



广西红水河

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程

生态环境影响报告书

建设单位：龙滩水电开发有限公司
环评单位：中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司

2026 年 9 月

编制单位和编制人员情况表

项目编号	a0iu57		
建设项目名称	广西红水河龙滩水电站8、9号机组建设工程		
建设项目类别	41—088水力发电		
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）	周克文		
主要负责人（签字）	李平		
直接负责的主管人员（签字）	程纲为		
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
胡佳伟	环境影响回顾性评价	BH053623	胡佳伟
范泽宇	过鱼设施方案、鱼类增殖站	BH059012	范泽宇
周鹏	环境管理和监测计划	BH038654	周鹏
杨文正	概述、工程概况、环境保护措施	BH049646	杨文正

李翔	总则、环境影响预测与评价、评价结论与建议	BH016342	李翔
刘黄诚	工程分析、分层取水措施方案	BH022124	刘黄诚
叶爱民	水文情势、水温影响预测与评价、生态流量确定	BH060734	叶爱民
欧逸宁	环境保护投资概算和环境影响经济损失分析	BH038656	欧逸宁
陈玉凌	环境风险评价、环境现状调查与评价	BH059013	陈玉凌

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位 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）郑重承诺：
本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》
第九条第一款规定，无该条第三款所列情形， （属于/
不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提
交的由本单位主持编制的 广西红水河龙滩水电站8、9号机组
建设工程 项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、
完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编
制主持人为 李翔（环境影响评价工程师职业资格证书管理
号 09354343508430192，信用编号 BH016342），
主要编制人员包括 李翔（信用编号 BH016342）、
胡佳伟（信用编号 BH053623）、叶爱民（信
用编号 BH060734）、陈玉凌（信用编号
BH059013）、范泽宇（信用编号 BH059012）、
杨文正（信用编号 BH049646）、刘黄诚（信
用编号 BH022124）、周鹏（信用编号
BH038654）、欧逸宁（信用编号 BH038656）（依
次全部列出）等 9 人，上述人员均为本单位全职人员；本单
位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编
制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑
名单”。

承诺单位(公章):

2026 年 8 月 19 日



目 录

概述	1
一、项目背景和特点	1
二、环境影响评价工作过程	3
三、分析判定相关情况	4
四、关注的主要环境影响和环境问题	5
五、主要结论	7
1 总则	10
1.1 编制目的与原则	10
1.2 编制依据	11
1.3 环境影响识别与评价因子筛选	17
1.4 环境功能区划与评价标准	21
1.5 评价等级与评价范围	29
1.6 环境保护目标	32
1.7 评价水平年	33
1.8 评价程序	38
2 工程概况	39
2.1 流域概况及开发利用情况	39
2.2 龙滩一期工程概况	51
2.3 龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程	60
2.4 8、9 号机组建设工程概况	62
3 工程分析	93
3.1 工程符合性分析	93
3.2 工程方案环境合理性分析	115
3.3 环境影响源分析	119
4 环境现状调查与评价	125
4.1 自然环境状况	125
4.2 地表水环境	128
4.3 陆生生态	139
4.4 水生生态	196

4.5	生态敏感区	251
4.6	大气环境	262
4.7	声环境	263
4.8	地下水环境	263
4.9	土壤环境	267
4.10	社会环境	274
5	龙滩一期工程环境影响回顾性评价	276
5.1	环境保护工作过程	276
5.2	环境保护工作要求	281
5.3	环境影响回顾性评价	308
5.4	环境保护措施落实情况及效果评价	447
5.5	存在问题及改进措施	449
5.6	回顾评价结论	451
6	环境影响预测与评价	452
6.1	地表水环境影响预测与评价	452
6.2	陆生生态影响预测与评价	514
6.3	水生生态影响预测与评价	521
6.4	对生态敏感区的影响	534
6.5	大气环境影响预测与评价	543
6.6	声环境影响预测与评价	544
6.7	其他环境影响评价	547
7	环境保护措施及其可行性分析	550
7.1	地表水环境保护措施	550
7.2	陆生生态保护措施	600
7.3	水生生态保护措施	604
7.4	大气环境保护措施	710
7.5	声环境保护措施	710
7.6	其他环境保护措施	712
7.7	科学研究	714

7.8	环境保护措施效果分析	718
8	环境风险评价	721
8.1	环境风险评价目的	721
8.2	环境风险识别	721
8.3	环境风险潜势初判	721
8.4	环境风险评价等级	723
8.5	环境风险分析评价与防范措施	723
8.6	环境风险应急预案	726
9	环境管理和监测计划	729
9.1	环境管理	729
9.2	环境监测	731
9.3	环境监理	736
9.4	竣工环保验收	740
10	环境保护投资概算和环境影响经济损益分析	746
10.1	环境保护投资概算	746
10.2	环境影响经济损益分析	755
11	评价结论与建议	757
11.1	工程概况	757
11.2	工程分析	758
11.3	环境现状	759
11.4	龙滩一期工程环境影响回顾性评价	761
11.5	8、9 号机组建设工程主要环境影响评价	763
11.6	环境保护对策措施	767
11.7	环境风险评价	770
11.8	公众参与	770
11.9	综合评价结论	771
11.10	建议	772

附表：

- 附表 1 生态影响评价自查表
- 附表 2 地表水环境影响评价自查表
- 附表 3 大气环境影响评价自查表
- 附表 4 声环境影响评价自查表

附件：

- 附件 1 关于委托开展广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境影响评价的函
- 附件 2 关于委托开展广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程项目建设单位调整的说明

附图：

- 附图 1 广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程地理位置图
- 附图 2 广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程区域地表水系图

概 述

一、项目背景和特点

红水河为西江干流上游段，位于东经 $102.5^{\circ}10' \sim 109^{\circ}30'$ ，北纬 $23^{\circ}04' \sim 26^{\circ}50'$ 之间，从上游至下游穿滇、黔、桂三省(区)。红水河干流包括南盘江、黔江、浔江在内，河长 1889km，天然落差 776m，可开发的水力资源有 15000MW 以上，是我国十三大水电基地之一，被誉为水力资源的“富矿”。1980 年，广西壮族自治区水利电力规划办公室编制了《红水河综合利用规划报告》。1981 年，经国务院批准，红水河干流开发确定了十级开发方案，开发河段长约 1142km(包括南盘江 361km、红水河 659km、黔江 122km)，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。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。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。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。

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。1985 年，原水利电力部审查并通过了《龙滩水电站开发可行性研究报告》。2001 年 4 月，原国家计委以计基础〔2001〕567 号文批复了龙滩水电站可行性研究报告，同意工程分两期建设，一期工程水库正常蓄水位 375m，二期水位 400m。龙滩水电站一期工程正常蓄水位 375m，相应库容 162.1 亿 m^3 ，死水位 330m，调节库容 111.5 亿 m^3 ，防洪库容 50 亿 m^3 ，具有年调节性能；大坝为碾压混凝土重力坝，坝顶高程 382m，最大坝高 192m；总装机容量 4900MW，多年平均发电量 156.7 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，可使其下游梯级年电量净增 20.2 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。龙滩水电站一期工程枢纽建筑物主要由碾压混凝土重力坝、泄水建筑物、左岸引水发电系统、左岸地下发电厂房、开关站、右岸通航建筑物等组成。电站的建设单位为龙滩水电开发有限公司(以下均简称龙滩公司)。2001 年 7 月，电站开工建设，2003 年 11 月截流，2006 年 9 月下闸蓄水，2007 年 5 月第

一台机组投产发电，2008 年 12 月第七台机组投产发电。2025 年 12 月右岸通航建筑物工程正式开工建设。

广西电网水电比重大，但调节性能好的水电站装机比例低，汛枯矛盾突出，丰枯出力悬殊，电网调峰压力较大，亟需新增调峰电源缓解电力系统调峰矛盾。龙滩水电站 8、9 号机组装机容量 1400MW，是龙滩水电站规划二期工程任务的一部分，调峰性能优越，在系统中可承担调峰、调频和备用任务，对优化系统的电源结构、提高电网的安全稳定运行等方面将发挥重要的作用。2022 年 8 月 19 日，广西壮族自治区人民政府印发广西能源发展“十四五”规划，将龙滩水电站 8、9 号机组建设工程纳入清洁低碳能源重点项目。

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，不影响工程开发任务。龙滩水库正常蓄水位 375m、死水位 330m 维持不变，8、9 号机组最低运行水位 340m。本工程装机容量为 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，已充分考虑了后续工程的需求。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。8、9 号机组厂房一期混凝土及埋件在一期建设期间已施工完成，工程施工项目主要包括厂房 8、9 号机组混凝土浇筑，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。本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”措施的施工会部分涉及动土开挖施工。工程筹建期 21 个月，施工总工期 18 个月(不含筹建期)。本工程用地全部利用龙滩水电站一期工程已有用地，无新增占地，不涉及移民安置。

龙滩水库具有年调节能力，电站运行对径流有较显著的调节作用，已建龙滩一期工程已经改变了坝下径流年内分配。龙滩水电站 8、9 号机组建设工程不改变原水库正常蓄水位、汛期防洪限制水位以及水库调节性能，原电站运行方式变化不大。根据机组建设前后梯级调度演算，龙滩水电站 8、9 号机组建设投产后，增加了原电站调峰容量，调峰运行对电站日内流量分配方式有所改变，电站月均下泄水量未发生改变，电站弃水流量转变为发电流量。

二、环境影响评价工作过程

1986 年，原水利电力部中南勘测设计研究院有限公司(现中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司，以下简称我院)编写完成《龙滩水电站环境影响评价工作大纲》，并于同年通过了原国家环境保护局组织的审查。1989 年，我院编写完成了《龙滩水电站环境影响报告书》，同年通过了水利水电规划设计总院的预审；我院根据预审意见编写完成《龙滩水电站环境影响评价补充报告》，并于 1991 年 5 月通过了国家环保局的审查；1991 年 12 月，国家环保局以“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。由于宏观调控的原因，龙滩水电站在取得批复后一直未能开工建设。随着西部大开发战略的实施，龙滩水电站被列为十大标志性工程之一，我院根据生态环境保护法律法规的有关要求，于 2000 年编写了《龙滩水电站环境影响复核及补充评价报告书》，国家环保总局以“环监发〔2000〕96 号”文对龙滩复核评价报告进行了批复。根据“环监发〔2000〕96 号”的要求，我院于 2002 年 9 月完成了《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》，国家环保总局以“环审〔2007〕395 号”对报告书进行了批复。

2009 年 4 月，受龙滩公司委托，中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司(以下均简称贵阳院)启动了龙滩电站的竣工环境保护验收调查。2010 年 10 月贵阳院于编写完成《龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》，同年 11 月通过了环保部组织的审查。2011 年 8 月，环保部以“环验〔2011〕220 号”通过了龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收。根据“环验〔2011〕220 号”的要求，龙滩公司委托相关单位开展龙滩水电站后续研究工作，委托我院编写了《红水河龙滩水电站环境影响后评价报告》。

2023 年 7 月，龙滩水电开发有限公司龙滩水力发电厂（2023 年 9 月 15 日，本项目建设单位由龙滩水电开发有限公司龙滩水力发电厂变更为龙滩水电开发有限公司）委托我院开展龙滩水电站 8、9 号机组建设工程的环境影响评价工作。接受委托后，我院立即成立环评工作组，多次组织环评专家和技术人员前往广西壮族自治区和贵州省进行实地调查和资料收集工作，联合武汉市伊美净科技发展有限公司(以下

简称伊美净公司)于 2021 年 5 月, 2022 年 7 月、9 月、12 月, 2024 年 11 月, 2025 年 3 月, 2026 年 4 月、5-7 月对工程区及其影响区的生态环境进行调查评价, 委托广西南环检测科技有限公司于 2026 年 3 月、7 月对工程区及其影响区开展了环境现状质量监测工作。根据环评导则、相关技术规范的要求以及工程设计优化、调整成果, 我院对受影响的环境因子和敏感对象进行了预测评价, 提出了减免不利环境影响的对策措施, 编制完成《广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程生态环境影响报告书》。

三、分析判定相关情况

本工程属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》中鼓励类的电力项目, 符合国家产业政策; 工程建设符合《新型能源体系建设“十五五”规划》《可再生能源发展“十五五”规划》《珠江流域综合规划(2012-2030)》的要求, 工程已列入《广西能源发展“十四五”规划》中的清洁低碳能源重点项目水电类名录。工程已经成为广西壮族自治区的能源重点建设项目之一, 工程建设符合广西壮族自治区、河池市的国民经济与社会发展规划。工程建设十分必要, 工程设计方案和施工布置方案从环境角度分析是合理的。

工程占地均利用龙滩水电站一期工程原有征地, 不新增占地。工程用地范围不占用生态保护红线、自然保护地、国家一级公益林和一级保护林地、永久基本农田、全国重点文物保护单位等环境敏感区。本工程区上游 1km 处为广西龙滩自治区级自然保护区, 下游分布有广西龙滩大峡谷国家森林公园和广西天峨陇麻坡饮用水水源保护区。龙滩水电站库区范围涉及自然保护地整合优化后的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、贵州望谟叉孢苏铁省级自然保护区、贵州罗甸蒙江国家湿地公园, 涉及蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区、生态保护红线。

工程施工期废污水经处理后全部回用或综合利用不外排, 运行期没有废水和大气污染物排放, 不会触及环境质量底线。工程建设可减少煤炭消耗和温室气体排放, 助力“碳达峰、碳中和”目标的实现, 符合资源利用上线要求。经与贵州省、广西壮族自治区、河池市、天峨县生态环境总体准入要求、工程所涉环境管控单元生态环境准入清单全面比对, 确认本项目建设符合生态环境准入清单。综上, 本工

程建设符合生态环境分区管控要求。

四、关注的主要环境影响和环境问题

龙滩水电站是红水河梯级综合开发中的巨型龙头水库电站，一期工程于 2008 年全部投产发电。近年来广西电网调峰压力增大，系统调峰矛盾增加，而龙滩水电站规划工程的 8、9 号机组调峰性能优越，可以承担优化电网的电源结构，提高广西电网安全稳定性作用。2022 年，广西壮族自治区人民政府印发《广西能源发展“十四五”规划》，将龙滩水电站 8、9 号机组建设工程纳入清洁低碳能源重点项目。龙滩水电站 8、9 号机组建设工程在回顾一期工程环境影响、总结环境保护措施落实情况及效果的基础上，分析了工程建设带来的水文情势、水生生态、水环境等增量影响，制定和完善了环境保护措施体系，致力协调好水电开发与生态环境保护关系。本项目环境影响评价关注的主要环境问题有：

a) 回顾龙滩水电站一期工程对水文情势、水环境、水生生态、陆生生态等造成的实际影响，并对目前已采取的环境保护措施、生态恢复等措施的实施效果进行评估，分析现有环保措施的有效性，总结已取得的环境保护相关经验，科学做好流域生态环境保护工作。

龙滩水电站在发挥巨大社会效益的同时，对区域环境也产生了一定的影响。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；水库水温分层，在 3 月~9 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。龙滩水电站一期工程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，但低温水影响、水生生态影响，仍需采取改进措施。

b) 工程建设内容主要为机组设备和配套辅机、电气、设备等的安装，施工期环境影响多是短期的和局部的，其不利影响通过采取相应的环境保护措施后可得到减免和弥补。工程运行对水文情势、水温、水生生态的增量影响较小，主要表现为对下游河段日内水文情势、水生生态及产卵场的新增影响。

水文情势：工程不改变水库特征水位，不改变现有运行调度方式，工程建成后月均及旬均下泄流量与现状基本一致，仅在日内调峰过程中流量过程有所调整。一

般工况下对水文情势无影响。环境影响集中于极端满发(9 台机组全开)调峰工况，由于该工况出现频次较低(小于 5%)，实际影响几率有限。库区河段受水库巨大调蓄能力影响，极端满发工况下库区水位、流速变化甚微(水位增幅 $\leq 0.08\text{m}$ 、降幅 $\leq 0.28\text{m}$ ，流速基本不变)，库区生态敏感区水文情势无明显变化，库尾河段水位变幅较坝前增加，库尾以上流水河段基本不受影响，日内水位波动不变但波动幅度小幅增加，整体无显著影响。坝下河段极端满发工况下，坝下 5.8km 处水位变幅由 6.57m 增至 8.38m(丰水期)，影响沿程递减，至 22.9km 处变幅增幅降至约 1m，水面宽增幅 $< 5\%$ ，日均流速不变；极端满发工况下坝下六排大桥产粘沉性鱼类产卵场水位超 0.5m 时变幅时段有所延长，因工况频率低且河道呈 U 型，产生的影响总体可控。天峨县城及森林公园河段水位变幅虽增大，但下泄流量远小于天然洪水，总体影响较小且可控。

水生生态：工程建成后一般工况下库区及坝下水文情势基本无变化，不会对库区及坝下的水生生物造成影响。环境影响集中于极端满发(9 台机组全开)调峰工况，由于该工况出现频次较低，实际影响几率有限。极端满发调峰工况，库区河段受龙滩水库巨大调蓄能力缓冲，库区水文情势整体无显著变化，工程运行基本不会对库尾和库区的水生生物组成造成影响，对库尾产卵场产生的影响有限；坝下水位变幅增加可能对坝下水生生物栖息空间及产卵场造成一定的影响。但由于极端满发工况年出现概率低(小于 5%)、影响时空受限，总体影响可控。工程采取分层取水设施后坝下水温会有所提升、坝下鱼类产卵繁殖条件会有所改善；过鱼设施投运后有利于对鱼类洄游通道的恢复。

c)报告书在一期工程回顾性评价的基础上，结合 8、9 号机组建设工程新增环境影响，复核了生态流量下泄满足情况，初拟了生态调度方案；制定了分层取水措施、过鱼设施、鱼类增殖放流站、栖息地保护方案等环境保护措施；拟定了环境管理与监测方案；提出了局地气候影响评估、区域生态生态环境变化和影响评估等研究计划。主要环境保护措施和科学研究内容如下：

生态流量下泄：根据龙滩水电站 2009 年~2024 年调度数据，复核了生态流量泄放情况，生态流量制定与龙滩水电站调度运行方式基本匹配。

生态调度初拟方案：结合一期工程和 8、9 号机组的叠加影响提出了生态调度方案；在每年的 4 月~7 月，当水温达到 19°C 以上时，宜结合气温、水温情况和上游

来水情况，择机实施 1 次~2 次生态调度过程，每次至少持续 7d~10d，并尽量减少坝下水位变幅。

分层取水措施：拟采用拱架支撑式隔水幕墙方案，在 4~7 月水温改善效果为 0.2℃~1.5℃。该方案呈 C 字形包围进水口，总跨度约 487m；左岸设置 1 个索塔，右侧连接于大坝泄洪坝段与发电坝段衔接处，并于坝身设置滑动装置；在索塔与大坝间的幕墙顶部设置钢桁架主拱，主拱可随着水位变化在索塔和坝身上下滑动。

过鱼设施：主要由上行升鱼机系统、下行集运鱼系统组成。上行过鱼设施采用升鱼机方案，由下游集鱼系统(左岸尾水集鱼箱、右岸集鱼站)、提升转运系统及放流系统等组成。鱼类上行、下行过坝采用通航建筑物升船机作为推荐方案。主要过鱼对象为稀有白甲鱼、乌原鲤、长鳍光唇鱼、唇鲮、暗色唇鲮、鳅、鲮、飘鱼、银鲴、青鱼、草鱼、鲢、鳙等，兼顾过鱼对象为斑鳢、四须盘鮠、翘嘴鲌、卷口鱼、鲮等鱼类。

鱼类增殖放流站：鱼类增殖放流站纳入正在建设的龙滩通航建筑物工程，选址位于龙滩坝上约 700m 的右岸台地处，紧邻 S303 道路，总用地面积 4.65hm²。考虑龙滩和平班水电站的增殖放流需求，放流规模为 130 万尾/年；放流种类为稀有白甲鱼、乌原鲤、长臀鲮、三角鲤、长鳍光唇鱼、唇鲮和暗色唇鲮等 7 种珍稀特有鱼类，远期考虑物种为卷口鱼、单纹似鳅。

栖息地保护方案：考虑在已有栖息地分布基础上，将布柳河规划最末梯级新林电站以下约 42km 流水变动河段、六硐河纳力梯级以下至河口约 30km 河段、曹渡河最末梯级懂托电站以下至拉彩的 8km 河段作为支流鱼类栖息地加以保护，建设栖息地巡护工作站和在线监控体系。

主要科学研究计划：提出 6 大类共 24 项科学研究。主要包括分层取水措施关键技术研究、局地气候影响评估研究、区域生态环境变化和影响评估研究、生态调度效果评估及优化研究、重要鱼类增殖放流及效果评估关键技术研究、过鱼设施效果评估及提升关键技术研究。

五、主要结论

龙滩水电站是国务院批准的《珠江流域综合利用规划报告》(国函<1993>70 号文批复)和《珠江流域防洪规划》(国函[2007]40 号文批复)所确定的重要控制性防洪枢纽工程，也是红水河梯级综合开发中的巨型龙头水库电站。电站总体规划装机容量

量 6300MW，安装 9 台水轮发电机组，相应水库正常蓄水位 400m。电站一期工程共 7 台水轮发电机组，装机容量共 4900MW，相应的正常蓄水位为 375m，水库具有年调节能力。一期工程于 2008 年全部投产发电；右岸通航建筑物于 2025 年 12 月正式开工建设。

龙滩水电站一期工程在发挥巨大社会效益的同时，对区域环境也产生了一定的影响。一期工程建成后，因其调节性能好，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。库区水质状况良好，整体呈中营养状态；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。一期工程建设 and 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减免，但兴建带来的低温水影响、水生生态影响，仍需提出采取改进措施。

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程是《广西能源发展“十四五”规划》中的清洁低碳能源重点项目。工程装机容量 1400MW(2×700MW)，调峰性能优越，在广西电网系统中可承担调峰、调频和备用任务，对优化系统的电源结构、提高电网的安全稳定运行等方面将发挥重要的作用。工程与《新型能源体系建设“十五五”规划》《可再生能源发展“十五五”规划》《珠江流域综合规划(2012-2030)》等规划相协调，符合国土空间规划、国家产业政策、生态环境分区管控方案等相关要求。工程用地范围不涉及生态保护红线、自然保护地、水产种质资源保护区等重要环境敏感区，库区范围涉及自然保护地整合优化后的广西龙滩自治区级自然保护区、贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区、广西雅长兰科植物国家级自然保护区、贵州罗甸蒙江国家湿地公园，涉及蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区、生态保护红线；工程下游分布有广西龙滩大峡谷国家森林公园和广西天峨陇麻坡饮用水水源保护区。工程不改变原水库特征水位和淹没范围，库区及坝下水位、流速等变化幅度均较小，对上述环境敏感区产生一定影响。

工程建设内容主要为机组设备和配套辅机、电气、设备等的安装，施工期环境影响主要为新产生的污废水、废气、噪声对周边环境和居民的影响，这些影响多是短期的和局部的，其不利影响通过采取相应的环境保护措施后可得到减免和弥补。工程运行对水文情势、水温、水生生态的增量影响较小，主要表现为日内满发工况坝下河段流量和水位变幅小幅增加对水文情势、水生生态及产卵场的新增影响，这些影响较小且可控。本报告书在一期工程回顾性评价的基础上，结合 8、9 号机组建

设工程新增环境影响，复核了生态流量下泄满足情况，初拟了生态调度方案；制定了分层取水措施、过鱼设施、鱼类增殖放流站、栖息地保护方案等环境保护措施；拟定了环境管理与监测方案；提出了局地气候影响评估、区域生态生态环境变化和影响评估等研究计划。以上措施和研究工作的实施有助于提升、改善流域生态环境质量。

从环境保护角度综合分析，在严格落实本报告书提出的环保措施和管理要求的前提下，工程建设是可行的。

1 总则

1.1 编制目的与原则

1.1.1 编制目的

a) 结合龙滩水电站一期工程后评价的成果，开展龙滩水电站环境影响回顾，熟悉电站设计、建设与变更过程，掌握电站建设与运行期间的实际环境影响，对原电站环境保护工作效果进行分析、评价，判断电站运行存在的环境问题，提出环境保护补救措施与建议。

b) 根据 8、9 号机组建设工程涉及区域的相关规划、环境特点以及国家、广西壮族自治区、贵州省的有关法律法规要求，分析判断工程方案的合理性和可行性。

c) 通过调查，分析 8、9 号机组建设工程涉及区域的水环境、大气环境、声环境、生态环境、社会环境状况，判断工程建设与周边敏感区的区位关系，预测、评价工程施工和运行对周边环境的影响。

d) 针对 8、9 号机组建设工程建设、运行过程中给环境带来的不利影响，制定可行的对策和减免措施，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进工程所在地生态环境的可持续发展。

e) 分析 8、9 号机组建设工程施工期、运行期工程涉及范围内环境的总体变化趋势，从环境方面论证工程兴建的可行性，从而为工程的方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

1.1.2 编制原则

a) 依法依规原则

根据环境保护法律法规、产业政策、相关规划以及环境保护标准、环评技术导则和规范的规定，进行本项目的环境合理性论证和环境影响分析。

b) 客观公正原则

严格遵循环境影响评价技术导则和相关技术规范的规定，以科学数据为基础，采用规范、适用的评价方法，实事求是地进行环境影响分析与评价。

c) 早期介入原则

全程参与本工程预可行性研究、可行性研究阶段的设计工作，从环保角度提

出了大量的优化调整建议和环保措施要求，尽可能协调工程经济效益与环境效益的关系。

d) 生态优先原则

坚持生态优先，将生态保护和恢复尤其是对水生生态系统、鱼类资源和陆生生态的保护和恢复放在最重要位置，确保不对环境敏感区产生大的影响，不对工程所在区域的生物多样性造成破坏。

e) 可操作性原则

提出环境保护对策措施时坚持技术可行、效果可靠、经济合理、具有较强的针对性和可操作性，从而有利于后续的环境管理。

f) 广泛参与原则

针对生态环境影响报告书及专题研究成果进行专家咨询；协助建设单位开展公众参与调查，广泛收集和吸取公众意见。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

《中华人民共和国生态环境法典》(2026 年 8 月 15 日起施行)

《中华人民共和国水法》(2016 年 9 月 1 日起施行);

《中华人民共和国土地管理法》(2020 年 1 月 1 日起施行);

《中华人民共和国水土保持法》(2011 年 3 月 1 日施行)

《中华人民共和国渔业法》(2026 年 5 月 1 日起施行);

《中华人民共和国森林法》(2020 年 7 月 1 日施行);

《中华人民共和国湿地保护法》(2022 年 6 月 1 日起施行);

《中华人民共和国野生动物保护法》(2023 年 5 月 1 日起施行);

《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 10 月 1 日起施行);

《中华人民共和国自然保护区条例》(2026 年 3 月 15 日施行);

《中华人民共和国河道管理条例》(2018 年 3 月 19 日修正);

《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017 年 10 月 7 日修改);

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

《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(2016 年 2 月 6 日修订);

《中华人民共和国森林法实施条例》(2018 年 3 月 19 日修订);

《风景名胜区条例》(2026 年 3 月 20 日施行);

《地下水管理条例》(国务院令第 748 号)。

1.2.2 部委规章与政策性文件

《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版);

《国家重点保护野生动物名录》(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》(国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 15 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);

《生态保护红线生态环境监督办法(试行)》(国环规生态〔2022〕2 号);

《国家级自然公园管理办法(试行)》(林保规〔2023〕4 号);

《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》(中办发〔2019〕42 号);

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

《关于全国自然保护地整合优化调整情况的公示》(国家林业和草原局、自然资源部, 2024 年 10 月 15 日);

《有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》(国家林业和草原局公告 2023 年第 17 号);

《陆生野生动物重要栖息地名录(第一批)》(国家林业和草原局公告 2023 年第 23 号);

《水生生物增殖放流管理规定》(农业部令第 20 号);

《2030 年前碳达峰行动方案》(2021 年 10 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);

《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〔2012〕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);

《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 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);

《关于印发〈地表水环境质量评价办法(试行)〉的通知》(环办〔2011〕22 号);

《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》(厅字〔2019〕48 号);

《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》(厅字〔2017〕2 号);

《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》(自然资发〔2022〕142 号);

《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);

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

《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》(环发〔2014〕65 号);

《关于加强流域水电管理有关问题的通知》(发改能源〔2016〕280 号);

《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函〔2006〕11 号);

《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)》(环评函〔2006〕4 号)。

1.2.3 地方性法律法规

《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 日起施行);

《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 9 月);

《广西壮族自治区重点保护野生植物名录》(2023 年 4 月)

《广西壮族自治区野生植物保护办法》(2016 年修正);
《贵州省生态环境保护条例》(2019 年 8 月 1 日起施行);
《贵州省湿地保护条例》(2023 年 11 月 29 日修正);
《贵州省重点保护野生动物名录》(2023 年 12 月);
《贵州省重点保护野生植物名录》(2023 年 12 月);
《关于印发<广西壮族自治区建设项目环境影响评价文件分级审批管理办法(修订)>的通知》(桂政办发〔2015〕29 号)。

1.2.4 技术导则、规范和标准

《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);
《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018);
《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 声环境》(HJ 2.4-2021);
《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022);
《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016);
《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018);
《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T88-2003);
《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
《地表水环境质量评价办法(试行)》(环办〔2011〕22 号);
《环境空气质量标准》(GB3095-2026);
《声环境质量标准》(GB3096-2008);
《声环境功能区划分技术规范》(GB/T 15190-2014);
《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020);
《污水综合排放标准》(GB8978-1996);
《建筑垃圾污染控制技术规范》(HJ 1462-2026);
《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);
《饮食业油烟排放标准》(GB 18483-2001);
《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025);
《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008);
《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020);

- 《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB18485-2014)及 2019 年修改单；
- 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)；
- 《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2024)；
- 《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)；
- 《生态环境状况评价技术规范》(HJ192-2015)；
- 《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》(HJ 710.1-2014)；
- 《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》(HJ 710.3-2014)；
- 《生物多样性观测技术导则 鸟类》(HJ 710.4-2014)；
- 《生物多样性观测技术导则 爬行动物》(HJ 710.5-2014)；
- 《生物多样性观测技术导则 两栖动物》(HJ 710.6-2014)；
- 《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》(HJ 710.7-2014)；
- 《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物》(HJ 710.8-2014)；
- 《生物多样性观测技术导则 水生维管植物》(HJ 710.12-2014)；
- 《生物多样性观测技术导则 陆生维管束植物多样性观测固定样地的设置》(HJ 710.14-2023)；
- 《生物多样性观测技术导则 红外相机技术》(HJ 710.15-2023)；
- 《生物多样性(陆域生态系统)遥感调查技术指南》(HJ 1341-2023)；
- 《区域生物多样性评价标准》(HJ 623-2011)；
- 《水电工程水生生态调查与评价技术规范》(NB/T10079-2018)；
- 《水电工程陆生生态调查与评价技术规范》(NB/T10080-2018)；
- 《水电工程水温计算规范》(NB/T 35094-2017)；
- 《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)；
- 《水电工程环境保护设计规范》(NB/T 10504-2021)；
- 《水电工程环境监测技术规范》(NB/T 11179-2023)；
- 《水电站分层取水进水口设计规范》(NB/T 35053-2015)；
- 《河流水生生物栖息地保护技术规范》(NB/T 10485-2021)；
- 《水电工程升鱼机设计规范》(NB/T 10863-2021)；
- 《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》(NB/T 35037-2014)；
- 《水力发电厂含油污水处理系统设计导则》(NB/T 10611-2021)；

- 《水电工程设计工程量计算规定》(NB/T 11808-2025);
- 《水电工程设计概算编制规定》(NB/T 11408-2023);
- 《水电工程费用构成及概(估)算费用标准》(NB/T 11409-2023);
- 《水电工程环境保护专项投资编制细则》(NB/T 35033-2025)。

1.2.5 相关规划和区划

- 《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);
- 《中国生物多样性保护战略与行动计划(2011-2030 年)》(2010 年 9 月);
- 《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035 年)》;
- 《全国生态脆弱区保护规划纲要》(2008 年 9 月);
- 《全国重要江河湖泊水功能区划手册》(2013 年 11 月);
- 《美丽中国建设“十五五”规划》(国发〔2026〕20 号);
- 《新型能源体系建设“十五五”规划》(发改能源〔2026〕884 号);
- 《可再生能源发展“十五五”规划》(发改能源〔2026〕1067 号);
- 《广西壮族自治区国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》(桂政发〔2026〕15 号);
- 《河池市国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》(河政发〔2026〕3 号);
- 《广西壮族自治区国土空间规划(2021—2035 年)》;
- 《广西能源发展“十四五”规划》(桂政办发〔2022〕59 号);
- 《河池市国土空间总体规划(2021—2035 年)》;
- 《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划》(2012 年 12 月);
- 《广西壮族自治区水功能区划》(2016 年);
- 《贵州省水功能区划》(2025 年);
- 《红水河综合利用规划报告》(1980 年);
- 《珠江流域综合规划(2012~2030 年)》;
- 《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〔2015〕192 号)。

1.2.6 相关技术文件

《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);

《龙滩水电站环境影响后评价报告》(2017 年);

《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》(2023 年);

《红水河水生生物洄游通道恢复方案框架设计报告》(2024 年);

《龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程环境影响报告书》(2025 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)。

1.3 环境影响识别与评价因子筛选

1.3.1 环境影响识别

根据工程建设特点、工程所在区域的环境现状特征，施工期和运行期分别以工程施工活动和水库运行为主要影响源，分析工程施工对施工区及周围环境的影响，以及工程运行对水环境和社会环境的影响。其环境要素的识别与筛选采用矩阵分析法，并以环境影响程度和范围的严重性、影响时间的持续性、影响的潜在性及敏感性作为判别依据，其识别结果详见表 1.3.1-1。其中主要环境影响因子是水文情势、地下水、陆生生态、水生生态影响；影响较小的环境因子主要是水质、空气质量、

噪声、地下水、土壤、社会环境等。

表 1.3.1-1 龙滩水电站一期工程环境影响矩阵分析表

环 境 要 素		影 响 源	
		工程施工	工程运行
水环境	地表水水文情势		+1L
	地表水水温		-2L
	地表水水质	-1R	±1R
	地下水	-1R	
生态环境	陆生植物	-2R	
	陆生动物	-2R	
	水生生物	-3R	±2R
大气环境	空气质量	-1R	
声环境	噪声	-1R	
土壤环境	土壤	-1R	
固体废物	工程弃渣	-1R	
	生活垃圾	-1R	
社会环境	社会经济	+1R	+2R
	人群健康	-1R	
	景观	-1R	

注：(1)+、-分别表示有利和不利影响；(2)1、2、3 分别表示影响程度为小、中、大；(3)R、L 分别表示影响类型为可逆和不可逆；-表示基本无影响。

表 1.3.1-2 龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境影响矩阵分析表

环 境 要 素		影 响 源	
		工程施工	工程运行
水环境	地表水水文情势		-1L
	地表水水温		
	地表水水质		±1R
	地下水		
生态环境	陆生植物	-1R	
	陆生动物	-1R	
	水生生物		-1R
大气环境	空气质量	-1R	
声环境	噪声	-1R	
土壤环境	土壤		
固体废物	工程弃渣	-1R	
	生活垃圾	-1R	
社会环境	社会经济	+1R	+1R
	人群健康	-1R	
	景观	1R	

注：(1)+、-分别表示有利和不利影响；(2)1、2、3 分别表示影响程度为小、中、大；(3)R、L 分别表示影响类型为可逆和不可逆；-表示基本无影响。

1.3.2 评价因子筛选

根据环境影响识别，本次评价给出了环境影响评价现状评价因子和预测评价因子，详见表 1.3.2-1、表 1.3.2-2、表 1.3.2-3。

表 1.3.2-1 评价因子一览表

环境要素		现状评价因子	预测评价因子	
			施工期	运行期
地表水环境	水文情势	流量、水位、流速	/	流量、水位、流速、水温
	水质	废水量、pH、SS、BOD ₅ 、COD _{Cr} 、石油类等	BOD ₅ 、COD _{Cr}	/
地下水环境		地下水赋存条件、水位、径流补排条件、水质	/	

表 1.3.2-1(续)

环境要素	现状评价因子	预测评价因子	
		施工期	运行期
土壤环境	pH、土壤含盐量、砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍等	/	
声环境	LAeq	/	
大气环境	NO ₂ 、PM ₁₀ 、TSP、SO ₂	/	
生态环境	见表 1.3.2-2、表 1.3.2-3。		

表 1.3.2-2 陆生生态影响评价因子一览表

时段	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	临时占地、直接、间接、累积生态影响	短期、可逆	弱
	生境	生境面积、质量等	临时占地、直接、间接、累积生态影响	短期、可逆	弱
	生物群落	物种组成、群落结构等	临时占地、直接、间接、累积生态影响	短期、可逆	弱
	生态系统	生物量、生态系统功能等	临时占地、间接、累积生态影响	短期、可逆	弱
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	临时占地、间接、累积生态影响	短期、可逆	弱
	生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	施工活动，间接影响	短期、可逆	弱
	自然景观	景观多样性、完整性等	临时占地、间接、累积生态影响	短期、可逆	弱
运营期	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	间接、累积生态影响	长期、不可逆	弱
	生境	生境面积、质量、连通性等	间接、累积生态影响	长期、不可逆	弱
	生物群落	物种组成、群落结构等	间接、累积生态影响	长期、不可逆	弱
	生态系统	生物量、生态系统功能等	间接、累积生态影响	长期、不可逆	弱
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	间接、累积生态影响	长期、不可逆	弱
	生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	间接生态影响	长期、不可逆	弱

表 1.3.2-3 水生生态影响评价因子一览表

时段	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	占地、水下施工，直接、间接、累积生态影响	短期、可逆	弱
	生境	生境面积、质量等	占地、水下施工，直接、间接、累积生态影响	短期、可逆	弱
	生物群落	物种组成、群落结构等	占地、水下施工，直接、间接、累积生态影响	短期、可逆	弱
	生态系统	生物量、生态系统功能等	占地、水下施工，间接、累积生态影响	短期、可逆	弱
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	占地、水下施工，间接、累积生态影响	短期、可逆	弱
	自然景观	景观多样性、完整性等	临时占地、水下施工，间接、累积生态影响	短期、可逆	弱
运行期	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	库区水位日内变幅变化，坝下流量变化，直接、间接、累积生态影响	长期、不可逆	弱
	生境	生境面积、质量、连通性等	库区水位日内变幅变化，坝下流量变化，间接、累积生态影响	长期、不可逆	中
	生物群落	物种组成、群落结构等	库区水位日内变幅变化，坝下流量变化，直接、间接、累积生态影响	长期、不可逆	弱
	生态系统	生物量、生态系统功能等	库区水位日内变幅变化，坝下流量变化间接、累积生态影响	长期、不可逆	弱
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	库区水位日内变幅变化，坝下流量变化，间接、累积生态影响	长期、不可逆	弱

1.4 环境功能区划与评价标准

1.4.1 环境功能区划

1.4.1.1 地表水环境功能区划

根据《全国重要江河湖泊水功能区划手册》(2013 年 11 月): 红水河天峨县龙滩坝址-天峨水文站长度 10.0km 河段红水河天峨饮用水源区, 为红水河天峨开发利用区, 水质目标为 II、III 类; 天峨水文站-天峨县六排镇塘英村长度 4.0km 河段红水河天峨景观、工业利用区, 为红水河天峨开发利用区, 水质目标为 II、III 类。

根据《广西壮族自治区水功能区划》(2016 年)、《贵州省水功能区划》(2025 年), 红水河龙滩水电站库区及坝下河段水功能区划见表 1.4.1-1。

表 1.4.1-1 龙滩水电站库区及坝下河段水功能区划表

位置	流域	水系	河流	河段	水功能区一级 (/二级)	功能区范围		长度 km	水质 目标	河流 性质
						起始 断面	终止 断面			
龙滩 坝址 上游	珠江	西江	红水河	南盘江	南盘江黔桂缓 冲区	黄泥河 入南盘 江口	北盘江、 南盘江 汇合口	263	III类	红水 河主 源、 库区
	珠江	西江	红水河	红水河	红水河黔桂缓 冲区	北盘 江、南 盘江汇 合口	六硐河汇 入红水 河口	106	III类	库区
	珠江	西江	红水河	红水河	红水河天峨龙 滩库区保留区	六硐河 汇入红 水河口	天峨县龙 滩坝址	27	III类	库区
	珠江	西江	红水河	北盘江	北盘江龙家冲 至打宾段 保留区	盘县龙 家冲	北盘江、 南盘江汇 合口	346	III类	库区 支流
	珠江	西江	红水河	蒙江	蒙江下游紫云 至罗甸保留区	板当河 汇入口	蒙江汇入 红水河口	184	II类	库区 支流
	珠江	西江	红水河	坝王河	坝王河惠水、 花溪、平塘 保留区	惠水县 蒙江街 道冗族 村下寨	平塘县塘 边镇河边	120.8	III类	库区 支流
	珠江	西江	红水河	坝王河	坝王河罗甸开 发利用区	罗甸县 沫阳镇 月亮硐	坝王河汇 入蒙江口	44.4	II类	库区 支流
	珠江	西江	红水河	六硐河	六硐河南丹至 天峨保留区	南丹县 纳贡村	曹渡河汇 入六硐 河口	43	III类	库区 支流
	珠江	西江	红水河	六硐河	六硐河下游黔 桂缓冲区	曹渡河 汇入六 硐河口	六硐河汇 入红水 河口	20	III类	库区 支流
	珠江	西江	红水河	曹渡河	曹渡河黔桂缓 冲区	营盘	曹渡河汇 入六硐 河口	31	II类	库区 支流
龙滩 坝址 下游	珠江	西江	红水河	布柳河	布柳河凌云至 天峨保留区	凌云县 玉洪 瑶乡	布柳河汇 入红水 河口	140	III类	库区 支流
	珠江	西江	红水河	红水河	红水河天峨开 发利用区/ (陇麻坡饮用 水水源保护 区)	龙滩 坝址	天峨县六 排镇	14	II类	坝下
	珠江	西江	红水河	红水河	红水河天峨至 大化保留区	天峨县 六排镇	大化瑶族 自治县贡 川乡	204	III类	坝下

注：地表水水质标准为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)。

1.4.1.2 生态环境功能区划

a) 全国生态功能区划

根据《全国生态功能区划》，龙滩水电站涉及“I 生态调节功能区、I-01 水源

涵养功能区、I-03 土壤保持功能区、I-03-11 黔桂喀斯特土壤保持功能区”。相关生态功能区主要生态问题和生态保护主要方向与措施见下表。

表 1.4.1-2 工程涉及全国生态功能区划中主要生态问题和生态保护主要方向与措施表

生态功能分区单元				和龙滩水电站的位置关系	主要生态问题	生态保护主要方向与措施
生态功能大类	生态功能类型	重要生态功能区	功能区			
生态调节功能区	水源涵养功能区	土壤保持功能区	黔桂喀斯特土壤保持功能区	评价区	毁林毁草开荒带来的生态系统退化问题突出，表现为植被覆盖度低、水土流失严重、石漠化面积大、干旱缺水。	严格保护现存植被；对生态退化严重区采取封禁措施，对中、轻度石漠化地区，改进种植制度和农业措施；对人口超过生态承载力的区域实施生态移民措施，推进劳动力转移，降低人口对土地的依赖性；改变粗放生产经营方式，发展生态农业。

b) 广西生态功能区划

根据《广西壮族自治区生态功能区划》，龙滩水电站涉及“1 生态调节功能区、1-1 水源涵养与生物多样性保护功能区、1-1-5 天峨东北部山地水源涵养与生物多样性保护功能区和 1-1-6 乐业-天峨-凤山-凌云-田林山地水源涵养与生物多样性保护功能区”和“1-4 土壤保持功能区、1-4-4 红水河流域岩溶山地土壤保持功能区”。相关生态功能区主要生态问题和生态保护主要方向与措施见下表。

表 1.4.1-3 工程涉及广西壮族自治区生态功能区划主要生态问题和生态保护主要方向与措施表

生态功能分区单元			和龙滩水电站的位置关系	主要生态问题	生态保护主要方向与措施
一级生态功能区	二级生态功能区	三级生态功能区			
生态调节功能区	水源涵养与生物多样性保护功能区	天峨东北部山地水源涵养与生物多样性保护功能区	库区	天然阔叶林面积减少，森林质量降低，水源涵养功能减弱，特别是旱季江河水量锐减；雨季局部区域山洪、泥石流、滑坡等灾害多发；坡耕地面积大，水土流失较严重。	规划建立重要生态功能保护区，重点强化水源涵养和生物多样性保护生态功能。加强生态公益林建设，恢复与重建自然生态系统，加强自然保护区建设和管理，保持生物多样性，适度发展商品林；合理利用生态景观优势和生物资源优势，积极发展生态农业、有机农业和生态旅游等生态产业；控制森林资源开发利用强度；严格限制发展导致水体污染的产业；积极防治地质灾害。

表 1.4.1-3(续)

生态功能分区单元			和龙滩水电站的位置关系	主要生态问题	生态保护主要方向与措施
一级生态功能区	二级生态功能区	三级生态功能区			
生态调节功能区	水源涵养与生物多样性保护功能区	乐业-天峨-凤山-凌云-田林山地水源涵养与生物多样性保护功能区	库区	不合理的土地利用、毁林开垦、过度放牧造成自然植被严重破坏，森林覆盖率较低，生态系统服务功能退化，水土流失、石漠化严重；坡耕地面积比重大，土地生产力低；岩溶洼地易旱易涝；矿业开发造成局部区域环境污染和生态破坏，有色金属冶炼污染问题突出	调整产业结构，加速城镇化进程，加快农业人口转移，降低人口对土地的压力；全面实施石漠化综合治理，通过封山育林、退耕还林、小流域治理、农村生态能源建设、改变耕作方式、草食动物舍饲圈养等措施，恢复自然植被，提高水源涵养和水土保持能力；严禁陡坡垦殖和过度放牧，严禁乱砍滥伐树木；开展有色金属矿业及冶炼业的污染防治和废物综合利用，治理矿区环境污染，推进矿区生态恢复与重建。
	土壤保持功能区	红水河流域岩溶山地土壤保持功能区	坝下	不合理的土地利用、毁林开垦、过度放牧造成自然植被严重破坏，森林覆盖率较低，生态系统服务功能退化，水土流失、石漠化严重；坡耕地面积比重大，土地生产力低；岩溶洼地易旱易涝；矿业开发造成局部区域环境污染和生态破坏，有色金属冶炼污染问题突出。	调整产业结构，加速城镇化进程，加快农业人口转移，降低人口对土地的压力；全面实施石漠化综合治理，通过封山育林、退耕还林、小流域治理、农村生态能源建设、改变耕作方式、草食动物舍饲圈养等措施，恢复自然植被，提高水源涵养和水土保持能力；严禁陡坡垦殖和过度放牧，严禁乱砍滥伐树木；开展有色金属矿业及冶炼业的污染防治和废物综合利用，治理矿区环境污染，推进矿区生态恢复与重建。

c) 贵州生态功能区划

根据贵州生态功能区划，龙滩水电站库区涉及南部干热河谷南亚热带雨林生态区、黔西南河谷雨林水土流失控制生态亚区的白层-红水河土壤保持生态功能区、罗甸-板庚土壤保持与石漠化敏感生态功能区、册亨-望谟土壤保持与河谷季雨林生物多样性保护生态功能区。相关生态功能区主要生态问题和生态保护主要方向与措施见下表。

表 1.4.1-4 工程涉及贵州生态功能区划中主要生态问题和生态保护主要方向与措施表

生态功能分区单元			和龙滩水电站的位置关系	主要生态问题	生态保护主要方向与措施
一级生态功能区	二级生态功能区	三级生态功能区			
南部干热河谷南亚热带雨林生态区	黔西南河谷雨林水土流失控制生态亚区	白层-红水河土壤保持生态功能区	库区、北盘江	水土流失严重，生产方式落后，土地生产力低	以水土保持为目标，重点对北盘江，红水河谷斜坡进行综合治理，注意保护留存的季雨林。配合“珠防”工程，大力营造水保林，严禁放火烧山和刀耕火种的粗放式生产方式。

表 1.4.1-4(续)

生态功能分区单元			和龙滩水电站 的位置关系	主要生态 问题	生态保护主要方向与措施
一级 生态 功能区	二级 生态 功能区	三级生态 功能区			
南部干 热河谷 南亚热带 雨林生态 区	黔西南 河谷雨 林水土 流失控 制生态 亚区	罗甸-板庚 土壤保持 与石漠化 敏感生态 功能区	库区、蒙江	水土流失及 石漠化较严 重，喀斯特 地区存在石 山垦殖的不 良行为，土 地生产力低	以水土保持和石漠化治理为目标，采取多种方式扩大森林面积，对板庚一带的石漠化严重地区进行重点治理，制止石山垦殖、砍薪等不良行为。
		册亨-望谟 土壤保持 与河谷季 雨林生物 多样性保 护生态功 能区	库区、南盘江	土壤侵蚀中 度至强度 敏感	以河谷特殊生境及水土保持为目标，积极实施“珠防”生态工程建设，保护现存季雨林，同时营造各类防护林；加强对区内多个自然保护区的建设和管理，实现生物多样性保护；加强宣传教育，提高群众的环境、生态意识、杜绝放火烧山、刀耕火种等落后生产方式，保护河谷生态环境。

d) 河池市生态功能区划

根据河池市生态功能区划，龙滩水电站涉及I生态调节功能区、I-1 水源涵养与生物多样性保护功能区、I-1-3 天峨中东部-南丹西部山地水源涵养与生物多样性保护功能区；I-2 水源涵养功能区、I-2-1 布柳河流域水源涵养功能区；II 产品提供功能区、II-1 农林产品提供功能区、II-1-3 红水河流域山地农林产品提供功能区。相关生态功能区主要生态问题和生态保护主要方向与措施见下表。

表 1.4.1-5 电站涉及河池市生态功能区划中主要生态问题和生态保护

主要方向与措施表

生态功能分区单元			和龙滩 水电站 的位置	主要生态问题	生态保护主要方向与措施
一级 生态 功能区	二级生态 功能区	三级 生态 功能区			
生态 调节 功能区	水源涵养 与生物多 样性保护 功能区	天峨中 东部-南 丹西部 山地水 源涵养 与生物 多样性 保护功 能区	库区	(1) 由于人口不断增加，森林资源过度开发，致使部分原生植被，特别是季风常绿阔叶林遭到破坏，生态系统结构单一，天然林面积逐步减少，森林质量日益降低，生态功能衰退，水源涵养功能减弱。 (2) 生物天然栖息地丧失或局部丧失以及捕猎，导致生物数量不断下降。	(1) 加强生态功能保护和管理，强化水源涵养和生物多样性保护生态功能，保持生物多样性，维护生态功能。 (2) 严格保护具有重要水源涵养功能的自然植被，限制或禁止矿产开发等各种不利于保护生态系统水源涵养功能的经济社会活动和生产方式，加大对野生动物和森林植被的保护，注重生物多样性和生态资源保护，防范有害生物入侵，保护生物多样性和增强其生态服务功能。 (3) 加强自然生态系统恢复与重建，开展植树造林，退耕还草、封山育林和水土流失治理。坡度为 25 度以上的农地实施退耕还林，恢复与重建水源涵养区森林生态系统，提高生态系统的水源涵养功能。 (4) 在保护生态系统功能的前提下，适度

表 1.4.1-5(续)

生态功能分区单元			和龙滩 水电站 的位置	主要生态问题	生态保护主要方向与措施
一级 生态 功能区	二级生态 功能区	三级 生态 功能区			
生态 调节 功能区	水源涵养 与生物多 样性保护 功能区	天峨中 东部-南 丹西部 山地水 源涵养 与生物 多样性 保护功 能区	库区	(3) 雨季局部区域山洪、泥石流、滑坡等灾害多发。 (4) 城镇生活污染物排放对江河水质影响较大。	发展生态旅游和高效益的生态农业。在开展生态旅游时, 要注意保护好热带天然林区、水源涵养地和生物多样性丰富地区, 提高其保护生物物种增殖和繁衍的功能。 (5) 加强工业污染治理和农业面源污染控制, 确保水源头水质达标。 (6) 控制森林资源开发利用强度, 发展沼气等清洁能源。 (7) 积极防治地质灾害。
	水源涵养 功能区	布柳河 流域水 源涵养 功能区	布柳河	(1) 生态环境十分脆弱, 由于不合理开发, 原始植被破坏严重, 石漠化严重, 生态系统功能下降, 水源涵养能力下降。 (2) 由于农业耕作粗放, 坡耕地面积比重大, 水土流失严重。 (3) 城镇生活污染物、工业污染物排放及规模水产养殖对江河以及水库水质影响大。	(1) 实行封山育林和退耕还林工程, 恢复自然植被, 提高自然生态系统的水源涵养功能。 (2) 加强重点生态公益林的改造与建设, 林业产业实施合理利用与保护建设相结合, 保持森林生长与采伐利用的动态平衡。 (3) 实施水土保持和石漠化综合治理, 限制不适宜生态建设的生产和经营活动。 (4) 发展生态农业, 推行循环经济, 降低农业面源污染。 (5) 发展沼气、太阳能等清洁能源, 改变农村能源结构。 (6) 加快城镇环境基础设施建设, 加强环境综合治理能力, 实施达标排放, 减少城镇生活污染物和工业污染物对水质的影响。
产品 提供 功能区	农林产品 提供 功能区	红水河 流域山 地农林 产品 提供 功能区	库区	(1) 人口增加、农业扩张以及交通建设等导致天然林特别是石山区植被破坏较为严重, 局部石漠化现象突出, 栖息地破碎化, 生物多样性受到威胁。 (2) 坡耕地面积比重大, 土地生产力低。 (3) 涝旱灾频繁, 水土流失较严重。	(1) 加强自然保护区建设和管理。实施封山育林、退耕还林还草, 对坡度 25 度以上的耕地, 全部实施退耕还林, 保护功能区内自然生态系统与重要物种栖息地, 维护生态系统完整性。 (2) 发展新能源, 调整能源结构, 大力推广使用沼气, 鼓励使用太阳能和电能, 改善能源利用方式, 减少森林资源消耗。 (3) 加强自然保护区生态环境安全监管, 坚持保护优先、适度开发。发挥森林生态旅游胜地的独特自然资源条件, 在保护生态的前提下, 适度发展以喀斯特溶洞地貌、森林景观、古道、温泉、漂流、洞穴探险等为主要内容的生态旅游业。 (4) 加大生物多样性保护的资金投入, 加强森林资源保护, 控制森林资源开发利用强度。 (5) 加强周边群众生物多样性保护宣传与教育, 提高大众生物多样性保护的积极性。 (6) 加强对外来物种入侵的控制, 杜绝病虫害的入侵和蔓延, 禁止在自然保护区引进外来物种。

1.4.1.3 大气环境功能区划

项目区域尚未划定大气环境功能区。

1.4.1.4 声环境功能区划

项目区域尚未划定声环境功能区。

1.4.2 评价标准

1.4.2.1 环境质量标准

a) 地表水环境质量标准

根据《全国重要江河湖泊水功能区划(2011—2030 年)》、《广西壮族自治区水功能区划》(2016 年)、《贵州省水功能区划》(2025 年),工程评价范围内的龙滩库区及坝下河段执行水质标准参见表 1.4.1-1 所示。

b) 大气环境质量标准

项目区域主要为农村地区,周围无大型工矿企业。依据《环境空气质量标准》(GB 3095-2026),自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域为一类区,居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区为二类区。本工程坝址上游 1km 处分布有广西龙滩自治区级自然保护区,为一类环境空气质量功能区,执行 GB3095-2026 中的一级标准;项目其他区域为二类环境空气质量功能区,执行 GB3095-2026 中的二级标准。

c) 声环境质量标准

项目区位于农村,工程附近无集中居民点、医院等敏感区,左右岸分布有散户居民区,左岸有电厂内部道路,右岸有 S303 省道。依据《声环境功能区划分技术规范》(GB/T 15190-2014),项目区域红水河右岸 S303 省道两侧 50m 内为 4a 类声环境功能区,其余为 2 类环境功能区。因此项目区红水河右岸 S303 交通干线两侧 50m 内执行 4a 类标准,其余执行 2 类标准。

本工程执行的环境质量标准主要指标见表 1.4.2-2。

表 1.4.2-2 环境质量标准值表

项目	环境质量标准	主要指标/标准值	备注
地表水环境	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准	pH:6~9, COD $\leq$ 20mg/L, BOD ₅ $\leq$ 4mg/L, 高锰酸盐指数 $\leq$ 6mg/L, 挥发酚 $\leq$ 0.005mg/L, 石油类 $\leq$ 0.05mg/L, TP $\leq$ 0.05mg/L(湖、库)	总磷执行湖库标准

表 1.4.2-2(续)

项目	环境质量标准		主要指标/标准值	备注
地表水环境	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II 类标准		pH:6~9、DO $\geq$ 6mg/L、COD _{Cr} $\leq$ 15mg/L、BOD ₅ $\leq$ 3mg/L、TP $\leq$ 0.025mg/L(湖、库)、NH ₃ -N $\leq$ 0.5mg/L、石油类 $\leq$ 0.05mg/L	总磷执行湖库标准
大气环境	《环境空气质量标准》(GB3095-2026)	一级	SO ₂ $\leq$ 0.05mg/m ³ , NO ₂ $\leq$ 0.08mg/m ³ , PM ₁₀ $\leq$ 0.05mg/m ³ , TSP $\leq$ 0.12mg/m ³	日均值
		二级	SO ₂ $\leq$ 0.15mg/m ³ , NO ₂ $\leq$ 0.08mg/m ³ , PM ₁₀ $\leq$ 0.12mg/m ³ , TSP $\leq$ 0.30mg/m ³	日均值
声环境	《声环境质量标准》(GB3096-2008)	1 类	L _{Aeq} (昼间) $\leq$ 55dB, L _{Aeq} (夜间) $\leq$ 45dB	
		2 类	L _{Aeq} (昼间) $\leq$ 60dB, L _{Aeq} (夜间) $\leq$ 50dB	
		4a 类	L _{Aeq} (昼间) $\leq$ 70dB, L _{Aeq} (夜间) $\leq$ 55dB	

1.4.2.2 污染物排放标准

a) 废(污)水排放标准

项目产生的废污水经处理后全部回用或综合利用，禁止外排。含油废水执行《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，GB/T18920-2020 中未包含的石油类、COD等指标执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)对应的一级标准，处理达标后回用场地冲洗。施工营地生活污水执行GB/T18920-2020 中绿化用水标准，GB/T18920-2020 中未包含的石油类、COD、SS等指标执行《综合污水排放标准》(GB8978-1996)对应的一级标准，处理达标后回用于场地绿化用水或洒水降尘。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后，纳入天峨县现有污水处理系统。

b) 大气污染物排放标准

大气污染物排放均执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 规定的无组织排放监控浓度限值。

c) 噪声排放标准

施工期，噪声排放执行《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)。

d) 固体废物处理标准

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)；生活垃圾收集、处置执行《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2024)。

表 1.4.2-3 污染物排放标准值表

项目	污染物排放标准		主要指标/标准值
大气	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的无组织排放监控浓度限值		颗粒物 $\leq 1\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$
噪声	施工期	《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)	$L_{Aeq}(\text{昼间})\leq 70\text{dB}$, $L_{Aeq}(\text{夜间})\leq 55\text{dB}$
	运行期	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类	$L_{Aeq}(\text{昼间})\leq 60\text{dB}$, $L_{Aeq}(\text{夜间})\leq 50\text{dB}$
固体废物	一般工业固体废物:《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);生活垃圾收集、处置执行《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2024)。		-

1.5 评价等级与评价范围

1.5.1 地表水环境

1.5.1.1 评价等级

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程为已建水电站扩建工程,本工程只进行增加装机容量,不对龙滩电站大坝进行改造。施工期对水环境的影响主要表现为废污水对水质的影响,不改变红水河水文特征情势,属于水污染影响型。运行期对水环境的影响主要表现为工程机组发电下泄流量,河段水文情势变化,运行期属于水文要素影响型。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)关于评价工作等级判定的规定,对施工期、运行期分别确定评价等级。

a) 施工期

水污染影响评价等级:根据废污水排放量,施工期废水主要来自机械含油废水和施工人员的生活污水,废污水产生量约为 $51.2\text{m}^3/\text{d}$,处理达标后回用于厂区绿化灌溉。根据 HJ2.3-2018 规定,废污水为间接排放,水污染影响评价等级为三级 B。

b) 运行期

龙滩水电站库区及坝下分布有广西龙滩自治区级自然保护区、贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区、广西雅长兰科植物国家级自然保护区、贵州罗甸蒙江国家湿地公园、蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区、龙滩大峡谷森林公园、天峨陇麻坡饮用水水源保护区、六排大桥产卵场(小规模产粘沉性鱼类产卵场)等环境敏感区。工程建设不改变龙滩水库的特征参数与运行方式,工程运行基本不对龙滩

库区水文情势和水温产生影响，对下游径流的水文情势、水温影响程度也有限，但天峨陇麻坡饮用水水源保护区以及六排大桥产卵场位于坝下影响范围内。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)的规定，工程影响范围涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场，自然保护区等环境保护目标，评价等级不低于二级。因此，确定本工程运行期地表水环境影响评价等级为二级。

1.5.1.2 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)，确定本工程水环境影响评价范围为：库尾北盘江 100km河段、库尾南盘江 90km河段、龙滩大坝至岩滩库区 166km河段，并包含库区的主要支流蒙江、布柳河、曹渡河、坝王河、六硐河等，坝下主要支流清水河、巴英河、盘阳河。其中重点评价范围为龙滩大坝至塘英大桥河段(长约 15km)。水文情势影响评价范围与水环境影响评价范围一致，水温影响评价范围下游延伸至红水河柳江汇口处以下(龙滩坝下约 604km)。

1.5.2 陆生生态

a) 评价等级

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程不改变水库正常蓄水位，不新增淹没，工程占用土地总面积为 322653.5m²，位于龙滩水电站原有征地范围以内，不涉及坝区上游的广西龙滩自治区级自然保护区、下游的广西龙滩大峡谷国家森林公园。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)中“属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级”，综合工程施工、运行对陆生生态的影响，确定陆生生态影响评价等级为二级。

b) 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)中评价范围的划分原则，陆生生态评价范围为龙滩水电站水库库区及坝址下游 15km的两侧第一山脊线内区域，包括施工区、交通公路两侧 200m的范围，总面积为 1201032.7hm²。为真实反映 8、9 号机组工程影响区域内的生态现状及影响情况，在评价重点保护野生植物、土地利用、生态系统及景观数据时，将工程实际占地范围外延 1km的范围定为重点评价区，总面积为 3410.64hm²。

1.5.3 水生生态

a) 评价等级

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程建设不直接占用国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境、生态保护红线等区域，但工程运行带来的水文情势变化可能会对原库区分布的自然保护区、湿地公园，坝下 15km 处的六排大桥产卵场(小规模产粘沉性鱼类产卵场)产生影响。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)中关于“涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级”的相关要求，确定水生生态评价等级为一级。

b) 评价范围

水生生态评价范围为库尾北盘江 100km 河段、库尾南盘江 90km 河段、龙滩大坝至岩滩库区 166km 河段，并包含库区的主要支流蒙江、布柳河、曹渡河、坝王河、六硐河等，坝下主要支流清水河、巴英河、盘阳河。其中重点评价范围为龙滩大坝至塘英大桥河段(长约 15km)。

1.5.4 大气环境

a) 评价等级

本工程大气环境影响源主要是施工期的施工机械运作和交通车辆的行驶等，工程建设产生的大气污染物主要是粉尘和飘尘，且多为临时性的无组织排放，影响主要集中在施工区范围内及运输道路两侧，且规模较小、时间短。电站运行期基本无污染物排放。根据工程规模，采用《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)推荐的估算模式进行估算，在实施各项大气保护措施后，工程施工过程中和建成运行后各种污染物最大地面质量浓度占标率 $P_{max} < 1\%$ ，确定大气环境评价等级为三级。

b) 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)规定，三级评价不需设置大气环境影响评价范围。

1.5.5 声环境

a) 评价等级

电站厂房位于地下，电站运行期间噪声影响很小。项目区域尚未划定声环境功

能区，根据《声环境功能区划分技术规范》(GB/T15190-2014)，工程右岸交通干线(S303 省道)两侧 50m 内为 4a 类声环境功能区，其余为 2 类声环境功能区。根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)的规定，本工程声环境评价等级确定为二级。

b) 评价范围

各施工区及场内道路周边 200m 的范围。

1.5.6 环境风险

本工程施工期不设置炸药库、油库和加油站，工程所需油品通过油车运至施工区域定点供应；突发环境事件风险物质主要为油类物质，均由供应商直接运抵施工区，运输量均较小，最大运输量分别为 10t；根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)环境风险评价工作等级划分的规定，查阅其附录B重点关注的危险物质及临界量，本工程涉及的突发环境事件风险物质分别为：序号 381 的“油类物质(矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等)”，临界量为 2500t。根据附录C，油库危险物质数量与临界量比值Q为 0.004($Q < 1$)，行业及生产工艺M=5(以M4 表示)，危险物质及工艺系数危险性(P)分级为P4。

本项目施工期危险物质在事故情形下的环境影响途径主要为大气、地表水和地下水，风险潜势均为I，运行期主要为外来生物入侵的风险。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，对本项目环境风险进行简要分析。

1.6 环境保护目标

1.6.1 水环境保护目标

龙滩库区大部分河段为黔桂两省区的界河，库区干流河段从上往下依次为南盘江黔桂缓冲区、红水河黔桂缓冲区、红水河天峨龙滩库区保留区，坝下为红水河天峨开发利用区(陇麻坡饮用水水源保护区)。龙滩水电站运行需保障库区及下游河段水域功能不低于规定的水质标准，维护河段的水功能要求。

综合龙滩水电站 8、9 运行影响，确定水环境保护目标为红水河干流六硐河汇入口到龙滩坝址河段、龙滩坝址下游红水河干流以及陇麻坡饮用水水源保护区。

1.6.2 生态保护目标

陆生生态保护目标包括：陆生植物，国家二级 3 种：金毛狗、福建柏、红椿；陆生动物，国家二级保护野生动物豹猫、褐翅鸦鹃、蛇雕、黑鸢、画眉、红嘴相思鸟、银耳相思鸟及三索锦蛇；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(重要生境：广西天峨龙滩兽类及鸟类重要栖息地)、贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区、广西龙滩大峡谷国家森林公园、贵州罗甸蒙江国家湿地公园。

水生生态保护目标包括：重要物种 11 种，包括国家二级保护水生野生动物单纹似鲢、花鳊、乌原鲤、斑鳊、叉背金线鲃 5 种，广西自治区级重点保护动物唇鲮、巨修仁鲮 2 种，贵州省重点保护水生野生动物唇鲮、暗色唇鲮、稀有白甲鱼、长臀鲮 4 种。鱼类重要生境包括产粘沉性卵鱼类产卵场和产漂流卵鱼类产卵场，其中产粘沉性卵鱼类产卵场主要位于北盘江库尾及上游流水河段、南盘江库区支流回水上游流水河段及坝下六排大桥附近河段等区域，主要产卵鱼类为四须盘鮡、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼等。鳅、沙鳅等产漂流卵鱼类产卵场位于库尾北盘江和南盘江；蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区。

1.6.3 大气环境保护目标

大气环境保护目标包括工程用地范围周边 500m 内居民点，主要为筒高居民点、拉重居民点。

1.6.4 声环境保护目标

评价范围内无保护目标。

1.6.5 社会环境保护目标

本工程建设不占用永久基本农田，工程建设不压覆矿产资源；社会环境保护目标主要为项目建设用地周边的永久基本农田。

本工程环境保护目标具体情况见表 1.6.5。

1.7 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 2025 年，施工期预测评价水平年为电站施工高峰年(预计为 2027 年)，运行期预测评价水平年为电

站建成运行后的第 3 年(预计 2032 年)。

表 1.6.5 环境保护目标一览表

环境要素	敏感目标		规模及特性	区位关系	主要影响源	保护要求	
水环境	龙滩坝址上游	红水河：六硐河汇入红水河口到天峨县龙滩坝址河段长度 27km		该河段为红水河库区河段；为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	位于龙滩水电站坝址上游，为水电站库区范围，为运行期水库调度影响河段，为电站施工和运行期水库调度影响河段。	施工废污水排放，水库运行调度	水质满足III类标准要求,保障生态流量下泄
	龙滩坝址下游	红水河：龙滩坝址到天峨县六排镇河段长度 14km		该河段为龙滩坝址坝下红水河河段；为红水河黔桂缓冲区(陇麻坡饮用水水源保护区)，执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II、III类标准	位于龙滩水电站坝址下游，工程施工与运行调度影响河段。	施工废污水排放，水库调度运行及对下泄流量的控制	水质满足相应标准要求，保障生态流量下泄
		红水河：天峨县到大化县贡川乡河段长度 204km		该河段为红水河库区河段；为红水河天峨至大化保留区，执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2003)III类标准	位于龙滩水电站坝址下游，工程施工与运行调度影响河段。	施工废污水排放，水库调度运行及对下泄流量的控制	
		陇麻坡饮用水水源保护区		1、一级保护区：水域面积：0.06km²。陆域面积：0.10km²。一级保护区总面积：0.16km²。	程占地不涉及陇麻坡饮用水水源保护区规划范围，工程施工范围距离陇麻坡饮用水水源准保护区、二级保护区、一级保护区最近距离分别为 0.3km、3.1km、8.6km。	工程施工废污水如不经处理直接排放，可能污染下游水质	施工期废污水处理后综合利用，保护下游水质满足功能区要求
				2.二级保护区水域面积：0.33km²。陆域面积：16.45km² 二级保护区总面积：16.78km²。			
3.准保护区：水域面积 0.25km²。陆域面积：7.02km²。准保护区总面积：7.27km²。							
生态环境	陆生生态	陆生植物	金毛狗、福建柏、红椿	国家二级重点保护野生植物	施工范围外	工程施工活动	划定施工范围，禁止越线施工，及时进行植被恢复





表 1.6.5(续)

环境要素	敏感目标			规模及特性	区位关系	主要影响源	保护要求
生态环境	陆生生态	陆生动物	豹猫、褐翅鸦鹃、蛇雕、黑鸢、画眉、红嘴相思鸟、银耳相思鸟及三索锦蛇	国家二级保护野生动物	工程江段及下游	工程施工与运行	加强施工管理，划定施工活动范围、及时进行植被恢复、生态监测、生态保护宣传与教育等。
	水生生态	单纹似鲮、花鰻鲡、乌原鲤、斑鲮、叉背金钱鲃 5 种		国家二级保护水生野生动物，除斑鲮以外，其他重要物种在评价区内很少分布。	库尾江段及坝下	工程施工与运行	控制工程运行方式，避免产生影响
		唇鲮、巨修仁鲮 2 种		广西壮族自治区级重点保护水生野生动物			
		唇鲮、暗色唇鲮、稀有白甲鱼、长臀鲮 4 种		贵州省重点保护水生野生动物。			
生态环境	水生生态	鱼类重要生境包括产粘沉性卵鱼类产卵场和产漂流卵鱼类产卵场		1、产粘沉性卵鱼类产卵场主要位于北盘江库尾及上游流水河段、南盘江库区支流回水上游流水河段及坝下六排大桥附近河段等区域，主要产卵鱼类为四须盘鮡、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼等。 2、鲮、沙鲮等产漂流卵鱼类产卵场位于库尾北盘江和南盘江。	龙滩库尾及坝下	工程运行	控制工程运行方式，避免产生影响
	生态敏感区	蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区		主要保护对象为斑鲮，其他保护对象包括南方白甲鱼、多耙光唇鱼、大鳞细齿塘鲢等。	龙滩库区涉及蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区核心区 7.09km 河段、实验区 48.44km，河段位于龙滩水电站库区内。	工程运行调度	控制工程运行方式，避免产生影响

表 1.6.5(续)

环境要素	敏感目标		规模及特性	区位关系	主要影响源	保护要求
生态环境	生态敏感区	广西龙滩自治区级自然保护区	主要保护对象：水源涵养林、猕猴、中华秋沙鸭、藏酋猴、亚洲黑熊、白鹇、金毛狗、桫欏等珍稀濒危动植物资源	龙滩水电站库区涉及整合优化后广西龙滩自治区级自然保护区范围，库区涉及自然保护区总面积为5754.02hm ² ，其中核心保护区110.86hm ² ，一般控制区5643.16hm ² 。	工程运行调度	避免影响保护区内的生态系统稳定性和生物多样性
		贵州望谟叉孢苏铁省级自然保护区	主要保护对象：沟谷季雨林及珍稀濒危植物叉孢苏铁	整合优化后18.71hm ² 位于库区范围内		
		广西雅长兰科植物国家级自然保护区	主要保护对象：野生兰科植物资源，主要保护对象兰科植物，林麝、黑颈长尾雉、白鹇等珍稀动物	整合优化后0.02hm ² 位于库区范围内		
		广西龙滩大峡谷国家森林公园	主要保护对象：峡谷景观、森林景观、掌叶木、福建柏、黑叶猴、林麝等珍稀濒危动植物	广西龙滩大峡谷国家森林公园位于龙滩水电站坝址下游约5km处。	工程运行调度	避免影响森林公园生态系统稳定性和生物多样性
		贵州罗甸蒙江国家湿地公园	主要保护对象：湿地生态系统、掌叶木、红椿、林麝、鸳鸯、斑鳢、大鲵等珍稀濒危动植物资源及其栖息地	龙滩水电站库区涉及罗甸县蒙江国家湿地公园一般控制区2320.85hm ² 。		避免影响湿地公园生态系统稳定性和生物多样性
大气环境	筒高居民点		龙滩水电站一期移民，共计约30户，均为二层房屋。	位于工程机械设备仓库及加工厂北面，距其最近约500m。	施工噪声、粉尘， 电站运行噪声	大气和声环境质量满足相应标准要求
	拉重居民点		约22户，均为二层房屋。	位于过鱼设施左岸尾水集鱼箱北面，最近约203m；距离场内已有1号道路最近约389m		
社会环境	永久基本农田		天峨县筒高村、拉重村等永久基本农田，位于工程占地范围外，最近距离约120m	工程占地	施工过程中可能破坏，永久基本农田	控制施工范围

1.8 评价程序

按照环境影响评价技术导则，本项目评价工作程序见下图。

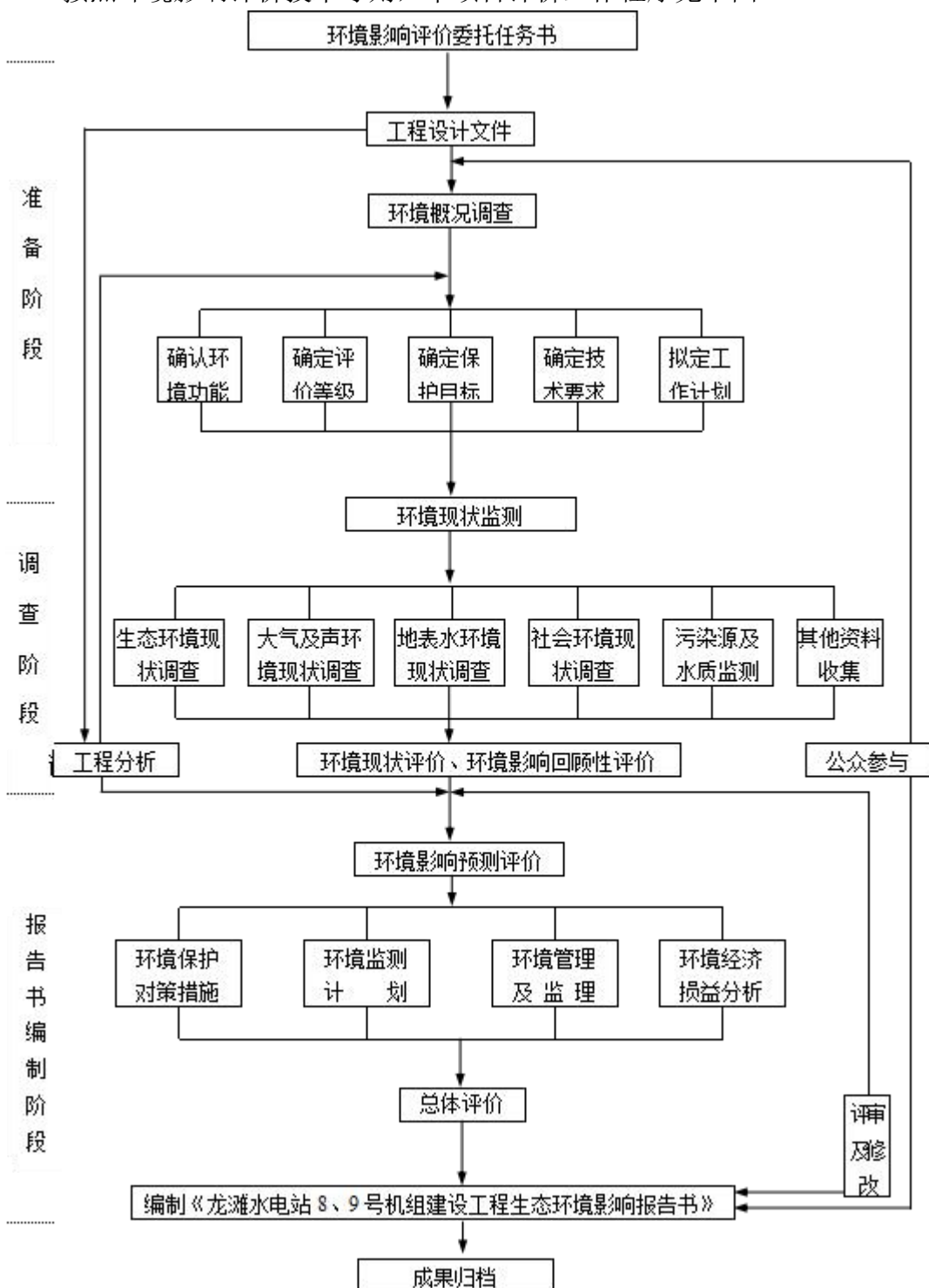


图 1.8-1 项目环境影响评价工作程序图

2 工程概况

2.1 流域概况及开发利用情况

2.1.1 流域概况

红水河为珠江水系西江的干流，位于东经 102.5°10′~109°30′，北纬 23°04′~26°50′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。

红水河包括南盘江在内，河长 1553km，流域面积 144470km²，占整个西江流域面积的 38.4%，其中云南省 49081km²，贵州省 44596.12km²，广西壮族自治区 50792.86km²。

红水河流域水量丰沛，落差集中，自天生桥一级至大藤峡共有总落差 756.5m，是我国水电资源中的“富矿”之一。

2.1.2 流域规划及开发利用情况

a) 流域规划调整过程

关于红水河龙滩水电站的开发任务和规模，先后经过多轮调整，主要涉及的流域规划有《红水河流域综合利用规划》(1980 年)、《珠江流域综合利用规划报告》(1986 年)、《珠江流域防洪规划》(2007 年)、《珠江流域及红水河水资源综合规划》(2010 年)、《珠江流域综合规划(2012-2030)》。

1980 年 3 月，由广西壮族自治区水利电力规划办公室编制完成了《红水河综合利用规划报告》，并经国务院批准，确定南盘江下游的天生桥到黔江桂平河段 10 级开发方案，包括龙滩水电站。规划正文描述“龙滩梯级正常蓄水位 400 米，调节流量 1140 立方米/秒，总库容 274.5 亿立方米，装机容量 400 万千瓦，保证出力 136 万千瓦，……。若正常蓄水位 440 米，则总库容 555 亿立方米，为多年调节水库，可装机 600 万千瓦，保证出力 199 万千瓦，年发电量 209 亿度，增加下游各梯级保证出力 146.6 万千瓦，效益更为突出。”

1986 年完成《珠江流域综合利用规划报告》(简称“原珠流规”)并于 1993 年经国

务院批准。“原珠流规”对涉及红水河水能资源开发方案基本纳入《红水河综合利用规划报告》的十级开发方案成果，对电站总装机容量、主要水库防洪库容、通航等级、灌溉等内容进行了复核调整和补充完善。

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。

1990 年经国家审查批准的龙滩水电站正常蓄水位方案为“按正常蓄水位 400m 设计，375m 建设”。

2001 年 4 月，原国家计委以计基础〔2001〕567 号文批复了龙滩水电站可行性研究报告，批复描述：“龙滩水电站规划总装机容量 540 万千瓦，安装 9 台 60 万千瓦的水轮发电机组，年均发电量 187 亿千瓦时，相应水库正常蓄水位 400 米，总库容 273 亿立方米，防洪库容 70 亿立方米，分两期建设。本期建设装机容量 420 万千瓦，安装 7 台 60 万千瓦的水轮发电机组，年均发电量 156 亿千瓦时，相应水库正常蓄水位 375 米，总库容 162 亿立方米，防洪库容 50 亿立方米。”。

2010 年国务院批复的《珠江流域及红水河水资源综合规划》针对 2002 年后珠江三角洲频繁发生的咸潮上溯问题，对红水河流域调节能力强的天生桥一级、龙滩和大藤峡水利枢纽赋予了水资源配置任务。

2010 年 6 月 8 日，水电总院会同广西发改委在北京主持召开了“红水河龙滩水电站装机规模调整报告”审查会议。审查结论为：“……同意龙滩水电站装机容量从 5400MW 调整为 6300MW，安装 9 台单机 700MW 的水轮发电机组；……，下步工作中，应从工程安全、系统需求、水能资源利用、工程效益等方面专题论证预留两台机组的建设时机。”

2010 年 9 月以水电电规〔2010〕119 号文下发《红水河龙滩水电站装机规模调整报告审查意见》，同意“龙滩水电站装机容量从 5400MW 调整为 6300MW，安装 9 台单机 700MW 的水轮发电机组；初期装机规模从 4200MW 调整为 4900MW，安装 7 台单机 700MW 的水轮发电机组”。

2011 年原环境保护部以环验〔2011〕220 号下发《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》，提出：“龙滩水电站总体规划装机容量 540 万千

瓦，安装 9 台水轮发电机组，年均发电量 187 亿千瓦时，相应水库正常蓄水位 400 米，总库容 273 亿立方米，防洪库容 70 亿立方米。龙滩水电站采取分期建设，本期枢纽工程的建设内容主要包括碾压混凝土重力坝(最大坝高 192 米)、泄水建筑物、左岸引水发电系统、左岸地下发电厂房、开关站、右岸升船机以及 7 台水轮发电机组，装机容量共 490 万千瓦，年均发电量 156 亿千瓦时，相应的正常蓄水位为 375 米，水库具有年调节能力。”。

2013 年 3 月，珠江委组织完成《珠江流域综合规划(2012-2030)》，国务院以国函〔2013〕37 号进行了批复。规划进一步明确了红水河规划河段的十级开发方案，在部分指标上作了一些修订，如天生桥一级和龙滩一期 375m 水位建成后下游水库实行了增建扩容，航运规模也作了适当的调整，桂中治旱引水工程和大藤峡灌区等也列入规划，对龙滩的正常蓄水位和大藤峡的防洪库容及运行方式也进行了深入论证。规划中描述：“龙滩现状正常蓄水位 375m，装机容量 4900MW；规划正常蓄水位 400m，装机容量 6300MW。按原国家计委计基础〔2001〕567 号文《关于龙滩水电站可行性研究报告的批复》批准 375m 建设方案，龙滩水电站目前已基本建成。电站装机容量 490 万 kW，年发电量 155 亿 kW·h。”。本次规划对 400m 方案和 375m 方案再次进行了比较，认为 400m 方案在发电、防洪、航运、水资源配置以及提高下游梯级电站发电质量和电量等方面的效益均优于 375m 方案，因此，龙滩水电站正常蓄水位推荐 400m 方案。但 400m 方案水库淹没涉及贵州罗甸县城，移民安置处理难度较大，下一步应协调有关方面意见，需妥善处理好移民问题，进一步研究 400m 方案及建设时机”。

b) 流域规划环评过程

《红水河综合利用规划报告》(1980 年)编制时间较早，当时《环境影响评价法》和《规划环境影响评价条例》尚未颁布，故未开展规划环境影响评价工作。2007 年珠江委组织开展珠江流域综合规划修编工作时，根据水利部批复的《珠江流域综合规划修编任务书》(水规计〔2007〕326 号)要求，珠江委下达珠江水资源保护科学研究所开展珠江流域综合规划环境影响评价工作，于 2011 年初编制完成珠江流域综合规划环境影响评价篇章，同年 3 月，环境保护部会同水利部在北京召开了七大流域综合规划修编环境影响评价专家审查会，并形成了专家审查意见。

2013 年 3 月，珠江委组织完成的《珠江流域综合规划(2012-2030)》，获得国务院批复(国函〔2013〕37 号)；规划中环境影响评价篇章认为：“规划提出的大藤峡水利枢纽工程与龙滩水库 400m 水位方案等重点工程，均有利于流域防洪安全，并通过珠江水量调度，增加干流枯水期水量，有利于三角洲供水、水环境、生态、航运等功能的实现。……龙滩 400m 水位方案使水库蓄水位进一步提高，电站运行下泄低温水可能对下游鱼类繁殖造成一定影响，应在下阶段开展详细分析、预测与评估，提出行之有效的减缓影响的对策措施。”。

环办〔2012〕4 号文《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》要求：“对水电开发历史较早，未开展水电开发规划环境影响评价的流域，应及时组织开展流域水电开发的环境影响回顾性评价研究……”。2013 年 8 月珠江水资源保护科学研究所编制完成《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》。2014 年 2 月 19 日，原环境保护部办公厅出具了《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)。环境影响回顾性评价结论认为：“龙滩 400m 方案和大藤峡水利枢纽所产生的不利环境影响，大多可以通过采取一些减缓性、恢复性或补救性措施予以减缓或消除。规划的后续实施不存在重大制约性环境因素。但是龙滩 400m 方案由于涉及罗甸县城的搬迁问题，且淹没数量较大，在下一阶段需要对淹没及移民安置的环境影响进行深入论证，进一步优化工程实施方案。”

c) 流域开发利用情况

红水河干流已建成 11 个梯级，其中龙滩按正常蓄水位 400m 设计、375m 实施。实施过程中，根据建设条件结合经济发展需求对大多数梯级开发规模进行了调整，其中：百龙滩、桥巩、大藤峡、长洲等水电站调整了正常蓄水位；桥巩水电站调整了坝址；除天生桥二级外，其余水电站均调整了装机容量，调整后梯级总装机容量为 15079MW，比规划装机容量增加 2974MW。

目前，除龙滩电站外，各已建电站的通航建筑物均已建成并通航。龙滩通航建筑物由通航 500 吨级船舶调整为通航 1000 吨级船舶(特殊船型)；岩滩为 1×250t 级垂直直升船机，远期设计规模为 1×1000t 级；大化为 250t 级船闸，远期设计规模为 2×250t 级；百龙滩近期为通航 2×250t 级船队船闸，远期为通航 2×500t 级船队；乐滩

近期按 2×250t 级船闸设计，远期扩建为 2×500t 级；桥巩为 500t 驳船船闸；大藤峡水利枢纽船闸按二级航道标准、通航 2000t 级船舶确定；长洲水利枢纽采用双线千吨级大型船闸(1×1000t+1×2000t)，并预留第三线船闸位置。

红水河干流除了乐滩、大藤峡、长洲三座梯级电站有灌溉任务，其他梯级不考虑灌溉任务。乐滩设计灌溉面积为 128.79 万亩；大藤峡控制灌溉面积 136.66 万亩、补水灌溉面积 66.35 万亩；长洲枢纽建成后增加 25.8 万亩浔江水田灌溉面积。

红水河干流梯级主要技术经济指标表见表 2.1.2。

表 2.1.2 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	188.1/298.3	34.3	8.74	0.695	9.5	8.51	30.15	56	
	调节性能	-	不完全多年	日	日	年/多年	季/日	日	日	日	日	日	日	



表 2.1.2(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	2000	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	

2.1.3 流域各梯级建设情况

2.1.3.1 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，是红水河规划梯级开发的第一级，电站以发电为主，兼有防洪、拦沙、航运及旅游等综合利用效益。

电站校核洪水位 789.86m，设计洪水位 782.87m，正常蓄水位 780.00m，死水位 731.00m，总库容 90.00 亿 m^3 ，调节库容 57.96 亿 m^3 ，具有不完全多年调节能力，电站装机容量 1200MW(4×300)。

电站枢纽工程由混凝土面板堆石坝、右岸的开敞式岸边溢洪道、放空隧洞，左岸引水发电系统和地面厂房组成。最大坝高 178m，坝顶长 1104m，坝顶宽 12m，坝顶高程 791m。溢洪道由引渠、溢流堰、泄水槽、挑流鼻坎和护岸工程组成。放空洞具有度汛、导流、供水、旁通、放空等多种用途，设计泄流量 1766 m^3/s ，由进水塔、有压隧洞段、事故闸门井、工作闸门室、无压隧洞段、出水渠挑流鼻坎等工程组成。引水系统采用单机单洞布置，由引渠、进水塔、引水隧洞和压力钢管组成，不设调压井。坝后地面厂房，长 154.4m、宽 26m、高 67m，内装 4 台 HL211-LJ-577.5 水轮机组，安装高程 633.5m。

天生桥一级水电站于 1991 年 6 月正式开工，1994 年 12 月大江截流，1998 年底首台机组发电，2000 年 12 月第 4 台机组发电。

2.1.3.2 天生桥二级水电站

天生桥二级(坝索)水电站位于南盘江下游天然落差集中的河段上，该河段全长 14.5km，集中落差 180m，是红水河规划梯级开发的第二级。电站为低坝引水式开发工程，坝址位于坝索，左岸属贵州省安龙县、右岸为广西壮族自治区隆林县。厂址设于纳贡村上游的下山包，通过 3 条长隧洞(平均引水道长 9776.21m)引水发电，总装机容量 1320MW(6×220)。正常蓄水位 645m，设计洪水位 649.93m，校核洪水位 656.26m，死水位 637m，总库容 2946 万 m^3 ，有效库容 803 万 m^3 ，死库容 603 万 m^3 。

电站主要建筑物有拦河坝、引水系统、厂房等。拦河坝坝型为混凝土重力坝，坝顶高程 658.70m，最大坝高 60.70m，坝顶全长 470.97m。首部枢纽主要由左右岸

挡水坝、河床溢流坝、冲沙闸、发电洞坝式进水口、沉砾池、明管段、库首边坡及基础防渗帷幕等建筑物组成。引水系统采用一洞两机布置，由进水口、渐宽段、引水隧洞调压井、钢筋混凝土岔管、压力钢管等建筑物组成。厂房为岸边式，厂房防洪标准按百年一遇设计，千年一遇校核。

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 号机组投产，1997 年 12 月 3、4 号机组投产，2000 年 12 月 5、6 号机组投产，至此电站全部建成。

2.1.3.3 平班水电站

平班水电站是红水河规划梯级开发的第三个梯级电站，地处黔、桂界河南盘江上。坝址右岸为广西壮族自治区隆林县，左岸为贵州省册亨县。上游与天生桥二级水电站尾水相连，相距约 35.1km，下游与龙滩水电站正常蓄水位 400m 衔接。

工程的开发任务为发电，电站装机容量 405MW(3×135)，水电站校核洪水位为 445.6m，设计洪水位为 441.7m，正常蓄水位 440m，死水位 437.5 m，消落深度 2.5m，总库容为 2.78 亿 m³，调节库容 0.268 亿 m³，库容系数 0.14%，水库具有日调节能力。

该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。坝轴线上自右向左布置有：右岸重力坝段长 31m，厂房段长 144m，厂房与溢流坝之间重力坝长 20.5m，溢流坝段长 112m，左岸重力坝段长 88m。沿坝轴线上的建筑物均为挡水及具有挡水功能的建筑物，大坝为混凝土重力坝，坝顶高程 449.2m，最大坝高 62.2m，坝顶长为 395.5m。

平班水电站于 2001 年 10 月 23 日开工建设，2004 年 12 月 4 日电站第一台机组正式投入商业运营，2005 年 8 月 23 日平班水电站最后一台机组—3#机组投产发电。

2.1.3.4 龙滩水电站

龙滩水电站建设情况见 2.2 节。

2.1.3.5 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($4\times 302.5+2\times 300$)。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。

2.1.3.6 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($4\times 114+1\times 110$)。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。

2.1.3.7 百龙滩水电站

百龙滩水电站位于广西壮族自治区都安、马山两县交界处的红水河中游，是红水河规划梯级开发的第七个梯级。坝址距都安县城 12km、马山县城 17km、南宁市 147km。坝址距上游大化水电站 27.6km，距下游乐滩水电站 75km。

坝址控制流域面积 112500km²，多年平均流量 2020m³/s。电站以发电为主，兼顾航运等综合利用效益。水库正常蓄水位 126m，总库容 0.695 亿 m³，调节库容 0.042 亿 m³，具有日调节性能，电站装机容量 192MW(6×32)。

枢纽主要建筑物由溢流坝、发电厂房、船闸和开关站等组成。碾压混凝土溢流坝布置在主河道上，开敞式自由泄流。电站发电厂房为河床式，布置在右岸叉河左侧。船闸布置在厂房右侧，单级集中输水。开关站布置在右岸，坝轴线下游。

百龙滩水电站于 1993 年 2 月 18 日正式开工，1 机组于 1996 年 2 月 16 日并网发电，1999 年 5 月 21 日全部 6 台机组投产。

2.1.3.8 乐滩水电站

乐滩水电站，位于广西忻城县红渡镇上游 3km，是红水河规划梯级开发的第八级。坝址上距百龙滩水电站 76.2km。

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。电站装机容量 600MW(4×150)，水库校核洪水位为 125.5m，设计洪水位为 120.32 m，正常蓄水位 112m，汛期限制水位 110m，死水位 110m，消落深度 2.0m。水电站总库容为 9.5 亿 m³，正常蓄水位以下库容 4.02 亿 m³，调节库容为 0.46 亿 m³，水库具有日调节性能。

乐滩水电站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。坝轴线走向近东西方向，方位角为 N 88°30'E，在坝轴线上自右向左布置有：右岸混凝土重力坝段，长 78m；溢流坝段，长 176m；河床式挡水厂房段，长 222.5m；船闸段，长 32m；冲沙闸段，长 23m；左岸混凝土重力坝段，长 63.5m；左岸土坝段，长 35m。坝顶高程 130m，最大坝高 63m，坝顶总长 630m。发电厂布置于左岸滩

地，开关站布置于左岸下游山坡上，船闸布置在左岸台地上。

乐滩水电站一期工程于 1981 年 5 月 15 日正式投产发电，2003 年工程开始扩建，2004 年底第一台机组投产发电，2006 年扩建工程全部竣工。

2.1.3.9 桥巩水电站

桥巩水电站位于广西来宾市境内的红水河干流上，上游距乐滩水电站 75km，下游距大藤峡水电站 175km，距来宾市区 40km，距南宁市 151km，是红水河规划梯级开发的第九个梯级水电站。

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。电站装机容量 480MW(8×57+24)，保证出力为 173MW，多年平均年发电量为 24.01 亿 kWh。水库正常蓄水位 84.00m，相应库容 1.91 亿 m³，调节库容 0.27 亿 m³，具有日调节能力。

桥巩水电站枢纽主要建筑物有厂房、溢流坝、船闸，两岸阶地上还有土坝。溢流坝段总长 217m，堰顶高程 68m；左右阶地土坝长约 10km；船闸位于左岸岸边。厂房为河床式，位于左岸滩地，全长 204m，其中主机间长 144m，厂房宽 90m，最大高度 73.9m。开关站位于厂房下游岸边阶地上。

桥巩水电站于 2005 年 3 月正式开工建设，2007 年 11 月实施了二期基坑截流。2008 年 6 月底下闸蓄水，2008 年 7 月首台机组投产发电，2009 年年底工程竣工。

2.1.3.10 大藤峡水利枢纽

大藤峡水利枢纽工程是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 m³，防洪库容和调节库容均为 15 亿 m³，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 2500m³/s；船闸规模按二级航道标准、通航 2000 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 年全线竣工。

2.1.3.11 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。

2.2 龙滩一期工程概况

2.2.1 地理位置

龙滩水电站位于红水河干流, 坝址在广西壮族自治区天峨县境内, 距天峨县城 15km, 坝址以上流域面积 98500 km^2 , 约占红水河流域面积的 75%。

2.2.2 开发任务和规模

龙滩水电站工程开发任务为发电，兼有防洪、航运等综合利用效益。电站装机容量 4900MW，年发电量约 156.7 亿kW·h，防洪库容 50 亿m³。

2.2.3 枢纽总布置

(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m³。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) 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 23524m³/s，万年一遇洪水时，最大泄量 28190m³/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。

(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。

(4) 发电系统

发电系统布置在左岸坝后的山体，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。

(5) 通航建筑物

已完成了通航建筑物一期工程(上游引航道、通航坝段、第一级升船机塔楼

等)。通航建筑物布置在右岸,采用二级全平衡重垂直升船机,两级升船机最大提升高度分别为 88.5m 和 90.5m,两级之间通过错船渠道相连。升船机轴线与坝轴线正交,通航建筑物主要由上游引航道、通航坝段、第一级升船机塔楼、中间错船渠道、第二级升船机塔楼、下游引航道等组成,全长 1800.0m。

2.2.4 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 27798.1hm²,其中耕地面积 6128hm²(贵州省 3298.8hm²,占 54%;广西 2829.2hm²,占 46%)、林地 14024.6hm²,草地 4603.7hm²。水库淹没房屋面积为 212.9 万 m²,淹没 12 个乡镇集镇和 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 254.26hm²,集镇迁建占地 173.53hm²。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/km²,低于全国人口平均密度(116 人/km²)。

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。

2.2.5 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,龙滩水电站工程竣工预决算投资完成 287.59 亿元。

2.2.6 建设过程

龙滩电站勘测设计始于 20 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，我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。

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“龙滩公司发起人协议书”。

1999 年 12 月 26 日，龙滩公司正式挂牌成立。

(4) 工程施工阶段

2001 年 6 月 27 日，原国家计委以“〔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 号机组投入运行。

2008 年 8 月中旬，龙滩水电站 5 号机组投入运行。

2008 年 12 月 10 日，龙滩水电站 6 号机组投入运行。

2008 年 12 月 26 日，龙滩水电站 7 号机组成功并网发电。

截至 2024 年 12 月 31 日，龙滩水电站 7 台机组已连续安全生产、稳定运行超 6434 天，累计发电量逾 2200 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。

2.2.7 电站现状运行方式分析

龙滩水电站正常蓄水位 375m 时，正常蓄水位以下库容 162.1 亿 m³，死水位 330m，相应死库容 50.6 亿 m³，有效库容 111.5 亿 m³，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 m³，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 6000m³/s；当梧州站继续涨水超过 25000m³/s 时，水库泄量不超过 4000m³/s。在梧州站退水期，当其流量在 42000m³/s 以上时，水库仍按不大于 4000m³/s 下泄；若梧州站流量小于 42000m³/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。

a) 电站多年运行分析

龙滩水电站位于红水河上游广西天峨县区内，距天峨县城 15km，坝址控制流域面积 9.85 万 km²，多年平均流量 1570m³/s。工程以发电为主，兼顾防洪、航运、水资源配置等综合利用。

龙滩水电站一期工程于 2010 年 12 月全部机组投产，根据电站 2011 年 1 月～2025 年 12 月逐小时运行资料，统计龙滩水电站 2011 年～2025 年共 15 年的实际运行情况和分月运行情况，分别见表 2.2.7-1 和表 2.2.7-2。

表 2.2.7-1 龙滩水电站 2011 年～2025 年实际运行情况统计

年份	年发电量 亿kWh	入库流量 m ³ /s	发电流量 m ³ /s	水量 利用率	弃水 m ³ /s	机组全部开启 小时数 h
2011 年	91.68	894	1012	100%	0	340
2012 年	110.51	1277	1069	100%	0	72
2013 年	77.24	826	834	100%	0	42
2014 年	138.54	1579	1328	100%	0	586
2015 年	184.04	1813	1740	100%	0	1032
2016 年	153.59	1362	1472	100%	0	143
2017 年	172.93	1753	1639	97.21%	49	130
2018 年	146.53	1545	1547	100.00%	0	563
2019 年	138.82	1450	1434	100.00%	0	417
2020 年	141.11	1504	1430	100.00%	0	812
2021 年	102.96	1170	1090	100.00%	0	266
2022 年	145.27	1516	1440	100.00%	0	756
2023 年	68.51	745	708	100.00%	0	8
2024 年	113.17	1200	1107	100.00%	0	631
2025 年	172.30	1989	1630	98.80%	24	1016
平均值	130.48	1375	1299	99.73%	5	454

表 2.2.7-2 龙滩水电站 2011 年~2025 年平均月运行情况统计

2011~2025 年	入库流量 m ³ /s	发电流量 m ³ /s	发电量 亿kWh	弃水 m ³ /s	机组全部开启 小时数 h
1 月	836.34	1155.35	10.05	0.00	11.60
2 月	780.95	993.48	7.67	0.00	1.87
3 月	939.68	1310.09	10.60	0.00	10.53
4 月	993.41	1404.98	10.35	0.00	24.53
5 月	1427.51	1436.57	10.53	0.00	42.33
6 月	2517.15	1625.42	12.21	0.00	94.73
7 月	2330.90	1726.36	14.66	12.18	89.80
8 月	1889.76	1382.76	12.42	5.54	38.53
9 月	1716.99	1234.90	11.30	21.39	49.80
10 月	1301.23	1098.06	10.77	18.74	53.53
11 月	913.65	1053.26	9.73	0.06	2.33
12 月	818.74	1120.38	10.21	0.00	34.67
平均	1374.89	1297.04	10.90	4.86	37.86

由表 2.2.7-1 可以看出：

2011 年~2025 年坝址多年平均来水量 1374m³/s，多年平均发电流量 1297m³/s，多年平均水量利用率为 99.73%，来水量较丰的 2017 年及 2025 年水量利用率分别只有 97.21%与 98.80%，其余年份的水量利用率均为 100%。从机组全部开启满发小时数来看，龙滩水电站机组全部开启满发的时间在全年运行时间中占比较低，且该 15 年的多年平均发电量较设计值偏低，这是因为 2011 年~2025 年以来水量整体偏枯，仅 2014 年、2015 年、2017 年、2018 年和 2025 年的来水量超过多年平均流量。综上所述，龙滩水电站正常运行以来，水量利用很充分，弃水量很小。

由龙滩水电站近 15 年分月运行情况可以看出：

1) 2011 年~2025 年，近 15 年来电站实际年均发电量为 130.48 亿kWh，装机年利用小时数为 2662h，而 7 台机组全部同时开启年均小时数约 454h，其中以 6、7 月份的全部机组同时开启小时数在一年中所占比例较大。

2) 从 2011 年~2025 年的来水流量和发电流量分析，电站近 10 年的水量利用率约 99.73%。

3) 从 2011 年~2025 年的弃水情况分析, 电站弃水主要发生在 7、9、10 月份, 占全年弃水的 90.42%。

b) 龙滩水库多年运行分析

选取 2011 年~2025 年每月水库平均水位和出库流量进行分析, 运行水位曲线和出库流量曲线分布如图 2.2.7-1 和 2.2.7-2 所示。

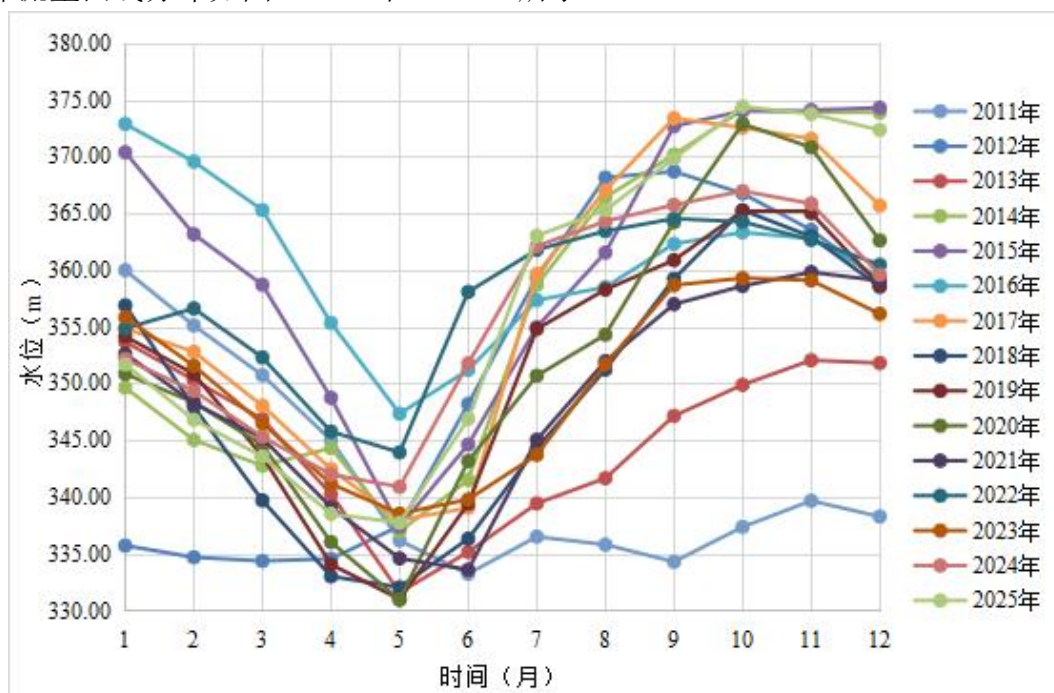


图 2.2.7-1 2011 年-2025 年龙滩水库月平均水位

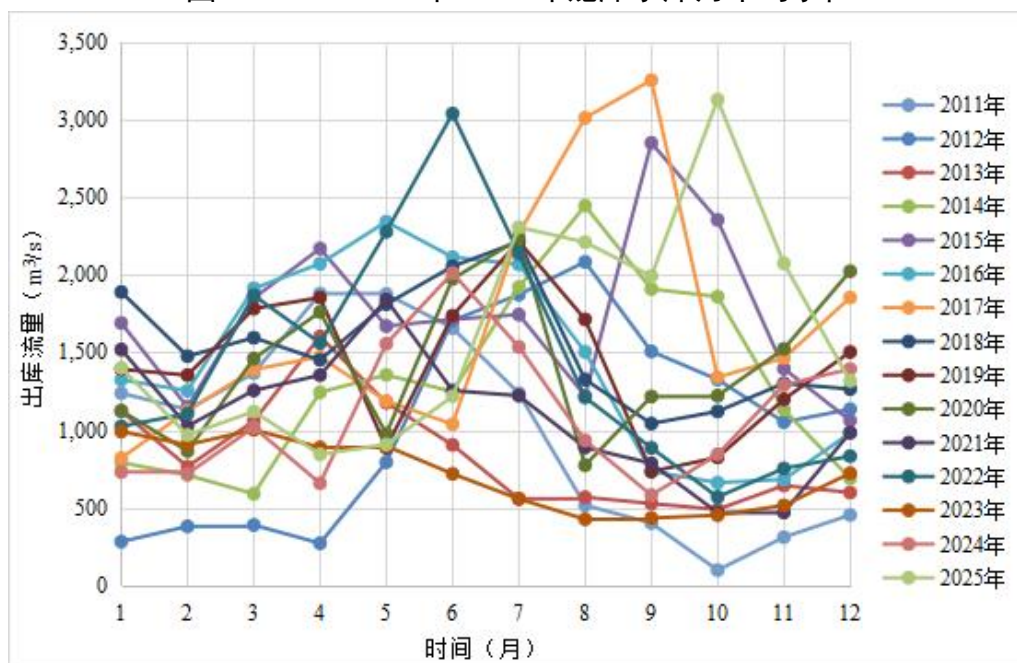


图 2.2.7-2 2011 年-2025 年龙滩水库月平均出库流量

从图 2.2.7-1 和图 2.2.7-2 可看出, 5 月进入汛期, 出库流量开始变大, 9 月后出库流量开始减少, 10 月至 11 月蓄至正常蓄水位左右。在这 15 年的水位数据中, 龙滩水库水位高于 370m 的占全部时间段的 10%, 出库流量均远小于满发流量, 且汛期出库流量较少, 说明近 15 年来水偏小。还可以看出为补偿下游水库, 龙滩水库在枯水期对下游电站进行补偿, 起到蓄丰补枯的作用。

c) 龙滩水电站运行特性分析

选取 2011 年~2025 年每月典型日的出库流量、总出力和毛水头进行分析, 龙滩电站 15 年的出库流量变化结果均表现出相似性, 即每天存在两个峰值, 分别在 10 时~12 时和 14 时~21 时之间。以 2013 年枯水期 1 月份和 2017 年丰水期 7 月份为例, 分别分析其出库流量的变化过程。在 2013 年 1 月份, 典型日一天内最小出库流量发生在 6 时, 为 $423\text{m}^3/\text{s}$, 最大出库流量发生在 19 时, 为 $1780\text{m}^3/\text{s}$, 一天内的最大出库流量差值为 $1357\text{m}^3/\text{s}$; 在 2017 年 7 月份, 典型日一天内最小出库流量发生在 4 时, 为 $1260\text{m}^3/\text{s}$, 最大出库流量发生在 21 时, 为 $3240\text{m}^3/\text{s}$, 一天内的最大出库流量差值为 $1980\text{m}^3/\text{s}$ 。

龙滩电站 15 年的总出力变化结果均表现出相似性, 即每天存在两个峰值, 分别在 10 时~12 时和 14 时~21 时之间。以 2013 年枯水期 1 月份和 2017 年丰水期 7 月份为例, 分别分析其总出力的变化过程。在 2013 年 1 月份, 典型日一天内最小总出力发生在 6 时, 为 501.88MW , 最大总出力发生在 19 时, 为 1943.75MW , 一天内的最大总出力差值为 1441.87MW ; 在 2017 年 7 月份, 典型日一天内最小总出力发生在 4 时, 为 1620MW , 最大总出力发生在 15 时, 为 2991.25MW , 一天内的最大总出力差值为 1371.25MW 。

综上所述, 当进入汛期后, 来水量大, 龙滩水电站出力在午间达到峰值后, 基本保持等出力直至凌晨, 调峰能力较弱, 基本处于电力系统腰荷位置, 大约每天 12h, 处于系统负荷高峰时段大约每天 8h, 处于负荷低谷段大约 4h。当进入枯水期后, 龙滩电站出力可追踪负荷变化, 出力呈现午高峰和晚高峰两个出力峰值, 调峰能力较大, 处于系统负荷高峰时间 6h, 低谷时段 4h。

2.2.8 管理机构及人员编制

a) 基本状况

电厂设置办公室(法律事务部)、计划经营部、人力资源部、财务部、党建工作部(纪委办公室、工会办公室)、培训中心、安全监督部、规划发展部(工程建设部)、设备部、水工部、运维部共 11 个部门。

b) 人员配置

龙滩电厂定员 225 人(不含企业领导人员), 其中中层干部职数为 21 人, 管理人员为 60 人(含工程建设 10 人)。

2.3 龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程

a) 工程概况

龙滩水电站通航建筑物工程的两级垂直升船机布置在龙滩水电站枢纽右岸山体, 紧邻大坝右岸非溢流坝。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 and 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、麻材料场、临时施工道路等属于临时用地, 总占地面积 57.00 万 m², 位于原征地红线范围内, 需延长使用时段。工程土石方开挖总量约 102.37 万 m³, 弃渣总量 138.51 万 m³。弃渣统一清运至龙滩沟弃渣场。工程工期一共 69 个月。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。

2023 年 9 月 11 日, 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对红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程可行性研究报告进行了批复。2025 年 8 月 26 日, 广西壮族自治区生态环境厅对红水河龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程环境影响报告书进行了批复。

b) 通航主要建筑物

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。

第一级升船机：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。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。第一级升船机下闸首采用整体“U”形结构，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。

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。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。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。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。

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。

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 的弧形导航墙为辅导航墙，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

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 12600m²，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 8640m²，可供 4 艘 1000t 级船舶顺靠，当来船量较多时，可并排靠泊。

2.4 8、9 号机组建设工程概况

2.4.1 工程建设必要性

2.4.1.1 有利于构建新能源占比不断提升的新型电力系统，助力实现“碳达峰、碳中和”目标。

根据相关规划，到 2030 年，广西风电总装机规模 67000MW，光伏装机规模 50000MW，分析风电、光伏出力，其中风电出力不稳定，常出现连续大风或连续无风的情况，全区大规模风电有一定的互补作用，但其出力通常与电力系统负荷需求不匹配，甚至多数时间是相反的，通常会出现负荷高时出力小，负荷低时出力大的情况，而且风电出力极不稳定，大规模风电并网会引起电网频率大幅波动，对电网安全稳定运行不利；光伏多是白天有出力，晴天大，雨天小甚至无，受气象影响大，且广西负荷高峰多是晚上，因此，光伏亦不能有效承担系统负荷高峰出力。龙滩 8、9 号机组具有调峰、调频和备用任务，能为系统提供 1400MW 调峰、调频和备用容量，且其备用时间最长可达一个月，能平抑风电出力波动给电网带来的不稳定因素，也能在光伏出力不可靠的时候，随时顶替其承担负荷高峰出力，对广西电网大规模开发风电、光伏等新能源开发有重要的促进作用，有利于广西实现新能源占比不断提升的新型电力系统的构建，助力“碳达峰、碳中和”目标的实现。

2.4.1.2 有利于缓解电力系统调峰困难，满足电力和调峰容量增长需求

广西现有电源结构以水电和火电为主，电源调峰能力整体较差。随着国民经济快速发展，未来广西全区电力需求增长迅速，且随着产业结构的调整优化，建设以风电等新能源为主体的新型电力系统要求，系统负荷峰谷差将会逐步加大。规划水平年 2030 年，广西电力容量、调峰容量缺额较大，亟须新增调峰电源缓解电力系统调峰矛盾。水电机组参与电力系统调峰，具有启停迅速、所带负荷可进行大范围调

节、负荷变动不受时间限制、启停过程操作方便、灵活的特点，动态性能十分理想。龙滩水电站 8、9 号机组在系统中主要承担调峰、调频和备用等任务，可为系统增加最大备用 1400MW，对优化系统的电源结构、改善火电机组的运行工况、降低系统煤耗、提高电网的安全稳定运行等都将起到重要的作用。虽然抽水蓄能电站是公认的可可靠调峰电源，兼具削峰填谷、调频、调相、紧急事故备用和黑启动等多种功能，可有效缓解广西电力系统调峰困难局面，满足电力和调峰容量增长需求，但龙滩水电站 8、9 号机组工程建设投资小，其单位千瓦静态投资仅 1119 元，近期核准开工的广西南宁抽水蓄能电站(1200MW)单位千瓦静态投资超 5000 元，与新建抽水蓄能电站相比，龙滩 8、9 号机组具有明显的经济优势，且龙滩水电站 8、9 号机组工程建设不涉及生态环保和水库淹没等问题，工期短、见效快，是缓解广西电力系统调峰困难局面的经济措施。

2.4.1.3 有利于增强系统应对事故和负荷急剧变化的能力，保障电网安全稳定运行

规划至 2030 年，广西电网逐步由通道型电网向南方电网重要受端电网转变，同时云南水电直流送电广西 6000MW，负荷大幅增长和接纳大规模直流送电，进一步提高了区外来电在广西电网的占比，同时对广西电网备用能力也提出了更高的要求，当联网线路或大机组因故障等原因发生跳闸时，将会严重影响到电网的安全稳定运行。目前广西电网具有一定调节库容，能承担备用能力的水电站主要有龙滩、天生桥、岩滩、百色、大化、乐滩、平班、西津等，因电站区位分布、电网调度、汛限水位等不同原因，其承担电力系统的备用能力相对较弱，而火电出力调节速度较慢，很难适应系统快速、急剧变化的负荷要求，尤其是计划外用电引起的系统负荷骤升骤降。而水电站具备在 2~5 分钟内完成从静态启动到带满负荷的能力，可以对负荷的变化作出快速反应和跟踪，保障电力系统安全稳定运行。

龙滩水电站近期正常蓄水位 375.00m，兴利调节库容 111.5 亿 m^3 ，水库具有年调节性能。由于水电具有启停迅速、所带负荷可进行大范围调节、负荷变动不受时间限制、启停过程操作方便、灵活的特点，可对系统负荷的急剧变化做出快速反应，具备在电力系统中担任负荷、事故备用、调峰、调频、快速负荷调整等任务的良好性能，能有效提高电网运行的安全可靠。建设龙滩水电站 8、9 号机组，将有利于增强广西电力系统应对突发事件和负荷急剧变化的能力，从而提高电网安全可

靠性，是保障电网安全稳定运行的需要。

2.4.1.4 有利于优化广西电源结构，提高电力系统运行的经济性

a) 有利于优化系统火电运行工况

龙滩电站 8、9 号机组装机规模 1400MW，投入电网运行后，可替代火电容量 1400MW，节约燃煤火电煤耗量 59.31 万t/年，减少调峰弃电量 16.76 亿kWh。因此，在广西电力系统中，建设龙滩水电站 8、9 号机组，对于优化系统电源构成，改善系统内燃煤火电等运行工况，提高广西电力系统运行经济性有着积极和现实的意义。

b) 有利于广西核电的发展，缓解核电接入系统的调峰压力

广西是一个能源资源相对匮乏的省份，缺煤、少油、水电资源丰富但已基本开发完毕。广西现状核电厂为防城港核电 $2\times 1086\text{MW}$ ，“十四五”期间新增防城港核电二期($2\times 1180\text{MW}$)，已获国家核准开工建设，计划“十四五”投产，同时考虑白龙核电等新增核电合计 $4\times 1250\text{MW}$ 。2030 年核电装机规模将达到 9532MW。核电频繁参与调峰会降低核燃料可靠性，对机组核岛和常规岛的一些关键设备可靠性都有影响，降低机组设备寿命，增加放射性废水排放，因此，出于安全角度，核电一般不参与调峰。核电规模的增加加大了电网的调峰压力，从有利于广西核电发展，缓解电网调峰压力考虑，应建设有调节能力的水电站或抽水蓄能电站。龙滩水电站 8、9 号机组是广西电网理想的调峰电源，其与核电二者联合运行，可扬长避短，减轻其他电源的调峰压力，使核电机组在最佳状态运行，减少核电站的事故率，提高核燃料使用率，以保证电力系统的安全稳定运行，同时满足电网对调峰和电量的需求。

c) 有利于电网吸纳西部电力，提高西电东送工程综合效益

未来，广西电网将从“西电东送”大通道的支撑和电源补充基地，逐步转变成为南方电网另一个重要的受端电网，大规模电力的送入虽可缓解广西电力缺乏的问题，但大容量、长距离的潮流输送对系统的安全稳定运行将形成严峻的考验。随着区外水电送入规模的不断扩大，受端电网供电可靠性问题以及联网系统的安全性和稳定性将成为系统关注的焦点。从系统运行安全角度看，建设龙滩电站 8、9 号机组，可以优化电力系统结构，有助于增强联网系统的安全稳定性，可为受端系统提供强有力的调频手段，为受端系统安全运行提供保障。可提高输电线路的利用率，降低输电成本，并保障输电系统的安全稳定运行，进而提高西电东送工程综合效

益，促进南方电网更大范围的资源优化配置。

d) 有利于节能减排和保护环境，促进地区经济可持续发展

龙滩水电站属于清洁环保电源，本身不消耗燃料，不排放有害物质，可通过替代火电机容量、改善火电机运行条件来有效降低火电机的煤耗，从而有助于整个系统的节能。龙滩水电站 8、9 号机组装机 1400MW，可替代系统火电装机 1400MW，每年可减少标准煤消耗约 59.31 万t，减排二氧化碳约 157.3 万t，减排二氧化硫约 0.5 万t，减排氮氧化物 0.5 万t。此外，还可减少火电站冷却温水对河道水生物的不利影响，避免火电厂运行排放对周围生态的影响，避免煤矿开采造成资源破坏、生态破坏以及燃料运输等一系列问题，环境效益显著，可促进地方经济可持续发展。

2.4.1.5 龙滩 8、9 号机组建设条件优越，是广西乃至全国不可多得的调峰、调频和备用机组

龙滩水电工程坝址位于广西天峨县城上游 15km 处的红水河干流上，坝址以上干流河长 1068km，集水面积 98500km²，占红水河总流域面积的 75%。龙滩 8 号、9 号机组工程建设不存在生态环保制约因素，不涉及水库淹没和移民，技术可行，单位千瓦投资约 1119 元，工程经济性优越，是缓解广西电力系统调峰困难局面，保障电网安全稳定运行最优、最佳、最经济调峰电源选择。国民经济评价成果表明，本项目经济内部收益率为 9.55%，大于社会折现率 8%，经济净现值为 1132532 万元，远大于 0，国民经济评价可行。本工程按“个别成本法”考虑项目资本金财务内部收益率 6.5% 测算的电站经营期上网容量电 183.20 元/kW，表明该工程有一定的竞争力。本项目国民经济评价可行，且具有一定的财务生存能力及抗风险能力，财务评价可行。

综上所述，龙滩 8、9 号机组建设条件优越，不存在生态环保制约因素，不涉及水库淹没和移民，交通条件好，投产进度快，单位千瓦投资远低于抽水蓄能电站，也较调峰火电和气电投资低，龙滩 8、9 号机组建设条件优越，是广西乃至全国不可多得的调峰、调频和备用机组。在建设新能源占比不断提高的新型电力系统，助力实现“碳达峰、碳中和”有着重大意义；有利于缓解电力系统调峰困难，满足电力和调峰容量增长需求；有利于增强系统应对事故和负荷急剧变化的能力，保障电网安

全稳定运行；有利于优化广西电源结构，提高电力系统运行的经济性，有利于改善火电运行工况、有利于广西核电的发展、有利于电网吸收西部电力，提高西电东送工程综合效益，有利于节能减排和保护环境，促进地区经济可持续发展。因此，建设龙滩水电站 8、9 号机组是十分必要的。

2.4.2 开发任务和规模

工程开发任务为发电，并承担广西电力系统的调峰、调频和备用。

2.4.3 项目组成及工程特性表

工程主要由枢纽工程、施工辅助工程、环境保护工程三部分组成。各部分组成详见表 2.4.3-1，工程特性表见表 2.4.3-2。

表 2.4.3-1 工程项目组成表

工程项目		龙滩水电站一期工程	龙滩水电站 8、9 号机组建设工程
枢纽工程	挡水建筑物	略	不涉及
	泄洪消能建筑物	略	不涉及
	输水发电系统	龙滩水电站一期输水发电系统布置于左岸，输水发电系统包括引水系统和尾水系统，单机额定流量为 554.5m ³ /s。引水系统包括九个坝式进水口和九条压力引水隧洞；引水系统采用单机单管引水方式。9 个进水口均为坝式进水口，“一”字形布置，①~⑦机进水口中心线高程为 311.00m，⑧、⑨机为 321.00m。9 条引水管道与进水口坝段轴线正交引出，穿过左岸坝后下游山体引入地下厂房；尾水系统采用每 3 台机共用 1 个尾水调压井和 1 条尾水隧洞的布置方式。尾水管与厂房轴线夹角分 3 组，①~③机、④~⑥机 7、⑦~⑨机。一期枢纽工程除 7 台机组已经投产发电外，与 8、9 号机组相关的进水口坝段、输水系统、发电建筑物均完成土建施工，8、9 号机组的水轮机尾水管、蜗壳、座环、底环、基础环、机坑里衬均已预埋，发电机的定子基础、上下机架基础坑已预留。	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。
施工辅助工程	导流工程	龙滩水电站一期工程相应的进水口及闸门、引水隧洞、尾水及闸门、一期混凝土均已在一期工程完工。	龙滩水电站 8、9 号机组建设工程为⑧、⑨机组安装，本期机组安装可在进水口和尾水闸门挡水下施工，无需进行导流。
	场内交通工程	龙滩水电站一期工程厂内建设有左岸①号道路(龙滩大桥左桥头-电站尾水出口)长度 2.16km，②号道路(龙滩大桥右桥头-右坝头)长度 3.39km，⑥号道路(龙滩大桥右桥头-麻村口)长度 1.53km，⑫号道路(⑥公路-麻村料场)长度 3.38km。	混凝土运输、机电设备运输相关的主干道路主要有利用主要利用左岸已建成的①号道路、②号道路、⑥号道路、⑫号道路。
	施工企业工厂	1、转轮加工厂布置在姚里沟沟口高程 273.00m 平台，该场地为原一期工程转轮加工厂，场地面积 1.20 万 m ² ，建筑面积 2300m ² 。 2、机电设备仓库布置在姚里沟沟口高程 270.00m 平台，该场地为原一期工程转轮加工厂及蜗壳尾水管加工厂，场地面积 2.30 万 m ² ，部分原有仓库可利用，需要新建棚式厂房 1000m ² 。	1、转轮加工厂姚里沟沟口高程 273.00m 平台，布置在原有加工厂需要进行修复。

表 2.4.3-1(续)

工程项目		龙滩水电站 一期工程	龙滩水电站 8、9 号机组建设工程
施工辅助工程	生活营地	龙滩一期工程建有姚里沟刺猪坪营地现有两栋施工房建，建筑面积共约 8000m ² 。	施工生活及办公营地布置在原姚里沟刺猪坪营地，可满足本工程需要。
	其他	/	工程余料全部转运至龙滩水电站鱼类增殖站施工场地用于场地平整回填。
建设征地移民安置工程	移民安置	略	建设征地处理范围内所涉及占地均为原龙滩水电站枢纽工程建设区已征用土地和利用已有房建，不涉及新增征地，无搬迁安置移民、房屋及专项。
主要环境保护工程	水环境保护措施	略	水质保护措施：1 处施工营地生活污水处理工程、1 处含油废水处理工程、运行期生活污水利用电站管理区和生活区已有的污水处理设备进行处理。 分层取水设施：拟采用拱架支撑式隔水幕墙方案。该方案呈 C 字形包围进水口，总跨度约 487m。左岸设置 1 个索塔，右侧连接于大坝泄洪坝段与发电坝段衔接处，坝身设置滑动装置。在索塔与大坝间的幕墙顶部设置设置钢桁架主拱，主拱可随着水位变化在索塔和坝身上下滑动。
	水生生态保护措施	略	栖息地保护方案：将布柳河规划最末梯级新林电站以下约 42km 流水变动河段、六洞河纳力梯级以下至河口约 30km 河段、曹渡河最末梯级懂托电站以下至拉彩的 8km 河段作为支流鱼类栖息地加以保护。建设栖息地巡护工作站和在线监控体系。 过鱼设施：主要由上行升鱼机系统、下行集运鱼系统组成。上行过鱼设施采用升鱼机方案，由下游集鱼系统(左岸尾水集鱼箱、右岸集鱼站)、提升转运系统及放流系统等组成。鱼类上行、下行过坝采用通航建筑物升船机作为推荐方案。 鱼类增殖站：鱼类增殖放流站选址位于龙滩坝上约 700m 的右岸台地处，紧邻 S303 道路，总用地面积 4.65ha。考虑龙滩和平班水电站的增殖放流需求，放流规模为 130 万尾/年；放流种类为稀有白甲鱼、乌原鲤、长臀鲢、三角鲤、长鳍光唇鱼、唇鲮和暗色唇鲮等 7 种珍稀特有鱼类，远期考虑物种为卷口鱼、单纹似鲃。
	陆生生态保护工程	略	加强对施工和运行人员的管理，严格控制施工占地规模，严禁捕猎野生动物，保护动植物资源；进行工程建设影响区的生态补偿和生态修复跟踪监测。
	大气和噪声污染治理	略	大气污染治理：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，抑制施工运输扬尘。施工人员佩戴口罩、头盔等防护措施，减少大气污染物对自身的影响和危害。 噪声污染治理：高噪音设备采取减震和隔音措施，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。利用地形，合理布置施工机械，设置限速和禁鸣标志牌，保护周围的声环境。
	固体废物处理工程	略	生活垃圾：设置垃圾桶，依托电站现有垃圾处理系统进行生活垃圾处理。 危险废物：设置危废收集设施，利用龙滩水电站现有危险废物处理方式进行处理。 建筑垃圾：及时回收利用，不能利用的交由有资质的第三方单位进行处理。

表 2.4.3-2 工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1. 流域面积			
全流域面积	km ²	138340	红水河
工程坝址以上控制流域面积	km ²	98500	
2. 利用的水文系列年限	年	87	1936 年~2022 年
3. 多年平均年径流量	亿 m ³	495.5	
4. 代表流量			
多年平均流量	m ³ /s	1570	1936 年~2022 年
实测最大流量	m ³ /s	16900	1988 年 8 月 29 日
实测最小流量	m ³ /s	130	1999 年 2 月 18 日
调查历史最大流量	m ³ /s	25100	1833 年
设计洪水洪量(P=0.2%)	m ³ /s	27600	
校核洪水洪量(P=0.01%)	m ³ /s	35500	
5. 洪量			
设计最大洪量(7 天/24h)	亿 m ³	124	
校核最大洪量(7 天/24h)	亿 m ³	158	
6. 泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	万 t	5240	
多年平均含沙量	kg/m ³	1.05	
实测最大含沙量	kg/m ³	25	1987 年 5 月 28 日
多年平均推移质年输沙量	万 t	--	
7. 气温			
多年平均气温	°C	20.3	天峨站
极端最高/最低气温	°C	40.6/-2.9	
二、水库			
1. 水库水位	m		
校核洪水位	m	381.84	
设计洪水位	m	377.26	
正常蓄水位	m	375.00	

表 2.4.3-2(续)

序号及名称	单位	数量	备注
防洪限制水位	m	359.30	
运行控制水位	m	-	
死水位	m	330.00	
2. 正常蓄水位时水库面积	km ²	360	
3. 回水长度	km	--	
4. 水库容积			
总库容	亿m ³	188.09	
正常蓄水位以下库容	亿m ³	162.1	
防洪库容	亿m ³	50	
调节库容	亿m ³	111.5	
死库容	亿m ³	50.6	
5. 库容系数	%	0.216	
6. 调节特性		年	
7. 水量利用系数	%	99.5	
三、下泄流量及相应下游水位			
1. 设计洪水位时最大泄量	m ³ /s	22422	
相应下游水位	m	254.86	
2. 校核洪水位时最大泄量	m ³ /s	27144	
相应下游水位	m	259.23	
3. 电站额定流量	m ³ /s	4990	
相应下游水位	m	232.20	
4. 最小流量	m ³ /s	-	发电基荷流量或最小通航流量
相应下游水位	m	-	
四、工程效益指标			
1. 发电效益			
装机容量(单机容量×机组台数)	MW	700×9	
保证出力	MW	1408.5	全电站
多年平均年发电量	亿kW·h	147.29/0.72	全电站/8、9 号机组

表 2.4.3-2(续)

序号及名称	单位	数量	备注
装机发电年利用小时数	h	2338/51	全电站/8、9 号机组
五、建设征地移民安置(8、9 号机不新增)			
六、主要建筑物及金属结构设备			
1. 挡水建筑物(坝、闸)型式		碾压混凝土 实体重力坝	8、9 号机组项目不涉及调整
地基特性		砂岩、 泥板岩	
地震基本烈度/设防烈度	度	VII/VIII	
坝顶高程	m	382	
最大坝高	m	192	
坝顶长度	m	761.26	
上/下游坝坡坡比			
2. 表孔溢洪道			8、9 号机组项目不涉及调整
孔 数	个	7	
堰顶高程	m	355	
单孔净宽	m	15	
设计下泄流量	m ³ /s	19919	
消能型式		鼻坎挑流	
3. 进水口			
进水口型式		坝式	
孔口尺寸(长×高)	m	8×12	
孔 数		9	原 7 孔, 包含 8、9 号机组 两孔
6. 厂房			8、9 号机组共用
厂房型式		地下	
厂房总尺寸(长×宽×高)	m	388.5×28.5 ×74.4	
7. 开关站			8、9 号机组共用
开关站型式		地面	
平面尺寸	m	220×50.6	
七、主要机电设备(全电站/8、9 号机组)			
1. 水轮机/水泵水轮机			

表 2.4.3-2(续)

序号及名称	单位	数量	备注
型式、型号		立轴混流式 HL-LJ-790	
台数	台	9/2	全电站/8、9 号机组
转轮直径	m	7.90m	
额定水头	m	140.0	
额定出力/最大入力	MW	714	
额定流量/最小扬程抽水量	m ³ /s	554.5	
2. 发电机/发电电动机			
型式		立轴半伞式 密闭空冷三 相凸极同步 发电机	
台数	台	9/2	全电站/8、9 号机组
额定容量	MW	700	
八、施工组织设计(8、9 号机组)			
1. 所需劳动力			
总工日	万工日	-	
平均高峰人数	人	210	
高峰人数	人	260	
2. 施工临时房屋			
3. 施工动力及来源			
		现有供电 设施	
4. 施工交通运输			
对外交通(公路、铁路、水路)		公路	
等级		山区二级 公路	
距离	km	81.1	
场内交通主干道(公路、桥梁、隧道)		公路	已建道路
等级		—	
长度	km	10.46	
5. 料源			
混凝土骨料	万m ³	1.0	麻村灰岩料场、主要用于环 保工程, 建议结合通航建筑 物施工开采

表 2.4.3-2(续)

序号及名称	单位	数量	备注
6. 施工工期			
准备工期	月	3	
第一台机组发电工期	月	14	
总工期	月	18	

2.4.4 枢纽总布置

2.4.4 枢纽总布置

本部分主要介绍龙滩水电站 8、9 号机组工程涉及的输水建筑物、发电厂房部分的内容。

2.4.4.1 8、9 号机组建设工程

龙滩水电站为 I 等工程，工程规模为大(1)型。龙滩水电站 8、9 号机组建设工程等别、建筑物级别、防洪与抗震设计标准等均与一期工程相同。

龙滩 8、9 号机组的建设，不涉及挡、泄水建筑物的施工，对挡、泄水建筑物的运行条件影响不大，不影响大坝结构安全和泄洪安全。自 2018 年首次定检以来，大坝的运行边界条件没有改变，挡、泄水建筑物设计满足规范要求。

一期枢纽工程除 7 台机组已经投产发电外，与 8、9 号机组相关的进水口坝段、输水系统、发电建筑物均完成土建施工，8、9 号机组的水轮机尾水管、蜗壳、座环、底环、基础环、机坑里衬均已预埋，发电机的定子基础、上下机架基础坑已预留，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。

2.4.4.2 8、9 号机组建成后枢纽布置

a) 输水建筑物

1) 输水建筑物布置

根据正常蓄水位方案，推荐方案正常蓄水位仍为 375m 方案。龙滩水电站发电输水系统包括引水系统和尾水系统，单机额定引用流量为 $536\text{m}^3/\text{s}$ 。引水系统包括九个坝式进水口和九条压力引水隧洞；尾水系统由九条尾水管和井前尾水支洞、三个三机一组的单元长廊阻抗式尾水调压井、六条井后尾水支洞(④~⑨机)、两个“三合一”

的“卜”形尾水岔洞、三条尾水隧洞及尾水出口等建筑物组成。引水隧洞为内径 10m 的圆形断面；井前、井后尾水支洞为 12m 断面；井城门形底圆角断面，岔洞主洞为 18m 底圆角断城门底圆角形断面，尾水隧洞为内径 21m 的圆形断面。

引水系统采用单机单管引水方式。9 个进水口均为坝式进水口，“一”字形布置，①～⑨进水口坝段分别对应的坝段编号为②～⑩，坝段宽度 25m，每个进水口设置检修门和工作门各 1 扇；进水口高程分 2 级，①～⑦机进水口中心线高程为 311m，⑧、⑨机为 321m。

尾水系统采用每 3 台机共用 1 个尾水调压井和 1 条尾水隧洞的布置方式。尾水管与厂房轴线夹角分 3 组，①～③机、④～⑥机、⑦～⑨机。尾水管出口断面为 14.6m 口断面为式。与尾水管出口相接的尾水支洞经渐变段渐变后为 12.0m 出口相接的尾。尾水调压井采用阻抗式调压井，廊道式布置，廊道轴线与主厂房、主变洞纵轴线平行，3 个调压井间用岩墙加以分隔；调压井内每台机设置尾水管检修门，孔口尺寸为 12 m 墙加以分隔；在调压井内上游侧 251.0m 高程设置 1 条检修门运输廊道，将 3 个调压井连通；每 3 条尾水支洞经尾“卜”型岔洞汇合，与直径 21m 的尾水主洞相接；①～③机因受布置条件限制三条尾水支洞水流在①调压井底部汇合后引入①尾水隧洞；④～⑨机尾水支洞分别穿过②、③调压井下部，在调压井下游侧由两个岔洞分别将④～⑥机、⑦～⑨机尾水支洞水流汇入②、③尾水隧洞。尾水出口每条尾水洞设置 2 孔尾水检修叠梁门，孔口尺寸为 14m 梁门口每条尾水，出口平台高程 260.00m。尾水支洞、尾水隧洞沿程钢筋混凝土衬砌。

1) 引水系统设计

(1) 进水口

进水口采用“一字型”两级进水口布置，位于②～⑩号坝段，为坝式进水口。

进水口分为两级：即①～⑦机进水口中心线高程 311m，⑧、⑨机进水口中心线高程 321m。原设计考虑到水库分两期建设，水库死水位一期 330m、二期为 340m，进水口采用分两级方案，既有利于降低进水口左侧垂直边坡高度，又满足二期发电的要求。现在二期正常蓄水位未考虑抬高，二期的 8 号机和 9 号机最低运行水位为 340m。

进水口坝段长度为 25m，坝顶宽度 28.5m，9 个进水口坝段总长度 225m，坝顶

高程 382m。一期设计时进水口坝段是按正常蓄水位 400m 设计，现在二期正常蓄水位未考虑抬高，进水口不需改造。①～⑦机进水口底板高程 305m，⑧～⑨号机进水口底板高程 315m。根据电站运行和检修的需要，进水口坝段顶部平台上设置 2 台起吊拦污栅和 1 台起吊检修闸门的单向门机，工作闸门用液压启闭机启闭，工作闸门设备的检修、安装利用操控检修门的门机进行。

闸门孔口尺寸：工作闸门和检修闸门孔口尺寸均(宽×高)8 m、面积为 96m²，是后接引水管过水断面积的 1.222 倍，通过额定流量 536m³/s 时孔口流速 5.583m/s。

拦污栅面积：每个进水口前缘设置 6 孔直立屏幕式拦污栅，由拦污栅构架与坝体相连，在拦污栅顶部设置顶盖(拦污栅顶盖高程①～⑦机 333m，⑧、⑨机 343m)。每个进水口设 6 孔尺寸为(宽×高)3.05 m、面积为 549m² 拦污栅，通过额定流量 $Q=536\text{m}^3/\text{s}$ 时过栅流速 0.976m/s。

进水口各控制高程：①～⑦机进水口底板高程为 305m，⑧、⑨机进水口底板高程为 315m，相应进口中心高程分别为 311m、321m，拦污栅底坎高程分别为 303m、313m，进水明渠底板高程分别为 301m、311m。

(2) 引水系统

引水系统采用单机单管引水方式。平面管线布置为九条引水管自进水口正交引出，引水隧洞穿过左岸坝线下游山体，斜向引入左岸地下厂房，引水管线与厂房轴线交角 65°。上平段管中心高程：①～⑦号机 311m，⑧⑨号机 321m；下平段管中心高程 215m。引水管道直径 10 m，单机额定引用流量 536m³/s 时，相应管内流速 6.825m/s。

压力引水管道根据地形和布置特点可分为：坝内埋管、坝后钢衬钢筋混凝土管、地下埋管。管道衬砌类型视布置、水头、管道埋深分为全钢板衬砌(①～③号机)、钢筋混凝土+钢板组合衬砌、钢筋混凝土衬砌和混凝土+钢板组合衬砌。

3) 尾水系统设计

(1) 尾水系统布置

9 条尾水管自机组斜向引出，①～③机为使水流顺畅由尾水支洞直接斜向引入①调压井，在调压井右端墙处汇入①尾水洞；④～⑨机井前尾水支洞经一平面弯道后正交穿过②、③调压井(支洞间距 30m)，在距调压井下游壁 43m、95m 处设两个

“三合一”的岔洞，岔洞处支洞与主洞合流交角 60 度，经岔洞将④～⑥、⑦～⑨尾水支洞水流分别汇入②、③尾水洞。

尾水调压井布置在主变洞下游，为“三机一井”的阻抗式调压井，呈廊道式布置，纵轴线方向与厂房、主变洞轴线平行布置，与主变洞之间岩墙厚度 28.408m，从厂房轴线到尾水调压井上游边墙垂直距离 107.908m。尾水调压井尺寸(长×宽×高)分别为：①调压井 67.00m×7.00：m×7.00：尺、②调压井 75.40m×5.40：尺m×5.40：尺、③调压井 94.70m×4.70：尺m×4.70：尺。

(2) 尾水洞及调压井支护设计

尾水支洞分为调压井井前尾水支洞和④～⑨机井后尾水支洞两部分，尾水支洞岩层层面与隧洞纵轴线交角约 80 度后，成洞条件好，对尾水支洞顶拱、边墙采用系统锚喷支护。③～⑨机井后 6 条尾水支洞经①②两个“三合一”尾水岔洞分别汇入②、③尾水隧洞。

(3) 尾水系统结构设计

尾水系统除调压井顶拱、下游边墙不作钢筋混凝土衬砌外，其余井体结构、尾水支洞、尾水岔洞和尾水隧洞均进行钢筋混凝土衬砌。调压井 251m 高程以下混凝土衬砌部位的岩体进行固结灌浆，尾水隧洞围岩沿程进行固结灌浆处理，衬砌洞顶 90°范围做回填灌浆。

(4) 尾水出口设计

尾水出口布置在溢流坝段坝轴线下游约 700m～850m 处，避开了溢流坝段挑射水流的阻力波动区和左岸导流洞的下游出口。尾水出口建筑物为三个尾水出口顶部连为一体的塔式结构，顶部平台平面尺寸(宽×长)15m×5 穿过尾水，建基面以上高 66m。三个尾水隧洞出口布置下部相对独立，上部连为一体,下部为与尾水隧洞出口相连、长 28m 的圆~方渐扩段涵洞结构，每个尾水出口设两孔闸门，在③尾水出口平台左侧填筑一门机装配场与进厂公路相连。

b) 发电厂房

1) 厂区布置

地下厂房系统布置在左岸山体内，由主厂房、主变洞、母线洞、进厂交通洞、高压电缆竖井、母线排风洞、主变排风洞、主厂房送风洞、排水廊道等一系列洞室

及开关站、中控楼地面建筑物组成。

主机间内计划安装有 9 台混流式水轮发电机组，单机容量为 700MW。其中一期工程 7 台机组已经发电，⑧⑨机待安装。主厂房从右至左分别布置主安装场、主机间、副安装场。进厂交通洞与主安装场连通，作为主厂房主要交通通道。

⑧、⑨机组建设工程水轮发电机组布置在一期工程预留⑧、⑨机空间，土建施工已基本完成。母线洞与主变室对应预留母线、主变等设备空间；高压电缆通过③电缆竖井、③电缆平洞连接地面开关站；地面开关站对应预留 GIS 设备空间，出线场预留出线回路。

2) 主厂房

主机间左、右端桩号为 HR0+002.000m~HL0+227.500m，为已安装①~⑦机；桩号 HL0+227.500m~HL0+292.500m 为待安装⑧、⑨机；上、下游边墙桩号为 H0-011.500m、H0+017.000m，主机间长度为 294.50m。拱顶开挖高程为 261.700m，尾水管底部建基面高程为 185.100m，厂房开挖尺寸为 388.50m 为面高程为机容量为施工要求确定厂房顶部高程梁长×宽×高)。②~⑦号机组段长 32.5m，①号机组段长 34.5m，机组段宽 28.5m。机组段上游侧布置有引水洞，下游侧布置有母线洞和尾水洞。主机间共分七层布置，第一层为发电机层，往下依次为母线层、水轮机层、蜗壳层和锥管层、操作廊道层、尾水管层。

3) 高压电缆竖井及高压电缆平洞

电站①~③机组高压电缆进入①高压电缆竖井及平洞；④~⑥机组高压电缆进入②高压电缆竖井及平洞；⑦~⑨机组高压电缆进入③高压电缆竖井及平洞。

竖井左侧高程 245.700m 以上布置三回高压电缆出线，高压电缆从 245.700m 处进入电缆竖井，三回出线均分隔敷设，采用 300mm 厚砌块空心砖分隔，每间隔在各楼层均设置有 0.9m 心砖分隔的防火门。高压电缆通过 340.000m 高程的电缆平洞接入开关站。

4) 中控楼和地面开关站

受地形限制，地面开关站布置在中控楼的下游，左岸上坝公路边的一个坡比为 45 形~50 形山坡上，通过电缆平洞及竖井与地下厂房系统相连。开关站平面尺寸为 220.00m 面尺寸为竖井与(长×宽)。为减少边坡高度和开挖量，开关站采用框架结

构。开关站分四层布置。自下而上布置有电缆层(340.00m)、GIS层(346.00m)、管线层(358.00m)及屋顶平台层(365.00m)。开关站 GIS 层(346.00m)S0+150.000 ~ S0+180.000 预留⑧、⑨机高压电缆配套GIS设备安装空间,对应上部出线场预留出线回路布置空间。

5) 进厂交通洞

进厂交通洞布置在左岸地下,是施工、安装及运行期地面与地下主厂房、母线洞、主变洞等主要洞室交通的永久通道,同时兼作主变洞的进风通道,并在洞室开挖、砼浇筑及机电设备安装期间承担很大部分的碴料、混凝土、机电设备的运输任务及人员往来的交通。

交通洞进口接左岸⑦公路(地面高程 260.000m),终端与厂房发电机层 233.700m 高程相接,全长 524.00m,城门洞型,洞室以锚喷支护为主进厂交通洞为 3 级建筑物,防洪标准为设计重现期 300 年,下游防洪水位 255.39m;校核洪水重现期 1000 年,安全级别Ⅱ级。

6) 洞室群稳定

龙滩地下厂房开挖揭露的地质情况与前期勘察成果基本一致,洞室支护设计满足要求。观测成果显示地下洞室群的围岩整体是稳定的。8、9 号机组建设工程不需进行开挖,不改变地下洞群边界条件,对地下洞室群围岩稳定无影响。

2.4.5 施工组织设计

2.4.5.1 主体工程施工

a) 施工工程量及其特性

8、9 号机组厂房混凝土及埋件已施工完成,本期施工项目主要包括 102m³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。

b) 混凝土及机电设备场内运输

4#施工支洞从进厂交通洞末端附近接线,从主厂房上游连接至副安装间,起点高程 234.79m,终点高程 233.50m,线路长 534.83m,断面尺寸 4.70m×4.80m。为了减少 8、9 号机组设备及材料运输对 1#~7#机组运行的影响,混凝土及水轮发电机组设备尽量通过 4#施工支洞运输。超过 4#施工支洞运输界限的通过平板车

从厂外经进厂交通洞运输至主安装间后，通过桥机吊装至副安装间或直接吊入 8、9 号机组机坑中。

主变洞及母线洞洞内电气设备，采用平板拖车由进厂交通洞、主变运输洞、主变洞运输至安装部位。

8、9 号调峰机组工程地下施工通道特性见表 2.4.5-1。

表 2.4.5-1 8、9 号调峰机组工程地下施工通道特性表

编号	通道名称	长度	断面尺寸(宽×高)	起点/终点高程	最大坡度
			m	m	%
1	进厂交通洞	520.27	10.00×12.75	260.00/231.70	5.40
2	4#施工支洞	534.83	4.70×4.80	234.79/233.50	1.01

c) 混凝土施工

混凝土从天峨县商品混凝土厂家购买，采用 3m³ 混凝土搅拌车通过红水河左岸的进场公路、②道路、①道路、进厂交通洞、4#施工支洞运输至厂房，采用泵送入仓，1.1kW 附着式振捣器进行振捣。

d) 机电设备安装场地

机电设备库布置在姚里沟沟口，场地布置高程 270.00m，场地面积约 2.3 万 m²。主厂房内已建成主、副两个安装间，主安装间位于 1#机组侧，长 58.00m，宽 26.50m，副安装间位于 9 号机组侧，长 36.00m，宽 26.50m，利用主安装间作为重大件转运及厂内临时堆存场地，副安装间为 8、9 号机组厂内安装场地。

e) 水轮发电机组安装及调试

水轮发电机组安装及调试包括定子组装、定子下线、定子吊装、导水机构安装、下机架安装、转子组装、转子吊装、上机架安装、整体检查、调试、试运行等。

f) 电气设备安装

1) 主变压器及附属设备安装

主变洞内安装有 2 台主变压器，500kV 主变压器采用平板拖车由进厂交通洞、主变运输洞运输至安装部位，利用千斤顶、助推器、道木、钢轨等设备，采用水平侧滑法、垂直下降法卸车，就位后进行电气及附件的连接安装，最后进行整体的检查和试验，以检查设备的各项性能。

2) 500kV GIS的安装

将GIS安装场地清扫干净后，根据标准样点测量并标记出所有断路器的安装坐标。地面GIS安装时先将所有断路器间隔的断路器全部依照测量出的安装坐标准确就位，CT、隔离开关(DS)以及母线等设备均以断路器为基准依次进行装配。在进行CT、避雷器(LA)、隔离开关以及母线等设备的安装过程中，同时进行气体作业、接地安装以及二次设备安装等工作。GIS的所有安装工作(包括气体作业)全部结束后即开始设备本体调试及与系统的联调。

3) 高压电缆的安装

电缆敷设前检查电缆敷设通道符合设计及规范要求，电缆支架的间距、电缆管的管径、电缆管的弯曲半径、电缆管长度、接地等符合设计及规范要求。

电缆需采用机械敷设，从开关站开始，将电缆放在滑车上拖拽，牵引端应采用专用的拉线网套或牵引头，牵引强度不得大于规范要求，必要时应在牵引端设置防捻器。敷设竖井高落差电缆的关键问题是防止电缆受到由自重量产生的过大的拉伸应力、侧压力及电缆扭转，本工程全线采用电缆输送机敷设方法，在竖井内设若干台电缆输送机，各台承重各段的电缆重量，以防止电缆坠落或滑下。

电缆敷设后依次进行高压电缆头制作、高压电缆试验、高压电缆头固定、质量验评等工作。

g) 金属结构安装

8、9 号机组进水口事故闸门已在一期工程安装完成，本期进行 2 套液压启闭机安装，每套重量 80t。

2.4.5.2 施工交通运输

a) 对外交通运输

龙滩水电站距天峨县城约 15.0km。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，天峨县城至麻村沟段公路里程约 10.0km，四级公路，水泥混凝土路面，麻村沟至坝址段为场内公路。天峨县境内有南天高速、平天高速及银白高速，从天峨县有高速直达南丹、河池、南宁、贵阳等地。从龙滩水电站至天峨、南丹、河池、南宁、贵阳公路里程分别为 14.0km、81.0km、161.0km、372.0km、294.0km。

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),从车站至龙滩水电站公路里程约 81.0km,为龙滩水电站建设时兴建的对外公路,属山区二级公路。龙滩一期工程修建了 14 条场内道路,现有场内道路能满足施工需要,不需要新建道路。

1) 外来物资运输

8、9 号调峰机组工程混凝土总量 102m^3 ,外来物资材料运输量小,主要包括水泥、粉煤灰、钢材、油料、施工机械、生活物资等,外来主要物资的流向如下:

(1) 混凝土:从天峨县购买商品混凝土,采用混凝土搅拌车公路运输至工地。距离工程最近商品混凝土厂家为天峨县华雄混凝土有限责任公司,距离龙滩大坝公路里程 26km。

(2) 钢筋钢材:8、9 号调峰机组工程钢筋钢材主要为施工临建工程使用,数量少,从天峨县城购买,公路运输至工地。

(3) 油料:可由当地石油公司供应。

(4) 施工机械设备:由火车运至金城江,转公路由汽车拖平板车直接运至现场。

(5) 其他物资:由地方相关部门供应,公路运输。

2) 重大件运输

本工程的重大件包括水轮机、发电机和主变压器的主要部件。水轮机的转轮上冠、转轮下环、顶盖,发电机的定子机座、上机架中心体、转子支架中心体、下支架中心体,主变压器的器身等重大件尺寸大于铁路二级超限,不能通过铁路运输,采用公路水路联运,经水路运输至北海港后起岸,转公路运输至龙滩工地,公路运输里程 580km。其余重大件设备均可采用公路铁路联运,从厂家经铁路运至河池金城江火车站,再转公路运至工地,公路运输里程 161km。

b) 场内交通

地下厂房 8、9 号机组位于红水河左岸,施工生活办公营地布置在坝址左岸下游姚里沟沟内刺猪坪,转轮加工厂及设备仓库布置在姚里沟沟口。龙滩水电站一期工程左岸、右岸场内均建有 7 条主干道路,各场地与工作面的连接均可直接利用电站建设期的场内道路。与本工程混凝土运输、机电设备运输相关的主干道特性见表 2.4.5-2。

表 2.4.5-2 工程场内主干道路特性表

公路 编号		起止点	长度	路基 宽度	路面 宽度	路面型式	道路 性质
			km	m	m		
左岸	①	龙滩大桥左桥头～电站尾水出口	2.16	13.00	11.00	水泥混凝土	永久
右岸	②	龙滩大桥右桥头～右坝头	3.39	11.00	9.00	水泥混凝土	永久
	⑥	龙滩大桥右桥头～麻村口	1.53	10.00	8.00	水泥混凝土	永久
	⑫	⑥公路～麻村料场	3.38	8.00	6.50	水泥混凝土	永久

2.4.5.3 施工总布置

a) 供水供电

工程生产用水利用原右岸生产供水系统提供，承包商生活用水利用已有永久生活供水系统提供。生产、生活供电也利用现有供电设施。

b) 施工营地

根据施工总进度安排，工程施工期高峰人数 260 人，平均高峰人数为 210 人，按平均高峰人数人均建筑面积综合指标 12 m²/人计算，需临时生活办公设施建筑面积约 2500 m²。施工生活及办公营地布置在姚里沟刺猪坪，刺猪坪现有两栋施工房建，建筑面积共约 8000 m²，可满足本工程需要。

c) 施工加工厂及仓库

转轮加工厂布置在姚里沟沟口高程 273 m 平台，该场地为原一期工程转轮加工厂，场地面积 1.20 万 m²，建筑面积 2300 m²，原有加工厂需要进行修复。

机电设备仓库布置在姚里沟沟口高程 270 m 平台，该场地为原一期工程转轮加工厂及蜗壳尾水管加工厂，场地面积 2.30 万 m²，部分原有仓库可利用，需要新建棚式厂房 1000 m²。

d) 弃渣场

本工程弃渣主要为少量混凝土拆除弃渣，外运至当地垃圾场处理，不设弃渣场。

工程施工场地规划见表 2.4.5-3，施工场地具体位置详见施工总布置图。

表 2.4.5-3 8、9 号调峰机组工程施工场地特性表

编号	项目	位置	建筑 面积	场地 面积	备注
			m ²	万m ²	
1	施工生活办公营地	姚里沟刺猪坪	2500	0.45	利用原有营地，需要修复
2	转轮加工厂	姚里沟 273 平台	2300	1.20	利用原有场地，新建防尘封闭厂房
3	机电设备仓库及加工厂	姚里沟 270 平台	1000	2.30	利用原有场地，新建棚式厂房。
4	合计		5800	3.95	

2.4.5.4 施工进度计划

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。

2.4.6 建设征地与移民安置

本项目涉及主要用地为施工区用地。本工程施工区占用土地总面积为 59.25 亩，建设征地处理范围内所涉及占地均为原龙滩水电站枢纽工程建设区已征用土地和利用已有房建，不涉及新增征地，无搬迁安置移民、房屋及专项。

2.4.7 工程调度运行方式

工程装机容量 1400MW，在电网中主要承担调峰、调频和备用任务。

本工程调峰电量效益是以牺牲一期电站机组的发电效益为代价的，因此，8、9 号机组建成后，在电力系统中以承担电力系统调峰、调频和备用为主，可利用未带满负荷的机组发备用出力，顶替系统中因故障而停运的机组；同时，当电网的频率一旦偏离额定值时，可通过电网中机组的控制系统调控龙滩 8、9 号机组有功功率的增减，从而限制电网频率变化，使电网频率维持在稳定状态。

2.4.7.1 水库运行方式

a) 水库防洪调度方式

龙滩水库正常蓄水位 375m 时装机 9 台，总过水能力超过 4000m³/s。因此水库拦洪过程中考虑按不小于 4000m³/s 下泄，并要求拦洪及时并尽量减少无效蓄水，同时

尽可能做到防洪库容与年调节库容相结合，拟定具体防洪调度方式如下：

1) 在梧州站涨水期，龙滩水库控制下泄流量不大于 $6000\text{m}^3/\text{s}$ ；当其继续涨水超过 $25000\text{m}^3/\text{s}$ 时，龙滩水库泄流量不超过 $4000\text{m}^3/\text{s}$ 。

2) 在梧州站退水期，当其流量在 $42000\text{m}^3/\text{s}$ 以上时，龙滩水库仍按不大于 $4000\text{m}^3/\text{s}$ 下泄；如梧州站流量小于 $42000\text{m}^3/\text{s}$ ，则龙滩按入库流量泄水。

3) 当龙滩水库蓄满至正常蓄水位相应库容，且入库流量小于相应泄流能力时，龙滩水库按入库流量泄流；当入库流量大于相应泄流能力时，按泄流能力下泄，水库水位自然壅高。

4) 根据《珠江流域综合规划》，要求龙滩水库在每年 7 月中旬前保持 50 亿 m^3 防洪库容，相应防洪限制水位 359.30m，7 月 15 日以后开始回蓄，至 8 月底保留 30 亿 m^3 防洪库容应对后汛洪水，相应防洪限制水位 366m，自 9 月 1 日后逐渐回蓄到正常蓄水位。

b) 水库发电调度运行方式

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，适当加大水库消落深度具有很大的梯级调节和补偿效益。由于“两广”地区的水电站资源主要集中在红水河，因此龙滩水库的主要补偿对象为红水河梯级电站，一般补偿运行规则为：

1) 汛期来水丰沛，水电站群的不蓄出力一般大于水电站群的保证出力，此时各水库应安排蓄水，水库的蓄水次序应按库群不蓄能量损失最小为准则，一般下游库容较小的水库优先蓄水，龙滩或天生桥一级水库后蓄水或同时蓄水，以尽快提高梯级有效利用水头，达到提高整个梯级总蓄能量和发电效益的运行目标。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，调节性能不好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水位时水库具有年调节能力，在汛期结束前水库基本上都能够蓄至正常蓄水位 375m，在枯水期末水库的最低消落水位一般在 350m~330m之间，水库消落至死水位 330m的年份较少。龙滩水电站正常蓄水位 375m水库调度图见图 2.4.7-1。

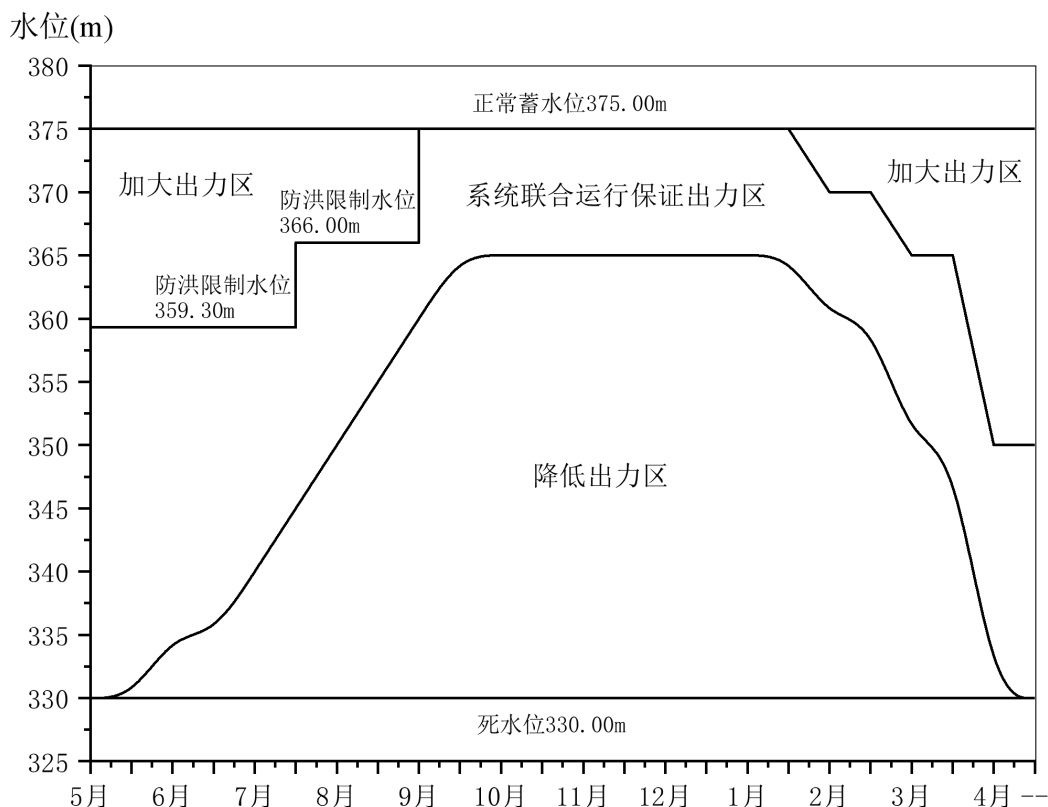


图 2.4.7-1 龙滩电站水库调度图

c) 水库与电站多年运行特性

根据龙滩水库补偿运行方式方案 2，对红水河梯级电站进行了 1951 年 1 月～2018 年 12 月共 68 年的补偿调节计算分析，得出龙滩水电站正常蓄水位 375m多年运行特性指标如下：

1) 年电量

考虑日内调峰运行后，无 8 号、9 号机组方案电站多年平均年发电量 147.7 亿 kWh，其中汛期电量 71.0 亿kWh，占年电量的 48.1%；非汛期电量 76.7 亿kWh，占年电量的 51.9%；有 8 号、9 号机组方案电站多年平均年发电量 147.9 亿kWh，其中汛期电量 71.7 亿kWh，占年电量的 48.5%；非汛期电量 76.2 亿kWh，占年电量的 51.5%。龙滩 8 号、9 号机组建设后，多年平均年发电量增加 0.2 亿kWh，几乎无电

量效益，因此龙滩 8 号、9 号机组建设后主要发挥其容量效益。

2) 出力

建设 8 号、9 号机组前后，龙滩水电站的月平均出力中位数基本不变，最大月平均出力增高，这是因为建设 8 号、9 号机组前后龙滩水电站的水量利用率变化不大，都接近 100%，故建设 8 号、9 号机组前后的龙滩水电站的月平均出力中位数差别很小。

3) 流量

龙滩水电站坝址多年平均流量 $1570\text{m}^3/\text{s}$ ，最大入库月平均流量 $7311\text{m}^3/\text{s}$ ，无 8、9 号机组方案最大下泄月平均流量 $7078\text{m}^3/\text{s}$ ，电站发电最大月平均流量 $4072\text{m}^3/\text{s}$ ，发电最小月平均流量 $317\text{m}^3/\text{s}$ ，水量利用率 98.8%。有 8、9 号机组方案最大下泄月平均流量 $7078\text{m}^3/\text{s}$ ，发电最小月平均流量 $317\text{m}^3/\text{s}$ ，月平均流量超出 $5000\text{m}^3/\text{s}$ 的频率不到 1%，水量利用率 99.7%。

4) 水库水位

无 8、9 号机组方案水库保持正常蓄水位 375m 的运行历时占总运行历时的 20.9%，消落到死水位 330m 运行的历时占总运行历时的 10.05%。有 8、9 号机组方案水库保持正常蓄水位 375m 的运行历时占总运行历时的 15.93%，消落到水位 340m 以下运行的历时占总运行历时的 4.0%。

2.4.7.2 电站运行方式分析

a) 调峰运行方式分析

根据广西负荷特性预测，广西电力系统 2025 年最大负荷月份出现在 12 月份，夏季高峰负荷持续时长约 6h~10h，负荷低谷时段一般为 6h~8h。冬季高峰负荷持续时长约 4h~6h，负荷低谷时段一般为 6h~8h。此外，广西夏季光伏出力主要集中在白天 6:00~18:00 时段，冬季光伏出力主要集中在 7:00~17:00 时段，其余时段出力基本为 0。夏季和冬季光伏出力高峰均出现在 13:00 左右，而负荷午高峰均出现在 11:00 左右，两者峰值有一定时间差。午间负荷扣除光伏出力后，午高峰有一定削减。整体来看，扣除光伏后广西电网典型日负荷曲线高峰时段持续为 6h~8h。

未来在“双碳”目标下，风电和光伏将成为广西的主力电源。水电调节性能好，在风、光电出力较大时，通过蓄水等方式降低出力，在风、光电出力较小时，加大出力，可见水电主要在晚高峰时发挥作用，调峰运行需求时段约 6h~8h。因此，结

合维持水电站运行和电力系统调峰运行基本要求及风光出力特性，龙滩水电站每日调峰需求大约为 6h~8h 左右。

根据龙滩新建 8 号、9 号机组后丰、平、枯代表年下的广西电网 2025 年电力电量平衡模拟成果，当龙滩水电站出力大于 1 号~7 号机组开机容量时即认为龙滩水电站进行调峰，由此统计龙滩水电站发挥调峰能力的小时数、天数和调峰时段的工作容量。丰水年下龙滩水电站全年、汛期、非汛期发挥调峰能力的小时数分别为 2324h、1682h 和 642h，发挥调峰能力的天数分别为 243 天、139 天和 104 天，调峰运行日内平均调峰时长分别为 9.56h、12.10h 和 6.17h，调峰时段平均工作容量分别为 2893MW、2879MW 和 2930MW。平水年下龙滩水电站全年、汛期、非汛期发挥调峰能力的小时数分别为 1730h、1150h 和 580h，发挥调峰能力的天数分别 237 天、137 天和 100 天，调峰运行日内平均调峰时长分别为 7.30h、8.39h 和 5.80h，调峰时段平均工作容量分别为 2894MW、2891MW 和 2900MW。枯水年下龙滩水电站全年、汛期、非汛期发挥调峰能力的小时数分别为 882h、333h 和 549h，发挥调峰能力的天数分别 170 天、77 天和 93 天，调峰运行日内平均调峰时长分别为 5.19h、4.32h 和 5.90h，调峰时段平均工作容量分别为 2626MW、2443MW 和 2738MW。由此可见，随着来水量的增加，龙滩水电站全年调峰小时数明显增加，其中汛期调峰小时数增幅远大于非汛期。综合考虑丰、平、枯代表年的调峰时长，龙滩电站在汛期的调峰时长约 8h，在非汛期调峰时长约 6h。

表 2.4.7-1 龙滩水电站调峰小时数与天数统计

代表年	时期	小时数 h	天数 天	调峰日 平均调峰时长 h	调峰时段 平均工作容量 MW
丰水年	全年	2324	243	9.56	2893
	汛期	1682	139	12.10	2879
	非汛期	642	104	6.17	2930
平水年	全年	1730	237	7.30	2894
	汛期	1150	137	8.39	2891
	非汛期	580	100	5.80	2900
枯水年	全年	882	170	5.19	2626
	汛期	333	77	4.32	2443
	非汛期	549	93	5.90	2738

对龙滩水电站调峰运行日内调峰时长进行统计分析，丰水年下龙滩水电站调峰运行日内调峰时长不低于 4h、6h、8h 和 10h 的频率分别为 79%、66%、51% 和 39%，调峰时长不低于 14h 的频率小于 25%；平水年下龙滩水电站调峰运行日内调峰时长不低于 4h、6h、8h 和 10h 的频率分别为 78%、63%、41% 和 24%，调峰时长不低于 14h 的频率小于 11%；枯水年下龙滩水电站调峰运行日内调峰时长不低于 4h、6h、8h 和 10h 的频率分别为 63%、41%、25% 和 12%，调峰时长不低于 14h 的频率小于 1%。可以看出，龙滩水电站可以较好地满足广西电网调峰需求，且具备一定的长时段调峰能力。

丰水年下龙滩水电站调峰时段内工作容量不低于 2400MW、2600MW、2800MW 和 3000MW 的频率分别为 98%、95%、82% 和 19%，工作容量不低于 3200MW 的频率低于 9%；平水年下龙滩水电站峰时段内工作容量不低于 2400MW、2600MW、2800MW 和 3000MW 的频率分别为 98%、88%、73% 和 29%，工作容量不低于 3200MW 的频率低于 2%；枯水年下龙滩水电站调峰时段内工作容量不低于 2400MW、2600MW、2800MW 和 3000MW 的频率分别为 60%、42%、35% 和 30%，工作容量不低于 3200MW 的频率为 0。可以看出，调峰时段工作容量多处于 2200MW~3100MW，其余容量可承担广西电网备用功能。

龙滩水电站 8、9 号机建设前后丰水期、枯水期典型日出力过程如图 2.4.7-2 和图 2.4.7-3 所示。当全天负荷水平较高时，龙滩水电站出力主要集中在中午~晚上的高负荷时段，而在夜间和上午风电出力较大但负荷较低的时段，龙滩水电站仅提供强迫出力。随着来水量的增加，龙滩水电站汛期调峰时长显著增长，来水量较大时，汛期部分日内可实现全天调峰。未来广西最大负荷将出现在冬季的 12 月份，夏季最大负荷出现在 7 月份，夏、冬季负荷高峰愈发明显，可以看出，龙滩水电站在夏季汛期和冬季非汛期调峰作用都很明显。

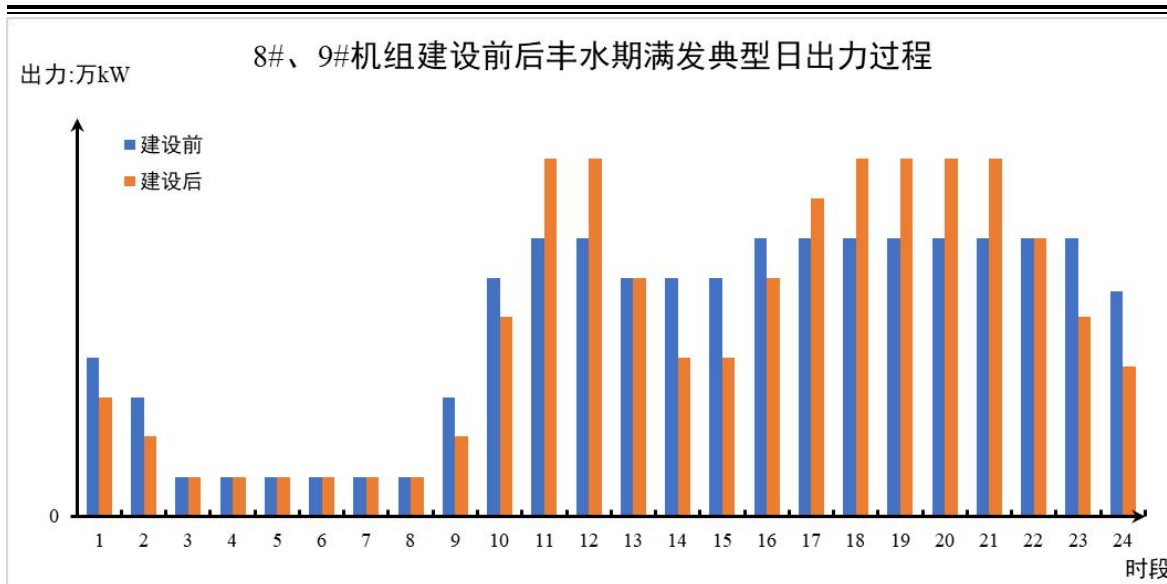


图 2.4.7-2 丰水期典型日出力过程

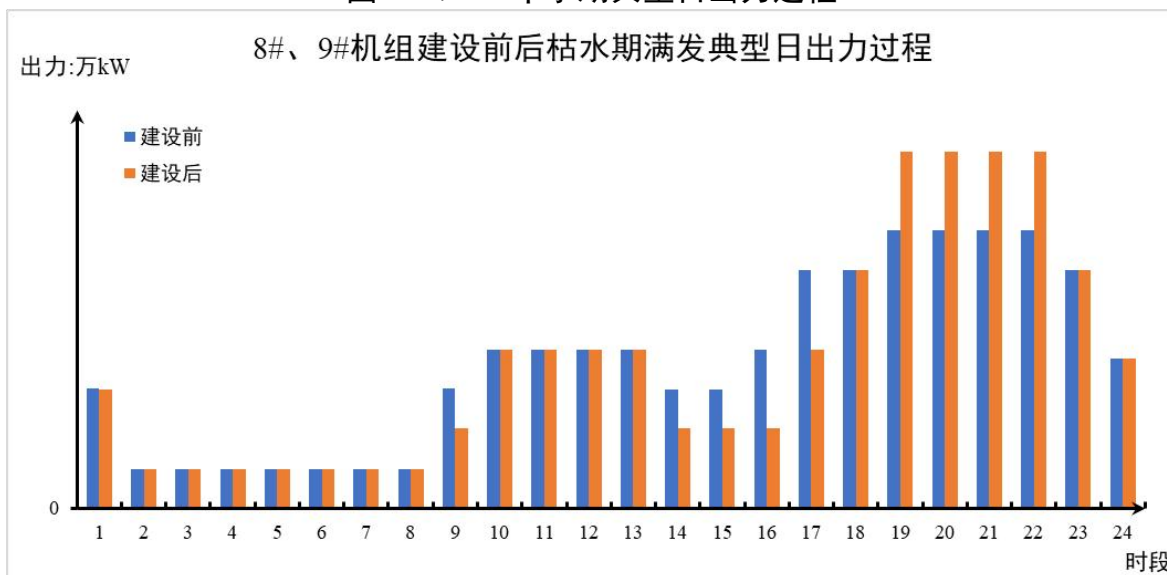


图 2.4.7-3 枯水期典型日出力过程

综上所述，龙滩新建 8、9 号机组后，可以较好地发挥其在广西电网中的调峰作用，配合新能源出力运行，且一定程度上可以利用龙滩水电站年调节水库性能，通过蓄丰补枯以实现冬季高负荷水平日内长时段的调峰作用。

b) 考虑日内调峰运行方式分析

为进一步精确分析龙滩电站的运行方式，报告通过 8760h 电力电量平衡技术分析得到龙滩电站日内调峰运行特性，在此基础上确定有无龙滩 8、9 号机组方案日内的调峰时长和低谷时长。从而分析龙滩电站考虑日内调峰后的多年运行特性，进而分析龙滩 8、9 号机组建成前后的能量指标差异。现拟定龙滩电站日内分为高峰、平

谷和低谷 3 个运行时段，具体日内运行方式如下：

- 1) 午间和晚间负荷高峰时龙滩电站承担调峰任务，尽量满发，持续时段约 6~8 小时，其中汛期 8 小时，非汛期 6 小时；
- 2) 凌晨负荷低谷，风电大发时段约 4 小时，龙滩按强迫出力运行；
- 3) 其他时段根据日内来水情况和电网负荷情况调节运行。

在长系列径流调节计算结果的基础上，根据上述运行方式对龙滩水电站有无 8、9 号机组方案的径流调节计算成果进行修正，并对发电水头和发电量进行了分析。由于龙滩 8 号、9 号机组投产后，龙滩电站的出力加权平均发电水头有所降低，从而导致龙滩电站的电量有所影响，具体结果如表 2.4.7-2 所示。

表 2.4.7-2 考虑电站日内调峰运行多年平均电量 单位：亿kWh

项目	无 8 号、9 号机组	有 8 号、9 号机组	方案间差值
汛期	71.0	71.7	0.7
非汛期	76.7	76.2	-0.5
多年平均	147.7	147.9	0.2

考虑日内调峰运行后，无 8、9 号机组方案电站多年平均年发电量 147.7 亿 kWh，其中汛期电量 71.0 亿 kWh，占年电量的 48.1%；非汛期电量 76.7 亿 kWh，占年电量的 51.9%；有 8、9 号机组方案电站多年平均年发电量 147.9 亿 kWh，其中汛期电量 71.7 亿 kWh，占年电量的 48.5%；非汛期电量 76.2 亿 kWh，占年电量的 51.5%。工程建设后，多年平均年发电量增加 0.2 亿 kWh，几乎无电量效益。

还可以看出，龙滩电站建设 8 号、9 号机组后汛期增发电量 0.7 亿 kWh，非汛期电量减发 0.5 亿 kWh。为进一步分析此现象，对有无 8 号、9 号机组方案龙滩电站的发电流量和发电水头进行了分析，具体结果如表 2.4.7-3 所示。

由表 2.4.7-3 可知，从发电流量来看，在调峰时段有无 8 号、9 号机组方案的汛期发电流量较非汛期明显减少，且有 8 号、9 号机组方案的汛期和非汛期发电流量较无 8 号、9 号机组方案分别增加 567.86m³/s 和 431.70m³/s，这说明了 8 号、9 号机组后调峰能力增强。在平谷和低谷时段有无 8 号、9 号机组方案的汛期发电流量较非汛期均明显增加，且有 8 号、9 号机组方案的汛期发电流量较无 8 号、9 号机组方案分别减少 216.40m³/s 和 179.10m³/s、汛期发电流量分别减少 275.89m³/s 和

15.26m³/s。这是因为龙滩电站在有无 8 号、9 号机组方案时的水量利用率都已接近 100%，根据水量平衡原理，调峰时段有 8 号、9 号机组方案的电站发电水量要多于无 8 号、9 号机组方案，则在非调峰时段 8 号、9 号机组方案的电站发电水量要少于无 8 号、9 号机组方案，故有 8 号、9 号机组方案的发电流量减少。

从发电水头来看，在调峰、平谷和低谷时段有无 8 号、9 号机组方案的汛期发电水头较非汛期均明显减少，这说明龙滩电站汛期来水较多使下游水位抬升，汛期发电水头减少。

综上所述，龙滩电站考虑日内调峰运行后，建设 8 号、9 号机组后，龙滩电站多年平均年发电量增加 0.2 亿 kWh，几乎无电量效益；在汛期和非汛期的出力加权平均水头分别减少了 0.16m 和 0.60m，发电水头降低。



表 2.4.7-3 龙滩电站考虑日内调峰运行多年平均发电流量及水头

项目	时段	调峰时段			平谷时段			低谷时段		
		无 8 号、 9 号机组	有 8 号、 9 号机组	方案间 差值	无 8 号、 9 号机组	有 8 号、 9 号机组	方案间 差值	无 8 号、 9 号机组	有 8 号、 9 号机组	方案间 差值
发电流量 m ³ /s	汛期	2843.46	3411.31	567.86	1390.49	1174.09	-216.40	724.93	449.04	-275.89
	非汛期	3522.27	3953.96	431.70	644.58	465.48	-179.10	266.68	251.42	-15.26
发电水头 m	汛期	128.50	127.42	-1.07	133.87	134.81	0.94	136.44	137.55	1.11
	非汛期	134.06	133.64	-0.41	144.11	145.05	0.95	145.98	146.04	0.06

2.4.8 管理机构及人员编制

工程为在龙滩水电站一期工程基础上加装 8、9 号机组，机组布置在龙滩水电站枢纽左岸山体。本项目管理机构及管理人员依托已有的一期工程，电站仍按少人值守的方式管理电站，电站值班人员及业主营地人员总数按新增 30 人考虑。

2.4.9 工程投资

工程总投资为 191388.23 万元。

3 工程分析

3.1 工程符合性分析

3.1.1 与产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录(2024 年本)》“大中型水力发电”属于该目录中“第一类 鼓励类”—“四、电力”—“2.电力基础设施建设”，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程属于大型水电站扩机工程，其建设符合国家产业政策要求。

3.1.2 与“碳达峰、碳中和”目标符合性分析

2020 年 9 月习近平总书记在第七十五届联合国大会上宣布：“中国二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。”2021 年 3 月 5 日，十三届全国人大四次会议 2021 年政府工作报告提出：“扎实做好碳达峰、碳中和各项工作。制定 2030 年前碳排放达峰行动方案。优化产业结构和能源结构。”

龙滩水电站属于清洁环保电源，本身不消耗燃料，不排放有害物质，可通过替代火电机容量、改善火电机运行条件来有效降低火电机的煤耗，从而有助于整个系统的节能。龙滩水电站 8、9 号机组装机 1400MW，可替代系统火电装机 1400MW，每年可减少标准煤消耗约 59.31 万t，减排二氧化碳约 157.3 万t，减排二氧化硫约 0.5 万t，减排氮氧化物 0.5 万t。此外，同时还减免了火电站运行过程中的废水、废热污染问题，环境效益显著。建设龙滩水电站 8、9 号机组建设工程可保障广西电网新能源高比例消纳，是构建以新能源为主体的新型电力系统，落实“碳达峰、碳中和”等国家战略部署的需要。因此，项目建设与国家“碳达峰、碳中和”目标相符合。

3.1.3 与流域规划及规划环评的符合性分析

a) 项目与流域规划的符合性分析

2001 年 4 月，原国家计委以计基础〔2001〕567 号文批复了龙滩水电站可行性研究报告，确定龙滩水电站规划安装 9 台水轮发电机组，相应水库正常蓄水位 400 米，分两期建设。本期安装 7 台水轮发电机组，相应水库正常蓄水位 375 米；2013 年 3 月，珠江委组织完成《珠江流域综合规划(2012-2030)》，国务院以国函〔2013〕37 号进行了批复。规划确认龙滩现状正常蓄水位 375m，装机容量 4900MW；规划正常蓄水位 400m，装机容量 6300MW；规划提出“本次规划对

400m方案和 375m方案进行了比较，认为 400m方案在发电、防洪、航运、水资源配置以及提高下游梯级电站发电质量和电量等方面的效益均优于 375m方案，因此，龙滩水电站正常蓄水位推荐 400m方案。但 400m方案水库淹没涉及贵州罗甸县城，移民安置处理难度较大，下一步应协调有关方面意见，需妥善处理好移民问题，进一步研究 400 方案及建设时机”。

近年来广西电网调峰压力增大，系统调峰矛盾增加，而龙滩水电站规划工程的 8、9 号机组调峰性能优越，可以承担优化电网的电源结构，提高广西电网安全稳定作用。2022 年，广西壮族自治区人民政府印发广西能源发展“十四五”规划，将龙滩水电站 8、9 号机组建设工程纳入清洁低碳能源重点项目。本阶段针对龙滩水电站正常蓄水位 400m方案进行了初步研究，研究认为正常蓄水位 400m方案实施后，库区淹没范围增大，受淹没影响的环境敏感区的数量和面积将增加，库区仍保存的产卵场将被淹没；库区淹没涉及大量的移民需要安置，将产生一定的社会影响；坝下水文情势和水温变化，将对坝下生物资源和水生生态产生增量和累积影响。鉴于正常蓄水位 400m方案可能带来的环境和社会影响，仍需开展深入分析和研究，制定好应对措施，本阶段分析认为正常蓄水位 400m方案的建设条件仍不成熟。(详见报告 3.2.1 节)

综上，本工程是《广西能源发展“十四五”规划》中的重点项目，工程实施后龙滩水电站正常蓄水位 375m不变，共 9 台机组，总装机容量为 6300MW。工程未超出规划的 9 台机 6300MW总装机容量，也未超出相对应的规划正常蓄水位 400m，工程与《规划》的要求不冲突。

b) 项目与红水河综合利用规划环境影响回顾性评价的符合性分析

《红水河综合利用规划报告》(1980 年)由于红水河流域综合利用规划编制时间较早，规划阶段环境影响评价法和《规划环境影响评价条例》尚未颁布，故未开展规划环境影响评价工作。环办〔2012〕4 号文《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》：“对水电开发历史较早，未开展水电开发规划环境影响评价的流域，应及时组织开展流域水电开发的环境影响回顾性评价研究……”。2013 年 8 月珠江水资源保护科学研究所编制完成《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》(下文简称《回顾性评价报告》)；2013 年 12 月，生态环境部组织有关部门代表

和专家对《回顾性评价报告》，对报告进行了论证，并形成了审查意见。2014 年 2 月 19 日，原环境保护部办公厅出具了《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)。

《回顾性评价报告》结论认为：“龙滩 400m 方案和大藤峡水利枢纽所产生的不利环境影响，大多可以通过采取一些减缓性、恢复性或补救性措施予以减缓或消除。规划的后续实施不存在重大制约性环境因素。但是龙滩 400m 方案由于涉及罗甸县城的搬迁问题，且淹没数量较大，在下一阶段需要对淹没及移民安置的环境影响进行深入论证，进一步优化工程实施方案。”

同上，本阶段经过初步研究分析认为龙滩 400m 方案，受移民安置问题和环境影响仍不具备建设条件。而龙滩水电站 8、9 号机组建设工程已列入《广西能源发展“十四五”规划》中的重点项目，调峰性能优越，可以承担优化电网的电源结构，提高广西电网安全稳定作用。工程未改变现状 375m 的正常蓄水位，未超出规划的 9 台机 6300MW 总装机容量，也未超出相对应的规划正常蓄水位 400m。工程建设与《回顾性评价报告》的要求不冲突。

3.1.4 与国家《新型能源体系建设“十五五”规划》符合性分析

2026 年 6 月 13 日，国家发展改革委、国家能源局印发《新型能源体系建设“十五五”规划》。主要目标是：“2030 年初步建成清洁低碳安全高效的新型能源体系。能源综合生产能力达到 58 亿吨标准煤，电力系统互补互济和安全韧性水平全面提升，能源进口多元可控；煤炭和石油消费达峰，非化石能源消费比重达到 25%，风电和太阳能发电装机比重超过 50%、成为电力装机主体，非化石能源发电量比重达到 50%、成为电量主体；坚强韧性、绿色低碳、集成融合、智能高效的新型能源基础设施体系加快建设，新型电力系统初步建成；能源产业链关键技术装备实现总体自主可控，迈入世界能源科技创新国家前列；适应新型能源体系的市场和价格机制加快健全，全国统一电力市场体系基本建成”。空间布局是：“坚持“全国一盘棋”，统筹能源和经济、总量和结构、全国和区域、国内和国际，推动非化石能源供应形成五大增长板块，巩固优化化石能源生产基地，加强能源开发与用能产业布局协同，统筹优化能源骨干通道布局，不断拓展多元化进口通道”。

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程建设条件优越，交通条件好，投产进度快，单

位千瓦投资远低于抽水蓄能电站，也较调峰火电和气电投资低，龙滩 8、9 号机组建设条件优越，是广西乃至全国不可多得的调峰、调频和备用机组。项目建设有利于缓解电力系统调峰困难，满足电力和调峰容量增长需求；有利于增强系统应对事故和负荷急剧变化的能力，保障电网安全稳定运行；有利于优化广西电源结构，提高电力系统运行的经济性，有利于改善火电运行工况、有利于广西核电的发展、有利于电网吸收西部电力，提高西电东送工程综合效益。龙滩水电站 8、9 号机组装机 1400MW，可替代系统火电装机 1400MW，每年可减少标准煤消耗约 59.31 万t，减排二氧化碳约 157.3 万t，减排二氧化硫约 0.5 万t，减排氮氧化物 0.5 万t。此外，同时还减免了火电站运行过程中的废水、废热污染问题，环境效益显著。因此，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程与《新型能源体系建设“十五五”规划》“建成清洁低碳安全高效的新型能源体系”目标相符合。

综上，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程与《新型能源体系建设“十五五”规划》的要求相符合。

3.1.5 与国家《可再生能源发展“十五五”规划》符合性分析

2026 年 7 月 6 日，国家发展改革委、国家能源局印发可再生能源发展“十五五”规划。“十五五”期间，可再生能源发展主要目标有：总量目标、发电目标、非电力目标可靠替代目标。规划第二部分积极扩大可再生能源电力供给中提到“(三)以水风光一体化为重点推进水电开发建设……科学有序推进存量水电灵活性提升改造。坚持流域上下游、左右岸一体统筹，重点在开发程度较高的流域水电基地，支持建设水电扩机项目，因地制宜实施老旧水电机组增容改造……”。专栏 5 重大水电工程和水风光一体化基地中提到：“存量水电灵活性提升改造……重点在长江上游、金沙江下游、雅砻江中下游、乌江、红水河、大渡河、澜沧江中下游等流域水电基地，结合电力系统需要和电站建设条件，统筹谋划推进既有水电站扩机和老旧机组增容改造。”

龙滩水电站是红水河干流开发的龙头水电站与骨干工程，本工程是在龙滩水电站一期工程的基础上实施规划的 8、9 号机组的扩机建设任务，工程建设与上述规划中“支持建设水电扩机项目，因地制宜实施老旧水电机组增容改造”、结合电力系统需要和电站建设条件，“统筹谋划推进既有水电站扩机和老旧机组增容

改造”的要求相符合。

综上，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程与《可再生能源发展“十五五”规划》相符合。

3.1.6 与《广西能源发展“十四五”规划》符合性分析

2022 年 8 月 19 日，广西壮族自治区人民政府印发广西能源发展“十四五”规划。“十四五”期间，广西建设国家综合能源基地、构建现代能源体系的主要目标是：“能源保障更加安全有力”、“能源低碳转型成效显著”、“能源系统效率大幅提高”“能源创新能力有所突破”、“能源普遍服务水平持续提升”、“体制机制改革持续深化”、“开放合作形成新局面”七大目标。规划第三章主要任务提到“二、积极推动能源绿色低碳转型……(一)大力发展非化石能源。深度开发水电。积极推进大藤峡等在建大中型水利水电项目建设投产，推进红水河干流水电及其他主要河流水电梯级扩机工程，加快开工建设龙滩水电站 8、9 号机组和八渡水电站等。引导小水电规范发展和合理退出，推进绿色改造和现代化升级。“十四五”期间，确保全区新增水电并网装机 110 万千瓦，力争达到 200 万千瓦。”

龙滩水电站 8、9 号机组装机 1400MW，可替代系统火电装机 1400MW，每年可减少标准煤消耗约 59.31 万 t，减排二氧化碳约 157.3 万 t，减排二氧化硫约 0.5 万 t，减排氮氧化物 0.5 万 t。此外，同时还减免了火电站运行过程中的废水、废热污染问题，环境效益显著。因此，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程与广西壮族自治区《广西能源发展“十四五”规划》“能源低碳转型成效显著”目标相符合。

龙滩 8、9 号机组建设条件优越，是广西乃至全国不可多得的调峰、调频和备用机组。项目建设有利于缓解电力系统调峰困难，满足电力和调峰容量增长需求；有利于增强系统应对事故和负荷急剧变化的能力，保障电网安全稳定运行；有利于优化广西电源结构，提高电力系统运行的经济性，有利于改善火电运行工况、有利于广西核电的发展、有利于电网吸收西部电力，提高西电东送工程综合效益。因此，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程与广西壮族自治区《广西能源发展“十四五”规划》“能源系统效率大幅提高”目标相符合。

综上，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程与《广西能源发展“十四五”规划》相符合。

3.1.7 与区域经济发展规划协符合性分析

《广西壮族自治区国民经济和社会发展第十五个五年规划》提出“大力推进能源科技创新应用。引导能源与现代产业体系协同发展……。并明确“能源重大项目清单水电类：包含续建来宾、灌阳、钦州、贵港、玉林、百色、桂林等抽水蓄能电站。新建贺州、崇左等抽水蓄能电站，龙滩 8、9 号机组扩建工程等项目……。

《河池市国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》提出“大力发展新能源产业。推动河池水电高质量发展，加快能源结构绿色转型。”，专栏 1 工业转型发展重点项目清单提到：……源网荷储一体化项目、龙滩 8 号和 9 号机组项目、河池抽水蓄能电站项目……。

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程，已经成为广西壮族自治区的能源重点建设项目之一，工程建设符合广西壮族自治区和河池市的经济发展规划。

3.1.8 与国土空间规划符合性分析

2023 年 12 月，国务院批复了《广西壮族自治区国土空间规划(2021—2035 年)》；2024 年 8 月，广西壮族自治区人民政府公布了《广西壮族自治区国土空间规划(2021—2035 年)》。《国务院关于<广西壮族自治区国土空间规划(2021—2035 年)>的批复》(国函〔2023〕149 号)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”。广西壮族自治区人民政府关于《河池市国土空间总体规划(2021—2035 年)》的批复(桂政函〔2024〕22 号)要求“统筹保障水、电、气、通信、垃圾处理等各类市政基础设施建设，完善新型基础设施布局”。因此，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程是水电扩机工程属于基础设施工程，符合国土空间规划要求。

表 3.1.8 龙滩水电站 8、9 号机组建设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)》	优先保障基础设施用地需求。加强对纳入国土空间规划的重大基础设施项目用地保障，市县国土空间规划要预留重大基础设施建设廊道、明确重点项目清单和建设时序，做好空间保障。 第八章 强化内联外通统筹，构建安全绿色支撑体系 中“第三节 推进能源基础设施建设”提到“促进传统能源布局优化调整。深度开发水电，利用红水河、郁江和柳江等干流水电资源，加快推进已纳入国家规划的抽水蓄能电站项目建设。”	龙滩水电站 8、9 号机组建设工程已纳入规划，规划已为工程预留建设用地。	符合
2	国务院关于《广西壮族自治区国土空间规划(2021-2035 年)》的批复(国函〔2023〕149 号)	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。	龙滩水电站 8、9 号机组建设工程是广西传统能源重点工程，有利于促进传统能源布局优化调整	符合
3	河池市人民政府关于印发《河池市国土空间总体规划(2021-2035 年)》的通知(桂政函〔2024〕22 号)	七、构建现代化基础设施体系。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。统筹保障水、电、气、通信、垃圾处理等各类市政基础设施建设，完善新型基础设施布局。	龙滩水电站 8、9 号机组建设工程是水电扩机工程属于基础设施工程。	符合
4	《河池市国土空间总体规划(2021-2035 年)》	第七章市域基础设施支撑体系，第三节市政基础设施规划，第 134 条，电力工程规划，深度开发水电，利用河流水电资源，推进水电流域梯级综合开发，积极推动抽水蓄能电站建设及调峰利用，因地制宜发展中小型水电站，加快推进水电增效扩容改造，充分利用水利资源。推进风电规模化、协调化开发，强化风能发电和输电基础设施建设	龙滩水电站 8、9 号机组建设工程是水电扩机工程开发任务为发电，承担广西电网调峰、调频和备用。	符合

3.1.9 与环境敏感区相关法律法规和规划符合性分析

3.1.9.1 自然保护区

a) 相关规定

1) 《中华人民共和国自然保护区条例》

第二十六条 除下列活动外，自然保护区核心保护区内禁止人为活动：

(一) 为保护自然保护区开展的调查监测、生态修复、管护巡护等活动，科研观测、基础测绘、文物和其他文化遗产保护、防灾减灾、应急救援活动，以及国家机关依法履行执法职责确需开展的活动；

(二) 原有居民必要的生产生活活动，以及确需保留、无法避让的已有重要基础

设施的运行、维护、改造；

(三) 必须且无法避让、以生态环境无害化方式穿越地下、水下或者空中的线性基础设施建设；

(四) 为维护国家安全、实施国家重大战略确需开展的活动，以及无法避让的国家重大项目建设；

(五) 法律、行政法规规定或者国务院批准的其他活动。

第二十七条 自然保护区一般控制区内仅允许开展下列人为活动：

(一) 核心保护区允许开展的活动；

(二) 符合国土空间规划且无法避让的重要基础设施的建设、运行和维护；

(三) 古生物化石调查发掘，基础地质调查，战略性矿产资源远景调查和规定范围内的战略性矿产资源勘查；

(四) 珍稀濒危野生动植物的野化、繁殖，非破坏性的标本采集活动；

(五) 与自然保护区保护目标一致的人工商品林抚育、树种更新等森林经营活动；

(六) 科普宣传、生态旅游、教育文化体育等公共服务活动；

(七) 法律、行政法规规定或者国务院批准的其他活动。

b) 符合性分析

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，原龙滩水电站库区范围部分涉及贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区、广西雅长兰科植物国家级自然保护区范围。本项目是在已有龙滩水电站一期工程基础上的 8、9 号机组建设工程，工程占地均利用龙滩水电站一期工程原有征地，不新增占地。工程占地不涉及广西龙滩自治区级自然保护区、贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区、广西雅长兰科植物国家级自然保护区规划范围，工程建设与上述相关法律法规规定和要求不冲突。

因此，龙滩水电站 8、9 号机组工程符合《中华人民共和国自然保护区条例》相关要求。

3.1.9.2 森林公园

a) 相关规定

《国家级自然公园管理办法(试行)》林保规〔2023〕4 号

第十八条 严格保护国家级自然公园内的森林、草原、湿地、荒漠、海洋、水域、生物等珍贵自然资源，以及自然遗迹、自然景观和文物古迹等人文景观。在国

国家级自然公园内开展相关活动和设施建设，不得擅自改变其自然状态和历史风貌。

禁止擅自在国家级自然公园内从事采矿、房地产、开发区、高尔夫球场、风力光伏电站等不符合管控要求的开发活动。禁止违规侵占国家级自然公园，排放不符合水污染物排放标准的工业废水、生活污水及其他的废水、污水，倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物等污染生态环境的行为。

第十九条 国家级自然公园范围内除国家重大项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动：

- (一) 自然公园内居民和其他合法权益主体依法依规开展的生产生活及设施建设。
- (二) 符合自然公园保护管理要求的文化、体育活动和必要的配套设施建设。
- (三) 符合生态保护红线管控要求的其他活动和设施建设。
- (四) 法律法规和国家政策允许在自然公园内开展的其他活动。

第二十条 在国家级自然公园内开展第十九条规定的活动和设施建设，应当征求国家级自然公园管理单位的意见。其中，国家重大项目建设还应当征求省级以上林业和草原主管部门意见；开展第十九条(三)、(四)项的设施建设，自然公园规划确定的索道、滑雪场、游乐场等对生态和景观影响较大的项目建设，以及考古发掘、古生物化石发掘、航道疏浚清淤、矿产资源勘查等活动，应当征求省级林业和草原主管部门意见。

林业和草原主管部门或者国家级自然公园管理单位应当加强对设施建设必要性、方案合理性、设施建设对自然公园影响等的审查，必要时组织专家进行论证。

确需建设且无法避让国家级自然公园，经审查可能与自然公园保护管理存在明显冲突的国家重大项目，应当申请调整国家级自然公园范围。

第二十一条 国家级自然公园管理单位应当加强对相关活动和设施建设的监督，督促有关单位和个人严格执行相关法律法规的规定，依法办理相关手续，在指定区域内进行，并采取必要保护修复措施，减少和降低对自然生态系统、自然遗迹以及自然和人文景观的不利影响。

b) 符合性分析

广西龙滩大峡谷国家森林公园位于龙滩水电站坝址下游约 5km 处。本项目工程占地均利用龙滩水电站一期工程原有征地，不新增占地。工程占地不涉及广西龙滩大峡谷国家森林公园规划范围，工程建设活动不触及上述自然公园相关法律法规规

定的禁止活动，工程建设与上述相关法律法规规定和要求不冲突。

因此，龙滩水电站 8、9 号机组工程符合《国家级自然公园管理办法(试行)》的相关要求。

3.1.9.3 国家湿地公园

a) 相关规定

1) 《中华人民共和国湿地保护法》

第十九条：“国家严格控制占用湿地。

禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目等除外。

建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。

建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及国家重要湿地的，应当征求国务院林业草原主管部门的意见；涉及省级重要湿地或者一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级以上地方人民政府授权的部门的意见”。

2) 《贵州省湿地保护条例》

(五) 其他破坏湿地及其生态功能的行为。

第二十二条 在湿地保护范围内禁止下列行为：

- (一) 倾倒和堆置废弃物、排放有毒有害物质或者超标废水；
- (二) 擅自新建、改建、扩建建筑物和构筑物；
- (三) 非法捕捞鱼类及其他水生生物；
- (四) 擅自排放湿地蓄水或者修建阻水、排水设施，截断湿地与外围水系联系；
- (五) 擅自猎捕、采集国家和省重点保护的野生动植物，捡拾或者破坏野生鸟卵；
- (六) 擅自开垦、围垦、填埋、占用湿地或者改变湿地用途；
- (七) 擅自挖砂、采矿、取土、烧荒、采集泥炭或者泥炭藓、揭取草皮；
- (八) 其他破坏湿地及其生态功能的行为。

b) 符合性分析

本项目工程占地均利用龙滩水电站一期工程原有征地，不新增占地。工程占地不涉及自然保护地优化调整后的罗甸县蒙江国家湿地公园规划范围，工程建设活动不触及上述湿地公园相关法律法规规定的禁止活动，工程建设与上述相关法律法规

规定和要求不冲突。

因此，龙滩水电站 8、9 号机组工程符合《中华人民共和国湿地保护法》《国家级自然公园管理办法(试行)》《贵州省湿地保护条例》相关要求。

3.1.9.4 水产种质资源保护区

a) 相关规定

1) 《中华人民共和国生态环境法典》

第七百九十六条：“国家保护水产种质资源及其生存环境，并在具有较高经济价值和遗传育种价值的水产种质资源的主要生长繁育区域建立水产种质资源保护区。

未经省级以上人民政府渔业渔政主管部门批准，任何单位和个人不得在水产种质资源保护区内从事捕捞活动。

禁止非法占用或者破坏水产种质资源保护区。”

2) 《中华人民共和国渔业法》

第四十一条：“国家保护水产种质资源及其生存环境，并在具有较高经济价值和遗传育种价值的水产种质资源的主要生长繁育区域建立水产种质资源保护区。

未经省级以上人民政府渔业渔政主管部门批准，任何单位和个人不得在水产种质资源保护区内从事捕捞活动。

禁止非法占用或者破坏水产种质资源保护区。

禁止在水产种质资源保护区内新建、扩建排污口”

第四十七条：“在重要渔业水域开展建闸、筑坝、航道建设、港口建设等工程建设，其生态环境影响评价文件应当包括对渔业资源和渔业水域生态环境影响的内容；涉及水产种质资源保护区的，应当就其对渔业资源和渔业水域生态环境的影响编制专题论证报告。生态环境主管部门审查相关生态环境影响评价文件时，应当征求同级渔业渔政主管部门意见。”

3) 《水产种质资源保护区管理暂行办法》

第十七条：“在水产种质资源保护区内从事修建水利工程、疏浚航道、建闸筑坝、勘探和开采矿产资源、港口建设等工程建设的，或者在水产种质资源保护区外从事可能损害保护区功能的工程建设活动的，应当按照国家有关规定编制建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并将其纳入环境影响评价报告书。”

第二十条：“禁止在水产种质资源保护区内从事围湖造田、围海造地或围填海

工程”。

第二十一条：“禁止在水产种质资源保护区内新建排污口。在水产种质资源保护区附近新建、改建、扩建排污口，应当保证保护区水体不受污染”。

b) 符合性分析

本项目工程占地均利用龙滩水电站一期工程原有征地，不新增占地。工程占地不涉及蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区规划范围，工程原库区淹没范围不变，部分涉及保护区范围，工程不损害保护区功能，因此不需要编制专题论证报告；工程建设活动不涉及围湖造田，不在保护区内新建排污口。工程不触及上述水产种质保护区相关法律法规规定的禁止活动，工程建设与上述相关法律法规规定和要求不冲突。

因此，龙滩水电站 8、9 号机组工程符合《中华人民共和国生态环境法典》《中华人民共和国渔业法》《水产种质资源保护区管理暂行办法》相关要求。

3.1.9.5 饮用水水源保护区

a) 相关规定

1) 《中华人民共和国生态环境法典》

第三百一十九条：“禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭；第三百二十条：“禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭”。第三百二十一条：“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”。

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

第十二条：“饮用水地表水源各级保护区及准保护区内必须分别遵守下列规定：一级保护区内，禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止向水域排放污水，已设置的排污口必须拆除；禁止可能污染水源的旅游活动和其他活动。二级保护区内，禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；原有排污口依法拆除或者关闭。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”。

b) 符合性分析

本项目工程占地均利用龙滩水电站一期工程原有征地，不新增占地。工程占地不涉及陇麻坡饮用水水源保护区规划范围，工程施工期与运行期均不设置排口。工程施工范围位于饮用水源保护区上游，距离陇麻坡饮用水水源准保护区、二级保护区、一级保护区最近距离分别为 0.3km、3.1km、8.6km，施工期工程废污水经处理后全部回收利用。工程施工期与运行期均不触及上述饮用水水源保护区相关法律法规规定的禁止活动，工程与上述相关法律法规规定和要求不冲突。

因此，工程符合《中华人民共和国生态环境法典》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的相关要求。

3.1.10 与生态环境分区管控要求符合性分析

2020 年 12 月 7 日，广西壮族自治区人民政府发布了《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》(桂政发〔2020〕39 号)。2024 年 12 月 28 日，贵州省人民政府办公厅发布了《关于印发贵州省生态环境分区管控方案的通知》(黔府办函〔2024〕67 号) 2024 年 8 月 13 日，广西壮族自治区生态环境厅发布了《关于印发实施广西壮族自治区生态环境分区管控动态更新成果(2023 年)的通知》(桂环规范〔2024〕3 号)。2024 年 12 月 23 日，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

2023 年 8 月 6 日，天峨县自然资源局出具了关于龙滩水电站 8、9 号机组建设工程项目用地选址的意见，本工程不涉及天峨县“三区三线”划定成果中的生态保护红线。

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或综合利用不外排，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全部回用，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)II、III类标准要求。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

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程是在原水电站基础上的扩机工程，工程将最大化利用原龙滩水电站已有资源，因此基本不会增加新的资源利用。项目建设充分利用龙滩水电站已有建设用地，不占用永久基本农田，建设将协调与相关规划的关系，办理建设项目用地审批手续，确保符合土地资源利用上线要求；电站运行不消耗水资源，生产清洁能源，不会突破水资源和能源利用上线。

d) 生态环境准入及管控要求

根据广西壮族自治区生态环境厅《关于印发实施广西壮族自治区生态环境分区管控动态更新成果(2023 年)的通知》(环办环评函〔2023〕81 号)、贵州省人民政府《关于印发贵州省生态环境分区管控方案的通知》(黔府办函〔2024〕67 号)、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)、《贵州省生态环境厅关于反馈广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程及库区与贵州生态环境分区管控方案符合性意见的复函》(2026 年 8 月 28 日)、《广西壮族自治区生态环境厅关于反馈广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程生态环境分区管控相符性有关意见的函》(2026 年 9 月 2 日)，工程涉及天峨县其它优先保护单元 1 个(单元编码：ZH45122210009)，天峨县一般管控单元 1 个(单元编码：ZH45122230001)，不涉及生态保护红线优先保护单元；龙滩水电站库区淹没范围涉及优先保护单元 26 个，重点管控单元 11 个，一般管控单元 11 个，工程总体符合生态环境分区管控要求。工程与相关环境准入及管控要求的符合性分析详见表 3.1.10-1~表 3.1.10-3。龙滩水电站库区淹没范围与相关环境管控及准入要求的符合性分析详见附表 14。



图 3.1.10-1 工程与生态环境分区管控单元示意图



表 3.1.10-1 与广西壮族自治区生态环境总体准入及管控要求符合性分析

管控单元类别	适用对象	管控要求类别	生态环境准入及管控要求	符合性分析	结论
自治区	全自治区	空间布局约束	2. 禁止 新建、扩建《产业结构调整指导目录》明确的淘汰类项目； 禁止 引入不符合现行《市场准入负面清单》禁止准入类事项。新建项目要严格落实国家有关产业重大生产力规划布局要求，并符合广西优化主导产业布局及相关产业规划布局。新建化工项目应布局在自治区认定的化工园区内。	2、本工程属于大型水电站扩机工程，属于《产业结构调整指导目录》明确的鼓励类项目。4、本工程不涉及国家级生态公益林、天然林及I级保护林地；6、本项目具有调峰、调频和备用任务，项目建成后对广西电网大规模开发风电、光伏等新能源开发有重要的促进作用，有利于广西实现新能源占比不断提升的新型电力系统的构建，助力“碳达峰、碳中和”目标的实现。	符合要求
			4. 建设项目使用林地，应当按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》审核和审批，严格保护和合理利用林地，促进生态林业和民生林业发展。公益林、天然林依据《中华人民共和国森林法》《中华人民共和国森林法实施条例》《国家级公益林管理办法》《国家级公益林区划界定办法》《天然林保护修复制度方案》等国家和自治区有关规定进行管理。		
			6. 严格执行能耗“双控”、碳达峰和碳中和目标要求，新建项目能源利用效率应达到国内先进水平。		
优先保护单元	所有陆域一般生态空间	空间布局约束	1. 生态保护红线外的一般生态空间，除符合国土空间规划建设和布局要求、符合矿产资源总体规划、能源开发利用规划外，原则上按限制开发区域的要求进行管理。	1、工程用地均利用龙滩水电站已有用地，无新增占地。3、本工程不涉及国家级生态公益林、天然林及I级、II级保护林地；	符合要求
			3. 一般生态空间内符合区域准入条件的建设项目，涉及占用生态空间中的林地、草原等，按有关法律法规规定办理；涉及占用生态空间中其他未作明确规定的用地，应当加强论证和管理。		
	自然保护区	空间布局约束	1. 自然保护区核心保护区原则上 禁止 人为活动。 2. 自然保护区一般控制区原则上 禁止 开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。 3. 对边境地区涉及自然保护区的现有、新(改、扩)建生产、生活等项目实施分类管控。参照陆域生态保护红线空间布局准入要求执行。	本项目为水力发电扩机项目，项目用地全部利用龙滩水电站已有用地，无新增建设用地，工程用地范围不涉及自然保护区。工程不涉及自然保护区法律法规禁止的行为和活动。	符合要求
	饮用水水源保护区	污染物排放管控	1. 不能满足水质要求的地表水饮用水水源，准保护区或汇水区域采取水污染物容量总量控制措施，限期达标。 2. 准保护区内工业园区企业的第一类水污染物达到车间排放要求、常规污染物达到间接排放标准后，进入园区污水处理厂集中处理。	本工程属于水力发电项目，施工期污水处理达标后全部回用或综合利用，运行期污水利用现有厂房污水处理设施处理回用，不会增加工程下游的水环境污染负荷。	符合要求
		环境风险防控	1. 一级保护区周边人类活动频繁的区域设置隔离防护设施。 2. 二级保护区内乡级及以下道路和景观步行道应做好与饮用水水体的隔离防护及设置必要的应急措施，避免人类活动对水质的影响。县级以上公路、道路、铁路、桥梁等应严格限制有毒有害物质和危险化学品的运输，开展视频监控，跨越或与水体并行的路桥两侧建设防撞栏、桥面径流收集系统等事故应急防护工程设施。 3. 穿越饮用水水源保护区的船只，应配备防治污染物散落、溢流、渗漏设施。	报告书包含环境风险评价专章，对工程建设运行期间的环境风险进行识别、分析，并提出针对性的风险防范措施和风险应急预案编制要求。	符合要求

表 3.1.10-1(续)

管控单元类别	适用对象	管控要求类别	生态环境准入及管控要求	符合性分析	结论
优先保护单元	水产种质资源保护区	空间布局约束	1. 未经国务院渔业行政主管部门批准，任何单位或者个人 不得 在水产种质资源保护区内从事捕捞活动。 2. 在水产种质资源保护区内从事修建水利工程、疏浚航道、建闸筑坝、勘探和开采矿产资源、港口建设、桥梁工程等工程建设的，或者在水产种质资源保护区外从事可能损害保护区功能的工程建设活动的，应当按照国家有关规定编制建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并将其纳入环境影响评价报告书。 3. 单位和个人在水产种质资源保护区内从事水生生物资源调查、科学研究、教学实习、参观游览、影视拍摄等活动，应当遵守有关法律法规和保护区管理制度， 不得 损害水产种质资源及其生存环境。 4. 禁止 在水产种质资源保护区内从事围湖造田。	本项目为水力发电扩机项目，项目用地全部利用龙滩水电站已有用地，无新增建设用地，工程用地范围不涉及水产种质保护区范围，也不存在损害保护区功能的建设活动。	符合要求
	湿地公园	空间布局约束	保育区除开展保护、监测、科学研究等必需的保护管理活动外， 不得 进行任何与湿地生态系统保护和管理无关的其他活动。恢复重建区应当开展培育和恢复湿地的相关活动。合理利用区应当开展以生态展示、科普教育为主的宣教活动，可开展不损害湿地生态系统功能的生态体验及管理服务等活动。 禁止 擅自征收、占用湿地公园的土地。确需征收、占用的，用地单位应当征求同级人民政府林业主管部门和该湿地主管部门的意见后，方可依法办理相关手续。 禁止 擅自开(围)垦、填埋、占用湿地、排干湿地或者改变湿地用途。 禁止 截断湿地水源或者堵截湿地水系与外围水系的通道。 禁止 其他破坏湿地及其生态功能的活动。	本项目为水力发电扩机项目，项目用地全部利用龙滩水电站已有用地，无新增建设用地，工程用地范围不涉及湿地公园范围。工程建设不涉及湿地公园禁止的相关活动。	符合要求
	自治区级以上森林公园	空间布局约束	1. 总体规划批准前， 不得 在森林公园内新建永久性建筑物、构筑物等人工设施。 2. 森林公园的设施和景点建设，必须符合总体规划设计进行。要从严控制机动车道、住宿、游乐设施以及人造景观建设。 3. 在珍贵景物、重要景点和核心景区，除必要的保护和附属设施外， 不得 建设宾馆、招待所、疗养院和其他工程设施。 4. 禁止 在森林公园内擅自围、填、堵、截自然水系。 5. 禁止 在森林公园内开展开矿、开垦、挖沙、采石、取土以及商业性探矿勘查活动。 6. 禁止 在森林公园内建设高尔夫球场、垃圾处理场、房地产、私人会所、工业园区、开发区、工厂、光伏发电、风力发电、抽水蓄能电站、非森林公园自用的水力发电项目。 7. 禁止 在森林公园内从事其他污染环境、破坏自然资源或自然景观的活动。	本工程为水电站扩机工程，广西龙滩大峡谷国家森林公园位于工程下游约 5km，工程用地范围不涉及森林公园规划范围，工程建设也不存在森林公园规定的禁止行为。	符合要求

表 3.1.10-1(续)

管控单元类别	适用对象	管控要求类别	生态环境准入及管控要求	符合性分析	结论
优先保护单元	自治区级以上公益林	空间布局约束	1. 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自治区级以上公益林地，按规定实行占补平衡。 2. 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。国有一级国家级公益林， 不得 开展任何形式的生产经营活动。因教学科研等确需采伐林木，或者发生较为严重森林火灾、病虫害及其他自然灾害等特殊情况确需对受害林木进行清理的，应当组织相关专家进行生态影响评价，经县级以上林业主管部门依法审批后实施。集体和个人所有的一级国家级公益林，以严格保护为原则。根据其生态状况需要开展抚育和更新采伐等经营活动，或适宜开展非木质资源培育利用的，应当符合有关技术规定。 3. 二级国家级公益林、自治区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。	本工程不涉及国家级生态公益林	符合要求
	天然林	空间布局约束	1. 对全国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。 2. 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。 3. 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、特色种植养殖等产业。	本工程不涉及天然林及I级、II级保护林地；	符合要求



表 3.1.10-2 与河池市生态环境准入及管控要求清单符合性分析

管控类别	管控要求	符合性分析	结论
空间布局约束	1. 自然保护地、饮用水水源保护区、公益林、天然林、水产种质资源保护区等具有法律地位、有管理条例、规定、办法等的各类保护地，其管控要求原则上按照各类保护地的现行规定进行管理，重叠区域以最严格的要求进行管理。	本项目为水力发电扩机项目，项目用地全部利用龙滩水电站已有用地，无新增建设用地，工程用地范围不涉及各类自然保护地。详细分析见报告 3.1.8 节。	符合要求
	6. 除受上述空间布局约束外，应遵循河池市整体规划和国土空间规划要求。	本项目已列入河池市战略性新兴产业壮大提升重大工程清单，且工程全部利用龙滩水电站已有用地，工程与河池市整体规划和国土空间规划要求不冲突。	符合要求
污染物排放管控	1. 加强对入河排污口的管理，对排污量已经超出水功能区限制排污总量的地区，限制审批新增取水和入河排污口。对目前纳污能力难以满足水质现状要求的南丹河(铜江河)农业用水区、巴马河巴马镇景观娱乐用水区、巴马河巴马镇排污控制区，在入河污染物量削减到纳污能力之前应严格限制新设排污口。	本工程属于水力发电项目，施工期废水处理达标后全部回用或综合利用，运行期污水利用现有厂房污水处理设施处理回用，不会增加工程下游的水环境污染负荷。	符合要求
环境风险防控	1. 推进固体废物安全处理处置。鼓励开发、推广有利于减少固体废物产生的清洁生产技术，将产生固体废物的重点企业列入清洁生产审核计划。强化工业固体废物资源综合利用。实施工业固体废物资源综合利用设施建设工程，推进固体废弃物综合利用循环产业链建设。强化白色污染治理。开展塑料垃圾专项治理，重点解决城乡结合部、环境敏感区、道路和江河湖泊、坑塘沟渠等处生活垃圾随意倾倒堆放导致的塑料污染问题。	生活垃圾经集中收集后转运至无害化垃圾处理场，一般工业固废、危险废物均将按相关要求收集处置。	符合要求
	2. 提高危险废物安全处置水平，提升危险废物处理处置能力，提升医疗废物处置与应急能力。开展医疗机构废弃物专项整治行动及医疗废物集中处置设施收集效能评估，规划新建具有辐射作用的医疗废物集中处置设施，缩小医疗废物收集半径。		
	5. 完善环境风险管控体系，完善环境风险管理制度，加强风险预警和应急能力建设。强化环境与健康调查、监测和风险评估。建立环境事故处置和损坏赔偿制度。	报告书包含环境风险评价专章，对工程建设运行期间的环境风险进行识别、分析，并提出针对性的风险防范措施和风险应急预案编制要求。	符合要求

表 3.1.10-2(续)

管控类别	管控要求	符合性分析	结论
资源开发效率要求	4. 能源利用总量及效率要求：严格执行能耗“双控”，新建项目能源利用效率应达到国内先进水平。落实国家碳排放碳达峰行动方案，降低碳排放强度。	本工程属于水力发电项目，可替代系统火电装机 1400MW，每年可减少标准煤消耗约 59.31 万t，减排二氧化碳约 157.3 万t，减排二氧化硫约 0.5 万t，减排氮氧化物 0.5 万t。项目具有调峰、调频和备用任务，项目对广西电网大规模开发风电、光伏等新能源开发有重要的促进作用，有利于广西实现新能源占比不断提升的新型电力系统的构建，助力“碳达峰、碳中和”目标的实现。	符合要求



表 3.1.10-3 与河池市天峨县生态环境准入及管控要求符合性分析

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类别	管控要求		符合性分析	结论
ZH45122210002	广西河池龙滩自治区级自然保护区生态保护红线	优先保护单元	空间布局约束	1、生态保护红线内自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动；生态保护红线内自然保护区核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线划定后，未经批准，严禁擅自调整。因国家重大项目建设需要，确需占用生态保护红线的，按照国家和自治区规定的程序办理用地审批。	本项目用地全部利用龙滩水电站已有用地，无新增建设用地。工程不占用自然保护区、生态红线范围，工程建设不触及自然保护区地所述的禁止活动。	符合要求
ZH45122210004	广西龙滩大峡谷国家森林公园生态保护红线	优先保护单元	空间布局约束	1、生态保护红线内自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动；生态保护红线内自然保护区核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线划定后，未经批准，严禁擅自调整。因国家重大项目建设需要，确需占用生态保护红线的，按照国家和自治区规定的程序办理用地审批。	本项目用地全部利用龙滩水电站已有用地，无新增建设用地。工程不占用自然保护区、生态红线范围，工程建设不触及自然保护区地所述的禁止活动。	符合要求
ZH45122210004	广西龙滩大峡谷国家森林公园生态保护红线	优先保护单元	空间布局约束	3、饮用水水源保护区、森林公园以及生态公益林、天然林还需执行国家、自治区以及市县相应法律法规要求。	本项目用地全部利用龙滩水电站已有用地，无新增建设用地，工程用地不涉及森林公园、饮用水水源保护区范围，工程用地不涉及生态公益林、天然林。森林公园位于工程坝下约 5km 处。工程建设位于陇麻坡饮用水水源保护区上游，距离其准保护区最近约 300m。工程建设与国家、自治区以及市县相应法律法规要求不冲突。	
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。	工程不涉及饮用水水源保护区范围。工程建设位于陇麻坡饮用水水源保护区上游，距离其准保护区最近约 0.3km，距离其二级保护区最近距离约 3.1km。本工程属于水力发电项目，施工期污水处理达标后全部回用或综合利用，运行期废水利用现有厂房污水处理设施处理回用，不会增加工程下游的水环境污染负荷。	符合要求



表 3.1.10-3(续)

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类别	管控要求		符合性分析	结论
ZH45122210009	天峨县其他优先保护单元	优先保护单元	空间布局约束	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。	本项目用地全部利用龙滩水电站已有用地,工程用地不涉及生态公益林、天然林。	符合要求
				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、特色种植养殖产业。	本项目用地全部利用龙滩水电站已有用地,工程用地不涉及生态公益林、天然林。	
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。	本项目用地全部利用龙滩水电站已有用地,工程用地不占用永久基本农田、耕地。	
			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。	本工程属于水力发电项目,施工期污水处理达标后大全部回用或综合利用,运行期污水利用现有厂房污水处理设施处理回用,不会增加工程下游的水环境污染负荷。	

3.2 工程方案环境合理性分析

3.2.1 工程总体方案的合理性分析

为进一步分析和研究方案 1(正常蓄水位 375m, 装机容量 630(70*9)万kW), 方案 2(正常蓄水位 400m, 装机容量 630(70*9)万kW)三种方案环境影响, 本阶段对两种方案进行环境影响比选分析。

a) 水文情势

方案 1 典型年工况下, 龙滩库区和坝下水文情势不会发生明显变化, 但电站满发时, 满发流量增加, 极端 9 台机满发典型日工况下库区水位降幅和坝下水位及水位日变幅会有所加大, 各要素变幅在 20%~30%。根据计算, 以坝下六排大桥鱼类产卵场所在断面为例, 丰水期水位日变幅在 5.49m, 枯水期水位日变幅为 3.92m, 装机容量增加后, 丰水期水位日变幅在 6.85m, 枯水期水位日变幅为 4.91m, 8、9 机组建设前后水位日变幅均较大。方案 2 情况下, 当正常蓄水位增加至 400m 后, 库区水位增加, 库区年内水位变幅由 330~375m 变化为 366~400m, 库区淹没范围由 366.5km² 大幅增加至 535km², 龙滩电站各典型年月均流量较方案 1 和方案 2 发生变化, 丰、平、枯典型年情况下, 最大下泄流量增加, 最小下泄流量降低, 坝下水位特征变化趋势与下泄流量变化趋势一致, 水位月间变幅增加。极端 9 台机满发典型日工况下泄流量不发生变化, 坝下日内水文情势不变, 但满发情况出现的频率增加, 且呈现丰水期出现次数减少、枯水期出现次数明显增加的趋势。

因此, 从水文情势影响角度来说实施方案 1 不会较现状 1 产生较大水文情势新增影响, 但实施方案 2 会导致淹没范围增大, 库区和坝下产生的水文情势影响会增加。

b) 水温影响

龙滩电站建成后, 现状情况下, 4 月~7 月电站下泄低温水现象明显。方案 1 实施后, 龙滩电站增扩建机组对坝前水温和下泄水温整体影响不大, 低温水现象依然明显。根据水温模型计算结果, 方案 2 情况下, 大坝正常蓄水位由 375m 加高到 400m, 水库水温时空分布规律与现状和方案 1 相比基本一致, 但 4 月~7 月下泄水温将进一步降低, 而 11 月~2 月下泄水温将会提高。水库下泄水温与河道天然水温的温差总体来说将增大。

因此，从水温影响角度来说，实施方案 2 电站下泄低温水现象会增大，对生态环境的影响增加；方案 1 下泄低温水现象与现状基本一致。

c) 陆生生态

方案 1 不改变龙滩水电站正常蓄水位，也不会改变现有的库区淹没面积，工程运行期库区水位变化幅度较小，流速基本无变化，不会对库区已有的环境敏感区产生明显影响。工程运行期一般工况下，坝下水文情势无变化，基本不会对坝下森林公园产生环境影响。运行期 9 台机组全部满发极限情况下(满发频率少于 5%)，坝下森林公园段水位最高增幅小于 1.6m、水面宽度最高增幅小于 5%，增幅均小于坝下历史水位变动范围。由于 9 台机组全部满发为低频率工况，工程运行对广西龙滩大峡谷国家森林公园产生的影响有限。方案 2，当正常蓄水位增加至 400m 后，库区水位增加，库区淹没范围 366.5km² 大幅增加至 535km²，涉及敏感区数量和敏感区面积增加。400m 淹没线对现有广西雅长兰科植物国家级自然保护区淹没面积会增大，运营期间水位上升可能对保护区兰科植物生境产生影响，进而影响兰科植物的生长繁衍。势必会淹没一些生物资源，致使生物量损失增大，同时对野生动物生境造成一定的破坏。方案 2 运行期，坝下河道年内最大月均水位增加，最低水位降低，水位月间变幅进一步加大，对坝下广西龙滩大峡谷国家森林公园及坝下生物资源有一定影响。龙滩水电站一期工程建设期，已将淹没线 400m 范围内的保护植物及古树名木移出，因此 2 个方案对保护植物及古树名木影响较小。

因此，从陆生生态影响的角度分析，方案 1 较方案 2 影响小。

d) 水生生态

方案 1 不改变水库特征水位，不改变现有运行调度方式，工程建成后月均及旬均下泄流量与现状基本一致，仅在日内调峰过程中流量过程有所调整。工程运行后一般工况下库区及坝下水文情势基本无变化，不会对库区及坝下的水生生物造成影响。极端满发工况下库区短时间水位降幅增加可能对在库区和库尾的产卵场产生一定的不利影响，坝下水位变幅增加可能对水生生物栖息空间及产卵场造成一定的影响。

方案 2 当正常蓄水位增加至 400m 后，库区水位增加，库区年内水位变幅由 330m~375m 变化为 366m~400m，库区淹没范围由 366.5km² 大幅增加至 535km²。原正常蓄水位 375m 方案下，库尾南盘江段仍保留的约 5km 的流水生境和库尾北盘江董

箐坝下至龙滩水库库尾保留有的 45.3km 流水生境将消失，适应在急流中生活的种类将失去赖以生存的急流环境，库周滩多水急的环境将基本消失，致使这些种类会逐渐退出龙滩库区。暗色唇鲮、单纹似鲮、斑鲮等重要物种也将逐渐退出龙滩库区。正常蓄水位抬高到 400m 后，库区原有的产卵场被淹没。库区回水会到北盘江董菁水电站、南盘江平班水电站坝下支流蒙江、库尾南盘江、库尾北盘江的产卵场也将被淹没。由于正常蓄水位增加至 400m 后，坝下河道年内最大月均水位增加，最低水位降低，水位月间变幅较 375m 方案进一步加大，极端满发情况下会对坝下天峨四桥产卵场的功能产生进一步的影响。

表 3.2.1-1 不同方案水生生态影响情况分析表

方案	现状	方案 2	方案 3
对水生生物的影响	库区水生生物从流水性向静水性区系演变	库区水生生物从流水性向静水性区系演变	库区水生生物从流水性向静水性区系演变，流水性水生生物在坝上水域持续减少
对鱼类和重要物种的影响	流水性鱼类和重要物种减少，但是支流蒙江、库尾南盘江、库尾北盘江仍然保留有部分流水性重要物种的栖息生境	流水性鱼类和重要物种减少，但是支流蒙江、库尾南盘江、库尾北盘江仍然保留有部分流水性重要物种的栖息生境。工程运行对坝下斑鲮等重要物种的栖息空间及繁殖造成一定的影响	流水生境在坝上完全消失，流水性鱼类和重要物种将逐渐退出坝上水域
对蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区的影响	该保护区依托 375m 方案建立，未对其产生影响	该保护区依托 375m 方案建立，基本不会对其产生影响	淹没
对鱼类产卵场的影响	建库后，库区原有的产卵场被淹没。但支流蒙江、库尾南盘江、北盘江和坝下天峨四桥段的产卵场得以保留。	建库后，库区原有的产卵场被淹没。但支流蒙江、库尾南盘江、北盘江和坝下天峨四桥段的产卵场得以保留。主要繁殖期 4 月~6 月无满发情况，但是工程一旦运行不可避免的会对坝下产卵场鱼卵的孵化产生影响。	库尾南盘江、库尾北盘江的产卵场将被淹没。满发情况下水位月间变幅进一步加大会对坝下天峨四桥产卵场的功能产生进一步的影响。

e) 移民安置

实施方案 1 未新增淹没范围和工程占地，工程无新增影响。实施方案 2，移民搬迁人口、淹没房屋面积、耕地面积、陡坡地、园地、林地等将进一步增大，将产生一定的社会影响。

f) 小结

方案 1 情况下，库区和坝下水文情势不会发生明显变化，坝前水温和下泄水温整体变化不大，低温水现象依然存在；库区淹没范围未变化，无新增移民安置影

响。电站极端 9 台机满发时，典型日工况下坝下水位及水位日变幅会加大，坝下六排大桥鱼类产卵场鱼卵的会受到一定影响；但 9 台机组满发是低频率事件，工程运行整体对坝下产卵场鱼卵的孵化产生的影响有限。方案 2 工况下，库区淹没范围由 366.5km² 大幅增加至约 535km²；丰、平、枯典型年情况下，最大下泄流量增加，最小下泄流量降低，坝下水位月间变幅增加；电站极端 9 台机满发工况下，下泄流量和日内水文情势变化与方案 1 相同，但满发情况出现的频率增加，产生的影响较方案 1 增加。方案 2 工况下，4 月~7 月下泄水温将进一步降低，下泄水温与河道天然水温的温差进一步加大。库区淹没范围增大，淹没的敏感区数量和面积增加，对敏感区的影响将有所增加，喜急流生活的鱼种类会逐渐退出龙滩库区，库区原有的产卵场将被淹没；坝下河道水位月间变幅进一步加大，对坝下生物资源和鱼类产卵场的影响将增加。由于淹没范围增大，库区淹没涉及的移民搬迁人口将增加，将产生一定的社会影响。

综上所述，从环保角度分析认为本阶段先行实施方案 2(8、9 号机组建设工程，维持水库特征水位保持不变)是合理的。

3.2.2 施工场地选址环境合理性分析

根据施工总进度布置，工程施工生活及办公营地布置在姚里沟刺猪坪，刺猪坪现有两栋施工房建，建筑面积共约 8000m²。转轮加工厂布置在姚里沟沟口高程 273.00m 平台，该场地为原一期工程转轮加工厂，场地面积 1.20 万 m²，建筑面积 2300m²。机电设备仓库布置在姚里沟沟口高程 270.00m 平台，该场地为原一期工程转轮加工厂及蜗壳尾水管加工厂，场地面积 2.30 万 m²，部分原有仓库可利用，需要新建棚式厂房 1000m²。项目枢纽工程及施工临建设施均位于一期工程永久征地范围内，无新增占地。

工程施工布置遵循了因地制宜、因时制宜的原则，充分掌握和综合分析工程特点、施工条件和工程分标因素，工程施工营地、施工加工厂及仓库利用已有的施工房建和原一期工程转轮加工厂及蜗壳尾水管加工厂场地，因地制宜布置场地，可以有效避免大挖大填，减小对原地表的扰动，有利于施工区生态环境保护和后期的生态恢复与水土保持措施的实施。同时施工布置选择的场地均位于一期工程永久征地范围内，无新增占地；选址周边无集中居民点居住。工程布置场地不占用生态保护红线、森林公园、地质公园、国家级和地方公益林、天然林等环境敏感区。

因此，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程的施工场地布置是合理的。

3.2.3 施工道路选择合理性分析

8、9 号机组位于红水河左岸，施工生活办公营地布置在坝址左岸下游姚里沟沟内刺猪坪，转轮加工厂及设备仓库布置在姚里沟沟口。龙滩水电站一期工程左岸、右岸场内均建有 7 条主干道路，各场地与工作面的连接均可直接利用电站建设期的场内道路。

工程施工道路利用龙滩水电站一期工程左岸、右岸场内已经建设的 7 条主干道路，同时，各场地与工作面的连接均可直接利用电站已有的场内道路。工程施工利用电站已建道路，避免了新建道路开挖、填方、噪声、粉尘等可能产生的环境影响，减少了对地表扰动环境影响较小。

因此，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程的施工道路布置是合理的。

3.3 环境影响源分析

3.3.1 施工期环境影响源

3.3.1.1 水环境影响

本工程产生的废(污)水主要是含油废水和施工营地生活污水。

施工区油污污染主要来自施工区的燃油机械、运输车辆的滴漏以及施工机械的运行和维修中燃油的滴漏，随雨水或人工排水进入施工区所在的溪沟，导致溪沟水体和周围土壤受到污染。含油废水的排放特点与混凝土拌和楼冲洗废水相似，排放不确定，具有间断、瞬时性。由工程分析可知，本工程施工区含油废水排放强度为 $20\text{m}^3/\text{d}$ 。

生活污水主要来自洗涤、浴室与食堂排水。本工程施工高峰期施工人数为 260 人，生活污水排放量按人均用水指标($150\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$)的 80% 计算，则每人日产生污水量为 120L，施工区高峰期生活污水量为 $31.2\text{m}^3/\text{d}$ 。污水中各项指标与城市生活污水相比均较低。类比其他工程确定生活污水 BOD_5 、COD 浓度分别为 200mg/L 、 300mg/L 。

正常情况下，施工期产生的废(污)水处理后回用至厂区，基本不会对红水河水质造成污染。事故情况下直排至红水河，将会对河流局部水体水质产生影响。

3.3.1.2 生态影响

a) 陆生生态

工程施工期对陆生生态的影响主要来源于施工占地和施工活动等对区域内动植物等造成的影响，由此导致植被分布面积减少，生物量损失及对动物生境造成一定影响。但本主体工程为地下施工，不新增占地，而附属的施工场地均利用原有施工用地，因此施工占地和施工活动对区域内动植物影响较小。工程过鱼设施、分层取水设施等“以新带老”环保措施实施对施工区所在区域的土壤、植被以及野生动物生境会产生一定的影响。“以新带老”措施施工过程中地表将受到一定程度的破坏或扰动，施工开挖、永久性或临时性工程将使施工区原有的地形地貌、土地利用方式发生改变，植被受到破坏；同时，施工开挖和填筑等将产生不可利用料，若对于受到破坏或扰动的地表和产生的不可利用料处理不当，易形成水土流失和尘土，对所在区域的水土流失和施工区生态环境产生一定的影响。

b) 水生生态

本工程主体工程部分不涉及动土开挖，不新增占地，而附属的施工场地均利用原有施工用地，施工期基本不会对水生生物和鱼类产生不利影响。工程“以新带老”过鱼设施的施工会涉及部分围堰施工，在围堰河段可能造成水体泥沙、悬浮物含量增加，影响河段水质，对水生生物和鱼类生活产生轻微影响。

3.3.1.3 环境空气影响

施工过程中主要大气污染源是汽车运输扬尘，污染物为TSP；其次是燃油机械的废气排放，主要污染物为SO₂、NO₂和NO等。

工程外来物资运输车辆的流量少且主要通过电站内已有道路转县级公路进行运输，对外交通运输标准行车密度最高约为 60 辆/单向小时，外来物资运输对沿线居民的大气环境影响很小。交通运输产生的大气污染物主要来自施工区内交通运输产生的废气和粉尘。交通运输的扬尘排放与车辆的行驶速度、载重量、路面状况、运输工程量及车流量等因素有关。一般情况下，车辆行驶产生的扬尘，在同样的路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘越大；在同样的车速下，路面砂土多扬尘量越大。本工程主干道路均为混凝土路面，在及时洒水降尘和清理路面的情况下，运输车辆扬尘产生量较小。产生废气和粉尘的主要施工活动为“以新带老”环保措施工程

开挖弃料、填筑所需的土石料，由于作业面小，施工强度小，对环境产生影响较小。

3.3.1.4 噪声影响

本工程施工噪声主要来源于交通运输。交通噪声属于流动声源，其源强大小与车流量、车速以及路况等因素有关。施工区主要来往车辆为载重量 15~20t 级自卸汽车，以大型车为主，场内行车速度不超过 40km/h。交通运输噪声在 85dB(A)~94dB(A) 之间。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。本工程“以新带老”环保措施作业面小，施工强度小，噪声污染源主要来源于流动声源，由于工程主要运输道路距离附近居民较远且有山体阻隔，居民受到交通道路噪声影响程度较小。

3.3.1.5 固体废物污染

a) 施工弃渣和建筑垃圾

因依托已建的龙滩水电站，施工道路、业主营地等已建设完成，地下厂房洞室已完成开挖，施工场地已场平，本工程土石方开挖仅涉及过鱼设施、分层取水设施，考虑结合龙滩鱼类增殖站建设回填量，不产生弃渣。工程涉及的少量混凝土拆除弃渣，外运至当地垃圾场处理，不设弃渣场。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。施工工厂也有一些建筑垃圾产生，如钢管加工厂和钢筋加工厂产生废金属、木材加工厂产生废木材和木屑等。这些垃圾相对集中便于回收利用。考虑对其产生的建筑垃圾进行回收利用后，对环境的影响较小。

b) 生活垃圾

本工程施工高峰期人数为 260 人，运行期管理人员约 30 人。以人均生活垃圾日产量 1.0kg/人计算，整个施工期日产生生活垃圾为 0.26t，年产生生活垃圾量 94.9t，施工期生活垃圾产生总量约 142.35t；运行期生活垃圾日产量 30kg，年产生生活垃圾 10.95t。考虑对其产生的垃圾进行外运处理后，对环境的影响较小。

c) 危险废物

施工期车辆冲洗、机械修配等过程中和运行期机组检修过程中均将产生一定量的含油废水和生产废油，其中含油废水处理设施产生的油泥和生产废油均为危险废物，属于《国家危险废物名录》中的 HW08 废矿物油，需同原电厂的危险废物一同

委托有危险废物处置资质的单位进行处置，处置后，对环境影响较小。

3.3.1.6 人群健康影响

工程施工期间，施工高峰期人数为 260 人。施工区人口密度大、高度集中，人员流动性大，卫生条件不好，在卫生防疫措施不当时，具有暴发流行性疾病的潜在危险，容易引起一些传染性疾病的传播和流行，可能对施工区人群和施工区周围居民的健康产生不利影响，因此需严格落实国家和地方有关部门制定的流行性疾病防控政策。

3.3.2 运行期环境影响源

3.3.2.1 水文情势影响

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程不改变水库现有运行调度方式，正常蓄水位、汛限水位及死水位等特征水位维持不变。长序列径流调节演算表明，工程建设后月均及旬均下泄流量与现状基本一致，仅在日内调峰过程中流量过程有所调整。一般工况下，工程建设对水文情势基本无影响。工程对水文情势的影响主要集中于极端满发调峰工况(9 台机组全开)。极端满发工况下，库区河段受水库巨大调蓄能力影响，库区水位、流速变化甚微，库区生态敏感区、库尾水文情势无明显变化，库尾日内水位波动不变，但波动幅度小幅增加，整体无显著影响；坝下河段水位波动有所增大，水位、流速短期波动有所增大但程度有限，且波动幅度均小于历史最大波动范围，生态敏感目标和城镇河段水文情势变化在可接受范围内，由于极端满发工况概率较低(预测小于 5%)，工程建设的整体水文情势影响可控。

3.3.2.2 水环境影响

a) 水质影响

工程运行期基本没有生产废水排放，仅机组检修时产生少量含油废水，在无法收集的情况下可能进入河道，对库区及下游水质影响较小。运行期电站值班人员较少，生活污水产量小，可利用龙滩电站已有的管理营地废水处理设施进行处理，经处理达标后回用于绿化用水，不排入红水河，不会对库区及下游水质产生影响。

b) 水温影响

通过垂向零维热通量公式计算发现，由于 8、9 号机组进水口中心线相对于 1~7 号机组高出 10m，因此库区温跃层会略微有所抬升，下泄水温会略微提升。由于

水库的特征水位未发生变化，现电站机组的额定水头未改变，8、9 号机组的运行不会明显龙滩库区的现有水温结构。

3.3.2.3 生态影响

a) 陆生生态

工程不改变水库特征水位，不改变现有运行调度方式，工程运行后库区及坝下水位、水面宽度、流速等变化幅度均较小，水库淹没范围不变，因此不会新增破坏动植物及其适宜生境，对陆生生态基本无影响。

b) 水生生态

工程不改变水库特征水位，不改变现有运行调度方式，工程建成后月均及旬均下泄流量与现状基本一致，仅在日内调峰过程中流量过程有所调整。工程运行后一般工况下库区及坝下水文情势基本无变化，不会对库区及坝下的水生生物造成影响。极端满发工况下库区短时间水位降幅增加可能对在库区和库尾的产卵场产生一定的不利影响，坝下水位变幅增加可能对水生生物栖息空间及产卵场造成一定的影响。工程采取分层取水设施后坝下水温会有所提升、坝下鱼类产卵繁殖条件会有所改善，过鱼设施实施后会对鱼类洄游通道恢复有一定的正面作用。

3.3.2.4 大气和噪声影响

工程建成后运行期不产生大气污染物，对环境空气无影响。运行期主要噪声源为地面开关站、发电厂房内的发电(水轮机)机组，地面开关站和厂房周边 200m 范围内无声环境敏感点，不影响周围声环境质量。

3.3.2.5 固体废物污染

a) 生活垃圾

电站运行初期运行人员主要在地面中控室值班，当本电站的电气设备和机械设备进入稳定运行状态，电站按少人值守的方式管理电站，电站值班人员及业主营地人员总数按新增 30 人考虑。生活垃圾产生于部门工作人员日常生活过程中。主要是食物残渣、卫生清扫物、废旧包装袋、瓶、罐等，产生量为 10.95t/a，产生的生活垃圾考虑和原电厂生活垃圾一同处理，处理后不会对周边环境产生影响。

b) 危险废物

运行期发电厂房机组运行过程产生少量的废机油、废透平油废油，属于危险废物。通过类比分析，单台机组每年产生量约 0.6t，考虑一定不确定性(取 1.5 倍)，

8、9 机组共产生危废 1.8t/a。更换下来的少量废机油、废透平油、废变压器油、使用后沾染油污的隔油毡及棉布均属于危险废物，存放在电厂已有临时危废贮存间，后统一交由电厂原委托的有资质单位处理，危险废物经妥善处理不会对周边环境产生影响。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境状况

4.1.1 地形地貌

龙滩水电站位于红水河上游广西天峨县境内，距天峨县城 15km，坝址控制流域面积 9.85 万 km²，多年平均流量 1570m³/s。工程以发电为主，兼顾防洪、航运、水资源配置等综合利用。龙滩水电站位于高山峡谷区，坝址在近南北走向的八奈背斜和天峨背斜之间的龙滩向斜西翼上。坝址河谷为较宽阔的“V”形谷，河流流向由上游的 S30°E，转至坝址处为 S80°E。枯水期河水面高程 219m，水面宽 90m~100m，河床覆盖层厚 0m~6m，基岩面高程一般为 200m 左右，最低点 191m，河床两侧均有基岩礁滩裸露，左岸宽 10m，右岸宽 40m~70m。左岸地形整齐，山体宽厚，右岸受 8 条冲沟切割地形完整性较差。两岸山顶高程 600m 左右，岸坡坡度 32°~42°，残坡积层厚 0.5m~2.0m，局部厚 8m~25m。

4.1.2 地质条件

a) 区域地质和地震

龙滩水电站位于高山峡谷区，坝址在近南北走向的八奈背斜和天峨背斜之间的龙滩向斜西翼上。区内广泛分布的地层为三迭系砂岩、泥板岩；泥盆至二叠系地层，以厚层灰岩、白云质灰岩为主，呈星岛状分布在距坝址外围的一些背斜构造部位。

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，根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，该区域 2 个乡镇 II 类场地基本地震动峰值加速度分别为 0.05g、0.10g，反应谱特征周期 0.35s。

b) 水库地质条件

龙滩水库地形地质封闭条件好，不存在水库渗漏问题。库区无大中型固体径流集中补给源。近坝库岸整体稳定性较好，坝址上游 4km 处的新开滩滑坡，已设置了变形监测网，蓄水期也未见异常变形。水库 89.3% 的库岸为稳定或基本稳定库岸，

蓄水期经巡视调查，一般库岸基本稳定，与前期地质勘察成果预测基本一致。但由于龙滩水库库岸线长，地形地质条件复杂，蓄水期局部地段发生了小型的表层滑坡、坍塌等，因此需继续定期进行库岸稳定性巡视检查，预测库岸变形的发生和发展趋势，发现问题适时进行处理。

水文地质条件较简单，地下水主要为砂岩、泥板岩互层岩体构成不均匀的裂隙含水层，受断层等结构面切割，各层间有密切的水力联系，地下水受大气降水补给，向红水河顺层排泄为主。地下水位埋深，在枯水期岸坡地带低于地表 20m~60m，近山顶一带埋深 80m~100m，洪、枯期地下水位变幅 10m~20m，最大可达 50m，两岸地下水位均高于水库蓄水位，坡降 0.5~0.6。

c) 枢纽区地质条件

坝址地层为三叠系下统罗楼组(T₁l，出露于坝址上游)和中统板纳组(T₂b，出露于坝址及其下游)，T₁l以薄层、中厚层硅质泥板岩、泥质灰岩为主，总厚度 259m；T₂b主要为薄~中厚层、厚层砂岩、泥板岩互层岩体夹层凝灰岩，总厚度 1219m，其中砂岩占 68.2%，泥板岩占 30.8%；T₂b²⁻⁴、T₂b¹⁸、T₂b⁵²层泥板岩占 70%以上。坝址位于近SN向八奈背斜东翼和龙滩向斜西翼，为单斜构造，岩层走向N5°~20°W，倾向NE，倾角 55°~63°。共揭露大小断层 500 余条，规模较大者 50 余条，河床无大顺河断层，缓倾角断层不发育。

根据坝基和边坡开挖揭露，断层性状比前期推测的要好，表现为宽度变小、构造岩工程性状变好，如断层F₆₀、F₄、F₁等。F₁₃₈为断续延伸的小断层，但在右岸边坡中也揭露有影响边坡稳定的中等倾角裂隙性断层，如F₂₃₁₃、F₉₀₋₁、F₂₃₀₁、F₂₃₀₂等。

4.1.3 气候气象

龙滩水电站工程原初步设计和可行性研究补充设计阶段，坝区气象要素采用下游 13km处的天峨气象站和天峨水文站观测资料，资料系列至 1993 年。根据本项目可研设计，本阶段延长了天峨站的部分气象要素至 2017 年，统计多年平均气象要素。本阶段已统计龙滩坝址气象站的观测资料，补充了坝址多年平均气象要素。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℃。

考虑到坝址气象站观测资料系列长度不够，且坝址气象要素与天峨站气象要素差别不大，本次仍采用下游天峨站的成果。多年平均气温 20.3℃，极端最高气温为 40.6℃，极端最低气温为-2.9℃，多年平均降水量 1353.1mm，多年平均水面蒸发量 1305mm(E601B)。

4.1.4 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 138340km²。

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 km²。

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原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 17979km²，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主要干支流河道特征值见表 4.1.4-1。

表 4.1.4-1 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”。

4.2 地表水环境

4.2.1 水文情势

4.2.1.1 坝址径流

根据收集的龙滩运行资料，统计分析了龙滩运行以来 2007 年~2024 年入库、出库月径流，多年平均月流量见表 4.2.1-1。延长资料后 1936 年~2022 年龙滩坝址天然多年平均流量为 1570m³/s，相应多年平均径流量为 495.5 亿m³。

 表 4.2.1-1 龙滩入库出库多年平均月、年流量统计比较表 流量单位：m³/s

项目	月份												年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
龙滩入库	803	734	891	957	1470	2476	2426	1875	1588	1143	912	827	1345
天峨出库	1118	967	1297	1385	1471	1636	1723	1417	1166	1014	1071	1126	1284

表 4.2.1-2 龙滩坝址 1936 年~2022 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)	478	415	394	482	1180	3000	3760	3430	2410	1580	968	623	1570

表 4.2.1-3 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

4.2.1.2 洪水

a) 近期洪水情况

本次收集了 2005 年~2022 年的洪水资料，分析近期洪水基本情况。

根据天峨水文站实测资料，2005 年、2006 年实测年最大流量分别为 $8100\text{m}^3/\text{s}$ 、 $7020\text{m}^3/\text{s}$ ，均小于龙滩坝址 2 年一遇设计洪峰。

龙滩水电站 2006 年 9 月下闸蓄水以来，各年最大入库流量、最大出库流量及最高库水位见表 3.5.3-2。2007 年、2008 年、2010 年、2014 年、2019 年、2020 年、2022 年最大入库流量超过 $10000\text{m}^3/\text{s}$ ，最大的入库洪峰为 2007 年的 $15342\text{m}^3/\text{s}$ 。有泄洪的 2007、2008、2017 年最大出库流量大于 $5000\text{m}^3/\text{s}$ ，其中最大的出库洪峰为 2008 年的 $7810\text{m}^3/\text{s}$ ，其他年份最大出库流量均小于 $5000\text{m}^3/\text{s}$ 。2007、2008、2017 年出库流量大于 $5000\text{m}^3/\text{s}$ 的时长分别为 199h、58h、355h。

龙滩水电站水库一期工程正常蓄水位 375.00m，为年调节水库，2008 年正常投运以来最高库水位为 374.88m(2008 年 11 月 13 日)，未超过正常蓄水位(375.00m)。

流域最大一次洪水发生在 2007 年 7 月 26 日，入库洪峰流量 $15342\text{m}^3/\text{s}$ ，相当于 6 年一遇，另外 2019 年、2022 年入库洪峰分别为 $10800\text{m}^3/\text{s}$ 、 $10900\text{m}^3/\text{s}$ ，略小于 2.5 年一遇，其余年份均小于 2 年一遇。

b) 设计洪水成果采用及合理性分析

龙滩水电站坝址设计洪水共采用了天峨水文站 1936~2004 年共 69 年实测洪水及两级历史洪水资料进行计算，水文资料可靠，统计参数比较稳定，设计洪水成果与上、下游各站址设计洪水成果协调，设计洪水计算成果与可行性补充设计阶段成果基本一致，成果较为稳定。可行性研究补充设计阶段坝址设计洪水为经过审定并用于设计的成果，考虑到历次洪水复核的设计值变化很小，本次仍推荐采用可行性研究补充阶段成果。龙滩坝址设计洪水成果列于表 4.2.1-4。

表 4.2.1-4 龙滩坝址设计洪水成果表

流量: m^3/s 洪量: 亿m^3

项目	均值	Cv	Cs/Cv	各频率P(%)设计洪水						
				0.01	0.1	0.2	1	5%	10%	20%
Q_m	11200	0.34	3.5	35500	29500	27600	23200	18500	16300	14000
W_{7d}	50.6	0.35	3.0	158	132	124	105	84	74.4	63.9
W_{15d}	91.5	0.35	3.0	285	239	225	189	152	134	116
W_{30d}	150	0.35	3.0	468	392	369	311	249	221	189

4.2.1.3 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。红水河悬沙颗粒分析资料很少，天峨站泥沙测验未进行过颗粒分析。根据广西电力局设计院 1985 年 4 月~9 月在天峨站 20 次水样分析，天峨站悬移质泥沙 4 月~9 月平均级配见表 4.2.1-5。

表 4.2.1-5 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

4.2.2 水温

a) 水温监测及资料收集

2023 年 7 月我院在董箐(董箐水电站尾水下游)、桑郎(桑郎河)、雷公滩(蒙江)、牙舟(漕渡河)、仙人桥(布柳河)、龙滩水电站坝下，共设置了 6 个表层水温监测点，2024 年 7 月和平班水电站坝下、天峨县大桥下增设了 2 个表层监测点；2025 年 4 月在龙滩水电站坝前增设了 1 个垂向水温监测点。共计 9 个水温监测点。

表 4.2.2-1 水温监测点信息表

监测编号	监测点名称	监测位置	监测深度	监测频率	监测开始时间
C1	平班坝下	南盘江平班电站坝下 1.5km	表层水下 0.5m	逐时/人工比测	2024 年 7 月-至今
C2	董箐坝下	北盘江董箐坝下 1km	表层水下 0.5m	逐时/人工比测	2023 年 7 月-至今
C3	桑郎	桑浪河与G552 国道交汇处	表层水下 0.5m	逐时/人工比测	2023 年 7 月-至今
C4	雷公滩	蒙江与S210 省道交汇处	表层水下 0.5m	逐时/人工比测	2023 年 7 月-至今
C5	牙舟	漕渡河平里河小学附近	表层水下 0.5m	逐时/人工比测	2023 年 7 月-至今
C6	仙人桥	布柳河得沙屯附近	表层水下 0.5m	逐时/人工比测	2023 年 7 月-至今
C7	龙滩坝前	龙滩大坝前 300m 左右	表层/垂向水温	逐时/人工比测	2025 年 4 月-至今

表 4.2.2-1(续)

监测编号	监测点名称	监测位置	监测深度	监测频率	监测开始时间
C8	龙滩坝下	龙滩大坝下游 2km 左右	表层水下 0.5m	逐时/人工比测	2023 年 7 月-至今
C9	天峨	红水河塘英大桥附近鱼类产卵场	表层水下 0.5m	逐时/人工比测	2024 年 7 月-至今

各监测点的位置示意图如下。

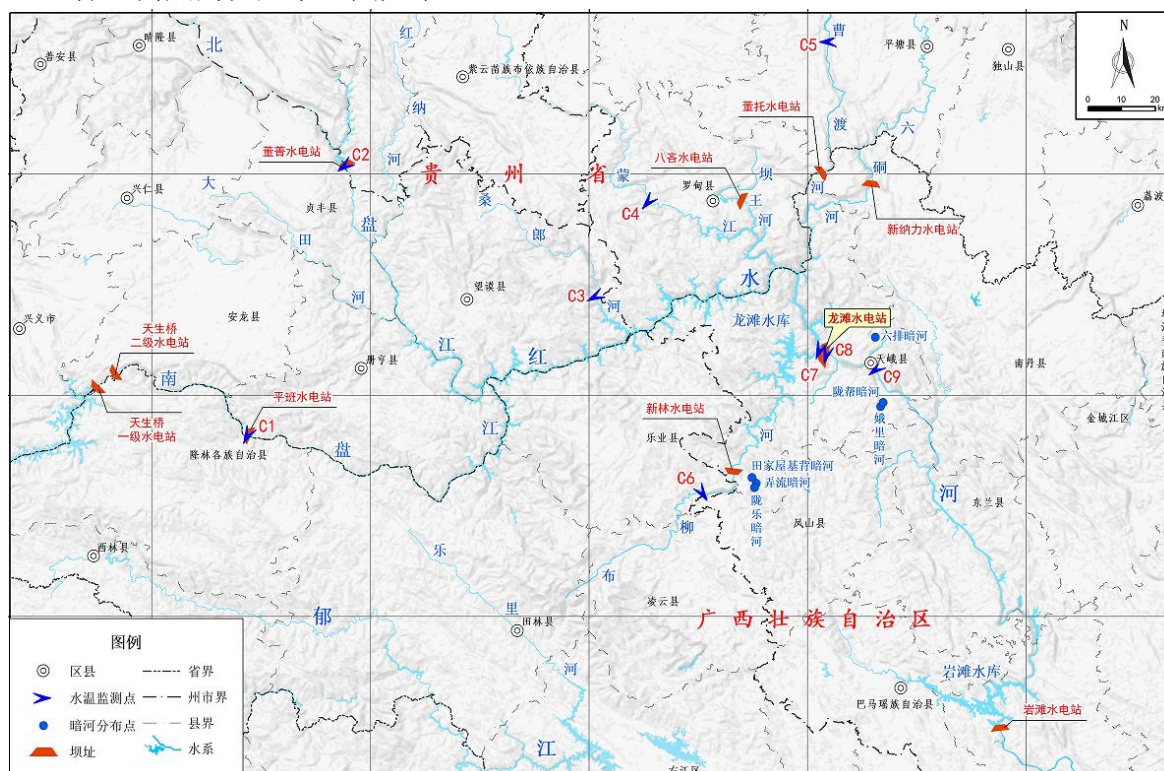
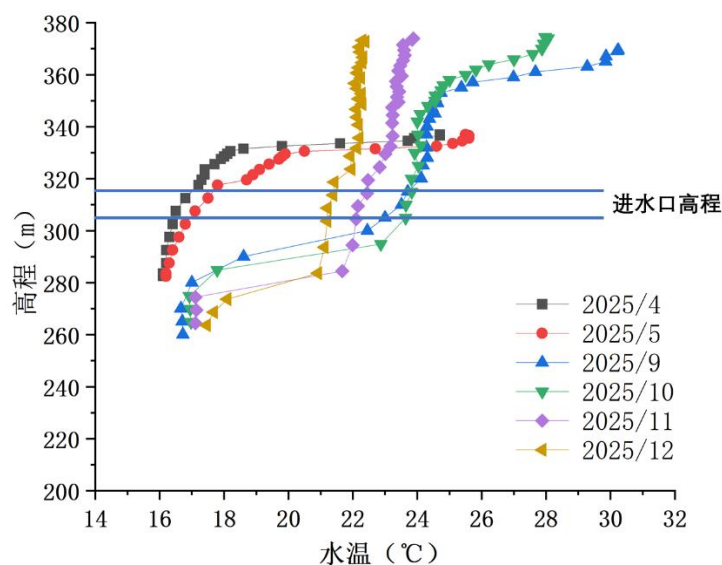


图 4.2.2-1 水温监测点布置图

b) 坝前垂向水温

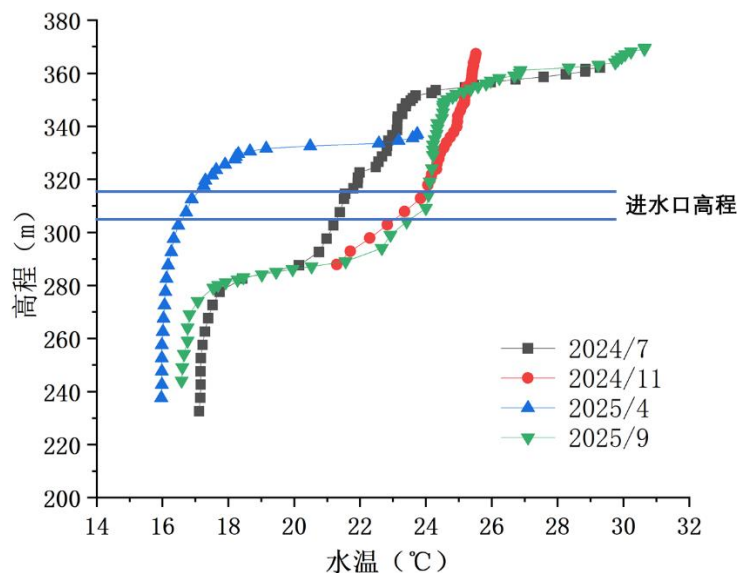
根据我院在龙滩水电站坝前布置中泓垂向水温监测链，整理了 2025 年 4 月-5 月、2025 年 9 月-12 月的垂向水温在线监测数据，其中 4 月-5 月监测频率为逐日、9 月-12 月监测频率为逐小时，数据总量约为 3000 余条。2024 年 7 月、2024 年 11 月、2025 年 4 月、2025 年 9 月，我院开展了 4 次垂向水温数据人工比测，复核校验在线监测数据精准度。垂向水温在线监测数据和人工比测数据如下图所示。



注：1、202 年 4、5 月在线监测设备每天监测 1 次，2025 年 9-12 月在线监测设备每半小时监测 1 次，上述数值为每月中旬的数值。

2、2025 年 4、5 月由于监测设备的监测深度不够，于 2025 年 6-8 月份对监测设备布设位置进行了调整。

图 4.2.2-2 坝前垂向水温在线监测分布图



注：1、人工水温监测比测每 3 月开展一次。

图 4.2.2-3 坝前垂向水温人工监测分布图

根据垂向水温数据，龙滩水电站库区水温结构呈现分层型，在进水口高程(305-315m)附近存在温跃层，与库表常温水温差较大，进水口主要取水为下层异温水

体，会出现春夏季下泄低温水、秋冬季下泄高温水现象。

c) 下泄水温

我院于 2023 年在龙滩水电站坝下尾水附近设置的在线监测站点，收集整理了 2023 年 7 月至 2025 年 11 月的下泄水温数据，收集频率为逐小时，数据总量约为 21000 余条。2023 年 11 月开始每个月定期对龙滩坝下下泄水温进行人工比测。龙滩水电站坝下各月下泄水温监测数据、人工比测数据如下表所示。在线监测与人工比测对比图如下图所示。

表 4.2.2-2 龙滩水电站坝下各月下泄水温监测数据、比测数据表(单位: °C)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
坝址天然河道水温(A)	14.3	15.4	18.1	21.7	23.9	24.3	25.1	25.1	24.7	22.2	19.5	15.9
龙滩坝下 在线监测水温(B)	19.2	14.6	17.8	19.2	20.5	21.5	22.6	23.5	24.1	23.6	23.3	19.8
差异平均值(B-A)	4.9	-0.8	-0.3	-2.5	-3.4	-2.8	-2.5	-1.6	-0.6	1.4	3.8	3.9

注：1、在线监测水温每 1 小时监测 1 次，上述数值为月均值。

2：人工比测数据每个月开展一次。

根据龙滩下泄水温监测站点 2023 年~2025 年水温数据与天然河道水体水温进行对比分析。2 月~9 月水温低于天然河道水体水温，10 月~1 月水温高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 3.4°C，1 月水温升高最高，达 4.9°C，电站春夏季升温期下泄低温水、秋冬季降温期下泄高温水现象明显。

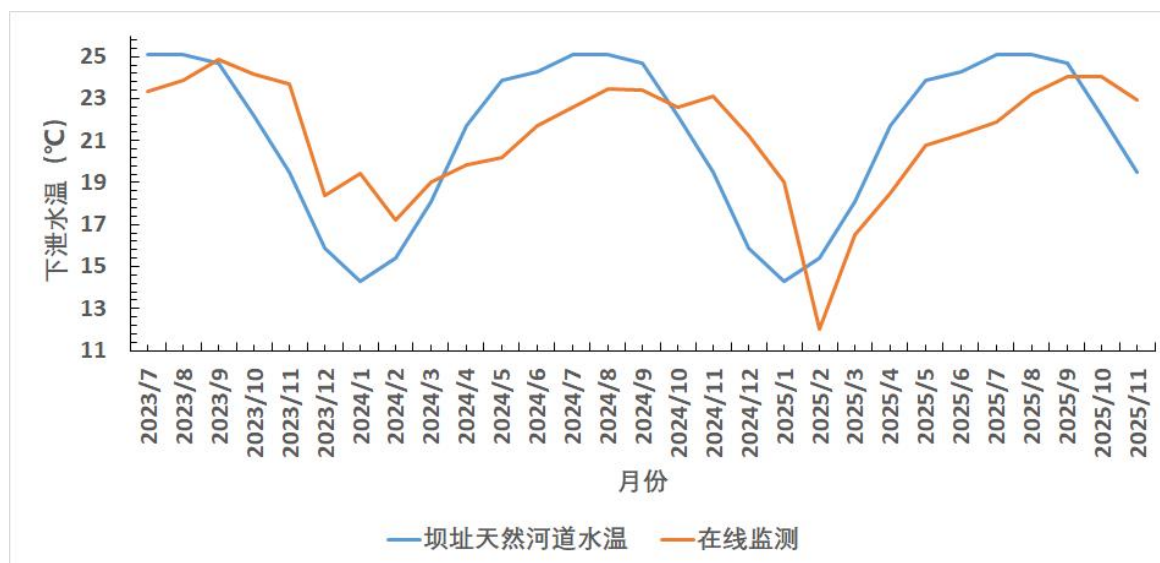


图 4.2.2-4 下泄水温在线监测与人工比测对比图

4.2.3 地表水水质

4.2.3.1 地表水污染源调查

根据现场调查，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。

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 $40\text{m}^3/\text{d}$ ；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 $20\text{m}^3/\text{d}$ 。

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 $40\text{m}^3/\text{d}$ ，中控楼设计方案处理量按 $20\text{m}^3/\text{d}$ ，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，处理后回用于绿化。

4.2.3.2 地表水水质

a) 地表水环境质量例行监测

根据收集到的 2024 年 1 月到 2026 年 6 月的贵州省国控断面水质监测月报监测数据可知，龙滩库区蔗香南断面的水质均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II 类标准，坝草、蔗香北、边外河、甲茶、顶换村断面的水质均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)I 类标准。根据收集到的 2024 年 1 月到 2026 年 6 月的广西壮族自治区国控和省控断面监测数据可知，布柳河甲洋断面水质能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)I 类标准。双苏村、龙岩滩水库断面的水质均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II 类标准。

表 4.2.3-2 例行监测断面环境现状监测结果统计

序号	流域	所在水体	断面性质	断面名称	所在省份	所在城市	水质类别
1	珠江流域	南盘江	国控	蔗香南	贵州省	百色市, 黔西南州	II
2	珠江流域	北盘江	国控	坝草	贵州省	安顺市, 黔西南州	I
3	珠江流域	北盘江	国控	蔗香北	贵州省	黔西南州	I

序号	流域	所在水体	断面性质	断面名称	所在省份	所在城市	水质类别
4	珠江流域	濛江	国控	边外河	贵州省	黔南州	I
5	珠江流域	六硐河	国控	甲茶	贵州省	黔南州	I
6	珠江流域	曹渡河	国控	顶换村	贵州省	黔南州	I
7	珠江流域	布柳河	省控	甲洋	广西壮族自治区	河池市	I
8	珠江流域	红水河	省控	双苏村	广西壮族自治区	河池市	II
9	珠江流域	红水河	国控	龙岩滩水库	广西壮族自治区	河池市	II

b) 地表水环境质量现状监测与评价

1) 监测点位

本评价委托广西南环检测科技有限公司于 2026 年 3 月 17~3 月 22 日、7 月 3 日~7 月 8 日分别开展枯水期和丰水期地表水水质监测，在项目区域布置 8 个监测断面。2026 年 7 月 21 日~7 月 23 日开展丰水期补充监测在岩滩库区及龙滩库区布柳河、曹渡河布置 4 个监测断面。监测点位置具体情况见表 4.2.3-3 和图 4.2.3-1。

表 4.2.3-3 地表水水质监测断面布置情况

断面编号	断面位置
A1	南盘江库尾
A2	北盘江库尾
A3	南北盘江汇合口
A4	库中
A5	支流六洞河
A6	支流布柳河汇口以上 500m
A7	坝前
A8	坝下饮用水水源保护区
A9	天峨县城下游
A10	东兰县城下游
A11	布柳河中游
A12	曹渡河

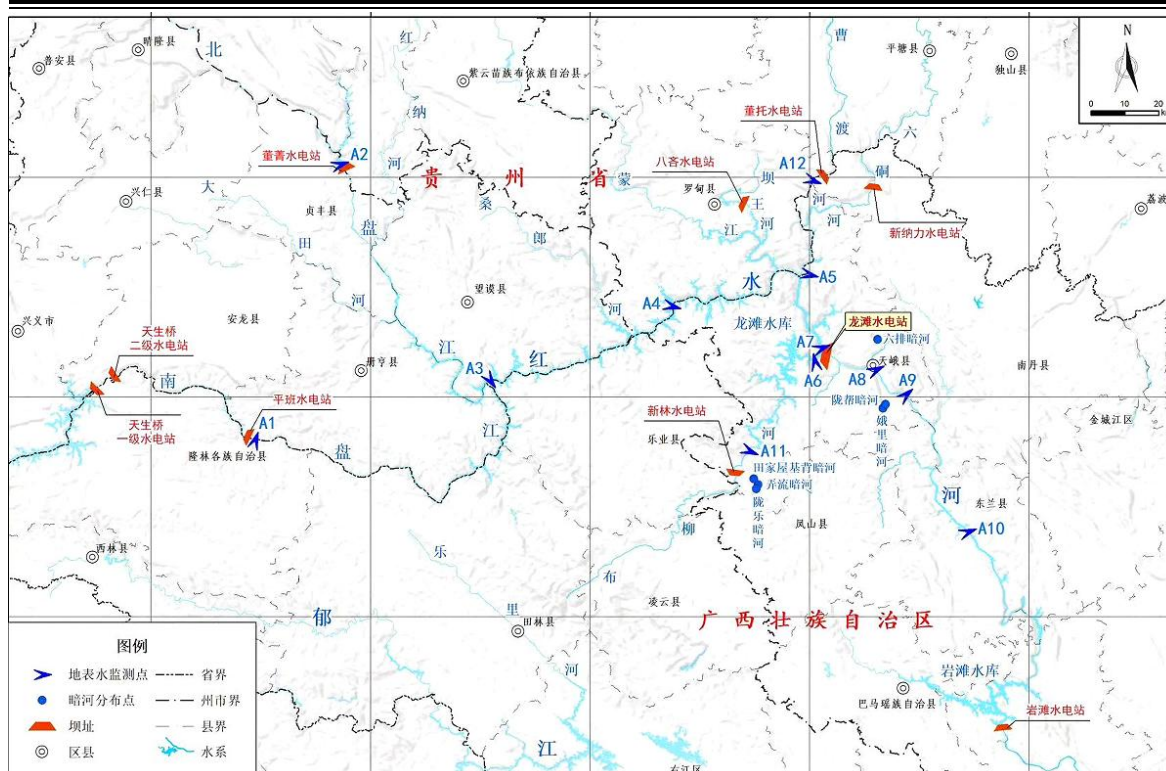


图 4.2.3-1 地表水环境现状监测点布置示意图

2) 监测项目、时间、频率

(1) 监测项目

共监测 28 项：水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、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、铁、锰、悬浮物、叶绿素 a。

(2) 监测时段与频率

监测时段：2026 年 3 月 17~3 月 22 日、2026 年 7 月 3 日~7 月 8 日、2026 年 7 月 17~7 月 23 日。

监测频率：A1~A8 丰水和枯水两期监测，A9~A12 丰水期一期监测，连续监测 3 天，每天 1 次。

(3) 监测方法

根据《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。

3) 评价标准

A1~A7、A9~A11 断面执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准，

A8、A12 断面执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类标准。

4) 监测及统计结果

经过统计分析, 监测结果详见附表 6。

5) 评价结果

根据《地表水环境质量评价办法(试行)》(环办〔2011〕22 号), 地表水水质评价指标为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表 1 中除水温、总氮、粪大肠菌群以外的 21 项指标, 水温、总氮和粪大肠菌群三项作为参考指标单独评价。2026 年 3 月和 7 月各监测断面监测结果显示: A1~A7 龙滩坝前监测点位、龙滩库区布柳河 A11 监测点位、岩滩库区 A9~A10 各指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求; 龙滩坝下 A8、龙滩库区支流曹渡河 A12 监测点位各项指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类标准要求, 评价区域地表水环境质量状况较好。

4.2.3.3 龙滩水库富营养化评价

富营养化等级判别根据《地表水环境质量评价办法(试行)》(环办〔2011〕22 号)的相关要求进行。

综合营养状态指数计算公式为:

$$TLI(\Sigma)=\sum W_j \cdot TLI(j)$$

式中: $TLI(\Sigma)$ —综合营养状态指数;

W_j —第j种参数的营养状态指数的相关权重。

$TLI(j)$ —代表第j种参数的营养状态指数。

以chl_a作为基准参数, 则第j种参数的归一化的相关权重计算公式为:

$$w_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^m r_{ij}^2}$$

式中: r_{ij} —第j种参数与基准参数chl_a的相关系数;

m—评价参数的个数。

中国湖泊(水库)的chl_a与其他参数之间的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 见下表。

表 4.2.3-4 中国湖泊(水库)部分参数与chl_a的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 值

参数	chl _a	TP	TN	SD	COD _{Mn}
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

注：引自金相灿等著《中国湖泊环境》，表中 r_{ij} 来源于中国 26 个主要湖泊调查数据的计算结果。

水库富营养化状况评价指标包括：叶绿素a(chl_a)、总磷(TP)、总氮(TN)、透明度(SD)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})，营养状态指数计算公式为：

$$TLI(chl)=10(2.5+1.086\ln chl)$$

$$TLI(TP)=10(9.436+1.624\ln TP)$$

$$TLI(TN)=10(5.453+1.694\ln TN)$$

$$TLI(SD)=10(5.118-1.94\ln SD)$$

$$TLI(COD_{Mn})=10(0.109+2.661\ln COD)$$

式中：叶绿素chl_a单位为mg/m³；

透明度SD单位为m；

其它指标单位均为mg/L。

采用 0~100 的一系列连续数字对湖泊(水库)营养状态进行分级，见表 4.2.3-5。

表 4.2.3-5 湖泊(水库)营养状态分级

TLI(Σ)	营养状态分级
$TLI(\Sigma) \leq 30$	贫营养(Oligotropher)
$30 < TLI(\Sigma) \leq 50$	中营养(Mesotropher)
$50 < TLI(\Sigma) \leq 60$	轻度富营养(light eutropher)
$60 < TLI(\Sigma) \leq 70$	中度富营养(Middle eutropher)
$TLI(\Sigma) > 70$	重度富营养(Hyper eutropher)

龙滩水库从上游到下游监测点A1、A3、A4、A7、A8 的计算综合营养状态指数分别为 44、46、42、44、47，以此初步判定水库现状水质属于中营养水平，未发生富营养化。

4.2.4 饮用水水源保护区

天峨县县城有 2 个现有饮用水水源保护区(峨里湖、陇麻坡)和 1 个规划饮用水水源保护区(拉芽坡水库)，其中陇麻坡饮用水水源保护区位于本工程环境影响评价范围内。根据相关资料，陇麻坡水源一级保护区内无点源污染、农村生活污染源、分散式畜禽养殖污染源，二级保护区、准保护区存在农田径流污染源。根据河池市 2024-2025 年 1-4 季度和 2026 年 1-2 季度县级集中式生活饮用水水源水质状况报告，陇麻坡饮用水水源保护区水质现状满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求。根据我单位 2026 年 3 月和 7 月的水质监测成果显示，陇麻坡饮用水水源保护区监测点位各项指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类标准要求。

本工程用地范围距离陇麻坡饮用水水源准保护区、二级保护区、一级保护区最近距离分别为 0.3km、3.1km、8.6km。位置关系如图 4.2.4-1 所示。

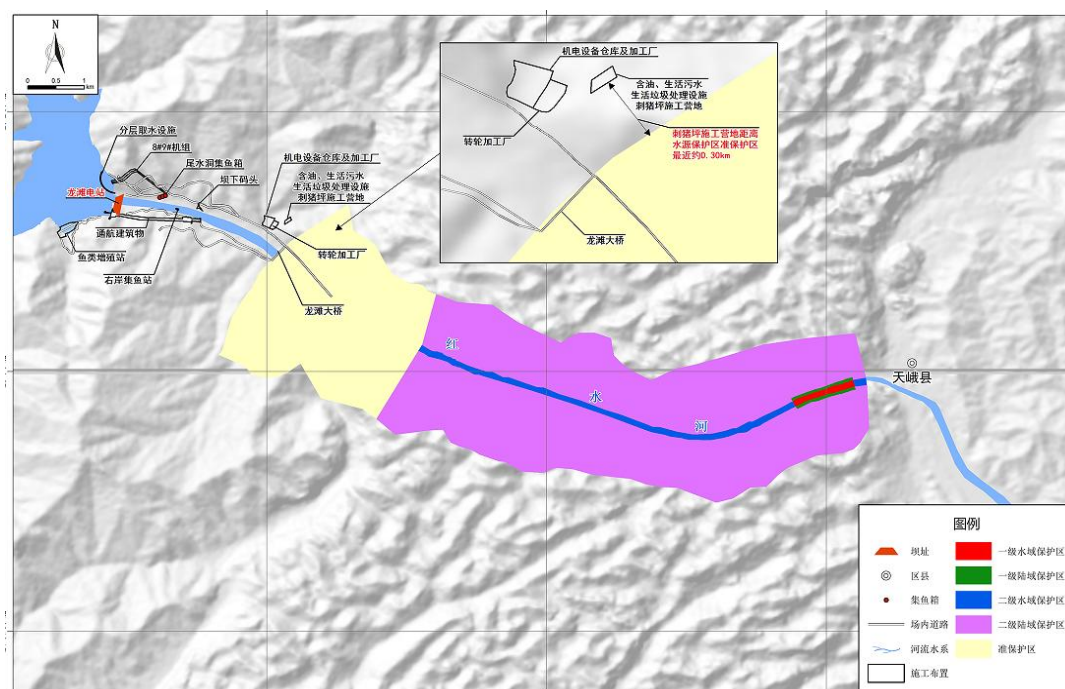


图 4.2.4-1 工程范围与陇麻坡饮用水水源保护区位置关系图

4.3 陆生生态

4.3.1 调查评价工作方案

生态影响评价方法主要包括相关基础资料的收集、野外调查、访问调查、生态制图等。我院联合伊美净公司，于 2022 年 7 月、12 月，2025 年 3 月，2026 年 4 月、8 月进行了陆生生态调查及资料收集工作。

4.3.1.1 基础资料收集

收集整理了龙滩水电站历年的生态调查评价报告、专业文献、书籍等专著及相关科研论文。

4.3.1.2 实地调查

a) GPS地面类型及植被调查取样

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

- ① 读出测点的海拔值和经纬度；
- ② 记录样点植被类型，以群系为单位，同时记录坡向、坡度；
- ③ 记录样点优势植物以及观察动物活动的情况；
- ④ 拍摄典型植被外貌与结构特征。

b) 植被和陆生植物种类调查

在对陆生生物资源历年资料整理与分析的基础上，根据工程特点确定路线走向及考察时间，进行现场调查。实地调查采取样线调查与样方调查相结合的方法，确定评价区的植物种类、植被类型及珍稀濒危植物的生存状况等，对珍稀濒危植物采取野外调查、民间访问和市场调查相结合的方法进行。对有疑问植物、经济植物和珍稀濒危植物，采集凭证标本并拍摄照片。

1) 样线选取

考察时以 8、9 号机组工程区为中心，向四周辐射调查，同时对水库库区两岸生境进行调查。通常采用样线调查与样方调查的方式进行，即在评价范围内按不同方向沿山路和溪沟选择几条具有代表性的线路进行调查，同时也在森林中穿行，沿途记载植物种类、采集标本、观察生境、目测多度等；对集中分布具有区域代表性的植物群落进行样方调查。本次野外调查样线布设以沿红水河河谷为主线，各个支沟为支线，基本覆盖评价范围内的不同植被类型。

2) 样方布点原则

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

(1) 尽量在重点施工区域如转轮加工厂、刺猪坪施工营地、机电设备仓库及加工场地等以及植被良好的区域设置样点，并考虑评价区布点的均匀性。

(2) 所选取的样点植被为评价区分布比较普遍的类型。

(3) 样点的设置避免对同一种植被进行重复设点，对特别重要的植被内植物变化较大的情况，可进行增加设点。

(4) 尽量避免非取样误差：避免选择路边易到之处；两人以上进行观察记录，消除主观因素。

以上原则保证了样点的布置具有代表性，调查结果中的植被应包括评价区分布最普遍、最主要的植被类型。

3) 样方调查内容

乔木群落样方面积为 20m×20m 或 10m×10m，灌木样方为 5m×5m，草本样方为 2m×2m 或 1m×1m，记录样地内的所有植物种类，并利用 GPS 确定样方位置。为了更好地比较工程建设前、运行初期及运行期项目区群落的变化情况，本次野外调查在实际工程占地区(占地面积较大、占用植被群落具有典型性)的周围和周边设定样方。各个样方点位植被类型涵盖评价区所有植被类型即针叶林、阔叶林、灌丛、灌草丛、沼泽等。本次调查在评价区设置样方 52 个(见表 4.3.1-2)，主要群系 9 种共 48 个样方，包括血桐林 5 个、杉木林 5 个、大叶紫珠灌丛 5 个、构灌丛 5 个、白花鬼针草灌丛 5、类芦灌丛 6 个、芒灌丛 6 个、狗牙根灌丛 6 个、芦苇沼泽 5 个，满足陆生生态二级评价主要植被群落样方数量均满足 3 个的调查要求。因此，本次样方调查点位设置兼具代表性和重要性的原则，样方设置基本合理。调查时间选择植物生长旺盛季节，调查时间主要集中在 12 月(植物休眠期)，4 月、7 月(植物花期，便于植物种类鉴定)，另外本工程穿越的植被区为亚热带常绿阔叶林地带，区域内主要植被为常绿植被，调查时间对区域内植被调查的结果影响相对较小。因此，本工程的样方调查点位及调查时间较为合理，符合生态导则的相关要求。见表 4.3.1-1:

表 4.3.1-1 植物调查符合性分析一览表

评价等级	生态导则要求	主要群系	数量	调查时间	是否满足要求
二级	调查时间选择植物生长旺盛季节；每种群落类型设置的样方数里不少于 3 个	血桐林	5	2022 年 12 月、2026 年 4 月	是
		杉木林	5	2022 年 7 月、2026 年 4 月	是
		大叶紫珠灌丛	5	2022 年 7 月、12 月；2026 年 4 月	是
		构灌丛	5	2022 年 7 月、2026 年 4 月	是
		白花鬼针草灌草丛	5	2022 年 7 月、2026 年 4 月	是
		类芦灌草丛	6	2022 年 12 月、2026 年 4 月	是
		芒灌草丛	6	2022 年 7 月、12 月；2026 年 4 月	是
		狗牙根灌草丛	6	2022 年 12 月、2026 年 4 月	是
		芦苇沼泽	5	2022 年 7 月、2026 年 4 月	是



表 4.3.1-2 植物样方汇总统计一览表

样方 编号	样方 数量	样方名称	工程位置	经纬度	海拔(m)	地形	坡度 (°)	坡向	坡位	样方面积	调查时间
1	5	血桐林	大坝右岸	E: 107°2'30.39", N: 25°1'15.35"	360	坡地	35	SW	下	20m×20m	2022-12-11
2			龙滩沟弃渣场附近	E: 107°4'11.99", N: 25°0'38.74"	308	坡地	40	SW	下	20m×20m	2022-12-12
3			红水河左岸水厂附近	E: 107°4'42.50", N: 25°0'26.76"	240	坡地	37	S	下	20m×20m	2022-12-12
6			转轮加工厂附近	E: 107°4'24.35", N: 25°1'18.94"	267	坡地	45	W	中	20m×20m	2022-12-13
48			龙滩沟弃渣场	E: 107°4'11.03", N: 25°0'34.95"	301	低山	45	N	下	20m×20m	2026-04-13
15	5	杉木林	坝下红水河左岸	E: 107°4'59.32", N: 25°0'46.22"	392	坡地	40	W	上	20m×20m	2022-7-16
16			龙滩沟弃渣场	E: 107°3'49.16", N: 25°0'2.95"	470	坡地	35	W	上	20m×20m	2022-7-17
23			麻村石料场附近	E: 107°4'28.14", N: 24°59'36.05"	501	坡地	30	E	下	20m×20m	2022-7-19
39			罗甸蒙江湿地公园	E: 106°43'11.48", N: 25°23'35.93"	507	低山	20	N	下	20m×20m	2026-04-10
45			龙滩自然保护区	E: 107°1'36.20", N: 25°2'54.90"	356	低山	30	SW	下	20m×20m	2026-04-12
8	5	大叶紫珠 灌丛	库区岸边	E: 106°37'23.12", N: 25°8'32.73"	414	平地	2	NE		5m×5m	2022-12-15
13			红水河下游左岸	E: 107°7'51.12", N: 24°59'20.21"	237	坡地	45	S	下	5m×5m	2022-7-16
29			混凝土系统附近	E: 107°2'49.49", N: 25°1'17.00"	343	坡地	50	N	中	5m×5m	2022-7-20



表 4.3.1-2(续)

样方编号	样方数量	样方名称	工程位置	经纬度	海拔(m)	地形	坡度(°)	坡向	坡位	样方面积	调查时间
49	5	大叶紫珠 灌丛	龙滩沟弃渣场	E: 107°4'11.75", N: 25°0'36.12"	299	低山	35	N	下	5m×5m	2026-04-13
52			坝下右岸龙滩大峡谷 森林公园	E: 107°10'02.02", N: 24°58'54.37"	549	低山	30	SW	下	5m×5m	2026-04-15
24	5	构灌丛	麻村石料厂附近	E: 107°4'52.48", N: 24°59'42.71"	381	平地	—	—	—	5m×5m	2022-7-19
26			坝下红水河右岸	E: 107°4'56.54", N: 25°0'27.27"	346	坡地	60	N	上	5m×5m	2022-7-20
30			混凝土系统附近	E: 107°2'56.52", N: 25°1'17.14"	340	坡地	35		上	5m×5m	2022-7-20
46			库区龙滩自然保护区	E: 107°1'53.26", N: 25°1'45.32"	386	低山	35	S	谷	5m×5m	2026-04-12
33			册亨北盘江湿地公园/ 库尾	E: 105°59'49.01", N: 25°1'50.54"	362	低山	45	E	下	5m×5m	2026-04-09
4	6	类芦灌 草丛	麻村石料厂附近	E: 107°4'50.86", N: 24°59'52.01"	564	坡地	40	SE	下	20m×20m	2022-12-12
9			库区岸边	E: 106°37'24.83", N: 25°8'32.34"	391	平地	1	E		2m×2m	2022-12-15
11			库区岸边	E: 106°52'31.00", N: 25°19'25.56"	375	平地		SE		2m×2m	2022-12-17
31			北盘江大峡谷湿地公 园/库尾	E: 105°46'4.98", N: 25°31'51.07"	465	低山	2	NW	下	2m×2m	2026-04-09
32			北盘江大峡谷湿地公 园/库尾	E: 105°46'2.98", N: 25°32'2.76"	476	低山	5	W	下	2m×2m	2026-04-09
34			册亨北盘江湿地公园/ 库尾	E: 105°59'58.77", N: 25°1'31.66"	367	低山	15	SW	下	2m×2m	2026-04-09

表 4.3.1-2(续)

样方编号	样方数量	样方名称	工程位置	经纬度	海拔(m)	地形	坡度(°)	坡向	坡位	样方面积	调查时间
10	6	芒灌草丛	库区岸边	E: 105°54'18.10", N: 25°10'43.95"	564	坡地	60	SE	下	2m×2m	2022-12-17
14			坝下红水河左岸河边	E: 107°4'41.21", N: 25°0'41.21"	209	平地	—	—	—	2m×2m	2022-7-16
25			麻村石料厂附近	E: 107°4'52.51", N: 24°59'43.01"	380	平地	—	—	—	2m×2m	2022-7-19
27			坝下红水河右岸河边	E: 107°3'37.75", N: 25°1'16.90"	185	坡地	8	N	下	2m×2m	2022-7-20
43			库区龙滩自然保护区	E: 106°58'47.52", N: 25°1'14.41"	359	低山	15	S	上	2m×2m	2026-04-12
47			转轮加工厂附近	E: 107°4'12.28", N: 25°1'22.08"	287	低山	5	N	下	2m×2m	2026-04-13
12	6	狗牙根灌 草丛	库区岸边	E: 106°12'20.49", N: 24°50'12.02"	332	平地		NW		1m×1m	2022-12-18
37			库尾	E: 106°35'41.06", N: 25°12'42.94"	334	低山	-	-	-	1m×1m	2026-04-10
38			库尾	E: 106°35'42.79", N: 25°12'45.19"	333	低山	-	-	-	1m×1m	2026-04-10
40			库尾坝王河	E: 106°46'35.82", N: 25°26'7.37"	354	低山	5	NE	下	1m×1m	2026-04-11
44			库区龙滩自然保护区	E: 106°58'44.05", N: 25°1'14.59"	336	低山	-	-	-	1m×1m	2026-04-12
50			过鱼设施集鱼站附近	E: 107°3'29.07", N: 25°1'29.34"	230	低山	-	-	-	1m×1m	2026-04-14
18	5	白花鬼针	施工变电站	E: 107°3'21.27", N: 25°1'11.17"	376	平地	—	—	—	1m×1m	2022-7-17



表 4.3.1-2(续)

样方编号	样方数量	样方名称	工程位置	经纬度	海拔(m)	地形	坡度(°)	坡向	坡位	样方面积	调查时间
19		草灌草丛	龙滩沟弃渣场	E: 107°4'17.63", N: 25°0'52.52"	259	平地	—	—	—	1m×1m	2022-7-17
20			龙滩沟弃渣场	E: 107°4'5.94", N: 25°0'25.98"	308	平地	—	—	—	1m×1m	2022-7-17
35			望谟北盘江湿地公园, 库尾	E: 106°7'51.13", N: 24°56'44.03"	466	低山	2	W	下	1m×1m	2026-04-10
42			库区龙滩自然保护区	E: 106°58'47.36", N: 25°1'10.58"	377	低山	5	NW	下	1m×1m	2026-04-12
17	5	芦苇沼泽	坝下右岸混凝土系统内	E: 107°2'49.87", N: 25°1'10.29"	370	平地	—	—	—	2m×2m	2022-7-17
21			龙滩电厂内	E: 107°2'54.70", N: 25°1'33.85"	255	平地	—	—	—	2m×2m	2022-7-18
22			龙滩电厂内	E: 107°3'12.20", N: 25°1'36.47"	326	平地	—	—	—	2m×2m	2022-7-18
28			坝下红水河右岸河边	E: 107°3'14.48", N: 25°1'20.85"	261	坡地	30	N	上	2m×2m	2022-7-20
41			库尾坝王河	E: 106°45'59.41", N: 25°26'28.78"	343	低山	25	E	下	2m×2m	2026-04-11
5	1	茅叶荇草灌草丛	猪刺坪施工营地附近	E: 107°4'24.95", N: 25°1'14.35"	315	坡地	45	E	中	20m×20m	2022-12-13
7	1	粽叶芦灌草丛	雷公滩红水河河岸	E: 107°1'59.87", N: 25°1'58.05"	379	平地		S		2m×2m	2022-12-14
36	1	车筒竹林	库尾	E: 106°35'19.83", N: 25°13'0.64"	387	低山	10	NE	谷	10m×10m	2026-04-10
51	1	银合欢灌丛	麻村石料场附近	E: 107°04'53.91", N: 24°59'37.73"	372	低山	25	NE	上	5m×5m	2026-04-15

c) 陆生动物调查

在调查过程中，确定评价区动物的种类、资源状况及生存状况，尤其是重点保护种类。调查方法主要有实地考察、访问调查和资料查询。

① 实地调查

主要以样线法和样点法对各种生境中的动物进行统计调查。根据动物物种资源调查科学性原则、可操作性原则、保护性原则以及安全性原则，对于不同的陆生脊椎动物，采用不同的调查方法：

两栖类、爬行类调查参考《生物多样性观测技术导则 两栖动物》(HJ710.6-2014)、《生物多样性观测技术导则 爬行动物》(HJ710.5-2014)，两栖类、爬行类的调查主要为样线法，调查样线长度 200-800m，样线宽度为 2-10m，对调查到的物种进行记录，包括种名、数量、海拔等，并对部分未能鉴别的物种进行拍照鉴定。在鸟类样线调查中兼顾两栖和爬行类调查。同时开展夜间调查，以更全面地记录夜行性两栖、爬行动物。

鸟类调查参考《生物多样性观测技术导则 鸟类》((HJ710.4-2014)中相关调查方法，根据实地情况向周边辐射，设置样线进行调查，调查样线长度 1-3km，样线宽度为观察视野范围内。记录调查样带中所观测到的鸟类种类、数量等，并记录海拔，对部分未能鉴别的鸟类进行拍照待鉴定。

兽类调查参考《生物多样性观测技术导 陆生哺乳动物》，主要采用样线调查法、红外相机和访问调查法，通过对调查点周边居民的访问了解调查区域主要兽类种类、种群数量、分布等问题，在鸟类样带调查中兼顾兽类调查。对评价区部分点位采用红外相机进行记录，对区域内数量稀少、地栖性或夜行性为主、在野外很难见到实体的鸟类及大型哺乳类采用红外相机触发法进行调查。所安装的红外相机应牢固固定在树干等自然物体上，确保相机不能非人为脱落，不能轻易被非工作人员取走；相机高度宜 0.3~0.8m，镜头与地面平行，避免阳光直射镜头；相机选择全天拍摄模式。待相机固定后，应反复进行测试，确保相机正常工作；相机安装完毕后，对现场进行清理，还原当地自然环境。

本次调查在评价区内共布设动物样线 29 条、动物样点 4 个，样线及样点覆盖了评价区内所有主要生境类型，包括乔木林、灌木林、内陆水域、居民区和农田。依

据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)中二级评价的要求,每种生境类型设置的动物样线不少于 3 条;同时,导则规定应尽可能获取野生动物在繁殖期、越冬期和迁徙期等关键活动期的现状数据。本项目的样线布设满足各生境类型均大于 3 条的要求,且调查时间覆盖了各关键时期:2022 年 7 月和 2026 年 8 月(繁殖期)、2022 年 12 月(越冬期)、2025 年 3 月及 2026 年 4 月(均为春季迁徙期)。因此,本次调查方案在样线数量和调查时限上均符合二级评价的生态导则要求。具体信息如下表 4.3.1-3、4.3.1-4、4.3.1-5:

表 4.3.1-3 陆生动物调查符合性分析一览表

评价等级	生态导则要求	主要生境类型	调查时间	样线条数、样点个数	是否符合导则要求
二级	每种生境类型设置的动物样线不少于 3 条;同时,应尽可能获取野生动物在繁殖期、越冬期和迁徙期等关键活动期的现状数据	乔木林	2022.7 和 2026.8(繁殖期)、2022.12(越冬期)、2025.3 和 2026.4(春季迁徙期)	29 条样线、4 个样点	是
		灌木林	2022.7 和 2026.8(繁殖期)、2022.12(越冬期)、2025.3 和 2026.4(春季迁徙期)	29 条样线、2 个样点	是
		农田	2022.7 和 2026.8(繁殖期)、2022.12(越冬期)、2025.3 和 2026.4(春季迁徙期)	3 条样线、1 个样点	是
		居住区	2022.7 和 2026.8(繁殖期)、2022.12(越冬期)、2025.3 和 2026.4(春季迁徙期)	11 条样线	是
		内陆水体	2022.7 和 2026.8(繁殖期)、2022.12(越冬期)、2025.3 和 2026.4(春季迁徙期)	23 条样线、4 个样点	是

表 4.3.1-4 动物样线信息统计表

名称	起终点经度(E)	起终点纬度(N)	海拔/m	长度/km	样线位置	沿线生境	调查时间
样线 1	E: 107°02'24.64"	N: 25°00'59.76"	403	2.01	岩立	乔木林、灌木林、内陆水体、居民区	2022.07.18、 2022.12.11、 2025.3.8、 2026.4.15、 2026.8.6
	E: 107°03'10.68"	N: 25°01'16.32"	380		水电站大坝		
样线 2	E: 107°04'07.29"	N: 25°00'53.46"	282	1.71	龙滩派出所	乔木林、灌木林、居民区	2022.07.21、 2022.12.11、 2025.3.9、 2026.8.7
	E: 107°03'59.74"	N: 25°00'29.13"	416		半里		
样线 3	E: 107°04'05.80"	N: 25°00'13.76"	353	1.45	龙滩沟弃渣场	乔木林、灌木林、农田、居民区	2022.07.17、 2022.12.12、 2025.3.9、 2026.4.13、 2026.8.6
	E: 107°04'18.05"	N: 25°00'48.42"	297		植物园北		
样线 4	E: 107°04'38.57"	N: 25°00'30.36"	272	1.37	水厂	乔木林、灌木林、居民区	2022.07.16、 2022.12.12、 2025.3.9、 2026.4.15、 2026.8.6
	E: 107°04'58.83"	N: 25°00'03.43"	382		麻村		
样线 5	E: 107°04'19.95"	N: 25°01'12.45"	284	1.46	转轮加工厂	乔木林、灌木林、居民区	2022.07.18、 2022.12.13、 2025.3.9、 2026.4.13、 2026.8.5
	E: 107°04'34.81"	N: 25°00'56.93"	302		纳杆屯西		
样线 6	E: 107°05'00.47"	N: 25°00'42.74"	445	1.13	姚里	乔木林、灌木林、内陆水体、居民区	2022.07.19 2022.12.13、 2025.3.9、 2026.4.14
	E: 107°04'48.41"	N: 25°01'03.29"	439		纳杆屯		
样线 7	E: 107°04'06.98"	N: 24°59'10.31"	845	1.75	大房子屯	乔木林、灌木林、农田、居民区	2022.07.21、 2022.12.14、 2025.3.8
	E: 107°03'50.56"	N: 24°59'16.95"	690		拉杨		



表 4.3.1-4(续)

名称	起终点经度(E)	起终点纬度(N)	海拔/m	长度/km	样线位置	沿线生境	调查时间
样线 8	E: 107°02'00.07"	N: 25°01'59.06"	427	1.82	八奈	乔木林、灌木林、内陆水体、居民区	2022.12.14、 2025.3.8
	E: 107°01'32.54"	N: 25°01'26.29"	438		交卡屯		
样线 9	E: 106°58'40.42"	N: 25°01'36.64"	426	1.36	治安小学	乔木林、灌木林、内陆水体、居民区	2022.12.15、 2025.3.8、 2026.4.12、 2026.8.8
	E: 106°58'47.55"	N: 25°01'12.16"	398		治安屯		
样线 10	E: 106°36'34.29"	N: 25°00'59.76"	386	1.25	观故村西	乔木林、灌木林、 内陆水体	2022.12.15
	E: 106°36'31.68"	N: 25°12'12.62"	387		热带植物园北		
样线 11	E: 105°54'06.55"	N: 25°11'02.28"	560	1.28	竹山	乔木林、灌木林、 内陆水体	2022.12.16
	E: 105°54'14.59"	N: 25°10'30.57"	422		坝赖		
样线 12	E: 106°19'58.10"	N: 24°57'47.17"	918	1.96	老鹰嘴	乔木林、灌木林、农田、 内陆水体、居民区	2022.12.16
	E: 106°20'23.13"	N: 24°58'16.31"	819		岩白		
样线 13	E: 106°11'49.63"	N: 24°48'18.20"	458	1.71	对门山	乔木林、内陆水体、 灌木林	2025.3.6、 2026.4.11、 2026.8.10
	E: 106°12'00.42"	N: 24°48'30.36"	412		八累山		
样线 14	E: 106°11'51.45"	N: 24°48'38.08"	425	1.55	尾底坡	乔木林、内陆水体、 灌木林	2025.3.6
	E: 106°12'08.55"	N: 24°49'12.06"	412		雄陆坡		
样线 15	E: 106°13'35.27"	N: 24°49'58.66"	370	1.42	雅长乡	乔木林、内陆水体、 灌木林、居民区	2025.3.6、 2026.4.11、 2026.8.10
	E: 106°13'57.93"	N: 24°49'39.39"	399		百康村		



表 4.3.1-4(续)

名称	起终点经度(E)	起终点纬度(N)	海拔/m	长度/km	样线位置	沿线生境	调查时间
样线 16	E: 106°14'17.63"	N: 24°49'18.75"	402	1.43	雅长初级中学	乔木林、内陆水体、 灌木林	2025.3.6
	E: 106°14'14.92"	N: 24°50'00.38"	408		巴奖屯		
样线 17	E:107°05'00.38"	N:25°00'10.37"	344	2.31	苞谷滩	乔木林、灌木林、 内陆水体	2026.4.15、 2026.8.5
	E:107°06'17.33"	N:24°59'49.61"	267		苞谷滩		
样线 18	E:107°06'29.27"	N:24°59'47.62"	251	1.61	松才屯	乔木林、灌木林、 内陆水体	2026.4.13、 2026.8.6
	E:107°07'22.97"	N:24°59'30.07"	249		松才屯		
样线 19	E:107°09'42.02"	N:24°59'03.17"	338	2.07	天峨水文站西	乔木林、灌木林	2026.4.13、 2026.8.5
	E:107°10'02.32"	N:24°59'24.24"	373		天峨水文站西		
样线 20	E:106°59'59.00"	N:25°01'53.33"	424	1.47	快乐湾路亚 基地	乔木林、灌木林、 内陆水体	2026.4.12、 2026.8.8
	E:107°00'20.37"	N:25°01'17.61"	426		快乐湾路亚 基地		
样线 21	E:107°01'37.53"	N:25°01'01.68"	550	1.82	岩力屯	乔木林、灌木林、 内陆水体	2026.4.14、 2026.8.8
	E:107°01'01.45"	N:25°01'24.87"	408		布柳河特大桥		
样线 22	E:107°01'17.21"	N:25°01'36.07"	437	2.02	布柳河特大桥	乔木林、灌木林、 内陆水体	2026.4.12、 2026.8.7
	E:107°01'44.74"	N:25°02'09.90"	419		八耐屯		
样线 23	E:107°01'37.67"	N:25°02'34.66"	418	1.78	兴龙屯	乔木林、灌木林、 内陆水体	2026.4.12、 2026.8.7
	E:107°01'26.48"	N:25°03'14.24"	429		龙安		

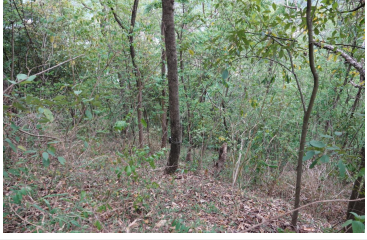
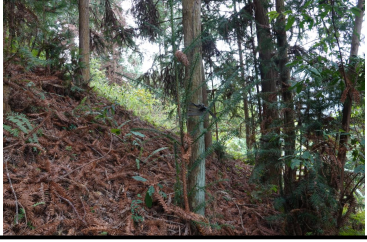




表 4.3.1-4(续)

名称	起终点经度(E)	起终点纬度(N)	海拔/m	长度/km	样线位置	沿线生境	调查时间
样线 24	E:106°42'55.12"	N:25°22'59.66"	382	1.33	八一村	乔木林、灌木林、 内陆水体	2026.4.10、 2026.8.9
	E:106°42'34.18"	N:25°22'33.11"	391		里常		
样线 25	E:106°46'25.71"	N:25°26'14.29"	384	2.63	金石街	乔木林、灌木林、 内陆水体	2026.4.11、 2026.8.9
	E:106°45'41.11"	N:25°26'29.55"	375		马草寨村		
样线 26	E:106°35'28.64"	N:25°12'54.12"	372	1.53	古屯寨	乔木林、灌木林、 内陆水体	2026.4.10、 2026.8.9
	E:106°34'54.52"	N:25°13'06.33"	415		古屯寨		
样线 27	E:105°59'22.14"	N:25°02'03.34"	385	1.69	加岩	乔木林、灌木林、 内陆水体	2026.4.09、 2026.8.11
	E:105°59'49.64"	N:25°01'27.02"	412		坝把		
样线 28	E:106°07'47.17"	N:24°56'59.36"	468	1.74	双江口附近	乔木林、农田、内陆水体	2026.4.10、 2026.8.11
	E:106°07'15.07"	N:24°56'34.25"	444		板陈村		
样线 29	E:105°46'06.35"	N:25°31'57.69"	509	1.72	巧拥	乔木林、灌木林、 内陆水体	2026.4.09、 2026.8.11
	E:105°45'51.32"	N:25°32'33.87"	579		岩包		
样点 1	E: 106°57'45.03"	N: 25°03'02.24"	369	/	八奈	乔木林、农田、农田、 内陆水体	2022.12.15
样点 2	E: 106°09'00.65"	N: 24°57'44.44"	378	/	望谟县库区沿岸	乔木林、内陆水体	2022.12.16
样点 3	E: 106°52'36.17"	N: 25°19'26.44"	386	/	亭西村	乔木林、灌木林、 内陆水体	2022.12.17
样点 4	E: 106°37'32.84"	N: 25°08'33.37"	459	/	洋里村	乔木林、灌木林、 内陆水体	2022.12.17

表 4.3.1-5 红外相机布设一览表

编号	经纬度	海拔 (m)	地点	生境	布置 时间	回收时间	照片
HWXJ -1	E:107°00'11.97" ， N:25°01'37.13"	44 2	交 卡 屯	乔 木 林	2026 年 4 月	2026 年 8 月，持续 监测中	
HWXJ -2	E:107°01'57.83" ， N:25°01'59.45"	43 1	兴 龙 屯	乔 木 林	2026 年 4 月	2026 年 8 月，持续 监测中	
HWXJ -3	E:107°01'47.94" ， N:25°00'50.66"	55 7	龙 滩 天 湖 景 区	乔 木 林	2026 年 4 月	2026 年 8 月，持续 监测中	
HWXJ -4	E:107°03'14.36" ， N:25°01'42.16"	46 1	龙 滩 水 电 站 大 坝	乔 木 林	2026 年 4 月	2026 年 8 月，持续 监测中	
HWXJ -5	E:107°05'00.16" ， N:25°00'45.77"	45 7	纳 杆 屯	乔 木 林	2026 年 4 月	2026 年 8 月，持续 监测中	

② 访问调查

通过对评价区及其周边地区有野外经验的农民访问和座谈，与当地林业部门的相关人员进行交谈，了解当地动物的分布及数量情况。

③ 查阅相关资料

查阅当地的有关科学研究和野外调查资料。比照相应的地理纬度和海拔，对照相关的研究资料，核查和收集当地及相邻地区的相关资料。

综合实地调查、访问调查和资料汇总，通过分析归纳和总结，从而得出项目现场及实施地和周边地区的动物物种、种群数量和分布资料，为评价和保护当地动物提供科学的依据。



图 4.3.1-1 生态调查部分工作照

4.3.1.3 生态制图

采用GPS、RS和GIS相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图和土地利用类型图，进行景观质量和生态质量的定性和定量

评价。

从遥感影像获取的地面覆盖类型，在地面调查和历史植被基础上进行综合判读，采用非监督分类的方法最终赋予生态学的含义。选用 2024 年 6 月 WorldView-3 的遥感影像数据，以反映地面植被特征合成卫星遥感影像，其中植被影像主要反映为绿色。植被类型不同，色彩和色调发生相应变化，因此可区分出植被亚型以上的植被类型以及农田、居民地等地面类型。此外，植被类型的确定需结合不同植被类型分布的生态学特征，不单纯依靠色彩进行划分，采用遥感解译的方式产生植被初图，结合地面的 GPS 样点和等高线、坡度、坡向等信息，对植被图进行目视解译校正，得到符合精度要求的植被图。在植被图的基础上，进一步合并有关地面类型，得到土地利用类型图。

遥感处理分析的软件采用 ERDAS Imagine9.1；制图、空间分析软件采用 ArcGIS9.3、CorelDraw X4。

4.3.1.4 景观生态学

景观生态学主要研究宏观尺度上景观类型的空间格局和生态过程的相互作用及其动态变化特征。景观格局是指大小和形状不一的景观斑块在空间上的排列，是各种生态过程在不同尺度上综合作用的结果。景观格局变化对生物多样性产生直接而强烈影响，其主要原因是生境丧失和破碎化。

景观变化的分析方法主要有三种：定性描述法、景观生态图叠置法和景观动态的定量化分析法。目前较常用的方法是景观动态的定量化分析法，主要是对收集的景观数据进行解译或数字化处理，建立景观类型图，通过计算景观格局指数或建立动态模型对景观面积变化和景观类型转化等进行分析，揭示景观的空间配置以及格局动态变化趋势。

景观指数是能够反映景观格局特征的定量化指标，分为三个级别，代表三种不同的应用尺度，即斑块级别指数、斑块类型级别指数和景观级别指数，可根据需要选取相应的指标，采用 FRAGSTATS 等景观格局分析软件进行计算分析。

4.3.2 土地利用

重点评价区内土地利用现状调查是在卫片解译的基础上，参考《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)中有关分类标准，结合土壤、地貌等因子进行综合分析，

本报告将土地利用格局的拼块类型分为林地、草地、耕地、水域及水利设施用地和建设用地共 5 种类型。

表 4.3.2-1 评价区土地利用情况表

类型	面积(hm ²)	占评价区(%)	斑块数	占评价区(%)
林地	2151.27	63.08	833	27.62
草地	385.92	11.32	1178	39.06
耕地	66.87	1.96	348	11.54
水域及水利设施用地	212.58	6.23	207	6.86
建设用地	594.00	17.42	450	14.92
合计	3410.64	100.00	3016	100.00

由上表可知：重点评价区土地利用类型以林地为主，所占面积最大，为 2151.27hm²，占评价区总面积的 63.08%；其次为建设用地及草地，所占面积分别为 594.00hm²、385.92hm²，分别占重点评价区总面积的 17.42%、11.32%；其他类型用地面积较小。

4.3.3 植被现状

4.3.3.1 植被区划

根据《中国植被区划图》，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。

4.3.3.2 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 5 个植被型组、6 个植被型、6 个植被亚型、9 个群系(详见表 4.3.3-1)。

表 4.3.3-1 评价区植被类型表

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域
自然植被				
针叶林	亚热带常绿针叶林	丘陵低山常绿针叶林	1) 杉木林 From. <i>Cunninghamia lanceolata</i>	河道两岸常成片分布在山坡中上部
阔叶林	阔叶林	典型常绿阔叶林	2) 血桐林 From. <i>Macaranga tanarius</i> var. <i>tomentosa</i>	山坡常有分布
灌丛	亚热带灌丛	山地灌丛	3) 大叶紫珠灌丛 From. <i>Callicarpa macrophylla</i>	评价范围内广泛分布
			4) 构灌丛 From. <i>Broussonetia papyrifera</i>	评价范围内广泛分布
灌草丛	温性灌草丛	山地草丛	5) 白花鬼针草灌草丛 From. <i>Bidens pilosa</i> var. <i>radiata</i>	评价范围内广泛分布
	暖性灌草丛	禾草灌草丛	6) 类芦灌草丛 From. <i>Neyraudia reynaudiana</i>	评价范围内广泛分布
			7) 芒灌草丛 From. <i>Miscanthus sinensis</i>	评价范围内广泛分布
			8) 狗牙根 From. <i>Cynodon dactylon</i>	评价范围内广泛分布
沼泽和水生植被	草本沼泽	禾草沼泽	9) 芦苇沼泽 From. <i>Phragmites australis</i>	红水河两岸分布
人工植被				
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

4.3.3.3 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，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 200m-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 200m-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 600m-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，常见的群系有大叶紫珠灌丛、构灌丛、芒灌丛、白花鬼针草灌丛等，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。

4.3.4 植物区系

4.3.4.1 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。

4.3.4.2 植物区系组成成分数量统计分析

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)等多篇已正式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), 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、种数分别占广西壮族自治区维管束植物总科数、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 4.3.4-1)。

表 4.3.4-1 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
广西壮族自治区	56	155	833	10	30	88	243	1826	8247	309	2011	9168
全国	63	224	2600	11	36	190	346	3184	28500	420	3444	31290
占广西壮族自治区(%)	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。

4.3.4.3 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 4.3.4-2。

表 4.3.4-2 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

表 4.3.4-2(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(%)
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
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。

4.3.5 重点保护野生植物及古树名木

(1) 重点保护野生植物

根据《国家重点保护野生植物名录》(2021)，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)、《山水画廊-龙滩大峡谷森林公园》(何乃缘，2008)等评价区相关著作、文献资料，评价范围内国家重点保护野生植物有 29 种，其中国家一级有叉孢苏铁(*Cycas segmentifida*)、贵州苏铁(*Cycas guizhouensis*)、南方红豆杉(*Taxus chinensis*)

var. *mairei*)、长瓣兜兰 (*Paphiopedilum dianthum*)、硬叶兜兰 (*Paphiopedilum micranthum*) 5 种；国家二级 24 种，为掌叶木 (*Handeliodendron bodinieri*)、苏铁蕨 (*Brainea insignis*)、金毛狗 (*Cibotium barometz*)、桫欏 (*Alsophila spinulosa*)、柔毛油杉 (*Keteleeria pubescens*)、短叶黄杉 (*Pseudotsuga brevifolia*)、香木莲 (*Manglietia aromatica*)、福建柏 (*Fokienia hodginsii*)、闽楠 (*Phoebe bournei*)、蒜头果 (*Malania oleifera*)、黄槿 (*Phellodendron amurense*)、柄翅果 (*Burretiodendron esquirolii*)、降香 (*Dalbergia odorifera*)、红豆树 (*Ormosia hosiei*)、格木 (*Erythrophleum fordii*)、花榈木 (*Ormosia henryi*)、华南锥 (*Castanopsis concinna*)、红椿 (*Toona ciliata*)、伞花木 (*Eurycorymbus cavaleriei*)、香果树 (*Emmenopterys henryi*)、建兰 (*Cymbidium ensifolium*)、春兰 (*Cymbidium goeringii*)、滇金石斛 (*Flickingeria albopurpurea*)、束花石斛 (*Dendrobium chrysanthum*)。

根据《龙滩水电站 1000 吨通航建筑物工程生态影响专题报告》(2022 年)，重点评价区内有福建柏、红椿、金毛狗等 3 种国家二级保护植物，位于红水河右岸，距离施工区最近距离约 2km。结合现场调查结果，在施工影响范围内未发现重点保护野生植物。

表 4.3.5-1 重点保护野生植物分布情况表

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	工程占用情况(是/否)	与工程的位置关系
1.	叉孢苏铁 (<i>Cycas segmentifida</i>)	国家一级	濒危	是	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料	否	距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
2.	贵州苏铁 (<i>Cycas guizhouensis</i>)		极危	是	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
3.	南方红豆杉 (<i>Taxus chinensis</i> var. <i>mairei</i>)		易危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
4.	长瓣兜兰 (<i>Paphiopedilum dianthum</i>)		易危	否	否	见石兰花植物园	现场调查		距离麻村石料厂最近水平距离 5km
5.	硬叶兜兰 (<i>Paphiopedilum micranthum</i>)		易危	否	否	见石兰花植物园	现场调查		距离麻村石料厂最近水平距离 5km

表 4.3.5-1(续)

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	工程占用情况(是/否)	与工程的位置关系
6.	掌叶木 (<i>Handeliodendron bodinieri</i>)	国家二级	濒危	否	否	大王垌附近	现场调查	否	距离麻村石料厂最近水平距离 5km
7.	苏铁蕨(<i>Brainea insignis</i>)		易危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
8.	金毛狗(<i>Cibotium barometz</i>)		无危	否	否	龙滩电厂塘英基地, 红水河右岸	现场调查		距转轮加工厂最近约 8.4km
9.	桫欏(<i>Alsophila spinulosa</i>)		易危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
10.	柔毛油杉(<i>Keteleeria pubescens</i>)		易危	是	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
11.	短叶黄杉(<i>Pseudotsuga brevifolia</i>)		易危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
12.	香木莲(<i>Manglietia aromatica</i>)		易危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
13.	福建柏(<i>Fokienia hodginsii</i>)		易危	否	否	红水河右岸	现场调查		距转轮加工厂最近约 7km
14.	闽楠(<i>Phoebe bournei</i>)		易危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
15.	蒜头果(<i>Malania oleifera</i>)		易危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
16.	黄槿(<i>Phellodendron amurense</i>)		易危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
17.	柄翅果(<i>Burretiodendron esquirolii</i>)		易危	否	否	龙滩电厂塘英基地	文献资料		距离麻村石料厂最近水平距离 10km
18.	降香(<i>Dalbergia odorifera</i>)		极危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
19.	红豆树(<i>Ormosia hosiei</i>)		濒危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km

表 4.3.5-1(续)

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	工程占用情况(是/否)	与工程的位置关系
20.	格木(<i>Erythrophleum fordii</i>)	国家二级	易危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料	否	距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
21.	花榈木(<i>Ormosia henryi</i>)		易危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
22.	华南锥(<i>Castanopsis concinna</i>)		近危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
23.	红椿(<i>Toona ciliata</i>)		易危	否	否	龙滩电厂塘英基地, 红水河右岸	现场调查		距鱼类增殖站最近约 2km
24.	伞花木(<i>Eurycorymbus cavaleriei</i>)		无危	否	否	龙滩大峡谷珍稀植物园内	文献资料		距离转轮加工厂最近水平距离 1.2km
25.	香果树(<i>Emmenopterys henryi</i>)		近危	是	否	龙滩电厂塘英基地	文献资料		距离麻村石料厂最近水平距离 5km
26.	建兰(<i>Cymbidium ensifolium</i>)		易危	否	否	见石兰花植物园	现场调查		距离麻村石料厂最近水平距离 5km
27.	春兰(<i>Cymbidium goeringii</i>)		易危	否	否	见石兰花植物园	现场调查		距离麻村石料厂最近水平距离 5km
28.	滇金石斛(<i>Flickingeria albobopurea</i>)		无危	否	否	见石兰花植物园	现场调查		距离麻村石料厂最近水平距离 5km
29.	束花石斛(<i>Dendrobium chrysanthum</i>)		易危	否	否	见石兰花植物园	现场调查		距离麻村石料厂最近水平距离 5km

(2) 古树名木

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》及古树资源现场复核调查情况, 工程建设影响区附近发现有古树 4 株: 黄葛树(*Ficus virens*) 2 株, 分别位于滨水公园下河休闲步道右侧靠河边和塘英大桥南岸桥头; 湖南山核桃 1 株, 位于龙滩大峡谷珍稀植物园-兰花园门口, 1 株铁榄位于龙滩大峡谷珍稀植物园-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 4.3.5-2 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	工程占用情况(是/否)
1.	黄葛树 <i>Ficus virens</i>	良好	270	E: 107.17537803, N: 24.99341806 H: 206	滨水公园下河休闲步道右侧 靠河边, 距施工营地直线距 离约 12km
2.	黄葛树 <i>Ficus virens</i>	良好	240	E: 107.18556762, N: 24.97417383 H: 208	塘英大桥南岸桥头, 距施工 营地直线距离约 12km
3.	湖南山核桃 <i>Carya hunanensis</i>	良好	150	E: 107.06728220, N: 25.00941460, H: 406	龙滩大峡谷珍稀植物园-兰花 园门口, 距转轮加工厂直线 距离约 1.2km
4.	铁榄 <i>Sinosideroxylon pedunculatum</i>	良好	175	E: 107.06728220, N: 25.00941460, H: 406	龙滩大峡谷珍稀植物园-兰花 园门口, 距转轮加工厂直线 距离约 1.2km



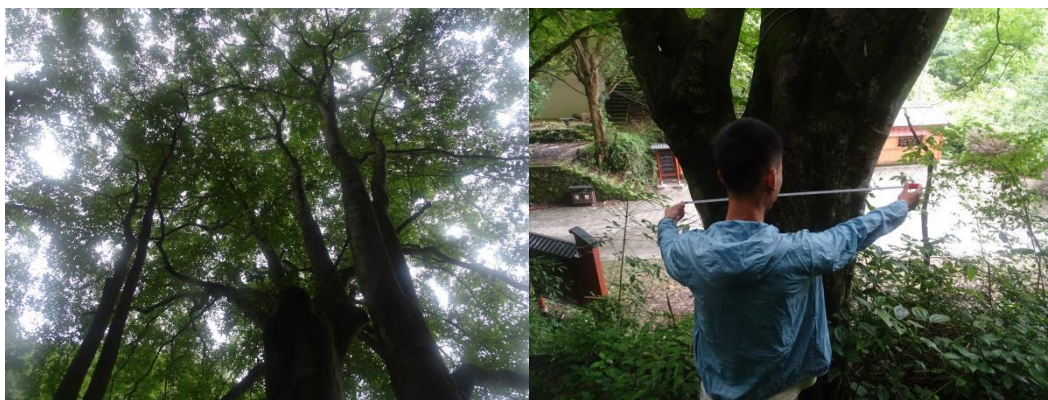
黄葛树 *Ficus virens*
水公园下河休闲步道右侧靠河边



黄葛树 *Ficus virens*
天峨县二桥南岸桥头



铁榄 *Sinosideroxylon pedunculatum*
龙滩大峡谷珍稀植物园-兰花园门口



湖南山核桃 *Carya hunanensis*
龙滩大峡谷珍稀植物园-兰花园门口

4.3.6 外来入侵物种

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)和《重点管理外来入侵物种名录》(2022), 通过现场调查, 在评价区发现有白花鬼针草、紫茎泽兰、小蓬草、马缨丹等外来入侵种分布, 白花鬼针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。紫茎泽兰、小蓬草、马缨丹在评价范围内零星分布, 常作为伴生种存在于群落中, 危害较小。

4.3.7 陆生动物

为表示各类动物种类数量的丰富度，采用数量等级方法：对某动物种群在单位面积内其数量占所调查动物总数的 10% 以上，用“+++”表示，该种群为当地优势种；对某动物种群占调查总数的 1%~10%，用“++”表示，该动物种为当地普通种；对某动物种群占调查总数的 1% 及以下或仅 1 只，用“+”表示，该物种为当地稀有种。数量等级评价标准见表 4.3.7-1。

表 4.3.7-1 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

4.3.7.1 动物组成及区系特征

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)。但评价区位于该亚区的西南缘, 南与华南区(VII)相接、西与西南区(V)毗邻, 其地理位置接近 3 个动物地理区的交界处, 动物区系组成复杂, 以东洋界物种占优势, 许多华南区特有或主要分布于华南区的科和种, 在本地区也有分布, 如兽类中的鞘尾蝠科、狐蝠科, 爬行类中的蟒科等。

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 31 目 125 科 554 种; 其中国家一级重点保护野生动物 16 种, 国家二级重点保护野生动物 75 种; 广西壮族自治区级重点保护野生动物 85 种, 无贵州省级重点保护野生动物。评价区动物的种类组成、区系和保护等级具体见表 4.3.7-2。

表 4.3.7-2 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	国家一级	国家二级	广西壮族自治区级
两栖纲	2	8	24	21	1	2	0	2	5
爬行纲	2	22	72	63	0	9	0	9	12

表 4.3.7-2(续)

种类组成				区系			保护等级		
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家一级	国家二级	广西壮族自治区级
鸟纲	18	67	358	198	65	95	6	50	62
哺乳纲	9	28	100	78	3	19	10	14	6
合计	31	125	554	360	69	125	16	75	85

4.3.7.2 评价区动物多样性现状

a) 两栖类

1) 种类、数量及分布

评价区内两栖动物有 2 目 8 科 24 种。其中蛙科种类最多，共有 7 种，占两栖类种数的 29.17%。其中无国家一级重点保护野生动物，有国家二级重点保护野生动物中国大鲵(*Andrias davidianus*)和虎纹蛙(*Hoplobatrachus chinensis*)2 种。评价区内的两栖类中，优势种为中华蟾蜍(*Bufo gargarizans*)、泽陆蛙(*Fejervarya multistriata*)，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 3 种区系类型：东洋种 21 种，占 87.50%；广布种 2 种，占 8.33%；古北种 1 种，占 4.17%(图 4.3.7-1)。评价区内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。

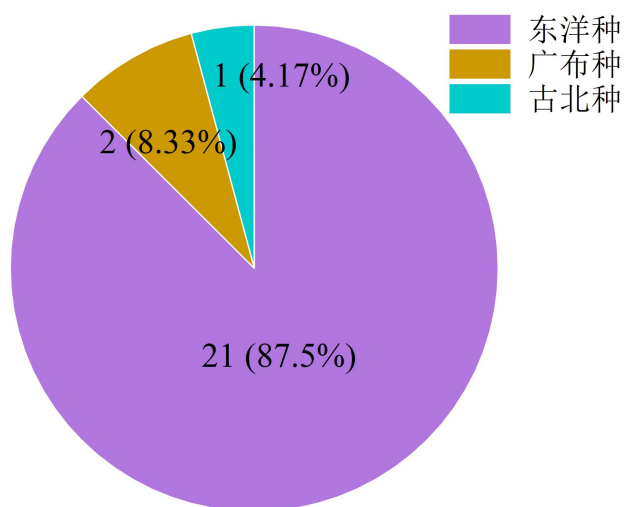


图 4.3.7-1 评价区两栖动物区系特征

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(4.3.7-2)：

静水型(在静水或缓流中觅食)：包括沼水蛙(*Boulengerana guentheri*)、华西雨蛙(*Hyla gongshanensis*)、台北纤蛙(*Hylarans taipehensis*)、虎纹蛙(*Hoplobatrachus chinensis*)4 种，主要在评价范围内的稻田、池塘、水坑、沼泽、湖边浅水区域等静水水域中分布，不远离水域，并产卵在静水中。

溪流型(在流水中活动觅食)：包括中国大鲵、华南湍蛙(*Amolops ricketti*)、大绿臭蛙(*Odorrana graminea*)、绿臭蛙(*Odorrana margaratae*)、花臭蛙(*Odorrana schmackeri*)、云南臭蛙(*Odorrana andersonii*)、棘胸蛙(*Quasipaa spinosa*)、棘蝮蛙(*Paaboulengeri*)、双团棘胸蛙(*Gynandropaayunnanensis*)9 种，主要分布在评价范围内的山涧溪流或其岸边。

陆栖型(在陆地上活动觅食)：包括中华蟾蜍、黑眶蟾蜍(*Bufo melanostictus*)、峨山掌突蟾(*Carpophrys oshanensis*)、小弧斑姬蛙(*Microhyla heymonisi*)、饰纹姬蛙(*Microhyla ornata*)、粗皮姬蛙(*Microhylabutleri*)、泽陆蛙、花姬蛙(*Microhyla pulchra*)8 种，它们主要在评价范围内离水源不远的陆地上如草丛、树根、苔藓、石下及土洞、石穴等生境内活动，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)：包括锯腿水树蛙(*Aquixalus odontotarsus*)、斑腿泛树蛙(*Polypedates megacephalus*)、无声囊泛树蛙 3 种。主要分布在评价范围内离水源不远的林地。

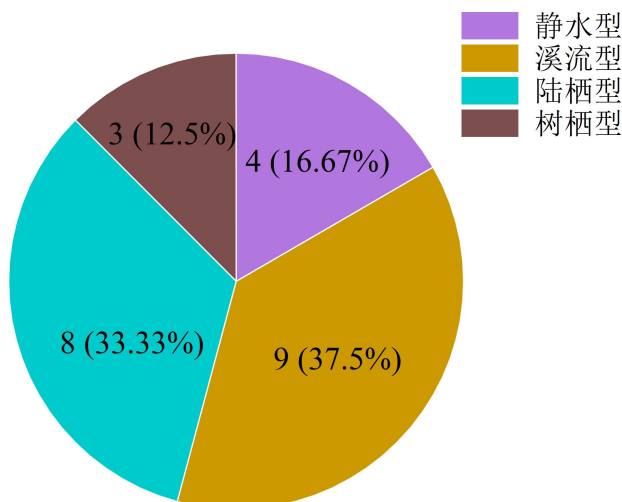


图 4.3.7-2 评价区两栖动物生态类型特征

b) 爬行类

1) 种类、数量及分布

评价区内爬行类共有 2 目 22 科 72 种，其中游蛇科种类最多，共有 20 种，占爬行类种数 27.78%。评价区内无国家一级重点保护野生动物；有国家二级保护动物 9 种：平胸龟(*Platysternon megacephalum*)、乌龟(*Mauremys reevesii*)、眼斑水龟(*Scalia bealei*)、山瑞鳖(*Pelea steindachneri*)、大壁虎(*Gekko gekko*)、脆蛇蜥(*Dopasia harti*)、蟒(*Python bivittatus*)、三索锦蛇(*Coelognathus radiatus*)、眼镜王蛇(*Ophiophagus hannah*)。有广西壮族自治区级重点保护爬行类 12 种。蟒、三索锦蛇、眼镜王蛇在评价区内温暖潮湿、植被茂密且临近水源的森林、灌丛或开阔林地有分布，但现存数量较少，主要分布于近水域的林地中。平胸龟、乌龟、眼斑水龟、山瑞鳖主要栖息于山涧溪流中。大壁虎、脆蛇蜥在评价区主要栖息于岩石暴露、植被稀少的石山岩缝中。评价区内分布的爬行类中优势种为南草蜥(*Takydromus sexlineatus*)、乌梢蛇(*Ptyas dhumnades*)和黑眉锦蛇(*Elaphe taeniura*)。

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 63 种，占 87.50%；广布种 9 种，占 12.50%。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障碍向东洋界渗透，因此评价区内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 5 种生态类型(4.3.7-3)：

水栖型(经常在水体中活动)：包括中华鳖(*Pelodiscus sinensis*)、山瑞鳖、平胸龟、乌龟、眼斑水龟 5 种。主要在评价区内水体中活动。

土栖型(生活于地下)：包括钩盲蛇(*Indotyphlops braminus*)、尖尾两头蛇(*Calamaria pavementata*)、钝尾两头蛇(*Calamaria septentrionalis*)、青脊蛇(*Achalinus ater*)、棕脊蛇(*Achalinus rufescens*)、平鳞钝头蛇(*Pareas boulengeri*)、横纹钝头蛇(*Pareas margaritophorus*) 7 种。主要在评价区内的地下活动。

住宅型(经常在建筑物的檐缝、墙缝等隐蔽地方活动)：包括云南半叶趾虎

(*Hemiphyllodactylus yunnanensis*)、原尾蜥虎(*Hemidactylus bowringii*)、大壁虎、蹼趾壁虎(*Gekko subpalmatus*)4 种。主要在评价范围内的建筑物的檐缝、墙缝等隐蔽地方活动。

灌丛石隙型(经常活动在灌丛下面,路边石缝中的爬行类):包括南草蜥、铜蜓蜥 (*Sphenomorphus indicus*) 、 中 国 石 龙 子 、 原 矛 头 蝮 (*Protobothrops mucrosquamatus*)、山烙铁头蛇(*Ovophis monticola*)等共 20 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):包括腹斑腹链蛇(*Hebius modestum*)、绞花林蛇(*Boiga kraepelini*)、翠青蛇(*Cyclophiops major*)、王锦蛇(*Elaphe carinata*) 、 玉 斑 锦 蛇 (*Elaphe mandarina*) 、 百 花 锦 蛇 (*Orthriophismoellendorffi*)、紫灰锦蛇(*Oreocryptophis porphyraceus*)、三索锦蛇(*Coelognathus radiatus*)、黑眉锦蛇、颈棱蛇(*Pseudoagkistrodon rudis*)、大眼斜鳞蛇(*Pseudoxenodon macrops*)、乌梢蛇、黑头剑蛇(*Sibynophis chinensis*)、舟山眼镜蛇(*Naja atra*)、银环蛇(*Bungarus multicinctus*)、白唇竹叶青蛇(*Trimeresurus albolabria*)等共 36 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。

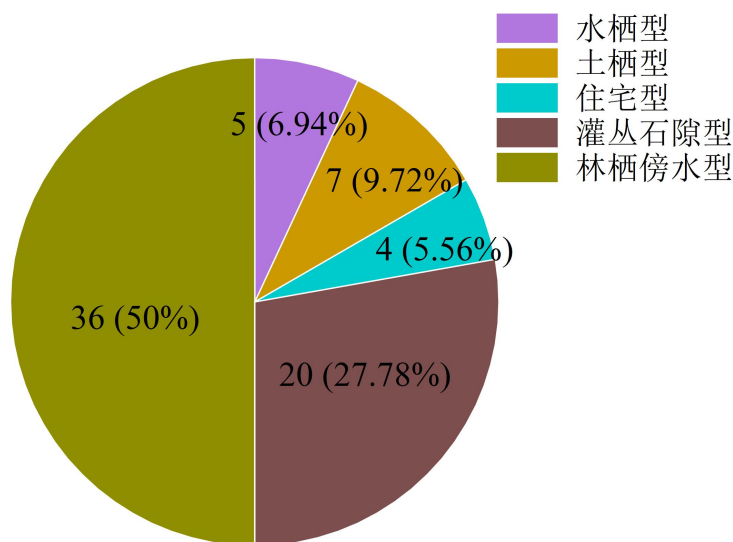


图 4.3.7-3 评价区爬行动物生态类型特征

c) 鸟类

1) 种类、数量及分布

评价区内共有鸟类 358 种，隶属于 18 目 67 科。其中以雀形目的鸟类最多，共计 42 科 221 种，占到鸟类总数的 61.73%，且多为留鸟，这不仅与该区的良好生境有关，也与其处在中亚热带南缘、具适宜的气候条件有关。

评价区分布的国家重点保护野生鸟类种类较为丰富，共 56 种，国家重点保护鸟类占到鸟类总数的 16.00%。其中国家一级保护鸟类 6 种，黑颈长尾雉(*Syrnaticus humiae*)、海南鵲(*Gorsachius magnificus*)、秃鹫(*Aegypius monachus*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)、黄胸鹀(*Emberiza aureola*)、中华秋沙鸭(*Mergus squamatus*)。有国家二级保护野生鸟类 50 种：褐胸山鹧鸪(*Arborophila brunneopectus*)、红原鸡(*Gallus gallus*)、白鹇(*Lophura nycthemera*)、红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)、白腹锦鸡(*Chrysolophus amherstiae*)等。广西壮族自治区级重点保护鸟类 62 种。

2) 区系类型

评价区的鸟类中，东洋种有 198 种，占 55.31%；广布种 95 种，占 26.53%；古北种有 65 种，占 18.16%（4.3.7-4）。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。

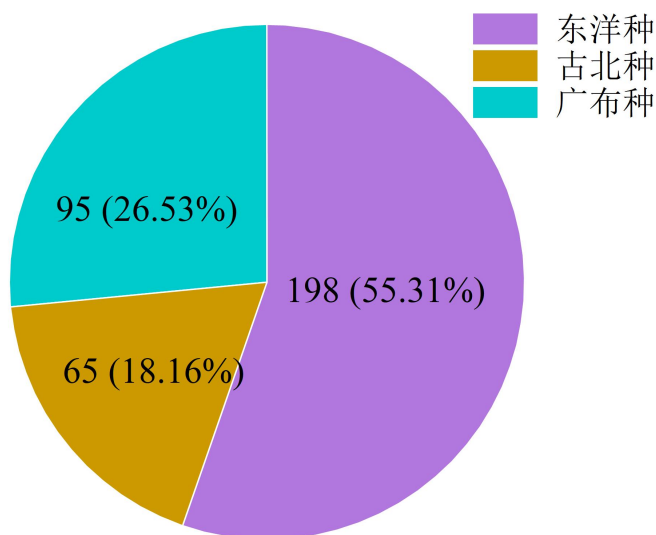


图 4.3.7-4 评价区鸟类区系特征

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(4.3.7-5)：

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): 鸬鹚目、雁形目、鲑鸟目以及鸻形目的鸥科和燕鸥科可以归为此类, 评价区内有小鸬鹚(*Tachybaptus ruficollis*)、绿翅鸭(*Anas crecca*)、绿头鸭(*Anas platyrhynchos*)、斑嘴鸭(*Anas zonorhynchos*)、普通秋沙鸭(*Mergus merganser*)、普通鸬鹚(*Phalacrocorax carbo*)等共 16 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、鹬形目、鸻形目的一些种类, 主要有普通秧鸡(*Rallus indicus*)、白胸苦恶鸟(*Amaurornis phoenicurus*)、董鸡(*Gallicrex cinerea*)、白骨顶(*Fulica atra*)、凤头麦鸡(*Vanellus vanellus*)、环颈鸻(*Charadrius alexandrinus*)、金眶鸻(*Charadrius dubius*)、白腰草鹬(*Tringa ochropus*)、针尾沙锥(*Gallinago stenura*)、丘鹬(*Scolopax rusticola*)、白鹭(*Egretta garzetta*)、池鹭(*Ardeola bacchus*)、绿鹭(*Butorides striata*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)等共 35 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、鸻形目的种类, 主要有环颈雉(*Phasianus colchicus*)、灰胸竹鸡(*Bambuscoda thoracicus*)、中华鹧鸪(*Francolinus pintadeanus*)、鹌鹑(*Coturnix japonica*)、红腹锦鸡、山斑鸠(*Streptopelia orientalis*)、珠颈斑鸠(*Streptopelia chinensis*)、火斑鸠(*Streptopelia tranquebarica*)等共 18 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、鸮形目、咬鹃目、佛法僧目、犀鸟目、啄木鸟目的种类, 主要有普通夜鹰(*Caprimulgus indicus*)、白腰雨燕(*Apus pacificus*)、褐翅鸦鹃、噪鹃(*Eudynamis scolopacea*)、四声杜鹃(*Cuculus micropterus*)、八声杜鹃(*Cacomantis merulinus*)、大杜鹃(*Cuculus canorus*)、中杜鹃(*Cuculus saturatus*)、棕腹鹰鹃(*Cuculus nisicolor*)、乌鹃(*Surniculus dicruoides*)、戴胜(*Upupa epops*)、普通翠鸟(*Alcedo atthis*)、白胸翡翠、蓝翡翠(*Halcyon pileata*)、三宝鸟(*Eurystomus orientalis*)、灰头绿啄木鸟(*Picus canus*)、星头啄木鸟(*Dendrocopos canicapillus*)、大斑啄木鸟(*Dendrocopos major*)等共 36 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，主要有凤头蜂鹰、黑冠鹃隼、松雀鹰、苍鹰、鹊鹞、黑鸢、雀鹰、蛇雕、普通鵟、领角鸮、灰林鸮、斑头鸺鹠、领鸺鹠、褐林鸮、红隼、燕隼、游隼等共 32 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 221 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。

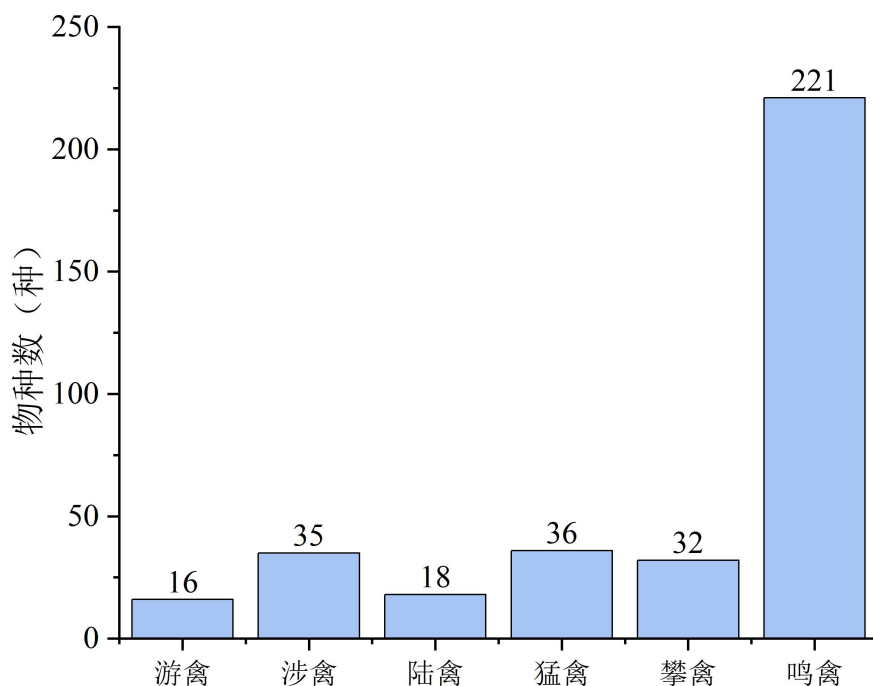


图 4.3.7-5 评价区鸟类生态习性特征

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（4.3.7-6）。

留鸟(长期栖居在生殖地域，不作周期性迁徙的鸟类)：共 200 种，占评价区所有鸟类的 55.87%，在评价区内占的比例最大，主要包括雉科、鹧鸪科、鸠鸽科、雨燕科、鹰科、鸱鸃科、戴胜科、翠鸟科、啄木鸟科、隼科和雀形目中的一些种类如鹛科的种类等；

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 78 种，占评价区所有鸟类的 21.79%，主要包括鸭科、鸨科、鹬科、鸚科和鸚科的部分种类；

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 54 种，占评价区所有鸟类的 15.08%，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、王鸚科和燕科的部分种类等；

旅鸟(指迁徙中途经某地区，而又不在于该地区繁殖或越冬)：共 26 种，占评价区所有鸟类的 7.26%，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 245 种，占 70.95%。迁徙鸟类(包括夏候鸟、冬候鸟和旅鸟)有 158 种，占 44.13%。

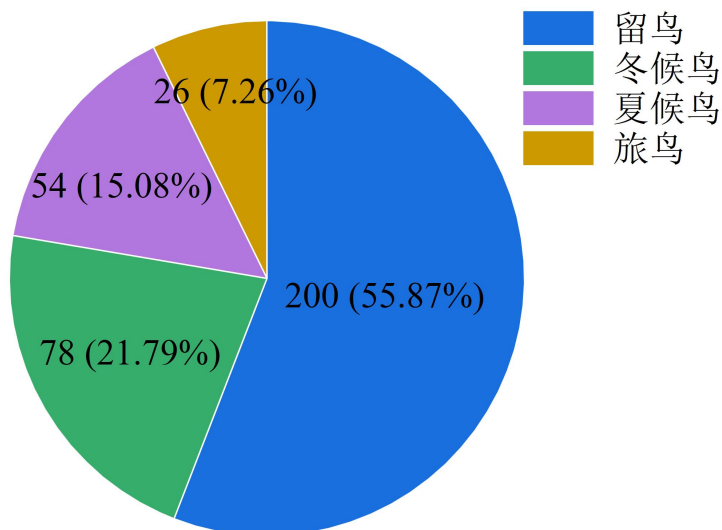


图 4.3.7-6 评价区鸟类居留型特征

5) 候鸟迁徙通道根据《候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划（2024-2030 年）》，中国有 4 条主要候鸟迁飞通道，分别为东亚—澳大利西亚迁飞通道、中亚迁飞通道、西亚东非迁飞通道以及西太平洋迁飞通道（图 4.3.7-7）。本工程线路位于东亚—澳大利西亚迁飞通道。该通道北起俄罗斯远东地区和美国阿拉斯加，途经中国、韩国、日本等东亚区域，南至东南亚和大洋洲，涉及 22 个国家及地区，是世界上受威胁种类最多的候鸟迁飞通道。在我国，此通道主要覆盖东北、华北、华中、华东、华南、南海以及西南、西北的部分区域。有 280 余种迁徙水鸟和 510 余种迁徙陆鸟经过此通道，代表性水鸟有勺嘴鹬（*Calidris pygmaea*）、丹顶鹤（*Grus*

japonensis)、卷羽鹈鹕 (*Pelecanus crispus*)、东方白鹳 (*Ciconia boyciana*) 和中华秋沙鸭 (*Mergus squamatus*) 等, 代表性陆鸟有大鸨 (*Otis tarda*)、红翅绿鸠 (*Treron sieboldii*) 和黄胸鹑等。

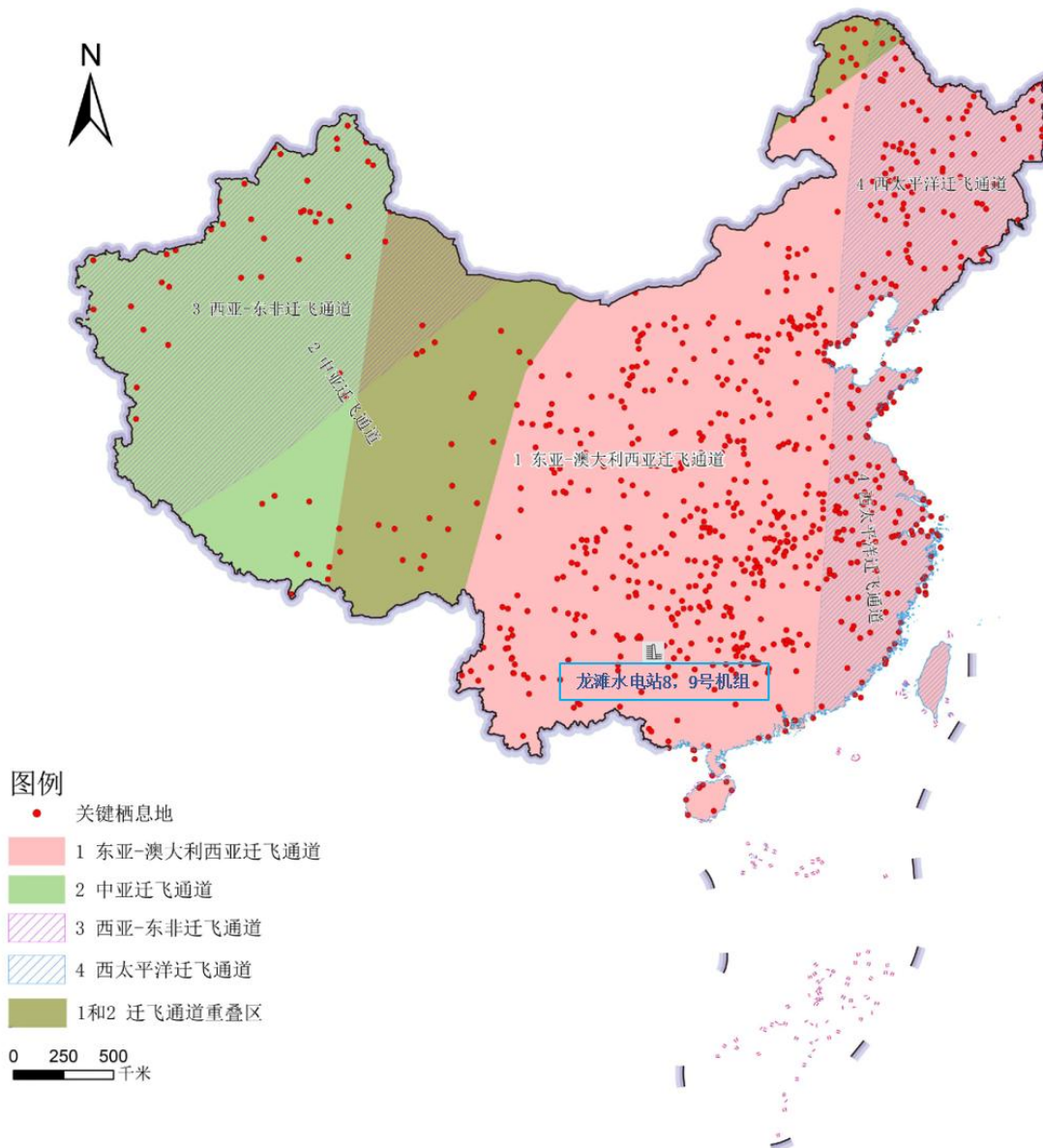


图 4.3.7-7 本工程与中国候鸟迁飞通道位置关系图的位置关系

本工程位于全国候鸟功能区的华南—西南迁徙和越冬区 (图 4.3.7-8), 主要指岭南山地、华南平原、西南山地等地区。该区域涉及东亚—澳大利西亚和中亚迁徙路线。是我国北方地区森林鸟类的主要越冬地, 典型鸟类有白鹭、池鹭、牛背鹭、普通鵞、雀鹰、松雀鹰、田鸫、黄胸鹑等。



图 4.3.7-8 本工程与全国候鸟功能区位置关系图

根据《国家林业和草原局关于印发〈全国鸟类迁徙通道保护行动方案（2021-2035 年）〉的通知》（林护发〔2022〕122 号），本工程建设范围不涉及候鸟迁徙通道，但生态影响评价区内涉及两处已划定的迁徙通道区域，即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，是候鸟重要的繁殖地，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，广西龙滩大峡谷国家森林公园位于电站坝址下游约 5km 处；同时，根据《广西壮族自治区林业局关于加强全区候鸟迁徙通道保护管理的通知》（桂林护发〔2023〕1 号），百色市乐业县西部雅长一带被列为自治区级候鸟迁徙通道重要区域，该区域也位于生态影响评价区内。

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内的生境状况，对评价区内的兽类种类、数量及分布现状进行了全面调查，得出如下结论：

1) 种类、数量及分布

评价区内兽类共有 9 目 28 科 100 种(详见附录)。评价区内兽类以啮齿目最多, 共有 33 种, 占 33.00%; 食肉目共计 23 种, 占 23.00%; 其次为翼手目的种类, 共计 22 种, 占 22.00%; 偶蹄目共计 7 种, 占 7.00%; 劳亚食虫目共计 6 种, 占 6.00%。评价区内的国家一级重点保护野生动物有 10 种: 黑叶猴(*Trachypithecus francoisi*)、中华穿山甲(*Manis pentadactyla*)、金猫(*Catopuma temminckii*)、豹(*Panthera pardus*)、云豹(*Neofelis nebulosa*)、林麝(*Moschus berezovskii*)、小灵猫(*Viverricula indica*)、大斑灵猫(*Viverra megaspila*)、大灵猫(*Viverra zibetha*)、豺(*Cuon alpinus*)、国家二级保护动物有 14 种: 熊猴(*Macaca assamensis*)、猕猴(*Macaca mulatta*)、藏酋猴(*Macaca thibetana*)、红面猴(*Macaca arctoides*)、豹猫(*Felis bengalensis*)、斑灵狸(*Prionodon pardicolor*)、貉(*Nyctereutes procyonoides*)、赤狐(*Vulpes vulpes*)、亚洲黑熊(*Ursus thibetanus*)、小爪水獭(*Aonyx cinereu*)、欧亚水獭(*Lutra lutra*)、獐(*Hydropotes inermis*)、中华鬣羚(*Capricornis milneedwardsii*)、毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*)、国家重点保护兽类占评价区内兽类总数的 24.00%。广西壮族自治区重点保护兽类 7 种。

评价区内分布的国家重点保护野生动物中, 以猕猴种群数量最大, 主要栖息于河谷上游及支流地带的密林或疏林岩山上, 群居, 主要分布在龙滩自然保护区内的村屯。其他的灵长目的保护动物有国家二级重点保护野生动物的熊猴、国家二级重点保护野生动物的红面猴, 其种群数量不大, 主要分布在评价区内的天峨、乐业、田林等县, 栖息于亚热带常绿阔叶林中。评价区内的保护动物中, 食肉目的动物也较多, 如豹、云豹、小灵猫、大灵猫、斑林狸、金猫、亚洲黑熊和欧亚水獭。其中云豹在评价区内已经十分罕见, 其他的灵猫科、猫科和熊科的动物在评价区内主要活动于两岸森林茂密处, 水獭主要分布在红水河干流水域较宽阔的区域。林麝、中华鬣羚等偶蹄目的保护动物由于其善于攀岩, 多活动于林地中或裸岩陡崖上, 多为人类活动稀少的地方, 獐则在水域周围活动较多。鳞甲目的中华穿山甲栖息地广泛, 但由于人为捕捉等原因, 现已非常稀少。

2) 区系类型

按区系类型划分, 可将评调查内的兽类分为以下 3 类: 东洋种 78 种, 占

78.00%；广布种 19 种，占 19.00%；古北种 3 种，占 3.00%。区系特征如下图 4.3.7-9。

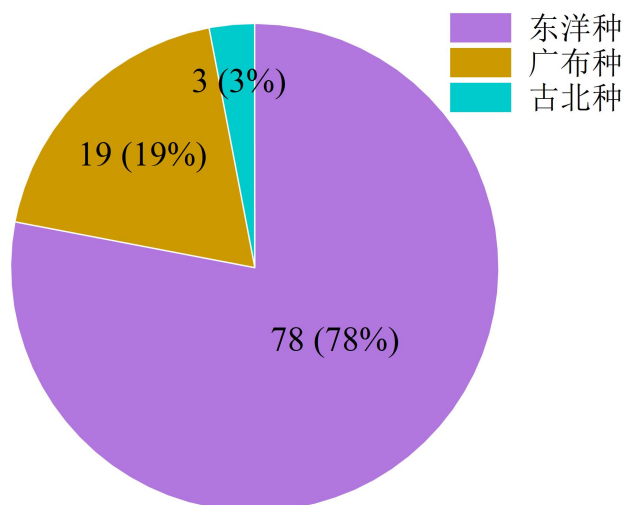


图 4.3.7-9 评价区兽类区系特征

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 4 种生态类型(图 4.3.7-10)：

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)：有臭鼯(*Suncus murinus*)、黄鼯(*Mustela sibirica*)、鼯獾(*Melogale moschata*)、黄胸鼠(*Rattus tanezumi*)、褐家鼠(*Rattus novogicus*)、针毛鼠(*Rattus huang*)、黄毛鼠(*Rattus losea*)、小家鼠(*Mus musculus*)、巢鼠(*Micromys minutus*)、北社鼠(*Niviventer confucianus*)、黑线姬鼠(*Apodemus agrarius*)、中华竹鼠(*Rhizomys sinensis*)、华南兔(*Lepus sinensis*)等共 33 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。

岩洞栖息型(在岩洞中倒挂栖息的小型兽类)：有普通伏翼(*Pipistrellus pipistrellus*)、东方蝙蝠(*Vespertilio sinensis*)、亚洲长翼蝠(*Miniopterus fuliginosus*)等共 22 种。它们在评价区主要分布于山区的岩洞洞穴中或者村落的屋檐下。

陆栖型(主要在地面上活动、觅食)：豹猫、花面狸、野猪、獐、毛冠鹿、中华鬣羚等 35 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(*Callosciurus erythraeus*)、隐纹花鼠(*Tamias swinhoei*)、红颊长吻松鼠(*Dremomys rufigenis*)等共 10 种。在评价

区内分布在常绿阔叶林和针叶林中。

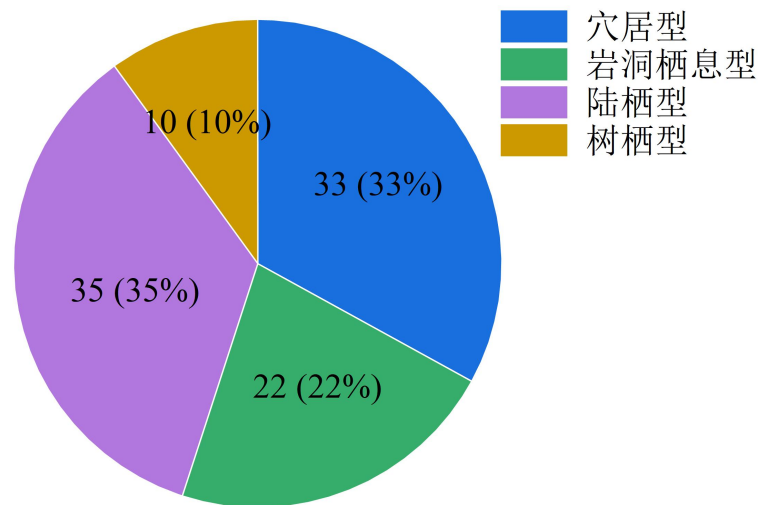


图 4.3.7-10 评价区兽类生态类型特征

4.3.7.3 重点评价区动物现状

由于本工程评价范围包含施工区与库区，且工程施工与运营对库区内水位无显著影响，因此本工程对库区内的动物无显著影响。重点评价工程施工实际占地范围外延 1km 的范围，主要位于天峨县境内，根据现场调查与访问，结合文献资料以及物种在不同生境中分布，统计出红水河龙滩水电站 8、9 号机组生态环境施工区内的动物组成(名录见附录 4)。

a) 两栖类

1) 种类、数量及分布

重点评价区内两栖动物有 1 目 5 科 15 种。其中蛙科和叉舌蛙科种类相对较多，均有 4 种。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 3 种。重点评价区的两栖类中，优势种为黑眶蟾蜍、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 3 种区系类型：东洋种 13 种，占 86.67%；广布种和古北种均为 1 种。重点评价区的两栖类以东洋种成分为主，这与重点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，重点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(*Amolops ricketti*)、绿臭蛙(*Odorrana margaratae*)、花臭蛙(*Odorrana schmackeri*)、棘胸蛙(*Quasipaa spinosa*)、棘蝮蛙(*Quasipaa boulengeri*)、双团棘胸蛙(*Gynandropaa yunnanensis*)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(*Bufo melanostictus*)、小弧斑姬蛙(*Microhyla heymonisi*)、饰纹姬蛙(*Microhyla fissipes*)、粗皮姬蛙(*Microhyla butleri*)、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): 包括无声囊泛树蛙和斑腿泛树蛙 2 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

重点评价区内爬行类共有 2 目 11 科 28 种，其中游蛇科种类最多，共有 11 种，占爬行类种数 39.29%。重点评价区内分布有国家二级保护爬行类 1 种，三索锦蛇；有广西壮族自治区级重点保护爬行类 9 种。重点评价区分布的爬行类中优势种为南草蜥、铜蜓蜥和中国石龙子。

(2) 区系类型

按照爬行动物的区系类型，可将重点评价区内的爬行类分为 2 种区系类型：东洋种 21 种，占 75.00%；广布种 7 种，占 25.00%。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屏障向东洋界渗透，因此重点评价区爬行类仍然以东洋种为主。

(3) 生态类型

根据重点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(*Pelodiscus sinensis*)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): 包括南草蜥、铜蜓

蜥(*Sphenomorphus indicus*)、中国石龙子、蓝尾石龙子 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(*Achalinus rufescens*)、腹斑腹链蛇(*Hebius modestum*)、绞花林蛇(*Boiga kraepelini*)、尖尾两头蛇(*Calamaria pavementata*)、翠青蛇、王锦蛇、玉斑锦蛇(*Elaphe mandarina*)、百花锦蛇、紫灰锦蛇(*Oreocryptophis porphyraceus*)、三索锦蛇、黑眉锦蛇、颈棱蛇(*Macropisthodon rudis*)、大眼斜鳞蛇(*Pseudoxenodon macrops*)、灰鼠蛇(*Ptyas korros*)等 22 种。它们主要在评价范围内潮湿的林地内活动。重点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重点评价区爬行类的主体。

c) 鸟类

1) 种类、数量及分布

重点评价区内共分布有鸟类有 121 种, 隶属于 15 目 45 科。其中, 以雀形目鸟类最多, 共 92 种, 占 76.03%。重点评价区内未发现国家一级保护野生鸟类, 可能分布国家二级保护野生鸟类 6 种, 广西壮族自治区级重点保护鸟类 33 种。

2) 区系类型

重点评价区的鸟类中, 东洋种有 74 种, 占 61.16%; 广布种有 37 种, 占 30.58%; 古北种有 10 种, 占 8.26%。重点评价区处于东洋界, 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。

3) 生态类型

按生活习性的不同, 可以将重点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): 鸕鹚目、雁形目、鲑鸟目可以归为此类, 重点评价区内有小鸕鹚(*Podiceps ruficollis*)、绿翅鸭(*Anas crecca*)、斑嘴鸭、普通鸕鹚等共 4 种, 它们主要分布于重点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): 包括鹤形目和鸕鹚形目的一些种类, 主要有白骨顶、白鹭、池鹭共 6 种,

它们主要分布于重点评价区浅水区域、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(*Francolinus pintadeanus*)、山斑鸠(*Streptopelia orientalis*)、珠颈斑鸠共 5 种,它们主要分布于重点评价区林缘地带、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、四声杜鹃、八声杜鹃(*Cacomantis merulinus*)、普通翠鸟(*Alcedo atthis*)、灰头绿啄木鸟、大斑啄木鸟(*Dendrocopos major*)、星头啄木鸟等,共 12 种,在重点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):鹰形目所有种类,主要有黑鸢和蛇雕 2 种,它们在重点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重点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 92 种。其生活习性多种多样,广泛分布于重点评价区各类生境中,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,可将重点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 90 种,占重点评价区所有鸟类的 74.38%,在重点评价区内占的比例最大,主要包括雉科、鸠鸽科、鹰科、鸱鸃科、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 21 种,占重点评价区所有鸟类的 17.36%,主要包括鸭科、鹈科和鸬科的部分种类;

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 9 种, 占重点评价区所有鸟类的 7.44%, 主要包括夜鹰科、杜鹃科、鹭科、佛法僧科、卷尾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 1 种, 占重点评价区所有鸟类的 0.83%, 旅鸟在重点评价区占的比例最小。

综上所述, 重点评价区的鸟类中, 有繁殖鸟(包括留鸟和夏候鸟)共有 98 种, 占 83.47%。迁徙鸟类(包括夏候鸟、冬候鸟和旅鸟)有 31 种, 占 25.83%。

d) 兽类

主要通过调查访问和重点评价区附近的相关文献, 并结合实地调查中观察到的重点评价区的生境状况, 对重点评价区内的兽类种类、数量及分布现状进行了全面调查, 得出如下结论:

1) 种类、数量及分布

重点评价区内兽类共有 6 目 12 科 20 种。重点评价区内兽类以啮齿目最多, 共有 9 种, 占 45.00%。国家重点保护野生兽类 1 种, 豹猫; 广西壮族自治区级重点保护兽类 2 种, 华南兔和中华竹鼠。

2) 区系类型

按区系类型划分, 可将重点评价区内的兽类分为以下 2 类: 东洋种 12 种, 占 60.00%; 广布种 8 种, 占 40.00%; 未发现古北种分布。

3) 生态类型

根据重点评价区兽类生活习性的不同, 可以将上述种类分为以下 4 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): 有臭鼯(*Suncus murinus*)、黄鼯、鼯獾(*Melogale moschata*)、黄胸鼠、褐家鼠(*Rattus novaezealandicus*)、小家鼠(*Mus musculus*)、黑线姬鼠、中华竹鼠(*Rhizomys sinensis*)、华南兔等共 12 种。它们在重点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): 小鹿、豹猫、花面狸(*Paguma larvata*)、野猪 4 种。在重点评价区内林中分布, 与人类关系较密切, 主要分布在各林间山体中。

岩洞栖息型(在岩洞中倒挂栖息的小型兽类): 有普通伏翼(*Pipistrellus*

pipistrellus)、小菊头蝠(*Rhinolophus pusillus*)2 种。它们在评价区主要分布于山区的岩洞洞穴中或者村落的屋檐下。

树栖型(主要在树上栖息、觅食): 该类型有赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)、珀氏长吻松鼠(*Dremomys pernyi*)2 种。在重点评价区内分布在常绿阔叶林和针叶林中。

4.3.7.4 重点保护野生动物

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, 评价区可能分布有国家级重点保护野生动物 91 种, 其中国家一级保护动物 16 种, 国家二级保护动物 75 种。重点评价区可能分布有国家二级保护动物 8 种, 其中爬行类 1 种, 鸟类 6 种, 兽类 1 种。爬行类是三索锦蛇; 鸟类主要是黑鸢、蛇雕、褐翅鸦鹃、画眉、红嘴相思鸟、银耳相思鸟; 兽类为豹猫。

表 4.3.7-3 重点评价区内国家级重点保护野生动物

中文名、拉丁名	生境描述	区系类型	数量级	保护级别	分布
1. 三索锦蛇 <i>Coelognathus radiatus</i>	见于田野、山坡、草丛、石堆、路边、池塘边	东洋种	+	二级	主要分布于重点评价区两侧溪流灌丛等。
2. 褐翅鸦鹃 <i>Centropus sinensis</i>	主要栖息于 1000m 以下的低山丘陵和平原地区的林缘灌丛、稀树草坡、河谷灌	东洋种	+	二级	主要分布于重点评价区灌木林中。
3. 黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	栖息于村庄边缘, 林缘, 觅食于开阔地带	古北种	+	二级	主要分布于重点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。
4. 蛇雕 <i>Spilornis cheela</i>	栖息和活动于山地森林及其林缘开阔地带	东洋种	+	二级	主要分布于重点评价区两侧山体和林缘、灌丛等开阔生境分布, 如转轮加工厂东部山林。
5. 画眉 <i>Garrulax canorus</i>	多见于低山浓密灌丛及村落附近的竹林等处	东洋种	+	二级	主要分布于重点评价区河流两岸山体的灌丛等生境。
6. 红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	栖于次生林的林下植被	东洋种	+	二级	主要分布于重点评价区河流两岸山体的灌丛等生境。

表 4.3.7-3(续)

中文名、拉丁名	生境描述	区系类型	数量级	保护级别	分布
7. 银耳相思鸟 <i>Leiothrix argentea</i>	栖息于平原及海拔 1000m 左右的丘陵	东洋种	+	二级	主要分布于重点评价区河流两岸山体的灌丛等生境。
8. 豹猫 <i>Felis bengalensis</i>	栖息于热带至亚热带的常绿林中。	东洋种	+	二级	主要分布于重点评价区河流两岸山体的森林中。

b) 自治区级重点保护野生动物

根据区域已发表的相关著作、文献和走访调查发现，评价区可能分布有广西壮族自治区重点保护野生动物 85 种。重点评价区内可能分布有广西壮族自治区重点保护野生动物 47 种，包括黑眶蟾蜍、泽陆蛙、斑腿泛树蛙、银环蛇、舟山眼镜蛇、乌梢蛇、灰鼠蛇、滑鼠蛇、玉斑锦蛇、王锦蛇、百花锦蛇、黑眉锦蛇、环颈雉、灰胸竹鸡、四声杜鹃、大杜鹃、白骨顶、池鹭、苍鹭、戴胜、蓝喉拟啄木鸟、黑卷尾、棕背伯劳、红嘴蓝鹊、大嘴乌鸦、松鸦、大山雀(*Parus major*)、白头鹎、红耳鹎(*Pycnonotus jocosus*)、白喉红臀鹎(*Pycnonotus aurigaster*)、发冠卷尾、星头啄木鸟、黄眉柳莺(*Phylloscopus inornatus*)、白颊噪鹛、黑脸噪鹛(*Garrulax perspicillatus*)、乌鸫(*Turdus merula*)、中华竹鼠、华南兔等。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；鸟类中的攀禽、鸣禽主要分布在重点评价区的阔叶林、针叶林、灌丛和灌草丛中；兽类主要分布在重点评价区的森林林缘的居民区以及农田中。

c) 珍稀濒危物种

参考《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷(2020)》，评价范围内珍稀濒危野生动物级别在易危(VU)以上有 64 种，其中极危物种(CR) 11 种，濒危物种(EN) 17 种，易危物种(VU) 36 种；重点评价范围内珍稀濒危野生动物级别在易危(VU)以上有 14 种，濒危物种(EN) 2 种：中华鳖、滑鼠蛇；易危物种(VU) 12 种：双团棘胸蛙、棘腹蛙、棘胸蛙、银环蛇、舟山眼镜蛇、乌梢蛇、三索锦蛇、王锦蛇、百花锦蛇、黑眉锦蛇、中华鹧鸪、豹猫。

d) 中国特有种

评价范围内中国特有种有 18 种，中国大鲵、峨山掌突蟾、双团棘胸蛙、蹼趾壁

虎、平鳞钝头蛇、坡普腹链蛇、颈棱蛇、红腹锦鸡、灰胸竹鸡、黄腹山雀、蓝鹇、藏酋猴、高山姬鼠、滇绒鼠、红白鼯鼠、岩松鼠、贵州菊头蝠、小鹿；重点评价范围内中国特有种有 1 种，双团棘胸蛙、颈棱蛇、灰胸竹鸡、小鹿。

	
红耳鹎 转轮加工厂 2022.7.18	暗绿绣眼鸟 转轮加工厂 2022.7.18
	
赤腹松鼠 水电站大坝 2022.7.18	白鹡鸰 纳杆屯 2022.7.19
	
大山雀 龙滩派出所 2022.12.11	北红尾鸲 龙滩沟弃渣场 2022.12.12

	
褐背鹟鵂 龙滩沟弃渣场 2022.12.12	棕颈钩嘴鹟 植物园北 2022.12.12
	
树鹟 麻村 2022.12.12	凤头鹟 八累山 2025.3.6
	
黄臀鹟 雅长乡 2025.3.6	灰林鹟 尾底坡 2025.3.6

	
灰腹绣眼鸟 雅长初级中学 2025.3.6	长尾山椒鸟 水电站大坝 2025.3.8
	
绿翅短脚鹬 水电站大坝 2025.3.8	银耳相思鸟 八奈 2025.3.8
	
点胸鸦雀 八奈 2025.3.8	红胁蓝尾鸲 治安小学 2025.3.8

	
红翅鸚鵡 八奈 2025.3.8	长尾缝叶莺 植物园南 2025.3.9
	
小鹁 转轮加工厂 2025.3.9	灰胸山鷓鴣 龙滩派出所 2025.3.9
	
鹁鸢 八一村 2026.4.10	白喉红臀鹁 双江口附近 2026.4.10

	
黑短脚鹎 双江口附近 2026.4.10	北树鹛 双江口附近 2026.4.10
	
凤头蜂鹰 双江口附近 2026.4.10	红尾水鸫 古屯 2026.4.10
	
黑胸太阳鸟 马草寨村 2026.4.11	小鸕鹚 马草寨村 2026.4.11

	
黑喉石鹎 治安村 2026.4.12	蓝喉拟啄木鸟 龙滩派出所附 2026.4.13
	
铜蜓蜥 天峨水文站西 2026.4.13	山麻雀 龙滩水电站坝址 2026.4.14
	
铜蓝鹟 布柳河特大桥 2026.4.14	黑尾蜡嘴雀 布柳河特大桥 2026.4.14

	
灰卷尾 布柳河特大桥 2026.4.14	赤红山椒鸟 龙滩水电站坝址 2026.4.14
	
斑腿泛树蛙 纳付宝 2026.4.14	黑眶蟾蜍 纳付宝 2026.4.14
	
蓝矶鸫 龙滩水电工程局 2026.4.15	珠颈斑鸠 龙滩水电工程局 2026.4.15
	
南草蜥 各里屯 2026.4.15	红脖颈槽蛇 各里屯 2026.4.15

图 4.3.7-9 评价区现场调查部分动物照片

4.3.8 生态环境质量

4.3.8.1 植被覆盖度

采用《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)中推荐的植被指数法计算植被覆盖度,选择landsat8 OLI的影像,利用其近红外波段和红光波段,计算归一化植被指数NDVI值,采用归一化植被指数(NDVI)估算植被覆盖度的方法如下:

$$FVC = (NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s)$$

式中: FVC——所计算像元的植被覆盖度;

NDVI——所计算像元的NDVI值;

NDVI_v——纯植物像元的NDVI值;

NDVI_s——完全无植被覆盖像元的NDVI值。

式中: FVC——所计算像元的植被覆盖度; NDVI——所计算像元的 NDVI 值; NDVI_v——纯植物像元的NDVI 值; NDVI_s——完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。重点评价区植被覆盖度统计见下表。

表 4.3.8-1 重点评价区植被覆盖度统计表

植被覆盖度	面积(hm ²)	占比(%)
0-0.1	221.10	6.48
0.1-0.25	591.69	17.35
0.25-0.5	645.55	18.93
0.5-0.75	756.92	22.19
0.75-1.0	1195.38	35.05
合计	3410.64	100.00

由上表可知,重点评价区植被生长状况良好,植被覆盖度较高,76.17%的区域植被覆盖度大于 0.5,其中,植被覆盖度在 0.75 的区域占重点评价区总面积的 35.05%;由此可见,重点评价区植被覆盖度较高。

4.3.8.2 景观生态体系质量现状

景观生态系统的质量现状由评价范围内自然环境,各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说,结构是否合理决定了景观功能的优劣,在组成景观生态系统的各类组分中,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。模地采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类斑块的优势度值(Do)，优势度值大的就是模地。

$$\text{优势度值(Do)} = \{(R_d + R_f) / 2 + L_p\} / 2 \times 100$$

$$\text{密度(Rd)} = \text{嵌块i的数目} / \text{嵌块总数} \times 100$$

$$\text{频度(Rf)} = \text{嵌块i出现的样方数} / \text{总样方数} \times 100$$

$$\text{景观比例(Lp)} = \text{嵌块i的面积} / \text{样地总面积} \times 100$$

$$\text{香农多样性指数(SHDI)} = - \sum_{i=1}^n (P_i * \ln P_i)$$

$$\text{香农均匀度指数(SHEI)} = - \sum_{i=1}^n (P_i * \ln P_i) / \ln n$$

式中：n 为景观类型数目，Pi 是景观类型 i 所占面积的比例

$$\text{破碎度(Ci)} = \text{嵌块i的数目} / \text{样地总面积} \times 100$$

运用上述参数计算本项目生态评价范围各类拼块优势度值，详见下表。

表 4.3.8-2 重点评价区各类斑块优势度值表

景观指数	农田景观	湿地景观	森林景观	草地景观	城镇和其他景观
斑块平均面积 MPS (hm ²)	5.20	0.97	0.39	3.05	0.76
斑块数NP (个)	348	207	833	1178	450
斑块类型面积 (CA)	66.87	212.58	2151.27	385.92	594.00
斑块密度 R_d (%)	11.54	6.86	27.62	39.06	14.92
斑块频度 R_f (%)	5.26	3.58	57.71	20.33	13.12
景观比例 L_p (%)	1.96	6.23	63.08	11.32	17.42
优势度值 (D_o)(%)	5.18	5.73	52.87	20.50	15.72
破碎度(Ci)	0.10	0.06	0.24	0.35	0.13
香农多样性指数(SHDI)	1.09				
香农均匀度指数(SHEI)	0.68				

由上表可知：①重点评价区各斑块类型中，林地的优势度Do最高，说明林地是重点评价区内的模地，是本区域内对景观具有控制作用的生态体系部分，所以区域

景观生态体系生产能力和抗干扰能力受人为干扰程度较高；②重点评价区草地、农田、建设用地等景观类型均有分布，说明了重点评价区内的生态系统在该地区经过多年发展，已形成了集农、林等人工综合的生态系统。

4.3.9 工程区生态环境现状

8、9 号机组建设工程所需工程布置如下：

1) 施工营地：施工生活及办公营地布置在姚里沟刺猪坪，刺猪坪现有两栋施工房建，建筑面积共约 8000m²，可满足本工程需要。

2) 施工加工厂及仓库

转轮加工厂布置在姚里沟沟口高程 273.00m 平台，该场地为原一期工程转轮加工厂，场地面积 1.20 万 m²，建筑面积 2300m²，原有加工厂需要进行修复。

机电设备仓库布置在姚里沟沟口高程 270.00m 平台，该场地为原一期工程转轮加工厂及蜗壳尾水管加工厂，场地面积 2.30 万 m²，部分原有仓库可利用，需要新建棚式厂房 1000m²。

其他场地如水厂、施工变电站均利用前期相应场地。各区域生态环境现状情况见表 4.3.9-1。

表 4.3.9-1 本工程典型区域生态环境现状表

序号	工程名称	植物现状	陆生动物现状	现场照片
1.	刺猪坪施工营地	该场地为已有建筑物，区域内植被多为次生植被，常见植物有构树、马缨丹、假烟叶树、盐肤木、苎麻、毛刺蒴麻、白花鬼针草、虎尾草、飞机草、五节芒、矛叶荩草、乌蕨等。	工程区域常见动物有红耳鹎、鹧鸪、长尾缝叶莺、红尾水鹩、黑卷尾、赤腹松鼠等。	
2.	机电设备仓库及加工厂	该区域植被以杂木、杂草为主，常见植物有香椿、白花泡桐、白楸、盐肤木、木蓝、五节芒、白花鬼针草、白茅、肾蕨等。	工程区域常见动物有红耳鹎、长尾缝叶莺、纯色山鹧鸪、大山雀、小鸮等。	
3.	转轮加工厂			

表 4.3.9-1(续)

序号	工程名称	植物现状	陆生动物现状	现场照片
4.	6 号公路	道路左侧为红水河，右侧为自然山体，路面宽度 8m，区域内植被类型以次生林及人工植被为主，常见有香樟、枫杨、马尾松、黄葛树、血桐、大叶千斤拔、五节芒、白花鬼针草、粽叶芦等。	工程区域常见动物有红耳鹎、领雀嘴鹌、麻雀、白鹡鸰、珠颈斑鸠、大山雀、红尾水鸲等。	
5.	12 号公路	道路两侧均为自然山体，路面宽度 6.5m，区域植被类型以阔叶林、灌草丛为主，常见植物有血桐、细叶榕、麻栎、白花泡桐、马尾松、杉木、构树、盐肤木、红背山麻秆、白花鬼针草、类芦、五节芒、飞机草等。	工程区域常见动物有红耳鹎、领雀嘴鹌、白颊噪鹛、树鸲等。	
6.	过鱼设施集鱼站	位于坝下左岸，紧邻红水河，区域植被以灌丛、灌草丛为主，常见群系有构灌丛、类芦灌草丛，常见植物有银合欢、假烟叶树、芒、白花鬼针草、野艾蒿、狗牙根、铁苋菜等。	工程区域常见动物有红耳鹎、领雀嘴鹌、白颊噪鹛、红尾水鸲等。	
7.	分层取水设施	位于大坝左岸，植被多为次生植被，常见群系有血桐灌丛、构灌丛，常见植物有桉树、臭椿、白楸、大叶千斤拔、五节芒、类芦、白花鬼针草、狗牙根、芦苇等。	工程区域常见动物有红耳鹎、长尾缝叶莺、珠颈斑鸠、黑卷尾、领雀嘴鹌、红尾水鸲等。	

4.4 水生生态

4.4.1 水生生物采样点设置

水生生物调查时间为 2026 年 5 月-7 月(繁殖期、丰水期)、2024 年 11 月(枯水

期)、2022 年 9 月(平水期),共设置了 20 个采样点。其中干流库尾 4 个采样点,分别是南盘江平班、南盘江八渡镇、北盘江董菁电站下游、北盘江白层镇;干流库区 3 个采样点,分别是蒙江汇口、库中红水河镇、库中蔗香镇;干流下游 4 个采样点,分别是龙滩坝下、六排大桥、岩滩库区吾隘镇、岩滩库区板兰乡;主要支流蒙江、坝王河、曹渡河、六硐河、布柳河设置了蒙江八帅、坝王河、曹渡河懂托、六硐河、布柳河新林村、布柳河向阳乡等 6 个采样点;坝下主要支流设置了清水河、巴英河、盘阳河 3 个采样点。其中 2024 年 11 月和 2022 年 9 月调查了除坝下支流的 17 个采样点,2026 年 5 月调查了全部 20 个采样点。各采样点情况如表 4.4.1-2。

水生生物调查方法按照《生物多样性观测技术导则 水生维管植物》、《生物多样性观测技术导则淡水底栖大型无脊椎动物》、《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》等有关要求执行。调查时间符合《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)中关于“一级评价应至少开展丰水期、枯水期(河流、湖库)两期(季)调查,涉及显著改变水文情势的项目应增加调查强度,鱼类调查时间应包括主要繁殖期”的相关要求。

表 4.4.1-1 龙滩入库多年平均月、年流量统计比较表 单位: m³/s

项目	月份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
龙滩入库	803	734	891	957	1470	2476	2426	1875	1588	1143	912	827
比例	4.99%	4.56%	5.53%	5.94%	9.13%	15.38%	15.07%	11.64%	9.86%	7.10%	5.66%	5.14%

表 4.4.1-2 本工程水生生物采样点情况表

分区	采样点名称	位置	海拔(m)	采样点环境现状
干流库尾	1. 南盘江平班	E105°29'43.75", N24°48'40.04"	402	
	2. 南盘江八渡镇	E105°48'20.36", N24°42'06.72"	372	

表 4.4.1-2(续)

分区	采样点名称	位置	海拔(m)	采样点环境现状
干流 库尾	3. 北盘江董菁下游	E105°46'21.64", N25°30'29.34"	377	
	4. 北盘江白层镇	E105°47'20.02", N 25°22'27.82"	354	
干流 库区	5. 蒙江汇口	E106°55'15.08", N25°14'56.10"	289	
	6. 库中红水河镇	E106°38'04.13", N25°09'32.95"	343	
	7. 库中蔗香镇	E106°09'02.31", N24°57'42.38"	342	
干流 下游	8. 龙滩坝下	E107°04'20.45", N25°00'56.01"	239	
	9. 六排大桥	E107°10'30.81", N24°59'31.72"	239	

表 4.4.1-2(续)

分区	采样点名称	位置	海拔(m)	采样点环境现状
干流 下游	10. 岩滩库区吾隘镇	E107°19'56.30", N24°50'08.41"	228	
	11. 岩滩库区板兰乡	E107°36'23.22", N24°13'40.89"	381	
主要 支流	12. 蒙江八帅	E106°49'25.30", N25°20'43.10"	330	
	13. 坝王河	E106°47'00.54", N25°27'20.88"	368	
	14. 曹渡河懂托	E107°02'35.45", N25°30'09.36"	442	
	15. 六硐河	E107°10'35.39", N25°28'23.32"	375	

表 4.4.1-2(续)

分区	采样点名称	位置	海拔(m)	采样点环境现状
主要支流	16. 布柳河新林村	E106°49'23.23", N24°43'56.01"	382	
	17. 布柳河向阳乡	E106°56'26.18", N24°54'34.08"	262	
坝下主要支流	18. 清水河	E 107°21'02.45", N 24°52'38.69"	238	
	19. 巴英河	E107°17'23.49", N 24°44'25.98"	241	
	20. 盘阳河	E 107°14'29.98", N 24°10'48.70"	242	

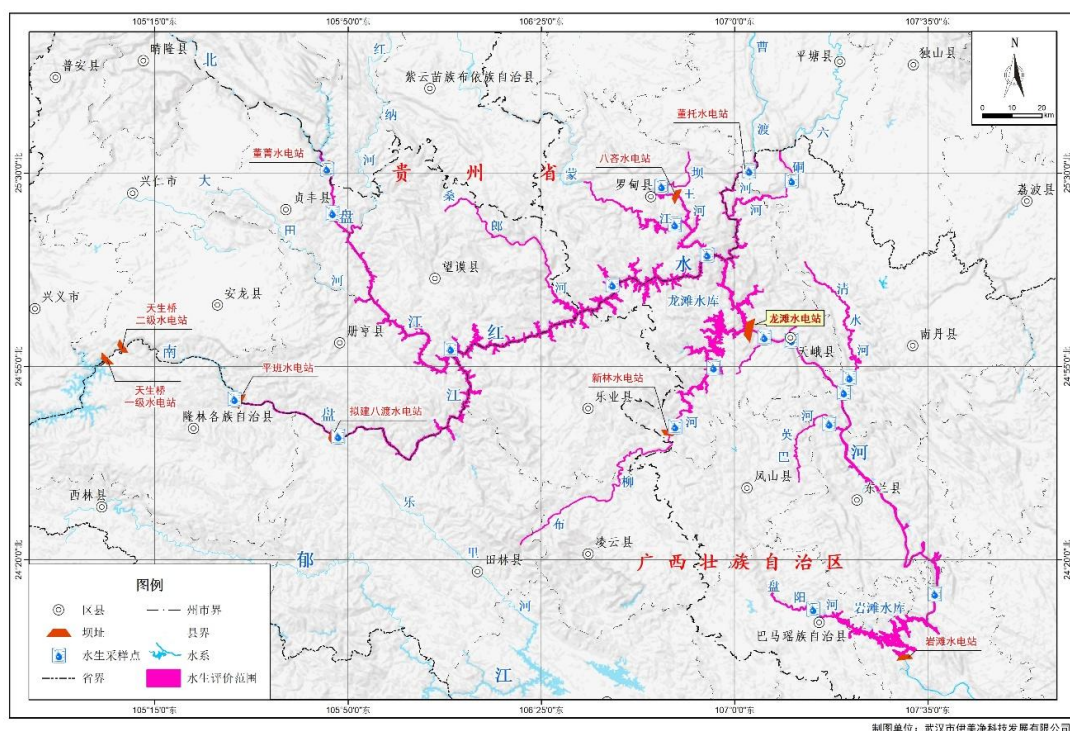


图 4.4.1-1 本工程水生生物采样点分布图

鱼类资源调查时间为 2026 年 5 月-7 月(繁殖期、丰水期)、2024 年 11 月(枯水期)、2022 年 9 月(平水期)。调查的方式以办理广西、贵州特许捕捞许可后主动捕捞为主，辅以在非禁渔期统计渔船渔获物为辅的方式进行。此外，编制单位还收集了《北盘江水电开发环境影响回顾性研究报告》(2009-2010 年)、《南盘江平班~红水河龙滩河段补充规划环境影响报告书》(2014 年)、《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》(2018-2019 年)、《红水河水生生物及生境状况蓝皮书》(2023 年)等成果。鱼类早期资源调查时间为 2026 年 5 月和 6 月，重点在龙滩下游天峨县塘英大桥附近设置早期资源定点调查点。

表 4.4.1-3 水生生态调查内容、时间和方式统计表

分区	调查区域	调查时间	调查内容
干流	库尾南盘江	2026 年 5-7 月(丰水期、鱼类繁殖期)、2024 年 11 月(枯水期)、2022 年 9 月(平水期)	水生生境、水生生物、鱼类资源、三场
	库尾北盘江		水生生境、水生生物、鱼类资源、三场
	龙滩库区		水生生境、水生生物、鱼类资源、三场
	龙滩坝下		水生生境、水生生物、鱼类资源、三场
	岩滩库区吾隘镇		水生生境、水生生物、鱼类资源、三场
	岩滩库区		水生生境、水生生物、鱼类资源、三场

表 4.4.1-3(续)

分区	调查区域	调查时间	调查内容
支流	布柳河	2026 年 5-7 月(丰水期鱼类繁殖期)、2024 年 11 月(枯水期)、2022 年 9 月(平水期)	水生生境、水生生物、鱼类资源、三场
	蒙江		水生生境、水生生物、鱼类资源、三场
	坝王河		水生生境、水生生物、鱼类资源、三场
	曹渡河		水生生境、水生生物、鱼类资源、三场
	六硐河		水生生境、水生生物、鱼类资源、三场
	清水河	2026 年 5-7 月(丰水期、鱼类繁殖期)	水生生境、水生生物、鱼类资源、三场
	巴英河	2026 年 5-7 月(丰水期、鱼类繁殖期)	水生生境、水生生物、鱼类资源、三场
	盘阳河	2026 年 5-7 月(丰水期、鱼类繁殖期)	水生生境、水生生物、鱼类资源、三场

4.4.2 水生生境

水生生态评价范围为库尾北盘江 100km河段、库尾南盘江 90km河段、龙滩大坝至岩滩库区 166km河段，并包含库区的主要支流蒙江、布柳河、曹渡河、坝王河、六硐河等，坝下主要支流清水河、巴英河、盘阳河。水生生境分段情况如下：

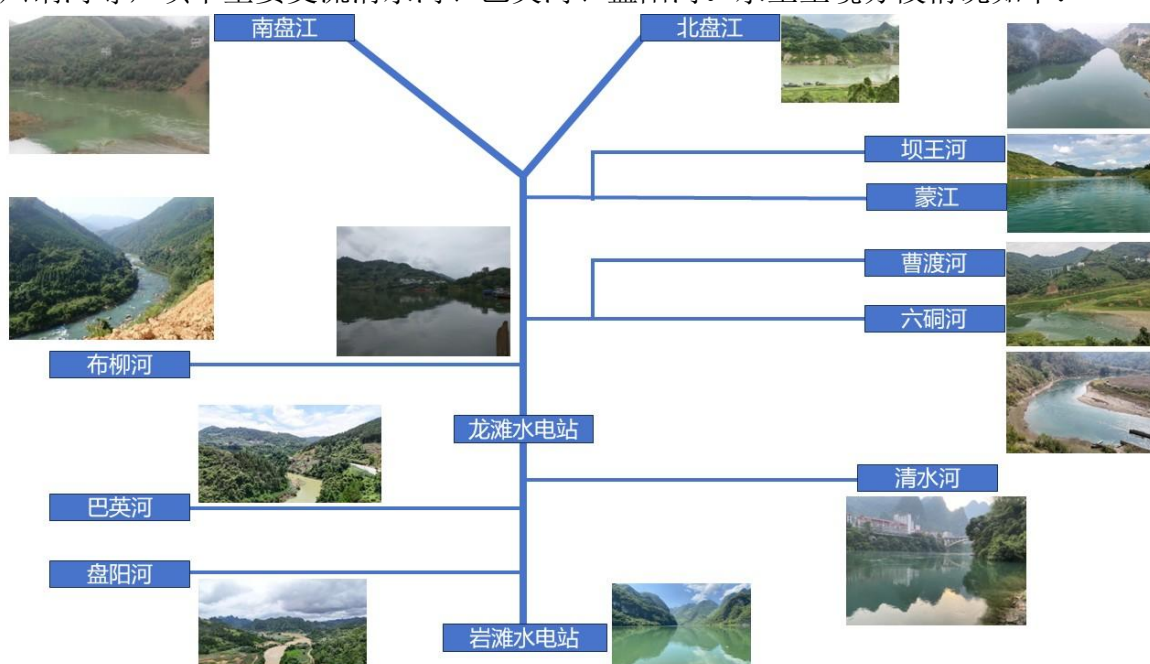


图 4.4.2-1 评价区水生生境分布图

4.4.2.1 库尾

北盘江龙滩库尾已建有董箐水电站，董箐坝下至龙滩水库库尾有约 45.3km回水变动段，回水变动段至少保持有董箐基荷流量 $89.2\text{m}^3/\text{s}$ ，呈流水生境特征，底质以

砂石为主。

南盘江平班电站到八渡约 33km 为流水及缓流水段，底质以砂石为主。



4.4.2.2 库区

龙滩水库成库前属于峡谷河流，河流落差较大，浅滩激流和深潭错落相间，水流流态丰富多样，也给鱼类带来多样性的生存环境，该水域原来的鱼类多适应急流生境。成库后，库区水体流态发生了明显变化。在主库区红水河镇等区域，原流水生境已基本变为静水生境，平均水深为 92.7m，库区最深处的水深超过 170m。



4.4.2.3 龙滩坝下至岩滩库尾段

龙滩坝下至六排段属岩滩水库库尾，目前基本保持流水状态。底质以砂石和砾石为主，岸边消落区不明显，水生维管束植物相对匮乏。



坝下天峨县城区

4.4.2.4 岩滩库区

岩滩水电站成库前红水河河床为岩石和砂砾，两岸多峭壁，河水流速快，也给鱼类带来多样性的生存环境，该水域原来的鱼类多适应急流生境。成库后，库区水体流态发生了明显变化。在主库区岩滩镇上游等区域，原流水生境已基本变为静水生境，库尾水位变动相对较大。



红水河板兰乡断面

红水河东兰大桥断面

4.4.2.5 主要支流

评价区主要支流有 8 条，其中坝上主要支流有蒙江、坝王河、六硐河、曹渡河和布柳河 5 条，坝下主要支流有清水河、巴英河、盘阳河 3 条。评价区主要支流情况见下表。

表 4.4.2-1 评价区主要支流情况表

河流名称	所属水系	干流长度(km)	流域面积(km ²)	多年平均流量(m ³ /s)	生境特征
蒙江	红水河左岸一级支流	129.5	1259.2	165	河源至上立亭水电站为河流和库区交替生境，上立亭水电站以下有 3km 流水河段，以下为龙滩库区

表 4.4.2-1(续)

河流名称	所属水系	干流长度(km)	流域面积(km ²)	多年平均流量(m ³ /s)	生境特征
坝王河	蒙江一级支流(红水河二级支流)	136	2208	25.8	八各大坝以上有流水河段, 八各大坝下游为龙滩库区
六洞河	红水河左岸一级支流	207.6	3451	105.6	上游河谷开阔, 耕地集中, 中下游河谷深切狭窄, 河床陡峻; 最末梯级纳力水电站至龙滩库尾有约 12km 流水河段
曹渡河	六洞河支流(红水河二级支流)	172	3829	40.5	喀斯特地貌, 岩溶发育, 多峰林洼地、洞穴、伏流河段, 最末梯级懂托水电站以下至拉彩有约 8km 流水河段
布柳河	红水河右岸一级支流	160	3418	47	位于龙滩库汉, 新林电站以下至河口为流水生境加静水缓流生境
清水河	红水河左岸一级支流	91~100	1020~1078	18.7	河水常年清澈见底, 多为石底岩岸河床, 最末梯级平畴水电站距离岩滩库区有约 4km 流水河段
巴英河	红水河右岸一级支流	57	663	12.2	典型山区性河流, 最末梯级拉宏水电站下游基本衔接岩滩库区
盘阳河	红水河右岸一级支流	137~145	2550	64	为典型喀斯特地貌, 明伏流相间, 最末梯级盘中滩电站下游基本衔接岩滩库区

a) 蒙江

蒙江发源于贵阳市花溪区党武乡对门寨附近, 属红水河一级支流, 流经惠水县, 进入董王乡油烟村附近与格凸河汇合, 此段河道称涟江。在罗甸县境内流程 129.5km, 流域面积 1259.2km², 多年平均流量 165m³/s, 天然落差 417m。

龙滩库尾以上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。

b) 坝王河

坝王河是蒙江的一级支流, 发源于贵州省贵阳市花溪区高坡乡批摆寨附近, 流经惠水县、平塘县、罗甸县, 最终注入蒙江。河长为 136km, 流域面积为 2208km², 多年平均流量为 25.8m³/s。

c) 六洞河

六洞河是红水河一级支流。发源于贵州省都匀市西部江州乡大横山南麓。干流总长约 207.6km, 流域面积为 3451km², 河口多年平均流量为 105.6m³/s。上游河流穿行于丘陵区, 河谷开阔, 沿河有小盆地, 耕地集中, 为主要农业区; 中下游穿行于大山中, 河谷深切狭窄, 河床陡峻, 最末梯级纳力水电站至龙滩库尾有约 12km 流水河段。

d) 曹渡河

为六硐河最大支流，干流全长 172km，流域面积 3829km²，多年平均流量 40.5m³/s。自然落差 767m。最末梯级懂托水电站以下至拉彩有约 8km 流水河段。

e) 布柳河

布柳河发源于广西壮族自治区凌云县岑王老山，流经凌云县、乐业县、天峨县三县，于天峨县八耐屯(龙滩库区)汇入红水河，全长 160km，集雨面积 3418km²。布柳河干流规划最下一梯级新林水电站(已核准)距离河口约 42km。由于该河段位于龙滩水电站库汉，仍保留有部分流水生境。根据现场调查结果，该河段河宽约 8m 至 20m，底质以砂石为主，流速约 0.3m/s，两岸植被丰富，人为干扰很少，生境现状较好。布柳河新林-布柳河口段大部为静水或缓流水河段，其下游鱼类与龙滩库区接近。

f) 清水河

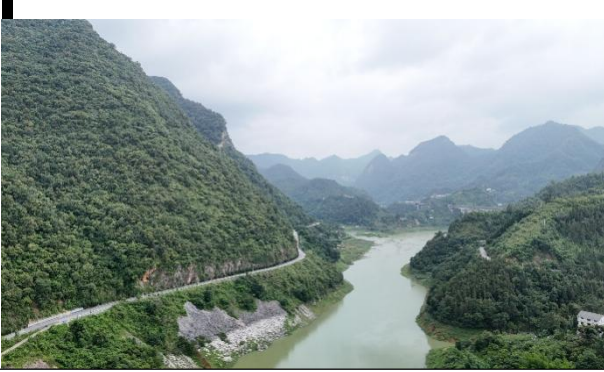
为红水河左岸一级支流，发源于广西南丹县六寨镇者来村，流经南丹县罗富乡、吾隘镇，在吾隘镇同贡村汇入红水河。干流长 91~100km，流域面积 1020~1078km²，平均比降 5.19‰。是南丹县境内主要河流之一，已建成拉潭、同贡、平畴等小水电站。

g) 巴英河

为红水河右岸一级支流，发源于广西凤山县长洲乡更社山(更拉坡)，流经凤山县长洲乡、砦牙乡，东兰县巴畴乡、长江镇，在东兰县板加村汇入红水河。干流长 57km，平均比降 5.33‰，流域面积 663km²，属典型山区性河流，洪水暴涨暴落。干流已建成砦牙水电站、一氏洲水电站、巴英河水电站、拉宏水电站等。

h) 盘阳河

为红水河右岸一级支流，主源发源于凤山县乔音乡，流经凤山县、巴马瑶族自治县、大化瑶族自治县，最终在大化瑶族自治县乙圩乡汇入红水河岩滩水库。干流长 137~145km，流域面积 2550km²，多年平均流量约 64 m³/s。流域为典型喀斯特地貌，干流已建乔音电站、内龙电站、太平电站、良湾电站、金边电站、盘中滩电站等水电站。

	
布柳河	六洞河
	
蒙江	曹渡河
	
坝王河	盘阳河
	
清水河	巴英河

4.4.2.6 地下暗河

根据《天峨县县志》等资料记录，天峨县暗河主要有弄流暗河、田家屋基背暗河、陇乐暗河、娥里暗河、陇帮暗河和六排暗河。主要位于龙滩水电站淹没线以上布柳河上游和龙滩坝下至下游六排河段。详细介绍如下：

弄流暗河位于更新乡境内，口宽 30m，高 3m 至 5m，顺层发育，海拔高程 423m，枯水期涌水量为 $4\text{m}^3/\text{s}$ 。该暗河位于龙滩水电站淹没线以上布柳河上游。

田家屋基背暗河位于更新乡境内，口宽 10m，高 5m，顺层发育，高程 413.1m，属季节性暗河。该暗河位于龙滩水电站淹没线以上布柳河上游。

陇乐暗河位于陇乐山下的河边，海拔高程 410m，枯水期水量 1 至 $2\text{m}^3/\text{s}$ 。更新暗河共有两处。一处乡政府大院旁，海拔高程 450.37m，枯水期流量 $0.12\text{m}^3/\text{s}$ 。另一处位于么洪山脚，海拔高程 443.4m。枯水期流量 $1.28\text{m}^3/\text{s}$ 。

娥里暗河和陇帮暗河位于六排镇与岜暮乡交界的大岩山下，此两处暗河蓄水期流量 $2.5\text{m}^3/\text{s}$ 。该暗河位于龙滩水电站下游。

六排暗河全长 11km，最大流量 $12.85\text{m}^3/\text{s}$ ，最小流量 $0.11\text{m}^3/\text{s}$ 。暗河途经都隆、登里、纳州 3 村的坡立谷时，均有天窗可测其水位，海拔高程分别为 348.1m、340.39m、263.79m，六排出口处为海拔 240.37m，水力坡降为 2% 至 5%。该暗河位于龙滩水电站下游。

清水洞暗河位于县城红水河上游 6km 处，洞口高程 14.71m，出口 100m 处为跌水，坡降 20%，估测枯期水量 $0.54\text{m}^3/\text{s}$ 。该暗河位于龙滩水电站下游。

4.4.3 水生生物

4.4.3.1 浮游植物

a) 浮游植物种类

三期调查共调查到浮游植物 7 门 105 种，其中硅藻门 50 种，占 47.62%、绿藻门 26 种，占 24.76%、蓝藻门 21 种，占 20.00%、裸藻门 4 种，占 3.81%、隐藻门 2 种，占 1.90%、甲藻门 1 种，占 0.95%、金藻门 1 种，占 0.95%。

表 4.4.3-1 评价区浮游植物种类组成表

项目	硅藻门	绿藻门	蓝藻门	裸藻门	隐藻门	甲藻门	金藻门	合计
种数	50	26	21	4	2	1	1	105
比例 %	47.62	24.76	20.00	3.81	1.90	0.95	0.95	100

表 4.4.3-2 评价区各阶段浮游植物种类表

门类	5 月	9 月	11 月
硅藻门	50	42	42
绿藻门	22	26	24
蓝藻门	12	15	21
裸藻门	1	4	3
甲藻门	1	1	1
隐藻门	-	2	2
金藻门	-	-	1
合计	86	90	94

1) 5 月

评价区 5 月浮游植物调查共检出浮游植物 5 门 86 种(属)。其中硅藻门 50 种，占检出种类的 58.14%；蓝藻门 12 种，占检出种类的 13.95%；绿藻门 22 种、占检出种类的 25.58%；甲藻门、裸藻门各 1 种，均占检出种类的 1.16%。

其中库尾检出浮游植物计 4 门 57 种(属)，其中硅藻门 39 种(属)、占检出种类的 68.42%；绿藻门 11 种(属)、占检出种类的 19.30%；蓝藻门 6 种(属)、占检出种类的 10.53%；甲藻门 1 种，占检出种类的 1.75%。

库区检出浮游植物计 4 门 75 种(属)。其中硅藻门 46 种(属)、占检出种类的 61.33%；绿藻门 19 种(属)、占检出种类的 25.33%；蓝藻门 9 种(属)、占检出种类的 12.00%；甲藻门 1 种，占检出种类的 1.33%。

主要支流共检出浮游植物计 3 门 59 种(属)。其中硅藻门 43 种(属)、占检出种类的 72.88%；绿藻门 10 种(属)、占检出种类的 16.95%；蓝藻门 6 种、占检出种类的 10.17%。

坝下检出浮游植物共检出浮游植物 5 门 62 种(属)。其中硅藻门 39 种(属)、占检出种类的 62.90%；绿藻门 13 种(属)、占检出种类的 20.97%；蓝藻门 8 种(属)、占检出种类的 12.90%；裸藻门和甲藻门各 1 种、分别占检出种类的 1.61%。

5 月评价区各水域浮游植物种类由高到低依次分别为库区>坝下>支流>库尾。浮游植物优势种有针杆藻、舟形藻、衣藻、盘星藻、小颤藻等。

2) 9 月

评价区 9 月浮游植物调查共检出浮游植物 6 门 90 种(属)。其中硅藻门 42 种、占检出种类的 46.67%；蓝藻门 15 种、占检出种类的 16.67%；绿藻门 26 种、占检出种类的 28.89%；裸藻门 4 种、占检出种类的 4.44%；隐藻门 2 种、占检出种类的 2.22%；甲藻门 1 种、占检出种类的 1.11%。

库尾各采样点检出浮游植物 6 门 64 种(属)。其中蓝藻门 10 种(属)，硅藻门 19 种(属)，绿藻门 26 种(属)，裸藻门 4 种(属)，甲藻门 3 种，隐藻门 2 种。

库区各采样点检出浮游植物计 4 门 73 种(属)。其中硅藻门 41 种(属)、占检出种类的 56.16%；绿藻门 21 种(属)、占检出种类的 28.77%；蓝藻门 10 种(属)、占检出种类的 13.70%；甲藻门 1 种、占检出种类的 1.37%。浮游植物优势种有华丽星杆藻、颗粒直链藻、小环藻、鞘丝藻。

坝下各采样点共检出浮游植物 4 门 37 种(属)。其中硅藻门种类最多，为 21 种(属)、占 56.76%；绿藻门 10 种(属)、占 27.03%；蓝藻门 5 种(属)、占 13.51%；甲藻门 1 种(属)、占 2.70%。

主要支流各采样点共检出浮游植物 3 门 50 种(属)。其中硅藻门种类最多，为 24 种(属)、占 48.00%；绿藻门 12 种(属)、占 24.00%；蓝藻门 14 种(属)、占 28.00%。

9 月评价区各水域浮游植物种类由高到低依次分别为库区>坝下>主要支流>库尾。浮游植物优势种有螺旋藻、假鱼腥藻、二角盘星藻、颗粒直链藻极狭变种、脆杆藻、华丽星杆藻、颗粒直链藻、小环藻、鞘丝藻等。

3) 11 月

评价区 11 月浮游植物调查共检出浮游植物 6 门 94 种(属)。其中硅藻门 42 种、占检出种类的 44.68%；蓝藻门 21 种、占检出种类的 22.34%；绿藻门 24 种、占检出种类的 25.53%；裸藻门 3 种、占检出种类的 3.19%；隐藻门 2 种、占检出种类的 2.13%；甲藻门和金藻门各 1 种、占检出种类的 1.06%。

其中库尾各采样点检出浮游植物 5 门 60 种(属)。其中硅藻门 32 种、占检出种类的 53.33%；蓝藻门 11 种、占检出种类的 18.33%；绿藻门 12 种、占检出种类的

20.00%；裸藻门 2 种、占检出种类的 3.33%；隐藻门 2 种、占检出种类的 3.33%；甲藻门 1 种、占检出种类的 1.67%。

库区各采样点检出浮游植物计 6 门 84 种(属)。其中硅藻门 37 种(属)、占检出种类的 44.05%；绿藻门 22 种(属)、占检出种类的 26.19%；蓝藻门 20 种(属)、占检出种类的 23.81%；甲藻门和裸藻门各 2 种、占检出种类的 2.38%；甲藻门 1 种(属)、占检出种类的 1.19%。浮游植物优势种有华丽星杆藻、颗粒直链藻、小环藻、鞘丝藻。

坝下各采样点检出浮游植物计 6 门 87 种(属)。其中硅藻门 42 种(属)、占检出种类的 48.28%；绿藻门 21 种(属)、占检出种类的 24.14%；蓝藻门 20 种(属)、占检出种类的 22.99%；隐藻门和裸藻门各 2 种、占检出种类的 2.3%。浮游植物优势种有华丽星杆藻、颗粒直链藻、小环藻、鞘丝藻。

支流各采样点共检出浮游植物 3 门 50 种(属)。其中硅藻门种类最多，为 24 种(属)、占 48.28%；绿藻门 21 种(属)、占 24.14%；蓝藻门 20 种(属)、占 22.99%；裸藻门和隐藻门各 2 种(属)、占 2.3%。浮游植物优势种有显喙舟形藻、放射舟形藻、尖针杆藻和颤藻等。

11 月评价区各水域浮游植物种类由高到低依次分别为坝下>库区>库尾>坝下>支流。浮游植物优势种有螺旋藻、假鱼腥藻、华丽星杆藻、颗粒直链藻、小环藻、鞘丝藻、二角盘星藻、颗粒直链藻极狭变种、脆杆藻等。

b) 浮游植物现存量

1) 5 月

评价区 5 月浮游植物平均密度为 $76.94 \times 10^4 \text{ ind./L}$ 。其中硅藻门占 60.12%、蓝藻门占 37.55%、绿藻门占 1.75%、甲藻门占 0.27%、裸藻门占 0.30%。各水域浮游植物平均密度从大到小依次为库区>库尾>支流>坝下。库区浮游植物平均密度最大为 $84.84 \times 10^4 \text{ ind./L}$ ，坝下浮游植物平均密度最低，为 $69.82 \times 10^4 \text{ ind./L}$ 。

评价区域浮游植物生物量平均 22.48 mg/L 。其中硅藻门占 50.22%、蓝藻门占 16.73%、绿藻门占 31.97%、裸藻门占 0.82%、甲藻门占 0.27%。各水域浮游植物平均生物量从大到小依次为库区>支流>库尾>坝下。库区浮游植物生物量平均为 36.11 mg/L ，坝下浮游植物生物量平均为 8.92 mg/L 。

表 4.4.3-3 评价区 5 月浮游植物密度()和生物量()表

种类组成	库尾		库区		支流		坝下		平均值	
	密度 $\times 10^4 \text{ind./L}$	生物量 mg/L	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
硅藻门	45.16	10.164	55.32	17.658	34.54	9.545	45.49	4.607	46.26	11.29
绿藻门	1.87	5.496	1.66	12.641	0.94	6.438	0.78	1.445	1.35	7.187
蓝藻门	28.97	2.830	27.58	5.687	37.44	3.546	22.2	2.016	28.89	3.761
裸藻门	0	0	0	0	0	0	1.04	0.832	0.23	0.185
甲藻门	0.21	0.062	0.28	0.126	0	0	0.31	0.018	0.21	0.06
合计	76.21	18.55	84.84	36.11	72.92	19.53	69.82	8.92	76.94	22.48

2) 9 月

评价区 9 月浮游植物平均密度为 $63.2 \times 10^4 \text{ind./L}$ 。各水域浮游植物平均密度从大到小依次为库区 > 库尾 > 主要支流 > 坝下。库区浮游植物平均密度最大为 $109.45 \times 10^4 \text{ind./L}$ ，坝下浮游植物平均密度最低，为 $40.23 \times 10^4 \text{ind./L}$ 。

评价区域浮游植物生物量平均 8.727mg/L 。各水域浮游植物平均生物量从大到小依次为库区 > 库尾 > 主要支流 > 坝下。库区浮游植物生物量最高平均为 15.051mg/L ，坝下浮游植物生物量最低平均为 5.527mg/L 。

表 4.4.3-4 评价区 9 月浮游植物密度()和生物量()表

种类	库尾		库区		坝下		主要支流		平均值	
组成	密度 $\times 10^4 \text{ind./L}$	生物量 mg/L	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
硅藻门	32.56	4.638	53.62	7.638	21.63	3.081	24.53	3.49	33.085	4.713
绿藻门	12.63	1.754	32.65	4.535	10.65	1.479	10.23	1.42	16.540	2.297
蓝藻门	10.33	1.215	21.65	2.547	7.63	0.898	9.14	1.08	12.188	1.434
裸藻门	2.35	0.443	0	0	0	0	0	0	0.588	0.111
甲藻门	1.12	0.242	1.53	0.331	0.32	0.069	0	0	0.743	0.161
隐藻门	0.23	0.050	0	0	0	0	0	0	0.058	0.013
合计	59.22	8.343	109.45	15.051	40.23	5.527	43.9	5.99	63.20	8.727

3) 11 月

评价区 11 月浮游植物平均密度为 $64.388 \times 10^4 \text{ind./L}$ 。各水域浮游植物平均密度

从大到小依次为库区>库尾>坝下>支流。库区浮游植物平均密度最大为 $115.55 \times 10^4 \text{ind./L}$ ，支流浮游植物平均密度最低，为 $30.6 \times 10^4 \text{ind./L}$ 。

评价区域浮游植物生物量平均 9.093mg/L 。各水域浮游植物平均生物量从大到小依次为库区>库尾>坝下>支流。库区浮游植物生物量最大平均为 16.379mg/L ，坝下浮游植物生物量最小平均为 4.372mg/L 。

表 4.4.3-5 评价区 11 月浮游植物密度()和生物量()表

种类组成	库尾		库区		坝下		主要支流		平均值	
	密度 $\times 10^4 \text{ind./L}$	生物量 mg/L	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
硅藻门	35.62	5.074	35.63	5.075	20.63	2.939	16.35	2.329	27.058	3.854
绿藻门	14.36	1.994	42.36	5.883	12.36	1.717	6.3	0.875	18.845	2.617
蓝藻门	12.36	1.454	25.63	3.015	9.62	1.131	5.3	0.623	13.228	1.556
裸藻门	2.01	0.379	6.3	1.188	1.03	0.194	1.02	0.192	2.590	0.488
甲藻门	0.96	0.207	3.62	0.782	0.96	0.207	1.63	0.352	1.793	0.387
隐藻门	0.63	0.137	2.01	0.437	0.86	0.187	0	0	0.875	0.190
合计	65.94	9.245	115.55	16.379	45.46	6.375	30.6	4.372	64.388	9.093

c) 综合评价

浮游植物的时空变化特征与环境因子关系密切，生态系统中环境因子的改变直接影响浮游植物群落结构。因此，浮游植物群落结构特征一定程度地反映了水体的生态环境状况。龙滩水库浮游植物生物量不高，种群结构仍为硅藻—绿藻—蓝藻类型；参照况琪军等(2005) 的评价标准，基于生物量可划分为贫—中营养类型。总体来说各水域浮游植物平均生物量从大到小依次为库区>库尾>支流>坝下。成库后库区原有河流生境转化为水库生境，水库蓄水后水文情势、营养盐等水环境因素变化，水体流速较缓，透明度增加，水体营养负荷增加，营养盐滞留时间延长，有利于库区浮游植物的生长繁殖。

4.4.3.2 浮游动物

a) 浮游动物种类

三期调查共调查到浮游动物 4 类 70 种，其中轮虫 30 种，占 42.86%、原生动物 25 种，占 35.71%、枝角类 9 种，占 12.86%、桡足类 6 种，占 8.57%。

表 4.4.3-6 评价区浮游动物种类表

项目	轮虫	原生动物	枝角类	桡足类	合计
种数	30	25	9	6	70
比例	42.86%	35.71%	12.86%	8.57%	100%

表 4.4.3-7 评价区各阶段浮游动物种类表

类别	5 月	9 月	11 月
原生动物	18	25	25
轮虫	29	30	29
枝角类	9	7	6
桡足类	6	6	6
合计	62	68	66

1) 5 月

评价区 5 月共检出浮游动物 4 大类 62 种。其中轮虫的种类最多为 29 种、占浮游动物总种类数的 46.77%，其次为原生动物 18 种、占浮游动物总种类的 29.03%，枝角类 9 种、占浮游动物总种类的 14.52%，桡足类 6 种，占 9.68%。

评价区不同区域库尾、库区、支流、坝下各水域浮游动物种类丰富度从高到低依次是库区>库尾>坝下>支流。

库尾共检出浮游动物 34 种，其中轮虫种类数最多 15 种、占库区总种数的 44.12%，原生动物为 10 种、占 29.41%，枝角类、桡足类分别为 5 种和 4 种，分别占 14.71%和 11.76%。其中南盘江八渡镇断面浮游动物的种类较北盘江白层镇丰富。

库区共检出浮游动物 44 种，其中轮虫种类数最多 20 种、占库区总种数的 45.45%，原生动物为 12 种、占 27.27%，枝角类、桡足类分别为 8 种和 4 种，分别占 18.18%和 9.09%。龙滩库区浮游动物种类在水平分布上趋势为：红水河镇>蒙江汇入口>龙滩坝前。

主要支流共检出浮游动物 31 种，其中轮虫 13 种、占库区总种数的 41.94%，原生动物为 9 种、占 29.03%，枝角类、桡足类分别为 6 种和 3 种，分别占 19.35%和

9.68%。蒙江八帅断面浮游动物种类较布柳河断面丰富。

坝下共检出浮游动物 33 种，其中轮虫最多 14 种、占坝下总种类数 42.42%，原生动物 9 种、占 27.27%，枝角类 7 种、占 21.21%，桡足类 3 种、占 9.09%。坝下 2 个监测点种类数量差异不大。

5 月评价区浮游动物优势种为瓶砂壳虫、王氏似铃壳虫、真翅多肢轮虫、透明蚤、象鼻蚤、锯缘真剑水蚤和无节幼体等。

2) 9 月

评价区 9 月共检出浮游动物 4 大类 68 种。其中轮虫的种类最多为 30 种、占浮游动物总种类数的 44.12%，其次为原生动物 25 种、占浮游动物总种类的 36.76%，枝角类 7 种、占浮游动物总种类的 10.29%，桡足类 6 种，占 8.82%。

其中库尾共检出浮游动物 4 大类 49 属(种)。其中原生动物 11 种，占浮游动物种类的 22.45%；轮虫 27 种，占浮游动物种类的 55.10%；枝角类 6 种，占浮游动物种类的 12.24%；桡足类 5 种，占浮游动物种类的 10.21%。

库区共检出浮游动物 53 种，其中原生动物种类数最多 23 种、占库区总种数的 43.4%，轮虫 21 种，占 39.62%，枝角类、桡足类分别 5 种和 4 种，分别占 9.43%和 7.55%。浮游动物优势种为静水性的急游虫、侠盗虫、蚤中缢虫、龟甲轮虫、多肢轮虫、异尾轮虫、筒弧象鼻蚤和舌状叶镖水蚤等为主。

坝下共检出浮游动物 3 大类 21 种(属)，其中轮虫类 10 种(属)，占浮游动物种类的 47.62%；原生动物 8 种(属)，占 38.10%；桡足类 3 种(属)，占 14.29%。浮游动物种类组成以轮虫和原生占优势，桡足类的种数相对较少。

主要支流共检出浮游动物 3 大类 27 种(属)，其中轮虫类 13 种(属)，占浮游动物种类的 48.15%；原生动物 11 种(属)，占 40.74%；枝角类 2 种(属)，占 7.41%；桡足类 1 种(属)，占 3.70%。

9 月浮游动物种类组成以轮虫和原生占优势，桡足类的种数相对较少。优势种为急游虫、侠盗虫、多肢轮虫等。

3) 11 月

评价区 11 月共检出浮游动物 4 大类 66 种。其中轮虫的种类最多为 29 种、占浮游动物总种类数的 43.94%；其次为原生动物 25 种、占浮游动物总种类的 37.88%；

枝角类和桡足类各 6 种、占浮游动物总种类的 9.09%。

其中库尾共检出浮游动物 4 大类 46 属(种)。其中原生动物 13 种，占浮游动物种类的 28.26%；轮虫 24 种，占浮游动物种类的 52.17%；枝角类 5 种，占浮游动物种类的 10.87%；桡足类 4 种，占浮游动物种类的 8.70%。

库区共检出浮游动物 60 种，其中原生动物种类数最多 27 种、占库区总种数的 45%，轮虫为 20 种，占 40%，枝角类、桡足类分别为 5 种和 4 种，分别占 8.33%和 6.67%。坝下共检出浮游动物 4 大类 47 种(属)，其中轮虫类 18 种(属)，占浮游动物种类的 38.30%；原生动物 21 种(属)，占 44.68%；枝角类和桡足类各 4 种(属)，占 8.51%。浮游动物种类组成以轮虫和原生占优势，桡足类的种数相对较少。

主要支流共检出浮游动物 4 大类 31 种(属)，其中轮虫类 14 种(属)，占浮游动物种类的 45.16%；原生动物 12 种(属)，占 38.71%；枝角类 3 种(属)，占 9.68%；桡足类 2 种(属)，占 6.45%。

11 月浮游动物优势种为急游虫、侠盗虫、龟甲轮虫、多肢轮虫、舌状叶镖水蚤等为主。

b) 浮游动物现存量

1) 5 月

根据镜检浮游动物的种类、数量和测算的大小，计算出各断面浮游动物的现存量。评价区水域 5 月浮游动物密度平均为 3962.65ind./L，其中原生动物密度平均最高 3640.78ind./L、占密度平均的 91.88%，轮虫为 284.11ind./L、占 7.17%，枝角类 17.40ind./L、占 0.44%，桡足类 20.36ind./L、占 0.51%。

评价区水域 5 月浮游动物生物量平均为 1.22mg/L，其中轮虫生物量最高 0.633mg/L、占 51.89%，其次是枝角类 0.316mg/L、占总平均生物量的 25.90%，原生动物 0.153mg/L、占 12.54%，桡足类最少 0.118mg/L、占 9.67%。坝下浮游动物密度最高，其次为支流，而库区密度最低，而各水域浮游动物生物量由高至低分别为库区>支流>坝下>库尾。

坝下浮游动物密度和生物量平均分别为 1866.01ind./L、2.281mg/L。坝下浮游动物现存量比库区明显减少。坝下浮游动物密度：天峨县大桥>龙滩坝下；生物量：龙滩坝下>天峨县大桥。

库区浮游动物密度平均为 6677.56ind./L，生物量平均为 0.535mg/L。库区浮游动物密度由高到低依次为：蒙江汇入口>红水河镇>龙滩坝前；生物量由高到低依次为：红水河镇>龙滩坝前>蒙江汇入口。

支流蒙江和布柳河断面浮游动物密度和生物量差别较大，蒙江平均生物量为 1.969mg/L，布柳河平均生物量为 0.1272mg/L。

表 4.4.3-8 评价区 5 月浮游动物密度()和生物量()表

	库尾		库下		支流		库区		平均	
	密度 ind./L	生物量 mg/L	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
原生动物	3375	0.162	1163	0.061	4687	0.183	6577	0.255	3640.78	0.153
轮虫	103	0.252	603	1.137	175	0.664	96	0.228	284.11	0.633
枝角类	1.4	0.022	46.89	0.869	3.65	0.059	2.93	0.036	17.40	0.316
桡足类	0.77	0.012	53.12	0.214	9.54	0.181	1.63	0.016	20.36	0.118
合计	3480.17	0.447	1866.01	2.281	4875.19	1.087	6677.56	0.535	3962.65	1.220

2) 9 月

评价区 9 月水域浮游动物密度平均为 2966.25ind./L，其中原生动物密度平均最高 2694.25ind./L、占密度平均的 90.83%，轮虫为 263.25ind./L、占 8.87%，枝角类 6ind./L、占 0.20%，桡足类 2.75ind./L、占 0.09%。

评价区水域浮游动物生物量平均为 0.822mg/L，其中轮虫生物量最高 0.627mg/L，其次是原生动物 0.105mg/L，枝角类 0.06mg/L，桡足类最少 0.03mg/L。库区浮游动物密度最高，其次为库尾，而库区密度最低，而各水域浮游动物生物量由高至低分别为库区>库尾>坝下>支流。

表 4.4.3-9 评价区 9 月浮游动物密度()和生物量()表

	库尾		坝下		库区		主要支流		平均	
	密度 ind./L	生物量 mg/L	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
原生动物	2650	0.103	963	0.037	5632	0.219	1532	0.060	2694.25	0.105
轮虫	213	0.507	83	0.198	432	1.029	325	0.774	263.25	0.627
枝角类	5	0.050	3	0.030	10	0.099	6	0.060	6	0.06

	库尾		坝下		库区		主要支流		平均	
	密度 ind./L	生物量 mg/L	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
桡足类	3	0.033	1	0.011	4	0.044	3	0.033	2.75	0.03
合计	2871	0.693	1050	0.276	6078	1.391	1866	0.926	2966.25	0.822

3) 11 月

评价区 11 月水域浮游动物密度平均为 2399.5ind./L，其中原生动物密度平均最高 1785.5ind./L，轮虫为 586ind./L，枝角类 17.25ind./L，桡足类 10.75ind./L。

评价区水域浮游动物生物量平均为 0.743mg/L，其中轮虫生物量最高 0.558mg/L，其次是原生动物 0.12mg/L，枝角类 0.035mg/L，桡足类最少 0.03mg/L。库区浮游动物密度最高，其次为库尾，而库区密度最低，而各水域浮游动物生物量由高至低分别为库区>库尾>坝下>主要支流。

表 4.4.3-10 评价区 11 月浮游动物密度(ind./L)和生物量(mg/L)表

	库尾		库区		坝下		主要支流		平均	
	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
原生动物	1532	0.103	3524	0.237	1123	0.076	963	0.065	1785.5	0.120
轮虫	532	0.507	1423	1.356	236	0.225	153	0.146	586	0.558
枝角类	25	0.05	23	0.046	12	0.024	9	0.018	17.25	0.035
桡足类	12	0.033	14	0.039	10	0.028	7	0.019	10.75	0.030
合计	2101	0.693	4984	1.677557	1381	0.351912	1132	0.247805	2399.5	0.743

c) 综合评价

评价区水域库区浮游动物密度和生物量较高，坝下浮游动物现存量比库区明显下降，其浮游动物密度组成以小型的原生动物为主，生物量组成以轮虫和原生动物为主。浮游动物的群落结构除受水温、光照等气候因子的影响外，还受来水、区域点、面源污染及水文情势等的影响。

水库形成后，水文情势发生变化，库区流速减缓，透明度增加，水体营养盐滞留时间延长，有利于浮游动物的生长繁殖。因此库区浮游动物数量及生物量均高于坝下。此外，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。龙滩水库原有网箱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。龙滩坝下水为坝前下泄水，水温相对较低，浮游动物种类和数量较库区少。

4.4.3.3 底栖生物

三期调查共调查到底栖动物 3 大类 30 种。其中节肢动物 13 种，占 43.33%、软体动物 12 种，占 40.00%、环节动物 5 种，占 16.67%。

表 4.4.3-11 评价区底栖动物种类组成表

	节肢动物	软体动物	环节动物	合计
种数	13	12	5	30
比例	43.33%	40.00%	16.67%	100%

表 4.4.3-12 评价区各阶段底栖动物种类表

门类	5 月	9 月	11 月
环节动物	2	5	5
软体动物	4	12	12
节肢动物	8	10	13
合计	14	27	30

a) 底栖动物种类

1) 5 月

5 月共调查到底栖动物 14 种，隶属于 3 门 14 种(属)，其中节肢动物 8 种，占总种数的 57.14%，环节动物 2 种，占总种数的 14.29%，软体动物 4 种，占总种数的 28.57%。本次调查采样过程中，坝下六排大桥采样点采集到的底栖动物种类最多，达到 6 种，种类数最少的采样点是龙滩坝下为 4 种。底栖动物优势种为方形环棱螺、梨形环棱螺、摇蚊科幼虫等。

2) 9 月

9 月共调查到底栖动物 3 门 27 种(属), 其中节肢动物 10 种, 占总种数的 37.04%, 环节动物 5 种, 占总种数的 18.52%, 软体动物 12 种, 占总种数的 44.44%。底栖动物优势种为方形环棱螺、梨形环棱螺、水丝蚓、环棱螺、摇蚊科幼虫、河蚬、米虾、日本沼虾等。

其中库尾各采样点共检出底栖动物 3 门 22 种。其中节肢动物共采集 8 种, 占总种数的 36.36%; 环节动物共采集 2 种, 占总种数的 9.09%; 软体动物共采集 12 种, 占总种数的 54.46%。库区各采样点共检出底栖动物 3 门 13 种。其中节肢动物共采集 6 种, 占总种数的 46.15%; 环节动物共采集 4 种, 占总种数的 30.77%; 软体动物共采集 3 种, 占总种数的 23.08%。

坝下各采样点共检出底栖动物 3 门 10 种(属)。其中软体动物有 5 种(属), 占总数的 50.00%; 节肢动物门 3 种(属), 占 30.00%; 环节动物门 2 种(属), 占 20.00%。

主要支流各采样点共检出底栖动物 3 门 20 种(属)。其中软体动物有 6 种(属), 占总数的 30.00%; 节肢动物门 2 种(属), 占 10.00%; 环节动物门 12 种(属), 占 60.00%。

3) 11 月

11 月共调查到底栖动物 3 门 30 种(属), 其中节肢动物 13 种, 占总种数的 43.33%; 环节动物 5 种, 占总种数的 16.67%; 软体动物 12 种, 占总种数的 40.00%。底栖动物优势种为水丝蚓、环棱螺、摇蚊、河蚬、米虾、沼虾等。

其中库尾各采样点共检出底栖动物 3 大类 24 种。其中节肢动物共采集 11 种, 占总种数的 45.83%; 环节动物共采集 4 种, 占总种数的 16.67%; 软体动物共采集 9 种, 占总种数的 37.50%。

库区各采样点共检出底栖动物 3 大类 17 种。其中节肢动物共采集 11 种, 占总种数的 64.71%; 环节动物共采集 4 种, 占总种数的 23.53%; 软体动物共采集 2 种, 占总种数的 11.76%。

坝下各采样点共检出底栖动物 3 大类 25 种(属)。其中软体动物有 9 种(属), 占总数的 36.00%; 节肢动物门 12 种(属), 占 48.00%; 环节动物门 4 种(属), 占 16.00%。

主要支流各采样点共检出底栖动物 3 大类 24 种(属)。其中软体动物有 10 种

(属), 占总数的 41.67%; 节肢动物门 12 种(属), 占 50.00%; 环节动物门 2 种(属), 占 8.33%。

b) 底栖动物现存量

1) 5 月

5 月各采样点底栖动物现存量统计结果详见表 4.4.3-13。各采样点底栖动物平均密度 11.00ind./m², 平均生物量 10.69g/m²; 群落密度优势类群为节肢动物与软体动物, 该两类生物检出数量较高, 因此底栖动物平均生物量相对偏高。因各断面底栖动物种类结构不尽相同, 导致底栖动物现存量分布差异较为明显。龙滩坝前采样点底栖动物密度较高, 为 17ind./m², 以节肢动物和软体动物为主, 龙滩坝下密度相对较低, 为 5ind./m²; 生物量方面由于龙滩坝下采集到的中华束溪蟹生物量较大, 所以生物量也相对较大, 有 27.10g/m², 生物量相对偏低的断面为龙滩坝前, 为 1.61g/m²。

表 4.4.3-13 评价区域 5 月底栖动物密度和生物量表

采样点	密度 ind./m ²				生物量 g/m ²			
	节肢动物	环节动物	软体动物	合计	节肢动物	环节动物	软体动物	合计
库尾 北盘江	3	0	4	7	1.35	0	1.23	2.58
龙滩坝前	15	2	0	17	1.59	0.02	0	1.61
龙滩坝下	2	0	3	5	22.68	0	4.42	27.1
坝下天峨 大桥	6	1	8	15	3.65	0.02	7.79	11.46

评价区种类、现存量时空分布差异较为明显, 评价区出现频率较高的种类是节肢动物, 密度和生物量均较高。从底栖动物现存量分析, 节肢动物在密度组成和生物量中占较大比重。

2) 9 月

9 月各采样点采集到的底栖动物现存量如表 4.4.3-14 所示。底栖动物平均密度为 13.5ind./m², 平均生物量为 2.5g/m²; 在密度方面, 是以节肢动物和软体动物为主; 由于库尾和坝下采集到的软体动物较多, 平均生物量相对较高。

因各断面底栖动物种类结构不尽相同, 导致底栖动物现存量分布差异较为明

显。南盘江采样点底栖动物密度较高，为 20ind./m²，以节肢动物和环节动物为主，龙滩坝下密度相对较低，为 5ind./m²；生物量方面由于龙滩坝下采集到的软体动物较多，所以生物量也相对较大，有 6.12g/m²，生物量相对偏低的采样点为库尾北盘江，为 0.18g/m²。

表 4.4.3-14 评价区域 9 月底栖动物密度和生物量表

采样点	密度 ind./m ²				生物量 g/m ²			
	节肢动物	环节动物	软体动物	合计	节肢动物	环节动物	软体动物	合计
库尾北盘江	12	0	0	12	0.18	0	0	0.18
库尾南盘江	11	6	3	20	0.165	0.18	2.4	2.75
龙滩坝前	15	2	0	17	0.225	0.06	0	0.29
龙滩坝下	2	0	3	5	0.03	0	3.5	3.53
坝下六排大桥	6	1	5	12	0.09	0.03	6	6.12
主要支流	10	2	3	15	0.15	0.06	3.1	3.31
平均	9.33	1.83	2.33	13.5	0.14	0.06	2.5	2.70

3) 11 月

11 月各采样点采集到的底栖动物现存量如表 4.4.3-15 所示。底栖动物平均密度为 21.83ind./m²，平均生物量为 3.719g/m²；在密度方面，是以节肢动物和软体动物为主；由于库尾和坝下采集到的软体动物较多，平均生物量相对较高。

因各断面底栖动物种类结构不尽相同，导致底栖动物现存量分布差异较为明显。坝前采样点底栖动物密度较高，为 34ind./m²，以节肢动物为主，龙滩坝下密度相对较低，为 10ind./m²；生物量方面由于库尾南盘江采集到的软体动物较多，所以生物量也相对较大，有 6.068g/m²，生物量相对偏低的采样点为龙滩坝前，为 0.408g/m²。

表 4.4.3-15 评价区域 11 月底栖动物密度和生物量表

采样点	密度 ind./m ²				生物量 g/m ²			
	节肢动物	环节动物	软体动物	合计	节肢动物	环节动物	软体动物	合计
库尾北盘江	23	2	3	28	0.276	0.3	3.18	3.756
库尾南盘江	14	4	5	23	0.168	0.6	5.3	6.068

采样点	密度 ind./m ²				生物量 g/m ²			
	节肢动物	环节动物	软体动物	合计	节肢动物	环节动物	软体动物	合计
龙滩坝前	34	0	0	34	0.408	0	0	0.408
龙滩坝下	7	0	3	10	0.084	0	3.51	3.594
坝下六排大桥	15	2	3	20	0.18	0.3	3.21	3.69
主要支流	9	3	4	16	0.108	0.45	4.24	4.798
平均	17	1.83	3	21.83	0.204	0.275	3.24	3.719

c) 综合评价

梯级调节方式对底栖动物的影响是水体流速、营养负荷、泥沙淤积、水位等因子综合作用的结果。年调节梯级龙滩水库底栖动物种群结构由河流型转化为湖泊型，节肢动物摇蚊、虾科生物、寡毛类水丝蚓演变为优势种。

由于龙滩电站对泥沙的拦截作用，底质淤积层相对较厚，寡毛类水丝蚓、摇蚊科生物分布较多，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。

4.4.3.4 水生维管束植物

红水河流域河床底质多以砂砾石为主，缺乏水生植物生长所需的生境条件，库区干支流两岸坡度较大，水位较深，加之水位消涨频繁，不利于水生维管束植物的生长，评价区水生植物种类较贫乏，只有很少的低水位砾石滩以及支流、河口的洲滩有稀疏、低矮的湿生挺水植物，且数量较少。

据 2024 年至 2026 年各阶段现场调查结果，评价区有水生维管束植物 12 种，主要为沉水和挺水植物。沉水植物主要在主河道的库汉浅水水域分布，主要种类有芦苇、苦草、轮叶黑藻、菹草等。主库区南盘江和红水河两岸由于水库水位变动较大，挺水植物在沿岸消落区多为点状分布，植物密度不大。现场调查龙滩库区干支流消落带较明显，仅北盘江库尾河段两岸草本植被覆盖度相对较高；支流布柳河水质清澈，河床多为泥沙底质，水生维管束植物也是以挺水植物为主；蒙江支流建有罗甸县蒙江国家湿地公园，根据现场调查可知，蒙江有众多的库湾、库汉、消落区岸坡较陡，水生维管束植物密度低且多为草本，库湾、库汉处可见少量沉水植物，分布面积不大，生物量不高。

4.4.4 鱼类及其重要生境

4.4.4.1 鱼类资源现状

a) 种类组成

《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。

《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》记录龙滩库区及库周天然河道共有鱼类资源 4 目 41 科 54 属 72 种;2006 年 10 月龙滩大坝蓄水前,广西壮族自治区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,分属 5 目 18 科 73 属;2012 年,龙滩水电站竣工环境保护验收调查记录龙滩水库库区及坝下共有鱼类 90 种,分属 7 目 18 科 69 属。近年来随着调查研究的不断深入,叉背金线鲃、巨修仁鲃等物种逐渐被新记录在评价区内有分布。2024 年,贵州省水产研究所在开展北盘江和红水河流域渔业资源与栖息地调查的过程中,共调查到鱼类 5 目 16 科 65 属 89 种,其中调查到国家二级保护动物斑鲃、乌原鲤 2 种。

根据《天峨县志》等资料记录,天峨县暗河主要有弄流暗河、田家屋基背暗河、陇乐暗河和六排暗河。主要位于龙滩水电站淹没线以上布柳河上游更新乡段和龙滩坝下至六排河段。独眼鱼(叉背金线鲃)、透明的小鱼(弓背岭鲃)分布在龙滩水电站下游六排(纳州摩谷岩)、纳弄等暗河。因此,评价区内叉背金线鲃、弓背岭鲃等洞穴鱼类主要分布在龙滩库尾布柳河上游及坝下暗河中。

按照《广西淡水鱼类分类图鉴》(2023)的分类方式,并结合历年来的相关资料,统计出评价区有鱼类 8 目 21 科 114 种。

表 4.4.4-1 龙滩水电站评价区各阶段历史调查成果表

来源	年份	调查区域	记录鱼类种数
《贵州鱼类志》	1984	贵州境内南、北盘江及红水河	64 种
《珠江鱼类志》	1989	南、北盘江及红水河	67 种
《云南鱼类志》	1990	云南南盘江水系	125 种
《广西淡水鱼类志》(第二版)	2006	广西境内红水河	160 种
《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》	—	龙滩库区及库周天然河道	4 目 41 科 54 属 72 种
广西壮族自治区水产研究所调查	2006	南盘江平班电站至天峨龙滩大坝以上库区	5 目 18 科 73 属 95 种
龙滩水电站竣工环境保护验收调查	2012	龙滩水库库区及坝下	7 目 18 科 69 属 90 种
贵州省水产研究所调查	2024	北盘江和红水河流域	5 目 16 科 65 属 89 种

b) 鱼类区系组成及特点

根据《中国淡水鱼类的分布区划》中关于鱼类区系的划分方式，评价区鱼类由 3 个区组成：

华南区。以鲃亚科、平鳍鳅科、鳅科、鮡科、胡子鲇科、鲃科、鮠科、乌鳢、合鳃科鱼类为主，占评价区鱼类的大多数。

宁蒙区。主要以鲤科、鳅科、鲇科的种类为主，如鲫、麦穗鱼、泥鳅、鲇等。

华东区。主要为江河平原鱼类，以鳊亚科、鲴亚科、鲢亚科、鲈科的鱼类为主。

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、鲫、泥鳅、美丽小条鳅、鲮等。

d) 产卵类型

评价区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，鲤科的斑鲮、四须盘鮡、唇鲮、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。产出的卵或黏附于石砾、水草上发育，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，这个类群的鱼类在评价区主要依靠增殖放流和养殖维持种群。

3) 产浮性卵类群

乌鳢、大眼鳊、斑鳊等鱼类的卵具油球，在水中漂浮发育。

4) 特异性产卵类群

高体鳊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，评价区水域鱼类大致可分为以下 4 个类群。

1) 流水类群

此类群主要或完全生活在江河流速环境中，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、鳊、鲢、蛇鮈等。

2) 静缓流类群

此类群适宜生活于静缓流水水体中，或以浮游动植物为食，或杂食，或动物性食性，部分种类须在流水环境下产漂流性卵或可归于流水性种类，该类群种类有泥鳅、高体鳊、棒花鱼、鲤、鲫、鲇、南方鲇、大眼鳊、斑鳊、月鳊、黄鳊等。

3) 洄游类群

红水河龙滩至岩滩段绝大部分为定居性鱼类，洄游性鱼类占比较低。红水河龙滩至岩滩段历史上分布有花鳊、日本鳊等降海洄游鱼类，现阶段也分布有鳊、赤眼鳟、青鱼、草鱼、鲢、鳙等半洄游性鱼类。

4) 洞穴类群

叉背金线鲃是洞穴/地下河栖息鱼类，主要生活于评价区喀斯特地貌的暗河与溶洞水域中。

f) 增殖放流

龙滩公司自 2010 年以来，先后在库区投放鱼苗 150 余万尾，增殖放流的对象主要为草鱼、青鱼、倒刺鲃、赤眼鳟、鳙、鲢等，其中 2014 年度增殖放流共放流鱼类 25 万尾。经调查，龙滩公司 2020 年在龙滩水电站库区增殖放流共放流鱼类 25 万尾，增殖放流对象为鳊(5 万尾)、鲢(5 万尾)、鳙(6 万尾)、赤眼鳟(6 万尾)、倒刺鲃(3 万尾)。根据罗甸县农业农村局提供的资料，罗甸县 2018 年增殖放流数量为 206 万斤，放流品种为鲤、草鱼、鲢、鳙，放流地点为红水河镇、凤亭乡、茂井镇；2021 年罗甸县渔政管理单位在蒙江国家湿地公园内进行增殖放流，共投放鱼苗 2 万尾，品种为鲢和鳙。

表 4.4.4-2 龙滩水电站库区鱼类增殖放流品种、放流单位及数量

年份	放流品种	放流单位	放流数量
2014	草鱼、青鱼、倒刺鲃、赤眼鳟、鳙、鲢	龙滩公司	25 万尾
2018	鲤、草鱼、鲢、鳙	罗甸县农业农村局	206 万斤
2020	鳊、鲢、鳙、赤眼鳟、倒刺鲃	龙滩水力发电厂	25 万尾
2021	鲢、鳙	罗甸县农业农村局	2 万尾

根据册亨县农业农村局提供的资料，2017 年在岩架镇板弄村新寨组码头(北盘江)实地放流鱼苗 50 万尾，其中草鱼 5 万尾、鲢 20 万尾、鳙 25 万尾；2019 年在巧马

镇板坝村沿江组(南盘江)实放流鱼苗 45 万尾, 其中草鱼 3 万尾、鲢 20 万尾、鳙 22 万尾。

表 4.4.4-3 南盘江和北盘江鱼类增殖放流品种及数量表

年份	放流品种	放流地点	放流数量
2017	草鱼 5 万尾、鲢 20 万尾、鳙 25 万尾	岩架镇板弄村新寨组码头 (北盘江)	50 万尾
2019	草鱼 3 万尾、鲢 20 万尾、鳙 22 万尾	巧马镇板坝村沿江组(南盘江)	45 万尾

根据以上资料可以看出, 龙滩水电站库区及其库尾支流南盘江、北盘江、蒙江等河流近年来增殖放流的品种绝大部分为鲤、草鱼、鲢、鳙, 仅在龙滩库区有放流鳊、赤眼鳟和倒刺鲃, 放流数量较其他鱼类少。

g) 评价区江段近年来流域调查成果

根据珠江水资源保护科学研究所开展的红水河中游水电梯级 2024 年度水生生物监测结果。岩滩库区共计监测到鱼类 50 种, 岩滩库尾共计监测到鱼类 42 种、岩滩库中共计监测到鱼类 15 种, 盘阳河共计监测到鱼类 21 种。详细调查结果如下表:

表 4.4.4-4 评价区红水河中游水电梯级 2024 年度水生生物监测结果表

区域	监测到鱼类种类	数量比优势种	重量比优势种
岩滩库尾	42 种	1. 子陵吻虾虎鱼 (20.39%) 2. 齐氏罗非鱼 (16.52%) 3. 南方拟鲮 (8.37%) 4. 越南鲮 (6.87%) 5. 海南似鲮 (6.44%)	1. 鲢 (11.81%) 2. 赤眼鳟 (9.91%) 3. 鲤 (9.35%) 4. 齐氏罗非鱼 (7.56%) 5. 卷口鱼 (7.05%)
岩滩库中	15 种	1. 海南拟鲮 (50.24%) 2. 鲮 (25.59%) 3. 卷口鱼 (5.69%)	1. 海南拟鲮 (19.92%) 2. 鲮 (15.39%) 3. 鲢 (12.59%) 4. 卷口鱼 (10.38%)
岩滩库区	50 种	1. 海南拟鲮 (11.91%) 2. 齐氏罗非鱼 (11.80%) 3. 子陵吻虾虎鱼 (10.67%) 4. 鲮 (8.82%) 5. 南方拟鲮 (6.97%)	1. 鲤 (12.74%) 2. 鲢 (10.98%) 3. 鳙 (7.15%) 4. 卷口鱼 (6.09%) 5. 海南拟鲮 (5.41%)
盘阳河	21 种	1. 鲮 (14.71%) 2. 齐氏罗非鱼 (13.73%) 3. 黄颡鱼 (10.29%) 4. 鲤 (9.80%) 5. 巴马拟缨鱼 (8.82%)	1. 鲤 (28.29%) 2. 鳙 (14.91%) 3. 鲢 (8.60%) 4. 鲮 (7.17%) 5. 鲴 (6.62%)

h) 各区域鱼类资源现场调查

鱼类资源现场调查主要利用调查单位 2026 年 5 月至 7 月、2022 年 9 月、2024

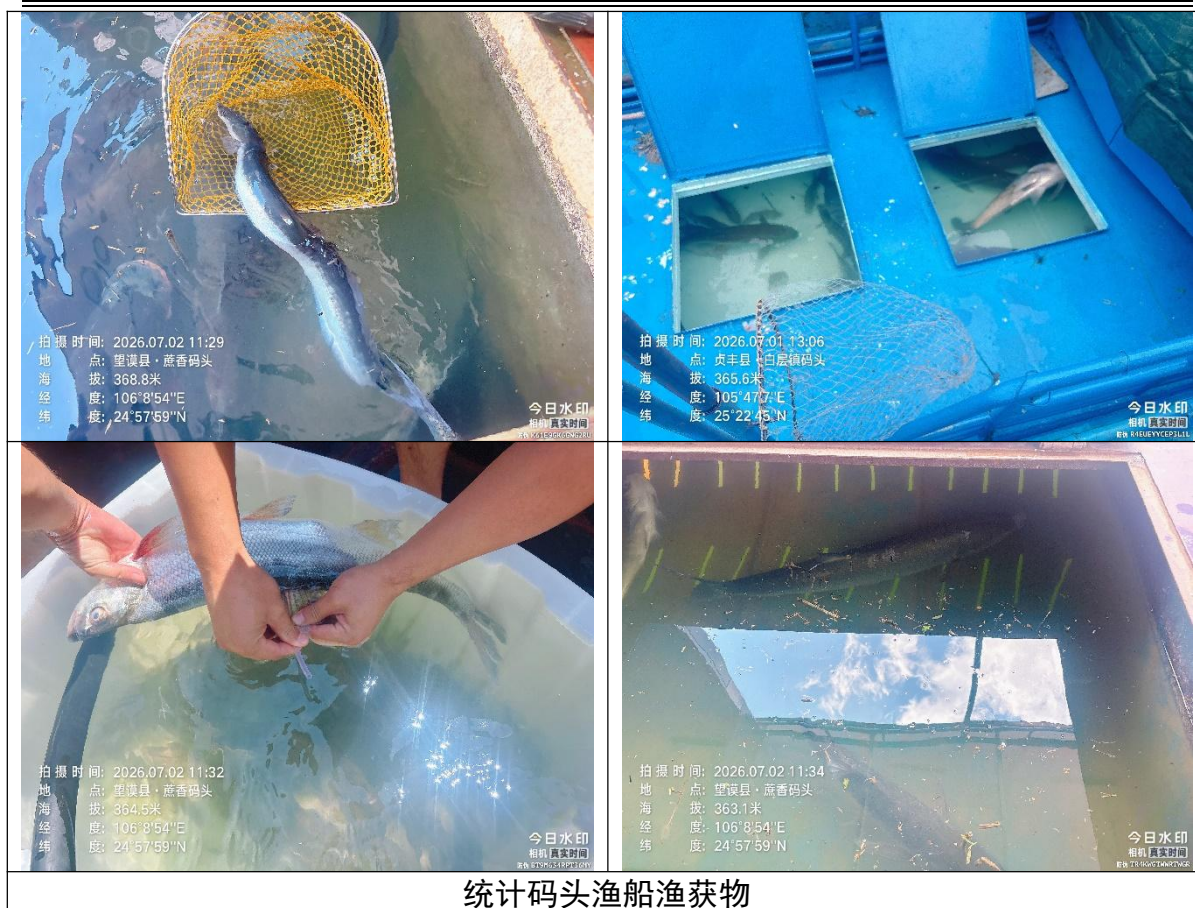
年 11 月在评价区内的调查结果进行分析。鱼类调查方式为办理特许捕捞许可后使用刺网和地笼网主动捕捞，结合在非禁渔期统计码头渔获物的方式开展。

本项目不同时期和区域现场调查情况统计见表 4.4.4-5。

表 4.4.4-5 本项目不同时期鱼类资源现场调查情况统计表

分区	调查区域	调查时间
干流	库尾南盘江	2026 年 5-7 月、2024 年 11 月、2022 年 9 月
	库尾北盘江	2026 年 5-7 月、2024 年 11 月、2022 年 9 月
	龙滩库区	2026 年 5-7 月、2024 年 11 月、2022 年 9 月
	龙滩坝下	2026 年 5-7 月、2024 年 11 月、2022 年 9 月
	岩滩库区吾隘镇	2026 年 5-7 月、2024 年 11 月、2022 年 9 月
	岩滩库区	2026 年 5-7 月、2024 年 11 月、2022 年 9 月
支流	布柳河	2026 年 5-7 月、2024 年 11 月
	蒙江	2026 年 5-7 月、2024 年 11 月
	坝王河	2026 年 5-7 月、2024 年 11 月
	曹渡河	2026 年 5-7 月、2024 年 11 月
	六硐河	2026 年 5-7 月、2024 年 11 月
	清水河	2026 年 5-7 月
	巴英河	2026 年 5-7 月
	盘阳河	2026 年 5-7 月





2026 年 5-7 月、2024 年 11 月、2022 年 9 月 3 次现场调查，调查人员分别在库尾南盘江、库尾北盘江、龙滩库区、龙滩坝下和岩滩库区调查到 37 种、25 种、25 种、35 种和 41 种鱼类。总体来说，龙滩坝下和库尾以流水性底栖鱼类为主，库区以静水外来种(罗非鱼)和大个体经济鱼类为主，岩滩库区鱼类种类多于龙滩库区，评价区外来物种入侵严重，罗非鱼在各区域均为优势种。

表 4.4.4-6 2024 年至 2026 年现场调查渔获物调查情况汇总表

区域	调查到的种类	数量优势类群	重量优势类群	主要特点
库尾南盘江	37 种	齐氏罗非鱼、鳊、翘嘴鲌、黄颡鱼	鲢、鳙、鳊、草鱼、青鱼	物种丰富度高，肉食性鱼类(鳊、鳊、翘嘴鲌)多，罗非鱼入侵严重
库尾北盘江	25 种	鳊、鲫、尼罗罗非鱼、翘嘴鲌	鳊、鳙	滤食性鱼类(鳙、鳊)重量占比高，流水类群占比也较高
龙滩库区	25 种	尼罗罗非鱼、鳊、鲤、黄颡鱼	鳙、鳊、鲤、罗非鱼	静水缓流环境，外来罗非鱼占比极高，大型滤食性鱼类(鳙、鳊)重量比高
龙滩坝下	35 种	鳊鱼、四须盘鮡、鳊、倒刺鲃、鳊、尼罗罗非鱼	鳊、倒刺鲃、鳊、尼罗罗非鱼	底栖性鱼类丰富(盘鮡、墨头鱼、沙鳅)，经济鱼类(倒刺鲃、鳊、鳊)也较多，流水生境特征明显
岩滩库区	41 种	鳊、海南拟鳊、棒花鱼	鲤、鳊、斑点叉尾鲴	物种丰富，兼有流水与静水鱼类，小型鱼类(拟鳊、鳊虎鱼)多，卷口鱼等土著鱼类占比相对较高

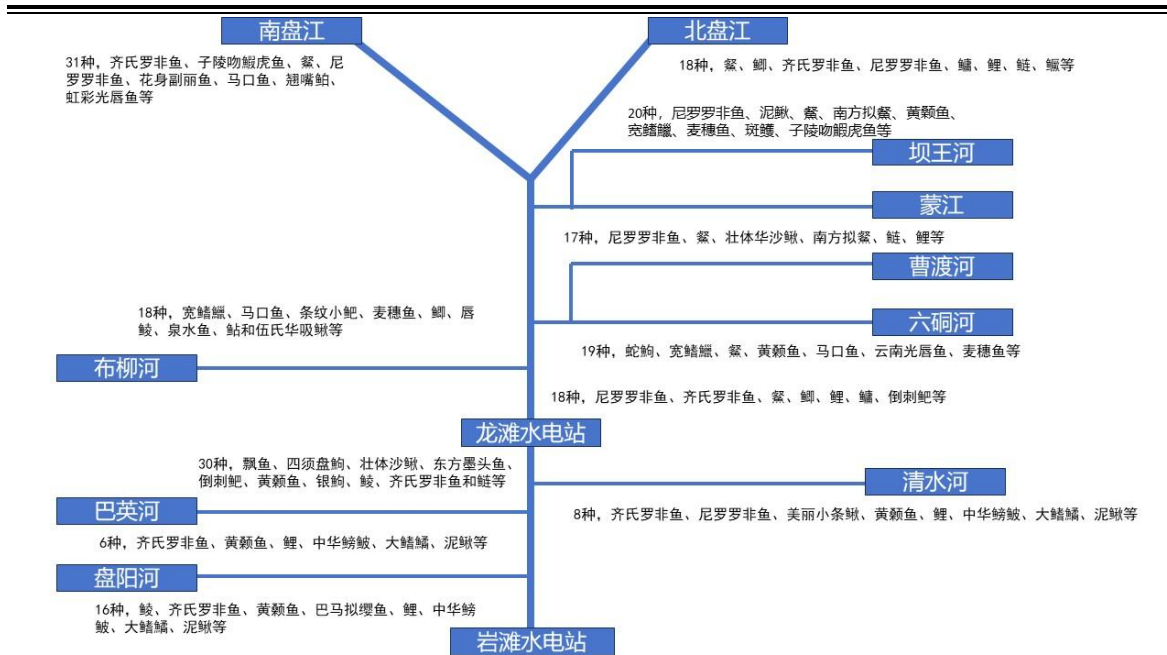


图 4.4.4-1 2024 年至 2026 年现场调查渔获物调查情况图

分区调查结果如下：

1) 干流

① 坝下河段

2022 年 9 月调查人员在龙滩坝下天峨县段现场调查到鱼类 31 种 253 尾，优势种为鲮、四须盘鮈、高体鲮、棒花鱼、中华鲮、黄颡鱼和尼罗罗非鱼；2024 年 11 月，调查到鱼类 22 种 243 尾，优势种为四须盘鮈、棒花鱼、尼罗罗非鱼、鲮、高体鲮、中华鲮和黄颡鱼等；2026 年 5-6 月，调查到鱼类 30 种 548 尾，优势种为飘鱼、四须盘鮈、壮体沙鳅、东方墨头鱼、倒刺鲃、黄颡鱼、银鮈、鲮、齐氏罗非鱼和鲢。

② 库尾南盘江八渡镇段

2022 年 9 月调查人员在南盘江八渡镇现场调查到鱼类 16 种 347 尾，优势种为黄颡鱼、翘嘴鲇、尼罗罗非鱼等；2024 年 11 月调查到鱼类 16 种 43 尾，优势种为黄颡鱼、尼罗罗非鱼、草鱼、鲤、翘嘴鲇等；2026 年 5-6 月，调查到鱼类 31 种 646 尾，优势种为齐氏罗非鱼、子陵吻鲈虎鱼、鲮、尼罗罗非鱼、花身副丽鱼、马口鱼、翘嘴鲇、虹彩光唇鱼等。

③ 库尾北盘江段

2022 年 9 月调查人员在北盘江白层镇段现场调查到鱼类 19 种 86 尾，优势种为尼罗罗非鱼、泉水鱼、鲫、翘嘴鲌、鲤、黄尾鲴、蒙古鲌等；2024 年 11 月调查到鱼类 14 种 30 尾；优势种为鲮、纹唇鱼、鲮、尼罗罗非鱼、翘嘴鲌、大刺鲃等；2026 年 5-7 月，调查到鱼类 18 种 231 尾，优势种为鲮、鲫、齐氏罗非鱼、尼罗罗非鱼、鲮、鲤、鲢、鳊等。

④ 龙滩库区红水河镇至蔗香镇

2022 年 9 月调查人员在库区红水河镇调查到鱼类 9 种 163 尾，优势种为尼罗罗非鱼、鲮、翘嘴鲌、鲤、鲮、草鱼等；2024 年 11 月调查到鱼类 14 种 142 尾，优势种为鲮、鲤、四须盘鮡、黄颡鱼、棒花鱼、越南鲮等；2026 年 5-7 月，调查到鱼类 18 种 301 尾，优势种为尼罗罗非鱼、齐氏罗非鱼、鲮、鲫、鲤、鲮、倒刺鲃等。

⑤ 岩滩库区吾隘镇

2022 年 9 月调查人员在岩滩库区吾隘镇调查到鱼类 14 种 142 尾，优势种有鲮、鲤、四须盘鮡、黄颡鱼、棒花鱼等；2024 年 11 月调查到鱼类 16 种 161 尾，优势种有棒花鱼、鲮、四须盘鮡、黄颡鱼、尼罗罗非鱼、鲤、黄颡鱼等；2026 年 5-7 月，调查到鱼类 37 种 406 尾，优势种有海南拟鲮、齐氏罗非鱼、鲮、子陵吻虾虎鱼、鲮、鲮等。

2) 主要支流

① 蒙江

2024 年 11 月，调查人员在蒙江河口调查到鱼类 7 种，以尼罗罗非鱼、鲮、黄颡鱼、花身副丽鱼等为主；2026 年 5 月，调查人员在蒙江河口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 4 种，以尼罗罗非鱼和黄颡鱼为主。蒙江河口段为缓流至静水河段，常见鱼类有鲤、鲮、鲢、尼罗罗非鱼、鲫、黄颡鱼等为主，适应流水型生境的种类如泉水鱼、光唇鱼、倒刺鲃等种类少见。

② 布柳河

2024 年 11 月，调查人员在布柳河百河村段调查到鱼类 8 种，以麦穗鱼、子陵吻虾虎鱼、棒花鱼、花身副丽鱼、鲮等小型鱼类为主；2026 年 5-7 月，调查到鱼类 18 种。以宽鳍鱲、马口鱼、条纹小鲃、麦穗鱼、鲫、唇鲮、泉水鱼、鲮和伍氏华吸鳅为主。布柳河干流河口河段大部分为静水或缓流水河段，布柳河干流中上游河段

及支流为流水河段，常见种类有鲮、黄颡鱼、宽鳍鱲、马口鱼、秉氏爬岩鳅、信宜原缨口鳅等。

③ 坝王河

2024 年 11 月，调查人员在坝王河罗甸县段调查到鱼类 8 种，渔获物以尼罗罗非鱼、鲫、鲮、黄颡鱼等鱼类为主；2026 年 5 月，调查到鱼类 20 种，渔获物以尼罗罗非鱼、泥鳅、鲮、南方拟鲮、黄颡鱼、宽鳍鱲、麦穗鱼、斑鳊、子陵吻鰕虎鱼等为主。

④ 曹渡河

2024 年 11 月在曹渡河中堡乡段调查到鱼类 8 种，渔获物以南方拟鲮、鲮、壮体华沙鳅、尼罗罗非鱼、越鲃等为主；2026 年 5 月，调查到鱼类 17 种，渔获物以尼罗罗非鱼、鲮、壮体华沙鳅、南方拟鲮、鲢、鲤等鱼类为主。

⑤ 六洞河

2024 年 11 月在六洞河纳塘村段调查到鱼类 11 种，渔获物以花身副丽鱼、尼罗罗非鱼等为主；2026 年 5 月，调查到鱼类 19 种，渔获物以蛇鮈、宽鳍鱲、鲮、黄颡鱼、马口鱼、云南光唇鱼、麦穗鱼等小型鱼类为主。

⑥ 清水河

2026 年 5-7 月，清水河共计调查到鱼类 8 种，渔获物以齐氏罗非鱼、尼罗罗非鱼、美丽小条鳅、黄颡鱼、鲤、中华鲮、大鳍鱮、泥鳅为主。

⑦ 巴英河

2026 年 5-7 月，巴英河共计调查到鱼类 6 种，渔获物以齐氏罗非鱼、黄颡鱼、鲤、中华鲮、大鳍鱮、泥鳅为主。

⑧ 盘阳河

2026 年 5-7 月，盘阳河共计调查到鱼类 16 种，渔获物以鲮、齐氏罗非鱼、黄颡鱼、巴马拟缨鱼、鲤、中华鲮、大鳍鱮、泥鳅为主。

	
斑鳊	白甲鱼
	
赤眼鳟	刺鲈
	
壮体华沙鳅	美丽华沙鳅
	
长鳍光唇鱼	鲮结鱼



4.4.4.2 重要物种

综合龙滩环评、验收阶段及近年来的调查结果，根据国家级重点保护动物名录(2021 年)，评价区分布有单纹似鲮、花鳊鲂、乌原鲤、斑鳊、叉背金线鲃 5 种国家二级保护动物；有广西壮族自治区重点保护动物唇鲮、巨修仁鲃；有贵州省重点保护水生野生动物唇鲮、暗色唇鲮、稀有白甲鱼、长臀鲃。根据《中国生物多样性红色名录》，花鳊鲂、单纹似鲮、乌原鲤、长臀鲃、唇鲮为濒危等级，叉背金线鲃、暗色唇鲮、巴马拟缨鱼、稀有白甲鱼为易危种。

经调查花鳊鲂在龙滩库区河段蓄水前曾有少量分布，随着时间的推移，花鳊鲂在库区逐渐消失，现在在龙滩下游如乐滩、百弄滩等库区中仍可偶尔捕获；巨修仁鲃主要分布在坝下红水河天峨段、下游都安县段，近年来有广西科研单位在龙滩下游捕获花鳊鲂和巨修仁鲃；叉背金线鲃为典型洞穴鱼类，仅分布于广西天峨县境内的龙滩水电站库尾以上布柳河更新乡段和坝下的地下河和溶洞中；巨修仁鲃主要分布在坝下红水河天峨段及下游都安县段；单纹似鲮、乌原鲤、长臀鲃在评价区内的资源量很低，在库区、南盘江、蒙江有少量分布；暗色唇鲮、唇鲮主要在南盘江、支流蒙江还有分布；重要物种中仅斑鳊在评价区内尤其是坝下和南盘江、北盘江、库区、蒙江、布柳河仍有一定的资源量。

表 4.4.4-7 评价区重要物种名录

物种	重点保护	中国生物多样性红色名录	栖息类型	历史分布	现状分布	评价区内的数量
1. 花鳊鲂	国家二级	濒危	长距离洄游鱼类	南盘江、北盘江、库区、坝下	红水河干流龙滩下游	很少

表 4.4.4-7(续)

物种	重点保护	中国生物多样性红色名录	栖息类型	历史分布	现状分布	评价区内的数量
2. 叉背金线鲃	国家二级	易危	洞穴鱼类	天峨县境内的地下河中	天峨县境内龙滩水电站库尾以上布柳河更新乡段和坝下的地下河中	很少
3. 单纹似鲃	国家二级	濒危	流水类群	蒙江、南盘江水系	龙滩库区、蒙江	很少
4. 乌原鲤	国家二级	濒危	流水类群	南盘江、岩滩库区	岩滩库区、南盘江	很少
5. 斑鲮	国家二级		流水类群	广泛分布	南盘江、北盘江、库区、蒙江、布柳河、坝下均有分布	有一定数量
6. 长臀鲃	省级	濒危	流水类群	未记载	南盘江、北盘江、龙滩和岩滩库区、蒙江	很少
7. 暗色唇鲃	省级	易危	流水类群	南盘江	南盘江、蒙江、坝下	较少
8. 唇鲃	自治区级/省级	濒危	流水类群	蒙江、布柳河	蒙江、布柳河	很少
9. 巨修仁鲃	自治区级		流水类群	红水河天峨段	坝下红水河天峨段、下游都安县段	很少
10. 稀有白甲鱼	省级	易危	流水类群	库区	南盘江、岩滩库尾	很少
11. 巴马拟缨鱼		易危	洞穴鱼类	未记载	岩滩库区、蒙江、布柳河	很少

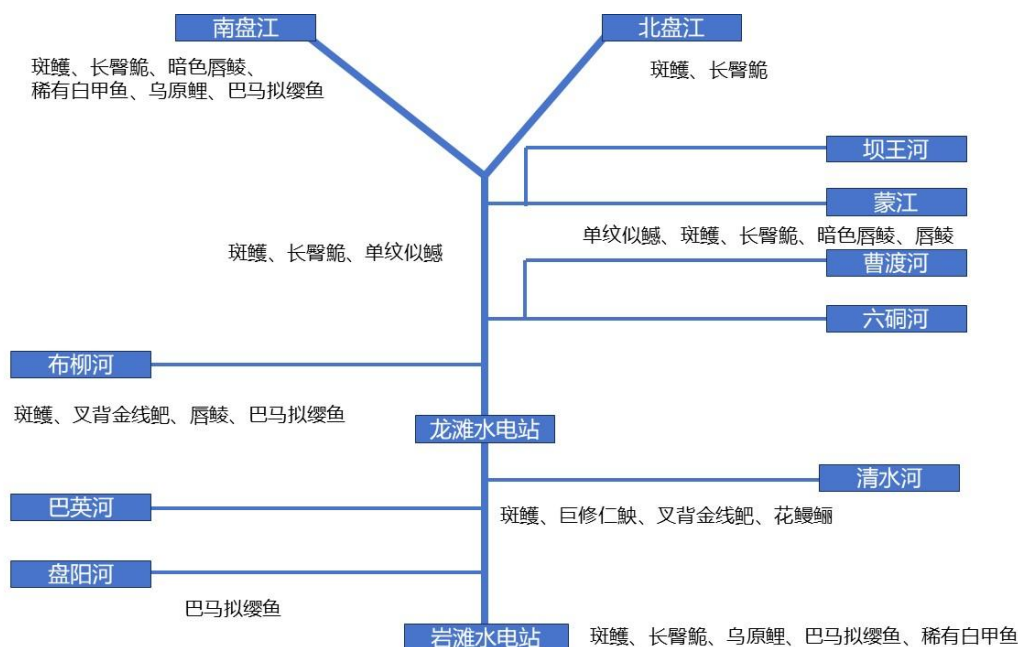


图 4.4.4-2 评价区重要物种分布图

重要物种介绍如下：

1) 花鳗鲡

① 生物学特征

体长，前部呈圆筒状，尾部侧扁。头圆锥形，较背、臀鳍始点间距短。吻平扁。口角超过眼后缘。下颌稍突出，中央无齿；两颌前端细齿丛状，侧齿成行。体背侧及鳍满布棕褐色斑，体斑间隙及胸鳍边缘黄色。腹侧白或蓝灰色，背鳍和臀鳍后部边缘黑色

② 生活环境和习性

花鳗鲡为典型降河洄游鱼类之一。生长于河口、沼泽、河溪、湖塘、水库等内。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，捕食鱼、虾、蟹、蛙及其他小动物，也食落入水中的大动物尸体。能到水湿草地和雨后的竹林及灌木丛内觅食。

③ 分布

在中国分布于长江下游及以南的钱塘江、灵江、甌江、闽江、九龙江、台湾到广东、海南岛及广西等江河。在广西分布于西江水系梧州、藤县蒙江、桂江，红水河来宾、都安等地。经调查花鳗鲡在龙滩库区河段蓄水前曾有少量分布，龙滩下游如乐滩等库区中仍可偶尔捕获，随着时间的推移，花鳗鲡在库区逐渐消失。中国水产科学研究院珠江水产研究所 2015 年至 2017 年调查认为花鳗鲡最远能分布到西江的石龙江段，近年来有广西本地科研院所在龙滩下游调查到花鳗鲡，现阶段花鳗鲡在红水河分布在龙滩下游乐滩以下河段。

2) 叉背金线鲃

① 生物学特征

体侧扁。头前端突出呈鸭嘴状。头、背交界处隆起，形成向前伸的叉状突起。无眼。口下位。须 2 对，吻须后伸未达前鳃盖骨后缘。鳞片小，侧线完全。背鳍末根不分枝鳍条基部粗硬，为硬刺，后缘具锯齿，背鳍分枝鳍条 7 根；胸鳍长，后伸超过腹鳍起点。体呈半透明状，淡红色；身体和鳍条无斑纹。

② 生活环境和习性

评价区内栖息于天峨县的地下河中。

③ 分布

有一定的种群数量，是盲金线鲃种群数量较多的一个种。分布于广西天峨县境内的地下河中。

3) 单纹似鳅

① 生物学特征

体修长，呈圆筒形。头较长。吻尖。口大，口裂达眼前缘的垂直线或更后。下颌会合处内侧有一突起，与上颌相应部位的凹陷嵌合。鳞很细小，背鳍无硬刺，外缘内凹。尾鳍长，深分叉。鲜活时背部青灰略带暗红，腹部银白，体侧银灰略带，自鳃孔至尾鳍基有一粗黑纵条纹，仅尾部更深，偶鳍及尾鳍灰黑带橘红色。

② 生活环境和习性

生活在大江河和湖泊的开阔水域，为中、上层鱼类，善泳，常追击小型鱼类。亦喜栖息在底质多岩石的场所。性成熟年龄较迟，生殖季节一般在春夏之交(3-5 月份)。产卵需有流水条件，故多在流水沙滩处繁殖。卵黄色，分批产。幼鱼无明显的集群现象，栖息在河湾缓流或静水中。每年涨水逆江而上，退水顺江而下。生活在湖泊中的种群，无明显的洄游规律。

③ 分布

分布于西江、南盘江水系，以西江水系为主，包括广西及贵州南部。

4) 乌原鲤

① 生物学特征

体侧扁，呈长菱形，背部隆起甚高，腹部平直。头较小，吻较长，吻长大于或等于眼后头长。口端位，呈半月形；唇很厚，表面有许多明显而细小的乳头状突起。胸鳍较长，末端达到或超过腹鳍起点。头部和体背部暗黑色，腹部银白；每个鳞片的前部有一黑点，联成体侧明显的纵纹；各鳍为深黑色。

② 生活环境和习性

乌原鲤为江河中下层鱼类，多栖息于流水深处底质为岩石的水体，亦能生活于流速较缓慢的水体底部。有短距离的洄游习性，冬季产卵后溯江上游，洪水期向下游游动。食性杂，常以口向水底岩石表面吸食底栖动植物，以小型的螺蛳、蚌类、蚬类为主，也食少量的水生昆虫的幼虫、水蚯蚓和藻类。因为吸吮是这种鱼的取食

方式，所以常不免将少量的泥沙一盐带入肠管中。一般需超过 2 龄始达性成熟，产卵季节为 11 月至翌年 1 月；卵分批产出，呈黄色，沉性，并具一定粘性；产卵场多在水流湍急、多着生藻类的沙滩石边、沙滩尾处。

③ 分布

分布于广西西江水系干支流，该鱼在广西自然资源已十分稀缺。

5) 斑鳢

① 生物学特征

体长，侧扁。头平扁，吻宽而圆钝，略似犁头状。口宽大，下位，弧形。尾鳍分叉，上叶略长。体呈棕色，腹部黄色；体侧具大小不等、排列不规则的圆形蓝色斑点(幼鱼无斑)。背鳍、脂鳍及尾鳍灰黑色，有褐色小斑点；胸鳍、腹鳍及臀鳍色淡，很少有斑点。

② 生活环境和习性

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。

③ 分布

分布于中国钱塘江、九龙江、韩江、珠江、元江等水系。广西分布于漓江、桂江、左江、右江、柳江、红水河、西江、浔江、郁江等。在评价区内有一定的资源量。

6) 巨修仁鲃

① 生物学特征

体延长。头平扁，头长大于头宽。吻较圆。口下位，上颌长于下颌。犁骨齿带分离，呈 2 行。须 4 对，口角须最长。眼小。两鼻孔相邻。鳃盖膜不与峡部相连。背鳍分枝鳍条 6 根；脂鳍后端游离；臀鳍短，不达尾鳍基；胸鳍刺内缘有锯齿；尾鳍内凹或平截。体褐棕色，腹部淡黄色，背鳍和尾鳍的边缘略白。

② 生活环境和习性

肉食性鱼类，以小鱼、虾为食。栖息在岩石底质河段的红水河中。

③ 分布

数量极少，但个体较大，是本类群个体最大的种类。分布于珠江流域红水河干

流的都安瑶族自治县、天峨县境内河段。

7) 暗色唇鲮

① 生物学特征

暗色唇鲮属鲤科鱼类，体长，前部近圆筒形，尾柄部侧扁。吻皮向下，向后折转成为口前室，表面具排列整齐的颗粒状角质乳突，边缘完整不开裂。口下位，横裂。须 2 对。背鳍外缘深凹，无硬刺；尾鳍叉形，体侧和背部青黑色，体侧具不明显小黑斑，但不形成纵纹。

② 生活环境和习性

喜栖于山区江河支流，以口部吸盘吸附河底的岩石上，刮取附着于岩石上的固着藻类为生。多生活在沙滩及有岩石、砾石河段。

③ 分布

分布于珠江流域的右江、红水河。

8) 唇鲮

① 生物学特征

体长，前部近圆筒形，尾柄部侧扁，腹部平。吻端圆钝，向前突出。背部青黑色，腹部乳白，侧面绝大部分鳞片基部有黑色斑点，连成直行的条纹。胸鳍上方有一部分鳞片的斑块特别显著。背鳍及尾鳍黑色，胸鳍及臀鳍微黑。

② 生活环境和习性

栖息于江河的中下层水域，喜活动于急流或有流水的岩洞中，以刮食岩石上的附着藻类为主，也捕食浮游动植物、底栖动物，以及悬浮于水体中的有机物碎屑。

③ 分布

广西分布于右江、左江、柳江、红水河、桂江，广西以外分布于珠江水系、元江。

9) 长臀鲃

① 生物学特征

体长，侧扁，背鳍起点为体最高处。头平扁，略呈三角形，背面骨粗糙裸露。吻突出，钝圆。口近端位，弧形，上颌略突出。体无鳞。腹鳍位于背鳍基后，伸达臀鳍；尾鳍尖叉状，体背侧橄榄色，腹侧乳白色。鳍灰白，基部黄色。

② 生活环境和习性

长臀鮠为善游的底层鱼类，幼鱼常在支沟入江口的漫水中觅食，成鱼则喜在江岸、河汊缓流中索饵。为亚热带山麓河溪底层鱼类，喜清澈流水环境。性贪食，以虾类、小鱼、底栖水生昆、小型贝类等为主食。

③ 分布

近数十年来，由于人口骤增，捕捞过度，致使资源量明显减少。分布于广西的左江、右江、红水河、邕江、郁江、黔江、浔江、西江、桂江，广东的北江，贵州的南盘江。海南岛与云南元江另有一亚种。

10) 巴马拟缨鱼

① 生物学特征

体长形，前段平扁，后段稍侧扁，背面隆起，腹面平直。头较低平，吻端圆钝，自吻端至头背部具细小密集的刺状疣突。口下位，口裂较小，呈马蹄形。唇肉质，上唇无明显乳突，下唇呈“八”字形，两侧近口角处扩大，后缘游离呈唇片，每侧表面具乳突 4—5 个。下颌前缘外露。

② 分布

仅分布于广西的红河水系。

11) 稀有白甲鱼

① 生物学特征

体稍短，呈纺锤形，侧扁，腹部圆。头短小，较高。鳞片较大，胸、腹部鳞片变小，背鳍和臀鳍基部有鳞鞘。腹鳍基部有狭长的腋鳞。侧线完全，平直，向后伸达尾柄基部中央。

② 生活环境和习性

生活在砾石底、水流湍急的江段。食着生藻类。

③ 分布

主要分布于珠江，沅江等水系，在评价区内很少分布。

4.4.4.3 评价区生境特点与鱼类资源分布格局

龙滩水库库区原为峡谷流水河段，原河流鱼类主要由急流或流水类群构成，尤以摄食着生藻类及底栖动物的急流底栖类群为主要土著类群。如野鲮亚科的巴马拟缨鱼、唇鲮、暗色唇鲮、泉水鱼、东方墨头鱼、四须盘鮡、多线盘鮡，鲃亚科的条

纹小鲃、光倒刺鲃、倒刺鲃、单纹似鲃、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、白甲鱼、南方白甲鱼、瓣结鱼，平鳍鳅科的巴马似原吸鳅、广西华平鳅、伍氏华吸鳅，鲴科的福建纹胸鲴、长尾鲴，鲇形目肉食性种类的长臀鲇、斑鲇也属于该流水群落。

龙滩水库形成后，原有河流河道滩潭交替、水流缓急相间的流水生境发生了根本性的变化。水库主库区及大型支流库湾，特别是南、北盘江汇口以下的水域以缓流、静水水域为主；南/北盘江及蒙江、布柳河等大型支流受水库回水影响水域，水流变缓，但仍具有明显的流水生境特点；库尾以上平班、董箐水电站以下的南、北盘江以及回水淹没线以上的支流仍维持流水生境。

从龙滩库区的干支流开发情况看，南盘江、北盘江、蒙江、曹渡河均有不同程度的梯级开发。其中南盘江从平班水电站以上已建平班、天生桥一级、天生桥二级等多级水电站，龙滩库尾以上至平班坝址保留约 32km 左右的流水江段；北盘江已建光照、董箐等多级水电站，龙滩库尾以上保留约 40km 的回水变动江段；布柳河、蒙江、曹渡河也均建有多级水电站，最末一级坝下保留的流水河段均不长。

随着评价区水生生境的变化，相应地鱼类种类组成与分布也发生了相应的变化。依据建库后鱼类资源的调查情况看，建库后，主库区鱼类主要以鲮、鲢、鳙、鲤、鳊、罗非鱼、花身副丽鱼、鲫等适应开阔水域缓流、静水生境的鱼类，而东方墨头鱼、四须盘鮡、白甲鱼、南方白甲鱼、条纹小鲃、银鮡、蛇鮡、卷口鱼、瓣结鱼、壮体沙鳅、斑鲇、马口鱼、宽鳍鱲、巴马拟缨鱼、福建纹胸鲴、长尾鲴、花鲢等对流水生境依赖程度较高的鱼类主要退缩至南盘江、北盘江的流水江段，基本上退出了在主库区的分布。

支流蒙江、布柳河、坝王河、曹渡河等支流回水以上有限的流水河段对维持这些支流流水性鱼类多样性也起到了重要作用。

4.4.4.4 红水河珍稀特有鱼类主要受胁因素

a) 三级电站连续阻隔，生境破碎化程度加剧

董箐、平班、龙滩、岩滩 4 座大坝均未建过鱼设施，红水河干流被切割为多段孤立水域。花鳊、鳊等鱼类洄游通道阻隔，种群碎片化程度高于单库区段。四大家鱼、赤眼鳟等江河洄游性鱼类难以完成生活史，野生种群衰退。

b) 土著鱼类衰退

平班库区及上游段原有珍稀特有鱼类以倒刺鲃、唇鲮、光唇鱼、白甲鱼、大刺鳅等流水物种为主，建库后种群数量大幅下降；龙滩库区东方墨头鱼、四须盘鮡、卷口鱼等急流土著种生境消失，种群下降；岩滩库区物种数从建库前的 70 种降至 42~44 种，鱼类种类减少 40%(广西壮族自治区水产研究所，2011)。

c) 外来物种入侵显著

评价区干流已记录外来鱼类 9 种以上，包括尼罗罗非鱼、齐氏罗非鱼、花身副丽鱼、太湖新银鱼、斑点叉尾鮰、短盖巨脂鲤等。平班库区罗非鱼已形成竞争优势，龙滩、岩滩库区尼罗罗非鱼、花身副丽鱼已成为优势种群。历史上的网箱养殖逃逸是核心引入途径，叠加龙滩、岩滩库区缓流环境适配，外来种持续挤压土著鱼类生存空间。

4.4.4.5 鱼类重要生境

a) 产卵场

1) 早期资源调查过程及结果

① 坝下河段

2026 年 5 月(11 日至 20 日)和 6 月(18 日至 22 日)，调查人员在龙滩下游天峨县塘英大桥附近使用弼网结合手抄网进行了早期资源定点调查。现场调查阶段未搜集到鱼卵，13 天共搜集到刚孵化的仔鱼 1320 尾，初步鉴定为四须盘鮡、光唇鱼、虾虎鱼、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼。

表 4.4.4-8 2026 年龙滩坝下早期资源调查成果表

日期	位置	水温(℃)	流速(m/s)	鱼卵	苗(尾)	主要种类
2026/5/11	塘英大桥	19.9	0.37~0.40	0	20	四须盘鮡、 光唇鱼、虾 虎鱼、东方 墨头鱼、卷 口鱼、瓣结 鱼、南方白 甲鱼
2026/5/12	塘英大桥	19.9~20.1	0.11~0.19	0	98	
2026/5/13	塘英大桥	20.0~20.5	0.23~0.43	0	78	
2026/5/16	塘英大桥	20.4	0.37~0.45	0	103	
2026/5/17	塘英大桥	20.4	0.44~0.57	0	70	
2026/5/18	塘英大桥	20.5	0.47~0.53	0	120	
2026/5/19	塘英大桥	20.1	0.48~0.53	0	100	
2026/5/20	塘英大桥	20.5~20.6	0.5	0	100	
2026/6/18	塘英大桥	22.5	0.19~0.5	0	111	
2026/6/19	塘英大桥	22.6	/	0	43	
2026/6/20	塘英大桥	22.2~22.3	/	0	98	
2026/6/21	塘英大桥	22.8	/	0	178	
2026/6/22	塘英大桥	22.4~22.5	0.129	0	201	
合计				0	1320	



② 库尾河段

2022 年 7 月技术人员在南盘江八渡镇段使用弭网进行了早期资源调查, 使用弭网采集到 1 尾仔鱼, 3 枚鱼卵(经分子鉴定为太湖新银鱼、伍氏华吸鳅、美丽华沙鳅)。同时解剖渔获物, 发现翘嘴鲌、黄颡鱼、纹唇鱼性腺发育成熟为Ⅳ期, 马口鱼雄鱼出现繁殖期婚姻色, 吻部出现珠星。



③ 库区河段

2024 年 7 月, 调查组在支流布柳河河段、坝前红水河河段和支流蒙江汇口河段 3 处水域使用渔政船拖行圆锥网开展坝上仔稚鱼的调查。其中坝前布柳河河段调查共 980 分钟, 累积采集鱼苗 277 尾, 估算出调查水域鱼苗密度为 0.0078 尾/m³; 坝前红水河河段调查共 690 分钟, 累积采集鱼苗 99 尾, 估算出调查水域鱼苗密度为 0.0040 尾/m³; 蒙江汇口河段的蒙江新茂村、蒙江汇口和蒙江茂井镇三个河段调查共 1020 分钟, 累计采集鱼苗 280 尾, 估算出调查水域平均鱼苗密度为 0.0076 尾/m³, 其中蒙江新茂村河段最高, 采集鱼苗 138 尾, 估算出调查水域平均鱼苗密度为 0.0139 尾/m³, 蒙江汇口和蒙江茂井镇鱼苗密度分别为 0.0029 尾/m³ 和 0.0071 尾/m³。

表 4.4.4-9 龙滩库区仔稚鱼早期资源种类组成表

区域	种类	比例
布柳河河口	1. 海南似鲮	47.44%
	2. 李氏吻鰕虎鱼	7.69%
	3. 子陵吻鰕虎鱼	28.21%
	4. 鲮	3.85%
	5. 南方拟鲮	3.85%
	6. 翘嘴鲃	3.85%
	7. 尼罗罗非鱼	5.13%
龙滩库区	1. 丝鳍吻鰕虎鱼	2.33%
	2. 海南似鲮	9.30%
	3. 鲮	39.53%
	4. 尼罗罗非鱼	9.30%
	5. 南方拟鲮	30.23%
	6. 间下鱖	4.65%
	7. 子陵吻鰕虎鱼	4.65%
蒙江河口	1. 海南似鲮	73%
	2. 尼罗罗非鱼	27%



- 2) 产漂流卵鱼类产卵场
- (1) 库尾北盘江段

龙滩水电站水库汛期预留防洪库容 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。因此每年 3-7 月，龙滩库区回水水位到达北盘江岩架附近和南盘江八渡附近，由于此时期龙滩水位较低，北盘江干流及南盘江仍然保持约一定长度的流水河段。北盘江董箐坝下与龙滩水库之间的回水变动区最长约 56km，南盘江平班水电站与龙滩水库之间的回水变动区约 38km。这些流水生境的存在为产漂流性卵鱼类产卵提供了潜在条件。但由于流水河段流程较短，最长的仅 56km，已基本不具备四大家鱼、赤眼鳟等鱼类繁殖所需环境条件。

《北盘江干流水电开发回顾性评价》调查阶段认为董箐坝下与龙滩水库之间的回水变动区，为产漂流性卵鱼类产卵提供了条件，该河段中产漂流性卵鱼类(鳅)的产卵场位于白层附近水域，产卵规模较小。根据历史研究成果，与四大家鱼相比，鳅对涨水的刺激更为敏感。据长江干流的历史数据，一般流速每天增加 0.01-0.29m/s 都可刺激鳅产卵，在退水、流速减少 0.19m/s 时仍旧产卵。根据 2026 年 5-7 月现场调查，鳅在北盘江分布在白层镇往下乐元镇方向，近几年均有捕获，已形成一定野生种群，在南盘江和龙滩库区也有一定资源量。推测在北盘江董箐电站下游白层镇河段存在鳅的产卵场。

(2) 库尾南盘江段

根据《广西江河鱼类资源生态保护刍议》(2009 年)的研究成果，库尾南盘江段分布有南盘江田林八渡桂华鲮、鳊鱼产卵场。南盘江平班~红水河龙滩河段补充规划阶段调查认为在该河段没有产漂流性卵鱼类产卵场，仅有田林八渡桂华鲮、鳊鱼产卵场。根据历次现场渔获物调查结果及流域水生生物监测结果，桂华鲮、鳊在南盘江八渡段已难以捕获，结合鱼类早期资源调查结果，南盘江产漂流卵鱼类产卵场主要位于田林八渡段，主要产卵鱼类为美丽华沙鳅、壮体沙鳅等小型产漂流卵鱼类。

3) 产粘性卵产卵场

评价区内刺鲃、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。

天峨县畜牧水产局历史调查成果表明已建红水河天峨大桥附近有 1 处小规模产粘沉性卵产卵场，自六排大桥(原天峨大桥)起至下游长度约为 900m 河段，该河谷宽阔，丰水期水面宽度约 260m，大部分时段岸边有基岩出露。2026 年 5 月和 6 月，调查人员在龙滩下游天峨县六美大桥附近(原天峨三桥)使用筛网结合手抄网 13 天搜集到刚孵化的仔鱼主要为四须盘鮡、光唇鱼、虾虎鱼、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼等。结合生境判断龙滩坝下产粘砾石基质卵鱼类产卵场主要位于六排大桥至六美大桥之间约 2.5km 河段。

2026 年 6 月至 7 月初调查人员在北盘江白层镇段、南盘江八渡段现场调查渔获物中四须盘鮡、翘嘴鲌、蒙古鲌、倒刺鲃、鲮等鱼类性腺发育期 IV 期占比高。调查判断北盘江白层镇段、南盘江八渡段分布有产粘沉性卵产卵场。

主要支流中，蒙江、坝王河鱼类产卵场主要位于坝王河董当下游 200m 处、三岔河水文站上游约 400m 处。主要产卵鱼类为斑鳢、白甲鱼、云南光唇鱼等；布柳河鱼类产卵场位于上游仙人桥段，主要产卵鱼类为鲤、马口鱼等；盘阳河鱼类产卵场位于甲篆镇拉高、松吉村等区域，主要产卵鱼类为巴马拟缨鱼等。





繁殖期鱼类性腺解剖情况

表 4.4.4-10 龙滩水电站评价区主要鱼类产卵场情况表

区域	类型	位置	主要产卵鱼类	判断依据	生境照片
北盘江	产漂流卵产卵场	白层镇附近	鲢等	北盘江回顾性评价阶段调查、生境调查、渔获物性腺发育期调查	
	产粘沉性卵产卵场	白层镇附近	四须盘鮡、翘嘴鲌、倒刺鲃、鲮等	渔获物性腺发育期调查	
南盘江	产漂流卵产卵场	田林八渡段	美丽华沙鳅、壮体沙鳅等小型产漂流卵鱼类	鱼类早期资源调查	
	产粘沉性卵产卵场	田林八渡段	四须盘鮡、翘嘴鲌、蒙古鲌、倒刺鲃、鲮等	南盘江平班~红水河龙滩河段补充规划阶段调查、渔获物性腺发育期调查	
龙滩坝下	产粘沉性卵产卵场	六排大桥至塘英大桥	四须盘鮡、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、斑鳢等	鱼类早期资源调查、天峨县畜牧水产局历史记录	
支流蒙江	产粘沉性卵产卵场	蒙江雷公滩下游	斑鳢等	蒙江保护区科考记录	



表 4.4.4-10(续)

区域	类型	位置	主要产卵鱼类	判断依据	生境照片
支流布柳河	产粘沉性卵产卵场	仙人桥段	鲤、马口鱼等	流域后评价阶段调查、渔获物性腺发育期调查	
支流盘阳河	产粘沉性卵产卵场	甲篆镇拉高、松吉村等区域	巴马拟缨鱼等	历史记录	

b) 索饵场

鳊属、鳊属、鲃属、鲃科、鳊科鱼类等以鱼类为食鱼类的索饵场，随其生活习性及其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 0~0.5m，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，这些索饵场在评价区库湾、库汊水生植物丰富处零散分布。

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，库区内已经成为评价区鱼类适宜的越冬场。

d) 洄游通道

红水河分布的主要洄游性鱼类中，咸淡水洄游种类主要有花鳊、鳊等，半洄游鱼类有四大家鱼、鳊、鳊、赤眼鳟等。其中花鳊、鳊的幼鳊每年 3-4 月开始进入河口溯河觅食生长，进入西江-浔江-黔江-红水河，成鳊在 9 月-11 月降海繁殖。半洄游鱼类的繁殖期为 5-7 月。红水河梯级开发后，大坝阻隔导致河流连通性受阻，阻隔了洄游性鱼类的洄游通道，影响了上下游之间鱼类种群交流。

4.5 生态敏感区

根据资料搜集及现场核实调查，调查区生态敏感区共有 10 个，根据评价要求，对调查区内的生态敏感目标进行列表分析，考虑到生态影响范围及程度等，重点对工程涉及的敏感区进行影响分析。整合优化后库区涉及广西龙滩自治区级自然保护区、贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区、广西雅长兰科植物国家级自然保护区、贵州罗甸蒙江国家湿地公园、蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区，龙滩坝址下游涉及广西龙滩大峡谷国家森林公园，共涉及 6 个生态敏感区。位置关系见表 4.5-1、图 4.5-1。

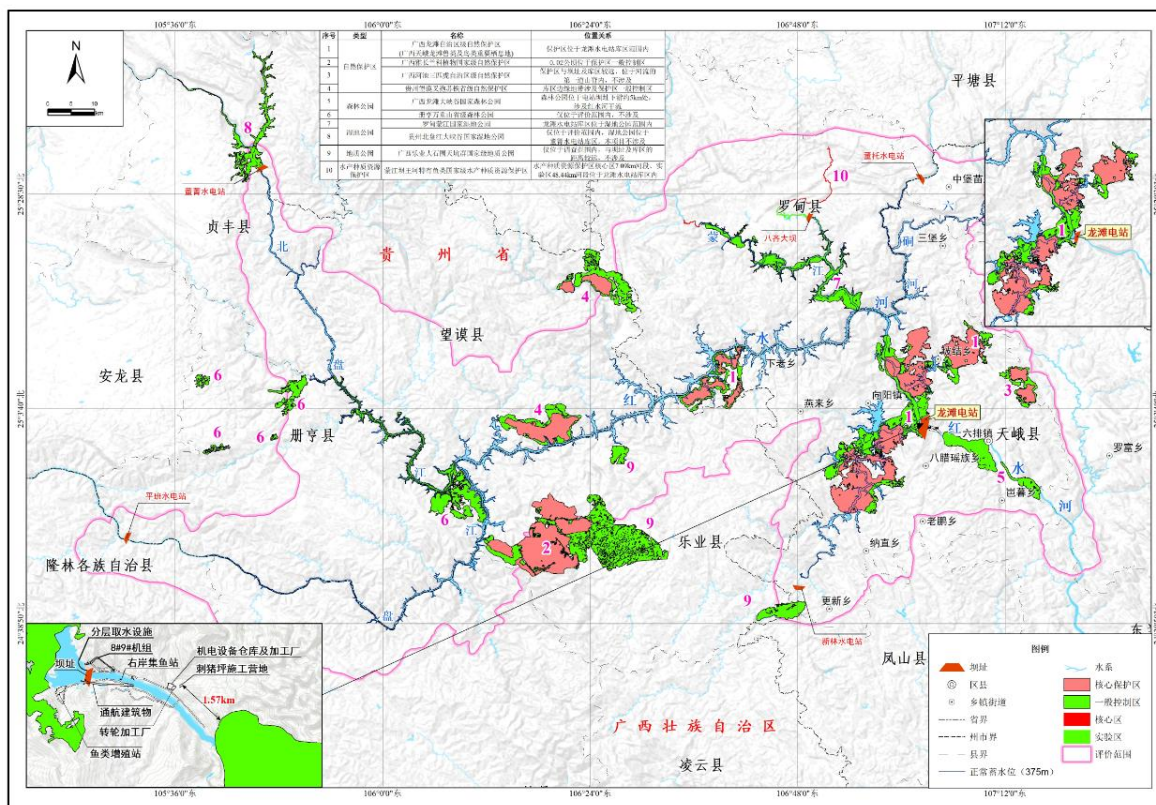


图 4.5-1 龙滩水电站 8、9 号机组建设工程与生态敏感区位置关系图

表 4.5-1 敏感区分布情况一览表

序号	类型	名称	位置关系	备注
1.	自然保护区	广西龙滩自治区级自然保护区 (广西天峨龙滩兽类及鸟类重要栖息地)	保护区位于龙滩水电站库区范围内	2003 年广西龙滩自治区级自然保护区由原柳州自然保护区、穿洞河自然保护区调整合并而成, 合并后的广西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 。主要保护对象是水源涵养林和猕猴。整合优化后面积减少为 42757.08hm ² 。2023 年国家林业和草原局公布《陆生野生动物重要栖息地名录》(第一批), 广西龙滩自治区级自然保护区成功入选, 即广西天峨龙滩兽类及鸟类重要栖息地, 范围与自然保护区范围一致。
2.	自然保护区	广西雅长兰科植物国家级自然保护区	保护区位于龙滩水电站坝址上游, 库区边缘地带涉及保护区一般控制区	2005 年经广西壮族自治区人民政府批准为自治区级, 2009 年 9 月被国务院批准为国家级, 其界线在 400m 高程以上, 龙滩水库淹没不会对其产生影响。根据《百色市自然保护地整合优化方案》《广西壮族自治区保护地整合优化方案》, 广西黄猿洞天坑国家森林公园整体归并到广西雅长兰科植物国家级自然保护区, 自然保护区范围发生变化, 因此库区涉及整合优化后的兰科自然保护区。

表 4.5-1(续)

序号	类型	名称	位置关系	备注
3.	自然保护区	三匹虎自治区级自然保护区	保护区与坝址及库区较远，位于河流的第一道山脊内，不涉及	广西三匹虎自然保护区于 1982 年列为广西壮族自治区级自然保护区，总面积 3105hm ² ，位于云贵高原南缘红水河中上游，天峨县的东北部，南丹县的西北部，东南接南丹县罗富乡的罗屯村，东北邻罗富乡的龙腊村，西北连天峨县六排镇的玉里村，西南与六排镇的都隆、纳洲两个村交界，地处北纬 25°03′~25°08′，东经 107°11′~107°15′之间，最低海拔 550m。主要保护对象为涵养水源的天然杂木林以及穿山甲、黑熊、水獭、小灵猫、林麝、苍鹰、白鹇及原鸡等国家保护动物的重要栖息地。根据《广西自然保护区进一步整合优化情况一览表》，整合优化后保留。
4.		贵州望谟叉抱苏铁自然保护区	库区边缘地带涉及保护区一般控制区	保护区位于贵州省黔西南布依族苗族自治州望谟县境内，总面积 13540.34hm ² ，由原望谟渡邑南亚热带沟谷季雨林县级自然保护区合并而成。主要保护对象为沟谷季雨林和山地季雨林生态系统以及生存于其中的多种珍稀濒危生物种类，如贵州苏铁、叉抱苏铁。
5.	森林公园	广西龙滩大峡谷国家森林公园	森林公园位于电站坝址下游约 5km 处，涉及红水河干流	广西龙滩大峡谷国家森林公园于 2008 年批准设立，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″。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″。位于龙滩坝址下游约 5km 处。整合优化后面积减少为 4171.87hm ²
6.	森林公园	册亨万重山省级森林公园	仅位于评价范围内，不涉及	于 2016 年 8 月批准设立，面积 1155.70hm ² ，根据《关于册亨县自然保护区进一步整合优化成果的公示》(2025 年 7 月)，册亨万重山省级森林公园撤销，暂未批复。
7.	湿地公园	贵州罗甸蒙江国家湿地公园	湿地公园位于龙滩水电站库区湿地区范围内，库区涉及	罗甸县蒙江国家湿地公园于 2013.12 批准试运行，总面积 7226.11 hm ² ，地处北纬 25°15′4″~25°25′34″，东经 106°34′29″~106°55′33″之间。湿地公园涉及逢亭镇、龙坪镇、沟亭乡、罗甸镇、八总乡、茂井镇、大亭乡、凤亭乡、班仁乡九个乡镇和国有林场，其中库塘型人工湿地面积 3096.94hm ² ，永久性河流湿地 61.07 hm ² ，洪泛平原湿地(滩涂)72.45 hm ² ，稻田人工湿地面积 238.54hm ² ，湿地总面积为 3469hm ² ，湿地率 48.01%。根据《罗甸县自然保护区整合优化方案公示》(2025 年 9 月)，罗甸蒙江国家级湿地公园整合优化后面积为 7142.27hm ² 。
8.	湿地公园	贵州北盘江大峡谷国家湿地公园	仅位于评价范围内，湿地公园位于董箐水电站库区，本项目不涉及	于 2013 年经国家林业局批准建设，涉及贞丰、关岭、镇宁三个县，湿地公园范围内河流均属珠江流域北盘江水系，流域面积大约 6 万多平方公里，湿地公园面积 4217.34hm ² (贞丰县面积 2169.75hm ² ，关岭布依族苗族自治县面积 695.83hm ² ，镇宁布依族苗族自治县面积 1351.76hm ²)。公园内湿地景观多样，具有独特的自然风光和人文景观。根据《贞丰县自然保护区整合优化方案公示》(2023 年 3 月)，贵州北盘江大峡谷国家湿地公园整合优化前后面积无变化。

表 4.5-1(续)

序号	类型	名称	位置关系	备注
9.	地质公园	广西乐业大石围天坑群国家级地质公园	仅位于评价范围内，与坝址及库区的距离较远，不涉及	地质公园于 2010 年批准，位于广西西北部云贵高原向广西盆地过渡的斜坡地带，地理跨度为东经 106°18'~107°06'，北纬 24°18'~24°50'，海拔高程 274~1500 米，由百色市乐业大石围天坑群国家地质公园和凤山岩溶国家地质公园组成，总面积 930 平方公里。根据《广西壮族自治区自然保护地整合优化方案》《广西百色市自然保护地整合优化方案》，乐业-凤山世界地质公园归并到广西乐业大石围天坑群国家地质公园。
10.	水产种质资源保护区	蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区	蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区核心区 7.09km 河段、实验区 48.44km 河段位于龙滩水电站库区内	蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区是 2010 年由农业农村部(原农业部)(农办渔〔2010〕104 号文件)批准成立的国家级水产种质资源保护区，保护区总面积 1277hm ² ，其中核心区面积 50hm ² ，实验区面积 774hm ² 。特别保护期为全年。主要保护对象为斑鳢，其他保护对象包括南方白甲鱼、多耙光唇鱼、大鳞细齿塘鳢等。

4.5.1 广西龙滩自治区级自然保护区(广西天峨龙滩兽类及鸟类重要栖息地)

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，总面积 42848hm²，其中核心区 14106hm²，缓冲区 16014hm²，实验区 12728hm²。整合优化后保护区面积减少为 42757.08hm²。

2023 年国家林业和草原局公布《陆生野生动物重要栖息地名录》(第一批)，广西龙滩自治区级自然保护区成功入选，即广西天峨龙滩兽类及鸟类重要栖息地。

b) 主要保护对象

自然保护区的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。

广西天峨龙滩兽类及鸟类重要栖息地主要保护物种为中华秋沙鸭、藏酋猴、亚洲黑熊、白鹇等。

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、桫欏、柄翅果、花榈木、

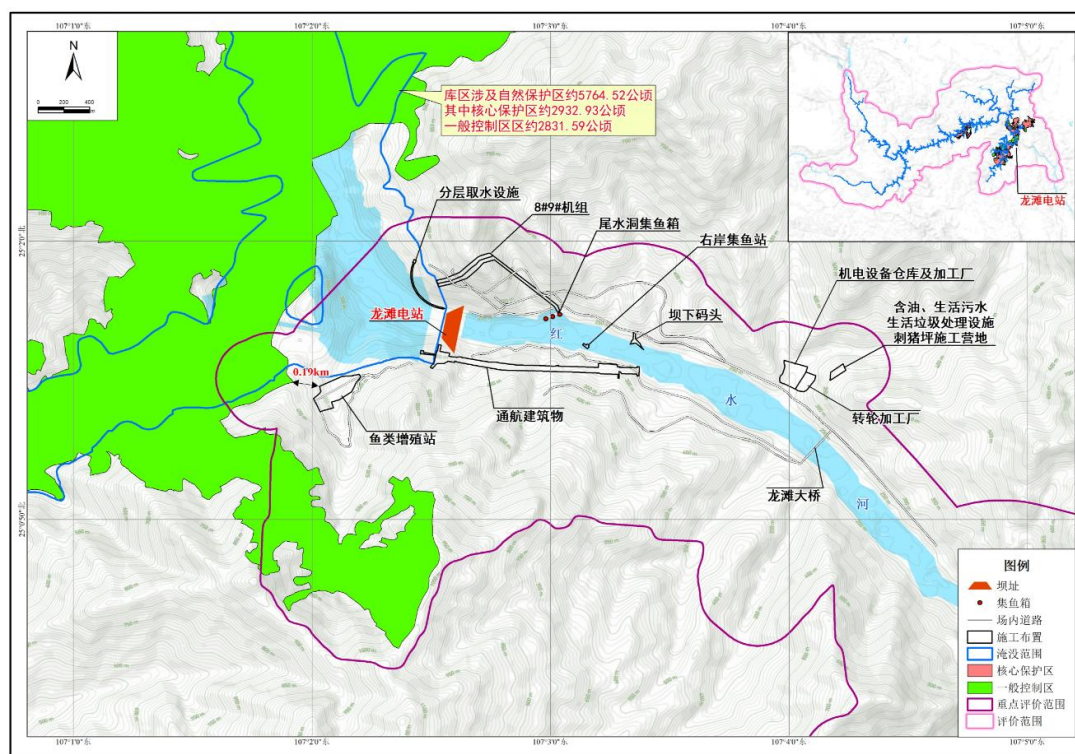
红豆树、任豆等；保护区内国家重点保护野生动物较多，国家Ⅰ级保护动物有林麝、黑颈长尾雉等，有国家Ⅱ级保护动物有猕猴、中华穿山甲、欧亚水獭、大灵猫、小灵猫凤头蜂鹰、黑鸢、凤头鹰、苍鹰、赤腹鹰、雀鹰、松雀鹰、长尾阔嘴鸟、仙八色鸫、山瑞鳖、虎纹蛙、蟒等。

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。

d) 位置关系

自然保护地整合优化后，龙滩水电站库区涉及自然保护区约 5754.02hm²，其中核心保护区约 110.86hm²，一般控制区约 5643.16hm²。



4.5.2 广西雅长兰科植物国家级自然保护区

a) 保护区概况

雅长兰科植物自然保护区于 2005 年经广西壮族自治区人民政府批准建立为自治区级自然保护区。2009 年 9 月，晋升为国家级自然保护区。

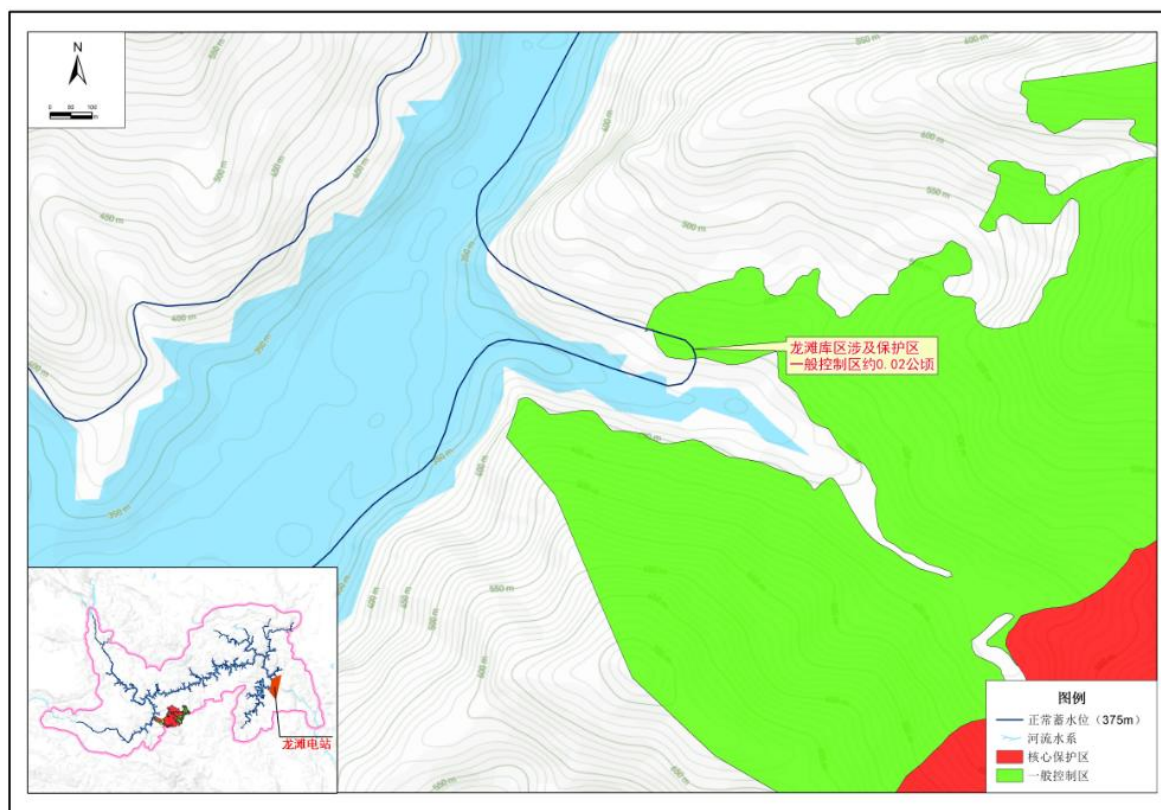
保护区位于百色市乐业县西北部，隶属于广西国营雅长林场，是我国第一个兰科植物自然保护区，保护区地处东经 $106^{\circ}31'31''\sim 107^{\circ}27'04''$ ，北纬 $24^{\circ}44'16''\sim 24^{\circ}53'58''$ 范围内，覆盖了乐业县花坪、雅长、逻沙 3 个乡镇的 9 个行政村，保护区面积 22062hm^2 ，其中核心区 6442hm^2 ，缓冲区 4382hm^2 ，实验区 11237hm^2 ，雅长兰科植物自然保护区分布高程均在 400m 以上。根据《百色市自然保护地整合优化方案》《广西壮族自治区保护地整合优化方案》，广西黄猿洞天坑国家森林公园归并到广西雅长兰科植物国家级自然保护区，同时将永久基本农田 1309.01hm^2 、成片人工商品林 95.38hm^2 、村庄 125.27hm^2 、其他 51.63hm^2 等调出自然保护区。整合优化后，雅长兰科自然保护区总面积 20836.72hm^2 。

b) 主要保护对象

雅长兰科植物国家级自然保护区主要保护对象为野生兰科植物资源、南亚热带中山常绿阔叶落叶混交林及垂直带谱的森林生态系统、细叶云南松、野生雉类等珍稀濒危物种。雅长兰科自然保护区内有野生兰花 44 属 115 种，有地生、附生、半附生和腐生兰 4 种类型。自然保护区内的珍稀动物有林麝、黑颈长尾雉、白鹇等。

c) 位置关系

龙滩库区边缘地带涉及保护区一般控制区约 0.02hm^2 。



4.5.3 贵州望谟叉孢苏铁省级自然保护区

a) 保护区概况

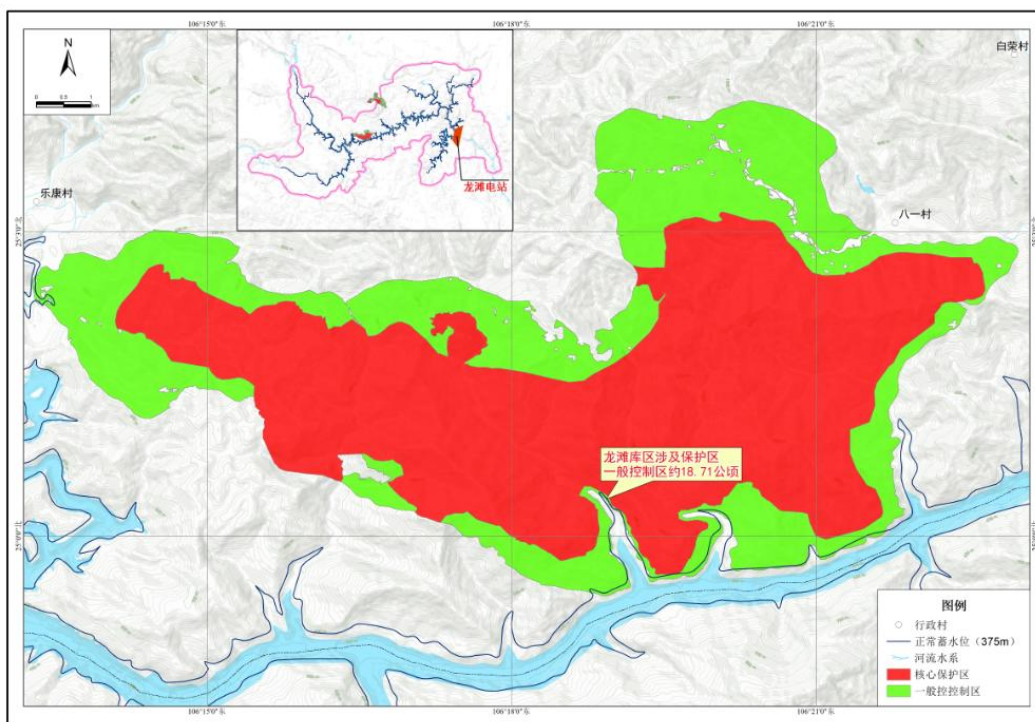
贵州望谟叉孢苏铁省级自然保护区位于贵州省黔西南布依族苗族自治州望谟县境内，总面积 13540.34hm²，由原望谟渡邑南亚热带沟谷季雨林县级自然保护区于 2023 年整合并入形成，2025 年经“天窗回填”优化后调整为单一自然保护地类型。保护区内核心保护区面积 6237.76hm²，一般控制区 7268.48hm²。

b) 主要保护对象

主要保护对象为沟谷季雨林和山地季雨林生态系统以及生存于其中的多种珍稀濒危生物种类，如贵州苏铁、叉孢苏铁。

c) 位置关系

保护区位于库区右岸，库区边缘地带涉及保护区一般控制区约 18.71hm²。



4.5.4 广西龙滩大峡谷国家森林公园

a) 森林公园概况

广西龙滩大峡谷国家森林公园位于天峨县境内，2008 年国家林业和草原局以林场许准〔2008〕23 号文批准设立广西龙滩大峡谷国家森林公园，总面积 4172.6hm²。森林公园分东西片区，其中西部片区面积 3246.3 hm²，东部片区面积

926.3 hm²。整合优化后面积减少为 4171.87hm²。

b) 景观

广西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。

c) 动植物资源

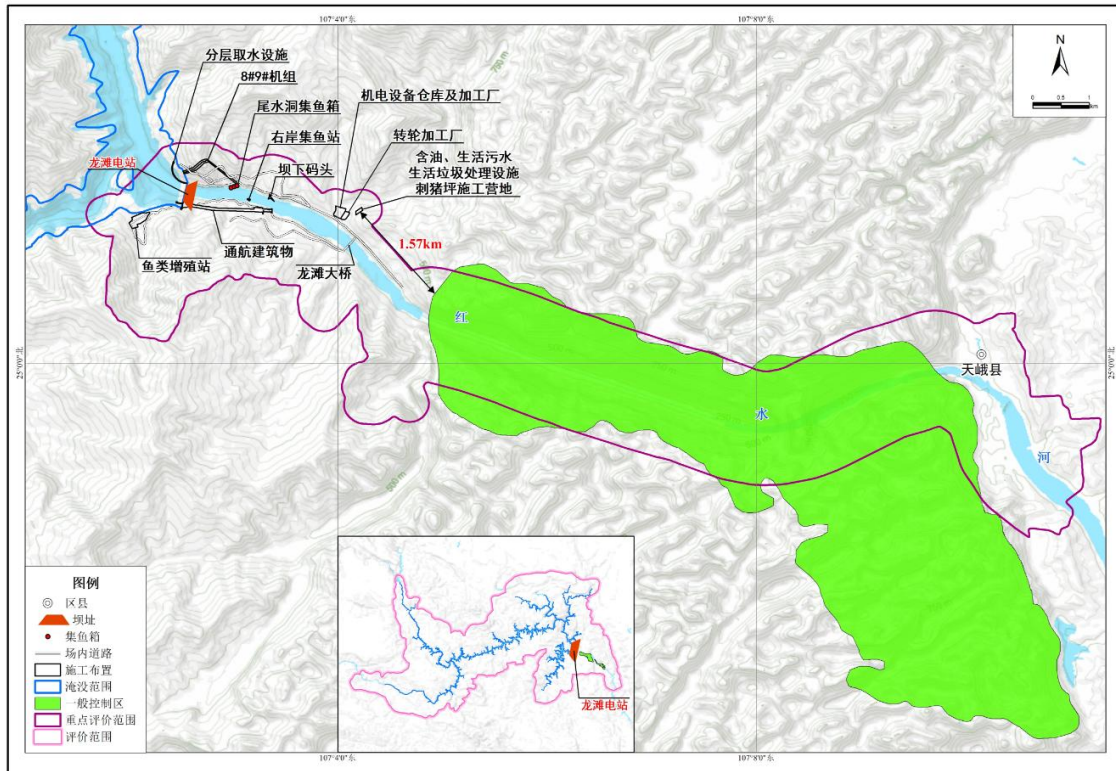
据调查统计，森林公园共有维管束植物 154 科 500 属 845 种，是桂西北岩溶地区的物种宝库。在公园内分布有国家重点保护野生植物 11 种，其中国家一级保护植物掌叶木 1 种；国家二级保护植物有金丝李、福建柏、任豆、喜树、金毛狗、樟树、红椿等 10 种；金花茶、油杉、榔榆、山核桃、苦丁茶等 15 种；兰科植物有 14 种。

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。森林公园内共有陆栖脊椎动物 382 种，分别隶属于 4 纲 28 目 82 科。其中哺乳类 68 种，爬行类 61 种，两栖类 21 种，鸟类 232 种。列入国家一级保护动物的有黑叶猴、林麝、黑颈长尾雉等 5 种，列为国家二级保护动物的有熊猴、猕猴、亚洲黑熊、斑林狸、凤头鹰、赤腹鹰、雀鹰、黑鸢、白腹隼雕、白尾鹞、鹊鹞、白鹇、红原鸡、红腹锦鸡、小鸦鹃、长尾阔嘴鸟、山瑞鳖、虎纹蛙、蟒等 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。

d) 位置关系

自然保护地整合优化后，森林公园位于电站坝址下游约 5km 处，涉及红水河干流。工程刺猪坪施工营地距离森林公园边界 1.57km。

广西红水河龙滩水电站 8#9#机组建设工程与龙滩大峡谷国家森林公园（整合优化后）位置关系图



4.5.5 贵州罗甸蒙江国家湿地公园

a) 湿地公园概况

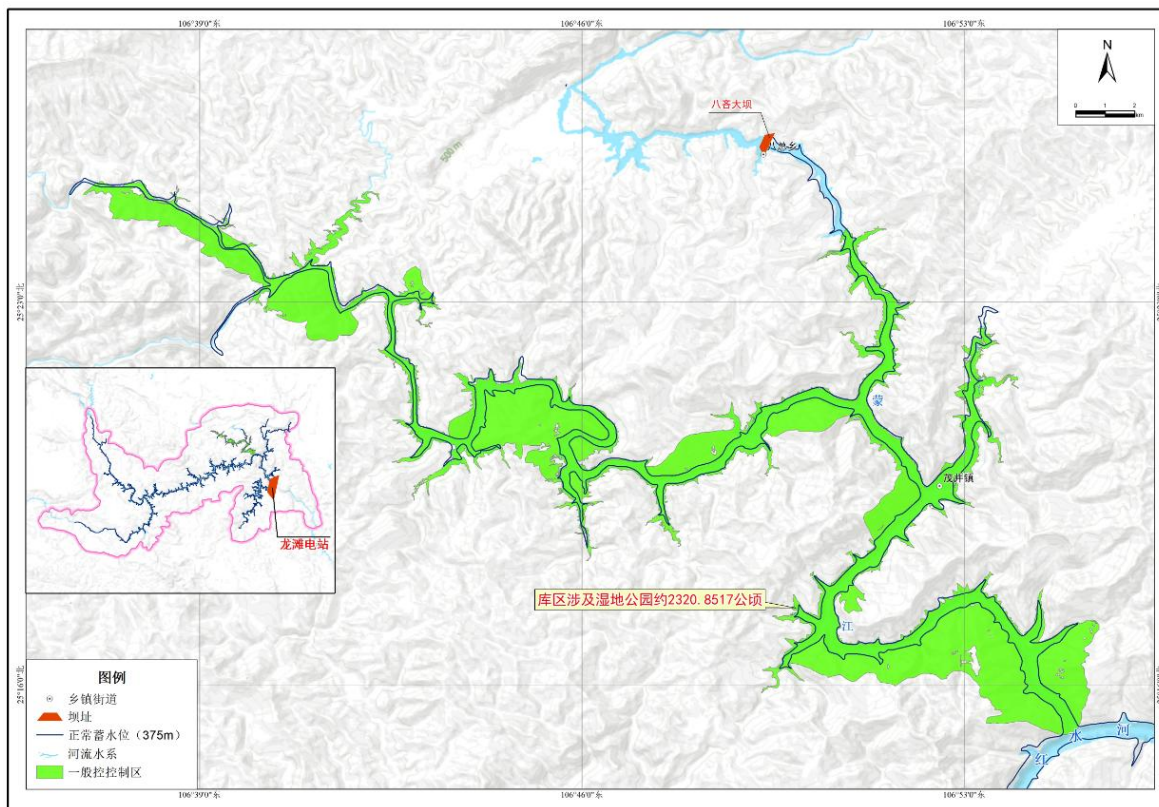
罗甸县蒙江国家湿地公园于 2013.12 批准试运行，地处北纬 $25^{\circ}15'4'' \sim 25^{\circ}25'34''$ ，东经 $106^{\circ}34'29'' \sim 106^{\circ}55'33''$ 之间，湿地公园总面积 7226.11hm^2 ，其中湿地总面积为 3469hm^2 ，湿地率 48.01%。罗甸县蒙江国家湿地公园分为五个功能分区，主要有保育区、恢复重建区、合理利用区、宣教展示区和管理服务区。根据《罗甸县自然保护地整合优化方案公示》(2025 年 9 月)，罗甸蒙江国家级湿地公园整合优化后面积为 7142.27hm^2 。

b) 物种资源

据调查，公园内浮游植物共 29 科 65 属 77 种，维管束植物共 146 科 389 属 635 种。有国家保护珍稀植物有 13 种，项目区内浮游动物计 6 目 19 科 59 种，水生节肢动物、环节动物、软体动物计 3 目 10 科 19 种，鱼类、两栖类动物、爬行动物、鸟类和兽类 31 目 105 科 411 种，国家一级保护野生动物 2 种；国家二级保护野生动物 26 种。

c) 位置关系

自然保护区整合优化后，龙滩水电站库区涉及湿地公园约 2320.85hm²。



4.5.6 贵州北盘江大峡谷国家湿地公园

a) 湿地公园概况

贵州北盘江大峡谷国家湿地公园 2013 年经国家林业和草原局批准，位于贵州省西南部，涉及黔西南州的贞丰和安顺市的关岭、镇宁三个县，地理坐标为:东经 105°36'08"~105°47'31"，北纬 25°30'53"~25°45'02" 之间。湿地公园规划总面积 4124.5hm²。

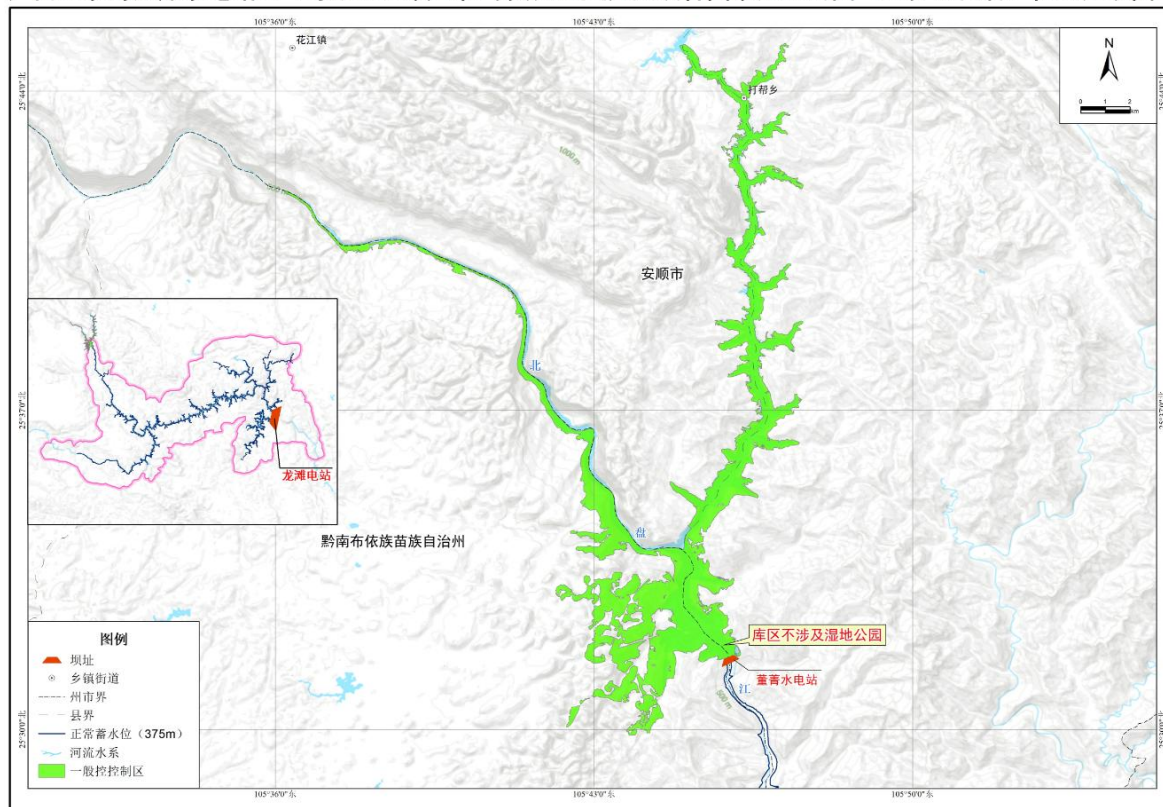
b) 物种资源

公园内自然植被可分为 3 个植被系列、5 个植被型组、7 个植被型 13 个群丛。人工植被类型 1 个。湿地公园规划的区域有野生脊椎动物共有 5 纲 30 目 74 科 201 种，其中鱼纲有 5 目 12 科 42 种，两栖动物有 1 目 5 科 16 种，爬行动物有 3 目 8 科 30 种，鸟类有 14 目 33 科 82 种，哺乳动物有 7 目 15 科 31 种。根据《贞丰县自然保护区整合优化方案公示》(2023 年 3 月)，贵州北盘江大峡谷国家湿地公园整合优化前后面积无变化。

c) 位置关系

整合优化后，仅位于评价范围内，湿地公园位于董箐水电站库区，本项目不涉及。

广西红水河龙滩水电站8、9号机组建设工程与贵州北盘江大峡谷国家湿地公园（整合优化后）位置关系图



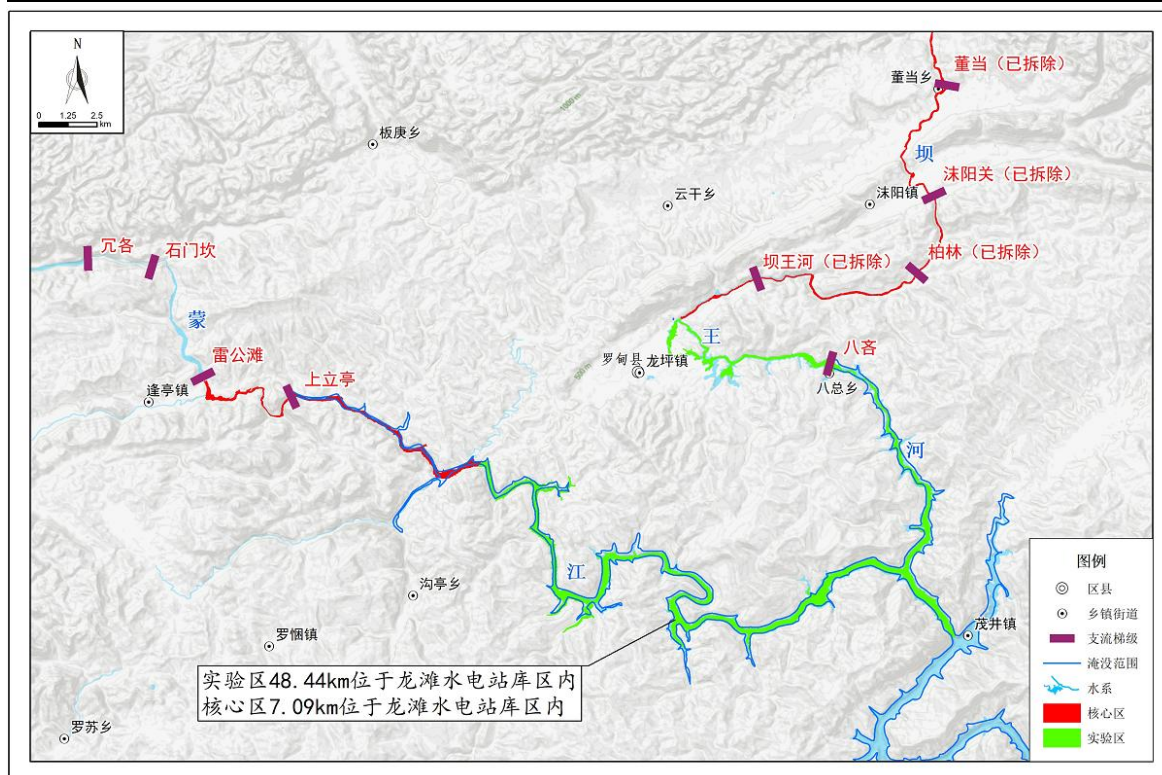
4.5.7 蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区

a) 保护区介绍

蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区是 2010 年由农业农村部(原农业部)(农办渔〔2010〕104 号文件)批准成立的国家级水产种质资源保护区，保护区总面积 1277hm²，其中核心区面积 50hm²，实验区面积 774hm²。特别保护期为全年。主要保护对象为斑鳢，其他保护对象包括南方白甲鱼、多耙光唇鱼、大鳞细齿塘鳢等。

b) 位置关系

蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区核心区 7.09km 河段、实验区 48.44km 河段位于龙滩水电站库区内。



4.6 大气环境

工程区位于农村，周边无工矿企业。龙滩电站左岸为电厂内部道路，右岸有 S303 省道及其他已建成道路，存在交通运输扬尘。

为了解工程区大气环境质量现状，我院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 2026 年 3 月 15 日至 3 月 22 日。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》(GB3095-2026)中的二级标准。

表 4.6-1 2026 年大气环境现状监测统计表

单位：mg/m³

监测点位	监测日期	二氧化氮	标准限值	二氧化硫	标准限值	PM ₁₀	标准限值	总悬浮颗粒物	标准限值	达标情况
筒高居民区 (A1)	3 月 15~16 日	0.01	0.08	0.01	0.15	0.033	0.12	0.035	0.3	达标
	3 月 16~17 日	0.01	0.08	0.008	0.15	0.038	0.12	0.031	0.3	达标
	3 月 17~18 日	0.011	0.08	0.008	0.15	0.039	0.12	0.039	0.3	达标
	3 月 18~19 日	0.01	0.08	0.007	0.15	0.032	0.12	0.034	0.3	达标

表 4.6-1(续)

监测 点位	监测日期	二氧化 化氮	标准 限值	二氧化 化硫	标准 限制	PM ₁₀	标准 限制	总悬浮 颗粒物	标准 限制	达标 情况
筒高居民区 (A1)	3 月 19~20 日	0.009	0.08	0.007	0.15	0.041	0.12	0.028	0.3	达标
	3 月 20~21 日	0.008	0.08	0.007	0.15	0.037	0.12	0.042	0.3	达标
	3 月 21~22 日	0.007	0.08	0.008	0.15	0.033	0.12	0.032	0.3	达标

4.7 声环境

据了解，龙滩电站左岸电厂内部道路主要为电厂工作人员使用，社会车辆鲜少驶入，产生的噪声影响较小；右岸有 S303 省道，沿线分布有少量散户，车辆行驶过程中将产生一定的交通噪声。

为了解工程区声环境质量现状，我院委托广西南环检测科技有限公司对工程区左岸筒高居民点和拉重居民点进行声环境现状监测，监测时间为 2026 年 3 月 15 日至 3 月 16 日。根据现状监测结果，观测点噪声昼间监测值，夜间监测值均能达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 1 类标准。

表 4.7-1 2026 年声环境现状监测统计表

单位：dB(A)

监测时间	监测点位	昼间		夜间		达标情况
		监测值	标准限值	监测值	标准限值	
3 月 15 日	筒高居民点(N1)	45.1	55	40.5	45	达标
	拉重居民点(N2)	44.2	55	40.4	45	达标
3 月 16 日	筒高居民点(N1)	45.7	55	40.8	45	达标
	拉重居民点(N2)	44.6	55	41.1	45	达标

4.8 地下水环境

4.8.1 水文地质条件

红水河是桂西北和黔东南地区地表、地下径流的排泄基面，邻谷分水岭高程一般为 1100m~1300m，库周无低于高程 660m 的地形垭口。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。坝址区主要为砂岩、泥板岩互层岩体构成不均匀的裂隙含水层，受断层等结构面切割，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。

岩体透水性随岩体埋藏深度增加明显降低，地表以下、60m以上岩体透水性较强，100m以下透水性微弱，相对不透水层($q \leq 1\text{Lu}$)顶板埋深在地表以下 100m左右，但在主要断层及其交汇带，局部可达 130m~180m。根据坝基固结灌浆成果统计，河床坝段岩体的透水率比其它坝段岩体的略大，泥板岩组的透水率相对较弱，砂岩组次之，互层岩组的略大。

根据水质分析成果，坝区河水、溪沟水和地下水均属重碳酸钙型水。总离子含量 167mg/L~566mg/L，暂时硬度 6.8 德度~16.3 德度，PH值 7.1~8.3，游离 CO_2 2.42mg/L~33.88mg/L，镁盐和硫酸盐含量极少，对混凝土无侵蚀性。坝区岩体中的灰岩夹层和钙质砂岩、泥板岩中的碳酸钙，随地下水活动，沿断层带、层间错动和节理面析出。

4.8.2 地下水水位

工程区地下水位埋深因地而异，枯水期岸坡地带低于地表 20m~60m，近山顶一带埋深 80m~100m，洪、枯期地下水位变幅 10m~20m，最大可达 50m，两岸地下水位均高于设计蓄水位，一般坡降 0.5~0.6，施工期揭露，下航道出口部分边坡中水力坡降仅 0.18。

4.8.3 地下水水质

为了解工程区地下水环境现状，我院委托南环公司对工程建设影响河段的地表水水质进行监测。于 2026 年 7 月 18 日~20 日监测一期，连续监测 3 天。共设置 4 个监测点，分别为：G01(左岸高边坡)、G02(边坡-右坝肩)、G03(边坡下航道)、G04(筒高居民点-民用井)。共监测 27 项：钾、钠、钙、镁、碳酸根、碳酸氢根、氯化物、硫酸盐等 8 种离子；pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、总大肠菌群、细菌总数。

根据监测结果，地下水 4 个监测点所有监测指标均满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)III类标准限值要求。工程区周边地下水环境质量良好。

表 4.8.3-1 工程区地下水水质评价结果表

检测项目	单位	III类标准限制	G01(左岸高边坡)			达标情况	G02(边坡-右坝肩)			达标情况	G03(边坡下航道)			达标情况	G04(筒高居民点-民用井)			达标情况
			7月18日	7月19日	7月20日		7月18日	7月19日	7月20日		7月18日	7月19日	7月20日		7月18日	7月19日	7月20日	
pH	无量纲	6.5~8.5	7.3	7.3	7.3	达标	7.4	7.2	7.4	达标	7.3	7.3	7.4	达标	7.2	7.4	7.3	达标
总硬度	mg/L	≤450	153	161	148	达标	95.1	112	116	达标	294	298	297	达标	211	215	220	达标
溶解性总固体	mg/L	≤1000	493	502	489	达标	471	453	436	达标	645	617	588	达标	489	494	466	达标
耗氧量	mg/L	≤3.0	0.7	1.2	1.1	达标	3.0	2.1	1.2	达标	1.3	1.7	2.8	达标	1.3	1.5	1.7	达标
氨氮	mg/L	≤0.50	0.097	0.126	0.114	达标	0.175	0.156	0.175	达标	0.381	0.392	0.358	达标	0.303	0.339	0.315	达标
挥发酚	mg/L	≤0.002	0.0003L	0.0003L	0.0003L	达标	0.0003L	0.0003L	0.0003L	达标	0.0003L	0.0003L	0.0003L	达标	0.0003L	0.0003L	0.0003L	达标
氰化物	mg/L	≤0.05	0.0005L	0.0005L	0.0005L	达标	0.0005L	0.0005L	0.0005L	达标	0.0005L	0.0005L	0.0005L	达标	0.0005L	0.0005L	0.0005L	达标
亚硝酸盐氮	mg/L	≤1.00	0.003L	0.003L	0.003L	达标	0.003L	0.003L	0.003L	达标	0.003L	0.003L	0.003L	达标	0.003L	0.003L	0.003L	达标
氟化物	mg/L	≤1.0	0.37	0.36	0.38	达标	0.05L	0.05L	0.05L	达标	0.32	0.33	0.34	达标	0.924	0.948	0.969	达标
氯化物	mg/L	≤250	2.19	2.2	2.19	达标	1.9	2.07	1.9	达标	7.61	7.58	7.59	达标	7.79	7.78	7.58	达标
硝酸盐氮	mg/L	≤20.0	0.95	0.97	0.98	达标	0.47	0.46	0.45	达标	0.89	0.92	0.89	达标	1.56	1.53	1.56	达标
硫酸盐	mg/L	≤250	31.8	32.3	31.9	达标	5.7	5.78	5.57	达标	6.69	6.76	6.86	达标	34.8	34.6	32.2	达标
铁	mg/L	≤0.3	0.03L	0.03L	0.03L	达标	0.03L	0.03L	0.03L	达标	0.03L	0.03L	0.03L	达标	0.03L	0.03L	0.03L	达标
锰	mg/L	≤0.10	0.00114	0.00012L	0.00012L	达标	0.00372	0.00012L	0.00012L	达标	0.00386	0.00012L	0.00791	达标	0.00140	0.00012L	0.00012L	达标

表 4.8.3-1(续)

检测项目	单位	III类标准限制	G01(左岸高边坡)			达标情况	G02(边坡-右坝肩)			达标情况	G03(边坡下航道)			达标情况	G04(筒高居民点-民用井)			达标情况
			7月18日	7月19日	7月20日		7月18日	7月19日	7月20日		7月18日	7月19日	7月20日		7月18日	7月19日	7月20日	
镉	mg/L	≤0.005	0.00005L	0.00005L	0.00005L	达标	0.00084	0.00005L	0.00005L	达标	0.00085	0.00005L	0.00005L	达标	0.00005L	0.00005L	0.00005L	达标
铅	mg/L	≤0.01	0.00050	0.00027	0.00155	达标	0.00424	0.00386	0.00009L	达标	0.00434	0.00009L	0.00009L	达标	0.00729	0.00009L	0.00194	达标
汞	mg/L	≤0.001	0.00004L	0.00004L	0.00004L	达标	0.00004L	0.00004L	0.00004L	达标	0.00004L	0.00004L	0.00004L	达标	0.00004L	0.00004L	0.00004L	达标
砷	mg/L	≤0.01	0.0059	0.0060	0.0053	达标	0.0027	0.0028	0.0014	达标	0.0031	0.0024	0.0094	达标	0.0008	0.0010	0.0013	达标
六价铬	mg/L	0.05	0.003	0.007	0.006	达标	0.002	0.003	0.002	达标	0.006	0.004	0.004	达标	0.004	0.003	0.004	达标
总大肠菌群	MPN/100mL	≤3.0	2	2	2	达标	2	2	2	达标	2	2	2	达标	未检出	2	未检出	达标
菌落总数	CFU/mL	≤100	19	18	23	达标	26	24	26	达标	18	20	24	达标	16	14	17	达标
K ⁺	mg/L	/	2.09	2.08	2.08	/	3.11	3.11	3.11	/	3.00	2.99	2.99	/	2.16	2.16	2.16	/
Na ⁺	mg/L	/	4.51	4.50	4.51	/	1.74	1.74	1.74	/	6.00	5.99	5.99	/	5.24	5.25	5.25	/
Ca ²⁺	mg/L	/	20.2	20.5	20.6	/	30.2	29.6	29.7	/	20.6	21.1	20.9	/	19.7	19.9	20.3	/
Mg ²⁺	mg/L	/	6.29	6.33	6.33	/	1.27	1.28	1.28	/	13.8	13.8	13.8	/	6.64	6.67	6.67	/
碳酸根(CO ₃ ²⁻)	mg/L	/	1.25L	1.25L	1.25L	/	1.25L	1.25L	1.25L	/	1.25L	1.25L	1.25L	/	1.25L	1.25L	1.25L	/
重碳酸根(HCO ₃ ⁻)	mg/L	/	132	131	130	/	116	115	123	/	122	125	128	/	127	124	122	/

4.9 土壤环境

4.9.1 土壤分布

根据天峨县国家生态文明建设示范县规划(2022-2030)中描述可知,天峨县境内的土壤形成受生物、气候条件、地形地貌、成土母岩及人类活动的综合影响。全县土壤分 5 个土类,14 个亚类,28 个土属,52 个土种,主要以砂页岩、页岩发育而成的红壤、山地红壤、黄红壤等,以及由石灰岩发育而成的石灰土为主,此外还有少量河谷冲积土。

4.9.2 土壤环境质量

为了解工程区土壤环境现状,我院委托南环公司对工程建设影响河段的地表水水质进行监测。于 2026 年 7 月 18 日~20 日监测一期,监测 1 天。土壤监测布置 8 个监测点: S01(右岸集鱼站)、S02(左岸码头)、S03(转轮加工厂)、S04(周边农田)、S05(布柳河淹没范围沿岸)、S06(鱼类增殖站)、S07(周边农田)、S08(红水河干流淹没范围沿岸)。

S1、S2、S3、S6 参照 GB36600-2018 监测 47 项: 土壤 pH、土壤含盐量、砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍,四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺式-1,2-二氯乙烯、反式-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、萘。

S4、S5、S7、S8 参照 GB15618-2018 监测 13 项: pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六六六、滴滴涕、苯并芘、含盐量。

监测结果及分析: 现场监测结果表明,工程区占地范围内《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018)第二类用地筛选值;工程区占地范围外的农用地和其他用地监测点土壤监测指标均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)中筛选值,工程区土壤质量较好。

表 4.9.2-1 工程区域建设用土地土壤现状监测结果

单位: mg/kg(备注除外)

检测项目	采样点位				GB36600-2018 标准限值		判别结果
监测点位	S01(右岸集鱼站)	S02(左岸码头)	S03(转轮加工厂)	S06(鱼类增殖站)	第二类用地筛选值	第二类用地管制值	
	7月18日	7月18日	7月18日	7月19日			
采样深度	0~20cm	0~20cm	0~20cm	0~20cm	/	/	/
pH	8.98	5.85	7.16	4.98	/	/	/
铜	29	16	34	116	18000	36000	达标
镍	22	5	24	30	900	2000	达标
铅	26	9	16	11	800	2500	达标
镉	0.17	<0.03	0.24	0.09	65	172	达标
砷	5.20	7.08	9.60	30.1	60 ^①	140	达标
汞	0.034	0.082	0.058	0.186	38	82	达标
六价铬	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	5.7	78	达标
苯胺	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	260	663	达标
硝基苯	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	76	760	达标
2-氯苯酚	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	2256	4500	达标
苯并[a]蒽	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	15	151	达标
苯并[a]芘	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.5	15	达标





表 4.9.2-1(续)

检测项目	采样点位				GB36600-2018 标准限值		判别结果
	S01(右岸集鱼站)	S02(左岸码头)	S03(转轮加工厂)	S06(鱼类增殖站)	第二类用地筛选值	第二类用地管制值	
监测点位	7 月 18 日	7 月 18 日	7 月 18 日	7 月 19 日			
采样深度	0~20cm	0~20cm	0~20cm	0~20cm	/	/	/
pH	8.98	5.85	7.16	4.98	/	/	/
苯并[b]荧蒽	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	15	151	达标
苯并[k]荧蒽	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	151	1500	达标
蒽	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1293	12900	达标
二苯并[a,h]蒽	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.5	15	达标
茚并[1,2,3-cd]芘	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	15	151	达标
萘	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	70	700	达标
四氯化碳	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	2.8	36	达标
氯仿	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	0.9	10	达标
氯甲烷	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	37	120	达标
1,1-二氯乙烷	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	9	100	达标
1,2-二氯乙烷	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	5	21	达标
1,1-二氯乙烯	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	66	200	达标
顺-1,2-二氯乙烯	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	596	2000	达标

表 4.9.2-1(续)

检测项目	采样点位				GB36600-2018 标准限值		判别 结果
监测点位	S01(右岸集鱼站)	S02(左岸码头)	S03(转轮加工厂)	S06(鱼类增殖站)	第二类用 地筛选值	第二类用 地管制值	
	7 月 18 日	7 月 18 日	7 月 18 日	7 月 19 日			
采样深度	0~20cm	0~20cm	0~20cm	0~20cm	/	/	/
pH	8.98	5.85	7.16	4.98	/	/	/
反-1,2-二氯乙 烯	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	54	163	达标
二氯甲烷	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	616	2000	达标
1,2-二氯丙烷	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	5	47	达标
1,1,1,2-四氯乙 烷	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	10	100	达标
1,1,2,2-四氯乙 烷	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	6.8	50	达标
四氯乙烯	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	53	183	达标
1,1,1-三氯乙烷	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	840	840	达标
1,1,2-三氯乙烷	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	2.8	15	达标
三氯乙烯	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	2.8	20	达标
1,2,3-三氯丙烷	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	0.5	5	达标
氯乙烯	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.43	4.3	达标
苯	<0.0019	<0.0019	<0.0019	<0.0019	4	40	达标
氯苯	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	270	1000	达标



表 4.9.2-1(续)

检测项目	采样点位				GB36600-2018 标准限值		判别结果
	S01(右岸集鱼站)	S02(左岸码头)	S03(转轮加工厂)	S06(鱼类增殖站)	第二类用地筛选值	第二类用地管制值	
监测点位	7 月 18 日	7 月 18 日	7 月 18 日	7 月 19 日			
采样深度	0~20cm	0~20cm	0~20cm	0~20cm	/	/	/
pH	8.98	5.85	7.16	4.98	/	/	/
1,2-二氯苯	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	560	560	达标
1,4-二氯苯	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	20	200	达标
乙苯	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	28	280	达标
苯乙烯	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	1290	1290	达标
甲苯	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	1200	1200	达标
间, 对-二甲苯	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	570	570	达标
邻-二甲苯	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	640	640	达标
含盐量	10.2	5.6	6.2	7.7	/	/	/
阳离子交换量	13.5	11.9	10.7	12.8	/	/	/
氧化还原电位	544	515	606	429	/	/	/
土壤容重	2.36	2.34	2.47	2.17	/	/	/
孔隙度	43.9	55.6	55.0	49.6	/	/	/
饱和导水率	1.93	2.02	1.94	1.94	/	/	/

备注：相关指标数据单位，pH：无量纲；全盐量：g/kg；阳离子交换量：cmol+/kg；氧化还原电位：mV；饱和导水率：mm/min；容重：g/cm³；孔隙度：%。

表 4.9.2-2 工程区域周边农用地/其它用地土壤现状监测结果

单位: mg/kg(备注除外)

监测项目	监测点位				GB15618-2018 （其它）筛选值		
监测点位	S04(周边农田)	S05(布柳河可能淹没范围)	S07(周边农田)	S08(红水河干流淹没范围)			
	7 月 20 日	7 月 19 日	7 月 20 日				
采样深度	0~20cm	0~20cm	0~20cm	0~20cm	/	/	/
pH	5.56	5.60	7.23	7.98	5.5< pH≤6.5:	6.5< pH≤7.5:	PH>7.5
铜	13	15	13	48	50	100	100
镍	5	26	4	20	70.00	100.00	190
铅	21	18	14	23	90.0	120.0	170
镉	0.06	0.04	<0.03	0.26	0.3	0.3	0.6
砷	3.87	3.72	4.17	17.0	40	30	25
汞	0.069	0.061	0.052	0.167	1.8	2.4	3.4
锌	52	41	28	43	200	250	300
铬	114	92	26	62	150.00	200.00	250
全盐量	6.7	9.5	8.3	8.7	/	/	/
苯并[a]芘	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.55	0.55	0.55
六六六	未检出	未检出	未检出	0.022	0.1	0.1	0.1
滴滴涕	未检出	未检出	未检出	未检出	0.1	0.1	0.1



表 4.9.2-2(续)

监测项目	监测点位				GB15618-2018 （其它）筛选值	
监测点位	S04(周边农田)	S05(布柳河可能淹没范围)	S07(周边农田)	S08(红水河干流淹没范围)		
	7 月 20 日	7 月 19 日	7 月 20 日			
采样深度	0~20cm	0~20cm	0~20cm	0~20cm	/	/
阳离子交换量	15.6	15.1	14.3	13.1	/	/
氧化还原电位	544	406	576	414	/	/
饱和导水率	2.05	2.13	1.92	1.93	/	/
容重	2.27	2.02	2.54	2.45	/	/
孔隙度	40.4	60.9	55.8	45.8	/	/

备注：相关指标数据单位，pH：无量纲；全盐量：g/kg；阳离子交换量：cmol+/kg；氧化还原电位：mV;饱和导水率：mm/min；容重：g/cm3；孔隙度：%。

4.10 社会环境

4.10.1 社会经济概况

工程位于广西壮族自治区河池市天峨县境内，机组布置在红水河干流龙滩水电站枢纽左岸山体，工程距天峨县城约 15km。

2024 年全县实现地区生产总值(GDP)758470 万元，按可比价格计算，比上年增长 18.5 %。其中，第一产业增加值 137514 万元，增长 6.3 %；第二产业增加值 350943 万元，增长 41.4 %；第三产业增加值 270013 万元，增长 0.7 %。第一、二、三产业增加值占地区生产总值的比重分别为 18.1 %、46.3 %和 35.6 %，分别拉动经济增长 1.29、16.96、0.27 个百分点。年末全县户籍总人口 17.58 万人，比上年末减少 0.02 万人，其中城镇户籍人口 3.90 万人，占总人口比重(户籍人口城镇化率)为 22.18 %，比上年末下降 0.02 个百分点。年末全县常住人口 13.82 万人，比上年末减少 0.19 万人，其中城镇人口 6.56 万人，占常住人口比重(常住人口城镇化率)为 47.49 %，比上年末提高 0.67 个百分点。年末全县城镇登记失业率 2.61 %，比上年末下降 0.32 个百分点。

4.10.2 交通运输

龙滩水电站距天峨县城约 15.0km。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，天峨县城至麻村沟段公路里程约 10.0km，四级公路，水泥混凝土路面，麻村沟至坝址段为场内公路。天峨县境内有南天高速、平天高速及银白高速，从天峨县有高速直达南丹、河池、南宁、贵阳等地。从龙滩水电站至天峨、南丹、河池、南宁、贵阳公路里程分别为 14.0km、81.0km、161.0km、372.0km、294.0km。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)，从车站至龙滩水电站公路里程约 81.0km，为龙滩水电站建设时兴建的对外公路，属山区二级公路。

4.10.3 旅游资源

工程所在地天峨是国家铜鼓文化生态保护实验区的核心区(天峨、南丹、东兰)县份之一，共有壮族蚂拐节、壮族铜鼓习俗两项国家级非物质文化遗产，有壮族八仙、壮族蚂拐舞、壮族筒噶艺术等 5 项自治区非物质文化遗产。境内有国家 4A 级旅

游景区 1 个(广西龙滩大峡谷国家森林公园)、国家 3A 级旅游景区 2 个(龙滩水电站、川洞河燕子湖景区), 自治区生态旅游示范区 1 个, 四星级乡村旅游区 5 家(山旂晃生态农业旅游区、六美生态农业休闲区、川洞河燕子湖乡村旅游区、双龙瀑布·金花茶园、板凳老家乡村旅游区), 星级农家乐 19 家, 星级酒店 4 家, 基本形成“一山(大山)一洞(川洞)一峡谷(龙滩大峡谷), 一河(红水河)一湖(龙滩天湖)一电站(龙滩水电站), 一花(油桐花)一桥(仙人桥)一文化(蚂拐文化)”的旅游发展格局, 逐步成为生态休闲旅游的理想胜地。

根据现有资料调查了解, 龙滩水电站库区为国家 3A 景区, 项目建设征地范围不涉及风景名胜区, 但本项目用地范围下游分布有国家 4A 级旅游景区广西龙滩大峡谷国家森林公园。

5 龙滩一期工程环境影响回顾性评价

5.1 环境保护工作过程

5.1.1 环境影响评价工作过程

1986 年，我院编写完成《龙滩水电站环境影响评价工作大纲》，并于同年通过了国家环保局组织的审查。1989 年，我院编写完成了《龙滩水电站环境影响报告书》(以下简称《龙滩环评报告》)，同年通过了水利水电规划设计总院的预审；我院根据预审意见编写完成《龙滩水电站环境影响评价补充报告》，并于 1991 年 5 月通过了国家环保局的审查；1991 年 12 月，国家环保局以“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。由于宏观调控的原因，龙滩水电站在取得批复后一直未能开工建设。随着西部大开发战略的实施，龙滩水电站被列为十大标志性工程之一，我院根据环境保护法律法规的有关要求，于 2000 年编写了《龙滩水电站环境影响复核及补充评价报告书》(以下简称《龙滩复核评价报告》)，国家环保总局以“环监发〔2000〕96 号”文对龙滩复核评价报告进行了批复。根据“环监发〔2000〕96 号”的要求，我院于 2002 年 9 月完成了《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》)，国家环保总局以“环审〔2007〕395 号”对报告书进行了批复。

2009 年 4 月，受龙滩公司委托，贵阳院启动了龙滩电站的竣工环境保护验收调查。2009 年 6 月，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》，申请进行龙滩水电站工程竣工环境保护验收，并将竣工环保验收分为枢纽工程区和移民安置区两阶段进行。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》)，并于 11 月通过了环保部组织的审查。2011 年 7 月，环保部进行了现场检查，并于 8 月以“环验〔2011〕220 号”通过了龙滩水电站枢纽工程竣工环境保护验收。根据“环验〔2011〕220 号”的要求，龙滩公司委托相关单位开展龙滩水电站后续研究工作，委托贵阳院编写了《龙滩水电站库区水温结构及坝下水温变化系

统观测研究》，委托水利部国际经济技术合作交流中心与珠江水资源保护科学研究所编写了《龙滩水电站水质保护措施专题研究》，委托珠江水资源保护科学研究所编写了《龙滩水电站水质保护规划》，，委托水利部中国科学院水工程生态研究所编写了《龙滩水电站水库鱼类资源保护措施专题报告》，委托我院编写了《红水河龙滩水电站环境影响后评价报告》。

5.1.2 环境保护设计工作过程

5.1.2.1 枢纽工程环境保护工作

根据环境影响评价结论及其批复意见，我院在工程开工前开展了环境保护设计。主要工作过程如下：

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、基坑废水、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。

5.1.2.2 环境保护管理工作

1999 年 12 月，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。工程建设期间完成的环境保护工作内容如下：

a) 2002 年 8 月，撤销了移民环保处，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，按月提交环境监测报告，至 2009 年 12 月共提交 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。

5.1.2.3 自然保护区保护工作

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、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。自然保护区的主要工作过程如下：

a) 经 20 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因保护因子消失，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销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，自然保护区均在 400m 高程以上。根据《百色市自然保护地整合优化方案》《广西壮族自治区保护地整合优化方案》，广西黄猄洞天坑国家森林公园整体归并到广西雅长兰科植物国家级自然保护区。2026 年 8 月 21 日，广西壮族自治区林业局关于《关于恳请核查广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程与周边自然保护地位置关系并出具意见》的复函确认：龙滩水电站现状淹没区涉及广西雅长兰科植物国家级自然保护区 0.02 公顷，均为一般控制区。

f) 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。调整后保护区面积 11196 hm²，主要保护对象是南亚热带河谷季雨林和柄翅果。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、乐宽苏铁县级自然保护区(望谟“贵州苏铁”县级自然保护区)合并为贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区，面积增加至 13506.24hm²。”根据 2026 年 8 月 31 日，贵州省林业局关于《关于反馈广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程与周边自然保护地位置关系意见的函描述：龙滩水电站原库区范围涉及自然保护地整合优化后的贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区一般控制区面积 18.7095hm²。

g) 2023 年罗甸县人民政府进行了罗甸县自然保护地整合优化方案公示，公示显

示已按程序完成了将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。2024 年 10 月 25 日，国家林业和草原局、自然资源部《关于全国自然保护地整合优化调整情况的公示》整合优化结果显示：“贵州黔南罗甸罗羊南亚热带河谷季雨林县级自然保护区，已撤销”。

h) 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实际为、广西雅长兰科植物国家级自然保护区、贵州望谟叉孢苏铁省级自然保护区、广西龙滩自治区级自然保护区。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。

5.1.2.4 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。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。

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。

5.1.3 竣工环境保护验收简况

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。同年 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。

5.2 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 环境影响评价报告书批复意见

环监〔1991〕471 号主要批复意见如下：

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。

5.2.1.2 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。

5.2.1.3 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，禁止乱砍滥伐。

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。

5.2.1.4 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。

5.2.1.5 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

原环境保护部办公厅《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，适时开展区域综合利用跟踪评价和典型工程后评价。

5.2.1.6 环境影响后评价报告咨询意见

2018 年 7 月原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：

1) 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，保护鲃亚科、野鲮亚科、平鳍鳅科、鲮科、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 米淹没区间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。

2) 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，有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。

5.2.1.7 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。

5.2.1.8 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》，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、天生桥二级需落实的措施：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

5.2.2.1 流域环境保护要求及落实情况

a) 流域水环境保护要求及落实情况

根据原环境保护部办公厅《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）中对流域水环境保护的要求主要包括生态调度和生态流量保障、库区环境管理和水质保护两个方面。

1) 生态调度和生态流量保障方面

平班、龙滩、大化等梯级按照水利部要求复核下泄生态流量目标，各梯级按照

生态流量目标要求下泄生态流量，从近几年的考核情况来看，桂冠所属梯级下游各考核断面和管理断面未出现过生态流量不达标的情况。

自 2015 年起，珠江委启动实施西江干流生态调度试验(主要针对鱼类繁殖期水量调度)。先后开展水生态监测、调度目标确定、调度方案编制等前期研究工作，并据此在调度期内开展调度试验。在总结调度效果的基础上，进一步优化调度目标及调度方案。目前，该项工作已进入常态化实施阶段。截至 2025 年，累计开展生态调度近 20 次。通过生态调度工作，成功模拟了自然水文节律，有效激发了西江中游江段、尤其是目标产卵场江段鱼类的产卵繁殖行为。龙滩水库作为红水河流域龙头水库，具有多年调节能力，是珠江委开展西江干流生态敏感期水量调度的核心调度工程之一，能够有效干预流域水文情势，为西江中下游生态调度补水提供可靠水源保障。在调度实践中，珠江委联合龙滩、大藤峡等水库群，于 5-7 月鱼类繁殖主要调度期中营造人造洪峰，有效改善了鱼类繁育条件，刺激“四大家鱼”等产卵，是西江干流生态调度工作发挥实效的关键保障。

2025 年红水河龙滩、岩滩以及大藤峡水电工程在珠江委指导下联合开展西江生态敏感期水量调度工作，珠江委在全面总结上一年度调度工作经验的基础上，优化完善了 2025 年调度方案，在兼顾红水河下游定子滩产卵场鱼类繁殖期生态需求的同时，统筹流域水工程多目标联合调度，进一步细化调度的启动及终止条件，并将大湟江口作为调度控制断面。调度期间，保育中心在大湟江口开展全过程鱼类早期资源监测，覆盖整个调度期，构建“全时段、多方位”的生态监测网络，监测显示桂平断面以上江段鱼类繁殖活动与洪水过程呈现正响应关系，其间西江干流中游河段产漂流性卵鱼类卵苗量增幅明显，表明调度期间洪水过程可有效刺激产漂流性卵鱼类产卵繁育。

2) 库区环境管理、水质保护方面

现阶段红水河流域水质良好，水质安全可控。红水河流域自梯级电站建设以来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，流域生态环境得到了保护和发展。流域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，降低了污染负荷自 2018 年当地政府部门对库区网箱养殖进行清除，每年汛期地方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。自 2014 年以来地方政府和有关部门落实燕格格落实了流域的禁渔措施。

b) 流域水生生态保护要求及落实情况

根据原环境保护部办公厅《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)中对流域水生生态保护的要求主要包括鱼类重要生境保护、流域鱼类洄游通道措施、鱼类增殖放流设施、长期生态跟踪观测几个方面。

1) 鱼类重要生境保护要求方面

① 目前，北盘江董箐坝下龙滩水库库尾 45.3km 回水变动段、龙滩水电站坝区安全管理区及水库坝下至天峨二桥的红水河段已经进行栖息地保护。

② 龙滩库区蒙江坝王河已划定为特有鱼类国家级水产种质资源保护区。2010 年由农业农村部(原农业部)(农办渔[2010]104 号文件)批准成立的国家级水产种质资源保护区，保护区总面积 1277hm²，其中核心区面积 50hm²，实验区面积 774hm²。特别保护期为全年。主要保护对象为斑鳢，其他保护对象包括南方白甲鱼、多耙光唇鱼、大鳞细齿塘鳢等。

③ 2025 年 10 月 11 日，《天峨县人民政府关于划定布柳河鱼类栖息地保护河段的批复》明确：“将龙滩水库支流布柳河上游库尾 5 公里的天然流水河段划定为鱼类栖息地保护河段。

2) 流域鱼类洄游通道措施要求方面

现阶段红水河流域 11 个梯级中，长洲、大藤峡梯级均实施了鱼道，落实了梯级过鱼措施。桥巩梯级暂未实施过鱼措施。平班-乐滩 6 个梯级的建设单位已委托武汉大学水电学院水生态研究所编制完成了《红水河水生生物洄游通道恢复方案框架设计报告》、已委托中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司编制《红水河流域梯级电站鱼道方案研究专题报告》。根据初步研究成果，平班、乐滩、岩滩和大化梯级电站由于坝高两岸为峡谷地貌，暂无鱼道布置空间，计划按照集运鱼方案设计；百龙滩电站实际情况，基本具备鱼道布置方案，按照鱼道设计；龙滩水电站按照本次报告书提出的方案进行设计。

3) 鱼类增殖放流设施建设方面

① 红水河珍稀鱼类保育中心：在红水河珍稀鱼类保育中心运行经费分摊方面，平班-乐滩 6 个梯级按照红水河珍稀鱼类保育中心经费分摊方案，连续三年足额拨付保育中心运行经费，支撑了红水河珍稀鱼类保育中心的各项科研工作。在桂冠下属各梯级支撑下，红水河珍稀鱼类保育中心建成后已与各梯级水生调保护工作形成协同，珍稀鱼类繁育方面，红水河珍稀鱼类保育中心已攻克平班-乐滩 6 个梯级需要增殖放流种类的中的稀有白甲鱼、乌原鲤、长臀鮠、长鳍光唇鱼、唇鲮、暗色唇鲮、小口白甲鱼等 7 种珍稀特有鱼类人工繁育技术，其余所有种类红水河珍稀鱼类保育中心均已保育成功，正在逐年开展繁育技术攻关。此外保育中心向(岩滩-乐滩)鱼类增殖放流中心站分多个批次共计提供了近 1000 尾的小口白甲鱼、瓣结鱼、稀有白甲鱼等珍稀鱼类亲鱼，解决了(岩滩-乐滩)鱼类增殖放流中心站多年未收集到这些土著亲本的困境；向平班、龙滩等梯级的增殖放流提供珍稀鱼类鱼苗。在水生态监测方面，红水河珍稀鱼类保育中心建立了覆盖红水河干流 11 个梯级水电站上下游水域水生态监测网络；连续三年系统开展红水河干流水生态监测工作并编制发布 2023-2025 年度《红水河水生生物及生境状况蓝皮书》。为岩滩、大化、乐滩等梯级，电站运行期水生生物监测、增殖放流效果评估及栖息地修复效果监测提供技术支撑。在保育方面，在个梯级支撑下，构建了红水河流域规模最大、体系最全的鱼类种质资源库，建成涵盖标本、组织、基因、精子、细胞及活体六大层次的资源保存体系，为后续的增殖放流、水生态监测奠定了坚实的科研基础。

② 增殖放流体系：岩滩、大化、百龙滩、乐滩等 4 个梯级联合建设红水河中游水电梯级(岩滩-乐滩)鱼类增殖放流中心站，该站于 2019 年投资建设，2021 年首次实施增殖放流。平班-龙滩共建鱼类增殖放流站已经纳入龙滩通航设施建设的设计中，目前通航设施建设已经开工。

红水河中游水电梯级(岩滩-乐滩)鱼类增殖放流中心站放流对象分近期与远期：近期(2018-2025)稀有白甲鱼、乌原鲤、长臀鮠、卷口鱼、三角鲤等 5 种，年放流量 132 万尾/年。中远期(2025~)稀有白甲鱼、乌原鲤、长臀鮠、卷口鱼、三角鲤、小口白甲鱼、单纹似鲃、瓣结鱼、叶结鱼、大眼卷口鱼、鲮等 11 种，年放流量 132 万尾/年。截止 2025 年 6 月，增殖放流中心站已累计放流珍稀特有鱼种 528 万尾，并于 2024 年开展运行期监测与增殖放流效果评估工作。平班、龙滩暂定放流计划为稀

有白甲鱼、乌原鲤、长臀鲩、三角鲤、长鳍光唇鱼、唇鲮、暗色唇鲮等 7 种珍稀鱼类，放流规模为 130 万/年。后续根据土著鱼类的繁育技术研究进展情况，适时增加卷口鱼、单纹似鲮等土著鱼类的增殖放流。

在龙滩增殖站建成之前，平班于 2025 年 12 月开展增殖放流，共放流鱼苗 25 万尾，包括倒刺鲃、赤眼鲮等 5 个常见鱼种，以及唇鲮、光唇鱼等 0.2 万尾珍稀物种；龙滩投产以来，龙滩电厂已经连续 18 年开展鱼类增殖放流活动，累计向库区放流鱼苗超过 435 万尾，2025 年 12 月在红水河珍稀鱼类保育中心的支持下，放流 20 万尾珍稀特有鱼类鱼苗。目前尚未开展效果监测。

平班、龙滩两个梯级拟开展过增殖放流效果评估工作，岩滩、大化、百龙滩、乐滩梯级共建同一个鱼类增殖站，已于 2024 年开展一期运行期监测与鱼类增殖放流效果评估工作。

4) 长期生态跟踪观测方面

现阶段红水河鱼类保育中心已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。

2014 年 2 月，环保部对红水河综合利用规划环境影响回顾评价报告进行了批复，大唐桂冠积极响应，支持红水河珍稀鱼类保育中心(以下简称中心)成立与运行。自中心 2023 年成立以来，持续开展红水河干流水生生态监测，于平班至乐滩坝下设置 7 个常规监测点位，初步构建了流域监测体系，开展包括浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类、鱼类早期资源等监测，积累了多年监测数据。2025 年监测显示，该区域共发现鱼类 96 种，隶属 7 目 21 科，其中国家二级保护鱼类 2 种，分别为花鳡和斑鳡，其中斑鳡 40 余尾，主要分布于平班坝上；花鳡 5 尾，分布于百龙滩坝下。省(区)级保护鱼类 4 种，分别为长鳍光唇鱼、卷口鱼、中国少鳞鳊和长臀鲩，主要发现于龙滩坝下至乐滩坝下河段。同时为进一步健全流域监测体系，2024 年于红水河中游(岩滩~乐滩)河段布设 15 个专项监测点，覆盖中游干支流，开展水生生态监测与增殖放流效果评估监测，监测结果显示，该段水域水质总体良好，累计发现鱼类 75 种，隶属于 5 目 15 科 58 属，其中土著鱼类共 69 种，国家二级保护鱼类 3 种，分别为花鳡、单纹似鲮和斑鳡；省(区)重点保护鱼类 5 种，分

别为长鳍光唇鱼、唇鲮、卷口鱼、中国少鳞鳊、长臀鲃；珠江特有鱼类共 12 种。鱼类标记试验显示，标记成功率为 93.3%，30 天内标记保持率为 95.8%，平均存活率为 95.8%。放流效果评估监测显示放流的鱼类能够在放流水域中自然生长，且生长状况良好；卷口鱼、长臀鲃和三角鲤 3 种鱼类在群落中的占比及其重要性程度也在逐渐增加。标志回补结果显示，三角鲤对鱼类种群资源贡献率为 4.96%，表明这些鱼类的放流已产生一定积极影响；与此同时，在监测过程中，逐步形成了覆盖红水河中游(岩滩~乐滩)段的以主动捕捞为主，当地渔民和水产市场为辅的增殖放流监测与回收网络。对于红水河珍稀濒危鱼类，如单纹似鲮、斑鳢、直口鲮、唇鲮、长臀鲃、波纹鳊等，此前因红水河梯级开发，形成连续的库区环境，导致种群数量下降。目前，各梯级已建设多年，各库区环境经长期演变已趋于稳定，鱼类栖息环境也趋于平稳，该河段上述珍稀特有鱼类仍存有一定规模，但总体资源量依然比较少。

在鱼类早期资源监测方面，2024 年 5-7 月在八渡江段开展了监测，累计采集卵苗 5770 粒·尾，其中鱼卵 5335 粒，仔鱼 435 尾。经鉴定，采集的鱼卵、仔鱼种类共计有 20 种，隶属于 2 目 5 科 17 属，以鲤科鱼类为主，11 种，占种类数的 55.0%。其中产漂流性卵鱼类有 5 种，分别是赤眼鳟、南方拟鲮、鲮、美丽沙鳅和壮体沙鳅，其余均为产粘沉性卵鱼类。经初步分析，八渡江段卵苗组成以波氏吻虾虎鱼为主(60.72%)、其次为大眼华鳊、尼罗罗非鱼、海南似鲮、伽利略罗非鱼、粘皮鲮虾虎鱼、鲮、子陵吻虾虎鱼和壮体沙鳅，该 9 种卵苗占总卵苗量的 97.43%，其他 11 种合计仅占 2.57%；产漂流性卵鱼类约占总卵苗量的 4.67%。估算 5-7 月监测期间通过八渡江段的卵苗总径流量为 2.84 亿粒·尾，其中鱼卵 2.63 亿粒，仔稚鱼 0.21 亿尾。结合历史资料及现场调查显示，平班至乐滩坝下河段产漂流性卵鱼类主要产卵场位于平班坝下至八渡段以及百龙滩坝下三洲段；红水河天峨四桥附近、达墨屯、百马乡河段是区域内产粘性卵鱼类的产卵场分布区域，大化库尾古龙河段是产沉性卵鱼类的产卵场分布区域，百龙滩库尾至乐滩库尾零散分布有青鱼、草鱼、鲢、卷口鱼、斑鳢、巴马拟缨鱼、三角鲤等特有、经济鱼类的产卵场。对于鱼类索饵场，喜急流性鱼类早春索饵区多为礁石林立的险滩和平缓的砾石长滩，水流比较湍急，这类索饵区与其产卵场重叠较大；缓流水或静水性鱼类往往在险滩间水流平

缓的顺直深潭河段、河湾洄水区、开阔平缓河段、支流河口河段及支流。越冬场一般水深较深，底质多为乱石、卵石等，水流缓慢，可为越冬鱼类提供良好的栖息隐蔽条件，红水河各大梯级电站建成后大部分河段水体加深，形成静水或缓流水库区，为鱼类提供了良好的越冬条件，库区内多数河段均适宜于鱼类越冬。

5.2.2.2 龙滩水电站相关保护要求及落实情况

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。

a) 环境影响报告书审查意见及重新审核意见的主要落实情况

根据审查意见要求对库区涉及的五个自然保护区的珍稀动植物开展了保护工作，对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，建立了龙滩生态公园、龙滩水电站塘英野生植物园对珍稀野生植物做了很好的保护。按照审查意见要求在施工期制定了相关的环境保护管理制度，成立了移民环保处，组织编制了施工期的相关环境保护专项设计，落实了施工期的环境保护和水土保持工作；组织开展了工程的环境影响后评价工作，参与了流域的水电开发的回顾性评价工作；组织进行了移民安置工程的环境影响评价工作，落实了移民安置工程相关的生活污水、生活垃圾处理等环境保护措施，实施专项环境保护及水土保持监理工作，保证了移民安置工程环境保护措施落实到位；组织编制了《红水河龙滩水电站水质保护规划》，并报请地方政府审批后得到实施，龙滩库区运行以来水质良好，水库未出现富营养化现象。

b) 移民安置专题报告批复意见落实情况

根据审查意见要求落实了库区涉及珍稀、保护植物和古树名木进行保护工作，建立了龙滩生态公园、龙滩水电站塘英野生植物园对珍稀野生植物做了相应的保护。开展了枢纽工程的竣工环保验收工作。根据审查意见要求编制了《红水河龙滩水电站库区水产养殖容量规划报告(2011 年~2025 年)》，配合当地政府部门对库区网箱养殖进行清除，目前调查显示已不存在库区养殖情况。开展了库区移民安置区的生活垃圾的设计和措施，落实了相关投资，移民安置区的向阳、下老乡、雅

长、百乐等 4 个集镇和农村的生活垃圾已得到妥善处理，实施以来未出现生活垃圾污染情况。开展了移民安置区村镇、村庄的水土保持方案设计及实施方案，落实了相关水土保持设施并进行水土保持设施验收。开展了相关地质灾害的治理工作。

c) 枢纽工程竣工环境保护验收意见落实情况

根据验收意见要求落实了移民安置工程的各项环境保护措施，移民安置工程验收工作正在进一步推动中。组织编制了《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)，并报相关单位进行了审查。建设单位制定了水库水质监测计划，每年定期开展了水质监测工作，委托贵阳院开展了龙滩水电站库区水温结构及坝下水温变化系统观测研究，8、9 号机环评阶段开展了低温水不利影响和减缓措施研究工作，拟实施分层取水设施。工程运行期间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生态流量下泄目标。按照意见要求于 2018 年完成龙滩水电站的环境影响后评价工作，并完成备案。

d) 红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告意见落实情况

根据意见要求本阶段完成了龙滩与平班合建鱼类增殖放流站的方案设计工作，相关投资已计入龙滩通航建筑物工程；开展了龙滩水电站过鱼设施方案、分层取水方案设计工作，相关投资已计入龙滩水电站 8、9 号机组建设工程。配合地方政府开展了库区的生态环境协同管理，水电站运行以来龙滩库区水质未发生影响水质安全事件，水库整体处于中营养水平，未发生富营养化。龙滩公司每年支付相应的资金，依托红水河鱼类保育中心定期开展了红水河流域的水生态监测工作；本阶段计划按照审查意见要求牵头建设红水河流域生态环境监测平台，开展集生态流量监控，水质、水温、生态环境监测为一体的系统化监测平台建设，为流域环境保护提供技术支撑。

e) 红水河龙滩水电站环境影响后评价报告的技术咨询意见落实情况

根据咨询意见要求，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，目前未发现网箱养殖情况。龙滩公司出资建立的 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，移栽植物龙滩珍稀植物保护园生长正常。

本阶段计划按照咨询意见要求依托龙滩水电站 8、9 号机组建设工程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。本阶段计划按照审查意见要求牵头建设红水河流域生态环境监测平台，开展集生态流量监控，水质、水温、生态环境监测为一体的系统化监测平台建设，为流域环境保护提供技术支撑。

龙滩水电站各阶段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》,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》	
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)		

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
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)。	
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)；	



表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
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》。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，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。	
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)		



表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
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》。 本项目本阶段继续落实水库水质、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。	
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。	
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)。	

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
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，并于 2018 年备案	
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，本项目会按照审查意见落实有关环保审批程序。	
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。	
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，目前已经形成了集运鱼系统的设计方案。	
23	鱼类增殖放流站建设	正在落实 拟在龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程中实施，目前已经形成了鱼类增殖站的设计方案。	
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 日红水河珍稀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稀鱼类，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。	

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
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。	
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 拟在龙滩水电站 8、9 号机组建设工程中实施，目前已经形成了鱼类增殖站的初步设计方案。	
30	实施集运鱼过鱼措施	正在落实 拟在龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程中实施，目前已经形成了鱼类增殖站的设计方案。	
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。	
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，目前已经形成了集运鱼系统的初步设计方案。	
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、拟在龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程中实施，目前已经形成了鱼类增殖站的设计方案。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、风景名胜區、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。 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。	
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。本项目本阶段计划实施低温水减缓措施和开展生态调度研究工作。 2、运行后每年实施库区上下游地表水环境质量监测及水质监测。	



表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
	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，南盘江库尾暂未划定为栖息地保护河段，本阶段计划按照审查意见要求将布柳河规划最末梯级新林电站以下至河口约 42km河段、曹渡河最末梯级懂托水电站以下至拉彩的 8km河段申请划为鱼类栖息地保护河段。	
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，本项目本阶段需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，移栽植物龙滩珍稀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，截至目前，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，移栽植物龙滩珍稀植物保护园生长正常。	
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、大气环境质量现状监测。	
	四、咨询结论与建议(二) 建议		

表 5.2.2-1(续)

序号	环境保护要求	落实情况	备注
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。本项目本阶段计划实施低温水减缓措施和开展生态调度研究工作。 2、运行后每年实施库区上下游地表水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。 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。	
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 本项目本阶段需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。	
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，移栽植物龙滩珍稀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，截至目前，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，目前未发现网箱养殖情况。	

5.2.2.3 龙滩水电站还需继续落实的环保要求

龙滩水电站还需继续落实的环保要求共有 9 项，其中正在落实的有 4 项，计划落实的有 5 项。9 项中，有 3 项为具体措施(相关投资均已列入相关项目环保投资)，5 项为相关专题、研究、监测。

表 5.2.2-1 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	建设集运鱼系统	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)并开展鱼类增殖效果监测	正在落实，已计入龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程项目投资	
3	栖息地保护方案	正在落实，已计入龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程项目投资	
4	水库水温结构及下泄水温的系统观测	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	相关专题、研究、监测
5	增殖放流、过鱼导鱼、生态修复措施效果监测与研究	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	
6	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	
7	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	
8	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	
9	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	

5.3 环境影响回顾性评价

5.3.1 地表水环境影响回顾评价

5.3.1.1 水文情势影响回顾

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 日全部机组投产发电。本次水文情势影响分析以 2009 年~2024 年作为分析时段，结合龙滩水电站年调节性能和发电调峰需求，分析龙滩水电站运行期年调节影响和日内调峰影响。

a) 年调节影响

1) 径流变化

根据龙滩水电站的运行调度资料，2009 年~2024 年龙滩水库多年平均入库流量为 1320m³/s，出库流量为 1270m³/s。

表 5.3.1-1 龙滩多年平均出入库流量统计表

 单位: m^3/s

项目	月份												年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
入库流量	820	749	897	966	1410	2440	2410	1810	1570	1130	812	810	1320
出库流量	1130	996	1320	1410	1460	1610	1700	1380	1150	988	994	1100	1270
出库-入库	310	247	423	444	50	-830	-710	-430	-420	-142	182	290	-50

根据表 5.3.1-2, 年内 4 月份增加下泄最多, 增加下游径流量 11.6 亿 m^3 , 3 月次之, 增加下泄径流量 11.3 亿 m^3 ; 6 月拦蓄最多, 蓄留水量达到 21.3 亿 m^3 , 7 月份次之, 蓄水量为 18.8 亿 m^3 。5 月份入库流量与出库流量基本持平, 出库径流量仅比入库增加 1.4 亿 m^3 。

受龙滩年调节影响, 平枯水期 11 月~4 月龙滩出库径流大于入库径流, 径流量增加 49.7 亿 m^3 , 丰水期 5 月~10 月出库流量小于入库流量, 径流量减少 65.1 亿 m^3 , 入库径流丰枯比由 7:3 变为出库流量的 5.5:4.5。

综合上述分析, 龙滩水库对径流年内分配起到了明显的蓄峰补枯作用。

表 5.3.1-2 龙滩多年平均出入库径流变化统计表

项目	单位	月份												年
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
入库径流	亿 m^3	22.0	18.1	24.0	25.0	37.7	63.1	64.4	48.6	40.7	30.3	21.0	21.7	416.6
占比	%	5.3	4.3	5.8	6.0	9.0	15.1	15.5	11.7	9.8	7.3	5.0	5.2	100.0
出库径流	亿 m^3	30.2	24.1	35.3	36.6	39.1	41.8	45.6	36.9	29.8	26.5	25.8	29.5	401.2
占比	%	7.5	6.0	8.8	9.1	9.7	10.4	11.4	9.2	7.4	6.6	6.4	7.4	100.0
出库-入库	亿 m^3	8.2	6.0	11.3	11.6	1.4	-21.3	-18.8	-11.7	-10.9	-3.8	4.8	7.8	-15.4

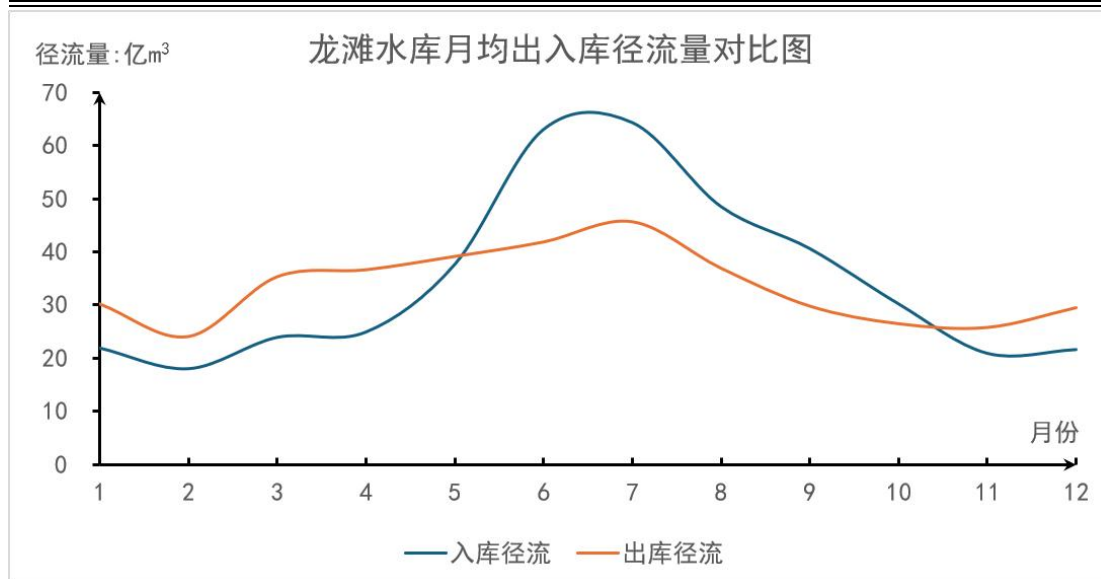


图 5.3.1-1 龙滩水库运行期月均出入库径流量对比图

表 5.3.1-3 龙滩不同水期出入库径流对比分析表

时段	入库		出库		调节(入库-出库)	
	径流量	占比	径流量	占比	径流量	占比
	亿m³	%	亿m³	%	亿m³	%
丰水期	284.8	68.4	219.7	54.8	-65.1	-13.6
(5月~10月)						
平水期	46	11	62.4	15.5	16.4	4.6
(4月、11月)						
枯水期	85.8	20.6	119.1	29.7	33.3	9.1
(12月~次年						
3月)						

2) 库区水位变化

根据龙滩库区水位资料统计，龙滩水库多年平均水位 352.82m。历史最低运行水位 329.74m(2013 年 5 月 21 日)，最高水位 374.79m(2015 年 11 月 20 日)。

龙滩水库丰水期蓄水，5 月~10 月库区水位逐渐提升，年内 10 月平均水位最高，最高月均水位 363.77m，平枯水期水库增加下泄，11 月~次年 4 月水位逐渐降低，年内 5 月平均水位最低，最低月均水位 336.97m。

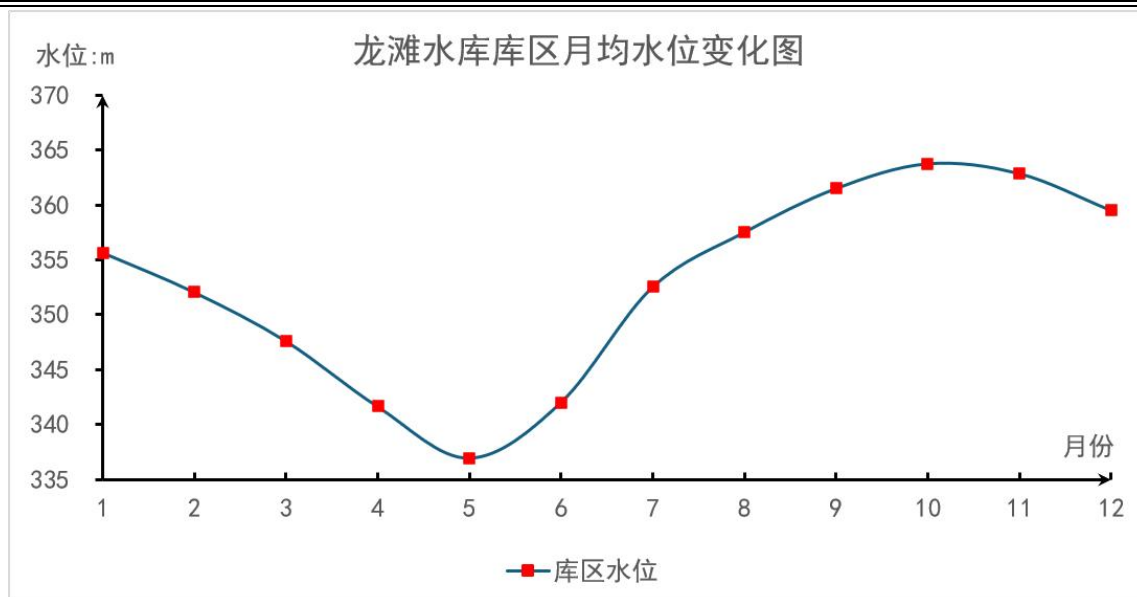


图 5.3.1-2 龙滩水库库区月均水位变化图

受来水量年际变化较大影响，龙滩库区水位年际变化较大，尤其是水库最高水位，2014 年~2017 年和 2020 年，龙滩水库最高水位超过了 374m，水库基本蓄满，其余年份中 2011 年、2013 年和 2021 年~2023 年，龙滩水库最高运行水位低于 365m，尤其是 2011 年，龙滩水库全年维持较低水位运行，全年平均水位仅 341.77m。

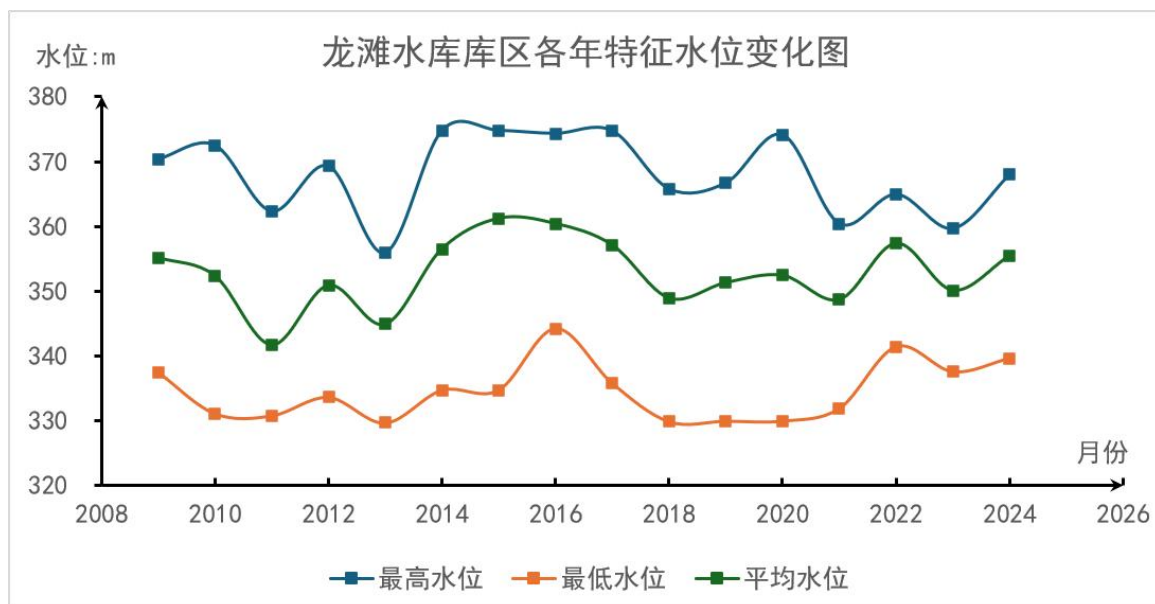


图 5.3.1-3 龙滩水库运行期库区各年特征水位变化图

3) 坝下水位变化

龙滩下游河道受岩滩梯级顶托影响较为明显，坝下约 14km 处为天峨水文站。根据岩滩水电站水库运行方式，每年 5 月~8 月岩滩水库按不超过 219m 汛限水位控制

运行，其余月份按不超过 223m 正常蓄水位运行，实际运行中，5 月~8 月岩滩电站按略高于 219m 汛限水位控制运行。

根据 2008 年~2024 年监测数据统计，天峨水文站月均水位在 221.49m~222.92m 区间波动，月均水位较为稳定。根据图 5.3.1-4 可以看出，天峨水文站月均水位与岩滩坝前水位呈正相关关系，变化节律基本一致，岩滩水库运行水位是影响龙滩坝下河道的主要因素，龙滩水电站下泄流量会影响天峨水文站水位，但属于次要因素。

综合上述分析，龙滩坝下河段水位受岩滩水电站和龙滩水电站的综合影响，年内水位变化主要受岩滩库区运行水位影响，龙滩水电站下泄流量起次要影响。

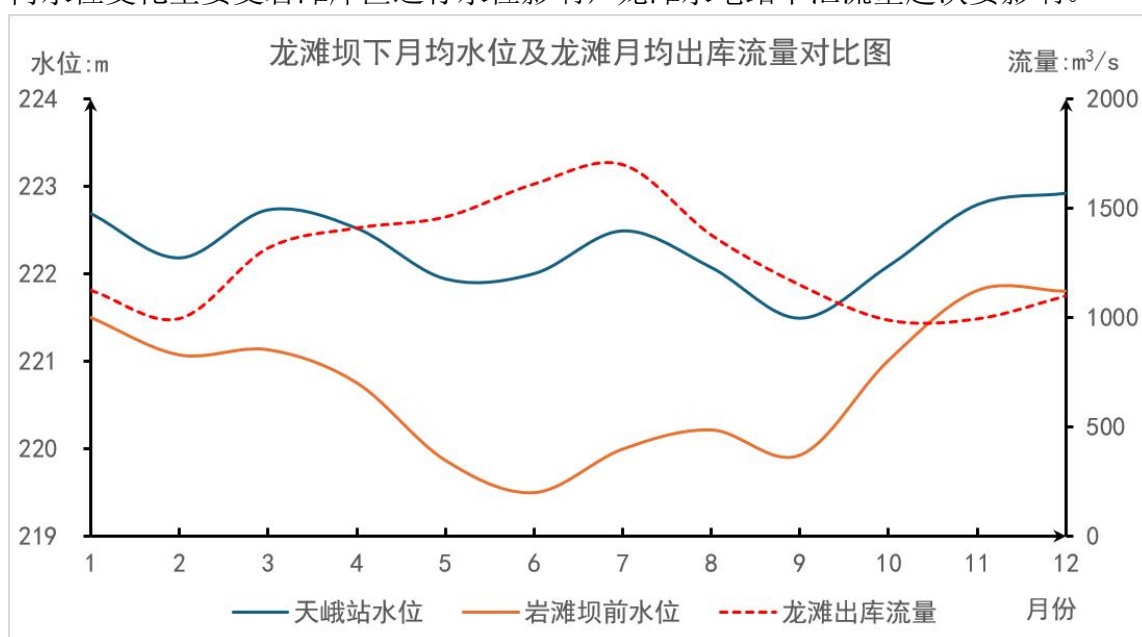


图 5.3.1-4 龙滩坝下月均水位计龙滩月均出库流量对比图

b) 日调节影响

1) 径流变化

表 5.3.1-4~表 5.3.1-6 是根据 2008 年~2024 年龙滩水电站逐时下泄流量统计的日内最大流量、日内最小流量和日内流量变幅(日内最大流量-日内最小流量)对应区间的占比情况。可以看出，大部分情况下日内最小下泄流量集中在 $277.5\text{m}^3/\text{s}$ ~ $832.5\text{m}^3/\text{s}$ ，接近于开启 1 台机。日内最大下泄流量则与各月月均下泄流量相关，6 月和 7 月分别有 63.1%和 67.5%的天数，最大下泄流量超过 $3052.5\text{m}^3/\text{s}$ ，日内最大开机机组数量不低于 5 台；9 月和 10 月分别有 60.8%、65.5%的天数日内最大下泄流量不超过 $1942.5\text{m}^3/\text{s}$ ，日内最大开启机组数不超过 3 台。

调峰强度全年较为平均，11 月~次年 6 月，日内调峰流量集中在 $832.5\text{m}^3/\text{s}$ ~

3052.5m³/s, 7 月调峰强度最大, 日内调峰流量集中在 1387.5m³/s ~ 3607.5m³/s, 8 月各调峰区间分布较为平均, 9 月~10 月调峰强度低, 日内调峰流量主要集中在 1387.5m³/s 以下。其中, 8 月~10 月, 有较多天数日内调峰流量小于 277.5m³/s, 可以认为基本不发生调峰, 6 月~8 月有较多天数调峰流量超过 3052.5m³/s, 可以认为电站达到最大调峰强度。

表 5.3.1-4 龙滩各月日内最小下泄流量分布比例统计表 单位: %

流量区间 m ³ /s	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
<277.5	26.2	29.2	20.8	25.0	12.9	10.0	7.3	8.9	12.5	24.8	29.8	28.6
277.5~832.5	70.4	68.4	73.6	62.3	69.0	70.6	75.4	81.9	76.0	65.7	56.9	64.7
832.5~1387.5	3.4	2.4	4.8	12.7	11.3	9.6	10.9	3.0	1.7	7.7	11.9	6.7
1387.5~1942.5	0.0	0.0	0.6	0.0	5.6	4.8	3.0	0.4	1.3	1.6	1.5	0.0
1942.5~2497.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.8	1.3	1.8	0.2	1.9	0.0	0.0	0.0
2497.5~3052.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	4.6	5.6	0.2	0.0	0.0
3052.5~3607.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.6	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0
>3607.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0

表 5.3.1-5 龙滩各月日内最大下泄流量分布比例统计表 单位: %

流量区间 m ³ /s	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
<277.5	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0
277.5~832.5	7.1	8.2	0.6	3.8	3.6	6.9	8.7	15.1	26.9	27.6	11.7	6.3
832.5~1387.5	7.7	13.7	8.7	10.2	10.1	8.1	4.6	9.3	21.3	19.2	22.7	15.3
1387.5~1942.5	23.2	28.3	13.9	17.5	16.1	8.5	5.4	14.1	12.7	16.1	28.1	20.2
1942.5~2497.5	21.6	21.0	29.8	16.3	20.0	13.3	13.7	13.1	16.3	9.3	21.3	22.2
2497.5~3052.5	21.2	18.1	25.0	30.8	22.8	21.0	23.2	17.3	4.8	9.7	12.3	18.5
3052.5~3607.5	15.3	8.2	20.0	19.8	21.0	23.8	25.8	22.4	8.8	8.9	4.0	13.3
>3607.5	4.0	0.0	2.0	1.7	6.5	18.3	18.5	8.7	9.4	6.7	0.0	4.2

表 5.3.1-6 龙滩各月日内调峰流量分布比例统计表 单位: %

流量区间 m ³ /s	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
<277.5	2.2	8.6	0.6	1.9	3.4	5.8	9.9	18.1	25.4	19.6	8.1	3.4
277.5~832.5	9.7	10.0	2.4	4.2	9.9	9.4	3.6	8.5	24.2	27.0	24.4	10.1
832.5~1387.5	23.2	24.3	16.7	24.4	20.0	14.2	8.7	15.9	16.3	18.8	29.8	23.2

流量区间 m ³ /s	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1387.5~1942.5	17.7	29.9	27.2	19.2	23.4	13.8	13.9	12.3	13.1	9.1	15.4	21.4
1942.5~2497.5	23.0	16.4	28.6	27.1	18.8	22.1	20.4	14.3	10.4	9.9	16.5	24.2
2497.5~3052.5	19.4	9.5	20.8	19.8	16.7	24.0	25.4	18.5	5.8	11.1	4.2	11.3
>3052.5	4.8	1.3	3.6	3.5	7.9	10.8	18.1	12.3	4.8	4.6	1.7	6.5

根据上述统计，分别选择丰水期 7 月、平水期 4 月和枯水期 12 月选择典型日分析龙滩水电站日内下泄流量变化。选取原则为，选择最大下泄流量区间、最小下泄流量区间和日内调峰流量区间均占比最大的情况，因此分别选择 2024 年 7 月 13 日、2021 年 4 月 7 日和 2018 年 12 月 4 日作为典型日。

各典型日下泄流量过程见图 5.3.1-5~5.3.1-7。龙滩水电站日内调峰时，会出现较为明显的午高峰和晚高峰，一般情况下晚高峰期间发电流量略高于午高峰期间，其余时段电站按照低流量稳定出力。鱼类繁殖期 4 月~7 月期间，日内低谷时段流量维持在 500m³/s，晚高峰流量接近 2500m³/s~3000m³/s，日内调峰流量超过 2000m³/s。

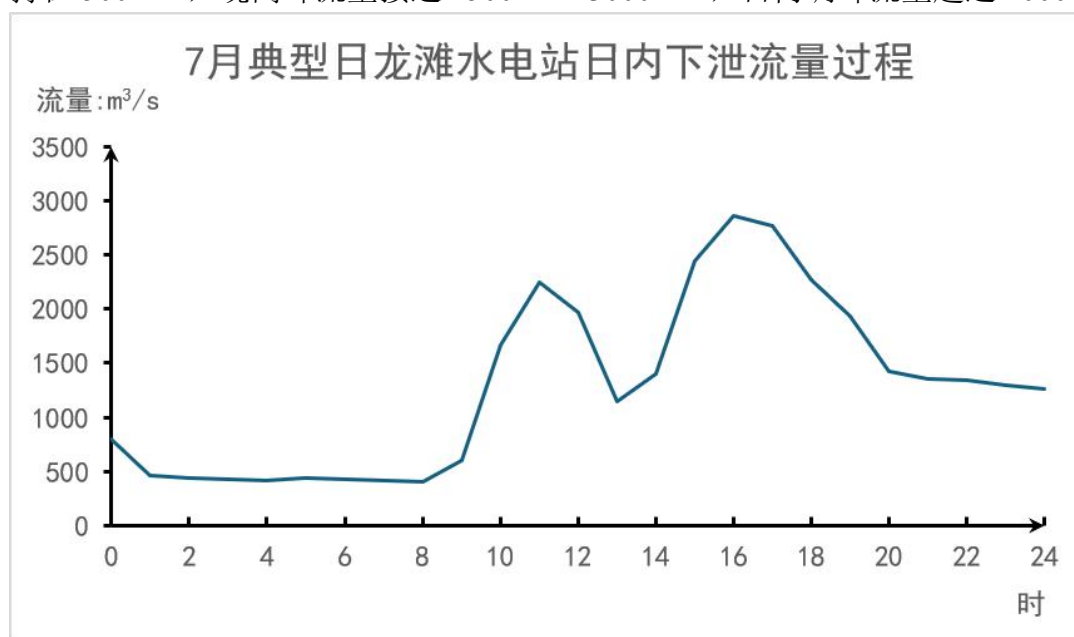


图 5.3.1-5 7 月典型日龙滩水电站日内下泄流量过程图

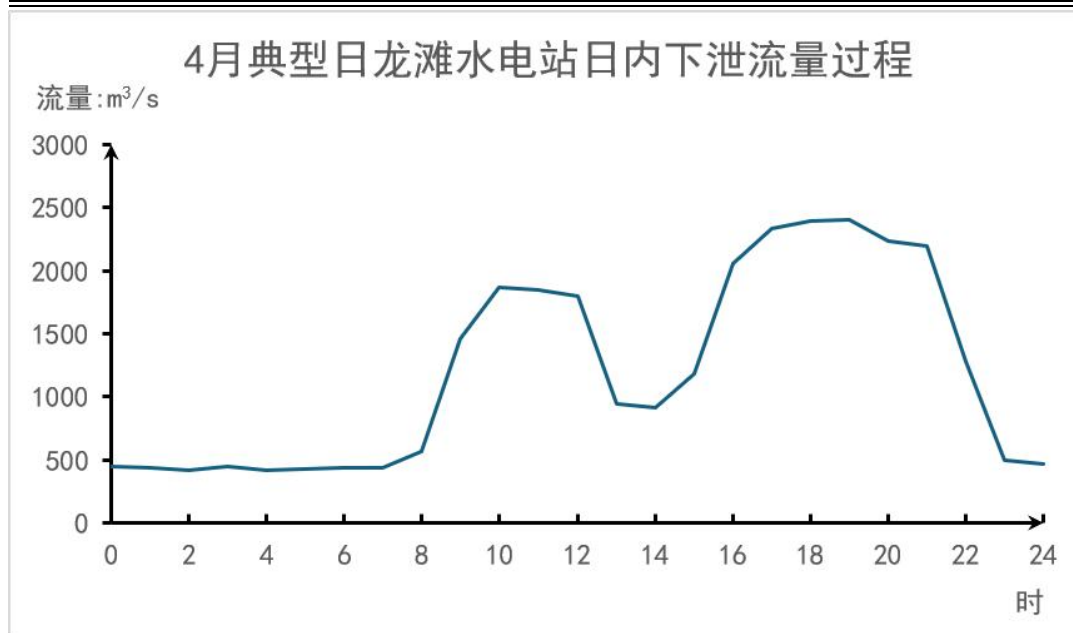


图 5.3.1-6 4 月典型日龙滩水电站日内下泄流量过程图



图 5.3.1-7 12 月典型日龙滩水电站日内下泄流量过程图

2) 库区水位变化

丰水期、平水期和枯水期典型日龙滩水电站库区日内水位变化过程见图 5.3.1-8~图 5.3.1-10，受龙滩水电站日内调峰影响，叠加龙滩上游董菁水电站和平班水电站调峰影响，龙滩水电站库区水位呈现较为明显的日内起伏变化，平水期和枯水期日内水位多次涨落。

丰水期 7 月典型日库区日内终末水位与初始水位基本持平，略有升高，库区日

内最高水位 345.77m，最低水位 345.58m，日内水位变幅 0.19m，日内整体为 1 次涨落过程；平水期 4 月典型日库区日内终末水位较初始水位略有降低，水位整体逐渐降低，库区日内最高水位 340.63m，最低水位 340.29m，日内水位变幅 0.34m，日内涨落次数 3 次；枯水期 12 月典型日库区日内水位过程与 4 月趋势一致，终末水位较初始水位略有降低，水位整体逐渐降低，库区日内最高水位 360.76m，最低水位 360.51m，日内水位变幅 0.25m，日内涨落次数 3 次。

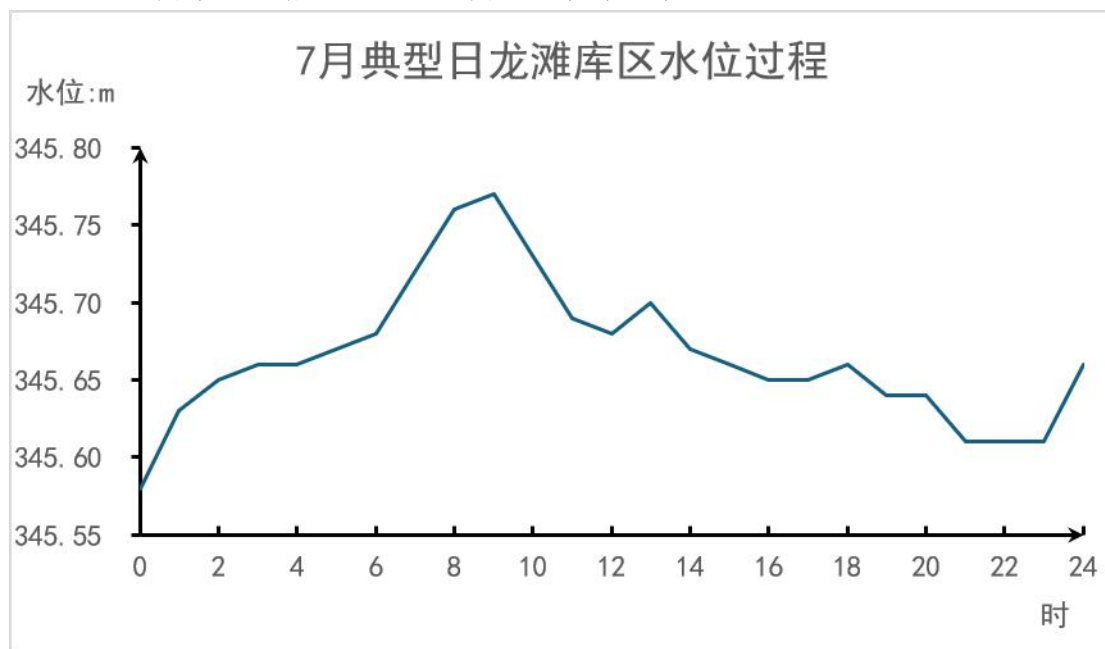


图 5.3.1-8 7 月典型日龙滩水电站库区水位过程图

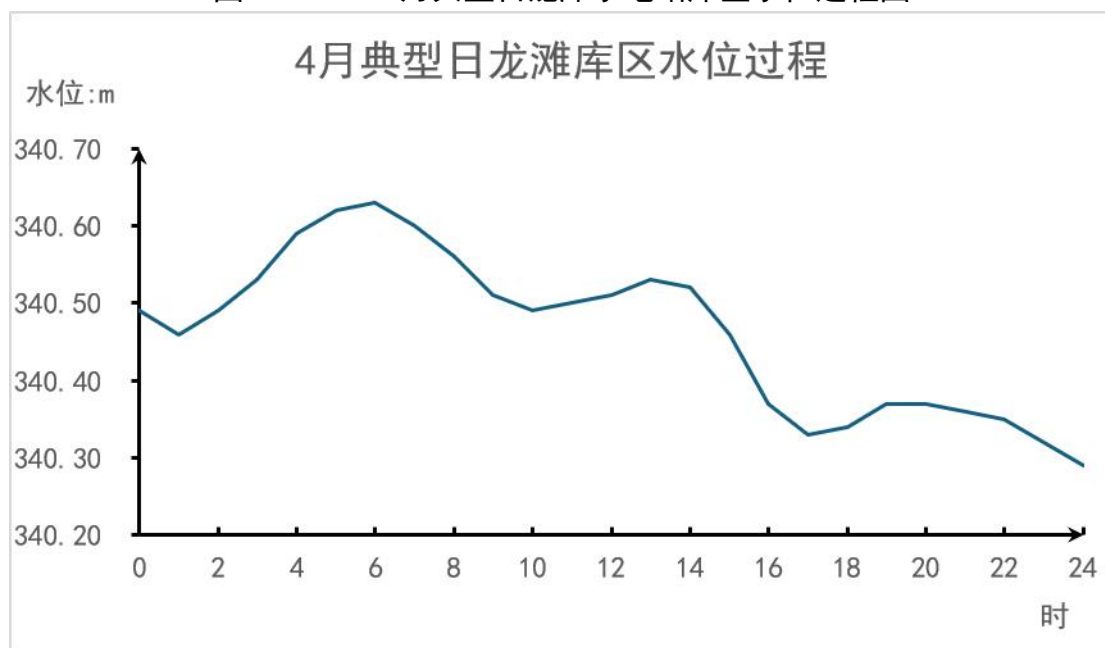


图 5.3.1-9 4 月典型日龙滩水电站库区水位过程图

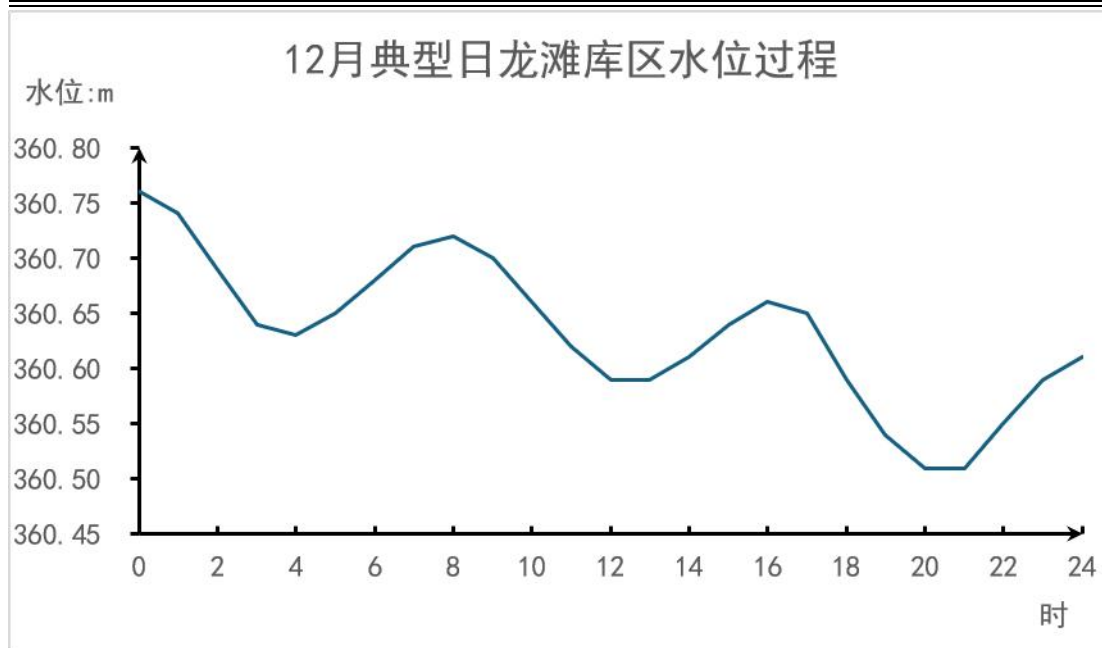


图 5.3.1-10 12 月典型日龙滩水电站库区水位过程图

3) 坝下水位变化

丰水期、平水期和枯水期典型日坝下天峨水文站日内水位变化过程见图 5.3.1-11~图 5.3.1-13，可以看出岩滩水电站日内水位变幅较小，天峨水文站随龙滩水电站下泄流量变化，同步出现较为明显的水位变化。

丰水期 7 月典型日，龙滩最大下泄流量 $2860\text{m}^3/\text{s}$ ，最小下泄流量 $400\text{m}^3/\text{s}$ ，日内流量变幅 $2460\text{m}^3/\text{s}$ ；岩滩库区坝前最高水位 219.72m ，最低水位 219.29m ，日内水位变幅 0.43m ；天峨水文站最高水位 223.43m ，最低水位 220.16m ，日内水位变幅 3.27m 。

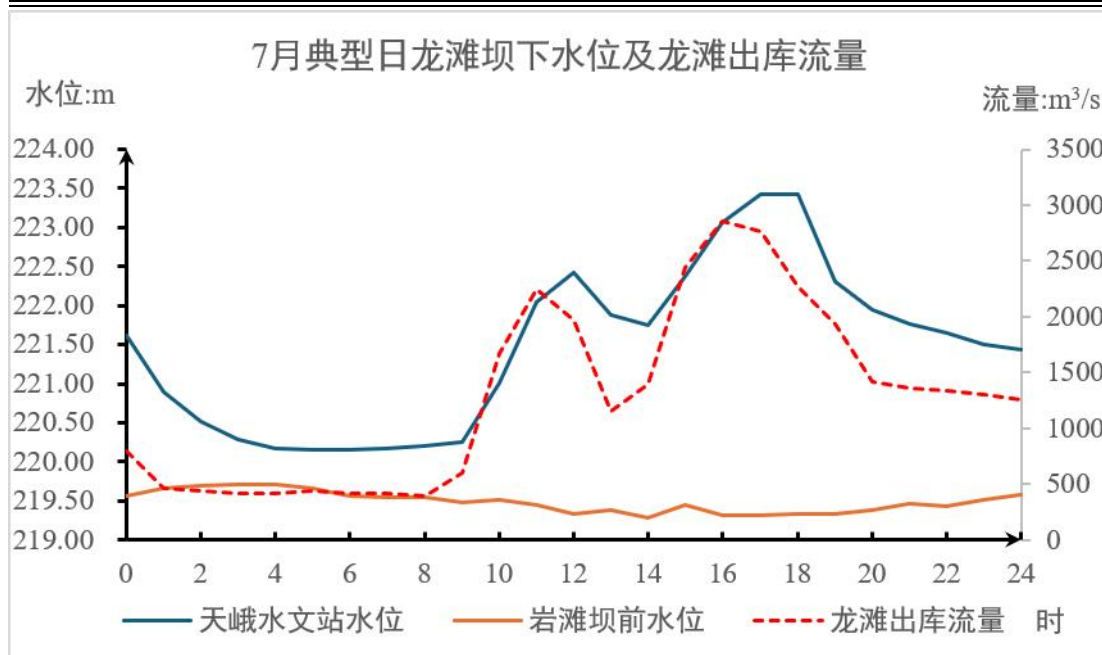


图 5.3.1-11 7 月典型日龙滩坝下水位及龙滩出库流量变化图

平水期 4 月典型日，龙滩最大下泄流量 $2410\text{m}^3/\text{s}$ ，最小下泄流量 $413\text{m}^3/\text{s}$ ，日内流量变幅 $1997\text{m}^3/\text{s}$ ；岩滩库区坝前最高水位 220.91m ，最低水位 220.56m ，日内水位变幅 0.35m ；天峨水文站最高水位 223.63m ，最低水位 221.12m ，日内水位变幅 2.51m 。

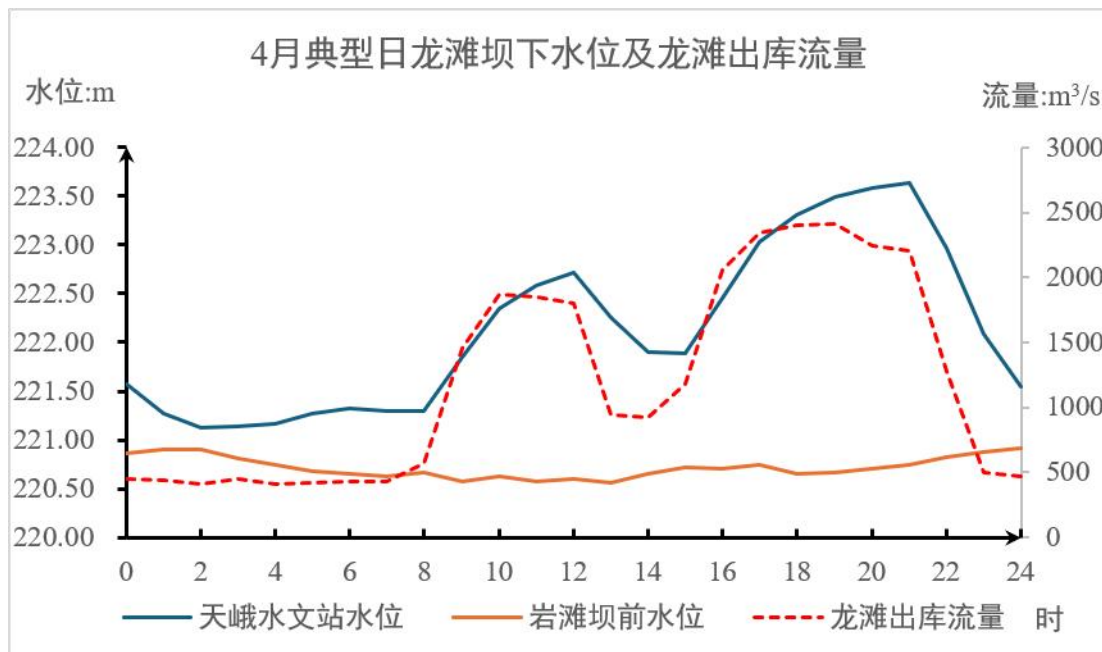


图 5.3.1-12 4 月典型日龙滩坝下水位及龙滩出库流量变化图

枯水期 12 月典型日，龙滩最大下泄流量 $1470\text{m}^3/\text{s}$ ，最小下泄流量 $794\text{m}^3/\text{s}$ ，日内流量变幅 $676\text{m}^3/\text{s}$ ；岩滩库区坝前最高水位 221.41m ，最低水位 221.21m ，日内水

位变幅 0.20m；天峨水文站最高水位 222.57m，最低水位 221.92m，日内水位变幅 0.65m。

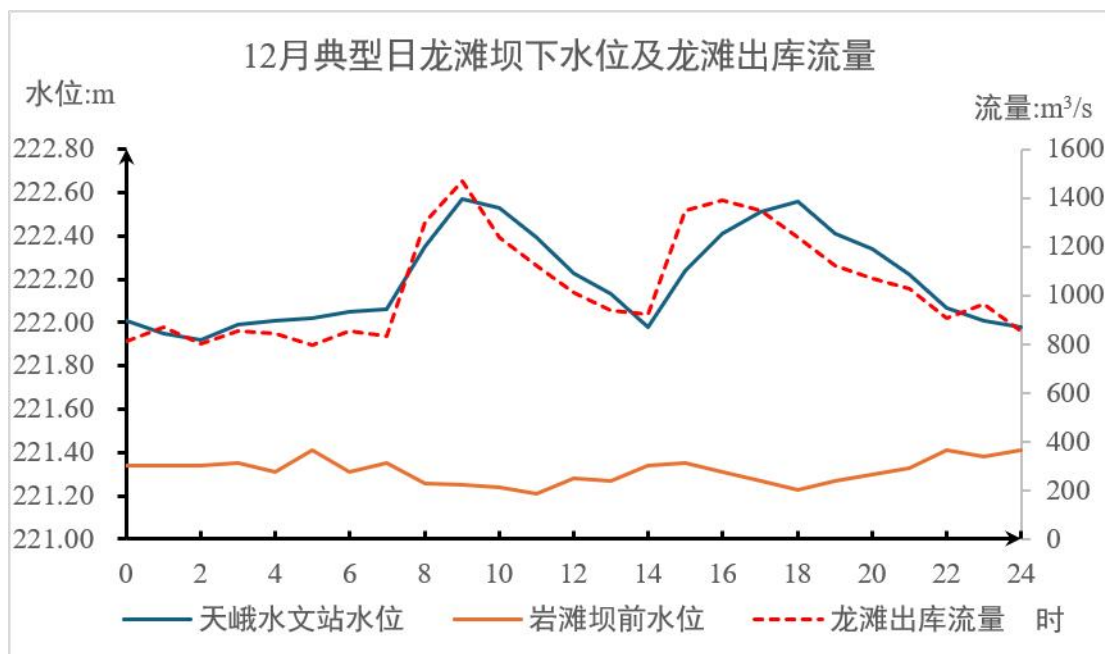


图 5.3.1-13 12 月典型日龙滩坝下水位及龙滩出库流量变化图

综合上述分析，龙滩坝下河段日内水位主要受龙滩水电站下泄流量变化影响，岩滩库尾天峨水文站断面水位日内变化过程与龙滩水电站出库流量变化过程高度一致，呈现较为明显的午高峰和晚高峰，日内水位变幅与日内流量变幅呈正相关关系。鱼类繁殖期 4 月~7 月期间，龙滩水电站日内调峰明显，且岩滩库区水位处于年内最低水平，因此龙滩坝下河段日内水位变幅较大，多数情况下超过了 2.5m。

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 ，大大减轻了下流梯级水库的淤积负担，将有利于下游水库运行。

d) 水文影响效益分析

1) 蓄丰济枯效益

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改革开放后经济高速发展，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，需要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通知，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任务，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 2024 年年末的枯水期(12 月~次年 3 月)，龙滩水库累计入库水量为 1450.1 亿 m^3 ，累计出库水量 2009.4 亿 m^3 ，枯水期年均补水 33.30 亿 m^3 ，平均补水流量 320.5 m^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。

e) 小结

龙滩水电站运行以来，对坝址上下游水文情势产生了显著的时空重塑影响。

在年调节层面，水库发挥“蓄丰补枯”功能，年内径流分配发生明显变化。平枯水期(11月~次年4月)下泄径流较天然入库增加 49.7 亿 m^3 ，丰水期(5月~10月)蓄减径流 65.1 亿 m^3 ，入库径流丰枯比由 7:3 调整为出库的 5.5:4.5，年内分配趋于均匀。库区水位年际变幅较大，最高可达 374.79m，最低运行水位 329.74m，丰水期蓄水抬高，枯水期消落降低。坝下天峨水文站月均水位较为稳定，水位受岩滩水库顶托与龙滩出流双重控制，其中岩滩库区运行水位为主导因素，龙滩下泄流量为次要因素。

在日调节层面，电站调峰运行导致日内流量剧烈波动，坝下不稳定流影响明显。大部分时段日内最小流量维持在 277.5~832.5 m^3/s (约 1 台机开启流量)，最大流量则随季节变化，6~7 月调峰强度最高(最大流量多超过 3052.5 m^3/s ，对应 5 台以上机组开启流量)，9~10 月调峰强度较低。典型日分析表明，日内流量呈现明显的午、晚双峰特征，鱼类繁殖期(4~7 月)大部分天数调峰流量超过 2000 m^3/s ，下游天峨水文站日内水位变幅可达 2.5m~3.3m，且水位过程与出库流量高度同步。库区日内水位变幅较小(0.19m~0.34m)，主要受上游电站叠加影响。

泥沙方面，水库拦沙效果显著，坝下天峨站含沙量由建库前的 0.42 kg/m^3 降至 0.01 kg/m^3 ，有效减轻下游梯级淤积负担。

效益层面，龙滩电站作为红水河龙头梯级，其 60%的调节库容占比使其在“蓄丰济枯”和“压咸补淡”中发挥关键作用，枯水期年均补水 33.30 亿 m^3 ，有力保障了珠江三角洲及澳门、珠海等地的供水安全。

5.3.1.2 水温影响回顾

a) 资料参考与收集

1) 收集了 2011 年 11 月至 2012 年 12 月贵阳院组织进行的水温监测成果，参考了其 2013 年编制完成的《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》专题。

2) 收集了 2007—2023 年天峨、都安、迁江、武宣等水文站的水温监测日均数据。

3) 参考了 2014 年《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》的相关成果。

b) 流域水电开发前和后河道水温

收集到流域水电开发前(1963 年~1985 年)坝址下游天峨、都安、迁江、武宣水文站多年平均水温监测数据。天峨站最高月平均水温为 25.1℃, 出现在 7、8 月, 最高旬平均水温为 25.2℃, 出现在 7 月中旬; 都安站最高月平均水温为 26.1℃, 出现在 8 月, 最高旬平均水温为 26.2℃, 出现在 8 月上旬; 迁江站最高月平均水温为 26.2℃, 出现在 8 月, 最高旬平均水温为 26.3℃, 出现在 8 月中旬; 武宣站最高月平均水温为 27.2℃, 出现在 8 月, 最高旬平均水温为 27.2℃, 出现在 8 月上旬。红水河干流河段上游全年平均水温比下游全年平均水温低, 变化的主要原因主要是上下游的气温不同, 上游气温较下游低, 因而水温也相对低。

表 5.3.1-7 流域水电开发前各水文站多年平均水温数据

站址	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
天峨	14.3	15.4	18.1	21.7	23.9	24.3	25.1	25.1	24.7	22.2	19.5	15.9
都安	14.6	15.1	17.9	21.6	24.1	24.8	25.8	26.1	25.3	23.1	20.2	16.9
迁江	14.8	15.1	17.7	21.3	24.1	24.9	25.6	26.2	25.5	23.4	20.6	17.4
武宣	14.0	13.8	16.2	20.4	23.9	25.6	26.8	27.2	26.5	24.2	20.8	16.8

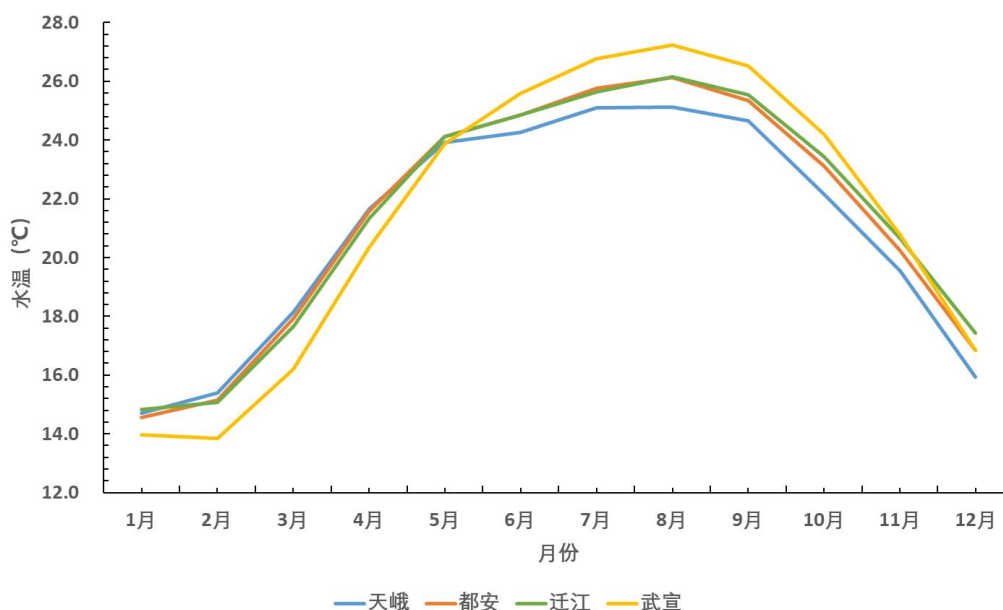


图 5.3.1-14 流域水电开发前天然河道水温时空变化图

龙滩水电站建成后，下游天峨、都安、迁江、武宣等水文站 2007 年~2023 年的水温观测资料显示，天峨站最高月平均水温为 24.0℃，出现在 9 月，最高旬平均水温为 24.0℃，出现在 8 月下旬；都安站最高月平均水温为 25.7℃，出现在 9 月，最高旬平均水温为 25.8℃，出现在 9 月上旬；迁江站最高月平均水温为 26.1℃，出现在 9 月，最高旬平均水温为 26.2℃，出现在 8 月下旬；武宣站最高月平均水温为 27.6℃，出现在 8 月，最高旬平均水温为 27.8℃，出现在 8 月下旬。干流水温受到了一定的影响，天峨站、都安站、迁江站最高水温均出现下降，且最高水温出现月份推迟约一个月，但总体仍保持着上游全年平均水温比下游全年平均水温低的特点，与气温年内变化趋势相同。

表 5.3.1-8 龙滩建库后各水文站多年平均水温数据

站址	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
天峨	18.2	16.9	16.7	17.5	19.6	21.7	23.0	23.8	24.0	23.6	22.6	20.6
都安	18.1	17.2	17.6	18.9	20.9	23.0	24.3	25.4	25.7	24.7	23.0	20.4
迁江	18.0	17.2	17.8	19.2	21.5	23.5	24.7	25.9	26.1	25.0	23.1	20.4
武宣	16.8	16.1	17.3	19.9	23.2	25.0	26.4	27.6	27.4	25.5	22.7	19.4

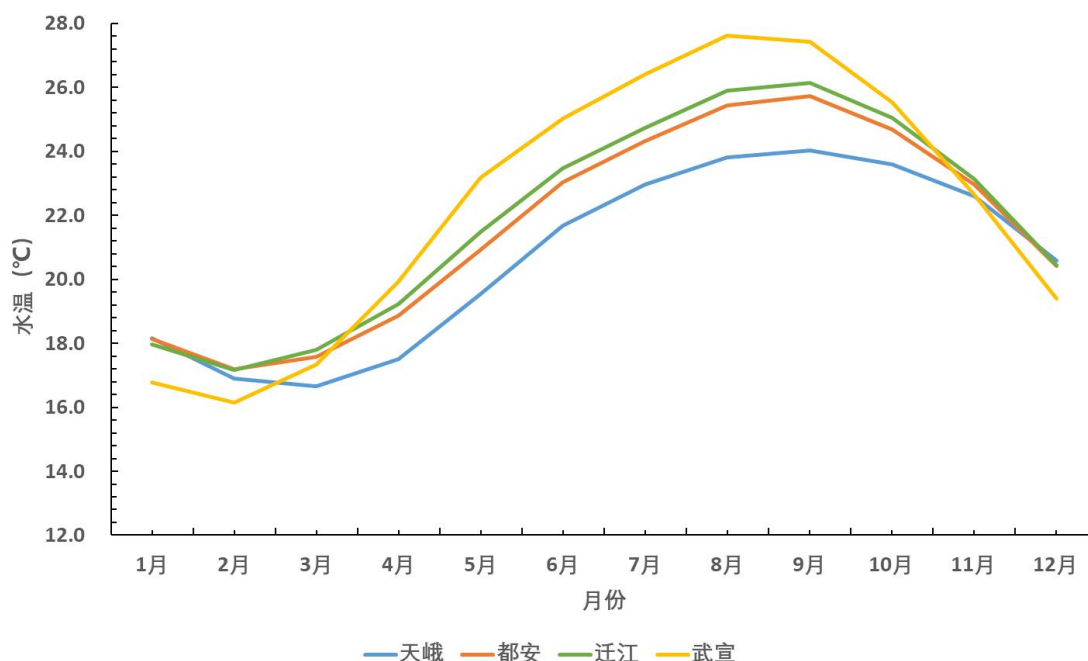


图 5.3.1-15 龙滩建库后天然河道水温时空变化图

c) 龙滩库区水温影响分析

1) 出入库水温变化

(1) 龙滩水电站入库水温

根据我院 2023 年在龙滩库尾布置班(南盘江)、董箐(北盘江)、桑郎(红水河)、雷公滩(蒙江)、仙人桥(布柳河)、牙舟(曹渡河)6 个入库水温监测站监测数据分析可知: 平班站最高月平均水温为 23.7℃, 出现在 8 月, 最高旬平均水温为 23.8℃, 出现在 8 月上旬; 董箐站最高月平均水温为 24.1℃, 出现在 9 月, 最高旬平均水温为 24.3℃, 出现在 9 月下旬; 桑郎站最高月平均水温为 22.8℃, 出现在 8 月, 最高旬平均水温为 22.8℃, 出现在 7 月下旬; 雷公滩站最高月平均水温为 23.7℃, 出现在 8 月, 最高旬平均水温为 23.8℃, 出现在 7 月下旬; 仙人桥站最高月平均水温为 25.1℃, 出现在 9 月, 最高旬平均水温为 25.4℃, 出现在 9 月中旬; 牙舟站最高月平均水温为 24.7℃, 出现在 9 月, 最高旬平均水温为 24.9℃, 出现在 9 月中旬。入库水温最高月平均水温为 25.1℃, 最低月平均水温为 13.4℃, 全年最大波动为 11.7℃。

表 5.3.1-9 龙滩入库水温多年平均监测数据

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平班	17.3	16.8	17.1	18.4	20.2	21.9	23.5	23.7	22.9	22.3	20.9	17.8
董箐	16.4	15.9	17.7	19.0	20.5	21.2	23.4	23.3	24.1	22.5	20.3	17.4
桑郎	14.8	14.1	15.4	18.4	20.4	20.8	22.4	22.8	22.6	20.9	18.7	15.8
雷公滩	17.0	15.5	14.9	17.0	19.8	20.9	23.3	23.7	23.5	22.5	20.9	17.7
仙人桥	14.8	16.0	17.7	19.9	21.0	22.7	24.8	24.6	25.1	22.5	19.4	15.9
牙舟	13.6	13.4	15.4	18.0	19.7	20.1	22.0	24.1	24.7	21.9	18.7	14.7

表 5.3.1-10 龙滩入库水温多年旬平均监测数据

日期		平班	董箐	桑郎	雷公滩	仙人桥	牙舟
1	上旬	17.4	16.6	15.0	17.2	14.7	13.8
	中旬	17.4	16.5	14.8	17.1	14.7	13.7
	下旬	17.2	16.1	14.5	16.7	14.9	13.5
2	上旬	17.0	15.8	14.2	16.0	15.5	13.2
	中旬	16.8	15.8	14.1	15.4	16.0	13.3
	下旬	16.8	16.2	14.2	15.0	16.5	13.7

表 5.3.1-10(续)

日期		平班	董箐	桑郎	雷公滩	仙人桥	牙舟
3	上旬	16.9	17.0	14.6	14.7	17.0	14.5
	中旬	17.1	17.7	15.2	14.7	17.6	15.4
	下旬	17.4	18.2	16.2	15.2	18.4	16.3
4	上旬	17.8	18.5	17.4	16.0	19.3	17.2
	中旬	18.3	18.9	18.5	17.0	20.0	18.1
	下旬	18.9	19.5	19.3	18.0	20.4	18.8
5	上旬	19.6	20.1	20.0	19.1	20.7	19.4
	中旬	20.2	20.6	20.5	19.9	20.9	19.8
	下旬	20.8	20.8	20.6	20.3	21.4	19.9
6	上旬	21.3	20.8	20.5	20.4	21.9	19.8
	中旬	21.9	21.1	20.7	20.8	22.6	19.9
	下旬	22.5	21.8	21.2	21.5	23.5	20.4
7	上旬	23.1	22.9	21.9	22.6	24.4	21.2
	中旬	23.6	23.5	22.5	23.4	25.0	22.0
	下旬	23.8	23.7	22.8	23.8	25.0	22.8
8	上旬	23.8	23.3	22.8	23.7	24.6	23.5
	中旬	23.7	23.2	22.8	23.6	24.4	24.1
	下旬	23.5	23.5	22.8	23.6	24.7	24.6
9	上旬	23.1	24.1	22.8	23.7	25.3	25.0
	中旬	22.8	24.3	22.6	23.6	25.4	24.9
	下旬	22.7	24.0	22.2	23.3	24.8	24.2
10	上旬	22.6	23.3	21.6	22.9	23.6	23.0
	中旬	22.4	22.5	21.0	22.5	22.5	21.9
	下旬	22.1	21.8	20.3	22.2	21.4	20.9
11	上旬	21.7	21.1	19.6	21.8	20.5	19.9
	中旬	21.0	20.3	18.8	21.1	19.5	18.8
	下旬	19.9	19.3	17.7	19.9	18.3	17.4

表 5.3.1-10(续)

日期	平班	董箐	桑郎	雷公滩	仙人桥	牙舟
12 月上旬	18.6	18.1	16.6	18.5	16.9	15.7
12 月中旬	17.7	17.3	15.7	17.5	15.8	14.5
12 月下旬	17.3	16.8	15.2	17.1	15.0	13.9

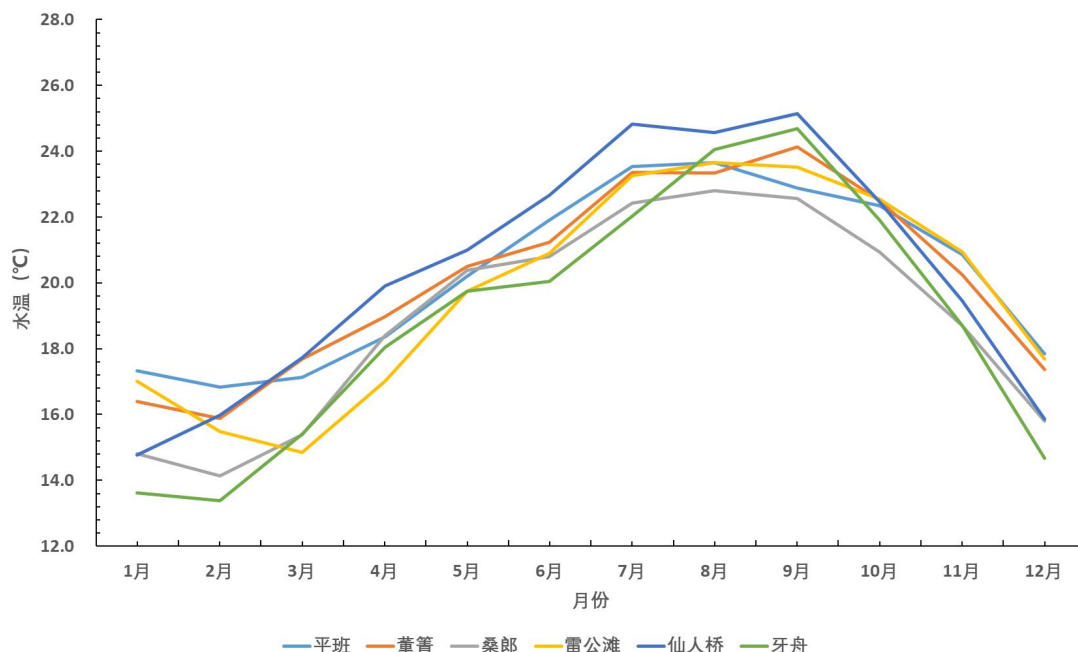


图 5.3.1-16 龙滩入库水温多年平均监测数据

(2) 出入库水温对比

根据龙滩各入库支流径流量及流域控制面积，对各入库站点水温数据进行复合加权，得到龙滩入库加权水温，对比同期坝下水温(2023 年-2025 年)监测数据。出库水温在 2 月-7 月低于入库水温，其中 2 月降幅最大约为-1.9℃，2 月中旬降幅最大约为-2.4℃；在 8 月-次年 1 月高于入库水温，其中 11 月增幅最大约为 2.6℃，11 月中旬增幅最大约为 2.7℃。龙滩水电站存在春夏季下泄低温水、秋冬季下泄高温水现象。

表 5.3.1-11 龙滩入库加权水温及坝下水温月均值

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
入库加权水温	17.1	16.5	18.3	20.0	21.8	22.5	23.4	23.5	23.5	22.4	20.7	17.7
同期坝下水温 (2023 年-2025 年)	19.2	14.6	17.8	19.2	20.5	21.5	22.6	23.5	24.1	23.6	23.3	19.8
水温影响	2.1	-1.9	-0.5	-0.8	-1.3	-1.0	-0.8	0.0	0.6	1.2	2.6	2.1

表 5.3.1-12 龙滩入库加权水温及坝下水温旬均值

日期		入库加权水温	同期坝下水温 (2023 年-2025 年)	水温影响
1	上旬	20.0	17.2	2.8
	中旬	19.7	17.1	2.6
	下旬	18.0	16.9	1.2
2	上旬	15.3	16.4	-1.2
	中旬	14.0	16.4	-2.4
	下旬	14.5	16.8	-2.3
3	上旬	16.4	17.6	-1.2
	中旬	18.0	18.3	-0.3
	下旬	18.9	18.9	-0.1
4	上旬	19.0	19.4	-0.4
	中旬	19.1	20.0	-0.8
	下旬	19.5	20.6	-1.1
5	上旬	20.0	21.3	-1.3
	中旬	20.5	21.9	-1.3
	下旬	20.9	22.2	-1.3
6	上旬	21.2	22.3	-1.1
	中旬	21.5	22.5	-1.0
	下旬	21.8	22.8	-1.0
7	上旬	22.2	23.2	-1.0
	中旬	22.6	23.5	-0.9
	下旬	22.9	23.6	-0.7
8	上旬	23.2	23.5	-0.3
	中旬	23.5	23.5	0.0
	下旬	23.8	23.5	0.3
9	上旬	24.1	23.6	0.5
	中旬	24.2	23.6	0.6
	下旬	24.0	23.3	0.7
10	上旬	23.7	22.9	0.8
	中旬	23.5	22.4	1.1
	下旬	23.6	22.0	1.6

表 5.3.1-12(续)

日期		入库加权水温	同期坝下水温 (2023 年-2025 年)	水温影响
11	上旬	23.9	21.5	2.4
	中旬	23.6	20.8	2.7
	下旬	22.4	19.8	2.6
12	上旬	20.6	18.5	2.1
	中旬	19.5	17.6	1.9
	下旬	19.3	17.2	2.2

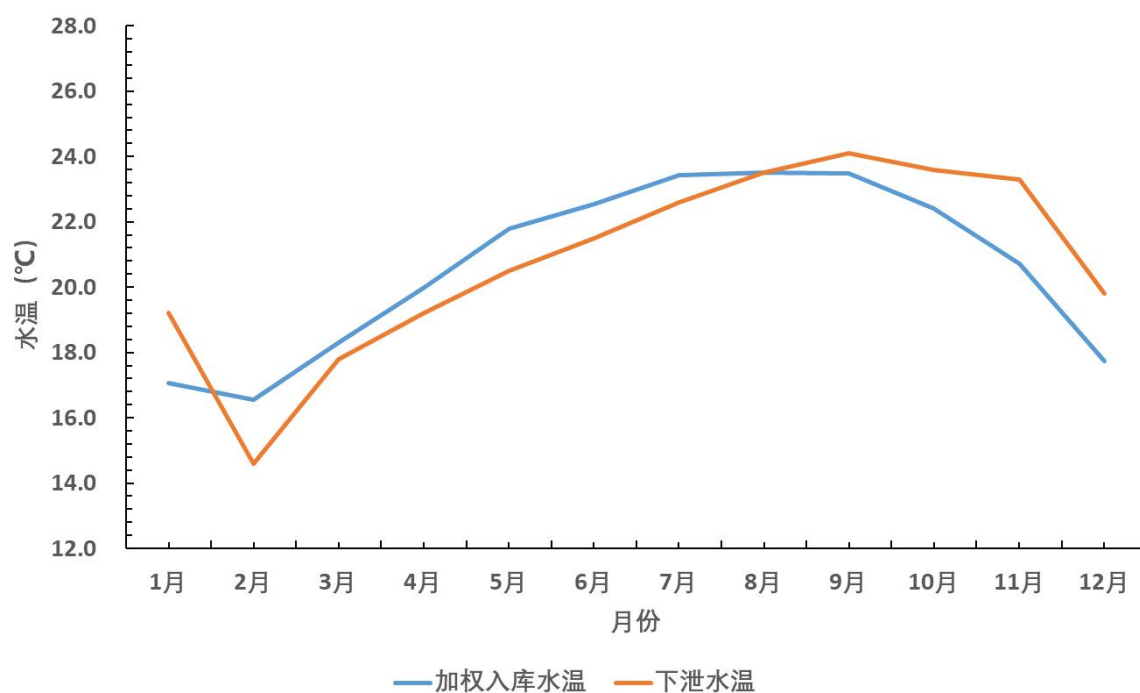


图 5.3.1-17 龙滩出入库水温对比

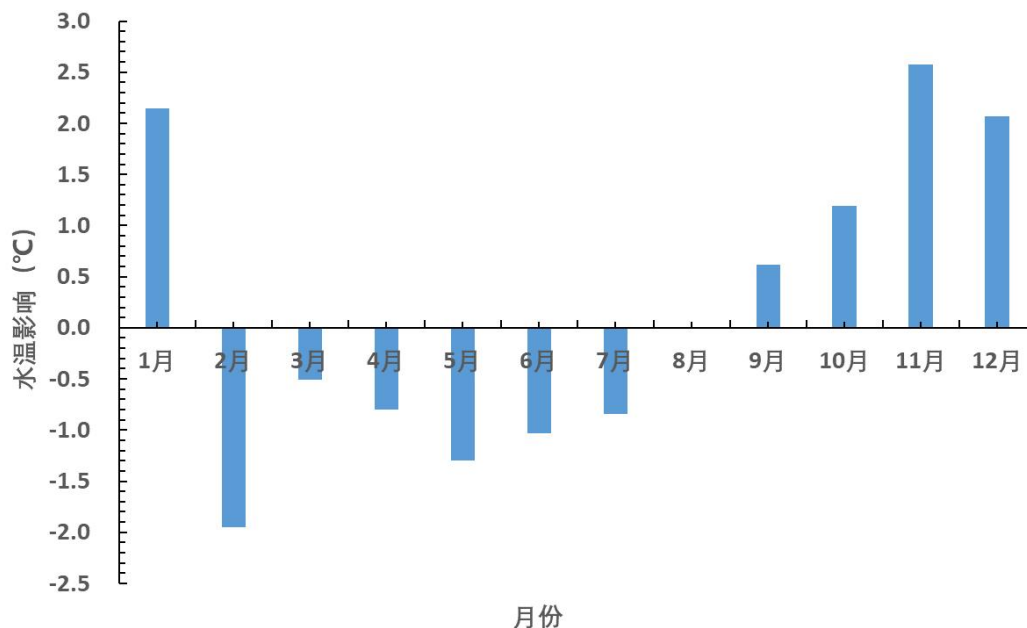


图 5.3.1-18 龙滩出入库水温影响

2) 坝前水温分布规律分析

本部分内容部分参考了 2013 年贵阳院编制完成的《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》专题报告，并结合坝前水温监测成果进行了分析。

(1) 坝前水温分布

为了解坝前水体三维水温分布规律，贵阳院 2011~2012 年在坝前水体加密对进水口前温度场进行观测。龙滩水电站坝前水面宽度约 1000m，水库进水口宽度约 260m。由于进水口出流速很大，考虑安全因素，在取水口上游布置 4 条垂线进行观测(BQ1~BQ4)。此外，为观测坝前红水河主河道水温分布，在进水口中心线 300m 外设置 3 个断面(BQ5~BQ7)。坝前观测垂线位置分布见图 5.3.1-19。

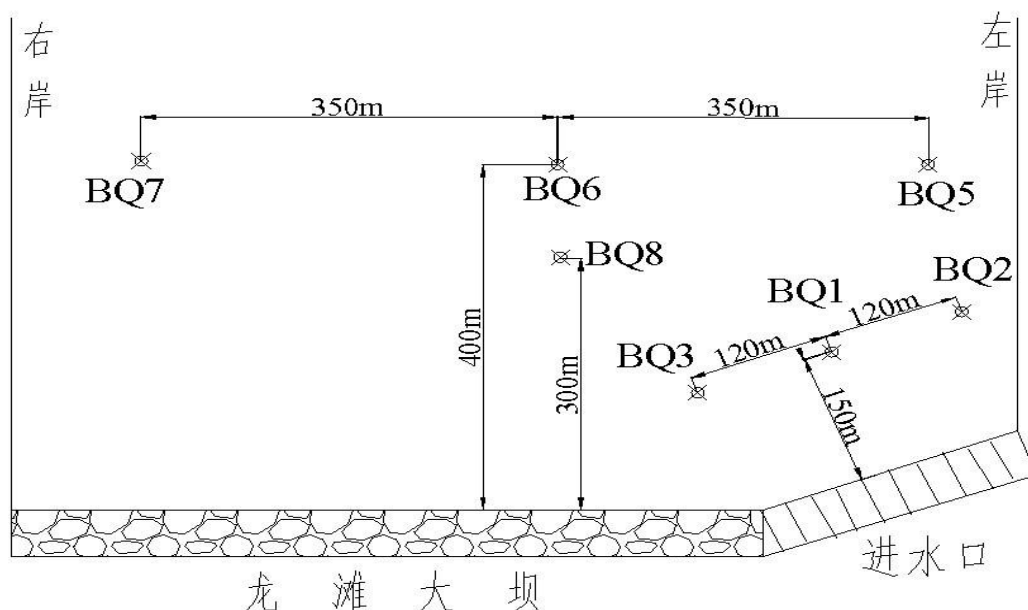
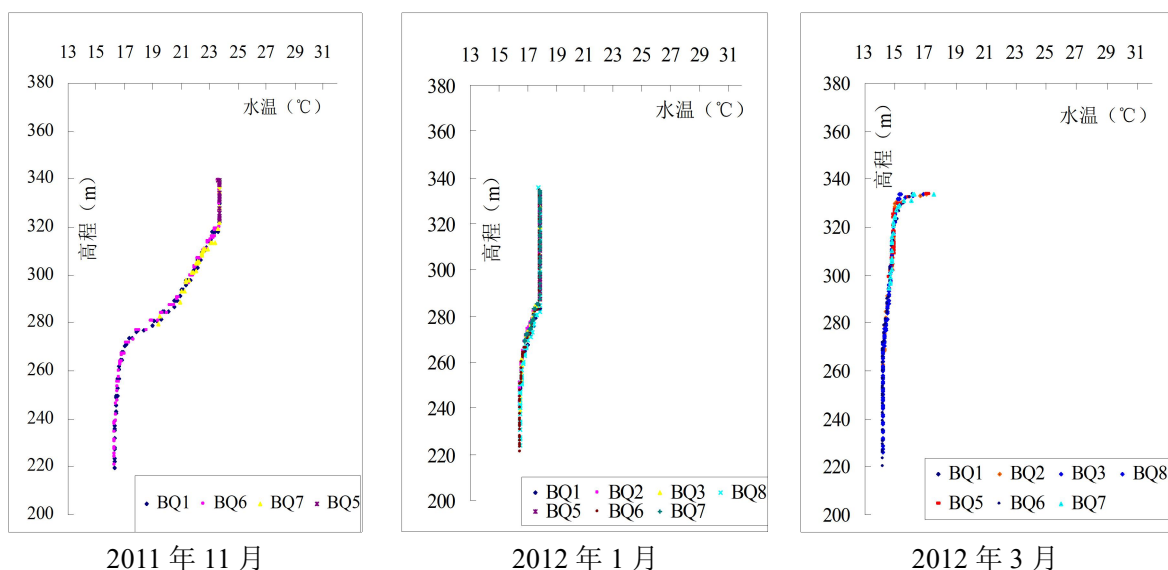


图 5.3.1-19 龙滩坝前实测水温垂线位置分布示意图

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，门槛高程为 305.0m，引水管径为 8.7m～10.0m。图 5.3.1-7 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℃。



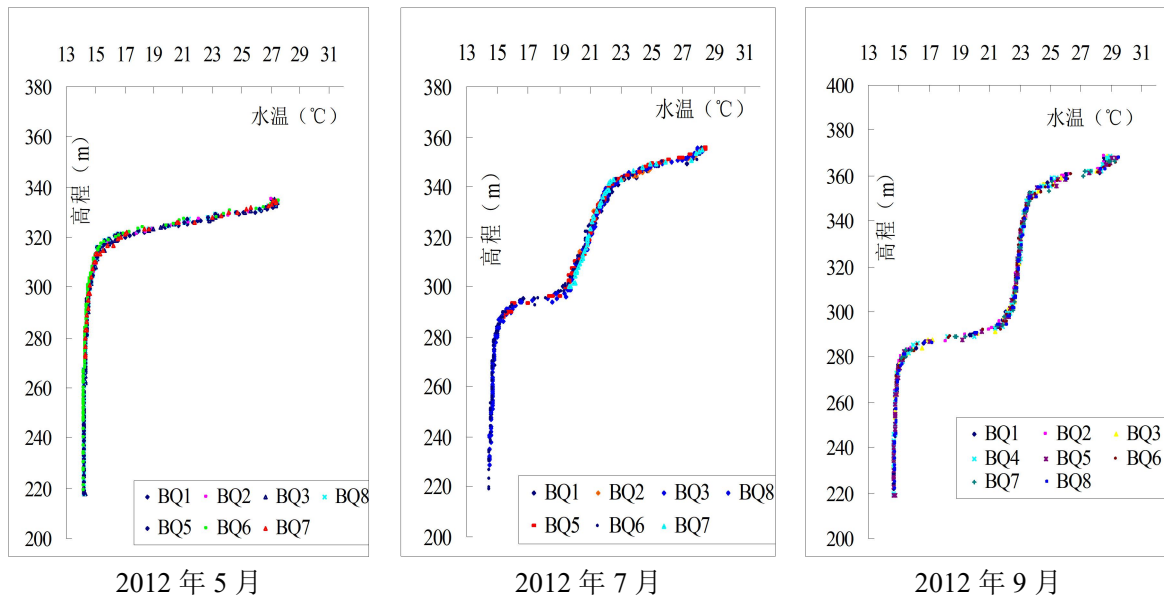
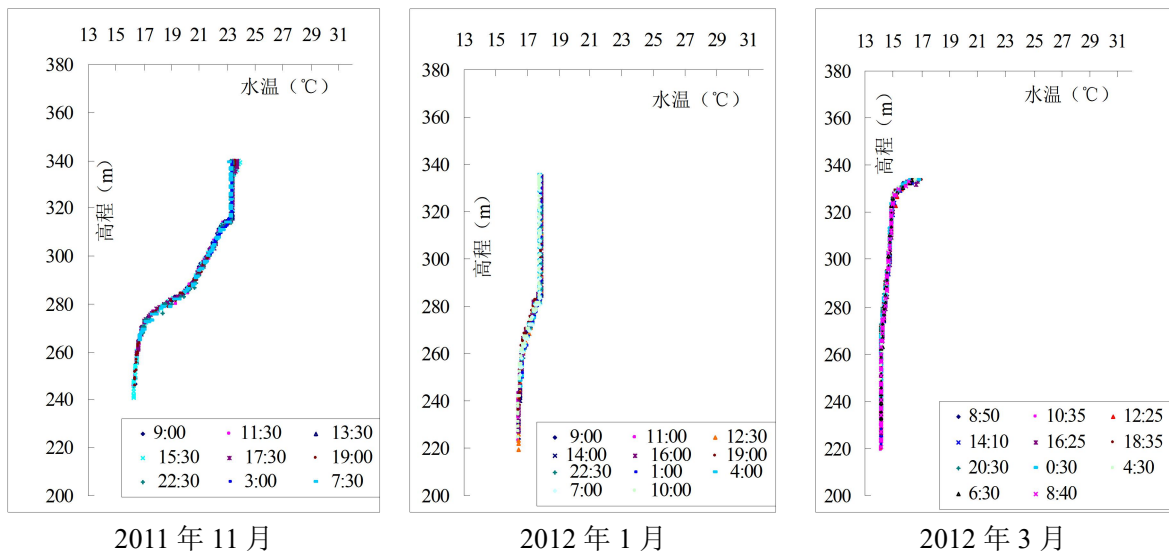


图 5.3.1-20 龙滩坝前水温分布图

(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 5.3.1-8 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。



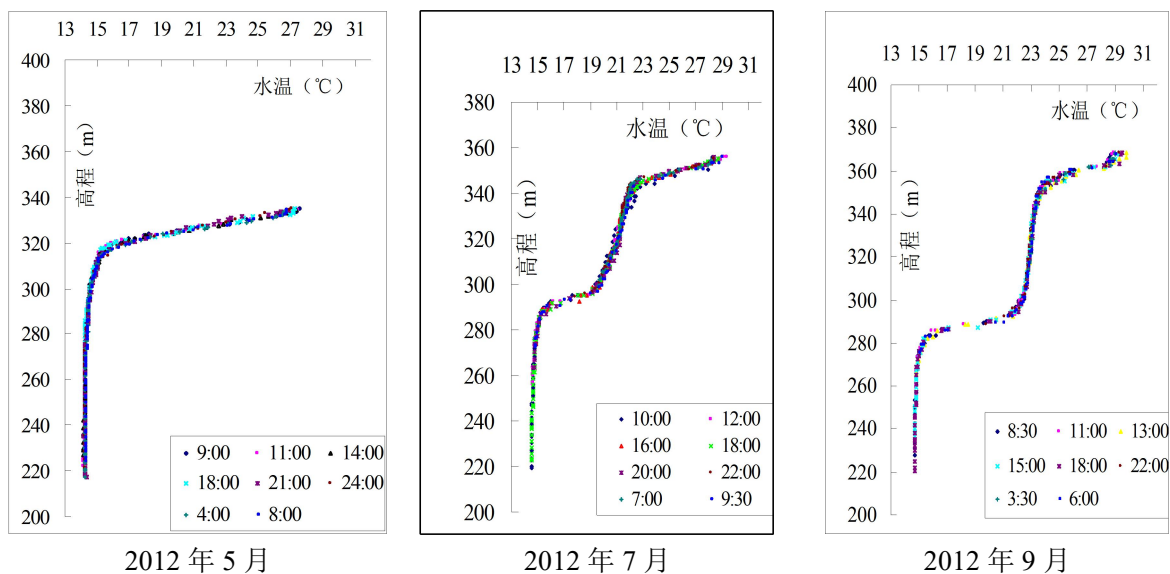
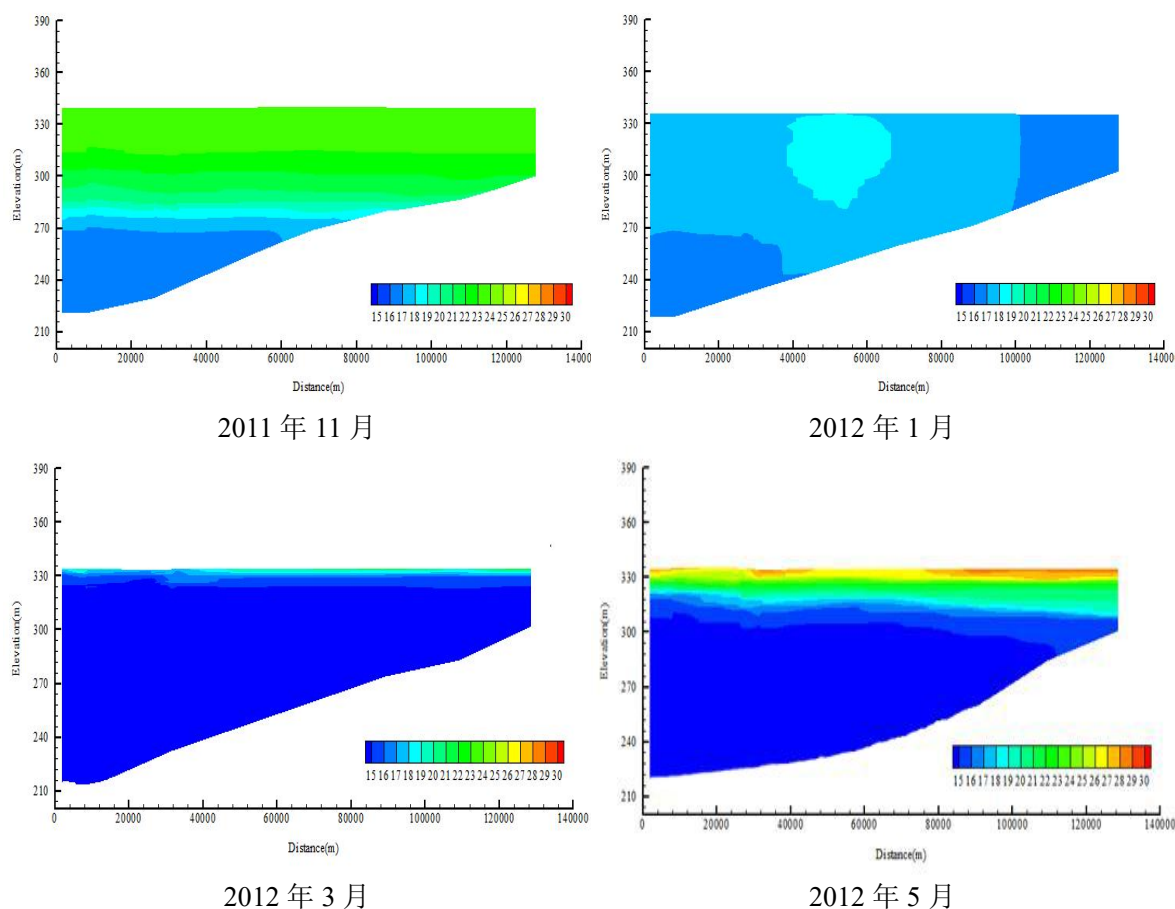


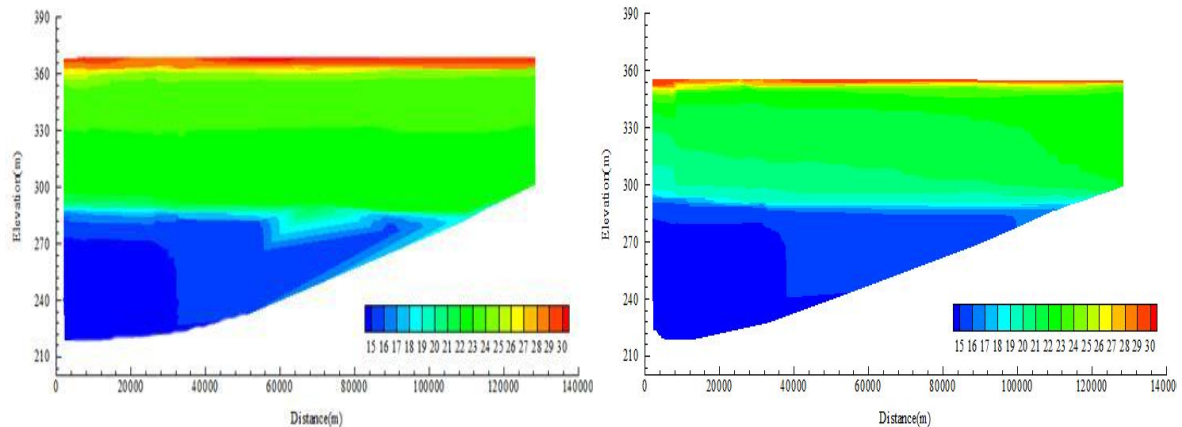
图 5.3.1-21 龙滩坝前水温日内变化图

3) 库区水温时空分布变化分析

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-

9。





2012 年 7 月

2012 年 9 月

图 5.3.1-22 龙滩水库红水河干流库区水温分布

由图 5.3.1-22 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。

4) 2011～2012 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。

(3) 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°C ~ 16.5°C 范围内, 其中 1 月最高, 3 月与 5 月最低。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°C 。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°C ~ 14.8°C 之间, 5 月水下 40m(高程 295m)至库底为滞温层, 水温约 14.2°C 。7 月水下 70m(高程 286m)至库底为温度约 14.6°C 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°C 。

(4) 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°C 至 16.4°C 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°C 。其余各期坝前库底水温都稳定在 14.2°C ~ 14.8°C 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°C 出现在 2012 年 7 月, 最低只有 14.6°C , 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 5.3.1-23。

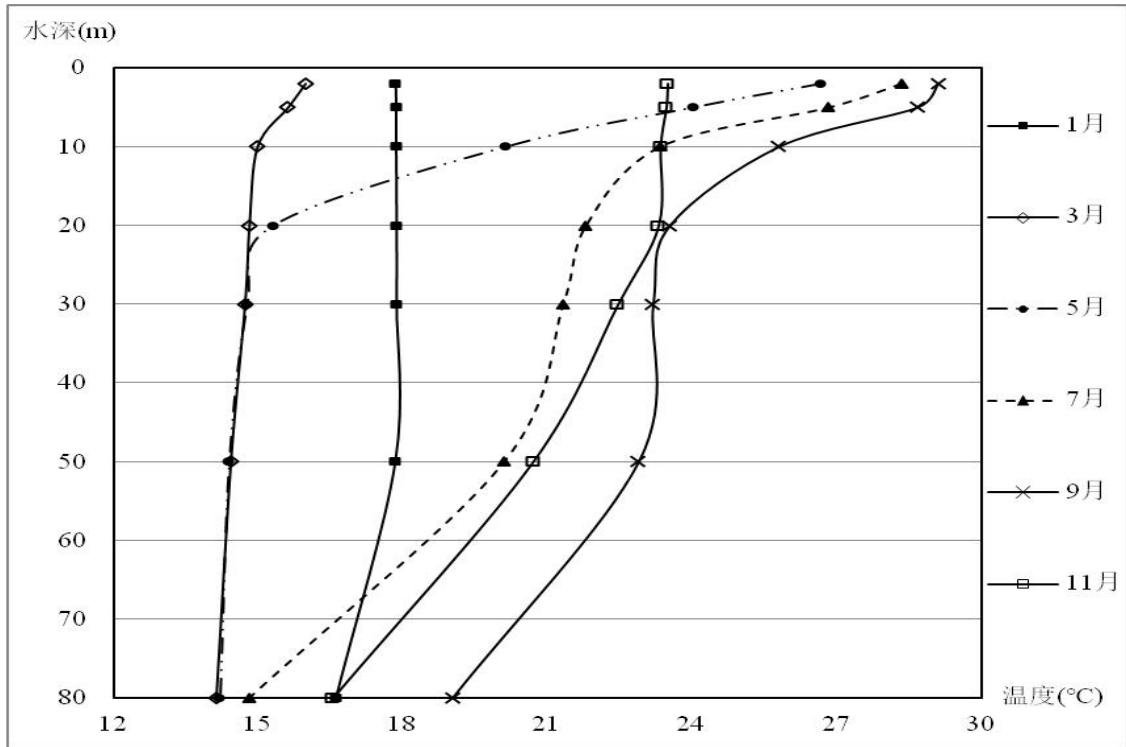


图 5.3.1-23 2011 年 11 月~2012 年 9 月龙滩水库垂向水温分布图

5) 2024~2026 年垂向水温结构年内变化规律分析

(1) 表层水温分布规律

2026 年 2 月出现了全年最低表层水温，在 18.9℃，表层水温沿程升高；2025 年 9 月出现了全年最高表层水温，在 30.3℃，表层水温主要受气温影响，随着水深增加，水温逐渐降低。

(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水温分布都只存在一个温跃层，2025 年 4 月~5 月、2026 年 2 月~5 月温跃层出现在表层水体，厚度约 30m，2025 年 11 月~12 月、2026 年 1 月~2 月温跃层出现在库表以下 80m~90m 处。而在 2025 年 9 月~10 月、2026 年 6 月除表层出现一个温跃层外，2025 年 9 月在库表以下 70m~90m 范围内出现了第二个温跃层，2025 年 10 月在库表以下 80m~100m 范围内出现了第二个温跃层，2026 年 6 月在库表以下 50m~70m 范围内出现了第二个温跃层。

(3) 滞温层水温分布规律

龙滩库区全年存在滞温层，水温较为稳定，在 16℃~18.5℃ 范围内，其中 2026

年 1 月最高，2025 年 4 月最低。2025 年 4 月~5 月在高程 300m 至库底为滞温层，温度约为 16℃。2026 年 3 月~5 月在高程 300m 至库底为滞温层，温度约为 17℃。2025 年 9 月~2025 年 12 月在高程 290m 至库底为滞温层，温度约为 17℃。2026 年 1 月在高程 290m 至库底为滞温层，温度约为 18℃。2026 年 2 月在高程 350m 至库底为滞温层，温度约为 17℃。

(4) 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 16℃~18.5℃ 范围内，在 2025 年 4 月~5 月最低，2026 年 1 月最高，其余各期坝前库底水温都稳定在在 16℃~18.5℃ 之间。

龙滩库区 2025 年 4 月~2026 年 6 月，坝前垂向水温分布情况见图 5.3.1-24。

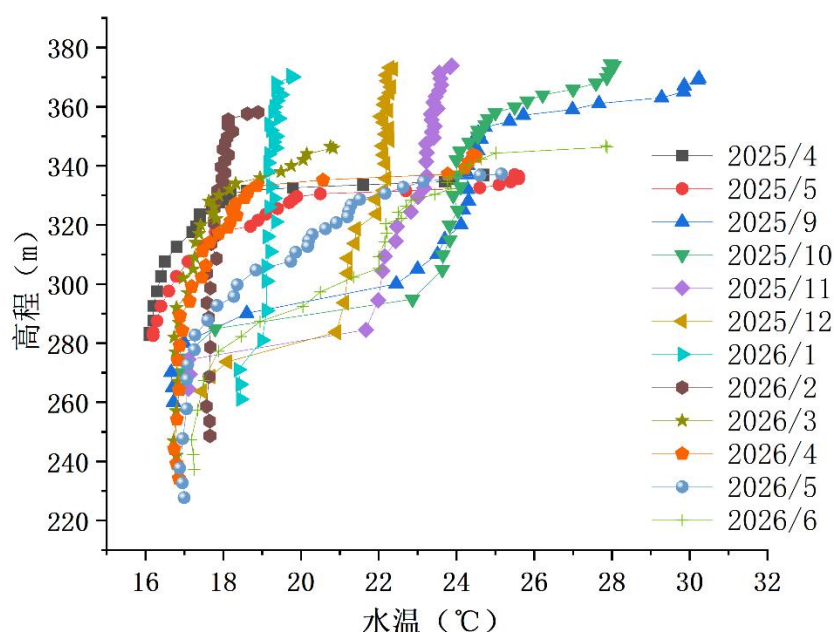


图 5.3.1-24 2025~2026 年龙滩水库垂向水温分布图

d) 坝下河道水温影响评价

1) 流域梯级水库水温结构判别

本部分内容参考 2014 年《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究报告》的相关分析成果。水库建成后，对水温的影响取决于水库的规模及其水体年交换次数。水库水温结构类型判别采用径流-库容比数法(即 α 、 β 指标法)和密度佛汝德数法(Fr)。根据各梯级水库工程特性，判别水库水温结构，结果见表 5.3.1-13。由表可

知，红水河干流的梯级电站中，天生桥一级水库水温结构为稳定分层型，洪水对水温分层结构影响小；天一、平班、岩滩、大化、百龙滩、乐滩等 6 个水库水温结构均为混合型；对于龙滩水库，两种方法判别结果有差异，采用 α 、 β 指标法，水温结构为分层型，而采用密度佛汝德数法判别，水温结构为过渡型。根据龙滩库区 2011 和 2024 年水温实测结果，龙滩实际为分层型。

表 5.3.1-13 红水河干流各梯级水库水温结构判别结果表

项目		单位	天一	天二	平班	龙滩	岩滩	大化	百龙滩	乐滩	桥巩	长洲
水库面积		km ²	173.7	3.4	11	360	112.5	21.9	4.6	18.3	14.7	173
回水长度		km	127.5	7	36.9	230	166	82.2	27.3	60.1	75	159
正常蓄水位库容		亿m ³	84	0.14	2.1	162.1	26.1	4.2	0.7	4	1.2	18.6
流量		m ³ /s	612	615	616	1570	1770	1990	2020	2120	2130	6120
径流量		亿m ³	193	193.9	194.3	517.2	558.2	627.6	637	668.6	672	1931
3d 洪水量		亿m ³	54.2			71.5	79.1					
αβ法	α值	-	2.3	1386	92	3.2	150	910	167	21.3	560	103
	β值	-	0.6			0.4						
	水温结构	-	分层型	混合型	混合型	分层型	混合型	混合型	混合型	混合型	混合型	混合型
Fr 法	Fr值	-	0.06	23.9	1.81	0.17	6.5	16.57	4.67	1.56	52.3	15.6
	水温结构	-	分层型	混合型	混合型	过渡型	混合型	混合型	混合型	混合型	混合型	混合型

2) 天生桥一级对下游水温影响

红水河干流的梯级电站中天生桥一级和龙滩水库水温结构为稳定分层型，在河流水温迅速上升的春、夏季，高坝大库下泄水温显著低于同期天然河道水温。根据水库水温结构类型，分别分析天生桥一级及龙滩水库建设对下游河段水温的累积影响。

红水河干流上龙滩坝址上游陆续建设天生桥一级(2000 年建成)、光照水电站(2007 年建成)、董箐水电站(2010 年建成)等水电站，其中天生桥一级和光照水电站为分层型水库、董箐水电站为过渡性水库，根据天生桥一级、光照水电站及董箐水电站下泄水温影响调查结果，三个水库在 3~7 月下泄水温低于天然水温，下泄水温最大温差分别为 5.5℃、3.8℃及 2.3℃。因此对龙滩下游各水文站水温影响并不是龙

滩单一水库的影响，而是天生桥一级、光照水电站、董箐水电站等梯级的累积性影响。根据龙滩建设前后入库水温(蔗香断面)的差值与出库水温(天峨断面)的差值，由龙滩水库引起的水温差异可用出库水温(天峨断面)的差值减去入库水温(蔗香断面)的差值得出，具体结果见表 5.3.1-14。

表 5.3.1-14 龙滩水电站水温影响计算成果表

断面	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
蔗香	1.2	1.5	0.3	-1.6	-2.3	-1.1	-0.4	-0.3	-0.7	-0.2	0.7	0.9
天峨	3.3	1.1	-1.7	-4.4	-4.7	-2.6	-2.0	-1.2	-0.4	1.4	2.8	4.4
差值	2.1	-0.4	-2.0	-2.8	-2.4	-1.5	-1.6	-0.9	0.3	1.6	2.1	3.5

根据天一、平班水电站水温监测数据和巴结、蔗香、天峨等 3 个水文站水温观测资料，统计分析得到 2001 年~2005 年天一水库下泄水温与建库前 1995 年~2000 年河流水温的比较结果，天一水电站蓄水前后下游各断面月平均水温变化见表 5.3.1-15。与天然河流水温年变化相比，天一水库下泄水温年变幅减小，由建库前 11.3℃减小到建库后 4.9℃；秋、冬两季月平均水温高于天然河流水温，最大差值为 7.0℃，春、夏两季低于天然河流水温，最大差值为 6.5℃；建库后最高、最低月平均水温出现时间较建库前滞后约 2 个月。由表 5.3.1-15 可知，天一水库下泄水温虽然经过天一坝址至平班坝址近 80km 流程的恢复，但影响还是十分明显的，尤其是春季，最大降温为 4℃。通过对比分析天一水库建库前后坝址下游约 170km 处的蔗香和 300km 处的天峨水文站水温的观测资料，结果表明，天一水库下泄水温对蔗香站水温仍有影响，对天峨站水温的影响已基本消失。因此，天一水电站下泄水温对下游的影响范围在 200km 左右。

表 5.3.1-15 天一建库前后下游各断面月平均水温变化

断面	距离天一距离 km	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
天一	0	7.0	3.4	2.1	-3.0	-5.5	-3.9	-2.3	-0.5	0.3	2.3	4.0	6.7
平班	80	0.8	-0.3	0	-3.9	-4.0	-1.5	-1.4	-0.4	-0.5	0.7	0.1	0.9
蔗香	170	1.2	1.5	0.3	-1.6	-2.3	-1.1	-0.4	-0.3	-0.7	-0.2	0.7	0.9
天峨	300	1.4	2.0	1.2	0.1	-0.5	0.1	1.4	0.2	0	0.3	1.0	1.1

3) 龙滩下泄水温变化

(1) 2007 年~2023 年

2007 年~2023 年坝下天峨水文站实时监测数据统计表见表 5.3.1-16 和 5.3.1-17。根据天峨水文站 2007 年~2023 年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。3 月~9 月水温低于天然河道水体水温，10 月~2 月水温高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-4.3℃，旬均水温中 4 月下旬下降最低，达到-4.7℃，12 月水温升高最高，达 4.7℃，旬均水温中 12 月下旬升高最高，达到 4.9℃，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 5.3.1-16 天峨水文站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
天峨水文站监测水温	18.2	16.9	16.7	17.5	19.6	21.7	23	23.8	24	23.6	22.6	20.6
差异平均值	3.9	1.5	-1.4	-4.2	-4.3	-2.6	-2.1	-1.3	-0.7	1.4	3.1	4.7

表 5.3.1-17 天峨水文站旬均下泄水温数据表

日期		坝址天然河道水温	天峨水文站监测水温	水温影响
1	上旬	14.4	18.9	4.5
	中旬	14.2	18.2	4.0
	下旬	14.3	17.6	3.3
2	上旬	14.8	17.1	2.3
	中旬	15.4	16.8	1.4
	下旬	16.1	16.7	0.6
3	上旬	17.0	16.6	-0.3
	中旬	18.0	16.7	-1.3
	下旬	19.2	16.8	-2.4

表 5.3.1-17(续)

日期		坝址天然河道水温	天峨水文站监测水温	水温影响
4	上旬	20.6	17.0	-3.6
	中旬	21.8	17.4	-4.3
	下旬	22.7	18.0	-4.7
5	上旬	23.5	18.8	-4.7
	中旬	24.0	19.6	-4.4
	下旬	24.2	20.4	-3.8
6	上旬	24.2	21.1	-3.0
	中旬	24.2	21.7	-2.5
	下旬	24.5	22.2	-2.2
7	上旬	24.9	22.6	-2.2
	中旬	25.2	23.0	-2.2
	下旬	25.2	23.3	-1.9
8	上旬	25.1	23.6	-1.5
	中旬	25.1	23.8	-1.2
	下旬	25.1	24.0	-1.1
9	上旬	25.1	24.0	-1.1
	中旬	24.8	24.0	-0.8
	下旬	24.2	24.0	-0.2
10	上旬	23.2	23.8	0.6
	中旬	22.2	23.6	1.4
	下旬	21.3	23.4	2.1
11	上旬	20.5	23.1	2.5
	中旬	19.6	22.6	3.1
	下旬	18.4	22.1	3.7
12	上旬	17.0	21.4	4.4
	中旬	15.8	20.7	4.8
	下旬	15.0	19.8	4.9

(2) 2023 年~2025 年

根据龙滩下泄水温监测站点 2023 年~2025 年水温数据与天然河道水体水温进行对比分析。2 月~9 月水温低于天然河道水体水温，10 月~1 月水温高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-3.4℃，旬均水温中 5 月上旬下降最低，达到-3.5℃，1 月水温升高最高，达 4.9℃，旬均水温中 1 月上旬升高最高，达到 4.9℃，电站春夏季升温期下泄低温水、秋冬季降温期下泄高温水现象明显。

表 5.3.1-18 龙滩水电站坝下月均下泄水温监测数据、比测数据表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
坝址天然河道水温(A)	14.3	15.4	18.1	21.7	23.9	24.3	25.1	25.1	24.7	22.2	19.5	15.9
龙滩坝下监测水温(B)	19.2	14.6	17.8	19.2	20.5	21.5	22.6	23.5	24.1	23.6	23.3	19.8
差异平均值(B-A)	4.9	-0.8	-0.3	-2.5	-3.4	-2.8	-2.5	-1.6	-0.6	1.4	3.8	3.9

表 5.3.1-19 龙滩水电站坝下旬均下泄水温监测数据、比测数据表

日期（月）		坝址天然河道水温(A)	龙滩坝下监测水温(B)	差异平均值(B-A)
1	上旬	14.4	20.0	5.6
	中旬	14.2	19.7	5.6
	下旬	14.3	18.0	3.7
2	上旬	14.8	15.3	0.5
	中旬	15.4	14.0	-1.5
	下旬	16.1	14.5	-1.6
3	上旬	17.0	16.4	-0.6
	中旬	18.0	18.0	0.1
	下旬	19.2	18.9	-0.3
4	上旬	20.6	19.0	-1.6
	中旬	21.8	19.1	-2.7
	下旬	22.7	19.5	-3.3

表 5.3.1-19(续)

日期		坝址天然 河道水温 (A)	龙滩坝下 监测水温 (B)	差异平均值 (B-A)
5	上旬	23.5	20.0	-3.5
	中旬	24.0	20.5	-3.5
	下旬	24.2	20.9	-3.3
6	上旬	24.2	21.2	-3.0
	中旬	24.2	21.5	-2.7
	下旬	24.5	21.8	-2.6
7	上旬	24.9	22.2	-2.7
	中旬	25.2	22.6	-2.6
	下旬	25.2	22.9	-2.3
8	上旬	25.1	23.2	-1.9
	中旬	25.1	23.5	-1.6
	下旬	25.1	23.8	-1.3
9	上旬	25.1	24.1	-1.0
	中旬	24.8	24.2	-0.6
	下旬	24.2	24.0	-0.1
10	上旬	23.2	23.7	0.5
	中旬	22.2	23.5	1.3
	下旬	21.3	23.6	2.3
11	上旬	20.5	23.9	3.4
	中旬	19.6	23.6	4.0
	下旬	18.4	22.4	4.0
12	上旬	17.0	20.6	3.6
	中旬	15.8	19.5	3.6
	下旬	15.0	19.3	4.4

4) 下游河道水温影响评价

(1) 龙滩库区及下游河道水温沿程分布

以南北盘江交汇口(龙滩入库)为起点, 计算龙滩库区及下游河道水温沿程变化影响。南北盘江交汇口距天峨站约 135km, 天峨站距都安站约 240km, 都安站距迁江站约 130km, 迁江站距武宣站约 140km。

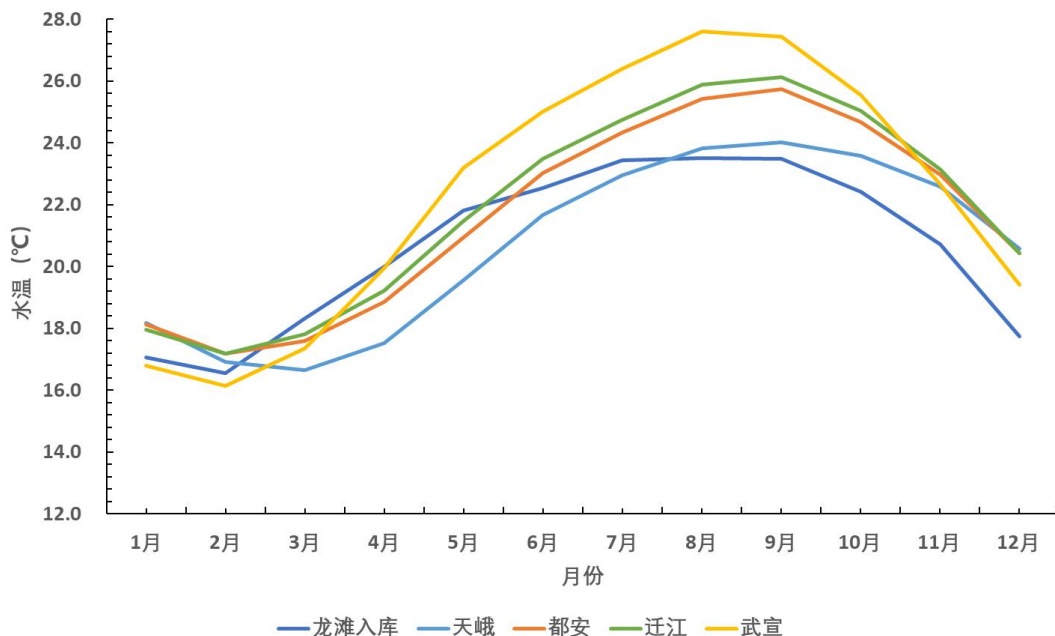


图 5.3.1-25 龙滩入库及下游河道水温

1) 龙滩入库-天峨

对比同期龙滩入库与天峨站水温监测数据, 在 2 月-7 月天峨站水温低于入库水温, 其中 2 月降幅最大约为-1.9℃, 2 月中旬降幅最大约为-2.4℃, 龙滩库区沿程增温率为-1.8℃/100km; 在 8 月-次年 1 月高于入库水温, 其中 11 月增幅最大约为 2.6℃, 11 月中旬降幅最大约为 2.7℃, 龙滩库区沿程增温率为 2.0℃/100km。由于龙滩水电站的建设, 龙滩库区在升温期内水温降低, 在降温期内水温升高。

表 5.3.1-20 龙滩入库-天峨月均水温影响

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
龙滩入库	17.1	16.5	18.3	20.0	21.8	22.5	23.4	23.5	23.5	22.4	20.7	17.7
天峨 (2023 年-2025 年)	19.2	14.6	17.8	19.2	20.5	21.5	22.6	23.5	24.1	23.6	23.3	19.8
温差	2.1	-1.9	-0.5	-0.8	-1.3	-1.0	-0.8	0.0	0.6	1.2	2.6	2.1
沿程增温率 (℃/100km)	1.6	-1.4	-0.4	-0.6	-1.0	-0.8	-0.6	0.0	0.5	0.9	1.9	1.5

表 5.3.1-21 龙滩入库-天峨旬均水温影响

日期		龙滩入库	天峨 (2023 年-2025 年)	温差	沿程增温率 (°C/100km)
1	上旬	17.2	20.0	2.8	2.1
	中旬	17.1	19.7	2.6	1.9
	下旬	16.9	18.0	1.2	0.9
2	上旬	16.4	15.3	-1.2	-0.9
	中旬	16.4	14.0	-2.4	-1.8
	下旬	16.8	14.5	-2.3	-1.7
3	上旬	17.6	16.4	-1.2	-0.9
	中旬	18.3	18.0	-0.3	-0.2
	下旬	18.9	18.9	-0.1	0.0
4	上旬	19.4	19.0	-0.4	-0.3
	中旬	20.0	19.1	-0.8	-0.6
	下旬	20.6	19.5	-1.1	-0.8
5	上旬	21.3	20.0	-1.3	-1.0
	中旬	21.9	20.5	-1.3	-1.0
	下旬	22.2	20.9	-1.3	-1.0
6	上旬	22.3	21.2	-1.1	-0.8
	中旬	22.5	21.5	-1.0	-0.7
	下旬	22.8	21.8	-1.0	-0.7
7	上旬	23.2	22.2	-1.0	-0.7
	中旬	23.5	22.6	-0.9	-0.7
	下旬	23.6	22.9	-0.7	-0.5
8	上旬	23.5	23.2	-0.3	-0.2
	中旬	23.5	23.5	0.0	0.0
	下旬	23.5	23.8	0.3	0.2
9	上旬	23.6	24.1	0.5	0.4
	中旬	23.6	24.2	0.6	0.5
	下旬	23.3	24.0	0.7	0.5

表 5.3.1-21(续)

日期		龙滩入库	天峨 (2023 年-2025 年)	温差	沿程增温率 (°C/100km)
10	上旬	22.9	23.7	0.8	0.6
	中旬	22.4	23.5	1.1	0.8
	下旬	22.0	23.6	1.6	1.2
11	上旬	21.5	23.9	2.4	1.8
	中旬	20.8	23.6	2.7	2.0
	下旬	19.8	22.4	2.6	1.9
12	上旬	18.5	20.6	2.1	1.6
	中旬	17.6	19.5	1.9	1.4
	下旬	17.2	19.3	2.2	1.6

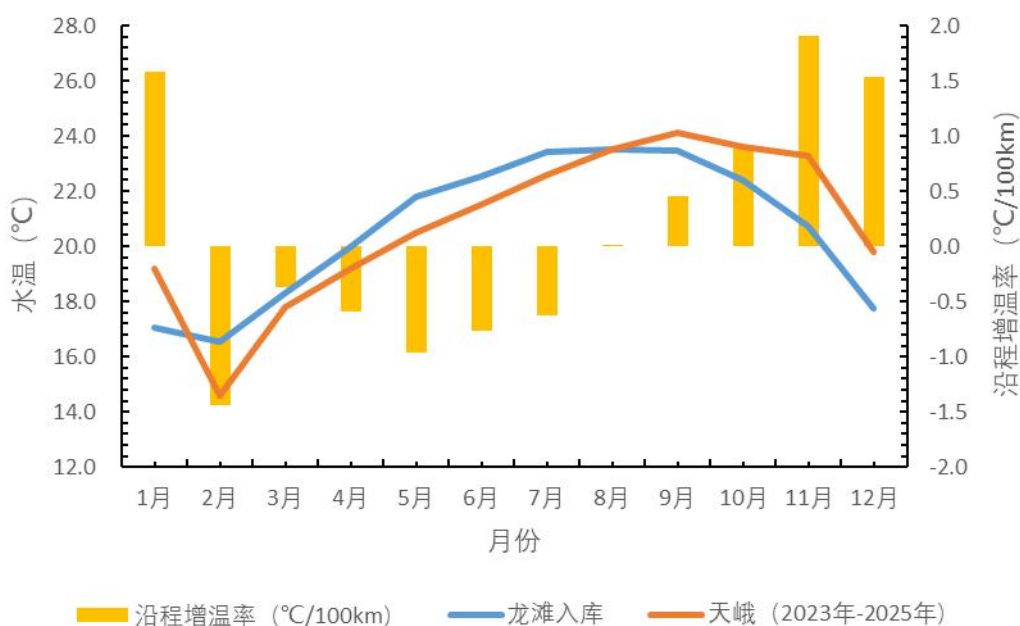


图 5.3.1-26 龙滩入库-天峨水温影响

2) 天峨-都安

由于都安站缺乏 2023 年-2025 年水温监测数据，因此对比天峨站、都安站 2007 年-2023 年多年平均水温监测数据，都安站水温基本全年均高于天峨站水温，其中 9 月增幅最大约为 1.7°C，9 月上旬增幅最大约为 1.8°C，天峨-都安沿程增温率为 0.7°C/100km。由于气温及光照条件变化，水温沿程呈增温趋势。

表 5.3.1-22 天峨-都安月均水温影响

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
天峨 (2007 年-2023 年)	18.2	16.9	16.7	17.5	19.6	21.7	23.0	23.8	24.0	23.6	22.6	20.6
都安 (2007 年-2023 年)	18.1	17.2	17.6	18.9	20.9	23.0	24.3	25.4	25.7	24.7	23.0	20.4
温差	0.0	0.3	0.9	1.4	1.4	1.4	1.4	1.6	1.7	1.1	0.4	-0.2
沿程增温率 (°C/100km)	0.0	0.1	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.5	0.2	-0.1

表 5.3.1-23 天峨-都安旬均水温影响

日期		天峨 (2007 年-2023 年)	都安 (2007 年-2023 年)	温差	沿程增温率 (°C/100km)
1	上旬	18.9	18.7	-0.2	-0.1
	中旬	18.2	18.1	-0.1	0.0
	下旬	17.6	17.6	0.0	0.0
2	上旬	17.1	17.3	0.1	0.1
	中旬	16.8	17.2	0.3	0.1
	下旬	16.7	17.2	0.5	0.2
3	上旬	16.6	17.3	0.7	0.3
	中旬	16.7	17.5	0.9	0.4
	下旬	16.8	17.9	1.1	0.5
4	上旬	17.0	18.4	1.3	0.6
	中旬	17.4	18.9	1.4	0.6
	下旬	18.0	19.5	1.4	0.6
5	上旬	18.8	20.1	1.4	0.6
	中旬	19.6	20.9	1.3	0.5
	下旬	20.4	21.6	1.3	0.5
6	上旬	21.1	22.4	1.3	0.5
	中旬	21.7	23.1	1.3	0.5
	下旬	22.2	23.5	1.3	0.5
7	上旬	22.6	23.9	1.3	0.5
	中旬	23.0	24.3	1.3	0.5
	下旬	23.3	24.7	1.4	0.6

表 5.3.1-23(续)

日期		天峨 (2007 年-2023 年)	都安 (2007 年-2023 年)	温差	沿程增温率 (°C/100km)
8	上旬	23.6	25.1	1.5	0.6
	中旬	23.8	25.4	1.6	0.7
	下旬	24.0	25.7	1.7	0.7
9	上旬	24.0	25.8	1.8	0.7
	中旬	24.0	25.8	1.7	0.7
	下旬	24.0	25.5	1.6	0.7
10	上旬	23.8	25.2	1.4	0.6
	中旬	23.6	24.7	1.1	0.5
	下旬	23.4	24.2	0.9	0.4
11	上旬	23.1	23.7	0.6	0.3
	中旬	22.6	23.0	0.4	0.2
	下旬	22.1	22.2	0.2	0.1
12	上旬	21.4	21.3	-0.1	0.0
	中旬	20.7	20.4	-0.2	-0.1
	下旬	19.8	19.5	-0.3	-0.1

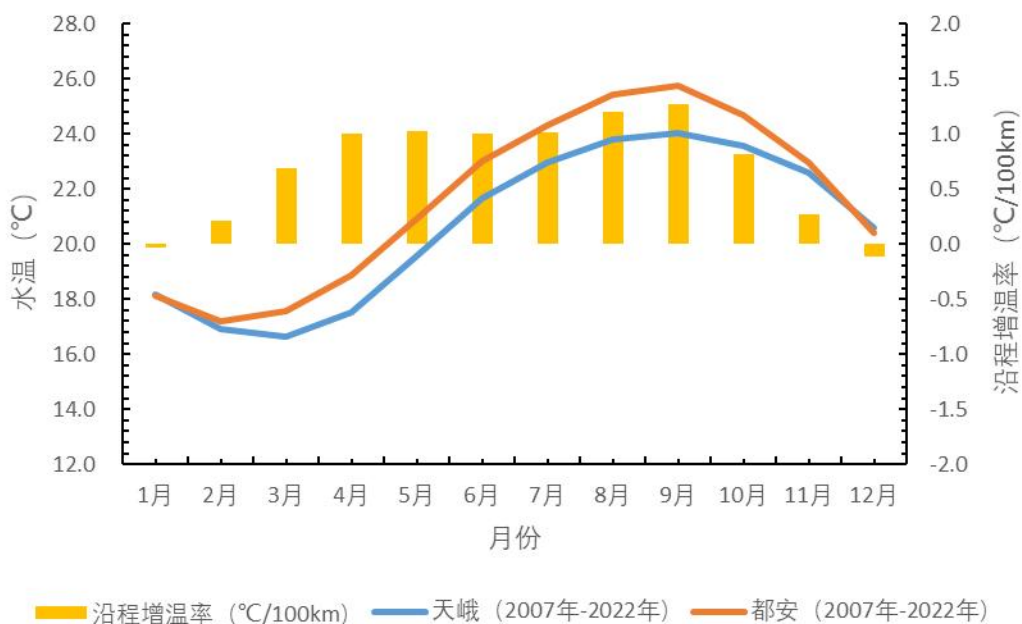


图 5.3.1-27 天峨-都安水温影响

3) 都安-迁江

同样对比都安站、迁江站 2007 年-2023 年多年平均水温监测数据，迁江站基本全年均高于都安站水温，其中 5 月增幅最大约为 0.5°C ，5 月中旬增幅最大约为 0.6°C ，都安-迁江沿程增温率为 $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{km}$ 。由于气温及光照条件变化，水温沿程呈增温趋势。

表 5.3.1-24 都安-迁江月均水温影响

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
都安 (2007 年-2023 年)	18.1	17.2	17.6	18.9	20.9	23.0	24.3	25.4	25.7	24.7	23.0	20.4
迁江 (2007 年-2023 年)	18.0	17.2	17.8	19.2	21.5	23.5	24.7	25.9	26.1	25.0	23.1	20.4
温差	-0.2	0.0	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.2	0.0
沿程增温率 ($^{\circ}\text{C}/100\text{km}$)	-0.1	0.0	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.1	0.0

表 5.3.1-25 都安-迁江旬均水温影响

日期		都安 (2007 年-2023 年)	迁江 (2007 年-2023 年)	温差	沿程增温率 ($^{\circ}\text{C}/100\text{km}$)
1	上旬	18.7	18.6	-0.1	-0.1
	中旬	18.1	17.9	-0.1	-0.1
	下旬	17.6	17.5	-0.1	-0.1
2	上旬	17.3	17.2	-0.1	0.0
	中旬	17.2	17.2	0.0	0.0
	下旬	17.2	17.2	0.1	0.1
3	上旬	17.3	17.5	0.1	0.1
	中旬	17.5	17.8	0.2	0.2
	下旬	17.9	18.1	0.2	0.2
4	上旬	18.4	18.6	0.2	0.2
	中旬	18.9	19.1	0.3	0.2
	下旬	19.5	19.9	0.4	0.3
5	上旬	20.1	20.7	0.5	0.4
	中旬	20.9	21.5	0.6	0.5
	下旬	21.6	22.3	0.6	0.5

表 5.3.1-25(续)

日期		都安 (2007 年-2023 年)	迁江 (2007 年-2023 年)	温差	沿程增温率 (°C/100km)
6	上旬	22.4	23.0	0.6	0.4
	中旬	23.1	23.5	0.5	0.4
	下旬	23.5	24.0	0.4	0.3
7	上旬	23.9	24.3	0.4	0.3
	中旬	24.3	24.7	0.4	0.3
	下旬	24.7	25.1	0.4	0.3
8	上旬	25.1	25.6	0.5	0.4
	中旬	25.4	25.9	0.5	0.4
	下旬	25.7	26.2	0.5	0.4
9	上旬	25.8	26.2	0.4	0.3
	中旬	25.8	26.2	0.4	0.3
	下旬	25.5	25.9	0.4	0.3
10	上旬	25.2	25.5	0.3	0.3
	中旬	24.7	25.0	0.3	0.2
	下旬	24.2	24.5	0.2	0.2
11	上旬	23.7	23.9	0.2	0.1
	中旬	23.0	23.1	0.1	0.1
	下旬	22.2	22.3	0.0	0.0
12	上旬	21.3	21.4	0.0	0.0
	中旬	20.4	20.4	0.0	0.0
	下旬	19.5	19.5	0.0	0.0

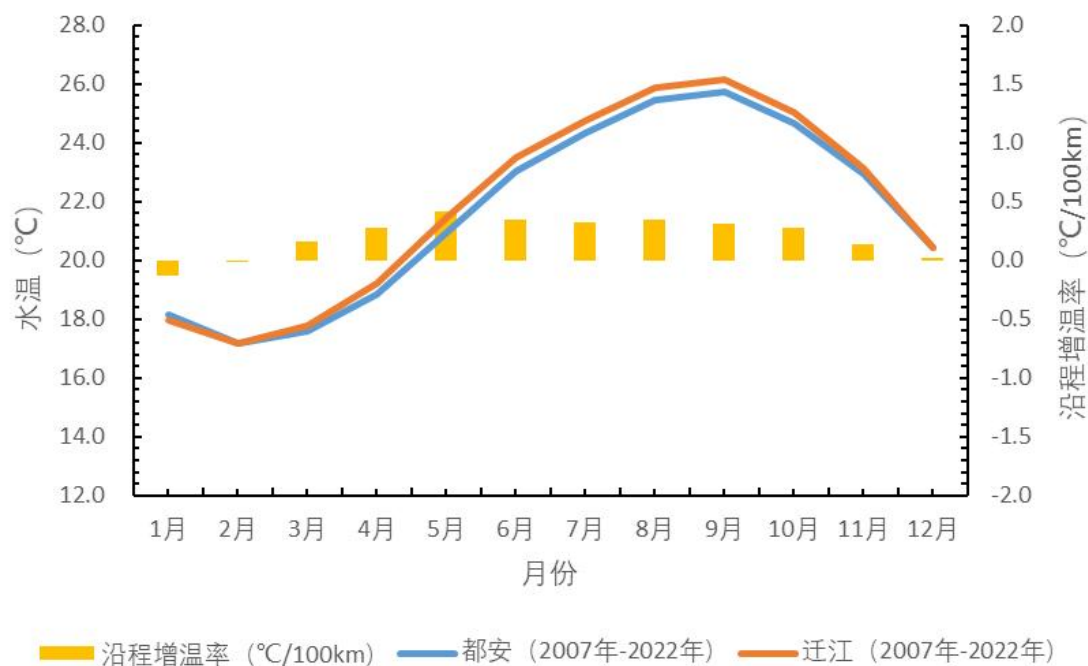


图 5.3.1-28 都安-迁江水温影响

4) 迁江-武宣

同样对比迁江站、武宣站 2007 年-2023 年多年平均水温监测数据，由于武宣站在红水河与柳江交汇口之后，柳江汇流对红水河干流产生水温影响，导致 4 月-10 月武宣站水温高于迁江站，其中 5 月增幅最大约为 1.7℃，5 月中旬增幅最大约为 1.8℃，迁江-武宣沿程增温率为 1.3℃/100km；11 月-次年 3 月武宣站水温低于迁江站，其中 1 月降幅最大约为-1.2℃，1 月上旬降幅最大约为-1.2℃，迁江-武宣沿程增温率为-0.8℃/100km。

表 5.3.1-26 迁江-武宣月均水温影响

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
迁江 (2007 年-2023 年)	18.0	17.2	17.8	19.2	21.5	23.5	24.7	25.9	26.1	25.0	23.1	20.4
武宣 (2007 年-2023 年)	16.8	16.1	17.3	19.9	23.2	25.0	26.4	27.6	27.4	25.5	22.7	19.4
温差	-1.2	-1.0	-0.5	0.7	1.7	1.5	1.7	1.7	1.3	0.5	-0.5	-1.0
沿程增温率 (°C/100km)	-0.8	-0.7	-0.3	0.5	1.2	1.1	1.2	1.2	0.9	0.4	-0.3	-0.7

表 5.3.1-27 迁江-武宣旬均水温影响

日期		迁江 (2007 年-2023 年)	武宣 (2007 年-2023 年)	温差	沿程增温率 (°C/100km)
1	上旬	18.6	17.4	-1.2	-0.8
	中旬	17.9	16.7	-1.2	-0.9
	下旬	17.5	16.3	-1.2	-0.9
2	上旬	17.2	16.0	-1.2	-0.8
	中旬	17.2	16.0	-1.1	-0.8
	下旬	17.2	16.3	-1.0	-0.7
3	上旬	17.5	16.7	-0.8	-0.6
	中旬	17.8	17.2	-0.5	-0.4
	下旬	18.1	18.0	-0.2	-0.1
4	上旬	18.6	18.9	0.3	0.2
	中旬	19.1	19.8	0.7	0.5
	下旬	19.9	21.0	1.1	0.8
5	上旬	20.7	22.2	1.5	1.1
	中旬	21.5	23.3	1.8	1.3
	下旬	22.3	24.0	1.8	1.3
6	上旬	23.0	24.6	1.6	1.1
	中旬	23.5	25.0	1.4	1.0
	下旬	24.0	25.4	1.5	1.0
7	上旬	24.3	25.9	1.6	1.1
	中旬	24.7	26.4	1.7	1.2
	下旬	25.1	26.9	1.8	1.3
8	上旬	25.6	27.3	1.8	1.3
	中旬	25.9	27.7	1.7	1.2
	下旬	26.2	27.8	1.6	1.2
9	上旬	26.2	27.7	1.5	1.1
	中旬	26.2	27.5	1.3	0.9
	下旬	25.9	27.0	1.1	0.8

表 5.3.1-27(续)

日期		迁江 (2007 年-2023 年)	武宣 (2007 年-2023 年)	温差	沿程增温率 (°C/100km)
10	上旬	25.5	26.3	0.8	0.6
	中旬	25.0	25.6	0.5	0.4
	下旬	24.5	24.7	0.2	0.1
11	上旬	23.9	23.7	-0.1	-0.1
	中旬	23.1	22.7	-0.4	-0.3
	下旬	22.3	21.6	-0.7	-0.5
12	上旬	21.4	20.5	-0.9	-0.6
	中旬	20.4	19.4	-1.0	-0.7
	下旬	19.5	18.4	-1.1	-0.8

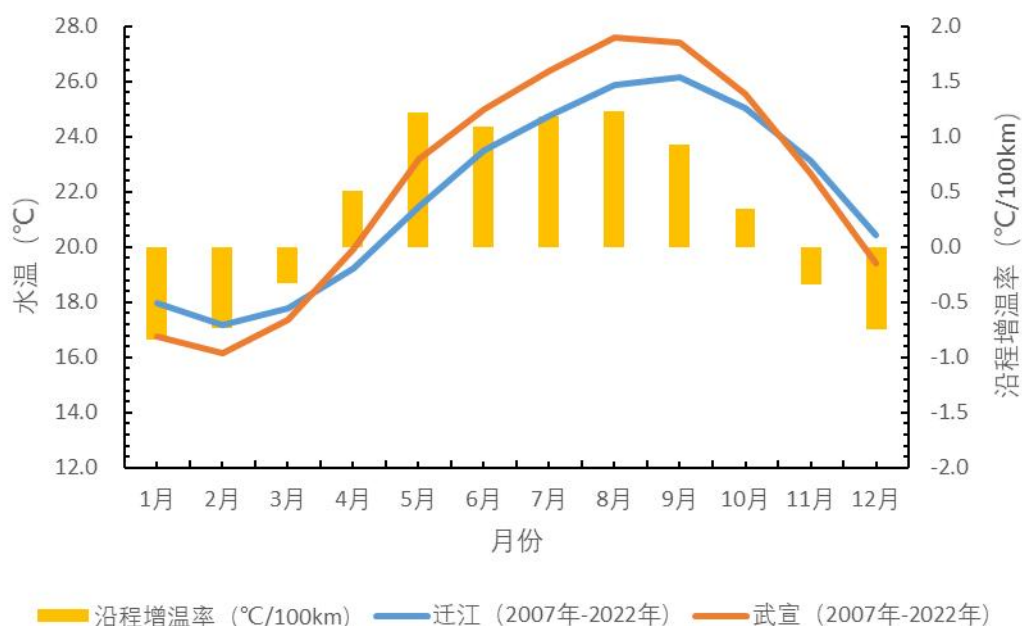


图 5.3.1-29 迁江-武宣水温影响

对比 2007 年-2023 年同期龙滩入库、天峨、都安、迁江、武宣各沿程水文站水温数据，得到龙滩库区及坝下河道的沿程增温效应。龙滩库区在升温期最大沿程增温率约为-1.8°C/100km，在降温期最大沿程增温率约为 2.0°C/100km，龙滩库区在升温期内水温降低，在降温期内水温升高。由于气温及光照条件变化，水温沿程呈增温趋势，都安站水温基本全年均高于天峨站水温，天峨-都安沿程增温率为 0.7°C/100km。同样迁江站基本全年均高于都安站水温，都安-迁江沿程增温率为 0.5°C

/100km。由于武宣站在红水河与柳江交汇口之后，柳江汇流对红水河干流产生水温影响，导致都安-武宣在升温期最大沿程增温率约为 $1.3^{\circ}\text{C}/100\text{km}$ ，在降温期最大沿程增温率约为 $-0.8^{\circ}\text{C}/100\text{km}$ 。

(2) 龙滩水电站对下游河道水温影响

对比龙滩建库前(1963 年~1985 年)及龙滩建库后(2007 年-2023 年)坝址下游天峨、都安、迁江、武宣水文站多年平均水温监测数据，分析龙滩建库对下游河道水温影响。随着气温和光照条件的变化，龙滩建库对天峨、都安、迁江、武宣各站的影响逐渐降低。

1) 天峨

龙滩建库前天峨站最高月平均水温为 25.1°C ，出现在 7、8 月，最低月平均水温为 14.3°C ，出现在 1 月，水温波动为 10.8°C ；建库后天峨站最高月平均水温为 24.0°C ，出现在 9 月，最低月平均水温为 16.7°C ，出现在 3 月，水温波动为 7.3°C 。龙滩建库后天峨站水温出现了坦化现象，较天然水温存在滞后效应。最大降幅为 -4.7°C ，出现在 4 月下旬，最大增幅为 4.9°C ，出现在 12 月中旬。

表 5.3.1-28 龙滩建库前后天峨站月均水温影响

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
龙滩建库前	14.3	15.4	18.1	21.7	23.9	24.3	25.1	25.1	24.7	22.2	19.5	15.9
龙滩建库后	18.2	16.9	16.7	17.5	19.6	21.7	23.0	23.8	24.0	23.6	22.6	20.6
温差	3.9	1.5	-1.4	-4.2	-4.3	-2.6	-2.1	-1.3	-0.7	1.4	3.1	4.7

表 5.3.1-29 龙滩建库前后天峨站旬均水温影响

日期		龙滩建库前	龙滩建库后	温差
1	上旬	14.8	18.9	4.2
	中旬	14.6	18.2	3.5
	下旬	14.7	17.6	2.9
2	上旬	14.9	17.1	2.2
	中旬	15.4	16.8	1.5
	下旬	16.1	16.7	0.6

表 5.3.1-29(续)

日期		龙滩建库前	龙滩建库后	温差
3	上旬	16.9	16.6	-0.3
	中旬	18.0	16.7	-1.3
	下旬	19.3	16.8	-2.5
4	上旬	20.6	17.0	-3.6
	中旬	21.8	17.4	-4.3
	下旬	22.7	18.0	-4.7
5	上旬	23.5	18.8	-4.7
	中旬	24.0	19.6	-4.4
	下旬	24.2	20.4	-3.8
6	上旬	24.2	21.1	-3.1
	中旬	24.2	21.7	-2.5
	下旬	24.5	22.2	-2.2
7	上旬	24.9	22.6	-2.2
	中旬	25.2	23.0	-2.2
	下旬	25.2	23.3	-1.9
8	上旬	25.1	23.6	-1.5
	中旬	25.1	23.8	-1.2
	下旬	25.1	24.0	-1.1
9	上旬	25.1	24.0	-1.1
	中旬	24.8	24.0	-0.8
	下旬	24.2	24.0	-0.2
10	上旬	23.2	23.8	0.7
	中旬	22.2	23.6	1.4
	下旬	21.3	23.4	2.1
11	上旬	20.5	23.1	2.5
	中旬	19.6	22.6	3.0
	下旬	18.4	22.1	3.7

表 5.3.1-29(续)

日期		龙滩建库前	龙滩建库后	温差
12	上旬	16.9	21.4	4.5
	中旬	15.8	20.7	4.9
	下旬	15.1	19.8	4.7

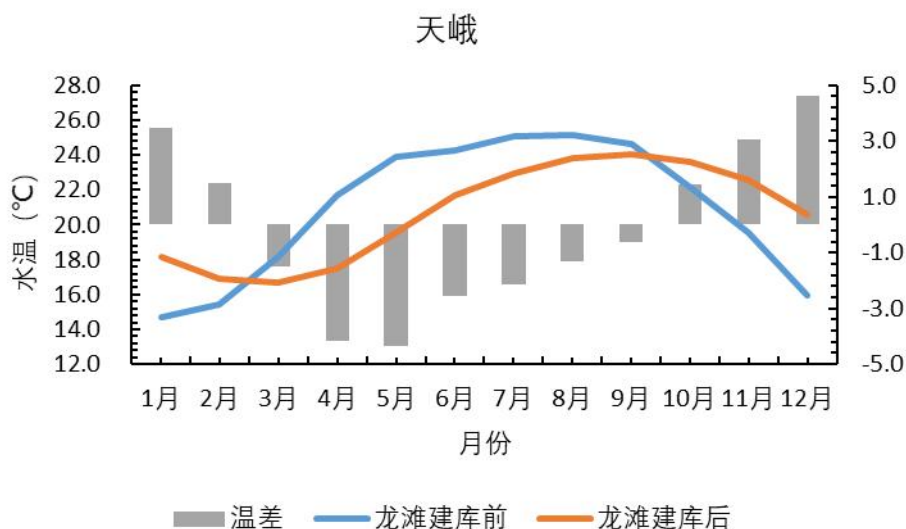


图 5.3.1-30 龙滩建库前后天峨站水温影响

2) 都安

龙滩建库前都安站最高月平均水温为 26.1℃，出现在 8 月，最低月平均水温为 14.6℃，出现在 1 月，水温波动为 11.5℃；建库后都安站最高月平均水温为 25.7℃，出现在 9 月，最低月平均水温为 17.2℃，出现在 2 月，水温波动为 8.5℃。龙滩建库后都安站水温同样存在坦化和滞后效应。最大降幅为-3.4℃，出现在 5 月上旬，最大增幅为 3.6℃，出现在 12 月下旬。

表 5.3.1-30 龙滩建库前后都安站月均水温影响

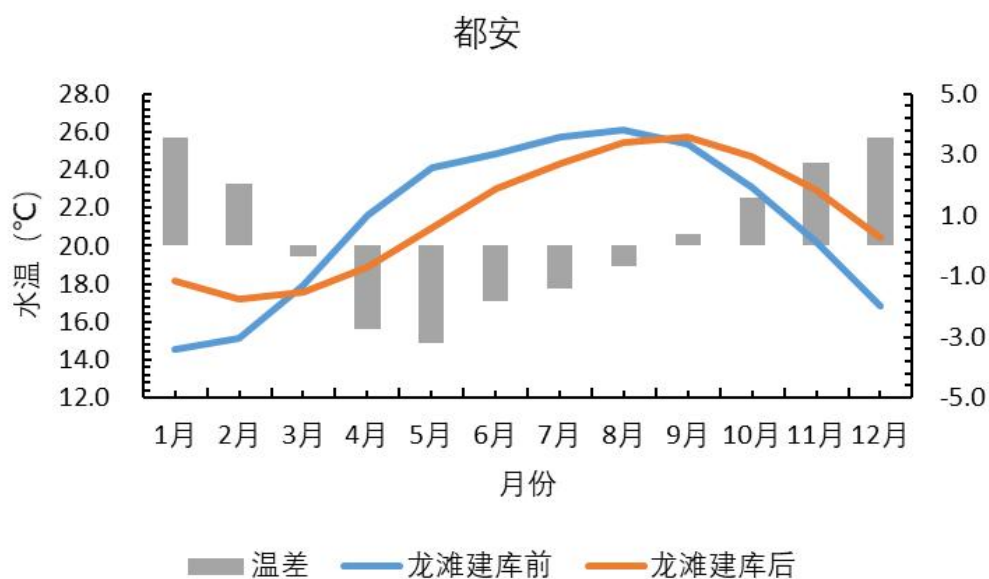
月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
龙滩建库前	14.6	15.1	17.9	21.6	24.1	24.8	25.8	26.1	25.3	23.1	20.2	16.9
龙滩建库后	18.1	17.2	17.6	18.9	20.9	23.0	24.3	25.4	25.7	24.7	23.0	20.4
温差	3.6	2.1	-0.3	-2.7	-3.2	-1.8	-1.4	-0.7	0.4	1.6	2.7	3.6

表 5.3.1-31 龙滩建库前后都安站旬均水温影响

日期		龙滩建库前	龙滩建库后	温差
1	上旬	15.0	18.7	3.7
	中旬	14.5	18.1	3.6
	下旬	14.3	17.6	3.3
2	上旬	14.6	17.3	2.7
	中旬	15.1	17.2	2.1
	下旬	15.8	17.2	1.4
3	上旬	16.7	17.3	0.6
	中旬	17.8	17.5	-0.2
	下旬	19.1	17.9	-1.2
4	上旬	20.5	18.4	-2.1
	中旬	21.7	18.9	-2.8
	下旬	22.7	19.5	-3.2
5	上旬	23.6	20.1	-3.4
	中旬	24.2	20.9	-3.3
	下旬	24.5	21.6	-2.9
6	上旬	24.6	22.4	-2.2
	中旬	24.7	23.1	-1.7
	下旬	25.1	23.5	-1.5
7	上旬	25.5	23.9	-1.6
	中旬	25.8	24.3	-1.6
	下旬	26.1	24.7	-1.4
8	上旬	26.2	25.1	-1.1
	中旬	26.1	25.4	-0.7
	下旬	26.0	25.7	-0.3
9	上旬	25.8	25.8	0.0
	中旬	25.4	25.8	0.4
	下旬	24.8	25.5	0.8

表 5.3.1-31(续)

日期		龙滩建库前	龙滩建库后	温差
10	上旬	24.0	25.2	1.2
	中旬	23.2	24.7	1.6
	下旬	22.2	24.2	2.0
11	上旬	21.2	23.7	2.5
	中旬	20.2	23.0	2.8
	下旬	19.1	22.2	3.1
12	上旬	18.0	21.3	3.3
	中旬	16.9	20.4	3.5
	下旬	15.9	19.5	3.6



3) 迁江

龙滩建库前迁江站最高月平均水温为 26.2℃，出现在 8 月，最低月平均水温为 14.8℃，出现在 1 月，水温波动为 11.4℃；建库后迁江站最高月平均水温为 26.1℃，出现在 9 月，最低月平均水温为 17.2℃，出现在 2 月，水温波动为 8.9℃。龙滩建库后迁江站水温同样存在坦化和滞后效应。最大降幅为-2.8℃，出现在 5 月上旬，最大增幅为 3.3℃，出现在 1 月上旬。

表 5.3.1-32 龙滩建库前后迁江站月均水温影响

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
龙滩建库前	14.8	15.1	17.7	21.3	24.1	24.9	25.6	26.2	25.5	23.4	20.6	17.4
龙滩建库后	18.0	17.2	17.8	19.2	21.5	23.5	24.7	25.9	26.1	25.0	23.1	20.4
温差	3.1	2.1	0.1	-2.1	-2.6	-1.4	-0.9	-0.3	0.6	1.6	2.5	3.0

表 5.3.1-33 龙滩建库前后迁江站旬均水温影响

日期		龙滩建库前	龙滩建库后	温差
1	上旬	15.3	18.6	3.3
	中旬	14.7	17.9	3.3
	下旬	14.4	17.5	3.0
2	上旬	14.6	17.2	2.6
	中旬	15.1	17.2	2.1
	下旬	15.7	17.2	1.5
3	上旬	16.6	17.5	0.9
	中旬	17.6	17.8	0.2
	下旬	18.8	18.1	-0.7
4	上旬	20.1	18.6	-1.5
	中旬	21.3	19.1	-2.2
	下旬	22.4	19.9	-2.6
5	上旬	23.4	20.7	-2.8
	中旬	24.2	21.5	-2.7
	下旬	24.6	22.3	-2.4
6	上旬	24.8	23.0	-1.8
	中旬	24.9	23.5	-1.3
	下旬	25.1	24.0	-1.1
7	上旬	25.3	24.3	-1.0
	中旬	25.6	24.7	-0.9
	下旬	25.9	25.1	-0.8

表 5.3.1-33(续)

日期		龙滩建库前	龙滩建库后	温差
8	上旬	26.1	25.6	-0.6
	中旬	26.3	25.9	-0.3
	下旬	26.2	26.2	0.0
9	上旬	26.0	26.2	0.3
	中旬	25.6	26.2	0.6
	下旬	25.0	25.9	0.9
10	上旬	24.3	25.5	1.3
	中旬	23.5	25.0	1.6
	下旬	22.6	24.5	1.9
11	上旬	21.6	23.9	2.3
	中旬	20.6	23.1	2.5
	下旬	19.6	22.3	2.7
12	上旬	18.5	21.4	2.9
	中旬	17.4	20.4	3.0
	下旬	16.4	19.5	3.1

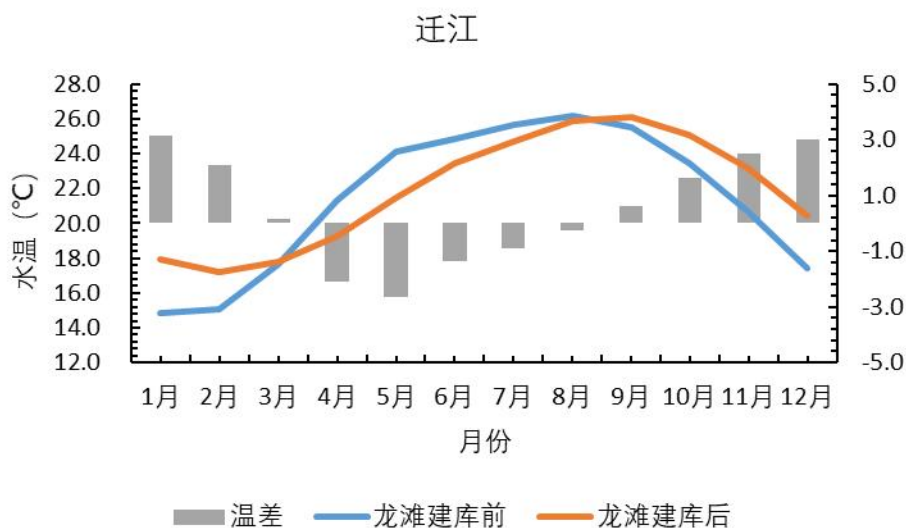


图 5.3.1-32 龙滩建库前后迁江站水温影响

4) 武宣

龙滩建库前武宣站最高月平均水温为 27.2℃，出现在 8 月，最低月平均水温为 13.8℃，出现在 2 月，水温波动为 13.4℃；建库后武宣站最高月平均水温为 27.6℃，出现在 8 月，最低月平均水温为 16.1℃，出现在 2 月，水温波动为 11.5℃。龙滩建库后武宣站水温同样存在坦化和滞后效应。最大降幅为-0.8℃，出现在 5 月上旬，最大增幅为 2.8℃，出现在 1 月上旬。

表 5.3.1-34 龙滩建库前后武宣站月均水温影响

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
龙滩建库前	14.0	13.8	16.2	20.4	23.9	25.6	26.8	27.2	26.5	24.2	20.8	16.8
龙滩建库后	16.8	16.1	17.3	19.9	23.2	25.0	26.4	27.6	27.4	25.5	22.7	19.4
温差	2.8	2.3	1.1	-0.4	-0.7	-0.6	-0.4	0.4	0.9	1.4	1.9	2.6

表 5.3.1-35 龙滩建库前后武宣站旬均水温影响

日期		龙滩建库前	龙滩建库后	温差
1	上旬	14.6	17.4	2.8
	中旬	13.9	16.7	2.8
	下旬	13.5	16.3	2.7
2	上旬	13.5	16.0	2.5
	中旬	13.8	16.0	2.3
	下旬	14.3	16.3	2.0
3	上旬	15.0	16.7	1.6
	中旬	16.0	17.2	1.2
	下旬	17.4	18.0	0.6
4	上旬	19.0	18.9	-0.1
	中旬	20.4	19.8	-0.6
	下旬	21.8	21.0	-0.8
5	上旬	23.0	22.2	-0.8
	中旬	24.0	23.3	-0.7
	下旬	24.7	24.0	-0.6

表 5.3.1-35(续)

日期		龙滩建库前	龙滩建库后	温差
6	上旬	25.2	24.6	-0.6
	中旬	25.6	25.0	-0.6
	下旬	26.0	25.4	-0.6
7	上旬	26.5	25.9	-0.6
	中旬	26.8	26.4	-0.5
	下旬	27.1	26.9	-0.2
8	上旬	27.2	27.3	0.1
	中旬	27.2	27.7	0.4
	下旬	27.2	27.8	0.6
9	上旬	27.0	27.7	0.8
	中旬	26.6	27.5	0.9
	下旬	26.0	27.0	1.0
10	上旬	25.2	26.3	1.1
	中旬	24.3	25.6	1.3
	下旬	23.2	24.7	1.5
11	上旬	22.1	23.7	1.7
	中旬	20.8	22.7	1.9
	下旬	19.5	21.6	2.1
12	上旬	18.1	20.5	2.4
	中旬	16.8	19.4	2.6
	下旬	15.6	18.4	2.8

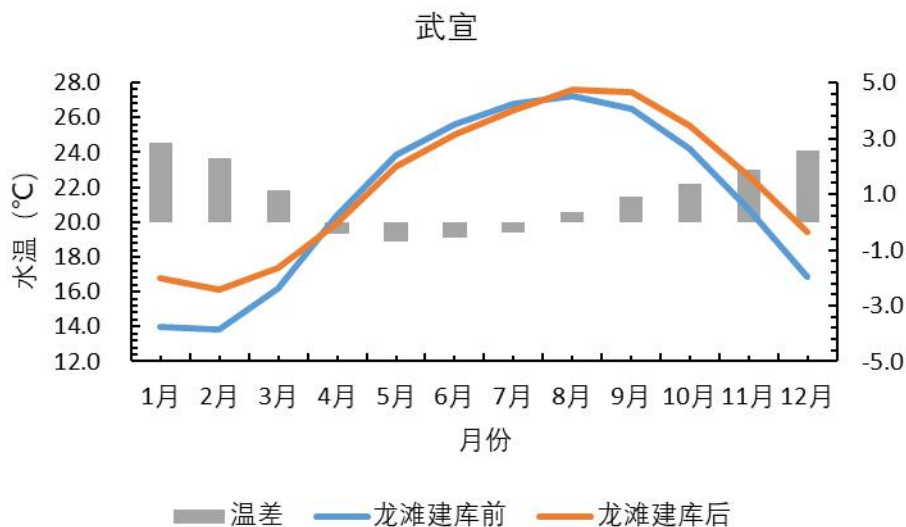


图 5.3.1-33 龙滩建库前后武宣站水温影响

表 5.3.1-36 龙滩建库前后坝下水文站水温统计表

站名	距龙滩距离 (km)	属性	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
天峨	20	龙滩建库前	14.3	15.4	18.1	21.7	23.9	24.3	25.1	25.1	24.7	22.2	19.5	15.9	20.9
		龙滩建库后	18.2	16.9	16.7	17.5	19.6	21.7	23	23.8	24	23.6	22.6	20.6	20.7
		温差	3.5	1.5	-1.1	-4.2	-4.3	-2.6	-2.1	-1.3	-0.7	1.4	3.1	4.7	-0.2
都安	302	龙滩建库前	14.6	15.1	17.9	21.6	24.1	24.8	25.8	26.1	25.3	23.1	20.2	16.9	21.3
		龙滩建库后	18.1	17.2	17.6	18.9	20.9	23	24.3	25.4	25.7	24.7	23	20.4	21.6
		温差	3.6	2.1	-0.3	-2.7	-3.2	-1.8	-1.4	-0.7	0.4	1.6	2.7	3.6	0.3
迁江	457	龙滩建库前	14.8	15.1	17.7	21.3	24.1	24.9	25.6	26.2	25.5	23.4	20.6	17.4	21.4
		龙滩建库后	18	17.2	17.8	19.2	21.5	23.5	24.7	25.9	26.1	25	23.1	20.4	21.9
		温差	3.1	2.1	0.1	-2.1	-2.6	-1.4	-0.9	-0.3	0.6	1.6	2.5	3	0.5
武宣	604	龙滩建库前	14	13.8	16.2	20.4	23.9	25.6	26.8	27.2	26.5	24.2	20.8	16.8	21.4
		龙滩建库后	16.8	16.1	17.3	19.9	23.2	25	26.4	27.6	27.4	25.5	22.7	19.4	22.3
		温差	2.8	2.3	1.1	-0.4	-0.7	-0.6	-0.4	0.4	0.9	1.4	1.9	2.6	0.9

龙滩建库前后天峨站旬均最高水温由 25.2℃降低至 24.0℃，出现旬份由 7 月中旬推迟至 8 月下旬，旬均最低水温由 14.6℃提高至 16.6℃，出现旬份由 1 月中旬推迟至 3 月上旬。都安站旬均最高水温由 26.2℃降低至 25.8℃，出现旬份由 8 月上旬推迟至 9 月上旬，旬均最低水温由 14.3℃提高至 17.2℃，出现旬份由 1 月下旬推迟

至 2 月中旬。迁江站旬均最高水温由 26.3℃降低至 26.2℃，出现旬份由 8 月中旬推迟至 8 月下旬，旬均最低水温由 14.4℃提高至 17.2℃，出现旬份由 1 月下旬推迟至 2 月下旬。武宣站旬均最高水温由 27.2℃提高至 27.8℃，出现旬份由 8 月上旬推迟至 8 月下旬，旬均最低水温由 13.5℃提高至 16.0℃，出现旬份由 1 月下旬推迟至 2 月上旬。

龙滩建库后，天峨、都安、迁江、武宣站都出现了坦化现象，较天然水温存在滞后效应。随着气温和光照条件的变化，龙滩建库对天峨、都安、迁江、武宣各站的影响逐渐降低。龙滩建库后，龙滩坝下红水河江段不同断面的水温在 3 月至 8 月出现不同程度的温降，温差最大出现在 5 月份，其中天峨断面温差-4.3℃，都安断面温差-3.2℃，迁江断面温差-2.6℃，武宣断面温差-0.7℃。龙滩下泄低温水的主要影响时间是 4-7 月，至迁江断面仍有的温降，但在柳江汇合后武宣温降可减少至 1℃以内，3 月、8 月、9 月虽有温降，但温差较小，且沿程恢复的快，如 8 月天峨断面温差-1.3℃，都安断面温差-0.7℃，迁江断面温差-0.3℃，武宣断面温差 0.4℃。1 月、2 月、10 月、11 月、12 月等月份水温较建库前有所提高。

5) 小结

(1) 红水河干流梯级中，天一水库及龙滩水库水温结构为稳定分层型；天二、平班、岩滩、大化、百龙滩、乐滩、桥巩等 7 个水库水温结构均为混合型。

(2) 龙滩水库下泄水温与天然河流水温差别大，春、夏两季下泄水月平均水温明显低于建库前河流水温，秋、冬两季则有所提高；相比天然水温，龙滩坝下水温在 3 月至 9 月出现不同程度的温降，下泄低温水主要影响月份在 4 月至 7 月，温差最大出现在 5 月份，最大温差-4.3℃；冬季，龙滩水库的出库水温要高于入库水温，12 月水温升高最高，达 4.7℃。

(3) 龙滩下游各水文站水温受天生桥一级、光照、董箐、龙滩水电站等梯级的累积性影响。天一水库下泄水温与天然河流水温差别大，并对下游水温分布产生明显影响。天一水库春、夏两季下泄水月平均水温明显低于建库前河流水温，秋、冬两季则有所提高；至坝址下游 170km 与北盘江汇合后，对水温仍有影响。红水河流域已建梯级对水温的综合影响最远影响距离可至坝下约 604km 柳江河口，与柳江汇合后，温降可减小至 1℃以内。

5.3.1.3 水质影响回顾

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) 水质评价标准

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。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。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》(GB3838-2002)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图 5.3.1-34，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 $\leq 4\text{mg/L}$)。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。

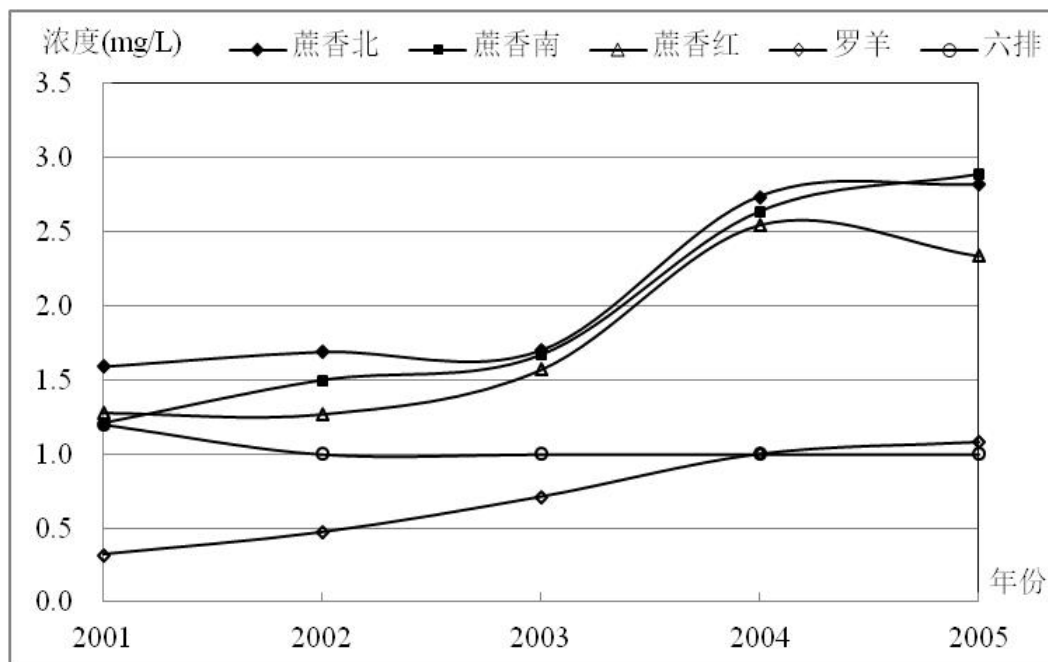


图 5.3.1-34 施工前期库区各断面生化需氧量变化趋势图

库区氨氮变化趋势分析见图 5.3.1-35，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 $\leq 1\text{mg/L}$)。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。

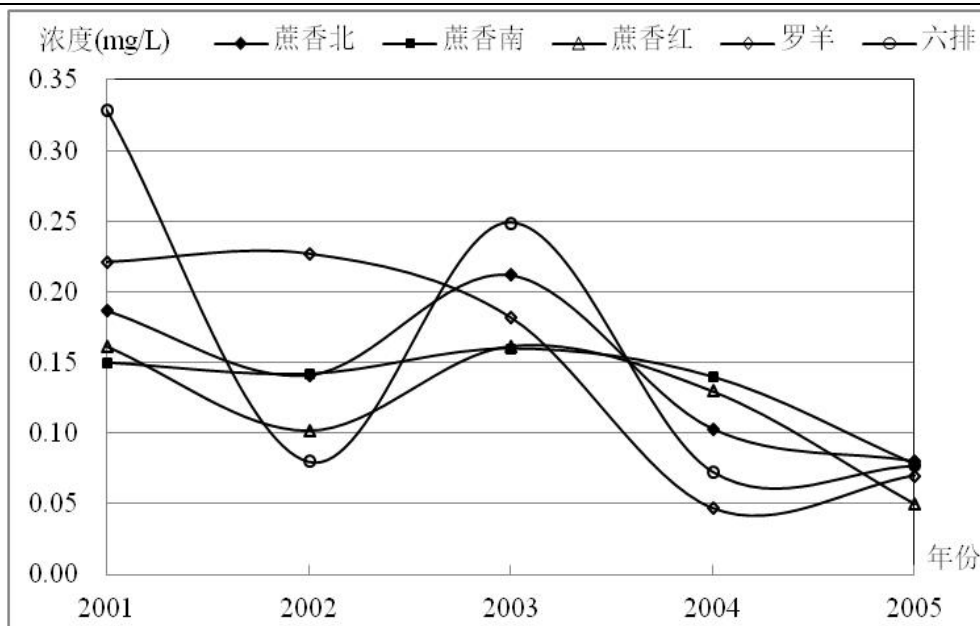


图 5.3.1-35 施工前期库区各断面氨氮变化趋势图

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、2018~2024 年黔西南州生态环境状况公报，龙滩水电站库区河道水质监测断面污染状况分析见表 5.3.1-37。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 5.3.1-37 龙滩库区 2007 年~2011 年、2015、2018-2025 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	2024
蔗香北	III	III	II	III	III	III	III	III	II	II	II	I	I	I
蔗香南	III	III	III	III	III	III	III	III	II	II	II	II	I	I
蔗香红	III	III	III	III	III	III	III	III	II	III	-	-	-	-
罗羊	III	II	I	II	-	-	-	-	-	-	II	II	II	II

3) 建库后大坝前后地表水水质变化评价

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。

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 $\leq 4\text{mg/L}$)。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。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 $\leq 0.05\text{mg/L}$); 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。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 $\leq 1\text{mg/L}$),坝下的总氮高于坝前的总氮。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 $\leq 1\text{mg/L}$); 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。

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 5.3.1-36。2012 年~2014 年,龙滩水库南盘江入库断面(蔗香北)、北盘江入库断面(蔗香南)、坝前断面(龙滩库区)、坝下断面(龙滩坝下)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 $\leq 0.05\text{mg/L}$)。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。

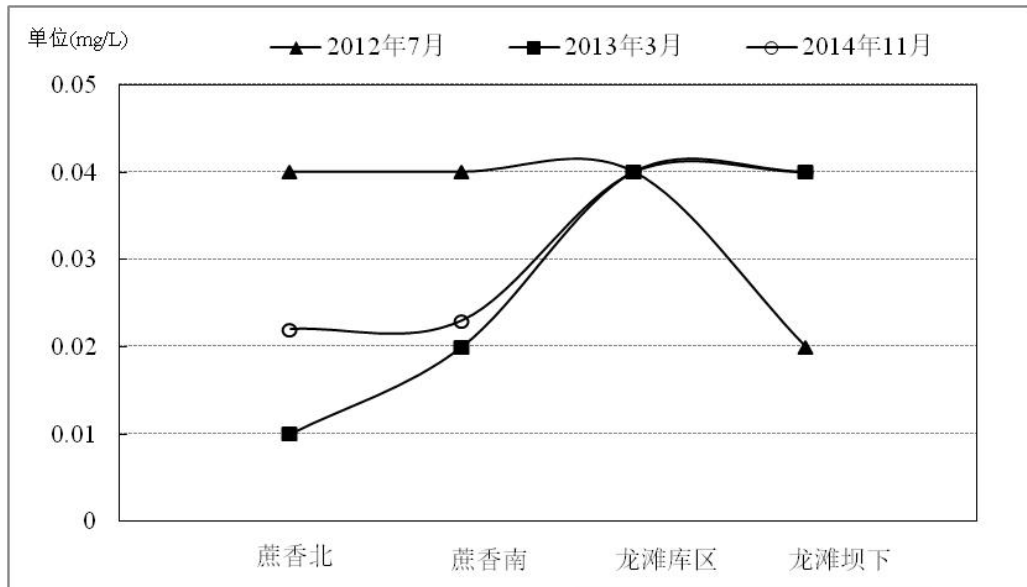


图 5.3.1-36 运行期各断面总磷变化趋势图

(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 5.3.1-37。2013 年~2014 年，龙滩水库南盘江入库断面(蔗香北)、北盘江入库断面(蔗香南)、坝前断面(龙滩库区)、坝下断面(龙滩坝下)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 $\leq 1\text{mg/L}$)。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。

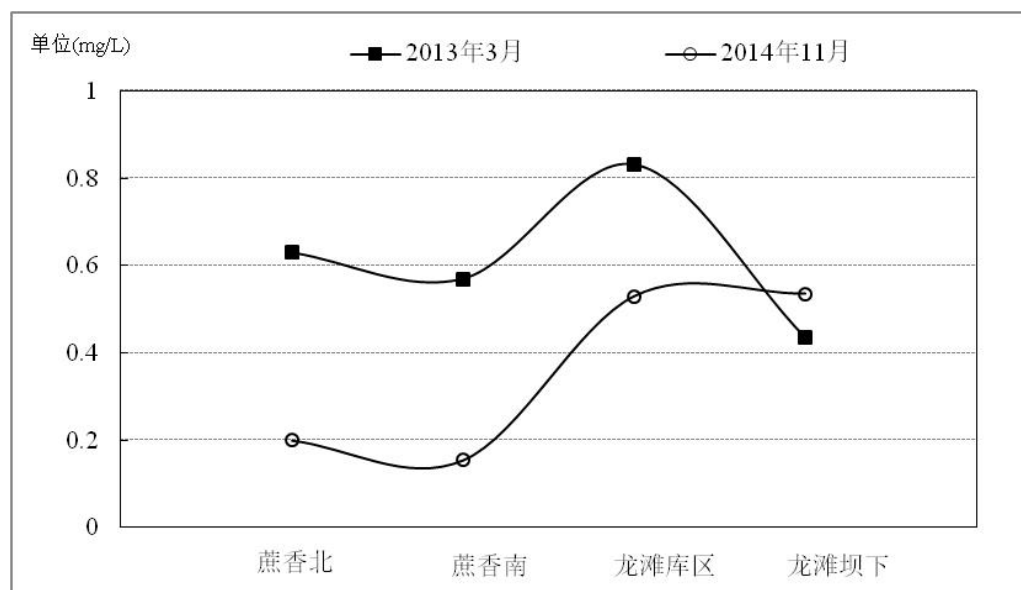


图 5.3.1-37 各断面氨氮变化趋势图

5) 现状出入库地表水水质变化评价

根据我院于 2026 年 3 月、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、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 2026 年，龙滩库区出入库及坝下地表水中总磷变化情况见图 5.3.1-38。2026 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)的总磷指标均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准湖、库类(总磷 $\leq 0.05\text{mg/L}$)。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较大提高。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，总磷含量变化不大。



图 5.3.1-38 运行期各断面总磷变化趋势图

(2) 氨氮变化

运行期 2026 年，龙滩库区出入库及坝下地表水中氨氮变化情况见图 5.3.1-39。2026 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 $\leq 1\text{mg/L}$)。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氨氮含量基本持平，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升高趋势，3 月份与 6 月份相比库区的氨氮含量有一定提升。

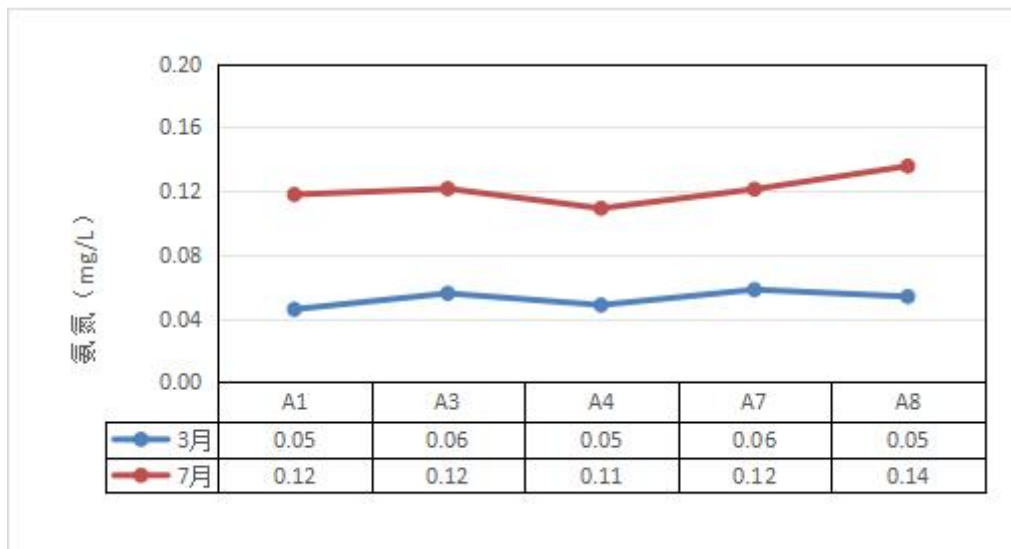


图 5.3.1-39 各断面氨氮变化趋势图

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、2026 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，若库区污染源能够持续得到有效和科学管理，将其控制在合理的水平内，龙滩库区及坝下将在很长时间维持在现有状态。

5.3.2 陆生生态影响回顾评价

5.3.2.1 陆生植物影响回顾性评价

a) 植物区系变化

评价范围建设前、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。从统计结果来看，评价范围维管束植物种类呈持续增长态势：建设前为 1205 种，运行初期增至 2461 种（约为建设前的 2 倍），运行期进一步增至 2547 种，现阶段达到 2563 种，较运行期增加 16 种，增幅趋缓。

物种数量增加的主要原因有两方面：一是调查范围和调查深度的不断拓展，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等保护区的相继建立及其综合科学考察工作的深入推进，区域植物资源被持续发现和记录；二是调查频次增加使得一些原有分布种被陆续采集确认。需指出的是，物种数量增加主要反映的是调查认知程度的提升，而非完全由工程建设本身引发。

表 5.3.2-1 评价范围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(2025 年)	40	90	245	8	11	21	174	889	2297	222	990	2563

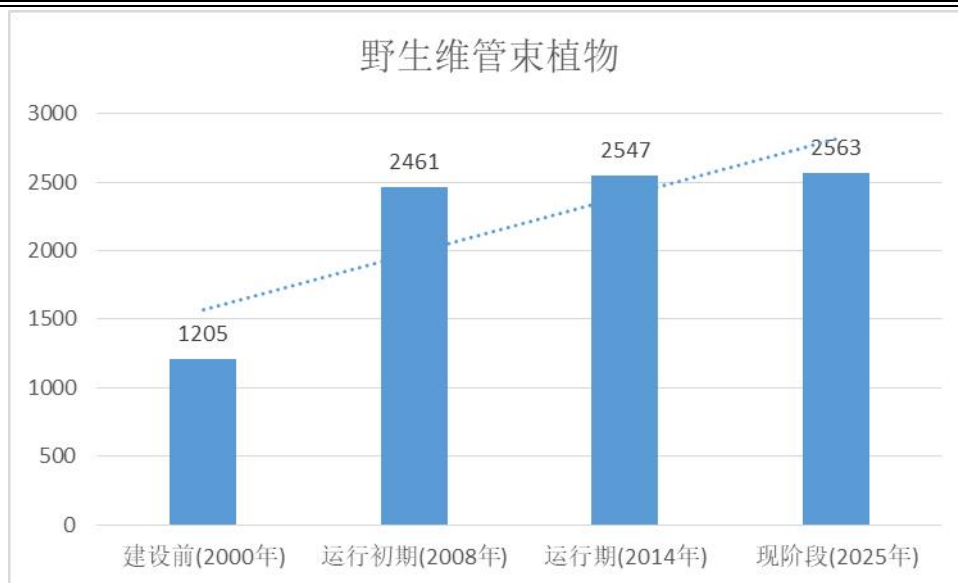


图 5.3.2-1 野生维管束植物变化趋势图

龙滩水电站建设前、运行初期、运行期和现阶段四个时段，评价范围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，评价范围内植物区系建库前与建库后相比未发生太大变化。评价范围建设前、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 评价范围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生物多样性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评价范围植物种类较为丰富；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 (2025 年)	①评价范围植物种类较为丰富；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

现阶段把评价范围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、麻栎林、银合欢灌丛、白花鬼针草灌草丛、苘麻灌草丛等。与运行初期相比，主要增加了油杉+马尾松林、余甘子灌丛、小蓬草灌草丛、草木樨灌草丛、荇草灌草丛等。与运行期相比，主要增加了枫杨林、草木樨灌草丛、荇草灌

草丛等。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贵州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、苕草等喜阴湿的群落。

另外由于人为活动的增加和移民安置建设工程的影响，评价范围出现了外来种群落，如白花鬼针草灌草丛、喜旱莲子草沼泽等。

表 5.3.2-3 评价范围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	√	√	√	√

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
二 阔叶林	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	√	√	√	√
		24. 金丝李林			√	√
		25. 木棉、榕树、羽叶楸群系	√	√	√	√
		26. 滇黄杞、木蝴蝶群系	√	√	√	√
二 阔叶林	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. 红背山麻秆、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	√	√	√	√

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
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		√	√	√
		50. 飞机草灌草丛		√	√	√
		51. 小蓬草灌草丛			√	√
三 灌丛和灌草丛	VIII 灌草丛	52. 藿香蓟灌草丛		√	√	√
		53. 草木樨灌草丛				√
		54. 荩草灌草丛				√
		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，解译了建设前后评价范围的植被类型分布图，并统计得出了各种植被类型的面积，详见图 5.3.2-2、详见表 5.3.2-4。

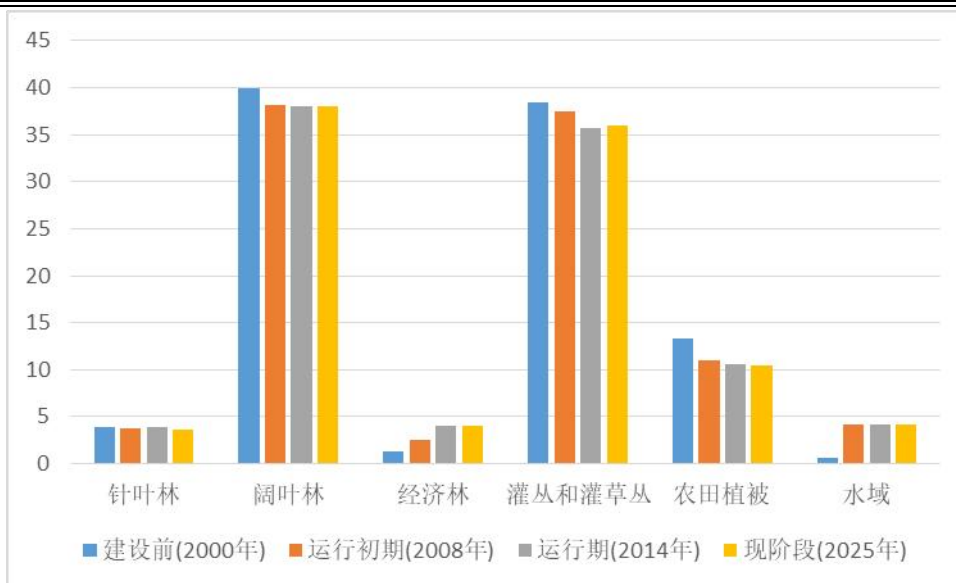


图 5.3.2-2 不同阶段植被类型面积变化趋势图



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(2025 年)		2000 年~2008 年 变化		2000 年~2014 年变化		2000 年~2025 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，占评价范围面积的 4.90%；现阶段建设用地 58302.32hm²，占评价范围面积的 5.10%。

从表 5.3.2-4 可知，工程建设前、运行初期、运行期和现阶段评价范围植被均以阔叶林、灌草丛植被占优势，其次是农业植被。区域植被仍呈现自然植被为主、具有一定人为干扰的特点。

2000-2025 年，评价范围针叶林、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 23975.46hm²、26880.10hm²，其次为阔叶林，减少了 17953.97hm²，针叶林面积减少了 2944.58hm²；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 33565.76hm²。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林，因此经济林面积有所增加，增加面积 25916.20hm²。

c) 珍稀野生植物和古树名木变化

1) 珍稀野生植物

本次评价分为建设前(2000 年)、运行初期(2008 年)、运行期(2014 年)和现阶段(2025 年)四个阶段，建设前、运行初期和运行期重点保护植物评价参考《国家重点保护野生植物名录(第一批)》的保护等级开展。2021 年中国国家林业和草原局 农业农村部 2021 年第 15 号公告发布新的国家重点保护野生植物名录，1999 年 8 月 4 日颁布的《国家重点保护野生植物名录》(第一批)(国家林业局 农业部 第 4 号令)自本公告发布之日起已废止。

(1)各阶段物种统计

建设前，根据龙滩复核环评报告，评价范围有国家重点保护野生植物 9 种，均为国家二级保护植物，分别为桫欏、柄翅果、马尾树、格木、柔毛油杉、香果树、闽楠、任木、华南锥，根据新发布的国家重点保护野生植物名录，马尾树和任木已不属于国家重点保护植物。

运行初期，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》，评价范围有国家重点保护野生植物 12 种，其中国家一级重点保护植物 1 种，为叉孢苏铁；国家二级重点保护野生植物 11 种，分别为金毛狗脊、桫欏、樟

树、柄翅果、任豆、花榈木、红豆树、榉树、毛红椿、马尾树及喜树。根据新发布的国家重点保护野生植物名录，樟树、任木、榉树、马尾树及喜树已不属于国家重点保护植物。

运行期，根据《红水河龙滩水电站环境影响后评价报告》，评价范围内国家重点保护野生植物有 32 种，其中国家一级有叉孢苏铁、贵州苏铁、南方红豆杉、掌叶木 4 种；国家二级 28 种，为苏铁蕨、金毛狗、桫欏、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、黄槿、柄翅果、降香、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。根据新发布的国家重点保护野生植物名录，单叶贯众、樟树、紫檀、任豆、榉树、喜树和马尾树均已不属于国家重点保护植物，毛红椿已合并为红椿，掌叶木降为国家二级。

现阶段，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)等评价范围相关著作、文献资料以及《国家重点保护野生植物名录》(中国国家林业和草原局农业农村部 2021 年第 15 号公告)，并结合现场调查结果，确定评价范围国家重点保护野生植物有 29 种，其中国家一级有叉孢苏铁、贵州苏铁、南方红豆杉、长瓣兜兰、硬叶兜兰 5 种；国家二级 24 种，为掌叶木、苏铁蕨、金毛狗、桫欏、柔毛油杉、短叶黄杉、香木莲、福建柏、闽楠、蒜头果、黄槿、柄翅果、降香、红豆树、格木、花榈木、华南锥、红椿、伞花木、香果树、建兰、春兰、滇金石斛、束花石斛。

表 5.3.2-5 评价范围四个时段珍稀野生植物统计表

阶段	依据名录	总物种数	国家一级	国家二级	变更影响说明
建设前	1999 年第一批名录	9 种	0 种	9 种	全部为二级：桫欏、柄翅果、马尾树、格木、柔毛油杉、香果树、闽楠、任木、华南锥；新版名录中马尾树、任木剔除保护名录
运行初期	1999 年第一批名录	12 种	1 种(叉孢苏铁)	11 种	新增一级叉孢苏铁；新增金毛狗、樟树、花榈木、红豆树、榉树、毛红椿、喜树；新版名录中樟树、任木、榉树、马尾树、喜树剔除保护名录

表 5.3.2-5(续)

阶段	依据名录	总物种数	国家一级	国家二级	变更影响说明
运行期	1999 年第一批名录	32 种	4 种(叉孢苏铁、贵州苏铁、南方红豆杉、掌叶木)	28 种	物种大幅扩充：新增苏铁蕨、单叶贯众、水蕨、短叶黄杉、香木莲、福建柏、蒜头果、黄槿、降香、紫檀、伞花木等；名录调整：①单叶贯众、樟树、紫檀、任豆、榉树、喜树、马尾树退出保护名录；②毛红椿合并归入红椿；③掌叶木由一级降为二级
现阶段	2021 新版保护名录	29 种	5 种(叉孢苏铁、贵州苏铁、南方红豆杉、长瓣兜兰、硬叶兜兰)	24 种	①一级新增 2 种兜兰；②掌叶木调整为二级；③删除新版名录不再保护的物种；④合并毛红椿统一为红椿；⑤新增兰科保护植物：建兰、春兰、滇金石斛、束花石斛

(2)物种数量变化的原因

从物种数量上看，从建设前 9 种→运行初期 12 种→运行期峰值 32 种→现阶段 29 种，呈现先增加后小幅减少的趋势。这一变化的驱动因素区分如下：

调查深度增加带来的新增记录：从运行初期到运行期，物种数量从 12 种增至 32 种，新增苏铁蕨、单叶贯众、水蕨、短叶黄杉、香木莲、福建柏、蒜头果、黄槿、降香、紫檀、伞花木等，主要归因于后评价阶段调查范围的扩大和对保护植物调查的深入，而非水电站运行直接导致物种数量增加。

保护名录调整带来的统计变化：现阶段物种数较运行期减少 3 种，核心原因在于 2021 年新版名录的发布——单叶贯众、樟树、紫檀、任豆、榉树、喜树、马尾树等物种退出保护名录；毛红椿合并为红椿；掌叶木由国家一级调整为二级。上述变化属政策标准更新，与工程影响无关。

保护等级变化：一级保护物种从运行期的 4 种增至现阶段的 5 种，新增长瓣兜兰和硬叶兜兰 2 种兰科植物，同时掌叶木下调为二级。一级物种的增加主要反映了新版名录对兰科植物的关注提升及调查深入，而非保护等级普遍提升。

(3)保护措施及成效

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龙滩自然保护区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。移植园选址高于水库最高蓄水位，移栽保护植物现不受水库影响，375m 以下未发现新分布的珍稀濒危植物。截至 2008 年，桫欏、叉孢苏铁、顶果树、毛红椿(已合并为红椿)、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。尽管因早期管理技术有限，部分珍稀植物已濒临死亡甚至死亡。但经 2021 年至 2025 年多次现场调查证实，桫欏、金毛狗、南方红豆杉等繁衍能力较强的物种在经过精心的培育管护下种群数量在持续增加，保护成效显著。

2) 古树名木

评价范围原有古树 19 种，共 183 株，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“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，评价范围中共有 51 株古树得到不同程度、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 株榕树移至向阳镇政府所在地，根据现场调查，各古树均已成活且长势良好。此外，渡邑自然保护区已经对水库淹没线以上的 18 株古树进行了挂牌保护。

d) 对陆生植物的影响

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。以下分区辨析水电站直接影响与其他因素的交互关系：

1) 消落带对植物的影响——水电站直接影响

水库正常蓄水位 375m 时，龙滩水库为年调节性能。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。其影响主要体现在：**①物种数量减少但未灭绝**：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。表明植物在此类高一低水位周期性交替的缺氧生境中恢复将需更长周期。②**土壤与植被特征变化**：参考三峡库区相关研究，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。③**水土流失与外来物种**：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，生态系统功能脆弱，部分原有植被被藿香蓟等外来入侵植物替代。



消落带苍耳群落

消落带藿香蓟群落

图 5.3.2-3 评价区消落带植被

2) 对河谷季雨林的影响——水库淹没与保护区调整的复合作用

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。

水电站直接淹没影响：受水库蓄水影响，淹没河谷季雨林面积共计 122hm²，其中渡邑自然保护区 73.8hm²、罗羊自然保护区 41.8hm²、双江自然保护区 6.4hm²，分别占各保护区内河谷季雨林面积的 17.2%、20.4%和 11.2%。

保护区调整的补偿效应：水库建成运行后，望谟县和罗甸县人民政府分别对渡邑自然保护区和罗羊自然保护区范围进行了调整，将原位于 375m 淹没线以下的区

域调出，同时将相邻保存较好的河谷季雨林区域划入保护区范围——渡邑保护区调入乐康国有林区有季雨林成分的地段，罗羊保护区调入罗妥沟以西 210.5hm^2 及北面冗里 402.5hm^2 的季雨林。调整后的保护区主体位于淹没线以上，水库蓄水不再新增淹没影响，调入面积有效弥补了淹没损失。从数量上看，河谷季雨林总面积得到补偿，且保护区内季雨林因管理加强而生长状况改善。

3) 库区小气候变化的影响——水库运行间接效应

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。

龙滩水库的建设，库区水面积增加，库区周边水湿环境改变，使得库区周边自然植物种类和农作物分布面积逐渐增加，从而很大程度上提高了库周生态系统的生产力及稳定性。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、林种植以及自然植被生长带来了有利条件。

4) 人类活动影响——移民安置与旅游开发

移民安置的垦殖压力：水库建设后，移民搬迁导致部分安置点人均耕地较搬迁前减少（贵州库区搬迁前人均耕地 0.068hm^2 ，搬迁后人均对接耕地仅 0.03hm^2 ，占比 44%），生产安置问题未能完全落实。部分移民在房前屋后大于 25° 的坡地、开挖边坡及弃渣场上耕种，破坏植被并加剧水土流失，形成恶性循环。此项影响属于移民安置伴生影响，不完全等同于水电站运行本身，但与水电站建设具有因果关系。为缓解这一问题，库区地方政府推行淹没耕地长期补偿政策，有效减少了移民随意开垦现象。

旅游开发的人为干扰：龙滩库区旅游快速发展，游客数量从 2007 年的 25 万人次增至现阶段两省库区全年超 550 万人次，人员流动增加对区域植被产生了一定干扰。历经 20 余年综合治理，全县森林覆盖率稳定至 81.81%，环湖绿化、消落带植被修复等工程持续推进，旅游管控规范化后清拆了沿岸违规设施，划定观赏点位和生态缓冲带，无序踩踏、采摘等人为干扰强度降低 60% 以上。2024 年监测显示龙滩水库水质维持 I 类贫营养状态，远离游览区环湖山林 Shannon-Wiener 多样性指数恢复至 1.8~2.1，水土流失强度较 2005 年下降近四成。但高频游览区（游船码头、网红

观景岸段等) 长期踩踏胁迫未完全消除, 岸带植被覆盖度较原生区域仍低 45%~72%, 局部多样性指数仅 0.94~1.26, 叠加水位落差的水文胁迫, 临水裸岩斑块的退化问题短期难以完全修复。

表 5.3.2-6 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。

e) 陆生植物回顾性总结

龙滩水电站建设运行以来, 评价范围内陆生植物总体呈现稳定并趋于改善的态势。

物种与植被方面: 野生维管束植物物种数量从建设前的 1205 种增至现阶段的 2563 种, 主要因调查范围和深度不断拓展; 区系组成始终以热带亚热带成分为主, 起源古老、特有成分丰富, 建设前后区系性质未发生根本改变。植被类型保持完整, 未因工程建设和水库蓄水导致任一植被型或群系消失, 同时新增枫杨林、草木樨灌草丛、荇草灌草丛等群系; 面积上阔叶林、灌草丛和农田因占地及淹没有所减少, 水域及经济林面积增加, 2008 年后天然林保护、退耕还林及自然保护区建立促进了植被恢复。

珍稀野生植物方面: 通过蓄水前迁地保护, 共移植 56 种 7320 株珍稀植物进入保护园区, 桫欏、南方红豆杉等种群持续增加, 古树名木也得到挂牌或移植保护。物种数量先增后小幅回调, 回调主要归因于 2021 年保护名录调整及物种归并, 与工程影响无关。

影响层面: 水电站对陆生植物的核心影响途径包括水库蓄水淹没导致的植被面积减少、消落带水位周期性涨落对河岸植被的持续胁迫、以及移民安置和旅游开发伴生的人为干扰。其中消落带植被恢复缓慢, 是当前水电站运行对陆生植物最主要且持续的生态影响; 河谷季雨林通过保护区界线调整实现面积补偿, 蓄水未再新增影响; 库区小气候增湿增雾有利于植被生长, 呈现积极效应。移民耕地补偿政策减

缓了人为垦殖压力，旅游活动经规范化管控后整体干扰强度下降，生物多样性多数区域恢复至较高水平，仅局部高频游览岸段仍存在退化差异。

综合来看，龙滩水电站未对陆生植物造成不可逆影响，经过综合治理，区域植被整体向好，生态系统趋于稳定。

5.3.2.2 陆生动物影响回顾性评价

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》《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，本报告主要分析动物组成变化情况。

表 5.3.2-7 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		
	目	科	种	目	科	种	目	科	种	目	科	种	目	科	种
建设前	1	6	20	3	11	56	16	45	270	8	23	97	28	85	443
运行初期	1	7	23	3	12	66	16	45	270	10	25	98	28	87	457
运行期	2	8	24	2	12	71	18	53	344	10	25	104	32	97	543
现阶段	2	8	24	2	22	72	18	67	358	9	28	100	31	125	554
建设前-现阶段	1	2	4	-1	11	16	2	22	88	1	5	3	3	40	111
运行初-现阶段	1	1	1	-1	10	6	2	22	88	-1	3	2	3	38	97
运行期-现阶段	0	0	0	0	10	1	0	14	14	-1	3	-4	-1	28	11

从种类组成来看，建设前共记录陆生脊椎动物 443 种（两栖类 20 种、爬行类 56 种、鸟类 270 种、兽类 97 种），现阶段已增至 546 种（两栖类 24 种、爬行类 72 种、鸟类 350 种、兽类 100 种），净增 103 种。各纲类群变化特征如下：

两栖类：对比建设前和现阶段，两栖类由建设前的 1 目 6 科 20 种增加到现在的 2 目 8 科 24 种；增加了 1 目 2 科为有尾目隐鳃鲠科和雨蛙科，增加了 4 种；对比运行初期和现阶段，增加了 1 目 1 科为有尾目隐鳃鲠科；对比运行期和现阶段，种类无变化。

爬行类：对比建设前和现阶段，两栖类由建设前的 3 目 11 科 56 种变化为 2 目 22 科 72 种，建设前蛇目和蜥蜴目归为有鳞目；对比运行初期、运行期和现阶段对比，科数增多是由于参考更新的分类名录，将原来庞大的类群如游蛇科拆分成了多个独立的科，闪皮蛇科、钝头蛇科、蝰科、水蛇科、屋蛇科等。

鸟类：对比建设前、运行初期与现阶段，现阶段鸟类名录在目级阶元上净增 2 目（新增鹰形目、咬鹃目、犀鸟目、鹼鸟目，同时鸛形目和雨燕目因分类调整被归并或拆分而减少），科级阶元净增 22 科（共增加 25 科、减少 3 科，减少的 3 科为广义的画眉科、莺科和文鸟科，它们被拆分为林鹟科、幽鹟科、噪鹟科、苇莺科、柳莺科、树莺科、蝗莺科、扇尾莺科、莺鹟科、鸦雀科、梅花雀科、雀科等多个独立的科，同时新增了咬鹃科、莺雀科、钩嘴鹟科、扇尾鹟科、王鹟科、玉鹟科、鳞胸鹟科、长尾山雀科、鹟科、燕鹟科、叶鹟科等科），物种数量净增 88 种（从 270 种增至 358 种）。对比运行期与现阶段，在目级阶元上从 16 目增至 18 目（新增鹰形目、咬鹃目、犀鸟目、鹼鸟目，同时鸛形目并入鹟形目、雨燕目并入夜鹰目，净增 2 目）；科级阶元从 53 科增至 67 科，物种数量从 344 种增至 358 种。

兽类：与运行初期相比，现阶段兽类名录在目级阶元上减少 1 目，由于猬形目和鼯形目合并为现在的劳亚食虫目，科级阶元由 25 科增至 28 科，净增 3 科，增加长翼蝠科、鼯型鼠科、麝科、獐科和熊科，同时竹鼠科和鼯鼠科因分类归并而减少；物种数从 98 种增至 100 种，净增 2 种，其中运行初期新增熊猴、金猫、豹、大斑灵猫、黑熊和毛冠鹿 6 种，但现阶段因分类厘定或分布记录更新又剔除了拟家鼠、大板齿鼠、宽耳蝠和双色蹄蝠 4 种，最终净增 2 种。与运行期相比，现阶段兽类名录在目级阶元上减少 1 目，由于猬形目和鼯形目合并为现在的劳亚食虫目，科级阶元由 25 科增至 28 科(净增 3 科)，具体增加长翼蝠科、鼯型鼠科、麝科、獐科和熊科，同时竹鼠科和鼯鼠科因归并而减少；物种数由 104 种降至 100 种，减少了 4 种，即拟家鼠、大板齿鼠、宽耳蝠和双色蹄蝠，其余物种保持不变。

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，在此期间也不断有新种的新分布发现，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

建设前库区及库周十县国家级重点保护动物记录 48 种，其中国家一级 3 种，国家二级 45 种；运行初期国家级重点保护动物未发生变化，但林麝保护等级从国家二

级提升至国家一级；运行期国家级重点保护动物记录 60 种，国家一级新增 3 种，金雕、豹、熊猴；国家二级新增 9 种，金猫、中国大鲵、红翅绿鸠、黄嘴角鸮、蛇雕、鹰雕、日本松雀鹰、仙八色鸫、亚洲黑熊。现阶段国家级重点保护动物记录 91 种，国家一级 16 种，国家二级 75 种。数量激增的原因主要有两个，一是根据 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》，部分物种进行了升级，原先不列入保护名录现名录纳入，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、蓝鹇、黄胸鹇、豹猫、赤狐等；二是随着调查次数增加及调查深度的加深，评价范围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、海南鵲、游隼、红角鸮、灰脸鵟鹰、豺、脆蛇蜥。

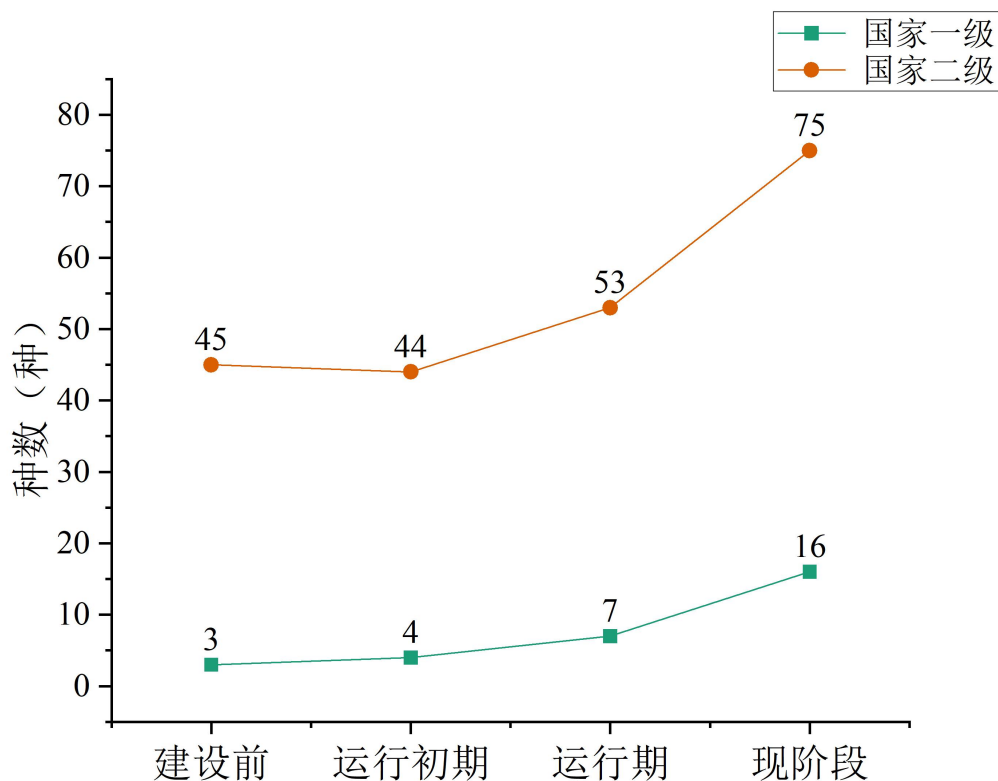


图 5.3.2-4 评价区重点保护动物变化趋势图

表 5.3.2-8 评价区重点保护动物变化一览表

序号	中文名、拉丁名	建设前	运行初期	运行期	现阶段
1	黑颈长尾雉 <i>Syrnaticus humiae</i>	一级	一级	一级	一级
2	中华秋沙鸭 <i>Mergus squamatus</i>	/	/	/	一级
3	海南鵙 <i>Gorsachius magnificus</i>	/	/	/	一级
4	秃鹫 <i>Aegypius monachus</i>	二级	二级	二级	一级
5	金雕 <i>Aquila chrysaetos</i>	/	/	一级	一级
6	黄胸鹀 <i>Emberiza aureola</i>	√	√	√	一级
7	黑叶猴 <i>Trachypithecus francoisi</i>	/	/	/	一级
8	林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	二级	一级	一级	一级
9	中华穿山甲 <i>Manis pentadactyla</i>	二级	二级	二级	一级
10	金猫 <i>Catopuma temminckii</i>	/	/	二级	一级
11	云豹 <i>Neofelis nebulosa</i>	一级	一级	一级	一级
12	豹 <i>Panthera pardus</i>	/	/	一级	一级
13	大斑灵猫 <i>Viverra zibetha</i>	/	/	√	一级
14	大灵猫 <i>Viverra zibetha</i>	二级	二级	二级	一级
15	小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	二级	二级	二级	一级
16	豺 <i>Cuon alpinus</i>	/	/	/	一级
17	中国大鲵 <i>Andrias davidianus</i>	/	/	二级	二级
18	虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i>	二级	二级	二级	二级
19	山瑞鳖 <i>Palea steindachneri</i>	二级	二级	二级	二级
20	平胸龟 <i>Platysternon megacephalum</i>	√	√	√	二级
21	乌龟 <i>Mauremys reevesii</i>	√	√	√	二级
22	眼斑水龟 <i>Sacalia bealei</i>	√	√	√	二级
23	大壁虎 <i>Gekko gekko</i>	二级	二级	二级	二级
24	脆蛇蜥 <i>Dopasia harti</i>	/	/	/	二级
25	蟒 <i>Python bivittatus</i>	一级	一级	一级	二级
26	眼镜王蛇 <i>Ophiophagus hannah</i>	√	√	√	二级
27	三索锦蛇 <i>Coelognathus radiatus</i>	√	√	√	二级

表 5.3.2-8(续)

序号	中文名、拉丁名	建设前	运行初期	运行期	现阶段
28	褐胸山鹧鸪 <i>Arborophila brunneopectus</i>	√	√	√	二级
29	红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	二级	二级	二级	二级
30	白腹锦鸡 <i>Chrysolophus amherstiae</i>	二级	二级	二级	二级
31	白鹇 <i>Lophura nycthemera</i>	二级	二级	二级	二级
32	红原鸡 <i>Gallus gallus</i>	二级	二级	二级	二级
33	栗树鸭 <i>Dendrocygna javanica</i>	/	/	√	二级
34	红翅绿鸠 <i>Treron sieboldii</i>	/	/	二级	二级
35	褐翅鸦鹃 <i>Centropus sinensis</i>	二级	二级	二级	二级
36	小鸦鹃 <i>Centropus bengalensis</i>	二级	二级	二级	二级
37	棕背田鸡 <i>Zapornia bicolor</i>	√	√	√	二级
38	草鸮 <i>Tyto longimembris</i>	二级	二级	二级	二级
39	领鸺鹠 <i>Glaucidium brodiei</i>	二级	二级	二级	二级
40	斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	二级	二级	二级	二级
41	领角鸮 <i>Otus lettia</i>	二级	二级	二级	二级
42	黄嘴角鸮 <i>Otus spilocephalus</i>	/	/	二级	二级
43	红角鸮 <i>Otus sunia</i>	/	/	/	二级
44	褐林鸮 <i>Strix leptogrammica</i>	二级	二级	二级	二级
45	灰林鸮 <i>Strix niviculum</i>	二级	二级	二级	二级
46	雕鸮 <i>Bubo bubo</i>	二级	二级	二级	二级
47	褐渔鸮 <i>Ketupa zeylonensis</i>	二级	二级	二级	二级
48	凤头蜂鹰 <i>Pernis ptilorhynchus</i>	二级	二级	二级	二级
49	黑冠鹃隼 <i>Aviceda leuphotes</i>	二级	二级	二级	二级
50	蛇雕 <i>Spilornis cheela</i>	/	/	二级	二级
51	鹰雕 <i>Nisaetus nipalensis</i>	/	/	二级	二级
52	白腹隼雕 <i>Aquila fasciata</i>	二级	二级	二级	二级
53	凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	二级	二级	二级	二级
54	赤腹鹰 <i>Accipiter soloensis</i>	二级	二级	二级	二级

表 5.3.2-8(续)

序号	中文名、拉丁名	建设前	运行初期	运行期	现阶段
55	日本松雀鹰 <i>Accipiter gularis</i>	/	/	二级	二级
56	松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	二级	二级	二级	二级
57	雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	二级	二级	二级	二级
58	苍鹰 <i>Accipiter gentilis</i>	二级	二级	二级	二级
59	白尾鹞 <i>Circus cyaneus</i>	二级	二级	二级	二级
60	鹊鹞 <i>Circus melanoleucos</i>	二级	二级	二级	二级
61	黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	二级	二级	二级	二级
62	灰脸鵟鹰 <i>Butastur indicus</i>	/	/	/	二级
63	普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	二级	二级	二级	二级
64	红头咬鹃 <i>Harpactes erythrocephalus</i>	/	/	√	二级
65	白胸翡翠 <i>Halcyon smyrnensis</i>	√	√	√	二级
66	白腿小隼 <i>Microhierax melanoleucos</i>	二级	二级	二级	二级
67	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	二级	二级	二级	二级
68	燕隼 <i>Falco subbuteo</i>	二级	二级	二级	二级
69	游隼 <i>Falco peregrinus</i>	/	/	/	二级
70	蓝背八色鸫 <i>Hydrornis soror</i>	二级	二级	二级	二级
71	仙八色鸫 <i>Pitta nympha</i>	/	/	二级	二级
72	长尾阔嘴鸟 <i>Psarisomus dalhousiae</i>	二级	二级	二级	二级
73	画眉 <i>Garrulax canorus</i>	√	√	√	二级
74	红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	/	/	√	二级
75	银耳相思鸟 <i>Leiothrix argentea</i>	/	/	√	二级
76	棕腹大仙鹑 <i>Niltava davidi</i>	/	/	√	二级
77	蓝鹇 <i>Emberiza siemsseni</i>	√	√	√	二级
78	红面猴 <i>Macaca arctoides</i>	/	/	/	二级
79	猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	二级	二级	二级	二级
80	熊猴 <i>Macaca assamensis</i>	/	/	一级	二级
81	藏酋猴 <i>Macaca thibetana</i>	二级	二级	二级	二级

表 5.3.2-8(续)

序号	中文名、拉丁名	建设前	运行初期	运行期	现阶段
82	獐 <i>Hydropotes inermis</i>	二级	二级	二级	二级
83	毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>	/	/	√	二级
84	中华鬣羚 <i>Capricornis milneedwardsii</i>	二级	二级	二级	二级
85	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	√	√	√	二级
86	斑林狸 <i>Prionodon pardicolor</i>	二级	二级	二级	二级
87	赤狐 <i>Vulpes vulpes</i>	√	√	√	二级
88	貉 <i>Nyctereutes procyonoides</i>	√	√	√	二级
89	亚洲黑熊 <i>Ursus thibetanus</i>	/	/	二级	二级
90	小爪水獭 <i>Aonyx cinerea</i>	/	/	/	二级
91	欧亚水獭 <i>Lutra lutra</i>	二级	二级	二级	二级

注：“/”表示未记录；“√”表示记录到但旧保护动物名录暂未纳入

c) 对陆生动物的影响

根据龙滩水电站的特点，运行期库区气候变化、水库阻隔、库区水位消涨、水上航运、网箱养鱼等都对评价区动物产生了一定影响，导致区域内动物发生了一定变化。

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，库周形成了一个相对湿度较大的区域，对两栖爬行的栖息繁殖产生了有利作用；此外，水库蓄水运行后，库区水体的透明度增大，增加了水中溶氧量，促进了两栖类的皮肤呼吸；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，使得其种群数量有一定增加。

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，对两栖动物的食物基础产生了轻微影响；此外，两栖动物

多在沿岸浅水区繁殖，水位下降幅度过大且变化较频繁期间，水位的波动对两栖类的繁殖、发育也产生不利的影响。

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、鹈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，从而造成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、地势平缓的狭长区，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，种群数量逐渐增加。

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产生了一定影响，但动物具有一定适应能力，产生的影响较小。

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，水库的建设对动物产生了有利和不利影响，主要表现在库区蓄水使得周边水湿环境改变，水体透明度增加以及消落带消落期间形成的浅水区面积增加，对库区周边动物产生了有利影响；此外，水库阻隔、消落带涨水、水上航运等也对部分物种造成一定不利影响，但造成的影响较小。

d) 陆生动物回顾性总结

种类组成变化：受调查深度增加、分类系统更新等影响，各动物类群的目、科、种数量均呈增加趋势，现阶段共记录陆生脊椎动物 554 种(两栖类 24 种、爬行类 72 种、鸟类 358 种、兽类 100 种)，较建设前(443 种)净增 111 种。

国家重点保护动物变化：随着 2021 年新版《国家重点保护野生动物名录》的调整以及调查深入，评价区国家重点保护动物从建设前的 48 种增至现阶段的 91 种(国家一级 16 种、国家二级 75 种)，既有大量物种因保护等级提升或新增纳入(如平胸龟、画眉、豹猫等)，也有新发现物种(如黑叶猴、海南鵲、豺等)。

工程运行影响：水库运行通过局部气候改善、水体环境优化、消落区浅水栖息地形成等方式对部分类群(如两栖类、涉禽等)产生有利影响，但水库阻隔、水位消涨和航运干扰等也对物种交流、栖息地稳定性及种群数量造成一定不利影响，整体影响范围有限。

5.3.3 水生生态影响回顾评价

5.3.3.1 水生生境变化

a) 水文情势变化

① 年调节影响

径流年内再分配：枯水期(11 月～次年 4 月)出库径流较入库增加 49.7 亿 m^3 ，丰水期(5 月～10 月)出库径流减少 65.1 亿 m^3 。入库径流丰枯比由 7:3 调整为出库的 5.5:4.5，径流年内分配趋于均匀。

库区水位：多年平均水位 352.82m，历史最低 329.74m(2013 年)，最高 374.79m(2015 年)。丰水期蓄水抬高，枯水期消落，月均最高(10 月，363.77m)与最低(5 月，336.97m)相差约 27m。

坝下水位：天峨水文站月均水位在 221.49～222.92m 间波动，与岩滩坝前水位变化节律一致。受下游岩滩水库顶托为主控因素，龙滩出流为次要因素。

② 日调节影响(调峰运行)

日内流量变化：大部分日期日内最小流量集中在 277.5～832.5 m^3/s (约 1 台机)，最大流量随季节变化。6～7 月调峰最强，超 3052.5 m^3/s (≥ 5 台机)天数占 60%以上；9～10 月调峰较弱，最大流量多低于 1942.5 m^3/s 。

典型日流量过程：呈现明显的午、晚双峰特征，鱼类繁殖期(4～7 月)晚高峰流量接近 2500～3000 m^3/s ，日内调峰流量常超 2000 m^3/s 。

库区日内水位：变幅较小(0.19～0.34m)，日内涨落 1～3 次。

坝下日内水位：天峨水文站水位与出库流量高度同步，变幅与流量变幅正相

关。4~7 月调峰强且岩滩库区水位低，导致日内水位变幅常超过 2.5m，最大可达 3.27m。

b) 水温变化

① 库区水温结构

龙滩水库属稳定分层型，垂向温差显著，夏季最大温差可达 16℃(2012 年 7 月)。库表水温受气温影响，年变幅大(最低 16.3℃，最高 29.7℃)；库底水温全年稳定在 14.2~18.5℃之间，冬季因对流混合略有升高。

② 出入库水温对比

春夏季(2~7 月)出库水温低于入库，2 月降幅最大(月均-1.9℃，旬均-2.4℃)；秋冬季(8 月~次年 1 月)出库水温高于入库，11 月增幅最大(月均+2.6℃，旬均+2.7℃)。呈现“冬高夏低”的典型滞温效应。

③ 下游河道水温影响(建库前后对比)

建库后坝下各站水温年变幅减小、极值出现时间滞后约 1 个月，低温水影响主要集中在 4~7 月，沿程恢复至柳江汇合后温降小于 1℃。龙滩下游水温变化是与上游天生桥一级、光照、董箐等梯级累积叠加的结果，龙滩水温影响范围至约 604km(柳江河口)。

表 5.3.3-1 龙滩坝下河道水温变化情况表

水文站	建库前最高月均水温 / 出现月	建库后最高月均水温 / 出现月	建库前水温年变幅	建库后水温年变幅
天峨	25.1℃ / 7、8 月	24.0℃ / 9 月	10.4℃	7.3℃
都安	26.1℃ / 8 月	25.7℃ / 9 月	11.5℃	8.5℃
迁江	26.2℃ / 8 月	26.1℃ / 9 月	11.4℃	8.9℃
武宣	27.2℃ / 8 月	27.6℃ / 8 月	13.4℃	11.5℃

5.3.3.2 水生生物变化

a) 浮游植物变化

1) 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可以看出，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 105 种(属)，较建库前和运行初期(2009 年)分别增加了 52 种和 46 种，主要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 5.3.3-2 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	26	21	1	105	直链藻、针杆藻、衣藻、盘星藻、水绵、颤藻等
		所占比例%	47.62	24.76	20	7.61	-	

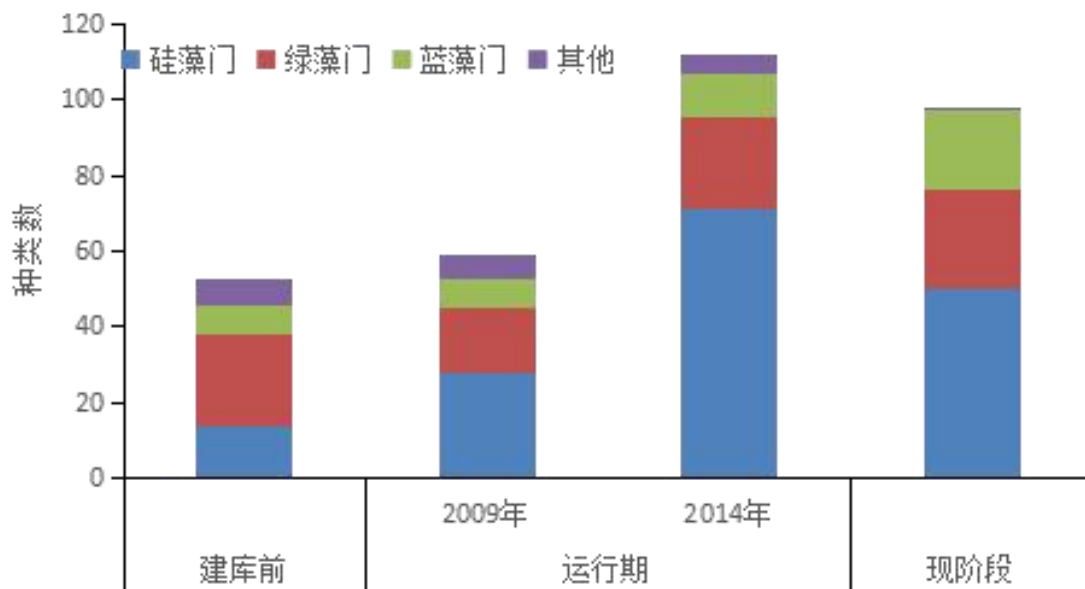


图 5.3.3-1 不同调查时期评价区浮游植物各门种类数量对比

2) 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 24.69%和 34.59%，同运行初期 2009 年相比分别下降了 24.02%和 39.03%，同 2014 年相比变化不大，分别下降 0.16%和 11.53%；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呈先下降后增加的趋势，现阶段较建库前增加了 26.17%和 5.35%；其他门类浮游植物的种类少、密度及生物量均较小，总体来说建库后也呈上升趋势。



表 5.3.3-3 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	462600	11.290	13500	7.187	288900	3.761	4400	0.245	769400	22.481
比例%	60.12	50.22	1.75	31.97	37.55	16.73	0.57	1.09		

3) 综合评价

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中仍占有较高的比例，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中仍占有较高的比例，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(Milstein 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。

b) 浮游动物动物变化

1) 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所增加，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、筒弧象鼻溞和镖水蚤等为主。

表 5.3.3-4 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、筒弧象鼻溞、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	25	30	9	6	70	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%	35.71	42.86	12.86	8.57		

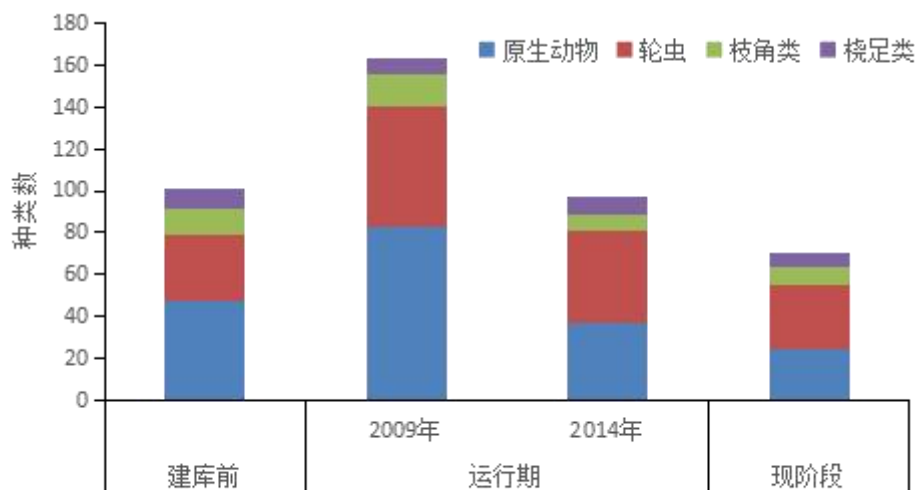


图 5.3.3-2 不同时期调查水域浮游动物种类数量占比

2) 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 5.3.3-5 不同调查时期调查区浮游动物的密度()和生物量()

项目	原生动物		轮虫		枝角类		桡足类		合计	
	密度ind./L	生物量mg/L	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
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

表 5.3.3-5(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%	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%		

3) 综合评价

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。

c) 底栖动物变化

1) 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 5.3.3-6 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	12	13	30	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%	16.67%	40.00%	43.33%	100.00%	

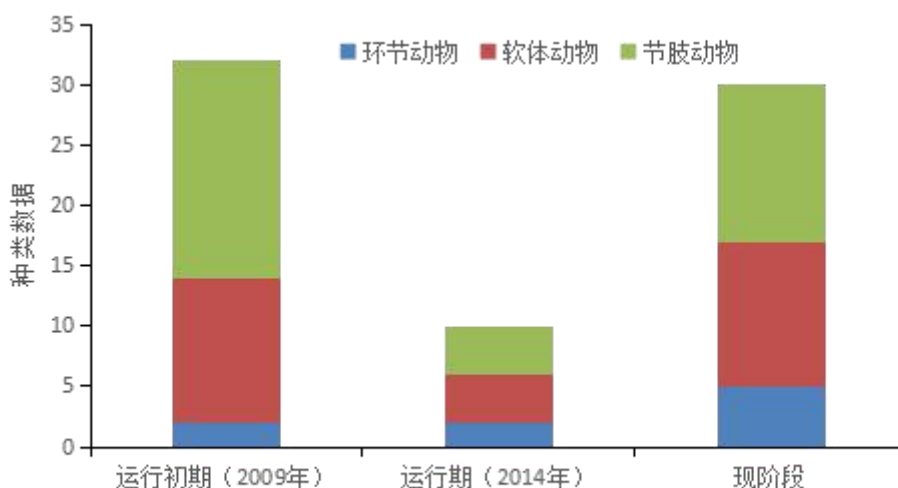


图 5.3.3-3 不同时期调查水域底栖动物种类数量占比

2) 现存量变化

红水河流域上游水土流失严重，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 5.3.3-7 不同调查时期调查区底栖动物密度和生物量

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	42.6388
比例%	4.88	0.08	46.34	99.32	48.78	0.61	100.00	100.00
现阶段	3	0.04	15	13.44	26	29.27	44	42.75
比例%	6.82	0.09	34.09	31.44	59.09	68.74	100.00	100.00

3) 综合评价

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。

d) 水生维管束植物变化

由于环评阶段、2014 年验收阶段均未对调查区内水生维管束植物进行调查因此难以判定调查区内水生维管束植物建库前、运行期与现阶段的变化情况。

龙滩水电站建库前，红水河河床为岩石和砂砾，两岸多峭壁，河水流速快，含沙量大，透明度低，水生维管束植物不易生长。龙滩水电站建库后，库区内才出现稳定的水生维管束植物群落，以苦草、黑藻、菹草等沉水植物为主，但是由于红水河河道狭窄，沿岸陡峭，且多为岩基，加上电站的调度导致下游水位频繁波动，形成生物贫乏的消落带，挺水植物在沿岸消落区多为点状分布，植物密度不大，覆盖率较低。

根据本次调查结果，水生维管束植物酸模叶蓼、水龙和芦苇等主要分布在沿岸浅水区，分布较分散，且面积不大，植被覆盖率不高且种类单一。因库区水深较大，苦草、黑藻、菹草等沉水植物主要分布在库尾和支流河口等浅水静缓流区。

5.3.3.3 鱼类资源及重要生境变化

a) 对鱼类资源的影响

1) 种类组成变化

原水库渔业研究所 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，广西壮族自治区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出该河段有鱼类 95 种或亚种，分属 5 目 18 科 73 属；验收阶段(2010 年)调查人员总结出龙滩水库库区及坝下共有鱼类 90 种，分属 7 目 18 科 69 属；现阶段(2024 年至 2026 年)，调查人员在评价区调查到鱼类 67 种，其中库尾南盘江、库尾北盘江、龙滩库区、龙滩坝下和岩滩库区调查到 37 种、25 种、25 种、35 种和 41 种鱼类。统计出评价区有鱼类 8 目 21 科 114 种。

对比环评阶段，现阶段减少主要物种有长距离洄游鱼类、流水类群鱼类和不常见的小型鱼类这三种类型的鱼类：其中长距离洄游鱼类有花鳊鲂，由于红水河的梯级开发，花鳊鲂现阶段主要分布在红水河中下游；流水类群鱼类有鳙、大斑薄鳅、斑纹薄鳅、长臀鲃、长尾鲃、大鳍鲃、粗唇鲃、波纹鳅、大眼卷口鱼、大眼近红鲂、云南光唇鱼、多耙光唇鱼、细身光唇鱼、长鳍光唇鱼、稀有白甲鱼、细尾白甲鱼、暗色唇鲷、伍氏华鲷、胡子鲇、乌原鲤、单纹似鲃、海南鳅鲃、伍氏华吸鳅、巴马似原吸鳅，这些鱼类在建库后栖息生境减少，在评价区内的资源量进一步降低；不常见的小型鱼类有太湖新银鱼、横纹南鳅、中华花鳅、食蚊鱼、越南鲇、斑鳢、金华拟鲈、蛇鲇、花棘鲷、小鰈、条纹小鰈、刺鳍鲃、短须鲃、多线盘鲃

等，在建库前资源量不高，建库后也难以调查到。

新调查到鱼类主要是西伯利亚鲟、斑点叉尾鮰、斑点叉尾鮰、鳊等养殖物种，和须鲫、广西华平鳅、信宜原缨口鳅、横斑原缨口鳅等在建库前资源量就很低，在布柳河等支流上游分布的小型山溪鱼类。

表 5.3.3-8 龙滩水电站各阶段鱼类调查情况统计表

种 类	环评阶段	验收阶段 (2014 年)	现阶段 (2024 年至 2026 年)
一、鳗鲡目 ANGUILLIFORMES			
鳗鲡科 Anguillidae			
鳗鲡属 <i>Anguilla</i> Schrank			
1. 日本鳗鲡 <i>Anguilla japonica</i>	▲	△	▲
2. 花鳗鲡 <i>Anguilla marmorata</i>	▲	▲	
二、鲟形目 ACIPENSERIFORMES			
2. 鲟科 Acipenseridae			
3. 西伯利亚鲟 <i>Acipenser baerii</i>			▲
三、鲑形目 OSMERIFORMES			
3. 银鱼科 Salangidae			
4. 太湖新银鱼 <i>Neosalanx taihuensis</i>	▲	▲	
四、鲤形目 CYPRINIFORMES			
鳅科 Cobitidae			
5. 美丽小条鳅 <i>Micronoemacheilus pulcher</i>	▲	△	▲
6. 横纹南鳅 <i>Schistura fasciolatus</i>	▲	▲	
7. 壮体沙鳅 <i>Botia robusta</i>	▲	▲	▲
8. 美丽沙鳅 <i>Botia pulchra</i>			
9. 花斑副沙鳅 <i>Parabotia fasciata</i>	▲	▲	▲
10. 红尾副鳅 <i>Paracobitis variegatus</i>			
11. 大斑薄鳅 <i>Leptobotia pellegrini</i>	▲	△	
12. 斑纹薄鳅 <i>Leptobotia zebra</i>	▲	▲	
13. 中华花鳅 <i>Cobitis sinensis</i>	▲	▲	
14. 泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	▲	▲	▲
鲤科 Cyprinidae			

表 5.3.3-8(续)

种 类	环评阶段	验收阶段 (2014 年)	现阶段 (2024 年至 2026 年)
15. 宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	▲	▲	▲
16. 马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	▲	▲	▲
17. 团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i>			
18. 青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	▲	△	▲
19. 草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	▲	▲	▲
20. 鲮 <i>Ochetobius elongates</i>	▲	▲	
21. 鳊 <i>Elopichthys bambusa</i>	▲	▲	▲
22. 赤眼鳟 <i>Squaliobarbus curriculus</i>	▲	△	▲
23. 鲮 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	▲	▲	▲
24. 鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	▲	▲	▲
25. 大眼华鳊 <i>Sinibrama macrops</i>		▲	
26. 鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	▲	▲	▲
27. 南方拟鲮 <i>Pseudohemiculter dispar</i>	▲	▲	▲
28. 金华拟鲮 <i>Pseudohemiculter kinghwaensis</i>	▲	▲	
29. 翘嘴鲮 <i>Culter alburnus</i>			▲
30. 大眼近红鲮 <i>Ancherythroculter lini</i>	▲	▲	
31. 鳊 <i>Aristichthys nobilis</i>	▲	▲	▲
32. 鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	▲	▲	▲
33. 唇鲮 <i>Hemibarbus labeo</i>	▲	△	▲
34. 花鲮 <i>Hemibarbus maculatus</i>	▲	▲	▲
35. 花棘鲮 <i>Hemibarbus umbrifer</i>	▲	▲	
36. 麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	▲	▲	▲
37. 银鲮 <i>Squalidus argentatus</i>	▲	▲	▲
38. 小鰾 <i>Sarcocheilichthys parvus</i>	▲	△	
39. 棒花鱼 <i>Abbottina rivulari</i>	▲	▲	▲
40. 蛇鲮 <i>Saurogobio dabryi</i>	▲	▲	
41. 海南鰾 <i>Gobiobotia kollerii</i>	▲		
42. 越南鰾 <i>Acheilognathus tonkinensis</i>	▲	▲	▲
43. 短须鰾 <i>Acheilognathus barbatulus</i>	▲		
44. 刺鰾 <i>Rhodeus spinalis</i>	▲	▲	
45. 高体鰾 <i>Rhodeus ocellatus</i>	▲	▲	▲

表 5.3.3-8(续)

种 类	环评阶段	验收阶段 (2014 年)	现阶段 (2024 年至 2026 年)
46. 条纹小鲃 <i>Puntinus semifasciolata</i>	▲	△	
47. 光倒刺鲃 <i>Spinibarbus hollandi</i>	▲	△	▲
48. 倒刺鲃 <i>denticulatus denticulatus</i>	▲	▲	▲
49. 单纹似鲃 <i>Luciocypinus langsoni</i>	▲	△	
50. 细身光唇鱼 <i>Acrossocheilus elongates</i>	▲	△	
51. 云南光唇鱼 <i>Acrossocheilus yunnanensis</i>	▲	△	
52. 多耙光唇鱼 <i>Acrossocheilus clivosius</i>	▲	△	
53. 长鳍光唇鱼 <i>Acrossocheilus iridescens longipinnis</i>	▲	▲	
54. 虹彩光唇鱼 <i>Acrossocheilus iridescens iridescens</i>			▲
55. 细尾白甲鱼 <i>Onychostom lepturus</i>	▲	▲	
56. 白甲鱼 <i>Onychostom simus</i>	▲	▲	▲
57. 南方白甲鱼 <i>Onychostom gerlachi</i>	▲	▲	
58. 稀有白甲鱼 <i>Onychostom rara</i>	▲		
59. 瓣结鱼 <i>Tor brevifilis brevifilis</i>	▲	▲	▲
60. 伍氏华鲮 <i>Sinilabeo wui</i>	▲	△	
61. 露斯塔野鲮 <i>Labeo rohita</i>	▲	▲	▲
62. 鲮 <i>Crosscheilus molitorella</i>	▲	▲	▲
63. 纹唇鱼 <i>Osteochilus salsburyi</i>	▲	▲	▲
64. 巴马拟缨鱼 <i>Pseudocrossocheilus bamaensis</i>	▲	▲	▲
65. 唇鲮 <i>Semilabeo notabilis</i>	▲	△	▲
66. 暗色唇鲮 <i>Semilabeo obscurus</i>	▲	▲	
67. 泉水鱼 <i>Pseudogyrinocheilus prochilus</i>	▲	△	▲
68. 卷口鱼 <i>Ptychidio jordani</i> Myers	▲	▲	▲
69. 大眼卷口鱼 <i>Ptychidio macrops</i>	▲		
70. 东方墨头鱼 <i>Garra orientalis</i>	▲	▲	▲
71. 四须盘鮡 <i>Discogobio tetrabarbatus</i>	▲	▲	▲
72. 云南盘鮡 <i>Discogobio yunnanensis</i>			
73. 多线盘鮡 <i>Discogobio multilineatus</i>	▲	▲	
74. 乌原鲤 <i>Procypris merus</i>	▲		
75. 三角鲤 <i>Cyprinus multitaeniata</i>	▲	▲	▲

表 5.3.3-8(续)

种 类	环评阶段	验收阶段 (2014 年)	现阶段 (2024 年至 2026 年)
76. 鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	▲	▲	▲
77. 须鲫 <i>Carassioides cantonensis</i>		△	▲
78. 鲫 <i>Carassius auratus</i>	▲	▲	▲
平鳍鳅科 Homalopteridae			
79. 巴马似原吸鳅 <i>Paraprotomyzon bamaensis</i>	▲	△	
80. 广西华平鳅 <i>Sinohomaloptera kwangsiensis</i>		△	▲
81. 横斑原缨口鳅 <i>Vanmanenia striata</i>			▲
82. 信宜原缨口鳅 <i>Vanmanenia xinyiensis</i>			▲
83. 秉氏爬岩鳅 <i>Beaufortia pingi</i>			
84. 伍氏华吸鳅 <i>Sinogastromyzon wui</i>	▲	△	
五、鲇形目 SILURIFORMES			
鲇科 Siluridae			
85. 越南鲇 <i>Silurus cochinchinensis</i>	▲	△	
86. 鲇 <i>Silurus asotus</i>	▲	▲	▲
87. 大口鲇 <i>Silurus meridionalis</i>	▲	▲	▲
8. 胡子鲇科 Clariidae			
88. 胡子鲇 <i>Clarias fuscus</i>	▲	▲	
89. 革胡子鲇 <i>Clarias gariepinu</i>	▲	△	▲
长臀鲃科 Cranoglanididae			
90. 长臀鲃 <i>Cranoglanis boudierius boudierius</i>	▲	△	
鲿科 Bagridae			
91. 黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	▲	▲	▲
92. 瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>	▲	▲	▲
93. 粗唇鲃 <i>Leiocassis crassilabris</i>	▲	▲	
94. 长吻鲃 <i>Leiocassis longirostris</i>			
95. 斑鲃 <i>Mystus guttatus</i>	▲	▲	▲
96. 大鳍鲃 <i>Mystus macropterus</i>	▲	▲	
鲃科 Sisoridae			
97. 福建纹胸鲃 <i>Glyptothorax fokiensis fokiensis</i>	▲	▲	▲
98. 长尾鲃 <i>Pareuchiloglanis longicauda</i>	▲	△	

表 5.3.3-8(续)

种 类	环评阶段	验收阶段 (2014 年)	现阶段 (2024 年至 2026 年)
鲴科 Ictaluridae			
99. 斑点叉尾鲴 <i>Ictalurus Punetaus</i>			▲
六、鲿形目 CYPRINODONTIFORMES			
胎鲿科 Poeciliidae			
100. 食蚊鱼 <i>Gambusia affinis</i>	▲	△	
七、合鳃鱼目 SYNBRANCHIFORMES			
合鳃鱼科 Synbranchidae			
101. 黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	▲	▲	▲
八、鲈形目 PERCIFORMES			
鲈科 Serranidae			
102. 波纹鳊 <i>Siniperca undulate</i>	▲		
103. 鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>			▲
104. 斑鳊 <i>Siniperca scherzeri</i>	▲	△	▲
105. 大眼鳊 <i>Siniperca kneri</i>	▲	▲	▲
丽鱼科 Cichlidae			
106. 尼罗罗非鱼 <i>Tilapia nilotica</i>	▲	▲	▲
塘鳢科 Eleotridae			
107. 海南细齿塘鳢 <i>Philypnus chalmersi</i>	▲	△	
108. 大鳞细齿塘鳢 <i>Philypnus hainanensis</i>	▲	△	
鰕虎鱼科 Gobiidae			
109. 子陵吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	▲	▲	▲
110. 丝鳍吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius filamentosus</i>	▲	△	
111. 李氏吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius leavelli</i>	▲	△	
鳊科 Channidae			
112. 斑鳊 <i>Channa maculate</i>	▲	▲	
113. 月鳊 <i>Channa asiatica</i>	▲	▲	▲
刺鲃科 Mastacembelidae			
114. 大刺鲃 <i>Mastacembelus armatus</i>	▲	▲	▲

2) 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可以看出，龙滩水电站建库后，急流生态类型比例从 23.5% 下降到 17.6%，静缓流生态类型比例有小幅增加。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，急流生态类型鱼类比例进一步下降，静缓流生态类型比例从验收阶段的 34.3% 上升至 48.0%。

表 5.3.3-9 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	23.5	51.0	25.5
验收阶段	17.6	48.0	34.3
运行期	9.8	42.2	48.0

3) 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鳢、倒刺鲃、鲤等，喜流水生境的南方白甲鱼、稀有白甲鱼、虹彩光唇鱼在渔获物也占有较高的比例。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 2024 年至 2026 年，距离龙滩水电站开始蓄水已有 18 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、鳊、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，因此优势物种除鳊、鲢、尼罗罗非鱼、斑鳢外，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

调查到四须盘鮡、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，因此四须盘鮡、卷口鱼、巴马拟缨鱼、东方墨头鱼、鲢等流水性鱼类在渔获物中仍有少量比例。

现状调查结果和验收阶段调查成果比较差异不明显，库区内以鲫、鳊、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、鳊、鲢、鲫等喜静水鱼类为主，但是斑鳊、四须盘鮡、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

从表 5.3.3-9 可以看出，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，这与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。建库前、验收阶段和现状阶段调查中，喜流水类群鱼类中的壮体华沙鳅、四须盘鮡、白甲鱼、东方墨头鱼、泉水鱼、虹彩光唇鱼等在渔获物中仍占有较高的比例。

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、缓流类群的鲢、大口鲶、黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼、鲫、尼罗罗非鱼成为优势物种。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。现阶段现场调查中，水库养殖网箱拆除后，库区内仍以外来种尼罗罗非鱼、花身副丽鱼为优势种。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、鳊、鲢、尼罗罗非鱼、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、泉水鱼、马口鱼、宽鳍鱲、云南光唇鱼、南方白甲鱼等。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鳊、鳊、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、四须盘鮡、鳊、长鳍光唇鱼、东方墨头鱼等。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、缓流类群的鳊、南方拟鳊、黄颡鱼、鲫、鳊、鲤、子陵吻鰕虎鱼、棒花鱼、花身副丽鱼等为主。但是，属于喜流水类群的马口鱼、宽鳍鱲、秉氏爬岩鳅、信宜原缨口鳅、条纹小鲃、福建纹胸鮡等在上游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 5.3.3-10 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
		验收阶段	后评价阶段	2024 年-2026 年
南盘江八渡镇段	喜静水、缓流类群：斑鲮、鲤、三角鲤、鲃、江黄颡鱼、大眼鳊、斑鳊、大刺鳊等。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、琼华鲃、叶结鱼、鲃、岩鲃、暗岩鲃等。	喜静水、缓流类群：鲃、鲤、鲃、南方拟鲃、鲃、鲃、斑鲮、大眼鳊、大刺鳊、露斯塔野鲮等。喜流水类群：东方墨头鱼、四须盘鮡、卷口鱼、南方白甲鱼、鲫、鲃、瓣结鱼、壮体华沙鳊、马口鱼、宽鳍鱮、花鲃、鳊。	喜静水、缓流类群：鲃、鲃、尼罗罗非鱼、斑鲮等。喜流水类群：四须盘鮡、白甲鱼、东方墨头鱼等。	喜静水、缓流类群：南方拟鲃、鲃、尼罗罗非鱼、黄颡鱼、鲤、鲃、斑鲮等。喜流水类群：壮体华沙鳊、四须盘鮡、白甲鱼、东方墨头鱼、泉水鱼、虹彩光唇鱼等。
北盘江乐元镇段		喜静水、缓流类群：斑鲮、鲃、大口鲃、黄颡鱼、粗唇鲃、鲤、鲫、尼罗罗非鱼、露斯塔野鲮、鳊、鲃等。喜流水类群：鳊。	喜静水、缓流类群：斑鲮、鲃、大口鲃、黄颡鱼、粗唇鲃、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、鲤、鲫、泥鳅、子陵吻鰕虎鱼等。喜流水类群：蒙古鲃、翘嘴鲃、鲃、赤眼鲮、倒刺鲃、粗吻鲃、斑鲮、横纹南鰕、横斑原缨口鳅。
主库区		喜静水、缓流类群：鲃、鲤、鲃、尼罗罗非鱼、鲃、鲫、大口鲃、鳊、草鱼、南方拟鲃、露斯塔野鲮、大刺鳊等。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、鲃、鲃、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、鲃、子陵吻鰕虎鱼、鲤、鲫、鲃、鲃、草鱼、花身副丽鱼等。喜流水类群：未发现成为优势物种的鱼类，仅有少量翘嘴鲃、大鳍鲃等。
蒙江罗甸县段		喜静水、缓流类群：鲤、鲃、鲃、罗非鱼、鲃、斑鲮、鲫、大刺鳊、南方拟鲃、鲃、太湖新银鱼、黄颡鱼、粗唇鲃、大眼鳊等。喜流水类群：四须盘鮡、卷口鱼、东方墨头鱼、壮体华沙鳊、鲃、白甲鱼、倒刺鲃、鳊等。	喜静水、缓流类群：鲤、鲃、鲃、罗非鱼、鲃、斑鲮、鲫、大刺鳊、南方拟鲃、鲃、大眼鳊等。喜流水类群：倒刺鲃。	喜静水、缓流类群：鲤、鲃、尼罗罗非鱼、鲫、斑鲮、鲃、黄颡鱼、泥鳅、麦穗鱼等喜流水类群：云南光唇鱼、泉水鱼、马口鱼、宽鳍鱮、倒刺鲃、南方白甲鱼等。
龙滩坝下河段		喜静水、缓流类群：斑鲮、方拟鲃、鲃、马口鱼、麦穗鱼、露斯塔野鲮等喜流水类群：四须盘鮡、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、暗色唇鲃、壮体华沙鳊等。	喜静水、缓流类群：南方拟鲃、鲃、斑鲮、大刺鳊等。喜流水类群：四须盘鮡、马口鱼、东方墨头鱼等。	喜静水、缓流类群：南方拟鲃、鲃、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、四须盘鮡、鲃、长鳍光唇鱼、东方墨头鱼等。
布柳河段		喜静水、缓流类群：鲃、鲤、斑鲮、鲃、鲃、鲫、鲃、南方拟鲃、大眼鳊等。喜流水类群：马口鱼、宽鳍鱮等。	喜静水、缓流类群：鲃、鲤、斑鲮、鲃、鲃、鲫、鲃、南方拟鲃、大眼鳊等。喜流水类群：马口鱼、宽鳍鱮等。	喜静水、缓流类群：鲃、黄颡鱼、麦穗鱼、鲫、子陵吻鰕虎鱼、棒花鱼、花身副丽鱼。喜流水类群：宽鳍鱮、马口鱼、秉氏爬岩鳅、信宜原缨口鳅、条纹小鲃、福建纹胸鮡等。

4) 重要物种变化

综合龙滩环评、验收阶段及近年来的调查结果，根据国家级重点保护动物名录(2021 年)，评价区分布有单纹似鲮、花鳊鲂、乌原鲤、斑鳊、叉背金线鲃 5 种国家二级保护动物，有广西壮族自治区重点保护动物唇鲮、巨修仁鲃。有贵州省重点保护水生野生动物唇鲮、暗色唇鲮、稀有白甲鱼、长臀鲃。根据《中国生物多样性红色名录》，花鳊鲂、单纹似鲮、乌原鲤、长臀鲃、唇鲮为濒危等级，叉背金线鲃、暗色唇鲮、巴马拟缨鱼、稀有白甲鱼为易危种。

环评阶段记录的重要物种中，验收阶段调查到的有单纹似鲮、斑鳊、唇鲮、长臀鲃和巴马拟缨鱼，现阶段调查到的有斑鳊、唇鲮和巴马拟缨鱼，新记录有花鳊鲂、洞穴鱼类叉背金线鲃、巨修仁鲃。

经调查花鳊鲂在龙滩库区河段蓄水前曾有少量分布，随着时间的推移，花鳊鲂在库区逐渐消失，现在在龙滩下游如乐滩、百弄滩等库区中仍可偶尔捕获；巨修仁鲃主要分布在坝下红水河天峨段、下游都安县段，近年来有科研单位在龙滩下游捕获花鳊鲂和巨修仁鲃；叉背金线鲃为典型洞穴鱼类，仅分布于广西天峨县境内的龙滩水电站库尾以上布柳河更新乡段和坝下的地下河和溶洞中；巨修仁鲃主要分布在坝下红水河天峨段、下游都安县段；单纹似鲮、乌原鲤、长臀鲃在评价区内的资源量很低，在渔获物中极少见到；暗色唇鲮、唇鲮主要在南盘江、支流蒙江还有分布；重要物种中仅斑鳊在评价区内尤其是坝下和支流蒙江河段仍有一定的资源量。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》，巴马拟缨鱼、单纹似鲮、唇鲮、暗色唇鲮、乌原鲤、长臀鲃、斑鳊在支流蒙江仍有分布。

表 5.3.3-11 龙滩水电站不同阶段鱼类重要物种对比表

鱼类重要物种	保护级别	建库前	验收阶段	现阶段	资源量变化
1. 花鳊鲂	国家二级	△	△	△	建库前很少，蓄水后进一步减少
2. 叉背金线鲃	国家二级			△	在暗河分布，资源量在建库前后很少
3. 单纹似鲮	国家二级	△	+		建库前很少，蓄水后进一步减少
4. 斑鳊	国家二级	△	+	+	建库前为优势物种，建库后仍有一定资源量
5. 乌原鲤	国家二级	△	△	△	建库前较少，蓄水后进一步减少

表 5.3.3-11(续)

鱼类重要物种	保护级别	建库前	验收阶段	现阶段	资源量变化
6. 唇鲮	自治区级	△	+	+	建库前较少, 蓄水后进一步减少
7. 巨修仁鲃	自治区级			△	资源量在建库前后很少
8. 稀有白甲鱼	易危	△			建库前较少, 蓄水后进一步减少
9. 暗色唇鲮	易危	△	△	△	建库前较少, 蓄水后进一步减少
10. 长臀鲃	省级	△	+	△	建库前较少, 蓄水后进一步减少
11. 巴马拟缨鱼	易危	△	+	+	建库前较少, 建库后盘阳河仍有一定资源量

注: “△”表示历史记录和访问调查物种, +表示调查到。

5) 产漂流卵鱼类演变情况和趋势

对比环评阶段, 现阶段未调查到的产漂流卵鱼类主要有鳊、单纹似鳊、大斑薄鳊、斑纹薄鳊、海南鳊鲃等, 此外调查区内的青鱼、草鱼、鲢、鳙、赤眼鳟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, 这些鱼类能在调查区内完成自然繁殖的可能性很低。

现阶段评价区内的产漂流卵鱼类主要有鳊和沙鳊等小型产漂流卵鱼类等。其中鳊是珠江中下游常见的凶猛性鱼类之一。鳊在龙滩主库区、库尾南盘江平班-八渡、库尾北盘江乐元-岩架均能调查到。根据历史研究成果, 与家鱼相比, 鳊对涨水的刺激更为敏感。家鱼一般在涨水持续 1d-3 d 后产卵, 而鳊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 2d~3d 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 年长江干流的调查结果, 一般流速每天增加 0.01m/s-0.29m/s 都可刺激鳊产卵, 在退水、流速减少 0.19m/s 时仍旧产卵。因此, 鳊在龙滩库尾南盘江、北盘江仍有繁殖的可能。根据贵州水产研究所历史调查成果, 龙滩库尾北盘江董菁水电站坝下白层镇段存在鳊的产卵场, 鳊在评价区内有自然繁殖群体。

6) 渔业资源变化

建库前调查区河道滩多、流急, 天然河道鱼产量较低, 渔获物中主要经济鱼类有斑鳊、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、鲃、盔鲃、江黄

鲮鱼、大眼鳊、斑鳊、大刺鳊等 21 种，其鱼产量占河段渔获物重量的 70%~80%，其中以斑鳊产量最多。

龙滩水库面积约 56.55 万亩。天峨库区历史上有网箱 35400 余口，单箱面积为 36m²。主要养殖种类鳊、鲢，混养少量单性罗非鱼。另有投饵式 520 余口，养殖种类有鲤、单性罗非鱼、草鱼、黄颡鱼、斑鳊、大口鲶等种类。此外还有数千亩库湾养殖水面，主要放养种类为鳊、鲢、草鱼等。其他库区网箱养殖基本也是以鳊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。捕捞种类主要有鳊、鲤、鲢、尼罗罗非鱼、鳊、鲫、大口鲶、鳊、草鱼、南方拟鲈、露斯塔野鲮、大刺鳊等。抽样调查显示，鳊约占渔获物重量的 34%，居第 1 位，鳊、鲢合计约占 42%；鲤约占 14%，鳊占 8.2%，尼罗罗非鱼占 7.8%，鳊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%有南方拟鲈、鲫、鳊、鳊、鲤、鳊等。

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。截至 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 m²，占网箱总面积的 96.07%。根据现阶段现场调查结果，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 5.3.3-12 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、鳊、鳙、江黄颡鱼、大眼鲮、斑鲮、大刺鲃等。	鳙、鲤、鲢、尼罗罗非鱼、鲮、鲫、大口鲈、鳊、草鱼、南方拟鲮、露斯塔野鲮、大刺鲃等。	鳙、鲤、鲢、尼罗罗非鱼、鲮、鲫、大口鲈、鳊、草鱼、南方拟鲮、露斯塔野鲮、大刺鲃等。	截至 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%。根据现阶段现场调查结果，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、大口鲈、鲢、尼罗罗非鱼、露斯塔野鲮等逐渐成为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、大刺鲃、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、大口鲈、鲢、尼罗罗非鱼等仍为库区主要捕获对象。

7) 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、暗色唇鲮、长臀鲃等。

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，花鳢、花棘鲷、海南鳃鲈、稀有白甲鱼、大眼卷口鱼、乌原鲤、波纹鳃、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殖种类，如鲤、罗非鱼、草鱼、黄颡鱼、斑鳢、大口鲶等。库尾及支流水域中，鱼类组成除鳢、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、四须盘鮡、鲮、南方拟鲮、卷口鱼、东方墨头鱼、马口鱼、黄颡鱼、宽鳍鱲、南方白甲鱼、鲫、鲤、鳙、鲢等。

b) 鱼类重要生境变化

1) 不同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。验收阶段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。现阶段库区原有的产卵场、索饵场被淹没，库尾的产卵场依然保

留，在支流形成了新的产卵场，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 5.3.3-13 龙滩水电站不同阶段鱼类重要生境对比表

重要生境	建设前	验收阶段	现阶段	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、坝下至六排流水河段，库区支流布柳河、蒙江回水上游流水河段	推测原有的产卵场被淹没，库尾的产卵场依然保留，在支流形成了新的产卵场
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，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鳊，调查判断白层镇附近河段可能分布有漂流卵鱼类产卵场。

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，龙滩水电站蓄水后，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，产卵场生境依然存在，主要产卵鱼类为沙鳅等小型产漂流卵鱼类。

(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，越冬场的面积扩大。

(3) 坝下河段

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。经现场调查和收集天峨县畜牧水产局历史调查成果，红水河六排大桥附近有 1 处小规模

产粘沉性卵鱼类产卵场，自六排大桥起至下游河段，长度约为 900m。主要产卵鱼类为四须盘鮡、多线盘鮡、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、斑鳢等。

(4) 支流

蒙江回水以上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 龄以下斑鳢幼鱼，证明在该区域内存在斑鳢产卵场。支流布柳河段上游仙人桥保持天然流水生境，分布有小规模产卵场。

表 5.3.3-14 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	多数时间保持天然流水生境，白层镇附近河段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，但是功能依然存在。
	库尾南盘江	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，田林八渡产卵场依然存在。

表 5.3.3-14(续)

类型	区域	现状情况	重要生境变化分析
产卵场	坝下河段	该区域保持天然流水生境，龙滩坝下六排大桥至塘英大桥附近原有 1 处小规模产粘沉性卵鱼类产卵场。	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。
	支流蒙江	在坝王河核心区董当下游 200m、三岔河水文站上游河段	支流蒙江上游雷公滩仍保留有小规模产卵场。
	支流布柳河	上游仙人桥段保持天然流水生境，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，但是支流上游仙人桥段仍保留有小规模产卵场。
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。

5.3.3.5 水生生态影响回顾

a) 对水生生境的影响

龙滩水电站为年调节水库，运行后对坝址上下游水文情势产生显著的时空重塑影响。年调节层面，水库发挥蓄丰补枯作用：平枯水期(11 月～次年 4 月)出库径流较入库增加 49.7 亿 m^3 ；入库径流丰枯比由天然状态的 7:3 调整为出库的 5.5:4.5，年内分配趋于均匀。库区水位多年平均 352.82m，年内丰水期蓄水抬升(10 月最高 363.77m)、枯水期消落降低(5 月最低 336.97m)，年际变幅大，历史最高 374.79m、最低 329.74m。坝下天峨水文站月均水位 221.49～222.92m，受岩滩水库顶托为主导因素，龙滩下泄流量为次要因素。日调节层面，电站调峰运行导致日内流量呈午、晚双峰剧烈波动，鱼类繁殖期(4～7 月)日内低谷流量约 $500\text{m}^3/\text{s}$ 、晚高峰达 $2500\sim 3000\text{m}^3/\text{s}$ ，调峰流量多超 $2000\text{m}^3/\text{s}$ ，坝下水位日变幅常超 2.5m(7 月典型日达 3.27m)，形成明显不稳定流。

龙滩水库为稳定分层型水库，垂向分为表层、温跃层和滞温层，夏季 7 月垂向温差最大达 16°C 并出现双温跃层，冬季接近同温分布。受分层结构影响，下泄水温呈现 "冬高夏低" 特征：春夏季(2～7 月)下泄低温水，坝下天峨站 4 月下旬旬均温降最大达 -4.7°C ；秋冬季(8 月～次年 1 月)下泄高温水，12 月下旬旬均温升最大达 4.9°C 。建库后下游河道水温出现坦化与滞后效应，天峨、都安、迁江等站最高月均水温出现时间普遍推迟约 1 个月，水温年变幅明显减小。低温水主要影响时段为鱼类主要繁殖期 4～7 月，梯级累积影响最远可达坝下约 604km 的柳江河口，与柳江汇合后温降可减小至 1°C 以内。该水温影响系天生桥一级、光照、董箐等上游分层型水库与龙滩共同作用的累积结果。

b)对浮游植物的影响

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中仍占有较高的比例，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中仍占有较高的比例，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(Milstein 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。

c)对浮游动物的影响

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。

d)对底栖动物的影响

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。

e)对水生维管束植物的影响

龙滩水电站建库前，红水河河床为岩石和砂砾，两岸多峭壁，河水流速快，含沙量大，透明度低，水生维管束植物不易生长。龙滩水电站建库后，库区内才出现稳定的水生维管束植物群落，以苦草、黑藻、菹草等沉水植物为主，但是由于红水河河道狭窄，沿岸陡峭，且多为岩基，加上电站的调度导致下游水位频繁波动，形成生物贫乏的消落带，挺水植物在沿岸消落区多为点状分布，植物密度不大，覆盖率较低。

根据本次调查结果，水生维管束植物酸模叶蓼、水龙和芦苇等主要分布在沿岸浅水区，分布较分散，且面积不大，植被覆盖率不高且种类单一。因库区水深较大，苦草、黑藻、菹草等沉水植物主要分布在库尾和支流河口等浅水静缓流区。

f)对鱼类及重要生境的影响

龙滩一期工程对鱼类的影响分析主要来自阻隔对鱼类的影响、水文情势变化对鱼类的影响、水温变化对鱼类的影响、坝下 TDG 过饱和气体对鱼类的影响等方面：

1)一期工程阻隔对鱼类的影响：

筑坝建库后，因库坝具有阻隔作用，这对本河段内具有春季上溯产卵，秋后下河越冬的半洄游习性的鱼类，如长距离洄游鱼类花鲢、鳙等，短距离洄游鱼倒刺鲃、白甲鱼等，由于大坝拦截，阻隔了它们的洄游途径而带来不利。

2) 一期工程水文情势变化对鱼类的影响:

龙滩水电站建库后, 水位抬高, 原有砾石底质、落差大、水流湍急的急流环境转变为泥底、半静止或静止的环境。适应急流生活的鮡类等种类失去原有栖息环境, 被迫迁移至库周支流滩多水急的水域, 导致其在龙滩库区日趋减少, 对鱼类多样性产生不利影响。龙滩水电站建库后, 急流生态类型比例下降。蓄水一段时间后, 调查区鱼类生态类型逐渐趋于平衡。蓄水后水域面积拓宽, 为鱼类栖息、越冬提供了较广阔场所, 尤其库湾地带形成静水区域, 喜静水鱼类(如尼罗罗非鱼、花身副丽鱼、鲤、鲫)栖息空间增加。主库区原流水生境基本变为静水生境, 喜流水类群已基本退出优势物种。现阶段, 水库养殖网箱拆除后, 库区仍以外来种尼罗罗非鱼为优势种。主库区内以鲫、鳊、鲢、罗非鱼、草鱼等喜静水物种占绝对优势, 库尾以翘嘴鲇、黄颡鱼、鳊、鲢、鲫等喜缓流鱼类为主, 但四须盘鮡、卷口鱼、巴马拟缨鱼、斑鳊、东方墨头鱼等鱼类在渔获物中仍有一定比例。

龙滩水电站运行导致坝下水文情势发生显著改变, 对坝下鱼类产生多方面影响。在年调节层面, 水库“蓄丰补枯”使径流年内分配趋于均匀, 这种水文节律的改变可能干扰鱼类自然繁殖的水文信号, 削弱汛期涨水过程对坝下鱼类的产卵触发作用。在日调节层面, 电站调峰运行导致坝下流量日内波动, 鱼类繁殖期(4~7 月)日内调峰导致天峨水文站日内水位变幅可达 2.5~3.3m, 频繁的水位陡涨陡落易造成鱼卵、仔鱼搁浅或被冲刷, 影响早期资源孵化。同时, 水库拦沙使坝下含沙量由建库前的 0.42kg/m^3 降至 0.01kg/m^3 , 河床冲淤格局和底质环境的改变也会影响底栖生物群落及产粘沉性卵鱼类的产卵基质条件。根据 2026 年现场调查结果, 坝下鱼类资源仍较为丰富, 部分鱼类也仍可在坝下六排大桥附近完成繁殖。

3) 一期工程水温变化对鱼类的影响:

依据鱼类对水温的适应范围、最适生长温度以及耐受极限来划分, 龙滩水电站坝下至岩滩库区的鱼类主要分为热带鱼类(适宜栖息温度范围约 $22\sim 35^{\circ}\text{C}$)主要有斑鳊、鲮、卷口鱼等; 温水性鱼类(适宜栖息温度范围约 $19\sim 30^{\circ}\text{C}$)主要有巴马拟缨鱼、暗色唇鲮、稀有白甲鱼、巨修仁鲮、鲤、三角鲤、唇鲮、海南拟鲮、卷口鱼、四须盘鮡、东方墨头鱼、鳊、倒刺鲃、麦穗鱼。本次以龙滩水电站坝下温水性鱼类适宜繁殖起始水温约 19°C , 热带鱼类适宜繁殖起始水温约 22°C 进行分析。对比龙滩水电

站坝下各月下泄水温可以看出，龙滩坝下的温水性鱼类天然状态下在 3 月中下旬可以达到 19℃，现阶段在 5 月上旬才能达到 19℃。热带鱼类天然状态下在 4 月中下旬可以达到 22℃，现阶段在 6 月中下旬才能达到 22℃，坝下鱼类主要繁殖期相较天然状态推迟 1~2 个月。根据各阶段的调查成果，典型的热带性鱼类、对低温较为敏感的鲮在岩滩库尾未监测到，但是在岩滩库区主要支流盘阳河分布较多，斑鳢、卷口鱼的数量也较低。

总体来说，斑鳢、鲮、卷口鱼等热带鱼类受龙滩一期工程低温水的影响要大于温水性鱼类。

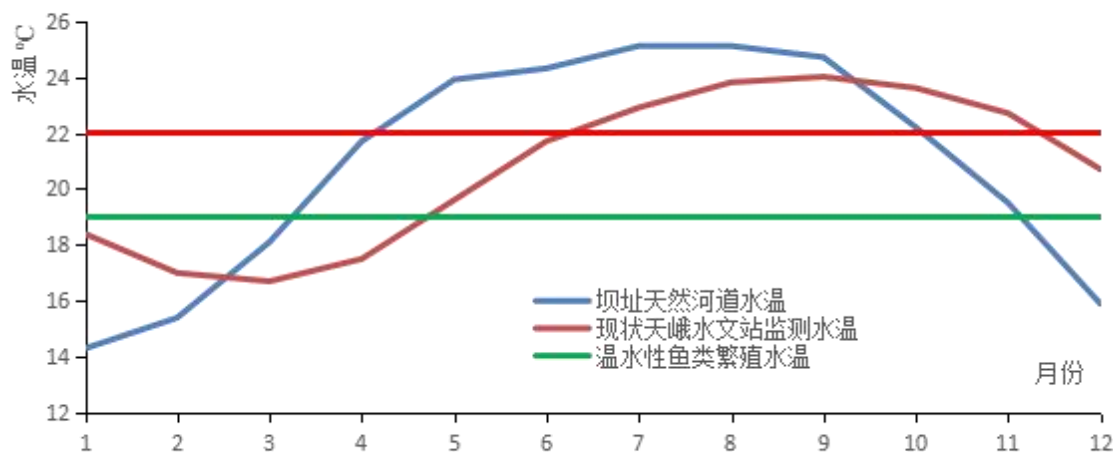


图 5.3.3-4 龙滩水电站坝下各月下泄水温 and 主要鱼类繁殖需求情况图

4) 一期工程坝下 TDG 过饱和气体对鱼类的影响

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。龙滩坝下天峨县段现场调查到鱼类优势种为飘鱼、四须盘鮡、壮体沙鳅、东方墨头鱼、倒刺鲃、黄颡鱼、银鮡、鲮、齐氏罗非鱼和鲢。龙滩坝下没有网箱养殖活动，平均水深在 7m 左右，野生鱼类具备主动下潜、迁移回避的能力，有相对充足的回避空间。不会出现大规模急性死亡事件；但上层优势种(飘鱼、鲢)受过饱和气体的影响会大于其他鱼类，可能导致其种群丰度出现一定波动。

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、2026 年 6 月加大下泄流量期间，调查人员对坝下鱼类资源进行过鱼类资源调查，捕获的渔获物均未发现明显的气泡病症状，且上层鱼类飘鱼在各阶段坝下渔获物中的占比均较高。因此龙滩一期工程过饱和气体对龙滩坝下鱼类影响有限。

5)对鱼类重要生境的影响

(1)对产卵场影响

库区干流原有的产卵场和索饵场在蓄水后被淹没，功能丧失。但在库尾南盘江段、北盘江白层镇至岩架段仍保留流水生境，部分原有产卵场得以维持；坝下六排大桥附近河段保留产粘沉性卵鱼类产卵场，主要产卵鱼类包括四须盘鮡、多线盘鮡、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼等；支流蒙江雷公滩至边外河大桥段和布柳河上游仙人桥段因不受水库淹没影响，保留天然产卵场。

龙滩水库年调节将入库径流丰枯比由 7:3 调整为 5.5:4.5，天然河流中触发鱼类产卵的春季涨水过程被显著削弱。多数产漂流卵鱼类依赖涨水信号启动繁殖，库区干流原有产卵场因此丧失功能。日调节调峰运行下坝下天峨水文站日内水位变幅多数超过 2.5m，最大可达 3.27m。这种日内水位快速消落导致部分时段坝下产粘沉性卵鱼类产卵场粘附于砾石的鱼卵暴露干涸，降低孵化成功率。龙滩坝下主要产卵鱼类四须盘鮡、光唇鱼、虾虎鱼、东方墨头鱼等在受精后约 6~7d 基本可进入平游期，之后可以主动回避不利生境，对水位日内波动的耐受度相应提高。现阶段龙滩水电站每月开机 7 台机组的天数约 5d，在鱼类主要繁殖期 4~7 月开启 7 台机组运行的天数分别为 7d、8d、11d 和 11d，该扰动在时间上呈间断性、空间上局限于坝下部分河段，对坝下产卵场的总体影响在可接受范围内。

龙滩水库属稳定分层型，春夏季(2 至 7 月)出库水温低于入库，5 月降幅最大，低温水影响集中于鱼类主要繁殖期。建库后天峨站最高月均水温出现时间由 7、8 月推迟至 9 月，水温年变幅减小，极值滞后约 1 个月。鱼类产卵需达到特定水温阈值，低温水下泄延迟性腺发育和产卵启动，部分缩短繁殖窗口期，并可能导致产卵期与适宜产卵水文条件部分错位。根据现场调查结果，坝下六排大桥附近河段保留有产粘沉性卵鱼类产卵场，5 月可以在该产卵场附近收集到鱼类早期资源，低温水下泄部分延迟了坝下鱼类的繁殖期，但产卵期仍有适宜产卵水文条件。

(2)对索饵场的影响

库区原有河流型索饵场被淹没后，水库生态系统向湖泊型转变。库区水域面积扩大、初级生产力提升，在库区内形成了新的索饵场。此外，水库拦沙效果显著，泥沙锐减改变了下游河道的底质环境和营养盐输送，对底栖动物群落和索饵场生产力产生长期影响。库区水位年际变幅大，消落带的周期性淹没和暴露也使沿岸索饵场功能不稳定。

(3)对越冬场的影响

水库形成后深水面积显著扩大，坝前库底水温全年稳定在 14.1 至 16.7℃之间，冬季因表层水体降温密度增大向下掺混，库底水温反而略有升高，为鱼类提供了水温稳定、空间广阔的深水越冬环境。秋冬季(8 月至次年 1 月)出库水温高于入库，11 月增幅最大，下游河道冬季水温提升进一步扩大了适宜越冬的范围。

5.3.3.6 小结

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，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。但是洄游性和流水型鱼类在评价区内资源量进一步下降，鱼类外来物种受前期网箱养殖影响也持续增加，对评价区鱼类种群结构和重要物种分布产生了一定影响。受龙滩水电站蓄水影响，原有产卵场被部分淹没，但是库区、坝下和支流、布柳河等部分支流仍保留有部分流水生境供鱼类繁殖。

龙滩水电站蓄水早于蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区成立时间，工程运行后保护区主要保护对象斑鲮在保护区的资源量有小幅下降，但是仍保持一定资源量。

5.3.4 生态敏感区影响回顾评价

5.3.4.1 生态敏感区变化情况

龙滩水电站建设前，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。

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)。同时，电站淹没涉及的 5 个自然保护区中，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，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；原册亨双江南亚热带河谷季雨林县级自然保护区因油桐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撤销决定；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 月龙滩蓄水淹没了水位线以下区域，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；原罗甸罗羊南亚热带河谷季雨林自然保护区部分区域位于龙滩库区内，因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。

龙滩水电站运行后新增敏感区有广西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)、贵州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)、册亨万重山省级森林公园(2017 年)、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)。

2023 年自然保护地整合优化后，龙滩水电站周边自然保护地进一步调整。

广西龙滩自治区级自然保护区，根据《广西河池市自然保护地整合优化方案》，面积减少了 3875.54hm²；2023 年国家林业和草原局公布《陆生野生动物重要栖息地名录》(第一批)，广西龙滩自治区级自然保护区成功入选，即广西天峨龙滩兽类及鸟类重要栖息地，范围与自然保护区范围一致。

册亨双江南亚热带沟谷季雨林县级自然保护区，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地拟净调出自然保护地面积 895.62hm²，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 2025 年 7 月册亨县人民政府《关于册亨县自然保护地进一步整合优化成果的公示》，册亨万重山省级森林公园已撤销。

望谟渡邑南亚热带河谷季雨林自然保护区，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河谷季雨林县级自然保护区、乐宽苏铁县级自然保护区(望谟“贵州苏铁”县级自然保护区)合并为贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区，面积增加至 13506.24hm²。”

贵州罗甸罗羊南亚热带河谷季雨林县级自然保护区，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。”

广西黄猄洞天坑国家森林公园，根据《百色市自然保护地整合优化方案》《广西壮族自治区保护地整合优化方案》，整体归并到广西雅长兰科植物国家级自然保护区。

乐业-凤山世界地质公园，根据《广西壮族自治区自然保护地整合优化方案》《广西百色市自然保护地整合优化方案》，归并到广西乐业大石围天坑群国家地质公园。

贵州册亨北盘江国家湿地公园、贵州望谟北盘江国家湿地公园、罗甸翠滩省级森林公园根据根据册亨县人民政府《关于册亨县自然保护地进一步整合优化成果的公示》(2025 年 7 月)、望谟县人民政府《关于望谟县自然保护地进一步整合优化成果的公示》(2025 年 9 月)、罗甸县人民政府《罗甸县自然保护地整合优化方案公示》(2025 年 9 月)公示结果，均拟撤销。

贵州北盘江大峡谷国家湿地公园、贵州罗甸蒙江国家湿地公园均有局部调整，调整范围不大。

5.3.4.2 生态敏感区变化分析

对比建设前及运行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，

评价范围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的挖掘了区域内有保护价值的区域并设立为生态敏感区。目前，评价范围内共有 10 个敏感区，分别为广西龙滩自治区级自然保护区、贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区、广西雅长兰科植物国家级自然保护区、三匹虎自治区级自然保护区、广西龙滩大峡谷国家森林公园、册亨万重山省级森林公园、贵州罗甸蒙江国家湿地公园、贵州北盘江大峡谷国家湿地公园、广西乐业大石围天坑群国家级地质公园、蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区。龙滩水电站库区共涉及 6 个敏感区，分别为广西龙滩自治区级自然保护区、贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区、广西雅长兰科植物国家级自然保护区、广西龙滩大峡谷国家森林公园、贵州罗甸蒙江国家湿地公园、蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区。

为清楚的了解评价区范围内生态敏感区变化情况，列表分析建设前后评价范围内生态敏感区变化情况，见表 5.3.4-1。

表 5.3.4-1 评价范围内生态敏感区变化表

序号	生态敏感区名称	建设前	运行初期	运行期	现阶段	变化原因
1.	广西布柳河县级自然保护区	√				原布柳河自然保护区、穿洞河自然保护区由于龙滩水库蓄水而连为一体，为了将受淹没影响的部分移除保护区，同时便于管理，将二者调整合并为广西龙滩自治区级自然保护区。调整合并升级之后，设立了专门的管理机构，加大了对保护区内的主要保护对象的保护，同时加深了对保护区的研究，使得保护区的保护价值更为突出。
2.	广西穿洞河水源林自然保护区	√				
3.	广西龙滩自治区级自然保护区		√	√	√	
4.	册亨双江南亚热带河谷季雨林自然保护区	√				册亨县双江自然保护区内大量河谷季雨林因为发展经济、种植油桐而遭到人为的干扰破坏，保护因子已消失。
5.	罗羊南亚热带河谷季雨林自然保护区	√	√			通过保护区的调整将水库蓄水和移民安置而造成的保护价值消失的区域划出保护区范围，保护因子已消失。
6.	望谟县渡邑南亚热带河谷季雨林自然保护区	√	√	√		望谟县渡邑南亚热带河谷季雨林自然保护区与乐宽苏铁县级自然保护区(望谟“贵州苏铁”县级自然保护区)保护因子一致，合并之后更加有效的对该地区丰富的叉抱苏铁、兰科植物、沟谷季雨林等重要资源进行保护。
7.	贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区				√	
8.	雅长兰科植物国家级自然保护区		√	√	√	新增的原因是该保护区内数量之大、种类之多、分布之密的兰科植物资源；分布有消失了近一个世纪神秘兰科植物—贵州地宝兰；分布有世界上最大的莎叶兰居群和世界上最大的越南香荚兰居群。

表 5.3.4-1(续)

序号	生态敏感区名称	建设前	运行初期	运行期	现阶段	变化原因
9.	乐宽苏铁县级自然保护区			√		环评阶段的评价范围未包含淹没线上的此 4 个自然保护区，运行期根据环境影响评价技术导则-生态影响(HJ 19-2011)，评价范围明确分布或涉及以上 4 个自然保护区，虽然工程对以上敏感区基本无影响，但考虑到评价范围内生态目标的完整性，将其列入到评价范围的生态目标中。根据 2023 年各区域整合优化公示结果，乐宽苏铁县级自然保护区合并为贵州望谟义袍苏铁省级自然保护区；三匹虎自然保护区保留；赖子山、落凡自然保护区未提及合并、保留或撤销情况。
10.	赖子山县级自然保护区			√		
11.	落凡县级自然保护区			√		
12.	三匹虎省级自然保护区			√	√	归并了册亨双江南亚热带沟谷季雨林县级自然保护区的部分范围，区域处于喀斯特峰丛与土山过渡带，生境类型丰富，设立公园划定管控边界，有效保护野生动植物栖息地，遏制石漠化发展。
13.	册亨万重山省级森林公园			√	√	2002 年原国家林业局批准建立，位于乐业县大石围天坑旁，范围与雅长兰科植物国家级自然保护区大面积重叠，整合优化归并到雅长兰科植物国家级自然保护区。
	广西龙滩大峡谷国家森林公园			√	√	主要是电站建设之后形成的，虽然在验收阶段已经建成，但验收阶段主要是对环评提出的以及受工程影响的生态敏感区进行影响和措施分析，此 4 个生态敏感区不受工程影响，因此验收阶段未列出，运行期根据环境影响评价技术导则-生态影响(HJ 19-2011)，考虑到调查与评价区内生态目标的完整性，将其列入到调查与评价区的生态目标中。以上 4 个敏感区在电站建设之后成立主要原因：翠滩省级森林公园、罗甸大小井省级风景名胜主要是由于该区域丰富且独特的溶洞景观；中国乐业-凤山世界地质公园主要是地质公园内分布有全球最大的天坑群，最集中分布的洞穴大厅群、天窗群、最大跨度的天生桥、典型洞穴沉积物、最完整的早期大熊猫小种头骨化石以及独特填坑生态环境保留的动植物多样性，具有重要的科学研究意义及极高的美学观赏价值；广西龙滩大峡谷国家森林公园被批准建立的主要原因是森林公园内的森林植被保护较好，绝大部分仍保持着原始状态，与世界自然遗产保护地—贵州省荔波的喀斯特森林很相似，是桂西北地区不可多得的石山原始森林，且距离城市较近，除具有较高的科研和保护价值，也是开展科研、探险、旅游、休闲度假的一个好去处，可以发展为桂西北一个新的旅游景点。根据罗甸县人民政府《罗甸县自然保护地整合优化方案公示》(2025 年 9 月)公示结果，罗甸翠滩省级森林公园拟撤销。
15.	罗甸翠滩森林公园			√	√	
16.	罗甸大小井风景名胜			√	√	
17.	乐业——凤山世界地质公园(广西乐业大石围天坑群国家地质公园)			√	√	
18.	贵州罗甸蒙江国家湿地公园			√	√	4 个湿地公园均为水库运行后设立，电站蓄水后，红水河及其支流两岸的山峦兀立于水面，整个水面形成了众多独具特色的半岛及岛屿。湿地公园的设立，可有效性管控消落带开发、规范岸线利用，统筹发电调度与生态流量，修复水库消落带湿地。根据根据册亨县人民政府
19.	贵州册亨北盘江国家级湿地公园			√		
20.	贵州望谟北盘江国家湿地公园			√		

序号	生态敏感区名称	建设前	运行初期	运行期	现阶段	变化原因
21.	贵州北盘江大峡谷国家湿地公园			√	√	《关于册亨县自然保护地进一步整合优化成果的公示》(2025 年 7 月)、望谟县人民政府《关于望谟县自然保护地进一步整合优化成果的公示》(2025 年 9 月)公示结果, 贵州册亨北盘江国家湿地公园、贵州望谟北盘江国家湿地公园均拟撤销。

a) 广西龙滩自治区级自然保护区

1) 保护区变化情况

广西龙滩自治区级自然保护区是于 2003 年 11 月由广西壮族自治区人民政府以桂政办函[2003]162 号文将布柳河、穿洞河自然保护区合并调整更名而来的。该保护区在龙滩水电站建设前、运行初期、运行期及现阶段的主要现状对比见 5.3.4-2。

表 5.3.4-2 广西龙滩自治区级自然保护区四期现状对比表

时期	建设前		运行初期	运行期	现阶段
名称	布柳河自然保护区	穿洞河自然保护区	广西龙滩自治区级自然保护区	同运行初期	同运行初期
位置	广西天峨县西南部	广西天峨县中部	河池市天峨县境内	河池市天峨县境内	河池市天峨县境内
经纬度	106°53'~107°13'E 25°5'~25°15'N	106°46'~107°2'E 24°48'~25°6'N	106°51'05"~107°11'16"E 24°51'32"~25°13'55"N	106°51'05"~107°11'16"E 24°51'32"~25°13'55"N	106°51'05"~107°11'16"E 24°51'32"~25°13'55"N
面积	总面积 50485hm ² , 实际管护面积 33617hm ² 。	总面积 11562hm ² , 实际管护面积 9954hm ² 。	总面积 42848hm ² , 其中核心区 14106hm ² , 缓冲区 16014hm ² , 实验区 12728hm ² 。	同运行初期	总面积 38972.87hm ² , 其中核心区 24348.2hm ² , 一般控制区 14624.66
保护级别	县级	县级	自治区级	自治区级	自治区级
批建时间	1982 年	1982 年	2003 年 11 月	2003 年 11 月	待批复
保护对象	水源涵养林和猕猴	水源涵养林和猕猴	水源涵养林和猕猴	水源涵养林和猕猴	水源涵养林和猕猴
海拔范围	270~1424m	280~1382.5 m	400~1424 m	400~1424 m	400~1424 m

表 5.3.4-2(续)

时期	建设前		运行初期	运行期	现阶段
珍稀动植物资源	保护植物有柄翅果、任木、火麻树、田林细子龙等，保护动物有云豹、小灵猫、穿山甲、猕猴等，猕猴 48 群，3500 多只	保护植物有南方铁杉、香果树、柄翅果、格木、闽楠、小叶红豆树、小果香椿等；保护动物有云豹、小灵猫、穿山甲、猕猴等，猕猴 10 群，约 1500 只	龙滩自然保护区的国家重点保护野生植物有金毛狗、桫欏、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、白尾鸢、鹊鸲、蛇雕、燕隼、红隼、小隼、白鹇、原鸡、红腹锦鸡、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、草鹛、领角鸮、领鸮、斑头鸮、雕鸮、褐林鸮、长尾阔嘴鸟、仙八色鸬、山瑞鳖、虎纹蛙等。	同运行初期	龙滩自然保护区的国家重点保护野生植物有金毛狗、桫欏、柄翅果、红豆树等；国家一级保护动物黑颈长尾雉、林麝、中华穿山甲、大灵猫、小灵猫等 5 种；国家二级保护动物虎纹蛙、山瑞鳖、蟒、红腹锦鸡、白鹇、红原鸡、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、草鹛、领鸮、斑头鸮、领角鸮、褐林鸮、雕鸮、凤头蜂鹰、黑冠鹃隼、蛇雕、白腹隼雕、凤头鹰、赤腹鹰 35 种等

2) 保护区变化原因分析

布柳河水源林自然保护区土地总面积 50485hm²，龙滩水库正常蓄水位 375m 时，水库淹没土地面积为 6470hm²，淹没面积占总面积的 12.8%。被淹没的主要植被类型为柄翅果-短萼仪花林、麻栎-白栎林、中平树-灰毛浆果楝灌丛，被淹没的主要珍稀植物为柄翅果、任木。受水库淹没影响较大的珍稀动物为猕猴，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，尤其是向阳镇的林列、海州一带的猴群，导致该区域的猴群被迫向保护区更新乡的新林、高楼山和上福以及那直乡的那里、上景村一带进行迁移。此外，龙滩水库淹没了布柳河自然保护区保护站和派出所的办公用房、住房及其附属设施 1107.5m²。

穿洞河水源林自然保护区土地总面积 11562hm²，龙滩水库正常蓄水位 375m 时，水库淹没土地面积为 790hm²，淹没面积占总面积的 6.8%。淹没的主要植被类型为柄翅果-短萼仪花林、红背山麻杆灌丛、龙须藤灌丛、车角竹-麻竹林，被淹没

的主要珍稀植物为柄翅果、任木、火麻树。受水库淹没影响较大的珍稀动物为猕猴，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。

3) 保护区变化评价

龙滩水库淹没了布柳河、穿洞河水源林保护区胸径在 1m 以上的古大树 5 种 128 株。龙滩水库形成后，保护区内海拔 375m(或 400m)的沟谷、坡地、水源涵养林、农田村寨将会被淹没，陆生脊椎动物的栖息生境发生改变，影响动物的分布、种类及群落组成、数量、活动习性，依附于海拔 375m(或 400m)下的水源涵养林及其中的珍稀保护动物可能在保护区内消失。为了继续保护龙滩自然保护区内的水源涵养林和猕猴生境，保证自然保护区的珍稀物种不致因水库淹没和移民安置活动影响而在库区绝迹，2003 年 11 月，广西壮族自治区人民政府根据布柳河、穿洞河自然保护区受龙滩水库淹没的实际情况，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，调整后的龙滩自然保护区核心区、缓冲区范围均在 400m 高程以上，仅实验区包含了部分库区河道。

龙滩自然保护区 375m 淹没线以下的珍稀野生植物和古树的迁地保护实施后，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)。此外，龙滩自然保护区还建成了龙滩大峡谷(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欏、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。为了更好的对猕猴进行保护，调整了龙滩保护区功能区划，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。同时，保护区根据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。

在基础设施建设方面，龙滩自然保护区在半里珍稀植物园修建了 200m³ 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 200m³ 的蓄水池一座及供水管道喷灌设施，配套建设了人行步道。还制作宣

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。

龙滩自治区级自然保护区移植古大树共计 6 株，其中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，此 3 株古榕树树龄均在 300 年以上；此外，保护区另有 3 株古树已移植至向阳镇政府。

4) 保护区变化趋势分析

龙滩自然保护区已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，在距离保护区较近的龙滩大峡谷森林公园内建立起龙滩大峡谷(半里)珍稀植物园和见石兰花基地保护园，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，也丰富了森林公园内珍稀野生植物及古树的种类及数量，而且为广西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，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。水库蓄水淹没势必会增加当地局部环境的湿地及水生生境，对调节局部小气候、增加生物多样性及调节局部生态系统稳定性会带来积极影响。

淹没后的龙滩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。合并进行三区划分后，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，有利于保护区的管理。调整合并升级后，吸引更多专家技术人员对保护区的研究，使得保护区内的主要保护对象得到更好的保护，完成了《龙滩自治区级自然保护区科学考察集》，发表了《龙滩自然保护区植物生物多样性特点及其生态安全问题》(贾桂康等，2011)。在完成龙滩自治区级自然保护区科学考察集之后，保护区正有条不紊的发展。2009 年广西壮族自治区林业局副局长罗永魁在崇左召开的全区野生动植物与自然保护区暨湿地保护管理工作会议上强调，要继续抓好龙滩自治区级自然保护区申报国家级自然保护区，此后，保护区管理单位一直致力于其申报国家级自然保护区的工作。

b) 望谟县渡邑南亚热带河谷季雨林自然保护区

1) 保护区变化情况

该保护区在龙滩水电站建设前、运行初期、运行期及现阶段的主要现状对比见 5.3.4-3。

表 5.3.4-3 望谟县渡邑南亚热带河谷季雨林自然保护区四期现状对比表

时期	建设前	运行初期	运行期	现阶段
名称	望谟渡邑河谷季雨林自然保护区	望谟渡邑河谷季雨林自然保护区	同运行初期	贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区
位置	东以渡邑河与里绕沟之间的山脊为界，南临红水河，西至过朝坡—帽白坡—浪注—浪坝山脊线，北到坝寒沟。	东至老场沟—达坟山一线；南到毛云山脊线—后朝—过朝坡—坝额沟至老场沟 400 米水位线以上；西至浪汉山脊—毛当贺—三朝—康蔗公路麻移段—黄羽庭小学—交论坡；北至后龙沟—布赖山—马鞍山—毛王山—交送—纳翁—交狼山—坝寒沟—达坟山。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。	同运行初期	望谟县渡邑南亚热带河谷季雨林自然保护区与乐宽苏铁县级自然保护区合并而成
经纬度	106°16'55"~106°24'36"E 24°59'17"~25°3'4"N	106°11'18"~106°23'15"E, 24°59'05"~25°5'00"N	106°11'18"~106°23'15"E , 24°59'05"~25°5'00"N	/
面积	5464hm ²	11196hm ²	同运行初期	核心区 6237.76hm ² ，一般控制区 7268.47hm ²
保护级别	县级	县级	同运行初期	省级
批建时间	1990 年	2007 年调整	同运行初期	整合优化待批复
主要保护对象	河谷季雨林、柄翅果	南亚热带河谷季雨林和柄翅果	同运行初期	南亚热带河谷季雨林、叉抱苏铁、兰科植物
海拔范围	297~1032m	400~1032m	400~1032m	400~1032m
珍稀动植物资源	保护区内珍稀植物有心叶蚬木、野生荔枝、野生龙眼、柔毛油杉、田林细子龙、青檀、火烧花、任木等，还有贵州保护的珍稀植物毛红椿、木棉；珍稀动物有虎纹蛙、山瑞鳖、蟒、褐翅鸦鹃、白鹇、灰林鸮、普通鵯、鸢、斑羚、苏门羚、林麝、小灵猫、穿山甲、猕猴等。	区内植被以天然次生林为主，保存了大量的柄翅果、水青冈等珍稀群落，群落中有不少珍稀植物，除国家Ⅱ级保护植物柄翅果、任木外，还有贵州苏铁、毛红椿等；国家重点保护动物 37 种，其中国家Ⅰ级保护动物 2 种，国家Ⅱ级保护动物 35 种。	同运行初期	区域内保护植物有贵州苏铁、红椿、柄翅果、香果树、建兰、春兰、滇金石斛、束花石斛等；国家一级保护动物有林麝、中华穿山甲、小灵猫、云豹等 4 种；国家二级保护动物有猕猴、大灵猫、水獭、中华斑羚、山瑞鳖、画眉、灰林鸮、凤头鹑雉、燕雉、红雉、游雉等 28 种。

2) 保护区受影响情况介绍

渡邑河谷季雨林自然保护区土地总面积 5464hm²，龙滩水库正常蓄水位 375m 时，水库淹没土地面积为 332.6hm²，淹没面积占总面积的 6.1%。被淹没的主要植被类型为柄翅果-短萼仪花林、灰毛浆果楝灌丛、车角竹-麻竹林，被淹没的主要珍稀植物为柄翅果、田林细子龙、青檀、贵州苏铁。渡邑自然保护区面积较小，脊椎动物种类和数量不多，特别是大型兽类很少在保护区发现，受水库淹没影响较大的珍稀动物为穿山甲。水库淹没使保护区河谷季雨林受到较大影响同时，使栖息于河谷季雨林中的一些两栖类、爬行类动物丧失了部分生境，特别是蟒蛇、白鹇受到的影响较大。

3) 保护区变化评价

在龙滩水库建设前，渡邑河以东至昂武一带河谷季雨林茂密，经红河林场长期砍伐和几次山火，特别是 1988 年 3 月的大火，森林破坏严重，现仅渡邑河以西，包括里绕沟、里绍沟、剖俩沟还保存有河谷季雨林，坝寒山、交谟一带保存有天然常绿阔叶林。1990 年望谟县人民政府下文建立自然保护区，责成县林业局管理。虽然如此，但保护区一直由昂武乡政府代管，没有专门的管理机构；当地居民无保护意识，90 年代初，坝寒的些人，在保护区沿红水河岸大肆砍烧原始季雨林开荒，种植玉米和香蕉，现改种甘蔗，为经济利益驱使，还经常有人猎捕野生动物。

龙滩水库形成后，保护区内海拔 375m(或 400m)的沟谷、坡地、季雨林、稀疏草坡、农田村寨将会被淹没，陆生脊椎动物的栖息生境发生改变，影响动物的分布、种类及群落组成、数量、活动习性，依附于海拔 375m(或 400m)下的沟谷季雨林及稀树灌丛草坡的珍稀动物可能在保护区内消失。

为了继续保护保护区内及周边现有的南亚热带河谷季雨林成分，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。

变化的原因主要是通过保护区的调整将水库蓄水和移民安置而造成的保护价值消失的区域划出保护区范围，将临近有价值的区域划入补偿其因淹没损失的河谷季雨林，调整后的保护区，其保护能力能够得到充分补偿，并有利于自然保护区的管理。

根据现场调查可知，渡邑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。

此外，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龙滩水库淹没区野生珍稀植物，该移植园内已移植成活国家 I 级保护植物贵州苏铁 312 株、兰科植物 1300 苗；II 级保护植物柄翅果 20 株、任豆 17 株、毛红椿 12 株、花榈木 6 株、桫欏 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。同时，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。

基础设施建设方面，保护区在渡邑村修建保护区管理所，建筑面积 169.28m²，在交阳坡建设护林哨所一个；购置保护区巡逻车一辆、二号打火工具 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 0.1hm²。管理所建成之后，可以有效的对当地村民的非法破坏行为产生约束，有利于保护区动植物资源保护。

4) 保护区变化趋势分析

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，电站蓄水不会淹没保护区内的土地，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，有利于弥补保护区内河谷季雨林的损失。同时，保护区内移民迁出后，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。水库蓄水淹没势必会增加当地局部环境的湿地及水生生境，对调节局部小气候、增加生物多样性及调节局部生态系统稳定性会带来积极影响。

渡邑自然保护区的主要保护对象为河谷季雨林及柄翅果。原渡邑自然保护区内的河谷季雨林主要分布在里绍沟、里绕沟、剖俩沟，柄翅果分布在坝来、坝恩、八羊、羊里河谷、峨村沟等地，多为淹没线下。水库蓄水前，望谟县林业局在者康村磨窑洞修建珍稀植物保护园及珍稀植物繁育苗圃，对淹没线下的珍稀植物及古树进

行了迁地保护及育苗栽培。迁地保护后的珍稀野生植物及古树受到保护区专业人员的管护，长势较好。

此外，渡邑自然保护区的稀植物保护园及珍稀植物繁育苗圃，一方面抢救性的保护了保护区内淹没线的珍稀濒危植物，使其免遭淹没损失，也为在保护区培育贵州苏铁、柄翅果等创造了条件。

整合优化阶段，保护区与乐宽苏铁自然保护区合并为贵州望谟苏铁自然保护区(暂未批复)，合并之后可以更加有效的对该地区丰富的叉孢苏铁、兰科植物、沟谷季雨林等重要资源进行保护。

a) 广西雅长兰科植物国家级自然保护区

1) 保护区变化情况

龙滩水电站建设前，广西雅长兰科植物自然保护区并未成立。

但由于龙滩水库蓄水至 400m 时，雅长林场 400m 以下的植物资源将受到淹没影响，考虑到该影响，2005 年，雅长林场在申报自然保护区时直接是选择在 400m 高程以上新建了广西雅长兰科植物自然保护区。2009 年，该保护区已正式被批准为国家级自然保护区。广西雅长兰科植物自然保护区是在龙滩水电站之后，电站蓄水之前成立的，其成立的主要原因是①大量大面积的地生兰和附生兰成片分布于仅有 220km² 林区内，其数量之大，种类之多，分布之密，不由的赞叹之为“中国的兰谷”(罗毅波，2010)；②消失了近一个世纪神秘兰科植物—贵州地宝兰 *Geodorum eulophioides* Schltr. 在雅长林区被发现(Liu, 2010)；③由于生境的破坏和人为采集，兰科植物在全球范围内逐渐大量消失，成为濒危物种，而在雅长林区，居然还保存着数量如此丰富，生境如此完好的兰科植物，当属一种奇迹。雅长林区丰富的兰科植物资源引起了国家林业局和广西壮族自治区政府的高度重视，意识到兰科植物资源的稀有性和宝贵性，于 2005 年立即决定建立省级自然保护区，并将该林区兰科植物分布最为集中的区域划进了保护区，开始对该区域内的兰科植物资源开展保护工作。2009 年，广西雅长保护区被国家林业局正式批准为广西雅长兰科植物国家级自然保护区。2023 年，根据《百色市自然保护地整合优化方案》《广西壮族自治区保护地整合优化方案》，广西黄猿洞天坑国家森林公园归并到广西雅长兰科植物国家级自然保护区，同时将永久基本农田 1309.01hm²、成片人工商品林 95.38 hm²、村庄

125.27 hm²、其他 51.63 hm² 等调出自然保护区。整合优化后，雅长兰科自然保护区总面积 20836.72 hm²。

运行初期，龙滩水电站淹没区内的部分珍稀野生植物和古大树向雅长兰科植物自然保护区进行了迁移保护。雅长兰科植物自然保护区设有两个珍稀植物移植点，即雅长林场二沟分场第 15 林班(面积 3.2667hm²)，花坪分场的兰花植物园(面积 4.8667hm²)，主要负责实施包括雅长林场和乐业县、田林县水库淹没区范围内的珍稀濒危野生植物和古树迁地保护工作，以及柄翅果种群恢复工作。雅长兰科植物自然保护区移植的珍稀植物及古大树如下：

珍稀植物：柄翅果 1158 株、田林细子龙 169 株、毛红椿 123 株、油杉 125 株、顶果木 55 株、任豆 6 株、广西芒木 16 株、苏木 18 株、罗汉松 3 株、兰科植物 23 种 963 株、叉孢苏铁 256 株、金毛狗 5 株。

古大树：榕树 6 株，黄连木 2 株，木棉 4 株，秋枫 1 株，小叶榕 1 株，紫弹树 2 株，共 6 种 16 株。

2) 保护区变化趋势分析

作为龙滩库区珍稀植物移植点，将龙滩库区淹没线下的珍稀植物及古大树移栽至雅长兰科植物自然保护区，丰富了保护区内物种的种类和数量，同时伴随着迁地保护资金的投入，有利于保护区开展迁地保护植物的生态适应性，生长、繁殖规律的研究。

另外，雅长兰科植物自然保护区附近有闻名世界的天坑群，雅长林场范围内还有风景区，均已向外开放，珍稀植物园建成后也可作为保护区内一个景点，有利于保护区的旅游开发，进而产生更大的社会效益。

此外，电站蓄水后形成的小气候效应对雅长兰科植物自然保护区也有一定的有利影响。水域小气候效应使库岸湿度增加，而雅长自然保护区内的兰科植物多为喜阴凉、湿润的品种，因此调查组认为，水库蓄水后，雅长兰科自然保护区内的小气候变化趋势向着有利于兰科植物生长的方向转化，对雅长兰科自然保护区的保护功能具有一定正效应。

b) 其他生态敏感区

1) 广西龙滩大峡谷国家森林公园

2008 年国家林业局以林场许准[2008]23 号文批准设立广西龙滩大峡谷国家森林公园。该森林公园是在龙滩电站建设蓄水后成立的，位于龙滩坝址下游约 5km，电站的建设、蓄水对其无影响。

龙滩水电站蓄水后，为了将库区淹没线的珍稀濒危植物及古树迁地保护建立了龙滩大峡谷珍稀植物园，该植物园位于广西龙滩大峡谷国家森林公园内，植物园设有两个保护点，分别为半里乔木移植基地和见石兰花园，两个保护点共迁移物种有国家重点保护珍稀植物金花茶、红豆杉、柄翅果、毛红椿、喜树、任豆、红豆树、金丝李、桫欏等 30 种 4000 多株，古榕树 3 株；兰科植物有带叶兜兰、铁皮石斛、银带虾脊兰、纹瓣兰等 75 种 3 万多株(丛)，生境营造树种秋枫、仪花等。

龙滩大峡谷珍稀植物园不仅为广西龙滩大峡谷国家森林公园增加了两个景点，同时，珍稀植物园内开展的迁地保护植物生态适应性，生长、繁殖规律的研究也有利于森林公园内其他珍稀濒危植物及古树的保护。

龙滩电站建成蓄水运行，形成了壮观的水库景观及大坝景观，距离广西龙滩大峡谷国家森林公园约 5km，为广西龙滩大峡谷国家森林公园的旅游资源增添光彩，广西龙滩大峡谷国家森林公园和龙滩电站景观可相互“借景”，赢得更多的客源。

此外，龙滩水库建成后，水上交通条件大为改善，移民安置区也兴建公路，使得区域内的交通运输能力得到提高，为促进龙滩大峡谷森林公园的旅游业提供了有利条件。

2) 罗甸大小井风景名胜区

罗甸大小井省级风景名胜区于 2006 年批准建立，位于红水河的三级支流坝王河的源头，库区淹没线以外，龙滩电站建设蓄水对其无影响。根据黔南电视台 2005 年 12 月 20 日的新闻可知，为保护好罗甸县境内的印度榕、泰国榕、黄心榕、垂叶榕等百年甚至千年古榕树，罗甸县与红水河绿色开发有限责任公司共同开发，将这些千年古榕树移植到大小井风景区沿河两岸以及县城的各机关院落，为大小井省级风景名胜区的自然景观增加亮色。

3) 罗甸翠滩森林公园

翠滩省级森林公园于 2006 年 8 月批准建立，位于贵州省黔南州罗甸县中部和东北部，由大小井景区、板庚滩景区和天鹅关景区组成。因此，龙滩电站对其影响与

罗甸大小井省级风景名胜区一致，主要是移栽至园内的古树为公园的旅游增加了亮色。

4) 贵州罗甸蒙江国家湿地公园

罗甸县蒙江国家湿地公园于 2013 年批准试运行，该湿地公园地处黔南布依族苗族自治州罗甸县中南部，属珠江水系红水河上游，位于贵州省重点调查与监测湿地—龙滩库区湿地区范围内，是珠江上游重要的水产种质资源地之一。龙滩水电站的蓄水为其提供了丰富的湿地资源，此外，电站蓄水使得红水河及其支流两岸的山峦兀立于水面，整个水面形成了众多独具特色的半岛及岛屿，群峰高昂，碧波荡漾，岛屿、半岛星罗棋布，为湿地公园的自然景观增添风采。

5) 贵州北盘江大峡谷国家湿地公园

贵州北盘江大峡谷国家湿地公园 2013 年经国家林业和草原局批准，是珠江上游典型的喀斯特峡谷、库塘复合型湿地，承担水源涵养、水生生物栖息、候鸟越冬的核心生态功能，生态战略地位突出。设立至今，生物多样性大幅提升，旗舰物种中华秋沙鸭越冬种群从 2021 年 13 只增至 2024 年 53 只，创贵州观测新高，多种珍稀水鸟稳定栖息。库区水质稳定向好，水土流失、石漠化得到有效遏制，非法破坏湿地行为基本杜绝。成功探索出水电开发区域湿地生态补偿治理模式，规范生态旅游发展，实现生态保护与区域绿色发展协调推进。

5.3.4.3 敏感区影响分析

根据自然保护地整合优化的结果，8、9 号机组工程涉及的敏感区有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、贵州望谟叉孢苏铁省级自然保护区、广西龙滩大峡谷国家森林公园、贵州罗甸蒙江国家湿地公园、蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区。由于新增机组在原有征地范围内施工，运营期不新增淹没范围，因此新增机组建设对以上敏感区影响较小。

a) 对广西龙滩自治区级自然保护区的影响

龙滩水电站 7 台机组运行时，库区蓄水淹没 375m 水位线以下区域，原生珍稀植物、古树生存生境受损；2006—2007 年分批次完成淹没线下珍稀野生植物迁地保护，建成龙滩大峡谷珍稀植物园，配套半里乔木移植基地、见石兰花园两处移植点位，对受胁迫珍稀物种实施专项救助。历经 2008 年工程验收、2014 年运行期、

2016 年后评价、2021—2025 年多轮实地调查监测，保护区公众保护认知持续提升，区域生态系统完整性增强、生物多样性保护成效提升，淹没受损生物资源得到系统性修复救助。总体而言，龙滩水电站建设及长期运营未对该保护区造成持续性不利生态影响。

现阶段，8、9 号机组扩建工程不改变龙滩水库控制水位，无新增淹没，不直接占用广西龙滩自治区级自然保护区范围。机组满发情景下仅带来库区水位极微小瞬时降幅增量，且该工况持续时间较少。水位波动仅作用于库区水域及近岸消落带，无法显著扰动保护区主体山地森林生境。工程运营对保护区生态系统结构与功能、各类植物、陆生野生动物、水生生物均无明显不利影响，总体影响较小。

b) 对贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区的影响

整合优化后原渡邑保护区整体划入该保护区，库区仅占用保护区右岸 18.71hm² 范围；蓄水前已将 375m~400m 库水位区间、移民安置范围调出保护地边界，规避核心植被生境淹没。仅小面积边缘地带与库区重叠，且前期已完成范围调整隔离，8、9 号机组扩建不改变水库正常蓄水位，仅在有限时段满发工况下小幅增加水位下降速率，水位波动仅发生在 375m 高程及以下库区水域，无法影响保护区主体陆生生境。工程运营不会扰动保护区生态系统结构与功能，对叉抱苏铁保护种群、区内野生动物、库区消落带植被均无明显不利影响，总体影响较弱。电站蓄水、日常运营对保护区核心苏铁原生保护生境干扰有限，无显著长期生态负面影响。

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，为了更好地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，运行期评价范围内的生态敏感区数量增加了，一方面是由于评价范围的扩大，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。总体而言，龙滩水电站建设及运营对当前最新保护地未造成不利影响，新增机组建设在原有征地范围内施工、不新增淹没范围，对各保护地影响较小。

c) 对广西雅长兰科植物国家级自然保护区的影响

广西雅长兰科国家级自然保护区于 2005 年设立，设立阶段龙滩水电站已投入运行，原保护区范围整体处于龙滩库区淹没线以上；2023 年自然保护地整合优化，广西黄猿洞森林公园并入雅长兰科国家级自然保护区，调整后保护区范围内有 0.02

hm² 范围位于在 8、9 号机组对应的库区淹没线内。

8、9 号机组工程施工区不在雅长兰科国家级自然保护区范围内，无新增占地、开挖、永久损毁保护区土地行为；工程运行不改变水库正常蓄水位，9 台机组满发工况下库区水位小时降幅仅较现状增加 0.01~0.02m，且电站长期实际运行中，全部机组满发持续运行天数较少，仅存在短时微小水位波动。项目建设运营对保护区结构功能、兰科保护植物、野生动物的影响较小。

d) 对蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响

龙滩水电站于 2006 年 9 月正式下闸蓄水时间，2009 年 12 月在库区内成立了一处蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区，保护区主要保护对象为斑鳢，其他保护对象包括南方白甲鱼、多耙光唇鱼、大鳞细齿塘鳢等。

龙滩水电站蓄水后库区内许多原有的土著鱼类，特别是喜流水生境的鱼类(如斑鳢、稀有白甲鱼等)资源量减少。保护区所在的蒙江、坝王河作为龙滩库区支流，库尾以上蒙江、坝王河成为许多喜流水的珍稀保护鱼类如斑鳢、南方白甲鱼、多耙光唇鱼、大鳞细齿塘鳢等多种鱼类不可替代的迁移、生存繁衍生境。

据水利部中国科学院水工程生态研究所 2009 年调查资料(王崇等，2014)，斑鳢在龙滩主库区渔获物中数量占比为 6.7%，重量占比为 3.2%，在雷公滩电站-河口渔获物中的数量占比为 12.0%，重量占比为 10.2%。根据贵州省特种水产工程技术中心 2018 年、2019 年的实地调查结合罗甸县水产站常年的监测管理数据，现斑鳢的分布区主要在蒙江干支流流水河段，库区少见。2019 年 9 月在蒙江雷公滩-冗各电站河段渔获物统计显示，斑鳢在该河段数量占比为 9.4%，重量占比为 4.5%；根据黔南布依族苗族自治州养殖业发展中心近年来调查成果(王玥等，2025)保护区渔获物重量前 3 的种类是斑鳢、马口鱼、暗色唇鲮，分别占渔获物重量的 20.86%、16.85%和 10.3%，是渔获物的主要组成。

总体来说，龙滩水电站蓄水早于蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区成立时间，主要保护对象斑鳢在保护区的资源量有小幅下降(12.0%下降至 9.4%)，但仍保持有一定资源量，龙滩一期工程运行对该保护区的影响较小。

e) 广西龙滩大峡谷国家森林公园、贵州罗甸蒙江国家湿地公园均为龙滩水电站建设后新增的保护地。龙滩水电站 8、9 号机组建设工程在原有征地范围内施工，运

营期不新增淹没范围，因此新增机组建设对以上敏感区影响较小。

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，为了更好地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，运行期评价范围内的生态敏感区数量增加了，一方面是由于评价范围的扩大，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。总体而言，龙滩水电站建设及运营对当前最新保护地未造成不利影响，新增机组建设在原有征地范围内施工、不新增淹没范围，对各保护地影响较小。

5.3.5 地下水环境影响回顾评价

根据龙滩水库蓄水运行后的相关成果，龙滩水库运行以来未发生水库渗漏问题。根据最新的监测成果可知，工程区岸坡地带地下水位低于地表 20m~60m，近山顶一带埋深 80m~100m，洪、枯期地下水位变幅 10m~20m。地下水水质各项指标均能达到《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)III类标准限值要求，工程区周边地下水环境质量良好，未出现水质恶化现象。

5.3.6 土壤环境环境影响回顾评价

根据龙滩水库蓄水后的相关成果，龙滩蓄水后未有发生土壤的次生盐渍化和潜育化事件，根据最新监测成果可知，龙滩工程区占地范围内各项指标均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018)第二类用地筛选值；工程库区及周边农田、消落带附近的其他用地监测点土壤监测指标均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)中筛选值，库区及周边农田、消落带土壤未出现重金属和有机物污染现象。

5.3.7 移民安置影响回顾评价

龙滩公司在移民安置中严格执行了国家移民政策，有力保障了地方和移民的权益，移民生产得到了快速恢复，移民生活水平未因移民安置而产生大幅度下降，移民区基础设施得到改善，社会事业进步较快，明显改善了移民的生产生活条件。民族民俗文化得到了有效保护，有力促进了民族团结。移民安置区人群健康得到了有效保障，移民安置过程中和搬迁安置后未发生疫情和传染性疾病的传播。

5.3.8 局地气候影响回顾评价

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。

5.3.9 社会环境影响回顾评价

龙滩水电站开发建设，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。

5.4 环境保护措施落实情况及效果评价

5.4.1 地表水环境保护措施

龙滩水库建成后，库区周围社会环境发生了较大的变化，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、氨氮等指标在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、县城以及各迁建集镇新址污水处理设施的建立，污染物入库量会有所减少。

5.4.2 陆生生态保护措施

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，尽可能地减少了工程兴建对保护区的影响，较为有效地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，有效地恢复、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。

5.4.3 水生生态保护措施

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，补充了库区鱼类资源；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。龙滩公司自 2010 年以来，先后在库区投放鱼苗 150 余万尾，增殖放流的对象主要为草鱼、青鱼、倒刺鲃、赤眼鳟、鳙、鲢等，对龙滩库区的鱼类资源量有一定恢复作用。

5.4.4 移民安置保护措施

龙滩水电站移民安置总体按照移民安置规划进行，相关政策得到了较好的执行和落实。从移民生产条件来看，大部分移民和安置区通过利用地方特色资源、因地制宜发展特色种植业、养殖业，移民收入得到大幅度提高。从移民生活条件来看，移民住房条件得到了较大程度的改善，与搬迁前相比，住房面积、质量都得到了提升；同时，通过移民安置区的交通、通信、医疗卫生、供水、供电，以及学校、图书馆等基础设施的建设，安置区公共服务水平得到了较大程度的提高，移民生活条件总体得到了改善。

5.4.5 社会环境保护措施

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、龙滩公司以及其他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、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、规定采取了除四害行动，库区进行了大规模的灭鼠活动，施工区和库区均未发生传染病疫情和鼠疫疫情。

5.5 存在问题及改进措施

5.5.1 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《中华人民共和国生态环境法典》、《建设项目环境保护管理条例》等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。

龙滩水库建成运行后，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)、贵州罗甸蒙江国家湿地公园、贵州北盘江大峡谷国家湿地公园。

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：水文情势变化带来的低温水影响，电站兴建对水生生态的影响等。水温和水生生态方面存在的主要问题如下：

水温影响方面：根据电站运行后 2007 年~2025 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 2.1~4.3℃，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、尼罗罗非鱼、草鱼、黄颡鱼、花身副丽鱼、大口鲶等，花鳗鲡、花棘鲷、海南鳅鲃、稀有白甲

鱼、大眼卷口鱼、乌原鲤、波纹鳊等洄游、喜流水底栖生活的鱼类明显减少。

5.5.2 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需要同步开展的“以新带老”措施主要包括过鱼设施、鱼类增殖站、栖息地保护，以及落实低温水减缓措施研究、区域生态环境变化和影响科学研究，落实库区及周边的后续监测等工作。

表 5.5.2-1 龙滩水电站需继续落实的环保要求

序号	改进措施	工作依据	主要保护对象/研究目的	备注
1	建设过鱼设施	1) 落实环办函〔2014〕192 号文要求； 2 解决电站实施带来的大坝阻隔、鱼类基因交流问题。	乌原鲤、斑鳢、唇鲮、鳊、暗色唇鲮、飘鱼。	具体措施
2	建设鱼类增殖站 (平班龙滩共建)	1) 落实环办函〔2014〕192 号文要求； 2 补充电站实施带来的水生生境、水文情势、低温水对鱼类带来的影响。	乌原鲤、唇鲮、暗色唇鲮。	
3	栖息地保护方案	1) 落实环办函〔2014〕192 号文要求； 2 解决电站实施带来的淹没水生生境、大坝阻隔、水文情势变化、低温水，对于鱼类基因交流问题。	叉背金线鲃、单纹似鳊、斑鳢、唇鲮、巨修仁鳊、鳊、暗色唇鲮、飘鱼。	
4	建设分层取水措施	1) 落实环办函〔2014〕192 号文要求； 2 解决电站带来的下泄低温水问题。	1) 改善坝下水温；2) 斑鳢、鳊、卷口鱼等热带鱼类，和斑鳢、巴马拟鲤、暗色唇鲮、稀有白甲鱼和巨修仁鳊在龙滩坝下至岩滩库尾分布的重要鱼类物种。	
5	水库水温结构及下泄水温的系统观测	落实环办函〔2014〕192 号文要求，响应龙滩后评价咨询意见要求。	评估电站建设带来的库区水温变化和坝下水温变化。	相关专题、研究、监测
6	鱼类增殖放流、过鱼设施效果评估及关键技术研究。	落实环办函〔2014〕192 号文要求，响应龙滩后评价咨询意见要求；	评估鱼类增殖放流、过鱼设施效果	
7	低温水减缓措施研究	落实环办函〔2014〕192 号文要求；	研究制定可行的低温水减缓措施	
8	局地气候影响评估研究	响应龙滩后评价咨询意见要求	评估龙滩电站兴建带来的气候影响	
9	区域生态环境变化和影响科学研究	响应龙滩后评价咨询意见要求	评估区域生态变化及影响，提出可行性措施	
10	陆生生态长期跟踪监测	落实环办函〔2014〕192 号文要求；	评估电站运行带来的陆生生态变化及影响。	
11	生态调度优化研究	1) 落实环办函〔2014〕192 号文要求，响应龙滩后评价咨询意见要求。2) 改善下游水文情势变化的影响。	1) 改善水文情势；2) 单纹似鳊、乌原鲤、斑鳢、唇鲮、鳊、暗色唇鲮、飘鱼。	

5.6 回顾评价结论

龙滩水电站在发挥巨大社会效益的同时，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 352.82m，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，日内发电调峰会对下游产生不稳定流影响；水温分层，在 4 月~7 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，也有部分环境影响仍需要采取进一步环境保护措施进行处理，比如：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。

6 环境影响预测与评价

6.1 地表水环境影响预测与评价

6.1.1 生态流量确定

6.1.1.1 生态流量需求分析

根据《水电工程生态流量计算规范》(NB/T 35091-2016), 水电工程应根据河流水生生态需水、河流湿地需水、水环境需水、景观需水、入海河口生态需水和河道地下水补给需水的计算成果, 考虑河道内外各项需水的外包关系和河道外各项需水的叠加关系, 综合分析生态需水目标。

龙滩坝下 14km 处为天峨县城, 建设有天峨县陇麻水厂, 取水口位于红水河天峨县城陇麻坡脚红水河左岸, 取水水源为红水河干流地表水设计供水能力 1 万 m^3/d , 设计最大取水流量 0.14 m^3/s , 可以忽略不计。

岩滩水电站每年 5 月运行水位最低, 龙滩坝下河段鱼类繁殖期为 4 月~7 月, 与岩滩低水位运行时段高度重叠, 因此鱼类繁殖期龙滩坝下河段会出现一定长度的类天然河段。红水河六排大桥附近存在一处产粘砾石性鱼类产卵场, 主要产卵鱼类为四须盘鮡、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、斑鳢等。

龙滩水电站坝下有陇麻坡饮用水水源保护区, 根据水质监测均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准要求。龙滩坝址距离该水源保护区很近, 区间污染源很少, 本工程建设不会新增污染源。

此外, 针对珠江河口的压咸补淡需求, 珠江水利委员会已连续多年开展珠江枯水期水量调度工作, 通过滚动预测预报、多方会商研判, 科学实施水库动态调度, 取得良好效果。龙滩水电站所应承担的河口压咸任务, 在考虑红水河沿岸生产生活用水需求的基础上, 同样按照流域水量调度要求进行保障, 当下游梧州断面提出压咸流量(2100 m^3/s)需求时, 龙滩水电站按照调度令执行, 无固定时间要求, 因此不单独考虑压咸流量。

故本次龙滩水电站生态流量保障目标确定以满足河流水生生态需水为主, 保障水环境需水, 并满足下游已批复生态流量要求。

6.1.1.2 生态流量计算

a) 水生生态需水

采用水文学法中的蒙大拿法计算一般时期生态流量。受岩滩水库顶托影响，河道水力参数较天然情况下已经发生明显变化。因此本次计算未采用水力学法、生态水力学法等通过水力参数推求生态流量的方法。

龙滩坝址多年平均天然流量为 $1570\text{m}^3/\text{s}$ ，一般时期生态流量按评估标准中最小流量对应的占多年平均天然流量的 10% 计算，蒙大拿法推荐的一般时期生态流量为 $157\text{m}^3/\text{s}$ 。

龙滩坝下六排大桥~塘英大桥区间河段为产粘沉性卵鱼类产卵场，该产卵场受岩滩水位顶托，流速较缓，水深较深，因此不单独考虑鱼类繁殖期生态流量。

因此，龙滩水电站坝下河段水生生态需水为 $157\text{m}^3/\text{s}$ 。

b) 水环境需水

本工程不新增污染物排放，为保证下游陇麻坡饮用水水源保护区，按照天峨水文站 1959 年~2024 年长序列径流资料，采用 Q_p 法(最枯月平均流量 90%)计算水环境需水量。

根据计算，天峨水文站最枯月排频取 90% 对应流量为 $221\text{m}^3/\text{s}$ ，龙滩坝下至天峨水文站区间无较大支流汇入，因此水环境需水量取 $221\text{m}^3/\text{s}$ 。

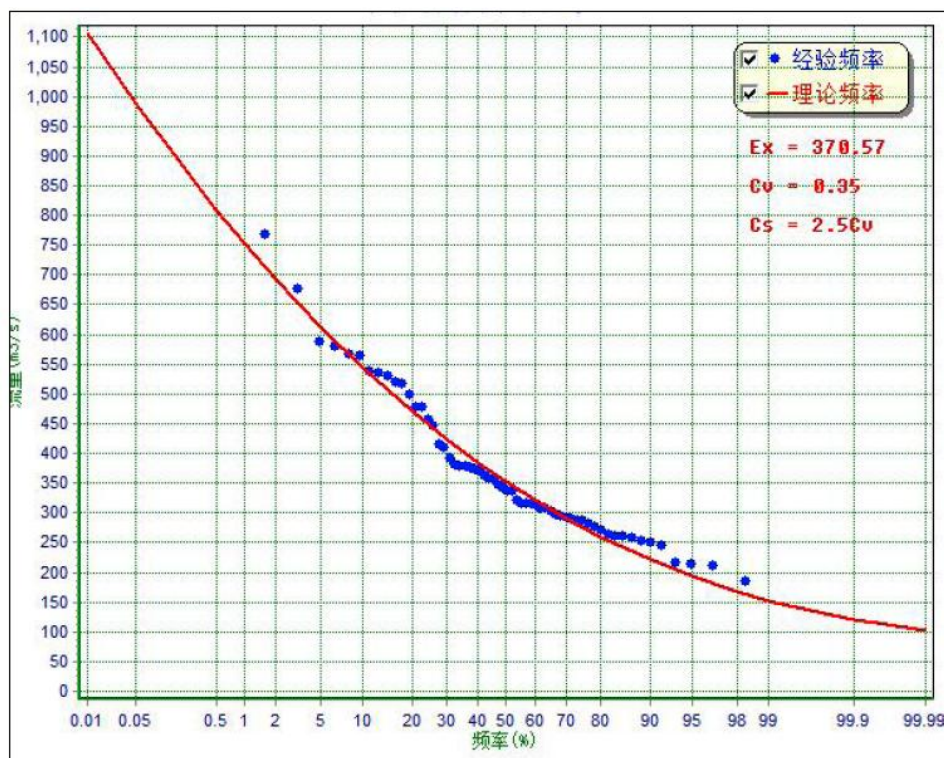


图 6.1.1-1 天峨水文站最枯月径流频率曲线图

c) 已批复生态流量要求

龙滩水电站前期设计文件、批复文件中均没有确定生态流量保障目标，大坝亦未设置专用生态流量泄放设施，目前龙滩水电站主要通过发电机组泄放生态流量。

1) 《西江流域水量分配方案》

根据《国家发展改革委水利部关于西江流域水量分配方案的批复》(发改农经〔2020〕1270 号)，考虑生态和航运等用水需求，确定西江流域红水河干流天峨控制断面月均最小下泄流量分别为 $404 \text{ m}^3/\text{s}$ ，保证率为 90%。

2) 《第二批重点河湖生态流量保障目标(试行)》

根据《水利部关于印发第二批重点河湖生态流量保障目标的函》(水资管〔2020〕285 号)，西江干流天峨控制断面生态基流 $221 \text{ m}^3/\text{s}$ ，最小下泄流量 $404 \text{ m}^3/\text{s}$ ，无敏感期生态流量。

3) 《西江干流龙滩水电站生态流量确定与保障报告》

根据《珠江委关于印发西江干流龙滩水电站生态流量确定与保障报告审查意见的通知》(珠水资管函〔2026〕110 号)，根据龙滩水电站坝下河段生态功能定位和保护需求，提出生态流量目标 $221 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

综合上述文件和通知，基本确定龙滩生态流量泄放应不小于 $221 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

d) 生态流量确定

根据计算，龙滩水电站保证下游水生生态需水为 $157 \text{ m}^3/\text{s}$ ，保障下游水环境需水为 $221 \text{ m}^3/\text{s}$ ，综合上述生态流量需求目标，确定龙滩水电站生态流量为 $221 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

6.1.2 水文情势影响

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。

根据电站调度长序列径流调节演算，8、9 号机组建设前后龙滩水电站月均下泄流量不变，因此工程建设在月旬尺度上不会对电站下游水文情势发生较大影响。

8、9 号机组建成运行后，龙滩水电站调峰能力进一步加强，日内调峰过程可能发生变化，与现状发电调度运行相比，电站下泄流量发生变化的情况主要为以下两种：

一为新建机组利用原电站多余弃水发电，主要发生在来水量较大的汛期，电站将原来泄洪弃水转变为新建机组发电用水并泄放至下游，不改变电站总下泄流量，

只改变坝下至电站尾水出口部分径流量，库区及电站尾水出口下游水文情势较 8、9 号机组建设前不会发生改变；

二为根据电力系统需求调峰运行，由于机组数量增加，当无弃水可利用或弃水不足时，为满足电力需求全部运行，下泄流量较现状增加。调峰运行时通常只会改变电站日内运行方式，现状龙滩水电站在枯水期也有调峰需求，仅是建设后电站装机容量增加从而使电站总体调峰能力进一步增强，使电站调峰运行时最大下泄流量增加，短期流量过程发生改变，但不影响电站长期的下泄流量过程。在调峰运行工况下，本工程建设后 9 台机组全部满发运行时下泄流量较现状 7 台机组全部满发运行会进一步增加，额定满发流量由 $3880\text{m}^3/\text{s}$ 增加至 $4990\text{m}^3/\text{s}$ ，电站满发工况日内下泄流量过程会发生变化，下游不稳定流影响增加，水文情势影响加剧。

实际运行过程中，龙滩水电站 8、9 号机组投产后，机组全部满发频率较低。根据 2009 年~2024 年调度数据，现状情况下全年启用 7 台机满发的天数约 62 天，6 月和 7 月启用天数最多，每月共有 11 天，8、9#机组投产后，小于 7 台机调峰的天数基本不发生变化，全年启用 7 台机调峰天数降低至 28 天，8 台机调峰天数为 19 天，启用 9 台机调峰天数为 15 天，9 台机满发调峰天数约占全年的 4.1%。

表 6.1.2-1 2009 年~2024 年龙滩各月最大机组启用数量平均天数 单位：日

月份	最大机组台数					
	本工程运行前		本工程运行后			
	<7 台机	7 台机	<7 台机	7 台机	8 台机	9 台机
1	28	3	28	1	1	1
2	27	1	27	1	0	0
3	28	3	28	1	1	1
4	23	7	23	4	2	1
5	23	8	23	3	3	2
6	19	11	19	5	3	3
7	20	11	20	5	3	3
8	26	5	26	2	2	1
9	25	5	25	2	2	1
10	27	4	27	2	1	1
11	30	0	30	0	0	0
12	27	4	27	2	1	1
合计	303	62	303	28	19	15

6.1.2.1 径流过程变化影响

a) 典型年径流过程变化

根据 1951 年~2018 年长序列天然径流资料，以平水年(P=50%)为例，根据根据红水河梯级电站电力调度演算结果，龙滩 8、9 号机组建设后，与现状发电调度下各典型年月均下泄流量基本一致，较天然径流有明显变化。

表 6.1.2-2 平水年(P=50%)各工况龙滩坝址月均下泄流量过程表

月份	天然径流(m ³ /s)	现状(m ³ /s)	本工程建成运行后(m ³ /s)
1	464	1261	1261
2	335	1139	1139
3	281	1306	1306
4	278	1758	1758
5	1760	706	706
6	4390	3008	3008
7	2700	2537	2537
8	2320	1548	1548
9	2190	1039	1039
10	1870	1878	1878
11	1290	1272	1272
12	646	1023	1023
平均	1548	1540	1540

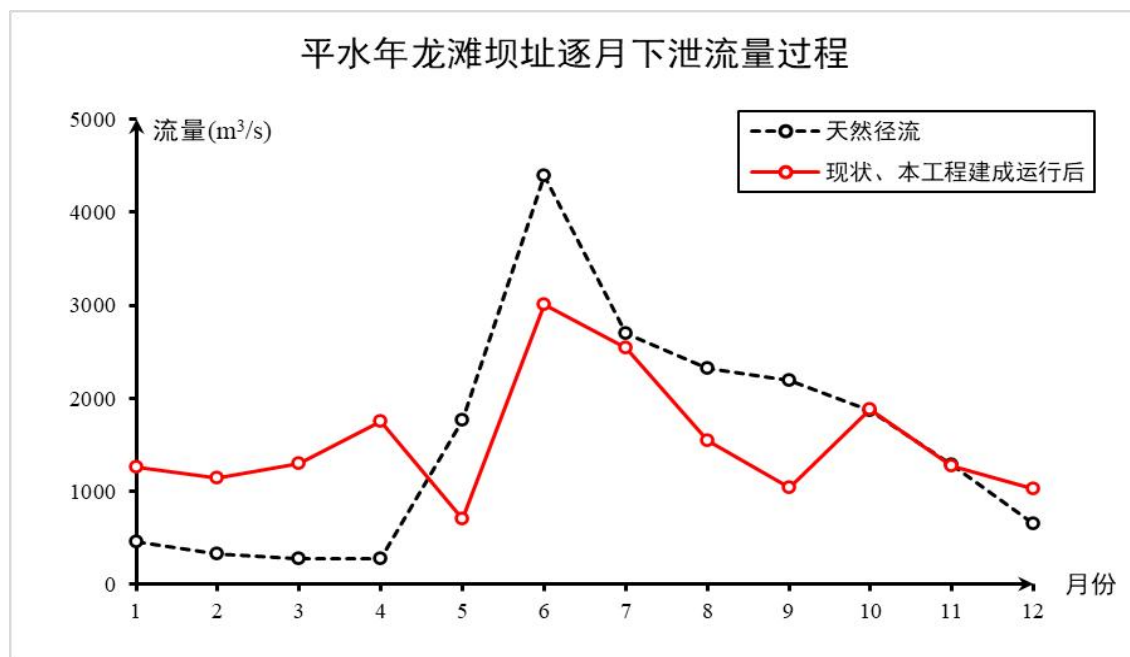


图 6.1.2-1 平水年(P=50%)各工况龙滩坝址月均下泄流量过程图

龙滩水库具有年调节能力，电站运行对径流有较显著的调节作用，现有电站运

行已经改变了坝下径流年内分配。本工程建设运行后不会改变原水库正常蓄水位、汛期防洪限制水位以及水库调节性能，原电站运行方式不发生明显变化，电站各月月均下泄流量与现状基本保持一致。

b) 典型日径流过程变化

1) 一般工况

大部分情况下，龙滩水电站发电高峰期启用机组数小于 7 台机，电站不需要充分利用其全部调节能力。8、9 号机组运行后，维持现状调度也能满足需求，因此本工程运行后，一般情况下的调度工况不会发生变化，本次不做影响对比预测。

2) 极端工况

根据龙滩 8、9 号机组工程开发任务及运行方式，机组建设后，对日内径流过程产生较大的影响的主要为按满发流量调峰运行时的工况。根据龙滩水电站运行调度数据，8、9 号机组建设运行后，龙滩水电站机组全部开启的天数在丰水期以 7 月最多，枯水期以 12 月为最多，因此本次选择 7 月和 12 月分别作为丰水期和枯水期典型日分析所在背景月份。现状满发流量过程取最大发电流量接近的实测逐时数据为典型过程，8、9 号机组建设后的满发流量过程根据电力调峰调度需求，并参照现状典型日流量变化趋势拟合得出，详见表 6.1.2-3。

表 6.1.2-3 工程建设前后龙滩水电站满发典型日下泄流量过程表

时段	丰水期		枯水期	
	建设前	建设后	建设前	建设后
1	2220	1660	1660	1660
2	1660	550	550	550
3	550	550	550	550
4	550	550	550	550
5	550	550	550	550
6	550	550	550	550
7	550	550	550	550
8	550	550	550	550
9	1660	1660	1660	1110
10	3330	3330	2220	2220
11	3880	4990	2220	2220
12	3880	4990	2220	2220

表 6.1.2-3(续)

时段	丰水期		枯水期	
	建设前	建设后	建设前	建设后
13	3330	3330	2220	2220
14	3330	2220	1660	1110
15	3330	2220	1660	1110
16	3880	3330	2220	1110
17	3880	4440	3330	2220
18	3880	4990	3330	3330
19	3880	4990	3880	4990
20	3880	4990	3880	4990
21	3880	4990	3880	4990
22	3880	3880	3880	4990
23	3880	2780	3330	3330
24	3330	1660	2220	2220
最大值	3880	4990	3880	4990
最小值	550	550	550	550
日内变幅	3330	4440	3330	4440
最大小时变幅	1670	1670	1110	1660

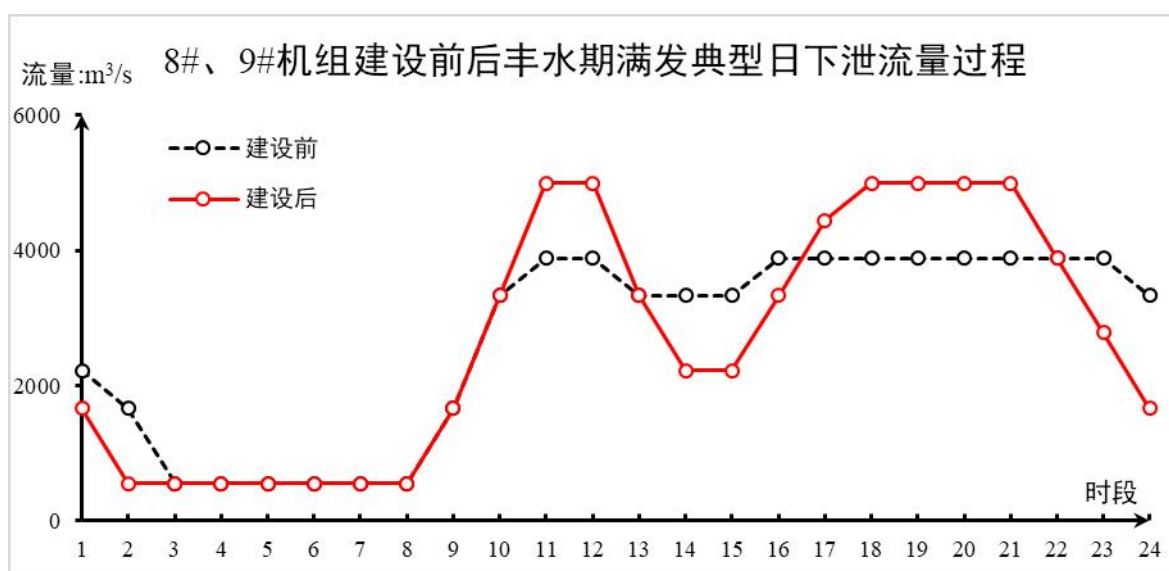


图 6.1.2-2 工程建设前后龙滩水电站丰水期满发典型日下泄流量过程图

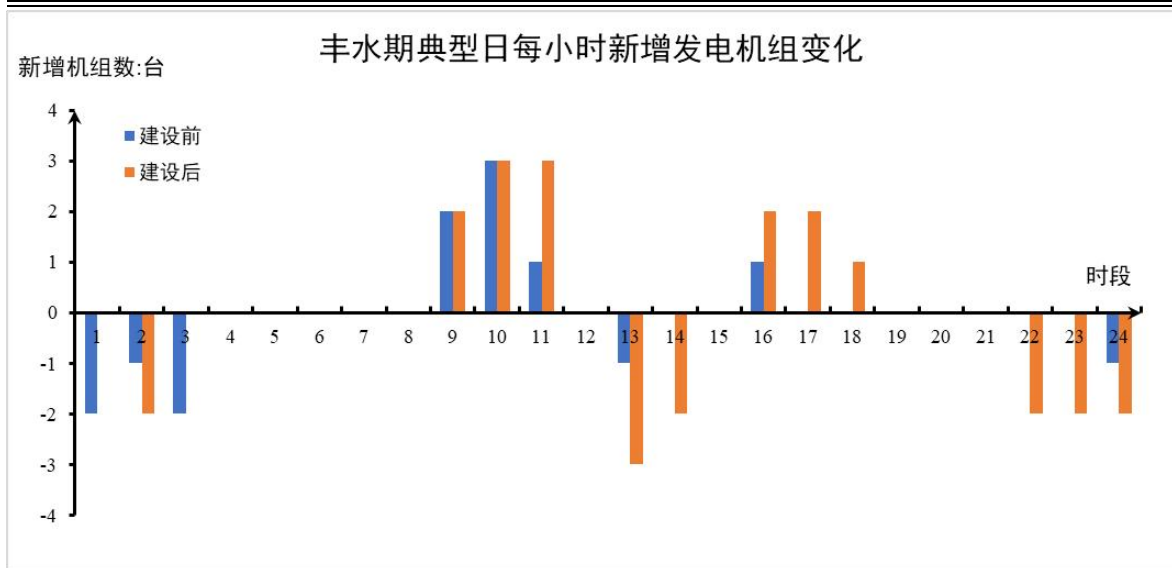


图 6.1.2-3 工程建设前后龙滩水电站丰水期满发典型日机组启闭过程图

丰水期满发典型日工况下，日内最大流量由 $3880\text{m}^3/\text{s}$ 增加至 $4990\text{m}^3/\text{s}$ ，日内最小不变，日内流量变幅由 $3330\text{m}^3/\text{s}$ 增加至 $4440\text{m}^3/\text{s}$ ，日内最大流量和流量变幅增加量约为本次建设 8、9 号 2 台机组的额定流量，日内机组启闭更为频繁，流量最大小时变幅不变，约为 $1670\text{m}^3/\text{s}$ 。本工程建设运行后，丰水期午高峰时段(11 时~12 时)和晚高峰时段(18 时~22 时)下泄流量增加 $1110\text{m}^3/\text{s}$ ，腰荷时段(14 时~15 时)下泄流量减小 $1110\text{m}^3/\text{s}$ ，日内峰谷变化更为明显。

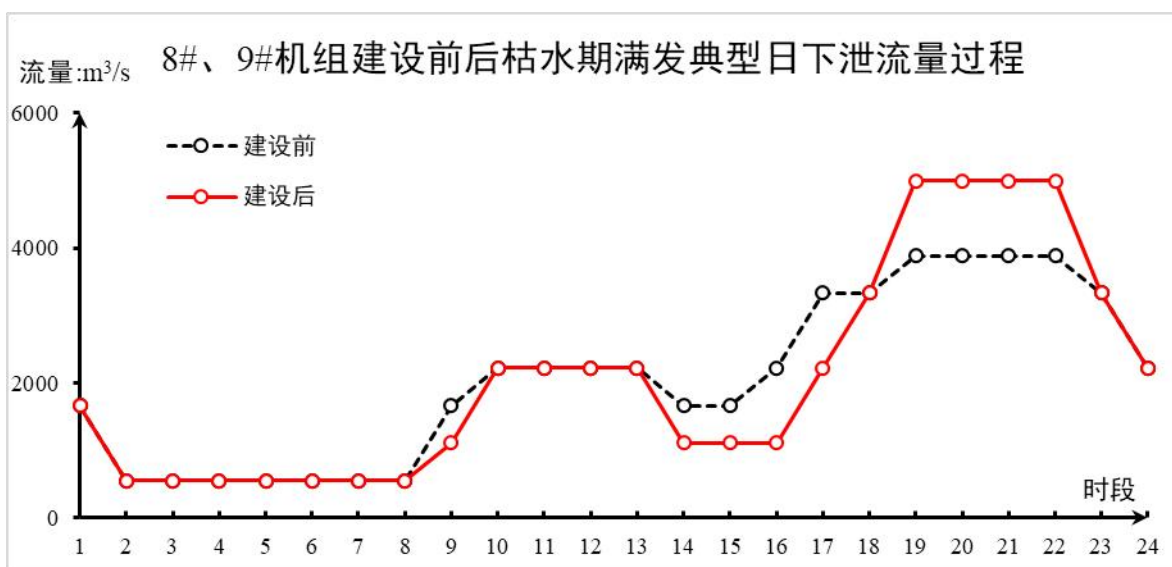


图 6.1.2-4 工程建设前后龙滩水电站枯水期满发典型日下泄流量过程图

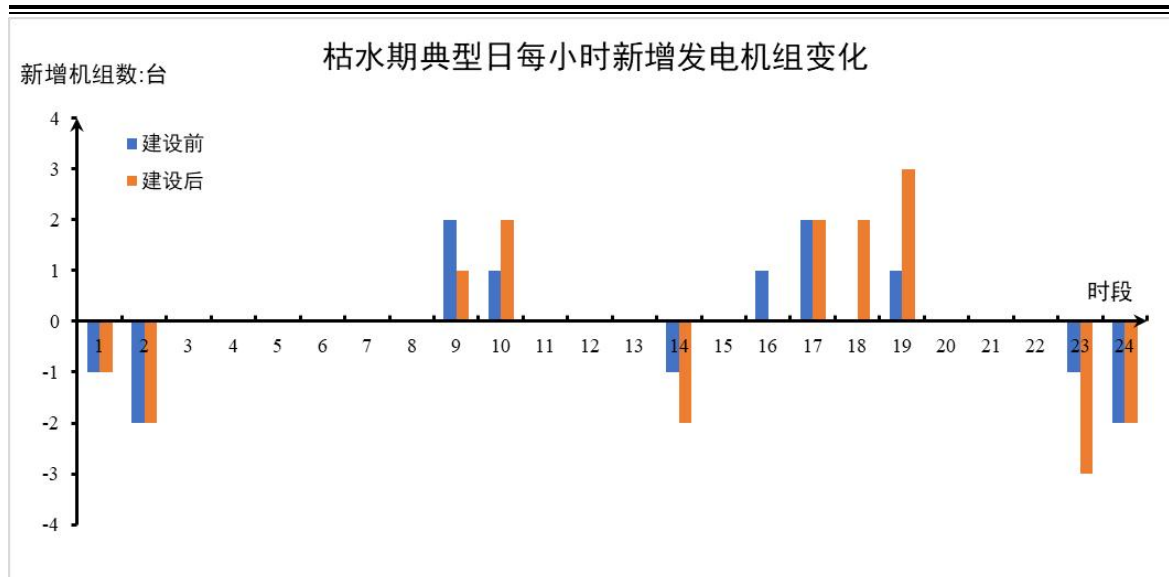


图 6.1.2-5 工程建设前后龙滩水电站枯水期满发典型日机组启闭过程图

枯水期满发典型日工况下，日内最大流量及日内流量变化情况与丰水期典型日一致，但 8、9 号机组建设运行后，流量最大小时变幅由 1110 增加为 1670m³/s。本工程建设运行后，枯水期午高峰时段(10 时~13 时)下泄流量过程不变，晚高峰时段(19 时~22 时)下泄流量增加 1110 m³/s，腰荷时段(14 时~16 时)下泄流量减小 550m³/s~1110m³/s，夜间峰谷变化更为明显。

对比本工程建设前后典型日流量过程可以发现，龙滩水电站日内发电需求存在明显的午高峰和晚高峰，其中丰水期午高峰发电流量较枯水期更大，8、9 号机组建设后，午高峰和晚高峰最大下泄流量进一步增加，日内下泄流量变幅明显增加，但调峰需求时段基本与现状一致。

6.1.2.2 水位流速变化影响

对比本工程建设前后典型年逐月径流过程和典型日逐时径流过程可知，本工程建设后，月均下泄流量较现状基本不发生变化，典型日工况下电站日内下泄流量过程发生变化，但日均下泄流量与本工程建设前基本一致。本工程建设后电站发电机组数量增加，满发流量由原先的 3880m³/s 增加至 4990m³/s，库区和下游河道水位、流速变化最大的应该是电站满发调峰运行时，本次影响预测按最不利工况，重点分析工程建设前后满发情况下库区和下游河道水位和流速变化情况。

a) 分析方法

本次采用丹麦 DHI 公司的 MIKE 系列一维水动力模型，分析工程运行前后，在满

发流量条件的典型工况时，龙滩库区及龙滩坝址至岩滩坝址段河道水位和流速变化。所采用模型及相关边界条件和参数设置如下。

1) 模型简介

MIKE11 水动力模块的基本控制方程为圣维南(Saint-Venant)方程组，是一维明渠非恒定流方程组。在工程应用中的水流运动形式可以用其来描述，如河道内的洪水运动、感潮河流的水流运动。方程组的离散采用Abbott-Ionescu六点隐式格式。

选用基于断面积分的质量和动量守恒方程——一维非恒定流圣维南(Saint-Venant)方程组为控制方程，其在工程运用中可以用来描述感潮河流的水流运动。圣维南方程组由法国学者在 1871 年提出，包括连续方程和动量守恒方程。其方程组的具体形式如下：

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$
$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0$$

式中：x——空间坐标，m；

t——时间坐标，s；

Q——断面流量，m³/s；

h——水位，m；

A——断面过流面积，m²；

R——水力半径，m；

Bs——水面河宽，m；

q——单位河长的旁侧入流流量，m³/s/m；

C——谢才系数；

g——重力加速度，m²/s；

α——动量校正布系数。

第一个方程为连续性方程，反映了河道中的水量平衡。第二个方程为运动方程，运动方程的第一项反映的是某固定点的局地加速度，第二项反映的是对流加速度，由流速的空间分布不均匀。前两项合称为惯性项，第三项为压力项反映的是水深的影响，第四项反映了摩阻和底坡的影响。若运动方程中的压力项惯性项都忽略掉，只考虑底坡与摩阻和的影响，这个简化的方程组描述的为运动波的运动，运动

波方程组适用于陡坡河道，但不能用于回水和潮汐计算。若只忽略惯性项的影响，所得到的波称为扩散波，扩散波方程组适用于相对稳定的回水现象或缓慢演进的洪水波，但不能用于潮汐计算。

2) 模型范围

建模范围分别为龙滩库区和红水河龙滩坝址至岩滩坝址河段，河道断面采用实测断面。

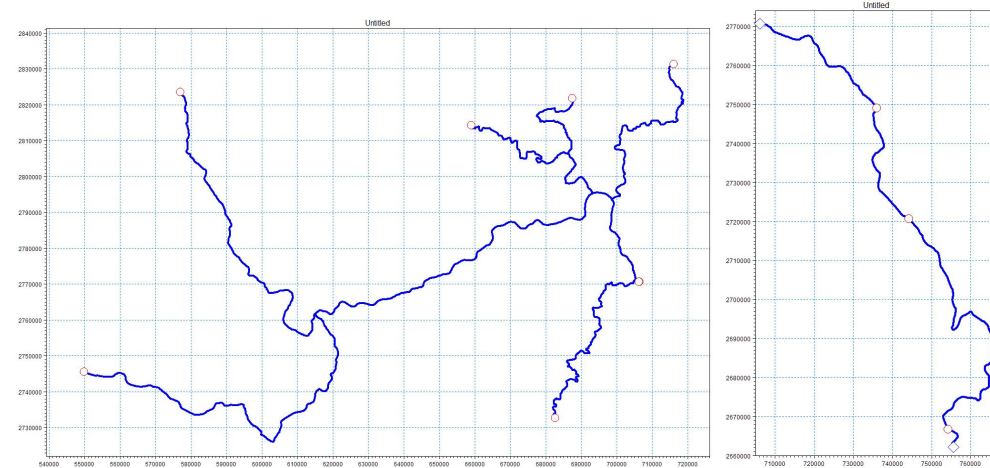


图 6.1.2-6 库区(左)和坝下(右)河段模型范围示意图

3) 边界及参数设置

模型上游流量边界采用工程规划设计的相关流量，综合考虑区间汇流，库区模型下边界采用控制闭边界+点源出流方式模拟大坝泄流作为计算边界，坝下河道模型采用岩滩相应控制水位作为计算边界。

模型糙率综合考虑岩滩库区糙率率定结果，根据龙滩水电站坝下红光站 2017 年 10 月~12 月实测水位流量资料率定所得。

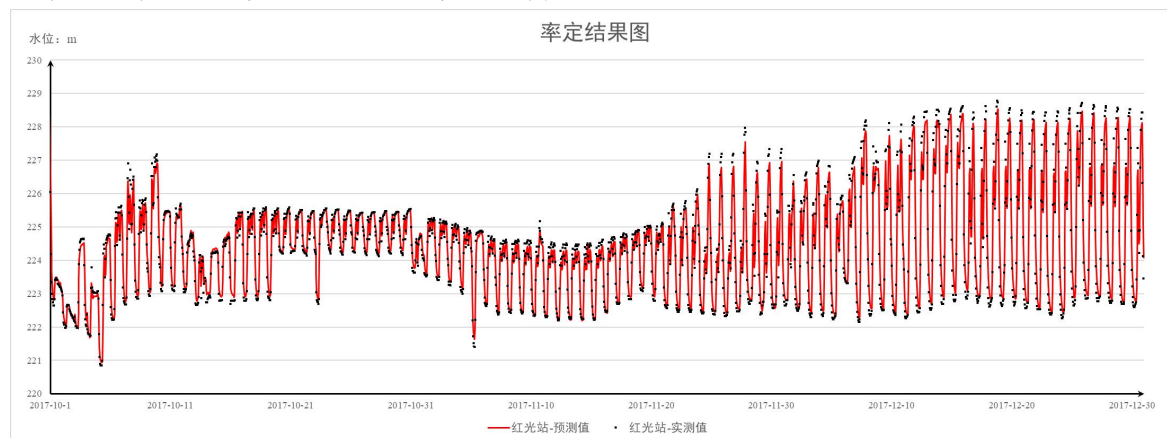


图 6.1.2-7 模型率定结果对比图

经与龙滩坝下水位-流量关系曲线对比，计算所得岩滩坝上水位分别位于 219m 和 223m 时，龙滩电站分别下泄 3880m³/s 和 4990m³/s 时，龙滩坝下水位根据水位流量关系的推算值和模型计算值详见表 6.1.2-4。

表 6.1.2-4 模型参数验证结果

工况		岩滩水位(m)			
		219		223	
		推算值	计算值	推算值	计算值
龙滩下泄流量 (m ³ /s)	3880	229.85	229.86	230.53	230.52
	4990	232.20	232.16	232.71	232.69

从验证结果来看，模型能保证计算水位与实际基本保持一致，能够满足水文情势计算需要。

b) 分析断面选择

龙滩库区敏感河段分析断面情况见表 6.1.2-7。其中断面 1~断面 5 位于蒙江，距离蒙江河口分别约为 0.8km、20.3km、35.5km、50.3km 和 58.9km，最上游断面位于上立亭水电站坝下 1.2km，断面范围涵盖贵州罗甸蒙江国家湿地公园所在蒙江全部河段和蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区所在蒙江受影响河段；断面 6~断面 8 位于蒙江支流坝王河，距离坝王河河口分别约为 0.3km、4.0km 和 9.8km，最上游断面位于八各大坝下游 1.5km，基本涵盖了蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区所在坝王河的受影响河段；断面 9 和断面 10 位于北盘江库尾产漂流性卵鱼类产卵场和产粘沉行卵鱼类产卵场河段，距离北盘江与南盘江汇合口约为 82.6km 和 90.7km；断面 11 位于南盘江龙滩库尾以上八渡产漂流性卵鱼类和产粘沉性卵鱼类产卵场河段，距离北盘江与南盘江汇合口约为 79.7km；断面 12~断面 14 位于红水河干流，距离龙滩坝址分别约 1.2km、8.0km 和 15.5km，断面 15~断面 17 位于布柳河干流，距离布柳河河口分别约 7.3km、20.9km 和 33.4km，这 6 个断面基本涵盖了广西龙滩自治区级自然保护区所在库区河段；断面 18 位于红水河干流贵州黔西南望谟"贵州苏铁"自然保护区河段，距离南盘江与北盘江汇口下游 24.2km。

表 6.1.2-5 库区分析断面与主要生态敏感区位置关系汇总表

类型	名称	所在河流	分析断面
湿地公园	贵州罗甸蒙江国家湿地公园	蒙江、坝王河	断面 1~断面 8
水产种质资源保护区	蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区	坝王河	断面 1~断面 8
自然保护区	广西龙滩自治区级自然保护区	红水河、布柳河	断面 12~断面 17
	贵州黔西南望谟贵州苏铁省级自然保护区	红水河	断面 18
鱼类产卵场	北盘江产漂流性卵鱼类产卵场	北盘江	断面 9、断面 10
	北盘江产粘沉性卵鱼类产卵场	北盘江	断面 9
	田林八渡段产漂流性卵鱼类产卵场	南盘江	断面 11
	八渡段产粘沉性卵鱼类产卵场	南盘江	断面 11

龙滩水电站坝下红水河干流受水文情势影响的敏感目标主要有三处，一处为广西龙滩大峡谷国家森林公园，一处为天峨县城六排大桥附近的产粘砾石性鱼类产卵场，以及天峨县城。因此本次选择广西龙滩大峡谷国家森林公园上边界为坝下分析断面 1，天峨县城西侧天峨水文站所在河道断面为坝下分析断面 2，产粘砾石性鱼类产卵场所在六排大桥为坝下分析断面 3、下游六合移民点所在河道断面为坝下分析断面 4，合计四处分析断面，分析本工程建设运行前后，满发运行典型日内，调峰不稳定对下游河道水位和流速的影响变化情况。

表 6.1.2-6 坝下分析断面汇总表

坝下断面编号	坝址距离 km	所在位置	主要敏感目标
1	5.8	广西龙滩大峡谷国家森林公园上边界	龙滩大峡谷国家森林公园
2	13.3	天峨水文站	天峨县城、天峨县陇麻水厂取水口
3	15.9	六排大桥	产粘沉性卵鱼类产卵场
4	22.9	六合移民点	六合移民安置区

库区及坝下分析断面与主要敏感保护目标关系见下图。

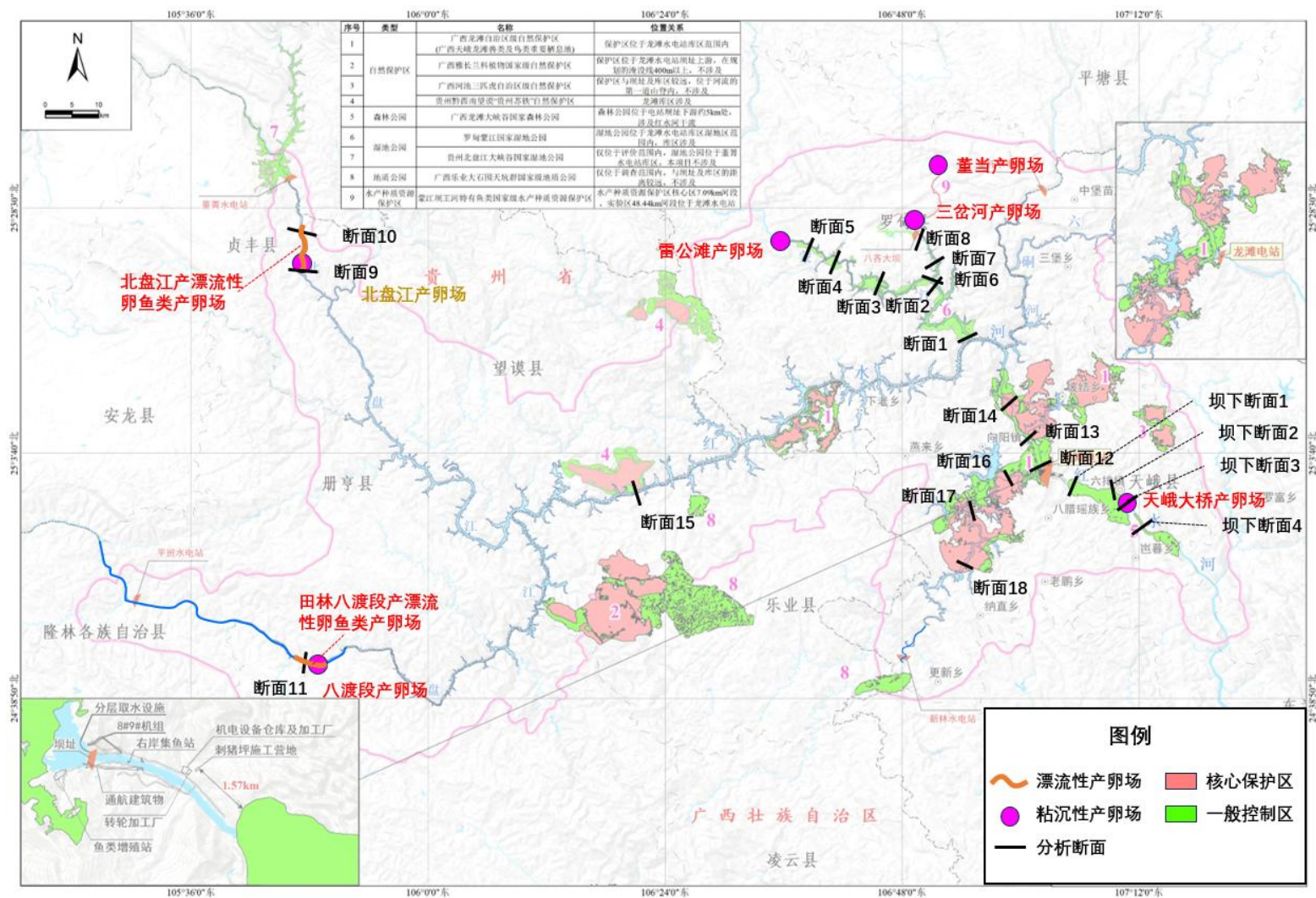


图 6.1.2-10 分析断面位置及与主要保护目标位置关系图

c) 库区水文情势影响分析

本工程建设运行后，在较长时间尺度上库区下泄流量与现状相比不会发生变化，且龙滩库区库容和水面面积较大，正常蓄水位下水库面积约 360km^2 ，库容约 162.1亿m^3 ，工程建设不改变库区特征水位，因此不会对库区水位、流速等水文情势发生明显影响。但在短期的日内或日间，受调峰运行影响，库区下泄流量较工程建设前有所变化，尤其是满发流量情况下，库区日内水位变幅会增大。

本次预测了采用丰水期和枯水期典型日工况下库区各主要分析断面的水位变化和流速受影响情况。库区来流主要考虑了北盘江、南盘江、蒙江(涟江)、坝王河、曹渡河、六硐河等支流汇入情况，入库流量按照所选典型日实际入库流量简化分配得到，其中蒙江(涟江)、坝王河、曹渡河、六硐河及红水河干流区间入流按照龙滩坝址处 7 月(丰水期)和 12 月(枯水期)多年月均天然径流分配得出，北盘江、南盘江来水受上游电站调度影响较大，因此根据典型日所选日的监测入库流量分配得到。计算初始水位采用径流调度成果中丰水期(7 月)和枯水期(12 月)的多年平均坝前水位，分别为 358.0m 和 372.0m 。

各分析断面水位、水深和流速计算结果见表 6.1.2-7~表 6.1.2-8。



表 6.1.2-7 丰水期(7 月)工程建设前后各分析断面水文要素变化情况

断面 编号	日内最高水位			日内最低水位			水位日变幅			日内最大流速			日内最小流速			水位最大变化速率		
	前	后	差值	前	后	差值	前	后	差值	前	后	差值	前	后	差值	前	后	差值
	m									m/s						m/h		
断面 1	358.55	358.59	0.04	357.91	357.87	-0.04	0.64	0.72	0.08	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.12	0.15	0.03
断面 2	358.56	358.61	0.05	357.90	357.87	-0.03	0.66	0.74	0.08	0.03	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00	0.19	0.23	0.04
断面 3	358.58	358.63	0.05	357.89	357.84	-0.05	0.69	0.79	0.10	0.06	0.07	0.01	0.04	0.04	0.00	0.17	0.21	0.04
断面 4	358.62	358.70	0.08	357.86	357.86	0.00	0.76	0.84	0.08	0.24	0.25	0.01	0.23	0.23	0.00	0.28	0.33	0.05
断面 5	368.81	368.81	0.00	368.81	368.81	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	2.26	0.00	2.25	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00
断面 6	358.56	358.61	0.05	357.90	357.87	-0.03	0.66	0.74	0.08	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.19	0.23	0.04
断面 7	358.56	358.61	0.05	357.90	357.87	-0.03	0.66	0.74	0.08	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.19	0.22	0.03
断面 8	358.56	358.61	0.05	357.90	357.85	-0.05	0.66	0.76	0.10	0.05	0.05	0.00	0.03	0.03	0.00	0.20	0.24	0.04
断面 9	358.79	358.81	0.02	358.07	357.79	-0.28	0.72	1.02	0.30	0.80	0.80	0.00	0.31	0.31	0.00	0.41	0.42	0.01
断面 10	361.39	361.39	0.00	358.92	358.92	0.00	2.47	2.47	0.00	1.93	1.93	0.00	0.98	0.97	-0.01	1.00	1.00	0.00
断面 11	367.47	367.47	0.00	364.55	364.55	0.00	2.92	2.92	0.00	2.70	2.70	0.00	2.04	2.04	0.00	0.91	0.91	0.00
断面 12	358.55	358.60	0.05	357.91	357.86	-0.05	0.64	0.74	0.10	0.07	0.09	0.02	0.01	0.01	0.00	0.14	0.19	0.05
断面 13	358.55	358.59	0.04	357.91	357.86	-0.05	0.64	0.73	0.09	0.07	0.09	0.02	0.02	0.02	0.00	0.14	0.18	0.04
断面 14	358.54	358.59	0.05	357.92	357.86	-0.06	0.62	0.73	0.11	0.13	0.17	0.04	0.04	0.04	0.00	0.14	0.17	0.03
断面 15	358.57	358.61	0.04	357.90	357.85	-0.05	0.67	0.76	0.09	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.15	0.19	0.04
断面 16	358.60	358.64	0.04	357.90	357.85	-0.05	0.70	0.79	0.09	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.19	0.23	0.04
断面 17	358.59	358.63	0.04	357.91	357.86	-0.05	0.68	0.77	0.09	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.18	0.21	0.03
断面 18	358.48	358.52	0.04	357.97	357.89	-0.08	0.51	0.63	0.12	0.11	0.12	0.01	0.07	0.07	0.00	0.11	0.13	0.02



表 6.1.2-8 枯水期(12 月)工程建设前后各分析断面水文要素变化情况

断面 编号	日内最高水位			日内最低水位			水位日变幅			日内最大流速			日内最小流速			水位最大变化速率		
	前	后	差值	前	后	差值	前	后	差值	前	后	差值	前	后	差值	前	后	差值
	m									m/s						m/h		
断面 1	372.08	372.08	0.00	371.46	371.27	-0.19	0.62	0.81	0.19	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.09	0.01
断面 2	372.08	372.07	-0.01	371.45	371.26	-0.19	0.63	0.81	0.18	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	0.10	0.01
断面 3	372.09	372.09	0.00	371.46	371.28	-0.18	0.63	0.81	0.18	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.13	0.15	0.02
断面 4	372.10	372.09	-0.01	371.44	371.26	-0.18	0.66	0.83	0.17	0.03	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.18	0.21	0.03
断面 5	372.12	372.12	0.00	371.44	371.25	-0.19	0.68	0.87	0.19	0.21	0.21	0.00	0.19	0.19	0.00	0.22	0.25	0.03
断面 6	372.08	372.07	-0.01	371.45	371.26	-0.19	0.63	0.81	0.18	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	0.11	0.02
断面 7	372.08	372.07	-0.01	371.44	371.25	-0.19	0.64	0.82	0.18	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	0.12	0.03
断面 8	372.09	372.08	-0.01	371.44	371.24	-0.20	0.65	0.84	0.19	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.13	0.03
断面 9	372.31	372.28	-0.03	371.50	371.27	-0.23	0.81	1.01	0.20	0.22	0.22	0.00	0.01	0.01	0.00	0.33	0.34	0.01
断面 10	372.30	372.27	-0.03	371.45	371.26	-0.19	0.85	1.01	0.16	0.47	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.36	0.03
断面 11	372.23	372.19	-0.04	371.40	371.20	-0.20	0.83	0.99	0.16	0.93	0.93	0.00	0.11	0.11	0.00	0.25	0.29	0.04
断面 12	372.09	372.07	-0.02	371.44	371.26	-0.18	0.65	0.81	0.16	0.06	0.07	0.01	0.01	0.01	0.00	0.09	0.11	0.02
断面 13	372.09	372.07	-0.02	371.44	371.26	-0.18	0.65	0.81	0.16	0.06	0.07	0.01	0.01	0.01	0.00	0.08	0.11	0.03
断面 14	372.08	372.07	-0.01	371.43	371.25	-0.18	0.65	0.82	0.17	0.11	0.14	0.03	0.02	0.02	0.00	0.08	0.10	0.02
断面 15	372.10	372.08	-0.02	371.43	371.25	-0.18	0.67	0.83	0.16	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.11	0.03
断面 16	372.10	372.08	-0.02	371.43	371.24	-0.19	0.67	0.84	0.17	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	0.11	0.02
断面 17	372.09	372.08	-0.01	371.45	371.23	-0.22	0.64	0.85	0.21	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.12	0.03
断面 18	372.09	372.07	-0.02	371.45	371.25	-0.20	0.64	0.82	0.18	0.07	0.08	0.01	0.02	0.02	0.00	0.12	0.14	0.02

根据计算结果可以看出，各生态敏感区所在断面日内最高水位小幅增加，最低水位小幅降低。丰水期库区日内高水位小幅增加，低水位小幅减小，日内水位变幅和涨落速度增加，其中，断面 4 日内最高水位增加最多，由 358.62m 增加至 358.70m，增加 0.08m，断面 9 日内最低水位降低最多，由 358.07m 降低至 357.79m，降低 0.28m，断面 9 日内水位变幅增加最多，由 0.72m 增加至 1.02m，增加 0.30m，工程建设运行后日内每小时水位变化速度小幅增加，断面 4 和断面 12 日内每小时水位变化速率增加最多，分别由 0.28m/h 和 0.14m/h 增加至 0.33m/h 和 0.19m/h，增加 0.05m/h，受影响较为明显的为库区北盘江库尾河段；枯水期日内最高水位小幅减小，低水位小幅减小，日内水位变幅和涨落速度增加，其中，断面 11 日内最高水位降低最多，由 372.23m 降低至 372.19m，降低 0.04m，断面 9 日内最低水位降低最多，由 371.50m 降低至 371.27m，降低 0.23m，断面 17 日内水位变幅增加最多，由 0.64m 增加至 0.85m，增加 0.21m，工程建设运行后日内每小时水位变化速度小幅增加，断面 11 日内每小时水位变化速率增加最多，由 0.25m/h 增加至 0.29m/h，增加 0.04m/h，枯水期整个龙滩库区水文情势均受到一定程度影响。

库区库尾以上河段受影响则明显较小，如丰水期断面 4~断面 5、断面 10~断面 11 水文情势基本不发生变化，主要原因为汛期库区水位较低，库尾河段基本不受顶托影响。相较于 20~100m 的水深，各敏感目标所在河段水位变幅和水位变化速度的增加影响很小。

库区库尾以上河段受影响则明显较小，如丰水期断面 4~断面 5、断面 10~断面 11 水文情势基本不发生变化，主要原因为汛期库区水位较低，库尾河段基本不受顶托影响。相较于 20~100m 的水深，各敏感目标所在河段水位变幅和水位变化速度的增加影响很小。

各断面流速在工程建设前后均较小，基本不发生变化。其中，蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区所在蒙江和坝王河，分别建设有银河水电站和八峇大坝，受拦河建筑物影响，以上河段水文情势基本不受库区水文情势变化影响，受影响河段仅银河水电站以下蒙江局部河段在丰水期库区位于低水位时为流水生境，如分析断面 5 所在河段，工程建设基本不会对该流水生境河段水文情势发生影响，且日内最低水位降低有利于增加流水河段长度。

受龙滩日内调度变化影响，库区水位日内波动频率可能发生变化。选择所在蒙江断面 2 作为典型断面，图 6.1.2-11 是该断面丰水期和枯水期典型典型日日内水位变化过程图。工程运行后日内水位波动次数不变，但汛期典型日波动幅度小幅增加。

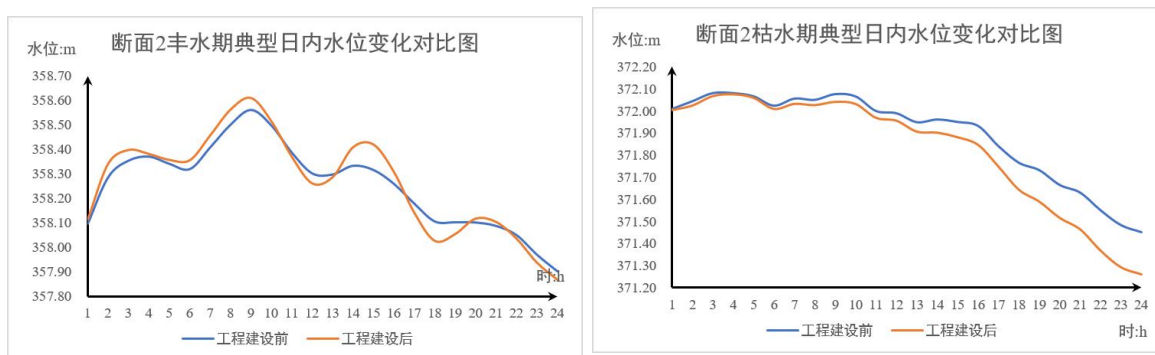


图 6.1.2-9 库区断面 2（贵州罗甸蒙江国家湿地公园）典型日日内水位变化过程图

龙滩水电站 8、9 号机组建设运行后，不改变龙滩水库的运行方式，库区正常蓄水位、死水位等特征水位不发生变化，库区水位仍基本维持在正常蓄水位 375.00m 与死水位 340.00m 区间波动，较为特殊的满发工况下日内水位变幅会小幅增加，但仍位于库区正常水位波动范围内，不会对库区水文情势造成明显影响。

8、9 号机组建建成后，龙滩水电站调峰能力增强，因此电站出力会更为集中，发电流量的峰谷更加明显，日内用电高峰时段发电流量增加，用电低谷时段发电流量减少，整体发电耗水量不会发生较大变化。从长时间尺度来看，8 号、9 号机组建设前后发电流量不变，因此对库区的水文情势的影响更多地体现在短时期内水位变幅速度加快。根据模型计算，由于龙滩库区水域面积大，9 台机组满发流量下比 7 台机组满发流量下，库区水位每小时变幅增加小于 0.05m，即 8、9 号机组建设运行后对库区水位变化速度影响很小。因此从影响程度上来说，本工程建设对龙滩库区水文情势产生影响的程度很低。

综上，考虑 9 台机机组全部启用的天较少，可以认为龙滩 8、9 号机组建设运行，对龙滩库区水文情势产生最不利影响的频率和程度均很低，对库区各生态敏感区不会产生较明显的水文情势影响。

d) 坝下河道水文情势影响分析

1) 沿程水位变化分析

下游岩滩水电站在 4 月~8 月坝上水位按 219m 控制，9 月~次年 3 月坝上水位按 223m 控制。经计算，丰水期 7 月和枯水期 12 月龙滩 8、9 号机组建设前和建设后满发流量下，下游河道沿程水位对比见图 6.1.2-10~图 6.1.2-11。

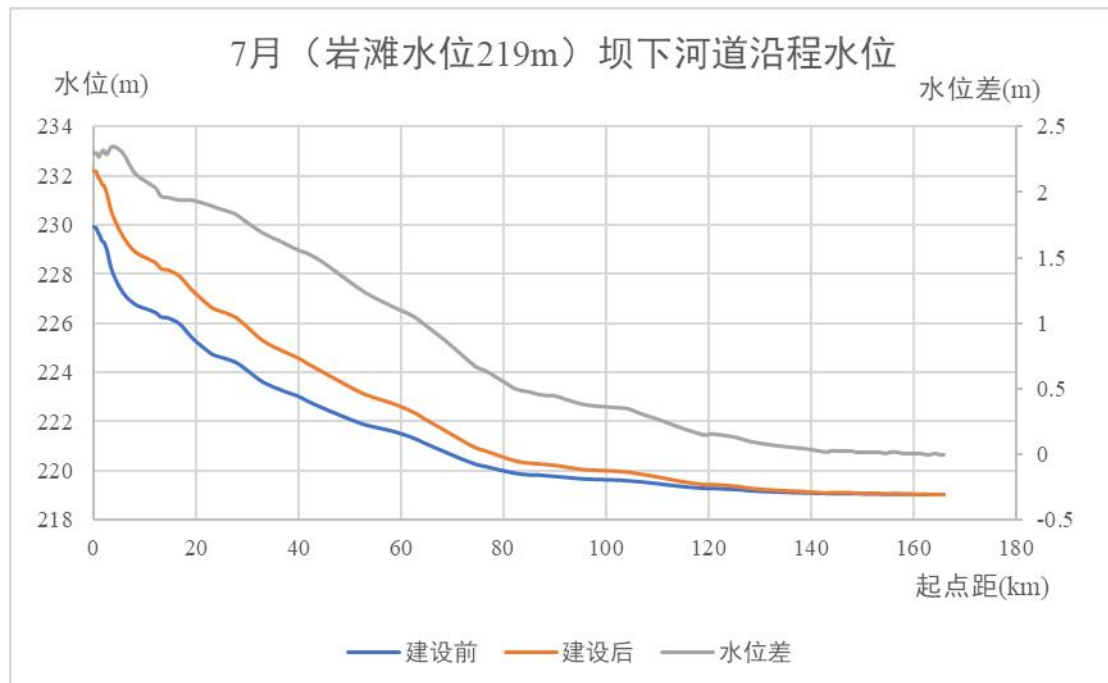


图 6.1.2-10 丰水期 8、9 号机组建设前后满发流量下坝下河道沿程水位对比图

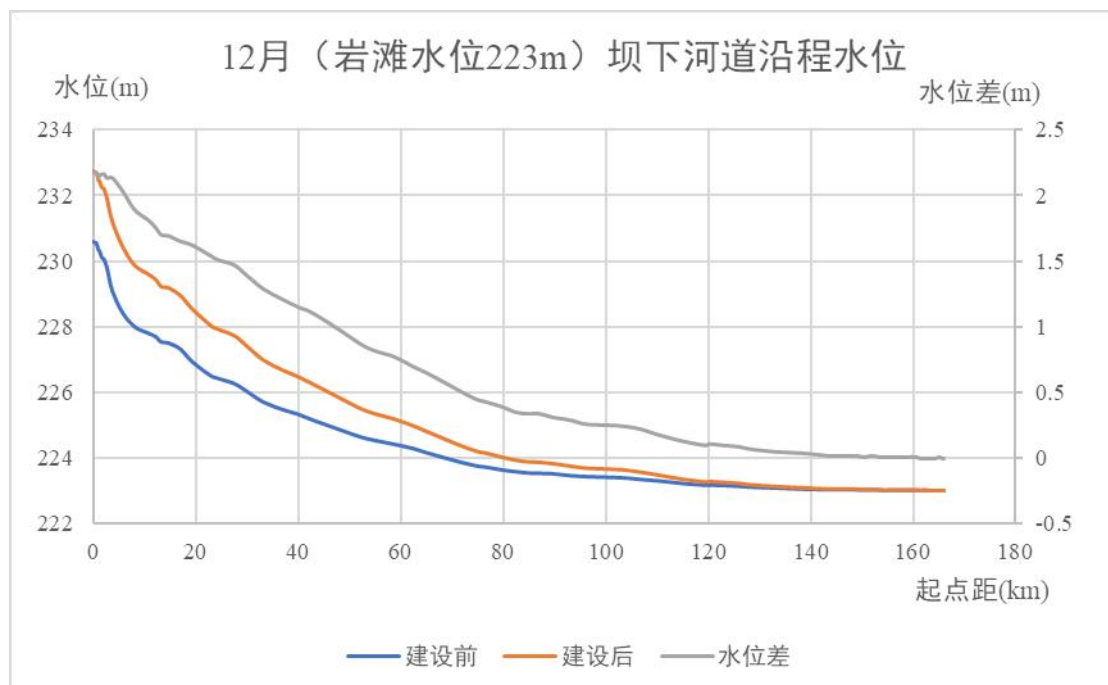


图 6.1.2-11 枯水期 8、9 号机组建设前后满发流量下坝下河道沿程水位对比图

根据坝下河道水水位沿程变化，河道水位变幅受下游岩滩电站蓄水影响，水位

变幅沿程减小，越往下游，河道水位变化较坝下水位变化更小。

2) 典型日日内水位水文情势变化分析

龙滩水电站调峰运行时日内发电流量过程发生变化，呈现明显的午高峰和晚高峰，会导致坝址下游河道水位日变幅增大，可能影响下游鱼类三场和涉水活动的安全。相较本工程建设前，机组数量增加，满发流量增加，满发工况下日内发电流量变化幅度进一步增加，从而对下游河道水位变化幅度和最大流速产生影响。

经计算，采用丰水期和枯水期满发流量典型日逐时下泄流量计算时，丰水期各分析断面逐时水位和流量过程见图 6.1.2-12~图 6.1.2-15 和表 6.1.2-9~表 6.1.2-11，水文要素统计参数见表 6.1.2-12；枯水期各分析断面逐时水位和流量过程见图 6.1.2-16~图 6.1.2-19 和表 6.1.2-13~表 6.1.2-15，水文要素统计参数见表 6.1.1-17。

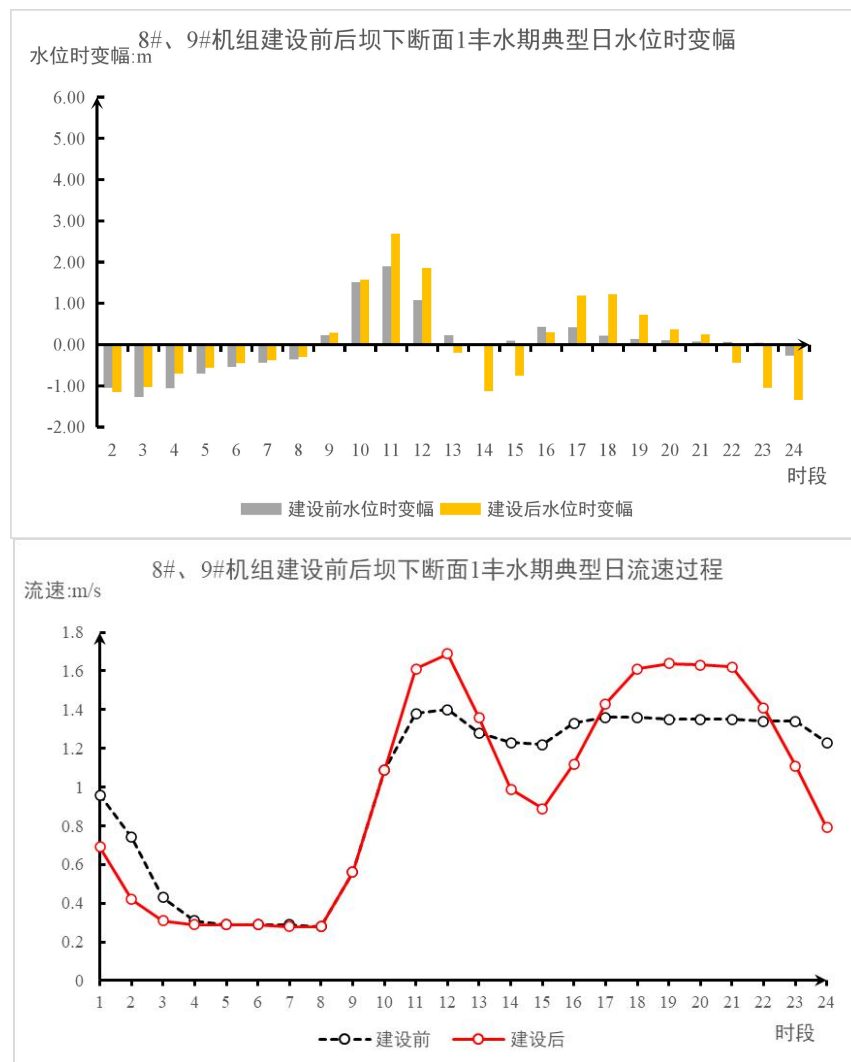
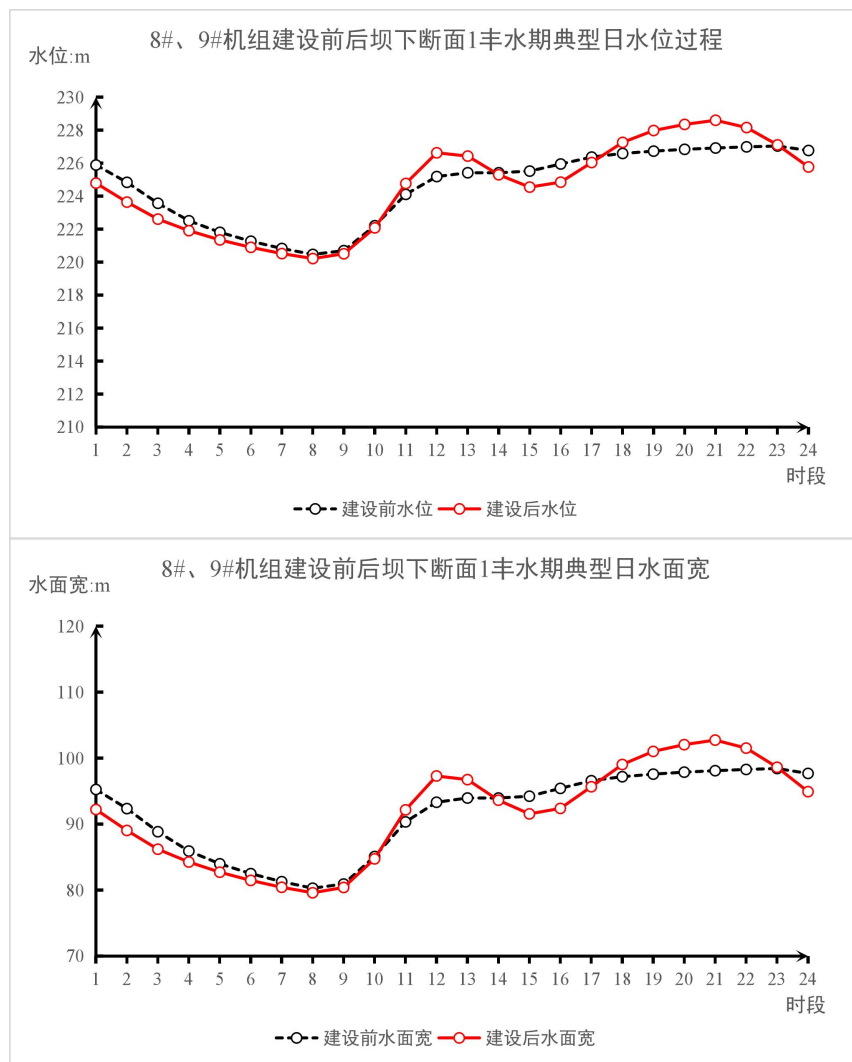


图 6.1.2-12 工程建设前后坝下断面 1 丰水期典型日水文要素变化过程图



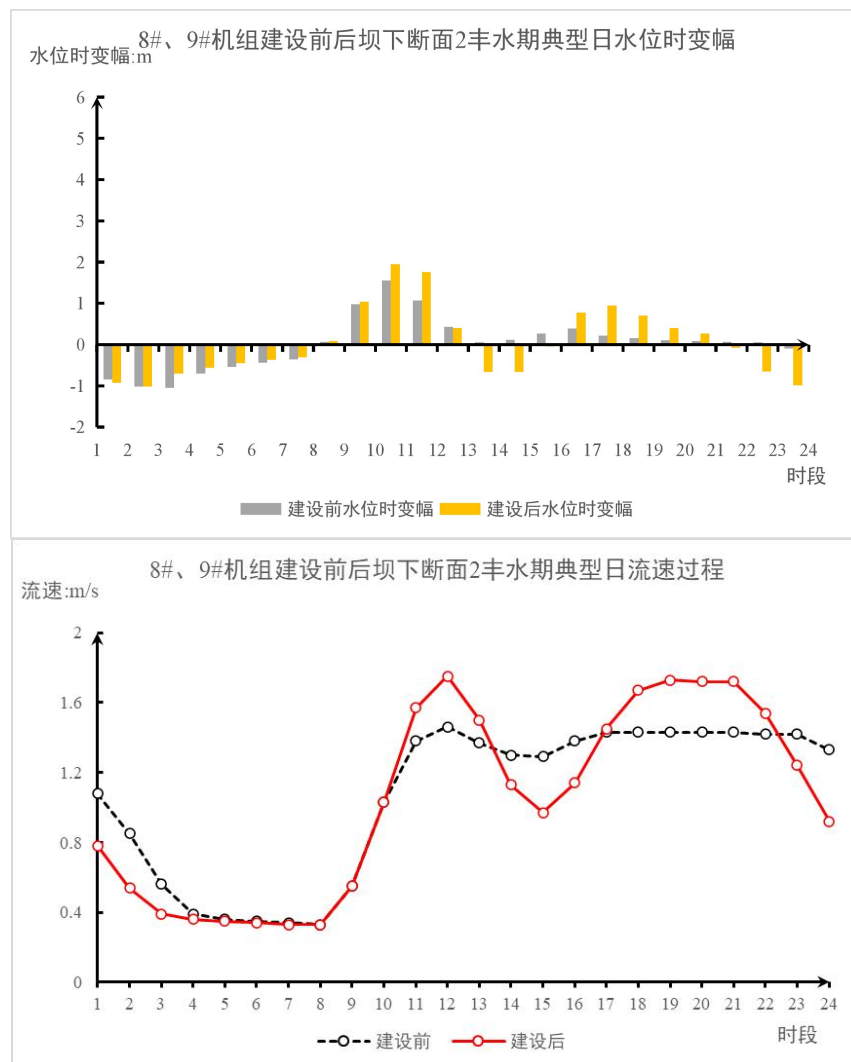
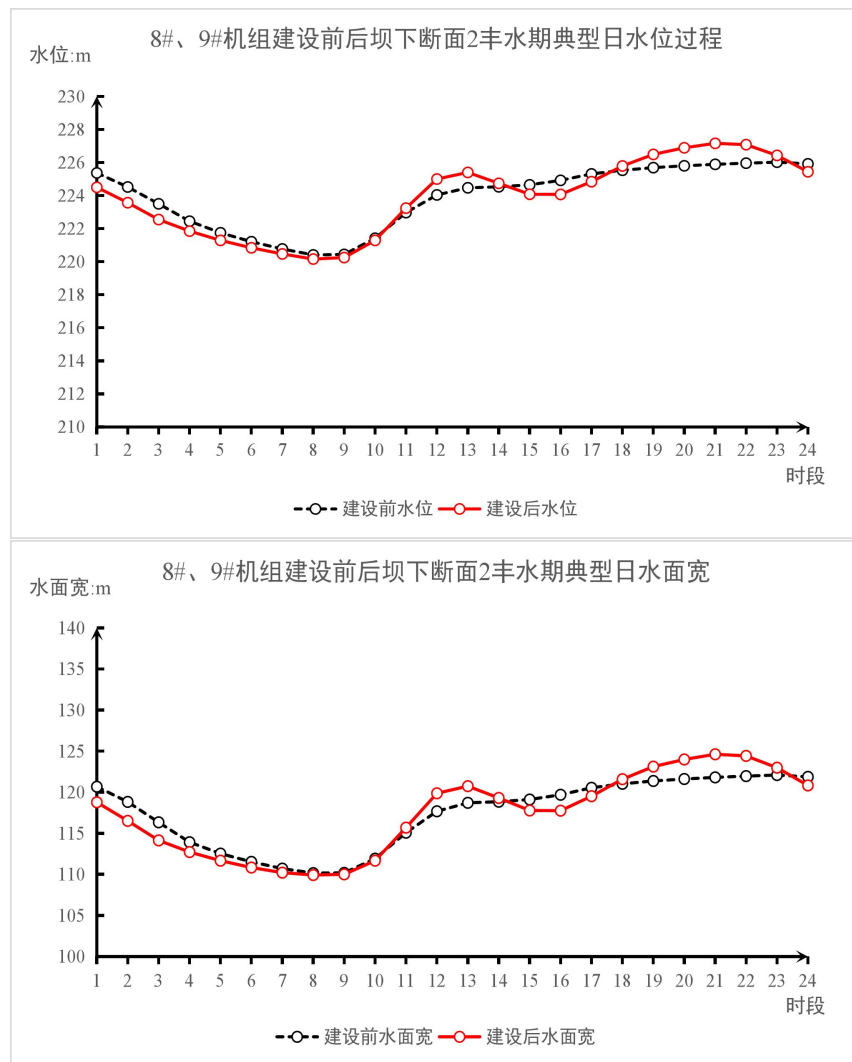


图 6.1.2-13 工程建设前后坝下断面 2 丰水期典型日水文要素变化过程图



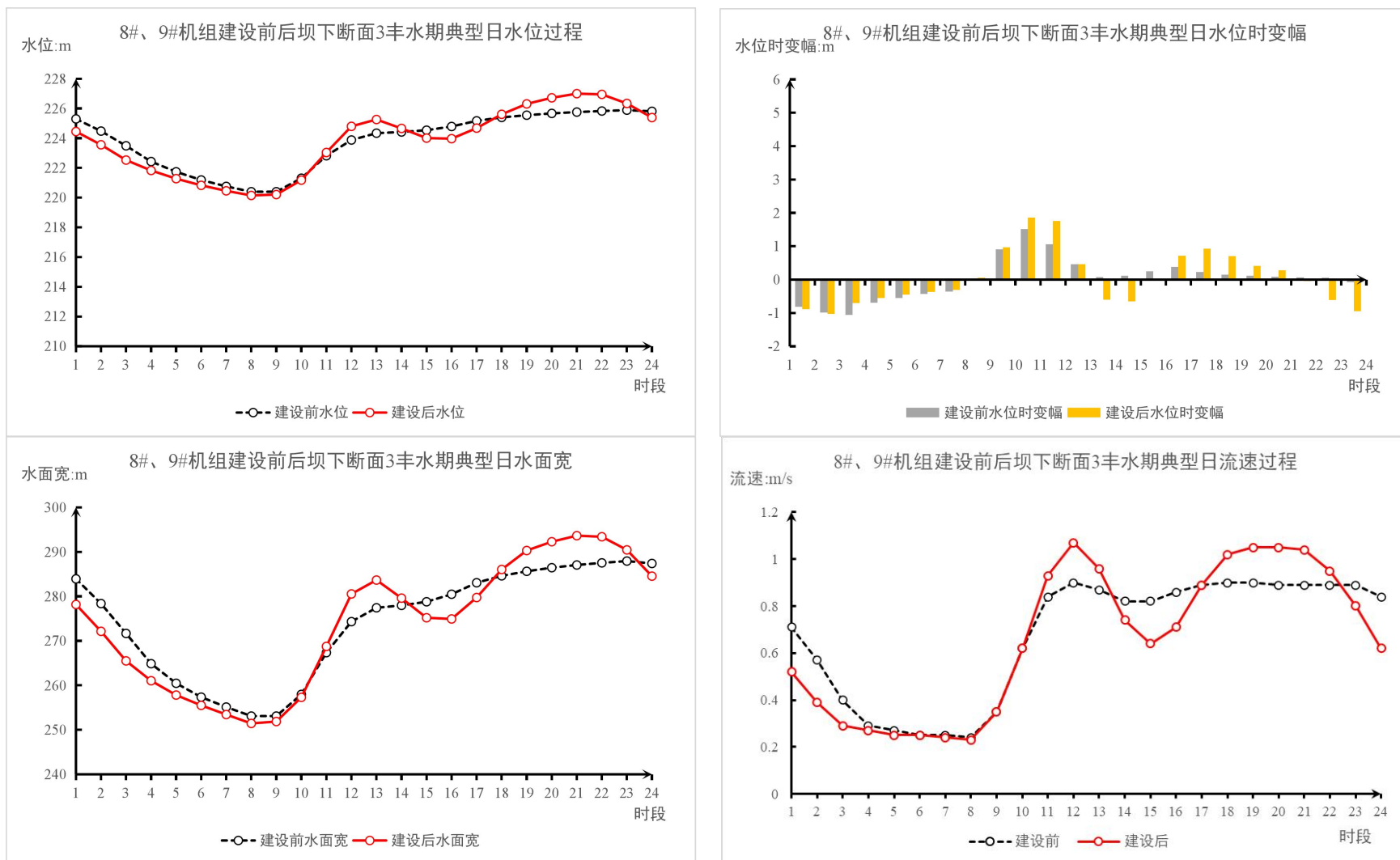


图 6.1.2-14 工程建设前后坝下断面 3 丰水期典型日水文要素变化过程图



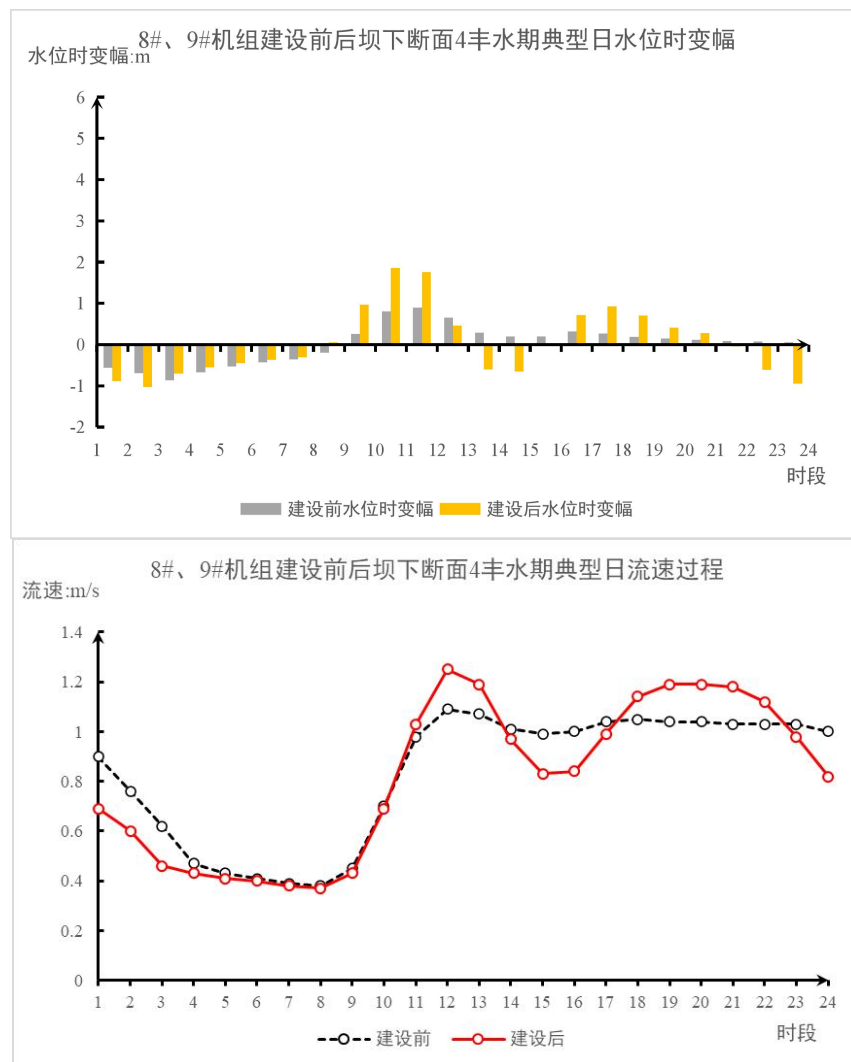
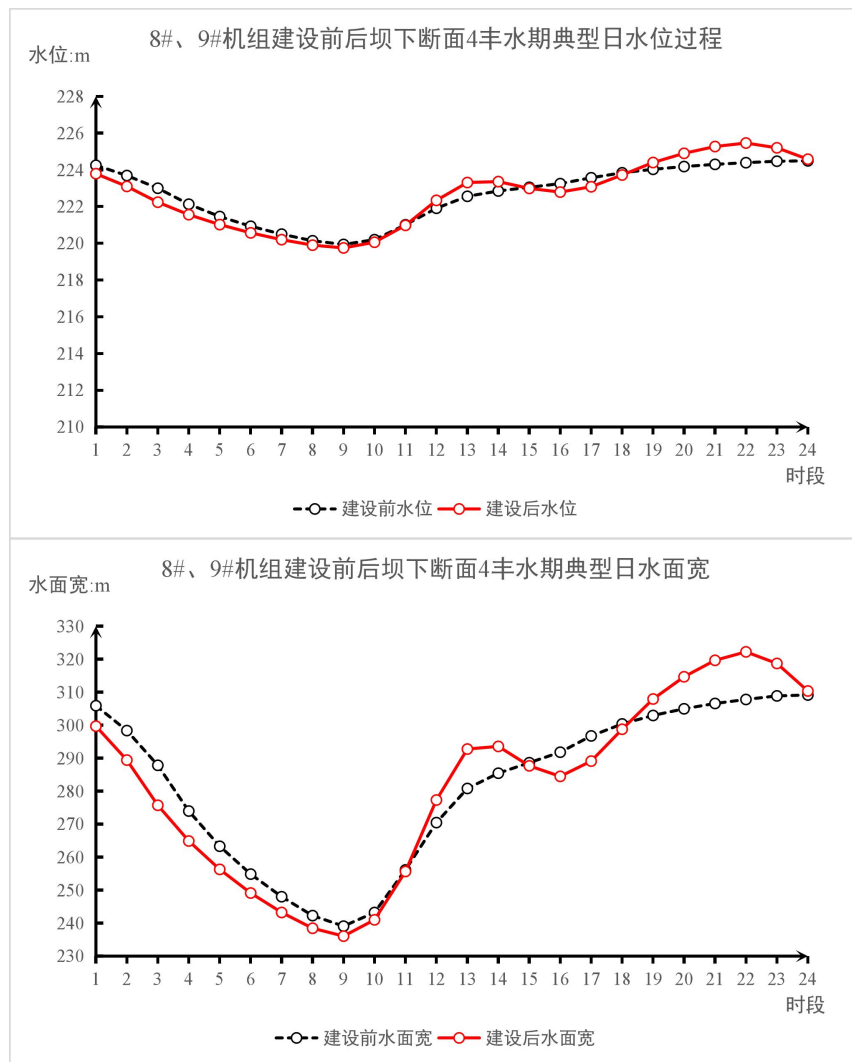


图 6.1.2-15 工程建设前后坝下断面 4 丰水期典型日水文要素变化过程图





表 6.1.2-9 工程建设前后丰水期满发典型坝下分析断面水位过程表

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
1	225.89	224.79	-1.10	225.37	224.50	-0.87	225.30	224.45	-0.85	224.25	223.79	-0.46
2	224.84	223.64	-1.20	224.52	223.57	-0.95	224.48	223.56	-0.92	223.69	223.10	-0.59
3	223.57	222.61	-0.96	223.50	222.55	-0.95	223.49	222.53	-0.96	223.00	222.24	-0.76
4	222.51	221.91	-0.60	222.45	221.85	-0.60	222.43	221.83	-0.60	222.13	221.56	-0.57
5	221.81	221.35	-0.46	221.75	221.29	-0.46	221.74	221.28	-0.46	221.46	221.02	-0.44
6	221.27	220.90	-0.37	221.21	220.84	-0.37	221.19	220.83	-0.36	220.93	220.57	-0.36
7	220.83	220.52	-0.31	220.77	220.47	-0.30	220.76	220.46	-0.30	220.50	220.20	-0.30
8	220.47	220.22	-0.25	220.41	220.16	-0.25	220.40	220.15	-0.25	220.14	219.90	-0.24
9	220.70	220.51	-0.19	220.44	220.25	-0.19	220.40	220.21	-0.19	219.94	219.75	-0.19
10	222.21	222.08	-0.13	221.42	221.29	-0.13	221.31	221.18	-0.13	220.20	220.06	-0.14
11	224.11	224.77	0.66	222.97	223.24	0.27	222.82	223.04	0.22	221.01	220.98	-0.03
12	225.19	226.63	1.44	224.04	225.00	0.96	223.88	224.80	0.92	221.91	222.34	0.43
13	225.42	226.43	1.01	224.47	225.40	0.93	224.34	225.26	0.92	222.56	223.31	0.75
14	225.42	225.30	-0.12	224.53	224.74	0.21	224.42	224.66	0.24	222.85	223.36	0.51
15	225.52	224.55	-0.97	224.65	224.08	-0.57	224.54	224.01	-0.53	223.05	222.99	-0.06



表 6.1.2-9(续)

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
16	225.95	224.85	-1.10	224.92	224.07	-0.85	224.79	223.97	-0.82	223.25	222.79	-0.46
17	226.37	226.04	-0.33	225.31	224.84	-0.47	225.17	224.68	-0.49	223.57	223.08	-0.49
18	226.59	227.26	0.67	225.53	225.79	0.26	225.40	225.61	0.21	223.84	223.72	-0.12
19	226.73	227.98	1.25	225.69	226.49	0.80	225.55	226.31	0.76	224.03	224.40	0.37
20	226.84	228.35	1.51	225.80	226.89	1.09	225.67	226.72	1.05	224.18	224.90	0.72
21	226.92	228.60	1.68	225.89	227.16	1.27	225.76	227.00	1.24	224.30	225.27	0.97
22	226.99	228.16	1.17	225.96	227.08	1.12	225.83	226.95	1.12	224.39	225.46	1.07
23	227.04	227.11	0.07	226.02	226.43	0.41	225.89	226.34	0.45	224.47	225.20	0.73
24	226.77	225.77	-1.00	225.92	225.44	-0.48	225.81	225.39	-0.42	224.49	224.58	0.09



表 6.1.2-10 工程建设前后丰水期满发典型坝下分析断面水位变幅表

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-1.05	-1.15	0.10	-0.85	-0.93	0.08	-0.82	-0.89	0.07	-0.56	-0.69	0.13
3	-1.27	-1.03	-0.24	-1.02	-1.02	0.00	-0.99	-1.03	0.04	-0.69	-0.86	0.17
4	-1.06	-0.70	-0.36	-1.05	-0.70	-0.35	-1.06	-0.70	-0.36	-0.87	-0.68	-0.19
5	-0.70	-0.56	-0.14	-0.70	-0.56	-0.14	-0.69	-0.55	-0.14	-0.67	-0.54	-0.13
6	-0.54	-0.45	-0.09	-0.54	-0.45	-0.09	-0.55	-0.45	-0.10	-0.53	-0.45	-0.08
7	-0.44	-0.38	-0.06	-0.44	-0.37	-0.07	-0.43	-0.37	-0.06	-0.43	-0.37	-0.06
8	-0.36	-0.30	-0.06	-0.36	-0.31	-0.05	-0.36	-0.31	-0.05	-0.36	-0.30	-0.06
9	0.23	0.29	0.06	0.03	0.09	0.06	0.00	0.06	0.06	-0.20	-0.15	-0.05
10	1.51	1.57	0.06	0.98	1.04	0.06	0.91	0.97	0.06	0.26	0.31	0.05
11	1.90	2.69	0.79	1.55	1.95	0.40	1.51	1.86	0.35	0.81	0.92	0.11
12	1.08	1.86	0.78	1.07	1.76	0.69	1.06	1.76	0.70	0.90	1.36	0.46
13	0.23	-0.20	-0.03	0.43	0.40	-0.03	0.46	0.46	0.00	0.65	0.97	0.32
14	0.00	-1.13	1.13	0.06	-0.66	0.60	0.08	-0.60	0.52	0.29	0.05	-0.24
15	0.10	-0.75	0.65	0.12	-0.66	0.54	0.12	-0.65	0.53	0.20	-0.37	0.17



表 6.1.2-10(续)

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
16	0.43	0.30	-0.13	0.27	-0.01	-0.26	0.25	-0.04	-0.21	0.20	-0.20	0.00
17	0.42	1.19	0.77	0.39	0.77	0.38	0.38	0.71	0.33	0.32	0.29	-0.03
18	0.22	1.22	1.00	0.22	0.95	0.73	0.23	0.93	0.70	0.27	0.64	0.37
19	0.14	0.72	0.58	0.16	0.70	0.54	0.15	0.70	0.55	0.19	0.68	0.49
20	0.11	0.37	0.26	0.11	0.40	0.29	0.12	0.41	0.29	0.15	0.50	0.35
21	0.08	0.25	0.17	0.09	0.27	0.18	0.09	0.28	0.19	0.12	0.37	0.25
22	0.07	-0.44	0.37	0.07	-0.08	0.01	0.07	-0.05	-0.02	0.09	0.19	0.10
23	0.05	-1.05	1.00	0.06	-0.65	0.59	0.06	-0.61	0.55	0.08	-0.26	0.18
24	-0.27	-1.34	1.07	-0.10	-0.99	0.89	-0.08	-0.95	0.87	0.02	-0.62	0.60



表 6.1.2-11 工程建设前后丰水期满发典型坝下分析断面流速过程表

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
1	0.96	0.69	-0.27	1.08	0.78	-0.30	0.71	0.52	-0.19	0.90	0.69	-0.21
2	0.74	0.42	-0.32	0.85	0.54	-0.31	0.57	0.39	-0.18	0.76	0.60	-0.16
3	0.43	0.31	-0.12	0.56	0.39	-0.17	0.40	0.29	-0.11	0.62	0.46	-0.16
4	0.31	0.29	-0.02	0.39	0.36	-0.03	0.29	0.27	-0.02	0.47	0.43	-0.04
5	0.29	0.29	0.00	0.36	0.35	-0.01	0.27	0.25	-0.02	0.43	0.41	-0.02
6	0.29	0.29	0.00	0.35	0.34	-0.01	0.25	0.25	0.00	0.41	0.40	-0.01
7	0.29	0.28	-0.01	0.34	0.33	-0.01	0.25	0.24	-0.01	0.39	0.38	-0.01
8	0.28	0.28	0.00	0.33	0.33	0.00	0.24	0.23	-0.01	0.38	0.37	-0.01
9	0.56	0.56	0.00	0.55	0.55	0.00	0.35	0.35	0.00	0.45	0.43	-0.02
10	1.09	1.09	0.00	1.03	1.03	0.00	0.62	0.62	0.00	0.70	0.69	-0.01
11	1.38	1.61	0.23	1.38	1.57	0.19	0.84	0.93	0.09	0.98	1.03	0.05
12	1.40	1.69	0.29	1.46	1.75	0.29	0.90	1.07	0.17	1.09	1.25	0.16
13	1.28	1.36	0.08	1.37	1.50	0.13	0.87	0.96	0.09	1.07	1.19	0.12
14	1.23	0.99	-0.24	1.30	1.13	-0.17	0.82	0.74	-0.08	1.01	0.97	-0.04
15	1.22	0.89	-0.33	1.29	0.97	-0.32	0.82	0.64	-0.18	0.99	0.83	-0.16



表 6.1.2-11(续)

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
16	1.33	1.12	-0.21	1.38	1.14	-0.24	0.86	0.71	-0.15	1.00	0.84	-0.16
17	1.36	1.43	0.07	1.43	1.45	0.02	0.89	0.89	0.00	1.04	0.99	-0.05
18	1.36	1.61	0.25	1.43	1.67	0.24	0.90	1.02	0.12	1.05	1.14	0.09
19	1.35	1.64	0.29	1.43	1.73	0.30	0.90	1.05	0.15	1.04	1.19	0.15
20	1.35	1.63	0.28	1.43	1.72	0.29	0.89	1.05	0.16	1.04	1.19	0.15
21	1.35	1.62	0.27	1.43	1.72	0.29	0.89	1.04	0.15	1.03	1.18	0.15
22	1.34	1.41	0.07	1.42	1.54	0.12	0.89	0.95	0.06	1.03	1.12	0.09
23	1.34	1.11	-0.23	1.42	1.24	-0.18	0.89	0.80	-0.09	1.03	0.98	-0.05
24	1.23	0.79	-0.44	1.33	0.92	-0.41	0.84	0.62	-0.22	1.00	0.82	-0.18

表 6.1.2-12 工程建设前后丰水期满发典型坝下分析断面日水文要素特征统计表

单位: m

水文要素	单位	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
		建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
最高水位	m	227.04	228.60	1.56	226.02	227.16	1.14	225.89	227.00	1.11	224.49	225.46	0.97
最低水位	m	220.47	220.22	-0.25	220.41	220.16	-0.25	220.40	220.15	-0.25	219.94	219.75	-0.19
日均水位	m	224.58	224.60	0.02	223.90	223.89	0.00	223.81	223.80	-0.01	222.67	222.69	0.02
水位日变幅	m/d	6.57	8.38	1.81	5.61	7.00	1.39	5.49	6.85	1.36	4.55	5.71	1.16
水位最大时变幅	m/h	1.90	2.69	0.79	1.55	1.95	0.40	1.51	1.86	0.35	0.90	1.36	0.46
最大水面宽	m	98.4	102.7	4.3	122.1	124.6	2.5	287.9	293.7	5.7	309.1	322.2	13.1
最小水面宽	m	80.3	79.6	-0.7	110.2	109.9	-0.2	253.1	251.4	-1.7	239.1	236.1	-3.0
日均水面宽	m	91.6	91.7	0.1	117.4	117.4	0.0	274.3	274.1	-0.2	282.0	282.0	0.0
最大流速	m/s	1.40	1.69	0.29	1.46	1.75	0.29	0.90	1.07	0.17	1.09	1.25	0.16
最小流速	m/s	0.28	0.28	0.00	0.33	0.33	0.00	0.24	0.23	-0.01	0.38	0.37	-0.01
日均流速	m/s	0.99	0.98	-0.02	1.06	1.04	-0.01	0.67	0.66	-0.01	0.83	0.82	-0.01

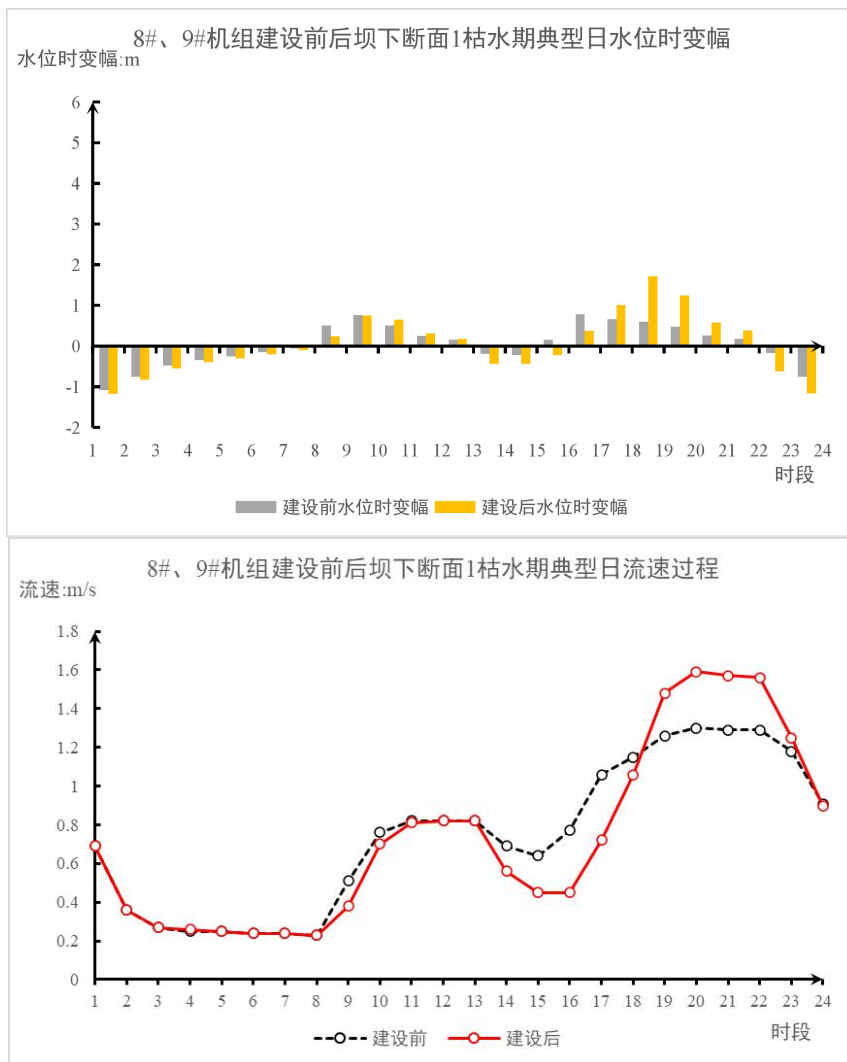
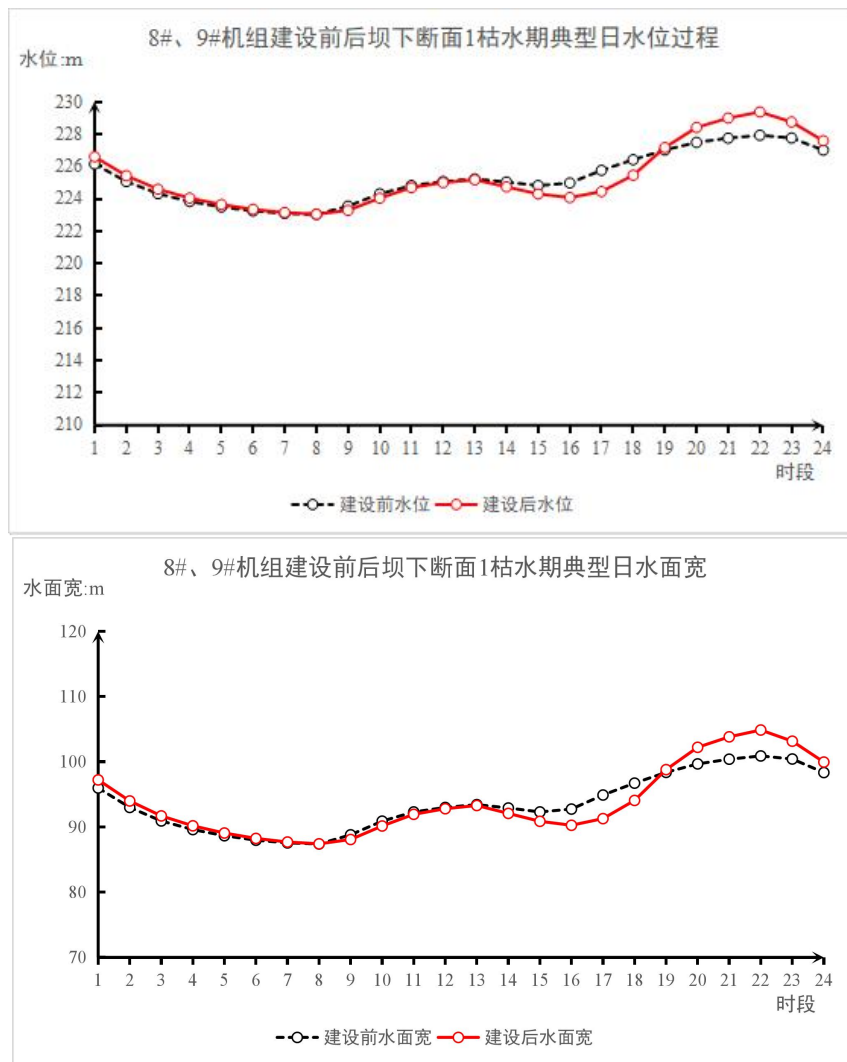


图 6.1.2-16 工程建设前后坝下断面 1 枯水期典型日水文要素变化过程图



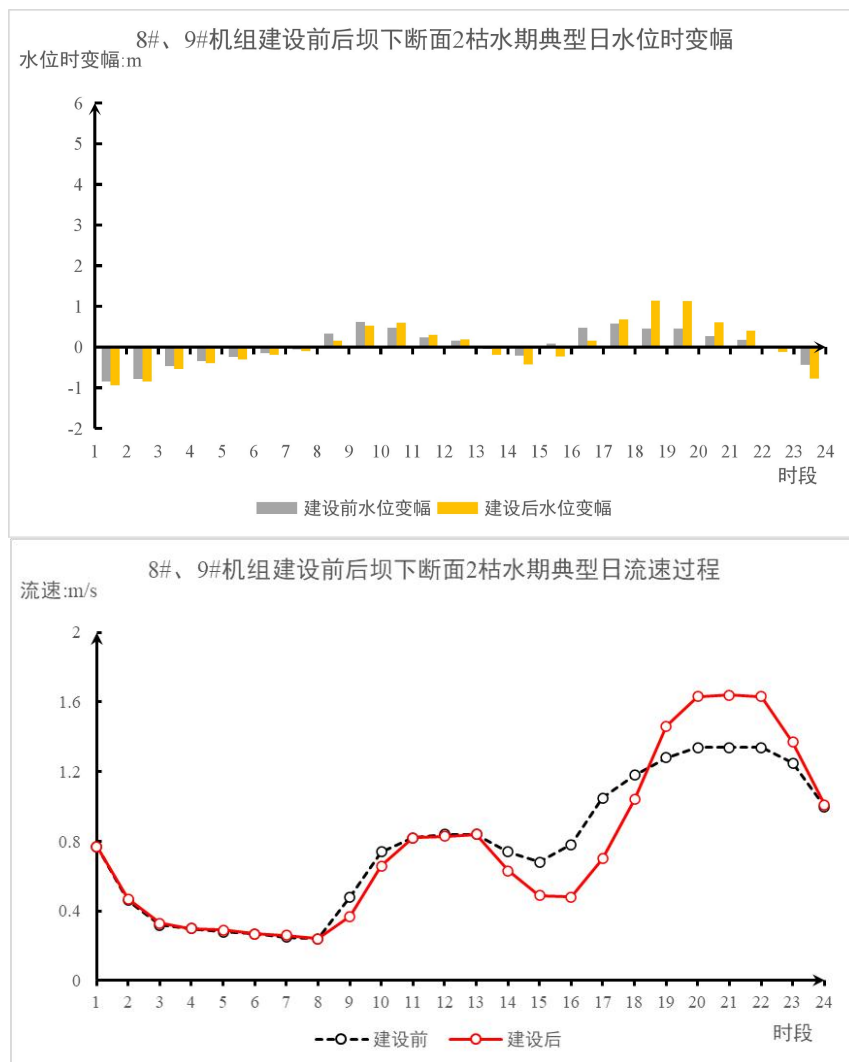
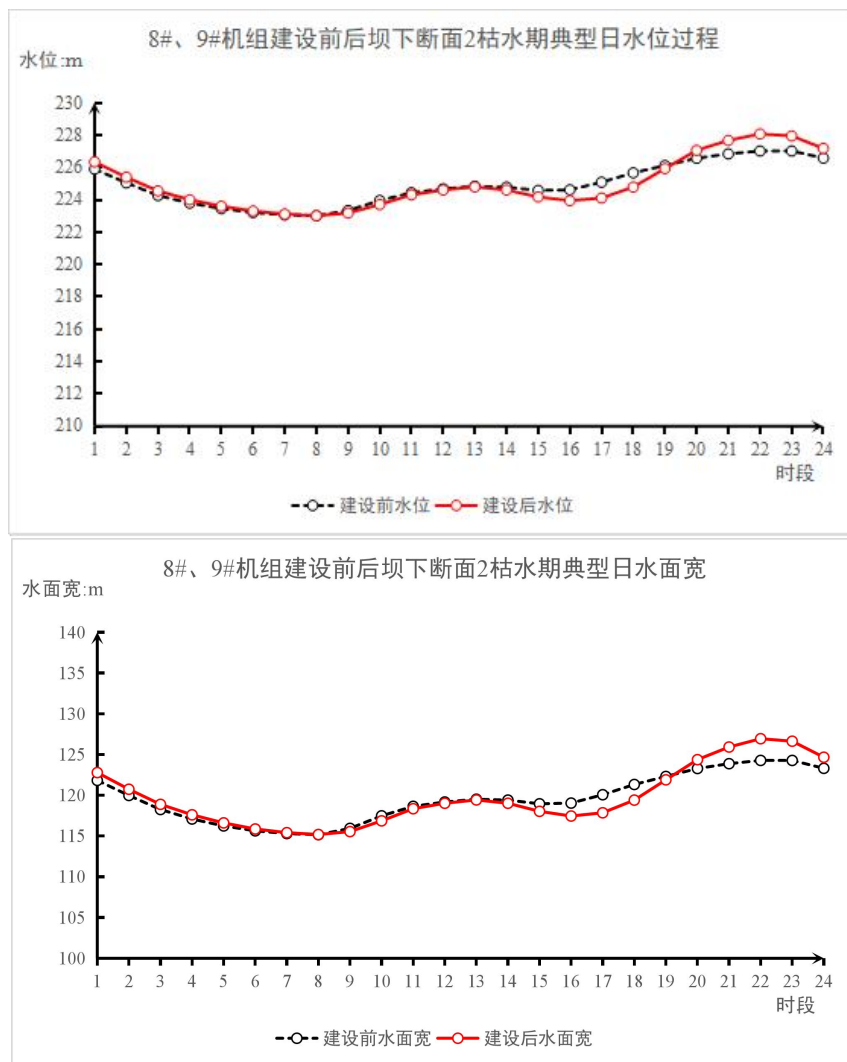


图 6.1.2-17 工程建设前后坝下断面 2 枯水期典型日水文要素变化过程图



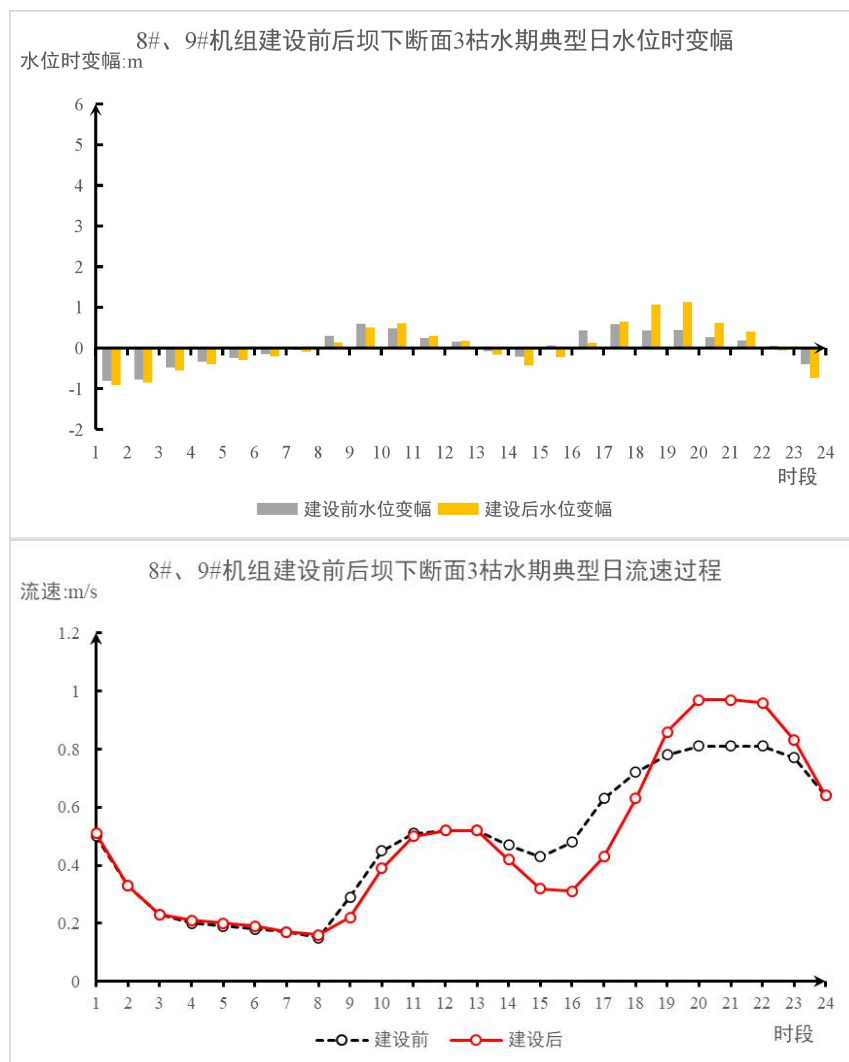
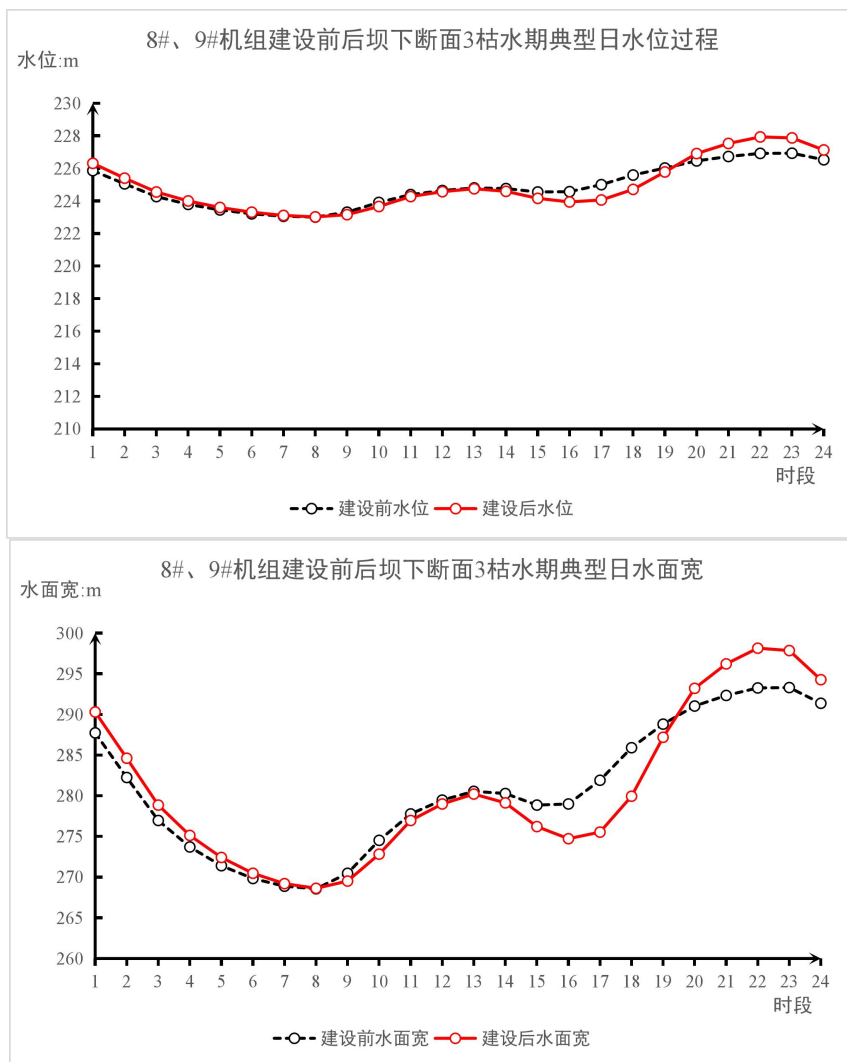


图 6.1.2-18 工程建设前后坝下断面 3 枯水期典型日水文要素变化过程图



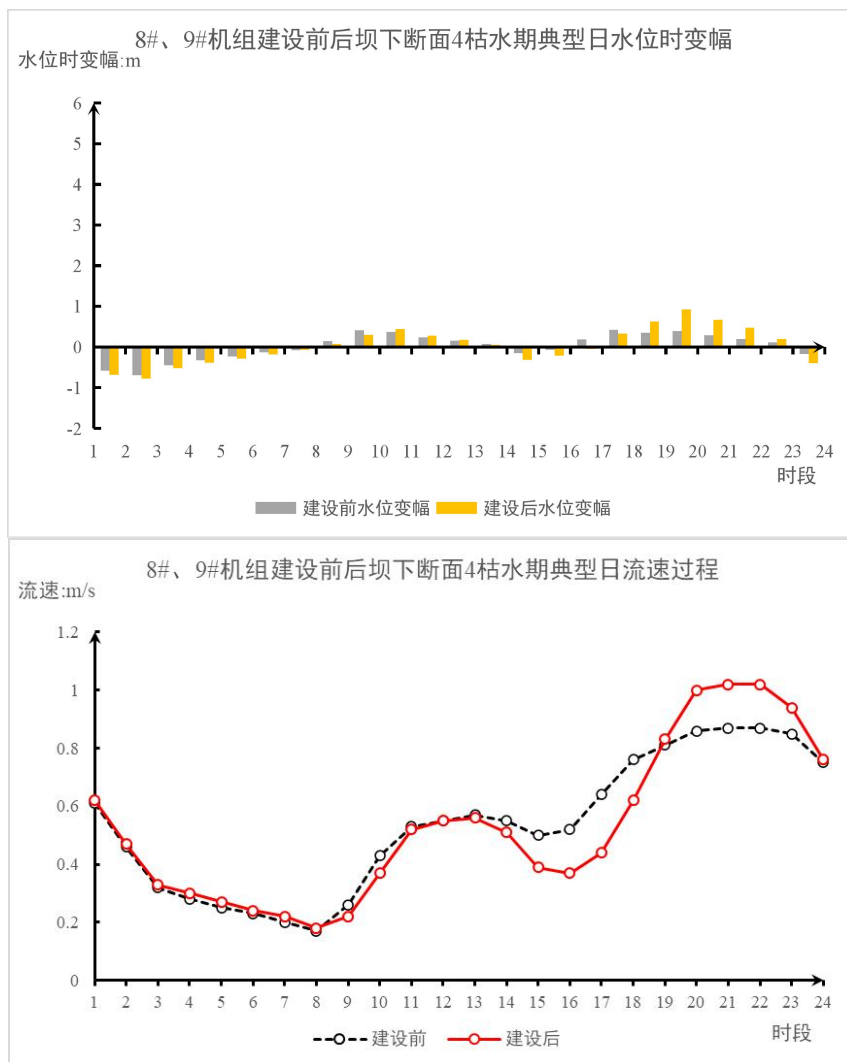
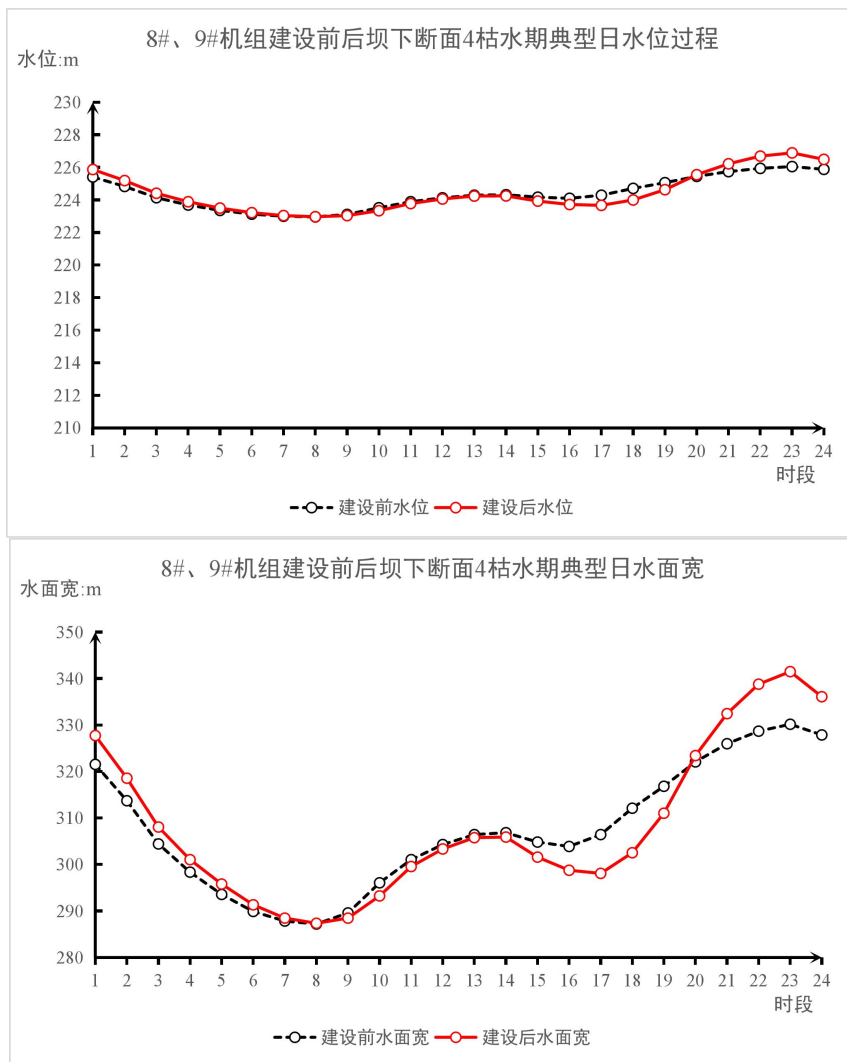


图 6.1.2-19 工程建设前后坝下断面 4 枯水期典型日水文要素变化过程图



表 6.1.2-13 工程建设前后枯水期满发典型坝下分析断面水位过程表

单位: m

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
1	226.15	226.60	0.45	225.90	226.34	0.44	225.86	226.31	0.45	225.41	225.87	0.46
2	225.07	225.43	0.36	225.05	225.40	0.35	225.05	225.40	0.35	224.83	225.19	0.36
3	224.32	224.60	0.28	224.27	224.55	0.28	224.27	224.55	0.28	224.14	224.41	0.27
4	223.84	224.05	0.21	223.80	224.01	0.21	223.79	224.00	0.21	223.69	223.89	0.20
5	223.50	223.65	0.15	223.46	223.61	0.15	223.45	223.60	0.15	223.36	223.50	0.14
6	223.25	223.35	0.10	223.22	223.31	0.09	223.21	223.31	0.10	223.13	223.22	0.09
7	223.10	223.15	0.05	223.07	223.12	0.05	223.06	223.11	0.05	223.00	223.04	0.04
8	223.04	223.05	0.01	223.01	223.02	0.01	223.01	223.02	0.01	222.96	222.97	0.01
9	223.55	223.29	-0.26	223.34	223.18	-0.16	223.31	223.16	-0.15	223.11	223.04	-0.07
10	224.31	224.04	-0.27	223.96	223.71	-0.25	223.91	223.66	-0.25	223.52	223.34	-0.18
11	224.82	224.69	-0.13	224.44	224.31	-0.13	224.39	224.27	-0.12	223.89	223.78	-0.11
12	225.07	225.00	-0.07	224.68	224.61	-0.07	224.64	224.57	-0.07	224.13	224.06	-0.07
13	225.23	225.18	-0.05	224.84	224.80	-0.04	224.80	224.75	-0.05	224.29	224.24	-0.05
14	225.04	224.74	-0.30	224.79	224.61	-0.18	224.76	224.59	-0.17	224.32	224.25	-0.07
15	224.82	224.30	-0.52	224.58	224.18	-0.40	224.55	224.16	-0.39	224.17	223.93	-0.24





表 6.1.2-13(续)

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
16	224.98	224.08	-0.90	224.62	223.95	-0.67	224.57	223.94	-0.63	224.10	223.72	-0.38
17	225.76	224.45	-1.31	225.09	224.11	-0.98	225.00	224.06	-0.94	224.29	223.67	-0.62
18	226.42	225.46	-0.96	225.67	224.79	-0.88	225.59	224.71	-0.88	224.71	224.00	-0.71
19	227.02	227.17	0.15	226.12	225.93	-0.19	226.02	225.78	-0.24	225.06	224.63	-0.43
20	227.49	228.41	0.92	226.57	227.06	0.49	226.46	226.91	0.45	225.45	225.55	0.10
21	227.75	228.99	1.24	226.84	227.67	0.83	226.73	227.53	0.80	225.74	226.22	0.48
22	227.93	229.37	1.44	227.02	228.07	1.05	226.92	227.93	1.01	225.94	226.69	0.75
23	227.76	228.75	0.99	227.02	227.95	0.93	226.93	227.87	0.94	226.05	226.89	0.84
24	227.01	227.59	0.58	226.58	227.18	0.60	226.53	227.13	0.60	225.88	226.49	0.61

表 6.1.2-14 工程建设前后枯水期满发典型坝下分析断面水位时变幅表

单位: m/h

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-1.08	-1.17	0.09	-0.85	-0.94	0.09	-0.81	-0.91	0.10	-0.58	-0.68	0.10
3	-0.75	-0.83	0.08	-0.78	-0.85	0.07	-0.78	-0.85	0.07	-0.69	-0.78	0.09
4	-0.48	-0.55	0.07	-0.47	-0.54	0.07	-0.48	-0.55	0.07	-0.45	-0.52	0.07
5	-0.34	-0.40	0.06	-0.34	-0.40	0.06	-0.34	-0.40	0.06	-0.33	-0.39	0.06
6	-0.25	-0.30	0.05	-0.24	-0.30	0.06	-0.24	-0.29	0.05	-0.23	-0.28	0.05
7	-0.15	-0.20	0.05	-0.15	-0.19	0.04	-0.15	-0.20	0.05	-0.13	-0.18	0.05
8	-0.06	-0.10	0.04	-0.06	-0.10	0.04	-0.05	-0.09	0.04	-0.04	-0.07	0.03
9	0.51	0.24	-0.27	0.33	0.16	-0.17	0.30	0.14	-0.16	0.15	0.07	-0.08
10	0.76	0.75	-0.01	0.62	0.53	-0.09	0.60	0.50	-0.10	0.41	0.30	-0.11
11	0.51	0.65	0.14	0.48	0.60	0.12	0.48	0.61	0.13	0.37	0.44	0.07
12	0.25	0.31	0.06	0.24	0.30	0.06	0.25	0.30	0.05	0.24	0.28	0.04
13	0.16	0.18	0.02	0.16	0.19	0.03	0.16	0.18	0.02	0.16	0.18	0.02
14	-0.19	-0.44	0.25	-0.05	-0.19	0.14	-0.04	-0.16	0.12	0.03	0.01	-0.02
15	-0.22	-0.44	0.22	-0.21	-0.43	0.22	-0.21	-0.43	0.22	-0.15	-0.32	0.17

表 6.1.2-14(续)

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
16	0.16	-0.22	0.06	0.04	-0.23	0.19	0.02	-0.22	0.20	-0.07	-0.21	0.14
17	0.78	0.37	-0.41	0.47	0.16	-0.31	0.43	0.12	-0.31	0.19	-0.05	-0.14
18	0.66	1.01	0.35	0.58	0.68	0.10	0.59	0.65	0.06	0.42	0.33	-0.09
19	0.60	1.71	1.11	0.45	1.14	0.69	0.43	1.07	0.64	0.35	0.63	0.28
20	0.47	1.24	0.77	0.45	1.13	0.68	0.44	1.13	0.69	0.39	0.92	0.53
21	0.26	0.58	0.32	0.27	0.61	0.34	0.27	0.62	0.35	0.29	0.67	0.38
22	0.18	0.38	0.20	0.18	0.40	0.22	0.19	0.40	0.21	0.20	0.47	0.27
23	-0.17	-0.62	0.45	0.00	-0.12	0.12	0.01	-0.06	0.05	0.11	0.20	0.09
24	-0.75	-1.16	0.41	-0.44	-0.77	0.33	-0.40	-0.74	0.34	-0.17	-0.40	0.23

表 6.1.2-15 工程建设前后枯水期满发典型坝下分析断面水面宽变化过程表

单位: m

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
1	96.0	97.2	1.2	121.8	122.8	1.0	287.7	290.3	2.6	321.5	327.7	6.2
2	93.0	94.0	1.0	120.0	120.7	0.8	282.3	284.6	2.4	313.7	318.6	4.9
3	90.9	91.7	0.8	118.3	118.9	0.6	277.0	278.9	1.9	304.4	308.1	3.6
4	89.6	90.2	0.6	117.1	117.6	0.5	273.7	275.1	1.4	298.4	301.1	2.7
5	88.7	89.1	0.4	116.2	116.6	0.4	271.4	272.4	1.0	293.6	295.8	2.2
6	88.0	88.3	0.3	115.6	115.9	0.2	269.8	270.5	0.6	289.9	291.3	1.4
7	87.6	87.7	0.1	115.3	115.4	0.1	268.9	269.2	0.3	287.8	288.5	0.6
8	87.4	87.4	0.0	115.2	115.2	0.0	268.6	268.6	0.1	287.2	287.4	0.2
9	88.8	88.1	-0.7	115.9	115.5	-0.4	270.5	269.5	-1.0	289.6	288.5	-1.1
10	90.9	90.2	-0.7	117.5	116.9	-0.6	274.5	272.8	-1.7	296.1	293.3	-2.8
11	92.3	91.9	-0.4	118.6	118.4	-0.3	277.8	277.0	-0.8	301.1	299.6	-1.5
12	93.0	92.8	-0.2	119.2	119.0	-0.2	279.5	279.0	-0.5	304.3	303.4	-0.9
13	93.4	93.3	-0.1	119.5	119.4	-0.1	280.6	280.2	-0.3	306.4	305.8	-0.7
14	92.9	92.1	-0.8	119.4	119.0	-0.4	280.3	279.1	-1.1	306.9	305.9	-0.9
15	92.3	90.9	-1.4	119.0	118.0	-0.9	278.9	276.2	-2.6	304.8	301.6	-3.2

表 6.1.2-15(续)

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
16	92.7	90.3	-2.5	119.0	117.5	-1.6	279.0	274.7	-4.3	303.9	298.8	-5.1
17	94.9	91.3	-3.6	120.1	117.9	-2.2	281.9	275.5	-6.4	306.4	298.1	-8.4
18	96.7	94.1	-2.7	121.3	119.4	-1.9	285.9	279.9	-6.0	312.1	302.5	-9.6
19	98.4	98.8	0.4	122.3	121.9	-0.4	288.8	287.2	-1.6	316.8	311.0	-5.8
20	99.7	102.2	2.5	123.3	124.4	1.1	291.0	293.2	2.2	322.1	323.4	1.4
21	100.4	103.8	3.4	123.9	125.9	2.0	292.3	296.2	3.9	326.0	332.5	6.5
22	100.9	104.9	4.0	124.3	126.9	2.7	293.3	298.1	4.9	328.7	338.8	10.1
23	100.4	103.2	2.7	124.3	126.6	2.4	293.3	297.9	4.5	330.2	341.5	11.3
24	98.3	100.0	1.6	123.3	124.7	1.4	291.4	294.3	2.9	327.9	336.1	8.2



表 6.1.2-16 工程建设前后枯水期满发典型坝下分析断面流速过程表

单位: m/s

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
1	0.69	0.69	0.00	0.77	0.77	0.00	0.50	0.51	0.01	0.61	0.62	0.01
2	0.36	0.36	0.00	0.46	0.47	0.01	0.33	0.33	0.00	0.46	0.47	0.01
3	0.27	0.27	0.00	0.32	0.33	0.01	0.23	0.23	0.00	0.32	0.33	0.01
4	0.25	0.26	0.01	0.30	0.30	0.00	0.20	0.21	0.01	0.28	0.30	0.02
5	0.25	0.25	0.00	0.28	0.29	0.01	0.19	0.20	0.01	0.25	0.27	0.02
6	0.24	0.24	0.00	0.27	0.27	0.00	0.18	0.19	0.01	0.23	0.24	0.01
7	0.24	0.24	0.00	0.25	0.26	0.01	0.17	0.17	0.00	0.20	0.22	0.02
8	0.23	0.23	0.00	0.24	0.24	0.00	0.15	0.16	0.01	0.17	0.18	0.01
9	0.51	0.38	-0.13	0.48	0.37	-0.11	0.29	0.22	-0.07	0.26	0.22	-0.04
10	0.76	0.70	-0.06	0.74	0.66	-0.08	0.45	0.39	-0.06	0.43	0.37	-0.06
11	0.82	0.81	-0.01	0.82	0.82	0.00	0.51	0.50	-0.01	0.53	0.52	-0.01
12	0.82	0.82	0.00	0.84	0.83	-0.01	0.52	0.52	0.00	0.55	0.55	0.00
13	0.82	0.82	0.00	0.84	0.84	0.00	0.52	0.52	0.00	0.57	0.56	-0.01
14	0.69	0.56	-0.13	0.74	0.63	-0.11	0.47	0.42	-0.05	0.55	0.51	-0.04
15	0.64	0.45	-0.19	0.68	0.49	-0.19	0.43	0.32	-0.11	0.50	0.39	-0.11



表 6.1.2-16(续)

时段	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
16	0.77	0.45	-0.32	0.78	0.48	-0.30	0.48	0.31	-0.17	0.52	0.37	-0.15
17	1.06	0.72	-0.34	1.05	0.70	-0.35	0.63	0.43	-0.20	0.64	0.44	-0.20
18	1.15	1.06	-0.09	1.18	1.04	-0.14	0.72	0.63	-0.09	0.76	0.62	-0.14
19	1.26	1.48	0.22	1.28	1.46	0.18	0.78	0.86	0.08	0.81	0.83	0.02
20	1.30	1.59	0.29	1.34	1.63	0.29	0.81	0.97	0.16	0.86	1.00	0.14
21	1.29	1.57	0.28	1.34	1.64	0.30	0.81	0.97	0.16	0.87	1.02	0.15
22	1.29	1.56	0.27	1.34	1.63	0.29	0.81	0.96	0.15	0.87	1.02	0.15
23	1.18	1.25	0.07	1.25	1.37	0.12	0.77	0.83	0.06	0.85	0.94	0.09
24	0.91	0.90	-0.01	1.00	1.01	0.01	0.64	0.64	0.00	0.75	0.76	0.01

表 6.1.2-17 工程建设前后枯水期满发典型日坝下分析断面水文要素特征统计表

单位: m

水文要素	单位	坝下断面 1			坝下断面 2			坝下断面 3			坝下断面 4		
		建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值	建设前	建设后	差值
最高水位	m	227.93	229.37	1.44	227.02	228.07	1.05	226.93	227.93	1.00	226.05	226.89	0.84
最低水位	m	223.04	223.05	0.01	223.01	223.02	0.01	223.01	223.02	0.01	222.96	222.97	0.01
日均水位	m	225.30	225.39	0.09	224.91	224.98	0.06	224.87	224.93	0.06	224.38	224.44	0.06
水位日变幅	m/d	4.89	6.32	1.43	4.01	5.05	1.04	3.92	4.91	0.99	3.09	3.92	0.83
水位最大时变幅	m/h	1.08	1.71	0.63	0.85	1.14	0.29	0.81	1.13	0.32	0.69	0.92	0.23
最大水面宽	m	100.9	104.9	4.0	124.3	126.9	2.7	293.3	298.1	4.8	330.2	341.5	11.3
最小水面宽	m	87.4	87.4	0.0	115.2	115.2	0.0	268.6	268.6	0.1	287.2	287.4	0.2
日均水面宽	m	93.6	93.9	0.2	119.6	119.8	0.2	280.8	280.9	0.1	307.5	308.3	0.8
最大流速	m/s	1.30	1.59	0.29	1.34	1.64	0.30	0.81	0.97	0.16	0.87	1.02	0.15
最小流速	m/s	0.23	0.23	0.00	0.24	0.24	0.00	0.15	0.16	0.01	0.17	0.18	0.01
日均流速	m/s	0.74	0.74	-0.01	0.77	0.77	0.00	0.48	0.48	0.00	0.54	0.53	0.00

根据计算结果，本工程建设运行后，典型日水位和流速日内过程趋势与现状相同，峰谷出现时刻与电力需求保持一致。

以最靠近坝址的坝下断面 1 典型日工况为例。该断面距离龙滩水电站坝址约 5.8km。

坝下断面 1 丰水期典型日，本工程建设前满发典型日日内最高水位为 227.04m，最低水位为 220.47m，日内水位变幅达 6.57m，每小时最大水位变幅为 1.90m；本工程建设运行后满发典型日日内最高水位为 228.60m，增加 1.56m，按最大水深计算增幅约为 5.9%，最低水位为 220.22m，降低 0.25m，按最大水深计算降幅约为 1.3%，日内水位变幅增加 1.81m，增至 8.38m，建设运行前水位日变幅约为日均水深的 27.6%，建设运行后水位日变幅约为日均水深的 35.2%，建设前后水位日变幅均较大；最大水面宽度增加 4.3m，增幅小于 5%，最小水面宽度减小 0.7m，降幅小于 1%，可以认为水面宽度的变化范围与工程建设前差异很小；最大流速增加 0.29m/s，增幅约为 20.7%，最小流速不变；但由于高峰时段满发流量增加，工程建设后每小时最大水位变幅增加 0.79m，由 1.90m 增加至 2.69m。

坝下断面 1 枯水期典型日，本工程建设前满发典型日日内最高水位为 227.93m，最低水位为 223.04m，日内水位变幅达 4.89m，每小时最大水位变幅为 1.08m；本工程建设运行后满发典型日日内最高水位为 229.37m，增加 1.44m，按最大水深计算增幅约为 5.3%，最低水位为 223.05m，增加 0.01m，增幅可以忽略不计，日内水位变幅增加 1.43m，增至 6.32m，建设运行前水位日变幅约为日均水深的 20.0%，建设运行后水位日变幅约为日均水深的 25.7%，建设前后水位日变幅均较大；最大水面宽度增加 4.0m，增幅小于 5%，最小水面宽度不变，可以认为水面宽度的变化范围与工程建设前差异很小；最大流速增加 0.29m/s，增幅约为 20.7%，最小流速不变；但由于高峰时段满发流量增加，工程建设后每小时最大水位变幅增加 0.63m，由 1.08m 增加至 1.71m。

坝下断面 2~断面 4 水位和流速增幅逐渐减小，经统计，本工程建设运行后，满发典型日工况下，不稳定流影响范围有小幅扩大，其中枯水期比丰水期影响程度更大，整体上不稳定流影响范围略有扩大，但趋势与建设运行前基本一致。

表 6.1.2-18 工程建设运行前后坝下不稳定流影响范围统计表 单位: km

统计项	丰水期典型日			枯水期典型日		
	运行前	运行后	变化值	运行前	运行后	变化值
日内水位变幅						
>3.00m	42.4	51.0	8.6	24.5	33.3	8.8
>1.00m	76.0	81.4	5.4	66.3	72.9	6.6
>0.50m	104.4	110.3	5.9	89.0	102.8	13.8
>0.20m	124.8	127.9	3.1	117.3	125.7	8.4
每小时水位变幅						
>1.00m	21.4	31.3	9.9	7.5	20.6	13.1
>0.50m	45.8	53.0	7.2	39.0	45.6	6.6
>0.20m	76.6	78.3	1.7	74.7	80.0	5.3

因此,本工程建设运行后,机组数量增加,调峰能力增加,满发流量增大,对应各断面水位与流速较现状典型日过程均有所增加,整体呈现越靠近坝址受影响程度越大和丰水期影响程度大于枯水期的趋势。其中,河道水位受影响较大,尤其是最高水位,增高约 1~2m,但由于下游河道水深基本位于 20m 以上,因此河道水深变幅不大,但水位日变幅增加程度较大,现状工况下游河道水位日变幅已经很大,因此本工程建设后,龙滩水电站调峰运行引起的电站下游河道水位日变幅扩大影响会进一步变大。河道流速在坝下河段受影响较大,但到天峨县城后受影响程度大幅减小。

3) 小结

龙滩水电站 8、9 号机组建成投产后基本不改变龙滩电站月均下泄流量,因此工程建设后龙滩电站坝下水文情势的月均情况与现状基本一致。

坝下河道水文情势变化主要出现在电站全力调峰运行时的满发工况。本工程建设运行后,由于机组数量增加后满发流量增大、腰荷流量降低、谷值流量不变,日内流量变幅增加。电站全力调峰运行的满发工况下,下游河道水文情势发生变化,对应各断面水位与流速较现状满发工况有所增加,受下游岩滩电站蓄水影响,整体呈现越靠近龙滩坝址受影响程度越大的规律,同时丰水期影响程度比枯水期影响程

度大。工程建设运行后满发典型日河道水位日内最大值、日内变幅、时变幅最大值和不稳定流影响范围较现状增加，但坝址下游河道水深较大，因此河道水深变幅不大；河道流速在坝下河段受影响较大，但到天峨县城后受影响程度大幅减小。

e) 对下游主要敏感目标水文情势影响

龙滩水电站坝址下游水文情势受本工程建设产生的影响主要出现在日内调峰工况，因此根据满发典型日各分析断面水文情势变化分析结果，分析工程建设对下游主要敏感目标的影响。

1) 六排大桥鱼类产卵场

该产卵场为产粘砾石性鱼类产卵场，3 月~7 月为产卵场鱼类繁殖期，包含丰水期和枯水期。主要考虑机组建设后调峰运行引起的水位日变幅增大和流速扩大对鱼卵存活率的影响。

根据丰水期满发典型日水文情势预测，本工程建设运行后，日内水位变幅由 5.49m 增加至 6.85m，增加 1.36m，最大时变幅由 1.51m 增加至 1.86m，增加 0.35m，最大时变幅出现时段仍为 11 时；日内最大流速由 0.90m/s 增加至 1.07m/s，增加 0.17m/s，变化较小，建设前后流速超过 0.5m/s 的时段主要集中在 10 时~次日 2 时，未见明显变化。考虑水位时变幅对产卵场影响，本工程运行前水位时变幅超过 0.50m 的时段为 1 时~6 时和 10 时~12 时，共计 9h，其中涨水时段 3h，落水时段 6h，白天时段(6 时~18 时)4h，晚上时段(19 时~次日 5 时)5h；工程运行后增加为 1 时~5 时、10 时~12 时以及 14 时~15 时和 17 时~19 时和 23 时~24 时，时长由 9h 增加至 15h，其中涨水时段 6h，落水时段 9h，白天时段(6 时~18 时)7h，晚上时段(19 时~次日 5 时)8h，水位时变幅增加主要集中在 10 时~19 时和 23 时~次日 1 时。

根据枯水期满发典型日水文情势预测，本工程建设运行后，日内水位变幅由 3.92m 增加至 4.91m，增加 0.99m，最大时变幅由 0.81m 增加至 1.13m，增加 0.32m，最大时变幅出现时段由 2 时变化为 20 时；日内最大流量由 0.81m/s 增加至 0.97m/s，增加 0.16m/s，变化较小，建设前后流速超过 0.5m/s 的时段主要集中在 11 时~13 时和 17 时~次日 1 时，未见明显变化。考虑水位时变幅对产卵场影响，本工程运行前水位时变幅超过 0.50m 的时段为 1 时~3 时、10 时和 18 时，共计 5h，其中涨水时段 2h，落水时段 3h，白天时段(6 时~18 时)2h，晚上时段(19 时~次日 5 时)3h；工程运

行后增加为 1 时~4 时、10 时~11 时以及 18 时~21 时和 24 时，时长由 5h 增加至 10h，其中涨水时段 5h，落水时段 5h，白天时段(6 时~18 时)2h，晚上时段(19 时~次日 5 时)8h，水位时变幅增加主要集中在 15 时~22 时。

同时，考虑因水位波动带来河宽变化对鱼卵的影响。根据丰水期典型日水文情势预测，六排大桥产卵场断面河道宽度日内变幅由 34.8m 增加至 42.2m，分别占日内平均河宽的 12.7%和 15.4%。该产卵场所在河段是典型的 U 型河道，不同于长江的宽浅河道，水位变化带来的水面宽度变化较小。根据水位变化曲线，产卵场河段水面在夜间 23 时~次日 8 时消落，鱼类产卵后受阳光暴晒的几率相对较小。

综上，六排大桥鱼类产卵场在本工程建设后，日内高峰时段 9 台机组全部满发对比日内高峰时段 7 台机组全部满发工况，水位日内变幅和时变幅进一步加大，不稳定流影响的时段进一步增长，其中汛期影响更为明显。根据预测，鱼类繁殖期启用 8 台机调峰的天数约为 12 天，启用 9 台机调峰的天数约为 10 天，分别占鱼类繁殖期天数的 7.8%和 6.5%，受影响天数最多的 6 月和 7 月有 6 天增加了调峰机组数量，整体影响较小。

2) 天峨县城及广西龙滩大峡谷国家森林公园

天峨县城为下游主要沿河城镇居民点，与广西龙滩大峡谷国家森林公园位置接近，距离龙滩坝址较近，所在红水河河段水文情势受龙滩水电站下泄流量影响较大。

根据龙滩水电站 7 台机组全部投产以来 2009 年~2024 年出库流量系列统计，剔除受下游河道疏浚对影响的 2011 年和 2012 年，统计 2010 年、2013~2024 年的最大日均出库流量为 5810m³/s，大于 8、9 号机组建设后的满发流量，且满发流量远小于龙滩坝址 2 年一遇天然设计洪水(10460.8m³/s)，不会影响到下游防洪安全。

龙滩水电站 8、9 号机组建成运行后，9 台机组全部满发流量远小于龙滩天然设计洪水流量，也低于历史最大日均出库流量，同时下游现状河道两岸有道路，下泄水流均归束在河槽内，因此 8、9 号机组建设不会对下游天峨县城及广西龙滩大峡谷国家森林公园的生产生活产生明显影响，日内最低水位未发生变化，不会影响下游取水，但应加强对下游天峨县城涉水河段进行宣传并设置警示牌，告知水位涨落会较往年有所增加及其潜在危险。

6.1.2.3 小结

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程不改变水库现有运行调度方式，正常蓄水位、汛限水位及死水位等特征水位维持不变。长序列径流调节演算表明，工程建设后月均及旬均下泄流量与现状基本一致，仅在日内调峰过程中流量过程有所调整。一般工况下，工程建设对水文情势基本无影响。工程对水文情势的影响主要集中于极端满发调峰工况(9 台机组全开)，根据 2009 年~2024 年调度数据预测开启 9 台机组参与调峰的工况全年平均出现天数约为 15 天，该工况出现频次较低，实际影响几率有限。

库区河段，受龙滩水库巨大调蓄能力影响，工程建设对库区水位、流速影响甚微。极端满发工况下各敏感断面日内最高水位增幅不超过 0.08m，日内最低水位降幅不超过 0.28m，水位日变幅最大增加约 0.30m，每小时水位变化速率增幅小于 0.05m/h，流速变化较小。库区各生态敏感区所在河段水文情势无明显变化，库尾河段水位变幅较坝前增加，库尾以上流水河段基本不受影响，日内水位波动不变但波动幅度小幅增加。工程建设不会对库区敏感目标产生明显水文情势影响。

坝下河段，极端满发调峰工况下，坝下 5.8km 处丰水期典型日日内最高水位升高 1.56m，最低水位降低 0.25m，日内水位变幅由 6.57m 增至 8.38m，最大时变幅由 1.90m 增至 2.69m；影响沿程向下游递减，至坝下 22.9km 处最高水位增幅降至 0.97m，水位变幅的增幅降至 1.16m，最大流速增幅由 0.29m/s 递减至 0.16m/s，日均流速基本不变；坝下河段不稳定流影响范围略有扩大，但下游河道水深较深，水面宽增幅小于 5%。坝下 5.8km 处枯水期典型日日内最高水位升高 1.44m，最低水位增加 0.01m，日内水位变幅由 4.89m 增至 6.32m，最大时变幅由 1.08m 增至 1.71m；影响沿程向下游递减，至坝下 22.9km 处最高水位增幅降至 0.84m，水位变幅的增幅降至 0.83m，最大流速增幅由 0.29m/s 递减至 0.15m/s，日均流速基本不变；坝下河段不稳定流影响范围略有扩大，但下游河道水深较深，水面宽增幅小于 5%。

极端满发工况下，天峨大桥产粘砾石性鱼类产卵场，鱼类繁殖期日内水位时变幅超 0.5m 的时段有所延长，丰水期由 9h 增至 15h，枯水期由 5h 增至 10，最大流速增幅 0.16m/s~0.17m/s，河宽日变幅占均值约 15%，但因极端工况出现频率较低，且该产卵场所在河段为典型 U 型河道，水位涨落对鱼卵的暴露风险较低，影响总体可

控。天峨县城及广西龙滩大峡谷国家森林公园所在河段水位变幅有所增大，但最大下泄流量远小于天然洪水流量，水流归槽，不影响生产生活及公园正常运营。

综上所述，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程对水文情势的影响主要局限于极低频次的满发调峰时段，库区影响微弱，坝下河段水位、流速短期波动有所增大但程度有限，各生态敏感目标和城镇河段水文情势变化在可接受范围内，工程建设整体水文情势影响可控。

6.1.3 水温影响

a) 分析方法

根据龙滩电站水温、水文等监测数据，采用宽度平均立面二维水动力学水温模型 CE-QUAL-W2，对不同边界条件下水库库区水温结构及下泄水温全年变化过程进行模拟分析。所采用模型及相关边界条件和参数设置如下。

(1) 模型简介

该模型假设库区水体各属性横向均匀，即横向上流速、温度及各水质组分浓度的变化可忽略不计。适用于河道型水库，广泛应用于水库、湖泊、河流等水体的水动力学、水质研究，包括水位、流速、温度、水质以及冰盖的计算。

(2) 模型方程

方程基于以下假定：

a. 流体为不可压缩流体；

b. 满足 Boussinesq 假定：在密度变化不大的流体运动中，密度变化的影响只在重力项中考虑，而在控制方程的其他项中忽略其影响。

连续方程

$$\frac{\partial UB}{\partial x} + \frac{\partial WB}{\partial z} = qB$$

动量方程

x向：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial UB}{\partial t} + \frac{\partial UUB}{\partial x} + \frac{\partial WUB}{\partial z} \\ &= gB \sin \alpha + g \cos \alpha B \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{g \cos \alpha B}{\rho} \int_{\eta}^z \frac{\partial \rho}{\partial x} dz + \frac{1}{\rho} \frac{\partial B \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial B \tau_{xz}}{\partial z} + qBU_x \end{aligned}$$

式中，B(m)为水体宽度；U(m/s)为纵向流速；U_x(m/s)为汇入的支流流速；

$W(\text{m/s})$ 为垂向流速； $q(\text{l/s})$ 为侧向单位体积净入库流量； $\eta(\text{m})$ 为水位； $\alpha(\text{rad})$ 为河道倾角； $\rho(\text{kg/m}^3)$ 为水体密度； $\tau_{xx}(\text{N/m}^2)$ 为控制体在 x 面 x 向的湍流剪应力； U_x 为支流流速的 x 分量； $\tau_{xz}(\text{N/m}^2)$ 为控制体在 z 面 x 向的湍流剪应力，由下式计算：

$$\frac{\tau_{xz}}{\rho} = A_z \frac{\partial U}{\partial z}$$

式中， $A_z(\text{m}^2/\text{s})$ 为垂向涡黏系数，由于纵向上对流输运占主导地位，紊动切应力的影响作用相对较小，因此计算紊动切应力时纵向紊动粘性系数取为常数。而垂向速度较小，水体的对流输运较弱，不宜采用简单的常数模型计算垂向涡黏系数。垂向涡黏系数采用W2N公式计算，为：

$$\begin{cases} \nu_t = \kappa \left(\frac{l_m^2}{2} \right) \sqrt{\left(\frac{\partial U}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{wy} e^{-2kz} + \tau_{ytributary}}{\rho \nu_t} \right)^2} e^{(-CR_i)} \\ l_m = H \left[0.14 - 0.08 \left(1 - \frac{z}{H} \right)^2 - 0.06 \left(1 - \frac{z}{H} \right)^4 \right] \end{cases}$$

式中： $\nu_t(\text{m}^2/\text{s})$ 为垂向涡黏系数； $l_m(\text{m})$ 为混合长度； κ 为范卡门常数； $u_*(\text{m/s})$ 为剪力速度； $\tau_{wy}(\text{N/m}^2)$ 为因风而产生的横向剪应力； k 为波数； $\tau_{ytributary}(\text{N/m}^2)$ 为因支流入流而产生的横向剪应力； $\Delta z_{\max}(\text{m})$ 为垂向网格间距的最大值。 ν (m^2/s)为分子黏度； C 为常数； Ri 为Richardson number，动能与势能之比。

该宽度平均立面二维模型认为在纵向尺度远大于垂向尺度的情况下，垂向流速远小于纵向流速，假定垂向流速对时间和空间的偏导数和湍流剪应力偏导数均为小量，在忽略时变加速度项、位变加速项和湍流剪应力项后，将 z 方向动量方程简化为静水压力方程，这种假定对于有明显垂向加速度的流动不适用，如强降温导致的垂向对流等模拟不准确。

z 向：

$$0 = g \cos \alpha - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z}$$

状态方程

$$\rho = f(T_w, \Phi_{TDS}, \Phi_{ss})$$

自由水面方程

$$B_\eta \frac{\partial \eta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \int_\eta^h U B dz - \int_\eta^h q B dz$$

热输运方程

$$\frac{\partial B\Phi}{\partial t} + \frac{\partial UB\Phi}{\partial x} + \frac{\partial WB\Phi}{\partial z} - \frac{\partial \left(BD_x \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right)}{\partial x} - \frac{\partial \left(BD_z \frac{\partial \Phi}{\partial z} \right)}{\partial z} = q_\Phi B + S_\Phi B$$

式中， $f(T_w, \Phi TDS, \Phi SS)$ 为密度函数，为水温、盐度、悬浮物浓度的函数。 $B\eta(m)$ 为水面宽度； $D_x(m^2/s)$ 为纵向离散系数； $D_z(m^2/s)$ 为垂向离散系数； $q_\Phi(J/m^3/s(mg/L/s))$ 为单元控制体侧向热量(水质)出入流的速率； $S_\Phi(J/m^3/s(mg/L/s))$ 为源汇项，主要考虑了水面热交换和河床热交换两个部分。

a. 水面热交换

水面热交换主要由辐射、蒸发和传导三部分组成，由下式表达：

$$H_n = H_s + H_a + H_e + H_c - (H_{sr} + H_{ar} + H_{br})$$

式中， H_n 为通过水体表面的热交换净热量， W/m^2 ； H_s 为太阳短波辐射， W/m^2 ； H_a 为大气长波辐射， W/m^2 ； H_e 为蒸发热损失， W/m^2 ； H_c 为热传导通量， W/m^2 ； H_{sr} 为反射的太阳短波辐射， W/m^2 ； H_{ar} 为反射的大气长波辐射， W/m^2 ； H_{br} 为水面长波辐射， W/m^2 。

b. 河床热交换

相对于水面热交换，河床热交换比较小，许多模型不考虑河床热交换。调查表明，要精确模拟水库下层滞水带水温必须考虑河床热交换。河床热交换公式和水面热交换公式类似：

$$H_{bw} = -K_{bw}(T_w - T_b)$$

式中： H_{bw} 为河床和水体之间的热交换通量， W/m^2 ； K_{bw} 为热交换系数， $Wm^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$ ，取 $0.3Wm^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$ ； T_w 为水温， $^\circ C$ ； T_b 为泥沙温度， $^\circ C$ ，一般取年平均气温。

(3) 模型求解方法

对于每个计算时间步长，每个计算单元网格都满足水量平衡方程、动量平衡方程和热量平衡方程，通过控制单个单元格的水量平衡实现计算域上的水量守恒。采用有限体积法和混合格式对微分方程进行离散。采用SIMPLE算法求解差分方程，并采用交错网格避免出现棋盘式不均匀压力场。

(4) 模型建立

模型建模考虑了库区主河流红水河，支流布柳河、曹渡河和蒙江，整个模型网格纵向网格数 189 个，纵向网格尺寸为 1000m，并对坝前 2km 进行了局部网格加密处理；垂向网格数 184 个，垂向网格尺寸为 1m，如图 6.1.3-1 和图 6.1.3-2 所示。参数选择上，分别选取 1.2 和 0.9 作为风遮蔽系数和光遮蔽系数，其余参数则选用推荐值。

表 6.1.3-1 模型参数表

系数	变量名	模型参数推荐值	本次计算取值
垂向涡粘系数	A_z	公式计算	W2N公式
纵向涡粘系数	A_x	1m ² /s	1m ² /s
纵向扩散系数	D_x	1m ² /s	1m ² /s
谢齐系数	C	70m ² /s	70m ² /s
粗糙高度	z_0	0.001m	0.001m
表面太阳辐射吸收系数	β	0.45	0.45
纯水中太阳辐射衰减系数	λ	0.45/m	0.45/m
河床热交换系数	K_{sw}	0.3W/(m ² ·℃)	0.3W/(m ² ·℃)
风遮蔽系数	WSC	0.0~2.0	1.2
动态光遮蔽系数	$Shade$	0.0~1.0	0.9

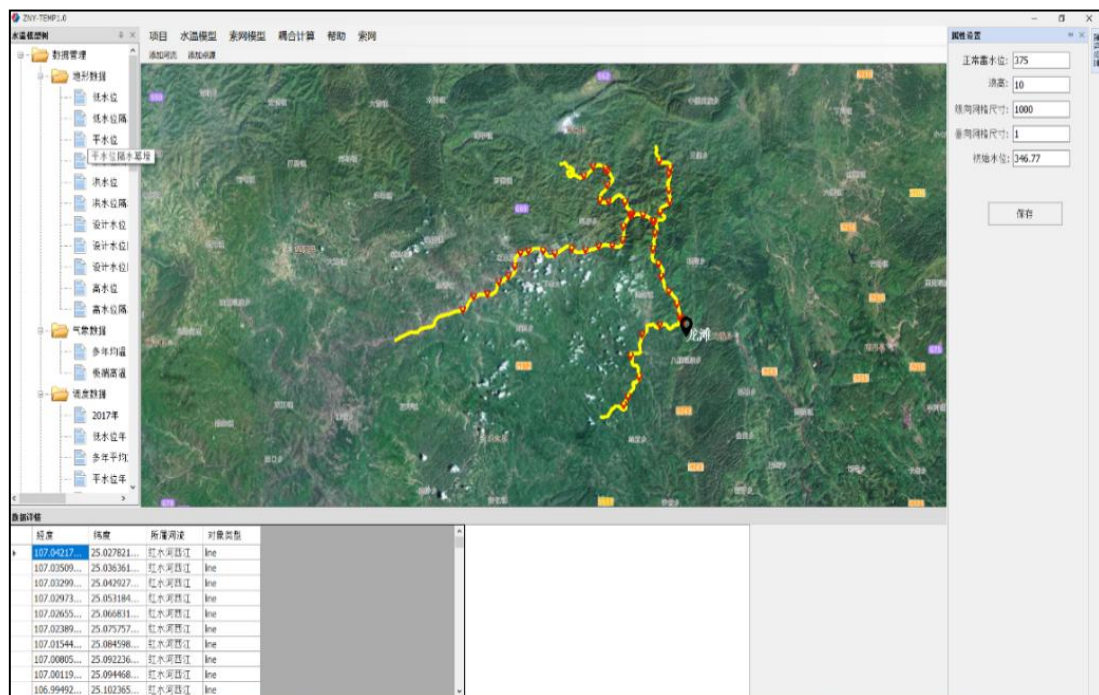


图 6.1.3-1 低温水治理仿真分析软件-地形建模示意图

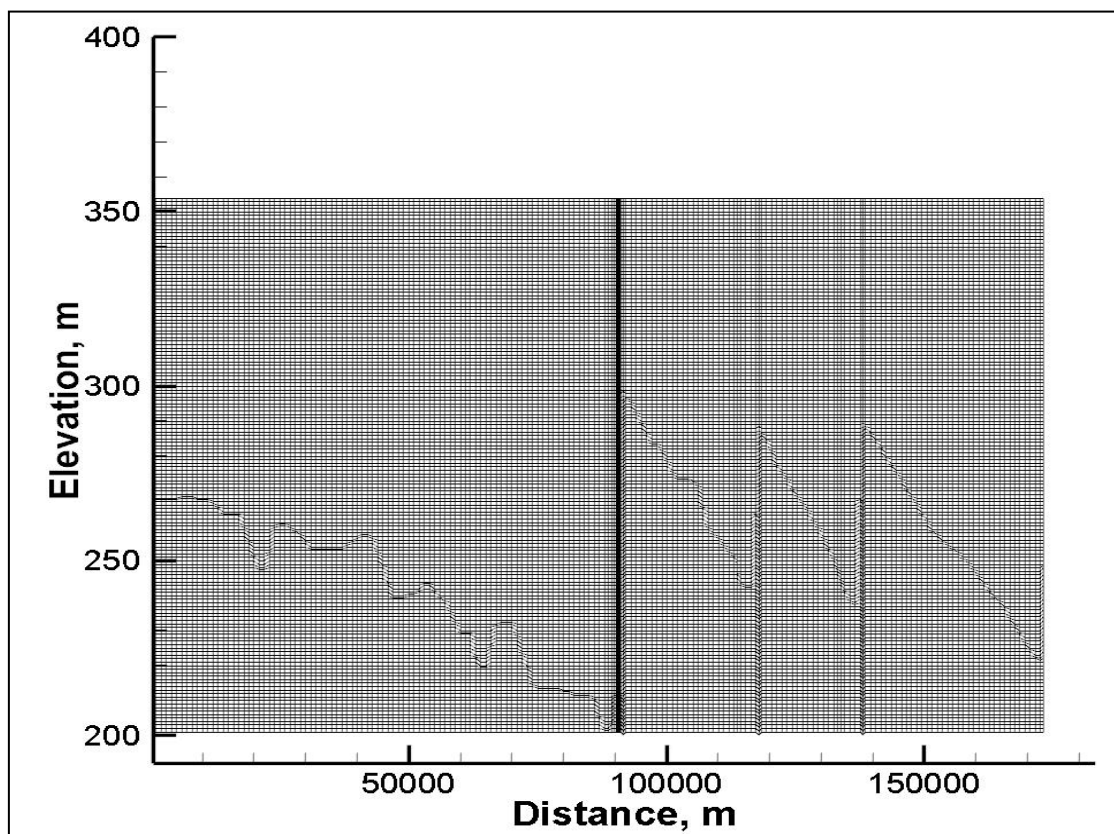


图 6.1.3-2 模型网格划分示意图

(5) 模型虑定及验证

1) 模型率定

采用 2012 年平班电站坝前进水口处水温作为龙滩入库水温，2012 年龙滩电站实际水文调度等数据作为模型边界条件进行模拟计算，并采用 2012 年龙滩电站坝前垂向水温和下泄水温监测数据进行模型率定和验证，如图 6.1.3-3、图 6.1.3-4 所示。

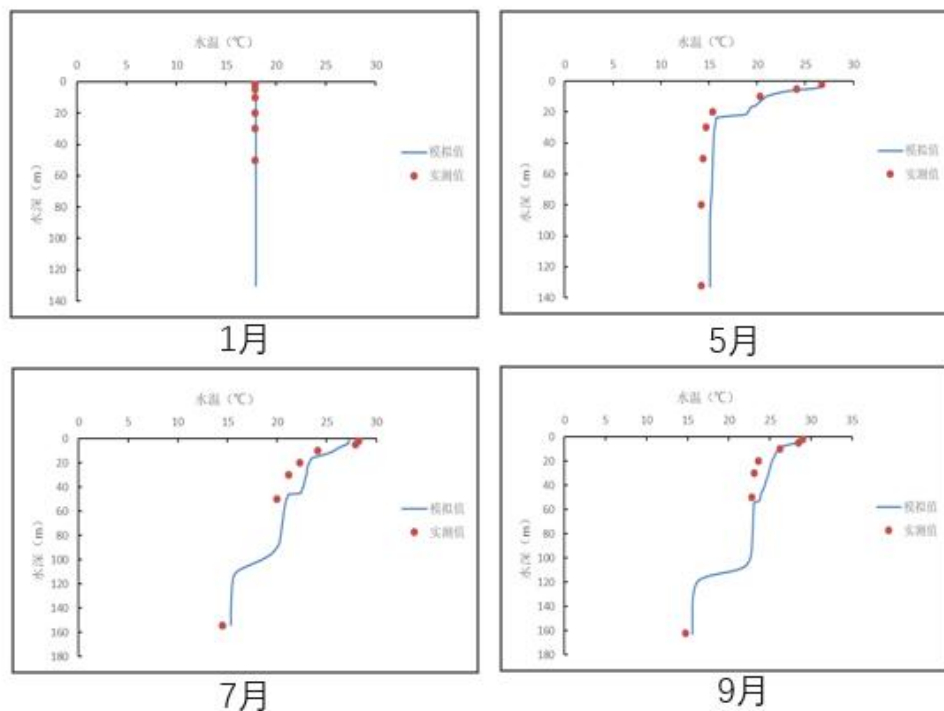


图 6.1.3-3 坝前垂向水温实测值与模拟值对比图



图 6.1.3-4 下泄水温实测值与模拟值对比图

根据坝前水温时空分布规律实测值与模拟值对比，总体上模型计算结果与实际监测值吻合较好，但由于数据量较小，计算结果有些细节部分仍有微小的误差，整体来说误差是在可接受范围内的，模型参数取值合理。

2) 模型验证

采用 2023 年在龙滩库尾布置平班(南盘江)、董箐(北盘江)、桑郎(红水河)、雷公滩(蒙江)、仙人桥(布柳河)、牙舟(曹渡河)6 个入库水温监测站逐小时水温数据作为龙滩入库水温, 2023 年-2025 年龙滩水电站实际水文调度等数据作为模型边界条件进行模拟计算, 并采用 2023 年-2025 年龙滩水电站坝前垂向水温和下泄水温监测数据进行模型验证。

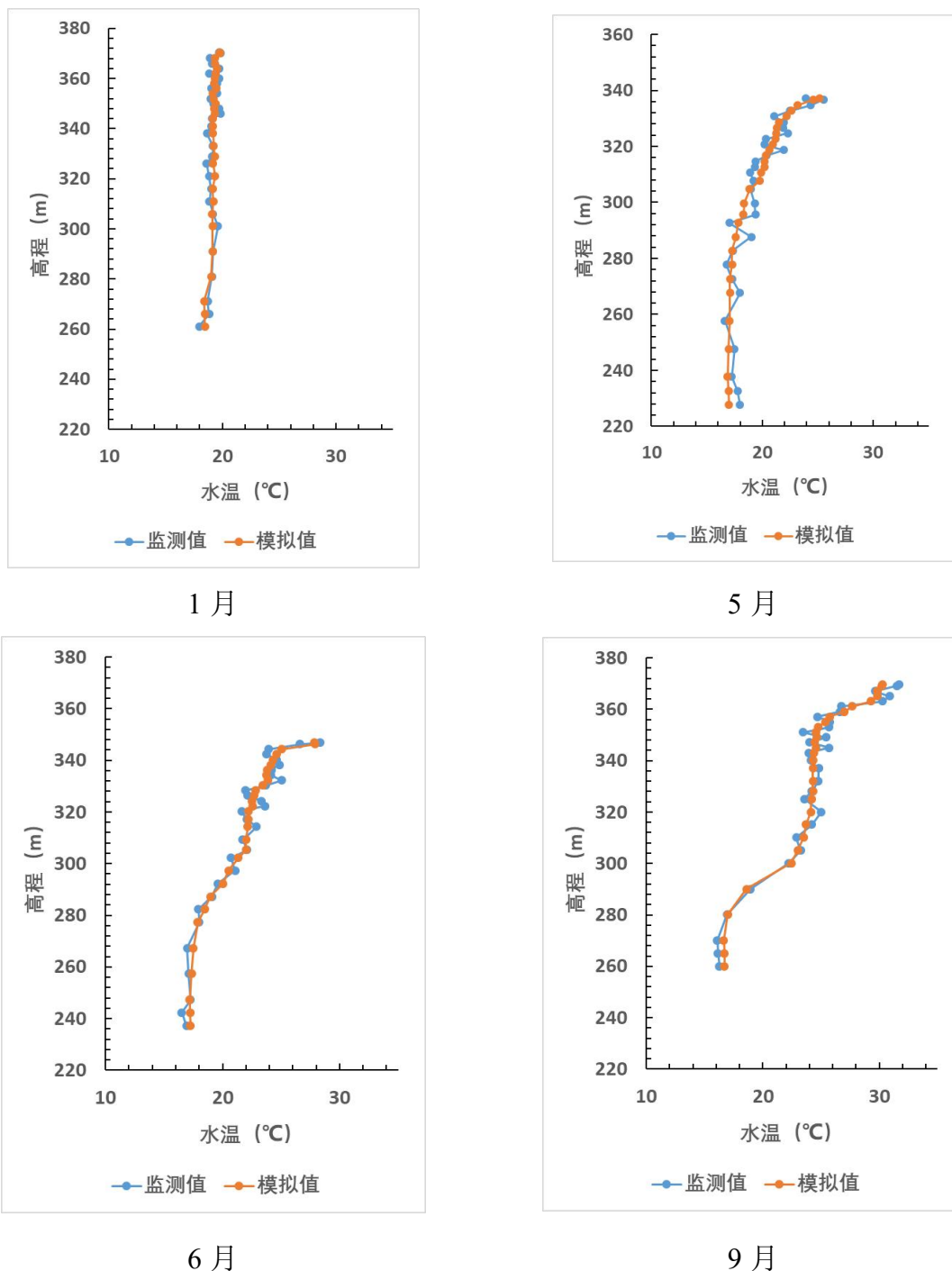


图 6.1.3-5 2023 年-2025 年坝前垂向水温实测值与模拟值对比图

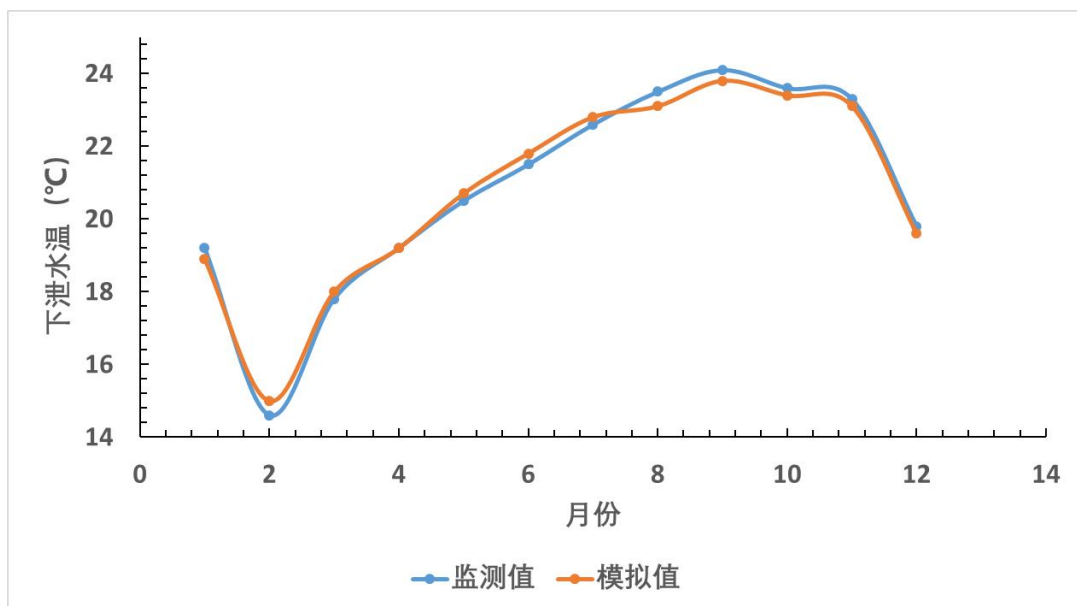


图 6.1.3-6 2023 年-2025 年下泄水温实测值与模拟值对比图

根据 2023 年-2025 年龙滩水电站坝前垂向水温和下泄水温监测数据与模型计算值对比，模型计算结果与实际监测值吻合较好，模型计算准确。

b) 水温影响

根据模拟结果，增加 8、9 号机组后各月下泄水温并没有明显变化，在 4~7 月，新增 8、9 号机组下泄水温相比原始 1~7 号机组均只增加 0.1℃，表明增加机组对于下泄水温基本没有影响，并且夏季低温水现象依然存在，如表 6.1.3-2、图 6.1.3-5 所示。

表 6.1.3-2 8、9 号机组无分层取水设施下泄水温与坝址天然水温对比情况表(℃)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	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
B	1-7#机组无分层取水设施水温	19.4	16.8	16.3	15.7	16.5	18.9	21.3	22.1	22.8	23.1	23.0	21.5
C	新增 8、9 号机组无分层取水设施水温	19.3	16.8	16.2	15.8	16.6	19.0	21.4	22.2	22.9	23.3	22.9	21.4
温差(C-A)		5.0	1.4	-1.9	-5.9	-7.3	-5.3	-3.7	-2.9	-1.8	1.1	3.4	5.5
温差(C-B)		-0.1	0.0	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	-0.1	-0.1

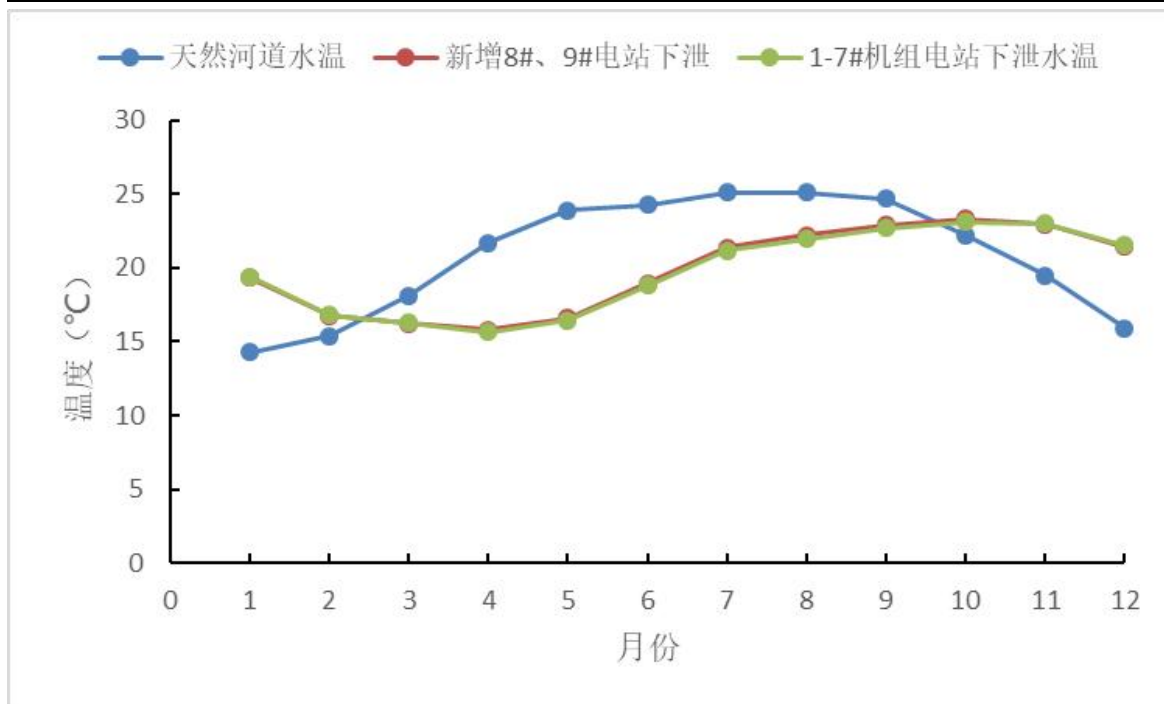


图 6.1.3-5 下泄水温对比分析图

c) 典型月水温影响

c) 典型月水温影响

冬季由于气温较低，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。2月表层水温全年最低，约 16.7°C，而坝前库底水温达到全年最高的 15.8°C，基本全库同温。垂向上，龙滩水库 2月接近同温分布，表层水温与库底水温相差只有 0.9°C。1~7 号机组进水口中心线高程 311m和扩增的 8、9 号机组进水口中心线 321m处的水温基本同温，因此冬季扩增的 8、9 号机组对下泄水温和库区水温结构基本不会有影响。

春季(3月)库区表层水温全年较低，约 17.5°C，3月库表存在约 20m厚的温跃层，20m以下至库底为同温层，温度变幅小于 1°C。5月水库温跃层温度跨度急剧增加，水温随水深增加迅速降低，变幅达到 12°C，水下 20m至库底为同温层，水温为 14.5°C。1~7 号机组进水口中心线高程 311m和扩增的 8、9 号机组进水口中心线 321m处的水温基本同温，因此春季扩增的 8、9 号机组对下泄水温和库区水温结构基本不会有影响。

夏季(8月)主库区库表水温达到全年最高，达 31.8°C，水库出现双温跃层，表层至水下 100m范围内为温跃层，水温随水深增加迅速降低，变幅达到约 9.5°C，水下

100m至库底为温度约 14.9℃的同温分布。坝前 311m~321m高程在 22℃~23℃范围内，由于 8、9 号机组进水口中心线相对于 1~7 号机组高出 10m，水库库区温跃层略有抬升，进水口总体取水层温度略有提升，下泄水温略有提升且幅度不大。

秋季(9 月)，水库表层水下 90m至 100m范围内为温跃层，水温随水深增加逐渐降低。水下 100m至库底为温度约 14.8℃的同温层。入冬后 11 月，表层水温基本维持在 21.7℃，表层至水下 80m为温度为 21.7℃的同温层，水下 80m至 100m为温跃层，水温从 21.7℃降低至 15.8℃，水下 100m至库底为同温层，坝前垂向温差约 5.9℃。9 月和 11 月坝前 311m~321m高程在 21℃~23℃范围内，由于 8、9 号机组进水口中心线相对于 1~7 号机组高出 10m，温跃层略有抬升，进水口总体取水层温度略有提升，下泄水温略有提升且幅度不大。

总体来说，由于 8、9 号机组进水口中心线相对于 1~7 号机组高出 10m，因此库区温跃层会略微有所抬升，但不会改变现有水库的特征水位和机组的额定水头等，不会明显改变龙滩库区的现有水温结构，下泄水温会略微提升，但基本维持原状。

6.1.4 水质影响

6.1.4.1 施工期水质影响

a) 正常状况

本工程产生的废(污)水主要是含油废水和施工营地生活污水。含油废水等排放量预估为 20m³/d。施工高峰期生活营地污水产生量预估为 31.2m³/d，生活污水中主要污染物为BOD₅、COD。正常情况下，施工期产生的废(污)水处理达标后回用至厂区，不会对红水河水质造成污染。

b) 事故排放

施工期生活污水处理系统发生事故，废水将排放至坝下红水河。

本处考虑生活污水事故排放为短时间排放，事故排放量按施工营地 1h高峰期生活污水量计算。考虑最不利影响，本处仅分析污水完全与溪流混合后污染物影响，不考虑污染物的衰减。

1) 预测因子

生活污水主要污染因子为悬浮物、五日生化需氧量、化学需氧量等，因此预测

因子选悬浮物、五日生化需氧量、化学需氧量。

2) 预测工况

预测工况为生活污水处理前、处理后两种工况。

3) 预测模式

采用河流完全稀释混合模式，公式如下：

$$c = (c_p Q_p + c_h Q_h) / (Q_p + Q_h)$$

式中：c—完全混合后的污染物浓度，mg/L；

c_p —废水污染物浓度，mg/L；

Q_p —废水排放量，m³/s；

c_h —河水污染物浓度，mg/L；

Q_h —河水流量，m³/s。

4) 预测参数

枯水年(P=90%)，红水河最枯月(1月)均流量为 472.2m³/s，五日生化需氧量浓度根据现状监测值 0.9mg/L。施工营地高峰期生活污水产生量为 0.00036m³/s，废水中 BOD₅ 浓度约为 150mg/L 左右，COD 300mg/L 左右。根据《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)，处理后 BOD₅ 为 8mg/L；根据《综合污水排放标准》(GB8978-1996)对应的一级标准，处理后的 COD 量为 100mg/L。

5) 预测结果及评价

施工期施工营地生活污水事故排放预测结果见表 6.1.4-1。

表 6.1.4-1 施工期施工营地生活污水事故排放结果 单位：mg/L

项目	现状浓度	未经处理		处理后		标准值(II类)
		混合后浓度	增加量	混合后浓度	增加量	
BOD ₅	0.9	0.9001	0.0001	0.90001	0.00001	≤3
COD	5.5	5.5002	0.0002	5.50007	0.00007	≤15

根据表 6.1.4-1，施工营地生活污水若经处理发生事故排放至红水河，假定污水汇入红水河后即刻完全混合，BOD₅ 量为 0.9001mg/L，COD 量为 5.5002mg/L，事故排放情况下，对下游河流水质的影响较小。

6.1.4.2 运行期水质影响

1) 生活污水影响

运营期生活污水主要包括施工生活区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为BOD₅、COD、SS等，主要污染物浓度一般为SS：150mg/L、COD：300mg/L、BOD₅：150mg/L、NH₃-N：20mg/L、TP：4.5mg/L。运行期的管理人员约 30 人，产生污水量约为 3.6m³/d。生活污水主要污染物为BOD₅、COD_{Cr}、氨氮和粪大肠菌群等。根据类似工程监测资料，BOD₅、COD_{Cr}浓度分别约为 200 mg/L、400 mg/L。各种生活污水混合后，若直接排放，对下游局部河段水质将产生一定不利影响。

2) 油污泄漏影响

本工程枢纽建筑物内的油系统主要为透平油系统和绝缘油系统。

透平油系统(透平油库和油处理室)设于厂内水轮机层。透平油主要用于机组设备的轴承用油，机组运行结构上设计有甩油、漏油回路，甩出、漏出的油将通过接油管被引至漏油箱，并再利用，油槽、甩油管和漏油箱组成一个密封的回路系统。机组运行期几乎没有甩油、漏油。运行十年后，每月甩油、漏油量约为 10L，流到漏油箱循环使用。因此，正常运行时各轴承不会漏油。

绝缘油主要用于主变室内的主变压器。变压器下设事故油坑，再通过排水沟集中到总事故油池。正常运行时，变压器油用于绝缘、散热。检修时通过油管将变压器油抽到专用油罐内，检修完毕将油放回变压器。变压器事故时(主要为火灾等)停运并报警，变压器油放入事故油坑，再通过管道流入总事故油池，自动喷雾系统灭火，喷雾液一同流入事故油池，事故油池内的油、水直接抽运至厂房外，由专业单位负责回收。由于变压器相对独立，且设有大容量的事故油坑和总事故油池，即使发生重大事故(如火灾)，也不会向外溢油，更不会向水系统漏溢油。

3) 水库水质预测

8、9 号机组运行期基本没有生产废水排放，仅机组检修时产生少量含油废水，事故排放的情况下可能进入河道，对库区及下游水质影响较小。运行期电站值班人员较少，生活污水产量小，经处理达标后回用于绿化用水，不排入红水河，不会对库区及下游水质产生影响。

4) 富营养化分析

根据电站运行期水库水质监测及计算，水库整体处于中营养化状态。本项目建成运行后，将增加下泄发电流量，加大水库水体流动性，增加溶解氧含量，从而促进营养物质的降解，增大污染物降解系数，有利于缓解水库的富营养化。项目建成运行后，一定程度上可减少水库水质富营养化的发生率。

6.1.5 对陇麻坡饮用水水源保护区影响

6.1.5.1 施工期

项目所处位置位于陇麻坡饮用水水源保护区上游，工程用地范围距离陇麻坡饮用水水源准保护区、二级保护区、一级保护区最近距离分别为 0.3km、3.1km、8.6km。本工程施工期产生的废(污)水主要是含油废水和施工营地生活污水。正常情况下，施工期产生的废(污)水处理达标后回用至厂区，不会对红水河水质造成污染。经事故排放情况下的预测可知，当含油废水、生活污水事故排放至坝下红水河段时，对龙滩水库坝下的红水河水质影响较小，不会对下游的陇麻坡饮用水水源保护区水质产生较大影响。

6.1.5.2 运行期

工程运行期管理人员生活污水同原电厂生活污水一同处理，处理达标后全部回用，不会进入准保护区或二级保护区内。根据地表水监测结果，龙滩电站运行期间，水源保护区断面各指标均可以达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准。综上，项目运行期不会对陇麻坡饮用水水源保护区产生不利影响。

6.1.6 坝下TDG过饱和气体影响

工程不会对龙滩水库的特征水位及泄洪设施的发生调整，龙滩水电站水库调度运行方式总体未发生变化；工程实施后泄洪工况不变，不会对TDG过饱和气体产生新增影响。发电工况下新增机组的运行可能会带来一定的稀释效应，有利于改善尾水区的TDG水平。

6.2 陆生生态影响预测与评价

6.2.1 对土地利用的影响

本工程刺猪坪施工营地、转轮加工厂、机电设备仓库及加工厂等属于临时用地，位于原征地红线范围内；“以新带老”环保措施过鱼设施、分层取水设施、栖息地

保护用地位于原征地红线范围内，8、9 号机组施工无需再征地。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。

6.2.2 对陆生植被的影响

6.2.2.1 施工期影响

a) 主体工程对陆生植被的影响

根据工程布置，该项目是在龙滩水电站的基础上新增 8、9 号机组，为地下工程，不新增占地。而附属的施工营地、施工加工厂及仓库等临时施工场地均利用龙滩水电站枢纽工程已有设施，无新建临时工程。根据现场调查，附属工程区(施工营地、施工加工厂及仓库)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，现存植被基本上是次生植被，主要为山地灌丛、灌草丛。常见植物有血桐、水麻、红背山麻秆、构树、牡荆、芒、芦苇、芒萁、白花鬼针草、紫茎泽兰等。这些植被在施工区域周围较为常见，且工程完工后将对临时占地采取必要的植被恢复措施，在相关措施实施后，对陆生植被的影响基本可控。因此，主体工程施工对陆生植物影响较小。

b) “以新带老”保护措施对陆生植被的影响

过鱼设施、栖息地保护等“以新带老”的保护措施对陆生植物的影响主要源于施工活动及外来入侵物种。

1) 施工活动对陆生植物的影响

施工期，车辆运输及施工人员生产生活等产生的废气、废渣、扬尘、固体废物等影响植物光合、呼吸等作用，或压覆、改变土壤理化性质进而改变植物的生活环境，使得周围植物生长变缓、发育不良。由于评价范围内多为适应性较强物种，在加强宣传教育活动、加强施工监理、施工前划定施工范围、规范施工人员活动等措施得到落实后，施工活动对陆生植物的影响较小。

2) 外来入侵物种对陆生植物的影响

施工期，工程区人流、车流量加大，人员出入及施工材料的运输等可能会引起外来入侵物种扩散，或带来一些新的外来入侵物种。外来入侵物种由于强的竞争力及适应性，较有利于在重点评价区占据一定生态位，外来入侵物种若形成优势群落，将对土著物种的生存产生一定的排斥作用。

6.2.2.2 运行期影响

8、9 号机组建设运行后，调峰能力增加，满发流量增大，下游河道最高水位增高约 1~2m，但由于下游河道水深基本位于 20m 以上，因此河道水深变幅不大。且河道已固化，湿生植被较少，仅沿岸路旁分布有芦苇、类芦等抗逆性强的物种，河道水位上升对这些植物生长无明显影响。

6.2.3 对陆生动物的影响

6.2.3.1 施工期影响

a) 主体工程对陆生动物的影响

根据工程布置，该项目是在龙滩水电站的基础上新增 8、9 号机组，为地下工程，不新增占地。因此，主体工程施工对陆生动物影响较小。

b) “以新带老”保护措施对陆生动物的影响

过鱼设施、分层取水设施、栖息地保护等“以新带老”的保护措施涉及动土开挖施工，“以新带老”保护措施实施对陆生动物的影响主要包括：①施工干扰(包括噪声、震动、扬尘、废水、灯光等)；②交通影响；③人类活动对动物的干扰以及产生的生活污水、生活垃圾对动物生境的破坏。

1) 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人类活动的干扰，施工噪声、震动、扬尘、生活垃圾的影响等。其中对其影响较明显的有施工废水及生活污水及人类活动的影响。

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、黑眉锦蛇和乌梢蛇等。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、振动、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。

2) 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，人类活动对其影响，占地、生活垃圾对其影响等。

鸟类的感官极为灵敏，对噪声与振动的高度敏感性使其在施工活动中易受干扰。施工机械(如挖掘机、推土机)及运输车辆产生的噪声续时间长，装卸碰撞、车辆通行频次变高，迫使其增加警戒时间而挤占觅食与繁殖精力。然而，由于鸟类的迁移能力强，评价区内适宜生境较为丰富，且噪声影响具有暂时性，在科学安排施工进度、合理控制高噪声作业的频次与时段并采取有效保护措施的前提下，此类干扰对鸟类的整体影响可以控制在有限范围内。

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。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，施工期间由于进驻的施工人数较多，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。

3) 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，人类活动对其影响，占地、扬尘、施工废水和生活污水对其影响等。

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，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。

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，傍人生活的鼠科及部分鼬科兽类可利用施工营地提供的食物残渣与庇护所，在缺乏有效管理时可能在短期内数量增多，若生活垃圾处置不当，易引发鼠类密度异常升高，增加疾病传播风险及周边生态系统的次级影响；另一方面，树栖型与地面生活型种类(如松鼠科、猫科等)因惧怕人类，更多表现为压缩活动范围、转为夜间活动以避让施工区，在评价区内适宜生境较多的条件下，这种避让会形成施工区种群密度显著降低、外围区域密度波动的梯度格局。

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。

6.2.3.2 运行期影响

工程运行期间，对陆生动物的不利影响总体较为轻微，主要表现为运营期交通流量增加所带来的噪声及车辆通行干扰，可能对沿线野生动物的正常活动、觅食行为产生一定程度的惊扰，但此类影响在本工程建成前已经存在，且动物可通过主动回避或调整活动节律等方式进行适应，不会对区域野生动物种群结构及栖息地功能

造成显著损害

6.2.3.3 对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，重点评价区可能分布有国家二级保护动物 8 种，其中爬行类 1 种，鸟类 6 种，兽类 1 种；爬行类是三索锦蛇，鸟类主要是褐翅鸦鹃、黑鸢、蛇雕、画眉、银耳相思鸟，兽类是豹猫。

重点评价区内有广西壮族自治区级重点保护野生动物 41 种。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。其具体影响分析见下表 6.2-1。重点评价区内有广西壮族自治区级重点保护野生动物 41 种。

本次新增 8、9 号机组扩建工程为地下工程、不新增占地，其施工期增量影响主要来自“以新带老”保护措施涉及的动土开挖施工所产生的施工噪声、震动、扬尘、废水、灯光及人为活动干扰。对于重点保护野生动物，上述施工干扰可能对其栖息造成一定惊扰，但上述物种在评价区及周边分布广泛或迁移能力较强，且工程实际影响的区域比例极小，施工结束后影响即消失；运营期除既有交通噪声外，新增机组运行本身不新增占地，也不会产生额外的生态扰动，其对重点保护野生动物的增量影响极为有限，不会对区域野生动物种群结构及栖息地功能造成显著损害。其具体影响分析见下表 6.2-1。

表 6.2-1 拟建工程对重点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	濒危 等级	特有种 (是/否)	分布区域	资料 来源	工程占用情 况(是/否)	影响
1.三索锦蛇 <i>Coelognathus radiatus</i>	二级	EN	否	见于田野、 山坡、草 丛、石堆、 路边、池塘 边	文献 资料	工程占地可 能占用生 境，但占用 面积较评价 区总适宜生 境比例较小	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 物种栖息，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。

中文名、 拉丁名	保护 级别	濒危 等级	特有种 (是/否)	分布区域	资料 来源	工程占用情 况(是/否)	影响
2.褐翅鸦鹃 <i>Centropus sinensis</i>	二级	LC	否	主要栖息于 低山丘陵和 平原地区的 林缘灌丛、 稀树草坡、 河谷灌丛、 草丛和芦苇 丛中。	现场 调查	否，活动于 工程评价区 内的山地灌 丛中	施工期间的噪声、扬尘、灯光及人为活动会对其造成干扰，迫使其远离施工区域；褐翅鸦鹃善走而拙于飞行，迁移能力相对较弱，对特定栖息地的依赖性较强，但该物种在评价区及周边区域分布广泛，种群数量较大，且工程实际影响的区域占其适宜栖息地总面积的比例小，工程对其影响较小。
2.黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	二级	LC	否	栖息于村庄 边缘，林 缘，觅食于 开阔地带	现场 调查	否，活动于 工程评价区 内的山地森 林	施工噪声、扬尘、废气、灯光、人为捕捉等对施工区周围环境产生干扰，从而影响鸟类的栖息，但这些鸟类都为猛禽，其性甚机警，善于飞翔，在环境受到干扰时会迅速迁移到其他相同或相似生境中，工程对其影响较小。
3.蛇雕 <i>Spilornis cheela</i>	二级	NT	否	栖息和活动 于山地森林 及其林缘开 阔地带。	现场 调查	否，活动于 工程评价区 内的山地森 林	
6.画眉 <i>Garrulax canorus</i>	二级	NT	否	多见于低山 浓密灌丛及 村落附近的 竹林等处	现场 调查	否，活动于 工程评价区 内的森林灌 丛中	
7.银耳相思鸟 <i>Leiothrix argentea</i>	二级	NT	否	栖息于平原 及海拔 1000m 左右 的丘陵	现场 调查	否，活动于 工程评价区 内的森林灌 丛中	施工噪声、扬尘、废气、灯光、人为捕捉等对施工区周围环境产生干扰，从而影响鸟类的栖息，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。
8.豹猫 <i>Felis bengalensis</i>	二级	VU	否	栖息于热带 至亚热带的 常绿林中	访问 调查	否，活动于 评价区河流 两岸山体的 森林中。	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，兽类感官非常敏锐、迁移能力较强，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。

6.3 水生生态影响预测与评价

6.3.1 施工期水生生态影响

6.3.1.1 对水生生境的影响

本工程进水口及闸门、引水隧洞、尾水及闸门、一期混凝土均已在一期工程完工，施工活动主要为机组安装，且在已建地下厂房内施工。本期机组安装在进水口和尾水闸门挡水下施工，无需进行导流。天然河道的流量、水位、流速流态维持现状，不存在施工断流导致的生境压缩，工程施工对水生生境基本没有影响。

6.3.1.2 对浮游生物的影响

本工程进水口及闸门、引水隧洞、尾水及闸门、一期混凝土均已在一期工程完工，施工活动主要为机组安装，且在已建地下厂房内施工。本期机组安装在进水口和尾水闸门挡水下施工，无需进行导流，施工活动位于电站原施工区内，对浮游生物的影响只在施工区小范围内。

6.3.1.3 对底栖动物的影响

本工程进水口及闸门、引水隧洞、尾水及闸门、一期混凝土均已在一期工程完工，施工活动主要为机组安装，且在已建地下厂房内施工。本期机组安装可在进水口和尾水闸门挡水下施工，无需进行导流，施工活动位于电站原施工区内，对底栖动物基本没有影响。

6.3.1.4 对水生维管束植物的影响

8、9 号机组扩建工程施工不会改变水库及坝下河道的水域面积、水位节律与水动力条件，不会对水生维管束植物的生境造成直接破坏或扰动。施工期产生的少量生产废水经地下厂房已有收集系统处理后回用，不向红水河排放，不会因水质恶化对水生维管束植物产生间接不利影响。综上，本工程对水生维管束植物的影响极小，不会改变评价区水生维管束植物的种类组成与分布。

6.3.1.5 对鱼类资源的影响

工程进水口及闸门、引水隧洞、尾水及闸门、一期混凝土均已在一期工程完工，施工活动主要为机组安装，且在已建地下厂房内施工，施工产生的噪音将迫使鱼类往上下河段迁移，生存空间减小。本工程施工期不占用鱼类重要生境，对鱼类繁殖的影响很小。

6.3.2 运行期水生生态影响

6.3.2.1 对水生生境的影响

a) 对坝上水生生境的影响

本工程建设前,丰水期(7月)库尾断面日内水位变幅在 0.72~2.92m、库区断面日内水位变幅在 0.51~0.7m、蒙江断面日内水位变幅在 0.64~0.76m。枯水期(12月)库尾断面日内水位变幅在 0.81~0.85m、库区断面日内水位变幅在 0.64~0.67m、蒙江断面日内水位变幅在 0.62~0.68m。

龙滩库区河段受水库巨大调蓄能力影响,工程运行对库区水位、流速影响甚微。极端满发工况下各敏感断面日内最高水位增幅不超过 0.08m,日内最低水位降幅不超过 0.28m,水位日变幅最大增加约 0.3m,每小时水位变化速率增幅小于 0.05m/h,流速基本不变。库区水文情势无明显变化,库尾流水河段影响更小,但日内水位波动次数可能增加。总体来说,工程建设不会对库区水生生境产生明显水文情势影响。

b) 对坝下水生生境的影响

一般工况:本工程建设前,丰水期(7月)坝下断面日内水位变幅在 0.64~0.76m。大部分情况下(月均约 24d),在 8、9 号机组运行后,维持现状调度也能满足需求,调度工况不会发生变化。龙滩水电站运行导致坝下水文情势发生显著改变,年调节层面表现为“蓄丰补枯”效应;日调节层面,电站调峰运行使坝下流量日内波动,呈现午、晚双峰特征,鱼类繁殖期(4~7月)日内调峰导致天峨水文站日内水位变幅可达 2.5~3.3m。一般工况以下,8、9 号机组工程运行水文情势变化对坝下水生生境的影响和建设前基本一致。

极端(满发)工况:龙滩水电站 8、9 号机组建成前,机组全部满发频率较低,每月开机 7 台机组(满发流量 3880m³/s)的天数少于 6d,且汛期泄洪时电站基本不调峰。龙滩水电站 8、9 号机组建设工程不改变水库现有运行调度方式,正常蓄水位、汛限水位及死水位等特征水位维持不变。8、9 号机组运行后,启用 7 台以上机组调峰天数月均仅 3d(表 6.3.2-1),开启 7 台及以上机组的天数和建成前基本一致。

坝下河段在极端满发调峰工况下,坝下 5.8km 处丰水期典型日日内最高水位升高 1.56m,最低水位降低 0.25m,日内水位变幅由 6.57m 增至 8.38m,最大时变幅由

1.90m 增至 2.69m；影响沿程向下游递减，至坝下 22.9km 处最高水位增幅降至 0.97m，水位变幅的增幅降至 1.16m，最大流速增幅由 0.29m/s 递减至 0.16m/s，日均流速基本不变；坝下河段不稳定流影响范围略有扩大，但下游河道水深较深，水面宽增幅小于 5%。坝下 5.8km 处枯水期典型日日内最高水位升高 1.44m，最低水位增加 0.01m，日内水位变幅由 4.89m 增至 6.32m，最大时变幅由 1.08m 增至 1.71m；影响沿程向下游递减，至坝下 22.9km 处最高水位增幅降至 0.84m，水位变幅的增幅降至 0.83m，最大流速增幅由 0.29m/s 递减至 0.15m/s，日均流速基本不变；坝下河段不稳定流影响范围略有扩大，但下游河道水深较深，水面宽增幅小于 5%。

极端满发工况下，六排大桥断面在鱼类主要繁殖期内日内水位时变幅超 0.5m 的时段有所延长，丰水期由 8h 增至 15h，枯水期由 5h 增至 10h，最大流速增幅 0.16m/s~0.17m/s，河宽日变幅占均值约 15%。

总体来说，坝下河段极端满发工况下，坝下 5.8km 处水位变幅由 6.57m 增至 8.38m(丰水期)，影响沿程递减，至 22.9km 处变幅增幅降至约 1m，水面宽增幅 <5%，日均流速不变；极端满发工况下坝下六排大桥产粘沉性鱼类产卵场水位超 0.5m 时变幅时段有所延长。

表 6.3.2-1 工程建设前后龙滩水电站运行 7 台及以上机组天数情况表（单位：d）

月份	建成前	建成后		
	7 台机	7 台机	8 台机	9 台机
1 月	3	1	1	1
2 月	1	1	0	0
3 月	3	1	1	1
4 月	7	4	2	1
5 月	8	3	3	2
6 月	11	5	3	3
7 月	11	5	3	3
8 月	5	2	2	1
9 月	5	2	2	1
10 月	4	2	1	1
11 月	0	0	0	0
12 月	4	2	1	1
合计	62	28	19	15

6.3.2.2 对水生生物的影响

a) 对浮游生物的影响

本工程建设前,丰水期(7月)库尾断面日内水位变幅在 0.72~2.92m、库区断面日内水位变幅在 0.51~0.7m、蒙江断面日内水位变幅在 0.64~0.76m。库区河段,受龙滩水库巨大调蓄能力影响,工程建设对库区水位、流速影响甚微(水位增幅 $\leq 0.08\text{m}$ 、降幅 $\leq 0.28\text{m}$,流速基本不变),工程运行对坝上浮游生物的影响不大。

坝下河段在一般工况的大部分情况下(月均约 24d),工程运行后调度工况不会发生变化,工程运行水文情势变化对坝下浮游生物的影响和 8、9 号机组建设前基本一致。满发工况(月均少于 6d,开启 7 台机及以上的天数和建成前基本一致)下,坝下河道受水库不稳定流下泄影响,河段日均流速无明显变化,下游水面宽增幅不足 5%,但水位波动显著,扰动强度自坝址向下游递减,丰水期波动强于枯水期,水文情势变化降低浮游生物的生存空间。

b) 对底栖动物的影响

本工程建设前,丰水期(7月)库尾断面日内水位变幅在 0.72~2.92m、库区断面日内水位变幅在 0.51~0.7m、蒙江断面日内水位变幅在 0.64~0.76m。工程建设对库区水位、流速影响甚微。极端满发工况下各敏感断面日内最高水位增幅不超过 0.08m,日内最低水位降幅不超过 0.28m,水位日变幅最大增加约 0.30m,每小时水位变化速率增幅小于 0.05m/h,流速基本不变。库区各生态敏感区所在河段水文情势无明显变化,库尾流水河段影响更小,但日内水位波动次数可能增加。工程运行产生的水位变化可能对在库尾北盘江分布的底栖动物尤其是活动能力较弱的软体动物和环节动物产生一定的影响。

坝下河段在一般工况下(月均约 24d),工程运行后调度工况不会发生变化。工程运行水文情势变化对坝下底栖动物的影响和 8、9 号机组建设前基本一致。满发工况(月均约少于 6d)下,坝下河道受水库不稳定流下泄影响,河段日均流速无明显变化,下游水面宽增幅不足 5%,但水位波动显著,扰动强度自坝址向下游递减,丰水期波动强于枯水期。水文情势变化降低底栖动物的生存空间,水位频繁涨落导致底栖动物尤其是河蚬、椭圆萝卜螺、梨形环棱螺等在近岸软体动物的可栖息空间不稳定。

c) 对水生维管束植物的影响

坝上库区方面,工程运行对库区水位、流速影响甚微,极端满发工况下日内水

位变幅最大仅增加约 0.26m，每小时水位变化速率增幅小于 0.09m/h，库区水文情势无明显变化，因此对库汉浅水水域沉水植物及消落带挺水植物的影响很小。

坝下河段方面，一般工况(月均约 24 d)下调度方式维持不变，对水生维管束植物的影响与建设前基本一致；极端满发工况下，坝下 5.8km 处丰水期日内水位变幅由 6.57m 增至 8.38m、枯水期由 4.89m 增至 6.32m，六排大桥断面鱼类繁殖期内水位时变幅超 0.5m 的时段由 8h 延长至 15h(丰水期)，将加剧坝下低水位砾石滩及支流河口洲滩湿生挺水植物的反复淹没与露干胁迫。鉴于评价区水生维管束植物本底贫乏、呈点状稀疏分布且极端满发工况出现频率较低(每月少于 6 天)，总体影响以局部、轻度抑制为主，不会导致水生维管束植物种类消失。

6.3.2.3 对鱼类资源的影响

a) 水文情势变化对鱼类的影响

1) 对坝上鱼类的影响

工程建设前，7 月丰水期库尾、库区、蒙江断面日内水位变幅分别为 0.72~2.92m、0.51~0.7m、0.64~0.76m；12 月枯水期上述各断面日内水位变幅依次为 0.81~0.85m、0.64~0.67m、0.62~0.68m。龙滩水电站 8、9 号机组建设工程不改变原水库正常蓄水位、汛期防洪限制水位以及水库调节性能，原电站运行方式变化不大。极端满发工况下库区水位、流速变化甚微(水位增幅 $\leq 0.25\text{m}$ 、降幅 $\leq 0.26\text{m}$ ，流速基本不变)。

根据典型断面预测结果，在日内满发工况下，库区日内最高水位较 8、9 号机组建设前最大增加约 0~0.08m，每小时降幅增加约 0.01~0.25m，相较于龙滩库区河段 20~100m 的水深，影响很小，且主要体现为水位降幅增加。库尾江段的水文情势变化趋势和库区类似，库尾北盘江段在日内满发工况下，日内最高水位较 8、9 号机组建设前增加约 0.03m，流速基本没有变化。库尾南盘江段在日内满发工况下，内最高水位较 8、9 号机组建设前增加约 0.01m，流速基本没有变化。各断面流速在工程建设前后均较小，基本不发生变化，不会对库尾和库区的鱼类种类组成造成影响，运行期内短时间水位降幅(最大 0.09m/h)增加可能对在蒙江、坝王河和布柳河栖息的鱼类产生一定的不利影响。

2) 对坝下鱼类的影响

一般工况：本工程建设前，丰水期(7 月)坝下断面日内水位变幅在 0.64～0.76m。大部分情况下(月均约 24d)，龙滩水电站发电高峰期启用机组数小于 7 台机，电站不需要充分利用其全部调节能力。8、9 号机组运行后，维持现状调度也能满足需求，因此本工程运行后，一般情况下的调度工况不会发生变化。龙滩水电站运行导致坝下水文情势发生显著改变，对坝下鱼类产生多方面影响。在年调节层面，水库“蓄丰补枯”使径流年内分配趋于均匀，这种水文节律的改变可能干扰鱼类自然繁殖的水文信号，削弱汛期涨水过程对产漂流性卵鱼类的产卵触发作用。在日调节层面，电站调峰运行导致坝下流量日内波动，鱼类繁殖期(4～7 月)日内调峰导致天峨水文站日内水位变幅可达 2.5～3.3m，频繁的水位陡涨陡落易造成鱼卵、仔鱼搁浅或被冲刷，影响早期资源孵化；同时，水库拦沙导致河床冲淤格局和底质环境的改变也会影响产粘沉性卵鱼类的产卵基质条件。但是根据 2026 年现场调查结果，坝下鱼类资源仍较为丰富，部分鱼类仍可在坝下完成繁殖。一般工况以下，8、9 号机组工程运行水文情势变化对鱼类的影响和建设前基本一致。

极端(满发)工况：龙滩水电站机组全部开启的天数在丰水期以 7 月最大，枯水期以 12 月为最大。满发工况(月均约少于 6d，开启 7 台机及以上的天数和建成前基本一致)下，坝下河道受水库不稳定流下泄影响，河段日均流速无明显变化，下游水面宽增幅不足 5%，但水位波动显著，扰动强度自坝址向下游递减，丰水期波动强于枯水期，水文情势变化(表 6.3.2-1)会对坝下鱼类产生一定影响。

根据现场调查结果，龙滩坝下分布的主要是四须盘鮡、东方墨头鱼、卷口鱼等小型底栖鱼类。小型底栖鱼类高度依赖岸边浅水区、缓流带和砾石滩觅食与避难。水位快速下降时，大片浅滩裸露，有效栖息面积会急剧缩减。岩石缝隙区也是小型底栖鱼类躲避捕食者的关键微生境。水位消落使这些缝隙频繁暴露。多数小型底栖鱼类产沉性或粘性卵，卵粒黏附于砾石或洞穴壁上。水位骤降后，卵粒直接裸露在空气中，短时间内因脱水、缺氧、紫外线曝晒而死亡。初孵仔鱼游泳能力极弱，常聚集于岸边浅水区索饵。水位快速退去会将仔鱼搁浅在滩涂上，水位快速上涨则可能将仔鱼冲入急流深水区。运行期内机组满发时坝下水位大幅度涨落(水位日变幅 8.38m 和 6.32m)可能对其栖息空间及繁殖造成一定的影响。

此外，较大支流河口也是鱼类栖息繁殖的关键生境。龙滩水电站坝下至岩滩水

电站从上到下较大的支流有清水河、巴英河和盘阳河，分别距离龙滩坝下约 40km、55km 和 180km。极端满发工况下，9 台机组调峰相比 7 台机组调峰，清水河河口日内最高水位增加 0.65m，日内水位变幅增加 0.78m；巴英河日内最高水位增加 0.44m，日内水位变幅增加 0.51m；盘阳河河口位于岩滩坝前左汊，基本不受位于右汊的本工程运行影响。总体来说，极端(满发)工况下，日内水位变幅增加对下游清水河、巴英河河口鱼类栖息的也有一定不利影响。

表 6.3.2-2 极端(满发)工况坝下水文情势变化估算表

时期	区域	日内最高水位变化	日内最低水位变化	日内水位变幅(建库前→建库后)	日内水位变幅增幅	最大时变幅(建库前→建库后)	最大时变幅增幅	最大流速增幅	日均流速变化	水面宽增幅	不稳定流影响范围
丰水期	坝下 5.8km	升高 1.56m	降低 0.25m	6.57m→8.38m	1.81m	1.90m→2.69m	0.79m	0.29 m/s	基本不变	—	—
	坝下 22.9km	增幅 0.97m	—	—	1.16m	—	—	递减至 0.16 m/s	基本不变	<5 %	略有扩大
枯水期	坝下 5.8km	升高 1.44m	增加 0.01m	4.89m→6.32m	1.43m	1.08m→1.71m	0.63m	0.29 m/s	基本不变	—	—
	坝下 22.9km	增幅 0.84m	—	—	0.83m	—	—	递减至 0.15 m/s	基本不变	<5 %	略有扩大

b) 水温变化对鱼类的影响

在鱼类性腺发育过程中，温度主要通过影响内分泌系统(如下丘脑-垂体-性腺轴)发挥作用。在人工繁殖中，通常先低温(或维持低温)促进性腺发育，再升温催产。许多温水性鱼类需要经历一个低温期(冬季)才能完成性腺的初步发育和成熟。此时低温促进卵黄积累、精子发生。在适温范围内，升高温度可缩短性腺发育周期，促进卵母细胞最后成熟和排卵，以及精子活化。龙滩水库为稳定分层型水库，春、夏季(4 至 7 月主要鱼类繁殖期)下泄水温明显低于天然河道水温。低温水可能推迟坝下鱼类(特别是产粘沉性卵鱼类)的产卵时间。

依据鱼类对水温的适应范围、最适生长温度以及耐受极限来划分，龙滩水电站坝下至岩滩库区的鱼类主要分为热带鱼类(适宜栖息温度范围约 22~35℃)主要有斑鲮、鲮、卷口鱼等；温水性鱼类(适宜栖息温度范围约 19~30℃)主要有巴马拟缨鱼、暗色唇鲮、稀有白甲鱼、巨修仁鲮、鲤、三角鲤、唇鲮、海南拟鲮、卷口鱼、四须盘鲮、东方墨头鱼、鲮、倒刺鲃、麦穗鱼。本次以龙滩水电站坝下温水性鱼类适宜

繁殖起始水温约 19℃，热带鱼类适宜繁殖起始水温约 22℃ 进行分析。对比龙滩水电站坝下各月下泄水温可以看出，龙滩坝下的温水性鱼类天然状态下在 3 月中下旬可以达到 19℃，现阶段在 5 月上旬才能达到 19℃。热带鱼类天然状态下在 4 月中下旬可以达到 22℃，现阶段在 6 月中下旬才能达到 22℃，坝下鱼类主要繁殖期相较天然状态推迟 1~2 个月。根据各阶段的鱼类调查成果，典型的热带性鱼类、对低温较为敏感的鲮在岩滩库尾未监测到，但是在岩滩库区主要支流盘阳河分布较多，斑鳢、卷口鱼的数量也较低。总体来说，热带鱼类斑鳢、鲮、卷口鱼受低温水的影响要大于温水性鱼类。

根据水温模拟结果，增加 8、9 号机组后各月下泄水温并没有明显变化，在 4~7 月，新增 8、9 号机组下泄水温相比现状水温只增加 0.1℃，表明增加机组对于下泄水温基本没有影响，并且夏季低温水现象依然存在。

c) 坝下 TDG 过饱和和气体对鱼类的影响

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。2024 年 6 月 17 日，龙滩水电站发布弃水黄色预警，将防汛Ⅲ级应急响应级应急响应提升至Ⅱ级。2026 年 6 月 23 日，龙滩水电站通过发电机组加大下泄流量来应对汛期，日均出库流量按照不低于 3000m³/s 控制，下游最大下泄流量达 4100m³/s。

8、9 号机组工程的实施不会改变龙滩水电站现有的行洪过程，但龙滩水电站泄洪时，高速水流卷入大量空气，导致下游水体总溶解气体(TDG)过饱和。鱼类长期或高浓度暴露后，过饱和气体通过鳃、皮肤进入血液和组织，在体内形成气泡栓塞，引发气泡病。病鱼鳍条间可见透明或细小气泡，肉眼可辨。严重时，鳃血管栓塞导致气体交换受阻，从而导致病鱼窒息死亡。龙滩水电站运行以来，未发生泄洪导致死鱼的报道。龙滩坝下加大下泄流量期间的鱼类资源调查中，2024 年 7 月(7 月 23~31 日)捕获的 426 尾渔获物、2026 年 5~6 月(5 月 22~26 日，6 月 23~27 日)捕获的 548 尾渔获物均未发现明显的气泡病症状，上层鱼类飘鱼的占比也均较高。因此过饱和气体对龙滩坝下鱼类影响总体有限。

6.3.2.4 对重要物种的影响

综合近年来的调查结果，根据国家级重点保护动物名录(2021 年)，评价区内鱼类中单纹似鲮、花鳗鲡、乌原鲤、斑鳢、叉背金线鲃 5 种为国家二级保护动物。有

广西壮族自治区重点保护动物唇鲮、巨修仁鲃。有贵州省重点保护水生野生动物唇鲮、暗色唇鲮、稀有白甲鱼、长臀鲃。

经调查花鳢在龙滩库区河段蓄水前曾有少量分布，随着时间的推移，花鳢在库区逐渐消失，近年来有广西本地科研单位在龙滩下游调查到花鳢，现在在龙滩下游如乐滩等库区中仍可偶尔捕获。本工程没有新增阻隔影响，对花鳢基本没有影响。叉背金线鲃主要在天峨县的溶洞暗河分布，本工程对地下水的影响有限，对叉背金线鲃影响不大。

巨修仁鲃主要分布在下游分布于广西都安县的红水河；巴马拟缨鱼主要分布在岩滩库区支流盘阳河；单纹似鲃、乌原鲤、长臀鲃、稀有白甲鱼、唇鲮在评价区主要分布在南盘江、北盘江和蒙江，以上重要物种在龙滩坝下至岩滩库区渔获物中极少见到，本工程的主要影响主要集中在坝下至岩滩库区河段，对以上重要物种影响有限。

斑鲃在龙滩坝下至岩滩库尾有一定资源量。斑鲃为典型底层鱼类，偏好岩石或沙砾底质的流水区，斑鲃的栖息地需要满足水深不低于 0.4m，平均流速不低于 0.3m/s 的要求。满发工况下浅水区水位大幅变化，不再适合斑鲃栖息，深水区流速随机组负荷变化而大幅波动，斑鲃需不断调整栖息位置以适应流速变化，导致能量消耗增加。此外，斑鲃为肉食性鱼类，主食小鱼、虾类、水生昆虫幼虫和底栖动物，水位大幅消落导致岸边带底栖动物(水生昆虫幼虫、螺蚌等)周期性干露死亡，斑鲃的饵料生物也相应减少。

6.3.2.5 对鱼类重要生境的影响

a) 对产卵场的影响

1) 对库尾产卵场的影响

评价区库尾北盘江白层镇段有产漂流卵鱼类产卵场，主要产卵鱼类为鲃。本工程建设前，丰水期(7 月)北盘江库尾断面日内水位变幅在 0.6~2.92m。本工程建设运行后不改变库区特征水位，因此不会对库区水位、流速等水文情势发生明显影响。但在短期的日内或日间，受调峰运行影响，库区下泄流量较工程建设前有所变化，尤其是满发流量情况下，库区日内水位变幅会增大。在丰水期日内满发工况下，8、9 号机组建设前后，满发工况下(月均小于 6 天)北盘江鲃白层镇断面水位日变幅 2.47m、水位最大变化速率 1m/h 基本不变，流速 0.98~1.93m/s 基本没有变化。据长

江干流的历史数据，一般流速每天增加 0.01~0.29m/s 都可刺激鳅产卵，在退水、流速减少 0.19m/s 时仍旧产卵。因此水文情势变化对鳅产卵的影响有限。此外，四须盘鮡、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼、斑鲮等产粘沉性卵鱼类也可以在白层镇至乐元镇段繁殖，满发工况下乐元镇断面水位日变幅从 0.7m 增加到 0.96m，水位最大变化速率从 0.34m/h 小幅增加到 0.36m/h，流速 0.11~0.25m/s 基本没有变化，产粘沉性卵鱼类产卵繁殖适宜水深为 0.5m~1.0m，水位波动对产粘沉性卵鱼类产卵场的影响和建设前基本一致。

南盘江产卵场断面的产卵鱼类主要为美丽华沙鳅、壮体沙鳅等小型产漂流卵鱼类和四须盘鮡、翘嘴鲃、蒙古鲃、倒刺鲃、鲮等产粘沉性卵鱼类。8、9 号机组建设前，满发工况下南盘江产卵场断面水位日变幅 2.63m、水位最大变化速率 0.7m/h、流速 0.78~1.26m/s 均基本没有变化。8、9 号机组建设后满发工况下水位变化对南盘江小型产漂流卵鱼类产卵场的影响有限，水位波动对产粘沉性卵鱼类产卵场的影响和建设前基本一致。

2) 对库区产卵场的影响

8、9 号机组建设前后，龙滩库区断面在满发工况下，流速 0.01~0.09m/s 基本保持不变，但水位最大变化速率从 0.14m/h 增加到 0.19m/h，水位日变幅由 0.64m 增加到 0.74m，库区蒙江河口的水文情势变化趋势和库区基本一致。满发工况下水位日变幅增加和频繁波动对库区产粘沉性卵鱼类产卵繁殖仍存在一定的不利影响。

表 6.3.2-3 丰水期(7 月)工程建设前后满发工况下坝上典型断面水文要素变化情况表

断面	水位日变幅 (m)			日内最大流速 (m/s)			日内最小流速 (m/s)			水位最大变化速率 (m/h)		
	前	后	差值	前	后	差值	前	后	差值	前	后	差值
北盘江白层	2.47	2.46	-0.01	1.93	1.93	0.00	0.98	0.97	-0.01	1.00	1.00	0.00
北盘江乐元	0.70	0.96	0.26	0.25	0.25	0.00	0.11	0.11	0.00	0.34	0.36	0.02
南盘江八渡	2.63	2.63	0.00	1.26	1.26	0.00	0.78	0.78	0.00	0.70	0.70	0.00
库区蒙江河口	0.63	0.72	0.09	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.12	0.15	0.03
库中	0.64	0.74	0.10	0.07	0.09	0.02	0.01	0.01	0.00	0.14	0.19	0.05

3) 对坝下产卵场的影响

龙滩水电站机组全部开启的天数在丰水期以 7 月最大，枯水期以 12 月为最大。

经现场调查和收集天峨县畜牧水产局历史调查成果，六排大桥附近有 1 处小规模产粘沉性卵鱼类产卵场，主要产卵鱼类为四须盘鮡、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼、长鳍光唇鱼等。这些鱼类在繁殖期内，主要在岩洞或岩石丛中产粘沉性卵，其主要繁殖期 4~7 月所需适宜流速约 0.3m/s~1.0m/s，当流速超过 1m/s 时，鱼卵黏附光滑基质上的脱附率更高；适宜水深为 0.5m~1.0m，在该水深范围内鱼卵黏附在礁石等基质上的可能性最高，然而，当水深大于 1.2m 时，鱼卵附着概率会明显降低。

一般工况：本工程建设前，丰水期(7 月)坝下断面日内水位变幅在 0.64~0.76m。大部分情况下(月均 24d 左右)，龙滩水电站发电高峰期启用机组数小于 7 台机。8、9 号机组运行后，维持现状调度也能满足需求，因此本工程运行后，一般情况下的调度工况不会发生变化。工程运行水文情势变化对坝下产卵场的影响和 8、9 号机组建设前基本一致。2026 年 5 月和 6 月，调查人员在龙滩下游天峨县塘英大桥附近搜集到刚孵化的四须盘鮡、光唇鱼、虾虎鱼、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼等仔鱼。调查结果表明，一般工况下，坝下鱼类繁殖时间有所推迟，但是繁殖期内仍有适宜的水文条件，工程对坝下六排大桥产卵场的影响在可接受范围内。

极端(满发)工况：本工程满发工况月均小于 6d，开启 7 台机及以上的天数和建成前基本一致，影响时间较短，但满发工况下水文情势变化仍会对该产卵场产生一定影响：一方面，水位消落减少了产粘性卵鱼类产卵场的面积；另一方面，水位消落还可能导致产下的粘性鱼卵裸露于空气中，因缺氧和曝晒而死亡，其主要影响体现在水位的日内变化方面。本报告选取 6 月~7 月满发情况作为典型日工况，分析逐日和逐时工程运行对坝下产卵场的影响。

根据丰水期满发典型日水文情势预测，本工程建设运行后，日内水位变幅增加 1.36m，最大小时变幅增加 0.35m，水位时变幅超过 0.5m 的时长由 8h 增加至 15 h。水位变幅增加会对产粘沉性卵鱼类产卵产生进一步不利影响；此外，不稳定流影响时段进一步增长，其中汛期影响更为明显，坝下鱼卵孵化也会受到进一步影响。但根据估算，每月开启 7 台机及以上的天数少于 6d，和建成前基本一致，且汛期泄洪时电站基本不调峰，运行 7 台机组且日内调峰的天数会更少。因此，极端(满发)

工况虽在特定时段影响强度较大，但考虑到红水河鱼类主要繁殖期(4~7 月)相对较长，且坝下主要产卵鱼类四须盘鮡、光唇鱼、虾虎鱼、东方墨头鱼等在受精后约 6~7d 基本可进入平游期，之后可以主动回避不利生境，对水位日内波动的耐受度相应提高。加之本工程在 4~7 月开启 7 台机以上天数分别约 3d、5d、6d 和 6d，该扰动在时间上呈间断性、空间上局限于坝下部分河段，对坝下产卵场的总体影响在可接受范围内。

表 6.3.2-4 丰水期满发工况下六排大桥产卵场典型日水文情势预测表

指标	8、9 号机组运行前	8、9 号机组运行后	变化
开启 7 台机及以上的天数 (4-7 月)	7d -11d	7d -11d	基本不变
开启 7 台机的天数 (4-7 月)	/	3d-6d	增加
日内水位变幅	5.49 m	6.85 m	增加 1.36 m
最大小时变幅	1.51 m	1.86 m	增加 0.35 m
最大时变幅出现时段	11 时	11 时	不变
日内最大流速	0.90 m/s	1.07 m/s	增加 0.17 m/s
日内流速>0.5 m/s 时段	10 时~次日 2 时	10 时~次日 2 时	没有明显变化
日内水位时变幅>0.5m总时长	8 h	15 h	增加 7 h
日内水位时变幅增加集中时段	—	10 时~19 时、23 时~次日 1 时	—
六排大桥断面河道宽度日内变幅	34.8 m	42.2 m	增加 7.4 m

b) 对索饵场的影响

鳊属、鳊属、鲃属、鲃科、鳊科鱼类等以鱼类为食鱼类的索饵场，随其生活习性及其摄食鱼群的分布而分布。鲤、鲫等杂食性鱼类索饵场在评价区库湾、库汉水生植物丰富处零散分布。龙滩库区各断面在日内满发工况下，日内最高水位较 8、9 号机组建设前增加约 0~0.05m。运行期内可能对鱼类的索饵有小幅度的影响。满发情况下下游频繁的水位涨落使底质环境不稳定，不利于浮游生物、水生植物和底栖动物等鱼类主要天然饵料的生长和繁衍，直接减少了鱼类的食物来源，对下游鱼类索饵有一定的不利影响。

c) 对越冬场的影响

龙滩库区河段受水库巨大调蓄能力影响，工程运行对库区水位、流速影响甚微。极端满发工况下各敏感断面日内最高水位增幅不超过 0.08m，日内最低水位降幅不超过 0.28m，水位日变幅最大增加约 0.3m，每小时水位变化速率增幅小于 0.05m/h，工程运行对鱼类越冬基本没有影响。

6.3.2.6 小结

工程建设前，7 月丰水期库尾、库区、蒙江断面日内水位变幅分别为 0.72~2.92m、0.51~0.7m、0.64~0.76m；12 月枯水期上述各断面日内水位变幅依次为 0.81~0.85m、0.64~0.67m、0.62~0.68m。受龙滩水库巨大调蓄能力缓冲，工程运行后库区水位增幅 $\leq 0.25\text{m}$ 、降幅 $\leq 0.26\text{m}$ ，流速基本不变，每小时水位变化速率增幅小于 0.04m/h。因此对坝上浮游生物、底栖动物及库尾北盘江、南盘江产卵场的影响均十分有限；仅库尾日内水位波动次数可能增加，对活动能力较弱的软体动物和环节动物有一定影响。

一般工况(月均约 24d)下调度方式不变，水文情势影响与建设前基本一致。极端满发工况(月均少于 6d)下，不稳定流下泄导致坝下水位波动显著，丰水期日变幅由 6.57m 增至 8.38m，枯水期由 4.89m 增至 6.32m，扰动强度自坝址向下游递减。水位频繁涨落压缩浮游生物和底栖动物生存空间，导致近岸河蚬、椭圆萝卜螺等软体动物栖息不稳定；对四须盘鮡、东方墨头鱼等小型底栖鱼类影响相对明显，浅滩裸露缩减栖息面积，砾石缝隙暴露，鱼卵因脱水缺氧死亡，仔鱼易搁浅或被冲入急流。清水河、巴英河河口日内水位变幅分别增加 0.78m、0.51m，对支流河口鱼类栖息亦有不利影响。

龙滩水库为稳定分层型，4~7 月下泄水温明显低于天然河道，温水性鱼类繁殖起始水温(19℃)由天然 3 月中下旬推迟至 5 月上旬，热带鱼类(22℃)由 4 月中下旬推迟至 6 月中下旬，繁殖期整体推迟 1~2 个月，热带鱼类斑鲮、鲮、卷口鱼受影响更大。新增 8、9 号机组后各月下泄水温仅增加约 0.1℃，基本无影响，夏季低温水现象依然存在。TDG 过饱和方面，坝下平均水深约 7m，野生鱼类具备下潜回避能力，运行以来未发生死鱼事件。

花鳊、叉背金线鲃及单纹似鲃、乌原鲤等保护物种主要分布于库尾、支流或

暗河，受工程影响有限；斑鳢在坝下有一定资源量，满发工况下浅水区不适栖息、深水区流速波动大，饵料生物减少，可能受到一定不利影响。产卵场方面，库尾北盘江鳊鱼产卵场、南盘江产卵场水文要素基本不变，影响有限；库区水位日变幅最大增加 0.30m，对产粘沉性卵鱼类存在轻度不利影响。坝下六排大桥产卵场满发工况下日内水位变幅增加 1.36m，水位时变幅超 0.5m 的时长由 8h 增至 15h，对鱼卵孵化不利，但满发工况年出现概率低、影响时空受限，总体生态风险较低。

6.4 对生态敏感区的影响

根据自然保护地整合优化的结果，8、9 号机组工程涉及的敏感区有广西龙滩自治区级自然保护区、贵州望谟叉孢苏铁省级自然保护区、广西雅长兰科植物国家级自然保护区、广西龙滩大峡谷国家森林公园、贵州罗甸蒙江国家湿地公园、蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区。

6.4.1 对广西龙滩自治区级自然保护区的影响

龙滩水电站库区涉及广西龙滩自治区级自然保护区 5764.02hm²，其中核心保护区 110.86hm²、一般控制区 5643.16hm²，同时该区域也是广西天峨龙滩兽类及鸟类重要栖息地，保护对象为亚热带季风常绿阔叶林生态系统、珍稀野生动植物及其栖息地。一期龙滩建设阶段已开展珍稀植物救护，保护区生态完整性、生物多样性保护水平得到提升；库区生物已适应一期工程固有的水位日内、年内波动，多数珍稀物种分布于正常蓄水位以上山体。

8、9 号机组施工不涉及保护区范围，工程不改变水库控制水位。满发工况下水位日最大增幅 0.08m、降幅 0.28m，日变幅最多增加 0.30m，小时水位变化速率增幅 <0.05m/h；机组满发频率不足 5%，新增扰动为叠加一期背景的低频微小瞬时水位波动，不改变水库特征水位与年度调度过程。

a) 对结构与功能的影响

保护区以山地森林生态系统为主体，库区水域、库岸消落带构成水陆复合生态系统，承担水源涵养、水土保持、珍稀物种保育等核心生态功能。

工程不改变水库调度控制水位，仅少数满发工况小幅加快水位下降速率，水位波动仅局限于库区水域及近岸消落带，保护区大面积山地森林、河谷原生植被斑块空间格局保持稳定，不会造成生境破碎化，不会加剧一期工程已存在的水陆界面扰

动。水陆生态交错带范围、连通性无明显变化，近岸库湾、浅滩等过渡生境空间规模不变，森林—水域之间物质交换、能量传递格局维持现状。极小幅瞬时水位变化难以改变坡面径流、土壤水分分布，保护区水源涵养、水土保持等主导生态服务功能不受扰动；不存在生态系统逆向演替风险。

因此，工程运营不会改变保护区生态系统组分、空间结构与关键生态功能，叠加一期既有影响后，对保护区生态系统结构与功能影响较弱。

b) 对植物的影响

保护区植物包含山地原生常绿阔叶林、河谷灌丛、库岸消落带草本、水生植物，分布南方红豆杉等珍稀保护植物。原生林及珍稀保护植物主要分布于水库正常蓄水位以上山体坡地，不受库区日内水位波动影响；水位小幅变动无法抬升地下水位、造成坡面土体浸水，不存在根系淹水胁迫风险。近岸水生、湿生植物集中分布于库湾浅水区；小时 0.05m 水位降幅变化平缓，不会造成植株快速裸露脱水死亡，水深条件小幅变动对水下光照、适生区间影响极小。消落带植物长期适应一期工程形成的现有水位年内涨落节律，工程仅加快瞬时下降速率，不改变年度淹没、出露总时长，不会改变植物萌发、生长、枯萎物候匹配关系，不会引发群落优势种更替、植被退化，不存在对一期既有消落带植被胁迫的叠加放大效应。

因此，工程运行对保护区陆生珍稀植物、湿生植物、消落带植物群落组成、分布范围及生长繁育条件无显著不利影响，叠加一期背景影响后总体影响可控。

c) 对保护区动物的影响

保护区是兽类、鸟类重要栖息地，分布黑颈长尾雉、中华秋沙鸭、林麝、藏酋猴、水獭等众多珍稀陆生、水栖野生动物，同时栖息两栖、爬行类动物。陆生兽类、林鸟主要活动、栖息、繁殖于正常蓄水位以上山地森林，库区水位波动无法抵达其核心活动区域，觅食、隐蔽、筑巢生境保持稳定。水鸟、涉禽依赖库岸浅滩、消落滩涂觅食休憩；极小幅度瞬时水位下降不会造成滩涂大面积提前出露或淹没，滩涂暴露时长、底栖生物可获取性基本不变，不改变水鸟觅食条件，不会放大一期调度带来的水鸟觅食生境扰动。两栖、爬行类登陆繁育的微生境集中于近岸缓坡地带，水位平缓小幅变动不会导致产卵场地干露或持续淹没；野生动物具备耐受一期既有水位波动的移动适应能力，可耐受本次叠加的该量级水位波动。且机组满发工况持续时间有限，不会形成长期持续性水文胁迫，不会驱动野生动物大范围迁移、

栖息地压缩。

因此，工程运营不会显著改变野生动物栖息、觅食、繁殖生境，叠加一期既有影响后，对保护区动物群落影响微弱。

d) 对水生生物的影响

水体水位小幅缓慢下降不会显著改变库区水体扰动强度、水体交换条件，光照、水温、营养盐环境无明显变化，因此浮游生物群落组成、生物量保持稳定。底栖动物广泛分布于库底及消落带底质；瞬时微小水位降幅不会造成大面积底质快速暴露，底栖动物栖息环境、繁衍周期不受明显扰动，鱼类饵料基础维持一期库区现状。库湾缓水区是鱼类索饵、育幼场所；水位平缓变化不会造成浅水区产卵场快速干涸，鱼卵、仔鱼不存在大面积干露死亡风险；水库正常蓄水位不变，鱼类水平迁移空间不受限制。工程不会改变库区流态大格局，不会引起鱼类种类组成明显变化，不会加剧一期水库化对水生生物群落的胁迫。

因此，工程运营对浮游生物、底栖动物群落结构扰动很小，不会显著影响鱼类栖息繁育生境，叠加一期既有影响后，对保护区水生生物影响较小。

e) 对广西天峨龙滩兽类及鸟类重要栖息地的影响

广西天峨龙滩兽类及鸟类重要栖息地的主要保护对象为中华秋沙鸭、藏酋猴、亚洲黑熊、白鹇等。一期运行条件下，林栖物种主要受库岸人类活动常态影响，中华秋沙鸭受既有日内水位波动扰动。施工期，工程活动集中于已有枢纽工程区，不新增占地、不破坏森林灌丛生境，虽施工噪声与人为活动可能使藏酋猴、亚洲黑熊、白鹇等林栖物种产生短期回避行为，但施工区域非其核心活动区，且施工结束后干扰即消失，对种群无累积性影响；运行期，水位降幅较小，主体生境(森林、灌丛)保持完好，对林栖兽类(藏酋猴、亚洲黑熊、白鹇)几乎无影响，惟中华秋沙鸭可能因浅滩短暂出露受到轻微叠加干扰，但其仍可利用深水区活动，且水质与沿岸植被不变，干扰极为有限。

f) 小结

8、9 号机组扩建工程不改变龙滩水库控制水位，无新增淹没，不直接占用广西龙滩自治区级自然保护区范围。机组满发情景下仅带来库区水位极微小瞬时降幅增量，且该工况持续时间较少。水位波动仅作用于库区水域及近岸消落带，无法显著扰动保护区主体山地森林生境。一期工程已形成水库化及既有调峰水位波动的生态

背景，本工程新增扰动为低频瞬时叠加扰动，不会放大一期既有生态影响。工程运营对保护区生态系统结构与功能、各类植物、陆生野生动物、水生生物均无明显不利影响，叠加一期背景影响后总体影响较弱。

6.4.2 对贵州望谟叉孢苏铁省级自然保护区的影响

龙滩一期蓄水淹没原渡邑保护区 375m 水位以下区域，地方政府已对保护区范围进行调整，将 375-400m 高程及移民安置区域调出保护区，核心生境布置在 375m 高程以上，现有生物已适应一期水位节律。保护地整合优化后，库区涉及本保护区面积约 18.71hm²，核心保护对象为叉孢苏铁及沟谷、山地季雨林生态系统。

8、9 号机组不改变水库正常蓄水位，满发工况小时水位降幅增量 $< 0.05\text{m}$ ，新增扰动属于叠加一期的瞬时微小水文波动。

a)对自然保护区生态系统结构与功能的影响

保护区核心生境分布在 375m 蓄水位以上，新增水位波动不触及核心保护斑块，植被连通性保持稳定，无生境破碎化风险。坡面水文、土壤水分不受库区水位变动影响，水源涵养、物种保育核心功能保持稳定，对生态系统结构功能影响微弱。

b)对保护植物(叉孢苏铁)的影响

叉孢苏铁种群分布高程高于水库正常蓄水位，库区水位涨落局限于 375m 及以下，不会造成苏铁根系淹水或干旱胁迫，对苏铁萌发、开花结实物候无干扰。一期运行下苏铁种群已规避水文扰动，本工程不会新增胁迫，对叉孢苏铁种群无明显不利影响。

c)对保护区动物的影响

兽类、林鸟、爬行类主要栖息在水位波动范围之外；水鸟、两栖类可适应小幅水位变化，浅滩生境没有发生明显改变。不会引发动物大范围迁移、栖息地压缩，对野生动物群落影响较弱。

d)对消落带植物的影响

消落带上下边界、总面积不变，不改变年度淹没-出露周期。仅短时加快水位下降速率，不会造成植物大面积死亡，不引发植被退化，库岸固坡能力稳定。消落带不属于叉孢苏铁适宜生境，不影响主要保护对象，影响总体可控。

小结：保护区核心保护对象叉孢苏铁分布高程高于水库正常蓄水位。扩建工程仅在短时满发工况产生微小水位变动，扰动局限于 375m 高程以下水域，不影响陆生生境。叠加一期历史影响，对保护区生态系统、保护物种、野生动物、消落带植被均影响较弱。

6.4.3 对广西雅长兰科植物国家级自然保护区的影响

雅长兰科保护区设立于龙滩一期投运之后，原生整体位于库区淹没线以上，一期工程对其基本无影响。保护地整合优化后，仅有 0.02hm²边缘地块落在库区淹没线内。8、9 号机组不改变水库蓄水位与调度规则。

a)对结构及功能的影响

施工不在保护区范围内，无占地与生境损毁。运行期短时微小水位波动传导至保护区时进一步衰减，属于增量微弱扰动，不会破坏生态斑块连通性，保护区兰科种质资源保护核心功能不受扰动。

b)对兰科植物的影响

8、9 号机组不抬升水库蓄水位，新增短时微小水位波动传导至保护区边界处已基本衰减。整合优化后涉及的区域位于保护区边缘地带，不是兰科植物的分布区，库区微弱水文变化不会对该区域生境产生影响，更不会对保护区兰科植物种群存活、自然更新造成不利影响，不会放大一期已存在的微弱间接影响。

c)对重点野生动物的影响

本工程施工远离保护区，施工噪声、扬尘、废水等污染物不会扩散至保护区范围；运营期仅库区短时微小水位降幅增加，水位变化幅度极小，难以改变沿岸底栖生物、浮游生物资源量，不会改变保护区野生动物饮水、觅食条件。

保护区内大部分陆生动物活动区域远离库区消落边界，仅 0.02hm²可能受到极微弱水文波动间接作用，影响范围极小，不会造成动物繁殖地、巢穴损毁，不会驱动野生动物种群迁徙或数量下降。

总体来看，龙滩水电站一期工程对本保护区基本无影响，8、9 号机组扩建工程不改变水库运行水位，无新增淹没与生境破坏，增量扰动微弱，叠加一期背景影响后，对保护区结构功能、兰科保护植物、野生动物影响基本可控。

6.4.4 对广西龙滩大峡谷国家森林公园的影响

广西龙滩大峡谷国家森林公园于 2008 年批准建立，彼时龙滩水电站 7 台机组已

全部运行。公园建设时已适配一期水库形成的库区、坝下既有水位波动；一期运行坝下调峰带来日内水位波动，对峡谷河段水体景观、下游湿地鸟类栖息地、湿生植被及水生生物存在阶段性轻微影响，但公园喀斯特峡谷地貌、山地森林主体格局保持稳定。

广西龙滩大峡谷国家森林公园位于龙滩坝址下游约 5km 处，刺猬坪施工营地距离森林公园边界 1.57km，8、9 号机组工程建设不占用森林公园面积，工程施工对森林公园主要景观、生物多样性、功能及结构无影响。工程潜在影响主要集中在运营阶段，运营期坝下水位虽会发生一定波动，该波动为叠加一期坝下既有调峰波动的增量变化，对公园原有景观、湿地鸟类栖息地、湿生植被以及水生生物生长繁育产生轻微阶段性影响，但不会造成公园核心景观消失、生态系统退化等实质性问题。根据工程设计，8、9 号机组工程运营不改变原水库正常蓄水位，9 台机组全部投入运行的频率很低，且建设后满发流量远小于龙滩天然设计洪水流量，也低于历史最大日均出库流量，因此，8、9 号机组运营对森林公园内主要景观、湿地鸟类的栖息地及湿生植被、对水生生物的繁育不会产生明显影响。

工程施工未扰动峡谷喀斯特地貌与岸线岩壁，对喀斯特峡谷景观无不良影响；工程无水位抬升情况，不存在新增森林淹没区域、新增淹没林地及淹没面积，公园山地森林群落结构稳定，森林生物多样性与整体景观价值不受影响；坝下河道水域基底始终保持稳定，水位波动仅会造成水体景观阶段性小幅变化，不会对公园水体景观整体风貌造成显著不利影响。叠加一期工程背景影响，总体影响轻微。

6.4.5 对贵州罗甸蒙江国家湿地公园的影响

贵州罗甸蒙江国家湿地公园位于龙滩库区，库区涉及湿地公园面积 2320.85hm²。一期蓄水后形成库塘-库湾-消落带复合湿地，湿地生物已经适应一期固有的水位年内、日内波动。

8、9 号机组施工不占用湿地公园；一般工况水位无变化。满发工况下小时水位变幅增量 < 0.05m，机组全开满发持续时间少；湿地公园河段水深 20-100m，新增波动远小于现有调度变幅，属于叠加原有节律的微小瞬时扰动。

a) 对湿地生态系统结构与功能的影响

湿地公园以库湾、库汉、开阔库塘、沿岸消落带构成复合湿地生态系统，具备水源涵养、水质净化、生物栖息、水土保持等核心功能。工程不调整水库正常蓄水

位、汛期调度控制线与年度消落总幅度，仅在少数满发工况下小幅加快水位下降速率，不会改变湿地公园年内水位涨落节律、水域总面积、库湾静水/缓流格局。现有水陆交错带、岛屿、浅滩等关键生境空间范围无变化；新增水位降幅属于极微小瞬时波动，不会造成湿地斑块破碎化、连通性下降，不会加剧一期水库化带来的湿地生境胁迫。小幅水位变化不会显著改变水体扰动强度、底质暴露时长，湿地沉降、营养盐滞留能力基本维持现状；不存在大面积底泥快速出露、有机质集中分解诱发水质波动的风险。

因此，9 台机组满发投运后，湿地生态系统结构组分、空间格局、关键生态功能无明显改变，叠加一期背景影响，对湿地生态系统结构与功能影响较弱，不会造成湿地生态系统退化。

b) 对湿地植物的影响

湿地公园分布沉水植物、浮叶植物、挺水植物以及消落带季节性湿生草本、灌丛。沉水、浮叶、挺水植物集中分布于浅水区，小时 0.05m 水位降幅属于缓慢变化，不会造成水生植物根系快速裸露、植株脱水死亡。消落带植物长期适应龙滩库区固有水位波动节律，耐受现有水位涨落周期。瞬时小幅加速下降不会延长消落带裸露时间、不会提前淹没植物生长期，不亦不会引发优势物种更替、植物群落逆向演替，不存在对一期消落带植被胁迫的叠加放大影响。

c) 对鸟类的影响

湿地公园库湾浅滩、消落滩涂是涉禽、游禽觅食、停歇、繁殖重要生境，同时分布各类森林鸟类。水鸟觅食依赖浅水区、低潮出露滩涂。本次新增瞬时水位下降幅度极小，不会造成滩涂大面积出露或淹没，滩涂暴露时长、底栖生物可获取性基本不变。水鸟巢区主要分布于常年水位以上岛屿、库岸高地，或水位变幅内稳定浅滩；极小幅度瞬时水位下降不会引发巢区快速干涸或被淹没，不存在鱼卵、雏鸟受水位骤变威胁的情形。水域面积、岛屿分布不发生改变，游禽栖息水面、林鸟沿岸栖息生境保持稳定；水位缓慢变动不会迫使鸟类大范围迁徙转移。因此，新增机组满发情况下短时间的日内小幅波动不会显著改变鸟类觅食、栖息、繁殖条件，叠加一期背景影响，对湿地公园鸟类群落影响微弱。

d) 对消落带生态的影响

龙滩库区天然形成宽幅消落带，是湿地公园水陆生态交错关键带，兼具水土保持、生物过渡栖息地功能。工程不改变水库正常蓄水位与最低消落控制水位，消落带上下边界、总面积保持现状。消落带生态核心受控于年度尺度淹没一出露周期。本工程仅在少数发电工况小幅加快水位下降速率，不改变全年总淹没时长、消落持续时段，不会改变消落带土壤干湿循环规律。瞬时小幅水位下降不会造成库岸土体快速失稳、大面积塌岸；不存在原有稳定消落带植被因脱水节律突变大面积死亡加剧水土流失的情况，不会加剧一期消落带既有生态压力。因此，消落带空间范围、干湿交替格局、植被与底栖群落不会发生明显变化，工程运营对消落带生态无显著不利影响。

综合电站实际运行特征，机组全开满发持续时间较少，9 台机组满发工况带来的库区水位变化速率增幅小时降幅增量小于 0.05m，波动幅度远小于湿地公园河段水深及现有调度水位变幅。8、9 号机组扩建工程运营期新增水位波动属于叠加在原有水文节律之上的微小瞬时变化，不会改变湿地公园原有水位年内变化格局。

工程运行不会明显扰动湿地生态系统结构与功能，对湿地植物群落、鸟类栖息繁殖、库岸消落带生态均无显著不利影响。综合一期工程形成的湿地生态背景，龙滩水电站 8、9 号机组工程运营对蒙江国家湿地公园湿地生态系统及生物多样性影响较弱。

6.4.6 对蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区的影响

蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区位于龙滩水电站淹没区内。考虑到龙滩水电站蓄水时间早于保护区成立时间且 8、9 号机组对保护区的影响有限，贵州省农业农村厅在组织有关专家赴龙滩水电站 8、9 号机组建设工程现场进行踏勘，听取了工程情况汇报，并审阅了相关资料后。在《省农业农村厅关于对龙滩水电站 8、9 号机组建设工程有关意见的函》中提出：“新增的 8、9 号机组无土建工程，项目建设不占用蒙江坝王河国家级水产种质资源保护区，不新增保护区淹没面积，不改变龙滩水库总体运行调度方式，不损害保护区功能，原则同意可不另开展专题论证工作。”因此，本报告不另单独开展保护区专题论证工作，分析工程对保护区的影响如下：

a) 对保护区水生生境的影响

根据水文情势预测结果，龙滩坝上各断面日内最高水位和最低水位基本不变。极端满发工况下各敏感断面日内最高水位增幅不超过 0.08m，日内最低水位降幅不超过 0.28m，水位日变幅最大增加约 0.30m，每小时水位变化速率增幅小于 0.05m/h，流速变化较小。库区各生态敏感区所在河段水文情势无明显变化，库尾河段水位变幅较坝前增加，库尾以上流水河段基本不受影响，日内水位波动不变但波动幅度小幅增加。受影响较为明显的为库区北盘江河段；库区库尾河段受影响则明显较小，相较于库区库尾河段 20~100m 的水深，水位变幅和水位变化速度的增加影响很小。区域内各断面流速在工程建设前后均较小，基本不发生变化。

此外，保护区所在蒙江、坝王河分别建有上立亭水电站和八各大坝，受拦河建筑物影响，上立亭水电站和八各大坝以上河段水文情势基本不受龙滩库区水文情势变化影响，受影响河段仅上立亭水电站以下蒙江局部河段在丰水期库区位于低水位时为流水生境，工程建设基本不会对该流水生境河段水文情势发生影响，且日内最低水位降低有利于增加流水河段长度。

b) 对保护区主要保护对象的影响

保护主要保护对象为斑鳢，其他保护对象包括南方白甲鱼、多耙光唇鱼、大鳞细齿塘鳢等。这些鱼类均为在流水生境中产卵的鱼类。龙滩水电站 8、9 号机组建设投产后，一般情况下工程调度与建设运行前不会发生较大变化，仅在 9 台机组全部运行情况下与工程建设前 7 台机组全部运行会产生变化。根据典型断面预测结果，保护区各断面在日内满发工况下，保护区内各断面日内水位变幅较 8、9 号机组建设前有所增加，丰水期增加 0~0.10m，枯水期增加 0.17~0.19m，水位变化频率会发生改变，但流速和水位最大变化速率基本不变。在 4~6 月，成熟的斑鳢雌鱼喜在岩洞中或岩石丛中产粘性卵，该期间内工程满发频率相对较小，且斑鳢的栖息地需要满足水深不低于 0.4m，平均流速不低于 0.3m/s 的要求，工程运行造成位于坝上的保护区流速变化很小，因此工程运行不会对保护区主要保护对象斑鳢造成明显影响。对斑鳢的影响主要来自部分时段水位频繁变化对斑鳢栖息空间的影响。保护区内斑鳢主要分别在蒙江上立亭水电站以上、坝王河八各大坝以上核心区河段，以上河段水文情势基本不受龙滩库区水文情势变化影响，总体来说，工程运行对保护区主要保护对象影响较小。

c) 对保护区结构和功能的影响

工程不占用保护区，对保护区的结构没有影响。保护区内各断面日内水位变幅较 8、9 号机组建设前有所增加，丰水期增加 0~0.10m，枯水期增加 0.17~0.19m，水位变化频率会发生改变，但流速和水位最大变化速率基本不变。

保护区所在蒙江、坝王河分别建有上立亭水电站和八峇大坝，受拦河建筑物影响，上立亭水电站和八峇大坝坝上河段水文情势基本不受库区水文情势变化影响，受影响河段仅上立亭水电站以下蒙江局部河段在丰水期库区位于低水位时为流水生境，工程建设基本不会对该流水生境河段水文情势发生影响，且运行后日内最低水位降低有利于增加流水河段长度，对斑鳢和保护区其他保护对象南方白甲鱼、多耙光唇鱼等在流水中栖息的鱼类有利。在鱼类主要繁殖期内满发频率较低，且工程运行造成的流速变化很小，因此工程运行不会对保护区作为鱼类栖息和产卵场所的功能造成明显影响。

d) 库区水华风险对保护区的影响

根据龙滩水电站验收阶段的调查结果显示，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)，南盘江库尾、南北盘江汇合口、库中、坝前、坝下等 5 个断面仍属于中营养状态。龙滩水电站自首台机组发电至今已经超过十年。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，库区的网箱养殖区已经得到有效和科学管理，龙滩库区的水质将在很长时间维持在现有状态。库区发生水华从而影响保护区的风险相对较低。

6.5 大气环境影响预测与评价

6.5.1 施工粉尘影响

由工程分析可知：施工过程对大气环境质量的不利影响主要源自土方开挖以及运输车辆运输时产生的扬尘等，均为无组织排放。

施工扬尘的产生量与作业强度及气候条件有密切关系，在静风情况下污染源产

生量会比起风时小，主要对现场的施工人员产生不利影响，其造成的污染影响是局部和短期的，施工结束后就会消失。施工扬尘扩散到附近空气中，会增加空气中 TSP 的含量。在不采取洒水措施的情况下，扬尘影响较大，一般影响范围为 40m，最大影响范围为 100m。按照工程总体布局情况，筒高、拉重居民点与工程施工区距离超过 100m，且有山体阻隔受到工程施工影响相对较小。

6.5.2 交通扬尘影响

施工期施工交通的路面结构形式主要为混凝土路面和泥结石路面，交通运输产生的扬尘量较小，运输过程中产生的扬尘也较少。在采取路面洒水降尘、控制车速等措施后，能大大降低扬尘的产生量。根据类似工程调查，在道路不洒水的情况下，交通扬尘影响范围一般在 50m 左右，采取了洒水降尘措施后，影响范围可控制在 20m 以内。而且，交通运输扬尘量与车速和载重程度也有关系，同样的路面清洁条件下，车速越快、载重量越大，产生的扬尘量也越大，因此在经过敏感点时应减速慢行。总体而言，施工交通运输对筒高和拉重居民点的环境空气质量影响较小。施工运输过程中，通过加强对汽车运输物料的管理，采取必要的覆盖措施，防止物料洒落扬起灰尘，可进一步减缓影响。

6.6 声环境影响预测与评价

根据工程施工规划及现场调查，预测受施工噪声影响的敏感目标主要包括施工区及周围的筒高和拉重等居民点，噪声源主要有施工开挖、填筑和车辆运输等。

a) 预测模式选择

1) 施工噪声

根据施工组织布置，确定本工程施工中产生的噪声源分布和强度，结合地形条件和障碍物以及污染源与敏感点的相对位置，采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)中推荐的无指向性点源几何发散衰减模式，根据各噪声源位置考虑山谷反射、空气吸收、地面与遮挡物附加衰减效应。

$$L_A(r) = L_A(r_0) + \Delta L_r - 20 \lg(r/r_0) - a(r-r_0)/100 - \Delta L$$

式中： $L_A(r)$ —距声源 r 处的 A 声级(dB)；

$L_A(r_0)$ —参考位置 r_0 处的 A 声级(dB)；

ΔL_r —山谷反射叠加值, 取 0dB。

r —距点声源的距离(m);

r_0 —参考位置距点声源的距离(m);

a —每 100m 空气吸收系数(dB), 取 1dB;

ΔL —地面附加衰减效应。

2) 交通噪声

采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)推荐的公路交通运输噪声预测模式:

$$Leq(h)_i = (\overline{L_{0E}})_i + 10 \lg \left[\frac{N^2}{V_i T} \right] + 10 \lg \left[\frac{7.5}{r} \right] + 10 \lg \left[\frac{\Psi_1 + \Psi_2}{\pi} \right] + \Delta L - 16$$

式中: $Leq(h)_i$ —第*i*类车的小时等效声级, dB(A);

$(\overline{L_{0E}})_i$ —第*i*类车的速度为 V_i , km/h; 水平距离为 7.5m 的能量平均 A 声级, dB(A);

N_i —昼间, 夜间通过某测试点的第*i*类车平均小时车流量;

r —从车道中心到预测点的距离, m;

V_i —第*i*类车的平均车速, km/h;

T —计算等效声级的时间, 1h;

Ψ_1 、 Ψ_2 —预测点到有线长路段两端的张角, 弧度;

ΔL —由其他因素引起的修正量, dB(A); 按下式计算:

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_{\text{坡度}} + \Delta L_{\text{路面}}$$

$$\Delta L_2 = A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{bar}} + A_{\text{misc}}$$

式中: ΔL_1 —线路因素引起的修正量, dB(A);

$\Delta L_{\text{坡度}}$ —公路纵坡修正量, dB(A);

$\Delta L_{\text{路面}}$ —公路路面材料引起的修正量, dB(A);

ΔL_2 —声波传播途径引起的衰减量, dB(A);

ΔL_3 —由反射等引起的修正量, dB(A)。

3) 综合叠加预测模式

对点声源和线声源的噪声贡献值、噪声背景值进行叠加，计算公式如下：

$$L_{Aeq} = 10 \times \lg \left[\sum_{i=1}^n 10^{0.1 \times L_i} + 10^{0.1 \times L_0} \right]$$

式中： L_{Aeq} — 叠加后的综合值；

L_i — 各类噪声影响贡献值；

L_0 — 噪声背景值。

b) 预测结果

1) 施工噪声

根据噪声来源、分布及污染源与敏感点的位置关系，预测确定本工程对环境敏感目标噪声影响较大的点声源位于鱼类增殖站施工，预测结果见表 6.6-1。

表 6.6-1 点源噪声影响范围表

单位：dB

声源	测点声源距离m	源强A声级dB	离声源不同距离的噪声预测值(dB)					
			50m	100m	150m	200m	250m	300m
潜孔钻	1.0	95.0	59.9	51.8	47.69	44.92	42.82	41.14
挖掘机	5.0	86.0	64.88	56.78	52.67	49.9	47.8	46.12
装载机	5.0	96.0	66.92	58.82	54.71	51.94	49.84	48.16
风钻	1.0	103.0	67.9	59.8	55.69	52.92	50.82	49.14
推土机	5.0	86.0	64.88	56.78	52.67	49.9	47.8	46.12

2) 交通噪声

根据交通噪声预测模式，结合工程材料、设备及场内运输情况，在不考虑地形变化、植物屏障等情况下，施工期交通噪声预测值见表 6.6-2。

表 6.6-2 交通噪声预测结果

单位：dB

类别	时间段	高峰车流量辆/h	距中心线不同距离处交通噪声预测值dB									达标距离m
			10m	15m	30m	50m	100m	150m	200m	300m	400m	
场内道路	昼间	30	62.7	58.2	54.9	50.4	47.7	45.9	43.6	40.4	37.7	25
	夜间	20	55.1	50.7	47.3	42.7	40.1	38.2	36.8	34.4	32.1	45

c) 结果分析

1) 施工噪声

拉重、筒高居民点距离施工区主要在 500m~700m 范围内，施工区开挖带来的设备运行噪声具有持续时间长的特点，从预测结果来看，最近居民点距离最近施工区约 500m，开挖设备运行最大噪声值小于 50dB。可见，施工期间，施工区附近筒高、拉重部分居民点昼夜间声环境质量不会超过《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1 类标准要求，施工活动对其产生影响很小。

2) 交通噪声

场内已建 1 号道路边界距离筒高和拉重居民点最近在 300m~500m 范围内，从预测结果来看，施工车辆运输产生的交通噪声在 300m 处昼间噪声值为 40.4dB，夜间噪声值为 34.4dB，满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1 类标准要求，施工车辆运输对两处居民点影响较小。交通噪声贡献值叠加筒高和拉重居民点现状背景值后，预测值满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1 类标准要求。

表 6.6-3 交通噪声对村庄影响计算叠加结果表

单位：dB

环境保护对象	距离 m	现状值		贡献值		预测值		标准值		超标值	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
筒高	448	45.1	40.5	35.3	30.4	45.53	40.9	55	45	0	0
拉重	389	45.7	41.1	37.7	32.1	46.34	40.65	55	45	0	0

6.7 其他环境影响评价

6.7.1 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。因此，必须加强施工区，尤其是生活区的环境卫生保护工作，对饮用水源加强保护，饮用水及时净化、消毒，同时防止垃圾、废弃物、污水随意排放，在生活区注意灭蚊、灭蝇、灭鼠工作，避免蚊蝇、鼠滋生。

施工中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，为最大程度降低发病概率，尤其应在施工人员进场前进行健

康调查和预防检疫的抽检工作。

施工中还会存在施工人员意外受伤和营养缺乏的可能。为此，应加强施工安全知识和意识的培训和教育，落实预防保护性措施，严格施工程序，加强监控、监理；保证施工后勤保障条件和伙食供应，注重饮食营养；同时，应建立卫生防疫所，防病治病。

6.7.2 固体废物影响分析

龙滩水电站建设期间，本工程主体工程土建部分已完成，分层取水设施和过鱼设施建设开挖土石方均回填至龙滩水电站鱼类增殖站建设区，因此不产生施工弃渣。工程涉及的少量混凝土拆除弃渣，外运至当地垃圾场处理，不设弃渣场。

本工程施工和运行期间固体废物主要为生活垃圾和危险废物、建筑垃圾。

6.7.2.1 生活垃圾

本工程施工期生活垃圾产生总量约 142.35t；运行期生活垃圾年产生量约 10.95t。生活垃圾若任意堆放，不仅污染空气，还可能造成蚊蝇孳生、鼠类大量繁殖，加大各种疾病的传播机会。生活垃圾的各种有机污染物和病菌随径流或其他条件一旦进入河流水体，将增加水体中污染物浓度，污染附近水体，对生态环境和人群健康产生不利影响。生活垃圾经收集后利用电厂现有的垃圾处理系统处理，可避免对工程区生态环境造成明显影响。

6.7.2.2 危险废物

a) 施工期

工程施工期产生的危险废物主要为车辆、施工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。废油用专门的容器储存，并做好标记，同电站原有危废一同委托有危废处理资质的单位进行处置，不会对周围环境产生影响。同时，修配场地内需制定相关废油管理规定，加强废油的管理，杜绝乱排乱放而造成的环境污染。

b) 运行期

本项目主变布置于地下主变洞内，正常情况下无油污产生，仅当主变发生事故漏油时，会产生溢油。在事故失控情况下，泄漏的变压器油流经变压器下方的集油池，经事故排油管排入事故油池，废变压器油属于危险废物，编号为HW08(废矿物

油与含矿物油废物), 废物代码为 900-220-08, 危险特性为毒性、易燃性(T, I)。事故油池收集后的油品优先考虑回收利用, 不能回用部分应委托有资质单位进行安全处置。

运行期发电机组更换下来的少量废透平油、废变压器油、使用后沾染油污的隔油毡及棉布均属于危险废物, 需存放在厂房临时危废贮存间, 后统一交由有资质单位处理。

危险废物经收集并专门处理后, 不会对周围环境造成很大影响。

6.7.2.3 建筑垃圾

建筑垃圾主要是临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块等。这些建筑垃圾的来源主要是场平和其它施工现场。建筑垃圾除部分回收利用外, 其它如不善处置, 会对周围环境产生环境污染。

施工辅助企业生产过程中产生一定数量的废弃物, 如报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材等。这些废弃物若露天堆放锈蚀、腐烂后不仅造成物资财产的损失, 也会对周围土壤、水体等造成污染, 故应加强管理、及时回收利用。

7 环境保护措施及其可行性分析

7.1 地表水环境保护措施

7.1.1 水质保护措施

7.1.1.1 施工期水质保护措施

a) 含油废水处理措施

1) 处理规模与系统布置

水电工程含油废水来自施工区油污染，施工区机械设备与运输车辆在运行、维修过程中产生的滴漏以及停放、维修场地的清洗产生油污。本工程含油废水主要来源于机械修配站，施工区的产生量为 $20\text{m}^3/\text{d}$ ，处理系统布置在机电设备加工厂内，含油废水经处理后应达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中车辆冲洗用水标准，即 $\text{NTU} \leq 5\text{mg/L}$ ，处理后的废水用于修配系统场地冲洗。

2) 方案比选

方案 1：采用气浮除油法。废水用压缩空气加压到 $0.34\text{ MPa} \sim 4.8\text{ MPa}$ ，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，隔油池构筑示意图 7.1.1-1。污水在小型隔油池内由浮子撇油器排出废油，废水再经焦炭过滤器进一步除油。该方案处理效果好，构造简单，造价低，比较实用。

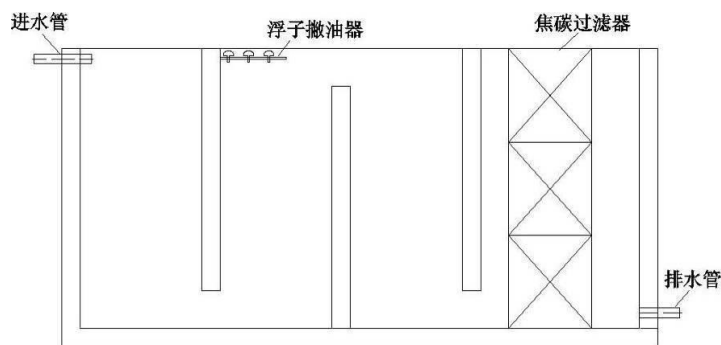


图 7.1.1-1 小型隔油池

方案 3：采用成套设备。一般处理效果好，但是设备投资大，维修保养要求高。

方案 4：采用沉淀法，具体工艺流程见图 7.1.1-2，虽然处理效果比较好，但是其占地施工面积较大。



图 7.1.1-2 隔油—沉淀法

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；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。

3) 推荐方案工艺流程设计

本工程施工区修配系统含油废水采用隔油池处理。通过在隔油池内设置隔板，污水在小型隔油池内进行油水分离，出水达标排放。隔油池每运行 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。该方法处理效果好，构造简单，造价低，比较实用。工艺流程见图 7.1.1-3。

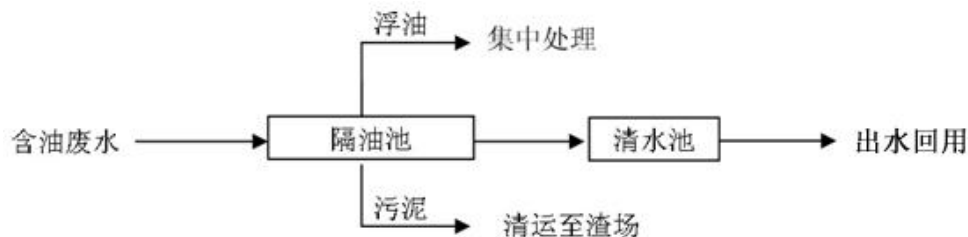


图 7.1.1-3 含油废水处理设计流程

含油废水主要来自机械维修冲洗，其排放量与每次软管冲洗 2 辆汽车产生量相当，因此隔油池可参考建设部《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。单个隔油池处理系统(包含清水池)占地面积约 18m²。隔油池尺寸：4m×1.2m×3m；清水池尺寸：4m×4m×2.5m。隔油池占地面积很小，可直接布置在各加工厂内。含油废水处理系统主要构筑物及设备见表 7.1.1-1、主要工程量见表 7.1.1-2。

表 7.1.1-1 含油废水处理主要构筑物及设备表

序号	主要构筑物或设备	数 量	尺寸/型号	备 注
1	隔油池	1 套	4m×1.2m×3m	砖混
2	清水池	1 座	4m×4m×2.5m	砖混
3	清水泵	2 台		

表 7.1.1-2 含油废水处理主要工程量表

序号	项 目	单位	数量	备注
1	土方开挖	m ³	80	
2	土石方回填	m ³	30	
3	混凝土	m ³	4.5	
4	浆砌石	m ³	2	
5	钢筋	t	0.6	
6	块砖	千块	1.2	
7	污水管道	m	200	
8	水管	m	400	

4) 处理效果分析

本处理系统主要设备为小型隔油池，基建量小，连接好管道即可运行，运行时利用高差，设备进水、出水、放油均为自动完成，且设备基本不需要人员管理，一般只需一人兼管即可。含油废水量少，经处理后也可作为洗车用水。

b) 生活污水处理措施

1) 处理规模

施工生活污水主要来自洗涤、浴室与食堂排水，生活用水量大，污水中各项指

标较城市生活污水指标低。根据施工规划，高峰期生活污水排放量约为 $31.2\text{m}^3/\text{d}$ 。生活污水经处理后应达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准要求，即 $\text{BOD}_5 \leq 20\text{mg/L}$ 、 $\text{COD} \leq 60\text{mg/L}$ 、石油类 $\leq 5\text{mg/L}$ ，处理后的废(污)水应回用于系统冲洗、场地降尘、绿化。

2) 方案比选

方案 1：采用化粪池，施工期生活污水经过化粪池初步处理后排放。

方案 2：采用一体化生活污水处理设备。

方案 3：二级生化处理工艺

方案 1 中的化粪池的造价低、运行费低，但处理效果差。方案 3 的二级生化处理工艺造价低、运行费用低，但处理效果不佳。一体化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，能重复使用。推荐方案 2 作为本工程施工作业生活区的污水处理方案。

3) 推荐方案工艺流程设计

本工程选择的一体化污水处理设备为钢板模块式污水处理设备，处理流程见图 7.1.1-4。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，二沉池为两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。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。

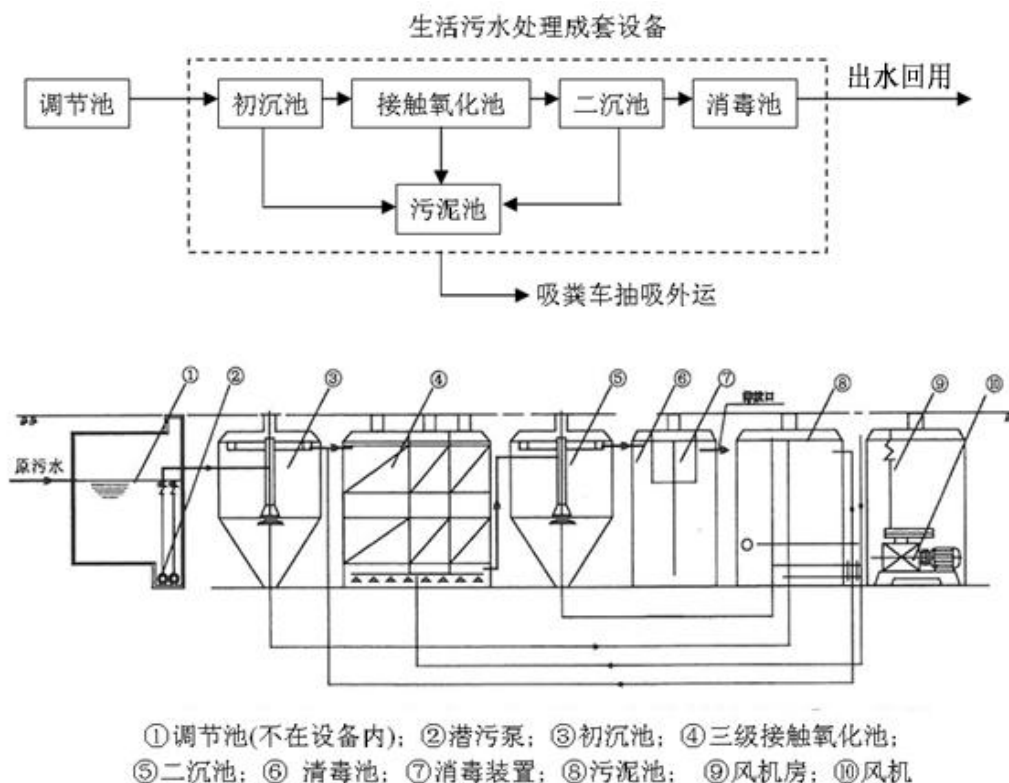


图 7.1.1-4 生活污水处理流程图

4) 处理工艺设计

施工区各营地生活污水处理根据处理规模进行设备选型，此外需在一体化设备前布置一调节池，各一体化设备选型及调节池设计尺寸见表 7.1.1-3。由于本工艺占地面积较小，单个处理系统占地面积约 200m²~300m²，各生活营地污水处理系统可布置在各营地场内。

表 7.1.1-3 施工区生活污水处理主要构筑物尺寸及设备表

施工营地	构筑物/设备	数量	尺寸/型号	备注
刺猬坪施工营地	调节池	1 个	4m×4m×4m	钢混
	一体化生活污水处理设备	1 套	WSZ-A10	
	清水池	1 个	5m×4m×4m	钢混

表 7.1.1-4 施工区生活污水处理主要工程量一览表

序号	项 目	单位	数量	备注
1	土方开挖	m ³	420	
2	土石方回填	m ³	290	

表 7.1.1-4(续)

序号	项 目	单位	数量	备注
3	混凝土	m ³	56	
4	浆砌石	m ³	26	
5	钢筋	t	2	
6	块砖	千块	48	
7	污水管	m	420	
8	水管	m	900	

5) 成套设备管理要求

安装完毕后必须把设备存满水，试水各管口必须不渗漏，把两只二沉池潜水槽调整在同一水平线上，进一步检查确认无不妥后，即可用土填入设备四周间隙中，并整平地面。设备必须建立一套定期保养制度，尤其是易损部件风机与水泵，如：进入污水，必须清理，更换机油后方能使用；风机启动前必须注意空气闸门是否打开。污水泵按额定流量把污水抽入设备内，启动风机进行曝气，每天观察接触池内填料情况。风机每运行 10000h 保养一次，水泵每运行 5000h~8000h 保养一次。

6) 运行效果及处理效果分析

采用成套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，各处生活污水经处理后尽可能回用于施工区绿化浇灌、场地洒水抑尘。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。

c) “以新带老”水环境保护措施

本项目实施“以新带老”措施涉及的动土施工主要为建设过鱼设施、分层取水设施、鱼类栖息地保护等措施。上述措施所带来的水质污染源主要来自砂石加工系统运行产生的生产废水、混凝土拌和楼清理产生的冲洗废水、机械修理等施工过程中产生的含油废水以及施工人员产生的生活污水，需对产生施工废污水进行处理。

1) 砂石加工系统废水

采用高效浓缩混凝沉淀法。废水首先通过深锥高效浓缩机或旋流器进行预处理，预处理出水进入混凝絮凝反应箱和澄清池中加入凝聚剂进行沉淀，由于混凝药剂的添加，使得直径小于 0.035mm 的悬浮物得以快速去除。

2) 混凝土系统冲洗废水

采用“沉砂+初沉+絮凝沉淀”处理工艺。混凝土拌合系统废水先进入沉砂池，去除废水中的砂石料，之后自流进入初沉池去除大颗粒悬浮物，表层废水通过泵提升经静态混合器投加絮凝剂后进入沉淀池，在沉淀池固液分离后进入清水池，清水池添加草酸中和满足后续回用，清理的污泥运至临时堆存场统一处理。

3) 含油废水处理

施工区修配系统含油废水采用隔油池处理。通过在隔油池内设置隔板，污水在小型隔油池内进行油水分离，出水达标排放。隔油池每运行 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。

4) 生活污水处理

选择钢板模块式污水处理设备处理生活污水。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。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。

7.1.1.2 运行期水质保护措施

a) 生活污水处理

本项目营运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 3.6m³/d。生活污水经龙滩水电站管理区现有的污水处理设备处理。

b) 厂区含油废水处理

本工程运行期含油废水依托电站现有的废水处理系统，利用厂房内设置油污收

集池、油污分离器等废油收集设施，及时对发电机组和检修机油泄漏进行处理和收集，防止泄漏机油进入下游水体。油污处理收集后交有危废处理能力和资质的单位进行处理。

c) 坝前漂浮物处理

库周植被覆盖率高，洪水挟带的漂浮物堆积在大坝坝前，若不及时清理，不仅会影响电站发电，还会影响水面景观效果。坝前漂浮物处理依托电站现有的处理体系，定期组织人员对堆积到一定程度的漂浮物进行打捞清理。清理出的漂浮物采取综合处理的方式；不可利用的漂浮物，集中由地方环卫部门外运处理。

7.1.2 分层取水措施

7.1.2.1 分层取水设施功能定位

a) 建设必要性

《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》(环发[2014]65 号) 规定：“(二) 充分论证水库下泄低温水影响，落实下泄低温水减缓措施。对具有多年调节、年调节的水库和水温分层现象明显的季调节性能水库，若坝下河段存在对水温变化敏感的重要生态保护目标时，工程应采取分层取水减缓措施；对具有季调节性能以下的水库，应根据水库水温垂向分布和下游水温变化敏感目标，充分论证下泄水温变化对敏感目标的影响，如存在重大影响，应采取分层取水减缓措施。”《水电建设项目环境影响评价文件审批原则(试行)》规定：“存在下泄低温水、气体过饱和并带来不利生态环境影响的，应提出分层取水、优化泄洪工程形式或调度方式、管理等措施。”《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018) 规定：“对于建设项目引起的水温变化可能对农业、渔业生产或鱼类繁殖与生长等产生不利影响，应提出水温影响减缓措施。对产生低温水影响的建设项目，对其取水与泄水建筑物的工程方案提出环保优化建议，可采取分层取水设施、合理利用水库洪水调度运行方式等。”《环境影响评价技术导则 水利水电》(HJ/T 88-2003) 要求：“下泄水温影响下游农业生产和鱼类繁殖、生长，应提出水温恢复措施。”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)意见认为：“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。……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……进一步采取有效措施减缓综合利用

带来的不良环境影响。”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)会议纪要要求：“……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……”

根据龙滩水库水温实测结果，水库水温结构为分层型，4 月~9 月出现低温水下泄，最大降幅达 4.3℃(5 月)。水库下游河段分布有六排大桥产卵场和花鳢、斑鳢、唇鲮、巨修仁鲃等保护鱼类，受到低温水下泄影响；根据上述规章、政策、审查意见、会议纪要要求应当实施龙滩水电站低温水减缓措施研究。

b) 下泄水温敏感保护对象

依据鱼类对水温的适应范围、最适生长温度以及耐受极限来划分，龙滩水电站坝下至岩滩库区的鱼类主要分为热带鱼类(适宜栖息温度范围约 20~35℃)主要有斑鳢、鲮、卷口鱼等；温水性鱼类(适宜栖息温度范围约 15~30℃)主要有巴马拟缨鱼、暗色唇鲮、稀有白甲鱼、巨修仁鲃、鲤、三角鲤、唇鲮、海南拟鲮、卷口鱼、四须盘鮡、东方墨头鱼、鲮、倒刺鲃、麦穗鱼。根据 5.3.3.5 章节分析结果，龙滩坝下的温水性鱼类天然状态下在 3 月中下旬可以达到 19℃，现阶段在 5 月上旬才能达到 19℃。热带鱼类天然状态下在 4 月中下旬可以达到 22℃，现阶段在 6 月中下旬才能达到 22℃，坝下鱼类主要繁殖期相较天然状态推迟 1~2 个月。总体来说，斑鳢、鲮、卷口鱼等热带鱼类受龙滩一期工程低温水的影响要大于温水性鱼类。

初步确定龙滩水电站下泄水温敏感保护对象为斑鳢、鲮、卷口鱼等热带鱼类，和斑鳢、巴马拟缨鱼、暗色唇鲮、稀有白甲鱼和巨修仁鲃在龙滩坝下至岩滩库尾分布的重要鱼类物种。

c) 下泄水温目标需求分析

根据现状调查结果，龙滩坝下的重要物种主要有花鳢、斑鳢、暗色唇鲮、巨修仁鲃、巴马拟缨鱼、稀有白甲鱼等，重要物种的种类没有发生明显变化。各阶段的主要优势鱼类有鲤、三角鲤、唇鲮、四须盘鮡、鲮、东方墨头鱼、鲮、倒刺鲃、麦穗鱼、子陵吻虾虎鱼等。其中花鳢不在龙滩坝下繁殖，巨修仁鲃的繁殖水温研究很少。其他鱼类在养殖条件下除唇鲮和暗色唇鲮等少数以外，龙滩水电站坝下主要鱼类繁殖期多在 4~7 月。

根据表 7.1.2-1 养殖条件下龙滩坝下至岩滩库区重要物种鱼类繁殖水温需求情况，龙滩水电站下泄水温改善目标为尽早提高下泄水温至龙滩水电站坝下温水性鱼

类适宜繁殖起始水温约 19℃，热带鱼类适宜繁殖起始水温约 22℃，保护龙滩坝下至岩滩库区鱼类繁殖生境。

表 7.1.2-1 养殖条件下龙滩坝下至岩滩库区重要物种鱼类繁殖水温需求情况表

类别	种类	主要繁殖月份	适宜产卵水温
重要物种	斑鳢☆	4~6 月	25~28℃
	巴马拟缨鱼☆	4~8 月	22~25℃
	暗色唇鲮☆	2~5 月	20~25℃
	稀有白甲鱼☆	4~6 月	18~28℃
	巨修仁鲃☆	——	——
优势鱼类	鲤	4~7 月	>15℃
	三角鲤	4~7 月	20~28℃
	唇鲮☆	2~5 月	20~25℃
	海南拟鲮☆	4~8 月	——
	卷口鱼☆	4~9 月	25~28℃
	四须盘鮡☆	4~6 月	22~24℃
	鲮☆	4~7 月	22~29℃
	东方墨头鱼☆	7~8 月	18~21℃
	鲮	4~8 月	≥18℃
	倒刺鲃☆	4~6 月	20~28℃
	麦穗鱼	4~7 月	13~27℃
	子陵吻虾虎鱼	4~7 月	≥18℃

注释：☆表示热带鱼类(热带、亚热带暖水鱼类)

7.1.2.2 技术路线及研究方法

a) 技术路线

通过立面二维全库水动力水温模型以及坝前三公里区域三维水动力水温模型的模拟计算，分析低温水减缓措施的水温改善效果及流场、荷载、行洪安全等情况，经复核计算后比选确定最终方案。

b) 研究方法

采用宽度平均立面二维水动力水温模型和三维水动力模型对龙滩电站各分层取

水措施的水温改善效果、荷载受力及行洪安全进行模拟分析研究，综合考虑水温改善效果，措施安全稳定性等多方面因素比选出最终方案。模型建立过程详细内容见 6.1.3 节。

7.1.2.3 分层取水措施初拟比选方案

具有高坝大库的大中型水电工程，其库容大、库水深，使原有天然河道水温在时空分布上发生一定程度的改变，库内水温一般形成垂直分布，表面温度高，底部温度低。而引水发电系统进水口则一般采用深孔取水，因此在某些时段下泄水温较原天然河道水温低，对下游生态环境造成一定程度的不利影响。水利水电工程通过设置分层取水措施，控制电站取水高程，解决下泄低温水问题。

目前，传统分层取水措施有多层取水口、叠梁门、前置挡墙等多种方案，其中叠梁门已应用于光照、溪洛渡、糯扎渡等水电站，前置挡墙已应用于董箐水电站。隔水幕墙目前已应用于三板溪水电站，与传统工艺相比，隔水幕墙拥有造价低廉、几乎没有发电水头损失、运行灵活、可水下施工等优点。

表 7.1.2-2 国内水电站分层取水措施情况表

序号	水电站名称	所在河流	引用流量 (m ³ /s)	分层取水型式	淹没水深 (m)
1	滩坑	小溪	3×213	叠梁门、岸塔式	>15
2	光照	北盘江	4×216.5	叠梁门、塔式	>15
3	江坪河	淩水	2×166.1	叠梁门、岸塔式	>15
4	锦屏一级	雅砻江	6×337.4	叠梁门、岸塔式	>20
5	糯扎渡	澜沧江	9×393	叠梁门、岸塔式	>29
6	溪洛渡	金沙江	18×423.8	叠梁门、岸塔式	>20
7	双江口	大渡河	4×272.5	叠梁门、岸塔式	>17
8	白鹤滩	金沙江	16×547.8	叠梁门、岸塔式	>25
9	董箐	北盘江	4×233.6	前置挡墙	—
10	三板溪	清水江		隔水幕墙	—
11	黄登	澜沧江	4×409	叠梁门、岸塔式	>29
12	如美	澜沧江	4×296.7	翻板门、岸塔式	>18

根据《水电站分层取水进水口设计规范》(NB/T 35053-2015)规定，水电站分层取水进水口的设计应做到安全可靠、技术可行、经济合理，实现下泄水温调控目

标。分层取水进水口应使水力条件良好，流态平顺，水头损失小。并应采用合理的结构形式，改善受力条件，确保结构稳定安全，降低施工难度，节省工程投资。

a) 传统分层取水措施

1) 叠梁门方案

叠梁门式进水口是通过在进水口前端设置叠梁门，控制取水高程，以达到分层取水的目的。叠梁门一般是平板钢闸结构，也可使用混凝土结构。叠梁门可以根据实际情况取不同高程水体的水，水温改善效果较好，如图 7.1.2-3。但传统叠梁门的运行调度较为复杂，需要静水启闭，影响电站正常发电运行，针对这些缺陷，现有的一些工程项目如乌东德、白鹤滩等项目的叠梁门已经开始了自动化研究和实践。

目前对叠梁门方案研究较多，研究通过数值模拟的方法对比了多种分层取水措施对下泄水温的调节效果及其生态环境的影响，结果表明叠梁门结构对出库低温水的改善效果优于多层取水口结构，且在相同工况下，叠梁门取水口下泄水温大于浮式管型和多层孔型取水口下泄水温。

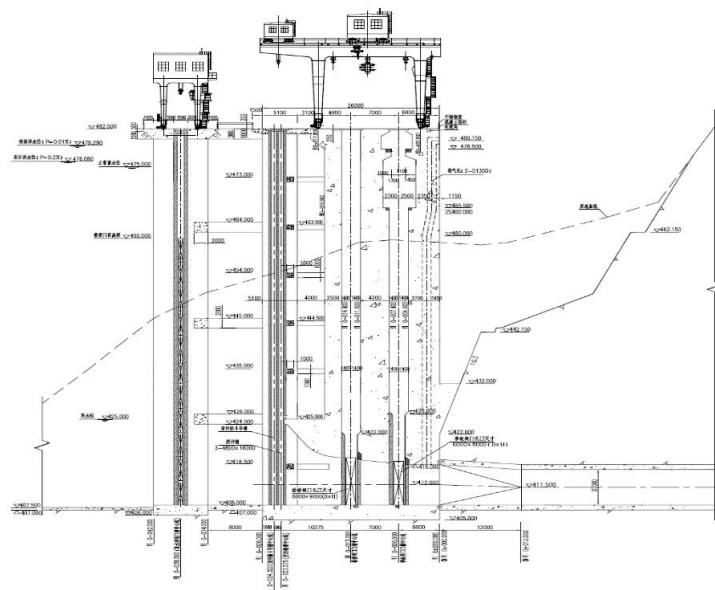


图 7.1.2-1 叠梁门示意图

叠梁门在国内大中型工程中有大量应用，包括滩坑、光照、锦屏一级、糯扎渡、江坪河、溪洛渡、白鹤滩、双江口等，这些工程的分层取水方式研究涉及了工程布置、结构设计、水力学计算、水工模型试验等内容，并逐步积累了一定的经验。糯扎渡水电站进水口叠梁门挡水高度分为 4 档，取水底高程分别为 774.0m、761.6m、748.7m、736.0m，分别应对不同的水位高程；经过对典型年的不同月份的

下泄水温统计发现，相比天然泄水，使用叠梁门分层取水方案在春夏季能有效地提高下泄水温，4 月、5 月、6 月、7 月、8 月的月平均下泄水温分别提高了 3.2℃、3.2℃、3.5℃、5.3℃、3.8℃，取得了较好的效果。溪洛渡水电站进水口叠梁门高度为 12 层，经过调度优化，在 2 月~5 月采用叠梁门分层取水，月平均的下泄水温相比天然泄水分别高约 3℃、0.5℃、1℃、3℃，总体来说有较好的效果。

2) 前置挡墙方案

前置挡墙是在进水口前方修建一堵用于挡住底层低温水的墙，达到取表层高温水减缓下泄低温水不利影响的目的。前置挡墙在施工上是以土建施工为主，施工专业单一、结构体型简单、施工工作面无干扰，施工条件良好，相应施工投资较少，如图 7.1.2-5。

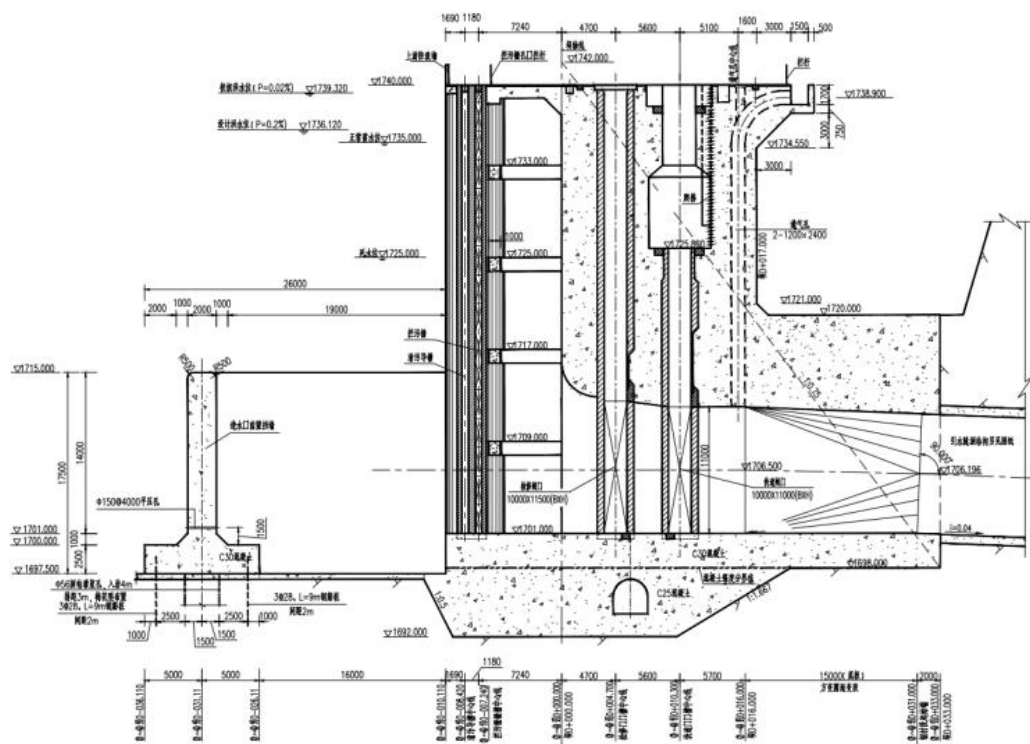


图 7.1.2-2 前置挡墙示意图

国内前置挡墙分层取水措施典型工程为董箐水库，其位于贵州北盘江下游贞丰县与镇宁县交界处，是北盘江流域梯级开发的第 3 个电站。前置挡墙修建在取水口前 13.5m 处，包围取水口，使温度相对较高的水体通过挡墙顶部流入取水口，以达到改善下泄水温的目的。实际工程采用扶臂式钢筋混凝土挡墙，墙顶高程 470m，挡墙两侧与进水口边墩相接。挡墙高程高于取水口高程一定高度，如图 7.1.2-11 所

示。根据水温模型预测可知，当挡墙高程为 470m 时，3 月~6 月水库下泄平均水温分别提高 0.16℃、0.41℃、0.18℃和 0.11℃。

随着我国高坝大库的兴建，多层取水口越来越难以适应水库下泄水温的调整，因此我国目前许多主要的枢纽电站并没有采用多层取水口方式。叠梁门方案也有比较明显的不足，如调度繁琐、有明显水头损失、施工需放空水库等，针对这些方面缺陷可能还需要新的水温减缓措施的研究；相比叠梁门，前置挡墙水温改善效果较差，而且由于高度固定难以进行调整，有水头损失和电量损失，因此也不是现有水库的普及方案；其余的如斜卧式、套筒式、翻板门式等分层取水方案均难以适应我国高坝大库的普及的趋势，因此需要针对以上传统分层取水措施的问题进行新工艺研究。

b) 翻板门式分层取水设施

1) 液压驱动式多层翻板门

此方案由中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司提出并设计，用于如美水电站。方案对于每节闸门设置 20 节门叶，上游侧设置液压驱动，每节门叶侧面设置连接吊孔，可以将相邻门叶之间通过销轴连接在一起。从最上层门叶往下间隔一节门叶的顶部均设置液压自动抓梁定位装置，即两节门叶为一个抓梁操作单元，每节门叶两侧设置锁定板。门叶由中间梯形过流面的钢流道框架结构、支承限位导向装置、水封装置、液压自动抓梁定位装置等部分构成；门叶可在竖直方向和水平方向上作 90° 旋转，上下两侧端接缝处均设置橡胶水封装置止水，左右 2 个对称的液压油缸的一端分别连接在门叶中下部，另一端固定在钢流道框架顶部，液压油泵由外接电缆供电，分层取水时，依靠液压机活塞杆伸缩来控制翻板门绕铰轴旋转实现 0~90° 取水，其中门叶竖直为关闭挡水状态。闸门需要检修或水库无需分层取水时，由进水口双向门机将整体闸门提至闸顶锁定露出坝面的第 3 节门叶，拆除第 2 节门叶与第 3 节门叶的连接销轴后，将第 1 及第 2 节门叶移至储门槽存放，后以类似方法逐次拆除两节门叶运至储门槽存放。

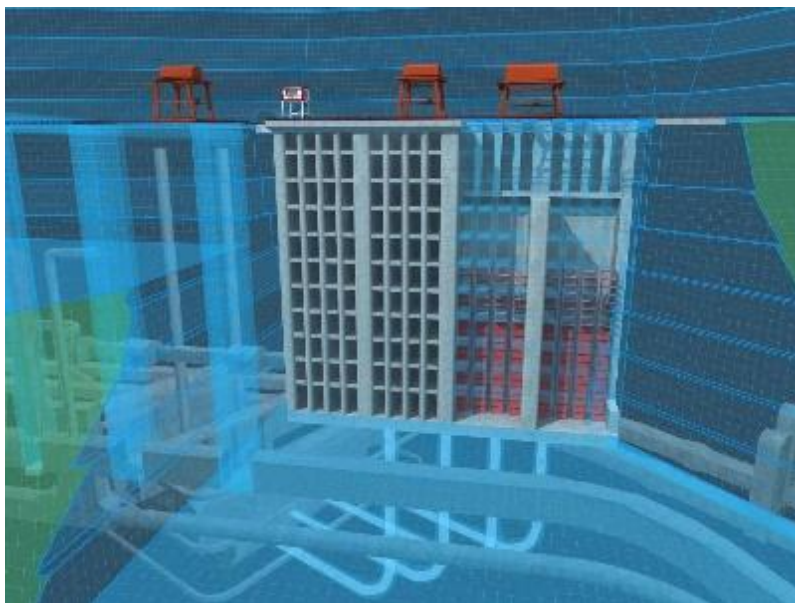


图 7.1.2-3 贵州省如美电站翻板门效果图

液压翻板门采用电气自动化控制，响应速度快，人力资源投入少，运行管理较为方便，对于多数叠梁门运行操作复杂、人力资源投入大、调度速度可能较慢等缺陷有一定的改善效果。

2) 立式导叶阀

此方案由中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司提出并设计，用于玛尔挡水电站。分层取水闸闸门由门框、支门叶、传动机构、驱动机构、泄压阀及卷线机构组成。闭门时，水压力作用于支门叶上，通过支门叶的转动轴传递到上下门框，上下门框两端安装在叠梁门槽内，通过门框上的支承滑块将荷载传递到两侧的门槽埋件上。闸门重力自上而下依次叠加传递到底槛上。

分层取水设备采用装配式结构，每层取水阀门为一个独立的标准装配单元逐层叠加放入进水口，每层取水阀门的门叶均可独立控制，从而实现真正的按需取水。

每层取水阀门的上门框和上一层取水阀门的下门框配合制作，可有效衔接组合，通过自动抓梁机构，逐扇放入进水口门槽。每层取水阀门的控制线缆在侧边门框走线，方便拆卸安装。



图 7.1.2-4 各层独立控制开合的分层取水阀

c) 隔水幕墙

此方案用于三板溪水电站。隔水幕墙是一种全新的分层取水方式，可在不影响电站运行、不进行水库放空的前提下施工。幕墙运行期间不仅几乎没有水头损失，而且调度运行简单。相对于传统的叠梁门、前置挡墙等分层取水措施，隔水幕墙因过流断面更大，因此可以设置更小的淹没水深，获得更优的下泄水温改善效果。贵州省三板溪电站已成功建设隔水幕墙并投入运行。如图 7.1.2-17、图 7.1.2-18 所示，三板溪隔水幕墙通过在取水口前缘布置一道挡水幕布，通过浮力系统和锚固系统进行牵引固定。挡水幕布将低温水拦挡在上游，表层常温水则翻越幕墙顶部进入电站进水口，达到改善水电站下泄水温的目的。

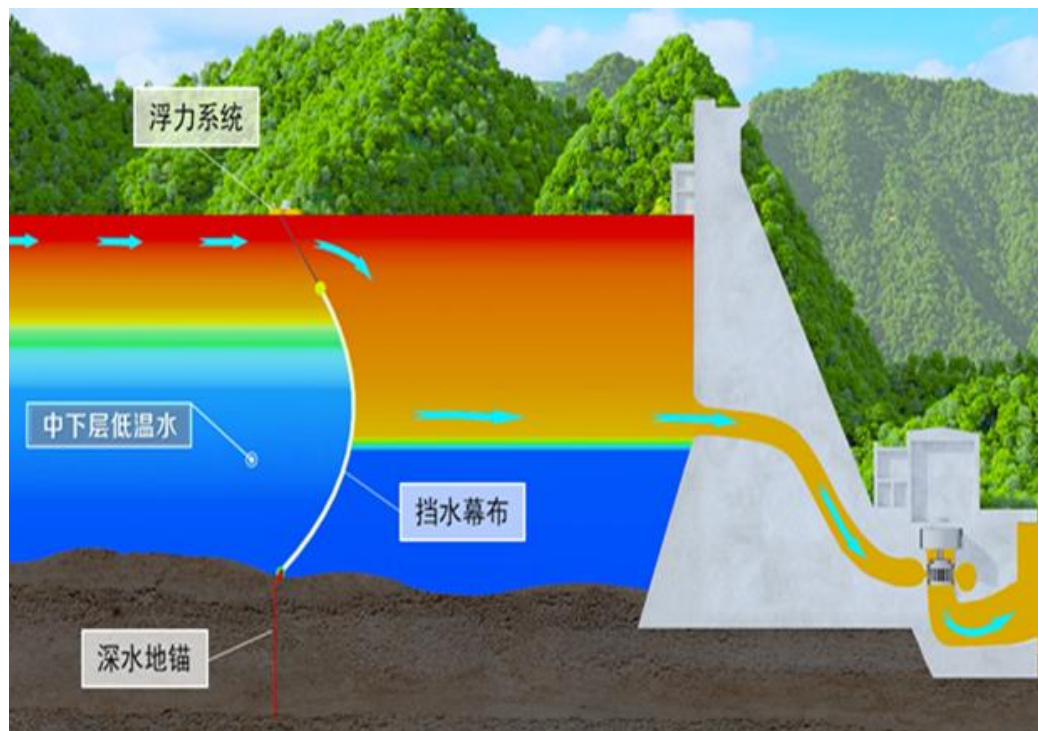


图 7.1.2-5 隔水幕墙示意图

根据三板溪隔水幕墙施工过程中经验未对水库进行放空，未影响电站正常运行。幕墙运行期间不仅几乎没有水头损失，而且调度运行简单。相对于传统的叠梁门、前置挡墙等分层取水措施，隔水幕墙因过流断面更大，因此可以设置更小的淹没水深，获得更优的下泄水温改善效果。

贵州省三板溪电站隔水幕墙试验工程于 2022 年 12 月成功完工，并投入运行。2023 年 5 月幕墙接近三板溪电站进水口底板，幕墙将温跃层抬升后，坝址下游水温远高于库区幕墙上游侧在进水口中心高层处的水温。经 2 年运行监测，月均下泄水温较往年同期最高提升 3.9℃，特有鱼类产卵适温期迟滞效应减缓 20 天，农业灌溉期水温影响最高降低 40%，生态环境和社会经济效益显著。

d) 方案初选

(1) 前置挡墙方案

龙滩水电站建设前置挡墙方案需放空水库旱地施工，存在生态影响大、发电损失大等明显制约因素，因此不考虑前置挡墙方案。

(2) 翻板门式分层取水措施

根据龙滩水电站进水口的设置形式和实际情况，初拟对进水口设置拦污栅槽改

造方案、拦污栅墩和隔墙延伸方案、拦污栅墩和隔墙拆除重做方案等 3 个比选方案进行比选分析。各方案简述如下：

方案 1、拦污栅槽改造方案：拆除拦污栅顶部盖板，对电站 1-9 号机进水口已有的拦污栅槽进行改造加装立式导叶阀，实现 1-9 号机分层取水；

方案 2、拦污栅墩和隔墙延伸方案：拆除拦污栅盖板，结合大坝顶部牛腿对 5-9 号机进水口栅墩和隔墙前端进行钢结构改造加长，加装立式导叶阀实现 5-9 号机分层取水；1-4 号机受地形条件限制维持原进水口方案不变。

方案 3、拦污栅墩和隔墙拆除重做方案：将 5-9 号机现有栅墩和隔墙结构拆除重做，为立式导叶阀的布置留出空间，实现 5-9 号机分层取水。

从龙滩水电站进水口布置来看，龙滩水电站采用的坝式进水口，进水口设置了检修门和工作门，拦污栅墩布置在大坝上游挑出的 10m 宽的牛腿上，拦污栅结构布置紧错，中部拦污栅栅墩横河向宽度 1.0m，中心间距 4.05m，净距离 3.05m，边墩宽度与下部隔墙等宽为 0.85m。栅盖以下栅墩上下游方向长度 4.3m，上下游面均为半圆墩头。拦污栅墩上游设置清污槽，清污槽中心线下游 1.05m 为拦污栅栅槽中心线。在原清污栅槽布置通长拦污栅、在拦污栅槽布置叠梁门，并要将原来的拦污栅封栅板切割掉；原设计清污栅槽和拦污栅槽相距仅 1.05m，中间也仅用 0.6m 厚的二期混凝土墙隔开，原设计二期混凝土不需承受水平推力，无论从水力学条件还是结构受力条件考虑，这样的布置也是不可行的。

根据水力学要求，拦污栅中心至叠梁门中心的间距一般在 3m-12m，已建的拉哇水电站进水口拦污栅中心至叠梁门中心距离为 3.26m、江坪河水电站进水口拦污栅中心至叠梁门中心距离为 11.15m、龙滩水电站原设计清污栅槽和拦污栅槽相距仅 1.05m，从水流条件复核不满足要求。根据结构受力复核，在拦污栅槽设置叠梁门后，经初步估算，当机组甩负荷时，叠梁门需承担最大约 8m 的反向水头荷载，原拦污栅下游混凝土墩考虑了 4m 水头差的荷载，清污槽和拦污栅槽间 0.6m 厚的二期混凝土不考虑承载，在 8m 反向水头荷载作用下，二期混凝土会破坏，且原拦污栅墩最大厚度 1m，最薄处厚度只有 0.42m，也无法改造加固，因此，从结构受力条件分析，在拦污栅墩布置立式导叶阀不满足要求。

利用 CFD 水动力学模型计算该方案在 375m 正常蓄水位过流 25m 的典型工况下单

孔水荷载及水头损失，以评估单孔门槽受载情况及该措施水头损失情况。拦污栅墩和隔墙延伸方案单孔水荷载约为 212t、顶部平均流速约为 2.93m/s、水头损失约为 250.00cm。荷载、流速、水头损失均存在约束条件，因此立式导叶阀方案不具备可行性。

(3) 隔水幕墙方案

根据龙滩水电站实际地形、水文及调度情况，隔水幕墙方案设计了三种可选结构布置方案，分别是拦河式隔水幕墙方案、主缆牵引式隔水幕墙方案、拱架支撑式隔水幕墙方案。

① 拦河式隔水幕墙

为确定幕墙布置轴线，根据龙滩电站坝前地形分布情况，提出了三个方案，第一个方案是隔水幕墙轴线距坝址 200m(轴线 2)，航道经过隔水幕墙上方，隔水幕墙右岸索塔距离航道占用长度约 67m，隔水幕墙顶部挡水高程限高为 350m；第二个方案是隔水幕墙轴线距坝址 600m(轴线 1)，航道经过隔水幕墙上方，隔水幕墙右岸索塔距离航道占用长度约 60m，隔水幕墙顶部挡水高程限高为 350m；第三个方案是隔水幕墙轴线距坝址 600m(轴线 1)，航道不经过隔水幕墙上方，改为从右岸小岛后河道过船，也就是修改航道方案，小河道由目前的底部高程 340m 下挖到 325m，死水位 330m 时候也有 5m 通航深度，隔水幕墙顶部挡水高程限高为 340m，隔水幕墙顶部不通航。坝前左岸到右岸小岛位置即坝前 600m 断面(轴线 1)和电站坝前 200m 断面(轴线 2)，轴线布置示意如图 7.1.2-6 所示。



图 7.1.2-6 隔水幕墙轴线比选图

轴线 1 和轴线 2 地质条件基本满足要求；轴线 2 离进水口距离更近，改善水温效果可能更佳；轴线 1 较轴线 2 距大坝更远，安全性更好。后续根据水温改善效果、运行管理和工程投资等多方面因素详细分析和研究后，再最终确定轴线位置。龙滩电站拦河式隔水幕墙约束条件主要包括行洪影响、洪水荷载约束以及航道影响。

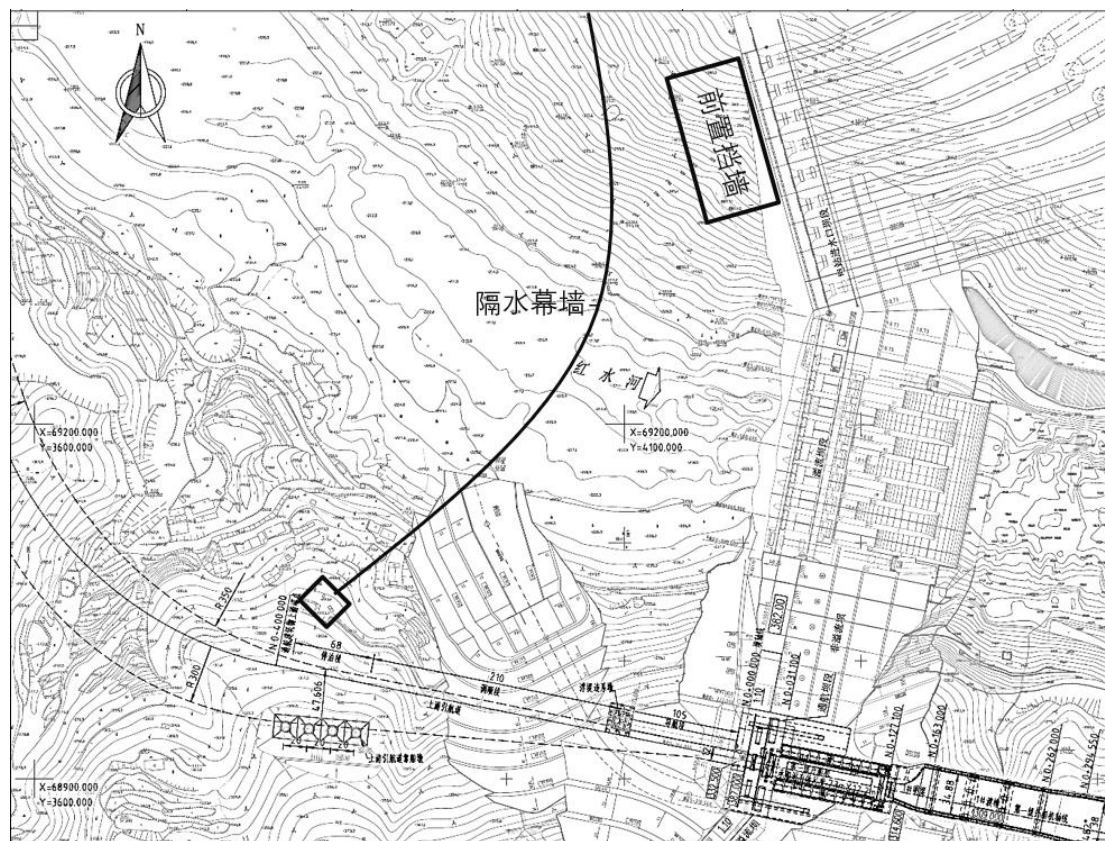


图 7.1.2-7 拦河式隔水幕墙方案约束条件示意图

② 主缆牵引式隔水幕墙

针对龙滩水电站工程特点和复杂建设条件，龙滩水电站低温水治理拦河式隔水幕墙方案，还面临协调与规划航道关系、行洪安全问题和工程造价高等限制条件，仍需进一步开展深入研究。结合目前国内外已有的分层取水措施和低温水治理技术，创新提出龙滩水电站新型分层取水措施构想比选研究方案——龙滩水电站主缆牵引式隔水幕墙方案。

根据地形条件和安全性考虑初拟主缆牵引式隔水幕墙轴线方案为距离坝址 80m、150m 和 300m 三条轴线方案。最近周线距离坝址 80m 轴线依据几何计算确保死水位时幕布不会接触进水口；最远周线距离坝址 300m 轴线考虑水温改善效果及幕布、地锚工程量增加，经济及其他方面性价比低。

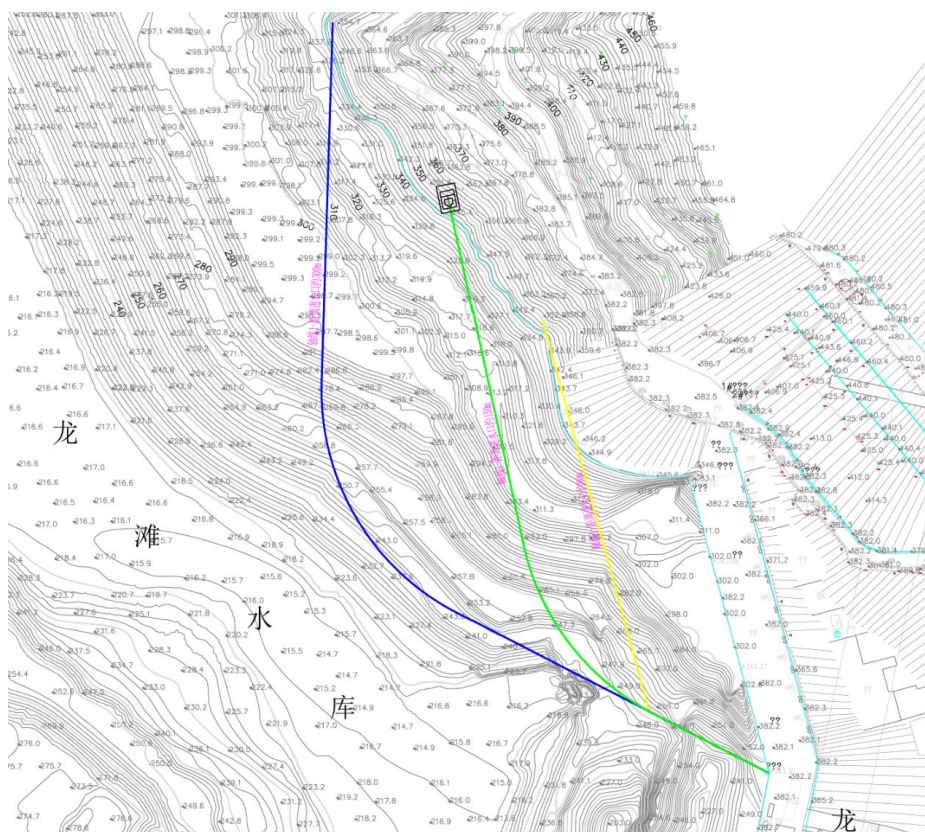


图 7.1.2-8 主缆牵引式方案隔水幕墙轴线比选图

龙滩水电站主缆牵引式隔水幕墙方案是一种新型低温水治理方案，它相对拦河式隔水幕墙方案没有通航和行洪因素限制，工程造价也能大幅降低，可为后续已蓄水电站低温水治理提供一种新型方案。但由于主缆牵引式隔水幕墙为柔性牵引，当低水位运行工况下，靠近 1#机处可能存在结构风险，影响进水口安全。

③ 拱架支撑式隔水幕墙

考虑到隔水幕墙布置距进水口较近,为减少幕布变形对进水口的影响,创新性提出进水口前主缆牵引式布置的拱形桁架隔水幕墙方案,在主缆牵引式隔水幕墙方案基础上,将上部柔性主缆替换为刚性拱桁架,利用拱桁架支撑柔性幕墙。此方案无行洪安全问题,又可避开龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物及其运行范围,具备实施所需的地形条件。

本方案隔水幕墙系统顶部主受力构件采用主拱,两端分别固定于索塔内滑动浮箱上和坝身滑动连接装置上。主拱随着水位变化而沿索塔、坝身可上下滑动。本方案采用桁架主拱增大幕布与进水口之间的距离,有效防止了离进水口过近的问题和影响行洪或通航的问题。

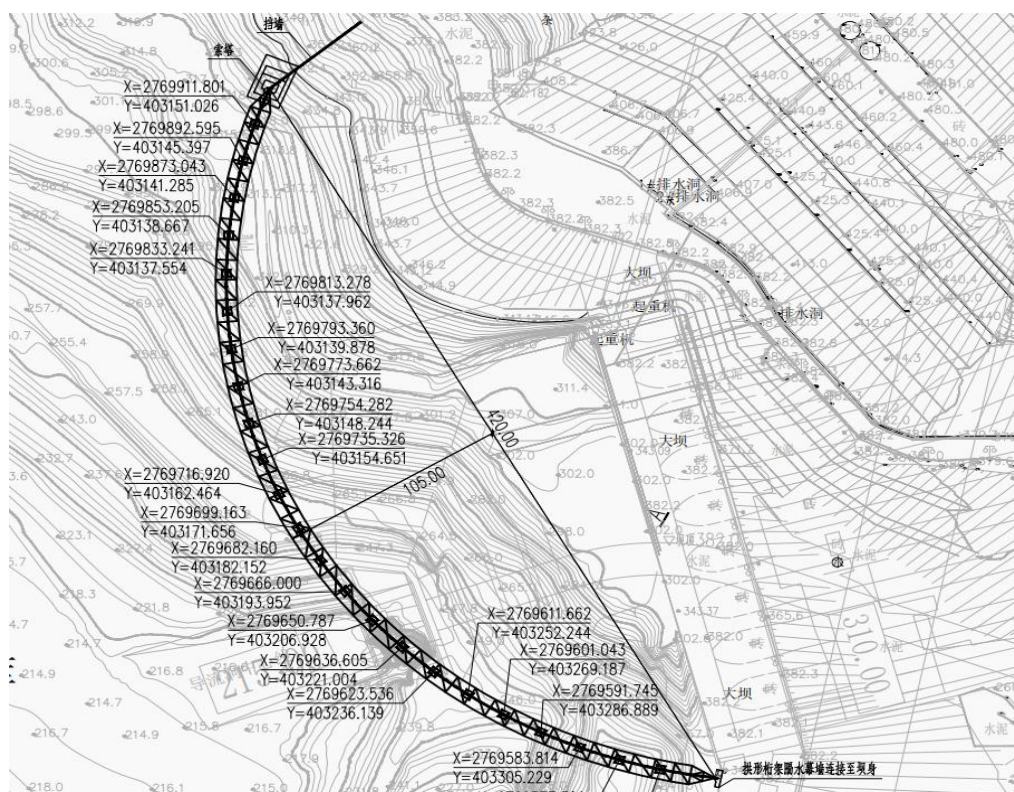


图 7.1.2-9 拱架支撑式隔水幕墙平面示意图

由于龙滩水电站进水口已经施工完成,不具备前置挡墙、叠梁门等方案的施工条件,因此龙滩水电站分层取水措施主要针对隔水幕墙方案进行比选研究。

7.1.2.4 库区流场分析

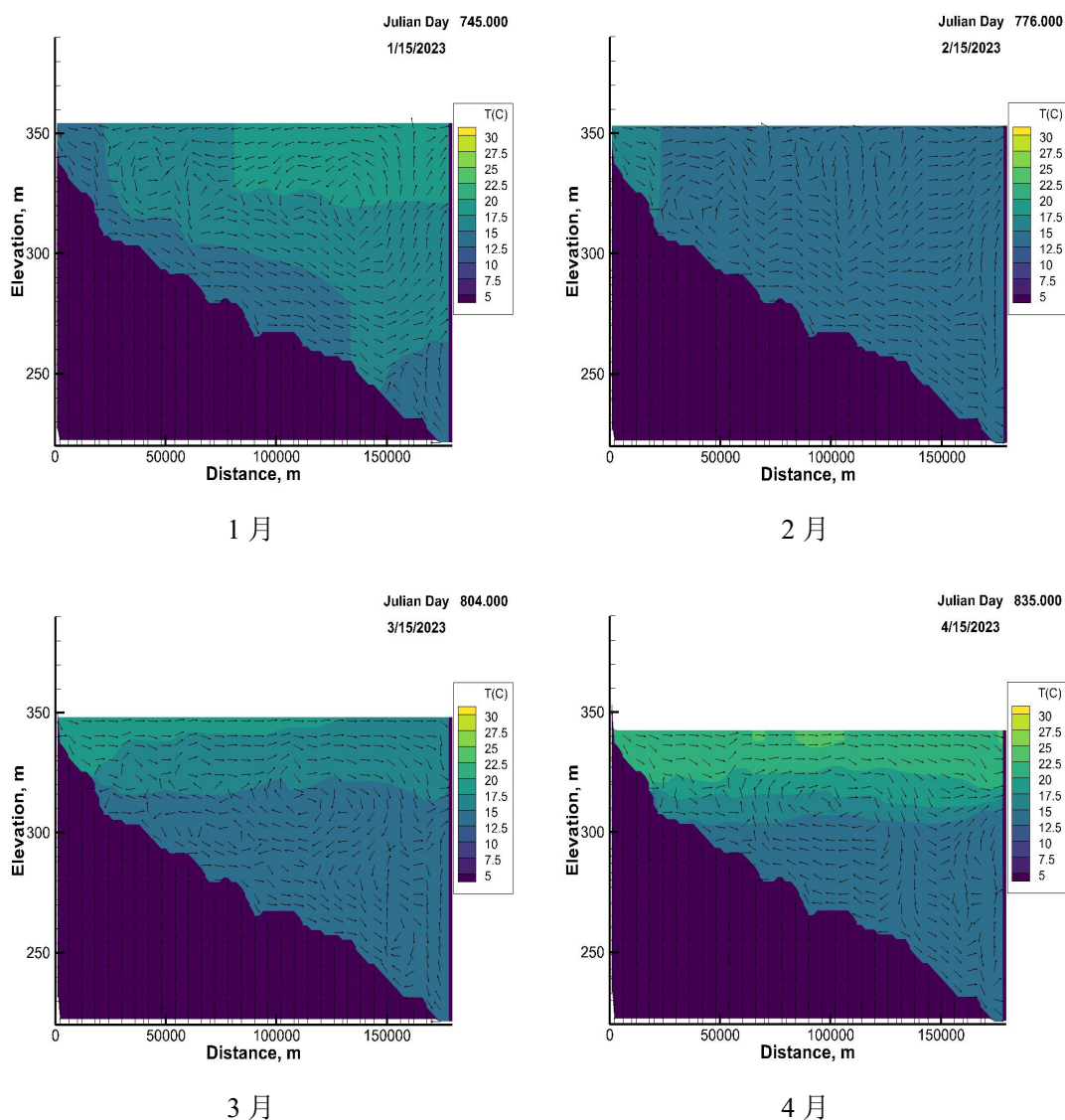
a) 全库流场时空变化分析

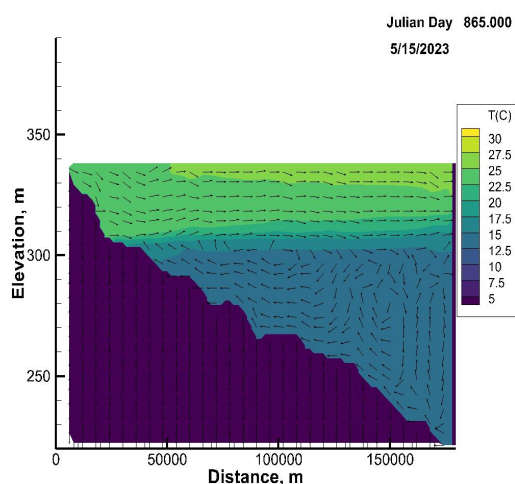
根据龙滩水电站水温、水文等监测数据,采用宽度平均立面二维水动力学水温

模型CE-QUAL-W2，对不同边界条件下水库库区流场时空变化进行模拟分析。

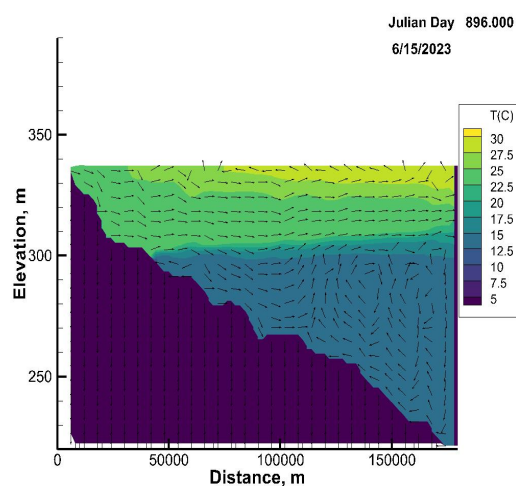
1) 发电工况(正常蓄水位 375m)

根据温度场叠加流场图可以看到，流场对温度场时空分布影响较大，在 3 月~6 月中流场仅产生较小的垂向紊动，垂直方向上的水热交换作用较弱，导致温度场分层现象明显、温跃层波动较小，产生垂向水温稳定分层；在 1 月~2 月、7 月~12 月中流场产生较大的垂向紊动，带动异温水体垂向流动进行水热交换，在库区部分位置产生垂向水温不均匀分布，破坏垂向水温稳定分层。

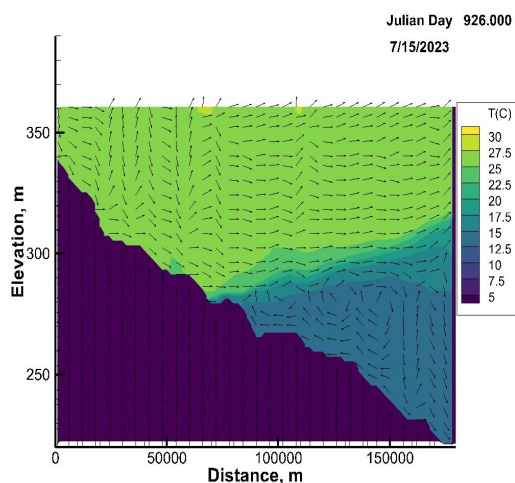




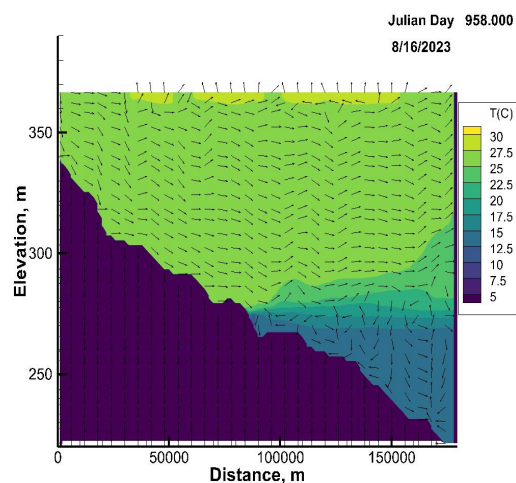
5 月



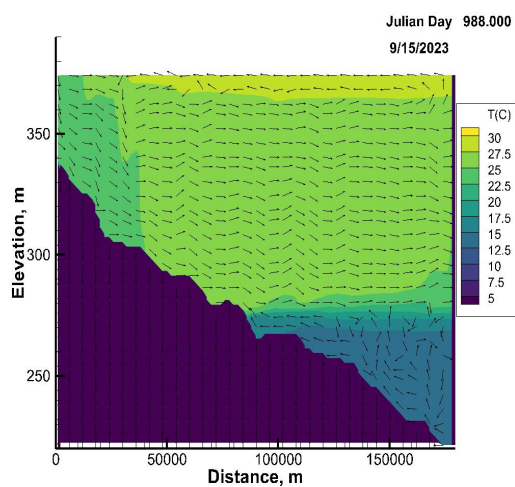
6 月



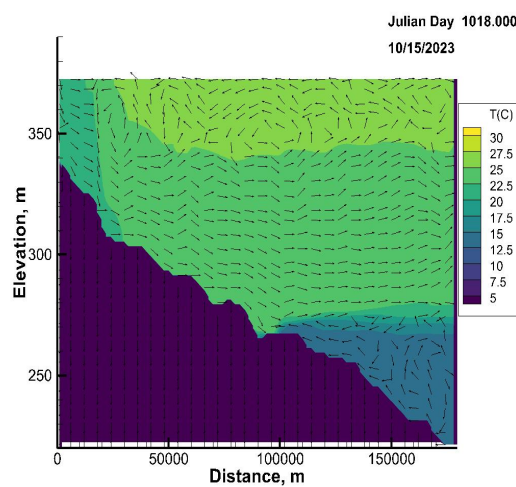
7 月



8 月



9 月



10 月

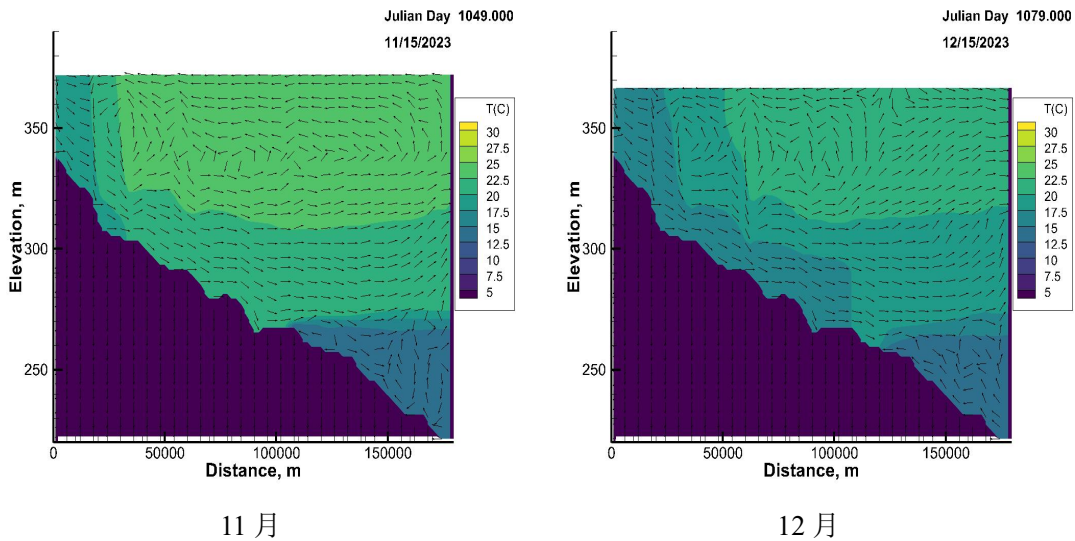
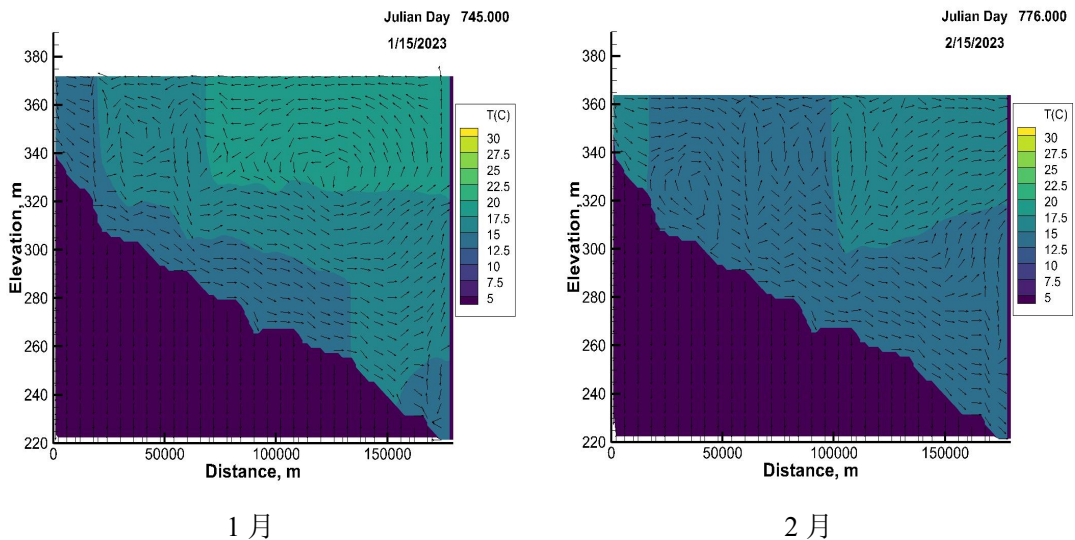
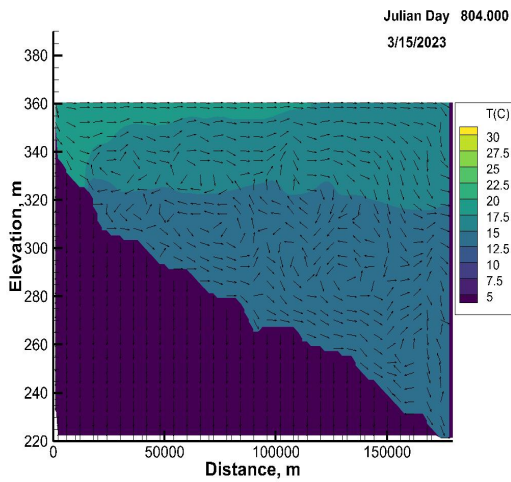


图 7.1.2-10 发电工况全年流场变化图

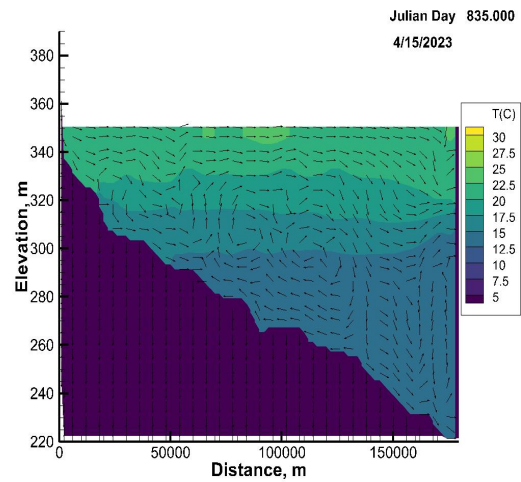
2) 泄洪工况(洪水位 380.69m)

根据温度场叠加流场图，仅在 3 月~5 月、8 月~9 月中流场仅产生较小的垂向紊动，垂直方向上的水热交换作用较弱，产生垂向水温稳定分层；在 1 月~2 月、6 月~7 月、9 月~12 月中流场产生较大的垂向紊动，带动异温水体垂向流动进行水热交换，在库区部分位置产生垂向水温不均匀分布，破坏垂向水温稳定分层。

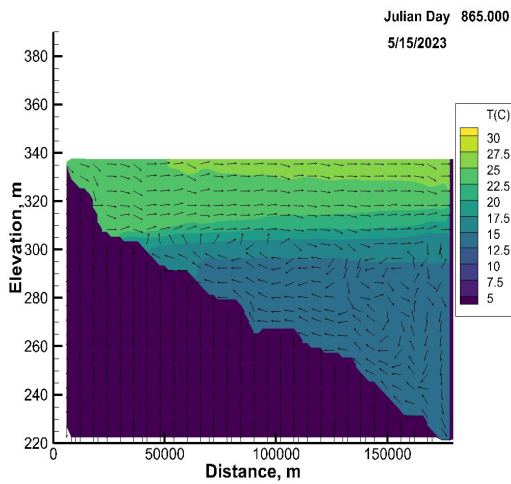




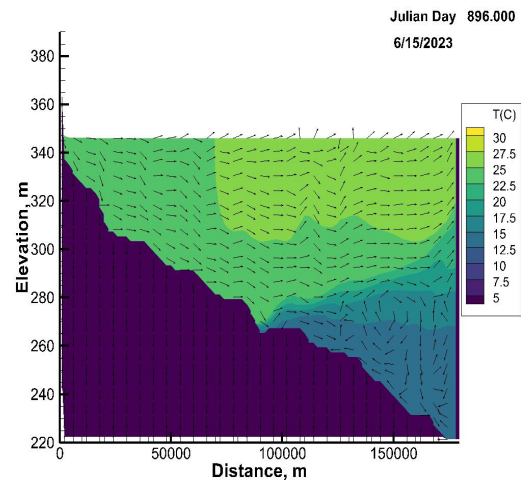
3 月



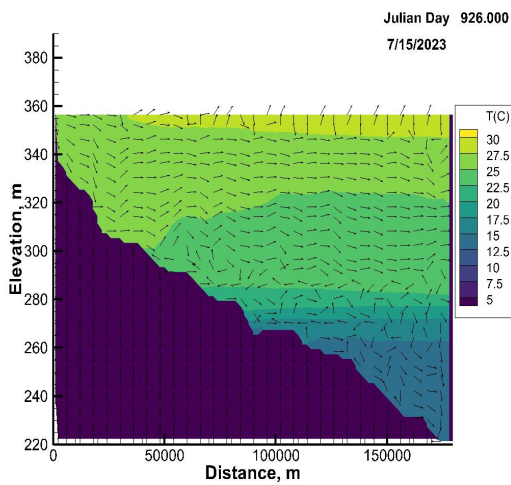
4 月



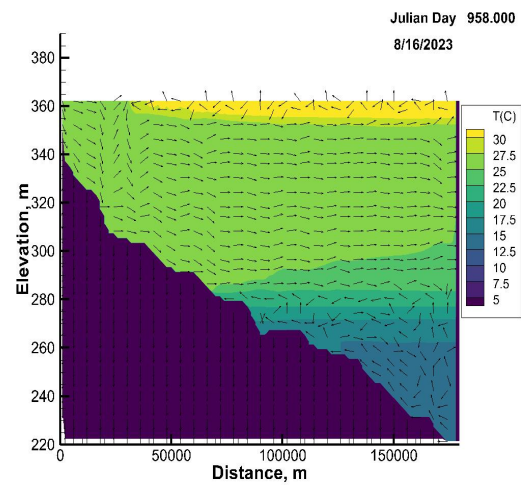
5 月



6 月



7 月



8 月

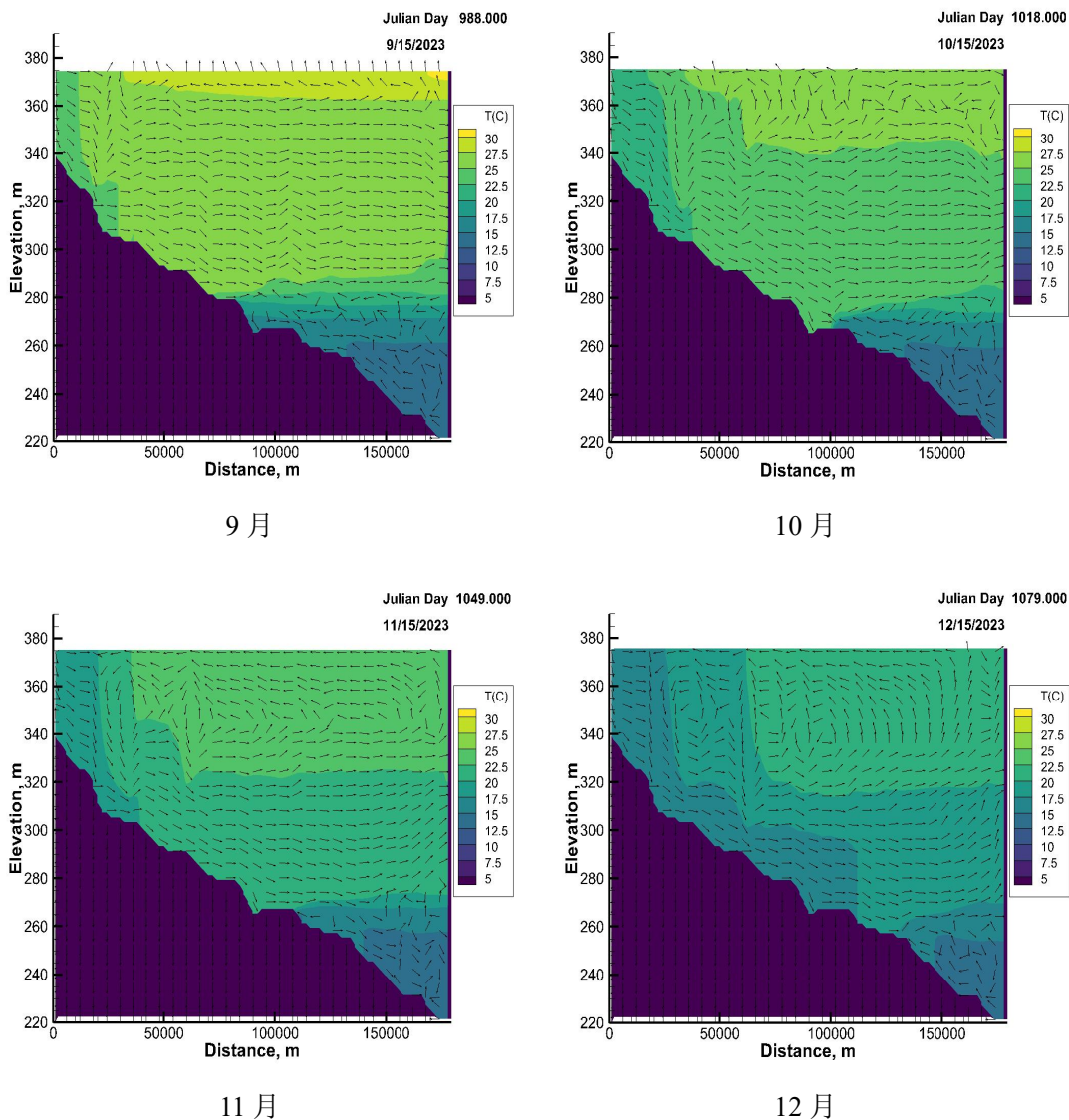


图 7.1.2-11 泄洪工况全年流场变化图

b) 坝前局部流场分析

采用三维水动力模型FLOW3D分析龙滩水电站在发电工况及泄洪工况下的坝前局部及典型断面流场。针对水面处横剖面、①-⑦号机组和⑧-⑨号机组水平中轴线、溢洪道处横剖面进行二维切片，得到坝前局部流场分布及发电机组横剖面流场分布

1) 发电工况(正常蓄水位 375m)

发电工况(正常蓄水位 375m)下，水流主要从左岸通道流入坝前区域，随后部分水流受坝体阻挡向下汇入进水口，在进水口前端形成高流速区，部分水流回流并与右岸通道来流碰撞形成回流区，部分回流水体通过右岸通道重新回到库区。进水口

前端流速大于 0.5m/s，远离进水口端流速小于 0.125m/s。

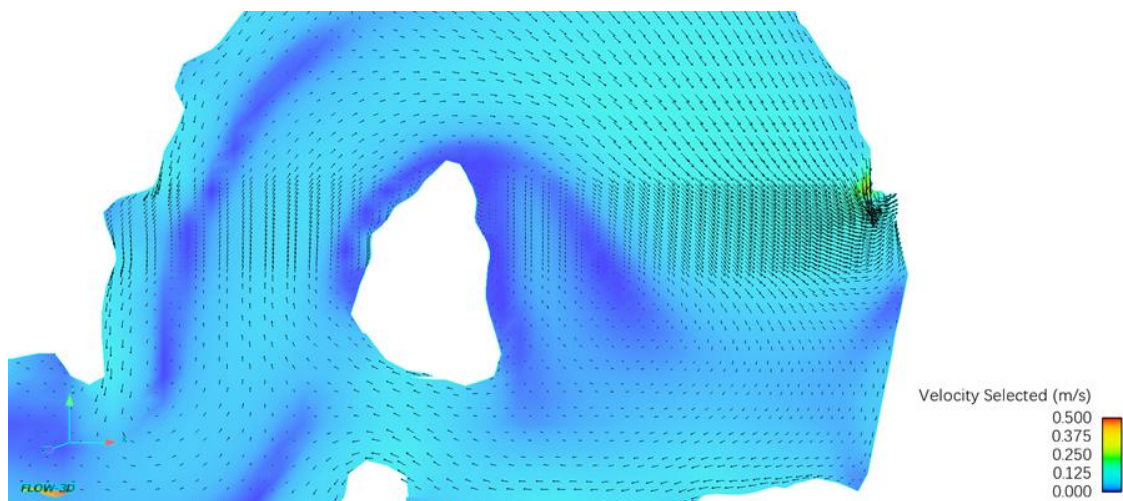


图 7.1.2-12 水面横剖图

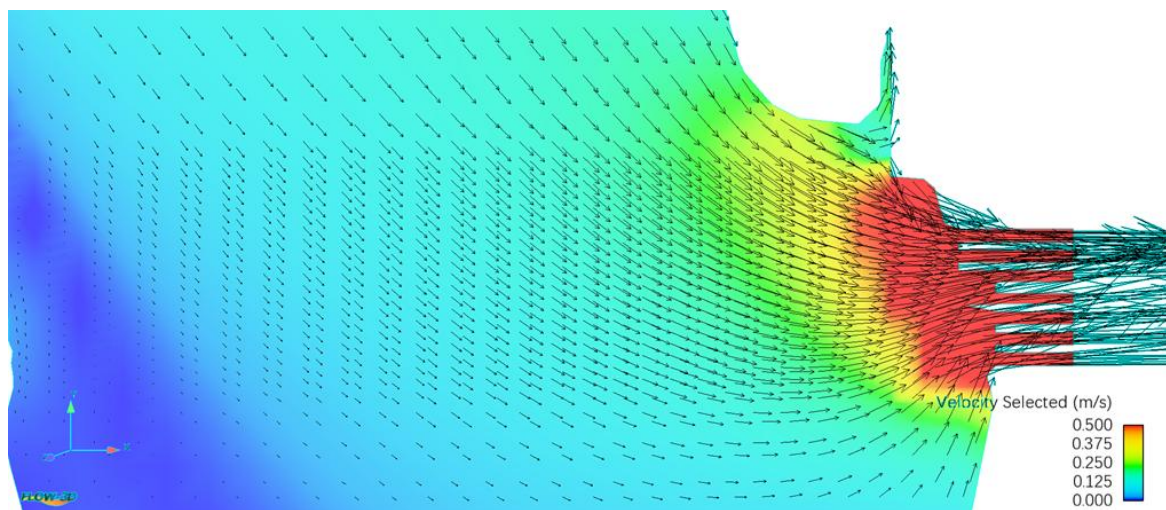


图 7.1.2-13 ①-⑦号机组横剖图

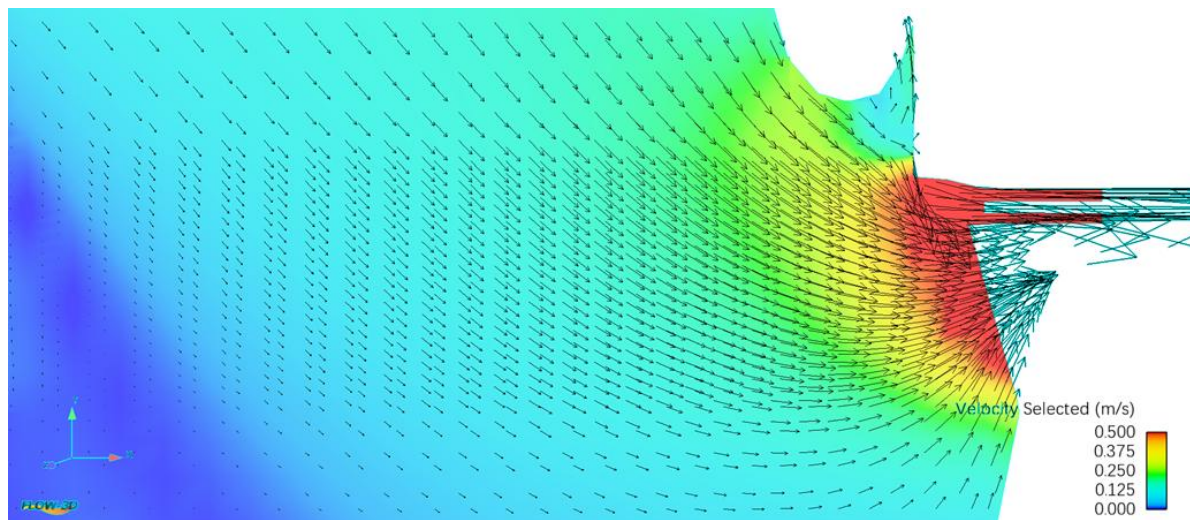


图 7.1.2-14 ⑧-⑨号机组横剖图

2) 泄洪工况(洪水水位 380.69m)

泄洪工况(洪水水位 380.69m)下, 水流从左、右岸通道快速流入坝前区域, 大量水体汇入溢洪道前端, 在溢洪道前端形成高流速区, 经溢洪道泄洪至下游河道。坝前流速场整体较大, 流速大于 0.5m/s。

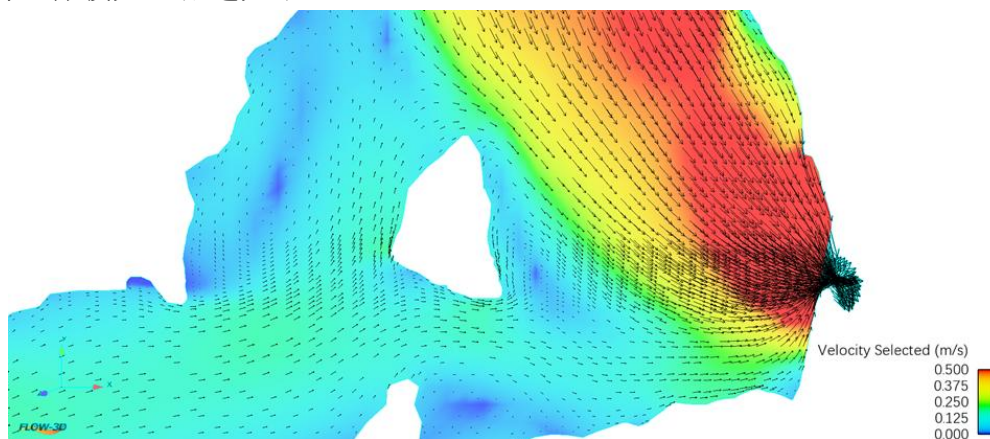


图 7.1.2-15 水面横剖图

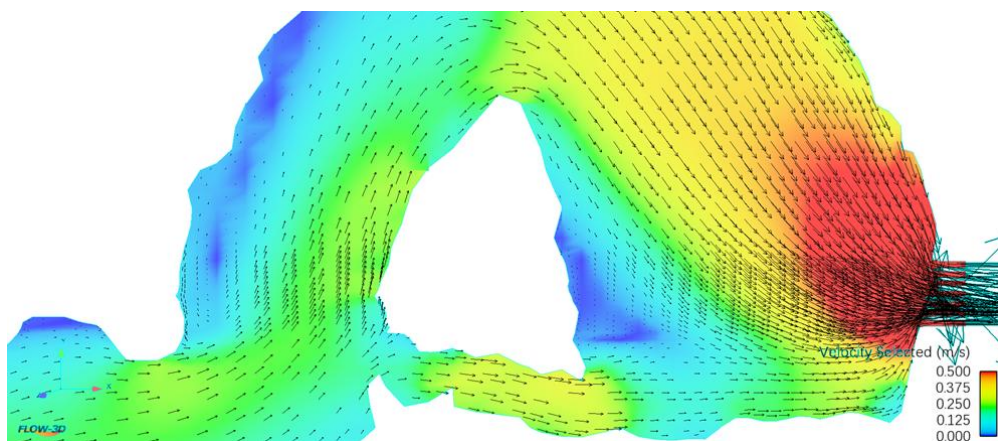


图 7.1.2-16 溢洪道横剖图

7.1.2.5 分层取水措施方案设计

a) 拦河式隔水幕墙方案设计

1) 轴线比选

(1) 选址原则

隔水幕墙的轴线布置位置对于改善水温的效果、幕墙自身结构和水库枢纽安全以及可实施性都有着重大影响。选址时必须严格遵循有效、安全、可行的原则。隔水幕墙工程其工程目的是改善下泄水温, 选址时以有效性原则作为基本原则, 并结合工程特点考虑隔水幕墙的施工难度、经济、受力合理等多方面因素。

1、首先应考虑提高水温的效果。为更好地发挥隔水幕墙改善下泄水温的效果，应使隔水幕墙与发电进水口的距离尽量近。

2、应结合地形地质条件进行。工程地质应满足工程建设要求，避开不良地质段。

3、应具备工程施工条件。

4、幕墙距坝址距离保持在一定安全范围内，距坝距离不小于幕墙纵向绳索长度+主缆矢跨比。

5、断面跨度应尽量小，工程量小，投资少。

6、应尽可能避开洪水主流线，洪水冲击作用小，幕墙结构受力小。

7、应便于后期运行和管理。

8、不影响通航。

(2) 轴线比选方案

为确定幕墙布置轴线，根据龙滩水电站坝前地形分布情况，提出了三个方案，第一个方案是隔水幕墙轴线距坝址 200m(轴线 2)，航道经过隔水幕墙上方，隔水幕墙右岸索塔距离航道占用长度约 67m，隔水幕墙顶部挡水高程为 350m；第二个方案是隔水幕墙轴线距坝址 600m(轴线 1)，航道经过隔水幕墙上方，隔水幕墙右岸索塔距离航道占用长度约 60m，隔水幕墙顶部挡水高程为 350m；第三个方案是隔水幕墙轴线距坝址 600m(轴线 1)，航道不经过隔水幕墙上方，改为从右岸小岛后河道过船，也就是修改航道方案，小河道由目前的底部高程 340m 下挖到 335m，死水位 340m 时候也有 5m 通航深度，隔水幕墙顶部挡水高程为 340m，隔水幕墙顶部不通航。坝前左岸到右岸小岛位置即坝前 600m 断面(轴线 1)和电站坝前 200m 断面(轴线 2)，轴线布置示意如图 7.1.2-14 所示。

(3) 轴线选择

1、轴线 1 和轴线 2 地质条件基本满足要求。

2、轴线 2 离进水口距离更近，改善水温效果可能更佳。

3、轴线 1 较轴线 2 距大坝更远，安全性更好。

2) 隔水幕墙结构及组成

龙滩电站隔水幕墙系统由幕墙、浮力系统、锚固系统等几个部分组成。幕墙由

幕布、上纲及配重、纵向拉索和横向拉索构成。幕布顶部与上纲固定，中部与纵向拉索、横向拉索固定，起到隔水作用；纵向拉索构成基本骨架，上部与浮箱相连，底部与地锚连接，传递荷载；上纲配置合适重量的配重，克服幕墙运行期间的浮力。浮力系统由一系列浮箱组成，浮箱具有一定的浮力，随水位变化而变化，调整幕墙顶部高程。锚固系统由地锚和左右岸索塔组成，地锚作为幕墙底部固定支点，保证水流冲击时不发生移动；左右岸索塔起到承受动水荷载和稳定浮力系统的作用。

(1) 挡水幕布由幕布、上纲、横纵索和下纲构成，是主要挡水结构。

目前，国内已实施的贵州省三板溪电站隔水幕墙纵向最大高度 160m、水平向跨度 458m。

幕墙系统：纵向高度最大处位于水库中央，下纲最低处高程为 216m，上纲最高处高程为 350m，幕墙纵向高度 134m；水平向最大跨度为 858m。幕墙设置 59 根纵向拉索，纵向拉索立面间距约为 13m，幕墙设置 28 根横向拉索，横向拉索立面距离为 5m。幕布总宽 858m，立面高度为 135m。

幕布：结构形式为“220kN 受力网+0.75mm 防水布+100kN 保护网”，材料每 m^2 质量约为 3.6kg，密度略大于水；

纵索：选用直径分别为 36mm 的 DM20 迪尼玛绳，最小破断荷载分别为 994.0kN，考虑施工磨损和运行期磨损等不利情况，要求迪尼玛绳表层需要编织防磨套，提高耐磨性；

横索：选用直径为 18mm 的迪尼玛绳，最小断裂强力为 290.0kN。

(2) 浮力系统由左右岸索塔、主缆、索塔端部浮箱和纵索浮箱组成，随水位变化而变化。其中索塔端部浮箱嵌入索塔内，连接主缆两端，位于水下 5m；纵索浮箱上设卷扬机连接挡水幕布纵索顶部和主缆，调整幕墙挡水高程；除航道区域外，浮箱与浮箱间设刚性连接(兼交通道)，稳定浮箱系统形态。

索塔：左岸索塔布置于进水口上游约 150m 处的岸坡上，右岸索塔布置于库心岛上，左右岸索塔中心平面直线距离 858m。本阶段，索塔暂按空心悬臂独塔形式考虑，最大截面 $20m \times 20m$ ，空心率 50%，底高程 340m、顶高程 382m，索塔高 42m，采用 C40 现浇钢筋混凝土结构。

主缆：主缆采用 LPES 1770-7-547-ZnAl 成品索，单根钢丝直径 7mm，单根索

股包含 547 根钢丝，总面积为 21051mm^2 ，钢丝抗拉强度标准值 1770MPa 。每股成品索的破断荷载为 37260kN 。

端部浮箱和纵索浮箱：龙滩水电站正常蓄水位 375.0m ，死水位 340.0m ，坝顶高程 382.0m ，索塔浮箱导槽高程范围适应龙滩水库水位变化，水位超出设置变化范围时浮箱搁浅在索塔底板上或淹没于水下。根据浮箱的工作条件，将中部的主缆浮箱定义为主缆浮箱，该类浮箱始终浮于水面之上，浮箱顶部配置有幕布升降系统。两侧的主缆浮箱定义为主缆浮筒，该类浮箱在水库低水位工况会随主缆一同搁浅至两岸边坡上，由于浮箱会搁浅，为避免升降系统设备倾覆，此类浮箱顶部不配置幕墙升降系统。

(3) 锚固系统由深水地锚组成，深水地锚与挡水幕布纵索底部连接

水下地锚和幕墙纵索通过卸扣和锚链连接。水下地锚顶部索节，通过专用的适合于水下机器人操作的水下卸扣装置与锚链连接，锚链顶部通过弓形卸扣与纵索底部的绳套连接。为方便水下机器人实现地锚和纵索的连接，设置牵引绳进行牵引就位。

3) 隔水幕墙通航解决方案

隔水幕墙通航解决方案，轴线 1 隔水幕墙右岸索塔距离航道占用长度约 60m ，航道区河床高程 $290\text{m} \sim 320\text{m}$ ，幕墙荷载较低，采用无浮箱设计，船只可安全通行。轴线 2 隔水幕墙右岸索塔距离航道占用长度约 67m ，航道区河床高程 $290\text{m} \sim 310\text{m}$ ，幕墙荷载较低，采用无浮箱设计，船只可安全通行。修改航道方案隔水幕墙不影响船只通行。

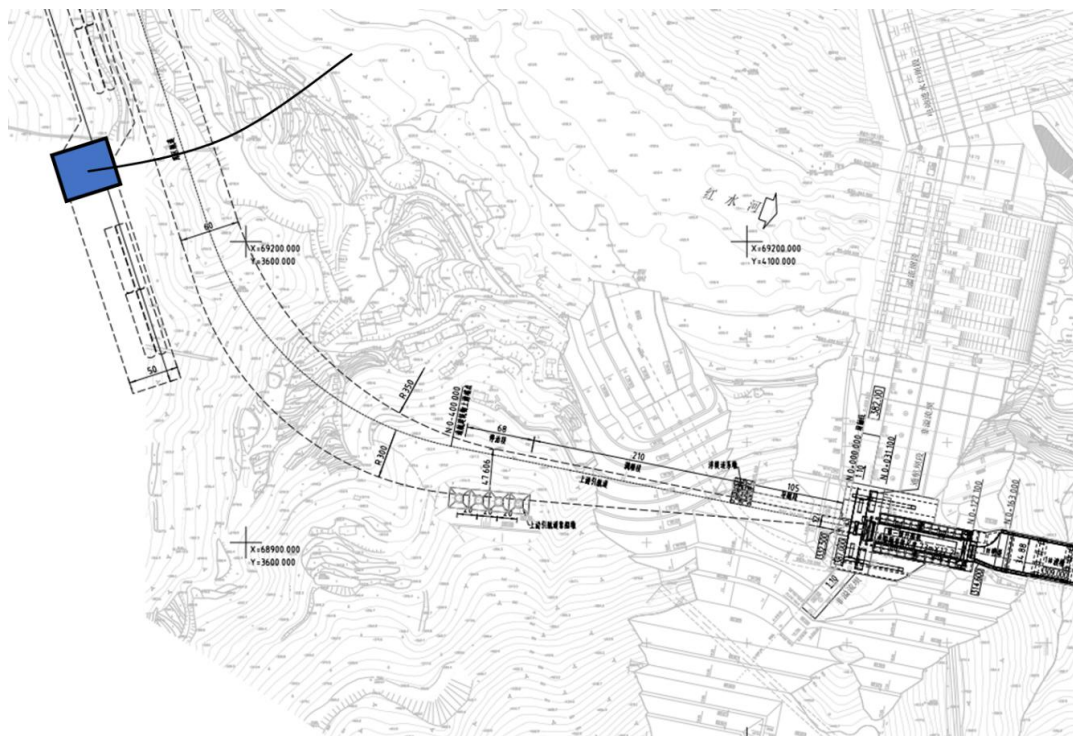


图 7.1.2-17 轴线 1 隔水幕墙右岸索塔位置示意图

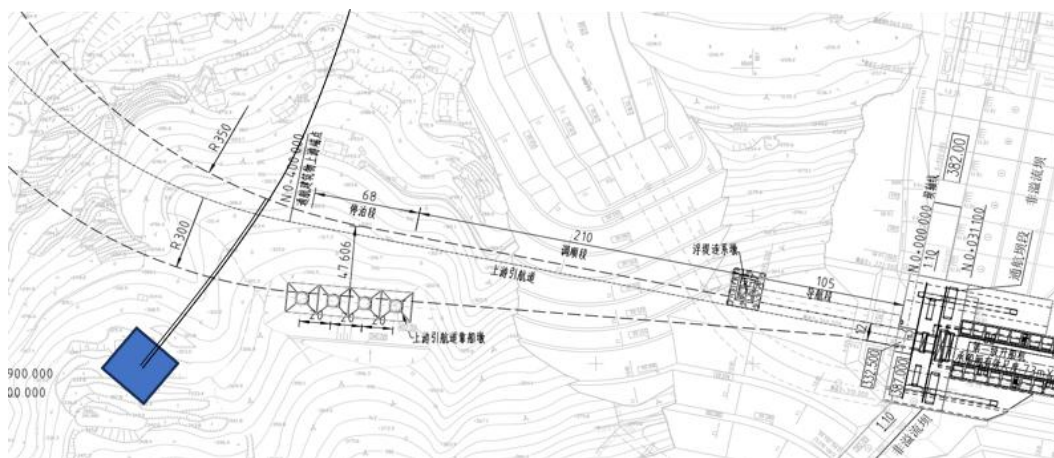


图 7.1.2-18 轴线 2 隔水幕墙右岸索塔位置示意图

通航段主缆配浮块，使主缆比重接近 1。改善下泄水温时，主缆两端浮箱处于水下 5m，上纲在索塔、浮箱位于水下 6m，中间最深处位于水下 15m；泄洪工况下，红色浮箱及其左岸侧浮箱上设卷扬机控制幕墙下沉，规避泄洪荷载。

b) 主缆牵引式隔水幕墙方案设计

龙滩水电站主缆牵引式隔水幕墙比选研究方案是运用隔水幕墙柔性结构优势，创新提出的一种新型分层取水措施构想。龙滩水电站主缆牵引式隔水幕墙距坝前进水口位置为 150m 和 300m 左右，对进水口进行主缆牵引式围挡，达到阻挡下层低

温水取表层高温水的目的。该措施主要由浮力系统、柔性挡水系统、锚固系统等三部分组成。

浮力系统由一系列浮排或浮筒组成，具有一定的浮力，并随水位变化而变化，达到调整取水高程的目的。

柔性挡水系统由上层浮动式隔水幕墙、下层固定式隔水幕墙、顶部主缆、中部主缆、横纵拉索和下纲组成，形成一个双层柔性挡水结构。上下层隔水幕墙均采用不透水柔性材料，具有较强的结构强度和抗冲击性能；上层浮动式隔水幕墙顶部与顶部主缆相连，顶部主缆与浮力系统相连，底部与中部主缆固定，中部与横纵拉索固定，可随浮力系统实现水位自适应调节，可使库表高温水通过；下层固定式隔水幕墙顶部与中部主缆固定，底部与下纲固定，中部与横纵拉索固定，其挡水高程不随水位垂向调节，可拦挡库底低温水。

锚固系统由左岸索塔、垂向滑轨、牵引索组成。左岸索塔通过塔内浮箱与幕墙左侧连接；垂向滑轨布置在坝体上游侧通过锚杆对穿锚固，与幕墙右侧通过滑轮组连接；牵引索采用交叉牵引方式与顶部主缆上节点连接，牵引索底部通过锚杆锚固在坚实地质基础上。

c) 主缆牵引式隔水幕墙方案设计

1) 设计方案

拱形桁架隔水幕墙方案采用纵索为主受力方向，幕墙整体呈C字形包围进水口，幕布总体长度为 487m。左岸设置 1 个索塔，索塔位于左岸死水位高程 330.0m 附近，索塔外侧布置挡墙或小幅柔性幕布至 360.0m 高程。幕布右侧连接于大坝泄洪坝段与发电坝段衔接处，坝身设置滑动装置。索塔与坝身衔接点中心距 420m，索塔与大坝间设置钢桁架主拱，主拱可随着水位变化在索塔和坝身上下滑动，主拱弧长约 487m。

本方案隔水幕墙系统顶部主受力构件采用主拱，两端分别固定于索塔内滑动浮箱上和坝身滑动连接装置上。主拱随着水位变化而沿索塔、坝身可上下滑动。本方案采用桁架主拱增大幕布与进水口之间的距离，有效防止了离进水口过近的问题和影响行洪或通航的问题。

(1) 拱形桁架及索塔结构布置

① 拱形桁架

拱形桁架的竖向荷载由浮箱承担，高程随水位变化。

拱形桁架跨径为 420m，矢高 105m，矢跨比 1/4。断面采用四肢全桁式构造，由弦管、腹杆、平联杆组成，各构件均为空心钢管。弦管为直径 1000mm，壁厚 24mm；腹杆、平联杆为直径 800mm，壁厚 14mm。主受力方向桁架中心距为 12.5m；竖向共上下两层，中心间距 5m，采用平联杆连接。桁架各构件均采用 Q390 空心钢管。

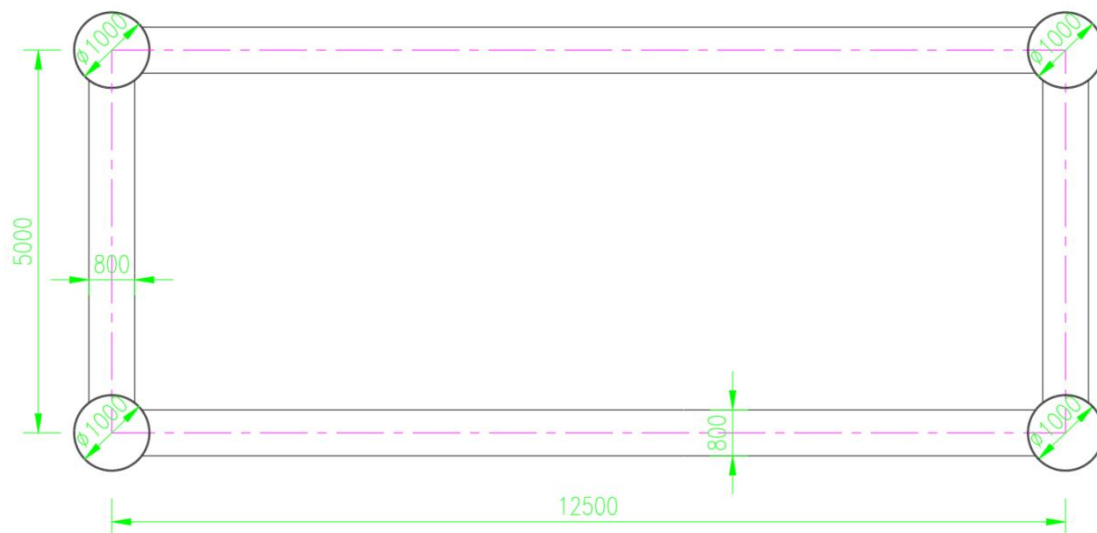


图 7.1.2-19 拱形桁架断面构造

② 主塔

主塔采用混凝土悬臂式主塔，基础采用承台加桩基形式。塔顶标高为 387m，根据地形条件承台顶面标高取 327m，塔高 60m。主塔迎水面为竖直面，其上埋设轨道以适应拱形桁架的升降。

主塔承受主要作用包括塔身自重、水浮力、幕布荷载(通过横索/主缆传递)、地震作用(考虑塔身质量及塔内外附加水质量)。

根据悬臂式主塔受力分析，主塔采用空心矩形截面，塔顶及以下 10m 范围内采用等截面，截面尺寸为 6m×6m，塔顶 10m 以下采用变截面，截面尺寸由 6m×6m 变化至 12m×10m，壁厚由 1m 变化至 2m，材料采用 C40 混凝土。塔底承台采用 20m(长)×14m(宽)×6m(厚)，桩基采用 12 根直径 2.5m 钻孔灌注桩，均采用 C35 混凝土。

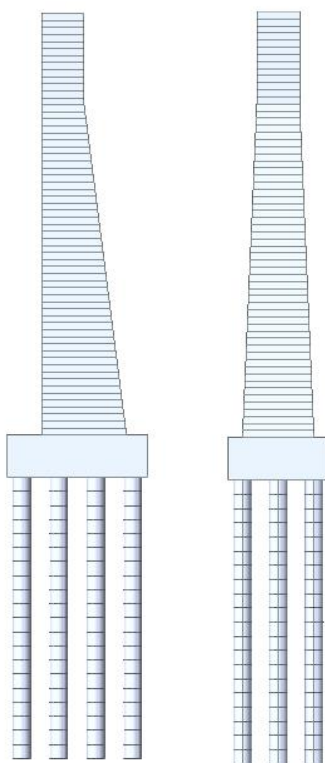


图 7.1.2-20 主塔示意图

(2) 幕墙结构布置

① 结构布置

隔水幕墙平面内矢跨比取 $1/4$ ，地锚间距 20m ，共布置 23 根水下地锚，幕布总长约 487.0m 。

在坝前一定位置建设有效深度的不透水柔性隔水幕墙，根据坝前水温分层结构，设置合适的挡水高度，将中层和底层水体阻隔在幕墙前，使表层温度较高水体通过幕墙。

拱形桁架隔水幕墙设计采用拱形桁架外包钢板形成浮箱系统，浮箱系统全年始终浮于水面，隔水幕墙上部与主拱/浮箱系统连接，随水位运行自动调节高度。

龙滩水电站水库正常蓄水位为 375.0m ，死水位为 330.0m ，隔水幕墙全年正常运行水位在 $330.0\sim 375.0\text{m}$ 之间，运行水位变化幅度 45m 。

隔水幕墙运行方案结合索塔滑轨和坝身滑轨，利用大跨度柔性索结构适应水位变幅。主拱两端分别固定于索塔内滑动浮箱和坝身滑轨上，形成顶部主受力体系；纵向拉索上部连接浮箱固定于拱形桁架上，底部连接地锚，形成纵向传力体系。幕布横向通过横向拉索呈“C”字形张于进水口前端，幕布纵向通过纵向拉索悬挂于

水面浮箱/拱形桁架，拱形桁架兼做浮箱。浮箱/拱形桁架随水位变化始终浮于水面，以此来达到水位变化时幕布的自主升降目的，主拱起到固定水面幕墙系统的作用。随水位的变化，幕布、水面浮箱、拉索系统呈现不同形态，空间位置也实时变化。主拱可沿索塔内侧和坝身的滑槽滑动，浮箱/主拱“卧”于水面之上。

隔水幕墙系统由索塔系统、浮箱系统、拉索及幕墙系统、水下锚固系统等几个部分组成。低温水治理隔水幕墙系统的承载结构上部为主缆/主拱+索塔，下部为纵向拉索+水下锚固系统。主要受力结构(构件)从下至上依次为地锚结构、纵向拉索(迪尼玛绳)、浮箱系统/主拱、索塔及锚锭系统。详见下图所示。

7.1.2.6 水温改善效果分析

a) 工况设计

工况设计上，根据库区出入库流量及水位变化情况，选择具有代表性的典型年份，因此调度边界条件选择典型年分别为水文平水位年 2012 年、低水位年 2011 年、泄洪年 2015 年、高水位年 2016 年、典型平水位年 2017 年。多年气温平均值作为平均气温年，2005 年作为极端高温年。

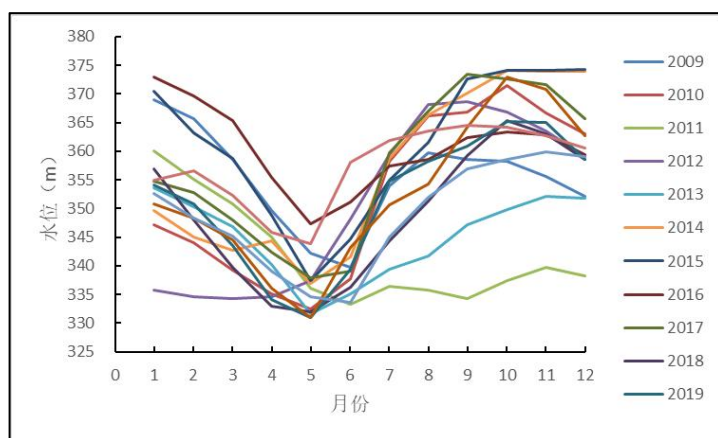


图 7.1.2-21 各年全年水位变化图

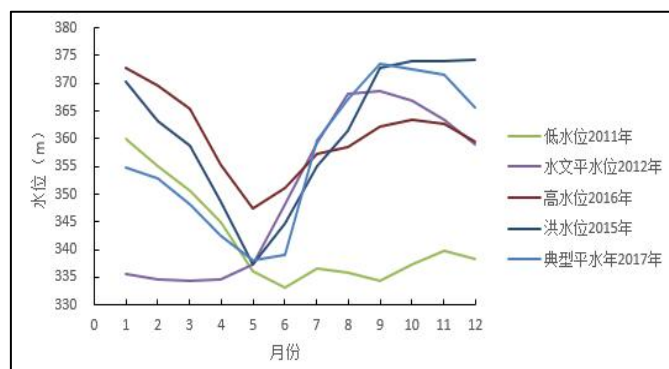


图 7.1.2-22 所选年全年水位变化图

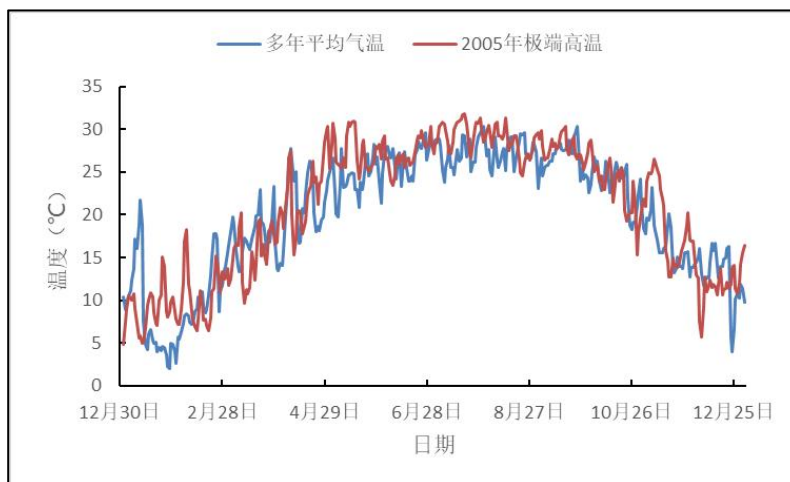


图 7.1.2-23 气温边界条件变化图

考虑到航道通航深度要求、行洪安全及幕布自身荷载安全等条件，拦河式隔水幕墙方案顶部过流高度分别设置为 10m、15m 两种情况，并限制最高挡水高程为 350m。

由于主缆牵引式隔水幕墙方案不受通航及行洪限制，考虑主缆牵引式隔水幕墙方案顶部过流高度设置为 5m、10m、15m 三种情况，并限制最高挡水高程为 350m。

由于拱架支撑式隔水幕墙方案距进水口较近，考虑到过浅的取水深度会在幕墙顶部产生高流速区，对幕墙结构产生较大荷载及结构振动影响，因此拱架支撑式隔水幕墙设置 15m 过流高度，幕顶限高 360m。

表 7.1.2-3 龙滩水温模型工况计算表

工况序号	工况参数	顶部挡水情况 (m)	备注
1	平水年、多年平均气温、无低温水措施工况计算	-	-
2	平水年、多年平均气温、8、9 号机组扩容坝前轴线 1 坝前 600m 隔水幕墙	顶部过流高度 10m	平水年、多年平均气温。计算下泄水温改善效果
3		顶部过流高度 15m	
4	平水年、多年平均气温、8、9 号机组扩容坝前轴线 2 坝前 200m 隔水幕墙	顶部过流高度 10m	
5		顶部过流高度 15m	
6	平水年、多年平均气温、8、9 号机组扩容坝前 80m 主缆牵引式隔水幕墙	顶部过流高度 10m	

表 7.1.2-3(续)

工况序号	工况参数	顶部挡水情况 (m)	备注
7	平水年、多年平均气温、8、9 号 机组扩容坝前 300m 主缆牵引式隔水 幕墙	顶部过流高度 5m	平水年、多年平均气 温。计算下泄水温改善 效果
8		顶部过流高度 10m	
9	平水年、多年平均气温、8、9 号机 组扩容坝前 150m 主缆牵引式隔水 幕墙	顶部过流高度 5m	
10		顶部过流高度 10m	
11		顶部过流高度 15m	
12	平水年、多年平均气温、8、9 号机 组扩容坝前拱架支撑式隔水幕墙	顶部过流高度 15m	

b) 拦河式隔水幕墙水温改善效果分析

计算拦河式隔水幕墙距离坝 200m 和 600m 两条轴线的水温改善效果，计算结果，表明拦河式隔水幕墙距离坝 600m 顶部过流高度 10m 方案水温改善效果最好，在 4~7 月水温改善效果为 0℃~2.0℃。

因此，推荐距离坝址 600m 过流高度 10m 拦河式隔水幕墙方案作为龙滩水电站低温水治理拦河式隔水幕墙比选方案。

表 7.1.2-4 拦河式隔水幕墙平水年水温改善效果对比表

日期	无措施 工况	拦河式 200-10	拦河式 200-15	拦河式 600-10	拦河式 600-15	拦河式 200-10 水 温改善 效果	拦河式 200- 15 水温改善 效果	拦河式 600-10 水 温改善 效果	拦河式 600-15 水 温改善 效果
1 月	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2 月	16.8	16.8	16.7	16.8	16.8	0.0	-0.1	0.0	0.0
3 月	15.9	16.2	16.2	16.2	16.2	0.3	0.3	0.3	0.3
4 月	17.5	18.0	17.8	18.0	17.8	0.5	0.3	0.5	0.3
5 月	18.4	18.9	18.7	19.2	18.7	0.5	0.3	0.8	0.3
6 月	19.1	20.0	19.8	20.3	19.8	0.9	0.7	1.2	0.7
7 月	20.9	22.1	21.7	22.9	22.2	1.2	0.8	2.0	1.3
8 月	21.9	23.1	22.4	24.1	23.2	1.2	0.5	2.2	1.3
9 月	22.3	23.2	22.8	23.5	23.1	0.9	0.5	1.2	0.8
10 月	22.4	22.8	22.6	23.2	22.8	0.4	0.2	0.8	0.4
11 月	22.0	22.2	22.2	22.1	22.2	0.2	0.2	0.1	0.2
12 月	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	0.0	0.0	0.0	0.0

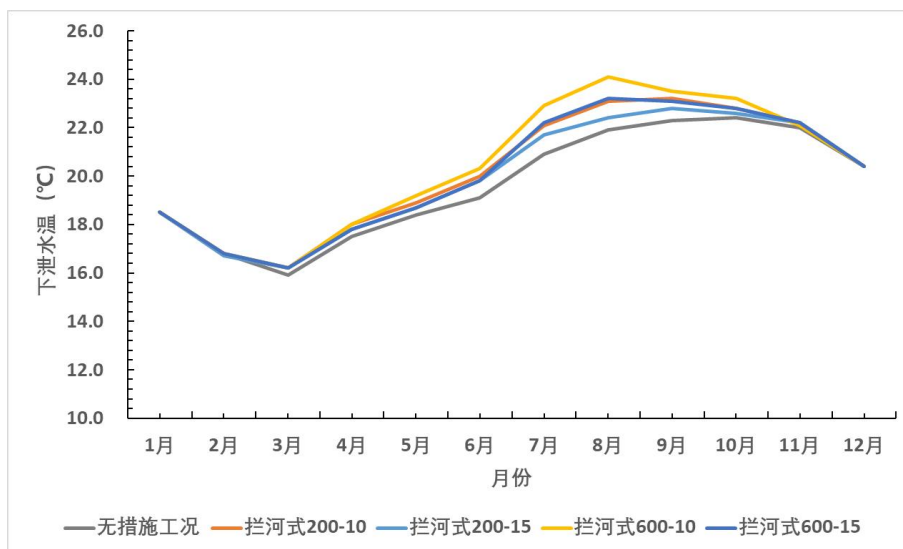


图 7.1.2-24 拦河式隔水幕墙下泄水温改善效果图

c) 主缆牵引式隔水幕墙水温改善效果分析

计算主缆牵引式隔水幕墙距离坝 80m、150m 和 300m 三条轴线的水温改善效果，计算结果表明，主缆牵引式隔水幕墙方案距离坝址 300m 顶部过流高度 5m 方案综合水温改善效果最好，在 4~7 月水温改善效果为 0.1℃~1.9℃。

因此，推荐距离坝址 300m 顶部过流高度 5m 主缆牵引式隔水幕墙方案作为龙滩水电站低温水治理主缆牵引式隔水幕墙比选方案。

表 7.1.2-5 主缆牵引式隔水幕墙平水年水温改善效果对比表

日期	无措施 工况	主缆牵引式隔水幕墙方案下泄水温						主缆牵引式隔水幕墙方案水温改善效果					
		80- 10	300- 10	300- 5	150- 10	150- 15	150- 5	80- 10	300- 10	300- 5	150- 10	150- 15	150- 5
1 月	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 月	16.8	16.8	16.7	16.7	16.7	16.7	16.8	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0
3 月	15.9	16.3	16.2	16.2	16.2	16.2	16.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
4 月	17.5	17.9	17.8	18.1	17.8	17.7	17.9	0.4	0.3	0.6	0.3	0.2	0.4
5 月	18.4	18.9	19.0	19.2	18.8	18.6	19.2	0.5	0.6	0.8	0.4	0.2	0.8
6 月	19.1	20.0	19.9	20.2	20.0	19.7	20.1	0.9	0.8	1.1	0.9	0.6	1.0
7 月	20.9	22.8	22.7	22.8	22.8	22.4	22.7	1.9	1.8	1.9	1.9	1.5	1.8
8 月	21.9	24.5	24.4	24.5	24.5	23.6	24.5	2.6	2.5	2.6	2.6	1.7	2.6
9 月	22.3	24.7	24.9	25.0	24.6	23.7	25.0	2.4	2.6	2.7	2.3	1.4	2.7
10 月	22.4	23.9	23.9	23.9	24.0	23.9	23.9	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5
11 月	22.0	21.9	22.0	22.0	22.0	22.1	22.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
12 月	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

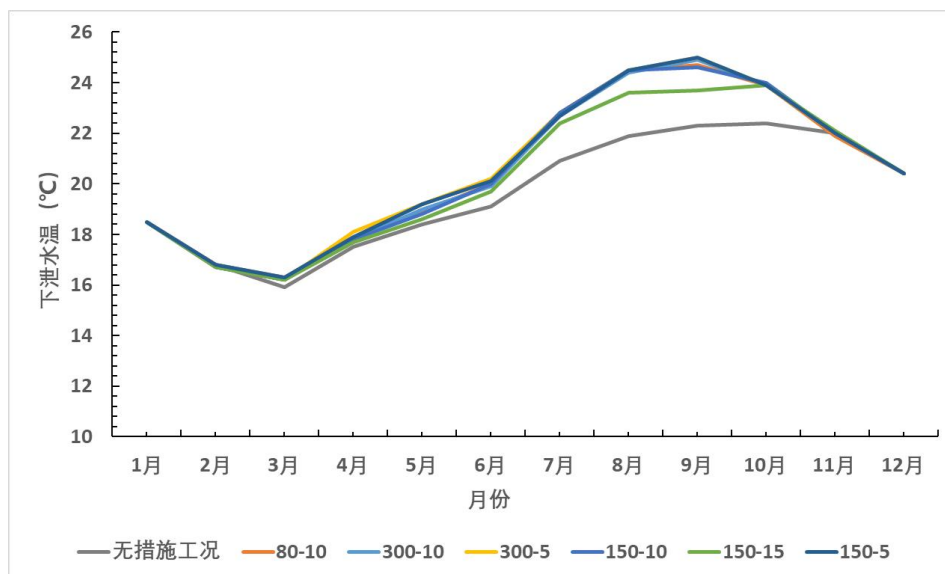


图 7.1.2-25 距坝址 300m过流高度 5m垂向水温分布图

d) 拱架支撑式隔水幕墙水温改善效果分析

计算拱架支撑式隔水幕墙方案在 375m 正常蓄水位过流 15m 的典型工况下水温改善效果，形桁架隔水幕墙方案水温改善效果最大为 1.7℃，出现在 8 月。

表 7.1.2-6 拱架支撑式隔水幕墙水温改善效果对比表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
无措施	18.5	16.8	15.9	17.5	18.4	19.1	20.9	21.9	22.3	22.4	22	20.4
拱架支撑式 隔水幕墙	18.0	16.7	16.2	17.7	18.6	19.7	22.4	23.6	23.7	23.9	21.6	19.8
水温改善效果	-0.5	-0.1	0.3	0.2	0.2	0.6	1.5	1.7	1.4	1.5	-0.4	-0.6

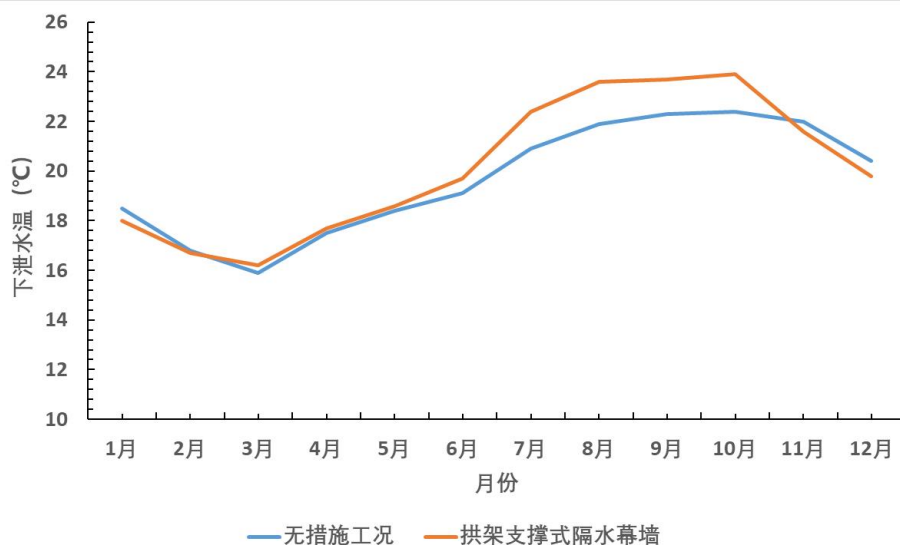


图 7.1.2-26 拱架支撑式隔水幕墙下泄水温改善效果图

e) 小结

根据各分层取水措施水温模型计算结果，在 4~7 月鱼类产卵期内，拦河式隔水幕墙下泄水温最大改善效果为 2.0℃，主缆牵引式隔水幕墙下泄水温最大改善效果为 1.9℃，拱架支撑式隔水幕墙下泄水温最大改善效果为 1.5℃。

表 7.1.2-7 各分层取水措施水温改善效果对比表

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
水温改善效果	拦河式 200-10	0.0	0.0	0.3	0.5	0.5	0.9	1.2	1.2	0.9	0.4	0.2	0.0
	拦河式 200-15	0.0	-0.1	0.3	0.3	0.3	0.7	0.8	0.5	0.5	0.2	0.2	0.0
	拦河式 600-10	0.0	0.0	0.3	0.5	0.8	1.2	2.0	2.2	1.2	0.8	0.1	0.0
	拦河式 600-15	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.7	1.3	1.3	0.8	0.4	0.2	0.0
	主缆牵引式 80-10	0.0	0.0	0.4	0.4	0.5	0.9	1.9	2.6	2.4	1.5	-0.1	0.0
	主缆牵引式 300-10	0.0	-0.1	0.3	0.3	0.6	0.8	1.8	2.5	2.6	1.5	0.0	0.0
	主缆牵引式 300-5	0.0	-0.1	0.3	0.6	0.8	1.1	1.9	2.6	2.7	1.5	0.0	0.0
	主缆牵引式 150-10	0.0	-0.1	0.3	0.3	0.4	0.9	1.9	2.6	2.3	1.6	0.0	0.0
	主缆牵引式 150-15	0.0	-0.1	0.3	0.2	0.2	0.6	1.5	1.7	1.4	1.5	0.1	0.0
	主缆牵引式 150-5	0.0	0.0	0.4	0.4	0.8	1.0	1.8	2.6	2.7	1.5	0.0	0.0
	拱架支撑式 15	-0.5	-0.1	0.3	0.2	0.2	0.6	1.5	1.7	1.4	1.5	-0.4	-0.6

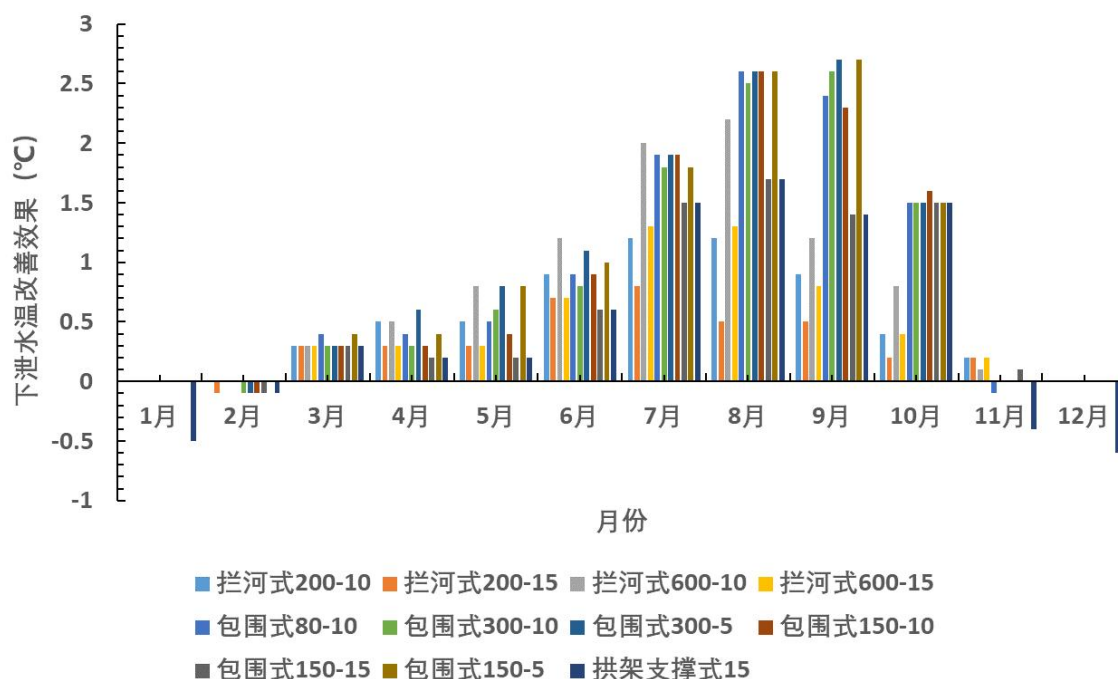


图 7.1.2-27 各分层取水措施水温改善效果对比图

7.1.2.7 分层取水措施流场及荷载分析

a) 工况设计

三维水动力模型计算工况设计如下表所示，主要分析发电与泄洪工况下拦河式隔水幕墙方案、主缆牵引式隔水幕墙方案、拱架支撑式隔水幕墙方案区域流场、受力及流速等情况。

表 7.1.2-8 三维水动力模型计算工况设计

工况	方案	挡墙/幕墙位置	水文条件	水位 m	挡水高程 m	顶部过流高度 m
1	拦河式 隔水幕墙	进水口前 600m	满发	375	360	15
2			泄洪	380.69	295	85.69
3	主缆牵引式 隔水幕墙	进水口前 150m	满发	375	350	25
4						
5			泄洪	380.69	350	30.69
6						
7		进水口前 300m	满发	375	350	25
8						
9			泄洪	380.69	350	30.69
10						
11	拱架支撑式 隔水幕墙	进水口前 80m	满发	375	360	15
12			泄洪	380.69	360	20.69

b) 拦河式隔水幕墙方案流场及荷载分析

模拟区域如下图所示，取④号机组和⑨号机组中轴线进行二维切片(约为中心切片和四分之一处切片)，得到幕墙纵剖面的速度分布。

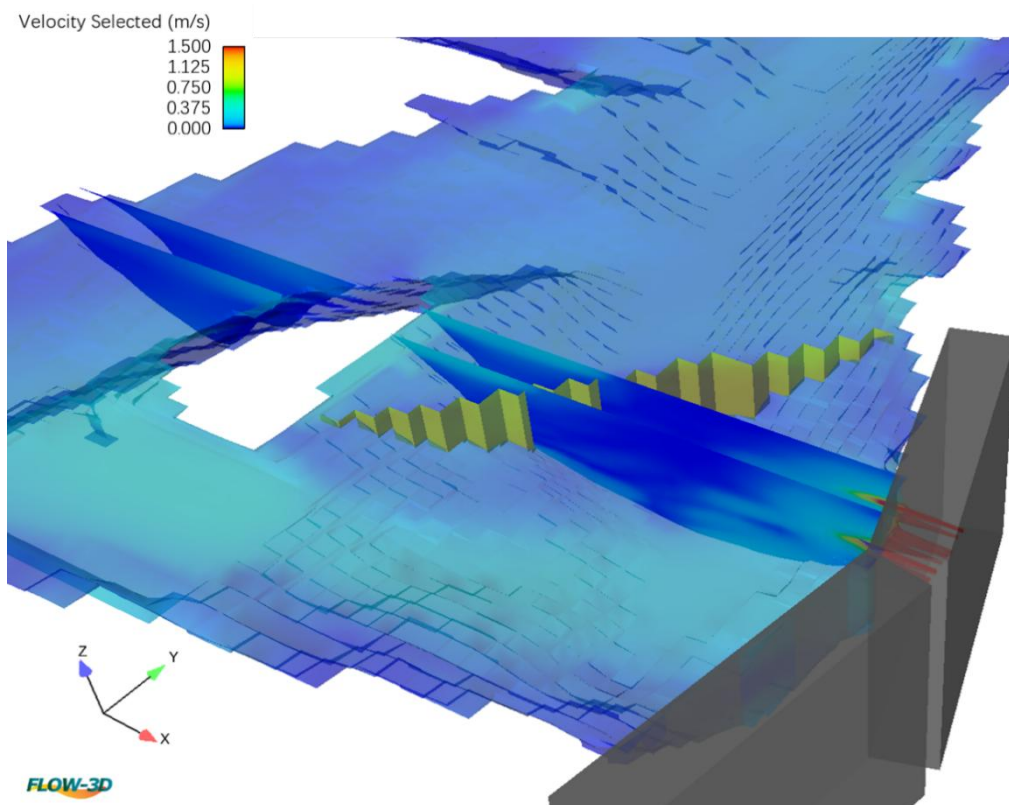


图 7.1.2-28 坝前 600m剖面位置图

a、发电工况

隔水幕墙顶部过水通道的平均流速约 0.22m/s，幕墙顶部局部最大流速约 0.28m/s，幕墙总荷载约 2806t。取幕墙前后水面处两点，水头损失为 0.33cm。

b、泄洪工况

隔水幕墙顶部过水通道的平均流速约 0.57m/s，幕墙顶部局部最大流速约 0.66m/s，幕墙总荷载约 633t。取幕墙前后水面处两点，水头损失为 1.09cm。

模型预测结果表明“拦河式隔水幕墙”方案下，在正常蓄水位 375m 满发工况下，幕顶保持 15m 过流高度，幕墙荷载最大约为 2806t；在洪水位 380.69m 泄洪工况下，幕墙沉降规避泄洪荷载，幕墙荷载最大约为 633t，隔水幕墙所受荷载安全可控，不影响工程可行性。隔水幕墙实施后，幕顶最大流速约 0.66m/s，平均流速不超过 0.6m/s，也不会对电站行洪安全造成影响。水头损失均为厘米级，减少电站发电损失。

表 7.1.2-9 三维水动力分析结果汇总表

工况		水位 (m)	幕顶高程 (m)	荷载(t)	幕顶平均流速(m/s)	幕顶最大流速 (m/s)	水头损失 (cm)
坝前 600m	满 发	375	360	2806	0.22	0.28	0.33
	泄 洪	380.69	295	633	0.57	0.66	1.09

c) 主缆牵引式隔水幕墙方案流场及荷载分析

模拟区域如下图所示，取⑨号机组中轴线进行二维切片(约为中心切片)，得到幕墙纵剖面的速度分布。

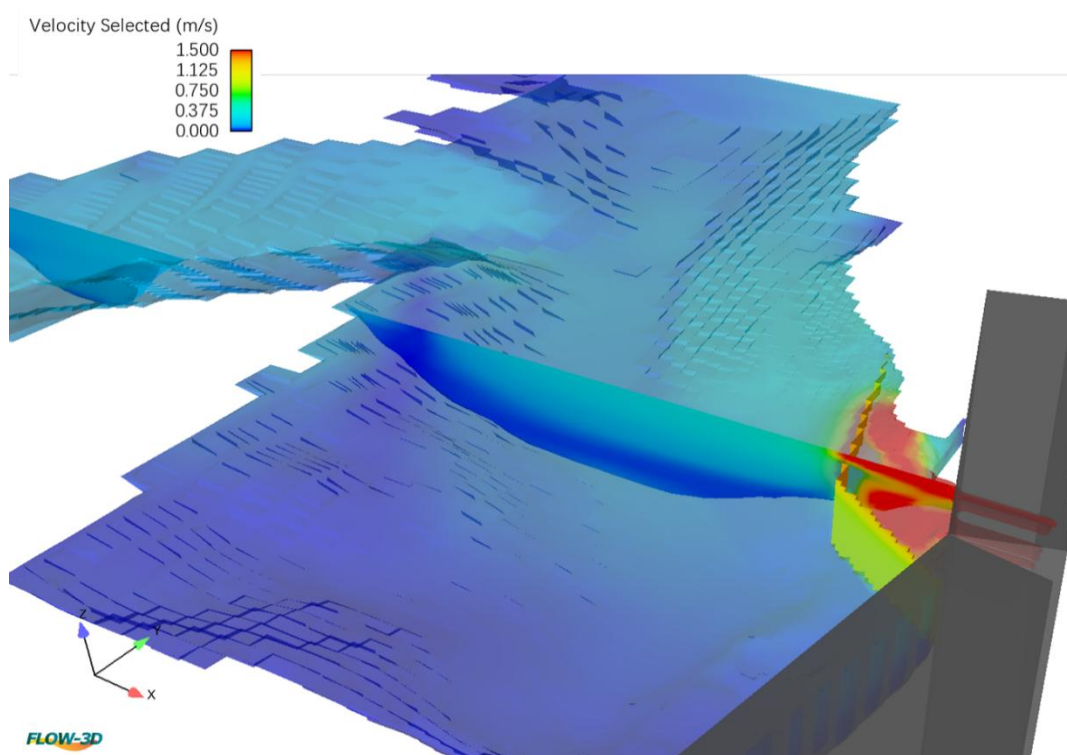


图 7.1.2-29 坝前 150m剖面位置图

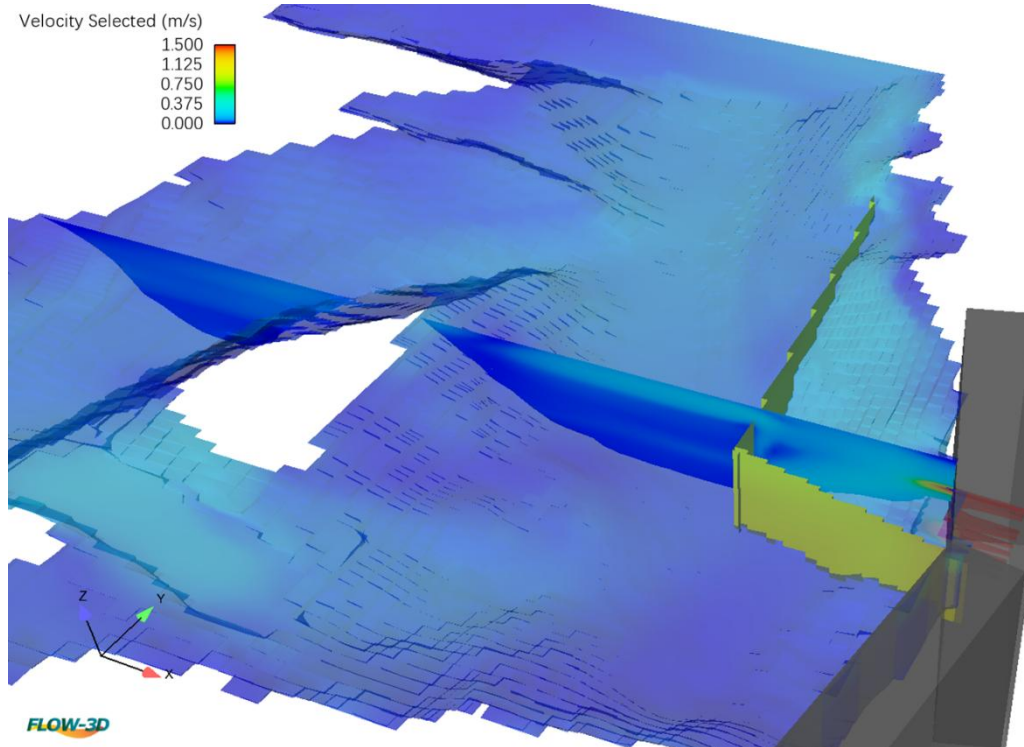


图 7.1.2-30 坝前 300m剖面位置图

a、工况 1(坝前 150m, 水位 375m)

隔水幕墙顶部过水通道的平均流速约 0.39m/s，幕墙顶部局部最大流速约 0.42m/s，幕墙总荷载约 5677t。取幕墙前后水面处两点，水头损失为 2.27cm。

b、工况 2(坝前 150m, 水位 380.69m)

隔水幕墙顶部过水通道的平均流速约 0.40m/s，幕墙顶部局部最大流速约 0.42m/s，幕墙总荷载约 40t。

c、工况 3(坝前 300m, 水位 375m)

隔水幕墙顶部过水通道的平均流速约 0.23m/s，幕墙顶部局部最大流速约 0.29m/s，幕墙总荷载约 1047t。取幕墙前后水面处两点，水头损失为 1.24cm。

d、工况 4(坝前 300m, 水位 380.69m)

隔水幕墙顶部过水通道的平均流速约 0.33m/s，幕墙顶部局部最大流速约 0.35m/s，幕墙总荷载约 339t。

模型预测结果表明在“坝前 150m主缆牵引式隔水幕墙”方案下，在正常蓄水位 375m满发工况下，幕顶限高 350m，幕墙荷载最大约为 5677t；在洪水位 380.69m泄洪工况下，幕顶限高 350m，幕墙荷载最大约为 40t。由于距进水口较近，且过流面积较小，导致隔水幕墙顶部流速和所受荷载较大，水头损失也较大。

在“坝前 300m 主缆牵引式隔水幕墙”方案下，在正常蓄水位 375m 满发工况下，幕顶限高 350m，幕墙荷载最大约为 1047t；在洪水位 380.69m 泄洪工况下，幕顶限高 350m，幕墙荷载最大约为 339t。隔水幕墙所受荷载安全可控，不影响工程可行性。隔水幕墙实施后，幕顶最大流速约 0.53m/s，平均流速不超过 1.0m/s，也不会对电站行洪安全造成影响。水头损失均为厘米级，减少电站发电损失。

表 7.1.2-10 三维水动力分析结果汇总表

工况		水位(m)	幕顶高程(m)	荷载(t)	幕顶平均流速(m/s)	幕顶最大流速(m/s)	水头损失(cm)
坝前 150m	满发	375	350	5677	0.39	0.42	2.27
	泄洪	380.69	350	40	0.40	0.42	/
坝前 300m	满发	375	350	1047	0.23	0.29	1.24
	泄洪	380.69	350	339	0.33	0.35	/

d) 拱架支撑式隔水幕墙方案流场及荷载分析

模拟区域如下图所示，取⑨号机组中轴线进行二维切片(约为中心切片)，得到幕墙纵剖面的速度分布。

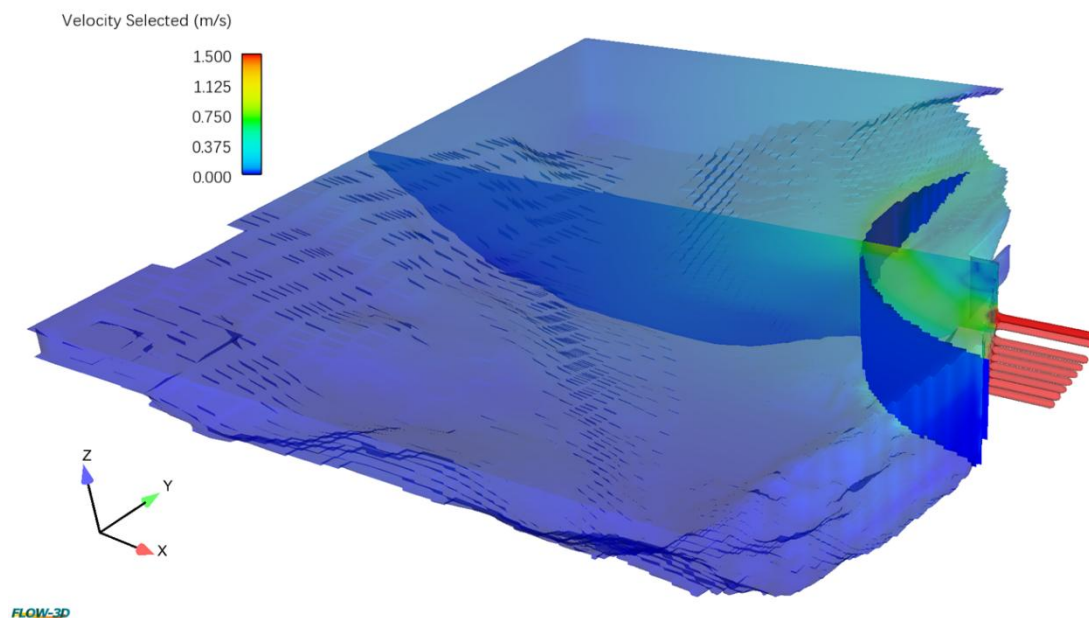


图 7.1.2-31 剖面位置图

(1) 工况 1(水位 375m，过流深度 15m)

隔水幕墙顶部过水通道的平均流速约 0.56m/s，幕墙顶部局部最大流速约 0.58m/s，幕墙总荷载约 2136t。取幕墙前后水面处两点，水头损失为 4.00cm。

图 7.1.2-85 中心切片纵剖图

(2) 工况 2(水位 380.69m, 过流深度 20.69m)

隔水幕墙顶部过水通道的平均流速约 0.47m/s, 幕墙顶部局部最大流速约 0.55m/s, 幕墙总荷载约 246t。取幕墙前后水面处两点, 水头损失为 0.75cm。

e) 小结

根据各分层取水措施水动力模型计算结果, 拦河式隔水幕墙最大荷载约为 2806t、顶部过流平均流速约为 0.22m/s、水头损失约为 0.33cm; 150m 主缆牵引式隔水幕墙最大荷载约为 5677t、顶部过流平均流速约为 0.4m/s、水头损失约为 2.27cm; 300m 主缆牵引式隔水幕墙最大荷载约为 1047t、顶部过流平均流速约为 0.33m/s、水头损失约为 1.24cm; 拱架支撑式隔水幕墙最大荷载约为 2136t、顶部过流平均流速约为 0.56m/s、水头损失约为 4.00cm。

表 7.1.2-11 各分层取水措施三维水动力分析结果汇总表

方案	最大荷载(t)	过流平均流速(m/s)	水头损失(cm)
拦河式隔水幕墙	2806	0.22	0.33
150m 主缆牵引式隔水幕墙	5677	0.40	2.27
300m 主缆牵引式隔水幕墙	1047	0.33	1.24
拱架支撑式隔水幕墙	2136	0.56	4.00

7.1.2.8 综合比选

(1) 水温改善效果比选

经过对各方案水温改善效果的对比分析, 拦河式隔水幕墙方案中, 距离进水口 600m 即轴线 1 方案水温改善效果较好, 幕顶过流 10m 时 4~7 月改善效果最大可改善下泄水温 2.0℃。主缆牵引式隔水幕墙方案中, 距进水口 300m 过流高度 5m 的主缆牵引式隔水幕墙方案改善效果最好, 最高可达 1.9℃。拱架支撑式隔水幕墙下泄水温最大改善效果为 1.5℃。

(2) 荷载比选分析

水动力模型预测结果表明, 对于轴线 1 拦河式隔水幕墙方案, 在正常蓄水位 375m 满发工况下, 幕顶保持 15m 过流高度, 幕墙荷载最大约为 2806t。

对于“进水口前 150m 主缆牵引式隔水幕墙”方案下, 在正常蓄水位 375m 满发工况下, 幕顶限高 350m, 幕墙荷载最大约为 5677t。坝前 150m 主缆牵引式隔水幕墙方案荷载过大, 结构设计难以满足。对于“进水口前 300m 主缆牵引式隔水幕墙”

方案下，在正常蓄水位 375m 满发工况下，幕顶限高 350m，幕墙荷载最大约为 1047t，幕墙荷载满足荷载安全要求，因此该方案对于水流的冲击有较好的抵抗力，所受荷载安全可控，不影响工程可行性。

拱架支撑式隔水幕墙在 375m 水位下，顶部过流深度 15m 工况，最大荷载约为 2136t。该方案所受荷载安全可控，不影响工程可行性。

(3) 流速比选分析

轴线 1 拦河式隔水幕墙方案实施后，幕顶最大流速约 0.66m/s，平均流速不超过 0.6m/s。进水口前 150m 主缆牵引式隔水幕墙方案实施后，幕顶最大流速约 0.42m/s。进水口前 300m 主缆牵引式隔水幕墙方案实施后，幕顶最大流速约 0.35m/s，平均流速不超过 1.0m/s。拱架支撑式隔水幕墙幕顶最大流速约 0.58m/s，平均流速约 0.56m/s。该三种方案流速都较小，且显著低于 1.5m/s 的限制流速。

(4) 行洪安全比选分析

拦河式隔水幕墙方案，在洪水位 380.69m 泄洪工况下，幕墙沉降规避泄洪荷载，幕墙荷载最大约为 633t。坝前 300m 主缆牵引式隔水幕墙方案，在洪水位 380.69m 泄洪工况下，幕顶限高 350m，幕墙荷载最大约为 40t。进水口前 300m 主缆牵引式隔水幕墙方案，在洪水位 380.69m 泄洪工况下，幕顶限高 350m，幕墙荷载最大约为 339t。拱架支撑式隔水幕墙方案，在洪水位 380.69m 泄洪工况下，幕顶限高 360m，幕墙荷载最大约为 246t。三种方案均符合行洪安全要求，但轴线 1 隔水幕墙需提前调度以规避泄洪荷载。

(5) 通航限制比选分析

主缆牵引式隔水幕墙方案不影响航道通行。轴线 1 拦河式隔水幕墙不改航道方案右岸索塔距离航道占用长度约 60m，航道区河床高程 290m~320m，幕墙荷载较低，采用无浮箱设计，船只可安全通行。轴线 1 拦河式隔水幕墙改航道方案则不占用航道，船只可安全通行，但需与航道部门沟通，涉及范围较广，不可控因素多。主缆牵引式隔水幕墙方案和拱架支撑式隔水幕墙方案不占用航道，船只可安全通行。

(6) 水头损失比选分析

轴线 1 拦河式隔水幕墙方案最大水头损失约 1.09cm。坝前 150m 主缆牵引式隔水幕墙方案最大水头损失约 2.27cm。进水口前 300m 主缆牵引式隔水幕墙方案最大水

头损失约 1.24cm。拱架支撑式隔水幕墙方案最大水头损失约 4.00cm。该三种方案水头损失均为厘米级，减少电站发电损失。

(7) 工程造价比选分析

轴线 1 拦河式隔水幕墙不改航道方案工程总投资 45276.26 万元(工程直接费)。轴线 1 拦河式隔水幕墙改航道方案工程总投资 45620.18 万元(工程直接费)。进水口前 150m 主缆牵引式隔水幕墙方案工程总投资 30008.66 万元(工程直接费)。进水口前 300m 主缆牵引式隔水幕墙方案工程总投资 24477.42 万元(工程直接费)。拱架支撑式隔水幕墙方案工程总投资 20027.19 万元(工程直接费)。

(8) 综合比选分析

综上，综合对比水温改善效果、水荷载、流场流态、水头损失、行洪及通航影响、建设技术、工程投资等各方面因素，本阶段认为拦河式隔水幕墙方案水温改善效果较好，但存在与泄洪区域、航道交叉，运行调度存在困难，且工程造价较高。主缆牵引式隔水幕墙水温改善效果同样较好，且不与泄洪区域、航道交叉，工程造价较拦河式隔水幕墙降低了约 40%，但由于主缆牵引式隔水幕墙为柔性牵引，当低水位运行工况下，靠近 1#机处可能存在结构风险，影响进水口安全。拱架支撑式隔水幕墙方案水温改善效果同样较好，且在主缆牵引式隔水幕墙方案基础上，由刚性拱桁架代替柔性主缆，可防止柔性幕布对进水口产生风险，工程造价进一步降低了约 30%。因此推荐采用拱架支撑式隔水幕墙方案。可改善 4 月~7 月升温期下泄水温 0.2℃~1.5℃，工程直接费约 20027.19 万元。

表 7.1.2-12 各方案综合对比表

考虑因素	进水口前轴线 1 不改航道方案	进水口前轴线 1 改航道方案	进水口前 150m 主缆牵引式隔水 幕墙方案	进水口前 300m主缆牵 引式隔水幕墙 方案	拱架支撑式隔水 幕墙
水温改善 效果	在 4~7 月最大 水温改善效果为 2.0℃，水温改 善效果较好	在 4~7 月最大 水温改善效果 为 2.0℃， 水温改善效果 较好	在 4~7 月最大 水温改善效果为 1.8℃，水温改 善效果较好	在 4~7 月最大 水温改善效果 为 1.9℃， 水温改善效果 较好	在 4~7 月最大 水温改善效果为 1.5℃，水温改 善效果较好
荷载	发电工况荷载最 大约为 2806t	发电工况荷载 最大约为 2806t	发电工况荷载最 大约为 5677t	发电工况荷载 最大约为 1047t	发电工况荷载最 大约为 2136t

考虑因素	进水口前轴线 1 不改航道方案	进水口前轴线 1 改航道方案	进水口前 150m 主缆牵引式隔水 幕墙方案	进水口前 300m主缆牵 引式隔水幕墙 方案	拱架支撑式隔水 幕墙
流速	最大流速为 0.66m/s, 发电 工况下平均流速 仅为 0.22m/s	最大流速为 0.66m/s, 发电 工况下平均 流速仅为 0.22m/s	最大流速为 0.42m/s, 发电 工况下平均流速 仅为 0.40m/s	最大流速为 0.35m/s, 发电 工况下平均 流速仅为 0.33m/s	最大流速为 0.58m/s, 发电 工况下平均流速 仅为 0.56m/s
行洪安全 分析	幕墙总荷载 633t, 符合行洪 安全要求	幕墙总荷载 633t, 符合行 洪安全要求	幕墙总荷载 40t, 符合行洪 安全要求	幕墙总荷载 339t, 符合行 洪安全要求	幕墙总荷载 246t, 符合行洪 安全要求
通航限制	采用无浮箱设计, 船只可安全 通行	修改航道, 没有 通航限制	不占航道, 没有 通航限制	不占航道, 没有 通航限制	不占航道, 没有 通航限制
电量损失	运行期 0.005 亿 kWh/a, 施工期 较少	运行期 0.005 亿kWh/a, 施 工期较少	运行期 0.14 亿 kWh/a, 施工期 较少	运行期 0.02 亿kWh/a, 施 工期较少	运行期 0.14 亿 kWh/a, 施工期 较少
工程 直接费	45276.26 万元	45620.18 万元	30008.66 万元	24477.42 万元	20027.19 万元

7.2 陆生生态保护措施

7.2.1 陆生动植物保护措施

根据龙滩水电站验收阶段的措施落实情况, 陆生生态的影响经采取了有效的保护措施后得到了一定程度的减免。其施工影响有限, 本项目对陆生生态的影响主要为过鱼设施、栖息地保护等“以新带老”的保护措施引起的, 为缓解“以新带老”的保护措施对陆生生态的影响, 考虑以下保护措施: 加强施工监理、做好污染物处理工作、外来入侵种防治、施工迹地生态恢复、加强生态跟踪监测、加强宣教管理等。

a) 加强施工监理工作。确保施工人员在征地范围内活动, 从而减轻非施工因素对周围植物及野生动物的占用与压踏。

b) 做好污染物处理工作。应做好施工场地、加工厂和运输车辆的防尘清洁工作, 定期冲刷运输公路, 减少扬尘来源。施工人员的生活垃圾应进行统一处理, 做好弃渣、废水的收集和处理工作后, 集中运出施工区域外, 避免对征地范围外的植物造成不利影响。运输细颗粒材料的车辆加盖篷布, 减速慢行, 减少扬尘、粉尘等对野生动物生境的劣化影响。

c) 防止外来入侵种的扩散。加大宣传力度，对外来入侵植物的危害以及传播途径向施工人员进行宣传；对现有的外来种，利用工程施工的机会，对有种子的植物要现场烧毁，以防种子扩散，在临时占地的地方要及时绿化等。

d) 施工迹地生态修复。施工结束后对临时场地进行迹地恢复，并采用乔木-灌木-草本植物相结合的方式生态修复，树种选择栽种容易，成活率高，树冠大小适中，根系发达的速生树种，建议以乡土树种为主，其与周边生态景观特征相协调，尽量营造碳汇林。乔木可选择杉木、马尾松、麻栎、栓皮栎、桉树等；灌木可选择鞍叶羊蹄甲、山黄麻、盐肤木等；草本可选择芒、类芦、荩草、狗牙根等；适合的藤本有葛、爬山虎、常春藤等。

e) 加强宣教管理。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知的方式，一方面增强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。

f) 加强生态跟踪监测。定期监测施工建设对生态的影响，掌握生态修复及其它保护措施的实际效果，加强对生态的管理，使生态向良性或有利方向发展。

7.2.2 陆生生态敏感区的保护与减缓措施

龙滩水电站 8、9 号机组扩建工程对各敏感区的影响以低频、瞬时、小幅水位变率叠加扰动为主，施工期主要为枢纽区局部施工干扰，无保护地直接占地与新增淹没。针对广西龙滩自治区级自然保护区(天峨龙滩兽类及鸟类重要栖息地)、贵州望谟叉孢苏铁省级自然保护区、广西雅长兰科植物国家级自然保护区、广西龙滩大峡谷国家森林公园、贵州罗甸蒙江国家湿地公园，从运行调度、施工期管控、监测预警、生态管护、环境管理、应急管控方面提出保护减缓措施，降低一期既有影响与扩建增量扰动的叠加效应。

7.2.2.1 运行调度优化措施

a) 优化机组满发调峰运行方式，控制水位变率

严格控制 9 台机组同时满发的频次与持续时长，落实满发频率不大于 7% 的调度约束条件；尽量避免连续长时间 9 台机组全开运行，降低库区小时水位下降速率增量，控制库区小时水位变幅小于 0.05 m/h。在中华秋沙鸭越冬期(每年 11 月-次年

3 月)、鸟类繁殖期(4-6 月)、鱼类繁殖育幼关键期,优化调峰调度,尽量减少 9 台机组同时满发工况,减缓近岸滩涂瞬时水位波动对水鸟觅食、鱼类产卵育幼生境的叠加干扰。

b)维持水库特征水位不变

严格维持水库正常蓄水位、汛期调度控制线、消落控制水位,不得因 8、9 号机组扩建抬高水库运行水位,不改变年度淹没-出露总时长,保障消落带、湿地原有干湿交替节律,避免放大消落带植被、湿地生态系统受扰程度。

c)坝下河道生态流量保障

保障坝下河道生态下泄流量稳定,兼顾广西龙滩大峡谷国家森林公园河段景观、湿生植被及水生生物需求;在公园景观敏感期、水生生物繁殖期,尽量减小坝下日内水位波动幅度,降低叠加扰动。

7.2.2.2 施工期生态保护管控措施

本工程施工均位于已建枢纽工程区内,不直接进入各类保护地,重点防控施工噪声、扬尘、废水、人为活动向外扩散至周边敏感保护目标。

a) 施工场地、施工营地(刺猪坪营地)设置隔离降噪、防尘设施,施工噪声源远离保护地方向布设;合理安排高噪声作业时间,野生动物主要活动时段尽量减少高强度爆破、机械作业;施工废水、生产生活污水全部收集处理达标回用,严禁直排库区。

b) 划定施工活动边界,严禁施工人员擅自进入广西龙滩自治区级自然保护区、雅长兰科国家级自然保护区等各类保护地,禁止采伐植被、惊扰野生动物;加强施工人员生态保护宣教,杜绝捕猎、捡拾鸟卵等行为。

c) 做好施工期水土保持,落实边坡防护、临时苫盖、截排水措施,防止施工泥沙入库,减少对库区水体及底栖生境的间接影响。

d) 施工结束后及时开展施工场地迹地恢复,恢复植被,消除施工期临时干扰。

7.2.2.3 自然保护区针对性保护措施

a)广西龙滩自治区级自然保护区(广西天峨龙滩兽类及鸟类重要栖息地)

针对中华秋沙鸭越冬栖息地,越冬期加强库区近岸巡查,减少人为水上扰动;配合保护区管理部门开展中华秋沙鸭种群监测。

保护库区库湾、浅滩、消落带自然生境,禁止在保护区临近库区岸段开展挖

沙、围垦、岸带硬化等人为活动，维持水鸟觅食滩涂、两栖爬行类繁育微生境完整性。

维护鱼类增殖站运行效果，持续开展库区土著鱼类增殖放流，维持库区鱼类资源，减缓水库化对水生生物的既有影响。

b) 贵州望谟叉孢苏铁省级自然保护区

协同保护区管理部门，加强保护区边界巡护管控，保障叉孢苏铁种群分布区不受人干扰；禁止在保护区临近库岸开展扰动坡体的工程活动，避免诱发岸坡失稳间接影响苏铁生境。

不开展库岸大规模人工改造，维持 375 m 高程以上原生沟谷、山地季雨林生境；结合保护区日常监测，重点关注苏铁种群开花、结实、幼苗更新情况。

库区水位调度严格不突破 375 m 正常蓄水位，防止水位上延间接影响保护区岸坡。

c) 广西雅长兰科植物国家级自然保护区

严禁工程相关施工、运维活动进入保护区范围；针对整合优化后涉及的 0.02 hm² 边缘地块，设置保护警示标识，定期核查该地块水文间接影响，严防人为侵入破坏。

配合保护区管理部门，维持兰科植物原生森林生境，重点关注边缘临近库区地段的森林群落稳定性，不开展任何形式的岸带开发。

d) 广西龙滩大峡谷国家森林公园

运维期控制坝下河道日内水位波动影响，保护峡谷湿生植被、河岸湿地鸟类栖息地；保护喀斯特峡谷自然岸线，禁止岸线硬化。

加强公园临近坝下河段的景观与生态巡查，关注湿生植被、水生生物变化情况。

e) 贵州罗甸蒙江国家湿地公园

维持湿地公园库湾、库汉、岛屿、消落带自然湿地格局，禁止围库造塘、滩涂开垦、湿地硬化，保护水鸟栖息觅食生境。

保护消落带原生草本、灌丛群落，不实施大规模消落带人工植被改造；避免入库泥沙、生产生活污染物加剧湿地压力。

7.2.2.4 生态监测计划

建立“施工期+运行期”长期生态监测体系，重点关注扩建带来的增量叠加影响和累积影响，监测结果报送各保护地主管部门。详见报告 9.2.3.1.

7.2.2.5 环境管理与风险应急措施

落实生态保护责任，与各自然保护地、湿地公园、森林公园管理机构建立联动沟通机制，定期通报电站运行工况，共享监测成果，接受保护地主管部门监督。

建立异常工况应急处置机制，若出现机组故障造成库区水位异常快速涨落，及时启动应急调度，降低对近岸消落带、鸟类、水生生物的不利影响。

加强库区环境风险管控，防范油类、化学品泄漏入库，避免污染敏感保护目标水域。

7.3 水生生态保护措施

7.3.1 工程水生生态保护措施总体规划

根据回顾性评价章节结论，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了有效的环境保护措施后得到了一定程度的减免，也有部分环境影响未能得到有效处理，比如对鱼类资源量的影响、低温水下泄的影响等。本项目所提出的水生生态保护措施以龙滩水电站“以新带老”措施为主，主要包括过鱼设施、鱼类增殖站、栖息地保护以及相关科学研究、生态监测等内容。

7.3.2 工程鱼类保护对象

根据以下原则筛选重点保护鱼类：

a) 重点鱼类。单纹似鲃、花鳗鲡、乌原鲤、斑鳢、叉背金线鲃 5 种为国家二级保护动物，广西壮族自治区重点保护动物唇鲮、巨修仁鲃。

b) 长距离和江河洄游鱼类。龙滩水库建设前，评价区内的主要野生洄游鱼类有花鳗鲡、鳗鲡、鲢和鳊鱼等。

c) 龙滩水库建库前的重要优势物种及现阶段在评价区仍有分布的物种，如暗色唇鲮等。

d) 根据报告回顾性评价确定的主要受影响的鱼类。

综合以上分析，初步筛选需主要保护的鱼类包括花鳗鲡、叉背金线鲃、单纹似鲃、乌原鲤、斑鳢、唇鲮、巨修仁鲃、鳗鲡、鲢、暗色唇鲮和鳊鱼等。龙滩水电站

对其主要影响方式主要为阻隔洄游和基因交流、淹没水生生境、水文情势变化、低温水延迟繁殖等。主要通过已有和新增栖息地保护、过鱼设施、增殖放流和生态调度对其进行保护。

表 7.3.2-1 鱼类保护对象的主要保护对策响应表

需主要保护 鱼类	现状分布	龙滩一期工程主 要影响	本工程 新增影 响	作为过 鱼对象	作为增 殖放流 对象	已有和新 增栖息地 保护	生态调 度
1. 花鳡	红水河干流龙滩下 游	非主要分布区、 龙滩及下游梯级 电站累积阻隔洄 游	坝下水 文情势 变化直 接影响 有限			✓	
2. 叉背金线 鲃	天峨县境内龙滩库 尾以上布柳河更新 乡段和坝下的地下 河中	主要栖息于地下 暗河，受龙滩直 接影响有限	坝下水 文情势 变化直 接影响 有限			✓	
3. 单纹似鲃	龙滩库区、蒙江	淹没水生生境， 流水生境减少、 水文情势变化	水文情 势变化			✓	
4. 乌原鲤	岩滩库区、南盘江	阻隔洄游、淹没 水生生境、水文 情势变化	水文情 势变化	✓	✓		✓
5. 斑鳢	南盘江、北盘江、 库区、蒙江、布柳 河、坝下均有分布	阻隔基因交流、 淹没水生生境、 流水生境减少、 水文情势变化、 低温水延迟繁殖	水文情 势、水 温变化	✓		✓	✓
6. 唇鲮	蒙江、布柳河	阻隔基因交流、 淹没水生生境、 低温水延迟繁 殖、水文情势变 化	水文情 势变化	✓	✓	✓	✓
7. 巨修仁鲃	坝下天峨段、下游 都安县段	淹没水生生境	水文情 势变化			✓	
8. 鳡	干流龙滩下游	龙滩及下游梯级 电站累积阻隔洄 游	水文情 势变化			✓	
9. 鲮	北盘江、库区	阻隔洄游、淹没 水生生境，流水 生境减少、水文 情势变化	水文情 势变化	✓			✓
10. 暗色唇 鲮	南盘江、蒙江、坝 下	阻隔基因交流、 淹没水生生境、 低温水延迟繁 殖、水文情势变 化	水文情 势、水 温变化	✓	✓	✓	✓
11. 飘鱼	库区、坝下	阻隔基因交流、 淹没水生生境、 水文情势变化	水文情 势、水 温变化	✓		✓	✓

7.3.3 工程水生生态保护措施

7.3.3.1 过鱼设施

a) 建设任务及规模

1) 建设必要性

(1) 维持河流生态系统的连通性、物种的遗传及生物多样性的需要

龙滩水电站工程会造成大坝阻隔，大坝的阻隔影响不会导致鱼类物种的灭绝，但大坝的阻隔将原来的大种群分为坝上、坝下两个群体，由于群体间不能进行双向的遗传交流，其遗传多样性将受到不同程度的影响。种群数量较大的鱼类，群体间将出现遗传分化，种群数量较少的物种将逐步丧失遗传多样性，对物种及种群的稳定性造成影响。电站的建设将使河流的连续性受到影响，鱼类生境片段化，河段的生态环境也会受到一定影响，生态系统多样性遭受破坏。为了减少大坝对河流生态系统尤其是鱼类种群的干扰，维持河流生态系统的连通性、维持河流的遗传及生物多样性，龙滩水电站工程有必要设置过鱼设施。

(2) 促进鱼类组成平衡恢复

龙滩库区鱼类整体结构已发生根本改变，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。库区适应激流生境、以底栖生物为食的鱼类已基本退出，取而代之的是适应静水或一般流水生境的种类及养殖种类。洄游、喜流水底栖生活的鱼类明显减少。过鱼设施的建设可促进土著鱼类的繁殖，对龙滩水电站鱼类组成恢复和土著鱼类的保护起到积极作用。

(3) 协调水电开发与生态环境保护，回应社会关切的需要

社会各界对水电工程生态环境保护关注度日益增大的趋势下，大型水电工程在建设和运行过程中产生的生态影响已成为社会关注热点，环境和生态保护措施的实施情况直接关系到工程的整体形象，甚至制约着流域水电开发。建设红水河龙滩水电站过鱼设施，在一定程度上减缓河段水电开发工程对水生生态环境的影响，对促进红水河生态环境保护的可持续、协调发展具有积极意义。

(4) 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要求

原环境保护部办公厅《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。”“四、在红水河综合开发过程中，应重点做好如下工作：(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……”

根据以上要求，龙滩水电站需要采取有效的过鱼措施，缓解种群间遗传交流受阻的不利影响，以保护鱼类种群的遗传多样性。

2) 过鱼对象

建库后，梯级各电站坝址上下游鱼类种类组成与环评阶段比较发生了变化，从促进电站上下游鱼类基因交流和鱼类洄游连通性考虑，过鱼设施工艺设计需要对主要过鱼对象进行复核和优化。

(1) 过鱼目标确定原则

选择过鱼对象时，应满足以下基本条件：

工程上游及下游均有分布或工程运行后有潜在分布可能的鱼类；

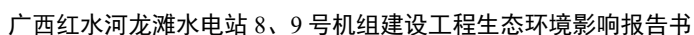
工程上游或下游存在其重要的生境的鱼类；

洄游或迁徙路线经过工程断面的鱼类；

依据现代生态学理论和观点，过鱼设施所需要考虑的鱼类不仅仅是洄游鱼类，空间迁徙受工程影响的所有鱼类都应是过鱼设施需要考虑的过鱼对象。但一定的过鱼设施的结构和布置很难做到同时对所有鱼类都有很好的过鱼效果，因此在设计过鱼设施时，有些鱼类需要优先考虑：具有洄游及半洄游特性的鱼类；受到保护的鱼类；珍稀、特有、土著、濒危鱼类；具有经济价值的鱼类。

(2) 过坝种类

《红水河综合利用规划环境影响回顾性评价研究》中提出“花鳊、鳊等在龙滩有分布，一般分布上限至桥巩。大化至桥巩的主要过鱼对象建议为四大家鱼、鳊、鲮、赤眼鲮、飘鱼，兼顾过鱼对象为花鳊、鳊、银鲮及其他在坝上坝下均有分布的鱼类。”红水河流域已建过鱼设施中，长洲枢纽过鱼对象为中华鲟、鲟鱼、



统筹流域情况结合本报告回顾性评价龙滩段鱼类分布情况，兼顾增殖放流鱼类。推荐龙滩主要过鱼对象为稀有白甲鱼、乌原鲤、长鳍光唇鱼、唇鲮、暗色唇鲮、鳅、鲢、鳙、瓢鱼、银鲴、青鱼、草鱼、鲢、鳙等，兼顾过鱼对象为斑鲮、四须盘鮡、翘嘴鲌、卷口鱼、鲮等鱼类。

种类	常规体长(mm)	最小性成熟体长(mm)
草鱼	120~470	672
鲢	198~480	650
鳙	178~398	850
鳊	400~1300	约 670
鲮	200~630	210~300
飘鱼	116~241	约 150
银鲴	137~156	约 140

由上表可以看出，该江段小型鱼类主要为长鳍光唇鱼、飘鱼、银鲴，其最小性成熟体长在 100mm 左右，体型较大的鱼类主要为青鱼最小性成熟个体在 1000mm 左右。根据 2024 年 7 月龙滩坝下的鱼类资源调查结果，兼顾过鱼对象中四须盘鮠的体长范围为 6.2 - 22.5 cm，平均体长 9.83 cm；翘嘴鲌的体长范围为 38.2 - 47.5 cm，平均体长 42.53 cm；鲮的平均体长为 36.5cm。上行过鱼规格为目标鱼类最小性成熟体长至最大体长。

(2) 下行过鱼规格

下行过鱼对象为仔稚鱼，个体大小 5cm 以内。

5) 过鱼规模

(1) 上行过鱼规模

龙滩水电站上行过鱼主要是为了提高坝上坝下鱼类基因交流，维持种群遗传多样性。根据国外最小封闭种群的研究结果，维持 500 尾的群体数量是种群遗传多样性不至于快速丧失的最低要求。从提高基因交流保证率的角度出发，目标鱼类的最小繁殖群体数量应至少保证在 500 尾/种以上。主要过鱼对象过鱼规模为 500 尾/年。对于部分资源量较少的鱼类，如鳊、鲮等可根据实际运行情况适当减少过鱼数量。

(2) 下行过鱼规模

下行过坝主要目标为提高被动下行鱼类过坝时的存活率，因而不设置具体的目标过鱼量。

6) 鱼类游泳能力

为进一步了解过鱼对象的游泳能力，为过鱼设施流速等设计提供支持，对主要过鱼对象部分鱼类进行了游泳能力试验。根据试验及历史资料，得到以下结果。

表 7.3.3.1-2 鱼类游泳能力测验研究结果 单位: m/s

种类	感应流速	临界流速	突进流速	持续流速
鳅	0.05~0.10	0.88~1.14	1.21~1.42	0~0.79
鲮	0.05~0.10	0.88~1.14	1.21~1.42	0~0.79
鲢	0.088 ~ 0.105	1.641 ~ 1.744	1.917 ~ 2.217	1.322 ~ 1.432
鳙	0.047 ~ 0.068	1.658 ~ 1.733	1.979 ~ 2.155	1.289 ~ 1.396
斑鳊	0.112~0.120	0.712~0.839	1.051~1.367	0.343~0.500
银鲴	0.10~0.13	0.71~1.23	1.23~1.95	0~0.74
飘鱼	0.089 ~ 0.112	0.725 ~ 0.778	0.853 ~ 0.959	0.644 ~ 0.704
鲮	0.09~0.16	0.79~1.21	1.14~1.97	0~0.80
翘嘴鲮	0.06~0.10	0.74~1.28	1.04~1.58	0~0.80

注: 鳊鲮测试结果来源于《鱼道: 生物学依据、设计标准及监测》; 花鳊鲮测试结果来源于《龙塘大坝枢纽改造工程鱼道设计研究》(杨振冰, 2024); 鳅、银鲴、鲮、翘嘴鲮测试结果来源于《大藤峡水利枢纽主要过鱼对象游泳能力测试研究》(水工程生态研究所, 2016 年)。

(1) 过鱼孔口/竖缝流速

在过鱼设施中, 鱼类通过过鱼孔口或竖缝一般都是以高速冲刺的形式短时间通过, 通过高流速区时间一般在 5~20s, 通过后寻找到缓流区或回水区进行休息。美国的 TRB2009 年会的报告中指出: 观测到鱼类通过鱼道时的游泳速度为突进游泳速度; Blake(1983)通过研究发现鱼类通过竖缝式鱼道的竖缝时运用突进游泳速度, 直到疲劳才停下来休息。针对本项目, 考虑兼顾大部分鱼类的洄游, 特别是考虑到体长更小的鱼类的索饵洄游, 建议过鱼孔口/竖缝断面的控制流速取突进游泳速度的下限值, 即过鱼孔口的流速建议小于 0.5m/s。

(2) 诱鱼流速

通常吸引流速为 0.6~0.8 U_{crit} (临界游泳速度), 根据过鱼对象游泳能力测试结果, 过鱼对象临界游泳速度在 0.33~1.28m/s 左右。

红水河流域的过鱼设施中, 长洲枢纽过鱼对象为中华鲟、鲟鱼、七丝鲚、鳊鲮、花鳊鲮、白肌银鱼, 大藤峡枢纽过鱼对象为四大家鱼、花鳊鲮、鳊鲮、鳅、鲮、赤眼鲮。其中长洲枢纽的鱼道竖缝设计流速为 0.8m/s, 大藤峡枢纽鱼道过鱼设施诱鱼口流速为 0.6~1.3m/s。龙滩水电站过鱼对象与大藤峡水利枢纽和长洲水利枢纽部分过鱼对象相同, 根据游泳能力测试结果推断的过鱼设施进口诱鱼流速为

0.198~1.024m/s，与红水河流域已建过鱼设施诱鱼流速差异不大，基本可满足过鱼设施进口诱鱼流速需求。因此，建议过鱼设施进口诱鱼流速控制在 0.198~1.024m/s。

(3) 过鱼设施内流速

鱼类进入过鱼设施后，若通道中水流流速过小，鱼类容易找不到方向而不继续前进。因此，过鱼设施中的流速应大于鱼类的感应流速。同时，鱼类上溯通过过鱼设施游出出口时，出口外的水流流速也应大于鱼类的感应流速，这样鱼类才能找到方向，继续上溯。根据游泳能力测验结果，感应流速建议取值为鱼类感应流速中的最大值 0.16m/s。此外，对于鱼道池室主流的设计流速，一般以临界游泳速度为水力设计的参考依据，主流的流速不应超过临界游泳速度的下限值，即鱼道池室内的主流流速建议小于 0.71m/s。故过鱼设施内的流速建议控制在 0.16~0.71m/s 之间。

b) 上行进鱼口流场研究

1) 试验目的和内容

(1) 试验目的

在充分调研鱼类生态繁殖特性的基础上，针对有过鱼需求的鱼类对流速(感应流速、喜爱流速和极限流速，不同鱼类特征值有所差异)、流态(鱼类具有趋流性，宜选择顺流，避免回流)的偏好性，在 3~7 月可能存在的运行调度工况下，通过对拟选择的集鱼系统布置位置附近区域的流态、流速的观测，优化最佳集鱼系统进鱼口布置，为过鱼设施的位置选择及布置设计提供技术支撑。

(2) 试验内容

集鱼系统布置合理性论证研究：在过鱼期典型工况下，通过观测设计初拟的下游进口区域流场特性(水深、流态、流速等)，对其平面布置及高程、体型等进行分析论证，判定集鱼系统布置的合理性，对集鱼系统布置位置进行选择。

集鱼系统布置优化研究：如集鱼系统布置设计方案不能满足集鱼要求，则需采取工程措施对集鱼系统布置进行调整，优化流场分布。主要优化研究内容包括：平面位置及高程布置、补水流量及方式和局部河道整治。通过上述优化研究，形成适合该区域溯河洄游鱼类的进口、出口区域，以满足过鱼设施集鱼设计要求，提出集鱼进出口优化布置建议。

(3) 试验工况

水工模型试验主要工况考虑龙滩水电站不同台数机组发电流量情况。选取 3 组典

型发电流量工况分析鱼类的上溯路径，在此基础上确定集鱼系统的布置位置。由于尾水隧洞为平行布置，①#尾水洞和②#尾水洞出流对③#尾水洞附近的尾水集鱼箱及集鱼站的流速基本没有影响，因此本次模型试验考虑龙滩水电站 1 台机组、2 台机组、3 台机组发电流量及全部机组发电流量，选取 4 组典型工况分析集鱼系统的流场

表 7.3.3.1-3 模型试验工况表

工况	流量 m ³ /s	机组运行方式	尾水出流方式	下游水位 m	备注
1	400	1 台机	③#尾水洞	220.15	原河道
2	3000	7 台机	②#、③#尾水洞	227.51	原河道
3	4811	9 台机	①#、②#、③#尾水洞	231.46	原河道
4	400	1 台	③#尾水洞	220.15	集鱼系统
5	800	2 台	③#尾水洞	221.60	集鱼系统
6	1200	3 台	③#尾水洞	222.80	集鱼系统
7	4811	9 台机	①#、②#、③#尾水洞	231.56	集鱼系统

注：表中下游水位为 0+900m 处的水位，相应的岩滩坝前水位为 219m。

2) 模型设计、制作与试验工况

(1) 模型范围及制作

依据《水电水利工程常规水工模型试验规程》DL/T5244-2010，本模型采用重力相似准则设计(正态模型)，几何比尺为 1：50。模型试验各物理量比尺见表。

表 7.3.3.1-4 模型试验各物理量比尺表

物理量名称	几何比尺	流速比尺	流量比尺	时间比尺	糙率比尺
比尺关系	λ_L	$\lambda_v = \lambda_L^{0.5}$	$\lambda_Q = \lambda_L^{2.5}$	$\lambda_t = \lambda_L^{0.5}$	$\lambda_n = \lambda_L^{1/6}$
比尺数值	50	7.071	17677.670	7.071	1.919

模型模拟了包括电厂尾水出口在内的总长约 1300m 范围内的下游河道，以电厂中间尾水洞出口为界，上游约 300m，下游约 1000m，模型模拟下游地形最高等高线为 240m。模型总长约 28m(包括尾门调节池)，宽度约 7.5m，高度约 0.8m。电厂尾水主洞出口段采用有机玻璃制作，电厂尾水主洞出口按照从上游至下游的顺序依次为①#尾水主洞出口、②#尾水主洞出口、③#尾水主洞出口。地形采用断面板法和等高线法相结合的方法制作，用水泥沙浆抹面，模型上布设了 1 个下游水位控制点，

位于下游河道桩号 0+900m 处。

模型模拟需要考虑原流场情况，考虑尾水集鱼箱、尾水左岸集鱼站、右岸集鱼站、集鱼平台等各种可能的布置下流场模拟。尾水出口左侧岸边布置集鱼站，集鱼站设有两个诱鱼进口，同时在③#尾水洞出口右孔布置集鱼箱，由于集鱼箱为透水结构，本次试验仅对集鱼箱位置的流场进行量测。在尾水斜对岸右岸布置集鱼站。在下游布置集鱼平台。

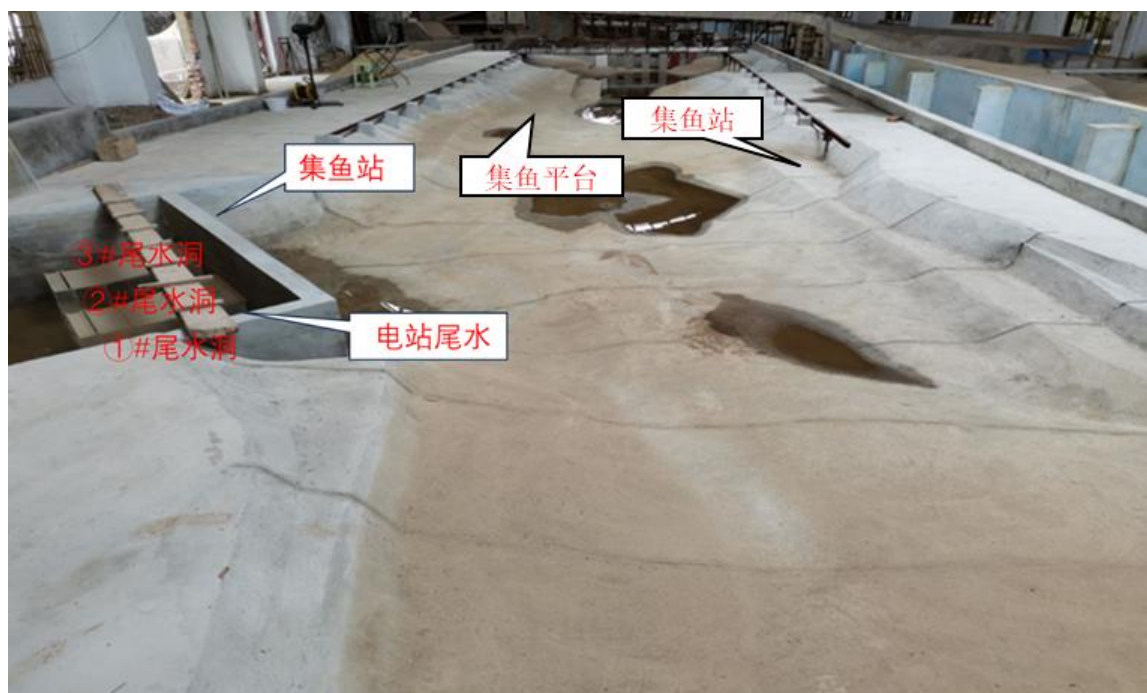


图 7.3.3.1-1 模型总布置图

(2) 试验测试方法

为方便流速点的定位与测量，在模型左右两岸分别布设了等高轨道，以左岸轨道边线为流速测量基准线 O、B 两点，分别对应的大地坐标为 (4860.4445, 69312.8458), (5852.8197, 68969.7840)。模型坐标系的原点位于 O 点处，将河道主流流向定义为 X 轴正向，Y 轴正向指向右岸，垂直于 OB 基准线为自定义的流速测量桩号。原河道流场测量区域为桩号 0+954.317m~桩号 1+604.317m 之间的河段，河道流场测试长度 650m，模型模拟范围见下图。

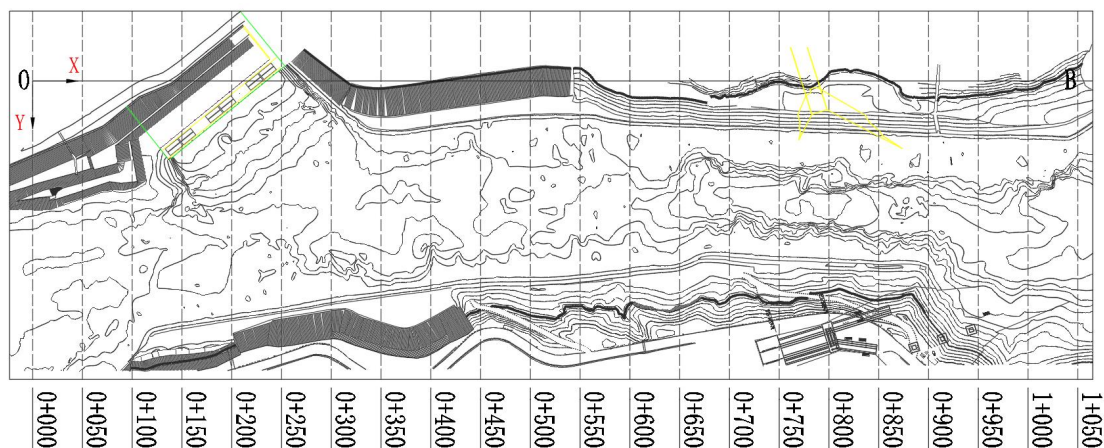


图 7.3.3.1-2 模型模拟范围

3) 原河道试验成果

(1) 流态

典型机组运行工况的下游河道流态如下图所示，从图中可以看出，不同发电流量下，下游河道流态基本一致，各工况尾水渠出流均顺畅，水面平稳，尾水渠出口上游为微弱回流区，发电尾水斜向汇入河道，主流偏向于河道右岸，受水体的剪切作用在尾水渠下游左岸一定区域呈现回流流态，回流强度随发电流量的增大而增大，回流范围随着尾水洞出流数量增大逐渐减小，最大回流区长度约为 100m，回流区宽度约为 20m，最大回流流速约为 0.4m/s。主河道水流顺畅，由于集鱼码头下游两岸地形拓宽，岸边呈现微弱回流流态。

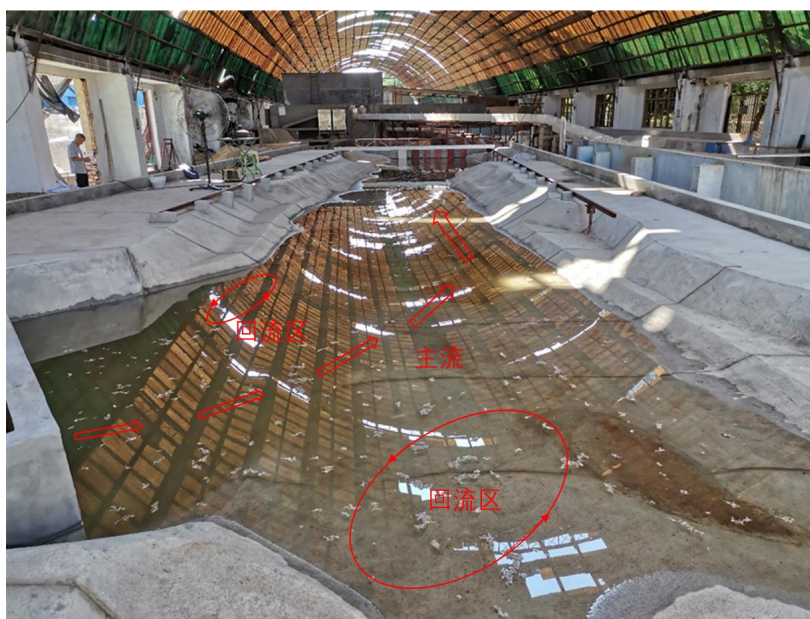


图 7.3.3.1-3 发电流量 400m³/s(③#尾水洞出流)下游河道流态图

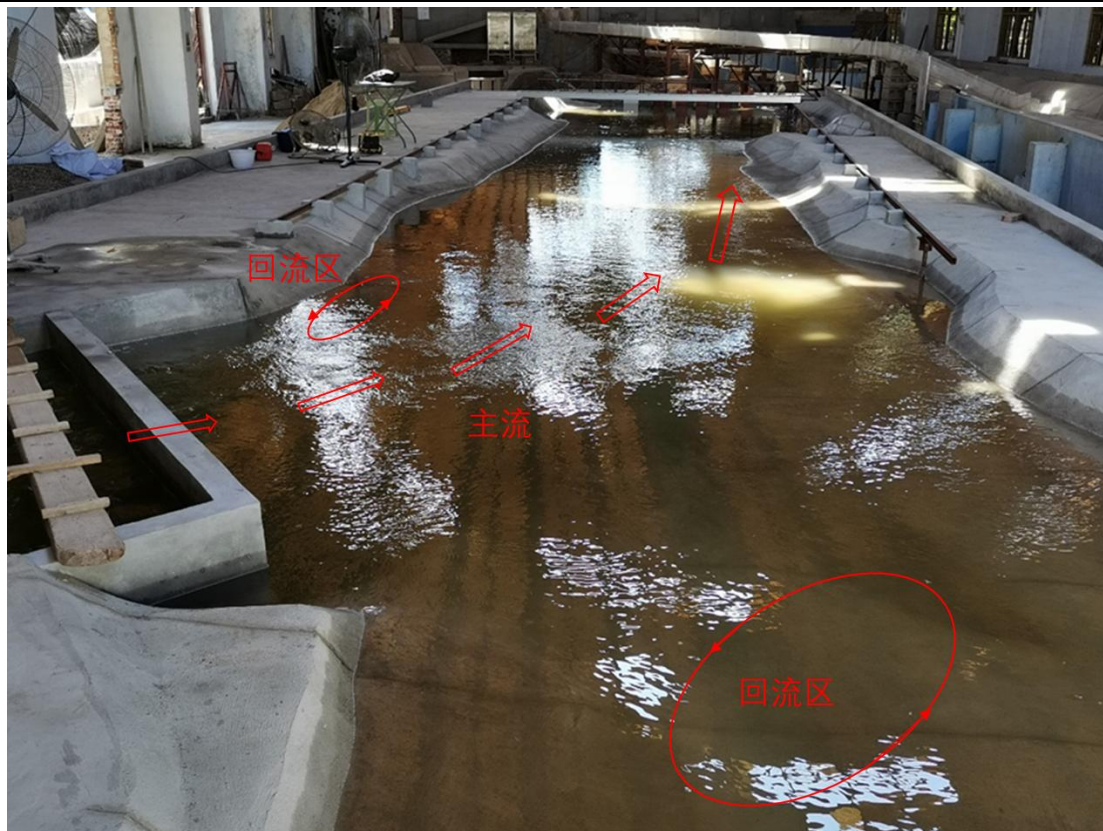


图 7.3.3.1-4 发电流量 3000m³/s(②#、③#尾水洞出流)下游河道流态图

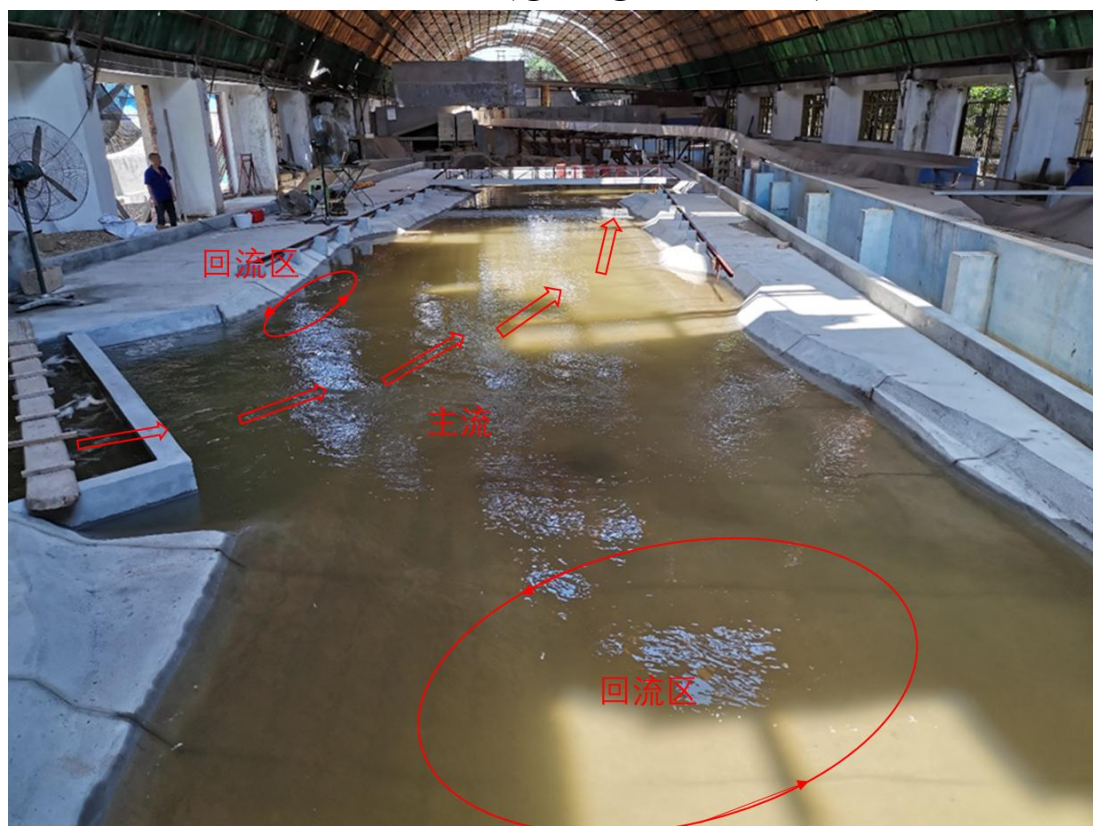


图 7.3.3.1-5 发电流量 4811m³/s(①#、②#、③#尾水洞出流)下游河道流态图

(2) 流速

试验对不同发电下的下游河道表面流场和底部流场及岸边水面线进行了测量，不同工况下尾水渠流速如下图所示。

在发电流量 $400\text{m}^3/\text{s}$ 工况下，③号尾水洞出流时，发电尾水斜向汇入河道，尾水渠右侧呈现回流流态，尾水渠内流速均在 1m/s 以下。尾水汇入河道后，受河道束窄的影响，流速有所增大，在桩号 $1+454.317\text{m}$ 后河道拓宽整体流速有所减低。河道整体呈现中部流速较大，两侧流速相对较小，右岸稍高于左岸的流速分布。左岸岸边流速整体小于 0.6m/s ，河道中部流速稍大在 1m/s 左右。河道流速在垂向上分布较均匀，因此在此发电流量下，鱼类在河道全断面均可顺利进入到尾水渠内。



图 7.3.3.1-6 发电流量 $400\text{m}^3/\text{s}$ (3#尾水洞出流)尾水渠流速图

在发电流量 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 工况下，主流偏向河道右岸，右岸流速明显高于左岸，基本在 2.5m/s 左右，流速整体偏大，不适合鱼类上溯。河中流速较右岸流速稍小，在 2.0m/s 左右，较适合鱼类上溯的流速稍大。左岸流速较小，垂向上流速分布较均匀，底部流速稍大于表面流速，整体流速在 1.5m/s 以下。鱼类可沿左岸上溯到尾水渠内。尾水对流的右岸有部分低流速区域。

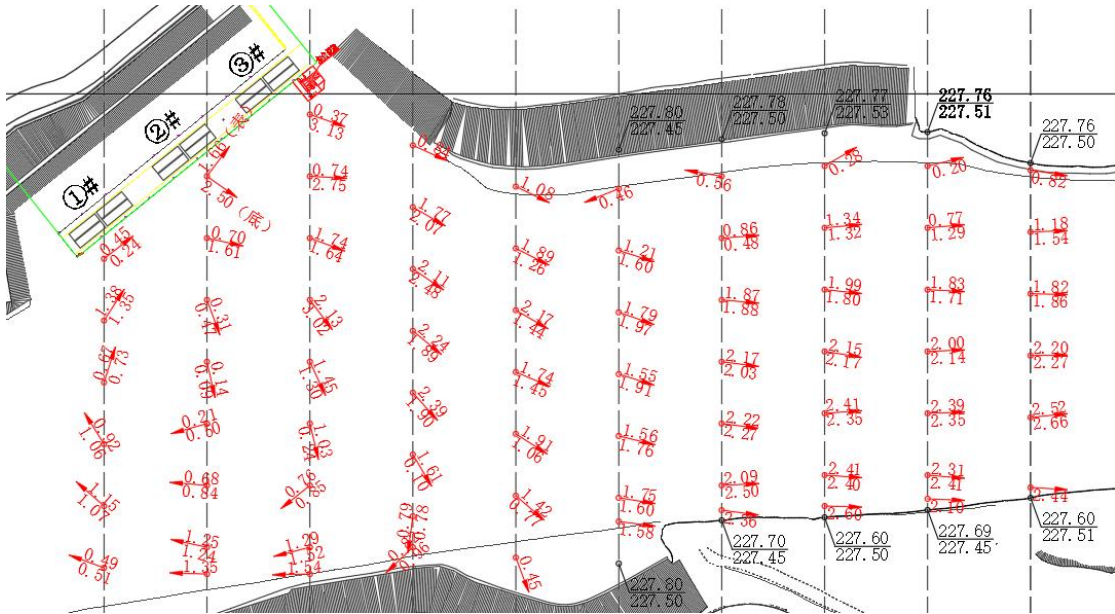


图 7.3.3.1-7 发电流量 3000m³/s(2#、3#尾水洞出流)尾水渠流速图

在发电流量 4811m³/s 工况下，河道流速分布情况与发电流量 3000m³/s 时基本一致，右岸和河中流速均较大，主河道流速均超过 1.2m/s，仅左岸岸边的流速稍小，整体流速在 1.5m/s 左右，鱼类可贴近左岸向尾水渠上溯。尾水对流的右岸有部分低流速区域。

综上，建议集鱼系统布置在尾水下游左岸、右岸，以保证各发电流量下的集鱼效果。

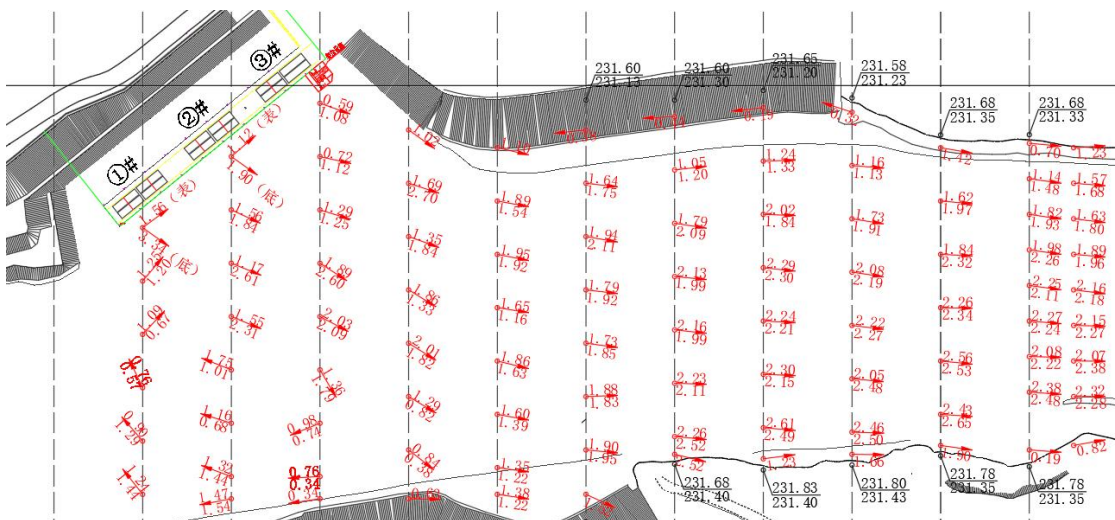


图 7.3.3.1-8 发电流量 4811m³/s(1#、2#、3#尾水洞出流)尾水渠流速图

4) 集鱼平台试验成果

在发电流量 400m³/s 工况下，尾水出口后河道中部流速较大，河道两侧流速相

对较缓，右岸流速稍高于左岸流速。在桩号 1+104.317m 后，主流基本偏向河道右岸，左岸流速较小。在集鱼码头附近(桩号 1+329.317m)，左岸岸边流速整体小于 0.6m/s，河道中部流速稍大，具有一定的诱鱼效果，因此集鱼平台在横向上需向河中布置，布置位置距离岸边基准线(模型 OB 基准线)需达到 120m 才具有诱鱼效果。河中水流沿程流速变化较小，所以在纵向上桩号 0+954.317m~桩号 1+454.317m 范围内均适合布置集鱼平台，集鱼平台推荐布置位置如下图所示。由于河中垂向流速分布不均，底部流速高于表层流速，在桩号 1+304.317m 前河道表层和底层流速均在最佳诱鱼流速(0.6m/s~1.2m/s)范围内，因此在桩号 1+304.317m 前深水网箱放置在全水层均能达到诱鱼效果，在桩号 1+304.317m 后，表层流速小于最佳诱鱼流速，深水网箱需放置在河道底层才能达到理想的诱鱼效果。

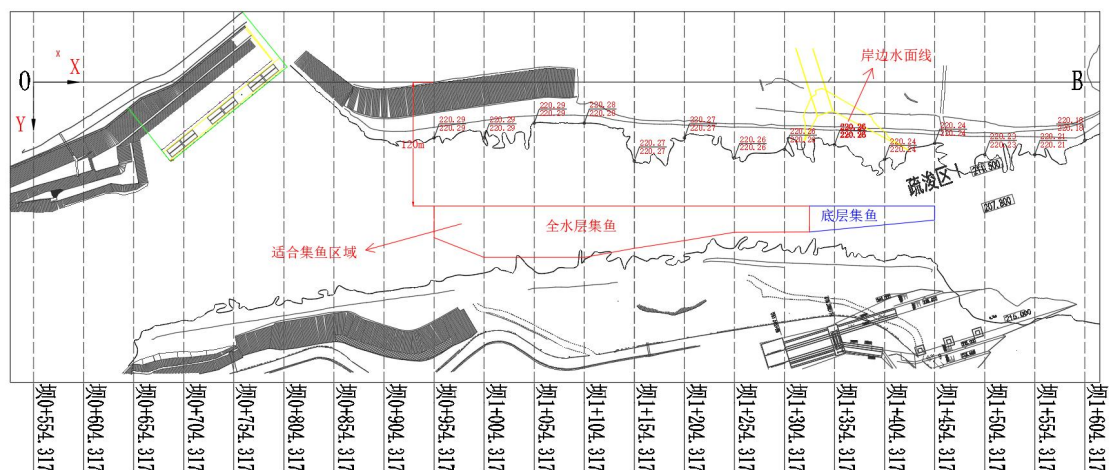


图 7.3.3.1-9 发电流量 400m³/s(3#尾水洞出流)集鱼平台推荐位置示意图

在发电流量 3000m³/s 工况下，主流偏向河道右岸，右岸流速明显高于左岸流速，右岸沿线流速基本大于 2.0m/s。在集鱼码头断面(桩号 1+329.317m)，左岸岸边流速在 0.2m/s 左右，河中流速在 1.6m/s 左右，集鱼平台距离左岸岸边一定距离才具有理想的诱鱼流速，因此集鱼平台应布置距离岸边基准线(模型 OB 基准线)60m~92m 范围内，在纵向上布置集鱼平台的适合范围为桩号 1+204.317m~桩号 1+454.317m，集鱼平台推荐布置位置如下图所示。由于垂向上流速分布较均匀，底部流速稍大于表面流速，深水网箱放置在水面至水底均能达到诱鱼效果。

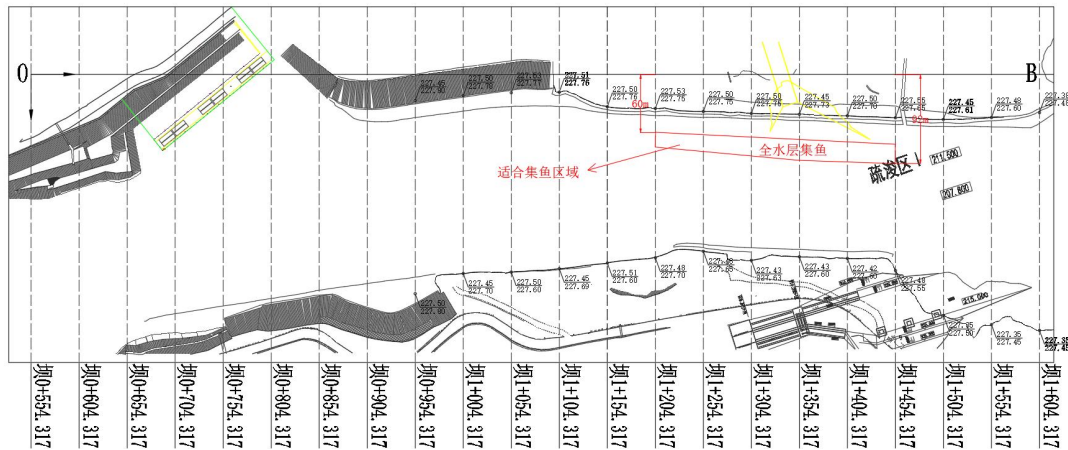


图 7.3.3.1-10 发电流量 3000m³/s(2#、3#尾水洞出流)集鱼平台推荐位置示意图

在发电流量 4811m³/s 工况下，河道流速分布情况与发电流量 3000m³/s 时基本一致，右岸和河中流速均较大，主河道流速均超过 1.2m/s，此时集鱼平台应向左岸岸边布置，布置距离岸边基准线(模型 OB 基准线)40m 范围内，在纵向上集鱼平台适合布置范围为桩号 1+354.317m~桩号 1+504.317m，集鱼平台推荐布置位置如下图所示。同时垂向流速分布也呈现底部流速大表面流速小，底部流速较最佳诱鱼流速偏大，因此深水网箱放置在河道表层可达到理想诱鱼效果。

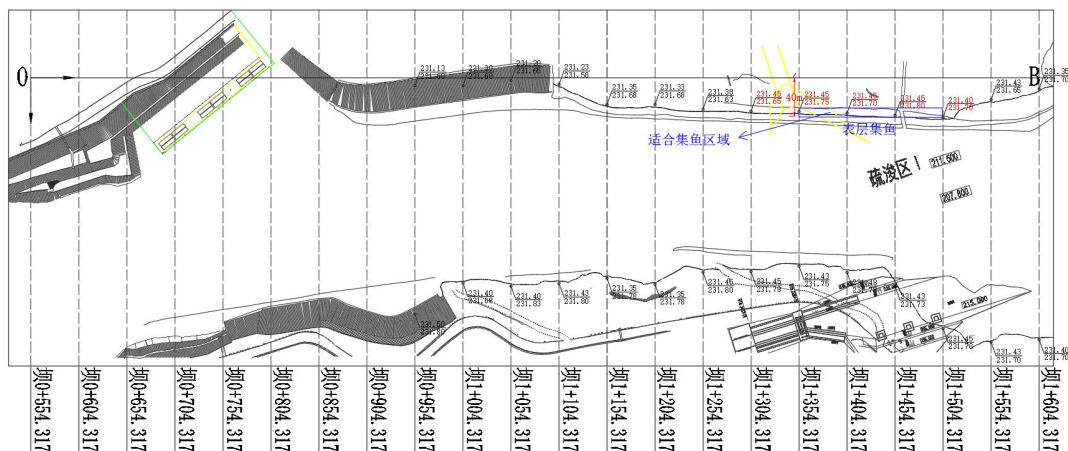


图 7.3.3.1-11 发电流量 4811m³/s(1#、2#、3#尾水洞出流)集鱼平台推荐位置示意图

5) 集鱼站试验成果

(1) 流态

各典型工况集鱼系统流态如下图所示。从图中可以看出：各工况尾水渠及集鱼站出流顺畅，水面平稳，在集鱼站出口靠左岸边坡呈现微弱回流流态。随着机组发电流量的增大，左岸边坡回流的强度逐渐增大，沿水流方向的回流长度逐渐减小，垂直水流方向的回流宽度逐渐增大。在③#尾水洞单独出流时，集鱼站出口表面未

见回流。在机组满发时，集鱼站出口表面呈现微弱回流流态。

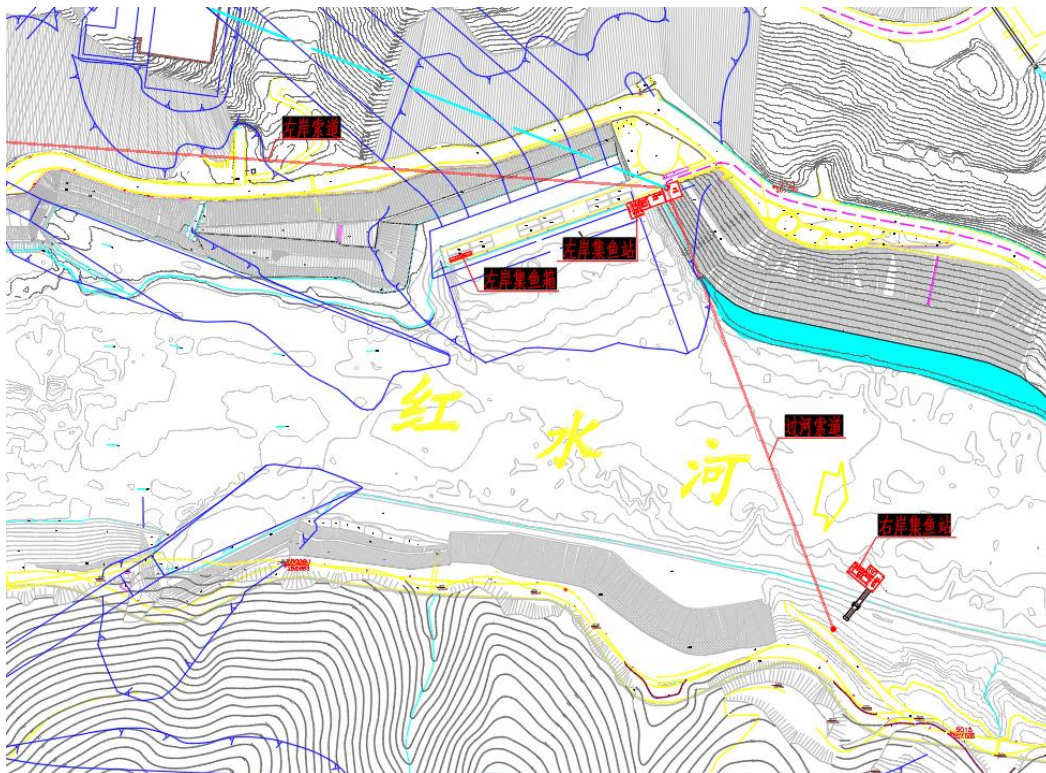


图 7.3.3.1-12 各集鱼站可能的布置情况

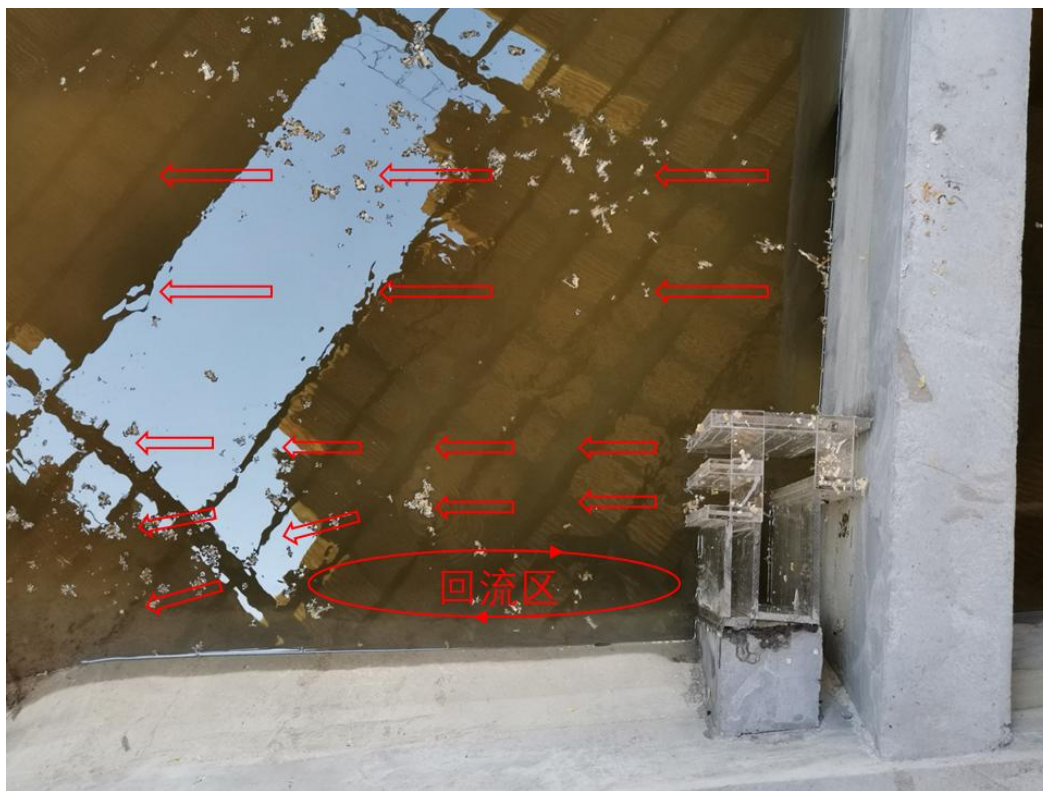


图 7.3.3.1-13 发电流量 $400\text{m}^3/\text{s}$ (③#尾水洞出流) 集鱼系统流态图



图 7.3.3.1-14 发电流量 $800\text{m}^3/\text{s}$ (③#尾水洞出流)集鱼系统流态图

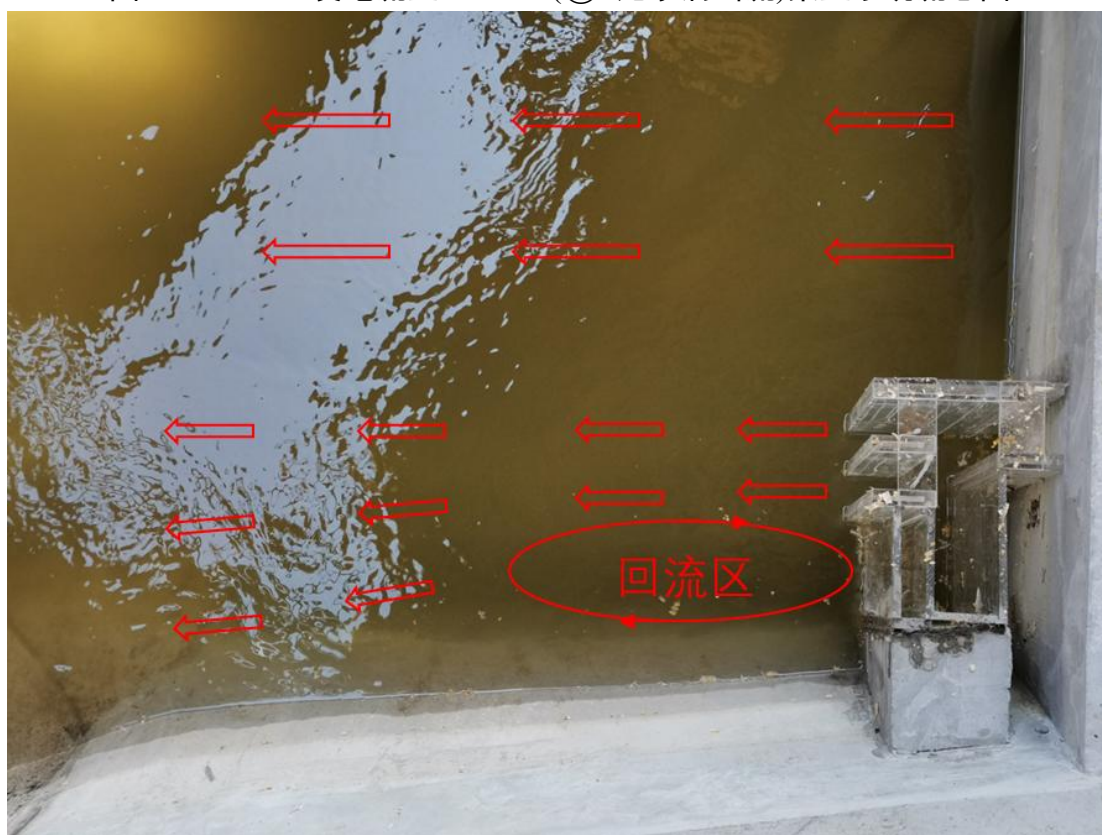


图 7.3.3.1-15 发电流量 $1200\text{m}^3/\text{s}$ (③#尾水洞出流)集鱼系统流态图

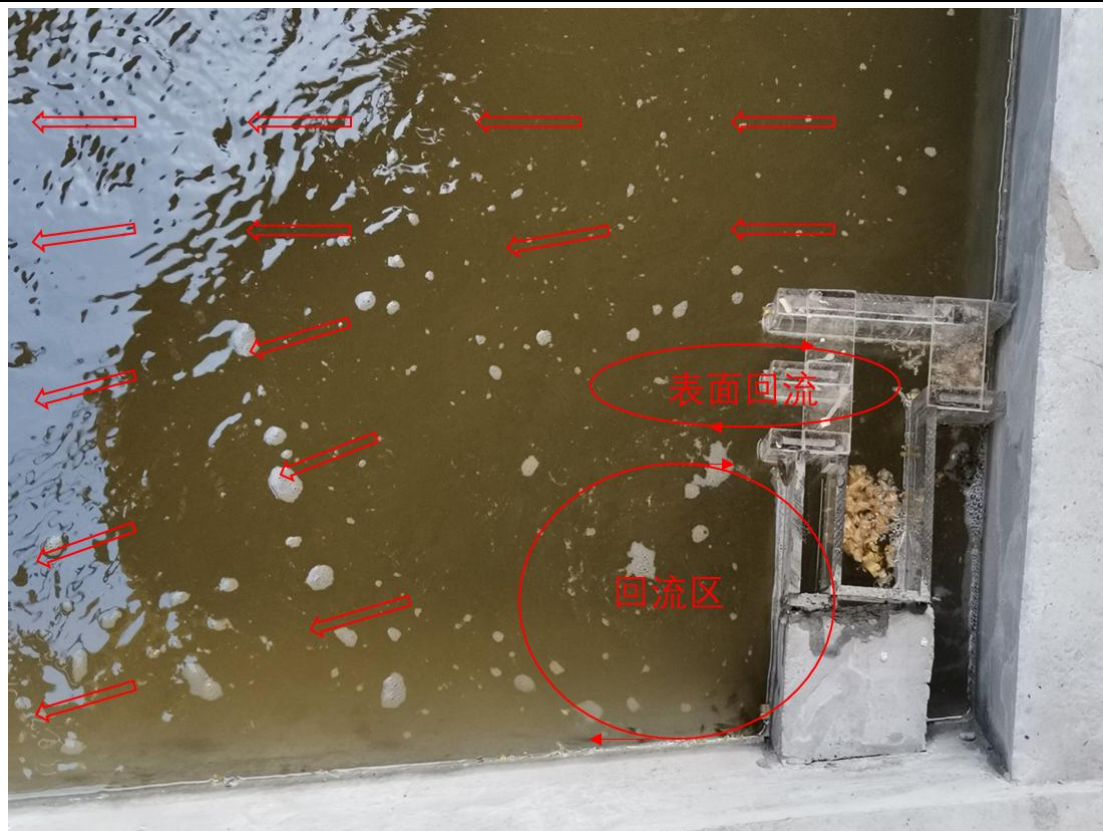


图 7.3.3.1-16 发电流量 $4811\text{m}^3/\text{s}$ (①#、②#、③#尾水洞出流)集鱼系统流态图

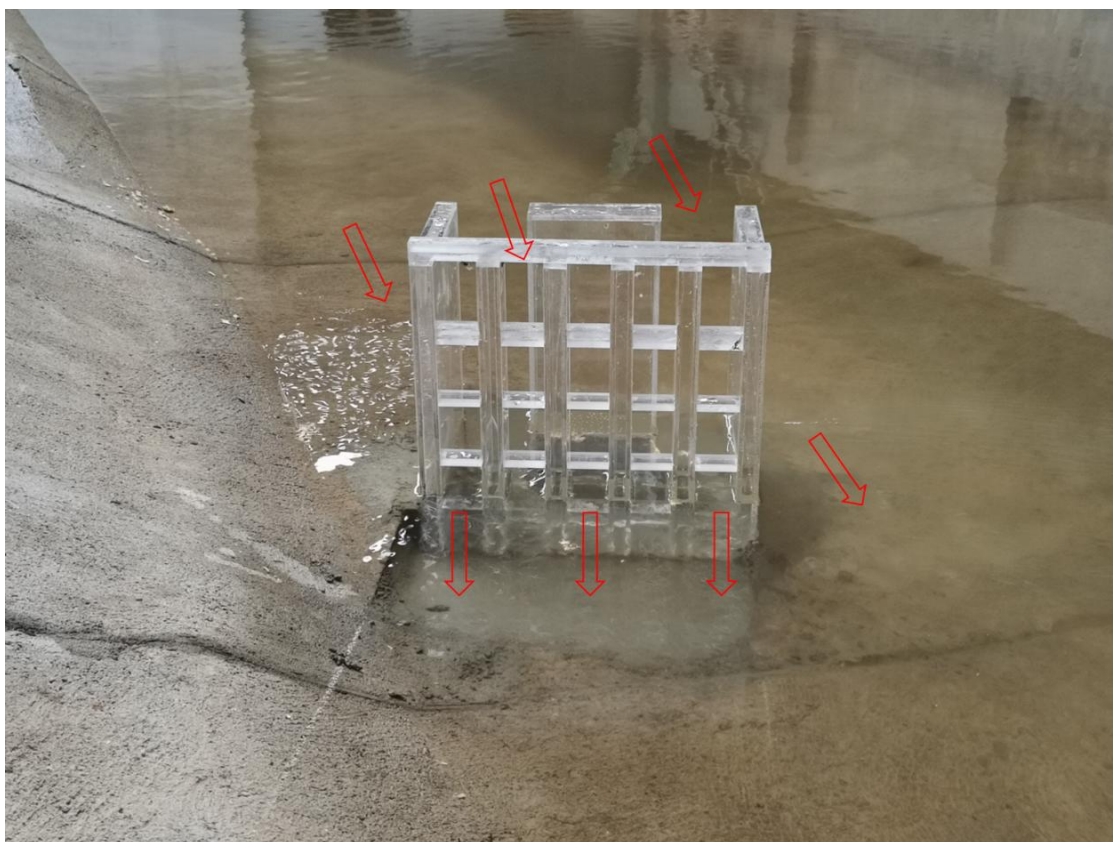


图 7.3.3.1-17 发电流量 $1200\text{m}^3/\text{s}$ (③#尾水洞出流)右岸集鱼站流态图

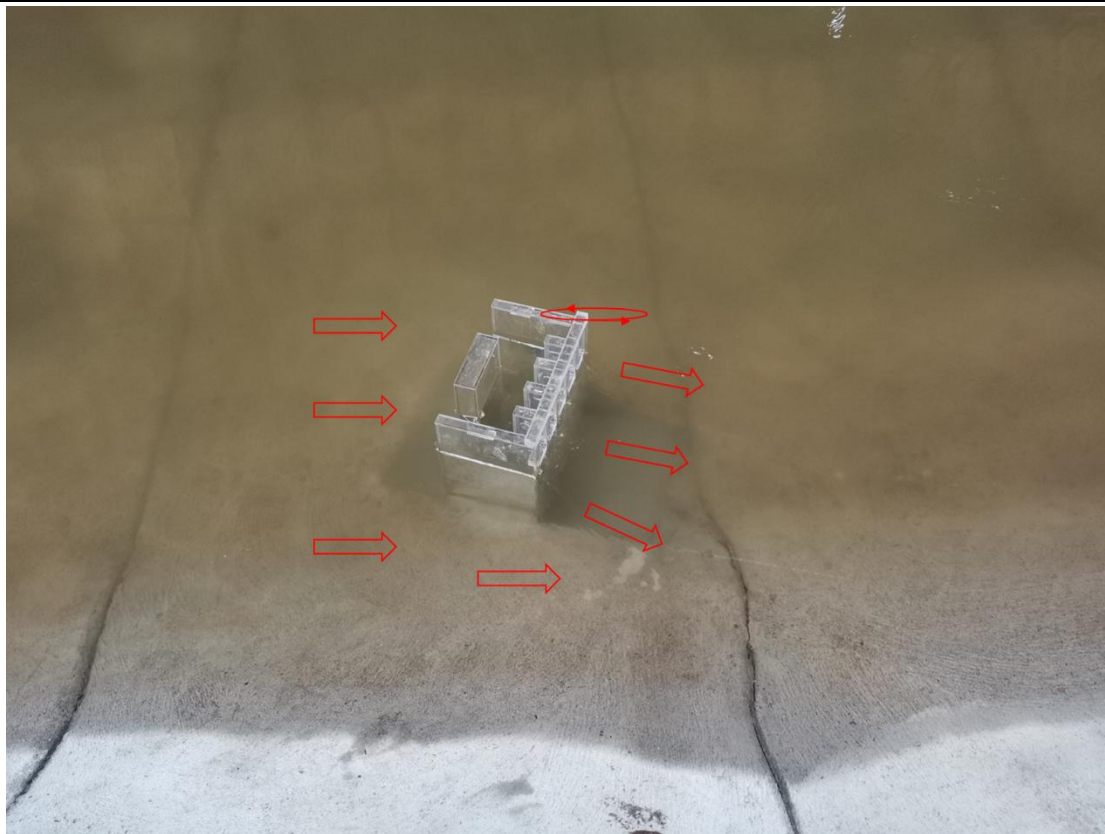


图 7.3.3.1-18 发电流量 $4000\text{m}^3/\text{s}$ (①#、②#、③#尾水洞出流)右岸集鱼站流态图
(2) 流速

各典型工况尾水洞出口中心线及集鱼池进鱼口 1 和进鱼口 2 中心线垂向流速分布图见下图所示。从图中可以看出：尾水洞出口及进鱼口中心线流速整体呈现底部大，表面小的特征。进鱼口 1 由于靠近③#尾水洞，中心线流速稍大于进鱼口 2。

③#尾水洞出流时，随着发电机组的增多，尾水洞出口及进鱼口中心线流速逐渐增大。单台机组运行时，尾水洞出口诱鱼流速在 $0.25\text{m/s}\sim 0.67\text{m/s}$ 之间；进鱼口 1 具有较好的诱鱼流速，诱鱼流速在 $0.89\text{m/s}\sim 1.09\text{m/s}$ 之间；进鱼口 2 的诱鱼流速在 $0.40\text{m/s}\sim 0.74\text{m/s}$ 之间。2 台机组运行时，尾水洞出口诱鱼流速在 $0.71\text{m/s}\sim 1.46\text{m/s}$ 之间；进鱼口 1 诱鱼流速在 $1.69\text{m/s}\sim 2.03\text{m/s}$ 之间，具有较好的诱鱼流速；进鱼口 2 的诱鱼流速在 $0.47\text{m/s}\sim 1.22\text{m/s}$ 之间，中底部具有较好的诱鱼流速。3 台机运行时，尾水洞出口诱鱼流速在 $0.74\text{m/s}\sim 2.24\text{m/s}$ 之间；进鱼口 1 整体流速较大，不适合诱鱼；进鱼口 2 的诱鱼流速在 $0.29\text{m/s}\sim 1.46\text{m/s}$ ，中底部具有较好的诱鱼流速。当机组满发时，尾水洞出口和进鱼口 1 流速均较大，不适合诱鱼；进鱼口 2 的诱鱼流速在 $0.99\text{m/s}\sim 1.80\text{m/s}$ ，中底部具有较好的诱鱼流速。



图 7.3.3.1-19 发电流量 400m³/s(③#尾水洞出流)集鱼系统流速图



图 7.3.3.1-20 发电流量 800m³/s(③#尾水洞出流)集鱼系统流速图

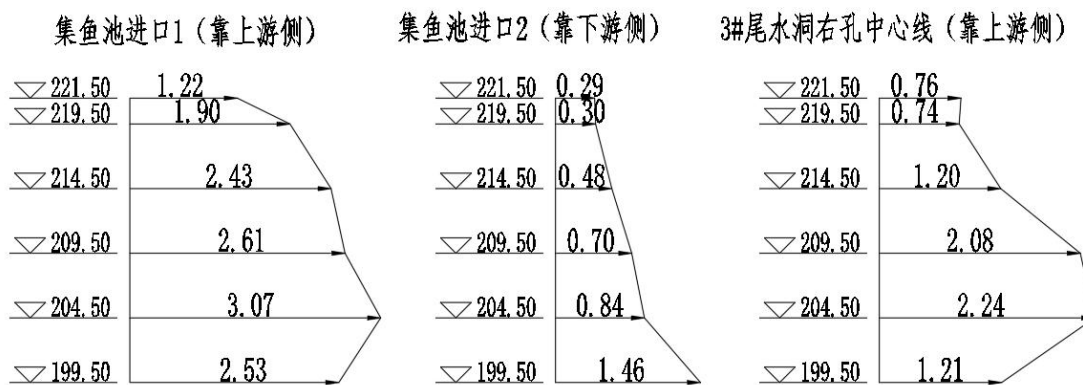


图 7.3.3.1-21 发电流量 1200m³/s(③#尾水洞出流)集鱼系统流速图

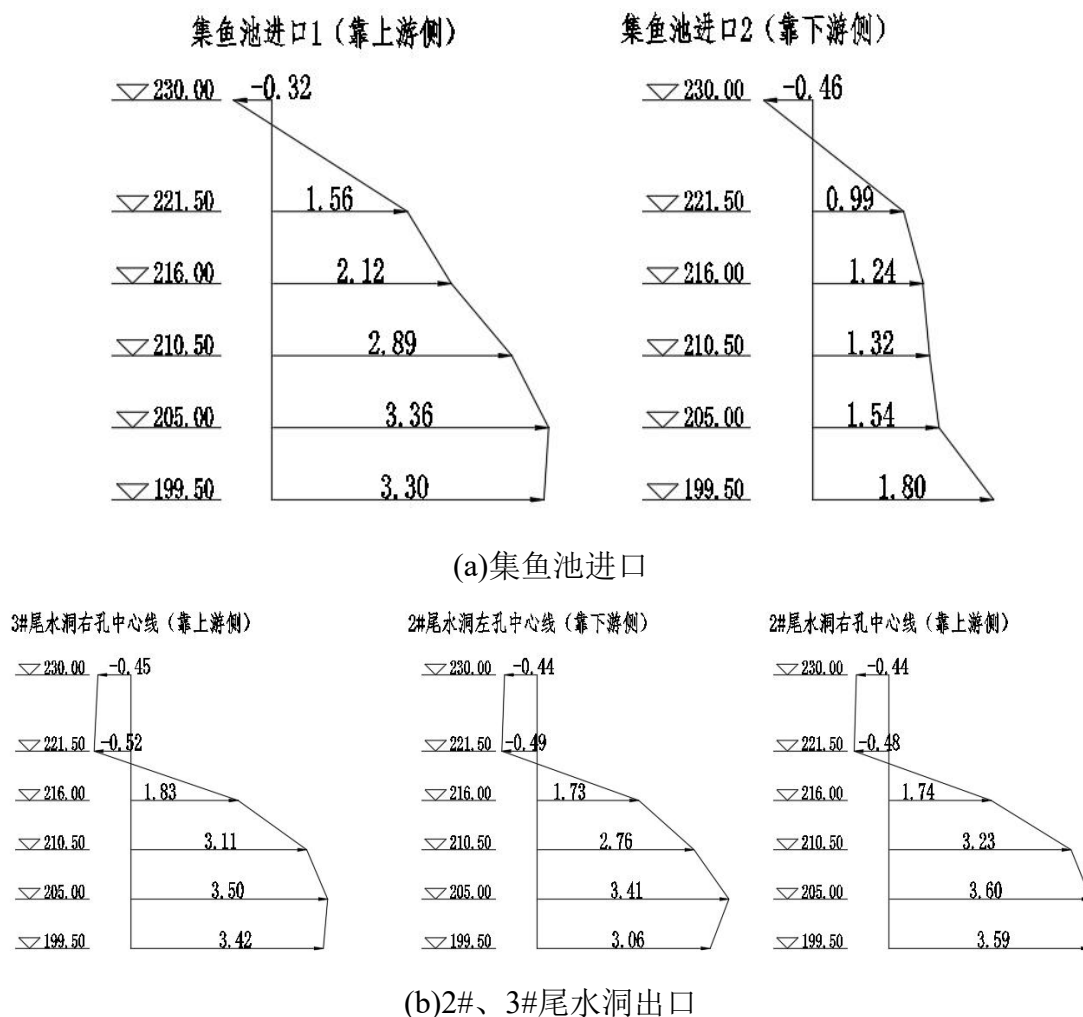


图 7.3.3.1-22 发电流量 4811m³/s(③#尾水洞出流)集鱼系统流速图

右岸集鱼池流速测点如下图 7.3.3.1-23 所示, 右岸集鱼池各工况下进鱼口和水流进口中心线垂向流速分布图见下图 7.3.3.1-24 所示。从图中可以看出各工况下, 右岸集鱼池进鱼口左侧流速均大于右侧, 中间流速最小。在单台机组运行时, 集鱼池左侧进鱼口具有较好的诱鱼流速, 诱鱼流速在 0.67m/s~0.79m/s。在 2 台机组和 3 台机运行时, 集鱼池左侧和右侧进鱼口具有较好的诱鱼流速, 左侧进鱼口诱鱼流速分别为 0.90m/s~1.46m/s 和 1.23m/s~2.22m/s, 右侧进鱼口诱鱼流速分别为 0.66m/s~0.95m/s 和 0.79m/s~1.42m/s。当多台机组发电流量为 3000m³/s 时, 鱼池右侧进鱼口具有一定的诱鱼流速, 诱鱼流速在 1.35m/s~2.15m/s。当机组满发时, 集鱼池左侧和右侧进鱼口流速较大, 中间底部进鱼口具有一定诱鱼流速, 诱鱼流速在 0.60m/s~0.75m/s。

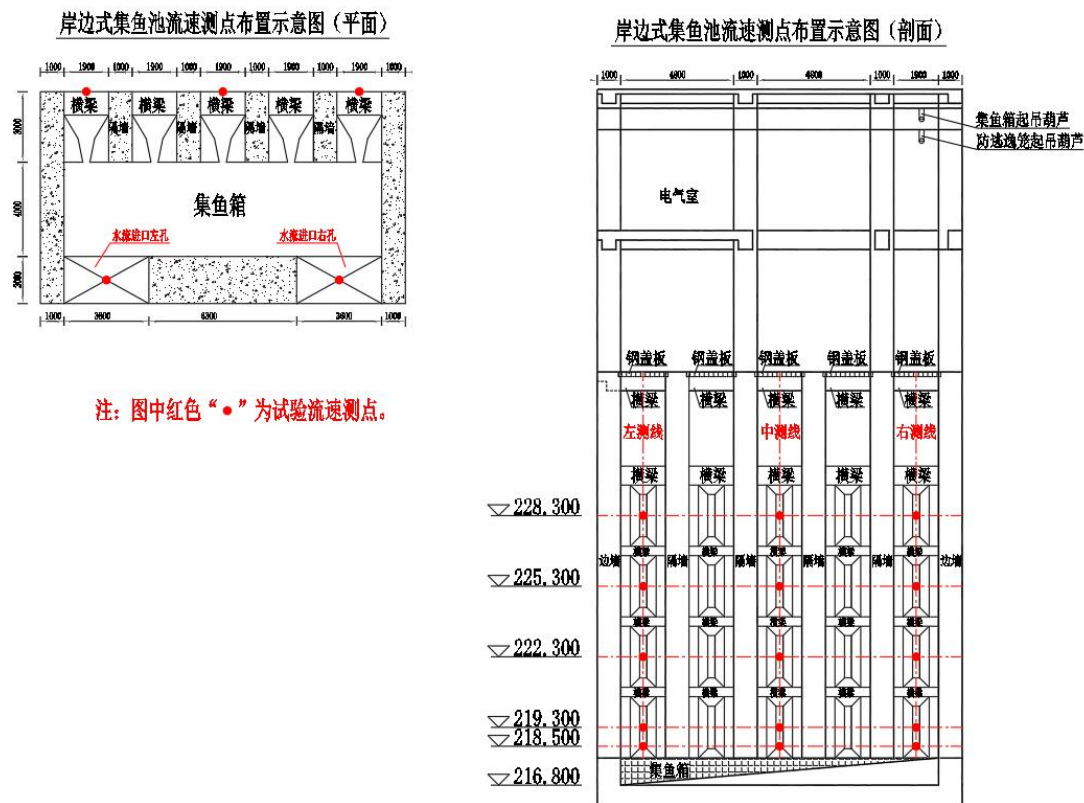


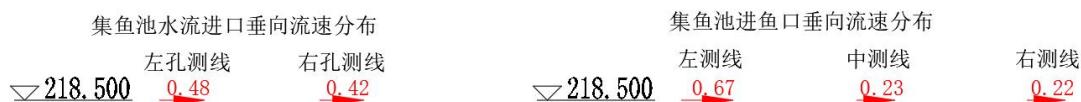
图 7.3.3.1-23 右岸集鱼池流速测点示意图



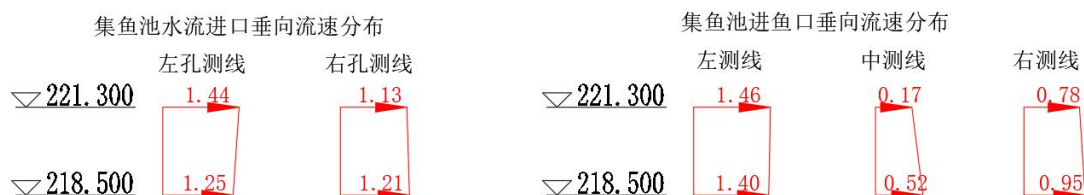
(a) 1 台机组运行($Q=400\text{m}^3/\text{s}$)①#尾水洞过流



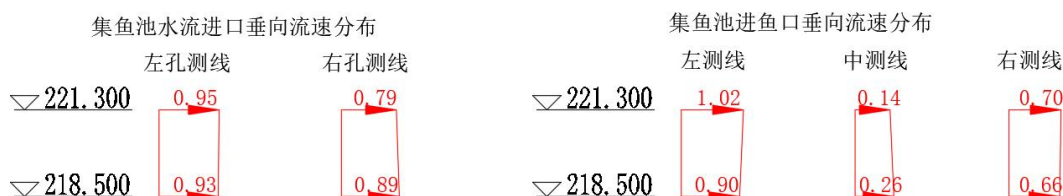
(b) 1 台机组运行($Q=400\text{m}^3/\text{s}$)②#尾水洞过流



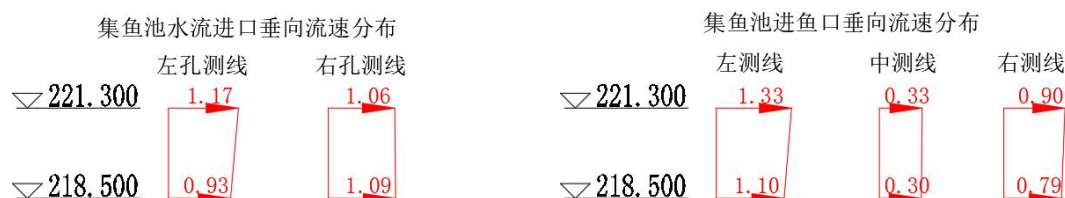
(c) 1 台机组运行($Q=400\text{m}^3/\text{s}$)③#尾水洞过流



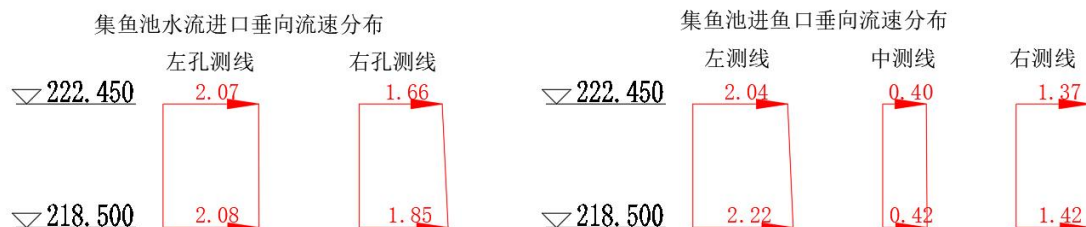
(d)2 台机组运行($Q=800\text{m}^3/\text{s}$)①#尾水洞过流



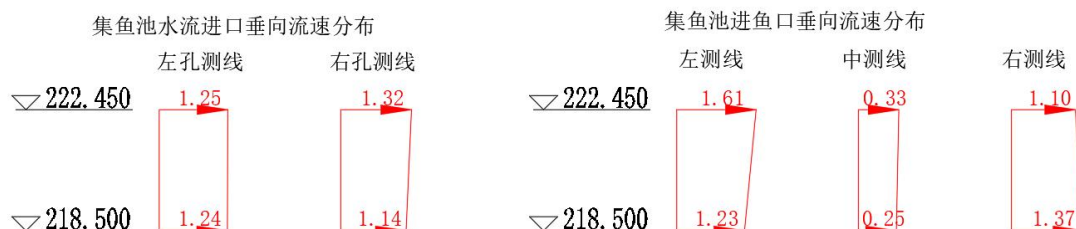
(e)2 台机组运行($Q=800\text{m}^3/\text{s}$)②#尾水洞过流



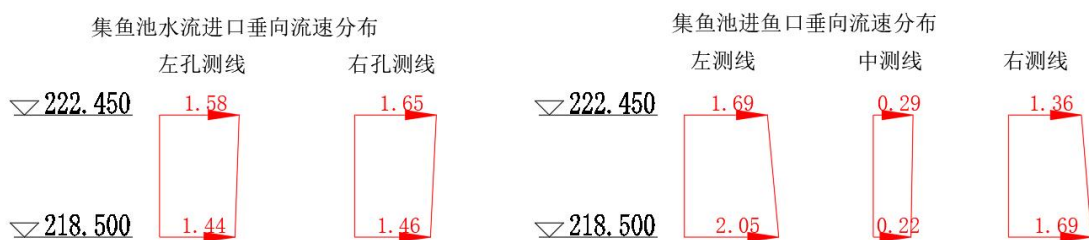
(f)2 台机组运行($Q=800\text{m}^3/\text{s}$)③#尾水洞过流



(g)3 台机组运行($Q=1200\text{m}^3/\text{s}$)①#尾水洞过流



(h)3 台机组运行($Q=1200\text{m}^3/\text{s}$)②#尾水洞过流



(i)3 台机组运行($Q=1200\text{m}^3/\text{s}$)③#尾水洞过流



(j)多台机组运行($Q=3000\text{m}^3/\text{s}$)②#、③#尾水洞出流



(k)多台机组运行($Q=4811\text{m}^3/\text{s}$)①#、②#、③#尾水洞出流

图 7.3.3.1-24 右岸集鱼池各工况下流速图

6) 结论

(1) 集鱼平台

通过水工模型试验观测了典型发电工况时下游河道流场及水力学指标,不同工况下集鱼码头初拟位置附近均存在适合布置集鱼平台的区域,集鱼码头选址方案可行。

在发电流量 $400\text{m}^3/\text{s}$ 工况下,集鱼平台横向推荐布置在距离岸边基准线(模型 OB 基准线)120m 至右岸,在纵向上推荐布置在桩号 0+954.317m~桩号 1+454.317m 范围内。在桩号 1+304.317m 前,深水网箔可全水层集鱼,在桩号 1+304.317m 后,深水

网箔放置在河道底层可达到理想的集鱼效果。

在发电流量 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 工况下，集鱼平台横向推荐布置在距离岸边基准线(模型 0B 基准线)60m~92m 范围内，纵向推荐布置在桩号 1+204.317m~桩号 1+454.317m 范围内，深水网箔可全水层集鱼。

在发电流量 $4811\text{m}^3/\text{s}$ 工况下，集鱼平台横向推荐布置在距离岸边基准线(模型 0B 基准线)40m 范围内，纵向推荐布置在桩号 1+204.317m~桩号 1+454.317m 范围内，深水网箔放置在河道表层可达到理想诱鱼效果。

综上所述，考虑各运行工况时集鱼的便利性，可将集鱼平台布置在桩号 1+354.317m~桩号 1+504.317m 的左岸侧，由于集鱼平台布置区域大体位于升船机下游口门区对岸，所以在布置集鱼平台时，应考虑集鱼与通航之间可能的互相干扰。

(2) 集鱼站+集鱼箱

通过试验研究，电站不同运行工况下，通过尾水集鱼箱、右岸集鱼站或左岸集鱼站联合运行，可保证集鱼系统具有合适的诱鱼流速，满足诱鱼需要。集鱼箱+集鱼站方案主要结论如下：

通过水工模型试验观测了典型发电工况时下游河道流场及水力学指标，不同工况下鱼类均可上溯至尾水渠内，在大流量情况下鱼类需从左岸上溯，因此建议集鱼系统布置在尾水渠靠左岸侧。

在各发电流量工况尾水渠及集鱼站出流顺畅，水面平稳，全断面水深均具有稳定的诱鱼流场。仅在机组满发情况下，集鱼站表面存在微弱回流流态。

在 3#尾水洞单独出流情况下，发电流量在 $400\text{m}^3/\text{s}$ ~ $1200\text{m}^3/\text{s}$ 时，尾水洞出口均具有一定的诱鱼流速，范围是 0.25m/s ~ 2.24m/s 。机组满发情况下，尾水洞出口流速较大，不适合诱鱼。

左岸集鱼站进鱼口 1 在发电流量 $400\text{m}^3/\text{s}$ ~ $800\text{m}^3/\text{s}$ 情况下，均具有较好的诱鱼流速，流速范围为 0.89m/s ~ 2.03m/s 。进鱼口 1 在发电流量 $1200\text{m}^3/\text{s}$ 和满发情况时流速均较大，不适合诱鱼。

左岸集鱼站进鱼口 2 在各发电流量下流速范围分别为 0.29m/s ~ 1.80m/s ，表面流速稍小，中底部均具有较好的诱鱼流速。

右岸集鱼站在 $400\text{m}^3/\text{s}$ 发电流量下，左侧进鱼口具有较好的诱鱼流速，诱鱼流速在 0.67m/s ~ 0.79m/s 。在 $800\text{m}^3/\text{s}$ ~ $1200\text{m}^3/\text{s}$ 发电流量下，左侧和右侧进鱼口具有较

好的诱鱼流速，中间进鱼口流速较小，左侧进鱼口诱鱼流速在 $0.90\text{m/s} \sim 2.22\text{m/s}$ ，右侧进鱼口诱鱼流速在 $0.66\text{m/s} \sim 1.42\text{m/s}$ 。

右岸集鱼站当多台机组发电流量为 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 时，鱼池右侧进鱼口具有一定的诱鱼流速，诱鱼流速在 $1.35\text{m/s} \sim 2.15\text{m/s}$ 。当机组满发时，左侧和右侧进鱼口流速较大，中间靠底部进鱼口具有一定诱鱼流速，诱鱼流速在 $0.60\text{m/s} \sim 0.75\text{m/s}$ 。

综上所述，电站不同运行工况下，通过尾水集鱼箱、右岸集鱼站或左岸集鱼站联合运行，可保证集鱼系统具有合适的诱鱼流速，满足诱鱼需要。

c) 鱼类集群特征

1) 研究方法

(1) 走航观测

为掌握龙滩坝下鱼类集群分布特征，2024 年 7 月、2026 年 5 月和 6 月在龙滩坝下采用水声学方法对坝下河段开展鱼类集群分布特征研究。本次观测选取最大值 2000m ，走航观测在坝下 2km 至坝脚围堰河段开展，如图所示。



图 7.3.3.1-25 走航观测路线

(2) 定点观测

① 观测位置

根据《水电工程过鱼设施设计规范》，进口应设在经常有水流下泄、鱼类洄游路线及经常集群的地方，并尽可能靠近鱼类能上溯到达的最前沿。《水利水电工程鱼道设计导则》中规定鱼道进口布置应符合以下要求：宜布置于泄水闸、电站尾水、生态放水口等经常有水流下泄处，或鱼类洄游路线及经常集群地附近。

结合走航观测结果和流场模拟结果，选择龙滩水电站坝下尾水口 3#尾水洞口、1#尾水洞口和尾水平台对岸处为重点观测区，开展定点观测，其位置可适应流量、流速及水深，同时没有漩涡、水跃和回流。

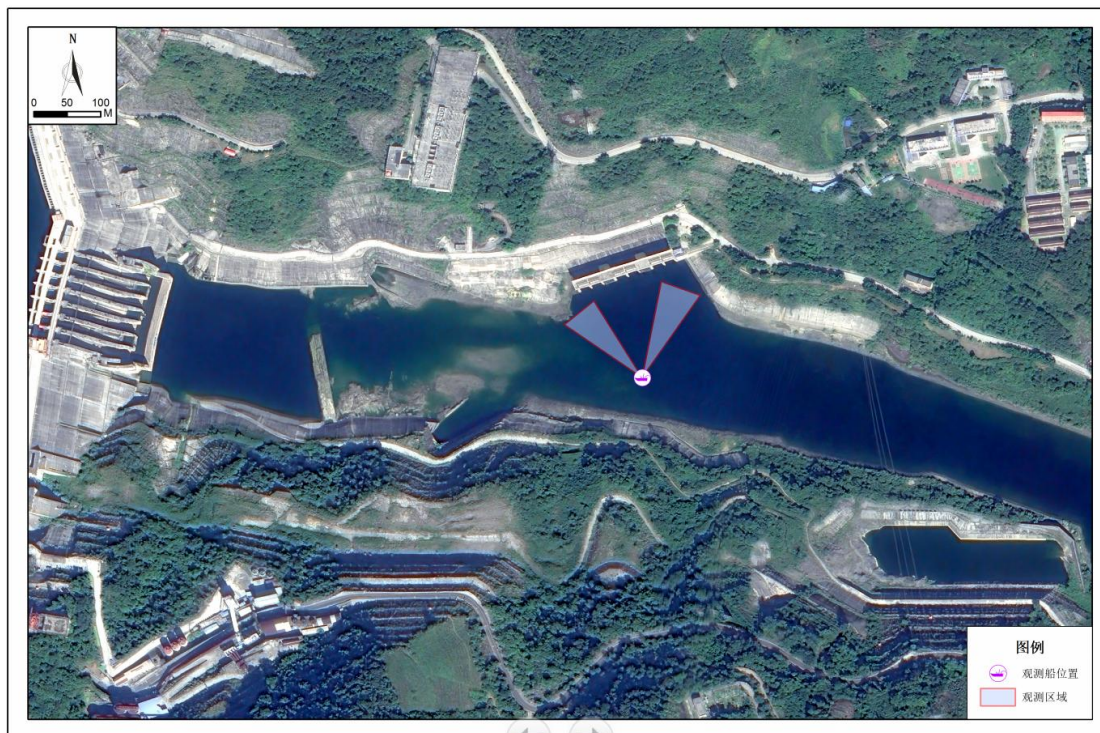


图 7.3.3.1-26 定点观测位置示意图

② 观测方式

为掌握龙滩坝下鱼类集群分布特征，2024 年 7 月、2026 年 5 月和 6 月采用水声学方法在坝下河段开展鱼类集群分布特征研究。因龙滩水电站坝下水流湍急，夜间水情复杂，考虑到人员和设备安全，观测时间选择在白天进行。使用 BioSonics Acquisition 6.0 软件进行水声学数据采集，采集过程中换能器脉冲频率为 5 pps，脉冲宽度为 0.5 ms，数据收集阈值为 -70 dB。对采集到的水声学数据用 BioSonics Visual Analyzer 4.3 进行分析，单体回声识别参数回波阈值(echo threshold)-60 dB，相关系数 0.9，最小脉冲宽变系数(min pulse width factor)0.75，最大脉冲宽度系数(max pulse width factor)3，终止脉冲宽度(endpoint criteria)-12 dB，时变增益(TVG) 40 lgR。

表 7.3.3.1-5 龙滩水电站坝下鱼类集群观测时段表

日期	观测区域、方向	观测方式	观测时段
2024/7/23	1#尾水洞口、3#尾水洞口	定点观测	白天
2024/7/24	1#尾水洞口、3#尾水洞口	定点观测	白天
2024/7/31	1#尾水洞口、3#尾水洞口	定点观测	白天
2024/7/25	1#尾水洞口、3#尾水洞口	定点观测	白天
2024/7/26	1#尾水洞口、3#尾水洞口	定点观测	白天
2024/7/27	1#尾水洞口、3#尾水洞口	定点观测	白天
2026/5/22	1#尾水洞口、3#尾水洞口、尾水平台对岸	定点观测	白天
2026/5/23	1#尾水洞口、3#尾水洞口、尾水平台对岸	定点观测	白天
2026/5/24	1#尾水洞口、3#尾水洞口、尾水平台对岸	定点观测	白天
2026/5/25	1#尾水洞口、3#尾水洞口、尾水平台对岸	定点观测	白天
2026/5/26	1#尾水洞口、3#尾水洞口、尾水平台对岸	定点观测	白天
2026/6/23	1#尾水洞口、3#尾水洞口、尾水平台对岸	定点观测	白天
2026/6/24	1#尾水洞口、3#尾水洞口、尾水平台对岸	定点观测	白天
2026/6/25	1#尾水洞口、3#尾水洞口、尾水平台对岸	定点观测	白天
2026/6/26	1#尾水洞口、3#尾水洞口、尾水平台对岸	定点观测	白天
2026/6/27	1#尾水洞口、3#尾水洞口、尾水平台对岸	定点观测	白天

表 7.3.3.1-6 Biosonics DT-X 多功能回声探测仪参数设置

序号	参数	数值	单位
1	Analysis Version	Visual Analyzer 4.3.0.9020	
2	Data Threshold	-70	dB
3	Ping Rate	5	pps
4	Collection Range	现场测试	m
5	Pulse Width	0.4	ms
6	Absorption Coefficient	0.00546	dB/m

表 7.3.3.1-6(续)

序号	参数	数值	单位
7	Salinity	现场测试	ppt
8	Water Temperature	现场测试	deg C
9	Beam Width	6.9	deg
10	Transmit Frequency	199000	Hz
11	Transmit Source Level	221	dB//uPa
12	Receive Sensitivity	-46.3	dB/C/uPa
13	Calibration Correction Narrow Beam	0	dB
14	Beam Pattern Factor	0.001311	
15	Bottom Threshold	-30	dB

8、9 号机组建成后过鱼季节 3~7 月的运行方式如下表(根据现状及 2025 年电调结果修正), 其中“1 台机”至“5 台机”工况累计占过鱼季节 83.01%, 现阶段 8、9 号机组扩建未完成, 无对应工况条件。因此选择观测“1 台机”至“5 台机”5 种不同工况, 作为龙滩水电站集运鱼系统运行的典型工况, 并重点监测运行时间占比最高的“1 台机”工况。

表 7.3.3.1-7 龙滩水电站 8、9 号机组扩建后 3~7 月运行方式

月份	机组台数								
	1 台机	2 台机	3 台机	4 台机	5 台机	6 台机	7 台机	8 台机	9 台机
3 月	136	193	107	101	67	118	4	12	6
4 月	467	59	32	45	36	4	24	35	18
5 月	467	72	24	36	57	12	16	44	16
6 月	251	135	74	36	78	22	30	50	44
7 月	305	85	53	66	66	12	30	46	81
合计	1626	544	290	284	304	168	104	187	165
占比	44.28%	14.81%	7.90%	7.73%	8.28%	4.58%	2.83%	5.09%	4.49%

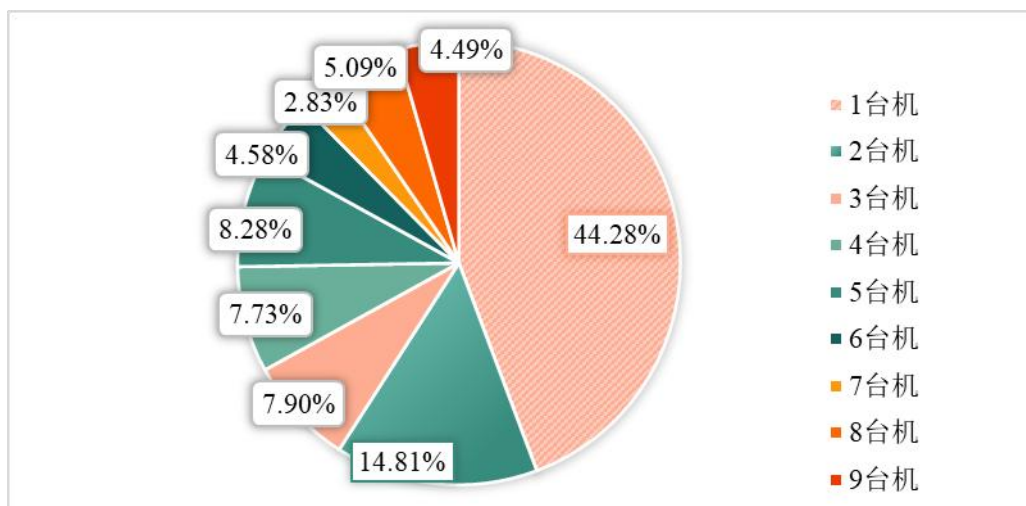


图 7.3.3.1-27 龙滩水电站 8、9 号机组扩建后 3~7 月各工况运行时间占比





图 7.3.3.1-29 走航观测及同步网捕工作照

(3) 无人机辅助观测

在龙滩坝下使用DJI Mavic Air 2 无人机，在尾水口正上方和坝下围堰处等关键位置进行定点悬停，以获取初步的水流与鱼类活动概况。并使用无人机沿着预设航线向坝脚围堰处缓缓飞航，观测鱼类是否能够克服尾水洞区域复杂多变的水流条件，观察鱼类最终可以上溯的位置。

2) 研究结果

(1) 坝下鱼类资源

坝下鱼类资源的调查情况详见本报告 4.4 节小节。

(2) 无人机观测



图 7.3.3.1-30 1#尾水洞口上游处无人机航拍鱼类



图 7.3.3.1-31 3#尾水洞口处无人机航拍鱼类

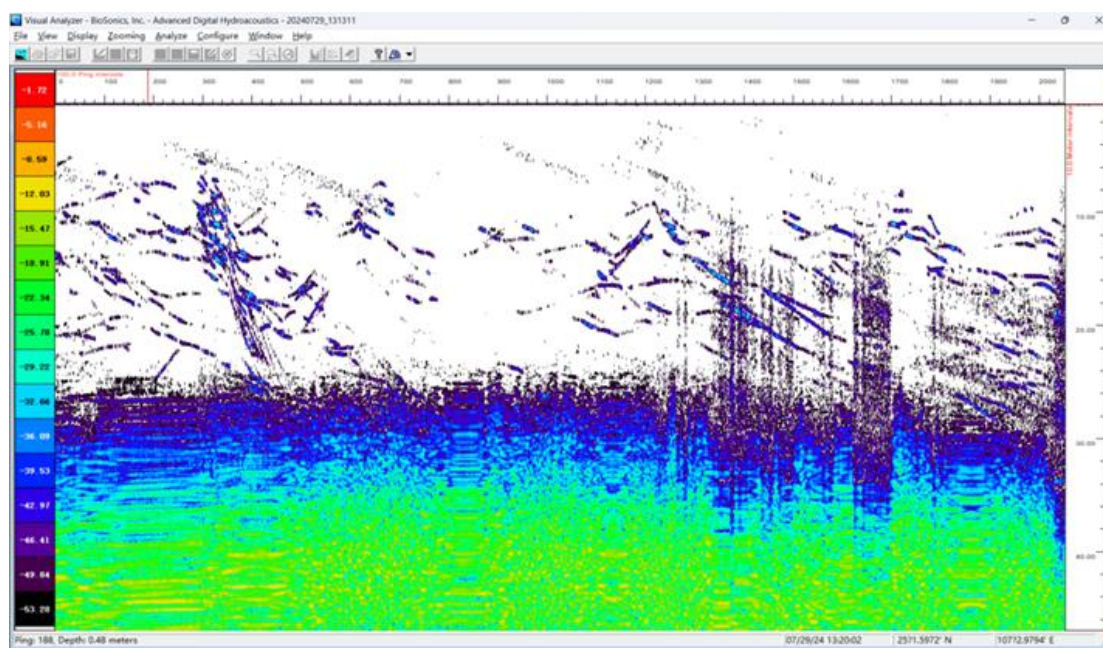


图 7.3.3.1-32 渔探仪数据分析操作界面

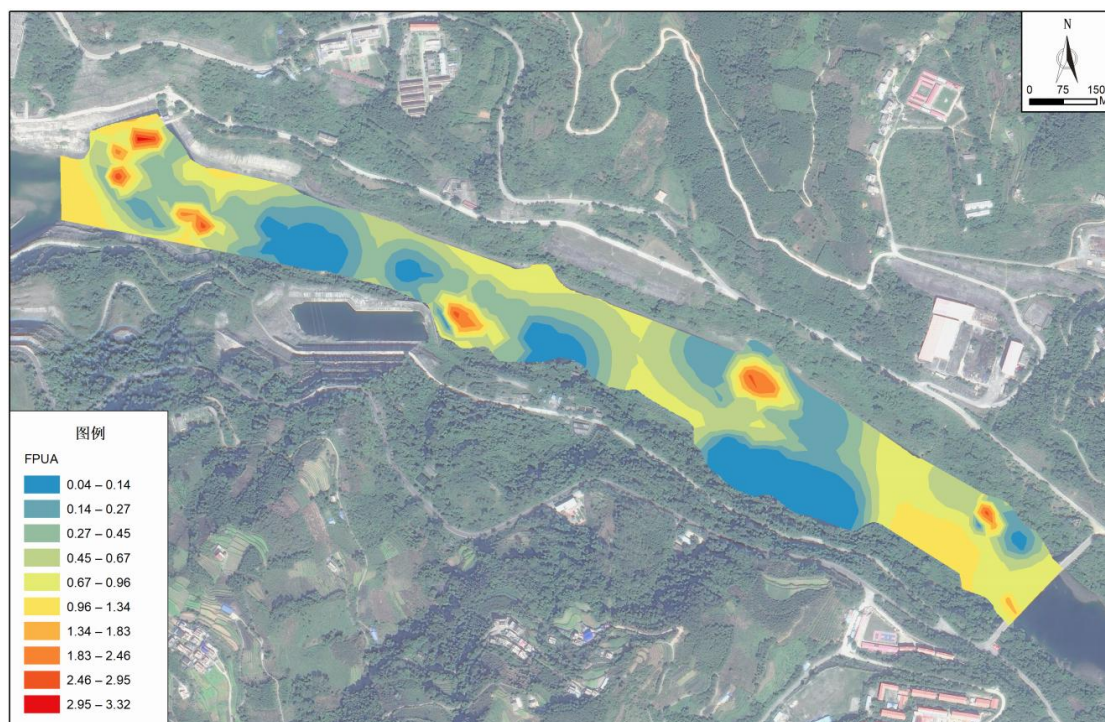


图 7.3.3.1-33 龙滩水电站坝下一台机工况下鱼群水平分布图

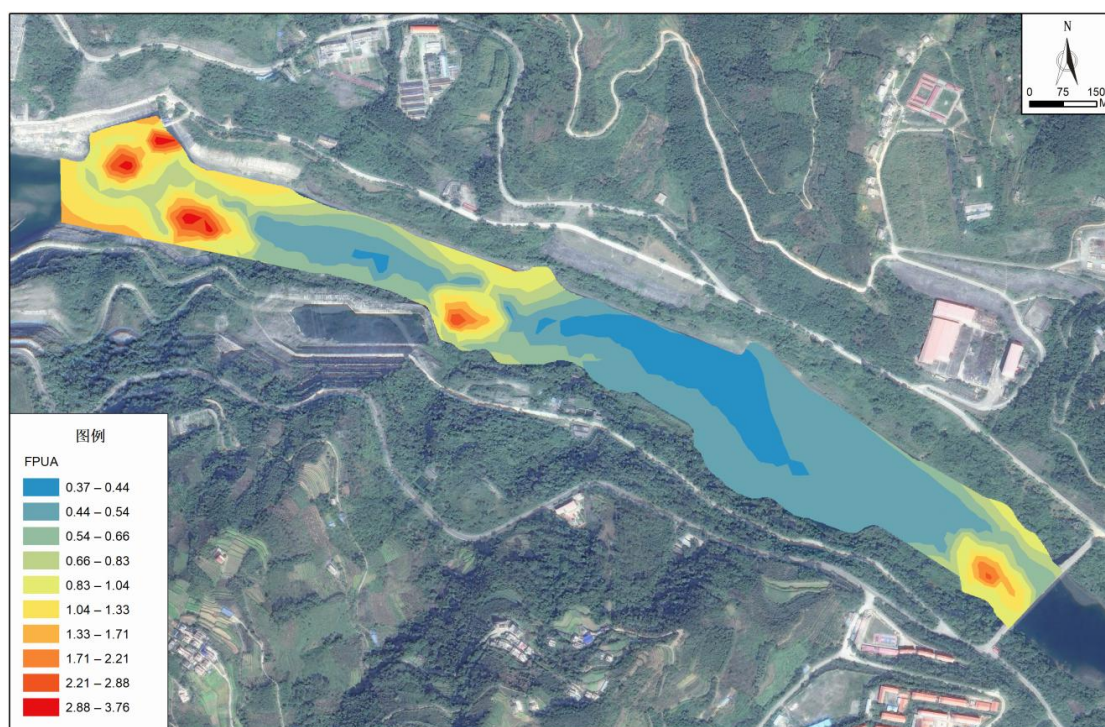


图 7.3.4-34 龙滩水电站坝下两台机工况下鱼群水平分布图

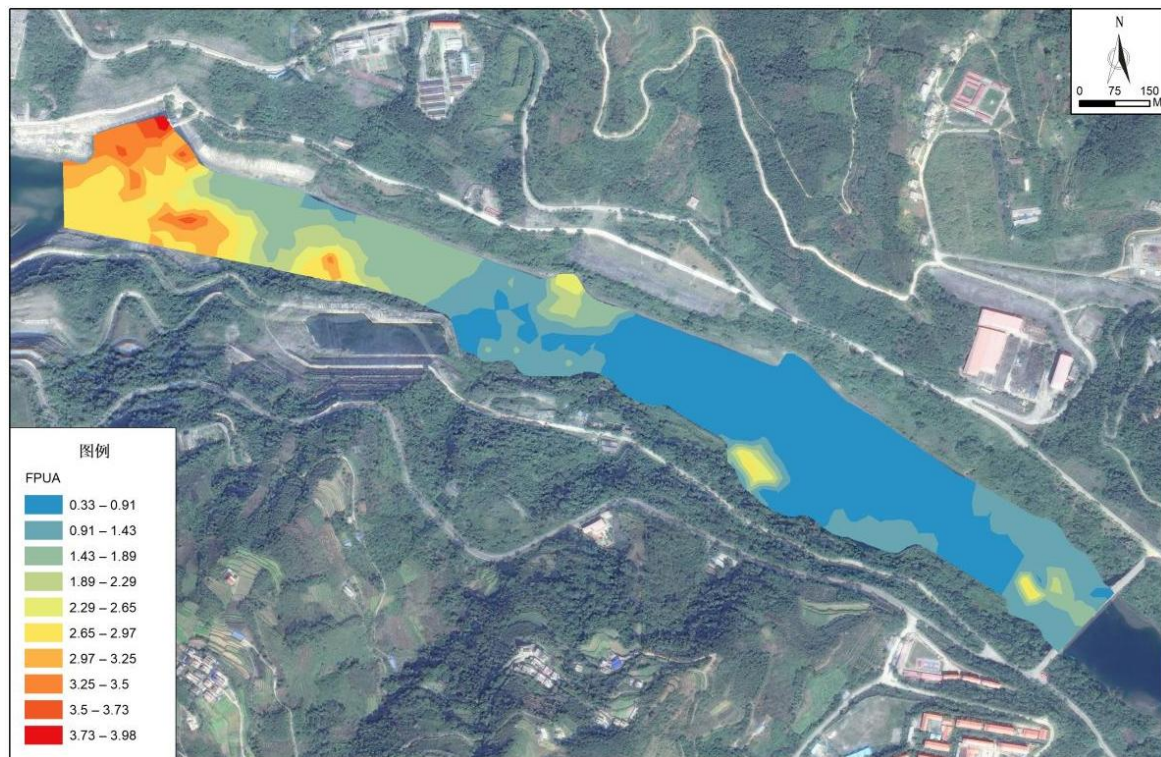


图 7.3.4-35 龙滩水电站坝下三台机工况下鱼群水平分布图

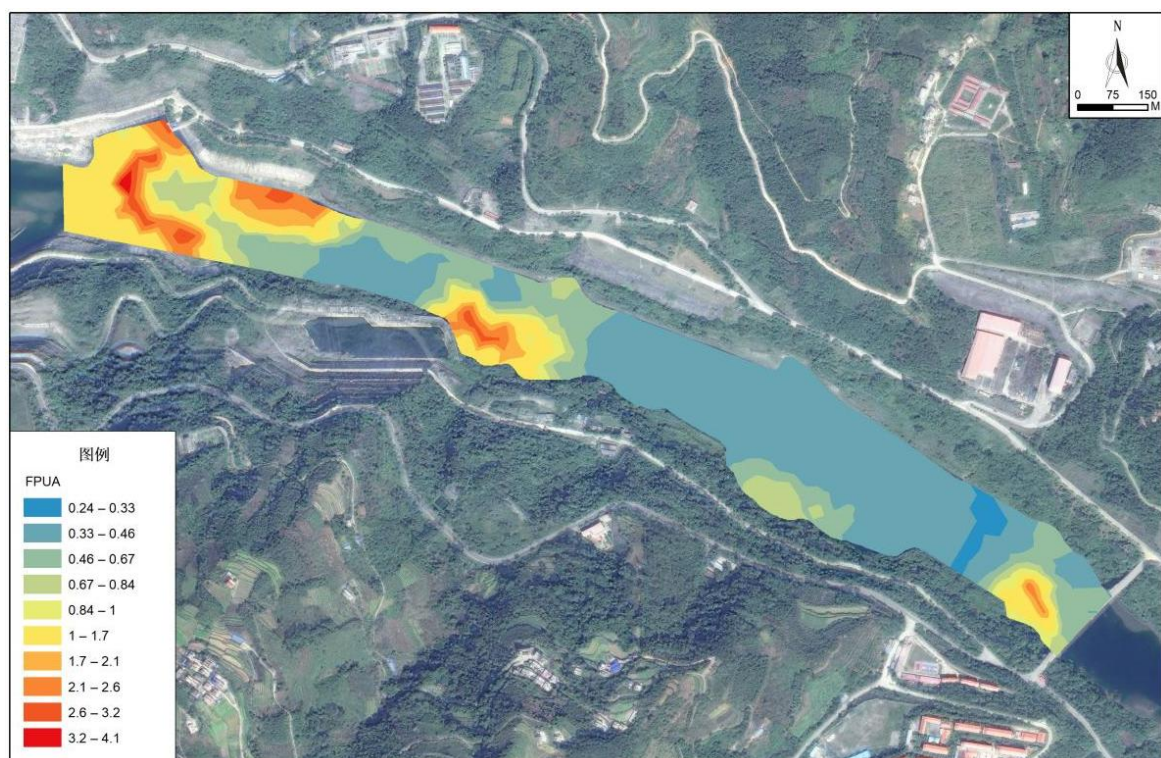


图 7.3.4-36 龙滩水电站坝下四台机工况下鱼群水平分布图

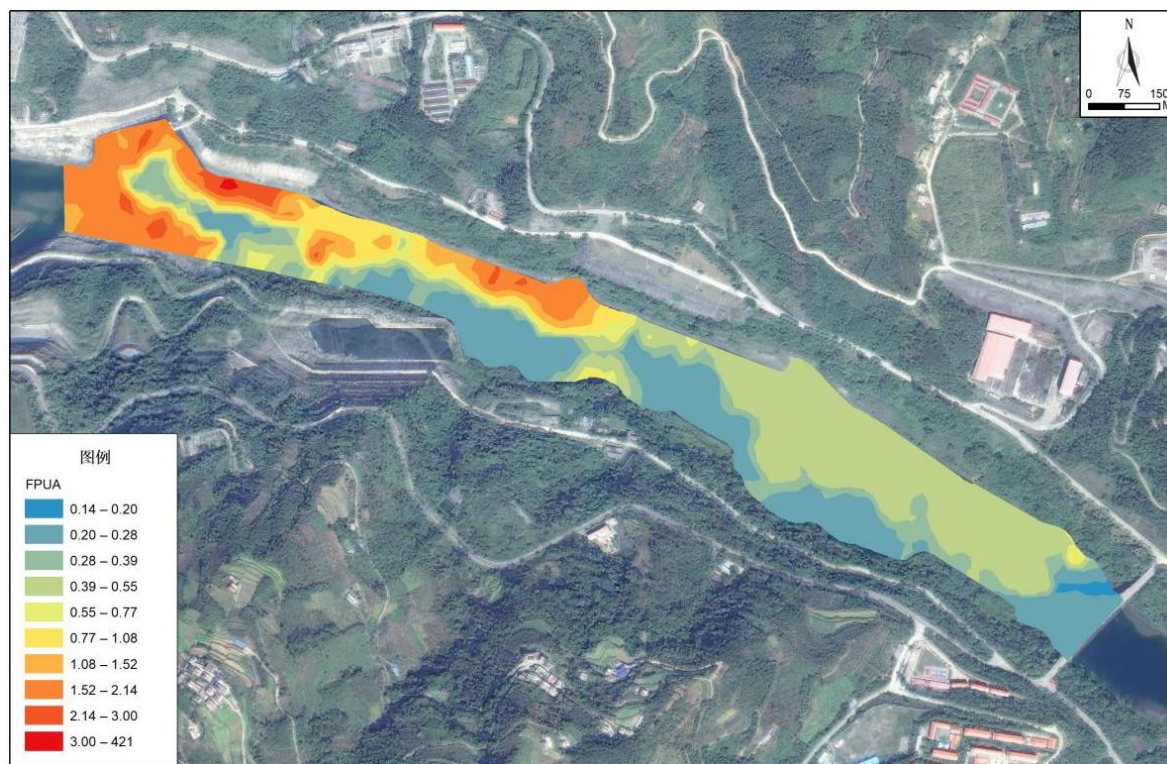


图 7.3.4-37 龙滩水电站坝下五台机工况下鱼群水平分布图

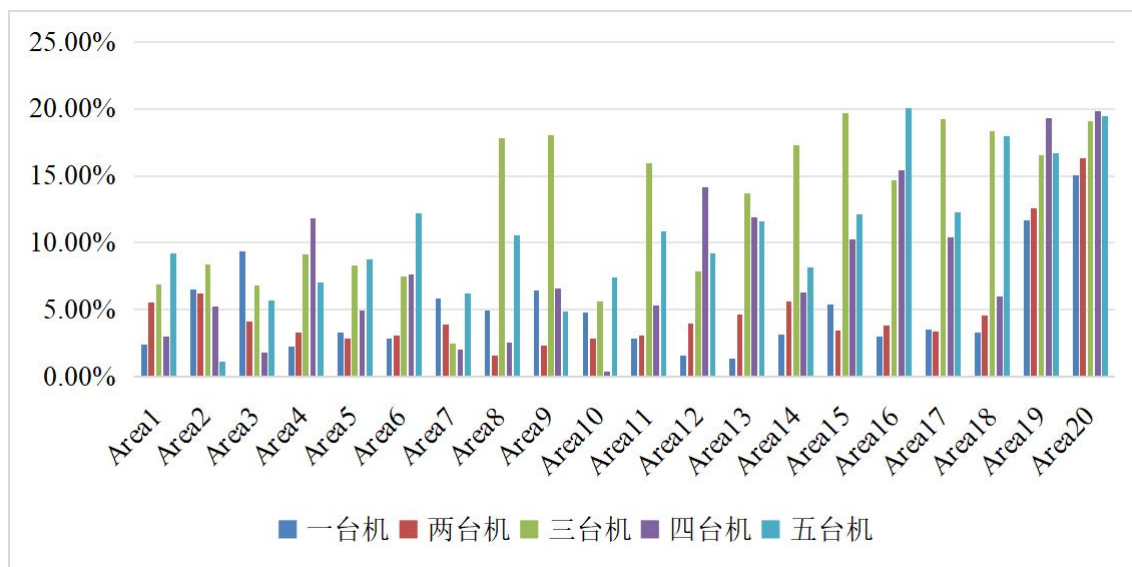


图 7.3.3.1-38 各区域单位面积鱼类个体数量(FPUA)分布百分比

龙滩水电站坝下鱼类资源走航观测，以河道下游 2km 至上游坝脚围堰为观测区间，每 500 个脉冲为一个独立分析单元，获取各单元鱼类单位面积个体数量 (FPUA)、水深、中心坐标等核心数据，依托 Arc-GIS 10.0 平台完成鱼类资源空间分布建模分析。全程将观测区划分为 20 个分析单元，系统开展单台至五台机组运行工况下的鱼类空间分布特征研究，明确不同发电工况下坝下鱼类聚集核心区域与分布

规律，具体结果如下：

一台机工况条件下，龙滩坝下鱼类高密度聚集区主要分布于坝下尾水平台外侧 21m~50m 区域及尾水口平台外 210m 水域，该区域受电站发电尾水引流效应显著，对洄游鱼类形成明显聚集吸引。同时，坝脚下游 1.3km~1.5km、1.7km~1.9km 河段及 2.6km 管控末端水域鱼类资源分布量亦较高。其中 1.3km~1.9km 河段发育典型河道河湾地貌，可有效削减电站尾水高速水流，形成流速平缓的栖息避险水域，适宜上溯鱼类停留、游动与栖息；坝下 2.6km 处河道左岸礁石密布、河道束窄，水流流速局部增大，成为诱导上溯鱼类聚集的重要水文地貌条件。

两台机组运行工况下，坝下鱼类核心聚集区域发生小幅偏移，高密度区域集中于坝下尾水平台外侧 40m~65m 处及尾水口平台外 260m 水域，相较于单机工况，尾水影响区鱼类聚集范围向外延伸。坝脚下游 1.4km~1.55km 河段与 2.6km 末端水域仍维持较高鱼类分布量，核心分布河段与单机工况基本重合，仅局部区间分布范围略有微调。

三台、四台、五台多机组联合运行工况下，坝下鱼类空间分布格局呈现明显的集中化、近坝化特征，高密度聚集区整体收敛于坝脚下游 0.55km~1.11km 近坝水域，主要集中在尾水平台外侧及尾水口平台对侧水域。其中，三台机组工况核心分布区间为 0.55km~1.11km；四台机组工况核心区间小幅收缩至 0.55km~1.07km，且 1.18km~1.50km 河段、2.5km 下游水域存在次一级鱼类聚集区；五台机组满负荷运行工况下，核心聚集区间进一步收缩为 0.55km~0.99km，近坝水域聚集效应达到峰值，1.31km~1.54km 河段为次要分布区域。整体来看，随着投入运行机组数量增加，电站发电流量与尾水扰动强度提升，鱼类高密度分布区逐步向坝前近域水域收缩聚集，且种群分布密度持续升高。

天然河道中鱼类密度对水深的选择性明显，即深水区鱼类密度较高(0~15m 范围内)且规格小的鱼类选择的水深范围明显高于大规格的鱼，喜好的水深范围也宽于规格大鱼(10~50cm 全长范围内)。根据龙滩坝下水声学观测数据，目标鱼类主要分布在 12m 以上水层，其中 4~12m 水层鱼类最丰富。

3) 鱼类集群研究小结

结合龙滩坝下走航观测与定点观测结果，鱼类密度最高的区域为坝下尾水平台外侧 50m 范围，定点观测显示观测结果显示，一台机工况下 3#尾水洞口鱼类声学时

均目标信号数为 114.67 个/min，1#尾水洞口为 112.34 个/min，尾水平平台对岸为 113.75 个/min。低负荷单机组运行条件下，三个点位目标信号通量离散度较小，空间分布均一性较好，尾水出流水动力扰动强度偏弱，对鱼类趋流聚集行为的诱导作用有限，各监测断面鱼类活动频次无明显空间分异。

两台机工况下 3#尾水洞口时均目标信号数为 170.47 个/min，1#尾水洞口为 170.81 个/min，尾水平平台对岸为 143.81 个/min。双机组并联运行使下泄流量、尾水流速及紊动强度同步提升，水体输运浮游生物、有机碎屑等饵料资源能力增强，驱动鱼类趋流觅食行为加剧，两个尾水洞口监测点信号通量较单机工况增幅显著，对岸远区点位受水力影响衰减明显，初步显现近洞口富集的空间梯度特征。

三台机工况下 3#尾水洞口时均目标信号数为 154.36 个/min，1#尾水洞口为 133.69 个/min，尾水平平台对岸为 113.09 个/min。该工况目标信号通量较双机工况出现阶段性回落，属于鱼类空间利用行为的自然波动范畴，叠加瞬时水文脉动、鱼类集群离散、声呐探测目标判别误差等耦合因素共同导致；但整体通量仍高于单机运行水平，证实机组持续泄流形成的尾水异质生境对鱼类仍具备持续吸引效应，且 3#尾水洞口生境适宜性略优于 1#尾水洞口。

四台机工况下 3#尾水洞口时均目标信号数为 208.57 个/min，1#尾水洞口为 234.13 个/min，尾水平平台对岸为 205.45 个/min。四机组满负荷部分运行状态下，尾水区形成大范围回流区与低速涡流区，水力复杂性大幅提高，生境异质性显著增强，不仅洞口近岸鱼类聚集量大幅攀升，尾水平平台对岸远区点位信号通量也同步抬升，水力影响辐射范围进一步外延，1#尾水洞口局部流场条件更契合目标鱼类栖息、避险需求，信号通量反超 3#尾水洞口。

五台机工况下 3#尾水洞口时均目标信号数为 330.88 个/min，1#尾水洞口为 290.16 个/min，尾水平平台对岸为 241.88 个/min，各点位目标信号通量均为全工况峰值。整体监测序列表明，鱼类声学探测时均目标数量与电站运行机组数量呈显著正向响应关系，机组台数增加带来的泄流量提升、尾水湍流结构复杂化、饵料输运量增加共同构成驱动鱼类聚集的核心动因；空间维度上，尾水洞口直接泄流点位生境吸引力整体优于河道对岸区域，水力胁迫与生境复杂度共同决定了尾水区鱼类群落的空间分布格局。

同时，根据过鱼设施水工模型试验前期现场调查结果分析，适合集鱼站布置的

地点有：1#尾水洞出口、3#尾水洞出口、坝下左岸 1.2km。尾水洞的水流对鱼类的诱集效果明显，1#尾水洞离岸边较 3#尾水洞离岸边远。3#尾水洞为 7#、8、9 号机组出流，目前 8、9 号机组未建，在 3#尾水洞出口建集鱼站对电站发电的影响最小，施工围堰范围较 1#尾水洞小，对厂房尾水位排放影响小，基本不会影响电站发电效益。考虑到尾水冲右岸，右岸也有集鱼条件。

因此在龙滩水电站集运鱼系统选择集鱼位置时，推荐坝下尾水左、右岸。

d) 过鱼设施方案比选

1) 上行过鱼方案比选

(1) 进鱼口位置选择

根据龙滩水电站枢纽布置，结合诱捕鱼所需的水流条件，进鱼口可以布置在厂房尾水下游的左岸、右岸。

根据已建水电站的实际观测结果，电站尾水出口处即为鱼类聚集区。龙滩水电站厂房机组尾水出口位于左岸，左岸尾水出口下游侧可能是龙滩水电站工程建成后上行鱼类自然的聚集区，因此将诱捕鱼系统布置在左岸尾水出口下游处，可以利用机组尾水作为诱鱼水流，是比较理想的诱捕鱼系统布置方案。考虑到尾水斜对冲右岸，为提高集鱼效率，在右岸布置集鱼系统可提高集鱼效率。

根据对坝下流场、坝下鱼类分布的分析，龙滩水电站正常发电工况下，鱼类会被机组发电尾水吸引，坝下流速呈非均匀分布，局部存在流速低于鱼类突进流速的区域，因此鱼类基本可以上溯至机组尾水。当电站满发时，鱼类长时间顶流体力消耗较大时，会来到邻近的缓流区进行休息。各种工况下，尾水出流后均流向右岸然后顺延河道而下。综合以上分析，推荐将进鱼口布置在厂房组尾水出口下游，集鱼设施布置在左岸、右岸。

(2) 上行过鱼方案初选

根据《水电工程过鱼设施设计规范》(NB/T 35054-2015)、《水电工程集运鱼系统设计规范》(NB/T 10862-2021)、《水电工程升鱼机设计规范》(NB/T 10863-2021)，主要的过鱼设施类型包括鱼道、仿自然旁通道、鱼闸、升鱼机和集运鱼系统等。不同过鱼设施方案在各方面具有不同的特点，针对不同工程适用性又有所不同。

环境保护部办公厅下发的《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护

技术政策研讨会会议纪要的函》(环办发〔2006〕11 号)要求“对于拦河闸和水头较低的大坝，宜修建鱼道、鱼梯、鱼闸等永久性的过鱼建筑物；对于高坝大库，宜设置升鱼机，配备鱼泵、过鱼船，以及采取人工网捕过坝措施。

环境保护部和国家能源局联合下发的《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》环发〔2014〕65 号提出：现阶段对水头较低的水电建设项目，原则上应重点研究采取仿自然通道措施；对水头中等的水电建设项目，原则上应重点研究采取鱼道或鱼道与仿自然通道组合方式；对水头较高的水电建设项目，应结合场地条件和枢纽布置特性，研究采取鱼道、升鱼机、集运鱼系统或不同组合方式的过鱼措施。

表 7.3.3.1-8 上行过鱼设施方案比选及适用性分析

类型	应用范围	优点	缺点	效果	本工程适应性	比选结果
鱼道	采用型式较多，包括竖缝式、堰式、底孔式、组合式等，适用范围较	过鱼连续，过鱼量大故障率低，运行较为稳定；	鱼道长度长，布置难度大工程量大，建设成本高鱼类过坝体力消耗大	鱼道型式多样，不适宜上游水位变化频繁的区域	本工程最大过鱼水头约 156m，鱼道长度需要 8.9km，左右岸分别为厂房、通航建筑物，下游为广西龙滩大峡谷国家森林公园，此外本工程坝区河谷狭窄，鱼道布置极为困难且需新增地	基本可行
仿自然通道	适合于所有具有足够空间的障碍，对于现存的坝堰改善特别有用，在上游设计蓄水水位变化较大时不适用	适合多种鱼类通过可恢复自然生境	占地面积大，枢纽区两侧以及上游具备布置空间，在地面设置深沟，需结合技术型鱼道构造	可使所有水生动物种类通过，为流水性水生生物提供栖息空间，能够绕过大坝且能很好与当地环境结合	本工程上下游水头约 156m，仿自然鱼道长度需要 15.6km；仿自然通道出口难以适应库区水位变幅。此外本工程坝区河谷狭窄，两岸坡度较陡，两侧没有布置仿自然通道的空间，本工程不具备建设该类型鱼道的地形条件。	基本不可行
鱼闸	适用于中低水头，或空间、水流量有限区域	鱼类过坝轻松	设计和建造技术要求高，需要频繁地维护和运行，运行维护较为复杂，对水消耗较高	主要适用于鲑鳟鱼类和游泳能力弱的鱼类，对中、底层以及小型鱼类不适用	本工程不宜在坝体上修建凹形通道；坝身高，闸室消能难度极大；此外本河段鱼类以中、底层小型鱼类为主，不宜用鱼闸。	基本不可行
升鱼机	适用于各种坝高形式的坝体，尤其适用于高水头，或空间有限的坝体	布置较为灵活，鱼类过坝轻松，能够满足各种尺寸的鱼类过坝需求，适应库区水位变化	过鱼不连续，机械结构复杂，运行成本高	对游泳能力弱的鱼类效果较好，目前国内澜沧江、金沙江和新疆均已建成，正在开展试运行	本工程水头较高，可进行升鱼机方案比选。	基本可行
集运鱼	适用于高水头，或空间、水流量有限区域，如高坝，通常与枢纽工程区地形、枢纽工程布置无关联	鱼类过坝较轻松；适应各种水位变化需要空间不大，设施布置灵活；能够将鱼类运输至流水江段放流	过鱼不连续运行费用大，受诱鱼效果的制约较大，特别是诱集底层鱼类较困难，噪音、振动及油污也影响集鱼效果	目前国内集运鱼系统成功运行案例较少，过鱼效果有待跟踪研究	坝下有通航建筑物，水流湍急，集运鱼系统安全性问题。	基本可行

综合枢纽工程区地形条件、工程特性以及该河段鱼类生物学特性，本工程区不具备建设仿自然鱼道地形条件；本工程不宜在坝体上修建凹形通道，鱼闸方案不适合本工程；本工程下游河道有通航条件，集运鱼系统的过鱼方式存在安全性问题，但仍存在可行性；鱼道方案布置难度极大，但仍存在可行性；升鱼机适合高坝过鱼，在选取合适集鱼位置和放流方式的基础上，过鱼效果可期，过鱼方案基本可行。

综合考虑，本工程对集运鱼系统、鱼道、升鱼机 3 种可行方案进行详细分析对比。

(3) 集运鱼系统方案

上行集运鱼系统由集鱼平台、深水网箔、辅助工作船、综合工作船、集鱼码头、固定设施、转运设施、放流设施等组成。

集鱼平台位于坝下 0.8-1.3km 处。集鱼工作开始之前，先利用辅助工作船将深水网箔和集鱼平台运往指定水域，通过浮鼓将深水网箔和集鱼平台固定。深水网箔与集鱼平台过鱼通道进口对接，沿八字形向下游水域铺设。左岸边设置 3 个系船柱，用于辅助固定集鱼平台和深水网箔。

系船浮鼓可随着河道内水位变化起伏，以保证集鱼平台和辅助工作船始终漂浮在水面上，辅助工作船日常工作和度汛时通过系船索停靠于集鱼码头处。集鱼码头连系梁上布置一台汽车吊，用于起吊集鱼箱。

转运系统包括综合工作船(含活鱼暂养箱)、吊装设备等。当集鱼平台内部所集鱼类需要转运的时候，由集鱼码头上的汽车吊将集鱼箱吊到综合工作船上，转至活鱼暂养箱，由综合工作船通过升船机运至坝上指定点放流(升船机建设未完成前采用陆上运鱼车由坝下码头运至坝上码头，再通过工作船放流)。

放流系统采用随船管式放流，通过放流软管进行放流。

汛期为保障上行集鱼系统安全，利用辅助工作船收起深水网箔，并且将集鱼平台拖移至坝下集鱼码头，固定在辅助工作船外侧，安全度汛。

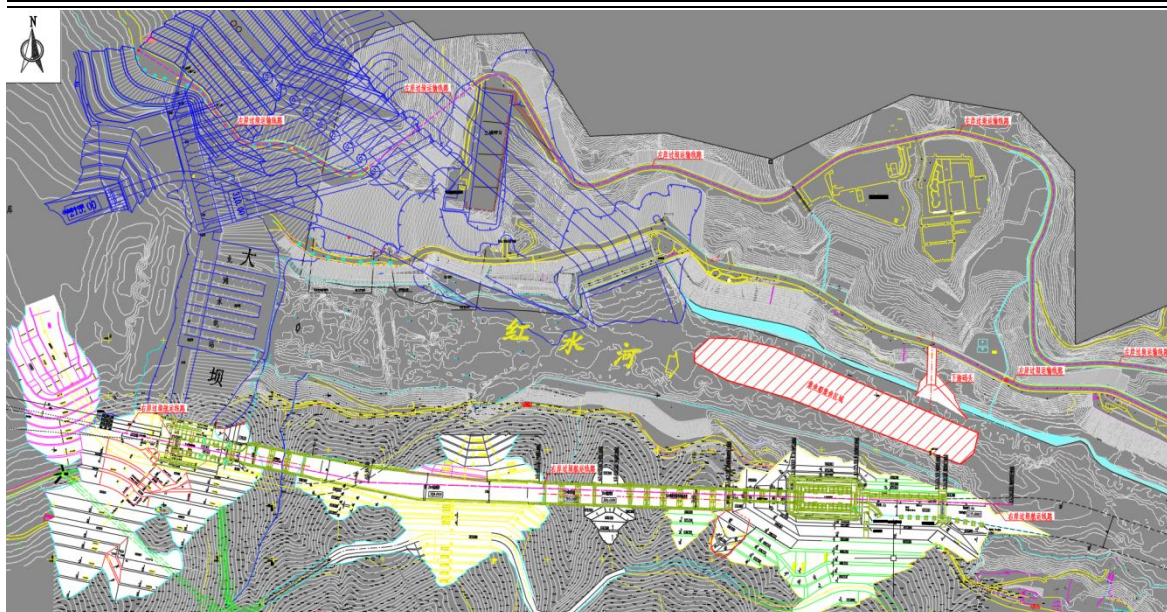


图 7.3.3.1-39 集运鱼系统布置图

① 集鱼设施

1、集鱼平台

本集鱼平台为单底、单甲板、全电焊、全钢质横骨架式结构，船体材料采用A级镇静钢。根据鱼类“三场一通道”的数据、坝下的鱼类集群现状、现场观察情况，尾水附近鱼类较多；根据物理模型分析，不同工况下，最适合诱鱼的流程范围不一样，综合考虑各工况，坝下 0.8-1.3km 范围流速最适合诱鱼，即集鱼平台位置，且在实际运行过程中，集鱼平台可用工作船根据鱼类分布进行移动。

集诱鱼系统：是整个集鱼平台的核心，主要由诱鱼设施、拦鱼设施、防逃设施、过鱼通道以及相应探测，观测设备组成。

诱鱼设施：采用喇叭式进口同诱鱼孔相结合制造吸引水流，诱鱼孔流速设计为比主流流速高 0.2m/s~0.3m/s。

拦鱼导鱼设施：采用电赶拦鱼，试验性地结合气泡帘等形式，利用电场及气泡在河流截面上形成的屏障，引导鱼类至进鱼口附近。

防逃设施：集鱼平台进口后设置反喇叭口的防逃装置，以保证进入进鱼口的鱼不易从进鱼口倒退出去。

过鱼通道：过鱼通道位于集鱼平台的中后段，长约 18m，宽 2.4m，高 1.75m。过鱼通道尾部设有透水格栅，保证槽内与江水相通且保证 0.2m/s~0.4m/s 的流速。

驱鱼设备：在集鱼平台的防逃设施后设有驱鱼设备，为一垂直的拖曳格栅。将

运鱼箱：设置在过鱼通道尾部，运鱼箱尺寸为长 2.05m，宽 2.00m，高 1.00m。此外，装备相应的探测、观测计数设备。

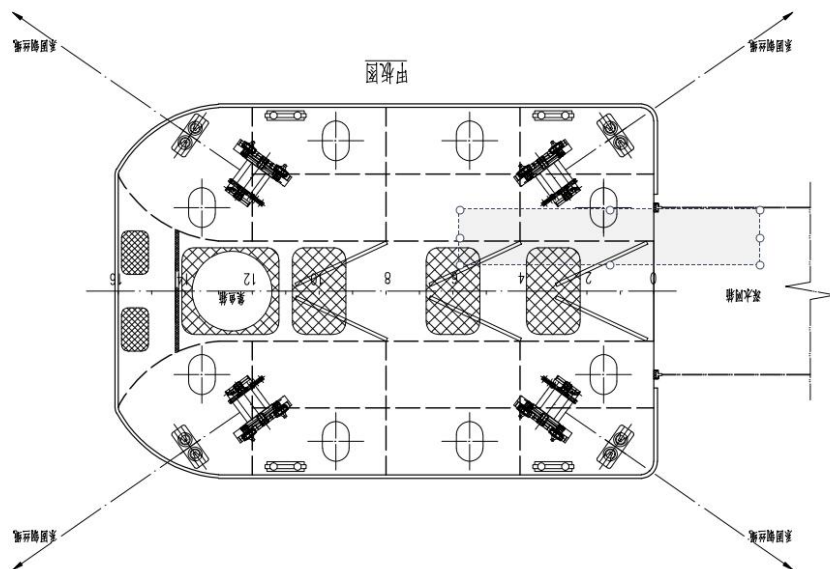


图 7.3.3.1-40 集鱼平台平面俯视图

深水网箔:

深水网箔主要由拦网、阵网、八字网、集鱼网箱和铁锚、沉子、浮子、浮杆、钢绳及固定口门下部的螺缴钢组成。

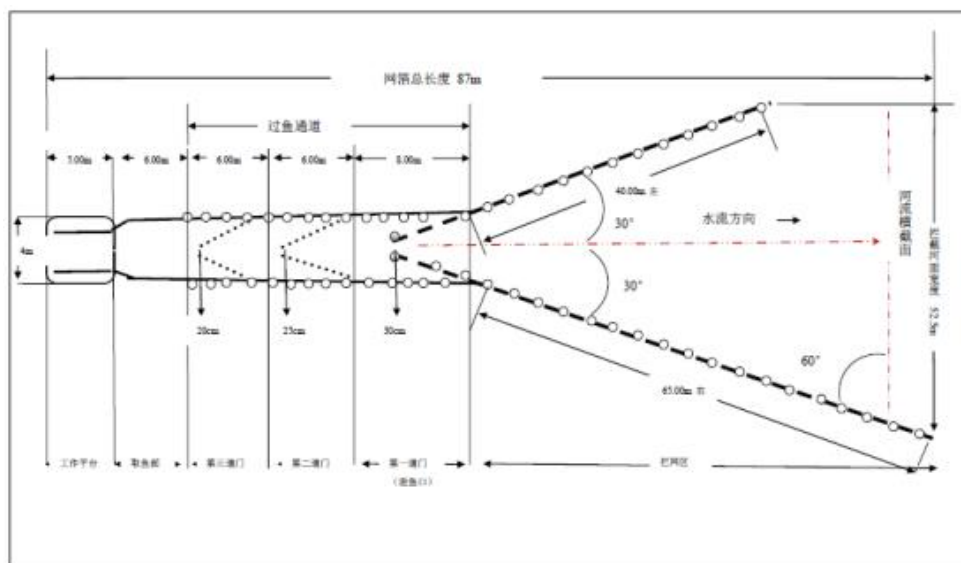


图 7.3.3.1-41 深水网箔平面俯视图

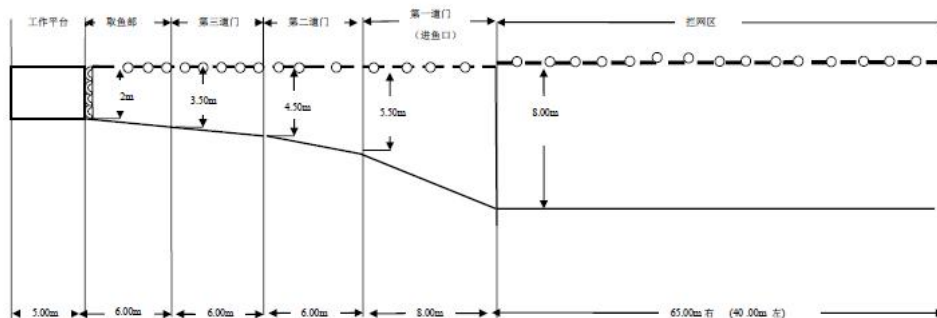


图 7.3.3.1-42 深水网箱平面侧视图

集鱼网箱：网目 4cm，前部为聚乙烯，取鱼部为尼龙，并设聚乙烯盖网。

辅助设施：载重 3t 机动活渔船 2 只；载重 3t 机动船 1 只；载重 0.5t 小木船 4 只。

② 运鱼设施

1、坝下码头

坝下码头设置应尽量靠近集鱼平台，便于各种船舶停靠，集鱼平台的拖运。码头应建在地质条件较好，靠近公路的位置以节省工程量，方便交通，码头选址在坝下左岸 0.8-1.3km 范围内。坝上码头利用现成的龙滩坝上码头，位置在坝上左岸 0.4km。

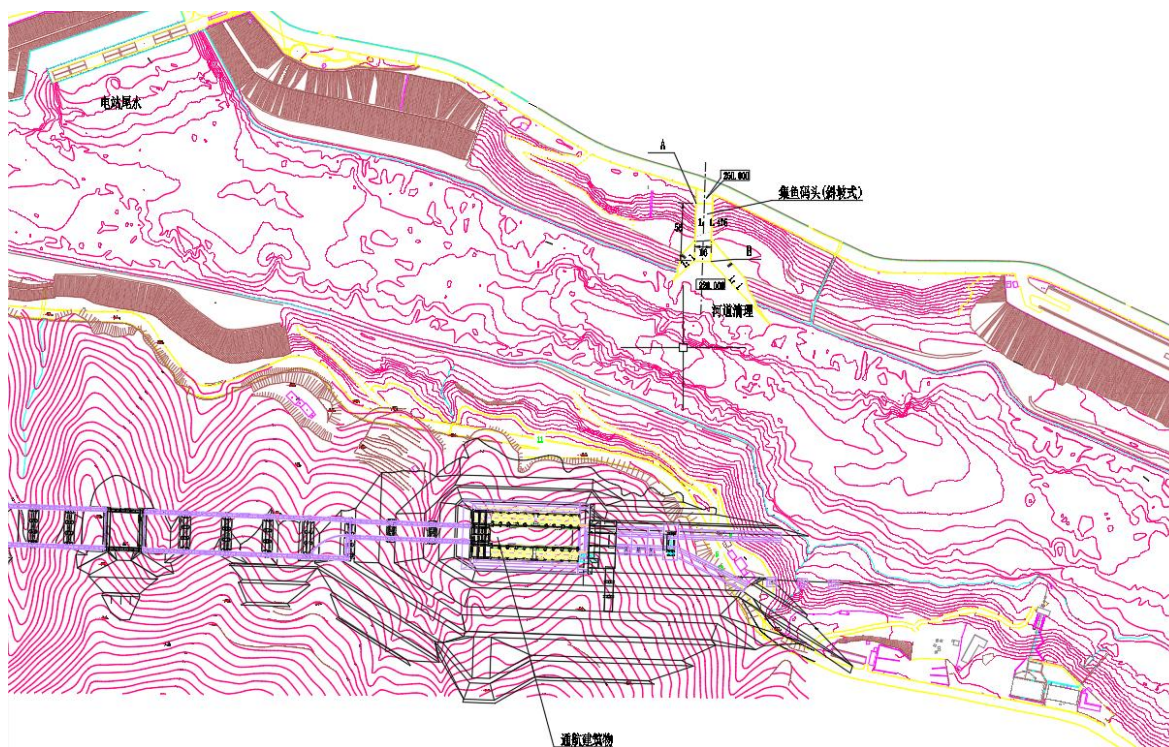


图 7.3.3.1-43 坝下码头布置图

2、运鱼船、运鱼车

坝下集鱼平台集鱼后，利用运鱼船运至龙滩水库升船机，通过升船机到坝址上游，进行放流。在升船机未建设完成前，利用运鱼车从坝下沿路运至坝上码头放流。

集运鱼系统工程量较小，不涉及主体工程，建设工期相对短，建设难度小，能够实现双向过鱼。缺点是人为因素影响较大，需要组织专业队伍。

(4) 鱼道方案

① 选址及布置

根据鱼类的趋流特性，鱼类一般聚集在常泄水建筑物下方，因此鱼道进口布置在厂房尾水渠旁侧，为适应上下游水位变化，下游需要设置 6 个进鱼口，上游需要设置 15 个出鱼口。鱼道主体段沿左岸岸坡布置，在坡度相对较缓的局部区域进行折叠盘旋，局部采用排架结构，与道路交叉采用涵洞结构，由于龙滩水电站坝址区河谷为深切的峡谷地形，左坝肩极为陡峻，局部近直立，难以通过明渠穿越，因此左坝肩设 1 段过鱼隧洞，长 1768m。过鱼隧洞出洞接鱼道出口段，出口段全长 400m。鱼道坡度采用 1:50，鱼道总工作水头 156.0m，全长 8918m，沿程在鱼道转角处设置鱼类休息池，池室 1950 个，休息室 130 个。鱼道总体布置见下图。

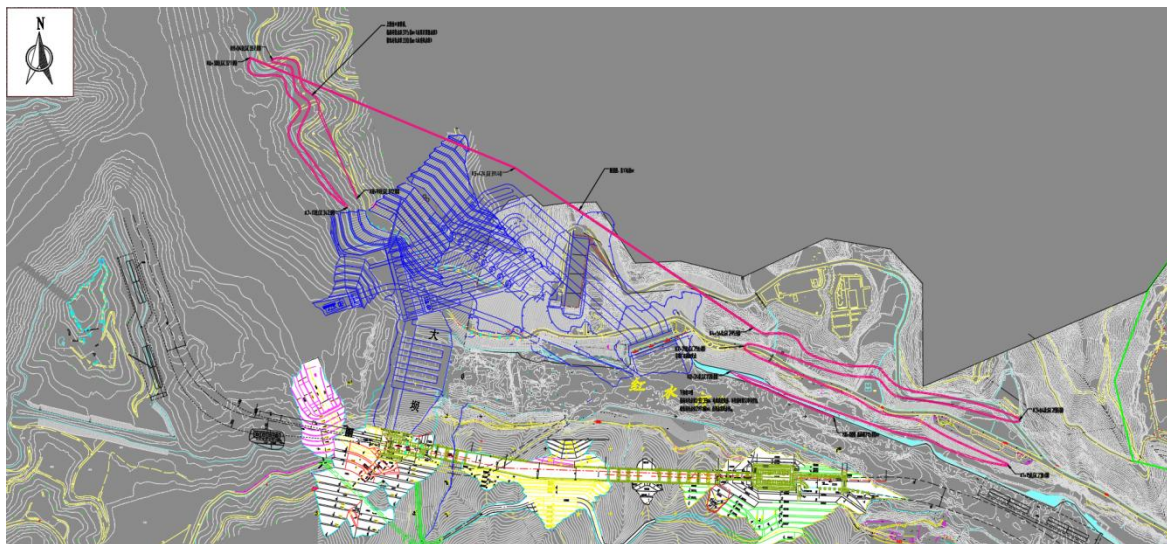


图 7.3.3.1-44 鱼道方案平面布置图

② 池室结构

为适应上下游水位变幅，并满足底层鱼类通过，鱼道池室采用垂直竖缝式结构。因边坡陡峻，为减少边坡及隧洞开挖，保证工程安全，鱼道池室宽度 3m，池室长度 4m，池室水深 3m，竖缝宽度 0.5m，底坡 1:50，池室底部铺设卵石以模拟自然

底质。鱼道池室结构及尺寸见下图。

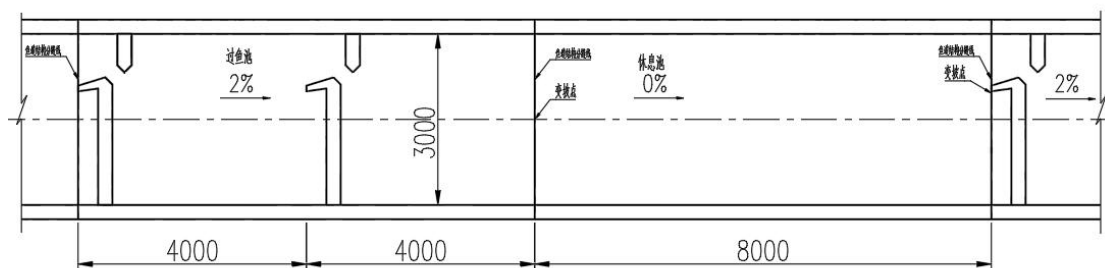


图 7.3.3.1-45 鱼道池室结构平面布置示意图

③ 休息室结构

休息室宽度 3m，休息室长度 8m，休息室水深 3m，休息室坡度为 0，每隔 15 个池室布置一个休息池。

④ 进出口设计

为适应下游水位变化，设 1~6# 共 6 个进鱼口，进口底板高程分别为 216.0m、219m、222.0m、225m、228.0m、231m，进口设检修闸门，通过闸门启闭可调整开启进口。

为适应上游水位变化，设 1~15# 共 15 个出鱼口，出口底板高程分别为 327.0m、330m、333.0m、336m、339.0m、342m、345.0m、348.0m、351.0m、354.0m、357.0m、360.0m、363.0m、366.0m、369.0m、372.0m，根据上游水位变化选择适合的出口运行。

鱼道方案工程主要特性见下表。

表 7.3.3.1-9 鱼道方案工程特性表

名称		单位	数量或特征
布置	最大工作水头	m	156.0
	总长度	m	8918
	过鱼隧洞	个	1
		总长度	1768
	穿路涵洞	个	1
	池室	个	1950
	休息室	个	130

表 7.3.3.1-9(续)

名称		单位	数量或特征
布置	设计流速	m/s	1.1~1.3
	流量	m ³ /s	1.2~2.25
结构	隔板结构		垂直竖缝式
	池室长度	m	4
	池室水深	m	3
	池室宽度	m	3
	池室坡度		1:50
	竖缝宽度		0.5
	休息室长度	m	8
	休息室宽度	m	3
	休息室坡度		0
	竖缝宽度	m	0.5
下游进口	进口数量	个	6
	底板高程	216.m—230.36m, 每 3m 一个	
上游出口	出口数量	个	15
	底板高程	327.0m—372.0m, 每 3m 一个	

鱼道的布置受坝址地形、地质条件、枢纽布置格局的限制较多，涉及开挖、混凝土工程量大。施工过程中涉及大量混凝土排架结构和混凝土衬砌渠道，对于地质条件不能满足承载力要求的地段，需采用大量桩基或扩大基础处理。鱼道方案工程量大，施工条件复杂，工期长，占地面积大，上下游进出口施工受水位影响，施工辅助工程量大，施工难度大。

根据初步设计，本工程鱼道长 8.918km，池室高达 1768 个，休息室高达 130 个，下游需要设计 6 个进鱼口，上游需要设计 15 个出鱼口。从工程布置的合理性分析，鱼道方案工程量大，投资大，施工难度大，对环境的扰动大。

(5) 升鱼机方案

为了提高诱捕鱼效果，集鱼系统的进口应布置于鱼类聚集水域。通过对已建成

的水利水电枢纽鱼类聚集情况的调查发现：电站投运后鱼类逆流而上，在坝下电站尾水大量聚集。集鱼系统的进口应尽可能靠近坝下尾水鱼类集聚区域。根据龙滩坝下鱼类集群调查，尾水下游左岸、右岸均有鱼类集群，鱼类上溯路径为左岸、右岸。集鱼系统的进口应具有合适的水流条件。根据坝下流场分析尾水下游左岸、右岸均具有适合诱鱼的流速。

集鱼系统选择在厂房尾水下游布置，适应区域的地形地质条件，尽量避免不良的地质条件；各建筑物布置综合考虑、相互协调，施工和运行干扰小；枢纽运行管理和维护方便。

① 方案一：尾水集鱼箱+坝下码头+运鱼船(升船机过坝)

龙滩水电站尾水检修闸门适合布置集鱼箱，龙滩水电站通航建筑物工程环评报告已经批复，将建设通航建筑物。根据龙滩水电站实际特点，提出适合本站的过鱼设施：采用尾水集鱼箱集鱼，分拣观察后，在坝下码头装至运鱼船，通过升船机过坝，通航建筑物建设完成前采用公路运输。

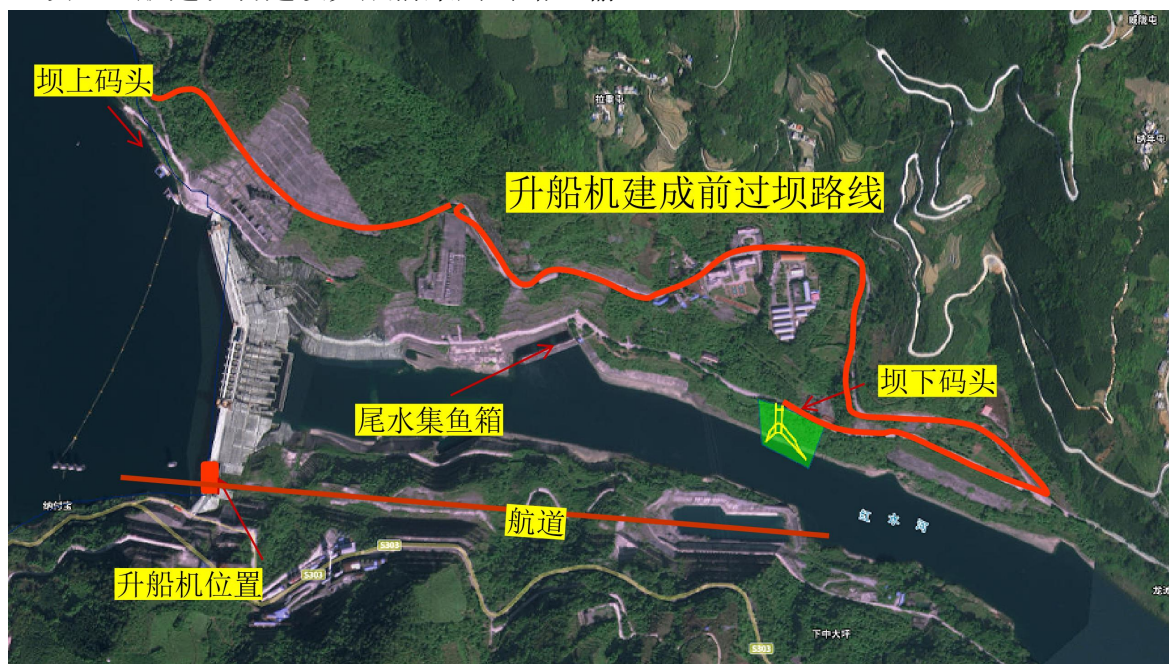


图 7.3.3.1.46 方案一：尾水集鱼箱+坝下码头+运鱼船(升船机过坝)

② 方案二尾水集鱼箱+右岸集鱼站

在厂房尾水出口门槽上安装滑轨、集鱼箱，利用起吊装置起吊集鱼箱；在尾水下游右岸布置集鱼站。使用门机通过轨道将尾水集鱼箱和集鱼站集鱼箱放至适宜水深处；利用机组尾水进行诱鱼集鱼；集鱼完成后，尾水集鱼箱通过提升设备将集鱼

箱提升，运至右岸分拣；右岸集鱼站提升箱提升后，进行分拣；分拣完成后转入运鱼箱；通过升船机过坝；运鱼船运鱼至天然流水环境放流。

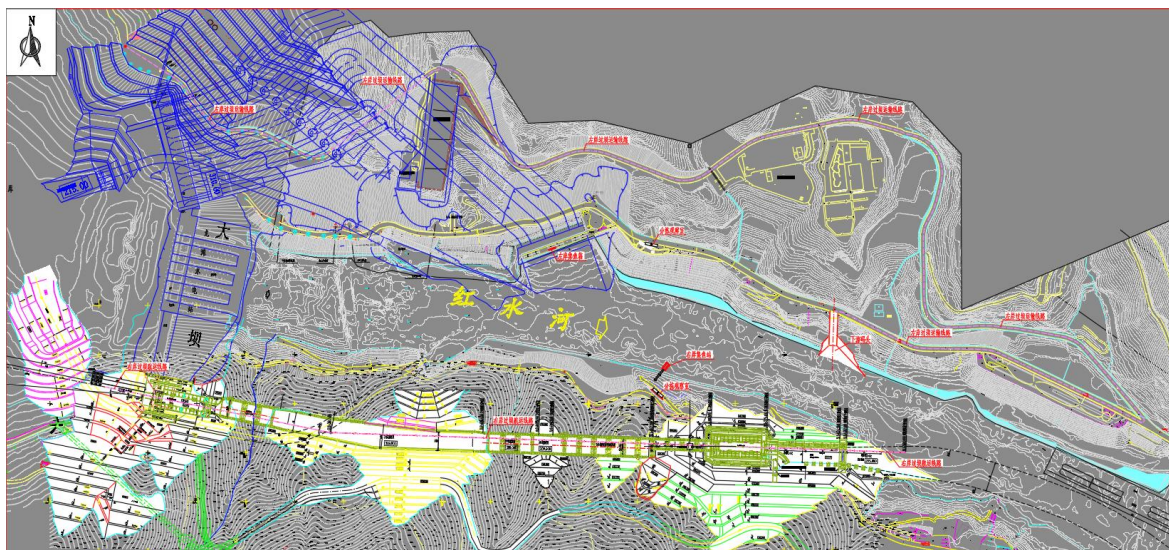


图 7.3.3.1-47 方案二：尾水集鱼箱+右岸集鱼站布置图

1、尾水集鱼箱

根据龙滩水电站现场调查，厂房尾水对鱼类诱集作用明显。在厂房尾水出口门槽上安装滑轨、集鱼箱，利用起吊装置起吊集鱼箱。3 个尾水洞出口各安装一个集鱼箱。集鱼箱结构见下图，横置集鱼箱长 15m，宽 2.45m，高 3m，集鱼箱横向设置 2 个集鱼笼，每个集鱼笼设置 1 个 $0.4\text{m} \times 3.0\text{m}$ 的横向矩形防逃进鱼口，形成鱼类易进难出的结构。为保证鱼类在集鱼箱能够长时间停留，集鱼部分内部通过后部挡板及横向隔板形成一定缓流水域，满足鱼类长期停留的要求。集鱼箱底部设有存水区，存水深度 0.4m。集鱼箱通过尾水检修门门槽下放至尾水洞出口处进行集鱼作业。

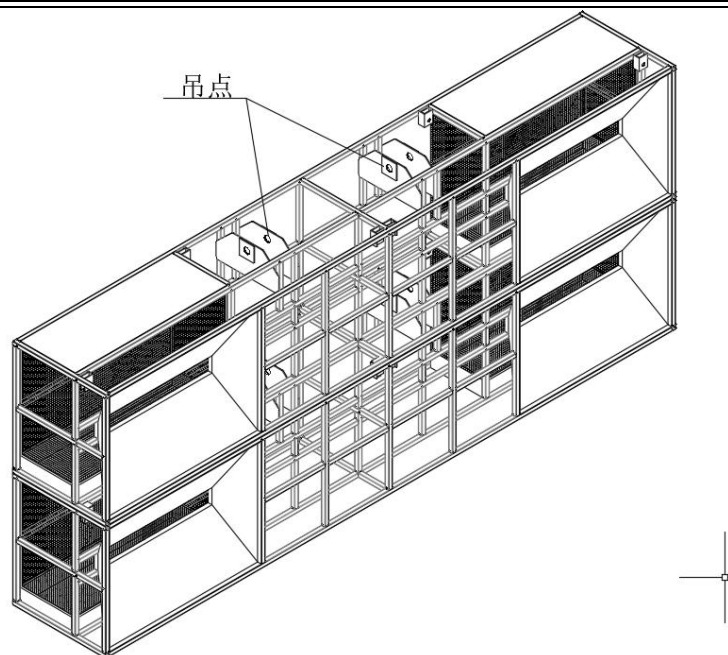


图 7.3.3.1-48 尾水集鱼箱结构图

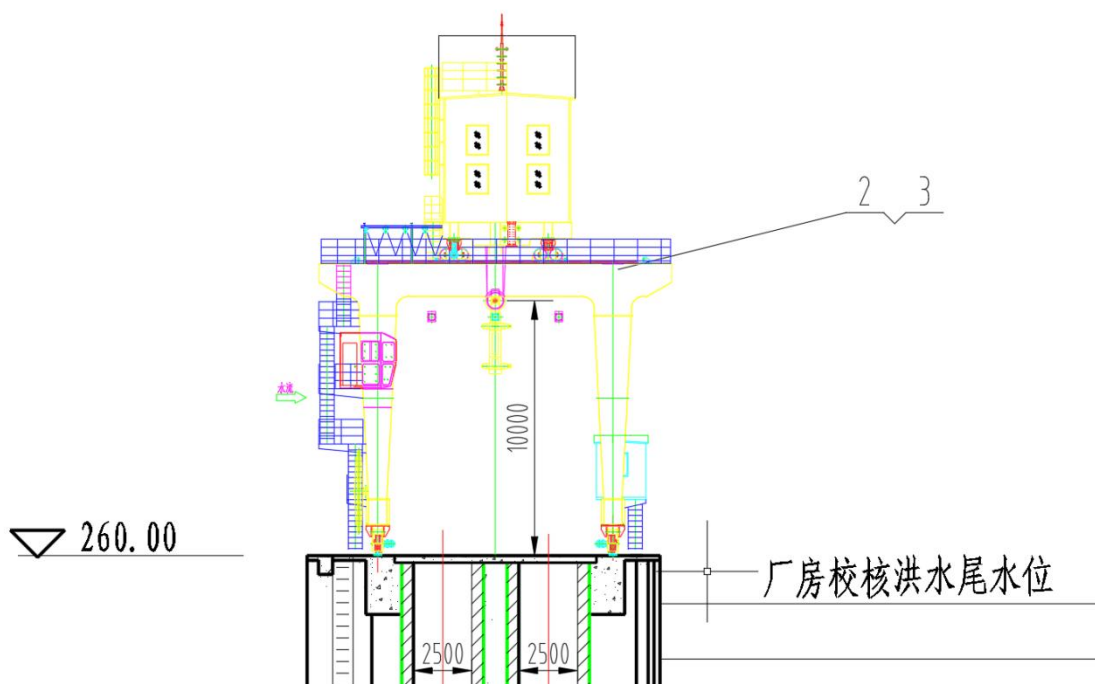


图 7.3.3.1-49 尾水集鱼箱启闭机布置图

2、右岸集鱼站

集鱼站由进鱼口、集鱼池、拦鱼设施、防逃笼、提升箱、提升轨道等组成。集鱼系统由导水墙、集鱼池、进鱼口、防逃格栅等组成，布置在坝下右岸 0.98km 处。右岸集鱼站设置有 3 层，每层 5 个进鱼口，以满足不同水层、不同流速的集鱼需求，提高集鱼效率。不同进口鱼类均进入同一个集鱼箱，即提升箱。提升箱集鱼作

图 7.3.3.1-50 右岸集鱼站结构布置图一

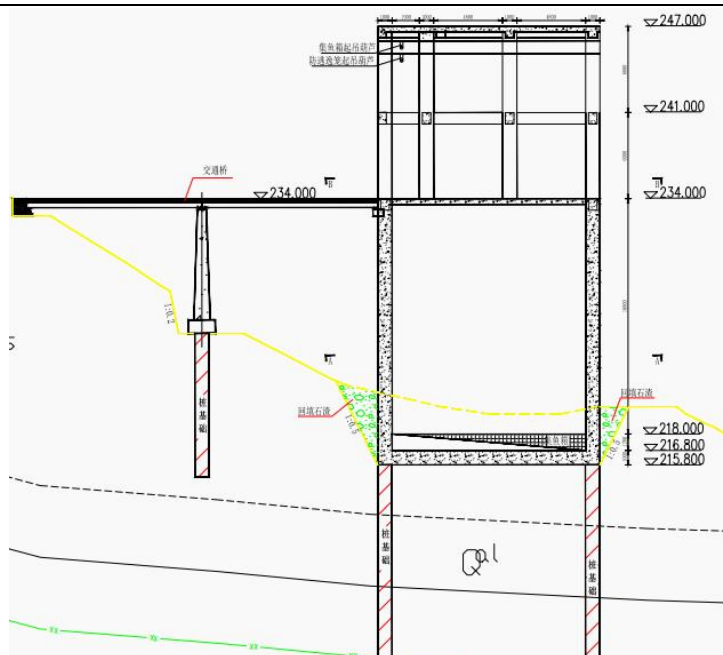


图 7.3.3.1-51 右岸集鱼站结构布置图二

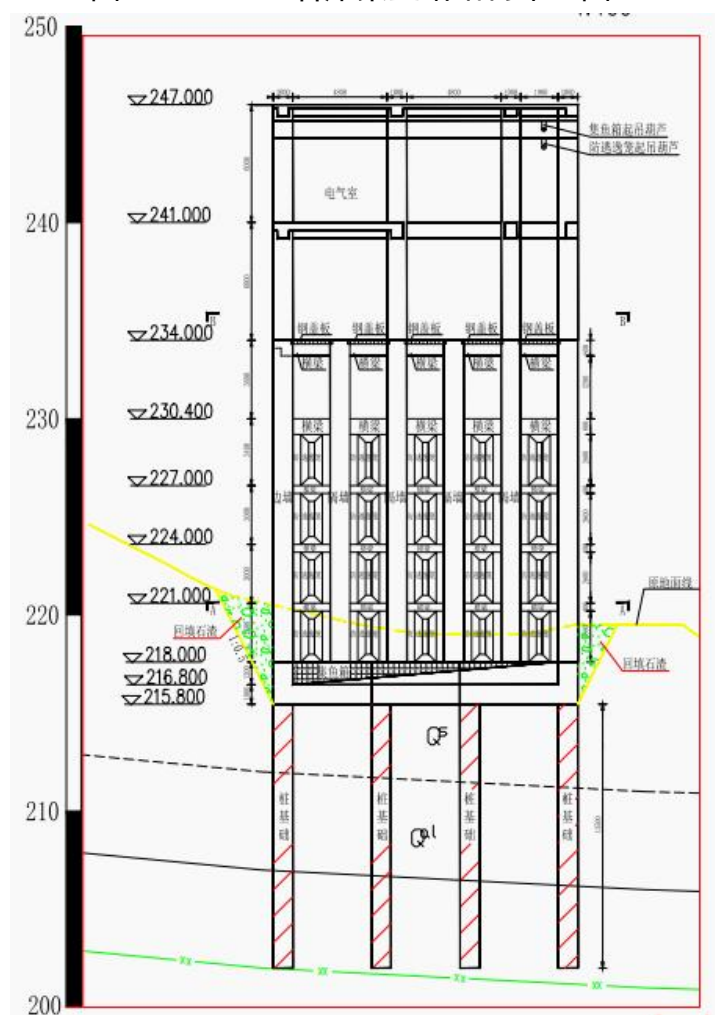


图 7.3.3.1-52 右岸集鱼站结构布置图三

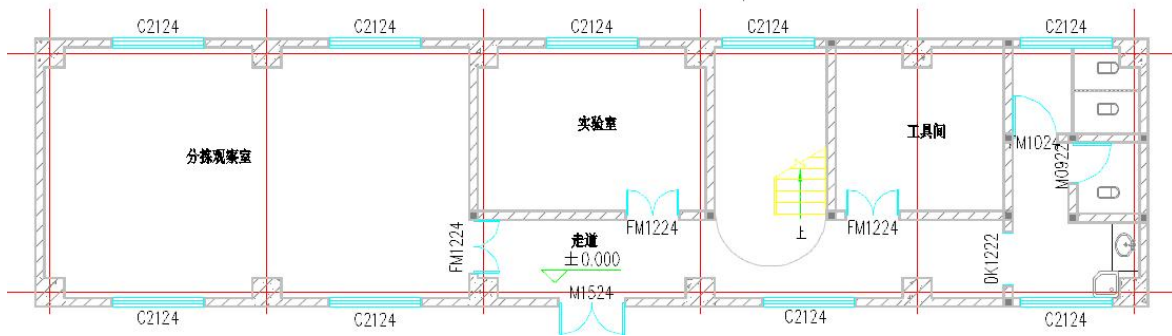


图 7.3.3.1-53 分拣观察室一层结构

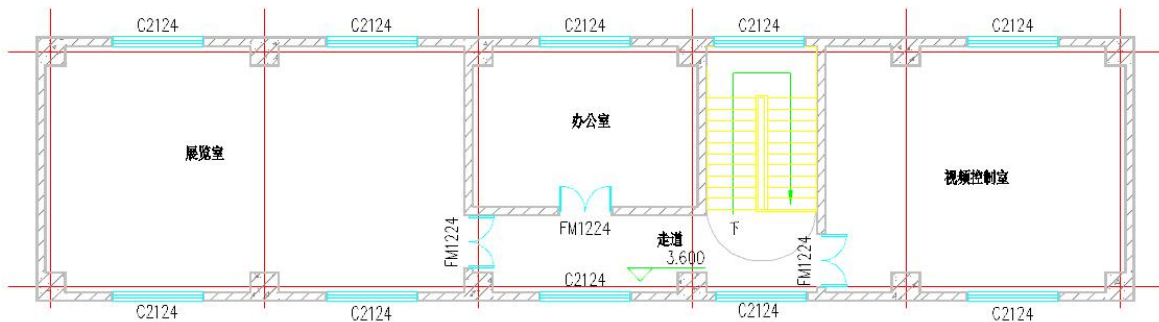


图 7.3.3.1-54 分拣观察室二层结构

过坝方式根据总体布置情况，推荐升船机过坝。

③ 方案三：尾水集鱼箱+左岸集鱼站

将过鱼设施均布置在左岸，包括集鱼设施和转运路线，总体布置较为简洁、紧凑，运行较为方便。在厂房尾水出口门槽上安装滑轨、集鱼箱，利用起吊装置起吊集鱼箱；在尾水下游右岸布置集鱼站。

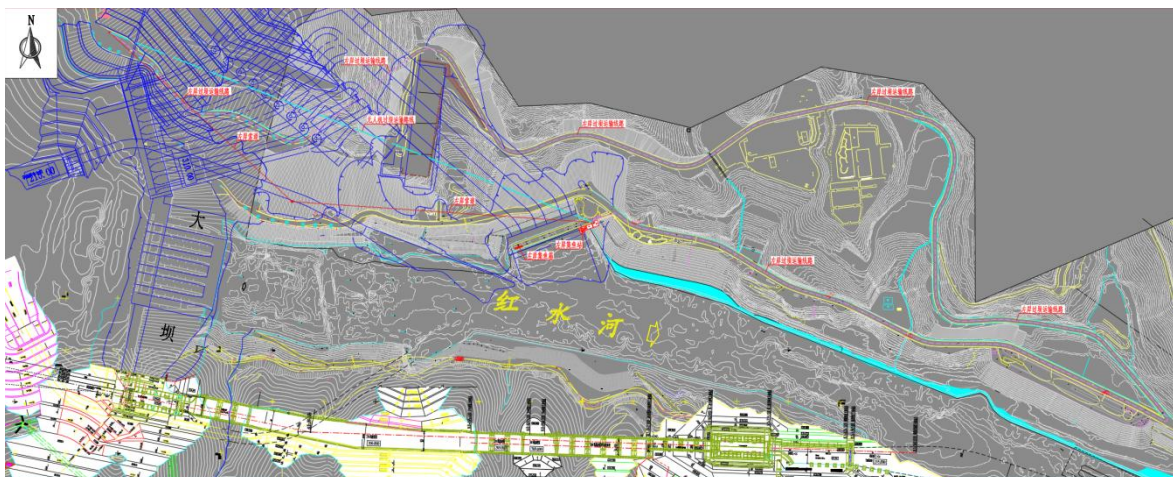


图 7.3.3.1-55 方案三：尾水集鱼箱+左岸集鱼站布置图

1、尾水集鱼箱

同方案一尾水集鱼箱。

集鱼站由进鱼口、集鱼池、拦鱼设施、防逃笼、提升箱、提升轨道等组成。集鱼系统由导水墙、集鱼池、进鱼口、防逃格栅等组成，布置在坝下左岸 3 号尾水洞出口附近。提升箱集鱼作业时沉在集鱼池底部，在进行提升作业时将集鱼池内的鱼类通过提升收集起来。提升箱长 10m，宽 3m，高 2m，底部采用倾斜结构，并留有存水部分，存水深度约 0.5m，在提升时可保持鱼类健康存活。提升箱一侧设有放鱼门，在提升到位，与放鱼滑道对接后，可打开放鱼门，将箱内鱼类放流。提升箱与集鱼池侧壁之间保持 5cm 间隙，以保证提升箱在提升过程中的顺畅性，为防止提升过程中鱼类从提升箱与集鱼池侧壁之间的缝隙逃逸，提升箱顶面外沿安装有长 5cm 的密毛刷，可封闭间隙，防止鱼类逃逸。

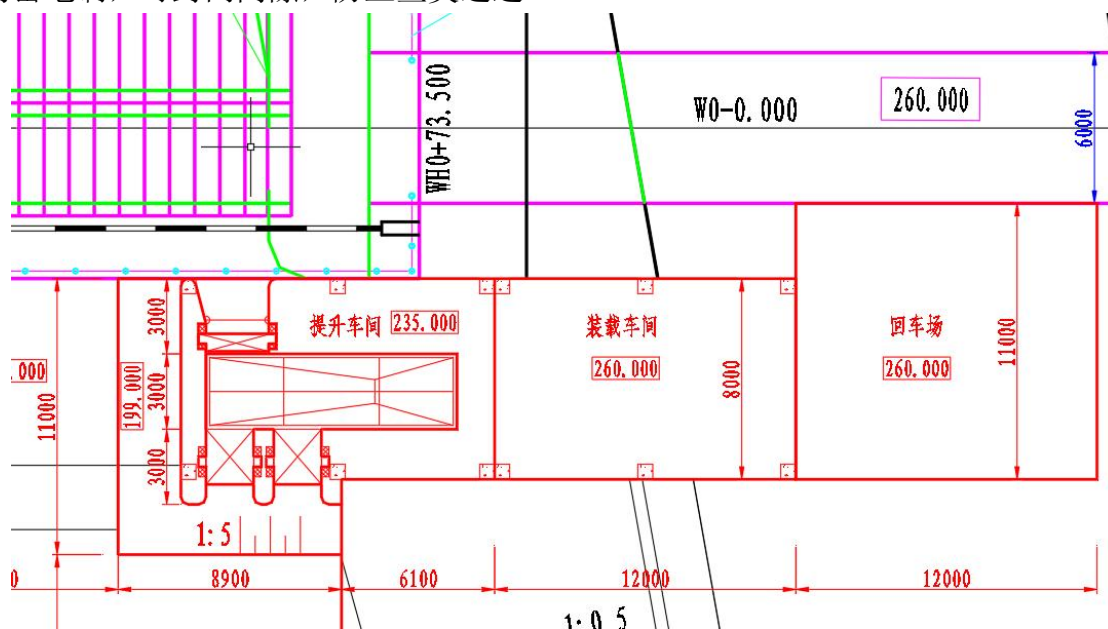
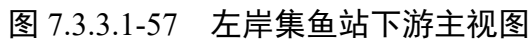


图 7.3.3.1-56 左岸集鱼站平面图



④ 方案四：尾水集鱼箱+左岸集鱼站+右岸集鱼站

为了提高集鱼效率，在方案三基础上增加右岸集鱼站，右岸集鱼站同方案二。在厂房尾水出口门槽上安装滑轨、集鱼箱，利用起吊装置起吊集鱼箱；在尾水下游左岸、右岸布置集鱼站。

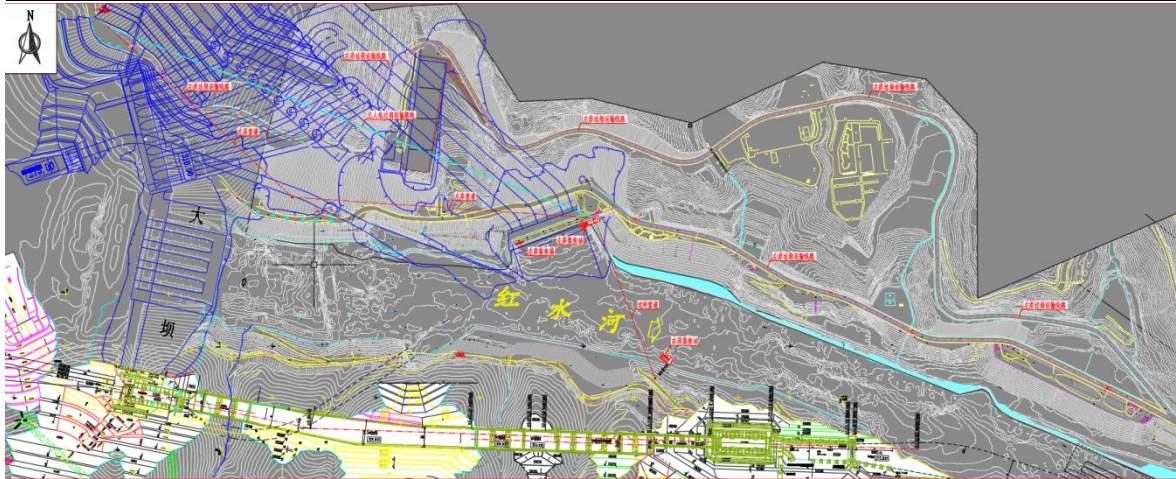


图 7.3.3.1-58 方案四：尾水集鱼箱+左岸集鱼站+右岸集鱼站布置图

过坝方式根据总体布置情况，左岸公路过坝、运鱼船走升船机过坝。

⑤ 升鱼机方案比选

方案一尾水集鱼箱+坝下码头+运鱼船(升船机过坝)不需要新增围堰施工方案，但集鱼点较少；方案二采用尾水集鱼箱+右岸集鱼站，龙滩水电站多数工况都是低台机发电，满发的情况很少，多数工况下右岸集鱼站有合适水流，采用左岸+右岸的集鱼点位，集鱼更有保障；方案三尾水集鱼箱+左岸集鱼站，集鱼设施均布置在左岸，总体布置较为简洁、紧凑，但左岸集鱼站靠近尾水出口，围堰及施工难度大；方案四尾水集鱼箱+左岸集鱼站+右岸集鱼站，结合了前两种方案，集鱼效果有保障，但集鱼设施较多，围堰及施工难度大；综上，升鱼机方案推荐方案二尾水集鱼箱+右岸集鱼站，采用运鱼船(升船机过坝)，集鱼效果有保障，工程量较小。根据国内已建集运鱼系统集鱼口设置方案，宜布置于电站尾水等经常有水流下泄处，或鱼类洄游路线及经常集群地附近口。结合龙滩坝下走航观测与定点观测结果，鱼类密度最高的区域为坝下尾水 50m 范围，定点观测显示 3#尾水洞口观测区在“一台机”到“五台机”共 5 个工况下的时均信号数均不同程度大于 1#尾水洞口观测区。集鱼箱布置在尾水附近可以保证集鱼效果。

⑥ 放流设施

放流设施包括放流码头、运鱼船、水循环系统、放流滑道和放流地点。

1、放流码头

放流码头主要功能为提升至库区的运鱼箱转运至运鱼船。码头应便于各种船舶停靠，应建在地质条件较好，靠近公路的位置以节省工程量，方便交通。坝下码头

选址在坝下左岸 0.8-1.3km 范围内。坝上码头利用现成的龙滩坝上码头，位置在坝上左岸 0.4km

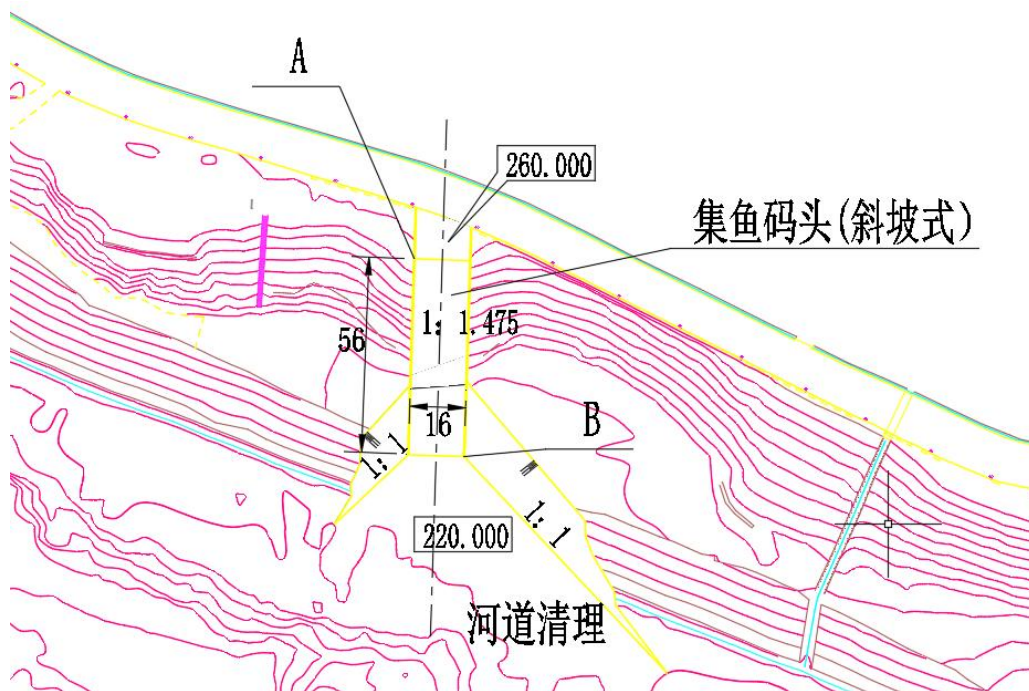


图 7.3.3.1-59 坝下码头布置图

2、运鱼船

运鱼船主要功能为运输运鱼箱，运鱼船上配有吊机，能够实现运鱼箱的起吊和转移。可与下行集运鱼联合建造使用。

3、水循环系统

为保证鱼类在长途运输中的健康，运鱼船设有水循环系统，通过管道与运鱼箱对接，通过水泵保持江水与运鱼箱中水体的相通，并保持一定交换率，保持运鱼箱内溶氧、温度等水质指标满足鱼类生存需求。同时减小放流应激反应。

4、放流滑道

为使集鱼箱中的鱼类能够顺畅放流进入江水中，在运鱼船上设有放流滑道，放流滑道与运鱼箱上的排鱼孔相接，打开排鱼孔，运鱼箱中的水和鱼一起从排鱼孔和放流滑道排出，进入放流水域的江水中。

5、放流地点

放流地点尽量选择在库尾或支流汇入口等接近天然状况的水域。

(6) 方案比选

① 总体方案比选

集运鱼系统、鱼道、升鱼机方案都具有可行性，但各有优缺点，也具有不同的限制因素。

1、集运鱼系统

采用集鱼平台+深水网箱诱集鱼类，诱集鱼地点可以根据鱼类集聚情况灵活多变。鱼类过坝采用工作船通过升船机运输至坝上合适地点放流(升船机建设未完成前采用陆上运鱼车由坝下码头运至坝上码头，再通过工作船放流)，不影响主体工程布置。但龙滩水电站运行工况较多，坝下流场较复杂，集鱼平台、运鱼船等运行可能存在安全性问题。集鱼系统不适合本项目特点。

坝下受机组发电工况影响，集运鱼系统存在安全性问题。

2、鱼道

鱼道的优点是能够连续过鱼，过鱼效果稳定，过鱼种类较多并能维持一定的水系连通性。鱼道需要一定的底坡来克服沿程水头(底坡 1:50~1:100)，龙滩水电站过鱼季节鱼道最大工作水头 156m，采用鱼道的过鱼方式其长度达 8.9km，长时间上溯产生的疲劳效应对过鱼效果带来极大的不确定性。龙滩水电站两岸边坡陡峭，采用鱼道的结构型式，沿程涉及大量排架、支护工程，不但工程浩大，而且将面临较大地质及安全风险。鱼道方案对龙滩水电站的适用性较差。

3、升鱼机

采用升鱼机方案，集鱼设施位于鱼类最易聚集的厂房机组尾水，利用发电尾水进行诱鱼，诱鱼流量大，利于鱼类进入，集鱼效果有保障。通过升鱼机提升，鱼类不必耗费体力便可翻越高坝且过坝速度快。不存在长时间洄游引起的疲劳效应。通过运鱼船可将鱼类运至天然江段环境放流，鱼类可以继续洄游上溯。升鱼机占地较少，易于布置且对枢纽影响较小，对地形地质条件要求相对较少。升鱼机过鱼不连续；机电设备较多，运行、保养、维修等后期费用高。整体上升鱼机方案更优。

推荐本工程采用升鱼机方案。尾水集鱼箱+右岸集鱼站，采用运鱼船(升船机过坝)，集鱼效果有保障，工程量较小。根据国内已建集运鱼系统集鱼口设置方案，宜布置于电站尾水等经常有水流下泄处，或鱼类洄游路线及经常集群地附近口。结合龙滩坝下走航观测与定点观测结果，鱼类密度最高的区域为坝下尾水 50m 范围，定点观测显示 3#尾水洞口观测区在“一台机”到“五台机”共 5 个工况下的时均信号数均不同程度大于 1#尾水洞口观测区。集鱼箱布置在尾水附近可以保证集鱼效果。

② 升鱼机提升方案比较

索道提升、公路转运、运鱼船(升船机)和无人机提升等 4 种方式均可将运鱼箱转运至上游。

索道提升：采用双索道承载，索道形成两根平行的轨道，小车运行时确保不会左右摇晃。工程左岸布置建筑物较多，右岸将建有通航建筑物，索道布置较困难。

公路转运环节较多，易受人为因素影响。

运鱼船方案通过运鱼船收集尾水集鱼站所集鱼类后，通过升船机提升至坝上，再继续行驶至放流地点放流。运鱼船方案更贴合龙滩实际情况，工程量较小。

无人机提升易受大风、暴雨等极端天气影响。无人机需要实名登记、操作人员需要取得操作证书。无人机载重有限。

综上所述，升鱼机采用升船机的过坝方式。

2) 下行过鱼方案比选

(1) 方案比选

本工程鱼类下行过鱼目的主要是促进坝址上下游基因交流和提高幼稚鱼的存活率。受限于地形条件和坝型，本工程不适合采用表面旁路通道和鱼闸；本工程最大水头约 156m，溢洪道过鱼和生态友好型水轮机难以保障下行过鱼存活率，本工程不适合采用；集运鱼系统适合高坝过鱼，可采用运鱼放流船搭载其他集鱼设施的方案。

综合考虑，本工程下行过鱼采用集运鱼过鱼。

表 7.3.3.1-10 下行过鱼方案比选

类型	原理	应用范围	优缺点	效果	本工程适应性	比选结果
表面旁路通道	同上行仿自然通道，受限于地形条件和旁路通道长度，本工程不适用					基本不可行
生态友好型水轮机	通过对水轮机进行生态处理，降低水轮机对鱼类的伤害	适用于中低水头工程	该类水轮机尚处于研发初期，技术仍未完全成熟	技术仍未完全成熟，还未大规模量产并投入应用，效果有待验证	技术不成熟，难以保障下行鱼类存活率，本工程适用	基本不可行
溢洪道	水库泄洪时，溢洪道闸门自下而上打开，水流和鱼类可从下部溢出	适用于中低水头工程	过鱼方便，但易对鱼类造成物理伤害，溢洪道下泄水体溶解氧浓度增高，可能导致溢洪道下游的鱼类受到伤害甚至死亡	易对鱼类造成伤害，下行鱼类存活率低	本工程最大水头约 85m，难以保障下行鱼类存活率，本工程适用	基本不可行
鱼闸	同上行鱼闸方案，受限于地形条件、工程坝型和过鱼对象习性，本工程不适用					基本不可行
集运鱼系统	同上行集运鱼系统					基本可行

(2) 总体布置

集运鱼系统一般包括集鱼设施、运鱼设施以及辅助设施组成。

下行集鱼设施包括卵苗采集系统、集运鱼船。核心是卵苗采集系统，利用坝上运鱼船将卵苗采集系统搭载到指定水域集鱼。在灯光诱鱼系统(夜晚开启)的辅助下，于岸边回水区域和支流交汇水域(指定采集水域)定点采集鱼卵和鱼苗。待鱼卵鱼苗达到一定密度后，将鱼卵鱼苗转移至运鱼箱，由运鱼船将运鱼箱运至岸边码头。起重设备(汽车吊)将卵苗采集器中所集鱼对象由集鱼网箱吊转入运鱼车上的活鱼暂养箱，转运线路利用电站管理区域内现有的公路，便于运鱼车转运鱼类至大坝上下指定放流位点，进行放流。

卵苗采集器主要适用于漂流性鱼卵及水层仔稚鱼采集，对黏附于砾石、水草、石缝等基质上的粘沉性卵适用性有限。而对于粘沉性卵，其本身可以黏附于砾石、水草、石缝等基质上，水流较难将其冲走进入水轮机等。

① 集鱼设施

1、集鱼设备

国外进行鱼类早期资源调查，采用浮游生物网、Bongo网、泵吸等方式进行采集鱼类早期资源采集。其中泵吸的方式，采样效率高、对卵苗没有选择、无损伤，同时自动化程度高，可以作为降低库区卵苗沉底死亡危险，提高过坝存活率的首要方式。

卵苗采集器主要由泵机、鱼水分离器与检测设备部分组成，具体见。采样泵机装载在甲板上，通过软管伸入水面至水下水层内。密集器主要采用滤网结构。工作时，泵机提取的水体通过软管进入密集器，流量过滤后的水样通过软管排除，卵苗及水中的其他悬浮颗粒物即保留在滤网中，供检测或转移。

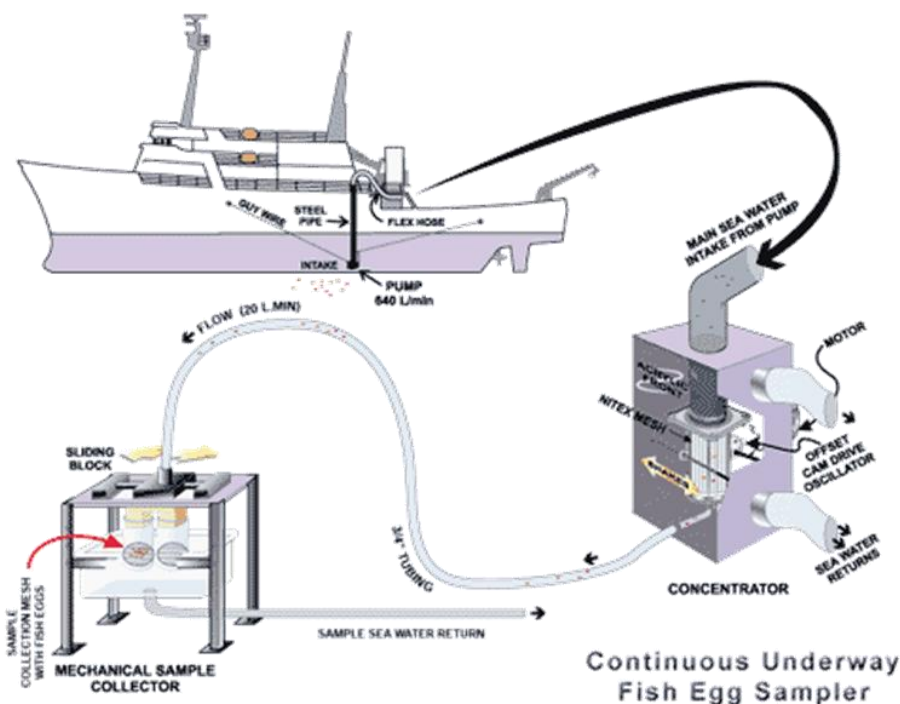


图 7.3.3.1-60 卵苗采集器工作示意图

卵苗采集器系统如图所示，主要由水泵、过滤容器(带气泵)、可编程逻辑控制器(PLC)、电动阀门、采样瓶、触摸屏等组成。通过触摸屏软件开关设置PLC 控制器，控制水泵的运行及电动阀门的开和关。气泵的作用是充气搅匀样品(含卵苗的水体)，避免样品在过滤器中沉淀，影响样品精度。卵苗采集系统功能上具备手动和自动两种方式，一般在正常工作中采用自动模式，只在调试个别部件或特殊情况下才采用手动模式。

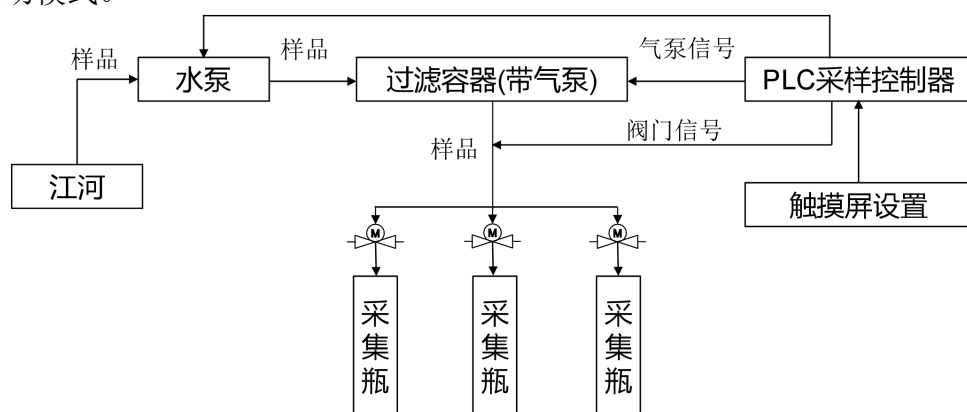


图 7.3.3.1-61 卵苗采集器工作流程示意图

系统工作流程的第一步是在触摸屏上设置运行方式为自动或者手动。一般设置自动模式(可无人值守)；第二步设置设备启动时间点，设置各部件(水泵、气泵、阀门等)的运行时长，也可以采用默认时长，不做更改；第三步是启动设备，卵苗采集

系统会在默认的时间点开启水泵，从河流中向过滤容器中抽水，过滤容器过滤掉多余的水分，留存水中的鱼苗、鱼卵(便于装瓶运输)。水泵运行预定时长后自动关闭水泵，延时过滤，开启气泵，对过滤容器中留存样品进行充气搅拌，同时打开相应电动阀门，样品装瓶，最后关闭电动阀，一次采样流程结束以后，进入待机模式，等待下一次采样时刻的到来。

2、集鱼位置

集运鱼系统设计前，应开展过鱼目标生态习性研究和适宜生境调查，根据研究和调查结果，合理选择集鱼平台位置：(i)鱼群密集处或主要过鱼种类的洄游路线上；(ii)水流平稳顺直、水质新鲜、噪声及污染较少的水域；(iii)对大坝泄水及防洪没有影响；(iv)避免人为干扰，符合水上作业安全要求的水域；(v)交通便利，便于后期平台的运行管理和维护。

下行集鱼位置为坝上支流汇口，库尾为备用集鱼点。

集鱼工作船在具体运行操作时，可根据实际条件，选定合适的集鱼地点，将集鱼船抛锚固定，准备集鱼工作。集鱼船上设声呐探测设备，可根据鱼群密度探测结果及时调整集鱼地点，提高集鱼效果。

3、运鱼船

运鱼船主要功能为运输、诱捕和暂养鱼类。集鱼船上设置诱捕和运鱼箱等设施。本集鱼工作船可以与上行升鱼机放流设施的运鱼船联合使用。

工作船上配有吊机，能够实现运鱼箱的起吊和转移。运鱼箱配有维生系统。

诱捕设备选用水下耐辐照LED照明灯实物，该灯由直流低压供电，温升极低，灯板为密封装，可直接在水下使用，防漏电。不同于市面上其他现有的产品，本灯离开水池也无需失水保护，可安全工作。该水下探照灯的防水特性主要由其外壳的设计实现，其主要包括设置在外壳内部前侧的防辐照透明板、后侧底面上的发光二极管光源板和导热器、发光二极管的驱动电路等。所有部件结合处，包括所述防辐照透明板与外壳、外壳和内部部件结合处均夹有防水材料，因此能在水下核辐照环境下长时间工作、不怕失水、安装操作方便、造价低、使用寿命长，并且具有节能、低发热量、无污染等优点。主要技术参数如下表所示。

表 7.3.3.1-11 水下诱鱼灯主要技术参数

供电电源	DC24V
功率	5W
射角	15°
光色	白光
光强度	30000 Candela(cd)
寿命	30000 小时
工作温度	-20℃~+60℃
工作水深	20 米
亮度	连续可调
长度	125cm



图 7.3.3.1-62 水下诱鱼灯实物图

② 运鱼设施

1、系统组成

下行运鱼设施包括码头、运鱼车(含活鱼暂养箱)、吊装设备和转运路线。卵苗采集器集鱼，转运至活鱼暂养箱，通过升船机至坝下进行放流。

2、码头

与升鱼机放流设施码头联合使用。

3、运鱼船

运鱼船通过通航建筑物升船机下行，通航建筑物建成前采用公路运输，将运鱼箱运输至库区码头附近，由吊车吊入活鱼车(含活鱼暂养箱)，再由活鱼车经公路运输至坝下，将运鱼箱吊上运鱼船在坝下游河段放流。

4、下行放流地点

鱼类转运放流地点应满足：具有适合主要过鱼种类的生境：水域较开阔，有一定流速指引，水深不宜过深，饵料生物应相对丰富，凶猛性鱼类少；无人和船只干扰；交通方便，便于运鱼车或运鱼船到达。放流地点主要选择具有适合主要过鱼对象的生境、有一定流速指引的水域。根据以上原则，放流地点主要在下游支流汇口，通过运鱼车运载运鱼箱。下行放流点位考虑增殖站放流的坝下六排大桥段流水河段点位。

e) 总体布置方案

龙滩水电站过鱼设施系统主要由上行升鱼机系统、下行集运鱼系统组成。

上行升鱼机系统由下游集鱼系统、提升转运系统及上下游码头等组成。

鱼类上行时，坝址下游鱼类在诱鱼水流的诱导下进入尾水集鱼箱，由集鱼箱收集后，通过集鱼箱的升降设备将集鱼箱提升，分拣后在把鱼类装入运鱼箱，然后通过公路运输至码头，装至运鱼船，运鱼船通过升船机至坝上放流。通航建筑物建成前采用路上公路运输至坝上放流。

下行集鱼系统的核心是卵苗采集器，利用工作船将卵苗采集器搭载到指点水域集鱼。在灯光诱鱼系统(夜晚开启)的辅助下，于鱼苗活动频率较高的水域定点采集鱼卵和鱼苗。待鱼卵鱼苗达到一定密度后，由工作船将鱼卵、鱼苗运至坝上码头，通过运鱼车运坝下放流位点，通过放流槽放流。通航建筑物建成前，由运鱼船运至上游码头，通过起吊设备将运鱼箱吊至运鱼车，再由运鱼车直接运至下游放流地点放流。

附属设施是为保障集运鱼系统的正常运行的相关设施。主要包括配电系统和监测设备等。

f) 上行过鱼设施工程设计

根据龙滩水电站实际特点，上行过坝采用通航建筑物升船机过坝。过坝系统引用龙滩水电站通航建筑物设计内容详细内容见报告 2.3 节。

1) 上行集鱼系统设计

(1) 集鱼系统总体布置

根据坝址的地形地质条件、枢纽总体布置情况、过鱼设施总体布置，以及对生态机组尾水出口下游河道流场试验和数值计算分析研究成果，为满足不同水位情况

下的诱鱼效果，集鱼系统推荐的布置区为坝址下左岸，为尾水集鱼箱。据工艺设计成果，尾水集鱼系统主要包括进鱼口、防逃笼、集鱼箱及提升机构等建筑物。

(2) 集鱼系统建筑物设计

根据《水电工程过鱼设施设计规范》(NB/T 35054-2015)，对龙滩水电站坝下及库区水位过程及频率的分析，龙滩水电站过鱼设施的运行水位见下表。

表 7.3.3.1-12 龙滩水电站过鱼设施设计运行水位

设计运行 水位	水位	水位(m)	变幅(m)	最大水 头(m)	取值依据
下游	低水位	220.15	11.51	154.85	1 台机发电，出库 流量 400m3/s
	高水位	231.56			9 台机满发，出库 流量 48113/s
上游	低水位	330.00	45.00		死水位
	高水位	375.00			正常蓄水位

1、尾水集鱼箱

根据龙滩水电站现场调查，厂房尾水对鱼类诱集作用明显。在厂房尾水出口门槽上安装滑轨、集鱼箱，利用起吊装置起吊集鱼箱。3 个尾水洞出口各安装一个集鱼箱。集鱼箱结构见下图，横置集鱼箱长 15m，宽 2.45m，高 3m，集鱼箱横向设置 2 个集鱼笼，每个集鱼笼设置 1 个 0.4m×3.0m 的横向矩形防逃进鱼口，形成鱼类易进难出的结构。为保证鱼类在集鱼箱能够长时间停留，集鱼部分内部通过后部挡板及横向隔板形成一定缓流水域，满足鱼类长期停留的要求。集鱼箱底部设有存水区，存水深度 0.4m。集鱼箱通过尾水检修门门槽下放至尾水洞出口处进行集鱼作业。

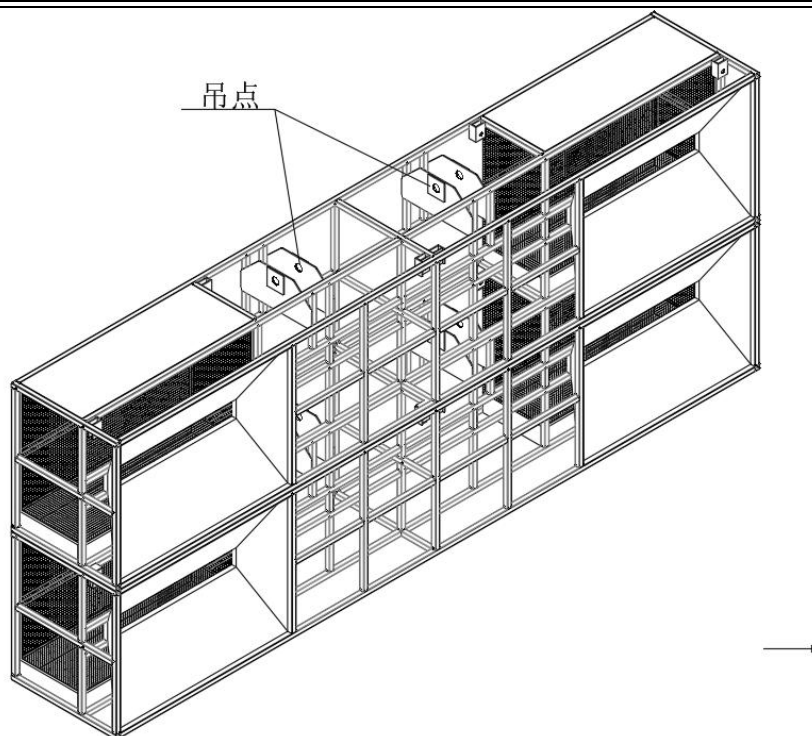


图 7.3.3.1-63 尾水集鱼箱结构图

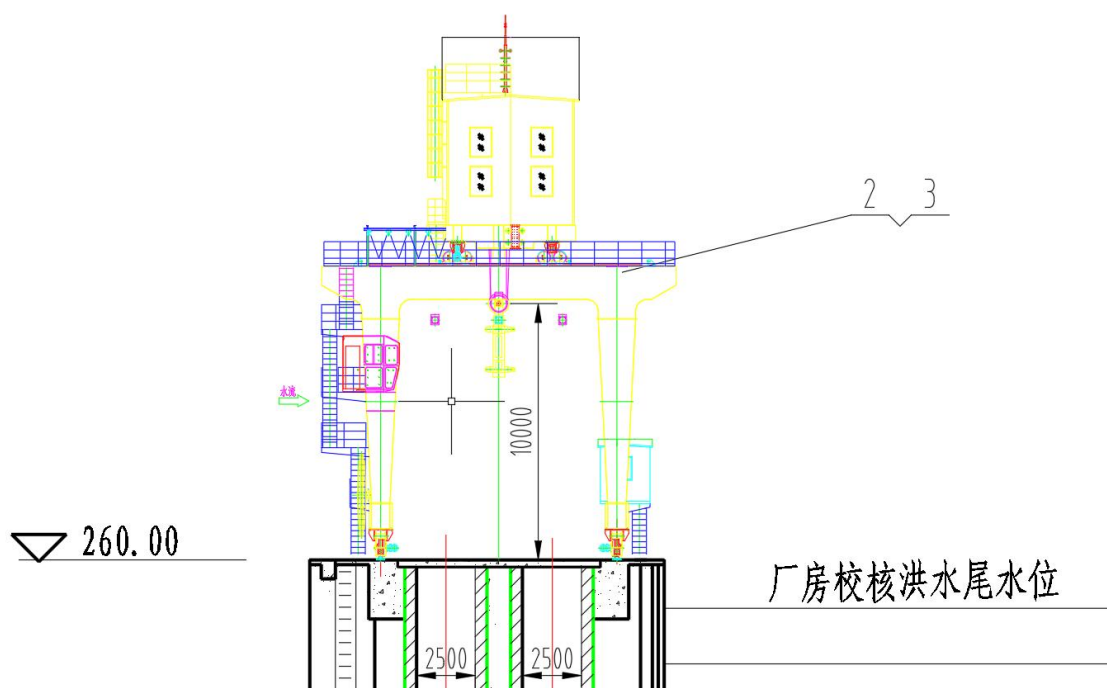


图 7.3.3.1-64 尾水集鱼箱启闭机布置图

2、右岸集鱼站

集鱼站由进鱼口、集鱼池、拦鱼设施、防逃笼、提升箱、提升轨道等组成。集鱼系统由导水墙、集鱼池、进鱼口、防逃格栅等组成，布置在坝下右岸 0.98km 处。右岸集鱼站设置有 3 层，每层 5 个进鱼口，以满足不同水层、不同流速的集鱼需

求，提高集鱼效率。不同进口鱼类均进入同一个集鱼箱，即提升箱。提升箱集鱼作业时沉在集鱼池底部，在进行提升作业时将集鱼池内的鱼类通过提升收集起来。提升箱长 13m，宽 3.6m，高 9m，底部留有存水部分，存水深度约 0.5m，在提升过程中可保持鱼类健康存活。提升箱一侧设有放鱼门，在提升到位，与放鱼滑道对接后，可打开放鱼门，将箱内鱼类放出。提升箱与集鱼池侧壁之间保持 5cm 间隙，以保证提升箱在提升过程中的顺畅性，为防止提升过程中鱼类从提升箱与集鱼池侧壁之间的缝隙逃逸，提升箱顶面外沿安装有长 5cm 的密毛刷，可封闭间隙，防止鱼类逃逸。

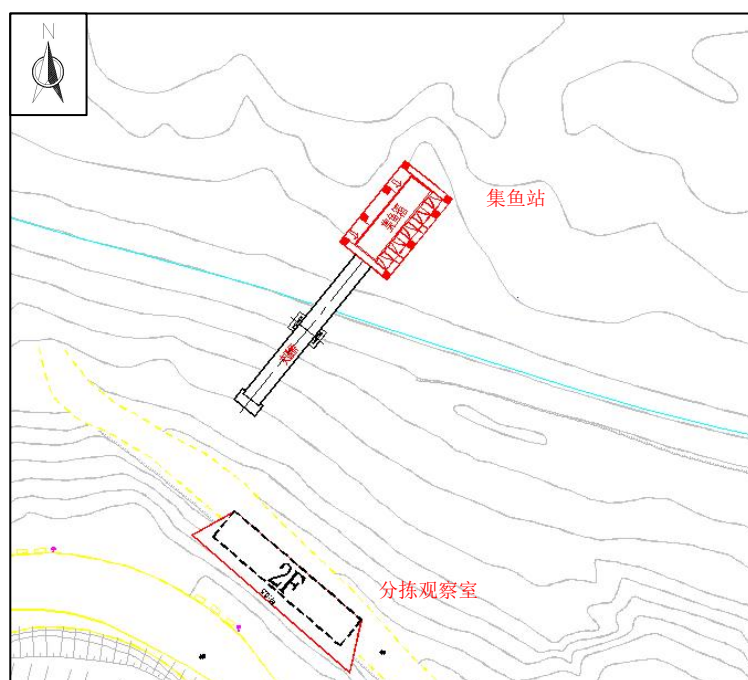


图 7.3.3.1-65 右岸集鱼站布置图

2) 上行分拣系统设计

(1) 分拣系统设计

分拣系统设计根据现状调查，目前工程江段已发现部分外来物种。本次设计考虑在右岸集鱼站设置分拣系统，将外来物种进行鉴别并妥善处理，将土著鱼类继续转移至大坝上游。经过分拣处理后减少了入侵物种数量，降低了入侵物种对土著鱼类产生的生存空间掠夺、生态位侵占、卵苗捕食等负面效应。

分拣系统由：统计、分类、暂养、转运环节组成。

① 鱼类统计工作

通过起吊装置，将集鱼箱、集鱼站的集鱼箱转移至集鱼平台，打开放鱼闸门，

将鱼转移至分拣池中。

分拣池长 1.9m 宽 1m 高 0.25m，不锈钢材质。分拣池水深大约 20cm，便于工作人员操作。操作人员根据形态特征分辨鱼类种类，利用量鱼板或游标卡尺，电子秤等测量工具记录鱼类体长，全长，体重。本底数据采集之后，根据要求对鱼类进行麻醉和标记(T形标，PIT标记，声学标记，荧光标等)整个过程全视频录像。

② 鱼类分类工作

工作人员经过前期基础培训上岗，人工根据外部形态辨别鱼类种类，根据鱼类种类和规格实施分拣，将鱼类放入指定的暂养池。

分类工作中挑选出外来物种放入处理池中，收集后进行统一处理。处理池长 1m 宽 1m 高 0.25m，不锈钢材质。

③ 鱼类暂养

暂养池尺寸为长 2.9m 宽 1m 高 0.6m，不锈钢材质。暂养箱内通过补水管道全时段补新水，补水量标准为换水率为 2 次/h。补水从天然水体中抽取，水温水质等基本性质和天然水体一致，可以保证水质、水温与鱼类天然生活环境基本一致。暂养箱内安装水质监测设备，监测暂养箱中水温，溶氧，氨氮和亚盐等指标。

暂养箱内安装供氧系统，以减少鱼类应激，提高鱼类暂养量，保护水质。暂养箱每腾空一次后，箱内水体全部更换一次。

④ 鱼类转运工作

暂养箱密度设定为 20kg/m³，达到暂养量上限以后，通过人工将鱼类转移至索道过坝。

(2) 活鱼暂养箱

活鱼暂养箱规格长 2.0m，宽 1.5m，高 1.0m。箱体装 2m³水，箱内水温控制在 10~20℃，鱼和水总重约 2t。

主要设备有维生系统(增氧系统、物理过滤系统、水循环制冷机组)、水温监测系统、动力系统、电控系统及水循环泵等。(其中水下照明，自动监控系统显示屏水质监测系统由买方提供，卖方负责安装)。

产品外观如图所示：(运鱼箱外观图供参考)

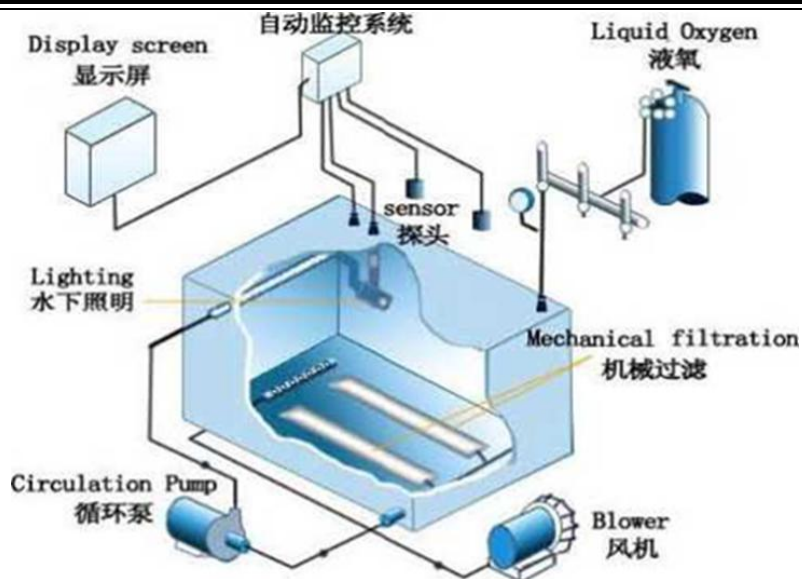


图 7.3.3.1-66 活鱼暂养箱主要部件示意图

3) 上行过坝系统设计

上行过坝设计详见报告 2.3 节。

4) 上行放流系统设计

(1) 鱼类放流

龙滩水电站过鱼初步规划的上行放流地点可以根据放流效果对放流地点进行适宜调整。过鱼设施放流点位主要考虑坝上、坝下支流汇口，上行放流点位可考虑增殖站放流的北盘江望谟县乐元镇段、南盘江八渡镇下游段、支流布柳河流水河段放流点位。

放流系统主要由下游码头、运鱼船等组成，运鱼船上设置有鱼类运输暂养系统、放流滑道等。运鱼船将运鱼箱的鱼运至放流地点，通过放流滑道放入江中。通航建筑物未建成前由陆路运输至上游左岸库内已有码头，然后通过运鱼船至放流点放流。

(2) 码头

在下游新建一个码头。坝下码头设置于左岸尾水下游，考虑到不与通航建筑物航道交叉，设置于尾水与通航下游出口之间。码头所位置地质条件较好，靠近公路以节省工程量，方便交通，码头选址在坝下左岸 1.2km 处。通航建筑物未建成前需要用到坝上左岸库内现有码头。

(3) 运鱼船

① 综述

本运鱼船为一条多功能综合船，其主要功能为转运鱼类、放流鱼类及进行必要的实验工作。集鱼系统收集到的鱼类转移至运鱼箱后，由运鱼船实现水陆的运输与放流。

运鱼船为平头方艏圆舳型常规艤船型，双机、双桨、双舵、单底、单甲板、全电焊、全钢质横骨架式结构。设置满足 4 位人员全天工作和生活需要的舱室及相关设施。本船具有绑拖功能，设计时满足相关法规、规范及标准对拖船的要求。

② 船体部分

1、主要特征

本船为平头方艏、圆舳型常规艤船型。主甲板以上设两层钢质甲板室。本船为双机、双导管桨、双舵、单底、单甲板、全电焊、全钢质横骨架式结构。

2、主要性能

本船设计航速约 15-20.00km/h。续航力 $\geq 120\text{h}$ 。本船稳性及干舷满足《内河船舶法定检验技术规则》及其修改通报的要求。

3、总布置

本船主甲板为连续甲板，在主甲板上设有两层甲板室。

主体舱室划分

设舵机舱，左右压载水舱、清水舱、机舱、燃油舱、设备舱、运鱼舱等。

主甲板

设机舱、洗手间、会议室兼餐厅各一间，船员 1 人间 4 间。

驾驶甲板

设驾驶室一间。

顶篷甲板

设桅杆、天线、探照灯、航行灯及信号灯等。

4、轮机部分

本船为双机双桨推进，由两台推进柴油机(主机)输出端通过联轴节以及齿轮箱经轴系分别驱动两个定距导管螺旋桨。为降低船舶的振动和噪声，推进柴油机采用刚性支撑，其管路连接采用弹性软管及膨胀接头。齿轮箱采用刚性联接，齿轮箱与柴油机通过弹性联轴器连结。

5、其他

船上的生活垃圾和污水进行集中收集和处理，不能随意排放。生活污水可存入生活污水舱，由生活污水排放泵通过标准排放接头排至岸上接收设备。

本船船体艏部设一个清水舱，另设有卫生水、淡水变频供水系统各一套，1t/h 微孔膜过滤净水器一台，提供全船所需的淡水和卫生用水。本船冲洗厕所采用江水。卫生水变频供水系统给水泵从江水总管吸水后，供冲洗厕所。

③ 设计制造要求

运鱼船优先采用新能源作为动力。运鱼船需由有资质的船舶设计单位单独设计。运鱼船只可委托专业船舶制造厂场外制作，现场进行拼装。可将船舶停靠点空地作为船只拼装场地。

④ 运行要求

运鱼船运行时船上需配备船长一名，机械师一名，具有鱼类保护专业知识的人员两名。在非过鱼季节，运鱼船停泊于船舶停靠点。

表 7.3.3.1-13 运鱼船型尺度参考表

船型尺度(m)	型长(m)	型宽(m)	型深(m)	吃水(m)	备注
运鱼船	13	2.8	0.77	0.55	参考船型

g) 下行集鱼系统设计

1) 系统总体布置

下行集鱼系统集鱼位置选择在卵苗活动频率较高的龙滩坝前江段。利用上行运鱼船将卵苗采集器搭载到指定水域集鱼。待鱼卵鱼苗达到一定密度后，由运鱼船将鱼卵、鱼苗运至坝上码头，再由运鱼车运至坝下放流点放流。

2) 卵苗采集器设计

(1) 工作原理

吸鱼泵是通过其特殊的三维螺旋叶片，将螺旋的容积推力作用和叶片离心作用有机结合，使介质获得能量。所以它兼有容积泵和叶片泵的特性，是二者相互结合的产物。

利用水环旋片真空泵的运转在真空罐体内产生真空负压，在罐体高端上安装钢丝软管，软管插入水体中，罐体内的真空负压产生引水现象，将水体中被光源诱惑的所需鱼苗吸入罐体内，随后罐体内的水体在重力作用下从罐体底端排出罐体，流进鱼水分离装置后进入鱼苗汇合桶，完成鱼苗收集。

卵苗采集分离设备用于对吸鱼泵吸取上来的水、卵苗及可能存在的杂物进行过滤和分离。主体为 316L 不锈钢材质。卵苗采集分离设备主要由杂物过滤机、鱼卵分离器、集卵槽和集鱼槽构成。

鱼卵收集盘下方接鱼卵分离器，鱼卵分离器由并排分布的 $\phi 10\text{mm}$ 光滑钢管构成，间距 1~3mm(可根据卵苗大小进行调整)，鱼卵分离器下方为集卵槽，集卵槽侧壁上方配备溢流管，溢流管接船舷外，管口加装滤水网，集卵箱侧壁下方配备输卵管道，接泡沫运卵箱。

鱼收集盘下方为集鱼槽，集鱼槽侧壁上方配备溢流管，溢流管接船舷外，管口加装滤水网，集鱼箱侧壁下方配备输鱼管道，接运鱼箱。

卵苗采集器放置在潜在产卵场，水深不宜超过 2m，且水流速度低于 1m/s 的沿岸水域。

(2) 设备组成

水环旋片真空泵、真空罐、进气电磁阀、管路及曝气管路、吸鱼止回阀，出鱼止回阀、上下部液位感应器、吸鱼，排鱼，抽气，排水，钢丝软管、吸鱼管端的鱼苗收集斗系统、诱捕灯光系统、鱼水分离系统、鱼苗收集桶、管路系统、配电控制箱系统。

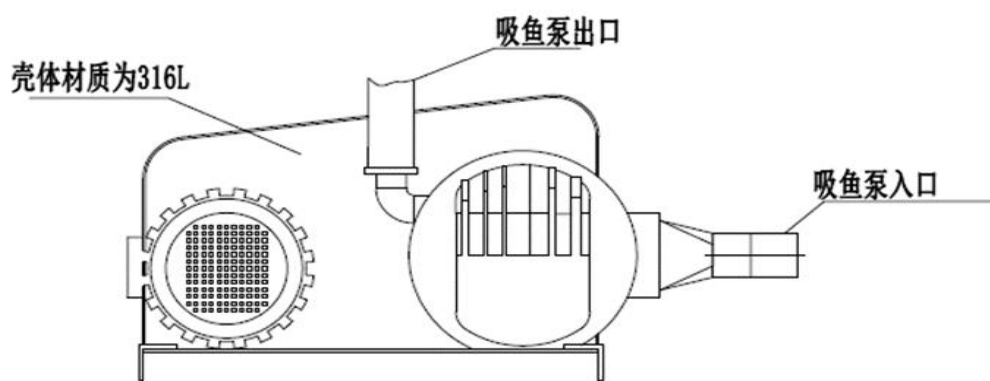


图 7.3.3.1-67 吸鱼泵示意图

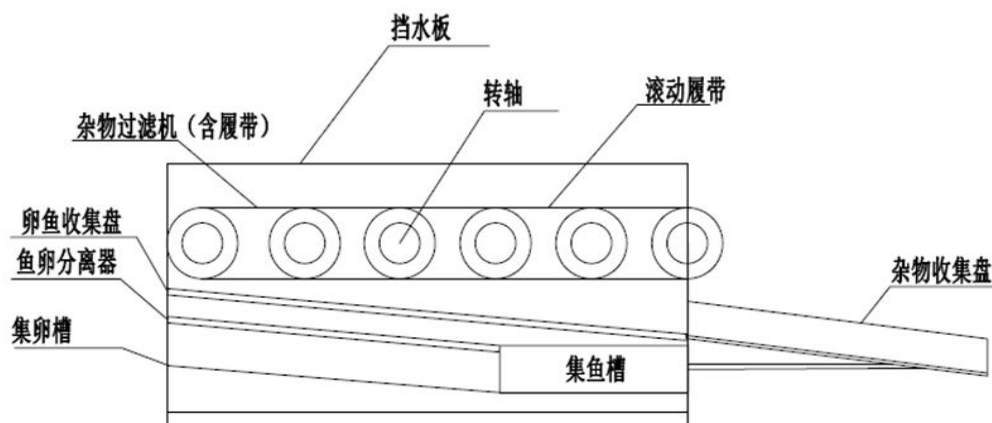


图 7.3.3.1-68 卵苗采集分离装置图

(3) 工作流程

① 吸鱼准备工作：

准备好鱼苗收集桶。安装好充氧管路，电路接通电源但不要曝气充氧，水体会因为连续长时间充气曝气，水体会造成氮气超饱和，诱捕到的鱼苗进入收集桶后会缺氧死掉。将诱捕系统放入水体中接通电源。接通电源，按动启动按钮，水环式真空泵在变频器控制下，将钢丝软管中的空气抽光有部分水体进入罐体下部后水泵电机自动停止工作，水体充满钢丝吸鱼软管，罐体顶部的翻板阀门自动关闭，吸鱼管中保持满水状态，将诱捕灯光打开，先用强远光吸引水体里的鱼苗，人员观察到有较多鱼苗靠近时，切换成弱光源，引诱鱼苗进入吸鱼斗中。

② 开始吸鱼

等待诱捕光源引诱足够多的鱼汇集到收集斗中，手动启动水环真空泵全速运转，吸鱼至设定水位高度后，系统会自动进行 6 台电磁阀的相互切换，吸鱼泵电机停止工作，管路上进气电磁阀自动打开,进气管开始进入新鲜空气，空气通过管路进入罐壁底部的曝气管，为水体曝气充氧，(以此减少鱼体的少氧状态下的应激反应)，鱼苗收集系统中充氧机开始手动按钮启动工作。

③ 开始排鱼

进气电磁阀打开同时，排鱼止回阀自动打开排鱼开始，排鱼结束，排鱼止回阀自动关闭，吸鱼管中仍然保持水满状态。

④ 进行下一次诱捕

重复前面操作：打开强远光灯---有较多鱼苗---切换成近弱光灯----鱼苗进入集鱼

斗-----开启吸鱼按钮开始吸鱼----排鱼工作结束。

⑤ 工作结束

切断吸鱼泵电源，收工手动打开吸鱼罐前端，不锈钢进水口与钢丝软管连接前端的Φ25 球阀，排空钢丝软管中的水，回收盘起钢丝软管和诱捕系统到船上后，清理水草杂物，转移捕到的鱼苗，结束工作。

(4) 主要设计参数

表 7.3.3.1-14 卵苗采集器主要参数表

真空罐体：长X宽X高(不锈钢)	3800mm(真空罐体 800x1960mm)
抽鱼管长度(钢丝软管)	6000mm
出鱼管长度(钢丝软管)	1000mm
泵机功率(铸铁)	4kW
诱捕灯(200W)(远近光可调)	距离 5-10 米，水质透明度决定
吸鱼斗最大直径(玻璃钢)	900X700X700mm
集鱼箱容积(PVC板)	1000x500x700mm
最大持续工作时长	60 秒(从吸鱼到排出鱼)
空气增氧机(5.5W)	8 支气管，8 个气石，总共可供 80 斤鱼重需氧
外形尺寸(mm)	长:3800 mm宽:1200mm高 1960mm
总重(kg)	1000 公斤(运行重量 2000 公斤)
设计采集能力	156 尾/小时

3) 运鱼船设计

运鱼船同时用于上行运鱼放流和下行集鱼、运鱼。

h) 运行管理

1) 运行时段

过鱼设施运行时间为每年的 3~7 月，上行重点过鱼时段在 3~5 月。下行重点过鱼时段在 5~7 月，过鱼期间如遇电站泄洪，从保证设施与操作人员安全考虑，应暂停洪水时段作业，泄洪期间不过鱼。每天过鱼的次数可根据每天的集鱼情况适当增减。根据多数鱼类的觅食活动时间，定在早晨 8 点至 10 点，下午 3 点至 5 点进行集鱼工作，实际运行中根据集鱼情况适当调整。诱鱼采用尾水，不同工况下均有诱鱼

水流，不另外考虑诱鱼水流。尾水集鱼箱、集鱼站集鱼箱通过启闭机进行提升，提升原则上为单次作业提升一次(如上午 8 点下放 10 点提升，下午 3 点下放 5 点提升)。右岸集鱼站各工况基本均能运行，在过鱼季节遇洪水、泄洪等极端情况不运行。左岸尾水集鱼箱在大流量工况下流速过大，不适合集鱼，建议单个尾水洞内 1-2 台机发电时可运行，单个尾水洞内 3 台机发电时不运行。卵苗采集器单次放置时间不宜超过 1h，应每隔半小时进行检查，并及时取出所采集到的鱼卵或鱼苗，以免长时间采集导致鱼卵/苗死亡。

3~7 月，过鱼工程全时段运行，其间如遇电站泄洪，过鱼系统暂停运行。为使集鱼进口发挥较好的诱鱼作用，工程试运行期间，需根据进口的诱鱼效果对集鱼进口运行方式进一步优化。8 月~次年 2 月，坝下集鱼设施停止运行，进行清污、维护、保养及检修，在过鱼季节来临前进行全面整修，保证过鱼设施功能的正常发挥。主要过鱼时段应保障正常运行，在兼顾过鱼时段如遇冰冻等特殊天气可停运。在设施和设备投入正式运行前，必须开展配套设备调试，以便及时发现实际使用中可能出现的问题，并提出解决和改进方案，提高工程正式运行的工作效率。

2) 运行管理机构设置

过鱼设施属于电站枢纽组成部分，应统一纳入电站的日常运行管理之中。需在电站管理机构中设置专门的过鱼设施运行管理部门，配置专业技术人员，负责日常运行和管理，包括设备保养、观测统计、相关基础研究等，其主要职责包括：制定过鱼设施运行方式和操作规程；负责过鱼设施正常运行和管理，做好日常观测、过鱼效果的统计和信息处理；协调处理过鱼设施运行与工程枢纽的关系，确保过鱼季节的过鱼设施正常有效运行；做好过鱼设施运行与鱼类特性的研究，协助做好科普宣传工作，增强生态保护意识。

3) 升船机过坝保障

龙滩水电站作为通航建筑物与过鱼设施统一管理主体，升船机在承担通航任务的同时，兼作运鱼船过坝通道，实行“统一调度、分区待泊、优先过鱼、限额管控、安全兼容”的运行原则，在保障枢纽安全和基本通航秩序前提下，优先保障运鱼船舶过坝需求。建议业主单位牵头建立内部调度、通航运维、生态保护联动机制，明确运鱼船过坝高优先级。

申报与审批管理。运鱼船提前通过业主统一调度平台申报，注明船名、尺度、

活水舱 / 增氧设备、鱼种、数量、放流地点及应急联系人；业主调度中心及时审批、额度单列、优先排期。

待泊与分区管理。在升船机上下游引航道划定运鱼船专用待泊区，与货运、客运船舶待泊区物理分隔、标识清晰；运鱼船按审批时段进入专用区，免排队、优先进厢。

调度与过坝优先规则。升船机运行调度坚持“生态优先、兼顾通航”，运鱼船过坝优先级高于普通货运船舶。

4) 过鱼设施运行维护

检查机械和水力运转状况：每天检查并记录升鱼机系统和集运鱼系统的机械设备是否正常运行，是否有出现漩涡、急流等不利的水流状况，是否有堵塞、淤积等状况发生，不仅要确保结构和流态符合设计标准，还需根据观测结果及时调整运行工况。

定期检修过鱼设施的机械设备和水力测试仪器：在主要过鱼季节来临之前及洪峰过程之后，对升鱼机的闸门、阀门、传感器等机械设备和水位、流速等测试仪器以及集运鱼系统的卵苗采集器和运鱼船进行检修，并对破损处进行修复。在检修期间仔细检查通道及孔口，清除由漂浮残渣引起的阻塞。

利用所设置的监控系统，对过鱼设施的运行情况及安全情况进行实时监控和记录，保证升鱼机正常、安全运行。

5) 科学研究工作

(1) 过鱼设施过鱼效果研究：根据电站运行方式、不同鱼类的生态习性，优化诱鱼口水流流场，辅助声、气泡等辅助诱鱼措施，提升诱捕鱼效率。

(2) 运鱼船分拣研究：依托专用运鱼船布设水上作业平台，开展过鱼对象运鱼船分拣研究，将过鱼设施收集到的各类渔获物统一转运至船上作业区域，依托微流水增氧暂养条件，结合鱼类形态特征、栖息习性与生长生物学指标，对所集鱼类进行精准种类区分、规格筛选与健康状态甄别，同步完成体长测定、成熟度判定、数量统计等相关调研工作，系统梳理不同鱼类群体组成与资源现状，进一步优化过鱼鱼类分拣流程与筛选标准，为流域鱼类生态保护、过鱼效果评估及水生生物资源养护提供实地调研数据与实操技术依据。

(3) 流域过鱼监测评价研究：根据上下游梯级电站过鱼数量、种类和过鱼时段

等，统筹优化梯级电站过鱼的运行、操作方式，并结合各自电站的运行方式，优化升鱼机的运行管理。

(4) 鱼类种群动态及资源评估研究：根据梯级电站升鱼机系统、增殖放流等协同措施，调查研究单项措施的鱼类保护效果，同时分析鱼类保护措施的综合效率，借此优化本河段措施实施，同时为其他河段开发时鱼类保护提供借鉴。

(5) 过鱼设施细部结构研究与改进：过鱼设施设计技术尚未完善，建成后还应根据河段渔业资源情况，诱鱼效果和实际操作等运行情况，优化细部结构设计，以提高过鱼的效率和效果。

i) 小结

龙滩水电站过鱼设施由上行升鱼机系统、下行集运鱼系统组成。上行过鱼设施由下游集鱼系统、提升转运系统及放流系统等组成。鱼类上行、下行过坝采用通航建筑物升船机作为推荐方案，其运行方式如下：

鱼类上行时，坝址下游鱼类在诱鱼水流的诱导下进入尾水集鱼箱、右岸集鱼站，集鱼箱收集后提升，右岸分拣观察，分拣后将鱼类装入运鱼箱，转运至运鱼船，由运鱼船通过升船机至上游放流地点放流。

鱼类下行时，坝址上游的鱼卵、鱼苗经集鱼船卵苗采集器集鱼后，放置活鱼箱内，由转运鱼船通过升船机运至坝下游放流地点放流。

7.3.3.2 鱼类增殖站

2025 年 8 月 26 日，广西壮族自治区生态环境厅对《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》进行了批复。批复要求：“建设鱼类增殖放流站，增殖放流种类为稀有白甲鱼、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，放流规模为 130 万尾/年；后续根据土著鱼类的繁育技术研究进展情况，适时增加卷口鱼、单纹似鲮等土著鱼类的增殖放流。根据渔业主管部门要求的种类、数量及放流地点开展经济鱼类增殖放流。后期对放流效果进行监测评估，根据评估结果对放流种类及数量进行调整”。

本章节内容引自己批复的《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》，鱼类增殖站的工程投资已计入龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程项目投资。

a) 增殖放流对象及放流规模

1) 放流对象

放流种类为稀有白甲鱼、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，远期考虑物种为卷口鱼、单纹似鲮。其中稀有白甲鱼、乌原鲤、三角鲤已实现全人工繁殖成功；长鳍光唇鱼、长臀鮠苗种规模化生产技术仍有待提高；唇鲮和暗色唇鲮、卷口鱼技术基本成熟、可小批量量产；单纹似鲮未实现人工繁殖出苗，仍停留在亲鱼驯化~预试验阶段。

2) 放流规模

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。

3) 放流地点和时间

(1) 放流地点

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、坝下塘英大桥段、坝下塘英大桥段的流水河段、支流布柳河流水河段。

(2) 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。

(3) 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赔偿，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。

b) 生产工艺及流程

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，工艺流程见图 7.3.4.2-1。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，工艺流程见图 7.3.3.2-2。

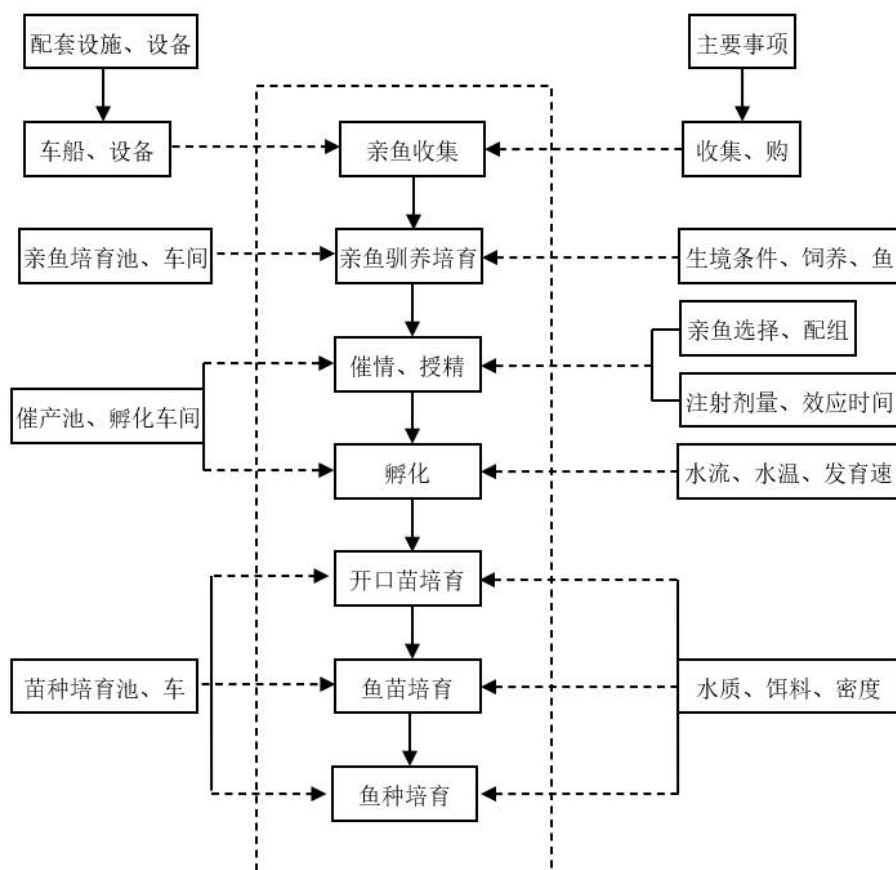


图 7.3.3.2-1 苗种生产工艺流程图

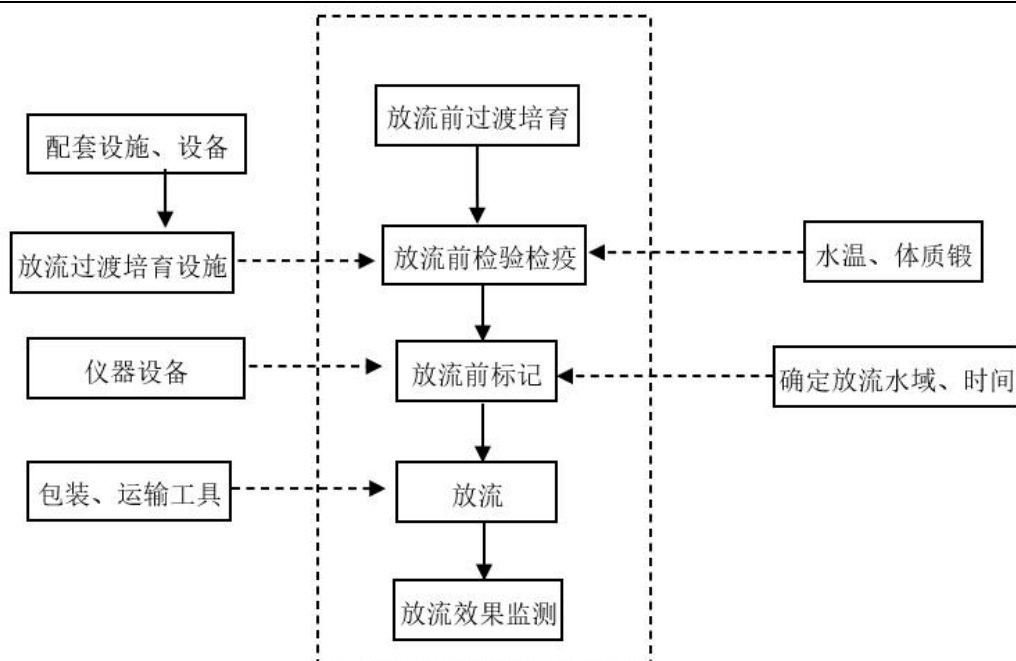


图 7.3.3.2-2 放流工艺流程图

2) 养殖模式

本增殖站采用室内循环水养殖模式，室外流水养殖模式。

3) 主要建筑物设计

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 $5\text{kg}/\text{m}^3$ (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 $6\sim 8\text{kg}/\text{m}^3$)，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 。

4) 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。

经核算，鱼类增殖放流站生产用水设计流量为 $0.03855\text{m}^3/\text{s}$ 。各养殖设施排水由场内排水管/沟收集后进入人工湿地；正常运行后，本增殖站年用水量约为 21 万 m^3 ，日平均用水量约 575.355m^3 ，其中流水催产孵化最高日用水量为 2220.5563m^3 ，

考虑到本鱼类增殖放流站生产用水主要用于养殖鱼苗，对水量需求较为敏感，为保证养殖安全，提高增殖站鱼苗养殖效果稳定性，蓄水池容积尽量做到与日最高用水量相同。

c) 工程选址

通过对平班和龙滩水电站 4 处场址，进行水源、气象、地质、地形、防洪、管理、交通等条件综合比选分析后，选定 4#龙滩站址(三)作为鱼类增殖站的选址。选址位于龙滩坝上约 700m 的右岸台地，地块面积约 5.5hm²，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。

d) 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 1 座亲鱼培育车间、1 座催产孵化车间、1 座鱼苗培育车间、2 座鱼种培育车间、2 口活饵料培育池、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。

鱼类增殖站选址位于龙滩坝上约 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 m³/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；

7.3.3.3 栖息地保护

a) 栖息地保护的必要性

栖息地保护是保护鱼类自然资源的有效措施。流域栖息地保护应以为评价区河

流土著鱼类提供完成生活史、维持一定种群的空间为基本原则，依据鱼类资源的现状及其分布特点，结合规划方案和建设时序，进行系统的规划布局。

红水河龙滩至岩滩段以流水性产粘沉性卵鱼类为主，梯级开发对这些鱼类影响较大，特别是库中河段的淹没导致水文情势改变，使一些流水性鱼类退缩至库尾流水河段和主要支流。因此，栖息地保护应以洄水区、库尾和支流为主。洄水区、流水河段不仅能够为一些流水性鱼类，如乌原鲤、稀有白甲鱼、三角鲤、直口鲮、卷口鱼、长臀鲩等提供完成整个生命过程的条件，而且为鳅、鲃类、鲴等适应开阔静缓流生境水域栖息，又需要在流水中产粘沉性卵的鱼类提供了繁殖场，是红水河鱼类特别是鱼类重要物种的重要栖息地。通过栖息地保护、增殖放流、加强渔政管理等措施，对流水性鱼类种群恢复具有重要作用。因此，进行栖息地保护是十分必要的。

b) 红水河龙滩至岩滩段生境特点

红水河龙滩至岩滩段全长约 166km，上接龙滩水电站、下接岩滩水电站，涉及天峨、南丹、东兰、巴马、大化等县，地处云贵高原东南边缘喀斯特高山峡谷区，整体以峡谷型河道为主，龙滩大峡谷谷深达 800~1000m，两岸峭壁如削，河床窄深，岩溶发育，多暗河溶洞出口；下段为岩滩库区回水区，水面展宽并形成众多库湾库汉。该河段水文情势受两座大型水库调度影响明显，龙滩坝下日水位变幅可达 1~5m，水位波动较明显；岩滩库区则水流缓慢、水深较大，水温分层明显。水质整体优良，坝下河段能见度达 1~3m。区间生境类型多样，包括坝下及峡谷段流水生境、库区缓流静水生境、库湾库汉生境、喀斯特洞穴乱石生境及消落带生境等。

区段内干支流均已实施不同程度梯级水电开发，其中南、北盘江最末梯级分别为平班水电站和董箐水电站，并在支流蒙江、六硐河、曹渡河、清水河、巴英河和盘阳河等支流也基本完成梯级开发。受梯级开发影响，流域内天然流水生境大幅萎缩，干流仅残存龙滩坝下至六排约 15km、南盘江平班坝下 32km、北盘江董箐坝下 45.3km 回水变动段流水河段；主要支流仅残存六硐河纳力以下 12km 河段、曹渡河懂托以下 8km 河段、布柳河新林以下 5km、蒙江上立亭以下 3km 等有限长度的流水河段。

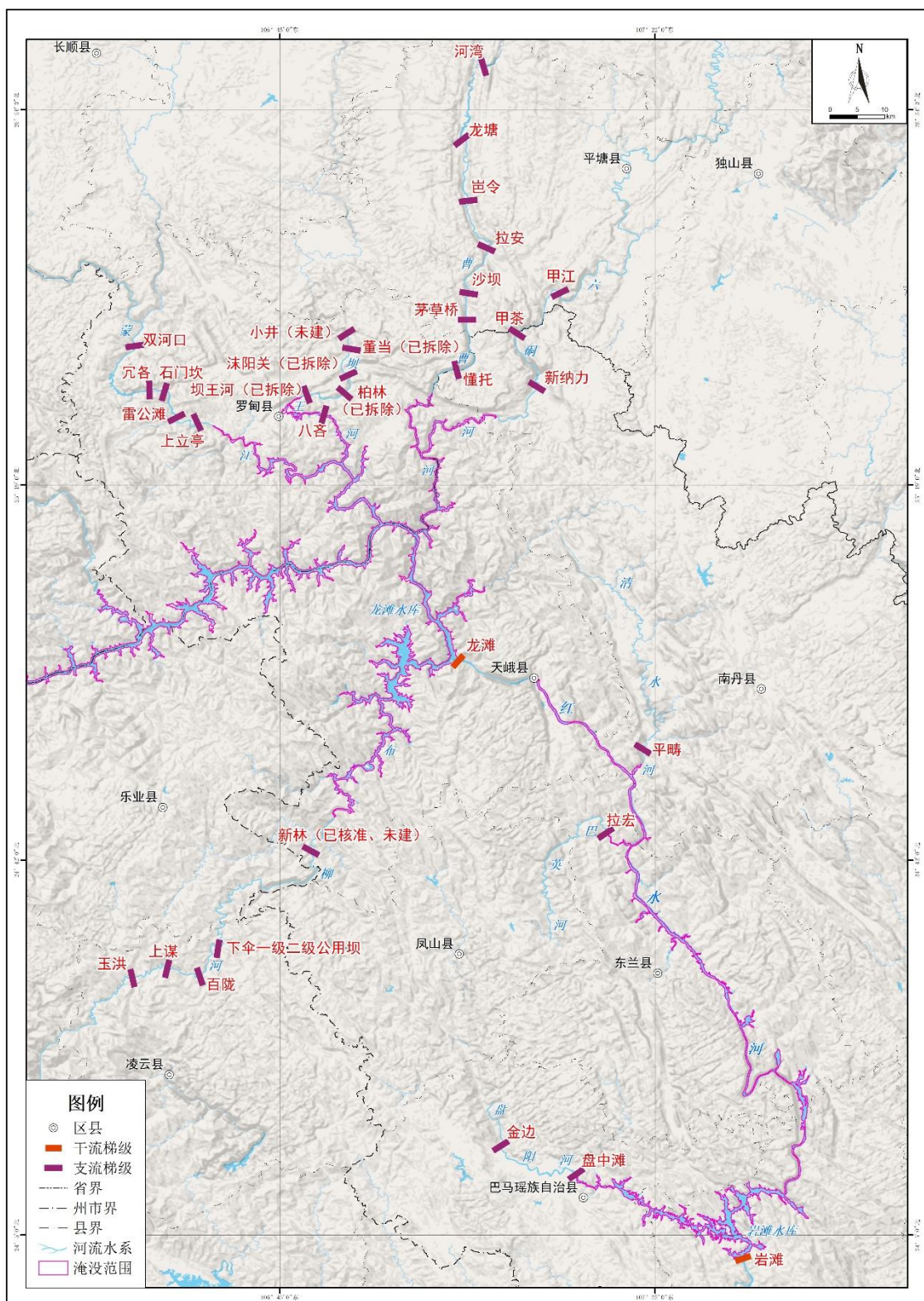


图 7.3.3.3-1 评价区主要小水电分布图



图 7.3.3.3-2 评价区主要流水河段分布图

c) 各阶段的栖息地保护要求

龙滩水电站环境影响报告书及环境影响复核及补充评价报告书编制时间较早，未明确提出鱼类栖息地保护的要求。之后的《红水河综合规划环境影响回顾性评价》、《红水河龙滩水电站水库鱼类资源保护措施专题报告》和《龙滩水电站竣工验收调查报告》均对龙滩水电站的鱼类栖息地保护工作提出了要求。龙滩水电站各阶段鱼类栖息地保护范围要求情况见表 7.3.3.3-1。

表 7.3.3.3-1 龙滩水电站各阶段鱼类栖息地保护范围要求情况表

	干流栖息地保护范围	支流栖息地保护范围	栖息地保护措施
《红水河综合规划环境影响回顾性评价》(2013 年)	岩滩库尾回水变动河段、北盘江最下游梯级以下流水河段	北盘江、布柳河、曹渡河、盘阳河口及最下游梯级以下流水河段	将鱼类主要产卵区域划分为禁渔区，严格禁止捕捞；修建人工鱼巢，为产粘性卵鱼类提供产卵环境；干流和支流各梯级均应采取科学生态调度，保障坝下江段生态需水
《龙滩水电站竣工验收调查报告》(2014 年)	库尾南盘江平班电站以下、北盘江董箐电站以下流水河段和坝下岩滩库尾流水江段	布柳河干支流及其汇口，蒙江、曹渡河最下梯级电站以下流水河段及其汇口	设为常年禁捕区，设立标志区界，禁止在该区域进行任何捕捞作业，特别是要禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等违法捕鱼行为，严格限制水利水电工程建设、挖沙采矿、建设污染企业等
《红水河龙滩水电站水库鱼类资源保护措施专题报告》(2015 年)	南盘江平班水电站坝下、北盘江汇口河段，北盘江董箐水电站坝下至汇口河段，南、北盘江汇口以下的龙滩库尾及其支流	支流布柳河包括至河口形成的水库库湾水域，蒙江、曹渡河最末梯级电站以下流水河段及其汇口	设立相应的禁渔区，在鱼类的繁殖季节(3~7 月)划定为禁渔期，禁止在禁渔区、禁渔期从事渔业生产，严格限制保护水域的水资源综合开发。

d) 评价区已开展的栖息地保护

《北盘江水电开发环境影响回顾性研究》已经提出把北盘江董箐坝下龙滩水库库尾 45.3km 回水变动段作为干流栖息地加以保护；《天峨县生态渔业发展规划(2017-2030)》已经提出把龙滩水电站坝区安全管理区及水库坝下至天峨二桥的红水河段作为全年禁渔的水域。2009 年 12 月，经原农业部批准设立蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区，蒙江及坝王河中下游部分水域被纳入保护区内。

e) 栖息地比选

干流栖息地比选：干流栖息地比选共设置北盘江、南盘江、龙滩坝下至岩滩库区三个备选河段。从水文条件、水质状况、水电开发程度、流水生境保留长度、鱼类资源、产卵场分布、已有保护要求及保护价值等维度进行综合比较。结果显示：北盘江董箐坝下至龙滩水库库尾 45.3km 回水变动段多年平均流量 $89.2\text{m}^3/\text{s}$ ，水质满足Ⅲ类标准，多数时间保持天然流水生境，白层镇附近分布有漂流卵鱼类产卵场，鱼类优势种包括鲮、鲫、罗非鱼、鳊、鲤、鲢、鳙等，鱼类资源丰富，具有栖息地保护价值，但《北盘江水电开发环境影响回顾性研究》已将该段作为栖息地加以保护，故不再重复保护。

南盘江平班坝下至龙滩库尾八渡镇附近约 32km 流水河段多年平均流量 $577\text{m}^3/\text{s}$ ，水质满足Ⅲ类标准，仍保留部分流水生境，分布有八渡产卵场，优势种包括鲮、马口鱼、翘嘴鲈、虹彩光唇鱼等，鱼类资源丰富，具有保护价值，但《南盘江平班—红水河龙滩河段补充规划》开发方案存在一定不确定性，暂不纳入栖息地。

龙滩坝下至岩滩库区段多年平均流量 $1620\text{m}^3/\text{s}$ ，水质满足Ⅲ类标准，已建龙滩、岩滩两座大型电站，区间仅龙滩坝区安全管理区及坝下至六排大桥仍保留约 15km 流水河段。六排大桥至塘英大桥附近原有 1 处小规模产粘沉性卵鱼类产卵场，优势种包括鳊、四须盘鮡、壮体沙鳅、东方墨头鱼、倒刺鲃、黄颡鱼等，鱼类资源丰富，具有保护价值，但《天峨县生态渔业发展规划(2017—2030 年)》已将该段划为全年禁渔水域，故不再重复保护。

综上，评价区干流三处备选河段均已有相应保护要求或存在规划不确定性，本次评价暂不新增干流栖息地保护范围。

表 7.3.3.3-2 评价区干流鱼类栖息地比选表

河流	北盘江	南盘江	龙滩坝下至岩滩库区
多年平均流量	398m ³ /s	577m ³ /s	1620m ³ /s
水质	满足《地面水环境质量标准》(GB3838-88) III类标准		
水电开发情况	最下一梯级是董箐水电站	最下一梯级是平班水电站	已建龙滩、岩滩水电站
保留的流水河段	董箐坝下至龙滩水库库尾 45.3 km 回水变动段(缓流或间歇性流水段)	平班坝下至龙滩库尾八渡镇附近约 32 km 流水河段	龙滩水电站坝区安全管理区及坝下至天峨二桥有流水河段
鱼类资源情况	优势种为鲮、鲫、齐氏罗非鱼、尼罗罗非鱼、鳊、鲤、鲢、鳙等	优势种为齐氏罗非鱼、子陵吻鰕虎鱼、鲮、尼罗罗非鱼、花身副丽鱼、马口鱼、翘嘴鲌、虹彩光唇鱼等	优势种为瓢鱼、四须盘鮡、壮体沙鳅、东方墨头鱼、倒刺鲃、黄颡鱼、银鮡、鲮、齐氏罗非鱼和鲢
产卵场情况	白层镇附近产卵场	田林八渡段产卵场	六排大桥至塘英大桥产卵场
已有保护要求	北盘江水电开发环境影响回顾性研究》已经提出把北盘江董箐坝下龙滩水库库尾 45.3km回水变动段作为干流栖息地加以保护	《南盘江平班_红水河龙滩河段补充规划》开发方案有不确定性	天峨县生态渔业发展规划(2017-2030)》已经提出把龙滩水电站坝区安全管理区及水库坝下至天峨二桥(塘英大桥)的红水河段作为全年禁渔的水域
栖息地保护价值	多数时间保持天然流水生境, 白层镇附近河段分布有漂流卵鱼类产卵场, 鱼类资源丰富, 有栖息地保护价值	仍保留有部分流水生境, 分布有八渡产卵场, 鱼类资源丰富, 有栖息地保护价值	保持天然流水生境, 龙滩坝下六排大桥至塘英大桥附近原有 1 处小规模产粘沉性卵鱼类产卵场, 鱼类资源丰富, 有栖息地保护价值
保护对策	已有栖息地保护要求, 不再重复保护	规划方案有一定的不确定性, 暂不纳入栖息地	已有栖息地保护要求, 不再重复保护

支流栖息地比选: 支流栖息地比选共选取蒙江、布柳河、曹渡河、六硐河、坝王河、清水河、巴英河、盘阳河等 8 条红水河主要支流。从水质、流量、水电开发程度、流水生境保留长度、鱼类资源、产卵场分布、已有保护要求及保护价值等维度进行综合评价。结果显示:

坝上主要支流曹渡河流量 40.5m³/s, 已建河湾至懂托等 8 座梯级电站, 最末梯级懂托以下至龙滩库尾约 8km 为流水河段, 鱼类优势种为尼罗罗非鱼、鲮、壮体华沙鳅等, 本次将懂托以下至河口 23km 河段纳入栖息地; 六硐河流量 105.6m³/s, 已建擦耳岩、甲茶、纳力等电站, 纳力至龙滩库尾约 12km 保留流水河段, 鱼类优势种包括蛇鮡、宽鳍鱲、云南光唇鱼等, 本次将纳力至河口约 30km 河段纳入栖息地; 布柳河流量 47m³/s, 已建小洞、上谋等梯级电站及核准新林水电站(未建), 新林以下至河口约 42km 河段中有 5km 保持天然流水生境, 分布有仙人桥产卵场, 鱼类优势种

包括宽鳍鱲、马口鱼、唇鲮、泉水鱼、伍氏华吸鳅等土著鱼类，保护价值较高，本次纳入栖息地保护范围；坝王河流量 $25.8\text{m}^3/\text{s}$ ，中游已建八峇大坝，上游保留流水生境，已纳入蒙江水产保护区；蒙江多年平均流量 $165\text{m}^3/\text{s}$ ，已建双河口、冗各等多座电站，保留上立亭以下 3km 流水河段，优势种为尼罗罗非鱼、鲮、黄颡鱼等，分布有雷公滩产卵场，雷公滩以下河段已纳入蒙江水产保护区，故不再新划定栖息地，但开展蒙江特有鱼类水产种质资源保护区的蒙江、坝王河共同保护。

坝下主要支流清水河、巴英河、盘阳河梯级开发程度高，其中巴英河、盘阳河流水生境保留短、清水河鱼类资源一般且人为干扰较大，暂不纳入栖息地。

综上，本次评价共划定布柳河、曹渡河、六硐河 3 条支流为新增栖息地保护河段，同时在蒙江、坝王河依托蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区开展共同保护。其中超出各阶段鱼类栖息地保护范围要求新提出的是六硐河栖息地保护和开展依托现有蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区开展蒙江、坝王河的栖息地保护。

表 7.3.3.3-3 评价区主要支流鱼类栖息地比选表

河流	蒙江	布柳河	曹渡河	六硐河	坝王河	清水河	巴英河	盘阳河
水质	满足《地面水环境质量标准》(GB 3838-88)III类标准							
多年平均流量	165m ³ /s	47 m ³ /s	40.5m ³ /s	105.6m ³ /s	25.8m ³ /s	18.7m ³ /s	12.2m ³ /s	64 m ³ /s
水电开发情况	已建双河口、冗各、石门坎、雷公滩等水电站	已建小洞电站、上谋电站、百陇电站、下伞一级、下伞二级；最下梯级为已核准新林水电站	已建河湾、龙塘、岂令、拉安、沙坝、茅草桥、拉纳、懂托水电站	已建擦耳岩、甲茶、纳力水电站	已建八各大坝	已建成拉潭、同贡、平畴等水电站	已建成一氏洲、砦牙水电站、巴英河、纳浪、拉宏水电站等	已建乔音、内龙、太平、良湾、金边、盘中滩等水电站
保留的流水河段	上立亭水电站以下有 3km 流水河段	新林水电站以下至河口约 42 km，大部分为静水或缓流水河段	最末梯级懂托水电站以下至龙滩库尾约 8km 流水河段	纳力水电站至龙滩库尾有约 12km 流水河段	八各大坝以上有流水河段	最末梯级平畴水电站距离岩滩库区有约 4km 流水河段	最末梯级拉宏水电站下游基本衔接岩滩库区	最末梯级盘中滩水电站下游基本衔接岩滩库区
鱼类资源情况	优势种为尼罗罗非鱼、鲮、黄颡鱼、花身副丽鱼	优势种为宽鳍鱲、马口鱼、条纹小鲃、麦穗鱼、鲫、唇鲮、泉水鱼、鲃和伍氏华吸鳅	优势种为尼罗罗非鱼、鲮、壮体华沙鳅、南方拟鲮、鲢、鲤	优势种为蛇鮈、宽鳍鱲、鲮、黄颡鱼、马口鱼、云南光唇鱼、麦穗鱼等	优势种为尼罗罗非鱼、泥鳅、鲮、南方拟鲮、黄颡鱼、宽鳍鱲、麦穗鱼	优势种为齐氏罗非鱼、尼罗罗非鱼、美丽小条鳅、黄颡鱼、鲤、中华鲮、大鳍鲮、泥鳅	优势种为齐氏罗非鱼、黄颡鱼、鲤、中华鲮、大鳍鲮、泥鳅	优势种为鲮、齐氏罗非鱼、黄颡鱼、巴马拟鲮、鲤、中华鲮、大鳍鲮、泥鳅
产卵场情况	雷公滩至边外河中桥产卵场	仙人桥段产卵场			八客以上董当、三岔水文站产卵场			甲篆镇拉高、松吉村产卵场
已有保护要求	雷公滩以下已纳入蒙江保护区				小井以下已纳入蒙江保护区			
栖息地保护价值	鱼类资源丰富，有栖息地保护价值	该区域保持天然流水生境，上游分布有小规模产卵场，鱼类资源丰富，有栖息地保护价值	保持天然流水生境，鱼类资源丰富，有栖息地保护价值	保持天然流水生境，鱼类资源丰富，有栖息地保护价值	上游保持天然流水生境，鱼类资源丰富，有栖息地保护价值	鱼类资源一般，人为干扰较大、梯级开发程度高，不适宜栖息地保护	鱼类资源一般，梯级开发程度高，不适宜栖息地保护	鱼类资源丰富，下游缺少流水生境，不适宜栖息地保护
保护对策	已纳入水产保护区，不再重复划定栖息地，开展栖息地共同保护	新林水电站以下至河口约 42km 河段纳入栖息地	最末梯级懂托水电站以下至河口 23km 河段纳入栖息地	最末梯级纳力水电站至河口约 30km 纳入栖息地	已纳入水产保护区，不再重复划定栖息地，开展栖息地共同保护	暂不纳入	暂不纳入	暂不纳入

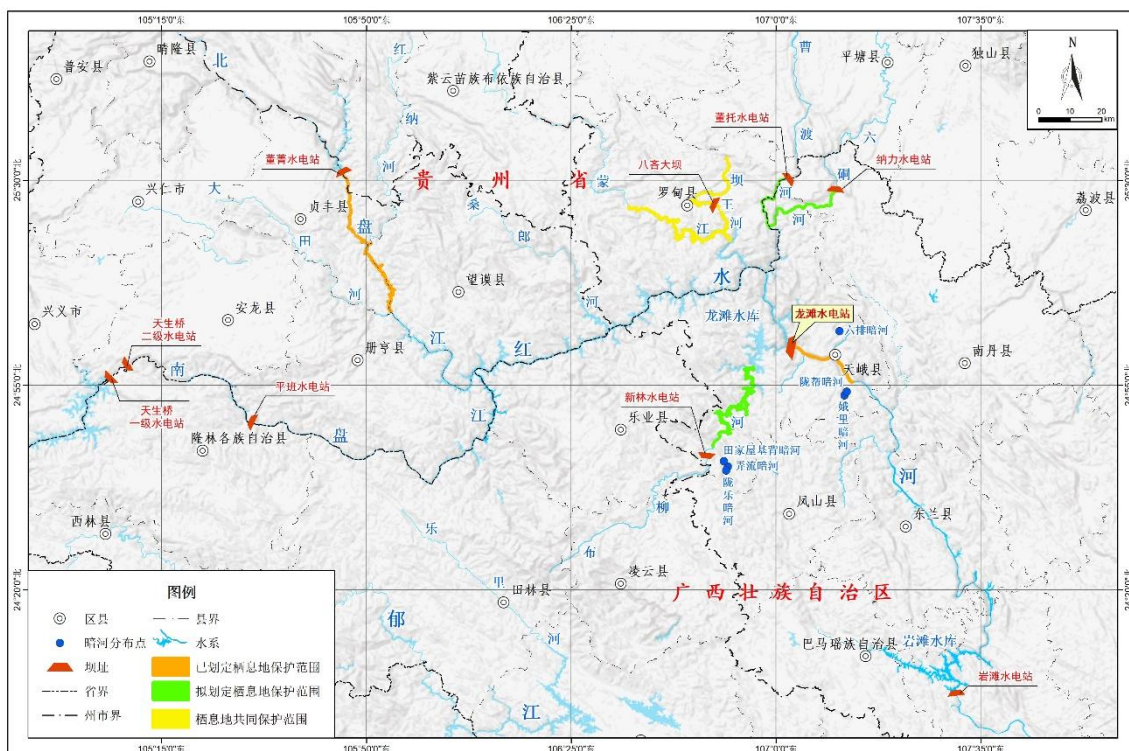


图 7.3.3.3-3 鱼类保护栖息地范围示意图

f) 新划定的栖息地适宜性评价

(1) 布柳河新林水电站以下至河口约 42km 河段

水电规划及开发现状：《广西中小水电水能资源开发规划》中，布柳河规划了玉洪+小洞+上谋+百陇+下伞一级+下伞二级+百合+六里+加里+文里+新林水电站。目前，布柳河干流已建电站有玉洪水电站、上谋水电站、百陇水电站、下伞一级水电站、下伞二级水电站，已核准新林水电站(未建)。

表 7.3.3.3-4 布柳河水电规划及开发现状情况表

序号	电站名称	所在行政区 / 河段	开发方式	装机规模	建设状态	小水电清理整改分类
1	玉洪水电站	凌云县玉洪瑶族乡	引水式	500kW	已建运行	整改类
2	上谋水电站	凌云县	引水式	1890kW	已建运行	整改类
3	百陇水电站	凌云县加尤镇	引水式	—	废弃	未列入
4	下伞一级水电站	凌云县加尤镇下伞村	引水式	160kW	已建运行	整改类
5	下伞二级水电站	凌云县加尤镇下伞村	引水式	640kW	已建运行	整改类
6	新林水电站	天峨县更新乡新林村	径流引水式	8 MW	已核准未建	

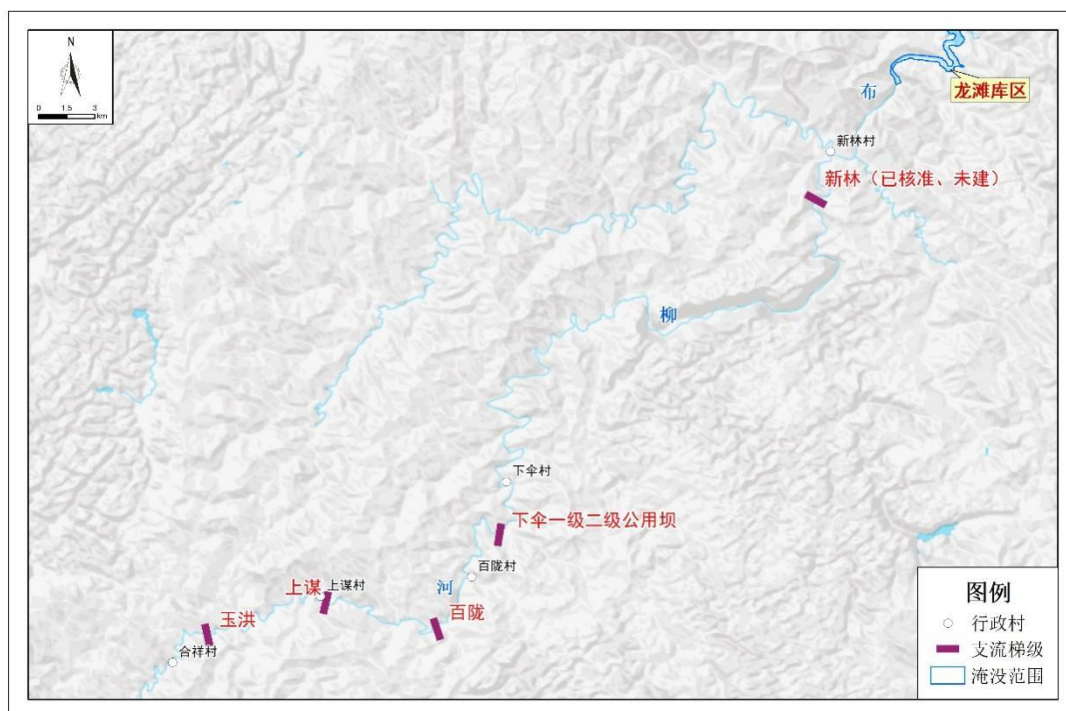


图 7.3.3.3-4 布柳河水电规划及开发现状情况图

生境相似性：布柳河作为红水河右岸一级支流，上游河流蜿蜒于岩溶峰丛之间，喀斯特发育强烈。已核准新林水电站至龙滩库尾有约 5km 流水河段，河床底质以礁石、砾石、卵石为主，可见大面积石质河床出露，滩多水浅，水流分汊。局部深潭与浅滩交替，形成多样的流水生境微格局。峡谷两岸森林覆盖率达 90% 以上，几乎无裸露坡面，和龙滩水电站建成前的生境较为相似。下游约 37km 河段与龙滩水电站库区衔接，生境条件和龙滩库区相似度高。

物种相似性：布柳河上游鱼类以宽鳍鱲、马口鱼、条纹小鲃、麦穗鱼、鲫、唇鲮、泉水鱼、鲃和伍氏华吸鳅为主，种类组成和龙滩水电站建库前鱼类组成较为相似；中下游鱼类以麦穗鱼、子陵吻虾虎鱼、棒花鱼、花身副丽鱼、鲮等静水类群鱼类为主，种类组成和龙滩库区较为相似。

保护适宜性：布柳河新林水电站以下至河口约 42km 河段，包括新林水电站至龙滩库尾约 5km 流水河段和汇入红水河干流的约 37km 的库区河段，生境连通性较好，生态健康性也相对较好。

总体来说，布柳河新林水电站以下至河口约 42km 河段上游生境条件和龙滩水库

建设前较为相似，鱼类也存在一定相似性，生境连通性和生态健康性也较好。区间的 5km 流水河段与约 37km 库区河段串联形成了河库复合生境。其中库区为适应静水环境的鱼类提供了广阔的摄食和育肥场所；回水变动区仍保留一定的流水特性，可成为短距离洄游鱼类上溯产卵的通道或重要的仔稚鱼育幼场；流水河段保存了未被水库淹没的流水生境，可以作为土著鱼类残存栖息地。总体适宜作为龙滩水电站的鱼类栖息地。



布柳河新林水电站以下至河口约 42km 河段生境现状

(2) 六硐河纳力梯级以下至河口约 30km 河段

水电规划及开发现状：六硐河干流(贵州省境内，含界河)规划 5 级水电开发方案：甲摆(814m)+擦耳岩(744m)+甲江(665m，混合式)+甲茶(547m)+纳力(437.5m)。现阶段已建甲江+甲茶+纳力三座电站。

表 7.3.3.3-5 六硐河水电规划及开发现状情况表

序号	电站名称	所在行政区 / 河段	开发方式	装机规模	小水电清理整改分类
1	甲江水电站	贵州省黔南州平塘县者密镇	混合式	52.8MW	
2	甲茶水电站	贵州省黔南州平塘县甲茶镇	混合式	102.25MW	
3	纳力水电站	广西河池市南丹县中堡苗族乡	坝后式	25.5MW	整改类

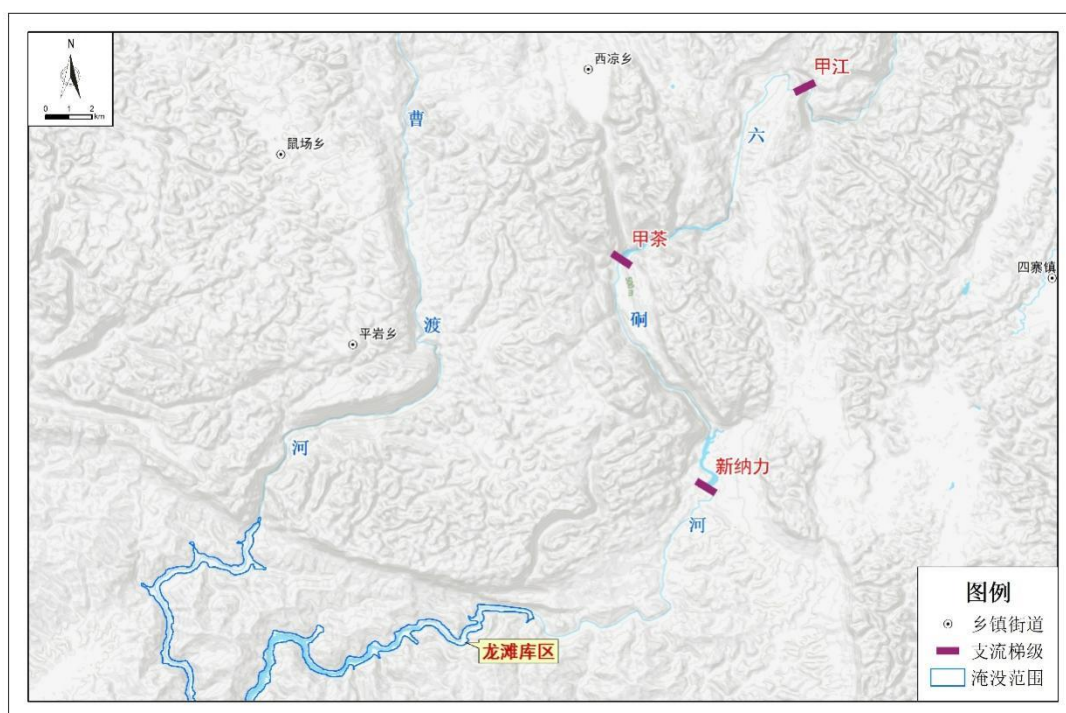


图 7.3.3.3-5 六洞河水电开发现状情况图

生境相似性：六洞河是红水河北岸重要支流，属典型的喀斯特丘陵—峡谷过渡型河流。与曹渡河、布柳河相比，其上游河谷开阔、人类活动更为频繁，中下游深切峡谷，生境呈现显著的空间梯度分异。六洞河纳力梯级以下至库尾约 12km 河段位于六洞河中下游，河谷深切狭窄，两岸危崖高耸、河床陡峻，急流险滩密集，底质以礁石、砾石为主，跌水与深潭交替。两岸峡谷段人迹罕至，森林覆盖率高。下游约 18km 河段与龙滩库区衔接，生境条件和龙滩库区相似度高。

物种相似性：六洞河河口至回水约 18km 河段为静水或缓流水河段，鱼类种类和龙滩库区较为相似；回水以上 12km 河段常见种类有蛇鮈、宽鳍鱲、鲮、黄颡鱼、马口鱼、云南光唇鱼、麦穗鱼等，和龙滩水电站建库前鱼类组成较为相似。

保护适宜性：六洞河纳力梯级以下至河口约 30km 河段包括纳力电站至龙滩库尾约 12km 流水河段和汇入红水河干流的约 18km 库区河段，生境连通性较好。生态健康性也相对较好。

总体来说，六洞河纳力梯级以下至河口约 30km 河段上游生境条件和龙滩水库建设前较为相似，鱼类也存在一定相似性。生境连通性和生态健康性也较好。区间 12km 流水河段与约 18km 库区河段串联形成的河库复合生境，总体适宜作为龙滩水

电站的鱼类栖息地。



六洞河纳力梯级以下至河口约 30km 河段生境现状

(3) 曹渡河懂托以下至河口约 23km河段

水电规划及开发现状：曹渡河干流规划 12 级水电开发方案：吊桥(910m)+长寨(850m)+石龙(803m)+河湾(713m)+龙塘(638m)+岜令(594.5m)+拉安(579m)+沙坝(561m)+茅草桥(522m)+拉纳(490m,界河)+懂托(445m,界河)+盘所(398m,界河)。现阶段已建成河湾、龙塘、岜令、拉安、沙坝、茅草桥、懂托水电站。

表 7.3.3.3-6 曹渡河干流水电规划及开发现状表

序号	电站名称	所在行政区	开发方式	装机规模	小水电清理整改分类
1	河湾水电站	贵州平塘县掌布乡	混合式	30 MW	整改类
2	龙塘水电站	贵州平塘县	坝后式	4.8 MW	整改类
3	岜令水电站	贵州平塘县通州镇	坝后式	10 MW	整改类
4	拉安水电站	贵州平塘县通州镇新立村	坝后式	12 MW	整改类
5	沙坝水电站	贵州平塘县甲茶镇六寨村	坝后式	30 MW	整改类
6	茅草桥水电站	贵州平塘县甲茶镇六寨村	坝后式	24 MW	整改类
7	懂托水电站	广西南丹县中堡苗族乡	径流引水式	30 MW	整改类

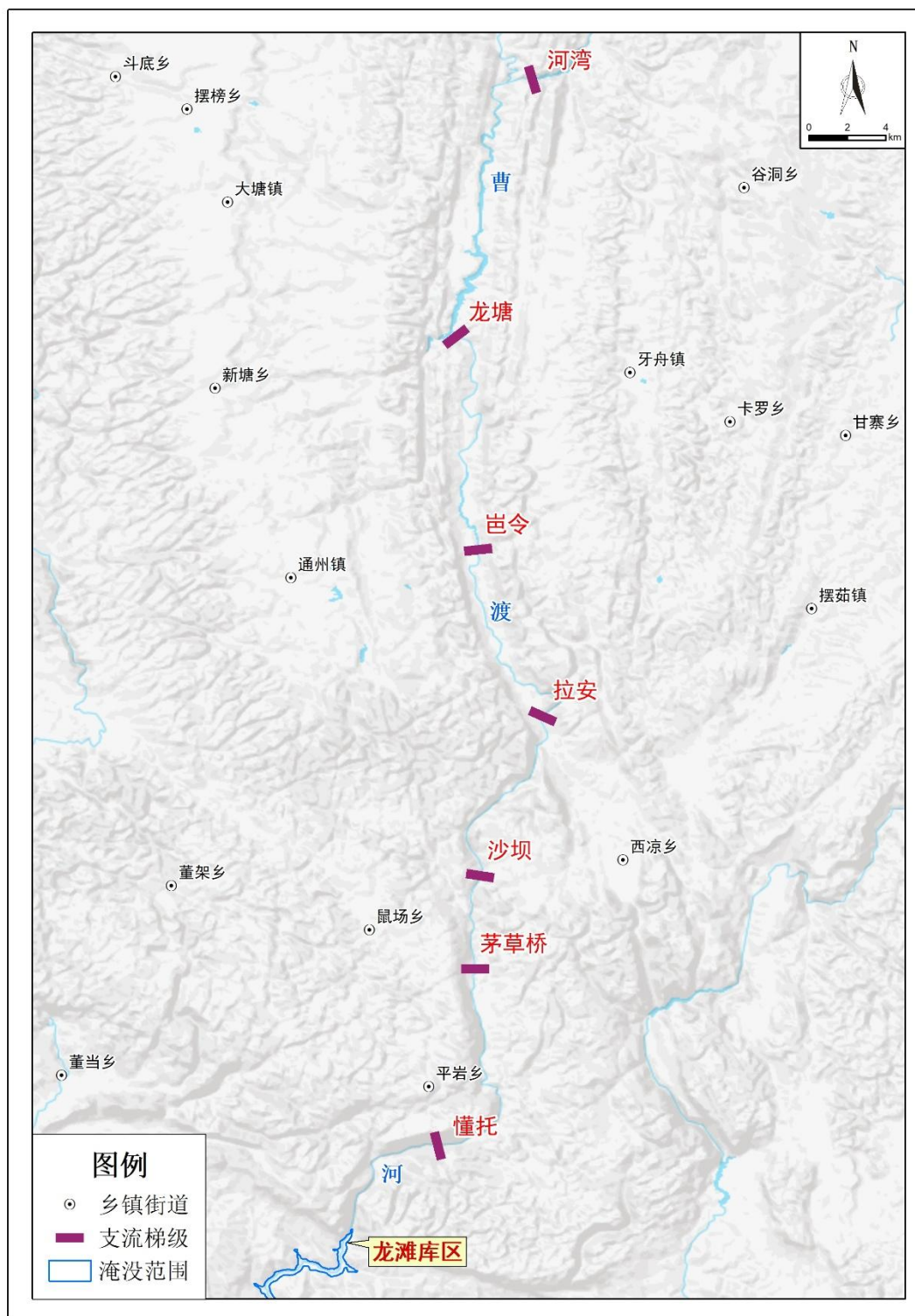


图 7.3.3.3-6 曹渡河干流水电规划及开发现状图

生境相似性：曹渡河作为红水河北岸一级支流，是典型的喀斯特峡谷型河流。河流深切于高原山地之间，形成V型峡谷地貌，两岸多悬崖峭壁，河谷束放相间。

上游穿行于丘陵区，河谷相对开阔，傍河分布小型河谷盆地；中下游为山区，河谷深切狭窄，河床陡峻。全河平均比降 4.5‰，总落差 767m，水流湍急，险滩频现。河口多年平均流量 40.5m³/s，水位与流量随季节变化显著。河床底质以乱石、砾石底质为主，局部河段有砂质沉积。两岸森林覆盖率高，河岸几乎无裸露坡面。地貌与水文生境和龙滩水电站建成前的生境相似性较高。

物种相似性：曹渡河作为库尾上游支流，水流湍急，溶氧充足，适于喜流性鱼类栖息觅食，也有部分溪流鱼类的缓流深潭区和跌水泡流区生境，调查到的鱼类以尼罗罗非鱼、南方拟鲮、鲮、壮体华沙鳅、南方拟鲮、鲢、鲤等为主。栖息的鱼类类群和龙滩水电站建成前存在一定相似性。

保护适宜性：曹渡河懂托以下至龙滩库尾有约 8km 流水河段，至汇入曹渡河河口有约 15km 的库区河段，生境连通性相对较好。生态健康性也较好。

总体来说，曹渡河懂托以下至龙滩库尾约 8km 河段生境条件和龙滩水库建设前较为相似，鱼类存在一定相似性，生境连通性和生态健康性也较好。区间 8km 流水河段与约 15km 库区河段串联形成的河库复合生境，总体适宜作为龙滩水电站的鱼类栖息地。



曹渡河懂托以下至龙滩库尾生境现状

g) 新划定栖息地保护生态功能

本报告选出的 3 段支流栖息地分别为：布柳河新林水电站以下至河口 42km 河段、六洞河纳力梯级以下至河口约 30km 河段、曹渡河懂托水电站以下至河口 23km 河段。三条支流栖息地共同构成了龙滩水电站鱼类栖息地保护体系的重要组成部分，分别从不同生境类型(峰丛峡谷、过渡型峡谷、高比降峡谷)和不同生态功能维度在一定程度上补偿了干流梯级开发对鱼类生境的影响，对维持红水河龙滩至岩滩

段鱼类生物多样性和生态系统完整性具有重要意义。

表 7.3.3.3-7 新划定栖息地的保护生态功能表

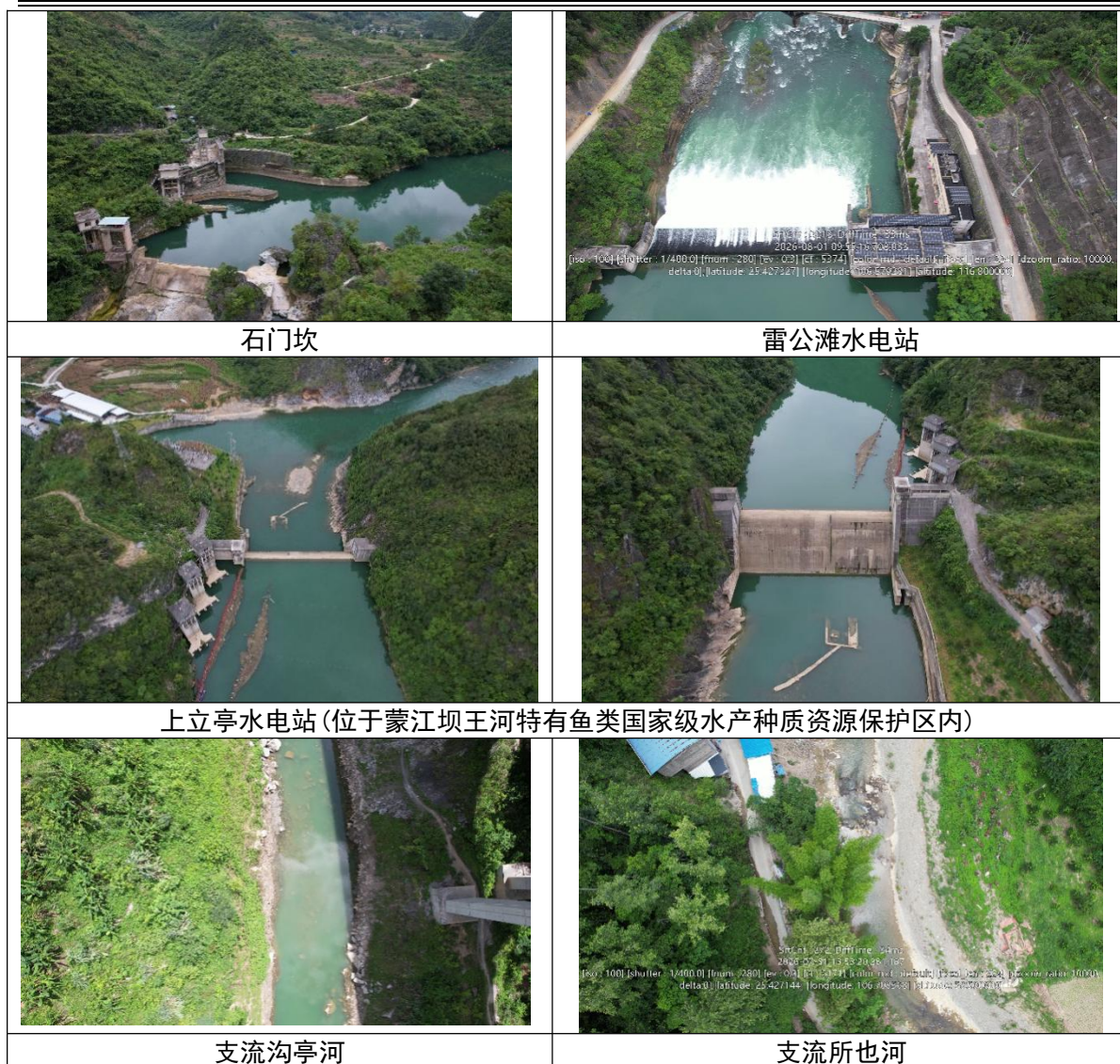
	布柳河	六硐河	曹渡河
主要生境类型	河库复合生境 (5km流水 + 37km 库区)	峡谷急流+河库复合生境 (12km 流水+18km 库区)	峡谷急流+河库复合生境 (8km流水+15km库区)
生境独特性	喀斯特峰丛峡谷，森林覆盖率高	丘陵—峡谷过渡型，险滩密集	V 型峡谷，比降 4.5‰，水流湍急
主要保护对象	宽鳍鱲、唇鲮、泉水鱼、伍氏华吸鳅等流水土著种	云南光唇鱼、蛇鮈、马口鱼等喜流性鱼类	壮体华沙鳅等溪流性、底栖性鱼类
关键生态功能	土著鱼类残存栖息地、河库复合生境维持	峡谷急流生境保存、生境梯度过渡	峡谷急流生境特有功能、溪流鱼类庇护

h) 蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区保护情况

1) 水生生境现状

一般将双河口以下干流河段称为蒙江，蒙江干流在双河口下东南向流经罗甸县石门坎、逢亨渡等地，在八茂上游处接纳左岸一级支流坝王河后，于贵州省与广西壮族自治区交界双江口处汇入红水河。该河段水生生境分为三段：①双河口水电站至上立亭水电站河段 31km河段，呈现“库区静水生境+河道流水生境”交替格局，区间建有 5 座水电站，河流片段化程度高，天然洪枯节律弱化，喜流水性鱼类栖息生境已明显萎缩；②上立亭水电站坝下有约 3km的流水河段，区域河道较为宽阔，左岸主河道水流较急，右岸水流相对平缓，水质清澈，底质多为砾石和细砂；③3km的流水河段以下为龙滩库区，水流平稳，水位有季节性变化，区间主要支流有沟亭河和所也河。





坝王河发源于贵州省惠水县甲烈乡北面，流经惠水县、平塘县，于罗甸县境内沫阳镇大小井村小井流出，后注入蒙江，为红水河二级支流。水生生境分为两段：

①上游小井至八吝大坝段河流水流缓急相间、滩沱交替，为砂石底质；②下游八吝大坝以下龙滩库区静水水域，水流平稳，水位有季节性变化。



2) 水电规划及开发现状

蒙江干流已建 5 座水电站，为小水电清理整改类，均已整改完成。

其中 2021 年 5 月建成的上立亭水电站位于蒙江水产种质资源保护区核心区内。2021 年 12 月，中央第二生态环境保护督察组通报上立亭水电站占用保护区违法问题后，贵州省农业农村厅委托长江水产研究所实地指导整改。2022 年 7 月，编制上立亭水电站对保护区影响专题论证报告。同年 9 月，农业农村部长江流域渔政监督管理办公室以长渔函字〔2022〕89 号文对专题论证报告进行批复，并要求开展斑鲈栖息地重建恢复。黔南水利水电勘测设计研究院随即编制实施方案，包括生态改造位于坝王河的董当水坝、拆除沫阳关等三座水电站以及河道生态修复。2022 年 11 月，上立亭水电站业主单位与黔南布依族苗族自治州农业农村局签订生态环境损害赔偿协议，落实生态修复、斑鲈种群重建(产卵场修复、增殖放流、专项监管)及生态流量下泄等保护措施。蒙江干流梯级开发情况详见下表：

表 7.3.3.3-8 蒙江干流梯级开发情况表

序号	工程名称	开发方式	电站装机 (MW)	控制面积 (km ²)	正常水位(m)	小水电清理 整改要求	是否有 过鱼设施	和蒙江保护区 的位置关系
1	双河口	坝后	120	4770	580	整改类	无	保护区上游 27km
2	冗各	引水	21.19	4840	497	整改类	无	保护区上游 9km
3	石门坎	引水	59.2	5170	444	整改类	无	保护区上游 6km
4	雷公滩	坝后	8.4	5385	410	整改类	无	保护区核心区上游 200m
5	上立亭	坝后	37.5		393.5	整改类	无	保护区核心区内

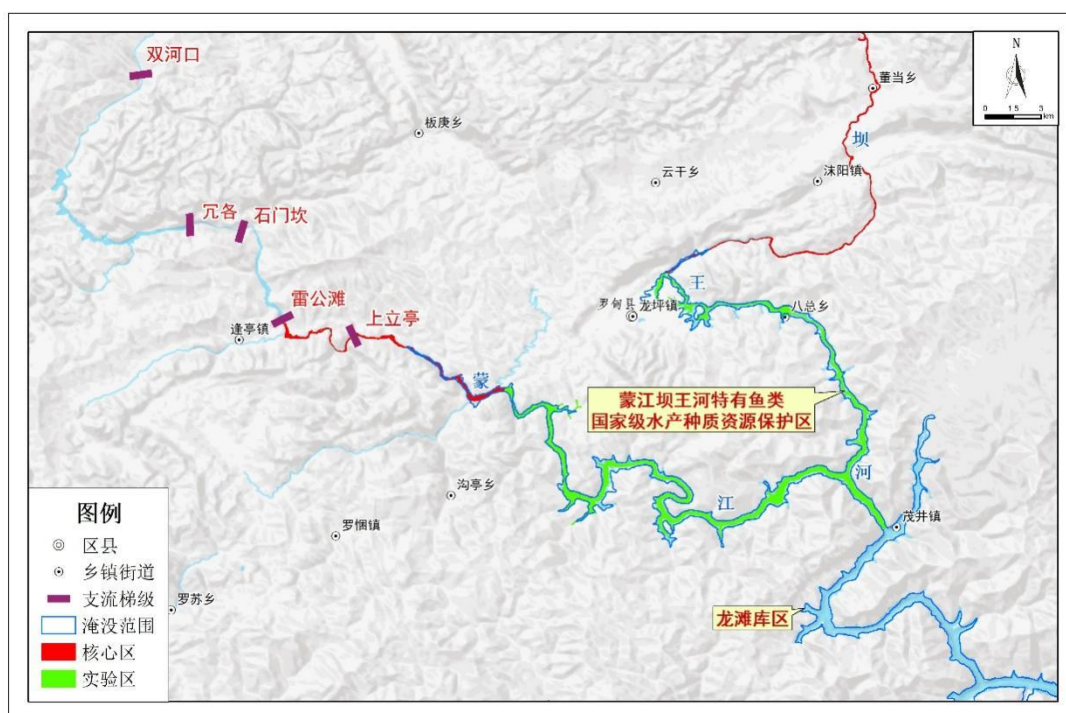


图 7.3.3.3-7 蒙江干流梯级开发情况图

坝王河发源于贵州省惠水县甲烈乡北面，河道由北向南流经惠水县甲烈、摆金镇，该河段称为摆金河；继续向南流在下坝接纳右支底寨河，在汇口下游约 1.5km 的高桥、盘查处落洞进入约 3km 的伏流，在燕子洞出露于地表，至羡塘乡与支流三岔河汇合，折向东南流入平塘县境内，经天生桥电站到航龙，再折向西流与支流清水河在清水乡交汇，经过塘边镇南流至摆老后与流量稳定的绿荫塘地下泉水汇合，在下游牛山进入地下形成长约 10km 的暗河，到罗甸县董当乡的大小井流出成明流，经过大湾、董当、沫阳称为坝王河。

坝王河干流大小井以下河段已建沫阳关电站、柏林电站、坝王河电站 3 座水电站和八岔、董当水坝。根据《关于中央生态环境保护督察整改任务销号的公示》(罗甸县农业农村局，2023 年 12 月)，已依法依规拆除沫阳关水电站、柏林水电站、坝王河电站和董当水坝，新增恢复 25km 自然流水生境，并已补建八岔大坝过鱼设施。坝王河梯级开发及拦河建筑物情况详见下表：

表 7.3.3.3-9 坝王河梯级开发及拦河建筑物情况表

序号	电站名称	装机容量	开发方式	小水电清理整改类别	小水电清理整改情况
1	小井水电站	90MW	引水式	未建	
2	沫阳关水电站	5MW	引水式	退出类	已全部拆除水坝
3	柏林水电站	4MW	引水式	退出类	已全部拆除水坝
4	坝王河水电站	3MW	引水式	退出类	已全部拆除水坝
5	董当水坝	-	拦水坝	拆除	已拆除拦河建筑物
6	八客大坝		拦水坝		已补建过鱼设施

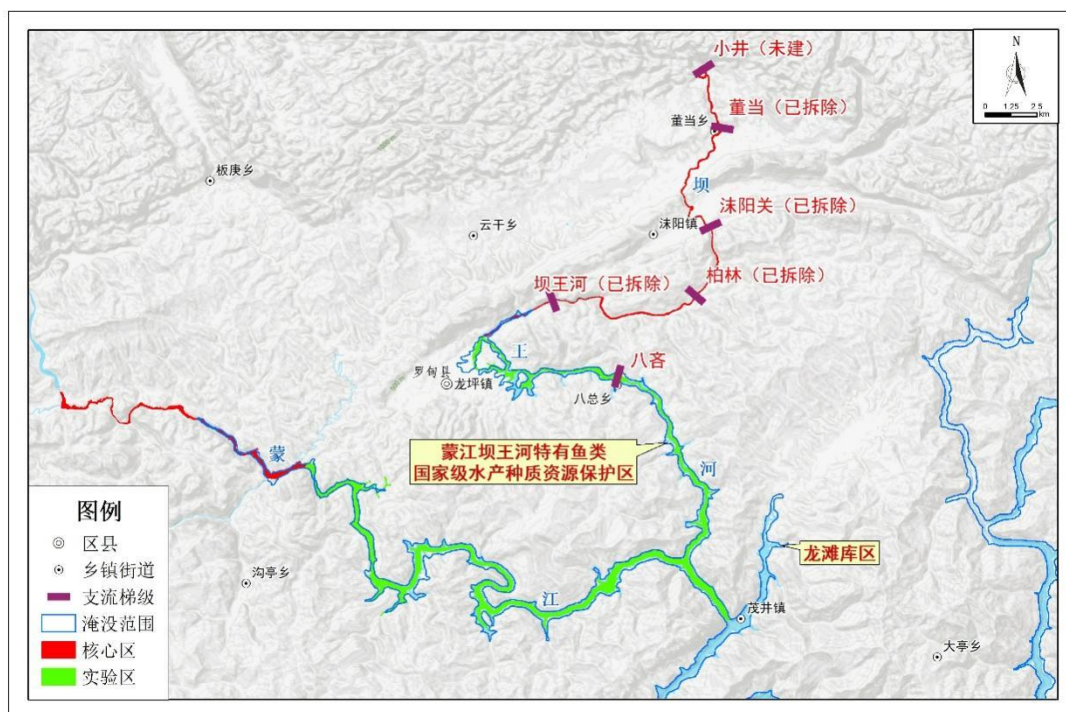


图 7.3.3.3-8 坝王河梯级开发及拦河建筑物情况图

3) 鱼类资源现状

保护区鱼类资源现状：根据黔南布依族苗族自治州养殖业发展中心最新调查结果，2024 年至 2025 年保护区内共调查到鱼类 5 目 7 科 23 属 23 种。其中数量比超过总数 10% 的优势种有美丽小条鳅、棒花鱼、云南光唇鱼 3 种，占渔获物总尾数的 33.33%。渔获物重量排名前 3 位的种类是斑鳢、马口鱼、暗色唇鲮分别占渔获物重量的 20.86%、16.85% 和 10.3%，共占渔获物重量的 48.01%。从采集渔获物的生态类型看，以喜流水或急流生境鱼类为主。

保护区主要生态环境问题：保护区主要生态环境问题来源于河段渠化、罗甸县城市段景观生态建设、保护区内水电工程开发及过度捕捞等方面：①保护区内防洪整治工程导致斑鳢栖息地的河床底质受到扰动，对斑鳢的产卵繁殖及栖息生境造成负面影响，适宜生境面积缩减，致使斑鳢资源量下降。②保护区内上立亭水电站及八岔大坝运行导致流域水文情势发生显著改变，急流性河道特征普遍被缓流或静水状态取代，致使斑鳢等主要保护鱼类产卵场、索饵场规模缩减，适宜生境减少。③保护区内罗甸县县城段实施了大规模河流渠化工程，通过硬化河岸边坡与河床底质、修建壅水溢流坝等措施，导致河流生境单一化和均质化，降低斑鳢栖息地的生态适宜性。④非法捕捞不仅导致斑鳢等保护鱼类资源锐减，还影响了保护区鱼类群落的整体结构，致使斑鳢的饵料生物资源减少，进一步加剧了其种群衰退。

i) 栖息地主要的保护措施

1) 新划定鱼类栖息地及管理

① 相关法律法规要求

根据《中华人民共和国野生动物保护法》中“对不具备划定相关自然保护区域条件的，县级以上人民政府可以采取划定禁猎(渔)区、规定禁猎(渔)期等其他形式予以保护”的规定。《中华人民共和国渔业法》(2026)中规定“内陆江河、湖泊、水库渔业以行政区划属地管理为核心，由县级以上渔业渔政主管部门监督管理”。《农业农村部办公厅关于进一步明确涉渔工程水生生物资源保护和补偿有关事项的通知》(农办渔 2018[50]号)中规定“建设单位是涉渔工程水生生物资源保护和补偿的主体，应根据环境影响评价报告中所列的水生生物资源保护和补偿内容，制定具体的实施方案。渔业部门要对实施方案编制进行组织协调和指导把关，确保方案合理可行。”、“建设单位应根据实施方案，组织落实水生生物资源保护和补偿措施。无能力落实保护和补偿措施的，可以委托具备相应能力的社会第三方机构实施。补偿资金由建设单位支付给受委托的社会第三方机构。渔业部门要对保护和补偿措施落实情况进行监督管理，组织开展技术审查和调查评估，所需相关费用应纳入补偿资金。”

② 新划定鱼类栖息地划定及管理

建议由天峨县人民政府出文布柳河最末梯级新林以下至布柳河河口约 42km 河段、六硐河最末梯级纳力以下至河口约 30km 河段、曹渡河最末梯级懂托以下至河口

的 23km 河段划定为全年禁渔区，严格禁止捕捞。栖息地由罗甸县、天峨县农业农村局管理。实施阶段编制栖息地保护实施方案，并书面征求黔南布依族苗族自治州、河池市渔业主管部门意见。

2) 栖息地修复

在六硐河纳力水电站坝下、曹渡河布柳河懂托水电站以下、新林水电站以下流水河段选择替代生境进行产卵场修复，优先选择河道弯曲段、汊道、深潭—浅滩交替格局、有天然岩石基底或卵石滩分布、存在地下暗河与明河交接的区域，营造洞穴环境，模拟斑鳢等土著鱼类栖息生境。栖息地修复在运营期前 3 年完成，在鱼类主要繁殖期 4~7 月前进行施工布置，后期进行效果监测。

3) 参照报告书生态调度要求，研究优化六硐河纳力、曹渡河懂托、布柳河新林水电站调度过程，保障栖息地内鱼类的繁殖需求。

4) 栖息地巡护工作站建设

本项目拟在天峨县布柳河新林村建设栖息地保护巡护站，用地总面积 500m²，建筑面积 120m²，由天峨县农业农村局管理，承担辖区栖息地管护职责，落实各级水生生态保护政策并组织实施栖息地保护相关工作。

5) 在线监控体系建设

根据《长江水生生物保护管理规定》中关于“长江流域县级以上地方人民政府农业农村主管部门应当加强执法队伍建设，落实执法经费，配备执法力量，组建协助巡护队伍，加强网格化管理，开展动态巡航巡查”的相关要求。

本项目拟投入专项经费用于加强天峨县红水河两个干流已有栖息地保护河段及布柳河、六硐河、曹渡河的渔政执法监控网络平台项目建设，用于购置双光谱光电摄像机、智能云台激光摄像机、太阳能供电装置、智慧渔政信息系统平台建设服务等，实现栖息地保护河段全年全覆盖全天候监控。

6) 鱼类栖息地保护效果研究

经综合评估，本工程将布柳河新林水电站以下至河口 42km 河段、六硐河纳力梯级以下至河口约 30km 河段、曹渡河懂托水电站以下至河口 23km 河段纳入栖息地保护范围。建议开展龙滩水电站鱼类栖息地保护效果研究，进行工程建设前后栖息地保护河段鱼类资源本底调查，对比群落结构、物种多样性及土著珍稀鱼类分布特

征，建立保护前后资源变化基线。系统评价栖息地水文情势、物理生境、水环境质量及河道连通性，量化两条栖息地保护河段有效生境面积与质量，验证其对干流生境损失的补偿效果；从鱼类繁殖、栖息、短距离洄游等关键生命史环节，评估栖息地实际保护成效。

后续研究对南盘江平班水电站坝下至龙滩库尾河段、蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区开展进一步保护的可行性。

7) 蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区保护措施

蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区位于龙滩水电站淹没区内。贵州省农业农村厅在《省农业农村厅关于对龙滩水电站 8、9 号机组建设工程有关意见的函》中提出：“龙滩水力发电厂应当在 8、9 号机组建设工程项目环境影响报告书中增加对蒙江坝王河国家级水产种质资源保护区影响的减缓和补偿措施。”

在征求蒙江坝王河国家级水产种质资源保护区主管单位罗甸县农业农村局意见后，针对保护区管理能力提升需求，并结合保护区斑鳢等保护物种栖息地退化、监管手段不足等实际问题，保护区补偿经费按“监控强基、执法提能、物种恢复、科研支撑、宣传规范、信息赋能”六大方向统筹安排：

智能化监控体系：构建“水陆空+技防”立体监管格局，核心区雷公滩、三岔河水文站、董当等重点水域布设 15~20 个高清监控点位(含红外夜视、4G 传输)及统一监控平台，覆盖保护区内主要产卵场；建设 2~3 个水质自动监测站，实时监测水温、流速等关键指标，为生态调度提供数据支撑。

执法巡护能力提升：执法快艇养护、配置无人机及执法记录仪、对讲机等执法装备，聘请专职护渔员 3~5 名。

种质资源保种保育：依托拟建龙滩鱼类增殖站和罗甸县现有斑鳢保种场，完善活体种质资源库，强化基因样本保存，开展斑鳢保种保育研究、为斑鳢种群恢复提供种源保障。

科研监测与技术支持：每年开展 2 次保护区鱼类资源及水生生物多样性本底调查，系统评估栖息地质量；与科研院所合作开展斑鳢产卵场、索饵场识别及栖息地修复技术研究；组织执法与监测技术培训，提升队伍专业能力。

标识标牌与宣传教育：设立界碑 10~15 个、界桩 50~80 个及宣传警示牌 20~

30 个，明确保护区边界与功能分区；制作宣传册、科普短视频等材料，开展社区宣传，营造共管共治氛围。

信息化管理平台：建设保护区一体化信息管理系统，集成资源数据、执法记录、监测数据，配套数据可视化展示功能，实现管理决策的数据化、规范化。

8) 后期监测及后评价

目前，关于产粘沉性卵鱼类产卵所需水文参数及洄游距离的研究成果尚不系统。同时，龙滩库尾以上布柳河、六硐河、曹渡河 5km~12km 流水河段的长度是否充足、能否实现土著鱼类保护目标可能存在不确定性。后续需对两处栖息地保护河段的鱼类资源状况及繁殖活动开展持续跟踪观测，并根据种群动态监测结果及时优化调整保护方案。工程竣工环保验收后三年开展环境影响后评价工作，重点是鱼类栖息地保护效果，评估进一步扩大栖息地保护范围的必要性，并根据结果提出更为合理和实用的环境保护措施和对策。

7.3.3.4 生态调度

红水河鱼类繁殖期多为 4~7 月，产卵水温在 16~32℃ 之间。评价区各主要产漂流卵鱼类多在 18℃ 左右的水温时开始产卵，产卵高峰多在 20~24℃ 间。产卵时除要求达到一定水温外，还需要一定的涨水刺激。其中流量和流速的增大，水位日上涨率在促进鱼类繁殖的诸多水文因素中起主要作用。根据中国水产科学研究院珠江水产研究所在珠江中下游的研究成果，产漂流性卵鱼类的产卵活动与水文环境之间有密切的联系，但不同的鱼类对水文条件的要求不同。产漂浮性卵鱼类以鲤科为最多，一般认为四大家鱼产卵对水文条件要求较高，赤眼鳟、鲮等经济鱼类次之，沙鳅等小型鱼类的要求最低。鳅受精卵在 21.5~25℃ 条件下，一般 19~24 h 出膜，鳅鱼苗在涨水和退水过程中均有出现，鳅鱼密度与径流量大小之间并无一定的比例关系，存在涨水漂流和退水漂流两种类型。2025 年西江干流生态敏感期水量调度代表鱼类为四大家鱼，并关注西江其他主要鱼类；调度目标产卵场为浔江桂平的东塔产卵场，对流量过程需求为：涨水阶段刺激产卵所需的连续涨水天数至少为 4d，退水天数大于 3d，鱼卵漂程范围内流速大于 0.25m/s。

一般来说产漂流卵鱼类繁殖的基本水文水力学需求为：洪峰上涨时间持续 3~8d，水位日上涨率达到 0.26~1.0m/d，产卵流速 0.33~0.90m/s，孵化流速不小于 0.2m/s。鳅对涨水的刺激更为敏感，根据 1964 至 1966 年长江干流的数据，一般流

速每天增加 0.01~0.29m/s 都可刺激鳅产卵，亦有个别在退水、流速减少 0.19m/s 时仍旧产卵。针对库尾北盘江和南盘江的鳅、沙鳅等产漂流卵鱼类产卵场，建议的生态调度方式为：鱼类主要繁殖期 4 至 7 月内，进行 1~2 次人造洪峰过程调度，使库尾南盘江和北盘江及坝下断面水位日上涨率达到 0.26~1.0m/d，维持断面流速在 0.33~0.9m/s 之间，并持续 7~10d。其中涨水阶段刺激产卵所需的连续涨水天数至少为 4d，退水天数大于 3d。

龙滩坝下鱼类以四须盘鮡、光唇鱼、虾虎鱼、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼等产粘沉性卵鱼类为主。产粘沉性卵鱼类的繁殖孵化需要相对稳定的水位条件，水位的大幅波动可能导致粘在水草、岩石等基质上的鱼卵暴露，从而降低孵化率。《红水河综合规划环境影响回顾性评价》也要求对于产粘性卵的种类，产卵场的水位日内涨落幅度不宜大于 1m。就产粘沉性卵鱼类而言，其产卵繁殖所需的适宜流速约 0.3m/s~1.0m/s、适宜水深为 0.5m~1.0m。因此，在 4~7 月鱼类主要繁殖期、水温达到 19℃ 以上时，宜结合气温、水温和上游来水情况，择机实施 1~2 次生态调度过程，每次至少持续 7~10d，并尽量减少坝下水位变幅。坝下水位变幅主要受电站调峰运行方式影响，而调峰方式又与电网负荷、上游来水及梯级电站联合运行密切相关。为兼顾电站运行与鱼类繁殖需求，生态调度期间调峰方式如何调整、下泄流量过程如何控制等，尚需结合水库实际运行方式和鱼类繁殖需求，在下一步生态调度专题研究中进一步论证确定。

此外，新建 8、9 号机组取水口底板高程较现有 1~7 号机组高 10m，建议鱼类主要繁殖季节 4~7 月优先采用 8、9 号机组发电，提高下泄水温，尽量满足鱼类产卵的水温需求。

表 7.3.3.4-1 龙滩水电站生态调度对象及调度建议

类型	主要分布区域	生态调度对象	生态调度建议
产漂流卵鱼类	库尾北盘江、南盘江	鳅、沙鳅等产漂流卵鱼类	鱼类主要繁殖期 4 至 7 月内，择机进行 1~2 次人造洪峰过程调度，使库尾南盘江和北盘江及坝下断面水位日上涨率达到 0.26~1.0m/d，维持各断面流速在 0.33~0.9m/s 之间，并持续 7~10d。其中涨水阶段刺激产卵所需的连续涨水天数至少为 4d，退水天数大于 3d
产粘沉性卵鱼类	库区、坝下	四须盘鮡、光唇鱼、东方墨头鱼、卷口鱼、瓣结鱼、南方白甲鱼等产粘沉性卵鱼类	鱼类主要繁殖期 4 至 7 月内，择机实施 1~2 次、一次至少持续 7~10d 的生态调度过程，期间尽量减少坝下水位变幅；调峰方式的具体调整，在下一步生态调度专题研究中进一步确定

7.4 大气环境保护措施

7.4.1 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篷布覆盖或者可启闭车厢盖，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，抑制施工运输扬尘，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。

7.4.2 工程施工粉尘控制措施

本项目实施“以新带老”工程涉及的动土施工主要为分层取水设施、过鱼设施等设计内容，将涉及土石方开挖、混凝土浇筑等施工活动。混凝土采用成套封闭式拌和楼进行生产，混凝土拌和楼粉尘设置袋式除尘装置，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。

7.4.3 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。

7.5 声环境保护措施

7.5.1 设备运行噪声控制

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。

7.5.2 交通噪声控制

结合施工区环境状况制定道路交通管理法规；在危险路段、降噪路段设置执勤人员；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。施工

单位必须选用符合国家环保标准的施工机械，运输车辆噪声应符合《汽车定置噪声限值》(GB 16170-1996)和《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》(GB 1495-2002)，其他施工机械符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523—2025)。合理安排施工时间，控制夜间施工，尽量避免高噪声施工活动和场外交通在夜间(22:00~6:00)进行。

7.5.3 “以新带老”工程施工噪声控制措施

本项目实施“以新带老”措施涉及的动土施工主要为建设分层取水设施等设计内容，将涉及土石方开挖、混凝土浇筑等施工活动。混凝土拌和系统选用全封闭式的拌和楼，内部应用多孔性吸声材料。如无特殊情况，夜间应禁止施工作业。同时，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、使用减振坐垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度；在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，噪声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，控制夜间施工，尽量避免高噪声施工活动在夜间进行，以减小对周围声环境的影响。

7.5.4 其他噪声控制措施

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，如机械检修工等，应佩戴个人防声用具。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。

7.6 其他环境保护措施

7.6.1 人群健康保护措施

7.6.1.1 饮用水源保护

施工期间，本工程不专门设置饮用水源取水口，利用电站已有生活用水水厂供水，供施工人员的生活用水，施工期间，应对施工区饮用水源的取水口的水质进行一定频次的监测。

7.6.1.2 卫生清理

为确保施工区的环境卫生，应采取消、杀、灭的措施对施工营地进行卫生清理，其目的是降低施工区各种病原微生物和虫媒动物的密度，预防和控制施工区传染性疾病的流行。对原有生活性污染源旧址的一次性清理和消毒；对有关动物性传染源和传播媒介的杀灭，灭害范围主要针对生活区和施工人群活动较频繁的作业区，特别是临时性房屋和设施的人群居住区。施工期内每年应对施工人员居住区定期开展消毒灭害工作。

施工期间需要做好粪便清理管理工作，不能随意排泄。根据《城市公共厕所规划和设计标准》(CJJ14-2005)城镇公共厕所的设置要求和施工区分布情况，在主体工程施工区、砂石生产与混凝土系统工区、电厂办公生活区上游工区、施工营地各设置 1 座固定厕所，每个厕所内应配备相应的自来水冲洗系统，房顶高度 3.5m，保持空气流通，采光良好，有夜间照明设施，地面要坚硬平整，便于清扫，化粪池要符合标准。办公生活区厕所应与建筑物配套。在人群不密集地区设置流动厕所。

为保证施工区环境卫生状况，环境卫生应实行早、中、晚三次清扫；生活垃圾应做到一日一清；厕所粪便冬季实行 3 日一清，夏季实行一日或二日一清。

7.6.1.3 疾病预防

为保护人群健康，施工承包商应对进入施工区的施工人员进行卫生检疫，以了解将要进入施工区施工人员的健康和带菌情况，发现和控制带菌者及其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。同时，施工承包商应制定施工人员的预防免疫计划和建立防疫机构。

7.6.2 固体废物处理措施

7.6.2.1 施工期

a) 施工弃渣

因依托已建的龙滩水电站，施工道路、业主营地等已建设完成，地下厂房洞室已完成开挖，施工场地已场平，本工程土石方开挖仅涉及鱼类增殖站、过鱼设施、分层取水设施，土石方开挖量约为 32236.03m³，回填量为 32236.03 万m³，不产生弃渣。工程涉及的少量混凝土拆除弃渣，外运至当地垃圾场处理，不设弃渣场。

b) 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生活垃圾约 0.21t，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。

c) 危险废弃物处理

根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)相关要求，在机械设备仓库设置 1 处临时危险废物暂存间，占地面积约 20m²，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。

d) 建筑垃圾处理

施工产生的建筑垃圾等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。建筑垃圾交由有资质的单位进行统一处理。对于工程废物中有用的下脚料，如金属、塑料等可回收物，可进行回收利用。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。

7.6.2.2 运行期

a) 生活垃圾

电站运行初期运行人员主要在地面中控室值班，当本电站的电气设备和机械设备进入稳定运行状态，电站按少人值守的方式管理电站，电站值班人员及业主营地人员总数按 30 人考虑。生活垃圾产生于部门工作人员日常生活过程中。主要是食物残渣、卫生清扫物、废旧包装袋、瓶、罐等，产生量为 8.76t/a，产生的生活垃圾考虑和原电厂生活垃圾一同处理，处理后不会对周边环境产生影响。

b) 危险废物

运行期单台发电机组使用的透平油(润滑油)，需定期进行油品检测，根据检测结果确定透平油更换周期，更新透平油时先将废透平油抽至集油桶中，再注入新的透平油，填报危废转运五联单后，将装有透平油的集油桶，统一交由电厂原委托的有资质单位运至厂外处理；电站 2 台机组分年度检修，单台机组检修前，先将透平油抽至集油桶中，再将机组运至备有隔油毡及棉布的空地，检修过程中用棉布擦拭机组零件上的油污。更换下来的少量废透平油、废变压器油、使用后沾染油污的隔油毡及棉布均属于危险废物，需存放在电站临时危废贮存间，后统一交由电厂原委托的有资质单位处理，危险废物经妥善处理后将不会对周边环境产生影响。

7.7 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温影响、水生生态、陆生生态、局部气候环境影响，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温、水生生态、陆生生态环境、气候影响，对开展水利水电工程工作具有示范意义，有利于水利水电行业的持续发展。

结合红水河流域综合规划环境影响回顾性评价阶段(2014 年)、龙滩水电站环境影响后评价阶段的相关环境保护要求，本次提出后续计划开展的相关科学研究的内容和计划见表 7.7-1。

表 7.7-1 工程主要科学研究内容与计划

序号	科学研究	主要研究内容	开展计划	备注
1	分层取水措施关键技术研究			
1.1	分层取水措施流场及受力分析研究	基于局部精细化三维水动力模型，针对分层取水措施过流断面可能呈现出复杂的水流特征，从流场、荷载、水头损失、行洪安全、水击、浮力系统安全稳定、立柱漩涡等角度充分分析该措施的流场特性，论证分层取水措施的建设可行性，并初步优化结构设计工艺参数。	工程实施前启动	分层取水设施建设前完成
1.2	分层取水措施结构疲劳性能关键部位识别	刚柔复合隔水幕墙长期适应水位变化、荷载作用多变、节点受力复杂，结合柔性结构流固耦合仿真技术，系统分析幕墙结构在时变荷载作用下的响应，识别隔水幕墙应力水平较高、受力较大的关键节点或核心构件，提取关键部位对应的荷载历程，掌握关键部位应力分布、大小与循环特性。针对刚柔复合隔水幕墙升降系统刚性节点、横索锚固节点、幕布挡墙连接节点等关键部位，系统分析其在时变荷载下的受力特征及荷载历程，开展节点疲劳试验及构件循环特性试验，揭示其疲劳破坏机理；构建结构应力主S-N曲线，建立融合多关键部位疲劳性能的整体结构寿命评估方法，预测其在复杂环境下的使用寿命，提出结构优化建议。	工程实施前启动	分层取水设施建设前完成
1.3	分层取水设施柔性结构运行安全性研究	采用流固耦合仿真分析方法，分析分层取水措施在各种运行工况条件下的整体受力性能，识别主体承力结构的薄弱环节，判断结构失效顺序，得到分层取水措施整体结构的失效模式。基于分层取水措施结构整体失效模式分析，识别结构各关键部位(单索单元、幕布单元、局部节点及浮箱系统)，逐一分析关键部位失效后对剩余结构受力性能的影响，研究关联构件的应力增幅，评估可能引发的结构连续破坏行为。系统分析分层取水措施失效模式及影响，合理设置各结构和构件设计安全标准，通过关键区域强化设计设置多道安全防线，有效防范分层取水措施结构失效的不利影响，确保主体结构长期安全稳定。	工程实施前启动	分层取水设施建设前完成
1.4	分层取水设施拱桁架及坝体滑槽关键技术研究	大幅水位升降条件下浮动桁架拱及刚柔耦合约束体系受力复杂，研究浮动结构与约束体系协同作用机制。重点分析 50 m级水位变化、浮力作用及水动力荷载共同作用下桁架拱结构受力特征、整体稳定性及关键构件响应规律；研究浮动桁架拱与长悬臂主塔、坝体附加结构之间的刚柔耦合受力机制，揭示大位移升降过程中结构约束效应及内力演化规律，提出适用于大型水库柔性幕墙系统的结构设计与安全控制方法。	工程实施前启动	分层取水设施建设前完成
1.5	分层取水设施大尺比水工物理试验研究	为避免分层取水措施抬高电站取水高程产生旋涡，影响电站的运行安全，开展相应的 1：200 尺比物理水工试验，从水位、发电流量和淹没深度判断旋涡产生的临界条件，保障电站运行安全。	工程实施前启动	分层取水设施建设前完成
2	局地气候影响评估研究	基于龙滩库区及周边气象站长期观测数据，分析水库蓄水前后气温、降水、湿度等要素变化规律；构建区域气候模式进行数值模拟，区分自然气候变化与水库效应；评估水库对局地气候的影响范围及程度。	运行期	贯穿整个运行期
3	区域生态环境变化和影响科学研究			



表 7.7-1(续)

序号	科学研究	主要研究内容	开展计划	备注
3.1	龙滩水电站运行对库周生态敏感区影响效应研究	基于遥感与GIS识别龙滩库周自然保护区、湿地公园、水产种质保护区等生态敏感区的空间分布与边界变化,分析水位涨落、岸线侵蚀等运行因素对敏感区生态系统结构与功能的扰动程度,运用景观格局指数量化影响阈值,提出敏感区分级管控与生态修复优先级建议。	工程实施同步启动	竣工验收前完成
3.2	龙滩水电站运行水文情势变化对红水河龙滩段水生生态系统完整性影响研究	基于龙滩水电站运行引起的下游流量、流速、水位等水文情势变化程度,同步调查浮游生物、底栖动物和鱼类资源状况,建立水文情势—生境质量—生物群落响应的关联模型,评估河流生态系统完整性指数,识别关键胁迫因子并提出修复对策。	工程实施同步启动	竣工验收前完成
3.3	库区周边典型珍稀保护植物生长状况研究	调查龙滩库区国家重点保护野生植物的种类、种群数量、年龄结构及空间分布,监测关键物种物候期、生长量和繁殖成功率,分析水库运行引起的地下水位变化和小气候改变对其生境适宜性的影响,并提出对应的保护和管理方案。	工程实施同步启动	竣工验收前完成
3.4	库区小气候变化对生态敏感区和保护植物的影响研究	在龙滩库区周围关键生态敏感区布设微气象自动观测站,连续监测气温、湿度、辐射等要素,分析小气候变化特征与保护植物光合、蒸腾等生理生态指标的响应关系,构建物种分布模型预测适生区迁移趋势,评估气候变化对生态敏感区、保护植物的影响,提出适应性管理策略。	运行期	贯穿整个运行期
3.5	龙滩水电站蓄水前后库区植被演替规律研究	利用龙滩库区多源遥感影像重建蓄水前库区土地利用/覆被变化序列,结合野外植被样方调查,对比蓄水前后陆生植被向湿地植被、消落带植被转化的群落组成与生物多样性变化,识别淹没、水位调控等驱动因子的贡献率,预测不同调度情景下的植被演替趋势。	工程实施同步启动	竣工验收前完成
3.6	库区消落带植被的监测和研究	根据龙滩库区情况,按高程梯度布设固定监测样带,定期调查植被群落结构、盖度及土壤理化性质,筛选耐水淹、固土能力强的本土先锋物种,开展扦插、生态袋等恢复试验并评估成活率与稳定性,提出消落带植被带优化配置模式与管护技术指南。	工程实施同步启动	竣工验收前完成
3.7	外来鱼类的监测与防控研究	建议龙滩库区涉及的天峨、南丹、乐业、罗甸、望谟、册亨等县市渔政相关部门加强龙滩库区养殖物种的源头管控、大水面治理、分级管理和开展罗非鱼、花身副丽鱼专项防治技术试验科学研究,明确库区外来鱼类(如罗非鱼)的种类组成与分布现状;评估其生态影响,特别是对土著鱼类的威胁,采取切实可行的措施控制外来入侵鱼类。	运行期	贯穿整个运行期
4	龙滩水电站生态调度效果评估及优化研究	研究各种来水条件和发电出力工况情景下电站出库流量情况,结合下游生态流量过程要求,制定运行期下泄流量生态调度方案,指导水库实际运行过程中的生态流量下放。通过收集坝址处天然流量逐日过程统计流量变化规律,开展坝下鱼类产卵场分布及鱼类产卵规律的生态调查,综合判断坝址下游鱼类产卵刺激与流量变化的相关关系,结合水库调度运行规程,优化发电调度,制定各种来水条件下的生态流量泄放预案,满足不同时期鱼类产卵需求。	运行期	贯穿整个运行期
5	重要鱼类增殖放流及效果评	平行开展长鳍光唇鱼、长臀鲩苗、唇鲮和暗色唇鲮、卷口鱼、单纹似鲃等重要鱼类人工繁育技术攻关;	工程实施	竣工验收前完

表 7.7-1(续)

序号	科学研究	主要研究内容	开展计划	备注
	估关键技术研究	对于红水河流域土著鱼类, 研究建立遗传档案(基因库);	同步启动	成
		开展基于分子标记法的流域土著鱼类增殖放流技术及放流管理研究;		
		开展增殖放流站先进材料和智能装备研发, 包括室内循环水养殖车间的设备智能化改造, 仿生态小微基地相关设备研发, 低能耗、高效率室内循环水养殖设备研发等		
6	过鱼设施效果评估及提升关键技术研究			
6.1	过鱼设施过鱼效果评估研究	根据电站运行方式、不同鱼类的生态习性, 优化诱鱼口水流流场, 辅助声、气泡等辅助诱鱼措施, 提升诱捕鱼效率。	工程实施同步启动	竣工验收前完成
6.2	运鱼船分拣、转运一体化研究	依托专用运鱼船布设水上作业平台, 开展过鱼对象运鱼船分拣研究, 将过鱼设施收集到的各类渔获物统一转运至船上作业区域, 依托微流水增氧暂养条件, 结合鱼类形态特征、栖息习性与生长生物学指标, 对所集鱼类进行精准种类区分、规格筛选与健康状态甄别, 同步完成体长测定、成熟度判定、数量统计等相关调研工作, 系统梳理不同鱼类群体组成与资源现状, 进一步优化过鱼鱼类分拣流程与筛选标准, 为流域鱼类生态保护、过鱼效果评估及水生生物资源养护提供实地调研数据与实操技术依据。	工程实施同步启动	竣工验收前完成
6.3	流域梯级过鱼监测、运行、管理系统化研究:	根据上下游梯级电站过鱼数量、种类和过鱼时段等, 统筹优化梯级电站过鱼的运行、操作方式, 并结合各自电站的运行方式, 优化升鱼机的运行管理。	运行期	
6.4	鱼类种群动态及资源评估研究	根据梯级电站升鱼机系统、增殖放流等协同措施, 调查研究单项措施的鱼类保护效果, 同时分析鱼类保护措施的综合效率, 借此优化本河段措施实施, 同时为其他河段开发时鱼类保护提供借鉴。	工程实施同步启动	竣工验收前完成
6.5	过鱼设施细部结构改进与优化研究	过鱼设施设计技术尚未完善, 建成后还应根据河段渔业资源情况, 诱鱼效果和实际操作等运行情况, 优化细部结构设计, 以提高过鱼的效率和效果。	运行期	
6.6	水电站停机期间尾水洞内集鱼控制系统及方法研究	研究提供一种水电站停机期间尾水洞内集鱼的控制系统及方法, 解决现有技术中驱鱼效果有限、集鱼时机模糊、设备协同性差、自动化程度低等问题, 实现尾水洞内鱼类的精准监测、定向驱赶、集中捕获、实时评估及安全转运, 降低机组重启时鱼类伤亡风险, 保护流域水生生物多样性, 同时提升集鱼作业的自动化水平与运维安全性。	工程实施同步启动	竣工验收前完成

7.8 环境保护措施效果分析

工程施工期、运行期会对周围环境带来不同程度的影响。为避免本工程对周围环境造成影响，在措施设计中充分考虑措施的可行性和措施的效果。通过对工程环境保护措施、“以新带老”环境保护采取前后的效果分析，本工程各项环境保护措施实施后，可以最大限度的减免工程兴建对环境的不利影响。工程建设期间环境保护措施效果分析见表 7.8。

表 7.8 龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境保护措施效果分析表

环境类别	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	环境效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	环境影响
水环境	红水河、龙滩坝址上游库区	含油废水排放增加附近水域的石油类浓度	-2S	小型隔油池	机械修配场内	第 1 月~第 18 月	及时清渣，注意废水监测频次	主体工程区达标全部回用，不会对龙滩坝址上游库区和红水河水质产生影响	0
		施工生活污水会增加附近水域 BOD ₅ 、COD 浓度	-2S	成套设备	施工营地、管理营地	第 1 月~第 18 月	沉渣及时清运，注意污水监测频次		
生态环境	植物	工程施工导致植被的损失	-2S	采取水土保持措施，采取生态补偿和修复措施	工程区附近	第 1 月~第 18 月	落实生态补偿及修复措施	避免工程施工等对生态环境的负面影响	-1S
	陆生动物	工程施工影响陆生动物	-2S	控制爆破时间，进行生态恢复	工程区附近	第 1 月~第 18 月	力避中午、傍晚爆破	保护动物生境	-1S
	水生生物	水库运行影响水生动物	-2S	过鱼设施、鱼类增殖站、分层取水设施、栖息地保护	库区	运行期	保证鱼类增殖放流、过鱼设施、低温水治理措施长期运行	恢复水生生物生境	0
	减少区域内水土流失	施工导致新增水土流失	-2S	修建挡渣墙、护坡、绿化等	施工区、施工道路、生活区	第 1 月~第 18 月	资金到位，与主体工程配套实施	防止新增水土流失，治理程度达 88%减少粉尘对施工区大气环境的污染	-1S

表 7.8(续)

环境类别	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	环境效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	环境影响
大气环境	居民户及施工人员	大气中粉尘含量高, 影响施工人员身体健康	-2S	洒水	施工区及施工道路	第 1 月~第 18 月	洒水要全面、资金到位		
大气环境	居民户及施工人员	汽车运输产生的有害气体, 影响施工人员的身体健康	-2S	购买环保车辆、选择低噪声设备	-	-	-	减少废气对施工区环境的污染	-1S
声环境	居民户及施工人员	噪声对施工人员及征地范围外居民有一定影响	-2S	施工人员配备噪声防护用品, 禁鸣、限速, 补偿	右岸上坝道路	第 1 月~第 18 月	根据地形条件适当增加绿化带宽度	减少对施工人员及附近居民户的影响	-1S
社会环境	自然景观	施工等影响自然景观现状	-2L	结合水土保持、植物绿化进行恢复	库临时征地	-	根据相关单位批复的保护计划实施	保护景观原貌不致因工程导致破坏	-1S
人群健康	红水河水质、生活环境	生活垃圾可能影响附近水体水质、病媒动物孳生地	-2S	垃圾收集并运输至地方生活垃圾设施处理	施工营地、管理营地	第 1 月~第 18 月	垃圾、厕所要及时清理外运, 施工人员不能随意丢弃生活垃圾和随地大小便	保护附近水体水质、病媒动物孳生地	=S
	人群健康	卫生设施及检疫若处理不当, 可能导致施工区外源性传染病的流行	-1S	卫生清理设厕所, 进行疾病预防		第 1 月~第 18 月		防止施工区传染病、地方病的爆发、流行	=S

表 7.8(续)

环境类别	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	环境效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	环境影响
其他	减少工程对环境现状的破坏	若不制定严谨的环境管理制度, 设计的环境保护措施将不可能得到落实	-2L	加强工程的环境监测、监理和环境管理	工程项目影响区	第 1 月~第 18 月	资金落实到位	保持工程地区环境质量的良好状态, 保证工程环保工作的长期顺利进行	+3L

备注: “一、+、=”分别代表环境性质为: 不利、有利、中性;

“L、S”分别代表影响时间为: 长期、短期; “0、1、2、3”分别代表影响程度为: 无影响、弱、中、强。

8 环境风险评价

8.1 环境风险评价目的

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。

8.2 环境风险识别

a) 施工期

1) 火工材料和油料运输风险

本项目风险主要为油料运输风险。根据施工总体布置，本项目工程区域内不设置炸药库，不设置油库。柴油、汽油等油料，由当地石油公司供应，采用公路运输直接运抵施工区，最大运输量为 10t，运输风险由石油公司承担。油料运输可能出现的环境风险类型是交通事故、火灾和爆炸。

2) 其他环境风险源

工程施工期其他环境风险源主要为施工附属企业事故情况下废污水排放，主要为生活污水处理系统事故排放。

b) 运行期

工程运行期风险源主要是厂房内透平油泄漏，一旦发生泄漏事故，可能会引起电站下水库的水质污染。

8.3 环境风险潜势初判

8.3.1 环境敏感程度(E)的判断

a) 大气环境

本项目施工期不设置油库、炸药库。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)附录表D.1 项目大气环境敏感程度为环境低度敏感区(E3)。

b) 地表水环境

由于本项目油库主要存储物质为汽油和柴油，距离河道直线距离相对较远，事故情况油库泄漏物质一般无法进入河道，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)附录表D.2~D.4，项目地表水环境敏感程度为环境低度敏感区(E3)。

c) 地下水环境

本项目工区不涉及地下水环境敏感区，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169—2018)附录表D.5~D.7，项目地下水环境敏感程度为环境低度敏感区(E3)。

8.3.2 危害物质及工艺系统危害性(P)的确定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169—2018)，危险物质及工艺系统危害性(P)应根据危险物质数量与临界量的比值(Q)和行业及生产工艺(M)确定。

a) Q值的确定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169—2018)附录C，Q按下式计算：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + K \frac{q_n}{Q_n}$$

式中： q_1 、 q_2 ... q_n ——每一种危险物质的最大存量，t；

Q_1 、 Q_2 ... Q_n ——每种危险物质的临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为I；当 $Q \geq 1$ 时，将Q值划分为：(1) $1 \leq Q$ 小于10；(2) $10 \leq Q$ 小于100；(3) $Q \geq 100$ 。

本工程施工期、运行期危险物质数量与临界量的比值Q计算分别见表 8.3.2-1。

表 8.3.2-1 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	最大存储量/t	临界量/t	该种危险物质 Q 值
1	油类物质 (汽油、柴油等)	/	10	2500	0.004
项目Q值Σ					0.004

b) M值的确定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)附录表C.1, 本项目主要涉及危险物质石油和炸药的使用和存贮, 分值为 5 分, 则项目M=5。

c) P的确定

按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)附录表C.2, 根据本项目危险物质数量与临界量比值(Q)和行业及生产工艺(M), 确定本项目危险物质及工艺系统危害性(P)的等级为轻度危害P4。

8.3.3 风险潜势判断

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169—2018)表 2 划分依据, 本项目大气环境、地表水和地下水风险潜势均为 I。

8.4 环境风险评价等级

本项目施工期危险物质在事故情形下的环境影响途径主要为大气、地表水和地下水, 风险潜势均为 I, 运行期主要为外来生物入侵的风险。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)评价工作等级划分要求, 确定本项目环境风险进行简要分析。

8.5 环境风险分析评价与防范措施

8.5.1 油料运输、加油过程风险

a) 风险识别

工程施工加油点风险类型主要为油料在装卸过程和加油过程中的泄漏、火灾和爆炸, 危害因素主要为静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、储罐冒罐等。

b) 源项分析

加油点发生事故可能出现的环境危害的风险类型是泄漏、火灾和爆炸。油品在装卸作业时, 若流速过大易产生静电, 在雷电等条件下可能引发火灾燃烧, 或由于操作人员的工作失误导致原油外溢, 遇到火源易引发火灾燃烧事故。一旦泄漏或爆炸, 对周边居民点和红水河等水体水质具有潜在危险。

c) 后果估算

本工程不设油库, 由承包人自行负责油料供应, 存在施工区临时加油的风险,

油料运输过程和事故风险的油料泄漏对周边水体有一定影响。

d) 风险评价

临时加油点是电站施工期的安全、消防重点管理区，建立有严格的安全管理制度。根据以往水利水电工程施工情况，加油点发生事故的可能性较小。

e) 风险防范措施

电站本身对加油点建立有严格的安全管理制度，发生事故的可能性很小。为了防止加油点事故的发生，在事故情况下避免泄漏油料、消防水污染水体，可采取事故防范措施：

① 在加油点周围修建截油沟，并修建事故应急池，收集事故情况下泄漏的油料及暴雨情况下冲刷地表造成的跑冒漏滴油污水，以及消防冲洗水的收集，收集后的废水交专业机构处置。

② 制定严格健全的加油点安全管理制度和相关人员的培训制度，规范油料运输、储存和使用的整个过程。

③ 做好加油点的火源管理工作，严禁烟火，并定期检查可能导致火灾的火源情况，如电线等；在油品卸装时、汽车加油时均应做好巡查工作，严禁抽烟等情况的发生。

④ 加油点的作业人员须穿戴抗静电工作服和具有导电性能的工作鞋。

⑤ 加油点应配备一定的溢油控制应急设备和器材，如堵漏器材(管箍、管卡等)，防爆的抽油泵和贮油容器，挖沟用阻隔工具，应急修补的专用工具和器材等，溢油检漏专用仪器和设备等。

8.5.2 施工期污水事故排放风险

a) 风险识别

施工期主要污水为施工生活污水等。工程建设期间各类污水均进行处理并尽可能回用，不能回用时达标排放，在各处理系统正常运行情况下对工程库区及下游水体水质不会造成影响，但施工过程中可能因回用水泵或各污水处理设施故障等情况造成污水处理不及时，而发生事故排放，在汛期暴雨冲刷施工开挖面和施工场地时，会造成水土流失，从而对水体水质造成影响。

b) 源项分析

工程建设期间各类污废水均进行处理并尽可能回用，不能回用时达标排放，在各处理系统正常运行情况下对工程库区及下游水质不会造成影响，但在系统事故排放情况下可能对水体水质造成影响。

在暴雨径流期间，施工开挖面和各临时占地的汇流将携带大量的悬浮物，使河道内的悬浮物浓度大幅度提高，进而影响到下游水质。

c) 风险评价

工程区针对各类污废水都设置了废水处理措施，从而有效地控制污废水排放，有利于减缓对周边水体的水质影响。

d) 风险防范措施

1) 为防范施工污废水事故排放，应加强施工管理。一旦发生暴雨或污废水事故排放，应立即停止施工生产，从源头上控制污废水的产生，待环保设施恢复正常后方可进行施工。污水处理系统运行管理人员应加强对处理系统的巡视和水质监控，及时发现问题，立即查清事故排放源，并启动应急预案。

2) 每套污废水处理设施设专人负责。根据各废水处理系统处理工艺、规模以及运行管理要求，分别配置操作人员。负责人主要担任该区块废水处理系统的巡视、人员调度、管理及运行状况记录等工作，操作人员主要担任机械设备的操作、清运污泥及运载药剂等工作，使发生事故风险的概率降到最低。同时，加强环保设施的日常维护和保养，降低发生运行故障的风险。

8.5.3 厂房溢油风险

a) 风险识别

工程运行期风险源主要是厂房内透平油泄漏，一旦发生泄漏事故，可能会引起电站下水库的水质污染，甚至还可能在厂房内发生火灾。

b) 源项分析

电站厂房布置有透平油室，按照不存油进行设计，仅为检修时备用。

c) 后果估算

本工程电站厂房周边基岩透水性弱，透平油系统设置在独立的房间内，根据以往水电站运行管理情况，中间油罐发生重大漏油事件的可能性很小。

d) 风险评价

透平油单独存放，并采取下沉式设计。地面采取防渗措施，透平油一旦外溢，不会渗入地下水系统。电站透平油系统溢油不会造成显著影响。

e) 风险防范措施

1) 针对本工程主要风险源透平油室存在的风险，透平油库门口有醒目的管理规定，预防事故发生。

2) 透平油存储室内采用下沉式设计，避免漏油溢出。地面采取防渗措施，避免溢油渗入地下水系统。事故油池含油废水经油水分离后回收利用，对少量不能回收利用的含油废水和废渣交由有危废处置资质的单位进行妥善处置。

3) 对于透平油系统产生的废油等，应在厂区内设置危险废物暂存间，暂存间设置挡油坎，地面进行防渗处理，设置专门的容器分类存放电站产生的危险废物，并按危险废物管理要求设置标识，危险废物交由有资质的单位进行处置。

8.6 环境风险应急预案

本工程针对有主要可能受影响的区域制定事故处理预案，拟定可行的应对措施，并有计划地组织实际演练，借此熟练应急预案，并在实际演练过程中发现应急预案的错误和缺陷，据此做出分析报告，提出纠正措施，完成应急预案的改进。

工程施工期间针对突发的事故，应有紧急处理能力与应急救援行动方案。应对渣场、废(污)水处理系统、爆破器材库和油库做出规范和完整的事故应急预案，事故应急预案应符合《天峨县建设工程重大安全事故应急救援预案》、《广西壮族自治区河池市天峨县生产安全事故专项应急预案 2023 版》和《广西壮族自治区河池市天峨县突发事件总体应急预案 2023 版》的相关要求。工程运行期的应急预案应纳入龙滩水电站现有的应急预案体系，对原有的应急预案进行修编。

整个工程施工期间涉及加油点、危险品运输、火灾、污废水事故排放等引起的事故风险，因此必须制定一个统一的施工期应急预案体系，使施工期一旦发生风险事故，能够得到妥善的应急处理。制定本工程施工期风险事故应急预案，主要如下：

a) 应急计划区

施工期风险应急计划区包括整个施工区，主要包括施工加油点、交通运输道路、施工区周边林区、污废水处理区。

b) 应急组织机构、人员

① 应急组织体系、机构

建立工程施工期安全风险应急领导小组，由电站施工期管理机构的正职领导为小组组长，下设应急处置小组，包括油料安全应急组、交通运输安全组、污废水事故排放应急组、火灾应急组，每组都设有通讯、监测、警戒、安全保护处置、设备保障等人员和设施，当发生某种风险事故时，各处置小组可互相协助。

② 工作职责

工程施工期间和运行期间安全风险应急领导小组接受上级部门的监督，积极处理事故过程和善后工作。

油料安全应急组：负责施工期加油点风险事故的应急处置。

交通安全应急组：负责交通运输风险事故的应急处置。

污废水事故排放应急组：负责施工期污废水事故排放的应急处置。

火灾应急组：负责火灾风险事故的应急处置。

当发生某组承担的风险事故时，其他组也应该协助，由工程安全风险应急领导小组统一通知、安排。

c) 预案分级响应条件

本预案不分级，即只要发生其中某种风险事故就全面启动此预案。

d) 应急救援保障

各应急小组都配备救援设备保障人员，专门负责应急状态时的车辆、监测设备、救生设备的保障。

e) 报警、通讯联络方式

在应急状态下报警通信方式为固定电话和手机，通知方式为电话通知和组内通讯人员亲自传告，确保第一时间通知有关人员。应急状态下实行交通管制，保证应急救援车辆畅通无阻。

f) 应急环境监测、抢险、救援及控制措施

由各组监测人员对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为领导小组提供决策依据。

g) 应急检测、防护措施

由监测人员实施应急监测；由安全保护处置人员根据事故现场承担或协助实施

防护措施；由设备保障人员紧急提供现场设备。

h) 人员紧急撤离、疏散，撤离组织计划

危及民众生命安全事故发生时，立即组织附近居民紧急撤离。撤离时由施工期安全保护处置组协同村民委员会组织村民紧急撤离，设备保障人员准备紧急撤离车辆。医疗救护人员对事故现场受伤人员实施抢救撤离。

i) 事故应急救援关闭与恢复

① 应急终止的条件

A 事故现场得到控制，各类环境风险事件成立的条件已经消除；

B 事故所造成的危害已经基本消除，相关人员已安全撤离；

C 已采取必要的防护措施，使发生事故的成立条件消失或事故得到有效控制；

D 事故现场各种专业应急处置行动已无继续的必要。

② 应急终止的程序

A 现场应急处置指挥部组织专家咨询论证调查，确认突发事件已具备应急终止条件后，向上级突发环境事件应急处置指挥部报告；

B 接到市突发环境事件应急处理指挥部应急终止通知后，现场应急处置指挥部负责应急人员及设备有序撤离；

C 组织专家进行应急行动后的评估，编制应急评估报告，存档备案，并上报有关部门。

j) 应急培训计划

工程定期组织内部施工期安全应急处置小组进行相关知识的培训。与当地政府联合，进行不定期的演练。

k) 公众教育和信息

对施工人员、周边居民进行公众教育，一方面教育他们遵照相关环境和安全法律法规，一方面进行一定应急知识的培训。在施工区、周边村内发布关于施工期安全管理、施工区下游用水安全等注意事项的信息。

9 环境管理和监测计划

9.1 环境管理

9.1.1 管理规划原则

a) 预防为主、防治结合的原则

在建设和运行过程中，要通过环境管理，预先采取防范措施，防止环境问题及环境破坏的发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

b) 针对性原则

针对建设和运行过程中存在的主要环境问题及其保护措施，建立相应的环境管理机构，使各项环境保护措施得以切实有效地实施，达到工程建设与生态环境保护协调发展，防止、减少并治理工程活动对环境的破坏。

c) 协调性原则

本工程建设将涉及较多的单位，需要应对可能或已存在的各类环境问题，具有管理面广而复杂的特点，如何及时协调处理各方在环境保护和水土保持方面的矛盾或纠纷，减少对工程建设和运行的干扰，促进工程建设和运行的顺利进行非常重要。

9.1.2 环境管理主要工作内容

9.1.2.1 施工期环境管理

业主单位在工程建设期间负责从施工开始至竣工验收期间的环境管理工作，主要工作内容如下：

a) 制定建设期环境保护实施规划和管理办法。

b) 制定环境保护工作年度计划，包括投资计划。

c) 组织环境保护专项工程招标工作。

d) 负责工程招标文件和承包项目合同中环境保护条款的编审，确保与主体工程施工密切相关的环境保护措施纳入招标文件和合同条款中。

e) 监督承包商的环境保护措施执行情况。

f) 监督移民安置工程有关环境保护措施实施情况。

g) 同环境保护、水土保持和其他相关部门进行协调。

h) 协助处理本企业环境污染事故和污染纠纷，及时向上级或有关管理部门报告情况。

i) 编制环境保护工作年度报告。

j) 组织开展环境保护宣传、教育和培训工作。

k) 组织编制工程竣工环境保护验收报告。

l) 负责环境保护、水土保持资料、成果的归档、移交。

9.1.2.2 运行期环境管理

a) 贯彻执行国家及地方环境保护法律法规和方针政策。

b) 落实运行期环境保护措施，制定龙滩水电站建设工程运行期环境管理办法和制度。

c) 负责落实运行期的环境监测，并对结果进行统计分析。

d) 监督和管理由周围环境的变化引起的对工程的影响，并向有关部门反映。

9.1.3 环境管理机构能力建设

根据本工程环境管理工作内容，业主单位应从制度、人员、资金和物资等方面保障环境管理规划的实施，以确保工程环境保护目标的实现。应建立内部管理制度以明确环境管理责权的落实、激励工作开展；配备精干人员；设置环境保护、水土保持专项奖励经费，以及开展环境管理工作所必须的交通工具(如车辆)、仪器设备(如计算机、复印机、电话、摄(录)像机、照相机和传真机等)、其他工具和材料等。

9.1.4 环境管理实施建议

为确保本工程影响区域环境保护目标的实现和各项环境保护措施的落实，特提出如下环境管理实施建议：加强环境监督与管理，环境管理人员应深入施工现场，监督环境保护措施的实施；实行环境保护目标责任制，结合工程招投标承包体制，把环境保护纳入施工单位的承包任务中，并将环境保护落实到整个施工过程中。对本工程的重要环境保护工程、措施应进行单独设立标段、单独招标。

本工程环境保护措施规划的实施应纳入整个工程建设中去。为保障本工程环境保护措施规划的顺利实施，从组织领导、监督管理、技术保证和资金保障等方面拟订环境保护措施实施规划的保证措施，供决策部门及建设单位等有关单位参考。

组织领导与管理措施：为了保证本工程环境保护措施完全到位、落实，要求工

工程项目业主与施工单位按照环境保护有关法律法规的要求，与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。建立实施领导管理机构，负责各项目区环境保护管理工作，工作内容包括实施环境保护措施所需的资金的筹措、使用和管理，并与当地环境保护部门密切配合，接受环境保护行政主管部门的监督和指导，保证环境保护措施高标准、高质量、高效率地按进度计划进行。

技术保证措施：在工程施工阶段，编制本工程环境保护措施各项目技施设计报告，为实施本工程环境保护措施提供可操作性依据。选择施工经验丰富，技术力量强的投标施工单位，建设中尽量采用先进的施工手段和合理的施工工序。

资金保证措施：依据“谁开发谁保护，谁造成环境污染谁负责治理”的原则，由项目业主负责筹集资金，专款专用，充分保证资金需求，并按照环境保护措施实施进度规划，逐年逐项落实，确保各项措施保质保量按时完成。

9.2 环境监测

9.2.1 目的与任务

根据国家及广西壮族自治区发布的环境保护、水土保持等法律法规及相关条例的规定，编制本工程环境监测规划。环境监测的目的与任务是：

- a) 为确保本工程设计、施工的环境保护和水土保持目标实现提供依据。
- b) 为本工程实施环境管理提供依据。
- c) 为后续其他工程项目提供基础数据。
- d) 为应对本工程区域突发的环境事件提供依据。
- e) 为环境举证提供依据。

9.2.2 水环境监测

本工程主要在陆域施工，工程建设不会污染地下水水质。工程涉及的动土施工主要是过鱼设施、分层取水设施等环境保护“以新带老”的措施施工，水环境监测只考虑对地表水水质进行监测，不对地下水位进行监测。

9.2.2.1 施工期地表水水质监测

- a) 地表水环境监测规划
 - 1) 监测断面布设

监测断面布设：龙滩坝址上游 500m、龙滩坝址处、龙滩坝址下游 1000m、陇麻坡饮用水源保护地取水口处。

2) 监测内容

pH、溶解氧、五日生化需氧量、高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、铜、锌、硒、砷、汞、铅、镉、六价铬、氟化物、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，共 24 项。

3) 监测时段和监测频次

施工期每季度 1 次，每期连续监测 3 天

4) 监测方法和技术要求

按《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)确定的分析方法执行。

表 9.2.2-1 施工期水质监测技术要求一览表

编号	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
W1	龙滩坝址上游 500m	pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD _{Cr})、五日生化需氧量(BOD ₅)、氨氮、总磷、总氮、氟化物、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子洗涤剂、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、叶绿素。	工程开工至竣工止，共 2 年	施工期间每季度一期，每期连续采样 3 天，每天采集等时混合水样
W2	龙滩坝址处			
W3	龙滩坝址下游 1000m			
W4	陇麻坡饮用水源保护地取水口处			

b) 废(污)水处理后水质监测

1) 监测点布设

含油废水处理出水口、施工营地生活污水处理系统出水口。

2) 监测内容

含油废水处理出水口监测 pH、SS、石油类；施工营地生活污水处理系统出水口监测 pH、SS、COD_{Cr}、BOD₅、NH₃-N、TP、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群。

3) 监测时段和监测频次

施工期间每年丰、枯水期各一期，每期连续监测 3 天。

4) 监测方法和技术要求

按《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)确定的分析方法执行。

表 9.2.2-2 施工期水质监测技术要求一览表

编号	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
F1	含油废水处理设施出水口	pH、SS、石油类	工程开工至竣工止，共 18 个月	施工期间每季度一期，每期连续采样 3 天，每天采集等时混合水样
F2	施工营地生活污水处理系统出水口	pH、SS、溶解氧、石油类、NH ₃ -N、COD _{Cr} 、COD _{Mn} 、BOD ₅ 、TP、TN、粪大肠菌群		

9.2.2.2 运行期地表水水质监测

a) 监测断面布设

平班坝下、董箐坝下、龙滩电站坝址上游 500m、龙滩坝址下游 1000m

b) 监测内容

pH值、水温、SS、COD、BOD₅、总氮、总磷、石油类。

c) 监测时段和监测频次

每年丰水期、平水期、枯水期各开展 1 期监测，监测 3 年。

d) 监测方法和技术要求

按《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)确定的分析方法执行。

表 9.2.2-3 初期蓄水和运行期水质监测点位及技术要求一览表

编号	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
XY1	平班坝下	pH值、水温、SS、COD、BOD ₅ 、总氮、总磷、石油类。	运行初期监测 3 年	每年丰水期、平水期、枯水期各开展 1 期监测
XY2	董箐坝下			
XY3	龙滩电站坝址上游 500m			
XY4	龙滩坝址下游 1000m			

9.2.3 生态监测

9.2.3.1 陆生生态监测

a) 常规监测

监测点位：机电设备仓库加工厂、右岸集鱼站、珍稀植物园附近等 3 个点位。

监测内容：调查陆生动植物区系组成、分布及其特点、种群数量、生物多样性的变化，植被恢复措施执行情况、库周区保护野生动植物变化、景观生态体系组成

及特点变化等情况。进一步监测一期工程实施后生态保护措施的落实情况，如珍稀动植物动态变化、龙滩大峡谷珍稀植物移植园宣传科普情况等。

监测频次及时间：根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)9.3.1 章节，大中型水利水电项目建议开展全生命周期监测。监测频次为：开工前进行 1 次影响区内的珍稀植物及古树名木详细监测，施工期监测 1 次，施工结束后第 1、3、5 年各进行 1 期监测，之后每隔 5 年监测一次。按运行期 50 年计算，共监测 14 次。监测时间为：陆生植物为每年 5~8 月；陆生动物为每年 6~8 月开展两栖类、爬行类、鸟类、兽类监测，每年 1~3 月开展鸟类监测。

调查方法及结果：按照国家颁布的有关规定、行业规范监测。

b) 自然保护区专项监测

建立“施工期+运行期”长期生态监测体系，重点关注扩建带来的增量叠加影响，监测结果报送各保护地主管部门。

1) 监测点位：龙滩自然保护区（3 个）、望谟叉孢苏铁自然保护区（1 个）、雅长兰科自然保护区（1 个）、蒙江湿地公园（2 个）、龙滩大峡谷森林公园（1 个），共 8 个点位

2) 监测内容：

龙滩自然保护区：监测黑颈长尾雉、中华秋沙鸭、林麝、藏酋猴等重点保护动物，消落带植物群落；

望谟叉孢苏铁保护区：监测叉孢苏铁种群生长、幼苗更新；

雅长兰科保护区：监测保护区边缘临近库区地块森林及兰科植物现状；

蒙江湿地公园、龙滩大峡谷森林公园：监测湿地鸟类、岸带湿生植被。

水生生物监测：库区典型库湾开展浮游生物、底栖动物、鱼类资源监测，重点关注鱼类繁殖育幼期生境变化。

2) 监测频次：施工期 1 次；运行期第 1、3、5 年各进行 1 次，后续根据监测结果优化频次；若监测发现保护对象出现异常受扰，及时反馈调度运行单位。

9.2.3.2 水生生态监测

调查共设置 9 个监测断面，分别是位于库尾的南盘江八渡镇、北盘江白层镇，位于库区红水河镇、蒙江汇口和龙滩坝前，位于坝下段的天峨县大桥，位于支流蒙

江八渡、布柳河向阳乡和曹渡河董托水电站坝下。

调查内容：

① 常规水生生物监测：饵料生物主要包括调查点位的水生植物(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、底栖无脊椎动物)的区系组成及特点、种类密度及生物量；鱼类主要调查水域鱼类区系及其特点、种群数量与分布、渔获物组成及优势度。

② 栖息地保护效果监测：为研究龙滩水电站鱼类栖息地保护的效果，需对栖息地保护河段进行全面的跟踪调查和监测。

③ 增殖放流效果监测：研究龙滩水电站鱼类增殖放流站的效果，需鱼类增殖放流河段进行全面的跟踪调查和监测。

④ 建库后水生生物资源变化情况跟踪监测。

⑤ 库区及坝下水温对鱼类资源影响监测。

调查频次及调查时间：根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)中关于“大中型水利水电项目、采掘类项目、新建 100km 以上的高速公路及铁路项目、大型海上机场项目等应开展全生命周期生态监测”的要求，本工程应开展全生命周期生态监测。

8、9 号机组应在施工期监测 18 个月，运行后连续监测 5 年，每年 2 次；每年监测时间初步确定为 3 月~7 月和 9 月~12 月各 1 次，其中，产卵场监测应在鱼类产卵季节进行。此后根据水生生态监测结果以及水生生态保护措施进展情况，开展长期监测，后期根据验收和后评价要求适时调整监测方案，相应费用计入龙滩水电站运行成本。

9.2.4 大气环境监测

监测点布设：过鱼设施施工场地、机电设备仓库及加工厂。

监测内容：主要为SO₂、NO₂、TSP、PM₁₀，同时监测风向、风速。

监测时段与频次：开工至竣工止，监测 18 个月。每半年监测 1 次，确保施工高峰期 1 次，每次连续监测 3d。

监测方法：按现行国家标准《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)对数据的有效性规定。

9.2.5 声环境监测

监测点布设：筒高居民点、拉重居民点。

监测内容：昼间、夜间及全日等效A声级(L_d 、 L_n 、 L_{Aeq})，同步记录噪声源；当主要噪声源为交通车辆时，应同步记录大、中、小车型的车流量(辆/h)。

监测时段与频次：开工至竣工止，监测 18 个月。每半年监测 1 次，确保施工高峰期 1 次，每一测点连续监测 3 天，分别进行昼间和夜间测量。

监测方法：按照《声环境质量标准》(GB 3096-2008)的有关方法执行。

9.3 环境监理

9.3.1 环境监理工作目的

全面监督和检查各参建单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决施工过程中出现的环境问题，使环境管理工作融入整个工程实施过程中，变事后管理为过程管理，变单纯的强制性管理为强制性和指导性相结合，从而使环境保护由被动治理污染和破坏变为主动预防和过程治理。

9.3.2 环境监理工作范围

本工程环境监理工作范围应包括工程建设区等所有可能造成环境污染和生态破坏的区域。根据本工程特点，监理工作范围应包括主体工程区、“以新带老”工程区、承包商及业主营地以及施工人员租用营地。各环境监理单位所承担的环境监理任务的工作范围，由其承担的工程建设标段范围确定。

9.3.3 环境监理工作内容

9.3.3.1 施工准备阶段

a) 环境监理单位应参加设计交底，熟悉工程生态环境影响报告书和水土保持方案报告书及其批复、重要环境保护措施及相关的设计报告。了解工程建设项目的具体环境保护目标以及环境敏感目标。

b) 审查施工单位的施工组织设计和开工报告，对环境保护实施方案提出审查意见，包括施工中需保护的环境保护敏感对象、具体的环境保护措施、环境保护管理制度、环境保护投资以及环保专业人员等。

c) 审查施工单位的临时用地方案是否符合环境保护要求以及临时用地恢复计划

的可行性。

d) 参加工地会议，对工程建设项目的环境保护目标和环境保护措施提出要求。审查施工单位的环境保护管理体系是否责任明确，切实有效。

9.3.3.2 施工阶段

a) 根据承担的工作范围对施工区域进行巡视或旁站环境监理，并做好巡视记录。

b) 向施工单位发出环境保护工作指令。

c) 分区、分项目检查废(污)水处理、空气质量与噪声防治、陆生生态保护等环境保护措施实施情况及实施效果。

d) 协助地方环境保护行政主管部门和业主处理突发环境保护事件。

e) 做好环境保护资料整理工作，建立、保管环境保护环境监理资料档案。

f) 按时提交环境监理月报、季报和年报等相关资料，参加工作例会。

9.3.3.3 竣工阶段

a) 参加竣工检查，分区、分项目确认现场清理工作、临时用地和取(弃)土场的生态恢复等是否达到相关环境要求，对重要的环境保护措施实施效果进行分析、总结。

b) 评估环境保护任务或环境保护目标保护的完成情况，对尚存的主要环境问题提出继续监测或处理的方案和建议。

c) 定期检查施工单位对环境保护遗留问题整改计划的实施，并根据工程具体情况，建议施工单位对整改计划进行调整。

d) 检查已实施的环境保护措施，对竣工验收后发生的环境保护问题或工程质量缺陷及时进行调查和记录，并指示施工单位进行环境恢复或工程修复。

e) 检查施工单位的环境保护资料是否满足竣工环保验收的要求。整理施工环境保护环境监理竣工资料，参与竣工环境保护验收。

9.3.3.4 环境监理合同管理

a) 根据业主委托和授权拟订本建设项目环境保护合同体系及合同管理制度。

b) 协助业主拟订工程的各类环境保护条款，并参加环境保护类合同的商谈。

c) 合同执行情况的分析和跟踪管理。

- d) 协助业主处理与工程有关的环境保护类的索赔事宜及合同争议事宜。

9.3.4 环境监理工作目标

- a) 进度目标：环境保护措施制定与执行进度保持与工程进度同步。
- b) 质量目标：环境保护工程措施质量满足设计要求。
- c) 投资目标：工程措施的费用控制在施工合同规定的相应额度内，环境保护措施费的使用按环境保护行政主管部门、业主的有关规定执行。
- d) 环境保护目标：污染治理、生态保护及珍稀植物与古树保护、环境质量达到生态环境影响报告书及相关设计报告的相关要求。

9.3.5 环境监理工作依据

- a) 国家、广西壮族自治区法律、行政法规，水电工程建设监理及水电建设的部门规章和技术标准。
- b) 国家或国家授权部门与机构批准的工程项目建设文件。
- c) 环境监理合同。
- d) 发包人与施工承包人签订的正式合同或协议。
- e) 工程的施工图纸与文件。
- f) 水电工程施工监理规范、环境监理规范，广西壮族自治区针对环境监理的相关文件。
- g) 发包人指定使用的与本工程的有关制度、办法和规定。
- h) 环境保护行政主管部门批复的生态环境影响报告书，水行政主管部门批复的水土保持方案报告书。
- i) 重要环境措施的设计报告。

9.3.6 环境监理机构与设施

9.3.6.1 组织形式

受委托对工程进行环境监理的单位应组建独立的监理项目部，对其承担的工程建设标段或子项目划分确定的环境监理工作范围进行监理。监理工作实行总监负责制，根据项目工作量及专业差异，龙滩水电站 8、9 号机组建设工程部采用总环境监理工程师负责的直线职能组织形式，实行总环境监理工程师领导下的由各专业监

工程师支持的项目组管理形式，在明确责任的前提下，充分利用专业技术资源，执行统一的技术质量标准，便于施工过程中及时的组织协调。

为充分发挥监理人员作用，保证指令及反馈信息的快速传递，保证监理工作时效性及快速反应能力，通过配置足够数量且有充分监理经验的监理人员，尽量减少管理层次，缩短决策时间。总环境监理工程师应由具有三年以上同类工程工作经验的人员担任；总环境监理工程师代表应由具有两年以上同类工程工作经验的人员担任；专业环境监理工程师应由具有一年以上同类工程工作经验的人员担任。

9.3.6.2 监理设施

环境监理单位依托工程区设立，业主应提供、满足环境监理工作需要的如下设施：办公设施、交通设施、通信设施、生活设施。

9.3.7 环境监理工作程序

环境监理是工程监理的重要组成部分，与工程监理地位相同，其工作程序如下：

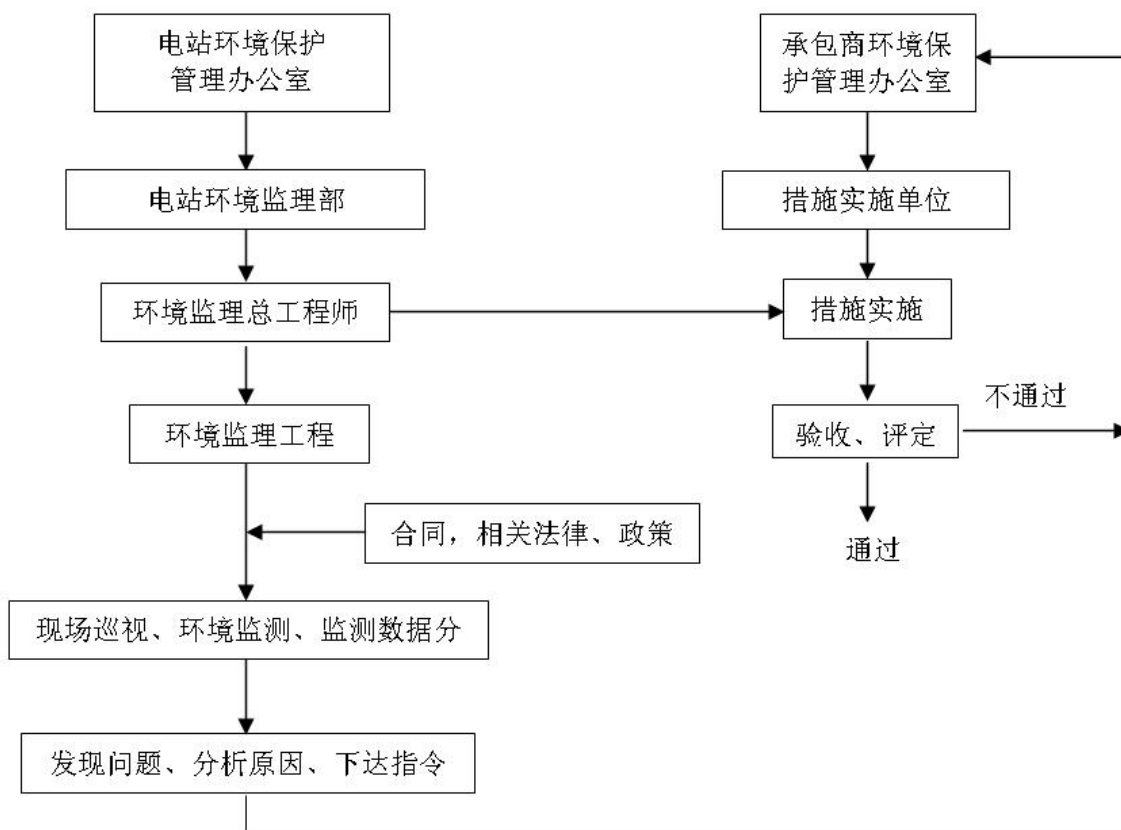


图 9.3.7 龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境监理工作程序图

9.3.8 环境监理工作制度

a) 工作记录制度

环境监理工程师每天根据工作情况作出工作记录(监理日志), 重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况, 当时发生的主要环境问题, 问题发生的责任单位, 分析产生问题的主要原因, 以及监理工程师对问题的处理意见。

b) 报告制度

监理部每月向工程建设环境保护管理办公室提交一份环境监理月报, 概述该月的环境监理工作情况, 说明施工区的环境状况, 指出主要的环境问题, 提出处理意见, 检查与监督处理结果。每半年提交阶段性评估报告, 对半年的环境监理工作进行总结。

c) 函件来往制度

环境监理工程师与承包商双方需要办理的事宜都是通过函件进行传递或确认的。监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题, 都是通过下发问题通知单的形式, 通知承包商需要采取的纠正或处理措施。

d) 环境例会制度

环境监理不定期会同工程建设环境保护管理办公室、设计单位、承包商环境保护管理办公室召开环境例会。通过环境例会, 承包商对本标的环境保护工作进行回顾总结, 监理工程师对该月各标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。

9.4 竣工环保验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》, 本项目在投入运行以前, 建设单位应当依据环评文件及其审批意见, 委托第三方机构编制建设项目环境保护设施竣工验收报告, 向社会公开并向环保部门备案。

a) 验收调查时段分为施工前和运行期。

b) 验收调查范围

原则上与环境影响评价文件的评价范围一致, 当工程实际建设内容发生变更或环境影响评价文件未能全面反映出项目建设的实际环境影响时, 应根据工程实际变更和实际环境影响情况, 结合现场踏勘对调查范围进行适当调整。

c) 验收调查重点

1) 设计期核查实际工程内容、设计方案变更情况和环境保护设计方案设计变更情况；对比建设项目的生态环境影响评价文件，调查环境敏感点变更和其他环境敏感目标的变更情况；对比建设项目工程内容和工程设计方案的变更，调查环境敏感点变更和其他环境敏感目标的变更情况；明确工程是否发生重大工程变更，是否符合竣工环境保护验收条件。

2) 施工期环境影响评价制度和其它有关环境保护法律法规执行情况；参考环评报告对相关生态环境影响的预测，调查施工期实际产生的生态环境影响，确定影响的程度和范围；调查环评报告及生态环境影响审批文件中提出的有关环境保护设施与要求的落实情况 and 保护效果；调查建设单位环境管理状况、环境监测制度执行情况；调查工程环境保护投资情况。

3) 运行期调查建设单位依据实际生态环境影响而采取的环境保护措施和实施效果，调查运营期环境风险源、环境风险防范与应急措施落实情况；调查运营期实际存在的生态环境问题、公众反映强烈的生态环境问题和需要进一步改进、完善的生态环境保护工作。

根据《中华人民共和国生态环境法典》中的生态环境保护“三同时”制度，环境管理、环境监测、环境监理和设施设备施工、运行和维护等，应根据工程施工进度安排，制定生态环境保护“三同时”验收计划，生态环境保护工作及验收工作见表 9.4-1。

表 9.4-1 龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境保护验收重点一览表

项目		任务	保护措施	时间安排	负责方	业主职责	投资(万元)	验收要求及标准
环境保护工程	施工期	生态环境保护	①开展生态环境保护宣传、教育；②在环境管理机构内设置生态保护机构	机构建设为施工期前 3 个月；运行管理为第 3 月～第 18 月	业主与工程承包单位	负责建设生态保护机构，开展宣传、教育	40.00	①生态保护机构设置情况，运行管理记录；②陆生生物保护宣传教育记录
			①建设鱼类增殖放流站放流种类为稀有白甲鱼、乌原鲤、长臀鲢、三角鲤、长鳍光唇鱼、唇鲮和暗色唇鲮等 7 种珍稀特有鱼类，远期考虑物种为卷口鱼、单纹似鲮。②放流规模为 130 万尾/年。③增殖站运行、放流工作纳入相关电站运行管理工作中；④放流效果评价	在第 1 月～第 18 月进行	业主与工程承包单位	负责有关事务安排，支付费用，督促承包方将环保设施主体工程同时施工建设	-	①龙滩鱼类增殖放流站设计、验收、运行记录证明；②龙滩、平班梯级鱼类增殖放流记录，相关协议，放流过程及证明；③前期放流效果总结报告
			栖息地保护措施：①在布柳河、曹渡河、六硐河沿岸村落建设 3 个栖息地巡护工作站②在线监控体系建设：布柳河、曹渡河的渔政执法监控网络平台项目建设。	在第 1 月～第 18 月进行	业主与工程承包单位	负责有关事务安排，支付费用，督促承包方将环保设施主体工程同时施工建设	1000	满足设计要求
			过鱼设施：①上行主要过鱼对象过鱼规模为 500 尾/年。② 龙滩水电站过鱼设施主要由上行升鱼机系统、下行集运鱼系统组成。上行过鱼设施由下游集鱼系统、提升转运系统及放流系统等组成。③过鱼设施的运行工作纳入相关电站运行管理工作中；	在第 1 月～第 18 月进行	业主与工程承包单位	负责有关事务安排，支付费用，督促承包方将环保设施主体工程同时施工建设	7181.66	满足设计要求
			科学课题研究：拟开展 6 大类共 20 项科学研究。6 大类研究主要包括分层取水措施关键技术研究、局地气候影响评估研究、电站周边区域生态科学研究、龙滩水电站生态调度效果评估及优化研究、重要鱼类增殖放流及效果评估关键技术研究、过鱼设施效果评估及提升关键技术研究。	运行期	业主与工程承包单位	负责有关事务安排，支付费用，落实相关科学课题研究	4780	-

表 9.4-1(续)

项目	任务	保护措施	时间安排	负责方	业主职责	投资	验收要求及标准
环境保护工程	水环境保护	施工废污水处理-含油废水处理：建设 1 个修配系统含油废水处理系统，总处理规模为 20 m ³ /d；废水处理系统构筑物有隔油池 2 座、清水池 2 座，尺寸分别为 4m×1.2m×3m，4m×4m×2.5m。废水处理后循环使用于工程机械和设备冲洗和维修。	修配系统投入使用前；设施建设为前 3 个月；运行管理为第 3 月~第 18 月	工程承包单位	负责有关事务安排，支付费用，督促承包方将环保设施主体工程同时施工建设	205.94	①检查废(污)水处理措施建设与运行情况，回用情况；含油废水处理后应达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GBT18920-2002)中车辆冲洗用水标准；生活污水处理后应达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级排放标准；③检查施工期龙滩坝址下游 1km 监测断面是否达到Ⅲ类标准
		施工废污水处理-生活污水处理：①建设 1 个生活处理系统，总处理规模为 50 m ³ /d，施工营地生活污水产生量为 31.2m ³ /d，生活污水处理设备主要由调节池、一体化生活污水处理设备、清水池等组成。施工营地生活污水处理后回用于施工场地降尘、绿化。②业主管理营地生活污水处理后，纳入天峨县当地的污水处理系统。	在施工营地投入运行前；设施建设为前 3 个月；运行管理为第 3 月~第 18 月				
		分层取水设施：采用拱架支撑式隔水幕墙方案，幕墙整体呈 C 字形包围进水口，幕布总体长度为 487m。左岸设置 1 个索塔，索塔外侧布置挡墙或小幅柔性幕布至 360.0m 高程。幕布右侧连接于大坝泄洪坝段与发电坝段衔接处，坝身设置滑动装置。索塔与大坝间设置钢桁架主拱，主拱可随着水位变化在索塔和坝身上下滑动，主拱弧长约 487m。	在第 1 月~第 18 月进行	业主与工程承包单位	负责有关事务安排，支付费用，督促承包方将环保设施主体工程同时施工建设	20027.19	满足设计要求-
	大气环境保护	①采取配备洒水车进行除尘、洒水措施，控制交通运输、工厂加工产生的粉尘影响范围，采取路面养护和洒水措施；②购置洒水车 1 辆、限速牌 12 个，要求无雨日每日定时四次洒水降尘	施工期，与相关施工设备和施工场地同步设置，同步投入运行；设施建设为前 3 个月；运行管理为第 3 月~第 18 月	工程承包单位	负责有关事务安排，支付费用，督促承包方购置设备，并按照设计要求开展大气污染防治	85.10	①检查施工区洒水车配置情况、洒水制度；②工程施工区边界外扩 200m 范围内大气环境质量达到《环境空气质量标准》(GB3095-2026)一级标准；③施工人员个人防护情况
	声环境保护	①选择低噪声设备，加强设备的维护，控制高噪声系统的运行方式；②禁鸣控速路段设置警示牌，控制车速；③对建设征红线居民实施噪声补偿；④购置并设置禁鸣标志与警铃各 10 个，在居民点附近设置移动式隔声屏障 200m。	施工期，与相关施工设备和施工场地同步设置，同步投入运行；设施建设为前 3 个月；运行管理为第 3 月~第 18 月	业主与工程承包单位	负责有关事务安排，支付费用，督促承包方及时实施噪声防护措施	36.7	①施工布置优化情况以及影响户变化情况；②检查施工区禁鸣标志与警铃设置情况；③针对噪声实际影响户补偿费用发放记录；④施工人员进行噪声防护情况检查

表 9.4-1(续)

项目	任务	时间安排	时间安排	负责方	业主职责	投资	验收要求及标准
环境保护工程	固体废物处理	①在施工区内建设生活垃圾收集、转运系统，包括 2 个垃圾收集站、1 辆生活垃圾运输车、6 个垃圾桶、8 果皮箱和 4 个危废收集桶	施工期，与相关施工设备和施工场地同步设置，同步投入运行；设施建设为前 3 个月；运行管理为第 3 月~第 18 月	工程承包单位	及时处理固废	72.83	①检查施工期施工区垃圾桶、果皮箱、垃圾站与危废收集桶设置情况；②检查生活垃圾与危废收集与处理情况
	人群健康保护	开展施工区卫生清理，对食品进行管理和监督；制定疾病预防防疫计划，建立防疫以及卫生机构	设施建设为前 3 个月；运行管理为第 3 月~第 18 月	业主与工程承包单位 工程承包单位	负责有关事务安排，支付费用，督促承包方及时完成卫生清理	130.92	①施工区的卫生清理记录；②施工期卫生防疫机构设置情况，运行管理记录；③食品卫生管理记录；④施工期流行疾病情况。
		建设符合标准的固定厕所、移动式厕所，以维持施工区环境卫生状况					
	环境监测	①对地表水水质、处理后的废(污)水水质实施监测，包括 4 个地表水监测断面，2 个废(污)水水质监测点	在第 1 月~第 18 月进行	环境监测单位	负责有关事务安排，支付费用，督促监测单位与卫生防疫部门按时完成工作	340.26	①检查环境监测报告和生态调查报告，掌握区域环境质量情况。②检查人员健康检查记录，流行病记录资料
		②对机电设备仓库加工厂、过鱼设施、珍稀植物园附近等 3 个点位开展陆生生态监测；在庫尾的南盘江八渡镇、北盘江白层镇，位于库区红水河镇、蒙江汇口和龙滩坝前，位于坝下段的天峨县大桥，位于支流蒙江八帅和布柳河向阳乡开展水生生态监测，共设置 9 个监测断面。					
		③对施工区边界的大气环境实时监测，在机电设备仓库及加工厂布设 1 个监测点					
		④对施工区边界的声环境实施监测，在筒高居民点、拉重居民点布设 2 个监测点					





表 9.4-1(续)

项目		任务	时间安排	时间安排	负责方	业主职责	投资	验收要求及标准
环境保护工程	运行期	环境监测	①对地表水水质实施监测，在平班坝下、董箐坝下、龙滩电站坝址上游 500m、龙滩坝址下游 1000m 设置 4 个监测断面 ②机电设备仓库加工厂、猪刺坪施工营地、①号道路区域开展陆生生态监测 ③在库尾的南盘江八渡镇、北盘江白层镇，位于库区红水河镇、蒙江汇口和龙滩坝前，位于坝下段的天峨县大桥，位于支流蒙江八渡和布柳河向阳乡开展水生生态监测，共设置 9 个监测断面。	运行期第 1 年～第 3 年	环境监测单位	负责有关事务安排，支付费用，督促监测单位按时完成工作	462	水质监测报告和生态调查报告
	环境保护工程	环境管理	建立环境管理机构，制定符合工程建设特点的管理制度，配备相应的执行人员	工程施工前	业主	负责环境保护机构建设、管理制度	52.86	环境管理机构设置情况，制度执行与管理记录，人员配备与变化情况
		环境监理	委托单位监理建立电站环境监理部，开展施工前期监理工作和施工期监理工作准备，要求建立完善的人员组织结构和制度	工程施工前	监理承担单位	负责确定监理工作承包商，并支付费用	200	环境监理部设置情况，监理单位与人员配备情况
		环境保护设计	完成包括水环境保护(包含分层取水设施设计)、大气防治、噪声防治、水生生态保护(包含栖息地保护和过鱼设施设计)、陆生生态保护、人群健康保护等在内的设计工作	工程施工前	设计承担单位	负责确定设计工作承包商，并支付费用	2628.6	环境保护设计文件，审查及验收文件

10 环境保护投资概算和环境影响经济损益分析

10.1 环境保护投资概算

10.1.1 编制原则

a) “谁污染、谁负责，谁开发、谁保护”原则。对于既保护环境又为主体工程服务，以及为减轻或消除因工程新建对环境造成的不利影响等，需采取的环境保护、环境监测和环境工程管理等措施，其所需的投资，应根据其项目的依附性质，列入工程环境保护投资。

b) “突出重点”原则。对项目影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护，在经费上予以优先考虑。

c) “功能恢复”原则。对于因工程新建对环境造成不利影响需采取的补偿措施；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模增加的投资，应由地方政府或有关部门、产权所有者自行承担。

d) “一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。

e) “一致性”原则。环境保护工程与主体工程同时设计、同时施工、同时运行。

10.1.2 编制依据

- a) 《水电工程设计概算编制规定(2013 年版)》NB/T 11408-2023；
- b) 《水电工程费用构成及概(估)算费用标准(2013 年版)》NB/T 11409-2023；
- c) 《水电建筑工程概算定额(2007 年版)》；
- d) 《水电工程环境保护专项投资编制细则》(NB/T 35033-2025)；
- e) 《关于颁布<水电工程设计概算费用标准(2007 年版)>第 1 号修改单的通知》(可再生定额〔2011〕7 号)；
- f) 其余同主体工程概算。

10.1.3 价格水平年

本概算价格水平年为 2026 年第三季度。

10.1.4 投资项目划分

本项目环境保护工程划分为：水环境保护工程、生态环境保护工程、大气环境保护工程、声环境保护工程、固体废物处理工程、人群健康保护工程、环境监测。

10.1.5 基础资料

10.1.5.1 基础单价

a) 人工预算单价

工程措施及临时措施人工预算单价与主体工程保持一致。

b) 主要材料预算单价

工程措施材料与主体工程一致，主体工程中没有明确规定的，采用当地现行价格。植物措施材料单价以工程所在地市场价格为准。

10.1.5.2 独立费用

a) 项目建设管理费：根据工程规模，费用为 4743.51 万元。

b) 科研勘察设计费：根据工程规模，费用为 2628.61 万元。

10.1.5.3 预备费

a) 基本预备费：按工程措施和独立费用之和的 5.0%取值。

b) 价差预备费：价差预备费由主体工程统一计列。

c) 建设期利息：建设期利息由主体工程统一计列，本报告不列建设期利息。

10.1.6 环境保护投资概算

10.1.6.1 环境保护总投资

本工程环境保护工程总投资为 47933.24 万元。其中，施工期环境保护工程投资为 29280.59 万元，运行期环境保护工程投资为 728 万元，独立费用为 7585.71 万元，增值税 3276.40 万元，基本预备费为 2282.54 万元。环境保护总投资见表 10.1.6-1。

表 10.1.6-1 环境保护工程总投资概算表

单位：万元

序号	工程名称	合计
一	施工期环境保护措施	29280.59
1	水环境保护	20233.13
1.1	施工废(污)水处理	205.94
1.2	分层取水措施	20027.19

表 10.1.6-1(续)

序号	工程名称	合计
2	生态环境保护	8381.66
2.1	生态保护宣传与教育	40.00
2.2	水生生态保护措施	7861.66
2.2.1	施工期保护	80.00
2.2.2	过鱼设施	7181.66
2.2.3	栖息地保护	1000.00
3	大气环境保护	85.10
4	声环境保护	36.70
5	固体废物处理	72.83
6	人群健康	130.92
7	环境监测	340.26
7.1	水质监测	199.86
7.2	生态监测	90.00
7.3	大气监测	7.20
7.4	噪声监测	3.20
7.5	人群健康监测	40.00
二	运行期	728.00
1	水质监测	192.00
2	生态监测	536.00
三	重大科研	4780.00
1	低温水减缓措施研究	980.00
2	气候影响评估研究	200.00
3	电站周边区域生态科学研究	1800.00
4	生态调度效果评估及优化研究	300.00
5	重要鱼类增殖放流及效果评估关键技术研究	600.00
6	过鱼设施效果评估及提升关键技术研究	900.00
第一、二、三部分合计		34788.59

表 10.1.6-1(续)

序号	工程名称	合计
四	独立费用	7585.71
1	项目建设管理费	4743.51
2	生产准备费	179.19
3	科研勘测设计费	2628.61
4	其他税费	34.40
五	第一、二、三、四部分合计	42374.30
	增值税	3276.40
六	基本预备费	2282.54
七	环境保护工程总投资	47933.24

10.1.6.2 主要分项工程投资

a) 水环境保护措施投资

水环境保护措施投资为施工区水环境保护措施工程的投资，见表 10.1.6-2。

表 10.1.6-2 水环境保护措施投资概算表

序号	项 目	建安费用	设备费用	工程费合计	运行费用	总投资
1	施工废(污)水处理	27.09	42.49	17.56	118.8	205.94
1.1	含油废水处理	7.73	7.64	2.77	52.8	70.94
1.2	生活污水处理	19.36	34.85	14.79	66	135.00
2	分层取水设施	-	-	-	-	20027.19
3	合计					20233.13

表 10.1.6-3 含油废水处理系统投资概算表

序号	项 目	单位	工程量	单价	土建费用	设 备	安装调试	运行	合 计
			/数量	元	万元	万元	万元	万元	万元
1	土方开挖	m ³	124	30	0.372				0.372
2	土石方回填	m ³	95	30	0.285				0.285

表 10.1.6-3(续)

序号	项 目	单位	工程量	单价	土建 费用	设 备	安装调试	运行	合 计
			/数量	元	万元	万元	万元	万元	万元
3	混凝土	m ³	23	325	0.7475				0.7475
4	钢筋	t	2.5	5300	1.325				1.325
5	污水管道	m	100	300	3				3
6	水管	m	200	100	2				2
7	电气设备	套	1	16000		1.6	0.18		1.78
8	污水 提升泵	台	2	4500		0.9	0.1		1
9	气浮机	台	1	20000		2	1		3
10	加药装置	套	1	25000		2.5	1.35		3.85
11	回用水提 升泵	个	2	3200		0.64	0.14		0.78
12	设施运行 与维护	月	44	12000				52.8	52.8
13	总投资	-			7.73	7.64	2.77	52.8	70.9395

表 10.1.6-4 施工区生活污水处理系统投资概算表

序号	项 目	单位	工程量/ 数量	单价	土建 费用	设备	安装 调试	运行	合计
				元	万元	万元	万元	万元	万元
1	土方开挖	m ³	468	30	1.404				1.404
2	土石方回填	m ³	318	30	0.954				0.954
3	混凝土	m ³	78	325	2.535				2.535
4	钢筋	t	11	5300	5.83				5.83
5	污水管	m	200	300	6				6
6	水管	m	200	100	2				2
7	清水泵	个	2	3200	0.64				0.64
8	污水提升泵	台	2	4500		0.9	0.1		1
9	回转式格栅机	个	1	5000		0.5	0.1		0.6
10	成套设备WSZ-A10	套	1	300000	-	30	12	-	42
11	电气设备	套	1	25000	-	2.5	1.875	-	4.38
12	移动厕所	套	1	9500	-	0.95	0.7125		1.66
13	设施运行与维护	月	44	15000	-	-	-	66	66
14	合 计	-			19.36	34.85	14.79	66	135

表 10.1.6-5 分层取水设施专项投资概算表

编号	项目名称	投资(万元)
I	枢纽工程	
一	施工辅助工程	683.26
二	建筑工程	8888.30
三	环境保护和水土保持专项工程	36.70
四	机电设备及安装工程	5320.10
五	金属结构设备及安装工程	5098.84
六	合计	20027.19

b) 生态保护投资

本项目生态保护投资主要包括生态保护宣传与教育、过鱼设施、栖息地保护等。生态保护投资具体实施年限及投入费用见下表。

表 10.1.6-6 生态环境保护措施投资概算表

序号	项 目	单位	工程量 /数量	投 资 (万元)	
1	生态保护宣传与教育	-	-	120	
1.1	生态保护宣传	年	4	120	
2	水生生态保护措施			8261.66	
2.1	过鱼设施	项	1	7181.66	
2.2	鱼类增殖放流站	项	1	0	投资已计入龙滩水电站 1000 吨级通航建筑物工程项目投资
2.3	栖息地保护	项	1	1000	
3	合计	-	-	8381.66	

表 10.1.6-7 过鱼设施建设投资概算表

编号	项目名称	投资万元
I	枢纽工程	
一	施工辅助工程	1274.60
二	建筑工程	1259.36
三	环境保护和水土保持专项工程	0

表 10.1.6-7(续)

编号	项目名称	投资万元
四	机电设备及安装工程	4561.43
五	金属结构设备及安装工程	86.27
六	合计	7181.66

c) 大气与声环境保护投资

本工程大气环境保护费用为 85.10 万元；施工区噪声防护措施费用为 36.70 万元。投资概算见表 10.1.6-8、表 10.1.6-9。

表 10.1.6-8 大气环境保护措施投资概算表

序号	项 目	单位	工程量 /数量	单价 (元)	合 计 (万元)
1	洒水车	辆	1	300000	30.00
2	油烟净化装置	套	1	5000	0.50
3	限速牌	个	12	500	0.60
4	设施运行与维护	月	18	20000	36.00
6	雾炮机	套	10	5000	5.00
7	其 他	-	-	-	13.00
8	合 计	-	-	-	85.10

表 10.1.6-9 声环境保护措施投资概算表

序号	项 目	单位	工程量 /数量	单价 (元)	合 计 (万元)
1	禁鸣标志	个	10	500	0.50
2	警 铃	个	10	200	0.20
3	移动式隔声屏障	m	200	1500	30.00
4	其他				6.00
5	合 计	-	-	-	36.70

d) 固体废物处理投资

本工程固体废物处理费用为 72.83 万元，投资概算见表 10.1.6-10。

表 10.1.6-10 固体废物处置投资概算表

序号	项 目	单 位	数 量	单 价 (元)	费 用 (万元)	备 注
1	垃圾桶	个	6	400	0.24	
2	果皮箱	个	8	300	0.24	
3	垃圾收集站	个	2	8000	1.60	
4	垃圾运输车	辆	1	250000	25.00	8t密封运输车
5	垃圾管理	人·年	2	40000	8.00	4 万/a·人, 1 人, 2 年
6	垃圾收集	t	160	900	14.40	收集、分选
7	垃圾处理	t	160	159.1	2.55	运输、处理
8	危废收集桶	个	4	2000	0.80	
9	危废处理	年	2	100000	20.00	
10	合计	-	-	-	72.83	

e) 人群健康保护投资

本工程施工区人群健康保护费用为 130.92 万元，投资估算见表 10.1.6-11。

表 10.1.6-11 人群健康保护投资概算表

序号	项 目	单位	数量	单 价 (元)	费 用 (万元)	备 注
1	卫生清理	次·月	18	30000	54.00	人工清理
2	食品卫生管理与监督	项·年	2	30000	6.00	年费用 2 万, 2 年
3	卫生防疫机构	个	1	150000	15.00	
4	移动式厕所	个	6	68000	40.80	
5	固定厕所	个	6	15200	9.12	
6	粪便处理	t	200	300	6.00	
7	合计		-	-	130.92	

f) 环境监测投资

环境监测总投资为 1068.26 万元，各项环境监测费用见表 10.1.6-12。

表 10.1.6-12 环境监测费用概算表

序号	项 目	监测点数 (个/站)	项目 (个)	次数 (个)	单 价 (元/次)	费 用 (万元)
1	施工期	-	-	-	-	340.26
1.1	水质监测					199.86
(1)	施工期地表水监测	4	20	1500	16	196.40
(2)	施工期生产废水监测	2	9	240	8	3.46
1.2	大气监测	1	3	3000	8	7.20
1.3	噪声监测	2	2	500	16	3.20
1.4	人群健康监测	1	1	100000	4	40.00
1.5	陆生生态调查	3	-	60000	1	18.00
1.6	水生生态调查	9	-	80000	1	71.00
2	运行期					728
2.1	地表水水质实时监测	4	24	25000	-	192
2.2	陆生生态调查	3	-	100000	3	320
2.3	水生生态调查	9	-	100000	6	216
3	合计					1068.26

g) 科学研究

重大科学研究总投资为 4780 万元，各项科学研究费用见表 10.1.6-13。

表 10.1.6-13 重大科学研究概算表

序号	重大科学研究	单位	数量	投资
1	低温水减缓措施研究	项	1	980
2	气候影响评估研究	项	1	200
3	电站周边区域生态科学研究			1800
3.1	龙滩水电站运行对库周生态敏感区影响效应研究	项	1	200
3.2	龙滩水电站运行水文情势变化对红水河龙滩段水生生态系统完整性影响研究	项	1	500
3.3	库区周边典型珍稀保护植物生长状况研究	项	1	200
3.4	库区小气候变化对生态敏感区和保护植物的影响研究	项	1	300
3.5	龙滩水电站蓄水前后库区植被演替规律研究	项	1	200
3.6	库区消落带植被的监测和研究	项	1	100
3.7	外来鱼类的监测与防控研究	项	1	300
4	龙滩水电站生态调度效果评估及优化研究	项	1	200
5	重要鱼类增殖放流及效果评估关键技术研究	项	4	600
6	过鱼设施效果评估及提升关键技术研究	项	6	900
7	合计			4780

10.2 环境影响经济损益分析

根据本工程环境影响评价和工程环境保护措施经济论证结果，对本工程建设的环境影响进行经济损益分析。分析计算中，考虑了本工程建设与生态效益、社会环境以及区域社会经济的可持续、稳定、协调发展的条件，按照等效、替代原则计算环境效益；以减免不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需的费用计算环境损失。

10.2.1 环境效益分析

从保护工程建设区域生态环境、促进区域社会经济发展的角度，本工程建设的环境效益由经济效益、社会效益和生态效益构成。其中，经济效益主要表现为本工程的发电效益；社会效益为本工程建设对当地社会经济的贡献；生态效益包括本工程替代燃煤和替代工程所需的环境保护投资。

10.2.1.1 经济效益

龙滩电站 8、9 号机组装机规模 1400MW，投入电网运行后，可替代火电容量 1400MW，节约燃煤火电煤耗量 59.31 万t/年，减少调峰弃电量 16.76 亿kWh。，减排二氧化碳约 157.3 万t，减排二氧化硫约 0.5 万t，减排氮氧化物 0.5 万t。此外，还可减少火电站冷却温水对河道水生物的不利影响，避免火电厂运行排放对周围生态的影响，避免煤矿开采造成资源破坏、生态破坏以及燃料运输等一系列问题，环境效益显著，可促进地方经济可持续发展。

10.2.1.2 社会效益

广西龙滩自治区级自然保护区、贵州罗甸蒙江国家湿地公园、贵州册亨北盘江国家级湿地公园、贵州望谟北盘江国家湿地公园、贵州北盘江大峡谷国家湿地公园均依托龙滩水库，龙滩水电站大坝均是景观组成部分。8、9 号机组建设工程建成后，将给大坝这一个人工景观添加新的元素，有利于旅游概念的拓展。

10.2.1.3 生态效益

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程作为清洁能源项目，可替代电网中的火电装机，减少煤炭消耗和温室气体排放，有利于环境保护。龙滩水电站 8、9 号机组装机 1400MW，可替代系统火电装机 1400MW，每年可减少标准煤消耗约 59.31 万t，减排二氧化碳约 157.3 万t，减排二氧化硫约 0.5 万t，减排氮氧化物 0.5 万t。龙滩 8、9 号机组具有调峰、调频和备用任务，能为系统提供 1400MW 调峰、调频和备用容

量，且其备用时间最长可达一个月，能平抑风电出力波动给电网带来的不稳定因素，也能在光伏出力不可靠的时候，随时顶替其承担负荷高峰出力，对广西电网大规模开发风电、光伏等新能源开发有重要的促进作用，有利于广西实现新能源占比不断提升的新型电力系统的构建，助力“碳达峰、碳中和”目标的实现。

10.2.2 环境损失分析

采用“恢复费用法”，以减免不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需费用进行计算。根据本工程建设及区域环境特点，为减免、恢复或者补偿不利影响所采取的环境保护措施主要包括：施工废(污)水处理、生态保护措施、水土保持措施、大气污染控制措施、噪声防护措施、固体废弃物处理措施、环境监测、环境管理及环境监理等。为保证龙滩水电站 8、9 号机组各项环境保护措施的实施，需要投入的环境保护总投资为 4.79 亿元。

10.2.3 环境影响损益分析

从环境保护角度考虑，本工程的生态效益很明显，电站运行 10 年所节约的燃煤和脱硫费用已超过工程的环境保护和水土保持的总投资。本工程可货币化的环境效益大于环境损失补偿。根据龙滩水电站以及其他流域的水电站进行统计分析，电站的建设对优化电网结构和促进地方收入，协调景区旅游发展，调整产业结构，促进地方社会经济的发展起了很重要的积极作用。

因此，从环境经济损益分析角度，本工程的新建是合理可行的。

11 评价结论与建议

11.1 工程概况

a) 龙滩水电站一期工程

龙滩水电站位于红水河上游广西天峨县境内，距天峨县城 15km，坝址控制流域面积 9.85 万 km²，多年平均流量 1570m³/s。工程以发电为主，兼顾防洪、航运、水资源配置等综合利用。2001 年 4 月，原国家计委以计基础〔2001〕567 号文批复了龙滩水电站可行性研究报告，同意工程分两期建设，一期工程水库正常蓄水位 375m，二期水位 400.00m。一期工程水库正常蓄水位 375.00m，相应库容 162.1 亿 m³，调节库容 111.5 亿 m³，为年调节水库，装机容量 4900MW，枢纽工程主要由碾压混凝土重力坝、泄洪消能建筑物、左岸地下引水发电系统和通航建筑物等组成，最大坝高 192.0m。龙滩水电站一期主体工程于 2001 年 7 月 1 日正式开工，2006 年 9 月 30 日下闸蓄水，2007 年 5 月首台机组发电，2008 年底除通航建筑物外的一期工程完工，2010 年 12 月通过达标投产验收。

龙滩水电站一期枢纽工程的建设遵循“400m 设计、375m 建设”的原则，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。

b) 龙滩水电站 8、9 号机组建设工程

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，与 8、9 号机组相关的进水口坝段、输水系统、发电建筑物均完成土建施工。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。一期工程与 8、9 号机组的水轮机尾水管、蜗壳、座环、底环、基础环、机坑里衬均已预埋，发电机的定子基础、上下机架基础坑已预留。

8、9 号机组建设工程主要为机组设备和配套辅机、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 8、9 号机混凝土浇筑，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”措施鱼类增殖站、过鱼设施、分层取水设施的施工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。

工程总投资为 191388.23 万元。

11.2 工程分析

本工程属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》中鼓励类的电力项目，符合国家产业政策；工程建设符合国家《新型能源体系建设“十五五”规划》《可再生能源发展“十五五”规划》《珠江流域综合规划(2012-2030)》的要求，工程已列入《广西能源发展“十四五”规划》清洁低碳能源重点项目水电类名录。工程建设符合天峨县、河池市、广西壮族自治区的经济发展规划。工程建设十分必要，工程设计方案和施工布置方案从环境角度分析是合理的。

工程占地均利用龙滩水电站一期工程原有征地，不新增占地。工程用地范围不

占用生态保护红线、自然保护地、国家一级公益林和一级保护林地、永久基本农田、全国重点文物保护单位等环境敏感区。本工程区上游 1km 处为广西龙滩自治区级自然保护区，下游分布有广西龙滩大峡谷国家森林公园和广西天峨陇麻坡饮用水水源保护区。龙滩水电站库区范围涉及自然保护地优化调整后的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、贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区、贵州罗甸蒙江国家湿地公园，涉及蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区、生态保护红线。本工程为龙滩水电站的 8、9 号机组建设工程，不改变原水库正常蓄水位和淹没范围，工程建设符合上述环境敏感区相关法律法规、规章、政策、规划等的相关要求。

工程施工期废污水经处理后全部回用或综合利用，运行期没有废水和大气污染物排放，不会触及环境质量底线。工程不占用永久基本农田，报告书提出了合理的生态保护要求，通过 8、9 号机组建设工程建设可减少煤炭消耗和温室气体排放，助力“碳达峰、碳中和”目标的实现，符合资源利用上线要求。经与贵州省、广西壮族自治区环境总体准入要求、工程所涉环境管控单元生态环境准入清单全面比对，确认本项目建设符合生态环境管控分区要求。综上，本工程建设符合生态环境管控分区的要求。

11.3 环境现状

11.3.1 自然环境概况

龙滩水电站位于高山峡谷区，坝址在近南北走向的八奈背斜和天峨背斜之间的龙滩向斜西翼上。坝址河谷为较宽阔的“V”形谷，河流流向由上游的S30°E，转至坝址处为S80°E。枯水期河水面高程 219m，水面宽 90m~100m，河床覆盖层厚 0m~6m，基岩面高程一般为 200m 左右，最低点 191m。左岸地形整齐，山体宽厚，右岸受 8 条冲沟切割地形完整性较差。两岸山顶高程 600m 左右，岸坡坡度 32°~42°，残坡积层厚 0.5m~2.0m，局部厚 8m~25m。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。

11.3.2 地表水环境

根据监测统计结果，龙滩库区、岩滩库区监测点位各指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求。龙滩坝下陇麻坡饮用水水源保护区、龙滩库区支流曹渡河监测单位各项指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类标准要求。整体而言，评价区域地表水环境质量状况较好。

11.3.3 陆生生态

本工程重点评价区土地利用类型以林地为主，所占面积最大，为 2151.27hm²，占重点评价区总面积的 63.08%；其次为建设用地及草地，所占面积分别为 594.00hm²、385.92hm²，分别占重点评价区总面积的 17.42%、11.32%；其他类型用地面积较小。

评价区主要维管束植物有 131 科 424 属 659 种，自然植被有 5 个植被型组、6 个植被型、6 个植被亚型、9 个群系。评价区有国家重点保护野生植物有 29 种，其中国家一级有 5 种，国家二级 24 种；重点评价区有福建柏、红椿、金毛狗等 3 种国家二级保护植物；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。评价范围内有古树 4 株，均处于工程施工范围以外，不受工程影响。评价区分布的陆生脊椎动物有 4 纲 31 目 125 科 554 种；其中国家一级重点保护野生动物 16 种，国家二级重点保护野生动物 75 种；广西壮族自治区级重点保护野生动物 85 种，无贵州省级重点保护野生动物。

工程项目用地范围不占用各类自然保护地，龙滩水电站原库区涉及自然保护地整合优化后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、贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区、贵州罗甸蒙江国家湿地公园，涉及蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区、生态保护红线，坝址下游约 5km 分布广西龙滩大峡谷国家森林公园。

11.3.4 水生生态

评价区有鱼类 8 目 21 科 114 种。有单纹似鲮、花鳊、乌原鲤、斑鳊、叉背金线鲃 5 种国家二级保护动物，有广西壮族自治区重点保护动物唇鲮、巨修仁鲃。根据《中国生物多样性红色名录》，花鳊、单纹似鲮、乌原鲤、长臀鲃、唇鲮为濒

危等级，叉背金线鲃、暗色唇鲮、巴马拟缨鱼、稀有白甲鱼为易危等级。产漂流卵鱼类产卵场应位于北盘江白层镇附近水域，主要产卵鱼类为鳅等。南盘江产漂流卵鱼类产卵场主要位于田林八渡段，主要产卵鱼类为美丽华沙鳅、壮体沙鳅等小型产漂流卵鱼类。产粘沉性卵鱼类产卵场主要位于北盘江白层镇段、南盘江八渡镇段及坝下六排大桥至六美大桥之间约 2.5km 河段等区域及支流蒙江、布柳河和盘阳河。索饵场在评价区库湾、库汉水生植物丰富处零散分布，龙滩水电站蓄水后，库区水位升高，流速减缓，水深增加，库区内已经成为评价区鱼类适宜的越冬场。

评价区有浮游植物 5 门 86 种(属)，浮游植物平均密度为 $76.94 \times 104 \text{ ind./L}$ ；有浮游动物 4 大类 62 种，浮游动物密度平均为 3962.65 ind./L ；有底栖动物 3 门 14 种(属)14 种，底栖动物平均密度为 11 ind./m^2 ；有水生维管束植物 12 种，主要种类有苦草、轮叶黑藻、菹草等。

11.3.5 大气和声环境

工程区及周围区域内无工矿企业等大气、噪声污染源。根据我院 2026 年 3 月监测结果，工程区大气中的二氧化硫(SO_2)、二氧化氮(NO_2)、总悬浮颗粒物(TSP)等指标达到《环境空气质量标准》(GB3095-2026)二级标准的要求；工程区的环境噪声达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 1 类标准，声环境质量良好。

11.4 龙滩一期工程环境影响回顾性评价

a) 水文情势影响

受年调节影响，水库发挥“蓄丰补枯”功能，年内径流分配发生明显变化。平枯水期(11 月~次年 4 月)下泄径流较增加，丰水期(5 月~10 月)下泄径流量减小，径流丰枯比由入库的 7:3 调整为出库的 5.5:4.5，年内分配趋于均匀。库区水位年际变幅较大，丰水期蓄水抬高，枯水期消落降低。坝下河道月均水位受岩滩水库顶托与龙滩出流双重控制，其中岩滩库区运行水位为主导因素，龙滩下泄流量为次要因素。

受日调节影响，电站调峰运行导致日内流量剧烈波动，坝下不稳定流影响明显。其中 6 月~7 月调峰强度最高，9 月~10 月调峰强度较低。日内流量呈现明显的午、晚双峰特征，鱼类繁殖期(4~7 月)调峰流量大多超过 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ ，下游天峨水文站日内水位变幅可达 2.5m~3.3m。库区日内水位变幅较小，受上游电站日内调峰的叠加影响。

龙滩水库拦沙效果显著，坝下天峨站含沙量由建库前的 0.42kg/m^3 降至 0.01kg/m^3 ，有效减轻下游梯级淤积负担。龙滩电站作为红水河龙头梯级，在“蓄丰济枯”和“压咸补淡”中发挥关键作用，枯水期年均补水 33.30 亿 m^3 ，有力保障了珠江三角洲及澳门、珠海等地的供水安全。

b) 水温影响

根据水温现状观测结果，龙滩水库全年水温分层较为稳定，除 1 月外，其余各月都存在分层现象，在 7 月和 9 月出现了双温跃层。龙滩水库下泄水温与天然河流水温差别大，春、夏两季下泄水月平均水温明显低于建库前河流水温，秋、冬两季则有所提高；相比天然水温，龙滩坝下水温在 3 月至 9 月出现不同程度的温降。下泄低温水主要影响月份在 4 月至 7 月，温差最大出现在 5 月份，最大温差 -4.3°C ；冬季，龙滩水库的出库水温要高于入库水温，12 月水温升高最高，达 4.7°C 。

龙滩下游各水文站水温受天生桥一级、光照水电站、董箐、龙滩水电站等梯级的累积性影响。天一水库下泄水温与天然河流水温差别大，并对下游水温分布产生明显影响。天一水库春、夏两季下泄水月平均水温明显低于建库前河流水温，秋、冬两季则有所提高；至坝址下游 170km 与北盘江汇合后，对水温仍有影响。流域已建梯级对水温的综合影响最远影响距离可至坝下约 604km 柳江河口，与柳江汇合后，温降可减小至 1°C 以内。

c) 地表水环境

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。水库水质监测及计算结果显示，水库整体处于中营养化状态，库区水体水质未发生明显的变化。

d) 水生生态

龙滩水电站建库后，库区鱼类整体结构已发生根本改变，急流生态类型鱼类和产漂流卵鱼类比例明显下降，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、齐氏罗非鱼、草鱼、黄颡鱼、鲢、鳙、大口鲶等，花鳊、鳊、花棘鲮、海南鳊、稀有白甲鱼、大眼卷口鱼、乌原鲤、波纹鳊等洄游、喜流水底栖生活的鱼类明显减少。

库区形成后，原有的产卵场、索饵场被淹没，但在库尾北盘江、南盘江、坝下及部分支流河段保留有部分小型产漂流卵鱼类产卵场和产粘沉性卵鱼类产卵场。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。

e) 陆生生态

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。工程建设前后和运营期调查区植被均以针叶林、灌草丛植被占优势，其次是农业植被。区域植被仍呈现自然植被为主，并具有一定人为干扰的特点。随着天然林保护及退耕还林工程的实施，以及龙滩、雅长等自然保护区的建立，区域森林植被的面积有所增加。

工程建设对动物的影响主要是导致生活在原河谷地带的动物种群数量发生变化，未造成动物种类组成的变化。且随着建库后生态调查次数的增加以及调查的深入，库区周围一些此前未被发现的物种陆续被发现。

f) 环境变化总体评价

龙滩水电站在发挥巨大社会效益的同时，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 352.82m，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 3 月~9 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。

11.5 8、9 号机组建设工程主要环境影响评价

a) 地表水环境影响评价

1) 水文情势

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程不改变水库现有运行调度方式，正常蓄水位、汛限水位及死水位等特征水位维持不变。工程运行后月旬平均下泄流量与现状基本一致，仅在日内调峰过程中流量过程有所变化。一般工况下，工程建设对水文情势

基本无影响。工程对水文情势的影响主要集中于极端满发调峰工况(9 台机组全开), 根据 2009 年~2024 年调度数据预测开启 9 台机组参与调峰的工况全年平均出现天数约为 15 天, 该工况出现频次较低, 实际影响几率有限。

(1) 库区水文情势

库区河段, 受龙滩水库巨大调蓄能力影响, 工程建设对库区水位、流速影响甚微。极端满发工况下各敏感断面日内最高水位增幅不超过 0.08m, 日内最低水位降幅不超过 0.28m, 水位日变幅最大增加约 0.30m, 每小时水位变化速率增幅小于 0.05m/h, 流速变化较小。库区各生态敏感区所在河段水文情势无明显变化, 库尾河段水位变幅较坝前增加, 库尾以上流水河段基本不受影响, 日内水位波动不变但波动幅度小幅增加。工程建设不会对库区敏感目标产生明显水文情势影响。

(2) 坝下水文情势

坝下河段, 极端满发调峰工况下, 坝下 5.8km 处丰水期典型日日内最高水位升高 1.56m, 最低水位降低 0.25m, 日内水位变幅由 6.57m 增至 8.38m, 最大时变幅由 1.90m 增至 2.69m; 影响沿程向下游递减, 至坝下 22.9km 处最高水位增幅降至 0.97m, 水位变幅的增幅降至 1.16m, 最大流速增幅由 0.29m/s 递减至 0.16m/s, 日均流速基本不变; 坝下河段不稳定流影响范围略有扩大, 但下游河道水深较深, 水面宽增幅小于 5%。坝下 5.8km 处枯水期典型日日内最高水位升高 1.44m, 最低水位增加 0.01m, 日内水位变幅由 4.89m 增至 6.32m, 最大时变幅由 1.08m 增至 1.71m; 影响沿程向下游递减, 至坝下 22.9km 处最高水位增幅降至 0.84m, 水位变幅的增幅降至 0.83m, 最大流速增幅由 0.29m/s 递减至 0.15m/s, 日均流速基本不变; 坝下河段不稳定流影响范围略有扩大, 但下游河道水深较深, 水面宽增幅小于 5%。

极端满发工况下, 六排产粘沉性鱼类产卵场, 鱼类繁殖期日内水位时变幅超 0.5m 的时段有所延长, 丰水期由 9h 增至 15h, 枯水期由 5h 增至 10h, 最大流速增幅 0.16m/s~0.17m/s, 河宽日变幅占均值约 15%, 但因极端工况出现频率较低, 且该产卵场所在河段为典型 U 型河道, 水位涨落对鱼卵的暴露风险较低, 影响总体可控。天峨县城及广西龙滩大峡谷国家森林公园所在河段水位变幅有所增大, 但最大下泄流量远小于天然洪水流量, 水流归槽, 不影响生产生活及公园正常运营。

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程对水文情势的影响主要局限于极低频次的满发

调峰时段，库区影响微弱，坝下河段水位、流速短期波动有所增大但程度有限，各生态敏感目标和城镇河段水文情势变化在可接受范围内，工程建设整体水文情势影响可控。

2) 水温影响

通过垂向零维热通量公式计算发现，由于 8、9 号机组进水口中心线相对于 1~7 号机组高出 10m，库区温跃层会略微有所抬升。但由于水库特征水位未发生变化，现电站机组的额定水头未改变，8、9 号机组的运行不会明显改变龙滩库区的现有水温结构，下泄水温略微提升约 0.1℃，基本维持原状。

3) 水质影响

本工程建设期将产生含油废水和施工营地生活污水。含油废水最大产生量预估为 20m³/d。施工高峰期生活营地污水最大产生量预估为 31.2m³/d，如不有效处置将对工程河段水质产生不利影响。本工程施工废污水经处理后综合利用，不外排，正常运行情况下对红水河水质不会造成影响。工程建成后，库区及坝下河段区间入河污染负荷量未增加，运行期库区及坝下河段水质基本不会发生改变，库区发生富营养化的可能性较小。

b) 陆生生态影响评价

工程施工期不新增占地，附属的施工场地均利用原有施工用地，施工占地和施工活动不会导致植被分布面积和生物量发生较大变化，对动植物影响较小。工程不改变水库特征水位，不改变现有运行调度方式，工程运行后库区及坝下水位、水面宽度、流速等变化幅度均较小，水库淹没范围不变，因此不会破坏动植物及其适宜生境，对陆生生态基本无影响。

工程不新增占地，全部利用龙滩水电站一期工程原有征地，用地范围不涉及各类环境敏感区。工程原龙滩水库库区范围涉及广西龙滩自治区级自然保护区、贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区、广西雅长兰科植物国家级自然保护区、贵州罗甸蒙江国家湿地公园；工程不改变水库特征水位，不会改变现有的库区淹没面积，工程运行期库区水位变化幅度较小，流速基本无变化，不会对原库区分布的上述敏感区产生明显影响。龙滩大峡谷森林公园位于电站坝下约 5km 处，工程运行期一般工况下，坝下水文情势无变化，基本不会对森林公园产生环境影响。运行期 9 台机

组全部满发极限情况下(满发频率少于 5%), 坝下森林公园段水位最高增幅小于 1.6m、水面宽度最高增幅小于 5%, 增幅均小于坝下历史水位变动范围。由于 9 台机组全部满发为低频率工况, 工程运行对广西龙滩大峡谷国家森林公园产生的整体影响有限。

c) 水生生态影响评价

工程主体工程部分不涉及动土开挖, 不新增占地, 施工期基本不会对水生生物和鱼类产生不利影响。工程运行后一般工况下库区及坝下水文情势基本无变化, 不会对库区及坝下的水生生物造成影响。环境影响集中于极端满发(9 台机组全开)调峰工况, 由于该工况出现频次较低, 实际影响几率有限。

极端满发调峰工况, 库区河段受龙滩水库巨大调蓄能力缓冲, 工程运行后库区水位增幅 $\leq 0.08\text{m}$ 、降幅 $\leq 0.28\text{m}$, 流速基本不变, 库区水文情势无明显变化, 仅库尾日内水位波动次数可能增加, 整体无显著影响, 工程运行基本不会对库尾和库区的水生生物组成造成影响, 对库尾产卵场产生的影响有限; 坝下河段 5.8km 处水位变幅由 6.57m 增至 8.38m(丰水期), 影响沿程递减, 至 22.9km 处变幅增幅降至约 1m, 水面宽增幅 $< 5\%$, 日均流速不变, 坝下水位变幅增加可能对坝下水生生物栖息空间及产卵场造成一定的影响。

花鳊、叉背金线鲃及单纹似鲃、乌原鲤等保护物种主要分布于库尾、支流或暗河, 受工程影响有限; 斑鳊在坝下有一定资源量, 极端满发工况下浅水区不适栖息、深水区流速波动大, 饵料生物减少, 可能受到一定不利影响。产卵场方面, 库尾北盘江鳊鱼产卵场、南盘江产卵场水文要素基本不变, 影响有限; 库区水位日变幅不超过 0.30m, 对产粘沉性卵鱼类存在轻度不利影响。坝下六排大桥产卵场满发工况下日内水位变幅增加 1.36m, 水位时变幅超 0.5m 的时长由 8h 增至 15h, 对鱼卵孵化不利, 但满发工况年出现概率低、影响时空受限, 总体生态风险较低。

d) 大气环境影响评价

工程施工期大气污染源主要为场内交通和燃油机械产生 TSP、 NO_2 等大气污染物, 污染物属无组织排放。工程施工干道附近 200m 范围内无居民点, 在施工干道 300-500m 范围分布有拉重和筒高居民点。在采取加强路面清扫、洒水降尘、控制车速等措施后, 对附近居民点影响较小。

e) 声环境影响评价

工程施工对声环境的影响主要来自于场内交通运输、环保“以新代老”措施等施工活动。工程施工干道附近 200m 范围内无居民点，声敏感目标主要为施工干道外 300-500m 范围分布的拉重和筒高居民点。根据预测，工程施工期交通噪声不会使拉重和筒高居民点的声环境质量超标，交通噪声对周围影响较小。运行期，发电机组会产生一定的噪声，但不会影响厂房外的声环境。

f) 固体废物环境影响分析

工程区未经处理的垃圾直接排放，或在雨水的冲刷下进入施工区河段，将造成施工区河段以及施工区下游的水环境污染。运行期电厂生活管理区固体废物主要来源于生活区和生产车间，产生的数量很小，可纳入电厂生活管理区已有的生活垃圾处理系统，对环境影响较小。

11.6 环境保护对策措施

11.6.1 水环境保护措施

水质保护措施：施工期施工人员生活污水拟采用一体化设备处理，处理达标后回用于工程绿化、洒水降尘使用，禁止外排；工程含油废水采用隔油池处理达标后，可作为洗车用水回用。运行期电站现场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，回用于运行期工程绿化、洒水降尘使用。运行期管理人员生活区业主营地的生活污水，利用业主营地现有标准化粪池处理后，进入塘英区市政污水管网，最终汇入天峨县县城污水处理厂。

分层取水设施：根据龙滩水电站复杂建设条件及工程特点，针对不同分层取水措施从水温改善效果、水荷载、流场流态、水头损失、行洪及通航影响、建设技术、工程投资等方面进行了深入研究，推荐采用水温改善效果最好且不受通航及行洪安全限制的拱架支撑式隔水幕墙方案。拱架支撑式隔水幕墙方案整体呈 C 字形包围进水口，幕布总体长度为 487m。左岸设置 1 个索塔，索塔位于左岸死水位高程 330.0m 附近，索塔外侧布置挡墙或小幅柔性幕布至 360.0m 高程。幕布右侧连接于大坝泄洪坝段与发电坝段衔接处，坝身设置滑动装置。索塔与大坝间幕墙顶部设置钢桁架主拱，主拱可随着水位变化在索塔和坝身上下滑动，主拱弧长约 487m。本方案在 4~7 月水温改善效果为 $0.2^{\circ}\text{C} \sim 1.5^{\circ}\text{C}$ ；方案幕顶最大流速约 0.58m/s，低于

1.5m/s的限制流速。发电工况荷载最大约为 2136t，幕墙总荷载 246t，所受荷载安全可控，符合行洪安全要求。方案不占用航道，船只可安全通行。

11.6.2 陆生生态保护措施

制定施工期生态环境保护规定和制度，加强施工期和运行期管理，加强对施工和运行人员的管理，严格控制施工占地规模，严禁捕猎野生动物，保护动植物资源；进行工程建设影响区的生态补偿和生态修复跟踪监测。

11.6.3 水生生态保护措施

本阶段需要实施的水生生态保护措施主要以“以新带老”措施为主，主要包括：栖息地保护、过鱼设施、鱼类增殖站(已列入龙滩通航项目)等环境保护措施。

栖息地保护措施：将布柳河拟建新林电站以下至河口 42km河段、六硐河纳力梯级以下至河口约 30km河段、曹渡河最末梯级懂托水电站以下至河口的 23km河段划为支流鱼类栖息地保护河段。在划定的栖息地保护河段内采取划定为全年禁渔区，严格禁止捕捞；优化调度过程，保障栖息地内鱼类的繁殖需求，并采取设立栖息地巡护工作站、在线监控体系等保护措施。

过鱼设施：主要由上行升鱼机系统、下行集运鱼系统组成。上行过鱼设施由下游集鱼系统、提升转运系统及放流系统等组成。鱼类上行、下行过坝采用通航建筑物升船机作为推荐方案。鱼类上行时，坝址下游鱼类在诱鱼水流的诱导下进入尾水集鱼箱、右岸集鱼站，集鱼箱收集后提升，分别在左、右岸进行分拣观察，分拣后将鱼类装入运鱼箱，转运至运鱼船，由运鱼船通过升船机至上游放流地点放流。鱼类下行时，坝址上游的鱼卵、鱼苗经集鱼船卵苗采集器集鱼后，放置活鱼箱内，由转运鱼船运至上游码头，通过起吊设备将运鱼箱吊至运鱼车，再由运鱼车直接运至下游放流地点将鱼放生。主要过鱼对象为稀有白甲鱼、乌原鲤、长鳍光唇鱼、唇鲮、暗色唇鲮、鳅、鲮、飘鱼、银鲴、青鱼、草鱼、鲢、鳙等，兼顾过鱼对象为斑鳊、四须盘鮡、翘嘴鲌、卷口鱼、鲮等鱼类。上行主要过鱼季节为 3~6 月。下行过坝主要目标为提高被动下行鱼类过坝时的存活率，过鱼季节为 5~7 月。

鱼类增殖站：鱼类增殖放流站选址位于龙滩坝上约 700m的右岸台地处，紧邻 S303 道路，总用地面积 4.65hm²。考虑龙滩和平班水电站的增殖放流需求，放流规模为 130 万尾/年；放流种类为稀有白甲鱼、乌原鲤、长臀鲮、三角鲤、长鳍光唇

鱼、唇鲮和暗色唇鲮等 7 种珍稀特有鱼类，远期考虑物种为卷口鱼、单纹似鲮。增殖站生产工艺流程包括苗种生产和放流。鱼类增殖站采用室内循环水养殖模式，室外流水养殖模式。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、坝下塘英大桥段、坝下塘英大桥段的流水河段、支流布柳河流水河段。放流时间可选择在当年秋季 10~11 月。鱼类放流周期暂按 20 年考虑。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 1 座亲鱼培育车间、1 座催产孵化车间、1 座鱼苗培育车间、2 座鱼种培育车间、2 口活饵料培育池、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。鱼类增殖站养殖水源为龙滩水电站水库，日高峰用水量按 2400 m³/d，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。

11.6.4 大气环境保护措施

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。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，抑制施工运输扬尘。施工人员佩戴口罩、头盔等防护措施，减少大气污染物对自身的影响和危害。

11.6.5 声环境保护措施

针对施工噪声尤其是对施工区征地红线外居民的影响，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。利用地形，合理布置施工机械，设置限速和禁鸣标志牌，保护周围的声环境。

11.6.6 其他环境保护措施

a) 针对施工区生活垃圾可能对周围环境的影响，考虑利用现状龙滩水电站生活垃圾处理方式进行处理。

b) 制定人群健康检疫检查措施和防疫措施。

c) 拟定了环境保护措施实施计划，保证环境保护投资及时到位。提出了施工期

环境监测措施，以便对施工过程中出现的污染能及时得到处理，为工程环境管理提供科学依据。

11.6.7 科学研究

根据龙滩水电站特点，结合红水河流域综合规划环境影响回顾性评价阶段、龙滩水电站环境影响后评价阶段的相关环境保护要求，本次提出 6 大类共 24 项科学研究。6 大类研究主要包括分层取水措施关键技术研究、局地气候影响评估研究、电站周边区域生态科学研究、龙滩水电站生态调度效果评估及优化研究、重要鱼类增殖放流及效果评估关键技术研究、过鱼设施效果评估及提升关键技术研究。

11.7 环境风险评价

工程建设和运行期间，存在潜在的事故风险和环境风险，主要包括：施工期油料运输事故风险、污废水事故排放风险，及运行期的透平油泄漏风险。

施工期油料运输可能出现的环境风险类型是油料发生泄漏、火灾和爆炸。污废水事故排放可能引起周边水环境水质污染。运行期地下厂房内透平油泄漏，一旦发生泄漏事故，可能会引起电站水库的水质污染。

发生事故风险时会对周边环境带来一定的不利影响，必须采取相应的事故防范措施和风险应急预案。一旦以上事故发生，均有可能给周围的水环境、生态环境带来严重的影响。针对以上风险事故，提出了相应的环境风险防范措施。

11.8 公众参与

2023 年 7 月，龙滩水电开发有限公司龙滩水力发电厂正式委托我院开展龙滩水电站 8、9 号机组建设工程的环境影响评价工作。根据《环境影响评价公众参与办法》，龙滩水电开发有限公司龙滩水力发电厂于 2023 年 7 月 12 日在分别建设项目所在地及库区所在地天峨县人民政府网站、罗甸县人民政府网站进行首次环境影响评价信息公开。2023 年 11 月 13 日，在征求意见稿编制完成后，建设单位（2023 年 9 月 15 日，本项目建设单位变更为龙滩水电开发有限公司）分别在天峨县人民政府网站、罗甸县人民政府网站进行第二次公示，公示了工程环境影响评价的主要内容和结论，并提供了报告书征求意见稿的电子版和纸质版；2023 年 11 月 17 日和 2023 年 11 月 22 日，分别在《广西日报》、《贵州民族报》上公示了工程环境影响评价的相关情况；2023 年 12 月 6 日~12 月 8 日，在建设项目所在地及库区所在地，现

场进行了现场张贴公告，公示了工程环境影响评价的相关情况。2026 年 9 月 8 日，建设单位在广西桂冠电力股份有限公司官网对生态环境影响报告书全文和公众参与说明进行了报批前公示。公示过程符合《环境影响评价公众参与办法》中的相关要求，在首次环境影响评价信息公示、征求意见稿公示、拟报批公示期间，龙滩公司及中南院均未收到公众针对项目环境影响提出的相关意见或建议。

11.9 综合评价结论

龙滩水电站是国务院批准的《珠江流域综合利用规划报告》(国函<1993>70 号文批复)和《珠江流域防洪规划》(国函[2007]40 号文批复)所确定的重要控制性防洪枢纽工程，也是红水河梯级综合开发中的巨型龙头水库电站。电站总体规划装机容量 630 万千瓦，安装 9 台水轮发电机组，相应水库正常蓄水位 400 米。电站一期工程共 7 台水轮发电机组，装机容量共 490 万千瓦，相应的正常蓄水位为 375 米，水库具有年调节能力。一期工程于 2008 年全部投产发电；右岸通航建筑物于 2025 年 12 月正式开工建设。

龙滩水电站一期工程在发挥巨大社会效益的同时，对区域环境也产生了一定的影响。一期工程建成后，因其调节性能好，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。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。一期工程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减免，但兴建带来的低温水影响、水生生态影响，仍需采取改进措施。

龙滩水电站 8、9 号机组建设工程是《广西能源发展“十四五”规划》中的清洁低碳能源重点项目。工程装机容量 1400MW(2×700MW)，调峰性能优越，在广西电网系统中可承担调峰、调频和备用任务，对优化系统的电源结构、提高电网的安全稳定运行等方面将发挥重要的作用。工程与《新型能源体系建设“十五五”规划》《可再生能源发展“十五五”规划》《珠江流域综合规划(2012-2030)》等规划相协调，符合国土空间规划、国家产业政策、生态环境分区管控方案等相关要求。工程用地范围不涉及生态保护红线、自然保护地、水产种质资源保护区等重要环境敏感区；龙滩水电站库区范围涉及自然保护地整合优化后的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、贵州望谟叉抱苏铁省级自然保护区、贵州罗甸蒙江国家湿地公园，涉及蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区、生态保护红线；工程下游分布有广西龙滩大峡谷国家森林公园和广西天峨陇麻坡饮用水水源保护区。工程不改变原水库特征水位和淹没范围，库区及坝下水位、流速等变化幅度均较小，对上述环境敏感区产生一定影响。

工程建设内容主要为机组设备和配套辅机、电气、设备等的安装，施工期环境影响主要为新产生的污废水、废气、噪声对周边环境和居民的影响，这些影响多是短期的和局部的，其不利影响通过采取相应的环境保护措施后可得到减免和弥补。工程运行对水文情势、水温、水生生态的增量影响较小，主要表现为日内满发工况坝下河段流量和水位变幅小幅增加对水文情势、水生生态及产卵场的新增影响，这些影响较小且可控。本报告书在一期工程回顾性评价的基础上，结合 8、9 号机组建设工程新增环境影响，复核了生态流量下泄满足情况，初拟了生态调度方案；制定了分层取水措施、过鱼设施、鱼类增殖放流站、栖息地保护方案等环境保护措施；拟定了环境管理与监测方案；提出了局地气候影响评估、区域生态生态环境变化和影响评估等研究计划。以上措施和研究工作的实施有助于提升、改善流域生态环境质量。

从环境保护角度综合分析，在严格落实本报告书提出的环保措施和管理要求的前提下，工程建设是可行的。

11.10 建议

a) 建议建设单位积极沟通协调地方政府、相关方，主动参与共同做好龙滩水电站鱼类栖息地的保护工作；结合红水河流域调度运行情况，适时开展流域梯级联合生态调度研究。

b) 建议在过鱼设施运行使用期开展集运鱼系统效果研究、鱼类迁徙路线跟踪研究、鱼类遗传多样性现状调查研究、集运鱼系统后期优化与改进研究、鱼类种群动态及资源评估研究、鱼类遗传多样性现状调查研究、监测设备研发、集运过程胁迫生理与行为阈值研究等科研工作。

c) 过鱼设施的鱼类过坝时间可以根据实际运行情况、当年洪水情况等适时调整，在保证安全的情况下达到最佳过鱼效果。

附表 1 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、种群结构等) 生境 ☒ (生境面积、种类、分布等) 生物群落 ☒ (物种组成、群落结构等) 生态系统 ☒ (植被覆盖度、生产力、生物量、面积等) 生物多样性 ☒ (物种丰富度、均匀度、优势度等) 生态敏感区 ☒ 自然景观 ☒ (景观多样性、景观斑块完整性) 自然遗迹 ☐ 其他 ☐
评价等级		一级 ☒ (水生生态) 二级 ☒ (陆生生态) 三级 ☐ 态影响简单分析 ☐
评价范围		陆域面积: (11441.73)km ² ; 水域面积: (568.6)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。

附表 2 地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目	
影响识别	影响类型	水污染影响型√；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；涉水的森林公园；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；间接排放口；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

附表 2(续)

工作内容		自查项目		
现状调查	补充监测	监测时期	监测因子	监测断面或点位
		丰水期 ☒ ; 平水期 ☐ ; 枯水期 ☒ ; 冰封期 ☐ 春季 ☐ ; 夏季 ☐ ; 秋季 ☐ ; 冬季 ☐	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、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰、悬浮物、叶绿素、透明度等 32 项	监测断面或点位个数(12)个
现状评价	评价范围	河流: 库尾北盘江 100km 河段、库尾南盘江 90km 河段、龙滩大坝至武宣水文站 604km 河段		
	评价因子	同监测因子		
	评价标准	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()		
	评价时期	丰水期 ☒ ; 平水期 ☐ ; 枯水期 ☒ ; 冰封期 ☐ 春季 ☐ ; 夏季 ☐ ; 秋季 ☐ ; 冬季 ☐		
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况: 达标 ☐ ; 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 ☐		达标区 ☒ 不达标区 ☐
影响预测	预测范围	河流: 长度()km; 湖库、河口及近岸海域: 面积()km ²		
	预测因子	()		
	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 ☐ 类比 ☒ 导则推荐模式 ☒ ; 其他 ☐		

附表 2(续)

工作内容		自查项目					
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√					
	污染源排放量核算	污染物名称	排放量/(t/a)			排放浓度/(mg/L)	
	替代源排放情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量/(t/a)	排放浓度/(mg/L)	
	生态流量确定	生态流量：一般时期和鱼类繁殖期，龙滩生态流量泄放应不小于 221m 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					
防治措施	环保措施	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□					
	监测计划		环境质量			污染源	
		监测方式	手动√；自动□；无监测□			手动□；自动□；无监测□	
		监测点位	(4)			(2)	
		监测因子	(pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD _{Cr})、五日生化需氧量(BOD ₅)、氨氮、总磷、总氮、氟化物、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子洗涤剂、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、叶绿素)			(pH、SS、溶解氧、石油类、NH ₃ -N、COD _{Cr} 、COD _{Mn} 、BOD ₅ 、TP、TN、粪大肠菌群)	
污染物排放清单	□						
评价结论		可以接受√；不可以接受□					
注：“□”为勾选项，可√；“()”为内容填写项；“备注”为其他补充内容							

附表 3 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 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 、PM ₁₀)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	(2026)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 5~50km□		边长=5km□		-			
	预测因子	预测因子□				包括二次 PM _{2.5} □		不包括 PM _{2.5} □	
	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%□			
大气环境影响预测与评价	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: ()			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: (SO ₂ 、NO ₂ 、TSP、PM ₁₀)			监测点位数(2 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	NO _x : ()t/a		TSP: ()t/a					

注: “□”为勾选项, 填“√”; “()”为内容填写项

附表 4 声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	200 m ☒		大于 200 m ☐		小于 200 m ☐			
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级 ☒		最大 A 声级 ☒		计权等效连续感觉噪声级 ☐			
评价标准	评价标准	国家标准 ☒		地方标准 ☐				国外标准 ☐	
现状评价	环境功能区	0 类区 ☐	1 类区 ☐	2 类区 ☒	3 类区 ☐	4a 类区 ☒	4b 类区 ☐		
	评价年度	初期 ☐		近期 ☐		中期 ☐		远期 ☐	
	现状调查方法	现场实测法 ☒			现场实测加模型计算法 ☐			收集资料 ☐	
	现状评价	达标百分比			100%				
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测 ☐			已有资料 ☒			研究成果 ☐	
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型 ☐			其他 ☒ 公式				
	预测范围	200 m ☒			大于 200 m ☐		小于 200 m ☐		
	预测因子	等效连续 A 声级 ☒			最大 A 声级 ☒		计权等效连续感觉噪声级 ☐		
	厂界噪声贡献值	达标 ☒			不达标 ☐				
	声环境保护目标处噪声值	达标 ☒			不达标 ☐				
环境监测计划	排放监测	厂界监测 ☐ 固定位置监测 ☐			自动监测 ☐ 手动监测 ☐		无监测 ☐		
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子: (A 声级及等效 A 声级 LAeq)			监测点位数(2)		无监测 ☐		
评价结论	环境影响	可行 ☒ 不可行 ☐							
注: “ ☐ ” 为勾选项, 可 ☒ ; “()” 为内容填写项。									

附件：

附件 1 关于委托开展广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境影响评价的函

龙滩水力发电厂

关于委托开展广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程环境影响评价的函

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等规定，经研究决定，兹委托贵单位承担“广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程”的环境影响评价工作，完成工程环境影响报告书编制。

望贵单位接受委托后，按照国家和广西壮族自治区、贵州省有关法律、法规、标准和文件尽快开展本项目的环境影响评价工作。

特此委托，万望支持为盼！



龙滩水电开发有限公司龙滩水力发电厂

2023 年 7 月 8 日

附件 2 关于委托开展广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程项目 建设单位调整的说明

关于广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建 设工程项目建设单位调整的说明

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司

根据广西桂冠电力股份有限公司项目业务划分与调整的相关安排，龙滩水电开发有限公司、龙滩水电开发有限公司龙滩水力发电厂分别为广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程项目的建设单位、运营单位。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》的相关要求，广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程项目环境影响评价委托单位调整为龙滩水电开发有限公司。望贵公司继续按照国家和广西壮族自治区、贵州省有关法律、法规、标准和文件的要求，加快开展本项目的环境影响评价工作。

特此说明。



龙滩水电开发有限公司
2023 年 9 月 15 日

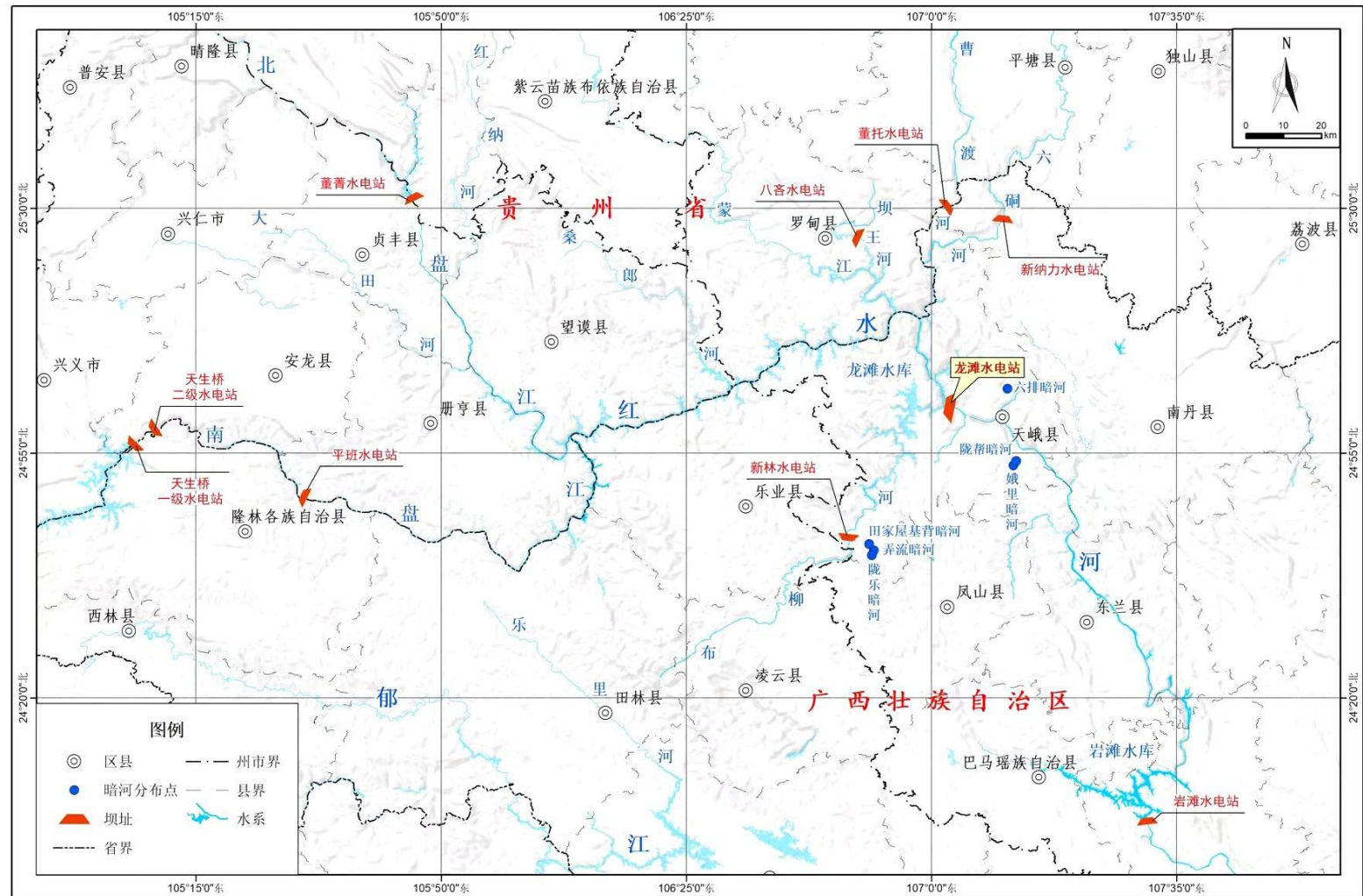


龙滩水电开发有限公司
龙滩水力发电厂
2023 年 9 月 15 日

附图 1 广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程地理位置图



附图 2 广西红水河龙滩水电站 8、9 号机组建设工程区域地表水系图



项目涉及法律法规规定的保护区情况		自然保护区		广西龙滩自治区级自然保护区		自治区级		水源涵养林、猕猴、中华秋沙鸭、藏酋猴、亚洲黑熊等珍稀濒危动植物资源		核心保护区		否		0		☐ 避让 ☒ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）					
		自然保护区		广西雅长兰科植物国家级自然保护区		国家级		兰科植物、林麝、黑颈长尾雉等珍稀动物		一般控制区		否		0		☐ 避让 ☒ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）					
		自然保护区		贵州望谟叉孢苏铁省级自然保护区		省级		沟谷季雨林及叉孢苏铁		一般控制区		否		0		☐ 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		水质		一般控制区		否		0		☐ 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）					
		风景名胜區		/		/		/		/		/		/		☐ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）					
		其他		蒙江坝王河特有鱼类国家级水产种质资源保护区		国家级		斑鲩、南方白甲鱼、多耙光唇鱼等珠江上游特有鱼类种质资源及其栖息、洄游水域		核心区、实验区		否		0		☐ 避让 ☒ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）					
		其他		贵州罗甸蒙江国家湿地公园		国家级		湿地生态系统、掌叶木、红椿、林麝等珍稀濒危动植物资源及其栖息地		一般控制区		否		0		☐ 避让 ☒ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）					
其他		广西龙滩大峡谷国家森林公园		国家级		峡谷景观、森林景观、掌叶木、福建柏、黑叶猴、林麝等珍稀濒危动植物		一般控制区		否		0		☐ 避让 ☒ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）							
主要原料及燃料信息		主要原料										主要燃料									
		序号	名称		年最大使用量		计量单位		有毒有害物质及含量（%）		序号	名称		灰分（%）		硫分（%）	年最大使用	计量单位			
大气污染治理与排放信息	有组织排放（主要排放口）	序号（编号）	排放口名称	排气筒高度（米）	污染防治设施工艺			生产设施			污染物排放										
					序号（编号）	名称	污染防治设施	序号（编号）	名称	污染物种类	排放浓度（毫克/立方米）	排放速率（千克/小时）	排放量（吨/年）	排放标准名称							
	无组织排放	序号		无组织排放源名称					污染物种类	排放浓度	排放标准名称										
水污染治理与排放信息（主要排放口）	车间或生产设施排放口	序号（编号）	排放口名称	废水类别		污染防治设施工艺			排放去向	污染物排放											
						序号（编号）	名称	污染治理设施处理水		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称								
	总排放口（间接排放）	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺		污染防治设施处理水量（吨/小时）	受纳污水处理厂		受纳污水处理厂排放标准名称	污染物排放											
							名称	编号		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称								
	总排放口（直接排放）	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺		污染防治设施处理水量（吨/小时）		受纳水体		污染物排放											
								名称	功能类别	污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称								
	固体废物信息	废物类型	序号	名称	产生环节及装置		危险废物特性		危险废物代码	产生量	贮存设施名称	贮存能力(吨/年)	自行利用	自行处置	是否外委处置						
		一般工业固体废物					/		/		/	/	/	/							
							/		/		/	/	/	/							
						/		/		/	/	/	/								
	危险废物	1	废变压器油、废	变压器、柴油发电机		T, I		900-214-08	1.8	危险废物暂存间、	10			是							