急指挥领导组奔赴事故现场协助建设单位开展应急救护。

9 环境管理与监测计划

9.1 环境管理

环境管理是工程管理的重要组成部分，是工程环境保护工作能够有效实施的关键。本工程环境管理的主要内容包括制订环境管理目的、目标、任务、设置环境保护管理机构、制订环境管理任务、确定并执行环境管理计划等。

9.1.1 环境管理的目的

通过全面监督和检查环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决临时出现的环境污染事件，使工程兴建对环境的不利影响得以减免，促进工程地区社会经济与生态环境相互协调良性发展。

9.1.2 环境管理的任务

9.1.2.1 筹建期

a) 确保环境影响报告书中提出的各项环保措施纳入工程最终设计文件。

b) 确保招投标文件及合同文件中纳入环境保护条款。

c) 筹建环境管理机构，并对环境管理人员进行培训。

9.1.2.2 施工期

a) 制定工程建设环境保护工作实施计划，编制年度环境质量报告，并呈报上级主管部门。

b) 加强工程环境监测管理，审定监测计划，委托具有相应监测资质的专业部门实施环境监测计划。

c) 加强工程建设的环境监理，委托具有相应监理资质的单位进行施工期的环境监理。

d) 组织实施工程环境保护规划，并监督、检查环境保护措施的执行情况和环保经费的使用情况，保证各项工程施工活动能按环保“三同时”的原则执行。

e) 协调处理工程引起的环境污染事故、环境纠纷等。

f) 加强环境保护的宣传教育和技术培训，提高施工人员的环境保护意识和参与意识，提高工程环境管理人员的技术水平。

g) 配合开展工程环境保护竣工验收，负责项目环境监理延续期的环境保护工作。

9.1.2.3 运行期

a) 加强工程运行环境管理，处理运行过程中出现的环境问题；

b) 通过对各项环境因子的监测，掌握其变化情况及影响范围，及时发现潜在的环境问题，提出治理对策措施并予实施；

c) 加强运行期各种环境保护措施建设及环境监督管理；

d) 加强工程建成后弃渣场的监督与管理。

9.1.3 环境管理目标

本工程的环境管理总目标为：

a) 确保本工程符合环境保护法规的要求；

b) 以适当的环境保护投资充分发挥本工程潜在效益；

c) 环境影响报告书中所确认的不利影响得到有效缓解或消除；

d) 实现项目建设 环境效益、社会效益与经济效益的统一。

9.1.4 环境管理机构与职责

9.1.4.1 管理机构设置

在工程建设管理单位设置专职的环境管理人员，安排专业环保人员负责施工中的环境管理工作。为保证各项措施有效实施，环境管理人员应在工程筹建期设置。

9.1.4.2 管理机构职责

a) 筹建期

1) 执行和宣传国家有关环境保护的方针、政策、法规、条例，结合本次工程特点及环境特征，制定和执行相关环境管理的规定；

2) 监督环境保护措施实施。

b) 施工期

1) 制订施工期环境保护计划，全面监督、管理施工期环保工作；

2) 负责制定施工期废水、废气、噪声、固废污染防治措施，并监督各项污染防治措施的落实情况；

3) 负责施工期生态环境保护措施的实施、监督与管理工作，确保各项措施落实；

4) 负责检查和监督施工期弃土、弃渣堆放情况，对不合理堆放现象及时处理，尽量减少对土地的不利影响；

5) 负责检查和监督施工期水土保持方案落实情况，及时发现并处理问题；

6) 负责组织检查施工人员生活区防疫工作，定期负责施工人员体检工作；

7) 做好施工期各种突发性污染事故的预防工作，准备好应急处理措施；

8) 协调处理工程建设与当地群众的环境纠纷；

9) 参与环境保护竣工验收；

10) 加强对施工人员的环保宣传教育，增强其环保意识。

c) 运行期

1) 负责制定运行期工程水质安全保护监测计划及措施，定期进行水质监测，确保水质安全；

2) 负责运行期生态恢复措施的制定及监督各项生态保护措施落实的情况，定期检查植被恢复情况，发现问题及时作出处理；

3) 负责制定运行期水土流失防治计划和措施，并监督各项水土流失防治措施的落实情况。

9.2 环境监理

本工程涉及天峨县陇麻坡饮用水水源保护区准保护区，根据《关于进一步推进建设项目环境监理试点工作的通知》(环办〔2012〕5 号)中“涉及饮用水源等环境敏感区的建设项目应进行环境监理”，本工程应设置环境监理。

环境监理是工程监理的重要组成部分，环境监理单位将严格按照合同条款独立、公正的开展工作。业主和承包商就环保方面的联系必须通过环境监理工程师，以保证命令依据的唯一性。

9.2.1 监理目的

工程环境监理工作的主要目的是全面落实环境影响报告书中提出的各项环保措施，及时处理和解决临时出现的环境污染事件，将工程施工产生的不利影响降低到可接受的程度。

9.2.2 人员设置

环境监理单位应具有航道工程施工环境监理资质，监理人员应该具备环境方面的专业知识，具体负责施工过程中环境保护措施的实施。本工程施工区域相对集中，环境监理人员按 2 人设置。

9.2.3 监理工程师职责

监理工程师依据与业主签订的合同条款对工程施工活动中的环境保护工作进行

监督管理，其主要职责为：

1) 贯彻国家和地方环境保护的有关法律、法规、政策和规章。

2) 监督承包商环保合同条款的执行情况，并负责解释环保条款，对重大环境问题提出处理意见和措施；对施工人员进行监督，防止施工人员对环境污染和对植被、动物、鱼类等的破坏行为。

3) 负责检查施工期间渣场占压土地及弃渣的处理情况，监督和检查渣场各项环保措施的落实情况，减少对环境的破坏和降低水土流失率。

4) 参加承包商提出的技术方案和施工进度计划的审查会议，就环保问题提出改进意见。审查承包商提出的可能造成污染的施工材料、设备清单及其所列环保指标。

5) 对现场出现的环境问题及处理结果做出记录，并根据积累的有关资料整理环境监理档案，每月提交一份环境监理月报。

6) 工程竣工投入运行前，根据环境保护措施，全面检查各施工单位负责的渣场、施工营地等的处理、恢复情况。

7) 在日常工作中作好监理记录及监理报告，参与竣工验收。

9.2.4 监理工作制度

1) 工作记录制度

环境监理工程师根据工作情况做出工作记录(监理日记)，重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，指出存在的环境问题，问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，提出处理意见及处理结果。

2) 监理报告制度

监理工程师应组织编写环境监理的月报、季度报告、年度监理报告。

3) 函信往来制度

监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，应下发问题通知单，通知承包商及时纠正或处理。监理工程师对承包商某些方面的规定或要求，一定要通过书面的形式通知对方。有时因情况紧急需口头通知，随后必须以书面形式予以确认。

4) 环境例会制度

每月召开一次环保会议。在环境例会期间，承包商对本合同段本月的环境保护工作进行工作总结，监理工程师对该月各标段的环境保护工作进行全面评议，会后

编写会议纪要并发给与会各方，并督促有关单位遵照执行。

重大环境污染及环境影响事故发生后，由环境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，下发给承包商实施。

9.2.5 环境监理方案确定

环境监理包括环境质量的监理和环境工程的监理两个部分。在实行环境监理前，监理单位应根据与本工程有关的环保规范和标准、工程设计图纸、设计说明及其它设计文件、工程施工合同及招投标文件、工程环境监理合同及招标文件等编制工程监理方案，监理方案主要包括以下内容。

a) 环境监理范围、阶段和期限

环境监理范围：主体工程所在区域与工程影响区域。

工作范围：施工现场、生活营地、施工道路、附属设施等以及上述范围内生产施工对周边造成环境污染和生态破坏的区域。

工作阶段：施工准备阶段、施工阶段、工程保修阶段环境监理。

监理服务期限：从工程施工准备阶段开始至工程施工保修期满，保修阶段服务期限为自竣工之日起一年。本工程环境监理分为施工准备阶段、施工阶段、工程缺陷责任期三个阶段。

b) 工作目标

环境监理工作目标：依据国家和相关主管部门制定、颁发的有关法律、法规、政策、规范文件、技术标准，以及经批准的设计文件、投标文件和依法签订的监理、施工承包合同，按环境监理服务的范围和内容，履行环境监理义务，独立、公正、科学、有效地服务于本工程，实施全面环境监理，使工程在设计、施工、营运等方面达到环境保护要求。

1) 生产废水和生活污水的处理措施环境监理：对生产和生活污水的来源、排放量、水质指标，处理设施的建设过程和处理效果等进行监理，检查和监测是否达到了批准的排放要求。

2) 大气污染防治措施环境监理：施工区域大气污染主要来源于施工和生产过程中产生的废气和粉尘。对污染源要求达标排放，对施工区域及其影响区域应达到规定的环境质量标准。

3) 噪声控制措施环境监理：为防止噪声危害，对产生强烈噪声或振动的污染

源，应按设计要求进行防治，要求施工区域及其影响区域的噪声环境质量达到相应的标准。

4) 固体废物处理措施环境监理：固体废物处理包括弃渣、生活垃圾处理，达到保证工程所在现场清洁整齐的要求。

5) 野生动植物及水生生态措施环境监理：避免水土流失及对鱼类的影响。

6) 人群健康措施环境监理：保证生活饮用水安全可靠、预防传染疾病、提供必要的福利及卫生条件等方面的措施。

7) 环境保护设施的施工安装监理：对本工程污水处理、声降噪、扬尘防治、环境绿化等工程设施的施工进行监理。

c) 工作制度

包括工作记录制度、人员培训制度、报告制度、函件来往制度、环境例会制度：每月召开一次环保监理会议。在环境例会期间，承包商对近一段时间的环境保护工作进行回顾性总结，环境监理工程师对该月各标段的环境保护工作进行全面评议，肯定工作中的成绩，提出存在的问题及整改要求。每次会议都要形成会议纪要。

d) 人员设备进出现场计划和准备

编制环境监理工作规划，在进驻现场前向业主提交环境监理机构组成，环境监理人员名单、环境监理人员，明确岗位职责，定时定岗；建立健全、严格的监理规章制度，组织全体环境监理人员熟悉合同条件及相应的技术规范；进行现场调查，对现场地形、地物、水文地质、环境概况全面掌握。

在环境监理方案的基础上，根据施工图设计，在环境监理人员进场前提交环境监理工作规划，并编制环境监理工作实施细则。环境监理工作规划、工作实施细则由监理工程师编制，报业主审批。

e) 质量控制

1) 质量监控的原则

对施工进行全过程、全方位的检查、监督和管理。重视事前控制，及时预防和制止可能产生环境影响的各种不利因素，防患于未然；严格事中控制，随时消除可能产生环境影响的各种隐患；完善事后控制，使承包人提交的工程项目符合设计图纸、技术规范、满足合同的各项环保要求。

2) 质量控制的主要方法与措施

环境监理建立以总监为主的完善的质量监控体系，对承包人的施工方法和施工工艺等进行全方位的监督与检查。

f) 组织协调、信息汇总、传输及管理

环境监理主要以会议的形式来做好协调管理工作。信息汇总、归档和管理将根据业主要求，参照国家和地方有关部门的规定，结合本工程特点进行整理、分类、造册、归档，并经常召开专题会议，检查、督促承包人及时整理合同文件和技术档案资料，确保工程信息、档案分类清楚、完整、技术档案、图纸资料与实物同步。

9.2.6 监理范围及工作范围

施工区环境监理的范围为所有承包商的施工现场、工作场地、生活营地、弃土弃渣场、施工道路等可能造成环境污染的区域。施工区环境监理的具体内容主要包括以下几个方面：

1) 生活供水：施工人员生活饮用水水质情况。

2) 生产废水处理：生产设施、施工机械车辆冲洗废水等处理情况。

3) 生活污水处理：施工人员生活区生活污水处理情况。

4) 固体废物处理：主要包括施工中产生的弃渣、施工人员生活垃圾等的处理。

5) 大气污染防治：主要包括土方开挖、施工交通运输产生的扬尘及燃油机械产生的废气等。

6) 噪声控制：主要包括选用低噪弱振设备和工艺、禁止夜间(22:00～次日 7:00)施工、车辆限速和配备防噪耳塞等。

7) 健康与安全：包括医疗卫生、传染病防治、灭蚊蝇和灭鼠等。

8) 生态保护：主要包括调查土地利用情况、水土流失情况、陆生动植物保护、水生生物保护等。

9.3 环境监测计划

9.3.1 监测目的

环境监测包括施工期的环境监测和运行期的环境监测，监测目的是调查与了解施工期和运行期由于工程建设对环境质量带来的影响范围和影响程度，为环境管理提供权威、及时的信息和科学的依据。

9.3.2 监测机构

施工期和运行期的环境监测应由具备认证资质的监测单位承担。

9.3.3 施工期环境监测计划

为监督施工期各项环境保护措施的执行，更好的了解施工区域环境质量和不同施工阶段污染物的排放情况，进行施工期的环境监测是很有必要的。

监测期包括整个施工阶段。监测内容包括水质、空气、噪声、生态环境等。

9.3.3.1 水质、空气、噪声监测

项目施工期水质、空气、噪声环境监测计划见表 9.3.3-1。

表 9.3.3-1 项目施工期环境监测计划

监测要素	监测点位/断面	监测项目	监测时段及频率
废污水处理	混凝土和砂石料系统废水处理出水口	流量、pH、SS、COD_{Cr}	施工高峰期每季度 1 次，每次监测 3 天
	含油废水处理出水口	流量、pH、SS、石油类、COD_{Cr}	
	基坑排水出水口	流量、pH、SS	
	生活污水处理系统出水口	流量、pH、SS、COD_{Cr}、BOD_5、NH_3-N、TP、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群	
红水河	上游引航道上游 500m 处	pH、DO、COD_{Cr}、BOD_5、NH_3-N、TP、TN、铜(Cu)、锌(Zn)、氟化物、汞(Hg)、砷(As)、硒(Se)、镉(Cd)、六价铬(Cr^{6+})、铅(Pb)、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、悬浮物、叶绿素	施工期每季度 1 次，每次监测 3 天
	龙滩坝址处		
	下游引航道下游 1000m 处		
	陇麻坡饮用水源保护地取水口处		
大气	纳昔居民点	TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2	施工高峰期每季度监测 1 次，每次监测 5 天
	麻村砂石料加工厂		
	龙滩大桥右岸桥头		
噪声	纳昔居民点	等效连续 A 声级	施工高峰期每季度监测 1 次，每次监测 2 天，分昼夜监测
	麻村砂石料加工厂		
	龙滩大桥右岸桥头		

9.3.3.2 水生生态监测

a) 断面设置

调查共设置 3 个监测断面，分别为是龙滩坝下 500m 处、龙滩坝下 1km 处和天峨四桥产卵场断面。

b) 监测内容

水生生物：监测各断面的水生植物(包括浮游藻类、着生藻类、水生维管植物)、水生无脊椎动物(包括浮游动物、底栖无脊动物)的区系组成及特点、种类密度及生物量。

鱼类：炸礁及水下清挖对鱼类的影响；评价区河段鱼类区系及其特点、种群数量、分布、渔获物组成及优势度，鱼类重要生境分布。

c) 监测方法

采用样品采集和市场调查相结合的方法。

d) 监测频率

施工期监测 6 年，运行期监测 3 年，共调查 9 年。每年的监测时间为：春季 4～6 月；秋季 9～10 月。此外，炸礁及水下清挖施工期内加密监测频次，每周监测一次。

9.3.4 运行期环境监测计划

项目运行期环境监测计划见表 9.3.4。

表 9.3.4 项目运行期环境监测计划

监测要素	监测点位/断面	监测项目	监测时段及频率
红水河	上游引航道上游 500m 处	pH、DO、COD_{Cr}、BOD_5、NH_3-N、TP、TN、铜(Cu)、锌(Zn)、氟化物、汞(Hg)、砷(As)、硒(Se)、镉(Cd)、六价铬(Cr^{6+})、铅(Pb)、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、悬浮物、叶绿素	运行期前三年每年丰、平、枯水期各 1 次，每次监测 3 天；后续根据电站和当地环境监测主管部门要求执行。
	下游引航道下游 1000m 处		
生活污水	龙滩电站管理区污水处理出水口	流量、pH、SS、COD_{Cr}、BOD_5、NH_3-N、TP、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群	根据电站和当地环境监测主管部门要求执行。
生态监测	/	鱼类增殖放流效果运行效果等监测	根据当地渔业主管部门要求执行。

9.4 项目污染物排放清单及管理要求

拟建项目为生态影响型建设项目，建设内容包括通航建筑物工程、配套工程等。项目按 1000t 级通航建筑物建设。施工期主要影响为生态、大气、噪声、固体废物影响。项目施工期及运行期主要污染物排放清单及管理要求见表 9.4-1。

表 9.4-1　项目污染源排放清单及管理要求

时段	污染源		主要污染物	排放浓度	污染源强	污染物排放量	管理要求
施工期	水污染源	基坑排水	SS	70mg/L	总量 13.6 万 m^3	9.52t	投加絮凝剂进行絮凝沉淀和酸性药剂中和，静置沉淀 2h 后抽出外排
		砂石系统生产废水	SS	70mg/L	540m^3/h	37.8kg/h	经沉淀净化处理后，上清液回用
		混凝土冲洗废水	SS、pH	70mg/L，pH6～9	每班末 60m^3 180m^3/d	12.6kg/d	经絮凝沉淀处理后，上清液回用
		含油污水	石油类	10mg/L	7.2m^3/d	0.072kg/d	经隔油沉淀处理后，上清液回用
		施工生活污水	COD	100mg/L	120m^3/d	12kg/d	生活污水经一体化污水处理设备处理后回用
			BOD_5	20mg/L		2.4kg/d	
			氨氮	15mg/L		1.8kg/d	
	噪声	施工机械、车辆噪声	噪声	-	75～130dB(A)	-	执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)、《爆破安全规程》(GB6722-2014)、《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 4a、2 类标准
	废气	施工扬尘	TSP	-	无组织排放	-	执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的无组织排放标准
		施工机械废气	SO_2、NO_2、NO	-	无组织排放	-	
	固体废物	土石方弃渣	土石方	-	-	138.51 万 m^3	统一清运至龙滩沟弃渣场
		建筑垃圾	石渣、废旧木材等	-	-	少量	不可回收利用的均清运至龙滩沟弃渣场
		施工生活垃圾	生活垃圾	-	-	1000kg/d	分类收集后交由当地环卫部门统一处理
		危险废物	废矿物油	-	-	20m^3/a	定期交由有处理资质的单位专门处置
运行期	水污染源	生活污水	COD	60mg/L	3.6m^3/d	0.216kg/d	经一体化污水处理设备处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 排放标准最终回用于绿化
			BOD_5	20mg/L		0.072kg/d	
			氨氮	15mg/L		0.054kg/d	
	废气	过机船舶废气	NO_2、SO_2	-	-	$NO_2$1.04t/a $SO_2$1.44t/a(远期)	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准
	噪声	过机船舶噪声	噪声	-	59dB(A)	-	《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 4a、2 类标准
	固体废物	管理人员生活垃圾	生活垃圾	-	-	0.03t/d	收集后交由当地环卫部门统一处理

9.5 竣工环保验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和交通部2003年第5号令《交通建设项目环境保护管理办法》的要求，项目建设中应严格执行环境保护“三同时”制度，并应在交付使用3个月内申请进行环境保护设施验收。建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照该办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

建设项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测(调查)报告。验收监测(调查)报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测(调查)报告结论，逐一检查是否存在该办法第八条所列验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。

拟建项目竣工环境保护验收汇总一览见表 9.5-1。

表 9.5-1　项目竣工环境保护验收一览

时段	排放源	监测因子	三同时验收项目	验收依据
施工期	施工场地	扬尘	洒水降尘、洗车台、围挡和帆布、密闭运输等	达到《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)无组织排放标准
		机械尾气		
	施工废水	CODcr、SS、石油类等	基坑排水絮凝沉淀；设置隔油沉淀池、泥沙沉淀池等	废水处理达标后回用
	生活污水	CODcr、BOD_5、氨氮等	污水一体化处理设备等	生活污水处理达标后回用
	施工噪声	Leq(A)	加强设备维修保养，合理安排施工时间、设置降噪围挡等	达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准
	施工固废	土石方弃渣、废水沉淀污泥、建筑垃圾等	统一清运至龙滩沟弃渣场	固废不外排
		生活垃圾	统一收集后由环卫部门清运	
		危险废物	统一收集后定期交由有处理资质的单位处置	
施工期	生态环境	水土流失、植被破坏、鱼类资源保护	弃渣场水土保持措施实施情况，临时占地复绿、复耕情况，增殖放流等鱼类保护措施落实情况	生态保护措施有效性调查
运行期	生活污水	CODcr、BOD_5、氨氮等	生活污水一体化处理设备处理情况	处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 排放标准后回用于绿化
	环境风险	溢油事故等	应急预案备案；设立应急小组；陇麻坡饮用水水源保护区风险防范	达到应急要求

10　环保投资估算和环境影响经济损益分析

10.1　环境保护投资估算

龙滩水电站 1000t 级通航建筑物工程环境保护总投资 13073.37 万元(不含水保新增投资)，其中含环境污染治理 2255.5 万元，鱼类资源保护 8579.38 万元。项目环保投资估算见表 10.1-1。

表 10.1-1　工程环境保护投资估算表

序号	工程或费用名称	投资(万元)	备注
一	**环境污染治理**	**2255.5**	
1	废水污染治理	1975.0	
1.1	施工期基坑排水处理	50.0	药剂、抽水泵等
1.2	砂石系统废水处理	1540.0	高效一体化污水净化处理
1.3	混凝土冲洗废水处理	40.0	矩形沉淀池
1.4	含油污水处理	45.0	隔油沉淀池
1.5	生活污水处理	300.0	污水一体化处理设备
2	环境空气污染治理	110.0	
2.1	施工期洒水降尘	70.0	
2.2	篷布遮盖运输	30.0	
2.3	洗车平台	10.0	
3	声环境污染治理	40.5	
3.1	施工区挡墙等围护结构	30.0	
3.2	限速禁鸣标志	0.5	
3.3	减振设备	10.0	
4	固体废物处理	130.0	
4.1	施工期生活垃圾处理	80.0	
4.2	施工期土石方弃渣运输	50.0	
4.3	运行期生活垃圾收集处理	-	计入管理费用
二	**生态环境保护**	**630.0**	
1	绿化及水土保持工程	-	计入主体工程及水土保持投资
2	绿色环保施工	-	计入主体工程投资
3	水源保护地保护	20.0	设置告示牌等
4	鱼类驱赶	100.0	水下炸礁前鱼类驱赶

表 10.1-1(续)

序号	工程或费用名称	投资(万元)	备注
5	水下施工生态补偿	500.0	
6	管理宣传措施	10.0	
三	**鱼类资源保护**	**8579.38**	
1	鱼类增殖放流站	8579.38	
2	科学研究专题	-	计入龙滩水电站 8、9 机组建设工程
3	生态监测	-	计入龙滩水电站 8、9 机组建设工程
四	**环境管理及监测**	**360.0**	
1	专业人员技术培训	10.0	
2	环境监测	150.0	含施工期、运行期
3	环境监理	200.0	
五	**风险防范**	**60.0**	
1	风险应急	60.0	包括围油栏、吸油毡、储油罐等
六	**不可预见费**	**1188.49**	一～五项之和的 10%
	合计	**13073.37**	一～六项之和

10.2 环境影响经济损益分析

10.2.1 环境影响经济损失分析

a) 土地占用经济损失分析

土地占用经济损失可通过项目补偿费用估算其现有价值。根据本工程可研设计资料，本项目不涉及征地补偿，无土地征用补偿费用。

b) 项目生态损失分析

项目生态效益损失难以定量，本评价中采用为维持周边生态环境稳定所采取的措施费用进行估算：即水土流失工程总费用(水土保持方案新增水保投资)。

c) 其它环境经济损失分析

工程建设中引起的环境改变还包括对周边空气、声、水环境及社会环境等的不利影响，为减小工程建设对环境的不利影响而采取的措施费用估算可视为工程环境经济损失，具体见 10.1 章节。

10.2.2 环境影响经济效益分析

本项目的效益根据“有”“无”对比法来计算。主要考虑运输费用节约、社会效益

等两种直接经济效益。根据项目可研设计估算结果，本项目国民经济效益为 54600 万元/年。

10.2.3 环境影响经济损益分析

本项目环境经济损失约为 13073.37 万元，环境经济效益约 54600 万元/年(国民经济效益)，因此，本项目平均每年效益与费用之比约 24.01。

本项目环境影响竞技损益定性分析见表 10.2.3。

表 10.2.3 项目环境影响经济损益定性分析

环保措施		环境效益	社会经济效益	综合效益
施工期环保措施	1、施工时间合理安排 2、优化施工布置 3、废污水处理、噪声和扬尘防治等	1、防止噪声扰民 2、防止空气污染 3、防止水环境污染 4、方便群众出入	1、保护人们的生活、生产环境 2、保护土地、农业、植被等 3、保护国家财产安全、公众身体健康	使施工期的不利影响降低到最低程度项目建设得到社会公众支持
绿化及荒地整治	1、区域绿化 2、临时占地复绿复耕	1、景观 2、防治空气污染 3、恢复补偿植被	1、防治土壤侵蚀进一步扩大 2、保护土地资源 3、增加土地利用价值 4、改善河流整体环境	改善地区的生态环境
环境管理与监测	1、施工期环境管理与监测 2、运行期环境管理与监测	1、监测周边地区环境质量 2、保护周边地区生活环境	保护人类及生物生存的环境	使经济与环境协调发展

因此，龙滩水电站 1000t 级通航建筑物工程所产生的社会效益、经济效益显著。对环境而言，有利有弊，但项目环境效益远远大于环境损失。

11 环境影响评价结论

11.1 项目基本情况

11.1.1 工程概况

龙滩水电站通航建筑物工程位于广西壮族自治区河池市天峨县境内，两级垂直升船机布置在红水河干流龙滩水电站枢纽右岸山体，紧邻大坝右岸非溢流坝。工程距天峨县城约 15km。工程按 1000t 级两级升船机(III 级升船机)建设，设计代表船型为 1000t 级(特殊船型)单船。承船厢有效尺度为 73.0m×12.2m×3.5m(有效长度×有效宽度×有效水深，两级相同)，上、下游引航道宽 38.5m；最低水深 4m。设计单向通航能力为 375.46 万 t/a。

工程包括通航建筑物工程、施工辅助工程和环境保护工程等。通航建筑物工程包括上游引航道、通航坝段、第一级垂直升船机、中间渠道、第二级垂直升船机、辅助闸室及下游引航道等。施工辅助工程包括施工导流、施工道路、施工临建设施、水下施工、弃渣场等。环境保护工程包括鱼类增殖放流站等。

龙滩水电站工程前期建设阶段，原主干道路及建筑物布置区域已完成永久征地手续，通航建筑物施工无需再征地。综合加工厂、砂石加工系统、混凝土系统、施工营地、龙滩沟渣场、麻村料场、临时施工道路等属于临时用地，总占地面积 57.00 万 m^2，位于原征地红线范围内，需延长使用时段。通航建筑物工程无新增征地。工程土石方开挖总量约 102.37 万 m^3，弃渣总量 138.51 万 m^3。弃渣统一清运至龙滩沟弃渣场。本项目工期一共 69 个月。

11.1.2 方案比选

工程可研阶段对通航建筑物总布置和升船机机型分别进行了比选，最终推荐采用带辅助闸室的两级垂直升船机方案；机型推荐采用两级全平衡卷扬式的机型。

11.1.3 产业政策及相关规划符合性

工程建设符合国家产业政策，符合《全国内河航道与港口布局规划》《贵州水运发展规划(2012-2030 年)》《广西综合交通运输发展“十四五”规划》《河池港总体规划(2019-2035 年)》《珠江-西江经济带岸线保护与利用规划》等上位规划，符合河池市生态环境分区管控要求。

11.2 主要环境保护目标

11.2.1 生态环境保护目标

结合工程建设特征，分析确定本工程的生态环境保护敏感目标包括珍稀野生动植物、重要物种、鱼类资源及其重要生境、龙滩大峡谷国家森林公园等。

11.2.2 地表水环境保护目标

本次评价地表水环境保护目标为项目所在的红水河及天峨县陇麻坡饮用水源保护区。本项目砂石加工系统和龙滩沟弃渣场涉及陇麻坡饮用水水源保护区准保护区，分别距二级保护区上游边界 0.4km 和 2.7km，分别距天峨县陇麻自来水厂取水口约 8km 和 10.3km。

11.2.3 大气和声环境保护目标

本项目工程施工征地范围 500m 内仅纳昔居民点一处大气和声环境保护目标。

11.3 环境现状评价结论

11.3.1 生态环境现状

评价区主要维管束植物有 131 科 424 属 659 种，其中野生维管束植物 546 种，隶属于 116 科 355 属。分为 4 个植被型组、5 个植被型、11 个群系。评价区植物区系组成成分以被子植物为主，蕨类植物种类组成成分较丰富。根据现场调查，评价区自然分布的维管束植物以灌木、草本植物为主，蕨类和裸子植物占比较小，其中裸子植物以杉木为主，为针叶林优势种，常绿、落叶阔叶树种较单一。评价区人为活动频繁，区域植物受人为干扰严重，但该区域中依然保留有较多的野生植物资源，区域植物种类相对较为丰富。调查范围内发现国家二级保护植物——掌叶木 5 处分布，位于天峨县岜拉村和大王垌附近，处于工程施工范围以外，掌叶木生长不受影响。评价范围内有古树 4 株。1 株黄葛树位于天峨县滨水公园下河休闲步道右侧靠河边，1 株黄葛树天峨县二桥南岸桥头，1 株湖南山核桃和 1 株铁榄位于龙滩大峡谷森林公园兰园附近。4 株古树处于工程施工范围以外。

评价区分布的陆生脊椎动物有 4 纲 24 目 65 科 179 种。有国家级重点保护野生动物 11 种，即黑冠鹃隼、黑鸢、雀鹰、蛇雕、斑头鸺鹠、领鸺鹠、褐林鸮、红隼、画眉(*Garrulaxcanorus*)、红嘴相思鸟(*Leiothrix lutea*)和豹猫，均为国家二级。有广西

壮族自治区级重点保护野生动物 57 种。

根据现场调查，评价区共检出浮游植物 5 门 70 种(属)，其中硅藻门 42 种，绿藻门 16 种，蓝藻门 8 种，甲藻门 3 种，裸藻门 1 种；浮游动物 63 种(属)，其中原生动物 26 种，轮虫 26 种，枝角类 6 种，桡足类 5 种；底栖动物 9 种(属)，其中节肢动物 4 种，软体动物 3 种，环节动物 2 种。

根据龙滩水电站坝下各阶段鱼类历史调查结果统计出龙滩水电站坝下有鱼类 7 目、17 科、70 种。此河段属岩滩水库库尾，种类以流水底栖鱼类为主，多为鲃亚科和野鲮亚科种类，渔获物中常见种类有四须盘鮈、多线盘鮈、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、斑鳠、暗色唇鲮及外来种露丝塔野鲮，还有数量较多的小型鱼类壮体沙鳅、南方拟鲿、鲿、马口鱼、麦穗鱼等。评价区的鱼类中，暗色唇鲮为《中国濒危动物红皮书》稀有种及《中国物种红色名录》易危种，在龙滩坝下仍有一定资源量。

经现场调查和收集天峨县畜牧水产局历史调查成果，红水河天峨四桥附近有 1 处小规模产粘砾石性鱼类产卵场，自天峨四桥起至下游河段，长度约为 900m。主要产卵鱼类为四须盘鮈、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、斑鳠等。

11.3.2 环境质量现状

根据相关监测成果，A7 龙滩坝前、A8 龙滩坝下陇麻坡饮用水水源保护区取水口、W1 砂石加工系统下游三处监测点位所有指标均可满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准要求。评价范围内地表水环境质量状况良好。

本项目所在区域为大气环境质量达标区，可满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准要求。

本项目所在区域声环境质量良好，可满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中相应标准要求。

本项目清挖区底泥无毒性，不属于危险废物。

11.4 龙滩库区建设前后环境变化总体评价

龙滩水电站在发挥巨大社会经济效益同时，对区域环境也产生了一定的影响。水库正常蓄水位 375m，死水位 330m，多年平均水位为 352.14m，高水位运行对水

温、水生生态的影响较低水位大。电站具有年调节能力，运行对流域的调蓄作用大，使下游枯水期流量增大；水温分层，在 4 月～6 月存在下泄低温水；库区水质状况良好，整体呈中营养状态；水库的形成改变了局地小气候，陆生生态环境得到了改善；库区喜急流鱼类退至库尾及支流生存，鱼类种类数变化不大，种群小型化，分布区域化，流水性鱼类资源量呈下降趋势。

总体而言，龙滩水电站建设和运行产生的环境影响基本符合环境影响评价阶段所下的结论，部分环境影响经采取有效的环境保护措施后得到了一定程度的减免，也有部分环境影响因研究、建设时代的不足而未能得到有效处理，比如：正常蓄水位选择对航运的影响，水文情势变化带来的低温水影响，电站兴建对水生态及涉及鱼类资源量的影响等。

11.5 环境影响分析结论

11.5.1 生态环境影响分析

龙滩水电站通航建筑物专项工程属非污染生态影响建设项目。本项目建设在龙滩水电站原施工占地内进行，不新增占地，因此施工期间对陆生植物的影响主要源于施工过程中各种噪声、人类活动对陆生动物的干扰等；施工期对水生生物的影响主要是围堰施工和锚地建设产生的噪声和悬浮物对水生生物的影响。本项目部分工程已建，且利用原龙滩水电站工程用地，对生态环境的影响相对新建工程较小。

运行期内工程本身正常运行过程中并不产生污染物或对周边环境产生破坏，对陆生生态的影响很小，对区域水生生态产生的直接干扰和影响也不大。

11.5.2 水环境影响分析

项目不改变龙滩枢纽水库水位及运行方式，其水库库容、调节库容不发生改变，因此对库区水文情势影响甚微。通航建筑物建成后，对下游水文情势影响甚微。

项目施工期废水包括基坑排水，混凝土及砂石系统废水、冲洗含油废水、生活污水等，如未经处理直接排放，将污染受纳水体水质。本工程建设期间废污水经处理后回用，不外排，对周围地表水环境影响较小。项目下游引航道建设存在水下清挖、炸礁作业等行为，作业实施过程中产生的悬浮物会造成施工区下游局部河段悬浮物浓度瞬时升高，但该影响为短期影响。

运行期对地表水环境的影响主要为管理人员生活污水，经达标处理后对水环境影响很小。

11.5.3 大气环境影响分析

根据类比龙滩水电站工程，项目施工期机械尾气排放对区域大气环境影响较小；施工扬尘污染主要出现在砂石料加工系统附近，如不采取措施，场地周边植被可能受扬尘污染影响较大；同时若洒水降尘等措施不及时，运输道路两侧居民点和植被也会受到扬尘污染影响。

本项目运行期本身不排放环境空气污染物，过往船舶排放废气对周边环境影响较小。

11.5.4 声环境影响分析

根据类比龙滩水电站工程，本项目施工期对声环境保护目标的噪声影响较小；爆破噪声及振动影响很小。

本项目为通航建筑物工程，运行期本身基本无噪声影响，噪声来源主要为过往船只发动机及鸣笛噪声。

11.5.5 固体废物影响分析

本项目施工期固体废物影响主要包括土石方弃渣、建筑垃圾、施工人员生活垃圾和危险废物。项目施工期弃渣和不可回收利用的建筑垃圾均统一清运至龙滩沟弃渣场；施工人员生活垃圾经收集后由当地环卫部门统一清运至天峨县生活垃圾卫生填埋场处理；危险废物经收集后定期交由有危险废物处理资质的单位进行专门处置。运行期固体废物影响主要为管理人员生活垃圾，经收集后由当地环卫部门统一清运处理。本项目建设运行产生的固体废物对环境影响很小。

11.6 环境保护措施

11.6.1 生态环境保护措施

根据拟建工程所在区域陆生植物、陆生动物及水生生物组成、数量、习性及工程特点、运行管理条件等，本报告提出了合理安排临时占地区、合理安排开挖等高噪声作业时间、对围堰内的鱼类及时进行捕捞暂养或放归、对运行期通航船舶污水进行处理等措施，以减缓工程建设对生态环境造成的不利影响。同时针对鱼类资源

提出建设鱼类增殖放流站、加强鱼类资源和水生生物监测等措施以保护库区鱼类资源。

11.6.2 水环境保护措施

施工期基坑排水经絮凝沉淀后抽排回用于绿化和洒水降尘；砂石加工系统废水经一体化污水净化法处理后回用于砂石加工系统；混凝土系统冲洗废水经沉淀处理后回用于混凝土系统；含油废水经隔油沉淀处理后回用于场地和车辆冲洗；施工期生活污水采用成套生活污水处理设备进行处理后回用于绿化。运行期生活污水经龙滩水电站管理区现有的污水处理设备处理达标后回用于绿化。

11.6.3 环境空气保护措施

1) 采用湿式作业，爆破前对预爆体表面洒水，湿润表面，爆破后马上进行洒水喷雾，控制粉尘蔓延。

2) 燃油机械设备应选用符合国家有关环保排放标准的施工机械，并加强施工机械的日常修护保养。

3) 优化施工工艺，混凝土拌和系统尽量采用成套封闭式拌和楼进行生产，水泥和粉状材料运输采用密闭运输。

4) 施工运输等路段每天定时洒水降尘。

5) 对施工人员实施个人防护，如佩戴防尘口罩、防尘眼罩和防尘帽等。

6) 运行期加强船舶燃油使用和废气排放管控。

11.6.4 声环境保护措施

1) 选用符合国家相关标准的低噪声施工机械设备。

2) 严格控制爆破时间，尽量定时爆破，夜间(22:00～次日 7:00)禁止爆破。

3) 施工期间应加强施工机械和车辆的维护和保养，使其处于良好的运行状态，降低车辆运行期间的噪声。

4) 合理安排施工时间，禁止夜间(22:00～次日 7:00)从事爆破、清挖等高噪声施工作业。

5) 根据施工进度，合理安排运输时间，避免夜间(22:00～次日 7:00)运载物料。在车辆通过道路沿线村庄等环境敏感点时，尽量保持匀速行驶，车速控制在 25km/h

以内并禁止鸣笛，并设置限速标志和禁鸣标志。

11.6.5 固体废物处理措施

项目施工期间弃渣和不可回收利用建筑垃圾均统一清运至龙滩沟弃渣场；施工人员生活垃圾经收集后由当地环卫部门统一清运至天峨县生活垃圾卫生填埋场；施工期危险废物经收集后定期交由有危险废物处理资质的单位专门处置。运行期生活垃圾经收集后由当地环卫部门统一清运至天峨县生活垃圾卫生填埋场。

11.7 环境风险评价

11.7.1 事故风险

假设船舶碰撞事故导致燃油泄漏入河，溢油量为 43t，在最不利枯水期条件下，油膜影响区域基本遍布航道下游整个水域，总面积约为 1.2km^2，溢油事故发生后，油膜在整个保护区内的影响时间约为 55 分钟。溢油事故发生对水生生物和鱼类将产生一定影响，可能造成污染因子石油类在水生生物和鱼体中积累和残留，引起慢性中毒或变异而带来长效应的污染影响。天峨四桥鱼类产卵场位于通航坝段下游约 15.5km 处，在最不利枯水期条件下，溢油事故发生后油膜到达该处鱼类产卵场时间大于 3h，在该时间段内及时采取应急措施减缓或减免溢油事故影响，则溢油事故对该处鱼类产卵场的影响较小。

移民迁建的向阳镇、下老乡供水水源分别为纳隆沟、巴郎沟，均位于红水河上游支流，因此溢油事故对移民迁建乡镇用水基本没有影响。

现状天峨县城供水由陇麻水厂和峨里湖水厂共同供水，其中峨里水厂取水水源为峨里湖地下水，不涉及红水河，且供水水源充足；陇麻坡饮用水水源保护地取水口位于本工程下游引航道下游约 8km 处。若发生溢油事故导致陇麻水厂停止供水，则增加峨里湖水厂供水量，即在事故应急启动期间，天峨县城全部由峨里湖水厂供水，从而保障公众用水安全。

11.7.2 风险防范措施

1) 加强对船舶，尤其是危险品运输船舶的日常管理，杜绝事故隐患。

2) 严格执行各项管理规定，严格按操作规范进行操作，加强操作人员管理和教育，杜绝违规操作现象发生。

3) 配备围油栏、收油机、吸油材料、消油剂、储油罐等应急设备。

4) 针对船舶碰撞溢油制定相应应急预案，并纳入当地应急计划管理。

5) 溢油事故一旦发生，迅速启动环境风险应急预案和生态风险应急预案。

11.8 环境管理与监测计划

本项目将施工期及运行期各环境要素环境保护措施列入管理计划，具体由龙滩水电开发有限公司执行；并根据敏感保护目标的分布情况，制定了相应的监测计划，由龙滩水电开发有限公司委托相关资质单位具体实施。

11.9 环境影响经济损益分析

龙滩水电站 1000t 级通航建筑物工程环境保护总投资 13073.37 万元(不含水保新增投资)，其中含环境污染治理 2255.5 万元，鱼类资源保护 8579.38 万元。环境保护投资约占工程静态总投资 483928.44 万元的 2.70%。

拟建工程建设所产生的社会效益、经济效益显著。对环境而言，有利有弊。本项目的环境效益远远大于环境损失。故从环保角度，本项目可行，环保投资具有成效。

11.10 公众参与情况

环评期间，根据《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 号)规定再次开展公众参与调查，于 2021 年 6 月 7 日在广西河池天峨县人民政府门户网站上发布了第一次信息公示，并提供了公众意见表的网络链接；于 2021 年 12 月 27 日-2022 年 1 月 4 日采取网络、现场张贴以及报纸三种方式发布了第二次信息公示，并提供了本报告书征求意见稿、反馈意见的方式和公众意见表的网络链接，两次环评公示期间，均未收到公众意见表反馈意见。2025 年 7 月 28 日在广西河池天峨县人民政府门户网站上发布了拟报批公示。

11.11 评价结论

龙滩水电站通航建筑物工程符合国家产业政策及相关规划，符合河池市生态环境分区管控要求，工程投入营运后产生的社会及经济效益显著。工程不涉及生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区等环境敏感区。

本工程施工活动均在原龙滩水电站建设征地范围内进行，不会新增植被破坏和

水土流失。施工期影响主要包括施工废污水、废气粉尘、施工噪声、固体废弃物对施工区及周边环境质量的影响；运行期主要环境影响为事故风险影响。本报告提出了严格的环境保护对策措施、环境管理和监测计划，能够有效减缓工程建设运行可能产生的不利环境影响。

综上，从环境保护角度分析，龙滩水电站通航建筑物工程建设是可行的。

12 建议

由于红水河干流水电开发与建设时间早，龙滩水电站环境保护工作存在一定的不足。广西壮族人民政府在《研究红水河综合利用规划环境保护实施方案任务分解落实工作的纪要》(桂政阅〔2014〕3 号)中提出龙滩水电站需与平班水电站合建鱼类增殖站；龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环评提出实施过鱼措施，开展鱼类栖息地保护工作，开展水库水质和水生生态监测、增殖放流效果监测工作，开展低温水减缓措施研究，完善生态流量泄放措施及其监控方式等。

作为后续工程之一，龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程根据区域生态环境变化、流域生态保护要求、通航建筑物工程实施范围，结合生态保护措施可行的实施时序，在报告中提出了建设鱼类增殖放流站等措施。其他后续工程建设以及电站运行过程中，龙滩水电站应根据流域生态环境保护需求和现状生态环境，进一步落实“桂政阅〔2014〕3 号”等文件针对龙滩水电站生态环境保护提出的各项生态环境保护措施。

附表

大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级与范围	评价等级	一级□		二级□			三级 ☑		
	评价范围	边长=50km□		边长 5~50km□			边长=5km☑		
评价因子	SO_2+NO_x 排放量	≥2000t/a□		500~2000t/a□			＜500t/a☑		
	评价因子	基本污染物(SO_2、NO_2)其他污染物(TSP)				包括二次 $PM_{2.5}$□ 不包括 $PM_{2.5}$☑			
评价标准	评价标准	国家标准 ☑		地方标准□		附录 D□		其他标准□	
现状评价	环境功能区	一类区□		二类区□			一类区和二类区 ☑		
	评价基准年	(2023)年							
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据□		主管部门发布的数据 ☑			现状补充监测 ☑		
	现状评价	达标区 ☑				不达标区□			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 ☑ 本项目非正常排放源□ 现有污染源□		拟替代的污染源□		其他在建、拟建项目污染源□	区域污染源□		
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD☑	ADMS□	AUSTAL2000□	EDMS/AEDT□	CALPUFF□	网格模□	其他□	
	预测范围	边长≥50km□		边长 5~50km□			边长=5km☑		
	预测因子	预测因子(TSP)				包括二次 $PM_{2.5}$□ 不包括 $PM_{2.5}$☑			

表(续)

工作内容		自查项目			
大气环境影响预测与评价	正常排放短期浓度贡献值	$C_{本项目}$最大占标率≤100%☑		$C_{本项目}$最大占标率＞100%□	
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	$C_{本项目}$最大占标率≤10%☑	$C_{本项目}$最大占标率＞10%□	
		二类区	$C_{本项目}$最大占标率≤30%☑	$C_{本项目}$最大占标率＞30%□	
	非正常排放1h浓度贡献值	非正常持续时间( )h	$C_{非正常}$占标率≤100%□		$C_{非正常}$占标率＞100%□
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	$C_{叠加}$达标☑			$C_{叠加}$不达标□
	区域环境质量的整体变化情况	K≤-20%☑			K＞-20%□
环境监测计划	污染源监测	监测因子：(TSP、PM_{10}、NO_2、SO_2)		有组织废气监测□ 无组织废气监测☑	无监测□
	环境质量监测	监测因子：(TSP、PM_{10}、NO_2、SO_2)		监测点位数(3)个	无监测□
评价结论	环境影响	可以接受☑　　不可以接受□			
	大气环境防护距离	距厂界最远(　)m			
	污染源年排放量	NOx：(1.04)t/a	CO：( )t/a	颗粒物：( )t/a	
注：“□”为勾选项，填“√”；“(　)”为内容填写项					

地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目	
影响识别	影响类型	水污染影响型☑；水文要素影响型□	
	水环境保护目标	饮用水水源保护区☑；饮用水取水口□；涉水的自然保护区□；涉水的风景名胜区□；重要湿地□； 重点保护与珍稀水生生物的栖息地□；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道☑；天然渔场等渔业水体□； 水产种质资源保护区□；其他□	
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型
		直接排放□；间接排放□；其他□；不排放□	水温□；径流□；水域面积☑
	影响因子	持久性污染物□；有毒有害污染物□；非持久性污染物☑；pH值□；热污染□；富营养化□；其他□	水温□；水位(水深)□；流速□；流量□；其他☑
评价等级		水污染影响型	水文要素影响型
		一级□；二级□；三级 A□；三级 B☑	一级□；二级□；三级☑
现状调查	区域污染源	调查项目	数据来源
		已建☑；在建□；拟建□； 拟替代的污染源□；其他☑	排污许可证□；环评☑；环保验收☑；既有实测☑；现场监测□；入河排放口数据□；其他☑
	受影响水体水环境质量	调查项目	数据来源
		丰水期□；平水期□；枯水期☑；冰封期□ 春季□；夏季□；秋季□；冬季□	生态环境保护主管部门☑；补充监测☑；其他□
	区域水资源开发利用状况	未开发□；开发量 40%以下□；开发量 40%以上☑	
	水文情势调查	调查项目	数据来源
		丰水期☑；平水期☑；枯水期☑；冰封期□ 春季□；夏季□；秋季□；冬季□	水行政主管部门☑；补充监测□；其他☑

表(续)

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="3">自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="2">现状调查</td><td rowspan="2">补充监测</td><td>监测时期</td><td>监测
因子</td><td>监测断面或点位</td></tr>
<tr><td>丰水期□；平水期□；枯水期☑；冰封期□
春季□；夏季□；秋季□；冬季□</td><td>水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD)、五日生化需氧量(BOD_5)、氨氮(NH_3-N)、总磷(TP)、总氮(TN)、铜(Cu)、锌(Zn)、氟化物、汞(Hg)、砷(As)、硒(Se)、镉(Cd)、六价铬(Cr^{6+})、铅(Pb)、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂、粪大肠、悬浮物、叶绿素</td><td>监测断面或点位个数(3)个</td></tr>
<tr><td rowspan="6">现状评价</td><td>评价范围</td><td colspan="3">河流：长度(14)km</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td colspan="3">(水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD)、五日生化需氧量(BOD_5)、氨氮(NH_3-N)、总磷(TP)、总氮(TN)、铜(Cu)、锌(Zn)、氟化物、汞(Hg)、砷(As)、硒(Se)、镉(Cd)、六价铬(Cr^{6+})、铅(Pb)、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂、粪大肠、悬浮物、叶绿素)</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td colspan="3">河流、湖库、河口：I 类□；II 类□；III 类☑；IV 类□；V 类□
近岸海域：第一类□；第二类□；第三类□；第四类□
规划年评价标准( )</td></tr>
<tr><td>评价时期</td><td colspan="3">丰水期☑；平水期☑；枯水期☑；冰封期□
春季□；夏季□；秋季□；冬季□</td></tr>
<tr><td>评价结论</td><td colspan="2">水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况：达标☑；不达标□
水环境控制单元或断面水质达标状况：达标☑；不达标□
水环境保护目标质量状况：达标☑；不达标□
对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况：达标☑；不达标□
底泥污染评价□
水资源与开发利用程度及其水文情势评价☑
水环境质量回顾评价☑
流域(区域)水资源(包括水能资源)与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况☑
依托污水处理设施稳定达标排放评价□</td><td>达标区☑
不达标区□</td></tr>
</table>

表(续)

工作内容		自查项目
影响预测	预测范围	河流：长度(14)km；湖库、河口及近岸海域：面积( )km^2
	预测因子	(化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮)
	预测时期	丰水期☑；平水期☑；枯水期☑；冰封期□ 春季□；夏季□；秋季□；冬季□ 设计水文条件
	预测情景	建设期☑；生产运行期☑；服务期满后□ 正常工况☑；非正常工况☑ 污染控制和减缓措施方案☑ 区(流)域环境质量改善目标要求情景□
	预测方法	数值解☑；解析解□；其他☑ 导则推荐模式□；其他☑
影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区(流)域水环境质量改善目标☑；替代削减源□
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求□ 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标☑ 满足水环境保护目标水域水环境质量要求☑ 水环境控制单元或断面水质达标☑ 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求□ 满足区(流)域水环境质量改善目标要求☑ 水文要素影响型建设项目同时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价☑ 对于新设或调整入河(湖库、近岸海域)排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价□ 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求☑

表(续)

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="5">自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="4">影响评价</td><td rowspan="2">污染源排放量
核算</td><td>污染物名称</td><td colspan="2">排放量/(t/a)</td><td colspan="2">排放浓度/(mg/L)</td></tr>
<tr><td>工程区不外排</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">替代源排放情况</td><td>污染源名称</td><td>排污许可证编号</td><td>污染物名称</td><td>排放量/ (t/a)</td><td>排放浓度/ (mg/L)</td></tr>
<tr><td>( )</td><td>( )</td><td>( )</td><td>( )</td><td>( )</td></tr>
<tr><td>生态流量确定</td><td colspan="5">生态流量：一般水期( )m^3/s；鱼类繁殖期( )m^3/s；其他( )m^3/s
生态水位：一般水期( )m；鱼类繁殖期( )m；其他( )m</td></tr>
<tr><td rowspan="6">防治措施</td><td>环保措施</td><td colspan="5">污水处理设施☑；水文减缓设施□；生态流量保障设施□；区域削减□；依托其他工程措施□；其他□</td></tr>
<tr><td rowspan="4">监测计划</td><td></td><td colspan="2">环境质量</td><td colspan="2">污染源</td></tr>
<tr><td>监测方式</td><td colspan="2">手动☑；自动☑；无监测□</td><td colspan="2">手动□；自动□；无监测□</td></tr>
<tr><td>监测点位</td><td colspan="2">(4)</td><td colspan="2">( )</td></tr>
<tr><td>监测因子</td><td colspan="2">(pH、DO、COD_{Cr}、BOD_5、NH_3-N、TP、TN、铜(Cu)、锌(Zn)、氟化物、汞(Hg)、砷(As)、硒(Se)、镉(Cd)、六价铬(Cr^{6+})、铅(Pb)、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、悬浮物、叶绿素)</td><td colspan="2">( )</td></tr>
<tr><td>污染物排放清单</td><td colspan="5">□</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价结论</td><td colspan="5">可以接受☑；不可以接受□</td></tr>
<tr><td colspan="7">注：“□”为勾选项，可√；“( )”为内容填写项；“备注”为其他补充内容</td></tr>
</table>

环境风险评价自查表

工作内容		完成情况								
风险调查	危险物质	名称	油类物质							
		存在总量/t	少量							
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数_____人			5km 范围内人口数_____人				
			每公里管段周边 200m 范围内人口数(最大)						_____人	
		地表水	地表水功能敏感性		F1☑		F2□		F3□	
			环境敏感目标分级		S1☑		S2□		S3□	
		地下水	地下水功能敏感性		G1□		G2□		G3□	
			包气带防污性能		D1□		D2□		D3□	
物质及工艺系统危险性		Q 值	Q＜1☑		1≤Q＜10□		10≤Q＜100□		Q＞100□	
		M 值	M1□		M2□		M3□		M4□	
		P 值	P1□		P2□		P3□		P4□	
环境敏感程度		大气	E1□		E2□			E3□		
		地表水	E1☑		E2□			E3□		
		地下水	E1□		E2□			E3□		
环境风险潜势		IV^+□	IV□		III☑		II□		I□	
评价等级		一级□			二级☑		三级□		简单分析□	

表(续)

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="4">完成情况</td></tr>
<tr><td rowspan="3">风险识别</td><td>物质危险性</td><td colspan="2">有毒有害□</td><td colspan="2">易燃易爆☑</td></tr>
<tr><td>环境风险类型</td><td colspan="2">泄漏☑</td><td colspan="2">火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放☑</td></tr>
<tr><td>影响途径</td><td>大气□</td><td>地表水☑</td><td colspan="2">地下水□</td></tr>
<tr><td colspan="2">事故影响分析</td><td>源强设定方法☑</td><td>计算法☑</td><td>经验估算法□</td><td>其他估算法□</td></tr>
<tr><td rowspan="5">风险预测与评价</td><td rowspan="3">大气</td><td>预测模型</td><td>SLAB</td><td>AFTOX</td><td>其他</td></tr>
<tr><td rowspan="2">预测结果</td><td colspan="3">大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_____m</td></tr>
<tr><td colspan="3">大气毒性终点浓度-2 最大影响范围_____m</td></tr>
<tr><td>地表水</td><td colspan="4">最近环境敏感目标陇麻坡饮用水水源保护地取水口，到达时间__2.5__h</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地下水</td><td colspan="4">下游厂区边界到达时间_____h</td></tr>
<tr><td colspan="4">最近环境敏感目标_____，到达时间_____h</td></tr>
<tr><td colspan="2">重点风险防范措施</td><td colspan="4">加强管理，及时布设围油栏，并采用吸油毡、吸油机回收溢油</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价结论与建议</td><td colspan="4">风险可以接受</td></tr>
<tr><td colspan="6">注：“□”为勾选项，“”为填写项。</td></tr>
</table>

生态影响评价自查表

工作内容		自查项目		
生态影响识别	生态保护目标	重要物种√；国家公园□；自然保护区√；自然公园√；世界自然遗产□；生态保护红线□；重要生境√；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域√；其他□		
	影响方式	工程占用□；施工活动干扰□；改变环境条件□；其他□		
	评价因子	物种√(分布范围、种群数量、种群结构、行为等) 生境√(生境面积、质量等) 生物群落√(物种组成、群落结构等) 生态系统√(生物量、生态系统功能等) 生物多样性√(物种丰富度、均匀度、优势度等) 生态敏感区√(主要保护对象、生态功能等) 自然景观□(　　) 自然遗迹□(　　) 其他□(　　)		
评价等级		一级□　二级√　三级□		生态影响简单分析□
评价范围		陆域面积：（ ）km^2；水域面积：(　)km^2		
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集√；遥感调查□；调查样方、样线□；调查点位、断面√；专家和公众咨询法√；其他□		
	调查时间	春季□；夏季√；秋季□；冬季□ 丰水期√；枯水期□；平水期□		
	所在区域的生态问题	水土流失√；沙漠化√；石漠化□；盐渍化□；生物入侵□；污染危害√；其他√		
	评价内容	植被/植物群落√；土地利用√；生态系统√；生物多样性√；重要物种√；生态敏感区√；其他□		
生态影响预测与评价	评价方法	定性√；定性和定量√		
	评价内容	植被/植物群落√；土地利用√；生态系统√；生物多样性√；重要物种√；生态敏感区□；生物入侵风险√；其他√		
生态保护对策措施	对策措施	避让√；减缓√；生态修复√；生态补偿√；科研□；其他√		
	生态监测计划	全生命周期√；长期跟踪□；常规□；无□		
	环境管理	环境监理√；环境影响后评价√；其他□		
评价结论	生态影响	可行√；不可行□		
注：“□”为勾选项 ，可√ ；“(　　)”为内容填写项。				

附录

附录 1-1　评价区植物名录

评价区维管植物共计 131 科、424 属、659 种(含种下分类等级)：蕨类植物科按照秦仁昌蕨类植物分类系统(1978 年)排列、裸子植物按照郑万钧分类系统(1975 年)、被子植物科按照哈钦松植物分类系统(1973 年)排列，各科内的属和种均按照各自拉丁名字母顺序排列。另外，标注有“*”者表明在评价区内为栽培植物。

I蕨类植物门 Pteridophyta

石松科 Lycopodiaceae

石松属 Lycopodium

石松 Lycopodium japonicum

卷柏科 Selaginellaceae

卷柏属 Selaginella

兖州卷柏 Selaginella involvens

翠云草 S. uncinata

卷柏 S. tamariscina

木贼科 Equisetaceae

木贼属 Equisetum

节节草 Equisetum ramosissimum

紫萁科 Osmundaceae

紫萁属 Osmunda

紫萁 Osmunda japonica

里白科 Gleicheniaceae

里白属 Diplopterygium

中华里白 Diplopterygium chinense

里白 Diplopterygium glaucum

芒萁属 Dicranopteris

芒萁 Dicranopteris dichotoma

铁芒萁 D. linearis

海金沙科 Lygodiaceae

海金沙属 Lygodium

海金沙 Lygodium japonicum

海南海金沙 L. conforme

小叶海金沙 L. scandens

桫椤科 Cyatheaceae

桫椤属 Alsophila

桫椤 Alsophila spinulosa

鳞始蕨科 Lindsaeaceae

鳞始蕨属 Lindsaea

团叶陵齿蕨 Lindsaea orbiculata

乌蕨属 Stenoloma

乌蕨 Stenoloma chusanum

凤尾蕨科 Pteridaceae

蕨属 Pteridium

蕨 Pteridium aquilinum var.latiusculum

凤尾蕨属 Pteris

井栏边草 Pteris multifida

凤尾蕨 P. critica var. nervosa

半边旗 P. semipinnata

蜈蚣草 P. vittata

铁线蕨科 Adiantaceae

铁线蕨属 Adiantum

团叶铁线蕨 Adiantum capillus-junonis

鞭叶铁线蕨 A. caudatum

扇叶铁线蕨 A. flabellulatum

金星蕨科 Thelyptelidaceae

毛蕨属 Cyclosorus

渐尖毛蕨 Cyclosorus acuminatus

针毛蕨 Macrothelypteris oligophlebia

华南毛蕨 Cyclosorus parasiticus

金星蕨属 Parathelypteris

中日金星蕨 Parathelypteris nipponica

金星蕨 Parathelypteris glanduligera

星毛蕨属 Ampelopteris

星毛蕨 Ampelopteris prolifera

铁角蕨科 Aspleniaceae

铁角蕨属 Asplenium

铁角蕨 Asplenium trichomanes

乌毛蕨科 Blechnaceae

乌毛蕨属 Blechnum

东方乌毛蕨 Blechnum orientale

狗脊属 Woodwardia

狗脊 Woodwardia japonica

鳞毛蕨科 Dryopteridaceae

贯众属 Cyrtomium

贯众 Cyrtomium fortunei

骨碎补科 Davalliaceae

肾蕨属 Nephrolepis

肾蕨 Nephrolepis cordifolia

水龙骨科 Polypodiaceae

槲蕨属 Drynaria

槲蕨 Drynaria roosii

星蕨属 Microsorum

江南星蕨 Microsorium fortunei

石韦属 Pyrrosia

石韦 Pyrrosia lingua

庐山石韦 Pyrrosia sheareri

蹄盖蕨科 Athyriaceae

蹄盖蕨属 Athyrium

蹄盖蕨 Athyrium filix-femina

II裸子植物门 Gymnospermae

苏铁科 Cycadaceae

苏铁属 Cycas

苏铁* Cycas revoluta

松科 Pinaceae

松属 Pinus

马尾松 Pinus massoniana

火炬松 Pinus taeda

湿地松*Pinus. elliottii

杉科 Taxodiaceae

杉木属 Cunninghamia

杉木 Cunninghamia lanceolata

柏科 Cupressaceae

柏木属 Cupressus

柏木 Cupressus funebris

侧柏属 Platycladus

侧柏* Biota orientalis

圆柏属 Sabina

圆柏* Sabina chinensis

南洋杉科 Araucariaceae

南洋杉属 Araucaria

南洋杉* Araucaria cunninghamia

罗汉松科 Podocarpaceae

罗汉松属 Podocarpus

短叶罗汉松* Podocarpus macrophyllus

罗汉松 Podocarpus macrophyllus

III 被子植物门 Agniospermae

一 双子叶植物纲

三白草科 Saururaceae
蕺菜属 Houttuynia
蕺菜 Houttuynia cordata
杨梅科 Myricaceae
杨梅属 Myrica
杨梅 Myrica rubra
胡桃科 Juglandaceae
黄杞属 Engelhardtia
毛叶黄杞 Engelhardtia colebrookiana
化香树属 Platycarya
圆果化香 Platycarya longipes
化香树 P. strobilacea
枫杨属 Pterocarya
枫杨 Pterocarya stenoptera
桦木科 Betulaceae
桤木属 Alnus
尼泊尔桤木 Alnus nepalensis
桦木属 Betula
西桦 Betula alnoides
亮叶桦 Betula luminifera
壳斗科 Fagaceae
锥属 Castanopsis
米槠 Castanopsis carlesii
栗属 Castanea
锥栗 Castanea henryi
栗* Castanea mollissima
青冈属 Cyclobalanopsis
曼青冈 Cyclobalanopsis oxyodon
青冈 Cyclobalanopsis glauca
栎属 Quercus
槲栎 Quercus aliena
白栎 Quercus fabri
栓皮栎 Quercus variabilis
古柯科 Erythroxylaceae
古柯属 Erythroxylum
东方古柯 Erythroxylum sinense
榆科 Ulmaceae
糙叶树属 Aphananthe
糙叶树 Aphananthe aspera
朴属 Celtis
华南朴 Celtis austro-sinensis
紫弹树 C. biondii
朴树 C. tetrandra
山黄麻属 Trema
光叶山黄麻 Trema cannabina
榆属 Ulmus
榔榆 Ulmus parvifolia
越南榆 U. tonkinensis
桑科 Moraceae
构树属 Broussonetia
构树 Broussonetia papyrifera
榕属 Ficus
高山榕 Ficus altissima
小叶榕 F. benjamina

青果榕 F. chlorocarpa
水同木 F.harlandii
对叶榕 F.hispida
黄葛榕 F. virens
爬藤榕 F.martinii
榕树 F.microcarpa
石榕树 Ficus abelii
琴叶榕 F. pandurata
粗叶榕 F.simplicissima
竹叶榕 F. stenophylla
地果 F. tikoua
斜叶榕 F. tinctoria
石山榕 F.virens var.sublancelata
橙桑属 Maclura
畏芝 Maclura cochinchinensis
牛筋藤属 Malaisia
牛筋藤 Malaisia scandens
桑属 Morus
桑树 Morus alba
鸡桑 M. australis
柘树属 Maclura
柘树 Maclura tricuspidata
穿破石 M. cochinchinensis
大麻科 Cannabidaceae
葎草属 Humulus
葎草 Humulus scandens
荨麻科 Urticaceae
苎麻属 Boehmeria
苎麻 Boehmeria nivea
糙叶水苎麻 B. platyphylla var. scabrella
楼梯草属 Elatostema
阔叶楼梯草 Elatostema platyphyllum
冷水花属 Pilea
冷水花 Pilea notata
石油菜 Pilea cavaleriei
山龙眼科 Proteaceae
银桦属 Grevillea
银桦* Grevillea robusta
蓼科 Polygonaceae
萹蓄属 Polygonum
萹蓄 Polyonum aviculare
毛蓼 P. barbatum
火炭母 P. chinensis
水蓼 P.hydropiper
杠板归 P.perfoliatum
何首乌 P.multiflorum
虎杖属 Reynoutria
虎杖 Reynoutria japonica
酸模属 Rumex
酸模 Rumex acetosa
紫茉莉科 Nyctaginaceae
叶子花属 Bougainvillea
三角花* Bougainvillea glabra
紫茉莉属 Mirabilis
胭脂花* Mirabilis jalapa
马齿苋科 Portulacaceae
马齿苋属 Portulaca
马齿苋 Portulaca oleracea

石竹科 Caryophyllaceae
繁缕属 Stellaria
繁缕 Stellaria media
藜科 Chenopodiaceae
藜属 Chenopodium
土荆芥 Chenopodium ambrosioides
小藜 C.serotinum
藜 C. album
苋科 Amaranthaceae
牛膝属 Achyranthes
土牛膝 Achyranthes bidentata
莲子草属 Alternanthera
野苋 Alternanthera viridis
喜旱莲子草 A. philoxeroides
青葙属 Celosia
青葙 Celosia argentea
鸡冠花* C. argentea var. cristata
仙人掌科 Cactaceae
量天尺属 Hylocereus
量天尺 Hylocereus undatus
仙人掌属 Opuntia
仙人掌 Opuntia dillenii
蟹爪兰属 Zygocactus
蟹爪兰* Zygocactus truncatus
木兰科 Magnoliaceae
含笑属 Michelia
*白兰 Michelia alba
*黄兰 M. champaca
*含笑 M. figo
番荔枝科 Annonaceae
瓜馥木属 Fissistigma
瓜馥木 Fissistigma oldhami
假鹰爪属 Fesmos
假鹰爪 Desmos chinensis
大风子科 Flacourtiaceae
天料木属 Homalium
天料木 Homalium cochinchinense
樟科 Lauraceae
樟属 Cinnamomum
*阴香 Cinnamomum burmanni
樟树* C. camphora
石山樟 C.saxatile
黄肉楠属 Alseodaphne
毛黄肉楠 Alseodaphne pilosa
木姜子属 Lindera
木姜子 Litsea cubeba
山鸡椒 L. cubeba
假柿木姜子 L.monopetala
潺槁树 L.glutinosa
润楠属 Machilus
薄叶润楠 Machilus leptophylla
柳叶润楠 Machilus salicina
山胡椒属 Lindera
香叶树 Lindera communis
毛茛科 Ranunculaceae
铁线莲属 Clematis
威灵仙 Clematis chinensis
小叶铁线莲 C. nannophylla

厚叶铁线莲 Clematis crassifolia

银莲花属 Anemone

秋牡丹 Anemone hupehensis var. japonica

小蘗科 Berberidaceae

南天竹属 Nandina

*南天竹 Nandina domestica

木通科 Lardizabalaceae

野木瓜属 Stauntonia

七姐妹藤 Stauntonia hexaphylla

防己科 Menispermaceae

细圆藤属 Pericampylus

细圆藤 Pericampyous glaucus

千金藤属 Stephania

粪箕笃 Stephania longa

胡椒科 Piperaceae

胡椒属 Piper

假蒌 Piper sarmentosum

山茶科 Theaceae

山茶属 Camellia

油茶* Camellia oleifera

茶* C. sinensis

柃属 Eurya

细齿叶柃 Eurya nitida

米碎花 E. chinensis

岗柃 E. groffii

木荷属 Schima

红荷木 Schima wallichii

藤黄科 Guttiferae

黄牛木属 Cratoxylum

黄牛木 Cratoxylum cochinchinensis

十字花科 Cruciferae

芸苔属 Brassica

青菜* Brassica chinensis

油菜* B. chinensis var. oleifera

芥菜* B. juncea

萝卜属 Raphanus

萝卜*Raphanus sativus var.longipinnatus

荠属 Capsella

荠*Capsella hursa-pastoris

金缕梅科 Hamamelidaceae

枫香树属 Liquidambar

枫香 Liquidambar formosana

檵木属 Loropetalum

檵木 Loropetalum chinense

蚊母树属 Distylium

狭叶蚊母树 Distylium dunnianum

马蹄荷属 Exbucklandia

马蹄荷 Exbucklandia populnea

景天科 Crassulaceae

落地生根属 Bryophyllum

落地生根 Bryophyllum pinnatum

大叶落地生根* B. daigremontiana

伽蓝菜*B.laciniata

海桐花科 Pittosporaceae

海桐花属 Pittosporum

光叶海桐* P. glabratum

蔷薇科 Rosaceae

枇杷属 Eriobotrya
枇杷* Eriobotrya japonica
李属 Prunus
桃* Prunus persica
李* P. salicina
梨属 Pyrus
豆梨* Pyrus. calleryana
火棘属 Pyracantha
火棘 Pyracantha fortuneana
石斑木属 Raphiolepis
春花木 Raphiolepis indica
蔷薇属 Rosa
小果蔷薇 Rosa cymosa
月季花* Rosa chinensis
金樱子 R. laevigata
悬钩子属 Rubus
粗叶悬钩子 Rubus alceaefolius
三叶吊杆泡 R. columellaris
红泡刺藤 R.niveus
栽秧泡 R.obcordatus
灰白毛莓 R. tephrodes
川莓 R. setchuenensis
茅莓 R. parvifolius
牛栓藤科 Connaraceae
红叶藤属 Rourea
红叶藤 Rourea minor
豆科 Leguminosae
金合欢属 Acacia
藤金合欢 Acacia sinuate
台湾相思* Acacia confuse
金合欢 Acacia farnesiana
海红豆属 Adenanthera
海红豆 Adenanthera pavonina
合欢属 Albizia
楹树 Albizzia chinensis
山合欢 A. .kalkora
光叶合欢 A.. meyeri Richer
棋子豆属 Cylindrokelupha
大叶合欢 Cylindrokelupha
含羞草属 Mimosa
含羞草 Mimosa pudica
银合欢属 Leucaena
银合欢* Leucaena glauca
猴耳环属 Pithecellobium
亮叶围涎树 Pithecellobium bigeminum
围涎树 P. clypearia
羊蹄甲属 Bauhinia
红绒毛羊蹄甲 Bauhinia aurea
龙须藤 B. championi
首冠藤 B. corymbosa
石山羊蹄甲 B. mairei
羊蹄甲* B. purpurea
云实属 Caesalpinia
夏花云实 Caesalpinia aestivalis
南蛇勒 C. minax
云实 C. sepiaria
苏木* C. Sappan
凤凰木属 Delonix

凤凰木* Delonix regia

决明属 Cassia

羊角豆 Cassia occidentalis

黄槐* C. surattensis

决明 C..tora

老虎刺属 Pterolobium

老虎刺 Pterolobium punctatum

虫豆属 Atylosia

虫豆 Atylosia mollis

黄檀属 Dalbergia

南岭黄檀 Dalbergia balansae

象鼻藤 Dalbergia mimosoides

藤黄檀 D. hancei

鱼藤属 Derris

亮叶鱼藤 Derris fordii var. ucida

山蚂蝗属 Desmodium

大叶山蚂蝗 Desmodium gangeticum

山蚂蝗 D. heterocarpon

金钱草 D. styracifolium

三点金草 D. triquertrum

长柄山蚂蝗属 Hylodesmum

长柄山蚂蝗 Hylodesmum podocarpum

假木豆属 Dendrolobium

假木豆 Dendrolobium triangulare

刺桐属 Erythrina

刺桐* Erythrina variegata var.orientalis

千斤拔属 Flemingia

大叶千斤拔 Flemingia macrophylla

大豆属 Glycine

黄豆* Glycine max

落花生属 Arachia

花生* Arachia hypogaea

木蓝属 Indigofera

木蓝 Indigolera tinctoria

胡枝子属 Lespedeza

大叶胡枝子 Lespedeza daridii

美丽胡枝子 L. formosa

截叶铁扫帚 L. juncea Var. sericea

鸡眼草属 Kummerowia

鸡眼草 Kummerowia striata

草木樨属 Melilotus

草木樨 Melilotus officinalis

崖豆藤属 Millettia

香花崖豆藤 Milliettia dielsiana

亮叶崖豆藤 M. nitida

车轴草属 Trifolium

白车轴草 Trifolium repens

排钱树属 Phyllodium

排钱草 Phyllodium pulchellum

葛属 Pueraria

葛藤 Pueraria pseudohirsuta

鹿藿属 Rhynchosia

鹿藿 Rhynchosia volubilis

槐属 Sophora

白刺花 Sophora viciifolia

葛属 Pueraria

野葛 Pueraria lobata

酢酱草科 Oxalidaceae

酢浆草属 Oxalis
酢酱草 Oxalis corniculata
红花酢浆草 O. corymbosa
五敛子属 Averrhoa
杨桃* Averrhoa carambola
牻牛儿苗科 Geraniaceae
老鹳草属 Geranium
老鹳草 Geranium wilfordii
亚麻科 Linaceae
青篱柴属 Tirpitzia
青篱柴 Tirpitzia sinensis
大戟科 Euphorbiaceae
山麻杆属 Alchornea
山麻杆 Alchornea davidii
红背山麻杆 A. trewioides
石栗属 Aleurites
石栗* Aleurites moluccana
重阳木属 Bischofia
秋枫* Bischofia javanica
黑面神属 Breynia
黑面神 Breynia fruticosa
巴豆属 Croton
石山巴豆 Croton calcarens
毛果巴豆 C. tonkinensis
大戟属 Euphorbia
飞扬草 E. hirta
铁海棠 E. milii
一品红* E. pulcherrima
海漆属 Excoecaria
红背桂* Excoecaria cochinchinensis
算盘子属 Glochidion
毛果算盘子 Glochidion eriocarpum
山柑算盘子 G. fagifolium
算盘子 G. .puberum
血桐属 Macaranga
中平树 Macaranga denticulata
血桐 M. tanarius
野桐属 Mallotus
毛桐 Mallotus.barbatus
粗糠柴 M. Philippinensis
石岩枫 M. repandus
白楸 M. tenuifolius
野桐 M. paniculatus
木薯属 Manihot
木薯* Manihot esculenta
叶下珠属 Phyllanthus
余甘子 Phyllanthus emblica
叶下珠 P. urinaria
蓖麻属 Ricinus
蓖麻* Ricinus communis
乌桕属 Sapium rotundifolium
山乌桕 Sapium Sapium
圆叶乌桕 S. rotundifolium
乌桕 S. sebiferum
变叶木属 Codiaeum
变叶木* Codiaeum variegatum
白饭树属 Securinega
白饭树 Securinega virosa

油桐属 Vernicia

千年桐 *V. montana

三年桐 V. fordii

芸香科 Rutaceae

柑桔属 Citrus

柚* Citrus grandis

柠檬* C. limon

柑桔* C. reticulata

橙* C. sinensis

黄皮属 Clausena

小黄皮 Clausena emarginata

光滑黄皮 C.lenis

九里香属 Murraya

大叶九里香 Murraya kwangsiensis var. smacrophylla

千里香 M.paniculata

花椒属 Zanthoxylum

竹叶椒 Zanthoxylum planispinum

野花椒 Z. simulans

飞龙掌血属 Toddalia

飞龙掌血 Toddalia asiatica

吴茱萸属 Evodia

三叉苦 Evodia lepta

小花山小橘属 Glycosmis

山小橘 Glycosmis parviflora

楝科 Meliaceae

麻楝属 Meliaceae

麻楝* Chukrasia tabularis

浆果楝属 Cipadessa

灰毛浆果楝 Cipadessa cinerascens

楝属 Melia

苦楝 Melia azedarach

香椿属 Toona

小果香椿 Toona microcarpa

香椿 T. sinensis

浆果楝 Cipadessa baccifera

米仔兰属 Aglaia

*米仔兰 Aglaia odorata

马桑科 Coriariaceae

马桑属 Coriaria

马桑 Coriaria nepalensis

漆树科 Anacardiaceae

枣属 Ziziphus

酸枣 Choerospondias axillaris

藤漆属 Pegia

泌脂藤 Pegia sarmentosa

黄连木属 Pistacia

黄连木 Pistacia chinensis

细叶楷木 P. weinmannifolia

盐肤木属 Rhus

盐肤木 Rhus chinensis

漆树属 Toxicodendron

野漆 Toxicodendron succedaneum

杧果属 Mangifera

扁桃*Mangifera persiciformis

无患子科 Sapindaceae

龙眼属 Dimocarpus

龙眼* Dimocarpus longan

栾树属 Koelreuteria
小栾树 Koelrueteria minus
尖果栾树 K..bipinnata var apiculata
荔枝属 Litchi
荔枝* Litchi chinensis
无患子属 Sapindus
无患子 Sapindus saponaria
清风藤科 Sabiaceae
泡花树属 Meliosma
香皮树 Meliosma fordii
冬青科 Aquifoliaceae
冬青属 Ilex
冬青 Ilex chinensis
小果冬青 Ilex micrococca
茶茱萸科 Hippocrateaceae
微花藤属 Iodes
瘤枝微花藤 Iodes seguini
青皮木科 Olacaceae
赤苍藤属 Erythropalum
赤苍藤 Erythropalum scandens
鼠李科 Rhamnaceae
勾儿茶属 Berchemia
老鼠耳 Berchemia lineata
多叶勾儿茶 B. polyphylla
咀签属 Gouania
毛嘴签 Gouania javanica
枳椇属 Hovenia
枳具* Hovenia acerba
马甲子属 Paliurus
马甲子 Paliurus ramosissimus
鼠李属 Rhamnus
长叶冻绿 Rhamnus crenata
雀梅藤属 Sageretia
雀梅藤 Sageretia theezans
葡萄科 Vitaceae
乌蔹莓属 Cayratia
三叶乌蔹莓 Cayratia trifolia
乌蔹莓 C. japonica
爬山虎属 Parthenocissus
爬山虎 Parthenocissus heterphylla
葡萄属 Vitis
桑叶葡萄 Vitis ficifolia
毛葡萄 V.quinquangulais
地锦属 Parthenocissus
三叶地锦 Parthenocissus semicordata
五叶地锦 Parthenocissus quinquefolia
锦葵科 Malvaceae
木槿属 Hibiscus
大红花* Hiiscus rosasinensis
吊灯花* H. schizopatalus
木芙蓉* H. mutabilis
赛葵属 Malvastrum
赛葵 Malvastrum coromandelinum
黄花稔属 Sida
黄花稔 Sida acuta
小叶黄花稔 S. rhombifolia
梵天花属 Urena
地桃花 Urena lobata

狗脚迹 U.lobata var. sinuata
锦葵属 Malva=
圆叶锦葵 Malva rotundifolia
刺果藤属 Byttneria
刺果藤 Byttneria aspera
椴树科 Tiliaceae
扁担杆属 Grewia
苘麻叶扁担杆 Grewia abutilifolia
扁担杆 G. biloba
小花扁担杆 G. biloba var. prviflora
破布叶属 Microcos
破布叶 Microcos paniculata
刺蒴麻属 Triumfetta
长钩刺朔麻 Triumfetta pilosa
木棉科 Bombacaceae
木棉属 Bombax
木棉 Bombax ceiba
梧桐科 Sterculiaceae
山芝麻属 Helicteres
山芝麻 Helicteres angustifolia
翅子树属 Pterospermum
翻白叶树 Pterospermum heterophyllum
苹婆属 Sterculia
粉苹婆 Sterculia euosma
假苹婆 S. lanceolata
蛇婆子属 Waltheria
蛇婆子 Waltheria indica
胡颓子科 Elaeagnaceae
胡颓子属 Elaeagnus
蔓胡颓子 Elaeagnus glabra
堇菜科 Violaceae
堇菜属 Viola
犁头草 Viola inconspicua
紫花地丁 V. philippica
旌节花科 Stachyuraceae
旌节花属 Stachyurus
中国旌节花 Stachyurus chinensis
番木瓜科 Caricaceae
番木瓜属 Carica
木瓜* Carica papaya
秋海棠科 Begoniaceae
秋海棠属 Begonia
石山海棠 Begonia bretschneideriana
秋海棠* B. evansiana
葫芦科 Cucurbitaceae
西瓜属 Citrullus
西瓜* Citrullus vulgaris
黄瓜* C. sativus
南瓜属 Cucurbita Linn
南瓜* Cucurbita moschata
马泡儿属 Melothria
老鼠拉冬瓜 Melothria indica
佛手瓜属 Sechium
佛手瓜* Sechium edule
栝楼属 Trichosanthes
蛇瓜* Trichosanthes anguina
凤仙花科 Balsaminaceae
凤仙花属 Impatiens

凤仙花* Impatiens balsamina
千屈菜科 Lythraceae
紫薇属 Lagerstroemia
紫薇* Lagerstroemia indica
大花紫薇* L. speciosa
虾子花属 Woodfordia
虾子花 Woodfordia frutlcosa
安石榴科 Punicaceae
石榴属 Punica
石榴* Punica granatum
柳叶菜科 Onagraceae
丁香蓼属 Ludwigia
丁香蓼 Ludwigia prostrata
桃金娘科 Myrtaceae
岗松属 Baeckea
岗松 Baeckea frutescens
红千层 Callistemon
红千层* Callistemon rigidus
水翁属 Cleistocalyx
水翁* Cleistocalyx operculatus
桉属 Eucalyptus
尾叶桉* Eucalyptus urophylla
柠檬桉* E. citriodora
柳叶桉*Eucalyptus saligna
大叶桉* E. robusta
野桉* E. rudis
番石榴属 Psidium
番石榴 Psidium guajava
桃金娘属 Rhodomyrtus
桃金娘 Rhodomyrtus tomentosa
蒲桃属 Syzygium
贵州蒲桃 Syzygium handelii
水蒲桃* S. jambos
假黄杨 S. buxifolium
海南蒲桃 S. cumini
野牡丹科 Melastomaceae
野牡丹属 Melastoma
野牡丹 Melastoma candidum
地茶 M. dodecandrum
铺地锦 M. dodecandrum
展毛野牡丹 M. normale
光荣树属 Tibouchina
巴西野牡丹 Tibouchina semidecandra
八角枫科 Alangiaceae
八角枫属 Alangium
八角枫 Alangium chinense
小花八角枫 A. faberi
毛八角枫 A. kurzii
瓜木 Alangium platanifolium
山茱萸科 Cornaceae
山茱萸属 Cornus
狗骨木 Cornus wilsoniana
五加科 Araliaceae
天胡荽属 Hydrocotyle
天胡荽 Hydrocotyle sibthorpioides
红马蹄草 Hydrocotyle nepalensis
鹅掌柴属 Schefflera
短序鹅掌柴 Schefflera bodinieri

鹅掌柴 Schefflera heptaphylla

鸭脚木 S. octophylla

伞形科 Umbelliferae

积雪草属 Centella

积雪草 Centella asiatica

刺芹属 Eryngium

刺芫荽 Eryngium foetidum

窃衣属 Torilis

窃衣 Torilis scabra

杜鹃花科 Ericaceae

金叶子属 Craibiodendron

假吊钟 Craibiodendron stellatum

杜鹃花属 Rhododendron

武鸣杜鹃 Rhododendron wumingense

杜鹃 Rhododendron simsii

珍珠花属 Lyonia

小果珍珠花 Lyonia ovalifolia var. elliptica

珍珠花 Lyonia ovalifolia

紫金牛科 Mysinaceae

紫金牛属 Ardisia

朱砂根 Ardisia crenata

酸藤子属 Embelia

当归藤 Embelia parviflora

白花酸藤子 E. ribes

网脉酸藤子 E. rudis

杜茎山属 Maesa

杜茎山 Maesa japonica

密花树属 Rapanea

广西密花树 Rapanea kwangsiensis

密花树 R.. neriifolia

报春花科 Primulaceae

铁仔属 Myrsine

铁仔 Myrsine africana

山榄科 Sapotaceae

铁榄属 Sinosideroxylon

血胶树 Sinosideroxylon pedunculatum

铁榄 S. wightianum

柿树科 Ebenaceae

柿树属 Diospyros

小叶山柿 Diospyros dumetorum

柿*D. kaki

君迁子 D. lotus

罗浮柿 D.morrisiana

山矾科 Symplocaeae

山矾属 Symplocos

华山矾 Symplocos chinensis

火灰树 S. cochinchinensis

木犀科 Oleaceae

素馨属 Jasminum

小萼素馨 Jasminum microcalyx

青藤仔 J. nervosum

小叶青藤仔 J. nervosum var. elegans

迎春 *J. nudiflorum

女贞属 Ligustrum

毛序女贞 Ligustrum japonicum var. pubescens

小叶女贞 L. sinense

马钱科 Loganiaceae

醉鱼草属 Buddleja
醉鱼草 Buddleia lindleyana
密蒙花 B. officinalis
夹竹桃科 Apocynaceae
鸡骨常山属 Alstonia
鸡骨常山 Alstonia yunnanensis
花皮胶藤属 Ecdysanthera
酸叶胶藤 Ecdysanthera rosea
络石属 Trachelospermum
络石 Trachelospermum jasminoides
倒吊笔属 Wrightia
倒吊笔 Wrightia pubescens
萝摩科 Asclepiadaceae
白叶藤属 Cryptolepis
古钩藤 Cryptolepis buchanani
眼树莲属 Dischidia
瓜子金 Dischidia chinensis
球兰属 Hoya
球兰 Hoya carnosa
毛球兰 H. villosa
马莲鞍属 Streptocaulon
古羊藤 Streptocaulon griffithii
牛角瓜属 Calotropis
牛角瓜 Calotropis gigantean
马利筋属 Asclepias
马利筋 Asclepias curassavica
茜草科 Rubiaceae
水团花属 Adina
水团花 Adina pilulifera
栀子属 Gardenia
狭叶栀子 Gardenia stenophylia
耳草属 Hedyotis
粗叶耳草 Hedyotis hispida
丰花草属 Spermacoce
阔叶丰花草 Spermacoce latifolia
乌口树属 Tarenna
白花苦灯笼 Tarenna mollissima
巴戟天属 Morinda
鸡眼藤 Morinda umbellata
玉叶金花属 Mussaenda
玉叶金花 Mussaenda pubescens
鸡矢藤属 Paederia
云南鸡矢藤 Paederia yunnanensis
鸡矢藤 P. scandens
九节属 Psychotria
九节 Psychotria rubra
山石榴属 Catunaregam
山石榴 Catunaregam spinosa
茜草属 Rubia
茜草 Rubia cordifolia
水锦树属 Wendlandia
广西水锦树 Wendlandia aberrans
红皮水锦树 W. tinctoria var. intermedia
水锦树 W. uvariifolia
鸡仔木属 Adina
水冬瓜 Adina racemosa
旋花科 Convolvulaceae
银背藤属 Argyreia

白鹤藤 Argyreia acuta

毛白鹤藤 A. capitata

番薯属 Ipomoea

红薯* Ipomoea batatas

五爪金龙 I. cairica

蒟蒻 I. quamoclit

打碗花属 Calystegia

打碗花 Calystegia hederacea

马鞭草科 Verbenaceae

紫珠属 Callicarpa

紫珠 Callcarpa bodinieri

杜虹花 Callicarpa formosana

老鸦糊 Callicarpa giraldii

大叶紫珠 Callicarpa macrophylla

大青属 Clerodendrum

臭牡丹 Clerodendrum bungei

大青 C. cyrtophyllum

状元红 C. japonica

马缨丹属 Lantana

五色梅 Lantana camara

豆腐柴属 Premna

石山豆腐柴 Premna crassa

马鞭草属 Verbena

马鞭草 Verbena officinalis

牡荆属 Vitex

黄荆 Vitex negundo

牡 Vitex negundo var. cannabifolia

山牡荆 V. quinata

唇形科 Labiatae

广防风属 Anisomeles

防风草 Anisomeles indica

风轮菜属 Clinopodium

风轮菜 Calamintha chinensis

香薷属 Elsholtzia

紫花香薷 Elsholtzia argyi

野拔子 Elsholtzia rugulosa

活血丹属 Glechoma

活血丹 Glechoma longituba

香茶菜属 Isodon

牛尾草 Isodon ternifolius

益母草属 Leonurus

益母草 Leonurus heterophyllus

薄荷属 Mentha

薄荷 Mentha canadensis

夏枯草属 Prunella

夏枯草 Prunella vulgaris

紫苏属 Perilla

紫苏 Peris frutescens var. cripa

茄科 Solanaceae

番茄属 Lycopersicon

番茄* Lycopersicum esculentum

茄属 Solanum

喀西茄 Solanum aculeatissimum

水茄 Solanum torvum

假烟叶树 Solanum erianthum

玄参科 Scrophulariaceae

野甘草属 Scoparia

野甘草 Scoparia dulcis

紫葳科 Bignoniaceae
猫尾木属 Dolichandrone
猫尾木 Dolichandrone cauda-felina
木蝴蝶属 Oroxylum
木蝴蝶 Oroxylum indicum
菜豆树属 Radermachera
菜豆树 Radermachera sinica
爵床科 Acanthaceae
假杜鹃属 Barleria
假杜鹃 Barleria cristata
山一笼鸡属 Gutzlaffia
山一笼鸡 Gutzlaffia aprica
爵床属 Rostellularia
爵床 Rostellularia procumbens
十万错属 Asystasia
十万错 Asystasia nemorum
鳞花草属 Lepidagathis
鳞花草 Lepidagathis incurve
山牵牛属 Thunbergia
桂叶山牵牛 Thunbergia laurifolia
苦苣苔科 Gesneriaceae
旋蒴苣苔属 Boea
牛耳朵 Boea eburnea
车前草科 Plantaginaceae
车前草属 Plantago
大车前 Plantago major
车前草 Plantago major
忍冬科 Caprifoliaceae
忍冬属 Lonicera
菰腺忍冬 Lonicera hypoglauca
接骨木属 Sambucus
接骨草 Sambucus javanica
荚蒾属 Viburnum
水红木 Viburnum cylindricum
三脉叶荚蒾 V. triplinerve
南方荚蒾 V. fordiae
球核荚蒾 V. propinquum
菊科 Compositae
下田菊属 Adenostemma
下田菊 Adenostemma lavenia
蒿属 Artemisia
牡蒿 Artemisia japonica
艾蒿 Artemisia argyi
五月艾 Artemisia indic
青蒿 Artemisia apiacea
藿香蓟属 Ageratum
藿香蓟 Ageratum conyzolides
白酒草属 Conyza
小白酒草 Conyza concdensis
千里光属 Senecio
千里光 Senecio scandens
马兰属 Kalimeris
马兰 Kalimeris indica
鬼针草属 Bidens
鬼针草 Bidens pilosa
婆婆针 B. bipinnata
飞机草属 Chromolaena
飞机草 Eupatorium odoratum

假臭草属 Praxelis

假臭草 Praxelis clematidea

菊属 Chrysanthemum

野菊 Chrysanthemum inhieum

野茼蒿属 Crassooephalum

草命菜 Crassocephalum crepidioides

鳢肠属 Eclipta

旱莲草 Ecoipta prostrata

地胆草属 Elephantopus

地胆草 Elephantipus scaber

一点红属 Emilia

一点红 Emilia sonchifolia

飞蓬属 Erigeron

小蓬草 Erigeron canadensis

一年蓬 E. annuus

泽兰属 Eupatorium

飞机草 Eupatorium odoratum

紫茎泽兰 E. adenophorum

佩兰 E. fortunei

田基黄属 Grangea

田基黄 Grangea maderaspatana

旋覆花属 Inula

羊耳菊 Inula cappa

苦荬菜属 Ixeris

野苦荬菜 Ixeris denticulata

银胶菊属 Parthenium

野银胶菊 Parthenium hysterophorus

斑鸠菊属 Vernonia

斑鸠菊 Vernonia cinerea

咸虾花 V. patula

苍耳属 Xanthium

苍耳 Xanthium sibiricum

黄鹌菜属 Youngia

黄鹌菜 Youngia japonica

金腰箭属 Synedrella

金腰箭 Synedrella nodiflora

二 单子叶植物纲

百合科 Liliaceae

芦荟属 Aloe

芦荟* Aloe vera var. chinensis

吊兰属 Chlorophytum

吊兰* Chlorophytum capense

银边吊兰* C. capense var. variegatum

山菅属 Dianella

山菅兰 Dianella ensifolia

沿阶草属 Ophiopogon

沿阶草 Ophiopogon bodinieri

黄精属 Polygonatum

卷叶黄精 Polygonatum cirrhifolium

菝葜属 Smilax

土茯苓 Smilax glabra

抱茎菝葜 S. ocreata

小果菝葜 S. davidiana

菝葜 S. china

马甲菝葜 Smilax china

薯蓣属 Dioscorea

山葛薯 Dioscorea chingii

五叶薯 D. pentapiylla

龙舌兰科 Agavaceae

龙舌兰属 Agave

剑麻* Agave sisalana

龙舌兰* Agave americana

朱蕉属 Cordyline

铁树* Cordyline fruticosa

虎尾兰属 Sansevieria

虎尾兰 Sansevieria trifasciata

金边虎尾兰 S.trifasciata var. laurentii

石蒜科 Amaryllidaceae

文殊兰属 Crinum

罗裙带* Crinum asiaticum var.sinicumm

鸢尾科 Iridaceae

射干属 Belamcanda

射干 Belamcanda chinensis

鸢尾属 Iris

鸢尾 Iris tectorum

凤梨科 Bromeliaceae

水塔花属 Billbergia

水塔花* Billbergia pyramidalis

鸭跖草科 Commelinaceae

鸭跖草属 Commelina

饭包草 Commelina benghalensis

鸭跖草 Commelina communis

吊竹梅属 Zebrina

吊竹梅* Zebrina pendula

雨久花科 Pontederiaceae

凤眼莲属 Eichhornia

凤眼蓝 Eichhornia crassipes

禾本科 Gramineae

箬竹属 Bambusa

刺竹 Bambusa bambos

广宁竹* B. textilis

佛肚竹* B. ventricosa

粉单竹 B. chungii

牡竹属 Dendrocalamus

吊丝竹* Dendrocalamus minor
绿竹属 Dendrocalamopsis
吊丝球竹* Dendroca lamopsis beecheyana
箬竹属 Indocalamus
箬竹 Indocalamus tessellatus
阔叶箬竹 Indocalamus latifolius
刚竹属 Phyllostachys
淡竹 Phyllostachys nigra var. henonis
单枝竹属 Monocladus
芸香竹 Monocladus amplexicaulis
水蔗草属 Apluda
水蔗草 Apluda mutica
苾草属 Arthraxon
苾草 Arthraxon hispidus
茅叶苾草 Arthraxon prionodes
野古草属 Arundinella
刺芒野古草 Arundinella setosa
野古草 Arundinella hirta
香茅属 Cymbopogon
野香茅 Cymbopogon goeringii
孔颖草属 Bothriochloa
臭根子草 Bothriochloa intermedia
细柄草属 Capillipedium
细柄草 Capillipedium parviflorum
硬杆子草 Capillipedium assimile
金须茅属 Chrysopogon
竹节草 Chrysopogon aciculatus
龙爪茅属 Dactylocteninm
龙爪茅 Dactylocteninm aegyptium
鸭咀草属 Ishaemum
纤毛鸭咀草 Ishaemum indicum
狗牙根属 Cynodon
狗牙根 Cynodon dactylon
弓果黍属 Cyrtococcum
弓果黍 Cyrtococcum patens
马唐属 Digitaria
毛马唐 Digitaria ciliaris
紫马唐 D. violascens
稗属 Echinochloa
稗子 Echinochloa crusgalli
穆属 Eleusine
牛筋草 Eleusine indica
画眉草属 Eragrostis
长画眉草 Eragrostis elongata
画眉草 E. pilosa
蜈蚣草属 Eremochloa
蜈蚣草 Eremochloa ciliaris
假俭草 Eremochloa ophiuroides
金茅属 Eulalia
四脉金茅 Eulalia quadrinervis
金茅 Eulalia speciosa
拟金茅属 Eulaliopsis
龙须草 Eulaliopsis binata
白茅属 Imperata
白茅 Imperata cylindrica
柳叶箬属 Isachne
白花柳叶箬 Isachne albens
淡竹叶属 Lophatherum

淡竹叶 Lophatherum gracile
莠竹属 Microstegium
蔓生莠竹 Microstegium vagans
刚莠竹 Microstegium ciliatum
芒属 Miscanthus
五节芒 Miscanthus floridulus
芒 M. sinensis Anderss
芦苇属 Phragmites
芦苇 Phragmites australis
类芦属 Neyraudia
类芦 Neyraudia reynaudiana
稻属 Oryza
稻* Oryza sativa
雀稗属 Paspalum
双穗雀稗 Paspalum distichum
园果雀稗 P. scrobiculatum
金发草属 Pogonatherum
金丝草 Pogonatherum crnitum
金发草 P.Paniceum
甘蔗属 Saccharum
甘蔗* Sacharum sinense
斑茅 S. arundinaceum
黄茅属 Heteropogon
黄茅 Heteropogon contortus
扭黄茅 Heteropogon contortus
狼尾草 Pennisetum
狼尾草 Pennisetum alopecuroides
狗尾草属 Setaria
狗尾草 Setaria viridis
裂稃草属 Schizachyrium
旱茅 Schizachyrium delavayi
鼠尾粟属 Sporobolus
鼠尾草 Sporobolus fertilis
菅草属 Themeda
菅草 Themeda villosa
粽叶芦属 Thysanolaena
粽叶芦 Thysanolaena maxima
结缕草属 Zoysia
马尼拉草* Zoysia matrella
玉蜀黍属 Zea
玉米* Zea mays
求米草属 Oplismenus
竹叶草 Oplismenus compositus
篹草属 Carex
十字薹草 Carex cruciata
粽叶芦属 Thysanolaena
棕叶芦 Thysanolaena latifolia
棕榈科 Palmaceae
假槟榔属 Archontophoenix
假槟榔* Archontophoenix alexandrae
鱼尾葵属 Caryota
鱼尾葵 Caryota ochlandra
棕竹属 Rhapis
矮棕竹 Rhapis humilis
王棕属 Roystonea
大王椰子* Roystonea regia
棕榈属 Trachycarpus
棕榈 Trachycarpus fortunei

刺葵属 Phoenix

加拿利海枣* Phoenix canariensis

天南星科 Araceae

芋属 Colocasia

野芋 Colocasia antiquorum

芋*Colocasia esculenta

麒麟叶属 Epipremnum

麒麟叶* Epipremnopsis pinnatum

崖角藤属 Rhaphidophora

狮子尾* R. hongkongensis

魔芋属 Amorphophallus

滇魔芋 Amorphophallus yunnanensis

菖蒲科 Acoraceae

菖蒲属 Acorus

金钱蒲 Acorus gramineus

莎草科 Cyperaceae

莎草属 Cyperus

碎米莎草 C. iria

畦畔莎草 C. haspan

香附子 C. rotundus

具芒碎米莎草 Cyperus microiria

飘拂草属 Fimbristylis

扁鞘飘拂草 Fimbristylis complanata

砖子苗属 Mariscus

砖子苗 Mariscus umbelltus

姜科 Zingiberaceae

姜属 Zingiber

姜* Zingiber officinale

美人蕉科 Cannaceae

美人蕉属 Canna

黄花美人蕉* Canna flaccida

美人蕉* Canna indica

竹芋科 Marantaceae

柊叶属 Phrynium Willd

柊叶 Phrynium capitatum

附录 1-2：陆生样方调查表

白花鬼针草草丛样方调查表 1

日期： 2020.08.07 样方总面积/m^2： 1m×1m 记录人：刘松、陈志明

植被类型	白花鬼针草草丛(Form. Bidens pilosa)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	施工变电站附近		平地	408	—	—
经纬度	N：25°1′9.84″，E：107°3′21.39″					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 80%	层均高 0.3m，优势种为白花鬼针草(Bidens pilosa)，高 0.2-0.45m，盖度 60%，主要的伴生种有牛膝(Achyranthesbidentata)、铁苋菜 (Acalyphaaustralis) 、车前(Plantagoasiatica)、狗尾草(Setariaviridis)等。				

芒萁草丛样方调查表 2

日期： 2020.08.07 样方总面积/m^2： 1 m ×1 m 记录人：刘松、陈志明

植被类型	芒萁草丛(Form.Dicranopterispedata)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	金装拼接厂旁		平地	280	—	—
经纬度	N：25°0′53.13″，E：107°4′11.14″					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 75%	层均高 0.25m，优势种为芒萁(Dicranopterispedata)，高 0.2-0.35m，盖度 60%，主要的伴生种有苎草(Arthra×onhispidus) 、狗尾草(Setariaviridis)、白花鬼针草(Bidens pilosa)等。				

杉木林样方调查表 3

日期： 2020.08.07 样方总面积/m^2： 20m × 20m 记录人：刘松、陈志明

<table>
<tr><td rowspan="2">植被
类型</td><td colspan="2" rowspan="2">杉木林
(Form. Cunninghamialanceolata)</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>海拔(m)</td><td>坡向</td><td>坡度(°)</td></tr>
<tr><td>地点</td><td colspan="2">中心仓库附近</td><td>坡地</td><td>319</td><td>西北</td><td>15</td></tr>
<tr><td>经纬度</td><td colspan="5">N：25°0′48.73″，E：107°4′0.63″</td></tr>
<tr><td>层次</td><td colspan="5">三层</td></tr>
<tr><td>分层</td><td>层盖度</td><td colspan="2">种类组成与生长状况</td><td colspan="2">考察照片</td></tr>
<tr><td>乔木层</td><td>郁闭度
0.7</td><td colspan="2">层均高 8m，优势种为杉木(Cunninghamialanceolata)，高 6-11m，盖度 60%，胸径 5-8cm，常见的伴生种有垂叶榕 (Ficus benjamina)、麻栎 (Quercus acutissima)、栓皮栎(Quercus variabilis)等。</td><td colspan="2" rowspan="4">  </td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>盖度
35%</td><td colspan="2">灌木层种类较少，常见的植物有盐肤木(Rhuschinensis)、枫杨(Pterocaryastenoptera)、化香树(Platycaryastrobilacea)、构树(Broussonetiapapyrifera)、毛桐(Mallotus barbatus)等。</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>盖度
30%</td><td colspan="2">草本层种类较少，常见的植物有芒(Miscanthus sinensis)、井栏边草(Pteris multifida)、芒萁(Dicranopterispedata)、狗脊(Woodwardia japonica)等。</td></tr>
<tr><td>层间
植物</td><td colspan="3">主要有菝葜(Smilax china)、葛(Pueraria montana)等。</td></tr>
</table>

麻栎林样方调查表 4

日期：2020.08.07　样方总面积/m^2：20m×20m　记录人：刘松、陈志明

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td colspan="2" rowspan="2">麻栎林(Form. Quercus acutissima)</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>海拔(m)</td><td>坡向</td><td>坡度(°)</td></tr>
<tr><td>地点</td><td colspan="2">龙滩弃渣场旁</td><td>坡地</td><td>304</td><td>东</td><td>12</td></tr>
<tr><td>经纬度</td><td colspan="6">N：25°0′42.43″，E：107°4′19.60″</td></tr>
<tr><td>层次</td><td colspan="6">三层</td></tr>
<tr><td>分层</td><td>层盖度</td><td colspan="2">种类组成与生长状况</td><td colspan="3">考察照片</td></tr>
<tr><td>乔木层</td><td>郁闭度 0.7</td><td colspan="2">层均高 8m，优势种为麻栎(Quercus acutissima)，高 6-10m，盖度 55%，胸径 5-8m，常见的伴生种有栓皮栎(Quercus variabilis)、化香树(Platycaryastrobilacea)、枫香树(Liquidambar formosana)等。</td><td colspan="3" rowspan="4">  </td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>层盖度 60%</td><td colspan="2">层均高 2.5m，优势种为毛桐(Mallotus barbatus)，高 1.8-2.8m，盖度 50%，常见的伴生种有盐肤木(Rhuschinensis)、苎麻(Boehmerianivea) 红背山麻杆(Alchorneatrewioides) 、野桐(Mallotustenuifolius) 、山麻黄(Psilopeganumsinense) 八角枫(Alangiumchinense)等。</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>层盖度 40%</td><td colspan="2">草本层植物种类较少，常见的有白花鬼针草 (Bidens pilosa) 、牛膝(Achyranthesbidentata)、飞扬草(Euphorbia hirta)、苋草(Arthraxonhispidus)、水茄(Solanum torvum)等。</td></tr>
<tr><td>层间植物</td><td colspan="3">主要有葛(Pueraria montana)等。</td></tr>
</table>

山黄麻灌丛样方调查表 5

日期：2020.08.08　样方总面积/m^2：5m×5 m　记录人：刘松、陈志明

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td colspan="2" rowspan="2">山黄麻灌丛(Form. Trema tomentosa)</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>海拔(m)</td><td>坡向</td><td>坡度(°)</td></tr>
<tr><td>地点</td><td colspan="2">施工便道 4-3 附近</td><td>平地</td><td>265</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>经纬度</td><td colspan="5">N：25°1′22.51″，E：107°3′14.05″</td></tr>
<tr><td>层次</td><td colspan="5">二层</td></tr>
<tr><td>分层</td><td>层盖度</td><td colspan="2">种类组成与生长状况</td><td colspan="2">考察照片</td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>层盖度 65%</td><td colspan="2">层均高 2m，优势种为山黄麻(Trema tomentosa)，高 1.5-2.5m，盖度 55%，常见的伴生种有构树(Broussonetiapapyrifera)、苎麻(Boehmerianivea)毛桐(Mallotus barbatus)、鞍叶羊蹄甲(Bauhinia brachycarpa)等。</td><td colspan="2" rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>层盖度 60%</td><td colspan="2">草本层植物种类较少，常见的有白花鬼针草(Bidens pilosa)、芒(Miscanthus sinensis)、苺草(Arthraxonhispidus)等。</td></tr>
<tr><td>层间植物</td><td colspan="3">主要有葛(Pueraria montana)等。</td></tr>
</table>

类芦草丛样方调查表 6

日期：　2020.08.08　样方总面积/m^2：　1m ×1 m　记录人：刘松、陈志明

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td colspan="2" rowspan="2">类芦草丛(Form. Neyraudiareynaudiana)</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>海拔(m)</td><td>坡向</td><td>坡度(°)</td></tr>
<tr><td>地点</td><td colspan="2">施工便道 4-2 附近</td><td>平地</td><td>280</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>经纬度</td><td colspan="5">N：25°1′18.97″，E：107°3′24.06″</td></tr>
<tr><td>层次</td><td colspan="5">一层</td></tr>
<tr><td>分层</td><td>层盖度</td><td colspan="2">种类组成与生长状况</td><td colspan="2">考察照片</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>层盖度 60%</td><td colspan="2">层均高 1.8m，优势种为类芦(Neyraudiareynaudiana)，高 1.5-2.2m，盖度 50%，主要的伴生种有白花鬼针草(Bidens pilosa var. radiata)、牛膝(Achyranthesbidentata)、狗牙根(Cynodondactylon)、芒(Miscanthus sinensis)等。</td><td colspan="2">  </td></tr>
</table>

大叶千斤拔灌丛样方调查表 7

日期：2020.08.08　样方总面积/m^2：m×m　记录人：刘松、陈志明

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td rowspan="2" colspan="2">大叶千斤拔灌丛
(Form. Flemingia macrophylla)</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>海拔(m)</td><td>坡向</td><td>坡度(°)</td></tr>
<tr><td>地点</td><td colspan="2">施工便道 4-1 附近</td><td>平地</td><td>309</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>经纬度</td><td colspan="5">N：25°1′15.40″，E：107°3′28.69″</td></tr>
<tr><td>层次</td><td colspan="5">二层</td></tr>
<tr><td>分层</td><td>层盖度</td><td colspan="2">种类组成与生长状况</td><td colspan="2">考察照片</td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>层盖度 60%</td><td colspan="2">层均高 1.8m，优势种为大叶千斤拔(Flemingia macrophylla)，高 1.5-2m，盖度 50%，伴生种较少，主要有构树(Broussonetiapapyrifera) 、 牡 荆 (Vitex negundo var. cannabifolia)等。</td><td colspan="2" rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>层盖度 50%</td><td colspan="2">层均高 0.8m，优势种为芒(Miscanthus sinensis)，高 0.5-1.2m，盖度 35%，常见的伴生种有狗尾草(Setariaviridis)、牛膝(Achyranthesbidentata) 、 白 花 鬼 针 草 (Bidens pilosa)等。</td></tr>
<tr><td>层间植物</td><td colspan="2">主要有葛(Pueraria montana)等。</td></tr>
</table>

野桐灌丛样方调查表 8

日期：　2020.08.08　样方总面积/m^2：　5m×5m　记录人：刘松、陈志明

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td rowspan="2" colspan="2">野桐灌丛(Form. Mallotustenuifolius)</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>海拔(m)</td><td>坡向</td><td>坡度(°)</td></tr>
<tr><td>地点</td><td colspan="2">龙滩弃渣场附近</td><td>平地</td><td>317</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>经纬度</td><td colspan="5">N：25°0′44.46″，E：107°4′13.38″</td></tr>
<tr><td>层次</td><td colspan="5">二层</td></tr>
<tr><td>分层</td><td>层盖度</td><td colspan="2">种类组成与生长状况</td><td colspan="2">考察照片</td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>层盖度 70%</td><td colspan="2">层均高 2.2m，优势种为野桐(Mallotustenuifolius)，高 1.5-2.5m，盖度 60%，常见的伴生种有牡荆(Vitex negundo var. cannabifolia) 、 构 树 (Broussonetiapapyrifera) 、 垂 叶 榕 (Ficus benjamina)、枫杨(Pterocaryastenoptera)、山 槐 (Albiziakalkora) 、 枇 杷 叶 紫 珠 (Callicarpa kochiana) 、 红 背 山 麻 杆 (Alchorneatrewioides)等。</td><td colspan="2" rowspan="2">  </td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>层盖度 55%</td><td colspan="2">层均高 1.6m，优势种为类芦(Neyraudiareynaudiana)，高 1.5-2m，盖度 40%，伴生种较少，常见的伴生种有狗牙根(Cynodondactylon)等、艳山姜(Alpinia zerumbet)。</td></tr>
</table>

构树灌丛样方调查表 9

日期：2020.08.09　　样方总面积/m^2：5m × 5m　　记录人：刘松、陈志明

植被类型	构树灌丛(Form. Broussonetiapapyrifera)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	综合加工厂附近		平地	274	—	—
经纬度	N：25°1′9.45″，E：107°3′45.37″					
层次	二层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
灌木层	层盖度70%	层均高2.5m，优势种为构树(Broussonetiapapyrifera)，高2.2-2.7m，盖度60%，常见的伴生种有毛桐(Mallotus barbatus)、野桐(Mallotustenuifolius)、盐肤木(Rhuschinensis)、刺楸(Kalopanaxseptemlobus)等。				
草本层	层盖度55%	层均高0.8m，优势种为芒(Miscanthus sinensis)，高0.5-1.2m，盖度40%，常见的伴生种有类芦(Neyraudiareynaudiana)、白花鬼针草(Bidens pilosa)、蜈蚣菊(Wedeliachinensis)、五节芒(Miscanthus floridulus)、蒺草(Arthraxonhispidus)、狗尾草(Setariaviridis)等。				
层间植物	主要有常春藤(Hedera sinensis)、葛(Pueraria montana)等。					

垂叶榕灌丛样方调查表 10

日期：　2020.08.09　样方总面积/m^2：　5m ×5 m　记录人：刘松、陈志明

植被类型	垂叶榕灌丛(Form. Ficus benjamina)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	水厂附近		平地	242	—	—
经纬度	N：25°0′28.50″，E：107°4′44.20″					
层次	二层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
灌木层	层盖度70%	层均高2.5m，优势种为垂叶榕(Ficus benjamina)，高1.8-3m，盖度60%，常见的伴生种有野桐(Mallotustenuifolius)、毛桐(Mallotus barbatus)、构树(Broussonetiapapyrifera)、盐肤木(Rhuschinensis)、鞍叶羊蹄甲(Bauhinia brachycarpa)等。				
草本层	层盖度60%	层均高0.4m，优势种为白花鬼针草(Bidens pilosa var. radiata)，高0.3-0.5m，盖度50%，常见的伴生种有芒(Miscanthus sinensis)、飞扬草(Euphorbia hirta)、狗尾草(Setariaviridis)、木贼(Equisetum hyemale)、蒺草(Arthraxonhispidus)等。				
层间植物	主要有葛(Pueraria montana)、葎草(Humulus scandens)等。					

麻楝林样方调查表 11

日期：2020.08.09　　样方总面积/m^2：20m×20m　　记录人：刘松、陈志明

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td rowspan="2" colspan="2">麻楝林(Form. Chukrasiatabularis)</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>海拔(m)</td><td>坡向</td><td>坡度(°)</td></tr>
<tr><td>地点</td><td colspan="2">四桥附近</td><td>平地</td><td>231</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>经纬度</td><td colspan="5">N：24°58′57.41″，E：107°10′53.95″</td></tr>
<tr><td>层次</td><td colspan="5">三层</td></tr>
<tr><td>分层</td><td>层盖度</td><td colspan="2">种类组成与生长状况</td><td colspan="2">考察照片</td></tr>
<tr><td>乔木层</td><td>层盖度 0.8</td><td colspan="2">层均高 7m，优势种为麻楝(Chukrasiatabularis)，高 6-8.5m，盖度 70%，为人工纯林，伴生种较少。</td><td colspan="2" rowspan="4">  </td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>层盖度 60%</td><td colspan="2">层均高 2m，优势种为枫杨(Pterocaryastenoptera)，高 1.5-2.5m，盖度 50%，常见的伴生种有牡荆(Vitex negundo var. cannabifolia)、野桐(Mallotustenuifolius)、垂叶榕(Ficus benjamina)等。</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>层盖度 50%</td><td colspan="2">层均高 0.5m，优势种为白花鬼针草(Bidens pilosa)，高 0.4-0.6m，盖度 40%，常见的伴生种有车前(Plantagoasiatica)、狗尾草(Setariaviridis)、铁苋菜(Acalyphaaustralis)、芒萁(Dicranopterispedata)等。</td></tr>
<tr><td>层间植物</td><td colspan="3">主要有五爪金龙(Ipomoea cairica)、葛(Pueraria montana)等。</td></tr>
</table>

水麻灌丛样方调查表 12

日期：2020.08.09　　样方总面积/m^2：5m×5m　　记录人：刘松、陈志明

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td rowspan="2" colspan="2">水麻灌丛(Form. Debregeasiaorientalis)</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>海拔(m)</td><td>坡向</td><td>坡度(°)</td></tr>
<tr><td>地点</td><td colspan="2">龙潭路水文站附近</td><td>坡地</td><td>314</td><td>北</td><td>30</td></tr>
<tr><td>经纬度</td><td colspan="5">N：24°59′43.49″，E：107°9′46.89″</td></tr>
<tr><td>层次</td><td colspan="5">二层</td></tr>
<tr><td>分层</td><td>层盖度</td><td colspan="2">种类组成与生长状况</td><td colspan="2">考察照片</td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>层盖度 75%</td><td colspan="2">层均高 2m，优势种为水麻(Debregeasiaorientalis)，高 1.5-2.5m，盖度 70%，常见的伴生种有牡荆(Vitex negundo var. cannabifolia)、垂叶榕(Ficus benjamina)、鞍叶羊蹄甲(Bauhinia brachycarpa)、毛桐(Mallotus barbatus)等。</td><td colspan="2" rowspan="2">  </td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>层盖度 60%</td><td colspan="2">层均高 0.5m，优势种为白花鬼针草(Bidens pilosa)，高 0.4-0.6m，盖度 50%，常见的伴生种有棕叶狗尾草(Setariapalmifolia)、狗尾草(Setariaviridis)、芒萁(Dicranopterispedata)、井栏边草(Pteris multifida)、车前(Plantagoasiatica)、土人参(Talinum paniculatum)等。</td></tr>
</table>

苋草草丛样方调查表 13

日期：2020.08.09　　样方总面积/m^2：1m×1m　　记录人：刘松、陈志明

植被类型	苋草草丛(Form. Arthraxonhispidus)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	一桥旁岸边		平地	237	—	—
经纬度	N：24°58′33.68″，E：107°11′2.67″					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度85%	层均高 0.2m，优势种为苋草(Arthraxonhispidus)，高 0.15-0.22m，盖度 80%，常见的伴生种有喜旱莲子草(Alternanthera philoxeroides)、水蓼(Polygonum hydropiper)、狗牙根(Cynodondactylon)等。				

牡荆灌丛样方调查表 14

日期：2020.08.09　　样方总面积/m^2：5 m ×5 m　　记录人：刘松、陈志明

植被类型	牡荆灌丛(Form. Vitex negundo)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	红水河下游削落带附近		坡地	237	南	25
经纬度	N：24°59′11.35″，E：107°8′11.80″					
层次	二层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
灌木层	层盖度70%	层均高 2m，优势种为牡荆(Vitex negundo var. cannabifolia)，高 1.5-2.5m，盖度 60%，常见的伴生种有野桐(Mallotustenuifolius)、毛桐(Mallotus barbatus)、大叶千斤拔(Flemingia macrophylla)、鞍叶羊蹄甲(Bauhinia brachycarpa)、红背山麻杆(Alchorneatrewioides)等。				
草本层	层盖度60%	层均高 0.5m，优势种为白花鬼针草(Bidens pilosa)，高 0.4-0.6m，盖度 50%，常见的伴生种有棕叶狗尾草(Setariapalmifolia)、狗尾草(Setariaviridis)、芒萁(Dicranopterispedata)、井栏边草(Pteris multifida)、车前(Plantagoasiatica)等。				
层间植物	主要有葛(Pueraria montana)等。					

眼子菜群系样方调查表 15

日期：2020.08.08　　样方总面积/m^2：1m×1m　　记录人：刘松、陈志明

植被类型	眼子菜群系 (Form. Potamogetondistinctus)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	一桥旁岸边		平地	238	—	—
经纬度	N：24°58′33.26″，E：107°11′3.06″					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 50%	群落以眼子菜(Potamogetondistinctus)为优势种，伴生种较少，有喜旱莲子草(Alternanthera philoxeroides)、水蓼(Polygonum hydropiper)等。				

样方调查记录表 16——喜旱莲子草草丛

调查时间：2022 年 7 月 16 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	喜旱莲子草草丛(Form. Alternanthera philoxeroides)				样方面积		1m×1m	
地点	红水河下游左岸水边，一桥附近				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°10′12. 38″E，24°59′48. 50″N				海拔高度(m)		168	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度	65%							
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度%	生活史
喜旱莲子草	Alternanthera philoxeroides	草本			0.15		65	多年生
禾本科	Poaceae. sp.	草本			0.12		3	
照片								

样方调查记录表 17——芒草丛

调查时间：2022 年 7 月 16 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	芒草丛(Form. Miscanthus sinensis)				样方面积		1m×1m	
地点	红水河下游左岸水边，一桥附近				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°8′44. 48″E，24°59′17. 37″N				海拔高度(m)		216	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度		40%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度%	生活史
芒	Miscanthus sinensis	草本			1.7		40	多年生
鸡桑	Morus australis	灌木	1		1.5		7	落叶阔叶
白花苦灯笼	Tarenna mollissima	灌木	1		0.3		3	常绿阔叶
圆叶锦葵	Malva rotundifolia	草本			0.1		1	多年生
粪箕笃	Stephania longa	草质藤本					1	多年生
长柄山蚂蝗	Hylodesmum podocarpum	草本					4	多年生
照片								

样方调查记录表 18——大叶紫珠灌丛

调查时间：2022 年 7 月 16 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	白楸灌丛(Form. Callicarpa macrophylla)				样方面积		5m×5m	
地点	红水河下游左岸				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°7′51. 12″E，24°59′20. 21″N				海拔高度(m)		237	
地形	坡地	坡度(°)	45		坡向	S	坡位	下
覆盖度	90%							
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
大叶紫珠	Callicarpa macrophylla	灌木	5		3.5		35	落叶阔叶
白楸	Mallotus paniculatus	灌木	1		1..5		20	落叶阔叶
瓜木	Alangium platanifolium	灌木	8		1		7	落叶阔叶
长柄山蚂蝗	Hylodesmum podocarpum	草本					2	多年生
五叶地锦	Parthenocissus quinquefolia	木质藤本					10	落叶阔叶
鸡桑	Morus australis	灌木	1				2	落叶阔叶
乌蔹莓	Causonis japonica	草质藤本					1	多年生
蛇葡萄	Ampelopsis glandulosa	木质藤本					1	落叶阔叶
浆果楝	Cipadessa baccifera	灌木	3		1.5		5	落叶阔叶
细圆藤	Pericampylus glaucus	木质藤本					2	落叶阔叶
假烟叶树	Solanum erianthum	灌木	2		3		12	常绿阔叶
刺果藤	Byttneria grandifolia	藤本					40	落叶阔叶
叶子花	Bougainvillea spectabilis	藤状灌木	1		1.2		3	半常绿
照片								

样方调查记录表 19——白楸灌丛

调查时间：2022 年 7 月 16 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	白楸灌丛(Form. Mallotus paniculatus)				样方面积		5m×5m	
地点	红水河下游左岸				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°6′48. 49″E，24°59′34. 92″N				海拔高度(m)		236	
地形	坡地	坡度(°)	45		坡向	S	坡位	下
覆盖度	98%							
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
白楸	Mallotus paniculatus	灌木	6		4		40	落叶阔叶
假烟叶树	Solanum erianthum	灌木	1		1.5		8	常绿阔叶
浆果楝	Cipadessa baccifera	灌木	1		2		5	落叶阔叶
红背山麻秆	Alchornea trewioides	灌木	3		0.5		5	落叶阔叶
忍冬科	Caprifoliaceae	灌木	1		0.3		2	
三叶地锦	Parthenocissus semicordata	木质藤本					8	落叶阔叶
飞机草	Chromolaena odorata	草本			0.4		3	多年生
茅叶荩草	Arthraxon prionodes	草本			0.4		3	多年生
照片								

样方调查记录表 20——白楸灌丛

调查时间：2022 年 7 月 16 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	白楸灌丛(Form. Mallotus paniculatus)				样方面积		5m×5m	
地点	红水河下游左岸				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°6′19.48″E，24°59′53. 08″N				海拔高度(m)		247	
地形	坡地	坡度(°)	35		坡向	S	坡位	下
覆盖度	98%							
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度%	生活史
白楸	Mallotus paniculatus	灌木	7	6	4	3×3	70	落叶阔叶
红背山麻秆	Alchornea trewioides	灌木	20		1		10	落叶阔叶
浆果楝	Cipadessa baccifera	灌木	3		1.5		7	落叶阔叶
瓜木	Alangium platanifolium	灌木	2		0.6		4	落叶阔叶
山乌桕	Sapium discolor	灌木	1		0.6		2	落叶阔叶
滇魔芋	Amorphophallus yunnanensis	草本			0.4		3	多年生
葛	Pueraria montana	藤本					20	落叶阔叶
芦苇	Phragmites australis	草本			1		5	多年生
茅叶荩草	Arthraxon prionodes	草本			0.3		3	多年生
细圆藤	Pericampylus glaucus	木质藤本					5	落叶阔叶
针毛蕨	Macrothelypteris oligophlebia	草本			0.4		2	多年生
照片								

样方调查记录表 21——红背山麻秆灌丛

调查时间：2022 年 7 月 16 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	红背山麻秆灌丛(Form. Alchornea trewioides)				样方面积		5m×5m	
地点	红水河下游左岸				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°5′50. 65″E，25°0′4. 02″N				海拔高度(m)		248	
地形	坡地	坡度(°)	25		坡向	S	坡位	下
覆盖度		75%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度%	生活史
红背山麻秆	Alchornea trewioides	灌木	8		1.5		50	落叶阔叶
朴树	Celtis sinensis	灌木	1		1.5		7	落叶阔叶
芦苇	Phragmites australis	草本			1.8		10	多年生
滇魔芋	Amorphophallus yunnanensis	草本			0.5		3	多年生
三叶地锦	Parthenocissus semicordata	木质藤本					8	落叶阔叶
长柄山蚂蝗	Hylodesmum podocarpum	草本					8	多年生
照片								

样方调查记录表 22——构灌丛

调查时间：2022 年 7 月 16 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	构灌丛(Form.Broussonetia papyrifera)				样方面积		5m×5m	
地点	红水河下游左岸				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°5′21. 67″E，25°0′12. 45″N				海拔高度(m)		222	
地形	坡地	坡度(°)	50		坡向	S	坡位	下
覆盖度		70%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度%	生活史
构	Broussonetia papyrifera	灌木	1		1.7		30	落叶阔叶
浆果楝	Cipadessa baccifera	灌木	1		1		5	落叶阔叶
五叶地锦	Parthenocissus quinquefolia	木质藤本					60	落叶阔叶
照片								

样方调查记录表 23——芒草丛

调查时间：2022 年 7 月 16 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	芒草丛(Form. Miscanthus sinensis)				样方面积		2m×2m	
地点	红水河电厂门前大桥下游 500 米左右，左岸河边				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°4′41. 21″E，25°0′41. 21″N				海拔高度(m)		209	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度		70%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度%	生活史
芒	Miscanthus sinensis	草本			1.2		30	多年生
金丝草	Pogonatherum crinitum	草本			0.2		50	多年生
长柄山蚂蝗	Hylodesmum podocarpum	草本					3	多年生
葎草	Humulus scandens	藤本					3	多年生
照片								

样方调查记录表 24——杉木林

调查时间：2022 年 7 月 16 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	杉木林(Form. Cunninghamia lanceolata)				样方面积		10m×10m	
地点	红水河左岸纳杠村附近				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°4′59. 32″E，25°0′46. 22″N				海拔高度(m)		392	
地形	坡地	坡度(°)	40		坡向	W	坡位	上
覆盖度	93%							
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
杉木	Cunninghamia lanceolata	乔木	50	15	12	3×3	90	常绿针叶
野桐	Mallotus japonicus var. floccosus	灌木	3		1		7	落叶阔叶
瓜木	Alangium platanifolium	灌木	5		1.2		5	落叶阔叶
朴树	Celtis sinensis	灌木	1		0.8		1	落叶阔叶
叶下珠	Phyllanthus urinaria	草本			0.3		2	一年生
葛	Pueraria montana	藤本					5	落叶阔叶
荩草	Arthraxon hispidus	草本			0.15		3	一年生
茅叶荩草	Arthraxon pilophorus	草本			1.2		8	多年生
小蓬草	Conyza canadensis	草本			0.3		1	一年生
一点红	Emilia sonchifolia	草本			0.3		1	一年生
冷水花	Pilea notata	草本			0.2		3	一年生
乌蔹莓	Causonis japonica	草质藤本					2	多年生
飞机草	Chromolaena odorata	草本			0.5		3	多年生
假臭草	Praxelis clematide	草本			0.6		6	一年生
芦苇	Phragmites australis	草本			1		5	多年生
蹄盖蕨	Athyrium filix-femina	草本			0.5		3	多年生
肾蕨	Nephrolepis auriculata	草本			0.4		6	多年生
井栏边草	Pteris multifida	草本			0.5		3	多年生
照片								

样方调查记录表 25——杉木林

调查时间：2022 年 7 月 17 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	杉木林(Form. Cunninghamia lanceolata)				样方面积		10m×10m	
地点	拉毫村附近				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°3′49. 16″E，25°0′2. 95″N				海拔高度(m)		470	
地形	坡地	坡度(°)	35		坡向	W	坡位	上
覆盖度		93%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
杉木	Cunninghamia lanceolata	乔木	55	14	9	2×2	80	常绿针叶
血桐	Macaranga tanarius	灌木	1		1.2		3	落叶阔叶
浆果楝	Cipadessa baccifera	灌木	1		1		2	落叶阔叶
巴西野牡丹	Tibouchina semidecandra	灌木	1		0.9		1	常绿阔叶
粽叶芦	Thysanolaena latifolia	草本			1.2		1	多年生
鳞花草	Lepidagathis incurva	草本			0.8		5	一年生
肾蕨	Nephrolepis auriculata	草本			0.7		7	多年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.8		5	一年生
细圆藤	Pericampylus glaucus	木质藤本					1	落叶阔叶
华南毛蕨	Cyclosorus parasiticus	草本			1		2	多年生
乌蔹莓	Causonis japonica	草质藤本					2	多年生
照片								

样方调查记录表 26——芦苇草丛

调查时间：2022 年 7 月 17 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	芦苇草丛(Form.)				样方面积		2m×2m	
地点	坝下右岸混凝土系统内				工程位置		混凝土系统	
经纬度	107°2′49. 87″E，25°1′10. 29″N				海拔高度(m)		370	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度		90%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度%	生活史
芦苇	Phragmites australis	草本			2		80	多年生
节节草	Equisetum ramosissimum	草本			1		2	多年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.4		9	一年生
葛	Pueraria montana	藤本					3	落叶阔叶
照片								

样方调查记录表 27——亮叶桦-槲树混交林

调查时间：2022 年 7 月 17 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	亮叶桦—槲树混交林 (Form. Betula luminifera/ Quercus dentata)				样方面积		10m×10m	
地点	—				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°2′47. 21″E，25°0′48. 52″N				海拔高度(m)		769	
地形	坡地	坡度(°)	55		坡向	W	坡位	上
覆盖度		80%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
亮叶桦	Betula luminifera	乔木	2	17	7.5	6×6	40	落叶阔叶
槲树	Quercus dentata	乔木	15	15	7.5	4×4	50	落叶阔叶
瓜木	Alangium platanifolium	灌木	3		0.4		2	落叶阔叶
东方古柯	Erythroxylum sinense	灌木	3		1.6		8	落叶阔叶
血桐	Macaranga tanarius	灌木	4		0.5		5	落叶阔叶
红背山麻秆	Alchornea trewioides	灌木	3		0.5		3	落叶阔叶
川莓	Rubus setchuenensis	灌木	1				1	落叶阔叶
芒	Miscanthus sinensis	草本			1.5		5	多年生
芒萁	Dicranopteris pedata	草本			0.5		10	多年生
乌蔹莓	Causonis japonica	草质藤本					1	多年生
照片								

样方调查记录表 28——鬼针草草丛

调查时间：2022 年 7 月 17 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	鬼针草草丛(Form. Bidens pilosa)				样方面积		1m×1m	
地点	施工变电站				工程位置		施工变电站	
经纬度	107°3′21. 27″E，25°1′11. 17″N				海拔高度(m)		376	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度	88%							
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度%	生活史
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.5		80	一年生
照片								

样方调查记录表 29——鬼针草草丛

调查时间：2022 年 7 月 17 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	鬼针草(Form. Bidens pilosa)				样方面积		1m×1m	
地点	红水河下游右岸				工程位置		龙滩沟弃渣场	
经纬度	107°4′17.63″E，25°0′52.52″N				海拔高度(m)		259	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度	93%							
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.5		88	一年生
小蓬草	Erigeron canadensis	草本			0.4		2	一年生
照片								

样方调查记录表 30——鬼针草草丛

调查时间： 2022 年 7 月 17 日 调查人员： 施银霞、谢建冲

植被类型	鬼针草(Form. Bidens pilosa)				样方面积		1m×1m	
地点	红水河下游右岸				工程位置		龙滩沟弃渣场	
经纬度	107°4′5.94″E，25°0′25.98″N				海拔高度(m)		308	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度		35%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		30	一年生
小蓬草	Erigeron canadensis	草本			0.2		2	一年生
金合欢	Vachellia farnesiana	灌木	1		0.2		3	落叶阔叶
一年蓬	Erigeron annuus	草本			0.4		2	一年生或二年生
照片								

样方调查记录表 31——鬼针草草丛

调查时间： 2022 年 7 月 17 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	鬼针草草丛(Form. Bidens pilosa)				样方面积		1m×1m	
地点	红水河下游右岸				工程位置		龙滩沟弃渣场	
经纬度	107°4′13.74″E，25°0′36.03″N				海拔高度(m)		303	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度	35%							
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.2		40	一年生
小蓬草	Erigeron canadensis	草本			0.4		5	一年生
金合欢	Vachellia farnesiana	灌木	1		0.2		3	落叶阔叶
照片								

样方调查记录表 32——芦苇草丛

调查时间：2022 年 7 月 18 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	芦苇草丛(Form. Phragmites australisa)				样方面积		2m×2m	
地点	龙滩电厂内				工程位置		龙滩电厂内	
经纬度	107°2′54. 70″E，25°1′33. 85″N				海拔高度(m)		255	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度		80%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
芦苇	Phragmites australis	草本			2		75	多年生
盐麸木	Rhus chinensis	灌木			0.4		5	落叶阔叶
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.5		5	一年生
长柄山蚂蝗	Hylodesmum podocarpum	草本					2	多年生
照片								

样方调查记录表 33——芦苇草丛

调查时间：2022 年 7 月 18 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	芦苇草丛(Form. Phragmites australisa)				样方面积		2m×2m	
地点	龙滩电厂内				工程位置		龙滩电厂内	
经纬度	107°3′12. 20″E，25°1′36. 47″N				海拔高度(m)		326	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度		75%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
芦苇	Phragmites australis	草本			3		65	多年生
马蹄荷	Exbucklandia populnea	灌木	1		1		5	常绿阔叶
银合欢	Leucaena leucocephala	灌木	1		0.15		1	落叶阔叶
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.4		8	一年生
飞机草	Chromolaena odorata	草本			1.7		6	多年生
照片								

样方调查记录表 34——白楸林

调查时间：2022 年 7 月 18 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	白楸林(Form. Mallotus paniculatus)				样方面积		10m×10m	
地点	转轮加工厂附近				工程位置		转轮加工厂附近	
经纬度	107°4′9. 17″E，25°1′14. 13″N				海拔高度(m)		234	
地形	坡地	坡度(°)	40		坡向	SW	坡位	上
覆盖度	85%							
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
白楸	Mallotus paniculatus	乔木	2	8	4.5	4×4	25	落叶阔叶
乌桕	Triadica sebifera	灌木	1		1.3		5	落叶阔叶
血桐	Macaranga tanarius	灌木	1		1.8		2	落叶阔叶
芒	Miscanthus sinensis	草本			1.6		10	多年生
桂叶山牵牛	Thunbergia laurifolia	藤本					10	落叶阔叶
一点红	Emilia sonchifolia	草本			0.3		1	一年生
葛	Pueraria montana	藤本					5	落叶阔叶
照片								

样方调查记录表 35——天料木林

调查时间：2022 年 7 月 18 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	天料木林(Form. Homalium cochinchinense)				样方面积		10m×10m	
地点	拉重村附近				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°3′23. 79″E，25°1′54. 29″N				海拔高度(m)		461	
地形	坡地	坡度(°)	30		坡向	SW	坡位	下
覆盖度		90%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
天料木	Homalium cochinchinense	乔木	8	20	10	5×5	80	常绿阔叶
血桐	Macaranga tanarius	灌木	2		1		5	落叶阔叶
枇杷	Eriobotrya japonica	灌木	1		0.5		2	常绿阔叶
粗叶榕	Ficus hirta	灌木	1		0.5		2	常绿阔叶
厚叶铁线莲	Clematis crassifolia	藤本					2	常绿阔叶
半边旗	Pteris semipinnata	草本			0.4		30	多年生
长柄山蚂蝗	Hylodesmum podocarpum	草本					3	多年生
十万错	Asystasia nemorum	草本			0.4		3	多年生
芦苇	Phragmites australis	草本			1.2		10	多年生
茅叶荩草	Arthraxon prionodes	草本			0.8		9	多年生
竹叶草	Oplismenus compositu	草本			0.15		1	多年生
十字薹草	Carex cruciata	草本			0.6		5	多年生
马甲菝葜	Smilax lanceifolia	藤本						常绿阔叶
照片								

样方调查记录表 36——茅叶荩草草丛

调查时间：2022 年 7 月 19 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	茅叶荩草草丛(Form. Arthraxon prionodes)				样方面积		1m×1m	
地点	龙潭大峡谷森林公园内				工程位置		—	
经纬度	107°13′47. 04″E，25°1′1. 77″N				海拔高度(m)		1070	
地形	坡地	坡度(°)	25		坡向	E	坡位	中
覆盖度		50%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
茅叶荩草	Arthraxon prionodes	草本			0.5		50	多年生
藤黄檀	Dalbergia hancei	藤本					5	落叶阔叶
照片								

样方调查记录表 37——芒草丛

调查时间：2022 年 7 月 19 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	芒草丛(Form. Miscanthus sinensis)				样方面积		2m×2m	
地点	—				工程位置		—	
经纬度	107°13′46. 90″E，25°1′1. 89″N				海拔高度(m)		1073	
地形	坡地	坡度(°)	70		坡向	E	坡位	中
覆盖度		72%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
芒	Miscanthus sinensis	草本			1.7		70	多年生
地果	Ficus tikoua	藤本					10	常绿阔叶
照片								

样方调查记录表 38——红背山麻秆灌丛

调查时间：2022 年 7 月 19 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	红背山麻秆灌丛(Form. Alchornea trewioides)				样方面积		2m×2m	
地点	大王垌附近				工程位置		—	
经纬度	107°8′22. 51″E，24°59′45. 38″N				海拔高度(m)		1005	
地形	坡地	坡度(°)	70		坡向	E	坡位	中
覆盖度		75%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
红背山麻秆	Alchornea trewioides	灌木	1		1.4		35	落叶阔叶
芒	Miscanthus sinensis	草本			1.2		50	多年生
秋牡丹	Anemone hupehensis var. japonica	草本			0.2		5	多年生
照片								

样方调查记录表 39——杉木林

调查时间：2022 年 7 月 19 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	杉木林(Form. Cunninghamia lanceolata)				样方面积		10m×10m	
地点	各里村附近				工程位置		—	
经纬度	107°4′28. 14″E，24°59′36. 05″N				海拔高度(m)		501	
地形	坡地	坡度(°)	30		坡向	E	坡位	下
覆盖度	92%							
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
杉木	Cunninghamia lanceolata	乔木	55	10	4	1.5×1.5	80	常绿针叶
斜叶榕	Ficus tinctoria subsp. gibbosa	灌木	1		1.5		5	常绿阔叶
芒	Miscanthus sinensis	草本			1.7		5	多年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		7	一年生
葛	Pueraria montana	藤本					3	落叶阔叶
地果	Ficus tikoua	藤本					2	常绿阔叶
三列蛇葡萄	Ampelopsis delavayana	藤本					1	落叶阔叶
小蓬草	Conyza canadensis	草本			0.3		1	一年生
紫茎泽兰	Ageratina adenophora	草本			0.2		1	多年生
照片								

样方调查记录表 40——构灌丛

调查时间：2022 年 7 月 19 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	构灌丛(Form. Broussonetia papyrifera)				样方面积		5m×5m	
地点	麻村石料厂附近				工程位置		麻村石料厂附近	
经纬度	107°4′52. 48″E，24°59′42. 71″N				海拔高度(m)		381	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度		75%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
构	Broussonetia papyrifera	灌木	1		1.7		55	落叶阔叶
红背山麻秆	Alchornea trewioides	灌木	2		1.2		10	落叶阔叶
鞍叶羊蹄甲	Bauhinia brachycarpa	灌木	1		1.6		7	落叶阔叶
瓜木	Alangium platanifolium	灌木	1		0.6		6	落叶阔叶
芒	Miscanthus sinensis	草本			1.6		5	多年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		10	一年生
照片								

样方调查记录表 41——芒草丛

调查时间：2022 年 7 月 19 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	芒草丛(Form. Miscanthus sinensis)				样方面积		2m×2m	
地点	麻村石料厂附近				工程位置		麻村石料厂附近	
经纬度	107°4′52. 51″E，24°59′43. 01″N				海拔高度(m)		380	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度		50%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
芒	Miscanthus sinensis	草本			1.2		30	多年生
大叶紫珠	Callicarpa macrophylla	灌木			1.6		25	落叶阔叶
飞机草	Chromolaena odorata	草本			0.1		3	多年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		5	一年生
小蓬草	Conyza canadensis	草本			0.4		2	一年生
假臭草	Praxelis clematide	草本			0.4		2	一年生
照片								

样方调查记录表 42——盐麸木灌丛

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	盐麸木灌丛(Form. Rhus chinensis)				样方面积		5m×5m	
地点	通航建筑物				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°3′40. 38″E，25°1′19. 19″N				海拔高度(m)		229	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度		80%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
盐麸木	Rhus chinensis	灌木	4	7	7	4×4	70	落叶阔叶
大叶千斤拔	Flemingia macrophylla	灌木	2		1.5		6	常绿阔叶
芒	Miscanthus sinensis	草本			2.5		6	多年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		3	一年生
毛排钱树	Phyllodium legans	藤本					5	落叶阔叶
照片								

样方调查记录表 43——盐麸木灌丛

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	盐麸木灌丛(Form. Rhus chinensis)				样方面积		5m×5m	
地点	通航建筑物附近				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°3′19. 96″E，25°1′19. 36″N				海拔高度(m)		299*	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度								
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
盐麸木	Rhus chinensis	乔木	7	6	6	3×3	40	落叶阔叶
芦苇	Phragmites australis	草本			2		40	多年生
大叶千斤拔	Flemingia macrophylla	灌木	2		1.2		6	常绿阔叶
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.2		3	一年生
白饭树	Flueggea virosa	灌木	1		1		3	常绿阔叶
乌蔹莓	Causonis japonica	草质藤本					2	多年生
细圆藤	Pericampylus glaucus	木质藤本					2	落叶阔叶
粪箕笃	Stephania longa	草质藤本					1	多年生
茅叶荩草	Arthraxon prionodes	草本			0.4		2	多年生
长柄山蚂蝗	Hylodesmum podocarpum	草本					1	多年生
水麻	Debregeasia orientalis	灌木	1		2		5	落叶阔叶
照片								

样方调查记录表 44——构灌丛

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	构灌丛(Form. Broussonetia papyrifera)				样方面积		5m×5m	
地点	红水河右岸				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°4′56.54″E，25°0′27.27″N				海拔高度(m)		346	
地形	坡地	坡度(°)	60		坡向	N	坡位	上
覆盖度		90%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
构	Broussonetia papyrifera	灌木	1		4		20	落叶阔叶
芦苇	Phragmites australis	草本			1.7		60	多年生
葛	Pueraria montana	藤本					60	落叶阔叶
针毛蕨	Macrothelypteris oligophlebia	草本			0.4		1	多年生
飞机草	Eupatorium odoratum	草本			0.5		3	多年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.4		1	一年生
照片								

样方调查记录表 45——芒草丛

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	芒草丛(Form. Miscanthus sinensis)				样方面积		2m×2m	
地点	红水河右岸河边				工程位置		通航建筑物附近	
经纬度	107°3′37.75″E，25°1′16.90″N				海拔高度(m)		185	
地形	坡地	坡度(°)	8		坡向	N	坡位	下
覆盖度	93%							
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
芒	Miscanthus sinensis	草本			1.5		93	多年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		5	一年生
照片								

样方调查记录表 46——水麻灌丛

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员： 施银霞、谢建冲

植被类型	水麻灌丛(Form. Debregeasia orientalis)				样方面积		5m×5m	
地点	红水河右岸				工程位置		通航建筑物附近	
经纬度	107°3′32.24″E，25°1′10.22″N				海拔高度(m)		218	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度		90%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
水麻	Debregeasia orientalis	灌木	3		3		70	落叶阔叶
刺果藤	Byttneria grandifolia	木质藤本					40	落叶阔叶
葛	Pueraria montana	木质藤本					60	落叶阔叶
乌蔹莓	Causonis japonica	草质藤本					7	多年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		5	一年生
照片								

样方调查记录表 47——大叶紫珠灌丛

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	大叶紫珠灌丛(Form. Callicarpa macrophylla)				样方面积		5m×5m	
地点	大坝下游右岸				工程位置		通航建筑物附近	
经纬度	107°9′2.26″E，24°59′20.85″N				海拔高度(m)		181	
地形	坡地	坡度(°)	50		坡向	NW	坡位	下
覆盖度								
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
大叶紫珠	Callicarpa macrophylla	灌木	1		1.8		40	落叶阔叶
水麻	Debregeasia orientalis	灌木	1		1.3		15	落叶阔叶
芦苇	Phragmites australis	草本			1.8		7	多年生
乌蔹莓	Causonis japonica	草质藤本					5	多年生
葛	Pueraria montana	木质藤本					5	落叶阔叶
滇魔芋	Amorphophallus yunnanensis	草本			0.3		2	多年生
瓜木	Alangium platanifolium	灌木	2		0.6		2	落叶阔叶
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		5	一年生
照片								

样方调查记录表 48——构灌丛

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	构灌丛(Form. Broussonetia papyrifera)				样方面积		5m×5m	
地点	红水河下游右岸				工程位置		—	
经纬度	107°6′11. 89″E，24°59′47. 01″N				海拔高度(m)		211	
地形	坡地	坡度(°)	60		坡向	N	坡位	下
覆盖度	70%							
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
构	Broussonetia papyrifera	灌木	1		1.3		15	落叶阔叶
楝	Melia azedarach	灌木	1		0.3		15	落叶阔叶
红背山麻秆	Alchornea trewioides	灌木	1		0.7		10	落叶阔叶
长柄山蚂蝗	Hylodesmum podocarpum	草本					7	多年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		40	一年生
粽叶芦	Thysanolaena latifolia	草本			1.2		15	多年生
照片								

样方调查记录表 49——枫杨灌丛

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	枫杨灌丛(Form. Pterocarya stenoptera)			样方面积		5m×5m	
地点	麻村砂石加工系统下			工程位置		麻村砂石加工系统下	
经纬度	107°4′11. 89″ E，25°0′18. 40″N			海拔高度(m)		199	
地形	坡地	坡度(°)	10	坡向	N	坡位	下
覆盖度							

植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
枫杨	Pterocarya stenoptera	灌木	5		5		70	落叶阔叶
水麻	Debregeasia orientalis	灌木	1					落叶阔叶
具芒碎米莎草	Cyperus microiria	草本			0.3		1	一年生
冷水花	Pilea notata	草本			0.3		4	一年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		7	一年生
竹叶草	Oplismenus compositus	草本			0.2		2	多年生
长柄山蚂蝗	Hylodesmum podocarpum	草本					2	多年生
照片								

样方调查记录表 50——芦苇草丛

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	芦苇草丛(Form. Miscanthus sinensis)				样方面积		2m×2m	
地点	通航建筑物				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°3′14. 48″ E，25°1′20. 85″N				海拔高度(m)		261	
地形	坡地	坡度(°)	30		坡向	N	坡位	上
覆盖度								
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
芒	Miscanthus sinensis	草本			2.5		70	多年生
葛	Pueraria montana	藤本					6	落叶阔叶
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		15	一年生
照片								

样方调查记录表 51——芦苇灌草丛

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	芦苇灌草丛(Form. Phragmites australis)				样方面积		5m×5m	
地点	通航建筑物				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°3′13. 55″E，25°1′18. 75″N				海拔高度(m)		253	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度		95%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
芦苇	Phragmites australis	草本			2.5		65	多年生
大叶千斤拔	Flemingia macrophylla	灌木			2.5		40	常绿阔叶
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.2		3	一年生
葛	Pueraria montana	藤本					5	落叶阔叶
长柄山蚂蝗	Hylodesmum podocarpum	草本					2	多年生
照片								

样方调查记录表 52——大叶紫珠

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	大叶紫珠灌丛(Form. Callicarpa macrophylla)				样方面积		5m×5m	
地点	混凝土系统附近				工程位置		混凝土系统附近	
经纬度	107°2′49. 49″E，25°1′17. 00″N				海拔高度(m)		343	
地形	坡地	坡度(°)	50		坡向	N	坡位	中
覆盖度		80%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
大叶紫珠	Callicarpa macrophylla	灌木	3		2.2		35	落叶阔叶
芦苇	Phragmites australis	草本			1.8		30	多年生
茅叶荩草	Arthraxon prionodes	草本			1.1		7	多年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		5	一年生
照片								

样方调查记录表 53——盐麸木灌丛

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	盐麸木灌丛(Form. Rhus chinensis)				样方面积		5m×5m	
地点	混凝土系统附近				工程位置		混凝土系统附近	
经纬度	107°2′50. 20″E，25°1′16. 33″N				海拔高度(m)		343	
地形	坡地	坡度(°)	36		坡向	E	坡位	上
覆盖度		90%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
盐麸木	Rhus chinensis	灌木	2		3.5		30	落叶阔叶
水麻	Debregeasia orientalis	灌木	1		3.5		20	落叶阔叶
大叶紫珠	Callicarpa macrophylla	灌木	1		2		20	落叶阔叶
构	Broussonetia papyrifera	灌木	4		3.5		10	落叶阔叶
野拔子	Elsholtzia rugulosa	灌木	1		1.2		1	常绿阔叶
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.7		3	一年生
芦苇	Phragmites australis	草本			2		19	多年生
葛	Pueraria montana	藤本					5	落叶阔叶
照片								

样方调查记录表 54——构灌丛

调查时间：2022 年 7 月 20 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	构灌丛(Form. Broussonetia papyrifera)				样方面积		5m×5m	
地点	混凝土系统附近(Form.)				工程位置		混凝土系统附近	
经纬度	107°2′56. 52″E，25°1′17. 14″N				海拔高度(m)		340	
地形	坡地	坡度(°)	35		坡向		坡位	上
覆盖度		90%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
构	Broussonetia papyrifera	灌木	1		3		60	落叶阔叶
大叶紫珠	Callicarpa macrophylla	灌木	1		1.5		15	落叶阔叶
红背山麻秆	Alchornea trewioides	灌木	2		0.7		5	落叶阔叶
鬼针草	Bidens pilosa	草本					20	一年生
芒	Miscanthus sinensis	草本					20	多年生
照片								

样方调查记录表 55——大叶紫珠灌丛

调查时间：2022 年 7 月 21 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	大叶紫珠灌丛(Form. Callicarpa macrophylla)			样方面积		5m×5m	
地点	龙滩大峡谷森林公园内			工程位置		—	
经纬度	107°10′15. 82″E，24°59′17. 23″N			海拔高度(m)		371	
地形	平地	坡度(°)	—	坡向	—	坡位	—
覆盖度	70%						

植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
大叶紫珠	Callicarpa macrophylla	灌木	1		2.3		15	落叶阔叶
红背山麻秆	Alchornea trewioides	灌木	4		0.8		10	落叶阔叶
野桐	Mallotus japonicus var. floccosus	灌木	4		0.5		5	落叶阔叶
血桐	Macaranga tanarius	灌木	2		1.5		8	落叶阔叶
云实	Caesalpinia decapetala	木质藤本	1				15	落叶阔叶
羊蹄甲	Bauhinia purpurea	灌木	1		2.3		10	常绿阔叶
大叶千斤拔	Flemingia macrophylla	灌木	1		0.2		5	常绿阔叶
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		7	一年生
金星蕨	Parathelypteris glanduligera	草本			0.4		3	多年生
肾蕨	Nephrolepis auriculata	草本			0.4		3	多年生
乌蔹莓	Causonis japonica	草质藤本					2	多年生
竹叶草	Oplismenus compositus	草本			0.15		1	多年生

照片



样方调查记录表 56——红背山麻秆

调查时间：2022 年 7 月 21 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	红背山麻秆(Form. Alchornea trewioides)				样方面积		2m×2m	
地点	岜拉村附近				工程位置		—	
经纬度	107°8′29. 42″E，24°58′37.88″N				海拔高度(m)		770	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度								
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
红背山麻秆	Alchornea trewioides	灌木	20		0.6		70	落叶阔叶
乌蔹莓	Causonis japonica	草质藤本					3	多年生
肾蕨	Nephrolepis auriculata	草本			0.3		3	多年生
冷水花	Pilea notata	草本			0.2		5	一年生
照片								

样方调查记录表 57——芒灌草丛

调查时间：2022 年 7 月 21 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	芒灌草丛(Form. Miscanthus sinensis)				样方面积		5m×5m	
地点	龙滩大峡谷森林公园内				工程位置		—	
经纬度	107°6′43. 03″E，24°59′12. 19″N				海拔高度(m)		701	
地形	平地	坡度(°)	—		坡向	—	坡位	—
覆盖度		85%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
芒	Miscanthus sinensis	草本			1.8		70	多年生
野桐	Mallotus japonicus var. floccosus	灌木	5		0.2		5	落叶阔叶
金腰箭	Synedrella nodiflora	草本			0.15		5	一年生
秋牡丹	Anemone hupehensis var. japonica	草本			0.2		7	多年生
艾	Artemisia argyi	草本			0.5		1	多年生
金星蕨	Parathelypteris glanduligera	草本			0.4		3	多年生
肾蕨	Nephrolepis auriculata	草本			0.4		4	多年生
地果	Ficus tikoua	藤本			0.2		7	常绿阔叶
竹叶草	Oplismenus compositus	草本			0.15		1	多年生
长柄山蚂蝗	Hylodesmum podocarpum	草本					3	多年生
一年蓬	Erigeron annuus	草本			0.7		1	一年生或二年生
照片								

样方调查记录表 58——水麻灌丛

调查时间：2022 年 7 月 21 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	水麻灌丛(Form. Debregeasia orientalis)				样方面积		5m×5m	
地点	龙滩大峡谷森林公园内				工程位置		—	
经纬度	107°6′42. 78″E，24°59′11. 97″N				海拔高度(m)		714	
地形	坡地	坡度(°)	70		坡向	N	坡位	上
覆盖度		88%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
水麻	Debregeasia orientalis	灌木	1		1.4		60	落叶阔叶
红背山麻秆	Alchornea trewioides	灌木	2		1.2		15	落叶阔叶
大叶紫珠	Callicarpa macrophylla	灌木	1		1.3		15	落叶阔叶
地果	Ficus tikoua	藤本			0.2		7	常绿阔叶
茅叶荩草	Arthraxon prionodes	草本			0.2		4	多年生
照片								

样方调查记录表 59——枫杨林

调查时间：2022 年 7 月 21 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	枫杨林(Form. Bischofia javanica)				样方面积		10m×10m	
地点	红水河下游右岸				工程位置		通航建筑物	
经纬度	107°5′19. 16″E，25°00′3. 72″N				海拔高度(m)		215	
地形	坡地	坡度(°)	70		坡向	N	坡位	上
覆盖度		73%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
枫杨	Bischofia javanica	乔木	1	153	13	5×5	70	落叶阔叶
血桐	Macaranga tanarius	灌木	2		1		5	落叶阔叶
瓜木	Alangium platanifolium	灌木	4		1.1		5	落叶阔叶
构	Broussonetia papyrifera	灌木	1		1.8		8	落叶阔叶
楝	Melia azedarach	灌木	1		1.5		7	落叶阔叶
大野芋	Leucocasia gigantea	草本			1		2	多年生
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		40	一年生
小蓬草	Conyza canadensis	草本			0.4		1	一年生
冷水花	Pilea notata	草本			0.7		15	一年生
葛	Pueraria montana	藤本					5	落叶阔叶
照片								

样方调查记录表 60——枫杨林

调查时间：2022 年 7 月 21 日　　调查人员：施银霞、谢建冲

植被类型	枫杨林(Form. Bischofia javanica)				样方面积		10m×10m	
地点	天峨县二桥南岸桥头附近				工程位置		—	
经纬度	107°11′4.11″E，24°58′31.69″N				海拔高度(m)		203	
地形	坡地	坡度(°)	15		坡向	N	坡位	下
覆盖度		82%						
植物名称	拉丁名	生活型	株数/多度	平均胸径 cm	平均高度 m	平均冠幅 m×m	盖度 %	生活史
枫杨	Bischofia javanica	乔木	1	40	11	5×5	70	落叶阔叶
毛桐	Mallotus barbatus	灌木	1		1.2		6	落叶阔叶
鬼针草	Bidens pilosa	草本			0.3		20	一年生
小蓬草	Conyza canadensis	草本			0.4		1	一年生
冷水花	Pilea notata	草本			0.7		4	一年生
葛	Pueraria montana	藤本					5	落叶阔叶
照片								

附录 2-1　动物样线记录表

可变宽度样线法记录表 1

日期	20220716	天气	晴		-
观测者	谢建冲	记录者	谢建冲	样线编号	1
起点	麻村石料厂		海拔/m		399
起点经纬度坐标	107°05′00.43″　25°00′02.85″			开始时间	7：58
终点经纬度坐标	107°04′09.52″　25°00′58.08″			结束时间	9：01
终点	天峨县公安局交通警察大队龙滩中队		海拔/m		268
生境类型	森林、草地、城镇			样线长度/km	2.327
人为干扰类型	道路			人为干扰强度	中
备注					

序号	中文名	个体总数	数量			截距/m	群体编号/备注
			雌	雄	幼体		
1	红耳鹎	3				23	1
2	暗绿绣眼鸟	5				50	1
3	珠颈斑鸠	2				40	1
4	山斑鸠	1				25	1
5	棕颈钩嘴鹛	2				55	1
6	黑卷尾	2				40	1
7	金腰燕	5				20	1
8	红耳鹎	6				30	2
9	山斑鸠	1				26	2
10	金腰燕	4				20	2
11	白鹭	7				50	1
12							
13							
14							
15							
16							
17							

可变宽度样线法记录表 2

日期	20220717	天气	晴		-
观测者	谢建冲	记录者	谢建冲	样线编号	2
起点	焦赞		海拔/m		775
起点经纬度坐标	107°02′47.31″ 25°00′48.78″			开始时间	15：50
终点经纬度坐标	107°03′55.57″ 25°00′42.56″			结束时间	16：34
终点	半里		海拔/m		329
生境类型	森林、草地、农田、湿地			样线长度/km	4.383
人为干扰类型	道路			人为干扰强度	中
备注					

序号	中文名	个体总数	数量			截距/m	群体编号/备注
			雌	雄	幼体		
1	棕颈钩嘴鹛	1				30	1
2	红头穗鹛	4				50	1
3	暗绿绣眼鸟	5				35	1
4	金腰燕	3				50	1
5	红耳鹎	3				60	1
6	白鹭	5				25	1
7	金腰燕	3				35	2
8	黑卷尾	2				40	1
9	山斑鸠	1				50	1
10	珠颈斑鸠	1				20	1
11	白鹡鸰	2				20	1
12	蓝矶鸫	1				60	1
13	麻雀	2				50	1
14	金腰燕	5				30	1
15	红耳鹎	2				80	2
16	强脚树莺	1				20	1
17	北灰鹟	1				30	1

可变宽度样线法记录表 3

日期	20220718	天气	晴		-
观测者	谢建冲	记录者	谢建冲	样线编号	3
起点	龙滩左岸		海拔/m		272
起点经纬度坐标	107°03′58.54″ 25°01′20.43″			开始时间	14：14
终点经纬度坐标	107°03′12.25″ 25°01′37.21″			结束时间	15：17
终点	龙滩左岸道路		海拔/m		356
生境类型	森林、城镇、草地			样线长度/km	1.795
人为干扰类型	道路			人为干扰强度	中
备注					

序号	中文名	个体总数	数量			截距/m	群体编号/备注
			雌	雄	幼体		
1	强脚树莺	1				20	1
2	金腰燕	2				40	1
3	发冠卷尾	2				60	1
4	黑卷尾	2				35	1
5	红耳鹎	3				40	1
6	红胸啄花鸟	1				20	1
7	领雀嘴鹎	4				30	1
8	北灰鹟	1				40	1
9	红头穗鹛	2				40	1
10	麻雀	2				30	1
11	金腰燕	3				20	1
12	赤腹松鼠	1				20	1
13							
14							
15							
16							
17							

可变宽度样线法记录表 4

日期	20220718	天气	晴		-
观测者	谢建冲	记录者	谢建冲	样线编号	4
起点	左岸拉重		海拔/m		391
起点经纬度坐标	107°03′47.64″ 25°01′36.72″			开始时间	16：09
终点经纬度坐标	107°03′48.34″ 25°01′38.33″			结束时间	17：11
终点	龙滩左岸		海拔/m		385
生境类型	森林、农田、城镇			样线长度/km	4.353
人为干扰类型	道路			人为干扰强度	中
备注					

序号	中文名	个体总数	数量			截距/m	群体编号/备注
			雌	雄	幼体		
1	蛇雕	1				10	1
2	棕颈钩嘴鹛	1				36	1
3	红头穗鹛	2				15	1
4	暗绿绣眼鸟	2				15	1
5	红耳鹎	3				60	1
6	黑卷尾	2				40	1
7	山斑鸠	1				50	1
8	白鹡鸰	1				60	1
9	珠颈斑鸠	1				80	1
10	强脚树莺	1				50	1
11	红耳鹎	5				36	2
12	金腰燕	3				50	1
13	发冠卷尾	1				30	1
14							
15							
16							
17							
18							

可变宽度样线法记录表 5

日期	20220718	天气	晴		-
观测者	谢建冲	记录者	谢建冲	样线编号	5
起点	简高		海拔/m		379
起点经纬度坐标	107°03′48.07″ 25°01′35.02″			开始时间	15:11
终点经纬度坐标	107°04′22.36″ 25°01′09.98″			结束时间	16:18
终点	龙滩左岸		海拔/m		314
生境类型	草地、城镇、农田			样线长度/km	2.114
人为干扰类型	道路			人为干扰强度	中
备注					

序号	中文名	个体总数	数量			截距/m	群体编号/备注
			雌	雄	幼体		
1	白鹡鸰	2				15	1
2	山斑鸠	1				20	1
3	黑卷尾	2				50	1
4	发冠卷尾	1				42	1
5	黄腰柳莺	2				23	1
6	棕颈钩嘴鹛	1				35	1
7	暗绿绣眼鸟	3				40	1
8	金腰燕	3				10	1
9	纯色山鹪莺	1				15	1
10	黑卷尾	1				20	2
11	黄腰柳莺	1				20	2
12	金腰燕	3				60	2
13							
14							
15							
16							
17							
18							

可变宽度样线法记录表 6

日期	20220719	天气	晴		-
观测者	谢建冲	记录者	谢建冲	样线编号	6
起点	付家湾		海拔/m		561
起点经纬度坐标	107°04′27.95″ 24°59′36.86″			开始时间	16：51
终点经纬度坐标	107°06′45.55″ 24°59′36.96″			结束时间	18：22
终点	龙湾大峡谷		海拔/m		268
生境类型	森林、湿地、草地			样线长度/km	5.2
人为干扰类型	道路			人为干扰强度	中
备注					

序号	中文名	个体总数	数量			截距/m	群体编号/备注
			雌	雄	幼体		
1	黑枕黄鹂	1				42	
2	红头穗鹛	4				23	
3	金腰燕	2				35	
4	白鹡鸰	1				10	
5	山斑鸠	2				36	
6	珠颈斑鸠	1				25	
7	棕颈勾嘴鹛	1				30	
8	暗绿绣眼鸟	3				20	
9	金腰燕	2				42	
10	红耳鹎	2				23	
11	黄臀鹎	3				35	
12	红嘴相思鸟	1				25	
13							
14							
15							
16							
17							
18							

可变宽度样线法记录表 7

日期	20220721	天气	晴		-
观测者	谢建冲	记录者	谢建冲	样线编号	7
起点	城景揽胜		海拔/m		300
起点经纬度坐标	107°10′19.10″ 24°59′23.46″			开始时间	7：43
终点经纬度坐标	107°09′51.29″ 24°58′48.79″			结束时间	9：19
终点	龙滩大峡谷植物园入口		海拔/m		711
生境类型	森林、草地、湿地			样线长度/km	5.017
人为干扰类型	道路			人为干扰强度	中
备注					

序号	中文名	个体总数	数量			截距/m	群体编号/备注
			雌	雄	幼体		
1	金腰燕	1				70	
2	纯色山鹪莺	1				10	
3	黑卷尾	2				36	
4	红耳鹎	2				50	
5	金腰燕	2				20	
6	红头穗鹛	3				20	
7	领雀嘴鹎	2				20	
8	红耳鹎	5				35	
9	金腰燕	3				30	
10	山斑鸠	1				50	
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							

可变宽度样线法记录表 8

日期	20220721	天气	晴		-
观测者	谢建冲	记录者	谢建冲	样线编号	8
起点	瞭望台		海拔/m		782
起点经纬度坐标	107°08′18.48″ 24°58′38.68″			开始时间	9：57
终点经纬度坐标	107°08′18.59″ 24°58′13.05″			结束时间	11：15
终点	上龙岩		海拔/m		926
生境类型	森林、草地、农田			样线长度/km	2.777
人为干扰类型	道路			人为干扰强度	中
备注					

序号	中文名	个体总数	数量			截距/m	群体编号/备注
			雌	雄	幼体		
1	棕颈钩嘴鹛	1				32	
2	紫啸鸫	3				15	
3	暗绿绣眼鸟	3				20	
4	红耳鹎	2				42	
5	金腰燕	2				23	
6	红嘴蓝鹊	3				35	
7	金腰燕	2				40	
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							

附录 2-2　评价区两栖动物名录

目、科名	种名	生境	区系类型	数量等级	保护等级	来源	濒危等级
一、无尾目 ANURA							
蟾蜍科 Bufonidae	中华蟾蜍 Bufo gargarizans	一般生活于阴湿的草丛中、土洞里及砖石下等。	广布种	+++		目击	LC
	黑眶蟾蜍 Duttaphrynusmelanostictus	陆栖生活，常活动在草丛、石堆、耕地、水塘边及住宅附近。	东洋种	++	自治区级	资料	LC
树蛙科 Rhacophoridae	无声囊泛树蛙 Polypedatesmutus	生活于丘陵、山区，多栖息于水塘边、稻田埂边的草丛或泥窝内以石缝内。	东洋种	+		资料	LC
姬蛙科 Microhylidae	小弧斑姬蛙 Microhylaheymonisi	栖息与山区水域附近的草丛中或碎石下。	东洋种	+		资料	LC
	饰纹姬蛙 Microhylaornata	生活于水田、水塘及其附近草丛。	东洋种	++		资料	LC
	粗皮姬蛙 Microhylabutleri	丘陵地区近水边活动。	东洋种	+		资料	LC
蛙科 Ranidae	华南湍蛙 Amolopsricketti	生活于海拔400-1500m的大小山溪激流内。	东洋种	+		资料	LC
	沼水蛙 Hylaranaguentheri	多栖息于稻田、池塘或水坑内，常隐蔽在水生植物丛间、土洞或杂草丛中。	东洋种	++	自治区级	资料	LC
	泽陆蛙 Fejervaryamultistriata	栖息于水田及其附近的田野。	东洋种	+++	自治区级	目击	LC
	绿臭蛙 Odorranamargaratae	栖息于山涧溪长满苔藓植物的陡岩上。	东洋种	+		资料	LC
	花臭蛙 Odorranaschmackeri	生活于山区的大小山溪内。溪内大小石头甚多，植被较为繁茂，环境潮湿，两岸岩壁和长有苔藓。	东洋种	+		资料	LC
	棘胸蛙 Quasipaa spinosa	栖息于山溪回水坑或水塘内石下。	东洋种	+++	自治区级	目击	VU
	棘腹蛙 Paaboulengeri	生活于山区的流溪或其附近的水塘中。	东洋种	++	自治区级	资料	VU
	双团棘胸蛙 Gynandropaayunnanensis	常栖息于水沟或山间溪流内。	东洋种	++		资料	EN

注：分类系统参照《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》(费梁、叶昌媛、江建平，2012)

濒危等级：灭绝(Extinct,EX)、野外灭绝(Extinct in the Wild, EW)、区域灭绝(Regionally Extinct, RE)、极危(Critically Endangered,CR)、濒危(Endangered, EN)、易危(Vulnerable, VU)、近危(Near Threatened, NT)、无危(Least Concern,LC)、数据缺乏(Data Deficient, DD)。

附录 2-3　评价区爬行类名录

目、科名	种名	生境	区系类型	数量等级	保护等级	来源	濒危等级
龟鳖目 TESTUDINES							
鳖科 Trionychidae	中华鳖 Pelodiscussinensis	生活在江河、湖沼、池塘、水库等水流平缓、鱼虾繁生的淡水水域。	广布种	+		访问	EN
有鳞目 SQUAMAT							
蜥蜴科 Lacertidae	北草蜥 Takydromussexlineatus	栖息在裸露岩石附近草丛或树林下，行动迅速。	东洋种	+++		资料	LC
石龙子科 Scincidae	铜蜓蜥 Sphenomorphus indicus	主要生活于海拔 2000 米以下的低海拔地区、平原及山地阴湿草丛中以及荒石堆或有裂缝的石壁处。	东洋种	++		资料	LC
	中国石龙子 Eumeceschinensis	生活于农田或林缘的草丛中。常活动于石堆中，受惊则躲入石缝或灌丛中。	东洋种	++		目击	LC
闪皮蛇科 Xenodermatidae	黑脊蛇 Achalinus spinalis	生活于山区、丘陵地带，穴居。	东洋种	+		资料	LC
	棕脊蛇 Achalinusrufescens	生活于山区、丘陵地带的森林中；穴居。	东洋种	+		资料	LC
游蛇科 Colubridae	腹斑腹链蛇 Hebiusmodestum	生活于平原、丘陵及高山的潮湿地区。	东洋种	+		资料	LC
	绞花林蛇 Boiga kraepelini	生活于山区灌丛中，营树栖生活。	东洋种	+		资料	LC
	尖尾两头蛇 Calamaria pavimentata	日夜都会活动，穴居为主，喜欢栖息山区底层落叶堆中。	东洋种	++		资料	LC
	翠青蛇 Cyclophiops major	生活于山区、林地、草丛或田野。	东洋种	++		资料	LC
	王锦蛇 Elaphe carinata	生活于平原、丘陵和山地。垂直分布范围：300~2300 米。	东洋种	+		访问	EN
	玉斑锦蛇 Elaphe mandarina	生活于平原、山区、林地，亦常见于民宅附近、沟边或山地草丛中。	东洋种	+		资料	VU
	百花晨蛇 Orthriophismoellendorffi	生活在海拔 50-300m 的山区。	东洋种	+	自治区级	资料	EN
	紫灰蛇 Oreocryptophisporphyraceus	生活于山地林区，亦见于平原、丘陵及民宅附近。	东洋种	+		资料	LC
	三索蛇 Coelognathus radiatus	常见于田野、山坡、草丛、石堆、路边、池塘边。	东洋种	+	自治区级	资料	EN
	黑眉晨蛇 Orthriophistaeniurus	生活于低海拔的平原、丘陵、山地等处，喜活动于林地、农田、草地、灌丛、坟地、河边及住宅区附近。	广布种	+++		目击	EN
	颈棱蛇 Macropisthodonrudis	生活于山区和林木茂密的丘陵地带。	东洋种	+		资料	LC
	大眼斜鳞蛇 Pseudoxenodon macrops	生活于高原山区及丘陵地带，常见于常绿阔叶林、草灌丛、园地、玉米地、溪边、路旁。	东洋种	+		资料	LC
	灰鼠蛇 Ptyas korros	常见于草丛、灌丛、草坡、稻田边、河沟边、道旁石堆等处。	东洋种	+		资料	VU
	滑鼠蛇 Ptyas mucosus	生活于平原、丘陵及山区，白天活动，常见于水域附近。	东洋种	+	自治区级	资料	EN

附录 2-3(续)

目、科名	种名	生境	区系类型	数量等级	保护等级	来源	濒危等级
	乌梢蛇 Zaocys dhumnades	生活于 300~1600 米的平原、丘陵和山区，常见于田野、林下、河岸旁、溪边、灌丛、草地、民宅等处。	东洋种	+++	自治区级	资料	VU
	黑头剑蛇 Sibynophis chinensis	生活在山脚下靠溪流的地方，草多石乱之地。	东洋种	+		资料	LC
眼镜蛇科 Elapidae	舟山眼镜蛇 Najaatra	常见于矮树林、灌丛、竹林、稻田、坟堆、农田、水边、溪沟、鱼塘边和山道旁的草丛中。	东洋种	+	自治区级	访问	VU
	银环蛇 Bungarusmulticinctus	栖于稻田、草地近水处。晚间活动，常在凌晨被发现在路边的草丛中；白天多伏于坟堆或破旧的墙根洞穴中。	东洋种	++	自治区级	访问	EN
蝰科 Viperidae	原矛头蝮 Protobothropsmucrosquamatus	栖息于山地、丘陵的森林或石山灌丛内。	东洋种	+		资料	LC
	竹叶青蛇 Trimeresurusstejnegeri	活动于海拔 150~2000 米的山区溪边草丛中、灌木上、岩壁或石上、竹林中，路边枯枝上或田埂草丛中	东洋种	++		资料	LC

注：分类系统参考《中国生物多样性红色名录》(生物多样性,2016, 24 (5): 500–551)

濒危等级：灭绝(Extinct,EX)、野外灭绝(Extinct in the Wild, EW)、区域灭绝(Regionally Extinct, RE)、极危(Critically Endangered,CR)、濒危(Endangered, EN)、易危(Vulnerable, VU)、近危(Near Threatened, NT)、无危(Least Concern,LC)、数据缺乏(Data Deficient, DD)。

附录 2-4　评价区鸟类名录

目、科名	种名	生境	居留型	区系类型	数量等级	保护等级	来源	濒危等级
鸡形目 GALLIFORMES								
雉科 Phasianidae	环颈雉 Phasianuscolchicus	栖息于山区灌木丛、小竹簇、草丛、山谷草甸及林缘、近山耕地和苇塘内。	留鸟	广布种	+	自治区级	访问	LC
	灰胸竹鸡 Bambusicolathoracicus	栖息于山区、平原、灌丛、竹林以及草丛。	留鸟	东洋种	+++	自治区级	目击	LC
	中华鹧鸪 Francolinuspintadeanus	栖息于低山丘陵地带的灌丛、草地、岩石荒漠和无林地带。	留鸟	东洋种	+		资料	NT
鸊鹈目 PODICIPEDIFORMES								
鸊鹈科 Podicipedidae	小鸊鹈 Tachybaptusruficollis	栖息于湖泊、池塘及水流缓慢的水域。	留鸟	广布种	++		目击	LC
雁形目 ANSERIFORMES								
鸭科 Anatidae	绿翅鸭 Anas crecca	栖息于湖泊、池塘及水流缓慢的水稻田中。	冬候鸟	古北种	++		资料	LC
鸽形目 COLUMBIFORMES								
鸠鸽科 Columbidae	山斑鸠 Streptopeliaorientalis	栖息于山区多树木地带。	留鸟	广布种	++		目击	LC
	珠颈斑鸠 Streptopeliachinensis	栖息于山地树林和多树的郊野、农田附近，秋季通常结成小群活动。	留鸟	东洋种	++		目击	LC
	火斑鸠 Streptopeliatranquebarica	栖息于平原、丘陵林地和农田。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
夜鹰目 CAPRIMULGIFORMES								
夜鹰科 Caprimulgidae	普通夜鹰 Caprimulgus indicus	栖息于阔叶林下落叶层。	夏候鸟	广布种	+		资料	LC
雨燕科 Apodidae	白腰雨燕 Apus pacificus	栖息于有悬崖峭壁和水源的山区。	留鸟	广布种	+		资料	LC
鹃形目 CUCULIFORMES								
杜鹃科 Caculidae	四声杜鹃 Cucolusmicropterus	多栖息于高大森林中。	夏候鸟	广布种	++	自治区级	访问	LC
	八声杜鹃 Cacomantismerulinus	喜开阔林地、次生林及农耕区，包括城镇村庄。	夏候鸟	东洋种	+	自治区级	访问	LC
	大杜鹃 Cuculuscanorus	栖息于山地、丘陵和平原地带的森林中，农田和居民点附近高的乔木树上。	夏候鸟	广布种	++	自治区级	资料	LC
	中杜鹃 Cuculussaturatus	多栖于茂密的山林。	夏候鸟	广布种	+		资料	LC
	棕腹杜鹃 Cuculusnisicolor	多栖息于山地森林及林缘灌木丛地带。	夏候鸟	东洋种	+		资料	LC
	乌鹃 Surniculusdicruroides	栖息于山地林缘、竹林、灌木和耕地。	夏候鸟	东洋种	+	自治区级	资料	LC
鹤形目 GRUIFORMES								

附录 2-4(续)

目、科名	种名	生境	居留型	区系类型	数量等级	保护等级	来源	濒危等级
秧鸡科 Rallidae	董鸡 Gallicrexcinerea	栖于沼泽湿地、河流、湖泊等处。	夏候鸟	东洋种	+	自治区级	资料	LC
	白骨顶 Fulicaatra	栖息于低山丘陵和平原草地。	冬候鸟	广布种	+	自治区级	资料	LC
鸻形目 CHARADRIIFORMES								
鸻科 Charadriidae	凤头麦鸡 Vanellusvanellus	栖息于河、湖岸边，沼泽湿地等。	冬候鸟	古北种	++	自治区级	资料	LC
	环颈鸻 Charadriusalexandrinus	为河湖岸边及海滨常见的小型鸻类。	旅鸟	广布种	++		资料	LC
	金眶鸻 Charadriusdubius	栖息于开阔平原和低山丘陵地带的湖泊、河流岸边以及附近的沼泽、草地和农田地带。	夏候鸟	广布种	+		资料	LC
鹬科 Scolopacidae	白腰草鹬 Tringaochropus	栖息于河湖岸边、水田及沼泽湿地。	冬候鸟	广布种	+		资料	LC
	针尾沙锥 Gallinagostenura	栖息于开阔的低山丘陵和平原地带的河边、湖缘、水塘、沼泽、菜地和水稻田等水域湿地。	旅鸟	广布种	+		资料	LC
	丘鹬 Scolopaxrusticola	主要栖息活动于山区林间。	冬候鸟	广布种	+	自治区级	资料	LC
鹈形目 PELECANIFORMES								
鹭科 Ardeidae	白鹭 Egrettagarzetta	栖息于湖泊、溪流、鱼塘、水田、沼泽等地。	夏候鸟	东洋种	++		目击	LC
	池鹭 Ardeolabacchus	栖息于沼泽、稻田、蒲塘等地。	夏候鸟	东洋种	+	自治区级	目击	LC
	绿鹭 Butoridesstriata	栖息于山区沟谷、河流、湖泊、水库林缘与灌木草丛中。	夏候鸟	东洋种	+	自治区级	资料	LC
	苍鹭 Ardeacinerea	栖息于江河、溪流、湖泊、水塘、海岸等水域岸边及其浅水处。	留鸟	广布种	+	自治区级	资料	LC
鹰形目 ACCIPITRIFORMES								
鹰科 Accipitridae	黑冠鹃隼 Avicedaleuphotes	栖息于山脚平原、低山丘陵地带，也出现于村庄和林缘田间地带。	留鸟	东洋种	+	国家二级	资料	LC
	黑鸢 Milvus migrans	栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵。	旅鸟	古北种	+	国家二级	资料	LC
	雀鹰 Accipiter nisus	栖息于针叶林、混交林、阔叶林等山地森林和林缘地带。	冬候鸟	广布种	+	国家二级	资料	LC
	蛇雕 Spilornischeela	栖息和活动于山地森林及其林缘开阔地带。	留鸟	东洋种	+	国家二级	资料	NT
鸮形目 STRIGIFORME								
鸱鸮科 Strigidae	斑头鸺鹠 Glaucidium cuculoides	栖息于阔叶林、混交林、次生林、农田。	留鸟	东洋种	+	国家二级	资料	LC
	领鸺鹠 Glaucidium brodiei	栖息于山地森林和林缘灌丛地带。	留鸟	东洋种	+	国家二级	资料	LC
	褐林鸮 Strixleptogrammica	栖息于山地阔叶林和混交林中。	留鸟	东洋种	+	国家二级	资料	NT

附录 2-4(续)

目、科名	种名	生境	居留型	区系类型	数量等级	保护等级	来源	濒危等级
犀鸟目 BUCEROTIFORMES								
戴胜科 Upupidae	戴胜 Upupa epops	栖息于开阔地带，以农田为主。	留鸟	广布种	+	自治区级	访问	LC
佛法僧目 CORACIIFORMES								
翠鸟科 Alcedinidae	普通翠鸟 Alcedoatthis	栖息于各种淡水水域周边。	留鸟	广布种	+		目击	LC
	蓝翡翠 Halcyon pileata	栖息于山地林地及平原等水域岸边。	夏候鸟	东洋种	+	自治区级	资料	LC
佛法僧科 Coraciidae	三宝鸟 Eurystomusorientalis	栖息于开阔林地，停歇于树顶。	夏候鸟	东洋种	+	自治区级	资料	LC
啄木鸟目 PICIFORMES								
啄木鸟科 Picidae	灰头绿啄木鸟 Picuscanus	栖息于低山阔叶林和混交林，也出现于次生林、人工林林缘地带，以及行道树上。	留鸟	古北种	++		访问	LC
	星头啄木鸟 Dendrocoposcanicapillus	栖息于各类林地，常单独或成对活动。	留鸟	东洋种	+	自治区级	资料	LC
	大斑啄木鸟 Dendrocoposmajor	栖息于山地或平原森林中。	留鸟	广布种	+		资料	LC
隼形目 FALCONIFORMES								
隼科 Fclconidae	红隼 Falco tinnunculus	栖息于山地森林及开阔地带。	留鸟	广布种	+	国家二级	资料	LC
雀形目 PASSERIFORMES								
黄鹂科 Oriolidae	黑枕黄鹂 Orioluschinensis	栖息于低山丘陵和山脚平原地带的次生阔叶林、混交林。	夏候鸟	广布种	++	自治区级	资料	LC
山椒鸟科 Campephagidae	长尾山椒鸟 Pericrocotusethologus	栖息于山地森林，小群活动。	夏候鸟	东洋种	+		资料	LC
	暗灰鹃鵙 Coracinamelaschistos	栖息于平原，低山地带的次生阔叶林和针阔叶混交林。	夏候鸟	东洋种	+		资料	LC
卷尾科 Dicuridae	黑卷尾 Dicrurusmacrocercus	栖息于开阔山地林缘、平原近溪处，也见于农田、村落附近的乔木枝上。	夏候鸟	广布种	++	自治区级	目击	LC
	发冠卷尾 Dicrurushottentottus	栖息于海拔 1500 米以下的低山丘陵和山脚沟谷地带。	夏候鸟	东洋种	+	自治区级	资料	LC
王鹟科 Monarchidae	寿带 Terpsiphoneincel	栖息于低山丘陵和山脚平原地带的阔叶林、次生林、林缘疏林、竹林。	夏候鸟	东洋种	+	自治区级	目击	NT
伯劳科 Laniidae	棕背伯劳 Laniusschach	栖息于山地乔木林，常单独站立于树梢、木桩、电线杆顶端或电线上。	留鸟	东洋种	+	自治区级	资料	LC
	栗背伯劳 Laniuscollurioides	栖息于山地乔木及灌丛地带，也常停立在枝头、村寨附近的篱笆或电线上。	留鸟	东洋种	+	自治区级	资料	NT

附录 2-4(续)

目、科名	种名	生境	居留型	区系类型	数量等级	保护等级	来源	濒危等级
鸦科 Corvidae	红嘴蓝鹊 Urocissaerythrorhynchus	栖于阔叶林及果园附近。	留鸟	东洋种	++	自治区级	目击	LC
	大嘴乌鸦 Corvusmacrorhynchos	多在树上或地上栖息,也栖于电柱上和屋脊上。	留鸟	广布种	+	自治区级	目击	LC
	松鸦 Garrulus glandarius	栖息在针叶林、针阔叶混交林、阔叶林等森林中。	留鸟	广布种	+	自治区级	资料	LC
山雀科 Paridae	大山雀 Parus major	多栖息山地林区，越冬移至平原地区林间。	留鸟	广布种	++	自治区级	目击	LC
	黄腹山雀 Parusvenustulus	栖息于山地林中，在地洞中营巢。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
	黄颊山雀 Parusspilonotus	多栖息于山地林间。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
百灵科 Alaudidae	小云雀 Alauda gulgula	栖息于开阔平原等各类环境。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
扇尾莺科 Cisticolidae	山鹪莺 Priniacrinigera	栖息于高草及灌丛，常在农耕地活动。	留鸟	东洋种	++		资料	LC
	黑喉山鹪莺 Priniaatrogularis	栖于低山及山区森林的草丛和低矮植被下。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
	纯色山鹪莺 Priniainornata	栖于高草丛、芦苇地、沼泽、玉米地及稻田。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
燕科 Hirundinidae	金腰燕 Hirundodaurica	栖息于树落附近，常到田野上空飞行。	夏候鸟	广布种	+++		目击	LC
	家燕 Hirundorustica	常在田间回翔，尤喜在刚犁过的田地上空结群飞行和捕食昆虫。在房壁和屋檐下营巢。	夏候鸟	广布种	++		目击	LC
	崖沙燕 Ripariariparia	多结群活动于河川、湖沼等水域地区。	旅鸟	古北种	+		资料	LC
鹎科 Pycnonotidae	领雀嘴鹎 Spizixossemitorques	通常栖息于次生植被及灌丛。	留鸟	东洋种	++		目击	LC
	黄臀鹎 Pycnonotusxanthorrhous	主要栖息在低山地带的次生阔叶林、竹林、灌丛以及村寨、地边和路旁树上或小块丛林中。	留鸟	东洋种	++		目击	LC
	白头鹎 Pycnonotussinensis	栖于平原至丘陵的竹林灌丛及疏林地带。	留鸟	东洋种	+++	自治区级	目击	LC
	绿翅短脚鹎 Hypsipetesmcclellandii	栖息于次生阔叶林、常绿阔叶林、针阔叶混交林和针叶林。	留鸟	东洋种	++	自治区级	资料	LC
	红耳鹎 Pycnonotusjocosus	栖息于低山、丘陵地带的雨林、季雨林及常绿阔叶林。	留鸟	东洋种	+	自治区级	目击	LC
	白喉红臀鹎 Pycnonotusaurigaster	喜开阔林地或有矮丛的栖息环境、林缘、次生植被、公园及林园。	留鸟	东洋种	+	自治区级	资料	LC
	黑短脚鹎 Hypsipetesleucocephalus	栖息于山林高大乔木上。	留鸟	东洋种	+		资料	LC

附录 2-4(续)

目、科名	种名	生境	居留型	区系类型	数量等级	保护等级	来源	濒危等级
柳莺科 Phylloscopidae	黄眉柳莺 Phylloscopusinornatus	栖息于海拔几米至 4000 米高原、山地和平原地带的森林中。	旅鸟	广布种	++	自治区级	资料	LC
	黄腰柳莺 Phylloscopusproregulus	栖息于阔叶林、次生林、果园等生境。	冬候鸟	古北种	+	自治区级	资料	LC
树莺科 Cettiidae	强脚树莺 Horornisfortipes	藏于浓密灌丛。	留鸟	东洋种	++		目击	LC
长尾山雀科 Aegithalidae	红头长尾山雀 Aegithalosconcinnus	主要栖息于山地森林和灌木林间，也见于果园、茶园等人类居住地附近的小林内。	留鸟	东洋种	++		资料	LC
莺鹛科 Sylviidae	灰头鸦雀 Paradoxornisgularis	栖息于山地常绿阔叶林、次生林、竹林、林缘灌丛。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
绣眼鸟科 Zosteropidae	暗绿绣眼鸟 Zosterops japonica	主要栖息于阔叶林和针阔叶混交林、竹林、次生林等。	留鸟	东洋种	++		目击	LC
幽鹛科 Pellorneidae	灰眶雀鹛 Alcippemorrisonia	栖息于亚热带或热带的湿润低地林、亚热带或热带的高海拔疏灌丛和亚热带山地林。	留鸟	东洋种	+		目击	LC
	褐胁雀鹛 Alcippedubia	栖息于林下灌丛中。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
噪鹛科 Leiothrichidae	画眉 Garrulaxcanorus	多见于低山灌丛及村落附近的竹林等处。	留鸟	东洋种	++	国家二级	访问	NT
	白颊噪鹛 Garrulaxsannio	栖息于平原和山丘。	留鸟	东洋种	++	自治区级	目击	LC
	黑脸噪鹛 Garrulaxperspicillatus	结小群活动于灌丛、竹林、高草丛、农耕地、农家庭院及城镇公园。	留鸟	东洋种	+	自治区级	资料	LC
	矛纹草鹛 Babaxlanceolatus	结小群栖息于森林的林下植被、灌丛及棘丛。	留鸟	东洋种	+		目击	LC
	红嘴相思鸟 Leiothrix lutea	结群栖息于林下植被、次生灌丛和竹林中。	留鸟	东洋种	+	国家二级	目击	LC
林鹛科 Timaliidae	红头穗鹛 Stachyrisruficeps	栖于森林、灌丛及竹丛。	留鸟	东洋种	+		目击	LC
	棕颈钩嘴鹛 Pomatorhinusruficollis	常在灌丛树枝间穿梭跳动。	留鸟	东洋种	+	自治区级	资料	LC
椋鸟科 Sturnidae	八哥 Acridotherescristatellus	栖息于平原村落、园田和山林边缘，竹林等处，常集群活动。	留鸟	东洋种	++	自治区级	目击	LC
	丝光椋鸟 Sturnus sericeus	常成群活动于山地或平原林缘。	留鸟	东洋种	+	自治区级	目击	LC
鸫科 Turdidae	乌鸫 Turdusmandarinus	栖息于平原草地或园圃间，筑巢于乔木的枝梢上。	留鸟	广布种	++	自治区级	目击	LC
	斑鸫 Turduseunomus	结小群栖息活动于山间树林及村落庭园和果园，穿行于农田旷野的草地上。	冬候鸟	古北种	+		资料	LC

附录 2-4(续)

目、科名	种名	生境	居留型	区系类型	数量等级	保护等级	来源	濒危等级
鹟科 Muscicapidae	北红尾鸲 Phoenicurusauroreus	栖息于山地、森林、河谷、林缘和居民点附近的灌丛与低矮树丛中。	冬候鸟	广布种	+++		目击	LC
	红胁蓝尾鸲 Tarsigercyanurus	常在树杈和地面跳跃觅食。	冬候鸟	古北种	+		资料	LC
	白顶溪鸲 Chaimarrornisleucocephalus	常立于水中或于近水的突出岩石上。	冬候鸟	东洋种	+		资料	LC
	蓝矶鸫 Monticola solitarius	常栖于突出位置如岩石、房屋柱子及死树。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
	紫啸鸫 Myophonus caeruleus	栖息于多石的山间溪流岩石上。	夏候鸟	东洋种	+		资料	LC
	红尾水鸲 Rhyacornisfuliginosa	栖息于山地溪流与河谷，尤以多石的林间、林缘溪流沿岸较常见。	留鸟	东洋种	+++		目击	LC
	灰林鸮 Saxicola ferreus	栖于山地林地、灌丛等。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
	黑喉石鸭 Saxicola maurus	栖息于田地谷物的梢端或矮树、灌木的巅处。	冬候鸟	广布种	+		资料	LC
	北灰鹟 Muscicapadauurica	栖息于落叶阔叶林、针阔叶混交林和针叶林。	旅鸟	古北种	+		资料	LC
	鸲姬鹟 Ficedulamugimaki	栖于海滨灌丛、山地混交林等处。	冬候鸟	广布种	+		资料	LC
	橙胸姬鹟 Ficedulastrophiata	栖于密闭森林的地面和较低灌丛。	冬候鸟	东洋种	+		资料	LC
	乌鹟 Muscicapasibirica	栖于丘陵、山地、平原之树丛中，大都在树上活动。	冬候鸟	广布种	+		资料	LC
	铜蓝鹟 Eumyiasthalassinus	喜开阔森林或林缘空地。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
花蜜鸟科 Nectariniidae	叉尾太阳鸟 Aethopygachristinae	栖于森林及有林地区甚至城镇。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
	纹背捕蛛鸟 Arachnothera magna	栖于芭蕉树或乔木树冠上。	留鸟	东洋种	+		资料	LC
雀科 Passeridae	麻雀 Passer montanus	多栖于居民区的建筑物和树上，活动范围广，多集群活动。	留鸟	广布种	+++		目击	LC
	山麻雀 Passer cinnamomeus	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。	留鸟	东洋种	++		目击	LC
鹡鸰科 Motacillidae	白鹡鸰 Motacilla alba	栖息于河流、水库、水塘等水域及其附近的草地、农田、住宅和林区居民点。	留鸟	广布种	++		目击	LC
	灰鹡鸰 Motacillacinerea	栖息于河流、湖泊、水库、水塘等水域岸边，也栖息于农田、湿草原、沼泽等湿地。	夏候鸟	广布种	++		目击	LC
	黄鹡鸰 Motacillatschutschensis	栖处于近溪流的疏林林缘、河谷、平原等地。	旅鸟	古北种	+		资料	LC

附录 2-4(续)

目、科名	种名	生境	居留型	区系类型	数量等级	保护等级	来源	濒危等级
鹡鸰科 Motacillidae	田鹨 Anthusrichardi	栖息于开阔的林间空地、沼泽、农田、灌丛中。	旅鸟	古北种	+		资料	LC
	树鹨 Anthushodgsoni	栖息于山地阔叶林、混交林、针叶林。	冬候鸟	古北种	+		资料	LC
燕雀科 Fringillidae	金翅雀 Chloris sinica	栖息于海拔 1500 米以下的低山、丘陵、山脚、平原等开阔地带的疏林中。	留鸟	广布种	++		目击	LC
	黑头蜡嘴雀 Eophonapersonata	多栖息在乔木林中，为森林上层鸟类，也到林缘和居民点附近树上活动。	冬候鸟	古北种	+		资料	NT
	普通朱雀 Carpodacuserythrinus	栖息于高山、灌丛及草地等。	冬候鸟	古北种	+		资料	LC
鹀科 Emberizidae	灰头鹀 Emberizaspodocephala	多栖息于低山林缘、灌丛、草地、河谷、农田。	冬候鸟	古北种	+		资料	LC
	小鹀 Emberizapusilla	栖息于低山、丘陵和山脚平原地带的灌丛、草地和小树丛中。	冬候鸟	古北种	+		资料	LC
	黄喉鹀 Emberiza elegans	栖息于开阔的稀疏森林中。	留鸟	古北种	+		资料	LC
	栗鹀 Emberizarutila	栖息于有低矮灌丛的开阔针叶林、混交林及落叶林。	冬候鸟	古北种	+		资料	LC
	凤头鹀 Melophuslathami	栖息于低山丘陵、山脚平原等开阔地带。	留鸟	东洋种	+	自治区级	资料	LC
	黄眉鹀 Emberizachrysophrys	栖息于林缘灌丛及有低矮植被的开阔地带。	冬候鸟	古北种	+		资料	LC

注：分类系统参考《中国鸟类分类与分布名录(第 3 版)》(郑光美，2017 年)

濒危等级：灭绝(Extinct,EX)、野外灭绝(Extinct in the Wild, EW)、区域灭绝(Regionally Extinct, RE)、极危(Critically Endangered,CR)、濒危(Endangered, EN)、易危(Vulnerable, VU)、近危(Near Threatened, NT)、无危(Least Concern,LC)、数据缺乏(Data Deficient, DD)。

附录 2-5　评价区兽类名录

目、科名	种名	生境	区系类型	数量等级	保护等级	来源	濒危等级
劳亚食虫目 EULIPOTYPHLA							
鼩鼱科 Soricidae	臭鼩 Suncusmurinus	生活在山林、野外农田地区、沼泽或洞穴中。	东洋种	++		资料	LC
食肉目 CARNIVORA							
鼬科 Mustelidae	黄鼬 Mustela sibirica	栖息环境极其广泛，常见于森林林缘、灌丛等地。	广布种	++	自治区级	目击	LC
	鼬獾 Melogalemoschata	栖息于亚热带森林、草地和农业区。	东洋种	+	自治区级	资料	NT
猫科 Felidae	豹猫 Prionailurusbengalensis	栖息环境极其广泛，常见于灌丛林、次生林、人工林和农业区及人类居住地附近。	广布种	++	国家二级	访问	VU
灵猫科 Viverridae	果子狸 Pagumalarvata	主要栖居于季雨林，常绿或落叶阔叶林，稀树灌丛或稀树裸岩地。	东洋种	++	自治区级	访问	NT
偶蹄目 ARTIODACTYLA							
猪科 Suidae	野猪 Sus scfofa	主要栖息于阔叶林、针阔混交林，也出没于林缘耕地。	广布种	+		访问	LC
啮齿目 RODENTLA							
松鼠科 Sciuridae	赤腹松鼠 Callosciuruserythraeus	栖息于山区林地、阔叶林、针叶林中。	东洋种	++	自治区级	资料	LC
	红颊长吻松鼠 Dremomysrufigenis	栖息于亚热带山区各种类型的森林中，在树洞中筑窝。	东洋种	++		资料	LC
鼠科 Muridae	黄胸鼠 Rattus flavipectus	多于住房、仓库内挖洞穴居。	东洋种	++		资料	LC
	褐家鼠 Rattus novegicus	栖息生境十分广泛，多与人伴居。仓库、厨房、荒野等地均可生存。	广布种	++		资料	LC
	针毛鼠 Rattus huang	栖息于各种森林栖息地，也栖息在灌丛、竹林和接近森林的耕地。	东洋种	+		资料	LC
	黄毛鼠 Rattus losea	在平原、丘陵和山区农田数量较多，喜居于稻田、甘蔗田、菜地、灌木丛、塘边、沟边的杂草中。	东洋种	+		资料	LC
	小家鼠 Mus musculus	喜栖于住宅、仓库以及田野、林地等处。	广布种	+++		资料	LC
	巢鼠 Micromysminutus	栖息于高秆禾本植物田、稻田、竹林和其他杂草地方。	广布种	+		资料	LC
	北社鼠 Niviventerconfucianus	栖息于原始森林到耕地的各种栖息地。	东洋种	+		资料	LC
	黑线姬鼠 Apodemusagrarius	多栖息于草地、灌丛、田野间。	广布种	++		资料	LC
竹鼠科 Rhizomydiae	中华竹鼠 Rhizomyssinensis	多分布于竹林。	东洋种	+	自治区级	访问	LC
兔形目 LAGOMORPHA							
兔科 Leporidae	华南兔 Lepus sinensis	分布在山区草丛，穴居，主食草及作物。	东洋种	+	自治区级	访问	LC

注：分类系统参考《中国哺乳动物多样性(第 2 版)》(蒋志刚, 刘少英, 吴毅, 蒋学龙, 周开亚.生物多样性, 2017, 25 (8): 886–895)

濒危等级：灭绝(Extinct,EX)、野外灭绝(Extinct in the Wild, EW)、区域灭绝(Regionally Extinct, RE)、极危(Critically Endangered,CR)、濒危(Endangered, EN)、易危(Vulnerable, VU)、近危(Near Threatened, NT)、无危(Least Concern,LC)、数据缺乏(Data Deficient, DD)。

附录 3-1　浮游植物名录

种　　类		采样点			
		1	2	3	4
硅藻门	Bacillariophyta				
变异直链藻	Melosiravarians			+	+
颗粒直链藻	Melosiragranulate	+	+	+	+
螺旋颗粒直链藻	Melosiragranulata	+			+
美丽星杆藻	Asterionella Formosa		+		
弯羽纹藻	Pinnulariagibba		+	+	+
大羽纹藻	Pinnulariamaior	+		+	
著名羽纹藻	Pinnularianobilis		+		
细条羽纹藻	Pinnulariastelligera	+			+
广缘小环藻	Cyclotella bodanica	+	+		+
具星小环藻	Cyclotella stelligera	+		+	
细布纹藻	GyrosigmakÜtzingii		+		
箱形桥弯藻	Cymbellacistula	+			+
尖头桥弯藻	Cymbellacuspidata		+		
新月形桥弯藻	Cymbellacymbiformis	+		+	
偏肿桥弯藻	Cymbellaventricosa	+		+	
纤细桥弯藻	Cymbellagracilis	+		+	+
扁圆舟形藻	Naviculaplacentula		+	+	
喙头舟形藻	Navicularhynchocephala	+	+		+
双头辐节藻	Stauroneis　anceps	+		+	
矮小辐节藻	Stauroneispygmaea	+	+	+	+
弧形蛾眉藻	Ceratoneis arcus			+	+
钝脆杆藻	Fragilaria　capucina		+		
克洛脆杆藻	Fragilariacrotonensis	+		+	
变异脆杆藻	Fragilariavirescens	+		+	+
双头针杆藻	Synedra amphicephala		+	+	
尖针杆藻	Synedraacus	+	+	+	+
偏突针杆藻	Synedravaucheriae		+		+

附录 3-1(续)

种　　类		采样点			
		1	2	3	4
肘状针杆藻	Synedraulna	+		+	+
窗格平板藻	T.fenestriata			+	
双头菱形藻	N.sublinearis	+		+	
双生双楔藻	Didymosphenia geminate		+		+
弯形弯楔藻	Rhoicospheniacurvata		+		+
草鞋形波緣藻	Cymatopleurasolea		+	+	
椭圆波缘藻	Cymatopleura.elliptica		+		+
长等片藻	Diatomaelongatum	+		+	
普通等片藻	Diatomavulgare		+		+
中间异极藻	Gomphonemaintricatum	+	+	+	+
尖异极藻	Gomphonemaacuminatum		+	+	
螺旋双菱藻	Surirella spiralis	+			+
端毛双菱藻	Surirella.capronii		+	+	+
窄双菱藻	Surirella.angustata		+		
粗壮双菱藻	Surirellarobusta	+	+		
绿藻门	Chlorophyta				
盘星藻	Pediastrumclathratum	+	+	+	+
单角盘星藻	Pediastrum.simplex	+	+	+	
二角盘星藻	Pediastrumduplex	+	+		
四角盘星藻	Pediastrumtetras		+		
整齐盘星藻	Pediastrumintegrum			+	+
四尾栅藻	Scenedesmus ouadricauda			+	
爪哇栅藻	Scenedesmus　javaensis		+		
双胞新月藻	C.didymotocum				+
集星藻	Actinastrumhantzschii				+
角星鼓藻	Staurastrummuticum			+	
棒形鼓藻	Gonatozygonmonotaemium		+		
扁鼓藻	G.obtusatum	+			+
圆鼓藻	Cosmariumcirculare		+		

附录 3-1(续)

种　　类		采样点			
		1	2	3	4
细丝藻	U.rnerrima	+		+	
链丝藻	Hormidium sp.	+		+	
水绵一种	Spirogyra sp.			+	+
蓝藻门	Cyanophyta				
小席藻	PhorimidiumtenusGom	+	+		+
窝形席藻	P.foveolarum	+		+	
纸形席藻	P.papyraceum			+	+
小颤藻	O. tenuis			+	+
念珠藻一种	Nostoc sp.		+		
螺旋藻	Spirulina major Kuze	+		+	
大螺旋藻	Spirulina maxima	+			
色球藻	Ghroococcuspunctata	+	+	+	+
裸藻门	Euglenophyta				
尖尾裸藻	E.oxyuris			+	+
甲藻门	Pyrrophyta				
沃尔多甲藻	P.volzii			+	
二角多甲藻	Peridiniumcinctum			+	
角甲藻	Ceratiumhirundinella				+

注释：“+”表示物种存在。

附录 3-2　浮游动物名录

种　　类		采样点			
		1	2	3	4
原生动物	Protozoa				
普通表壳虫	Arcella vulgaris	+	+	+	+
盘状表壳虫	A. discoides	+		+	
尖顶砂壳虫	Difflugiaacuminata		+		
球形砂壳虫	D. globulosa		+		+
长圆砂壳虫	D. oblonga		+	+	
褐砂壳虫	D. avellana	+	+		
湖沼砂壳虫	D. limnetica	+		+	+
叉口砂壳虫	D. gramen		+		
片口砂壳虫	D. lobostoma	+	+	+	
拱砂壳虫	D. amphora		+	+	
瓶砂壳虫	D. urceolata	+		+	+
片口匣壳虫	Centropyxisplatystoma		+		
圆匣壳虫	C. orbicularis		+	+	
旋匣壳虫	C. aerophila	+	+	+	+
小匣壳虫	C. minuta	+	+	+	
表壳圆壳虫	Cyclopyxisarcellodes	+		+	
尾毛虫	Urotrichasp.		+	+	
裸口虫	Holophyasp.		+		+
斜口虫	Enchelys sp.		+		+
肾形虫	Colpoda sp.	+		+	
刺胞虫	Acanthocystis sp.	+		+	
累枝虫	Epistylisanastatica	+	+		+
陀螺侠盗虫	Strobilidiumvelox	+		+	
旋回侠盗虫	Strobilidiumgyrans		+		+
王氏似铃壳虫	TintinnopsiswangiNie.	+		+	
锥形铃壳虫	T. conicus	+	+	+	
轮虫	Rotifera				

附录 3-2(续)

种　　类		采样点			
		1	2	3	4
角突臂尾轮虫	Brachionus angular			+	
方形臂尾轮虫	B. quadridentatus	+	+	+	+
剪形臂尾轮虫	B. forficula	+		+	+
镰状臂尾轮虫	B. falcatus	+			
螺形龟甲轮虫	Keratellacochlearis		+	+	+
曲腿龟甲轮虫	K. serrulata	+	+	+	
裂足轮虫	Brachionusdiversicornis	+	+		
月形单趾轮虫	Monostylaelachis	+			
囊形单趾轮虫	M. bulla	+			
尖角单趾轮虫	M. hamata		+	+	
史氏单趾轮虫	M. stenroosi		+		
月形腔轮虫	Lecaneluna	+			
真胫腔轮虫	L. eutarsa			+	
大肚须足轮虫	Euchlanisdilatata			+	
猪吻轮虫	Dicraniphorussp.		+		+
梳状疣毛轮虫	Synchaetapectinata	+			
尖尾疣毛轮虫	S. stylata			+	
圆筒异尾轮虫	T. cylindrica	+			+
刺盖异尾轮虫	T. capucina		+		
暗小异尾轮虫	T. pusilla		+		
等棘异尾轮虫	T. similis		+	+	
长三肢轮虫	Filinialongiseta	+	+	+	+
聚花轮虫	Conochilus sp.	+		+	
旋轮虫	Philodinasp.		+		
转轮虫	Rotariarotatoria		+	+	
长足轮虫	Rotarianeptunia	+	+	+	+
枝角类	Cladocera				
透明溞	Daphnia hyalina		+		
僧帽溞	D. cucullata				+

附录 3-2(续)

种　　类		采样点			
		1	2	3	4
长额象鼻溞	Bosminalongirostris	+	+	+	
简弧象鼻溞	B.coregoni				+
直额裸腹溞	Moinarectirorstris		+		
长肢秀体溞	Diaphanosomaleuchtenbergianum	+			+
桡足类	Copepoda				
汤匙华哲水蚤	Sinocalanusdorrii	+			+
舌状叶镖水蚤	Phyllodiaptomustunguidus			+	
锥肢蒙镖水蚤	Mongolodiaptomusbirulai		+		
广布中剑水蚤	Mesocyclopsleuckarti	+		+	
无节幼体	Nauplius	+	+	+	+

注释：“+”表示物种存在。

附录 3-3　底栖动物名录

类群	物　种	拉丁名	采样点			
			1	2	3	4
节肢动物	春蜓科	Gomphidaesp.	+	+	+	+
	流水长跗摇蚊属	Rheotanytarsussp.		+		
	摇蚊属	Chironomus sp.	+	+	+	+
	匙指虾科	Atyidaesp.			+	+
环节动物	水丝蚓属	Limnodrilussp.	+	+		
	带丝蚓科	Lumbriculidaesp.			+	+
软体动物	河蚬	Corbicula fluminea				+
	淡水壳菜	Limnopernafortunei			+	+
	梨形环棱螺	Bellamyapurificata			+	

注释：“+”表示物种存在。

附录 3-4　鱼类名录

目	科	种　　类	生态类型				引带入种	重要物种
			急流	流水	静缓流	洄游		
鳗鲡目 ANGUILLIFORMES	鳗鲡科 Anguillidae	日本鳗鲡 Anguilla japonicaTemmincket Schlegel				√		EN
鲑形目 OSMERIFORMES	银鱼科 Salangidae	太湖新银鱼 NeosalanxtaihuensisChen			√		↘	
鲤形目 CYPRINIFOMES	鳅科 Cobitidae	美丽小条鳅 Micronoemacheiluspulcher(Nichols et Pope)		√				
		壮体沙鳅 Botiarobusta Wu		√				
		花斑副沙鳅 ParabotiafasciataDabry		√				
		中华花鳅 Cobitissinensis		√				
	鲤科 Cyprinidae	宽鳍鱲 Zacco platypus (Temmincket Schlegel)		√				
		马口鱼 OpsariichthysbidensGünther		√				
		青鱼 Mylopharyngodonpiceus(Richardson)		√	√			
		草鱼 Ctenopharyngodonidellus (Cuvier et Valenciennes)		√	√			
		鳡 Elopichthysbambusa(Richardson)		√	√			
		赤眼鳟 Squaliobarbuscurriculus(Richardson)		√				
		飘鱼 PseudolaubucasinensisBleeker			√			
		鳊 Parabramispekinensis(Basilewsky)			√			
		䱗Hemiculterleucisculus (Basilewsky)			√			
		南方拟䱗 Pseudohemiculterdispar(Peters)			√			
		金华拟䱗 Pseudohemiculterkinghwaensis (Wang)			√			
		大眼近红鲌 AncherythroculterliniLuo			√			
		鳙 Aristichthysnobilis(Richardson)		√	√			
		鲢 Hypophthalmichthys molitrix (Cuvier et Valenciennes)		√	√			
		唇(鱼骨)Hemibarbuslabeo(Pallas)		√				
		花（鱼骨）Hemibarbus maculates Bleeker		√				
		麦穗鱼 Pseudorasbora parva(Temmincket Schlegel)			√			
		银鮈 Squalidusargentatus(SauvageetDabry)		√				
		小鳔 Sarcocheilichthysparvus		√				

附录 3-4(续)

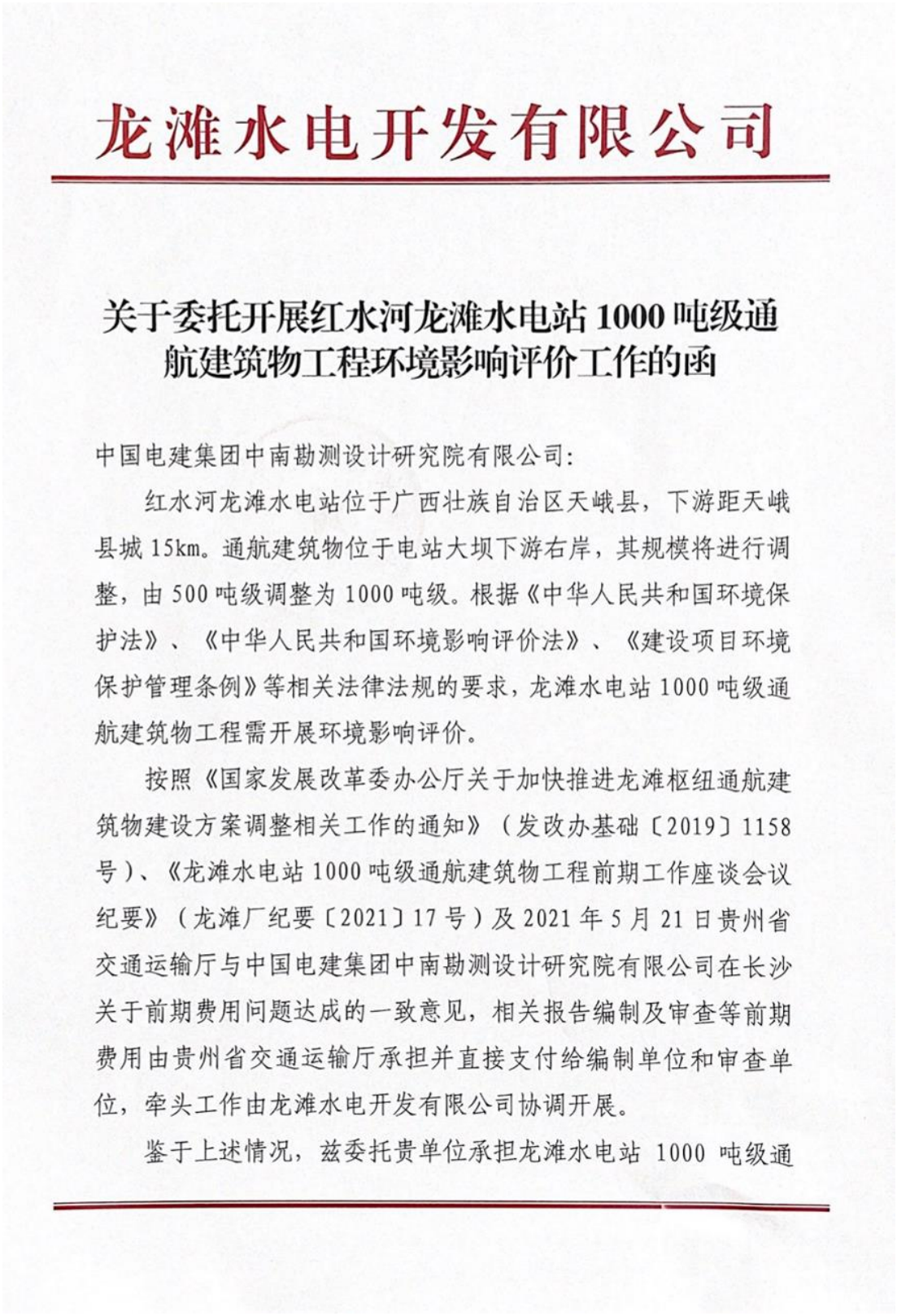
目	科	种　　类	生态类型				引带入种	重要物种
			急流	流水	静缓流	洄游		
		棒花鱼 Abbottinarivularri (Basilewsky)			√			
		蛇鮈 Saurogobiodabryi Bleeker		√				
		越南鱊 Acheilognathustonkinensis(Vaillant)			√			
		刺鳍鳑鲏 Rhodeus spinalis Oshima			√			
		高体鳑鲏 Rhodeusocellatus(Kner)			√			
		条纹小鲃 Puntinussemifasciolata Günther	√					
		光倒刺鲃 SpinibarbushollandiOshima	√					
		倒刺鲃 Spinibarbusdenticulatusdenticulatus(Oshima)	√					
		长鳍光唇鱼 Acrossocheilusiridescenslongipinnis(Wu)		√				VU
		白甲鱼 Onychostomsimus(SauvageetDabry)		√				
		南方白甲鱼 Onychostomgerlachi(Peters)		√				
		瓣结鱼 Tor brevifilisbrevifilis(Peters)	√					
		鲮 Crosscheilusmolitorella(Valenciennes)		√				
		纹唇鱼 OsteochilussalsburyiNichols et Pope		√	√			
		巴马拟缨鱼 Pseudocrossocheilusbamaensis(Fang)	√	√				
		暗色唇鲮 Semilabeo obscurus Lin	√	√				VU
		泉水鱼 Pseudogyrinocheilusprochilus(SauvageetDabry)	√	√				
		卷口鱼 Ptychidiojordani Myers		√				
		东方墨头鱼 Garraorientalis Nichols	√	√				
		四须盘鮈 DiscogobiotetrabarbatusLin	√	√				
		多线盘鮈 DiscogobiomultilineatusCui, Zhou et Lan	√	√				
		三角鲤 Cyprinus multitaeniataFellegrinetChevery			√			
		鲤 Cyprinus carpioLinnaeus		√	√			
		鲫 Carassius auratus (Linnaeus)			√			

附录 3-4(续)

目	科	种　　类	生态类型				引带入种	重要物种
			急流	流水	静缓流	洄游		
	平鳍鳅科 Homalopteridae	广西华平鳅 Sinohomalopterakwangsiensis Fang	√					
鲇形目 SILURIFORMES	鲇科 Silurdae	越南鲇 SiluruscochinchinensisValenciennes		√	√			
		鲇 Silurusasotus Linnaeus		√	√			
	胡子鲇科 Clariidae	胡子鲇 Clariasfuscus (Lacépède)			√			
		革胡子鲇 Clariasgariepinus(Burchell)			√		↘	
	鲿科 Bagridae	黄颡鱼 Pelteobagrusfulvidraco (Richardson)		√	√			
		瓦氏黄颡鱼 Pelteobagrusvachelli (Richardson)		√	√			
		粗唇鮠 Leiocassiscrassilabris Günther		√	√			
		斑鳠 Mystusguttatus(Lacépède)		√				国家二级
	鮡科 Sisoridae	福建纹胸鮡 Glyptothoraxfokiensisfokiensis(Rendahl)	√					
鳉形目 CYPRINODONTIFORMES	胎鳉科 Poeciliidae	食蚊鱼 Gambusia affinis(Baird et Girard)			√		↘	
鲈形目 PERCIFORMES	鮨科 Serranidae	斑鰶 SinipercascherzeriSteindachner						
		大眼鰶 SinipercakneriGarman						
	丽鱼科 Cichlidae	尼罗罗非鱼 Tilapia nilotica(Linnaeus)		√	√		↘	
	塘鳢科 Eleotridae	海南细齿塘鳢 PhilypnuschalmersiNichols et Pope			√			
		大鳞细齿塘鳢 Philypnushainanensis(Chen)			√			
	鰕虎鱼科 Gobiidae	子陵吻鰕虎鱼 Rhinogobiusgiurinus(Rutter)			√			
	鳢科 Channidae	斑鳢 Channa maculate (Lacépède)			√			
		月鳢 Channaasiatica(Linnaeus)		√	√			
	刺鳅科 Mastacembelidae	大刺鳅 Mastacembelusarmatus(Lacépède)		√	√			

附件

附件 1　环评委托函



龙滩水电开发有限公司

关于委托开展红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程环境影响评价工作的函

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司：

红水河龙滩水电站位于广西壮族自治区天峨县，下游距天峨县城15km。通航建筑物位于电站大坝下游右岸，其规模将进行调整，由500吨级调整为1000吨级。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等相关法律法规的要求，龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程需开展环境影响评价。

按照《国家发展改革委办公厅关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整相关工作的通知》（发改办基础〔2019〕1158号）、《龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程前期工作座谈会议纪要》（龙滩厂纪要〔2021〕17号）及2021年5月21日贵州省交通运输厅与中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司在长沙关于前期费用问题达成的一致意见，相关报告编制及审查等前期费用由贵州省交通运输厅承担并直接支付给编制单位和审查单位，牵头工作由龙滩水电开发有限公司协调开展。

鉴于上述情况，兹委托贵单位承担龙滩水电站1000吨级通

航建筑物工程环境影响评价工作。

特此函告。

附件：1. 贵州省航务管理局关于委托开展红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程环境影响评价工作的函

2. 建设单位情况

龙滩水电开发有限公司

2021年6月3日

关于委托开展红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程环境影响评价工作的函

龙滩水电开发有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等相关法律法规的要求，龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程需开展环境影响评价。

按照《国家发展改革委办公厅关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整相关工作的通知》（发改办基础〔2019〕1158号）、《龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程前期工作座谈会议纪要》（龙滩厂纪要〔2021〕17号）及2021年5月21日贵州省交通运输厅航务管理局与中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司在长沙关于前期费用问题达成的一致意见，相关报告编制及审查等前期费用由贵州省交通运输厅承担并直接支付给编制单位和审查单位，环境评价牵头及委托工作由龙滩水电开发有限公司协调开展。

特此函告。

贵州省航务管理局

2021年6月3日

附件 2　国家发展改革委办公厅关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整前期工作的通知

国家发展和改革委员会办公厅文件

发改办基础〔2017〕1641号

国家发展改革委办公厅关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整前期工作的通知

交通运输部、水利部办公厅，国家能源局综合司，广西壮族自治区、贵州省发展改革委，大唐集团：

为深入贯彻落实国务院领导同志重要批示精神，加快推进红水河航运发展，根据前期调研和座谈情况，现就加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整前期工作有关事项通知如下：

一、尽快开展龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整工程可行性研究工作。请贵州省和大唐集团抓紧委托第三方咨询设计机构，开展龙滩枢纽通航建筑物由通航500吨级船舶调整为通航1000吨级船舶（特殊船型）建设方案工程可行性研究工作（含安全风险

评估），并于 2018 年 6 月底前完成，相关研究费用由贵州省承担。请交通运输部门积极参与研究工作。

二、进一步明确新增建设资金筹措方案。请贵州省抓紧落实龙滩枢纽通航建筑物建设标准由通航 500 吨级船舶调整为通航 1000 吨级船舶新增建设资金，请交通运输部予以支持配合。此项工作于 2018 年 4 月底前完成。

三、保障龙滩枢纽通航设施施工安全。在龙滩枢纽通航建筑物 1000 吨级建设方案研究期间，除涉及建设安全的部分工程继续施工外，建议请大唐集团采取必要措施，尽量减少工程废弃，并做好施工现场和大坝的安全保障工作。

四、做好相关航运规划调整和船型优化研究工作。请交通运输部结合《全国内河航道与港口布局规划》修编工作，尽快研究明确红水河通航标准，为加快红水河航运发展提供相关依据；结合红水河通航设施现状，开展满足红水河通航需求的 1000 吨级船型优化设计研究，提升船舶对红水河通航的适应性，此项工作于 2017 年 12 月底前完成。请水利部按照程序研究调整《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》相关内容。

五、创新红水河通航设施运行管理模式。请广西壮族自治区结合红水河通航设施现状，研究优化红水河通航设施建设、运营、管理模式等，为今后推进既有通航设施改扩建奠定基础。此项工作于 2018 年 6 月底前完成。

六、做好建设方案调整审查和报送工作。请大唐集团会同贵

州省、广西壮族自治区于2018年7月底前完成工程建设方案调整的审查工作，若1000吨级建设方案可行，在建设资金落实的条件下，尽快按程序报批；若1000吨级建设方案不可行，及时将相关研究结论报送国家发展改革委。

七、做好舆论引导工作。请广西壮族自治区、贵州省做好龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整研究期间的宣传引导工作，为更好推动龙滩枢纽通航建筑物建设营造良好的社会环境和舆论氛围。

国家发展改革委办公厅

2017年10月9日

抄送：中国国际工程咨询公司

附件 3　广西壮族自治区发展和改革委员会 贵州省发展和改革委员会关于红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程可行性研究报告的批复

广西壮族自治区发展和改革委员会
贵州省发展和改革委员会 文件

桂发改交通〔2023〕753 号

广西壮族自治区发展和改革委员会 贵州省发展和改革委员会关于红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程可行性研究报告的批复

龙滩水电开发有限公司:

你公司《关于审批红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程可行性研究报告的请示》(大唐龙滩建〔2023〕1 号)及有关材料收悉。根据《国家发展改革委办公厅关于红水河龙滩水电站通航建筑物工程建设请示事项的复函》(发改办能源〔2022〕59 号),经组织评估,现批复如下:

一、为加快建设西部陆海新通道，提升沿线交通运输能力和效率，带动沿线资源优势转化为经济发展优势，依据《全国港口与航道布局规划》，同意建设红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程。

项目代码为2308-450000-04-01-150160。

项目单位为龙滩水电开发有限公司。

二、建设规模和主要建设内容。龙滩水电站通航建筑物布置在枢纽的右岸，型式为带中间渠道的两级垂直提升式升船机，级别为Ⅲ级，按一次通航1000吨级单船设计。设计代表船型尺度为68.0米×11.0米×2.4米（型长×型宽×吃水深度），承船厢有效尺度为：73.0米×12.2米×3.5米（有效长度×有效宽度×有效水深）。第一级升船机最大提升高度62.4米，第二级93.6米，通航建筑物跨越总水头156.0米。

通航建筑物主要由上游引航道、通航坝段(第一级升船机上闸首)、第一级升船机、中间渠道、第二级升船机、辅助闸室及下游引航道等部分组成，线路全长1980米，其中上游引航道的靠船墩和通航坝段已随电站一期工程同步建成。本工程主要建设内容有：第一级升船机、中间渠道（包括三段通航明渠和三段通航渡槽）、第二级升船机、辅助闸室、下游引航道、供电照明、助导航通信工程、给排水及消防、环境保护、节能、水土保持、临时工程等。

原则同意可行性研究报告中推荐的总体布置及水工建筑物方案，下阶段应对相关方案作进一步优化。

三、项目建设工期为69个月。

四、项目估算总投资为534596.89万元。资金筹措根据《国家发展改革委办公厅关于红水河龙滩水电站通航建筑物工程建设请示事项的复函》（发改办能源〔2022〕59号）要求，项目原500吨级通航建筑物投资24.3亿元由中国大唐集团筹措，其余资金由贵州省筹措解决（争取国家发展改革委中央预算内投资或交通运输部车购税资金给予适当支持），各方融资成本各自负责。

五、项目单位要严格控制投资，以本批复核定的估算及下阶段经核定的概算作为项目建设实施和控制总投资的依据，严禁实际投资违规超出估算和概算。

六、请严格执行国家及自治区有关招标投标的规定，建筑安装工程、监理、重要设备和材料采购等全部实行公开招标，招标组织形式采用委托招标。

七、在下阶段，要进一步做好以下工作：

（一）优化工程设计方案。深入做好地质勘察工作，充分考虑安全性、可靠性等因素，进一步优化设计方案。

（二）完善工程施工组织。加强组织管理，合理安排建设工期，确保工程质量，把环境和生态保护、集约和节约用地、节能减排等工作落实到位。

（三）严格落实安全管理。各相关部门加强指导和日常监管，强化安全意识，严格落实安全管理措施，狠抓安全生产，确保工程质量和全周期安全。

八、如需对批复文件的内容进行调整，请及时以书面形式向审批部门报告，并严格按照有关规定办理。

附件：招标核准意见表

广西壮族自治区
发展和改革委员会

贵州省
发展和改革委员会
2023年9月11日

公开方式：不予公开

抄送：国家发展改革委、交通运输部，河池市人民政府，贵州省交通运输厅、广西壮族自治区交通运输厅

广西壮族自治区发展和改革委员会办公室　　2023年9月11日印发

附件

招标核准意见表

建设项目名称：红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程

项 目	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用招标形式
	全部招标	部分招标	自行招标	委托招标	公开招标	邀请招标	
勘察设计							核准
建筑工程	核准			核准	核准		
安装工程	核准			核准	核准		
工程监理	核准			核准	核准		
设备采购	核准			核准	核准		
重要材料采购	核准			核准	核准		
审批部门核准意见说明	根据《必须招标的工程项目规定》（国家发展改革委2018年第16号令），本项目建筑工程、安装工程、工程监理、设备采购和重要材料采购等采用公开招标方式，招标组织形式为委托招标，请严格按照《中华人民共和国招标投标法》等法律法规和相关部门规章，规范进行招标活动。 关于项目勘察设计不招标的说明：红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物是龙滩水电站的组成部分，属于龙滩水电站扩建工程。根据《工程建设项目勘察设计招标投标办法》（国家发展改革委2003年第2号令）和《关于废止和修改部分招标投标规章和规范性文件的决定》（2013年），符合“第四条 按照国家规定需要履行项目审批、核准手续的依法必须进						

	行招标的项目，有下列情形之一的，经项目审批、核准部门审批、核准，项目的勘察设计可以不进行招标：（六）已建成项目需要改、扩建或者技术改造，由其他单位进行设计影响项目功能配套性”。经征求大唐集团意见，本项目的勘察设计不进行招标。 广西壮族自治区 发展和改革委员会 贵州省 发展和改革委员会 2023年9月11日

附件 4　关于红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函

中华人民共和国环境保护部办公厅

环办函〔2014〕192 号

关于红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函

广西大藤峡水利枢纽开发有限责任公司：

为进一步加强红水河流域综合利用开发的环境保护工作，你单位组织开展了红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究工作，形成了《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》（以下简称《报告》），并报送我部。2013 年 12 月 19 日，我部组织有关部门代表和专家对红水河综合利用研究成果进行了论证，形成了专家论证会意见。根据研究成果、专家论证会意见，现就红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告提出如下意见：

一、《红水河综合利用规划》（以下简称《规划》）于 1981 年获得批准，规划河段功能定位以发电为主，兼顾防洪、灌溉、航运等。《规划》研究的河段包括西江上游南盘江自黄泥河口至北盘江汇口河段、红水河、黔江，全长 1143 公里，流域面积 13.8 万平方公里，多年平均流量 4240 立方米/秒，总落差 756.6 米，可开发利用水能约 1303 万千瓦，是我国十三大水电基地之一。《规划》主要包括水力发电、防洪、灌溉及航运规划等内容，拟定了干流 10 级开发方案，自上而下分别为：天生桥（坝盘高坝、坝索低坝，即天生桥一级

和天生桥二级两个梯级)、平班、龙滩、岩滩、大化、百龙滩、乐(恶)滩、桥巩、大藤峡。规划总装机容量为1134万千瓦,年发电量约562.6亿度。《规划》实施过程中,部分梯级的装机规模进行了优化调整。目前,除大藤峡外,9个梯级均已建成投运(其中龙滩按照375米正常蓄水位运行),总装机容量1144.9万千瓦,年发电量483.76亿度。

二、《报告》在对流域环境质量现状进行调查和分析的基础上,回顾了《规划》实施对河流水文情势、水环境、区域生态环境和社会环境的影响,预测了叠加后续工程后对流域生态环境可能产生的整体性和累积性影响,比较系统地提出了流域生态环境保护措施。专家论证认为,《报告》基础资料较丰富,环境影响分析内容全面,重点突出,提出的环境保护措施基本可行,对协调红水河开发与生态环境保护的关系、完善流域环境保护对策措施和推动流域可持续发展具有重要意义。

三、红水河流域生态环境敏感而脆弱,珍稀特有保护鱼类众多,生物多样性丰富,生态地位十分重要。从总体上看,综合利用充分开发了流域水力资源,提高了流域防洪、灌溉和航运能力,对促进广西以及红水河上下游相关地区经济社会发展具有重要意义。同时,综合利用也改变了河流连通性和上下游水文情势,阻隔了洄游通道,导致水生生物多样性下降及部分鱼类产卵场消失;淹没了部分河滩地和陆域,导致部分物种重要栖息地破坏和丧失;带来了低温水影响、局部库区水域富营养化和外来物种入侵等环境问题。因此,应在全面认识流域综合利用造成的环境影响的性质、

特征和程度的基础上，完善和落实各项生态环境保护对策措施，切实解决现有环境问题，进一步采取有效措施减缓综合利用带来的不良环境影响。

四、在红水河综合开发过程中，应重点做好如下工作：

（一）坚持“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”的方针，统筹上下游、干支流和左右岸，协调生态环境保护和流域综合利用的关系，优先解决流域生态环境问题，在保护生态的前提下，优化综合利用方案。

（二）尽快建立流域梯级开发环境保护机构，制定综合利用的生态恢复、建设、补偿、监测方案和环境管理制度，明确实施步骤、资金来源和实施主体，统筹落实各项生态环境保护措施，配合地方政府及其相关部门做好流域开发与保护工作，协调相关单位加大环境保护力度。编写流域生态环境保护年度工作总结，定期报告。

（三）协调地方政府和有关部门，采取有效措施加强鱼类重要生境的保护，进一步研究和选取适宜的支流河段作为鱼类替代生境。广西红水河来宾段珍稀鱼类自治区级自然保护区是红水河流域极为重要的水生生物自然保护区，应严格落实保护区各项保护和补偿措施。将红水河珍稀鱼类保护区季节性核心区、红水河兴宾区老城厢村大沙洲洲头至蒙村秤钩滩滩尾、洛清江江口电站以下至洛清江河口三个河段设为全年禁渔区。乐滩库尾和刁江金滩电站以下共113公里河段、大藤峡库尾至石龙三江口、柳江红花电站以下及洛清江江口电站以下共214.5公里河段、大藤峡以下至

磨刀门及郁江西津以下共747公里河段原则上不再进行梯级开发，采取设置禁渔期和禁渔区、加强污染治理、构造仿自然生境等措施维持和改善其生态功能，为珍稀、濒危、特有鱼类完成生活史提供必要生境。

（四）研究提出恢复鱼类洄游通道畅通的措施，完善过鱼体系。平班、龙滩、岩滩三个梯级补建集运鱼系统，岩滩至桥巩之间各梯级近期实施集运鱼系统，研究建设鱼道的可行性；大藤峡梯级建设时，应建设鱼道，并进一步研究建设生态型过鱼通道的可行性。加强过鱼设施管理，确保过鱼设施常年发挥过鱼作用。进一步明确流域主要过鱼对象，开展过鱼导鱼关键技术研究，加强过鱼效果监测，根据监测结果不断优化过鱼设施。

（五）统筹布局鱼类增殖放流设施，充分发挥对流域鱼类资源的补偿作用。规划建设红水河珍稀鱼类保育中心和平班、大化、桥巩、来宾、大藤峡等鱼类增殖站，珍稀鱼类保育中心应做好红水河流域珍稀鱼类繁殖、育种、救护、监测、监督、指导、研究等工作。

（六）研究拟定流域生态调度方案，落实下泄生态基流、压咸流量和人造洪峰措施。从流域生态保护和维护下游用水需求的角度，科学制定切实可行的梯级联合生态调度方案并尽快实施。对流域梯级生态流量进行实时监控，落实各梯级工程的生态流量下泄措施。对造成了低温水影响的梯级进行常年监测，必要时采取措施减缓不利影响。

（七）加强流域陆生生态保护工作，减缓综合利用对野生动植物及其重要生境和景观的影响。禁止在自然保护区、风景名胜区、

饮用水水源保护区内设置施工场地。采取有效措施，做好珍稀保护植物和古树名木的保护工作。

（八）开展库区及周边生态环境协同管理，减少库区污染负荷，确保水质安全。加强库区环境管理和渔业捕捞活动管理，根据生态保护的要求和环境承载力，适度发展库区养殖活动，推进渔民转产并逐步扩大禁渔范围。依法加强涉及保护区、鱼类重要生境的采砂、航运及排放污染物等的管理。针对流域开发导致的外来物种入侵问题开展专题研究，妥善应对，维持生物多样性。加强对富营养化水域的监测和控制，采取有效措施减缓不利影响。

（九）进行长期生态跟踪观测，为流域环境保护提供技术支撑。结合流域环境管理和监测系统的建设，构建流域生态监测体系和流域生态环境数据库，跟踪观测流域重要鱼类“三场”、重要物种栖息环境和分布变化；动态观测增殖放流、过鱼导鱼、生态修复措施实施的效果，优化各梯级特别是控制性水库的生态调度运行方式，最大程度减缓对流域生态环境的不利影响。根据监测监控结果，适时开展流域综合利用跟踪评价和典型工程后评价。

环境保护部办公厅

2014年2月19日

抄　送：水利部、农业部办公厅，广西壮族自治区人民政府办公厅，水利部珠江水利委员会，广西壮族自治区环境保护厅、发展改革委、水利厅，水利部水利水电规划设计总院，柳州、梧州、贵港、百色、河池、来宾市人民政府，中国大唐集团公司广西分公司，广东粤电集团天生桥一级水电开发有限责任公司，南方电网有限公司天生桥水力发电总厂，广西投资集团广西方元电力股份有限公司，中电投集团广西长洲水电开发有限责任公司，珠江水资源保护科学研究所，环境保护部环境工程评估中心。

附件 5　关于红水河综合利用规划环境保护实施方案协调会会议纪要

广西壮族自治区环境保护厅

专题会议纪要

（第 30 期）

广西壮族自治区环境保护厅办公室　　2013 年 4 月 25 日

关于红水河综合利用规划环境保护实施方案协调会会议纪要

2013 年 4 月 19 日，受广西壮族自治区人民政府委托，广西壮族自治区环境保护厅会同水利部珠江水利委员会，在南宁市召开红水河综合利用规划环境保护实施方案协调会，广西壮族自治区环境保护厅总工程师陈晓菲主持会议，广西壮族自治区环境保护厅巡视员梁斌、水利部珠江水利委员会主任岳中明出席会议并讲话，自治区有关部门代表、红水河 10 个水电站梯级开发的业主和相关地方政府领导参加会议。会议听取了珠江流域水资源保护局关于《红水河综合利用规划环境影响后评价研究报告》、《红水河综合利用规划环境保护实施方案》（以下简称《实施方案》）的汇报，与会人员对《实施方案》进行了充分的

讨论，原则通过了《实施方案》，现纪要如下：

一、会议指出，《红水河综合利用规划》从1981年经国家批复至今，红水河上规划的10个梯级先后已开发建成9个，梯级开发综合效益显著，有力地促进了经济可持续发展和社会的稳定，但由于过去对环保问题的认识不足和历史局限性，在前期流域开发中带来了一系列的环境问题。因此，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《规划环境影响评价条例》、环保部《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）、环保部《关于广西桂中治旱乐滩水库引水灌区一期工程环境影响报告书的批复》（环审〔2010〕12号）要求，珠江流域水资源保护局组织开展了红水河综合规划实施环境影响后评价，研究减缓不良环境影响措施，有利于总结经验、防止红水河流域水质恶化，促进生态补偿机制制度的建立，保证红水河流域的可持续性发展，是十分必要的，各部门、地方政府和各梯级业主必须予以高度重视。

二、会议认为，《红水河综合利用规划环境影响后评价研究报告书》，对红水河综合利用规划实施所造成的环境问题进行了研究并在此基础上提出了减缓不良环境影响的措施建议，由此而制定的《实施方案》措施可操作性强，责任分工明确，方案实施后可减缓对环境造成的不良影响。有关部门和辖区政府以及项目业主均表示将按《实施方案》的分工及要求做好以下工作。

（一）河池市人民政府、来宾市人民政府、百色市人民政

府负责加大红水河沿线各辖区的污染源治理力度，积极建设城镇污水处理厂，对城镇、村、屯的生活垃圾进行收集处理，严格限制企业向梯级库区内排污；同时动员鱼类保护区周边、禁渔区域等的专业渔民转产转业。

（二）自治区及百色、河池、来宾市环境保护主管部门负责监督水库周边的污染源排放，定期检查各梯级水库的水质监测工作。

（三）自治区及百色、河池、来宾市水库移民管理部门负责监督检查移民安置点环保措施落实情况，按红水河水产养殖规划控制好移民从事渔业生产规模。

（四）百色、河池、来宾市水产畜牧兽医局负责加强对各水库库区水产养殖（特别是网箱养殖）的监督和管理，要按照《红水河流域梯级水库库区水产养殖规划》要求对所辖区域库区水产养殖的规模进行严格控制；对梯级电站的鱼类保护措施的实施进行监督检查；

自治区水产畜牧兽医局负责组织编制《红水河流域梯级水库库区水产养殖规划》，组织区内相关科研院所进行特有、珍稀鱼类的人工繁殖技术等研究，对各梯级业主鱼类捕捞过坝措施进行技术指导；加强红水河来宾段珍稀鱼类自治区级自然保护区和受保护干支流的渔政监督管理，开展利用过船设施进行导鱼诱鱼过坝相关研究。

（五）自治区及百色、河池、来宾市水行政主管部门负责监督检查天生桥一级水电站、龙滩水电站落实减缓低温水影响

的补救措施，监督各梯级生态流量的泄放措施；监督各梯级库区周边的水土保持工作；严格审批、控制在鱼类产卵区、索饵区、越冬区的挖砂活动。

（六）珠江水利委员会负责加强流域生态优化调度，组织开展红水河干流梯级电站优化调度的研究；组织开展流域水生态监测。

（七）已建成的9个梯级业主须落实的措施：

1．天生桥一级须落实的措施：低温水减缓措施研究、完善生态流量泄放措施及其监控、制定坝底检修应急预案、鱼类捕捞过坝、购买鱼种进行放流、配合地方政府做好禁渔措施。

2．天生桥二级须落实的措施：鱼类捕捞过坝、购买鱼种进行放流、完善生态流量泄放措施及其监控、制定坝底检修应急预案。

3．龙滩梯级须落实的措施：生态流量泄放措施及其监控、制定坝底检修应急预案、低温水减缓措施研究、鱼类捕捞过坝、鱼类增殖放流站建设、水库鱼类保护措施研究、配合地方政府做好禁渔措施、水库水质及水生态监测、鱼类增殖放流效果监测。

4．平班、岩滩、大化、乐滩梯级须落实的措施：鱼类捕捞过坝、与龙滩等电站共建鱼类增殖站、水库水质及水生态监测、鱼类增殖放流效果监测、完善生态流量泄放措施及监控、制定坝底检修应急预案。

5．百龙滩梯级须落实的措施：鱼类捕捞过坝、与龙滩等电站共建鱼类增殖站、完善生态流量泄放措施及监控、制定坝底检修应急预案。

6．桥巩梯级须落实的措施：鱼类捕捞过坝、建立水生态监测系统、长期监测鱼类增殖放流效果、鱼道建设可行性研究、完善生态流量泄放措施及监控、制定坝底检修应急预案。

三、会议强调，自治区有关部门要按《实施方案》制订本部门实施措施的技术要求，加强技术指导和监督；辖区政府要落实地方相应责任措施，并对项目业主落实《实施方案》情况加强监督检查。各梯级业主须按《实施方案》制订相应具体工作方案，在规定时间内完成，并主动接受有关部门的技术指导和监督。会议要求《实施方案》编制单位要按本次会议讨论情况及时完成修编后，广西壮族自治区环境保护厅负责将《实施方案》上报自治区人民政府审定。

参加会议人员：水利部珠江水利委员会岳中明、沈汉堃，水利部珠江水利委员会水资源保护局闻平、朱远生、吴利桥、王丽、葛晓霞，自治区人民政府办公厅梁冕，自治区发展和改革委张阳，自治区水利厅王春林、杨彤，自治区水产畜牧兽医局裴裕松，自治区水库移民工作管理局陈兆平，自治区环境保护厅梁斌、陈晓菲、韦杰宏、顾湛琦、熊坚、陈祖芬、梁辉、梁晓华，来宾市人民政府朱贾莲，百色市人民政府陶荣铅，河池市人民政府曹文志，贵港市人民政府甘小杰，红水河10个梯

级业主代表：广东粤电集团天生桥一级水电开发有限责任公司胡松，南方电网有限公司天生桥水力发电总厂陈谦，大唐集团广西桂冠电力股份有限公司朱玉方，大唐集团广西桂冠大化水力发电总厂牙华晨，大唐集团广西平班水电开发有限公司李善忠，大唐集团龙滩水电开发有限公司齐彦斌，大唐集团岩滩水力发电有限责任公司粟永基，大唐集团广西桂冠开投电力有限责任公司姚小斌，广西投资集团方元电力股份有限公司李新，广西投资集团方元电力桥巩电站蓝华全，广西大藤峡水利枢纽开发有限责任公司苏训、邓森。

签发人：陈晓菲

记录人：梁　辉

抄报：厅长、副厅长，总工程师，纪检组长，巡视员，厅长助理。

广西壮族自治区环境保护厅办公室　　2013年4月26日印发

附件 6　研究红水河综合利用规划环境保护实施方案任务分解落实工作的纪要

广西壮族自治区人民政府

000079　　桂政阅〔2014〕3 号

特　急

研究红水河综合利用规划环境保护实施方案任务分解落实工作的纪要

（2014 年 1 月 15 日）

2014 年 1 月 7 日，自治区党委常委、自治区副主席林念修在南宁主持召开会议，研究协调《红水河综合利用规划环境保护实施方案》（以下简称《实施方案》）各项任务分解落实工作。水利部珠江水利委员会主任岳中明，自治区人民政府副秘书长李杰云，自治区发展改革委、环境保护厅、水利厅、水产畜牧兽医局、水库移民管理局和柳州、梧州、贵港、百色、河池、来宾市人民政府及相关部门负责人，红水河 10 个梯级电站业主代表和长洲水利枢纽业主代表参加会议。会议听取了珠江流域水资源保护局关于《红水河综合利用规划环境影响回顾评价研究报告》（以下简称《研究报告》）主要成果和《实施方案》主要内容的汇报，研究讨论了《实施方案》要求的各项任务。各参会单位一致同意《实施方案》提出的各项生态环境保护工作和任务分工。现纪要如下：

会议认为，自国家 1981 年批复实施《红水河综合利用规划》

（以下简称《规划》）以来，红水河流域陆续建成了 9 个梯级水利水电项目，对我区经济社会可持续快速发展提供了强有力的能源支撑和水资源保障，充分发挥出发电、防洪、灌溉、航运等综合作用。但是，由于红水河流域开发较早、对生态保护问题认识不足等历史客观原因，流域梯级开发的科学性存在一些缺陷，梯级水利水电工程的建设、运行对红水河流域生态环境，特别是鱼类生存环境和水生态系统造成了不同程度的负面影响。因此，有必要对《规划》实施进行环境影响评价研究，及时改进和完善《规划》实施工作，努力实现红水河流域的科学开发和可持续发展。

会议指出，大藤峡水利枢纽工程作为西江流域重要的控制性工程和珠江—西江经济带建设的标志性工程，是国家和自治区统筹推进的重大项目，对保障珠江下游特别是澳门等地的供水和防洪安全具有重要意义。下游地区特别是澳门特别行政区社会各界对此高度关注。目前，在国家相关部委的大力支持和我区有关部门的共同努力下，项目前期工作取得重大进展，项目审批涉及的要件基本齐备，环境保护部启动了项目环境影响评价审批工作，《研究报告》及其《实施方案》编制完成并通过了专家论证，当务之急是分解落实并抓紧实施《实施方案》提出的红水河流域生态修复措施，为《规划》下一步实施和大藤峡水利枢纽工程尽快获得国家批准创造条件。

会议强调，资源开发必须始终坚持生态优先的理念，在保护中开发、在开发中保护。保护好红水河流域自然生态环境，是各

级各有关部门和各梯级水利水电项目业主的共同责任和义务，功在当代、利在千秋。各有关部门、各有关地方政府和红水河流域各梯级水利水电项目业主必须统一思想，服从大局，按照国家、自治区的工作部署和整改要求，不折不扣地落实好《实施方案》确定的工作任务和责任分工，严格落实各项生态建设和环境保护措施，以积极的态度、扎实的工作切实履行承诺，努力把红水河流域建设成为生态保护的典范。

会议议定：

一、关于红水河流域鱼类栖息地、产卵场和种质资源保护工作

（一）洛清江江口电站至汇入柳江河口河段、柳江红花电站以下柳州市辖区河段设立为鱼类栖息地保护区，其中洛清江江口电站至汇入柳江河口河段为全年禁渔区，柳江红花电站以下柳州市辖区河段的禁渔期为每年4月1日至7月31日。柳州市人民政府要严格落实禁渔措施，并确保不在该鱼类栖息地保护区新建水电梯级。

（二）梧州市人民政府要尽快组织开展梧州市渔业种质资源救护站建设必要性和可行性的研究工作。

（三）桂平浔江东塔产卵场禁渔期为每年4月1日至7月31日。贵港市人民政府要严格落实禁渔措施，保护鱼类资源。

（四）刁江九渡乡金滩电站至河口河段设立为鱼类栖息地保护区，禁渔期为每年4月1日至7月31日。河池市人民政府要严格落实禁渔措施，并确保不在该鱼类栖息地保护区新建水电梯级。

（五）红水河桥巩电站至柳江三江口河段的禁渔期为每年4月1日至7月31日，其中：红水河来宾段珍稀鱼类自治区级自然保护区核心区、红水河兴宾区老城厢村大沙洲洲头至蒙村秤钩滩滩尾河段为全年禁渔区；柳江来宾市辖区河段禁渔期为每年4月1日至7月31日。来宾市人民政府要严格落实以上河段的禁渔措施，禁止在红水河来宾段珍稀鱼类自治区级自然保护区核心区进行挖砂等活动。

二、关于红水河珍稀鱼类保育中心建设运行工作

（一）抓紧建立红水河珍稀鱼类保育中心。由水利部珠江水利委员会负责保育中心规划建设和运行管理，组织开展红水河流域鱼类繁殖、育种、救护、监测、研究等工作。环境保护厅、自治区水产畜牧兽医局配合。水利部珠江水利委员会要抓紧编制建设方案，尽快组织实施；环境保护厅负责红水河珍稀鱼类保育中心建设相关协调指导工作；自治区水产畜牧兽医局安排专业人员给予技术和管理指导。

（二）落实建设运行资金。红水河珍稀鱼类保育中心的建设资金由广西大藤峡水利枢纽开发有限责任公司负责筹措，纳入大藤峡水利枢纽工程预算；运行费用由红水河10个梯级及长洲水利枢纽业主共同分担，由水利部珠江水利委员会负责制订分担比例方案，协调红水河10个梯级电站及长洲水利枢纽业主落实年度运行费用，确保保育中心正常运转。自治区财政根据情况给予必要支持。

三、关于红水河流域生态流量调度工作

水利部珠江水利委员会负责红水河流域各梯级电站生态流量调度工作，研究制订统筹各梯级生态流量调度的具体工作方案，加强流域水量调度的监督管理，组织开展流域水生态监测工作；会同环境保护厅、水利厅和自治区水产畜牧兽医局等相关部门建立红水河流域梯级开发环境保护工作机制，开展流域生态环境保护重大政策、重点问题的研究会商。

四、关于红水河流域生态环境保护工作

（一）柳州、贵港、百色、河池、来宾市人民政府要加强红水河沿线以及刁江、柳江、洛清江流域的污染源治理工作，加快城镇污水处理厂建设，实现生活垃圾无害化处理，严格限制企业向梯级水库库区排污，积极开展辖区综合生态系统的普查工作。

（二）自治区和柳州、贵港、百色、河池、来宾市环境保护部门要严格监控红水河各梯级水库库区的污染物排放，加强对各梯级水库水质监测工作的定期检查；监督检查红水河各梯级水库生态流量泄放、过鱼、栖息地保护、增殖放流等措施以及天生桥一级水电站、龙滩水电站减缓低温水对水生态影响措施的落实情况。

（三）自治区水产畜牧兽医局负责组织编制《红水河流域梯级水库的水产养殖规划》，对流域鱼类增殖放流站、红水河珍稀鱼类保育中心、过鱼设施建设与运行进行技术指导；会同流域各市加强对红水河来宾段珍稀鱼类自治区级自然保护区和流域各禁渔区的监督管理。柳州、贵港、百色、河池、来宾市水产畜牧兽

医局要严格落实《红水河流域梯级水库的水产养殖规划》，加强对各梯级水库库区水产养殖的监督管理，控制库区网箱养殖规模和养殖种类，监督检查各梯级电站鱼类保护措施的实施效果。

（四）自治区及柳州、贵港、百色、河池、来宾市水行政主管部门要切实加强红水河各梯级电站生态流量泄放和库区沿岸水土保持等措施的监督检查，检查结果定期抄送同级环境保护部门。加强各梯级电站库周水土保持的监督管理工作，防止塌岸等情况的发生。严格审批和控制在鱼类产卵场、索饵场、越冬场的采矿挖砂活动。

（五）自治区及柳州、贵港、百色、河池、来宾市水库移民管理主管部门要切实加强移民安置点环境保护措施落实情况的监督检查，按照《红水河流域梯级水库的水产养殖规划》控制好移民从事渔业生产规模。

五、关于红水河各梯级和长洲水利枢纽业主的生态保护责任

红水河各梯级电站和长洲水利枢纽业主要配合地方政府和有关部门落实库区禁渔措施，加强对水库库岸失稳和消落带的治理工作，保障流域生态流量。

（一）天生桥一级梯级业主负责自购鱼苗实施增殖放流，开展低温水减缓措施研究，完善生态流量泄放措施及其监控方式，制订坝底检修应急预案。

（二）天生桥二级梯级业主负责自购鱼苗实施增殖放流，完善生态流量泄放措施及其监控方式，制订坝底检修应急预案。

（三）平班梯级业主负责与龙滩梯级业主合作建设鱼类增殖站，实施集运鱼过鱼措施，开展水库水质和水生态监测、增殖放流效果监测工作，完善生态流量泄放措施及其监控方式，制订坝底检修应急预案。

（四）龙滩梯级业主负责与平班梯级业主合作建设鱼类增殖站，实施集运鱼过鱼措施，开展水库水质和水生态监测、增殖放流效果监测工作，开展低温水减缓措施研究，完善生态流量泄放措施及其监控方式，制订坝底检修应急预案。

（五）岩滩梯级业主负责与大化、百龙滩和乐滩梯级业主合作建设鱼类增殖站，实施集运鱼过鱼措施，开展水库水质和水生态监测、增殖放流效果监测工作。

（六）大化、百龙滩和乐滩梯级业主负责与岩滩梯级业主合作建设鱼类增殖站，尽快实施集运鱼过鱼措施，开展鱼道过鱼的可行性研究，完善生态流量泄放措施及其监控方式，制订坝底检修应急预案，开展水库水质和水生态监测、增殖放流效果监测工作。

（七）桥巩梯级业主负责完善生态流量泄放措施及监控方式，制订坝底检修应急预案，尽快实施集运鱼过鱼措施，开展鱼道过鱼的可行性研究，开展水库水质和水生态监测、增殖放流效果监测工作。

（八）大藤峡梯级业主负责实施鱼道（常规鱼道和仿生态鱼道）工程建设，建设鱼类增殖放流站（大藤峡鱼类增殖站和来宾红水河珍稀鱼类保护增殖站），建设干支流人工鱼巢及产卵场，

开展水库鱼类保护措施研究，开展水库水质、水生态监测和鱼类增殖放流效果监测工作。

（九）长洲水利枢纽业主负责实施水库水质和水生态监测、增殖放流效果监测工作。

六、关于加快推进大藤峡水利枢纽工程项目审批前期工作

要按照2014年2月底前项目获得国家批复的时限要求，进一步加快项目前期工作。环境保护厅和广西大藤峡水利枢纽开发有限责任公司要派专人进京紧盯项目环评工作，及时跟踪、反馈和协调解决环评中出现的具体问题，每日报告环评工作进度。自治区发展改革委要同步加大汇报衔接力度，争取国家发展改革委尽快下达可行性研究报告评估委托书，提前开展评估、论证工作，为确保2月底前获得可研批复争取时间，力争早批复、早开工、早建成，尽快发挥效益。

出席：水利部珠江水利委员会胥加仕，珠江流域水资源保护局李学灵，自治区人民政府办公厅梁磊、梁冕，自治区发展改革委高旭、黄永辉，环境保护厅黎敏、韦杰宏，水利厅闫九球、邱振天，自治区水产畜牧兽医局梁纪豪、陆毅，自治区水库移民管理局唐继锦，柳州市人民政府陈鸿宁、覃国琴、马朝晖、于保田、施显如，梧州市人民政府陈景文、林英，贵港市人民政府黄星荣、吴光辉、邓照山、李解、何子孟，百色市人

民政府刘世恩、陆峰、梁尚杰、崔勇生、罗加攀，河池市人民政府李云生、黄河、韦昌儒、覃加年、黄岳勇，来宾市人民政府韦正荣、陆海波、陈礼福、林万顺、丁志强，水利部珠江水资源保护科学研究所闻平、朱远生，中国大唐集团公司广西分公司罗赤橙，广东粤电集团天生桥一级水电开发有限责任公司包亚军，南方电网有限公司天生桥水力发电总厂张鸣放，大唐集团龙滩水电开发有限责任公司贺华林，大唐集团广西桂冠电力股份有限公司大化水力发电总厂牙华晨，大唐岩滩水力发电有限责任公司粟永基，广西平班水电开发有限公司李尤，大唐集团广西桂冠开投电力有限责任公司姚小斌，广西投资集团广西方元电力股份有限公司刘旭、李新，中电投集团广西长洲水电开发有限责任公司宋忠孝，广西大藤峡水利枢纽开发有限责任公司苏训、刘传虎。

主送：自治区发展改革委、环境保护厅、水利厅、水产畜牧兽医局、水库移民管理局，柳州、梧州、贵港、百色、河池、来宾市人民政府，中国大唐集团公司广西分公司、广东粤电集团天生桥一级水电开发有限责任公司、南方电网有限公司天生桥水力发电总厂、大唐集团龙滩水电开发有限责任公司、大唐集团广西桂冠电力股份有限公司大化水力发电总厂、大唐岩滩水力发电有限责任公司、广西平班水电开发有限公司、大唐集团广西桂冠开投电力有限责任公司、广西投资集团广西方元电力股份有限公司、中电投集团广西长洲水电开发有限责任公司、广西大藤峡水利枢纽开发有限责任公司。

分送：自治区党委书记、副书记、常委，自治区人大常委会主任、副主任，自治区主席、副主席，自治区政协主席、副主席，自治区人民政府秘书长、副秘书长。

抄送：环境保护部、水利部、农业部办公厅，水利部珠江水利委员会、珠江流域水资源保护局、水利部珠江水资源保护科学研究所。

附件 7　河池市自然资源局关于出具广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程项目选址审查意见的复函

河池市自然资源局

河池市自然资源局关于出具广西红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程项目选址审查意见的复函

龙滩水力发电厂：

发来《关于恳请河池市自然资源局出具广西红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程项目选址审查意见的函》已收悉。经研究，我局意见如下：

根据贵公司提供的项目范围拐点坐标，叠加经国家审核通过使用的“三区三线”数据分析，广西红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程项目拟用地总面积60.7718公顷，不涉及城镇开发边界，不压占永久基本农田和生态保护红线，符合“三区三线”管控要求。

河池市自然资源局

2023年11月24日

附件 8　天峨县自然资源局关于龙滩 1000t 级通航建筑物工程项目用地选址的意见

天峨县自然资源局

天峨县自然资源局
关于龙滩 1000t 级通航建筑物工程项目用地选址的意见

龙滩水力发电厂:

报来《关于恳请天峨县自然资源局出具广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程项目选址审查意见的函》(龙滩厂建函〔2023〕47 号)收悉，经审查，提出意见如下:

根据贵单位提供的龙滩 1000t 级通航建筑物工程项目用地矢量数据，经核实，该项目用地位于已经自治区自然资源厅以桂国土资函〔2002〕116 号文件批准的龙滩水电工程建设用地红线范围内，不涉及新增建设用地。经与自然资源部审查通过的天峨县“三区三线”划定成果进行套合查询，该项目用地不涉及永久基本农田和生态保护红线，也不涉及整合优化后的自然保护区，符合相关用地政策，同意项目用地选址。

天峨县自然资源局

2023 年 11 月 16 日

广西“生态云”平台建设项目智能研判报告

项目名称：红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程

报告日期：2025 年 07 月 30 日

此报告仅供参考

备注：广西“生态云”平台数据按要求进行脱敏偏移处理，本报告中空间分析结果仅供参考。

目 录

1 项目基本信息 **1**
2 报告初步结论 **1**
3 研判分析详情 **1**
3.1 交叠分析 1
3.1.1 三线一单数据 1
3.1.2 基础数据 2
3.1.3 业务数据 2
3.2 空间分析 3
3.2.1 “两高”行业或综合能源消费量在5万吨标准煤及以上 3
3.2.2 土地情况 3
3.2.3 污水管网覆盖情况 3
3.2.4 周边水体情况 3
3.2.5 规划环评 3
3.2.6 目标分析 3
3.3 总量分析 3
3.3.1 大气污染物分析（单位：吨/年） 3
3.3.2 水污染物分析（单位：吨/年） 4
3.4 附件 4
3.4.1 环境管控单元管控要求 4
3.4.2 区域环境管控要求 7

此报告仅供参考

1 项目基本信息

项目名称	红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程		
报告日期	2025年07月30日		
国民经济行业分类	港口及航运设施工程建筑	研判类型	自主研判
经度	107.050170	纬度	25.024727
项目建设地址	河池市天峨县		

2 报告初步结论

限制准入:属于线性工程项目，项目选址选线涉及优先保护单元，建议优化线路布局避让生态敏感目标。

需要进一步与项目位置、政策变化等因素综合确定为准。

环评分类管理建议:该项目建议编制环评文件为报告表，由广西生态环境厅审批。

3 研判分析详情

3.1 交叠分析

3.1.1 三线一单数据

该项目涉及2个环境管控单元，其中优先保护类1个，重点管控类0个，一般管控类1个。具体管控要求及交叠情况详见附件。

3.1.1.1 涉及环境管控单元列表

序号	管控单元编码	管控单元名称	管控单元分类	国家标识码
1	ZH45122210009	天峨县其他优先保护单元	优先保护单元	

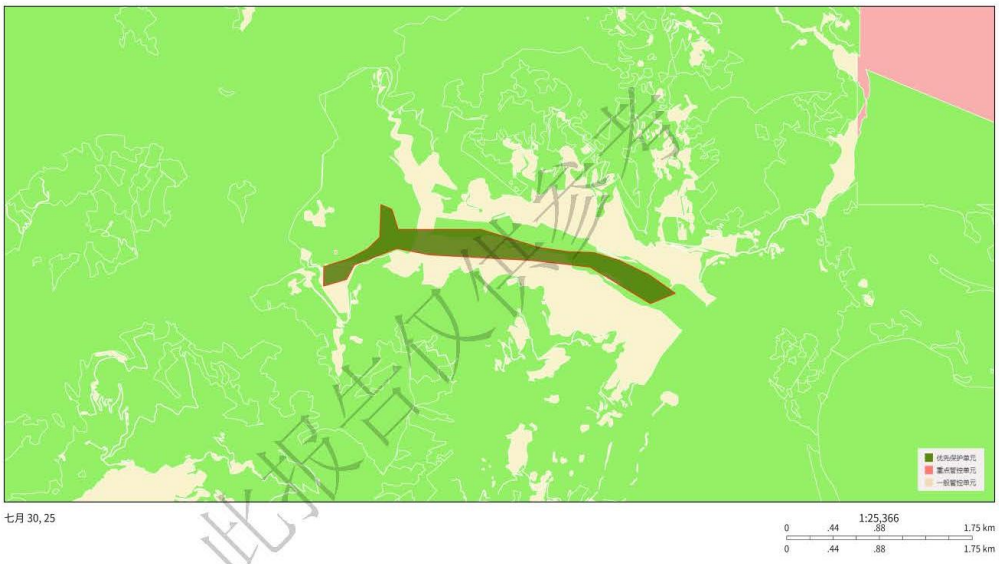
2	ZH45122230001	天峨县一般管控单元	一般管控单元	

3.1.1.2 需关注的要素图层列表

无

3.1.1.3 交叠视图

环境管控单元



此报告仅供公示

3.1.2 基础数据

该项目（点位或边界向外扩展 0.0 公里）涉及环境敏感图斑 0 个。

3.1.2.1 基础数据列表

无

3.1.2.2 交叠视图

3.1.3 业务数据

该项目（点位或边界向外扩展 0.0 公里）涉及业务 0 个。

3.2 空间分析

3.2.1 “两高”行业或综合能源消费量在5万吨标准煤及以上

是否属于“两高行业”：否

3.2.2 土地情况

疑似污染地块：否　　用地性质：

3.2.3 污水管网覆盖情况

是否位于污水管网规划内：否

3.2.4 周边水体情况

无

3.2.5 规划环评

开展规划环评：否

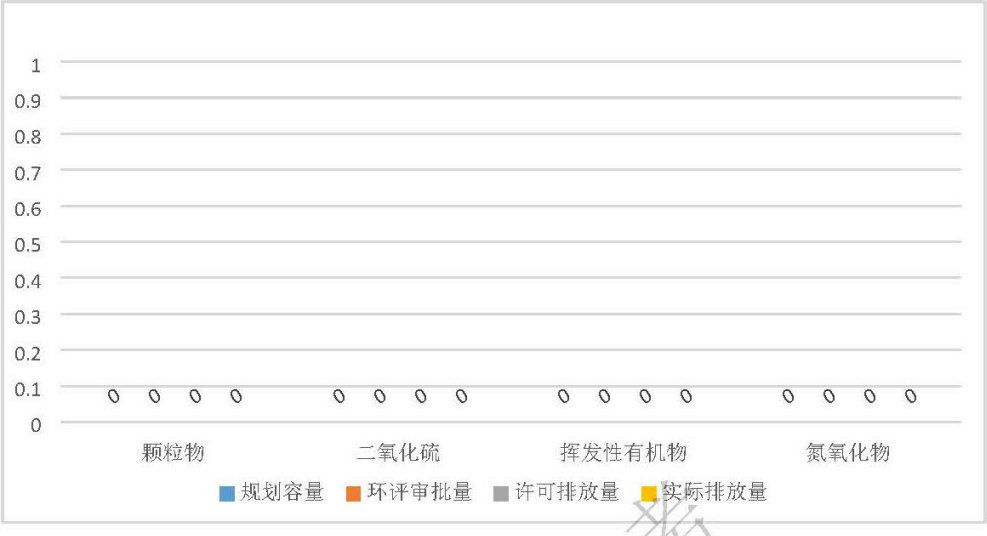
3.2.6 目标分析

无

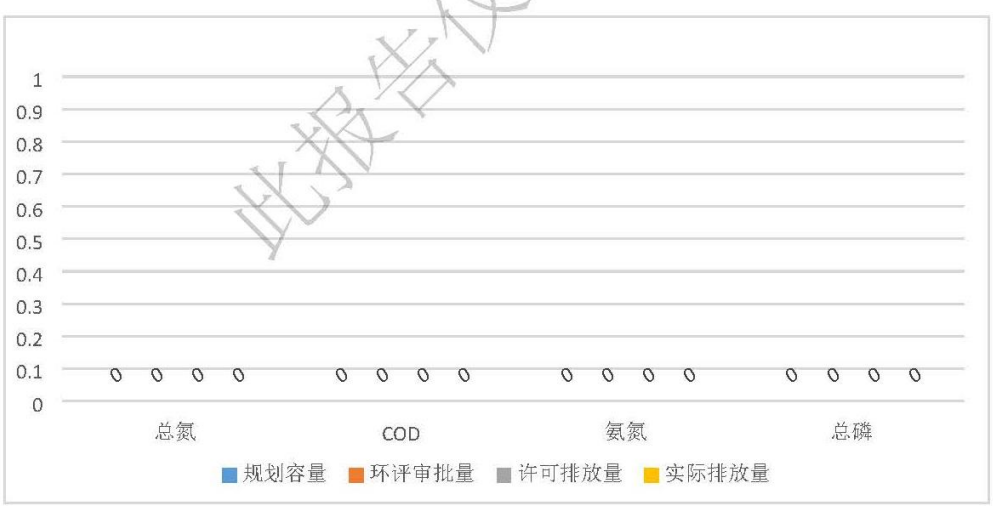
此报告仅供参考

3.3 总量分析

3.3.1 大气污染物分析（单位：吨/年）



3.3.2 水污染物分析（单位：吨/年）



此报告仅供参考

3.4 附件

3.4.1 环境管控单元管控要求

序号	环境管控单元	空间布局约束

	名称	
1	天峨县其他优先保护单元	除严格环境保护措施要求的，符合国土空间规划建设和布局要求，现行的能源开发利用规划、线性工程规划外，以及设区市及以上人民政府批复的矿产资源开发利用规划设置的重点开采区内、开采规划区块、重大工程等矿产开发项目外，原则上按限制开发区域的要求进行管理。 1．按照《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《中华人民共和国水污染防治法》《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》《广西壮族自治区水污染防治条例》等相关法律法规进行管理。 2．依据《国家级公益林管理办法》（林资发〔2017〕34号）进行管理，严格控制勘查、开采矿藏和工程建设使用国家级公益林地。确需使用的，严格按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续。涉及林木采伐的，按相关规定依法办理林木采伐手续。经审核审批同意使用的国家级公益林地，可按规定实行占补平衡。一级国家级公益林原则上不得开展生产经营活动，严禁打枝、采脂、割漆、剥树皮、掘根等行为。二级国家级公益林在不影响整体森林生态系统功能发挥的前提下，可以按照相关技术规程的规定开展抚育和更新性质的采伐。在不破坏森林植被的前提下，可以合理利用其林地资源，适度开展林下种植养殖和森林游憩等非木质资源开发与利用，科学发展林下经济。 3．对所有天然林实行保护，禁止毁林开垦、将天然林改造为人工林以及其他破坏天然林及其生态环境的行为。对纳入保护重点区域的天然林，除森林病虫害防治、森林防火等维护天然林生态系统健康的必要措施外，禁止其他一切生产经营活动。开展天然林抚育作业的，必须编制作业设计，经林业主管部门审查批准后实施。严格控制天然林地转为其他用途，除国防建设、国家重大工程项目建设特殊需要外，禁止占用保护重点区域的天然林地。在不破坏地表植被、不影响生物多样性保护前提下，可在天然林地适度发展生态旅游、休闲康养、

此报告仅供参考

		特色种植养殖产业。 4．国家保护林地，严格控制林地转为非林地，实行占用林地总量控制，确保林地保有量不减少。各类建设项目占用林地不得超过本行政区域的占用林地总量控制指标。矿藏勘查、开采以及其他各类工程建设，应当不占或者少占林地；确需占用林地的，应当经县级以上人民政府林业主管部门审核同意，依法办理建设用地审批手续。 5．禁止滥捕、乱采、乱猎野生动植物。保护自然生态系统与重要物种栖息地，禁止无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦等各种损害栖息地的经济社会活动和生产方式。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。 6．严禁陡坡垦殖、过度放牧、乱砍滥伐树木等损害水土保持功能的活动。禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。控制人为造成新增水土流失的资源开发和建设项目等损害水土保持功能的活动。加强石漠化综合治理，通过保护天然林、封山育林、小流域治理、农村生态能源建设、改变耕作方式、草食动物舍饲圈养、生态扶贫和生态移民等措施，恢复自然植被，提高水源涵养和水土保持能力。 7．在规划开发建设区域适当开展生态教育、自然体验、生态旅游等活动，构建高品质、多样化的生态产品体系。科学规划、合理布局、建设完善相应的公共服务设施，提升公共服务功能。在不毁坏林木和植被、不破坏生态环境的前提下，严格按照生产技术要求发展林下经济等生态产业。 8．按照《广西壮族自治区巴马盘阳河流域生态环境保护条例》等相关法律法规进行管理 9．矿产资源开发活动、新能源建设项目以及线性工程项目等要符合法律法规以及主体功能区规划、生态功能区划、环境保护总体规划、行业规划等规划要求，不得破坏生态、降低环境质量。要优化项目选址布局，严格控制开采量和开采区域，减少对生态空间的占用，不影响区域主导生态功能。乡村振兴项目建设的审批简化

此报告仅供参考

		和豁免要符合有关规定，不得影响区域主导生态功能、降低区域生态环境质量。 10．勘查矿产资源，必须依法取得探矿权或取得自然资源主管部门批准。探矿权人应当按照勘查许可证规定的勘查区块范围和勘查项目进行勘查，并按照批准的勘查设计施工，不得越界勘查，不得擅自进行采矿活动。
2	天峨县一般管控单元	1．永久基本农田一经划定，任何单位和个人不得擅自占用或改变用途。禁止任何单位和个人破坏永久基本农田耕作层。对永久基本农田实行严格保护，确保其面积不减少、土壤环境质量不下降，除法律规定的重点建设项目选址确实无法避让外，其他任何建设不得占用。 2．落实最严格的耕地保护制度，严守耕地保护红线，加强用途管制，规范占补平衡，强化土地流转用途监管，推进闲置、荒芜土地利用，遏制耕地“非农化”、永久基本农田“非粮化”，提升耕地质量，逐步把永久基本农田全部建成高标准农田。 3．严禁占用永久基本农田扩大自然保护地。永久基本农田不得转为林地、草地、园地等其他农用地及农业设施建设用地。严格控制耕地转为林地、草地、园地等其他农用地以及农业设施建设用地。 4．在永久基本农田集中区域，不得新建可能造成土壤污染的建设项目；已经建成的，应当限期关闭拆除。 5．禁止将重金属或者其他有毒有害物质含量超标的工业固体废物、生活垃圾或者污染土壤用于土地复垦。 6．按照《广西壮族自治区巴马盘阳河流域生态环境保护条例》等相关法律法规进行管理。

此报告仅供参考

3.4.2 区域环境管控要求

http://sthjt.gxzf.gov.cn/zfxxgk/zfxxgkgl/fdzdgknr/zcwj/gfxwj/t18841783.shtml

附件 10　河池市生态环境局关于广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程选址的复函

河池市生态环境局

河池市生态环境局关于广西红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程选址的复函

龙滩水电开发有限公司:

你公司《关于恳请出具广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程选址审查意见的函》收悉，经研究，现复函如下:

一、根据你公司提供的《龙滩通航建筑物用地范围图》，以及《河池市天峨生态环境局关于对广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程选址的审查意见》，你公司拟建设的广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程不涉及天峨县陇麻坡饮用水水源保护区。

二、你公司麻村砂石加工作业区属于龙滩水电站附属系统，位于天峨县陇麻坡饮用水水源保护区准保护区范围内，该系统若作为广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程附属系统继续使用，应纳入工程项目环境影响评价进行充分论证，批复同意后方可投入使用。

三、按照《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》相关规定，拟建设的广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程弃渣场等选址不得位于天峨县陇麻坡饮用水水源保护区范围内。

四、根据《中华人民共和国自然保护区条例》《森林公园管理办法》等相关规定，拟建设的广西红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程弃渣场等选址不得位于广西龙滩自治区级自然保护区和广西龙滩大峡谷国家森林公园范围内。

河池市生态环境局

2024年1月17日

附件 11　天峨县人民政府关于同意水源准保护区开展红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程建设的复函附件

天峨县人民政府

天峨县人民政府
关于同意水源准保护区开展红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程建设的复函

龙滩水电开发有限公司：

你公司《关于恳请同意水源准保护区开展红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程建设的函》（大唐龙滩建函〔2025〕1 号）已收悉。

经查，该项目不属于禁止建设的排放污染物建设项目，符合建设条件。经研究，原则同意在饮用水水源准保护区范围内开展红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程建设。

请你公司在工程建设期间，认真落实环境影响审查意见要求，妥善处理施工废水及扬尘，积极做好汛期防范及突发情况应急处置措施，降低工程建设对水源地周边环境产生不利影响。

天峨县人民政府

2025 年 9 月 1 日

附件 12　河池市天峨生态环境局关于对广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程选址的审查意见

河池市天峨生态环境局

河池市天峨生态环境局
关于对广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程选址的审查意见

龙滩水电开发有限公司:

你公司发来《关于恳请天峨县生态环境局出具广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程选址审查意见的函》收悉，经审查，复函如下:

一、根据《广西壮族自治区人民政府关于同意调整（划定、撤销）有关饮用水水源保护区的批复》（桂政函〔2019〕114 号）天峨县陇麻坡饮用水水源保护区已进行调整，你公司拟建设的广西红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程不涉及天峨县陇麻坡饮用水水源保护区。

二、砂石料厂及弃渣场位于陇麻坡饮用水水源保护区准保护区范围内，该项目符合建设条件，项目建设期及运营期对该饮用水水源无重大污染，项目建设期及运营期间，你公司需严格做好各项污染防治措施和生态恢复措施。

河池市天峨生态环境局

2023 年 12 月 15 日

附件 13　天峨县人民政府办公室关于印发天峨县集中式地表水饮用水水源地突发环境事件应急预案的通知

天峨县人民政府办公室

天峨县人民政府办公室
关于印发天峨县集中式地表水饮用水水源地突发环境事件应急预案的通知

各乡（镇）人民政府，县直、上级直管各单位:

经县人民政府同意，现将《天峨县集中式地表水饮用水水源地突发环境事件应急预案》印发给你们，请认真抓好贯彻落实。

天峨县人民政府办公室

2023年7月19日

6 附则

6.1 名词术语

指水源地应急预案编制过程中使用的、需要明确规定并解释的词语。

1、集中式地表水饮用水水源地

指进入输水管网、送到用户且具有一定取水规模（供水人口一般大于1000 人）的在用、备用和规划的地表水饮用水水源地。依据取水口所在水体类型不同，可分为河流型水源地和湖泊（水库）型水源地。

2、饮用水水源保护区

指国家为防治饮用水水源地污染、保障水源地环境质量而划定，并要求加以特殊保护的一定面积的水域和陆域。饮用水水源保护区（以下简称水源保护区）分为一级保护区和二级保护区，必要时可在水源保护区外划定准保护区。

3、地表水饮用水水源地风险物质（以下简称水源地风险物质）指《地表水环境质量标准》GB3838-2002 中表 1、表 2 和表 3 所包含的项目与物质，以及该标准之外其他可能影响人体健康的项目与物质。

4、饮用水水源地突发环境事件（以下简称水源地突发环境事件）指由于污染物排放或自然灾害、生产安全事故、交通运输事故等因素，导致水源地风险物质进入水源保护区或其上游的连接水体，突然造成或可能造水源地水质超标，影响或可能影响饮水取水，危及公众身体健康和财产安全， 需要采取紧急措施予以应对事件。

5、水质超标

指水源地水质超过《地表水环境质量标准》规定的III类水质

标准或标准限值的要求。

《地表水环境质量标准》未包括的项目，可根据物质本身的危害特性和有关供水单位的净化能力，参考国外有关标准（如世界卫生组织、美国环境保护署等）规定的浓度值，由区、县级人民政府组织有关部门会商或依据应急专家组意见确定。

6.2 预案解释权属

水源地应急预案的解释权由河池市天峨生态环境局和天峨县水利局负责。

6.3 预案演练和修订

预案实施后，县人民政府组织预案演练，演练频次可选择每年一次， 演练内容主要包括通讯系统是否正常运作、信息报送流程是否畅通、各应急工作组配合是否协调、应急人员能力是否满足需要等。演练结束后，区级人民政府应对演练情况进行总结评估，并根据演练结果及时修订完善。

在水源地建设内容、人员机构组成、政策要求等发生重大变化时，组织相关人员及时更新修订。

6.4 预案实施日期

本预案自印发之日起实施。

附件 14　国家发展改革委办公厅关于红水河龙滩水电站通航建筑物工程建设请示事项的复函

中华人民共和国国家发展和改革委员会

发改办能源〔2022〕59 号

国家发展改革委办公厅关于红水河龙滩水电站通航建筑物工程建设请示事项的复函

广西壮族自治区、贵州省发展改革委，中国大唐集团有限公司、龙滩水电开发有限公司：

报来《关于请求审批红水河龙滩水电站通航建筑物由通航 500 吨级船舶调整为 1000 吨级建设方案工程可行性研究报告的请示》（大唐龙滩规〔2021〕1 号）收悉。经研究，函复如下：

一是关于审批手续。考虑到项目调整的紧迫性，且广西和贵州在前期已牵头开展一系列工作，为加快推进项目开工建设，请广西壮族自治区发展改革委会同贵州省发展改革委、中国大唐按照通航建筑物先行办理审批相关手续。

二是关于项目资金安排。项目调整新增投资 33.2 亿元拟由贵州省筹措解决（我委中央预算内投资和交通运输部车购税给予适当支持），原 500 吨级通航建筑物投资 24.3 亿元仍由中国大唐筹措。

三是关于项目后续管理。鉴于通航建筑物是龙滩水电站的组

中国大唐集团有限公司
第 285 号
2022 年 1 月 30 日

成部分，又属于在建工程，原工程项目属性不变。项目建成后，为强化水电站管理整体性和管理协同，请中国大唐负责统一经营管理。

国家发展改革委办公厅

2022年1月25日

附件 15　红水河龙滩水电站通航建筑物由通航 500 吨级船舶调整为 1000 吨级项目建设合作框架协议书

正本

红水河龙滩水电站
通航建筑物由通航 500 吨级船舶调整为
1000 吨级项目建设合作框架协议书

合同编号：CDT-LTHPC-X-2101

甲方：龙滩水电开发有限公司

乙方：贵州省交通运输厅

2021 年 11 月 12 日

广西.南宁

红水河龙滩水电站通航建筑物由通航500吨级船舶调整为1000吨级项目建设合作框架协议书

甲方：龙滩水电开发有限公司

乙方：贵州省交通运输厅

为落实《国家发展改革委办公厅关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整前期工作的通知》（发改办基础〔2017〕1641号）和《国家发展改革委办公厅关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整相关工作的通知》（发改办基础〔2019〕1158号）要求，加快红水河龙滩水电站通航建筑物由通航500吨级船舶调整为1000吨级项目（以下简称“项目”或“本项目”）前期工作，落实建设条件，尽快开工建设，甲乙双方通过友好协商，就合作建设本项目达成一致意见，签订项目建设合作框架协议书，由双方共同遵守。

一、项目前期工作

双方积极协调有关各方共同加快推进龙滩水电站通航建筑物由通航500吨级船舶调整为1000吨级建设方案调整工作，在《红水河龙滩水电站可行性研究阶段通航建筑物由通航500吨级船舶调整为1000吨级设计专题报告》已报送国家发展改革委审批的基础上，加快推进工程安全预评价、环境影响评价、大坝安全影响专项论证、通航条件影响评价、鱼类增殖及过鱼设施可行性研究勘察设计等相关重大科研课题的研究，及时报送

有关部门审查，推动项目早日获得批准并开工建设。

二、项目投资及资金筹集

（一）龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程估算静态投资为470224.88万元，最终以国家发展改革委批复为准。

（二）本项目估算静态投资包含了甲方已按500吨级方案开展实施的工程设计、施工、监理、检测监测、业主管理费，以及由于500吨级调整为1000吨级方案造成的工程损失、停工索赔损失及停工期间看管维护等费用。甲方按500吨级方案已实施的工程投资视为甲方在本项目的实际投资。包括且不限于甲方已支付的本项目建设资金。

（三）资金筹措按照“发改办基础〔2019〕1158号”明确的“由贵州筹措解决建设方案新增建设资金”和《贵州省人民政府关于承诺承担龙滩水电站通航设施按照1000吨级标准建设增加投资的函》（黔府函〔2015〕224号）执行。

本项目建设资金来源由两部分组成：第一部分，原500吨级通航建筑物工程静态总投资243045万元以及此部分资金融资成本，由龙滩水电开发有限公司出资；第二部分，本项目由500吨级调整为1000吨级新增的投资及此部分资金融资成本，全部由乙方负责筹集解决，其中国家补贴资金由乙方负责申请落实。

（四）项目前期专题报告、可研报告编制及评审等费用由乙方负责支付，费用列入项目总投资中。

（五）在国家发展改革委批复项目工程可行性研究报告、

确定工程总投资后，根据工程进度计划，甲乙双方再具体协商分年度投资和资金支付计划。

（六）在国家发展改革委批复项目工程可行性研究报告、确定项目总投资前，为保证项目获批开工后建设资金能及时支付，本协议签订后，甲、乙双方将同时向各自上级单位投资或预算管理部门提前申请年度建设资金，确保建设资金同步到位。

三、项目管理模式

（一）为保持项目建设的延续性和管理的便利性，双方同意由甲方负责项目的建设管理，乙方可指派人员参与，项目实施管理要求按照中国大唐集团有限公司规定执行。

（二）乙方做好应承担资金的筹措和支付，其中前期专题报告编制和审查费用由乙方直接支付给编制单位或审查单位，国家补助资金由乙方按下达途径足额、及时拨付给甲方。甲方按照国家及上级公司项目管理要求和项目建设进度进行支付。

（三）乙方可参与项目设计审查、重大方案调整、重大变更及项目竣工验收等。

四、双方责任与义务

（一）甲方责任与义务

1. 加快推进项目前期各项工作开展，以项目业主名义上报各专题报告进行审批。

2. 组建项目建设管理机构，统筹策划项目建设，按国家批

复的建设规模、建设工期、工程投资，开展本项目的建设管理工作。

3. 做好项目建设资金筹集。按原龙滩水电站 500 吨级通航建筑物工程静态投资 243045 万元及融资成本履行出资责任，确保甲方负责部分的建设资金及时到位。

4. 协助乙方按照相关政策及要求，申请本项目国家补贴资金。

（二）乙方责任与义务

1. 负责项目前期费用（工程可行性研究报告、相关专题报告编制及咨询审查费用）筹措及支付。

2. 协调贵州省政府、各单位、国家各部委，为项目审批、工程顺利建设做好沟通协调工作，并对龙滩原 500 吨级通航建筑物遗留项目专项验收工作给与充分支持与配合。

3. 负责本项目新增建设资金的筹集，包括负责申请国家补贴资金，并按工程进度要求及时支付至甲方账户。

五、协议生效及其他

（一）在本项目工程可行性研究报告获得国家发展改革委批复后、项目开工前，双方再行协商签订具体的项目建设合作协议书。

（二）项目联系人

甲方项目联系人：张延昭　联系电话：18978928768

乙方项目联系人：肖　勇　联系电话：18302570360

职责：代表合同双方进行项目日常工作的联系和沟通

一方变更项目联系人的，应在变更后14日内以书面形式通知另一方。

（三）本合同自双方授权代表签署之日起生效，至本项目合作建设协议签订后自行失效。

（四）合同文本一式捌份，具有同等法律效力，甲乙双方各执肆份。

（五）本合同载明的通讯地址为双方指定收件地址，今后凡与本合同相关的任何通知、函件、申请、批复、法律文书（包括但不限于律师函、起诉状、应诉通知、传票、判决书、裁定书等）均送达至该地址或书面送达，自EMS邮件加盖邮戳之日起第三日起或书面签收之日起视为送达，任一方通讯地址有变更应书面通知对方，否则均为有效送达，未及时告知的不良后果由该方承担。

（以下无正文）

附件：1.《国家发展改革委办公厅关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整前期工作的通知》（发改办基础〔2017〕1641号）

2.《国家发展改革委办公厅关于加快推进龙滩枢纽通航建筑物建设方案调整相关工作的通知》（发改办基础〔2019〕1158号）

3.《贵州省人民政府关于承诺承担龙滩水电站通航设施按照1000吨级标准建设增加投资的函》（黔府函〔2015〕224号）

甲方	乙方
龙滩水电开发有限公司（章）	贵州省交通运输厅（章）
法定代表人： 或委托代理人： （签字）	法定代表人： 或委托代理人： （签字）
签字日期：2021年　月　日	签字日期：2021年　月　日
税号：914500007151805278	税号：11520000009390420K
开户行：工行建政支行	开户行：建设银行贵阳延西支行
账号：2102107119300008464	账号：52001453736050002806
地址：广西南宁市民族大道126-1号龙滩大厦	地址：贵州省贵阳市云岩区延安西路汇金国际广场66号
邮编：530023	邮编：
联系人：张延昭	联系人：肖　勇
电话：0771-6118002	电话：0851-85992599
传真：0771-6118999	传真：
电子邮箱：	电子邮箱：

附件 16　广西壮族自治区国土资源厅关于批准龙滩水电站坝区工程建设用地的函

广西壮族自治区国土资源厅

桂国土资函[2002]116 号

关于批准龙滩水电站坝区工程建设用地的函

河池地区行署:

龙滩水电站坝区工程建设用地业经国务院批准，国土资源部以国土资函[2002]76 号文进行了批复。现将有关事项通知如下:

一、同意天峨县将集体农用地 638.7921 公顷（其中：耕地 96.1464 公顷）转为建设用地并征为国有，另使用农村集体建设用地 1.243 公顷、未利用地 53.2987 公顷;同意将国有农用地 58.5147 公顷转为建设用地，另使用国有建设用地 15.3503 公顷、未利用地 17.2999 公顷。

以上共计批准建设用地 784.4987 公顷，其中 267.4753 公顷（坝区用地 71.0506 公顷、变电站用地 22.2747 公顷、道路用地 174.1500 公顷）划拨给龙滩水电开发有限公司，作为龙滩水电站坝区工程建设用地;其余土地 517.0234 公顷(砂石场用地 89.2000 公顷、弃渣场用地 274.9106 公顷、防止水土流失的工程防护设施

用地152.9128公顷）待工程竣工验收后交由天峨县人民政府统一管理，合理安排使用。

二、你署要督促天峨县、罗城县人民政府认真组织落实补充耕地方案，采取措施，提高已补充的43.0028公顷耕地的质量；同时，要督促龙滩水电开发有限公司尽快按土地开垦项目管理要求，上报土地开垦项目的立项报批材料，在2002年底前完成由该公司负责开垦用地安置坝区移民的32.2667公顷耕地的开发任务并保证质量。我厅将对补充耕地计划的落实情况进行监督检查和验收，并将验收结果上报国土资源部。

三、天峨县人民政府要严格按照征用土地方案组织落实征地补偿安置工作，切实安排好被征地单位群众的生产和生活。

四、龙滩水电开发有限公司要按规定缴纳用地有关税费。



广西壮族自治区国土资源厅

二〇〇二年四月二十九日

主题词：国土资源　建设用地　水利　函

抄 送：自治区人民政府办公厅、财政厅，河池地区国土资源局、财政局，天峨县人民政府、罗城县人民政府。

广西区国土资源厅办公室　2002年4月30日印发

（共印12份）

2

广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境影响报告书（咨询稿）专家咨询意见

2024 年 11 月 6 日，龙滩水电开发有限公司在北京市主持召开了《广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境影响报告书（咨询稿）》（以下简称“报告书”）咨询会。环评单位中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司代表与特邀专家参加了本次会议。会议特邀 11 名专家组成专家组，成员名单附后。

会议期间，评价单位汇报了报告书主要内容，与会专家、代表经过质询、讨论，形成专家组咨询意见如下:

一、项目概况与工程分析

1. 细化完善工程特性表（包括环境保护措施等），建议工程建设必要性调整到第二章工程概况中。

2. 补充工程运行发电调度运行方式（现有运行方式、8、9 号建成投运后的运行方式），分析发电运行调度方式的生态环境合理性。

二、工程环境影响分析

（一）水环境

1. 复核水环境评价范围，补充评价范围内常规监测断面的监测成果，完善水环境现状评价。

2. 根据 8、9 号机组建成投入运行的调度运行方式，结合现行调度运行方式，完善对坝下游水文情势的影响影响分析。

3. 根据工程运行水温监测成果，结合国内已建水温减缓措施的实施效果，从尽可能取表层水的角度，优化完善低温水减缓措施设计方案。

（二）生态环境

1. 根据生态影响导则的要求，进一步梳理完善生态环境现状调查成果及评价。

2. 根据工程发电运行调度方式，细化对坝下重要水生生境及鱼类繁殖的影响，提出优化发电调度的意见；优化水库调度方案，提出联合流域梯级电站在红水河鱼类繁殖“人造洪峰”建议方案。

3. 根据水生生态影响回顾性评价，明确工程过鱼对象、过鱼规模，结合广西已建和在建水利水电工程鱼类过坝设计与运行存在问题的分析，细化工程鱼类保护措施有效性、鱼类过坝等工程措施与参数的评价与设计内容，进一步优化细化完善过鱼设施设计方案；优化完善鱼类增殖站规划设计（站址选择、增殖放流对象、放流设施等）；计算过鱼设施和鱼类增殖站的投资，并纳入本工程概算中实施。

4. 按全生命周期生态环境监测要求，优化生态环境监测内容，补充监测点位图件。

5. 加快深入开展红水河流域水生生物洄游通道恢复措施方案研究。

（三）其它

1. 建议细化施工废污水设施评价、开挖料利用、弃渣处置和施工迹地生态修复内容。

2. 建议补充施工污废水事故排放的影响分析。

3. 进一步梳理编制依据、环境影响识别、主要环境影响因子评价范围、环境保护目标等。

附：专家组成员名单

常仲农　生态环境部环境影响评价与排放管理司

常剑波　武汉大学

李迎喜　长江设计集团有限公司

孙双科　中国水利科学研究院

程红光　北京师范大学

张春光　中国科学院动物研究所

秦建明　中国大唐集团有限公司

黄先腾　大唐国际发电股份有限公司

吴　锐　大唐国际发电股份有限公司

杨绍卿　大唐国际发电股份有限公司

郑一琛　武汉大学

会议签到表

会议名称	广西红水河龙滩水电站8、9号机组工程环境报告书审查		
会议地点		会议时间	

序号	姓　名	工　作　单　位	职务/职称	联系方式
1	陈建明	中国水电顾问集团	教高	
2	黄伟华	生态环境部(总局)	原二巡	
3	李小鸿	长江设计集团有限公司	正高	
4	张春光	中国科学院动物所	研究员	13261454549
5	杨经纶	中国大唐	主工	13761229973
6	吴飞	大唐国际	主工	18601098685
7	刘小刚	中国水利水电科学研究院	正高	13621126899
8	郑一泳	武汉大学	博七	18672316857
9	黄光腾	大唐国际	高工	
10	程纲龙	龙滩电厂	副厂长	13907713948
11	周兴发	龙滩电厂	副主任	18977115797
12	王胜先	中南院	技术员	
13	杨文正	中南院	正高	

14	焦鹰	中南院	高工	
15	汪亮	中南院	工程师	
16	欧逸宁	中南院	工程师	
17	常剑波	武汉大学	教授	
18	程山虎	北京师范大学	教授	
19	占江月	中南院	工程师	
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

附件 18　关于调整龙滩水电站通航建筑物工程过鱼设施建设项目征求意见的函及回复

龙滩水电开发有限公司

关于调整龙滩水电站通航建筑物工程过鱼设施建设项目征求意见的函

广西壮族自治区发展和改革委员会:

感谢贵单位长期以来对我公司的大力帮助与指导!

龙滩水电站通航建筑物工程前期各项工作自 2018 年全面开展，于 2023 年 9 月项目工程可行性研究报告获得广西、贵州两省区发展改革委正式批复，其中龙滩过鱼设施（集运鱼系统）建设投资约 3800 万元。

广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程项目（以下简称 8、9 号机项目）预可研已取得批复意见，该项目前期工作中已深度开展过鱼设施方案研究。鉴于此，为确保龙滩过鱼设施方案审批和具体措施落实的完整性，特申请将龙滩水电站通航建筑物工程的过鱼设施(集运鱼系统)建设调整至 8、9 号机项目中实施，在 8、9 号机项目开工后一并落实过鱼措施建设。

望复函为盼!

龙滩水电开发有限公司

2025 年 5 月 14 日

（联系人及电话：周兴发　18977115797）

广西壮族自治区发展和改革委员会

广西壮族自治区发展和改革委员会关于反馈调整龙滩水电站通航建筑物工程过鱼设施建设项目意见的函

龙滩水电开发有限公司：

《关于调整龙滩水电站通航建筑物工程过鱼设施建设项目征求意见的函》收悉。经研究并征求相关单位意见，我委对你公司提出的“将龙滩水电站通航建筑物工程的过鱼设施(集运鱼系统)建设调整至广西红水河龙滩水电站8、9号机组项目中实施”无意见。请加快组织推进各项前期工作，尽快实现开工建设。

此复。

广西壮族自治区发展和改革委员会

2025年7月9日

附件 19　监测报告

NHJC/JSJL-035-(4)

南环检测 NHT

CMA 182012051009

广西南环检测科技有限公司

监　测　报　告

南环检测（监）字〔2023〕第 C12-73 号

项目名称：龙滩通航建筑物环境质量补充底泥和地表水监测

委托单位：中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司

报告日期：2023 年 12 月 29 日

编　　制：李飞燕　　审　　核：王炽祥

签　　发：覃和峰　　签发日期：2023.12.29

广西南环检测科技有限公司（盖章）

监测报告说明

1、本公司对出具的数据负责，对委托单位所提供的样品和技术资料保密。

2、报告无编制、审核、签发人签名无效。

3、报告未加盖CMA章、本公司的检验检测报告专用章、骑缝章无效。

4、报告涂改、增删、缺页无效。

5、未经本公司同意，不得部分复制本报告，不得将报告用于商业性宣传。

6、委托单位在委托前应说明监测目的，凡涉及污染事故调查、环保验收、仲裁及鉴定等特殊监测需在委托书中进行说明，由我公司按现行有效的监测技术标准和规范进行采样、监测。委托单位自行送检的样品，本报告只对送检样品的检测结果负责。

7、对报告若有疑议，请于收到报告之日起十五日内与本公司联系，逾期不予受理，并视为认可本报告。对于性能不稳定、不宜留样的样品，恕不受理复检。

地　　址：南宁市金凯路13号6号厂房5层、8号厂房4层

邮　　编：530031

电　　话：0771-4739525

传　　真：0771-4739525

邮　　箱：GXNH2017@163.com

一、监测信息

委托方信息	名 称	中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司		
	地 址	长沙市雨花区香樟东路16号		
	联系人	欧逸宁	联系方式	186 7486 5616
受检方信息	名 称	龙滩水电开发有限公司		
	地 址	广西南宁市青秀区民族大道126号		
	联系人	张延昭	联系方式	189 7892 8768
监测类型	☑委托监测 ☐竣工验收监测 ☐监督性监测 ☐污染仲裁监测 ☐污染事故应急监测 ☐其它（ ）			
项目类别	水（含大气降水）和废水：☑地表水 ☐地下水 ☐生活饮用水 ☐废水 ☐其他 环境空气和废气：☐环境空气 ☐有组织废气 ☐无组织废气 ☐其他 土壤和水系沉积物：☐土壤 ☑水系沉积物 ☐固体废物 ☐噪声 ☐海水 ☐种植业农产品 ☐肥料 ☐其他			
监测日期	2023年12月14~16日	监测条件	天气：阴	
监测期间工况	/			

二、监测内容

项目类别	监测点名称/位置		监测项目	监测频次	样品状态
地表水	A7（坝前）	E:107.03865°; N:25.03209°	汞、粪大肠菌群	1次/天 ×3天	水样均呈无色、透明，无异味。
	A8（坝下陇麻坡取水口）点位	E:107.16545°; N:24.99562°			
水系沉积物	水下清挖区上游100m（S1）	含水率、有机质、总磷、总氮； 浸出毒性（硫酸硝酸法）：汞、砷、铅、铜、锌、镍、铬、镉； 浸出毒性（水平振荡法）：汞、砷、铅、铜、锌、镍、铬、镉		1次/天 ×1天	棕灰色半流动固体，无异味。
	水下清挖区（S2）				
	水下清挖区下游100m（S3）				
分析条件说明	实验室分析条件均符合本监测机构规定要求				
分析日期	2023年12月14~28日				

三、监测依据及仪器设备

类别	监测项目	监测方法	检出限/监测范围	设备型号及名称
地表水	采样	地表水环境质量监测技术规范 HJ 91.2-2022	/	/
	汞	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法 HJ 694-2014	0.04 μg/L	BAF-3000 原子荧光光度计
	粪大肠菌群	水质 粪大肠菌群的测定 多管发酵法 HJ 347.2-2018	20 MPN/L	DHP-9082B 电热恒温培养箱
水系沉积物	采样	地表水环境质量监测技术规范 HJ 91.2-2022	/	/
	浸出毒性	固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法 HJ/T 299-2007	/	YKZ-08 翻转式振荡器、JJ1000 双杰电子天平
		固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法 HJ 557-2010	/	YKS-12 翻转式振荡器、JJ1000 双杰电子天平
	汞	固体废物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 HJ 702-2014	0.02 μg/L	BAF-3000 原子荧光光度计
	锌	固体废物 铅、锌和镉的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 786-2016	0.06 mg/L	AA-7020 型 原子吸收分光光度计
	铅	固体废物 金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 HJ 766-2015	4.2 μg/L	SUPEC 7000 ICP-MS
	镉		1.2 μg/L	
	铬		2.0 μg/L	
	铜		2.5 μg/L	
	镍		3.8 μg/L	
	砷		1.0 μg/L	
	含水率	城市污水处理厂污泥检验方法 2 城市污泥 含水率的测定 重量法 CJ/T 221-2005	/	BSA224S 型电子天平、 101-2 型电热恒温鼓风干燥箱
	有机质	固体废物 有机质的测定 灼烧减量法 HJ 761-2015	0.04%	AR224CN 型 奥豪斯电子天平、DHG-9140A 型电热鼓风干燥箱、TE-AV210Q 型 快速自动马弗炉
	总磷	固体废物 总磷的测定 偏钼酸铵分光光度法 HJ 712-2014	3 mg/kg	TU-1901 紫外可见分光光度计
	总氮	城市污水处理厂污泥检验方法 49 城市污泥 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法 CJ/T 221-2005	0.04 mg/L	

三、监测结果

表 4-1 地表水监测结果

监测点位	监测日期	检测结果	
		汞，mg/L	粪大肠菌群；MPN/L
A7（坝前）	12 月 14 日	0.00004L	1.2×10^3
	12 月 15 日	0.00004L	1.5×10^3
	12 月 16 日	0.00004L	1.2×10^3
A8（坝下陇麻坡取水口）点位	12 月 14 日	0.00004L	1.5×10^3
	12 月 15 日	0.00004L	1.1×10^3
	12 月 16 日	0.00004L	1.3×10^3

注：未检出以“检出限+L”表示。

表 4-2 水系沉积物检测结果（全量）

监测日期	监测点位	检测结果			
		含水率（%）	有机质（%）	总磷（mg/kg）	总氮（mg/kg）
12 月 14 日	水下清挖区上游 100m（S1）	28.8	22.0	8.43×10^3	3.01×10^4
	水下清挖区（S2）	29.7	21.5	8.00×10^3	2.87×10^4
	水下清挖区下游 100m（S3）	28.6	6.1	2.31×10^3	8.20×10^3

表 4-3 水系沉积物监测结果（浸出毒性：硫酸硝酸法）

监测日期	监测点位	检测结果，mg/L				
		汞	锌	铅	镉	铬
12月14日	水下清挖区上游100m（S1）	0.00016	0.06L	0.0042L	0.0012L	0.0020L
	水下清挖区（S2）	0.00013	0.06L	0.0042L	0.0012L	0.0020L
	水下清挖区下游100m（S3）	0.00012	0.06L	0.0042L	0.0012L	0.0020L
	/	砷	铜	镍	六价铬	/
	水下清挖区上游100m（S1）	0.0096	0.0036	0.0114	0.004L	/
	水下清挖区（S2）	0.0098	0.0031	0.0110	0.004L	/
	水下清挖区下游100m（S3）	0.0098	0.0029	0.0112	0.004L	/

注：未检出以“检出限+L”表示。

表 4-4 水系沉积物监测结果（浸出毒性：水平振荡法）

监测日期	监测点位	检测结果，mg/L				
		汞	锌	铅	镉	铬
12月14日	水下清挖区上游100m（S1）	0.00013	0.06L	0.0042L	0.0012L	0.0025
	水下清挖区（S2）	0.00011	0.06L	0.0042L	0.0012L	0.0024
	水下清挖区下游100m（S3）	0.00011	0.06L	0.0042L	0.0012L	0.0024
	/	砷	铜	镍	六价铬	/
	水下清挖区上游100m（S1）	0.0115	0.0138	0.0038L	0.004L	/
	水下清挖区（S2）	0.0113	0.0094	0.0038L	0.004L	/
	水下清挖区下游100m（S3）	0.0111	0.0125	0.0038L	0.004L	/

注：未检出以“检出限+L”表示。

五、监测布点示意图

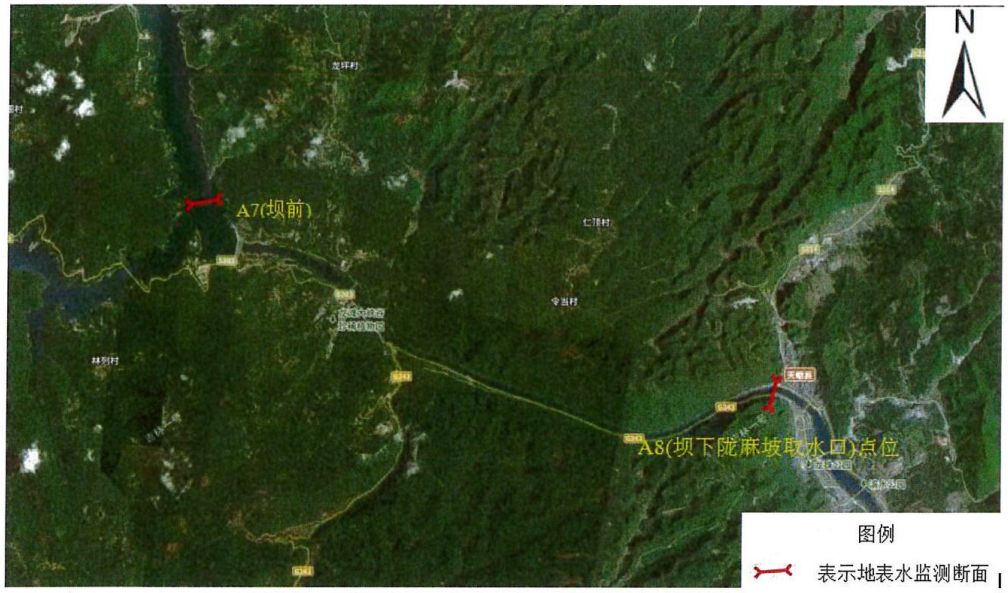


图 1　地表水监测点位示意图



图 2　水系沉积物监测点位示意图

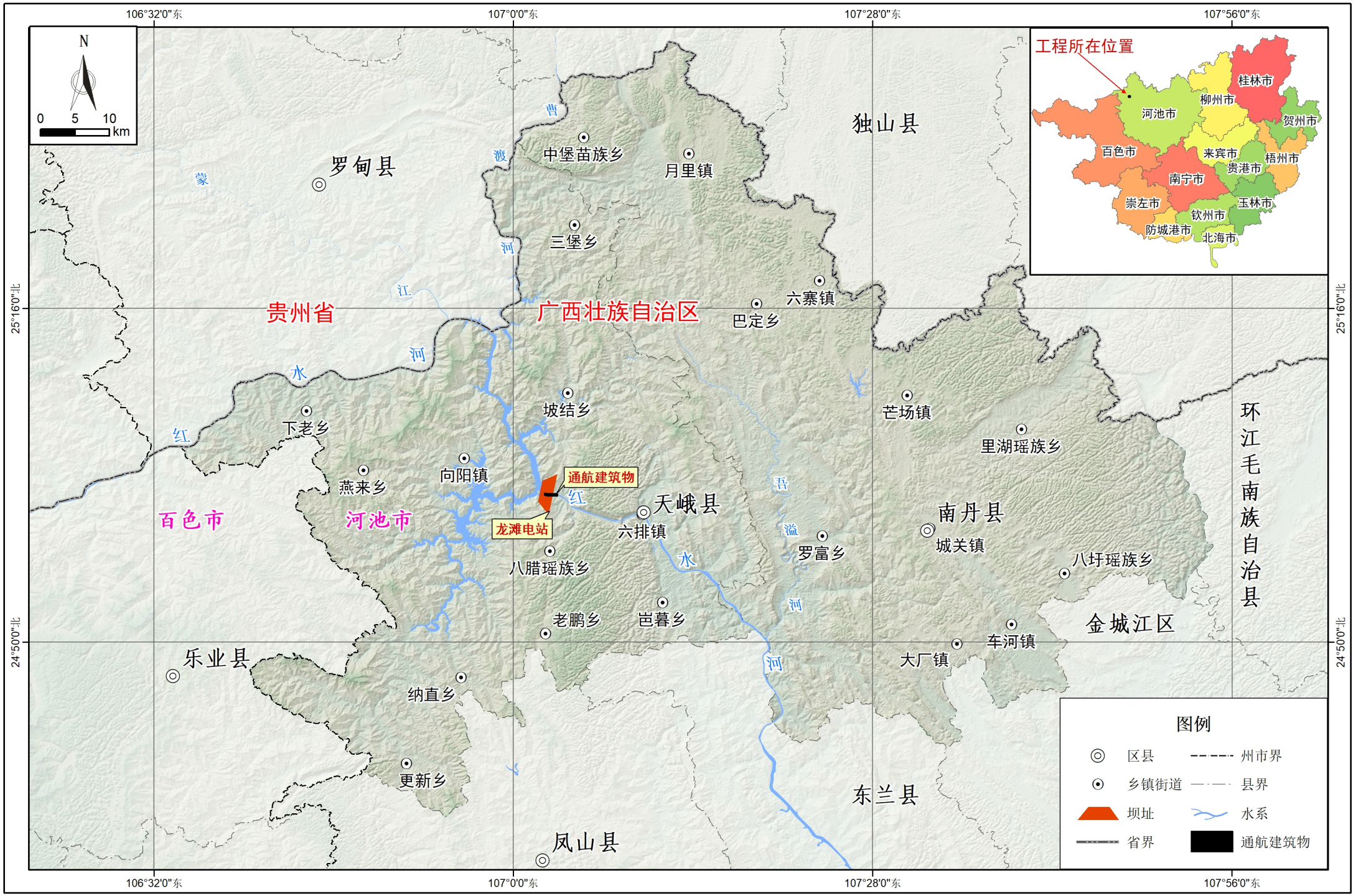
六、质量控制与质量保证

质量控制要素	质量控制手段
人员、设备	监测人员均持证上岗，使用的监测仪器设备均经检定（校准）合格，并在有效期内。
标准方法、环境	使用现行有效并经过验证的标准方法，并在方法中要求的环境条件下完成分析工作。
样品、数据、报告	所有样品均在样品有效期内进行分析，数据、报告经三级审核后报出。

以上结果仅对 本次监测条件下 负责。

以下空白

附图1 广西龙滩水电站通航建筑物工程项目地理位置图

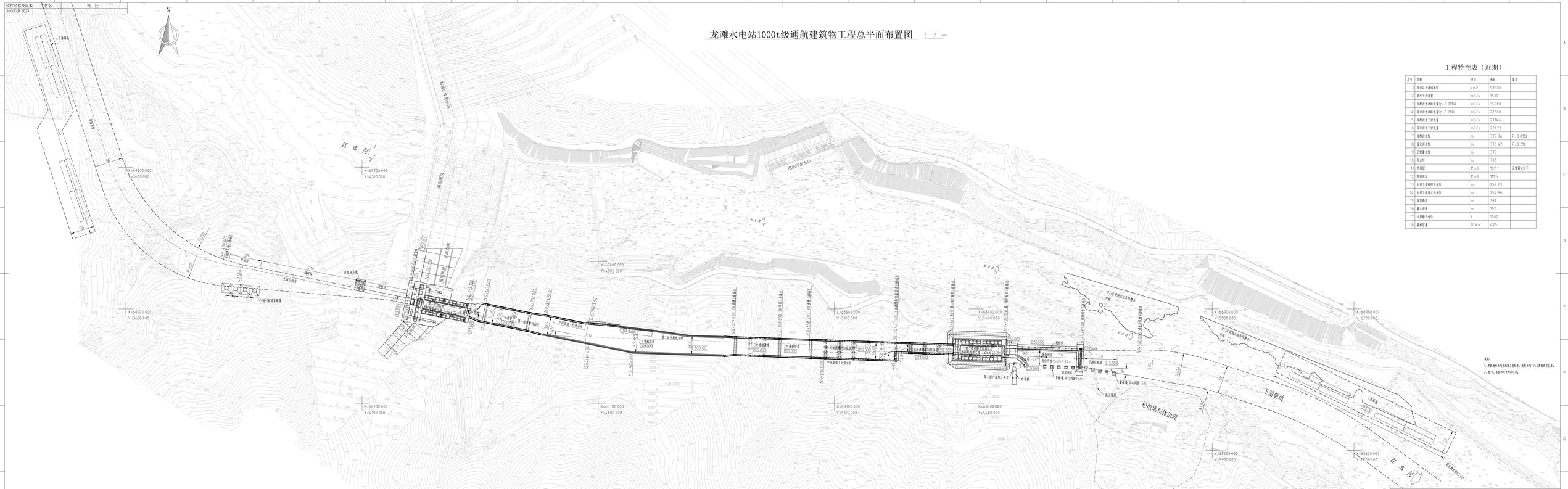


制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

软件名称及版本	文件名	路 径
AutoCAD 2023		

龙滩水电站1000t级通航建筑物工程总平面布置图

0 2 4m



工程特性表（近期）

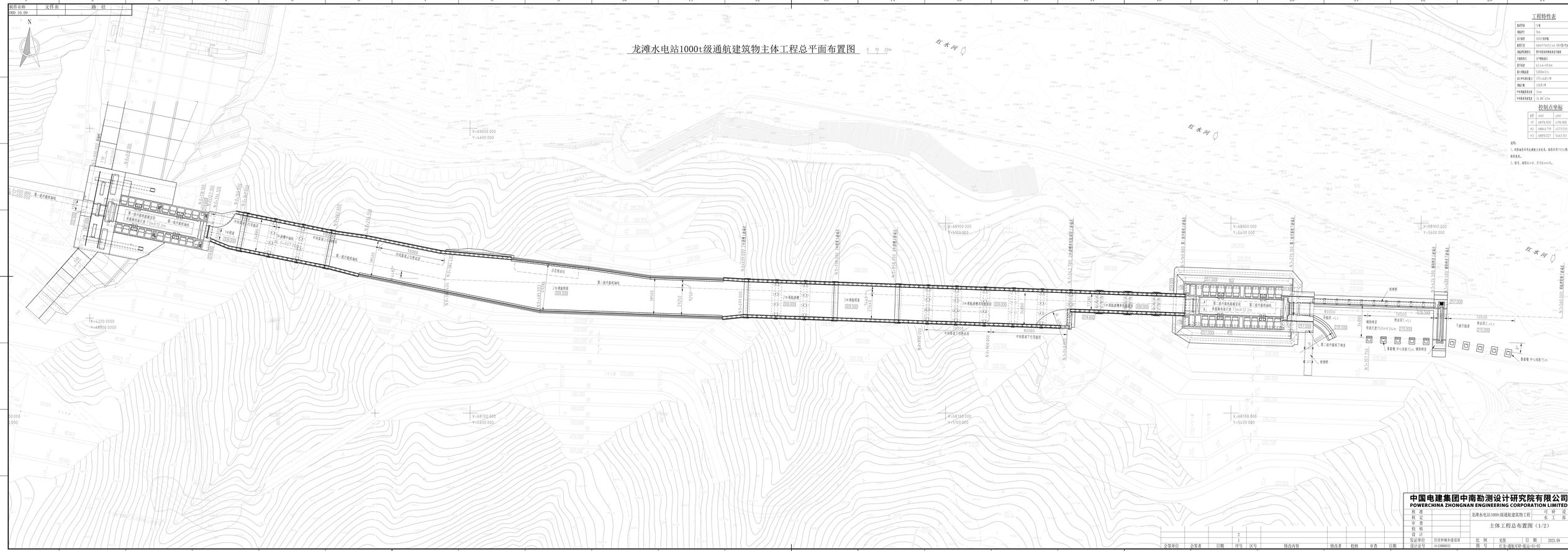
序号	名称	单位	指标	备注
1	坝址以上流域面积	km2	98500	
2	多年平均流量	m3/s	1630	
3	校核洪水频率流量(p=0.01%)	m3/s	35500	
4	设计洪水频率流量(p=0.2%)	m3/s	27600	
5	校核洪水下泄流量	m3/s	27114	
6	设计洪水下泄流量	m3/s	22422	
7	校核洪水位	m	379.34	P=0.01%
8	设计洪水位	m	376.47	P=0.2%
9	正常蓄水位	m	375	
10	死水位	m	330	
11	总库容	亿m3	162.1	正常蓄水位下
12	有效库容	亿m3	111.5	
13	大坝下游校核洪水位	m	259.23	
14	大坝下游设计洪水位	m	254.86	
15	坝顶高程	m	382	
16	最大坝高	m	192	
17	过船能力(吨位)	t	3000	
18	装机容量	万 kW	420	

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司
POWERCHINA ZHONGNAN ENGINEERING CORPORATION LIMITED

| | | |

软件名称	文件名	路 径
GBD 10.09		

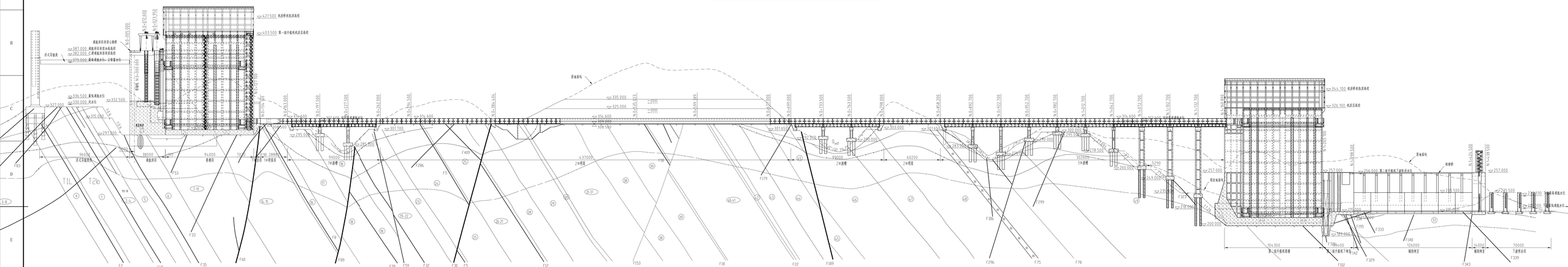
龙滩水电站1000t级通航建筑物主体工程总平面布置图


N
0 10 20m
红水河
X=69000.000
Y=4600.000
X=68900.000
Y=5100.000
X=68900.000
Y=5400.000
X=68900.000
Y=5600.000
X=68700.000
Y=4600.000
X=68700.000
Y=5100.000
X=68700.000
Y=5400.000
X=4200.0000
Y=6850.0000
第一提升船机轴线
第二提升船机轴线
第一提升船机承重梁
承船厢有效尺度 73m×12.2m
下闸首
中间渠道上引导航段
中间渠道下引导航段
2#渠道隧道
3#渠道隧道
渠道隧道
上游引航道
下游引航道
检修闸
事故门
事故闸门
事故闸 中心间距75m
检修闸门
检修门槽
检修门 ×1.0
事故门 ×1.0
上游引航道 ×1.0
下游引航道 ×1.0
上游渠道
下游渠道
中间渠道
渠道隧道
渠道隧道横向联络通道
渠道隧道横向联络通道
渠道隧道横向联络通

软件名称	文件名	路 径
GBD 10.09		

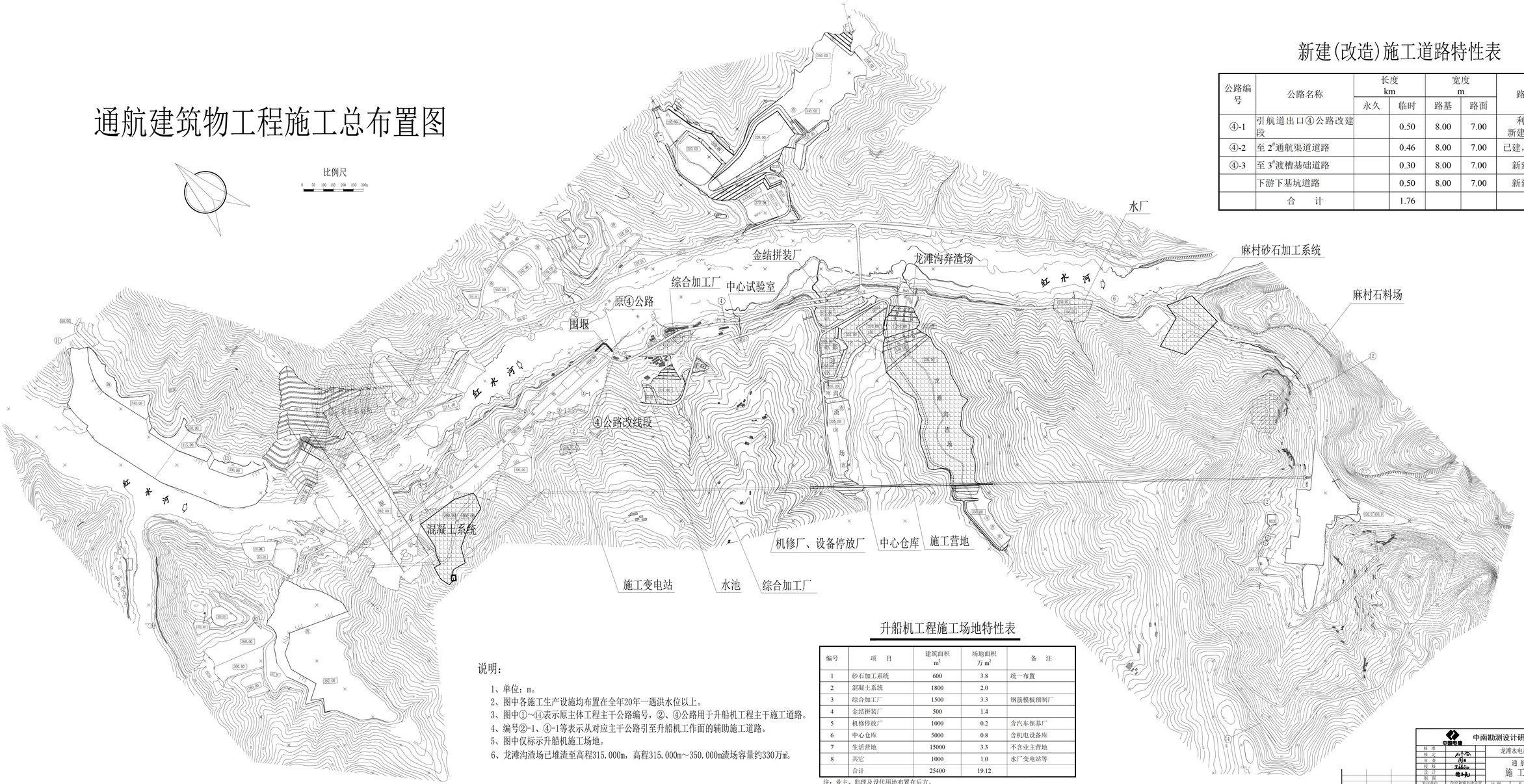
龙滩水电站1000t级通航建筑物纵剖面图

0 10 20m


421.500 机房楼板底面高程
403.500 第一级升船机机房层面高程
N:4472.600
N:4373.950
N:4095.000
N:4260.000
通航水位设计心线桥
387.000 通航水位设计净高高程
382.000 二级通航水位设计净高高程
375.000 最高通航水位+2m安全余位
336.500 最低通航水位
330.000 死水位
332.500
327.000
315.080
297.800
N:4314.400
N:4253.500
N:4095.500
N:4272.500
N:4262.000
N:4245.500
N:3984.404
N:3955.473
N:4699.489
N:4657.500
N:4699.800
N:4735.500
N:4763.500
N:4798.800
N:4858.200
N:4897.200
N:4922.200
N:4952.200
N:4982.200
N:4432.200
N:4362.200
N:4327.200
N:4297.200
N:4267.200
N:4232.200
N:4202.200
N:4172.200
N:4137.200
N:4107.200
N:4077.200
N:4042.200
N:4012.200
N:3982.200
N:3947.200
N:3917.200
N:3887.200
N:3852.200
N:3822.200
N:3792.200
N:3757.200
N:3727.200
N:3697.200
N:3662.200
N:3632.200
N:3602.200
N:3567.200
N:3537.200
N:3507.200
N:3472.200
N:3442.200
N:3412.200
N:3377.200
N:3347.200
N:3317.200
N:3282.200
N:3252.200
N:3222.200
N:3187.200
N:3157.200
N:3127.200
N:3092.200
N:3062.200
N:3032.200
N:2997.200
N:2967.200
N:2937.200
N:2902.200
N:2872.200
N:2842.200
N:2807.200
N:2777.200
N:2747.200
N:2712.200
N:2682.200
N:2652.200
N:2617.200
N:2587.200
N:2557.200
N:2522.200
N:2492.200
N:2462.200
N:2427.200
N:2397.200
N:2367.200
N:2332.200
N:2302.200
N:2272.200
N:2237.200
N:2207.200
N:2177.200
N:2142.200
N:2112.200
N:2082.200
N:2047.200
N:2017.200
N:1987.200
N:1952.200
N:1922.200
N:1892.200
N:1857.200
N:1827.200
N:1797.200
N:1762.200
N:1732.200
N:1702.200
N:1667.200
N:1637.200
N:1607.200
N:1572.200
N:1542.200
N:1512.200
N:1477.200
N:1447.200
N:1417.200
N:1382.200
N:1352.200
N:1322.200
N:1287.200
N:1257.200
N:1227.200
N:1192.200
N:1162.200
N:1132.200
N:1097.200
N:1067.200
N:1037.200
N:1002.200
N:972.200
N:942.200
N:907.200
N:877.200
N:847.200
N:817.200
N:787.200
N:752.200
N:722.200
N:692.200
N:657.200
N:627.200
N:597.200
N:562.200
N:532.200
N:502.200
N:472.200
N:442.200
N:412.200
N:382.200
N:352.200
N:322.200
N:292.200
N:262.200
N:232.200
N:202.200
N:172.200
N:142.200
N:112.200
N:82.200
N:52.200
N:22.200
N:-7.800
N:-37.800
N:-67.800
N:-97.800
N:-127.800
N:-157.800
N:-187.800
N:-217.800
N:-247.800
N:-277.800
N:-307.800
N:-337.800
N:-367.800
N:-397.800
N:-427.800
N:-457.800
N:-487.800
N:-517.800
N:-547.800
N:-577.800
N:-607.800
N:-637.800
N:-667.800
N:-697.800
N:-727.800
N:-757.800
N:-787.800
N:-817.800
N:-847.800
N:-877.800
N:-907.800
N:-937.800
N:-967.800
N:-997.800
N:-1027.800
N:-1057.800
N:-1087.800
N:-1117.800
N:-1147.800
N:-1177.800

软件名称及版本	文件名
AutoCAD 2020Z	路 径

通航建筑物工程施工总布置图



新建(改造)施工道路特性表

公路编号	公路名称	长度 km		宽度 m		路面型式
		永久	临时	路基	路面	
④-1	引航道出口④公路改建段		0.50	8.00	7.00	利用马道新建，混凝土
④-2	至2#通航渠道道路		0.46	8.00	7.00	已建，局部改造
④-3	至3#渡槽基础道路		0.30	8.00	7.00	新建，碎石
	下游下基坑道路		0.50	8.00	7.00	新建，碎石
	合 计		1.76			

升船机工程施工场地特性表

编号	项 目	建筑面积 m^2	场地面积 万 m^2	备 注
1	砂石加工系统	600	3.8	统一布置
2	混凝土系统	1800	2.0	
3	综合加工厂	1500	3.3	钢筋模板预制厂
4	金结拼装厂	500	1.4	
5	机修停放厂	1000	0.2	含汽车保养厂
6	中心仓库	5000	0.8	含机电设备库
7	生活营地	15000	3.3	不含业主营地
8	其它	1000	1.0	水厂变电站等
	合计	25400	19.12	

注：业主、监理及设代用地布置在后方。

说明：

1、单位：m。

2、图中各施工生产设施均布置在全年20年一遇洪水位以上。

3、图中①~⑭表示原主体工程主干公路编号，②、④公路用于升船机工程主干施工道路。

4、编号②-1、④-1等表示从对应主干公路引至升船机工作面的辅助施工道路。

5、图中仅标示升船机施工场地。

6、龙滩沟渣场已堆渣至高程315.000m，高程315.000m~350.000m渣场容量约330万m^3。

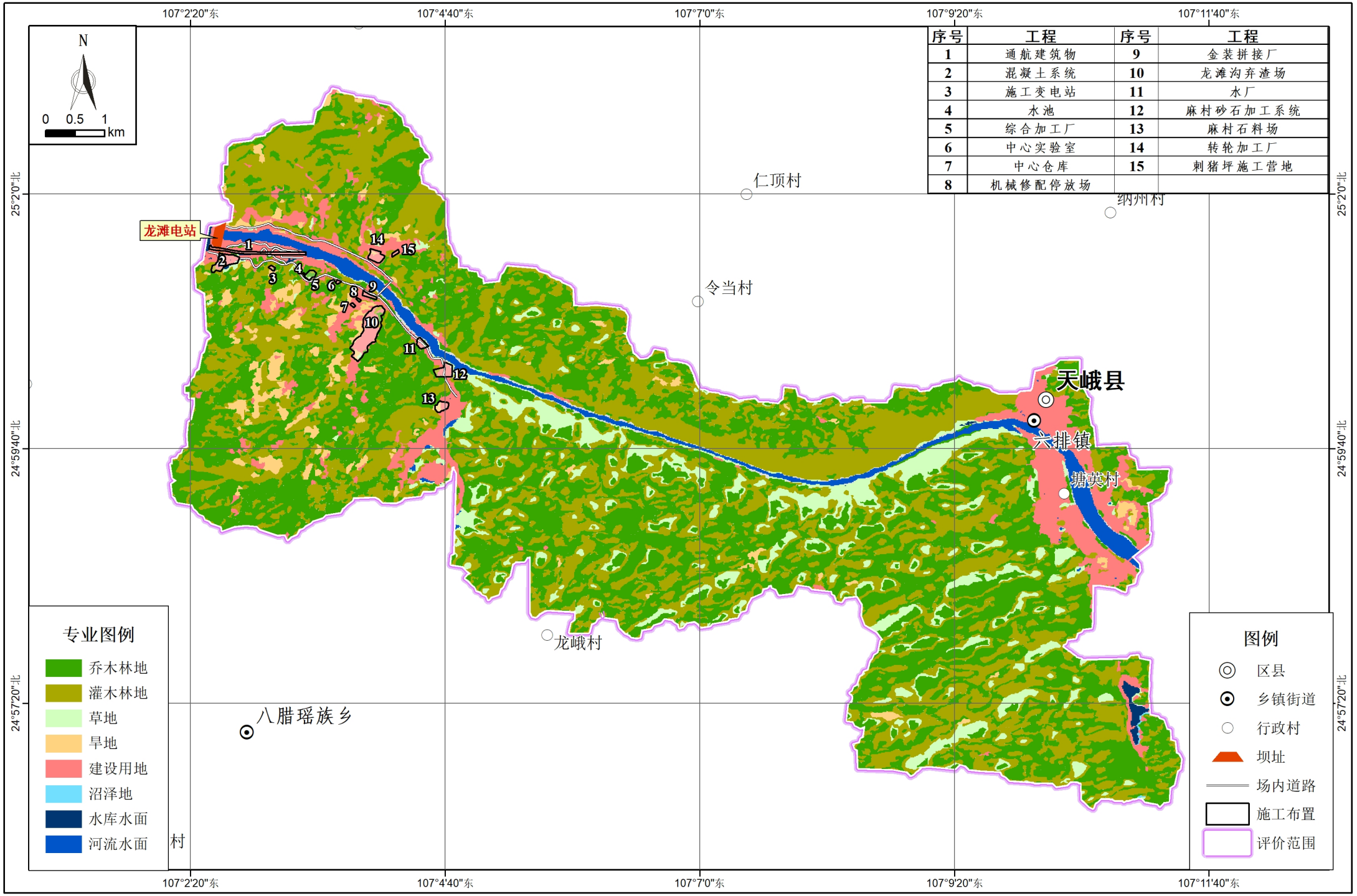
中南勘测设计研究院有限公司					
核 准		龙滩水电站 工程	可 研	设 计
核 定			施 工	部 分
审 查		通航建筑物工程		
校 核		施工总布置图		
设 计				
制 图				
发证单位	住房和城乡建设部	比 例	见 图	日 期	201905
设计证号	A143000032	图 号	红龙-通航可研-施工-02		
会签专业	会签者	日期			

附图5 广西龙滩水电站通航建筑物工程地表水系图



制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

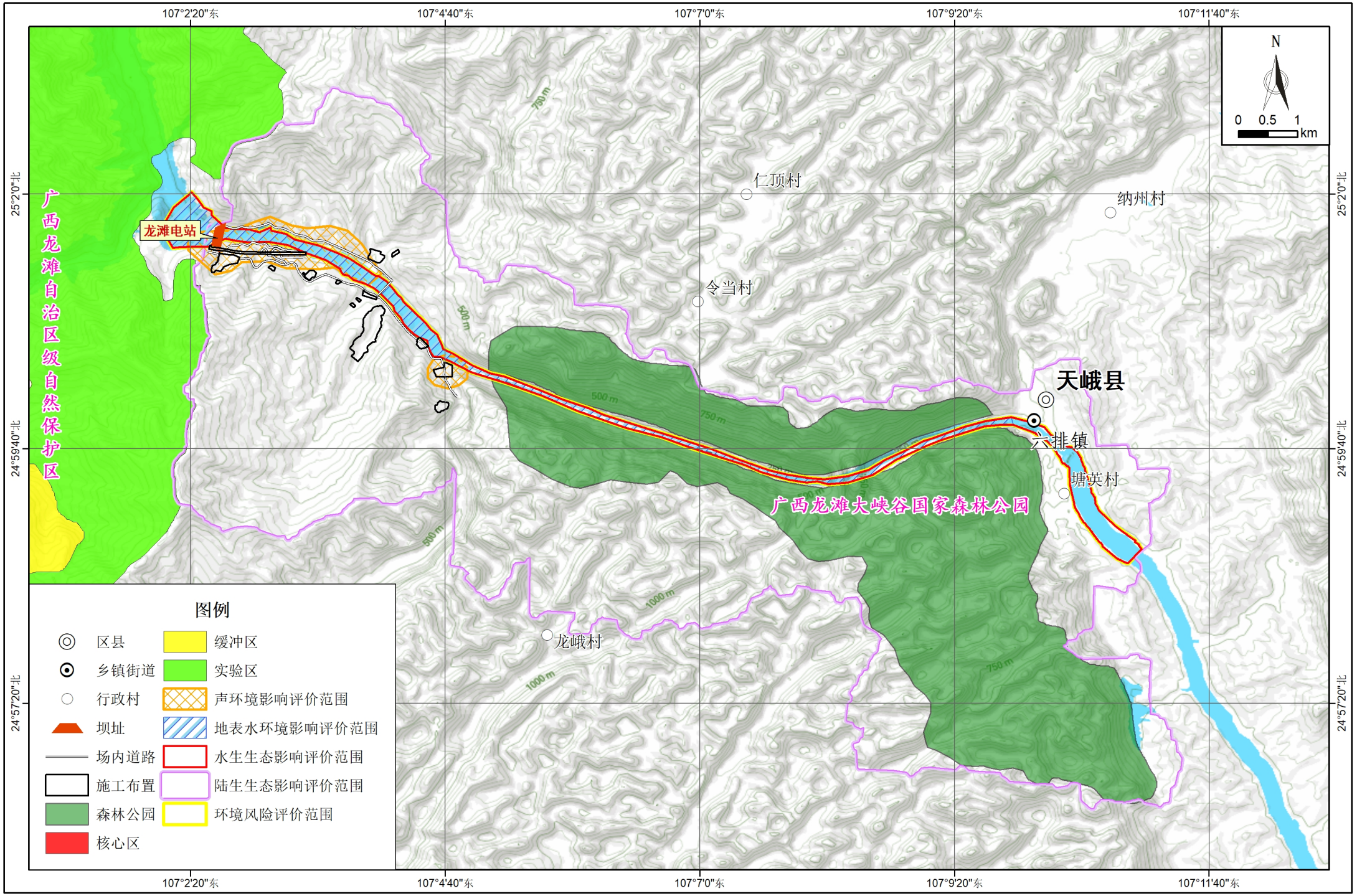
附图6 广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区土地利用现状图



序号	工程	序号	工程
1	通航建筑物	9	金装拼接厂
2	混凝土系统	10	龙滩沟弃渣场
3	施工变电站	11	水厂
4	水池	12	麻村砂石加工系统
5	综合加工厂	13	麻村石料场
6	中心实验室	14	转轮加工厂
7	中心仓库	15	刺猪坪施工营地
8	机械修配停放场		

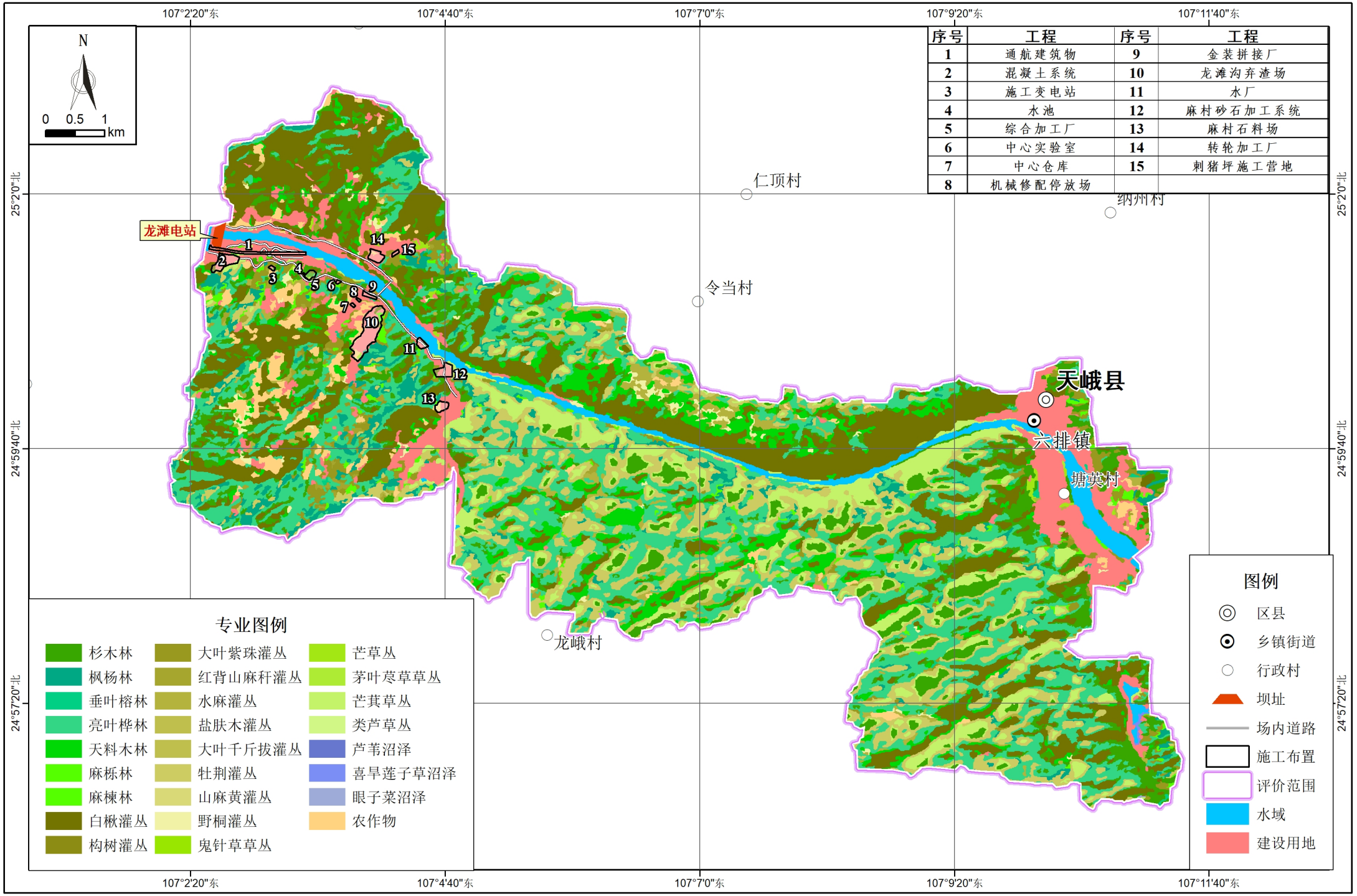
制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

附图7 广西龙滩水电站通航建筑物工程环境影响评价范围图



制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

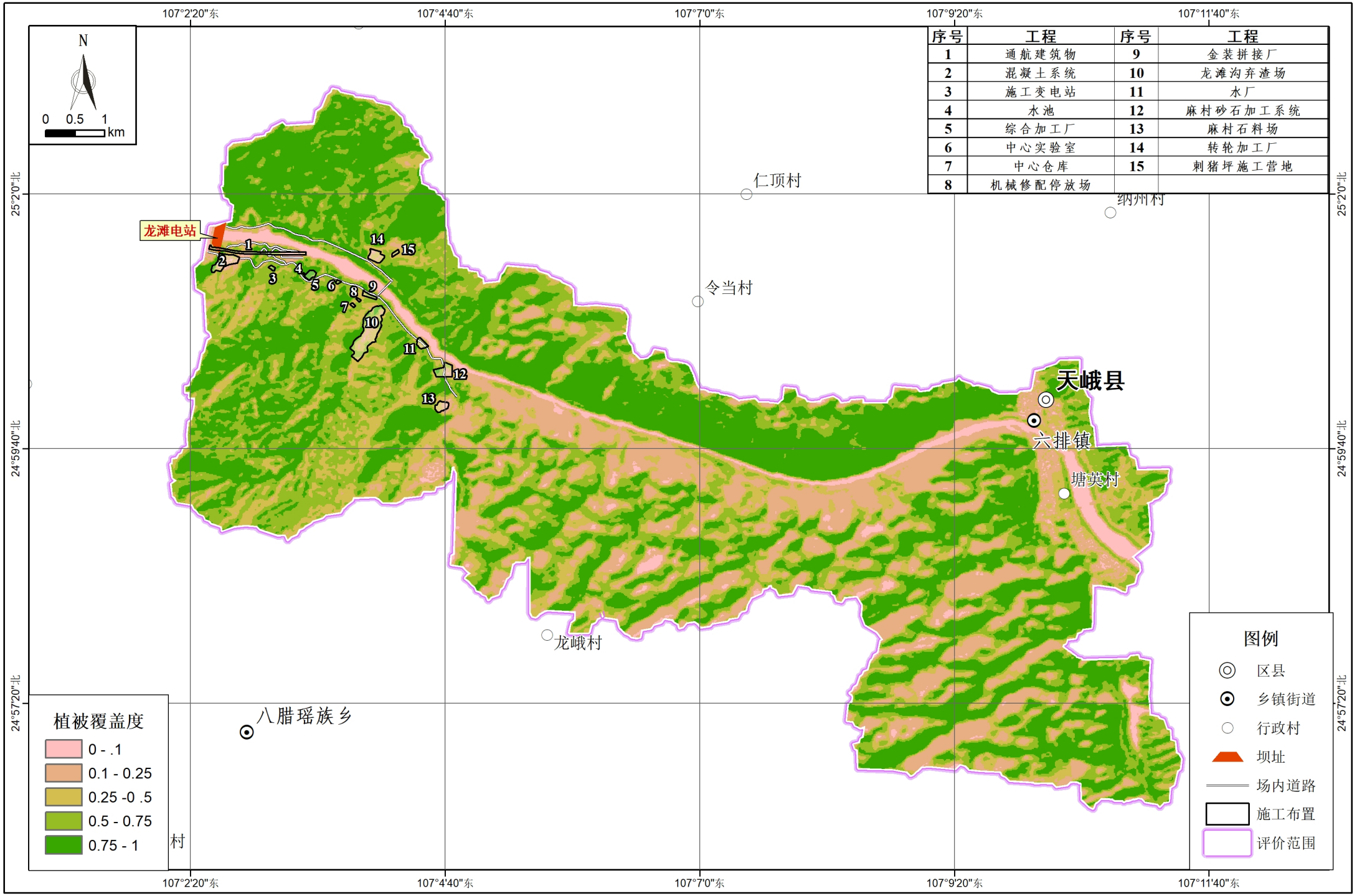
附图8 广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区植被类型图



序号	工程	序号	工程
1	通航建筑物	9	金装拼接厂
2	混凝土系统	10	龙滩沟弃渣场
3	施工变电站	11	水厂
4	水池	12	麻村砂石加工系统
5	综合加工厂	13	麻村石料场
6	中心实验室	14	转轮加工厂
7	中心仓库	15	刺猪坪施工营地
8	机械修配停放场		

制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

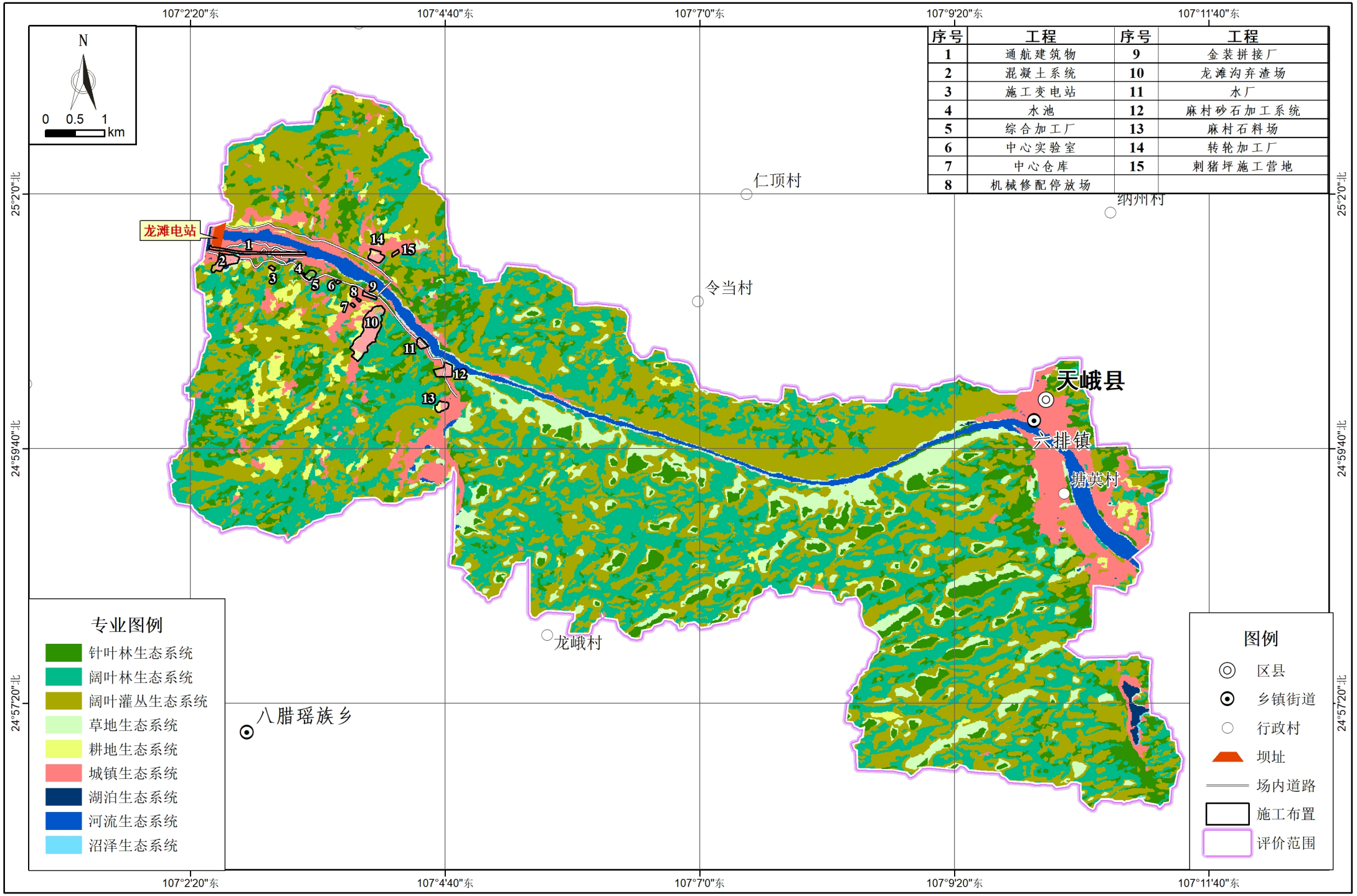
附图9 广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区植被覆盖度空间分布图



序号	工程	序号	工程
1	通航建筑物	9	金装拼接厂
2	混凝土系统	10	龙滩沟弃渣场
3	施工变电站	11	水厂
4	水池	12	麻村砂石加工系统
5	综合加工厂	13	麻村石料场
6	中心实验室	14	转轮加工厂
7	中心仓库	15	刺猪坪施工营地
8	机械修配停放场		

制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

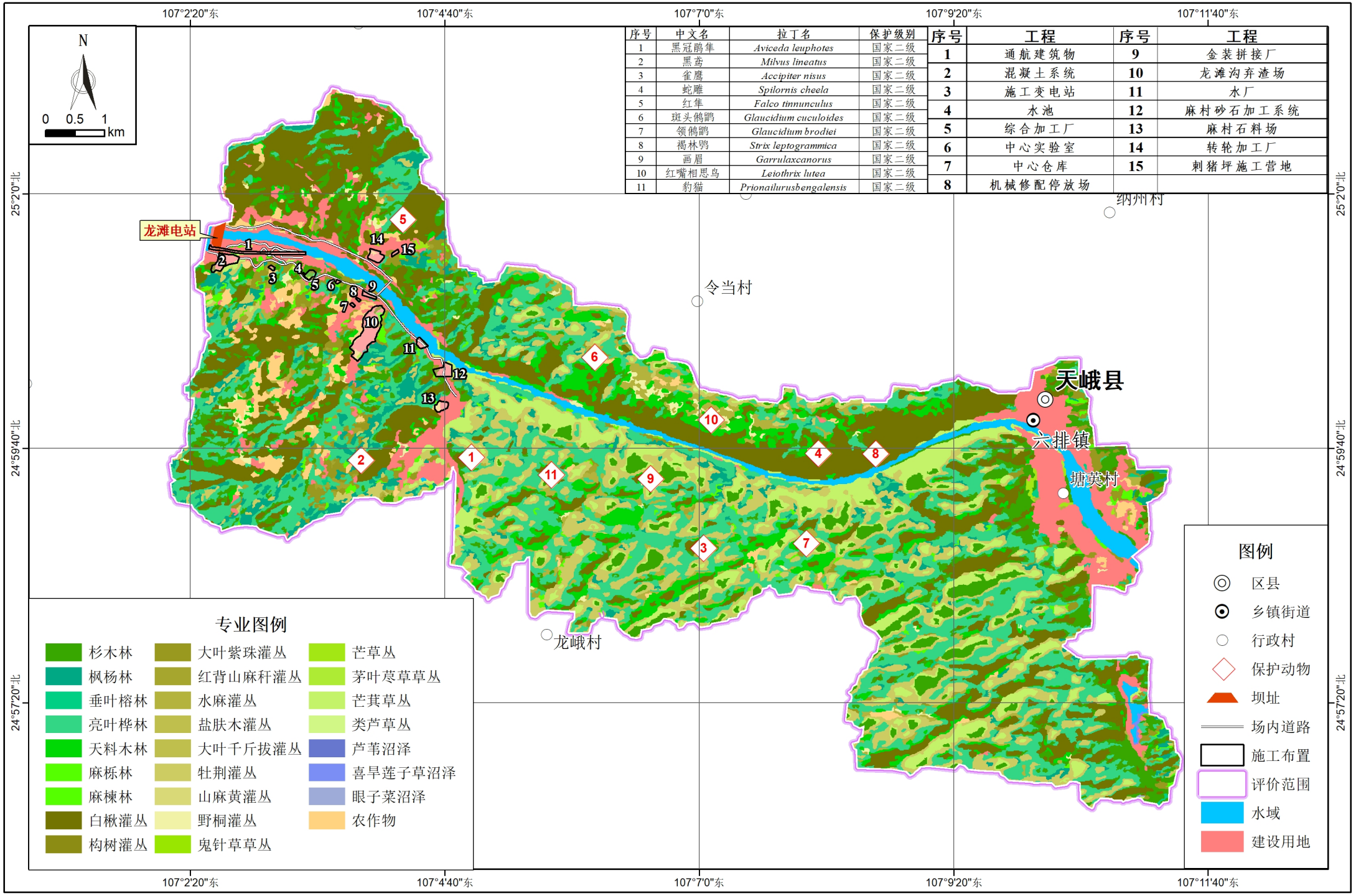
附图10 广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区生态系统类型分布图



序号	工程	序号	工程
1	通航建筑物	9	金装拼接厂
2	混凝土系统	10	龙滩沟弃渣场
3	施工变电站	11	水厂
4	水池	12	麻村砂石加工系统
5	综合加工厂	13	麻村石料场
6	中心实验室	14	转轮加工厂
7	中心仓库	15	刺猪坪施工营地
8	机械修配停放场		

制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

附图11 广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区重点保护野生动物分布图

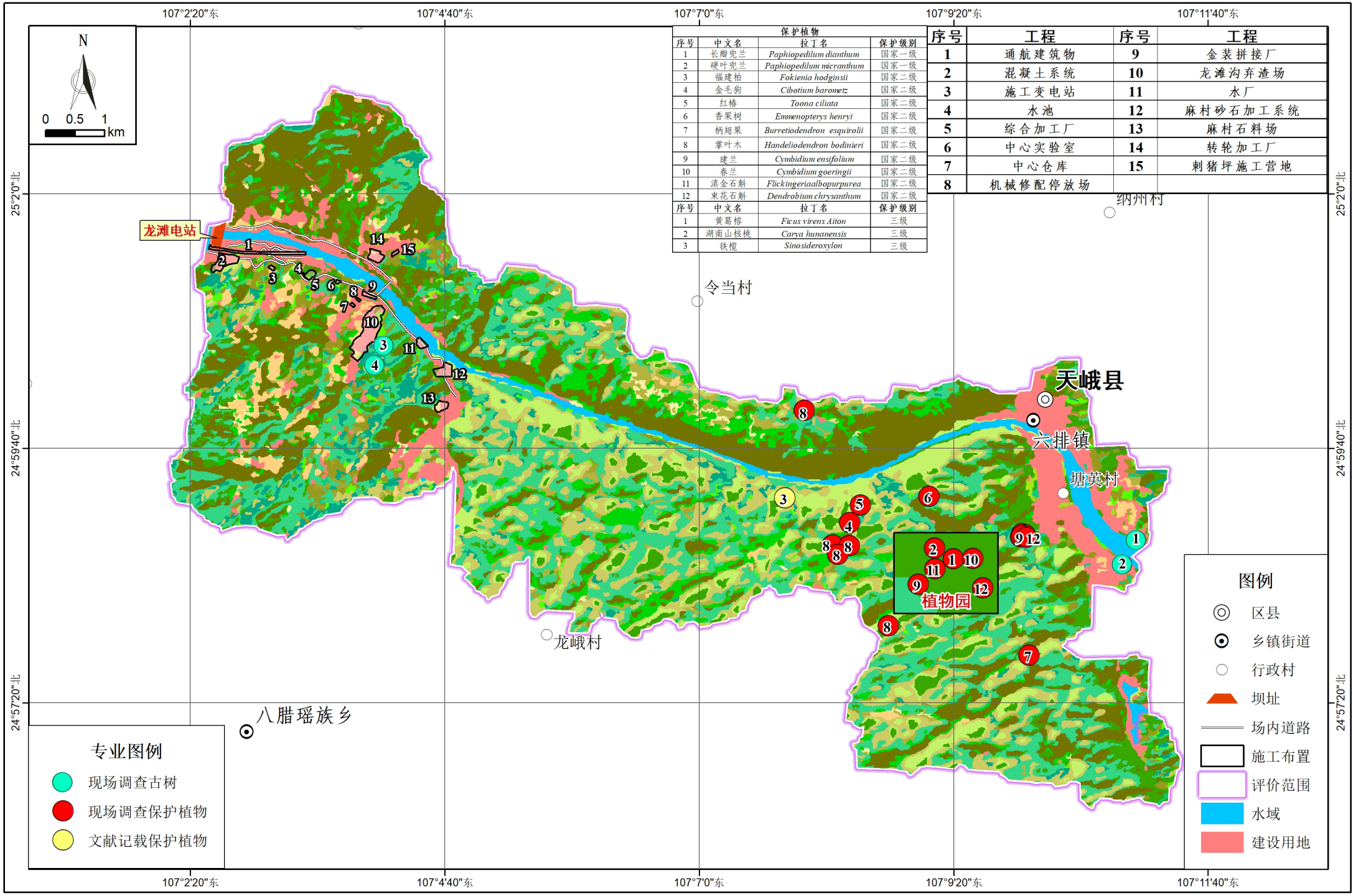


序号	中文名	拉丁名	保护级别
1	黑冠鹃隼	*Aviceda leuphotes*	国家二级
2	黑鸢	*Milvus lineatus*	国家二级
3	雀鹰	*Accipiter nisus*	国家二级
4	蛇雕	*Spilornis cheela*	国家二级
5	红隼	*Falco tinnunculus*	国家二级
6	斑头鸺鹠	*Glaucidium cuculoides*	国家二级
7	领鸺鹠	*Glaucidium brodiei*	国家二级
8	褐林鸮	*Strix leptogrammica*	国家二级
9	画眉	*Garrulaxcanorus*	国家二级
10	红嘴相思鸟	*Leiothrix lutea*	国家二级
11	豹猫	*Prionailurusbengalensis*	国家二级

序号	工程	序号	工程
1	通航建筑物	9	金装拼接厂
2	混凝土系统	10	龙滩沟弃渣场
3	施工变电站	11	水厂
4	水池	12	麻村砂石加工系统
5	综合加工厂	13	麻村石料场
6	中心实验室	14	转轮加工厂
7	中心仓库	15	刺猪坪施工营地
8	机械修配停放场		

制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

附图12 广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区重点保护野生植物及古树名木分布



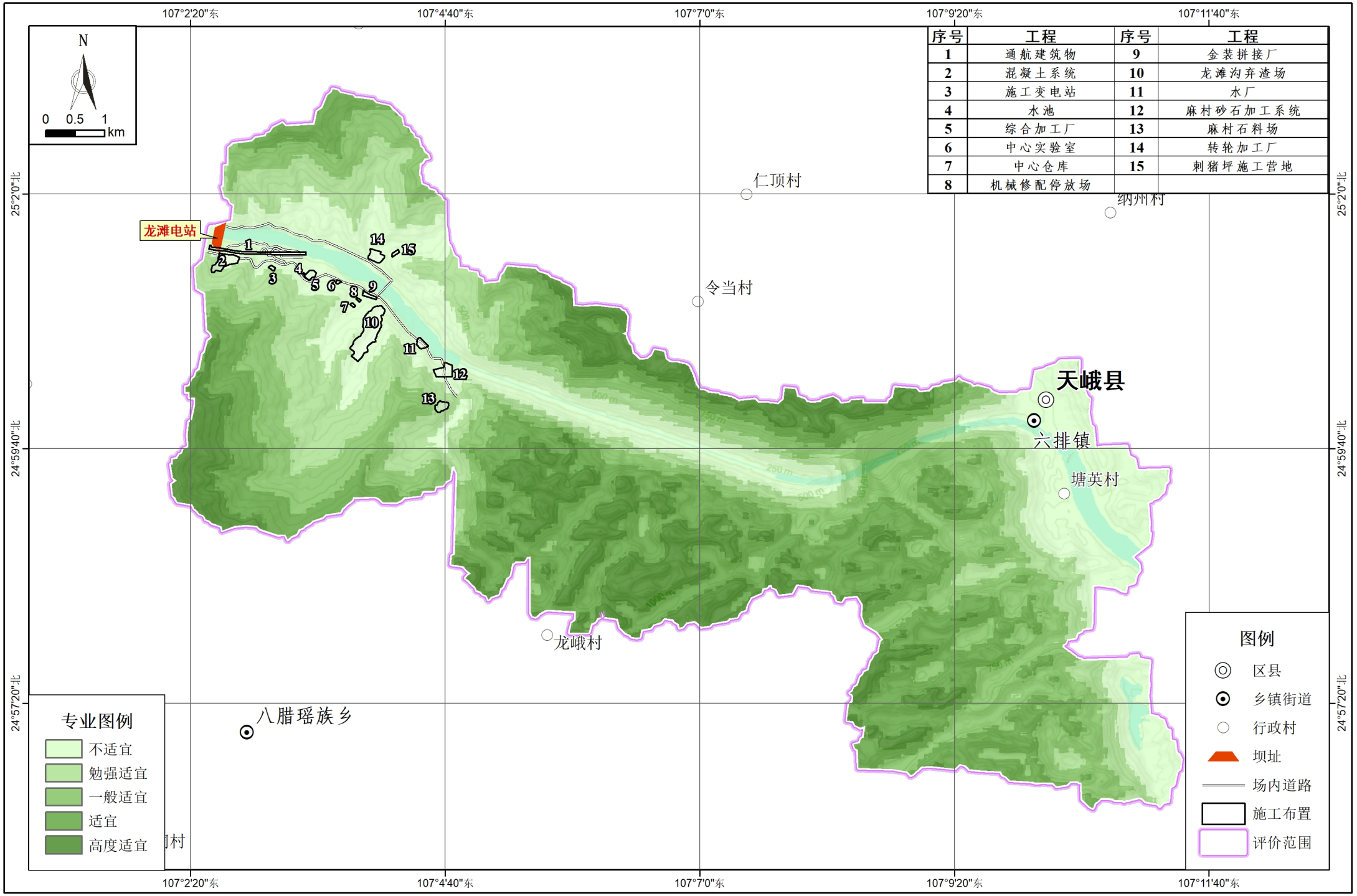
保护植物

序号	中文名	拉丁名	保护级别
1	长瓣兜兰	*Paphiopedilum dianthum*	国家一级
2	硬叶兜兰	*Paphiopedilum micranthum*	国家一级
3	福建柏	*Fokienia hodginsii*	国家二级
4	金毛狗	*Cibotium barometz*	国家二级
5	红椿	*Toona ciliata*	国家二级
6	香果树	*Emmenopterys henryi*	国家二级
7	柄翅果	*Burretiodendron esquirolii*	国家二级
8	掌叶木	*Handeliodendron bodinieri*	国家二级
9	建兰	*Cymbidium ensifolium*	国家二级
10	春兰	*Cymbidium goeringii*	国家二级
11	滇金石斛	*Flickingeriaalbopurpurea*	国家二级
12	束花石斛	*Dendrobium chrysanthum*	国家二级
序号	中文名	拉丁名	保护级别
1	黄葛榕	*Ficus virens Aiton*	三级
2	湖南山核桃	*Carya hunanensis*	三级
3	铁榄	*Sinosideroxylon*	三级

序号	工程	序号	工程
1	通航建筑物	9	金装拼接厂
2	混凝土系统	10	龙滩沟弃渣场
3	施工变电站	11	水厂
4	水池	12	麻村砂石加工系统
5	综合加工厂	13	麻村石料场
6	中心实验室	14	转轮加工厂
7	中心仓库	15	刺猪坪施工营地
8	机械修配停放场		

制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

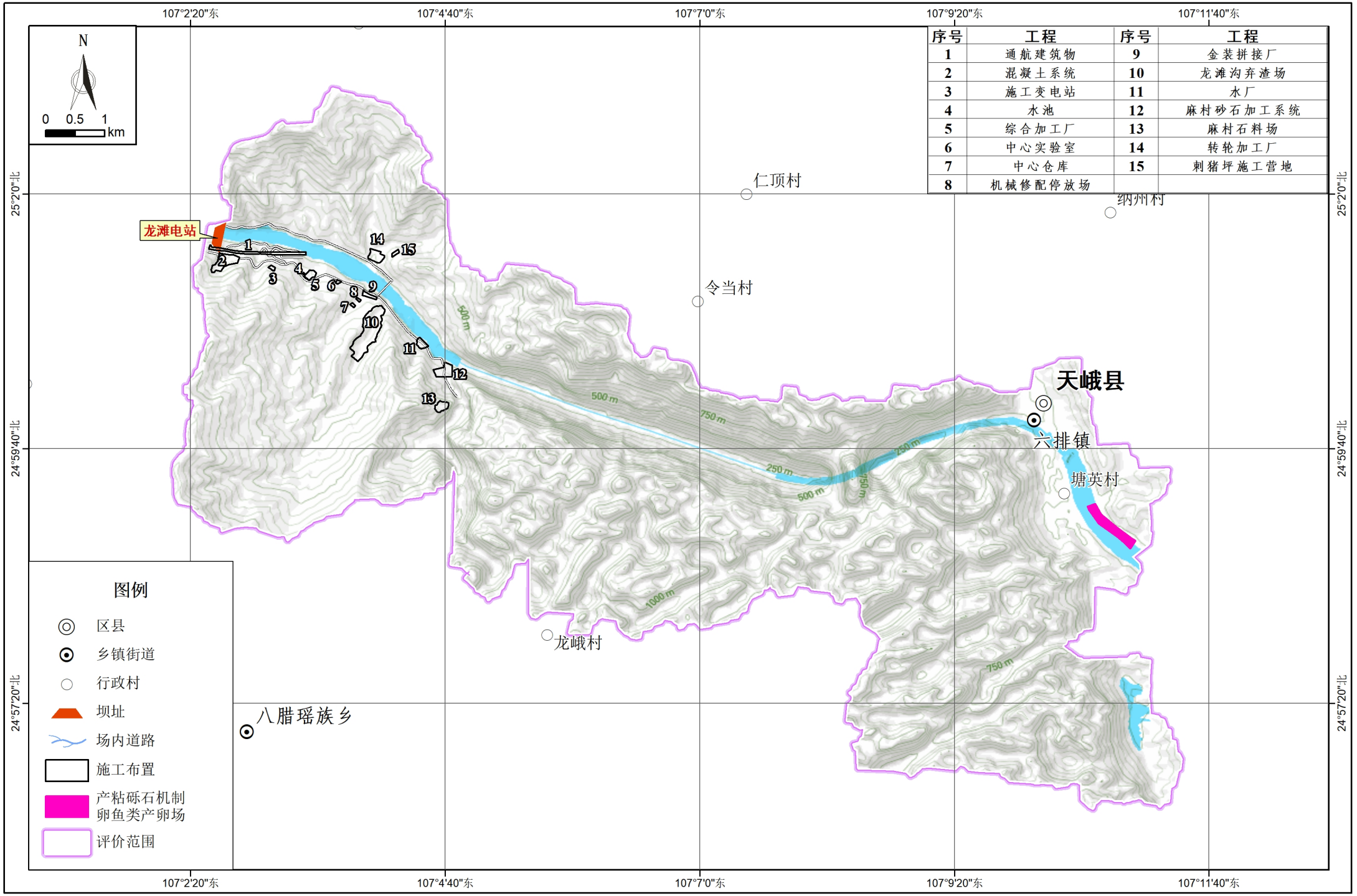
附图13 广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区重点保护野生动物适宜生境分布图



序号	工程	序号	工程
1	通航建筑物	9	金装拼接厂
2	混凝土系统	10	龙滩沟弃渣场
3	施工变电站	11	水厂
4	水池	12	麻村砂石加工系统
5	综合加工厂	13	麻村石料场
6	中心实验室	14	转轮加工厂
7	中心仓库	15	刺猪坪施工营地
8	机械修配停放场		

制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

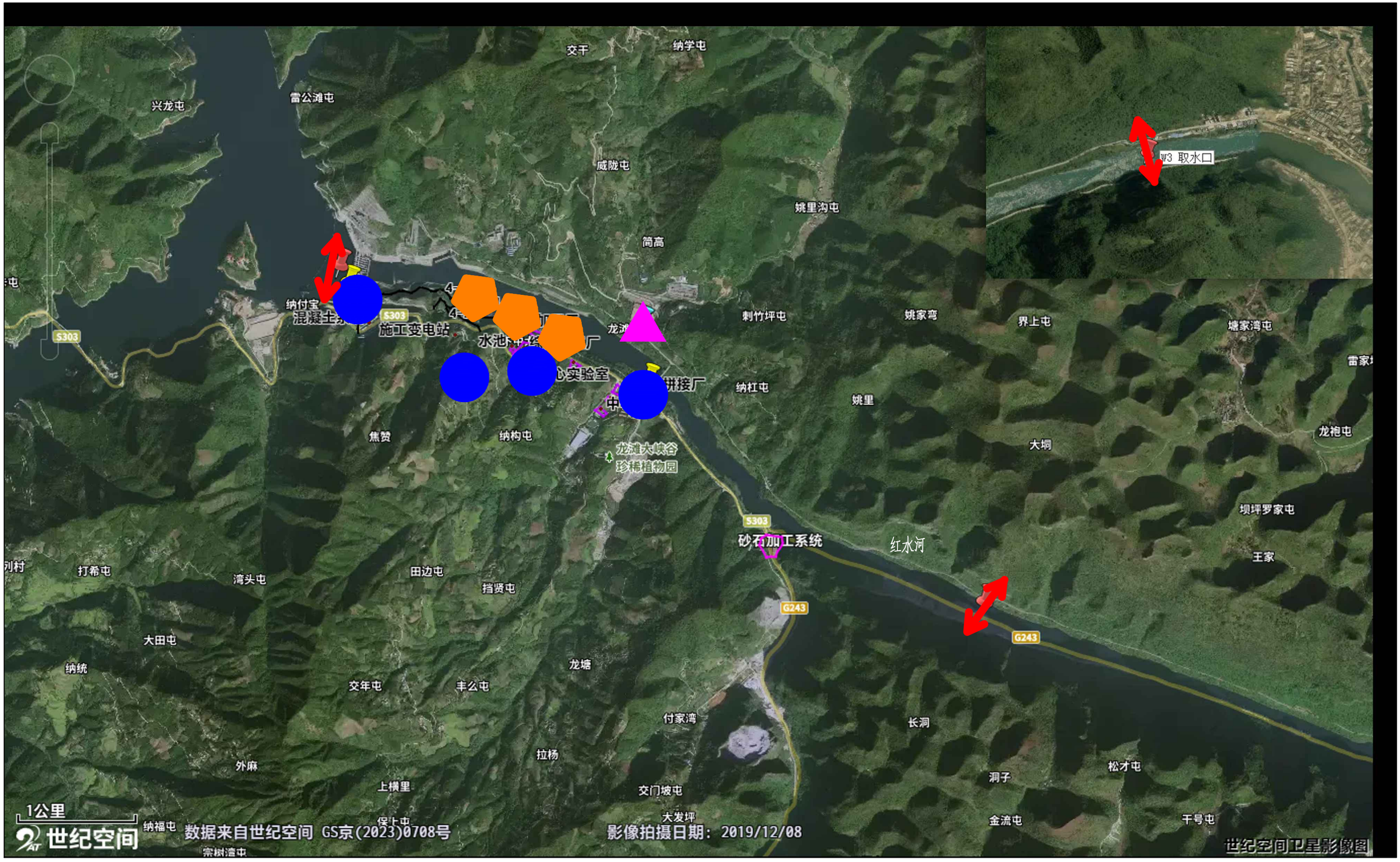
附图14 广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区鱼类三场分布图



序号	工程	序号	工程
1	通航建筑物	9	金装拼接厂
2	混凝土系统	10	龙滩沟弃渣场
3	施工变电站	11	水厂
4	水池	12	麻村砂石加工系统
5	综合加工厂	13	麻村石料场
6	中心实验室	14	转轮加工厂
7	中心仓库	15	刺猪坪施工营地
8	机械修配停放场		

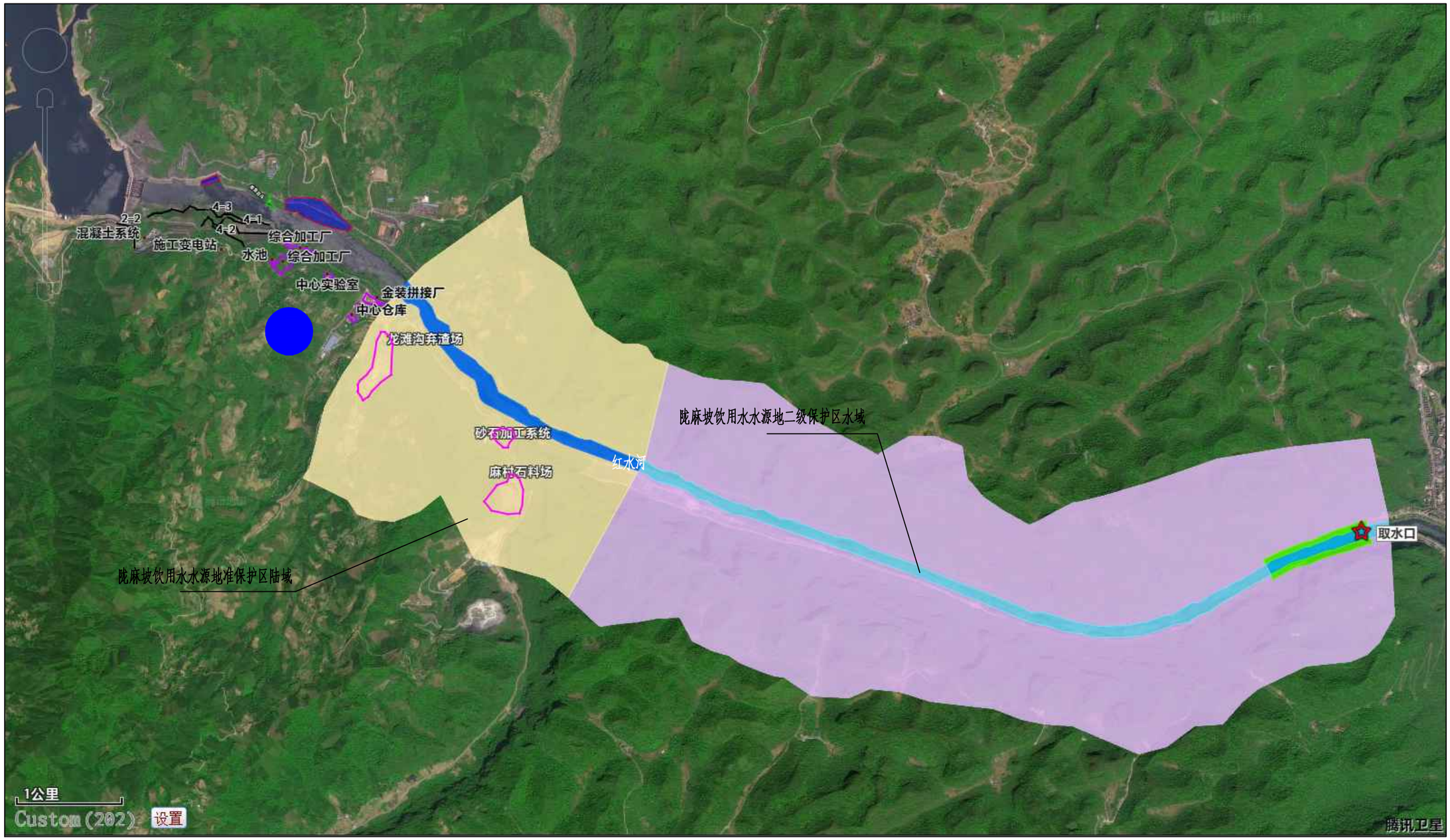
制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

附图15 龙滩水电站1000t级通航建筑物工程环境现状监测布点图



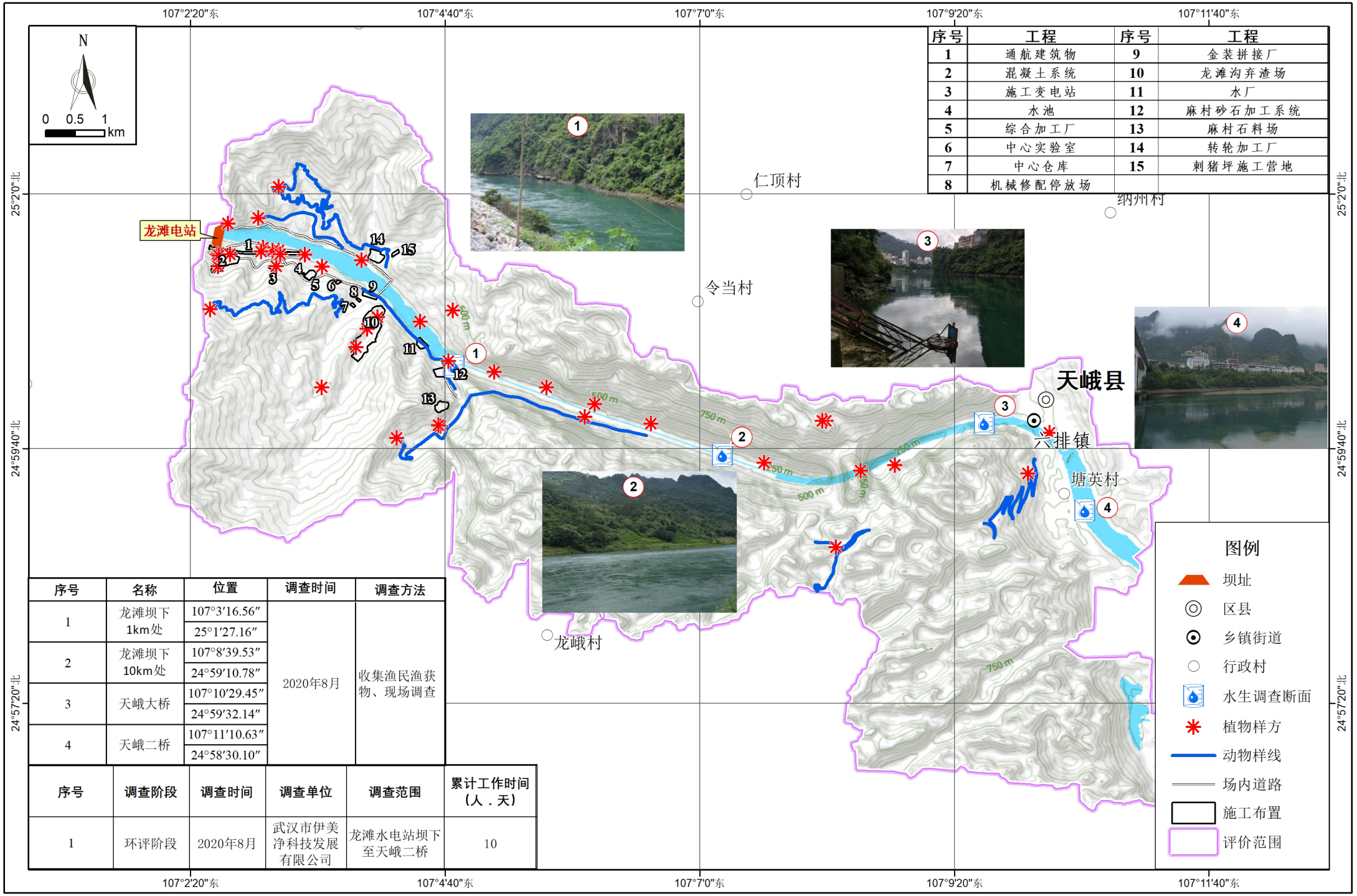
噪声监测　　空气质量监测　　底泥环境检测　　地表水监测

附图16 龙滩水电站1000t级通航建筑物工程地表水、大气和声环境保护目标分布图



大气及声环境保护目标

附图17 广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区植物调查样线及水生断面分布图



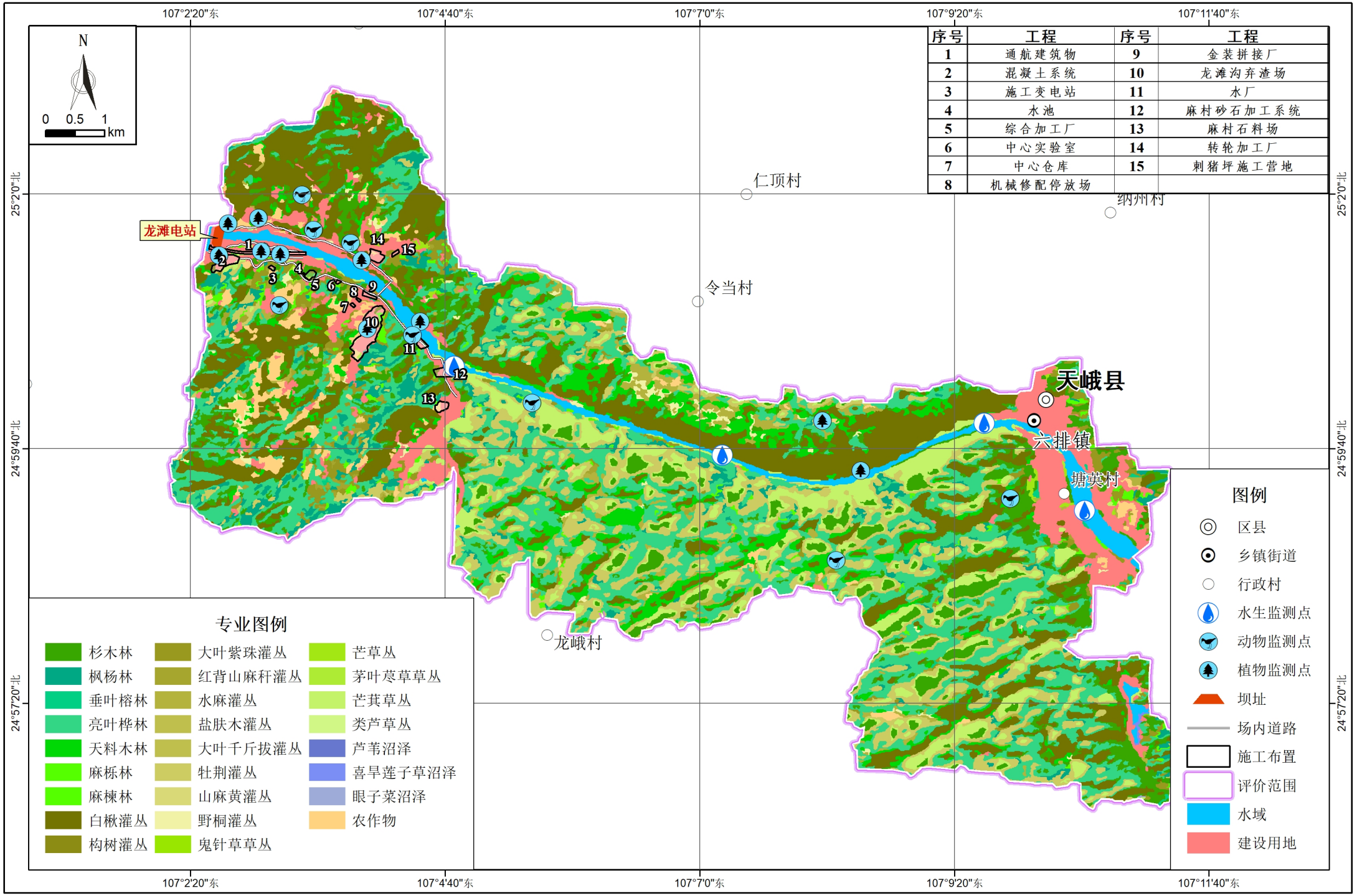
序号	工程	序号	工程
1	通航建筑物	9	金装拼接厂
2	混凝土系统	10	龙滩沟弃渣场
3	施工变电站	11	水厂
4	水池	12	麻村砂石加工系统
5	综合加工厂	13	麻村石料场
6	中心实验室	14	转轮加工厂
7	中心仓库	15	刺猪坪施工营地
8	机械修配停放场		

序号	名称	位置	调查时间	调查方法
1	龙滩坝下1km处	107°3′16.56″ 25°1′27.16″	2020年8月	收集渔民渔获物、现场调查
2	龙滩坝下10km处	107°8′39.53″ 24°59′10.78″		
3	天峨大桥	107°10′29.45″ 24°59′32.14″		
4	天峨二桥	107°11′10.63″ 24°58′30.10″		

序号	调查阶段	调查时间	调查单位	调查范围	累计工作时间（人．天）
1	环评阶段	2020年8月	武汉市伊美净科技发展有限公司	龙滩水电站坝下至天峨二桥	10

制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

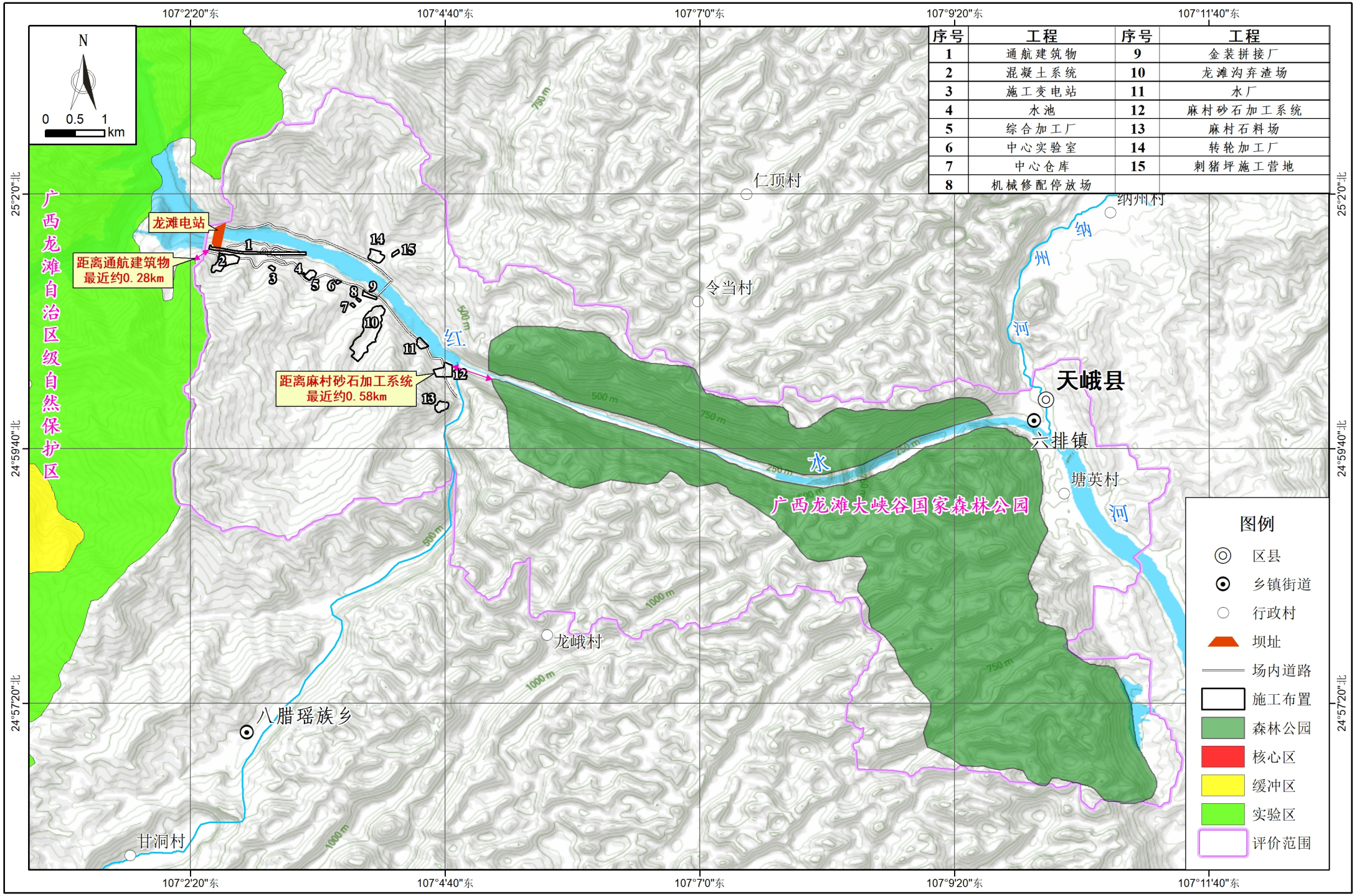
附图18 广西龙滩水电站通航建筑物工程评价范围生态监测点分布图



序号	工程	序号	工程
1	通航建筑物	9	金装拼接厂
2	混凝土系统	10	龙滩沟弃渣场
3	施工变电站	11	水厂
4	水池	12	麻村砂石加工系统
5	综合加工厂	13	麻村石料场
6	中心实验室	14	转轮加工厂
7	中心仓库	15	刺猪坪施工营地
8	机械修配停放场		

制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

附图19 广西龙滩水电站通航建筑物工程评价区生态敏感区分布图



序号	工程	序号	工程
1	通航建筑物	9	金装拼接厂
2	混凝土系统	10	龙滩沟弃渣场
3	施工变电站	11	水厂
4	水池	12	麻村砂石加工系统
5	综合加工厂	13	麻村石料场
6	中心实验室	14	转轮加工厂
7	中心仓库	15	刺猪坪施工营地
8	机械修配停放场		

制图单位：武汉市伊美净科技发展有限公司

鱼类增殖放流站总平面布置图

0 20 40 60 80 100 120m



说明：

1、本图中未注明的坐标、高程、尺寸单位均为m；

2、养殖水源为龙滩水电站水库，新建1座浮床式取水泵站，2根DN250钢管并排敷设，管道线路长度约550m；

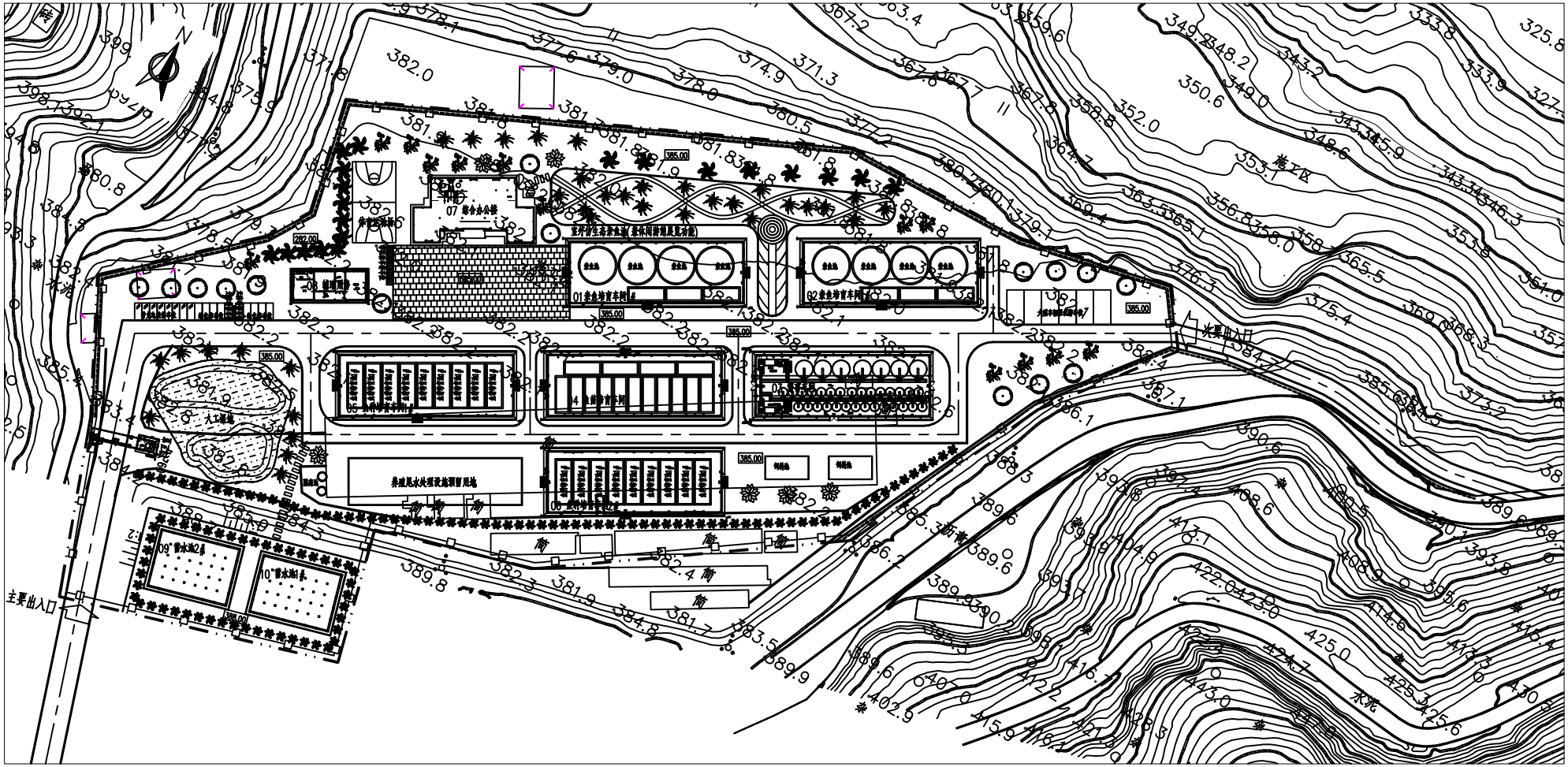
3、水源高程：330m(死水位)，鱼站蓄水池高程：388.00m，浮床式泵站主要技术参数：Q=300m³/h，H=70m~80m，泵站工作时间按8h每天考虑；

3、管道总长约550m，起点高程约380.00m，采用压力钢管沿现状地形敷设。先沿S303公路明敷、再沿现状钢构厂388高程台地明敷，最终接入鱼类增殖站内的蓄水池，终点高程约388.00m。

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司 POWERCHINA ZHONGNAN ENGINEERING CORPORATION LIMITED					
核准			龙滩水电站1000电能现地改建项目	工程	可研 设计
核定					环保 部分
审查			鱼类增殖放流站总平面布置图		
校核					
设计					
发证单位	住房和城乡建设部		比例	1:2000	日期 2025.08
设计证号	综合甲级A143000032		图号	龙滩通航-环评-环保-鱼类增殖站-01	

鱼类增殖放流站平面布置图

0 10 20 30 40 50 60m



说明：

1、本图中未注明的坐标、高程、尺寸单位均为m。

2、鱼类增殖站选址位于龙滩坝上约700m的右岸台地，目前为钢构加工厂，分388.00m和385.00m两个平台，平台间通过踏步连接。总用地面积4.65ha；

3、养殖水源为龙滩水电站水库，通过约550mDN250钢管沿坝顶和S303公路输送至位于高程388.00m平台的蓄水池，日高峰用水量按2400 m^3/d考虑，养殖尾水经处理后通过人工湿地净化后进行回用。

4、繁育车间等建筑物和亲鱼池等构筑物均布置于高程385.00m平台，生产区位于场地东南侧，生活区位于场地西北侧，体育运动场地远离生产区，辅助系统包括给排水系统、道路、实验室、电气自控系统等；

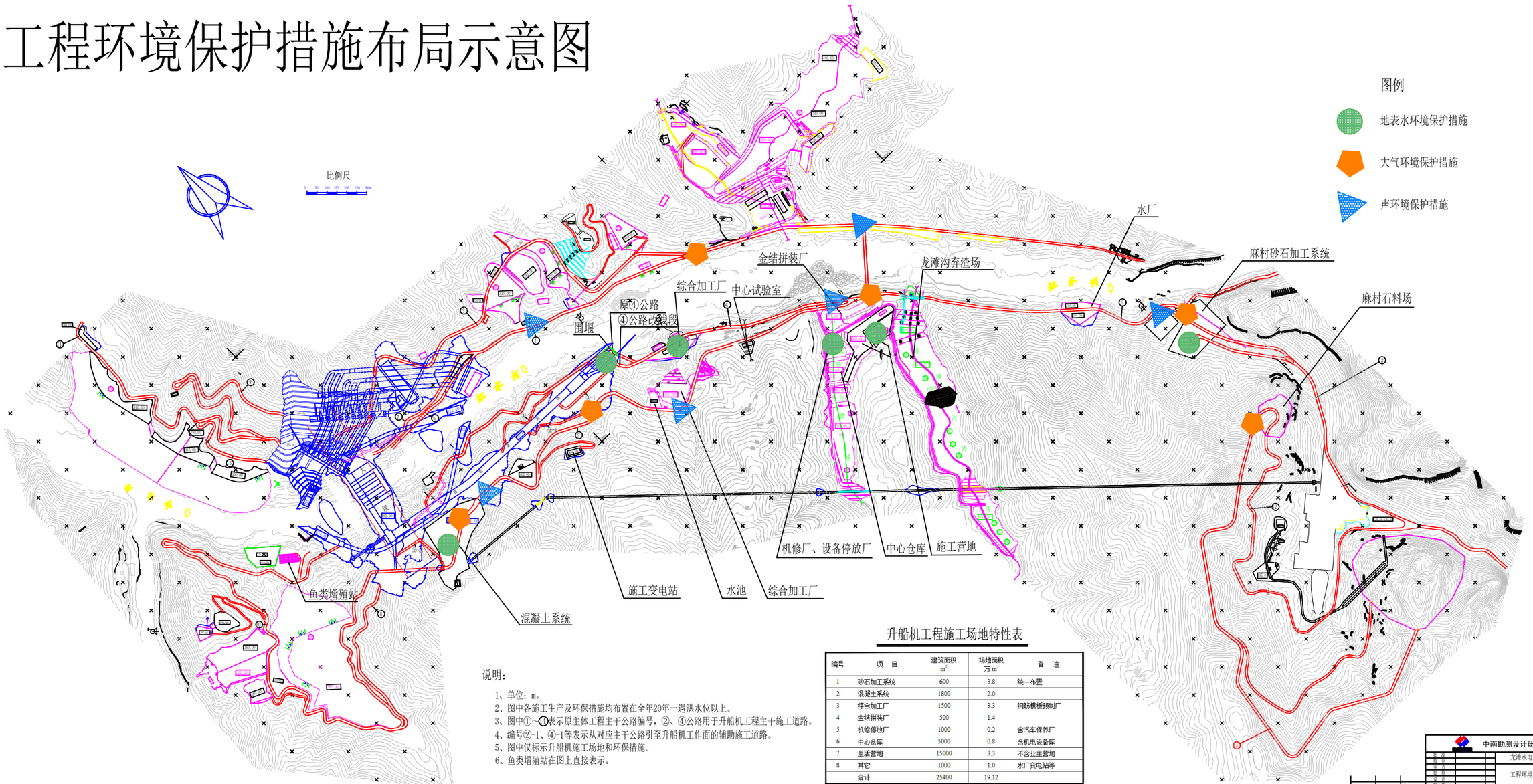
5、主要工程量：清表及场平平整开挖约1.4万m^3、土石方回填约13.15万m^3、地基强夯处理约4.65万m^2、混凝土约8000m^3、钢筋约1200t、埋钢及钢板约1000t。

图例

用地范围线	混凝土养殖水池
新建建筑物	仿生态亲鱼池(湿地)
道路	透水水泥混凝土铺地
围　墙	实土绿化

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司 POWERCHINA ZHONGNAN ENGINEERING CORPORATION LIMITED					
核　准			龙滩水电站1000电能增加扩建项目	工　程	可研 设计
核　定					环保 部分
审　查			鱼类增殖放流站平面布置图		
校　核					
设　计					
发证单位	住房和城乡建设部		比　例	1:1000	日　期	2025.08
设计证号	综合甲级A143000032		图　号	龙滩建施-可研-环保-鱼类增殖站-02		

工程环境保护措施布局示意图



说明：

1、单位：m。
2、图中各施工生产及环保措施均布置在全年20年一遇洪水位以上。
3、图中①~⑪表示原主体工程主干公路编号，②、④公路用于升船机工程主干施工道路。
4、编号②-1、④-1等表示从对应主干公路引至升船机工作面的辅助施工道路。
5、图中仅标示升船机施工场地和环保措施。
6、鱼类增殖站在图上直接表示。

升船机工程施工场地特性表

编号	项　目	建筑面积 m^2	场地面积 万 m^2	备　注
1	砂石加工系统	600	3.8	统一布置
2	混凝土系统	1800	2.0	
3	综合加工厂	1500	3.3	钢筋模板预制厂
4	金结拼装厂	500	1.4	
5	机修停放厂	1000	0.2	含汽车保养厂
6	中心仓库	5000	0.8	含机电设备库
7	生活营地	15000	3.3	不含业主营地
8	其它	1000	1.0	水厂变电站等
	合计	25400	19.12	

注：业主、监理及设代用地布置在后方。

中南勘测设计研究院有限公司

龙滩水电站　工程

工程环境保护措施布局示意图

设计单位　珠江和城乡建设集团　比例　1:　日期　2021.12

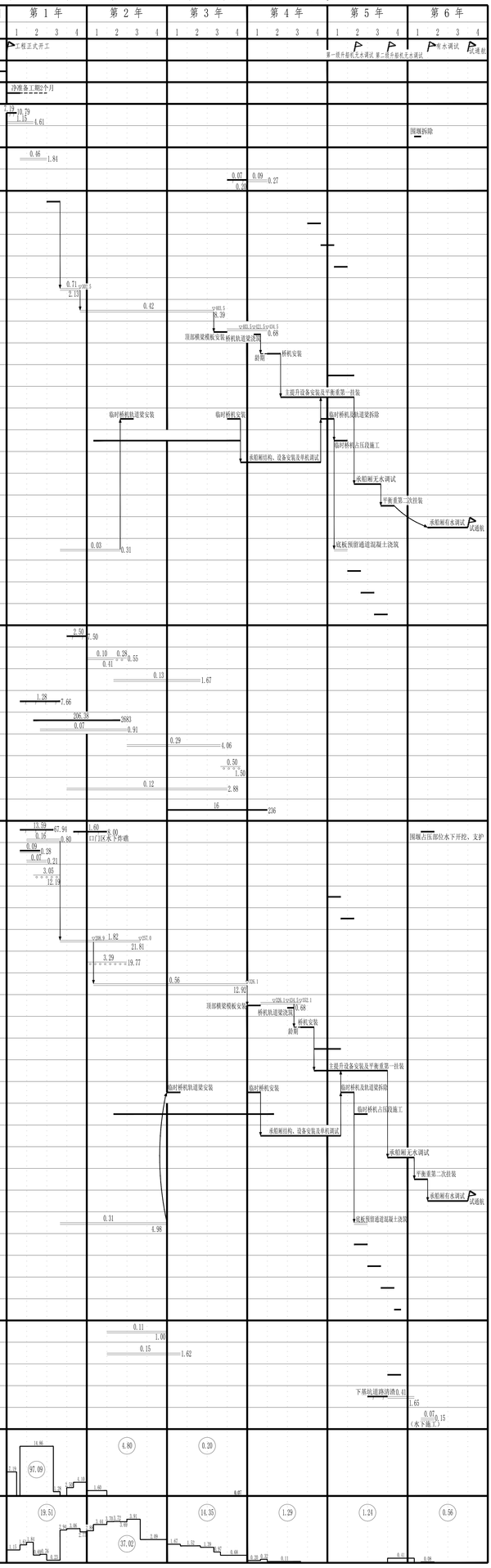
设计证号　91430000XX　图号　红龙-环境-升船机-总体-01

龙滩水电站1000t级通航建筑物施工控制性进度表

项目		工程量 单位	土石方 明挖	石方 洞挖	混凝土浇筑	土石方 填筑	其它
控制性节点							
筹建工程							
准备工程							
导流工程	围堰修建	万m³	10.79		4.61		
	围堰拆除						
	通航坝段加高	万m³			1.84		
	上、下游锚地工程	万m³		0.20	0.27		
一级升船机工程	基础清理						
	上闸首：门机安装						
	工作门及启闭机安装						
	检修门安装						
	船厢室段：基础混凝土浇筑	万m³			2.13		
	塔柱混凝土浇筑	万m³			8.39		
	顶部连系梁、吊车梁及机房等混凝土浇筑	万m³			0.68		
	桥机安装						
	屋顶网架安装						
	主提升设备安装及平衡重第一次挂装						
	临时桥机轨道梁及桥机安装						
	纵导向轨、对接锁定轨道安装						
	承船厢结构、设备吊运安装及单机调试						
	承船厢无水调试						
	平衡重第二次挂装						
	承船厢有水调试						
	下闸首：混凝土浇筑	万m³			0.31		
	启闭机安装						
	工作门安装						
	检修门安装						
中间渠道工程	明渠段：土石开挖	万m³	7.50				
	挡墙、缺陷处理及砰石填筑	万m³			0.41	0.55	
	明渠边墙、底板混凝土浇筑	万m³			1.67		
	渡槽段：桥墩开挖及边坡支护	万m³	7.66				
	灌注桩施工	万m³			0.91		2683(m)
	下部梁、墩、侧墙混凝土浇筑	万m³			4.06		
	砰石回填	万m³				1.50	
	T梁预制	万m³			2.88		
	T梁架设	片					236
二级升船机工程	基础开挖及支护（含辅助闸室、下游引航道）	万m³	75.94		0.80		
	边坡抗滑桩施工	万m³		0.28	0.21		
	Ⅱ号松散堆积体压护	万m³				12.19	
	上闸首：工作门安装						
	检修门安装						
	船厢室段：基础混凝土浇筑	万m³			21.81		
	石渣回填	万m³				19.77	
	塔柱混凝土浇筑	万m³			12.92		
	顶部连系梁、吊车梁及机房等混凝土浇筑	万m³			0.68		
	桥机安装						
	屋顶网架安装						
	主提升设备安装及平衡重第一次挂装						
	临时桥机轨道梁及桥机安装						
	纵导向轨、对接锁定轨道安装						
	承船厢结构、设备吊运安装及单机调试						
	承船厢无水调试						
	平衡重第二次挂装						
	承船厢有水调试						
	下闸首：混凝土浇筑	万m³			4.98		
	防撞装置及启闭机						
	双向门机安装						
	工作门及启闭机安装						
	检修门安装						
下及辅引助航闸道室	辅助闸室混凝土浇筑	万m³			1.00		
	辅助闸室混凝土浇筑	万m³			1.62		
	辅助闸室工作门及启闭机安装						
	导航堤混凝土浇筑	万m³			1.65		
	靠船墩混凝土浇筑	万m³			0.15		

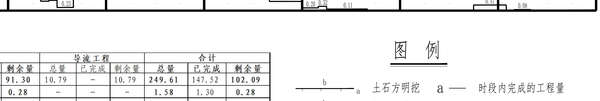
筹建期 | 第1年 | 第2年 | 第3年 | 第4年 | 第5年 | 第6年

1 2 3 4 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4



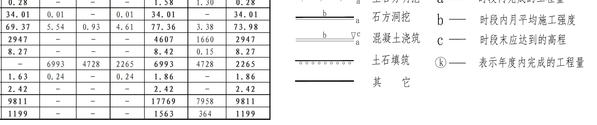
土石明挖强度曲线
（总量102.09 万m³）

万m³/月 15 10 5



混凝土浇筑强度曲线
（总量 73.98万m³）

万m³/月 4.50 3.00 1.50



主要工程量汇总表

项目	单位	第一级升船机	中间渠道工程	第二级升船机	辅助闸室	下游引航道工程	上、下游锚地工程	开挖及地基处理 总量	开挖及地基处理 已完成	开挖及地基处理 剩余量	小计 总量	小计 已完成	小计 剩余量	导流工程 总量	导流工程 已完成	导流工程 剩余量	合计 总量	合计 已完成	合计 剩余量
土石明挖	万m³	–	15.16	–	3.00	8.00	0.20	212.46	147.52	64.94	**238.82**	147.52	**91.30**	10.79	–	10.79	**249.61**	147.52	**102.09**
石方井挖	万m³	–	–	–	–	–	–	1.58	1.30	0.28	**1.58**	1.30	**0.28**	–	–	–	**1.58**	1.30	**0.28**
土石填筑	万m³	–	2.05	19.77	–	–	–	12.19	–	12.19	**34.01**	–	**34.01**	0.01	–	0.01	**34.01**	–	**34.01**
混凝土	万m³	13.36	9.93	40.38	2.62	1.80	0.27	3.46	2.45	1.01	**71.82**	2.45	**69.37**	5.54	0.93	4.61	**77.36**	3.38	**73.98**
喷混凝土	m³	–	–	–	–	–	–	4607	1660	2947	**4607**	1660	**2947**	–	–	–	**4607**	1660	**2947**
钢筋钢材	万t	1.90	1.58	4.42	0.15	0.10	–	0.27	0.15	0.12	**8.42**	0.15	**8.27**	–	–	–	**8.42**	0.15	**8.27**
帷幕灌浆	m	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6993	4728	2265	**6993**	4728	**2265**
固结灌浆	万m	0.58	–	1.05	–	–	–	–	–	–	**1.63**	–	**1.63**	0.24	–	0.24	**1.86**	–	**1.86**
接缝灌浆	万m²	0.30	–	2.12	–	–	–	–	–	–	**2.42**	–	**2.42**	–	–	–	**2.42**	–	**2.42**
锚　杆	根	–	3000	–	–			14769	7958	6811	**17769**	7958	**9811**	–	–	–	**17769**	7958	**9811**
锚　索	束	–	–	–	–	–	–	1563	364	1199	**1563**	364	**1199**	–	–	–	**1563**	364	**1199**

注：表中仅列出主要工程量，其中已完成量为目前500t升船机施工已完成工程量。

图　例

a	土石方明挖	a	时段内完成的工程量
b	石方洞挖	b	时段内月平均施工强度
c	混凝土浇筑	c	时段末应达到的高程
	土石填筑	ⓚ	表示年度内完成的工程量
	其　它		

说明：

1. 本表为龙滩水电站1000t级通航建筑物施工控制性进度表，表中仅列主要工程项目，且未包含在500t级通航建筑物施工工程中已完成项目。
2. 整个通航建筑物除第二级升船机及下游引航道需在围堰保护下进行施工，其余部位不受洪水影响，均可全年施工。
3. 本工程筹建期半年（不计入施工总工期），从第1年1月通航建筑物开工到具备试通航条件，总工期为5年9个月。

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司
POWERCHINA ZHONGNAN ENGINEERING CORPORATION LIMITED

核　准		龙滩水电站1000t级通航建筑物 工　程	可　研　设　计
核　定			施　工　部　分
审　查		施工控制性进度表	
校　核			
设　计			
发证单位	住房和城乡建设部	比　例	日　期　202311
设计证号	综合甲级A143000032	图　号	红龙-通航可研-施工-01

会签专业　会签者　日期

建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）：	龙滩水电开发有限公司	填表人（签字）：		建设单位联系人（签字）：	

建设项目	项目名称	红水河龙滩水电站1000吨级通航建筑物工程				建设内容、规模	按1000t级两级升船机(III级升船机)建设，设计代表船型为1000t级(特殊船型)单船。承船厢有效尺度为73.0m×12.2m×3.5m(有效长度×有效宽度×有效水深，两级相同)，上、下游引航道宽38.5m；最低水深4m。设计单向通航能力为350.1万t/a。建设内容包括上游引航道、通航坝段、第一级垂直升船机、中间渠道、第二级垂直升船机、辅助闸室及下游引航道、施工辅助工程、环境保护工程等。			
	项目代码[1]	2308-450000-04-01-150160									
	建设地点	广西省河池市天峨县									
	项目建设周期（月）	69.0				计划开工时间	2025年10月				
	环境影响评价行业类别	五十二、交通运输业、管道运输业				预计投产时间	2031年7月				
	建设性质	改 、扩 建				国民经济行业类型[2]	E4823 港口及航运设施工程建筑				
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）	无				项目申请类别	变动项目				
	规划环评开展情况	已开展并通过审查				规划环评文件名	红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告				
	规划环评审查机关	环境保护部办公厅				规划环评审查意见文号	环办函[2014]192号				
	建设地点中心坐标[3]（非线性工程）	经度		纬度		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	107.043691	起点纬度	25.025632	终点经度	107.060918	终点纬度	25.021421	工程长度（千米）	2.00
	总投资（万元）	483928.44				环保投资（万元）		13073.37		环保投资比例	2.70%
建设单位	单位名称	龙滩水电开发有限公司		法人代表	李凯	评价单位	单位名称	中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司		证书编号	
	统一社会信用代码（组织机构代码）	914500007151805278		技术负责人	张延昭		环评文件项目负责人	李翔		联系电话	13507473731
	通讯地址	广西南宁市青秀区民族大道126号		联系电话	18978928768		通讯地址	湖南省长沙市雨花区香樟东路16号			

污染物排放量	污染物		现有工程（已建+在建） ①实际排放量（吨/年）	现有工程（已建+在建） ②许可排放量（吨/年）	本工程（拟建或调整变更） ③预测排放量（吨/年）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更） ④“以新带老”削减量（吨/年）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更） ⑤区域平衡替代本工程削减量[4]（吨/年）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更） ⑥预测排放总量（吨/年）[5]	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更） ⑦排放增减量（吨/年）[5]	排放方式
	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							☐避让 ☐减缓 ☐补偿 ☐重建（多选）
	饮用水水源保护区（地表）	陇麻坡饮用水水源保护区	县级	/	准保护区	是	2.66	☐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=③－④－⑤；⑥=②－④+③，当②= **0** 时，⑥=①－④+③