

湖北姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）

# 环境影响报告书

（送审稿）

建设单位：湖北姚家平水利枢纽开发建设有限责任公司

评价单位：长江水资源保护科学研究所

二〇二六年六月

湖北姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）

# 环境影响报告书

（送审稿）

## 声明

本成果仅限于合同指定的项目使用。未经知识产权拥有者书面授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为将保留追究其法律责任的权利。

建设单位：湖北姚家平水利枢纽开发建设有限公司

评价单位：长江水资源保护科学研究所

二〇二六年六月

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	5mma12		
建设项目名称	湖北姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）		
建设项目类别	51—124水库		
环境影响评价文件类型	报告书		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	湖北姚家平水利枢纽开发建设有限责任公司		
统一社会信用代码	91422800MAC81EK079		
法定代表人（签章）	田贵周		
主要负责人（签字）	欧朝志		
直接负责的主管人员（签字）	向嗣昌		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	长江水资源保护研究所		
统一社会信用代码	121000004413542507		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
毕雪	2014035420350000003512420389	BH009943	
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
徐学军	批准、核定	BH077501	
李红清	审查	BH009855	
毕雪	校核	BH009943	
杨梦斐	项目技术负责，报告书汇总，概述，总则，工程分析，地表水环境，结论与建议	BH014096	

陈荣友	陆生生态及生态敏感区现状、影响预测、保护措施, 制图	BH047844	陈荣友
潘婷婷	水生生态现状、影响预测、保护措施, 校核	BH031771	潘婷婷
王俊洲	水温影响预测及保护措施, 校核	BH030908	王俊洲
杨龔	施工期、移民安置环境影响预测及保护措施	BH014170	杨龔
柳雅纯	环境风险, 环保投资	BH009786	柳雅纯
方程	地下水环境、声环境、环境空气质量现状, 制图	BH069788	方程
陈晓娟	水质影响预测及保护措施	BH014711	陈晓娟
蔡金洲	土壤环境现状、影响预测及保护措施	BH013669	蔡金洲
赵焯	环境管理及环境监理	BH081777	赵焯
李金华	环境现状调查	BH072307	李金华



陈荣友  
潘婷婷  
王俊洲

# 概 述

## 一、项目背景

湖北姚家平水利枢纽工程是《长江流域综合规划（2012—2030年）、《长江流域防洪规划》确定的清江流域防洪控制性枢纽工程，是国务院确定的2020-2022年重点推进的150项重大水利工程之一，是解决恩施市城区防洪问题的关键性工程，工程实施后可使恩施市城区达到50年一遇防洪标准。

2022年6月，生态环境部以环审〔2022〕89号文批复了《湖北姚家平水利枢纽工程环境影响报告书》（以下简称《项目环评报告书》）。2023年1月，国家发展改革委以发改农经〔2023〕108号文批复了《湖北姚家平水利枢纽工程可行性研究报告》（以下简称《可研报告》）。2024年3月，水利部以水许可决〔2024〕29号批复了《湖北姚家平水利枢纽工程初步设计报告》（以下简称《初设报告》）。

《项目环评报告书》编制及审批时，所依据的工程设计方案为水利部水利水电规划设计总院（以下简称“水规总院”）审定并上报水利部的《可研报告》，其汛限水位为735m。在2022年6月《项目环评报告书》经生态环境部批复后，国家发展改革委对《可研报告》进行评估及批复时，为提高工程防洪能力，增加防洪库容，将水库汛限水位由735m调整为729m，防洪库容由0.8亿m<sup>3</sup>增加到1.1亿m<sup>3</sup>。《可研报告》批复后，水利部对《初设报告》进行审查及批复时，进一步调整了石料场选址和过鱼设施布置，以及弃渣场、施工辅助企业等施工组织设计。

对照原环境保护部《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52号），姚家平水利枢纽工程汛限水位由环评批复时的735m变更为729m属于《水利建设项目（枢纽类和引调水工程）重大变动清单》中界定的重大变动，其他设计变动不属于重大变动。根据

《环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》有关规定，建设项目的性质、规模、地点、生产工艺的环境保护措施五个因素中一项或一项以上发生重大变动，且可能导致环境影响显著变化（特别是不利环境影响加重）的，界定为重大变动。属于重大变动的应当重新报批环境影响评价文件，不属于重大变动的纳入竣工环境保护验收管理。

基于以上管理要求，工程建设单位湖北姚家平水利枢纽开发建设有限责任公司委托我所开展了《湖北姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）环境影响报告书》（以下简称《重大变动环评报告书》）编制工作。我所在项目环评的基础上，结合工程变化情况，对评价区的地表水、地下水、大气环境、声环境等环境质量和陆生生态、水生生态进行了补充调查与监测。于2025年12月编制完成《湖北姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）环境影响报告书》。

## 二、项目概况

湖北姚家平水利枢纽工程坝址位于恩施土家族苗族自治州恩施市屯堡乡，建设征地和水库淹没涉及恩施市和利川市的3个乡镇（管理处），分别为恩施市屯堡乡、大峡谷风景管理处及利川市团堡镇。

湖北姚家平水利枢纽工程任务为防洪和发电，促进巩固拓展少数民族地区脱贫攻坚成果。水库正常蓄水位为745m，死水位为715m，汛期防洪限制水位729m，设计洪水位为748.30m，校核洪水位为749.02m；防洪库容1.1亿 $m^3$ ，调节库容为1.511亿 $m^3$ ，总库容为3.219亿 $m^3$ ；电站装机容量184MW（含生态机组24MW），多年平均发电量5.131亿 $kW\cdot h$ ；工程总征地12898.10亩，涉及农村搬迁安置人口2122人；工程施工总工期为84个月，工程总投资为659428.03万元。

工程建成后，通过与其下游已建的大龙潭水库和城区堤防工程联合运用，可将清江干流恩施城区段的防洪标准从现状10~20年一遇提高至50年一

遇；还可利用水能资源进行发电，优化调整能源结构、助力“碳达峰、碳中和”目标实现；项目建设对巩固拓展少数民族地区脱贫攻坚成果、促进区域经济社会可持续发展和乡村振兴等均具有重要作用。

与项目环评阶段相比，除水库汛限水位由735m变动为729m外，工程坝线、料场、弃渣场、移民安置点、施工布置区等内容进行了调整。

### 三、关注的主要环境问题及环境影响

姚家平水利枢纽工程水库汛限水位变动导致的环境影响变化主要体现在地表水环境方面，其他变动导致的环境影响变化主要体现在陆生生态、大气环境及声环境方面。本次《重大变动环评报告书》以汛限水位重大变动带来的影响为评价重点，兼顾其他变动的环境影响评价。评价依据的工程方案为水利部审定的《初设报告》。

地表水环境影响方面。水库汛前消落期和汛后蓄水期由于汛限水位的降低，库区水位、坝下流量的变幅较735m方案有所增加，受水库调度过程变化影响，坝下河段流速、水深、水温等均相应地产生了一些变化，但总体影响的变幅较小，影响程度与项目环评阶段相当。

水生生态影响方面。本次工程变动对鱼类的影响与项目环评阶段基本一致。初设阶段工程设计开展了工程过鱼建筑物专项设计和模型试验研究，优化了过鱼建筑物布置；完善了栖息地保护和生境修复方案；开展了鱼类增殖放流站工艺专项设计；制定了生态调度方案。恩施州人民政府于2024年组织编制并批复了《清江流域恩施段水生生物栖息地保护规划》。

陆生生态影响方面。相较于环评阶段，用地面积共增加1124.12亩，其中永久用地增加14.69亩，临时用地增加1109.43亩。永久占地的变化主要为天电鱼道、永久道路边坡、库区防护工程、鱼类增殖站和集鱼系统等占用有所增加；临时用地变化中，主要是弃渣场、施工布置、施工临时道路以及库区防护工程的占用增加。工程建设用地于2024年取得了自然资源部批

复。本次环评进一步优化了陆生生态保护措施，在落实水土保持及植被恢复等保护措施的情况下，相应的影响可以得到减缓。

生态敏感区影响方面。工程涉及湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园，项目环评阶段取得了湖北省林业局的批复意见。2024年3月恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园获批，恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园和本工程整体位于世界地质公园范围内。本次变动环评阶段，对地质遗迹产生影响的主要途径——水库淹没范围不变，占用地质公园的面积较项目环评阶段减少2.62hm<sup>2</sup>，相应的影响也有所减小。本阶段建设单位进一步征求了湖北恩施大峡谷腾龙洞世界地质公园管理中心的意见，湖北恩施大峡谷腾龙洞世界地质公园管理中心复函说明世界地质公园不属于中国自然保护地管理体系，按照国内法律法规进行管理，姚家平项目同时位于恩施大峡谷腾龙洞国家地质公园范围内，按2021年9月省林业局批复的国家地质公园意见管理。

#### 四、评价结论

湖北姚家平水利枢纽工程是清江流域和长江中游防洪体系的重要组成部分，是解决恩施城区防洪问题的关键工程举措。工程变动不涉及工程任务和主要建设内容的调整，符合国家产业政策，符合《中华人民共和国长江保护法》《中华人民共和国防洪法》等法律法规以及生态环境分区管控要求。

工程重大变动对地表水环境、水生生态、陆生生态等基本未新增显著不利影响，总体满足环境保护要求。在有效落实项目环评报告书及其批复提出的各项生态保护措施和本次变动环评报告提出的各项优化、减缓建议，并落实生态环境保护行政主管部门相关意见要求的前提下，工程重大变动对区域环境新增的不利影响可得到控制和缓解，使工程建设运行与环境保护及社会经济可持续发展的要求相协调，本工程重大变动在环境上是可行的。

# 目 录

1 总则	1
1.1 任务由来	1
1.2 编制目的	2
1.3 编制依据	3
1.4 评价标准	7
1.5 评价等级	11
1.6 评价范围	14
1.7 环境保护目标	15
1.8 评价工作程序	19
2 工程概况	22
2.1 工程设计过程及环评情况	22
2.2 工程概况及设计变动情况	37
2.3 工程建设进展及主要环境保护措施落实情况	67
3 工程分析	80
3.1 工程设计变动的符合性分析	80
3.2 工程设计变动的环境合理性分析	83
3.3 污染物源强分析	93
3.4 环境影响识别与评价因子筛选	101
4 环境现状	104
4.1 流域概况	104
4.2 自然环境概况	105
4.3 生态环境现状	107

4.4 环境质量现状 .....	139
5 环境影响预测与评价 .....	145
5.1 水文情势 .....	145
5.2 地表水环境 .....	212
5.3 生态环境 .....	268
5.4 生态敏感区 .....	289
5.5 大气环境 .....	296
5.6 声环境 .....	299
5.7 地下水环境 .....	305
5.8 土壤环境 .....	306
5.9 固体废物 .....	307
5.10 移民安置区 .....	309
6 环境保护措施优化 .....	316
6.1 地表水环境保护措施优化 .....	316
6.2 生态环境保护措施优化 .....	329
6.3 大气环境保护措施优化 .....	371
6.4 声环境保护措施优化 .....	374
6.5 固体废物 .....	379
6.6 移民安置区环境保护措施优化 .....	381
7 环境风险分析 .....	392
7.1 风险源调查 .....	392
7.2 环境风险潜势初判 .....	393
7.3 评价等级 .....	393
7.4 风险识别 .....	394

7.5 环境风险分析 .....	394
7.6 环境风险防范措施及应急要求 .....	395
8 环境管理、监理及监测计划 .....	400
8.1 环境管理 .....	400
8.2 环境监理 .....	405
8.3 环境监测计划优化 .....	414
9 环境保护投资 .....	426
9.1 编制原则 .....	426
9.2 编制依据 .....	426
9.3 项目组成 .....	427
9.4 费用构成 .....	427
9.5 投资估算 .....	428
10 评价结论 .....	430
10.1 项目概况 .....	430
10.2 工程设计变动的符合性及环境合理性 .....	430
10.3 环境影响及保护措施 .....	431
10.4 综合评价结论 .....	442

# 1 总则

## 1.1 任务由来

湖北姚家平水利枢纽工程位于恩施土家族苗族自治州境内，坝址位于恩施市屯堡乡马者村，距恩施城区约38km，坝址控制流域面积1927.6km<sup>2</sup>，多年平均流量51.9m<sup>3</sup>/s。湖北姚家平水利枢纽工程开发任务为防洪和发电，并为巩固拓展少数民族地区脱贫攻坚成果创造条件。

2020年10月，受建设单位委托，长江水资源保护科学研究所（以下简称“评价单位”）承担了湖北姚家平水利枢纽工程环境影响评价工作；2022年6月，生态环境部以环审〔2022〕89号文批复了《湖北姚家平水利枢纽工程环境影响报告书》（以下简称《环评报告书》）。

2023年1月，国家发改委以发改农经〔2023〕108号文批复了《湖北姚家平水利枢纽工程可行性研究报告》（以下简称《可研报告》）。2024年3月，水利部以水许可决〔2024〕29号批复了《湖北姚家平水利枢纽工程初步设计报告》（以下简称《初设报告》）。在《可研报告》和《初设报告》审查及批复时，对汛限水位、石料场选址和过鱼设施布置等工程布局方案进行了优化调整。

《环评报告书》编制及审批时，所依据的工程设计方案为水利部水规总院审定并上报水利部的《可研报告》，水库汛限水位为735m，相应的防洪库容为0.8亿m<sup>3</sup>。在2022年6月《环评报告书》经生态环境部批复后，国家发改委对《可研报告》进行评估及批复时，为提高工程防洪能力，增加防洪库容，将水库汛限水位由735m调整为729m，防洪库容由0.8亿m<sup>3</sup>增加到1.1亿m<sup>3</sup>。《可研报告》批复后，水利部对《初设报告》进行审查及批复时，

进一步优化了石料场选址和过鱼设施布置，以及弃渣场、施工辅助企业等施工组织设计。

对照原环境保护部《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52号），姚家平水利枢纽工程汛限水位由环评批复时的735m变更为729m属于《水利建设项目（枢纽类和引调水工程）重大变动清单》中界定的重大变动，其他设计变动不属于重大变动。为此，建设单位湖北姚家平水利枢纽开发建设有限责任公司依据法律法规及有关规范要求，委托长江水资源保护科学研究所进一步开展湖北姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）环境影响评价工作。

## 1.2 编制目的

本次环境影响评价工作围绕姚家平水库汛限水位重大变动开展，结合项目所在区域环境背景特征，依据国家现行相关法律法规要求，编制本工程环境影响报告书，旨在：

（1）通过实地踏勘、生态与环境质量现状调查监测、背景资料的收集与调查，分析评价工程涉及区的生态环境现状。复核区域环境功能要求、生态环境敏感目标及区域存在的主要环境问题。

（2）分析工程重大变动对区域水文情势、水环境、水生生态、陆生生态等要素的影响，客观科学地复核并评价工程重大变动的环境影响范围和程度。

（3）根据工程重大变动环境影响预测，补充和优化相应的环境保护措施，使区域环境质量不因工程重大变动下降，生态系统、生物多样性得到有效保护，充分发挥工程社会效益、经济效益和环境效益，促进工程区域社会、经济、环境可持续发展。

(4) 制定工程环境监测计划，便于及时掌握工程对环境的实际影响程度，为工程环境管理提供科学依据。制定工程环境管理计划，明确各方环境保护任务和职责，为环境保护措施的实施提供制度保证。

(5) 估算工程重大变动的环境保护投资，为工程环境保护措施的实施提供资金保障。

(6) 明确工程重大变动环境影响评价结论，为工程环境保护设计和工程建设环境管理提供依据。

## 1.3 编制依据

### 1.3.1 法律法规

《中华人民共和国环境保护法》（2014.4修订）；

《中华人民共和国长江保护法》（2021.3施行）；

《中华人民共和国环境影响评价法》（2018.12修正）；

《中华人民共和国水法》（2016.7修正）；

《中华人民共和国防洪法》（2016.7修正）；

《中华人民共和国水污染防治法》（2017.6修正）；

《中华人民共和国大气污染防治法》（2018.10修正）；

《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022.6施行）；

《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019.1施行）；

《中华人民共和国湿地保护法》（2022.6施行）；

《中华人民共和国森林法》（2019.12修正）；

《中华人民共和国野生动物保护法》（2022.12修订）；

《中华人民共和国渔业法》（2025.12修正）；

《中华人民共和国水土保持法》（2010.12修订）；

《中华人民共和国河道管理条例》（2026.1修订）；  
《中华人民共和国森林法实施条例》（2018.3修订）；  
《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017.10修订）；  
《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016.2修订）；  
《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013.12修订）；  
《建设项目环境保护管理条例》（2017.7修订）；  
《地下水管理条例》（2021.12施行）；  
《基本农田保护条例》（2011.1修订）；  
《湖北省水污染防治条例》（2022.3修正）；  
《湖北省清江流域水生态环境保护条例》（2020.1施行）；  
《恩施土家族苗族自治州清江保护条例》（2003.1施行）等。

### 1.3.2 技术规范与标准

《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 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；  
《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 生态影响》（HJ 19-2022）；  
《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；  
《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；  
《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；  
《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T 88-2003）；  
《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）；  
《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；  
《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；  
《环境空气质量标准》（GB3095-2026）；

《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；

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

《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；

《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；

《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）；

《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）；

《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；

《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523—2025）；

《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；

《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）；

《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办〔2011〕22号）；

《地表水环境质量监测技术规范》（HJ 91.2-2022）；

《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）等。

### 1.3.3 规划与区划

《全国主体功能区规划》（2010.12）；

《全国生态功能区划（修编版）》（2015.11）；

《全国重要江河湖泊水功能区划（2011—2030年）》（国函〔2011〕167号）；

《长江流域综合规划（2012—2030年）》（国函〔2012〕220号）；

《长江流域防洪规划》（国函〔2008〕62号）；

《湖北省主体功能区规划》（2012.12）；

《湖北省水功能区划》（2003.8）；

《湖北省生态功能区划（简写本）》（2004年）等。

#### 1.3.4 规章与规范性文件

《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（2019.11）；

《中共中央办公厅 国务院办公厅关于加强生态环境分区管控的意见》（2024.3）；

《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17号）；

《国务院办公厅关于加强长江水生生物保护工作的意见》（国办发〔2018〕95号）；

《产业结构调整指导目录（2024年本）》；

《水功能区监督管理办法》（水资源〔2017〕101号）；

《国家重点保护野生动物名录》（2021.2）；

《国家重点保护野生植物名录》（2021.9）；

《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号）；

《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）；

《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52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）；

《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）；

《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52号）；

《生态环境分区管控管理暂行规定》（环环评〔2024〕41号）；

《长江水生生物保护管理规定》（农农发〔2021〕5号）；

《关于进一步规范长江流域水生生物增殖放流工作的通知》（长渔发〔2020〕10号）；

《地质遗迹保护管理规定》（地质矿产部第21号令，1995.5）；

《湖北省重点保护陆生野生动物名录》（2024.2.18）等。

### 1.3.5 相关技术文件

《湖北姚家平水利枢纽工程初步设计报告》（2024.02）；

《湖北姚家平水利枢纽工程环境影响报告书》（2022.06）；

《恩施州清江流域水生生物栖息地保护规划》（2024.07）等。

## 1.4 评价标准

工程汛限水位调整环境影响评价执行标准、污染控制标准与原环评报告书执行标准基本一致。根据工程重大变动主要影响的环境要素分析，本次主要复核地表水环境、地下水环境、环境空气、声环境质量标准和排放标准。

### 1.4.1 环境质量标准

#### （1）地表水环境

清江干流源头至恩施市柿子坝河段及支流云龙河、小溪河地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）II类标准，清江干流柿子坝下游500m至恩施大沙坝段执行III类标准。地表水环境评价标准值见表1.4.1-1。

表 1.4.1-1 地表水环境质量评价标准（摘录） 单位：mg/L

序号	项目	II类	III类
1	pH值（无量纲）	6~9	6~9
2	溶解氧	6	5
3	高锰酸盐指数	4	6
4	化学需氧量（COD）	15	20
5	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）	3	4
6	氨氮（NH <sub>3</sub> -N）	0.5	1.0
7	总磷（以P计）	0.1(湖、库 0.025)	0.2(湖、库 0.05)
8	铜	1.0	1.0
9	锌	1.0	1.0
10	氟化物（以F-计）	1.0	1.0
11	硒	0.01	0.01
12	砷	0.05	0.05
13	汞	0.00005	0.0001
14	镉	0.005	0.005
15	铬（六价）	0.05	0.05
16	铅	0.01	0.05
17	氰化物	0.05	0.2
18	挥发酚	0.002	0.005
19	石油类	0.05	0.05
20	阴离子表面活性剂	0.2	0.2
21	硫化物	0.1	0.2

## （2）地下水环境

工程涉及区域地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）

III类标准，标准限值见表1.4.1-2。

表 1.4.1-2 地下水质量评价标准（III类标准摘录）

监测项目	标准限值	监测项目	标准限值
pH, 无量纲	6.5-8.5	氨氮（mg/L）	0.5
钠（mg/L）	200	氟化物（mg/L）	250
砷（mg/L）	0.01	硫酸盐（mg/L）	250
汞（mg/L）	0.001	硝酸盐（以N计）（mg/L）	20
铁（mg/L）	0.3	亚硝酸盐（以N计）（mg/L）	1
锰（mg/L）	0.1	氟化物（mg/L）	1
铅（mg/L）	0.01	挥发性酚类（mg/L）	0.002
镉（mg/L）	0.005	氟化物（mg/L）	0.05
六价铬（mg/L）	0.05	总硬度（以CaCO <sub>3</sub> 计）（mg/L）	450
总大肠菌群, MPN/100mL	3	溶解性总固体（mg/L）	1000
菌落总数, CFU/L	100	高锰酸盐指数（mg/L）	3

### (3) 环境空气

评价区域执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准，见表1.4.1-3。

表 1.4.1-3 环境空气质量评价标准

序号	污染物项目	平均时间	单位	二级标准浓度限值（过渡阶段）
1	二氧化硫（SO <sub>2</sub> ）	年平均	μg/m <sup>3</sup>	60
		日平均	μg/m <sup>3</sup>	150
2	二氧化氮（NO <sub>2</sub> ）	年平均	μg/m <sup>3</sup>	40
		日平均	μg/m <sup>3</sup>	80
3	一氧化碳（CO）	日平均	mg/m <sup>3</sup>	4
4	臭氧（O <sub>3</sub> ）	日最大 8 小时平均	μg/m <sup>3</sup>	160
5	颗粒物（PM <sub>10</sub> ）	年平均	μg/m <sup>3</sup>	60
		日平均	μg/m <sup>3</sup>	120
6	颗粒物（PM <sub>2.5</sub> ）	年平均	μg/m <sup>3</sup>	30
		日平均	μg/m <sup>3</sup>	60
7	总悬浮颗粒物（TSP）	日平均	μg/m <sup>3</sup>	300

### (4) 声环境

评价范围内的农村居民点、学校等区域执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1类标准，居住、商业、工业混杂区执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2类标准，交通干线两侧一定距离的区域执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）4a类标准，见表1.4.1-4。

表 1.4.1-4 声环境质量评价标准

序号	单位	时段	
		昼间	夜间
1类	dB(A)	55	45
2类		60	50
4a类		70	55

### (5) 土壤环境

工程占地2km范围内农用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018），标准值见表1.4.1-5；建设用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018），标准值见表1.4.1-6。

表 1.4.1-5

农用地土壤污染风险筛选值

单位: mg/kg

项目		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
	其他	0.3	0.3	0.3	0.6
汞	水田	0.5	0.5	0.6	1
	其他	1.3	1.8	2.4	3.4
砷	水田	30	30	25	20
	其他	40	40	30	25
铅	水田	80	100	140	240
	其他	70	90	120	170
铬	水田	250	250	300	350
	其他	150	152	200	250
铜	水田	150	152	200	200
	其他	50	50	100	100
镍		60	70	100	190
锌		200	200	250	300

表 1.4.1-6

建设用地土壤污染风险管控标准筛选值

单位: mg/kg

监测项目	标准限值		监测项目	标准限值	
	第一类用地	第二类用地		第一类用地	第二类用地
砷	20	60	1,2,3-三氯丙烷	0.05	0.5
镉	20	65	氯乙烯	0.12	0.43
铬(六价)	30	5.7	苯	1	4
铜	2000	18000	氯苯	68	270
铅	400	800	1,2-二氯苯	560	560
汞	8	38	1,4-二氯苯	5.6	20
镍	150	900	乙苯	7.2	28
四氯化碳	0.9	2.8	苯乙烯	1290	1290
氯仿	0.3	0.9	甲苯	1200	1200
氯甲烷	12	37	间(对)二甲苯	163	570
1,1-二氯乙烷	3	9	邻二甲苯	222	640
1,2-二氯乙烷	0.52	5	硝基苯	34	76
1,1-二氯乙烯	12	66	苯胺	92	260
顺-1,2-二氯乙烯	66	596	2-氯酚	250	2256
反-1,2-二氯乙烯	10	54	苯并[a]蒽	5.5	15
二氯甲烷	94	616	苯并[a]芘	0.55	1.5
1,2-二氯丙烷	1	5	苯并[b]荧蒽	5.5	15
1,1,1,2-四氯乙烷	2.6	10	苯并[k]荧蒽	5.5	151
1,1,2,2-四氯乙烷	1.6	6.8	蒽	490	1293
四氯乙烯	11	53	二苯并[a、h]蒽	0.55	1.5
1,1,1-三氯乙烷	701	840	茚并[1,2,3-cd]芘	5.5	15
1,1,2-三氯乙烷	0.6	2.8	萘	25	70
三氯乙烯	0.7	2.8			

## 1.4.2 污染控制标准

### (1) 废(污)水排放标准

本项目位于清江干流，评价区属Ⅱ类水体，禁止排放各类废污水。废污水经处理后回用的应执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)相应水质标准；经处理后用作农灌的执行《农田灌溉水质量标准》(GB 5084-2021)。

### (2) 大气污染物排放标准

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

### (3) 环境噪声排放标准

施工期建筑施工场界环境噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)，运行期厂界环境噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的相应类别标准。

### (4) 固体废物排放标准

固体废物中的危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)。

## 1.5 评价等级

根据本次重大变动的主要环境影响因素分析，各环境要素的评价等级总体与项目环评报告书一致，本次对各要素评价等级进行进一步复核。

### 1.5.1 地表水环境

姚家平水利枢纽工程总体为水文要素影响型建设项目，水库总库容3.219亿m<sup>3</sup>，坝址处多年平均年径流量为16.4亿m<sup>3</sup>，年径流量与总库容百分比 $\alpha$ 为 $5.08 < 10$ ，按照水温要素影响判定等级为一级；兴利库容为1.511亿m<sup>3</sup>，

兴利库容与年径流量百分比 $\beta$ 为9.2，水库具有年调节性能，按照径流要素影响判定等级为一级；过水断面宽度占用比例为100%，按照受影响地表水域判定等级为一级。综上，地表水环境影响评价工作等级仍为一级。

### 1.5.2 地下水环境

根据项目环评阶段识别分析确定，按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）的地下水环境影响评价工作分级原则，姚家平水利枢纽工程地下水环境影响评价工作等级确定为三级。本工程对地下水环境的影响因素主要为施工期隧洞施工和运行期水库蓄水，本次工程变动中右岸导流隧洞取消，左岸导流隧洞影响范围和环评阶段相当，水库蓄水范围维持不变，因此本次变动环评地下水环境影响评价工作等级为三级。

### 1.5.3 生态环境

#### 1.5.3.1 陆生生态

本次变动环评阶段，姚家平水利枢纽工程总征地面积为12898.10亩，其中永久征地10941.05亩、临时用地1957.05亩。

工程涉及湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园、生态保护红线，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19—2022）对评价等级的判定标准，本次姚家平水利枢纽工程重大变动陆生生态评价等级确定为二级。

#### 1.5.3.2 水生生态

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）对评价等级的判定标准，本工程不涉及水生生物类生态敏感区；工程涉及湖北省生态保护红线，评价等级应不低于二级；本工程为拦河筑坝工程，工程建设将改变库区以及坝下河段水文情势，评价等级应上调一级。依据项目性质、工程占地面积、线路长度及涉及生态敏感区等情况，本次工程变动的水生生态影响评价等级与项目环评报告书一致，评价工作等级为一级。

#### 1.5.4 大气环境

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018），“5.3 评价等级判定 5.3.1 选择项目污染源正常排放的主要污染物及排放参数计算项目污染源最大环境影响”。本工程对大气环境的影响主要发生在施工期，虽然初步设计阶段施工组织设计有所调整，但大气污染物仍然主要为扬尘，来源于土方开挖和回填，其排放有无组织、间歇性面源的特点。此外，工程施工期还有施工机械、运输车辆产生的废气等，但排放量均不大，且较为分散。因此，姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）大气环境影响评价工作等级仍确定为三级。

#### 1.5.5 声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），建设项目所处的声环境功能区为GB 3096规定的1类、2类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增高量达3~5dB（A）（不含3dB（A）），或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价。本工程产生的噪声主要来源于施工机械，影响时段集中在施工期间，施工结束后影响消失。虽然初步设计阶段施工组织设计有所调整，但本工程涉及的声环境功能区仍为1类、2类和4a类地区；工程位于农村区域，周边零星分散有少量农村居民点，受影响人口较少。经综合分析，姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）声环境影响评价工作等级仍确定为二级。

#### 1.5.6 土壤环境

本工程建设对土壤环境的影响属于生态影响型。根据行业和项目类别，库容1亿m<sup>3</sup>及以上水库属于I类建设项目。根据土壤现状监测结果和恩施市土壤酸碱度图，评价区土壤含盐量<2g/kg，土壤pH为4.5~8.5。经判别，建设项目所在地土壤环境敏感程度为酸化“较敏感”。根据《环境影响评价

技术导则《土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本次变动环评土壤环境影响评价工作等级确定为二级，与环评阶段一致。

## 1.6 评价范围

本次重大变动环境影响评价针对工程变动产生的环境影响特点，确定本次评价范围。

### （1）地表水环境

工程重大变动主要为水库汛限水位调整，进而引起调度运行方式调整，影响库区水位以及坝下游流量，其影响范围与项目环评阶段基本一致。地表水环境评价范围与环评报告书基本一致，为清江干流三渡峡坝下至恩施大沙坝约98km江段，支流长偏河以及入库支流云龙河、小溪河。重点评价范围为清江干流长偏河汇口至龙王塘坝址约30km江段，入库支流云龙河、小溪河的回水河段。

### （2）生态环境

本次变动环评针对工程调整产生新的环境影响，确定本次陆生生态环境影响评价范围。陆生生态评价范围为工程变动后的新增占地区域、生态敏感区影响范围。

本次水生生态的评价范围与水文情势评价范围保持一致，重点评价姚家平水库库尾至龙王塘坝址之间的清江干流河段以及长偏河、云龙河、小溪河等受工程影响的支流水域。

### （3）大气环境

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018），三级评价不需要设置大气环境影响评价范围。本次重点对枢纽施工占地红线外200m的范围和安置点占地红线外200m的范围开展评价。

#### **(4) 声环境**

声环境影响评价范围为枢纽施工占地红线外200m的范围和安置点占地红线外200m的范围。

#### **(5) 地下水环境**

本次地下水环境影响评价范围为工程变动区域占地范围外扩1km。

#### **(6) 土壤环境**

本次土壤环境影响评价范围为工程变动区域占地范围外2km。

### **1.7 环境保护目标**

#### **1.7.1 环境功能保护目标**

##### **(1) 地表水环境**

评价范围内河流水质不因工程建设及运行导致水环境质量下降。

##### **(2) 地下水环境**

保护区域地下水环境，确保地下水水位和水质不因工程建设运行发生明显变化。

##### **(3) 大气环境和声环境**

保护姚家平水利枢纽工程环境影响评价区域环境空气质量和声环境质量，使环境空气质量和声环境质量不低于现状环境质量。

##### **(4) 生态环境**

维护评价区生态系统结构和功能完整，维持区域生物多样性；保护珍稀濒危野生动植物种群及其栖息地、重要水生生物及其生境；保护湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园的结构、功能和主要保护对象。

##### **(5) 土壤环境**

保护评价范围内土壤生态环境，使其生态功能不因工程建设运行发生

较大变化。

## 1.7.2 环境敏感目标

### 1.7.2.1 地表水环境敏感目标

地表水环境评价范围内不涉及集中式地表水饮用水水源保护区等水环境敏感目标。结合水生生态保护要求，确定鱼类重要生境作为水环境敏感目标。

### 1.7.2.2 大气环境和声环境敏感目标

项目环评阶段，姚家平水利枢纽工程共涉及大气环境和声环境保护目标共28处，包括约289户居民和酒店1处。本次变动环评阶段，由于施工布置有所调整，工程涉及大气环境和声环境保护目标共35处，包括约298户居民和酒店1处，其中主体工程涉及19处，道路工程涉及6处，移民安置区涉及10处。敏感目标数量较项目环评阶段稍有增多。本次变动环评阶段大气环境和声环境保护目标详见表1.7.2-1。

表 1.7.2-1 姚家平水利枢纽工程变动阶段大气环境和声环境保护目标统计表

序号	保护目标名称	坐标(WGS-84)		规模	主要影响来源	与影响源的位置关系	
		经度	纬度			方位	最近距离(m)
1	姚家平村居民点	109.2819	30.3664	9 户	汽车保养站(前期)/ 机电安装营地/左岸洞 渣料缓存区	E	35
2	仓坪村居民点	109.2923	30.3550	19 户	1#永久道路	N	65
3	右岸洞渣料缓存区西侧 居民点	109.3079	30.3501	10 户	右岸洞渣料缓存区	W	48
4	茅坡居民点	109.3121	30.3474	4 户	右岸洞渣料缓存区	E	103
5	铁炉口居民点	109.3188	30.3383	12 户	铁炉口弃渣场	E	42
6	老沟弃渣场东北侧居民 点	109.2855	30.3738	3 户	老沟弃渣场	NE	128
7	向家坝村居民点	109.2895	30.3771	12 户	料场专用运输道路	S	31
8	后坝居民点	109.2815	30.3821	7 户	现场管理区与鱼类增 殖站	E	42

序号	保护目标名称	坐标(WGS-84)		规模	主要影响来源	与影响源的位置关系	
		经度	纬度			方位	最近距离(m)
9	太阳湾居民点	109.2760	30.3823	8户	2#混凝土拌和系统	NW	65
10	老村居民点	109.2935	30.3846	16户	料场专用运输道路	N/S	33
11	屯家垭口居民点	109.2891	30.3816	6户	料场专用运输道路	N	64
12	鸦鹊坝居民点	109.3069	30.3858	18户	料场专用运输道路	N/S	36
13	沙龙村居民点	109.3138	30.3874	9户	料场专用运输道路	N/S	38
14	野水鸡居民点	109.3205	30.3820	8户	马石坝1#弃渣场	W	44
15	马石坝2#弃渣场西侧居民点	109.3201	30.3878	3户	马石坝2#弃渣场	W	41
16	马石坝2#弃渣场东侧居民点	109.3239	30.3855	2户	马石坝2#弃渣场	E	68
17	马石坝4#弃渣场南侧居民点	109.3249	30.3893	4户	马石坝4#弃渣场	S	73
18	汽车保养站(后期)东侧居民点	109.2898	30.3669	4户	汽车保养站(后期)	E	52
19	复垦土缓存区东侧居民点	109.2883	30.3692	3户	复垦土缓存区	E	101
20	金结拼装场南侧居民点	109.2880	30.3650	5户	金结拼装场	S	86
21	田坝居民点	109.2664	30.4000	8户	大岩仟弃渣场(2#)	N	85
22	马者安置点东侧居民点	109.2834	30.3639	10户	马者安置点	E	20
23	高台村居民点	109.2501	30.4113	15户	六房安置点	N	48
24	三义丈居民点	109.2523	30.4084	18户	六房安置点	E	25
25	后湾弃渣场(3#)北侧居民点	109.2470	30.4098	5户	后湾弃渣场(3#)	N	121
26	库区防护施工布置区东北侧居民点	109.2455	30.4074	12户	库区防护施工布置区	NE	46
27	专班安置点南侧居民点	109.2301	30.4057	6户	专班安置点	S	39
28	岩上居民点	109.2258	30.4027	9户	岩上安置点	S	42
29	岩上安置点北侧居民点	109.2238	30.4053	5户	岩上安置点	N	126
30	高龙门居民点	109.2153	30.3967	11户	库区防护施工布置区	N	25
31	峡谷风情酒店	109.1999	30.3967	—	库区防护施工布置区	NE	93
32	龙山坪安置点东南侧居民点	109.2037	30.3986	14户	龙山坪安置点	SE	78

序号	保护目标名称	坐标(WGS-84)		规模	主要影响来源	与影响源的位置关系	
		经度	纬度			方位	最近距离(m)
33	龙山坪居民点	109.2006	30.4008	6户	龙山坪安置点	N	27
34	小谷槽安置点东侧居民点	109.1303	30.3364	9户	小谷槽安置点	E	21
35	小谷槽安置点南侧居民点	109.1288	30.3347	8户	小谷槽安置点	S	122

### 1.7.2.3 生态敏感区

本项目涉及的生态敏感区有2处，为湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园和恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园。工程与湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园的位置关系见表1.7.2-2。

恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园于2024年3月被联合国教科文组织正式批准为世界地质公园，湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园整体位于世界地质公园范围内。

表 1.7.2-2 姚家平水利枢纽工程与湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园的位置关系

用地类型		占地质公园情况 (hm <sup>2</sup> )		
		一级保护区	二级保护区	合计
环评阶段	永久占地	423.67	30.15	453.82
	临时用地	2.28	0.42	2.7
	合计	425.95	30.57	456.52
变动阶段	永久占地	422.68	29.89	452.57
	临时用地	0.52	0.81	1.33
	合计	423.20	30.70	453.90
变动-环评	永久占地	-0.99	-0.26	-1.25
	临时用地	-1.76	0.39	-1.37
	合计	-2.75	0.13	-2.62

### 1.7.2.4 重点保护物种

#### (1) 陆生生态

评价范围内的国家重点保护植物4种，红豆杉、红豆杉金荞麦、蛇足石杉、扇脉杓兰，均不在工程占地区域范围内。

国家二级重点保护野生动物11种，分别是虎纹蛙、乌龟、红腹锦鸡、黑鸢、红隼、斑头鸺鹠、画眉、豹猫、毛冠鹿，普通鵟和凤头鹰。仅仅普通鵟和凤头鹰为本次目击的，且离占地区域较远。

湖北省重点保护物种39种，分别是灰胸竹鸡、普通夜鹰、白腰雨燕、小杜鹃、四声杜鹃、大杜鹃、戴胜、星头啄木鸟、灰头绿啄木鸟、斑姬啄木鸟、黑枕黄鹂、黑卷尾、棕背伯劳、红尾伯劳、红嘴蓝鹊、白颈鸦、家燕、金腰燕、蓝喉太阳鸟、黄鼬、鼬獾、猪獾、小鹿、赤腹松鼠、利川齿蟾、小角蟾、中华蟾蜍、斑腿泛树蛙、大树蛙、尖吻蝾、短尾蝾、银环蛇、舟山眼镜蛇、乌梢蛇、王锦蛇。较多均为环评阶段记录，本次调查的多为鸟类，其余类型动物调查过程中未在占地区域中发现。

## （2）水生生态

水生生态主要保护目标为流域内分布的国家级和省级重点保护水生野生动物和长江上游特有鱼类。根据资料记载和现状调查，评价河段记录分布有国家二级重点保护鱼类鮠、圆口铜鱼、金沙鲈鲤、多鳞白甲鱼、青石爬鮡5种；湖北省级重点保护鱼类鳊、光唇蛇鮡、小口白甲鱼、长阳鮡4种（不含已列入国家级保护动物名录的物种）；长江上游特有鱼类圆口铜鱼、圆筒吻鮡、金沙鲈鲤、宽口光唇鱼、齐口裂腹鱼、短体副鳅、昆明高原鳅、西昌华吸鳅、四川华吸鳅、青石爬鮡、黄石爬鮡11种。水生生态保护目标较环评阶段未发生变化。

## 1.8 评价工作程序

湖北姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）环境影响评价工作程序为：接受委托后，根据国家和地方现行环保法规、环境影响评价技术规范等相关要求，在《湖北姚家平水利枢纽工程环境影响报告书》主要结论的基础

上，对本工程涉及区域环境现状、生态与环境敏感区等进行复核，并对工程作用因素进行进一步分析，进行环境影响因子识别和评价因子筛选，确定评价重点和环境保护目标，确定评价工作等级、评价范围和评价标准，制定本工程环境影响评价工作方案。根据本工程环境影响评价工作方案，开展项目涉及区生态与环境现场查勘、资料补充收集，并对项目区环境质量现状进行补充监测。在上述现状调查的基础上，结合工程分析，编制本工程（重大变动部分）环境影响报告书。本工程环境影响评价工作程序见图1.8-1。

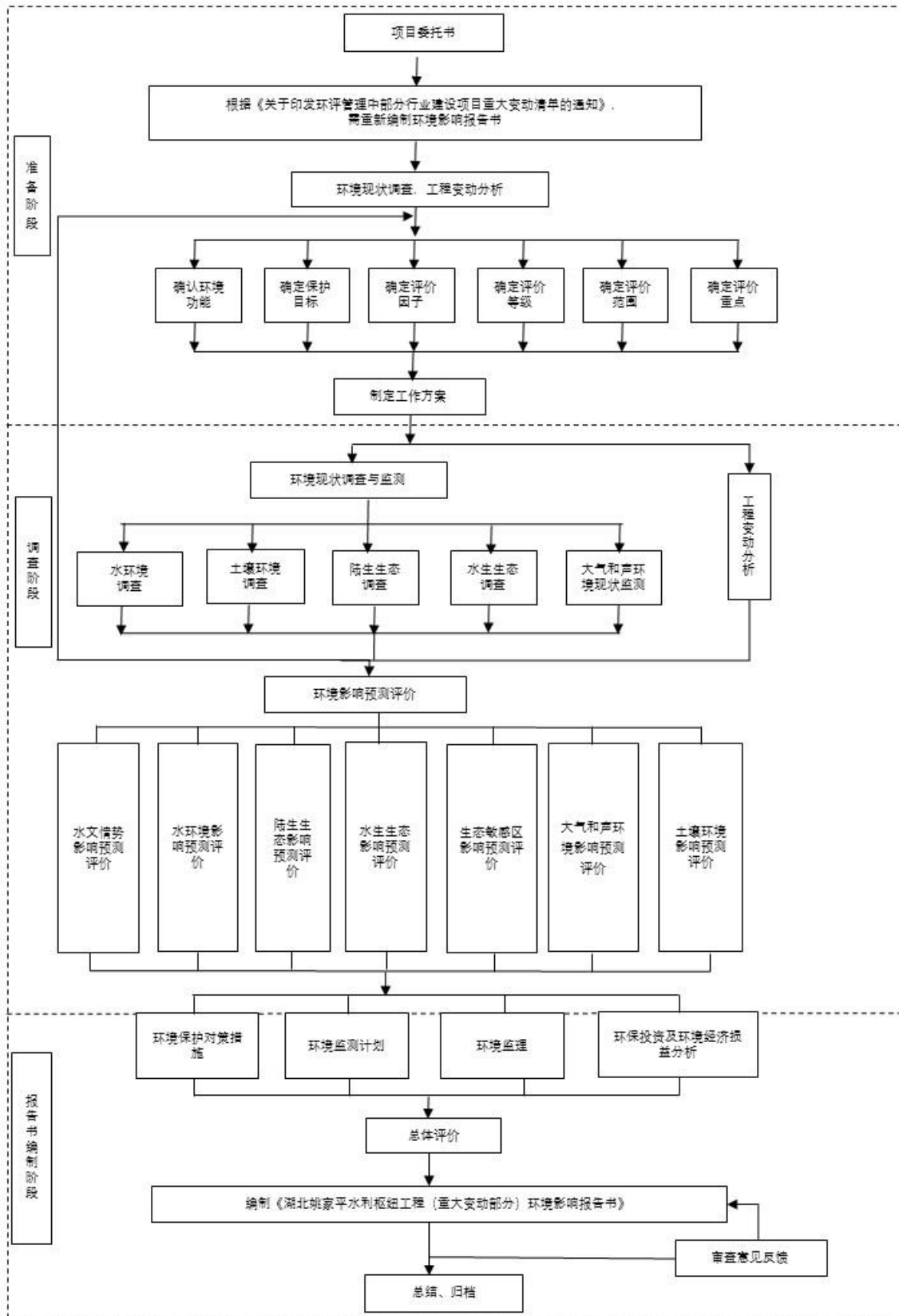


图 1.8-1 湖北姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）环境影响评价工作程序

## 2 工程概况

### 2.1 工程设计过程及环评情况

湖北姚家平水利枢纽工程位于清江上游湖北省恩施土家族苗族自治州（以下简称“恩施州”）恩施市境内，坝址在屯堡乡马者村，距恩施市城区约38km，坝址控制流域面积1927.6km<sup>2</sup>，占恩施水文站集雨面积的65.8%，坝址多年平均流量51.9m<sup>3</sup>/s。

恩施市域东西横距86.5km，南北纵距90.2km，国土面积3972km<sup>2</sup>，为恩施土家族苗族自治州州府所在地。恩施市城区规划面积308km<sup>2</sup>、核心区面积120km<sup>2</sup>、建成区面积50km<sup>2</sup>，城区常住人口45万。全市辖8个乡、5个镇、3个街道、1个风景区管理处和172个行政村、36个社区。境内多民族聚居，少数民族44个，少数民族人口占总人口的41.12%。以土家族居多，苗族、侗族居次。

#### 2.1.1 工程设计过程

2021年1月，湖北省水利水电规划勘测设计院（以下简称“湖北省院”）完成《湖北姚家平水利枢纽工程可行性研究报告》（以下简称“《可研报告》”）；2021年4月和2021年12月，水规总院召开了《可研报告》审查会和复审会；2022年5月水规总院以《水规总院关于报送湖北姚家平水利枢纽供可行性研究报告审查意见的报告》（水总设〔2022〕50号）报送水利部；2022年6月，水利部以《水利部关于报送湖北姚家平水利枢纽工程可行性研究报告审查意见的函》（水规计〔2022〕243号）向国家发展改革委（以下简称“国家发改委”）进行了审批申请；2022年9月，国家发改委委托中国国际工程咨询有限公司（以下简称“中咨公司”）在恩施州对《可研报告》进行了评估；2023年1月，国家发改委以《国家发展改革委关于湖北姚家平水利枢纽工程

可行性研究报告的批复》（发改农经〔2023〕108号）对《可研报告》进行了批复。

2023年7月，水规总院在北京组织召开了《初设报告》审查会。2024年3月25日，水利部以《湖北姚家平水利枢纽工程初步设计报告准予行政许可决定书》（水许可决（2024）29号）批复了《初设报告》。

## 2.1.2 项目环评情况

### 2.1.2.1 项目环评概况

2020年10月，受建设单位委托，长江水资源保护科学研究所（以下简称“长江水保所”）承担湖北姚家平水利枢纽工程环境影响评价工作；2022年4月，长江水保所编制完成《湖北姚家平水利枢纽工程环境影响报告书》（以下简称“《项目环评报告书》”）；2022年6月，生态环境部以《关于湖北姚家平水利枢纽工程环境影响报告书的批复》（环审〔2022〕89号）对《项目环评报告书》进行了批复。

2024年6月，工程现建设单位湖北姚家平水利枢纽开发建设有限责任公司委托长江水保所开展湖北姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）环境影响报告书编制工作。

### 2.1.2.2 环境影响报告书主要结论

#### （1）地表水环境影响及保护措施

##### 1）水文情势

##### ①生态流量

根据Tennant法、湿周法、R2-Cross法、生态水力学法以及Q90计算结果，将各方法计算结果取外包值，推荐姚家平水利枢纽坝下游生态流量在11月至翌年3月不应低于 $8.48\text{m}^3/\text{s}$ （占坝址处多年平均流量的16.3%），在4~10月不应低于 $15.57\text{m}^3/\text{s}$ （占坝址处多年平均流量的30.0%）。

## ②库区及坝下河段水文情势影响

不同典型年，姚家平库区水位基本在717.82m以上，较建库前水位抬升约119~147m，建库后断面流速较建库前有所降低，水面宽、过水面积较建库前均有所增加。

根据坝下减水河段水文情势预测分析，坝下减水河段流量均能达到生态流量泄放要求，水库弃水主要出现在6~7月。与建库前相比，减水河段各月流速、水深、水面宽以减小为主，枯水年10月、翌年1月和2月下泄流量、流速、水深、水面宽较天然情况有所增加。鱼类主要产卵期4~7月，减水河段各典型年水深降低范围在0.19m~0.89m，流速降低范围在0.13m/s~1.47m/s，水面宽降低范围在0.65m~8.62m。

从姚家平水电站尾水口以下河段水文情势变化情况来看，天电减水河段由于下泄生态流量增加，水深、流速、水面宽较建库前以增加为主；天电尾水口以下河段典型断面建库后各要素月均最小值较建库前有所增加，月均最大值较建库前有所降低，年内变幅较建库前减小。

从工程发电日调峰运行影响来看，水位日内最大变幅出现在姚家平主厂房下游，最大日内变幅分别为1.20m、2.17m和2.09m，随着下游河段距离增加，变幅相应减小。至甘名溪汇口断面，三个典型年4~7月最大水位变幅分别为0.34m、0.81m、0.78m。

## ③生态流量保障措施

初期蓄水期的不同阶段，生态流量分别通过生态补水隧洞、坝身底孔和中孔、生态机组下泄。运行期生态流量通过生态机组或坝身生态放水管下泄。生态机组单机额定发电流量为10.85m<sup>3</sup>/s。正常工况下通过单台机组发电可满足枯水期生态流量要求，2台机组同时发电可满足汛期生态流量要求。在生态机组发电流量不能达到生态流量泄放要求时，不足部分通过坝

身生态放水管补足。极端情况下，还可通过坝身表孔或中孔控泄生态流量。

## 2) 水温

根据水温预测结果，姚家平水利枢纽为稳定分层型水库。单层取水口条件下，春夏季3~8月存在较为明显的低温水下泄情况，最大温降出现在4月，丰、平、枯水年旬均下泄水温较天然水温最大温降分别为2.9℃、3.4℃和3.5℃，分别出现在4月下旬、4月上旬和4月下旬；秋冬季水温较天然水温有所上升，最大温升出现在12月，丰、平、枯水年旬均下泄水温较天然水温最大温升分别为3.9℃、5.0℃和5.7℃。

为减缓低温水下泄对下游的影响，工程在3~8月采用叠梁门分层取水方案。电站进水口底板高程为700m，叠梁门设置为3.0m×12层。采用叠梁门方案取水后，姚家平水利枢纽春夏季低温水下泄现象得到有效缓解，4月旬均下泄水温较单层取水提高0.3~1.1℃，较天然水温降幅为1.3~2.7℃。

## (3) 水质

### ①水质影响

姚家平库区污染源以农业面源、农村生活面源和畜禽养殖污染源为主。经预测，工程建成后姚家平库区丰、平、枯水期COD、氨氮保持在地表水I类标准，除云龙地缝景区下游等个别断面外，TN浓度、TP浓度总体较建库前有所降低，部分库湾TN浓度、TP浓度有所升高。

根据预测，姚家平水库建成后，库区TN浓度为0.868~2.976mg/L，TP浓度为0.01~0.152mg/L，TN处于中营养~中度富营养状态，TP处于中营养~轻度富营养状态。总体来看，姚家平库区河段总氮、总磷浓度按湖库标准评价偏高，水库建成蓄水后需加强富营养化监测。

根据坝下断面水质预测结果，姚家平水利枢纽坝下代表断面典型丰、平、枯水年COD、氨氮保持在地表水I类标准。姚家平水利枢纽坝下代表断

面TN浓度在0.53~2.29mg/L之间，TP浓度在0.012~0.103mg/L，因河流总氮背景浓度较高，建库后总氮浓度总体有所降低，但仍维持在较高水平；因建库前枯水期TP浓度超标，建库后除丰水年枯水期总磷浓度超II类标准外，平水年和枯水年各月总磷浓度满足地表水II类标准限值要求。

## ②保护措施

在水库蓄水前须对库底进行清理；业主营地生活污水经成套设备处理后综合利用；实施恩施市污染源防治措施，开展城镇污水治理、农村生活污水治理、农业面源污染控制、畜禽养殖污染治理、城镇地表径流污染治理等工作，减少入库污染负荷，保障姚家平库区水质；采取控制污染源为主的防治措施，有效防止富营养化，加强库区水质及富营养化监测；开展姚家平库区营养状态及水华风险防控研究。

## （2）地下水环境影响及保护措施

### 1）环境影响

经预测，隧洞施工造成坝址区域大范围地下水位下降的可能性较小；施工期仅有少量生活污水和生产废水产生，无有毒有害污染物，废污水经处理后达标排放或回用，不会对区域地下水环境产生影响。施工期废水泄漏预测表明最不利条件下污染物泄漏影响范围为209m，总体影响范围较小。运行期水库蓄水对库区和坝址下游地下水补径排关系和水位影响较小。此外，工程施工和运行对评价范围内的地下水敏感目标（凉水井、烂湾和余家包）无明显影响。

### 2）保护措施

对施工期设置的4座简易除油沉淀池进行一般防渗处理，采用黏土填充沉淀池地基作为防渗层，黏土厚度 $\geq 1.5\text{m}$ ；运行期加强水库、隧洞的防渗措施，降低运行期地表水渗漏对周边地下水流场的影响；对凉水井、烂湾和

高台村3个泉点流量和水质进行监测。

### **(3) 生态环境影响及保护措施**

#### 1) 陆生生态

##### ①对陆生植物的影响

施工期，工程施工占地和移民安置将对评价区内植被及植物资源造成影响，受影响植被在评价区均可见到相似的群落，工程建设不会造成植被类型和群落的消亡，也不会造成区域生态景观体系组成和结构的不稳定。施工结束后，临时占用地的植被类型可依靠人工恢复，减少工程对植被的破坏，部分可还原到现有的质量水平。

运行期，水库蓄水淹没占地640.20hm<sup>2</sup>，受影响的植被主要为乔木林、灌木林以及耕地植被。水库蓄水不会造成物种和种群的消失，对植物多样性影响很小。评价区内的2株红豆杉、1处金荞麦、1丛蛇足石杉和1株扇脉杓兰等国家重点保护植物，以及9株古树均不在工程建设和运行影响范围内。工程蓄水运行后，水湿条件的改善将使其生长更好。

##### ②对陆生动物的影响

施工期，枢纽工程区施工、土石方开挖及弃渣堆放等施工占地和人为活动造成野生动物生境的占用和破坏，施工人员及施工机械设备的噪声对陆生动物栖息、繁衍等造成影响，导致施工区陆生动物种类和数量有一定下降。

运行期，水库建成后，由于水面的上升和水域面积的扩大，库区形成水库型水域生态系统，为适应静水环境的动物提供了合适的生境。水库淹没部分陆地生活的野生动物生境，导致淹没区陆生动物种类和数量减少，非淹没区部分陆生动物种类种内和种间竞争加剧。工程蓄水后，部分动物的通道或被切断，由于原分布区被部分破坏，导致这些动物的生活区向上迁移，而以低海拔动物为食的动物会受到食物分布等的间接影响。工程建

设带来的影响主要是施工活动和噪声驱赶影响，对评价范围内国家和省级重点保护动物的不利影响较小，不会导致评价区内国家重点保护野生动物种群规模的减小。

### ③保护措施

开展临时占地复垦和植被恢复，施工前剥离占地区内的表土，集中堆放；施工后，表土回覆，对临时占地区进行复耕，其他区域进行植被恢复，林草植被恢复率达到97%，林草覆盖率达到25%。加强施工机械、运输车辆、包装材料等的植物检疫，避免松材线虫等风险。加强施工管理，同时设置标志牌、开展宣传培训、实施野生动物救护和野生植物保护，保护野生动植物及其生境。进一步优化工程布置，尽量减少占用基本农田，施工过程中注意对农田及农业水利设施进行防护，施工结束后对临时占用的基本农田进行恢复。

## 2) 水生生态

### ①环境影响

姚家平水利枢纽工程施工将对水生生境产生一定的影响。施工期扰动局限在施工区和下游一定水域，在采取各项施工期环境保护措施处理废水、废渣后，可有效减少施工对水生生态系统造成的不利影响。

姚家平水利枢纽建成后，库区水生生态系统由急流河流生境变为静缓流水库生境；随着生境条件的改变，预计库区初级生产力有所提高，饵料生物资源量较建库前增加，但增加幅度有限；种群结构发生一定改变，由喜流水性种类向喜静缓流水种类演变。由于流水生境萎缩，激流底栖性鱼类、流水生境产粘沉性卵的鱼类，如鳅类、裂腹鱼类、鮡类等种群规模下降；喜静缓流生境的鱼类如鲤、鲫、黄颡鱼等种群规模增加，库区鱼类以静水、敞水性种类为主。坝下河段受水库调度、来水量变化、低温水下泄等影响，水生生物种群规模有一定萎缩，但种类组成变化较小；坝下来水

量较天然减少主要在5月、9月，影响时间有限；受减水影响的1.6km减水河段水生生物资源损失明显。

## ②保护措施

水生生态保护措施主要包括栖息地保护、建设过鱼设施、增殖放流、生态流量泄放、生态调度、加强施工期管理和渔政管理、水生生态监测、科学研究等多种措施。其中，将长偏河、小溪河作为支流栖息地保护河段，清江干流源头至姚家平库尾（105km）以及姚家平生态机组尾水口以下至龙王塘库尾（10km）作为干流栖息地保护河段，开展宣传教育和禁止开发、加强渔政执法、鱼类增殖放流、生态流量保障、河道连通性修复、河道生境修复、保护效果监测与评估等措施。拆除大河片水电站拦河坝并进行河段生态修复；建设姚家平水利枢纽升鱼机，在生态机组尾水下游设置集鱼系统，在天楼地枕大坝增设鱼道，过鱼时间为3~10月；并由恩施州人民政府组织实施补建三渡峡水库、雪照河水电站和龙王塘水电站过鱼设施，拆除红庙水电站拦河坝。建设鱼类增殖放流站1处，放流齐口裂腹鱼、光唇裂腹鱼、多鳞白甲鱼、小口白甲鱼、泉水鱼、中华倒刺鲃、青石爬鮡、长阳鮡等8种鱼类共22.0万尾/年，放流规格为4~6cm，放流年限暂按20年进行，20年后根据鱼类资源恢复情况，制定长期的放流计划。保障生态流量下泄，每年在鱼类繁殖盛期4~6月择机实施10~15天生态调度，生态调度期间电站不进行日调峰运行。加强宣传教育和施工监管，建立鱼类资源保护的规章制度，开展鱼类保护与救护。开展增殖放流鱼类繁殖技术研究、增殖放流效果监测与评估、过鱼设施优化和效果评估、流域梯级联合生态调度研究等科学研究。

## （4）环境敏感区

### 1）环境影响

评价范围内有1个生态敏感区，为湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园。

工程建设对地质公园的不利影响主要表现为枢纽工程占地和水库蓄水淹没，工程共占用地质公园456.52hm<sup>2</sup>，受影响的主要为朝东岩园区。按工程占地类型划分，工程永久占地占用地质公园453.83hm<sup>2</sup>，工程临时占地占用地质公园2.70hm<sup>2</sup>；按地质遗迹保护区级别划分，工程占用地质公园一级保护区425.95hm<sup>2</sup>，占用地质公园二级保护区30.57hm<sup>2</sup>。

经综合评估，工程建设对恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园地质遗迹及地质景观总体影响程度小。工程建成后，与其所在区域恩施大峡谷的旅游景观相结合，可以增强区域旅游附加功能，对进一步促进地质公园经济与社会效益的发挥具有一定正面作用。

## 2) 保护措施

进一步优化施工组织设计，严格按照湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园主管部门同意的工程方案进行施工，不得越界施工或未经许可变更施工方案，防止对地质遗迹造成损害。施工过程中，在靠近地质公园地质遗迹点的枢纽工程施工场地周边设置钢筋围栏；在容易出现陡壁坠石的下方及周围，应设立警示牌。施工结束后，由地质公园管理部门和建设单位共同组织编制地质公园景观恢复方案，减缓和恢复施工活动给风景名胜区的景观带来的影响；加强施工期监督管理和地质灾害监测。

## **(5) 土壤环境影响及保护措施**

### 1) 环境影响

本工程为土壤生态影响型项目。经预测，在严格执行相关环境保护措施的前提下，本工程施工期与运行期均不会引起土壤的盐化、酸化、碱化，不会对土壤造成污染。

### 2) 保护措施

施工期及运行期的各类废污水、固体废物应按要求进行处理和处置；

对工程区内耕地、园地地块进行表土剥离，并运往表土堆存场集中堆置防护，用于后期植被恢复；加强施工机械设备的维护保养，减少机械设备油类的跑、冒、滴、漏。

## **(6) 施工环境影响及保护措施**

### **1) 水环境**

#### **① 环境影响**

砂石料加工系统冲洗废水正常工况下经处理后回用于砂石料冲洗，对地表水环境影响较小；在非正常工况下，将会对排口下游一定范围内水域的水环境产生影响，但影响程度有限。混凝土拌和系统冲洗废水经处理后回用于混凝土拌合，不外排，对清江地表水水质影响较小。隧洞施工废水经隔油沉淀池处理后回用于混凝土养护、浇灌林地灌丛、场内施工道路和施工区洒水，对地表水环境影响较小。基坑初期排水对清江地表水环境影响较小，经常性排水经处理后回用于混凝土养护、浇灌林地灌丛、场内施工道路和施工区洒水等，对清江地表水环境影响较小。机械汽车停放场冲洗废水经处理后回用于车辆冲洗或停放场洒水抑尘，不外排，对清江地表水环境影响较小。施工营地生活污水经处理后回用于浇灌林地灌丛、场地洒水等，不外排，对周围水体影响较小。

#### **② 保护措施**

砂石料加工系统冲洗废水经DH高效旋流净化器处理后回用于砂石料冲洗；混凝土料罐冲洗废水经中和沉淀处理后回用于混凝土拌合；隧洞施工废水经隔油沉淀池处理后回用于混凝土养护、浇灌林地灌丛、场内施工道路和施工区洒水；基坑经常性排水经中和沉淀处理后回用于混凝土养护、浇灌林地灌丛、场内施工道路和施工区洒水；机械车辆冲洗废水经简易除油沉淀后回用于车辆冲洗或停放场洒水抑尘；生活污水经成套设备和三格

化粪池处理后回用于浇灌林地灌丛、场地洒水等。

## 2) 大气环境

### ①环境影响

工程大气环境影响主要集中在施工期。在采取洒水降尘、安装除尘设施等措施后施工扬（粉）尘影响范围和程度有限。施工扬（粉）尘在局部时段将对姚家平村居民点的环境空气质量造成一定影响，对其他敏感目标环境空气质量影响较小。在采取洒水降尘、限制车速等措施后，道路扬尘对道路沿线居民点造成的环境影响较小。燃油废气呈无组织排放，且施工区域地势开阔、污染物扩散条件好，对施工区域周边环境空气的影响程度有限。在采用先进的爆破技术的前提下，爆破扬尘造成的影响较小。

### ②保护措施

施工作业区域和汽车运输道路采取洒水降尘措施，爆破区域采取洒水抑尘，砂石料加工系统设置收集除尘装置，并在砂石料加工区域的厂界围挡、主要产尘装置、砂料堆场以及传送带等区域设置喷雾装置，混凝土拌和楼需配备除尘装置并在添加水泥等多尘物料以及搅拌过程中采用全封闭式系统，多尘物料运输时适当加湿或用帆布覆盖，干燥裸露面不进行施工时应采用防尘苫盖进行遮盖，场内道路限制车流量和车速，加强大型施工机械和车辆的管理等。

## 3) 声环境

### ①环境影响

工程噪声影响主要集中在施工期。昼间施工噪声对姚家平村居民点和茅坡南侧居民点2处敏感目标声环境质量有一定影响，在采取设置声屏障等措施后影响较小；在禁止夜间开展产噪施工作业的情况下，仅有部分施工工地需要在夜间进行混凝土连续浇筑，经调查分析，工程所涉及的声环境

敏感目标基本不受夜间施工噪声影响。施工期爆破噪声会对周边区域居民产生惊扰影响，爆破结束后，噪声影响即消失。

#### ②保护措施

施工期间加强施工管理，夜间禁止进行高噪声施工，在砂石加工系统和茅坡石料场面对敏感目标一侧设置声屏障，对运输道路进行车速限制，并加强道路养护，对产噪设备安装隔声罩，选用低噪声施工设备等。

#### 4) 固体废物

##### ①环境影响

施工期固体废物主要包括施工弃渣、生活垃圾、建筑垃圾和危险废物。施工弃渣运至弃渣场处置，生活垃圾经收集后统一处置，建筑垃圾尽量回收利用后剩余部分运至弃渣场处置，危险废物交由有资质的单位接收处理。在落实上述措施的前提下，对周边环境影响较小。

##### ②保护措施

施工期固体废物主要包括施工弃渣、生活垃圾、建筑垃圾和危险废物。施工弃渣运至弃渣场处置，生活垃圾经收集后委托当地环卫部门统一处置，建筑垃圾尽量回收利用后剩余部分运至弃渣场处置，危险废物交由有资质的单位接收处理。

#### **(7) 移民安置环境影响与保护措施**

移民安置工程污（废）水、噪声和固体废物产生量总体较小，且较为分散。

##### 1) 水环境保护

移民安置工程施工期废水采用集中收集，预沉池沉淀，加中和剂、絮凝剂再进入沉淀池等工艺处理；各类工程施工废水经处理后回用，对地表水环境影响较小。运行期生活污水经污水管网收集至化粪池，经一体化污水处理设备处理达标后排入已建人工湿地或用于农田灌溉，污水处理达标

后排放，对地表水环境无明显影响。

## 2) 大气环境保护

安置点场地平整工程和专项设施复（改）建工程的土石方施工采用湿法作业，减少土方开挖和回填产生的粉尘量；运输车辆装载多尘物料时，应适当加湿或采用封闭运输，减少扬尘；加强机械、车辆的维修和保养，减少有害尾气排放。各类工程在采取洒水降尘措施后，对周边居民点的环境空气质量影响较小。

## 3) 声环境保护

施工期通过合理制定作业时间，加强施工管理，合理使用施工机械、加强施工公示和沟通，降低噪声影响。各类工程在采取噪声控制和夜间禁止施工措施后，对周围敏感点的影响较小。

## 4) 固体废物保护

施工期，各施工区设垃圾桶收集施工期生活垃圾，由附近环卫部门统一清运，定期处置。工程结束后，施工单位应对临建设施进行拆除，并清除各项建筑垃圾；安置点运行后生活垃圾推行分类收集，按照每50人配置一个垃圾桶，500人配置1个垃圾收集点，配置39个垃圾桶、11个集中收集点，垃圾运输和处理纳入当地村委会运行和管理，不会对周围环境产生不利影响。

### 2.1.2.3 环境影响报告书批复文件要求

《生态环境部关于湖北姚家平水利枢纽工程环境影响报告书的批复》（环审〔2022〕89号）中认为“项目实施可能对生态、水环境等产生不利影响，在全面落实环境影响报告书和批复提出的各项生态环境保护措施后，该项目所产生的不利生态环境影响可以得到一定缓解或控制”；并指出“原则同意环境影响报告书的总体评价结论和拟采取的生态环境保护措施”。项目环评批复文件对本项目减缓生态环境影响的主要措施提出要求如下：

(1) 严格落实生态调度及生态流量下泄措施。工程初期蓄水期和运行期，11月至次年3月下泄生态流量不低于 $8.48\text{m}^3/\text{s}$ ，4月至10月下泄生态流量不低于 $15.57\text{m}^3/\text{s}$ 。运行期每年4至6月鱼类集中繁殖期实施一次为期10~15天的生态调度，生态调度期间本工程及下游天楼地枕水电站不进行日调峰。工程初期蓄水期通过导流洞、生态补水隧洞、底孔、中孔及生态机组等下泄生态流量，运行期通过生态机组发电、生态放水管等下泄生态流量。对下游天楼地枕水电站进行改造，建设生态流量专用泄放设施，生态流量下泄过程与本工程保持一致。下阶段进一步优化工程生态流量泄放措施，深入论证生态放水管设计方案，统筹考虑消能和水温要求，优先考虑生态放水管与生态电站结合布置；开展工程生态调度和水库运行方案优化研究，制定初期蓄水期及运行期生态流量下泄及调度方案，并纳入工程运行调度规程。在生态机组下游、主电站厂房尾水下游、天楼地枕水电站坝下建设生态流量、河道水位在线监测系统，将相关监测数据和措施落实、运行的相关数据、影像等接入本工程中控系统。研究制定流域梯级联合调度方案，建立联合调度机制，压实各方责任，落实生态调度要求，实施生态调度效果监测和评估，根据监测评估结果及时对生态调度方案进行必要调整。

(2) 严格落实水环境保护措施。蓄水前开展库底生态环保清理，加强库周环境管理，严格控制污水和畜禽粪便等污染物进入水库，控制库区渔业养殖，定期开展库区漂浮物清理，加强库区水质及富营养化监测。下阶段进一步深化工程分层取水措施研究和论证，开展分层取水措施专项设计，根据水工模型试验结果，优化设计参数，确保措施效果。制定分层取水设施运行期调度运行规程，设置库区、坝前及坝下水温自动监测系统，对运行期水温进行长期监测。下阶段在保障安全的前提下，进一步优化相关设计，减缓坝下气体过饱和影响。

(3) 严格落实水生生态保护措施。将清江干流姚家平库尾以上至河源约105km河段、生态机组尾水至龙王塘库尾约10km河段以及支流小溪河、长偏河作为鱼类栖息地进行保护。配合地方政府落实《关于承诺落实清江流域恩施段梯级开发环境影响回顾性评价报告审查意见的函》（恩施州政函〔2021〕128号），抓紧制定清江流域恩施段鱼类栖息地保护规划，细化保护修复措施布局安排、时间节点、投资保障和考核机制，压实各方责任，确保措施落实。编制小水电退出及河流连通性恢复方案，拆除大河片水电站大坝，补建天楼地枕水电站鱼道，相关费用由本工程承担；配合地方政府统筹落实三渡峡、雪照河、龙王塘水电站连通性恢复措施，尽快开展过鱼设施专项设计，并在本工程蓄水前建成运行。本工程采用升鱼机过鱼方案，初步设计阶段完成升鱼机专项设计和相关水工模型试验，进一步优化系统布置、结构和参数，制定运行期升鱼机运行规程，确保长期有效运行，运行后同步开展过鱼效果监测评估和必要的适应性优化工作。工程蓄水前建成鱼类增殖放流站，形成运行管理和增殖技术能力，放流齐口裂腹鱼、光唇裂腹鱼、多鳞白甲鱼、小口白甲鱼、泉水鱼、中华倒刺鲃、青石爬鮡、长阳鮡等种类，放流规模为22万尾/年，结合鱼类栖息地及流域生态保护需要，选择合适河段进行长期增殖放流，同步开展鱼类增殖放流标记及放流效果监测与评估，根据监测结果适时调整增殖放流地点、对象及规模。

(4) 落实陆生生态保护措施。加强施工人员生态环境保护宣传教育，严禁擅自破坏野生植物和捕猎野生动物等行为。施工前开展工程占地范围动植物详细调查，针对发现的珍稀濒危保护动植物和古树名木采取有效的保护措施，必要时向相关主管部门和生态环境部报告。合理安排施工时间、优化施工方案，严格控制工程占地和施工活动范围，减小对植被的破坏以及施工噪声对野生动物的惊扰。科学设置弃渣场，弃渣场应做到先挡后弃；

弃渣应运至规定的弃渣场，不得随意堆弃或向河流倾倒。施工前对表土进行剥离，单独堆存防护并回用；施工中采取水土保持措施，施工结束后对施工迹地等实施生态修复。生态修复坚持因地制宜，使用原生表土及乡土物种，重建与当地生态环境相协调的植物群落，恢复和保护生物多样性，初期可采用人工管护等措施，最终形成可自然维持的生态系统。落实基本农田环境保护方案，做好基本农田环境保护工作。下阶段，应从生态环境保护角度进一步优化施工方案，尽量避让或减少占用生态保护红线、地质公园等生态敏感区。涉及生态敏感区和生态保护红线的工程内容，应在开工前根据法律法规和政策要求履行相关手续，否则不得在相关区域开工建设；结合主要保护对象的保护要求和主管部门意见，进一步完善相关保护措施。

(5)其他环境保护措施。加强工程建设运行全过程生态环境保护工作，针对施工期和运行期的生产废水和生活污水、扬尘、噪声、固体废物等采取有效防治措施，危险废物交有资质单位处置，加强对固体废物、危险废物暂存场所的管理。相关水电站拆除时应采取生态环境保护措施，避免产生不利生态环境影响。在移民安置过程中加强生态环境保护。

## **2.2 工程概况及设计变动情况**

### **2.2.1 工程任务与规模**

#### **2.2.1.1 工程任务**

湖北姚家平水利枢纽工程任务为防洪和发电，促进巩固拓展少数民族地区脱贫攻坚成果。本阶段工程任务与项目环评阶段一致。工程建成后，通过与其下游已建的大龙潭水库和城区堤防工程联合运用，可将清江干流恩施城区段的防洪标准从现状10~20年一遇提高至50年一遇；还可利用水能

资源进行发电，优化调整能源结构、助力“碳达峰、碳中和”目标实现；项目建设对巩固拓展少数民族地区脱贫攻坚成果、促进区域经济社会可持续发展和乡村振兴等均具有重要作用。

### 2.2.1.2 工程规模

姚家平水利枢纽工程规模为大（2）型，工程等别为Ⅱ等，水库死水位715m，汛限水位729m，正常蓄水位745m，防洪高水位748.2m，500年一遇设计洪水位748.3m，2000年一遇校核洪水位749.02m。

水库总库容3.219亿 $m^3$ ，防洪库容1.1亿 $m^3$ ，调节库容1.511亿 $m^3$ ，死库容1.446亿 $m^3$ ；装机容量160MW+24MW（生态机组）；正常蓄水位745m时水库水面面积6.29 $km^2$ ，回水长度15.7km；库容系数9.21%，属年调节水库。

主电站装机160MW，保证出力14MW，多年平均发电量3.917亿 $kW\cdot h$ ，年利用小时数2448h。生态电站装机24MW，多年平均发电量1.214亿 $kW\cdot h$ ，年利用小时数5058h。

本工程水库汛限水位由项目环评阶段的735m调整为729m，防洪库容相应由项目环评阶段0.8亿 $m^3$ 调整为1.1亿 $m^3$ ，其它工程规模相关参数未发生重大变动。

### 2.2.1.3 工程主要建设内容

坝区建筑物主要有：挡水建筑物、泄洪消能建筑物、生态电站。挡水建筑物为碾压混凝土拱坝，坝顶总长度485.52m，最大坝高175.00m。泄水建筑物为坝身上设有2个表孔，尺寸12m×16m；2个中孔，尺寸5m×6.5m；1个底孔，尺寸3m×4m。坝下游设人工水垫塘辅助消能。

厂区建筑物主要有：发电引水隧洞、主电站厂房。发电引水隧洞长度1180m，主电站发电引水流量119.8 $m^3/s$ ，生态电站发电引水流量为20.88 $m^3/s$ ，主电站和生态电站共用一个进水口，进水口段发电引水流量为140.68 $m^3/s$ 。

主电站装机160MW，保证出力14MW，多年平均发电量4.047亿kW·h，年利用小时数2524h。生态电站装机24MW，多年平均发电量1.194亿kW·h，年利用小时数4974h。

边坡工程：包括库区边坡工程和坝区边坡工程。库区边坡工程对高台、木贡、搬木水滑坡进行治理。坝区边坡工程包括拱坝左坝肩边坡、太阳湾堆积体、凉水井堆积体、剪刀岩堆积体边坡工程，治理方案为地表排水、库岸防护、抗滑桩。

交通工程有：永久道路共有5条、交通桥共6座、交通洞3条。

库区建设内容为：至设计水平年，生产安置人口共1363人，生产安置采取一次性货币补偿安置方式；规划搬迁安置人口2122人，规划4个安置区6个安置点共集中安置452户1896人，其中恩施市3个安置区（马者安置区、六房安置区、龙山坪安置区）共5个安置点，利川市1个安置区（小谷槽安置区）1个安置点，其余57户226人分散安置。

环境保护工程主要包括：叠梁门分层取水、生态流量泄放设施、过鱼建筑物、鱼类增殖放流站等。

主要建设内容与项目环评阶段一致。

#### **2.2.1.4 工程综合效益**

姚家平水利枢纽工程具有防洪、发电等综合利用效益。

防洪效益：姚家平水库主要的防洪保护对象为枢纽下游约38km处的恩施市城区。至2030年，恩施城区保护人口60万人（其中城区非农业人口34.5万人），保护面积308km<sup>2</sup>，工程兴建后，可使恩施市城区清江干流防洪标准由现状10~20年一遇提高到50年一遇，多年平均防洪效益17122万元。

发电：姚家平水利枢纽工程电站装机容量184MW（含生态机组24MW），多年平均发电量5.131亿kW·h（含生态机组1.214亿kW·h）。

#### **2.2.1.5 汛限水位变动情况**

### **(1) 《可研报告》水利部审查阶段**

可研阶段，根据《水利部关于报送湖北姚家平水利枢纽工程可行性研究报告审查意见的函》，姚家平水库正常蓄水位745.0m，汛限水位735.0m，死水位715.0m，防洪高水位748.2m，设计洪水位748.3m，校核洪水位749.02m，水库总库容3.22亿 $m^3$ ，防洪库容0.80亿 $m^3$ ，兴利库容1.51亿 $m^3$ 。姚家平采用分级控泄的防洪调度运行方式，两级控泄流量分别为1550 $m^3/s$ 和550 $m^3/s$ ，水库运用防洪库容的起止日期为5月21日~8月31日。该阶段防洪调度方式为汛期当发生恩施城区防洪标准（2%）以内洪水时，姚家平水库根据大龙潭水位进行二级控泄调度：①当恩施流量小于1550 $m^3/s$ ，姚家平、大龙潭两水库均按照来流下泄。②恩施流量位于1550 $m^3/s$ 与2000 $m^3/s$ 之间，姚家平来流不超过1550 $m^3/s$ ，按来流下泄；若来流超过1550 $m^3/s$ ，则按照一级控泄流量1550 $m^3/s$ 控泄。大龙潭按照来流下泄，库水位不超过454m。③当恩施流量超过2000 $m^3/s$ ，姚家平仍按照1550 $m^3/s$ 控泄。大龙潭对下区间实施补偿凑泄，直到大龙潭库水位上涨至454m。当大龙潭水位达到454m及以上，姚家平按照第二级控泄流量550 $m^3/s$ 控泄，大龙潭仍对下区间实施补偿调度，共同控制恩施站洪峰不超过2500 $m^3/s$ ，直到姚家平库水位达到防洪高水位748.2m。

### **(2) 《可研报告》国家发改委评估阶段**

根据《国家发展改革委关于湖北省姚家平水利枢纽工程可行性研究报告的批复》，姚家平水库正常蓄水位745.0m，水库汛限水位729.0m，死水位715.0m，防洪高水位748.2m，设计洪水位748.3m，校核洪水位749.02m。水库总库容3.22亿 $m^3$ ，防洪库容1.1亿 $m^3$ ，兴利库容1.51亿 $m^3$ 。

根据中咨公司对《可研报告》的咨询评估报告（咨农地〔2022〕2481号），考虑到大龙潭水库是以防洪、发电为主兼顾城市供水的中型工程，其水库汛限水位450m，防洪高水位461m，防洪库容2700万 $m^3$ ，且距恩施市城区较近、防洪库容较小，为降低调度风险，考虑恩施市城区清江支流河

口段防洪现状，将两级控泄流量分别调整为 $1250\text{m}^3/\text{s}$ 、 $650\text{m}^3/\text{s}$ ；并优化了大龙潭水库分级调度水位参数，将分级水位由 $454\text{m}$ 调整为 $453\text{m}$ 。该阶段批复的防洪调度方式为：汛期当发生恩施城区防洪标准（2%）以内洪水时，姚家平水库根据大龙潭水位进行二级控泄调度：①当恩施流量小于 $1550\text{m}^3/\text{s}$ ，姚家平、大龙潭两水库均按照来流下泄。②恩施流量位于 $1550\text{m}^3/\text{s}$ 与 $2000\text{m}^3/\text{s}$ 之间，姚家平来流不超过 $1250\text{m}^3/\text{s}$ ，按来流下泄；若来流超过 $1250\text{m}^3/\text{s}$ ，则按照一级控泄流量 $1250\text{m}^3/\text{s}$ 控泄。大龙潭按照来流下泄，库水位不超过 $453\text{m}$ 。③当恩施流量超过 $2000\text{m}^3/\text{s}$ ，姚家平仍按照 $1250\text{m}^3/\text{s}$ 控泄。大龙潭对下区间实施补偿泄，直到大龙潭库水位上涨至 $453\text{m}$ ，姚家平按照第二级控泄流量 $650\text{m}^3/\text{s}$ 控泄，大龙潭仍对下区间实施补偿调度，共同控制恩施站洪峰不超过 $2500\text{m}^3/\text{s}$ ，直到姚家平库水位达到防洪高水位 $748.2\text{m}$ 。

### （3）《初设报告》审查阶段

根据水利部对《可研报告》的审查意见和国家发改委的批复意见，初设阶段，对防洪调度进一步优化。考虑到大龙潭水库距恩施市城区较近、防洪库容较小，为降低调度风险，大龙潭分级水位选定 $453\text{m}$ ，初设阶段主要针对两级控泄流量优化。姚家平以大龙潭水位 $453\text{m}$ 进行两级控泄调度，两级控泄流量比选方案为 $1250\text{m}^3/\text{s}$ — $650\text{m}^3/\text{s}$ ， $1350\text{m}^3/\text{s}$ — $600\text{m}^3/\text{s}$ ， $1450\text{m}^3/\text{s}$ — $580\text{m}^3/\text{s}$ 。考虑到极差越大、调度的风险相对越大，最终推荐姚家平以大龙潭水位 $453\text{m}$ 进行 $1350\text{m}^3/\text{s}$ — $600\text{m}^3/\text{s}$ 两级控泄调度，姚家平水库设计防洪库容为 $1.1\text{亿}\text{m}^3$ 。

姚家平防洪库容由 $0.8\text{亿}\text{m}^3$ 调整为 $1.1\text{亿}\text{m}^3$ 后，增加的防洪库容将设置在正常蓄水位以下，汛限水位由 $735\text{m}$ 调整为 $729\text{m}$ ，防洪高水位维持 $748.2\text{m}$ 不变，相应坝顶高程不变。姚家平主电站、生态电站装机容量不变，多年平均发电量由 $5.241\text{亿}\text{kW}\cdot\text{h}$ 减少为 $5.131\text{亿}\text{kW}\cdot\text{h}$ ，减少 $0.11\text{亿}\text{kW}\cdot\text{h}$ ，电量减少值不大，但可降低防洪调度风险、降低水库水位 $745\text{m}$ ~ $748.2\text{m}$ 之间临时淹没

几率、兼顾提高清江干支流河口的防洪问题，姚家平水库兴建后，再遇1980年、1989年、2020年等大洪水，均能将洪峰削减至恩施站安全泄量，确保恩施城区防洪安全。

## 2.2.2 工程布置与主要建筑物

### 2.2.2.1 工程等别

姚家平水利枢纽水库正常蓄水位745.00m，总库容3.22亿m<sup>3</sup>，装机容量184MW，工程等别为II等，规模为大（2）型。

姚家平水利枢纽工程主要由碾压混凝土拱坝、坝身泄洪及消能建筑物、发电引水建筑物、厂房、过鱼设施、边坡工程、永久交通工程等建筑物组成。挡水及泄水建筑物为1级建筑物，导流洞堵头为2级建筑物，大坝两岸边坡级别为1级；消能防冲建筑物为2级建筑物，发电进水口、引水系统、主电站地下厂房和生态电站厂房等主要建筑物为3级建筑物，水垫塘边坡、发电进水口边坡和大坝下游堆积体边坡级别为3级，库区高台、木贡、搬木水滑坡级别为3级。集鱼系统建筑物等级为3级。升鱼机建筑物级别为1级。永久道路等级为三级公路，桥梁设计安全等级一级。

### 2.2.2.2 工程总布置

碾压混凝土拱坝布置在清江与小溪河河口下游220m处，坝身设2表孔、2中孔、1底孔，坝下游设人工水垫塘，坝体、泄水建筑物和消能防冲建筑物均布置在顺直峡谷段内；引水发电系统采用窑洞式分层取水进水口，总引水发电流量为140.68m<sup>3</sup>/s，由进水口、压力隧洞、岔洞及支洞等4部分组成，主引水线路全长1069.8m；尾部式主电站地下厂房位于右岸朝东岩山体内部，总装机容量160MW，单机容量80MW；生态电站位于大坝下游右岸岸边，为地下厂房，总装机容量24MW，单机容量12MW。过鱼建筑物采用升鱼机过坝系统，布置于坝址左岸。

初步设计阶段，拱坝轴线选择以可研阶段推荐方案为基准，结合不同

高程地质平切图，将可研阶段推荐的坝线作为上坝线，同时拟定下坝线距上坝线50m。另居中选择中坝线，距上坝线30m，进一步深入开展了坝线比选。三条坝线相距较近，地形地质条件差别不大，枢纽布置条件也相近，上坝线靠近小溪河口，对施工围堰的布置及导流条件有一定的影响，下坝线基岩覆盖层较薄，对坝肩稳定条件不利。通过工程地质条件、枢纽布置及建筑物设计、坝体应力及拱座稳定、施工组织设计、工程量及投资比较等因素，经综合比选，初步设计推荐中坝线方案，距可研推荐的上坝线30m。

### **2.2.2.3 主要建筑物**

#### **(1) 挡水建筑物**

挡水建筑物为碾压混凝土双曲拱坝，河床建基面高程575.0m，坝顶高程750.0m，最大坝高175m。拱坝坝型采用对数螺旋线形双曲拱坝，上游坝顶弧长509.61m，坝顶宽10m、拱冠处坝底宽40m，厚高比0.229，大坝中轴面积59532m<sup>2</sup>，基本体形总方量1569732m<sup>3</sup>，应力水平系数2258，单位坝高柔度系数12.90。大坝从左到右被4道全径向横缝及13道诱导缝划分为18个坝段，坝体不设纵缝。

#### **(2) 泄水建筑物**

根据防洪要求，在汛限水位729.00m时，中孔泄流能力枢纽能通过1440m<sup>3</sup>/s左右流量，能满足水库控泄600m<sup>3</sup>/s、1350m<sup>3</sup>/s的要求，且结合发电流量基本能泄放坝址约3年一遇洪水（1620m<sup>3</sup>/s），满足防洪调度要求，同时在满足泄流能力和灵活调度的条件下，设置了2个表孔、2个中孔和1个底孔的泄洪建筑物。表孔堰顶高程为734.00m，堰面曲线为WES堰面，单孔堰宽12m；中孔堰顶高程为690.0m，孔口尺寸为5m×6.5m；底孔堰顶高程为665.0m，孔口尺寸为3m×4m。

#### **(3) 消能建筑物**

为了便于消能，在坝后设置长度为238m的人工水垫塘。水垫塘尾坎（二

道坝)采用重力坝,坝顶部高程为602m,最大坝高28.5m,水垫塘底板以上的高度为22m,宽3m。水垫塘后校核尾水位610.18m,塘内校核洪水位611.80m,考虑塘内水垫壅高和激浪等因素,确定水垫塘两岸边坡护顶高程为618m,塘底板高程580m~583m。

#### (4) 引水发电建筑物

引水发电系统进口布置在右岸,距离大坝坝顶约290.0m,主电站和生态电站共用一个分层取水进水口,总引水发电流量为140.68m<sup>3</sup>/s,至第一分岔洞后分流,其中主电站引水发电流量为119.80m<sup>3</sup>/s,生态电站引水发电流量为20.88m<sup>3</sup>/s。两电站经压力管道均采用“一洞两机”接地下厂房。

分层取水建筑物为窑洞式结构,为深式分层取水进水口,长87.00m,底板高程为700.00m。由分层取水进水口、拦污栅、叠梁门、进口连接段、事故—检修闸门、检修平台及启闭平台组成。

引水发电隧洞前端130m长为共用段,洞径7.7m,设计流速为3.02m/s。至第一分岔洞后,主厂房段引水发电隧洞管径为7.2m/7.0m,引水发电隧洞分岔后至主电站的压力隧洞轴线长939.8m(平面投影长度为852.20m)。生态厂房引水发电隧洞管径为4.0m,引水发电隧洞与主机组分岔后至生态主厂房的压力隧洞轴线长695.4m(投影轴线长479.40m)。

#### (5) 主电站建筑物

尾部式地下厂房位于右岸朝东岩山体内部,总装机容量160MW,采用2台单机容量为80MW的HLD416A-LJ-280型水轮机和SF80-20/6000型发电机,安装高程569.00m。地下厂房洞室主要由主副厂房洞、主变洞兼尾闸洞两大洞室组成,此外还有进厂交通洞、通风洞、母线洞、220kV出线洞、排水廊道等辅助洞室。

主副厂房洞在平面布置上采用“一”字型布置,从左至右依次布置副

厂房、机组段、安装场和空调机房洞室。主副厂房洞总长度76.00m，其中机组段、副厂房、安装场分别长41.00m、13.00m、22.0m。

主变洞兼尾闸洞在主副厂房洞的下游侧平行布置，与主副厂房洞的净间距为40.0m（岩梁以下）。主变洞最大开挖尺寸43.0m×21.0m×27.5m（长×宽×高），采用圆拱直墙型断面布置；主变洞兼尾闸根据各层的布置情况共分2段布置，各段间设结构缝。洞内结构按框架结构设计。

### **（6）生态电站建筑物**

生态电站发电引水建筑物布置在大坝下游右岸，为地下式厂房，距离二道坝30m。厂房安装2台立式机组，总装机容量24MW。主副厂房洞内从左至右依次为排风机房、副厂房、主厂房、安装间、变压器室采用一列式布置，其中排风机房长20m，主厂房长25.50m、副厂房长11.50m，安装间长12.0m，变压器室长15.0m。尾闸洞位于下游侧，采用一机一洞，平行布置，中心距9.5m。

### **（7）交通工程**

工程设置5条永久道路（包括桥）和3条交通洞，其中1#永久道路连接右岸318国道与1#永久交通洞（右岸上坝交通），总长度5.70km；2#永久道路连接左岸屯渝公路与坝下水垫塘618m高程平台，总长度6.04km；3#永久道路为场内交通道路，连接2#永久道路与主电站地下厂房，总长度1.04km；4#永久道路为场内交通道路，连接2#永久道路与右岸千家寺施工布置区，总长度1.82km；5#永久道路连接左岸屯渝公路与左坝肩750m高程平台，总长度2.38km。

1#交通洞将1#永久道路、4#永久道路和碾压混凝土坝顶右坝头的衔接，交通洞全长1.38km；2#交通洞连接主电站和生态电站，同时兼做生态电站出线通道，交通洞全长1.05km；3#交通洞连接1#交通洞和发电洞进水口启

闭平台，交通洞全长0.39km。

### **(8) 过鱼建筑物**

过鱼建筑物总体布置为：在天楼地枕大坝左岸设置竖缝式鱼道，在姚家平坝后生态电站下游左岸设置集鱼系统，坝后左岸设置运鱼轨道，坝身设置升鱼机将集鱼系统集到的鱼提升过坝，通过坝前运鱼船将鱼运输至库区适宜生境放流。天楼地枕鱼道沿左岸道路布置，集鱼系统布置在姚家平生态厂房下游左岸，升鱼机布置在姚家平拱坝6#坝段。

较环评阶段，将姚家平过鱼建筑物的集鱼系统由右岸调整到左岸，集鱼系统布置在姚家平生态电站尾水对岸下游100m处，总长103.65m；并将升鱼机竖井布置由10#坝段调整（右岸）至6#坝段（左岸），并制定了调度运行规则及内容。

### **(9) 现场管理设施布置**

工程现场管理区及鱼类增殖站选址于向家坝村后坝，S233隧道进口段。管理区设置两个出入口，分为三个区。主入口正对的为办公区，背后为鱼类增殖站的生产区，办公楼侧位于主入口和次入口之间的为生活区。管理区设有2个出入口，主入口道路与先S233道路连接，次入口道路与老S233道路连接。

## **2.2.3 施工组织设计**

### **2.2.3.1 施工导流**

#### **(1) 本阶段施工导流方案**

大坝施工导流采用一次拦断河床，全年土石围堰挡水、隧洞导流的方式。坝下水垫塘、二道坝及坝下防护区、生态电站厂房、集鱼系统均在大坝围堰基坑范围内。主厂房为地下厂房，主体结构位于山体内部，在岩体的保护下施工，厂房尾水洞出口段通过填筑平台施工。

大坝施工导流采用全年土石不过水围堰挡水、导流隧洞导清江干流、支流小溪河上游来水；大坝升至上游围堰顶部高程以上后，坝体挡水，坝身孔口、左岸导流隧洞联合泄洪度汛。在分阶段封拱灌浆后，具备条件时，封堵左岸导流隧洞，导流隧洞封堵后，由坝身孔口（含表孔缺口）控制施工期水库水位。

在左岸设置两条导流洞，1#导流洞全长750m，城门洞型，断面尺寸为10m×12.5m，闸孔尺寸为2×5m×12.5m，进出口底板高程分别为604m和597m，综合纵坡为0.93%。2#导流洞全长950m，城门洞型，断面尺寸为6m×7m，进出口底板高程分别为609m和601m，综合纵坡为0.84%。2#导流洞在下闸蓄水期兼做生态引水隧洞。

施工导流程序为：筹建期进行1#导流隧洞出口连接2#道路的交通施工、出口边坡（反坡）开挖，在第2年10月中旬具备通水条件；第2年10月中旬进行主河床截流，10月底完成大坝上、下游围堰初步闭气工作；第3年4月底前围堰填筑至堰顶高程（EL640m）并完成围堰防护工程施工；第6年11月，进行1#导流隧洞下闸封堵，水库开始初期蓄水，上游来水主要由2#导流隧洞（兼作生态补水隧洞）下泄。除下泄生态流量外，多余来水蓄于库内。遭遇洪水时，可由生态补水隧洞和坝身底孔、中孔控制水库水位；第7年5月下旬第1台（生态或主机）机组相继调试发电。第7年汛期，为满足表孔弧门安装等后续项目安全施工，应按要求控制水库初期蓄水水位。

## （2）相对项目环评阶段的变化

相对项目环评阶段，本阶段大坝施工导流方式发生了一定的变化。项目环评阶段大坝施工采用全年围堰挡水，左右岸分别设置1#和2#导流洞导流。其中左岸1#导流洞导清江干流来水，右岸2#导流洞导支流小溪河来水。设置左、右岸两条导流洞的主要原因是：一是结合弃渣规划。考虑将大坝

坝肩及坝顶以上边坡开挖产生的约330万 $m^3$ 弃渣弃于大坝上游围堰堰前的库区内，但该堰前弃渣场占压了小溪河与清江干流交汇的区域，小溪河水无法汇入清江，清江干流和小溪河需分别导流。二是结合大坝和围堰的布置。

2022年8月，项目环评批复后，水规总院在对姚家平水土保持专题进行审查时，要求取消堰前弃渣场，另寻位置堆放。堰前弃渣场取消后，施工期小溪河与清江干流保持连通。同时，大坝的建筑物平面布置也发生了变化，本阶段大坝轴线下移了30m，给围堰的布置腾出了空间。因此，本阶段采用清江和小溪河联合导流的方案。

### **2.2.3.2 料源选择与开采**

#### **(1) 本阶段料场布置**

通过对茅坡石料场、刘家湾石料场、盛端石料场、大山顶商品石料场等石料场进行综合比选，将盛端料场作为推荐料场。盛端料场位于屯堡乡马者村东部榨郎坪、干沟河右岸。规划剥离层（包括覆盖层和强风化层）厚5~25m，剥离量141.94万 $m^3$ （包含36.58万 $m^3$ 碳质灰岩无用料），采剥比约为1:0.49，料场底部开采至1365m高程时，有用层厚约79m，可采量约287万 $m^3$ 。

#### **(2) 相对项目环评阶段的变化**

项目环评阶段，选择了龙神堂、上太阳湾、剪刀岩、盛端及茅坡等5个石料场进行比选，推荐茅坡料场为主选料场。2022年8月，恩施州自然资源和规划局呈报了《关于姚家平水利枢纽工程料场选址意见的函》，提出不宜在茅坡设置料场的具体建议。初设阶段对茅坡、盛端、刘家湾、大山顶等石料场在石料运输、运输交通、料场开采占地及房屋补偿、料场开采边坡防护、弃渣处理等方面进行了量化比较；同时从电力设施对料场的开采

限制、料场开采对大峡谷旅游的影响、对社会环境的影响、施工场地条件、开采过程中料物运输保证等方面进行了定性分析。由于茅坡料场区域内搬迁人口整体支持率低，严重影响当地旅游资源开发利用，且存在设定矿规障碍，综合考虑各方面因素，初设阶段将推荐料场由茅坡料场改为盛埡料场。

表 2.2.3-1 姚家平水利枢纽工程变动前后料场变化对比表

编号	比较项目	茅坡料场	盛埡料场
一	占地面积 (m <sup>2</sup> )	121204	93405
二	工程地质	石料为二叠系茅口组中厚层含生物碎屑微晶灰岩，质量与储量满足设计要求。料场剥离层平均厚度 10.0m，开采后边坡稳定问题不突出。	石料为二叠系茅口组中厚层含生物碎屑微晶灰岩，质量与储量满足设计要求，料场剥离层 2.5~25.6m，平均厚度 10.0~15.0mm，存在岩质边坡稳定问题与岩溶塌陷等问题。
三	开采规划与设计		
1	开采规划	开采范围约 12 万 m <sup>2</sup> ，料场底部开采至 845m 高程，可采量约 281 万 m <sup>3</sup> ，剥离量 72.6 万 m <sup>3</sup> ，采剥比为 1:0.26。	开采范围约 10.13 万 m <sup>2</sup> ，开采至 1365m 高程，可采量约 287 万 m <sup>3</sup> ，剥离量 141.94 万 m <sup>3</sup> ，（包含 36.58 万 m <sup>3</sup> 碳质灰岩无用料）采剥比约为 1:0.49。
2	运输道路	利用新建 1#道路和施工临时道路，不影响主要社会交通和大峡谷旅游。	利用新建的料场运输道路、场内 2#道路，对社会交通影响小。
3	运输距离	毛料运输 1km，成品料运输 5km。	毛料运输 1km，成品料运输 16km。
4	剥离料弃渣	弃于茅坡弃渣场，后期回填至料场深坑内，弃渣运距 0.5km。	弃于马石坝 1#~4#弃渣场。弃渣运距 3km。
5	开挖边坡支护	坡面挂网喷混凝土、打锚杆，坡顶设置截水沟，坡脚设置排水沟。	坡面挂网喷混凝土、打锚杆，坡顶设置截水沟，坡脚设置排水沟。

### 2.2.3.3 主体工程施工

主体工程包括导流工程、大坝、电站厂房、引水系统等。主体工程施工以机械施工为主，人工施工为辅。各主要建筑物施工方法如下：

#### (1) 隧洞工程施工

导流隧洞采用进出口两个工作面凿进，又根据地质条件宜采用上导洞的开挖方式。隧洞进出口石方明挖采用先预裂后松动，由上而下、由外至内分层分段进行开挖，出渣运往下游左岸杨柳湾弃渣场。导流隧洞采用三臂台车钻孔，光面爆破，全断面开挖方式。出渣运往洞渣料缓存和弃渣场。

引水隧洞及其它洞室可采用全断面一次开挖。

## **(2) 大坝施工**

边坡开挖：大坝两岸山体陡峻，为避免坝肩开挖料直接落入河床，在设有挡护措施的情况下，可于截流前进行土质边坡和部分石质边坡开挖，坝顶以上剩余石质边坡及坝肩开挖主体部分在河床截流后进行，其主要渣料落入大坝上、下游围堰之间的基坑内。

碾压混凝土入仓：大坝设计坝顶高程750.00m，河床建基面高程575.0m，高差大，分两级入仓。其中大坝高程EL575m~635m的碾压混凝土由1#拌合系统供应，采用自卸汽车直接入仓，运输线路全长2km。大坝高程EL635m~750m的碾压混凝土由左岸2#拌合系统供应，采用皮带机运输至左岸EL750m溜槽平台，再通过满管溜槽进入仓面。

帷幕灌浆：大坝帷幕钻孔和灌浆采用分序加密的原则进行，先施工上游排，再施工下游排。施工方法采用小口径地质钻机钻孔，2m<sup>3</sup>立式灰浆搅拌机制浆，BW-200灌浆泵分段灌浆，孔口封闭、自上而下分段、孔内循环的灌浆方法。

## **(3) 厂房施工**

主洞室开挖从上至下分层开挖与支护，共分三层开挖。上层开挖利用3#永久交通桥、2#永久交通洞和连接洞运输出渣。中层开挖利用进厂交通洞和2#永久交通桥运输出渣。下层开挖利用引水洞下平洞、1#施工支洞、进厂交通洞和2#永久交通桥运输出渣。

地下厂房洞室开挖采用从上至下分层梯段爆破，边坡采用预裂爆破，岩锚梁基础预留保护层，可采用一次爆破法开挖。主厂房系统混凝土采用搅拌车运输，泵送混凝土入仓，上部细部结构采用自卸汽车运输，泵送混凝土入仓。

#### **2.2.3.4 施工交通运输**

姚家平水利枢纽工程位于清江干流恩施市上游的马者村，上距利川市53km，下距恩施市38km。坝址附近右岸有318国道穿过，左岸有屯（堡）渝（重庆奉节）公路（S233省道）经过。沪蓉高速宜（昌）恩（施）段和万（州）宜（昌）铁路从恩施通过，均已具备通车条件。工程对外交通形成了公路、铁路双通的交通格局。

场内主要交通，左、右岸共设置5条永久道路（1#~5#道路），在主厂房及千家寺附近，自下游向上游设置了3座永久交通桥沟通清江两岸（1#桥、2#桥和3#桥），施工临时交通从上述永久交通分支，辐射各附属企业、料场、渣场、施工营地、临时堆料场、导流工程，及其他各主要施工点。

在永久交通的基础上，规划了14条主要施工道路（料场专用运输道路和6#~18#道路）、1座跨清江临时交通桥和1座跨小溪河临时交通涵、3条临时交通洞（1#、2#临时交通洞和1#导流洞封堵交通洞），以及5条施工支洞。地下工程设置临时交通洞、施工支洞连接各工作面 and 施工道路。

#### **2.2.3.5 施工总布置**

工程区布置人工砂石加工系统、混凝土生产系统、施工机械修理及停放保养场、机电设备及金属结构拼装场、综合加工厂、预制件加工厂、风水电供应系统、业主营地和施工营地等。工程现场不设炸药仓库，由当地民爆公司采用专用炸药车当天配送炸药到施工现场，当天清理并将多余炸药回运至公司。

### **(1) 砂石加工系统**

工程施工布置了1#和2#两套砂石加工系统，分别位于杨柳湾布置区和盛埇料场附近，生产能力分别为120t/h和880t/h。1#砂石加工系统主要负责加工各类洞挖利用料，生产的骨料用于临时工程和部分永久交通的各类混凝土。主体工程开工后，2#砂石加工系统加工料场开采料，生产的骨料主要用于大坝、引水发电系统、导流隧洞封堵等各类混凝土。环评阶段砂石料加工系统包括主砂石加工系统和临时砂石加工系统两部分，临时砂石加工系统位于主厂房对岸缓坡地，主砂石料加工系统位于左岸坝址下游约2km的杨柳湾缓坡地1#弃渣场内。初设阶段砂石料加工系统数量未变，位置发生一定改变。原临时砂石加工系统（现1#砂石加工系统）调整至杨柳湾缓坡地，原主砂石料加工系统（现2#砂石加工系统）调整至盛埇料场西南侧的缓坡地。

### **(2) 混凝土拌和系统**

工程施工共设置两套混凝土拌和系统，分别为1#混凝土拌和系统和2#混凝土拌和系统，分别布置在杨柳湾布置区和后坝坪布置区，生产能力分别为450m<sup>3</sup>/h和400m<sup>3</sup>/h。1#混凝土拌和系统主要服务与供应大坝EL635m以下碾压混凝土和本工程全部常态混凝土，设置3座型号为HZS240立轴强制式混凝土搅拌站，合计铭牌生产能力为720m<sup>3</sup>/h。2#拌和系统主要供应大坝EL635m高程以上的碾压混凝土，设置2座型号为HZS240和1座型号为HZS150的立轴强制式混凝土搅拌站，合计铭牌生产能力为630m<sup>3</sup>/h。

项目环评阶段设置两个混凝土拌和系统，左岸临时工程混凝土系统（地下厂房对岸EL592系统）位于厂房对岸滩地，右岸主体工程混凝土系统（EL690系统）位于清江左岸。初设阶段混凝土拌和系统数量未变，位置及供应混凝土料的工程内容发生一定变化。1#混凝土拌和系统调整至杨柳湾

下方、厂房对岸的滩地上，2#混凝土拌合系统调整至后坝坪布置区。

### **(3) 机械修配系统**

机械修配厂：主要承担大、中型施工机械的大、中修和部分配件的生产，并承担某些非标准设备和非标准件的加工制造任务。前期布置在姚家平布置区，占地面积5400m<sup>2</sup>；后期布置在马者村，占地面积7800m<sup>2</sup>。

汽车修理及保养厂：承担施工现场运输机械的二保、小修及简单零部件的修配、更换以及站内设备维修，大、中修送恩施市或利川市。前期布置在姚家平布置区，占地面积7500m<sup>2</sup>；后期布置在马者村，占地面积7800m<sup>2</sup>。

环评阶段施工机械修理及停放保养分成两个分系统，汽车保养厂布置于3#弃渣场顶部，其余布置于2#弃渣场。初设阶段随着施工工期的变化，机械修配厂、汽车修理及保养厂分期选址，前期均布置在姚家平布置区、后期均布置在马者村。

### **(4) 综合加工厂**

综合加工厂包括钢筋加工厂、木材加工厂和混凝土预制件厂。工程共布置厂区和坝区2座钢筋加工厂。设置厂区和坝区2座木材加工厂。设置1座混凝土预制件厂，主要供应大坝廊道等预制混凝土。环评阶段设置钢筋加工厂占地面积约0.40万m<sup>2</sup>，木材加工厂占地面积约0.28万m<sup>2</sup>；初设阶段钢筋加工厂、木材加工厂分别按厂区、坝区布置2个系统，面积较环评阶段有所增加。环评阶段混凝土预制场布置于3#弃渣场顶部，占地面积1.07万m<sup>2</sup>；初设阶段混凝土预制场，占地面积1.2万m<sup>2</sup>，位置调整至位于马者村。

### **(5) 业主营地**

工程现场管理区及鱼类增殖站合建，选址于向家坝村后坝，大岩仟隧道进口段。业主营地可通过屯渝公路和2#永久道路、3#永久道路到达主发电厂房，公路里程7km，也可经老屯渝公路和5#永久道路到达左坝肩，公路

里程4.5km。

### **(6) 施工营地**

施工营地分3处布置。大坝标1#施工营地位于坝区安置点下游300m处，高峰施工人数1500人；大坝标2#施工营地位于杨柳湾施工布置区东侧600m处，高峰施工人数1500人；厂房土建标施工营地布置于左岸的姚家平台地，高峰期施工人数2000人。

环评阶段设置施工营地1处，占地2.6万m<sup>2</sup>，位于清江左岸姚家平布置区。初设阶段设置施工营地3处，较环评阶段数量增加，占地面积增加至7.0万m<sup>2</sup>，包括大坝标1#施工营地、大坝标2#施工营地和厂房土建标施工营地。

### **(7) 仓库系统**

综合仓库主要存放外来大宗物资，分标段布置。大坝标和厂房标综合仓库均位于马者村姚家平，建筑面积分别为2000m<sup>2</sup>和2600m<sup>2</sup>，占地面积分别为0.65万m<sup>2</sup>和0.77万m<sup>2</sup>。除罐装水泥外，还有用于灌浆等工程所需的袋装水泥，需设置相应的水泥仓库，水泥仓库依拌和系统布置，占地面积0.15万m<sup>2</sup>。油料仓库布置在马者村姚家平4#道路附近，占地面积0.3万m<sup>2</sup>。

环评阶段综合仓库系统占地面积0.64万m<sup>2</sup>，初设阶段分为大坝和厂区标分别布置，占地面积增加至1.4万m<sup>2</sup>。

### **(8) 施工布置变动小结**

项目环评批复后，随着设计方案的深入，施工布置较项目环评阶段存在一定变化，主要变化情况见表2.2.3-2。

表 2.2.3-2

姚家平水利枢纽工程主要施工布置区变化对比表

类别	项目环评阶段					变动环评阶段				
	项目	规模	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	占地面积 (m <sup>2</sup> )	备注	项目	规模	建筑面 积 (m <sup>2</sup> )	占地面 积(m <sup>2</sup> )	备注
料场	茅坡料场 (田 风坪)			121204	采石场	盛埫料场			93405	采石场
施工 辅助 企业	砂石加工系统	1000t/h	500	87000	位于 1#弃 渣场内	1#砂石加工系统	120t/h	500	32933	位于杨柳湾
						2#砂石加工系统	880m <sup>3</sup> /h	1000	79790	位于盛埫料场附 近
	混凝土拌合站	800m <sup>3</sup> /h	500	25000		1#混凝土系统	450t/h	400	19812	位于厂房对岸
	临时砂混系统		200	10700		2#混凝土系统	400m <sup>3</sup> /h	400	36923	位于后坝坪
	机修保养厂		200	13000	位于 3#弃 渣场内	汽车保养站 (前期)	120 标准台/ 年	400	7500	位于姚家平
						汽车保养站 (后期)	120 标准台/ 年	400	7800	位于马者村
	钢筋加工厂	30t/班	400	4000		厂区钢筋加工厂	32t/班	740	7920	位于姚家平
						坝区钢筋加工厂	10t/班	1900	10000	位于姚家平
	木材加工厂		200	2800		厂区木材加工及模 板堆放场	8m <sup>3</sup> /班	1100	6623	位于姚家平
						坝区木材加工及模 板堆放场	2m <sup>3</sup> /班	1200	9559	位于姚家平
	混凝土预制场		200	10700	位于 3#弃 渣场内	混凝土预制场	8m <sup>3</sup> /班	600	12000	位于马者村
	综合仓库系统	1300t	3200	6400		厂区综合仓库		2600	6513	位于姚家平
坝区综合仓库							2000	7716	位于姚家平	
施工营地		9000	26000		厂区土建标施工营 地			26815	位于姚家平	
					大坝标 1#施工营地			19935	位于马者村	
					大坝标 2#施工营地			23565	位于马者村	

### 2.2.3.6 土石方平衡与弃渣、存料规划

#### (1) 土石方平衡

本枢纽工程土方开挖299.41万 $m^3$ （自然方，下同），砂砾石开挖54.50万 $m^3$ ，石方明挖335.37万 $m^3$ ，各类石方洞挖91.86万 $m^3$ 。充分利用后，经土石方平衡规划，弃渣875.38万 $m^3$ （松方，下同），其中1#弃渣场（老沟弃渣场）容渣219.70万 $m^3$ ，2#弃渣场（大岩仟弃渣场）容渣303.10万 $m^3$ ，3#弃渣场（后湾弃渣场）容渣74.10万 $m^3$ ，4#弃渣场（铁炉口弃渣场）容渣38.60万 $m^3$ ，马石坝1#~4#弃渣场容渣分别为51.75万 $m^3$ 、70.41万 $m^3$ 、56.53万 $m^3$ 和61.19万 $m^3$ 。

此外，库区滑坡治理工程合计开挖土方19.40万 $m^3$ ，开挖石方1.44万 $m^3$ ，回填14.25万 $m^3$ ，多余土石方4.08万 $m^3$ 。工程开挖土料量大于回填量，且开挖土料均为壤土、碎石土等，可直接用于回填，工程无需另外取土，多余土方主要为截排水沟开挖土方，可用于施工道路路基填筑和征地范围内场地平整，不另找弃渣场。

#### (2) 临时存料场规划

临时存料场用于堆存利用洞渣料，方量为29.22万 $m^3$ （自然方），换算成堆方为44.70万 $m^3$ 。选取两座洞渣料缓存区，分别位于左岸杨柳湾和右岸田凤坪村。左岸洞渣料缓存区占地面积4.61 $m^2$ ，用于堆存1#、2#导流洞洞渣利用料、主引水隧洞竖井及下平洞洞渣利用料、2#永久交通洞洞渣利用料，共计方量为21.08万 $m^3$ （堆方）；右岸洞渣料缓存区占地面积3.98万 $m^2$ ，用于堆存1#、3#永久交通洞洞渣利用料、主引水隧洞上平洞洞渣利用料、1#~2#临时交通洞洞渣利用料和生态引水隧洞洞渣利用料，共计方量为23.62万 $m^3$ （堆方）。以上洞渣利用料使用时均运往位于杨柳湾的1#砂石加工系统加工为成品骨料，然后通过皮带机运往1#混凝土系统用于制备混凝土。

### (3) 弃渣场规划

本工程共布置8座弃渣场，分别为1#弃渣场（老沟弃渣场）、2#弃渣场（大岩仟弃渣场）、3#弃渣场（后湾弃渣场）和4#弃渣场（铁炉口弃渣场），以及盛埡料场周边的马石坝1#~4#弃渣场。弃渣场规划见表2.2.3-3。

表 2.2.3-3 姚家平水利枢纽工程变动环评阶段弃渣场规划表

名称	位置	弃渣量 (松方, 万 m <sup>3</sup> )	占地面积 (万 m <sup>2</sup> )	最大堆高 (m)
1#弃渣场 (老沟弃渣场)	左岸	219.70	13.22	130
2#弃渣场 (大岩仟弃渣场)	左岸旅游公路大岩仟隧洞出口处	303.10	14.07	79
3#弃渣场 (后湾弃渣场)	左岸库区	74.10	4.04	90
4#弃渣场 (铁炉口弃渣场)	右岸 318 国道附近	38.60	6.36	50
马石坝 1#弃渣场	左岸盛埡料场附近	51.75	3.33	40
马石坝 2#弃渣场	左岸盛埡料场附近	70.41	4.89	68
马石坝 3#弃渣场	左岸盛埡料场附近	56.53	2.78	46
马石坝 4#弃渣场	左岸盛埡料场附近	61.19	3.16	87
合计		875.38	51.85	

### (4) 相对项目环评阶段的变化

项目环评阶段，用于加工骨料的洞碴料可缓存于大坝下游左岸L03#道路以下，交通桥上游约300m处的1#洞碴料缓存料场，占地面积1.8万m<sup>2</sup>；截流前可利用的缓存料还有14.5万m<sup>3</sup>洞碴料，折算为松方22.2万m<sup>3</sup>，临时缓存于姚家平2#碴料缓存区，占地面积4.60万m<sup>2</sup>。本次变动环评阶段临时存料场数量未发生变化，位置由大坝下游左岸L03#道路以下和姚家平布置区调整至左岸杨柳湾和右岸田凤坪村。

项目环评阶段，工程可研设计在坝区选定了1#杨柳湾、2#老沟和3#堰前共3座弃渣场，永久弃渣537.95万m<sup>3</sup>（松方）。根据《水利部办公厅关于进一步加强河湖管理范围内建设项目管理的通知》（办河湖〔2020〕177号），禁止在河湖管理范围内建设妨碍行洪的建筑物、构筑物，倾倒、弃置渣土，因此3#（堰前）弃渣场需取消。《湖北省临时用地管理办法（试行）》（鄂

自然资规〔2022〕1号）第六条规定“弃土（渣）场不得占用耕地”，由于1#杨柳湾弃渣场占用了耕地需取消。由于上述原因，以上三座弃渣场中，仅2#老沟弃渣场仍能继续延用。

在初步设计过程中，由于设计进一步深入，坝肩边坡坡度较可研成果有所变化，使坝肩开挖量增加，同时料场变化后剥离料有所增加，因此规划弃渣量由可研阶段的537.95万m<sup>3</sup>增加为875.38万m<sup>3</sup>。

因此初步设计过程中取消了1#杨柳湾弃渣场和3#茅坡弃渣场，仅保留老沟弃渣场，同时规划新增了7座弃渣场（共8座弃渣场）。调整后弃渣场分别为老沟弃渣场、后湾弃渣场、大岩仟弃渣场、铁炉口弃渣场、马石坝1#~4#弃渣场。

### **2.2.3.7 施工总进度**

本工程施工总工期为84个月，主厂房首台机组发电工期78个月（姚家平水库可发挥防洪社会效益工期78个月），其中施工准备期22个月，主体工程施工工期56个月，工程完建期6个月。

项目环评阶段工程施工总工期为96个月，首台机发电工期84个月，其中施工准备期30个月，主体工程施工工期54个月，工程完建期12个月。相较于项目环评阶段，本阶段工程施工工期缩减12个月。

### **2.2.3.8 初期蓄水期生态流量下泄**

姚家平枢纽在河床截流前的施工准备期均为原河道自然行洪，河床截流后，河水主要由左岸1#导流隧洞下泄，1#导流隧洞出口位于坝轴线下游约470m，上游紧邻大坝下游全年围堰，大坝上、下游围堰之间的基坑内自上（游）而下（游）依次包含有碾压混凝土大坝、水垫塘、二道坝和生态电站厂房。

1#导流隧洞下闸后，水库初期蓄水。初期蓄水期间，坝身底孔和生态

电站运用前，主要依靠临时生态补水设施向下游生态供水。当上游来水量不足时，以自然来量下泄。当库水位上升到坝身底孔（EL665m）高程以上并形成一定水头时，采用坝身生态设施控泄下放生态流量，之后及时封堵生态临时补水系统。

按照临时生态补水程序，当库水位达到满足2#导流隧洞下泄生态流量要求后，生态流量通过2#导流隧洞下泄。1#导流隧洞和2#导流隧洞的进口高程分别为604m和609m，由于两条隧洞进口存在落差，若不采取措施，则从1#导流洞下闸封堵到2#导流洞具备下泄8.48m<sup>3</sup>/s生态流量这一时段内将出现断流期。为保证该时段内生态流量不断流且满足流量要求，在下闸蓄水前通过永久检修泵站对水垫塘进行充水，将水垫塘水位蓄至602m高程。在二道坝上预埋排水管，当1#导流洞下闸封堵后，开启排水管，下泄生态流量。

在2#导流隧洞（生态补水洞）桩号0+471m处，开始设置44m长的堵头段，自上游向下游依次为12m长（内部并行埋设1根DN1600的钢管）的密实堵体、长8m的闸阀工作室，长24m的堵体，工作室自上游向下游依次布设DN1600蝶阀（检修阀）、DN1600（PN16）具有流量调节和消能功能的活塞阀，阀间采用DN1600的钢管连接，并延伸至初期堵头之外，钢管长20m。根据DN1600活塞式调流阀压差开度流量表，活塞阀在全开状态下，可满足枯水期和汛期的生态补水流量要求。在2#导流隧洞出口，设置与下游围堰连接的单车道，方便生态补水隧洞施工、闸阀安装及封堵体施工。

#### **2.2.3.9 施工组织设计主要变化小结**

相较于环评阶段，随着设计的深入，初设阶段对施工组织设计方案进一步优化，施工导流、料场、弃渣场和施工布置区等均有一定调整，主要变化情况见表2.2.3-4。

表 2.2.3-4

姚家平水利枢纽工程施工组织设计主要变化情况

项目	环评阶段	本次调整
导流隧洞	左岸 1#和右岸 2#导流	左岸 1#和 2#导流
料场	茅坡料场	盛淌料场
主要施工交通	5 条永久道路, 15 条施工临时道路	5 条永久道路, 19 条施工临时道路
砂石加工系统	临时砂石加工系统位于主厂房对岸缓坡地, 主砂石料加工系统设于左岸杨柳湾缓坡地弃渣场内	原临时砂石加工系统(现 1#砂石加工系统)调整至杨柳湾缓坡地, 原主砂石料加工系统(现 2#砂石加工系统)调整至盛淌料场西南侧的缓坡地
混凝土拌和系统	临时工程混凝土系统位于厂房对岸滩地, 主体工程混凝土系统设于清江左岸姚家平	1#混凝土拌合系统调整至杨柳湾下方、厂房对岸的滩地上, 2#混凝土拌合系统调整至后坝坪布置区
主体工程施工作业地	1 处, 位于清江左岸姚家平布置区	3 处, 包括 1#施工营地、大坝标 2#施工营地和厂房土建标施工营地
洞渣料缓存区	2 座, 分别位于大坝下游左岸 L03#道路以下和姚家平布置区	2 座, 调整至左岸杨柳湾和右岸田凤坪村
弃渣场	永久弃渣 537.95 万 m <sup>3</sup> (松方), 3 处弃渣场 (1#杨柳湾弃渣场、2#老沟弃渣场、3#堰前弃渣场)	永久弃渣 875.38 万 m <sup>3</sup> (松方), 取消 1#杨柳湾弃渣场和 3#茅坡弃渣场, 仅保留老沟弃渣场, 另新增 7 座弃渣场。调整后弃渣场分别为老沟弃渣场、后湾弃渣场、马石坝 2#弃渣场、马石坝 3#弃渣场、大岩仔弃渣场、铁炉口弃渣场、马石坝 1#弃渣场、马石坝 4#弃渣场
工期	96 个月 (8 年)	84 个月 (7 年)

## 2.2.4 建设征地及移民安置规划

### 2.2.4.1 建设征地

湖北姚家平水利枢纽工程建设征地和淹没影响范围涉及湖北省恩施州的恩施市、利川市 2 个县级市共 3 个乡镇 (镇、风景区管理处) 7 个行政村。具体为恩施市: 屯堡乡马者村、田凤坪村, 恩施大峡谷风景区管理处营上村、木贡村、高台村, 利川市团堡镇小谷槽村、四方洞村 (原牛栏坪村)。

本次变动环评阶段, 工程总征地 12898.10 亩。按征地属性分: 永久征收土地 10941.05 亩, 临时征用土地 1957.05 亩。按功能区分: 库区征地面积 9971.41 亩, 枢纽工程建设区征地面积 2926.69 亩。

项目环评阶段, 工程总征地 11773.98 亩。按征地属性分: 永久征收土地

10926.36亩，临时征用土地847.62亩。按功能区分：库区征地面积9653.87亩，枢纽工程建设区征地面积2120.11亩。

与项目环评阶段相比，本次变动环评阶段总征地增加1124.12亩，永久征收土地增加14.69亩，临时征用土地增加1109.43亩。其中永久征收土地增加主要为天电鱼道、永久道路边坡、库区防护工程、鱼类增殖站和集鱼系统等工程占用有所增加，临时征用土地增加区域主要为弃渣场、施工布置、施工临时道路以及库区防护工程。

#### **2.2.4.2 移民安置规划**

工程征地及淹没影响范围涉及580户2018人，其中搬迁户509户2018人，财产户71户，不计列人口。拆迁各类房屋13.43万m<sup>2</sup>。企业5家，包括1家矿泉水厂，1家砖沙厂，3家水电站。专业项目主要包括四级公路14.47km，交通桥4座，渡口2对；110kV高压线路0.27km，35kV输电线路1.16km，10kV输电线路15.18km；电信线路35.36km，广播电视线路16.78km，自来水管道路10.42km，天然气管道1.6km，文物古迹5处等。

##### **(1) 生产安置规划**

至规划设计水平年，生产安置人口共1363人，根据建设征地区自然资源条件、生产生活现状，结合移民意愿及当地政府意见，确定生产安置采取一次性货币补偿安置方式。对符合被征地农民参加基本养老保险政策的人口，按规定计列一次性养老保险补偿资金。

##### **(2) 搬迁安置规划**

至规划设计水平年，工程搬迁安置人口2122人，规划4个安置区6个安置点共集中安置452户1896人，其中恩施市3个安置区（马者安置区、六房安置区、龙山坪安置区）共5个安置点，利川市1个安置区（小谷槽安置区）1个安置点，其余57户226人分散安置。

### 2.2.4.3 工业企业处理

对淹没的恩施谷硒泉饮品有限公司拟定异地搬迁复建。淹没的七渡河砖沙厂、大河水电站、卡门水电站等3家企业，给予一次性货币补偿。影响的越峰水力发电厂（云龙河三级水电站），按照地方人民政府文件所作的相关承诺执行。

### 2.2.4.4 专项设施处理

恢复库区左岸主要交通干线，双向车道长度6.75km；新建安置点对外连接道路、恢复支线公路长度10.728km；复建渡口2对、新建渡口1对。复建110kV线路4.57km、35kV单回线路9km；新建及改造10kV线路共7.024km。天然气管道迁改长度0.82km。涉及文物点5处，按照相关程序采取发掘处理。工程范围内未压覆矿产资源，不做矿产资源压覆处理。

## 2.2.5 工程投资

根据初步设计报告，按2023年第二季度价格水平计算，姚家平水利枢纽工程静态总投资为637944.15万元，其中环境保护工程投资21316.64万元。建设期贷款利息21483.88万元，工程总投资为659428.03万元。

## 2.2.6 工程运行调度方式

由于姚家平水库汛限水位由735m调整为729m，工程防洪调度方式和发电调度方式均有所调整。

### 2.2.6.1 防洪调度运用

姚家平水库承担下游恩施城区防洪任务。根据《水库调度设计规范》（GB 50587-2010），防洪高水位线以上至校核洪水位线的水库防洪调度区，应按保证大坝安全的调度方式运行；防洪高水位线以下至汛限水位之间的下游防洪调度区，应按满足下游要求的防洪调度方式运用。姚家平水库洪水拟按下游防洪调度区、水库防洪调度区分区运行。

姚家平水库主汛期为5月21日~8月31日，汛限水位729.0m，正常蓄水位745m，防洪高水位748.2m。

### (1) 下游防洪调度运用

汛期，当姚家平库水位低于防洪高水位748.2m时，姚家平水库、大龙潭水位对下游进行分级控泄调度。对下游调度时均匀对称开启双中孔。当恩施流量超过1550m<sup>3</sup>/s，姚家平—大龙潭进入联合防洪调度状态，具体调度方式为（表2.2.6-1）：

1) 当恩施流量超过1550m<sup>3</sup>/s，姚家平按照一级控泄流量1350m<sup>3</sup>/s控泄，大龙潭按照来流下泄；

2) 当恩施流量超过2000m<sup>3</sup>/s，大龙潭对下区间补偿凑泄，库水位开始上涨。当大龙潭库水位超过453m，姚家平按照第二级控泄流量600m<sup>3</sup>/s控泄。直到大龙潭库水位消落至453m以下，姚家平按照第一级1350m<sup>3</sup>/s下泄。

3) 当恩施站流量消退至2000m<sup>3</sup>/s以下，大龙潭水库停止补偿凑泄，之后大龙潭、姚家平先后退至汛限水位，迎接下一场洪水。

表 2.2.6-1 姚家平水库对下游防洪调度方式

判断条件			水库调度	
编号	恩施流量	大龙潭水位	姚家平	大龙潭
1	<1550m <sup>3</sup> /s	<453	按照来流下泄	按照来流下泄
2	位于 1550m <sup>3</sup> /s 和 2000m <sup>3</sup> /s 之间	<453	按照第一级控泄流量 1350m <sup>3</sup> /s 控泄	按照来流下泄
3	超过 2000m <sup>3</sup> /s	<453	按照第一级控泄流量 1350m <sup>3</sup> /s 控泄	对下区间补偿
		≥ 453	按照第二级控泄流量 600m <sup>3</sup> /s 控泄	
		<453	按照第三级控泄流量 1350m <sup>3</sup> /s 控泄	

### (2) 大坝安全防洪调度

当姚家平库水位达到或超过防洪高水位748.2m时，姚家平水库不再承担下游防洪任务，转为保坝安全防洪调度方式运用。从防洪高水位起调，当洪水来量小于泄洪设施泄洪能力时按洪水来量下泄；当洪水来量大于泄

洪设施泄洪能力时按泄洪能力下泄，消落段控制最大泄洪流量不超过坝址洪峰流量。防洪调度时均匀对称开启双中孔、双表孔，底孔不参与泄洪。

## 2.2.6.2 发电调度运用

### (1) 发电调度原则

姚家平水利枢纽工程发电调度服从于防洪调度，发电调度服从于生态调度。根据电网需求，姚家平主电站在峰荷或腰荷运行，生态电站保持基荷运行，发电调度运用应以电网、姚家平水电站的安全运行为前提，充分地利用水量与水头多发电，承担电网统调峰任务，增加发电效益，做到经济高效优质运行。

### (2) 发电调度方式

姚家平水利枢纽工程具有年调节能力，其主要任务是防洪和发电。水库正常蓄水位745m，死水位715m，为恩施市城市防洪需要，5月21日~8月31日设置汛限水位729m。汛前视来水情况逐步降至汛限水位，汛后逐步回蓄至正常蓄水位。

姚家平水库为峡谷型水库，水库每消落1m所获库容仅357~635万 $m^3$ ，水位消落增加的发电流量不多，而发电水头的降低对该时段及后续运行影响较大，调度时应尽可能维持高水位运行，提高发电水头。

#### 1) 生态电站

姚家平生态电站保持基荷运行（24h不间断运行）。汛期开两台生态电站，保障生态流量不低于15.57 $m^3/s$ ；枯期开一台机，保障生态流量不低于8.48 $m^3/s$ 。

#### 2) 主电站

姚家平主电站日调度按照电网需求进行调峰调度，长历时调度按照调度图调度，见图2.2.6-1。防洪区根据恩施城市防洪要求确定；降低出力线和

死水位之间为降低出力区，并以时段末库水位不小于死水位控制；降低出力线和防破坏线之间为保证出力区，按保证出力14MW发电；防破坏线与防弃水线之间为加大出力区，按水流出力发电（不应大于装机出力，也不小于保证出力）。具体调度方式如下：

主汛之前：电网应配合做好发电计划，尽量通过加大出力及时将水位降低至防洪限制水位。

主汛期：按防洪限制水位运行，当有可能发生弃水时，姚家平主电站要及时加大出力多发季节性电能。

汛后回蓄期：主电站按不小于保证出力的需求发电，拦蓄其余水量，水库尽快上蓄至正常蓄水位745m。

枯水期：电站按调峰方式运行，调峰幅度根据入库流量、机组工况拟定，当遇特枯时段不能满足发电要求时，电站按降低出力运行。

需要进行生态调度时，生态电站满负荷运行，主电站停止调峰运行。

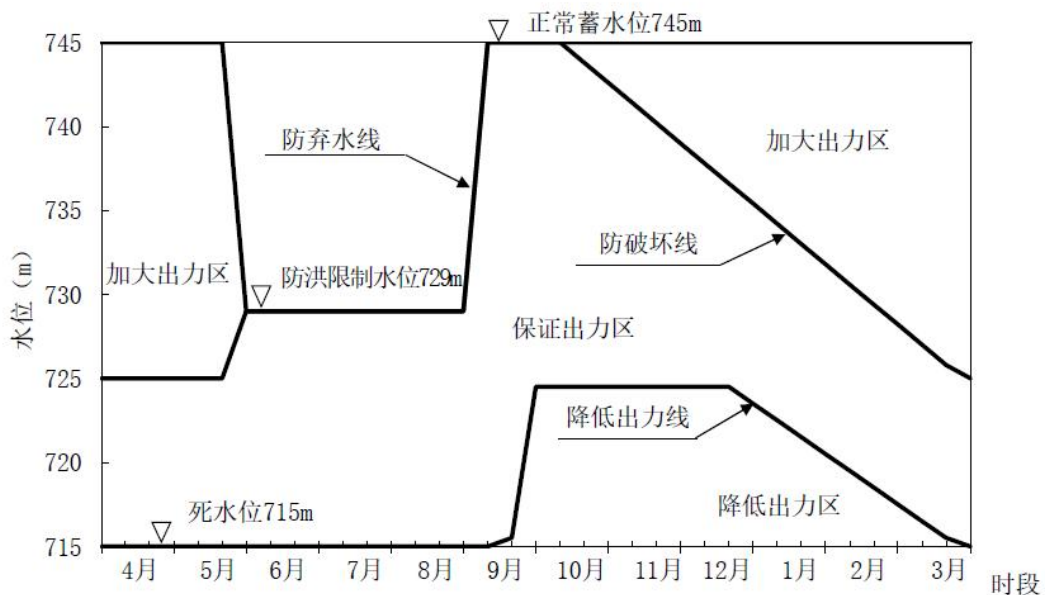


图 2.2.6-1 汛限水位调整后姚家平水库调度图

### 2.2.6.3 生态流量泄放调度运用

根据生态流量泄放原则：11月至翌年3月不应低于 $8.48\text{m}^3/\text{s}$ （占坝址处多年平均流量的16.3%），4~10月不应低于 $15.57\text{m}^3/\text{s}$ （占坝址处多年平均流量的30.0%）。

水库正常运行期生态流量通过生态机组或生态放水管下泄。姚家平生态电站保持基荷运行（24h不间断运行）。运行期生态流量通过生态机组下泄。汛期开两台生态机组，保障生态流量不低于 $15.57\text{m}^3/\text{s}$ ；枯期开一台机，保障生态流量不低于 $8.48\text{m}^3/\text{s}$ 。若生态机组需要同时检修或出现故障无法通过发电下泄流量，则由生态放水管泄放生态流量。

项目环评阶段生态放水管布置于坝身。工程初步设计过程中，结合环评批复要求对生态流量放水管布置进行了优化，统筹考虑消能和水温要求，将生态放水管与生态电站结合布置，利用生态电站下平洞施工支洞布置应急生态放水管，泄放生态基流。生态放水管利用生态电站下平洞施工支洞，在生态电站岔管上游10m处设置生态放水管1条，首部钢管直径为1.4m，钢管长60m，尾部直径为2.4m，钢管长16m。

#### **2.2.6.4 生态调度运用**

项目环评阶段，未制定具体的生态调度运行规程。根据环评报告书及其批复要求，初设阶段制定了生态调度规程。姚家平河段实施生态调度的时间为鱼类繁殖高峰期且河道水温达到 $18.0^{\circ}\text{C}$ 左右，在4~6月间结合气温、水温情况和上游来水情况择机开展生态调度，生态调度持续时间为10~15天。生态调度期间为避免坝下水位因调峰过程频繁波动，主电站不进行日调峰运行。

#### **2.2.6.5 叠梁门调度运用**

汛限水位调整后，初设阶段对叠梁门开展了进一步优化设计。叠梁门进水口共2孔，孔口宽度均为8.5m，每孔设置一扇叠梁闸门。闸门底槛高程

700.0m，水库正常蓄水位高程为745.0m，叠梁闸门最高顶部高程为735.00m，即叠梁闸门总高度35m。取水闸门采用分节的平面叠梁结构型式，共分成11节叠梁门，设节间止水，上面10节的每节门叶高度均为3m，底节门叶高度为5m，在运行过程中，随着库水位的降低/上升，逐节提出/增放叠梁闸门，通过调整取水闸门的总高度，来满足取水水深不大于10m的要求。为减缓低温水下泄对下游的影响，工程在3~8月采用叠梁门分层取水。叠梁门调度方案为：水库水位在715~718m时，1层门叶挡水，叠梁门顶高程为705.0m；水库水位在718~721m时，2层门叶挡水，门顶高程708.0m；……；水库水位超过745m时，放下第11节叠梁门，共11层门叶挡水，门顶高程735m。

表 2.2.6-2 叠梁门调度与水位的对应关系 单位：m

采用门叶数	门顶高程	坝前水位范围	淹没水深
1	705.0	715 < H ≤ 718	10.0~13.0
2	708.0	718 < H ≤ 721	10.0~13.0
3	711.0	721 < H ≤ 724	10.0~13.0
4	714.0	724 < H ≤ 727	10.0~13.0
5	717.0	727 < H ≤ 730	10.0~13.0
6	720.0	730 < H ≤ 733	10.0~13.0
7	723.0	733 < H ≤ 736	10.0~13.0
8	726.0	736 < H ≤ 739	10.0~13.0
9	729.0	739 < H ≤ 742	10.0~13.0
10	732.0	742 < H ≤ 745	10.0~13.0
11	735.0	H > 745	>10

## 2.3 工程建设进展及主要环境保护措施落实情况

### 2.3.1 工程建设进展

工程建设施工主要划分为前期I~III标、主体工程设计采购施工总承包（EPC）、移民集中安置点及农村公墓设计采购施工总承包（EPC）、施工供电工程（10kV及以上）设计采购施工总承包（EPC）。

其中前期项目主要建设内容包括：场内1#、2#、4#道路、1#、2#导流

洞（开挖、支护、砼衬砌、闸门附属埋件的采购、安装及验收移交）；1#、4#永久交通桥、1#、3#交通洞；太阳湾及凉水沟堆积体处理；老沟弃渣场、铁炉口弃渣场等前期项目施工时段的排水及防护治理；前期项目现场办公生活营地、砂石系统、拌和系统、临时施工道路、临时桥梁、临时交通洞、施工支洞、施工附属工厂、备料场区等，以及为上述项目施工而进行的水土保持和环境保护等项目内容。

前期工程 I 标建设内容为1#路、4#路清江右岸段、1#交通洞、3#交通洞；前期工程 II 标建设内容为2#路、4#交通桥、太阳湾、凉水沟和剪刀岩堆积体涉路的边坡处理、1#和2#导流洞；前期工程 III 标建设内容为1#永久交通桥，4#路清江左岸段。

主体工程设计采购施工总承包（EPC）建设内容为挡水工程、引水工程、电站工程、边坡工程、鱼道工程、交通工程、供电设施工程和其他建筑工程施工，以及其他临时工程施工等。

移民集中安置点及农村公墓设计采购施工总承包（EPC）建设内容包括恩施市移民集中安置点（马者安置点、龙山坪安置点、岩上安置点、专班安置点、六房安置点）内部的场地平整、道路、挡墙、给排水、电力通信及环境建设等；大峡谷风景区管理中心公墓施工。小谷槽移民集中安置点由利川市水利和湖泊局作为业主单位进行建设，主要建设内容为小谷槽安置点场地平整、挡墙、给排水、电力通信及环境建设等。

施工供电工程(10kV及以上)设计采购施工总承包（EPC）建设内容为湖北姚家平水利枢纽工程施工供电工程的施工图阶段的勘察、设计，设备及材料采购、运输、储存、保险，建筑工程、施工安装以及调试试验及检测、试运行等直至正常供配电全过程的工作。

### **（1）前期 I 标**

1#路完成路基工程及支挡防护工程；1#交通洞已经开挖完成（1557m），仰拱、二衬浇筑324m。3#交通洞累计开挖支护127.5m。

### **（2）前期Ⅱ标**

2#路完成路基工程及支挡防护工程，1#导流洞已经贯通，底板浇筑567.7m、边顶拱浇筑147.9m；2#导流洞已经贯通，底板浇筑331m。4#交通桥已具备通车条件。

### **（3）前期Ⅲ标**

1#交通桥1#~4#墩垫石浇筑完成，5#墩5号块、6#墩3号块浇筑完成，7#墩正在进行桩基施工。

### **（4）主体工程 EPC 标**

2#桥完成1#墩下部结构；3#桥正在进行桥面工程施工；左坝肩边坡EL890m以上开挖支护已基本完成，正在转入EL870m以上开挖支护。

## **2.3.2 现阶段有关环保措施的落实情况**

### **2.3.2.1 环保措施设计优化**

为了落实项目环评报告书及其批复要求，工程初步设计阶段开展了环境保护总体设计和专项设计。已经完成的环保设计工作主要包括：工程环境保护招标设计、施工期各类污染防治措施设计、运行期主要环境保护措施设计和各要素监测方案设计，以及编制了姚家平水利枢纽工程地下电站引水系统分层取水进水口专项设计、过鱼建筑物专项设计、鱼类增殖放流站工艺设计等专项设计报告。

根据项目环评报告书批复文件要求，现阶段已落实的环保措施具体情况如下：

**（1）优化了工程生态流量泄放措施，深入论证生态放水管设计方案，统筹考虑消能和水温要求，优先考虑生态放水管与生态电站结合布置**

工程初步设计按照项目环评批复要求的生态流量泄放目标，制定了运行期生态流量泄放调度方案，泄放原则和要求不变。优化了施工期临时生态补水措施，在初期蓄水期第一阶段对生态流量下泄方案进行调整，由“闸门保留 20cm 的开度+生态补水隧洞”调整为“水垫塘下泄+2#导流隧洞控泄”；第二阶段由坝身底孔控泄和第三阶段由生态机组下泄的方式不变。考虑到生态电站检修时，生态基流的泄放不能中断，初设阶段优化了生态流量泄放管布置方案，环评阶段生态放水管布置在坝身 10#坝段处，初设阶段调整为在生态电站叉管上游 10m 处设置生态放水管，桩号为 0+645.29，总长 86.0m，采用生态放水阀控制泄放流量，响应了项目环评批复要求的优先考虑生态放水管与生态电站结合布置。同时，初步设计对下游天楼地枕水电站生态流量泄放措施进行改造，并制定了生态流量现状泄放方案，按照批复要求设计了生态流量、河道水位的在线监测系统。

《初设报告》中关于生态放水管的设计方案如下：

考虑到生态电站两台机同时检修或故障时，生态基流的下放不能中断，利用生态电站下平洞施工支洞在生态电站岔管上游 10m 处设置生态放水管 1 条，该部位对应生态引水管桩号为 0+645.29，生态放水管总长 86.0m。生态放水管位于水垫塘右岸，接生态电站引水管位置中心点高程为 592.50m，出口位于水垫塘右边坡。利用生态电站引水管的施工支洞铺设钢管而成，生态放水管的出口与施工支洞保持一致，高程为 598.0m。

生态放水管采用生态放水阀控制泄放流量，首部钢管直径为 1.4m，生态放水阀后的尾部钢管直径为 2.4m。生态放水阀通过水垫塘右岸 618.0m 道路内侧山体设置竖井进入，水垫塘右岸道路至竖井采用窑洞衔接。生态放水阀室距水垫塘边坡距离为 16m，首部 1.4m 钢管长 60m，尾部 2.4m 钢管长 16m。生态放水阀室内空净断面尺寸为 6.5m×7.0m×5.0m，前上部衔接进

人竖井，进入竖井设计尺寸为 4.0m×6.0m，内设上下楼梯一座，楼梯宽度占用 2m，吊物孔带电动葫芦一座。

## **(2) 优化了工程生态调度方案，制定了初期蓄水期及运行期生态流量下泄及调度方案，并纳入工程运行调度规程**

### 1) 初期蓄水期生态流量下泄

工程运行期生态流量泄放调度运用的原则和调度方案，与环评阶段一致。工程初步设计中进一步优化了初期蓄水期的生态流量下泄方案。

项目环评阶段，初期蓄水分为三个阶段，第一阶段为起蓄水位(605.72m)到667.16m(坝身底孔泄流水位)，通过控制导流封堵闸门开度、左岸生态补水临时隧洞下泄生态流量；第二阶段为667.16m到715m(死水位，生态机组发电水位)，通过坝身底孔和中孔控泄生态流量；第三阶段为715m(死水位)到735m(汛限水位)，通过生态机组下泄生态流量。

经优化后，工程在河床截流前的施工准备期均为原河道自然行洪，河床截流后，河水主要由左岸1#导流隧洞下泄；在左岸1#导流隧洞下闸封堵，水库开始初期蓄水，上游来水主要由2#导流隧洞(兼作生态补水隧洞)下泄；除下泄生态流量外，多余来水蓄于库内；遭遇洪水时，可由生态补水隧洞和坝身底孔、中孔控制水库水位。初期蓄水期间，坝身底孔和生态电站运用前，主要依靠临时生态补水设施向下游生态供水。当上游来水量不足时，以自然来量下泄。当库水位上升到坝身底孔(EL665m)高程以上并形成一定水头时，可考虑采用坝身生态设施控泄下放生态流量，之后及时封堵生态临时补水系统。

项目环评阶段第一阶段生态流量泄放方式为1#导流洞闸门保留20cm的开度+生态补水隧洞下泄，初设阶段调整为水垫塘下泄(在二道坝预埋排水管，当1#导流洞下闸封堵后，开启排水管，下泄生态流量)+2#导流隧洞(生

态补水洞)控泄;第二阶段由坝身底孔控泄、第三阶段由生态机组下泄的方式不变。工程制定了运行期生态流量泄放调度运用的原则和调度方案,与环评阶段一致。

《初设报告》中关于蓄水初期生态流量的设计方案如下:为保障蓄水初期生态流量不间断足量泄放,姚家平水利枢纽工程蓄水初期生态流量采用水垫塘蓄水下泄的方式,下闸蓄水之前通过永久检修泵站对水垫塘进行充水,将水垫塘水位蓄至602m高程,在二道坝上预埋排水管,当1#导流洞下闸后,开启排水管,利用水垫塘预先蓄积的水量下泄生态流量,当库水位上升至612m后,再利用2#导流洞下泄。蓄水初期生态流量泄放依次依靠水垫塘埋管、2#导流洞泄放、坝身底孔、生态电站泄放,具体见表2.3.2-1。

表 2.3.2-1 优化后蓄水初期生态流量泄放表

序号	高程 (m)	生态流量泄放方式	泄放流量 (m <sup>3</sup> /s)
1	604~612	水垫塘埋管泄放	9.38~9.89
2	612~612.19	水垫塘埋管+2#导流洞泄水管部分泄流	9.89~10.93
3	612.19~665.3	2#导流洞泄水管泄放	10.93~18.93
4	665.3~715	坝身底孔	8.48~10 (调整底孔开度)
5	715 以上	生态电站	8.48~10.44

## 2) 生态调度

初步设计过程中,结合评价区域分布的鱼类资源现状及其生态习性,以齐口裂腹鱼、青石爬鮡为主要敏感保护对象,根据裂腹鱼类、鮡类对水生生态的需求条件,制定了生态调度运行方案,并纳入工程调度规程,响应项目环评批复要求的“运行期每年4至6月鱼类集中繁殖期实施一次为期10天至15天的生态调度,生态调度期间本工程及下游天楼地枕水电站不进行日调节。”制定的生态调度方案如下:

①生态调度目的:创造低波动水流泄放,避免日内流量变幅太大造成下游产粘沉性卵鱼类产卵场干涸,为鱼类繁殖孵化创造条件。

②生态调度时间：环评报告书批复要求生态调度应在4~6月进行，因清江6月进入主汛期；为协调生态调度和防洪调度，兼顾减缓下泄低温水对下游鱼类影响，生态调度时间为4月下旬-5月上旬。

③生态调度方案：生态调度期应根据预报避开洪水期，生态调度期间姚家平水利枢纽工程不进行日调节。为避免下游河道水量变化过大，生态调度期间拟采用同时开启生态机组和坝身中孔进行下泄，生态调度持续时间10~15天。生态机组下泄流量 $16.0\text{m}^3/\text{s}$ ，同时开启坝身中孔，按照最小开度30cm计算，下泄流量不小于 $25.0\text{m}^3/\text{s}$ （死水位计算），合计向下游减水河段泄放流量 $41.0\text{m}^3/\text{s}$ 以上；生态调度期间主机组按照最小流量泄放，即 $25\text{m}^3/\text{s}$ ，尽量减缓下游水位波动。生态调度结束后，逐步关闭中孔，通过生态机组下泄生态流量。跟踪监测和效果评估：生态调度实施期间，应组织相关单位开展水生生态、水质和水文要素同步监测。生态调度实施完成后，对生态调度实施效果进行评价，重点开展鱼类早期资源与生态调度效果评价，以及生态调度期间重要断面水文过程与历史调查姚家平河段产卵繁殖水文过程的对比分析；根据评估结果对下一年度生态调度方案进行优化。

### **（3）深化了工程分层取水措施研究和论证，开展分层取水措施专项设计，根据水工模型试验结果，优化设计参数，确保措施效果**

项目环评阶段，叠梁门分层取水口共2孔，孔口宽度5m。闸门总高度36m，闸门分成12节叠梁门，每节门叶高度为3m，分节启闭，进水口最小淹没水深为10m。为减缓低温水下泄对下游的影响，工程在3~8月采用叠梁门分层取水。叠梁门调度方案为：水库水位在715~716m时，1层门叶挡水，叠梁门顶高程为703m；水库水位在716~719m时，2层门叶挡水，门顶高程706m；……；水库水位超过746m时，放下第12节叠梁门，共12层门叶挡水，门顶高程736m。

初步设计过程中，设计单位开展了工程发电引水系统分层取水进口专

项设计，对取水口设计进一步比选，根据水温预测成果，分层取水进水口建筑物最终推荐窑洞式进水口，布置在右岸，距大坝坝顶上游约290.0m，为深式分层取水进水口，长87.00m。专项设计中分层取水进水口进行了三维数值模拟，获得了三维流态，提供了完善的流场数据及流速分布，并据此优化了设计参数。初设阶段分层取水叠梁门仍为2孔方案，孔口宽度由5m调整为8.5m，闸门总高度由36m调整为35m，最大门顶高程由736m调整为735m（比水库正常蓄水位745.0m低10m），闸门由12节（高度3m）调整为11节（上面10节高度3m，底节高度5m）。叠梁门分节启闭，进水口最小淹没水深为10m不变。初步设计按批复要求制定了分层取水设施的调度运行规程，设置了水温自动监测系统，初设阶段叠梁门调度运用见2.2.6章节。

#### **（4）在保障安全的前提下，进一步优化相关设计，减缓坝下气体过饱和和影响**

工程初步设计通过比尺1:60水工整体模型试验研究，发现可研阶段方案存在出口水舌集中、二道坝水面跌落明显、护坦出现二级水跃等问题。针对存在的问题，对表孔体型、水垫塘长度、二道坝体型等方面进行了优化试验研究和调整。并结合工程表孔、中孔对出口明流段水面线的控制、水垫塘宜短的特点，充分利用水垫塘宽度，尽量拉开5个泄洪孔的入水点，避免水流入塘前的碰撞产生雾化。模型试验通过8个修改方案的比较优化后，根据相关参数比较优化表、中孔的体型、水垫塘的长度及深度等，最终表孔推荐方案为：泄洪表孔和底孔、表孔和中孔的中心线夹角均由 $3^\circ$ 调整为 $2^\circ$ ；表孔长度缩短8m，在桩号表0+32.14m~表0+45.62m，沿表孔中心线设置了一个5m×9m（宽×高）非对称齿坎，齿坎挑角 $15^\circ$ 。在水工模型试验开展时，试验中预估了各孔和整体泄洪雾化程度及影响，在常用泄洪组合情况下，雾雨得到了一定的控制，气体过饱和和影响有一定缓解。同时，在工程区附

近，大范围布置了20个雨量量筒对泄洪雾雨进行监测。

#### **(5) 开展了升鱼机专项设计和相关水工模型试验，优化系统布置、结构和参数，制定运行期升鱼机运行规程，确保长期有效运行**

姚家平过鱼建筑物采用在天楼地枕电站大坝增设鱼道、姚家平生态电站附近设置集鱼系统、大坝设置升鱼机过鱼的方案。初设阶段设计单位开展了工程过鱼建筑物专项设计，比较了左、右岸集鱼系统布置方案后，将布置在右岸的集鱼系统调整到左岸，集鱼系统布置在姚家平生态电站尾水对岸下游100m处，总长103.65m，并将升鱼机竖井布置由10#坝段调整（右岸）至6#坝段（左岸），并制定了调度运行规则及内容。

设计单位委托中国水利水电科学研究院开展了姚家平坝下河段流场数值模拟计算研究和过鱼建筑物水工模型试验研究。对姚家平主坝至天楼地枕大坝之间2.5km减水河段、天楼地枕大坝至电站尾水之间6.4km减水河段的平面二维数值模拟进行计算研究，并进行了集鱼系统布置方案三维数值模拟计算研究。根据计算结果，论证了生态机组发电、大机组发电等运行工况下，天电坝上游河道的水深与流速分布情况，分析了过鱼对象在减水河段的可通过性；确定了集鱼系统布置方案与具体参数；提出了集鱼系统进口附近河道整治的具体工程措施与方案。根据工程坝下流场特点与集鱼渠布置于左岸的特点，提出“导鱼堰+集鱼渠”的集鱼方案，并开展了模型比尺为1:25的尾水渠与下游河道整体水工模型试验，通过三维数字模型验证了导鱼堰方案的集鱼效果。开展了天楼地枕鱼道模型试验研究，采用三维数值模拟方法对竖缝式鱼道常规池室进行了研究，分析了典型池室水力特性，并提出了设计方案。

初设阶段确定的过鱼建筑物总体布置为：在天楼地枕大坝左岸设置竖缝式鱼道，并改建天楼地枕引水洞，在姚家平坝后生态电站下游左岸设置集鱼系统，坝后左岸设置运鱼轨道，坝身设置升鱼机将集鱼系统集到的鱼

提升过坝，通过坝前运鱼船将鱼运输至库区适宜放流的生境放流。

#### **(6) 从生态环境保护角度进一步优化施工方案，尽量避让或减少占用生态保护红线、地质公园等生态敏感区**

##### **1) 地质公园**

项目环评阶段，工程共占用湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园456.52hm<sup>2</sup>。按工程占地类型划分，工程永久占地占用地质公园453.82hm<sup>2</sup>，工程临时占地占用地质公园2.70hm<sup>2</sup>；按占用地质遗迹保护区级别划分，工程占用地质公园一级保护区425.95hm<sup>2</sup>，占用地质公园二级保护区30.57hm<sup>2</sup>。

初设阶段，工程永久用地占用地质公园453.90hm<sup>2</sup>，临时用地占用地质公园1.33hm<sup>2</sup>。相较于项目环评阶段，工程永久用地占用地质公园面积减少1.25hm<sup>2</sup>，工程临时用地占用地质公园面积减少1.37hm<sup>2</sup>，工程永久及临时用地占用地质公园面积均有所减少。

##### **2) 生态红线**

项目环评阶段，工程永久用地占用生态保护红线440.7602hm<sup>2</sup>，其中枢纽工程占用47.3298hm<sup>2</sup>，淹没区占用393.4304hm<sup>2</sup>；临时用地占用生态保护红线23.4210hm<sup>2</sup>。

依据湖北省“三区三线”中生态红线划定成果，本次变动环评阶段工程涉及生态保护红线1.78hm<sup>2</sup>，均为临时用地占用生态保护红线，分别为盛埡料场、大岩仟弃渣场、料场周边临时道路等。项目环评阶段，采用的是2018年生态保护红线划定成果，由于本阶段生态保护红线划定成果有所调整，工程占用生态红线面积有较大范围减少。

#### **(7) 地方政府已落实的有关环境保护措施**

根据恩施州人民政府《关于承诺落实清江流域恩施段梯级开发环境影响回顾性评价报告审查意见的函》（恩施州政函〔2021〕128号）和《州人民政府办公室关于清江流域恩施段栖息地保护规划和梯级联合生态调度等

工作安排的通知》（恩施州政办函〔2022〕20号）有关安排，恩施州人民政府已组织编制了《清江流域恩施段水生生物栖息地保护规划》并印发实施，将天楼地枕电站的鱼道补建工程和生态流量泄放设施改造工程纳入姚家平工程统筹实施，大河片电站的拦河坝拆除和生态修复工作纳入姚家平工程环境保护措施。

1) 明确由恩施州农业农村局作为责任单位，在姚家平水利枢纽工程下闸蓄水前，完成清江流域水生生物栖息地保护规划和增殖放流工作方案编制工作，并将按照规划切实做好清江流域恩施段水生生物栖息地的保护和修复工作。2023年9月恩施州农业农村局就《恩施州清江流域水生生物栖息地保护规划（征求意见稿）》征求意见和建议。2024年7月，以恩州农〔2024〕5号文印发了《清江流域恩施段水生生物栖息地保护规划》，完成了栖息地保护规划的制定。

2) 明确由恩施市人民政府作为责任单位，根据姚家平水利枢纽工程环评审查意见，补建天楼地枕水电站鱼道工程，改建生态流量泄放设施，确保与姚家平主体工程同步投入运行。目前，天楼地枕鱼道补建工程和生态流量泄放设施改造工程均纳入姚家平工程环境保护措施中，与主体工程保持“三同时”，其投资纳入姚家平工程环保投资中，初步设计阶段已完成相关工程设计方案。

3) 恩施州人民政府承诺在姚家平水利枢纽工程下闸蓄水前，完成大河片电站和红庙电站拦河坝的拆除和河段生态修复工作。大河片电站位于姚家平水利枢纽工程建成后的淹没区内，已经纳入移民安置补偿范围；红庙电站属于恩施州2018年明确的清理退出类小水电站，已于当年7月底关停，后经补偿封堵了进水口，并拆除了发电机组；红庙电站拦河坝的拆除和河段生态修复由恩施州人民政府组织实施，其经费由州人民政府筹措解决，目前暂未开展相关工作。大河片电站的拦河坝拆除和生态修复工作已纳入

姚家平工程环境保护措施中，与主体工程保持“三同时”，其投资纳入姚家平工程环保投资中，初步设计阶段已完成相关工程设计方案。

### 2.3.2.2 已开工项目的环保措施落实情况

目前，姚家平水利枢纽工程已开展前期项目建设，主要工程内容为场内道路、导流洞、永久交通桥、交通洞、堆积体处理以及前期项目施工时段的排水及防护治理、临时施工布置等工程。

前期项目主要开展的环保措施主要有含油废水、生活污水处理等水环境处理措施，交通警示牌、交通限速牌设置等噪声防治措施，洒水降尘、裸土苫盖等环境空气质量控制措施，道路清扫、垃圾清运、垃圾桶设置、水沟清理等固体废弃物处理措施，生态宣传、环保宣传横幅设置等生态保护措施，表土剥离、表土回覆（调运）、场地平整等工程措施，工人体检等人群健康措施，以及施工期生态环境监测。

施工期间开展了施工期环境要素和生态环境监测，并编制了《湖北姚家平水利枢纽工程环境监测服务工作实施方案》。目前，监测单位已开展了陆生生态、水生生态、水环境、大气环境、声环境等环境要素施工期监测，并分季度编制了《湖北姚家平水利枢纽工程环境监测服务季度报告》以及分年度的《湖北姚家平水利枢纽工程环境监测服务生态年度报告》、《湖北姚家平水利枢纽工程环境监测服务环境要素年度报告》等。

施工监理单位已入场开展监理工作，正按照监理计划开展监理工作，主要工作内容为召开环保水保会议、开展联合施工环水保检查和环保水保巡视，落实现场作业人员环水保护培训教育、交底，向施工单位下达整改通知单，督促施工单位完成环水保整改，编制环境保护监理月报、季报。

根据前期工程实际施工进度与施工人员进场情况，组织了施工单位及监理单位共136人开展了人群健康监测，并编制了《湖北姚家平水利枢纽工

程环境监测服务人群健康监测报告（2025年）》。

## 3 工程分析

### 3.1 工程设计变动的符合性分析

根据项目环评报告书中对工程符合性的分析结论，本项目符合产业政策，符合国家及地方相关规划及法律法规的要求。本次汛限水位重大变动和其他设计变动不涉及工程任务和主要建设内容的调整，工程变动符合产业政策，与《中华人民共和国长江保护法》《中华人民共和国防洪法》等法律法规要求是符合的。在2022年6月项目环评批复后，主要法律法规未发生变化，新发布的相关政策和规范性文件方面，有2022年8月发布的《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）》、2023年10月国家林草局印发实施的《国家级自然公园管理办法（试行）》、2024年3月发布的《中共中央办公厅 国务院办公厅关于加强生态环境分区管控的意见》、2024年7月生态环境部印发的《生态环境分区管控管理暂行规定》。本次变动环评重点分析工程设计变动与最新政策要求的符合性。

#### 3.1.1 与法律法规的符合性分析

湖北姚家平水利枢纽工程任务为防洪和发电，促进巩固拓展少数民族地区脱贫攻坚成果。工程建成后，通过与其下游已建的大龙潭水库和城区堤防工程联合运用，可将清江干流恩施城区段的防洪标准从现状10~20年一遇提高至50年一遇；还可利用水能资源进行发电，优化调整能源结构、助力“碳达峰、碳中和”目标实现；项目建设对巩固拓展少数民族地区脱贫攻坚成果、促进区域经济社会可持续发展和乡村振兴等均具有重要作用。

姚家平工程作为清江干流上游重要水利枢纽，是长江中下游防洪体系的重要组成部分，是解决恩施市城区防洪问题的关键性工程。工程变动后，

汛限水位由735m降低为729m，防洪库容由0.8亿m<sup>3</sup>相应增加到1.1亿m<sup>3</sup>，与《中华人民共和国长江保护法》《中华人民共和国防洪法》《湖北省清江流域水生态环境保护条例》等法律法规的管理要求是符合的。

工程涉及湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园，项目环评阶段开展了工程对湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园影响的专题评估工作，湖北省林业局于2021年9月3日组织对《湖北姚家平水利枢纽工程对恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园的影响评估报告》进行了审查，同时就工程占用地质公园问题复函恩施州人民政府，同意工程占用湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园。本次变动环评阶段，工程通过进一步优化设计，占用地质公园的面积减少，相应的影响有所降低。同时建设单位就工程设计变动涉及湖北恩施大峡谷腾龙洞世界地质公园的有关情况要求征求了湖北恩施大峡谷腾龙洞世界地质公园管理中心的意见，根据湖北恩施大峡谷腾龙洞世界地质公园管理中心《关于湖北姚家平水利枢纽工程设计变动涉及恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园意见的回复意见》，世界地质公园不属于中国自然保护地体系建设内容，恩施大峡谷-腾龙洞世界地园的建设活动按国内相关法律法规进行管理。工程涉及湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园，按照省林业局2021年11月复函恩施州人民政府“原则同意湖北姚家平枢纽水利工程占用湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园”的意见办理。工程变动符合地质遗迹有关管理规定和《国家级自然公园管理办法（试行）》的有关要求。

### 3.1.2 与相关规划的符合性分析

《长江流域综合规划（2012-2030年）》对清江提出的治理开发与保护的主要任务是发电、防洪、供水与灌溉、水土保持、水资源保护和航运。提出“兴建干流上游姚家坪水利枢纽，设置防洪库容0.80亿m<sup>3</sup>，续建完成恩施、长阳、利川、宜都等城市堤防工程，使恩施市城区达到50年一遇防洪

标准，其他城市城区达到20年一遇防洪标准；姚家坪水库与已建的隔河岩、水布垭、大龙潭等水库（分别设置防洪库容5亿 $m^3$ 、5亿 $m^3$ 和0.27亿 $m^3$ ）联合调度，提高下游地区的防洪安全；配合三峡水库调度，缓解长江荆江河段防洪压力”。

《长江流域防洪规划》对评价区域提出的防洪布局为：“清江流域主要防护对象是沿江城镇及成片农田，其中干流的防护对象为恩施市、利川市、长阳县城、宜都市等。恩施市（地级市）防洪在现有堤防基础上，兴建姚家坪、大龙潭两水库……”。在水库工程规划中提出：“清江入长江洪水直接影响荆江河段，规划姚家平、大龙潭、水布垭、隔河岩共预留防洪库容11.1亿 $m^3$ 。”

姚家平工程作为清江干流上游重要水利枢纽，是长江中下游防洪体系的重要组成部分，是解决恩施市城区防洪问题的关键性工程。工程建设的主要目的是保障恩施市防洪安全，为区域提供清洁能源，并为巩固拓展少数民族地区脱贫攻坚成果创造条件。工程主要任务为防洪、发电，结合已建的大龙潭水库和城市堤防工程，可将清江干流恩施市城区段防洪标准提高到50年一遇。可行性研究阶段，姚家平水库防洪库容0.80亿 $m^3$ ，推荐汛限水位735m；国家发改委在委托中咨公司对可研报告进行评估时，将姚家平防洪库容调整为1.1亿 $m^3$ ，汛限水位调整为729m。在全球极端天气频发的大背景下，姚家平预留1.1亿 $m^3$ 防洪库容，可增加应急储备，增强防洪调度的机动性、灵活性，最大限度的减少极端洪水灾害损失。姚家平水库兴建后，再遇1980年、1989年、2020年等大洪水，均能将洪峰削减至恩施站安全泄量，工程增加了防洪调节能力，更加有效的保障了清江流域和恩施城区的防洪安全，工程汛限水位变动与《长江流域综合规划（2012—2030年）》和《长江流域防洪规划》提出的要求是符合的。

### 3.1.3 与生态环境分区管控要求的符合性分析

姚家平工程涉及生态环境管控单元4处，包括湖北省生态环境优先保护单元3处，生态环境一般管控单元1处。3处生态环境优先保护单元为湖北省恩施土家族苗族自治州恩施市优先保护单元1(ZH42280110001)、湖北省恩施土家族苗族自治州恩施市优先保护单元4(ZH42280110004)、湖北省恩施土家族苗族自治州恩施市优先保护单元6(ZH42280110006)，项目涉及3处优先保护单元主要为生态空间生态保护红线和其他重要生态空间。根据《湖北省生态环境厅关于湖北姚家平水利枢纽工程涉及生态环境分区管控情况的复函》，项目总体符合生态环境分区管控要求。

工程用地涉及生态保护红线，工程属于防洪设施建设与运行，是中办、国办印发的《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》中允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动之一，符合《湖北省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》以及《恩施州人民政府关于印发恩施州“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》要求。

## 3.2 工程设计变动的环境合理性分析

### 3.2.1 汛限水位变动的环境合理性分析

相对项目环评阶段，本次变动环评阶段工程重大变动主要为汛限水位由735m降低至729m，防洪库容增加0.3亿 $m^3$ 。汛限水位调整后，绝大部分时段的工程的运行调度与环评阶段基本保持一致，对电站发电尾水下游河段的水文情势、水生生态的影响差异不大，仅部分月份略有改变。初步设计过程中进一步优化了工程的调度方式，避免了调度过程变化对坝下河段的鱼类栖息和繁殖条件的影响，汛限水位调整导致的水文情势变化对鱼类种群结构和资源量的影响与环评阶段基本保持一致，方案调整前后的环境

影响变化幅度有限。叠梁门取水方案可有效改善低温水下泄问题，改善效果与环评阶段预测成果差异较小，水库低温水下泄对水生生态系统的影响与环评阶段基本一致。因此，从生态环境保护角度分析，汛限水位变动方案仍是环境合理的。

### 3.2.2 施工组织设计变动的环境合理性分析

#### (1) 总体变动合理性

相对项目环评阶段，本次变动环评阶段工程施工组织设计主要变动为施工导流、施工总布置、料场和渣场布置。

施工导流由左右岸各设置1条导流洞调整为全部左岸导流，左岸导流水文地质条件基本一致，调整后不新增地下水环境敏感目标，施工导流方式维持不变。

弃渣场、砂石加工场、综合仓库、施工营地、料场等占地位置和面积调整，总体增加52.95 hm<sup>2</sup>，对陆生植被破坏面积和陆生动物扰动面积增加。由于新增受影响植被和动物在评价区均较为常见，工程建设不会造成植被类型和动物物种的消亡，也不会造成区域生态景观体系组成和结构的不稳定。此外，施工布置变动后临时占地涉及生态红线1.78 hm<sup>2</sup>，相较环评阶段降低93%，占用红线面积大范围降低。

综上，从环境角度，施工组织设计变动总体是合理的。

#### (2) 料场变动合理性

环评阶段工程可研方案推荐茅坡料场，初步设计阶段推荐料场调整为盛埡料场。

2023年9月，《初设报告》审查阶段，恩施市人民政府以恩市政函〔2023〕134号《关于变更茅坡料场主要原因补充说明的函》对茅坡料场变更的主要原因进行了说明。基于茅坡料场区域内搬迁人口整体支持率低、影响当地

旅游资源开发利用、茅坡料场存在设定矿规障碍等原因，初步设计阶段从石料开挖运输、石料运输交通工程、料场边坡设计、混凝土入仓运输、剥离料弃渣、石料场复垦、社会稳定风险分析、建设征地和移民安置、水土保持、环境保护及工程投资等多个方面对茅坡料场和盛埡料场进行了比选，最终将石料场调整为盛埡料场。

茅坡料场和盛埡均不涉及地质公园。盛埡料场占地面积相比茅坡料场增加2.93hm<sup>2</sup>；但盛埡料场周围居民点等环境敏感目标少于茅坡料场，施工活动产生的大气和声环境影响较小；茅坡料场位于清江临江一侧缓坡台地，后缘有G318国道通过，料场开采对清江两岸及国道周围景观带来一定不利影响。盛埡料场位于峡谷旅游（屯渝）公路上方，距公路直线距离2.83km（沿干沟长度），距清江直线距离6.9~7.2km，盛埡料场开采景观影响较小。



图 3.2.2-1 茅坡料场与盛埡料场的现场图

从占地类型上看，茅坡石料场临时用地面积475.59亩，其中耕地145.49亩、园地231.88亩、林地72.13亩、住宅用地23.64亩、交通用地2.34亩、其他土地0.11亩；盛埡石料场临时用地面积697.04亩，其中耕地81.84亩、园地13.57亩、林地548.96亩、草地31.99亩、住宅用地6.48亩、交通用地13.49亩、水域及水利设施用地0.72亩。详见表3.2.2-1。茅坡料场临时用地以耕园地为

主，盛埡料场临时用地以林地为主，同时临时占用生态保护红线1.14hm<sup>2</sup>，

为恩施市其他生态系统服务功能重要性生态保护红线。相对而言，盛垵料场对陆生动植物影响较大。

从固体废物产生量来看，茅坡石料场剥离弃渣量75.98万m<sup>3</sup>（自然方），盛垵石料场弃渣量为178.68万m<sup>3</sup>（自然方），盛垵料场剥离量弃渣量相对较大。

总体来说，在陆生动植物影响、固体废物产生量方面，茅坡料场相对影响较小，在景观、大气环境和声环境影响方面，盛垵料场相对影响较小。临时用地由建设单位阶段性开展报批，目前已完成的临时用地报批均不涉及生态保护红线，后续临时用地报批过程中将进一步优化临时用地方案，避免占用红线。盛垵料场在满足生态保护红线相关管理要求，并严格落实水土保持及生态恢复措施基础上，是环境可行的。

表 3.2.2-1 茅坡料场与盛垵料场临时用地占用土地类型信息表

序号	土地利用类型	单位	茅坡	盛垵
1	耕地	亩	145.49	81.84
2	园地	亩	231.88	13.57
3	林地		72.13	548.96
3.1	乔木林地	亩	62.57	443.28
3.2	竹林地	亩		
3.3	灌木林地	亩	8.76	49.19
3.4	其他林地	亩	0.80	56.49
4	草地	亩		31.99
5	工矿仓储用地	亩		
6	住宅用地	亩	23.64	6.48
7	交通运输用地	亩	2.34	13.49
8	水域及水利设施用地			0.72
8.1	沟渠	亩		0.05
8.2	坑塘水面	亩		0.67
9	其他土地	亩	0.11	
合计	临时用地	亩	475.59	697.04

### （3）弃渣场变动合理性

项目环评阶段工程设置了3座弃渣场，分别为1#杨柳湾弃渣场、2#老沟

弃渣场和3#堰前弃渣场。根据《水利部办公厅关于进一步加强河湖管理范围内建设项目管理的通知》（办河湖〔2020〕177号），禁止在河湖管理范围内建设妨碍行洪的建筑物、构筑物，倾倒、弃置渣土，因此3#（堰前）弃渣场需取消。《湖北省临时用地管理办法（试行）》（鄂自然资规〔2022〕1号）第六条规定“弃土（渣）场不得占用耕地”，由于1#杨柳湾弃渣场占用了耕地，也需取消。由于上述原因，以上三座弃渣场中，仅2#老沟弃渣场仍能继续延用。

因此，初步设计阶段在保留2#老沟弃渣场的基础上，另外选定了7座弃渣场，弃渣场面积共增加22.45hm<sup>2</sup>。本次变动环评阶段共布置8座弃渣场，分别为1#弃渣场（老沟弃渣场）、2#弃渣场（大岩仟弃渣场）、3#弃渣场（后湾弃渣场）和4#弃渣场（铁炉口弃渣场），以及盛埡料场周边的马石坝1#~4#弃渣场。

	
老沟弃渣场	杨柳湾弃渣场
	
大岩仟弃渣场	铁炉口弃渣场

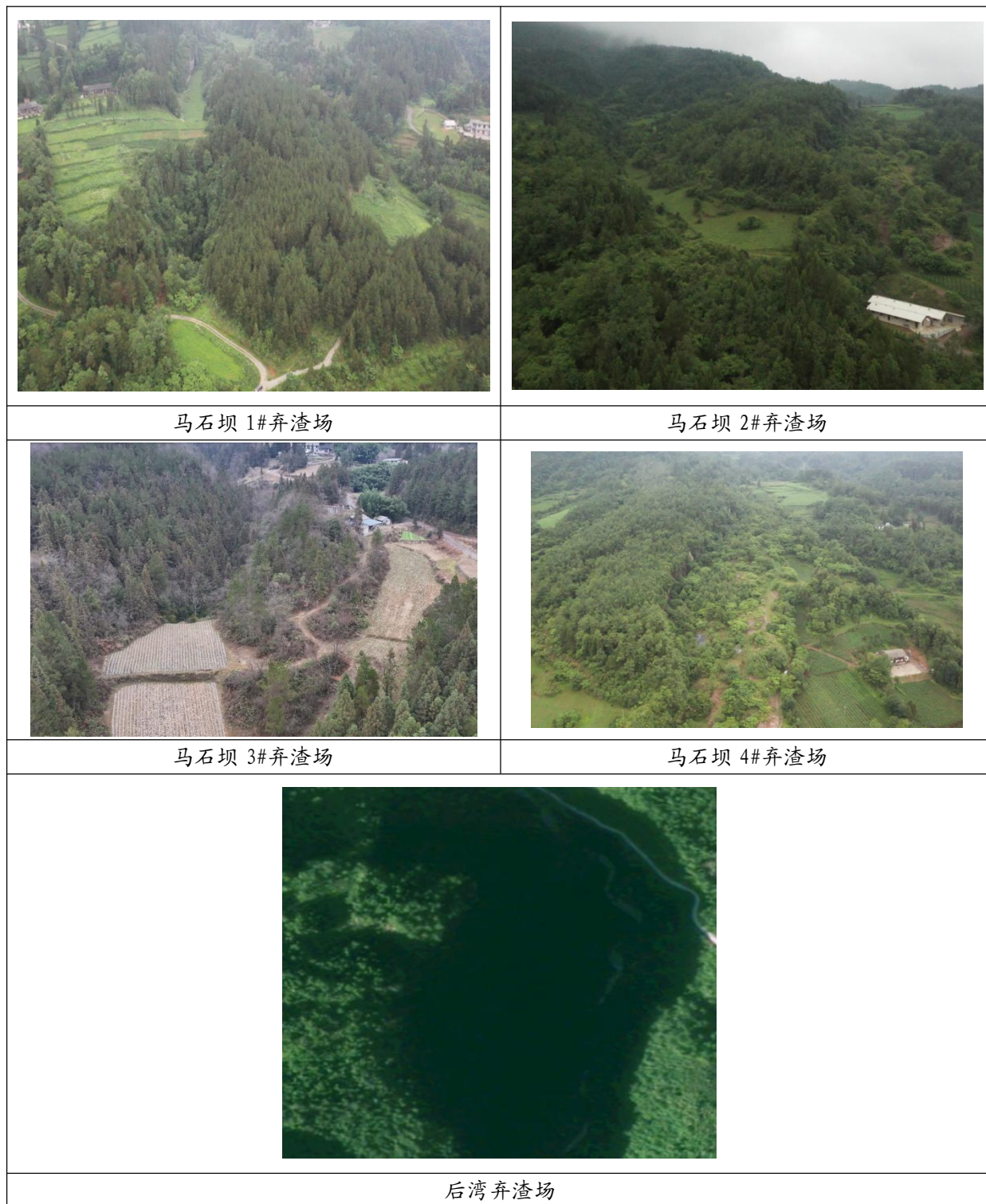


图 3.2.2-2 姚家平水利枢纽工程变动阶段弃渣场

经调查，8处弃渣场均不涉及自然保护区、饮用水水源保护区、地质公园等环境敏感区。2#弃渣场（大岩仟弃渣场）涉及生态保护红线（占用面积0.06hm<sup>2</sup>）。本工程为防洪工程，符合中共中央办公厅国务院办公厅2019

年11月印发的《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》规定的允许人为活动。根据《恩施州人民政府关于印发恩施州“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》，湖北省生态环境总体准入要求规定：“列入省级以上规划且涉及公益、民生和生态保护的线性基础设施、防洪水利工程，在不影响主导生态功能的前提下，可严格按照主管部门批复的项目选址和规模等进行建设，并在建设工程结束后对造成影响的区域进行生态修复。”湖北省人民政府就本工程永久占地不可避免让生态保护红线论证出具了意见，恩施州自然资源和规划局就工程临时用地不可避免让生态保护红线出具了同意意见。

建设单位目前已完成三批临时用地报批，均不涉及生态保护红线，后续临时用地报批过程中将进一步优化用地方案，使用多少报批多少，避免占用红线。

综上，初步设计阶段占用生态保护红线的弃渣场数量和面积均有所降低，环境影响相应减小，在严格遵守临时用地管理要求，按照主管部门批复的用地范围占用，落实水土保持措施，施工完成后及时进行植被恢复的前提下，弃渣场选址变动是合理的。

### **3.2.3 移民安置变动的环境合理性分析**

相对项目环评阶段，本阶段移民集中安置点由原来10个减少为6个，安置人数增加75人。初步设计批复方案相较环境影响评价阶段水环境影响基本不变；环境空气和声环境敏感目标由初设阶段17处降低至9处，单个影响程度基本不变；固体废物环境影响基本不变；安置点由初设阶段10处减少到6处，建筑面积减少24.8亩，安置更加集中，占地面积减少，对陆生植物破坏及陆生动物的驱绕影响降低。因此，工程移民安置点选址变更从环境角度分析是合理的。

### 3.2.4 主要环保措施变动的环境合理性分析

本次变动环评阶段，发生变化的环保措施主要是姚家平过鱼设施布局的变动。姚家平过鱼建筑物采用在天楼地枕电站大坝增设鱼道、姚家平生态电站附近设置集鱼系统、大坝设置升鱼机过鱼的方案。项目环评阶段，集鱼系统布置在大坝右岸，本次变动环评阶段，设计单位开展了工程过鱼建筑物专项设计，对左、右岸集鱼系统布置方案进行了比选，将集鱼系统由右岸调整到左岸，升鱼机竖井也相应由10#坝段调整（右岸）至6#坝段（左岸），下面重点针对集鱼系统变动的合理性进行分析。

#### （1）项目环评阶段集鱼系统方案

项目环评阶段，集鱼系统布置在姚家平生态电站尾水下游右岸100m处，采用固定式集鱼系统（短距离鱼道），总长55.45m。集鱼系统进口段供水利用生态机组尾水渠来水自动供给，在集鱼系统进口段对尾水渠及下游河道进行局部生境修复，设置分流墙调整局部流场形成集鱼渠，使集鱼渠内形成适宜鱼类上溯的流场，集鱼渠外侧为高流速区，形成鱼类上溯屏障。项目环评阶段集鱼系统平面布置见图3.2.4-1，集鱼系统尾水渠、集鱼渠中心剖面见图3.2.4-2。

由于生态机组下游河道坡降较大，下泄流量小时河道水深不足，流量大时河道流速较大，为诱导鱼类进入集鱼系统，需对尾水游右岸河道进行局部挖低整治，整治段呈S形布置，工程运行后集鱼系统集鱼渠/整治渠易淤堵，可能影响集鱼效果。

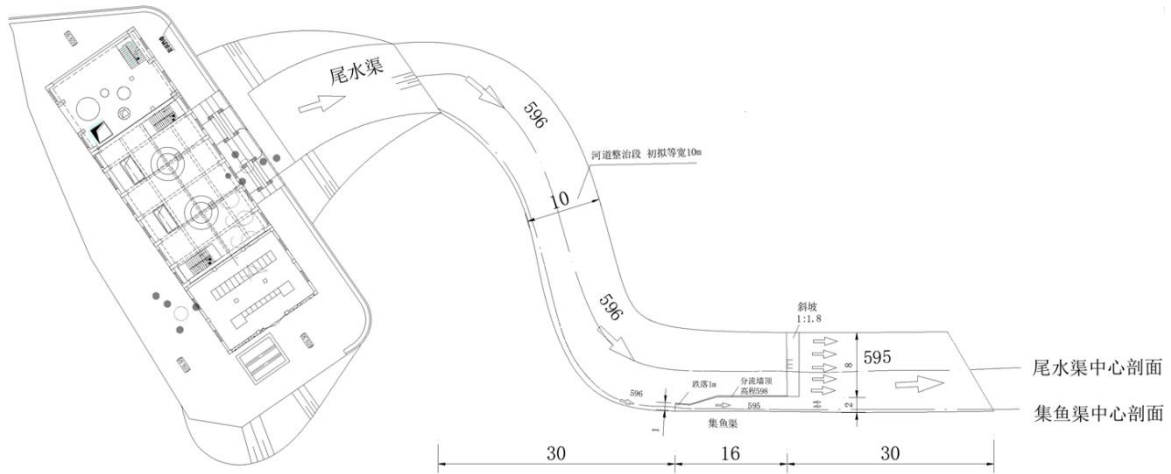


图 3.2.4-1 原环评阶段生态机组尾水集鱼系统平面布置图 (单位: m)

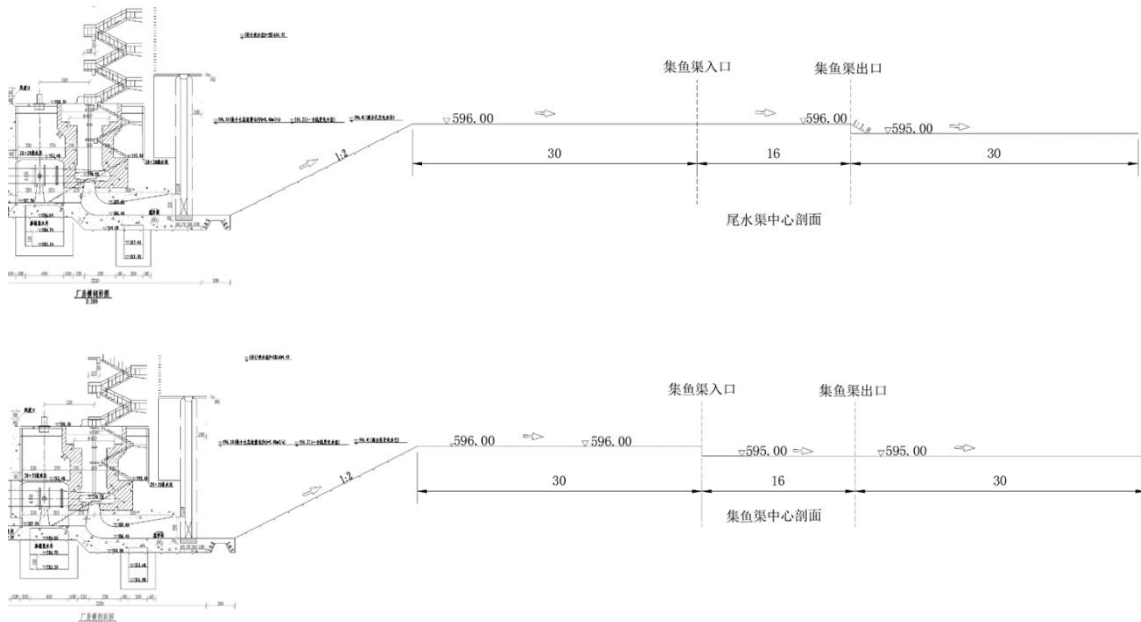


图 3.2.4-2 原环评阶段集鱼系统尾水渠、集鱼渠中心剖面 (单位: m)

因此,初步设计阶段进一步开展了集鱼系统方案比选,根据生态电站尾水出流,拟定了左岸集鱼方案,并对左岸集鱼方案开展了流场数值模拟和过鱼建筑物水工模型试验研究。

## (2) 初步设计阶段左岸集鱼系统方案

左岸集鱼方案将集鱼系统布置在生态电站对岸,在集鱼系统进口设直线型导鱼堰,诱导鱼类进入集鱼系统。该方案利用尾水水流流向左岸,通过设置导鱼堰对水流形成天然流速屏障,堰顶流速较大,鱼类避开高速水

流后找到集鱼系统进口；部分水流流入集鱼系统内可形成适宜的诱鱼流量及流速，从而诱导鱼类进入集鱼系统。根据过鱼建筑物水工模型试验研究、数值计算及实鱼通过性试验结果显示，左岸布置方案诱鱼效果较好。左岸集鱼系统布置见图 3.2.4-3。

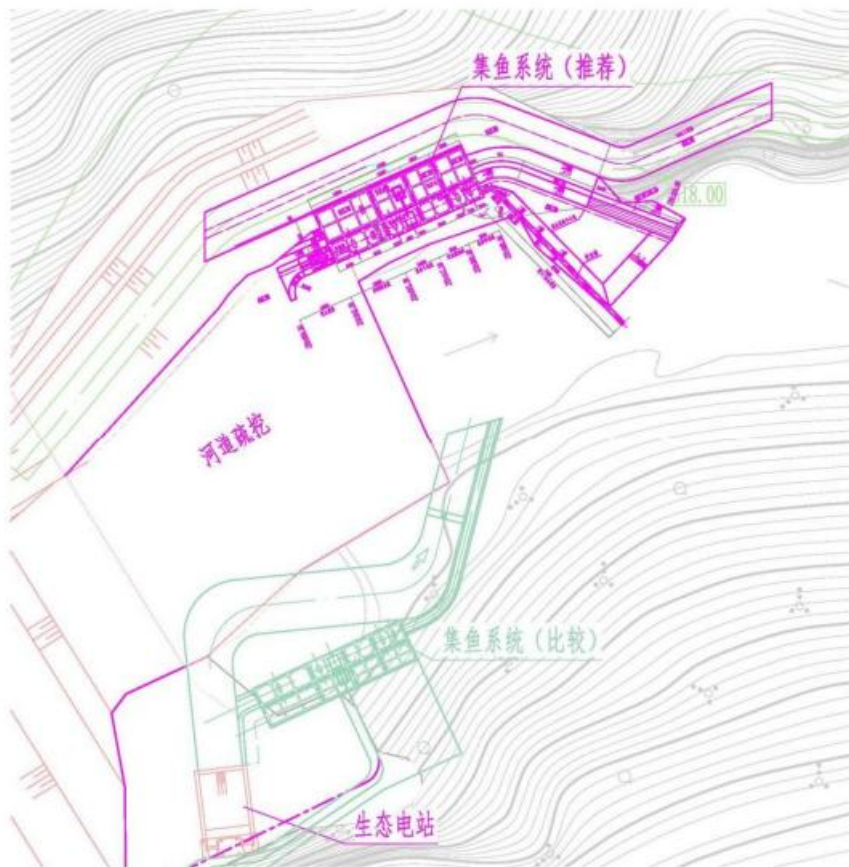


图 3.2.4-3 集鱼系统比选方案布置图

### (3) 集鱼方案比选

对两个集鱼方案进行比选，左岸集鱼系统布置紧凑，诱鱼条件较好，与导流洞有部分交叉，需科学安排施工工序；右岸集鱼系统与生态电站紧凑布置，诱鱼条件较左岸差，施工条件较好；右岸集鱼系统易淤积，运行管理相对复杂；左岸集鱼系统投资较小。考虑鱼类上溯路线，利用尾水诱鱼水流，经综合比较，初步设计阶段推荐采用左岸集鱼系统。

表 3.2.4-1

集鱼系统方案比选表

项目	左岸集鱼系统	右岸集鱼系统	比选结果
地形地质条件	河流深泓主河道位于左岸，集鱼系统布置在深泓主河道下游转弯陡壁，岩层稳定，进口布置方便与主河道相接。	河流深泓主河道位于左岸，集鱼系统布置在深泓主河道对岸，岩层稳定，需将水流导至右岸，进口布置与主河道相接。	左岸优
技术特点及技术可靠性	利用尾水水流诱鱼，可直接利用河流水情情势，引水条件较好。	鱼类较易聚集在尾水出口，鱼类较容易发现，但诱鱼水流需要经过弯折引导，引水渠设计较复杂。	左岸优
场地条件及布置难度	总长 103.65m，有较好的鱼道布置条件。	总长 119.6m，有较好的鱼道布置条件。	持平
施工条件	导流洞封堵后利用枯水期施工，需要科学合理安排施工工序，工期紧凑。	不受施工工序影响。	右岸优
运行管理	机械设备和故障较多，运行管理较复杂。	机械设备和故障较多，集鱼渠易淤堵，运行管理较复杂。	左岸优
工程投资	751 万元	778 万元	左岸优
综合比选	左岸集鱼系统布置紧凑，诱鱼条件较好，与导流洞有部分交叉，需科学安排施工工序；右岸集鱼系统与生态电站紧凑布置，诱鱼条件较左岸差，施工条件较好。运行管理相当；左岸集鱼系统投资也比较小，推荐采用左岸集鱼系统。		左岸优

### 3.3 污染物源强分析

#### 3.3.1 废（污）水

工程施工期废（污）水主要包括砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、隧洞施工废水、基坑排水、机械汽车停放场冲洗废水和施工人员生活污水，施工期间废污水产生量不大，主要污染物为SS、COD、石油类等，且均为间歇、分散排放。

初设阶段产生的废污水种类、性质与环评阶段基本一致。但由于施工布置有所调整，废污水产生的位置及产生量与环评阶段相比有所不同。

##### （1）砂石料加工系统冲洗废水

环评阶段，砂石骨料加工系统包括主砂石系统和临时砂石加工系统两部分，其中临时砂石加工系统位于主厂房对岸缓坡地，主砂石料加工系统

设于左岸坝址下游约2km的杨柳湾缓坡地。初设阶段，1#砂石加工系统（原临时砂石加工系统）保持原址，2#砂石料加工系统（原主砂石加工系统）调整至盛瑞料场西南侧约800m的缓坡地，场地高程为1320m，占地面积约8.4万m<sup>2</sup>。1#砂石加工系统成品骨料生产能力为120t/h，2#砂石料加工系统成品骨料生产能力为880t/h。砂石料加工用水1m<sup>3</sup>/t计，废水排放系数以0.85计，经复核1#砂石加工系统预计废水产生量为102m<sup>3</sup>/h，2#砂石料加工系统预计废水产生量为748m<sup>3</sup>/h。根据已建水电项目砂石料加工系统冲洗废水实测资料分析，冲洗废水中的主要污染物为SS，浓度较高，约20000mg/L。

## （2）混凝土拌和系统冲洗废水

混凝土拌和系统废水来自混凝土拌和站料罐冲洗过程。环评阶段，厂房混凝土系统拟采用1台型号为HZS150的立轴强制式混凝土搅拌机拌制混凝土，该搅拌机单机铭牌生产能力为150m<sup>3</sup>/h，大坝混凝土系统配备1台型号为HZS150的立轴强制式混凝土搅拌机拌制混凝土，2台搅拌机互为备用。另外为满足大坝碾压混凝土施工强度需要，大坝混凝土系统需配备2台型号为HZS240的立轴强制式混凝土搅拌机拌制碾压混凝土，高峰时HZS150也可辅助拌制碾压混凝土，以满足大坝碾压混凝土生产强度需求。初设阶段1#混凝土系统采用3座型号为HZS240的立轴强制式混凝土搅拌机拌制混凝土，2#混凝土系统需配备2座型号为HZS240和1座HZS150的立轴强制式混凝土搅拌机拌制碾压混凝土。HZS240混凝土搅拌机料罐冲洗废水产生量约为18m<sup>3</sup>/d，HZS150混凝土搅拌机料罐冲洗废水产生量约为9m<sup>3</sup>/d，库区防护工程采用的0.8m<sup>3</sup>移动式拌和站料罐冲洗废水产生量约为2m<sup>3</sup>/d。经复核，1#混凝土系统料罐冲洗废水产生量为54m<sup>3</sup>/d，2#混凝土系统料罐冲洗废水产生量为45m<sup>3</sup>/d，3处库区治理混凝土系统料罐冲洗废水产生量共约6m<sup>3</sup>/d。混凝土拌和系统冲洗废水SS浓度约为1500~2500mg/L，pH在9~11之间。

### **(3) 隧洞施工废水**

环评阶段计算隧洞施工废水主要包括导流隧洞、厂房引水洞、交通洞和支洞等在开挖、喷锚支护、混凝土浇筑和灌浆等过程产生的废水。废水呈弱碱性，主要污染物为悬浮物，此外还存在少量石油类。隧洞施工废水的产生具有较大的不确定性。初设阶段，虽然隧洞数量及布局有所调整，但每个隧洞的施工废水产生量仍在13~583m<sup>3</sup>/d范围内。废水SS浓度约为2000mg/L，pH在9~11之间。

### **(4) 基坑排水**

环评阶段与初设阶段基坑排水影响基本相同。基坑排水主要为基坑初期排水、基坑经常性排水和汛后基坑排水。基坑初期排水和汛后基坑排水水质与原河道水水质基本相同，抽排至基坑下游不会影响下游清江水质；经常性基坑排水由降水、渗水和施工用水组成，其中施工用水以混凝土养护碱性废水为主。混凝土养护废水主要来源于混凝土浇筑过程中，平均养护1m<sup>3</sup>混凝土大约需要0.3 m<sup>3</sup>水，其中10~20%参与水化反应，大于80%蒸发耗散，小于5%的水形成碱性废水。施工高峰期混凝土月浇筑强度为14万m<sup>3</sup>/月，因此高峰期混凝土养护用水约需1400m<sup>3</sup>/d，混凝土养护碱性废水产生量约70 m<sup>3</sup>/d。考虑到降水、渗水等不确定因素，经常性基坑排水产生量按照混凝土养护碱性废水产生量1.5倍计，约为105 m<sup>3</sup>/d。其主要污染物是SS和pH，SS浓度约2000mg/L，pH值为9~11。

### **(5) 机械汽车停放场冲洗废水**

环评阶段，枢纽施工区设机械汽车停放场地1处，布置于2#弃渣场；此外，库区滑坡治理工程3个施工区各设置1处机械设备停放场。施工期间机械汽车停放场主要产生机械冲洗废水，废水中主要污染物为石油类、SS等。初设阶段，机械汽车停放场地调整至清江左岸在姚家平布置区，占地面积

约10172m<sup>2</sup>。因此机械汽车停放场冲洗废水产生地点相比于环评阶段发生变化。按每台机械车辆冲洗一次用水量为0.5m<sup>3</sup>/次，污水排放系数取0.8，枢纽区停放场每天冲洗机械车辆90车次计算，枢纽工程施工期间每天产生冲洗废水约36 m<sup>3</sup>；库区滑坡治理工程施工区停放场每天冲洗机械车辆15车次，则每处停放场每天产生冲洗废水约6m<sup>3</sup>。类比同类工程，废水中石油类浓度约为10mg/L。

### (6) 生活污水

生活污水主要来源于施工期生活区食堂废水、施工人员生活污水等。环评阶段，枢纽工程施工营地位于清江左岸，施工高峰期人数约2500人。初设阶段，施工营地被分为了厂区土建施工营地和坝区施工营地，施工高峰期人数基本为5000人，工区调整为3个，其中大坝标1#施工营地高峰施工人数1500人，大坝标2#施工营地高峰施工人数1500人，厂房土建标施工营地高峰施工人数2000人。按人均日用水量100L，排污系数0.8计算，枢纽施工高峰期日产生污水量为400m<sup>3</sup>/d，其中，大坝标1#施工营地120m<sup>3</sup>/d，大坝标2#施工营地120m<sup>3</sup>/d，厂房土建标施工营地160m<sup>3</sup>/d。同理，可得库区滑坡治理工程3处施工区高峰期日产生污水量分别为8 m<sup>3</sup>/d、16 m<sup>3</sup>/d、8 m<sup>3</sup>/d。生活污水主要污染物为COD、BOD<sub>5</sub>等，浓度分别为350mg/L和150mg/L。

### 3.3.2 废气

初设阶段所采用的施工机械设备和施工方式与环评阶段基本相同，产生的废气种类、性质与环评阶段基本一致。工程施工期废气同样主要为爆破扬尘、砂石料加工系统粉尘、道路扬尘和燃油废气等。扬尘中的主要污染物为颗粒物，燃油废气中的主要污染物为PM<sub>10</sub>、HC、NO<sub>x</sub>和CO，上述污染物均呈无组织排放。但由于施工布置有所调整，废气产生的位置及产生量与环评阶段相比有所不同。

### **(1) 爆破过程扬尘产生量**

导流工程和主体工程施工过程中将采用爆破工艺，爆破过程中会产生扬尘。参考相关文献，每吨炸药的扬尘产生量约为54.2kg。参考同类项目，工程共需消耗炸药约1万t，则施工期共产生扬尘542t。

### **(2) 砂石料加工粉尘产生量**

砂石料加工过程中的破碎、筛分和制砂工艺会产生粉尘。根据《三废处理工程技术手册（废气卷）》，砂石料加工系统湿法生产系统粉尘排放强度为0.05kg（扬尘/t砂子）。工程共设两处砂石料加工系统，分别为1#砂石料加工系统和2#砂石料加工系统，1#砂石料加工系统生产能力为120t/h，2#砂石料加工系统生产能力为880t/h。1#砂石料加工系统设于主厂房对岸的杨柳湾缓坡地，满负荷运行工况下粉尘产生量为6kg/h；2#砂石料加工系统设于盛埫料场西南侧的缓坡地，满负荷运行工况下粉尘产生量为44kg/h。

### **(3) 施工作业面扬尘**

施工作业面扬尘主要产生于裸露地面如渣场、堆场等，其总排放量估算参考《扬尘源颗粒物排放清单编制技术指南（试行）》中的施工扬尘源排放量总体计算方法。本工程施工作业面扬尘排放量参照建筑工地施工粉尘排放速率为 $0.002\text{mg/s}\cdot\text{m}^2$ ，主要施工产尘作业面面积约为71.71万 $\text{m}^2$ ，则工程施工作业面扬尘产生量约为45.2t/a。

### **(4) 道路扬尘**

主体工程与库区防护工程施工道路合计约67.41km，其中混凝土道路39.61km，泥结碎石道路27.80km。道路扬尘总排放量估算参考《扬尘源颗粒物排放清单编制技术指南（试行）》中的道路扬尘源排放量计算方法，采取洒水措施后，工程施工区的混凝土道路扬尘排放系数为 $131.62\text{g/km}\cdot\text{d}$ ，泥结碎石道路扬尘排放系数为 $324.41\text{g/km}\cdot\text{d}$ ，则施工期混凝土道路和泥结碎

石道路扬尘产生量分别为1.90t/a和3.29t/a。

### (5) 机械燃油废气

工程施工过程中需使用大量的大型燃油机械设备及运输车辆，机械燃油废气为无组织排放源，在使用过程中会产生NO<sub>x</sub>、CO、HC和颗粒物等污染物。施工期消耗柴油约2.21万t。

工程机械大气污染物排放量估算参照《非道路移动源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》中的计算方法。经计算，施工期工程机械大气污染物排放量计算结果见表3.3.2-1。

表 3.3.2-1 姚家平水利枢纽工程施工机械燃油废气排放量统计表

燃油种类	油料数量(万 t)	污染物名称	平均排放系数(g/kg 燃料)	排放量(t)
柴油	2.21	PM <sub>10</sub>	2.09	46.19
		HC	3.39	74.92
		NO <sub>x</sub>	32.79	724.66
		CO	10.72	236.91

### 3.3.3 噪声

初设阶段所采用的施工机械设备和施工方式与环评阶段基本相同，产噪环节与环评阶段基本一致。工程施工期噪声主要在爆破、土石方开挖、主体工程施工、混凝土拌和、混凝土浇筑、施工工厂企业加工、金属结构安装过程和场内物料运输等施工活动中施工机械或车辆运行时产生，各噪声源主要分布在主体工程施工区、弃渣场、施工工厂企业内部、混凝土拌和系统、运输道路沿线等区域。但由于施工布置有所调整，噪声产生的位置与环评阶段相比有所不同。

#### (1) 爆破噪声

爆破噪声与爆破方式、单响装药量等有关。爆破噪声具有间歇性，相对于连续作业的噪声值一般在90~140dB(A)之间。施工爆破噪声源强较大、影响范围广。

## (2) 交通噪声

施工区交通噪声主要源自运输汽车，声源呈线性分布，源强与行车速度、车流量密切相关。本次工程主要采用8~15t和20~25t自卸汽车，其交通噪声源强约为82dB(A)。

## (3) 砂石料加工系统噪声

砂石系统初步采用三段破碎，并辅以棒磨机制砂的工艺流程，系统由粗碎车间、去泥筛分车间、一筛车间、中碎车间、二筛车间、细碎车间、棒磨车间、半成品堆场、调节料仓、成品堆场、供电、供水和废水处理设施等部分组成，类比同类项目，其噪声源强约为100 dB(A)。

## (4) 混凝土拌和系统噪声

本工程主要采用HZS150型号搅拌站和HZS240型号搅拌站，其噪声源强约为88 dB(A)。

## (5) 施工工厂噪声

施工工厂噪声主要来源于金结拼装厂、综合加工厂和预制件加工场等的工作运行，类比同类项目，其噪声源强约为90 dB(A)。

## (6) 施工机械噪声

参考《水电水利工程施工环境保护技术规程》(DL/T 5260-2010)、《湖北姚家平水利枢纽工程环境影响报告书》，并类比同类项目，本项目主要施工机械噪声源强如表3.3.3-1所示。

表 3.3.3-1 工程主要施工机械噪声源强

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	噪声源强 (dB(A))
1	潜孔钻	YQ100/YQ150	台	26/20	90~120
2	手风钻	YT28	台	30	90~130
3	凿岩台车	CM-351/ROCD7	台	6	100~120
4	反铲挖掘机	1.0m <sup>3</sup> /2.0m <sup>3</sup>	台	6/16	82~90
5	推土机		台	10	85

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	噪声源强 (dB(A))
6	装载机	2.0~3.0m <sup>3</sup>	台	8	75~98
7	振动碾	BW202AD	台	12	90
8	小型振动碾	BW75S-2	台	3	87
9	平仓机	D31P	台	3	82
10	建筑塔吊		座	1	90
11	空压机	12m <sup>3</sup> /min	台	6	75~85
12	地质钻机	150型	台	16	90~120
13	灌浆泵	BW250/50型, 3SNS	台	12	88
14	高喷台车		套	1	85~95
15	混凝土搅拌运输车	3~6m <sup>3</sup>	台	6	85~90
16	混凝土泵车	60m <sup>3</sup> /h	台	3	80~85
17	履带起重机	20t/10t	台	2/2	75~80
18	汽车吊	50t	台	2	80~85
19	卷扬机	5~10t	台	6	90~105
20	载重汽车	5t	辆	10	80
21	自卸汽车	8~25t/8~15t	辆	30/10	82

### 3.3.4 固体废物

本阶段工程所产生的固体废物包括弃渣、生活垃圾、建筑垃圾和危险废物，固体废物类型与环评阶段一致。但由于施工组织设计变化，固体废物的产生量和产生位置与环评阶段相比有所不同。

#### (1) 弃渣

本阶段工程土方开挖299.41万m<sup>3</sup>（自然方，下同），砂砾石开挖54.50万m<sup>3</sup>，石方明挖335.37万m<sup>3</sup>，各类石方洞挖91.86万m<sup>3</sup>。充分利用后，经土石方平衡规划，弃渣875.38万m<sup>3</sup>（松方）。此外，库区滑坡治理工程合计开挖土方19.40万m<sup>3</sup>，开挖石方1.44万m<sup>3</sup>，回填14.25万m<sup>3</sup>，多余土石方4.08万m<sup>3</sup>，可用于施工道路路基填筑和征地范围内场地平整，不另找弃渣场。

#### (2) 生活垃圾

施工区生活垃圾以有机厨余为主，此外草木、塑料包装袋、纸类相对

含量较高。枢纽区施工营地被分为了厂区土建施工营地和坝区施工营地，高峰期施工人数为5000人，按人均日产生生活垃圾1.0kg计，高峰期生活垃圾产生量约为5.0t/d；库区滑坡治理工程1#~3#施工区施工高峰期人数共400人，高峰期生活垃圾产生量约为0.4t/d。

运行期产生的固体废弃物主要为枢纽管理人员的生活垃圾。工程劳动定员编制为124人，其中管理人员34人，运行及辅助人员90人。按每人每天产生生活垃圾1.0kg计，则生活垃圾产生量为0.124t/d。

### **(3) 建筑垃圾**

本工程建筑垃圾主要来源于房屋拆除，本次共拆迁各类房屋13.43万m<sup>2</sup>。建筑垃圾按每25t/万m<sup>2</sup>计，本项目共产生建筑垃圾约335.75t。

### **(4) 危险废物**

工程施工期间，各施工机械检修与含油废水处理会产生少量废矿物油，产生量约为8 m<sup>3</sup>/a。废矿物油属于《国家危险废物名录》中确定的危险废物（HW08废矿物油与含矿物油废物）。此外，施工活动将产生少量废铅蓄电池，属于《国家危险废物名录》中确定的危险废物（HW31 含铅废物）。

工程运行期间，发电厂房内机组维护将产生废润滑油等，根据主电站和生态电站润滑油用量，估算产生量约为20m<sup>3</sup>/a。上述废油属于《国家危险废物名录》中确定的危险废物（HW08废矿物油与含矿物油废物）。

## **3.4 环境影响识别与评价因子筛选**

### **3.4.1 环境影响因素变化分析**

与项目环评阶段相比，变动环评阶段枢纽工程主要特性指标（正常蓄水位、死水位、装机规模）、选址、工艺、枢纽工程总体布置均未发生变化。工程汛限水位调整，主要引起水文情势、水环境、水生生态等要素影

响的变化，对大气环境、声环境、固体废物、土壤环境、地下水环境、陆生生态、人群健康等方面的影响变化较小，总体维持环评报告书分析结论；工程施工组织设计方面的变动，主要导致对陆生生态、大气环境、声环境和固体废物的影响范围产生一定变化，但影响途径和影响性质基本保持不变；移民安置点数量减少，移民安置不利环境影响总体来看较项目环评阶段有所减小。因此，根据工程的设计变动特点，结合评价区域环境现状特征对工程环境影响因子进行筛选，确定本次变动环评对工程汛限水位调整引起的水文情势、水环境、水生生态等要素影响变化作为评价重点，兼顾分析施工组织设计变化引起的陆生生态、大气环境、声环境、固体废物等要素影响。

### 3.4.2 评价因子筛选

根据工程的特点，结合评价区域环境现状特征对工程环境影响因子进行筛选。经识别，工程重点评价的环境要素是水文情势、水环境、水生生态、陆生生态，一般评价的环境要素为大气环境、声环境、固体废物、人群健康、移民安置等。本工程环境影响评价要素识别矩阵详见表3.4.2-1。

表 3.4.2-1

湖北姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）环境影响评价要素识别矩阵表

环境因子		水文情势			地表水		地下水		生态环境		声环境	大气环境	固体废物	人群健康	土壤环境	移民
		流量	水位	流速	水温	水质	水质	水位	陆生生态	水生生态						
施工期	枢纽工程施工					◎	○		◎	◎	○	○	○	○	○	
	施工人员活动					○			○		○		○	○		
	施工交通								○		○	○				
	施工机械					○			○		○	○				
	料场开挖与弃渣								◎		○	○	○		○	
运行期	水库蓄水	●	●	●	◎	○		○	◎	◎						
	水文情势变化	●	●	●		○		○		●						
	大坝阻隔									●						
移民安置													○	○	○	○
影响范围	库区淹没	◎	◎	◎	◎	○		○	○	◎			○		○	○
	坝下影响区	◎	◎	◎	◎	○			○	◎						
	移民安置					○										
	施工区					○	○				○	○	○			

注：○表示影响较小，◎表示影响中等，●表示影响大

## 4 环境现状

### 4.1 流域概况

#### 4.1.1 地理位置

清江流域位于湖北省西南部，东经 $108^{\circ}35'$ ~ $111^{\circ}35'$ ，北纬 $29^{\circ}33'$ ~ $30^{\circ}50'$ 之间，东邻江汉平原、南与澧水、西与乌江水系毗连，在自然地理区划上位于云贵高原的东北端，巫山山脉的南部，系中低山区。

清江发源于恩施州利川市都亭山西麓，干支流自西向东流经利川、恩施、咸丰、宣恩、建始、鹤峰、巴东、长阳、五峰、宜都等县市，在宜都市注入长江。自河源至河口，干流全长423km，总落差1430m，流域面积1.67万 $\text{km}^2$ 。

#### 4.1.2 地形地貌

清江流域呈羽状分布，地势西高东低，在利川、恩施、建始附近有三个盆地，河口附近有部分丘陵平原，其余均为山区，约占流域面积的80%。流域山势陡峻，河谷深切，河道狭窄，比降大，具有山区河流特征。清江支流较多，左岸各级支流有49条，右岸有56条，河长一般较短。一级支流有25条，流域面积大于 $1000\text{km}^2$ 支流有忠建河、马水河、野三河、渔洋河4条，流域面积大于 $500\text{km}^2$ 支流有忠建河、马水河、野三河、渔洋河、招徕河、龙王河、丹水7条。流域除上游利川、恩施、建始三个小盆地及河口附近有少数的低山丘陵外，80%以上均为山地。南部与澧水的分水岭海拔1000~1500m，北部与长江干流的分水岭海拔1000~1900m，西部齐岳山为清江与乌江分水岭，海拔1500~2000m；恩施、咸丰一带因受断层陷落影响，海拔较低，为500~1000m，构成鄂黔之间天然通道；下游靠近长江干流一

带地势低平，一般海拔在200m以下。清江两岸石灰岩广布，虽岩性坚硬，但易受溶蚀，因而沿江河谷陡峭，多形成悬崖绝壁，奇峰峻岭，景色壮丽。

按河谷形态与水流特性，清江干流河道大致分为上、中、下三段。河源至恩施为上游，长153km，落差1070m，河床比降7.0‰，一般枯水面宽50~70m。上游段流经利川盆地低山丘陵区，河谷较为开阔，山势平稳，流入黑洞长9.7km为伏流，成为地下河。出黑洞后至恩施，河道穿行于高山峡谷中，其中有著名的恩施大峡谷。峭壁直立，奇峻幽深。恩施至长阳的资丘为中游，长160km，落差280m，河床比降1.8‰，清江的主要支流大多在此河段汇入。资丘至河口为下游，长110km，落差80m，河床比降0.73‰。

### 4.1.3 气候气象

清江流域属亚热带季风气候，其特点是冬暖夏凉，云多风小，气温年差较小，秋雨显著较多。夏季受海洋季风影响，气候温湿多雨，冬季受西伯利亚气候控制，气候干燥寒冷。河谷气候温和，无霜期较长，而在山顶及高山区，冬冷夏凉，降水量增多，夏多雷暴，冬多降雪。流域内多年平均气温12.0~17.0℃，以7、8月份气温最高，极端最高气温41.2℃（恩施站1959年8月22日），极端最低气温-15.4℃（利川站1972年2月8日），流域多年平均相对湿度78%~84%，多年平均蒸发量分别为1075.0mm（恩施）、1079.4mm（利川）、1262.4mm（长阳）和1226.8mm（宜都）。

## 4.2 自然环境概况

### 4.2.1 地形地貌

姚家平水利枢纽工程区地处鄂西南褶皱山地，山脉走向、地形地貌特征严格受区域构造线控制。以恩施、建始两盆地一带为中心，呈北北东—南南西方向展布的地带，海拔高度为450~700m，带内山峦低平，清江及

其支流蜿蜒曲折穿行其间，为波状起伏的台原地貌。盆地东西两侧地势逐渐增高，由750m逐渐抬升到2000m左右，山脉展布方向为北东——南西向。宏大的山体间遍布着“V”形、箱形深切峡谷，其下切深度300~1000m，陡崖群峰巍峨参差。各级夷平面被深沟峡谷纵横切割，形成支离破碎，残缺不全倾向江河的河间地块及深切的刀锋脊岭，构成中山峡谷地貌景观。其显著特征是成层性，如多级夷平面、成层的喀斯特溶洞及河流两岸多级阶地等。

#### 4.2.2 气候气象

清江流域内地形复杂，有高山、河谷和盆地，气候差异明显，河谷气候温和，无霜期较长，而在山顶及高山区，冬冷夏凉，降水量增多，夏多雷暴，冬多降雪。流域内多年平均气温12~17℃，以7、8月份气温最高，极端最高温41.2℃（恩施市1959年8月22日），极端最低气温-15.4℃（利川市1972年2月8日），相对湿度80%~84%，多年平均蒸发量分别为1106.0mm（恩施市）和1079.4mm（利川市），多年平均降水量分别为1403.0mm（恩施市）和1300mm（利川市）。

#### 4.2.3 水文

##### （1）径流

清江流域径流由降雨产生，其年内分配与降雨年内分配基本一致，水文年度为4月~次年3月，汛期为4~10月，枯水期为11~3月。根据恩施水文站资料统计分析，年际间丰、枯年径流比值为2.8。多年平均4~10月径流量为21.3亿m<sup>3</sup>，约占多年平均年径流量的82.4%。

姚家平坝址径流分析选择恩施水文站作为依据站，采用水文比拟法推求，得到姚家平坝址1958年4月~2019年3月长系列逐旬径流系列成果。经统计，姚家平坝址多年平均流量51.9m<sup>3</sup>/s，枯期11~3月平均流量21.1m<sup>3</sup>/s，

最枯月平均流量 $9.58\text{m}^3/\text{s}$ ，最枯旬平均流量 $7.50\text{m}^3/\text{s}$ 。

姚家平坝址年径流变差系数为0.22，径流年际变化相对较小。按水文年统计的径流系列中，1989年最大，年平均流量 $80.0\text{m}^3/\text{s}$ ，相应年径流量25.2亿 $\text{m}^3$ ；2006年最小，年平均流量仅 $27.4\text{m}^3/\text{s}$ ，相应年径流量8.6亿 $\text{m}^3$ 。丰枯年径流比值为2.9。

坝址处径流在年内分配极不均匀，多年平均4~10月经流量为13.7亿 $\text{m}^3$ ，约占多年平均年径流量的83.2%。多年平均月经流量最大值出现在7月份，占多年平均径流量的17.6%；多年平均月经流量最小值出现在1月份，占多年平均径流量的1.8%。

## **(2) 洪水**

清江流域洪水主要由暴雨形成，洪水发生频繁，陡涨陡落，反应了山溪型河流特点，年最大洪水5~8月发生较多，尤其7月较多，恩施和利川(二)站分别占38.7%和34.4%；两站同时发生最大洪水的年份占57.3%，包括1969年和1989年等大水年，说明上下游同时发生洪水机会较大。恩施洪水陡涨陡落，洪水峰型单双峰均有，但以单峰居多，总历时一般为3~4d。

## **4.3 生态环境现状**

### **4.3.1 陆生生态**

#### **4.3.1.1 项目环评阶段调查情况**

项目环评阶段为全面调查评价区陆生生态现状，在收集分析评价区历史资料的基础上，环评单位于2021年1月、2021年4月和2022年4月在野生动物活动高峰期、鸟类迁徙季节以及野生植物花期和生长季对评价区陆生生态现状进行了调查，每次调查10~15天。陆生生态现状调查范围涵盖姚家平水利枢纽工程评价区，综合考虑工程特性和影响因素，重点调查

枢纽工程区、水库淹没区、移民安置区、施工道路和施工营地等区域，涵盖了不同的植被类型。

### (1) 生态系统

环评阶段将评价区生态系统分为森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和城镇生态系统。评价范围内各生态系统面积见表 4.3.1-1。

表 4.3.1-1 姚家平水利枢纽工程评价区各生态系统面积

生态系统类型	森林生态系统	灌丛生态系统	湿地生态系统	农田生态系统	城镇生态系统	总计
面积 (hm <sup>2</sup> )	6092.76	2238.38	111.61	1434.89	937.39	10815.03
所占百分比 (%)	56.33	20.70	1.03	13.27	8.67	100.00

### (2) 植被现状

根据环评阶段调查，评价区主要自然植被类型划分为 3 个植被型组、7 个植被型、28 个群系。植被主要是柏木林、马尾松林、杉木林、青冈林、麻栎林、枫香树林、枫杨林、毛竹林、桂竹林、水竹林、插田泡灌丛、小果蔷薇灌丛、水麻灌丛、灰白毛莓灌丛、苎麻灌丛、毛黄栌灌丛、华中樱桃灌丛、三脉紫菀灌草丛、早熟禾灌草丛、风轮菜灌草丛、野艾蒿灌草丛、蕨灌草丛、蝴蝶花灌草丛、渐尖毛蕨灌草丛、水芹灌草丛、接骨草灌草丛、五节芒灌草丛、节节草灌草丛。

### (3) 植物多样性

根据环评阶段调查，评价区所涉及的清江流域植物资源的实地调查，结合对历年积累的植物区系资料的系统整理，得出评价区主要维管束植物共有 142 科 470 属 797 种，其中蕨类植物 16 科 23 属 34 种；裸子植物 8 科 18 属 20 种；被子植物 118 科 429 属 743 种。评价区维管束植物总科数、总属数和总种数占湖北省维管束植物总科数、总属数和总种数的 57.69%、32.10%和 12.89%，占全国维管植物总科数、总属数和总种数 33.81%、13.63%

和 2.54%。

#### (4) 重点保护野生植物

根据环评阶段，评价区内调查到国家一级保护植物 1 种，为红豆杉，共 2 株；国家二级重点保护野生植物 3 种：金荞麦 1 处、蛇足石杉 1 丛和扇脉杓兰 1 株。

表 4.3.1-2 姚家平水利枢纽工程与陆生生态重点保护物种的位置关系

级别	保护类别/对象	种类/数量	与工程位置关系
国家一级	红豆杉	2 株	均位于淹没线以上，直线距离约 460m
国家二级	金荞麦	1 处	位于淹没线以上，直线距离约 50m
	蛇足石杉	1 丛	位于淹没线以上，直线距离 40m
	扇脉杓兰	1 株	干流库区右岸山脊，淹没线以上，直线距离约 710m

#### (5) 动物多样性

根据环评阶段，评价区内动物区划属于东洋界—中印亚界—华中区—西部山地高原亚区，涉及 1 个动物地理省，即秦巴-武当省—亚热带落叶、常绿阔叶林动物群。该区域地形复杂，海拔跨度较大，动物种类组成丰富，区系成分较复杂。

环评阶段，实地调查及对相关资料进行综合分析，评价区共有陆生野生脊椎动物 4 纲 27 目 73 科 176 种，其中，两栖类 2 目 8 科 23 种，爬行类 2 目 8 科 20 种，鸟类 17 目 45 科 107 种，哺乳类 6 目 12 科 26 种，详见 4.3.1-3。

表 4.3.1-3 环评阶段评价区野生动物多样性组成

种类组成				动物区系			保护动物		
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家一级	国家二级	湖北省级
两栖纲	2	8	23	19	1	3	0	1	13
爬行纲	2	8	20	12	0	8	0	1	6
鸟纲	17	45	107	55	22	30	0	5	34
哺乳纲	6	12	26	16	0	10	0	2	8
合计	27	73	176	102	23	51	0	9	61

#### (6) 重点保护野生动物

环评阶段评价区分布有国家二级重点保护野生动物 9 种，分别是虎纹

蛙、乌龟、红腹锦鸡、黑鸢、红隼、斑头鸺鹠、画眉、豹猫和毛冠鹿。

评价区内分布有湖北省级重点保护野生动物 61 种，包括利川齿蟾、中华蟾蜍、中国林蛙、黑斑侧褶蛙、沼蛙、泽陆蛙、棘腹蛙、棘胸蛙、斑腿泛树蛙、大树蛙、粗皮姬蛙、饰纹姬蛙、花姬蛙、尖吻蝾、银环蛇、舟山眼镜蛇、乌梢蛇、黑眉晨蛇、王锦蛇、灰胸竹鸡、环颈雉、绿头鸭、凤头鸕鹚、珠颈斑鸠、普通夜鹰、白腰雨燕、小杜鹃、四声杜鹃、大杜鹃、黑水鸡、普通鸬鹚、白鹭、戴胜、星头啄木鸟、灰头绿啄木鸟、斑姬啄木鸟、黑枕黄鹂、黑卷尾、棕背伯劳、红尾伯劳、松鸦、红嘴蓝鹊、灰喜鹊、喜鹊、白颈鸦、大嘴乌鸦、大山雀、家燕、金腰燕、八哥、丝光椋鸟、乌鸫、蓝喉太阳鸟、鼯猴、亚洲狗獾、猪獾、花面狸、小鹿、赤腹松鼠、豪猪和华南兔等。

#### 4.3.1.2 补充调查情况

##### (1) 调查时间、范围及方法

###### 1) 调查时间

为全面调查工程变动区域陆生生态现状，在收集分析项目环评阶段以及区域历史资料的基础上，环评单位和工程环境监测单位分别于2024年6月，2025年7月、9月、12月在野生动物活动高峰期、鸟类迁徙季节以及野生植物花期和生长季对工程变动区域陆生生态现状进行了调查，每次调查时间10~15天。

###### 2) 调查范围

陆生生态现状调查范围涵盖环评阶段姚家平水利枢纽工程评价区，综合考虑工程变动情况，主要调查施工布置方案较环评阶段变动区域，主要包括施工营地、混凝土拌合站、马石坝弃渣场、老沟弃渣场、坝址左右两岸、小溪河库中、河塘村淹没区、龙山坪安置点、小谷槽安置点、马者安

置点、盛瑞料场区等，涵盖了评价区不同的植被类型。

### 3) 调查方法

#### ①资料收集

收集整理评价区涉及县市的陆生生物资料，在综合分析资料的基础上，确定实地考察的重点区域及考察路线。

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

### 2) 陆生植物调查

在对评价区陆生生物资源历年资料检索分析的基础上，根据调查方案确定路线走向及考察时间，进行现场调查。

现场调查采取样带调查与样方调查相结合的方法，对没有原生植被的区域采取样带调查，在工程变动区域以及植被状况良好的区域实行样方重点调查，样方调查采用样地记录法，乔木群落样方面积为20m×20m，灌木样方面积为5m×5m，草本样方面积为1m×1m。对珍稀濒危植物调查采取野外调查、民间访问相结合的方法进行，对有疑问植物、经济植物和珍稀濒危植物，还拍摄了凭证标本照片。



图 4.3.1-1 植物补充调查---植物样方调查图

表 4.3.1-4

工程评价区补充植物样方一览表

序号	群系	纬度(N)	经度(E)	序号	群系	纬度(N)	经度(E)
1	马尾松林	30.34	109.32	33	杉木林	30.37	109.29
2	毛轴蕨灌草丛	30.39	109.33	34	野艾蒿灌草丛	30.38	109.30
3	麻栎林	30.34	109.32	35	插田泡灌丛	30.38	109.30
4	五节芒灌草丛	30.34	109.32	36	插田泡灌丛	30.38	109.30
5	毛竹林	30.35	109.29	37	五节芒灌草丛	30.38	109.30
6	水麻灌丛	30.35	109.30	38	毛竹林	30.38	109.30
7	野艾蒿灌草丛	30.35	109.29	39	马尾松林	30.38	109.33
8	麻栎林	30.35	109.29	40	毛轴蕨灌草丛	30.38	109.33
9	水麻灌丛	30.35	109.29	41	杉木林	30.38	109.33
10	野艾蒿灌草丛	30.35	109.29	42	毛轴蕨灌草丛	30.38	109.33
11	插田泡灌丛	30.35	109.29	43	马尾松	30.38	109.33
12	水麻灌丛	30.35	109.29	44	杉木林	30.39	109.33
13	杉木林	30.35	109.30	45	插田泡灌丛	30.39	109.33
14	水麻灌丛	30.35	109.30	46	野艾蒿灌草丛	30.39	109.33
15	麻栎林	30.35	109.30	47	五节芒灌草丛	30.39	109.33
16	野艾蒿灌草丛	30.35	109.30	48	马尾松林	30.39	109.33
17	节节草灌草丛	30.41	109.25	49	五节芒灌草丛	30.39	109.33
18	毛轴蕨灌草丛	30.41	109.25	50	马尾松林	30.38	109.32

序号	群系	纬度(N)	经度(E)	序号	群系	纬度(N)	经度(E)
19	毛轴蕨灌草丛	30.41	109.25	51	麻栎林	30.39	109.32
20	插田泡灌丛	30.41	109.25	52	麻栎林	30.38	109.32
21	毛竹林	30.40	109.25	53	狗尾草草丛	30.37	109.29
22	水麻灌丛	30.40	109.25	54	狗尾草草丛	30.37	109.28
23	节节草灌草丛	30.40	109.25	55	狗尾草草丛	30.37	109.29
24	节节草草丛	30.40	109.25	56	狗尾草草丛	30.41	109.25
25	水麻灌丛	30.40	109.27	57	狗尾草草丛	30.35	109.30
26	节节草灌草丛	30.40	109.27	58	狗尾草草丛	30.34	109.13
27	毛竹林	30.38	109.28	59	盐肤木灌草丛	30.39	109.33
28	杉木林	30.37	109.28	60	盐肤木灌草丛	30.39	109.33
29	五节芒灌草丛	30.37	109.28	61	盐肤木灌草丛	30.40	109.20
30	杉木林	30.37	109.28	62	盐肤木灌草丛	30.35	109.31
31	节节草	30.37	109.28	63	盐肤木灌草丛	30.37	109.28
32	毛竹林	30.37	109.29				

### 3) 陆生动物调查

在调查过程中，确定评价区内动物的种类、资源状况及生存状况，尤其是重点保护种类。调查方法主要有样线法、样点法、访问和资料查询。兽类主要采用现场环境调查，野外踪迹调查，包括：足迹链、窝迹、粪便，再结合访问调查确定种类及数量等。鸟类主要采用样线法与样点法，根据生境类型及其面积的大小设计样线或样点，抽样强度高于2%。两栖类、爬行类主要以样线法为主，辅以样方法对区域内两栖、爬行类动物类群进行调查。本次调查，现场共设置了37条样线，涵盖乔木林、灌草丛、农田、内陆水体和居住点5大生境类型，每一生境类型布设的样线数量均超过5条。

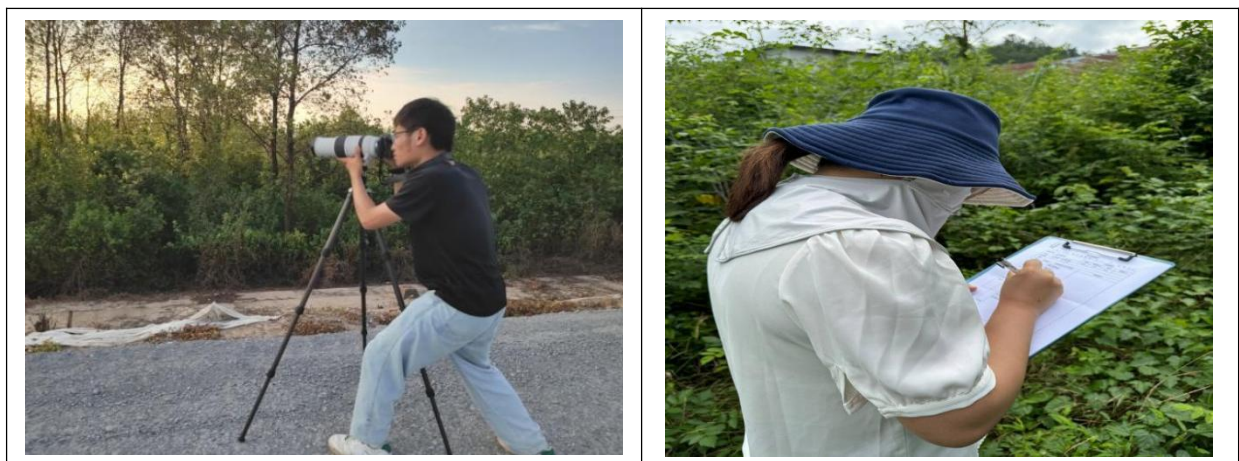




图 4.3.1-2 动物补充调查--动物样线调查图

表 4.3.1-5 工程评价区动物补充样线一览表

序号	生境类型	起点经度(E)	起点纬度(N)	终点经度(E)	终点纬度(N)	长度(km)
1	乔木林	109.25	30.42	109.25	30.40	2.46
2	乔木林	109.33	30.40	109.33	30.39	2.58
3	乔木林	109.31	30.35	109.31	30.35	2.22
4	乔木林	109.33	30.38	109.32	30.38	2.25
5	乔木林	109.28	30.38	109.28	30.37	2.29
6	灌丛	109.33	30.39	109.32	30.38	2.23
7	灌丛	109.32	30.35	109.32	30.33	1.79
8	灌丛	109.30	30.35	109.30	30.35	2.49
9	灌丛	109.29	30.36	109.30	30.35	2.73
10	灌丛	109.29	30.38	109.29	30.38	2.38
11	农田	109.29	30.37	109.29	30.37	2.48
12	农田	109.29	30.38	109.31	30.38	2.46
13	农田	109.26	30.41	109.27	30.40	2.65
14	农田	109.32	30.39	109.32	30.39	2.6
15	农田	109.29	30.37	109.29	30.36	2.33
16	内陆水体	109.31	30.38	109.31	30.38	2.4

序号	生境类型	起点经度(E)	起点纬度(N)	终点经度(E)	终点纬度(N)	长度(km)
17	内陆水体	109.29	30.36	109.29	30.36	2.98
18	内陆水体	109.33	30.39	109.34	30.38	1.57
19	内陆水体	109.30	30.36	109.29	30.36	2.03
20	内陆水体	109.30	30.36	109.31	30.36	2.26
21	居民区	109.28	30.37	109.29	30.37	2.47
22	居民区	109.28	30.38	109.30	30.37	2.42
23	居民区	109.22	30.41	109.24	30.42	2.76
24	居民区	109.29	30.37	109.30	30.37	2.11
25	居民区	109.31	30.38	109.32	30.38	2.11
26	灌丛	109.32	30.34	109.32	30.34	2.52
27	乔木林	109.31	30.35	109.31	30.35	2.61
28	乔木林	109.30	30.35	109.30	30.35	2.46
29	乔木林	109.28	30.37	109.28	30.37	2.51
30	灌丛	109.32	30.39	109.32	30.39	2.4
31	乔木	109.33	30.39	109.33	30.39	2.58
32	乔木	109.33	30.39	109.33	30.39	2.46
33	农田	109.27	30.40	109.27	30.40	2.75
34	农田	109.25	30.41	109.26	30.41	2.41
35	居民区	109.24	30.41	109.24	30.41	2.4
36	农田	109.29	30.37	109.29	30.37	2.47
37	居民区	109.28	30.38	109.29	30.38	2.83

#### 4) 生物量测定与估算

植被类型生物量数据主要参考中国科学院生态环境研究中心专家建立的我国森林生物量的基本参数，并以其对湖北森林推算的平均生物量作为本次森林生物量估算的基础，参考湖北省森林资源连续调查报告及《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云，刘国华，徐蒿龄，1996年）、

《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜等，1999年）、《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威，2005年）、《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究，2014年）、《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，2012年）等资料，并根据当地的实际情况作适当调整，估算工程变化区域各植被类型的平均生物量。

## (2) 区域生态系统完整性

根据对建群种生活型、群落外貌、土地利用现状的分析，结合动植物分布和生物量的调查，以《中国植被》提出的植物群落分类系统为基础，参考《中国生态系统》的分类原则及方法，将评价区生态系统分为森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和城镇生态系统。

与环评阶段相比，各类生态系统所占评价区面积未发生明显变化。森林生态系统为6092.76hm<sup>2</sup>、灌丛生态系统为2238.38hm<sup>2</sup>、湿地生态系统为111.61hm<sup>2</sup>、农田生态系统为1434.89hm<sup>2</sup>、城镇生态系统为937.39hm<sup>2</sup>。

## (3) 植被现状

环评阶段，评价区主要自然植被类型划分为3个植被型组、7个植被型、28个群系。本次变动环评阶段，评价区主要自然植被类型划分为3个植被型组、7个植被型、30个群系。相比环评阶段补充了两个植物群系，分别是盐肤木灌丛和狗尾草草丛。

补充调查的区域主要为新增占地区域，自然植被主要为3个植被型组、5个植被型主要为12个群系，分别是马尾松林、杉木林、麻栎林、毛竹林、插田泡灌丛、水麻灌丛、盐肤木灌丛、野艾蒿灌草丛、蕨灌草丛、五节芒灌草丛、节节草灌草丛、狗尾草。



图 4.3.1-3 植物群系补充调查图

表 4.3.1-6

不同阶段评价区主要植被类型及其分布表

植被型组	植被型	群系	群系拉丁名	分布	项目环评阶段	变动环评阶段
一、针叶林	I、温性针叶林	1.柏木林	Form. Cupressus funebris	库区河段山坡零散分布	√	
	II、暖性针叶林	2.马尾松林	Form. Piuns massoniana	零星分布	√	√
		3.杉木林	Form.Cunninghamia lanceolata	山坡、路旁常见、成片或零星分布	√	√
二、阔叶林	III、常绿阔叶林	4.青冈林	Form. Cyclobalanopsis glauca	库区小溪河~库尾河段右岸山地常见	√	
	IV、落叶阔叶林	5.麻栎林	Form. Quercus acutissima	库区山坡林地片状分布	√	√
		6.枫香树林	Form. Liquidambar formosana	山坡、路旁常见分布	√	
二、阔叶林		7.枫杨林	Form. Pterocarya stenoptera	库区左岸近河岸带或村落、河滩常见	√	
	V、竹林	8.毛竹林	Form. Phyllostachys edulis	坝下施工布置区常见	√	√
		9.桂竹林	Form. Phyllostachys reticulata	村落周边路旁常见	√	
		10.水竹林	Form.Phyllostachys heteroclada	施工布置区零散分布	√	
三、灌丛和灌草丛	VI、灌丛	11.插田泡灌丛	Form. Rubus coreanus	施工布置区、移民安置区撂荒地广泛分布	√	√
		12.小果蔷薇灌丛	Form. Rosa cymosa	林缘、路旁常见	√	
		13.水麻灌丛	Form. Debregeasia orientalis	河岸、路旁广泛分布	√	√
		14.灰白毛莓灌丛	Form. Rubus tephrodes	林缘、路旁常见	√	
		15.苕麻灌丛	Form. Boehmeria nivea	林缘、路旁常见	√	
		16.毛黄栌灌丛	Form. Cotinus coggygria var. pubescens	库区移民安置点常见	√	
		17.华中樱桃灌丛	Form. Cerasus conradinae	库区龙洞河、河塘村等	√	
	18.盐肤木灌丛	Form. Rhus chinensis	向阳山坡、沟谷等疏林或灌丛中		√	
VII、灌草丛	19.三脉紫菀灌草	Form. Aster ageratoides	林缘、路旁常见	√		

植被型组	植被型	群系	群系拉丁名	分布	项目环评阶段	变动环评阶段
		丛				
		20.早熟禾灌草丛	Form. <i>Poa annua</i>	田边、撂荒地	√	
		21.风轮菜灌草丛	Form. <i>Clinopodium chinense</i>	田边、撂荒地常见	√	
		22.野艾蒿灌草丛	Form. <i>Artemisia lavandulifolia</i>	林缘、路旁、河滩广泛分布	√	√
		23.蕨灌草丛	Form. <i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	林缘、坡地常见	√	√
		24.蝴蝶花灌草丛	Form. <i>Iris japonica</i>	库区潮湿路旁、岩石山坡常见分布	√	
		25.渐尖毛蕨灌草丛	Form. <i>Cyclosorus acuminatus</i>	林缘、林下、撂荒地常见	√	
		26.水芹灌草丛	Form. <i>Oenanthe javanica</i>	潮湿路旁、坝下河滩等处	√	
		27.接骨草灌草丛	Form. <i>Sambucus chinensis</i>	撂荒地、移民安置区、村落周边常见	√	
		28.五节芒灌草丛	Form. <i>Miscanthus floridulus</i>	广泛分布	√	√
		29.节节草灌草丛	Form. <i>Equisetum ramosissimum</i>	田边、撂荒地常见	√	√
		30.狗尾草	Form. <i>Setaria viridis</i>	广泛分布		√

#### (4) 植物多样性

项目环评阶段，评价区主要维管束植物共有142科470属797种，其中蕨类植物16科23属34种；裸子植物8科18属20种；被子植物118科429属743种。工程变动环评阶段，根据补充调查，新增占地区域维管束植物共有61科89属107种。补充调查到的物种均在环评阶段植物名录中，没有新增物种。

#### (5) 重点保护野生植物

环评阶段，评价区内现场调查到国家一级保护植物1种，为红豆杉，共2株；国家二级重点保护野生植物3种：金荞麦1处、蛇足石杉1丛和扇脉杓兰1株。工程变动环评阶段，在补充调查过程中，未调查到工程占地变动区域有重点保护野生植物分布。

表 4.3.1-7 不同阶段评价区重要植物及其分布表

编号	名称	位置	经纬度	生长情况	项目环评阶段	变动环评阶段
1	红豆杉 ( <i>Taxus wallichiana</i> var. <i>chinensis</i> )	清江干流库区右岸王家坡	N30° 23 14.54" E109°11'52.64" 海拔 1423m	小苗 1 株，营养期，生长状况良好	干流库区右岸山脊，淹没线以上，直线距离约 460m	未发现分布
2	红豆杉 ( <i>Taxus wallichiana</i> var. <i>chinensis</i> )	清江干流库区右岸王家坡黑湾附近	N30°23 13.88" E109°11'53.97" 海拔 1424m	小苗 1 株，营养期，生长状况良好	干流库区右岸山脊，淹没线以上，直线距离约 460m	未发现分布
3	金荞麦 ( <i>Fagopyrum dibotrys</i> )	田坝村附近	N 30°23'52.19" E 109°15'36.12" 海拔 759m	覆盖面积约 0.5m <sup>2</sup> ，营养期，生长状况良好	位于淹没线以上，直线距离约 50m	未发现分布
4	蛇足石杉 ( <i>Huperzia serrata</i> )	流料河库尾	N30°24'28.53" E109°10'58.83" 海拔 861m	1 丛，繁殖期，生长状况良好	位于淹没线以上，与淹没线直线距离 40m	未发现分布
5	扇脉杓兰 ( <i>Cypripedium japonicum</i> )	清江干流库区右岸王家坡黑湾附近	N30° 23'13.8762" E109° 11'53.9694" 海拔 1424m	1 株，营养期，生长状况良好	干流库区右岸山脊，淹没线以上，直线距离约 710m	未发现分布

#### (6) 动物多样性

根据调查情况，评价范围内有陆生野生脊椎动物4纲27目77科186种，其中，两栖类2目8科23种，爬行类2目8科20种，鸟类17目48科115种，哺乳

类6目13科28种。

通过马石坝弃渣场、老沟弃渣场、盛瑞料场区等工程变动区进行补充调查。根据调查结果，评价区陆生野生脊椎动物名录增加10种，分别是棕脸拟鹇、栗头鹇、白顶溪鹇、绿背山雀、灰山椒鸟、白眉鹇、普通鹫、凤头鹰，高山姬鼠、棕色田鼠。除以上物种，补充调查到陆生野生脊椎动物4纲16目37科73属99种，所有物种均为原环评阶段动物名录中的物种。其中哺乳类6目8科14属16种，鸟类7目18科38属49种，两栖类7科11属19种，爬行类4科10属15种。

### (7) 重点保护野生动物

#### 1) 国家保护物种

项目环评阶段，评价区调查分布有国家二级重点保护野生动物9种，分别是虎纹蛙、乌龟、红腹锦鸡、黑鸢、红隼、斑头鹁鹑、画眉、豹猫和毛冠鹿。工程变动环评阶段开展补充调查后，评价区分布有国家二级重点保护野生动物11种，增加了2种，分别是普通鹫和凤头鹰。详见表4.3.1-8。

表 4.3.1-8 不同阶段评价区国家级重点保护野生动物名录对比

中文名、拉丁名	生境、习性	保护等级	项目环评阶段	变动环评阶段
1.虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i>	生活于山区、平原、丘陵地带的稻田、鱼塘、水坑和沟渠内。	国家二级	发现在评价区坝址上游约5km的池塘、稻田内有分布。	发现在评价区施工道路2km外的溪流内有分布。
2.乌龟 <i>Chinemys reevesii</i>	栖息在湖泊、池沼和溪流中或岸边潮湿草丛中	国家二级	发现在评价区清江两岸的水塘内有分布，位于淹没线以上。	未发现
3.红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	单独或成小群活动，喜有矮树的山坡及次生的亚热带阔叶林及落叶阔叶林。	国家二级	发现在评价区清江左岸的常绿阔叶林、针阔叶混交林和针叶林中有分布，位于淹没线以上。	未发现
4.黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	喜开阔的乡村、城镇及村庄。优雅盘旋或作缓慢振翅飞行。栖于柱子、电线、建筑物或地面，在垃圾堆找食腐物。	国家二级	活动范围较广，偶尔在评价区上空游荡	距马石坝2#弃渣场1.8km远的上空盘旋

中文名、拉丁名	生境、习性	保护等级	项目环评阶段	变动环评阶段
5.斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	常光顾庭园、村庄、原始林及次生林。主为夜行性，但有时白天也活动。多在夜间和清晨作叫。	国家二级		未发现
6.红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	猛扑猎物，常从地面捕捉猎物。停栖在柱子或枯树上。喜开阔原野。	国家二级		未发现
7.画眉 <i>Garrulax canorus</i>	多见地低山灌丛及村落附近的竹林等处	国家二级	发现在评价区清江左岸的灌草林地有分布，偶尔也到居民区附近活动，位于淹没线以上。	未发现
8.豹猫 <i>Felis bengalensis</i>	栖息于山地林区，亦见于沿河灌丛和林区居民点附近	国家二级	发现在评价区清江左岸的丘陵、山地区域有分布，位于淹没线以上。	未发现
9.毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>	栖居在山区的丘陵地带，繁茂的竹林、竹阔混交林及茅草坡等处。	国家二级	发现在评价区坝址上游约2km的支流段林地资源丰富的区域有分布，位于淹没线以上。	未发现
10.普通鵙 <i>Sitta europaea</i>	栖息于山地森林和林缘地带，见于山脚阔叶林，混交林和针叶林地带。	国家二级	未调查发现	距盛垆料场2.2km远的上空盘旋
11.凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	栖息于针阔混交林、季风常绿阔叶林及马尾松林。	国家二级	未调查发现	距马石坝2#弃渣场2.6km远的树冠

## 2) 湖北省重点保护物种

根据2024年《湖北省重点保护陆生野生动物名录》比对，评价区39种属于湖北省重点保护物种，由于名录发生变化，相较于环评阶段减少了26种。39种湖北省重点保护物种中，鸟类占较大比例，其中鸟类动物19种，分别是灰胸竹鸡、普通夜鹰、白腰雨燕、小杜鹃、四声杜鹃、大杜鹃、戴胜、星头啄木鸟、灰头绿啄木鸟、斑姬啄木鸟、黑枕黄鹂、黑卷尾、棕背伯劳、红尾伯劳、红嘴蓝鹊、白颈鸦、家燕、金腰燕、蓝喉太阳鸟；兽类5种，分别是黄鼬、鼬獾、猪獾、小鹿、赤腹松鼠；两栖类动物5种分别是利川齿蟾、小角蟾、中华蟾蜍、斑腿泛树蛙、大树蛙；爬行类动物6种，分别是尖吻蝮、短尾蝮、银环蛇、舟山眼镜蛇、乌梢蛇、王锦蛇。

### 4.3.1.3 不同阶段工程用地类型变化

根据两个阶段的征地类型进行对比，本次变动环评阶段总征地面积增加1124.12亩，其中永久用地增加14.69亩，临时用地增加1109.43亩。永久用地变化中，增加的主要为枢纽工程周边的永久道路占用，从占用不同土地类型的面积上看，林地减少70.42亩、工矿仓储用地增加35.48亩、耕地增加28.2亩，水域及水利设施用地增加26.88亩。临时用地变化中，增加主要是料场、弃渣场、临时道路的占用，其中林地增加964.02亩，耕地增加102.58亩，园地减少54.11亩。

表 4.3.1-9 不同阶段永久用地类型对比 单位：亩

序号	土地类型	变动环评阶段	项目环评阶段	变动环评-项目环评
1	耕地	2112.36	2084.16	28.2
2	园地	179.54	186.15	-6.61
3	林地	6494.61	6565.03	-70.42
4	草地	62.94	62.87	0.07
5	工矿仓储用地	45.22	9.74	35.48
6	住宅用地	188.41	187.09	1.32
7	公共管理与公共服务用地	4.63	4.43	0.2
8	特殊用地	1.12	-	1.12
9	交通运输用地	83.81	86.56	-2.75
10	水域及水利设施用地	1764.75	1737.87	26.88
11	其他土地	3.66	2.47	1.18
永久征地合计		10941.05	10926.36	14.69

表 4.3.1-10 不同阶段临时用地类型对比 单位：亩

序号	土地类型	变动环评阶段	项目环评阶段	变动环评-项目环评
1	耕地	335.52	232.94	102.58
2	园地	251.57	305.68	-54.11
3	林地	1219.82	255.8	964.02
4	草地	32.14	-	32.14
5	工矿仓储用地	33.76	6.21	27.55
6	住宅用地	25.1	18.51	6.59
7	交通运输用地	41.95	14.78	27.17
8	水域及水利设施用地	15.46	13.19	2.27
9	其他土地	1.73	0.51	1.22
临时用地合计		1957.05	847.62	1109.43

## 4.3.2 水生生态

项目环评批复后，姚家平水利枢纽工程所在的清江干流近年未新增重大水利水电工程，未新建改变区域环境现状的大型项目和具有拦河建筑物的水利水电工程，干流原有的工程运行调节方式基本未发生变化，区域地表水环境、水生生境未发生明显变化。总体上，工程所在区域水生生态系统未受到重大建设项目或自然灾害等影响，水生生态系统的种类组成和结构未发生明显变化。本次根据项目环评阶段开展的现状调查结果，并结合最新的生态调查资料，进一步复核、完善区域水生生态现状调查评价。

### 4.3.2.1 项目环评阶段调查情况

#### (1) 调查断面布置

项目环评阶段，评价单位在收集历史资料的基础上，开展了以姚家平工程河段为主、兼顾清江全流域的水生生态专题调查与评价工作，于2020年12月、2021年4月对清江流域进行了2次饵料生物调查；于2020年12月，2021年4月、5月对清江干流和主要支流开展了3次鱼类资源现状调查。

依据控制性、代表性以及可操作性原则，水生生态调查范围重点考虑姚家平工程影响河段并兼顾流域其他重要水域。现状调查在清江流域共设置水生生物采样断面36个，其中清江上游（河源至恩施）18个断面，中游（恩施至资丘）11个断面，下游（资丘至河口）7个断面。水生生态调查在重点评价河段共设置6个调查断面，其中干流设长偏河汇口、云龙河汇口、姚家平、甘名溪汇口4个调查断面，支流有长偏河、云龙河2个断面。

#### (2) 浮游植物

清江流域共检出浮游植物8门157种（包括变种），平均密度为 $25.89 \times 10^4$  cells/L，平均生物量为0.85mg/L，浮游植物主要由硅藻门、绿藻门、蓝藻门种类组成，流域上游浮游植物种类数高于中下游，各样点均以硅藻门

种类为主。姚家平工程河段共检出浮游植物8门60种，平均密度为 $20.65 \times 10^4$ cells/L，平均生物量为0.87mg/L；干流浮游植物种类数高于支流，支流汇口处种类数较多；姚家平河段为自然流水河段，种类数较低；各样点均以硅藻门种类为主，干流断面绿藻门种类也相对较多。

### **(3) 浮游动物**

清江流域共检出浮游动物4类80种，平均密度为176.21ind./L，平均生物量为0.99mg/L；其中有原生动物34种最多，另有轮虫25种，枝角类14种，桡足类7种；流域浮游动物种类数从上游至下游有普遍增高的趋势，上游以原生动物为主，下游枝角类、桡足类比重较高。姚家平工程河段共采集到浮游动物12种，平均密度为105.35ind./L，平均生物量为0.15mg/L；其中有原生动物4种，轮虫2种，枝角类、桡足类各3种；浮游动物组成以原生动物为主，干流河段种类数高于支流，支流汇口处种类数高于天然流水河段，姚家平河段组成较为单一。

### **(4) 底栖动物**

清江流域共检出底栖动物59种（属），平均密度为120ind./m<sup>2</sup>，平均生物量为22.35g/m<sup>2</sup>；其中有节肢动物34种最多，另有软体动物15种，环节动物10种；流域中上游底栖动物种类数普遍高于下游，中上游节肢动物、环节动物种类数占比较高，下游软体动物占比较高。姚家平工程河段共采集到底栖动物21种，平均密度为136ind./m<sup>2</sup>，平均生物量为4.96g/m<sup>2</sup>；其中有节肢动物16种最多，另有软体动物3种，环节动物2种；底栖动物种类数普遍较少，组成以节肢动物为主，软体动物和环节动物种类较少，干流种类数高于支流。

### **(5) 鱼类**

#### **1) 鱼类种类种成**

根据资料记载，历史上清江流域鱼类种类丰富，多样性高。在大量查阅、整理文献资料和收集清江近年相关调查报告的基础上，结合鱼类资源现状调查结果，整理出清江流域共有鱼类5目12科114种。

根据鱼类资源调查结果，现状调查共采集到鱼类44种，隶属于3目9科28属。雪照河至龙王塘段河段共采集到鱼类2目5科24种，其中干流河段采集到鱼类20种，小溪河采集到6种，长偏河采集到3种。姚家平工程河段鱼类种类数较多，多为小型流水底栖性鱼类，鲤科、鳅科、平鳍鳅科种类较多，缺少鲈形目种类，干流鱼类种类较为丰富。姚家平工程所在河段水域以小型的拉氏鲃数量居多，其它种类捕获量较少，有少量经济鱼类；支流长偏河、小溪河均以拉氏鲃为渔获物主要组成，鳅科鱼类有一定数量，其它种类数量较少。

## 2) 珍稀保护鱼类

根据历史资料与现状调查结果，清江流域记录分布有国家重点保护水生野生动物5种，为鲸、圆口铜鱼、金沙鲈鲤、多鳞白甲鱼、青石爬鮡；有湖北省重点保护水生野生动物6种，为鲸、鳊、光唇蛇鮡、多鳞白甲鱼、小口白甲鱼、长阳鮡，其中含国家级保护动物鲸、多鳞白甲鱼2种；有长江上游特有鱼类11种，分别为圆口铜鱼、圆筒吻鮡、金沙鲈鲤、宽口光唇鱼、齐口裂腹鱼、短体副鳅、昆明高原鳅、西昌华吸鳅、四川华吸鳅、青石爬鮡、黄石爬鮡。现状调查采集到国家二级重点保护动物青石爬鮡1种，以及长江上游特有鱼类齐口裂腹鱼、短体副鳅2种，主要分布于长偏河、小溪河、甘名溪、清江干流雪照河段等流水生境河段。

## 3) 鱼类重要生境

清江流域河道底质多为沙石、砾石，两岸峰林发育，石壁陡峭，水文情况复杂，河道由形态各异的急流险滩小生境和缓流构成，生态环境良好，

是鱼类繁殖、索饵、越冬良好的栖息地。

### ①产卵场

清江流域由于河道阻隔现象已普遍存在，流水生境萎缩，已无成规模的集中性产漂流性卵鱼类产卵场存在，且已基本不具备漂流性卵漂流、孵化所需的漂流距离和流水条件；现状分布的银鮡、蛇鮡为适应微流水中生活的广适型小型鱼类，产卵类型为微粘性的漂流性卵，对水文条件要求不高。

产粘沉性卵鱼类的繁殖需要砾石、沙石底质或水草环境，鱼类产卵后，受精卵或入砾石缝中，或粘附于沙砾上，或埋藏于沙砾中，或粘附于水生高等植物体上，在水中孵化。一般来讲，产粘沉性卵鱼类对产卵场的要求并不严格，只要达到水温要求，具备必要的附着基质便可形成其产卵场，产卵场较为分散，产卵规模不大且不稳定。清江现状分布的鱼类大多产粘沉性卵，清江伏流暗河、滩沱交替的生境为产粘沉性卵鱼类提供了良好的产卵环境。清江流域鱼类产卵季节多为春夏间，也有部分种类晚至秋季。根据现场调查，姚家平工程所在河段产粘沉性卵鱼类的产卵场主要分布在姚家平库尾流水河段的湾沱处、云龙河与清江汇口处、长偏河、甘名溪汇口等河段。这些产卵场多在支流与干流交汇处或缓流与急流交界处，存在河湾回水或者砾石浅滩区域，饵料资源丰富，是鱼类良好的产卵场。

### ②索饵场

清江流域的鱼类多以着生藻类、有机碎屑、底栖无脊椎动物等为食。索饵场的环境基本特征是缓流或静水，其间有砾石、礁石、沙质岸边，形成较深的水坑、凹凸浅水区、静水缓流区。清江适宜鱼类觅食的索饵场一般分布在浅水区砾石浅滩或支流汇口，这些场所底质为砾石、卵石，浅水区光照条件好，砾石底质适宜着生藻类生长，流水砾石间水生昆虫数量较

多，往往是鱼类索饵的场所，同时也是小型鱼类栖息场所；河道汇口处河面宽阔，水流变缓，具常年流水，有较为丰富的营养物质，往往是鱼类索饵的场所；同时，梯级水库形成的库区可为适应缓流或静水环境索饵肥育的鱼类提供空间大、饵料丰富的索饵条件。

### ③越冬场

清江流域多具石质河床，或为砾石、卵石，或为石缝、石洞，为越冬鱼类提供了良好的栖息隐蔽条件。越冬场一般位于河槽、深潭、湾沱、坑穴、岩洞、回水湾等水域，底质多为乱石或礁石；同时梯级水库库区为鱼类提供较为广阔的越冬水域，是喜静缓流水鱼类的主要越冬场。

### ④洄游通道

清江流域梯级开发程度高，已建工程均未修建过鱼设施，使得鱼类长距离洄游通道被阻断，尤其是下游梯级的建设隔断了清江与长江干流的洄游通道，现状调查未调查到长距离的洄游性鱼类。流域内短距离的繁殖、索饵、越冬等需求的洄游通道仍然存在，部分鱼类的亲本需上溯至上游江段产卵繁殖；部分完成繁殖活动的亲本及孵化产生的幼鱼下行索饵、越冬。

## 4.3.2.2 变动环评阶段现状调查情况

### （1）调查断面布置

本次工程变动环评阶段，水生生态环境现状依据《恩施州清江流域水生生物栖息地保护规划》（2024年）中开展的水生生态调查成果。在2023年1月、4月、7月开展了水生生态现状调查，调查时间涵盖了枯、平、丰3个水期。调查在清江利川段、恩施共设置监测断面12个，其中清江干流断面8个、支流断面4个，调查样点统计见表4.3.2-1。

调查内容主要包括浮游生物、底栖动物和鱼类资源调查，鱼类调查以区域性调查为主，不设固定断面。渔获物捕捞通过投放不同规格的漂流刺

网、定置刺网等进行，在不同河段设置监测断面，对调查范围内的鱼类资源进行全面调查。主要调查水域为清江源头汪营、龙船水乡、雪照河、姚家平、鸭松溪渡口、浑水河大桥、景阳河、水布垭库区等干流河段以及长偏河、小溪河、云龙河、车坝河等支流。此外，在鱼类主要繁殖期，通过架设弮网、密网开展了鱼类产卵场等重要生境监测。

表 4.3.2-1

水生生态调查及渔获物采集情况

行政区	采样点名称	水样	1月			4月			7月		
			浮游生物	底栖动物	渔获物	浮游生物	底栖动物	渔获物	浮游生物	底栖动物	渔获物
利川市	龙船水乡	√	√	√	√	√	√	√			
	雪照河水电站	√	√	√	√			√	√	√	√
	小溪河							√			√
	长偏河					√	√	√			√
	雪照河库区							√			
	汪营干流							√			
	鸭松溪渡口	√	√	√	√	√	√	√			
	姚家平	√	√	√	√	√	√	√			
恩施市	南里渡	√	√	√	√	√	√	√			
	浑水河大桥	√	√	√	√						
	太阳河							√			
	云龙河水库								√	√	√

## (2) 浮游植物

### 1) 物种组成

清江流域恩施州段共检出浮游植物 8 门 100 种（包括变种）。种类组成以绿藻门 28 种最多；其次为硅藻门 25 种；再次为蓝藻门 21 种；另有裸藻门 7 种、甲藻门 7 种、隐藻门 5 种、金藻门 4 种和黄藻门 3 种。

浮游植物主要由绿藻门、硅藻门、蓝藻门种类组成，流域上游种类数略高于中游，多数采样点以硅藻门种类为主，少数以蓝藻门、绿藻门为主。浮游植物种类数平水期（4 月）> 枯水期（1 月）> 丰水期（7 月）；相较于丰水期，枯水期和平水期硅藻门的优势更为明显。

### 2) 现存量

#### ① 密度

清江流域恩施州段浮游植物密度变幅在  $1.50 \times 10^6 \sim 70.72 \times 10^6 \text{cells/L}$  范围内，平均密度为  $31.37 \times 10^6 \text{cells/L}$ 。其中，蓝藻门平均密度最高，为  $17.42 \times 10^6 \text{cells/L}$ ；其次为绿藻门，密度为  $8.40 \times 10^6 \text{cells/L}$ ；再次为金藻门，密度为  $2.29 \times 10^6 \text{cells/L}$ 。

流域上游浮游植物密度普遍高于中游，整体上均为蓝藻门密度较高；浮游植物密度平水期（4 月）> 枯水期（1 月）> 丰水期（7 月）。

#### ② 生物量

清江流域恩施州段浮游植物生物量变幅在  $0.90 \sim 11.90 \text{mg/L}$  范围内，平均生物量为  $5.45 \text{mg/L}$ 。其中，蓝藻门平均生物量最高，为  $43.10 \text{mg/L}$ ；其次为绿藻门，生物量为  $32.70 \text{mg/L}$ ；再次为硅藻门和裸藻门，生物量为  $26.00 \text{mg/L}$ 。

流域上游浮游植物生物量普遍较中游高，枯水期（1 月）和平水期（4 月）蓝藻门、绿藻门生物量最高，丰水期（7 月）裸藻门生物量占优；浮游

植物生物量平水期（4月）>枯水期（1月）>丰水期（7月）。

### 3) 优势种

清江流域恩施州段浮游植物枯水期（1月）优势种有8种，分别为蓝藻门的拟短形颤藻、项圈藻、粗大微囊藻、点形平裂藻，绿藻门的二角盘星藻、湖生卵囊藻、双尾栅藻，以及硅藻门的颗粒直链藻，其中拟短形颤藻和项圈藻占绝对优势。平水期（4月）优势种有11种，分别是蓝藻门的项圈藻、拟短形颤藻、鱼腥藻、细小平裂藻、铜绿微囊藻、点形平裂藻，绿藻门的二角盘星藻、弯曲栅藻、双尾栅藻、湖生卵囊藻和盘藻，其中项圈藻和拟短形颤藻占绝对优势。丰水期（7月）优势种有7种，分别是蓝藻门的微囊藻、颤藻、点形平裂藻，绿藻门的空球藻、实球藻、小球藻，以及硅藻门的短缝藻，其中微囊藻占绝对优势。

### 4) 多样性指数

清江流域恩施州段浮游植物 Shannon-wiener 多样性指数变幅在 2.06~3.08 范围内，其中枯水期（1月）均值为 2.72，平水期（4月）为 2.91，丰水期（7月）为 2.34。Pielou 均匀度指数变幅在 0.33~0.62 范围内，其中枯水期（1月）均值为 0.49，平水期（4月）为 0.50，丰水期（7月）为 0.42。Margalef 物种丰富度指数变幅在 2.12~8.21 范围内，其中枯水期（1月）均值为 6.21，平水期（4月）为 7.49，丰水期（7月）为 2.79。

## (3) 浮游动物

### 1) 物种组成

清江流域恩施州段共检出浮游动物 4 类 55 种。种类组成以原生动物种类数最多，有 25 种；其次为枝角类，有 13 种；再次为桡足类，有 9 种；最少的为轮虫，有 8 种。

浮游动物主要由原生动物和轮虫组成，流域中游浮游动物种类数略高

于上游，多数采样点以原生动物种类为主，少数以轮虫、枝角类、桡足类为主。浮游动物种类数平水期（4月）>枯水期（1月）>丰水期（7月）。

## 2) 现存量

### ①密度

清江流域恩施州段浮游动物密度变幅在 22~120.5ind./L 范围内，平均密度为 74.25ind./L。其中，轮虫平均密度最高，为 26.65ind./L；其次为原生动物，密度为 21.17ind./L；再次为桡足类，密度为 17.48ind./L；最少为枝角类，密度为 8.96ind./L。

流域中游浮游动物密度整体较上游高，总体上轮虫和原生动物的密度在各样点均占比较高，浮游动物密度呈现出平水期（4月）>枯水期（1月）>丰水期（7月）的规律。

### ②生物量

清江流域恩施州段浮游动物生物量变幅在 0.2672~0.7578mg/L 范围内，平均生物量为 0.3733mg/L。其中，桡足类平均生物量最高，为 0.3496mg/L；其次为枝角类，生物量为 0.0179mg/L；再次为轮虫，生物量为 0.0053mg/L；最少的为原生动物，生物量为 0.0004mg/L。

流域中游浮游动物生物量普遍高于上游，由于桡足类在体型上占绝对优势，因此桡足类的生物量占比最大；浮游动物生物量平水期（4月）>枯水期（1月）>丰水期（7月）。

## 3) 优势种

清江流域恩施州段浮游动物枯水期（1月）和平水期（4月）优势种均有 2 种，为原生动物门的表壳虫和砂壳虫；丰水期（7月）优势种也有 2 种，为原生动物门的表壳虫和累枝虫。

## 4) 生物多样性

清江流域恩施州段浮游动物 Shannon-wiener 多样性指数变幅在 2.03~2.91 范围内, 其中枯水期 (1 月) 均值为 2.48, 平水期 (4 月) 为 2.65, 丰水期 (7 月) 为 2.38。Pielou 均匀度指数变幅在 0.55~0.66 范围内, 其中枯水期 (1 月) 均值为 0.59, 平水期 (4 月) 为 0.59, 丰水期 (7 月) 为 0.62。Margalef 物种丰富度指数变幅在 2.03~4.63 范围内, 其中枯水期 (1 月) 均值为 3.39, 平水期 (4 月) 为 4.03, 丰水期 (7 月) 为 2.50。

#### (4) 底栖动物

##### 1) 物种组成

清江流域恩施州段共采集到大型底栖动物 55 种。其中, 以节肢动物 36 种类最多; 其次为软体动物, 有 8 种; 再次为环节动物 11 种。流域上游底栖动物种类数高于中游, 上游节肢动物和环节动物种类数占比较高, 中游节肢动物和软体动物占比较高。

##### 2) 现存量

###### ①密度

清江流域上游底栖动物平均密度为 126.88ind./m<sup>2</sup>。其中, 节肢动物平均密度最高, 为 93.06ind./m<sup>2</sup>; 其次为环节动物, 为 22.34ind./m<sup>2</sup>; 再次为软体动物, 密度为 11.48ind./m<sup>2</sup>。流域中游底栖动物平均密度为 75.64ind./m<sup>2</sup>。其中, 节肢动物平均密度最高, 为 47.72ind./m<sup>2</sup>; 其次为软体动物, 为 14.36ind./m<sup>2</sup>; 再次为环节动物, 密度为 13.56ind./m<sup>2</sup>。

流域上游底栖动物密度总体高于中游, 上游节肢动物、环节动物的密度占比较高, 中游节肢动物和软体动物的密度占比较高。

###### ②生物量

清江流域上游底栖动物平均生物量为 39.04g/m<sup>2</sup>。其中, 软体动物平均生物量最高, 为 18.86g/m<sup>2</sup>; 其次为节肢动物, 生物量为 16.54g/m<sup>2</sup>; 再次为

环节动物，生物量为 3.64g/m<sup>2</sup>。流域中游底栖动物平均生物量为 44.82g/m<sup>2</sup>。其中，软体动物平均生物量最高，为 28.67g/m<sup>2</sup>；其次为节肢动物，生物量为 13.64g/m<sup>2</sup>；再次为环节动物，生物量为 2.51g/m<sup>2</sup>。

流域中游底栖动物生物量总体高于上游，上游和中游均为软体动物、节肢动物生物量占比较高。各类群中，因软体动物个体较大，生物量占比最高；其它类群由于个体较小，生物量均较低。

## (5) 鱼类

### 1) 种类组成

根据资料记载，历史上清江流域鱼类种类丰富，多样性高，本次根据鱼类资源现状调查结果，并大量查阅、整理文献资料，整理出清江流域有鱼类 5 目 13 科 120 种。其中有鲤形目 91 种，占总种类数的 75.83%；鲇形目 18 种，占比 15.00%；鲈形目 9 种，占比 7.50%；鲟形目 1 种，占比 0.83%；合鳃目 1 种，占比 0.83%。

按科进行分类，清江流域鱼类有鲤形目鲤科 76 种、鳅科 10 种、平鳍鳅科 5 种、条鳅科 1 种；有鲇形目鲇科 2 种、鲿科 9 种、钝头鮠科 2 种、鮡科 5 种；有鲟形目鲟科 1 种；有合鳃目合鳃科 1 种；有鲈形目鮠科 2 种、塘鳢科 2 种、鰕虎鱼科 5 种。

本次现状调查在利川、恩施市段的干流以及小溪河、长偏河、云龙河、车坝河等支流共调查到鱼类 42 种。

按照区域划分，现状调查采集到的鱼类分布情况如下：

#### ①利川市干流

共采集到鱼类 29 种，隶属于 2 目 10 科。其中，有鲤形目鲤科 17 种、鳅科 2 种、平鳍鳅科 1 种、爬鳅科 1 种；鲇形目鲿科 3 种、鮡科 1 种、鲇科 1 种；鲈形目鰕虎鱼科 1 种、鮠科 1 种、塘鳢科 1 种。鱼类种类数相对

较多，以小型鱼类为主，包括国家二级保护鱼类青石爬鮡和长江上游特有鱼类齐口裂腹鱼。

#### ②支流长偏河

共采集到鱼类 5 种，隶属于 1 目 2 科，均为鲤形目鲤科 1 种、鳅科 1 种。鱼类种类数相对较少，以小型鱼类为主，包括长江上游特有鱼类齐口裂腹鱼。

#### ③支流小溪河

共采集到鱼类 6 种，隶属于 2 目 2 科。其中，有鲤形目鲤科 4 种，鲇形目鮡科 2 种。鱼类种类数相对较少，以小型鱼类为主，包括国家二级保护鱼类青石爬鮡和长江上游特有鱼类齐口裂腹鱼、黄石爬鮡。

#### ④恩施市干流

共采集到鱼类 29 种，隶属于 3 目 7 科。其中，有鲤形目鲤科 21 种、平鳍鳅科 2 种、鳅科 2 种；鲇形目鮡科 1 种、鲇科 1 种；鲈形目鰕虎鱼科 1 种、鮠科 1 种。鱼类种类数相对较多，大型、小型鱼类以及库区、山间溪流常见鱼类均有所分布，其中包括湖北省重点保护水生野生动物小口白甲鱼和长江上游特有鱼类齐口裂腹鱼、四川华吸鳅、黄石爬鮡。

#### ⑤支流云龙河

共采集到鱼类 3 种，隶属于 1 目 1 科，为鲤形目鲤科种类。鱼类种类数相对较少，以小型鱼类为主。

#### ⑥支流车坝河

共采集到鱼类 6 种，隶属于 3 目 4 科。其中，有鲤形目鲤科 3 种、鳅科 1 种；鲇形目鮠科 1 种；鲈形目鰕虎鱼科 1 种。鱼类种类数相对较少，以中小型鱼类为主。

### 2) 鱼类重要生境

清江流域水文情况复杂，支流众多，海拔差异较大，上游干流和支流由形态各异的急流险滩小生境交替构成，中下游多为缓流和静水淹没区。清江水质清澈、生态环境良好，河道多为岩石、卵石、细沙底质或混合型底质，是鱼类繁殖、索饵、越冬良好的栖息场所。

清江流域由于河道阻隔现象已普遍存在，流水生境萎缩，干流已建工程均未修建过鱼设施。本工程项目环评批复后，评价范围内没有新增拦河建筑物，鱼类生境情况和项目环评阶段基本一致。

### **(6) 珍稀保护鱼类**

清江流域分布的珍稀保护鱼类主要有国家二级重点保护鱼类鮠、圆口铜鱼、金沙鲈鲤、多鳞白甲鱼、青石爬鮡 5 种；湖北省级重点保护鱼类鳊、光唇蛇鮡、小口白甲鱼、长阳鮡 4 种（不含已列入国家级保护鱼类名录的物种）。并分布有长江上游特有鱼类圆口铜鱼、圆筒吻鮡、金沙鲈鲤、宽口光唇鱼、齐口裂腹鱼、短体副鳅、昆明高原鳅、西昌华吸鳅、四川华吸鳅、青石爬鮡、黄石爬鮡 11 种。

本次现状调查采集到国家二级重点保护鱼类青石爬鮡 1 种；采集到湖北省级重点保护鱼类小口白甲鱼 1 种；并采集到长江上游特有鱼类齐口裂腹鱼、四川华吸鳅、青石爬鮡、黄石爬鮡 4 种。较项目环评阶段，本次现场调查多捕获了小口白甲鱼、四川华吸鳅、黄石爬鮡 3 种珍稀保护、特有鱼类，主要差异原因为本次调查布设的样点多、覆盖范围广、调查频次高，渔获物较项目环评阶段种类更为丰富。此外，本次调查新增了黄石爬鮡，项目环评阶段将青石爬鮡和黄石爬鮡作为同一物种处理。

现状调查的样点中，齐口裂腹鱼分布较为广泛，主要分布在清江上游利川、恩施段的干流和长偏河、小溪河；青石爬鮡主要在利川干流河段；小口白甲鱼主要在恩施干流河段；黄石爬鮡主要在恩施干流河段和小溪河；

四川华吸鳅主要在恩施干流河段。

表 4.3.2-2 清江流域恩施段重点保护、特有鱼类

中文名	拉丁名	国家重点保护动物	湖北省重点保护	长江上游特有鱼类	现状调查
鮠	<i>Luciobrama macrocephalus</i>	二级			
圆口铜鱼	<i>Coreius guichenoti</i>	二级		是	
多鳞白甲鱼	<i>Onychostoma macrolepis</i>	二级			
金沙鲈鲤	<i>Percocypris pnyi</i>	二级		是	
青石爬鮡	<i>Euchiloglanis davidi</i>	二级		是	√
鱧	<i>Ochetobius elongatus Kner</i>		省级		
小口白甲鱼	<i>Onychostoma lini</i>		省级		√
光唇蛇鮡	<i>Saurogobio gymnocheilus</i>		省级		
长阳鮡	<i>Paraeuchiloglanis changyangensis</i>		省级		
齐口裂腹鱼	<i>Schizothorax prenanti</i>			是	√
短体副鳅	<i>Paracobitis potanini</i>			是	
四川华吸鳅	<i>Sinogastromyzon szechuanensis</i>			是	√
黄石爬鮡	<i>Euchiloglanis kishinouyei</i>			是	√
圆筒吻鮡	<i>Rhinogobio cylindricus</i>			是	
宽口光唇鱼	<i>Acrossocheilus monticola</i>			是	
昆明高原鳅	<i>Triplophysa grahami</i>			是	
西昌华吸鳅	<i>Sinogastromyzon sichangensis</i>			是	

### 4.3.3 生态敏感区

项目环评阶段，工程涉及1处生态敏感区，为湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园。本次变动环评阶段工程涉及2处生态敏感区，分别为湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园和恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园。

#### 4.3.3.1 湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园

##### (1) 地质公园概况

湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园位于利川市和恩施市境内，2014年1月获得第七批国家地质公园资格，2019年9月正式获得国家林业和草原局批复命名。湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园范围西南起于利川市腾龙大桥1.6km处，东南位于朝东岩隧道东出口2km处，北部主要以乡道、村

村通公路为界，南部边界距离G318以北1~5km处。公园主体范围以清江为轴线由东南向东北展布，地理坐标范围北纬30°19'23"~30°27'6"，东经108°57'45"~109°17'36"。

湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园分为腾龙洞大峡谷园区和朝东岩园区。公园内地质遗迹以清江河谷为轴线，从西南向北东方向分布共40处，其中世界级地质遗迹3处，国家级地质遗迹6处。拥有清江伏流、腾龙洞洞穴系统、恩施大峡谷和石柱式峰林等立体喀斯特地貌景观，是集科考科普、观光览胜、休闲度假、养生健身、民族文化为一体的自然公园。

根据地质遗迹的典型性、稀有性和保护难度，并结合地质公园当前保护和开发建设的实际情况，湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园划分为一级保护区、二级保护区。其中，一级保护区为地质遗迹保护难度大、易损性强且地质遗迹典型独特、为国家级及以上的地质遗迹点和点群，面积为42.96km<sup>2</sup>；二级保护区为地质遗迹保护难度较大、易损性较强的省级及以上地质遗迹分布区域，面积为60.84km<sup>2</sup>。

## **(2) 工程与地质公园位置关系**

工程与湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园的位置关系见表1.7.2-2。与工程影响范围距离较近的地质遗迹景观有朝东岩园区的小溪河峡谷、恩施大峡谷（清江段）及腾龙洞大峡谷园区的云龙河地缝嶂谷。

项目环评阶段，工程共占用地质公园456.52hm<sup>2</sup>。按工程占地类型划分，工程永久占地占用地质公园453.8hm<sup>2</sup>，工程临时占地占用地质公园2.70hm<sup>2</sup>。变动环评阶段，工程共占用地质公园423.20hm<sup>2</sup>。按工程占地类型划分，工程永久占地占用地质公园452.57hm<sup>2</sup>，工程临时占地占用地质公园1.33hm<sup>2</sup>。

相比项目环评阶段，工程变动环评阶段占用地质公园减少2.62hm<sup>2</sup>，其中永久占地减少1.25hm<sup>2</sup>，临时用地减少1.37hm<sup>2</sup>。永久占地减少占用的部分

主要为枢纽区布置占地和永久道路占地，临时占地减少占用的部分主要为库区防护工程临时用地和枢纽工程建设区临时用地。

#### 4.3.3.2 恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园

恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园于2024年3月被联合国教科文组织正式批准为世界地质公园。恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园位于恩施州利川市和恩施市境内，南北最大宽度为41.11km，东西长约42.36km，总面积679.19km<sup>2</sup>。公园主体范围以清江为轴线，西南起于利川市腾龙大桥2.6km处，东南至车坝河附近，北部靠近板桥镇与重庆交界处，南部在团堡镇境内。

由于项目环评批复时间早于恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园成立时间，因而项目环评阶段不涉及。恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园涵盖了恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园的全部范围，工程全部位于恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园范围内。

本次变动环评阶段，建设单位就工程设计变动涉及湖北恩施大峡谷腾龙洞世界地质公园有关管理要求征求了湖北恩施大峡谷腾龙洞世界地质公园管理中心的意见。根据湖北恩施大峡谷腾龙洞世界地质公园管理中心《关于湖北姚家平水利枢纽工程设计变动涉及恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园意见的回复意见》，世界地质公园不属于中国自然保护地体系建设内容，恩施大峡谷-腾龙洞世界地园的建设活动按国内相关法律法规进行管理，工程涉及湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园，按照省林业局2021年11月复函恩施州人民政府“原则同意湖北姚家平枢纽水利工程占用湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园”的意见办理。

## 4.4 环境质量现状

## 4.4.1 地表水环境

### 4.4.1.1 污染源

与项目环评阶段相比，评价区域未新增工业、城镇生活污水处理厂等点源污染，人口规模、农业种植面积、畜禽养殖规模等变化较小，总体上评价区域内污染源情况变化较小。因此，污染源仍采用环评报告中污染源调查结果。

### 4.4.1.2 地表水水质

#### (1) 项目环评阶段水质情况

项目环评阶段，根据利川西门、雪照河、恩施大沙坝和大龙潭水源地等常规监测断面水质资料以及姚家平库尾、姚家平坝址、姚家平厂房断面，支流云龙河、小溪河汇口等补充断面监测断面资料。姚家平及其上游河段水质基本满足Ⅱ类标准，下游恩施大沙坝断面水质为Ⅲ类。

#### (2) 本阶段水质现状情况

##### 1) 常规监测断面水质

本次环评进一步更新收集了雪照河、恩施大沙坝断面 2024 年的常规监测水质资料，并进行水质现状评价。其中雪照河断面位于姚家平水库库尾，恩施大沙坝断面位于坝址下游约 35km。评价指标主要包括：pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷、铜、锌、铅、镉、五日生化需氧量、砷、硒、汞、铬、氟、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物等，评价方法采用单因子法

根据雪照河、恩施大沙坝断面 2024 年逐月水质指标监测评价结果，雪照河断面各月水质均满足Ⅱ类水质标准；恩施大沙坝断面各月水质均满足Ⅲ类标准。对比环评阶段与本次汛限水位变更阶段的水质常规监测结果，雪照河、恩施大沙坝断面水质变化不大，总体均满足水质管理目标。

## 2) 补充监测断面水质

建设单位委托相关机构自 2024 年第四季度起开展了工程环境监测工作，工程地表水环境质量监测点包括坝址上游 3km、坝址下游 2km 和坝址下游 7km。根据 2025 年第一~第四季度监测结果，各断面水质均符合 II 类标准。

### 4.4.2 地下水环境

姚家平水利枢纽工程项目区地下水类型主要有孔隙水、裂隙水、溶隙水和岩溶洞穴水。地下水的补给主要为大气降水。坝址附近的地下水径流以岩溶管道为主，辅以岩溶裂隙、构造裂隙、孔隙中运移，地下水排泄的主要途径为暗河排泄，辅以泉排，最终排向清江。

2025 年度，工程区域共布设凉水井、高台村、烂湾 3 个地下水水质监测点位，监测指标共 21 项，对照《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III 类标准限值，采用单因子法对水质进行评价。结果表明，各监测点位地下水水质满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III 类标准。

### 4.4.3 土壤环境

#### 4.4.3.1 项目环评阶段调查情况

根据项目环评阶段调查，工程评价范围内土壤类型主要黄棕壤、黄壤、棕壤，其中水库淹没范围和库区左岸主要为黄棕壤。棕壤分布在海拔 1300~1900m 相对较高的山区，年均气温相对较低，黄棕壤分布在海拔 1100~1300m 左右的山区，黄壤分布在海拔 600~1100m 的清江两岸。棕壤主要为石灰岩棕壤和页岩棕壤，质地多为壤土至壤粘土，具有明显的淋溶过程，碳酸盐及可溶盐被淋失，原生矿物进一步风化分解，土层薄、砾石多，夹硅质粗石屑，土体松散，易产生水力侵蚀，林地枯枝落叶层较薄，且腐殖质化熟度低，pH5.4~6.5。黄棕壤为石英质岩山地黄棕壤，由石英岩、石英砂岩、石英片岩风化的坡积物发育而成，耕层土壤质地为轻壤 - 重壤，夹砾石，土壤微酸 - 中性，速效磷、钾缺乏，全磷含量低，全钾含量中等

偏高，土壤质地粗，石块多。黄壤为石英质岩黄壤性土，成土母质为石英质岩风化物，主要为石英砂岩和石英粉砂岩，成土母质较硬，难于风化成土，位于陡坡易产生侵蚀，土壤砾石含量高，质地偏砂，粗骨性强，阳离子代换量低。

项目环评阶段在评价范围内共布设7个监测点。监测点的检测结果表明评价范围内土壤环境质量总体较好，未出现酸化、盐化和碱化，除镉外，土壤污染物因子均不超标。镉在评价范围普遍超标，并且部分超过管制值，和评价区土壤镉本底含量较高有关。恩施属于高镉高硒地区，土壤中硒、镉呈伴生关系。根据唐世琪等在恩施开展的1:25万土地地球化学调查研究结果，恩施地区镉有风险区占比高达79.49%，镉含量高主要受控于该地区二叠系发育的黑色岩系成土母质，在土壤中主要以有机质和硫化物吸附状态存在，不易溶解，活性低。

#### 4.4.3.2 变动环评阶段情况

土壤类型的稳定性源于其长期成土过程的“慢变量”特性，由母质、气候、地形等成土因素历经数百年甚至上千年塑造，一旦形成，短期内（数十年内）不会因日常耕作、灌溉、施肥等人类活动，或暴雨、短期干旱等自然扰动改变。只有大规模土方置换、剧烈地质灾害等极端情况才可能改变类型，而常规用地（如农田、绿化地、短期建设用地）极少出现此类场景。评价区内未发生大规模地质运动，本阶段土壤类型和质量在项目环评阶段差异不大。

#### 4.4.4 大气环境

##### （1）达标区判定

本项目涉及湖北省恩施市和利川市。根据恩施州2024年度生态环境质量年报，2024年恩施市二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、二氧化氮（NO<sub>2</sub>）、可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）和细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）年平均质量浓度分别为7μg/m<sup>3</sup>、19μg/m<sup>3</sup>、

41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，臭氧（ $\text{O}_3$ ）日最大8小时第90百分位浓度为116 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，一氧化碳（CO）日均值第95百分位浓度为1.2 $\text{mg}/\text{m}^3$ ，均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值要求，同时也满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准限值要求；2024年利川市二氧化硫（ $\text{SO}_2$ ）、二氧化氮（ $\text{NO}_2$ ）、可吸入颗粒物（ $\text{PM}_{10}$ ）和细颗粒物（ $\text{PM}_{2.5}$ ）年平均质量浓度分别为6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，臭氧（ $\text{O}_3$ ）日最大8小时第90百分位浓度为112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，一氧化碳（CO）日均值第95百分位浓度为1.2 $\text{mg}/\text{m}^3$ ，均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值要求，同时也满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准限值要求。因此，项目涉及的恩施市和利川市均属于环境空气质量达标区。

## （2）补充监测结果

2026年3月21日~27日，监测单位对姚家平村居民点、六房安置点西北侧居民点2个点位进行了环境空气质量监测，每个点位连续监测7天，监测指标为 $\text{PM}_{10}$ 和 $\text{PM}_{2.5}$ 。评价结果表明，2个监测点日均值所在区域均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准限值要求。

### 4.4.5 声环境

本项目评价范围内现状主要噪声源为施工噪声、交通噪声和生活噪声，其中施工噪声主要来源于姚家平工程施工准备阶段施工活动，交通噪声主要来源于村镇道路、等级公路等，其他区域主要以生活噪声为主。

2025年6月10日~11日，监测单位对姚家平村居民点、六房安置点东侧居民点、专班安置点西北侧居民点、岩上安置点北侧居民点、小谷槽安置点东侧居民点5个点位进行了声环境监测，每个点位连续监测2天，监测指标为昼、夜间等效A声级。监测结果表明，5处点位昼、夜间等效A声级均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）对应标准限值要求。

上述监测点位中，姚家平村居民点位于枢纽施工配套设施附近，在监测时段，附近昼间有混凝土搅拌运输车等机械设备在工作，夜间未施工；其余4处监测点位于集中移民安置区附近，在监测时段，附近昼间主要有自卸汽车等机械设备在工作，夜间未施工。根据上述基本情况，采用《环境影响评价技术导则 声环境》中无指向性点声源几何发散衰减基本公式计算得无施工机械情况下各点位的声环境背景值。

## 5 环境影响预测与评价

### 5.1 水文情势

#### 5.1.1 运行期库区水文情势影响

##### 5.1.1.1 模型构建

###### (1) 计算模型

姚家平水库为典型的河道型水库，库区水动力计算采用纵向一维数学模型。利用 MIKE11 构建姚家平库区纵向一维水动力模型。

###### (2) 边界条件

采用设计水平年，姚家平水利枢纽建成运行后，典型丰水年（ $P=10\%$ ）、平水年（ $P=50\%$ ）、枯水年（ $P=90\%$ ）的逐月入库流量作为水库模型的入流边界条件，库区月末水位作为水位边界条件。

##### 5.1.1.2 库区水文情势影响

###### (1) 代表断面的选择

选取姚家平库区清江干流上的云龙河汇口下、大峡谷大桥、高台村、坝前断面，以及云龙河上的云龙地缝景区下游断面、小溪河上的小溪河断面等 6 个断面，分析新建姚家平水利枢纽工程运行对库区水文情势的影响，断面情况见表 5.1.1-1 和图 5.1.1-1。

表 5.1.1-1 库区水文情势影响分析断面

序号	断面名称	所在水体	距姚家平坝址（河口）距离（km）
1	云龙河汇口下	清江干流	12.8
2	大峡谷大桥	清江干流	10.87
3	高台村	清江干流	4.15
4	坝前	清江干流	0.15
5	云龙地缝景区下游	云龙河	(2.58)
6	小溪河	小溪河	(0.20)



图 5.1.1-1 库区水文情势影响分析断面示意图

## (2) 水位变化

姚家平水库建成后，各典型年坝前水位变化见表 5.1.1-2~表 5.1.1-4 和图 5.1.1-2~图 5.1.1-4。

丰水年，两方案全年旬均最高水位均为 745.00m，最低水位分别为 722.78m（729m 方案）和 724.16m（735m 方案），735m 方案的年平均水位（733.97m）高于 729m 方案（732.03m）。从变化过程来看，两个方案的差异主要出现在 4 月下旬~9 月中旬，该时段 729m 方案水库旬均水位在 722.78m~741.62m 之间变化，总体低于 735m 方案，较 735m 方案偏低 1.67m~6.00m。9 月下旬~12 月下旬两方案水位过程总体一致，在 737.80m~745.00m 之间变化，仅 12 月中下旬出现微小差距。次年 1 月上旬~3 月上旬 729m 方案的水位在 724.94m~733.61m 之间变化，总体高于 735m 方案，差值在 0.14m~0.78m 之间波动；3 月中、下旬两方案水位基本持平在 725.00m。

平水年两方案旬均最高水位分别为 743.80m（729m 方案）、743.88m

(735m方案)，最低水位分别为724.71m、724.70m；729m方案的年平均水位731.74m，低于735m方案的734.04m。从水位变化过程来看，两方案差异主要集中在5月下旬~10月上旬，该时段729m方案旬均水位整体低于735m方案，水位差值区间为-6.08m~-5.47m。4月~5月中旬、10月中旬~次年3月下旬两方案水位过程一致，水位分别在724.70m~743.88m区间同步变化。

枯水年两方案旬均最高水位分别为739.40m（729m方案）、745.00m（735m方案），最低水位分别为718.22m、716.80m；729m方案的年平均水位729.13m，低于735m方案的732.26m。从水位变化过程来看，除4月份两方案水位总体一致外，其他时段水位均有一定差异。全年大部分时段（5月上旬~次年1月中旬）729m方案的水位要低于735m方案，729m方案水位在721.92m~739.4m之间波动，与735m方案的差值在-12.26m~-0.24m之间，其中8月中旬至9月中下旬水位差距达到全年峰值。次年1月下旬~3月下旬水位729m方案水位高于735m方案，水位在718.22m~726.9m之间波动，高于735m方案0.63m~1.95m。

表 5.1.1-2

姚家平水库丰水年库区旬均水位变化对比表

单位：m

时段		729m 方案	735m 方案	a-b
		a	b	
4 月	上旬	725.00	725.00	0.00
	中旬	725.00	725.00	0.00
	下旬	722.78	725.00	-2.22
5 月	上旬	725.00	726.67	-1.67
	中旬	730.00	730.00	0.00
	下旬	729.00	735.00	-6.00
6 月	上旬	729.00	735.00	-6.00
	中旬	729.00	735.00	-6.00
	下旬	729.00	735.00	-6.00
7 月	上旬	729.00	735.00	-6.00
	中旬	729.00	735.00	-6.00
	下旬	729.00	735.00	-6.00
8 月	上旬	729.00	735.00	-6.00
	中旬	729.00	735.00	-6.00
	下旬	729.00	735.00	-6.00
9 月	上旬	732.35	738.08	-5.73
	中旬	741.62	745.00	-3.38

时段		729m 方案	735m 方案	a-b
		a	b	
10 月	下旬	745.00	745.00	0.00
	上旬	745.00	745.00	0.00
	中旬	743.80	743.80	0.00
11 月	下旬	742.60	742.60	0.00
	上旬	741.40	741.40	0.00
	中旬	740.20	740.20	0.00
12 月	下旬	739.30	739.30	0.00
	上旬	737.80	737.80	0.00
	中旬	736.50	736.60	-0.10
1 月	下旬	735.10	735.30	-0.20
	上旬	733.61	733.47	0.14
	中旬	732.10	731.50	0.60
2 月	下旬	730.46	730.14	0.32
	上旬	728.69	728.24	0.45
	中旬	726.86	726.16	0.70
3 月	下旬	724.94	724.16	0.78
	上旬	727.00	726.76	0.24
	中旬	725.80	725.80	0.00
最大值		725.00	725.00	0.00
最小值		722.78	724.16	-6.00
平均值		732.03	733.97	-1.95

表 5.1.1-3

姚家平水库平水年库区旬均水位变化对比表

单位: m

时段		729m 方案	735m 方案	a-b
		a	b	
4 月	上旬	725.00	725.00	0.00
	中旬	725.00	725.00	0.00
	下旬	725.00	725.00	0.00
5 月	上旬	725.00	725.00	0.00
	中旬	730.00	730.00	0.00
	下旬	729.00	735.00	-6.00
6 月	上旬	729.00	735.00	-6.00
	中旬	729.00	735.00	-6.00
	下旬	729.00	735.00	-6.00
7 月	上旬	729.00	735.00	-6.00
	中旬	729.00	735.00	-6.00
	下旬	729.00	735.00	-6.00
8 月	上旬	728.91	734.99	-6.08
	中旬	729.00	735.00	-6.00
	下旬	728.92	735.00	-6.08
9 月	上旬	732.48	738.26	-5.78
	中旬	734.19	739.90	-5.71

时段		729m 方案	735m 方案	a-b
		a	b	
10 月	下旬	736.36	741.92	-5.56
	上旬	738.41	743.88	-5.47
	中旬	743.80	743.80	0.00
	下旬	742.60	742.60	0.00
11 月	上旬	741.40	741.40	0.00
	中旬	740.20	740.20	0.00
	下旬	739.00	739.00	0.00
12 月	上旬	737.80	737.80	0.00
	中旬	736.60	736.60	0.00
	下旬	735.30	735.30	0.00
1 月	上旬	734.20	734.20	0.00
	中旬	733.00	733.00	0.00
	下旬	731.80	731.80	0.00
2 月	上旬	730.54	730.54	0.00
	中旬	729.40	729.40	0.00
	下旬	728.20	728.20	0.00
3 月	上旬	727.00	727.00	0.00
	中旬	725.80	725.80	0.00
	下旬	724.71	724.70	0.01
最大值		743.80	743.88	0.01
最小值		724.71	724.70	-6.08
平均值		731.74	734.04	-2.30

表 5.1.1-4

姚家平水库枯水年库区旬均水位变化对比表

单位: m

时段		729m 方案	735m 方案	a-b
		a	b	
4 月	上旬	725.00	725.00	0.00
	中旬	723.90	723.90	0.00
	下旬	721.71	721.71	0.00
5 月	上旬	721.92	725.00	-3.08
	中旬	725.51	730.00	-4.49
	下旬	729.00	735.00	-6.00
6 月	上旬	729.00	735.00	-6.00
	中旬	729.00	735.00	-6.00
	下旬	729.00	735.00	-6.00
7 月	上旬	729.00	735.00	-6.00
	中旬	729.00	735.00	-6.00
	下旬	729.00	735.00	-6.00
8 月	上旬	729.00	735.00	-6.00
	中旬	727.42	734.53	-7.11

时段		729m 方案	735m 方案	a-b
		a	b	
9 月	下旬	725.83	732.22	-6.39
	上旬	732.01	737.89	-5.88
	中旬	732.74	745.00	-12.26
	下旬	733.48	745.00	-11.52
10 月	上旬	734.22	742.62	-8.40
	中旬	735.00	739.90	-4.90
	下旬	735.70	737.20	-1.50
11 月	上旬	735.85	737.35	-1.50
	中旬	739.40	740.20	-0.80
	下旬	738.00	739.00	-1.00
12 月	上旬	736.61	737.80	-1.19
	中旬	735.20	736.60	-1.40
	下旬	733.60	735.40	-1.80
1 月	上旬	732.04	733.13	-1.09
	中旬	730.43	730.67	-0.24
	下旬	728.70	728.07	0.63
2 月	上旬	726.90	725.87	1.03
	中旬	725.08	723.30	1.78
	下旬	722.86	721.22	1.64
3 月	上旬	720.60	718.65	1.95
	中旬	718.22	716.80	1.42
	下旬	718.90	717.46	1.44
最大值		739.40	745.00	1.95
最小值		718.22	716.80	-12.26
平均值		729.13	732.26	-3.13

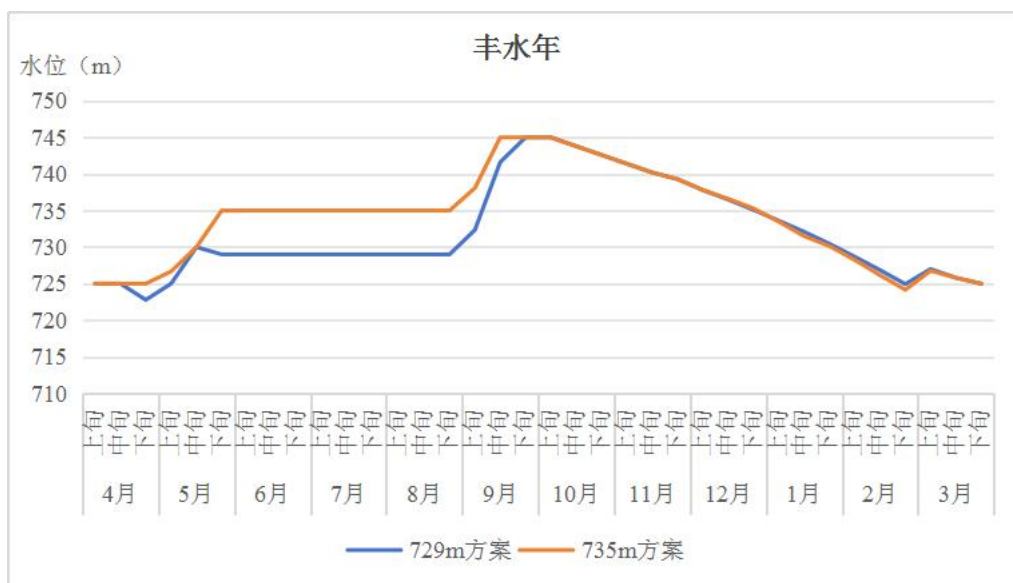


图 5.1.1-2 姚家平水库丰水期不同调度方案坝前水位对比图

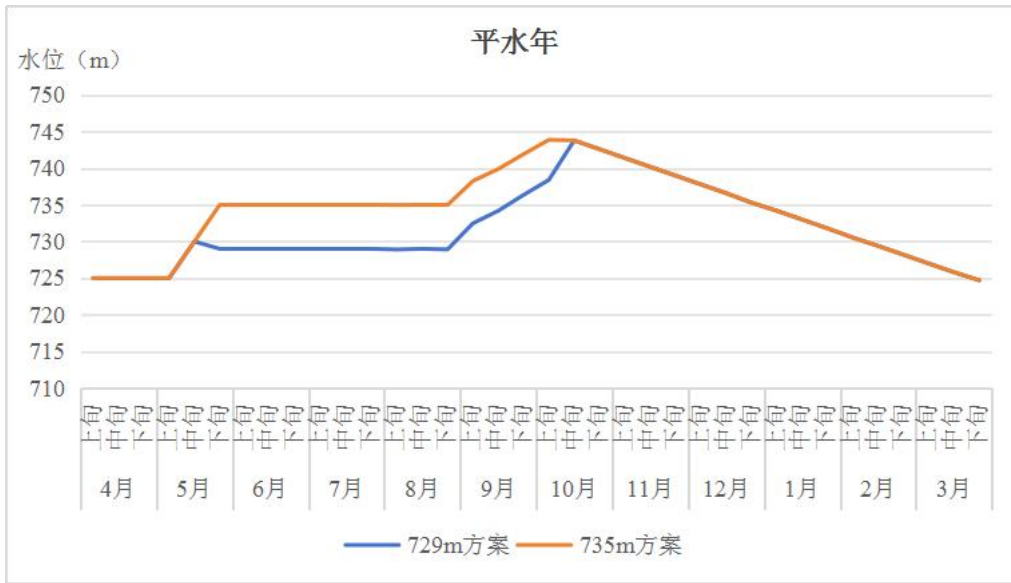


图 5.1.1-3 姚家平水库平水年不同调度方案坝前水位对比图

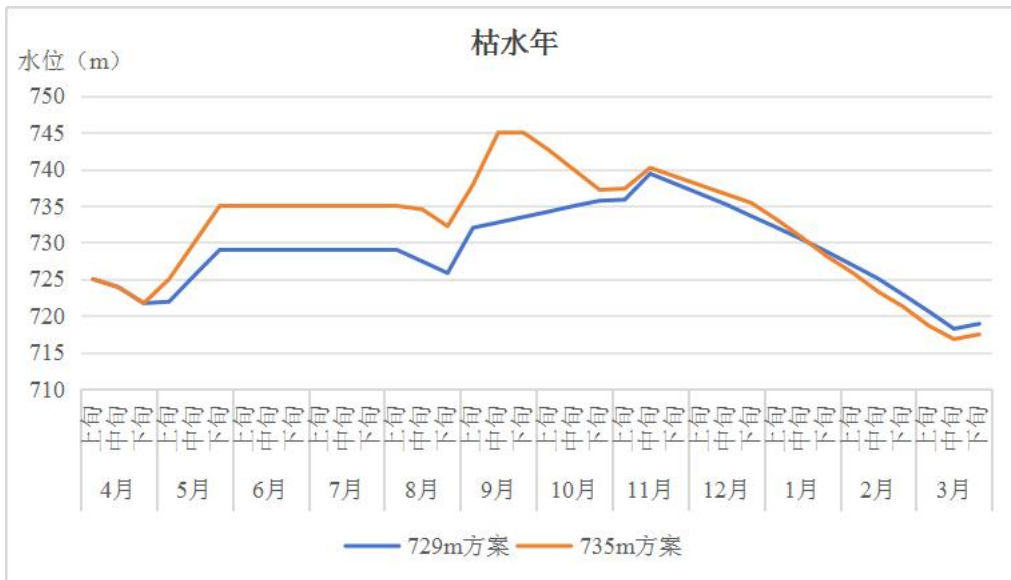


图 5.1.1-4 姚家平水库枯水年不同调度方案坝前水位对比图

### (3) 流速变化

由于水库水深增加，库区内流速减缓，各典型年库区代表断面流速变化见表 5.1.1-5~表 5.1.1-7。

总体来看，建库前，姚家平库区所在河段天然流速 4-9 月总体高于 10 月~次年 3 月，月均最大流速普遍出现在 7 月。建库后，库区河段总体趋于静水状态，仅支流库尾云龙地缝景区下游断面和小溪河断面保持一定流速。

建库后，丰水年，729m 方案平均流速在 0.001~0.880m/s 之间，735m 方案平均流速在 0.002~1.261m/s 之间。平水年，729m 方案平均流速在 0.001~1.874m/s 之间，735m 方案平均流速在 0.003~1.299m/s 之间。枯水年，729m 方案平均流速在 0.001~0.676m/s 之间，735m 方案平均流速在 0.003~1.198m/s 之间。两个汛限水位方案间的流速差异很小，除云龙地缝景区下游断面差异相对明显外，其他断面的流速差异大多小于 0.005m/s。

表 5.1.1-5

丰水年姚家平库区流速变化

单位: m/s

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
云龙河汇口下	建库前	1.438	2.073	2.093	2.184	1.581	1.823	1.787	1.726	1.056	0.827	0.882	1.706	1.598	2.184	0.827	
	建库后	729	0.009	0.022	0.025	0.025	0.009	0.007	0.007	0.007	0.002	0.001	0.003	0.016	0.011	0.025	0.001
		735	0.015	0.030	0.028	0.028	0.010	0.010	0.010	0.011	0.003	0.002	0.004	0.025	0.015	0.030	0.002
	变化	729	-1.429	-2.051	-2.068	-2.159	-1.572	-1.816	-1.780	-1.719	-1.054	-0.826	-0.879	-1.690	-1.587	-0.826	-2.159
		735	-1.423	-2.043	-2.065	-2.156	-1.571	-1.813	-1.777	-1.715	-1.053	-0.825	-0.878	-1.681	-1.583	-0.825	-2.156
	大峡谷大桥	建库前	1.784	2.723	2.812	2.941	1.957	2.266	2.271	2.174	1.298	1.006	1.076	2.161	2.039	2.941	1.006
建库后		729	0.007	0.018	0.022	0.022	0.008	0.007	0.007	0.007	0.002	0.001	0.002	0.013	0.010	0.022	0.001
		735	0.010	0.022	0.021	0.021	0.007	0.008	0.008	0.008	0.003	0.002	0.003	0.017	0.011	0.022	0.002
变化		729	-1.777	-2.705	-2.790	-2.919	-1.949	-2.259	-2.264	-2.167	-1.296	-1.005	-1.074	-2.148	-2.029	-1.005	-2.919
		735	-1.774	-2.701	-2.791	-2.920	-1.950	-2.258	-2.263	-2.166	-1.295	-1.004	-1.073	-2.144	-2.028	-1.004	-2.920
高台村		建库前	2.343	3.395	3.339	3.562	2.581	2.993	2.936	2.829	1.698	1.310	1.402	2.788	2.598	3.562	1.310
	建库后	729	0.002	0.005	0.006	0.006	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.006	0.001
		735	0.002	0.005	0.005	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.005	0.001
	变化	729	-2.341	-3.390	-3.333	-3.556	-2.579	-2.991	-2.934	-2.827	-1.697	-1.310	-1.402	-2.785	-2.595	-1.310	-3.556
		735	-2.341	-3.390	-3.334	-3.557	-2.579	-2.991	-2.934	-2.827	-1.697	-1.309	-1.401	-2.785	-2.595	-1.309	-3.557
	坝前	建库前	2.374	2.445	2.569	2.469	2.475	2.475	2.460	2.467	2.107	1.742	1.847	2.448	2.323	2.569	1.742
建库后		729	0.001	0.005	0.006	0.006	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.006	0.001
		735	0.001	0.004	0.005	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.005	0.001
变化		729	-2.373	-2.440	-2.563	-2.463	-2.473	-2.473	-2.458	-2.465	-2.106	-1.742	-1.847	-2.445	-2.321	-1.742	-2.563
		735	-2.373	-2.441	-2.564	-2.464	-2.473	-2.473	-2.458	-2.465	-2.106	-1.741	-1.846	-2.447	-2.321	-1.741	-2.564
云龙地缝景区下游		建库前	1.051	1.412	1.480	1.518	1.066	1.205	1.207	1.163	0.753	0.763	0.783	1.205	1.134	1.518	0.753
	建库后	729	0.714	0.724	0.737	0.752	0.769	0.786	0.804	0.820	0.136	0.651	0.766	0.880	0.712	0.880	0.136
		735	0.990	1.261	0.967	1.021	0.429	0.050	0.049	0.081	0.137	0.612	0.647	1.159	0.617	1.261	0.049
	变化	729	-0.337	-0.688	-0.743	-0.766	-0.297	-0.419	-0.403	-0.343	-0.617	-0.112	-0.017	-0.325	-0.422	-0.017	-0.766
		735	-0.061	-0.151	-0.513	-0.497	-0.637	-1.155	-1.158	-1.082	-0.616	-0.151	-0.136	-0.046	-0.517	-0.046	-1.158
	小溪河	建库前	2.332	3.047	3.162	3.224	2.487	2.709	2.714	2.637	1.742	1.354	1.451	2.645	2.459	3.224	1.354

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
	建库后	729	0.156	0.150	0.052	0.064	0.030	0.015	0.013	0.012	0.010	0.017	0.022	0.031	0.048	0.156	0.010
		735	0.069	0.117	0.082	0.082	0.029	0.021	0.022	0.026	0.010	0.008	0.018	0.115	0.050	0.117	0.008
	变化	729	-2.708	-2.954	-2.653	-2.791	-2.460	-2.399	-2.359	-2.156	-1.770	-1.893	-1.786	-1.708	-2.303	-1.708	-2.954
		735	-2.263	-2.930	-3.080	-3.142	-2.458	-2.688	-2.692	-2.611	-1.732	-1.346	-1.433	-2.530	-2.409	-1.346	-3.142

表 5.1.1-6

平水年姚家平库区流速变化

单位: m/s

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
云龙河汇口下	建库前	1.932	2.113	1.776	1.915	1.584	1.481	1.477	1.304	1.069	1.143	1.084	1.046	1.494	2.113	1.046	
	建库后	729	0.022	0.023	0.013	0.016	0.009	0.006	0.004	0.003	0.002	0.003	0.004	0.004	0.009	0.023	0.002
		735	0.034	0.032	0.014	0.018	0.010	0.006	0.006	0.005	0.003	0.005	0.005	0.006	0.012	0.034	0.003
	变化	729	-1.910	-2.090	-1.763	-1.899	-1.575	-1.476	-1.473	-1.301	-1.067	-1.140	-1.080	-1.042	-1.484	-1.042	-2.090
		735	-1.898	-2.081	-1.762	-1.897	-1.574	-1.475	-1.471	-1.299	-1.066	-1.138	-1.079	-1.040	-1.482	-1.040	-2.081
	大峡谷大桥	建库前	2.474	2.797	2.250	2.461	1.967	1.832	1.827	1.612	1.318	1.411	1.337	1.289	1.881	2.797	1.289
建库后		729	0.017	0.020	0.012	0.014	0.008	0.005	0.004	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.008	0.020	0.002
		735	0.023	0.023	0.011	0.013	0.008	0.005	0.005	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.009	0.023	0.003
变化		729	-2.457	-2.777	-2.238	-2.447	-1.959	-1.827	-1.823	-1.609	-1.316	-1.408	-1.334	-1.286	-1.873	-1.286	-2.777
		735	-2.451	-2.774	-2.239	-2.448	-1.959	-1.827	-1.822	-1.608	-1.315	-1.407	-1.333	-1.285	-1.872	-1.285	-2.774
高台村		建库前	2.462	2.446	2.494	2.457	2.457	2.539	2.488	2.429	2.225	2.269	2.261	2.194	2.393	2.539	2.194
	建库后	729	0.004	0.005	0.003	0.004	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.005	0.001
		735	0.004	0.005	0.003	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.005	0.001
	变化	729	-2.458	-2.441	-2.491	-2.453	-2.455	-2.537	-2.487	-2.428	-2.224	-2.268	-2.260	-2.193	-2.391	-2.193	-2.537
		735	-2.458	-2.441	-2.491	-2.454	-2.455	-2.538	-2.487	-2.428	-2.224	-2.268	-2.260	-2.193	-2.391	-2.193	-2.538
	坝前	建库前	2.462	2.446	2.494	2.457	2.457	2.539	2.488	2.429	2.225	2.269	2.261	2.194	2.393	2.539	2.194
建库后		729	0.004	0.005	0.003	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.005	0.001
		735	0.003	0.004	0.002	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.004	0.001
变化		729	-2.458	-2.441	-2.491	-2.453	-2.455	-2.538	-2.487	-2.428	-2.224	-2.268	-2.260	-2.193	-2.391	-2.193	-2.538
		735	-2.459	-2.442	-2.492	-2.454	-2.455	-2.538	-2.487	-2.428	-2.224	-2.268	-2.260	-2.193	-2.392	-2.193	-2.538

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
云龙地缝景区下游	建库前	3.451	3.873	3.090	3.386	2.693	2.502	2.499	2.205	1.818	1.939	1.845	1.781	2.590	3.873	1.781	
	建库后	729	1.874	1.094	0.938	0.964	0.361	0.060	0.039	0.053	0.025	0.044	0.463	1.861	0.648	1.874	0.025
		735	1.299	1.298	0.659	0.769	0.435	0.044	0.029	0.034	0.113	0.810	0.774	0.749	0.584	1.299	0.029
	变化	729	-1.577	-2.779	-2.152	-2.422	-2.332	-2.442	-2.460	-2.152	-1.793	-1.895	-1.382	0.080	-1.942	-1.999	-1.756
		735	-2.152	-2.575	-2.431	-2.617	-2.258	-2.458	-2.470	-2.171	-1.705	-1.129	-1.071	-1.032	-2.006	-1.032	-2.617
	小溪河	建库前	2.864	3.104	2.705	2.855	2.490	2.414	2.372	2.168	1.780	1.910	1.808	1.739	2.351	3.104	1.739
建库后		729	0.168	0.150	0.065	0.071	0.030	0.015	0.013	0.012	0.010	0.017	0.022	0.028	0.050	0.168	0.010
		735	0.156	0.120	0.043	0.053	0.030	0.015	0.013	0.012	0.010	0.017	0.022	0.028	0.043	0.156	0.010
变化		729	-2.696	-2.954	-2.641	-2.784	-2.460	-2.399	-2.359	-2.156	-1.770	-1.893	-1.786	-1.711	-2.301	-1.711	-2.954
		735	-2.708	-2.984	-2.662	-2.802	-2.460	-2.399	-2.359	-2.156	-1.770	-1.893	-1.786	-1.711	-2.308	-1.711	-2.984

表 5.1.1-7

枯水年姚家平库区流速变化

单位: m/s

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
云龙河汇口下	建库前	1.217	1.964	1.985	1.523	1.310	1.630	0.840	1.237	0.930	0.673	0.784	0.990	1.257	1.985	0.673	
	建库后	729	0.007	0.019	0.018	0.008	0.006	0.009	0.001	0.003	0.002	0.001	0.002	0.009	0.007	0.019	0.001
		735	0.011	0.024	0.019	0.009	0.007	0.008	0.001	0.004	0.003	0.001	0.004	0.016	0.009	0.024	0.001
	变化后	729	-1.210	-1.945	-1.968	-1.515	-1.304	-1.621	-0.839	-1.234	-0.928	-0.672	-0.782	-0.981	-1.250	-0.672	-1.968
		735	-1.206	-1.940	-1.966	-1.514	-1.303	-1.622	-0.839	-1.233	-0.927	-0.672	-0.780	-0.974	-1.248	-0.672	-1.966
	大峡谷大桥	建库前	1.504	2.541	2.548	1.884	1.620	2.038	1.023	1.529	1.141	0.804	0.950	1.214	1.566	2.548	0.804
建库后		729	0.005	0.016	0.015	0.007	0.005	0.008	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.005	0.006	0.016	0.001
		735	0.007	0.017	0.014	0.007	0.005	0.007	0.001	0.003	0.002	0.001	0.002	0.007	0.006	0.017	0.001
变化后		729	-1.499	-2.525	-2.533	-1.877	-1.615	-2.030	-1.022	-1.526	-1.139	-0.803	-0.949	-1.209	-1.561	-0.803	-2.533
		735	-1.497	-2.524	-2.534	-1.877	-1.615	-2.031	-1.022	-1.526	-1.139	-0.803	-0.948	-1.207	-1.560	-0.803	-2.534
高台村		建库前	1.970	3.209	3.268	2.483	2.126	2.674	1.332	2.004	1.486	1.047	1.237	1.585	2.035	3.268	1.047
	建库后	729	0.001	0.004	0.004	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.001
		735	0.001	0.004	0.004	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.004	0.001
	变化后	729	-1.969	-3.205	-3.264	-2.481	-2.125	-2.672	-1.332	-2.003	-1.485	-1.047	-1.237	-1.584	-2.034	-1.047	-3.264

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
	735	-1.969	-3.205	-3.264	-2.481	-2.125	-2.672	-1.332	-2.003	-1.485	-1.046	-1.236	-1.584	-2.034	-1.046	-3.264	
坝前	建库前	2.367	2.476	2.446	2.521	2.414	2.419	1.771	2.371	1.988	1.357	1.637	2.009	2.148	2.521	1.357	
	建库后	729	0.001	0.004	0.004	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.001
		735	0.001	0.003	0.003	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001
	变化后	729	-2.366	-2.472	-2.442	-2.519	-2.413	-2.417	-1.771	-2.370	-1.987	-1.357	-1.637	-2.009	-2.147	-1.357	-2.519
		735	-2.366	-2.473	-2.443	-2.520	-2.413	-2.417	-1.770	-2.370	-1.987	-1.356	-1.636	-2.008	-2.147	-1.356	-2.520
云龙地缝景区下游	建库前	0.929	1.330	1.332	1.033	0.908	1.099	0.620	0.867	0.675	0.628	0.681	0.772	0.906	1.332	0.620	
	建库后	729	0.624	0.622	0.624	0.627	0.631	0.636	0.614	0.647	0.653	0.460	0.667	0.676	0.623	0.676	0.460
		735	0.857	1.198	0.813	0.468	0.618	0.048	0.016	0.037	0.129	0.496	0.583	0.715	0.498	1.198	0.016
	变化	729	-0.305	-0.708	-0.708	-0.406	-0.277	-0.463	-0.006	-0.220	-0.022	-0.168	-0.014	-0.096	-0.283	-0.006	-0.708
		735	-0.072	-0.132	-0.519	-0.565	-0.290	-1.051	-0.604	-0.830	-0.546	-0.132	-0.098	-0.057	-0.408	-0.057	-1.051
小溪河	建库前	2.016	2.916	2.915	2.449	2.141	2.490	1.377	2.061	1.536	1.081	1.278	1.641	1.992	2.916	1.081	
	建库后	729	0.055	0.119	0.075	0.052	0.020	0.019	0.004	0.011	0.007	0.006	0.022	0.152	0.045	0.152	0.004
		735	0.055	0.089	0.056	0.026	0.020	0.019	0.004	0.011	0.007	0.006	0.022	0.152	0.039	0.152	0.004
	变化	729	-1.961	-2.797	-2.840	-2.397	-2.121	-2.471	-1.373	-2.050	-1.529	-1.075	-1.256	-1.489	-1.947	-1.075	-2.840
		735	-1.961	-2.827	-2.859	-2.423	-2.121	-2.471	-1.373	-2.050	-1.529	-1.075	-1.256	-1.489	-1.953	-1.075	-2.859



图 5.1.1-5 丰水年各断面不同方案流速对比图

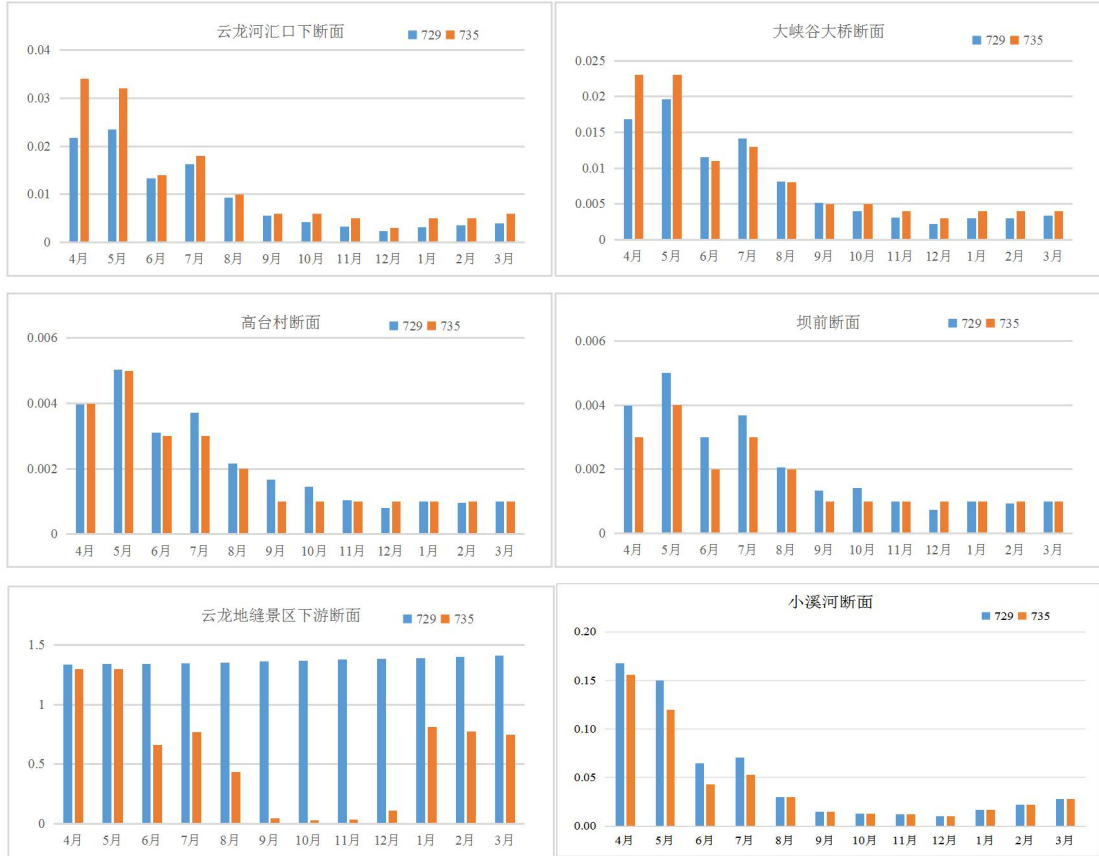


图 5.1.1-6 平水年各断面不同方案流速对比图

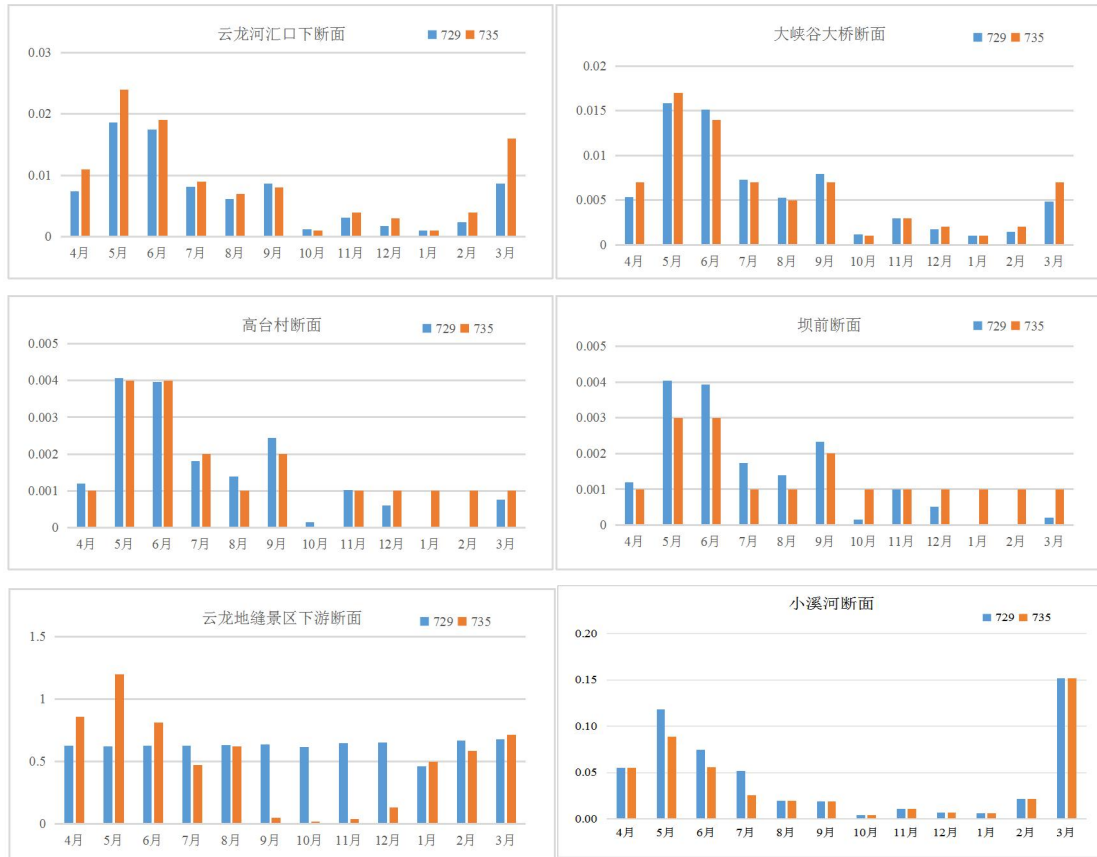


图 5.1.1-7 枯水年各断面不同方案流速对比图

#### (4) 水面宽变化

各典型年库区代表断面水面宽变化见表5.1.1-8~表5.1.1-10。

水库建成后，库区河段水面宽较建库前显著增加。丰水年，建库前预测断面平均水面宽范围为8.08~32.14m，水库运行后，729m方案预测断面平均水面宽范围为23.83~421.42m，735m方案平均水面宽为66.27~422.49m。汛期735m方案水面宽普遍略大于729m方案，非汛期差异逐步缩小。

平水年，建库前预测断面平均水面宽范围为7.38~20.90m，水库运行后，729方案预测断面平均水面宽范围为28.23~417.53m，735方案平均水面宽为65.29~422.53m。枯水年，建库前预测断面平均水面宽分别为6.10~24.93m；水库运行后，729方案预测断面平均水面宽范围为20.82~419.75m，735方案平均水面宽为62.85~421.43m。平水年和枯水年的变化规律均与丰水年类似。

表 5.1.1-8

丰水年姚家平库区水面宽变化

单位: m

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
云龙河汇口下	建库前	27.38	44.56	41.54	46.67	29.39	35.40	37.23	34.61	20.36	16.73	17.59	34.20	32.14	46.67	16.73	
	建库后	729	137.03	145.98	147.17	147.17	148.32	178.75	184.50	175.55	165.52	153.48	141.04	138.50	155.25	184.50	137.03
		735	137.05	152.03	162.80	162.80	163.86	184.92	184.50	175.55	165.73	152.46	139.41	138.33	159.95	184.92	137.05
	变化	729	109.65	101.42	105.63	100.50	118.93	143.35	147.27	140.94	145.16	136.75	123.45	104.30	123.11	147.27	100.50
		735	109.67	107.47	121.26	116.13	134.47	149.52	147.27	140.94	145.37	135.73	121.82	104.13	127.82	149.52	104.13
大峡谷大桥	建库前	17.81	25.91	25.51	27.54	19.18	21.75	21.92	21.07	14.30	12.37	12.82	21.00	20.10	27.54	12.37	
	建库后	729	194.56	212.21	214.55	214.55	216.47	273.62	287.72	261.98	245.06	225.04	202.79	197.61	228.85	287.72	194.56
		735	194.60	222.27	240.54	240.54	242.30	285.16	287.72	261.98	245.41	223.35	199.47	197.25	236.72	287.72	194.60
	变化	729	176.75	186.30	189.04	187.01	197.29	251.87	265.80	240.91	230.76	212.67	189.97	176.61	208.75	265.80	176.61
		735	176.79	196.36	215.03	213.00	223.12	263.41	265.80	240.91	231.11	210.98	186.65	176.25	216.62	265.80	176.25
高台村	建库前	15.81	24.34	26.01	27.66	16.82	18.80	19.61	18.70	13.10	11.62	11.96	18.92	18.61	27.66	11.62	
	建库后	729	292.58	301.55	302.75	302.75	303.90	417.87	436.14	428.27	395.99	314.53	296.60	294.05	340.58	436.14	292.58
		735	292.60	324.67	370.75	370.75	381.26	436.50	436.14	428.27	397.93	311.84	294.96	293.88	361.63	436.50	292.60
	变化	729	276.77	277.21	276.74	275.09	287.08	399.07	416.53	409.57	382.89	302.91	284.64	275.13	321.97	416.53	275.09
		735	276.79	300.33	344.74	343.09	364.44	417.70	416.53	409.57	384.83	300.22	283.00	274.96	343.02	417.70	274.96
坝前	建库前	20.57	42.01	44.97	46.77	25.51	33.04	32.11	29.99	6.34	0.83	1.72	29.46	26.11	46.77	0.83	
	建库后	729	281.39	286.54	287.06	287.06	291.83	322.45	324.89	321.09	316.84	306.80	283.64	282.22	299.32	324.89	281.39
		735	281.41	300.41	315.68	315.68	316.13	325.07	324.89	321.09	316.93	304.94	282.73	282.13	307.26	325.07	281.41
	变化	729	260.82	244.53	242.09	240.29	266.32	289.41	292.78	291.10	310.50	305.97	281.92	252.76	273.21	310.50	240.29
		735	260.84	258.40	270.71	268.91	290.62	292.03	292.78	291.10	310.59	304.11	281.01	252.67	281.15	310.59	252.67
云龙地缝景区下游	建库前	8.76	16.31	17.81	18.39	10.01	12.41	12.57	11.78	5.50	3.72	4.14	11.74	11.10	18.39	3.72	
	建库后	729	22.50	22.79	23.04	23.28	23.51	23.74	23.96	24.18	24.41	24.62	24.83	25.04	23.83	25.04	22.50
		735	46.43	57.17	65.91	65.91	66.81	95.66	95.04	81.54	68.59	57.49	47.75	46.96	66.27	95.66	46.43
	变化	729	13.74	6.48	5.23	4.89	13.50	11.33	11.39	12.40	18.91	20.90	20.69	13.30	12.73	20.90	4.89
		735	37.67	40.86	48.10	47.52	56.80	83.25	82.47	69.76	63.09	53.77	43.61	35.22	55.18	83.25	35.22
小溪河	建库前	6.89	11.17	11.11	11.94	7.66	9.08	9.15	8.68	4.90	3.79	4.05	8.61	8.09	11.94	3.79	

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
	建库后	729	417.26	419.30	419.57	419.57	419.84	426.77	428.09	426.04	423.76	421.01	418.18	417.60	421.42	428.09	417.26
		735	417.27	420.68	423.14	423.14	423.38	428.18	428.09	426.04	423.81	420.78	417.80	417.56	422.49	428.18	417.27
	变化	729	410.37	408.13	408.46	407.63	412.18	417.69	418.94	417.36	418.86	417.22	414.13	408.99	413.33	418.94	407.63
		735	410.38	409.51	412.03	411.20	415.72	419.10	418.94	417.36	418.91	416.99	413.75	408.95	414.40	419.10	408.95

表 5.1.1-9

平水年姚家平库区水面宽变化

单位: m

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
云龙河汇口下	建库前	39.40	46.07	36.28	40.39	30.39	27.47	27.47	24.37	20.46	21.68	20.70	20.09	29.56	46.07	20.09	
	建库后	729	136.76	144.78	147.17	147.14	148.25	162.88	180.89	175.28	165.95	156.36	147.24	138.20	154.24	180.89	136.76
		735	136.75	150.83	162.80	162.80	163.92	177.61	183.89	175.28	165.95	156.36	147.24	138.19	160.14	183.89	136.75
	变化	729	97.36	98.71	110.89	106.75	117.86	135.41	153.42	150.91	145.49	134.68	126.54	118.11	124.68	153.42	97.36
735		97.35	104.76	126.52	122.41	133.53	150.14	156.42	150.91	145.49	134.68	126.54	118.10	130.57	156.42	97.35	
大峡谷大桥	建库前	23.66	26.54	21.71	23.57	19.29	18.13	18.14	16.45	14.35	15.00	14.47	14.14	18.79	26.54	14.14	
	建库后	729	194.01	209.78	214.55	214.51	216.34	240.67	279.35	261.53	245.77	229.83	214.58	196.99	226.49	279.35	194.01
		735	193.99	219.84	240.54	240.53	242.39	269.22	287.13	261.53	245.77	229.82	214.57	196.96	236.86	287.13	193.99
	变化	729	170.35	183.24	192.84	190.94	197.05	222.54	261.21	245.08	231.42	214.83	200.11	182.85	207.71	261.21	170.35
735		170.33	193.30	218.83	216.96	223.10	251.09	268.99	245.08	231.42	214.82	200.10	182.82	218.07	268.99	170.33	
高台村	建库前	21.46	25.30	19.37	21.39	16.93	16.01	16.02	14.73	13.13	13.63	13.23	12.98	17.02	25.30	12.98	
	建库后	729	292.31	300.34	302.75	302.72	303.82	373.66	432.96	428.03	399.68	324.17	302.81	293.75	338.08	432.96	292.31
		735	292.30	323.46	370.75	370.72	381.55	430.08	435.59	428.03	399.68	324.17	302.81	293.74	362.74	435.59	292.30
	变化	729	270.85	275.04	283.38	281.33	286.89	357.65	416.94	413.30	386.55	310.54	289.58	280.77	321.07	416.94	270.85
735		270.84	298.16	351.38	349.33	364.62	414.07	419.57	413.30	386.55	310.54	289.58	280.76	345.73	419.57	270.84	
坝前	建库前	37.24	43.51	31.70	36.55	25.20	21.92	21.33	13.22	4.31	7.63	4.32	3.82	20.90	43.51	3.82	
	建库后	729	281.25	285.86	287.06	287.05	291.78	315.72	323.36	320.98	317.02	312.95	291.55	282.05	299.72	323.36	281.25
		735	281.25	299.74	315.68	315.68	316.16	321.97	324.63	320.98	317.02	312.95	291.55	282.05	308.31	324.63	281.25
	变化	729	244.01	242.35	255.36	250.50	266.58	293.80	302.03	307.76	312.71	305.32	287.23	278.23	278.82	312.71	242.35
735		244.01	256.23	283.98	279.13	290.96	300.05	303.30	307.76	312.71	305.32	287.23	278.23	287.41	312.71	244.01	

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
云龙地缝景区下游	建库前	14.19	16.97	12.38	14.10	10.13	9.05	9.05	7.49	5.55	6.16	5.67	5.36	9.68	16.97	5.36	
	建库后	729	27.88	27.92	27.94	27.97	27.99	28.02	28.05	28.08	28.11	28.15	28.19	28.23	28.04	28.23	27.88
		735	46.31	56.47	65.91	65.90	66.88	84.64	94.11	81.14	68.76	60.66	53.23	46.98	65.92	94.11	46.31
	变化	729	13.69	10.95	15.56	13.87	17.86	18.97	19.00	20.59	22.56	21.99	22.52	22.87	18.37	22.87	10.95
		735	32.12	39.50	53.53	51.80	56.75	75.59	85.06	73.65	63.21	54.50	47.56	41.62	56.24	85.06	32.12
	小溪河	建库前	10.05	11.47	9.03	10.02	7.72	7.08	7.07	6.13	4.93	5.30	5.00	4.81	7.38	11.47	4.81
建库后		729	417.20	419.03	419.57	419.57	419.82	423.16	427.26	425.98	423.85	421.67	419.59	417.53	421.19	427.26	417.20
		735	417.20	420.41	423.14	423.14	423.39	426.51	427.95	425.98	423.85	421.67	419.59	417.53	422.53	427.95	417.20
变化		729	407.15	407.56	410.54	409.55	412.10	416.08	420.19	419.85	418.92	416.37	414.59	412.72	413.80	420.19	407.15
		735	407.15	408.94	414.11	413.12	415.67	419.43	420.88	419.85	418.92	416.37	414.59	412.72	415.15	420.88	407.15

表 5.1.1-10

枯水年姚家平库区水面宽变化

单位: m

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
云龙河汇口下	建库前	22.89	39.97	42.32	28.26	24.58	32.71	16.95	23.25	18.28	14.60	16.12	19.29	24.94	42.32	14.60	
	建库后	729	133.28	144.53	147.17	147.17	144.11	157.55	163.27	170.22	161.96	149.06	134.98	122.05	147.95	170.22	122.05
		735	132.81	150.58	162.80	162.80	160.97	184.05	173.83	172.99	165.71	148.96	130.86	117.52	155.32	184.05	117.52
	变化	729	110.39	104.56	104.85	118.91	119.53	124.84	146.32	146.97	143.68	134.46	118.86	102.76	123.01	146.97	102.76
		735	109.92	110.61	120.48	134.54	136.39	151.34	156.88	149.74	147.43	134.36	114.74	98.23	130.39	156.88	98.23
	大峡谷大桥	建库前	15.65	24.30	24.31	18.56	16.57	20.00	12.49	15.85	13.19	11.26	12.05	13.73	16.50	24.31	11.26
建库后		729	186.79	209.26	214.55	214.55	208.78	231.81	241.32	252.88	239.13	217.61	190.30	163.49	214.21	252.88	163.49
		735	185.80	219.32	240.54	240.54	237.49	284.17	260.87	257.48	245.37	217.22	181.77	154.10	227.06	284.17	154.10
变化		729	171.14	184.96	190.24	195.99	192.21	211.81	228.83	237.03	225.94	206.35	178.25	149.76	197.71	237.03	149.76
		735	170.15	195.02	216.23	221.98	220.92	264.17	248.38	241.63	232.18	205.96	169.72	140.37	210.56	264.17	140.37
高台村		建库前	14.13	22.46	21.90	16.34	14.82	17.61	11.70	14.28	12.24	10.75	11.37	12.65	15.02	22.46	10.75
	建库后	729	288.82	300.09	302.75	302.75	299.67	328.87	377.99	421.36	367.42	304.64	290.51	277.55	321.87	421.36	277.55
		735	288.34	323.21	370.75	370.75	357.15	435.73	426.76	426.02	397.94	306.60	286.39	273.01	355.22	435.73	273.01
	变化	729	274.69	277.63	280.85	286.41	284.85	311.26	366.29	407.08	355.18	293.89	279.14	264.90	306.85	407.08	264.90

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
	735	274.21	300.75	348.85	354.41	342.33	418.12	415.06	411.74	385.70	295.85	275.02	260.36	340.20	418.12	260.36	
坝前	建库前	9.60	38.46	38.54	24.07	14.28	25.53	0.89	10.83	1.86	0.14	0.46	4.29	14.08	38.54	0.14	
	建库后	729	279.30	285.72	287.06	287.06	286.73	313.46	315.88	318.83	315.32	297.71	280.25	273.04	295.03	318.83	273.04
		735	279.04	299.60	315.68	315.68	314.91	324.70	320.36	320.01	316.91	297.55	277.96	270.51	304.41	324.70	270.51
	变化	729	269.70	247.26	248.52	262.99	272.45	287.93	314.99	308.00	313.46	297.57	279.79	268.75	280.95	314.99	247.26
		735	269.44	261.14	277.14	291.61	300.63	299.17	319.47	309.18	315.05	297.41	277.50	266.22	290.33	319.47	261.14
云龙地缝景区下游	建库前	6.76	14.80	14.78	9.44	7.60	10.78	3.83	6.94	4.47	2.69	3.42	4.98	7.54	14.80	2.69	
	建库后	729	20.13	20.20	20.27	20.35	20.46	20.62	20.78	20.97	21.17	21.39	21.62	21.88	20.82	21.88	20.13
		735	44.74	56.37	65.91	65.91	64.41	94.35	78.95	77.68	68.57	54.64	43.96	38.65	62.85	94.35	38.65
	变化	729	13.37	5.40	5.49	10.91	12.86	9.84	16.95	14.03	16.70	18.70	18.20	16.90	13.28	18.70	5.40
		735	37.98	41.57	51.13	56.47	56.81	83.57	75.12	70.74	64.10	51.95	40.54	33.67	55.30	83.57	33.67
小溪河	建库前	5.67	10.28	10.40	7.32	6.19	8.10	3.86	5.78	4.26	3.14	3.60	4.57	6.10	10.40	3.14	
	建库后	729	416.41	418.97	419.57	419.57	418.88	421.94	423.24	424.83	422.94	420.00	416.79	413.84	419.75	424.83	413.84
		735	416.30	420.35	423.14	423.14	422.72	427.98	425.65	425.46	423.80	419.98	415.85	412.81	421.43	427.98	412.81
	变化	729	410.74	408.69	409.17	412.25	412.69	413.84	419.38	419.05	418.68	416.86	413.19	409.27	413.65	419.38	408.69
		735	410.63	410.07	412.74	415.82	416.53	419.88	421.79	419.68	419.54	416.84	412.25	408.24	415.33	421.79	408.24

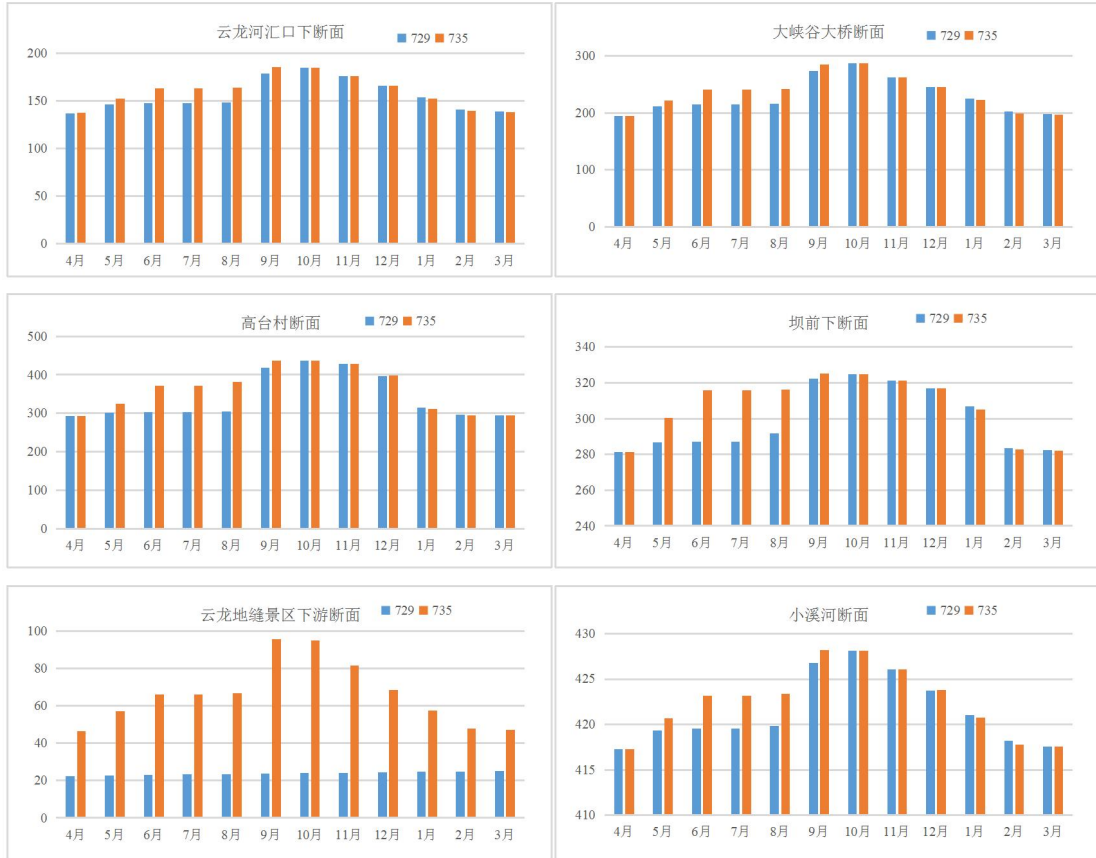


图 5.1.1-8 丰水年各断面不同方案水面宽对比图



图 5.1.1-9 平水年各断面不同方案水面宽对比图

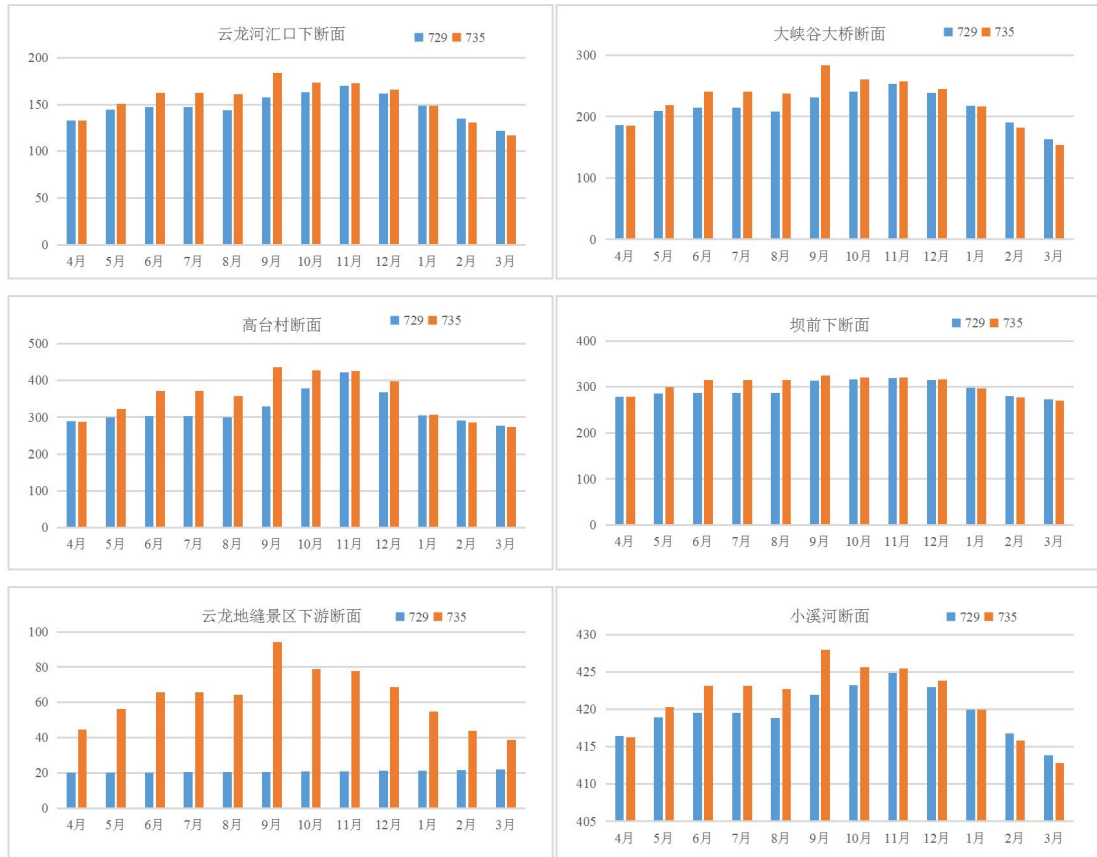


图 5.1.1-10 枯水年各断面不同方案水面宽对比图

### (5) 过水面积变化

各典型年库区代表断面过水面积变化见表 5.1.1-11~表 5.1.1-13。丰水年，建库前预测断面平均过水面积范围为 11.1~70.2m<sup>2</sup>；水库运行后，断面过水面积增加，729m 方案断面平均过水面积为 444.5~36253.2 m<sup>2</sup>，735m 方案断面平均过水面积为 946.1~39769.4m<sup>2</sup>。平水年，建库前预测断面平均过水面积分别为 9.7~64.1m<sup>2</sup>；水库运行后，729 方案断面平均过水面积范围为 114.1~38833.2m<sup>2</sup>，735 方案断面平均过水面积范围为 939.6~39798.8m<sup>2</sup>。枯水年，建库前预测断面平均过水面积分别为 7.5~52.9m<sup>2</sup>；建库后，729m 方案断面平均过水面积范围为 361.5~37800.8m<sup>2</sup>，735m 方案断面平均过水面积范围为 844.3~39009.9m<sup>2</sup>。

汛期 735m 方案的过水面积普遍略大于 729m 方案，非汛期差异逐步缩小。丰、平、枯水年的变化规律基本一致。

表 5.1.1-11

丰水年姚家平库区代表断面过水面积变化

单位: m<sup>2</sup>

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
云龙河汇口下	建库前	23.7	47.7	54.9	55.7	27.1	33.6	35.2	32.6	14.8	9.8	11.0	32.8	31.6	55.7	9.8	
	建库后	729	3117.3	4007.8	4126.0	4126.0	4240.6	7266.9	7839.3	6948.9	5951.4	4753.4	3516.4	3263.6	4929.8	7839.3	3117.3
		735	3119.2	4609.6	5680.7	5680.7	5786.0	7880.6	7839.3	6948.9	5972.1	4652.4	3353.7	3246.2	5397.5	7880.6	3119.2
	变化	729	3093.6	3960.1	4071.1	4070.3	4213.5	7233.3	7804.1	6916.3	5936.6	4743.6	3505.4	3230.8	4898.2	7804.1	3093.6
		735	3095.5	4561.9	5625.8	5625.0	5758.9	7847.0	7804.1	6916.3	5957.3	4642.6	3342.7	3213.4	5365.9	7847.0	3095.5
大峡谷大桥	建库前	12.0	22.7	26.1	26.0	13.8	17.2	17.4	16.3	7.4	4.9	5.5	16.2	15.5	26.1	4.9	
	建库后	729	4011.9	4674.6	4763.1	4763.1	4868.8	7788.2	8326.9	7368.4	6447.2	5341.8	4290.6	4112.2	5563.1	8326.9	4011.9
		735	4013.2	5229.8	6197.4	6197.4	6294.6	8428.0	8326.9	7368.4	6466.3	5248.6	4175.3	4100.3	6003.9	8428.0	4013.2
	变化	729	3999.9	4651.9	4737.0	4737.1	4855.0	7771.0	8309.5	7352.1	6439.8	5336.9	4285.1	4096.0	5547.6	8309.5	3999.9
		735	4001.2	5207.1	6171.3	6171.4	6280.8	8410.8	8309.5	7352.1	6458.9	5243.7	4169.8	4084.1	5988.4	8410.8	4001.2
高台村	建库前	12.5	24.8	29.3	28.9	14.3	17.7	18.4	17.1	7.8	5.3	5.9	17.1	16.6	29.3	5.3	
	建库后	729	17400.9	18003.7	18083.7	18083.7	18161.2	22408.8	23400.7	21757.1	20001.1	18539.3	17671.1	17500.0	19250.9	23400.7	17400.9
		735	17402.2	18545.2	19563.4	19563.4	19727.4	23476.9	23400.7	21757.1	20033.2	18461.0	17561.0	17488.2	19748.3	23476.9	17402.2
	变化	729	17388.4	17978.9	18054.4	18054.8	18146.9	22391.1	23382.3	21740.0	19993.3	18534.0	17665.2	17482.9	19234.4	23382.3	17388.4
		735	17389.7	18520.4	19534.1	19534.5	19713.1	23459.2	23382.3	21740.0	20025.4	18455.7	17555.1	17471.1	19731.7	23459.2	17389.7
坝前	建库前	9.9	46.7	54.8	59.2	13.0	23.7	26.5	22.2	2.8	1.2	1.4	22.9	23.7	59.2	1.2	
	建库后	729	22770.6	23417.7	23503.5	23503.5	23644.5	29247.9	30353.1	28634.1	26708.5	24432.8	23061.0	22877.5	25179.5	30353.1	22770.6
		735	22772.7	24455.2	26185.9	26185.9	26389.2	30432.8	30353.1	28634.1	26748.5	24268.8	22943.3	22865.2	26019.6	30432.8	22772.7
	变化	729	22760.7	23371.0	23448.7	23444.3	23631.5	29224.2	30326.6	28611.9	26705.7	24431.6	23059.6	22854.6	25155.9	30326.6	22760.7
		735	22762.8	24408.5	26131.1	26126.7	26376.2	30409.1	30326.6	28611.9	26745.7	24267.6	22941.9	22842.3	25995.9	30409.1	22762.8
云龙地缝景区下游	建库前	8.8	16.3	17.8	18.4	10.0	12.4	12.6	11.8	5.5	3.7	4.1	11.7	11.1	18.4	3.7	
	建库后	729	423.3	424.5	426.1	428.0	430.1	432.4	435.4	438.9	443.1	447.8	453.1	459.0	436.8	459.0	423.3
		735	423.5	724.1	952.3	952.3	975.7	1670.8	1655.9	1334.3	1020.9	732.9	466.4	444.5	946.1	1670.8	423.5
	变化	729	414.5	408.2	408.3	409.6	420.1	420.0	422.8	427.1	437.6	444.1	449.0	447.3	425.7	449.0	408.2
		735	414.7	707.8	934.5	933.9	965.7	1658.4	1643.3	1322.5	1015.4	729.2	462.3	432.8	935.0	1658.4	414.7
小溪河	建库前	59.8	96.9	96.4	103.6	66.4	78.8	79.4	75.3	42.5	32.9	35.1	74.7	70.2	103.6	32.9	

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
	建库后	729	36011.2	37479.5	37674.5	37674.5	37863.2	42850.2	43793.6	42326.1	40682.2	38707.8	36669.8	36253.2	38998.8	43793.6	36011.2
		735	36015.1	38471.0	40236.0	40236.0	40409.5	43861.7	43793.6	42326.1	40716.3	38541.5	36401.7	36224.4	39769.4	43861.7	36015.1
	变化	729	35951.4	37382.6	37578.1	37570.9	37796.8	42771.4	43714.2	42250.8	40639.7	38674.9	36634.7	36178.5	38928.7	43714.2	35951.4
		735	35955.3	38374.1	40139.6	40132.4	40343.1	43782.9	43714.2	42250.8	40673.8	38508.6	36366.6	36149.7	39699.3	43782.9	35955.3

表 5.1.1-12 平水年姚家平库区代表断面过水面积变化 单位: m<sup>2</sup>

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
云龙河汇口下	建库前	40.3	50.2	34.5	40.1	27.5	24.4	24.4	20.2	14.9	16.6	15.2	14.4	26.9	50.2	14.4	
	建库后	729	3090.6	3887.9	4126.0	4123.3	4233.2	5688.8	7479.6	6922.4	5993.4	5040.1	4132.9	3233.7	4829.3	7479.6	3090.6
		735	3089.7	4489.7	5680.7	5680.4	5791.6	7153.5	7777.9	6922.4	5993.4	5039.8	4132.3	3232.4	5415.3	7777.9	3089.7
	变化	729	3050.3	3837.7	4091.5	4083.2	4205.7	5664.4	7455.2	6902.2	5978.5	5023.5	4117.7	3219.3	4802.4	7455.2	3050.3
		735	3049.4	4439.5	5646.2	5640.3	5764.1	7129.1	7753.5	6902.2	5978.5	5023.2	4117.1	3218.0	5388.4	7753.5	3049.4
	大峡谷大桥	建库前	19.7	23.7	17.2	19.6	14.0	12.5	12.5	10.2	7.5	8.3	7.6	7.2	13.3	23.7	7.2
建库后		729	3993.6	4588.6	4763.1	4760.6	4862.0	6204.9	7917.1	7344.0	6486.0	5606.4	4774.1	4091.8	5449.3	7917.1	3993.6
		735	3993.0	5143.8	6197.4	6197.1	6299.8	7581.4	8247.7	7344.0	6486.0	5606.0	4773.6	4090.9	5996.7	8247.7	3993.0
变化		729	3973.9	4564.9	4745.9	4741.0	4848.0	6192.4	7904.6	7333.8	6478.5	5598.1	4766.5	4084.6	5436.0	7904.6	3973.9
		735	3973.3	5120.1	6180.2	6177.5	6285.8	7568.9	8235.2	7333.8	6478.5	5597.7	4766.0	4083.7	5983.4	8235.2	3973.3
高台村		建库前	21.0	26.0	18.0	20.9	14.4	12.9	12.9	10.7	7.9	8.8	8.1	7.6	14.1	26.0	7.6
	建库后	729	17382.9	17922.5	18083.7	18081.9	18156.3	19623.6	22736.8	21708.2	20061.7	18781.1	18088.4	17479.8	19008.9	22736.8	17382.9
		735	17382.3	18464.0	19563.4	19563.0	19737.2	22134.7	23287.4	21708.2	20061.7	18780.8	18088.0	17478.9	19687.5	23287.4	17382.3
	变化	729	17361.9	17896.5	18065.7	18061.0	18141.9	19610.7	22723.9	21697.5	20053.8	18772.3	18080.3	17472.2	18994.8	22723.9	17361.9
		735	17361.3	18438.0	19545.4	19542.1	19722.8	22121.8	23274.5	21697.5	20053.8	18772.0	18079.9	17471.3	19673.4	23274.5	17361.3
	坝前	建库前	34.2	50.6	24.7	34.3	14.3	7.9	9.2	4.8	1.8	2.9	1.8	1.7	15.7	50.6	1.7
建库后		729	22751.3	23330.6	23503.5	23501.5	23641.9	26201.5	29658.7	28582.9	26789.5	24949.3	23530.9	22855.8	24941.5	29658.7	22751.3
		735	22751.3	24368.1	26185.9	26185.3	26400.0	29029.0	30234.5	28582.9	26789.5	24948.7	23530.0	22854.9	25988.3	30234.5	22751.3
变化		729	22717.1	23280.0	23478.8	23467.2	23627.6	26193.6	29649.5	28578.1	26787.7	24946.4	23529.1	22854.1	24925.8	29649.5	22717.1
		735	22717.1	24317.5	26161.2	26151.0	26385.7	29021.1	30225.3	28578.1	26787.7	24945.8	23528.2	22853.2	25972.7	30225.3	22717.1

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
云龙地缝景区下游	建库前	14.2	17.0	12.4	14.1	10.1	9.0	9.1	7.5	5.6	6.2	5.7	5.4	9.7	17.0	5.4	
	建库后	729	15.0	31.5	39.5	39.4	47.0	174.7	359.7	298.4	204.8	111.7	40.8	6.4	114.1	359.7	6.4
		735	418.7	701.9	952.3	952.2	977.4	1408.2	1633.7	1324.7	1025.4	815.5	621.9	443.2	939.6	1633.7	418.7
	变化	729	0.8	14.5	27.1	25.3	36.9	165.7	350.6	290.9	199.2	105.5	35.1	1.0	104.4	350.6	0.8
		735	404.5	684.9	939.9	938.1	967.3	1399.2	1624.6	1317.2	1019.8	809.3	616.2	437.8	929.9	1624.6	404.5
	小溪河	建库前	87.2	99.5	78.4	87.0	67.0	61.4	61.4	53.2	42.8	46.0	43.4	41.8	64.1	99.5	41.8
建库后		729	35967.3	37281.9	37674.5	37670.0	37851.1	40249.3	43200.8	42282.4	40751.4	39180.3	37685.7	36204.0	38833.2	43200.8	35967.3
		735	35966.5	38273.4	40236.0	40235.5	40418.8	42663.3	43692.4	42282.4	40751.4	39179.7	37684.8	36201.8	39798.8	43692.4	35966.5
变化		729	35880.1	37182.4	37596.1	37583.0	37784.1	40187.9	43139.4	42229.2	40708.6	39134.3	37642.3	36162.2	38769.1	43139.4	35880.1
		735	35879.3	38173.9	40157.6	40148.5	40351.8	42601.9	43631.0	42229.2	40708.6	39133.7	37641.4	36160.0	39734.7	43631.0	35879.3

表 5.1.1-13

枯水年姚家平库区断面过水面积变化

单位: m<sup>2</sup>

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
云龙河汇口下	建库前	18.2	42.6	42.0	25.5	20.5	29.5	10.1	18.7	11.9	6.9	9.0	13.3	20.7	42.6	6.9	
	建库后	729	2744.3	3862.9	4126.0	4126.0	3821.1	5158.6	5727.7	6418.7	5596.6	4313.8	2912.7	1626.5	4202.9	6418.7	1626.5
		735	2697.1	4464.7	5680.7	5680.7	5498.4	7793.9	6777.9	6694.0	5969.5	4303.6	2503.4	1176.0	4936.7	7793.9	1176.0
	变化	729	2726.1	3820.3	4084.0	4100.5	3800.6	5129.1	5717.6	6400.0	5584.7	4306.9	2903.7	1613.2	4182.2	6400.0	1613.2
		735	2678.9	4422.1	5638.7	5655.2	5477.9	7764.4	6767.8	6675.3	5957.6	4296.7	2494.4	1162.7	4916.0	7764.4	1162.7
	大峡谷大桥	建库前	9.2	20.6	20.6	13.0	10.4	14.9	5.0	9.5	6.0	3.4	4.5	6.7	10.3	20.6	3.4
建库后		729	3756.1	4571.4	4763.1	4763.1	4520.5	5715.7	6240.8	6878.4	6119.8	4941.0	3871.6	2989.7	4927.6	6878.4	2989.7
		735	3723.8	5126.6	6197.4	6197.4	6029.2	8320.3	7218.4	7132.4	6463.9	4944.1	3590.9	2680.8	5635.4	8320.3	2680.8
变化		729	3746.9	4550.8	4742.5	4750.1	4510.1	5700.8	6235.8	6868.9	6113.8	4937.6	3867.1	2983.0	4917.3	6868.9	2983.0
		735	3714.6	5106.0	6176.8	6184.4	6018.8	8305.4	7213.4	7122.9	6457.9	4940.7	3586.4	2674.1	5625.1	8305.4	2674.1
高台村		建库前	9.6	22.2	21.8	13.4	10.8	15.5	5.4	9.9	6.4	3.8	4.8	7.1	10.9	22.2	3.8
	建库后	729	17148.4	17905.6	18083.7	18083.7	17877.3	18878.6	19640.6	20785.6	19470.8	18210.7	17262.4	16391.7	18311.6	20785.6	16391.7
		735	17116.4	18447.1	19563.4	19563.4	19326.2	23316.9	21441.4	21286.6	20030.2	18214.2	16985.3	16086.8	19281.5	23316.9	16086.8
	变化	729	17138.8	17883.4	18061.9	18070.3	17866.5	18863.1	19635.2	20775.7	19464.4	18206.9	17257.6	16384.6	18300.7	20775.7	16384.6

断面		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	最大	最小	
	735	17106.8	18424.9	19541.6	19550.0	19315.4	23301.4	21436.0	21276.7	20023.8	18210.4	16980.5	16079.7	19270.6	23301.4	16079.7	
坝前	建库前	3.5	37.8	37.6	9.7	5.6	19.0	1.2	4.0	1.2	1.2	1.2	2.1	10.3	37.8	1.2	
	建库后	729	22499.8	23312.5	23503.5	23503.5	23293.9	25178.0	26276.5	27610.7	26023.5	23799.4	22623.1	21689.4	24109.5	27610.7	21689.4
		735	22466.2	24350.0	26185.9	26185.9	25833.9	30265.4	28303.9	28142.0	26743.4	23879.6	22325.9	21362.4	25503.7	30265.4	21362.4
	变化	729	22496.3	23274.7	23465.9	23493.8	23288.3	25159.0	26275.3	27606.7	26022.3	23798.2	22621.9	21687.3	24099.1	27606.7	21687.3
		735	22462.7	24312.2	26148.3	26176.2	25828.3	30246.4	28302.7	28138.0	26742.2	23878.4	22324.7	21360.3	25493.4	30246.4	21360.3
云龙地缝景区下游	建库前	6.8	14.8	14.8	9.4	7.6	10.8	3.8	6.9	4.5	2.7	3.4	5.0	7.5	14.8	2.7	
	建库后	729	362.4	359.8	358.1	357.0	356.5	356.5	357.3	359.0	361.5	365.0	369.6	375.2	361.5	375.2	356.5
		735	354.5	697.8	952.3	952.3	913.4	1639.5	1272.5	1242.2	1020.2	658.6	322.8	105.9	844.3	1639.5	105.9
	变化	729	355.6	345.0	343.3	347.6	348.9	345.7	353.5	352.1	357.0	362.3	366.2	370.2	353.9	370.2	343.3
		735	347.7	683.0	937.5	942.9	905.8	1628.7	1268.7	1235.3	1015.7	655.9	319.4	100.9	836.8	1628.7	100.9
小溪河	建库前	49.2	89.2	90.2	63.5	53.7	70.3	33.5	50.2	37.0	27.2	31.3	39.6	52.9	90.2	27.2	
	建库后	729	35396.3	37240.7	37674.5	37674.5	37171.9	39375.6	40313.4	41452.4	40097.4	37983.6	35674.7	33554.6	37800.8	41452.4	33554.6
		735	35319.3	38232.2	40236.0	40236.0	39935.5	43718.8	42044.2	41906.0	40711.9	37966.9	34999.9	32812.2	39009.9	43718.8	32812.2
	变化	729	35347.1	37151.5	37584.3	37611.0	37118.2	39305.3	40279.9	41402.2	40060.4	37956.4	35643.4	33515.0	37747.9	41402.2	33515.0
		735	35270.1	38143.0	40145.8	40172.5	39881.8	43648.5	42010.7	41855.8	40674.9	37939.7	34968.6	32772.6	38957.0	43648.5	32772.6



图 5.1.1-11 丰水年各断面不同方案过水面积对比图

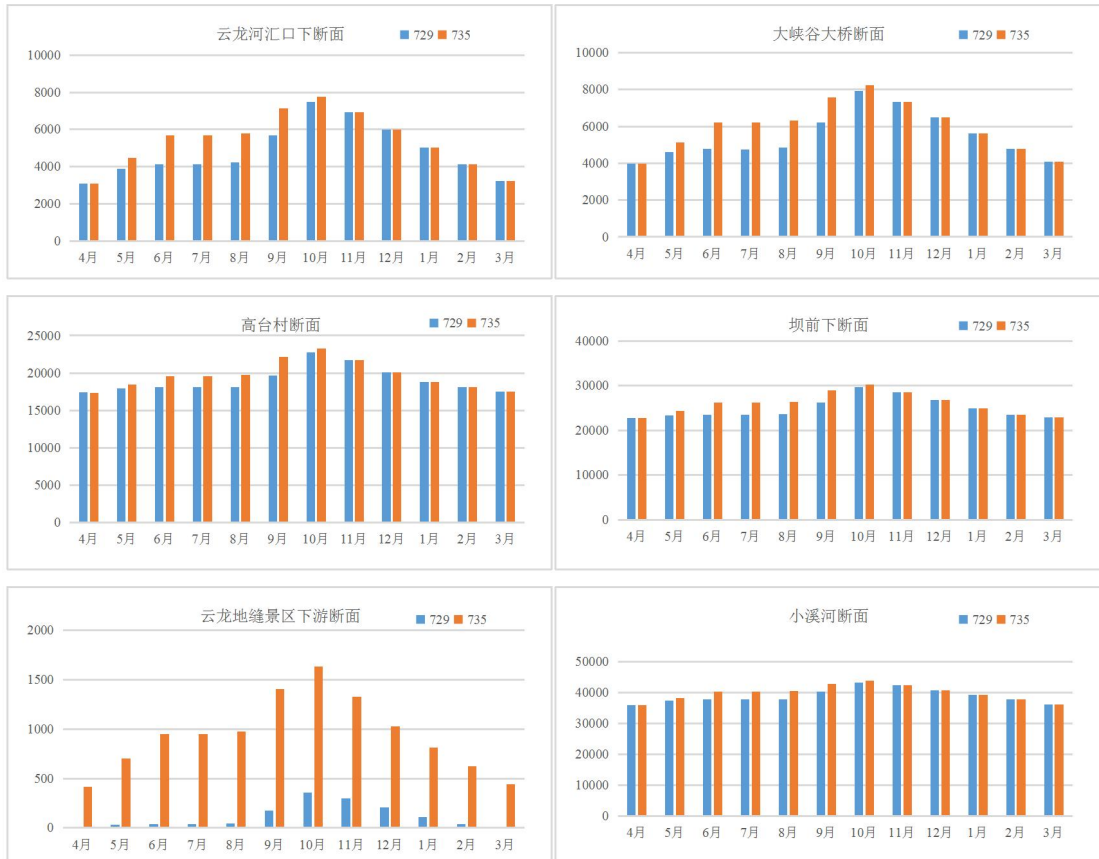


图 5.1.1-12 平水年各断面不同方案过水面积对比图



图 5.1.1-13 枯水年各断面不同方案过水面积对比图

## 5.1.2 运行期坝下河段水文情势影响

姚家平水库汛限水位由 735m 调整为 729m 后，工程调度运行过程也将发生一定变化，下面针对减水河段、主电站尾水口以下河段以及工程日调峰运行引起的水文情势变化进行分析。

### 5.1.2.1 减水河段水文情势变化

各典型年坝下减水河段旬均流量过程见表 5.1.2-1~表 5.1.2-3 和图 5.1.2-1~图 5.1.2-3。

从减水河段旬均流量过程（即生态机组+弃水流量）来看，各典型年条件下，减水河段流量较建库前大幅降低，但均能达到生态流量泄放要求。与汛限水位 735m 方案相比，汛限水位 729m 方案丰、平、枯水年在 4 月下旬~5 月上旬减水河段流量有所增加；丰水年 6 月下旬~7 月下旬和枯水年 6 月下旬流量略有减少，其他时段流量过程基本一致。

表 5.1.2-1

坝下减水河段流量变化（丰水年）

单位：m<sup>3</sup>/s

时段		建库前	减水河段流量			
			729m 方案	变化	735m 方案	变化
4 月	上旬	29.5	15.57	-13.93	15.57	-13.9
	中旬	34.7	15.57	-19.13	15.57	-19.2
	下旬	27.5	51.9	24.4	15.57	-11.9
5 月	上旬	153.5	51.9	-101.6	15.57	-137.9
	中旬	110.5	15.57	-94.93	15.57	-95
	下旬	96.7	15.57	-81.13	15.57	-81.2
6 月	上旬	44.6	15.57	-29.03	15.57	-29
	中旬	65.6	15.57	-50.03	15.57	-50
	下旬	244.1	117.37	-126.73	122.29	-121.8
7 月	上旬	180.7	54.39	-126.31	59.28	-121.4
	中旬	74.8	15.57	-59.23	15.57	-59.2
	下旬	182.5	56.18	-126.32	61.07	-121.4
8 月	上旬	64	15.57	-48.43	15.57	-48.4
	中旬	60.2	15.57	-44.63	15.57	-44.6
	下旬	27	15.57	-11.43	15.57	-11.4
9 月	上旬	45.9	15.57	-30.33	15.57	-30.3
	中旬	85.4	15.57	-69.83	15.57	-69.8
	下旬	59.7	15.57	-44.13	15.57	-44.1
10 月	上旬	88.9	15.57	-73.33	15.57	-73.3
	中旬	115.8	15.57	-100.23	15.57	-100.3
	下旬	25.7	15.57	-10.13	15.57	-10.1
11 月	上旬	59.8	8.48	-51.32	8.48	-51.4
	中旬	21.9	8.48	-13.42	8.48	-13.4
	下旬	120	8.48	-111.52	8.48	-111.5
12 月	上旬	35.7	8.48	-27.22	8.48	-27.2
	中旬	14.6	8.48	-6.12	8.48	-6.2
	下旬	10.5	8.48	-2.02	8.48	-2
1 月	上旬	7.9	8.48	0.58	8.48	0.6
	中旬	7.4	8.48	1.08	8.48	1.1
	下旬	11.1	8.48	-2.62	8.48	-2.6
2 月	上旬	8.8	8.48	-0.32	8.48	-0.4
	中旬	8.1	8.48	0.38	8.48	0.4
	下旬	9	8.48	-0.52	8.48	-0.6
3 月	上旬	33.5	8.48	-25.02	8.48	-25
	中旬	37.8	8.48	-29.32	8.48	-29.3
	下旬	94.8	8.48	-86.32	8.48	-86.3
最大值		244.1	117.37	24.4	122.3	1.1
最小值		7.4	8.48	-126.73	8.5	-137.9
平均值		63.8	19.67	-44.17	18.1	-45.8

表 5.1.2-2

坝下减水河段流量变化（平水年）

单位：m<sup>3</sup>/s

时段		建库前	减水河段流量			
			729m 方案	变化	735m 方案	变化
4 月	上旬	63.6	15.57	-48.03	15.57	-48.1
	中旬	57.5	15.57	-41.93	15.57	-42
	下旬	134.9	51.9	-83	15.57	-119.3
5 月	上旬	85.4	51.9	-33.5	15.57	-69.8
	中旬	124.6	15.57	-109.03	15.57	-109
	下旬	163.3	42.98	-120.32	15.57	-147.7
6 月	上旬	41.3	15.57	-25.73	15.57	-25.7
	中旬	40.3	15.57	-24.73	15.57	-24.7
	下旬	106.5	15.57	-90.93	15.57	-90.9
7 月	上旬	102	15.57	-86.43	15.57	-86.4
	中旬	120.8	15.57	-105.23	15.57	-105.2
	下旬	62.8	15.57	-47.23	15.57	-47.2
8 月	上旬	26	15.57	-10.43	15.57	-10.4
	中旬	91.2	15.57	-75.63	15.57	-75.6
	下旬	26.1	15.57	-10.53	15.57	-10.5
9 月	上旬	47	15.57	-31.43	15.57	-31.5
	中旬	36.4	15.57	-20.83	15.57	-20.8
	下旬	39.7	15.57	-24.13	15.57	-24.1
10 月	上旬	39.2	15.57	-23.63	15.57	-23.6
	中旬	63.3	15.57	-47.73	15.57	-47.8
	下旬	19.3	15.57	-3.73	15.57	-3.7
11 月	上旬	43.5	8.48	-35.02	8.48	-35.1
	中旬	31	8.48	-22.52	8.48	-22.5
	下旬	20.4	8.48	-11.92	8.48	-11.9
12 月	上旬	26.2	8.48	-17.72	8.48	-17.8
	中旬	19.2	8.48	-10.72	8.48	-10.7
	下旬	10.7	8.48	-2.22	8.48	-2.2
1 月	上旬	16.4	8.48	-7.92	8.48	-7.9
	中旬	35.3	8.48	-26.82	8.48	-26.8
	下旬	15.1	8.48	-6.62	8.48	-6.6
2 月	上旬	11.6	8.48	-3.12	8.48	-3.2
	中旬	16.1	8.48	-7.62	8.48	-7.6
	下旬	23.1	8.48	-14.62	8.48	-14.7
3 月	上旬	26.2	8.48	-17.72	8.48	-17.7
	中旬	13.5	8.48	-5.02	8.48	-5
	下旬	13.7	8.48	-5.22	8.48	-5.3
最大值		163.3	51.9	-2.22	15.60	-2.2
最小值		10.7	8.48	-120.32	8.50	-147.7
平均值		50.4	15.40	-34.97	12.60	-37.7

表 5.1.2-3

坝下减水河段流量变化（枯水年）

单位：m<sup>3</sup>/s

时段		建库前	减水河段流量			
----	--	-----	--------	--	--	--

			729m 方案	变化	735m 方案	变化
4 月	上旬	33.1	15.57	-17.53	15.57	-17.6
	中旬	21.2	15.57	-5.63	15.57	-5.7
	下旬	15.9	51.9	36	15.57	-0.3
5 月	上旬	59.1	51.9	-7.2	15.57	-43.5
	中旬	76.1	15.57	-60.53	15.57	-60.5
	下旬	142.8	15.57	-127.23	15.57	-127.2
6 月	上旬	145	18.98	-126.02	23.84	-121.1
	中旬	72	15.57	-56.43	15.57	-56.4
	下旬	98.4	15.57	-82.83	15.57	-82.8
7 月	上旬	35.8	15.57	-20.23	15.57	-20.2
	中旬	33.9	15.57	-18.33	15.57	-18.3
	下旬	53.2	15.57	-37.63	15.57	-37.6
8 月	上旬	53.5	15.57	-37.93	15.57	-38
	中旬	23.3	15.57	-7.73	15.57	-7.7
	下旬	12.4	15.57	3.17	15.57	3.2
9 月	上旬	61.4	15.57	-45.83	15.57	-45.8
	中旬	100	15.57	-84.43	15.57	-84.4
	下旬	28.9	15.57	-13.33	15.57	-13.3
10 月	上旬	8.9	15.57	6.67	15.57	6.6
	中旬	7.1	15.57	8.47	15.57	8.5
	下旬	7.9	15.57	7.67	15.57	7.6
11 月	上旬	19.9	8.48	-11.42	8.48	-11.4
	中旬	42.1	8.48	-33.62	8.48	-33.6
	下旬	18.4	8.48	-9.92	8.48	-9.9
12 月	上旬	14.2	8.48	-5.72	8.48	-5.7
	中旬	13.8	8.48	-5.32	8.48	-5.3
	下旬	11.7	8.48	-3.22	8.48	-3.2
1 月	上旬	5.2	8.48	3.28	8.48	3.3
	中旬	4.5	8.48	3.98	8.48	4
	下旬	4.7	8.48	3.78	8.48	3.8
2 月	上旬	7.5	8.48	0.98	8.48	1
	中旬	6.3	8.48	2.18	8.48	2.1
	下旬	9.4	8.48	-0.92	8.48	-0.9
3 月	上旬	7.8	8.48	0.68	8.48	0.7
	中旬	9	8.48	-0.52	8.48	-0.5
	下旬	23.3	8.48	-14.82	8.48	-14.8
最大值		145	51.9	36	23.8	8.5
最小值		4.5	8.48	-127.23	8.5	-127.2
平均值		35.8	14.73	-21.04	12.8	-22.9

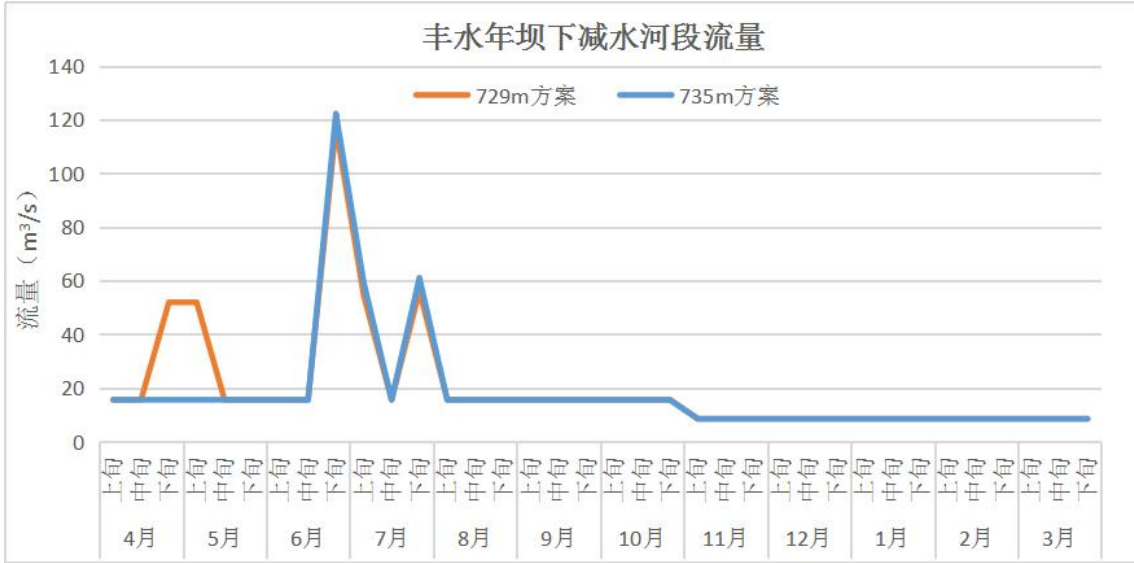


图 5.1.2-1 坝下减水河段流量过程对比图（丰水年）

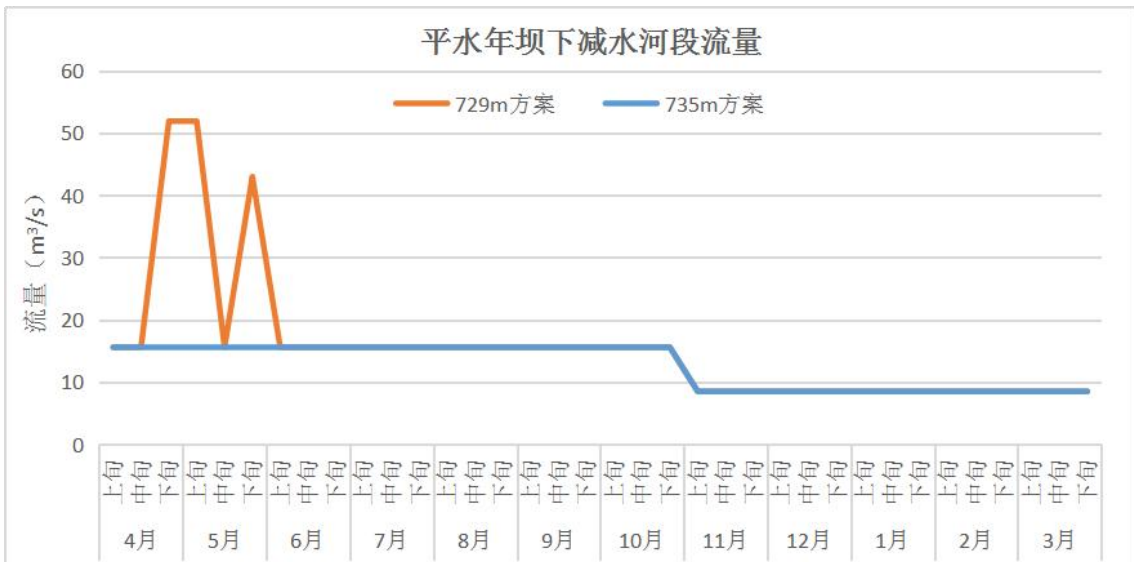
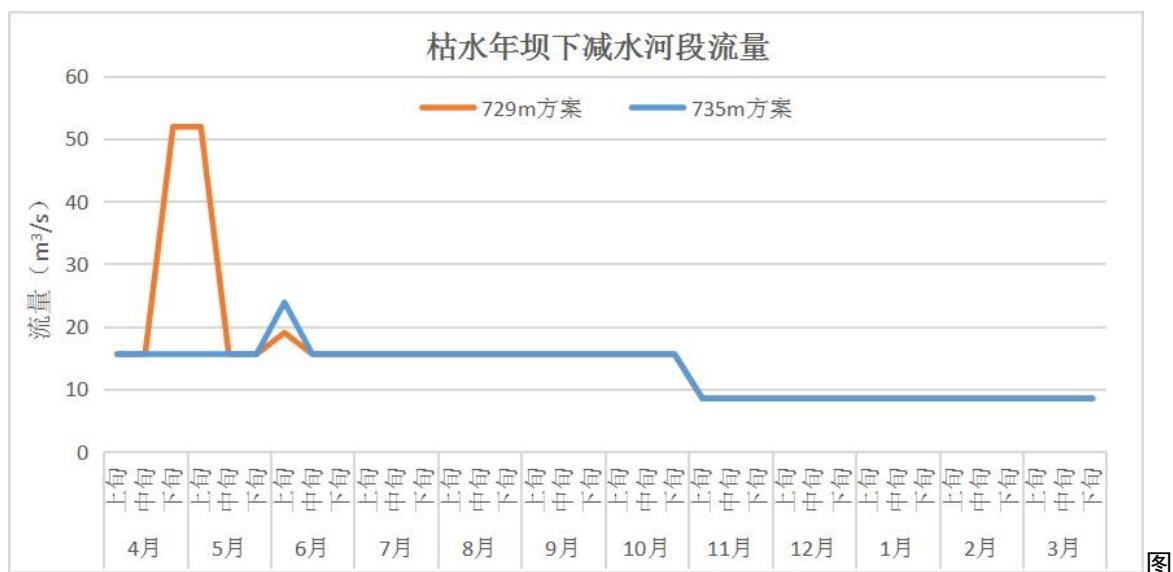


图 5.1.2-2 坝下减水河段流量过程对比图（平水年）



5.1.2-3 坝下减水河段流量过程对比图（枯水年）

### 5.1.2.2 姚家平水电站尾水口以下河段水文情势变化

#### (1) 下泄流量过程变化

据工程径流调节计算成果，丰（ $P=10\%$ ）、平（ $P=50\%$ ）、枯（ $P=90\%$ ）典型年以及多年平均逐旬下泄流量过程见表 5.1.2-4~表 5.1.2-6 和图 5.1.2-4~图 5.1.2-6。整体来看，两种汛限水位对全年下泄总量影响极小，差异主要体现在径流过程分配。

典型平水年，建库前天然旬均流量为  $10.7\text{m}^3/\text{s}\sim 163.3\text{m}^3/\text{s}$ ，建库后，729m 方案下泄流量在  $18.84\text{m}^3/\text{s}\sim 168.76\text{m}^3/\text{s}$  之间，735m 方案下泄流量在  $18.84\text{m}^3/\text{s}\sim 134.87\text{m}^3/\text{s}$  之间，两方案的最小下泄流量相同，最大下泄流量 729m 方案（ $168.76\text{m}^3/\text{s}$ ）要大于 735m 方案（ $134.87\text{m}^3/\text{s}$ ）。与建库前相比，两方案旬均下泄流量最大增加均为  $8.42\text{m}^3/\text{s}$ ，出现在 11 月上旬，流量最大减少幅度 729m 方案要大于 735m 方案，729m 方案最大减少  $36.64\text{m}^3/\text{s}$ （10 月中旬），735m 方案最大减少  $29.91\text{m}^3/\text{s}$ （5 月下旬）。汛前 4~5 月，729m 方案 4 月下旬开始下泄流量较 735m 方案有所增加，5 月下旬下泄流量较 735m 方案增加  $35.37\text{m}^3/\text{s}$ 。汛后 9~10 月，9 月两方案下泄流量较建库前减

均少  $20\text{m}^3/\text{s}$  以上，729m 方案下泄流量略高于 735m 方案，10 月中旬 729m 方案下泄流量较 735m 方案减少  $37.27\text{m}^3/\text{s}$ 。10 月下旬~次年 3 月，两方案下泄流量基本一致。

典型丰水年，建库前天然旬均流量为  $7.4\text{m}^3/\text{s}\sim 244.1\text{m}^3/\text{s}$ ，建库后，729m 方案下泄流量在  $18.81\text{m}^3/\text{s}\sim 244.07\text{m}^3/\text{s}$  之间，735m 方案下泄流量在  $18.86\text{m}^3/\text{s}\sim 244.07\text{m}^3/\text{s}$  之间，两方案最大下泄流量相同，最小下泄流量均较建库前有所提高。与建库前相比，旬均下泄流量最大增加 729m 方案为  $35.66\text{m}^3/\text{s}$ （4 月下旬），735m 方案为  $11.76\text{m}^3/\text{s}$ （1 月中旬）；流量最大减少幅度 729m 方案要大于 735m 方案，729m 方案最大减少  $59.50\text{m}^3/\text{s}$ （9 月中旬），735m 方案最大减少  $47.23\text{m}^3/\text{s}$ （9 月中旬）。汛前 4~5 月，4 月下旬 729m 方案下泄流量较 735m 方案增加  $35.69\text{m}^3/\text{s}$ ，5 月上中旬 729m 方案下泄流量小于 735m 方案，5 月下旬 729m 方案下泄流量较 735m 方案增加  $35.37\text{m}^3/\text{s}$ 。汛后 9 月，两方案下泄流量较建库前均有明显减少，9 月中旬、下旬 729m 方案下泄流量较 735m 方案分别减少  $12.27\text{m}^3/\text{s}$ 、 $23.49\text{m}^3/\text{s}$ 。6~8 月主汛期、10 月、11 月~次年 2 月下旬，两方案下泄流量基本一致。

典型枯水年，建库前天然旬均流量为  $4.5\text{m}^3/\text{s}\sim 145\text{m}^3/\text{s}$ ，建库后，729m 方案下泄流量在  $18.74\text{m}^3/\text{s}\sim 144.97\text{m}^3/\text{s}$  之间，735m 方案下泄流量在  $17.42\text{m}^3/\text{s}\sim 144.97\text{m}^3/\text{s}$  之间，两方案最大下泄流量相同，均有效抬高了枯水期最小下泄流量。与建库前相比，旬均下泄流量最大增加 729m 方案为  $47.32\text{m}^3/\text{s}$ （4 月下旬），735m 方案为  $18.57\text{m}^3/\text{s}$ （10 月中旬）；流量最大减少幅度 729m 方案远大于 735m 方案，729m 方案最大减少  $73.82\text{m}^3/\text{s}$ （9 月中旬），735m 方案最大减少  $48.45\text{m}^3/\text{s}$ （9 月中旬）。汛前 4~5 月，4 月下旬 729m 方案下泄流量较 735m 方案增加  $36.33\text{m}^3/\text{s}$ ，5 月上旬、下旬 729m 方案下泄流量大于 735m 方案，5 月中旬则小于 735m 方案。汛后 9 月，两方案下泄流量较建库前均大幅减少，9 月中旬 729m 方案下泄流量较 735m

方案减少 25.37m<sup>3</sup>/s。11 月~次年 3 月，除 11~12 月部分旬份略有差异外，其余时段两方案下泄流量基本一致。

总体来说，全年绝大多数时段，729m 与 735m 汛限水位方案下泄流量过程基本一致，差异主要集中在汛前 4~5 月和汛后 9~10 月，体现在汛前 729m 方案下泄流量增加，汛后 729m 方案下泄流量有所减少。

表 5.1.2-4 主电站尾水口以下河段流量变化（平水年）

时段		建库前	729m 方案	较建库前变化	735m 方案	较建库前变化	729m 方案-735m 方案
4 月	上旬	63.6	41.91	-21.69	53.83	-9.77	-11.92
	中旬	57.5	57.57	0.07	57.57	0.07	0.00
	下旬	134.9	140.2	5.3	134.87	-0.03	5.33
5 月	上旬	85.4	90.7	5.3	85.37	-0.03	5.33
	中旬	124.6	97.14	-27.46	97.14	-27.46	0.00
	下旬	163.3	168.76	5.46	133.39	-29.91	35.37
6 月	上旬	41.3	41.27	-0.03	41.27	-0.03	0.00
	中旬	40.3	40.27	-0.03	40.27	-0.03	0.00
	下旬	106.5	106.47	-0.03	106.47	-0.03	0.00
7 月	上旬	102	101.97	-0.03	101.97	-0.03	0.00
	中旬	120.8	120.77	-0.03	120.77	-0.03	0.00
	下旬	62.8	62.77	-0.03	62.77	-0.03	0.00
8 月	上旬	26	26.47	0.47	26.02	0.02	0.45
	中旬	91.2	90.67	-0.53	91.12	-0.08	-0.45
	下旬	26.1	26.48	0.38	26.07	-0.03	0.41
9 月	上旬	47	26.36	-20.64	25.97	-21.03	0.39
	中旬	36.4	26.16	-10.24	25.73	-10.67	0.43
	下旬	39.7	26.02	-13.68	25.69	-14.01	0.33
10 月	上旬	39.2	25.87	-13.33	25.53	-13.67	0.34
	中旬	63.3	26.66	-36.64	63.93	0.63	-37.27
	下旬	19.3	27.61	8.31	27.61	8.31	0.00
11 月	上旬	43.5	51.92	8.42	51.92	8.42	0.00
	中旬	31	39.32	8.32	39.32	8.32	0.00
	下旬	20.4	28.25	7.85	28.25	7.85	0.00
12 月	上旬	26.2	34.05	7.85	34.05	7.85	0.00
	中旬	19.2	26.95	7.75	26.95	7.75	0.00
	下旬	10.7	18.84	8.14	18.84	8.14	0.00
1 月	上旬	16.4	23.36	6.96	23.36	6.96	0.00
	中旬	35.3	42.45	7.15	42.45	7.15	0.00
	下旬	15.1	22.25	7.15	22.25	7.15	0.00

时段		建库前	729m 方案	较建库前变化	735m 方案	较建库前变化	729m 方案-735m 方案
2 月	上旬	11.6	19.18	7.58	19.18	7.58	0.00
	中旬	16.1	22.63	6.53	22.63	6.53	0.00
	下旬	23.1	29.76	6.66	29.76	6.66	0.00
3 月	上旬	26.2	32.76	6.56	32.76	6.56	0.00
	中旬	13.5	20.06	6.56	20.06	6.56	0.00
	下旬	13.7	19.64	5.94	19.68	5.98	-0.04
最大值		163.3	168.76	8.42	134.87	8.42	35.37
最小值		10.7	18.84	-36.64	18.84	-29.91	-37.27
平均值		50.37	50.10	-0.27	50.13	-0.23	-0.04

表 5.1.2-5

主电站尾水口以下河段流量变化（丰水年）

时段		建库前	729m 方案	较建库前变化	735m 方案	较建库前变化	729m 方案-735m 方案
4 月	上旬	29.5	29.47	-0.03	29.47	-0.03	0
	中旬	34.7	34.77	0.07	34.77	0.07	0
	下旬	27.5	63.16	35.66	27.47	-0.03	35.69
5 月	上旬	153.5	128.44	-25.06	144.32	-9.18	-15.88
	中旬	110.5	83.14	-27.36	92.28	-18.22	-9.14
	下旬	96.7	102.26	5.56	66.89	-29.81	35.37
6 月	上旬	44.6	44.57	-0.03	44.57	-0.03	0
	中旬	65.6	65.57	-0.03	65.57	-0.03	0
	下旬	244.1	244.07	-0.03	244.07	-0.03	0
7 月	上旬	180.7	180.67	-0.03	180.67	-0.03	0
	中旬	74.8	74.77	-0.03	74.77	-0.03	0
	下旬	182.5	182.47	-0.03	182.47	-0.03	0
8 月	上旬	64	63.97	-0.03	63.97	-0.03	0
	中旬	60.2	60.17	-0.03	60.17	-0.03	0
	下旬	27	26.97	-0.03	26.97	-0.03	0
9 月	上旬	45.9	26.33	-19.57	25.93	-19.97	0.4
	中旬	85.4	25.9	-59.5	38.17	-47.23	-12.27
	下旬	59.7	36.18	-23.52	59.67	-0.03	-23.49
10 月	上旬	88.9	88.87	-0.03	88.87	-0.03	0
	中旬	115.8	124.21	8.41	124.21	8.41	0
	下旬	25.7	34.01	8.31	34.01	8.31	0
11 月	上旬	59.8	68.22	8.42	68.22	8.42	0
	中旬	21.9	30.22	8.32	30.22	8.32	0
	下旬	120	125.92	5.92	125.92	5.92	0
12 月	上旬	35.7	45.39	9.69	45.39	9.69	0
	中旬	14.6	18.81	4.21	22.45	7.85	-3.64
	下旬	10.5	18.87	8.37	18.86	8.36	0.01
1 月	上旬	7.9	19.02	11.12	18.99	11.09	0.03
	中旬	7.4	19.08	11.68	19.16	11.76	-0.08
	下旬	11.1	19.21	8.11	19.21	8.11	0
2 月	上旬	8.8	19.3	10.5	19.38	10.58	-0.08
	中旬	8.1	19.44	11.34	19.48	11.38	-0.04
	下旬	9	19.58	10.58	19.66	10.66	-0.08
3 月	上旬	33.5	22.19	-11.31	19.62	-13.88	2.57
	中旬	37.8	44.36	6.56	43.05	5.25	1.31
	下旬	94.8	99.17	4.37	99.17	4.37	0
最大值		244.1	244.07	35.66	244.07	11.76	35.69
最小值		7.4	18.81	-59.5	18.86	-47.23	-23.49
平均值		63.84	64.13	0.29	63.84	0.00	0.30

表 5.1.2-6

主电站尾水口以下河段流量变化（枯水年）

时段		建库前	729m 方案	较建库前变化	735m 方案	较建库前变化	729m 方案-735m 方案
4 月	上旬	33.1	33.17	0.07	33.17	0.07	0
	中旬	21.2	26.8	5.6	26.8	5.6	0
	下旬	15.9	63.22	47.32	26.89	10.99	36.33
5 月	上旬	59.1	63.33	4.23	42.52	-16.58	20.81
	中旬	76.1	26.82	-49.28	48.64	-27.46	-21.82
	下旬	142.8	123.6	-19.2	112.89	-29.91	10.71
6 月	上旬	145	144.97	-0.03	144.97	-0.03	0
	中旬	72	71.97	-0.03	71.97	-0.03	0
	下旬	98.4	98.37	-0.03	98.37	-0.03	0
7 月	上旬	35.8	35.77	-0.03	35.77	-0.03	0
	中旬	33.9	33.87	-0.03	33.87	-0.03	0
	下旬	53.2	53.17	-0.03	53.17	-0.03	0
8 月	上旬	53.5	53.57	0.07	53.57	0.07	0
	中旬	23.3	26.54	3.24	26.07	2.77	0.47
	下旬	12.4	26.62	14.22	26.19	13.79	0.43
9 月	上旬	61.4	26.46	-34.94	26.04	-35.36	0.42
	中旬	100	26.18	-73.82	51.55	-48.45	-25.37
	下旬	28.9	26.16	-2.74	28.87	-0.03	-2.71
10 月	上旬	8.9	26.13	17.23	25.51	16.61	0.62
	中旬	7.1	26.06	18.96	25.67	18.57	0.39
	下旬	7.9	25.98	18.08	25.83	17.93	0.15
11 月	上旬	19.9	18.86	-1.04	18.82	-1.08	0.04
	中旬	42.1	18.74	-23.36	23.5	-18.6	-4.76
	下旬	18.4	18.75	0.35	26.25	7.85	-7.5
12 月	上旬	14.2	18.81	4.61	21.95	7.75	-3.14
	中旬	13.8	18.84	5.04	21.55	7.75	-2.71
	下旬	11.7	18.96	7.26	19.45	7.75	-0.49
1 月	上旬	5.2	19.05	13.85	18.97	13.77	0.08
	中旬	4.5	19.2	14.7	19.16	14.66	0.04
	下旬	4.7	19.31	14.61	19.3	14.6	0.01
2 月	上旬	7.5	19.46	11.96	19.52	12.02	-0.06
	中旬	6.3	19.57	13.27	19.69	13.39	-0.12
	下旬	9.4	19.76	10.36	19.86	10.46	-0.1
3 月	上旬	7.8	19.92	12.12	20.03	12.23	-0.11
	中旬	9	20.11	11.11	17.42	8.42	2.69
	下旬	23.3	20.16	-3.14	20.27	-3.03	-0.11
最大值		145	144.97	47.32	144.97	18.57	36.33
最小值		4.5	18.74	-73.82	17.42	-48.45	-25.37
平均值		35.77	36.90	1.13	36.78	1.01	0.12

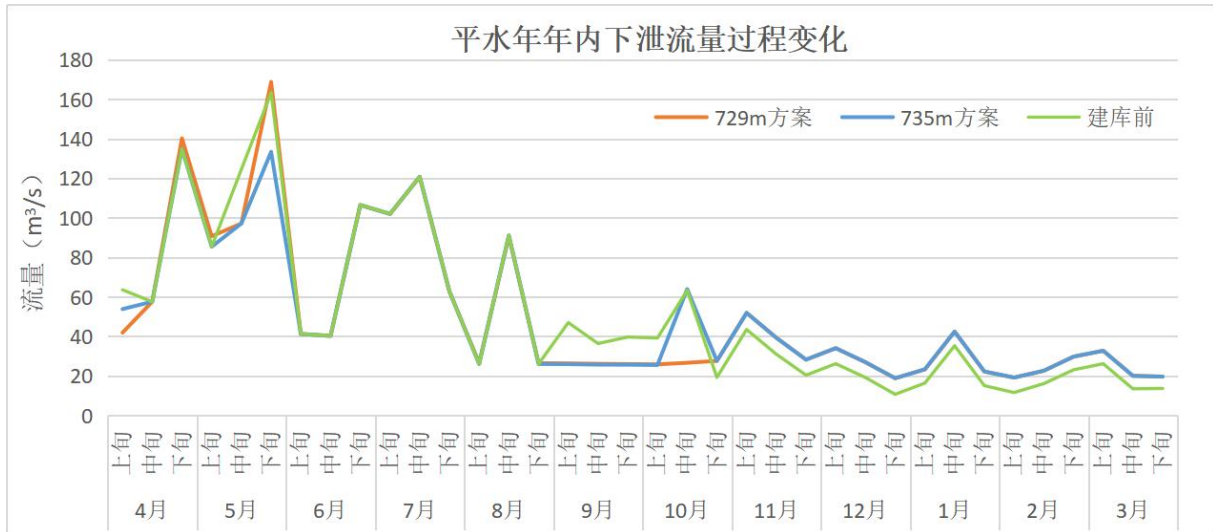


图 5.1.2-4 主电站尾水口以下河段流量变化过程图（平水年）

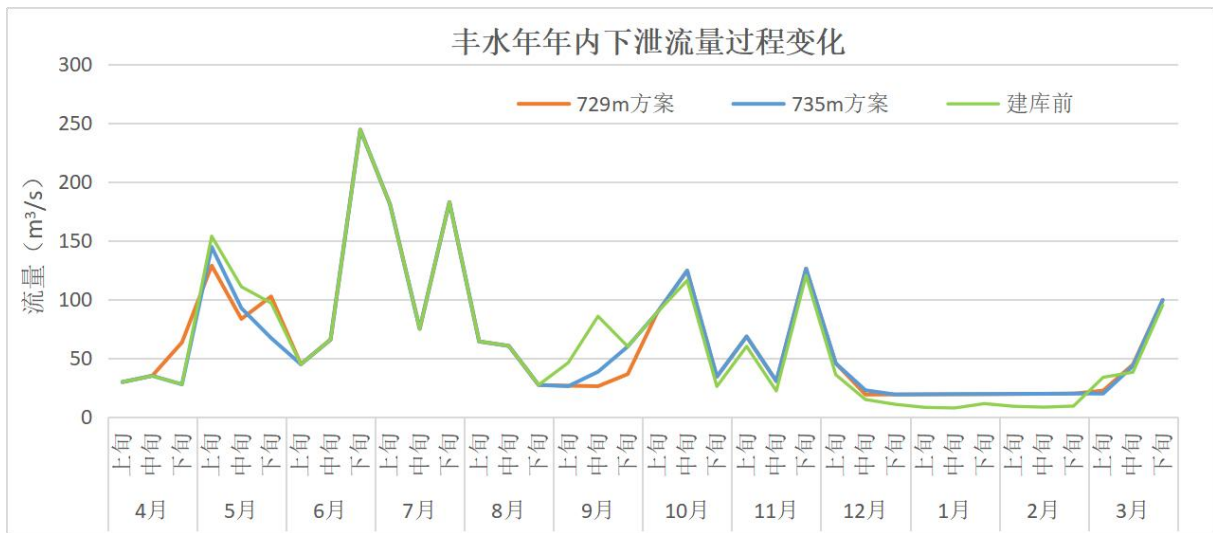


图 5.1.2-5 主电站尾水口以下河段流量变化过程图（丰水年）

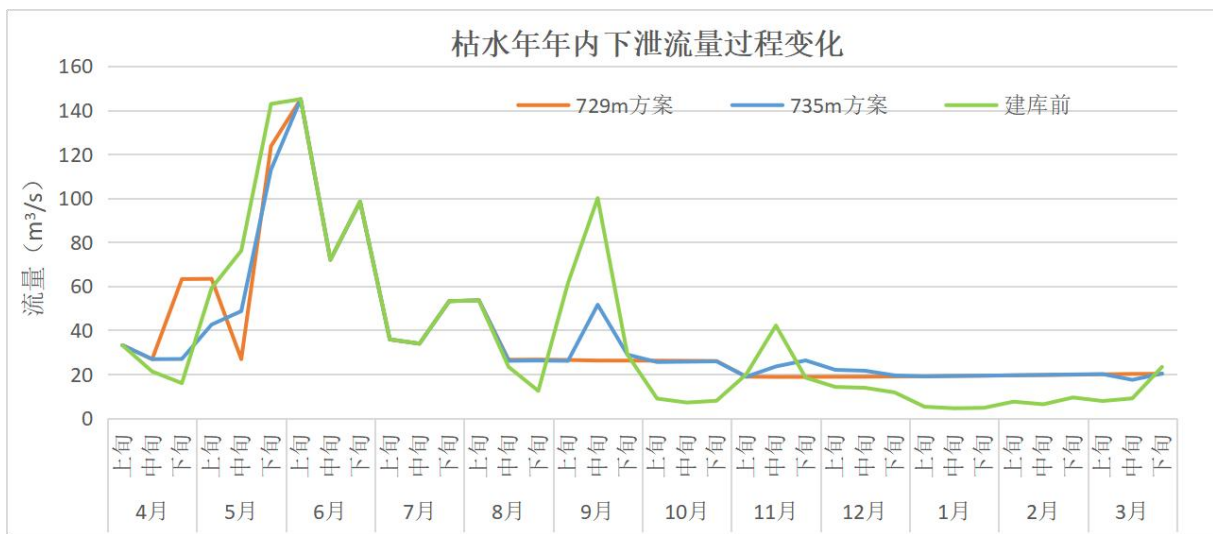


图 5.1.2-6 主电站尾水口以下河段流量变化过程图（枯水年）

## (2) 代表断面水动力条件变化

与项目环评阶段一致，选取 D018（天电减水河段，姚家平坝下 3km 宽浅断面）、D027（天电减水河段，姚家平坝下 5km 宽浅断面）、D045（甘名溪汇口附近宽浅断面）、D055（龙王塘库尾断面）作为水文情势影响分析代表断面。

### 1) 丰水年

图 5.1.2-7 和表 5.1.2-7 为典型丰水年代表断面水深变化情况，图 5.1.2-8 和表 5.1.2-8 为典型丰水年代表断面流速变化情况，图 5.1.2-9 和表 5.1.2-9 为典型丰水年代表断面水面宽变化情况。

从水深变化来看，丰水年 729m 方案 D018 断面全年旬均水深在 0.19~1.56m 之间，735m 方案全年旬均水深在 0.19~1.31m 之间。

从流速变化来看，丰水年 729m 方案 D018 断面全年旬均流速在 2.93~3.60m/s 之间，735m 方案全年旬均流速在 2.99~3.44m/s 之间。

从水面宽变化来看，丰水年 729m 方案 D018 断面全年旬均水面宽在 13.28~30.56m 之间，735m 方案全年旬均流速在 13.43~29.31m 之间。



图 5.1.2-7 坝下河段代表断面水深变化对比图（丰水年）



图 5.1.2-8 坝下河段代表断面流速变化对比图（丰水年）



图 5.1.2-9 坝下河段代表断面水面宽变化对比图（丰水年）

## 2) 平水年

图 5.1.2-10 和表 5.1.2-10 为典型平水年代表断面水深变化情况，图 5.1.2-11 和表 5.1.2-11 为典型平水年代表断面流速变化情况，图 5.1.2-12 和表 5.1.2-12 为典型平水年代表断面水面宽变化情况。

从水深变化来看，平水年 729m 方案 D018 断面全年旬均水深在 0.24~1.09m 之间，735m 方案全年旬均水深在 0.23~0.78m 之间。

从流速变化来看，平水年 729m 方案 D018 断面全年旬均流速在 2.85~3.44m/s 之间，735m 方案全年旬均流速在 2.99~3.41m/s 之间。

从水面宽变化来看，平水年 729m 方案 D018 断面全年旬均水面宽在 11.1~28.34m 之间，735m 方案全年旬均流速在 14.93~27.46m 之间。

### 3) 枯水年

图 5.1.2-13 和表 5.1.2-13 为典型枯水年代表断面水深变化情况，图 5.1.2-14 和表 5.1.2-14 为典型枯水年代表断面流速变化情况，图 5.1.2-15 和表 5.1.2-15 为典型枯水年代表断面水面宽变化情况。

从水深变化来看，枯水年 729m 方案 D018 断面全年旬均水深在 0.29~1.01m 之间，735m 方案全年旬均水深在 0.19~0.83m 之间。

从流速变化来看，枯水年 729m 方案 D018 断面全年旬均流速在 2.86~3.44m/s 之间，735m 方案全年旬均流速在 3.03~3.46m/s 之间。

从水面宽变化来看，枯水年 729m 方案 D018 断面全年旬均水面宽在 13.16~27.98m 之间，735m 方案全年旬均水面宽在 13.46~27.64m 之间。



图 5.1.2-10 坝下河段代表断面水深变化对比图（平水年）



图 5.1.2-11 坝下河段代表断面流速变化对比图（平水年）

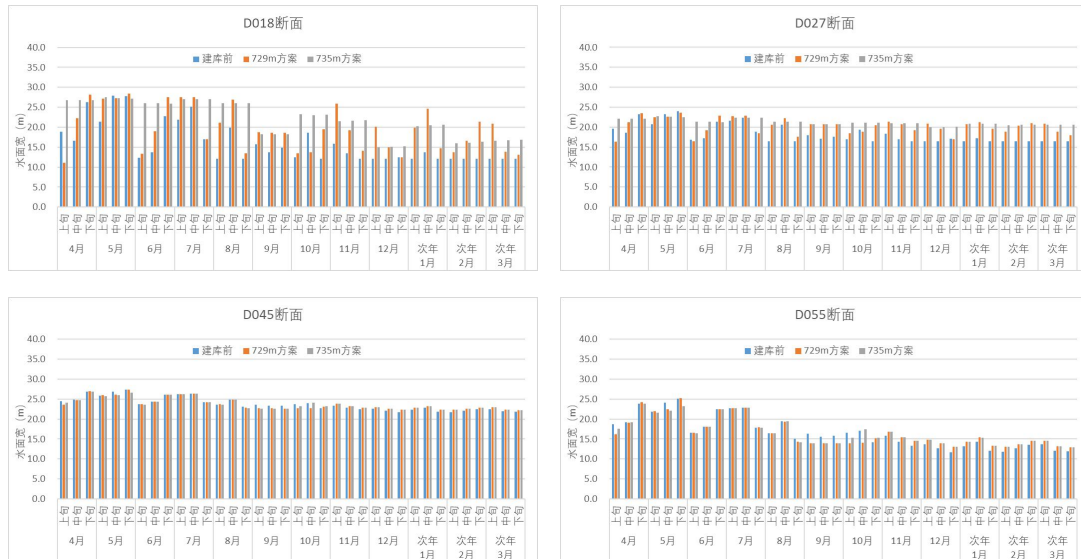


图 5.1.2-12 坝下河段代表断面水面宽变化对比图（平水年）

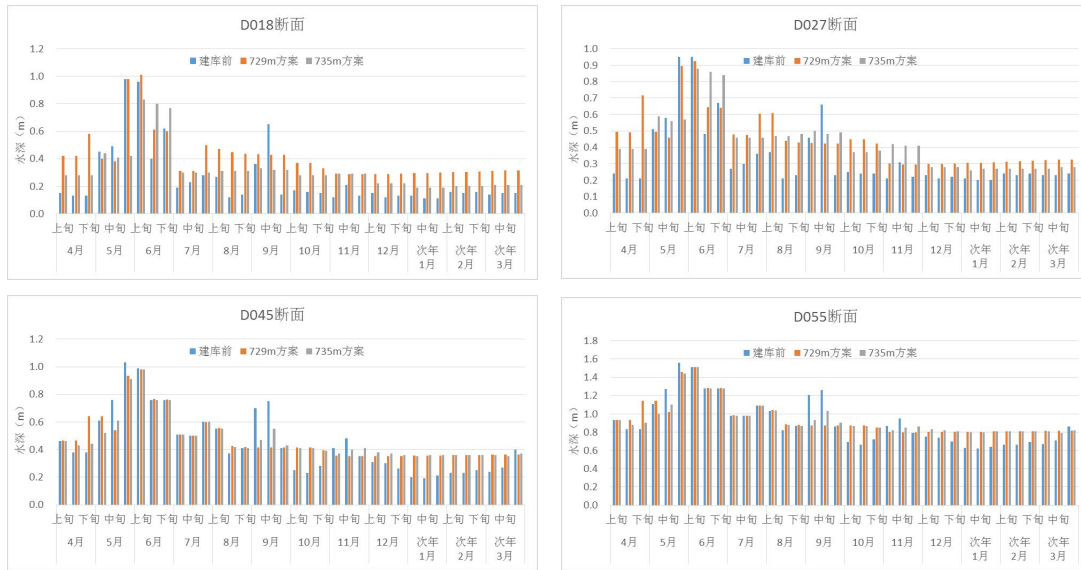


图 5.1.2-13 坝下河段代表断面水深变化对比图（枯水年）

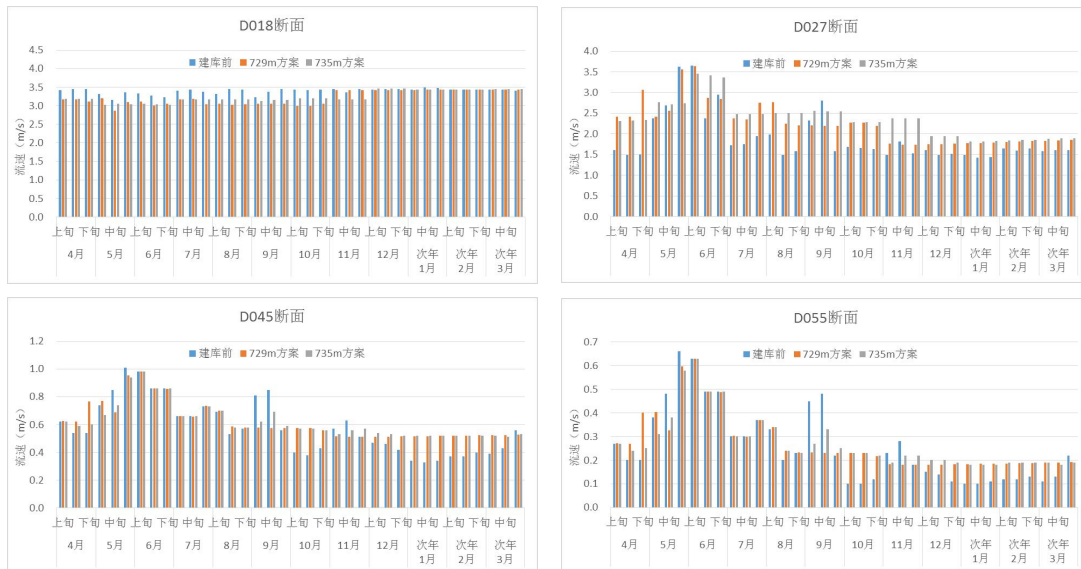


图 5.1.2-14 坝下河段代表断面流速变化对比图（枯水年）

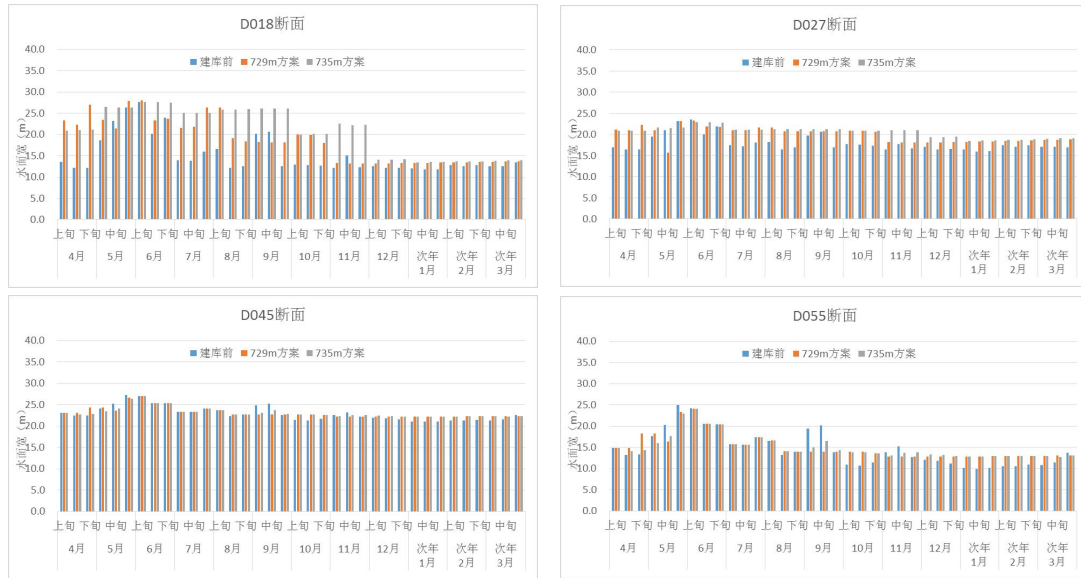


图 5.1.2-15 坝下河段代表断面水面宽变化对比图（枯水年）

表 5.1.2-7 代表断面水深变化情况（丰水年）

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m方案	735m方案	建库前	729m方案	735m方案	建库前	729m方案	735m方案	建库前	729m方案	735m方案
4月	上旬	0.12	0.27	0.29	0.22	0.40	0.41	0.44	0.44	0.44	0.90	0.90	0.90
	中旬	0.13	0.35	0.29	0.22	0.54	0.41	0.47	0.50	0.47	0.94	0.98	0.94
	下旬	0.13	0.75	0.29	0.21	0.78	0.41	0.54	0.69	0.54	1.02	1.20	1.01
5月	上旬	1.12	0.95	0.74	1.08	0.87	0.82	1.02	0.94	0.98	1.55	1.47	1.51
	中旬	0.71	0.64	0.69	0.74	0.71	0.78	0.95	0.82	0.85	1.47	1.34	1.37
	下旬	0.65	0.62	0.70	0.69	0.70	0.78	0.81	0.81	0.68	1.33	1.33	1.19
6月	上旬	0.19	0.30	0.54	0.27	0.31	0.67	0.60	0.60	0.59	1.09	1.09	1.08
	中旬	0.42	0.81	0.84	0.47	0.83	0.88	0.92	0.92	0.92	1.45	1.45	1.45
	下旬	1.50	1.56	1.31	1.33	1.42	1.22	1.34	1.34	1.34	1.94	1.94	1.94
7月	上旬	1.13	1.23	1.19	1.04	1.13	1.14	1.14	1.14	1.14	1.69	1.69	1.69
	中旬	0.45	0.86	0.98	0.50	0.82	0.99	0.88	0.88	0.88	1.40	1.40	1.40
	下旬	1.21	1.14	1.14	1.11	1.04	1.10	1.08	1.08	1.08	1.62	1.62	1.62
8月	上旬	0.35	0.65	0.36	0.43	0.68	0.52	0.68	0.68	0.68	1.19	1.19	1.19
	中旬	0.31	0.36	0.34	0.41	0.55	0.51	0.59	0.59	0.59	1.08	1.08	1.08
	下旬	0.13	0.28	0.35	0.21	0.42	0.51	0.47	0.43	0.43	0.94	0.89	0.89
9月	上旬	0.25	0.29	0.31	0.32	0.42	0.47	0.62	0.41	0.44	1.12	0.87	0.90
	中旬	0.51	0.34	0.30	0.60	0.42	0.45	0.74	0.43	0.54	1.25	0.90	1.02
	下旬	0.34	0.54	0.30	0.41	0.58	0.46	0.69	0.58	0.68	1.20	1.07	1.19
10月	上旬	0.59	0.73	0.67	0.61	0.83	0.76	0.84	0.84	0.85	1.36	1.37	1.38
	中旬	0.77	0.73	0.66	0.78	0.83	0.75	0.80	0.85	0.85	1.33	1.37	1.37
	下旬	0.14	0.43	0.66	0.22	0.41	0.76	0.50	0.56	0.56	0.98	1.05	1.05
11月	上旬	0.31	0.39	0.58	0.40	0.54	0.69	0.57	0.62	0.62	1.06	1.12	1.12
	中旬	0.13	0.41	0.58	0.21	0.51	0.70	0.57	0.62	0.62	1.06	1.12	1.12

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案
	下旬	1.06	0.86	0.58	0.81	0.88	0.70	0.84	0.88	0.88	1.36	1.40	1.40
12月	上旬	0.16	0.42	0.23	0.25	0.53	0.29	0.48	0.54	0.55	0.96	1.02	1.03
	中旬	0.12	0.19	0.23	0.21	0.31	0.30	0.32	0.37	0.39	0.76	0.82	0.84
	下旬	0.13	0.19	0.24	0.22	0.31	0.30	0.26	0.35	0.35	0.70	0.80	0.80
次年 1月	上旬	0.18	0.19	0.19	0.25	0.31	0.26	0.24	0.35	0.35	0.67	0.80	0.80
	中旬	0.16	0.19	0.19	0.24	0.31	0.26	0.24	0.35	0.36	0.68	0.80	0.80
	下旬	0.12	0.19	0.19	0.21	0.31	0.26	0.27	0.36	0.36	0.70	0.80	0.81
次年 2月	上旬	0.17	0.19	0.19	0.25	0.31	0.27	0.25	0.36	0.36	0.68	0.81	0.81
	中旬	0.17	0.19	0.19	0.25	0.32	0.27	0.24	0.36	0.36	0.68	0.81	0.81
	下旬	0.17	0.20	0.20	0.25	0.33	0.27	0.30	0.36	0.36	0.74	0.81	0.81
次年 3月	上旬	0.19	0.19	0.29	0.28	0.35	0.41	0.46	0.49	0.39	0.92	0.96	0.84
	中旬	0.21	0.27	0.29	0.30	0.35	0.41	0.55	0.58	0.57	1.04	1.07	1.06
	下旬	0.61	0.75	0.29	0.65	0.85	0.42	0.86	0.88	0.88	1.39	1.41	1.41
最大值		1.50	1.56	1.31	1.33	1.42	1.22	1.34	1.34	1.34	1.94	1.94	1.94
最小值		0.12	0.19	0.19	0.21	0.31	0.26	0.24	0.35	0.35	0.67	0.80	0.80
平均值		0.42	0.52	0.48	0.46	0.59	0.57	0.63	0.64	0.64	1.12	1.13	1.13

表 5.1.2-8 代表断面流速变化情况（丰水年）

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案
4月	上旬	3.45	3.18	3.17	1.50	2.32	2.36	0.60	0.60	0.60	0.25	0.25	0.25
	中旬	3.45	3.11	3.17	1.50	2.41	2.36	0.63	0.66	0.63	0.27	0.30	0.27
	下旬	3.45	3.02	3.17	1.49	3.24	2.36	0.68	0.81	0.68	0.33	0.44	0.32
5月	上旬	3.26	3.06	3.02	3.75	3.49	3.31	1.00	0.95	0.98	0.65	0.60	0.63
	中旬	3.31	3.00	3.00	3.02	3.07	3.22	0.96	0.90	0.91	0.60	0.53	0.55
	下旬	3.25	3.02	3.00	2.90	3.01	3.23	0.89	0.89	0.80	0.52	0.52	0.43
6月	上旬	3.38	3.33	2.99	1.75	1.80	2.96	0.73	0.74	0.73	0.37	0.37	0.36
	中旬	3.43	3.18	3.09	2.23	3.35	3.47	0.95	0.95	0.95	0.59	0.59	0.59
	下旬	3.64	3.60	3.34	3.66	4.84	3.27	1.26	1.26	1.26	0.88	0.88	0.88
7月	上旬	3.54	3.29	3.26	3.52	4.14	3.17	1.09	1.09	1.09	0.73	0.73	0.73
	中旬	3.37	3.05	3.13	2.32	3.27	3.51	0.93	0.93	0.93	0.56	0.56	0.56
	下旬	3.48	3.22	3.22	3.07	3.93	2.99	1.05	1.05	1.05	0.69	0.69	0.69
8月	上旬	3.35	3.00	3.10	2.16	2.95	2.62	0.80	0.80	0.80	0.43	0.43	0.43
	中旬	3.29	3.11	3.12	2.16	2.57	2.59	0.73	0.73	0.73	0.36	0.36	0.36
	下旬	3.45	3.05	3.11	1.49	1.84	2.59	0.63	0.59	0.59	0.27	0.24	0.24
9月	上旬	3.44	3.43	3.17	1.79	1.84	2.50	0.75	0.58	0.60	0.39	0.23	0.25
	中旬	3.19	3.39	3.17	2.75	1.94	2.46	0.84	0.59	0.69	0.47	0.25	0.33
	下旬	3.38	3.04	3.17	2.10	2.67	2.47	0.81	0.72	0.80	0.44	0.36	0.43

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案
10月	上旬	3.38	3.04	3.00	2.64	3.40	3.18	0.91	0.91	0.92	0.54	0.54	0.55
	中旬	3.30	3.07	3.00	3.16	3.38	3.16	0.88	0.90	0.90	0.52	0.54	0.54
	下旬	3.44	3.28	3.00	1.55	2.13	3.17	0.66	0.70	0.70	0.30	0.34	0.34
11月	上旬	3.29	3.12	2.99	2.12	2.57	3.02	0.71	0.75	0.75	0.35	0.39	0.39
	中旬	3.45	3.14	2.99	1.49	2.41	3.03	0.71	0.75	0.75	0.35	0.39	0.39
	下旬	3.41	3.08	2.99	3.15	3.51	3.03	0.90	0.92	0.92	0.54	0.56	0.56
12月	上旬	3.41	3.15	3.39	1.66	2.53	2.04	0.64	0.69	0.69	0.28	0.33	0.33
	中旬	3.45	3.15	3.39	1.49	1.56	2.04	0.47	0.53	0.55	0.15	0.19	0.21
	下旬	3.45	3.10	3.38	1.52	1.56	2.06	0.42	0.51	0.52	0.11	0.18	0.18
次年 1月	上旬	3.42	3.43	3.43	1.73	1.79	1.80	0.38	0.51	0.52	0.10	0.18	0.18
	中旬	3.42	3.43	3.43	1.65	1.80	1.80	0.39	0.52	0.52	0.10	0.18	0.18
	下旬	3.45	3.43	3.43	1.49	1.80	1.81	0.42	0.52	0.52	0.11	0.18	0.18
次年 2月	上旬	3.43	3.43	3.43	1.72	1.80	1.82	0.40	0.52	0.52	0.10	0.18	0.19
	中旬	3.43	3.43	3.43	1.71	1.81	1.82	0.39	0.52	0.52	0.10	0.19	0.19
	下旬	3.43	3.44	3.44	1.69	1.85	1.83	0.45	0.52	0.52	0.14	0.19	0.19
次年 3月	上旬	3.38	3.21	3.17	1.73	1.85	2.37	0.61	0.64	0.55	0.26	0.29	0.21
	中旬	3.37	2.93	3.17	1.78	1.84	2.37	0.70	0.72	0.71	0.34	0.36	0.35
	下旬	3.30	3.15	3.17	2.80	3.42	2.38	0.91	0.93	0.93	0.55	0.57	0.57
最大值		3.64	3.60	3.44	3.75	4.84	3.51	1.26	1.26	1.26	0.88	0.88	0.88
最小值		3.19	2.93	2.99	1.49	1.56	1.80	0.38	0.51	0.52	0.10	0.18	0.18
平均值		3.40	3.20	3.18	2.17	2.60	2.62	0.73	0.75	0.75	0.38	0.39	0.39

表 5.1.2-9 代表断面水面宽变化情况（丰水年）

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案
4月	上旬	12.12	21.26	22.18	16.44	20.92	21.00	22.86	22.85	22.85	14.41	14.38	14.38
	中旬	12.16	25.25	22.18	16.50	21.35	21.00	23.05	23.33	23.05	14.95	15.65	14.95
	下旬	12.11	25.23	22.19	16.42	22.55	21.00	23.62	24.76	23.56	16.34	19.19	16.21
5月	上旬	28.69	27.69	27.35	24.00	23.01	22.67	27.20	26.65	26.91	24.76	23.45	24.08
	中旬	23.39	26.91	27.18	21.41	22.22	22.49	26.67	25.69	25.94	23.50	21.45	21.95
	下旬	22.48	26.69	27.20	21.14	22.13	22.52	25.60	25.61	24.66	21.22	21.24	18.96
6月	上旬	14.30	13.90	26.72	17.80	18.35	22.02	24.03	24.04	23.97	17.41	17.43	17.27
	中旬	17.12	26.47	27.69	18.71	22.81	23.00	26.44	26.44	26.44	23.09	23.09	23.09
	下旬	30.44	30.56	29.31	25.66	25.83	24.61	29.65	29.65	29.65	30.98	30.97	30.97
7月	上旬	25.73	29.03	28.87	23.38	24.34	24.18	28.10	28.10	28.10	26.97	26.97	26.97
	中旬	17.89	27.30	28.14	19.18	22.61	23.46	26.16	26.16	26.16	22.44	22.44	22.44
	下旬	28.13	28.60	28.69	24.39	23.92	24.01	27.64	27.64	27.64	25.84	25.84	25.84

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案
8月	上旬	17.08	26.72	26.18	18.87	22.02	21.43	24.66	24.66	24.66	18.96	18.95	18.96
	中旬	18.32	24.24	26.12	19.26	21.35	21.37	23.96	23.95	23.95	17.22	17.22	17.22
	下旬	12.11	20.34	26.12	16.43	20.18	21.37	23.07	22.74	22.73	14.99	14.17	14.15
9月	上旬	13.86	13.28	25.58	17.26	20.16	21.22	24.20	22.65	22.84	17.82	13.95	14.40
	中旬	23.86	14.74	24.74	21.28	20.15	21.16	25.10	22.80	23.60	20.03	14.32	16.34
	下旬	16.64	25.33	24.93	18.63	21.53	21.17	24.75	23.91	24.68	19.18	17.10	19.02
10月	上旬	19.66	27.52	27.11	20.09	22.84	22.43	25.83	25.89	25.91	21.77	21.90	21.97
	中旬	23.79	27.51	27.08	21.89	22.83	22.39	25.58	25.97	25.97	21.17	21.91	21.91
	下旬	12.47	18.87	27.09	16.79	19.90	22.41	23.32	23.74	23.74	15.62	16.70	16.69
11月	上旬	17.75	24.10	26.82	18.91	21.33	22.12	23.82	24.22	24.22	16.89	17.87	17.87
	中旬	12.11	20.26	26.83	16.42	20.04	22.14	23.84	24.22	24.22	16.91	17.85	17.84
	下旬	22.45	27.74	26.84	21.34	23.06	22.15	25.86	26.14	26.14	21.74	22.36	22.36
12月	上旬	13.83	23.19	15.14	17.31	21.25	20.05	23.18	23.61	23.65	15.27	16.36	16.46
	中旬	12.11	13.83	15.24	16.42	19.74	20.08	21.91	22.29	22.46	12.12	13.06	13.47
	下旬	12.24	13.96	15.40	16.62	19.62	20.17	21.51	22.19	22.20	11.17	12.81	12.84
次年 1月	上旬	13.11	13.41	13.43	18.00	18.42	18.46	21.31	22.19	22.20	10.71	12.82	12.82
	中旬	12.78	13.42	13.45	17.49	18.44	18.49	21.37	22.20	22.21	10.84	12.84	12.85
	下旬	12.11	13.44	13.48	16.41	18.47	18.52	21.54	22.21	22.21	11.22	12.86	12.86
次年 2月	上旬	13.09	13.45	13.50	17.93	18.48	18.56	21.39	22.22	22.22	10.89	12.87	12.89
	中旬	13.04	13.48	13.54	17.88	18.52	18.60	21.37	22.23	22.23	10.83	12.90	12.91
	下旬	12.97	13.66	13.57	17.76	18.77	18.65	21.78	22.26	22.24	11.81	12.99	12.92
次年 3月	上旬	14.40	14.56	22.40	17.45	15.80	21.01	22.97	23.19	22.45	14.73	15.28	13.46
	中旬	15.03	16.79	22.25	17.53	18.37	21.00	23.69	23.90	23.84	16.56	17.08	16.93
	下旬	21.53	27.58	22.50	20.97	22.89	21.02	26.04	26.20	26.20	22.15	22.52	22.53
最大值		30.44	30.56	29.31	25.66	25.83	24.61	29.65	29.65	29.65	30.98	30.97	30.97
最小值		12.11	13.28	13.43	16.41	15.80	18.46	21.31	22.19	22.20	10.71	12.81	12.82
平均值		17.25	21.40	22.97	19.00	20.95	21.33	24.25	24.35	24.33	17.85	18.08	18.02

表 5.1.2-10 代表断面水深变化情况（平水年）

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案
4月	上旬	0.50	0.44	0.57	0.54	0.51	0.69	0.66	0.54	0.61	1.17	1.02	1.10
	中旬	0.37	0.42	0.57	0.43	0.54	0.69	0.70	0.69	0.69	1.20	1.19	1.20
	下旬	0.94	0.93	0.57	0.92	0.95	0.69	0.97	0.99	0.97	1.50	1.52	1.50
5月	上旬	0.54	0.83	0.78	0.60	0.76	0.84	0.84	0.85	0.83	1.37	1.38	1.35
	中旬	0.88	0.75	0.72	0.91	0.79	0.80	0.98	0.88	0.85	1.51	1.41	1.38
	下旬	1.09	1.09	0.70	1.03	0.99	0.78	1.04	1.04	0.93	1.57	1.58	1.45

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案
6月	上旬	0.14	0.29	0.32	0.22	0.46	0.49	0.55	0.55	0.55	1.04	1.04	1.03
	中旬	0.16	0.46	0.32	0.25	0.49	0.49	0.63	0.63	0.63	1.13	1.13	1.13
	下旬	0.66	0.71	0.31	0.69	0.84	0.47	0.88	0.88	0.88	1.41	1.41	1.41
7月	上旬	0.61	0.90	0.65	0.64	0.82	0.74	0.89	0.89	0.89	1.42	1.42	1.42
	中旬	0.84	0.91	0.65	0.85	0.83	0.74	0.90	0.90	0.90	1.43	1.43	1.43
	下旬	0.36	0.38	0.65	0.42	0.41	0.74	0.62	0.62	0.62	1.12	1.12	1.12
8月	上旬	0.12	0.53	0.33	0.21	0.50	0.49	0.55	0.55	0.55	1.03	1.03	1.03
	中旬	0.53	0.66	0.33	0.56	0.72	0.49	0.70	0.70	0.70	1.21	1.21	1.21
	下旬	0.13	0.28	0.33	0.21	0.28	0.49	0.47	0.43	0.43	0.94	0.89	0.89
9月	上旬	0.21	0.44	0.26	0.31	0.43	0.34	0.54	0.46	0.41	1.02	0.87	0.87
	中旬	0.19	0.44	0.26	0.28	0.43	0.34	0.50	0.45	0.41	0.97	0.87	0.87
	下旬	0.22	0.44	0.26	0.31	0.43	0.34	0.51	0.45	0.41	0.99	0.87	0.87
10月	上旬	0.14	0.30	0.29	0.23	0.31	0.43	0.56	0.58	0.49	1.04	0.87	0.96
	中旬	0.36	0.32	0.29	0.45	0.33	0.42	0.58	0.58	0.60	1.07	0.88	1.09
	下旬	0.13	0.36	0.29	0.21	0.44	0.43	0.43	0.52	0.49	0.89	0.95	0.96
11月	上旬	0.34	0.42	0.29	0.40	0.55	0.40	0.51	0.57	0.57	0.99	1.06	1.06
	中旬	0.14	0.42	0.29	0.24	0.44	0.40	0.43	0.49	0.49	0.89	0.97	0.97
	下旬	0.12	0.33	0.29	0.21	0.34	0.40	0.38	0.44	0.44	0.83	0.91	0.91
12月	上旬	0.12	0.42	0.23	0.21	0.45	0.29	0.40	0.46	0.46	0.86	0.93	0.93
	中旬	0.13	0.35	0.23	0.21	0.36	0.29	0.34	0.41	0.41	0.79	0.87	0.87
	下旬	0.14	0.24	0.23	0.23	0.25	0.30	0.29	0.37	0.37	0.73	0.82	0.82
次年 1月	上旬	0.12	0.42	0.28	0.21	0.45	0.38	0.37	0.43	0.43	0.83	0.89	0.89
	中旬	0.15	0.48	0.28	0.25	0.52	0.38	0.44	0.49	0.49	0.90	0.96	0.96
	下旬	0.12	0.35	0.28	0.21	0.36	0.38	0.31	0.38	0.38	0.75	0.83	0.83
次年 2月	上旬	0.12	0.32	0.24	0.21	0.33	0.30	0.30	0.36	0.36	0.73	0.82	0.82
	中旬	0.12	0.40	0.24	0.21	0.40	0.30	0.34	0.40	0.40	0.79	0.86	0.86
	下旬	0.12	0.49	0.25	0.21	0.47	0.31	0.39	0.44	0.44	0.85	0.91	0.91
次年 3月	上旬	0.12	0.48	0.25	0.21	0.46	0.31	0.40	0.45	0.45	0.85	0.91	0.91
	中旬	0.12	0.32	0.25	0.21	0.33	0.31	0.31	0.37	0.37	0.76	0.83	0.83
	下旬	0.12	0.28	0.25	0.21	0.29	0.32	0.30	0.36	0.36	0.74	0.81	0.81
最大值		1.09	1.09	0.78	1.03	0.99	0.84	1.04	1.04	0.97	1.57	1.58	1.50
最小值		0.12	0.24	0.23	0.21	0.25	0.29	0.29	0.36	0.36	0.73	0.81	0.81
平均值		0.31	0.49	0.37	0.38	0.51	0.47	0.56	0.57	0.56	1.04	1.04	1.05

表 5.1.2-11

代表断面流速变化情况（平水年）

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案
4月	上旬	3.40	3.22	2.99	2.46	2.47	3.01	0.79	0.69	0.74	0.42	0.32	0.38
	中旬	3.42	3.16	2.99	2.13	2.55	3.01	0.81	0.80	0.81	0.44	0.43	0.44
	下旬	3.28	3.12	2.99	3.57	3.48	3.01	0.97	0.98	0.97	0.62	0.63	0.62
5月	上旬	3.24	3.01	3.03	2.68	3.19	3.37	0.91	0.91	0.90	0.54	0.55	0.53
	中旬	3.16	3.02	3.01	3.54	3.28	3.27	0.98	0.93	0.92	0.63	0.56	0.55
	下旬	3.40	3.17	3.00	3.87	3.81	3.23	1.02	1.02	0.95	0.67	0.67	0.59
6月	上旬	3.44	3.40	3.15	1.55	1.87	2.54	0.70	0.70	0.69	0.34	0.34	0.33
	中旬	3.41	3.21	3.15	1.64	2.48	2.54	0.76	0.76	0.76	0.39	0.39	0.39
	下旬	3.35	3.04	3.17	2.93	3.40	2.51	0.93	0.93	0.93	0.57	0.57	0.57
7月	上旬	3.34	3.03	3.00	2.86	3.37	3.14	0.94	0.94	0.94	0.57	0.57	0.57
	中旬	3.25	3.04	3.00	3.33	3.38	3.14	0.94	0.94	0.94	0.58	0.58	0.58
	下旬	3.36	2.95	3.00	2.15	2.03	3.14	0.75	0.75	0.75	0.39	0.39	0.39
8月	上旬	3.64	3.20	3.14	1.49	2.41	2.55	0.69	0.69	0.69	0.33	0.33	0.33
	中旬	3.37	3.03	3.14	2.60	3.08	2.55	0.81	0.81	0.81	0.45	0.45	0.45
	下旬	3.45	3.40	3.14	1.49	1.68	2.55	0.63	0.59	0.59	0.28	0.24	0.24
9月	上旬	3.34	3.23	3.24	1.83	2.22	2.20	0.69	0.58	0.57	0.33	0.23	0.23
	中旬	3.40	3.24	3.25	1.69	2.22	2.20	0.65	0.58	0.57	0.30	0.23	0.23
	下旬	3.38	3.24	3.25	1.80	2.22	2.20	0.66	0.57	0.57	0.31	0.23	0.23
10月	上旬	3.44	3.43	3.16	1.58	1.80	2.40	0.70	0.58	0.64	0.34	0.23	0.29
	中旬	3.26	3.44	3.17	2.25	1.86	2.39	0.72	0.58	0.73	0.36	0.24	0.37
	下旬	3.45	3.27	3.17	1.50	2.23	2.40	0.58	0.63	0.64	0.24	0.28	0.29
11月	上旬	3.39	3.11	3.18	2.04	2.59	2.34	0.66	0.71	0.71	0.31	0.35	0.35
	中旬	3.42	3.24	3.18	1.60	2.24	2.34	0.59	0.65	0.65	0.24	0.29	0.29
	下旬	3.45	3.44	3.18	1.49	1.91	2.35	0.54	0.60	0.60	0.20	0.25	0.25
12月	上旬	3.45	3.20	3.41	1.49	2.28	2.02	0.56	0.62	0.62	0.22	0.27	0.27
	中旬	3.45	3.39	3.40	1.49	1.98	2.03	0.50	0.57	0.57	0.17	0.23	0.23
	下旬	3.44	3.43	3.39	1.58	1.57	2.04	0.45	0.53	0.53	0.13	0.19	0.19
次年 1月	上旬	3.45	3.05	3.20	1.49	2.26	2.29	0.53	0.59	0.59	0.20	0.24	0.24
	中旬	3.41	2.98	3.19	1.64	2.51	2.29	0.60	0.64	0.64	0.25	0.29	0.29
	下旬	3.45	2.85	3.19	1.49	1.97	2.30	0.47	0.54	0.54	0.15	0.20	0.20
次年 2月	上旬	3.45	2.86	3.34	1.49	1.86	2.10	0.45	0.53	0.53	0.14	0.19	0.19
	中旬	3.45	3.02	3.33	1.49	2.12	2.11	0.50	0.56	0.56	0.17	0.22	0.22
	下旬	3.45	2.88	3.32	1.49	2.33	2.12	0.55	0.60	0.60	0.21	0.25	0.25
次年 3月	上旬	3.45	2.89	3.31	1.49	2.31	2.13	0.56	0.61	0.61	0.22	0.26	0.26
	中旬	3.45	2.86	3.31	1.49	1.85	2.14	0.47	0.54	0.54	0.15	0.20	0.20
	下旬	3.45	2.86	3.30	1.49	1.72	2.14	0.46	0.52	0.52	0.14	0.19	0.19
最大值		3.64	3.44	3.41	3.87	3.81	3.37	1.02	1.02	0.97	0.67	0.67	0.62
最小值		3.16	2.85	2.99	1.49	1.57	2.02	0.45	0.52	0.52	0.13	0.19	0.19
平均值		3.40	3.14	3.18	2.01	2.40	2.50	0.68	0.69	0.69	0.33	0.34	0.34

表 5.1.2-12

代表断面水面宽变化情况（平水年）

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案
4月	上旬	18.81	11.10	26.81	19.61	16.28	22.11	24.53	23.56	24.10	18.63	16.24	17.60
	中旬	16.65	22.20	26.81	18.53	21.28	22.11	24.78	24.71	24.74	19.25	19.07	19.14
	下旬	26.30	28.12	26.81	23.22	24.64	22.11	26.86	27.02	26.86	23.88	24.27	23.88
5月	上旬	21.37	23.13	27.46	20.71	22.45	22.78	25.85	25.95	25.75	21.83	22.01	21.58
	中旬	27.87	27.31	27.27	23.17	22.62	22.58	26.91	26.15	25.96	24.05	22.45	22.08
	下旬	27.72	28.34	27.20	23.95	23.66	22.52	27.35	27.36	26.56	25.15	25.16	23.23
6月	上旬	12.39	18.35	26.06	16.79	18.75	21.30	23.69	23.70	23.64	16.56	16.58	16.43
	中旬	13.65	19.02	26.06	17.16	21.22	21.29	24.29	24.28	24.28	18.02	18.02	18.02
	下旬	22.79	27.52	25.95	21.39	22.84	21.24	26.13	26.13	26.13	22.47	22.47	22.47
7月	上旬	21.85	27.46	27.04	21.57	22.78	22.35	26.23	26.23	26.23	22.71	22.71	22.71
	中旬	25.14	27.50	27.04	22.30	22.82	22.35	26.34	26.34	26.35	22.81	22.81	22.81
	下旬	16.99	18.45	27.04	18.78	18.50	22.35	24.20	24.23	24.20	17.83	17.91	17.83
8月	上旬	12.11	21.14	26.07	16.41	20.66	21.31	23.64	23.65	23.64	16.42	16.44	16.42
	中旬	19.87	26.95	26.07	20.55	22.25	21.31	24.84	24.83	24.84	19.38	19.36	19.38
	下旬	12.11	13.49	26.07	16.42	17.62	21.31	23.10	22.77	22.75	15.07	14.24	14.18
9月	上旬	15.69	18.69	18.28	17.92	20.77	20.74	23.60	22.66	22.64	16.33	13.96	13.90
	中旬	13.67	18.58	18.21	17.11	20.76	20.73	23.30	22.65	22.62	15.56	13.93	13.87
	下旬	14.80	18.56	18.22	17.60	20.76	20.74	23.39	22.64	22.62	15.81	13.91	13.86
10月	上旬	12.48	13.44	23.21	17.00	18.47	21.06	23.71	22.65	23.20	16.61	13.93	15.31
	中旬	18.65	13.73	22.96	19.29	18.87	21.05	23.91	22.70	24.03	17.12	14.05	17.41
	下旬	12.11	19.54	23.08	16.42	20.45	21.05	22.73	23.13	23.19	14.15	15.15	15.30
11月	上旬	15.79	25.95	21.54	18.31	21.37	20.95	23.39	23.81	23.81	15.79	16.86	16.86
	中旬	13.52	19.30	21.62	16.95	20.74	20.96	22.78	23.24	23.24	14.26	15.42	15.42
	下旬	12.11	14.09	21.72	16.41	19.22	20.97	22.40	22.88	22.88	13.33	14.51	14.51
12月	上旬	12.11	18.16	14.93	16.41	20.86	19.93	22.55	23.00	23.00	13.68	14.82	14.82
	中旬	12.11	14.97	15.05	16.42	19.61	19.99	22.11	22.62	22.62	12.62	13.87	13.87
	下旬	12.51	12.45	15.19	17.03	16.97	20.06	21.72	22.29	22.29	11.67	13.05	13.05
次年 1月	上旬	12.10	18.22	20.23	16.40	20.71	20.87	22.34	22.78	22.78	13.19	14.27	14.27
	中旬	13.65	18.62	20.44	17.15	21.24	20.88	22.81	23.22	23.22	14.35	15.36	15.36
	下旬	12.11	14.66	20.66	16.42	19.53	20.90	21.88	22.38	22.38	12.05	13.29	13.29
次年 2月	上旬	12.11	13.70	15.96	16.41	18.83	20.45	21.75	22.28	22.28	11.74	13.02	13.02
	中旬	12.10	16.65	16.15	16.41	20.39	20.54	22.11	22.55	22.55	12.63	13.68	13.69
	下旬	12.11	21.31	16.35	16.41	20.94	20.61	22.48	22.88	22.88	13.52	14.51	14.51
次年 3月	上旬	12.11	20.84	16.54	16.41	20.91	20.62	22.52	22.91	22.91	13.61	14.58	14.58
	中旬	12.11	13.86	16.67	16.42	18.79	20.63	21.89	22.34	22.34	12.08	13.19	13.19
	下旬	12.11	13.08	16.83	16.41	17.95	20.64	21.82	22.23	22.24	11.89	12.92	12.92
最大值		27.87	28.34	27.46	23.95	24.64	22.78	27.35	27.36	26.86	25.15	25.16	23.88
最小值		12.10	11.10	14.93	16.40	16.28	19.93	21.72	22.23	22.24	11.67	12.92	12.92
平均值		15.88	19.40	22.04	18.22	20.46	21.21	23.72	23.74	23.77	16.56	16.61	16.69

表 5.1.2-13

代表断面水深变化情况（枯水年）

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案
4月	上旬	0.15	0.42	0.28	0.24	0.49	0.39	0.46	0.46	0.46	0.93	0.93	0.93
	中旬	0.13	0.42	0.28	0.21	0.49	0.39	0.38	0.46	0.43	0.83	0.93	0.88
	下旬	0.13	0.58	0.28	0.21	0.72	0.39	0.38	0.64	0.44	0.83	1.14	0.90
5月	上旬	0.45	0.40	0.44	0.51	0.49	0.59	0.61	0.64	0.52	1.11	1.14	1.00
	中旬	0.49	0.38	0.41	0.58	0.46	0.56	0.76	0.54	0.61	1.27	1.02	1.10
	下旬	0.98	0.98	0.42	0.95	0.90	0.57	1.03	0.93	0.91	1.56	1.46	1.44
6月	上旬	0.96	1.01	0.83	0.95	0.93	0.88	0.99	0.98	0.98	1.51	1.51	1.51
	中旬	0.40	0.61	0.80	0.48	0.64	0.86	0.76	0.76	0.76	1.28	1.28	1.28
	下旬	0.62	0.60	0.77	0.67	0.64	0.84	0.76	0.76	0.76	1.28	1.28	1.28
7月	上旬	0.19	0.31	0.30	0.27	0.48	0.46	0.51	0.51	0.51	0.98	0.98	0.98
	中旬	0.23	0.31	0.30	0.30	0.47	0.46	0.50	0.50	0.50	0.98	0.98	0.98
	下旬	0.28	0.50	0.30	0.36	0.60	0.46	0.60	0.60	0.60	1.09	1.09	1.09
8月	上旬	0.27	0.47	0.31	0.37	0.61	0.47	0.55	0.56	0.55	1.03	1.04	1.04
	中旬	0.12	0.45	0.31	0.21	0.44	0.47	0.37	0.42	0.42	0.82	0.88	0.88
	下旬	0.14	0.44	0.31	0.23	0.43	0.48	0.41	0.42	0.41	0.87	0.88	0.87
9月	上旬	0.36	0.43	0.33	0.46	0.43	0.50	0.70	0.42	0.47	1.21	0.87	0.93
	中旬	0.65	0.43	0.32	0.66	0.42	0.48	0.75	0.41	0.55	1.26	0.87	1.03
	下旬	0.14	0.43	0.32	0.23	0.42	0.49	0.41	0.41	0.43	0.86	0.87	0.90
10月	上旬	0.17	0.37	0.28	0.25	0.45	0.37	0.25	0.41	0.41	0.69	0.87	0.87
	中旬	0.16	0.37	0.28	0.24	0.45	0.37	0.23	0.41	0.41	0.66	0.87	0.87
	下旬	0.15	0.33	0.28	0.24	0.42	0.38	0.28	0.40	0.39	0.72	0.85	0.85
11月	上旬	0.12	0.29	0.29	0.21	0.30	0.42	0.41	0.35	0.37	0.87	0.80	0.82
	中旬	0.21	0.29	0.29	0.31	0.30	0.41	0.48	0.35	0.40	0.95	0.80	0.85
	下旬	0.13	0.29	0.29	0.22	0.30	0.41	0.35	0.35	0.41	0.79	0.80	0.86
12月	上旬	0.15	0.29	0.22	0.23	0.30	0.28	0.31	0.35	0.38	0.75	0.80	0.83
	中旬	0.12	0.29	0.22	0.21	0.30	0.28	0.30	0.35	0.37	0.74	0.80	0.82
	下旬	0.13	0.29	0.22	0.22	0.30	0.28	0.26	0.35	0.36	0.70	0.80	0.81
次年 1月	上旬	0.13	0.29	0.19	0.21	0.30	0.26	0.20	0.35	0.35	0.63	0.80	0.80
	中旬	0.11	0.30	0.19	0.20	0.31	0.27	0.19	0.36	0.36	0.62	0.80	0.80
	下旬	0.11	0.30	0.19	0.20	0.31	0.27	0.21	0.36	0.36	0.64	0.81	0.81
次年 2月	上旬	0.16	0.30	0.20	0.24	0.31	0.27	0.23	0.36	0.36	0.66	0.81	0.81
	中旬	0.15	0.31	0.20	0.23	0.32	0.27	0.23	0.36	0.36	0.66	0.81	0.81
	下旬	0.16	0.31	0.20	0.24	0.32	0.27	0.25	0.36	0.36	0.69	0.81	0.81
次年 3月	上旬	0.14	0.31	0.21	0.23	0.32	0.27	0.24	0.36	0.36	0.67	0.81	0.81
	中旬	0.15	0.32	0.21	0.23	0.33	0.28	0.27	0.36	0.35	0.71	0.81	0.79
	下旬	0.15	0.32	0.21	0.24	0.33	0.28	0.40	0.36	0.37	0.86	0.81	0.82
最大值		0.98	1.01	0.83	0.95	0.93	0.88	1.03	0.98	0.98	1.56	1.51	1.51
最小值		0.11	0.29	0.19	0.20	0.30	0.26	0.19	0.35	0.35	0.62	0.80	0.79
平均值		0.26	0.41	0.32	0.33	0.45	0.43	0.45	0.47	0.47	0.91	0.94	0.94

表 5.1.2-14

代表断面流速变化情况（枯水年）

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案
4月	上旬	3.42	3.17	3.19	1.61	2.42	2.31	0.62	0.62	0.62	0.27	0.27	0.27
	中旬	3.45	3.16	3.19	1.49	2.41	2.32	0.54	0.62	0.59	0.20	0.27	0.24
	下旬	3.45	3.11	3.18	1.50	3.07	2.33	0.54	0.77	0.60	0.20	0.40	0.25
5月	上旬	3.31	3.20	3.03	2.38	2.42	2.77	0.74	0.77	0.67	0.38	0.40	0.31
	中旬	3.16	2.86	3.05	2.68	2.56	2.71	0.85	0.69	0.74	0.48	0.33	0.38
	下旬	3.36	3.10	3.04	3.62	3.55	2.74	1.01	0.95	0.94	0.66	0.60	0.58
6月	上旬	3.33	3.11	3.05	3.65	3.63	3.46	0.98	0.98	0.98	0.63	0.63	0.63
	中旬	3.28	3.02	3.04	2.38	2.86	3.41	0.86	0.86	0.86	0.49	0.49	0.49
	下旬	3.23	3.05	3.03	2.95	2.85	3.36	0.86	0.86	0.86	0.49	0.49	0.49
7月	上旬	3.40	3.17	3.17	1.72	2.37	2.48	0.66	0.66	0.66	0.30	0.30	0.30
	中旬	3.43	3.19	3.17	1.75	2.35	2.48	0.66	0.66	0.66	0.30	0.30	0.30
	下旬	3.38	3.04	3.17	1.94	2.75	2.48	0.73	0.73	0.73	0.37	0.37	0.37
8月	上旬	3.31	3.05	3.17	1.98	2.76	2.50	0.69	0.70	0.70	0.33	0.34	0.34
	中旬	3.45	3.03	3.17	1.49	2.24	2.51	0.53	0.58	0.58	0.20	0.24	0.24
	下旬	3.44	3.04	3.17	1.58	2.21	2.51	0.57	0.58	0.58	0.23	0.23	0.23
9月	上旬	3.23	3.05	3.13	2.32	2.20	2.56	0.81	0.58	0.62	0.45	0.23	0.27
	中旬	3.37	3.05	3.15	2.80	2.20	2.54	0.85	0.58	0.69	0.48	0.23	0.33
	下旬	3.45	3.05	3.15	1.58	2.20	2.54	0.56	0.58	0.59	0.22	0.23	0.25
10月	上旬	3.43	3.00	3.20	1.69	2.28	2.28	0.40	0.58	0.57	0.10	0.23	0.23
	中旬	3.42	3.00	3.20	1.66	2.27	2.28	0.38	0.57	0.57	0.10	0.23	0.23
	下旬	3.44	3.06	3.20	1.63	2.19	2.28	0.43	0.56	0.56	0.12	0.22	0.22
11月	上旬	3.45	3.43	3.17	1.49	1.76	2.38	0.57	0.52	0.53	0.23	0.18	0.19
	中旬	3.36	3.42	3.17	1.81	1.74	2.37	0.63	0.51	0.56	0.28	0.18	0.22
	下旬	3.45	3.42	3.17	1.53	1.74	2.37	0.51	0.51	0.57	0.18	0.18	0.22
12月	上旬	3.44	3.42	3.46	1.60	1.74	1.94	0.47	0.51	0.54	0.15	0.18	0.20
	中旬	3.45	3.42	3.46	1.49	1.75	1.94	0.46	0.51	0.53	0.14	0.18	0.20
	下旬	3.45	3.42	3.46	1.51	1.76	1.95	0.42	0.51	0.52	0.11	0.18	0.19
次年 1月	上旬	3.44	3.43	3.43	1.49	1.77	1.81	0.34	0.52	0.52	0.10	0.18	0.18
	中旬	3.49	3.43	3.43	1.42	1.78	1.81	0.33	0.52	0.52	0.10	0.18	0.18
	下旬	3.48	3.43	3.44	1.44	1.79	1.83	0.34	0.52	0.52	0.11	0.18	0.18
次年 2月	上旬	3.43	3.43	3.44	1.65	1.80	1.84	0.37	0.52	0.52	0.12	0.19	0.19
	中旬	3.44	3.43	3.44	1.59	1.81	1.85	0.37	0.52	0.52	0.12	0.19	0.19
	下旬	3.43	3.43	3.44	1.65	1.82	1.86	0.40	0.52	0.52	0.13	0.19	0.19
次年 3月	上旬	3.43	3.44	3.45	1.58	1.83	1.88	0.39	0.52	0.52	0.11	0.19	0.19
	中旬	3.43	3.44	3.45	1.60	1.85	1.89	0.43	0.52	0.51	0.13	0.19	0.18
	下旬	3.41	3.44	3.45	1.61	1.85	1.89	0.56	0.53	0.53	0.22	0.19	0.19
最大值		3.49	3.44	3.46	3.65	3.63	3.46	1.01	0.98	0.98	0.66	0.63	0.63
最小值		3.16	2.86	3.03	1.42	1.74	1.81	0.33	0.51	0.51	0.10	0.18	0.18
平均值		3.40	3.22	3.24	1.89	2.24	2.35	0.58	0.62	0.62	0.26	0.27	0.27

表 5.1.2-15

代表断面水面宽变化情况（枯水年）

时段		D018			D027			D045			D055		
		建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案	建库前	729m 方案	735m 方案
4月	上旬	13.53	23.28	20.88	16.96	21.08	20.91	23.01	23.03	23.03	14.85	14.85	14.85
	中旬	12.11	22.31	20.98	16.42	21.07	20.92	22.37	23.03	22.73	13.24	14.88	14.13
	下旬	12.13	26.91	21.20	16.44	22.22	20.93	22.39	24.35	22.82	13.30	18.21	14.35
5月	上旬	18.64	23.37	26.41	19.46	21.03	21.69	24.13	24.36	23.47	17.65	18.24	16.00
	中旬	23.12	21.40	26.30	20.98	15.64	21.57	25.22	23.60	24.09	20.31	16.33	17.57
	下旬	26.30	27.83	26.35	23.22	23.15	21.63	27.29	26.56	26.41	24.95	23.29	22.95
6月	上旬	27.62	27.98	27.64	23.48	23.30	22.96	26.95	26.93	26.92	24.19	24.13	24.10
	中旬	20.16	23.34	27.54	19.99	21.85	22.86	25.29	25.29	25.29	20.48	20.48	20.48
	下旬	23.89	23.68	27.44	21.92	21.83	22.76	25.28	25.28	25.28	20.46	20.46	20.46
7月	上旬	13.89	21.53	25.11	17.50	21.01	21.19	23.35	23.35	23.35	15.71	15.70	15.71
	中旬	13.77	21.76	25.03	17.18	20.98	21.18	23.31	23.31	23.31	15.61	15.60	15.61
	下旬	15.92	26.37	25.03	18.09	21.65	21.18	24.02	24.02	24.02	17.39	17.39	17.39
8月	上旬	16.59	26.30	25.77	18.26	21.68	21.23	23.67	23.71	23.71	16.50	16.62	16.61
	中旬	12.11	19.09	25.83	16.41	20.79	21.23	22.33	22.72	22.70	13.16	14.12	14.06
	下旬	12.48	18.42	26.01	16.99	20.75	21.24	22.65	22.68	22.65	13.96	14.00	13.94
9月	上旬	20.16	18.26	26.08	19.73	20.74	21.32	24.83	22.66	23.04	19.37	13.97	14.92
	中旬	20.70	18.09	26.05	20.67	20.73	21.28	25.16	22.65	23.64	20.16	13.94	16.44
	下旬	12.47	18.06	26.05	16.97	20.72	21.29	22.58	22.65	22.80	13.79	13.94	14.30
10月	上旬	12.95	19.97	20.02	17.72	20.85	20.85	21.42	22.65	22.62	10.96	13.93	13.86
	中旬	12.81	19.88	20.08	17.55	20.85	20.86	21.27	22.64	22.62	10.61	13.92	13.87
	下旬	12.71	18.02	20.14	17.34	20.68	20.86	21.62	22.51	22.50	11.43	13.59	13.57
11月	上旬	12.11	13.27	22.60	16.42	18.22	21.02	22.61	22.20	22.28	13.84	12.83	13.03
	中旬	15.09	13.16	22.22	17.68	18.07	21.00	23.14	22.18	22.53	15.16	12.78	13.63
	下旬	12.28	13.17	22.34	16.67	18.08	21.01	22.13	22.18	22.58	12.66	12.78	13.78
12月	上旬	12.57	13.19	14.08	17.14	18.11	19.36	21.86	22.18	22.40	12.01	12.79	13.32
	中旬	12.11	13.21	14.11	16.41	18.13	19.40	21.79	22.18	22.34	11.82	12.80	13.17
	下旬	12.17	13.25	14.15	16.52	18.19	19.45	21.52	22.19	22.22	11.19	12.82	12.89
次年 1月	上旬	11.99	13.30	13.46	16.40	18.27	18.50	21.05	22.20	22.20	10.12	12.83	12.83
	中旬	11.76	13.34	13.50	15.91	18.33	18.55	20.97	22.21	22.21	9.92	12.86	12.85
	下旬	11.83	13.38	13.55	16.02	18.39	18.63	21.07	22.22	22.22	10.18	12.88	12.88
次年 2月	上旬	12.79	13.43	13.61	17.49	18.46	18.71	21.24	22.23	22.23	10.55	12.90	12.91
	中旬	12.54	13.48	13.67	17.09	18.53	18.79	21.25	22.24	22.24	10.58	12.92	12.94
	下旬	12.77	13.54	13.73	17.45	18.61	18.88	21.42	22.25	22.25	10.95	12.95	12.96
次年 3月	上旬	12.49	13.59	13.80	17.04	18.69	18.98	21.34	22.26	22.24	10.77	12.97	12.92
	中旬	12.56	13.65	13.88	17.14	18.77	19.08	21.59	22.27	22.13	11.35	13.00	12.67
	下旬	13.45	13.68	13.87	17.00	18.80	19.07	22.55	22.27	22.30	13.69	13.01	13.07
最大值		27.62	27.98	27.64	23.48	23.30	22.96	27.29	26.93	26.92	24.95	24.13	24.10
最小值		11.76	13.16	13.46	15.91	15.64	18.50	20.97	22.18	22.13	9.92	12.78	12.67
平均值		15.07	18.51	20.79	17.94	19.95	20.57	22.88	23.09	23.09	14.52	15.02	15.03

### 5.1.3 日调峰运行对下游河段的影响分析

本次变动环评阶段，根据鱼类主要敏感期，进一步选取丰、平、枯典型年4月~7月典型日的逐时下泄流量、坝下水位变化过程来说明。结合河段特点和鱼类关键生境分布，选择姚家平主电站发电尾水汇入口断面、天电坝下断面、甘名溪汇口下游断面作为典型分析断面。与项目环评阶段保持一致。

#### (1) 日内流量变化

各典型年4月~7月典型日，姚家平主电站厂房下游流量过程 ( $Q_{姚}$ ) 和天楼地枕电站坝下 ( $Q_{天}$ ) 的逐时流量过程见表5.1.3-1~表5.1.3-2。

从表中可以看出，典型丰水年，姚家平主厂房下游断面4~7月日内流量变幅分别为65.01m<sup>3</sup>/s、62.13m<sup>3</sup>/s、76.70m<sup>3</sup>/s、59.56m<sup>3</sup>/s，天电坝下流量变幅分别为22.01m<sup>3</sup>/s、62.13m<sup>3</sup>/s、76.72m<sup>3</sup>/s、59.56m<sup>3</sup>/s，日内流量变幅均小于项目环评阶段。

典型平水年，姚家平主厂房下游断面4~7月日内流量变幅分别为119.80m<sup>3</sup>/s、62.11m<sup>3</sup>/s、37.43m<sup>3</sup>/s、50.10m<sup>3</sup>/s，天电坝下流量变幅分别为76.80m<sup>3</sup>/s、62.11m<sup>3</sup>/s、23.39m<sup>3</sup>/s、44.01m<sup>3</sup>/s，日内流量变幅均小于项目环评阶段。

典型枯水年，姚家平主厂房下游断面4~7月日内流量变幅分别为60.39m<sup>3</sup>/s、119.80m<sup>3</sup>/s、83.89m<sup>3</sup>/s、71.81m<sup>3</sup>/s，天电坝下流量变幅分别为17.84m<sup>3</sup>/s、76.80m<sup>3</sup>/s、75.80m<sup>3</sup>/s、28.81m<sup>3</sup>/s，除7月典型日流量日内变幅略高于项目环评阶段外，其他各月日内流量变幅均小于项目环评阶段。

表 5.1.3-1 姚家平水利枢纽丰水年典型日逐时调峰流量变化情况 单位：m<sup>3</sup>/s

时	4月		5月		6月		7月	
	$Q_{姚}$	$Q_{天}$	$Q_{姚}$	$Q_{天}$	$Q_{姚}$	$Q_{天}$	$Q_{姚}$	$Q_{天}$
1	15.57	15.57	123.32	80.32	109.47	66.43	133.22	90.22
2	15.57	15.57	123.32	80.32	109.47	66.43	133.22	90.22

3	15.57	15.57	100.55	57.55	86.38	43.35	133.22	90.22
4	15.57	15.57	73.24	30.24	58.67	15.66	133.22	90.22
5	15.57	15.57	100.55	57.55	86.38	43.35	133.22	90.22
6	15.57	15.57	100.55	57.55	86.38	43.35	133.22	90.22
7	15.57	15.57	73.24	30.24	58.67	15.66	73.66	30.66
8	74.96	31.97	73.24	30.24	58.67	15.66	73.66	30.66
9	74.96	31.97	73.24	30.24	58.67	15.66	73.66	30.66
10	74.96	31.97	73.24	30.24	58.67	15.66	75.86	32.87
11	15.57	15.57	73.24	30.24	58.67	15.66	118.51	75.51
12	15.57	15.57	73.24	30.24	58.67	15.66	118.51	75.51
13	15.57	15.57	73.24	30.24	58.67	15.66	73.66	30.66
14	15.57	15.57	73.24	30.24	58.67	15.66	118.51	75.51
15	15.57	15.57	73.24	30.24	58.67	15.66	133.22	90.22
16	15.57	15.57	123.32	80.32	109.47	66.43	133.22	90.22
17	15.57	15.57	123.32	80.32	109.47	66.43	133.22	90.22
18	15.57	15.57	123.32	80.32	109.47	66.43	133.22	90.22
19	80.58	37.58	135.37	92.37	123.33	80.28	133.22	90.22
20	80.58	37.58	135.37	92.37	123.33	80.28	133.22	90.22
21	80.58	37.58	135.37	92.37	135.37	92.37	133.22	90.22
22	15.57	15.57	135.37	92.37	123.33	80.28	118.51	75.51
23	15.57	15.57	100.55	57.55	86.38	43.35	118.51	75.51
24	15.57	15.57	100.55	57.55	86.38	43.35	118.51	75.51
最大值	80.58	37.58	135.37	92.37	135.37	92.37	133.22	90.22
最小值	15.57	15.57	73.24	30.24	58.67	15.66	73.66	30.66
变幅	65.01	22.01	62.13	62.13	76.70	76.72	59.56	59.56

表 5.1.3-2 姚家平水利枢纽平水年典型日逐时调峰流量变化情况 单位: m<sup>3</sup>/s

时	4月		5月		6月		7月	
	$Q_{\text{桃}}$	$Q_{\text{天}}$	$Q_{\text{桃}}$	$Q_{\text{天}}$	$Q_{\text{桃}}$	$Q_{\text{天}}$	$Q_{\text{桃}}$	$Q_{\text{天}}$
1	104.98	61.98	123.35	80.35	45.36	16.41	120.23	77.23
2	104.98	61.98	123.35	80.35	45.36	16.41	120.23	77.23
3	87.73	44.73	109.69	66.69	45.36	16.41	111.83	68.83
4	15.57	15.57	100.58	57.58	45.36	16.41	111.83	68.83
5	15.57	15.57	100.58	57.58	45.36	16.41	111.83	68.83
6	87.73	44.73	100.58	57.58	45.36	16.41	111.83	68.83
7	59.49	16.49	73.26	30.26	75.16	32.16	70.13	41.73
8	59.49	16.49	73.26	30.26	75.16	32.16	70.13	41.73
9	65.77	22.77	80.09	37.09	75.16	32.16	70.13	41.73
10	59.49	16.49	80.09	37.09	75.16	32.16	70.13	38.05
11	59.49	16.49	80.09	37.09	75.16	32.16	99.60	56.61
12	59.49	16.49	73.26	30.26	45.36	16.41	99.60	56.61
13	59.49	16.49	73.26	30.26	45.36	16.41	70.13	41.73

14	59.49	16.49	73.26	30.26	54.53	16.65	99.60	56.61
15	65.77	22.77	80.09	37.09	75.16	32.16	111.83	68.83
16	111.26	68.26	123.35	80.35	75.16	32.16	111.83	68.83
17	111.26	68.26	123.35	80.35	75.16	32.16	111.83	68.83
18	111.26	68.26	123.35	80.35	82.80	39.80	111.83	68.83
19	125.37	82.38	135.37	92.37	82.80	39.80	111.83	68.83
20	125.37	82.38	135.37	92.37	82.80	39.80	120.23	77.23
21	135.37	92.37	135.37	92.37	82.80	39.80	120.23	77.23
22	125.37	82.38	135.37	92.37	82.80	39.80	73.63	33.23
23	96.35	53.36	100.58	57.58	45.36	16.41	99.60	56.61
24	96.35	53.36	100.58	57.58	45.36	16.41	99.60	56.61
最大值	135.37	92.37	135.37	92.37	82.80	39.80	120.23	77.23
最小值	15.57	15.57	73.26	30.26	45.36	16.41	70.13	33.23
变幅	119.80	76.80	62.11	62.11	37.43	23.39	50.10	44.01

表 5.1.3-3 姚家平水利枢纽枯水年典型日逐时调峰流量变化情况 单位: m<sup>3</sup>/s

时	4月		5月		6月		7月	
	$Q_{\text{姚}}$	$Q_{\text{天}}$	$Q_{\text{姚}}$	$Q_{\text{天}}$	$Q_{\text{姚}}$	$Q_{\text{天}}$	$Q_{\text{姚}}$	$Q_{\text{天}}$
1	15.57	15.57	79.74	36.74	116.41	73.41	15.57	15.57
2	15.57	15.57	79.74	36.74	116.41	73.41	15.57	15.57
3	15.57	15.57	79.74	36.74	116.41	73.41	15.57	15.57
4	15.57	15.57	15.57	15.57	51.48	16.57	15.57	15.57
5	15.57	15.57	15.57	15.57	51.48	16.57	15.57	15.57
6	15.57	15.57	46.89	16.05	51.48	16.57	15.57	15.57
7	15.57	15.57	75.16	32.16	127.11	84.11	15.57	15.57
8	64.20	21.56	75.16	32.16	127.11	84.11	15.57	15.57
9	64.20	21.56	75.16	32.16	127.11	84.11	87.38	44.38
10	64.20	21.56	75.16	32.16	73.63	30.63	15.57	15.57
11	15.57	15.57	75.16	32.16	114.88	71.88	15.57	15.57
12	15.57	15.57	46.89	16.05	114.88	71.88	15.57	15.57
13	15.57	15.57	46.89	16.05	66.75	23.76	15.57	15.57
14	15.57	15.57	54.53	16.15	114.88	71.88	15.57	15.57
15	15.57	15.57	75.16	32.16	127.11	84.11	77.45	34.45
16	15.57	15.57	75.16	32.16	127.11	84.11	79.74	36.74
17	15.57	15.57	75.16	32.16	127.11	84.11	79.74	36.74
18	15.57	15.57	82.80	39.80	127.11	84.11	87.38	44.38
19	75.96	33.41	124.05	81.05	127.11	84.11	87.38	44.38
20	75.96	33.41	135.37	92.37	135.37	92.37	87.38	44.38
21	75.96	33.41	88.14	45.15	135.37	92.37	87.38	44.38
22	15.57	15.57	82.80	39.80	89.67	46.67	79.74	36.74
23	15.57	15.57	46.89	16.05	114.88	71.88	58.35	17.24
24	15.57	15.57	46.89	16.05	114.88	71.88	15.57	15.57

最大值	75.96	33.41	135.37	92.37	135.37	92.37	87.38	44.38
最小值	15.57	15.57	15.57	15.57	51.48	16.57	15.57	15.57
变幅	60.39	17.84	119.80	76.80	83.89	75.80	71.81	28.81

## (2) 日内水位变化

### 1) 姚家平主厂房下断面

姚家平主厂房下断面丰、平、枯水年典型日的水位日内变化情况见表 5.1.3-4~表 5.1.3-6 和图 5.1.3-1~图 5.1.3-3。从图表中可以看出，729m 方案和 735m 方案的日内水位变幅基本相当，729m 方案的变幅整体小于 735m 方案的变幅，仅枯水年 7 月变幅略高 0.05m。729m 方案 4~7 月典型日日内水位变幅在 0.69m~2.08m 之间，735m 方案 4~7 月典型日日内水位变幅在 0.70m~2.17m 之间。

表 5.1.3-4 姚家平主厂房下断面丰水年典型日逐时水位变化情况 单位：m

时	4 月		5 月		6 月		7 月	
	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案
1	574.74	574.74	576.67	576.74	576.49	576.49	576.79	576.79
2	574.74	574.74	576.67	576.74	576.49	576.49	576.79	576.79
3	574.74	574.74	576.36	576.42	576.14	576.14	576.79	576.79
4	574.74	574.74	575.92	575.97	575.65	575.65	576.79	576.79
5	574.74	574.74	576.36	576.42	576.14	576.14	576.79	576.79
6	574.74	574.74	576.36	576.42	576.14	576.14	576.79	576.79
7	574.74	574.74	575.92	575.97	575.65	575.65	575.92	575.92
8	575.95	575.95	575.92	575.97	575.65	575.65	575.92	575.92
9	575.95	575.95	575.92	575.97	575.65	575.65	575.92	575.92
10	575.95	575.95	575.92	575.97	575.65	575.65	575.96	575.96
11	574.74	574.74	575.92	575.97	575.65	575.65	576.61	576.61
12	574.74	574.74	575.92	575.97	575.65	575.65	576.61	576.61
13	574.74	574.74	575.92	575.97	575.65	575.65	575.92	575.92
14	574.74	574.74	575.92	575.97	575.65	575.65	576.61	576.61
15	574.74	574.74	575.92	575.97	575.65	575.65	576.79	576.79
16	574.74	574.74	576.67	576.74	576.49	576.49	576.79	576.79
17	574.74	574.74	576.67	576.74	576.49	576.49	576.79	576.79
18	574.74	574.74	576.67	576.74	576.49	576.49	576.79	576.79
19	576.04	576.04	576.81	576.90	576.67	576.67	576.79	576.79
20	576.04	576.04	576.81	576.90	576.67	576.67	576.79	576.79

21	576.04	576.04	576.81	576.90	576.81	576.85	576.79	576.79
22	574.74	574.74	576.81	576.90	576.67	576.67	576.61	576.61
23	574.74	574.74	576.36	576.42	576.14	576.14	576.61	576.61
24	574.74	574.74	576.36	576.42	576.14	576.14	576.61	576.61
最大值	576.04	576.04	576.81	576.90	576.81	576.85	576.79	576.79
最小值	574.74	574.74	575.92	575.97	575.65	575.65	575.92	575.92
变幅	1.30	1.30	0.90	0.93	1.17	1.20	0.87	0.87

表 5.1.3-5 姚家平主厂房下断面平水年典型日逐时水位变化情况 单位：m

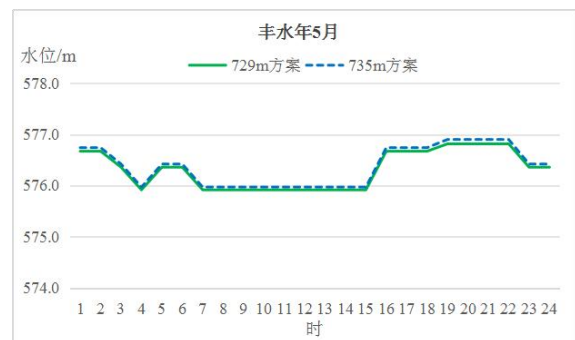
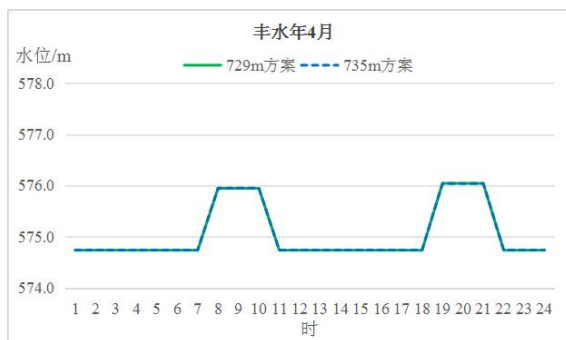
时	4 月		5 月		6 月		7 月	
	729m 方 案	735m 方 案	729m 方 案	735m 方 案	729m 方 案	735m 方 案	729m 方 案	735m 方 案
1	576.42	576.45	576.67	576.75	575.39	575.39	576.63	576.58
2	576.42	576.45	576.67	576.75	575.39	575.39	576.63	576.58
3	576.16	576.19	576.49	576.56	575.39	575.39	576.52	576.47
4	574.74	574.74	576.36	576.43	575.39	575.39	576.52	576.47
5	574.74	574.74	576.36	576.43	575.39	575.39	576.52	576.47
6	576.16	576.19	576.36	576.43	575.39	575.39	576.52	576.47
7	575.66	575.68	575.92	575.97	575.95	575.96	575.86	575.48
8	575.66	575.68	575.92	575.97	575.95	575.96	575.86	575.48
9	575.78	575.80	576.03	576.10	575.95	575.96	575.86	575.48
10	575.66	575.68	576.03	576.10	575.95	575.96	575.86	575.56
11	575.66	575.68	576.03	576.10	575.95	575.96	576.34	576.3
12	575.66	575.68	575.92	575.97	575.39	575.39	576.34	576.3
13	575.66	575.68	575.92	575.97	575.39	575.39	575.86	575.48
14	575.66	575.68	575.92	575.97	575.57	575.57	576.34	576.3
15	575.78	575.80	576.03	576.10	575.95	575.96	576.52	576.47
16	576.51	576.54	576.67	576.75	575.95	575.96	576.52	576.47
17	576.51	576.54	576.67	576.75	575.95	575.96	576.52	576.47
18	576.51	576.54	576.67	576.75	576.08	576.09	576.52	576.47
19	576.70	576.73	576.81	576.91	576.08	576.09	576.52	576.47
20	576.70	576.73	576.81	576.91	576.08	576.09	576.63	576.58
21	576.81	576.91	576.81	576.91	576.08	576.09	576.63	576.58
22	576.70	576.73	576.81	576.91	576.08	576.09	575.92	575.88
23	576.30	576.32	576.36	576.43	575.39	575.39	576.34	576.3
24	576.30	576.32	576.36	576.43	575.39	575.39	576.34	576.3
最大值	576.81	576.91	576.81	576.91	576.08	576.09	576.63	576.58
最小值	574.74	574.74	575.92	575.97	575.39	575.39	575.86	575.48
变幅	2.08	2.17	0.90	0.94	0.69	0.70	0.77	1.10

表 5.1.3-6

姚家平主厂房下断面枯水年典型日逐时水位变化情况

单位: m

时	4月		5月		6月		7月	
	729m方 案	735m方 案	729m方 案	735m方 案	729m方 案	735m方 案	729m方 案	735m方 案
1	574.74	574.74	576.03	576.01	576.58	576.56	574.74	574.74
2	574.74	574.74	576.03	576.01	576.58	576.56	574.74	574.74
3	574.74	574.74	576.03	576.01	576.58	576.56	574.74	574.74
4	574.74	574.74	574.74	574.74	575.51	575.50	574.74	574.74
5	574.74	574.74	574.74	574.74	575.51	575.50	574.74	574.74
6	574.74	574.74	575.42	575.41	575.51	575.50	574.74	574.74
7	574.74	574.74	575.95	575.94	576.72	576.69	574.74	574.74
8	575.75	575.77	575.95	575.94	576.72	576.69	574.74	574.74
9	575.75	575.77	575.95	575.94	576.72	576.69	576.15	576.11
10	575.75	575.77	575.95	575.94	575.92	575.90	574.74	574.74
11	574.74	574.74	575.95	575.94	576.56	576.53	574.74	574.74
12	574.74	574.74	575.42	575.41	576.56	576.53	574.74	574.74
13	574.74	574.74	575.42	575.41	575.80	575.78	574.74	574.74
14	574.74	574.74	575.57	575.56	576.56	576.53	574.74	574.74
15	574.74	574.74	575.95	575.94	576.72	576.69	575.99	575.95
16	574.74	574.74	575.95	575.94	576.72	576.69	576.03	575.99
17	574.74	574.74	575.95	575.94	576.72	576.69	576.03	575.99
18	574.74	574.74	576.08	576.06	576.72	576.69	576.15	576.11
19	575.96	575.99	576.68	576.66	576.72	576.69	576.15	576.11
20	575.96	575.99	576.81	576.82	576.81	576.82	576.15	576.11
21	575.96	575.99	576.17	576.15	576.81	576.82	576.15	576.11
22	574.74	574.74	576.08	576.06	576.19	576.17	576.03	575.99
23	574.74	574.74	575.42	575.41	576.56	576.53	575.64	575.61
24	574.74	574.74	575.42	575.41	576.56	576.53	574.74	574.74
最大值	575.96	575.99	576.81	576.82	576.81	576.82	576.15	576.11
最小值	574.74	574.74	574.74	574.74	575.51	575.50	574.74	574.74
变幅	1.23	1.25	2.08	2.08	1.31	1.32	1.42	1.37



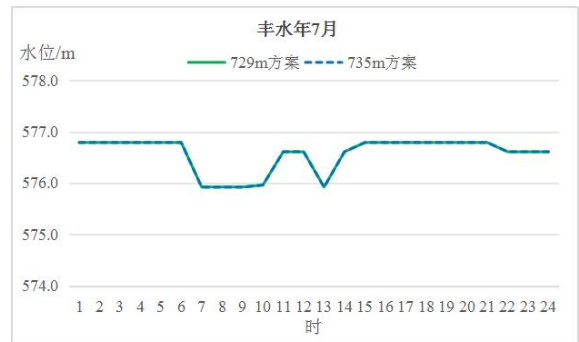
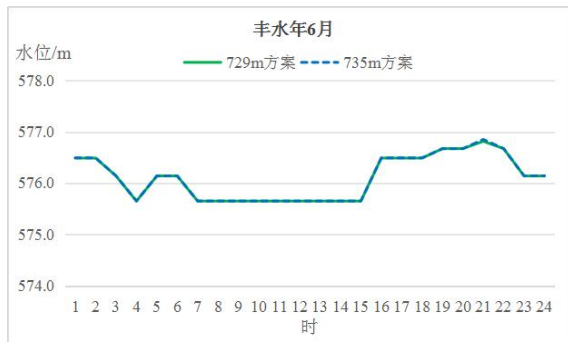


图 5.1.3-1 姚家平主厂房下断面丰水年典型日逐时水位变化过程图

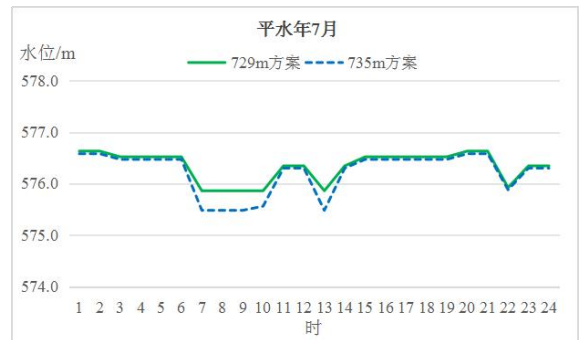
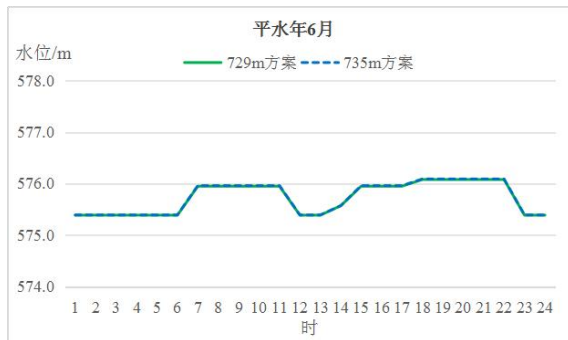
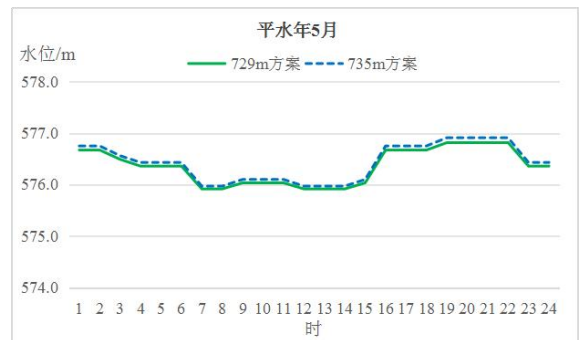
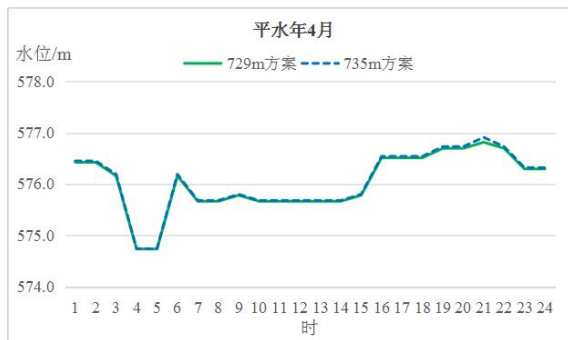
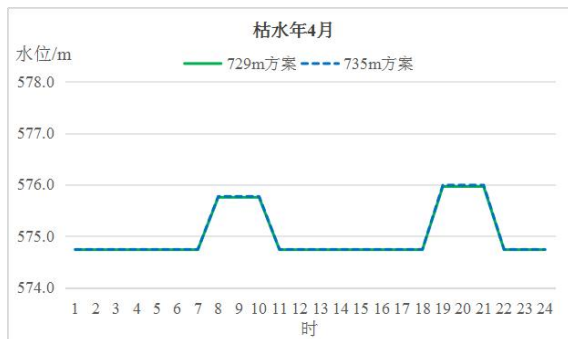


图 5.1.3-2 姚家平主厂房下断面平水年典型日逐时水位变化过程图



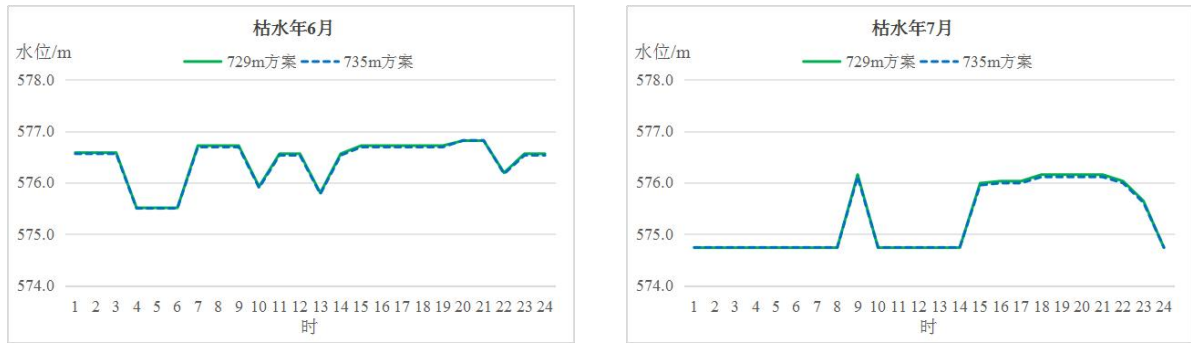


图 5.1.3-3 姚家平主厂房下断面枯水年典型日逐时水位变化过程图

## 2) 天楼地枕电站坝下断面

天楼地枕电站坝下断面丰、平、枯水年典型日的水位日内变化情况见表5.1.3-7~表5.1.3-9和图5.1.3-4~图5.1.3-6。从图表中可以看出，729m方案和735m方案的日内水位变幅基本相当，729m方案的变幅整体小于735m方案的变幅，仅枯水年7月变幅略高0.04m。729m方案4~7月典型日日内水位变幅在0.32m~1.26m之间，735m方案4~7月典型日日内水位变幅在0.34m~1.37m之间。

表 5.1.3-7 天楼地枕电站坝下断面丰水年典型日逐时水位变化情况 单位：m

时	4月		5月		6月		7月	
	729m方案	735m方案	729m方案	735m方案	729m方案	735m方案	729m方案	735m方案
1	565.39	565.39	566.47	566.55	566.26	566.26	566.61	566.61
2	565.39	565.39	566.47	566.55	566.26	566.26	566.61	566.61
3	565.39	565.39	566.12	566.19	565.88	565.88	566.61	566.61
4	565.39	565.39	565.66	565.71	565.39	565.39	566.61	566.61
5	565.39	565.39	566.12	566.19	565.88	565.88	566.61	566.61
6	565.39	565.39	566.12	566.19	565.88	565.88	566.61	566.61
7	565.39	565.39	565.66	565.71	565.39	565.39	565.66	565.66
8	565.69	565.69	565.66	565.71	565.39	565.39	565.66	565.66
9	565.69	565.69	565.66	565.71	565.39	565.39	565.66	565.66
10	565.69	565.69	565.66	565.71	565.39	565.39	565.70	565.70
11	565.39	565.39	565.66	565.71	565.39	565.39	566.40	566.40
12	565.39	565.39	565.66	565.71	565.39	565.39	566.40	566.40
13	565.39	565.39	565.66	565.71	565.39	565.39	565.66	565.66
14	565.39	565.39	565.66	565.71	565.39	565.39	566.40	566.40
15	565.39	565.39	565.66	565.71	565.39	565.39	566.61	566.61

16	565.39	565.39	566.47	566.55	566.26	566.26	566.61	566.61
17	565.39	565.39	566.47	566.55	566.26	566.26	566.61	566.61
18	565.39	565.39	566.47	566.55	566.26	566.26	566.61	566.61
19	565.78	565.78	566.64	566.75	566.47	566.47	566.61	566.61
20	565.78	565.78	566.64	566.75	566.47	566.47	566.61	566.61
21	565.78	565.78	566.64	566.75	566.64	566.69	566.61	566.61
22	565.39	565.39	566.64	566.75	566.47	566.47	566.40	566.40
23	565.39	565.39	566.12	566.19	565.88	565.88	566.40	566.40
24	565.39	565.39	566.12	566.19	565.88	565.88	566.40	566.40
最大值	565.78	565.78	566.64	566.75	566.64	566.69	566.61	566.61
最小值	565.39	565.39	565.66	565.71	565.39	565.39	565.66	565.66
变幅	0.40	0.40	0.99	1.04	1.26	1.30	0.95	0.95

表 5.1.3-8 天楼地枕电站坝下断面平水年典型日逐时水位变化情况 单位：m

时	4月		5月		6月		7月	
	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案
1	566.19	566.22	566.5	566.56	565.40	565.39	566.42	566.37
2	566.19	566.22	566.5	566.56	565.40	565.39	566.42	566.37
3	565.91	565.94	566.3	566.35	565.40	565.39	566.30	566.24
4	565.39	565.39	566.1	566.20	565.40	565.39	566.30	566.24
5	565.39	565.39	566.1	566.20	565.40	565.39	566.30	566.24
6	565.91	565.94	566.1	566.20	565.40	565.39	566.30	566.24
7	565.41	565.42	565.7	565.71	565.69	565.70	565.86	565.39
8	565.41	565.42	565.7	565.71	565.69	565.70	565.86	565.39
9	565.52	565.54	565.8	565.84	565.69	565.70	565.86	565.39
10	565.41	565.42	565.8	565.84	565.69	565.70	565.79	565.39
11	565.41	565.42	565.8	565.84	565.69	565.70	566.10	566.05
12	565.41	565.42	565.7	565.71	565.40	565.39	566.10	566.05
13	565.41	565.42	565.7	565.71	565.40	565.39	565.86	565.39
14	565.41	565.42	565.7	565.71	565.41	565.39	566.10	566.05
15	565.52	565.54	565.8	565.84	565.69	565.70	566.30	566.24
16	566.29	566.32	566.5	566.56	565.69	565.70	566.30	566.24
17	566.29	566.32	566.5	566.56	565.69	565.70	566.30	566.24
18	566.29	566.32	566.5	566.56	565.82	565.83	566.30	566.24
19	566.50	566.54	566.6	566.76	565.82	565.83	566.30	566.24
20	566.50	566.54	566.6	566.76	565.82	565.83	566.42	566.37
21	566.64	566.76	566.6	566.76	565.82	565.83	566.42	566.37
22	566.50	566.54	566.6	566.76	565.82	565.83	565.71	565.62
23	566.05	566.08	566.1	566.20	565.40	565.39	566.10	566.05
24	566.05	566.08	566.1	566.20	565.40	565.39	566.10	566.05

最大值	566.64	566.76	566.64	566.76	565.82	565.83	566.42	566.37
最小值	565.39	565.39	565.66	565.71	565.40	565.39	565.71	565.39
变幅	1.26	1.37	0.99	1.05	0.42	0.44	0.72	0.98

表 5.1.3-9 天楼地枕电站坝下断面枯水年典型日逐时水位变化情况 单位：m

时	4月		5月		6月		7月	
	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案
1	565.39	565.39	565.8	565.75	566.37	566.34	565.39	565.39
2	565.39	565.39	565.8	565.75	566.37	566.34	565.39	565.39
3	565.39	565.39	565.8	565.75	566.37	566.34	565.39	565.39
4	565.39	565.39	565.4	565.39	565.41	565.39	565.39	565.39
5	565.39	565.39	565.4	565.39	565.41	565.39	565.39	565.39
6	565.39	565.39	565.4	565.39	565.41	565.39	565.39	565.39
7	565.39	565.39	565.7	565.68	566.53	566.49	565.39	565.39
8	565.50	565.51	565.7	565.68	566.53	566.49	565.39	565.39
9	565.50	565.51	565.7	565.68	566.53	566.49	565.90	565.86
10	565.50	565.51	565.7	565.68	565.66	565.64	565.39	565.39
11	565.39	565.39	565.7	565.68	566.34	566.31	565.39	565.39
12	565.39	565.39	565.4	565.39	566.34	566.31	565.39	565.39
13	565.39	565.39	565.4	565.39	565.54	565.52	565.39	565.39
14	565.39	565.39	565.4	565.39	566.34	566.31	565.39	565.39
15	565.39	565.39	565.7	565.68	566.53	566.49	565.73	565.69
16	565.39	565.39	565.7	565.68	566.53	566.49	565.77	565.73
17	565.39	565.39	565.7	565.68	566.53	566.49	565.77	565.73
18	565.39	565.39	565.8	565.81	566.53	566.49	565.90	565.86
19	565.71	565.73	566.5	566.46	566.53	566.49	565.90	565.86
20	565.71	565.73	566.6	566.66	566.64	566.65	565.90	565.86
21	565.71	565.73	565.9	565.90	566.64	566.65	565.90	565.86
22	565.39	565.39	565.8	565.81	565.94	565.92	565.77	565.73
23	565.39	565.39	565.4	565.39	566.34	566.31	565.42	565.39
24	565.39	565.39	565.4	565.39	566.34	566.31	565.39	565.39
最大值	565.71	565.73	566.64	566.66	566.64	566.65	565.90	565.86
最小值	565.39	565.39	565.39	565.39	565.41	565.39	565.39	565.39
变幅	0.32	0.34	1.26	1.27	1.24	1.26	0.51	0.47

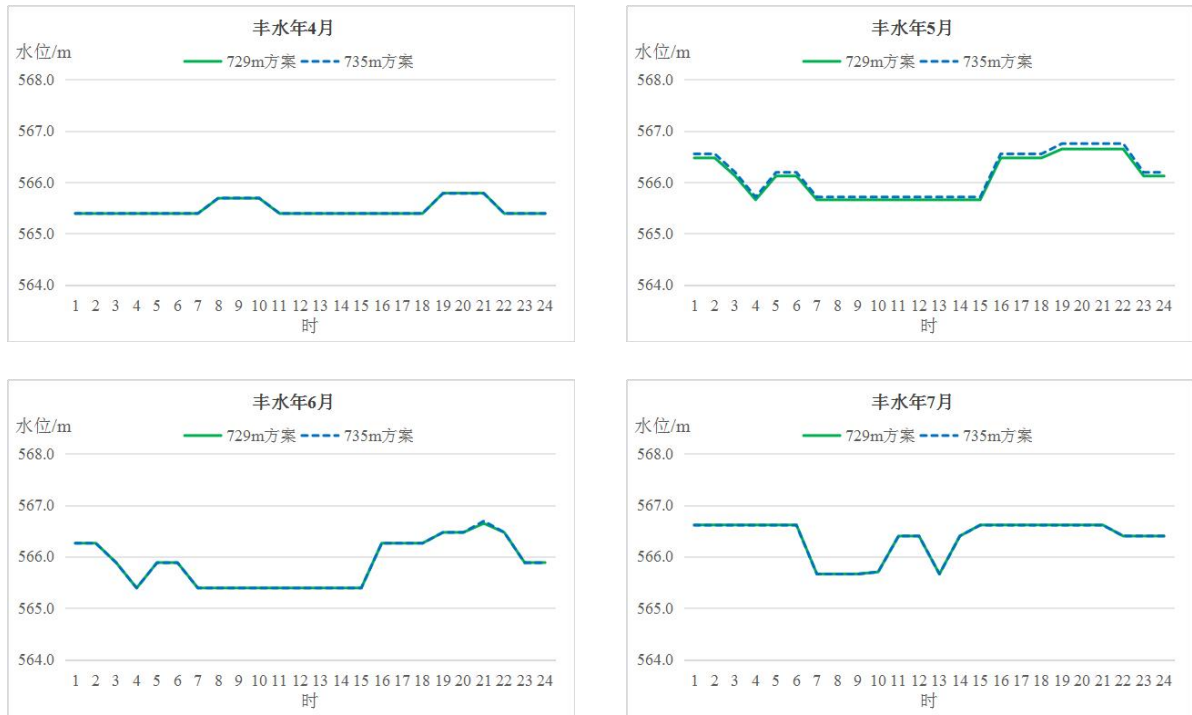


图 5.1.3-4 天楼地枕电站坝下断面丰水年典型日逐时水位变化过程图

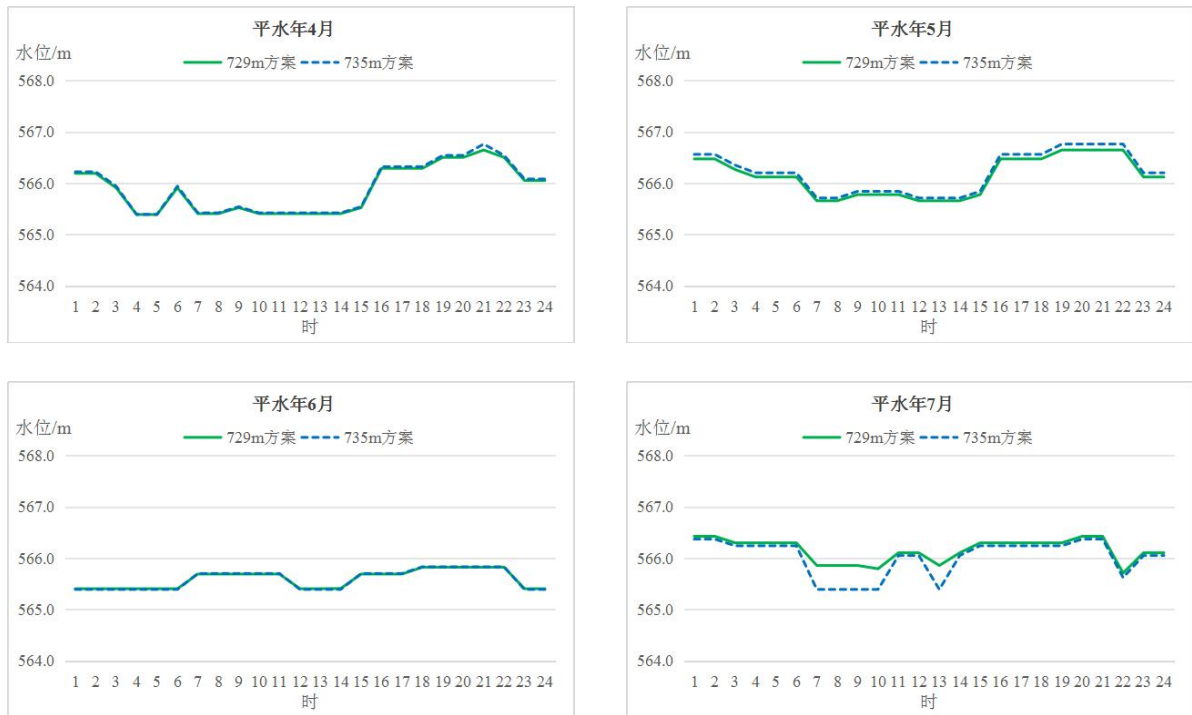


图 5.1.3-5 天楼地枕电站坝下断面平水年典型日逐时水位变化过程图

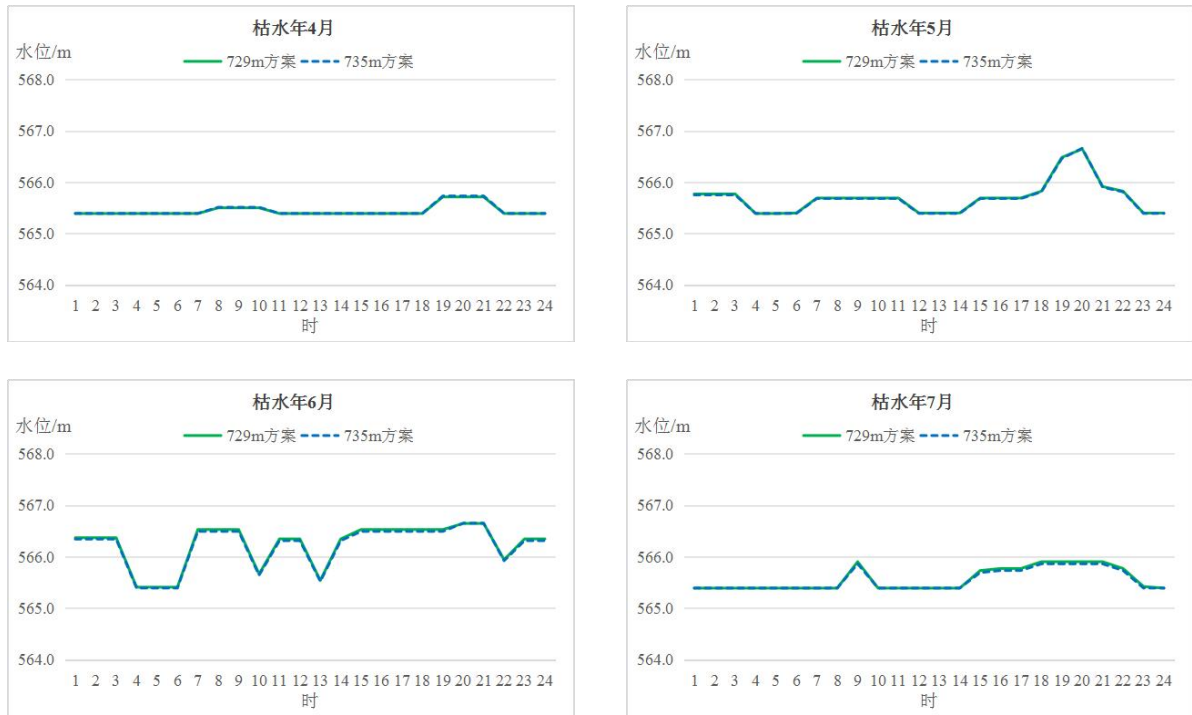


图 5.1.3-6 天楼地枕电站坝下断面枯水年典型日逐时水位变化过程图

### 3) 甘名溪汇口下断面

甘名溪汇口下断面丰、平、枯水年典型日的水位日内变化情况见表 5.1.3-10~表 5.1.3-12 和图 5.1.3-7~图 5.1.3-9。从图表中可以看出，729m 方案和 735m 方案的日内水位变幅基本相当，729m 方案的变幅整体小于 735m 方案的变幅。729m 方案 4~7 月典型日日内水位变幅在 0.16m~0.54m 之间，735m 方案 4~7 月典型日日内水位变幅在 0.16m~0.81m 之间。

表 5.1.3-10 甘名溪汇口下断面丰水年典型日逐时水位变化情况 单位：m

时	4 月		5 月		6 月		7 月	
	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案
1	480.44	480.44	481.16	481.18	481.10	481.10	481.20	481.20
2	480.44	480.44	481.16	481.18	481.10	481.10	481.20	481.20
3	480.44	480.44	481.06	481.08	481.00	481.00	481.20	481.20
4	480.44	480.44	480.94	480.96	480.88	480.88	481.20	481.20
5	480.44	480.44	481.06	481.08	481.00	481.00	481.20	481.20
6	480.44	480.44	481.06	481.08	481.00	481.00	481.20	481.20
7	480.44	480.44	480.94	480.96	480.88	480.88	480.95	480.95
8	480.95	480.95	480.94	480.96	480.88	480.88	480.95	480.95

9	480.95	480.95	480.94	480.96	480.88	480.88	480.95	480.95
10	480.95	480.95	480.94	480.96	480.88	480.88	480.96	480.96
11	480.44	480.44	480.94	480.96	480.88	480.88	481.14	481.14
12	480.44	480.44	480.94	480.96	480.88	480.88	481.14	481.14
13	480.44	480.44	480.94	480.96	480.88	480.88	480.95	480.95
14	480.44	480.44	480.94	480.96	480.88	480.88	481.14	481.14
15	480.44	480.44	480.94	480.96	480.88	480.88	481.20	481.20
16	480.44	480.44	481.16	481.18	481.10	481.10	481.20	481.20
17	480.44	480.44	481.16	481.18	481.10	481.10	481.20	481.20
18	480.44	480.44	481.16	481.18	481.10	481.10	481.20	481.20
19	480.98	480.98	481.21	481.25	481.16	481.16	481.20	481.20
20	480.98	480.98	481.21	481.25	481.16	481.16	481.20	481.20
21	480.98	480.98	481.21	481.25	481.21	481.23	481.20	481.20
22	480.44	480.44	481.21	481.25	481.16	481.16	481.14	481.14
23	480.44	480.44	481.06	481.08	481.00	481.00	481.14	481.14
24	480.44	480.44	481.06	481.08	481.00	481.00	481.14	481.14
最大值	480.98	480.98	481.21	481.25	481.21	481.23	481.20	481.20
最小值	480.44	480.44	480.94	480.96	480.88	480.88	480.95	480.95
变幅	0.54	0.54	0.27	0.29	0.33	0.35	0.26	0.25

表 5.1.3-11 甘名溪汇口下断面平水年典型日逐时水位变化情况 单位：m

时	4月		5月		6月		7月	
	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案
1	481.08	481.09	481.2	481.19	480.83	480.83	481.15	481.13
2	481.08	481.09	481.2	481.19	480.83	480.83	481.15	481.13
3	481.01	481.01	481.1	481.12	480.83	480.83	481.11	481.1
4	480.70	480.44	481.1	481.08	480.83	480.83	481.11	481.1
5	480.70	480.44	481.1	481.08	480.83	480.83	481.11	481.1
6	481.01	481.01	481.1	481.08	480.83	480.83	481.11	481.1
7	480.89	480.89	480.9	480.96	480.95	480.96	480.93	480.85
8	480.89	480.89	480.9	480.96	480.95	480.96	480.93	480.85
9	480.91	480.92	481.0	480.99	480.95	480.96	480.93	480.85
10	480.89	480.89	481.0	480.99	480.95	480.96	480.93	480.86
11	480.89	480.89	481.0	480.99	480.95	480.96	481.06	481.04
12	480.89	480.89	480.9	480.96	480.83	480.83	481.06	481.04
13	480.89	480.89	480.9	480.96	480.83	480.83	480.93	480.85
14	480.89	480.89	480.9	480.96	480.86	480.87	481.06	481.04
15	480.91	480.92	481.0	480.99	480.95	480.96	481.11	481.1
16	481.11	481.12	481.2	481.19	480.95	480.96	481.11	481.1
17	481.11	481.12	481.2	481.19	480.95	480.96	481.11	481.1

18	481.11	481.12	481.2	481.19	480.99	480.99	481.11	481.1
19	481.17	481.18	481.2	481.25	480.99	480.99	481.11	481.1
20	481.17	481.18	481.2	481.25	480.99	480.99	481.15	481.13
21	481.21	481.25	481.2	481.25	480.99	480.99	481.15	481.13
22	481.17	481.18	481.2	481.25	480.99	480.99	480.95	480.94
23	481.04	481.05	481.1	481.08	480.83	480.83	481.06	481.04
24	481.04	481.05	481.1	481.08	480.83	480.83	481.06	481.04
最大值	481.21	481.25	481.21	481.25	480.99	480.99	481.15	481.13
最小值	480.70	480.44	480.94	480.96	480.83	480.83	480.93	480.85
变幅	0.52	0.81	0.27	0.29	0.16	0.16	0.22	0.28

表 5.1.3-12 甘名溪汇口下断面枯水年典型日逐时水位变化情况 单位：m

时	4月		5月		6月		7月	
	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案	729m 方案	735m 方案
1	480.44	480.44	481.0	480.97	481.13	481.12	480.70	480.44
2	480.44	480.44	481.0	480.97	481.13	481.12	480.70	480.44
3	480.44	480.44	481.0	480.97	481.13	481.12	480.70	480.44
4	480.44	480.44	480.7	480.44	480.85	480.85	480.70	480.44
5	480.44	480.44	480.7	480.44	480.85	480.85	480.70	480.44
6	480.44	480.44	480.8	480.83	480.85	480.85	480.70	480.44
7	480.44	480.44	481.0	480.95	481.18	481.17	480.70	480.44
8	480.91	480.91	481.0	480.95	481.18	481.17	480.70	480.44
9	480.91	480.91	481.0	480.95	481.18	481.17	481.01	480.99
10	480.91	480.91	481.0	480.95	480.95	480.94	480.70	480.44
11	480.44	480.44	481.0	480.95	481.12	481.12	480.70	480.44
12	480.44	480.44	480.8	480.83	481.12	481.12	480.70	480.44
13	480.44	480.44	480.8	480.83	480.92	480.91	480.70	480.44
14	480.44	480.44	480.9	480.86	481.12	481.12	480.70	480.44
15	480.44	480.44	481.0	480.95	481.18	481.17	480.96	480.95
16	480.44	480.44	481.0	480.95	481.18	481.17	480.97	480.96
17	480.44	480.44	481.0	480.95	481.18	481.17	480.97	480.96
18	480.44	480.44	481.0	480.98	481.18	481.17	481.01	480.99
19	480.96	480.96	481.2	481.16	481.18	481.17	481.01	480.99
20	480.96	480.96	481.2	481.22	481.21	481.21	481.01	480.99
21	480.96	480.96	481.0	481.00	481.21	481.21	481.01	480.99
22	480.44	480.44	481.0	480.98	481.02	481.01	480.97	480.96
23	480.44	480.44	480.8	480.83	481.12	481.12	480.88	480.87
24	480.44	480.44	480.8	480.83	481.12	481.12	480.70	480.44
最大值	480.96	480.96	481.21	481.22	481.21	481.21	481.01	480.99
最小值	480.44	480.44	480.70	480.44	480.85	480.85	480.70	480.44
变幅	0.52	0.52	0.52	0.78	0.36	0.36	0.31	0.55

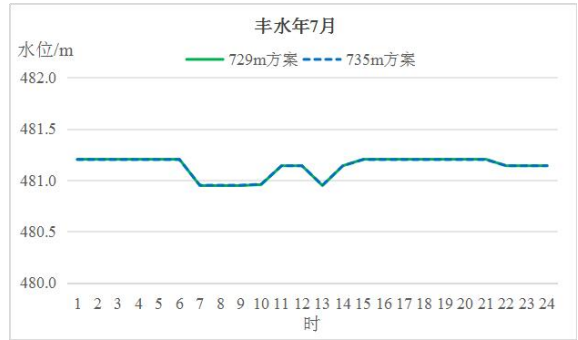
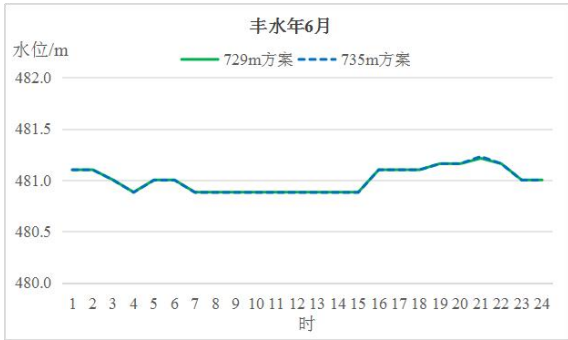
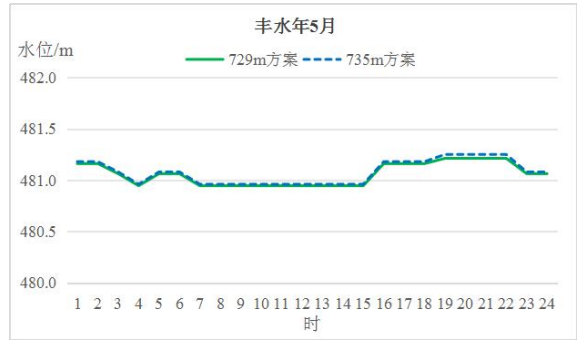
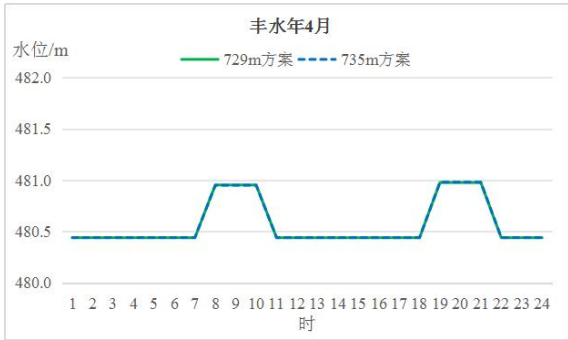


图 5.1.3-7 甘名溪汇口下断面丰水年典型日逐时水位变化过程图

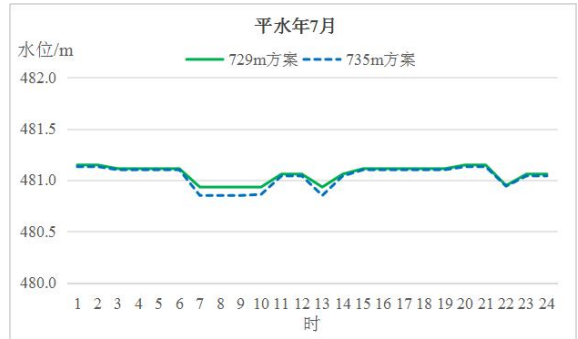
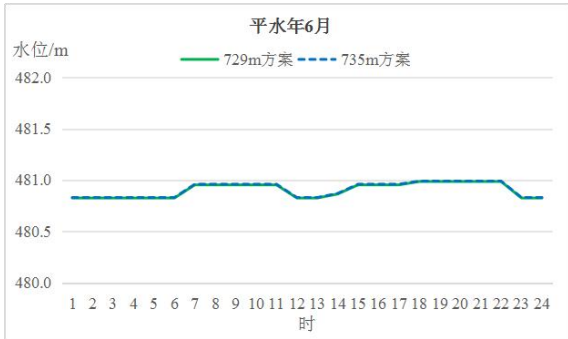
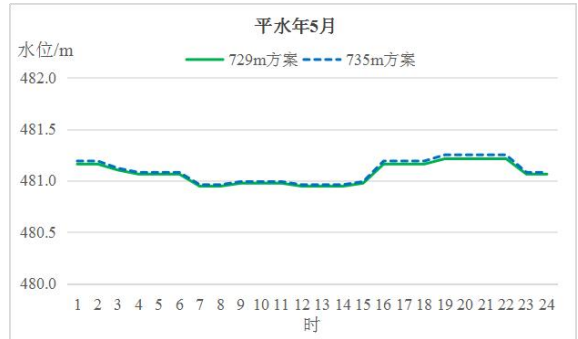
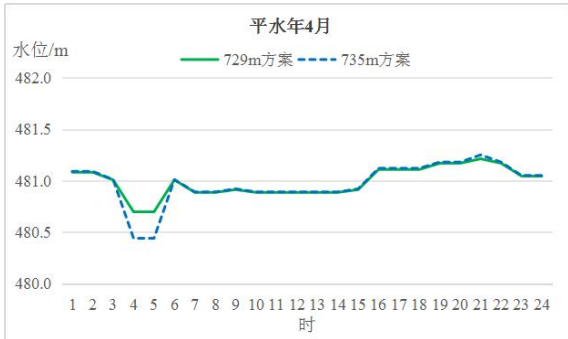


图 5.1.3-8 甘名溪汇口下断面平水年典型日逐时水位变化过程图

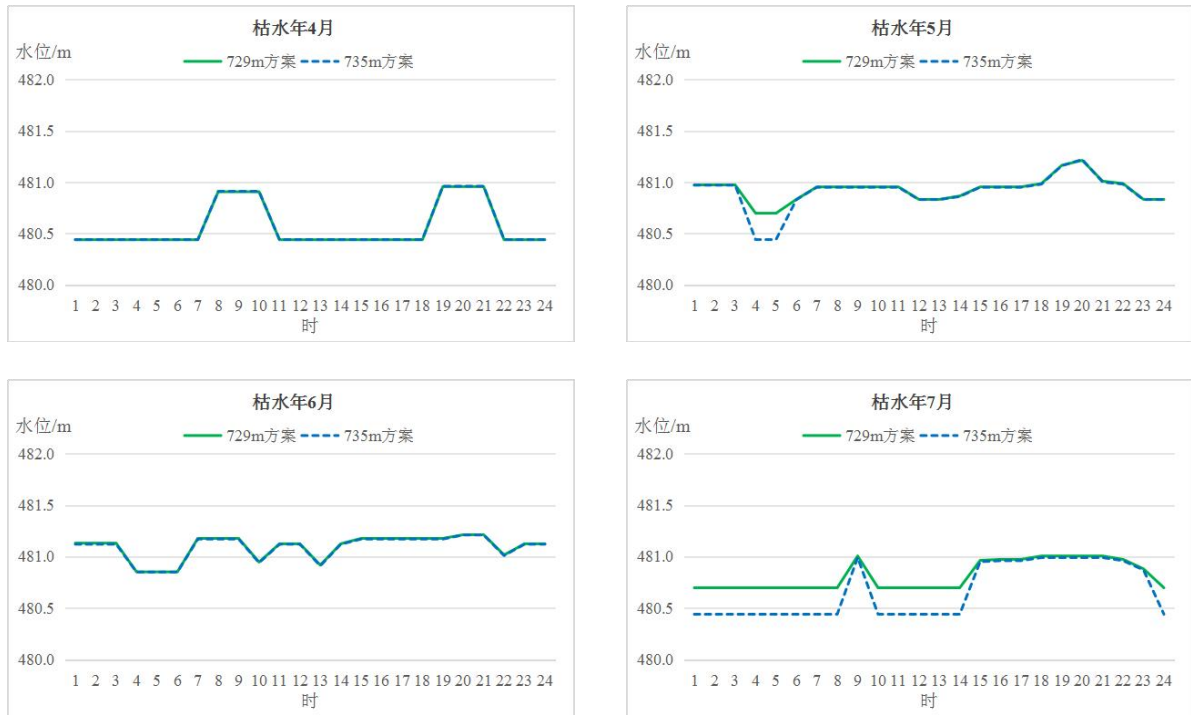


图 5.1.3-9 甘名溪汇口下断面枯水年典型日逐时水位变化过程图

## 5.2 地表水环境

### 5.2.1 水温

#### 5.2.1.1 水库水温类型判别

水库水温结构判别采用 $\alpha$ 、 $\beta$ 指标法。当 $\alpha < 10$ 时，水库水温为分层型，库表面的水温明显高于中下层水温而出现温度分层； $\alpha > 20$ 时为混合型，一年中任何时间库内水温分布比较均匀，水温梯度很小； $10 < \alpha < 20$ 时为过渡型，兼有上述两种类型水温分布特征。对于分层型水库，如遇 $\beta > 1$ 时的洪水，分层结构被破坏，则为临时性混合型； $\beta < 0.5$ 时洪水对水温分层几乎无影响。

姚家平水库总库容为  $3.20 \text{ 亿 m}^3$ 。坝址多年平均径流量  $16.4 \text{ 亿 m}^3$ ，坝址 1%、2%、5%和 20%洪水的 3d 洪量分别为  $3.45 \text{ 亿 m}^3$ 、 $3.16 \text{ 亿 m}^3$ 、 $2.76 \text{ 亿 m}^3$  和  $2.08 \text{ 亿 m}^3$ ，则：

$$\alpha = 16.4 \times 10^8 / (3.20 \times 10^8) = 5.13 < 10$$

$$\beta_{1\%}(3d)=3.45 \times 10^8 / (3.2 \times 10^8) = 1.08 > 0.5$$

$$\beta_{2\%}(3d)=3.16 \times 10^8 / (3.2 \times 10^8) = 0.99 > 0.5$$

$$\beta_{5\%}(3d)=2.76 \times 10^8 / (3.2 \times 10^8) = 0.86 > 0.5$$

$$\beta_{20\%}(3d)=2.08 \times 10^8 / (3.2 \times 10^8) = 0.65 > 0.5$$

根据水库水温结构判别该水库 $\alpha$ 指数为  $5.13 < 10$ ，初步判断设计变更后姚家平枢纽水库仍为稳定分层型水库。坝址处 1%洪水的 $\beta$ 指数大于 1，2%、5%和 20%洪水的 $\beta$ 指数大于 0.5 小于 1，即遇百年一遇洪水时姚家平水库水温分层结构被破坏，为临时性混合型；小于百年一遇洪水时，对水温分层虽有影响，但仍难于破坏水温分层结构。

### 5.2.1.2 基础资料

#### (1) 水文资料

以姚家平坝址断面典型年的逐旬入出库流量作为水库水温模型的边界条件，典型年选取与环评报告书保持一致，其中设计丰水年（ $P=10\%$ ）为 1967 年 4 月~1968 年 3 月，设计平水年（ $P=50\%$ ）为 2003 年 4 月~2004 年 3 月，设计枯水年（ $P=90\%$ ）为 2013 年 4 月~2014 年 3 月。各典型年出入库流量见表 5.2.1-1。

表 5.2.1-1 姚家平枢纽运行期各典型年调度过程 单位： $m^3/s$

时段	丰水年			平水年			枯水年			
	入库流量	出库流量	旬均水位(m)	入库流量	出库流量	旬均水位(m)	入库流量	出库流量	旬均水位(m)	
4 月	上旬	29.52	45.04	725.00	63.63	57.48	725.00	33.12	48.74	725.00
	中旬	34.75	50.34	725.00	57.54	73.14	725.00	21.24	42.37	723.90
	下旬	27.50	84.06	722.78	134.88	161.10	725.00	15.90	84.12	721.71
5 月	上旬	153.47	149.34	725.00	85.38	111.60	725.00	59.10	84.23	721.92
	中旬	110.53	98.71	730.00	124.58	112.71	730.00	76.08	42.39	725.51
	下旬	96.73	117.83	729.00	163.29	184.33	729.00	142.82	139.17	729.00
6 月	上旬	44.58	60.14	729.00	41.30	56.84	729.00	144.98	160.54	729.00
	中旬	65.56	81.14	729.00	40.28	55.84	729.00	71.99	87.54	729.00
	下旬	244.09	259.64	729.00	106.47	122.04	729.00	98.40	113.94	729.00
7 月	上旬	180.69	196.24	729.00	101.97	117.54	729.00	35.80	51.34	729.00

时段		丰水年			平水年			枯水年		
		入库流量	出库流量	旬均水位(m)	入库流量	出库流量	旬均水位(m)	入库流量	出库流量	旬均水位(m)
	中旬	74.81	90.34	729.00	120.76	136.34	729.00	33.91	49.44	729.00
	下旬	182.48	198.04	729.00	62.76	78.34	729.00	53.18	68.74	729.00
8月	上旬	64.01	79.54	729.00	25.97	42.04	728.91	53.52	69.14	729.00
	中旬	60.21	75.74	729.00	91.20	106.24	729.00	23.32	42.11	727.42
	下旬	26.97	42.54	729.00	26.06	42.05	728.92	12.42	42.19	725.83
9月	上旬	45.91	41.90	732.35	47.04	41.93	732.48	61.39	42.03	732.01
	中旬	85.35	41.47	741.62	36.40	41.73	734.19	99.97	41.75	732.74
	下旬	59.67	51.75	745.00	39.71	41.59	736.36	28.88	41.73	733.48
10月	上旬	88.88	104.44	745.00	39.20	41.44	738.41	8.95	41.70	734.22
	中旬	115.83	139.78	743.80	63.33	42.23	743.80	7.05	41.63	735.00
	下旬	25.70	49.58	742.60	19.32	43.18	742.60	7.93	41.55	735.70
11月	上旬	59.84	76.70	741.40	43.53	60.40	741.40	19.90	27.34	735.85
	中旬	21.90	38.70	740.20	30.96	47.80	740.20	42.07	27.22	739.40
	下旬	119.99	134.40	739.30	20.36	36.73	739.00	18.40	27.23	738.00
12月	上旬	35.66	53.87	737.80	26.24	42.53	737.80	14.22	27.29	736.61
	中旬	14.64	27.29	736.50	19.23	35.43	736.60	13.78	27.32	735.20
	下旬	10.46	27.35	735.10	10.68	27.32	735.30	11.72	27.44	733.60
1月	上旬	7.86	27.50	733.61	16.42	31.84	734.20	5.20	27.53	732.04
	中旬	7.40	27.56	732.10	35.25	50.93	733.00	4.51	27.68	730.43
	下旬	11.09	27.69	730.46	15.06	30.73	731.80	4.66	27.79	728.70
2月	上旬	8.83	27.78	728.69	11.63	27.66	730.54	7.46	27.94	726.90
	中旬	8.10	27.92	726.86	16.06	31.11	729.40	6.34	28.05	725.08
	下旬	9.03	28.06	724.94	23.14	38.24	728.20	9.40	28.24	722.86
3月	上旬	33.51	30.67	727.00	26.18	41.24	727.00	7.77	28.40	720.60
	中旬	37.81	52.84	725.80	13.47	28.54	725.80	9.03	28.59	718.22
	下旬	94.82	107.65	725.00	13.74	28.12	724.71	23.30	28.64	718.90

## (2) 水温资料

姚家平坝址上下游分别设有利川和恩施水文站，有多年观测水温资料，两站相距约 92.2km。姚家平坝址位于利川水文站下游 57.2km 处。

本次研究收集到利川站(1973~1987 年,共 15 年)和恩施站(1964~1987,共 24 年)多年平均水温资料,见表 5.2.1-2。本次研究假设两站之间的水温呈线性变化,采用增温率法确定坝址处水温及支流水温。增温率即两站间的实测水温差与距离的比值,其计算公式为:

$$\Delta T(t) = \frac{T_{\text{恩}}(t) - T_{\text{利}}(t)}{L}$$

式中， $\Delta T(t)$ 为增温率( $^{\circ}\text{C}/100\text{km}$ )， $T_{\text{恩}}(t)$ 、 $T_{\text{利}}(t)$ 分别为恩施站、利川站的逐月实测水温值 ( $^{\circ}\text{C}$ )， $L$ 为两站间的距离 ( $\text{km}$ )。

由表 5.2-2 可知，利川站实测多年平均年内水温变化范围为  $4.8^{\circ}\text{C} \sim 22.7^{\circ}\text{C}$ ；恩施站多年平均实测水温范围为  $7.5^{\circ}\text{C} \sim 23.0^{\circ}\text{C}$ ，计算得到逐月沿程增温率范围为  $0 \sim 2.92^{\circ}\text{C}/100\text{km}$ 。

表 5.2.1-2 姚家平入库、坝址等特征断面的天然水温过程 单位： $^{\circ}\text{C}$

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
利川站水温	4.8	5.7	8.6	13.4	16.5	19.0	21.2	22.7	19.2	15.5	11.2	6.9	13.7
恩施站水温	7.5	8.3	11.3	14.8	17.3	19.6	21.2	23.0	20.0	16.6	13.1	9.3	15.2
增温率( $^{\circ}\text{C}/100\text{km}$ )	2.92	2.80	2.90	1.52	0.87	0.61	0	0.32	0.90	1.19	2.05	2.66	1.6
姚家平入库水温	6.0	6.9	9.8	14.0	16.9	19.3	21.2	22.8	19.6	16.0	12.1	8.0	14.4
姚家平坝址水温	6.5	7.3	10.3	14.2	17.0	19.4	21.2	22.9	19.7	16.2	12.4	8.4	14.6

### (3) 气象资料

影响水库水温的气象要素主要包括太阳辐射、气温、风速、云量、湿度。姚家平坝址下游 35km 处有恩施气象站。本次研究主要依据恩施站气温、相对湿度、平均风速、云量等气象观测资料。库区水温预测采用气象要素见表 5.2.1-3，表中各气象要素均为 1981-2010 年多年平均逐月实测资料。

表 5.2.1-3 恩施气象站 (1981-2010 年) 气象要素统计

月份	平均气温 (°C)	平均相对湿度 (%)	平均风速 (m/s)	平均日照时数 (h)	云量	太阳总辐射量 (W/m <sup>2</sup> )
1	5.2	83	0.7	41.5	0.8	62.72
2	7.1	80	0.8	46.1	0.8	77.44
3	10.9	78	0.9	74.8	0.8	104.25
4	16.4	78	0.9	109.4	0.7	140.09
5	20.7	79	0.9	132.2	0.7	157.72
6	23.9	79	0.8	129.5	0.7	166.22
7	26.5	80	1	167.4	0.6	176.52
8	26.5	76	1	198.7	0.6	176.35
9	22.6	78	0.9	128.6	0.7	138.12
10	17	84	0.7	90.3	0.7	101.78
11	11.9	84	0.6	70.5	0.7	83.15
12	6.7	85	0.6	45.8	0.8	64.70

#### 5.2.1.3 水库水温数学模型

姚家平水利枢纽水库形状狭长，水库水温预测采用宽度平均的立面二维水动力模型 CE-QUAL-W2。CE-QUAL-W2 模型是由美国陆军工程兵团开发的，可应用于河流，湖泊，水库和河口的纵向/垂向二维水动力及水质模型。

连续方程：

$$\frac{\partial Bu}{\partial x} + \frac{\partial Bw}{\partial z} = qB$$

动量方程：

$x$  向

$$\begin{aligned} & \frac{\partial uB}{\partial t} + \frac{\partial uuB}{\partial x} + \frac{\partial wuB}{\partial z} \\ &= gB \sin \alpha + g \cos \alpha B \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{g \cos \alpha B}{\rho} \int_{\eta}^z \frac{\partial \rho}{\partial x} dz + \frac{1}{\rho} \frac{\partial B \tau_{xx}}{\partial x} \\ & \quad + \frac{1}{\rho} \frac{\partial B \tau_{xz}}{\partial z} + qBU_x \\ z \text{ 向 } 0 &= g \cos \alpha - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} \end{aligned}$$

状态方程:

$$\rho = f(T_w, \Phi_{TDS}, \Phi_{SS})$$

自由水面方程:

$$B_{\eta} \frac{\partial \eta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \int_{\eta}^h B u dz - \int_{\eta}^h q B dz$$

热输运方程:

$$\frac{\partial B \Phi}{\partial t} + \frac{\partial u B \Phi}{\partial x} + \frac{\partial w B \Phi}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( B D_x \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( B D_z \frac{\partial \Phi}{\partial z} \right) + q_{\Phi} B + B S_{\Phi}$$

式中： $u$  和  $w$  分别为  $x$  和  $z$  方向的流速，m/s； $B$  为水体宽度，m； $q$  为侧向单位体积净入库流量， $\text{m}^3/\text{s}$ ； $g$  为重力加速度， $\text{m}/\text{s}^2$ ； $\alpha$  为河底水线夹角，rad； $\tau_{xx}$  和  $\tau_{xz}$  分别为控制体在  $x$  面  $x$  向和  $z$  面  $x$  向的湍流剪应力， $\text{N}/\text{m}^2$ ； $\Phi$  为侧向平均条件下热量浓度， $\text{J}/\text{m}^3$ ； $D_x$  和  $D_z$  分别为温度纵向和垂向扩散系数， $\text{m}^2/\text{s}$ ； $q_{\Phi}$  为单元控制体侧向热量出入流的速率， $\text{J}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$ ； $S_{\Phi}$  为侧向平均的热量源汇项， $\text{J}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$ 。

#### 5.2.1.4 模型验证

《湖北姚家平水利枢纽工程环境影响报告书》利用水布垭水电站作为进行了参数验证，计算结果与实测资料总体较为吻合。本次计算模型参数采用环评报告书成果，计算中对水温计算结果影响较大的参数有  $wsc$

(风遮蔽系数)、shade (光遮蔽系数) 和  $D_x$  (纵向离散系数), 其值取为  $wsc=1.65$ ,  $shade=0.5$ ,  $D_x=150m^2/s$ 。

### 5.2.1.5 网格划分及计算条件

计算网格在主流方向上间距为 300m, 水深方向间距为 2m, 在正常蓄水位下, 将姚家平水利枢纽库区离散为  $50 \times 78$  个矩形网格。预测丰、平、枯典型年单层取水工况下姚家平库区水温结构, 以及单层、分层取水工况下泄水温。

### 5.2.1.6 姚家平枢纽库区水温预测

#### (1) 丰水年预测结果及分析

图 5.2.1-1 为丰水年典型月份姚家平库区水温分布, 可以看出设计变更后姚家平水利枢纽库区水温仍呈现分层型水温结构特征, 具体为: 4 月开始气温有所上升, 库区表层水温随气温逐渐上升。5 月, 来流水温和气温等大幅提升, 库区水温也大幅提高, 开始出现温跃层, 温跃层位置为 700m, 6~8 月表层水温进一步升高, 温跃层位置下降至 690m。9~10 月气温、太阳辐射有所下降, 表层水温有所降低, 库区水温仍呈现稳定的分层结构。次年 1~3 月, 气温、辐射进一步减小, 在对流作用下水温垂向混合逐渐均匀。

汛限水位变化对库区影响主要在汛前消落、汛期和汛后蓄水阶段, 选取 4~9 月为典型月, 对比工程设计变更前后坝前垂向水温的变化, 如图 5.2.1-2 所示。由图可知, 4、5 月坝前垂向水温基本不变; 6~9 月温跃层位置基本不变, 温跃层以下的同温层水体水温较为稳定, 与设计变更前基本一致, 温跃层以上的表层水体水温较变更前有所增加, 700m (取水口底板高程) 处水温较设计变更前增加了  $0 \sim 0.3^\circ\text{C}$ 。

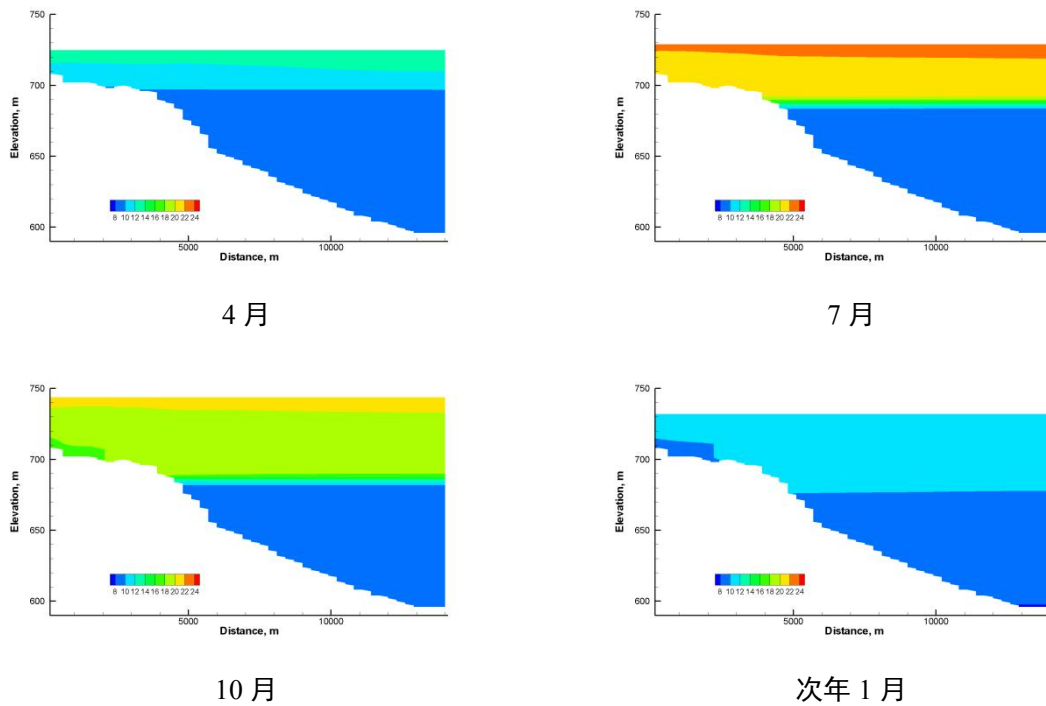


图 5.2.1-1 丰水年库区水温分布

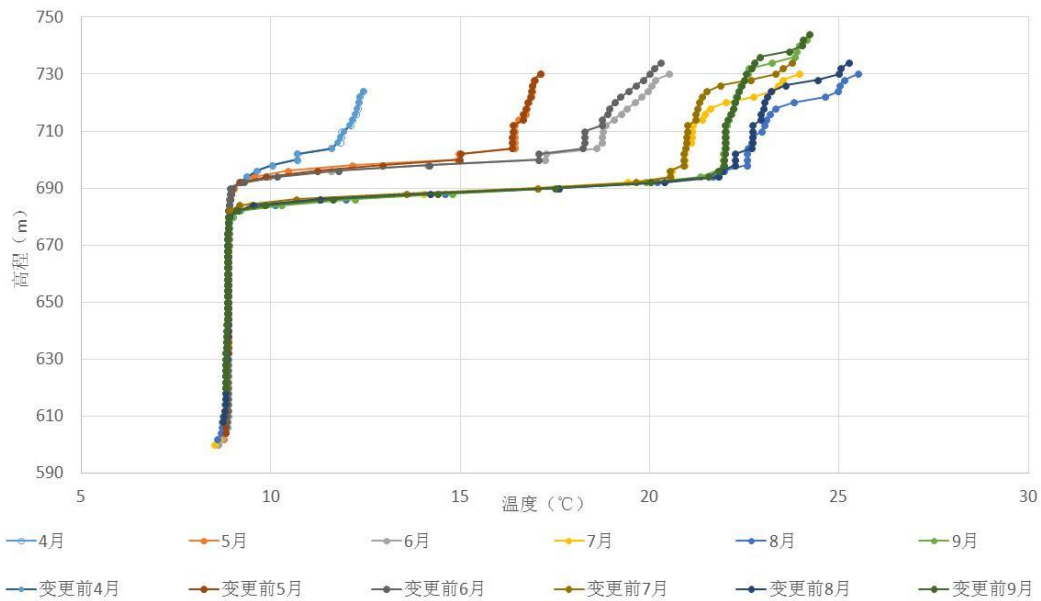


图 5.2.1-2 工程变更前后丰水年典型月份坝前垂向水温变化

## (2) 平水年预测结果及分析

图 5.2.1-3 为平水年典型月份姚家平库区水温分布，可以看出设计变更后姚家平水利枢纽库区水温仍呈现分层型水温结构特征，具体为：4 月开始

气温有所上升，库区表层水温随气温逐渐上升。5月，来流水温和气温等大幅提升，库区水温也大幅提高，开始出现温跃层，温跃层位置为695m，6~8月表层水温进一步升高，温跃层位置略有下降。9~10月气温、太阳辐射有所下降，表层水温有所降低，库区水温仍呈现稳定的分层结构。次年1~3月，气温、辐射进一步减小，在对流作用下水温垂向混合逐渐均匀。

汛限水位变化对库区影响主要在汛前消落、汛期和汛后蓄水阶段，选取4~9月为典型月，对比工程设计变更前后坝前垂向水温的变化，如图5.2-4所示。由图可知，4、5月坝前垂向水温基本不变，6~9月温跃层位置基本不变，温跃层以下的同温层水体水温较为稳定，与设计变更前基本一致，温跃层以上的表层水体水温较变更前有所增加，700m（取水口底板高程）处水温与设计变更前相比变化在0.2℃以内。

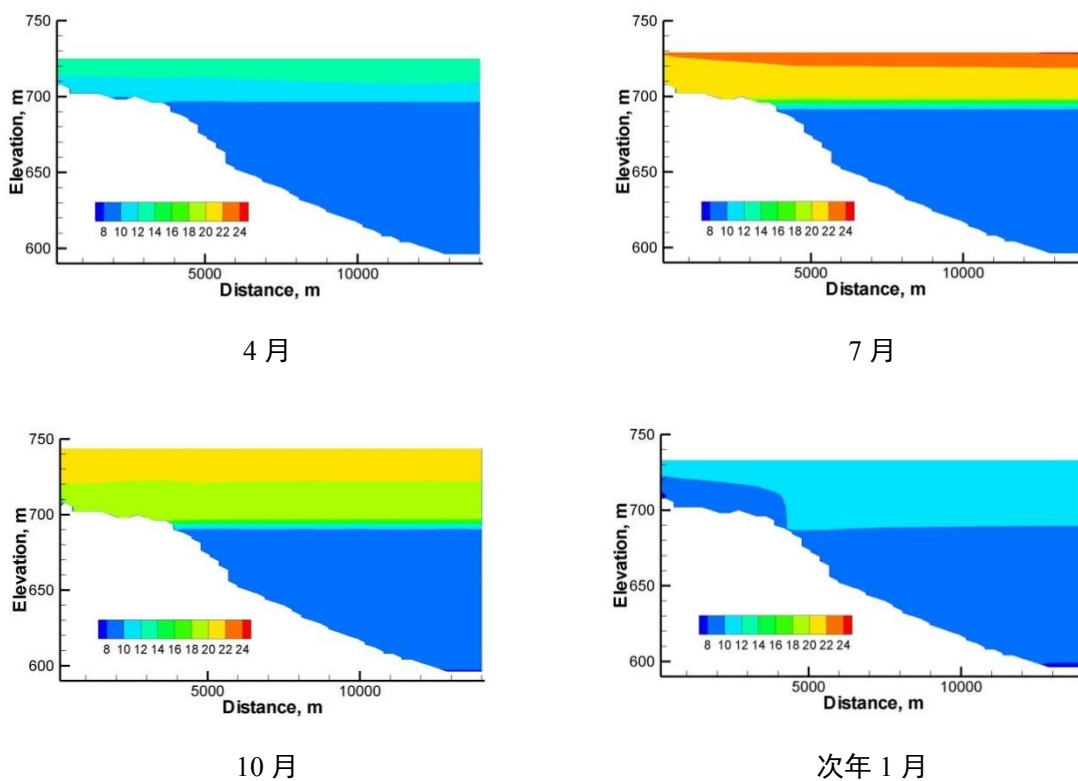


图 5.2.1-3 平水年库区水温分布

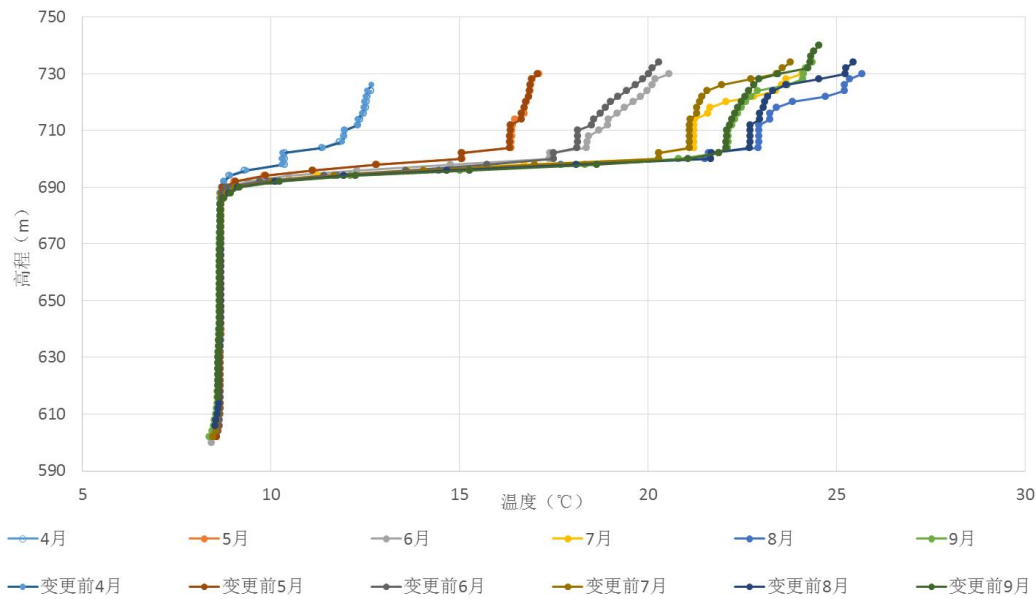


图 5.2.1-4 工程变更前后平水年典型月份坝前垂向水温变化

### (3) 枯水年预测结果及分析

图 5.2.1-5 为枯水年典型月份姚家平库区水温分布，可以看出设计变更后姚家平水利枢纽库区水温仍呈现分层型水温结构特征，具体为：4 月开始气温有所上升，库区表层水温随气温逐渐上升。5 月，来流水温和气温等大幅提升，库区水温也大幅提高，开始出现温跃层，温跃层位置为 700m，6~8 月表层水温进一步升高，温跃层位置略有下降。9~10 月气温、太阳辐射有所下降，表层水温有所降低，库区水温仍呈现稳定的分层结构。次年 1~3 月，气温、辐射进一步减小，在对流作用下水温垂向混合逐渐均匀。

汛限水位变化对库区影响主要在汛前消落、汛期和汛后蓄水阶段，选取 4~9 月为典型月，对比工程设计变更前后坝前垂向水温的变化，如图 5.2.1-6 所示。由图可知，4 月坝前垂向水温基本不变，5~9 月温跃层位置基本不变，温跃层以下的同温层水体水温较为稳定，与设计变更前基本一致，温跃层以上的表层水体水温较变更前有所增加，700m（取水口底板高程）处水温较设计变更前增加了 0~0.5℃，最大增温出现在 5 月。

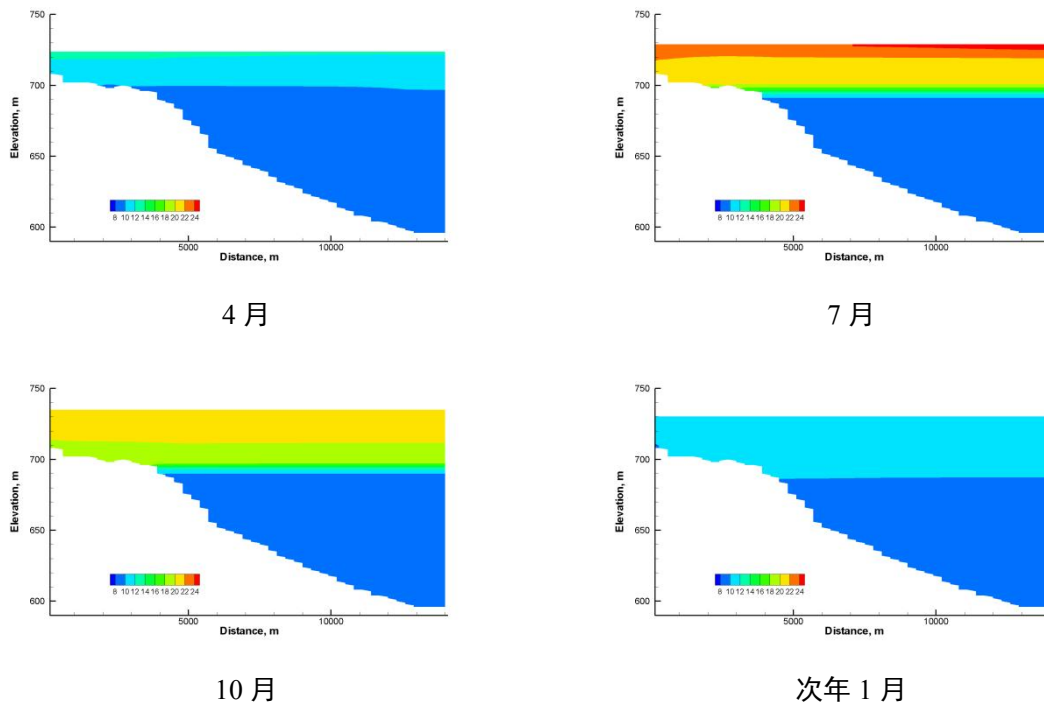


图 5.2.1-5 枯水年库区水温分布

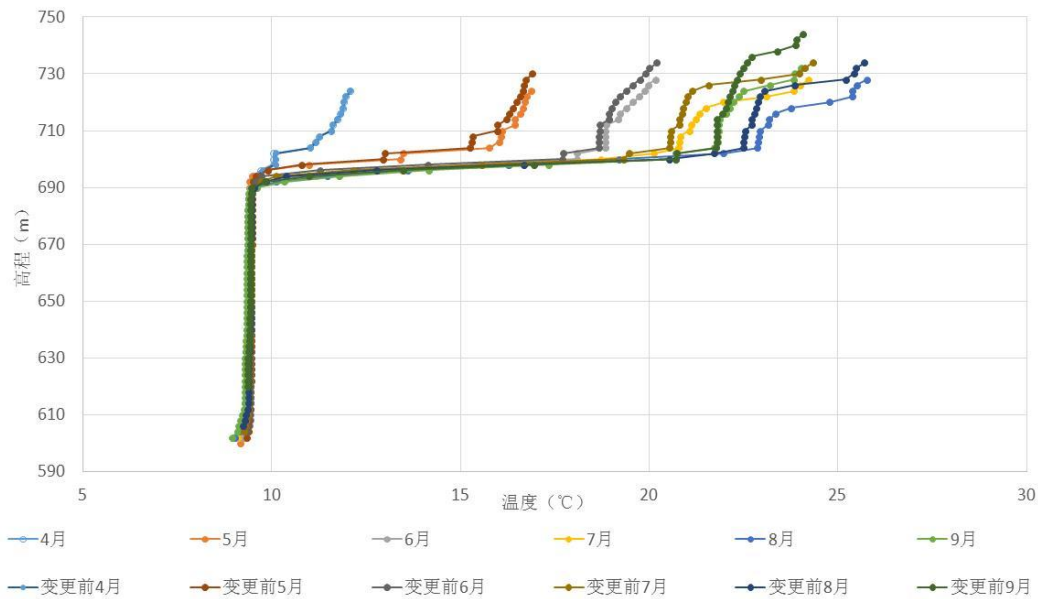


图 5.2.1-6 工程变更前后枯水年典型月份坝前垂向水温变化

### 5.2.1.7 下泄水温预测

#### (1) 单层取水下泄水温

姚家平发电取水口底板高程为 700m，在单层取水方案下，丰、平、枯

水年工程变更前后下泄水温见表 5.2.1-4~5.2.1-6。从表中可以看出，设计方案变更后春夏季 3~8 月存在较为明显的低温水下泄情况，丰、平、枯水年较天然情况最大下降了 2.9℃、3.4℃和 3.5℃，分别出现在 4 月下旬、4 月上旬和 4 月中下旬。丰水年 3 月中旬~6 月下旬水温降幅超过 1℃，平水年 3 月上旬~5 月上旬水温降幅超过 1℃，枯水年 3 月中旬~5 月下旬水温降幅超过 1℃。秋冬季 9 月-次年 2 月，水库下泄水温较天然坝址水温有所升高，丰、平、枯水年较天然情况最大升高 4.1℃、5.0℃和 5.7℃，分别出现在 1 月上旬、12 月中旬和 12 月中旬。

与方案变更前相比，旬均下泄水温略有变化，丰水年 4 月~5 月下泄水温略有升高，升高了 0~0.2℃，6~8 月下泄水温略有下降，下降了 0~0.3℃；平水年 3 月下旬~4 月中旬下泄水温下降了 0.1℃，4 月下旬~8 月下旬下泄水温升高了 0~0.2℃；枯水年 3 月上旬~4 月中旬下泄水温下降了 0.1℃，4 月下旬~8 月下旬下泄水温升高了 0~0.9℃，其中 5 月上旬、中旬下泄水温分别升高了 0.8℃、0.9℃。总体而言，丰水年和平水年下泄水温较设计变更前变化较小，变化幅度在 0.3℃以内，枯水年下泄水温与设计变更前相比变化范围在-0.3~0.9℃。

表 5.2.1-4 丰水年单层取水下泄水温统计表 单位：℃

月份	旬	坝址天然水温	设计变更前下泄水温	变更后下泄水温	差值	
		a	b	c	c-a	c-b
4 月	上旬	12.9	10.8	10.8	-2.1	0.0
	中旬	14.2	11.4	11.4	-2.8	0.0
	下旬	15.2	12.2	12.3	-2.9	0.1
5 月	上旬	16.1	14.2	14.4	-1.7	0.2
	中旬	17	15.9	16.0	-1.0	0.1
	下旬	17.8	16.8	16.8	-1.0	0.0
6 月	上旬	18.6	17.4	17.3	-1.3	-0.1
	中旬	19.4	17.6	17.6	-1.8	0.0
	下旬	20	19.1	18.8	-1.2	-0.3
7 月	上旬	20.6	20.3	20.2	-0.4	-0.1
	中旬	21.2	20.9	20.9	-0.3	0.0

月份	旬	坝址天然水温	设计变更前下泄水温	变更后下泄水温	差值	
		a	b	c	c-a	c-b
	下旬	21.7	21.6	21.5	-0.2	-0.1
8月	上旬	22.3	22.2	22.1	-0.2	-0.1
	中旬	22.9	22.7	22.6	-0.3	-0.1
	下旬	21.8	22.8	22.8	1.0	0.0
9月	上旬	20.8	22.5	22.5	1.7	0.0
	中旬	19.7	21.8	22.0	2.3	0.2
	下旬	18.6	21.1	21.2	2.6	0.1
10月	上旬	17.4	20.1	20.3	2.9	0.2
	中旬	16.2	18.8	19.0	2.8	0.2
	下旬	15	17.9	18.0	3.0	0.1
11月	上旬	13.7	17	17.2	3.5	0.2
	中旬	12.4	16.1	16.2	3.8	0.1
	下旬	11.1	14.3	14.6	3.5	0.3
12月	上旬	9.7	13	13.0	3.3	0.0
	中旬	8.4	12.3	12.4	4.0	0.1
	下旬	7.8	11.8	11.8	4.0	0.0
1月	上旬	7.1	11	11.2	4.1	0.2
	中旬	6.5	10.3	10.5	4.0	0.2
	下旬	6.7	9.7	9.8	3.1	0.1
2月	上旬	7	9.1	9.2	2.2	0.1
	中旬	7.3	8.7	8.8	1.5	0.1
	下旬	8.3	8.5	8.5	0.2	0.0
3月	上旬	9.3	8.4	8.4	-0.9	0.0
	中旬	10.3	8.5	8.5	-1.8	0.0
	下旬	11.6	9.2	9.2	-2.4	0.0
年均		14.6	15.4	15.5	-	-
最大值		22.9	22.8	22.8	4.1	0.3
最小值		6.5	8.4	8.4	-2.9	-0.3
年内变幅		16.4	14.4	14.4	-	-

表 5.2.1-5

平水年单层取水下泄水温统计表

单位：℃

月份	旬	坝址天然水温	设计变更前下泄水温	变更后下泄水温	差值	
		a	b	c	c-a	c-b
4月	上旬	12.9	9.6	9.5	-3.4	-0.1
	中旬	14.2	11.3	11.2	-3.0	-0.1
	下旬	15.2	13.4	13.5	-1.7	0.1
5月	上旬	16.1	14.9	15.0	-1.1	0.1
	中旬	17	15.9	16.1	-0.9	0.2
	下旬	17.8	16.9	17.1	-0.7	0.2

月份	旬	坝址天然水温	设计变更前下泄水温	变更后下泄水温	差值	
		a	b	c	c-a	c-b
6月	上旬	18.6	17.6	17.8	-0.8	0.2
	中旬	19.4	18.1	18.2	-1.2	0.1
	下旬	20	19.3	19.3	-0.7	0.0
7月	上旬	20.6	20.2	20.2	-0.4	0.0
	中旬	21.2	21	21.0	-0.2	0.0
	下旬	21.7	21.6	21.6	-0.1	0.0
8月	上旬	22.3	21.9	22.0	-0.3	0.1
	中旬	22.9	22.6	22.6	-0.3	0.0
	下旬	21.8	22.8	23.0	1.2	0.2
9月	上旬	20.8	22.5	22.7	1.9	0.2
	中旬	19.7	21.8	22.0	2.3	0.2
	下旬	18.6	21.1	21.2	2.6	0.1
10月	上旬	17.4	20.3	20.3	2.9	0.0
	中旬	16.2	19.4	19.4	3.2	0.0
	下旬	15	18.4	18.4	3.4	0.0
11月	上旬	13.7	17.4	17.5	3.8	0.1
	中旬	12.4	16.4	16.5	4.1	0.1
	下旬	11.1	15.5	15.5	4.4	0.0
12月	上旬	9.7	14.5	14.5	4.8	0.0
	中旬	8.4	13.4	13.4	5.0	0.0
	下旬	7.8	12.5	12.6	4.8	0.1
1月	上旬	7.1	11.5	11.7	4.6	0.2
	中旬	6.5	10.2	10.4	3.9	0.2
	下旬	6.7	9.3	9.4	2.7	0.1
2月	上旬	7	8.7	8.8	1.8	0.1
	中旬	7.3	8.4	8.4	1.1	0.0
	下旬	8.3	8.2	8.2	-0.1	0.0
3月	上旬	9.3	8.1	8.1	-1.2	0.0
	中旬	10.3	8.1	8.1	-2.2	0.0
	下旬	11.6	8.3	8.2	-3.4	-0.1
年均		14.6	15.6	15.7	/	/
最大值		22.9	22.8	23.0	5.0	0.2
最小值		6.5	8.1	8.2	-3.4	-0.1
年内变幅		16.4	14.7	14.8	/	/

表 5.2.1-6

枯水年单层取水下泄水温统计表

单位: °C

月份	旬	坝址天然水温	设计变更前下泄水温	变更后下泄水温	差值	
		a	b	c	c-a	c-b
4月	上旬	12.9	10.0	9.9	-3.0	-0.1
	中旬	14.2	10.8	10.7	-3.5	-0.1
	下旬	15.2	11.6	11.7	-3.5	0.1
5月	上旬	16.1	12.6	13.4	-2.8	0.8
	中旬	17.0	14.4	15.3	-1.7	0.9
	下旬	17.8	16.5	16.8	-1.0	0.3
6月	上旬	18.6	17.9	17.8	-0.8	-0.1
	中旬	19.4	18.6	18.6	-0.8	0.0
	下旬	20.0	19.3	19.4	-0.6	0.1
7月	上旬	20.6	19.9	20.0	-0.6	0.1
	中旬	21.2	20.3	20.6	-0.6	0.3
	下旬	21.7	21.0	21.4	-0.3	0.4
8月	上旬	22.3	21.8	22.2	-0.1	0.4
	中旬	22.9	22.3	22.6	-0.3	0.3
	下旬	21.8	22.5	22.9	1.1	0.4
9月	上旬	20.8	22.3	22.5	1.7	0.2
	中旬	19.7	21.4	21.6	1.9	0.2
	下旬	18.6	20.8	20.7	2.1	-0.1
10月	上旬	17.4	20.4	20.2	2.8	-0.2
	中旬	16.2	20.1	19.8	3.6	-0.3
	下旬	15.0	19.6	19.3	4.3	-0.3
11月	上旬	13.7	18.6	18.4	4.7	-0.2
	中旬	12.4	17.0	17.0	4.6	0.0
	下旬	11.1	15.9	15.8	4.7	-0.1
12月	上旬	9.7	15.0	14.9	5.2	-0.1
	中旬	8.4	14.1	14.1	5.7	0.0
	下旬	7.8	13.2	13.2	5.4	0.0
1月	上旬	7.1	12.4	12.3	5.2	-0.1
	中旬	6.5	11.5	11.5	5.0	0.0
	下旬	6.7	10.7	10.6	3.9	-0.1
2月	上旬	7.0	9.9	9.9	2.9	0.0
	中旬	7.3	9.3	9.3	2.0	0.0
	下旬	8.3	9.0	9.0	0.7	0.0
3月	上旬	9.3	8.9	8.8	-0.5	-0.1
	中旬	10.3	8.8	8.7	-1.6	-0.1
	下旬	11.6	9.1	9.0	-2.6	-0.1
年均		14.6	15.8	15.8	-	-
最大值		22.9	22.5	22.9	5.7	0.9
最小值		6.5	8.8	8.7	-3.5	-0.3
年内变幅		16.4	13.8	14.1	-	-

## (2) 叠梁门分层取水下泄水温

环评报告书中叠梁门分层取水口共 2 孔，孔口宽度 5m，闸门底槛高程 700.0m，闸门总高度 36m，闸门分成 12 节叠梁门，每节门叶高度为 3m。初步设计对叠梁门设计也进行了一定变更，变更后取水闸门进水口共 2 孔，孔口宽度均为 8.5m，共分成 11 节叠梁门，上面 10 节的每节门叶高度均为 3m，底节门叶高度为 5m。下泄水温预测重点关注工程设计变更后，叠梁门运用与环评报告书中叠梁门运用效果的变化。

丰水年采用叠梁门后，对 3~8 月下泄水温均有较明显的改善效果，较单层取水改善了 0-1.1℃。3 月中、上旬由于坝前垂向水温分布较为均匀，分层取水的改善效果较不明显，3 月下旬下泄水温改善了 0.5℃。4 月下泄水温较单层取水方案改善了 0.4~1.0℃；5 月下泄水温较单层取水方案改善了 0.6~0.7℃；6 月下泄水温较单层取水方案改善了 0.9~1.1℃。7~8 月叠梁门下泄水温已高于坝址天然水温。与设计变更前相比，3~5 月分层取水下泄水温相差较小，变化幅度在 0.2℃以内，6~8 月变化幅度在 0.5℃以内。

平水年采用叠梁门后，对 3~8 月下泄水温均有较明显的改善效果，较单层取水改善了 0-1.3℃。3 月中、上旬由于坝前垂向水温分布较为均匀，分层取水的改善效果较不明显，3 月下旬下泄水温改善了 0.4℃。4 月中、上旬下泄水温较单层取水方案改善了 0.9℃；4 月下旬~6 月上旬，叠梁门下泄水温改善了 0.3-0.6℃。6 中旬-8 月下旬叠梁门下泄水温已高于坝址天然水温。与设计变更前相比，叠梁门分层取水下泄水温相差较小。

枯水年采用叠梁门后，对 3~8 月下泄水温均有较明显的改善效果，较单层取水改善了 0-1.1℃。3 月中、上旬由于坝前垂向水温分布较为均匀，分层取水的改善效果较不明显，3 月下旬下泄水温改善了 0.3℃。4 月下泄水温较单层取水方案改善了 0.7~1.2℃；5 月下泄水温较单层取水方案改善了 0.7~1.3℃；6 月下泄水温较单层取水方案改善了 0.3~0.8℃。7~8 月叠梁

门下泄水温已高于坝址天然水温。与设计变更前相比，3~4月分层取水下泄水温相差较小，变化幅度在0.2℃以内，5~8月变化幅度在0.4℃以内。

表 5.2.1-7 丰水年设计变更前后叠梁门分层取水方案效果对比 (单位: °C)

月份	旬	坝址天然水温	下泄水温				
			单层取水 (变更后)	分层取水 (变更前)	分层取水 (变更后)	d-c	d-b
			a	b	c		
3月	上旬	9.3	8.4	8.4	8.4	0.0	0.0
	中旬	10.3	8.5	8.6	8.6	0.0	0.1
	下旬	11.6	9.2	9.8	9.7	-0.1	0.5
4月	上旬	12.9	10.8	11.1	11.2	0.1	0.4
	中旬	14.2	11.4	12	12.1	0.1	0.7
	下旬	15.2	12.3	13.4	13.3	-0.1	1.0
5月	上旬	16.1	14.4	15.1	15.2	0.1	0.7
	中旬	17	16.0	16.5	16.6	0.1	0.6
	下旬	17.8	16.8	17.7	17.5	-0.2	0.7
6月	上旬	18.6	17.3	17.9	18.4	0.5	1.1
	中旬	19.4	17.6	18	18.5	0.5	0.9
	下旬	20	18.8	19.3	19.8	0.5	1.0
7月	上旬	20.6	20.2	20.6	20.6	0.0	0.4
	中旬	21.2	20.9	21.7	21.5	-0.2	0.7
	下旬	21.7	21.5	21.9	21.8	-0.1	0.3
8月	上旬	22.3	22.1	23	22.7	-0.3	0.6
	中旬	22.9	22.6	23.6	23.4	-0.2	0.8
	下旬	21.8	22.8	23.4	23.5	0	0.7

表 5.2.1-8 平水年设计变更前后叠梁门分层取水方案效果对比 (单位: °C)

月份	旬	坝址天然水温	下泄水温				
			单层取水 (变更后)	分层取水 (变更前)	分层取水 (变更后)	d-c	d-b
			a	b	c		
3月	上旬	9.3	8.2	8.1	8.2	0.1	0.0
	中旬	10.3	8.2	8.2	8.1	-0.1	0.0
	下旬	11.6	8.3	8.5	8.7	0.2	0.4
4月	上旬	12.9	9.5	10.3	10.3	0.0	0.9
	中旬	14.2	11.1	12.1	12.2	0.1	0.9
	下旬	15.2	13.1	13.9	14.0	0.1	0.4
5月	上旬	16.1	14.6	15.3	15.4	0.1	0.3
	中旬	17	16.0	16.5	16.6	0.1	0.5
	下旬	17.8	17.0	17.6	17.4	-0.2	0.3

月份	旬	坝址天然水温	下泄水温				
			单层取水 (变更后)	分层取水 (变更前)	分层取水 (变更后)	d-c	d-b
			a	b	c		
6月	上旬	18.6	17.8	18.6	18.4	-0.2	0.6
	中旬	19.4	18.3	19.6	19.5	-0.1	1.3
	下旬	20	19.4	20.3	20.2	-0.1	0.9
7月	上旬	20.6	20.3	21	20.9	-0.1	0.7
	中旬	21.2	21.0	21.7	21.6	-0.1	0.7
	下旬	21.7	21.6	22.3	22.4	0.1	0.8
8月	上旬	22.3	22.0	22.8	23.1	0.3	1.0
	中旬	22.9	22.7	23.2	23.4	0.2	0.7
	下旬	21.8	23.0	22.8	23.0	0	0.0

表 5.2.1-9 枯水年设计变更前后叠梁门分层取水方案效果对比 (单位: °C)

月份	旬	坝址天然水温	下泄水温				
			单层取水 (变更后)	分层取水 (变更前)	分层取水 (变更后)	d-c	d-b
			a	b	c		
3月	上旬	9.3	8.8	8.9	8.7	-0.2	-0.1
	中旬	10.3	8.7	8.8	8.7	-0.1	-0.1
	下旬	11.6	9.0	9.3	9.3	0.0	0.3
4月	上旬	12.9	9.9	10.5	10.6	0.1	0.7
	中旬	14.2	10.7	11.6	11.6	0.0	0.9
	下旬	15.2	11.7	12.8	12.9	0.1	1.2
5月	上旬	16.1	13.4	14.3	14.7	0.4	1.3
	中旬	17	15.3	16.2	16.4	0.2	1.1
	下旬	17.8	16.8	17.5	17.4	-0.1	0.7
6月	上旬	18.6	17.8	18.5	18.1	-0.4	0.3
	中旬	19.4	18.6	19.5	19.2	-0.3	0.6
	下旬	20	19.4	20.3	20.3	0.0	0.8
7月	上旬	20.6	20.0	21.1	21.2	0.1	1.2
	中旬	21.2	20.6	21.6	22.0	0.4	1.4
	下旬	21.7	21.4	22.1	22.4	0.3	1.0
8月	上旬	22.3	22.2	22.6	22.9	0.3	0.7
	中旬	22.9	22.6	22.9	23.2	0.3	0.5
	下旬	21.8	22.9	22.5	22.8	0.3	-0.1

### 5.2.1.8 坝下游河段水温影响分析

将姚家平水库下泄水温作为研究河段的上游边界, 采用纵向一维数学

模型模拟坝下河段的沿程水温。

### **(1) 单层取水**

单层取水时，各断面春季低温水最大降幅均出现在4月，随着坝下游河道复温和区间汇流的影响，水温沿程有所升高。天楼地枕坝址断面距离姚家平坝址较近，水温较天然水温的变化幅度与姚家平断面基本一致，丰、平、枯水年水温较天然情况降幅分别为 $2.6^{\circ}\text{C}$ 、 $2.6^{\circ}\text{C}$ 和 $3.3^{\circ}\text{C}$ ，设计变更前降幅分别为 $2.7^{\circ}\text{C}$ 、 $2.7^{\circ}\text{C}$ 和 $3.3^{\circ}\text{C}$ 。甘名溪汇口断面丰、平、枯水年水温较天然情况降幅分别为 $2.3^{\circ}\text{C}$ 、 $2.4^{\circ}\text{C}$ 和 $3.0^{\circ}\text{C}$ ，设计变更前降幅分别为 $2.4^{\circ}\text{C}$ 、 $2.5^{\circ}\text{C}$ 和 $3.0^{\circ}\text{C}$ 。龙王塘坝址断面丰、平、枯水年水温较天然情况降幅分别为 $2.3^{\circ}\text{C}$ 、 $2.4^{\circ}\text{C}$ 和 $2.9^{\circ}\text{C}$ ，设计变更前降幅分别为 $2.4^{\circ}\text{C}$ 、 $2.4^{\circ}\text{C}$ 和 $2.9^{\circ}\text{C}$ 。大龙潭坝址断面水温进一步升高，丰、平、枯水年水温较天然情况降幅分别为 $1.9^{\circ}\text{C}$ 、 $1.9^{\circ}\text{C}$ 和 $2.4^{\circ}\text{C}$ ，设计变更前降幅分别为 $1.9^{\circ}\text{C}$ 、 $2.0^{\circ}\text{C}$ 和 $2.4^{\circ}\text{C}$ 。总体而言，与设计变更前相比，丰、平、枯水年4月份坝下游河道沿程水温变化较小。

### **(2) 叠梁门取水**

采用推荐的叠梁门方案取水时，3~8月姚家平水库下泄低温水现象得到了有效缓解，4月份，丰、平、枯水年水温较天然情况降幅分别为 $1.9^{\circ}\text{C}$ 、 $1.9^{\circ}\text{C}$ 和 $2.4^{\circ}\text{C}$ ，设计变更前降幅分别为 $2.0^{\circ}\text{C}$ 、 $2.1^{\circ}\text{C}$ 和 $2.6^{\circ}\text{C}$ 。天楼地枕坝址断面距离姚家平坝址较近，水温较天然水温的降幅与姚家平断面基本一致，丰、平、枯水年水温较天然情况降幅分别为 $1.8^{\circ}\text{C}$ 、 $1.9^{\circ}\text{C}$ 和 $2.3^{\circ}\text{C}$ ，设计变更前降幅分别为 $1.9^{\circ}\text{C}$ 、 $2.0^{\circ}\text{C}$ 和 $2.4^{\circ}\text{C}$ 。甘名溪汇口断面丰、平、枯水年水温较天然情况降幅分别为 $1.6^{\circ}\text{C}$ 、 $1.7^{\circ}\text{C}$ 和 $2.1^{\circ}\text{C}$ ，设计变更前降幅分别为 $1.7^{\circ}\text{C}$ 、 $1.8^{\circ}\text{C}$ 和 $2.1^{\circ}\text{C}$ 。龙王塘坝址断面丰、平、枯水年水温较天然情况降幅分别为 $1.4^{\circ}\text{C}$ 、 $1.5^{\circ}\text{C}$ 和 $1.9^{\circ}\text{C}$ ，设计变更前降幅分别为 $1.5^{\circ}\text{C}$ 、 $1.6^{\circ}\text{C}$ 和

2.0℃。大龙潭坝址断面水温进一步升高，丰、平、枯水年水温较天然情况降幅分别为 1.3℃、1.4℃和 1.8℃，设计变更前降幅分别为 1.4℃、1.5℃和 1.8℃。总体而言，与设计变更前相比，丰、平、枯水年 4 月份坝下游河道沿程水温变化较小。

## 5.2.2 库区水质

### (1) 模型建立

#### 1) 水质模型构建

姚家平水库为河道型水库，库区水质预测采用纵向一维水质数学模型。姚家平库区段水环境影响预测采用 MIKE 11 模型的 AD 模块。MIKE11 AD 是在水动力模块 MIKE11 HD 的基础上建立的。MIKE11 AD 用于模拟污染物在水体中的对流扩散过程，可以设定一个恒定的衰减系数模拟非保守物质。

河流一维对流扩散模型为：

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( E_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) - KC$$

AD 模块边界界定：

$$\text{开边界出流：} \frac{\delta^2 C}{\delta x^2} = 0$$

式中： $C$  为污染物浓度，mg/L； $E_x$  为污染物弥散系数； $K$  为降解系数， $S^{-1}$ ； $x$  为空间步长，m； $t$  为时间步长，s。

描述水质变化的对流扩散方程采用完全时间和空间中心隐式差分格式进行离散，线性方程组的求解采用双重扫描算法，在流量节点和水位节点上都求解模拟变量。

利用 MIKE11 构建姚家平库区纵向一维水质模型，计算范围及河网概化情况见图 5.2.2-1。

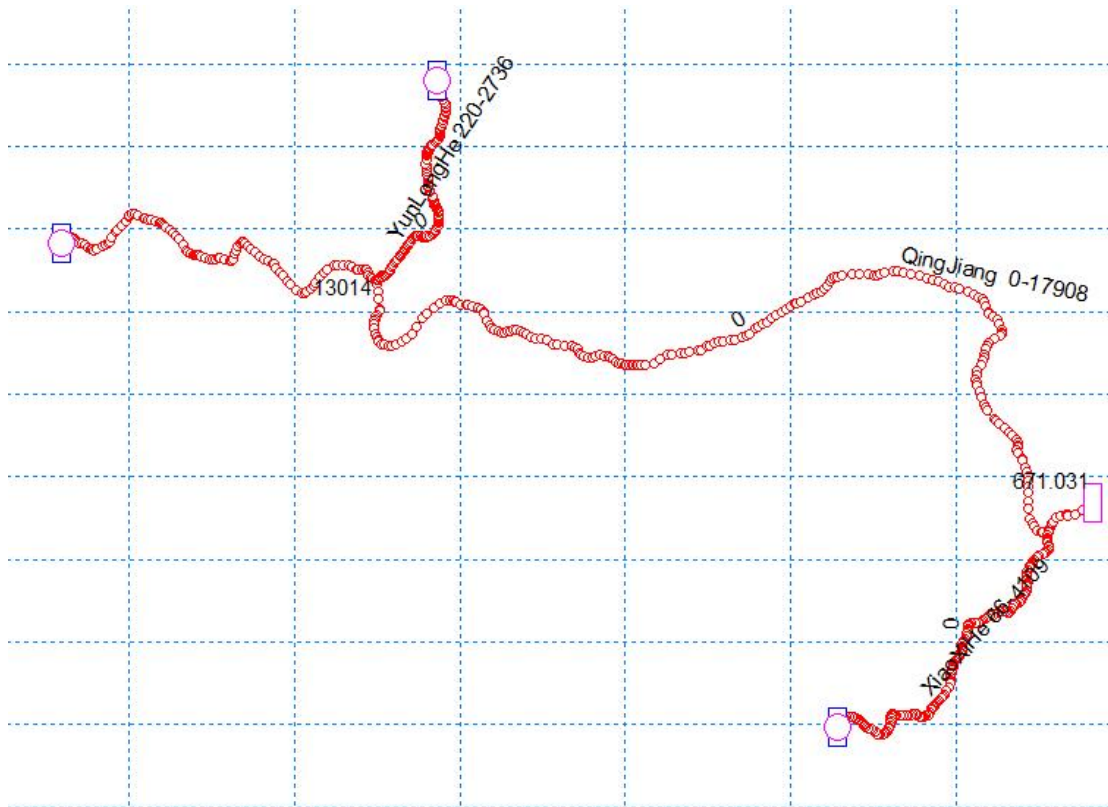


图 5.2.2-1 姚家平库区河网概化示意图

## 2) 边界条件及初始条件

采用设计水平年，姚家平水库建成运行后，典型丰水年（ $P=10\%$ ）、平水年（ $P=50\%$ ）、枯水年（ $P=90\%$ ）清江干流和云龙河、小溪河支流的逐旬入库流量作为水库水质模型的入流边界条件。干流入流水质采用 2020~2021 年姚家平库尾断面实测水质数据；云龙河、小溪河支流入流水质采用 2020~2021 年云龙河、小溪河断面实测水质数据，详见表 5.2.2-1~表 5.2.2-3。库区初始条件采用姚家平坝址、库尾及支流汇口水质监测数据平均值。库区入库污染负荷根据污染源预测结果确定。

表 5.2.2-1 水质边界条件（库尾断面） 单位：mg/L

水质指标	丰水期	平水期	枯水期
COD	4	5.667	5.000
NH <sub>3</sub> -N	0.089	0.130	0.141
TN	2.670	1.323	3.393
TP	0.046	0.027	0.167

表 5.2.2-2 水质边界条件（云龙河） 单位：mg/L

水质指标	丰水期	平水期	枯水期
COD	4	5.333	4.667
NH <sub>3</sub> -N	0.156	0.120	0.083
TN	2.793	1.300	1.860
TP	0.040	0.023	0.160

表 5.2.2-3 水质边界条件（小溪河） 单位：mg/L

水质指标	丰水期	平水期	枯水期
COD	2	9	2
NH <sub>3</sub> -N	0.164	0.128	0.121
TN	2.833	2.510	2.260
TP	0.043	0.070	0.157

### 3) 预测水质因子及模型参数

#### ①预测因子

库区水质选择 COD、氨氮、TN、TP 等 4 个水质因子进行预测分析。

#### ②模型参数

降解系数参考同类工程确定，COD 降解系数取 0.05d<sup>-1</sup>，氨氮降解系数取 0.08d<sup>-1</sup>，TN 降解系数取 0.01d<sup>-1</sup>，TP 降解系数取 0.004d<sup>-1</sup>。

### 4) 预测内容

由于库区范围内无饮用水水源地及国控、省控断面分布，根据区域水系及周边环境特点，选择云龙河汇口下、云龙地缝景区下游，居民较多的高台村以及坝前断面为水质分析代表断面。分别预测典型丰平枯水年 729m 方案和 735m 方案库区水质指标 COD、氨氮、TN、TP 变化情况。

表 5.2.2-4 水环境影响预测分析代表断面

序号	断面	至姚家平坝址距离 (m)	备注
1	云龙河汇口下	12.8	支流入汇口
2	高台村	4.15	居民聚集地
3	坝前	0.15	出口
4	云龙地缝景区下游	(2.58)	景区断面

## (2) 代表断面水质影响

### 1) 云龙河汇口下

建库前后典型丰平枯水年云龙河汇口下断面各月水质 COD、NH<sub>3</sub>-N 浓度保持在地表水 I 类标准。

丰水年，云龙河汇口下断面建库前各月 TN 浓度在 1.311~3.036mg/L 之间，建库后 729m 方案 TN 浓度在 1.276~2.984mg/L 之间，较建库前平均降低 0.21%；735m 方案 TN 浓度在 1.265~2.976mg/L 之间，较建库前平均降低 1.45%。建库前各月 TP 浓度在 0.026~0.174 mg/L 之间，建库后 729m 方案 TP 浓度在 0.024~0.171mg/L 之间，较建库前平均降低 7.88%；735m 方案 TP 浓度在 0.024~0.170mg/L 之间，较建库前平均降低 8.83%。

平水年，云龙河汇口下断面建库前各月 TN 浓度在 1.305~3.030mg/L 之间，建库后 729m 方案 TN 浓度在 1.315~2.867mg/L 之间，较建库前平均降低 0.06%；735m 方案 TN 浓度在 1.315~2.851mg/L 之间，较建库前平均降低 0.37%。建库前各月 TP 浓度在 0.026~0.174 mg/L 之间，建库后 729m 方案 TP 浓度在 0.021~0.171mg/L 之间，较建库前平均降低 9.12%；735m 方案 TP 浓度在 0.021~0.166mg/L 之间，较建库前平均降低 12.47%。

枯水年，云龙河汇口下断面建库前各月 TN 浓度在 1.302~3.027mg/L 之间，建库后 729m 方案 TN 浓度在 1.228~2.782mg/L 之间，较建库前平均降低 2.20%；735m 方案 TN 浓度在 1.227~2.740mg/L 之间，较建库前平均降低 3.59%。建库前各月 TP 浓度在 0.026~0.174 mg/L 之间，建库后 729m 方案 TP 浓度在 0.023~0.164mg/L 之间，较建库前平均降低 17.23%；735m 方案 TP 浓度在 0.022~0.163mg/L 之间，较建库前平均降低 18.67%。

可以看出，典型丰平枯水年，云龙河汇口下断面 COD、氨氮浓度保持在地表水 I 类标准。因河流总氮背景浓度较高，建库后总氮浓度总体有所降低，但仍维持在较高水平；TP 枯水期背景浓度较高，按湖库标准评价，建库前 TP 浓度 2 月~9 月为 III 类，10 月~1 月为 V 类。建库后，729m 方案和 735m 方案云龙河汇口下 TP 浓度总体有所降低，但按湖库标准评价，枯水期均劣于 III 类标准。

表 5.2.2-5

建库前后云龙河汇口下断面 COD 浓度变化

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	5.51	5.41	-1.70%	5.36	-2.57%	5.55	5.58	0.57%	5.58	0.55%	4.79	4.56	-4.87%	4.31	-10.08%
5	5.56	5.58	0.45%	5.58	0.40%	5.56	5.58	0.45%	5.58	0.42%	4.76	4.67	-1.96%	4.49	-5.67%
6	3.98	4.10	2.96%	4.16	4.47%	3.97	4.09	3.19%	4.17	5.19%	5.47	5.35	-2.16%	5.20	-4.83%
7	3.98	3.99	0.41%	3.99	0.33%	3.97	3.99	0.54%	3.98	0.39%	5.55	5.50	-0.95%	5.57	0.34%
8	3.95	3.97	0.53%	3.95	0.09%	3.95	3.97	0.54%	3.95	0.10%	3.98	4.02	1.13%	4.03	1.42%
9	3.96	3.96	-0.16%	3.94	-0.50%	3.95	3.93	-0.33%	3.90	-1.14%	3.95	3.95	0.01%	3.95	0.18%
10	4.87	4.76	-2.41%	4.76	-2.42%	4.85	4.57	-5.62%	4.52	-6.66%	3.92	3.91	-0.29%	3.89	-0.73%
11	4.87	4.81	-1.19%	4.81	-1.20%	4.84	4.60	-4.77%	4.60	-4.88%	3.95	3.93	-0.61%	3.93	-0.55%
12	4.78	4.64	-2.83%	4.64	-2.86%	4.79	4.43	-7.39%	4.43	-7.50%	4.68	4.16	-11.10%	3.84	-18.02%
1	4.69	4.25	-9.40%	4.25	-9.30%	4.80	4.51	-6.18%	4.50	-6.25%	4.82	4.56	-5.32%	4.39	-9.02%
2	5.33	4.55	-14.52%	4.59	-13.85%	5.42	4.85	-10.56%	4.85	-10.61%	4.75	4.40	-7.36%	4.17	-12.12%
3	5.53	5.50	-0.54%	5.50	-0.54%	5.43	5.22	-3.80%	5.22	-3.82%	4.57	4.01	-12.26%	3.73	-18.38%

表 5.2.2-6

建库前后云龙河汇口下断面 NH<sub>3</sub>-N 浓度变化

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.13	0.12	-7.69%	0.12	-7.69%	0.13	0.13	-0.22%	0.13	-0.29%	0.13	0.12	-6.22%	0.12	-6.27%
5	0.13	0.13	-0.03%	0.13	-0.15%	0.13	0.13	0.00%	0.13	-0.03%	0.13	0.13	-0.40%	0.13	-0.43%
6	0.10	0.11	1.34%	0.11	2.11%	0.10	0.11	1.41%	0.11	2.37%	0.10	0.10	0.00%	0.10	0.00%
7	0.10	0.10	0.53%	0.10	0.53%	0.10	0.10	0.28%	0.10	0.00%	0.10	0.10	0.00%	0.10	0.00%
8	0.10	0.10	0.12%	0.10	-0.16%	0.10	0.10	0.22%	0.10	-0.34%	0.10	0.10	0.00%	0.10	0.00%
9	0.10	0.10	0.00%	0.10	-0.26%	0.10	0.10	-0.51%	0.10	-0.96%	0.10	0.10	0.00%	0.10	0.00%

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
10	0.13	0.12	-3.19%	0.12	-3.21%	0.13	0.12	-6.08%	0.12	-7.09%	0.13	0.11	-15.82%	0.10	-18.21%
11	0.13	0.13	-1.91%	0.13	-1.91%	0.13	0.12	-5.35%	0.12	-5.43%	0.13	0.12	-7.85%	0.12	-8.90%
12	0.13	0.12	-4.13%	0.12	-4.21%	0.13	0.12	-7.69%	0.12	-7.76%	0.13	0.11	-11.12%	0.11	-12.27%
1	0.13	0.11	-9.65%	0.11	-9.63%	0.13	0.12	-6.38%	0.12	-6.43%	0.12	0.10	-17.08%	0.10	-17.93%
2	0.13	0.11	-9.61%	0.11	-9.12%	0.13	0.12	-6.74%	0.12	-6.76%	0.13	0.11	-15.23%	0.11	-14.30%
3	0.13	0.13	-0.83%	0.13	-0.73%	0.13	0.12	-4.32%	0.12	-4.32%	0.13	0.12	-5.48%	0.12	-3.90%

表 5.2.2-7

建库前后云龙河汇口下断面 TN 浓度变化

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	1.31	1.28	-2.69%	1.26	-3.56%	1.31	1.32	0.04%	1.31	0.02%	1.31	1.23	-6.15%	1.23	-6.22%
5	1.32	1.32	0.02%	1.31	-0.02%	1.32	1.32	0.05%	1.32	0.02%	1.31	1.31	-0.16%	1.31	-0.20%
6	2.68	2.60	-3.30%	2.53	-5.76%	2.68	2.59	-3.48%	2.50	-6.72%	2.69	2.67	-0.76%	2.65	-1.50%
7	2.69	2.69	0.05%	2.69	-0.04%	2.69	2.69	0.01%	2.69	-0.18%	2.69	2.67	-0.54%	2.65	-1.51%
8	2.69	2.68	-0.22%	2.67	-0.62%	2.69	2.68	-0.34%	2.66	-0.92%	2.68	2.65	-1.27%	2.61	-2.76%
9	2.69	2.67	-0.65%	2.66	-0.95%	2.69	2.65	-1.13%	2.63	-1.99%	2.69	2.67	-0.52%	2.65	-1.44%
10	3.04	2.96	-2.61%	2.91	-4.26%	3.03	2.87	-5.39%	2.84	-6.39%	2.99	2.57	-14.01%	2.47	-17.47%
11	3.04	2.98	-1.71%	2.98	-1.98%	3.03	2.86	-5.70%	2.85	-5.88%	3.03	2.78	-8.08%	2.74	-9.47%
12	3.02	2.88	-4.51%	2.88	-4.56%	3.02	2.77	-8.17%	2.77	-8.37%	3.01	2.66	-11.59%	2.62	-13.09%
1	3.00	2.69	-10.34%	2.69	-10.28%	3.02	2.82	-6.76%	2.81	-6.90%	2.97	2.43	-18.05%	2.40	-19.23%
2	1.34	1.63	21.35%	1.51	12.68%	1.34	1.71	27.43%	1.69	26.15%	1.35	1.72	27.41%	1.68	24.37%
3	1.31	1.34	2.05%	1.34	1.95%	1.30	1.34	2.71%	1.39	6.72%	1.30	1.40	7.33%	1.37	5.41%

表 5.2.2-8

建库前后云龙河汇口下断面 TP 浓度变化

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.026	0.024	-7.69%	0.024	-7.69%	0.026	0.025	-2.20%	0.025	-2.40%	0.026	0.024	-8.61%	0.023	-13.30%
5	0.026	0.025	-2.85%	0.025	-2.98%	0.026	0.025	-3.10%	0.025	-3.72%	0.026	0.025	-4.49%	0.025	-3.97%
6	0.173	0.160	-7.50%	0.152	-12.31%	0.173	0.156	-9.81%	0.146	-15.73%	0.174	0.164	-5.58%	0.163	-5.99%
7	0.174	0.171	-1.52%	0.170	-2.58%	0.174	0.171	-1.97%	0.166	-4.58%	0.174	0.158	-8.96%	0.154	-11.75%
8	0.174	0.162	-6.93%	0.157	-9.75%	0.174	0.162	-7.10%	0.155	-10.73%	0.174	0.142	-18.50%	0.141	-19.25%
9	0.174	0.158	-9.39%	0.154	-11.46%	0.174	0.155	-10.97%	0.142	-18.22%	0.174	0.152	-12.41%	0.150	-13.85%
10	0.165	0.148	-10.38%	0.149	-9.50%	0.165	0.147	-11.11%	0.133	-19.61%	0.165	0.110	-33.79%	0.104	-36.78%
11	0.165	0.145	-12.24%	0.145	-11.88%	0.165	0.142	-13.76%	0.124	-24.93%	0.165	0.124	-24.65%	0.123	-25.32%
12	0.165	0.121	-26.47%	0.122	-26.31%	0.165	0.120	-27.48%	0.108	-34.84%	0.165	0.111	-32.79%	0.108	-34.73%
1	0.165	0.109	-33.72%	0.107	-35.13%	0.165	0.106	-35.82%	0.116	-29.62%	0.165	0.099	-40.24%	0.094	-42.97%
2	0.029	0.038	29.74%	0.038	30.09%	0.028	0.037	31.34%	0.034	32.09%	0.030	0.029	-4.15%	0.029	-1.38%
3	0.026	0.025	-5.46%	0.025	-5.46%	0.026	0.021	-17.49%	0.021	-17.37%	0.026	0.023	-12.65%	0.022	-14.74%

## 2) 高台村

建库前后典型丰平枯水年高台村断面各月水质 COD、NH<sub>3</sub>-N 浓度保持在地表水 I 类标准。

丰水年，高台村断面建库前各月 TN 浓度在 1.309~3.024mg/L 之间，建库后 729m 方案 TN 浓度在 0.795~2.579mg/L 之间，较建库前平均降低 13.81%；735m 方案 TN 浓度在 0.890~2.535mg/L 之间，较建库前平均降低 14.45%。建库前各月 TP 浓度在 0.026~0.165 mg/L 之间，建库后 729m 方案 TP 浓度在 0.016~0.099mg/L 之间，较建库前平均降低 38.78%；735m 方案 TP 浓度在 0.012~0.095mg/L 之间，较建库前平均降低 41.51%。

平水年，高台村断面建库前各月 TN 浓度在 1.302~3.015mg/L 之间，建库后 729m 方案 TN 浓度在 0.816~2.410mg/L 之间，较建库前平均降低 16.79%；735m 方案 TN 浓度在 0.961~2.357mg/L 之间，较建库前平均降低 17.28%。建库前各月 TP 浓度在 0.026~0.165 mg/L 之间，建库后 729m 方案 TP 浓度在 0.014~0.072mg/L 之间，较建库前平均降低 45.83%；735m 方案 TP 浓度在 0.012~0.073mg/L 之间，较建库前平均降低 46.23%。

枯水年，高台村断面建库前各月 TN 浓度在 1.298~3.011mg/L 之间，建库后 729m 方案 TN 浓度在 0.689~2.318mg/L 之间，较建库前平均降低 19.87%；735m 方案 TN 浓度在 0.868~2.247mg/L 之间，较建库前平均降低 21.14%。建库前各月 TP 浓度在 0.026~0.165 mg/L 之间，建库后 729m 方案 TP 浓度在 0.012~0.073mg/L 之间，较建库前平均降低 48.46%；735m 方案 TP 浓度在 0.010~0.066mg/L 之间，较建库前平均降低 55.61%。

可以看出，典型丰平枯水年，高台村断面 COD、氨氮浓度保持在地表水 I 类标准。因河流总氮背景浓度较高，建库后总氮浓度总体有所降低，但仍维持在较高水平；TP 枯水期背景浓度较高，按湖库标准评价，建库前，

2月~9月为 III 类，10月~1月为 V 类。建库后，729m 方案和 735m 方案云  
龙河汇口下 TP 浓度总体有所降低，但按湖库标准评价，枯水期仍维持在较  
高水平。

表 5.2.2-9

建库前后高台村断面 COD 浓度变化

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	5.47	3.82	-30.23%	2.77	-49.36%	5.52	2.65	-52.06%	2.91	-47.27%	5.43	2.14	-60.60%	2.68	-50.66%
5	5.53	3.90	-29.55%	3.89	-29.66%	5.54	4.78	-13.70%	4.77	-13.80%	5.52	2.93	-46.93%	3.71	-32.79%
6	3.97	4.60	15.85%	4.62	16.33%	3.95	4.97	25.86%	5.00	26.56%	3.96	4.29	8.27%	4.28	8.05%
7	3.96	3.83	-3.49%	3.82	-3.57%	3.95	3.97	0.46%	4.01	1.45%	3.93	3.73	-5.15%	3.73	-4.95%
8	3.93	3.62	-7.95%	3.60	-8.45%	3.93	3.61	-8.07%	3.62	-7.94%	3.90	3.48	-10.68%	3.48	-10.86%
9	3.95	3.45	-12.52%	3.43	-13.13%	3.93	3.42	-12.78%	3.41	-13.04%	3.93	3.40	-13.59%	3.36	-14.59%
10	4.85	3.60	-25.69%	3.59	-25.98%	4.82	3.38	-29.95%	3.35	-30.55%	4.63	3.26	-29.74%	3.21	-30.71%
11	4.85	3.77	-22.24%	3.76	-22.38%	4.81	3.44	-28.39%	3.42	-28.93%	4.79	3.17	-33.81%	3.13	-34.72%
12	4.74	3.85	-18.80%	3.85	-18.87%	4.75	3.40	-28.45%	3.38	-28.83%	4.71	3.16	-32.82%	3.13	-33.61%
1	4.65	3.62	-22.00%	3.63	-21.81%	4.77	3.33	-30.20%	3.32	-30.49%	4.52	3.05	-32.64%	3.01	-33.36%
2	5.28	3.48	-34.10%	3.48	-34.03%	5.38	3.35	-37.71%	3.34	-37.90%	5.22	2.90	-44.45%	2.88	-44.84%
3	5.50	3.87	-29.59%	3.82	-30.63%	5.39	3.66	-32.05%	3.65	-32.19%	5.34	2.86	-46.40%	2.86	-46.50%

表 5.2.2-10

建库前后高台村断面 NH<sub>3</sub>-N 浓度变化

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.13	0.06	-54.22%	0.07	-48.00%	0.13	0.07	-47.58%	0.07	-43.64%	0.13	0.06	-56.26%	0.08	-33.94%
5	0.13	0.09	-32.94%	0.09	-33.06%	0.13	0.11	-17.45%	0.11	-17.62%	0.13	0.08	-38.23%	0.10	-22.89%
6	0.10	0.11	2.46%	0.11	2.11%	0.10	0.11	9.25%	0.11	9.15%	0.10	0.10	-0.16%	0.10	-1.25%
7	0.10	0.10	-0.28%	0.10	-0.34%	0.10	0.11	1.49%	0.11	1.52%	0.10	0.10	-1.71%	0.10	-2.33%
8	0.10	0.10	-0.65%	0.10	-0.99%	0.10	0.10	-0.87%	0.10	-1.30%	0.10	0.10	-3.39%	0.10	-4.35%

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
9	0.10	0.10	-2.69%	0.10	-3.43%	0.10	0.10	-3.11%	0.10	-3.72%	0.10	0.10	-4.58%	0.10	-5.77%
10	0.13	0.10	-18.16%	0.10	-18.44%	0.13	0.10	-21.38%	0.10	-22.04%	0.12	0.10	-21.84%	0.10	-22.93%
11	0.13	0.11	-15.97%	0.11	-15.97%	0.13	0.10	-20.99%	0.10	-21.31%	0.13	0.09	-25.36%	0.09	-26.62%
12	0.13	0.11	-13.83%	0.11	-13.83%	0.13	0.10	-21.73%	0.10	-22.11%	0.13	0.09	-25.82%	0.09	-26.77%
1	0.13	0.10	-17.70%	0.10	-17.45%	0.13	0.10	-23.77%	0.10	-23.95%	0.12	0.09	-27.52%	0.09	-28.43%
2	0.13	0.10	-22.17%	0.10	-21.46%	0.13	0.10	-24.84%	0.09	-25.25%	0.13	0.09	-31.88%	0.08	-32.56%
3	0.13	0.10	-21.86%	0.10	-20.08%	0.13	0.10	-24.80%	0.09	-24.95%	0.13	0.08	-34.49%	0.08	-34.97%

表 5.2.2-11

建库前后高台村断面 TN 浓度变化

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	1.31	0.79	-39.28%	0.890	-31.99%	1.31	0.82	-37.84%	0.961	-26.78%	1.31	0.69	-47.25%	0.868	-33.48%
5	1.31	0.94	-28.64%	0.936	-28.75%	1.31	1.15	-12.75%	1.145	-12.82%	1.31	0.96	-26.68%	0.958	-27.00%
6	2.68	1.65	-38.39%	1.584	-40.87%	2.68	1.52	-43.13%	1.472	-45.01%	2.68	1.72	-36.04%	1.622	-39.57%
7	2.69	2.56	-4.95%	2.516	-6.50%	2.69	2.29	-14.82%	2.210	-17.77%	2.68	2.20	-18.05%	2.115	-21.16%
8	2.68	2.54	-5.24%	2.521	-6.05%	2.68	2.41	-10.17%	2.357	-12.13%	2.68	2.27	-15.33%	2.197	-17.90%
9	2.69	2.47	-8.22%	2.444	-9.01%	2.68	2.38	-11.11%	2.340	-12.72%	2.68	2.32	-13.60%	2.247	-16.23%
10	3.02	2.55	-15.78%	2.493	-17.52%	3.02	2.36	-21.68%	2.321	-23.03%	2.97	2.29	-22.99%	2.223	-25.16%
11	3.02	2.57	-15.04%	2.521	-16.62%	3.01	2.35	-22.00%	2.321	-23.00%	3.01	2.21	-26.68%	2.146	-28.73%
12	3.00	2.58	-14.00%	2.535	-15.48%	3.00	2.30	-23.45%	2.277	-24.17%	2.99	2.17	-27.37%	2.123	-29.06%
1	2.98	2.47	-17.15%	2.400	-19.42%	3.01	2.24	-25.55%	2.222	-26.11%	2.95	2.09	-29.30%	2.040	-30.82%
2	1.34	1.50	11.28%	1.47	10.02%	1.34	1.53	13.98%	1.47	9.98%	1.35	1.56	15.67%	1.48	9.54%
3	1.31	1.44	9.67%	1.43	8.84%	1.30	1.39	7.00%	1.38	6.22%	1.30	1.42	9.14%	1.38	5.85%

表 5.2.2-12

建库前后高台村断面 TP 浓度变化

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.026	0.017	-33.75%	0.012	0.026	0.026	0.015	-42.88%	0.012	0.026	0.026	0.016	-37.98%	0.014	-46.54%
5	0.026	0.019	-26.80%	0.018	0.026	0.026	0.020	-22.21%	0.021	0.026	0.026	0.018	-29.99%	0.018	-31.15%
6	0.045	0.027	-40.99%	0.019	0.045	0.045	0.026	-42.56%	0.015	0.045	0.045	0.025	-44.22%	0.02	-56.10%
7	0.045	0.029	-34.85%	0.036	0.045	0.045	0.027	-41.03%	0.028	0.045	0.045	0.028	-38.17%	0.023	-48.84%
8	0.045	0.029	-34.97%	0.03	0.045	0.045	0.030	-34.34%	0.025	0.045	0.045	0.026	-42.37%	0.02	-54.52%
9	0.045	0.028	-37.96%	0.024	0.045	0.045	0.025	-44.87%	0.021	0.045	0.045	0.027	-39.02%	0.02	-54.69%
10	0.165	0.099	-40.27%	0.095	0.165	0.165	0.072	-56.15%	0.073	0.165	0.165	0.073	-55.62%	0.066	-60.24%
11	0.165	0.089	-45.86%	0.087	0.165	0.165	0.065	-60.63%	0.068	0.165	0.165	0.062	-62.36%	0.055	-66.54%
12	0.165	0.087	-47.00%	0.084	0.165	0.165	0.063	-61.65%	0.061	0.165	0.165	0.060	-63.91%	0.053	-67.91%
1	0.165	0.055	-66.94%	0.06	0.165	0.165	0.039	-76.34%	0.055	0.165	0.165	0.035	-78.55%	0.045	-72.90%
2	0.026	0.021	-19.01%	0.022	0.026	0.026	0.020	-23.08%	0.025	0.026	0.026	0.017	-36.34%	0.014	-46.47%
3	0.026	0.016	-36.91%	0.016	0.026	0.026	0.014	-44.29%	0.019	0.026	0.026	0.012	-52.98%	0.01	-61.41%

### 3) 坝前断面

建库前后典型丰平枯水年坝前断面各月水质 COD、NH<sub>3</sub>-N 浓度保持在地表水 I 类标准。

丰水年，坝前断面建库前各月 TN 浓度在 1.576~2.850mg/L 之间，建库后 729m 方案 TN 浓度在 0.895~2.537mg/L 之间，较建库前平均降低 11.93%；735m 方案 TN 浓度在 1.060~2.513mg/L 之间，较建库前平均降低 12.76%。建库前各月 TP 浓度在 0.036~0.163 mg/L 之间，建库后 729m 方案 TP 浓度在 0.019~0.109mg/L 之间，较建库前平均降低 31.60%；735m 方案 TP 浓度在 0.020~0.110mg/L 之间，较建库前平均降低 34.17%。

平水年，坝前断面建库前各月 TN 浓度在 1.569~2.843mg/L 之间，建库后 729m 方案 TN 浓度在 0.962~2.383mg/L 之间，较建库前平均降低 16.38%；735m 方案 TN 浓度在 1.090~2.328mg/L 之间，较建库前平均降低 18.23%。建库前各月 TP 浓度在 0.036~0.163 mg/L 之间，建库后 729m 方案 TP 浓度在 0.017~0.076mg/L 之间，较建库前平均降低 49.68%；735m 方案 TP 浓度在 0.013~0.068mg/L 之间，较建库前平均降低 51.37%。

枯水年，坝前断面建库前各月 TN 浓度在 1.566~2.839mg/L 之间，建库后 729m 方案 TN 浓度在 0.852~2.288mg/L 之间，较建库前平均降低 19.10%；735m 方案 TN 浓度在 1.020~2.222mg/L 之间，较建库前平均降低 19.97%。建库前各月 TP 浓度在 0.036~0.163 mg/L 之间，建库后 729m 方案 TP 浓度在 0.018~0.087mg/L 之间，较建库前平均降低 42.43%；735m 方案 TP 浓度在 0.015~0.086mg/L 之间，较建库前平均降低 47.49%。

可以看出，典型丰平枯水年，坝前断面 COD、氨氮浓度保持在地表水 I 类标准。因河流总氮背景浓度较高，建库后总氮浓度总体有所降低，但仍维持在较高水平；TP 枯水期背景浓度较高，按湖库标准评价，建库前，2

月~9月为 III 类，10月~1月为 V 类。建库后，729m 方案和 735m 方案云龙河汇口下 TP 浓度总体有所降低，但按湖库标准评价，枯水期仍维持在较高水平。

表 5.2.2-13

建库前后坝前断面 COD 浓度变化

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	5.33	3.81	-28.52%	5.35	0.30%	6.29	2.36	-62.50%	2.79	-55.54%	6.20	2.17	-64.99%	2.69	-56.54%
5	5.33	4.12	-22.64%	5.35	0.28%	6.30	4.89	-22.29%	4.88	-22.42%	6.28	3.98	-36.61%	3.62	-42.36%
6	4.00	4.55	13.81%	4.07	1.88%	3.51	4.94	40.78%	4.96	41.33%	3.52	4.05	15.01%	4.03	14.50%
7	4.00	4.10	2.54%	3.99	-0.14%	3.51	3.78	7.76%	3.84	9.40%	3.49	3.58	2.64%	3.60	3.18%
8	4.00	3.96	-0.84%	3.98	-0.54%	3.49	3.42	-1.81%	3.45	-1.17%	3.46	3.34	-3.60%	3.34	-3.45%
9	4.00	3.92	-1.81%	3.95	-1.24%	3.48	3.26	-6.34%	3.27	-6.28%	3.49	3.17	-9.15%	3.16	-9.49%
10	4.66	4.25	-8.86%	4.59	-1.55%	4.17	3.16	-24.25%	3.15	-24.63%	4.02	3.16	-21.28%	3.12	-22.35%
11	4.66	4.45	-4.60%	4.65	-0.25%	4.16	3.23	-22.55%	3.20	-23.17%	4.15	3.03	-27.06%	2.99	-28.04%
12	4.66	4.60	-1.28%	4.54	-2.72%	4.12	3.24	-21.26%	3.22	-21.73%	4.08	3.03	-25.82%	2.99	-26.73%
1	4.66	4.54	-2.53%	4.59	-1.50%	4.13	3.18	-23.09%	3.16	-23.44%	3.93	2.94	-25.01%	2.92	-25.62%
2	5.33	4.48	-15.83%	5.05	-5.12%	6.15	3.35	-45.53%	3.34	-45.71%	6.00	2.76	-53.97%	2.75	-54.25%
3	5.33	4.43	-16.81%	5.31	-0.31%	6.16	3.69	-40.12%	3.68	-40.25%	6.12	2.60	-57.46%	2.59	-57.70%

表 5.2.2-14

建库前坝前断面 NH<sub>3</sub>-N 浓度变化

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.13	0.04	-65.05%	0.05	-58.14%	0.13	0.06	-54.53%	0.06	-52.27%	0.13	0.04	-69.93%	0.07	-43.83%
5	0.13	0.07	-43.13%	0.07	-43.21%	0.13	0.10	-25.05%	0.09	-32.92%	0.13	0.07	-46.28%	0.09	-30.78%
6	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-6.65%	0.12	0.12	-0.60%	0.12	-1.25%	0.12	0.11	-10.29%	0.10	-11.93%
7	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-4.46%	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-3.64%	0.12	0.11	-8.71%	0.11	-9.59%
8	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-7.58%	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-8.34%	0.12	0.10	-11.44%	0.10	-12.49%

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
9	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-10.49%	0.12	0.10	-16.67%	0.10	-11.40%	0.12	0.10	-11.64%	0.10	-12.92%
10	0.13	0.10	-15.38%	0.10	-17.84%	0.13	0.10	-23.08%	0.10	-20.64%	0.12	0.10	-20.80%	0.10	-21.79%
11	0.13	0.10	-15.38%	0.10	-16.77%	0.13	0.10	-23.08%	0.10	-21.60%	0.13	0.09	-25.12%	0.09	-26.16%
12	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-14.48%	0.12	0.10	-16.67%	0.10	-22.25%	0.12	0.09	-25.92%	0.09	-26.88%
1	0.12	0.10	-16.67%	0.10	-17.40%	0.12	0.10	-16.67%	0.09	-24.00%	0.12	0.09	-28.04%	0.09	-28.77%
2	0.13	0.10	-23.08%	0.10	-23.91%	0.13	0.09	-25.73%	0.09	-26.11%	0.13	0.08	-34.10%	0.08	-34.65%
3	0.13	0.10	-23.08%	0.09	-26.03%	0.13	0.09	-25.78%	0.09	-26.11%	0.13	0.08	-38.45%	0.08	-39.00%

表 5.2.2-15

建库前后坝前断面 TN 浓度变化

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	1.58	0.90	-43.19%	1.06	-32.62%	1.58	0.96	-39.12%	1.09	-31.01%	1.57	0.85	-45.78%	1.02	-35.35%
5	1.58	1.20	-24.22%	1.13	-28.65%	1.58	1.23	-21.92%	1.23	-22.06%	1.58	0.98	-37.89%	1.19	-24.48%
6	2.71	2.00	-26.33%	2.06	-23.95%	2.71	1.51	-44.23%	1.48	-45.37%	2.71	1.99	-26.64%	2.06	-24.01%
7	2.72	2.51	-7.84%	2.45	-9.88%	2.72	2.18	-19.87%	2.10	-22.81%	2.71	2.13	-21.38%	2.05	-24.60%
8	2.71	2.54	-6.51%	2.51	-7.39%	2.71	2.38	-12.15%	2.33	-14.20%	2.71	2.23	-17.50%	2.16	-20.09%
9	2.72	2.46	-9.40%	2.44	-10.16%	2.71	2.37	-12.60%	2.33	-14.22%	2.71	2.29	-15.68%	2.22	-18.12%
10	2.85	2.41	-15.33%	2.40	-15.78%	2.84	2.31	-18.92%	2.27	-20.25%	2.80	2.26	-19.35%	2.20	-21.60%
11	2.85	2.43	-14.73%	2.42	-14.95%	2.84	2.28	-19.63%	2.25	-20.75%	2.84	2.16	-23.76%	2.11	-25.81%
12	2.83	2.46	-13.22%	2.45	-13.33%	2.83	2.25	-20.63%	2.22	-21.45%	2.82	2.13	-24.66%	2.08	-26.46%
1	2.81	2.37	-15.74%	2.37	-15.71%	2.84	2.19	-22.81%	2.17	-23.42%	2.79	2.04	-26.67%	2.00	-28.12%
2	1.60	1.88	17.54%	1.80	12.56%	1.60	1.91	19.45%	1.78	11.09%	1.61	1.86	15.76%	1.72	6.70%
3	1.58	1.83	15.79%	1.69	6.70%	1.57	1.82	15.88%	1.66	5.63%	1.57	1.79	14.39%	1.61	2.32%

表 5.2.2-16

建库前后坝前断面 TP 浓度变化

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.036	0.019	-46.10%	0.02	-45.81%	0.036	0.018	-49.74%	0.015	-57.11%	0.036	0.021	-41.80%	0.019	-47.78%
5	0.036	0.023	-36.83%	0.028	-22.15%	0.036	0.023	-35.75%	0.026	-26.76%	0.036	0.024	-32.80%	0.023	-36.76%
6	0.044	0.029	-34.78%	0.022	-50.82%	0.044	0.017	-61.72%	0.013	-70.15%	0.044	0.028	-36.49%	0.023	-48.60%
7	0.044	0.037	-15.96%	0.038	-12.81%	0.044	0.023	-47.95%	0.023	-47.54%	0.044	0.029	-34.16%	0.028	-36.22%
8	0.044	0.037	-14.99%	0.035	-19.71%	0.044	0.025	-43.64%	0.024	-46.02%	0.044	0.028	-37.36%	0.026	-40.79%
9	0.044	0.028	-36.76%	0.029	-34.07%	0.044	0.024	-45.00%	0.02	-53.61%	0.044	0.028	-36.72%	0.025	-43.13%
10	0.163	0.104	-36.04%	0.11	-32.54%	0.163	0.076	-53.14%	0.068	-58.45%	0.163	0.087	-46.57%	0.086	-47.18%
11	0.163	0.109	-33.14%	0.107	-34.31%	0.163	0.071	-56.67%	0.065	-59.93%	0.163	0.081	-50.24%	0.078	-51.90%
12	0.163	0.106	-34.69%	0.103	-36.73%	0.163	0.070	-57.23%	0.058	-64.26%	0.163	0.082	-49.87%	0.075	-53.99%
1	0.163	0.084	-48.72%	0.082	-49.50%	0.163	0.068	-58.47%	0.053	-67.45%	0.163	0.076	-53.63%	0.067	-59.00%
2	0.036	0.031	-14.27%	0.026	-26.99%	0.036	0.021	-40.61%	0.027	-23.66%	0.036	0.022	-39.37%	0.019	-47.44%
3	0.036	0.026	-26.97%	0.02	-44.55%	0.036	0.019	-46.24%	0.021	-41.54%	0.036	0.018	-50.19%	0.015	-57.13%

#### 4) 云龙地缝景区下游

建库前后典型丰平枯水年云龙地缝景区下游断面各月水质 COD、NH<sub>3</sub>-N 浓度保持在地表水 I 类标准。

丰水年, 云龙地缝景区下游断面建库前各月 TN 浓度在 1.30~2.793mg/L 之间, 建库后 729m 方案 TN 浓度在 1.296~2.667mg/L 之间, 较建库前平均降低 1.67%; 735m 方案 TN 浓度在 1.293~2.610mg/L 之间, 较建库前平均降低 4.21%。建库前各月 TP 浓度在 0.023~0.151 mg/L 之间, 建库后 729m 方案 TP 浓度在 0.023~0.151mg/L 之间, 较建库前平均降低 3.03%; 735m 方案 TP 浓度在 0.023~0.152mg/L 之间, 较建库前平均降低 5.13%。

平水年, 云龙地缝景区下游断面建库前各月 TN 浓度在 1.30~2.793mg/L 之间, 建库后 729m 方案 TN 浓度在 1.30~2.707mg/L 之间, 较建库前平均降低 1.64%; 735m 方案 TN 浓度在 1.30~2.60mg/L 之间, 较建库前平均降低 3.52%。建库前各月 TP 浓度在 0.023~0.160 mg/L 之间, 建库后 729m 方案 TP 浓度在 0.022~0.137mg/L 之间, 较建库前平均降低 4.27%; 735m 方案 TP 浓度在 0.022~0.143mg/L 之间, 较建库前平均降低 6.69%。

枯水年, 云龙地缝景区下游断面建库前各月 TN 浓度在 1.299~2.792mg/L 之间, 建库后 729m 方案 TN 浓度在 1.282~2.674mg/L 之间, 较建库前平均降低 1.81%; 735m 方案 TN 浓度在 1.282~2.590mg/L 之间, 较建库前平均降低 3.89%。建库前各月 TP 浓度在 0.023~0.160 mg/L 之间, 建库后 729m 方案 TP 浓度在 0.022~0.140mg/L 之间, 较建库前平均降低 4.61%; 735m 方案 TP 浓度在 0.023~0.142mg/L 之间, 较建库前平均降低 6.99%。

可以看出, 典型丰平枯水年, 云龙地缝景区下游断面 COD、氨氮浓度保持在地表水 I 类标准。因河流总氮背景浓度较高, 建库后总氮浓度总体有所降低, 但仍维持在较高水平; TP 枯水期背景浓度较高, 按湖库标准评价,

建库前, 2月~9月为 III类, 10月~1月为 V类。建库后, 729m方案和 735m方案云龙地缝景区下游 TP浓度总体有所降低, 但按湖库标准评价, 枯水期仍维持在较高水平。按湖库标准评价, 与建库前各月水质类别基本一致。

表 5.2.2-17

建库前后云龙地缝景区下游断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	5.33	5.37	0.70%	5.36	0.50%	5.33	5.34	0.27%	5.35	0.30%	5.33	5.33	0.02%	5.33	0.00%
5	5.33	5.35	0.28%	5.35	0.43%	5.33	5.34	0.19%	5.35	0.28%	5.33	5.35	0.44%	5.36	0.53%
6	4.00	4.03	0.89%	4.07	1.89%	4.00	4.03	0.73%	4.07	1.88%	4.00	4.00	0.15%	4.01	0.27%
7	4.00	4.00	0.00%	4.00	-0.04%	4.00	4.00	-0.04%	3.99	-0.14%	4.00	3.99	-0.22%	3.98	-0.51%
8	4.00	3.99	-0.23%	3.98	-0.51%	4.00	3.99	-0.25%	3.98	-0.54%	4.00	3.97	-0.67%	3.94	-1.43%
9	4.00	3.98	-0.45%	3.97	-0.65%	4.00	3.97	-0.71%	3.95	-1.24%	4.00	3.98	-0.41%	3.96	-0.90%
10	4.66	4.70	0.67%	4.70	0.67%	4.66	4.62	-0.83%	4.59	-1.55%	4.66	4.08	-12.49%	4.05	-13.04%
11	4.66	4.73	1.34%	4.73	1.34%	4.66	4.65	-0.19%	4.65	-0.25%	4.66	4.55	-2.52%	4.52	-3.07%
12	4.66	4.66	-0.12%	4.66	-0.13%	4.66	4.54	-2.65%	4.54	-2.72%	4.66	4.37	-6.22%	4.34	-6.85%
1	4.66	4.37	-6.21%	4.38	-6.09%	4.66	4.59	-1.46%	4.59	-1.50%	4.66	3.94	-15.35%	3.92	-15.92%
2	5.33	4.82	-9.52%	4.85	-8.91%	5.33	5.06	-5.09%	5.05	-5.12%	5.32	4.57	-14.20%	4.67	-12.39%
3	5.33	5.36	0.49%	5.36	0.52%	5.33	5.31	-0.31%	5.31	-0.31%	5.33	5.23	-1.87%	5.29	-0.75%

表 5.2.2-18

建库前后云龙地缝景区下游断面 NH<sub>3</sub>-N 浓度变化 单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.12	0.12	1.19%	0.12	1.01%	0.12	0.12	0.32%	0.12	0.38%	0.12	0.12	0.56%	0.12	0.56%
5	0.12	0.12	0.22%	0.12	0.48%	0.12	0.12	0.03%	0.12	0.13%	0.12	0.12	0.54%	0.12	0.83%
6	0.16	0.15	-3.74%	0.15	-6.32%	0.16	0.15	-6.65%	0.14	-10.60%	0.16	0.15	-3.12%	0.15	-6.60%
7	0.16	0.15	-1.24%	0.15	-3.45%	0.16	0.15	-3.89%	0.14	-7.51%	0.16	0.14	-10.86%	0.13	-15.61%
8	0.16	0.14	-9.74%	0.13	-14.29%	0.16	0.14	-10.28%	0.13	-14.76%	0.16	0.13	-14.60%	0.13	-19.73%

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
9	0.16	0.13	-13.82%	0.13	-15.68%	0.16	0.13	-16.18%	0.13	-19.12%	0.16	0.14	-11.54%	0.13	-16.52%
10	0.08	0.08	2.13%	0.08	2.84%	0.08	0.09	2.85%	0.09	6.42%	0.08	0.08	1.41%	0.08	4.66%
11	0.08	0.09	3.55%	0.08	2.01%	0.08	0.09	5.87%	0.09	9.16%	0.08	0.09	2.41%	0.09	6.83%
12	0.08	0.09	6.27%	0.08	2.80%	0.08	0.09	9.04%	0.09	10.59%	0.08	0.09	4.46%	0.09	7.87%
1	0.08	0.09	5.06%	0.08	1.36%	0.08	0.09	7.07%	0.09	8.64%	0.08	0.09	3.98%	0.08	2.15%
2	0.12	0.12	-2.93%	0.12	-2.53%	0.12	0.12	-0.55%	0.12	-0.55%	0.12	0.11	-7.13%	0.11	-6.15%
3	0.12	0.12	0.89%	0.12	0.89%	0.12	0.12	1.24%	0.12	1.24%	0.12	0.12	-0.36%	0.12	0.28%

表 5.2.2-19 建库前后云龙地缝景区下游断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	1.30	1.30	-0.32%	1.29	-0.53%	1.30	1.30	0.03%	1.30	0.04%	1.30	1.28	-1.37%	1.28	-1.36%
5	1.30	1.30	0.02%	1.30	0.04%	1.30	1.30	0.00%	1.30	0.01%	1.30	1.30	0.04%	1.30	0.05%
6	2.79	2.67	-4.46%	2.52	-9.56%	2.79	2.71	-3.03%	2.50	-10.25%	2.79	2.67	-4.22%	2.59	-7.34%
7	2.79	2.66	-4.83%	2.61	-6.43%	2.79	2.68	-4.06%	2.60	-6.94%	2.79	2.65	-4.96%	2.56	-8.36%
8	2.79	2.64	-5.53%	2.57	-7.93%	2.79	2.66	-4.90%	2.56	-8.10%	2.79	2.63	-5.82%	2.52	-9.72%
9	2.79	2.64	-5.30%	2.51	-10.17%	2.79	2.63	-5.89%	2.53	-9.15%	2.79	2.64	-5.27%	2.55	-8.58%
10	1.86	1.84	-1.27%	1.73	-6.98%	1.86	1.83	-1.59%	1.82	-2.25%	1.86	1.80	-3.39%	1.74	-6.62%
11	1.86	1.85	-0.76%	1.80	-3.17%	1.86	1.85	-0.48%	1.77	-4.83%	1.86	1.83	-1.46%	1.82	-2.33%
12	1.86	1.83	-1.82%	1.76	-5.11%	1.86	1.82	-2.06%	1.74	-6.61%	1.86	1.82	-2.08%	1.80	-3.41%
1	1.86	1.82	-2.48%	1.72	-7.43%	1.86	1.83	-1.78%	1.78	-4.25%	1.87	1.81	-3.06%	1.74	-7.07%
2	1.30	1.38	6.05%	1.38	6.13%	1.30	1.32	1.14%	1.39	7.16%	1.30	1.39	6.72%	1.38	6.26%
3	1.30	1.31	0.66%	1.31	0.61%	1.30	1.34	3.00%	1.34	2.95%	1.30	1.34	3.10%	1.32	1.78%

表 5.2.2-20

建库前后云龙地缝景区下游断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.023	0.023	0.00%	0.023	0.00%	0.023	0.023	0.00%	0.023	0.00%	0.023	0.023	0.00%	0.023	0.00%
5	0.023	0.023	0.00%	0.023	0.00%	0.023	0.023	0.00%	0.023	0.00%	0.023	0.023	0.00%	0.023	0.00%
6	0.040	0.040	-0.92%	0.037	-8.54%	0.040	0.040	-0.58%	0.037	-7.50%	0.040	0.040	-0.25%	0.037	-7.65%
7	0.040	0.040	0.00%	0.039	-3.50%	0.040	0.040	0.00%	0.038	-4.75%	0.040	0.040	0.00%	0.039	-3.74%
8	0.040	0.040	0.00%	0.038	-6.25%	0.040	0.040	0.00%	0.036	-10.15%	0.040	0.039	-1.61%	0.037	-8.16%
9	0.040	0.040	0.00%	0.036	-9.35%	0.040	0.039	-1.33%	0.037	-8.50%	0.040	0.040	-0.75%	0.036	-9.15%
10	0.160	0.147	-8.21%	0.152	-5.00%	0.160	0.135	-15.65%	0.143	-10.63%	0.160	0.140	-12.76%	0.137	-14.38%
11	0.160	0.151	-5.44%	0.152	-5.00%	0.160	0.137	-14.27%	0.138	-13.75%	0.160	0.135	-15.69%	0.13	-18.75%
12	0.160	0.132	-17.52%	0.132	-17.50%	0.160	0.124	-22.62%	0.124	-22.50%	0.160	0.130	-18.65%	0.126	-21.25%
1	0.160	0.135	-15.32%	0.133	-16.88%	0.160	0.133	-16.88%	0.139	-12.88%	0.160	0.137	-14.25%	0.142	-11.36%
2	0.023	0.026	10.99%	0.025	10.43%	0.023	0.028	22.72%	0.026	14.78%	0.023	0.026	11.49%	0.025	10.52%
3	0.023	0.023	0.00%	0.023	0.00%	0.023	0.022	-2.66%	0.022	-4.35%	0.023	0.022	-2.90%	0.023	0.00%

## 5.2.3 坝下河段水质

### 5.2.3.1 模型设定

姚家平坝下河段水环境影响预测采用MIKE11模型的AD模块。

#### (1) 边界条件

水质边界条件采用姚家平坝前断面水质预测成果；水文边界条件建库前采用典型丰（P=10%）、平（P=50%）、枯水年（P=90%）清江干流逐旬入库流量作为坝下水质模型的入流边界条件，建库后采用典型丰（P=10%）、平（P=50%）、枯水年（P=90%）姚家平水库的下泄流量。

#### (2) 污染源预测

姚家平坝下至龙王塘河段两岸均为乡村，入河污染源以面源为主。面源污染包括农村生活污染、禽畜养殖污染、农田面源污染三部分。

#### (3) 参数取值

降解系数参考同类工程确定，COD降解系数取 $0.05d^{-1}$ ，氨氮降解系数取 $0.08d^{-1}$ ，TN降解系数取 $0.01d^{-1}$ ，TP降解系数取 $0.004d^{-1}$ 。

#### (4) 预测内容

根据区域水系及周边环境特点，选择甘名溪、细沙河汇口以及大龙潭库中作为水质分析代表断面。分别预测丰平枯水年坝下水质指标COD、氨氮、TN、TP变化情况。

表 5.2.3-1 坝下水环境影响预测分析代表断面

序号	断面	距姚家平坝址距离 (km)	备注
1	甘名溪汇口	8.49	支流入汇口
2	细沙河汇口	18.27	支流入汇口
3	大龙潭库中	24.33	水源地

### 5.2.3.2 坝下水质预测结果

#### (1) 甘名溪汇口断面

建库前后及不同设计标准情况下典型丰平枯水年甘名溪汇口断面各

月水质预测见表5.2.3-2~表5.2.3-5。

NH<sub>3</sub>-N和TP的浓度在建库后全年各月均有所下降。尤其是TP，在平水年和枯水年的多数月份，降幅超过50%，最高达67.48%。各典型年NH<sub>3</sub>-N的下降比例在8%~62%之间。与NH<sub>3</sub>-N和TP的单一下降趋势不同，COD和TN的变化较为复杂。丰水年，COD浓度变化不大，变幅总体在±5%以内；在平水年和枯水年，多数月份浓度下降，降幅在4%~50%之间。TN浓度主要呈下降趋势，降幅在7%~45%之间，不同典型年2、3月份有所上升（最高增加11.96%）。

汛限水位729m与735m两个方案的预测浓度值和变化率极为接近，差异很小，表明汛限水位的调整对下游水质整体影响不大。姚家平水库建成运行后，下游水质依然能够满足水质目标要求。

表 5.2.3-2

建库前后甘名溪汇口断面 COD 预测浓度

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	5.26	5.29	0.57%	5.28	0.37%	6.25	2.78	-47.15%	2.78	-55.49%	6.09	2.66	-49.43%	2.65	-56.47%
5	5.30	5.32	0.38%	5.32	0.29%	6.27	4.85	-8.49%	4.85	-22.66%	6.25	3.59	-32.26%	3.58	-42.62%
6	3.98	4.05	1.76%	4.05	1.75%	3.49	4.92	40.92%	4.92	40.92%	3.50	4.00	0.50%	4.00	14.27%
7	3.98	3.97	-0.25%	3.97	-0.25%	3.49	3.82	-4.02%	3.82	9.48%	3.45	3.56	-10.55%	3.56	3.20%
8	3.96	3.94	-0.51%	3.94	-0.57%	3.45	3.41	-13.89%	3.41	-1.16%	3.40	3.29	-16.92%	3.29	-3.24%
9	3.97	3.90	-1.76%	3.91	-1.56%	3.44	3.22	-18.89%	3.22	-6.44%	3.45	3.11	-21.66%	3.12	-9.62%
10	4.62	4.55	-1.52%	4.55	-1.42%	4.12	3.10	-32.90%	3.11	-24.35%	3.86	3.07	-33.55%	3.07	-20.44%
11	4.62	4.61	-0.22%	4.61	-0.11%	4.10	3.16	-31.60%	3.16	-22.87%	4.08	2.93	-36.58%	2.94	-27.94%
12	4.54	4.46	-1.76%	4.47	-1.74%	4.03	3.17	-30.18%	3.17	-21.35%	3.96	2.93	-35.46%	2.93	-25.95%
1	4.48	4.50	0.45%	4.50	0.42%	4.05	3.12	-30.36%	3.12	-22.86%	3.69	2.86	-36.16%	2.86	-22.40%
2	5.12	4.94	-3.52%	4.94	-3.51%	5.98	3.28	-35.94%	3.28	-45.15%	5.69	2.70	-47.27%	2.69	-52.68%
3	5.28	5.23	-0.95%	5.25	-0.57%	5.97	3.60	-31.82%	3.61	-39.51%	5.94	2.54	-51.89%	2.54	-57.24%

表 5.2.3-3

建库前后甘名溪汇口断面 NH<sub>3</sub>-N 预测浓度

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.13	0.05	-61.29%	0.05	-61.29%	0.13	0.06	-53.85%	0.06	-53.85%	0.13	0.07	-46.15%	0.07	-45.74%
5	0.13	0.07	-46.20%	0.07	-46.20%	0.13	0.09	-30.77%	0.09	-30.82%	0.13	0.09	-30.77%	0.09	-30.85%
6	0.12	0.11	-8.53%	0.11	-8.53%	0.12	0.12	0.00%	0.12	-0.14%	0.12	0.10	-16.67%	0.10	-16.69%
7	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-8.33%	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-8.31%	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-8.16%
8	0.12	0.11	-8.41%	0.11	-8.41%	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-8.39%	0.12	0.10	-16.67%	0.10	-16.73%
9	0.12	0.11	-8.56%	0.11	-8.56%	0.12	0.10	-16.67%	0.10	-17.42%	0.12	0.10	-16.67%	0.10	-16.70%

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
10	0.13	0.10	-22.92%	0.10	-22.92%	0.13	0.10	-23.08%	0.10	-22.85%	0.12	0.10	-23.08%	0.10	-16.33%
11	0.13	0.11	-15.31%	0.11	-15.31%	0.13	0.10	-23.08%	0.10	-22.58%	0.13	0.09	-30.77%	0.09	-30.67%
12	0.13	0.11	-15.19%	0.11	-15.19%	0.13	0.10	-23.08%	0.10	-22.96%	0.12	0.09	-30.77%	0.09	-25.21%
1	0.12	0.10	-16.48%	0.10	-16.48%	0.13	0.10	-16.67%	0.10	-22.88%	0.12	0.09	-25.00%	0.09	-24.12%
2	0.13	0.10	-22.68%	0.10	-22.68%	0.13	0.09	-30.77%	0.09	-30.58%	0.13	0.08	-38.46%	0.08	-38.08%
3	0.13	0.09	-30.63%	0.09	-30.63%	0.13	0.09	-30.77%	0.09	-30.38%	0.13	0.08	-38.46%	0.08	-38.47%

表 5.2.3-4

建库前后甘名溪汇口断面 TN 预测浓度

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	1.57	1.06	-32.92%	1.06	-32.92%	1.58	1.09	-30.57%	1.09	-31.01%	1.56	1.02	-35.03%	1.02	-34.95%
5	1.58	1.13	-28.51%	1.13	-28.51%	1.58	1.23	-22.15%	1.23	-22.19%	1.58	1.19	-24.68%	1.19	-24.78%
6	2.70	2.05	-24.02%	2.05	-24.02%	2.70	1.47	-45.56%	1.47	-45.35%	2.70	2.05	-24.07%	2.05	-23.99%
7	2.72	2.45	-9.95%	2.45	-9.95%	2.71	2.09	-23.16%	2.09	-22.86%	2.70	2.03	-25.37%	2.03	-24.72%
8	2.70	2.50	-7.41%	2.50	-7.41%	2.70	2.32	-14.07%	2.32	-14.09%	2.70	2.16	-20.00%	2.16	-19.90%
9	2.71	2.43	-10.37%	2.43	-10.37%	2.70	2.31	-14.76%	2.31	-14.52%	2.70	2.21	-18.45%	2.21	-18.16%
10	2.84	2.39	-15.75%	2.39	-15.75%	2.83	2.25	-20.77%	2.25	-20.37%	2.77	2.19	-22.89%	2.19	-21.06%
11	2.84	2.41	-15.06%	2.41	-15.06%	2.83	2.24	-21.13%	2.24	-20.70%	2.82	2.10	-26.06%	2.10	-25.68%
12	2.81	2.44	-13.19%	2.44	-13.19%	2.81	2.21	-21.35%	2.21	-21.38%	2.79	2.06	-26.69%	2.06	-26.33%
1	2.77	2.35	-15.08%	2.35	-15.08%	2.82	2.16	-22.02%	2.16	-23.45%	2.73	2.00	-27.80%	2.00	-26.88%
2	1.60	1.79	11.96%	1.79	11.96%	1.61	1.77	10.63%	1.77	10.48%	1.61	1.71	6.87%	1.71	5.98%
3	1.57	1.68	6.97%	1.68	6.97%	1.56	1.65	5.10%	1.65	5.52%	1.55	1.60	1.91%	1.60	2.90%

表 5.2.3-5

建库前后甘名溪汇口断面 TP 预测浓度

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.036	0.020	-44.44%	0.020	-44.44%	0.036	0.015	-58.33%	0.015	-58.33%	0.036	0.019	-47.22%	0.019	-47.22%
5	0.036	0.028	-22.31%	0.028	-22.31%	0.036	0.026	-27.78%	0.026	-27.87%	0.036	0.023	-36.11%	0.023	-36.20%
6	0.044	0.022	-49.89%	0.022	-49.89%	0.044	0.013	-70.45%	0.013	-70.36%	0.044	0.023	-47.73%	0.023	-47.69%
7	0.044	0.038	-13.71%	0.038	-13.71%	0.044	0.023	-47.73%	0.023	-47.80%	0.044	0.028	-36.36%	0.028	-36.44%
8	0.044	0.035	-20.45%	0.035	-20.45%	0.044	0.024	-45.45%	0.024	-45.45%	0.044	0.026	-40.91%	0.026	-40.91%
9	0.044	0.029	-34.02%	0.029	-34.02%	0.044	0.020	-54.55%	0.020	-54.47%	0.044	0.025	-43.18%	0.025	-43.18%
10	0.163	0.110	-32.53%	0.110	-32.53%	0.162	0.068	-58.28%	0.068	-58.34%	0.162	0.086	-47.24%	0.086	-47.03%
11	0.163	0.107	-34.36%	0.107	-34.36%	0.163	0.065	-60.12%	0.065	-60.12%	0.163	0.078	-52.15%	0.078	-52.11%
12	0.163	0.103	-36.81%	0.103	-36.81%	0.163	0.058	-64.42%	0.058	-64.40%	0.163	0.075	-53.99%	0.075	-53.97%
1	0.163	0.082	-49.57%	0.082	-49.57%	0.163	0.053	-67.48%	0.053	-67.46%	0.163	0.067	-58.90%	0.067	-58.86%
2	0.038	0.027	-30.69%	0.027	-30.69%	0.038	0.027	-28.95%	0.027	-27.99%	0.039	0.019	-50.00%	0.019	-50.31%
3	0.036	0.020	-44.27%	0.020	-44.27%	0.036	0.021	-41.67%	0.021	-41.00%	0.036	0.015	-58.33%	0.015	-58.33%

## (2) 细沙河汇口断面

建库前后及不同设计标准情况下典型丰平枯水年细沙河汇口断面各月水质预测见表5.2.3-6~表5.2.3-9。

建库后，细沙河的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和TP浓度在绝大多数月份和情景下均有所下降，TP的下降比例在多数月份大于50%， $\text{NH}_3\text{-N}$ 的浓度下降也较为普遍。这表明水库对这两类污染物的截留、沉降和降解作用较为显著。在冬春季节的部分模拟情景下，COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和TN在建库后存在轻微的上升，但水质依然能够满足水质目标要求。

两个方案下的水质差异总体微小，汛限水位的调整对下游水质整体影响不大。

表 5.2.3-6

建库前后细沙河汇口断面 COD 预测浓度

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	4.12	4.02	-2.47%	4.13	0.23%	5.72	2.44	-57.34%	2.53	-55.77%	4.21	2.09	-50.36%	1.99	-52.73%
5	4.97	4.96	-0.30%	4.92	-1.17%	5.91	4.5	-23.86%	4.47	-24.37%	5.66	3.14	-44.52%	3.07	-45.76%
6	3.75	3.81	1.54%	3.81	1.57%	3.23	4.35	34.67%	4.35	34.67%	3.31	3.71	12.08%	3.71	12.08%
7	3.78	3.77	-0.27%	3.77	-0.22%	3.2	3.54	10.63%	3.54	10.63%	2.89	3.01	4.15%	3.01	4.15%
8	3.38	3.32	-1.66%	3.32	-1.61%	2.92	2.88	-1.37%	2.88	-1.37%	2.55	2.6	1.96%	2.59	1.57%
9	3.54	3.01	-14.94%	3.22	-9.16%	2.85	2.38	-16.49%	2.36	-17.19%	2.98	2.3	-22.82%	2.49	-16.44%
10	4.09	4.09	-0.05%	4.09	0.09%	3.33	2.34	-29.73%	2.55	-23.42%	1.61	2.24	39.13%	2.23	38.51%
11	4.03	4.11	2.02%	4.11	1.97%	3.13	2.57	-17.89%	2.57	-17.89%	2.86	1.9	-33.57%	2.06	-27.97%
12	2.98	3.28	10.02%	3.34	11.92%	2.57	2.32	-9.73%	2.32	-9.73%	2.12	1.86	-12.26%	1.98	-6.60%
1	1.72	2.87	66.90%	2.87	66.77%	2.68	2.34	-12.69%	2.34	-12.69%	1.05	1.84	75.24%	1.84	75.24%
2	1.93	3.14	62.45%	3.14	62.98%	3.24	2.27	-29.94%	2.28	-29.63%	1.51	1.77	17.22%	1.77	17.22%
3	4.43	4.30	-2.88%	4.24	-4.23%	3.71	2.52	-32.08%	2.54	-31.54%	2.71	1.68	-38.01%	1.65	-39.11%

表 5.2.3-7

建库前后细沙河汇口断面 NH<sub>3</sub>-N 预测浓度

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.12	0.05	-58.33%	0.05	-61.56%	0.13	0.06	-53.85%	0.06	-53.95%	0.11	0.06	-45.45%	0.06	-44.05%
5	0.13	0.07	-46.15%	0.07	-46.97%	0.13	0.09	-30.77%	0.09	-31.69%	0.13	0.09	-30.77%	0.08	-33.09%
6	0.12	0.10	-16.67%	0.10	-11.45%	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-2.17%	0.12	0.10	-16.67%	0.10	-17.14%
7	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-8.28%	0.12	0.11	-8.33%	0.11	-8.01%	0.11	0.10	-9.09%	0.10	-8.97%
8	0.11	0.10	-9.09%	0.10	-8.69%	0.11	0.10	-9.09%	0.10	-8.72%	0.11	0.09	-18.18%	0.09	-14.67%
9	0.12	0.10	-16.67%	0.10	-11.12%	0.11	0.09	-18.18%	0.09	-19.36%	0.11	0.09	-18.18%	0.09	-19.14%

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
10	0.12	0.10	-16.67%	0.10	-22.12%	0.12	0.09	-25.00%	0.09	-22.63%	0.09	0.09	0.00%	0.09	4.43%
11	0.12	0.10	-16.67%	0.11	-15.11%	0.12	0.09	-25.00%	0.09	-21.11%	0.11	0.08	-27.27%	0.08	-27.97%
12	0.11	0.10	-9.09%	0.10	-10.43%	0.11	0.09	-18.18%	0.09	-18.28%	0.10	0.08	-20.00%	0.08	-18.85%
1	0.08	0.09	12.50%	0.09	5.62%	0.11	0.09	-18.18%	0.09	-18.86%	0.07	0.08	14.29%	0.08	15.10%
2	0.08	0.08	0.00%	0.08	0.00%	0.10	0.08	-20.00%	0.08	-23.14%	0.07	0.07	0.00%	0.07	4.34%
3	0.12	0.09	-25.00%	0.08	-30.20%	0.11	0.08	-27.27%	0.08	-26.47%	0.09	0.07	-22.22%	0.07	-23.45%

表 5.2.3-8

建库前后细沙河汇口断面 TN 预测浓度

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	1.43	0.97	-32.17%	0.96	-32.95%	1.53	1.05	-31.37%	1.05	-31.13%	1.35	0.95	-29.63%	0.91	-32.72%
5	1.54	1.10	-28.57%	1.10	-29.01%	1.55	1.20	-22.58%	1.20	-22.66%	1.52	1.13	-25.66%	1.12	-26.58%
6	2.56	1.94	-24.22%	1.93	-24.47%	2.53	1.40	-44.66%	1.40	-44.64%	2.61	1.98	-24.14%	1.98	-24.05%
7	2.67	2.40	-10.11%	2.40	-10.16%	2.64	2.02	-23.48%	2.02	-23.53%	2.54	1.91	-24.80%	1.91	-24.67%
8	2.56	2.36	-7.81%	2.36	-7.88%	2.55	2.16	-15.29%	2.16	-15.38%	2.43	1.98	-18.52%	1.98	-18.79%
9	2.61	2.23	-14.56%	2.28	-12.61%	2.53	2.07	-18.18%	2.07	-18.32%	2.57	1.97	-23.35%	2.04	-20.70%
10	2.73	2.31	-15.38%	2.31	-15.09%	2.63	2.04	-22.43%	2.10	-19.97%	1.96	1.96	0.00%	1.96	-0.02%
11	2.71	2.32	-14.39%	2.32	-14.45%	2.57	2.09	-18.68%	2.09	-18.75%	2.46	1.80	-26.83%	1.86	-24.61%
12	2.40	2.18	-9.17%	2.19	-8.46%	2.38	1.98	-16.81%	1.98	-16.66%	2.20	1.75	-20.45%	1.79	-18.34%
1	1.84	2.01	9.24%	2.01	9.23%	2.42	1.95	-19.42%	1.95	-19.08%	1.54	1.71	11.04%	1.71	10.86%
2	1.38	1.63	18.12%	1.63	17.88%	1.60	1.63	1.87%	1.63	2.04%	1.14	1.51	32.46%	1.51	32.62%
3	1.48	1.59	7.43%	1.58	6.67%	1.31	1.48	12.98%	1.48	12.91%	1.10	1.39	26.36%	1.38	25.43%

表 5.2.3-9

建库前后细沙河汇口断面 TP 预测浓度

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.035	0.020	-43.75%	0.020	-44.43%	0.036	0.015	-58.33%	0.015	-58.33%	0.035	0.019	-45.71%	0.019	-46.10%
5	0.036	0.028	-23.17%	0.028	-23.03%	0.036	0.026	-27.78%	0.026	-28.76%	0.036	0.023	-36.11%	0.023	-37.28%
6	0.043	0.022	-48.04%	0.022	-48.31%	0.043	0.014	-67.44%	0.014	-68.17%	0.044	0.023	-47.73%	0.023	-47.49%
7	0.044	0.038	-14.41%	0.038	-14.22%	0.044	0.023	-47.73%	0.023	-48.46%	0.044	0.027	-38.64%	0.028	-37.32%
8	0.044	0.035	-20.68%	0.035	-20.16%	0.044	0.024	-45.45%	0.024	-45.75%	0.044	0.026	-40.91%	0.026	-40.03%
9	0.044	0.030	-32.61%	0.030	-32.35%	0.044	0.020	-54.55%	0.021	-53.33%	0.044	0.025	-43.18%	0.025	-42.90%
10	0.158	0.106	-32.80%	0.106	-32.54%	0.151	0.060	-60.26%	0.061	-59.42%	0.094	0.076	-19.15%	0.075	-19.38%
11	0.162	0.107	-34.12%	0.107	-34.16%	0.161	0.065	-59.63%	0.065	-59.86%	0.158	0.078	-50.63%	0.078	-50.32%
12	0.159	0.102	-35.94%	0.102	-35.91%	0.159	0.058	-63.52%	0.058	-63.60%	0.156	0.074	-52.56%	0.074	-52.42%
1	0.147	0.085	-42.24%	0.085	-42.06%	0.159	0.053	-66.67%	0.053	-66.63%	0.136	0.067	-50.74%	0.067	-50.34%
2	0.089	0.039	-56.05%	0.039	-56.72%	0.077	0.033	-57.14%	0.032	-57.91%	0.085	0.030	-64.71%	0.030	-64.79%
3	0.036	0.021	-41.61%	0.021	-42.39%	0.035	0.022	-37.14%	0.022	-38.81%	0.039	0.016	-58.97%	0.016	-60.25%

### (3) 大龙潭库中断面

建库前后及不同设计标准情况下典型丰平枯水年大龙潭库中断面各月水质预测见表5.2.3-10~表5.2.3-13。

在绝大多数月份和情景下，COD、NH<sub>3</sub>-N、TN和TP的浓度均有所下降，TP的降幅在许多月份超过40%。729m方案相较于735m方案，COD和TN的降幅有所增加，在729m方案下，大龙潭库中断面COD浓度在多个月份降幅超过50%，最高达84.47%（枯水年3月）。

表 5.2.3-10

建库前后大龙潭库中断面 COD 预测浓度

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	4.06	3.15	-22.36%	4.08	0.39%	4.93	1.94	-60.65%	2.33	-52.74%	4.58	1.46	-68.12%	2.16	-52.82%
5	4.20	4.17	-0.75%	4.20	0.00%	4.97	3.76	-24.35%	3.83	-22.87%	4.93	2.25	-54.36%	2.98	-39.63%
6	3.15	3.25	3.33%	3.21	1.78%	2.75	3.26	18.55%	3.86	40.12%	2.78	3.09	11.15%	3.37	21.25%
7	3.16	3.34	5.69%	3.15	-0.25%	2.75	2.99	8.73%	3.02	9.59%	2.69	1.98	-26.39%	2.95	9.73%
8	3.09	2.34	-24.28%	3.06	-0.78%	2.69	1.99	-26.02%	2.66	-1.19%	2.58	1.54	-40.31%	2.69	4.28%
9	3.12	1.53	-51.12%	3.03	-2.82%	2.67	1.12	-58.05%	2.46	-8.08%	2.69	1.07	-60.22%	2.56	-4.82%
10	3.62	3.19	-11.97%	3.58	-1.10%	3.18	1.11	-65.09%	2.42	-24.12%	2.46	1.02	-58.54%	2.47	0.71%
11	3.62	3.08	-14.94%	3.62	0.22%	3.14	1.54	-50.96%	2.45	-21.94%	3.08	0.73	-76.30%	2.36	-23.28%
12	3.29	1.89	-42.41%	3.39	3.16%	2.95	1.13	-61.69%	2.41	-18.43%	2.78	0.66	-76.26%	2.34	-15.80%
1	2.85	1.04	-63.65%	3.34	17.13%	3.01	1.14	-62.13%	2.38	-20.74%	1.90	0.67	-64.74%	2.26	18.75%
2	3.28	1.11	-66.08%	3.66	11.71%	4.28	0.93	-78.27%	2.48	-42.06%	3.26	0.66	-79.75%	2.14	-34.38%
3	4.12	2.66	-35.55%	4.06	-1.36%	4.38	1.13	-74.20%	2.72	-37.84%	4.03	0.64	-84.12%	2.01	-50.25%

表 5.2.3-11

建库前后大龙潭库中断面 NH<sub>3</sub>-N 预测浓度

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.09	0.04	-55.60%	0.03	-61.77%	0.12	0.05	-58.33%	0.05	-53.85%	0.06	0.05	-16.67%	0.04	-32.54%
5	0.12	0.06	-48.01%	0.06	-48.82%	0.12	0.08	-33.33%	0.08	-34.07%	0.11	0.07	-36.36%	0.07	-37.58%
6	0.11	0.09	-17.08%	0.09	-17.65%	0.10	0.10	0.00%	0.10	-8.60%	0.11	0.09	-18.18%	0.09	-17.74%
7	0.11	0.10	-5.90%	0.10	-8.40%	0.11	0.10	-9.09%	0.10	-7.46%	0.09	0.08	-11.11%	0.08	-9.79%
8	0.10	0.09	-10.00%	0.09	-10.00%	0.09	0.09	0.00%	0.09	-9.21%	0.08	0.07	-12.50%	0.07	-7.99%
9	0.10	0.07	-29.72%	0.08	-21.82%	0.09	0.06	-33.33%	0.06	-30.75%	0.10	0.06	-40.00%	0.07	-29.23%

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
10	0.11	0.09	-19.36%	0.09	-19.89%	0.09	0.06	-33.33%	0.07	-24.36%	0.06	0.06	0.00%	0.04	-32.76%
11	0.11	0.09	-16.29%	0.09	-13.49%	0.08	0.07	-12.50%	0.07	-13.54%	0.07	0.05	-28.57%	0.05	-22.53%
12	0.07	0.07	1.46%	0.07	-2.30%	0.06	0.06	0.00%	0.06	-4.23%	0.05	0.04	-20.00%	0.05	-1.10%
1	0.05	0.05	-2.46%	0.03	-40.74%	0.06	0.06	0.00%	0.06	-4.06%	0.04	0.04	0.00%	0.03	-40.48%
2	0.05	0.05	-6.42%	0.03	-41.18%	0.05	0.05	0.00%	0.05	-3.14%	0.04	0.04	0.00%	0.02	-47.50%
3	0.09	0.07	-26.34%	0.06	-29.30%	0.06	0.05	-16.67%	0.05	-13.34%	0.04	0.04	0.00%	0.03	-16.22%

表 5.2.3-12

建库前后大龙潭库中断面 TN 预测浓度

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	1.04	0.83	-19.79%	0.89	-13.90%	1.44	0.97	-32.64%	1.00	-31.08%	0.75	0.79	5.33%	0.59	-20.62%
5	1.46	1.03	-29.42%	1.02	-30.34%	1.47	1.13	-23.13%	1.12	-23.99%	1.34	0.98	-26.87%	0.92	-31.04%
6	2.22	1.67	-24.61%	1.66	-25.18%	2.06	1.20	-41.75%	1.20	-41.91%	2.40	1.82	-24.17%	1.82	-24.13%
7	2.56	2.29	-10.73%	2.29	-10.69%	2.46	1.84	-25.20%	1.84	-25.22%	2.08	1.57	-24.52%	1.57	-24.51%
8	2.19	1.99	-8.93%	1.99	-8.78%	2.14	1.78	-16.82%	1.77	-17.07%	1.77	1.48	-16.38%	1.47	-16.64%
9	2.29	1.58	-31.17%	1.77	-22.79%	2.00	1.38	-31.00%	1.37	-31.69%	2.21	1.29	-41.63%	1.51	-31.51%
10	2.44	2.11	-13.65%	2.11	-13.44%	2.09	1.38	-33.97%	1.63	-21.86%	1.29	1.28	-0.78%	1.20	-6.98%
11	2.33	2.06	-11.67%	2.06	-11.81%	1.85	1.64	-11.35%	1.64	-11.01%	1.48	1.04	-29.73%	1.15	-22.58%
12	1.62	1.58	-2.75%	1.61	-0.77%	1.38	1.35	-2.17%	1.35	-2.09%	1.08	0.96	-11.11%	1.08	0.07%
1	1.13	1.12	-1.01%	1.00	-11.50%	1.39	1.33	-4.32%	1.34	-3.84%	0.95	0.94	-1.05%	0.84	-11.58%
2	1.12	0.99	-11.78%	0.76	-32.14%	1.06	1.06	0.00%	0.95	-10.38%	0.88	0.88	0.00%	0.67	-23.86%
3	1.10	1.23	12.04%	1.00	-9.09%	0.98	0.97	-1.02%	0.74	-24.49%	0.78	0.80	2.56%	0.53	-32.05%

表 5.2.3-13

建库前后大龙潭库中断面 TP 预测浓度

单位: mg/L

月份	丰水年					平水年					枯水年				
	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率	建库前	729m 方案	变化率	735m 方案	变化率
4	0.029	0.018	-36.29%	0.016	-44.63%	0.036	0.015	-58.33%	0.015	-58.20%	0.023	0.017	-26.09%	0.014	-38.51%
5	0.036	0.027	-25.33%	0.027	-25.20%	0.036	0.025	-30.56%	0.025	-31.36%	0.034	0.021	-38.24%	0.020	-40.26%
6	0.041	0.023	-44.42%	0.023	-44.71%	0.040	0.016	-60.00%	0.016	-60.88%	0.043	0.023	-46.51%	0.023	-46.21%
7	0.044	0.037	-16.18%	0.037	-15.51%	0.043	0.022	-48.84%	0.022	-50.19%	0.040	0.024	-40.00%	0.024	-39.97%
8	0.041	0.033	-20.08%	0.033	-19.81%	0.040	0.022	-45.00%	0.022	-46.45%	0.036	0.023	-36.11%	0.023	-37.14%
9	0.042	0.026	-38.64%	0.027	-35.42%	0.039	0.017	-56.41%	0.017	-56.86%	0.041	0.020	-51.22%	0.022	-47.23%
10	0.142	0.097	-32.04%	0.097	-31.67%	0.118	0.038	-67.80%	0.047	-59.64%	0.032	0.046	43.75%	0.046	41.12%
11	0.153	0.103	-32.60%	0.103	-32.59%	0.134	0.058	-56.72%	0.058	-56.66%	0.110	0.056	-49.09%	0.060	-45.91%
12	0.119	0.084	-29.60%	0.085	-28.45%	0.110	0.048	-56.36%	0.048	-56.78%	0.093	0.051	-45.16%	0.054	-41.48%
1	0.070	0.062	-11.21%	0.062	-10.76%	0.112	0.043	-61.61%	0.044	-61.07%	0.057	0.047	-17.54%	0.048	-16.63%
2	0.056	0.040	-29.25%	0.039	-30.76%	0.071	0.030	-57.75%	0.030	-58.22%	0.044	0.032	-27.27%	0.031	-28.98%
3	0.036	0.020	-45.34%	0.019	-45.82%	0.026	0.018	-30.77%	0.018	-30.00%	0.025	0.012	-52.00%	0.012	-51.85%

## 5.2.4 施工期水质

### (1) 砂石料加工系统冲洗废水

施工高峰期1#砂石加工系统预计废水产生量为102m<sup>3</sup>/h, 2#砂石料加工系统预计废水产生量为748m<sup>3</sup>/h, 主要污染物为SS, 其浓度在20000mg/L左右。砂石料加工系统冲洗废水经处理后全部回用于砂石料加工, 废水不外排, 因此砂石料加工系统冲洗废水对清江水环境影响较小。

### (2) 混凝土拌和系统冲洗废水

枢纽工程在清江左岸布置有2处混凝土拌和系统, 同时库区滑坡治理工程布置有3处移动式混凝土拌和站。混凝土拌和系统废水来自混凝土拌和站料罐冲洗过程。1#混凝土系统料罐冲洗废水产生量约54m<sup>3</sup>/d, 2#混凝土系统料罐冲洗废水产生量约45m<sup>3</sup>/d, 3处库区治理混凝土系统料罐冲洗废水产生量共约6m<sup>3</sup>/d。料罐冲洗废水pH值约为9~11, 废水中悬浮物浓度约1500~2500mg/L, 具有悬浮物浓度高、水量较小, 间歇集中排放的特点。通过采取中和沉淀处理后, 废水可全部回用于混凝土拌和, 不外排, 因此对清江地表水水质影响较小。

### (3) 隧洞施工废水

隧洞施工主要包括各导流隧洞、厂房引水洞、交通洞和支洞的施工, 具体包括开挖、喷锚支护、混凝土浇筑和灌浆等过程。上述施工过程中产生的碱性废水与隧洞地下水渗水以及少量施工机械废水混合, 在隧洞进出口会产生一定量的弱碱性且浑浊度较高的施工含油废水, 废水呈弱碱性, pH值为9~11, 废水中主要污染物为悬浮物, 浓度约2000mg/L。隧洞施工废水的产生具有较大的不确定性。根据估算, 每个隧洞的施工废水产生量在13~583m<sup>3</sup>/d范围内。若隧洞施工废水未经处理直接排放, 将会对下游河段水体水质产生不利影响, 需采取废水处理措施; 废水经处

理后回用于混凝土养护、浇灌林地灌丛、场内施工道路和施工区洒水等，对清江地表水环境影响较小。

#### **(4) 基坑排水**

基坑排水主要为基坑初期排水、基坑经常性排水和汛后基坑排水。基坑初期排水和汛后基坑排水水质与原河道水水质基本相同，抽排至基坑下游不会影响下游清江水质。基坑经常性排水由降水、渗水和施工废水组成，其中施工用水以混凝土养护碱性废水为主。基坑经常性排水中的悬浮物浓度约为2000mg/L，pH值为9~11。如果直接排放，将对排口下游清江水质和排口附近水域产生不利影响。在采取了中和沉淀处理后，废水pH值可被调节至6~9范围内，处理后废水回用于混凝土养护、浇灌林地灌丛、场内施工道路和施工区洒水等，对清江地表水环境影响较小。

#### **(5) 机械汽车停放场冲洗废水**

枢纽工程在清江左岸布置1个机械汽车停放场，库区滑坡治理工程布置有3处小型停放场。施工期间停放场主要产生机械汽车冲洗废水，其中枢纽区停放场每天产生冲洗废水约36 m<sup>3</sup>/d，库区滑坡治理工程每处停放场每天产生冲洗废水约6 m<sup>3</sup>/d。废水中的主要污染物为石油类、SS等，其中石油类浓度约10mg/L。该废水具有产生量较小，含油量相对较低的特点，废水经隔油、沉淀处理后可回用于车辆冲洗，不外排，因此，机械汽车停放场冲洗废水对清江地表水环境影响较小。

#### **(6) 生活污水**

枢纽工程施工营地分为厂区土建施工营地和坝区施工营地，施工高峰期人数约5000人。枢纽施工高峰期日产生污水量约400m<sup>3</sup>/d，其中，大坝标1#施工营地120m<sup>3</sup>/d，大坝标2#施工营地120m<sup>3</sup>/d，厂房土建标施工营地160m<sup>3</sup>/d。库区滑坡治理工程3处施工区高峰期日产生污水量分别为8

m<sup>3</sup>/d、16 m<sup>3</sup>/d、8 m<sup>3</sup>/d。生活污水主要污染物为COD、BOD<sub>5</sub>等，浓度分别为350mg/L和150mg/L。施工期生活污水经处理后回用于浇灌林地灌丛、场地洒水等，不外排，对清江地表水环境影响较小。

### **(7) 变动环评阶段与项目环评阶段环境影响对比**

变动环评阶段产生的废污水种类、性质与项目环评阶段基本一致，主要包括砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、隧洞施工废水、基坑排水、机械汽车停放场冲洗废水和施工人员生活污水等。但由于施工布置有所调整，且施工组织设计有所细化，因此变动环评阶段废污水产生的位置及产生量与项目环评阶段相比有所不同。从废污水去向来看，变动环评阶段与项目环评阶段所产生的废污水经过处理后，均回用于砂石料加工、混凝土拌和、混凝土养护、浇灌林地灌丛、场内施工道路和施工区洒水等用途。因此在严格落实施工期水环境保护措施后，变动环评阶段与项目环评阶段所产生的废污水对清江地表水环境影响均较小。

## **5.3 生态环境**

### **5.3.1 陆生生态**

#### **5.3.1.1 对植被的影响**

##### **(1) 工程占地对土地类型的影响**

项目环评阶段，姚家平水利枢纽工程建设对陆生植物的不利影响主要表现为水库蓄水淹没以及枢纽工程、库区滑坡体防治工程等永久和临时占地对地表植被造成的直接损失，将导致影响区陆生植被面积直接减少，生物量降低。

本次变动环评阶段，工程总征地12898.10亩。按征地属性分：永久征收土地10941.05亩，临时征用土地1957.05亩。与项目环评阶段相比，

永久征收土地增加1469亩，临时征用土地增加1109.43亩。

其中永久用地区域增加的区域，主要是天电鱼道、永久道路边坡、库区防护工程、鱼类增殖站和集鱼系统等工程占用。增加的永久占地中，林地减少 70.42 亩、工矿仓储用地增加 35.48 亩、耕地增加 28.2 亩，水域及水利设施用地增加 26.88 亩。根据现场调查林地作为评价区内的主要土地类型，增加的林地占评价区面积比例较小，且变化区域中耕地和园地也占较大比例，根据环评批复，在工程结束后要采取复垦措施，工程变动后，对区域的土地类型影响不大。

临时占地面积增加主要受用地政策、施工布置、料场变化、弃渣场变化等影响，增加区域主要涉及料场、弃渣场、施工布置、施工临时道路以及库区防护工程。增加的临时用地中，林地增加 964.02 亩，耕地增加 102.58 亩，园地减少 54.11 亩。

#### 1) 料场的的影响

本次变动阶段的盛端料场占地697.04亩，较项目环评阶段的茅坡料场整体增加了221.45亩，规模显著扩大，其中林地增加476.83亩，是盛端料场最主要的用地类型。

表 5.3.1-1 工程变动前后评价区料场用地类型变化

序号	土地利用类型	单位	茅坡	盛端	盛端-茅坡
1	耕地	亩	145.49	81.84	-63.65
2	园地	亩	231.88	13.57	-218.31
3	林地		72.13	548.96	476.83
3.1	乔木林地	亩	62.57	443.28	380.71
3.2	竹林地	亩			0
3.3	灌木林地	亩	8.76	49.19	40.43
3.4	其他林地	亩	0.8	56.49	55.69
4	草地	亩		31.99	31.99
5	工矿仓储用地	亩			0
6	住宅用地	亩	23.64	6.48	-17.16
7	交通运输用地	亩	2.34	13.49	11.15
8	水域及水利设施用地			0.72	0.72

序号	土地利用类型	单位	茅坡	盛埡	盛埡-茅坡
8.1	沟渠	亩		0.05	0.05
8.2	坑塘水面	亩		0.67	0.67
9	其他土地	亩	0.11		-0.11
合计	临时用地	亩	475.59	697.04	221.45

盛埡料场地表植被茂密，占地区域主要为经济林，实际调查发现该区域常见植被有麻栎林、马尾松林、插田泡灌丛、风轮菜灌草丛等，在评价区广泛分布。影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，未发现国家重点保护植物及珍稀濒危植物分布。人工干扰相对较少，能为野生动物提供了更广阔的栖息空间，主要分布有松鼠、啄木鸟、红嘴蓝鹊等常见林栖动物，未发现国家重点保护野生动物及其栖息地。林地和草地占比超 80%，新增用地虽占用部分自然植被，但生态用地基数大，植被群落稳定性强，对区域生态系统的整体扰动较小。

## 2) 弃渣场的影响

本次变动环评阶段，工程方案共布置了 8 座弃渣场，分别为 1#弃渣场（老沟弃渣场）、2#弃渣场（大岩仟弃渣场）、3#弃渣场（后湾弃渣场）和 4#弃渣场（铁炉口弃渣场），以及盛埡料场周边的马石坝 1#~4#弃渣场。环评阶段，工程共设置 3 座弃渣场，分别为 1#弃渣场（杨柳湾弃渣场）、2#弃渣场（老沟弃渣场）、3#弃渣场（堰前弃渣场），面积情况详见表 5.3.1-2。

表 5.3.1-2 工程变动前后弃渣场面积变化一览表

序号	变动环评阶段 (a)		项目环评阶段 (b)		a-b (亩)
	用途	面积 (亩)	(用途)	面积 (亩)	
1	大岩仟弃渣场 (2#)	211.06	1#弃渣场 (杨柳湾弃渣场)	146.96	232.16
2	后湾弃渣场 (3#)	60.62			
3	老沟弃渣场 (1#)	198.31			
4	马石坝 1# 弃渣场	49.97	2# 弃渣场 (老沟弃渣场)	214.37	
5	马石坝 2# 弃渣场	73.4			
6	马石坝 3# 弃渣场	41.63			
7	马石坝 4# 弃渣场	47.45	3# 弃渣场 (茅坡弃渣场)	184.39	
8	铁炉口弃渣场 (5#)	95.46			

盛瑞料场周边新增弃渣场4处（马石坝1~4#弃渣场），总占地面积14.16hm<sup>2</sup>（约212.4亩），占地类型以坡地、沟道为主，涉及部分林地和未利用地。其中马石坝1#弃渣场占地3.33hm<sup>2</sup>，2#弃渣场占地4.89hm<sup>2</sup>，3#弃渣场占地2.78hm<sup>2</sup>，4#弃渣场占地3.16hm<sup>2</sup>。

新增的马石坝1~4#弃渣场，地处盛瑞料场周边坡地和沟道，占地范围内植被以自然林地和灌草丛为主，树种以乡土乔木、灌木为主，未发现珍稀濒危植物；野生动物主要为林栖、沟谷栖息的常见物种，不涉及珍稀保护动物栖息地及迁徙廊道。马石坝1~4#弃渣场周边植被以自然林草为主，弃渣堆放后通过表土回覆、植被恢复等措施，可逐步重建生态系统。渣场分散布置降低了集中堆渣的生态压力，通过乔灌草结合的恢复模式，可提升区域植被覆盖度，改善局部生态环境。

新增的大岩仔弃渣场（2#）占地面积为211.06亩，植被主要以五节芒、狗尾草、节节草灌草丛为主，为典型草本群落，无明显乔木和灌木层，仅由草本层构成。记录物种均为鄂西南常见乡土草本/蕨类，未发现国家重点保护野生植物，群落结构单一。大岩仔弃渣场（2#）区域动物以广布性小型物种为主，无珍稀保护类群，生境结构简单且可恢复性强。工程施工仅造成局部生境的短暂扰动，未改变区域动物群落的整体结构与功能，对区域动物的影响程度较小，可通过后期植被恢复有效缓解，不会对区域生态系统造成不可逆影响。

新增的后湾弃渣场（3#）以节节草灌草丛、蕨类灌草丛为主，整体为草本层+层间植物的次生草本群落结构，无明显乔木层，灌木层缺失或极不发育。伴生种有野菊、五节芒、野胡萝卜、苦苣菜、黄鹤菜、茜草等。该区域植被以次生草本和蕨类群落为主，施工期清表对原生生态系统的破坏程度相对较低。后期生态恢复可优先选用本地草本或蕨类物种，

结合乡土灌乔木重建稳定群落，提升生态服务功能。

新增的铁炉口渣场（5#）占地面积为95.46亩，记录物种均为区域常见乡土物种，未发现国家重点保护野生植物。该区域植被以次生林灌为主，灌木层以亚热带乡土阔叶灌丛为主，包括细齿叶柃、十大功劳、山莓、茅莓。施工期需重点保护现有乔木与灌丛，避免大面积清表。乔木层马尾松为绝对优势种，后期生态恢复可优先选用本地物种，提高恢复效率与生态适配性。

老沟弃渣场（1#）与项目环评阶段2#老沟弃渣场大部分位置相同，新增占地区域区域植被与周边施工布置区域植被情况相似，人为干扰较大，栽培和自然植被均为本区域广泛分布类型。

## （2）工程占地对植被类型的影响

本次变动环评阶段，工程方案中的料场、弃渣场、移民安置点、施工布置等内容与项目环评阶段相比，进行了调整，临时占地面积增加1109.43亩，相较于环评阶段，评价区损失的总生物量增加2538.34t。

其中增加的永久占地中，针叶林减少0.121hm<sup>2</sup>、阔叶林增加1.74hm<sup>2</sup>、灌丛和灌草丛减少5.23hm<sup>2</sup>、农作物增加1.44hm<sup>2</sup>、河流水域减少1.79hm<sup>2</sup>，相较于环评阶段损失生物量减少14.50t。

表 5.3.1-3 工程变动后评价区永久用地生物量变化一览表

序号	植被类型	变动环评阶段 (hm <sup>2</sup> )	项目环评阶段 (hm <sup>2</sup> )	变动环评-项目环评 (hm <sup>2</sup> )	平均生物量 (t/hm <sup>2</sup> )	损失总生物量 (t)
1	针叶林	15.89	17.10	-1.21	18.47	-22.29
2	阔叶林	308.74	307.00	1.74	43.54	75.91
3	灌丛及灌草丛	112.76	117.99	-5.23	16.26	-85.03
4	农作物	152.87	151.43	1.44	5.52	7.95
5	河流水域	117.71	115.92	1.79	4.97	8.95
6	建设用地	21.80	19.36	2.44	/	/
	合计	729.77	728.79	0.98		-14.50

增加的临时用地中，针叶林增加4.11hm<sup>2</sup>、阔叶林增加52.96hm<sup>2</sup>、灌

丛和灌草丛增加9.37hm<sup>2</sup>、农作物增加3.23hm<sup>2</sup>、河流水域增加0.15hm<sup>2</sup>，相较于项目环评阶段损失生物量增加2552.75t。

表 5.3.1-4 工程变动后评价区临时用地生物量变化一览表

序号	植被类型	变动环评阶段 (hm <sup>2</sup> )	项目环评阶段 (hm <sup>2</sup> )	变动环评-项目环评(hm <sup>2</sup> )	平均生物量 (t/hm <sup>2</sup> )	损失总生物量 (t)
1	针叶林	6.22	2.11	4.11	18.47	75.91
2	阔叶林	60.83	7.87	52.96	43.54	2305.88
3	灌丛及灌草丛	16.46	7.08	9.37	16.26	152.36
4	农作物	39.16	35.93	3.23	5.52	17.85
5	河流水域	1.03	0.88	0.15	4.97	0.75
6	建设用地	6.84	2.67	4.17	/	/
合计		130.54	56.54	74.00		2552.75

注：1) 各植被类型平均净生物量数据来源于：①冯宗炜，王效科，吴刚. 中国森林生态系统的生物量和生产力[M]. 北京：科学出版社，1999。②方精云，刘国华，徐蒿龄. 我国森林植被的生物量和净生产量[J]. 生态学报，1996，16(5): 497~508。

根据补充的现状调查，新增临时占地区域植被主要为麻栎林、枫香林、盐肤木灌丛、水麻灌丛、五节芒灌草丛、狗尾草草丛等，零星分布有青冈林、杉木林。新增受影响植被在评价区均可见到相似的群落，工程建设不会造成植被类型和群落的消亡，也不会造成区域生态景观体系组成和结构的不稳定。

根据项目环评批复要求，临时占地区域在工程施工结束后将通过复垦和植被恢复措施，不利影响可在较大程度上得到缓解。根据临时用地复垦规划方案 and 水土保持规划，本工程临时用地 100%将进行复垦或植被恢复，复垦和植被恢复完成后，工程临时占地区生物生产力和植物群落生物量将逐渐恢复。

### (3) 施工对区域植被的影响

工程变动后，各类施工活动的工艺流程、施工方法以及重点区域的施工时段等与项目环评阶段基本一致，工程对陆生生态的影响方式、影响程度与环评阶段基本一致。工程施工对评价区内植被及植物资源造成影响，施工结束后，临时占用地的植被类型可依靠人工恢复，减少工程

对植被的破坏，部分可还原到现有的质量水平。通过现场调查发现新增弃渣场、石料场区域植被与周边施工布置区域植被情况相似，人为干扰较大，栽培和自然植被均为本区域广泛分布类型。

相较于项目环评阶段，工程施工布置变动后，临时占地面积变化最大的是盛埇料场。根据现场调查，盛埇料场的地表植被主要以经济林为主，施工会破坏地表植被。但受影响的植物均为常见种，植被均为常见类型主要为麻栎林、枫香林、盐肤木灌草丛，五节芒草丛等，在施工结束之后，将会通过人工植被恢复措施进行植被恢复，因此盛埇料场占地对区域植被的不利影响较小。

对于变动后新增的7处弃渣场，根据工程水土保持方案，施工前将对弃渣场进行表土剥离，并在坡脚布设拦渣坝、布设挡水坝、排洪沟、消力池等防护措施，防止弃渣场区域内的水土流失，会增加植被恢复的效率，从而保证复耕、林地恢复等植被措施的有效进行。经过现场调查，新增弃渣场内的植被在当地较为常见，施工结束后可通过人工栽培等方式恢复，对陆生植物、植被影响较小。

#### **(4) 对重点保护植物的影响**

评价区的2株红豆杉、1处金荞麦、1丛蛇足石杉和1株扇脉杓兰等国家重点保护植物，以及9株古树均不涉及工程变动建设区域，也不在工程运行影响范围内。工程建设运行对其基本无影响。

### **5.3.1.2 对动物的影响**

#### **(1) 工程占地对动物的影响**

相较于项目环评阶段，料场、弃渣场、安置点等新增施工临时占地增加，将造成野生动物生境的占用面积变大，对不同类型陆生动物种类和数量有一定影响。其他工程区域对陆生动物的影响基本和环评阶段一致。

对兽类的影响：新增临时占地可能会占用其局部生境，评价区半地下生活型的种类最多，如黄鼬、华南兔、褐家鼠等，施工开挖破坏其巢穴，施工区的机械噪声、爆破噪声和人类活动干扰将使这些警觉的动物离开栖息地，迁至他处。评价区内记录的野猪、小鹿等地面生活型的野生兽类，多分布在海拔较高的林地，在现场调查中未发现新增占地区域分布，且评价区内适宜其生存的生境较多，且分布连续，不会对其迁移产生障碍。

对鸟类的影响：评价区鸟类种类和数量较多，主要以留鸟为主，占评价区鸟类总种数的 60.25%。根据生态类型划分为游禽、涉禽、陆禽、猛禽、攀禽和鸣禽 6 类，其中游禽、涉禽主要分布在清江干流及其支流。各类鸟类的主要生境不同，工程占地对其造成的影响各有不同。新增临时占地区域植被类型主要灌草丛和农业植被为主，多为珠颈斑鸠、喜鹊、麻雀这类常见鸟类为主，抗人为干扰能力强，评价区周围相似生境较多，不会对鸟类的群落结构产生明显影响。工程临时用地占评价区总面积的 0.94%，比例较小，施工结束后采取一系列植被恢复措施，施工活动带来的影响也会随着施工的结束而消失。

对两栖类的影响：评价区两栖类物种较为丰富，主要分布在清江干支流及两岸的溪流、坑塘傍水等生境。新增的临时占地，如料场、施工营地和弃渣场等多为山谷缓坡地形，离溪流、水域较远，植被多为灌草丛及经济林，人工干扰强度大，分布的两栖类动物较少，主要陆栖型和树栖型的泽陆蛙、大树蛙为主。施工临时用地占用部分野生两栖类的生境，会导致其生境范围有所缩小，受施工活动影响，使得它们向评价区其他相似生境迁移。但通过加强施工活动的管理，强化污水处理措施落实的情况下，工程施工不会造成两栖动物多样性发生变化，不利影响有

限。

对爬行类的影响：根据调查结果，爬行类主要分布于山地灌丛或清江两岸潮湿的林地内。区域内的爬行动物可分为灌丛石隙型、住宅型、林栖傍水型三类。根据工程方案，结合现场踏勘发现，工程变动区域的多以灌草丛为主，爬行类动物主要是灌丛石隙型爬行类，如铜蜓蜥、北草蜥等，还有少量住宅型的爬行类，如多疣壁虎。料场、弃渣场等将占用其部分生境，施工活动干扰将迫使其远离栖息地，使得区域爬行类分布格局有所变化。部分个体可能在弃渣或其他施工活动中躲避不及时，造成个体伤亡。工程变动区域村落分布较少，仅零星的房屋，施工占地对住宅型爬行类影响较小。

## **(2) 工程施工对陆生动物的影响**

工程施工主要是噪声扰动、扬尘以及人类活动这三个方面对陆生动物的活动和生存产生影响。

噪声的影响：工程噪声影响主要集中在施工期，初设阶段所采用的施工机械设备和施工方式与环评阶段基本相同，因此对声环境的影响性质和影响程度也基本相同。由于工程料场和弃渣场位置发生变化，施工机械设备的噪声对陆生动物栖息、繁衍等造成影响，导致施工区陆生动物种类和数量有一定下降。施工噪声等会对鸟类中的攀禽的栖息活动产生一定的影响施工过程中的噪声在施工结束后停止，噪声对攀禽和鸣禽的影响也较小。一般野生动物都具有主动避害的能力，为避免施工期间的噪声和其他危害，兽类将被迫向工程影响区以外的适宜生境中迁移。两栖类和爬行类会受施工振动的影响，使得它们向受工程干扰较小或未受影响的上游区域迁移。当工程完工后，它们仍可以回到原来的栖息地。因此这种不利影响只是暂时的，等施工结束影响即可消失。

扬尘的影响：扬尘影响主要集中在施工期，初设方案弃渣场个数增多，弃渣量相较于环评阶段增加了，因而所需的运载车车辆多，工程强度大，且石料的开采均会产生扬尘。对动物的影响主要是通过呼吸或动物食用被间接污染的食物而引起疾病。对临时道路、弃渣场、料场产生的扬尘，要求采取定期洒水措施，限制车速等措施后，在石料开采，采用先进的爆破技术，及时洒水除尘，扬尘对动物造成的影响有限。

人为活动的影响：受人类活动干扰比较强的区域主要移民安置区，工程变更后的移民安置区，人类活动频繁，土地开发利用程度较高，无大型野生动物分布，现有野生动物以常见的农田草灌动物为主，受搬迁安置活动影响，动物将迁往附近的同类生境，安置区附近栖息的鸟类受施工噪声、施工人员活动等干扰，也将迁往它处。因陆生动物迁移能力强，且同类生境易于在附近找寻，故物种种群与数量不会受到明显影响。

### **(3) 工程运行对动物的影响**

水库建成后，由于水面的上升和水域面积的扩大，库区形成水库生态系统，为适应静水环境的动物提供了合适的生境。水库淹没部分陆地生活的野生动物生境，导致淹没区陆生动物种类和数量减少，非淹没区部分陆生动物种类种内和种间竞争加剧，经一段时间后会形成新的平衡。该地区动物密度不高，因此动物迁移后生存压力不会明显增大。总的来说，水库蓄水造成的动物生境损失影响较小。

运行期将使部分动物的生境被淹没，根据现场调查，受淹没影响的植被有杉木林、柏木林、青冈林、枫杨林、枫香树林，均为评价区广泛分布的植被类型，评价区周围还存在大量相似生境，淹没区原来栖息的动物都可以较容易地找到替代生境生活，对评价范围内国家和省级重点保护动物的不利影响较小，不会导致评价区内国家重点保护野生动物种

群规模的减小。经过现场调查，工程变更区域未发现国家重点保护动物，湖北省重点保护动物分布多为鸟类，有 19 种，占省级保护物种的 54.28%。鸟类的活动能力比较强，可以迅速向周边适宜生境及海拔更高的地带迁移扩散，且工程变更对区域景观影响较小，因此工程变更对于鸟类的影响较小。

水库运行后，进而造成消落带周期性的淹没和出露，形成干湿交替，该变化不利于部分两栖类和爬行类动物生存。但工程变动并不会导致水库水面发生变化，与环评阶段的影响基本一致。然而根据两栖和爬行类的生物地理学和行为学分析表明，新增占地区域生境十分相似，因此，在施工期被影响到的两栖爬行类仅丧失部分栖息场所，它们可以向影响范围以上区域迁移，重新寻找适宜的生存环境，不会造成这两类物种种类和数量的明显减少。水库蓄水使开阔地带的低洼处出现季节性积水，形成水塘或沼泽地而成为两栖生活、繁殖的良好场所，尤其对静水型的两栖类如黑斑侧褶蛙、沼蛙和虎纹蛙发展有利，蓄水后其种群数量出现一定的上升。

新增占地区域未见其分布，多为重点评价范围临近的山林中分布，主要可能为施工爆破噪声，施工人员的捕抓造成一定影响，大多数兽类受到的影响较小。黄鼬、鼬獾、猪獾、小鹿、赤腹松鼠这类动物生性机警，其附近相似的生境较多，施工期可迁移至其他地方，不会对其产生较大影响。

#### **(4) 对重点保护动物的影响**

评价区内陆生脊椎动物中，有国家二级重点保护野生动物 11 种：包括虎纹蛙、乌龟、红腹锦鸡、黑鸢、红隼、斑头鸺鹠、凤头鹰、画眉、豹猫和毛冠鹿；39 种湖北省重点保护物种中，鸟类占较大比例，其中鸟

类动物19种，兽类5种，两栖类动物5种，爬行类动物6种。

水库淹没和工程施工将直接占用其依赖的水田、溪流等湿地生境，导致虎纹蛙这类两栖动物繁殖场所和觅食区域有所缩减。虎纹蛙对水质和生境完整性要求极高，水库蓄水后水体流动性降低、水温变化可能影响其繁殖和发育。工程爆破作业避开繁殖期，施工废水经沉淀处理后达标排放，水质监测显示氨氮、总磷等指标均符合标准，未对蝌蚪发育造成显著影响。虽然水库蓄水使栖息地受到一定面积的损失，同时，水库的建设增加了其栖息环境内的水资源。

工程采用碾压混凝土拱坝方案，相比面板堆石坝节约用地，减少了对红腹锦鸡、豹猫等依赖森林的兽类和鸟类栖息地的直接破坏。地下厂房设计仅占地比例较低，避免了对毛冠鹿等林栖动物活动区域的大面积切割。工程结束后，种植的构树、栎类等植物为豹猫提供了猎物（啮齿类）和隐蔽场所。

水库蓄水导致鱼类组成从流水性转为静水性，可能影响猛禽的主要猎物（如青石爬鮡、齐口裂腹鱼）数量，对食物链有一定的扰动影响。虽然水库蓄水使栖息地受到一定面积的损失，但保护动物中，多为鸟类，善于飞翔，容易找到其它适宜栖息的生境，也更容易找到食物，对其影响较小

综上，工程通过设计优化、施工组织优化、栖息地保护和植被恢复等措施的实施，显著降低了对国家重点保护动物和湖北省重点保护物种的影响。

### 5.3.1.3 对基本农田的影响

根据初设征地报告，经过叠图分析，变更后的工程占用基本农田，122.09hm<sup>2</sup>，按工程用地功能分为永久用地72.08hm<sup>2</sup>（含水库淹没区），

临时用地50.01hm<sup>2</sup>；按占用土地类型分位水田60.05hm<sup>2</sup>、旱地62.04hm<sup>2</sup>。相较于环评阶段，工程永久用地范围占用永久基本农田95.13hm<sup>2</sup>，变更后的工程占用永久基本农田减少了23.05hm<sup>2</sup>。

#### 5.3.1.4 本阶段与项目环评阶段环境影响对比

##### (1) 对植物的影响

工程占地对植被的影响：与环评阶段相比，永久占地减少增加0.97hm<sup>2</sup>，临时占地面积增加73.22hm<sup>2</sup>，占地的增加将占用和破坏局部区域的植被，导致评价区陆生植被面积直接减少。新增占地区域植被主要为马尾松林、水麻灌丛、五节芒灌草丛等，零星分布有青冈林、杉木林。新增受影响植被在评价区均可见到相似的群落，工程建设不会造成植被类型和群落的消亡，也不会造成区域生态景观体系组成和结构的不稳定。

工程施工对植被的影响：本次变动环评阶段各类施工活动的工艺流程、施工方法以及重点区域的施工时段等与项目环评阶段基本一致，工程对区域植被的影响方式、影响程度与环评阶段基本一致。

对重点保护植物的影响：项目环评阶段评价区的2株红豆杉、1处金荞麦、1丛蛇足石杉和1株扇脉杓兰等国家重点保护植物，以及9株古树均不涉及工程变动建设区域，也不在工程运行影响范围内。

##### (2) 对动物的影响

工程占地对动物的影响：相较于项目环评阶段，料场、弃渣场、安置点等新增施工临时占地增加，将造成野生动物生境的占用面积变大，对不同类型陆生动物种类和数量有一定影响，其他工程区域对陆生动物的影响基本和环评阶段一致。

工程施工主要是噪声扰动、扬尘以及人类活动这三个方面对陆生动物的活动和生存产生影响。由于工程料场和弃渣场位置发生变化，施工

机械设备的噪声对陆生动物栖息、繁衍等造成影响，导致施工区陆生动物种类和数量有一定下降。但施工机械设备和施工方式与项目环评阶段基本相同，因此对声环境的影响性质和影响程度也基本相同。且陆生动物作为生物，具有趋利避害的能力，施工期间会使得它们向受工程干扰较小或未受影响的上游区域迁移。当工程完工后，它们仍可以回到原来的栖息地。因此这种不利影响只是暂时的，等施工结束影响即可消失。

本次变动环评阶段，弃渣场和弃渣量均有所增多，因而所需的运载车车辆多，工程强度大，且石料的开采均会产生扬尘。动物通过呼吸或食用被间接污染的食物而引起疾病，从而对动物产生一定的不利影响。

### **(3) 对重点保护动物的影响**

经过现场调查，复核，工程变更区域未发现国家重点保护动物和湖北省重点保护动物。变更区域重点评价范围分布的湖北省重点保护物种多为鸟类，因为多为临时占地，仅施工期，工程施工会产生噪声及人为活动带来干扰。但评级区内重点保护动物的栖息地离工程施工区较远，因此对重点保护动物的影响较小。

## **5.3.2 水生生态**

根据项目环评报告书影响预测结论，姚家平水利枢纽工程施工将对评价区水生生态产生一定影响，在采取各项施工期环境保护措施处理废水、废渣后，可有效减少施工对水生生态系统造成的影响。工程建成后，库区水生生态系统由急流河流生境变为静缓流水库生境，随着生境条件的改变，库区水生生物种群结构发生一定改变；坝下河段水生生物种群规模有一定萎缩，受减水影响的 1.6km 河段水生生物资源损失较明显。

本次工程施工组织设计方面的变动涉及水域的范围、各类施工活动对水生生态的影响方式和途径与原环评阶段基本一致，工程施工对水生

生态的环境影响与项目环评报告书结论基本一致。

工程运行期，由于汛限水位和水库防洪调度过程、取水工程布置发生改变，汛前、汛末水库调度运行过程随之改变，坝下河段的日内流量过程和库区水位变化过程发生改变，本次重点评价工程调度运行过程变化引起的水文情势、水温、水质变化对水生生态系统的影响。在水文情势、低温水下泄、水质影响评价的基础上，进一步评价因设计变更导致的水生生态影响的变化情况，主要评价范围为姚家平库尾~坝址河段、姚家平坝址~龙王塘坝址间的清江干流河段。

### 5.3.2.1 水文情势变化影响

#### (1) 库区水域

较环评阶段，初设阶段大坝的坝轴线由上坝线方案调整为中坝线方案，坝轴线下调了30m，但回水范围基本不变，对库区水生生态系统的影响较小。

姚家平水库建成后，各典型年729m方案的库区月均水位变幅小于735m方案，年均水位也低于735m方案。729m方案汛期5~8月的水位较735m方案有大幅降低，降幅约6m，汛后9~11月由于水库起蓄水位低，相应的水位也低于735m方案。5~8月729m方案下库区水位低于735m方案，水域面积也相应较小，其它月份水位变化幅度较小，由于姚家平库区水域范围较大，两种方案对水生生态系统的影响差异不明显。

位于水库回水区的河段基本呈静水或微流水状态，两种汛限水位方案下库区水域流速差值不大，汛限水位调整带来的流速变化对水生生态系统的影响差异较小。处于库区回水区末端的水域，由于729m方案汛期运行水位降低，回水距离较735m方案短，总体上库尾河段流速较大，保持较为良好的流水生境状态，汛期滩地出露面积增加，有利于库尾河段

产粘沉性卵鱼类繁殖规模的增大。枯水期两种方案下水体流速差异相对较小，对水生态系统的影响差异有限。

汛限水位调整后，729m方案较735m方案汛前水库水位消落速度加快，坝前水位变化较大，下泄流量有所增加，库区水域面积减小，库区回水长度减小；库尾水域受回水影响减少，处于河道-库区的过渡段，呈流水状态，有利于库尾河段鱼类繁殖。库区两种汛限水位方案下流速、水面宽等差异较小，5~8月729m方案较735m方案水面面积小，其它月份差异不大，总体上汛限水位调整带来的水文情势变化对库区水生态系统的影响差异较小。

## （2）坝下河段

工程运行后，各典型年条件下坝址至主机组间的减水河段，流量较建库前大幅降低，将造成该河段水生生物的多样性和资源量较现状大幅度降低，但均能达到生态流量泄放要求，为水生生物生存提供基本的流程保障；由于生态流量保障程度较高，可较大程度地缓解减水河段水量减少对水生生境的影响。与汛限水位735m方案相比，汛限水位729m方案在4月~5月部分时间段在减水河段下泄流量有所增加，增加的幅度较大，水量增加有利于改善减水河段的水生生境，促进4~5月鱼类主要繁殖繁殖敏感期产粘沉性卵鱼类的的繁殖。6月~7月部分时段下泄流量有所减少，但两种方案流量减少的差值较小，出现差异主要在保持生态流量泄放的基础上弃水量的变化，对鱼类繁殖行为的影响差异也相对较小；其它时段两种汛限水位方案下减水河段下泄流量两种汛限水位方案下较为一致，对水生态系统的影响接近。

姚家平水电站尾水口以下河段，各典型年729m方案与735m方案下泄流量总体变化不大，由于汛限水位降低，汛后蓄水量增加，平水年10月

中旬和丰、枯水年9月中下旬下泄流量有所减少，该时段主电站下游水体容量减小，主电站尾水以下河段水域空间有所萎缩。4月~5月部分时段，729m方案较735m方案下泄流量增大，有利于促进该时段鱼类的繁殖产卵行为；其它时段主电站尾水口以下河段729m、735m方案下泄流量基本一致，对水生态系统的影响差异较小。

天楼地枕电站坝址下游减水河段受下泄流量变化影响，水位、流速、水面宽也相应发生一定的变化，但主要在9~10月汛后蓄水期间的部分时段有所调整。甘名溪汇口、龙王塘库尾水深、流速、水面宽等729m、735m方案与建库前较为接近，汛限水位变化带来的影响差异较小。根据姚家平主电站厂房下游流量及水位情况，4~7月鱼类繁殖敏感时段，典型日部分时段水位下降幅度较大，可能会导致孵化过程中的粘沉性卵因水位下降出露，而暴晒缺水造成的鱼类早期资源损失。总体上，汛限水位调整导致的水文情势变化对水生生物的影响程度有限，对鱼类种类组成和资源量的影响与项目环评阶段预测的影响方式和程度较为一致。

### 5.3.2.2 水温变化影响

根据水温模型预测结果，姚家平水库为稳定分层型水库，汛限水位调整后，姚家平库区水温仍呈现分层型水温结构特征。4月开始气温有所上升，库区表层水温随气温逐渐上升。5月，来流水温和气温等大幅提升，库区水温也大幅提高，开始出现温跃层，温跃层位置为695~700m，6~8月表层水温进一步升高，温跃层位置略有下降。9~10月气温、太阳辐射有所下降，表层水温有所降低，库区水温仍呈现稳定的分层结构。次年1~3月，气温、辐射进一步减小，在对流作用下水温垂向混合逐渐均匀。

丰、平水年4、5月和枯水年4月坝前垂向水温基本不变，丰、平水年6~9月和枯水年5~9月温跃层位置基本不变，温跃层以下的同温层水体水

温较为稳定，与汛限水位调整前基本一致。温跃层以上的表层水体水温较调整前有所增加，丰、平、枯水年取水口底板高程处（700m）水温分别增温在 $0.3^{\circ}\text{C}$ 、 $0.2^{\circ}\text{C}$ 、 $0.5^{\circ}\text{C}$ 以内，汛限水位由735m调整为729m后，丰平水年6~9月、枯水年5~9月表层水温总体上有所增加，有利于鱼类更早的达到产卵繁殖所需积温条件，鱼类繁殖规模会有所扩大，有利于减缓低温水下泄对鱼类产卵繁殖行为的影响。

姚家平发电取水口底板高程为700m，在单层取水方案下，春夏季3~8月存在较为明显的低温水下泄情况，丰、平、枯水年较天然情况最大下降了 $2.9^{\circ}\text{C}$ 、 $3.4^{\circ}\text{C}$ 和 $3.5^{\circ}\text{C}$ ，分别出现在4月下旬、4月上旬和4月中下旬。

叠梁门取水措施实施后，姚家平水库3~8月下泄水温均有较明显的改善，丰、平、枯水年较单层取水分别改善了 $0\sim 1.1^{\circ}\text{C}$ 、 $0\sim 1.3^{\circ}\text{C}$ 、 $0\sim 1.1^{\circ}\text{C}$ 。汛限水位729m方案与735m方案相比，3~4月下泄水温相差较小，变化幅度在 $0.2^{\circ}\text{C}$ 以内，对鱼类繁殖影响较小；5~8月变化幅度在 $0.4^{\circ}\text{C}$ 以内，有利于减缓低温水下泄对鱼类繁殖的影响。7~8月叠梁门下泄水温已高于坝址天然水温。

姚家平坝下河段单层取水时，各断面春季低温水最大降幅均出现在4月，随着坝下游河道复温和区间汇流的影响，水温沿程有所升高，天楼地枕坝址距离姚家平坝址较近，水温较天然水温的变化幅度与姚家平断面基本一致。天楼地枕至大龙潭坝址间丰、平、枯水年典型断面水温较天然情况降幅分别为 $1.9\sim 2.6^{\circ}\text{C}$ 、 $1.9\sim 2.6^{\circ}\text{C}$ 和 $2.4\sim 3.3^{\circ}\text{C}$ ，设计变更前降幅分别为 $1.9\sim 2.7^{\circ}\text{C}$ 、 $2.0\sim 2.7^{\circ}\text{C}$ 和 $2.4\sim 3.3^{\circ}\text{C}$ 。采用叠梁门方案取水后，3~8月下泄低温水现象得到了有效缓解，4月丰、平、枯水年水温较天然情况降幅分别为 $1.9^{\circ}\text{C}$ 、 $1.9^{\circ}\text{C}$ 和 $2.4^{\circ}\text{C}$ ，设计变动前降幅分别为 $2.0^{\circ}\text{C}$ 、 $2.1^{\circ}\text{C}$ 和 $2.6^{\circ}\text{C}$ 。天楼地枕至大龙潭坝址间丰、平、枯水年水温较天然情况降幅分

别为1.3~1.8℃、1.4~1.9℃和1.8~2.3℃，设计变动前降幅分别为1.4~1.9℃、1.5~2.0℃和1.8~2.4℃。天楼地枕至大龙潭坝址间断面不同水平年729m方案较735m方案低温水下泄有所改善，但两种方案水温最大相差0.2℃，4月坝址下游河道沿程水温变化均较小，汛限水位变化造成的水温变化对坝下河段水生生态系统的影响有限。

总体上叠梁门取水方案可有效改善低温水下泄对鱼类产卵繁殖带来的不利影响，汛限水位变化对下泄水温影响较为接近，水库低温水下泄对水生生态系统的影响方式和程度与项目环评阶段差异较小。

### 5.3.2.3 水质变化影响

根据水质模型预测结果，建库前后各典型丰、平、枯水年云龙河汇口下、高台村、坝前、云龙地缝景区下游断面各月水质COD、NH<sub>3</sub>-N浓度均可保持在地表水I类标准。总体上汛限水位调整对COD、NH<sub>3</sub>-N的浓度变化差异较小，水体中COD、NH<sub>3</sub>-N浓度含量均较低，水质处于较好的状态。

由于姚家平工程所在河段TN、TP背景浓度较高，建库后除少部分月份外，总体上TN、TP浓度较建库前有所降低，729m和735m汛限水位方案下建库后库区TN、TP浓度值略有差异，但总体上评价河段氮磷浓度维持在较高水平，N、P营养盐丰富有利于浮游生物的生长，建库后随着库区水流减缓、水体交换频率降低，库区部分库湾、回水区存在富营养化的风险。

姚家平坝下河道甘名溪汇口典型断面建库后全年NH<sub>3</sub>-N和TP浓度均有所下降。平、枯水年的多数月份TP降幅超过50%，最高达67.48%；各典型年NH<sub>3</sub>-N下降比例在8~62%。丰水年COD浓度变化不大，变幅总体在±5%以内；平、枯水年多数月份浓度下降，降幅在4~50%。TN呈下降

趋势，降幅在7~45%，不同典型年2、3月有所上升（最高为11.96%）。汛限水位729m与735m方案的浓度值和变化率接近，汛限水位的调整对下游水质影响不大，水质变化对水生生态系统的影响差异较小。

#### 5.3.2.4 对水生生物的总体影响

汛限水位调整主要影响水库汛前、汛后的水库调度过程，工程建设和运行对水生生态系统的影响方式和途径等变化较小，对浮游生物、底栖生物的影响基本与项目环评阶段保持一致，主要是水文情势和水环境变化对鱼类的产卵繁殖过程影响存在差异。

姚家平工程建成后，大坝阻隔、水文情势变化等对鱼类资源造成一定影响，鱼类种类组成会有所变化，库区河段由于水文情势的改变，喜急流生境的种类会减少甚至消失，而适应静缓流生境的种类，种群规模会有所增长；坝下减水河段由于水量减少，水位下降，水文情势改变，原本适应裂腹鱼类、鮡类、鲃类的激流、深潭条件明显减少，尤其是减水河段这些鱼类种群规模可能会显著减小。

清江上游鱼类主要为裂腹鱼科、鲃科和鮡科鱼类。裂腹鱼类对产卵场环境要求不严格，其产卵场主要分布于中上游砾石流水浅滩，本工程影响河段存在小规模适宜裂腹鱼类产卵生境，由于大坝阻隔裂腹鱼类生殖洄游通道，可能对裂腹鱼类产卵场产生一定影响，从而影响该区域鱼类资源，但裂腹鱼类对产卵场生境条件要求不高，在流水砾石浅滩即可繁殖，会在支流和库尾流水河段寻求新的产卵场。鮡科鱼类一般适宜水深流速较大，喜在流水深潭中栖息，鮡类产卵场多位于急流与缓流之间的区域，以及峡谷、窄谷等水流较为湍急的河段、底质为巨石形成局部的回水区域，水库建成后，坝上回水淹没使流水生境减少，原来适宜鮡科鱼类产卵繁殖的生境条件缩减，对鮡科鱼类的产卵繁殖会造成一定

影响，部分鱼类可能退缩至库尾以上寻求新的适宜生境产卵繁殖。鳅类对产卵环境要求较低，繁殖场所一般在近岸、支流汇口等缓流浅水处，底质为砾石、卵石、粗沙砾或有水草的区域，评价区的各支流及其汇口处的浅水湾等都是适宜鳅科鱼类繁殖的理想场所，工程建成后对鳅科鱼类的产卵场有一定影响，但小溪河、长偏河等支流仍可为鳅类提供一定的栖息繁殖生境，影响较裂腹鱼类、鲃类相对较小。

汛限水位变化后，汛限水位729m方案较735方案水位下降了6m，水位消落速度加快，库区低水位运行，回水长度和水域面积减小，回水淹没范围降低，库尾出露河道更长，库尾将有更多的水域的呈现出缓流水生境，可为受工程建设影响较大的喜流水类群提供更大的适宜生境范围，有利于该类群鱼类在繁殖季节的栖息和产卵活动进行。坝址至主机组尾水间的减水河段，流量较建库前大幅降低，将造成该河段水生生物的多样性和资源量较现状大幅度降低，但均能达到生态流量泄放要求，可较大程度地缓解减水河段水量减少对水生生境的影响。姚家平坝下河段汛限水位729m方案较735m方案在汛期部分时段下泄流量有所增加，坝下河段流速加快，下泄流量在鱼类主要繁殖期增加，低温水下泄影响有所减缓，有助于减缓工程实施对坝下河段水量减少的影响。729m方案由于汛限水位降低，汛后蓄水量增加，部分时段下泄水量减少，坝下河段水域空间减少，但总体上两种汛限水位变化带来的水位、流速、水温、水质等变化不大。总体上，汛限水位调整带来的水文情势、水温和水环境质量变化对库区和坝下水生态系统的影响差异较小，汛限水位变化对水生生态系统的影响差异有限。

工程运行后，鱼类产卵基质条件未发生明显变化，姚家平电站具有年调节性能，在鱼类繁殖期4~7月调峰，随着工程调度运行，受日调节运

行影响主厂房下游日内流量、水位发生变化，评价区鱼类以产粘性卵鱼类为主，产卵场分布较分散，电站的日调节造成的坝下水位频繁变化，将导致厂房下游鱼类资源有所下降。由于调度过程使水位显著下降和频繁波动，坝下河段流量、水位、流速的波动影响鱼类的栖息、觅食，对底栖动物、着生藻类等的生长存在影响，从而影响鱼类的饵料来源。生态调度实施后，调度期间姚家平电站不调峰，由于日内调峰调度减弱，减缓了鱼类繁殖期发电流量变化引起河道内水位变化，鱼类栖息地生境、饵料来源将有所改善。

## 5.4 生态敏感区

### 5.4.1 湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园

#### 5.4.1.1 工程与敏感区的位置关系

根据湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园规划范围叠图分析，项目环评阶段，工程共占用地质公园456.52hm<sup>2</sup>。按工程占地类型划分，工程永久占地占用地质公园453.82hm<sup>2</sup>，工程临时占地占用地质公园2.70hm<sup>2</sup>。

本次变动环评阶段，工程共占用地质公园423.20hm<sup>2</sup>。按工程占地类型划分，工程永久占地占用地质公园452.57hm<sup>2</sup>，工程临时占地占用地质公园1.33hm<sup>2</sup>。

相比项目环评阶段，工程变动后占用地质公园减少2.62hm<sup>2</sup>，永久占地减少1.25hm<sup>2</sup>，临时用地减少1.37hm<sup>2</sup>。永久占地减少占用的部分主要为枢纽区布置占地和永久道路占地，临时占地减少占用的部分主要为库区防护工程临时用地和枢纽工程建设区临时用地。占用的对比情况详见表5.4.1-1。

表 5.4.1-1 姚家平水利枢纽工程占用湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园的情况对比

用地类型		占用地质公园情况 (hm <sup>2</sup> )		
		一级保护区	二级保护区	合计
环评阶段	永久占地	423.67	30.15	453.82
	临时用地	2.28	0.42	2.7
	合计	425.95	30.57	456.52
变动阶段	永久占地	422.68	29.89	452.57
	临时用地	0.52	0.81	1.33
	合计	423.20	30.70	453.90
变动-环评	永久占地	-0.99	-0.26	-1.25
	临时用地	-1.76	0.39	-1.37
	合计	-2.75	0.13	-2.62

### 5.4.1.2 对地质公园的影响分析

#### (1) 工程对地质公园影响的论证过程

环评阶段，我所委托中国地质大学（武汉）承担了湖北姚家平水利枢纽工程对恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园的影响评估工作。在现场踏勘、资料调研的基础上，编制了《湖北姚家平水利枢纽工程对恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园影响评估报告》，通过调查分析和综合评估认为，姚家平水利枢纽工程建设对恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园地质遗迹及地质景观影响程度小。

2021年9月3日，湖北省林业局组织专家对《湖北姚家平水利枢纽工程对恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园影响评估报告》进行了评审，评审意见认为：报告评估结论可信，所提出的地质遗迹保护对策与建议合理。2021年11月，湖北省林业局复函恩施州人民政府，同意湖北姚家平水利枢纽工程占用湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园。

#### (2) 主要评价结论

由于地质公园保护对象为地质遗迹，根据地质公园本身特点，参考地质灾害的评估方法，对地质公园的影响评估根据距离地质公园的远近不同确定工程对地质公园的影响宽度范围并划分为直接破坏区、影响区、

潜在影响区和无影响区四类。枢纽工程及水库淹没区主要涉及地质公园的峡谷、绝壁、孤峰、石柱林等地质遗迹景观。

### 1) 对峡谷类地质遗迹景观的影响

工程涉及到的地质遗迹景观主要有朝东岩园区的恩施大峡谷（清江段）、小溪河峡谷和腾龙洞大峡谷园区的云龙河地缝嶂谷。主要影响途径为水库蓄水后，水位升高，可能影响峡谷景观。

#### ①恩施大峡谷（清江段）

恩施大峡谷（清江段）东西向河段北岸（左岸）为缓坡，南岸（右岸）为陡峭山地。该段地质遗迹景观位于清江右岸，右岸为陡峭基岩质高山，姚家平水库蓄水后，水面淹没到其山脚，其观赏性和生态、地质环境不会被破坏，故受危害程度小。

#### ②小溪河峡谷

小溪河峡谷主要受水库淹没区影响，峡谷小溪下游“河口”原景观被淹没。由于小溪河峡谷中下部岩溶裂隙发育，河谷水面的升高和增宽，会加强地下水的渗流和沿岩溶裂隙的侵蚀作用，对原地质环境产生较小影响。整体评估，工程对小溪河峡谷影响小。



图 5.4.1-1 恩施大峡谷（清江段）山上照片和地表河床照片

### ③ 云龙河地缝嶂谷

云龙河地缝嶂谷位于腾龙洞大峡谷园区东端，呈近南北向条状清江河北岸，仅其南端处在直接破坏区。其绝大部分不在淹没区，且嶂谷两侧为地形陡峻的岩质岸坡，故工程对其景观观赏性及地质和生态环境影响小。



小溪河峡谷

云龙河地缝嶂谷

图 5.4.1-2 小溪河峡谷和云龙河地缝嶂谷现状

## 2) 对绝壁类及孤峰类地质遗迹景观的影响

工程涉及到的绝壁类及孤峰类地质遗迹主要有朝东岩园区的朝东岩和船浆山。

### ① 朝东岩

朝东岩属于喀斯特绝壁景观，基岩质地坚硬。朝东岩高耸挺拔，高程1426m，与谷底相对高差860m，与姚家平坝顶相对高差694.5m。朝东岩母岩系下三叠统嘉陵江组厚层白云岩、灰岩，其岩壁离坝址地面工程施工地最近距离大于600m，即地面工程基本不对其景观和地质环境产生

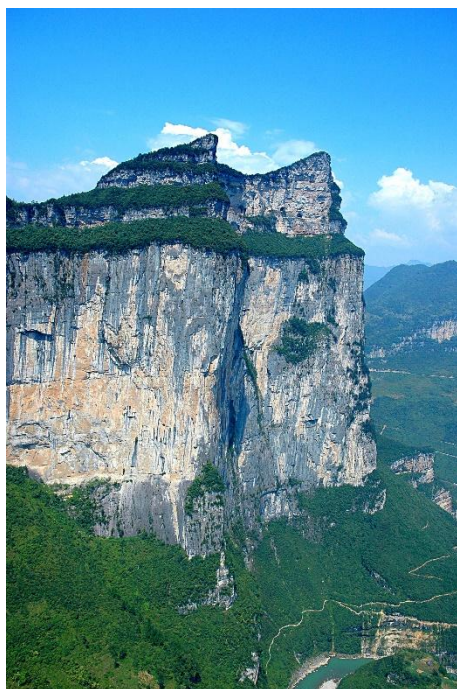
影响。在平面上朝东岩位于发电引水隧洞和右岸导流洞地下工程区间，但地下工程与景点相对高程大于600m，故工程建成后对景点的观赏性无影响。但因朝东岩母岩系碳酸盐岩、存在一定的岩溶裂隙及构造裂隙，地下工程施工过程中可能破坏区内地应力场，以至诱发景点崖壁岩石崩落或垮塌，故存在地质环境被破坏的潜在风险。综合评估，工程对朝东岩地质遗迹影响程度小。

## ②船桨山

船桨山属于喀斯特孤峰景观，基岩质地坚硬，位于直接破坏区边沿。水库蓄水后仅淹及其山脚，对其整体景观及地质环境影响小。

### 3) 对石柱（林）类地质遗迹景观的影响

地质公园石柱（林）主要集中在腾龙洞大峡谷园区云龙河地缝嶂谷与见天长扁河地缝峡谷之间，有七星寨石柱林、玉笔峰石柱林和一炷香（石柱），但不在直接破坏区，且离库尾大于1000m，故工程对这些地质遗迹景观无影响。



朝东岩



船桨山

图 5.4.1-3 朝东岩和船桨山现状

综上所述，水库淹没和工程施工区域涉及到的地质公园内地质遗迹景观点（区）主要有8个，其中有影响的5个其危害程度均为小，无影响（无危害）的3个。据此，枢纽工程对地质公园影响程度综合评估为小。

### （3）工程变动的的影响分析

本次变动环评阶段，对地质公园产生影响的主要途径——水库淹没范围不变，新增占地区域主要为枢纽区，是工程设计优化产生的合理变化，工程变动没有进一步加剧影响，同时占用地质公园的临时用地有所减少，相应产生的影响也有所降低。

根据项目环评批复施工期应加强施工组织设计，严格按照地质公园主管部门同意的施工方案进行施工，不得越界施工，能够有效防止对地质遗迹造成损害。邻近地质公园的枢纽工程施工场地，在坝址建设的南北两侧分别设置钢筋围栏；在容易出现陡壁坠石的下方及周围，应设立警示牌，保障地质遗迹不因开展施工活动而受到损害。随着施工结束，复垦和植被恢复完成后，工程临时占地区域植被景观逐渐恢复，对恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园影响较小。

## 5.4.2 恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园

### 5.4.2.1 工程与敏感区的位置关系

恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园位于恩施州恩施市和利川市境内，公园面积由原腾龙洞大峡谷国家地质公园103.8km<sup>2</sup>扩大到了679.19km<sup>2</sup>。在项目环评批复后，2024年3月恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园正式获批。初设阶段工程全部位于恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园范围内，工程主体部分占用恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园的区域与工程占用恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园的区域重叠，其余部分主要为新变化的临时用地占用世界地质公园。

#### 5.4.2.2 对地质公园的影响分析

恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园于2024年3月27日被联合国教科文组织正式批准列入世界地质公园网络名录。作为新获批的世界地质公园，管理机构正处于调整和完善阶段，尚未完成专门保护规划的编制工作。世界地质公园包含恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园的全部范围，两者是完全包含关系。世界地质公园总面积679.19km<sup>2</sup>，国家地质公园是其核心组成部分。国家地质公园属于自然保护地体系，因此世界地质公园范围内的原国家地质公园区域，必须严格遵循国家地质公园的保护管控要求。由于世界地质公园尚未制定专门保护规划，且国家地质公园全部位于世界地质公园范围内，因此姚家平水利枢纽工程对世界地质公园的影响与对国家地质公园的影响基本一致。

在地质遗迹保护层面，工程实施后能有效降低洪涝灾害对地质景观的冲击，这与《世界地质公园管理办法（试行）》中“加强地质遗迹安全防护”的核心要求契合，对保障地质遗迹安全、维护地质公园生态功能具有积极促进作用。

#### 5.4.3 对生态保护红线的影响

通过将工程变动后的工程布置与生态保护红线叠图分析，工程临时用地占用生态保护红线1.78hm<sup>2</sup>，主要是盛垌料场、大岩仟弃渣场、临时道路等。

变动后的工程临时用地占用的生态保护红线内未发现重点保护野生植物和古树分布，对生态保护红线生物多样性维护功能影响有限。主要涉及的是弃渣场和料场，在使用后将改变地表形态，施工期将对地表植被将造成一定扰动和损失。临时用地中，建设单位目前已完成三批临时用地报批，均不涉及生态保护红线，后续临时用地报批过程中将进一步

优化用地方案，使用多少报批多少，避免占用红线。

临时用地在施工结束后通过及时采取植被恢复和水土保持措施，对区域生态保护红线多样性维护生态功能的影响较小，总体对区域生态保护红线生物多样性维护功能影响有限。

## 5.5 大气环境

### 5.5.1 施工区扬（粉）尘

施工区粉尘主要源于砂石料加工系统，其造成的环境影响较施工扬尘影响较大；而施工扬尘主要来源于施工区内的各类堆场、渣场、施工区内的裸露面，其造成的影响程度和范围相对较小。

砂石料加工场的工艺与采石场项目砂石料加工的工艺类似，砂石料加工系统排放的粉尘对大气环境的影响采用采石场项目砂石料加工大气环境影响预测结果进行类比分析。根据采石场项目砂石料加工大气环境影响预测分析结果，砂加料加工产生排放的粉尘对场界外200m范围内的环境空气质量影响较大。

施工区扬尘的环境影响通过类比同类工程施工区及周边大气环境的监测资料分析，施工场地周边地区TSP浓度值在40m范围内呈明显下降趋势，50m范围之外TSP浓度值趋于稳定。在施工区处于良好管理的情况下，如对施工区采取洒水降尘措施后，距施工现场40m以外区域的TSP24小时平均浓度可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准要求，洒水后TSP浓度见表5.5.1-1。

表 5.5.1-1 施工场地及周边 TSP 浓度变化对比表

监测点位置		场地不洒水	场地洒水后
距施工场地不同距离处 TSP 的浓度值 (mg/m <sup>3</sup> )	10m	1.75	0.437
	20m	1.30	0.350
	30m	0.78	0.310
	40m	0.365	0.265
	50m	0.345	0.250

	100m	0.330	0.238
--	------	-------	-------

结合大气环境保护目标和施工区域的位置关系，类比分析结果表明：本工程位于农村区域，虽然对局部区域的环境空气质量造成了影响，但影响的居民规模较小。其中，姚家平村居民点距离影响源汽车保养站（前期）、机电安装营地和左岸洞渣料缓存区约35m，高龙门居民点距离影响源库区防护施工布置区约25m，局部时段受到影响相对较大，评价范围内其余大气环境保护目标受到的影响较小，见表5.5.1-2。

表 5.5.1-2 姚家平水利枢纽工程施工期扬尘对大气环境保护目标影响分析表

序号	大气环境保护目标名称	规模	主要影响来源	最近距离(m)	影响程度
1	姚家平村居民点	9 户	汽车保养站（前期）/机电安装营地/左岸洞渣料缓存区	35	局部时段影响相对较大
2	右岸洞渣料缓存区西侧居民点	10 户	右岸洞渣料缓存区	48	影响较小
3	茅坡居民点	4 户	右岸洞渣料缓存区	103	影响较小
4	铁炉口居民点	12 户	铁炉口弃渣场	42	影响较小
5	老沟弃渣场东北侧居民点	3 户	老沟弃渣场	128	影响较小
6	后坝居民点	7 户	现场管理区与鱼类增殖站	42	影响较小
7	太阳湾居民点	8 户	2#混凝土拌和系统	65	影响较小
8	野水鸡居民点	8 户	马石坝 1#弃渣场	44	影响较小
9	马石坝 2#弃渣场西侧居民点	3 户	马石坝 2#弃渣场	41	影响较小
10	马石坝 2#弃渣场东侧居民点	2 户	马石坝 2#弃渣场	68	影响较小
11	马石坝 4#弃渣场南侧居民点	4 户	马石坝 4#弃渣场	73	影响较小
12	汽车保养站（后期）东侧居民点	4 户	汽车保养站（后期）	52	影响较小
13	复垦土缓存区东侧居民点	3 户	复垦土缓存区	101	影响较小
14	金结拼装场南侧居民点	5 户	金结拼装场	86	影响较小
15	田坝居民点	8 户	大岩仟弃渣场(2#)	85	影响较小
16	后湾弃渣场(3#)北侧居民点	5 户	后湾弃渣场(3#)	121	影响较小
17	库区防护施工布置区东北侧居民点	12 户	库区防护施工布置区	46	影响较小
18	高龙门居民点	11 户	库区防护施工布置区	25	局部时段影响相对较大
19	峡谷风情酒店	—	库区防护施工布置区	93	影响较小

## 5.5.2 道路扬尘

根据对同类工程道路扬尘的分析结果，在未采取抑尘措施的情况下，道路扬尘所影响的范围在100m以内，而对道路实施定期洒水（每天3~4次）措施后，道路扬尘的影响范围可控制在30m以内。经调查，本工程

1#永久道路、料场专用运输道路沿线分布有仓坪村居民点、向家坝村居民点、老村居民点、屯家垭口居民点、鹅鹊坝居民点、沙龙村居民点等6处大气环境保护目标，距离道路中心线距离基本大于30m，因此道路扬尘对周边环境空气质量和大气环境保护目标有一定不利影响，但在采取洒水降尘等措施后影响有限。

### 5.5.3 燃油废气

工程施工期间采用的各类机械、车辆消耗柴油约2.21万t，施工机械、车辆产生的燃油废气会对周围环境空气质量产生不利影响。本工程施工区域分布范围广、施工期长，废气呈无组织排放，且施工区域地势开阔、污染物扩散条件好，单位时间单位面积内燃油废气产生量较小，产生后在短时间内即扩散，对施工区域周边环境空气质量的影响程度有限。

### 5.5.4 爆破扬尘

导流工程和主体工程施工过程中将采用爆破工艺，爆破过程中会产生扬尘以及少量的NO<sub>x</sub>、CO。工程单次使用的炸药量较小，造成的影响为瞬时影响。施工过程中应要求采用先进的爆破技术，降低起尘量。在此前提下，爆破扬尘造成的影响较小。

### 5.5.5 初设阶段与环评阶段环境影响对比

本阶段工程施工所采用的机械设备、施工方式与项目环评阶段基本相同，产生的废气种类、性质与环评阶段基本一致。工程施工期废气同样主要为爆破扬尘、砂石料加工系统粉尘、道路扬尘和燃油废气等。由于施工布置有所调整，且施工组织设计较环评阶段有所细化，因此初设阶段工程涉及的大气环境保护目标相应发生变化。环评阶段，受主体工程施工扬（粉）尘影响的大气环境保护目标有9处，其中在未采取大气环境保护措施的情况下姚家平居民点受砂石料加工系统粉尘影响较大；本

阶段由于施工方案的调整，受主体工程施工作业扬（粉）尘影响的大气环境保护目标有19处，其中在未采取大气环境保护措施的情况下，姚家平村居民点受汽车保养站（前期）、机电安装营地和左岸洞渣料缓存区扬尘影响相对较大，高龙门居民点受库区防护施工布置区影响相对较大。但总体来看，本阶段与项目环评阶段大气环境影响范围和程度无显著差异。

## 5.6 声环境

### 5.6.1 机械设备噪声影响预测

初设阶段所采用的施工机械设备与环评阶段基本相同。工程施工期的噪声主要来源为施工场地机械设备和车辆运输产生的噪声等。施工期主要机械设备影响情况见表5.6.1-1。

表 5.6.1-1 施工期主要机械设备随距离衰减影响预测结果统计表

机械名称	噪声源强 [dB(A)]	与声源不同距离（m）的噪声预测值[dB(A)]			
		20	35	50	130
汽车吊	85	59.0	55.5	51.0	42.7
挖掘机	82	56.0	52.5	48.0	39.7
装载机	75	49.0	45.5	41.0	32.7
推土机	85	59.0	55.5	51.0	42.7
振动碾	90	64.0	60.5	56.0	47.7
空压机	80	54.0	50.5	46.0	37.7
高喷台车	92	66.0	62.5	58.0	49.7
混凝土泵车	80	54.0	50.5	46.0	37.7
卷扬机	95	69.0	65.5	61.0	52.7
手风钻	90	64.0	60.5	56.0	47.7
灌浆泵	88	62.0	58.5	54.0	45.7

由上表可知，施工期主要机械设备20m外均能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间标准（70 dB(A)）。施工期所有机械设备130m外均能满足夜间标准（55dB(A)）。施工对声环境影响短暂，通过合理安排施工时间、选用低噪声施工设备等措施，可降低影响。拟建工程噪声影响随着施工期的结束而消失，施工期机械设备影响较小。

## 5.6.2 对声环境保护目标的影响预测

工程噪声影响预测范围与评价范围一致，即施工区域向外延伸200m。预测方法选用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中的无指向性点声源几何发散衰减基本公式进行预测计算。工程施工沿线区域城镇、集镇、工业活动较多的村庄以及有交通干线经过的村庄执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准；一般村庄和居民点、学校执行1类标准；交通干线两侧执行4a类标准。

$$LA(r) = LA(r_0) - 20\lg(r/r_0) - \Delta L$$

式中：LA(r) ——预测点r处的A声级，dB(A)；

LA(r<sub>0</sub>) ——已知距离参考点r<sub>0</sub>处的A声级，dB(A)；

r ——测点距离声源的距离，m；

r<sub>0</sub> ——参考点距离声源的距离，m；

ΔL ——其它因素引起的噪声衰减量，取5 dB(A)。

### (1) 昼间影响预测

主体工程主要噪声源对声环境保护目标的噪声影响预测结果详见表5.6.2-1。经预测计算，受主体工程噪声源影响的19个声环境保护目标中，姚家平村居民点、后坝居民点和高龙门居民点等3处保护目标的约27户居民昼间声环境无法满足相应声环境功能区要求，超标范围在1.0~2.1 dB(A)。由于施工布置调整，与环评阶段相比，本阶段受施工噪声影响导致昼间超标的声环境保护目标数量、规模均略有增加。

对于昼间超标的声环境保护目标，应采取相应降噪措施。常用的措施一般包括临时声屏障、隔声门窗、搬迁、临时避让等。其中，设置声屏障降噪量可达8~15dB(A)，设置隔声门窗降噪量可达25dB(A)。按照最不利情况考虑，降噪措施的降噪量按照8 dB(A)计，则采取降噪措施后昼间超标的声环境保护目标噪声影响预测结果详见表5.6.2-1。由

该表可知采取降噪措施后，所有声环境保护目标均可满足相应声环境功能区要求。

## (2) 夜间影响预测

根据《中华人民共和国噪声污染防治法》第四十三条，在噪声敏感建筑物集中区域，禁止夜间进行产生噪声的建筑施工作业，但抢修、抢险施工作业，因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工作业的除外。

结合本工程施工特点分析，工程大坝、厂房等设施可能存在因混凝土连续浇筑需夜间施工的情况。除此以外其余工程在噪声敏感建筑物集中区域夜间均不能开展常规施工。经调查，大坝、厂房等需要进行混凝土连续浇筑的构筑物周围200m范围内均无声环境保护目标，本工程所涉及的声环境保护目标基本不受夜间施工噪声影响。因此，在夜间禁止开展产噪施工作业的条件下，所有声环境保护目标均可满足相应声环境功能区要求，该结果与环评阶段基本相同。

尽管如此，本工程在开展夜间混凝土施工期间仍需尽量降低噪声。夜间混凝土施工主要噪声源包括混凝土泵车、混凝土振捣棒以及振捣棒和模板碰撞产生的噪声，主要可通过对施工噪声源采取降噪措施的方式降低源强。其中，混凝土泵车可安装拼装式隔音罩，其降噪效果可达13dB(A)；混凝土振捣棒可选用VAF系列低噪音混凝土振捣棒，其降噪效果可达17dB(A)。上述措施均可有效降低夜间混凝土施工噪声。

表 5.6.2-1

施工期噪声对声环境保护目标影响预测分析与评价表

单位: dB(A)

序号	声环境保护目标 名称	噪声现状值		噪声标准		噪声贡献值		噪声预测值		较现状增加量		超标、达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	姚家平村居民点	53.4	42.0	55	45	54.1	0.0	56.8	42.0	3.4	0.0	1.8	达标
2	右岸洞渣料缓存区西侧居民点	53.4	42.0	55	45	46.4	0.0	54.2	42.0	0.8	0.0	达标	达标
3	茅坡居民点	53.4	42.0	55	45	39.7	0.0	53.6	42.0	0.2	0.0	达标	达标
4	铁炉口居民点	53.4	42.0	55	45	47.5	0.0	54.4	42.0	1.0	0.0	达标	达标
5	老沟弃渣场东北侧居民点	53.4	42.0	55	45	37.9	0.0	53.5	42.0	0.1	0.0	达标	达标
6	后坝居民点	53.4	42.0	55	45	52.5	0.0	56.0	42.0	2.6	0.0	1.0	达标
7	太阳湾居民点	53.4	42.0	55	45	46.7	0.0	54.2	42.0	0.8	0.0	达标	达标
8	野水鸡居民点	53.4	42.0	55	45	47.1	0.0	54.3	42.0	0.9	0.0	达标	达标
9	马石坝 2#弃渣场西侧居民点	53.4	42.0	55	45	47.7	0.0	54.4	42.0	1.0	0.0	达标	达标
10	马石坝 2#弃渣场东侧居民点	53.4	42.0	55	45	43.3	0.0	53.8	42.0	0.4	0.0	达标	达标
11	马石坝 4#弃渣场南侧居民点	53.4	42.0	55	45	42.7	0.0	53.8	42.0	0.4	0.0	达标	达标
12	汽车保养站(后期)东侧居民点	53.4	42.0	55	45	42.7	0.0	53.8	42.0	0.4	0.0	达标	达标
13	复垦土缓存区东侧居民点	53.4	42.0	55	45	39.9	0.0	53.6	42.0	0.2	0.0	达标	达标
14	金结拼装场南侧居民点	53.4	42.0	55	45	46.3	0.0	54.2	42.0	0.8	0.0	达标	达标
15	田坝居民点	42.5	40.0	55	45	41.4	0.0	45.0	40.0	2.5	0.0	达标	达标
16	后湾弃渣场(3#)北侧居民点	42.5	40.0	55	45	38.3	0.0	43.9	40.0	1.4	0.0	达标	达标
17	库区防护施工布置区东北侧居民点	42.5	40.0	55	45	51.7	0.0	52.2	40.0	9.7	0.0	达标	达标
18	高龙门居民点	39.3	43.0	55	45	57.0	0.0	57.1	43.0	17.8	0.0	2.1	达标
19	峡谷风情酒店	39.3	43.0	55	45	45.6	0.0	46.5	43.0	7.2	0.0	达标	达标

表 5.6.2-2

采取降噪措施后施工期噪声对超标声环境保护目标影响预测结果表（昼间）

单位：dB(A)

序号	声环境保护目标名称		功能类别	与噪声源最近距离(m)	噪声源强	背景值	贡献值	采取降噪措施前预测值	采取降噪措施后预测值	标准限值	达标情况
	名称	规模									
1	姚家平村居民点	9户	1类	35	90	53.4	46.1	56.8	54.1	55	达标
2	后坝居民点	7户	1类	42	90	53.4	44.5	56.0	53.9	55	达标
3	高龙门居民点	11户	1类	25	90	39.3	49.0	57.1	49.5	55	达标

### 5.6.3 交通运输噪声影响分析

交通运输噪声主要来源于施工运输车辆。结合敏感点和施工道路的位置关系分析，交通噪声主要对1#永久道路、料场专用运输道路沿线的仓坪村居民点、向家坝村居民点、老村居民点、屯家垭口居民点、鸦鹊坝居民点、沙龙村居民点等声环境保护目标的约80户居民有一定的影响。在要求减速慢行、禁止鸣笛后，可有效降低交通噪声对声环境以及保护目标的影响。

### 5.6.4 爆破噪声影响分析

导流工程和主体工程施工过程中将采用爆破工艺。爆破噪声为瞬时噪声，具有短时、定时、定点的特点，对周围居民主要产生惊扰影响。按最不利影响分析，爆破噪声源强按140dB(A)计算，噪声在不同衰减距离处的噪声级见表5.6.4-1。

表 5.6.4-1 噪声不同衰减距离处的噪声级计算表 单位：dB(A)

源强	不同衰减距离处的噪声级										
	10m	50m	100m	200m	300m	500m	1000m	1500m	2000m	3000m	5000m
140	112.0	98.0	92.0	86.0	82.5	78.0	72.0	68.5	66.0	62.5	58.0

由表可知，施工期爆破噪声会对周边区域居民产生惊扰影响，虽然爆破噪声的影响范围较大，但由于爆破噪声持续时间较短，爆破完后，噪声即消失，因此，爆破噪声对周边区域居民点的影响程度有限。

### 5.6.5 本阶段与项目环评阶段环境影响对比

变动环评阶段所采用的施工机械设备与项目环评阶段基本相同，因此主要声源的种类和源强也基本相同。由于施工布置调整，与项目环评阶段相比，本阶段受施工噪声影响导致昼间超标的声环境保护目标数量、规模均略有增加。项目环评阶段，姚家平居民点和茅坡南侧居民点等2处保护目标的约22户居民昼间声环境无法满足相应声环境功能区要求，超标范围在

2.2~3.9 dB(A); 本阶段, 姚家平村居民点、后坝居民点和高龙门居民点等3处保护目标的约27户居民昼间声环境无法满足相应声环境功能区要求, 超标范围在1.0~2.1 dB(A)。但在采取降噪措施后, 所有声环境保护目标的昼间声环境均可满足要求。在夜间禁止开展产噪施工作业的情况下, 环评阶段和本阶段所有声环境保护目标的夜间声环境均可满足要求。但总体来看, 变动环评阶段与项目环评阶段声环境影响范围和程度无显著差异。

## 5.7 地下水环境

工程涉及与地下水相关工程主要为隧洞工程和坝区左岸边坡工程。坝址右岸隧洞工程主要包含右岸发电引水隧洞, 右岸朝东岩下地下厂房, 右岸施工支洞和永久交通洞和临时交通洞。左岸隧洞工程包括左岸导流洞和临时交通洞。隧洞施工采用爆破预裂和断面凿进方式开挖。

坝址右岸为朝东岩, 朝东岩山高坡陡, 地表泄水条件较好, 岩溶洞穴多发育在顶部三叠系下统嘉陵江组、大冶组上段厚层、中厚层灰岩等强岩溶化岩层中, 地下隧洞工程多部分在大冶组中~下段薄层灰岩夹页岩、泥灰岩地层中, 围岩岩溶发育弱, 山体中地下水位较高(河谷岸坡约754m高程可见地表悬挂泉)。同时工程地勘钻孔岩心分析表明, 隧洞工程区域岩石风化较浅, 岩质强度高, 未见明显溶蚀痕迹, 且压水试验亦表明新鲜岩体透水性弱。因此, 初步判断地下隧洞开挖中不会出现严重的涌水问题, 故隧洞施工造成右岸大范围地下水位下降的可能性很小, 仅可能引起局部工段基岩裂隙水和上层岩溶水水位略微降低, 待施工完成后即可恢复。

根据工程地勘结果, 左岸导流洞部位溶蚀现象不明显, 实测地下水位高程651.48~698.42m, 高于导流洞进口底板高程605m, 隧洞开挖可能导致局部工段地下水水位降低(主要为基岩裂隙水)。但由于隧洞为线性工程,

长度相对较短，开挖破坏范围有限，且区域松散堆积层孔隙水补给面广，因此工程施工造成大范围的地下水位下降的可能性较小。

施工期仅有少量生活污水和生产废水产生，无有毒有害污染物，污废水经处理后达标排放或回用，不会对区域地下水环境产生影响。施工期废水泄漏预测表明最不利条件下污染物泄漏影响范围为209m，总体影响范围较小。运行期水库蓄水不会对库区和坝址下游地下水补径排关系和水位造成明显影响。此外，工程施工和运行对评价范围内的地下水敏感目标（凉水井、烂湾和余家包）无明显影响。

本次工程设计变动产生的地下水影响，相较项目环评阶段地下水水环境影响基本相当。

## 5.8 土壤环境

本工程属生态影响型建设项目，仅工程施工期产生少量污废水和固体废物，主要有：混凝土拌和系统废水，废水pH值9~11，水量较小，排放方式为间歇式；机械含油废水，主要污染物为石油类和悬浮物，具有分散、强度小和间歇排放特点；生活污水，主要污染物为COD和BOD<sub>5</sub>，排放量小，污染物浓度不高，处理后用于降尘洒水；砂石料加固废水，主要污染物为SS，废水经处理达标后继续用于砂石料加工系统，不外排。上述施工废水均具有产生量小、间歇排放、不含有毒有害污染物、处理后回用或用于场地洒水等特点，由于施工期总体不长，综合分析来看对土壤环境影响较小。

根据工程地质勘察成果，工程运行后坝址、坝址下游和库区地下水埋深均>2.5m，结合土壤环境质量和地下水环境质量现状监测，工程建设运行不会引起评价范围内土壤盐化。

## 5.9 固体废物

### 5.9.1 施工期

#### (1) 弃渣

经土石方平衡规划，本工程弃渣875.38万m<sup>3</sup>（松方）。本工程共设置8处弃渣场，分别为1#弃渣场（老沟弃渣场）、2#弃渣场（大岩仟弃渣场）、3#弃渣场（后湾弃渣场）和4#弃渣场（铁炉口弃渣场），以及盛端料场周边的马石坝1#~4#弃渣场。8处渣场总容量915万m<sup>3</sup>，规划的弃渣场可容纳工程施工过程产生的全部弃渣，因此工程弃渣不会对弃渣场以外的区域环境造成明显不利影响。

#### (2) 生活垃圾

工程施工区生活垃圾以有机厨余为主，此外草木、塑料包装袋、纸类相对含量较高。枢纽区施工营地被分为了厂区土建施工营地和坝区施工营地，高峰期施工人数为5000人，按人均日产生生活垃圾1.0kg计，高峰期生活垃圾产生量约为5.0t/d；库区滑坡治理工程1#~3#施工区施工高峰期人数共400人，高峰期生活垃圾产生量约为0.4t/d。生活垃圾如随意弃置，会影响施工营地环境卫生，有碍美观，而且在一定气候条件下可能造成蚊蝇孳生、鼠类繁殖，增加疾病的传播机会，直接影响施工人员身体健康，对工程建设产生不利影响。此外，本工程施工区临近清江，若生活垃圾的各种有机污染物和病菌一旦随地表径流或经其它途径进入清江，将影响清江水环境。

#### (3) 建筑垃圾

本工程建筑垃圾主要来源于房屋拆除，本次共拆迁各类房屋13.43万m<sup>2</sup>。建筑垃圾按每25t/万m<sup>2</sup>计，本项目共产生建筑垃圾约335.75t。建筑垃圾多为无机物，其中大部分对水环境的直接影响不大，若不及时清运将对景观、交通及大气环境产生影响。因此，应尽量回收利用建筑垃圾，剩余部分运

至弃渣场处置。在落实上述措施的前提下，建筑垃圾不会对周围环境造成明显影响。

#### **(4) 危险废物**

工程施工期间，各施工机械检修与含油废水处理会产生少量废矿物油，产生量约为 $8\text{ m}^3/\text{a}$ 。废矿物油属于《国家危险废物名录》中确定的危险废物（HW08废矿物油与含矿物油废物）。此外，施工活动将产生少量废铅蓄电池，属于《国家危险废物名录》中确定的危险废物（HW31 含铅废物）。上述危险废物如不经处理直接排放，将对周边土壤和水体产生影响。对土壤的影响主要体现在会破坏土壤结构，影响土壤通透性，损害植物根部，阻碍根的呼吸与吸收；对水体的主要影响是形成油膜，影响水体复氧，并影响水质。危险废物可由主管部门认可的有资质的单位一并接收处理并妥善处置。妥善处置后可避免对周边土壤和水体水质产生影响。

### **5.9.2 运行期**

#### **(1) 生活垃圾**

运行期产生的固体废弃物主要为枢纽管理人员的生活垃圾。工程劳动定员编制为124人，生活垃圾产生量为 $0.124\text{t}/\text{d}$ 。生活垃圾如随意弃置，会影响业主营地环境卫生，有碍美观，而且在一定气候条件下可能造成蚊蝇孳生、鼠类繁殖，增加疾病的传播机会，影响工程管理人员身体健康。

#### **(2) 危险废物**

工程运行期间，发电厂房内机组维护将产生废润滑油等，根据主电站和生态电站润滑油用量，估算产生量约为 $20\text{m}^3/\text{a}$ 。上述废油属于《国家危险废物名录》中确定的危险废物（HW08废矿物油与含矿物油废物）。产生的废油可由主管部门认可的有资质的单位一并接收处理并妥善处置。妥善处置后可避免对周边土壤和水体水质产生影响。

### 5.9.3 本阶段与项目环评阶段环境影响对比

与项目环评阶段一致，变动环评阶段工程所产生的固体废物同样包括弃渣、生活垃圾、建筑垃圾和危险废物。但由于施工组织设计变化，固体废物的产生量和产生位置与环评阶段相比有所不同。对比可知，施工期弃渣和生活垃圾产生量有所增加，建筑垃圾产生量有所减少。

## 5.10 移民安置区

### 5.10.1 水环境

#### (1) 施工期

姚家平水利枢纽工程6个移民安置点施工废水中的主要污染物为SS。由于单个施工区的废水产生量较小，废水经收集、预沉池沉淀后，加中和剂、絮凝剂进入沉淀池等处理，回用沉淀池上清液，不外排。因此，移民安置点施工对附近地表水环境影响较小。

#### (2) 运行期

移民安置点运行期污水主要来自安置移民的日常生活洗涤用水和人畜粪便，各移民安置点生活污水生产量13.3~92.8m<sup>3</sup>/d，平均每个安置点污水生产量为39m<sup>3</sup>/d。各安置点较为分散，污水排放量不大，将采用雨污分流方式，门前设置30×30cm排水沟，生活污水经污水管网收集后由一体化污水处理设备处理达标。因此，移民安置区生活污水基本不对附近地表水水质造成不利影响。

### 5.10.2 大气环境

移民安置对大气环境的影响主要集中在施工期。安置点建设和专项设施复（改）建工程施工过程中的各类土石方开挖、回填以及交通运输均会产生一定的扬尘，主要污染物为TSP；各类燃油施工机械产生尾气，污染物

包括CO、HC、NO<sub>2</sub>。上述污染物中，主要污染物为TSP。

### (1) 施工扬尘影响

根据对同类工程施工区及周边大气环境的监测资料分析，施工场地周边地区TSP浓度值在40m范围内呈明显下降趋势，50m范围之外TSP浓度值趋于稳定。在施工区处于良好管理的情况下，如对施工区采取洒水降尘措施后，距施工现场40m以外区域的TSP24小时平均浓度可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。结合大气环境保护目标和施工区域的位置关系表可以看出，本工程位于农村区域，虽然对局部区域的环境空气质量造成了影响，但影响居民人数有限，且单个移民安置点工程量小，工期较短。综上，在采取降尘措施后，施工期扬尘对环境空气质量及周边大气环境保护目标的影响有限。

表 5.10.2-1 姚家平水利枢纽工程施工期扬尘对大气环境保护目标影响分析表

序号	大气环境保护目标名称	规模	主要影响来源	最近距离(m)	影响程度
1	马者安置点东侧居民点	10 户	马者安置点	20	局部时段影响相对较大
2	高台村居民点	15 户	六房安置点	48	影响较小
3	三义丈居民点	18 户	六房安置点	25	局部时段影响相对较大
4	专班安置点南侧居民点	6 户	专班安置点	39	局部时段影响相对较大
5	岩上居民点	9 户	岩上安置点	42	影响较小
6	岩上安置点北侧居民点	5 户	岩上安置点	126	影响较小
7	龙山坪安置点东南侧居民点	14 户	龙山坪安置点	78	影响较小
8	龙山坪居民点	6 户	龙山坪安置点	27	局部时段影响相对较大
9	小谷槽安置点东侧居民点	9 户	小谷槽安置点	21	局部时段影响相对较大
10	小谷槽安置点南侧居民点	8 户	小谷槽安置点	122	影响较小

### (2) 燃油废气影响

移民安置点施工规模相对较小，机械车辆作业强度较低，且施工区域地势开阔、污染物扩散条件好，燃油废气产生后在短时间内即扩散，具有污染范围小、持续时间短的特点，因此施工机械燃油废气对移民安置点周

边环境空气质量的影响程度有限。

### 5.10.3 声环境

移民安置过程中，移民安置点和专项设施复（改）建等工程施工机械噪声将对周围（沿线）声环境保护目标产生影响。施工机械噪声约75~90dB(A)，主要影响施工区附近的居民点。

移民安置施工建设对声环境保护目标的噪声影响预测结果详见表5.10.3-1。经预测计算，受移民安置影响的10个声环境保护目标中，马者安置点东侧居民点、三义丈居民点、龙山坪居民点等3处保护目标的约34户居民昼间声环境无法满足相应声环境功能区要求，超标范围在1.5~5.0 dB(A)。与环评阶段相比，本阶段受施工噪声影响导致昼间超标的声环境保护目标数量、规模均略有增加。

对于昼间超标的声环境保护目标，应采取相应降噪措施。常用的措施一般包括临时声屏障、隔声门窗、搬迁、临时避让等。其中，设置声屏障降噪量可达8~15dB(A)，设置隔声门窗降噪量可达25dB(A)。采取降噪措施后昼间超标的声环境保护目标噪声影响预测结果详见表5.10.3-2。由该表可知采取降噪措施后，所有声环境保护目标均可满足相应声环境功能区要求。

根据《中华人民共和国噪声污染防治法》第四十三条，在噪声敏感建筑物集中区域，禁止夜间进行产生噪声的建筑施工作业，但抢修、抢险施工作业，因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工作业的除外。因此移民安置点夜间禁止开展产噪施工作业，在此条件下，所有声环境保护目标均可满足相应声环境功能区要求，该结果与环评阶段相同。

表 5.10.3-1

移民安置施工建设对声环境保护目标影响预测分析与评价表

单位: dB(A)

序号	声环境保护目标 名称	噪声现状值		噪声标准		噪声贡献值		噪声预测值		较现状增加量		超标、达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	马者安置点东侧居民点	53.4	42.0	55	45	59.0	0.0	60.0	42.0	6.6	0.0	5.0	达标
2	高台村居民点	42.5	40.0	55	45	51.4	0.0	51.9	40.0	9.4	0.0	达标	达标
3	三义丈居民点	42.5	40.0	55	45	57.0	0.0	57.2	40.0	14.7	0.0	2.2	达标
4	专班安置点南侧居民点	45.0	42.0	55	45	53.2	0.0	53.8	42.0	8.8	0.0	达标	达标
5	岩上居民点	39.3	43.0	55	45	52.5	0.0	52.7	43.0	13.4	0.0	达标	达标
6	岩上安置点北侧居民点	39.3	43.0	55	45	43.0	0.0	44.5	43.0	5.2	0.0	达标	达标
7	龙山坪安置点东南侧居民点	39.3	43.0	55	45	47.2	0.0	47.8	43.0	8.5	0.0	达标	达标
8	龙山坪居民点	39.3	43.0	55	45	56.4	0.0	56.5	43.0	17.2	0.0	1.5	达标
9	小谷槽安置点东侧居民点	51.1	41.0	60	50	58.6	0.0	59.3	41.0	8.2	0.0	达标	达标
10	小谷槽安置点南侧居民点	51.1	41.0	60	50	43.3	0.0	51.8	41.0	0.7	0.0	达标	达标

表 5.10.3-2

采取降噪措施后施工期噪声对超标声环境保护目标影响预测结果表(昼间)

单位: dB(A)

序号	声环境保护目标名称		功能类别	与噪声源最近距离(m)	噪声源强	背景值	贡献值	采取降噪措施前 预测值	采取降噪措施后预 测值	标准限值	达标情况
	名称	规模									
1	马者安置点东侧居民点	10户	1类	20	90	53.4	49.0	60.0	54.7	55	达标
2	三义丈居民点	18户	1类	25	90	42.5	47.0	57.2	48.3	55	达标
3	龙山坪居民点	6户	1类	27	90	39.3	46.4	56.5	47.3	55	达标

#### 5.10.4 固体废物

移民安置工程施工期产生的固体废物主要包括弃渣和生活垃圾。运行期产生的固体废物主要为生活垃圾。根据移民安置点安置居民人数估算，6个集中安置点生活垃圾产生量约为0.108~0.774t/d，产生量较小。

施工所产生的弃渣运往规划的弃渣场处理，不会对周围环境造成明显不利影响。生活垃圾以有机厨余为主，此外草木、塑料包装袋、纸类相对含量较高。生活垃圾如随意弃置，会影响周边区域环境卫生，有碍美观，而且在一定气候条件下可能造成蚊蝇孳生、鼠类繁殖，增加疾病的传播机会，直接影响施工人员或居民身体健康。但在统一收集运输并妥善处置的条件下，移民安置点生活垃圾对周围环境影响较小。

#### 5.10.5 生态环境

##### (1) 对陆生动植物的影响

姚家平水利枢纽移民安置工程主要包括移民安置点建设、防护工程和道路、通讯、供电等专项复建工程。移民安置点共规划6个，分别马者安置区的马者安置点，六房安的六房安置点、专班安置点、岩上安置点，龙山坪安置区的龙山坪安置点，及小谷槽安置区的小谷槽安置点。移民安置工程建设区域现有多为灌木林地、草地、耕地等，人为干扰较大，主要植被类型为水麻灌丛、插田泡灌丛、五节芒灌草丛、蕨灌草丛、节节草灌草丛等。总体来讲，移民安置区植被受人为干扰较大，植被较为简单，植被覆盖率较低，植物较不丰富。移民安置过程中，居民住宅建设、基础设施建设以及生产安置等可能会对移民安置区及周围的地表植被产生直接和间接不利影响。本工程移民安置主要采取村组内安置和就地后靠的方式，这些区域受人类活动干扰频繁，植被覆盖率较低，且植被类型主要为农业植被及山坡灌丛和草丛，受影响的植被类型在移民安置涉及区域广泛分布，

植物种类也为该区域常见种类，因此，项目移民安置工程对陆生植物造成的影响较小。

## **(2) 对陆生动物的影响**

移民安置活动主要扰动自然灌木林地和人工农业用地，因此将间接地影响生活于其中的陆生动物，包括两栖类的陆栖型，爬行类中的灌丛石隙型和住宅型、鸟类中的陆禽和鸣禽，兽类中的半地下生活型。影响主要来源于施工对栖息环境破坏，污染物排放对生境的干扰，噪声对动物生活的扰动。

### **1) 对两栖、爬行类影响**

主要受影响的种类为两栖类的陆栖型和爬行类的灌丛石隙型，包括中华蟾蜍、泽陆蛙和爬行类的多疣壁虎、蹼趾壁虎、中国石龙子、铜蜓蜥等种类，这些种类喜在人类活动频繁的耕园地活动，移民安置施工占地可能占用这些野生动物的栖息环境，土石方开挖可能伤害这些部分在灌丛下面，经常活动路边石缝中的爬行类。施工噪声对两栖和爬行类产生驱赶影响。

### **2) 对鸟类的影响**

主要受影响的鸟类为陆禽和鸣禽，包括环颈雉、灰胸竹鸡、珠颈斑鸠和雀形目的小型鸟类等。由于鸟类飞行特性，移民安置活动对其影响主要是施工占地对其生境的占用，施工噪声对鸟类的驱赶作用，但不会减少鸟类的数量。

### **3) 对兽类的影响**

主要受影响的兽类为半地下生活型种类，包括东北刺猬、黄鼬和黄胸鼠、大足鼠、褐家鼠、小家鼠等鼠类。这些小型兽类移动能力较强，移民安置活动主要是对这些小型兽类的栖息地占用和施工噪声的驱赶作用。此外，移民安置区由于人类活动强烈，人为干扰大，会吸引一些与人类伴生

的鼠类到来，使得自然疫源性疫病传播风险增大。

综上，本工程移民安置区内植被分布均与工程永久占地区及评价区现有植被类似，植物资源为区域常见物种无国家重点保护野生动植物和古树名木，移民占地、居民点建设及后期生产开发对植物资源的影响主要是使植被面积及生物量减小，对区域植物物种多样性无影响，对植物资源影响较小。移民安置活动主要扰动自然的灌木林地，因此将间接地影响生活于其中的陆生动物，包括两栖类的陆栖型，爬行类中的灌丛石隙型和住宅型、鸟类中的陆禽和鸣禽，兽类中的半地下生活型。影响主要来源于施工对栖息环境破坏和噪声对动物驱扰。因此，移民安置对生态环境的影响不大。

#### **5.10.6 本阶段与项目环评阶段环境影响对比**

相比于项目环评阶段，本次变动环评阶段移民安置建设对水环境的影响基本不变；移民安置建设涉及的大气环境和声环境保护目标数量由初设阶段 17 处减少到本阶段的 10 处，部分保护目标在局部时段受到的大气环境和声环境影响相对较大，需采取措施予以减缓；固体废物环境影响基本不变；安置点由项目环评阶段 10 处减少到 6 处，建筑面积减少 24.8 亩，安置更加集中，占地面积减少，对陆生植物破坏程度及陆生动物的驱扰影响降低。

## 6 环境保护措施

项目环评阶段，从地表水环境、陆生生态、水生生态、生态敏感区、施工期环境保护等方面制定了较为全面的环境保护措施。本次变动环评的环境保护措施总体布局与项目环评阶段保持一致，在项目环评报告书及其批复意见以及工程设计变动环境影响预测的基础上，结合结合本次环评新增的环境问题和现行的环境保护要求，对水环境、水生生态、陆生生态、大气环境、声环境等环境要素的部分保护措施进一步补充、深化设计和优化。

### 6.1 地表水环境保护措施

#### 6.1.1 分层取水措施优化

工程初步设计阶段通过三维数值仿真计算得到姚家平发电引水系统进水口的流场，根据流态、流速和紊动能数据，对进水口的布置进行了优化设计。进水口采用取表层水。进水口共 2 孔，孔口宽度均为 8.5m，每孔设置一扇叠梁闸门。闸门底槛高程 700.0m，水库正常蓄水位高程为 745.0m，叠梁闸门最高顶部高程为 735.00m，即叠梁闸门总高度 35m。取水闸门采用分节的平面叠梁结构型式，共分成 11 节叠梁门，设节间止水，上面 10 节的每节门叶高度均为 3m，底节门叶高度为 5m，在运行过程中，随着库水位的降低/上升，逐节提出/增放叠梁闸门，通过调整取水闸门的总高度，来满足取水水深不大于 10m 的要求。

为减缓低温水下泄对下游的影响，工程在 3~8 月采用叠梁门分层取水。叠梁门调度方案为：水库水位在 715~718m 时，1 层门叶挡水，叠梁门顶高程为 705.0m；水库水位在 718~721m 时，2 层门叶挡水，门顶高程 708.0m；……；水库水位超过 745m 时，放下第 11 节叠梁门，共 11 层门叶挡水，门顶高程 735m。取水高程和叠梁门运行层数的关系见表 6.1.1-1。

表 6.1.1-1

叠梁门调度与水位的对应关系

单位: m

采用门叶数	门顶高程	坝前水位范围	淹没水深
1	705.0	715<H≤718	10.0~13.0
2	708.0	718<H≤721	10.0~13.0
3	711.0	721<H≤724	10.0~13.0
4	714.0	724<H≤727	10.0~13.0
5	717.0	727<H≤730	10.0~13.0
6	720.0	730<H≤733	10.0~13.0
7	723.0	733<H≤736	10.0~13.0
8	726.0	736<H≤739	10.0~13.0
9	729.0	739<H≤742	10.0~13.0
10	732.0	742<H≤745	10.0~13.0
11	735.0	H>745	>10

## 6.1.2 生态流量保障措施优化

### 6.1.2.1 初期蓄水期生态流量

初期蓄水期生态流量泄放依次依靠水垫塘埋管、2#导流洞泄放、坝身底孔、生态电站泄放。

在河床截流前的施工准备期均为原河道自然行洪，河床截流后，河水主要由左岸1#导流隧洞下泄，1#导流隧洞出口位于坝轴线下游约470m，上游紧邻大坝下游全年围堰，大坝上、下游围堰之间的基坑内自上（游）而下（游）依次包含有碾压混凝土大坝、水垫塘、二道坝和生态电站厂房。

1#导流隧洞下闸后，水库初期蓄水。初期蓄水期间，坝身底孔和生态电站运用前，主要依靠临时生态补水设施（水垫塘埋管）向下游生态供水，供水流量枯水期为8.48m<sup>3</sup>/s（天然来水低于该值时，以天然来水流量下放），汛期（包含4月份下游鱼类产卵期）为15.57m<sup>3</sup>/s（当上游来水量不足时，以天然来量下泄）。当库水位上升到坝身底孔（EL665m）高程以上并形成一定水头时，采用坝身底孔控泄下放生态流量，之后及时封堵生态临时补水系统。初期蓄水期生态流量泄放过程见表6.1.2-1。

表 6.1.2-1 初期蓄水期生态流量泄放保障方案

序号	水位 (m)	生态流量泄放方式
1	604~612	水垫塘埋管泄放
2	612~612.19	水垫塘埋管 + 2# 导流洞泄水管部分泄流
3	612.19~665.3	2# 导流洞泄水管泄放
4	665.3~715	坝身底孔 (调整底孔开度)
5	715 以上	生态电站

### 6.1.2.2 运行期生态流量保障措施

#### (1) 姚家平生态流量泄放

为满足姚家平水利枢纽运行期下泄最小生态流量要求 (11 月至翌年 3 月不应低于  $8.48\text{m}^3/\text{s}$ , 在 4~10 月不应低于  $15.57\text{m}^3/\text{s}$ 。), 正常情况下, 生态流量通过机组发电下泄, 姚家平水利枢纽工程共设 2 台生态机组, 单台机组单机最小发电流量  $4.1\text{m}^3/\text{s}$ , 额定发电流量为  $10.85\text{m}^3/\text{s}$ , 通过枯水期开启单台机组、汛期开启两台机组的方式, 可满足生态流量泄放要求。机组检修在枯水期进行, 且采用两台机组分开检修, 保证生态流量泄放。

本次变动环评阶段进一步优化了生态流量泄放管布置方案, 将布置在坝身 10#坝段处的生态放水管调整为结合生态电站引水系统布置在生态电站引水管桩号 0+655.3m 处。当出现所有机组检修或不发电等极端情况, 即姚家平生态机组发电机组停机时, 采用单独设置生态流量泄放管方案, 作为运行期应急情况下的生态流量泄放设施; 在超级极端情况下, 还可通过坝身表孔或中孔控泄生态流量。

在生态电站引水管桩号 0+655.3 处设置生态放水管一条, 管长 86m, 设置生态放水控制阀一座。其中, 0+000~0+061 段采用管径 1.6m 的钢管, 0+061~0+071 段为生态放水控制阀段, 0+071~0+086 段采用管径 2.2m 的钢管。0+000~0+010 和 0+076~0+086 段各设置堵头一个, 其余段落钢管底部设支墩一座。生态放水控制阀处设置阀室一座, 阀室尺寸为  $6.5\times 7.0\times 6.0\text{m}$ , 进入闸室设置进人孔一道, 进人孔兼顾吊物孔共用, 断面尺寸为  $4.0\times 6.0\text{m}$ ,

内设楼梯，连接 618.0m 至 599.0m 高程，618.0m 高程平台采用窑洞式开挖连接至水垫塘右岸道路。

## (2) 天楼地枕水电站生态流量泄放

根据环评报告书及其批复要求，已建天楼地枕水电站的生态流量按不低于姚家平水利枢纽下泄的生态流量控制要求，即 11 月至翌年 3 月不应低于  $8.48\text{m}^3/\text{s}$ ，4-10 月不低于  $15.57\text{m}^3/\text{s}$ 。

### 1) 天楼地枕水电站生态流量现状泄放方案

根据《湖北省恩施市天楼地枕水电站生态流量泄放措施改造工程实施方案》报告，天楼地枕电站生态流量泄放措施采用控制坝址右侧冲砂闸平板闸门开度来达到生态流量的泄放，通过螺杆启闭机将闸门提升至与闸门底部高差为 1.09m（其中钢筋混凝土梁高 0.5m），然后在闸门底部两侧设置限位墩，并在限位墩上设置钢筋混凝土梁，闸门泄放生态流量时直接落在钢筋混凝土梁上。当天楼地枕电站闸孔开度为 0.59m 时，流量为  $5.39\text{m}^3/\text{s}$ ，能满足向下游泄放不低于  $5.38\text{m}^3/\text{s}$  生态流量要求。

### 2) 本次生态流量泄放改造方案

为保障姚家平下泄生态流量进入下游河道，对天楼地枕水电站生态泄放措施进行改造。

根据《水力计算手册》（第二版）闸孔出流流量计算，闸孔开度为 0.96m 时，流量为  $8.5\text{m}^3/\text{s}$ ，能满足向下游泄放  $8.48\text{m}^3/\text{s}$  的生态流量要求；当闸孔开度为 1.92m 时，流量为  $15.6\text{m}^3/\text{s}$ ，能满足向下游泄放  $15.57\text{m}^3/\text{s}$  的生态流量要求。

### 3) 生态流量泄放控制

根据计算结果，螺杆启闭机将闸门提升至与闸门底部高差为 1.46m（其中钢筋混凝土梁高 0.5m），然后在闸门底部两侧设置限位墩，并在限位墩上设置钢筋混凝土梁，闸门泄放生态流量时直接落在钢筋混凝土梁上，该

操作可满足  $8.48\text{m}^3/\text{s}$  的生态流量要求。当需要泄放  $15.57\text{m}^3/\text{s}$  生态流量时，可直接通过螺杆启闭机将闸门提升至与闸门底部高差为  $2.42\text{m}$ ，再将螺杆锁死。

### 6.1.3 施工期地表水环境保护措施优化

#### 6.1.3.1 砂石料加工系统冲洗废水

##### (1) 废水概况

施工高峰期1#砂石加工系统预计废水产生量为 $102\text{m}^3/\text{h}$ ，2#砂石料加工系统预计废水产生量为 $748\text{m}^3/\text{h}$ ，主要污染物为SS，其浓度在 $20000\text{mg}/\text{L}$ 左右。

##### (2) 处理目标

砂石料加工废水禁止排入清江。砂石料加工废水经处理后可循环利用，因此处理目标按完全回用考虑。砂石加工系统生产废水的主要污染物为SS，考虑废水回用以及现有处理技术，根据《水电工程砂石加工系统设计规范》SS标准，即 $\text{SS}\leq 100\text{mg}/\text{L}$ 。

##### (3) 处理方案

砂石料冲洗废水的主要特点为水量大、悬浮物含量高，废水经过处理后产生大量含水率较高的污泥，处理工作量大。因此，对砂石冲洗废水的处理，需要着重考虑以下两方面：一是经处理后的水质能满足排放或回用于生产的要求；二是污泥的处理能达到弃渣场堆放的要求。本次设计在参考国内类似水电工程砂石废水处理工程实例的基础上，结合本工程砂石冲洗废水的特点，分别针对废水处理方案和污泥处置方案进行比选，以最终确定本工程砂石冲洗废水处理工艺方案。本次拟定了2个方案进行比较。

##### 1) 三级沉淀法

高浓度砂石冲洗废水从筛分楼流出，首先进入一级沉淀池，去除部分大颗粒悬浮物后上清液进入二级沉淀池，出水分别投加絮凝剂PAC和助凝

剂PAM并经混匀后进入斜管沉淀池，最终出水排入清水池回用。各级沉淀池产生的沉砂和污泥先排入污泥池贮存，再用渣浆泵抽至污泥压滤机进行脱水处理，干化污泥运至弃渣场堆放。具体处理工艺流程见图6.1.3-1。

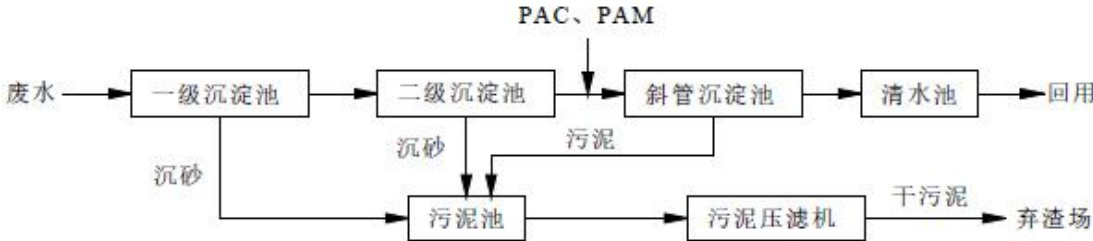


图 6.1.3-1 三级沉淀法工艺流程图

2) 采用高效净化器

废水从筛分楼流出，先经细砂，去除粒径较大的颗粒悬浮物，调节池中去除粒径较小的颗粒悬浮物，出水后采取投加混凝剂使其形成较大的絮凝体，经水泵提升至高效污水净化器处理后，排至清水池回用。高效污水净化器设计工艺采用自流混凝、微絮凝造粒、离心分离、动态过滤、污泥浓缩等过程有机融合为一体，具有占地面积小、处理效率高等特点。沉淀池和调节池泥渣由人工清运至弃渣场。本方案占地面积较小，已有电站在运行，处理效果好；不足的是增加了设备和运行管理费用，提高了运行维护管理要求。处理工艺流程见图6.1.3-2。

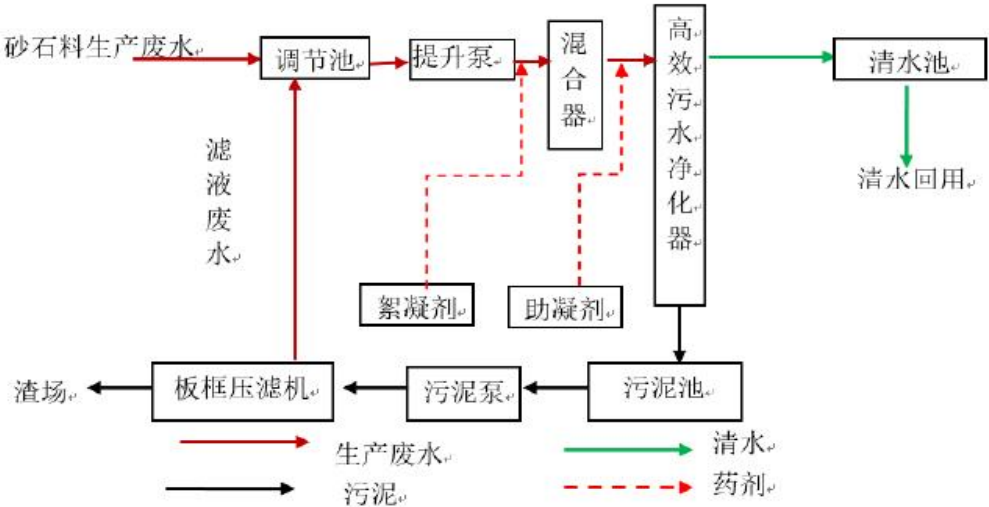


图 6.1.3-2 高效旋流净化器法

### 3) 方案比选

三级沉淀法处理工艺是一种较为成熟的废水处理技术，具有操作简单、处理能力强、效率高、投资省等特点，在砂石加工废水处理中的应用也较广泛。但由于沉淀处理法往往需要较长的水力停留时间才能达到较好的处理效果，占地面积较大，姚家平水利枢纽库区用地相对比较紧张，三级沉淀法受到限制；此外，斜管沉淀池也容易存在斜管、排泥管堵塞等问题。

采用高效净化器法处理砂石冲洗废水，其核心设备高效净化器为成套设备，运行时无需机械搅拌，水力条件好，能快速有效去除废水中的高浓度悬浮物，且占地面积较小。根据糯扎渡砂石料加工系统生产废水以及白鹤滩砂石料加工系统生产废水等高悬浮物（高浊度微小粒径）废水处理工程的实践经验，应用高效净化器法处理砂石冲洗废水后的出水水质完全能达到排放或回用标准。但高效净化器投资及运行成本相对较高，对运行维护管理也有较高要求。

对比可知，在维护管理、投资及运行费用方面，三级沉淀法较高效旋流净化器法具有较大的优势；但在占地面积、技术工艺方面，高效旋流净化器法处理效果较好、耐冲击负荷强，总占地面积较三级沉淀法小。由于本工程施工区可用土地十分有限，且地形条件特殊，为节约用地，提高废水处理效率，本工程砂石冲洗废水处理系统推荐采用高效净化器法处理工艺。

砂石料加工废水经处理后可大幅降低废水中SS浓度，类比类似水电工程，一般情况下出水SS浓度可达100mg/L以下，其指标符合《水电工程砂石加工系统设计规范》附录F砂石加工用水水质标准（NB/T 10488-2021）（SS≤100mg/L），可就近回用于砂石料加工系统。

### 4) 废水处理方案

砂石料加工废水经生产车间流出后汇入调节池（调节池设置电动搅拌

装置，防止废水沉淀），调节池废水经泵提升至净化器中，在废水提升泵出口管道上设置混凝混合器，在混凝混合器前后分别投加絮凝药剂和助凝药剂，在管道中完成混凝反应，然后进入净化器中，经离心分离、重力分离及污泥浓缩等过程从净化器顶部排出经处理后的清水，清水进入清水池后回用或排放。从净化器底部排出的浓缩泥浆排入浓浆池中（浓浆池设置电动搅拌装置，防止泥浆沉淀），用泵提升至板框压滤机将浓浆脱水干化后外运。其涉及参数见表6.1.3-1。

表 6.1.3-1 砂石料加工冲洗废水处理系统构筑物设计参数

主要构筑物/设备名称	1#	2#
调节池	5m × 5m × 3.7m 停留时间 0.5h, 兼做事故蓄水池	11m × 11m × 4m 停留时间 0.5h, 兼做事故蓄水池
高效污水净化器	Q=100m <sup>3</sup> /h 水力停留时间 20~30min	Q=2 × 400m <sup>3</sup> /h 水力停留时间 20~30min
污泥池	5m × 5m × 3.7m 停留时间 1h	8m × 8m × 4m 停留时间 1h
清水池	5m × 5m × 3.7m 容纳 1h 水量	11m × 11m × 4m 容纳 1h 水量

### 6.1.3.2 混凝土拌和系统冲洗废水

#### (1) 废水概况

1#混凝土系统料罐冲洗废水产生量约54m<sup>3</sup>/d, 2#混凝土系统料罐冲洗废水产生量约45m<sup>3</sup>/d, 3处库区治理混凝土系统料罐冲洗废水产生量共约6m<sup>3</sup>/d。料罐冲洗废水pH值约为9~11，废水中悬浮物浓度约1500~2500mg/L，具有悬浮物浓度高、水量较小，间歇集中排放的特点。

#### (2) 处理目标

施工期废污水不得排入清江，工程混凝土拌和系统废水处理后回用于混凝土拌和系统。

#### (3) 处理方案

工程混凝土拌和系统废水处理量小，且时间间隔长，采用中和沉淀法

处理既经济又合理，该方案是在沉淀的基础上进一步采取了中和沉淀。废水经沉淀、中和处理后循环利用，两个简易沉淀池一备一用，在沉淀池污泥沉淀到一定程度则换备用沉淀池。原沉淀池的污泥进行自然干化，干化后可用人工或用抓斗机装运载斗车运输至渣场。

本工程处理工艺拟采用三格式沉淀池，沉淀池采用三格串联，第一格为絮凝沉淀池，第二格为中和沉淀池，第三格为清水池。废水自流至絮凝沉淀池，在混凝剂的作用下，废水中颗粒状及胶体状污染物自动形成固体悬浮物，上清液流入中和沉淀池，调节废水的pH为中性后至清水池，清水池设清水泵。混凝土拌和系统冲洗废水处理系统构筑物设计参数详见表6.1.3-2。

表 6.1.3-2 混凝土拌和系统冲洗废水处理系统构筑物设计参数

名称		数量	单池尺寸(m) L×B×H	备注
1#混凝土拌和系统	絮凝沉淀池	2	9×4×2.5	超高 0.3m
	中和沉淀池	1	9×4×2.5	超高 0.3m
	清水池	1	6×4×2.5	超高 0.3m
2#混凝土拌和系统	絮凝沉淀池	2	7×4×2.5	超高 0.3m
	中和沉淀池	1	7×4×2.5	超高 0.3m
	清水池	1	4×3×2.5	超高 0.3m
库区治理混凝土拌和系统	絮凝沉淀池	1	3×2×1.5	超高 0.3m
	中和沉淀池	1	3×2×1.5	超高 0.3m
	清水池	1	2×1×1.5	超高 0.3m

### 6.1.3.3 隧洞施工废水

#### (1) 废水概况

隧洞施工过程中产生的碱性废水与隧洞地下水渗水以及少量施工机械废水混合，在隧洞进出口会产生一定量的弱碱性且浑浊度较高的施工含油废水，废水呈弱碱性，pH值为9~11，废水中主要污染物为悬浮物，浓度约2000mg/L。隧洞施工废水的产生具有较大的不确定性。

#### (2) 处理目标

隧洞施工废水经处理后回用于混凝土养护、浇灌林地灌丛、场内施工道路和施工区洒水等。处理后循环利用水水质需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）相应标准。

### （3）处理方案

隧洞施工废水采用中和沉淀法处理。施工隧洞设置排水沟对隧洞开挖过程中产生的地下渗水进行收集，同时在每处隧洞出口布置集水坑。由于废水产生量存在不确定性，且隧洞口现场用地紧张，拟在每处布1套200m<sup>3</sup>不锈钢水箱。由于隧洞施工时间不一致，必要的情况下不锈钢水箱可以轮换使用。

#### 6.1.3.4 基坑排水

##### （1）废水概况

基坑排水主要为基坑初期排水、基坑经常性排水和汛后基坑排水。基坑初期排水和汛后基坑排水水质与原河道水水质基本相同，抽排至基坑下游不会影响下游清江水质。基坑经常性排水由降水、渗水和施工废水组成，其中施工用水以混凝土养护碱性废水为主。基坑经常性排水中的悬浮物浓度约为2000mg/L，pH值为9~11。

##### （2）处理目标

隧洞施工废水经处理后回用于混凝土养护、浇灌林地灌丛、场内施工道路和施工区洒水等。处理后循环利用水水质需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相应标准。

##### （3）处理方案

根据国内有关水电工程项目对基坑废水的处理经验，一般在基坑内布置沉淀池，并投加絮凝剂和中和剂，静置沉淀2h后抽排至下游水体，剩余底泥定期人工清除。在大坝基坑二道坝下设1套沉淀池，处理能力120m<sup>3</sup>/d；主电站厂房和生态电站厂房各设1套沉淀池，处理能力45m<sup>3</sup>/d。其构筑物设

计参数详见表6.1.3-3。

表 6.1.3-3 基坑排水处理系统构筑物设计参数

	名称	数量	单池尺寸(m) L×B×H	备注
大坝基坑	絮凝沉淀池	1	8×3×2.5	钢混结构
	中和沉淀池	1	8×3×2.5	钢混结构
	清水池	1	8×3×2.5	钢混结构
厂房基坑	絮凝沉淀池	2	5×3×2.2	钢混结构
	中和沉淀池	2	5×3×2.2	钢混结构
	清水池	2	5×3×3	钢混结构

### 6.1.3.5 机械汽车停放场冲洗废水

#### (1) 废水概况

枢纽工程在清江左岸布置1个机械汽车停放场，库区滑坡治理工程布置有3处小型停放场。施工期间停放场主要产生机械汽车冲洗废水，其中枢纽区停放场每天产生冲洗废水约36 m<sup>3</sup>/d，库区滑坡治理工程每处停放场每天产生冲洗废水约6m<sup>3</sup>/d。废水中的主要污染物为石油类、SS等，其中石油类浓度约10mg/L。该废水具有产生量较小，含油量相对较低的特点。

#### (2) 处理目标

机械汽车停放场冲洗废水经处理后主要回用于车辆冲洗，不外排。因此，出水水质应满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中车辆冲洗的要求。

#### (3) 处理方案

车辆冲洗废水选用标准隔油沉淀池+沉淀池处理方案，在施工机械汽车停放场四周布置排水沟，收集施工机械停放场产生的冲洗废水，进入排水沟末端的除油沉淀池，经隔油沉淀后投加混凝剂使其形成较大的絮凝体，后接沉淀池进一步沉淀，进入清水池，回用于汽车冲洗，浮油以及含油污泥为危险废物，应委托有资质的单位处理，处理工艺见图6.1.3-3。

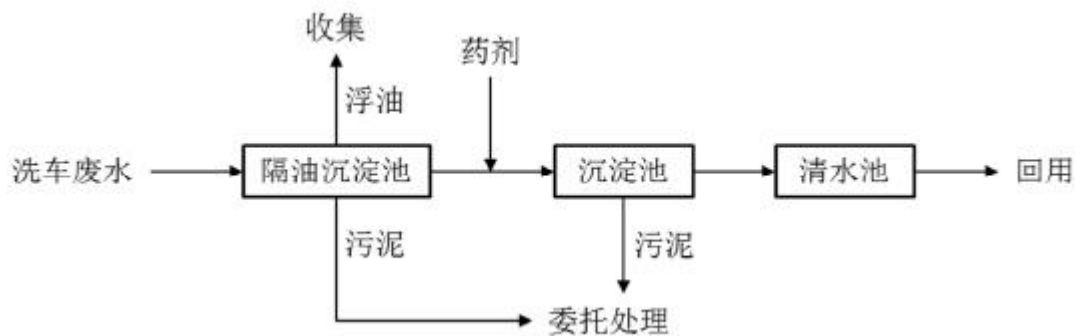


图 6.1.3-3 车辆冲洗废水处理工艺流程示意图

根据机械车辆停放场的废水产生量，枢纽区选用GC-2F 隔油沉淀池，库区治理施工布置区选用GC-1F 隔油沉淀池。车辆冲洗废水处理系统构筑物尺寸见表6.1.3-4。

表 6.1.3-4 车辆冲洗废水处理系统构筑物设计参数

名称		数量	单池尺寸(m) L×B×H	备注
枢纽区	GC-2F 隔油沉淀池	2	4×1.2×3.6	超高 0.3m
	沉淀池	2	8×2×2.5	超高 0.3m
	清水池	2	8×2×2.5	超高 0.3m
库区治理 施工布置 区	GC-1F 隔油沉淀池	3	3×1.2×2.2	超高 0.3m
	沉淀池	3	2×1.2×1.5	超高 0.3m
	清水池	3	2×1.2×1.5	超高 0.3m

### 6.1.3.6 生活污水

#### (1) 污水概况

枢纽施工高峰期日产生污水量约400m<sup>3</sup>/d，其中，大坝标1#施工营地120m<sup>3</sup>/d，大坝标2#施工营地120m<sup>3</sup>/d，厂房土建标施工营地160m<sup>3</sup>/d。库区滑坡治理工程3处施工区高峰期日产生污水量分别为8 m<sup>3</sup>/d、16 m<sup>3</sup>/d、8 m<sup>3</sup>/d。生活污水主要污染物为COD、BOD<sub>5</sub>等，浓度分别为350mg/L和150mg/L。施工期生活污水经处理后回用于浇灌林地灌丛、场地洒水等，

#### (2) 处理目标

生活污水经处理后回用于浇灌林地灌丛、场地洒水等，不外排，处理

后水质需满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相应要求。

### （3）处理方案

枢纽区施工人数较多，生活污水拟采用生活污水处理成套设备处理，生活污水处理成套设备是采用目前较为成熟的生化处理技术-生物接触氧化法。在污水处理设备前端设置调节池，以调节污水水质、水量，调节池进口处设置格栅，污水通过格栅依次进入缺氧池、生物接触氧化池、二沉池和消毒池进行处理，污泥进入污泥池。该设备处理污水工艺流程见图6.1.3-4。

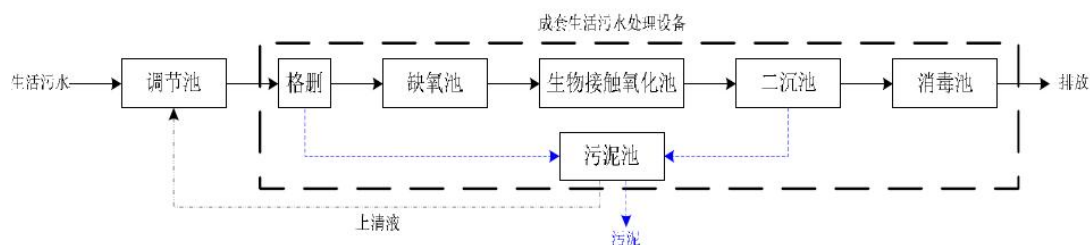


图 6.1.3-4 生活污水处理成套设备工艺流程图

一体式污水处理设施需配套污水收集管线，适用于水利水电工程施工生活区。根据施工生活区污水产生情况，枢纽工程区各施工营地各设置1套一体化污水处理设施。

库区滑坡治理工程施工工期较短，施工高峰期施工人数较少，生活污水产生量较小，拟在每个施工区设置环保厕所以及三格化粪池，三格化粪池采用外购玻璃钢化粪池，用于收集处理生活污水。处理后，上清液用于浇灌林地灌丛、场地洒水，不外排。同时，应对粪渣定期进行清掏。

表 6.1.3-5 生活污水处理系统设计参数

位置	数量	污水处理方案
枢纽区施工营地	3 套	生物接触氧化法成套污水处理设备
滑坡治理工程 1#施工营地	1 套	三格化粪池，处理能力 10m <sup>3</sup> /d
滑坡治理工程 2#施工营地	1 套	三格化粪池，处理能力 20m <sup>3</sup> /d
滑坡治理工程 3#施工营地	1 套	三格化粪池，处理能力 10m <sup>3</sup> /d

为应对雨季场地洒水等用水需求减少的情况，拟在枢纽区施工营地旁设置4个容量为200m<sup>3</sup>的定制不锈钢储水箱，在滑坡治理工程1#和3#施工营地旁各设置1个容量为25m<sup>3</sup>的定制不锈钢储水箱，在滑坡治理工程2#施工营地旁设置1个容量为50m<sup>3</sup>的定制不锈钢储水箱。上述水箱可在雨季用水量减少的情况下暂存经处理后的生活污水，满足2.5天的储存需求，保障污水处理后不外排。

## 6.2 生态环境保护措施

### 6.2.1 陆生生态保护措施优化

#### 6.2.1.1 占地复垦情况

##### (1) 项目环评阶段

项目环评阶段临时征用土地复垦耕地、园地的用地面积35.15hm<sup>2</sup>，主要为施工布置区、临时堆放场、料场、弃渣场、施工道路、工程布置区等。在施工结束后，经表土剥离、表土回填、基础设施布置后，临时占地将复垦。

##### (2) 变动环评阶段

本次变动环评阶段临时征用土地复垦耕地、园地的用地面积38.28hm<sup>2</sup>，相较于环评阶段复垦面积增加3.13hm<sup>2</sup>。对于占用耕地部分移民以计列复垦工程量。

施工前对于占地范围内可剥离的表土进行剥离，运至复垦土缓存区堆放，采取临时拦挡，表面采取临时撒播草籽并苫盖无纺布；施工结束后对于占用耕地部分回覆表土进行复耕，占用其他土地回覆表土进行植被恢复。复垦为耕地的表土厚度在35~40cm，园地和草地表土厚度多在15~20cm，林地表土厚度多在15cm，土壤环境质量应符合《土壤环境质量 农用地土壤

污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）的要求。

表 6.2.1-1

变环评阶段临时占地复垦规划表

单位：hm<sup>2</sup>

序号	分区		占地类型				合计
			耕地		园地		
			旱地	水田	果园	茶园	
1	临时堆放场区		2.78	0.3	0.14	4.01	7.23
2	弃渣场区					0.24	0.24
3	料场区		0.11				0.11
4	临时道路区	路基	4.72	0.04	0.01	1.25	6.02
7	施工生产生活区		9.1	4.47		11.11	24.68
合计							38.28

### 6.2.1.2 植被恢复情况

植被恢复措施已纳入水土保持工程中，环评阶段仅引用水土保持中植被恢复相关内容。初设阶段，防治分区更为细致，恢复使用的植物种类更丰富，更有利于恢复植物群落的多样性。具体分区恢复措施见表6.2.1-2。

表 6.2.1-2

变动环评阶段姚家平水利枢纽工程植被恢复措施一览表

防治分区		适合种植的草树种			
		乔木	灌木	藤本	草本
主体工程防治区	大坝枢纽防治区	香樟、桂花、紫薇、栎树、樱花	红叶石楠、金边黄杨、红叶石楠球、迎春	五叶地锦	狗牙根
	发电厂房区	香樟、桂花、紫薇、栎树	红花继木、金边黄杨		马尼拉草
	导流工程防治区	垂柳			狗牙根
工程永久办公生活区		银杏、香樟、桂花、紫薇、栎树、樱花	红花继木、金边黄杨、红叶石楠		马尼拉草、白三叶
临时堆放场防治区		多花木兰、栓皮栎	紫穗槐		狗牙根、白三叶
弃渣场防治区		多花木兰、栓皮栎	紫穗槐		狗牙根、白三叶
料场防治区		多花木兰、栓皮栎	紫穗槐	油麻藤	狗牙根
交通道路区	永久道路防治区	香樟	紫穗槐	五叶地锦	狗牙根、高羊茅、弯叶画眉草、白三叶
	临时道路防治区		紫穗槐		狗牙根
施工生产生活防治区		多花木兰、红叶石楠	紫穗槐		狗牙根
移民安置及专项设施复建防治区	专项设施复建防治区				狗牙根、白三叶

### 6.2.1.3 松材线虫风险的管控

严格落实项目环评阶段相关措施，初设阶段与环评阶段措施一致。根据国家林业和草原局公告（2021年第5号）（2021年松材线虫病疫区），评价区所在的利川市属于松材线虫病疫区。工程建设带入的建设材料，尤其是机械设备、钢筋材料等的木质集装箱，可能带入病原体，导致区域松材线虫病或其他威胁区域生物安全的情况发生。须加强施工机械、运输车辆、包装材料等的植物检疫，避免松材线虫等风险。

### 6.2.1.4 重点保护野生动植物的保护

#### （1）设置标志牌

为强化对评价区珍稀保护野生动物的保护，需在枢纽工程、边坡工程、施工营地、弃渣场、石料场、交通道路等区域布设野生动物保护标志牌（标识牌上可标示评价区内常见野生珍稀濒危野生动物图），提醒施工人员和周边居民注意保护野生动植物，严禁捕猎。

项目环评阶段枢纽区共设置15个标志牌，边坡工程区设置5个，线路区设置10个。本次变动环评阶段根据临时用地变化情况，增设5个，分别为新增的料场、弃渣场和临时道路区。

#### （2）宣传培训

宣传培训与环评阶段的措施保持一致。编制并印发宣传册，同时开展工程区宣传培训。枢纽工程区每年培训1次，共培训6年。培训内容应包含但不限于如下内容：

①明确《中华人民共和国野生植物保护条例》中保护管理和法律责任相关条款，尤其是第九条、第十六条、第十七条、第十八条、第二十三条、第二十四条、第二十五条和第二十八条。

②明确《中华人民共和国野生动物保护法》中保护管理和法律责任相

关条款，尤其是第八条、第十六条、第十八条、第二十一条、第二十二条、第二十三条、第三十一条、第三十二条、第三十三条和第三十五条。

③每个施工区至少有1人能识别工程区域内可能会出现的重点保护野生动物。

### **(3) 野生动物救护**

野生动物救护与环评阶段的措施保持一致。在施工期间，若施工区周边发现鸟类等野生动物，可采取无伤的方式驱离；若野生动物数量较多，应暂停施工，等野生动物离开后再施工。施工期间若出现误伤保护动物的情况，应上报地方林业局和生态环境局，并积极采取措施对误伤的野生动物进行救护。

### **(4) 野生植物保护**

在施工期间如发现有调查中未发现的重点保护野生植物，应根据实际情况采取有效措施进行保护。

## **6.2.2 水生生态保护措施优化**

### **6.2.2.1 栖息地保护**

#### **(1) 环评阶段栖息地保护要求**

2021年，湖北省生态环境厅印发的《省生态环境厅关于清江流域恩施段梯级开发环境影响回顾性评价报告审查意见的函》（鄂环函〔2021〕243号）提出开展水生生物栖息地保护措施，将清江干流源头至三渡峡库尾约57.5km河段、三渡峡坝下至长偏河河口约45km河段以及支流石梁河、三步街河、金银溪、长偏河、带水河作为栖息地保护河段，不再新建拦河闸坝。同时，提出建议适时拆除大河片电站（姚家平水利枢纽工程建成后的淹没区）和红庙电站（已纳入小水电清理整顿退出类），提升河流连通性。

针对姚家平工程的影响，项目环评报告书及其批复中提出“将清江干流姚家平库尾以上至河源约105km河段、生态机组尾水至龙王塘库尾约10km

河段以及支流小溪河、长偏河作为鱼类栖息地进行保护。配合地方政府落实《关于承诺落实清江流域恩施段梯级开发环境影响回顾性评价报告审查意见的函》（恩施州政函〔2021〕128号），抓紧制定清江流域恩施段鱼类栖息地保护规划，细化保护修复措施布局安排、时间节点、投资保障和考核机制，压实各方责任，确保措施落实。编制小水电退出及河流连通性恢复方案，拆除大河片水电站大坝，补建天楼地枕水电站鱼道，相关费用由本工程承担；配合地方政府统筹落实三渡峡、雪照河、龙王塘水电站连通性恢复措施，尽快开展过鱼设施专项设计，并在本工程蓄水前建成运行。”并提出在栖息地保护河段开展宣传教育和禁止开发、加强渔政执法、鱼类增殖放流、生态流量保障、河道连通性修复、河道生境修复、保护效果监测与评估等措施。

根据恩施州人民政府出具的《恩施自治州人民政府关于承诺落实清江流域恩施段梯级开发环境影响回顾性评价报告审查意见的函》（恩施州政函〔2021〕128号），承诺在姚家平水利枢纽工程下闸蓄水前完成清江流域水生生物栖息地保护规划编制工作，并将按照规划切实做好清江流域恩施段水生生物栖息地的保护和修复工作。同时，承诺红庙水电站拦河建筑物的拆除和生态修复工作由地方人民政府组织实施，在姚家平水利枢纽工程下闸蓄水前完成相关工作。大河片水电站拦河坝拆除和生态修复费用纳入姚家平水利枢纽工程环境保护投资，在姚家平水利枢纽工程蓄水前完成拆除及生态修复工作。

根据恩施州人民政府出具的《州人民政府办公室关于清江流域恩施段栖息地保护规划和梯级联合生态调度等工作安排的通知》（恩施州政办函〔2022〕20号），在2023年12月前完成清江流域恩施段鱼类栖息地保护规划编制工作，由恩施州农业农村局责任落实，并在姚家平水利枢纽工程蓄水前，落实规划确定的各项措施。同时，明确了三渡峡水库、雪照河水

电站拦河坝的连通性修复由恩施州生态环境局责任落实，并在姚家平水利枢纽蓄水验收前完成过鱼设施补建工程，建设费用由恩施州人民政府筹措解决；天楼地枕水电站拦河坝过鱼设施建设费用纳入姚家平水利枢纽工程环境保护投资；连通性修复措施中姚家平、天楼地枕大坝的过鱼设施纳入姚家平工程水生生态保护措施中论证，并应严格按照环保“三同时”制度执行，与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

目前，恩施州已按照承诺，积极开展相关工作。2024年7月，州农业农村局印发了《州农业农村局关于印发〈清江流域恩施段水生生物栖息地保护规划〉的通知》（恩州农〔2024〕5号），完成了栖息地保护规划的制定。工程《初设报告》中设计了大河片水电站拦河坝的拆除方案、减水河段生境修复方案以及姚家平工程、天楼地枕水电站的过鱼建筑物设计，并纳入姚家平工程实施。红庙水电站的拦河坝拆除，三渡峡、雪照河、龙王塘的拦河坝的过鱼设施建设将由地方政府组织实施。

## （2）《清江流域恩施段水生生物栖息地保护规划》

为加强清江水生生物资源保护和管理，保护生物多样性，恩施州人民政府于2024年批复了《清江流域恩施段水生生物栖息地保护规划》，规划范围为清江流域恩施段干、支流水域及水生生物生活史活动所需的相邻陆域，规划期限为2024~2033年。

规划提出清江流域重点保护对象为大鲵、青石爬鮡、重口裂腹鱼、岩原鲤、四川白甲鱼等5种水生生物；一般保护对象为小口白甲鱼、鲢、中华裂腹鱼、裸腹片唇鮡、光唇蛇鮡、长吻鮠、齐口裂腹鱼、短体副鳅、四川华吸鳅和黄石爬鮡10种鱼类。

规划提出的重要栖息地范围为：①小溪河、长偏河、茶漆沟、老村河、云龙河河口至云龙河坝下、忠孝河河口至小溪河河口所有干支流河段；②太阳河、两溪河、东洛河、马水河河源至太阳河河口的所有干支流河段；

③咸丰县忠建河大鲵国家级自然保护区所在区域内所有干支流河段。以上述河段沿河两岸所有干支流的历史最高水位线向外扩展50m为界。一般栖息地范围为：①龙桥河、带水河所有干支流；②芭蕉河、金银河所有干支流；③伍家河所有干支流；④野三河干流源头至花天河河口所有干支流。以上述河段沿河两岸所有干支流的历史最高水位线向外扩展50m为界。

并提出通过开展生态修复、优化完善生态调度、科学开展增殖放流、加强渔政管理等栖息地保护措施。主要保护措施如下：

1) 实施生态修复工程。对重要栖息地河段进行原状保护，维护河流生境多样性。依据重点保护对象繁殖、生长发育所需的底质、水深、流速、水温、有机质、避难所、多样性水流条件、深潭浅滩等环境需求，通过种植食源植物、配置人工鱼巢、修建丁坝、过鱼通道等多种方式，营造适宜水生生物生存繁衍的环境。

2) 优化完善生态调度。区域内清江干流、重要支流的水利水电、航运枢纽等工程应当将生态用水调度纳入日常运行调度规程，建立常规生态调度机制，保证生态流量，确保枯水期和鱼类主要繁殖季节生态需求。根据上游来水情况，清江流域内择机实施每年至少1次的梯级联合生态调度。在鱼类主要繁殖季节4~9月，根据流域主要鱼类繁殖对水位、流速、流量等水文要素需求以及各梯级运行调度方案的调节能力，开展流域联合生态调度，加大枢纽下泄流量为鱼类提供产卵繁殖水文条件。配套建设生态流量泄放设施，合理安排闸坝下泄水量，保证最小下泄生态流量不低于本河段多年平均径流流量的10%，来水流量不能满足最小下泄生态流量的，来水流量应当全部泄放。生态流量泄放设施未建成、未经验收或者验收不合格的水电站不得投入生产。其下泄流量不符合生态流量泄放要求的，由县级以上人民政府水行政主管部门提出整改措施并监督实施。

3) 科学开展增殖放流。建设水生生物人工增殖放流站，重点增殖放流

重口裂腹鱼、岩原鲤、青石爬鮡、小口白甲鱼、黄石爬鮡、齐口裂腹鱼等种类。禁止使用外来物种、杂交物种、转基因物种或者其他非本地原有物种进行增殖放流。

4) 加强渔政管理。对水生生物栖息地全河段进行巡护，依法开展渔政执法，查处影响栖息地保护功能的事件。水生生物栖息地全面禁止生产性捕捞，在鱼类繁殖期（每年3~10月）加强对水生生物栖息地流域的巡护，禁止一切影响、干扰鱼类繁殖活动的行为。

栖息地保护范围划定中，《清江流域恩施段水生生物栖息地保护规划》与项目环评阶段姚家平水利枢纽工程所在河段划定范围的原则和要求基本一致，均将重要支流小溪河、长偏河划为重要栖息地；《清江流域恩施段水生生物栖息地保护规划》将云龙河河口至云龙河坝下、忠孝河河口至小溪河河口所有干支流河段均划为重要栖息地；项目环评阶段将清江干流姚家平库尾以上至河源约105km河段、生态机组尾水至龙王塘库尾约10km河段列为栖息地保护河段。这些河段涵盖了姚家平工程建设运行主要影响河段，其主要保护对象为青石爬鮡、小口白甲鱼、黄石爬鮡、齐口裂腹鱼等。通过落实《清江流域恩施段水生生物栖息地保护规划》以及原环评报告书及其批复提出的栖息地保护措施，可有效减缓姚家平工程建设对清江流域栖息地环境的影响，改善部分河段栖息生境条件。

### **(3) 大河片拦河坝拆除**

根据项目环评报告书及其批复要求，在姚家平水利枢纽工程下闸蓄水前需拆除大河片底拦栅坝，恢复河道上下游连通性，并借助大坝拆除施工，对河道进行疏浚清理和生境修复。疏浚清理主要内容为清理大河片拦河坝拆除时留下的混凝土块以及淤泥，以维持河流顺畅；河道生境修复主要内容为根据坝址上下游生境状况，进行卵石和砾石填充等，通过工程措施构造急流、缓流、浅滩、深潭交错的多多样性生境。

大河片大坝拆除高程以自然河道高程为标准，拆除高程为784.3m~783.3m，纵坡1/96.5，拆除大坝宽度75m；为避免拆除后水流进入发电进水洞，同步对发电进水隧洞进行封堵。坝址拆除后对河流进行部分修复和栖息地加强，根据水文地质条件，在河道设置浅滩、深潭等微地形，使河流地貌和栖息地特征恢复到具有较高完整性和功能的水平。此外，根据水文地质条件，在河道设置浅滩、深潭等微地形。

本次修复利用拆除过程中形成的凹地构建不同的砾石群，砾石群布置在约在深泓线两侧各1/3的范围，以便加强枯水期栖息地功能。生境修复范围为上游铺盖~下游护坦前后延伸10m范围，通过大坝拆除开挖形成不同深度、大小的坑穴，施工结束后对拆除部分进行回填，底部回填砂石约15cm厚，上部回填约15cm厚砾石。

同时，大坝拆除过程应制定工作方案，做好拆除施工过程中的环境保护和拆除后的生境修复工作，尽量恢复河道历史结构。坝址拆除应尽量选择枯水期拆除，减少淤积物冲刷对下游河道水环境和对鱼类繁殖生境的影响；施工前应在涉水区域设置隔污屏等，防治施工过程污染物扩散；拆除过程产生的施工废污水应收集处理后回用，严禁向清江排放。

#### **(4) 减水河段生境修复**

##### **1) 生境修复范围**

在姚家平工程建成运行后，姚家平、天楼地枕坝址下游河段沿程主要存在6个高流速区，河道落差为2~39m，底坡为2.7~8.7%，这些河段存在局部水流流速高、水深偏浅的情况，不利于鱼类上溯，影响过鱼设施运行效果和区间鱼类资源交流，需采取工程措施进行局部河段的生境修复，河道修复范围见图6.2.2-1~图6.2.2-2，开展修复的高流速河段现状参数见表6.2.2-1。

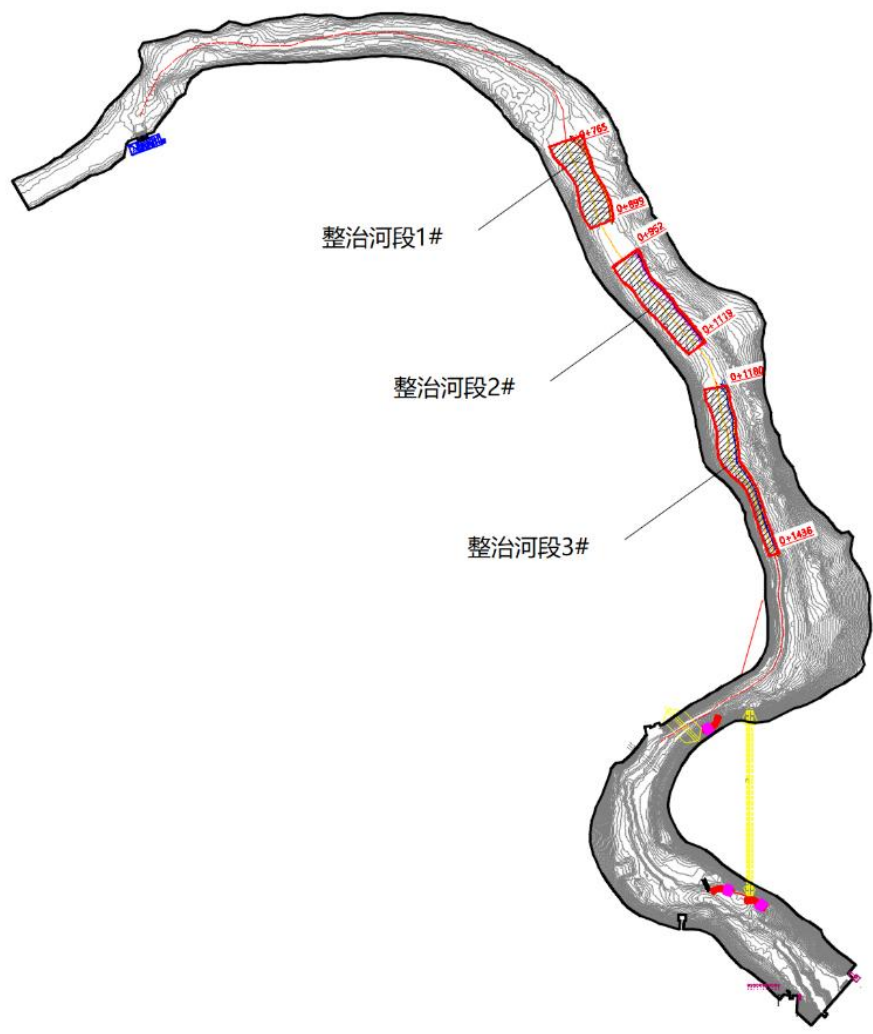


图 6.2.2-1 姚家平水利枢纽坝下减水河段生境修复范围示意图

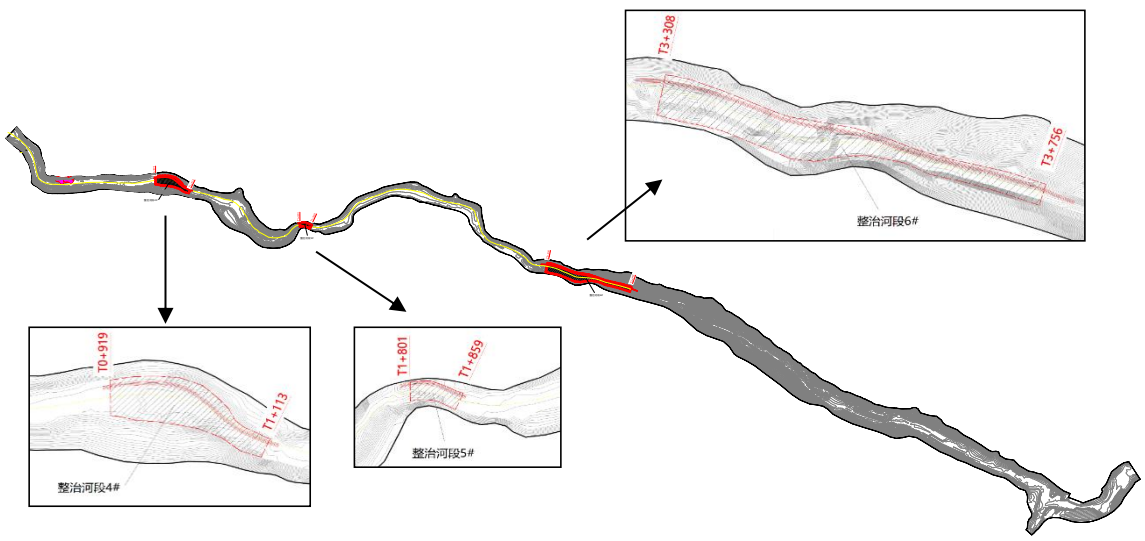


图 6.2.2-2 天楼地枕坝下减水河段生境修复范围示意图

表 6.2.2-1 姚家平大坝和天楼地枕坝下高流速河段现状

河段	仿自然鱼道位置 (m)	长度 (m)	宽度 (m)	高程范围 (m)	落差 (m)	平均底坡 (m)	备注
1#	Y0+765 ~ 0+899	134	32.2 ~ 51.5	593 ~ 589	4.0	3.0	姚家平 坝下
2#	Y0+952 ~ 0+1119	167	29 ~ 43	589 ~ 584.5	4.5	2.7	
3#	Y0+1180 ~ 0+1436	256	13.7 ~ 32.6	584 ~ 576	8.0	3.2	
4#	T0+919 ~ 1+113	194	24.5 ~ 56.7	561 ~ 553	8	4.1	天电坝 下
5#	T1+801 ~ 1+859	58	20.6 ~ 23.1	545 ~ 543	2	3.4	
6#	T3+308 ~ 3+756	448	20.2 ~ 49.5	530 ~ 491	39	8.7	
合计		1257			65.9		

## 2) 生境修复方案

针对坝下分布的高流速河段，主要采用局部疏浚和滩地挖槽的修复方式，沿河道滩地开挖成槽；并结合局部生境营造的方法，借助河道地形条件打造河流边滩、心滩，局部营造浅滩、深潭生境节点，恢复河段生境多样性；同时通过布设大直径漂石，增加主流通道蜿蜒性，增大沿程阻力，降低流速，增大水深，保证鱼类适宜栖息空间和上溯通道。

### ① 河段疏槽

生境修复河段河道地形多类似U形，河道一侧边坡较平缓，部分断面水深较浅，在枯水季节对鱼类的栖息生存和上溯交流存在一定影响，需对河道进行疏槽和局部生境改造，增大河道水深。河道疏槽适用于局部河道断面束窄或河底抬升造成的局部水流加速的区域，疏槽时应结合天然河床特点，考虑常枯水流量条件下的水深需求，在尽可能保留河床横断面原始形态的前提下进行河槽塑造。对底宽且平的U形断面，宜将边坡较陡的一侧深挖，在横断面上深挖形成深槽，构建复式断面，使深槽内具有足够的水深，供鱼类可在减水河段栖息生存；同时将疏挖的土石方堆于边坡较缓一侧，但不宜完全填平，使较缓一侧形成浅滩。产粘沉性卵鱼类一般在流水浅滩繁殖，水深一般在0.3~1.5m，建议生境修复区域浅滩水深构造在0.3~0.6m为

宜，深潭水深在1.0~1.5m。河道疏槽的横向位置，既要考虑开挖整治工程量，又要考虑主槽行洪安全影响，以岸边流速0.5m/s作为整治岸边线，此处水深约0~0.5m，选择在河道坡度较缓，岸边低流速区较宽的区域，沿着整治岸边线内侧开挖，控制主槽流速0.5~1.2m/s，疏槽断面设计底宽2m左右，设计水深1.0m，在枯水季节施工，底部尽量与河道主槽最深点齐平，在现状地形开挖深度0.5~1.0m。为了防止洪水对重塑深槽的冲刷，采用施工难度相对较低的大卵石对疏挖河槽进行护脚、护坡，石块抗冲粒径需不小于35cm，护脚采用一层至双层大卵石，厚度约50cm。

## ②生境节点营造

开展生境修复的河道坡降较大，部分河段流速超过2.0m/s，鱼类上溯困难，修复河段宜控制流速在0.2~0.9m/s，可在河道内按照一定规则布置石块等进行阻水，增大沿程阻力，减缓局部过大流速，增大水深，形成鱼类可通行的通道，并借助水流自然冲刷的方式修复浅滩-深潭结构。根据姚家平下游卵石河床的构造特点，堆石采用天然卵石或者粉碎后石块，在基本不改变现有河床地形的情况下，在浅滩和深潭设置不同比例的大、中、小砾石。浅滩底质大、中、小砾石的比例为50%、30%和20%，深潭底质的比例为20%、50%和30%，砾石有利于增加河床环境复杂度，在局部区域改变水体流速。堆石布置在约在深泓线两侧各1/3的范围，在横截面上放置成一排，中间留有过流孔口，以便加强枯水期栖息地功能；当出现小流量或者河道相对较宽时，通常将较大漂石间的空隙部分封闭，放置扁平石块形成底槛，在小流量期间获得更高的阻水效果和更大的水深。

减水河段生境修复措施实施后，整个河段流场发生变化，高流速河段间隔出现，且行程较短，生境修复连通了上下游流速较低区域，可形成低流速过鱼通道。

### 6.2.2.2 生态调度方案优化

根据项目环评报告书及其批复要求，在姚家平水利枢纽工程运行期每年4~6月鱼类集中繁殖期实施一次为期10~15天的生态调度，生态调度期间本工程及下游天楼地枕水电站不进行日调节。初设阶段，结合评价区域分布的鱼类资源现状及其生态习性，以齐口裂腹鱼、青石爬鮡为主要敏感保护对象，根据裂腹鱼类、鮡类对水生生境的需求条件，制定本工程的生态调度方案。

#### (1) 生态调度目的

姚家平水利枢纽所在河段鱼类主要为产粘沉性卵繁殖习性，生态调度主要为创造低波动水流泄放，避免坝下河段日内流量变幅太大造成下游产粘沉性卵鱼类产卵场干涸，为鱼类繁殖孵化创造条件。

#### (2) 生态调度时间

生态调度应在4~6月进行，由于清江6月进入主汛期，为协调生态调度和防洪调度时间，同时兼顾减缓下泄低温水对鱼类影响，生态调度时间暂定为4月下旬~5月上旬。

#### (3) 生态调度方案

生态调度时段应根据预报避开洪水期，生态调度期间姚家平水利枢纽工程不进行日调节。为避免下游河道水量变化过大，生态调度期间同时开启生态机组和坝身中孔进行下泄，生态调度持续时间10~15天。生态机组下泄流量 $16.0\text{m}^3/\text{s}$ ，同时开启坝身中孔，按照最小开度30cm计算，下泄流量不小于 $25.0\text{m}^3/\text{s}$ （死水位计算），合计向下游减水河段泄放流量 $41.0\text{m}^3/\text{s}$ 以上；生态调度期间主机组按照最小流量泄放，即 $25\text{m}^3/\text{s}$ ，尽量减缓下游水位波动。生态调度结束后，逐步关闭中孔，通过生态机组下泄生态流量。

#### (4) 监测评估

生态调度实施期间，开展水生生态、水质和水文要素同步跟踪监测，并评估生态调度实施效果。

水生生态监测主要在生态机组下游河段设置监测断面，监测生态调度期间下游河段卵苗发生量。监测频率为1日1次。

水质监测主要在主机组上游、天楼地枕库尾设置监测断面，监测指标包括水温、pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、BOD<sub>5</sub>、氨氮、总磷、COD、总氮等。监测频率为1日1次。

水文监测主要在姚家平、天楼地枕坝下河段设置水文监测断面，监测断面水位及日涨幅、流量、流速和水温等水文指标。监测频率为1日1次。

### **(5) 监测效果评估**

生态调度实施后，根据水生生态监测、水质监测、水文监测结果，对生态调度实施效果进行评价，重点开展鱼类早期资源与生态调度效果评价，以及生态调度期间重要断面水文过程与姚家平河段鱼类产卵繁殖水文过程历史资料的对比分析；并根据评估结果对下一年度生态调度方案进行优化。

## **6.2.2.3 增殖放流站设计优化**

### **(1) 鱼类增殖站设计过程**

项目环评报告书批复提出：“工程蓄水前建成鱼类增殖放流站，形成运行管理和增殖技术能力，放流齐口裂腹鱼、光唇裂腹鱼、多鳞白甲鱼、小口白甲鱼、泉水鱼、中华倒刺鲃、青石爬鮡、长阳鮡等种类，放流规模为22万尾/年，结合鱼类栖息地及流域生态保护需要，选择合适河段进行长期增殖放流，同步开展鱼类增殖放流标记及放流效果监测与评估，根据监测结果适时调整增殖放流地点、对象及规模。”

初步设计阶段编制了《姚家平水利枢纽工程鱼类增殖放流站工艺设计专题报告》，对鱼类增殖放流站进行了工艺设计。目前，随着工程前期工

作的开展，鱼类增殖站土建工程、繁育设备和运行、科研部分已完成招标。

## (2) 鱼类增殖站工艺设计

### 1) 增殖站选址

本工程鱼类增殖站及业主营地合建，位于向家坝村后坝S233隧道进口段，规划用地面积35240.55m<sup>2</sup>，总建筑面积6267.58m<sup>2</sup>，场区内新建综合楼、值班宿舍楼、机修间及仓库、加压泵房及配电房、门房、鱼种培育车间、亲鱼培育车间、催产孵化和开口苗培育车间、室外苗种培育池、防疫隔离池、养殖尾水处理系统、生态塘等建筑。

### 2) 放流对象和规模

放流种类和数量与项目环评阶段保持一致，放流种类为齐口裂腹鱼、光唇裂腹鱼、多鳞白甲鱼、小口白甲鱼、泉水鱼、中华倒刺鲃、青石爬鮡、长阳鮡等种类，放流规模为22万尾/年。放流计划见表6.2.2-2。

表 6.2.2-2 姚家平水利枢纽工程鱼类增殖放流站工作计划

放流种类	规格 (cm)	数量 (万尾/年)	放流计划
齐口裂腹鱼	4~6	2.0	近期开展亲本收集、驯养和苗种繁育，其中齐口裂腹鱼、光唇裂腹鱼、多鳞白甲鱼、小口白甲鱼亲鱼量少，亲本在清江捕获困难，前期放流量可适当减少，待亲本量充足后逐渐增加放流规模。
光唇裂腹鱼		4.0	
多鳞白甲鱼		2.0	
小口白甲鱼		2.0	
泉水鱼		5.0	
中华倒刺鲃		5.0	
青石爬鮡		1.0	近期开展亲本收集驯养和人工繁育技术研究，待人工繁育技术突破后再进行苗种繁育和放流。
长阳鮡		1.0	
合计		22.0	

### 3) 养殖工艺

结合不同养殖模式的弃水产生量、工艺特点及放流对象的生态习性，并综合考虑水源和场地条件，经比选后确定，本增殖站采用以循环水养殖模式为主、静水养殖模式为辅的混合养殖模式，以满足放流鱼类苗种培养和野生亲鱼驯养需求。

鱼类增殖站生产可分为亲鱼培育，催产、孵化和开口苗培育，鱼种培育3个阶段。由于坝区周边用地紧张，场地狭小，综合技术要求、水资源状况、鱼苗鱼种成活率、建设与运行管理成本等，兼顾部分野生鱼类的生活习性，确定各环节养殖工艺。

亲鱼培育：亲鱼的产卵需要较大栖息空间与持续、大量的流水刺激，为便于布置与操作，亲鱼培育采用室内养殖的方式。产前亲鱼可在室内亲鱼池进行雌雄单池培养。由于增殖站取水量大，取水条件不佳，室内采用循环水培育以减少取水量和排污量。

催产、孵化和开口苗培育：该生产环节时间短，是放流苗种生产的关键环节。鱼卵的孵化、稚鱼的培育，对水温、流速、溶解氧、水质等条件要求较高且稳定，室外环境不宜人工控制，该环节需在室内完成。本工程增殖站用地紧张，采用循环水处理设备配套实现催产、孵化和开口苗培育环节的清水供应，该工艺用水量和废水产生量少，对水的利用率高。

鱼种培育：鱼种培育根据其生长期的不同要求和对外界环境的适应性，可采用室内与室外相结合的培育方式，小规格鱼苗采用室内循环水养殖模式，“夏花”以上的鱼种培育采用室内、室外静水相结合的培育方式。

#### 4) 建构筑物设计

本工程鱼类增殖放流站各构筑物、设施名称及规格见表 6.2.2-3。

表 6.2.2-3 姚家平水利枢纽工程鱼类增殖放流站主要建构筑物

序号	构筑物名称	规格			个数	面积 (m <sup>2</sup> )	备注
		长(m)	宽(m)	深(m)			
1	蓄水池	20	10	2.5	2	400	取水泵抽提
2	防疫隔离池	15	5	1.5	4	300	蓄水池直供或生态塘循环用水
3	室外苗种培育池	15	5	1.5	8	600	蓄水池直供或生态塘循环用水
4	鲃科鱼类仿生态驯养池	20.5	5.5	2.1	1	112.75	蓄水池直供或生态塘循环用水
5	催产孵化和开口苗培育车间	42	18	—	1	756	—

序号	构筑物名称	规格			个数	面积 (m <sup>2</sup> )	备注
		长(m)	宽(m)	深(m)			
1)	催产池	3.0(直径)		1.3	2	14.13	蓄水池直供
2)	孵化槽	2.0	0.8	0.6	12	19.2	循环水系统
3)	集成孵化器	2.0	0.85	1.6	2	3.4	循环水系统
4)	孵化桶	0.86(直径)		1.48	12	6.97	循环水系统
5)	开口苗培养缸	1(直径)		1	68	53.38	循环水系统
6	鱼种培育车间	42	18	—	1	756	—
1)	鱼苗培育缸	2(直径)		1	40	125.6	循环水系统
7	亲鱼培育车间	42	22	—	1	924	—
1)	亲鱼培育缸	4(直径)		1.2	24	301.44	循环水系统
8	生态塘	设计成不规则形状		2.0	1	2000	—
9	养殖尾水处理系统	25	15	—	1	375	—

各构筑物、设施设计如下:

#### ①蓄水池

为保证车间内养殖设施清澈水供给,在室外高地处建设2个蓄水沉淀池,交替使用,功能为沉淀和蓄水,占地共400m<sup>2</sup>,蓄水池为钢筋混凝土水池结构。根据养殖设施的体积和换水率、增殖站地形,单个蓄水池规格为长20m,宽10m,高2.5m,单个容积为500m<sup>3</sup>,总蓄水容积为1000m<sup>3</sup>,单个蓄水池基本可保障增殖站1~2天的高峰用水量。为便于清淤及运行,蓄水池分为两格,一格用于沉淀,底部设置排沙管;另一格用于存蓄清水。蓄水池由两路水源供水,主水源供养殖区平时使用,备用水源满足主水源供水不足或无法正常供水的情况下临时用水。

#### ②亲鱼培育车间

亲鱼培育是鱼类繁殖的关键,性腺发育良好的雌雄亲鱼是人工繁殖的物质基础,亲鱼对水体条件要求较高。建设亲鱼培育车间1个,长42m,宽22m,面积924m<sup>2</sup>。建筑为一层,建筑高度5.75m。车间单独配备一套循环水处理系统,循环水设备设置于隔间内。亲鱼培育车间内设圆形亲鱼培养

缸24个，培养缸直径4m，高1.2m，有效水深1.0m，单池水面面积12.56m<sup>2</sup>。

### ③催产孵化和开口苗培育车间

建设催产孵化和开口苗培育车间1个，长42m，宽18m，面积756m<sup>2</sup>。建筑为一层，建筑高度5.75m。车间内设催产池2个，配备孵化槽12个、孵化桶12个、集成孵化器2个、开口苗培育缸（直径1m）68个。车间单独配备一套循环水处理系统，循环水系统设置于隔间内。催产池由蓄水池直接供水，孵化设施和开口苗培育由循环水系统供水。

催产池：性腺发育成熟的亲鱼注射催情激素后在催产池内待产卵。共设置2个，直径为3m，池壁高1.3m，水深控制在1.0m。催产池用水由蓄水池直供，亲鱼经激素催情后需要一定的水流刺激，日换水率为12次。催产池池底均匀向中心倾斜，呈锅底状，倾斜比降2~3%。

孵化槽：孵化槽孵化未脱粘的粘性受精卵。孵化槽为矩形结构，玻璃钢制成，共设置12个，长2.0m，宽0.8m，高0.6m，有效水深0.4m。每个孵化槽设6个0.48m<sup>2</sup>孵化网片，用于粘性卵孵化，每个网片可孵化1万粒受精卵，可悬挂于孵化槽中。

孵化桶：孵化桶孵化漂流性卵，增殖站放流对象中近期无产漂流性受精卵鱼类，但孵化过程中孵化桶可灵活使用，共设置12个，以满足科研及放流鱼类繁育技术试验需求。孵化桶为下部圆锥体、上部圆台体，直径为0.86m，高为1.48m，有效水深1.1m。孵化密度一般取5~10万粒/m<sup>3</sup>，单桶可放卵2.5万粒。

集成孵化器：设置集成孵化器2个，长2.0m，宽0.85，高1.6m，控制水深0.3m，具备过滤装置、杀菌及恒温功能。可根据孵化需要切换源水，可用外部源水，也可使用循环水系统，自循环处理。

开口苗培育缸：为便于操作和管理，提高鱼苗培育的成活率，设置开

口苗培养缸培育鱼苗68个，培养缸材质为玻璃钢圆形缸，直径1.0m，高1.0m，控制水位0.8m。

#### ④鱼种培育车间

建设鱼种培育车间1个，车间规格为长42m，宽18m，面积为756m<sup>2</sup>。建筑为一层，建筑高度5.75m。车间单独配备一套循环水处理系统，设置于隔间内。车间内布设鱼苗培养缸40个，直径2m，高1.2m，控制水位1.0m。池底由四周向中心排水口倾斜，便于排水和排污，倾斜度控制在2%。

#### ⑤室外苗种培育池

建设室外苗种池8个，矩形结构，长15m，宽5m，高1.5m，控制水深1.2m，单个池子面积75m<sup>2</sup>，可兼做鱼苗野化锻炼池，可在室外培育放流规格苗种，也可灵活安排用于亲鱼的培养。为地下开挖混凝土结构，培育池建在地面下1.0m，地面以上高度为0.5m，顶部设遮阳棚。采用静水养殖方式，平均每日补充10%的水量，定期人工吸污或彻底换水。

#### ⑥防疫隔离池

收集或采购的鱼类应先在防疫隔离池培育10~15天，采取消毒和隔离培育后再进行分类培育。建设4个防疫隔离池，长15m，宽5m，高1.5m，控制水深1.2m，单个池子面积为75m<sup>2</sup>。结构与室外苗种培育池相同，可与室外苗种池合并建设，顶部设遮阳棚。在不隔离培育亲鱼期间，防疫隔离池也可用于室外苗种培育。

#### ⑦鮠科鱼类仿生态驯养池

为研究鮠科鱼类，开展鮠科鱼类的驯养，建设鮠科鱼类仿生态驯养池1个，池体呈环道形式，池体外形尺寸为20.5m×5.5m，有效水深1.6m，由钢筋混凝土池体、增氧风机、造流泵、控制系统、遮阳篷组成，池体包含驯养区、集污槽、泵池，驯养区内设置鹅卵石和曝气管道，驯养区由拦鱼网

隔离，顶部设遮阳棚。

#### ⑧综合楼

为方便和加强工程现场管理，业主营地综合楼及鱼类增殖站综合楼合建，统一运行、管理。增殖站用房主要包括实验室、展示室、办公室、值班室、工具间、储藏室、卫生间等功能用房。并设小型实验室1个，以满足日常生产的水质监测、亲鱼和苗种发育观察以及病害诊断和放流标记需要。展示室主要配备标本展示架及标本瓶，活体展示整体水族箱，墙体宣传展示板等。

#### ⑨实验办公设备

配备的仪器设备有水质监控设备、通讯设备和办公设备等。其中，实验设备主要有水下摄像系统1套、便携式多参数水质分析仪1台、便携式多参数水质检测仪1台、紫外分光光度计1台、显微镜1台、解剖镜2台、电子天平2个、电子秤2个、冰柜2台、放流标志器械、药品柜、实验室台面等。

### 5) 放流方案

#### ①放流计划

根据放流对象生物学特性以及上下游适宜生境分布情况，计划在坝上水域放流60%苗种，在坝下水域放流40%苗种，后期根据鱼类资源监测结果进行适当优化调整。放流前应请当地渔政主管部门对放流鱼种进行品种、规格及数量抽样检验，接受上述主管部门的监督；遇特殊情况改变放流计划时，需提前通知相关部门。

目前放流对象中的长阳鮡繁殖技术还不成熟，鮡科鱼类可供借鉴的技术和经验不多；青石爬鮡、小口白甲鱼等亲鱼野外资源较少，人工驯养难度大，需先开展人工驯养和繁殖技术研究，待人工繁殖技术成熟后再开展人工培育和放流。

## ②放流标准

放流的苗种必须是由野生亲本人工繁殖的子一代，可从清江捞起的鱼卵孵化后培育部分繁殖用亲鱼，也可驯养野生亲鱼；捕捞难度大的亲本也可从有资质的国家、地方原良种场购买。放流苗种应无伤残和病害、体格健壮，依法检验检疫合格，确保健康无病害，无禁用药物残留。放流前由具有检疫资质的机构对放流鱼种进行健康状况检验。

## ③放流周期

本工程的鱼类增殖放流站应在工程下闸蓄水前建成运行，运行周期为长期运行，鱼类补偿放流年限暂按20年进行，20年后根据鱼类资源恢复情况，对放流种类、数量、地点进行相应的调整，兼顾全流域鱼类放流的总体布局，制定长期的放流计划。放流时间依据生产安排，与放流对象的自然繁殖时间和苗种生产计划相协调，一般宜在春末早夏和秋末冬初。

## ④放流地点

根据放流鱼类对生境的要求，结合现场调查，兼顾库区、坝下水域，进行多点分散放流，放流地点选择在姚家平库尾、长偏河汇口、小溪河回水末端、甘名溪汇口等水域，但应避免电站尾水下泄处。待增殖放流技术成熟和增殖站繁殖能力扩大后，综合考虑流域内增殖放流的总体布局，在三渡峡库尾、雪照河及中下游的马水河、忠建河、野三河等河段开展放流。

## 6) 放流效果监测与评估

增殖放流措施实施后，需定期开展放流效果监测，主要监测放流水域的水体理化指标、饵料生物资源，进行标记鱼的回捕调查，重点监测鱼类种群变化，尤其是放流种类的种群和产卵规模变化情况。通过对区域鱼类资源现状及变化趋势分析，分析研究范围内各河段回捕个体所占比例，评估鱼类增殖放流措施的运行效果，为改进增殖放流方案提供依据。

监测内容：主要包括水生生境、水生生物（浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类）、鱼类早期资源和鱼类“三场”等重要生境，重点监测放流种类鱼类资源变化情况。

监测断面：根据姚家平水利枢纽工程布局，结合所在河段水生生境特点和放流地点，共设置5个放流效果监测断面，分别为雪照河坝下、姚家平库尾、甘名溪汇口、长偏河、小溪河。

监测时间和频次：计划在姚家平水利枢纽工程鱼类增殖放流站运行后的前10年开展隔年监测，共进行5次。其中，水生生境、浮游植物、浮游动物、底栖动物每年丰、枯水期各监测1次；鱼类资源每年4~7月、10~12月各监测1次；鱼类早期资源、鱼类重要生境调查在4~7月进行，年监测天数不少于60天。

## 7) 生活及消防给排水系统

### ①水源

本工程鱼类增殖站与业主营地联合建设，项目所在地目前无市政设施，所需养殖、生活用水及室外消防用水水源均来自清江。消防用水为清江水通过水泵提升至业主营地内的消防水池，消防水池与鱼类增殖站蓄水池合建。增殖站生活供水接场区内生活给水管网，与业主营地统一考虑。

### ②给排水系统

室外采用雨、污分流排水体制。室外排水系统分生活污水排水系统及雨水排水系统。生活污水通过污水管道排入场区污水管网，生活污水经化粪池收集处理后排入一体化污水处理设备，经处理达到标准后收集回用。

生活污水经处理后，水质满足《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）中的旱作作物及蔬菜灌溉水质要求后用于农田灌溉；非灌溉季节处理后水质满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）要求后

回用于浇灌林地灌丛、场地洒水等。

## 8) 养殖给排水系统

### ①水源

生产用水主要用于鱼苗、鱼种的养殖培育、产卵孵化。增殖站主水源为清江，通过潜水泵提升的供水方式提升至蓄水池处理后，供给各养殖池和养殖车间。清江总体水质较好，来水经沉淀和简易消毒处理后即可满足鱼苗、鱼种和亲鱼的养殖需求。

养殖用水从蓄水池接出一路供水干管，沿站内主干道敷设，采用重力自流供水方式，从干管上接出支管，至各养殖建筑单体的用水点。此外，需寻找一处备用水源，作为主水源的应急替代，可由附近的山泉水作为备用水源。

### ②用水量

增殖站共配备3套循环水处理系统，其中催产孵化和开口苗培育车间、鱼种培育车间、亲鱼培育车间各使用1套。催产池由蓄水池直接供水；室外苗种培育池、防疫隔离池、鮡科鱼类仿生态驯养池等其他室外养殖设施由蓄水池直接供水或由生态塘中抽提处理后的水循环使用。

根据计算，增殖站循环水最高日补水量 $48.10\text{m}^3/\text{d}$ ，室外养殖设施日最高补水量为 $126.04\text{m}^3/\text{d}$ ，催产池使用期间日最高补水量为 $169.56\text{m}^3/\text{d}$ 。增殖站日最高用水量 $2085.10\text{m}^3/\text{d}$ ，高峰用水流量为 $0.0241\text{m}^3/\text{s}$ （各养殖设施满负荷运行），日最高补水量合计 $343.70\text{m}^3/\text{d}$ ，日平均用水量为 $111.70\text{m}^3/\text{d}$ ，日平均退水量为 $106.11\text{m}^3/\text{d}$ （日平均用水量95%计算）。

生产用水取水工程主要包括取水泵、泵站和输水管道组成，水源取自清江河道。增殖站修建蓄水池2座，规格为 $20\text{m} \times 10\text{m}$ ，高 $2.5\text{m}$ ，单个容积为 $500\text{m}^3$ ，单个蓄水池可满足日常1~2天的养殖用水需求，2座蓄水池交替使

用，保障沉淀时间使水体保持清澈。

### ③给排水系统

未被摄食的残余饵料、养殖对象粪便以及残留的化学药剂等是养殖生产废水的主要来源。各养殖池养殖废水通过专用废水管道收集，废污水收集后采用养殖尾水处理系统、生态塘等处理。养殖废水经管（沟）收集后排入集水井汇合，经潜水泵提升至养殖尾水处理系统，经过集中处理后排入生态塘，在生态塘内进一步处理、贮存。在疫病发生时，在污水处理系统的集水池设水泵抽提污水，用罐车拉走处理，污水不进入生态塘和室外循环系统，确保站内鱼类养殖安全。室外培育池、防疫隔离池、鮠科鱼类仿生态驯养池按每日补充10%水量计算，日最高补水量为126.04m<sup>3</sup>，其补水可通过蓄水池直接进行补水，在养殖高峰期排水量大的时段，也可通过抽提生态塘水经处理后回用于室外养殖设施。

回用于室外养殖设施的水体，通过潜水泵从生态塘抽提；回水进入微滤机进行处理，过滤掉水体中的悬浮颗粒；设置集水池调节回水；通过紫外线消毒器对集水池——室外培育池环节的回水进行杀菌处理，杀灭水体中的细菌及有害微生物；室外培育池回用水体的水质达标后，水体进入室外养殖设施回用，同时利用增氧机增氧；回用后排出的水体进入养殖尾水处理系统，采用渠道式紫外线消毒器对回水进行杀菌处理。生态塘水体应经微滤机、紫外线消毒器处理达标后回用，水体应经检测满足养殖用水标准后方可回用，若水质不达标应优化养殖尾水处理系统、生态塘处理工艺，对回用水体进一步处理、净化。

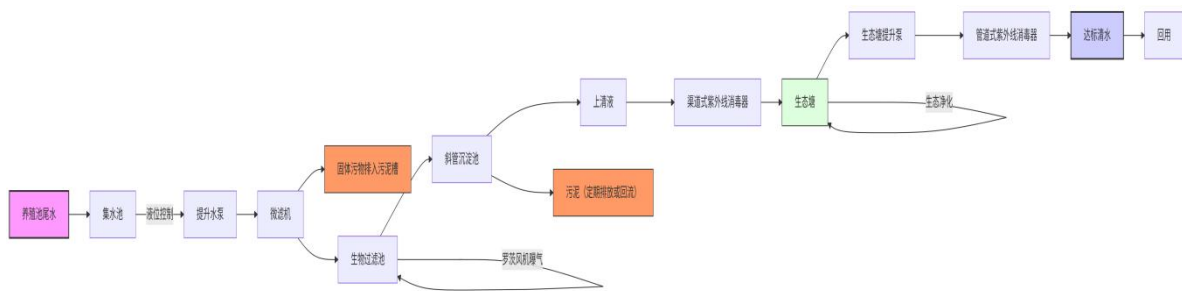


图 6.2.2-3 室外养殖尾水处理系统流程

本工程生产、生活废污水应尽量回用。除回用于室外养殖设施补水、业主营地洒水、景观用水和蒸发外的水量，在鱼类主要繁育时段3~10月，排水量相对集中，尤其是催产池使用期间换水量较大，对于不能回用在增殖站和业主营地范围内的养殖排水，可回用于浇灌周边林地、灌丛、茶园、果园等。出水水质满足《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）中的旱作作物及蔬菜灌溉水质要求后可用于农田灌溉；非灌溉季节处理后水质满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）要求后可回用于浇灌林地灌丛、场地洒水等。用于其他用途的，执行国家或湖北省相应回用水质标准。

表 6.2.2-4

姚家平水利枢纽工程鱼类增殖放流站用水需求表

序号	生产用水设施	养殖水体规格				单个用水体积 (m <sup>3</sup> )	个数	总用水体积 (m <sup>3</sup> )	日换水率	日最高用水量 (m <sup>3</sup> )	日最高补水量 (m <sup>3</sup> )	年使用天数	年用水量	供水方式
		长 (m)	宽 (m)	高 (m)	水深 (m)									
1	催产池	R=1.5		1.3	1	7.065	2	14.13	12	169.56	169.56	40	6782.40	蓄水池
小计										169.56	169.56		6782.40	
2	孵化桶	R=0.43		1.48	1.1	0.21	12	2.55	0.1	2.81	0.26	30	84.30	循环水系统
3	孵化槽	2	0.8	0.6	0.4	0.64	12	7.68	0.1	8.45	0.77	40	337.92	
4	集成孵化器	2	0.85	1.6	0.3	0.51	2	1.02	0.1	1.12	0.10	40	5.18	
5	亲鱼培育池	R=2		1.2	1	12.56	24	301.44	0.1	331.58	30.14	365	11304.00	
6	开口苗培育池	R=0.5		1	0.8	0.628	68	42.704	0.1	46.97	4.27	150	683.26	
7	鱼种培育池	R=1		1.2	1	3.14	40	125.6	0.1	138.16	12.56	180	2386.40	
小计		循环使用, 日补充总水体 10%水量								529.10	48.10		14801.07	
8	室外培育池	15	5	1.5	1.2	90	8	720	0.1	792	72	120	9360	蓄水池或生态塘回水
9	防疫隔离池	15	5	1.5	1.2	90	4	360	0.1	396	36	60	2520	
10	鮡科鱼类仿生态驯养池	20.5	5.5	2.1	1.6	180.4	1	180.4	0.1	198.44	18.04	365	7306.2	
小计										1386.44	126.04		19186.2	
合计										2085.10	343.70		40769.67	
日平均用水量													111.70	
日平均退水量		按照平均日平均用水量 95%计算											106.11	
日最高用水量 (m <sup>3</sup> /s)		各养殖设施满负荷运行								0.0241				

注 1: 循环水处理系统供水方式日换水率按 0.1 计算。

注 2: 供水方式可选择蓄水池供水或循环水处理系统供水, 室外养殖池也可由生态塘抽水经处理后循环使用。

注 3: 鱼类的催产、孵化和苗种培育等为分阶段生产, 鱼类增殖站日最大生产用水量应按各鱼池重合用水时段的最大日用水量之和确定。

#### 6.2.2.4 过鱼方案设计优化

##### (1) 过鱼方案论证过程

项目环评批复提出：“本工程采用升鱼机过鱼方案，初步设计阶段完成升鱼机专项设计和相关水工模型试验，进一步优化系统布置、结构和参数，制定运行期升鱼机运行规程，确保长期有效运行，运行后同步开展过鱼效果监测评估和必要的适应性优化工作。”

项目环评阶段，姚家平过鱼建筑物采用在天楼地枕电站大坝增设鱼道、姚家平生态电站附近设置集鱼系统、大坝设置升鱼机过鱼的方案。在姚家平生态机组厂房尾水下游设置集鱼系统，为提高集鱼效果，下部集鱼口结合短距离鱼道进行布置。鱼道诱鱼、集鱼后通过运鱼车运输至姚家平10#坝下游，再通过升鱼机过坝，过坝后通过运鱼船送至上游约10.5km的大峡谷大桥处，在大桥上游设置放流码头放流。天枕地楼鱼道沿大坝左岸沿线道路旁布置，鱼道设置有鱼道进口段、进口检修闸段、有效段、出口控制闸、出口段，鱼道总长560.5m。

初设阶段，设计单位开展了过鱼建筑物专项设计，包括坝下河段流场数值模拟计算研究和过鱼建筑物水工模型试验研究（尾水渠与下游河道整体水工模型试验和天楼地枕鱼道模型试验），基于数值模拟计算和模型试验研究成果，对过鱼方案进行优化完善。将项目环评阶段布置在右岸的集鱼系统调整到左岸，调整后集鱼系统布置在姚家平生态电站尾水对岸下游约100m处，总长103.65m，将升鱼机竖井布置由10#坝段调整（右岸）至6#坝段（左岸）。

最终确定的过鱼建筑物总体布置为：在天楼地枕大坝左岸设置竖缝式鱼道，并改建天楼地枕引水洞，在姚家平坝后生态电站下游左岸设置集鱼系统，坝后左岸设置运鱼轨道，坝身设置升鱼机将集鱼系统集到的鱼提升过坝，通过坝前运鱼船将鱼运输至库区适宜放流的生境放流。

## (2) 过鱼对象及过鱼时间

根据项目环评报告书及批复要求，本工程主要过鱼对象为：青石爬鮡、齐口裂腹鱼、短体副鳅、泉水鱼、光唇裂腹鱼、暗色唇鲮、长脂拟鲮、四川爬岩鳅、泸溪直口鲮、红尾副鳅、戴氏山鳅、琼中拟平鳅、平舟原缨口鳅、中华纹胸鮡为主要过鱼对象，其它受工程影响的鱼类列为兼顾过鱼对象。

根据确定的保护对象，确定过鱼时间为鱼类的繁殖季节3~10月，该时段可满足大多数亲鱼繁殖过坝需求，其中主要过鱼时间为4~8月。升鱼机每天运行1次。实际运行中可根据鱼类资源分布变化和繁殖行为做相应调整。

## (3) 姚家平过鱼方案工艺设计

姚家平水利枢纽工程采用升鱼机过鱼方案，升鱼机由固定式集鱼系统（短距离鱼道）、提升转运系统和放流系统组成。

### 1) 集鱼系统

集鱼系统由拦导鱼设施、集鱼通道、集鱼槽和赶鱼栅等组成。集鱼系统在坝下鱼类集群水域利用鱼类对水流的趋向性，将鱼类诱入集鱼通道，利用赶鱼栅系统驱赶鱼类至集鱼池附近，同时在进鱼口处设置防逃逸装置，防止进入的鱼类逃逸。

集鱼系统布置在姚家平生态电站尾水下游，总长103.65m，由进口段、检修闸、赶鱼栅池、集鱼箱池、控制闸室、进水渠段等组成。集鱼系统进口底板高程和河床存在高程差，结合实际情况在进口处修建接底设施，采用铺设原河床基底石材处理。底部铺设石块增加糙率并模拟自然底质。

姚家平集鱼系统布置共分为集鱼系统进口段、集鱼系统检修闸段、集鱼系统赶鱼栅池集鱼箱段、集鱼系统控制闸段、集鱼系统进水渠段五段，结构设计见表6.2.2-5。

表 6.2.2-5 姚家平过鱼设施集鱼系统设计方案

设计参数	起止桩号	长度	尺寸	其他参数及说明
------	------	----	----	---------

		(m)		
集鱼系统 进口段	JY0-051.00~JY0+000.00m	51	宽 2.0~25.4m, 底板高程 595.50~593.65m。	上游与检修闸底板同高 593.65m, 采用 1:3 反坡与下游现状地形相接。岸设有导鱼堰和护坦, 导鱼堰与集鱼检修闸中心线交角 110°, 长 46m。导鱼堰采用格宾石笼, 顶部高程 596.30m, 左右侧边坡 1:1, 顶宽 1m。
集鱼系统 检修闸段	JY0+000.00~JY0+009.00m	9	底板高程 593.65m, 净宽 2.0m。	布设有赶鱼控制一室。
集鱼系统 赶鱼栅池 集鱼箱段	JY0+009.00~JY0+027.50m	18.5	底板高程 593.65m, 净宽 2.0m。集鱼池尺寸 3.0m × 2.0m × 2.0m, 底板高程 591.65m, 净宽 2.0m。	布设有赶鱼控制二室。集鱼箱段 618.00m 以上设有鱼类分拣观察室, 设有分拣区、观察室、科研科室、暂养池、AGV 小车室等。
集鱼系统 控制闸段	JY0+027.50~JY0+040.50m	13	底板高程 593.65m, 净宽 2.0m。	闸室设叠梁门, 闸门总高度 3.5m, 分 7 节。
集鱼系统 进水渠段	JY0+040.50~JY0+052.65m	12.15	净宽 2.0~8.0m, 底板高程 593.65~595.00m。	下游与控制闸底板同高 593.65m。采用 1:3 反坡与上游疏挖 595.00m 相接。引水渠端部采用单侧喇叭口进水, 转弯半径 4.5m。

## 2) 提升转运系统

提升转运系统主要由运鱼箱、转运系统、提升系统、坝上运输等部分组成。

运鱼过程为：集鱼箱池内的集鱼箱提升至EL623.20m后，将诱捕的鱼类通过溜槽装至暂养池，经过暂养后的鱼类通过放鱼孔装至运鱼箱，运鱼箱安装在停放在EL618.00m处AGV运鱼小车上，运鱼箱中设有控温、充氧等鱼类维生系统。随即AGV运鱼小车将运鱼箱沿导引轨道经左岸水垫塘护坡顶运输至6#坝段交通廊道处，运输距离总长480m。升鱼机提升井、人行楼梯以及电梯井布置在6#坝段下游，等候在提升井内运鱼箱上方的自动抓梁下降连接运鱼箱，在上游台车的牵引下沿导向轨道上升到坝顶750.0m高程。上游台车悬吊运鱼箱沿坝顶排架上的水平轨道运行至停泊在坝前水库中的转运船上方。上游台车将运鱼箱下降至转运船上，由运鱼船运至放流点放

流。

### 3) 放流设施

放流系统由运鱼船、鱼类运输暂养系统、放流滑道等组成。由于姚家平库区水位变幅高达30m，在坝前布置放流滑道的难度较大，且不利于放流过程中鱼类的生存，因此采用运鱼箱直接过坝方式，将集鱼后的运鱼箱转运至运鱼船上，再由运鱼船放流至合适的放流地点。

放流地点为距姚家平坝址上游约10.5km处的大峡谷大桥上游，位于姚家平库区尾部。在放鱼点修建放鱼码头，放鱼码头设置成亲水斜码头，以适应不同水位情况下放鱼需要，斜码头纵坡设计为5~10%。

### 4) 辅助设施

防撞设施：为防止运鱼船停靠对坝体产生集中荷载，在坝上游设204套漂浮护舷，间、排距2m，矩形布置。

暂养设施：由于运鱼箱无法长时间满足鱼类存活需求，需设鱼类暂养设施，在运鱼箱内部设置控温系统、水循环系统、充氧系统等维生系统，保持运鱼箱内容氧、温度、水质等指标满足鱼类生存需求，保证鱼类长期运输过程中的成活率。

### 5) 生态监测

升鱼机运行过程中，需对过鱼种类和数量进行长期监测，以评估升鱼机的过鱼效果，并为后期升鱼机的设计优化提供数据基础。因此设置观察室1间，也可作为升鱼机科研实验基地，为其他工程升鱼机设计提供学习和借鉴。观察室内设有鱼类暂存和观察的玻璃容器，内部安装充氧和水流动设施，保证在观察时鱼类能够较好的存活。观察室可作为本工程鱼类保护展览区，放置介绍工程建设的鱼类保护措施的科普资料和展板，供宣传和展览使用。同时，设1间独立的小型实验室，用于过鱼数量、种类的统计，或作为对鱼类进行解剖和标记的场所。

生态监测系统布置在集鱼系统上，用于对过鱼数量的监测和适时调整运行调度。并设置有视频监控、水下视频监控、在线水质监控等，以监测过鱼种类、数量、规格等，统计分析过鱼效果，切实保障过鱼系统的有效运行。监测方法主要有回声探测法、PIT遥测法、VEMCO声学遥测、光学计数法、红外传感系统等。其中鱼道主要采用光学计数法等实现过鱼计数，主要设备为光学摄像头等。

#### (4) 姚家平集鱼系统模型研究

##### 1) 集鱼系统布置优化调整过程

项目环评阶段，设计单位委托中国水利水电科学研究院开展了姚家平坝下河段流场数值模拟计算研究，根据不同运行工况下姚家平坝下河段流场分布情况，提出过鱼系统布置和生境修复初步方案。同时，对姚家平集鱼系统布置开展了初步的水力学计算，根据研究结果提出在集鱼系统进口段对尾水渠及下游河道进行局部生境修复，设置分流墙调整局部流场形成集鱼渠；集鱼渠内形成适宜鱼类上溯的流场，集鱼渠外侧为高流速区，形成鱼类上溯屏障，保证集鱼系统进口具有良好的集诱鱼条件。

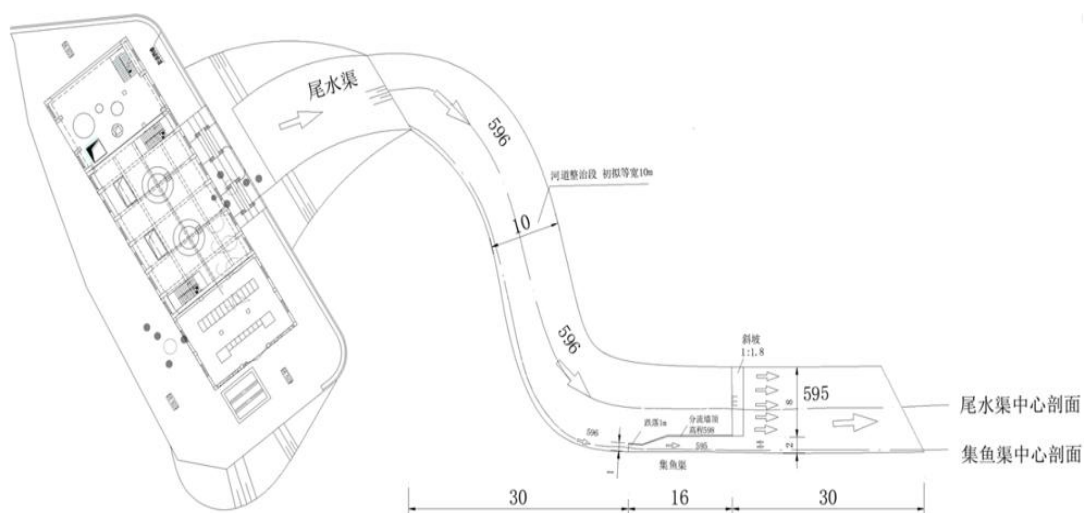


图 6.2.2-4 项目环评阶段生态机组尾水集鱼系统平面布置图（单位：m）

项目环评阶段提出的集鱼系统布置方案设有集鱼渠、整治渠，集鱼渠

道与整治渠道中间设隔流导墙。整治段总长120m，整治渠道宽8m，底部高程596m，尾部降至595m后与原河道相接。集鱼渠宽2m，尾部降至595m后与原河道相接。两渠底部高程变化处相隔16m。形成不同的水流诱导鱼类进入集鱼系统。

初设阶段对集鱼系统布置和河道整治方案进行了深入设计，发现整治段呈S形布置，该布置存在两渠淤堵的可能，运行维护复杂。基于上述问题，为进一步深化设计，优化过鱼方案，设计单位开展了过鱼建筑物专项设计，委托中国水利水电科学研究院开展了集鱼系统布置方案数值模拟和过鱼建筑物水工模型试验研究。并提出左岸集鱼方案进行研究比选，经比选左岸集鱼系统布置紧凑，诱鱼条件较好；右岸集鱼系统与生态电站紧凑布置，诱鱼条件较左岸差；且左岸集鱼系统投资较小。考虑鱼类上溯路线，利用尾水诱鱼水流情况，经综合比较，初设阶段推荐采用左岸集鱼系统，并提出了左岸集鱼系统+导鱼堰的布置方案。

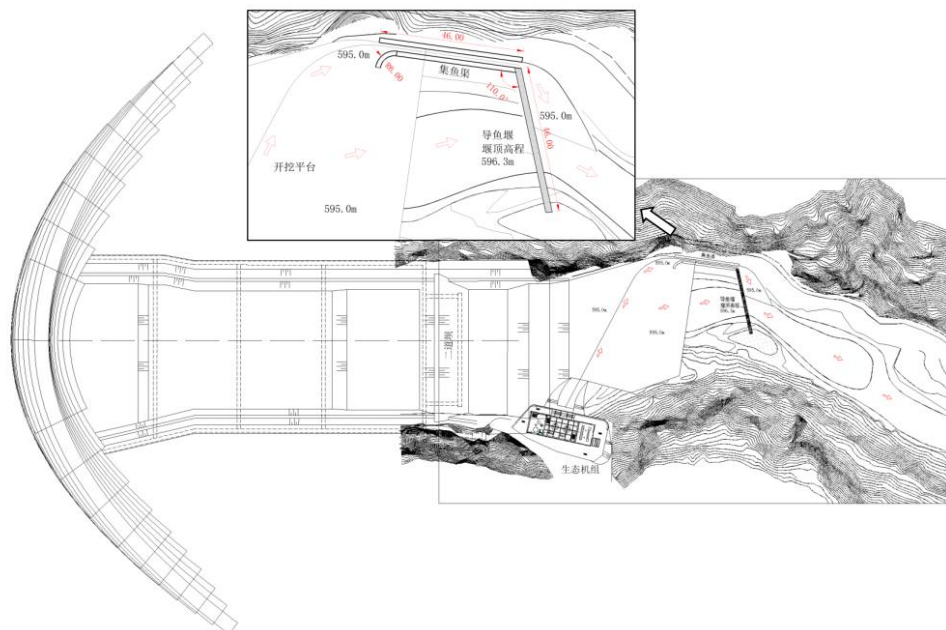


图 6.2.2-5 初设阶段姚家平生态机组下游尾水集鱼系统平面布置图

## 2) 姚家平集鱼系统布置方案数值模拟研究

集鱼系统布置方案数值模拟研究通过计算生态机组发电不同运行工况下，尾水渠、集鱼渠、下游河道的流速分布，提出集鱼系统进口附近河道整治措施，进一步改善集鱼系统进口区域的水动力学条件，提高集诱鱼效果。

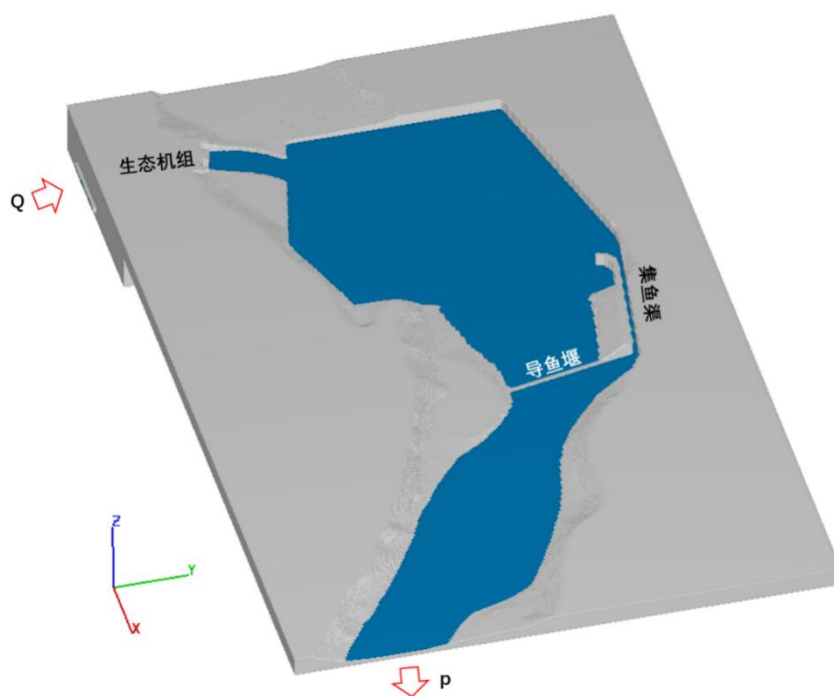
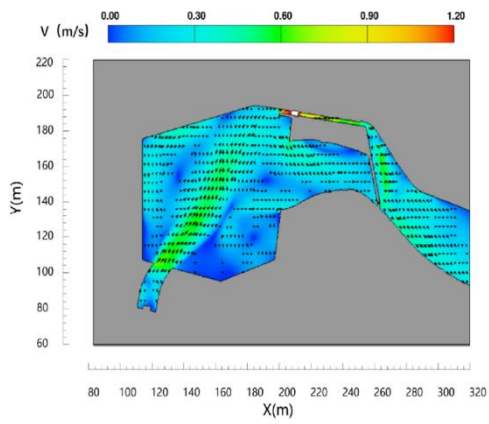


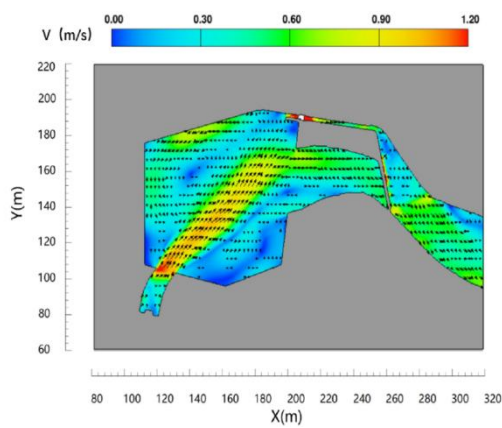
图 6.2.2-6 姚家平生态机组下游集鱼系统三维地形及计算区域

集鱼系统数值模拟研究根据姚家平工程运行特点，选取生态机组下泄单机流量  $11\text{m}^3/\text{s}$ 、生态机组下泄双机流量  $22\text{m}^3/\text{s}$  两种典型工况进行分析，对姚家平过鱼建筑物的尾水渠、集鱼渠、下游河道的流速分布进行计算。

研究表明，导鱼堰+集鱼渠方案使水流从堰顶溢流而过，形成跌水或流速屏障，导鱼堰与河道走向形成一定夹角，引导鱼类游动路线，导鱼堰上游成为河道内唯一的鱼类聚集区域。导鱼堰下游形成了引导向集鱼渠出口的低流速通道，使鱼类聚集地点趋于唯一，提升了鱼类进入集鱼渠的概率，从流场的角度分析该布置方案具有合理性。



流量  $11\text{m}^3/\text{s}$

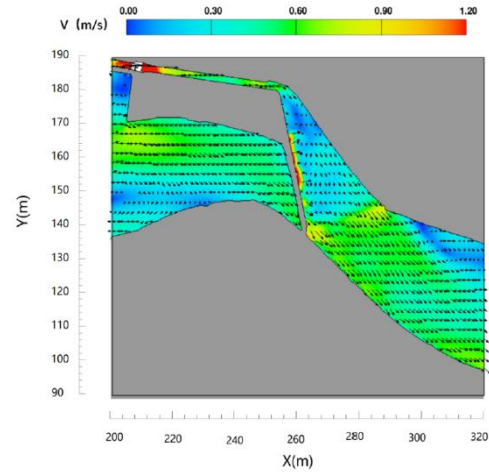


流量  $22\text{m}^3/\text{s}$

a) 集鱼系统整体流场

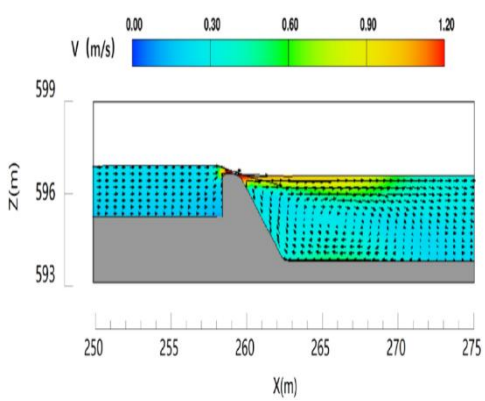


流量  $11\text{m}^3/\text{s}$

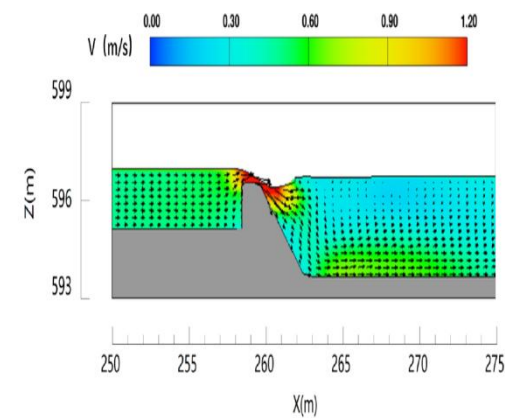


流量  $22\text{m}^3/\text{s}$

b) 导鱼堰附近流场



流量  $11\text{m}^3/\text{s}$



流量  $22\text{m}^3/\text{s}$

c) 导鱼堰上下游流场

图 6.2.2-7 姚家平坝下集鱼系统流场模拟结果图

## 2) 集鱼系统整体水工模型试验研究

姚家平集运鱼系统水工模型试验建立 1:20 的集鱼系统模型，模拟生态机组尾水渠、集鱼渠、集鱼进口及其下游河道地形。测量不同运行工况下，尾水渠、集鱼渠、下游河道的流速分布，对集鱼系统布置方案可行性进行评估，并提出设计方案优化建议和河道整治工程措施，进一步改善集鱼系统进口水动力学条件，提高诱鱼效果。



图 6.2.2-8 集鱼系统整体水工模型

集鱼系统整体水工模型试验主要工况有工况 1（生态机组 11~3 月生态

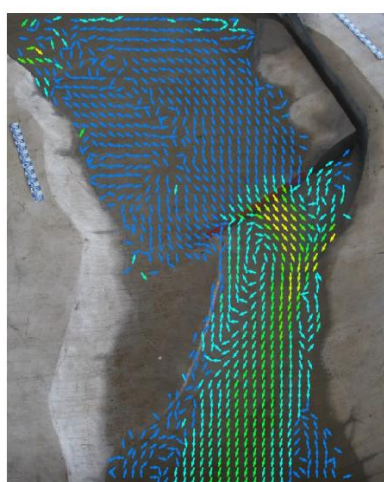
流量  $8.48\text{m}^3/\text{s}$ ）、工况 2（生态机组下泄单机流量  $11\text{m}^3/\text{s}$ ）、工况 3（生态机组 4~10 月生态流量  $15.57\text{m}^3/\text{s}$ ）、工况 4（生态机组下泄双机流量  $22\text{m}^3/\text{s}$ ）等四种典型工况。

### ①流场

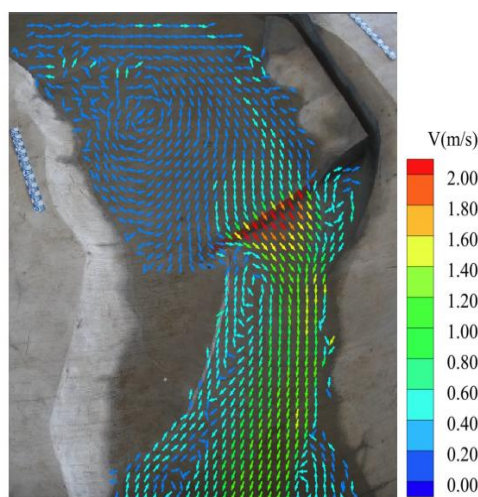
各工况下导鱼堰处均形成过鱼障碍，且过堰水流在下游河道内与集鱼渠出流汇合，形成自集鱼渠水流出口贯通至河道下游的低流速通道，可供鱼类上溯。

由于拦鱼堰的水位壅高作用，在拦鱼堰上游形成水流平稳、流速相对较低的区域，在水流通过拦鱼堰时形成加速水流，各工况下过堰流速均大于  $1.2\text{m}/\text{s}$ 。

过堰水流与集鱼渠出口水流汇合后流向下流，集鱼渠出流靠近开挖区域的左侧边壁，与过堰水流之间形成面积小、强度较弱的回流区，可作为鱼类进入集鱼渠之前的休息区。



流量  $8.48\text{m}^3/\text{s}$



流量  $11\text{m}^3/\text{s}$

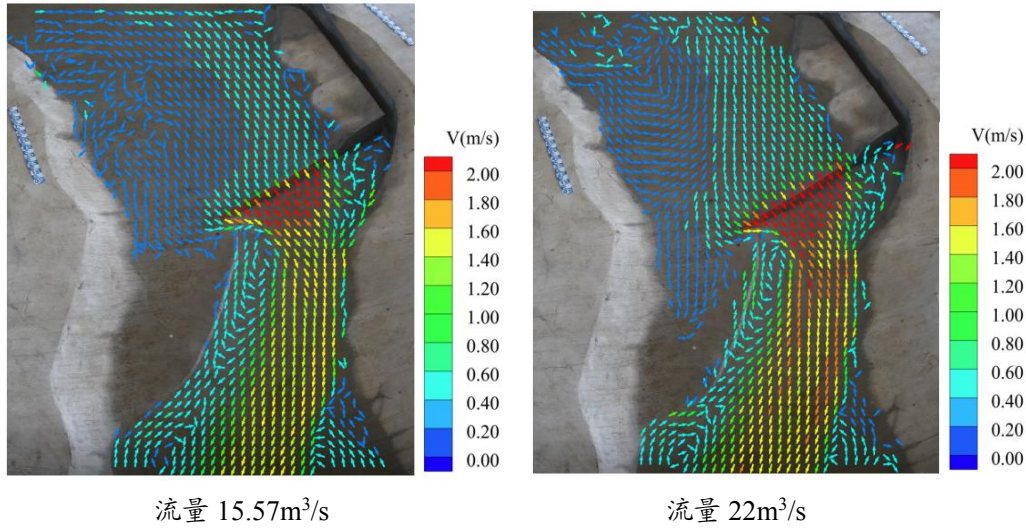


图 6.2.2-9 导鱼堰上游表面流场

### ②集鱼渠与过堰水流

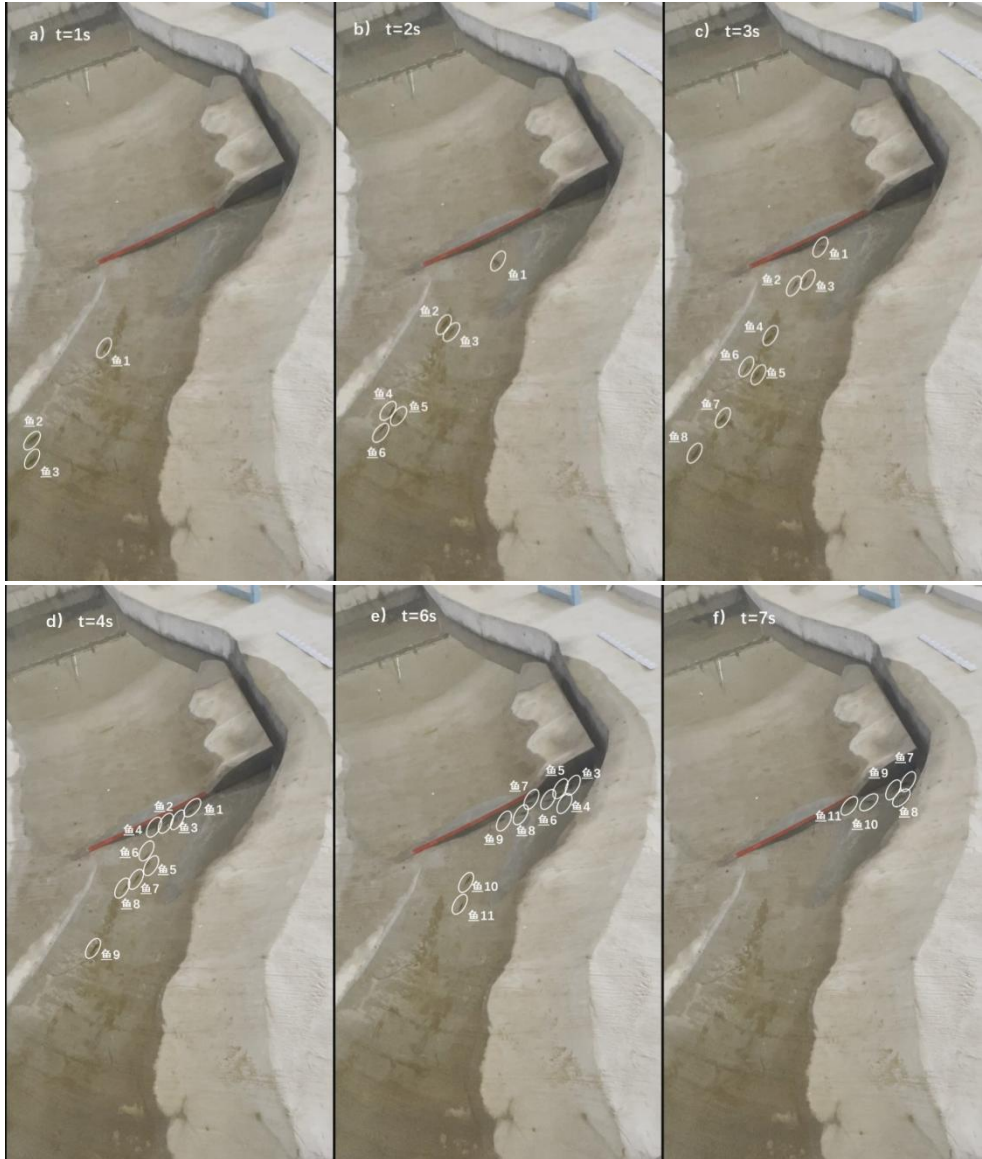
研究表明，各工况下导鱼堰处均可形成过鱼障碍，且过堰水流在下游河道内与集鱼渠出流汇合，形成自集鱼渠水流出出口至河道下游的低流速通道，可供鱼类上溯使用。

表 6.2.2-6 集鱼渠流场数值模拟计算成果

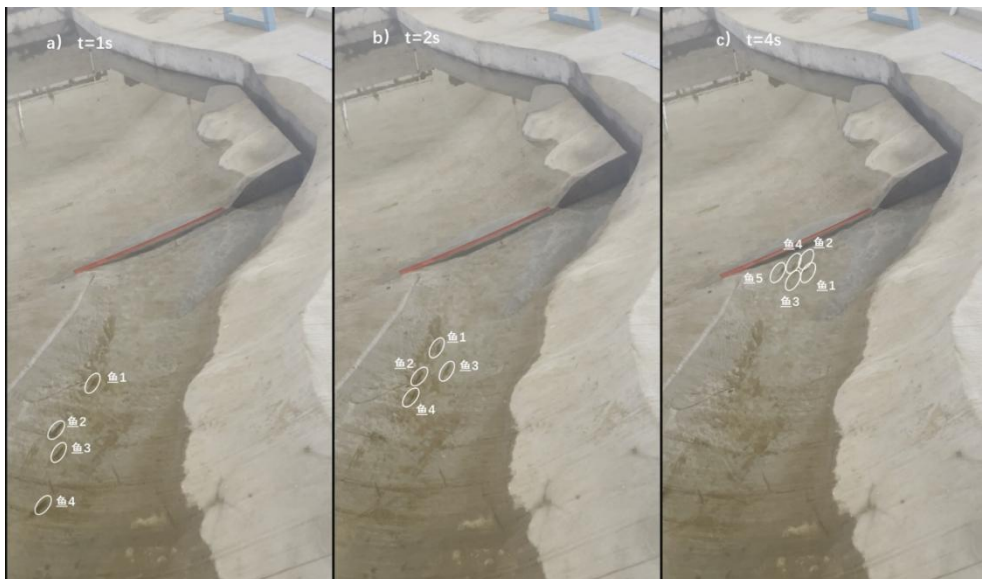
工况	集鱼渠分流量		导鱼堰分流量		集鱼渠流速 (m/s)	集鱼渠水深 (m)	导鱼堰上下游 水面落差 (m)	导鱼堰过堰流 速 (m/s)
	流量 (m <sup>3</sup> /s)	占比	流量 (m <sup>3</sup> /s)	占比				
工况 1	5.3	63%	3.18	38%	1.00~1.69	1.58~1.63	0.10	1.22~1.66
工况 2	6	55%	5	45%	1.43~2.11	1.50~1.65	0.25	1.40~2.27
工况 3	6.4	41%	9.37	59%	1.13~1.93	1.60~1.68	0.27	1.32~2.31
工况 4	7	32%	15	68%	1.31~1.95	1.83~1.91	0.29	1.41~2.10

### ③实鱼试验

对工况 2（下泄流量 11m<sup>3</sup>/s）和工况 4（下泄流量 22m<sup>3</sup>/s）两种工况的导鱼效果进行实鱼试验。



流量  $11\text{m}^3/\text{s}$





流量  $22\text{m}^3/\text{s}$

图 6.2.2-10 鱼类上溯游动个体位置随时间变化情况

鱼类以群体的形式进行上溯，到达导鱼堰下游时，会主动向堰下游试探过堰，在头部接触到堰体后，迅速调整游动方向，沿轴线逆流而上。鱼类在集鱼渠水流出口的三角形区域停留并聚集，后以群体的形式进入集鱼渠。

试验结果表明，两种工况下鱼类游动路径表现出相似规律，多数鱼类低流速区上溯，在导鱼堰处沿堰轴线逆流而上，最终进入集鱼渠。导鱼堰可有效引导鱼类游动路线，并在集鱼渠水流出口处形成了唯一的鱼类聚集区，导鱼效果较好。

### (5) 天楼地枕鱼道设计

为保证姚家平坝下河段的河道连通性，改善过鱼效果，本工程对姚家平下游天楼地枕水电站开展连通性修复，补建过鱼设施。天楼地枕水电站过鱼设施采用竖缝式鱼道，鱼道布置在大坝左岸。

天楼地枕鱼道分为河道整治段、鱼道进口段、鱼道有效段、鱼道出口段四部分。鱼道进出口设计见表6.2.2-7。鱼道结构设计参数见表6.2.2-8。

表 6.2.2-7

天楼地枕鱼道进出口设计水位

单位: m

设计水位	最低运行水位	最高运行水位	设计洪水位	校核洪水位	最小水深	底板高程
进口	568.41	568.67	575.79	580.24	1.5	566.70
出口	574.43	574.84	580.89	584.18	1.5	572.73

表 6.2.2-8

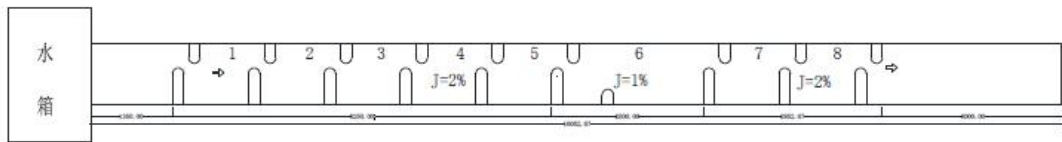
天楼地枕鱼道结构设计参数

设计参数	起止桩号	长度	尺寸	其他参数及说明
河道整治段	TY0-145.00 ~TY0+000.00m	145.00	采用仿自然通道, 底板高程 563.79~566.70m, 纵坡为 1:50。开挖边坡为 1:2。	河道中设格宾石笼导墙, 导墙顶部高程 565.84~570.00m, 石笼与鱼道进口段边墙相接, 导墙顶宽 1m, 上下游边坡 1:1, 导墙长 51.50m。整治段末端设三道丁坝, 每道丁坝长 16.50m, 顶部高程 566.00m。
鱼道进口段	TY0+000.00 ~TY0+016.88m	16.88	采用“U”形结构, 顶部高程 571.50m, 底部高程 566.70~567.02m。底板净宽 1.6m, 底板厚 1.0m。导隔板侧缝宽 0.3m, 共设 10 套导隔板, 单个过鱼池长 2.0m。	
鱼道有效段	TY0+016.88 ~TY0+321.90m	305.02	导隔板侧缝宽 0.3m, 单个过鱼池长 2.0m。共分为 8 段, 共设 125 套导隔板。	进口设有进口检修闸, 出口设有出口控制闸。
鱼道出口段	TY0+321.90 ~TY0+361.60m	39.70	导隔板侧缝宽 0.3m, 共 20 套导隔板, 单个过鱼池长 2.0m。	出口处设有拦污浮筒, 防止杂物进入鱼道。

初设阶段在项目环评阶段研究的基础上, 针对天楼地枕鱼道设计方案开展了鱼道结构优化研究, 对竖缝式鱼道池室、休息池、池室水力特性进行数值模拟, 并开展了水力特性模型试验研究, 通过大比尺局部模型模拟了鱼道内的水流结构。根据研究结果提出了鱼道结构设计优化建议, 优化了鱼道池室长度、底坡、隔板与导板长度、鱼道运行水深等参数, 使鱼道各池室间的水流流态和局部水流形成更加适合鱼类过坝的水力条件。



a) 鱼道模型试验照片



b) 鱼道模型设计图

图 6.2.2-11 天楼地枕水电站竖缝式鱼道池室水力特性模型设计

相关研究结论如下：

1) 鱼道池室内主流流速满足设计需求，鱼道坡度及池室结构设计较为合理；鱼道池室内主流偏向导板一侧。将导板长度延长后，鱼道池室内水流结构得到明显改善，主流居中，两侧回流区基本对称，沿程最大流速为0.6~1.0m/s。鱼道池室推荐优化方案为：池室长为2.0m，宽为1.6m，导板长度为0.51m，坡度为2%。低水位工况下，上游水深1.2m、下游水深1.4m，水面线影响池室数量约为80个左右；高水位工况下，上游水深2.3m、下游水深3.16m，水面线影响池室数量约为125个左右。

2) 休息池内主流冲击左边墙，存在贴壁流现象，推荐优化池室方案为在隔板下游池长1/3位置加设整流板，整流板长度为0.4m，厚度为0.3m，墩头为圆形，半径为0.15m。优化后的休息池内主流大体居中，主流流速0.4~1.2m/s，满足洄游鱼类上溯需求。

3) 鱼道竖缝断面平均流速0.9~1.3m/s，竖缝中心测线流速约1.1m/s；竖

缝断面导板侧流速高于隔板侧流速，底部流速大于表层流速。鱼道池室能够形成良好的主流居中的水流流态，主流区流速约0.5~1.2m/s，在主流两侧分布着两个回流区，流速较小，可为鱼类上溯时提供短暂的休憩空间。推荐优化方案下，休息池内主流大体居中，主流流速为0.4~1.2m/s，满足洄游鱼类上溯需求。

### 6.2.3 生态敏感区保护措施优化

#### (1) 优化施工组织设计，严格按照批复方案施工

工程施工阶段，应严格按照地质公园主管部门同意的工程方案进行施工，不得越界施工或未经许可变更施工方案，防止对地质遗迹造成损害。

#### (2) 地质遗迹维护

本阶段地质遗迹维护措施与项目环评阶段保持一致。邻近地质公园的枢纽工程施工场地，在坝址建设的南北两侧分别设置钢筋围栏；在容易出现陡壁坠石的下方及周围，应设立警示牌，保障地质遗迹不因开展施工活动而受到损害，并保障施工人员安全。

#### (3) 加强施工期监督管理

施工期产生的生产污水和生活污水经处理后回用，不对外排放，施工人员生活垃圾依托当地设施收集、处理，生产废料回收清理并加以再利用，将对地质遗迹的影响降至最小。

#### (4) 地质景观恢复

施工结束后，由地质公园管理部门和建设单位共同组织编制地质公园景观恢复方案，结合区域地质景观的特点和工程蓄水后形成的新景观，减缓施工活动给地质公园景观带来的影响。

#### (5) 地质灾害监测

为及时了解工程施工及运行引起的地质环境变化及发展趋势，掌握工程建设前后地质环境变化的时空规律，预测不良趋势并及时发布警报，地

质公园管理部门应委托有关单位定期开展地质灾害监测。

#### **(6) 全面生态与景观修复**

对于涉及地质公园的临时工程，在工程完工后，参照地质公园原生生态与景观特征，选用本地物种恢复植被，平整施工场地以恢复原有地貌，确保修复区域与周边景观协调一致。

### **6.3 大气环境保护措施**

#### **(1) 设计标准**

施工区的环境空气质量按《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准控制；施工区粉（扬）尘执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）无组织排放监控浓度限值；所有施工机械、车辆尾气排放执行《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB 20891-2014）及其修改单、《非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求》（HJ 1014-2020）和《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB 17691-2018）。

#### **(2) 建立日常管理体系**

制定扬尘污染防治方案，建立相应的责任制度和作业记录台账；将施工场地扬尘污染防治纳入文明施工管理范畴，落实保洁人员，定时清扫施工现场。在施工现场建设单位必须设置控制扬尘污染责任标志牌，标明扬尘污染防治措施、主管部门、责任人及环保监督电话等内容。

#### **(3) 施工区粉（扬）尘控制**

本工程施工区应严格执行“六个百分之百”要求，即确保施工工地周边百分之百围挡、物料堆放百分之百覆盖、土方开挖百分之百湿法作业、施工现场路面百分之百硬化、出入车辆百分之百冲洗、渣土车辆百分之百密闭运输。本工程在施工过程中应采取以下措施对施工区粉（扬）尘污染

进行防治：

1) 结合爆破减震要求，工程爆破优先选择凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破等技术，控制单次爆破区域面积，减少炸药装填量，爆破时应尽量采用草袋覆盖爆破面，爆破后应立即对爆破区上方及周边区域进行洒水降尘；

2) 凿裂钻孔设备要选用带除尘器的钻机，同时提倡凿裂、钻孔湿法作业；

3) 砂石料加工系统应配有收集除尘系统，分别在破碎、筛分和制砂设备区域应安装集气罩，经收集的粉尘采用布袋除尘器处理后达标排放。在砂石料加工区域的厂界围挡、主要产尘装置、砂料堆场以及传送带等区域设置喷雾装置，持续喷雾以达到降尘效果。

4) 厂房混凝土系统和大坝混凝土系统应配有除尘装置，加强维护保养，保证除尘装置始终处于良好的工作状态，并在添加水泥等多尘物料以及搅拌过程中采用全封闭式系统，对传送带上输送的物料应进行全封闭或半封闭。库区防护工程采用的 $0.8\text{m}^3$ 移动式拌和站附近应增加洒水降尘频次。

5) 在隧洞出口、大坝、施工道路等边坡开挖多扬尘作业面配备人员及设备进行定期洒水，在无雨日每天洒水3~5次，洒水面积需尽量覆盖所有干燥裸露面。

6) 为避免砂石料加工系统在卸料、砂石料装车以及场地内汽车行使等过程中会产生粉尘，需在场地内定期洒水，并加强洒水频率，在无雨日每天洒水3~5次，洒水面积需尽量覆盖所有干燥区域。

7) 施工弃土弃渣等及时清运至缓存场或弃渣场堆放处理，及时落实弃渣场的水土保持措施，并在无雨日每天洒水3~5次，洒水面积需尽量覆盖所有干燥裸露面。

8) 物料堆积过程中，堆积边坡的角度不宜过大，弃渣场应及时夯实；

晴朗多风天气应对露天临时堆放的土料适当加湿或表面覆盖，减少风力起尘量。

9) 在干燥裸露面不进行施工时，应采用防尘苫盖进行遮盖，经估算需要苫盖约30万m<sup>2</sup>。

#### **(4) 道路扬尘控制**

1) 在施工道路区域设置限速标志，车速不得超过30km/h，以减少起尘量，防止车速过快产生扬尘污染大气环境。

2) 在物资运输过程中注意防止扬尘污染。装载多尘物料时，应对物料适当加湿或用帆布覆盖，运送散装水泥车辆的储罐应保持良好密封状态，并经常清洗运输车辆。运输车辆驶出施工区时，应对车辆轮胎、底盘等容易夹带泥土的部位进行冲洗。

3) 加强渣土运输车辆管理。渣土运输车辆安装密闭装置，确保车辆按照规定时间、地点和路线行驶。

4) 施工期对汽车行驶路面勤清扫，可以有效减少扬尘。对施工道路进行洒水，在无雨日1天洒水3~5次，在干燥大风天气情况下洒水频率加密。重点洒水降尘路段为1#永久道路、料场专用运输道路。

#### **(5) 燃油施工机械废气控制**

加强大型施工机械和车辆的管理。执行I/M制度(即定期检查维护制度)。承包商所有燃油机械和车辆尾气排放应执行《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法(中国第三、四阶段)》(GB 20891-2014)及其修改单、《非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求》(HJ1014-2020)和《重型柴油车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》(GB17691-2018);同时施工机械使用优质燃料。推行机械车辆强制更新报废制度，特别是对发动机耗油高、效率低、排放尾气严重超标的老旧车辆，应予更新。机械及运输车辆要定时保养，调整到最佳状态运行。

## (6) 大气环境保护目标防尘措施

通过大气环境影响分析结果可知，本工程位于农村区域，虽然对局部区域的环境空气质量造成了影响，但影响的居民规模较小。其中，姚家平村居民点和高龙门居民点局部时段受到影响相对较大，评价范围内其余大气环境保护目标受到的影响较小。针对姚家平村居民点和高龙门居民点，在对应施工场地面向居民点一侧的连续围挡上，均匀设置给水管及水雾喷头，施工作业期间可根据作业实际情况开启水雾喷头降尘（雨天除外），特殊情况下按生态环境主管部门要求增加喷淋频次。经估算，共需安装围挡喷淋系统约625m，详见表6.3.1-1。

表 6.3.1-1 工程围挡喷淋系统工程量统计表

序号	大气环境保护目标	对应施工场地	围挡喷淋系统长度 (m)
1	姚家平村居民点	汽车保养站（前期）/机电安装营地 和左岸洞渣料缓存区	425
2	高龙门居民点	库区防护工程施工布置区	200
合计			625

## 6.4 声环境保护措施

### 6.4.1 保护目标

噪声为瞬时性影响，声波能量在时间上不具有累积性，故声环境保护以保证敏感点声环境质量满足区域环境要求为控制目标。施工场界噪声控制执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011），保护目标声环境质量按《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中相应类别功能区要求控制。

根据噪声预测结果，受主体工程噪声源影响的19个声环境保护目标中，姚家平村居民点、后坝居民点和高龙门居民点等3处保护目标的约27户居民昼间声环境无法满足相应声环境功能区要求，超标范围在1.0~2.1dB(A)。

根据《中华人民共和国噪声污染防治法》第四十三条，在噪声敏感建

筑物集中区域，禁止夜间进行产生噪声的建筑施工作业，但抢修、抢险施工作业，因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工作业的除外。结合本工程施工特点分析，工程大坝、厂房等构筑物可能存在因混凝土连续浇筑需夜间施工的情况。除此以外其余工程在噪声敏感建筑物集中区域夜间均不能开展常规施工。经预测，在夜间禁止开展产噪施工作业的条件下，所有声环境保护目标夜间均可满足相应声环境功能区要求。

### 6.4.2 声环境保护目标噪声防护措施

敏感目标噪声防护措施一般包括临时声屏障、隔声门窗、搬迁或临时避让等。上述噪声污染治理措施的经济技术比较情况如表6.4.2-1所示。

表 6.4.2-1 噪声污染治理措施经济技术比较表

治理措施	效果分析	投资比较	适宜的敏感点类型
设置声屏障	降噪量可达 8~15dB(A)，可同时改善室内、外声环境，不影响居民日常生活。	投资较大	适用于建筑密度高、规模较大或线性分布的敏感点。
敏感点搬迁或临时避让	可根本避免噪声影响，但投资大，实施难度较大。	投资大	居民需要重新购房或租房，部分居民对搬迁或避让有疑虑。
设置隔声门窗	降噪量大于 25dB(A)，影响视觉及通风换气，对居民日常生活有一定影响。	投资较小	受噪声污染的零星住宅，建筑物结构较好的可采用。

根据本工程声环境影响预测与评价结果可知，受影响的声环境保护目标主要包括姚家平村居民点、后坝居民点和高龙门居民点，主要噪声源分别为汽车保养站（前期）/机电安装营地/左岸洞渣料缓存区、现场管理区与鱼类增殖站和库区防护施工布置区。姚家平村居民点、后坝居民点和高龙门居民点主要为农村自建住宅，其建筑物结构不利于统一安装通风隔声窗，且安装隔声窗后影响换气通风，对居民日常生活可能造成不便；另一方面，敏感点搬迁或临时避让实施成本较高。因此，综合考虑措施的经济性、可行性和降噪效果，拟在汽车保养站（前期）/机电安装营地/左岸洞渣料缓存区、现场管理区与鱼类增殖站和库区防护施工布置区面对声环境保护目标

一侧设置声屏障用于降噪，其降噪量可达15dB(A)。经估算，共需设置移动式隔声屏约955m。移动式隔声屏利用金属板制作而成，高度不低于2.5m，具有较好的耐热性、耐腐蚀性。

表 6.4.2-2 隔声屏工程量统计表

序号	声环境保护目标	对应施工场地	隔声屏长度 (m)
1	姚家平村居民点	汽车保养站(前期)/机电安装营地和左岸洞渣料缓存区	425
2	后坝居民点	现场管理区与鱼类增殖站	330
3	高龙门居民点	库区防护工程施工布置区	200
合计			955

采取降噪措施后施工期噪声对超标声环境保护目标影响预测结果详见表5.6.2-2。由该表可知，采取降噪措施后，昼间所有保护目标均可全部满足相应声环境功能区要求。

根据影响分析结果，尽管本工程所涉及的声环境保护目标基本不受夜间施工噪声影响，但在开展夜间混凝土连续浇筑施工期间仍需尽量降低噪声。夜间进行混凝土连续浇筑的施工工地，混凝土泵车应安装拼装式隔音罩，混凝土振捣棒均应选用低噪音混凝土振捣棒。经估算，需配置拼装式隔音罩约3套。

### 6.4.3 交通噪声控制

(1) 当车辆行驶至施工道路时，降低车速并禁止使用高音喇叭，限制施工区内车辆时速在30km/h以内。

(2) 加强场内公路交通运输管理。为防止交通噪声夜间影响附近居民，在工程施工期实行交通管制，夜间严格控制大、中型车辆进入场内公路，对进入场内公路的小型车辆应严格控制车速和交通流量。

(3) 加强道路运用期的养护和车辆的维护保养，降低噪声源。

(4) 使用的车辆尽量选用低噪声车辆。

#### 6.4.4 施工区噪声控制

(1) 在噪声敏感建筑物集中区域，禁止夜间进行产生噪声的建筑施工作业，但抢修、抢险施工作业，因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工作业的除外。因特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

(2) 砂石料加工系统的粗碎、中碎、棒磨机、混凝土拌和系统拌和楼、空压机、制冷压缩机等车间应尽可能用多孔性吸声材料建立隔声屏障、隔声罩和隔声间。

(3) 在施工工厂、仓库场界范围内，将噪声影响较大的机械设备尽量布置在远离居民点、施工营地的一侧，在靠近居民点、施工营地一侧用于材料设备停放。

(4) 砂石料加工系统作为重点噪声源，应集中采取以下降噪措施：

①在筛分楼等车间外用多孔性吸声材料建立隔声罩；

②将冲孔钢筛板更换为弹性模量小、冲击噪声低的聚氨酯筛板或者橡胶筛板；

③用橡胶弹簧替代钢制弹簧，以减少冲击；在激振器的体外加装软式隔声罩；

④紧固振动筛上的所有部件，特别是需要经常更换的筛板，避免因个别部件的松动而产生的额外振动；

⑤在振动筛轴承的内外套之间加以阻尼处理，轴承的滚动体可以制作成空心滚动体或者在空心滚动体的内部加入阻尼材料，这样能够减小轴承的振动和降低轴承的噪声；

⑥在筛箱的侧板、入料给料口、排料口和接料底盘内加贴橡胶板，这

样可以有效地抑制振动筛侧板的高频振动，减少辐射噪声。

#### **6.4.5 爆破噪声控制**

为减低爆破噪声对保护目标的影响，采取以下措施：

(1) 严格控制爆破时间，尽量定时爆破，在昼间12:30~14:30、夜间22:00~次日7:00禁止爆破。

(2) 采用先进的爆破技术，如采用微差爆破技术。

(3) 对于深孔台阶爆破，注意爆破投掷方向，尽量使投掷的正方向避开受影响的敏感点。

(4) 尽量减少预裂或光面爆破导爆索的用量。尽量减少单孔炸药量，把最大单响量控制在150~500kg。

### **6.5 地下水环境保护措施**

#### **6.5.1 施工期**

(1) 施工期地下水保护以预防为主，生活生产废（污）水应进行处理后回用，严禁直接外排。

(2) 对施工期设置的5套除油沉淀池进行一般防渗处理，采用黏土填充沉淀池地基作为防渗层。同时对污废水处理设施进行定期检查，采取相应措施（如堵住泄漏管道、采用防渗墙等）减少和杜绝其冒滴漏现象。

(3) 隧洞施工前加强水文地质勘察，加强综合超前地质预报，探明掌子面前方地质条件，以便采取有效的施工措施，避免施工中突发涌水。

(4) 对凉水井、烂湾和高台村三个泉点流量进行跟踪监测。

#### **6.5.2 运行期**

运行期地下水可能遭受的环境风险在于水库蓄水造成区内地下水位抬升，应加强隧洞的防渗措施，降低运行期地表水渗漏对周边地下水流场的

影响。同时开展地下水水质监测工作，重点关注环境保护目标监测点的水质状况。

## 6.6 土壤环境保护措施

本工程为土壤生态影响型项目，在严格执行相关环境保护措施的前提下，施工期不会对加剧土壤的酸化或引起碱化和盐化。土壤环境保护措施以污染物源头控制为主。

(1) 施工期及运行期各类污废水、固体废物应按本报告书要求进行处理和处置，避免污染工程周边土壤环境。

(2) 加强施工机械设备的维护保养，杜绝机械设备油类的跑、冒、滴、漏对土壤环境的影响。

(3) 对工程区内耕地、园地地块进行表土剥离，并集中堆置防护用于后期植被恢复。

## 6.7 固体废物

### 6.7.1 施工期

#### (1) 工程弃渣处置

经土石方平衡规划，本工程弃渣875.38万 $m^3$ （松方）。本工程共设置8处弃渣场，分别为1#弃渣场（老沟弃渣场）、2#弃渣场（大岩仟弃渣场）、3#弃渣场（后湾弃渣场）和4#弃渣场（铁炉口弃渣场），以及盛璋料场周边的马石坝1#~4#弃渣场。8处渣场总容量915万 $m^3$ ，规划的弃渣场可容纳工程施工过程产生的全部弃渣。施工期间弃渣活动应严格执行水土保持方案提出的各项措施。

#### (2) 生活垃圾处置

枢纽区施工营地被分为了厂区土建施工营地和坝区施工营地，高峰期

施工人数为5000人，按人均日产生生活垃圾1.0kg计，高峰期生活垃圾产生量约为5.0t/d；库区滑坡治理工程1#~3#施工区施工高峰期人数共400人，高峰期生活垃圾产生量约为0.4t/d。

工程承包单位应对施工人员加强宣传教育，不随意乱丢废物，保证施工人员工作、生活环境的卫生质量。在施工营地内设置专用封闭式垃圾桶，收集施工人员生活垃圾。根据每个工区施工人数，每40人配置一个封闭式垃圾桶，共需设置垃圾桶137个，其中大坝标1#施工营地38个，大坝标2#施工营地38个，厂房土建标施工营地50个，库区滑坡治理工程1#~3#施工区分别设置3个、5个、3个。委托当地环卫部门收集施工区生活垃圾，每日清运一次，并集中处理。

### **(3) 建筑垃圾**

本工程建筑垃圾主要来源于房屋拆除，共产生建筑垃圾约335.75t。应尽量回收利用建筑垃圾，剩余部分运至弃渣场处置。

### **(4) 危险废物**

在施工区综合仓库设置一处危险废物贮存点。废油和废铅蓄电池应暂存于危险废物贮存点内，由主管部门认可的有资质的单位定期接收并妥善处置。危险废物在贮存点中不应直接散堆，其中废油应采用储油桶暂存。危险废物贮存点应与其他区域进行隔离，地面做好防渗，同时应采取防风、防雨、防晒措施，并张贴危废标识、标牌及相关警示标语。同时应严格按照危险废物规范化管理台账要求，认真登记危险废物产生、贮存、利用、处置、转移各环节地点建立的相关台账，按时、详细、准确记录各环节危险废物相关数据，管理台账要严格保管。

## **6.7.2 运行期**

### **(1) 生活垃圾**

运行期产生的固体废弃物主要为枢纽管理人员的生活垃圾。工程劳动定员编制为124人，生活垃圾产生量为0.124t/d。运行期生活垃圾交由当地环卫部门统一收集，并集中处理。同时，拟在枢纽管理营地设置1处垃圾集中收集点，配备10个封闭式垃圾桶，并聘用专门人员负责环境卫生，对生活垃圾每日进行清理。

## **(2) 危险废物**

工程运行期间，发电厂房内机组维护将产生废润滑油等危险废物。在发电厂房设置一处危险废物贮存点，运行期产生的废矿物油采用储油桶暂存于贮存点内，由主管部门认可的有资质的单位定期接收并妥善处置。危险废物贮存点应与其他区域进行隔离，地面做好防渗，并张贴危废标识、标牌及相关警示标语。同时应严格按照危险废物规范化管理台账要求，认真登记危险废物产生、贮存、利用、处置、转移各环节地点建立的相关台账。

## **6.8 移民安置区环境保护措施**

### **6.8.1 水环境保护**

#### **(1) 施工期**

移民安置点施工废水中的主要污染物为SS。由于单个施工区的冲洗废水产生量较小，废水可集中收集采用预沉池沉淀，加中和剂、絮凝剂再进入沉淀池等工艺处理，处理后沉淀池上清液回用。根据其他类似施工经验和废水产生量，拟在6个移民安置点各设置一个沉淀池，规格为3×3×2m。

#### **(2) 运行期**

新建移民安置点规划采用雨污分流的排水体系。雨水通过明沟收集沟渠排放；生活污水经污水管网收集至化粪池，经地埋式一体化污水处理设备集中处理后用于下游林地灌溉。

### 1) 废污水概况

按人均日用水量150L，污水排水量按生活给水量的90%计，6个移民安置点生活污水产生量约为：马者安置点14.6m<sup>3</sup>/d、六房安置点100.4m<sup>3</sup>/d、岩上安置点27.8m<sup>3</sup>/d、专班安置点40.2m<sup>3</sup>/d、龙山坪安置点57.9m<sup>3</sup>/d、小谷槽安置点15.0m<sup>3</sup>/d，污（废）水排放具有总量不大且较为分散的特点。生活污水主要污染物为COD、BOD<sub>5</sub>等，浓度分别为350mg/L和150mg/L。

### 2) 设计标准

移民安置点生活污水经处理后回用于林地灌溉，处理后水质需满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中绿化用水标准。

### 3) 处理方案

生活污水采用成熟的生物接触氧化法一体化污水处理设备。根据移民安置点污水管网设计和安置人口，六房安置点配备2台一体化污水处理设备，其他安置点各配备1台，污水经处理达标后回用于林地灌溉。

## 6.8.2 大气环境保护

安置点建设工程和专项设施复（改）建工程的土石方施工采用湿法作业，减少土方开挖和回填产生的扬尘；运输车辆装载多尘物料时，应适当加湿或采用封闭运输，减少扬尘；加强机械、车辆的维修和保养，减少有害尾气排放；对移民安置施工区附近进行洒水降尘，每天洒水3~5次，晴好天气根据实际情况增加洒水次数。

通过大气环境影响分析结果可知，移民安置点建设虽然对局部区域的环境空气质量造成了影响，但影响的居民规模较小。其中，马者安置点东侧居民点、三义丈居民点、专班安置点南侧居民点、龙山坪居民点、小谷槽安置点东侧居民点局部时段受到影响相对较大，其余大气环境保护目标受到的影响较小。针对上述居民点，在对应施工场地面向居民点一侧的连

续围挡上，均匀设置给水管及水雾喷头，施工作业期间可根据作业实际情况开启水雾喷头降尘（雨天除外），特殊情况下按生态环境主管部门要求增加喷淋频次。经估算，共需安装围挡喷淋系统约1130m，详见表6.6.2-1。

表 6.6.2-1 移民安置点围挡喷淋系统工程量统计表

序号	大气环境保护目标	对应移民安置点施工场地	围挡喷淋系统长度（m）
1	马者安置点东侧居民点	马者安置点	250
2	三义丈居民点	六房安置点	320
3	专班安置点南侧居民点	专班安置点	230
4	龙山坪居民点	龙山坪安置点	170
5	小谷槽安置点东侧居民点	小谷槽安置点	160
合计			1130

### 6.8.3 声环境保护

#### （1）加强施工管理

1) 合理制定作业时间。禁止夜间施工，在周边有声环境保护目标的施工区域进行产噪施工作业时，夜晚作业不超过22时，早晨作业不早于6时。

2) 减少人为噪音。严格执行《建筑工程施工现场管理规定》，建立健全的现场噪声管理责任制，加强对施工人员的素质培养，尽量减少人为噪声，增强全体施工人员防噪声扰民的意识。

3) 将噪声影响较大的机械设备尽量布置在远离居民点、施工营地的一侧，在靠近居民点、施工营地一侧用于材料设备停放。

#### （2）合理使用施工机械、改进施工方法

施工机械和运输车辆是产生施工噪声的主要原因。为减少施工期噪声对周围环境的影响，施工单位在施工过程中应当合理布局和使用施工机械，妥善安排作业时间。施工中应当使用低噪声的施工机械和其他辅助施工设备，对高噪声施工机械采取必要的降噪措施，以减少强噪音的扩散，禁止使用国家明令淘汰的产生噪声污染的落后施工工艺和施工机械设备。

### (3) 加强施工公示、加强沟通

施工单位应加强与附近居民住户的沟通。施工时，应在建筑施工工地显著处悬挂建筑施工工地环保牌，注明工地环保负责人及工地现场电话号码，以便公众监督和沟通。

### (4) 声环境保护目标噪声防护

根据移民安置声环境影响预测与评价结果可知，受影响的声环境保护目标主要包括马者安置点东侧居民点、三义丈居民点、龙山坪居民点。综合考虑措施的经济性、可行性和降噪效果，拟在马者安置点、六房安置点、龙山坪安置点施工布置区面对声环境保护目标一侧设置声屏障用于降噪，其降噪量可达15dB(A)。经估算，共需设置移动式隔声屏约740m。移动式隔声屏利用金属板制作而成，高度不低于2.5m，具有较好的耐热性、耐腐蚀性。

表 6.6.3-1 移民安置点隔声屏工程量统计表

序号	声环境保护目标	对应施工场地	隔声屏长度(m)
1	马者安置点东侧居民点	马者安置点	250
2	三义丈居民点	六房安置点	320
3	龙山坪居民点	龙山坪安置点	170
合计			740

采取降噪措施后施工期噪声对超标声环境保护目标影响预测结果详见表5.8.3-2。由该表可知，采取降噪措施后，所有保护目标均可全部满足相应声环境功能区要求。

## 6.8.4 固体废物处理

### (1) 施工期固体废物处理

移民安置工程施工期产生的固体废物主要包括弃渣和生活垃圾。施工所产生的弃渣应运往规划的弃渣场处理，并严格落实水保方案。根据移民

安置规划，移民安置点建设和专项设施复（改）建工程施工人员以租住当地民房为主，不设施工营地，因此部分生活垃圾可进入当地的垃圾收运系统处理。对于移民安置施工区域产生的生活垃圾，拟在各施工区设垃圾桶收集，共设置30个，并委托当地环卫部门对生活垃圾进行定期收运和处理。

## (2) 安置点生活垃圾处理

运行期产生的固体废物主要为生活垃圾。根据移民安置点安置居民人数估算，6个集中安置点生活垃圾产生量约为0.108~0.774t/d，产生量较小。为满足移民安置点内的垃圾及时收集、清运，保持安置点整洁，在各安置点内设置垃圾转运点和垃圾收集桶，并委托当地环卫部门定期收运处理。垃圾转运点和垃圾收集桶设置情况详见表6.6.4-1。

表 6.6.4-1 移民安置点垃圾转运点和垃圾收集桶设置情况

序号	安置点名称	垃圾转运点		垃圾桶数量
		数量	面积 (m <sup>2</sup> )	
1	马者安置点	1	18	16
2	六房安置点	4	72	90
3	岩上安置点	1	24	25
4	专班安置点	1	18	37
5	龙山坪安置点	2	66	46
6	小谷槽安置点	1	18	14
总计		10	216	228

## 6.9 环境保护措施一览表

本次变动环评阶段环境保护措施的内容见表6.7-1。

表 6.7-1

湖北姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）环境保护措施一览表

要素	措施类型	具体内容		实施时段	备注		
		项目环评	变动环评				
地表水环境	流量	生态流量保障	(1) 初期蓄水期: 生态补水隧洞、坝身底孔和中孔、生态机组 (2) 运行期: 生态机组或坝身生态放水管	(1) 初期蓄水期: 水垫塘下泄+2#导流隧洞、坝身底孔、生态机组 (2) 运行期: 生态机组或引水发电系统生态放水管	初期蓄水期, 运行期	变动阶段设计优化	
	水温	水温保护	3m×12节叠梁门分层取水	5m×1节+3m×10节叠梁门分层取水	运行期	变动阶段专项设计深化	
	水质	库区水质保护	库底清理, 库周污染源防治, 加强节水, 富营养化防治	不变	不变	蓄水前、运行期	
		水污染源处理	砂石料冲洗废水、混凝土料罐冲洗废水、隧洞施工废水、基坑排水、机械汽车停放场冲洗废水、施工区生活污水处理	不变	不变	施工期	变动阶段深化设计
陆生生态	临时用地恢复	土地复垦	临时征用土地复垦耕地、园地的用地面积 35.15hm <sup>2</sup>	临时征用土地复垦耕地、园地的用地面积 38.28hm <sup>2</sup> , 相较于环评阶段复垦面积增加 3.13hm <sup>2</sup>	施工期	变动阶段设计优化	
		植被恢复	分区恢复措施	细化分区恢复措施, 植物种类更丰富, 乔灌草结合	施工期	变动阶段设计优化	
	松材线虫风险	风险管控	加强施工机械、运输车辆、包装材料等的植物检疫	不变	不变	施工期	变动阶段设计优化
	重点保护野生动植物	设置标志牌	枢纽区共设置 15 个标志牌, 边坡工程区设置 5 个, 线路区设置 10 个。	增设 5 个, 分别为新增的料场、弃渣场和临时道路区。	增设 5 个, 分别为新增的料场、弃渣场和临时道路区。	施工期、运行期	变动阶段设计优化
		宣传培训	枢纽工程区每年培训 1 次, 共培训 6 年	不变	不变	施工期、运行期	变动阶段设计优化

要素	措施类型	具体内容		实施时段	备注	
		项目环评	变动环评			
		野生动物救护	采取无伤的方式驱离；数量较多，暂停施工；出现误伤，及时上报	不变	施工期	变动阶段设计优化
		野生植物保护	根据实际情况采取有效措施进行保护	不变	施工期	变动阶段设计优化
生态敏感区	湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园（恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园）	优化施工组织设计，严格按照批复方案施工	严格按照地质公园主管部门同意的工程方案进行施工，不得越界施工或未经许可变更施工方案	不变	施工期	变动阶段设计优化
		地质遗迹维护	设置钢筋围栏、警示牌	不变	施工期	变动阶段设计优化
		加强施工期监督管理	生产污水和生活污水不外排，生活垃圾妥善处理	不变	施工期	变动阶段设计优化
		地质景观恢复	编制地质公园景观恢复方案	不变	运行期	变动阶段设计优化
		地质灾害监测	定期开展地质灾害监测	不变	施工期、运行期	变动阶段设计优化
水生生态	水生生态环境和水生生物	管理、监测和科研措施	加强施工期管理和渔政管理，开展水生生态监测、科学研究；	不变	施工期、运行期	

要素		措施类型	具体内容		实施时段	备注
			项目环评	变动环评		
水生生物	水生环境	栖息地保护	将长偏河(20.4km)、小溪河(26km)作为支流栖息地保护河段,清江干流源头至姚家平库尾(105km)以及姚家平生态机组尾水口以下至龙王塘库尾(10km)作为干流栖息地保护河段。开展宣传教育和禁止开发、加强渔政执法、鱼类增殖放流、生态流量保障、河道连通性修复、河道生境修复、保护效果监测与评估等措施。	恩施州人民政府2024年批复的《清江流域恩施段水生生物栖息地保护规划》,将评价区的小溪河、长偏河、云龙河河口至云龙河坝下、忠孝河河口至小溪河河口所有干支流河段划为重要栖息地范围。提出开展生态修复、优化完善生态调度、科学开展增殖放流、加强渔政管理等栖息地保护措施。此外,开展大河片拦河坝拆除和减水河段生境修复措施。	运行期	变动阶段设计优化
	水生生物	过鱼设施	姚家平水利枢纽过鱼设施为升鱼机,在生态机组尾水下游设置集鱼系统。在天楼地枕大坝修建鱼道。过鱼季节为3~10月。	过鱼季节、过鱼对象不变,开展专项设计,优化调整了过鱼建筑物布置方案。将布置在右岸的集鱼系统调整到左岸姚家平生态电站尾水对岸下游约100m处,总长103.65m,将升鱼机竖井布置由10#坝段调整(右岸)至6#坝段(左岸)。在天楼地枕大坝左岸设置竖缝式鱼道,并改建天楼地枕引水洞,对鱼道设计进行优化。	施工期、运行期	变动阶段专项设计
		增殖放流	建设鱼类增殖放流站1座,放流齐口裂腹鱼、光唇裂腹鱼、多鳞白甲鱼、小口白甲鱼、泉水鱼、中华倒刺鲃、青石爬鮡、长阳鮡8种共22.0万尾/年,放流规格为4~6cm。	放流数量、规格不变,增殖站采用以循环水养殖模式为主、静水养殖模式为辅的混合养殖模式,对养殖工艺和增殖站布局进行优化设计。	施工期、运行期	变动阶段专项设计深化及优化

要素		措施类型	具体内容		实施时段	备注
			项目环评	变动环评		
		生态调度	在鱼类繁殖盛期4~6月择机实施10~15天生态调度。	在4月下旬~5月上旬开展生态调度，持续时间10~15天，期间姚家平水利枢纽工程不进行日调节。	运行期	变动阶段设计优化
大气环境	施工区扬(粉)尘	施工期扬(粉)尘控制	(1) 严格执行施工“六个百分百”要求 (2) 爆破优先采取先进技术，控制爆破量，覆盖爆破面，洒水降尘； (3) 凿孔湿法除尘； (4) 砂石料采取布袋除尘以及喷雾降尘； (5) 混凝土砂石进料采取全封闭系统，增加洒水频次 (6) 干燥裸露面增加洒水频次； (7) 施工弃土弃渣及时清运处理，采取水土保持措施以及洒水措施； (8) 物料夯实加湿覆盖； (9) 防尘苫盖；	不变	施工期	根据施工方案变动调整
	燃油施工机械废气	燃油施工机械废气控制	加强机械车辆管理，执行I/M制度，达标排放，用优质燃料，更新老旧车并保养。	不变	施工期	
	保护目标	防尘措施	大气环境保护目标9处，其中在未采取大气环境保护措施条件下姚家平居民点受砂石料加工系统粉尘影响较大，采取围挡喷淋措施	受影响的大气环境保护目标19处，在姚家平村居民点和高龙门居民点采取围挡喷淋措施	施工期	

要素		措施类型	具体内容		实施时段	备注
			项目环评	变动环评		
声环境	施工区噪声	施工区噪声控制	<p>(1) 禁止夜间施工，特殊情况需取得当地指定政府部门的证明，并在施工区域公示告知附近居民；</p> <p>(2) 高噪声施工机械需建立隔声屏障；</p> <p>(3) 噪声影响大的机械设备原理居民点一侧；</p> <p>(4) 对于砂石料加工系统采取降噪措施</p>	不变	施工期	根据施工方案变动调整
	交通噪声	交通噪声控制	<p>(1) 当车辆行驶至施工道路时，降低车速并禁止使用高音喇叭，限制施工区内车辆时速在 30km/h 以内。</p> <p>(2) 加强场内公路交通运输管理。为防止交通噪声夜间影响附近居民，在工程施工期实行交通管制，夜间严格控制大、中型车辆进入场内公路，对进入场内公路的小型车辆应严格控制车速和交通流量。</p> <p>(3) 加强道路运用期的养护和车辆的维护保养，降低噪声源。</p> <p>(4) 使用的车辆尽量选用低噪声车辆。</p>	不变	施工期	

要素		措施类型	具体内容		实施时段	备注
			项目环评	变动环评		
	爆破噪声	爆破噪声控制	<p>(1) 严格控制爆破时间, 尽量定时爆破, 在昼间 12:30~14:30、夜间 22:00~次日 7:00 禁止爆破。</p> <p>(2) 采用先进的爆破技术, 如采用微差爆破技术。</p> <p>(3) 对于深孔台阶爆破, 注意爆破投掷方向, 尽量使投掷的正方向避开受影响的敏感点。</p> <p>(4) 尽量减少预裂或光面爆破导爆索的用量。尽量减少单孔炸药量, 把最大单响量控制在 150~500kg。</p>	不变	施工期	
	保护目标	保护目标防护措施	姚家平居民点和茅坡南侧居民点等 2 处保护目标的约 22 户居民昼间声环境无法满足相应声环境功能区要求, 采取隔声屏措施;	姚家平村居民点、后坝居民点和高龙门居民点等 3 处保护目标的约 27 户居民昼间声环境无法满足相应声环境功能区要求, 采取隔声屏措施	施工期	
固体废物	弃渣	工程弃渣处置	弃渣场可容纳全部弃渣	弃渣量增加	施工期	根据施工方案变动调整
	生活垃圾	生活垃圾处置	施工营地设置垃圾桶, 枢纽管理处设置垃圾桶和垃圾收集点	生活垃圾量增加	施工期、运行期	
	建筑垃圾	建筑垃圾处置	尽量回收建筑垃圾, 其余弃至弃渣场	建筑垃圾量减少	施工期	
	危险废物	危险废物处置	设置危险废物贮存点	不变	施工期、运行期	

## 7 环境风险分析

### 7.1 风险源调查

姚家平水利枢纽工程为大型水利枢纽工程，为生态影响类建设项目，不属于污染影响型，工程建设运行涉及的有毒有害和易燃易爆危险物质相对较少。根据工程设计文件，本工程施工期和运行期涉及的危险物质主要包括柴油、炸药，其可能存在的环境风险主要为油料泄漏和炸药爆炸事故引发的环境污染物异常排放。

本工程不设炸药仓库，由当地民爆公司采用专用炸药车当天配送炸药到施工现场，当天清理并将多余炸药回运至公司；项目柴油在恩施市购买，现场设置一处油料仓库。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B，本次风险评价的主要危险物质为柴油，根据工程设计文件，油料仓库布置在马者村姚家平 4#道路附近，占地面积 0.3 万 m<sup>2</sup>，整个施工期施工机械设备和施工交通运输车辆柴油使用量约为 22090t。柴油在油料仓库油罐内储存，单个储罐储量按 30t 计，单个施工工区最大储量按 90t 计。

柴油安全技术相关信息见下表。

表 7.1.1-1 柴油安全技术说明书

名称	柴油	CAS No	
理化性质	沸点：282-338℃ 引燃温度：257℃	熔点：-18℃ 外观性状：稍有粘性的棕色液体	相对密度(水=1)：0.87-0.9 闪点：38℃
危险性概述	健康危害：皮肤接触可为主要吸收途径，可致急性肾脏损害。柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮。吸入其雾滴或液体呛入可引起吸入性肺炎。能经胎盘进入胎儿血中。 柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。 环境危害：对环境有危害，对水体和大气可造成污染。 燃爆危险：本品易燃，具刺激性。		

名称	柴油	CAS No
急救措施	皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。就医。 眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。 食入：尽快彻底洗胃。就医。	
消防措施	危险特性：遇明火、高热或氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。 有害燃烧产物：一氧化碳、二氧化碳。 灭火方法及灭火剂：灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。 消防员个体防护：消防员须佩戴防毒面具，穿全身消防服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。	
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用活性炭或其它惰性材料吸收。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理所处置。	
废弃处置	处置前应参阅国家和地方有关法规。建议用焚烧法处置。	

## 7.2 环境风险潜势初判

姚家平水利枢纽工程涉及的危险物质主要为柴油。根据前述风险源调查分析结果，柴油在油料仓库油罐内储存，单个储罐储量按 30t 计，单个施工工区最大储量按 90t 计。本项目环境风险物质最大存在量及临界量情况见表 7.2-1。

表 7.2-1 风险物质及最大存在量

危险物质	名称	柴油
	最大存在量/t	90
临界量/t		2500

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B，柴油的临界贮存量为 2500t，本项目涉及的环境风险物质数量与临界量的比值  $Q=0.036<1$ ，项目环境风险潜势为 I。

## 7.3 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）环境风险评

价工作等级判定表，项目环境风险潜势为 I，则项目环境风险评价工作等级为“简单分析”。

## 7.4 风险识别

该项目为水利枢纽工程，为生态影响类建设项目。工程施工期环境风险单元主要为油料仓库，主要危险物质为柴油。柴油的环境风险类型为泄漏、火灾和爆炸等伴生/次生污染物排放。

本项目的环境风险主要为施工期油料仓库泄漏对水环境的影响，以及遇明火、高热或氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险，对大气环境产生污染。

除上述主要风险外，施工期废污水事故排放也是工程建设过程中的环境风险之一。施工期主要污废水为砂石料冲洗废水、混凝土系统冲洗废水、含油废水和施工生活污水等。工程建设期间各类污废水均进行处理并回用，在各处理系统正常运行情况下对清江水质不会造成影响，但施工过程中可能因各污废水处理设施故障等情况造成污废水处理不及时，而发生事故排放，从而对清江水体水质造成影响。

## 7.5 环境风险分析

本项目环境风险简单分析内容见表 7.5-1。

表 7.5-1 建设项目环境风险简单分析内容表

项目名称	姚家平水利枢纽工程			
建设地点	恩施市			
地理坐标	经度	109°15'50.68"	纬度	30°22'27.19"
主要危险物质及分布	油料仓库			
环境影响途径及危害后果（大气、地表水、地下水等）	柴油泄漏后油品蒸发污染大气环境，遇到明火发生火灾或者爆炸事故造成生态破坏，油品泄漏污染地表水、地下水。			
风险防范措施要求	安全操作、设置消防器材等防范措施，建立相应的风险管理制度和			

此外，根据施工期事故排放预测结果，砂石料加工系统冲洗废水若未经处理直接排入水体，地表水 SS 浓度随着距离增加浓度逐渐降低，但会对排口下游一定范围内水域的水环境产生影响。在非正常工况发生 10min 后，排口下游 1200m 的 SS 浓度减小到 7.306mg/L，与背景值基本相同。因此非正常工况下砂石料加工系统冲洗废水排放对下游河段水质影响程度有限。

## 7.6 环境风险防范措施及应急要求

### 7.6.1 环境风险防范措施

油料仓库泄漏是项目环境风险的主要事故源，其次为柴油泄漏后引发的火灾甚至爆炸，此外还包括施工期废污水的事故排放。

本项目环境风险防范及应急措施主要包括：

(1) 严格按照相关设计规范和标准落实防护设施，制定安全操作规章制度，加强安全意识教育，加强监督管理，消除事故隐患。

(2) 储油罐体、管道、阀门均应选用优质材料。

(3) 在油料仓库区域设防渗漏、防腐蚀、防淋溶、防流失措施，并设置围堰和导流沟收集措施，在导流沟末端设置应急事故池，防止溢油泄漏至清江水体。事故池容积为 120m<sup>3</sup>（8m×8m×2m）。

(4) 建立定期巡查和检修制度，定期对贮油罐体及管道、阀门进行巡查，检修存在故障的部件。

(5) 对油料储罐进行检修前，应办理作业许可证，采用安全的方法对储罐进行检修、置换。在专业安全人员监护下才能入罐检查、检修。

(6) 加强操作人员宣传教育，加强相关管理人员和操作人员的安全生产培训，做好安全警示工作。应定期培训相关工作人员熟练使用防护服、堵漏器材等应急器材和设备。

(7) 油料运输车辆，需保持安全车速，保持车距，严禁超车、超速行驶。行车路线按指定的路线和时间运输。

(8) 在油料仓库区应设置安全疏散标志和风向标，防止发生重大事故或紧急情况时，危险区人员不能及时按正确的方向安全疏散，造成伤亡。

(9) 在仓库中配备围油栏、吸油拖栏、吸油毡、消油剂等应急物资，一旦发生油料泄漏污染清江的情况，及时设置围油栏，防止油污扩散，并及时清理漂油。

(10) 做好环境敏感目标防范措施。加强恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园等环境敏感区的施工安全管理；严格清江水质保护，严禁向清江排放废（污）水，加强取水口水质监测，一旦发生可能威胁水源水质的泄漏事故，及时通报相关部门处理。

(11) 严格按照报告书中提出的要求落实施工期废污水处理措施，并定期对相关设施进行检修、维护，确保废污水处理设施正常运行。

## 7.6.2 应急要求

### (1) 建立应急组织指挥体系

工程运行后，建设单位应联合当地政府组织成立污染事故应急工作领导小组，作为污染事故应急处置工作的应急指挥机构，统一组织指挥污染事故的防备和应急工作。姚家平水利枢纽工程应急组织体系由环境风险事件工作领导小组、领导小组办公室、应急处理小组、后勤保障小组、地方医疗机构、地方应急监测机构等构成。

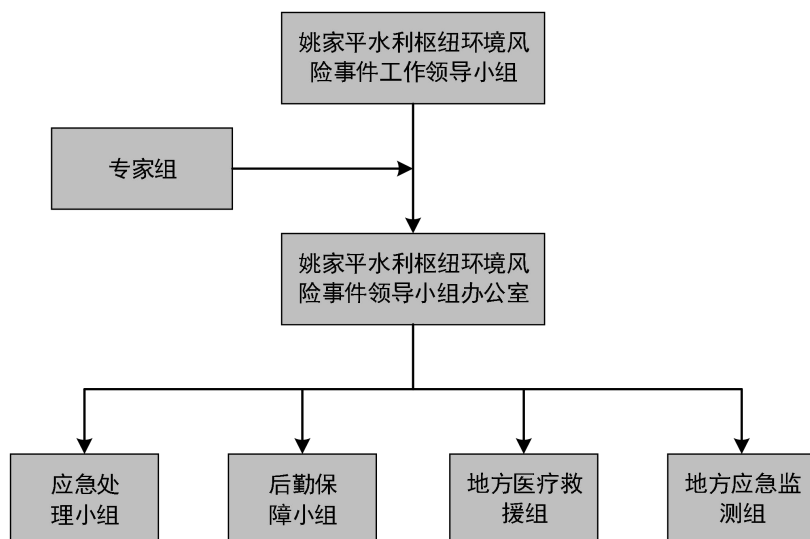


图 7.6.2-1 姚家平水利枢纽工程应急管理体系组织框架图

环境风险事件工作领导小组设组长、副组长以及成员若干。组长、副组长由地方政府相关责任人、建设单位主要责任人担任，成员由政府相关部门领导、建设单位相关领导组成。

### (2) 预防和预警

姚家平水利枢纽工程环境风险事件领导小组办公室应组织制定预防、预警制度，对风险源区域、设施、运行状况开展日常巡检工作，为相关设备（施）定期进行维护与保养工作；定期开展施工机械操作人员安全警示教育，提高安全意识。

### (3) 指挥与协调

环境风险事件领导小组办公室根据对事故危害程度的评估及应急人员和物质等相关信息形成应急行动实施方案。

领导小组办公室相关成员及各部门在总指挥的统一领导下开展职责范围内的相关工作。

### (4) 应急处置

1) 油料泄漏、废污水事故排放等环境风险事件发生后，应立即启动应急预案。

2) 现场值班人员应迅速了解风险事件的类型、发生地点、发生时间、

事件的性质、范围、严重程度、原因、事件已造成的影响和发展趋势等信息，并向值班领导、责任部门领导和环境风险事件领导小组办公室报告；环境风险事件领导小组办公室应根据环境风险事件工作领导小组授权和安排及时对外统一发布准确、权威的信息，正确引导社会舆论。

3) 若泄漏油料扩散至水体，应急处理小组和后勤保障小组应及时对污染水域实施交通管制，并迅速调集围油栏、吸油毡等防污器材，防止污染进一步扩大。

4) 应急处理小组应组织开展泄漏部位的排查工作，及时确定泄漏位置，及时封堵泄漏点，防止因泄漏而引发火灾和爆炸。

5) 地方应急监测机构应对污染源进行采样，判明污染源的性质和可能造成的危害程度，提出控制方案，采取有效措施、组织相关人员、调集设备进行控制和清理危险源。

6) 进入现场人员要佩戴针对性的防护用具。医疗部门要根据污染物种类和危害，落实相应医疗急救措施。

#### (5) 应急解除

应急解除判别标准：污染物泄漏源或溢出源已经得到控制；现场抢救活动已经结束；对周边地区构成的威胁已经得到解除；被紧急疏散的人员已经得到妥善安置。

#### (6) 后期处置

环境风险事件得到控制或消除后，领导小组办公室应认真做好各项善后工作，及时收集、清理和处理事件处理过程中的含油污染物，并交给有资质的单位回收、处置，避免产生二次污染，同时防范次生灾害的发生（如火灾）。

环境风险事件工作领导小组应组织开展环境风险事件调查，客观、公正、准确地查清事故原因、发生过程、恢复情况、事故损失等，编写调查

报告、提出安全预防措施建议。

#### (7) 应急培训和演练

环境风险事件工作领导小组应认真组织有关管理干部和员工进行应急培训，包括应急知识和反应决策培训、应急操作培训等。

环境风险事件工作领导小组应定期组织对应急预案涉及的有关人员和队伍开展配合演练，对油料泄漏入库等环境风险事件应急处置过程进行模拟，以保证应急预案的有效实施和不断完善，提高实战能力。

## 8 环境管理、监理及监测计划

### 8.1 环境管理

#### 8.1.1 环境管理目的

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。为了充分发挥姚家平水利枢纽的社会效益和环境效益，保护工程区域的生态与环境，最大限度减免不利影响，使生态环境呈良性循环，保证各项环境保护措施的顺利实施，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。

#### 8.1.2 环境管理原则

##### (1) 预防为主、防治结合的原则

在工程施工和运行过程中，环境管理要预先采取防范措施，防止环境污染和生态破坏的现象发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

##### (2) 分级管理原则

工程建设和运行应接受各级环境保护行政主管部门的监督，而在内部则实行分级管理制，层层负责，责任明确。

##### (3) 相对独立性原则

环境管理是工程管理的一部分，需要满足整个工程管理的要求。但同时环境管理又具有一定的独立性，必须依据我国的环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。

##### (4) 针对性原则

工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理结构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

### 8.1.3 环境管理目标

(1) 保证各项环境保护措施按照环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施正常、有效运行。

(2) 预防污染事故的发生，保证各类污染物达标排放、合理回用，使工程区及其附近的水环境、环境空气和声环境质量达到环境质量标准的要求。

(3) 严格按照主管部门要求，将工程建设对珍稀野生动植物的影响降到最小。

(4) 生态影响得到有效控制，并通过采取措施恢复生态环境质量。

### 8.1.4 环境管理任务

姚家平水利枢纽工程建设各个时期（筹建期、施工期和运行期）的环境管理任务的内容和重点有所不同，下面具体阐述。

#### (1) 筹建期

工程筹建期的环境管理任务主要包括：

①审核环境影响评价成果，并确保环评报告书中有关环保措施已纳入工程最终设计文件；

②确保环境保护条款列入招标文件及合同文件；

③筹建环境管理机构，并对环境管理人员进行培训；

④根据工程特点，制定出完善的工程环境保护规章制度与管理方法，编制工程影响区环境保护实施方案。

#### (2) 施工期

工程施工期的环境管理任务主要包括：

①贯彻执行国家有关环境保护方针、政策及法规条例；

②制定年度工程建设环境保护工作计划，整编相关资料，建立环境信息系统，编制年度环境管理报告，并呈报上级主管部门；

③加强工程环境监测管理，审定监测计划，委托具有相应资质的环境、卫生监测等专业部门实施环境监测计划；

④加强工程建设环境监理，委托有相应监理资质单位对施工区进行工程建设环境监理；

组织实施工程环境保护方案，并监督、检查环境保护措施的执行情况和环保经费的使用情况，保证各项工程施工能按环保“三同时”的原则执行；

⑥协调处理工程引起的环境污染事故和环境纠纷；

⑦加强环境保护的宣传教育和技术培训，提高工程建设、管理人员的环境保护意识与环境保护技术水平。

### （3）运行期

运行期的环境管理任务主要包括：

①加强枢纽运行环境管理，保障环境保护设施的正常运行，处理运行过程中出现的问题；

②组织生态环境监测，通过对各项生态环境因子的监测，掌握其变化情况及其影响范围，及时发现潜在的环境问题，提出治理对策措施并予以实施。

## 8.1.5 环境管理体系

姚家平水利枢纽施工期环境管理分为外部管理和内部管理两部分。其中外部管理体系由生态环境行政主管部门组成；内部管理体系由建设单位环境管理办公室、环境监理机构、环保措施实施机构、环境监测单位组成。工程环境管理体系见图8.1.5-1。

### （1）外部管理

外部管理体系由生态环境行政主管部门组成，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的环境标准与要求，依法对工程建设阶段进行

不定期监督、检查及环境保护竣工验收等活动。同时也需要当地相关部门，如水利、国土、林业、农业、移民等部门的支持、沟通和配合。

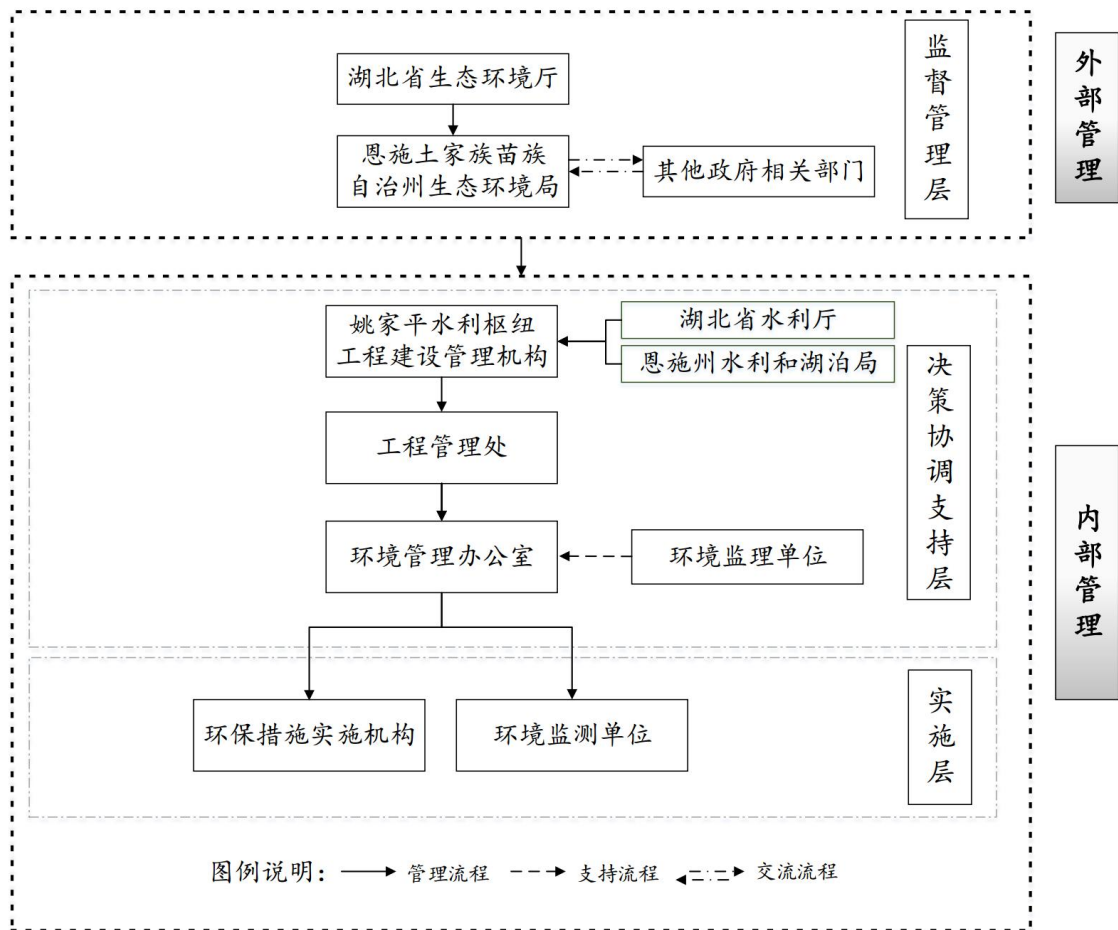


图 8.1.5-1 姚家平水利枢纽工程环境管理体系图

## (2) 内部管理

姚家平水利枢纽工程应在工程管理部门设置环境保护管理机构或委托具有水利水电工程环境保护管理经验的第三方技术单位，负责确定环保方针、审查项目环境目标和指标、审批环保项目和投资人报告、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境意识等工作。

环境管理机构主要职责包括：

(1) 负责工程的日常环境管理工作，在业务上接受湖北省生态环境厅和地方生态环境部门的监督、检查和指导。

(2) 贯彻执行国家环境保护方针、政策、法律、法规及技术标准，并为确定开发项目的环境方针和目标提供决策依据，根据环境方针编制、报批项目环境目标和指标，编制环境管理方案，指导、检查督促各环境监测点的业务工作，编制人员培训计划，作好环境工作内部审查，管理环保文档等。

(3) 参与工程建设的各有关施工单位内部应视具体情况，建立相应的环境保护机构、或指定专门人员负责本单位施工过程中的环境保护工作。为保证工程环境保护工作的连续性和稳定性，上述各环境保护机构及工作人员应保持相对稳定。

(4) 建立相应的环境保护体系，负责对环境监测、监理计划及环境保护措施的实施进行切实有效的监督。

(5) 负责领导与协调环境监理单位、各施工承包商及环境监测单位。

### 8.1.6 环境管理制度

完善的环境管理制度的建立，有利于环境保护工程的监督、管理、实施和突发事件的处理。姚家平水利枢纽工程的环境管理制度主要包括以下几个方面：

#### (1) 环境保护责任制

在环境保护管理体系中，建立环境保护责任制，明确各环境管理机构的环境保护责任。

#### (2) 分级管理制度

在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与措施条款，由各施工承包单位负责组织实施。工程建设环保办公室负责定期检查，并将检查结果上报。环境监理单位受业主委托，在授权范围内实施环境管理，监督施工承包单位的各项环境保护工作。

### (3) “三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行，防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

### (4) 书面制度

日常环境管理中所有要求、通报、整改通知及评议等，均采取书面文件或函件形式来往。

### (5) 报告制度

各施工承包商定期向姚家平水利枢纽工程建设单位环境管理办公室和环境监理部提交环境月、半年及年报，涉及环境保护各项内容的实施执行情况以及所发生问题的改正方案和处理结果，阶段性总结。环境监理部定期向工程建设单位环境管理办公室报告施工区环境保护状况和监理工作进展，提交监理月、半年及年报。环境监测单位定期向工程建设单位环境管理办公室提交环境监测报告，环境管理办公室应委托有关技术单位对工程施工期进行环境评估，提出评估季报和年报。

## 8.2 环境监理

### 8.2.1 环境监理目的和任务

工程建设环境监理是工程监理的重要组成部分，应贯穿工程建设全过程。工程建设环境监理工作的主要目的是：全面监督和检查施工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。

工程建设环境监理的主要任务可概括为“三控、一管、一协调”。“三控”包括质量控制、进度控制、投资控制，具体如下：①质量控制：按照国家或地方环境标准和招标文件中的环境保护条款，根据业主要求，在工程施工期间通过现场监督等方式，监督承包商履行合同规定，防止生态破坏和水土流失，防止水污染、空气污染、噪声污染等，并及时处理工程施工中出现的污染和生态破坏问题。②进度控制：重点放在落实“三同时”的制度上，确保环境保护措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。③投资控制：是对环境保护资金的支付控制和处理索赔。

“一管”指信息管理：监理工程师应及时了解和收集掌握施工区各类信息，并对信息进行分类、反馈、处理和储存管理，便于管理决策和协调工程建设各有关参与方的环境保护工作；及时掌握工程区环境状况，解决施工过程中造成的环境纠纷；对工程项目承包商的环境月报、季报进行审核，提出审查、修改意见。

“一协调”是监理工程师在环境保护措施实施过程中，协助环保部门，对环境工程建设质量、施工进度、投资的合理使用、环保设施运行等进行监督管理，确保各项措施落到实处，发挥实效；此外，还应协调业主与承包商、设计方、工程建设各有关部门之间的关系。

### 8.2.2 环境监理的作用

姚家平水利枢纽工程施工期环境监理的作用主要有：

(1) 预防功能：预测工程实施过程中可能出现的环境问题，预先采取措施进行防范，以达到减少环境污染、保护生态环境的目的。

(2) 制约功能：工程建设涉及的环境保护工作受到各种因素的影响，对此需要对各单位、各环节的工作进行及时检查、牵制和调节。以保证整

个过程的平衡协调。

(3) 参与功能：环境监理单位作为经济独立的、公正的第三方，参与工程建设全过程的环保工作。对与工程有关的重大环境问题参与决策。

(4) 反馈功能：监理单位在对监理对象的监督、检查过程中可以及时发现被监理单位和被监理事项中存在的问题，收集大量的信息，并随时对信息进行反馈，为有关单位提供改进工作的科学依据。

(5) 促进功能：环境监理的约束机制不仅有限制功能，而且有促进功能，可以促进环保工作向规范化方向发展，更好地完成防治环境污染和生态破坏的任务。

### 8.2.3 环境监理与工程管理的关系

#### (1) 环境监理与工程监理的关系

环境监理是工程监理的一个组成部分，但又具有相对的独立性。环境监理工作实行环境监理总工程师负责制，环境监理工程师对承包商违反环保条款的行为提出书面处理意见，经环境监理总工程师签发后下发承包商执行。具体由各标中的环保人员负责监督执行，并将结果反馈给环境监理总工程师。但对施工过程中出现的重大环境问题，特别是与工程进度有直接关系的环境事件，须与工程监理相协调。

#### (2) 环境监理与业主、承包商的关系

环境监理严格按照合同条款独立、公正地开展工作，即在维护业主利益的同时，也必须维护承包商的合法权益。业主与环境监理的关系是经济法律关系中的委托协作关系，业主与承包商间的关系只是一种经济合同关系。业主与承包商就环保方面的联系必须通过环境监理工程师，以保证命令依据的唯一性。环境监理与承包商的关系是一种工作关系，即工程施工环保工作中的监理与被监理关系。环境监理的存在构成业主、监理、承包

商三方相互制约的环境管理格局。

### (3) 环境监理与环境监测的关系

环境监理与环境监测是一种互为补充的关系，在环境管理中两者缺一不可。环境监测是工程区环境要素状况的动态反映，是环境管理与环境监理工作的重要依据。监测数据服务于监理，监理工程师可以根据施工进度提出环境监测方案调整意见，并通过业主反馈给环境监测单位。

## 8.2.4 环境监理工作依据

- (1) 环境监理合同；
- (2) 发包人与施工承包人签订的正式合同或协议；
- (3) 工程的施工图纸与文件；
- (4) 水利枢纽工程施工监理规范；
- (5) 国家的法律、行政法规、水利枢纽工程建设监理及水利枢纽建设部门规章和技术标准及工程所在地的地方法规；
- (6) 国家或国家授权部门与机构批准的工程项目建设文件；
- (7) 发包人指定使用的与本工程的有关制度、办法和规定；
- (8) 生态环境主管部门批复的姚家平水利枢纽工程环境影响报告书。

## 8.2.5 环境监理的目标

- (1) 进度目标：环保措施制定与执行进度保持与工程进度同步。
- (2) 质量目标：环保工程措施质量满足设计要求。
- (3) 环境保护目标：污染治理、生态保护、环境质量达到经生态环境主管部门批复的姚家平水利枢纽环境影响报告书的相关要求。

## 8.2.6 环境监理机构

监理工程师所在的环境监理机构应遵循国家及当地政府关于环境保护的方针、政策、法律、法规，监督承包商落实工程承包合同中有关环保条

款；及时了解和收集掌握施工区各类环境信息，并对信息进行分类、反馈、处理和储存管理；根据环境监测数据及巡查结果，监督、审查和评估施工单位各项环保措施实施情况，及时发现、纠正违反合同条款及国家环保要求的施工行为。环境监理机构设置及工作程序见图8.2.6-1。

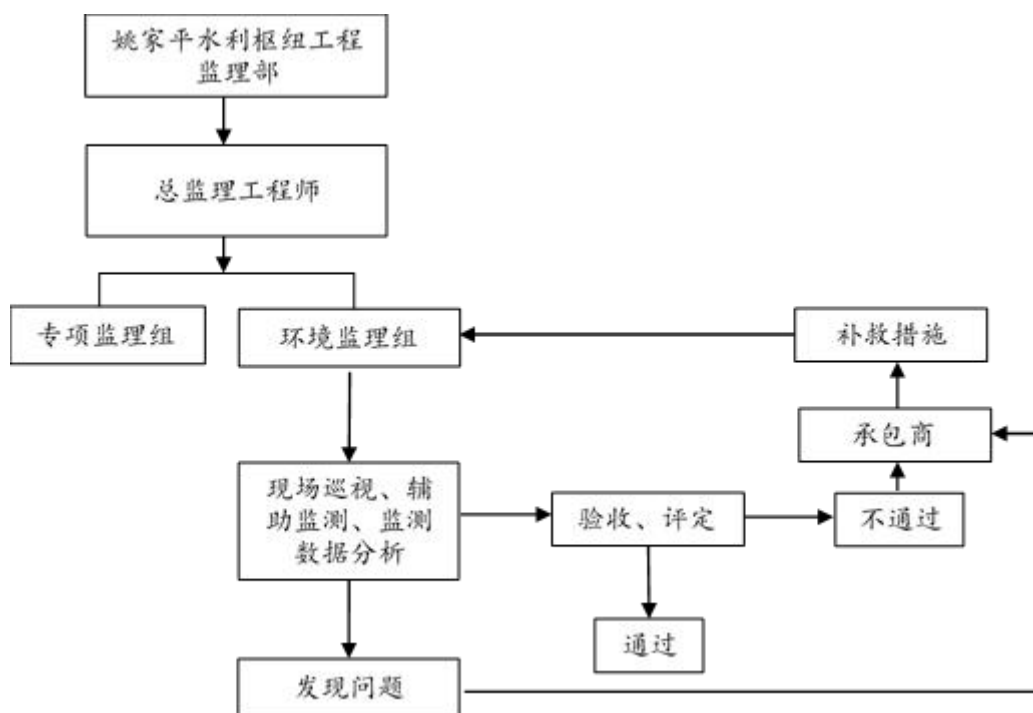


图 8.2.6-1 姚家平水利枢纽环境监理组织机构及工作程序图

## 8.2.7 环境监理工作制度

### (1) 工作记录制度

环境监理工程师根据工作情况做出工作记录（监理日记），重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，指出存在的环境问题，问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，提出处理意见及处理结果。

### (2) 监理报告制度

监理工程师应组织编写环境监理月报、季度报告、半年报告、年度监理报告，审核承包商的环境月报，报建设单位。

### (3) 函件往来制度

监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，应下发通知单，通知承包商及时纠正或处理。监理工程师对承包商某些方面的规定或要求，一定要通过书面的形式通知对方。有时因情况紧急需口头通知，随后必须以书面函件形式予以确认。

#### (4) 环境例会制度和会议纪要签发制度

每月召开一次环保会议。在环境例会期间，承包商对本合同阶段本月的环保工作进行回顾总结，监理工程师对该月各标段的环境保护工作进行全面评议，会后编写会议纪要并发给与会各方，并督促有关单位遵照执行。

重大环境污染及环境影响事故发生后，由环境监理工程师组织环保事故的调查，会同建设单位、地方环境保护部门共同研究处理方案，下发给承包商实施。

### 8.2.8 施工区环境监理

#### 8.2.8.1 监理范围

姚家平水利枢纽工程施工区环境监理的工作范围包括施工营地、施工机械修理及停放保养场、机电设备及金属结构拼装场、综合加工厂及仓库、预制件加工场、备料场、弃渣场、场内交通道路、建设单位管理区、施工区域附近的地质公园等生态敏感区等所有可能造成环境污染和生态破坏的区域。

#### 8.2.8.2 岗位职责

工程建设单位应聘请具有环境监理资质的单位承担工程施工期间的环境监理工作，遵循国家及当地政府关于环境保护的方针、政策、法令、法规，监督承包商落实工程承包合同中有关环保条款。根据环境监测数据及巡查结果，监督、审查和评估施工单位各项环保措施实施情况；及时发现、纠正违反合同条款及国家环保要求的施工行为。其主要监理职责包括：

(1) 编制环境监理计划，拟定环境监理项目和内容。

(2) 对承包商进行监理，防止、减轻施工作业引起的环境污染和对植被、野生动物生境的破坏行为。

(3) 全面监督和检查各施工单位环境保护措施实施情况和实施效果，及时处理和解决临时出现的环境污染事件。

(4) 负责落实环境监测的实施，审核有关环境报表，根据水质、大气、噪声等监测结果，对水利枢纽施工及管理提出相应要求，尽量减少工程施工给环境带来的不利影响。

(5) 在日常工作中作好监理记录及监理报告，组织质量评定，参与竣工验收。

### **8.2.8.3 监理方式**

根据工程影响区环境状况和工程特点，施工区环境监理工作方式以巡视为主，辅以必要的仪器监测，日常巡视是环境监理的主要工作方式。根据施工区污染源分布情况，环境监理工程师定期对施工区进行巡视，发现环境污染问题，首先口头通知承包商环境管理员限期处理，后以书面函件形式予以确认。对要求限期整改的环境问题，环境监理工程师按期进行检查验收，并将检查结果形成检查纪要下发给施工承包商。

### **8.2.8.4 主要工作内容**

姚家平水利枢纽工程施工区环境监理的主要工作内容包括：

#### **(1) 生态环境保护**

监督施工区及生态敏感区生态环境保护措施及宣传的落实情况包括警示牌设置情况以及宣传培训的落实情况等。枢纽工程施工结束后，对施工临时占地区受损植被进行植被恢复，对施工临时占用的耕园地进行复垦。禁止施工人员和当地居民捕杀动物。监督地质遗迹维护及恢复进程。

加强施工期管理检查渔政管理和水生生态监测的落实情况；检查鱼类栖息地保护和管理情况；检查过鱼设施的建设及执行情况；检查鱼类增殖放流站的建设，督促建设单位按期、按量开展鱼类增殖放流。

#### （2）生产废水和生活污水处理

对砂石料冲洗废水、混凝土系统生产废水、基坑排水、机械汽车停放场冲洗废水及施工营地生活污水的处理措施进行监督检查，确保承包商及各施工单位的废污水按设计措施处置。

#### （3）固体废物处置

检查施工区工程弃渣及生活垃圾的收集处理情况。处理竣工时应要求承包商从现场清除运走所有废料、垃圾、拆除和清理临时工程，保持移交工程及工程所在现场清洁整齐。

#### （4）大气环境保护

检查施工区大气环境保护措施的落实情况。要求承包商及各施工单位在装运水泥、石灰、垃圾等一切易扬尘的车辆时，必须覆盖封闭，防止运输扬尘污染。对道路产生的扬尘，应要求采取定期洒水措施，检查燃油机械是否装置消烟除尘设备。

#### （5）噪声控制

检查施工区噪声治理措施的落实情况。对于在靠近生活营地和居民区的施工单位，必须要求其合理安排作息时间，减少和避免噪声扰民，并妥善解决由此而产生的纠纷。

#### （6）人群健康

监督承包商进行施工人员卫生检疫，加强卫生防疫。确保工程施工区供水和生活饮用水安全，监督承包商做好生活饮用水的预防与保护、加氯消毒和水质监测工作。

## 8.2.9 移民安置区环境监理

### 8.2.9.1 监理范围

姚家平水利枢纽工程移民安置区环境监理的工作范围涉及湖北省恩施市、利川市共3乡（镇）7村。主要包括恩施市3个安置区（马者安置区、六房安置区、龙山坪安置区）共5个安置点，利川市1个安置区（小谷槽安置区）1个安置点，以及防护工程、专项设施复（改）建工程等移民安置活动可能产生影响的区域。

### 8.2.9.2 监理方式

移民安置区环境监理由地方移民安置负责机构结合移民安置区建设组织实施。根据姚家平水利枢纽库区环境状况和移民安置特点，移民安置区工程建设环境监理工作方式以定期巡查为主，辅以单项工程的监督控制，通过及时收集有关资料和填报的报表获取信息，并进行分析，在宏观上实现对移民安置区环境保护工作的“三控制”。对重点环境问题进行跟踪监理，直至解决问题。

### 8.2.9.3 岗位职责

移民安置区环境监理工程师的岗位职责主要包括：

（1）对移民安置区环境保护实施规划的所有项目进行监督检查，以保证各项环境保护项目或措施得到落实。

（2）根据有关法律法规及环保项目协议书（合同），对实施环保项目的专业部门和重点环保项目进行跟踪监理，提出要求限期完成的有关环境保护工作。

（3）通过巡查及时发现移民安置过程中存在的环境问题，提出解决措施或建议报环境管理办公室，并督促解决该问题。

（4）根据有关法律法规及协议书，协助工程环境管理机构 and 当地政府有关部门处理移民安置中引起的各种环境污染事故和环境纠纷。

(5) 编制工程建设环境监理工作月报和年报，送建设单位环境管理机构。

#### 8.2.9.4 主要工作内容

姚家平水利枢纽移民安置区环境监理的主要工作内容包括：

(1) 生活污水处理情况，主要是移民安置区生活污水处理设施的建设与使用情况、达标处理效果及存在的问题。

(2) 依据移民安置区规划设计排水设施的实施情况，检查整个排水系统的清理管护情况。

(3) 检查施工区大气治理措施的落实情况。检查移民区作业时间合理性，检查居民点降噪设施的落实情况，减少和避免噪声扰民，并妥善解决由此而产生的纠纷，负担相应的责任。

(4) 检查移民安置区的生活垃圾收集及清运情况，以保证移民区环境整洁卫生。

(5) 对移民迁建过程中存在的环境问题及时向建设业主和各级移民主管部门提出建议和措施，并督促尽快解决这些问题。

目前，由于前期项目已经开展，长江水利水电开发集团（湖北）有限公司成立了“长江水电集团前期工程及主体工程监理部”（以下简称“监理部”）。监理部代表长江水利水电开发集团（湖北）有限公司行使合同赋予监理的权力、责任和义务等，下设综合管理部、安全环保部、工程管理部、金结机电部，设置总监2名（前期与主体各1名）、副总监2名、监理工程师和监理员若干。截止目前已进场监理人员共计21人。

### 8.3 环境监测计划优化

#### 8.3.1 生态流量监测

本阶段生态流量监测较项目环评阶段增加一个断面。项目环评阶段布

设了姚家平水利枢纽坝下及天楼地枕水电站坝下两个生态流量监测断面，本阶段增加姚家平水利枢纽主电站厂房下游监测断面。

### **(1) 监控目的**

为确保姚家平水利枢纽及天楼地枕水电站生态流量下泄措施的有效运行，需对工程在不同阶段的下泄流量进行实时监控。

### **(2) 监控断面布设**

为了在线自动监测姚家平水利枢纽及天楼地枕水电站坝下生态流量，工程共设置3处生态流量监测断面。

为兼顾姚家平初期蓄水期和运行期生态流量监测，姚家平坝下监测断面布设在生态机组尾水口至凉水沟之间，可对生态补水隧洞出水口和姚家平生态机组尾水流量进行监测。

姚家平主电站生态流量断面布设在天楼地枕库尾。

天楼地枕坝下河段生态流量监测断面布设在天楼地枕坝下200m范围内。

### **(3) 监控方案与技术要求**

在3处测流断面岸边布设超声波时差式多声道流量监测装置，实施流量在线监测。

利用超声波在水流中的传播特性，通过超声波换能器来测量同水层线平均流速，通过逐层流速积分计算出流量。多声路超声波流量计不依赖于水力学系数，通过多层流速描述流速剖面曲线，从而得到较高的测量准确度。

遥测终端具有多种（开关量、数字量、模拟量）传感器接口，可同时接入GPRS、4G、5G等通信信道完成测站数据的自动传输；具有定时自报、超限加报、定时或随机查询应答等工作方式，实现自动向电站中控室报送

流量等数据。

#### (4) 监控系统安装时间

为满足初期蓄水阶段生态流量的监控要求，生态流量监测系统需在水库蓄水验收前安装完成。

### 8.3.2 地表水环境监测

#### (1) 施工期污染源监测

工程施工期水环境监测主要包括砂石料加工生产废水监测、隧洞施工废水监测和生活污水监测，共设置3个监测点位。监测点位、监测项目、监测时间与频次、监测方法等详见表8.3.1-1。

表 8.3.1-1 姚家平水利枢纽工程施工期废污水监测表

监测对象	监测点位	监测项目	监测时间及频次	监测方法
砂石料加工生产废水	1#砂石料加工系统废水处理设施出口处	SS、pH、废水处理量	生产期间每季度监测1次	《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)
隧洞施工废水	主厂房引水隧洞施工废水处理设施出口处	SS、pH、废水处理量	生产期间每季度监测1次	
生活污水	厂房土建标施工营地生活区处理设施出口处	pH、COD <sub>cr</sub> 、BOD <sub>5</sub> 、总氮、总磷、氨氮、LAS、粪大肠菌群、SS共9项	营地使用期间每季度监测1次	

#### (2) 施工期地表水环境监测

施工期地表水环境监测共设3个监测断面。其监测断面、监测项目、监测时间与频次、监测方法等详见表8.3.1-2。

表 8.3.1-2 姚家平水利枢纽工程施工期地表水环境监测表

监测对象	监测断面/点位	监测项目	监测时间及频次	监测方法
地表水水质	1#断面(施工区背景断面): 坝址上游2km	pH、DO、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、氟化物、石油类、挥发酚、六价铬、汞、氰化物、COD、BOD <sub>5</sub> 、铅、砷、铜、锌、SS共18项。	施工期7年每年监测3次(丰平枯各一次),每次监测2天	《地表水环境质量监测技术规范》(HJ 91.2-2022)
	2#断面(施工区控制断面): 坝址下游2km			
	3#断面(施工区下游控制断面): 坝址下游7km			

### (3) 运行期水环境监测

运行期水环境监测方案和项目环评阶段一致。

#### 1) 地表水水质监测

测点布设：库区云龙河汇口下游200m、高台村、坝前、坝下2km各布设1个监测断面。断面采样点布设按照《地表水环境质量监测技术规范》（HJ91.2-2022）执行。

监测项目：《地表水环境质量标准》中要求的24项基本项目。

监测频率：每季度监测1次。

#### 2) 水温监测

测点布设：库区云龙河汇口下游200m、坝前、坝下2km各布设1个水温自动监测断面。

监测项目：库区云龙河汇口下游200m和坝前观测垂向水温，观测垂线布置在断面的中心位置，垂向上每个测点间距 $<2\text{m}$ ；坝下2km断面观测表层水温。

监测频率：运行期库区垂向水温每月15日进行观测；坝下每日观测1次。

#### 3) 库区富营养化监测

测点布设：库区云龙河汇口下游200m、高台村、坝前各布设1个监测断面。断面采样点布设按照《地表水环境质量监测技术规范》（HJ91.2-2022）执行。

监测项目：总氮、总磷、生化需氧量、高锰酸盐指数、叶绿素a、透明度、水温。

监测频率：运行期每年2~6月每月监测1次。

#### 4) 生活污水

测点布设：业主营地生活污水处理设施出口处布设一个测点。

监测项目：pH、COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、总氮、总磷、氨氮、LAS、粪大肠菌群、SS等。

监测频率：运行期每年监测2次。

### 8.3.3 地下水环境监测

地下水环境监测方案与项目环评阶段一致。

监测布点：施工期和运行期在凉水井（马者村）、高台村、烂湾（姚家平组）布置3个监测点。

检测项目：流量、pH、砷、汞、铜、铅、锌、镉、锰、六价铬、铁、挥发性酚类、氰化物、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、氟化物、氯化物、硫酸盐、溶解性总固体、总硬度和高锰酸盐指数等共计22项。

监测频次：施工期泉水流量每季度人工巡测一次，其他水质指标每年监测1次。工程运行后泉水流量继续每季度监测一次，连续监测5年。

监测方法：监测方法参照《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164执行。

### 8.3.4 陆生生态环境监测

#### （1）监测范围

环评阶段，根据工程类型、区域植被情况及生态敏感区情况等布设监测点位，重点监测典型工程区、生态敏感区、评价区植被发育良好的区域。本阶段在落实环评批复要求基础上，根据工程变动情况，结合补充调查情况，重点监测典型工程区、生态敏感区、评价区植被发育良好的区域。

#### （2）监测时间

陆生生态监测分施工期、运行期2个时期。

施工期：陆生植物每年3次，监测时间为当年的3月、5月和10月。两栖和爬行类每年监测2次，监测时间为当年的5月和9月；鸟类和兽类每年监测3次，监测时间为当年的3月、7月和11月。每次调查时间为7~15天。

运行期：施工结束后第1、4年进行陆生生态调查。监测频次与监测时间与施工期一致。

### (3) 监测布点

环评阶段，陆生生态监测点的布设，结合评价范围内植被特征等，并考虑工程占地、开挖区、生态敏感区等重点影响区域或敏感区区域，共设置监测点17个，分别为：施工营地、混凝土拌合站、临时砂混系统、杨柳湾弃渣场、老沟弃渣场、坝址左右两岸、小溪河库中、河塘村淹没区、两岔河库中、清江右岸淹没区、库尾淹没区、老村、窝塘安置点、上沙田安置点、马者安置点、茅坡料场区各设置1个监测点位。

本阶段设置监测点20个，减少1个杨柳湾弃渣场，替换老村、窝塘安置点，改为龙山坪安置点、小谷槽安置点，增加大岩仟弃渣场、后湾弃渣场、和铁炉口弃渣场以及盛瑞料场4处监测点。

#### 1) 陆生植物监测布点

各监测点位根据陆生生物组成设置固定2条样线，在每条样线的典型群落内设置3个样地进行监测。乔木样方面积400m<sup>2</sup>（规格20m×20m），对每个样方用GPS精确定位，记录样方所处部位、坡形、坡向、坡度，乔木层总郁闭度、乔木树种、株数、每种平均胸径、平均高度等。在每个乔木层样方内设置3个“品”字型分布的2m×2m的小样方调查灌木种类、盖度和高度。草本层是在灌木层样方内设置3个“品”字型分布的1m×1m的小样方，调查记录草本的种类组成、盖度。

#### 2) 陆生动物监测布点

各点位根据陆生生物组成设置固定样线2条，统计兽类、鸟类、两栖类、爬行类的物种出现率。

爬行类、两栖类调查：每个调查地点设置2条样带，样带长为50m，宽

为5m。

鸟类调查：每个调查地点分别设定2条长2~3km的样线。

兽类调查：每个调查地点分别设定2条长2km，宽10米的样带。

#### **(4) 监测内容**

陆生植物监测：植物种类及组成、植被类型及分布、国家重点保护野生植物及古树名木、外来入侵种等。

陆生动物监测：种类、分布、密度和季节动态变化；重点保护野生动物的种类、数量、栖息地、觅食地等。

#### **(5) 监测方法**

本方案中涉及的陆生生态的监测方法均严格执行《生物多样性观测技术导则-陆生维管植物》（HJ710.1-2014）、《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-爬行动物》（HJ 710.5-2014）、《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）、《生物多样性调查与评价》（2007）等相关技术规则和要求。

### **8.3.5 水生生态环境监测**

为更好地掌握姚家平水利枢纽工程建设前后评价区水生生态系统变化情况，需开展水生生态监测，及时了解水生生物种群现状及变化趋势，为流域水生生物多样性保护提供依据。水生生态监测以鱼类资源监测为主，兼顾浮游植物、浮游动物、底栖动物等。本次变动环评阶段，对水生生态系统的影响方式和途径等与项目环评阶段基本一致，水生生态监测计划保持不变。目前，环境监测单位进场后，已开展了一次工程影响区域水生生态现状调查。

同时，水生生态保护措施实施过程中应开展效果监测与评估，保护措

施效果监测纳入相应保护措施内容中进行。主要监测内容有：栖息地保护效果跟踪监测与评估，对栖息生境和生物资源进行监测；过鱼设施过鱼效果监测，对过鱼设施内鱼类上溯情况进行监测记录；增殖放流效果监测，监测鱼类资源变化趋势，对增殖放流的鱼苗进行标记回捕调查；生态调度效果监测，生态调度过程中开展鱼类早期资源和水文、水环境要素监测。通过开展栖息地保护、过鱼设施、鱼类增殖放流、生态调度等措施的效果监测，反映流域内水生生态系统变化情况和评估水生生态保护措施运行效果，根据监测成果及时调整保护措施，为保护流域水生生物多样性保护提供科学依据。

### **(1) 监测内容**

包括水生生境、水生生物（浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类）、鱼类早期资源和鱼类产卵场等重要生境。重点监测鱼类资源和珍稀特有鱼类资源变化。

水生生境：水文、水动力学特征，水体理化性质；

水生生物：浮游植物、浮游动物、底栖动物的种类组成、分布、现存量；鱼类以及珍稀特有鱼类的种类组成、种群结构、资源量、生态特性和时空分布；

鱼类早期资源：鱼类早期资源量、种类组成与比例、时空分布；

鱼类重要生境：鱼类产卵场的分布与产卵种类、繁殖时间和繁殖种群规模。

### **(2) 监测断面**

根据姚家平水利枢纽工程的布局，结合所在河段水生生境特点，共布设监测断面9个，分别为三渡峡坝下、清江利川段、雪照河坝下、姚家平库尾、姚家平库区、姚家平坝下、甘名溪汇口、长偏河、小溪河。

### **(3) 监测时间及频次**

根据工程规模、生态影响特点及所在区域的生态敏感性，本工程需进行全生命周期的生态监测计划。监测计划为在姚家平水利枢纽施工前监测1次，施工期监测2次；建成运行后监测5次，即蓄水后第1、3、5、8、10年各监测1次；施工期及运行期共监测8次。其中，水生生境、浮游植物、浮游动物、底栖动物每年丰、枯水期各监测1次；鱼类资源每年4~7月、10~12月各监测1次；鱼类早期资源、鱼类重要生境调查在4~7月进行。

### **(4) 监测方法**

按照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）、《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）、《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T 88-2003）、《淡水渔业资源调查规范》（SC/T 9429）《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T 9402）等技术规范质量控制要求进行监测。

## **8.3.6 环境空气质量监测**

### **(1) 枢纽施工区敏感目标环境空气质量监测**

监测点位：在姚家平村居民点和野水鸡居民点各设1个监测点，共设2个监测点。

监测项目：监测PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>。

监测频次：施工期每季度监测1次，每次连续监测7天。

### **(2) 枢纽施工场界环境空气质量监测**

监测点位：在大坝标1#施工营地、老沟弃渣场各设1个监测点，共设2个监测点。

监测项目：监测PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>。

监测频次：施工期每季度监测1次，每次连续监测7天。

### **(3) 移民安置点环境空气质量监测**

监测点位：在马者安置点东侧居民点、三义丈居民点、专班安置点南侧居民点、岩上安置点北侧居民点、龙山坪安置点东南侧居民点、小谷槽安置点东侧居民点各设1个监测点，共设6个监测点。

监测项目：监测PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>。

监测频次：施工高峰期监测1次，每次连续监测7天。

## **8.3.7 声环境监测**

### **(1) 枢纽施工区敏感目标声环境监测**

测点布设：在姚家平村居民点和野水鸡居民点各设1个监测点，共设2个监测点。

监测项目：昼夜等效A声级。

监测频次：施工期每季度监测1次，每次连续监测2天。

### **(2) 枢纽施工区场界声环境监测**

测点布设：在大坝标1#施工营地、老沟弃渣场各设1个监测点，共设2个监测点。

监测项目：昼夜等效A声级。

监测频次：施工期每季度监测1次，每次连续监测2天。

### **(3) 移民安置点声环境监测**

测点布设：在马者安置点东侧居民点、三义丈居民点、专班安置点南侧居民点、岩上安置点北侧居民点、龙山坪安置点东南侧居民点、小谷槽安置点东侧居民点各设1个监测点，共设6个监测点。

监测项目：昼间、夜间等效A声级

监测频次：施工高峰期监测1次，每次连续监测2天。

## **8.3.8 土壤环境监测**

### **(1) 监测点布设**

在施工营地、机修保养站、六房安置点和1#砂石加工系统共布置4处监测点。

### **(2) 监测项目**

镉、汞、砷、pH和土壤含盐量及石油类。

### **(3) 监测频次**

每两年监测一次，施工结束继续监测4年，监测时间在每年10月份，共计监测4次。

### **(4) 监测方法**

在0~0.2m 取样，表层样监测点的土壤监测取样方法参照HJ/T 166 执行。监测项目监测方法按《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）和《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中要求的方法进行监测。

## **8.3.9 人群健康监测**

### **(1) 监测内容**

主要依靠医疗卫生三级网络对施工区、拆迁安置点疫情变化进行监控，了解施工活动对人群健康的影响，重点对自然疫源性疾病、介水传染病、虫媒传染病等传染性疾病进行监控。在传染病流行季节和高发区域，对易感人群进行抽检和预防接种。同时要建立疫情报告制度，发现法定传染病时，应及时上报和调查处理。切实保护拆迁人口身体健康。

### **(2) 监测范围**

施工区和拆迁安置点，重点针对施工人员和拆迁人口。

### **(3) 监测时间和频率**

对施工人员进场前后各监测1次，对拆迁安置点在拆迁安置期间监测1

次。

## 9 环境保护投资

### 9.1 编制原则

环境保护投资概算的编制遵循以下原则：

(1) “谁污染，谁负责，谁开发，谁保护”的原则。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建设对环境造成的不利影响采取的环境保护措施、环境监测和环境管理等所需的投资，且在主体工程及拆迁安置中未列其投资的，列入工程环境保护投资中。

(2) “突出重点”的原则。对受工程建设影响较大、公众关注、保护级别较高的环境敏感对象，应进行重点保护，所需保护经费应给予保证。

(3) “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。

(4) 列入《水利工程设计概（估）算编制规定（工程部分）》项目划分中的工程部分且同时具有环境保护功能的项目，其投资应列入工程部分，不应在环境保护投资中重复计列。

(5) 以现有环境影响评价、环境保护措施设计为基础，根据已颁发的《水利工程设计概（估）算编制规定（环境保护工程）》确定项目划分。

(6) 水土保持工程投资不计入环境保护投资。

(7) 编制环保投资估算时，基础价格与主体工程价格水平保持一致。

### 9.2 编制依据

(1) 《水利工程设计概（估）算编制规定》（环境保护工程）（2025年4月）；

(2) 《水利工程设计概（估）算编制规定》（水利部水总〔2024〕323号文）；

(3) 《水利、水电、电力建设项目前期工程工程勘察收费暂行规定》(国家发改委、原建设部发改价格〔2006〕1352号文)；

(4)《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》(原国家计委计价格〔1999〕1283号)；

(5)《工程勘察设计收费管理规定》(国家计委、建设部计价格〔2002〕10号文)；

(6)《建设工程监理与相关服务收费管理规定》(国家发改委、建设部发改价格〔2007〕670号文)；

(8) 湖北省颁发的现行有关定额和费用标准及当地询价；

(9) 环境保护工程设计文件及图纸。

### 9.3 项目组成

根据《水利工程设计概(估)算编制规定》(环境保护工程)，结合本项目实际情况，环境保护工程项目共划分为三个部分，分别为：环境保护措施投资、环境保护独立费用、基本预备费。

本工程环境保护措施包括生态流量保障、水环境保护、生态环境保护、大气环境保护、声环境保护、固体废物处置、景观保护、人群健康保护、建设征地与移民安置保护、环境监测与生态调查等十项措施。

独立费用由环境管理费、环境监理费、生产准备费、环境影响评价费、环境保护验收费、科研勘测设计费等六项组成。

### 9.4 费用构成

#### (1) 费用计算

建筑工程单价直接采用主体工程预算单价，水保植物工程单价按常规施工方法及有关定额进行计算。部分环保措施单价采用市场价格进行计算。

#### (2) 独立费用费率

- 1) 环境管理费：环境管理费按环境保护措施费的的3.5%计算；
- 2) 环境监理费：按批复的初步设计投资计列；
- 3) 生产准备费：生产准备费按环境保护措施费的的1%计算；
- 4) 环境影响评价费：按市场价格计列；
- 5) 环境保护验收费：按批复的初步设计投资计列；
- 6) 科研勘测设计咨询费：包括环境保护科学研究试验费、环境保护勘测设计费；环境保护科学研究试验费：按实际需要计列；环境保护勘测设计费：按批复的初步设计投资计列。

### (3) 基本预备费费率

与主体工程保持一致，按环境保护措施投资与环境保护独立费用之和的10%计算。

## 9.5 投资估算

经估算，湖北省姚家平枢纽工程(重大变动部分)环境保护投资23182.06万元，已列入主体工程的环保投资不重复列支。其中环境保护措施投资15535.12万元、环境保护独立费用5539.48万元、基本预备费2107.46万元。工程环保投资估算见表9.1.5-1。

表 9.5-1 姚家平水利枢纽工程(重大变动)环境保护投资估算总表

序号	措施及费用名称	合计(万元)
第一部分	环境保护措施	15535.12
一	生态流量保障	1
二	水环境保护	2672.87
(一)	工程施工废污水处理	2672.87
(二)	水温恢复	0
三	生态环境保护措施	11429.45
(一)	陆生植物保护	0
(二)	陆生动物保护	10
(三)	水生生态保护	11419.45
四	大气环境保护	309.74
(一)	粉尘污染防治	309.74

序号	措施及费用名称	合计(万元)
五	声环境保护	146.31
(一)	声源控制	50.81
(二)	敏感目标防护	95.5
六	固体废物处置	103.26
(一)	生活垃圾处置	74.26
(二)	危险废物处置	29
七	景观保护	123.9
(一)	景观敏感区与重要景观资源保护	123.9
八	人群健康保护	64.52
(一)	检疫防疫	64.52
九	建设征地与移民安置环境保护	120.55
(一)	移民安置区生活污水处理	0
(二)	移民安置区生活垃圾处置	0
(三)	施工期环境保护	120.55
十	环境监测与生态调查	563.52
(一)	施工期监测与调查	391.42
(二)	运行期监测与调查	0
(三)	运行期监测设备	172.1
第二部分	独立费用	5539.48
一	环境管理费	543.73
二	环境监理费	504
三	生产准备费	155.35
四	环境影响评价费	1280
五	环境保护竣工验收费	200
六	科研勘测设计咨询费	2834
1	勘测设计费	1514
2	环境保护科学研究	1320
七	其他	22.4
1	环境风险防范	22.4
	一~二部分合计	21074.6
第三部分	基本预备费	2107.46
总计	环境保护专项投资	23182.06

## 10 评价结论

### 10.1 项目概况

湖北姚家平水利枢纽工程位于湖北省恩施土家族苗族自治州恩施市境内，坝址在屯堡乡马者村。工程开发任务为防洪和发电，并为巩固拓展少数民族地区脱贫攻坚成果创造条件。工程为Ⅱ等大（2）型工程，水库正常蓄水位 745.00m，死水位为 715.00m，汛期防洪限制水位 729.00m；防洪库容 1.1 亿 m<sup>3</sup>，调节库容为 1.511 亿 m<sup>3</sup>，总库容为 3.219 亿 m<sup>3</sup>；装机容量为 184MW（含 24MW 生态机组）。枢纽由高 175m 的碾压混凝土拱坝、坝身泄洪建筑物（2 表孔+2 中孔+1 底孔）、坝后长 238m 人工水垫塘、引水发电系统、电站厂房（主厂房和生态电站）等建筑物组成。

在 2022 年 6 月《湖北姚家平水利枢纽工程环境影响报告书》批复后，在《可研报告》评估、批复以及开展初步设计工作过程中，工程设计方案发生了部分调整。项目环评阶段，姚家平水库防洪库容 0.80 亿 m<sup>3</sup>，推荐汛限水位 735m；中咨公司评估时，将防洪库容调整为 1.1 亿 m<sup>3</sup>，汛限水位调整为 729m。根据生态环境部发布的《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52 号）中，确定的水利建设项目（枢纽类和引调水工程）类重大变动清单，本工程汛限水位由 735.0m 调整为 729.0m，水库的特征水位发生变化属于重大变动，需重新开展环评。

### 10.2 工程设计变动的符合性及环境合理性

湖北姚家平水利枢纽工程符合国家产业政策，符合法律法规及相关规划的要求。本次汛限水位重大变动和其他设计变动不涉及工程任务和主要建设内容的调整，工程变动符合产业政策，与《中华人民共和国长江保护

法》《中华人民共和国防洪法》等法律法规的要求是符合的。工程预留 1.1 亿  $m^3$  防洪库容，可增加应急储备，增强防洪调度的机动性、灵活性，最大限度的减少极端洪水灾害损失，与《长江流域综合规划（2012—2030 年）》和《长江流域防洪规划》提出的要求是符合的。

工程为生态影响类型项目，符合生态环境分区管控关于生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线及生态环境准入清单的要求。工程变动后占用生态保护红线和恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园的面积减少，相应的影响也有所降低。

工程初步设计过程中对生态流量泄放设施、分层取水设施、过鱼建筑物进行了进一步设计优化。

总体来说，湖北姚家平水利枢纽工程设计变动是环境合理的。

## 10.3 环境影响及保护措施

### 10.3.1 地表水环境

#### （1）现状

根据姚家平河段常规断面和补充断面水质监测资料，姚家平库区河段水质符合 II 类水质要求。

#### （2）影响预测

##### 1) 水文情势

汛限水位变动后，不同典型年姚家平库区水位基本在 722.87m 以上，各典型年月均水位在 722.87m~740.87m 之间变化。与项目环评阶段 735m 汛限水位方案相比，729m 方案的库区水位变幅小于 735m 方案，年均水位也低于 735m 方案。建库后断面流速较建库前有所降低，水面宽、过水面积较建库前均有所增加。坝下减水河段流量均能达到生态流量泄放要求。从姚家平

主电站尾水口以下河段水文情势变化情况来看，天电减水河段由于下泄生态流量增加，水深、流速、水面宽较建库前以增加为主；天电尾水口以下河段典型断面建库后各要素月均最小值较建库前有所增加，月均最大值较建库前有所降低，年内变幅较建库前减小。

## 2) 水温

根据水温预测结果，姚家平水库为稳定分层型水库。汛限水位变动对水库水温结构影响不大，总体与项目环评阶段一致。在对叠梁门取水方案进行优化后，姚家平水利枢纽春夏季低温水下泄现象得到有效缓解，4月份旬均下泄水温较单层取水提高0.3~1.1℃，较天然水温降幅为1.3~2.7℃。

## 3) 水质

姚家平库区污染源以农业面源、农村生活面源和畜禽养殖污染源为主。经预测，工程建成后姚家平库区丰、平、枯水期COD、氨氮保持在地表水I类标准。根据坝下断面水质预测结果，姚家平水利枢纽坝下代表断面典型丰、平、枯水年基本符合地表水II类标准限值要求。

### (3) 保护措施

#### 1) 生态流量保障措施

初期蓄水期的不同阶段，生态流量分别通过水垫塘预埋钢管、导流洞、坝身底孔、生态机组下泄。运行期生态流量通过生态机组或生态放水管下泄。生态机组单机额定发电流量为10.85m<sup>3</sup>/s。正常工况下通过单台机组发电可满足枯水期生态流量要求，2台机组同时发电可满足汛期生态流量要求。在生态机组发电流量不能达到生态流量泄放要求时，不足部分通过布置在生态机组引水管的生态放水管补足。

#### 2) 分层取水措施优化

本阶段对项目环评阶段分层取水方案进行了优化设计。进水口采用取

表层水。进水口共2孔，孔口宽度均为8.5m，每孔设置一扇叠梁闸门。闸门底槛高程700.0m，水库正常蓄水位高程为745.0m，叠梁闸门最高顶部高程为735.00m，即叠梁闸门总高度35m。取水闸门采用分节的平面叠梁结构型式，共分成11节叠梁门，上面10节的每节门叶高度均为3m，底节门叶高度为5m，在运行过程中，随着库水位的降低/上升，逐节提出/增放叠梁闸门，通过调整取水闸门的总高度，来满足取水水深不大于10m的要求。

### 3) 水质保障

在水库蓄水前须对库底进行清理。库区应认真落实《湖北省水污染防治条例》《湖北省清江流域水生态环境保护条例》《恩施州“十四五”规划和2035年远景目标建议》中相关污染防治措施的要求，开展城镇污水治理、农村生活污水治理、农业面源污染控制、畜禽养殖污染治理、城镇地表径流污染治理等工作，减少入库污染负荷，保障姚家平库区水质。加强库区水质及富营养化监测。

## 10.3.2 陆生生态

### (1) 现状

与项目环评阶段相比，各类生态系统所占评价区面积未发生明显变化。补充调查的区域主要为新增征地区域，自然植被主要为3个植被型组、5个植被型主要为12个群系，分别是马尾松林、杉木林、麻栎林、毛竹林、插田泡灌丛、水麻灌丛、盐肤木灌丛、野艾蒿灌草丛、蕨灌草丛、五节芒灌草丛、节节草灌草丛、狗尾草。在本阶段补充调查过程中，未发现工程占地变动区域有重点保护野生植物分布。补充调查到陆生野生脊椎动物4纲16目37科73属99种，所有物种均为项目环评阶段动物名录中的物种。其中哺乳类6目8科14属16种，鸟类7目18科38属49种，两栖类7科11属19种，爬行类4科10属15种。相较于项目环评阶段，国家二级重点保护野生动物11种，增加了2种，分别是普通鵯和凤头鹰，湖北省重点保护物种为39种。

## (2) 影响预测

工程占地对植被类型的影响,增加的永久占地中,针叶林减少 $0.121\text{hm}^2$ 、阔叶林增加 $1.74\text{hm}^2$ 、灌丛和灌草丛减少 $5.23\text{hm}^2$ 、农作物增加 $1.44\text{hm}^2$ 、河流水域减少 $1.79\text{hm}^2$ ,相较于环评阶段损失生物量减少 $14.50\text{t}$ 。其中增加的临时用地中,针叶林增加 $4.11\text{hm}^2$ 、阔叶林增加 $52.96\text{hm}^2$ 、灌丛和灌草丛减少 $9.37\text{hm}^2$ 、农作物增加 $3.23\text{hm}^2$ 、河流水域减少 $4.97\text{hm}^2$ 。评价区的2株红豆杉、1处金荞麦、1丛蛇足石杉和1株扇脉杓兰等国家重点保护植物,以及9株古树均不涉及工程变动建设区域,也不在工程运行影响范围内。工程蓄水运行后,水湿条件的改善将使其生长更好。

相较于项目环评阶段,料场、弃渣场、安置点等新增施工临时占地,将造成野生动物生境的占用面积变大,对不同类型陆生动物种类和数量有一定影响。其他工程区域对陆生动物的影响基本和环评阶段一致。国家二级重点保护野生动物11种,虎纹蛙、乌龟、红腹锦鸡、黑鸢、斑头鹤鹑、红隼、画眉、豹猫、毛冠鹿、普通鵯、凤头鹰,湖北省重点保护物种为39种。

## (3) 保护措施

本次变动环评阶段临时征用土地复垦耕地、园地的用地面积 $38.28\text{hm}^2$ ,相较于项目环评阶段复垦面积增加 $3.13\text{hm}^2$ 。工程完工后,落实植物恢复措施,结合水保防治分区,植物恢复措施更为细致,恢复使用的植物种类更丰富,更有利于恢复植物群落的多样性。对于重点保护动物,设置标志牌、开展宣传培训,及时采取动植物保护措施。

### 10.3.3 水生生态

#### (1) 现状

根据水生生态调查,清江流域恩施州段共检出浮游植物8门100种(包括变种),浮游植物平均密度为 $31.37\times 10^6\text{cells/L}$ ,平均生物量为 $5.45\text{mg/L}$ ;

共检出浮游动物4类55种，平均密度为74.25ind./L，平均生物量为0.3733mg/L；共采集到大型底栖动物55种，清江上游平均密度为126.88ind./m<sup>2</sup>，中游平均密度为75.64ind./m<sup>2</sup>，清江上游平均生物量为39.04g/m<sup>2</sup>，中游平均生物量为44.82g/m<sup>2</sup>。清江流域有鱼类5目15科74属120种，其中现状调查在利川、恩施市段的干流以及小溪河、长偏河、云龙河、车坝河等支流共调查到鱼类42种。

清江流域分布的珍稀保护鱼类主要有国家二级重点保护鱼类鮠、圆口铜鱼、金沙鲈鲤、多鳞白甲鱼、青石爬鮡5种；湖北省级重点保护鱼类鳊、光唇蛇鮡、小口白甲鱼、长阳鮡4种（不含已列入国家级保护动物名录的物种）。并分布有长江上游特有鱼类圆口铜鱼、圆筒吻鮡、金沙鲈鲤、宽口光唇鱼、齐口裂腹鱼、短体副鳅、昆明高原鳅、西昌华吸鳅、四川华吸鳅、青石爬鮡、黄石爬鮡11种。

## （2）影响预测

本次设计变动对工程施工活动影响较小，工程建设涉及水域的范围、各类施工活动对水生生态的影响方式和途径不变，工程施工建设对水生生态的环境影响与原环评报告书结论基本一致。工程运行期，由于汛限水位和水库防洪调度过程、取水工程布置发生改变，汛前、汛末水库调度运行过程随之改变，坝下河段的日内流量过程和库区水位变化过程发生改变，引起的水文情势、水温、水质变化对水生生态系统产生影响。

工程设计变动后，部分时段的运行调度与项目环评阶段基本保持一致，对电站发电尾水下游河段的水文情势、水生生态的影响差异不大，仅部分月份略有改变，工程变动导致的水文情势变化对鱼类种群结构和资源量的影响与原环评阶段基本保持一致，工程变动前后的环境影响变化幅度有限。采取叠梁门取水可有效改善低温水下泄问题，改善效果与环评阶段预测成

果差异较小，水库低温水下泄对水生生态系统的影响与项目环评阶段基本一致。生态调度实施后，调度期间姚家平电站不调峰，由于日内调峰调度减弱，减缓了鱼类繁殖期发电流量变化引起的河道内水位变化，鱼类栖息地生境、饵料来源条件将有所改善。

### （3）保护措施

项目环评阶段，针对工程影响途径及水生生态保护措施布局原则，结合工程河段生态环境特点、水生生物资源现状以及鱼类生物学特性，形成以栖息地保护、过鱼设施、增殖放流、生态流量泄放、生态调度、加强施工期管理、加强渔政管理、水生生态监测、科学研究等多种措施为一体的综合保护体系。这些保护措施可满足工程建设运行的环境保护要求和需要，在采取相应环境保护措施后，大多不利影响可以得到消除或减缓。

本次变动环评阶段进一步优化完善了栖息地保护中的大河片拦河坝拆除、减水河段生境修复方案；制定了生态调度规程、栖息地保护规划方案；开展了鱼类增殖放流站工艺专项设计和过鱼建筑物专项设计，并开展了坝下河段流场数值模拟计算研究和过鱼建筑物水工模型试验研究，优化了过鱼建筑物布置方案。

## 10.3.4 生态敏感区

### （1）现状

本次变动环评阶段工程涉及2处生态敏感区，分别为湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园和恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园。湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园同时位于恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园范围内。

### （2）影响预测

工程变动区域涉及湖北恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园，主要用地类型是临时用地，多为临时施工便道，且临时占地区域距主要地质遗迹景点

较远，不会破坏观赏性，不会破坏生态和地质环境。

工程主体部分占用恩施大峡谷-腾龙洞世界地质公园的区域与工程占用恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园的区域重叠，其余部分主要为新变化的临时用地占用世界地质公园。工程占地面积占地质公园总面积比例极小，且占地区域以耕地和园地为主，不会对地质公园核心景观产生较大负面影响。

### (3) 保护措施

优化施工组织设计，严格按照批复方案施工；采取地质遗迹维护措施，应设立警示牌，保障地质遗迹不因开展施工活动而受到损害，并保障施工人员安全；加强施工管理，施工期产生的生产污水和生活污水经处理后回用，不对外排放，施工人员生活垃圾依托当地设施收集、处理，生产废料回收清理并加以再利用，将对地质遗迹的影响降至最小；开展地质景观恢复，施工结束后，由地质公园管理部门和建设单位共同组织编制地质公园景观恢复方案，结合区域地质景观的特点和工程蓄水后形成的新景观，减缓施工活动给地质公园景观带来的影响；开展地质灾害监测，为及时了解工程施工及运行引起的地质环境变化及发展趋势，掌握工程建设前后地质环境变化的时空规律，预测不良趋势并及时发布警报，地质公园管理部门应委托有关单位定期开展地质灾害监测；针对世界地质公园内的工程，工程结束后，开展全面生态与景观修复。

## 10.3.5 施工环境

### (1) 环境现状

根据恩施州2024年度生态环境质量年报，恩施市和利川市均属于环境空气质量达标区。根据2024年~2025年《湖北姚家平水利枢纽工程环境监测服务季度报告》，工程所在区域PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>可以满足《环境空气质量标准》

(GB 3095-2012) 二级标准。

《湖北姚家平水利枢纽工程环境监测服务季度报告》表明，评价范围内姚家平村居民点、六房安置点东侧居民点、专班安置点西北侧居民点、岩上安置点北侧居民点、小谷槽安置点东侧居民点等5个点位的昼、夜间等效A声级均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 对应标准限值要求。

## (2) 影响预测

### 1) 水环境

本阶段产生的废污水种类、性质与项目环评阶段基本一致，主要包括砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、隧洞施工废水、基坑排水、机械汽车停放场冲洗废水和施工人员生活污水等。但由于施工布置有所调整，且施工组织设计有所细化，因此初设阶段废污水产生的位置及产生量与环评阶段相比有所不同。从废污水去向来看，初设阶段与环评阶段所产生的废污水经过处理后，均回用于砂石料加工、混凝土拌和、混凝土养护、浇灌林地灌丛、场内施工道路和施工区洒水等用途。因此在严格落实施工期水环境保护措施后，本阶段与项目环评阶段所产生的废污水对清江地表水环境影响均较小。

### 2) 大气环境

变动环评阶段所采用的施工机械设备和施工方式与项目环评阶段基本相同，产生的废气种类、性质与项目环评阶段基本一致。工程施工期废气同样主要为爆破扬尘、砂石料加工系统粉尘、道路扬尘和燃油废气等。由于施工布置有所调整，且施工组织设计较环评阶段有所细化，因此初设阶段工程涉及的大气环境保护目标相应发生变化。项目环评阶段受主体工程施工扬(粉)尘影响的大气环境保护目标有9处，本阶段增加至19处。但总体来看，变动环评阶段与项目环评阶段大气环境影响范围和程度无显著差

异。

### 3) 声环境

本次变动环评阶段所采用的施工机械设备与项目环评阶段基本相同，因此主要声源的种类和源强也基本相同。由于施工布置调整，与项目环评阶段相比，本次变动环评阶段受施工噪声影响导致昼间超标的声环境保护目标数量、规模均略有增加。在未采取相应环保措施的情况下，项目环评阶段姚家平居民点和茅坡南侧居民点等2处保护目标的约22户居民昼间声环境无法满足相应声环境功能区要求；本次变动环评阶段，姚家平村居民点、后坝居民点和高龙门居民点等3处保护目标的约27户居民昼间声环境无法满足相应声环境功能区要求。但在采取降噪措施后，所有声环境保护目标的昼间声环境均可满足要求。在夜间禁止开展产噪施工作业的情况下，项目环评阶段和本阶段所有声环境保护目标的夜间声环境均可满足要求。总体来看，本阶段与项目环评阶段声环境影响范围和程度无显著差异。

### 4) 固体废物

与项目环评阶段一致，本次变动环评阶段工程所产生的固体废物同样包括弃渣、生活垃圾、建筑垃圾和危险废物。但由于施工组织设计变化，固体废物的产生量和产生位置与项目环评阶段相比有所不同。对比可知，施工期弃渣和生活垃圾产生量有所增加，建筑垃圾产生量有所减少。本次变动环评阶段与项目环评阶段固体废物影响范围和程度较项目环评阶段有所增加。

## (3) 保护措施

### 1) 水环境

砂石料加工系统冲洗废水经高效污水净化器处理后回用于砂石料冲洗，混凝土料罐冲洗废水经中和沉淀处理后回用于混凝土拌合，隧洞施工废水

经中和沉淀处理后回用于混凝土养护、浇灌林地灌丛、场内施工道路和施工区洒水，基坑经常性排水经中和沉淀处理后回用于混凝土养护、浇灌林地灌丛、场内施工道路和施工区洒水，机械车辆冲洗废水经隔油沉淀池处理后回用于车辆冲洗，生活污水经成套设备和三格化粪池处理后回用于浇灌林地灌丛、场地洒水等。项目环评阶段与本次变动环评阶段所采用的施工期废污水处理措施和回用路径基本相同，但由于施工布置调整和施工组织设计深化，各处理设施的规模及位置相应调整。

#### 4) 大气环境

大气环境保护措施主要包括：施工作业区域和汽车运输道路采取洒水降尘措施，爆破区域采取洒水抑尘，砂石料加工系统应配有收集除尘装置，并在砂石料加工区域的厂界围挡、主要产尘装置、砂料堆场以及传送带等区域设置喷雾装置，混凝土拌和楼应配有除尘装置并在添加水泥等多尘物料以及搅拌过程中采用全封闭式系统，多尘物料运输时适当加湿或用帆布覆盖，干燥裸露面不进行施工时应采用防尘苫盖进行遮盖，场内道路限制车流量和车速，加强大型施工机械和车辆的管理等。本次变动环评阶段，上述措施与项目环评阶段基本相同，仅由于施工布置调整而发生部分工程量改变。与项目环评阶段相比，本次变动环评阶段针对局部时段受到影响相对较大的居民点，在对应施工场地面向居民点一侧的连续围挡上，新增设置给水管及水雾喷头，施工作业期间开启水雾喷头降尘。新增措施有利于进一步减轻工程施工可能产生的大气环境影响。

#### 5) 声环境

声环境保护措施主要包括：施工期间加强施工管理，夜间禁止进行高噪声施工，在汽车保养站（前期）/机电安装营地/左岸洞渣料缓存区、现场管理区与鱼类增殖站和库区防护施工布置区面对敏感目标一侧设置声屏障，

对运输道路进行车速限制，并加强道路养护，对产噪设备安装隔声罩，选用低噪声施工设备等。本阶段上述措施与环评阶段基本相同，仅由于施工布置调整而发生声屏障等工程量改变。

#### 6) 固体废物

施工弃渣运至弃渣场处置，生活垃圾经收集后委托当地环卫部门统一处置，建筑垃圾尽量回收利用后剩余部分运至弃渣场处置，危险废物交由有资质的单位接收处理。本次变动环评阶段固体废物处理处置方式与项目环评阶段相同。

### 10.3.6 移民安置区环境

#### (1) 影响预测

相比于项目环评阶段，本次变动环评阶段移民安置建设对水环境的影响基本不变；移民安置建设涉及的大气环境和声环境保护目标数量由项目环评阶段17处减少到本阶段的10处，部分保护目标在局部时段受到的大气环境和声环境影响相对较大，需采取措施予以减缓；固体废物环境影响基本不变；安置点由项目环评阶段10处减少到本阶段6处，建筑面积减少24.8亩，安置更加集中，占地面积减少，对陆生植物破坏程度及陆生动物的驱扰影响降低。

#### (2) 保护措施

移民安置工程施工期废水采用中和沉淀的方式进行处理，处理后沉淀池上清液回用。运行期生活污水经污水管网收集至化粪池，经地埋式一体化污水处理设备集中处理后用于下游林地灌溉。

安置点建设工程和专项设施复（改）建工程的土石方施工采用湿法作业，减少土方开挖和回填产生的粉尘量；运输车辆装载多尘物料时，应适当加湿或采用封闭运输，减少扬尘；加强机械、车辆的维修和保养，减少

有害尾气排放；对移民安置施工区附近进行洒水降尘。

施工期通过合理制定作业时间，加强施工管理，合理使用施工机械、加强施工公示和沟通，降低噪声影响。

各施工区设垃圾桶收集施工期生活垃圾，委托当地环卫部门对生活垃圾进行定期收运和处理。运行期在各安置点内设置垃圾转运点和垃圾收集桶，并委托当地环卫部门定期收运处理。

与项目环评阶段相比，由于本阶段移民安置点减少由10处减少到6处，部分环保措施工程量适当调减。此外新增了设置了施工围挡水雾喷头和移动式隔声屏，有利于进一步减轻移民安置工程施工可能产生的大气环境和声环境影响。

## 10.4 综合评价结论

根据湖北姚家平水利枢纽工程重大变动对生态环境的影响预测，工程重大变动对坝址上下游水文情势、水环境、水生生态、陆生生态等基本未新增显著不利影响，总体满足环境保护要求。在有效落实项目环评报告书及其批复提出的各项生态保护措施和本次变动环评报告提出的各项优化、减缓建议，并落实生态环境主管部门相关意见要求的前提下，工程重大变动对区域环境新增的不利影响可得到控制和缓解，使工程建设运行与环境保护及社会经济可持续发展的要求相协调，本工程重大变动在环境上是可行的。

# 委托书

长江水资源保护科学研究所：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境保护管理条例》等相关法律法规，为做好湖北姚家平水利枢纽工程设计变动环境影响评价工作，现委托贵所编制《湖北姚家平水利枢纽工程（重大变动部分）环境影响报告书》。请贵所按照相关法律法规和技术规范要求，组织人员尽快开展工作。

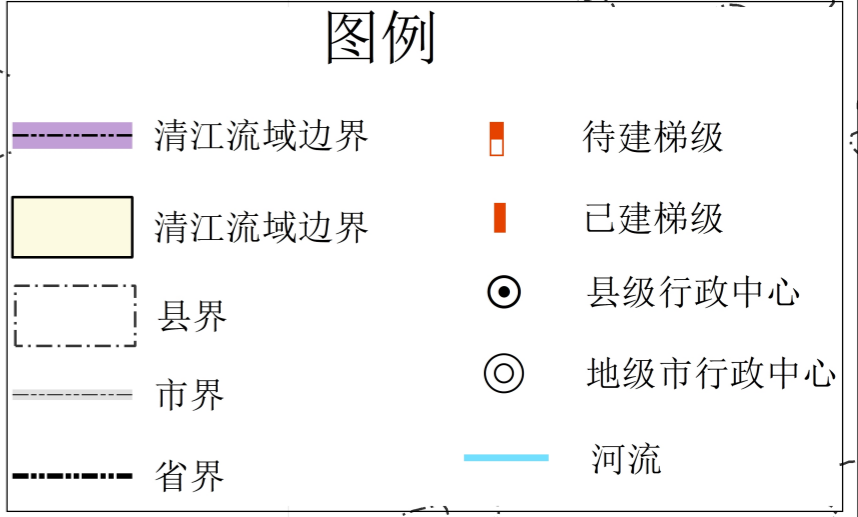
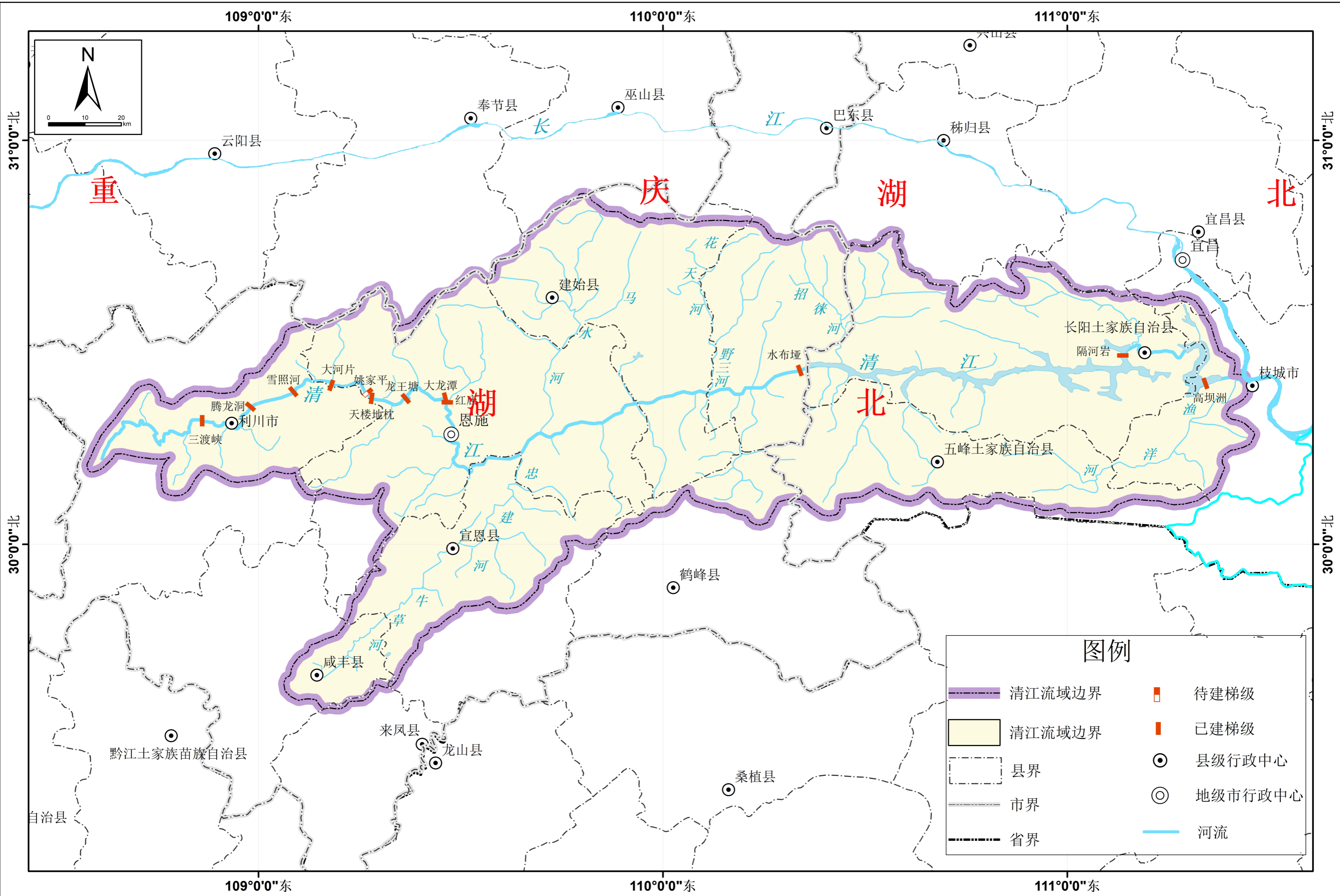
特此委托。

湖北姚家平水利枢纽开发建设有限责任公司

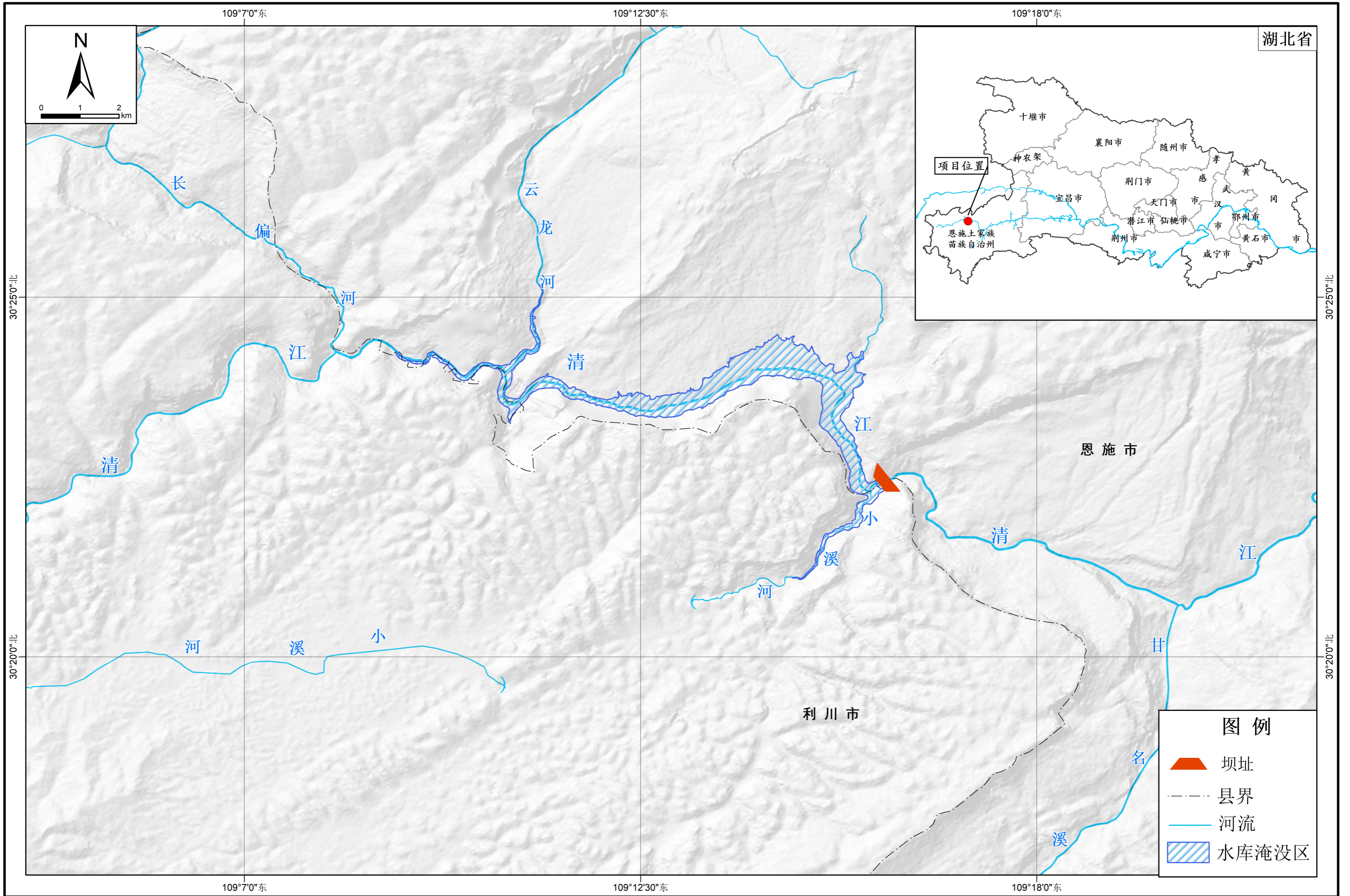
2025年6月5日



# 附图1 清江流域水系图



附图2 姚家平水利枢纽工程地理位置示意图





建设项目环境影响报告书审批基础信息表

填表单位(盖章):

湖北姚家平水利枢纽开发建设有限责任公司

填表人(签字):

涂.叶.叶

项目经办人(签字):

何.翔.昌

建设 项目	项目名称		湖北姚家平水利枢纽工程		建设内容		水库汛限水位变动				
	项目代码		2110-000000-04-01-969171		建设规模		水库正常蓄水位为745m,死水位为715m,汛期防洪限制水位729m,设计洪水位为748.30m,校核洪水位为749.02m;防洪库容1.1亿m <sup>3</sup> ,调节库容为1.511亿m <sup>3</sup> ,总库容为3.219亿m <sup>3</sup> ;电站装机容量184MW(含生态机组24MW),多年平均发电量5.131亿kW·h;工程总征地12898.10亩,规划设计水平年搬迁安置人口2122人,生产安置人口共1363人;工程施工总工期为84个月。				
	环评信用平台项目编号		5mma12		计划开工时间						
	建设地点		湖北省恩施土家族苗族自治州恩施市、利川市		预计投产时间		2031年5月				
	项目建设周期(月)		84.0		国民经济行业类型及代码		4822 河湖治理及防洪设施工程建筑				
	环境影响评价行业类别		124水库		项目申请类别		重大变动项目				
	建设性质		新建(迁建)		规划环评文件名		清江流域恩施段梯级开发环境影响回顾性评价报告				
	现有工程排污许可证或排污登记表编号(改、扩建项目)		现有工程排污许可管理类别(改、扩建项目)		规划环评审查意见文号		鄂环函〔2021〕243号				
	规划环评开展情况		有		环评文件类别		环境影响报告书				
	规划环评审查机关		湖北省生态环境厅		占地面积(平方米)		8598776				
建设地点中心坐标(非线性工程)		经度	109.267756	纬度	30.370728	环评文件类别	环境影响报告书				
建设地点坐标(线性工程)		起点经度		起点纬度		工程长度(千米)	3.23				
总投资(万元)		659428.03		环保投资(万元)		21317.00					
建设 单位	单位名称		湖北姚家平水利枢纽开发建设有限责任公司		单位名称		长江水资源保护科学研究所				
	统一社会信用代码(组织机构代码)		91422800MAC81EK079		编制主持人		毕雪				
	通讯地址		湖北省恩施土家族苗族自治州恩施市金马路22号		姓名		毕雪				
					信用编号		BH009943				
				联系电话		07188268255					
				职业资格证书管理号		201403542035000003512420389					
				通讯地址		湖北省武汉市汉阳区琴台大道15号					
污染物 排放量	污染物		现有工程(已建+在建)		本工程(拟建或调整变更)		总体工程(已建+在建+拟建或调整变更)		区域削减来源(国家、省级审批项目)		
			①排放量(吨/年)	②许可排放量(吨/年)	③预测排放量(吨/年)	④“以新带老”削减量(吨/年)	⑤区域平衡替代本工程削减量(吨/年)	⑥预测排放总量(吨/年)	⑦排放增减量(吨/年)		
	废水	废水量(万吨/年)							0.000	0.000	
		COD							0.000	0.000	
		氨氮							0.000	0.000	
		总磷							0.000	0.000	
		总氮							0.000	0.000	
		铅							0.000	0.000	
		汞							0.000	0.000	
		镉							0.000	0.000	
		铬							0.000	0.000	
		类金属砷							0.000	0.000	
	其他特征污染物							0.000	0.000		
	废气	废气量(万标立方米/年)							0.000	0.000	
		二氧化硫							0.000	0.000	
		氮氧化物							0.000	0.000	
		颗粒物							0.000	0.000	
		挥发性有机物							0.000	0.000	
		铅							0.000	0.000	
		汞							0.000	0.000	
镉							0.000	0.000			
铬							0.000	0.000			
类金属砷							0.000	0.000			
其他特征污染物							0.000	0.000			

