



中国电建
CHENGDU ENGINEERING CORPORATION LIMITED

金沙江白鹤滩水电站

竣工环境保护验收调查报告



建设单位：三峡金沙江云川水电开发有限公司

编制单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

2024年12月

金沙江白鹤滩水电站

竣工环境保护验收调查报告

建设单位：三峡金沙江云川水电开发有限公司

编制单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

金沙江白鹤滩水电站竣工环境保护验收调查报告编制单位和编制人员表

建设项目名称	白鹤滩水电站		
验收调查文件类型	竣工环境保护验收调查报告		
一、建设单位情况			
建设单位(签章)	三峡金沙江云川水电开发有限公司		
法定代表人或主要负责人(签字)	陆劲松		
主管人员及联系电话	张树海 087165870277		
二、编制单位情况			
主持编制单位名称(签章)	中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司		
社会信用代码	915100004507513971		
法定代表人	何彦锋		
三、编制人员情况			
编制主持人及联系电话	孙丹丹 02862683278		
1.编制主持人			
姓名	职业资格证书/职称证书编号	签字	
孙丹丹	HP00014893	孙丹丹	
2.主要编制人员			
姓名	职业资格证书/职称证书编号	主要编写内容	签字
孙丹丹	HP00014893	综述、工程调查、环保措施落实情况、生态环境影响调查、结论	孙丹丹
谭平	0007597	环境管理及监测计划落实情况、风险事故防范及环境管理调查	谭平
刘园	BH011765	枢纽区环境影响调查	刘园
四、参与编制单位和人员情况			
参与人员：张伟、徐健、刘格言、张众、朴虹奕、罗杰、张逸譞、宋奎霖			

审 定：谭 平

审 查：刘 园

校 核：孙丹丹

编 写：张 伟 徐 健 刘格言 张 众 朴虹奕
罗 杰 张逸環 宋奎霖

前 言

白鹤滩水电站为金沙江下游四个水电梯级—乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝中的第二个梯级，坝址位于四川省凉山州宁南县的白鹤滩镇和云南省昭通市巧家县的大寨乡交界处，上游距巧家县城约45km，距乌东德坝址约182km；下游距离溪洛渡水电站约195km，距离宜宾市河道里程约380km。坝址控制流域面积43.03万km²，占金沙江以上流域面积的91%。白鹤滩水电站水库正常蓄水位825m，总库容206.27亿m³，调节库容104.36亿m³，防洪库容75亿m³，具有年调节性能。电站装机容量16000MW，保证出力5500MW，多年平均发电量624.43亿kW·h。

2002年11月，白鹤滩水电站经国务院批准立项（计基础〔2002〕2004号）；2002年~2006年，白鹤滩水电站完成预可行性研究工作；2012年4月《金沙江白鹤滩水电站“三通一平”等工程环境影响报告书》获原环境保护部批复同意（环审〔2012〕97号）。2015年11月《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》获原环境保护部批复同意（环审〔2015〕240号）。2016年6月，白鹤滩水电站可行性研究报告（枢纽部分）通过水电水利规划设计总院组织的审查；2016年11月，白鹤滩水电站移民安置规划报告（四川部分、云南部分）通过了水电水利规划设计总院、云南省移民开发局、四川省扶贫和移民工作局组织的审查；2016年11月，白鹤滩水电站可行性研究报告取得了审查意见（水电规水工〔2016〕94号）。2017年8月，国家发展改革委以《国家发展改革委关于金沙江白鹤滩水电站项目核准的批复》（发改能源〔2017〕1440号）对工程项目建设予以核准，工程正式开工建设。工程蓄水前，2021年3月，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司（以下简称“我公司”或“成都院”）编制完成《金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收调查报告》，同月，中国三峡建工（集团）有限公司在白鹤滩工程现场组织召开金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收会议，并形成了验收意见，履行完备了蓄水阶段环保自主验收手续。

白鹤滩水电站于2011年1月开始筹建，2017年7月通过国家发展改革委核准，2021年4月6日下闸蓄水；2021年6月28日，首批机组发电；2022年12月20日，全部机组投产运行，电站完建至今，枢纽工程及环保设施正常运行，满足开展工程竣工环保验收的工况要求。

工程建设过程中，建设单位遵照《中华人民共和国环境保护法》《建设项目环境保护管理条例》等有关法律法规，建立了环境保护管理机构，在工程建设过程中与各级生态环境行政主管部门及其它有关部门积极配合，高度重视并开展了一系列的环境保护工作，

按照环境环保“三同时”管理要求积极实施《金沙江白鹤滩水电站“三通一平”等工程环境影响报告书》及批复意见、《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》及批复意见、《金沙江白鹤滩水电站可行性研究报告——环境保护设计》及审查意见、《金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告》及审查意见、《金沙江白鹤滩水电站“三通一平”等工程竣工环境保护验收调查报告》及验收意见、《金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收调查报告》及验收意见等要求的各项环境保护工作。中国三峡（建工）集团有限公司白鹤滩工程建设部环境保护管理中心承担施工区环境管理工作，中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司(简称“中南院”，下同)承担枢纽区环境监理工作。凉山州环境监测站、昭通市环境科学研究所、昭通市环境监测站、云南高科环境保护科技有限公司承担施工区环境监测工作。长江流域水土保持监测中心站负责本工程水土保持监测工作。为了解包括白鹤滩水电站在内的金沙江下游梯级电站开发对流域生态的影响，建设单位于2015年开始委托中国水产科学研究院长江水产研究所、水利部中国科学院水工程生态研究所、中国科学院生态环境研究中心等权威单位，持续开展金沙江下游流域水生生态和陆生生态调查以及其他相关环境监测工作。

2023年1月，通过公开招标，三峡金沙江云川水电开发有限公司宁南白鹤滩电厂与我公司签署了“金沙江白鹤滩水电站竣工环境保护验收技术服务合同”（附件1），委托我公司开展竣工环境保护验收调查工作。依据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)，白鹤滩水电站配套建设的环境保护设施及措施落实情况是竣工环境保护验收的核心内容，验收调查范围包括枢纽工程建设区、水库及下游影响区(包括长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区)。由于本工程移民安置由建设单位出资，地方政府具体实施，根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》相关要求，移民安置相关内容纳入《金沙江白鹤滩水电站竣工环境保护验收其他需要说明的事项》(以下简称“其他需要说明的事项”)。白鹤滩施工区垃圾填埋场、白鹤滩水电站对外专用公路（宁南县葫芦口至白鹤滩公路）单独编制了环评报告并已履行完备了竣工环保验收手续，不纳入本次竣工环境保护验收范围。

我公司接受任务后，成立了白鹤滩水电站竣工环境保护验收工作组。为认真扎实做好本工程竣工环境保护验收调查工作，我公司协同中国水产科学研究院长江水产研究所开展了水生生态影响调查工作，协同云南大学开展陆生生态影响调查工作，委托成都翌达环境保护检测有限公司开展环境现状验证性监测工作。

在以上工作基础上，工作组采用档案查阅、资料收集、现场考察、验证性监测、统计分析等方法，对工程采取的环保措施进行了全面核查，并就工程产生的主要环境影响和公众关心的环保问题进行了分析研究，于2024年7月编制完成《金沙江白鹤滩水电站竣工环境保护验收调查报告》(咨询稿)。2024年7月9日，建设单位组织专家组对《金沙江白鹤滩水电站竣工环境保护验收调查报告》(咨询稿)进行了技术审查，并形成审查意见。按照审查意见，我公司对报告进行了修改完善，于2024年12月编制完成了《金沙江白鹤滩水电站竣工环境保护验收调查报告》。

在报告编制过程中得到了生态环境部及生态环境部环境工程评估中心，四川省和云南省各级人民政府相关部门，中国三峡集团，中国三峡建工（集团）有限公司，三峡金沙江云川水电开发有限公司，移民工作办公室等有关单位以及华东院、中南院等设计、监理单位的大力支持，在此一并致以诚挚的感谢！

目 录

1 综述	1
1.1 任务来源	1
1.2 编制依据	1
1.3 调查目的及原则	5
1.4 调查内容与调查重点	6
1.5 调查方法	7
1.6 调查时段与调查范围	7
1.7 验收执行标准	9
1.8 环境敏感保护目标	11
1.9 验收工况	14
1.10 工作程序	14
2 工程调查	18
2.1 流域规划及开发概况	18
2.2 工程设计与建设情况	24
2.3 主体工程调查	26
2.4 工程投资情况调查	49
3 环境影响报告书及相关报告回顾	50
3.1 环境影响报告书回顾	50
3.2 环境影响报告书批复意见及要求	65
3.3 环境保护总体设计与审查意见	69
3.4 蓄水阶段环保验收概况	71
4 环境保护措施落实情况调查	73
4.1 环评报告及批复措施落实对照情况	73
4.2 蓄水阶段环保验收意见措施落实情况对照情况	88
4.3 存在的问题和建议	88
5 环境影响调查	90
5.1 枢纽工程区环境影响调查	90
5.2 库区及流域环境影响调查	120
6 环境风险事故防范及应急措施调查	184

6.1 环境风险因素调查	184
6.2 环境风险事故及影响调查	184
6.3 环境风险防范措施调查	184
6.4 环境风险应急预案调查	187
6.5 环境风险事故防范及应急措施调查结论.....	191
7 环境管理与环境监测调查.....	192
7.1 环境管理	192
7.2 环境保护“三同时”执行情况.....	201
7.3 环境监理	204
7.4 环境监测落实情况调查	208
7.5 实施阶段环境监测与环评报告要求对比情况.....	208
7.6 环境管理及环境监测计划落实情况调查结论.....	209
8 公众意见调查.....	211
8.1 调查目的与内容	211
8.2 调查对象与方法	211
8.3 调查结果分析	211
8.4 公众主要关心的环境问题反馈情况.....	216
9 调查结论与建议.....	217
9.1 调查结论	217
9.2 建议	227

附件：

附件 1：金沙江白鹤滩水电站竣工环境保护验收技术服务合同

附件 2：《关于金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书的批复》（原环境保护部，环审〔2015〕240 号）

附件 3：《关于金沙江乌东德水电站控制运行水位重大变动环境影响报告书的批复》（生态环境部，环审〔2023〕111 号）

附件 4：《关于金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告相关意见的函》（生态环境部，环评函〔2019〕75 号）

附件 5：《关于金沙江白鹤滩水电站“三通一平”等工程竣工环境保护验收合格的函》（环验〔2016〕38 号）

附件 6：《关于印发〈金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收意见〉的通知》（中国三峡建工（集团）有限公司，三峡建工环保〔2021〕87 号）

附件 7：黑水河鱼类栖息地生态修复项目总体设计报告审查会议纪要（中国长江三峡集团有限公司，2018 年第 54 期）

附件 8：金沙江白鹤滩水电站水温、生态流量在线监测系统建设方案审查会议纪要（中国三峡建设管理有限公司，2018 年第 69 期）

附件 9：金沙江白鹤滩水电站集运鱼系统设计专题报告技术审查会纪要（中国三峡建设管理有限公司，2019 年第 114 期）

附件 10：《关于印发长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区生态补偿项目第二次协调会议纪要的函》（中国长江三峡集团有限公司集团办公室，办函〔2023〕71 号）

附件 11：金沙江乌东德、白鹤滩人工鱼巢与乌东德库尾栖息地保护建设方案审查会议纪要（中国三峡建设管理有限公司，2019 年第 13 期）

附件 12：鱼类增殖放流公证书（2022 年~2024 年）

附件 13：突发环境事件应急预案备案表（施工期、运行期）

附件 14：运行期工业废物无害化处置框架协议

附件 15：公众意见调查样表

附图：

附图 1：金沙江白鹤滩水电站地理位置示意图

附图 2：金沙江下游梯级电站布置纵剖面图

附图 3：白鹤滩水电站枢纽布置图

附图 4：白鹤滩水电站施工布置图

附图 5：白鹤滩水电站外环境关系图

附图 6：白鹤滩水电站环保措施总布局图

附图 7：白鹤滩水电站运行期水环境监测点位布置图

附图 8：白鹤滩水电站竣工验收阶段陆生生态调查植物样方布设图

附图 9：白鹤滩水电站竣工验收阶段陆生生态调查动物样线布设图

附图 10：白鹤滩水电站陆生生态评价范围植被类型图

附图 11：白鹤滩水电站陆生生态评价范围建设前植被覆盖度示意图

附图 12：白鹤滩水电站陆生生态评价范围蓄水前植被覆盖度示意图

附图 13：白鹤滩水电站陆生生态评价范围现阶段植被覆盖度示意图

附图 14：白鹤滩水电站陆生生态评价范围重要保护动物空间分布示意图

附图 15：白鹤滩水电站陆生生态评价范围栗喉蜂虎适宜生境分布示意图

附图 16：金沙江下游河段水生生态调查断面和监测点位示意图

附图 17：金沙江下游河段主要鱼类产卵场分布示意图

1 综述

1.1 任务来源

2022年10月，建设单位采取公开招标方式，确定我公司为金沙江白鹤滩水电站竣工环境保护验收技术服务工作中标单位，并于2023年1月签订金沙江白鹤滩水电站竣工环境保护验收技术服务合同（附件1）。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015年1月施行)
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月修订)
- (3) 《中华人民共和国水土保持法》(2010年12月修订)
- (4) 《中华人民共和国渔业法》(2013年12月修正)
- (5) 《中华人民共和国水法》(2016年7月修订)
- (6) 《中华人民共和国森林法》(2019年12月修改)
- (7) 《中华人民共和国文物保护法》(2024年11月修订)
- (8) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2022年12月修订)
- (9) 《中华人民共和国土地管理法》(2019年8月修正)
- (10) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017年6月修订)
- (11) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018年10月修订)
- (12) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2022年6月施行)
- (13) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年4月修正)
- (14) 《中华人民共和国长江保护法》(2021年3月1日实施)
- (15) 《中华人民共和国自然保护区条例》(2017年10月修订)
- (16) 《中华人民共和国文物保护法实施条例》(2017年10月修订)
- (17) 《建设项目环境保护管理条例》(2017年7月修订)

1.2.2 部委规章及地方性法规

- (1)《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)
- (2)《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》(环发〔2014〕65号)
- (3)《国家重点保护野生植物名录(第一批)》(国家林业和草原局 农业农村部公告2021年第15号)
- (4)《国家重点保护野生动物名录》(国家林业和草原局 农业农村部公告2021年第3号)
- (5)《四川省重点保护野生植物名录》(川府发〔2024〕14号)
- (6)《四川省环境保护条例》(2017年9月修正)
- (7)《四川省人民政府关于公布四川省重点保护野生植物名录的通知》(川府函〔2024〕14号)
- (9)《云南省生态环境保护条例》(2024年9月修订)
- (10)《云南省建设项目环境保护管理规定》(2002年1月施行)
- (11)《云南省重点保护野生植物名录》(2023年12月)
- (12)《云南省重点保护陆生野生动物名录》(2023年12月)
- (13)《关于印发云南省古树名木名录的通知》(云林保护字〔1996〕第65号)
- (15)《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第4号)

1.2.3 规范性文件

- (1)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4号)
- (3)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77号)
- (4)《关于切实加强风险防范、严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2012〕98号)
- (5)《关于印发〈水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)〉的函》(国家环境保护部,环评函〔2006〕4号)
- (6)《关于印发建设项目竣工环境保护验收现场检查及审查要点的通知》(环办〔2015〕113号)
- (7)《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行)》(环发〔2015〕4号)
- (8)《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》(环发〔2015〕57号)
- (9)《关于印发《重点流域水生生物多样性保护方案》的通知》(环生态〔2018〕3号)

1.2.4 技术规范与标准

- (1) 《建设项目竣工环境保护验收调查技术规范 生态影响类》(HJ/T394-2007)
- (2) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 水利水电》(HJ 464-2009)
- (3) 《水电工程竣工环境保护验收技术规程》(NB/T11181-2023)
- (4) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)
- (5) 《污水综合排放标准》(GB8978-1996)
- (6) 《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)
- (7) 《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)
- (8) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2008)
- (9) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)
- (10) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)
- (11) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)
- (12) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)
- (13) 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T 88-2003)
- (14) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》(HJ 964-2018)
- (15) 《生态环境状况评价技术规范(试行)》(HJ 192-2015)
- (16) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)
- (17) 《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)

1.2.5 相关技术文件及批复文件

- (1) 《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》及批复文件（环审〔2015〕240号）
- (2) 《金沙江白鹤滩水电站“三通一平”等工程环境影响报告书》及批复文件（环验审〔2012〕97号）
- (3) 《金沙江白鹤滩水电站“三通一平”等工程竣工环境保护验收调查报告》及验收意见（环验〔2016〕38号）
- (4) 《金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告》及其有关意见的函（环评函〔2019〕75号）
- (5) 《金沙江白鹤滩水电站可行性研究设计报告》及审查意见（水电规水工〔2016〕94号）
- (6) 《金沙江白鹤滩水电站移民安置规划报告》（2023年，审定本）

- (7)《金沙江白鹤滩水电站生态调度专题研究报告》(2019年12月)
- (8)《金沙江白鹤滩水电站下闸蓄水规划专题报告》及评审意见
- (9)《金沙江白鹤滩水电站水库运用与电站运行调度规程》(2020年10月)
- (10)《金沙江白鹤滩水电站蓄水期间生态流量研究专题报告》(2018年11月)
- (11)《金沙江白鹤滩水电站生态流量在线监测系统建设方案》(2018年1月)
- (12)《金沙江白鹤滩水电站叠梁门分层取水专项设计报告》(2017年12月)
- (13)《金沙江白鹤滩水电站水温在线监测系统设计专题报告》(2018年1月)
- (14)《金沙江白鹤滩水电站集运鱼系统设计专题报告》(2020年2月)
- (15)《黑水河鱼类栖息地生态修复项目总体设计报告》(2018年4月)
- (16)《乌东德、白鹤滩水库人工鱼巢设计与建设项目建设方案》(2019年1月)
- (17)《金沙江白鹤滩水电站水库淹没工矿企业尾矿渣清理方案设计变更报告(四川部分)》(2021年1月)
- (18)《金沙江白鹤滩水电站水库淹没工矿企业尾矿渣清理方案设计报告(云南部分)》(2020年9月)
- (19)《金沙江白鹤滩水电站项目库区(四川部分)古树保护移栽方案》(2018年6月)
- (20)《金沙江白鹤滩水电站项目库区(云南省境内)古树保护移植方案》(2014年7月)
- (21)《白鹤滩水电站库周污染源治理规划报告》(2021年9月)
- (22)《金沙江白鹤滩水电站竣工验收阶段陆生生态调查与评价专题报告》(2024年6月)
- (23)《金沙江白鹤滩水电站竣工验收阶段水生生态调查陆生生态调查与评价专题报告》(2024年4月)
- (24)《金沙江下游流域陆生生态监测年度报告》(2019年~2023年)
- (25)《金沙江下游流域水生生态监测年度报告》(2019年~2023年)
- (26)《金沙江下游流域水温监测年度报告》(2019年~2023年)
- (27)《黑水河鱼类栖息地生态修复跟踪监测与效果评估年度报告》(2018年~2022年)
- (28)《乌东德、白鹤滩水电站消落带修复试验项目技术成果报告》(2023年6月)
- (28)《乌东德水电站鱼类增殖放流站年度运行管理总结报告》(2019年~2023年)
- (29)《金沙江下游梯级水电站生态调度试验效果评估年度报告》(2021年~2024年)

- (30)《金沙江下游流域地表水水质监测年报》(2016年~2023年)
- (31)《金沙江下游河道过饱和气体监测报告》(2020年~2023年)
- (32)《水库调度与电站运行规程执行情况报告》(2023年9月)
- (33)《金沙江白鹤滩水电站水库地震监测分析报告》(2023年4月)
- (34)《金沙江白鹤滩水电站枢纽工程竣工安全鉴定水情测报系统专题报告》(2023年4月)
- (35)《金沙江白鹤滩水电站枢纽工程竣工安全鉴定工程建设管理自检报告》(2023年6月)
- (36)《金沙江白鹤滩水电站枢纽工程竣工安全鉴定生产运行自检报告》(2023年10月)
- (37)《白鹤滩水电站分层取水叠梁门动水启闭试验报告》(2022年11月)
- (38)《金沙江白鹤滩水电站叠梁门运行效率分析报告》(2023年2月)
- (39)《金沙江白鹤滩水电站枢纽工程施工区完建期环境监测报告》(2020年~2023年)
- (40)其他与白鹤滩水电站工程有关的资料 and 文件

1.3 调查目的及原则

1.3.1 调查目的

- (1)调查工程前期环境保护审查、审批手续的完备性,技术资料与环境保护档案的齐全性;
- (2)调查工程对环境影响报告书及其批复文件、工程设计中环境保护措施、蓄水阶段环保验收调查报告及验收意见要求完善措施的落实情况;
- (3)调查工程已采取的环境保护措施,并结合工程所在区域环境状况,分析已采取环保措施的有效性;
- (4)调查工程建设、运行以来环境要素变化情况,验证环评结论的有效性;
- (5)调查分析工程已产生的实际环境问题及可能存在的潜在环境影响,提出切实可行的补救措施和应急措施,对已实施但尚不完善的措施提出改进意见;
- (6)调查公众意见,针对公众的合理要求提出解决建议;
- (7)总结工程环保经验与教训,为后续环境保护及环境管理工作提出意见和建议;
- (8)根据调查结果,从技术角度客观公正地论证工程是否具备竣工环境保护验收条件。

1.3.2 调查原则

- (1)认真贯彻国家与地方的环境保护法律、法规及规定；
- (2)坚持客观、公正、科学、实用的原则；
- (3)调查、监测方法应符合国家有关规范要求的原则；
- (4)坚持污染防治与生态保护并重的原则；
- (5)坚持现场监测、实地调查与理论分析相结合的原则；
- (6)坚持全面调查，点、线、面结合，重点突出的原则；
- (7)坚持对工程筹建期、主要施工期、完建期及运行期进行全过程调查的原则。

1.4 调查内容与调查重点

1.4.1 主要调查内容

- (1)工程设计变更、工程建设内容及变动情况。
- (2)环境保护目标基本情况及变化情况。
- (3)实际工程内容及变动造成的环境影响情况。
- (4)环保规章制度及环境影响评价制度执行情况。
- (5)环境影响报告书及审批文件中关注的环境影响。
- (6)环境影响报告书及审批文件中提出的环境保护措施落实情况及其效果，环境风险防范与应急措施落实情况及其有效性。
- (7)蓄水阶段环境环保验收文件提出的环境保护措施要求实施情况；
- (8)工程实际存在的环境问题以及公众反映强烈的环境问题，行政主管部门监督检查意见落实情况。
- (9)工程环境管理与环境监测执行情况。
- (10)工程环境保护投资落实情况。

1.4.2 工作重点

结合工程特点，本次竣工环境保护验收调查的重点是：主体工程的实施和变动情况，以及工程变动是否带来新的环境问题；生态流量下泄、鱼类增殖放流、鱼类栖息地、鱼类保护科研、长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区建设和管理、枢纽工程区环保措施落实情况；水环境影响和生态环境影响调查；“三同时”制度和环境监测计划执行情况

况；公众关心的环境问题及其处理情况；蓄水阶段验收调查报告以及其批复意见提出的环保要求的落实情况等。

1.5 调查方法

验收调查方法满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4号)、《建设项目竣工环境保护验收调查技术规范 生态影响类》(HJ/T394-2007)、《建设项目竣工环境保护验收技术规范 水利水电》(HJ 464-2009)、《水电工程竣工环境保护验收技术规范》(NB/T11181-2023)的要求，并参照《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)所规定的方法实施。

调查方法

表 1.5-1

序号	内容		调查方法	备注
1	工程调查	建设过程	现场调查、资料分析	设计资料、工程建设期监理报告、施工期监测报告
		公众意见	走访、问卷调查	公众、主管单位走访和调查
2	水环境、环境空气、声环境调查		现场调查、资料分析	建设期环境监测报告，验证性环境监测报告
4	生态调查	陆生生态	现场调查、资料分析	环评阶段至运行阶段历次陆生生态调查报告，现阶段陆生生态调查报告
		水生生态	现场调查、资料分析	环评阶段至运行阶段历次水生生态调查报告，现阶段水生生态调查报告
5	移民安置区调查		现场调查、资料收集	
6	工程形象面貌		现场调查、收集资料	
7	环境现状调查		现场查勘、资料分析	环评阶段至运行阶段历次环境监测报告，验证性环境监测报告
8	分析方法		统计分析、对比分析、典型分析、核查表	

1.6 调查时段与调查范围

1.6.1 调查时段

结合白鹤滩水电工程建设项目特点和环境保护工作的重点，对工程前期、施工期、运行期进行全过程调查，对蓄水阶段环保验收内容进行回顾和复核。

调查截止时间定为2024年11月。

1.6.2 调查范围及重点调查区域

调查范围与《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》确定的评价范围基本保持一致，同时结合工程实际建设情况对调查重点进行适当调整。由于本工程移民安置由建设单位出资，地方政府具体实施，移民安置相关内容根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)相关要求，纳入《金沙江白鹤滩水电站竣工环境保护验收其他需要说明的事项》(以下简称“其他需要说明的事项”)。白鹤滩施工区垃圾填埋场、白鹤滩水电站对外专用公路(宁南县葫芦口至白鹤滩公路)单独编制了环评报告并已履行完备了竣工环保验收手续，不纳入本次竣工环境保护验收范围。为便于与环境影响报告书进行比较，以下按照环境要素分别阐述各要素调查范围。

(1)地表水环境调查范围

本阶段调查范围与原环评阶段评价范围基本保持一致，干流包括金沙江干流白鹤滩库区(即乌东德坝址~白鹤滩坝址)以及下游溪洛渡水电站库尾35km消落河段，长约217km，支流包括白鹤滩库区主要支流黑水河、小江、以礼河、普渡河；考虑到梯级电站累积影响以及流域鱼类栖息生境保护要求，适当反映乌东德库尾至向家坝坝下江段水环境背景状况。重点调查区域为枢纽工程区涉及的金沙江干流河段。

(2)地下水环境调查范围

原环评阶段枢纽区地下水环境评价范围主要为工程区域水文地质单元，包括玄武岩裂隙含水层单元、砂岩泥质粉砂岩裂隙含水层单元、第四系孔隙含水层单元，集水面积合计62.5km²；原环评阶段将水库淹没及其影响区域列为地下水环境评价范围，其中淹没区面积211.14km²，淹没影响主要为库区可能产生浸没影响的库段，包括溜姑库段、黄草坪库段、巧家县城周边、沙坝库段、青岗坝库段、蒙姑~麻柳湾库段，长度12.5km。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)的规定，结合工程建设期实际地下水环境影响特征，确定竣工环境保护验收地下水环境调查范围主要集中在枢纽区。重点调查区域为交通洞、导流洞、地下厂房等地下工程区。

(3)陆生生态调查范围

本阶段调查范围与原环评阶段评价范围基本保持一致，陆生生态调查范围为乌东德坝址~白鹤滩坝址下游6km之间长约188km金沙江河段两岸一级分水岭为界的集水区域(包括工程占地区)，总面积约1967.47km²。以水库淹没区(211.14km²)、枢纽工程占地区(13.41km²)为重点。

(4)水生生态调查范围

本阶段调查范围与原环评阶段评价范围基本保持一致，干流包括乌东德水库库尾～向家坝坝址之间的金沙江下游河段，全长约768km，支流包括白鹤滩库区的主要支流黑水河、小江、以礼河、普渡河。此外，考虑到梯级电站水温和水文情势累积影响，以及流域鱼类保护要求，水生生态调查范围进行适当延伸，包含长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区及本工程鱼类保护措施实施江段和有关区域。重点调查区域为白鹤滩库区、溪洛渡库区（387km）及主要支流黑水河（全流域）、小江、以礼河、普渡河。

同时，将乌东德白鹤滩鱼类增殖放流站、溪洛渡向家坝水电站鱼类增殖放流站、赤水鱼类增殖放流站、重庆鱼类增殖放流站纳入调查范围，其中，乌东德白鹤滩水电站鱼类增殖放流站作为重点调查区域。

(5)环境空气和声环境调查范围

本阶段调查范围与原环评阶段评价范围保持一致，包括枢纽工程施工区所在金沙江河谷段长约15km江段。环境空气调查范围以施工封闭区为中心周边500m，施工道路红线两侧200m；旱谷地料场施工区环境空气调查范围为料场、弃渣场以及大坝砂石加工系统边界500m，骨料运输专用道路红线两侧200m。声环境调查范围为各类工程占地区及其周围200m范围内。

(6)社会环境调查范围

本阶段调查范围与原环评阶段评价范围保持一致，包括水库淹没和枢纽占地所涉及的四川省宁南县、会东县，云南省会泽县、禄劝县、东川区，巧家县等6个县(区)。

1.7 验收执行标准

采用《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》及其批复文件中确定的标准进行验收，并依据四川、云南两省最新生态环境分区管控成果及已修订或新颁布的环境质量标准对执行标准进行复核，具体如下：

1.7.1 环境质量标准

(1)地表水：执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水域标准，采用II类水域标准进行复核（依据四川、云南两省最新生态环境分区管控要求白鹤滩水电站区域河段执行II类水域标准）。

(2)地下水：执行《地下水环境质量标准》(GB/T14848-93)III类水标准。本阶段采用

《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)III类水标准进行校核。

(3)环境空气：按照环评报告书，在2016年1月1日之前环境空气执行《环境空气质量标准》(GB3095-1996)二级标准，2016年1月1日以后执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。本阶段采用《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准进行验收。

(4)声环境：执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准；工程区内公路两侧红线外距离35m范围内执行《声环境质量标准》4a类标准。

各主要参数环境质量标准详见表1.7-1。

竣工环境保护验收调查环境质量标准

表 1.7-1

《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)(mg/L)			《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类(mg/L)		《环境空气质量标准》GB3095-2012)二级标准		《声环境质量标准》(GB3096-2008)dB(A)			
							2 类标准		4a 类标准	
项目	验收标准 III类	复核标准 II类	项目	标准值	项目	标准值 (日平均)	项目	标准值	项目	标准值
pH(无量纲)	6~9	6~9	总硬度	≤450	TSP	0.30	昼间	60	昼间	70
CODcr	≤20	≤15	溶解性总固体	≤1000	PM10	0.15	夜间	50	夜间	55
BOD ₅	≤4	≤3	硫酸盐	≤250						
溶解氧	≥5	≥6	氯化物	≤250						
总氮	≤1.0	≤0.5	砷	≤0.01						
总磷(以P计)	≤0.05(湖、库标准)	≤0.025(湖、库标准)	汞	≤0.001						
石油类	≤0.05	≤0.05	铬	≤0.05						
粪大肠菌群	≤10000(个/L)	≤2000(个/L)								

1.7.2 污染物排放标准

(1)废（污）水：污废水排放执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准。

(2)废气：大气污染物执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)新污染源大气污染物排放限值中的无组织排放监控浓度限值。恶臭排放标准执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-2018)表1中的二级标准。

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

污染物排放执行标准见表1.7-2。

竣工环境保护验收调查主要污染物排放标准

表 1.7-2

废(污)水		废气				噪声	
《污水综合排放标准》 (GB8978-1996)一级 (mg/L)		《大气污染物综合排放标 准》(GB16297-1996) (mg/m ³)		《恶臭污染物排放标准》 (GB14554-93)		《建筑施工场界环境噪声排放 标准》(GB12523-2011) (dB(A))	
项目	标准值	项目	无组织排放监控浓 度限值	项目	标准值	昼间	夜间
pH	6~9	颗粒物	1.0	氨(mg/m ³)	1.5	70	55
SS	70			硫化氢(mg/m ³)	0.06		
BOD ₅	20			臭气浓度	20		
CODCr	100						
NH ₃ -N	15						
石油类	5						

1.7.3 生态验收标准

以本工程所在地及区域生态环境的背景值或本底值作为参照标准。

1.7.4 环境保护措施落实调查指标

重点调查《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》及其批复意见和《金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告》及审查意见要求落实的环保措施，以及金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收意见提出的需进一步落实的环保措施。当设计变更时，以设计变更审批确定的保护措施和保护目标为指标，并与设计变更前的保护目标做对比。

1.8 环境敏感保护目标

白鹤滩水电站环境敏感保护目标详见表1.8-1。

白鹤滩水电站环境敏感保护目标一览表

表 1.8-1

环境要素	保护对象	环评阶段		项目实施阶段		备注
		区位关系	保护要求	区位关系	保护要求	
地表水	乌东德坝址~白鹤滩坝址之间长约 182km 金沙江干流河段和区间主要支流，以及下游溪洛渡库区 35km 消落河段	白鹤滩库区及溪洛渡库尾回水变动区	《地表水环境质量标准》Ⅲ类标准	未变化	未变化	
地下水	枢纽工程区周边 6 处分散式居民饮用水水源，分别为左岸新田村和右岸大寨镇、棉花地、上红岩、下红岩、田坝寨等居民点。	各分散式居民饮用水水源距离地下工程 350m~2700m。	保证居民用水及水质	未变化	未变化	
陆生生态	古树名木	水库淹没和工程占地范围内受影响 345 株古树	采取迁地保护、采伐、避让、就地保护等措施	未变化	未变化	
	保护植物	未发现国家级和省级保护野生植物分布	-	未变化	未变化	
	保护动物	有国家珍稀保护动物 29 种(其中鸟类 21 种，兽类 8 种)，省级保护动物 21 种(其中爬行类 1 种，鸟类 18 种，兽类 2 种)	保护受水库淹没和工程施工影响珍稀保护动物。	部分更新	鸿雁、赤狐、豹猫由省级保护动物升级为国家二级保护动物；画眉、栗喉蜂虎、滇鸮、白胸翡翠新增为国家二级保护动物；穿山甲、大灵猫由国家二级保护动物升级为国家一级保护动物	依据《国家重点保护野生动物名录》(国家林业和草原局 农业农村部 2021 年第 3 号公告，2021 年 2 月 1 日公布)、《国家重点保护野生植物名录》(国家林业和草原局 农业农村部 2021 年第 15 号公告，2021 年 9 月 7 日公布)更新
水生生态	金沙江干流特有鱼类、省级保护和列入濒危动物红皮书鱼类，鱼类重要生境	乌东德坝址下游~白鹤滩坝址河段及区间主要支流	保护鱼类及其重要生境	部分更新	长鳍吻鮡、四川白甲鱼、多鳞白甲鱼、鲈鲤、细鳞裂腹鱼、重口裂腹鱼、岩原鲤、红唇薄鳅、长薄鳅调整为国家二级保护动物	
	白鹤滩集镇(迁建前)	与左岸进场专用公路最近水平距离 80m，矮子沟弃渣场最近水平距离 55m。	控制无组织废气、扬尘排放，维	未变化	已淹没	已迁建

环境要素	保护对象	环评阶段		项目实施阶段		备注
		区位关系	保护要求	区位关系	保护要求	
环境空气和声环境	迁建白鹤滩镇	与金属结构制造厂最近水平距离 100m, 与左岸高线公路最近水平距离 60m, 与新建村高低线连接公路最近水平距离 130m, 与地方过境公路最近水平距离 14m。	护工程区及其附近的环境空气质量和声环境质量满足功能区划要求。	未变化	未变化	
	业主营地	与矮子沟弃渣场最近水平距离 185m, 与左岸高线公路最近水平距离 95m。		未变化	未变化	
	新建村承包商营地	与施工作业区最近水平距离 22m, 与左岸高线公路最近水平距离 35m, 与新建村高低线连接公路最近水平距离 150m。		未变化	未变化	
	六城坝临时营地	与施工作业区最近水平距离约 154m, 与矮子沟渣场连接道路最近水平距离约 20m, 与左岸低线公路最近水平距离约 66m。		未变化	已拆除淹没	已拆除
	半坡承包商营地	与施工作业区最近水平距离 75m, 与右岸低线公路最近水平距离 220m。		未变化	未变化	
	大花地	与施工作业区最近水平距离 20m, 与右岸高线公路最近水平距离 12m。		未变化	未变化	
	田坝寨	与右岸出线场公路最近水平距离 28m		未变化	未变化	
	上红岩	与大坝施工区最近水平距离约 40m, 与右岸出线场公路最近水平距离 90m。		未变化	未变化	
	下红岩	与下红岩压坡石渣回填区最近水平距离约 195m, 与右岸出线场公路最近水平距离约 45。		未变化	未变化	
	棉花地	与大坝施工区最近水平距离约 35m。		未变化	未变化	
	白鹤滩村承包商营地	与施工作业区最近水平距离约 10m, 与右岸导流洞出口施工道路最近水平距离 10m		未变化	已淹没	
	白鹤滩村	与施工作业区最近水平距离 130m。		未变化	已淹没	
	新村二社、何家老堡、大龙滩、刘家老堡、垭井沟、倒马坎、大坪村、中梁子	骨料运输专用道路沿线		未变化	未变化	专用道路单独立项并开展环评, 上述敏感点主体工程不考虑
	普家村	与旱谷地料场最近距离约 180m		未变化	未变化	
社会环境	文物古迹	包括古栈道、古桥、古寺、新石器遗址及墓地等	发掘保护	未变化	未变化	

1.9 验收工况

按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4号)、《建设项目竣工环境保护验收技术规范水利水电》(HJ/T 394-2007)、《水电工程竣工环境保护验收技术规程》(NB/T11181-2023)、《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》及批复意见等相关要求,水利水电项目在不影响主体工程正常运行和效益发挥情况下,环保设施完工后即可开展验收调查工作。

白鹤滩水电站工程建设已顺利完成,2022年12月20日,16台机组全部投产发电,工程质量良好,各工程形象面貌和进度计划均基本按时完成,工程投资处于合理控制范围,主体工程及环保设施运行情况良好,满足竣工环保验收的工况要求。

1.10 工作程序

1.10.1 报告编制工作程序

(1)启动和准备阶段:收集、分析工程有关的文件和资料,了解工程概况和项目建设区域的基本生态特征,明确环境影响评价文件和环境影响评价审批文件有关要求,制定环境监测和生态调查方案。

(2)环境监测与初步调查阶段:按照监测方案的计划,分不同时段进行现场监测,在现场核查工程设计、建设变更情况及环境敏感目标变化情况,初步掌握环境影响评价文件及其审批文件要求的环境保护措施落实情况、与主体工程配套的污染防治设施完成及运行情况和生态保护措施执行情况。

(3)编制验收实施方案阶段:确定验收调查标准、范围、重点及采用的技术方法,编制验收实施方案文本。

(4)验收详细调查阶段:调查工程建设期和运行期造成的实际环境影响,详细核查环境影响评价文件及初步设计文件提出的环境保护措施落实情况、运行情况、有效性和环境影响评价审批文件有关要求的执行情况。

(5)编制验收调查报告阶段:对项目建设造成的实际环境影响、环境保护措施的落实情况进行论证分析,针对尚未达到环境保护验收要求的各类环境保护问题,提出整改与补救措施,明确验收调查结论,编制验收调查报告文本。

白鹤滩水电站竣工环境保护验收调查工作程序见图1.10-1。

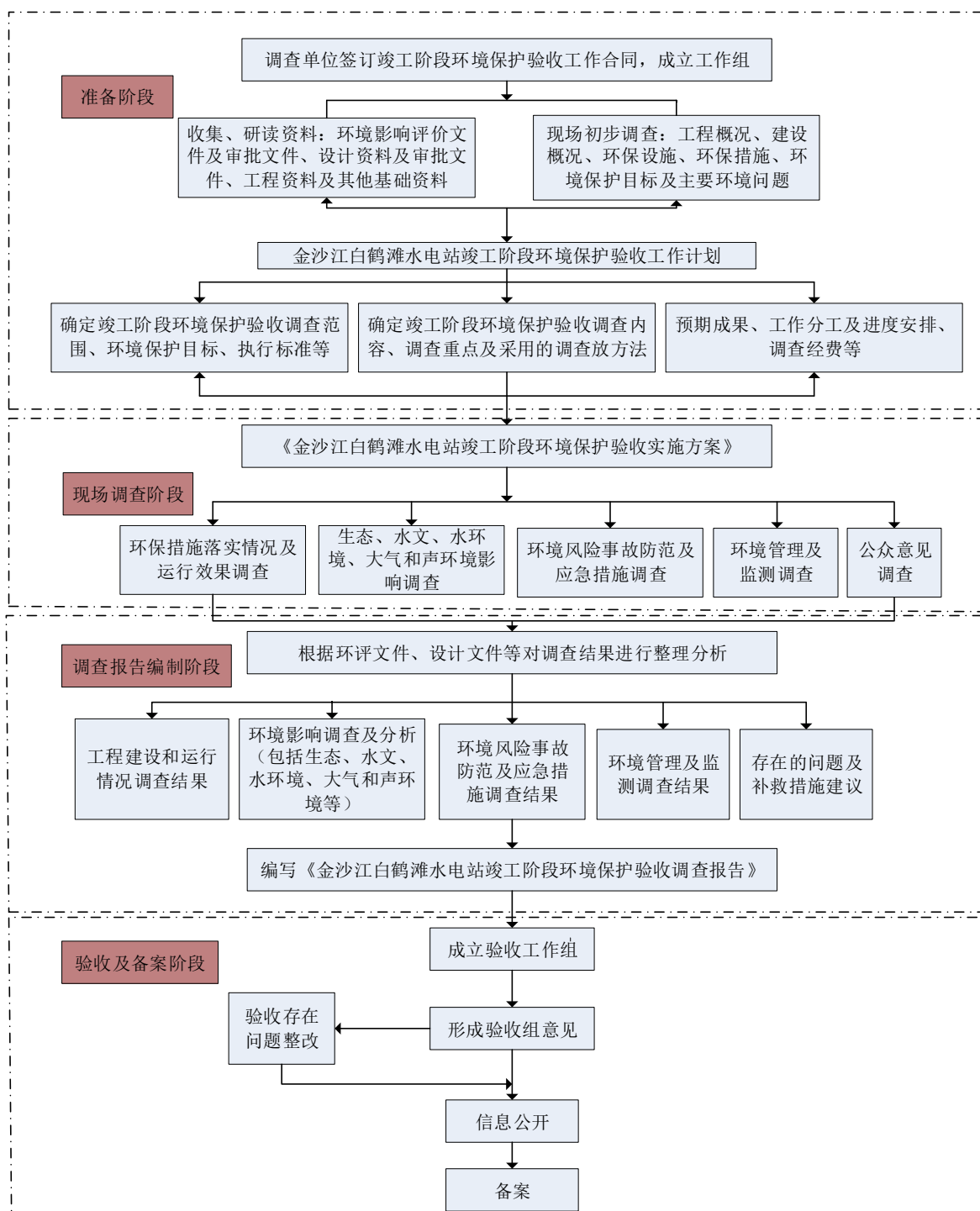


图 1.10-1 白鹤滩水电站竣工环境保护验收调查工作程序图

1.10.2 验收工作程序

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定，建设单位作为竣工环境保护验收的责任主体，按照规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告(包括验收调查报告、验收意见和其他需要说明的事项等3项内容)，公开相关

信息，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责。

工程竣工环保验收总体工作程序包括编制验收调查报告、整理“其他需要说明的事项”、成立验收工作组、召开验收会议、出具验收意见、公开验收报告、填报验收信息等环节。

(1)编制验收调查报告

建设项目竣工后，建设单位委托相关技术机构编制工程竣工环保验收调查报告。受委托的技术机构参照《建设项目竣工环境保护验收技术规范生态影响类》，依据建设项目环境影响报告书及其审批意见，如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设 and 调试情况，编制验收调查报告。

(2)成立验收工作组

白鹤滩水电站竣工环保验收调查报告编制完成后，建设单位组织设计单位、环评单位、监理单位、监测单位、主要施工单位、竣工环保验收调查单位成都院以及国内权威技术专家成立验收工作组。

(3)召开验收会议

建设单位组织验收工作组采取现场检查、资料查阅、召开验收会议的方式开展验收工作，逐一检查是否存在《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》中第八条所列验收不合格情形。召开验收会议前提前准备《金沙江白鹤滩水电站环境保护“三同时”执行情况总结报告》和《金沙江白鹤滩水电站环境保护监理总结报告》。

(4)出具验收意见

验收工作组召开验收会议后，在各项环境保护措施均满足要求的情况下，出具验收意见；对于存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。

验收意见包括工程建设基本情况、工程变动情况、环境保护设施落实情况、环境保护设施调试效果、工程建设对环境的影响、验收结论和后续要求等内容。验收结论应当明确该建设项目环境保护设施是否验收合格。

(5)整理“其他需要说明的事项”

验收调查单位配合建设单位整理“其他需要说明的事项”，包括白鹤滩水电站环境保护设施设计、施工和验收过程简况、环境影响报告书及其批复提出的除环境保护设施外的其他环境保护对策措施的实施情况，以及整改工作情况，配合长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区管理局实施的相关保护措施的执行情况，移民安置环保措施落实

情况及后续工作计划等。

(6)公开验收报告

在验收调查报告、验收意见和其他需要说明的事项均完成后5个工作日内由建设单位在公开网站上公示验收报告，公示时间不少于20个工作日。同时，向工程所在地生态环境行政主管部门报送验收相关信息。

(7)填报验收信息

验收报告公示期满后5个工作日内，建设单位登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报白鹤滩水电站基本信息、环保设施验收情况等相关信息。

2 工程调查

2.1 流域规划及开发概况

2.1.1 流域概况

金沙江属长江上游河段，发源于唐古拉山脉的各拉丹东雪山，自源头至当曲河口称沱沱河，河长362.6km，落差930m，平均比降2.56%；当曲河口到青海省的玉树县的直门达干流河段称通天河，河长807.5km，落差933m，平均比降1.16%；玉树县直门达到四川省宜宾市岷江河口通称金沙江，河段长2326km，落差3279.5m，平均比降1.41%；至宜宾与岷江汇合后始称长江，河段长2804km，落差257.5m，平均比降0.09%。自源头至长江口全长约6300km，流域面积180万km²，落差5400m，平均比降0.86%。

金沙江流经青、藏、滇、川4个省(区)，流域形状为西北流向东南的狭长条形，地跨15个经度12个纬度。金沙江流域水系发育，支流众多，最大支流雅砻江在攀枝花市下游15km处由左岸汇入，流域面积12.8万km²，占金沙江流域面积的27%。

金沙江径流主要由降雨和上游融雪(冰)补给，水量丰沛且稳定，河道穿行于深山峡谷之中，落差大而集中，水力资源极为丰富。根据1980年全国水力资源普查成果，干支流总理论蕴藏量1.13亿kW，可开发容量约7500万kW，约占全国的1/5，是我国水能资源的“富矿”区，位居我国12大水电基地之首。

金沙江干流分为上、中、下3个河段，玉树至石鼓为上游河段，石鼓至渡口(攀枝花)为中游河段；渡口至宜宾为下游河段。上游河段可开发容量16537MW，年发电量800.3亿kW/h；中游河段石鼓至雅砻江口，可开发容量20580MW，年发电量833.22亿kW/h；下游河段雅砻江口至宜宾，可开发容量37900MW，年发电量1794亿kW/h。金沙江干流开发条件中下游河段较为优越，可建成我国最大的水电能源基地。

白鹤滩水电站布置在金沙江干流下游河段，是金沙江下游规划的第二个梯级电站。

2.1.2 流域规划及开发状况

2.1.2.1 流域规划

金沙江上起青海省玉树县直门达，下至四川省宜宾市。直门达至石鼓为上游河段，石鼓至攀枝花(渡口)为中游河段，攀枝花(雅砻江河口)至宜宾称下游河段。金沙江下游河段雅砻江口至宜宾段长782km，落差729m，水力资源富集程度最高。

自20世纪50年代以来，长江水利委员会、成都院、昆明院、中南院等单位对金沙江流域(河段)的开发进行了大量的普查、查勘、勘测、规划设计工作。

1981年9月，成都院提出了《金沙江渡口至宜宾段规划报告》，报告推荐该河段分乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝四级开发。

1990年，长江水利委员会提出了《长江流域综合利用规划简要报告》，国务院以国发〔1990〕56号文批准，提出了金沙江干流的开发任务以发电为主，兼顾防洪，发展航运、漂木等效益，对金沙江下游河段推荐乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝四级开发方案。

2012年，长江水利委员会完成《长江流域综合规划(2012~2030年)》，国务院以“国函〔2012〕220号”批复了该规划，规划也明确金沙江下游为乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝四级开发方案。

2.1.2.2 开发现状

目前，乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝四座水电站均已投产发电。根据最新设计成果，金沙江下游干流各梯级电站主要指标特性见表2.1-1，金沙江下游水电梯级规划见附图2。

金沙江下游水电梯级工程主要技术参数一览表

表 2.1-1

序号	名称	单位	乌东德	白鹤滩	溪洛渡	向家坝
一	水文					
	控制流域面积	km ²	406100	430308	454400	458800
	多年平均径流量	亿 m ³	1202	1321	1441	1440
	多年平均流量	m ³ /s	3810	4190	4570	4570
二	工程规模					
1	水库					
	工程规模	等别	一等大(1)型	一等大(1)型	一等大(1)型	一等大(1)型
	正常蓄水位	m	975	825	600	380
	正常蓄水位时水库面积	km ²	127.1	216.49	133.65	95.6
	回水长度	km	206.65	194	199	156.6
	死水位	m	945	765	540	370
	正常蓄水位库容	亿 m ³	58.63	190.06	115.7	49.77
	死库容	亿 m ³	32.48	85.7	51.1	40.74
	调节库容	亿 m ³	26.15	104.36	64.6	9.03
	调节性能		年调节	年调节	不完全年调节	季调节
2	水电站					
	装机容量	MW	10200	16000	12600	6000
	保证出力	MW	3160	5500	3395	2009
	多年平均发电量	亿 kW·h	389.3	625.21	571	307.47

序号	名称	单位	乌东德	白鹤滩	溪洛渡	向家坝
三	主要建筑物					
	坝体结构型式		双曲拱坝	双曲拱坝	双曲拱坝	重力坝
	最大坝高	m	270	289	285.5	162
	坝顶长度	m	308.1	693.4	698.00	909.26
四	开发任务		发电为主， 兼顾防洪	发电为主， 兼顾防洪	发电为主， 兼有防洪	发电、通航、 灌溉
五	工程静态投资	亿元	752.57	846.05	503.42	344.94
六	进展情况		2020 年蓄水发电	2021 年蓄水发电	2013 年蓄水发电	2012 年蓄水发电

2.1.2.3 金沙江下游河段水电梯级开发规划环评及对策研究与审查意见

原国家环境保护总局在溪洛渡和向家坝水电站环境影响报告书批复意见中明确要求建设单位组织开展金沙江下游河段梯级电站建设环境影响研究，以便深入认识梯级电站的累积性环境问题，统筹环境保护措施布局，并以此指导乌东德和白鹤滩水电站的环境影响评价工作。为此，中国水电工程顾问集团公司组织有关设计、评价和科研单位开展《金沙江下游梯级水电站开发环境影响及对策研究》工作。2011年12月，完成《金沙江下游河段水电梯级开发规划环境影响评价及对策研究报告》(送审稿)，通过了原环境保护部组织的审查。2012年3月，原环境保护部以“环函〔2012〕69号”文下发了研究报告的审查意见。

(1)规划环评主要结论

1)规划环评主要结论

《金沙江下游河段水电梯级开发环境影响及对策研究报告》(以下简称《报告》)主要结论如下：

金沙江流域水能资源极为丰富，水力资源理论蕴藏量约占全国水力资源理论蕴藏量的六分之一，是我国水能资源开发的“富矿”及实现“西电东送”战略目标的重要能源基地之一，开发条件较好，梯级电站全部建成后将成为我国最大的能源基地。金沙江下游梯级电站水能利用高，发电效益显著，同时具有航运、防洪、灌溉和水土保持等综合利用效益，电站建设可促进滇川两省水电支柱产业发展，促进产业结构调整，并带动地区经济社会发展，有利于改善生态环境，对促进区域协调、城乡协调，落实科学发展观，构建社会主义和谐社会，实施西部大开发战略和区域可持续发展都具有重大战略意义。电站开发还有巨大的节能减排效益，每年可节约原煤7500万t，减少排放CO₂约17500万t，SO₂约117万t，烟尘约38万t。能够有效促进我国能源结构调整、维护和保障国家能源安全，是保护环境、应对气候变化、发展低碳经济的重要措施。

梯级电站建设主要不利影响是改变天然河道水文情势，改变了河流自然生态系统，淹没部分鱼类的产卵场等特殊生境，对适应急流生活的鱼类特别是产漂流性卵的圆口铜鱼等水生生物造成不利影响，水库淹没施工占地及移民对土地资源、生态环境的累积影响。这些影响可以从流域层面统筹考虑实施鱼类栖息地保护、建立鱼类人工增殖放流站、分层取水、生态调度、流域环境监测等宏观对策措施予以监控和减缓，并在各电站工程建设中认真落实，使不利影响得到减缓。

综上所述，在生态优先理念的指导下，合理规划开发布局与规模，控制开发进度，协调好干流开发与支流保护的关系，梯级电站建设能够保障金沙江下游的河流生态健康。从生态与环境保护角度考虑，金沙江下游河段4个梯级电站开发规划与建设可行。

2)规划环评主要环保措施

① 统筹考虑电站发电与河流生态用水的要求。为保障河道生态健康，除最下游向家坝梯级在运行期间将保证下泄最小 $1200\text{m}^3/\text{s}$ 的基荷流量外，当上下水库水位不能衔接时，乌东德、白鹤滩、溪洛渡电站均应承担一定的基荷出力，以下泄生态流量，各电站最小下泄流量不低于坝址多年平均流量的5~10%。

② 在白鹤滩、溪洛渡水电站建设分层取水设施，减缓梯级水库下泄低温水的影响。

③ 为保护水质与河流生态环境，应加强区域产业合理布局，提高工矿企业生产废水和城镇生活污水处理率，做到达标排放，并对污染物排放实施总量控制；加强农业面源污染防治、控制农药化肥使用量、和农村生活污染防治，逐步提高区域森林覆盖率、控制水土流失；实施库区航运污染控制与治理，禁止水库养鱼；为防止库湾发生富营养化，应对库湾富营养化进行动态监测，必要时通过生态调度等方式予以控制。

④ 考虑实施梯级联合调度、生态调度、减小单宽流量、增加发电流量、充分利用发电尾水掺混等措施控制泄洪产生的TDG含量，减缓过饱和TDG对鱼类的影响。

⑤ 为保护区域生态环境、维持河流生态健康，统筹考虑干流与支流的开发关系。进一步加强现有保护区的管理；实施乌东德库尾流水生境的保护；根据对金沙江下游区域支流的踏勘，综合比选拟定龙川江、黑水河或雅砻江作为鱼类重要栖息地开展鱼类替代生境的可行性和试验示范工作，对这些支流的水电开发活动严格控制，以协调干支流开发与保护的关系。

⑥ 为统筹协调业主管及鱼类保护需求的关系，以已建的向家坝增殖站为基础建设鱼类增殖总站，同时在拟建的乌东德坝区选择合适位置建设鱼类增殖分站。

⑦ 开展水生生态科学研究规划；从梯级电站的收益中落实部分费用建立长江上游珍稀特有鱼类保护基金；在保护需求研究和落实下泄最小流量的基础上，进一步研究金沙江下游梯级联合生态调度方案。

⑧ 对涉及的保护植物采取迁地保护、采种繁育或挂牌保护等相应措施。梯级电站建设期间，应严格按照景观功能和不同规划占地情况进行植被恢复。

⑨ 统筹考虑金沙江下游流域环境监测系统建设，实施综合监理，开展金沙江下游河段水电规划与梯级电站建设跟踪监测与评价研究。

3)规划环评对项目环评的要求

研究报告提出的措施和建议中，与白鹤滩水电站工程相关的具体要求有：

① 金沙江下游4个梯级电站中白鹤滩和溪洛渡为控制性电站，具有年调节能力，调节库容巨大，对水温影响最为显著，因此优先考虑对白鹤滩和溪洛渡水电站采取分层取水措施。

② 建议在普渡河回水末端进行污染物总量控制，以保障普渡河水环境容量。此外，由于白鹤滩回水影响，类比三峡水库情况，回水区局部环境容量将减少，应对此予以补偿。对局部库湾或库岸实施在线水质监测(如白鹤滩库区巧家县段，普渡河库湾等可能引起水质污染带或发生富营养化的区域)，以实时掌握其水质动态，发现问题及时采取应对措施，避免发生严重的污染事件。

③ 选择黑水河(从普格县到河口65km)和雅砻江官地河段等支流开展支流保护可行性研究和试验示范工作。切实强化渔政管理，严格限制影响重点保护河段生态环境的开发活动。

④ 保护白鹤滩库尾流水江段生境，保护江段制定严格的禁渔制度，严格限制河道整治、采砂等开发活动和建设可能产生污染水域生态环境的工矿企业。当上下水库水位不能衔接时，应下泄生态流量，最小下泄流量不低于坝址处多年平均流量的5~10%。

⑤ 以已建的向家坝增殖站扩建为基础建设鱼类增殖总站，同时在乌东德梯级枢纽建设区建设鱼类增殖分站，兼顾白鹤滩水电站增殖放流需求，白鹤滩水电站不再单独建设鱼类增殖放流站。

4)规划环评对水库初期蓄水的要求

① 乌东德、白鹤滩、向家坝水电站淹没区均涉及古树，水库蓄水将对其造成影响，为了减少水库蓄水对古树的影响，应对受淹没影响的古树进行移植，并实行挂牌保护。

② 水库蓄水初期，应结合野生动物的生态习性，制定水库蓄水计划，水库蓄水时间最好选择在秋季进行，避开多数动物的繁殖期和冬眠期

(2)规划环评及对策研究审查意见

根据原环境保护部对金沙江梯级开发环境影响有关问题意见的函(环函〔2012〕69号文)，金沙江下游河段水电梯级开发方案(以下简称《方案》)应做好以下工作：

1)强化对圆口铜鱼产卵场调查监测。进一步研究雅砻江锦屏二级减水河段及以下天然河段作为圆口铜鱼替代生境的可行性。鉴于乌东德库区的皎平渡产卵场是金沙江下游规模较大的圆口铜鱼产卵场，在乌东德梯级建设时应优先制定并落实圆口铜鱼有效保护的方案。同时，应进一步加大圆口铜鱼人工繁殖技术的研究力度。

2)进一步加强长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区的综合管理。要确保水电站分层取水、增殖放流等减缓措施落实，最大限度减缓对保护区和珍稀保护鱼类及其重要生境的影响，维持保护区的生态结构和功能。进一步健全管理机构，严格渔业捕捞活动管理，推进渔民转产并逐步在保护区水域推行禁渔政策。依法加强涉及保护区的采砂、航运及排放污染物等行为的的管理。

3)替代生境是保护水生生物的重要措施之一。下阶段应加强替代生境研究和比选，研究建立支流生态保护区的可行性，以确定最佳替代生境；编制替代生境生态环境保护规划，实现替代生境的有效保护。

4)结合向家坝、溪洛渡水电站蓄水阶段工作，建立并落实河段鱼类保护基金。

5)建议开发主体建立下游河段环境保护机构，制定《方案》实施的生态恢复、建设与补偿方案，明确实施步骤，统筹落实河段生态保护的各項对策措施。

6)结合金沙江水电项目建设实际和长江上游梯级联合调度的相关研究成果，制定开发河段梯级电站的联合生态调度方案，进一步明确生态调度目标、原则和要求。结合梯级电站的建设、蓄水和运行情况，积极推进和尽快实施。

7)在开发过程中，应根据对流域生态环境的监测监控，适时进行环境影响跟踪评价研究，提出进一步完善《方案》和生态保护措施的意见，并严格落实。

8)《方案》中所包含的近期建设项目，在开展环境影响评价时，应遵循《报告》提出的主要结论和生态环境保护的对策措施，重点评价对水环境与河流生态的影响，深入论证对自然保护区和珍稀特有生物的影响及《报告》提出的对策措施的有效性。

2.2 工程设计与建设情况

2.2.1 设计与建设过程

白鹤滩水电站设计与建设过程见表2.2-1。

白鹤滩水电站设计与建设过程表

表 2.2-1

序号	阶段	白鹤滩水电站
1	预可阶段	2006 年 4 月，华东院编制完成《金沙江白鹤滩水电站预可行性研究报告》，水电水利规划设计总院以“水电规规〔2006〕0027 号”文出具了预可审查意见。
2	可研阶段	2010 年 10 月，国家发改委以“发改办能源〔2010〕2621 号”文“关于同意金沙江乌东德和白鹤滩水电站开展前期工作的复函”同意金沙江白鹤滩水电站开展前期工作。 2016 年 6 月，华东院编制完成《金沙江白鹤滩水电站可行性研究报告（枢纽部分）》，同月通过水电水利规划设计总院组织的审查。 2016 年 10 月，华东院编制完成《金沙江白鹤滩水电站移民安置规划报告（四川部分）》和《金沙江白鹤滩水电站移民安置规划报告（云南部分）》，2016 年 11 月通过水电水利规划设计总院、云南省移民开发局、四川省扶贫和移民工作局组织的审查。 2016 年 11 月，华东院完成《金沙江白鹤滩水电站可行性研究报告（审定稿）》，2016 年 11 月 21 日，水电水利规划设计总院以“水电规水工〔2016〕94 号”文报送了审查意见。 2012 年 4 月，《金沙江白鹤滩水电站“三通一平”等工程环境影响报告书》获原环境保护部批复同意(环审〔2012〕97 号)。 2015 年 11 月，《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》获原环境保护部批复同意(环审〔2015〕240 号文)。
3	项目核准	2017 年 7 月，白鹤滩工程通过国家发展改革委员会核准(发改能源〔2017〕1440 号)。
4	施工阶段	2014 年 5 月导流洞工程通过过流安全鉴定，大部分筹建工程完成。 2015 年 11 月，工程实施大江截流。 2016 年 6 月，工程实现主河床围堰戗体合龙。 2017 年 3 月，工程完成大坝基坑开挖及地基处理。 2017 年 4 月，大坝混凝土开始浇筑。 2019 年 2 月，华东院编制完成《金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告》，2019 年 2 月 28 日~3 月 1 日，环境保护部环境工程评估中心在北京主持召开了技术审查会，形成了《金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告技术审查意见》。2019 年 8 月，生态环境部环境影响评价与排放管理司出具了相关意见的函（环评函〔2019〕75 号）。 工程 2019 年 11 月~2020 年 12 月导流洞先后下闸封堵，2021 年 4 月 11 日导流底孔依次下闸。 2021 年 3 月底完成库底清理，并取得地方政府专项验收意见。
5	蓄水阶段	2021 年 3 月，成都院编制完成《金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收调查报告》，同月业主组织召开了验收会议，形成了金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收意见，履行完备了自主验收手续。 2021 年 4 月 6 日，下闸蓄水。
6	运行初期	2021 年 6 月 13 日，白鹤滩水库蓄水至死水位 765m； 2021 年 6 月 28 日，白鹤滩水电站首批机组（1 号、14 号）投产发电； 2022 年 10 月 24 日，首次蓄水至正常蓄水位 825m； 2022 年 12 月 20 日，白鹤滩水电站第十六台机组投产发电，标志着白鹤滩水电站全部投产。

2.2.2 参建单位

本工程主要参建单位情况如表2.2-2所示。

工程主要参建单位一览表

表 2.2-2

项目	承担单位名称	承担工作内容
建设单位	三峡金沙江云川水电开发有限公司	建设、经营管理
设计单位	中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司	勘测设计、环保总体设计
环评及水保方案报告书编制单位	中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司	“三通一平”等工程、主体工程
主体工程施工单位	中国水利水电第四工程局有限公司白鹤滩施工局	延吉沟边坡治理、大坝标（I 标）等施工
	中国水利水电第七工程局有限公司白鹤滩施工局	左岸地厂标等施工
	中国水利水电第八工程局有限公司白鹤滩施工局	下红岩边坡治理、大坝标（II 标）等施工
	中国葛洲坝股份有限公司白鹤滩水电站施工局	右岸地厂标等施工
	中国水利水电第五工程局有限公司白鹤滩项目部	泄洪洞施工
环保与水土保持实施单位	长江三峡实业有限公司	库区古树保护工程、左岸道路除尘保洁、垃圾清运及坝区环境零星整治工作
	中华鲟研究所	增殖站的运行管理
	水利部中科院水工程生态研究所	增殖站的技术支持
	上海勘测设计研究院有限公司	黑水河鱼类栖息地生境修复工程、乌东德库尾栖息地保护项目
	中国水利水电第十四工程局有限公司白鹤滩施工局	集运鱼系统建设
	中国水利水电第七工程局有限公司白鹤滩施工局	叠梁门安装
主体工程监理单位	二滩国际咨询有限公司	大坝标等项目工程监理
	长江三峡技术经济发展有限公司	左岸地厂标、泄洪洞等标段项目工程监理
	长江勘测规划设计研究有限责任公司	右岸地厂标段等项目工程监理
环境管理	中国三峡建设管理有限公司白鹤滩工程建设部	负责落实国家环保部、水利部、地方环保、水行政主管部门及中国三峡集团和建设管理公司对白鹤滩水电站工程环保水保的有关要求，组织、监督、指导环境影响报告书和水土保持方案所规定的各项环保水保任务的落实。落实经批准的环境影响报告书和水土保持方案报告书中提出的各项环保水保措施；配合地方相关部门监督检查工作；承担白鹤滩工程施工区环保水保专项工程以及环境监测的监理工作；负责施工区环境保护和水土保持各项工程信息数据收集、统计、分析整理；组织编制相关简报和专题报告

项目	承担单位名称	承担工作内容
施工期环境监理单位	中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司	除库区及移民安置区外，所有的环保水保工程
环境监测单位	凉山州环境监测站、云南省昭通市环境监测站、云南高科环境保护科技有限公司	施工区两岸空气环境质量、声环境质量、废水排放情况、饮用水监测
	中国科学院生态环境研究中心	金沙江下游流域陆生生态监测
	中国水产科学院长江水产研究所、水利部中科院水工程生态研究所	金沙江下游流域水生生态监测
	长江流域水环境监测中心、长江水利委员会水文局长江上游水文水资源勘测局	金沙江下游流域地表水水质监测
	中国水产科学研究院长江水产研究所、四川大学	金沙江下游河道过饱和气体监测
	长江委水文局、中国水利水电第八工程局有限公司	金沙江下游流域水温监测
	宁南县疾病预防控制中心	左岸施工区疾病监测
	巧家县疾病预防控制中心	右岸施工区疾病及病媒生物监测
	水利部中国科学院水工程生态研究所	金沙江下游梯级水电站生态调度试验效果评估
水土保持监测单位	长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站	监测范围内(枢纽及导流工程防治区、场内交通工程防治区、弃渣场防治区、料场防治区、表土堆存场防治区、施工生产生活设施防治区以及其他施工封闭管理区)的水土流失现状、水土流失危害、水土保持工作以及水土流失防治效果的监测
验收调查单位	中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司	验收调查报告及相关专题

2.3 主体工程调查

2.3.1 地理位置

白鹤滩水电站坝址位于四川省凉山州宁南县的白鹤滩镇和云南省昭通市巧家县的大寨乡交界处，坝址距上游乌东德水电站坝址河道里程182km，距下游溪洛渡水电站坝址河道里程195km，距巧家县城公路里程41km，距宁南县城公路里程65km，距宜宾市河道里程约380km。工程地理位置详见附图1。

2.3.2 工程特性

工程名称：白鹤滩水电站

工程建设地点：四川省的宁南县和云南省的巧家县

工程开发河流：金沙江干流下游

工程建设性质：新建

工程等别：工程为一等大（1）型工程。挡水、泄洪、引水发电等主要建筑物均按1

级建筑物设计，水垫塘按2级建筑物设计，大寨沟综合治理工程建筑物按2级建筑物设计，其余次要建筑物按3级建筑物设计。

工程规模：电站装机容量16000MW

工程开发方式：堤坝式

工程开发任务：发电为主，兼顾防洪、航运和促进地方经济社会发展，是国家“西电东送”的骨干电源点之一。

环评阶段与项目实施阶段工程主要经济技术指标详见表2.3-1。

白鹤滩水电站工程主要特性表

表 2.3-1

序号	名 称	单 位	环评阶段	实施阶段	备注
一	水文				
1	坝址以上流域面积	万 km ²	43.03	43.03	
2	多年平均流量	m ³ /s	4190	4170	
	实测最大流量	m ³ /s	25800	25800	
	实测最小流量	m ³ /s	622	622	
二	泥沙				
1	多年平均含沙量	kg/m ³	1.42	1.42	
2	多年平均悬移质年输沙量	亿 t	1.849	1.849	
3	多年平均推移质年输沙量	万 t	214	214	
三	水库				
1	水库水位				
	校核洪水位	m	832.34	832.34	P=0.01%
	正常蓄水位	m	825	825	
	防洪限制水位	m	785	785	
	死水位	m	765	765	
2	正常蓄水位时水库面积	km ²	211.14	216.49	
3	回水长度	km	182	182	
4	水库容积				
	总库容	亿 m ³	206.27	206.27	校核洪水位以下库容
	正常蓄水位以下库容	亿 m ³	190.06	190.06	
	调节库容	亿 m ³	104.36	104.36	
	防洪库容	亿 m ³	75.0	75.0	
	死库容	亿 m ³	85.70	85.70	
5	调节特性		年调节	年调节	
四	建设征地、移民安置及专项设施复建				
	总面积	km ²	211.14	236.19	实施阶段增加 25.05 km ²
	耕地	km ²	12.70	16.09	实施阶段增加 3.39 km ²
	园地	km ²	66.69	78.98	实施阶段增加 12.29 km ²
	林地	km ²	63.25	69.66	实施阶段增加 6.41 km ²
	草地	km ²	2.57	2.97	实施阶段增加 0.4 km ²
	住宅用地	km ²	6.5	7.21	实施阶段增加 0.71 km ²
	水域及水利设施用地	km ²	51.39	51.52	实施阶段增加 0.13 km ²
	生产安置人口	人	91992	107353	实施阶段增加 15361 人
	搬迁安置人口	人	93395	108182	实施阶段增加 14787 人
	集中安置点	个	29	28	实施阶段减少 1 个

序号	名 称	单 位	环评阶段	实施阶段	备注
	迁建集镇	座	8	12	实施阶段增加 4 个
五	主要建筑物及设备				
1	挡水建筑物				
	型式		混凝土双曲拱坝	混凝土双曲拱坝	
	最大坝高	m	289	289	
2	泄洪消能建筑物				
(1)	坝身泄洪表孔				
	型式		开敞式	开敞式	
	堰顶高程	m		810.00	
(2)	坝身泄洪深孔				
	型式		有压泄水孔	有压泄水孔	
	进口底槛高程	m	717.53~726.11	717.53~726.11	
(3)	岸边泄洪洞				
	型式		无压直泄洪洞	无压直泄洪洞	
	数量	条	3	3	
3	引水发电建筑物				
	进水口型式		岸塔式	岸塔式	
	底槛高程	m	734	734	
	压力管道型式		竖井式	竖井式	
	长度	m	92.8~525.3	385.7~518.2	
	尾水隧洞型式		2 机 1 洞	2 机 1 洞	
	条数		8	8	
	发电厂房型式		地下厂房	地下厂房	
	水轮机台数	台	16	16	
	额定流量	m ³ /s	547.8	547.8	
六	施工				
1	主体工程				
	土石方开挖	万 m ³	8212.06	9297	自然方
	土石方利用	万 m ³	629.72	1349.4	
	弃渣量	万 m ³	8502.72	10646	设置 5 个弃渣场
2	施工占地	hm ²	1340.10	1271.10	枢纽工程施工占地
3	施工工期				
	第一台机组投产工期	月	120	120	
	总工期	月	144	144	
七	环境保护工程				
1	水环境保护工程				
	砂石加工废水处理系统	处	4	4	新建村、三滩、荒田、大坝等 4 处砂石料系统
	混凝土拌和废水处理系统	处	4	7	大坝低线、三滩、荒田、武警水电、水电七局指挥中心、葛洲坝三滩、水电七局等混凝土废水处理系统。
	生活污水处理系统	处	11	11	1 个业主营地、2 处承包商营地、1 处临时营地、右岸半坡公安营地、医疗中心、旱谷地生活区和 4 个水厂
2	陆生生态保护工程				
	陆生生态修复工程	hm ²	921.15	921.15	分成 8 个修复分区
	植物园	处	1	1	业主营地后方
	消落带治理	处	2	3	蓄水前开展 1 处消落带治理试验
3	水生生态保护工程				

序号	名 称	单 位	环评阶段	实施阶段	备注
	鱼类栖息地保护与修复工程	处	3	3	长江上游珍稀特有鱼类保护区、库区支流黑水河、乌东德库尾
	鱼类增殖放流站	座	1	1	与乌东德合建鱼类增殖站，场址位于乌东德枢纽区
	集运过鱼系统	套	1	1	左岸尾水洞集鱼系统、尾水口集鱼站、下游固定式集鱼站方案
4	分层取水设施				
	型式		叠梁门	叠梁门	
	单孔门槽设置层数	层	10	10	
	单节门高	m	4	4/2	底层为 2m，其余为 4m
	底高程	m	734	736	
5	移民安置环境保护工程				
	沼气池	座	16		由于设计的深入，移民安置点环保措施进行了相应调整
	污水处理厂	座	15	8	
	MBR 污水处理站	座		8	
	成套污水处理设备	座	6	34	
	人工湿地	个		5	
	新建生活垃圾填埋场	个	4	6	
八	效益指标				
	发电装机容量	MW	16000	16000	
	多年平均年发电量	亿 kW·h	625.21	624.43	
	工程总投资	亿元	1086.45	1590.48	实施阶段增加 504.03 亿元
	环境保护投资	亿元	57.11	61.55	实施阶段增加 4.44 亿元

2.3.3 工程项目组成

白鹤滩水电站主体工程采用“混凝土双曲拱坝+地下厂房”的布置方案，主要由拦河坝、泄洪消能建筑物和引水发电系统等主要建筑物组成。项目组成包括永久工程、临时工程、水库淹没和移民安置、环境保护工程等（见表2.3-2）。工程枢纽布置见附图3，施工布置见附图4。

项目组成表

表 2.3-2

工程项目	环评阶段	实施阶段	备注
永久工程	挡水建筑物	混凝土双曲拱坝	混凝土双曲拱坝
	泄洪消能建筑物	由坝身孔口(6 个表孔、7 个深孔)和左岸 3 条岸边泄洪洞组成，下游采用水垫塘和二道坝消能。	由坝身孔口(6 个表孔、7 个深孔)和左岸 3 条岸边泄洪洞组成，下游采用水垫塘和二道坝消能。
	引水发电建筑物	左、右岸进水口均采用岸塔式；引水隧洞采用单机单洞竖井式布置，每岸各布置 8 条。	左、右岸进水口均采用岸塔式；引水隧洞采用单机单洞竖井式布置，每岸各布置 8 条。
	发电厂房及开关站	地下厂房、500kV 地面出线场及出线竖井、尾水调压室、尾水隧洞、尾水出口建筑物。	地下厂房、500kV 地面出线场及出线竖井、尾水调压室、尾水隧洞、尾水出口建筑物。
	场内交通	新建场内道路总长约 25.774km，其中隧道长约 13.19km；新建永久交通桥梁 1 座。	新建场内道路总长约 25.774km，其中隧道长约 13.19km；新建永久交通桥梁 1 座。
	生活福利设施和办公区	业主营地。	业主营地。

工程项目		环评阶段	实施阶段	备注
临时工程	辅助工厂	左右岸共设置 4 处人工砂石料加工系统、4 处混凝土生产系统及各类施工工厂、11 处机械修配及汽修厂。	左右岸共设置 4 处人工砂石料加工系统、8 处混凝土生产系统及各类施工工厂、9 处机械修配及汽修厂。	实施阶段新增 4 处混凝土生产系统、减少 2 处机械修配及汽修厂。
	仓库	各类建材仓库、油库、生活物资库、综合仓库等。	各类建材仓库、油库、生活物资库、综合仓库等。	
	生活福利设施和办公区	共设置 3 个承包商营地和 1 个警消营地，在施工前期设置六城坝临时营地。	共设置 3 个承包商营地和 1 个警消营地，在施工前期设置六城坝临时营地。	
	料场、表土堆存场、渣场	旱谷地石料场；矮子沟、新建村和半坡表土堆存场；矮子沟、海子沟(大田坝)、新建村、荒田和旱谷地等 5 个弃渣场。	旱谷地石料场；矮子沟、半坡、新建村、六城坝、旱谷地、大寨沟表土堆存场；矮子沟、海子沟(大田坝)、新建村、荒田和旱谷地等 5 个弃渣场。	
	场内交通	左岸共设置 4 条干线公路、16 条支线公路，右岸共设置 3 条干线公路、12 条支线公路，左右岸交通共设 2 组索道桥和 1 座永久桥。场内道路总长约 76.61km，其中隧道长约 41.71km。	左岸共设置 4 条干线公路、24 条支线公路，右岸共设置 3 条干线公路、15 条支线公路，左右岸交通共设 5 座索道桥和 2 座永久桥。场内道路总长约 85.809km，其中隧道长约 47.671km。	左岸支线公路增加 8 条，右岸支线公路增加 3 条，索道桥增加 3 座，永久桥增加一座。场内交通道路总长增加 9.199km，其中隧洞长度增加 5.961km。
水库淹没和移民安置	移民安置	基准年水库淹没影响区直接搬迁人口 27097 户 80377 人，规划水平年搬迁安置人口为 93395 人，采取集中安置、分散安置、城市集镇安置方式，共规划 29 个移民安置点和 8 处迁建集镇；基准年农村生产安置人口为 85780 人，规划水平年农村生产安置人口为 91992 人，采用农业安置、集镇安置、复合安置、逐年货币补偿安置、养老保障安置、自主安置等安置方式。	规划水平年农村生产安置人口为 107353 人，采取农业安置、集镇安置、复合安置、逐年货币补偿安置、养老保障安置、自行安置等方式；至规划水平年搬迁安置移民 108182 人，采取集中安置、城市集镇安置、分散安置等方式。规划 28 个居民安置点，迁建集镇 12 座。	实施阶段农村生产安置人口增加 15361 人，搬迁安置人口增加 14787 人。
	专项设施	规划迁建企事业单位 105 家；复建二级公路 3 条；防护工程 2 处；规划扩建水库 1 座(竹寿水库)，复建水电工程 1 座(以礼河四级电站)，新建水库 3 座(小凉山水库、马头山水库、红乐水库)以及引水工程；其它专项工程包括电力、通信、水文气象站等。	规划迁建企事业单位 107 家；复建二级公路 3 条；防护工程 2 处；规划扩建水库 1 座(竹寿水库)，复建水电工程 1 座(以礼河四级电站)，新建水库 3 座(小凉山水库、马头山水库、红乐水库)以及引水工程；其它专项工程包括电力、通信、水文气象站等。	
	库底清理	按照《水电工程水库库底清理设计规范》对库底进行清理。库区涉及 10 个矿产品加工企业尾矿、原料堆场场地和生产厂区的土壤均为一般工业固废，单独选择渣库进行处理，设计库容 50 万 m ³ 。	按照《水电工程水库库底清理设计规范》对库底进行清理。库区涉及 10 个矿产品加工企业尾矿、原料堆场场地和生产厂区的土壤均为一般工业固废，采用清理外运方案。	10 个矿产品加工企业矿渣改用清理外运方案。

工程项目		环评阶段	实施阶段	备注
环境保护工程	分层取水设施	共设 10 层叠梁门，单节门高 4m，淹没水深控制 21~25m	共设 10 层叠梁门，底层门高 2m，其余门高 4m，最小淹没水深 25m。	对进水口底板高程提高 2m，叠梁门层高、启闭设备配置数量进行了优化。
	鱼类保护工程	过鱼设施采用集运鱼系统，包括上下游码头、集鱼船、集鱼坡道等；以长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区为主体，将乌东德库尾、黑水河作为各库区库尾、支流等流水生境系统进行鱼类栖息地保护；在乌东德坝区共建金沙江白鹤滩乌东德水电站珍稀特有鱼类增殖放流站，总放流规模 105 万尾/年，近期放流规模 20 万尾/年。	过鱼设施采用集运鱼系统，在 1#尾水洞出口、4#尾闸室以及下游永久桥附近建设固定式集鱼设施；以长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区为主体，将乌东德库尾、黑水河等流水生境系统进行鱼类栖息地保护；在乌东德坝区共建白鹤滩乌东德鱼类增殖放流站，总放流规模 105 万尾/年。	
	陆生生态保护工程	对弃渣场、石料场、施工临时设施实施生态修复工程；在业主营地内建设植物园，植物园占地 14hm ² 。移栽受工程影响部分古树，部分古树移栽结合移民安置点景观工程实施。对库区两侧缓坡地带消落带实施修复工程。	对弃渣场、石料场、施工临时设施实施生态修复工程；在业主营地内建设植物园，植物园占地 14hm ² 。移栽受工程影响部分古树，部分古树移栽结合移民安置点景观工程实施。对库区两侧缓坡地带消落带实施修复工程。	
	施工污水废水处理工程	4 处砂石料废水处理系统、4 处混凝土废水处理系统、11 处修配系统废水处理系统以及 11 处生活污水处理系统。施工区作业区布置生态厕所。	4 处砂石料废水处理系统、7 处混凝土废水处理系统、9 处修配系统废水处理系统以及 11 处生活污水处理系统。施工区作业区布置生态厕所。	实施阶段增加 4 处小型混凝土系统，大坝高线与大坝低线合用同一套废水处理设备。减少 2 处修配系统废水处理系统。
	运行期水环境保护工程	左右岸厂房分别设置油水分离装置和成套生活污水处理设备。	左右岸厂房分别设置油水分离装置和成套生活污水处理设备。	
	地下水保护工程	库区防护工程；枢纽区周围居民供水工程。	库区防护工程；枢纽区周围居民供水工程。	
	环境空气和声环境保护工程	配置 10 辆洒水车在无雨日每天洒水 6~8 次。设置限速及禁鸣标牌各 26 处，减速带 14 处。	配置洒水车在无雨日每天洒水 6~8 次。设置限速及禁鸣标牌各 26 处，减速带 14 处。	
	水土保持工程	植物措施、工程措施。	植物措施、工程措施。	
	移民安置环保工程	集中安置点和迁建集镇进行排水规划，实施雨污分流，设置化粪池、生活污水成套处理设备和污水处理厂进行处理达标排放，建设 16 座净化沼气池、6 座成套污水处理设施、15 座污水处理厂，规划新建 4 座垃圾填埋场。	集中安置点和迁建集镇进行排水规划，实施雨污分流，设置化粪池、生活污水成套处理设备和污水处理厂进行处理达标排放，建设污水处理厂 8 座，MBR 污水处理站 8 座、成套污水处理设施 34 座，人工湿地 5 个，生活垃圾填埋场由当地政府统筹。	

白鹤滩水电站枢纽采用“混凝土双曲拱坝+地下厂房”的布置方案，主要由拦河坝、泄洪消能建筑物和引水发电系统等主要建筑物组成。

(1)挡水建筑物

挡水坝坝轴线为大寨沟沟口铁索桥下方约200m处的峡谷地段，坝型采用混凝土双曲

拱坝。挡水坝坝顶高程834.0m，最大坝高289.0m，坝顶弧长709.0m。

(2)泄洪消能建筑物

根据枢纽总泄流能力要求和坝址区的地形地质条件、水文特性、水库调度运行方式并兼顾施工中后期导流、应急降低库水位等要求，枢纽泄洪建筑物由坝身6个表孔和7个深孔，坝后水垫塘，左岸3条无压泄洪直洞组成，最大总泄量为42348m³/s。

坝身最大泄量30098m³/s，约占总泄量70%，6个表孔为开敞式溢洪道，堰顶高程810.00m；7个深孔对称布置于表孔闸墩下方，进口高程714.18m~726.11m，出口高程724.00m，出口采用挑流消能。3条无压泄洪直洞均布置在左岸，进口位于发电进水口与大坝之间，出口位于白鹤滩村滩地对岸，最大泄流量为12250m³/s，采用挑流消能，拱坝下游设反拱底板水垫塘和二道坝消能，水垫塘长400m(二道坝距坝轴线水平距离)。

(3)引水发电系统

电站引水发电采用全地下首部开发方式，左右岸各布置8台机组。引水发电系统由地下厂房洞室群和输水系统组成。左、右岸均选择岸塔式进水口，进水口底板高程736m。引水隧洞采用单机单洞竖井式布置，每岸各布置8条，断面采用圆形。

1)引水、尾水建筑物

左右岸引水、尾水建筑物均由进水口、压力管道、尾水管检修闸门室、尾水调压室、尾水隧洞、尾水出口组成。发电进水口采用岸塔式布置，8个进水塔一字排开，进水口前缘总宽度为265.60m，采用岸塔式叠梁门方案。压力管道采用单机单洞竖井式布置，每岸各布置8条，断面采用圆形。左岸压力管道总长401.6m~413.7m，右岸压力管道总长392.8m~525.3m。每岸设4个圆筒形、阻抗式尾水调压室，尾水调压室与主厂房、主变洞平行布置。尾水系统采用每2台机组共用1条尾水隧洞的布置形式，每岸设4条尾水隧洞，左、右岸尾水隧洞分别结合3条和2条导流洞。尾水洞出口底板高程为574m。左岸尾水洞总长1105.5m~1695.8m，右岸尾水洞总长997.6m~1744.9m。

2)厂区建筑物

白鹤滩水电站左右岸地下厂房内各布置8台1000MW立式水轮发电机，地下厂房采用首部开发方案布置。厂区主要洞室主副厂房洞、主变洞、尾水管检修闸门室、尾水调压室平行布置。主副厂房洞长438m(左岸)、434m(右岸)，两岸均采用一字型布置，从南到北依次布置第一副厂房、辅助安装场、机组段和安装场。主副厂房洞总高度为86.70m，机组安装高程570.00m。主变洞平行于主副厂房洞轴线布置，位于主副厂房洞下游侧。

左、右岸主变洞开挖尺寸相同，长368m，宽21m，高39.5m。主变洞从南到北，依次布置第二副厂房，主变压器段、第三副厂房。母线洞连接主副厂房洞及主变洞，总长60.65m，各断面均为圆拱直墙型。



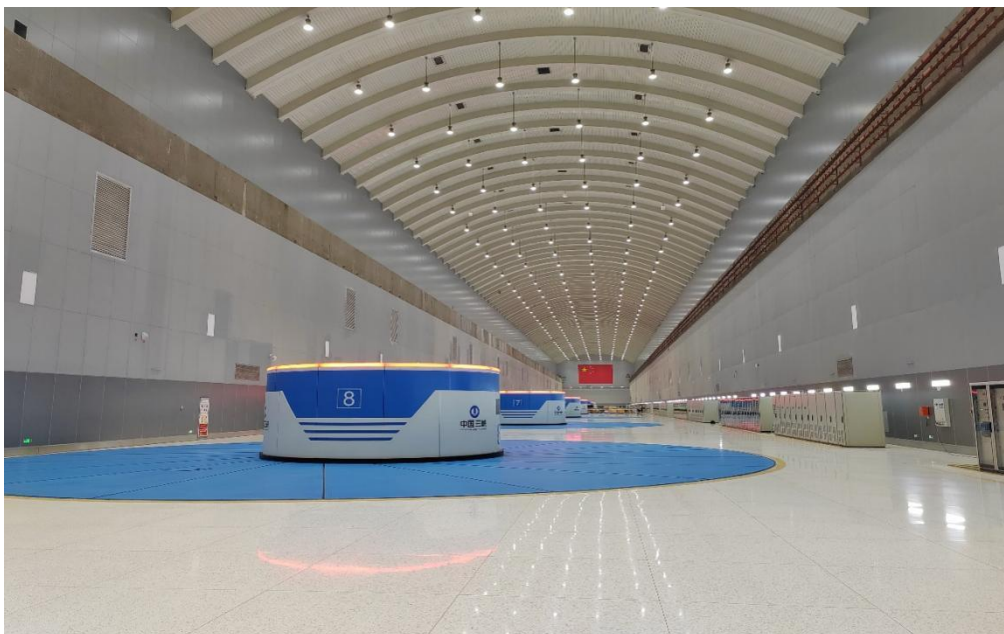
大坝枢纽



左岸进水塔



右岸进水塔



地下厂房

2.3.4 工程施工

2.3.4.1 施工分区

实施阶段施工总布置与环评阶段基本一致，均采取分区布置方式，工程施工设施布置主要分为枢纽建设区内和枢纽建设区外两部分。枢纽建设区内规划了矮子沟工区、新建村工区、三滩村工区、马脖子~红岩村工区、荒田和白鹤滩村工区等5个集中的施工分区；枢纽建设区外有旱谷地料场工区。

(1)矮子沟工区

位于坝址左岸上游3.5~5.0km范围内，布置高程范围为620m~910m，布置有矮子沟渣场、矮子沟表土堆存场、六城坝表土堆存场、上村梁子永久油库及加油站、业主营地、左岸警消营地、六城坝临时营地、矮子沟临时水厂。

(2)新建村工区

位于坝址左岸上游0.5~3.5km范围内，布置高程范围为610m~1010m，整片场地由两块缓坡地组成，上游侧缓坡地场地面积较大，布置有新建村渣场、新建村有用料场、新建村表土堆存场、转轮拼装场、新建村110kV中心变电站、临时油库及加油站、临时炸药库、新建村承包商营地、新建村水厂、前期临时砂石加工系统、大坝低线混凝土生产系统和高线混凝土生产系统等。

此外，垃圾填埋场位于左岸坝址下游约600m的水垫塘上部边坡开口线以上，左岸边坡治理工程施工场地下方。

(3)三滩村工区

位于坝址右岸上游2.0~4.3km范围内，布置高程范围为610~910m，布置有海子沟(大田坝)弃渣场、大花地表土堆存场、半坡承包商营地、海子沟高位水厂和低位水厂、35kV变电站、三滩砂石加工及混凝土生产系统、右岸导流隧洞施工工厂等。

(4)红岩村工区

位于右岸坝肩上方，布置高程1000m以上，布置有大寨沟综合治理工程和右岸坝肩工程施工工厂、35kV变电站、大寨沟表土堆存场。

(5)荒田和白鹤滩工区

位于坝址下游2.5~4.5km范围内，施工设施沿金沙江两岸进行布置，布置高程范围为590m~780m，左岸布置有荒田渣场、荒田存料场、荒田砂石加工及混凝土生产系统、荒田供水系统、泄洪洞施工场地等；右岸布置有白鹤滩村(大桥)承包商营地、引水发电系统标施工设施、引水发电系统金属结构制造标等。此外，在下游左岸和右岸各布置1个爆破器材库。

(6)旱谷地料场工区

位于坝址右岸上游直线距离约31km，现状交通距离约55km的旱谷地村附近，布置高程范围为1310m~1610m，布置有旱谷地石料场、渣场、大坝砂石加工系统、10kV变电站、临时办公及营地。

2.3.4.2 施工导流

工程实际采取的导流方式与环评阶段相同。实施阶段由于初期蓄水计划较环评阶段提前1个月，导流设施下闸时间也相应提前。但导流方式和导流顺序未发生变化。

按照施工导流规划，2015年11月河床截流后，各阶段导流总体规划如下：

(1)初期导流

2015年11月上旬河床截流至2019年6月为初期导流阶段。该阶段由围堰挡水，来水由1[#]~5[#]导流隧洞下泄，设计洪水标准50年一遇，流量28700m³/s，相应堰前水位655.58m。

(2)中期导流

自2019年7月至2020年12月初全部导流隧洞下闸封堵前，该阶段由坝体挡水。2019年7月至2019年11月来水仍由1[#]~5[#]导流隧洞下泄，设计洪水标准为100年一遇，流量31100m³/s，坝前水位662.36m；2019年11月1[#]、5[#]导流隧洞下闸至2020年11月第二批导流隧洞（2[#]~4[#]）下闸前，坝体挡水，来水由2[#]~4[#]导流隧洞和1[#]~6[#]导流底孔联合下泄，设计洪水标准为100年一遇，流量31100m³/s，坝前水位676.32m。

(3)后期导流

自2020年12月上旬第二批导流隧洞下闸至2022年5月中旬完成全部导流泄水建筑物封堵。此阶段仍由坝体挡水，来水分别由导流底孔下泄，或永久泄洪洞、泄洪深孔与表孔联合下泄，或泄洪深孔下泄。

2020年12月上旬~2021年4月之间，2[#]~4[#]导流隧洞下闸封堵期间，设计洪水标准枯水期20年一遇，在乌东德控制下泄流量不超过5000m³/s的情况下，20年一遇坝前水位不超过660.35m。

2021年4月11日导流底孔下闸封堵，水库开始蓄水，至10月汛期度汛标准200年一遇，流量33400m³/s，坝前水位822.45m。

(4)导流工程面貌

白鹤滩水电站首批1[#]、5[#]导流隧洞已于2020年2月封堵，2020年11月，先后实现2[#]、3[#]、4[#]导流隧洞下闸，至2020年11月27日，最后一条导流洞（4[#]导流洞）下闸，导流底孔开始过流。

2.3.4.3 施工企业及生产生活设施

(1)项目实施阶段

施工企业及生活营地分布详见表2.3-3。

施工企业及生活营地分布表

表 2.3-3

项目	实施阶段的组成及布置位置		备注
砂石加工系统	大坝砂石加工系统	布置在旱谷地料场附近的中梁子村	与环评报告书一致
	三滩砂石加工系统	大坝右岸上游约 2.8km 的三滩村台地，布置高程 710~750m	与环评报告书基本一致，布置高程略有增加
	荒田砂石加工系统	大坝左岸下游约 3.5km 的荒田缓坡地，布置高程 665~715m	与环评报告书一致
	新建村前期砂石加工系统	位于上游临时交通桥上游左岸，距离坝址约 2km，布置高程约 620~670m	“三通一平”阶段使用
混凝土生产系统	大坝高线混凝土系统	坝址左岸坝肩，布置高程 845~890m	与环评阶段一致
	大坝低线混凝土系统	泄洪洞进口平台上，布置高程 768~775m	与环评阶段一致
	三滩混凝土系统	大坝右岸三滩村，布置高程 710m	与环评阶段一致
	荒田混凝土系统	下游 1#永久交通桥左岸桥头，置高程 646m	与环评阶段一致
	水电七局指挥中心拌和楼	左岸上游进场交通洞洞口	新增
	葛洲坝三滩拌和楼	大坝右岸三滩村	新增
	新建村武警水电混凝土拌和系统	位于上游临时交通桥上游左岸，距离坝址约 2km，布置高程约 620~670m	新增
	新建村水电七局混凝土拌和系统		

项目	实施阶段的组成及布置位置		备注
机械修配及汽修厂	左岸导流洞标	左岸进厂交通洞延伸洞洞口	与环评阶段相比，取消了左、右岸引水发电系统工程及泄洪洞工程的机械修配及汽车保养厂，维修及保养依托邻近工区
	右岸导流洞标	三滩临时跨江桥右岸桥头上游侧	
	左缆及边坡治理标	左岸坝肩标场地	
	左岸坝肩标	左岸坝肩边坡顶部	
	右岸坝肩标	马脖子村	
	大坝标	左岸高线公路两侧	
	水垫塘及二道坝标	下红岩	
供水供电系统	海子沟供水系统	布置于海子沟工区	与环评阶段基本一致
	荒田供水系统	布置于荒田工区	
	矮子沟临时水厂	布置于矮子沟	
	新建村水厂	布置于新建村	
	旱谷地水厂	布置于旱谷地	
	110kV 中心变电站	布置于新建村	
	4 座 35kV 分区变电站	分别布置于左右岸、旱谷地等工区	
生活营地	业主营地	坝址左岸上游的上村梁子缓坡地上	与环评阶段一致
	白鹤滩村承包商营地	右岸下游，距离坝址约 3.3km，布置高程 620~660m。	与环评阶段一致
	新建村承包商营地	左岸上游距离坝址约 2~3km，布置高程 880~950m。	与环评阶段基本一致
	半坡承包商营地	右岸上游海子沟右侧	与环评阶段一致
	右岸半坡公安营地	右岸上游半坡村	新增
	左岸上村梁子武警水电警消营地	左岸上游上村梁子缓坡地	与环评阶段一致
	施工前期六城坝临时营地	左岸坝址上游约 4.5km 矮子沟沟口下游侧	与环评阶段一致
	下红岩水电八局临时营地	下红岩	与环评阶段一致
	旱谷地生活区	旱谷地	与环评阶段一致



荒田砂石加工系统



旱谷地砂石加工系统



大坝低线混凝土生产系统



荒田混凝土生产系统

(2) 与环评阶段的差异

与环评阶段相比，实施阶段新增了4处混凝土拌和系统，分别为水电七局指挥中心拌和楼、葛洲坝三滩拌和楼、新建村武警水电混凝土拌和系统、新建村水电七局混凝土拌和系统，随工程建设进度，均已陆续拆除。机械修配及汽车保养厂由环评阶段的11个优化为9个，机械维修及汽车保养依托邻近工区，满足工程建设要求。

2.3.4.4 施工交通

(1)项目实施阶段

1)对外交通

根据工程施工组织设计，白鹤滩水电站对外交通方案为：

①大宗物资及一般重大件运输线路：

四川侧：西昌→158km→葫芦口→29.5km→坝址，全长187.5km。

云南侧：东川→55km→格勒→58km→葫芦口→29.5km→坝址，全长142.5km。

②超大件运输线路：

水富码头→228km→昭通→149km→待补→63km→小龙潭→41km→东川→55km→格勒→58km→葫芦口→29.5km→坝址，全长621.5km。

③超重件运输线路：

天生桥→65km→东川→55km→格勒→58km→葫芦口→29.5km→坝址，全长207.5km。

根据以上对外交通运输方案，电站施工期所有外来物资均需运至葫芦口镇，再从葫芦口镇北上运输至坝址。目前，葫芦口至坝址建设公路包括改建左右岸沿江公路和新建电站进场专用公路，均由地方单独立项，专项审批，由地方负责建设，已基本建设完成。

2)场内交通

本工程左岸共设置4条干线公路、24条支线公路，右岸共设置3条干线公路、15条支线公路，左右岸交通共设5座索道桥和2座永久桥(其中2#永久桥根据泄洪雾化实际影响范围决定是否实施)。场内道路总长约85.809km，其中隧道长约47.671km。旱谷地骨料运输专用公路单独立项。



左岸场内交通



旱谷地专用道路

(2) 与环评阶段的差异

项目实施阶段对外交通与环评阶段基本保持一致，左岸支线公路较环评阶段增加8条，右岸支线公路较环评阶段增加3条，索道桥增加3座，永久桥增加一座。场内交通道路总长较环评阶段增加9.199km，其中隧洞长度增加5.961km。

2.3.4.5 料场

(1)项目实施阶段

本工程混凝土总量约1989.2万 m^3 ，加工、运输与堆存损耗后共需砂石原料总量约2088.7万 m^3 (自然方)。其中大坝需人工骨料约921.9万 m^3 ，大坝混凝土骨料全部由旱谷地料场开采供应。大坝混凝土骨料利用旱谷地开采石料，其余部分混凝土骨料全部利用工程玄武岩洞挖料，工程玄武岩石方洞挖料可利用量约1400万 m^3 ，可满足工程需要。

旱谷地料场开采过程中，受地质条件的变化，无用料开挖分选及无用料剔除标准的调整和骨料加工损耗等因素影响，开采量中有用料数量减少，无用料数量增加。实施阶段旱谷地料场扩挖开采实际占地面积62.54 hm^2 ，规划开采量2021万 m^3 (自然方)，其中灰岩有用料1403.00万 m^3 ，无用料弃渣1567.00万 m^3 (松方)。

(2)与环评阶段的差异

环评阶段旱谷地料场规划占地面积52.89 hm^2 ，规划开采量1911.80万 m^3 (自然方)，其中灰岩有用料1579.50万 m^3 ，无用料弃渣330.41万 m^3 (松方)。实施阶段占地面积增加9.65 hm^2 ，开采

量增加109.2万m³，其中灰岩有用料减少176.5万m³，无用料增加1236.59万m³。

2.3.4.6 渣场

(1)项目实施阶段

工程布置5个渣场，各渣场堆渣容量规划见表2.3-4。

渣场堆渣容量规划一览表

表 2.3-4

序号	弃渣场名称	位置	是否完成堆渣	规划容量(万m³)	已堆渣量(万m³)
1	矮子沟弃渣场	坝址左岸上游 5km 的六城镇及六城坝	否	4230.00	3568.89
2	新建村弃渣场	坝址左岸上游 3km 的新建小学附近	是	175.00	178.19
3	海子沟(大田坝)弃渣场	坝址右岸上游约 4.0km 的大田坝和海子沟	是	4615.00	4604.23
4	荒田弃渣场	坝址下游左岸 3.5km 处	是	120.00	118.97
5	旱谷地弃渣场	旱谷地料场附近的大弯子沟内	否	1506.00	1138.44
合计				10646.00	9608.72



矮子沟渣场



海子沟渣场



荒田渣场



旱谷地渣场

(2) 与环评阶段的差异

环评阶段，旱谷地弃渣场规划容渣量为600.00万m³，规划弃渣量为497.47万m³。实施阶段，由于旱谷地料场的扩挖，导致料场无用料量相应增加，作为料场开挖无用料堆存的旱谷地弃渣场需进行扩容以满足堆渣要求，扩容后的旱谷地弃渣场规划容渣量为1506万m³，规划弃渣量为1487万m³，相比水土保持方案批复的堆渣量，提高堆渣量达199%。2019年1月，华东院编制完成了《金沙江白鹤滩水电站水土保持方案变更报告书》，水利部于2019年2月下发了《金沙江白鹤滩水电站水土保持方案变更审批准予行政许可决定书》（水许可决〔2019〕15号）。

2.3.4.7 工程占地

(1)项目实施阶段

据调查，项目实施阶段枢纽区占地面积为1271.1hm²，占地类型为灌木林地、耕地、园地等，详见表2.3-5。

施工区占地面积表

表 2.3-5

序号	项目组成			占地面积	按占地性质划分		按占地类型划分
					永久	临时	
					占地	占地	
1	枢纽及导流工程	大坝工程	拦河坝	74.35	74.35		主要以耕地，园地为主
			水垫塘及二道坝				
			缆机平台				
		引水系统	引水洞	88.15	88.15		主要以耕地，园地，林地为主
			尾水洞				
		发电系统	厂房				
			主变				
			尾调				
			开关站	18.73	18.73		主要以园地为主
		泄洪系统	泄洪洞	3.77	3.77		主要以林地为主
			导流洞	31.43	31.43		主要以耕地为主
		坝区整治工程	围堰				
			大寨沟	89.86	89.86		主要以林地为主
			综合治理工程				
			下游河道治理				

序号	项目组成			占地面积	按占地性质划分		按占地类型划分
					永久	临时	
					占地	占地	
1	枢纽工程区		左岸边坡处理	55.41	55.41		主要以园地和林地为主
			右岸边坡处理	33.9	33.9		主要以林地和水域及水利设施用地为主
2	场内交通工程	左岸	干线公路	104.9	104.9		主要以耕地，园地，林地为主
			支线公路				
		右岸	干线公路	48.6	48.6		主要以园地，林地为主
			支线公路				
		跨江桥梁	永久交通桥	4.31	4.31		主要以耕地，园地为主
			临时交通桥				
3	弃渣场	矮子沟弃渣场		161.8	161.8		主要以耕地，园地，林地为主
		新建村弃渣场		60.59	60.59		主要以耕地，园地为主
		海子沟(大田坝)弃渣场		116.28	116.28		主要以园地，林地为主
		荒田弃渣场(顶部平台场地利用渣场)		34.66	3.97	30.69	主要以园地，林地为主
		旱谷地弃渣场(造地渣场)		40		40	主要以园地，林地为主
4	料场	旱谷地石料场		62.54		62.54	主要以园地，林地为主
5	表土堆存场	矮子沟表土堆存场		0.48		0.48	主要以园地为主
		新建村表土堆存场		2.22	2.22		主要以园地为主
		半坡表土堆存场		2.42	2.42		主要以园地为主
		大寨沟表土堆存场		2		2	主要以园地为主
		六城坝表土堆存场		1.2		1.2	主要以园地为主
		旱谷地表土堆存场		0.98		0.98	主要以园地为主
6	施工生产生活设施	施工供风系统					
		施工供电系统		9.11	9.11		主要以园地为主
		施工供水系统		12.55	12.55		主要以耕地，园地，林地为主
		施工通信系统					
		施工营地	业主营地	25.5	25.5		主要以园地为主
			临时营地	55.81	44.94	10.87	主要以园地，林地为主
		砂石加工系统		30.5	30.5		主要以耕地为主
		混凝土生产系统		12.2	12.2		主要以园地，林地为主
		工厂、仓库及施工场地		56.22	39.53	16.69	主要以耕地，园地，林地为主
		其它施工生产生活设施		30.63	30.63		主要以林地为主
合计				1271.1	1105.65	165.45	

(2)与环评阶段差异

因工程方案优化调整，项目实施阶段施工区占地面积为1271.1hm²，较环评阶段(1340.1hm²)减少69hm²。

2.3.4.8 建设征地及移民安置

(1)可研阶段

规划生产安置人口91992人，四川省调剂耕园地19734.2亩，开发整理新增耕地1620，27亩，改善耕地面积7366.49亩；云南省调剂耕园地1792.65亩，开发整理新增耕园地3878.4亩。

规划搬迁安置人口93395人，新建集中居民点29个，迁建集镇8座。其中四川省内新建集中居民点18个，迁建集镇7座(其中宁南县3座、会东县4座)；云南省内新建集中安置居民点11个，迁建集镇1座(位于巧家县)。

库区复建二级公路(特殊路段)77.24km，四级公路152.893km。复建或新建码头30个，新建码头连接线24.26km。新建巧家县城防护堤3.3km，防护面积0.663km²。建设征地共涉及企业174家，规划迁建企事业单位105家，货币补偿68家，工程防护1家。新建水库2座，扩建水库1座，引水线路改造工程1处。改建以礼河四级电站。复建2处水文站，货币补偿1处水文站。复建气象站5个。

(2)项目实施阶段

根据移民安置实施规划报告及调整报告，白鹤滩水电站生产安置人口107353人，其中四川部分为47006人，云南部分为60347人。白鹤滩水电站至规划水平年搬迁安置人口108182人，其中四川部分为52570人，云南部分55612人。采取集中安置94242人，其中四川部分集中安置42118人(26个居民点安置15303人，7个迁建集镇安置23900人，2个城市居住区安置2915人)，云南部分集中安置52124人(2个居民点安置1653人，6个城市居住区安置38452人，5个迁建集镇和集镇居住区安置11320人，花园社区原址恢复土地复建安置699人)，分散安置13940人(四川部分10452人、云南部分3488人)。

影响企业单位127家，复建69家，货币补偿58家；复建等级公路13条总长222.927km，库周交通46条总长78.991km；迁建2个水文站、15个小型水电站；规划25个移民安置片区共62个供水工程，复建变电站4座及改建变电站1座、复建220kV电力线路12.685km、110kV电力线路6.943km、35kV电力线路122.56km、10kV电力线路226.279km；复建国防光缆总长度33.6km；中国电信复建基站4座、中国移动复建基站24座、规划复建广播电

视光缆10条66.1km；文物古迹共76处，压覆矿产资源67处。

(3)与环评阶段的差异

与环评阶段相比，白鹤滩水电站规划设计水平年生产安置人口增加15361人，搬迁安置人口增加14787人，四川地区新建居民点增加了10个，云南地区新建居民点增加了1个。

(4)实施进展

2021年3月底，四川侧、云南侧所有移民完成搬迁入住。

2.3.4.9 库底清理

(1)可研阶段

按照《水电工程水库库底清理设计规范》对库底进行清理。库区涉及10个矿产品加工企业尾矿、原料堆场场地和生产厂区的土壤均为一般工业固废，单独选择渣库进行处理，设计库容50万m³。

库底清理范围为：移民迁移线以下的建、构筑物的拆除与清理；正常蓄水位825m以下的林木砍伐与迹地清理；居民迁移线以下至死水位765m以下3m内的大体积建、构筑物残留体等清理；对于各种特殊清理，在实施前由有关部门制定要求，并进行清理。

(2)项目实施阶段

实施阶段，建设单位组织设计单位再次对库区涉及的尾矿企业点位、数量、性质进行了复核调查，为满足白鹤滩水电站下闸蓄水水库库底清理的环境保护要求，做好水库库底清理规划设计工作，设计单位华东院于2020年12月编制完成了《金沙江白鹤滩水电站水库淹没工矿企业尾矿渣清理方案》（四川部分和云南部分），将四川部分工矿企业尾矿渣调整为“清理外运至周边尾矿库方案”，云南部分只有巧家旭达矿业一家，矿渣考虑作为巧大二级公路道路填筑材料进行综合利用。根据实施进度，库区矿渣清理于2021年3月底完成，随各场地清理进度，同步开展土壤检测工作。尾矿清理完成后，由地方政府组织专项验收，并出具了验收意见。

(3)与环评阶段的差异

环评阶段，针对库区涉及的10家矿产品加工企业尾矿渣，采取选址新建渣库方案，尾矿渣清理外运至渣库；实施阶段，建设单位组织设计院重新开展了尾矿渣渣量、性质等的复核工作，并编制了两省库区尾矿渣清理方案，四川库区尾矿渣采取清理外运方案，与现有的企业达成协议，尾矿渣清理外运至现有的尾矿库堆存，云南省只涉及巧家县旭达矿业一家，矿渣为巧大二级公路道路填筑材料进行综合利用。

2.3.5 工程蓄水及运行

2.3.5.1 工程蓄水

(1)蓄水计划

根据《金沙江白鹤滩水电站蓄水计划与调度方案》，白鹤滩水电站从导流设施下闸封堵到初期蓄水大致分为以下两个阶段。

1)第一阶段

导流洞下闸封堵期，库区维持围堰挡水水位。2019年11月1[#]、5[#]导流隧洞下闸，由2[#]~4[#]导流隧洞与1[#]~6[#]导流底孔过流，2020年12月2[#]~4[#]导流隧洞下闸，由1[#]~6[#]导流底孔过流，水库蓄水位抬升至630m以上。白鹤滩1[#]、5[#]导流隧洞封堵阶段（2019年11月中旬~2020年11月下旬，由2[#]~4[#]导流隧洞泄流）、2[#]~4[#]导流隧洞封堵阶段（2020年12月上旬~2021年4月上旬，由1[#]~6[#]导流底孔泄流），水库水位主要取决于入库流量和导流隧洞或导流底孔泄流能力，为水位自然升降阶段。

2)第二阶段

水库蓄水期，导流底孔下闸。2021年4月中旬，导流隧洞永久堵头第一段具备挡水条件，1[#]~5[#]导流底孔下闸，2021年5月进行6[#]导流底孔下闸，2021年5月底水库水位蓄至760m，进行机组调试，2021年7月1日首批机组投产发电。

后续蓄水根据工程对蓄水进度的限制条件，结合来水情况和洪水预报，2021年6月初开始从水位760m抬升，6月中旬逐步蓄水至775m，2021年8月~9月，在保障工程安全，库岸滑坡塌岸可控的条件下，根据来水情况和洪水预报，库水位逐步抬升至800m，结合大坝、库岸稳定等工程安全方面的考虑，2021年10月~12月，库水位维持800m。

白鹤滩水电站导流洞下闸封堵和水库初期蓄水过程

表 2.3-5

阶段	起蓄水位(m)	目标水位(m)	时间计划
第一阶段 (导流洞下 闸封堵期)	/	/	2019年11月中旬-2020年11月底，2 [#] ~4 [#] 导流隧洞+1 [#] ~6 [#] 导流底孔敞泄
	/	630 以上	2020年12月上旬-2021年4月10日，1 [#] ~6 [#] 导流底孔敞泄
第二阶段 (水库蓄水 期)	641.67	760	2021年4月中旬~5月底
	760	800	2021年6月中旬，水位蓄至775m，8~9月水位蓄至800m，并维持800m至2021年12月底

(2)实际蓄水过程

1)蓄水至775m过程

2021年4月6日，白鹤滩水电站通过工程蓄水验收。同日2号导流底孔下闸，正式开始

蓄水，起蓄水位658.45m；

4月25日15:50，库水位超过724m，达到深孔闸门底坎，相应库容39.48亿 m^3 ；

4月30日13:20，蓄水至732.05m，大坝深孔过流，相应库容47.02亿 m^3 ；5月1日8时，深孔过流量满足生态流量要求，6#导流底孔下闸；

5月20日22:00，蓄水至中间目标水位760m，满足机组有水调试条件，相应库容78.92亿 m^3 ；

6月13日18:00，蓄水至死水位765m，相应库容85.70亿 m^3 ；

6月24日17:40，蓄水至工程蓄水规划方案确定的本阶段蓄水目标水位775m，满足机组过速调试条件。

2)蓄水至800m过程

6月28日继续蓄至阶段最高水位783.61m，此后波动退至772m附近运行至8月中旬；

2021年8月20日，白鹤滩水库开启本阶段蓄水，起蓄水位773.25m，9月10日蓄至阶段目标水位800m，蓄水历时22天，库水位上涨26.75m，蓄水总量43.15亿 m^3 ；相应库容140.35亿 m^3 。

3)蓄水至825m过程

2021年10月~2022年5月，白鹤滩水库水位波动降至778m，此后受上游来水偏少、长江发生流域性严重枯水影响，6~8月，白鹤滩水库水位基本维持在775~787m之间波动；

2022年8月1日进入825m蓄水阶段，起蓄水位775.63m；

8月上旬至9月上旬，金沙江下游来水波动，均值在5000 m^3/s 左右，白鹤滩水库水位8月上中旬抬升至783m左右后于9月上旬缓退至776m左右；

9月12日起，白鹤滩进入快速蓄水阶段，起蓄水位776.37m；

9月中旬至10月下旬，白鹤滩水电站配合电网需求，调减出力，库水位持续上涨，10月24日蓄至正常蓄水位825.0m。

2.3.5.2 工程运行

(1)调度计划

白鹤滩水电站的开发任务为以发电为主，兼顾防洪、航运，并促进地方经济社会发展。白鹤滩水电站正常运行期的调度原则为：兴利调度服从防洪调度，发电调度兼顾航运；协调兴利调度与水环境、水生态保护的关系，合理调配水量和控制水位，保持水库长期运行。

1)防洪调度方式

白鹤滩水电站7月预留防洪库容75亿 m^3 ，相应防洪限制水位785m。8月初开始蓄水，至9月上旬可蓄至正常蓄水位825m。

当川渝河段发生洪水需要金沙江下游梯级水库拦蓄洪水时，白鹤滩水电站与乌东德、溪洛渡、向家坝水库同步拦蓄洪水。拦蓄流量可根据防洪控制站洪水和区间洪水情况在梯级水库间合理分配。

在长江中下游发生洪水需要三峡水库拦蓄洪水时，白鹤滩水电站配合三峡水库对长江中下游河段进行防洪补偿调度，分级拦蓄基流，削减洪水流量，减小三峡水库的入库洪量。

当白鹤滩水电站水位蓄洪至825m时，防洪调度方式为不控制泄流以保坝为主，即：当入库流量小于等于库水位相应的泄洪能力时，按入库流量下泄；当入库流量大于库水位相应的泄洪能力时，按泄洪能力下泄。

2)发电调度方式

白鹤滩水电站中长期发电调度原则上按水库调度图运行，实际调度中应根据金沙江下游梯级与三峡梯级联合运行要求，进一步优化调整运行调度方式。

白鹤滩水电站可在电力系统中参与调峰运行。枯水期调峰幅度、出力变率可根据来水情况、机组运行工况、库岸稳定要求、生态环境保护要求、电力系统需求、航运要求等因素综合确定；丰水期可根据坝址流量实施不同的发电方式：当坝址流量大于等于预想出力最大过流能力时，机组按预想出力满发方式运行；当坝址流量小于预想出力最大过流能力时，可适当承担一定的调峰任务。

3)生态调度要求

为保障下游生态用水需要，白鹤滩水电站正常运行期间，通过机组发电和泄洪设施下泄不低于1160~1260m³/s 的生态流量：白鹤滩水电站8月~翌年2月最小下泄流量为1160m³/s；鱼类产卵繁殖期3~7月最小下泄流量为1260m³/s。在5~6月保证有足够的水量和库容，以满足参照两年一遇洪水制造10~15天的人造洪峰过程要求。

(2)实际运行情况

白鹤滩水电站自运行以来，逐月运行情况见表2.3-6。

白鹤滩水电站运行情况统计表

表 2.3-6

年、月份		库水位(m)	入库流量 (m ³ /s)	出库流量 (m ³ /s)	坝下水位 (m)
2021 年	4 月	694.35	2480	690	579.04
	5 月	752.58	2850	1650	579.11
	6 月	768.41	3610	2600	582.88
	7 月	774.78	5390	5790	589.25
	8 月	775.79	6020	5000	588.17

年、月份		库水位(m)	入库流量 (m³/s)	出库流量 (m³/s)	坝下水位 (m)
	9 月	804.47	9170	7260	597.5
	10 月	813.34	4640	4970	597.7
	11 月	800.55	2830	3950	596.78
	12 月	795.27	2240	2490	599.01
2022 年	1 月	789.53	2110	2280	596.46
	2 月	790.4	2160	2180	595.43
	3 月	790.29	1840	1470	587.45
	4 月	793.17	2570	3230	584.47
	5 月	781.66	2990	3180	584.59
	6 月	781.71	5820	5490	590.03
	7 月	782.28	5380	6020	589.46
	8 月	778.31	5060	4950	587.5
	9 月	782.19	5270	3840	585.62
	10 月	815.45	4600	2780	585.2
	11 月	824.28	2920	2920	595.52
	12 月	823.30	2470	2810	585.51
2023 年	1 月	816.49	2520	3250	583.82
	2 月	801.83	2110	3610	584.76
	3 月	780.81	2180	3110	583.72
	4 月	775.43	1960	1950	581.27
	5 月	773.64	2040	2260	581.78
	6 月	774.23	2910	2120	580.94
	7 月	782.65	4130	3900	581.81
	8 月	800.03	7150	5450	585.51
	9 月	819.89	6620	5830	594.25
	10 月	821.65	3720	3830	597.65
	11 月	818.80	2540	2830	594.51
	12 月	813.41	2430	3250	590.67
2024 年	1 月	800.33	2400	3350	591.90
	2 月	789.87	1830	2410	586.36
	3 月	781.63	2100	2290	583.93
	4 月	777.88	1900	2210	582.92
	5 月	772.85	2480	2600	582.96
	6 月	780.49	4850	4370	586.33
	7 月	790.18	7500	5790	589.06
	8 月	810.93	7160	6980	593.95
	9 月	811.13	5230	4760	591.50
	10 月	821.20	3730	3650	588.52
	11 月	819.92	2860	2510	596.99

2.3.6 工程重大变更情况

对照《部分行业建设项目重大变动清单》（环办〔2015〕52号），对白鹤滩水电站变

动情况进行梳理表明，白鹤滩水电站工程性质、规模、建设地点、生产工艺、环境保护措施均不存在重大变动。

白鹤滩水电站工程是否存在重大变动情况梳理表

表 2.3-7

项目	重大变动清单	是否存在重大变动
性质	开发任务重新增供水、灌溉、航运等功能	不存在
规模	单台机组装机容量不变，增加机组数量；或单机机组装机容量加大20%及以上（单独立项扩机项目除外）；水库特征水位如正常蓄水位、死水位、汛限水位等发生变化；水库调节性能发生变化。	不存在
地点	坝址重新选址，或坝轴线调整导致新增重大生态保护目标	不存在
生产工艺	枢纽坝型变化；堤坝式、引水式、混合式等开发方式变化；施工方案发生变化直接涉及自然保护区、风景名胜区、集中饮用水水源保护区等环境敏感区。	不存在
环境保护措施	枢纽布置取消生态流量下泄保障措施、过鱼措施、分层取水水温减缓措施等主要环保措施。	不存在

2.4 工程投资情况调查

环评阶段，白鹤滩水电站工程静态总投资846.05亿元，工程总投资1086.45亿元。可行性研究阶段，白鹤滩水电站静态总投资1430.50亿元，总投资1778.89亿元。截至2024年11月底，白鹤滩水电站累计完成工程投资1590.48亿元，占可研阶段设计概算总投资的89.41%。

3 环境影响报告书及相关报告回顾

3.1 环境影响报告书回顾

3.1.1 环境影响评价过程

1992年，中国三峡集团委托中国水电顾问集团华东勘测设计研究院(以下简称“华东院”)负责白鹤滩梯级电站的开发研究工作。2004年11月，华东院完成《金沙江白鹤滩水电站预可行性研究报告(咨询本)》，同年12月通过了中国水利水电建设工程咨询公司组织的咨询。2005年5月，华东院编制完成《金沙江白鹤滩水电站预可行性研究报告》(送审稿)，2006年6月，预可研报告通过了水电水利规划设计总院会同四川、云南两省发展和改革委员会组织的审查。

2005年，华东院全面开展白鹤滩水电站可行性研究工作。2005年8月，完成《金沙江白鹤滩水电站环境影响评价大纲》。

2011年12月，华东院完成《金沙江白鹤滩水电站“三通一平”等工程环境影响报告书》，2012年4月，原环境保护部以“环审〔2012〕97号”文予以批复。

2014年5月和8月，《金沙江白鹤滩水电站水环境影响评价专题报告》、《金沙江白鹤滩水电站陆生生态影响评价专题报告》和《金沙江白鹤滩水电站水生生态影响评价专题报告》分别通过了原环境保护部环境工程评估中心组织的技术审查。

2014年8月华东院编制完成《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》，2015年8月提出了《白鹤滩水电站环境影响评价补充成果》，2015年11月18日原环境保护部以“环审〔2015〕240号”文对报告书进行了批复。

3.1.2 环境影响报告书综合结论及建议

3.1.2.1 综合评价结论

白鹤滩水电站是我国继长江三峡和金沙江溪洛渡水电站之后的第三座千万kW级巨型水电站，电站建设条件良好，技术经济指标优越，发电效益巨大，是实施西电东送战略部署中的一个举足轻重的工程，工程建设的社会效益、经济效益和环境效益明显。本工程枢纽和水库淹没均不涉及自然保护区、风景名胜区等环境敏感区，工程占地、水库淹没所造成陆生和水生生物量的损失可以通过采取措施得到一定程度的补偿，其它不利环境影响大多可以通过采取相应的环保措施予以减免。只要在工程的建设和运行过程中

加强管理，确保实施报告书中提出的环保措施，从环境保护角度看，本工程建设是可行的。

3.1.2.2 建议

(1)工程建设过程中应进一步开展施工迹地植被修复研究工作，并适时开展植被恢复，实现枢纽建设区达到“绿色水电”建设目标。

(2)开展库区污染防治和环境保护综合规划。

(3)从全流域水电开发的水温情势变化的角度出发，开展长江流域梯级电站的水温累积影响研究。

(4)优化白鹤滩电站枢纽集运鱼系统设计，研究诱鱼措施与集鱼效果；开展黑水河鱼类栖息地保护与修复规划、设计，细化黑水河口段河道重塑的。开展向家坝梯级下游、赤水河、雅砻江大河湾等可能形成新产卵场河段的观测与保护研究。

(5)下阶段开展黑水河鱼类栖息地保护实施规划工作，全面落实已达成的黑水河鱼类栖息地保护责任框架协议相关措施，并开展梯级电站价值评估、保护效果评估、区域电力平衡分析，在此基础上积极创新资源开发生态保护补偿协调机制，通过产权收购、资源补偿、混合所有制等管理模式，为恢复河流连通性和全面建设生态试验场创造条件。

3.1.3 环境影响报告书提出的主要对策措施回顾

《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》中对工程施工期提出的主要环保措施包括水环境保护措施，陆生生态保护措施，水土保持措施，水生生态保护措施，施工区大气环境保护措施，声环境保护措施以及其他环境保护措施等。

3.1.3.1 施工期环境保护措施

(1)水环境保护措施

考虑技术经济及实际可操作性，本工程荒田、三滩砂石冲洗废水处理系统均拟采用辐流沉淀法处理工艺。新建村前期临时砂石料冲洗废水处理系统采用DH高效净化器法工艺；大坝砂石料废水处理系统在DH高效净化器前不设置沉淀池，而是采用石粉回收装置进行预处理，进一步减少占地。本工程砂石冲洗废水按处理后回用于砂石系统生产的要求进行设计，不外排。

工程设置大坝高线、大坝低线、三滩、荒田4套混凝土生产系统，根据废水产生特点，选用“预沉+平流沉淀池”二级沉淀处理工艺，废水经处理后回用于混凝土生产系统用水。

修配系统废水处理系统均选用隔油+沉淀处理工艺，沉淀出水回用于场地冲洗。沉淀池的污泥与隔油池的污泥一起运至弃渣场堆放，浮油交由有资质的单位统一处理。

本工程生活污水处理系统按平均污水产生量进行设计，其中业主营地和警消营地单独建设污水处理设施；新建村和白鹤滩村承包商营地拟建污水处理站集中处理生活污水；六城坝临时营地生活污水采用成套生活污水处理设备；其余各生活污水处理系统均采用成套生活污水处理设备。生活污水经处理后达到《污水综合排放标准》(GB3838-2002)一级排放标准后排入金沙江。

(2)环境空气保护措施

选用低尘工艺，采用湿法爆破，场地无雨日洒水降尘；混凝土系统采用封闭式，水泥库实行全封闭作业；施工机械及运输车辆采用国家规定的标准燃油，定时保养；加强道路清扫和养护，经常冲洗施工车辆，做好公路绿化措施。

(3)声环境保护措施

合理规划施工布置，选择环保材料、减震设备、设置隔声间等从源头控制噪声；合理安排作业时间，禁止夜间施工；加强交通噪声控制，在居民点和营地附近路段设置限速、禁鸣标牌。规划在白鹤滩村承包商营地、六城坝临时营地设置声屏障；在原白鹤滩镇、新建村承包商营地、半坡承包商营地、大花地、新村二社、何家老堡、大龙滩、垭井沟、倒马坎、大坪村、旱谷地等43户居民房，3栋宿舍楼设置隔声窗。

(4)固体废物处置措施

在施工生活区和业主管理区设置大型临时垃圾桶，垃圾清运车每天收集清运至施工区垃圾填埋场；运行期在生活区设置垃圾中转站，定期清理运输至巧家县垃圾填埋场。

3.1.3.2 运行期水环境保护措施

(1)下泄生态流量

白鹤滩坝址下游河段水位不衔接时(即溪洛渡水库水位低于580m时)，最小下泄流量为 $622\text{m}^3/\text{s}$ (占多年平均流量的14.8%)；同时，为满足鱼类产卵刺激和孵化所需多样化水力条件，鱼类产卵繁殖期(3~7月)最小下泄流量为 $892\text{m}^3/\text{s}$ (占多年平均流量的21.3%)。白鹤滩坝址下游水位衔接时，按电网调度发电泄水即可。

在下闸蓄水期间，通过导流隧洞、导流底孔以及深孔下泄流量，但期间存在6.8h短暂不泄水情况，为确保坝址下游不出现脱水现象，3#和4#导流隧洞下闸时间必须为11月中旬~翌年1月上旬之间，此时下游溪洛渡库区水位在590m以上，与白鹤滩坝址尾水衔

接。白鹤滩水电站运行期拟通过采取基荷发电的形式向下游泄放最小流量，当出现所有机组检修或不发电等极端情况时由7个大坝深孔控制泄放最小流量。

(2) 分层取水措施

从低温水改善效果、叠梁门建设条件、经济指标和运行管理等多角度综合考虑，选择6m×6层叠梁门方案作为白鹤滩电站低温水减缓工程措施，每孔门槽设置6层叠梁门，单节门高6m，叠梁门底高程734m，门顶高程770m，最小淹没水深25m，3~6月份运行叠梁门。

白鹤滩采用4m×10层叠梁门方案后3~6月下泄水温较单层取水分别提高了1.2℃、1.1℃、0.8℃、0.2℃，月均最大改善1.2℃，日均最大改善1.8℃。达16.0℃、18.0℃的时间较未采取叠梁门方案提前了1旬，延迟现象有所减缓。

(3) 气体过饱和减缓措施

实施金沙江下游四库联合调度运行，尽可能减小各梯级泄洪频率，泄洪期间优选深孔单泄，其次是表孔泄洪，尽量减少使用泄洪洞泄洪，以降低下游TDG饱和度。

(4) 库底清理

在白鹤滩水电站水库蓄水前，根据《水电工程水库库底清理设计规范》对库底进行卫生清理。清理对象主要为常规污染源、传染性污染源、生物类污染源、一般固体废物、危险废物等工程新建渣库对库区矿产品加工企业的尾矿、尾矿堆放场地底部土壤、废弃的原矿、生产厂区和原料堆放场底部土壤进行处置。

(5) 生活污水处理

运行期业主营地工作人员生活污水处理利用施工期已建的工程业主营地生活污水处理设施，处理后达标排放；左、右岸地下厂房分别布置1套成套生活污水处理设备和1套DYF-10型油水分离装置，对运行期生活污水及油污水处理后达标排放。

3.1.3.3 水生生态保护措施

(1) 鱼类栖息地保护措施

本工程鱼类栖息保护从整个金沙江下游流域统筹考虑，以长江上游珍稀特有鱼类保护区为主体，各库区库尾、支流等流水生境系统保护。在原保护区规划基础上，对长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区保护措施进行强化；考虑到“长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区”对金沙江下游、长江上游的鱼类资源保护至关重要，因此自然保护区河段不得再进行拦河闸坝等工程的规划建设。同时，将乌东德库尾、黑水河作为

乌白江段鱼类支流栖息地进行保护。

(2)鱼类增殖放流

本工程增殖放流结合金沙江中下游增殖放流规划综合考虑，在向家坝建设鱼类增殖总站，同时在乌东德枢纽建设区建设金沙江白鹤滩乌东德水电站珍稀特有鱼类增殖放流站，主要负责乌东德和白鹤滩两座电站的鱼类增殖放流任务，总放流规模为105万尾/年，近期放流种类为长薄鳅、鲈鲤、齐口裂腹鱼。

(3)过鱼设施

经综合比较，白鹤滩水电站考虑集运鱼系统作为过鱼措施，采用集鱼船集鱼，运鱼车+运鱼船进行运鱼，主要设施包括集鱼船、运鱼船、运鱼车和码头等。

(4)梯级电站生态调度

生态运行调度包括生态需水量调度、生态水文情势调度、水温调度、下泄水流TDG过饱和调度控制对策以及库区水体富营养化调度控制对策与建议。

(5)其它保护措施

其它保护措施包括人工鱼巢、总溶解气体过饱和影响减缓措施、渔政管理规划、水生生态科学研究规划等。

3.1.3.4 陆生生态保护措施

(1)生态影响避让措施

施工活动要保证在征地范围内进行，施工便道及临时用地要采取“永临结合”的方式，尽量缩小范围，减少对林地和农田的占用。尽量减少对陆生脊椎动物及其栖息地的破坏，施工中避免破坏野生动物集中栖息的洞穴、窝巢等，对工程建设区域内的各类生物群落予以保护。防止爆破噪声对野生动物的惊扰。

(2)生态影响减缓措施

施工过程中，对物料堆放场应采取临时防风、防雨设施；对施工运输车辆应采取遮挡措施，尽量避免对周围农业土壤和灌溉水体的不利影响；临时道路施工应采取临时防护措施，防止水土流失。临时用地在施工活动完成后应尽快进行植被恢复，边使用，边平整，可以开发为新的农业用地。

加强对国家、两省规定的珍稀动物的保护，对施工人员开展生态保护教育，禁止破坏征地范围以外的植物资源，不能在施工期间非法猎捕、炸伤珍稀动物及对人类有益的野生动物。特别注意对猕猴和水獭的保护。采取有效措施，抑制鼠类危害。保护水禽及其它鸟类资源。

(3)陆生植被修复措施

选择典型试验小区，开展干热河谷弃渣场和边坡生态修复方法和技术研究。结合水土流失防治措施和迹地恢复方案，按照枢纽及导流工程区、场内交通工程区、弃渣场区、料场区、表土堆存场区、施工生产生活区、移民安置区和水库淹没区共8个分区开展植被修复，修复面积共计921.15hm²。

(4)植物园和古树保护措施

在业主营内建设植物园，移栽四川境内受影响的古树，其中施工区移栽19株(目前已完成移栽16株)，水库淹没区内移栽到植物园内古树107株，其余古树移栽至移民安置点。

(5)水库消落带保护措施

根据区域植被特征，提出库区消落带修复区试点方案。选择库区左岸宁南县葫芦口镇南面山坡地，右岸巧家县北4km黎明村及巧家库湾段两处进行消落带治理。2处消落带治理区的植被恢复采用以下方式：

1) 825m~823m区段，修复面积各约6000m²，种植适生耐淹乔木，以花椒、桑树、麻风树等作为优势种，结合当地农业生产桑蚕业，建议以桑树为主。

2) 823m~820m区段，修复面积各约9000m²，种植杨树、柳树等短时耐淹没树种作为优势种。

3) 820m~810m区段，修复面积各约30000m²，该区段立地条件较差，一一年生草本植物，如香根草、香蒲、芦苇、芒草等为优势植物。

(6)基本农田保护措施

项目占用一定数量耕地和基本农田，建设单位按照建设用地审批程序，到国家及四川省、云南省国土资源主管部门、项目涉及的各县区国土资源主管部门办理相关用地手续，并将按照国土资源管理部门的要求编制土地利用总体规划局部调整方案和农用地转用计划并采用委托方式实施耕地占补平衡。

(7)生态公益林保护措施

建设单位应按照林地审批程序，到四川省、云南省林业主管部门及各县区林业主管部门办理相关手续，并根据林业主管部门批复要求及生态公益林建设相关规程、规范营造林地。

3.1.3.5 地下水环境保护措施

为降低工程浸没影响，同时尽量减少水库淹没影响，工程对巧家县城库段、溜姑库段配套了防护工程。

根据地下工程施工的普遍经验，结合工程区环境保护要求，地下工程开挖过程中地下水处理采用“以堵为主、堵排结合”的处理原则，对渗滴水型出水，由于水量很小，对地下水文条件影响小，一般不做强制性处理，采用钻设排水孔引排至隧道边沟的处理方式；对线状渗水采用灌浆封闭出水通道的处理方式；对于涌水段，在分析查明涌水原因的前提下，结合地下工程衬砌方案考虑采取帷幕灌浆、固结灌浆及钢筋混凝土衬砌等方式进行封堵处理。

左岸新田村、右岸上红岩村居民生活用水，取自地下厂房顶部的出露泉水，白鹤滩地下工程建设引起地下水位降低，可能使出露泉水消失，对居民用水产生影响。工程建设过程中，应对新田村、上红岩村取用的出露泉水水量进行长期观测，若发现泉水水量有消失或明显减小现象，应及时采取措施，保障居民生活用水。

3.1.3.6 移民安置环境保护措施

农村移民集中安置点、迁建集镇根据人口规模，生活污水采用沼气池、成套污水处理设备、A/O法处理工艺、接触氧化+混凝处理等处理措施。固体废物利用现有垃圾填埋场和新建垃圾填埋场进行处理。

加强土地开发利用管理，禁止在25°以上陡坡地和水土流失严重、政府规定禁止开垦的地区开荒种植农作物，最大限度地减少因开荒对植被的破坏。保护工程区范围内的珍稀保护植物。

通过采取新址卫生清理、饮用水源保护、疫情预防和完善卫生机构等措施保护移民健康。

移民安置专项工程施工期生产废水处理达标后排放或综合利用；规范施工范围、施工时段等，维护区域声环境质量和环境空气质量满足功能区要求。固体废物集中收集，统一处理。专项复建工程施工过程中需实施工程环境监理，并应加强施工环境管理。凡因工程施工破坏植被而裸露的土地均应在施工结束后立即进行整治，恢复原有的植被类型。

开展移民安置区环境影响评价工作，落实迁建企业、复建公路、新建和改建水库等专项设施环保措施，编制环境影响评价文件报地方环保部门审查。

3.1.3.7 社会环境保护措施

施工爆破设置安全距离，炸药的管理和使用严格遵循主管部门规定。电力和通讯设施等公用设施的拆除要先保证当地正常的社会生产和居民生活。组织开展特色农业，提高农业生产效率。

对涉及文物古迹采取异地迁建、抢救性考古发掘、提取资料等方式进行处理。

3.1.4 环境影响报告书提出的环境监测方案回顾

环评报告书制定的监测项目包括：水环境监测、水生生态监测、陆生生态监测、环境空气监测、声环境监测、人群健康调查、水土保持监测、局地气候观测、泄洪雾化观测、移民安置区环境监测，具体监测方案见表3.1-1~表3.1-9。

水环境监测

表 3.1-1

监测内容		监测断面/点位置	监测项目	监测周期、时段及频率
施工期水 环境监测	金沙江干 流地表水 水质监测	施工区背景断面，矮子沟渣场上游 1km 处	pH、SS、石油类、 高锰酸盐指数、 COD _{Cr} 、BOD ₅ 、 TP、TN、粪大肠菌 群及 TNT 等 10 项	施工期 12 年，每月监测 1 次，每次监测 2 天。
		施工区控制断面，坝址下游交通便桥处		
		施工区下游控制断面，衣补河口以下 1km 处		
	污 废 水 水 质监测	三滩砂石料废水处理系统末端	pH、SS、废水流量	施工期 12 年，每年监测 1 期，每期监测 2 天，监 测进水、出水水质，并记 录处理水量。
		荒田砂石料废水处理系统末端		
		大坝砂石料废水处理系统末端		
		前期临时砂石料废水处理系统末端		
		三滩混凝土废水处理系统末端	pH、SS、废水流量	施工期 12 年，每年监测 1 期，每期监测 2 天，每 天监测 1 次。监测进水、 出水水质，并记录处理 水量。
		荒田混凝土废水处理系统末端		
		大坝高线混凝土废水处理系统末端		
		大坝低线混凝土废水处理系统末端		
		大坝工程修配系统废水处理系统末端	pH、SS、石油类、 废水流量	施工期 12 年，每年监测 1 期，每期监测 2 天，每天 监测 1 次。监测进水、出 水水质，并记录处理水量。
		右岸引水发电工程修配系统废水处理系统末端	pH、SS、石油类、 废水流量	
		新建村承包商营地生活污水处理系统末端	pH、SS、动植物 油、COD _{Cr} 、 BOD ₅ 、TP、氨氮、 粪大肠菌群、废水 流量	施工期 12 年，每季度监 测 1 期，每期监测 2 天， 每天监测 2 次(上、下午 各 1 次)。监测进水、出 水水质，并记录处理水 量。
		白鹤滩村承包商营地生活污水处理系统末端		
		半坡承包商营地生活污水处理系统末端		
		业主营地及警消营地生活污水处理系统末端		
		六城坝临时营地生活污水处理系统末端		
	饮 用 水 水 质监测	三滩供水水厂出水口	每年一次全项，按 《生活饮用水卫生 标准》(GB 5749- 2006)中基本项目执 行，其余三次监测 pH、色度、浊度、 总硬度、耗氧量、 挥发性酚、阴离子 合成洗涤剂、总大 肠菌群等 8 项	施工期 12 年，每季度监 测 1 期，每期监测 1 天， 每天 2 次(上、下午各一 次)。
		荒田供水水厂出水口		
	建 设 期 水 温监测	坝址下游 3km	水温	水库下闸蓄水前监测 2 年，表层水温观测，金沙 江干流测站按全年 4 段
		黑水河干流宁南水文站		

监测内容		监测断面/点位置	监测项目	监测周期、时段及频率
		普渡河干流尼格水文站		4 次观测、支流测站按汛期 4 段 4 次观测(每日 2:00、8:00、14:00、20:00 观测)及非汛期 2 段 2 次观测(每天 8:00、20:00 观测)。
运行期水 环境监测	地 表 水 质 监测	巧家县城下游葫芦口大桥	以利用现有资料为主, 不再要求当地环境监测部门新增指标	下闸蓄水至运行后共 5 年, 按常规断面相应监测技术要求、监测时段和频次
		小江汇口下游蒙姑		
		小江干流四级电站		
		黑水河干流宁南水文站		
		白鹤滩水电站坝址上游 2km	水温、pH、DO、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、TP、TN、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、叶绿素 a 和透明度等 26 项	下闸蓄水至运行后共 5 年, 新增断面每年单月监测 1 次。坝址上游 2km、黑水河支库入主库口库中断面垂向布置表、中、底 3 个测点, 其余断面 1 个测点。
		黑水河支库入主库口库中		
		坝址下游 3km		
		普渡河干流尼格水文站		
		以礼河金塘(柿花河汇合口下游 500m 处)		
		乌东德坝址下游 2km(乌东德水文站)		
	富 营 养 化 监测	库区巧家县城段右岸	水温、总氮、总磷、生化需氧量、DO、pH 值、细菌总数、叶绿素 a	首台机组发电后共 5 年, 每年 5~9 月逐月监测一次
		普渡河支库汇口断面		
		以礼河支库汇口断面		
		小江支库汇口断面		
		黑水河支库汇口断面		
	运 行 期 水 温监测	黑水河支库入主库口库中	水温	下闸蓄水至运行后共 5 年, 黑水河支库入主库口库中断面开展垂向水温观测, 垂向每隔 2m 布置 1 个测点, 每月 1 次; 其余断面表层水温观测, 全年 4 段 4 次观测。
		坝址下游 3km		
		黑水河干流宁南水文站		
		普渡河干流尼格水文站		
	过 饱 和 监 测	白鹤滩水电站坝址上游 2km	水温、大气压、溶解氧、溶解性氮气、总溶解性气体(TDG), 同时记录泄洪建筑物运行情况	水库运行后每年 6~9 月大坝泄洪期间进行观测, 具体观测时间根据水库调度运行确定, 观测年限不少于 5 年
		坝下水垫塘出口		
		泄洪洞下游冲坑出口		
		发电尾水出口		
		各泄洪建筑物流量与发电尾水混合断面		
		坝址下游 18km(西溪河汇口上游 1km 左右)		
		牛栏江汇口上游(坝址下游约 38km)		
		坝址下游 80km		
	移 民 安 置 区 水 环 境 监测	在各移民安置区污水处理站出水口布设 1 个监测点	pH、SS、COD、BOD ₅ 、TP、TN、粪大肠菌群	各移民安置点建成搬迁后每年监测 1 次

地下水环境监测

表 3.1-2

监测内容		监测断面/点位置	监测项目	监测周期、时段及频率
施工期地下水环境	地下水水质监测	垃圾填埋场地下水上游侧长观孔	pH、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、硫酸盐、氯化物、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铅、氟、镉、铁、锰、铜、锌、粪大肠菌群等 21 项	施工期 12 年，每季度监测 1 期，每期监测 1 天，每天监测 2 次(上、下午各 1 次)。
		垃圾填埋场地下水下游侧长观孔		
	地下水水位观测	新田村长观孔	地下水埋深、水位	施工期 144 月，每旬各监测 1 次
		垃圾填埋场地下水上游侧长观孔		
		垃圾填埋场地下水下游侧长观孔		
		棉花地长观孔		
		下红岩长观孔		
		棉花地处出露泉水(上红岩水源)	出露泉水水量	
运行期地下水环境	地下水水质监测	垃圾填埋场地下水上游侧长观孔	pH、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、硫酸盐、氯化物、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铅、氟、镉、铁、锰、铜、锌、粪大肠菌群等 21 项	下闸蓄水至运行后共 5 年，每年单月监测 1 次。
		垃圾填埋场地下水下游侧长观孔		
		宁南县西瑶乡渣库上游监测井		
		宁南县西瑶乡渣库下游监测井		
	地下水水位观测	新田村长观孔	地下水埋深、水位	水库运行后每月观测 1 次，观测年限不少于 5 年
		垃圾填埋场地下水上游侧长观孔		
		垃圾填埋场地下水下游侧长观孔		
		棉花地长观孔		
下红岩长观孔				
移民安置区地下水		在移民安置点新建垃圾填埋场上游 50m 设置背景值监测井，在填埋场地下水下游设置 1 处污染控制监测井。	pH、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、硫酸盐、氯化物、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铅、氟、镉、铁、锰、铜、锌、粪大肠菌群等 21 项	背景值监测井每年监测 1 次，污染控制监测井每年单月监测一次，共监测 15 年。

水生生态监测

表 3.1-3

分类	监测项目		监测内容
渔业生态环境监测	渔业水质	水质属性指标	pH、水温、总硬度、钙、镁、悬浮物、溶解氧
		生源要素指标	氨氮、总氮、总磷、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮
		环境污染物指标	挥发酚、高锰酸盐指数、石油类、铜、锌、铅、镉、汞、砷、六价铬、非离子氨
		有机污染类指标	邻苯二甲酸二丁酯和邻苯二甲酸二辛脂、萘和萤蒽、PCBs、DDT 和 HCB、全氟辛酸磺酸
	浮游动植物、周丛生物、漂浮生物、底栖生物		种类、区系构成、种群、优势种、生物量、初级生产力、光合作用率

分类	监测项目	监测内容
	鱼类环境污染物残留	监测对象：铜鱼、鲃、岩原鲤等特有珍稀鱼类； 监测要素：①重金属：铜、铅、镉、汞、砷；②有机污染物：邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛脂、苯并芘、萤葱、PCBs、DDT 和 HCB、全氟辛烷磺酸、挥发酚、石油类。
鱼类资源监测	重要经济鱼类资源	种类组成、比例、种群数量、种群年龄构成、性别、个体生物学特征(全长、体长、体重、体高、体宽、头长、吻长、眼径、尾柄长、尾柄高、鳍式、鳃耙数、脊椎骨数)、性腺发育特征(性别、性腺重、色泽、长、宽、卵径、怀卵量)、食性(肠道充塞度、消化道长、饱满度指数，食物组成、出现频率)以及气泡病发病情况等
	珍稀、特有鱼类	
	鱼类早期资源量	监测对象：铜鱼、圆口铜鱼、特有鱼类等产漂流性鱼类； 监测要素：早期资源种类、早期资源量、产卵场位置和规模； 监测指标：鱼类卵苗种类、数量、存活率、畸形率、发育期、早期资源种类组成与比例、产卵场位置推算、繁殖时间、繁殖规模等。

陆生生态监测

表 3.1-4

监测内容	监测点位	监测时间及频期
陆生植被监测	坝址两岸、库区(巧家县)、库区(华弹)、库区(野牛坪)、库区(金塘)、库尾两岸各选择 1 处监测点，共 8 处监测点	水库蓄水前调查 1 期，蓄水后，以 2 年为 1 个监测周期，进行 3 期监测，每期监测在一个年度内分别进行雨季和旱季 2 次监测，重点关注的珍稀保护物种每年观测 1 次
古树移栽效果监测	植物园、各移民安置移栽点等	移栽前调查 1 期，移栽后第 1 年、第 3 年和第 7 年共 4 期
植被恢复效果监测	弃渣场、旱谷地料场、边坡治理区等植被修复区，设置 10~20 个样方	生态修复工程实施后，每 2 年调查 1 期，共调查 3 期
陆生动物监测	坝址、库区(巧家县)、库区(野牛坪)、库尾各选择 1~2 处监测点	水库蓄水前调查 1 期；蓄水后，以 2 年为 1 个监测周期，进行 3 期监测；重点关注的珍稀保护物种每年观测 1 次。
生境监测	同植被监测	水库蓄水前调查 1 期；蓄水后，以 2 年为 1 个监测周期，进行 3 期监测，共 4 期。

环境空气监测

表 3.1-5

监测点类型	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
居民点	白鹤滩镇(迁建前)	PM ₁₀	施工期 12 年	每季监测 1 期，每期连续监测 7 天，保证有效期 5 天，每天昼间 12h 连续监测
	白鹤滩镇(迁建前)上游 5km			
	大花地村			
	中红岩村			
	雷打窝村			
	下红岩村			
	新村二社			
	中梁子			
施工营地	新建村承包商营地	PM ₁₀		
	白鹤滩村承包商营地			
施工工厂及作业区	海子沟(大田坝)弃渣场	场界外 10m 内 PM ₁₀ 、NO ₂		
	大坝作业区			
	大坝砂石加工系统	场界外 10m 内 PM ₁₀		
	旱谷地石料场			

监测点类型	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
垃圾填埋场	垃圾填埋场西北侧	场界外 10m 内 PM ₁₀ 、H ₂ S、 NH ₃ 、臭气强度		
移民安置区	距离各安置点规划区最近的原有居民点处布设 1 个监测点	PM ₁₀	施工期	每年监测 1 期，每期连续监测 7 天，保证有效期 5 天，每天昼间 12h 连续监测

注：白鹤滩镇迁建后位于新建村承包商营地附近，不再单独监测。

声环境监测

表 3.1-6

监测点类型	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
居民点	白鹤滩镇(迁建前)	Leq，同时统计车流量		每季监测 1 天，每天进行 24 小时测量昼夜等效声级
	中红岩村			
	大花地村			
	艾家村			
	椅子角村			
	新建村			
	白鹤滩村			
	中红岩			
	下红岩			
	中梁子			
	大坪村			
	新村二社			
施工营地	新建村承包商营地	Leq		每季监测 1 天，每天每点昼夜各监测 1 次。
	白鹤滩村承包商营地			
施工工厂及作业区	泄洪洞工程木材加工厂	厂界/场界外 1m 处 噪声源强 Leq	施工期 12 年	每季监测 1 天，每天每点昼间监测 1 次，并注明施工工况。
	泄洪洞工程钢筋加工厂			
	泄洪洞工程机械修配厂			
	泄洪洞工程汽车维修保养厂			
	左岸坝肩工程综合加工厂			
	新建村转轮拼装厂			
	荒田砂石料加工系统			
	引水发电系统工程金属结构制造厂			
	海子沟(大田坝)弃渣场			
	大坝高线混凝土系统			
	大坝作业区			
	垃圾填埋场			
	大坝砂石加工系统			
	旱谷地石料场(开挖)			
爆破噪声	旱谷地石料场(爆破)	场界外 100m 处 LA _{max}		每季监测 1 天，每天每点昼间监测 1 次，并注明炸药用量。
移民安置区	距离各安置点规划区最近的原有居民点处布设 1 个监测点	Leq	施工期	每年监测 3 天，每天昼夜各监测 1 次

人群健康监测

表 3.1-7

监测项目	监测内容	监测点位	监测时段及频次	监测方法
施工区人群健康监测	鼠疫、流行性出血热、伤寒和副伤寒、细菌性痢疾、甲型肝炎和疟疾	施工人员	施工期每年抽样检疫 1 次	委托当地具备相应资质的卫生防疫部门承担
移民安置区人群健康监测		移民安置区	安置前所有搬迁移民进行 1 次检查；安置后集中安置点选择 10% 的移民进行调查，连续开展 2 年。	

泄洪雾化观测

表 3.1-8

所在工程区	断面布置	各断面的布点原则	观测要素	观测时间	实施方式
白鹤滩枢纽区	坝址至尾水平台每 50m 设置 1 观测断面	两岸在不同高程处布 2~3 个观测点	雨强(含背景自然降雨)	泄洪孔泄洪	委托观测
	泄洪洞出口上游 50m 至下游 50m 间河段，每 50m 设 1 观测断面	左岸在不同高程处设 2~3 各观测点	雨强(含背景自然降雨)	泄洪洞泄洪	委托观测
	进水塔上游端布设 1 个测点		背景风速、背景气压、背景湿度	泄洪期	委托观测
	坝址和尾水平台中间岸坡设 1 观测点		泄洪水舌风速	泄洪孔泄洪	委托观测
	尾水平台设 1 观测点		泄洪水舌风速	泄洪孔泄洪	委托观测
	下游永久交通大桥设 1 个测点		湿度、气压	泄洪期间	委托观测

局地气候观测

表 3.1-9

观测站	已有观测要素	新增观测要素	观测时段	观测频次	观测技术要求
永久气象站	气压、气温、湿度、云、能见度、天气现象、降水、风向风速、蒸发、日照、地温		2014 年建成，长期观测	气温、湿度、降水量、风向风速，采用自动观测设备，进行 24h 连续观测；云、能见度、天气现象、蒸发、日照、地温等项目，采用人工观测。全年每日 8 时、14 时、20 时各观测 1 次；	观测方法按照中国气象局发布的《地面气象观测规范》执行。
临时气象站	气温、湿度、降水量、风向风速		2017 年至蓄水后 5 年		
低空探空观测站	1500m 以下的风向、风速、气温等要素		2018 年、2020 年、2022 年、2024 年各实施 1 次	每次观测周期为 1 年，分 4 个季度完成，每个季度 20 日	

3.1.6 环境影响报告书提出的主要环境管理方案

3.1.6.1 环境管理

(1)环境管理体系

白鹤滩水电站环境管理分为外部管理和内部管理两大部分，并纳入整个白鹤滩水电站工程环境管理体系之中。

外部管理指国家及地方生态环境行政主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的环境标准与要求，依法对各工程建设阶段进行不定期监督、检查及环境保护竣工验收等活动。

内部管理指建设单位、监理单位、施工单位和工程运行管理单位执行国家和地方有关环境保护的法律、法规、政策，贯彻环境保护标准，按照环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求落实环境保护措施，并对工程的建设过程和活动按环境保护要求进行管理。

内部管理分为工程施工期和运行期。施工期及运行期由建设单位负责组织实施，对工程环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家和地方对建设项目环境保护的要求。内部环境管理体系由建设单位、监理单位和施工单位分级管理，分别成立专/兼职环境管理机构。

(2)环境管理主要内容

1)施工期环境管理

建设单位需设立环境管理机构，主要负责以下工作：

①宣传、贯彻、执行国家和地方有关环境保护的政策、法律和法规，熟悉相关技术标准，确定工程环境保护方针和环境保护目标，制定环境保护管理办法；

②负责落实环保经费，按照环境影响报告书及批复文件、审批的设计文件要求和施工现场实际，按计划落实工程项目建设全过程的生态与环境保护工作，主要包括生态与环境保护工作计划的编制、生态环境监测与保护措施落实、专题调查与研究、环境信息统计以及各阶段验收和专项验收等；

③协调处理并配合国家、地方各级环境保护行政主管部门的环境保护监督检查，协调处理各有关部门的环保工作，指导、检查、考核各施工承包单位环境保护管理机构的建设运行及施工期和运行期环保设施的实施、运行情况等；

④及时处理施工和运行过程中出现的环境问题，建立建设单位内部、外部环境保护

信息定期、不定期报送制度。

2)运行期环境管理

工程建成运行后，运行管理单位应该设立“环境保护管理办公室”，具体负责和落实工程建成运行后的环境保护管理工作，主要包括：

① 贯彻执行国家及地方环境保护法律、法规和方针政策，以及各级环保行政主管部门的要求；

② 落实电站运行期环境保护措施，制定电站运行期的环境管理办法和制度；

③ 落实运行期的环境监测，并对结果进行统计分析和数据管理；

④ 监控运行环保措施，处理电站运行期出现的各类环保问题。

3.1.6.2 环境监理

(1)环境监理机构

白鹤滩水电站工程现场设置专门的环境监理机构，环境监理部设置专职监理人员。环境监理人员常驻工地，对施工区环境保护工作进行动态监督、检查和管理。监理方式以现场监督管理为主，并定期、不定期检查各项环境监测数据和各项环保措施运行记录，发现问题后，立即要求承包商限期整改，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

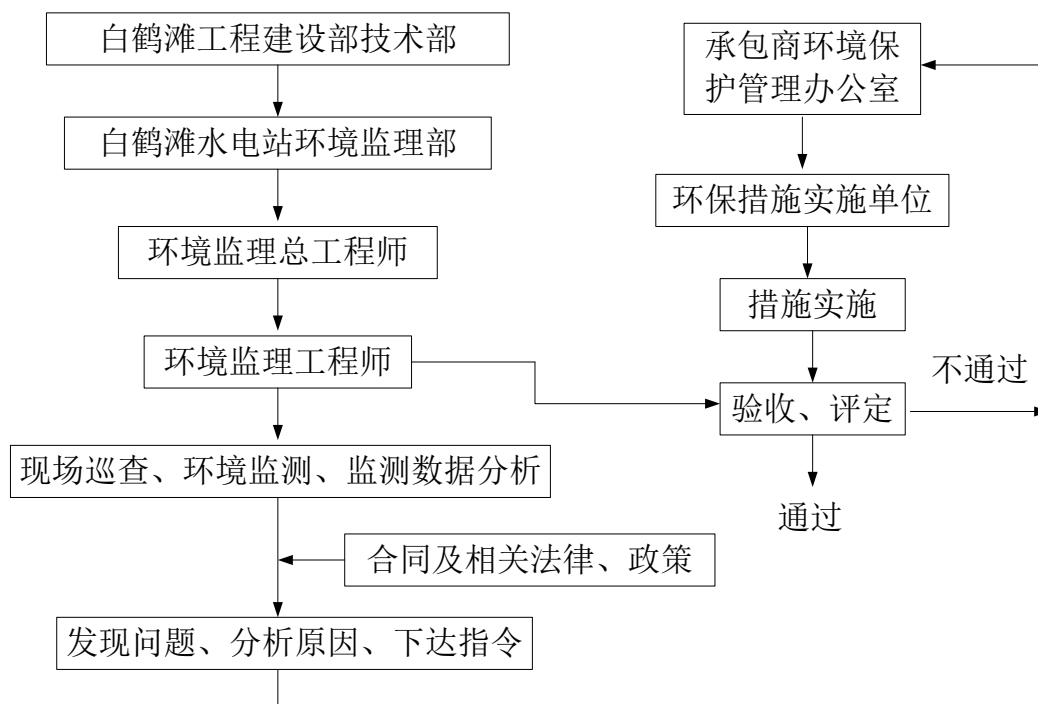


图 3.1-1 白鹤滩水电站环境监理工作程序图

(2)工作范围

白鹤滩水电站环境监理工作范围包括工程枢纽区、施工场地、生活营地、场内外公路、水库淹没区、渣料场、移民安置区等所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。

(3)工作内容

- 1)根据国家有关环保法律法规，依据合同开展环境保护监理工作。
- 2)协助业主进行有关环保专项的招标工作，向业主提供咨询服务意见。
- 3)监督检查施工过程中环保设施的安装、运行情况，对不合格的设施，按业主授权进行直接处理或拿出相应意见提交业主处理。
- 4)在授权范围内，以合同中环保条款作为依据，独立、公正、公平地开展工作，监督、检查、评估承包商环境保护职责的落实与环境保护措施的实施。
- 5)为承包商环保工作提供必要的帮助。按照环境影响报告书的要求，协助业主做好环境管理工作。
- 6)做好业主和承包商之间进行信息沟通与反馈，就有关环境问题协调业主和承包商之间的关系。
- 7)处理施工过程中的有关环保违约事件。按合同程序，公正地处理环保方面的索赔。
- 8)按合同要求，以巡视、旁站等方式及时检查施工现场的环保工作情况，作好巡视记录，按时提交季报和年报等相关资料。
- 9)作好环保资料整理工作和建立环保资料档案。
- 10)参与环境管理的总结工作，协助业主作好环境保护设施竣工验收工作和工程竣工环境保护验收。

3.2 环境影响报告书批复意见及要求

2015年11月，原环境保护部以“环审〔2015〕240号”文对报告书进行了批复，批复意见如下：

一、该项目建设符合《长江流域综合规划（2012~2030）》《金沙江下游河段水电梯级开发规划环境影响评价及对策研究报告》《环境保护部关于金沙江下游河段水电梯级开发环境影响有关问题意见的函》（环函〔2012〕69号）。水利部出具了《关于金沙江白鹤滩水电站水土保持方案的批复》（水保函〔2014〕10号）。工程建设将使流域水环境、水

生生态、陆生生态等生态系统发生重大改变，造成不利影响，甚至产生不可逆和累积性影响，采取环境影响报告书提出的各项生态保护及污染防治措施后，能够在一定程度上减缓不利环境影响，降低环境风险。综合考虑环境、经济和社会等多方面因素，环境保护部原则同意环境影响报告书中所列建设内容和拟采取的生态环境保护措施。

二、项目建设与运行管理中应重点做好的工作

（一）统筹协调流域保护与开发机制。过去十年，长江上游水电开发与保护矛盾突出，流域累积性影响显著，生态保护面临巨大压力。长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区因金沙江下游一期工程建设等因素进行了两次调整，自然保护区结构和功能已受到较大影响。未来该流域开发必须遵循党的十八大和十八届三中、四中、五中全会关于生态文明建设理念，以及中共中央、国务院《关于加快推进生态文明建设的意见》《生态文明体制改革总体方案》有关要求，严格按照主体功能区定位和国家主体功能区环境政策，严守生态保护红线，切实严格依法保护长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区。中国三峡集团应落实环评中栖息地保护对策措施承诺，不在向家坝水电站坝址至三峡水利枢纽库尾长江干流河段和支流岷江、赤水河河段等自然保护区范围内，再规划和建设小南海水电站等任何拦河坝（闸）涉水工程。

要将乌东德水电站库尾约37.5km回水变动区和雅砻江桐子林电站至金沙江汇口约15km河段作为长江上游特有鱼类栖息地，进行保护。

积极创新资源开发生态保护补偿协调机制，落实与普格县人民政府、宁南县人民政府和黑水河干流已建苏家湾、公德房、松新和老木河四个水电站业主达成的黑水河鱼类栖息地保护责任框架协议，将金沙江左岸一级支流黑水河作为支流栖息地进行生态修复，不再建设水电站。对上述水电站采取增设过鱼设施、下泄生态流量、修复减水河段生境等保护措施，同时开展跟踪监测与措施效果评估。在此基础上，进一步论证实施拆除现有闸坝、恢复河流连通性等措施。2021年前完成各梯级下泄生态流量保证及监控设施，拆除老木河水电站闸坝，完成松新电站以下河道连通及生境修复，实施增殖放流。2025年前完成松新水电站以上河道连通及生境修复。

中国长江三峡集团公司作为金沙江下游乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝水电站和三峡水利枢纽、葛洲坝水利枢纽六个梯级电站的业主，应在电站发电收益或成本中安排一定比例费用，建立健全生态保护基金，用于流域生态环境保护和研究。统筹研究大型梯级水电站建设对长江上游生态环境的长期累积影响，对受梯级开发影响的长江上游珍

稀、特有鱼类实施有效保护，对流域生态环境影响进行长期跟踪监测评价。

（二）严格落实过鱼设施、鱼类增殖放流等水生生态保护措施。白鹤滩水电站建设将改变坝址上下游河段水文情势，阻隔鱼类迁移，造成鱼类生境破碎化，淹没原有鱼类产卵场，进一步加剧圆口铜鱼及其他长江上游珍稀、特有及保护鱼类种质资源丧失的风险。针对电站建设和运行对鱼类的影响，采取集运过鱼系统过鱼、依托乌东德鱼类增殖放流站实施鱼类增殖放流、设置人工鱼巢等补救措施，蓄水前完成各项鱼类保护措施建设。下阶段开展过鱼设施方案论证，做好过鱼设施设计与建设，确保其发挥作用，建立相关运行机制，开展过鱼效果监测评估。工程截流前建成乌东德鱼类增殖放流站，形成运行管理和技术能力，承担乌东德、白鹤滩两电站的增殖放流任务，放流对象为圆口铜鱼、长薄鳅、鲈鲤、齐口裂腹鱼、长鳍吻鮡、四川白甲鱼、裸体鳅鲇、前臀鲃等长江上游珍稀、特有保护鱼类，总放流规模不低于105万尾/年，开展增殖放流标志跟踪监测评估，根据监测结果调整增殖放流对象及规模。

（三）制定水库蓄水及运行期下泄流量生态调度方案，优化发电调度，合理安排蓄水时间，严格落实水库生态流量下泄措施。下闸蓄水时间应避开主要鱼类产卵期，导流洞下闸封堵期间应通过协调下游溪洛渡水库水位和下泄足够生态流量，确保下游不出现断流。蓄水期间通过泄洪设施下泄不低于1160m³/s的生态流量。运行期通过机组发电和泄洪设施下泄不低于1160~1260m³/s的生态流量，在5~6月参照两年一遇洪水制造10~15d的人造洪峰过程。建设坝下生态流量在线自动监测系统。下阶段开展梯级联合调度运行对坝下河段鱼类产卵影响研究、鱼类产卵繁殖期人造洪峰运行调度优化方案研究等。

（四）落实水库水温分层取水工程措施，优化泄洪方式。水库部分季节存在下泄低温水影响，下阶段需细化叠梁门分层取水专项设计，进行水温模型试验，优化门高和叠梁门层数。分层取水设施工程建设必须与主体工程同步建成。设置库区、坝前及坝下游水温监测系统，运行期对攀枝花至宜昌河段水温进行全面系统监测。工程泄洪将产生气体过饱和影响，通过对金沙江下游四个梯级联合调度运行，减小泄洪频率和泄洪时间，对泄洪建筑物泄流次序和泄洪量作进一步优化。

（五）加强水污染防治工作。制定水库清理环境保护方案，规范库底清理环境标准和蓄水环境保护要求。蓄水前完成水库淹没区尾矿及受影响土壤清运和处置工作。地方政府及有关部门应制定库周污染防治规划，加强库周污染点源和面源治理，降低污染物排放强度。加强库区水质在线监测。

（六）做好陆生生态保护工作。严格控制施工活动范围，落实水土保持工程和植物恢复措施，重点对渣场、料场、临时施工占地区、施工道路及其影响区和枢纽建筑物占地区进行水土流失防治。渣场应做到先挡后弃，工程弃渣应运至规定的弃渣场，不得向金沙江干、支流弃渣。工程蓄水前完成受淹没影响古大树移栽和施工区古大树就地保护工作。施工过程中如发现重点保护野生植物，应及时上报并采取移栽等保护措施。开展水库消落带治理。收集和存放施工区表土，施工结束后及时用于施工迹地的回填等生态修复工作中，植被恢复优先选择当地适生植物。

（七）做好移民安置环境保护。水库淹没和工程占地需搬迁安置93395人、生产安置91992人，需结合当地自然条件和土地资源条件，合理选择具体的移民安置区及生产方式，禁止陡坡开荒。做好8个迁建集镇和29个集中安置点环境保护规划，落实污水和固体废物处理措施。开展移民安置区环境影响评价工作，落实迁建企业、复建公路、新建和改建水库等专项设施环保措施，编制环境影响评价文件报地方环保部门审查。

（八）落实施工期各项污染防治措施。工程生产废水、生活污水经收集处理后回用或达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排放。生活垃圾统一收集，妥善处置。做好施工区附近和施工道路沿线居民点的噪声和废气、扬尘污染防治，加强施工道路降尘工作，选用低噪声设备，超标敏感点采取隔声降噪措施。合理安排施工时间，特别是工程爆破时间。

（九）在工程施工和运行过程中，应建立畅通的公众参与平台，加强与工程涉及区域公众的沟通，及时解决公众担忧的环境问题，加强协调，满足公众合理的环境诉求。

三、工程建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度，落实各项环境保护措施。

（一）进一步明确有关方面的环境保护责任，与主体工程同步进行环境保护总体设计、招标设计和技术施工设计，环境保护总体设计须报环境保护部进行审查。开展环境保护工程招标，将环境保护工程施工纳入工程建设合同中。聘请第三方机构开展工程施工期环境监理，按季度和年度将环境监理报告报相关各级环境保护主管部门备案。建立向社会通报制度，定期公布环境监理和环保措施落实情况，中国长江三峡集团公司也应做好所属其他水电站环保工作落实情况的定期公布工作。

（二）蓄水前进行阶段性环境保护验收，主要验收内容为水库蓄水及运行期下泄流量环保调度方案、生态流量在线监测系统、分层取水和水温监测设施、水库联合调度方

案、集运过鱼系统、鱼类增殖放流站、鱼类栖息地保护、人工鱼巢、库区清理等措施落实情况。工程建成后，按规定程序申请竣工环境保护验收，经验收合格后，项目方能正式投入使用。工程竣工验收3~5年时开展环境影响后评价。

五、西南环境保护督查中心和四川省、云南省环境保护厅组织开展“三同时”监督检查和监督管理工作。

3.3 环境保护总体设计与审查意见

3.3.1 环境保护总体设计

为落实环境影响报告书及批复要求，做好环境保护“三同时”，2016年10月中国三峡建设管理有限公司委托中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司（以下简称华东院）开展白鹤滩水电站环境保护总体设计工作。华东院于2019年2月编制完成了《金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告》。

总体设计报告主要依据环境影响报告书和可研阶段成果，紧扣工程总体进度节点，贯彻环境保护“三同时”管理制度要求，结合主体工程分标情况，对设计内容进行调整、补充、优化，细化招标和施工图阶段环境保护的工作内容、工作重点、实施进度计划、分年度投资计划，以及环境管理、监理、监测，竣工环保验收等的实施进度和要求，保障环境影响报告书和可研阶段提出的环保措施及时有效落实，并对工程建设中出现的新问题提出解决方案和要求。通过制定可行的环境保护工程措施、环境监测和环境管理方案，指导、规范工程招标及施工图阶段环境保护工作的管理和落实，尽可能维护和改善施工区及周边区域的环境质量，以保证区域环境的良性发展和工程建设的顺利进行。

3.3.2 环境保护总体设计技术审查意见

2019年2月28日~3月1日，受生态环境部环境影响评价与排放管理司委托，生态环境部环境工程评估中心在北京主持召开了《金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告》技术审查会。2019年6月，生态环境部环境工程评估中心以“环评估函〔2019〕10号”《关于报送金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告技术审查意见的函》出具了审查意见。2019年8月，生态环境部以“环评函〔2019〕75号《关于金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告相关意见的函》对总体设计报告进行了批复，对白鹤滩水电站环境保护总体设计和下一步生态环境保护工作提出如下意见：

经审查，《设计报告》编制基本规范、内容较全面，设计深度基本满足本阶段工作要

求，可为后续环境保护措施专项设计、实施和管理提供一定的指导。我司原则同意《设计报告》提出的水环境、水生生态、陆生生态、移民安置等保护措施、污染防治措施及环境管理方案。在下阶段工作中，你公司应根据技术审查意见和本文要求，进一步优化、完善各项生态环境保护措施，确保各项生态环境保护措施落地见效。

对下阶段生态环境保护工作的意见：

(一)做好初期蓄水期间与乌东德、溪洛渡及向家坝的调度协调，切实保障坝下河段生态用水需求，实施梯级电站联合生态调度。进一步开展叠梁门分层取水相关试验研究，制定运行规程，提高分层取水设施的操作效率和运行效果。统一各水温监测站点的监测时段和频次，提高水温在线监测系统的运行可靠性和可维护性。

(二)做好库区尾矿渣的鉴定及清运工作，若为危险废物应按相关规定处置，后续做好新建渣库的封场工作。加强入库污水的深度处理，降低库区或库湾水体发生富营养化的风险，根据水库蓄水后实际情况优化水质在线监测点位。运行初期开展原型泄水调度试验，对坝址下游河道水体中气体饱和度进行监测，据此优选不同水位、流量的泄水孔口闸门调度方案。

(三)分阶段完成黑水河栖息地保护河段连通性恢复工程，做好既有闸坝拆除方案论证工作，避免造成新的生态破坏和环境污染；黑水河生态治理工程实施中应避免产生新的阻隔影响。做好雅砻江桐子林坝下至河口约15km河段的保护工作，进一步优化拟修复产卵场的选址及修复方案。加强溪洛渡、向家坝、白鹤滩电站尾水洞末端及附近水域鱼类分布及行为的原型观测试验，结合水力学模型试验成果，优化、完善集运鱼系统设计及运行方案，确保集运鱼系统运行安全、稳定，提高操作效率和过鱼效果。加强本工程依托的乌东德水电站鱼类增殖放流站生产能力建设，确保达到环评批复要求的放流规模，提高放流鱼类规格。优化人工鱼巢设计，确保满足各保护鱼类的产卵需求。

(四)落实古树移栽的养护管理投资，加强移栽中及移栽后的养护管理，提高存活率。开展库区消落带修复试验及消落带建设关键技术研究，适时启动消落带修复示范区建设。

(五)强化废油等危险废物的暂存、处置措施，确保危险废物妥善处置；做好本工程垃圾填埋场的封场和渗滤液处理相关工作。根据四川、云南两省移民安置实际进展及变化情况，完善移民安置区环境保护方案，做好各改扩建工程、迁建企业环境影响评价工作。

(六)提高环境监测的自动化水平，实现监测数据在现场中控实时显示，并接入水电水利环境管理相关信息系统。做好监测数据的整理、分析工作，为后续环境管理提供技术支撑。

(七)严格按照相关规范做好工程环保措施设计论证，加强技术创新，提高环保措施运行的自动化水平，除保证运行稳定、操作高效、效果可达外，还应满足质量和安全要求，确保工程安全和生态安全。

3.4 蓄水阶段环保验收概况

受建设单位委托，成都院于2020年12月编制完成了《金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收调查报告》，2021年2月4日，生态环境部环境工程评估中心主持召开了《金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收调查报告》技术咨询会。2021年3月，中国三峡建工（集团）有限公司组织召开了现场验收会。2021年4月，中国三峡建工（集团）有限公司印发了《金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收意见》（三峡建工环保[2021]87号）（附件6）。

3.4.1 验收结论

调查结果表明，建设单位高度重视环境保护工作，严格执行“三同时”制度，按照《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》及其批复意见，积极落实蓄水阶段各项环保设施建设工作，已编制完成了水库蓄水及运行期下泄流量环保调度方案，初期蓄水期间确保白鹤滩下游不断流，满足下游生态用水需求；水库蓄水前建成生态流量在线监测系统；分层取水与水温在线监测系统与主体工程同步实施，蓄水前具备运行条件；开展库区水质在线监测，蓄水前完成巧家县城右岸水质监测设备安装及使用，蓄水后开展普渡河支库口水质在线监测设备的建设；集运过鱼系统在蓄水前建成；已建成并运行鱼类增殖放流站，增殖放流规模满足要求；鱼类栖息地保护已完成黑水河生境修复第一阶段工作内容，乌东德库尾人工产卵场已完工，建设单位正积极推进长江上游珍稀特有鱼类保护区延续性保护措施；人工鱼巢已于2020年11月底建成；蓄水前完成库区清理，并通过地方政府组织的专项验收；枢纽区古树已移栽完毕，库区古树蓄水前全部移栽完毕，并取得地方政府专项验收意见；工程区固体废物有效处置，移民安置区配套环保措施与移民主体工程同步开展。工程已采取的生态保护、污染防治和水土保持措施有效，后续环境保护工作规划较合理，工程对水环境、生态环境、大气环境和声环境等的影响与环境影响报告书预测结果基本一致。

白鹤滩水电站工程满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4号)的相关要求，主体工程建设进度满足2021年4月下闸蓄水目标，蓄水前须完成的各项

环保措施按环评报告及批复意见要求逐一落实。工程及主要环保设施未发生重大变动，工程具备蓄水阶段环境保护验收条件，建议通过蓄水阶段环境保护验收。

3.4.2 下阶段工作建议

(一)工程蓄水期间应切实执行生态流量泄放方案，确保生态流量满足相应要求。

(二)加快集运鱼系统设备安装调试等收尾工作，确保蓄水前全部建成。后期开展运行效果评估，优化集运鱼系统运行方案；进一步加强圆口铜鱼、长薄鳅、裸体鳅鲇、前臀鲃等放流鱼类繁育技术攻关，尽快实现规模放流。

(三)重视白鹤滩初期蓄水上下游梯级高水位运行方案对下游水文情势、水温的影响，落实好蓄水期河段水生生态、水文情势、水温、过饱和气体等监测工作。

(四)开展梯级水库联合生态调度，通过生态调度试验效果评估，优化水库联合生态调度方案。

(五)协调地方政府，加强移栽保护古树的养护。

(六)蓄水阶段应加强拦清漂管理工作。

4 环境保护措施落实情况调查

4.1 环评报告及批复措施落实对照情况

根据调查，白鹤滩水电站工程在施工期和运行期间基本落实了环境影响报告书及批复意见提出的各项环境保护措施，对于部分工程变动及施工变更也采取了相应环保措施，已采取的环保措施能缓解或降低工程建设产生的环境影响。枢纽工程区施工期和运行期环保措施落实情况详见表4.1-1，库区及流域环保措施落实情况见表4.1-2，环境影响报告书批复要求的措施落实情况见表4.1-3。

枢纽工程区环保措施落实对照表

表 4.1-1

项目				环评报告提出的对策措施	措施落实情况	变化及其原因
水环境	生产废水	砂石料加工系统	三滩	设计废水处理量：440m ³ /h 工艺：辐流沉淀法。废水经辐流沉淀池处理后自流进入回收水池，清水回用。废水中的细砂和石粉回收。 构筑物：石粉回收车间 1 座，辐流沉淀池 2 座（单池直径 25m），清水池 1 座，10×9×4(m)。	已落实。 设计废水处理量：720m ³ /h 工艺：“机械预处理+辐流沉淀池+卧螺离心脱水”处理工艺，废水处理后全部回用。泥饼运至指定弃渣场。 构筑物：石粉回收车间、辐流沉淀池、清水池、回用水池、加压泵站、脱水车间、渣浆泵房、加药间等。	
			荒田	设计废水处理量：480m ³ /h 工艺：辐流沉淀法。废水经辐流沉淀池处理后自流进入回收水池，清水回用。废水中的细砂和石粉回收。 构筑物：石粉回收车间 1 座，辐流沉淀池 2 座（单池直径 28m），清水池 1 座，10×10×4(m)。	已落实。 设计废水处理量：700m ³ /h 工艺：“机械预处理+辐流沉淀池+机械压滤脱水”处理工艺，废水处理后全部回用。泥饼运至指定弃渣场。 构筑物：石粉回收车间、辐流沉淀池、清水池、回用水池、加压泵站、脱水车间、渣浆泵房、加药间等。	
			大坝	设计废水处理量：1320m ³ /h 工艺：DH 高效净化器，不设置沉淀池，采用石粉回收装置进行预处理。 构筑物：石粉回收车间 1 座，20×7.5×4(m)；清水池 1 座，19×15×4(m)；调节池 1 座，12×12×3.5(m)	已落实。 设计废水处理量：1400m ³ /h 工艺：“机械预处理+辐流沉淀池+机械压滤脱水”处理工艺。废水处理后全部回用。泥饼运至指定弃渣场。 构筑物：石粉回收车间、辐流沉淀池、清水池、回用水池、加压泵站、脱水车间、渣浆泵房、加药间。	
			新建村前期临时	设计废水处理量：180m ³ /h 工艺：DH 高效净化器，处理后上清液回用。处理后的泥块外运至渣场。 构筑物：沉淀池 2 座，每个 9×9×3(m)；清水池 1 座，9×9×3(m)	已落实。 设计废水处理量：160m ³ /h 工艺：“平流沉淀池+DH 高效污水净化器+板框压滤机”处理工艺。生产废水处理后全部回用。泥饼运至指定弃渣场。 构筑物：高位水池、沉淀池、DH 高效污水净化器、清水池、污泥池、调节池、预处理车间、压滤车间、加药车间、污水净化车间等。	
		混凝土拌和系统	大坝高线	设计废水处理量：24m ³ /h 工艺：预沉+平流沉淀池。污泥自然干化后运至渣场。出水回用。 构筑物：预沉池 1 座，6×2×3(m)；平流沉淀池 1 座，6×2×3(m)	已落实。 废水引流至大坝低线处理系统一并处理。	

项目				环评报告提出的对策措施	措施落实情况	变化及其原因
			大坝低线	设计废水处理量：16m³/h 工艺：预沉+平流沉淀池。污泥自然干化后运至渣场。出水回用。 构筑物设计：预沉池 1 座，5×1.5×3(m)；平流沉淀池 1 座，5×1.5×3(m)	已落实。 设计废水处理量：400m³/h 工艺：混凝土筛分废水和冲洗废水均采用 DH 高效工艺处理后回用于系统及场内洒水降尘。 构筑物：调节池、DH 高效污水净化器、清水池、污泥池、压滤车间等。	
			三滩	设计废水处理量：16m³/h 工艺：预沉+平流沉淀池。污泥自然干化后运至渣场。出水回用。 构筑物设计：预沉池 1 座，5×1.5×3(m)；平流沉淀池 1 座，5×1.5×3(m)	已落实。 设计废水处理量：2m³/h 工艺：三级沉淀，出水用于场地洒水 构筑物：沉淀池（一级、二级）、回用水泵。	
			荒田	设计废水处理量：16m³/h 工艺：预沉+平流沉淀池。污泥自然干化后运至渣场。出水回用。 构筑物设计：预沉池 1 座，5×1.5×3(m)；平流沉淀池 1 座，5×1.5×3(m)	已落实。 设计废水处理量：2m³/h 工艺：三级沉淀，出水用于场地洒水 构筑物：沉淀池（一级、二级）、回用水泵。	
			水电七局指挥中心混凝土拌和系统	-	已落实。 设计废水处理量：2m³/h 工艺：三级沉淀，出水外排 构筑物：沉淀池（一级、二级、三级）。	新增措施
			葛洲坝三滩拌和系统	-	已落实。 设计废水处理量：2m³/h 工艺：二级沉淀，出水外排 构筑物：沉淀池（一级、二级）。	新增措施
			武警水电混凝土拌和系统	-	已落实。 设计废水处理量：2m³/h 工艺：二级沉淀，出水用于场地洒水。 构筑物：沉淀池（一级、二级）	新增措施
			水电七局混凝土拌和系统	-	已落实。 设计废水处理量：2m³/h 工艺：二级沉淀，出水用于场地洒水 构筑物：沉淀池（一级、二级）。	新增措施

项目				环评报告提出的对策措施	措施落实情况	变化及其原因
		施工期机修含油废水	大坝工程、水垫塘与二道坝工程、左岸导流洞工程、泄洪洞工程、左岸坝肩工程、左岸缆机平台及边坡治理工程、左岸引水发电系统工程、右岸导流隧洞工程、右岸坝肩工程、右岸缆机平台及边坡治理工程、右岸引水发电系统工程、	工艺：隔油+沉淀 构筑物：隔油池、沉淀池	已落实。 工艺：隔油沉淀，出水回用于场地冲洗。沉淀池污泥与隔油池污泥运至弃渣场堆放，浮油交由有资质的单位统一处理。各机修厂内设置废油的贮存场所。	
		运行期厂房含有废水	左、右岸地下厂房	分别选用 1 套 DYF-10 型油水分离装置，处理能力为 10m³/h	优化落实。 左岸辅助安装场 560.40m 高程、右岸辅助安装场 569.50m 高程各布置一套处理规模 30m³/h 的含油污水处理设备，在左、右岸主变洞 602m 高程各布置 2 套含油污水处理设备各（处理规模 0.1m³/h），共计布置 6 套处理系统。	根据实际情况调整
		罐车冲洗废水	荒田罐车冲洗点	-	已落实。 工艺：砂石分离机+预沉池+DH 高效污水净化器，污泥排入污泥池，经板框压滤机脱水后，泥饼外运至渣场。 构筑物：污水池、污泥池、清水池、高位水池、砂石分离机、渣浆泵、清水泵、净化器、板框压滤机、加药装置等。	新增措施
	生活污水	施工期	业主营地	WSZ-15FB 成套生活污水处理设备，设计处理规模 319m³/d	已落实。 合建污水处理厂，即上村梁子污水处理厂，设计处理能力 1000m³/d。	
			左岸上村梁子武警水电警消营地	WSZ-10FB 成套生活污水处理设备，设计处理规模 240m³/d		
			矮子沟渣场顶部临时营地	-		新增临时营地
			白鹤滩村承包商营地	污水处理站，设计处理规模 1248m³/d	已落实。 大桥污水处理厂，设计处理能力 1800m³/d。	
			新建村承包商营地	污水处理站，设计处理规模 2640m³/d	已落实。 新建村污水处理厂，设计处理能力 1800m³/d。	

项目				环评报告提出的对策措施	措施落实情况	变化及其原因
			半坡承包商营地	成套生活污水处理设备，设计处理规模 360m³/d	已落实。 地理式一体化污水处理设施，设计处理规模 72m³/d。	
			右岸半坡公安营地	-		
			六城坝临时营地	成套生活污水处理设备，设计规模 1560m³/d	已落实。 六城坝污水处理厂，设计能力 1680m³/d。	
			下红岩水电八局临时营地	-	已落实。 新增项目，地理式一体化污水处理设施，处理规模 10m³/d。	
			旱谷地生活区	WSZ-1FB 成套生活污水处理设备，设计处理规模 24m³/d	已落实。 同环评报告。	
			业主营地医疗中心（实际为保安人员宿舍）	-	已落实。 地理式一体化污水处理设备，处理规模 72m³/d。	新增措施
			三滩水厂	WSZ-1FB 成套生活污水处理设备，设计处理规模 5m³/d	已落实。 同环评报告书。	
			海子沟低线水厂	WSZ-1FB 成套生活污水处理设备，设计处理规模 5m³/d	已落实。 地理式一体化污水处理设施，处理规模 24m³/d。	
			海子沟高线水厂	成套生活污水处理设备，设计处理规模 5m³/d	已落实。 地理式一体化污水处理设施，处理规模 24m³/d。	
			荒田水厂	WSZ-1FB 成套生活污水处理设备，设计处理规模 5m³/d	已落实。 地理式一体化污水处理设施，处理规模 24m³/d。	
			旱谷地水厂	WSZ-1FB 成套生活污水处理设备，设计处理规模 5m³/d	已落实。 同环评报告书。	
			新建村生活水厂		已落实。 地理式一体化污水处理设备，处理规模 24m³/d。	新增措施
			施工区粪便污水	移动型生态厕所	已落实。 同环评报告书。	
	运行期		左、右岸地下厂房	分别布置 1 套 WSZ-3FB 型成套生活污水处理设备，处理后达标排放	已落实。 在控制楼、左右岸副厂房、左右岸主变北侧副厂房、左右岸厂外配电中心共设置了 7 套生活污水处理系统，处理工艺均采用 A/O 工艺	根据现场实际情况调整
地下水			浸没影响区防护措施	对巧家县城库段、溜姑库段配套防护工程	已落实。 白鹤滩水电站实际实施了 4 处防护与垫高造地工程，其中四川库区 2 项：宁南县松新下坝防护工程、会东县溜姑垫高造地工程；云南库区 2 项：巧家县城北门垫高防护工程，象鼻岭居民点垫高防护工程。	

项目			环评报告提出的对策措施	措施落实情况	变化及其原因
		居民用水保障措施	采取必要措施，保障居民生活用水	已落实。 结合移民新集镇建设，新田村用水在白鹤滩移民新集镇给水工程规划中予以统一考虑；大寨镇已配套引水工程，引 5km 外的杨家凉水作为棉花地村和上红岩村的生产生活用水，棉花地村、上红岩村已将其作为主要的生产用水。	
		地下工程对地下水位影响的防治措施	采用“以堵为主、堵排结合”的处理方式	已落实 同环评报告书	
大气环境	砂石骨料加工系统及混凝土拌和系统		砂石料加工系统的破碎、筛分车间均采用湿法破碎的低尘工艺，混凝土生产系统采用全封闭，各系统配备除尘装置。无雨日洒水 3~5 次	已落实。 新建村水电七局和武警水电砂石加工系统均采用湿法生产工艺，在破碎机进料处喷水和喷雾进行除尘；三滩和荒田砂石加工系统采用全封闭式，拌合楼处增设一套袋式除尘器。水泥库实行全封闭作业。混凝土拌合楼附近定时洒水降尘。	
				已落实。 整个系统有 6 个除尘单元组成。每个单元包括：集气吸尘罩、管路、除尘器、风机及排气管道，自成体系。系统安装了除尘罐，并用废旧皮带封补防尘；现场施工作业人员劳动保护（防尘口罩）	
	施工区道路		敏感点设置限速标志，及时清扫路面，配备洒水车无雨日每日洒水 6~8 次；采用密闭式集装箱运输，严禁跑、冒、滴、漏；定期清洗车辆；加强路面硬化；洞室施工中洞口采用通风设备。	已落实。 道路硬化；在白鹤滩镇、新田、上红岩、下红岩、田坝寨等敏感点附近设置限速标志；配备洒水车 30 余辆，无雨日每次洒水 6~8 次；施工运输车辆排气管改装，共计改装 546 台。	
	爆破粉尘		覆盖水袋湿法爆破；湿钻；爆破后采用“雨鸟”喷水。	已落实。 从钻孔、爆破、翻渣、运输、弃渣五方面开展施工工艺与控制措施研究，制定“粉尘控制五部曲”控制措施。爆破钻孔采用带除尘器的钻机或采用湿钻，采用湿法打钻的钻机约 338 台，配备收尘装置钻孔机械约 57 台；爆破作业面铺设水袋；对爆堆作业面增加喷雾设备、高压水枪、覆盖装渣和翻渣作业面。	
声环境	噪声源控制		选择环保材料、减震设备、设置隔声间等；合理安排施工时间；严格控制爆破时间；敏感点附近设置限速、禁鸣标志牌及减速带等。	已落实。 敏感路段设置限速和禁鸣标志牌；施工设施布置远离居民点和营地；大坝低线混凝土生产系统增设隔声屏障；禁止夜间施工；	

项目			环评报告提出的对策措施	措施落实情况	变化及其原因
	传声途径控制		白鹤滩村承包商营地设置 350m 隔声墙；六城坝临时营地设置 1100 隔声墙。	已落实。 实施阶段建设单位设置了减速、禁鸣、车辆管控等措施。	优化调整，实测白鹤滩村承包商营地、六城坝临时营地噪声达标，未设置隔声屏障
	受体保护		施工人员采取个人防护措施；对超标程度较大的敏感点如白鹤滩集镇、大花地、新建村承包商营地设置隔声窗。	已落实。 实施阶段未在原白鹤滩镇、大花地、新建村承包商营地、半坡承包商营地设置隔声窗。根据噪声监测结果，敏感点声环境质量达标。	
固体废物	施工期	生活垃圾	施工营地设置垃圾桶，配备垃圾车，垃圾收集后运往白鹤滩垃圾填埋场	已落实。 同环评报告书。	
		其他垃圾	可回收垃圾回收后再利用，不可回收垃圾统一运往弃渣场	已落实。 同环评报告书。	
	运行期	生活垃圾	生活区统一收集、外运处理	正在落实 建设单位已与当地政府初步洽谈运行期生活垃圾外运处理事宜，尚未签订正式处置协议	
陆生生态			植被保护措施：保护原有干热河谷山地体系的生态环境，植被修复物种尽量选用原有物种，并注重物种多样化。 植被修复措施：因地制宜地采取植被恢复措施。 古树保护措施：淹没线以下采取移栽措施。	已落实。 新建村弃渣场部分区域进行覆土绿化；荒田渣场绿化面积 11180m ² ；施工营地绿化措施。 古树移栽：施工区内受保护的 57 棵古树，其中移至植物园 13 棵、牛圈就地保护 1 棵、新建村移至 20 号楼 1 棵、2021 年宁南县林草局移植 42 棵，分别种植于营地、102 观景平台。各移栽安排专人养护，并设置保护监控，监控画面同步接入白鹤滩水电站生态环境智慧管理系统中。目前，移栽的古树生长状况良好。。 陆生动物保护：加强宣传教育，提高保护意识。	
人群健康			采取施工场地卫生清理、施工人员卫生检疫、合理布置施工区公共卫生设施、加强食品卫生管理与监督、建立施工区医疗卫生防疫体系等措施保护施工区人群健康。加强人群管理，开展预防接种；建立和健全医疗卫生机构。	逐年落实。 宁南县与巧家县疾病预防控制中心负责实施白鹤滩施工区的人群健康保护与监测工作，每月对施工区主要营地进行环境消毒、杀虫，每季度进行饮用水水质检测，每半年进行一次灭鼠工作，定期和不定期进行人群传染病疫情监测调查、巡诊工作，定期通报当地传染病流行情况及突发公共卫生事件情况，按疫苗接种程序和传染病疫情态势，按时开展疫苗接种工作。	

库区及流域环保措施落实对照表

表 4.1-2

项目		环评报告提出的对策措施	措施落实情况	变化及其原因
水环境	库底卫生清理	根据《水电工程建设征地移民安置规划设计规范》的规定,在白鹤滩水电站水库蓄水前必须对库底进行卫生清理	已落实。 蓄水前已基本完成库底卫生清理工作,地方政府同意通过工程蓄水专项验收。	
	库区矿产品加工企业矿渣处置	新建渣库,对尾矿、尾矿堆放场地土壤、废弃的原矿、生产厂区和原料堆放场地底部土壤进行处置	已落实。 蓄水前完成,调整为外运处理。	华东院编制完成《金沙江白鹤滩水电站水库淹没工矿企业尾矿渣清理方案设计报告(四川部分)》《金沙江白鹤滩水电站水库淹没工矿企业尾矿渣清理方案设计报告(云南部分)》并取得评审意见,四川库区尾矿渣调整为外运处理,云南库区矿业尾矿作为巧大二级公路路基填筑材料。
	库区污染防治	控制库区网箱养殖,加强库区上游及支流污染治理,保证入库水质达标	已落实。 2020年12月,完成白鹤滩水电站库周污染源治理规划编制工作。按照责任划分,建设单位已完成施工期枢纽区施工污染防治工作;实施阶段库区涉及各区县正按照国民经济和社会发展的第十四个五年规划、水污染防治规划等文件稳步推进水环境治理。	责任主体为地方政府
	库区水质在线监测	对巧家库湾和各支库入主库口实施在线水质监测,以实时掌握其水质动态	已落实。 2021年3月初完成巧家县城右岸水质在建监测系统建设,2021年6月完成普渡河口断面自动监测站点建设。	
	漂浮物清理	-	已落实。 三峡物资设备公司组织打捞,主要使用客渡船对漂浮物进行人工、机械打捞,打捞上岸的漂浮物委托当地公司使用专业密闭垃圾转运车运输至当地垃圾填埋场进行处理	

项目		环评报告提出的对策措施	措施落实情况	变化及其原因
水生生态	下泄生态流量保障措施	初期蓄水通过导流底孔、深孔下泄生态流量，运行期通过机组发电下泄生态流量。依托水情自动测报系统，建成在线监测系统。	已落实。 蓄水前泄流工程措施随主体枢纽建成，同步建成生态流量在线自动监测系统，由初期蓄水期生态流量在线自动监测系统和运行期生态流量在线自动监测系统组成，依据水文监测数据，白鹤滩蓄水期间、运行初期满足生态流量下泄要求。	华东院于 2018 年 11 月编制《金沙江白鹤滩水电站蓄水期间生态流量研究专题报告》。要求蓄水期间，白鹤滩平均下泄流量 640m³/s，同时下游溪洛渡水库水位维持高水位运行，上述蓄水方案及下泄流量的调整已纳入《金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告》，并已取得生态环境部环境影响评价与排放管理司出具的《关于金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告相关意见的函》（环评函〔2019〕75 号）。
	分层取水措施及库水温监测系统	采用叠梁门分层取水设计，分层取水设施建设必须与主体工程同步进行，设置水温监测系统。	已落实。 2017 年 12 月，编制完成了《金沙江白鹤滩水电站叠梁门分层取水专项设计报告》，对叠梁门进水口底板高程、层高和叠梁门层数进行了优化，蓄水前，叠梁门随枢纽主体工程建成。白鹤滩水温在线监测系统分为库区沿程水温在线监测系统、取水口垂向水温在线监测系统、机组流道水温监测系统和坝下水温在线监测系统四部分，蓄水前建成。委托中国水利水电第八工程局有限公司于 2019 年 8 月 1 日开始正式开展金沙江下游流域水温监测（2019~2024 年）工作，目前各年监测工作正常开展。	
	栖息地保护	长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区和栖息地保护： 1、延续农业部渔业局与中国三峡集团签署的《长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区生态补偿项目总体协议》； 2、强化保护区渔民转产补贴、电子遥测网络建设、提升保护区管理机构的管理能力、强化保护区的宣传工作、强化保护区增殖放流工作； 3、补充赤水河圆口铜鱼资源量、完善赤水河水生生态监测工作、设置向家坝水生生态实验站、赤水河水生生态实验站。	逐步落实。 2006~2011 年，建设单位组织开展了《金沙江下游河段水电梯级开发环境影响及对策研究报告》的相关研究工作。已终止小南海项目相关工作。 2008 年 2 月，农业部渔业局与中国三峡集团签署《长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区生态补偿项目总体协议》，补偿经费概算总额为 38200 万元，总体实施时间为 2005 年至 2028 年。后续中国三峡集团将继续签订协议，延续长江上游生态环境保护各项措施的实施。 2023 年 10 月，与贵州省、云南省、四川省和重庆市等“三省一市”签订了长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区生态补偿（二期）协议，合同内容主要涵盖长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区干流生态实验站设计与建设、长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区科考船设计与建造、保护区本底调查与管理信息系统构建项目、保护区总体规划编制项目及保护区勘界及整合优化项目等内容。	

项目		环评报告提出的对策措施	措施落实情况	变化及其原因
		支流栖息地保护： 将乌东德库尾（含桐子林以下的雅砻江）、黑水河作为金沙江下游乌东德水电站和白鹤滩水电站所在江段的栖息地保护支流/河段； 近期不调整黑水河梯级布局规划，采取增设过鱼设施、保证生态流量下泄、减水河段生境修复等措施，后期进一步研究制定对黑水河已建梯级采取购买等方案，研究实施拆除现有闸坝恢复河流连通性，建立水电开发与生境修复示范点。	优化落实。 乌东德库尾人工产卵场工程于 2019 年 12 月开工，2020 年 1 月完工，2020 年 4 月通过完工验收鉴定。 2020 年 11 月 21 日，黑水河鱼类栖息地生态修复工程第一阶段工程验收合格，第一阶段工作主要包括老木河拆坝、松新、公德房、苏家湾电站生态流量控制工程、松新减水河段生境修复工程、松新鱼道工程，开展了历年增殖放流和黑水河栖息地保护与修复效果评估。2024 年 5 月，建设单位编制完成了《黑水河鱼类栖息地生态修复项目第二阶段工程设计报告》，明确第二阶段工程任务主要包括有序退出拆除松新、苏家湾、公德房等水电站，开展退出拆除电站河段生境修复，落实黑水河生态试验场建设等，计划 2025 年 10 月完成第二阶段工作。	2023 年 10 月，国家生态环境部正式印发“金沙江乌东德水电站控制运行水位重大变动环评批复意见”（环审[2023]111 号），要求松新、公德房及苏家湾 3 座电站采用退出拆除方式恢复河道连通性。
	过 鱼 措施	采用集鱼船集鱼，运鱼车+运鱼船进行运鱼，主要设施包括集鱼船、运鱼船、运鱼车和码头等	已落实。 2021 年 5 月，下游右岸固定式集鱼系统正式投入运行、2022 年 10 月 1 日，下游左岸 1#尾水口固定式集鱼系统正式投入运行、2024 年 6 月，左岸 4#尾闸室内的移动式集鱼站投入运行。目前各站点运行正常，定期开展过鱼效果监测工作。	
	鱼 类 增 殖 放流	设置乌东德白鹤滩鱼类增殖站	已落实。 乌东德白鹤滩鱼类增殖站已于 2014 年 12 月投入运行，历年均开展放流活动，截止 2024 年底，共投放齐口裂腹鱼、鲈鲤、长薄鳅、圆口铜鱼、长鳍吻鲈、白甲鱼、岩原鲤、细鳞裂腹鱼等 8 种珍稀特有鱼苗合计 463.09 万尾。	
	人 工 鱼 巢	考虑在坝下消落河段、库区江段，支库汇口布设人工鱼巢。	已落实。 2020 年 9~11 月，先后在在白鹤滩库中巧家蒙姑江段、坝前支流黑水河松新段建设 400m²、300m² 具有展示效果人工鱼巢，在白鹤滩库尾段、坝下对坪江段分别建设 500m²、300m² 人工鱼巢，各点建设完成后随即开展监测工作。	
	优 化 水 库 调 度 方案	开展金沙江下游四个梯级电站生态调度运行研究，优化梯级电站运行调度方案。	已落实。 委托水利部中国科学院水工程生态研究所开展金沙江下游梯级水电站生态调度试验效果评估，工作周期为 2019 年~2024 年，目前各年生态调度工作正常开展。	

项目		环评报告提出的对策措施	措施落实情况	变化及其原因
	总溶气过饱和影响减缓措施	实施梯级联合调度、优化泄洪建筑物泄流次序、减小泄洪流量	已落实。 每年金沙江下游四个梯级水电站实施联合调度，白鹤滩水电站尽可能通过发电的方式泄洪，减少泄洪建筑物的泄洪流量及频次。2018 年 8 月，中国三峡建设管理有限公司委托四川大学开展金沙江下游河道过饱和气体监测工作。合同工期为 2019 年~2024 年，目前已提交各年度监测报告成果。	
	其他措施	加强渔政管理、开展施工期宣传教育、开展科学研究	已落实。 结合长江十年禁渔，协助当地政府加强渔政管理。	
陆生生态	古树移栽保护	对库区古大树移栽保护	已落实。 详见其他说明事项。	
	水库消落带保护	开展库区消落带修复区试点工作	已落实。 在库区干盐井村 3km 库岸开展 825m~823m、823m~820m、820m~810m 共 3 段修复性试验。工程内容包括工程施工及防护措施、养护、监测与评估、竣工验收、工程质保期内的缺陷修复等工作。目前正在开展第二阶段设计工作。	
	基本农田及生态公益林保护	对占用基本农田进行划补。对工程占用的生态公益林办理相关手续。	已落实。 按照“占一补一”的原则，对占用基本农田进行划补。对于工程占用的生态公益林，建设单位应按照林地审批程序办理相关手续。	
	重点关注物种保护措施	-	补充落实。 2021 年蓄水期间实施了栗喉蜂虎应急保护措施，主要包括遮网阻隔营巢、人工替代营巢地建设、旧营巢地清理再利用等措施。2022 年后继续开展淹没线以上原有营巢地的保护和人工营巢地断崖立面的建设工作，持续开展保护效果监测及科学研究。	
环境地质保护	水库诱发地震监测	完善水库诱发地震监测台网的建设。	已落实。 白鹤滩水库地震台网建设分两期进行，2018 年 11 月正式运行，并开展实时监测。	
	地质灾害防治	蓄水后针对区域地质灾害现状与不良地质现象，采用相应防治措施。	已落实。 白鹤滩水电站建设过程中，相继实施了枢纽边坡防治工程及近坝库岸滑坡体防治工程。同时开展了工程安全监测。	

环评批复要求的环保措施落实对照表

表 4.1-3

序号	批复要求	落实情况	备注
一	项目建设与运行管理中应重点做好的工作		
(一)	中国三峡集团应落实环评中栖息地保护对策措施承诺，不在向家坝水电站坝址至三峡水利枢纽库尾长江干流河段和支流岷江、赤水河河段等自然保护区范围内，再规划和建设小南海水电站等任何拦河坝（闸）涉水工程。	已落实。 长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区未再新建任何拦河坝（闸）涉水工程。	
	要将乌东德水电站库尾约 37.5km 回水变动区和雅砻江桐子林电站至金沙江汇口约 15km 河段作为长江上游特有鱼类栖息地，进行保护。	已落实。 乌东德库尾人工产卵场工程于 2019 年 12 月开工，2020 年 1 月完工，2020 年 4 月通过完工验收鉴定。 雅砻江桐子林电站至金沙江汇口河段保护工作由雅砻江流域水电开发有限公司负责实施。	
	积极创新资源开发生态保护补偿协调机制，落实与普格县人民政府、宁南县人民政府和黑水河干流已建苏家湾、公德房、松新和老木河四个水电站业主达成的黑水河鱼类栖息地保护责任框架协议，将金沙江左岸一级支流黑水河作为支流栖息地进行生态修复，不再建设水电站。对上述水电站采取增设过鱼设施、下泄生态流量、修复减水河段生境等保护措施，同时开展跟踪监测与措施效果评估。在此基础上，进一步论证实施拆除现有闸坝、恢复河流连通性等措施。2021 年前完成各梯级下泄生态流量保证及监控设施，拆除老木河水电站闸坝，完成松新电站以下河道连通及生境修复，实施增殖放流。2025 年前完成松新水电站以上河道连通及生境修复。	优化落实。 2020 年 11 月 21 日，黑水河鱼类栖息地生态修复工程第一阶段工程验收合格，第一阶段工作主要包括老木河拆坝、松新、公德房、苏家湾电站生态流量控制工程、松新减水河段生境修复工程、松新鱼道工程，开展了历年增殖放流和黑水河栖息地保护与修复效果评估。 2024 年 5 月，建设单位编制完成了《黑水河鱼类栖息地生态修复项目第二阶段工程设计报告》，明确第二阶段工程任务主要包括有序退出拆除松新、苏家湾、公德房等水电站，开展退出拆除电站河段生境修复，落实黑水河生态试验场建设等，计划 2025 年 10 月完成第二阶段工作。	2023 年 10 月，国家生态环境部正式印发“金沙江乌东德水电站控制运行水位重大变动环评批复意见”（环审[2023]111 号），要求松新、公德房及苏家湾 3 座电站采用退出拆除方式恢复河道连通性。
	中国三峡集团作为金沙江下游乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝水电站和三峡水利枢纽、葛洲坝水利枢纽六个梯级电站的业主，应在电站发电收益或成本中安排一定比例费用，建立健全生态保护基金，用于流域生态环境保护和研究。统筹研究大型梯级水电站建设对长江上游生态环境的长期累积影响，对受梯级开发影响的长江上游珍稀、特有鱼类实施有效保护，对流域生态环境影响进行长期跟踪监测评价。	逐年落实。 1、委托相关单位开展金沙江下游流域长效监测工作，包括金沙江下游流域地表水水质监测、金沙江下游流域水生生态监测、金沙江下游流域陆生生态监测、金沙江下游流域水温监测、金沙江下游河道过饱和气体监测、金沙江下游梯级水电站生态调度试验效果评估等工作。 2、中国三峡集团已印发《长江水电生态环境保护专项资金管理办法》，聚焦长江流域生态环境长期累积性影响的保护与研究项目实施，目前已完成 6 个项目立项，具体包括：《金沙江下游水电开发环境影响回顾性评价》《水电行业碳排放环境影响评价试点技术服务项目》等，逐步启动项目实施。	

序号	批复要求	落实情况	备注
(二)	严格落实过鱼设施、鱼类增殖放流等水生生态保护措施。白鹤滩水电站建设将改变坝址上下游河段水文情势，阻隔鱼类迁移，造成鱼类生境破碎化，淹没原有鱼类产卵场，进一步加剧圆口铜鱼及其他长江上游珍稀、特有及保护鱼类种质资源丧失的风险。针对电站建设和运行对鱼类的影响，采取集运过鱼系统过鱼、依托乌东德鱼类增殖放流站实施鱼类增殖放流、设置人工鱼巢等补救措施，蓄水前完成各项鱼类保护措施建设。下阶段开展过鱼设施方案论证，做好过鱼设施设计与建设，确保其发挥作用，建立相关运行机制，开展过鱼效果监测评估。工程截流前建成乌东德鱼类增殖放流站，形成运行管理和技术能力，承担乌东德、白鹤滩两电站的增殖放流任务，放流对象为圆口铜鱼、长薄鳅、鲈鲤、齐口裂腹鱼、长鳍吻鲈、四川白甲鱼、裸体鳅鲶、前臀鲃等长江上游珍稀、特有保护鱼类，总放流规模不低于 105 万尾/年，开展增殖放流标志跟踪监测评估，根据监测结果调整增殖放流对象及规模。	已落实。 1、2018 年 11 月建设单位组织编制完成《金沙江白鹤滩水电站集运鱼系统建设方案》、2019 年 10 月完成《金沙江白鹤滩水电站工程集运鱼系统设计专题报告》，下游右岸固定式集鱼系统 2021 年 5 月正式投入运行。2022 年 10 月，下游左岸 1#尾水口固定式集鱼系统正式投入运行。2024 年 6 月，左岸 4#尾闸移动式集鱼站投入运行。目前每年开展过鱼效果评估工作。 2、建设单位于 2020 年 9~11 月，在白鹤滩库中巧家蒙姑江段、坝前支流黑水河松新段分别建设 400m ² 、300m ² 具有展示效果人工鱼巢，在白鹤滩库尾（普渡河汇口上 20km）段、坝下对坪江段分别建设 500m ² 、300m ² 人工鱼巢，各点建设完成后随即开展监测工作。 3、金沙江乌东德白鹤滩水电站鱼类增殖放流站于 2014 年 12 月投入运行，截止 2024 年底，共投放齐口裂腹鱼、鲈鲤、长薄鳅、圆口铜鱼、长鳍吻鲈、白甲鱼、岩原鲤、细鳞裂腹鱼等 8 种珍稀特有鱼苗合计 463.09 万尾，自 2021 年起，中华鲟研究所持续开展乌东德、白鹤滩水库鱼类增殖放流效果评价工作。	
(三)	制定水库蓄水及运行期下泄流量生态调度方案，优化发电调度，合理安排蓄水时间，严格落实水库生态流量下泄措施。下闸蓄水时间应避免主要鱼类产卵期，导流洞下闸封堵期间应通过协调下游溪洛渡水库水位和下泄足够生态流量，确保下游不出现断流。蓄水期间通过泄洪设施下泄不低于 1160m ³ /s 的生态流量。运行期通过机组发电和泄洪设施下泄不低于 1160~1260m ³ /s 的生态流量，在 5~6 月参照两年一遇洪水制造 10~15d 的人造洪峰过程。建设坝下生态流量在线自动监测系统。下阶段开展梯级联合调度运行对坝下河段鱼类产卵影响研究、鱼类产卵繁殖期人造洪峰运行调度优化方案研究等。	已落实。 1、根据统计结果，白鹤滩第一阶段蓄水期间，下泄流量维持在 640m ³ /s~8910m ³ /s 之间，坝下水位维持在 584.75m~599.16m 之间；第二、三阶段蓄水期间，下泄流量维持在 1160m ³ /s~13200m ³ /s 之间；运行初期，白鹤滩水电站带基荷运行，下泄流量满足鱼类繁殖期（3~7 月）不低于 1260m ³ /s、其余时段不低于 1160m ³ /s。 2、依托水情自动测报系统建成生态流量在线自动监测系统。 3、每年开展金沙江下游梯级电站生态调度实验，主要包括叠梁门分层取水生态调度试验、针对产粘沉性卵鱼类生态调度试验、促进产漂流性卵鱼类繁殖的“人造洪峰”生态调度试验。	总体设计报告优化为白鹤滩水库蓄水期间，白鹤滩和溪洛渡梯级衔接时（溪洛渡水库水位 580m 以上时）白鹤滩水库按平均流量 640m ³ /s 下泄；白鹤滩和溪洛渡梯级不衔接时，白鹤滩水库按平均流量 1160m ³ /s 下泄，生态环境部环境影响评价与排放管理司出具的相关批复（环评函〔2019〕75 号）。

序号	批复要求	落实情况	备注
(四)	落实水库水温分层取水工程措施，优化泄洪方式。水库部分季节存在下泄低温水影响，下阶段需细化叠梁门分层取水专项设计，进行水温模型试验，优化门高和叠梁门层数。分层取水设施工程建设必须与主体工程同步建成。设置库区、坝前及坝下游水温监测系统，运行期对攀枝花至宜昌河段水温进行全面系统监测。工程泄洪将产生气体过饱和影响，通过对金沙江下游四个梯级联合调度运行，减小泄洪频率和泄洪时间，对泄洪建筑物泄流次序和泄洪量作进一步优化。	已落实。 1、2017 年 12 月，编制完成了《金沙江白鹤滩水电站叠梁门分层取水专项设计报告》，对进水口底板高程、叠梁门层高和叠梁门层数、叠梁门运行启闭设备配置数量进行了优化，随大坝主体枢纽于蓄水前建成； 2、2021 年 3 月建成白鹤滩水温在线监测系统，包括库区沿程水温在线监测系统、取水口垂向水温在线监测系统、机组流道水温监测系统和坝下水温在线监测系统四部分，每年统筹开展金沙江下游流域水温监测工作； 3、持续开展金沙江下游四库联合调度运行研究及金沙江下游河道气体过饱和监测工作，以此优化各梯级泄洪频率和泄洪时间。	
(五)	加强水污染防治工作。制定水库清理环境保护方案，规范库底清理环境标准和蓄水环境保护要求。蓄水前完成水库淹没区尾矿及受影响土壤清运和处置工作。地方政府及有关部门应制定库周污染防治规划，加强库周污染点和面源治理，降低污染物排放强度。加强库区水质在线监测。	已落实。 1、蓄水前已完成库底清理工作，包括受影响土壤清运和处置工作； 2、已制定库周污染源治理规划，库区涉及两省各县正按照国民经济和社会发展第十四个五年规划、水污染防治规划等文件稳步推进水环境治理工作。 3、建成巧家县城右岸、普渡河口断面两处自动监测站点。	
(六)	做好陆生生态保护工作。严格控制施工活动范围，落实水土保持工程和植物恢复措施，重点对渣场、料场、临时施工占地区、施工道路及其影响区和枢纽建筑物占地区进行水土流失防治。渣场应做到先挡后弃，工程弃渣应运至规定的弃渣场，不得向金沙江干、支流弃渣。工程蓄水前完成受淹没影响古树移栽和施工区古树就地保护工作。施工过程中如发现重点保护野生植物，应及时上报并采取移栽等保护措施。开展水库消落带治理。收集和存放施工区表土，施工结束后及时用于施工迹地的回填等生态修复工作中，植被恢复优先选择当地适生植物。	已落实。 1、结合水土保持措施了完成场内绿化及表土收集工作。2、蓄水前完成枢纽占地区及水库淹没区古树迁移保护工作。 3、已完成消落带第一阶段治理试验工程，正在开展第二阶段治理工作。	
(七)	做好移民安置环境保护。水库淹没和工程占地需搬迁安置 93395 人、生产安置 91992 人，需结合当地自然条件和土地资源条件，合理选择具体的移民安置区及生产方式，禁止陡坡开荒。做好 8 个迁建集镇和 29 个集中安置点环境保护规划，落实污水和固体废物处理措施。开展移民安置区环境影响评价工作，落实迁建企业、复建公路、新建和改建水库等专项设施环保措施，编制环境影响评价文件报地方环保部门审查。	已落实。 详见《金沙江白鹤滩水电站其他需要说明的事项》。	

序号	批复要求	落实情况	备注
(八)	落实施工期各项污染防治措施。工程生产废水、生活污水经收集处理后回用或达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准后排放。生活垃圾统一收集,妥善处置。做好施工区附近和施工道路沿线居民点的噪声和废气、扬尘污染防治,加强施工道路降尘工作,选用低噪声设备,超标敏感点采取隔声降噪措施。合理安排施工时间,特别是工程爆破时间。	已落实。 施工期各项水污染防治措施、大气污染防治措施、噪声防治措施落实到位,未发生环境污染事件。	
(九)	在工程施工和运行过程中,应建立畅通的公众参与平台,加强与工程涉及区域公众的沟通,及时解决公众担忧的环境问题,加强协调,满足公众合理的环境诉求。	已落实。 在施工区以展板、宣传单等形式向公众告知工程基本情况、主要环保措施,以及环保投诉的渠道及联系方式。	
二	工程建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度,落实各项环境保护措施		
(一)	进一步明确有关方面的环境保护责任,与主体工程同步进行环境保护总体设计、招标设计和技术施工设计,环境保护总体设计须报环境保护部进行审查。开展环境保护工程招标,将环境保护工程施工纳入工程建设合同中。	已落实。 1、建设单位成立环境保护部门落实了相关责任人,制定了工程环境保护管理制度,制定了严格的招标管理制度;2、开展了环保总体设计、鱼类增殖站、分层取水、过鱼设施等专项设计; 3、各施工标段的招标文件,合同中均包括环保措施内容;	
	聘请第三方机构开展工程施工期环境监理,按季度和年度将环境监理报告报相关各级环境保护主管部门备案。建立向社会通报制度,定期公布环境监理和环保措施落实情况,中国三峡集团也应做好所属其他水电站环保工作落实情况的定期公布工作。	已落实。 1、委托中南院开展本工程施工期环境监理工作; 2、建设单位每季度以《白鹤滩水电站施工期环境保护季报》的形式向市级环保局报告各项环保措施的落实情况; 3、建设单位每年以《白鹤滩水电站施工期环境保护年报》的形式向省厅报告各项环保措施的落实情况;	
(二)	蓄水前进行阶段性环境保护验收,主要验收内容为水库蓄水及运行期下泄流量环保调度方案、生态流量在线监测系统、分层取水和水温监测设施、水库联合调度方案、集运过鱼系统、鱼类增殖放流站、鱼类栖息地保护、人工鱼巢、库区清理等措施落实情况。工程建成后,按规定程序申请竣工环境保护验收,经验收合格后,项目方能正式投入使用。工程竣工验收3~5年时开展环境影响后评价。	已落实。 1、2021年蓄水前已履行蓄水阶段环保自主验收手续。 2、通过公开招标的方式委托成都院开展白鹤滩水电站竣工环境保护验收工作。	

4.2 蓄水阶段环保验收意见措施落实情况对照情况

金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收意见要求完善的措施落实情况见表4.1-4。

蓄水阶段环境保护验收意见落实情况对照表

表 4.1-4

序号	蓄水阶段环境保护验收意见	本阶段措施落实情况
1	工程蓄水期间应切实执行生态流量泄放方案，确保生态流量满足相应要求。	已落实。 经统计，蓄水期和运行期下泄流量均满足环保总体设计报告审查意见及环评批复要求。
2	加快集运鱼系统设备安装调试等收尾工作，确保蓄水前全部建成。后期开展运行效果评估，优化集运鱼系统运行方案；进一步加强圆口铜鱼、长薄鳅、裸体鳅、前臀鳅等放流鱼类繁育技术攻关，尽快实现规模放流。	已落实。 蓄水前建成。目前各系统运行正常，定期开展过鱼效果监测。从 2021 年起，逐步实现了圆口铜鱼、长薄鳅、长鳍吻鲈三种鱼类人工繁育技术的突破，放流鱼苗数量逐年增加。
3	重视白鹤滩初期蓄水上下游梯级高水位运行方案对下游水文情势、水温的影响，落实好蓄水期河段水生生态、水文情势、水温、过饱和和气体等监测工作	已落实。 委托水利部中科院水工程生态研究所继续开展下游水生生态监测工作，监测工期为 2019 年~2024 年；委托水电八局开展金沙江下游流域水温监测工作，监测工期为 2019 年~2024 年；委托四川大学开展金沙江下游河道过饱和和气体监测工作，监测工期为 2019 年~2024 年。
4	开展梯级水库联合生态调度，通过生态调度试验效果评估，优化水库联合生态调度方案	已落实。 三峡建工集团联合枢纽运行管理中心组织实施金沙江下游梯级水电站生态调度试验工作，实施期为 2021~2024 年。其中，2021 年白鹤滩处于蓄水阶段，主要针对乌东德电站、溪洛渡电站开展生态调度实验。2022 年起，中国三峡集团所辖长江干流梯级水库（除葛洲坝外）全部纳入生态调度范围。
5	协调地方政府，加强移栽保护古树的养护	已落实。 指派专人维护，库区移栽古树存活率较高。
6	蓄水阶段应加强拦漂管理工作	已落实。 每年正常开展清漂工作。

4.3 存在的问题和建议

调查表明，建设单位在有序开展工程建设的同时，高度重视工程环境保护工作，环境管理体系健全且运行有效，严格执行了“三同时”制度，按照《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》及其批复意见要求认真落实了各项环保措施及工作，效果较好。由于受工程占地、施工组织优化调整等因素的影响，工程实施阶段部分环保措施与环评报告中的环保措施在规模、处理工艺上有所差异，从环境保护效果分析，实施的环保措施总体有效。

习近平总书记致金沙江白鹤滩水电站首批机组投产发电的贺信中指出“统筹推进白鹤滩水电站后续各项工作，为实现碳达峰、碳中和目标，促进经济社会发展全面绿色转型作出更大贡献”。为践行习近平总书记关于金沙江流域保护思想，切实保护流域和区域自然环境和社会环境，建议建设单位继续开展以下工作：

- (1)继续开展泄洪雾化和气体过饱和监测，确保泄洪信息通报机制发挥作用。

(2)进一步加强鱼类增殖站运行管理和鱼类保护科研工作,继续开展鱼类增殖放流跟踪监测工作,根据监测结果适时调整放流方案。

(3)进一步加强过鱼设施运行管理工作,继续开展过鱼效果跟踪监测工作。

5 环境影响调查

5.1 枢纽工程区环境影响调查

5.1.1 陆生生态影响调查

2023年7月，成都院委托云南大学教育与科技咨询发展中心开展了白鹤滩水电站竣工阶段环境保护验收陆生生态专题调查。云南大学教育与科技咨询发展中心于2023年8~11月开展了一期秋季调查，2024年3~5月完成了一期春季调查，2024年6月编制完成该专题报告，同时与《金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收陆生生态调查与评价专题报告》（2020年）相关成果开展对比分析。专题报告中关于枢纽工程区陆生生态调查与评价内容概述如下。

5.1.1.1 陆生植被影响调查

(1)现状调查

1)植被类型

按照《中国植被》（吴征镒等，1980）区划，枢纽工程区位于我国亚热带常绿阔叶林区域，西部（半湿润）常绿阔叶林亚区域，中亚热带常绿阔叶林亚地带，川、滇金沙江峡谷，云南松、干热河谷植被区。调查区植被以云南松林、干热河谷稀树灌木草丛、山地灌丛和栽培植被为主。根据测算，枢纽区内各类植被面积约为26.07km²，居民点、水域等约4.09km²，水工建筑面积为0.41km²，合计30.57km²，果园、灌丛和旱地约占总面积的50.44%。施工区植被类型和面积见表5.1-1。

根据现场调查，枢纽工程区内自然植被可以划分为3个植被型组、6个植被型、11个群系。栽培植被主要有银合欢、桉、麻风树、花椒、桑等。

从物种组成看，枢纽区的植物种类与前期调查结果无明显差异，现存植被及其种类组成受到人类活动影响强烈，带有显著的次生性质和人工性质。其中，次生植被仍保留了干暖河谷的特征，有少量常绿阔叶林、落叶阔叶林和针阔混交林；人工林及旱地作物果园经济林木为当地多年栽培品种，如芒果、枇杷、花椒、桑等；旱地作物以玉米、油菜和各种蔬菜为主。业主营地内则基本为人工绿化种类，乔木种类主要为木棉、小叶榕、黄葛树等，灌草种类以观叶和观化种类为主，品种多样；施工区未发现国家重点保护野生植物分布。

枢纽区自然植被与分布

表 5.1-1

植被型组	植被型	群系	主要分布区域
针叶林	I、暖温性针叶林	1.云南松林	海拔 1800m 以上
阔叶林	II、落叶阔叶林	2.栓皮栎林	中山小片集中分布
		3.锥连栎林	
灌丛和灌草丛	III、肉质刺灌丛	4.仙人掌灌丛	河谷两岸、崖壁
	IV、落叶阔叶灌丛	5.余甘子灌丛	河谷两岸、山坡
		6.清香木灌丛	广布沟谷、沿河坡面
		7.疏序黄荆灌丛	河谷两岸、山坡
	V、稀树灌木草丛	8.云南松-余甘子-黄茅稀树灌草丛	中山坡地
		9.木棉-疏序黄荆-刚莠竹灌草丛	中山坡地
	VI、灌草丛	10.疏序黄荆-小叶荩草灌草丛	河谷坡地
		11 车桑子-黄茅草灌草丛	河谷坡地
人工植被	防护林	1.银合欢	河谷及中山坡地
	经济林	2.麻风树	中山坡地，村落附近
		3.花椒	村落附近或缓坡地
		4.桉	山坡、村落附近

2)工程占地区植被现状

白鹤滩水电站施工占地面积为1341.07hm²，工程施工期对植被影响主要包括主体工程、场内交通工程、弃渣场、表土堆存场以及施工临时设施等，施工期共影响各类植被面积1243.46hm²，其中枢纽工程区面积724.25hm²。

白鹤滩水电站工程占用植被面积统计表

表 5.1-2

序号	植被类型		面积(hm ²)	比例(%)
1	自然植被	干热河谷稀树灌木草丛	194.24	15.62
2		干热河谷肉质多刺灌丛	36.51	2.94
3		亚热带山地常绿针叶林	15.62	1.26
4		亚热带山地落叶阔叶林	15.18	1.22
5		亚热带山地灌丛	133.18	10.71
合计			394.73	31.74
6	人工植被	经济林	502.03	40.37
7		农田植被	346.70	27.88
合计			848.73	68.26
合计			1243.46	100.00

(2) 与环评阶段对比

枢纽工程区地处金沙江下游干热河谷区，植被类型总体上以灌丛和灌草丛为主，枢

枢纽工程区的变化主要体现在永久工程和临时工程占地区域，包括大坝边坡、施工场地、弃渣场、料场、进场公路、各类营地等等，体现为对原有植被景观的改变，即从坡面灌丛、灌草丛、河谷林地等转化为建设用地。通过对建设前后时段遥感影像的解译结果可以看出，在环评阶段枢纽工程区的灌草丛及部分河谷林地目前已转化为建设用地和城乡居民用地，面积约为394.86hm²。

尽管因工程占地、弃渣场掩埋、道路开挖等改变地表植被状态的直接因素，但枢纽工程区各海拔梯度上仍然存在大量生境相同的非工程地段，植被并未受到影响，因此，在植物区系和物种种类上并不会发生改变，只是种群数量上的减少。

(3)影响分析

白鹤滩水电站施工期影响植被类型包括自然植被和人工植被，工程占用自然植被394.73hm²，占施工区植被总面积的31.74%，主要以干热河谷稀树灌木草丛和亚热带山地灌丛植被为主；占用人工植被848.73hm²，主要为农田、果园等植被。尽管因工程占地、弃渣场掩埋、道路开挖等改变地表原有植被状态，但枢纽工程区各海拔梯度上仍然存在大量生境相同的区域，植被类型未发生改变。

5.1.1.2 陆生植物影响调查

(1)现状调查

根据现状调查，枢纽工程区共有种子植物114科414属546种。植物区系除引种栽培较多的属于热带成分的经济植物以外，当地天然分布的植物当中热带成分和世界分布的成分占较大的比例。

枢纽工程区主要位于海拔765m-1500m的河谷地带，植被类型和垂分布与地貌及其所导致的生物气候带有着密切关系。由于金沙江及其支流不仅受高空西南风控制，而且夏季西南季风越岭下沉，到达河谷形成焚风而变得更干燥。受河谷干热气候的控制，其植被类型以干热河谷旱生林和稀树灌丛为主。

枢纽工程区河谷地带的植被垂直分布较为明显。从河谷两岸以干热河谷旱生林和稀树灌丛为主，稀树以银合欢、云南松、木棉较为常见；灌木以车桑子、余甘子及疏序黄精较为习见；草本以刚莠竹、假杜鹃、芸香草、鬼针草为主。在河谷干燥岩壁上分布有一定面积的仙人掌。随着海拔的升高，依次出现栎林和针叶林。

(2)影响分析

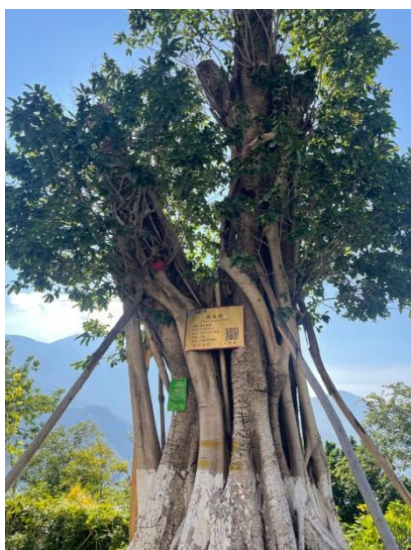
工程占地区的植物均是金沙江流域广泛分布的植物物种，施工活动仅减少各种植物

的数量，不会对植物种类产生影响。

业主营地植物园内移栽古树总体长势良好，古树移栽达到了异地保护的目标。从当前的调查结果来看，坝址及坝址下游施工区由于工程占地和施工开挖从而导致植被类型和物种数量减少，坝址上游的矮子沟和海子沟弃渣场、大寨沟施工用地等也完成了植被恢复工程，采取了植物措施恢复绿化，并结合水土保持措施，对电站和道路周边进行了绿化美化，增加植被和景观恢复。因此，工程施工对陆生植物造成一定影响，但通过已采取的恢复工程措施，极大降低了对枢纽工程区陆生生态影响程度，基本维持了区域生态系统和景观的完整性，局部地带形成以人工配置群落为主体的新的生态系统，在一定程度上优化了枢纽占地区的生态系统结构与功能。



枢纽工程区植被恢复与绿化



黄葛树迁入营地后的生长现状



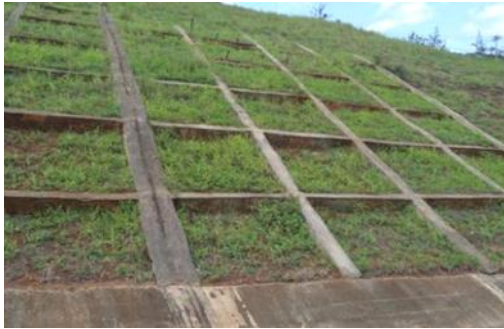
业主营地后方古树移栽区



弃渣场水土保持（矮子沟）



公路边坡绿化（枢纽工程区）



框架梁护坡（左岸坝肩）



水土保持林（右岸大寨沟）

图错误!文档中没有指定样式的文字。-1 施工区绿化情况

5.1.1.3 陆生动物影响调查

(1)现状调查

根据对白鹤滩水电站工程枢纽工程区现场调查及文献记载，枢纽区分布的陆栖脊椎动物共有60种。其中，两栖类6种，隶属于1目2科5属；爬行类8种，隶属于2目5科7属；小型兽类8种，隶属于2目3科6属。

枢纽工程区的重点保护野生动物主要集中于坝下海拔相对较高的地段。左岸主要分布于宁南县跑马镇坝头村路段的阔叶林中，通过样线调查和红外相机监测，在该区域实际监测到4种国家二级保护动物：红隼、豹猫、白腹锦鸡和黄喉貂，4种云南省级保护动物：果子狸、猪獾、赤麂和中华鹧鸪；右岸在大寨镇白鹤驿道的崖壁处调查到国家二级保护动物猕猴，猴群个体数量约30只。



黄喉豹



豹猫



白腹锦鸡（雄）



白腹锦鸡（雌）



猕猴（报道截图）



红隼



猪獾



赤鹿



果子狸



中华鹌鹑

图 5.1-2 枢纽工程区监测到的保护野生动物

(2)与环评阶段对比

从本次调查来看，枢纽区的鸟类物种并未发生明显变化，较环评阶段只是活动区域相对集中，如新建的业主营地、右岸坝肩大寨镇下方村庄、坝下的灌丛群落以及高海拔地段的林地中。个别抗干扰能力很强的种类，如红隼、金腰燕、白颊噪鹛等，依然频繁在施工区内活动。

根据文献记录，两栖与爬行类、小型兽类等枢纽区中的种类十分有限，约20余种，这主要是由于干热河谷的自然环境所致，而且活动频率较低，现场调查到少量的丽纹攀蜥、小家鼠、赤腹松鼠、树鼩、黑眉锦蛇等。

(3)影响分析

1)对两栖类、爬行类、哺乳类动物的影响

目前主体工程已完工，左右岸环境已相对稳定，两栖类、爬行类、哺乳类等陆生脊椎动物的种群数量和活动频率已基本恢复。虽然枢纽工程区的生境因水工设施占用有所改变，后续工程区实施水土保持、绿化恢复等工作，陆生脊椎动物生境总体好转，种群数量也有所增加。

2)鸟类影响调查

现阶段随着施工活动的结束，鸟类的活动基本恢复到正常状态。同时，随着白鹤滩蓄水后库区水面变宽，白鹭、苍鹭、池鹭、凤头鹌鹑等涉禽和游禽的种群数量有明显增加，蓄水后库区形成了较多的回水区，产生了新的湿地生境，坝下河滨带环境改变，为这些游禽和涉禽的活动提供了新的觅食区和栖息地。



图 5.1-3 白鹤滩水电站坝上和坝下的涉禽活动

3)珍稀保护动物影响调查

枢纽工程区分布的国家重点保护动物较少，这些动物趋利避害的能力较强，电站建设对其的影响轻微。

另根据工程环境监理记录以及走访当地林业部门，工程自开工以来未接到因工程建设伤害当地陆生动物的投诉事件。

5.1.1.4 景观影响调查

(1)现状调查

枢纽工程区总面积为32.61km²，包含6种景观类型：森林景观、干旱河谷灌草丛景观、经果林/农田景观、次生裸地景观、乡镇民居景观和河流水域景观。

其中，面积最大的是干旱河谷灌草丛景观，由车桑子-黄茅灌草丛、银合欢灌丛、疏序黄荆灌丛、余甘子灌丛和仙人掌灌丛组成，占整个景观面积的34.96%。农业景观面积

次之，占比28.64%，主要为坡耕地，同时其斑块数最多；面积第三的为水体景观，占总面积11.07%，这是蓄水后景观变化最为显著的部分。

白鹤滩水电站工程枢纽工程景观类型面积和斑块统计

表 5.1-3

景观类型	所含主要群落类型	斑块数	面积 (km ²)	面积占比 (%)	占比小计 (%)
1.森林景观	云南松林	3	0.56	1.72	9.63
	栓皮栎林	4	2.58	7.91	
2.干旱河谷灌草丛景观	车桑子-黄茅灌草丛	10	4.32	13.25	34.96
	银合欢灌丛	14	3.64	11.16	
	疏序黄荆灌丛	10	2.07	6.35	
	余甘子灌丛	6	1.22	3.74	
	仙人掌灌丛	3	0.15	0.46	
3.农田景观	水旱轮作农作物	6	1.71	5.24	28.64
	旱地	18	7.63	23.40	
4.次生裸地景观	工程构筑物集中区	12	2.26	6.93	6.93
5.乡镇民居景观	乡镇、农舍	16	2.86	8.77	8.77
6.河流水域景观	河流水域	4	3.61	11.07	11.07
合计		106	32.61	100	100

(2)与环评阶段对比

与环评阶段相比，枢纽区的景观类型并未发生改变，但是各类型面积发生变化。开工后施工区内土地利用格局变化较大，工程施工后，新增建设用地面积256.72hm²，主要为工程施工占地，如料场、渣场等，占施工区45.06%。其他用地类型乡镇民居用地增幅大，为138.14hm²，占施工区19.95%；其次为河流水域，新增面积98.70hm²；农耕用地也有所增加，增加面积39.12hm²。而荒草地和裸地，由于电站施工占用，面积也有所增加，分别增加25.47%和23.47%。

(3)影响分析

电站建成后，对景观的影响主要在于原有河谷灌丛地段转化为建筑用地，以及蓄水后坝前形成的较大面积水体。水库蓄水后，淹没陆地区域将改变景观的生态结构，但评价区内绝大部分面积的植被没有发生变化，保证生态系统功能的延续和对外界干扰的抵御。从景观要素的基本构成上看，未出现本质变化。

比较电站建设前后各植被类型的优势度值，自然植被的景观优势度除阔叶林景观外基本均呈一定程度下降。河流水域的景观优势度变化明显，水体景观的优势度显著提高，其余类型景观的优势度值均有少许下降，但在景观结构中的地位并未发生本质性的变化，干热河谷稀树灌木草丛、常绿针叶林、山地阔叶灌丛、人工林等仍为评价区优势度较高的景观类型，

表明枢纽工程区的自然体系的景观格局变化主要在于灌草丛向各类建筑用地和水体的转换。

白鹤滩枢纽工程区土地利用类型面积变化表

表 5.1-4单位：km²

一级地类	二级地类	2010 年	2020 年	2023 年
耕地	旱地	14.77	11.54	11.4
林地	乔木林地	3.21	3.15	3.14
	灌木林地	5.20	4.09	3.81
	其他林地	3.63	3.11	2.75
草地	其他草地	2.97	2.89	2.78
住宅用地	城镇住宅用地	0.41	1.72	1.57
	农村宅基地	0.22	0.34	0.35
水域及水利设施用地	水工建筑用地	0	3.14	2.35
	河流水面	1.78	1.89	0
	水库水面	0	0	3.61
交通运输用地	公路用地	0.42	0.74	0.85
合计		32.61		

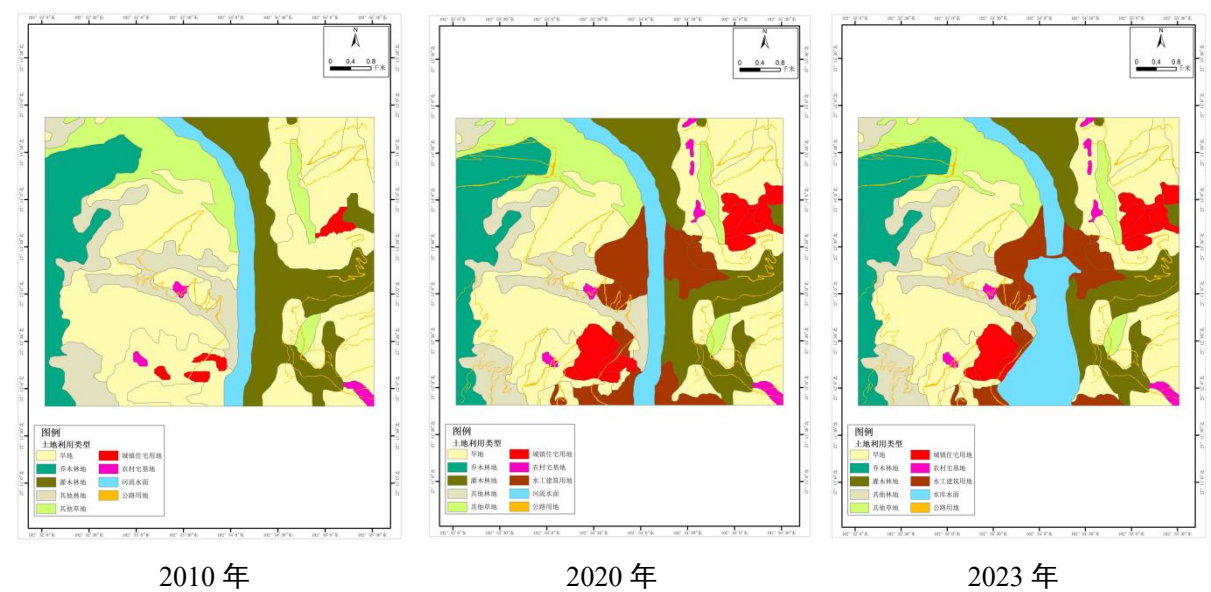


图 5.1-4 枢纽区不同评价时段的景观

5.1.1.5 小结

- (1)枢纽工程区自然植被与环评和蓄水阶段相比，植被类型上没有大的变化，工程施工活动只是减少了各种植物的数量，未对植物种类产生影响。
- (2)建设单位对枢纽工程占地区涉及的古树进行了移栽，总体长势情况优良，达到了异地保护的目的。
- (3)工程建设过程中，建设单位通过生态保护宣传教育，限制施工活动范围，有效减小了施工活动对陆生动物的影响。

(4)工程施工前后,枢纽工程区的景观发生了一定改变,主要体现在建设用地的增加和景观的破碎化,从景观分类上增加了大坝及其设施、乡镇居民用地、荒裸地等。

5.1.2 地表水环境影响调查

5.1.2.1 保护目标调查

经调查,白鹤滩水电站施工区周边水环境保护目标主要为金沙江干流水体,干流无工农业及生活用水取水需求。

5.1.2.2 污染源调查

白鹤滩水电站施工期的水体污染源主要为:砂石系统、混凝土系统生产废水、地下厂房、机修系统、基坑、生活营地等。施工产生的主要污染物为:pH、SS、BOD₅、粪大肠菌群、COD_{Cr}等。运行初期水体污染源主要为:地下厂房值班人员、生活营地工作人员生活污水及机组变压器检修透平油等。主要污染物为:BOD₅、粪大肠菌群、COD_{Cr}及废油。

5.1.2.3 工程建设前地表水环境质量回顾

项目环评阶段,在枢纽工程区干流段布设了白鹤滩(白鹤滩水电站坝址上游约1km处)、合并(白鹤滩水电站坝址下游约10km处)2个断面,监测时段分丰、平、枯水期共3期,水质监测结果见表5.1-5。

根据环评阶段地表水水质监测结果,工程河段部分时段COD、TP和粪大肠菌群略有超标,枯水期、平水期主要是粪大肠菌群超标,丰水期主要是COD、TP和粪大肠菌群超标。超标原因主要是上游来水污染物浓度偏高所致。

白鹤滩水电站枢纽工程干流段环评阶段地表水水质状况

表 5.1-5

时间	时期	白鹤滩断面		合并	
		水质达标情况	水质超标情况	水质达标情况	水质超标情况
环评阶段 (2010~2015 年)	枯水期	超标	粪大肠菌群超标 1.4 倍	超标	粪大肠菌群超标 1.4 倍
	平水期	超标	粪大肠菌群超标 1.4 倍	超标	粪大肠菌群超标 1.4 倍
	丰水期	超标	COD 超标 0.155 倍 TP 超标 1.7 倍 粪大肠菌群超标 1.4 倍	超标	COD 超标 0.125 倍 TP 超标 1.85 倍 粪大肠菌群超标 1.4 倍

5.1.2.4 施工期、运行初期地表水水质调查评价

(1)监测方案

为有效评价金沙江下游水电开发对金沙江下游水质的影响,建设单位先后委托长江流域水环境监测中心开展2016~2019年地表水监工作、委托长江水利委员会水文局长江上游水文

水资源勘测局开展2020年~2024年地表水水质工作，其中白鹤滩工程江段监测方案详见5.1-6。

白鹤滩水电站施工期及运行初期常规地表水水质监测实施方案
表错误!文档中没有指定样式的文字。-6

监测断面	监测项目	监测时间和频次
对照断面：巧家县城下游（矮子沟渣场上游）	pH、水温、SS、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氟化物、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群等	自 2016 年开始，逐年开展监测，每月采样调查监测 1 次。
控制断面：白鹤滩坝址（白鹤滩坝址下游交通便桥处）		
消减断面：白鹤滩坝后（衣补河口以下 1km 处）		

(2)监测结果

根据长江水利委员会水文局长江上游水文水资源勘测局编制的《金沙江下游流域地表水水质监测年报》，经整理分析，2016~2023年枢纽工程江段地表水水质监测统计结果详见表5.1-7。

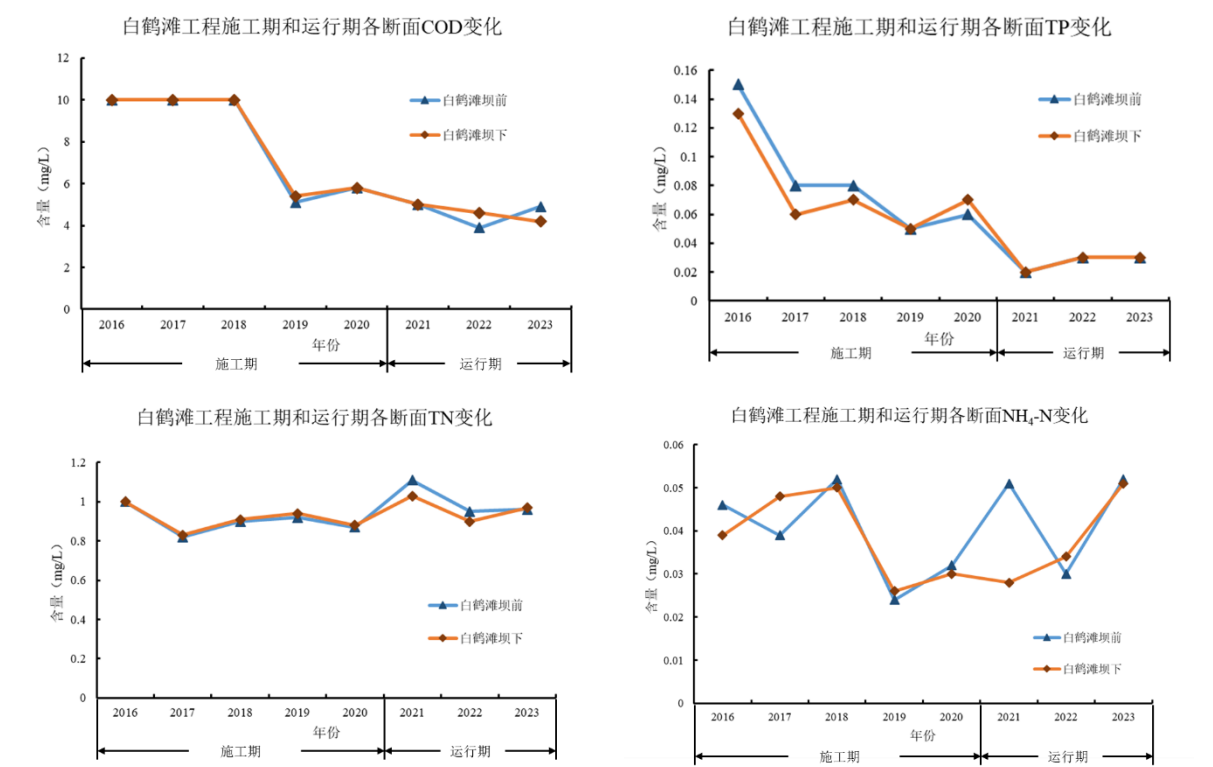
2016 年~2023 年枢纽工程区地表水水质达标情况
表错误!文档中没有指定样式的文字。-7

年份	巧家县城下游（矮子沟渣场上游）		白鹤滩坝址（白鹤滩坝址下游交通便桥处）		白鹤滩坝后（衣补河口以下 1km 处）	
	水质类别	超标情况	水质类别	超标情况	水质类别	超标情况
2016 年	II 类~劣 V 类之间，主要以 II 类为主	II 类水质类别为 58.3%，III类水质类别为 16.7%，IV类水质比例为 16.7%，劣 V 类水质比例为 8.3%，超标率 25%。主要超标因子为：总磷，最大超标倍数 1.45 倍，高锰酸盐指数，超标 0.23 倍。	II 类~劣 V 类之间，主要以 II 类为主	II 类水质类别为 66.7%，III类水质类别为 16.7%，IV类水质比例为 8.3%，劣 V 类水质比例为 8.3%。超标率为 16.7%。主要超标因子为：总磷，最大超标倍数 1.45 倍，高锰酸盐指数，超标 0.12 倍。	II 类~劣 V 类之间，主要以 II 类为主	II 类水质类别为 66.7%，III类水质类别为 25%，劣 V 类水质比例为 8.3%。超标率为 8.3%。主要超标因子为总磷，超标 1.55 倍，高锰酸盐指数超标 0.32 倍。
2017 年	I 类~IV 类之间，主要以 II 类为主	I 类水质类别占 16.7%，II类水质类别为 66.7%，III类水质类别为 8.3%，IV类水质比例为 8.3%。超标率为 8.3%。主要超标因子为总磷，超标倍数为 0.35 倍。	I 类~III 类，以 II 类为主	达标率 100%	I 类~III 类，以 II 类为主	达标率 100%
2018 年	II 类~III 类之间，以 II 类为主	达标率 100%	I 类~III 类，以 II 类为主	达标率 100%	II 类~III 类，以 II 类为主	达标率 100%
2019 年	I 类~IV 类之间，主要以 I 类为主	I 类水质类别占 50.0%，II类水质类别为 33.3%，III类水质类别为 8.3%，IV类水质比例为 8.3%。超标率为 8.3%。主要超标因子为总磷，超标倍数为 0.1 倍。	I 类~III 类，以 II 类为主	达标率 100%	I 类~II 类，以 II 类为主	达标率 100%

年份	巧家县城下游（矮子沟渣场上游）		白鹤滩坝址（白鹤滩坝址下游交通便桥处）		白鹤滩坝后（衣补河口以下1km处）	
	水质类别	超标情况	水质类别	超标情况	水质类别	超标情况
2020 年	I 类~劣 V 类之间，主要以 II 类为主	I 类水质类别占 9.1%，II 类水质类别为 81.8%，劣 V 类水质比例为 9.1%。超标率为 9.1%。主要超标因子为总磷，超标倍数为 0.9 倍。	I 类~III 类，以 II 类为主	达标率 100%	I 类~III 类，以 II 类为主	达标率 100%
2021 年	I 类~II 类之间，主要以 II 类为主	达标率 100%	I 类~II 类之间，主要以 I 类为主	达标率 100%	I 类~II 类之间，主要以 I 类为主	达标率 100%
2022 年	I 类~II 类之间，主要以 I 类为主	达标率 100%	I 类~II 类之间，主要以 I 类为主	达标率 100%	I 类~II 类之间，主要以 I 类为主	达标率 100%
2023 年	主要以 II 类为主	达标率 100%	主要以 II 类为主	达标率 100%	主要以 II 类为主	达标率 100%

(3)变化趋势

考虑到工程施工期和运行期各监测断面监测工作的连续性，选取白鹤滩坝前(巧家县城下游（矮子沟渣场上游)和坝下(白鹤滩坝址下游交通便桥处)两个监测断面，对2016年～2023年白鹤滩施工期和运行期CODMn、TP、TN、NH4-N等典型水质参数平均含量变化趋势进行分析。



图错误!文档中没有指定样式的文字。-5 白鹤滩工程施工期和运行期坝前坝后断面主要参数年度变

化

2016年~2023年,白鹤滩水电站坝前断面和坝后断面,从施工期过渡到运行期,COD和TP年均含量呈现较为明显的下降趋势,主要由于白鹤滩工程蓄水后上游来水流速变缓,大量泥沙沉降,使得坝前断面和坝后断面,与悬浮物密切相关的COD和TP等水质参数含量大幅降低。2016年~2021年,白鹤滩水电站施工期蓄水前,干流坝前断面和坝后断面COD年平均含量在5.1mg/L~10mg/L之间;运行期蓄水后,COD年平均含量下降至3.9mg/L~2.5mg/L之间;2016年~2021年,白鹤滩水电站施工期蓄水前,干流坝前断面和坝后断面TP年均含量在0.04mg/L~0.15mg/L之间;运行期蓄水后,TP年平均含量下降至0.02mg/L~0.03mg/L之间,而施工期和运行期坝前断面和坝后断面的TP年均值差别不大。

2016年~2023年,从施工区过渡到运行期,白鹤滩水电站坝前断面和坝后断面TN年均含量变化不大。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 年均含量呈现先降低后高的趋势,但各断面 $\text{NH}_4\text{-N}$ 年均含量均较低。

(4)影响分析

2016年~2021年枢纽工程区干流江段水质不符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水标准,超标因子主要为总磷、粪大肠菌群,这些超标因子环评阶段也超标。结合库区污染源分布特点,认为蓄水之前粪大肠菌群每年超标的主要原因在于金沙江上游来水泥沙含量大,泥沙中携带的污染物较多,且库区两岸生活排污对整个金沙江水质产生了一定影响。比较三个断面的水质监测结果,三个断面水质差别不大,表明白鹤滩水电站施工对金沙江干流水质无显著影响。自2021年蓄水以来,工程河段水质能够达到II类以上标准,表明工程蓄水后枢纽工程区江段水质逐年好转。

5.1.2.5 小结

(1)工程施工高峰年(2016年~2021年),干流江段水质与环评阶段基本一致,粪大肠菌群、总磷等指标超标。

(2)工程施工高峰年,三个断面水质差别不大,表明工程建设对金沙江干流水质的影响较小,工程污水处理措施总体有效。

(3)工程运行以来,金沙江干流水质逐年好转,受水库沉积作用影响,COD、总磷等浓度下降明显。

5.1.3 地下水影响调查

5.1.3.1 地下水水质影响调查

白鹤滩水电站工程区内设置一处垃圾填埋场，施工期施工人员生活垃圾统一收集清运至新建村垃圾填埋场，垃圾填埋场设置长观孔，每两月开展一次地下水水质分析，根据施工期地下水水质分析结果，工程区地下水水质未受到施工影响，水质满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类标准。

施工期地下水观测结果一览表

表 5.1-8

监测项目	2018 年		2019 年		2020 年		《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类
	填埋场上部	填埋场下部	填埋场上部	填埋场下部	填埋场上部	填埋场下部	
pH 值	7.14	7.43	7.24	7.19	7.6	6.8	6.5≤pH≤8.5
总硬度	189.16	142.66	143.22	266.98	65.6	92	≤450
溶解性总固体	206.11	269.87	205.81	386.26	89.74	156	≤1000
高锰酸盐指数	0.08	0.01	0.00001	0.0001	<0.1	<0.1	≤3.0
氨氮	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001	<0.006	<0.006	≤0.5
硝酸盐	2.86	1.8	2.23	0.5	0.21	0.85	≤20
亚硝酸盐	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001	0.018	0.001	≤1.00
硫酸盐	36.55	42.12	102.88	26.02	12	22	≤250
氯化物	11.23	38.97	73.65	122.88	0.01	0.11	≤250
挥发性酚类	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0001	0.0001	0.0001	≤0.002
氰化物	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.001	<0.002	≤0.05
砷	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0002	≤0.01
汞	0.00001	<0.00004	0.00001	<0.00001	<0.00002	<0.00001	≤0.001
六价铬	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0002	0.036	<0.002	≤0.05
铅	0.001	0.001	0.00001	0.001	<0.001	<0.001	≤0.01
氟	0.02	0.01	0.0001	0.0002	0.02	0.08	≤1.0
镉	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	≤0.005
铁	0.001	<0.004	0.0001	<0.001	0.01	0.01	≤0.3
锰	0.0002	0.001	0.0002	0.0001	<0.01	<0.01	≤0.10
铜	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.01	<0.01	≤1.00
锌	0.001	0.13	0.001	0.22	0.11	0.16	≤1.00
粪大肠菌群	0.7	2.4	1.02	1.22	1.3	0.89	≤3.0
化学需氧量	0.01	0.01	0.01	0.0001	22	16	/
生化需氧量	<0.01	0.002	<0.01	0.001	5.2	2.6	/

本次竣工环境保护验收调查期间，为进一步分析白鹤滩水电站工程运行对区域地下水水质的影响，成都院委托成都翌达环境保护检测有限公司于2023年11月1日-2日，连续两天对垃圾填埋场附近的地下水水质进行监测。分别在垃圾填埋场地下水上游及下游设

置监测断面，对pH值、总硬度、溶解性总固体、氟化物、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、硫酸盐、氯化物、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铅、镉、铁、锰、铜、锌和耗氧量共20项指标进行监测，监测结果详见下表。

白鹤滩水电站竣工验收阶段枢纽区地下水水质验证性监测结果

表 5.1-9

监测项目	垃圾填埋场地下水上游侧长观孔		垃圾填埋场地下水下游侧长观孔		《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类
	1 日	2 日	1 日	2 日	
pH 值	8.1	8.2	8.4	8.0	6.5≤pH≤8.5
总硬度	166	186	171	190	≤450
溶解性总固体	247	271	244	263	≤1000
氟化物	0.183	0.193	0.147	0.169	≤1.0
氨氮	0.033	0.030	0.030	0.036	≤0.5
硝酸盐氮	0.325	0.364	0.320	0.376	≤20
亚硝酸盐氮	0.061	0.0074	0.028	0.026	≤1.00
硫酸盐	52.2	65.0	55.8	65.9	≤250
氯化物	54.8	70.6	58.7	70.8	≤250
挥发性酚类	ND	ND	ND	ND	≤0.002
氰化物	ND	ND	ND	ND	≤0.05
砷	1.26×10 ⁻³	1.21×10 ⁻³	1.21×10 ⁻³	1.18×10 ⁻³	≤0.01
汞	ND	ND	ND	ND	≤0.001
铅	ND	ND	1.9×10 ⁻⁴	2.1×10 ⁻⁴	≤0.01
镉	ND	ND	ND	ND	≤0.005
铁	0.04	0.03	ND	ND	≤0.3
锰	ND	ND	6.4×10 ⁻⁴	5.6×10 ⁻⁴	≤0.10
铜	3.16×10 ⁻³	3.14×10 ⁻³	3.14×10 ⁻³	3.12×10 ⁻³	≤1.00
锌	ND	ND	ND	ND	≤1.00
耗氧量	0.90	0.87	1.14	1.04	≤3.0

*ND为低于仪器检出限

依据监测结果，垃圾填埋场附近地下水水质各监测指标均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类标准，白鹤滩水电站施工及运行对区域地下水水质影响不大。

5.1.3.2 地下水水位影响调查

为监测工程区地下水水位变化情况，建设单位在枢纽区左右岸分别设置了长观孔，自2015年12月起，每月进行地下水水位监测，监测点位分别位于左岸牛圈营地上部（UPZ1）、左岸出线场边坡上部（UPZ2）、左岸尾水出口边坡上部（UPZ3），右岸出线场边坡上部（UPY1）、右岸大寨镇（UPY2）、右岸进水口边坡上部（UPY3）。2015年~2023年枢纽区地下水水位变化情况见图5.1-6。根据枢纽区地下水水位逐月观测结果来看，地下水水位总体变幅不大，对于枢纽区特别是大寨镇地下水用水没有造成影响。

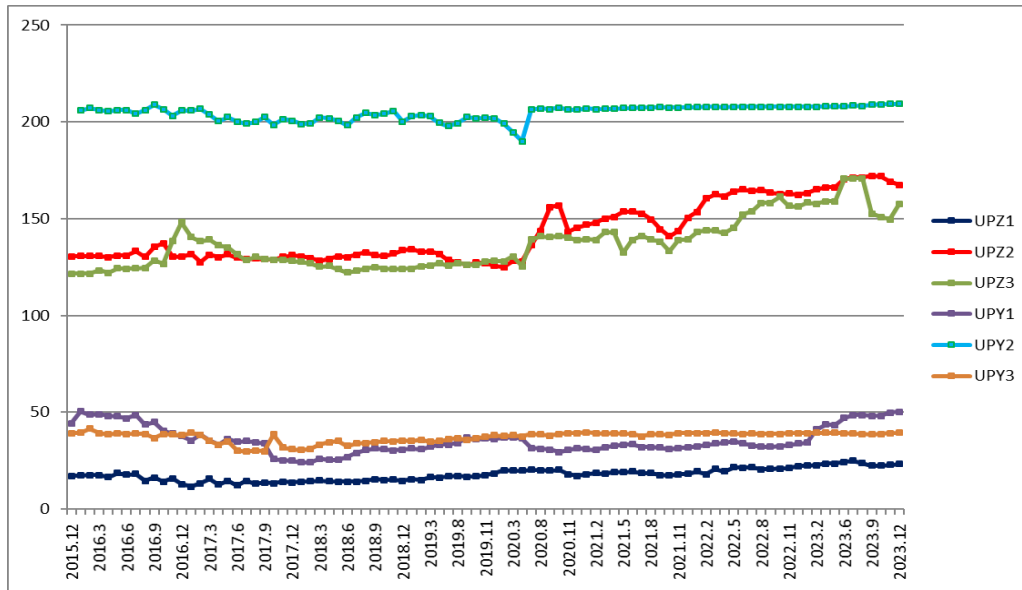


图 5.1-6 枢纽区长观孔地下水水位逐月变化

5.1.3.3 居民生活用水影响调查

根据白鹤滩水电站环境影响报告书，工程枢纽区周围有左岸新田村和右岸大寨镇、棉花地、上红岩、下红岩、田坝寨等6处分散式居民饮用水水源，新田村生活用水取自村内的泉水；大寨镇生活用水取自罗吉村和马鞍村的2处泉水；棉花地村生活用水取自马鞍村出露泉水，与大寨镇利用的马鞍村泉水为同一处；上红岩村生活用水取自位于棉花地村西侧的泉水；下红岩村生活用水取自位于田坝寨村出露泉水；田坝寨村生活用水主要引自大寨镇自来水，少部分利用铜厂沟出露泉水。

根据环境影响评价，白鹤滩水电站地下工程建设对新田村生活用水影响较大，应采取措施满足居民用水要求。基本不会对大寨镇、棉花地村、下红岩村、田坝寨村的居民用水产生影响。在主体工程施工过程中可能会破坏上红岩村原基岩裂隙结构，可能会影响地下水的渗透途径从而对该处泉水产生影响，后期应进行长期观测，若发现泉水水量有明显减小现象，应及时采取措施，确保满足居民用水要求。

白鹤滩水电站环境保护总体设计报告针对新田村、上红岩村居民生活用水制定了供水方案。其中新田村用水在白鹤滩移民新集镇给水工程规划中予以统一考虑，在新田村1100m高程以上区域设置蓄水池，配套供水管将水从白鹤滩移民新集镇净水厂引至新田村，并配到蓄水池至各居民户的供水管。

上红岩村居民现状用水来自于棉花地村的出露泉水。目前，大寨镇已配套引水工程，引5km外的杨家凉水作为棉花地村和上红岩村的生产生活用水，水源点水量可以满足该2个村庄的用水要求。目前引水管网和棉花地村处的蓄水池已建成使用，棉花地村已将

其作为主要的生产用水。

因此，枢纽工程区居民生活用水不会受到影响。满足环评报告书及其批复要求。

5.1.4 环境空气影响调查

5.1.4.1 环境保护目标调查

根据调查，白鹤滩水电站施工期大气环境保护目标与环评阶段一致，主要为原白鹤滩镇、迁建白鹤滩镇、业主营地、下红岩村、普家村等居民点，以及工程施工人员和承包商营地，其与各施工场地相对位置关系如下表所示。

白鹤滩水电站工程区环境空气敏感目标一览表

表 5.1-10

序号	敏感目标	评价范围内影响户数	大气污染源		距离(m)	备注
			类别	来源		
1	原白鹤滩镇	70	施工作业面	矮子沟弃渣场	59	与环评阶段一致
			交通扬尘	左岸进场专用公路	92	
2	业主营地	6 栋	施工作业面	矮子沟弃渣场	192	与环评阶段一致
			交通扬尘	1#公路(左岸高线公路)	100	
3	迁建白鹤滩镇	500	交通扬尘	1#公路(左岸高线公路)	62	与环评阶段一致
			交通扬尘	101#公路(新建村高低线连接公路)	135	
			交通扬尘	地方过境公路	14	
4	新建村承包商营地	27 栋	交通扬尘	1#公路(左岸高线公路)	36	与环评阶段一致
			交通扬尘	101#公路(新建村高低线连接公路)	158	
5	半坡承包商营地	8 栋	施工作业面	三滩砂石料加工系统	141	与环评阶段一致
			施工作业面	海子沟弃渣场	79	
			交通扬尘	4#公路(右岸低线公路)	223	
6	大花地	20	施工作业面	海子沟弃渣场	21	与环评阶段一致
			交通扬尘	2#公路(右岸高线公路)	12	
7	田坝寨	15	交通扬尘	202#公路(右岸出线场公路)	30	与环评阶段一致
			施工作业面	下红岩压坡石渣回填区	36	
8	下红岩	22	交通扬尘	202#公路(右岸出线场公路)	46	与环评阶段一致
			施工作业面	下红岩压坡石渣回填区	199	
9	上红岩	22	施工作业面	大坝施工区	41	与环评阶段一致
			交通扬尘	202#公路(右岸出线场公路)	92	
10	棉花地	25	施工作业面	大坝施工区	38	与环评阶段一致
11	白鹤滩村承包商营地	43 栋	交通扬尘	右岸进厂临时公路	10	与环评阶段一致
12	六城坝临时营地	56 栋	施工作业面	矮子沟弃渣场	155	与环评阶段一致
			交通扬尘	至矮子沟弃渣场道路	20	
			交通扬尘	左岸低线公路	68	
13	普家村	7	施工作业面	旱谷地料场	197	与环评阶段一致
14	旱谷地	20	施工作业面	旱谷地弃渣场	54	与环评阶段一致

序号	敏感目标	评价范围内影响户数	大气污染源		距离(m)	备注
			类别	来源		
15	新村二社	60	交通扬尘	还建 303 省道	9	与环评阶段一致
16	何家老堡	25	交通扬尘	还建 303 省道	20	与环评阶段一致
17	大龙滩	40	交通扬尘	还建 303 省道	55	与环评阶段一致
18	刘家老堡	6	交通扬尘	大坝砂石加工系统骨料运输专用道路	85	与环评阶段一致
19	埡井沟	5	交通扬尘	大坝砂石加工系统骨料运输专用道路	28	与环评阶段一致
20	倒马坎	3	交通扬尘	大坝砂石加工系统骨料运输专用道路	17	与环评阶段一致
21	大坪村	24	交通扬尘	大坝砂石加工系统骨料运输专用道路	21	与环评阶段一致
22	中梁子	14	交通扬尘	大坝砂石加工系统骨料运输专用道路	58	与环评阶段一致

5.1.4.2 污染源调查

据调查，白鹤滩水电站施工环境空气污染物主要来源于施工、爆破及交通扬尘，主要污染源为：TSP、PM₁₀。

5.1.4.3 工程建设前环境空气质量回顾调查

白鹤滩水电站环评阶段分别于2010年11月12日~18日、2014年8月11日~17日对工程区域的环境空气质量进行了监测。其中2010年监测点位主要布置于大花地村、中红岩村、雷打窝村、华东院勘测营地、白鹤滩镇以及白鹤滩镇上游5km处，主要的监测项目为TSP和NO₂，

根据监测结果可知，工程建设前，各监测点位TSP、NO₂均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。

2014年监测点位主要布置于大花地村、华东院勘测营地、白鹤滩镇以及中梁子，主要监测项目为PM₁₀、TSP、CO和NO₂，根据监测结果可知，工程区域环境空气质量较好，各项目监测指标均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。

5.1.4.4 施工期环境空气质量调查评价

按照白鹤滩水电站环境影响报告书要求，工程施工期间，建设单位委托云南高科环境保护科技有限公司自2017年第三季度开始对金沙江白鹤滩水电站枢纽工程施工区进行了环境空气质量监测工作。

(1)监测方案

根据环评报告书阶段拟定的监测计划，施工期监测方案在此基础上进行了优化调整，具体监测方案如下。

施工期环境空气监测点位、项目及时间一览表

表 5.1-11

监测点类型	编号	监测点位	监测项目	监测时段及频率	备注
居民点	SQ1	白鹤滩镇(迁建前)	PM ₁₀	每季监测 1 期， 每期连续监测 7 天，保证有效期 5 天，每天昼间 12h 连续监测	与实际监测点位无差别，监测因子增加 TSP
	SQ2	白鹤滩镇(迁建前)上游 5km			未监测
	SQ3	大花地村			未监测，与新村二社、中梁子、普家村等监测点位距离较近。
	SQ4	中红岩村			未监测，
	SQ5	雷打窝村			未监测
	SQ6	下红岩村			未监测
	SQ7	新村二社			与实际监测点位无差别，监测因子增加 TSP
	SQ8	中梁子			与实际监测点位无差别，监测因子增加 TSP
施工营地	SQ9	新建村承包商营地	PM ₁₀		与实际监测点位无差别，监测因子增加 TSP
	SQ10	白鹤滩村承包商营地			未监测
施工工厂及作业区	SQ11	海子沟(大田坝)弃渣场	场界外 10m 内 PM ₁₀ 、NO ₂		与实际监测点位无差别，监测因子增加 TSP，未监测 NO ₂
	SQ12	大坝作业区			与实际监测点位无差别，监测因子增加 TSP，未监测 NO ₂
	SQ13	大坝砂石加工系统	厂界外 10m 内 PM ₁₀		与实际监测点位无差别，监测因子增加 TSP
	SQ14	旱谷地石料场			未监测
垃圾填埋场	SQ15	垃圾填埋场西北侧	场界外 10m 内 PM ₁₀ 、H ₂ S、NH ₃ 、臭气强度		与实际监测点位无差别，监测因子增加 TSP

注：白鹤滩镇迁建后位于新建村承包商营地附近，不再单独监测。

(2)监测统计结果及评价

1)敏感点环境空气质量

施工期环境空气质量监测结果见表5.1-12、5.1-13，其中居民点及施工营地执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，海子沟弃渣场、大坝作业区以及大坝砂石加工系统监测因子执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源大气污染物排放限值中的无组织排放监控浓度限值，垃圾填埋场监测因子NH₃、H₂S和臭气执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中恶臭污染物厂界标准值中二级标准（新改扩建）。

敏感点环境空气 PM₁₀ 监测结果汇总表（日均值）

表 5.1-12

单位: mg/m³

监测因子	监测时间	白鹤滩镇 (迁建前)	中梁子	大坪村	新村二社	新建村承包商营地	大桥承包商营地	执行标准
PM ₁₀	2017 年第三季度	0.065	0.096	0.084	0.102	0.091	0.095	(GB3095-2012) 二级标准≤0.150 mg/m ³
	2017 年第四季度	0.109	0.102	0.104	0.104	0.114	0.118	
	2018 年第一季度	0.059	0.080	0.083	0.100	0.079	0.081	
	2018 年第二季度	0.088	0.087	0.097	0.084	0.088	0.203	
	2018 年第三季度	0.088	0.091	0.088	0.085	0.092	0.086	
	2018 年第四季度	0.061	0.091	0.083	0.078	0.081	0.081	
	2019 年第一季度	0.060	0.080	0.082	0.101	0.080	0.080	
	2019 年第二季度	0.079	0.091	0.073	0.097	0.060	0.074	
	2019 年第三季度	0.080	0.089	0.089	0.094	0.077	0.076	
	2019 年第四季度	0.077	0.089	0.082	0.094	0.011	0.074	
	2020 年第一季度	0.078	0.094	0.082	0.098	0.077	0.073	
	2020 年第二季度	0.079	0.088	0.078	0.091	0.077	0.075	
	2020 年第三季度	0.090	0.096	0.099	0.101	0.107	0.104	
	2020 年第四季度	0.067	0.122	0.100	0.094	0.059	0.059	
	2021 年第一季度	/	0.066	0.108	0.092	0.060	0.058	
	2021 年第二季度	/	0.068	0.063	0.108	0.063	0.073	
	2021 年第三季度	/	0.094	0.085	0.105	0.085	/	
	2021 年第四季度	/	/	/	/	0.098	/	
	2022 年第一季度	/	/	/	/	0.052	/	
	2022 年第二季度	/	/	/	/	0.045	/	
	2022 年第三季度	/	/	/	/	0.082	/	
	2022 年第四季度	/	/	/	/	0.106	/	
	2023 年第一季度	/	/	/	/	0.127	/	
	2023 年第二季度	/	/	/	/	0.120	/	
	2023 年第三季度	/	/	/	/	0.109	/	
	2023 年第四季度	/	/	/	/	0.091	/	

敏感点环境空气 TSP 监测结果汇总表（日均值）

表 5.1-13

单位: mg/m³

监测因子	监测时间	白鹤滩镇 (迁建前)	中梁子	大坪村	新村二社	新建村承包 商营地	大桥承包 商营地	执行标准
TSP	2017 年第三季度	0.209	0.236	0.198	0.243	0.243	0.204	(GB3095-2012) 二级标准 ≤0.300 mg/m ³
	2017 年第四季度	0.153	0.172	0.149	0.139	0.139	0.140	
	2018 年第一季度	0.184	0.250	0.193	0.192	0.192	0.228	
	2018 年第二季度	0.218	0.223	0.210	0.231	0.231	0.198	
	2018 年第三季度	0.213	0.216	0.206	0.227	0.227	0.200	
	2018 年第四季度	0.192	0.206	0.085	0.172	0.172	0.196	
	2019 年第一季度	0.182	0.232	0.212	0.192	0.180	0.201	
	2019 年第二季度	0.186	0.237	0.189	0.249	0.176	0.219	
	2019 年第三季度	0.183	0.200	0.192	0.222	0.184	0.183	
	2019 年第四季度	0.181	0.200	0.189	0.221	0.185	0.183	
	2020 年第一季度	0.178	0.201	0.186	0.212	0.187	0.183	
	2020 年第二季度	0.178	0.120	0.188	0.220	0.183	0.183	
	2020 年第三季度	0.255	0.255	0.257	0.273	0.257	0.258	
	2020 年第四季度	0.145	0.223	0.234	0.224	0.147	0.131	
	2021 年第一季度		0.219	0.226	0.217	0.156	0.135	
	2021 年第二季度		0.231	0.213	0.250	0.164	0.152	
	2021 年第三季度		0.206	0.185	0.223	0.173		
	2021 年第四季度					0.178		
	2022 年第一季度					0.164		
	2022 年第二季度					0.164		
	2022 年第三季度					0.233		
	2022 年第四季度					0.157		
	2023 年第一季度					0.230		
	2023 年第二季度					0.228		
	2023 年第三季度					0.252		
	2023 年第四季度					0.197		

由上表可知，各监测点位评价因子中TSP、PM₁₀均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；经过洒水降尘、湿法作业等措施，各环境空气敏感目标受施工、交通运输的影响较小。

2)施工场地污染物排放浓度

各施工场地污染物排放浓度监测结果如下表所示。

施工场地污染物排放浓度监测结果汇总表（日均值）

表 5.1-14

单位: mg/m³

监测因子	监测时间	海子沟（大田坝） 弃渣场	大坝作业区	大坝砂石加工系统	执行标准
PM ₁₀	2017 年第三季度	0.193	0.206	0.102	/
	2017 年第四季度	0.131	0.136	0.139	
	2018 年第一季度	0.138	0.142	0.091	
	2018 年第二季度	0.111	0.111	0.092	
	2018 年第三季度	0.109	0.110	0.090	
	2018 年第四季度	0.097	0.095	0.092	
	2019 年第一季度	0.140	0.141	0.091	
	2019 年第二季度	0.102	0.100	0.083	
	2019 年第三季度	0.101	0.101	0.095	
	2019 年第四季度	0.101	0.109	0.104	
	2020 年第一季度	0.098	0.109	0.105	
	2020 年第二季度	0.096	0.109	0.106	
	2020 年第三季度	0.097	0.094	0.098	
	2020 年第四季度	0.058	0.089	0.093	
	2021 年第一季度	0.057	0.089	0.101	
	2021 年第二季度	0.053	0.082	0.100	
	2021 年第三季度		0.094	0.106	
	2021 年第四季度		0.108		
	2022 年第一季度		0.073		
	2022 年第二季度		0.088		
TSP	2017 年第三季度	0.493	0.379	0.212	(GB16297-1996) 新污染源大气污染物 排放限值中的无 组织排放监控浓度 限值, TSP≤1.0
	2017 年第四季度	0.204	0.190	0.171	
	2018 年第一季度	0.270	0.275	0.201	
	2018 年第二季度	0.273	0.251	0.203	
	2018 年第三季度	0.279	0.256	0.210	
	2018 年第四季度	0.215	0.211	0.214	
	2019 年第一季度	0.275	0.282	0.201	
	2019 年第二季度	0.279	0.281	0.250	
	2019 年第三季度	0.278	0.281	0.250	
	2019 年第四季度	0.277	0.266	0.245	
	2020 年第一季度	0.277	0.273	0.245	
	2020 年第二季度	0.277	0.266	0.243	
	2020 年第三季度	0.247	0.227	0.235	
	2020 年第四季度	0.165	0.223	0.185	
	2021 年第一季度	0.163	0.204	0.184	
	2021 年第二季度	0.140	0.188	0.203	
	2021 年第三季度		0.233	0.245	
	2021 年第四季度		0.261		
	2022 年第一季度		0.236		
	2022 年第二季度		0.230		

由上表5.1-14可知，施工期，建设单位各项大气环保措施运行效果较好，其监测点位各项污染物达标排放，均能够满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源大气污染物排放限值中的无组织排放监控浓度限值。

3)垃圾填埋场大气污染物排放浓度

垃圾填埋场各项污染物排放浓度监测结果如下表所示。

垃圾填埋场大气污染物排放浓度监测结果汇总表

表 5.1-15单位：mg/m³

监测 点位	监测时间	监测因子				
		PM ₁₀ (日均值)	TSP (日均值)	NH ₃ (小时值)	H ₂ S (小时值)	臭气浓度 (无量纲)
垃圾填埋场 西北侧界外 10m 内	2017 年第三季度	0.079	0.183	0.075	0.003	16
	2017 年第四季度	0.106	0.126	0.066	0.002	13
	2018 年第一季度	0.058	0.176	0.055	0.002	17
	2018 年第二季度	0.091	0.196	0.055	0.002	15
	2018 年第三季度	0.099	0.203	0.054	0.002	16
	2018 年第四季度	0.089	0.223	0.054	0.002	13
	2019 年第一季度	0.061	0.178	0.051	0.002	13
	2019 年第二季度	0.064	0.197	0.057	0.002	15
	2019 年第三季度	0.077	0.194	0.059	0.003	15
	2019 年第四季度	0.086	0.193	0.080	0.003	14
	2020 年第一季度	0.087	0.196	0.081	0.003	14
	2020 年第二季度	0.083	0.193	0.043	0.002	15
	2020 年第三季度	0.097	0.249	0.038	0.004	15
	2020 年第四季度	0.077	0.160	0.030	0.003	15
	2021 年第一季度	0.074	0.157	0.072	0.005	17
	2021 年第二季度	0.070	0.149	0.025	0.004	16
	2021 年第三季度	0.085	0.174	0.038	0.007	16
	2021 年第四季度	0.111	0.251	0.075	0.004	16
	2022 年第一季度	0.066	0.249	0.094	0.004	16
	2022 年第二季度	0.045	0.258	0.098	0.004	15
	2022 年第三季度	0.083	0.239	0.101	0.004	16
	2022 年第四季度	0.097	0.143	0.096	0.003	17
	2023 年第一季度	0.124	0.250	0.086	0.005	16
	2023 年第二季度	0.125	0.250	0.076	0.004	16
	2023 年第三季度	0.111	0.230	0.073	0.006	17
	2023 年第四季度	0.108	0.227	0.120	0.002	15
执行标准		/	(GB16297-1996) 新污染源大气污染物 排放限值中的无组织 排放监控浓度限值， TSP≤1.0mg/m³	(GB14554- 93) 中恶臭污 染物厂界标准 值二级标准， NH ₃ ≤1.5mg/m³	(GB14554-93) 中 恶臭污染物厂界标 准值二级标准 H ₂ S≤0.06mg/m³	(GB14554- 93) 中恶臭 污染物厂界 标准值二级 标准，臭气 浓度≤20

生活垃圾填埋场大气污染物主要为生活垃圾填埋过程中产生的TSP、H₂S以及NH₃，均为无组织面源排放。根据2017年第三季度至2023年第四季度监测结果可知，垃圾填埋场中TSP排放浓度能够满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源大气污染物排放限值中的无组织排放监控浓度限值；其臭气浓度、H₂S以及NH₃均能满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中恶臭污染物厂界标准值中二级标准（新改扩建），同时生活垃圾填埋场场界400m范围无居民等大气环境敏感点，场内扩散条件较好，对区域大气环境的影响较小。

5.1.4.5 小结

施工期通过采取洒水降尘、湿法作业、密闭运输以及道路硬化等大气污染防治措施，在一定程度上减少了施工作业和运输过程中产生的大气污染物，根据2017年以来环境空气监测结果显示，施工期及运行初期工程区域内各项环境空气监测因子均满足相应标准限值，施工期及运行初期大气环境质量状况较好。

5.1.5 声环境影响调查

5.1.5.1 声环境保护目标调查

根据调查，白鹤滩水电站施工期声环境保护目标与环评阶段一致，主要为原白鹤滩镇、迁建白鹤滩镇、大坪村、中梁子、新村二社等居民点，以及工程施工人员和承包商营地，其相对位置关系如下表所示。

声环境保护目标一览表

表 5.1-16

序号	保护目标	影响源		距离影响源最近距离约（m）			评价范围内户数	备注
		类别	来源	水平	高差	直线		
1	原白鹤滩镇	施工作业噪声	矮子沟弃渣场	55	-20	59	70 户	与环评阶段一致
		交通噪声	左岸进场专用公路	80	-45	92		
2	业主营地	施工作业噪声	矮子沟弃渣场	185	+50	192	6 栋	与环评阶段一致
		交通噪声	1#公路(左岸高线公路)	95	+30	100		
3	迁建白鹤滩镇	施工作业噪声	金属结构制造厂	100	+40	108	500(4a 类区 80 户)	与环评阶段一致
		交通噪声	1#公路(左岸高线公路)	60	+15	62		
		交通噪声	101#公路(新建村高低线连接公路)	130	+35	135		
		交通噪声	地方过境公路	14	+2	14		

序号	保护目标	影响源		距离影响源最近距离约 (m)			评价范围内户数	备注
		类别	来源	水平	高差	直线		
4	新建村承包商营地	施工作业噪声	转轮拼装厂	22	+10	24	27 栋(4a 类区 2 栋)	与环评阶段一致
		施工作业噪声	泄洪洞工程施工场地	110	+50	121		
		施工作业噪声	左岸引水发电系统施工场地	165	+50	172		
		交通噪声	1#公路(左岸高线公路)	35	+10	36		
		交通噪声	101#公路(新建村高低线连接公路)	150	+50	158		
5	半坡承包商营地	施工作业噪声	三滩砂石料加工系统	100	+100	141	8 栋	与环评阶段一致
		施工作业噪声	海子沟弃渣场	75	+25	79		
		交通噪声	4#公路(右岸低线公路)	220	+35	223		
6	大花地	施工作业噪声	海子沟弃渣场	20	+5	21	20(4a 类区 9 户)	与环评阶段一致
		交通噪声	2#公路(右岸高线公路)	12	+2	12		
7	田坝寨	交通噪声	202#公路(右岸出线场公路)	28	+10	30	13(4a 类区 2 户)	与环评阶段一致
		施工作业噪声	下红岩压坡石渣回填区	35	+10	36		
		施工作业噪声	大坝施工区	440	+30	441		
8	下红岩	交通噪声	202#公路(右岸出线场公路)	45	+10	46	25	与环评阶段一致
		施工作业噪声	下红岩压坡石渣回填区	195	+40	199		
		施工作业噪声	大坝施工区	300	+70	310		
9	上红岩	施工作业噪声	大坝施工区	40	+10	41	22	与环评阶段一致
		交通噪声	202#公路(右岸出线场公路)	90	+20	92		
10	棉花地	施工作业噪声	大坝施工区	35	+15	38	25	与环评阶段一致
11	白鹤滩村承包商营地	施工作业噪声	引水发电系统金属结构制造厂	10	-3	10	43 栋(4a 类区 8 栋)	与环评阶段一致
		施工作业噪声	右岸引水发电系统施工场地	30	-25	39		
		交通噪声	右岸进厂临时公路	10	-3	10		
12	白鹤滩村	施工作业噪声	右岸引水发电标施工场地	130	+110	170	4	与环评阶段一致
13	六城坝临时营地	施工作业噪声	矮子沟弃渣场	154	-20	155	56 栋(4a 类区 8 栋)	与环评阶段一致
		交通噪声	至矮子沟弃渣场道路	20	-3	20		
		交通噪声	左岸低线公路	66	-17	68		
14	普家村	施工作业噪声	旱谷地料场	180	+80	197	7	与环评阶段一致

序号	保护目标	影响源		距离影响源最近距离约 (m)			评价范围内户数	备注
		类别	来源	水平	高差	直线		
15	旱谷地	施工作业噪声	旱谷地弃渣场	50	-20	54	20	与环评阶段一致
16	新村二社	交通噪声	还建 303 省道	9	-3	9	60(4a 类区 8 户)	与环评阶段一致
17	何家老堡	交通噪声	还建 303 省道	20	-2	20	25(4a 类区 5 户)	与环评阶段一致
18	大龙滩	交通噪声	还建 303 省道	55	-2	55	40	与环评阶段一致
19	刘家老堡	交通噪声	大坝砂石加工系统骨料运输专用道路	85	-1	85	6	与环评阶段一致
20	垭井沟	交通噪声	大坝砂石加工系统骨料运输专用道路	28	-3	28	5(4a 类区 2 户)	与环评阶段一致
21	倒马坎	交通噪声	大坝砂石加工系统骨料运输专用道路	17	-4	17	3(4a 类区 1 户)	与环评阶段一致
22	大坪村	交通噪声	大坝砂石加工系统骨料运输专用道路	21	-1	21	24(4a 类区 2 户)	与环评阶段一致
23	中梁子	交通噪声	大坝砂石加工系统骨料运输专用道路	55	+18	58	14	与环评阶段一致

5.1.5.2 污染源调查

施工过程噪声污染主要来自设备噪声、爆破噪声以及交通运输噪声。

5.1.5.3 工程建设前声环境质量回顾调查

环评阶段分别于2010年11月13日~14日、2014年8月13日~14日对工程区域的声环境质量进行了监测。

2010年监测结果表明，工程建设前除新建村夜间以及白鹤滩镇夜间不能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准外，其余监测点位昼间、夜间均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。其中新建村三天监测中仅一天不能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准，且超标量不大；白鹤滩镇点位夜间噪声不满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准，主要是由于监测点位于白鹤滩镇镇政府附近，靠近公路交通干线，受交通噪声影响较大。总体来说，工程建设前，区域声环境质量较好。

2014年8月监测结果表明，施工区11个现状监测点位声环境质量现状均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准，工程区声环境质量较好。

5.1.5.4 施工期声环境质量调查评价

按照白鹤滩水电站环境影响报告书要求，工程施工期间，建设单位委托云南高科环

境保护科技有限公司自2017年第三季度开始对金沙江白鹤滩水电站枢纽工程施工区进行了声环境质量监测。

(1)监测方案

根据环评报告书阶段拟定的监测计划，施工期监测方案在此基础上进行了优化调整，具体监测方案如下。

枢纽工程区施工期环境噪声监测点位、项目及时间一览表

表 5.1-17

监测点类型	编号	监测点位	监测项目	监测时段及频率	备注
居民点	SZ1	白鹤滩镇(迁建前)	Leq, 同时统计车流量	每季监测 1 天, 每天进行 24 小时测量昼夜等效声级	与实际监测点位无差别, 未统计车流量
	SZ2	中红岩村			未监测
	SZ3	大花地村			未监测
	SZ4	艾家村			未监测
	SZ5	椅子角村			未监测
	SZ6	新建村			未监测
	SZ7	白鹤滩村			未监测
	SZ8	中红岩			未监测
	SZ9	下红岩			未监测
	SZ10	中梁子			与实际监测点位无差别, 并统计车流量
	SZ11	大坪村			与实际监测点位无差别, 未统计车流量
	SZ12	新村二社			与实际监测点位无差别, 并统计车流量
施工营地	SZ13	新建村承包商营地	Leq	每季监测 1 天, 每天每点昼夜各监测 1 次。	与实际监测点位无差别
	SZ14	白鹤滩村承包商营地			未监测
施工工厂及作业区	SZ15	泄洪洞工程木材加工厂	厂界/场界外 1m 处噪声源强 Leq	每季监测 1 天, 每天每点昼间监测 1 次, 并注明施工工况。	未监测
	SZ16	泄洪洞工程钢筋加工厂			与实际监测点位无差别
	SZ17	泄洪洞工程机械修配厂			未监测
	SZ18	泄洪洞工程汽车修理保养厂			未监测
	SZ19	左岸坝肩工程综合加工厂			与实际监测点位无差别

(2)监测统计结果及评价

1)施工工厂及作业区场界噪声

调查表明,工程通过合理安排作业时间,尽量避免夜间施工(大坝施工除外),加强对高噪声设备的检修,保证其良好的运行状态以及对高噪声设备采用减震基座等措施来减少施工过程中产生的噪声污染。施工期间各施工噪声均能达标排放,各监测点位均能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523 - 2011)相应限值。

2)施工期交通噪声

监测期间各监测点位均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)4a类,通过布置禁鸣标志以及减速带,工程施工过程中有效的减少了交通运输产生的噪声污染。

3)施工期施工作业区爆破噪声

调查表明,施工过程中通过严格控制爆破时间以及爆破单响药量,做到爆破施工过程中噪声的达标排放并尽可能减少了对施工区域周围居民点的影响。根据各季度施工作业区爆破噪声监测结果可知,爆破过程中产生的噪声均能满足《爆破安全规程》(GB6722-2014)施工作业区爆破噪声控制标准。

4)施工期环境噪声

调查表明,工程建设过程中通过严格控制施工时间、合理布置高噪声源施工设备、控制施工爆破炸药用量等措施来减少工程施工对区域声环境的影响,由上表可知,2017年第三季度至第2021年第四季度,各声环境敏感点噪声监测结果均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准。

5.1.5.5 小结

白鹤滩水电站工程施工过程中通过采取合理安排施工时间,合理布置高噪声施工设备、严格控制爆破作业时间、设置禁鸣标志、减速带等方式减少施工噪声对区域声环境敏感点的影响。

根据声环境质量监测结果显示,施工期间及运行初期工程区域内噪声均能达标,区域声环境质量状况较好。

5.1.6 固体废物影响调查

5.1.6.1 弃渣

白鹤滩水电站共规划使用5个弃渣场,分别为矮子沟弃渣场、新建村弃渣场、海子沟(大田坝)弃渣场、荒田弃渣场(顶部平台场地利用渣场)和旱谷地弃渣场(造地渣场)。

各渣场按照水土保持方案及批复要求，实施了拦渣工程、泥石流防治和沟水处理工程、截排水工程等。截至目前，矮子沟弃渣场累计已完成弃渣3568.89万m³，新建村弃渣场累计弃渣178.19万m³，海子沟（大田坝）弃渣场累计弃渣4604.23万m³，荒田弃渣场累计弃渣118.97万m³，旱谷地弃渣场累计弃渣1138.44万m³。各渣场已处于稳定状态，施工过程中，工程弃渣全部运至弃渣场集中堆存，无随意弃渣现象，工程水土流失影响较小。

5.1.6.2 生活垃圾

白鹤滩水电站施工区生活垃圾产生量约189.6t/月，由基地公司集中收集，统一清运至生活垃圾卫生填埋场。施工区配置垃圾桶84个，配置垃圾斗21个，专用运输车2辆，垃圾填埋场安排专人进行日常管理，每周定期对垃圾填埋场进行灭蚊灭蝇工作，及时对垃圾填埋场进行填埋覆土，及时收集填埋场周边飘散的生活垃圾，对破损的土工布和防飞散网进行修补。截至2024年底，累计灭蚊灭蝇次数702次，垃圾填埋场累计填埋量29523.97m³。

根据现场调查和环保监理记录，白鹤滩水电站施工期垃圾处置率达100%，施工区无垃圾乱扔现象，工程区环境卫生状况总体良好。

5.1.6.3 危险废物

工程施工期间危险废物主要为机修修配厂产生的废油，统一用废油桶收集置于危废暂存间，并建立废油收集入库管理台账，与具有危废处理资质的相关单位签订处置协议，定期将收集的废油交由有资质的单位进行处理。施工期未发生废油污染事故，对周边环境影响不大。

5.1.6.4 小结

工程施工期和运行期，建设单位采取了有效的固体废物处理措施，处理率达100%。工程建设期弃渣采取工程及植物措施进行防护，有效防治了水土流失。

5.1.7 人群健康影响调查

根据施工期每年的人群健康监测报告分析，施工区在监测的传染病中，仅有病毒性乙型肝炎和丙肝有部分监测对象结果异常，其余传染病类型如霍乱、伤寒、甲型病毒肝炎、丙型肝炎、肺结核、艾滋病、新冠肺炎等均未发现，工程区无甲类及按甲类管理的传染病发生，无爆发传染病疫情发生。

通过定期采取消、杀、灭方式对病媒生物（蚊、蝇、鼠）进行防治，施工营区内鼠、蚊、蝇密度均低于国家标准，三类病媒生物密度低，未对施工区内的正常运行及人群生

活、居住及健康产生明显影响。

5.1.8 枢纽工程区环境影响调查结论

总体上，建设单位在工程建设过程中进行了系统的环境管理，按照环评报告及批复要求落实了枢纽区各项环境保护措施，枢纽工程区配套各项环保措施运行有效，环保措施效果理想，枢纽工程施工活动造成的环境影响与环评结论基本一致，且能够得到有效控制或减缓，枢纽工程区整体施工面貌较好。

5.2 库区及流域环境影响调查

5.2.1 水环境影响调查

5.2.1.1 水文情势影响调查

(1)施工期对水文情势的影响

白鹤滩水电站施工期采用全年围堰断流、隧洞导流方式维持坝址处上下游水文情势的连续性。下闸蓄水前工程所在河段水文情势与天然状态相比变化不大。

(2)蓄水期间对水文情势的影响

白鹤滩水电站蓄水采用分期方案，包括775m蓄水过程、800m蓄水过程和825m蓄水过程，详见2.3.5.1节，水库蓄水对水文情势的影响分不同水位进行调查。

1) 775m蓄水过程

775m蓄水过程从2021年4月6日20时启动，起蓄水位为658.45m，6月24日17:40蓄水至目标水位775m，相应库容99.81亿 m^3 ，蓄水历时80天。

①出入库流量

蓄水期间通过由6#导流底孔或深孔控泄，775m蓄水过程出入库流量过程见图5.2-1，从图中可知，整个蓄水过程下泄流量均满足环境总体设计报告及审查意见要求。

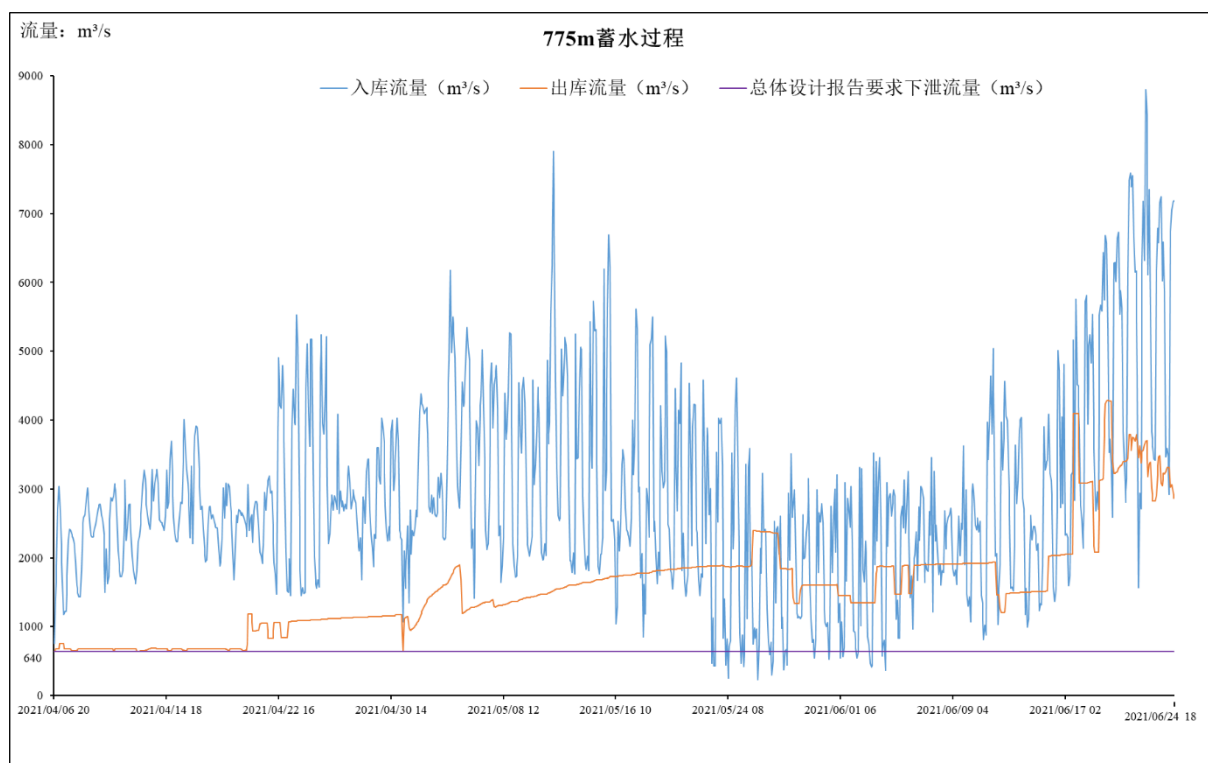


图 5.2-1 白鹤滩水电站 775m 蓄水期出入库流量过程

②水位及蓄水量变化过程

775m蓄水期间，最大库水位为774.66m，出现在2021年6月24日；库水位日最大变幅为5.83m，出现在2024年4月8日；日最大蓄水量为2.55亿m³，出现在2021年4月16日。实际库水位和日变幅见图5.2-2，日蓄水量见图5.2-3。

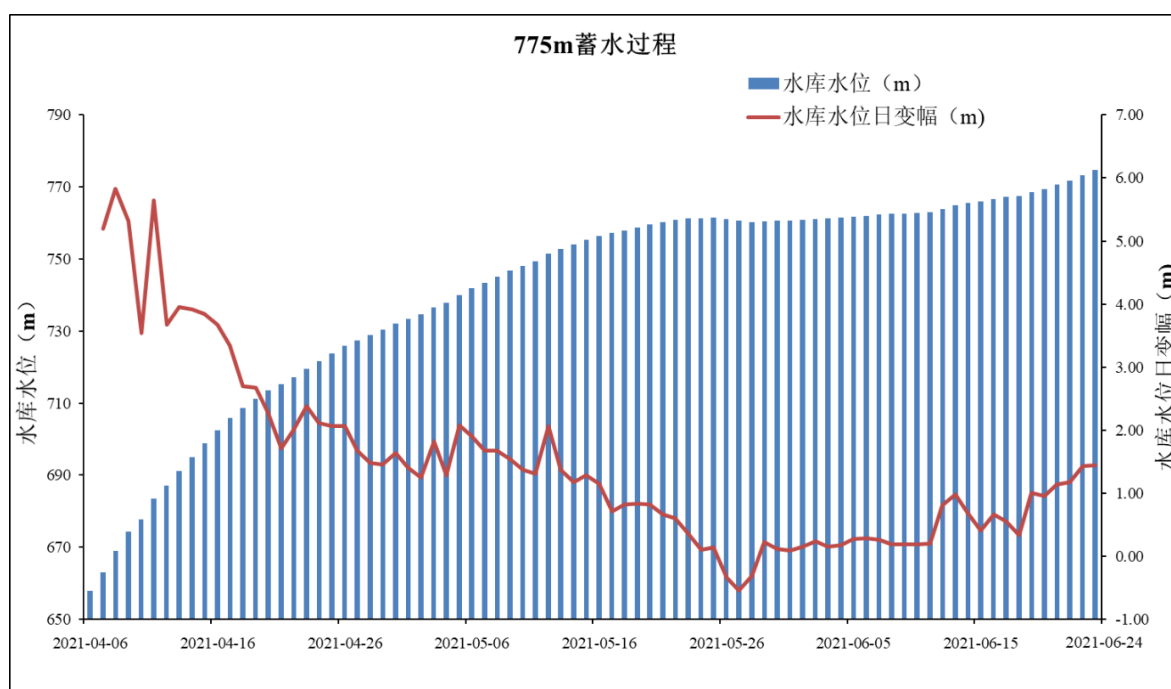


图 5.2-2 白鹤滩水电站 775m 蓄水期库水位及库水位日变化过程线

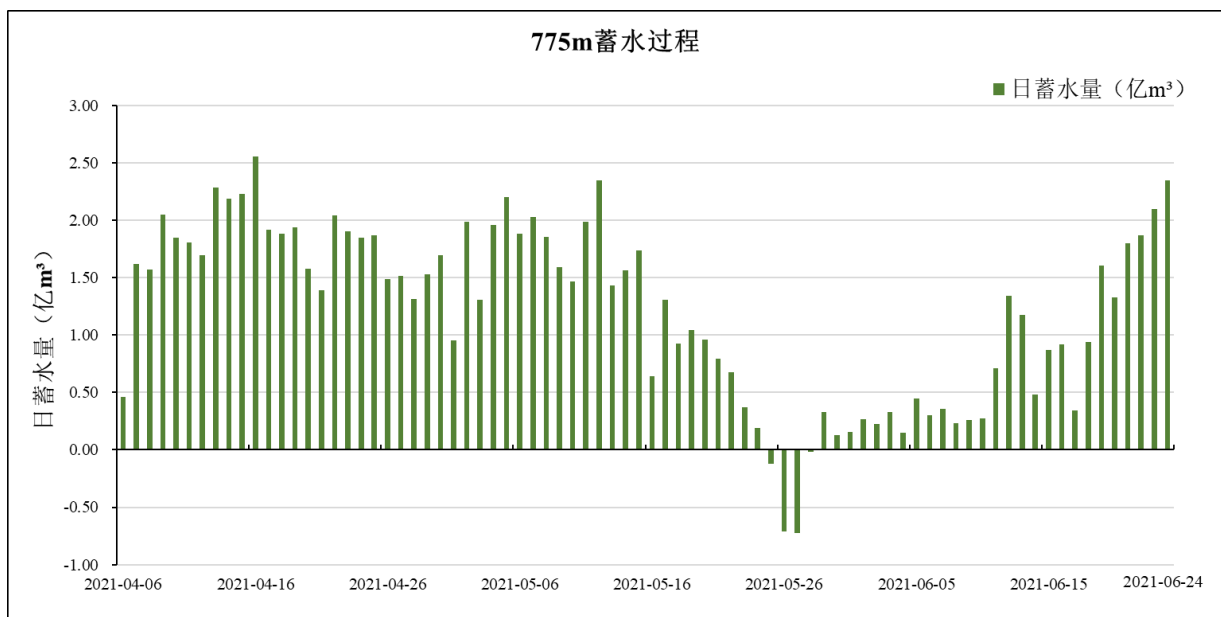


图 5.2-3 白鹤滩水电站 775m 蓄水期日蓄水量图

2) 800m蓄水过程

800m蓄水过程于2021年8月20日8时启动，起蓄水位773.25m，相应库容97.20亿m³，2021年9月10日4时35分，库水位蓄水至阶段目标水位800m，相应库容140.35亿m³，历时22天。

① 出入库流量

800m蓄水期间，最大出库流量为11900m³/s，出现在2021年9月10日2时，最小出库流量为2870m³/s，出现在2021年9月3日4时。800m蓄水过程出入库流量过程见图5.2-4，从图中可知，整个蓄水过程下泄流量均满足环评批复要求。

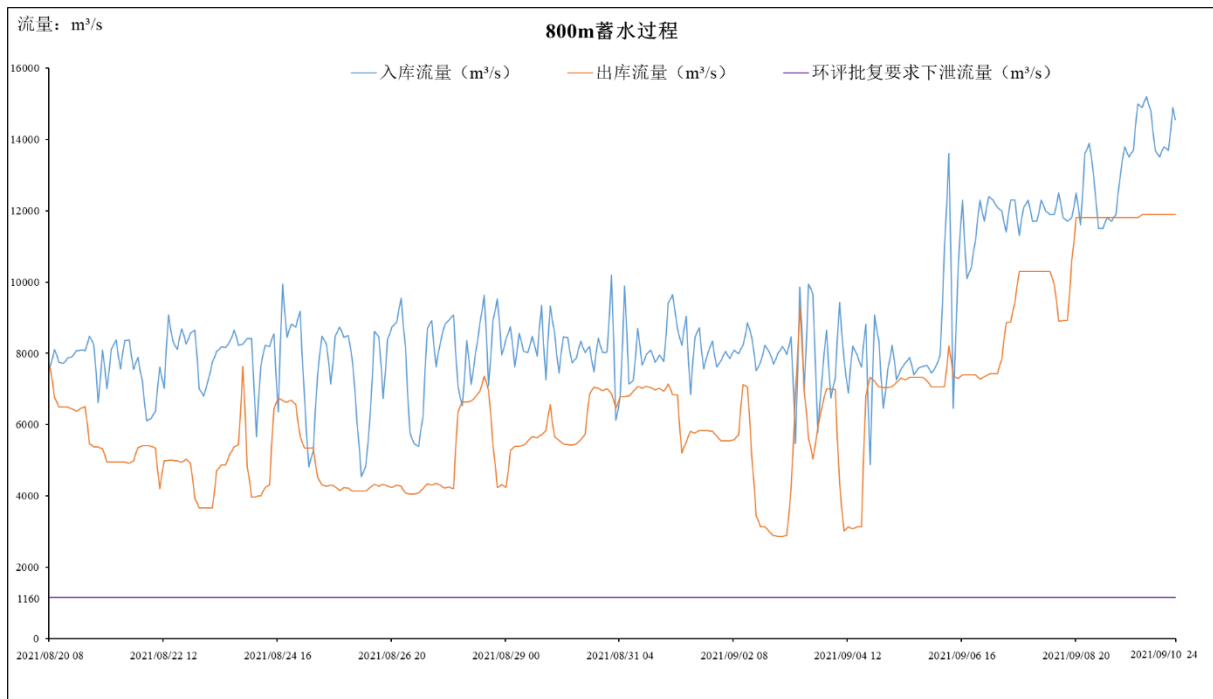


图 5.2-4 白鹤滩水电站 800m 蓄水期出入库流量过程

②水位及蓄水量变化过程

800m蓄水期间，最大库水位为800.29m，出现在2021年9月10日；库水位日最大升幅为1.97m，出现在2021年8月23日；日最大蓄水量为2.95亿 m^3 ，出现在2021年8月27日。实际库水位和日变幅见图5.2-5，日蓄水量见图5.2-6。

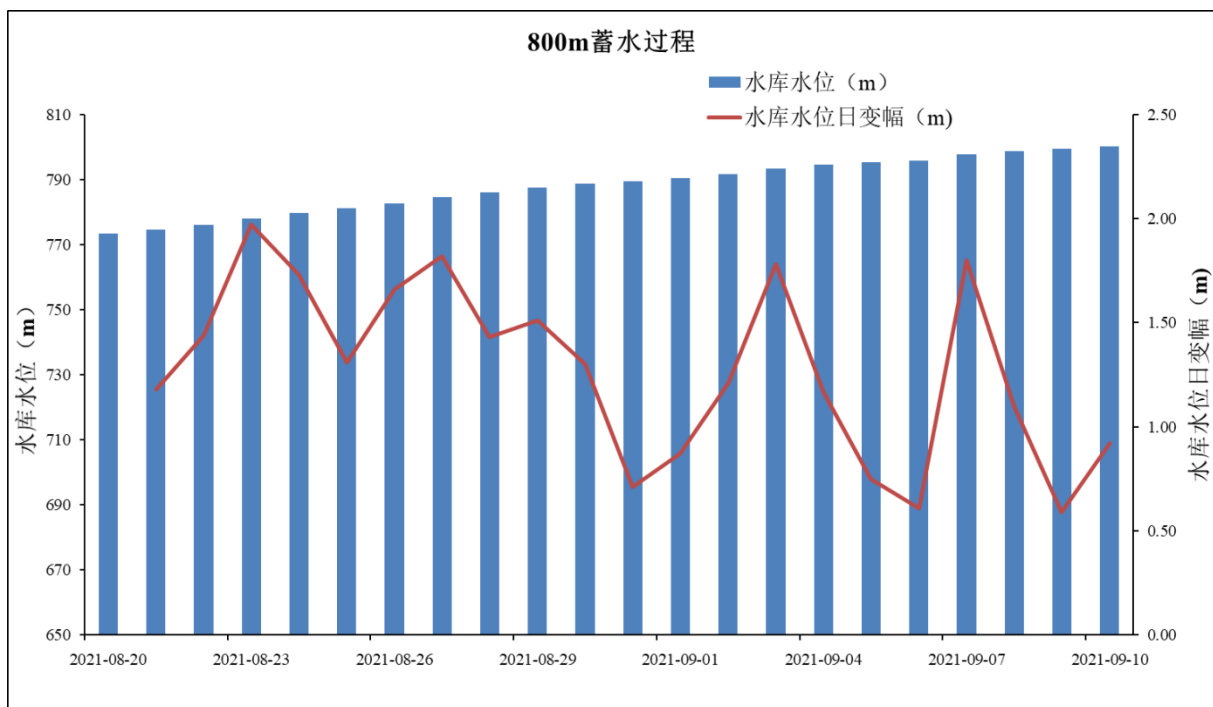


图 5.2-5 白鹤滩水电站 800m 蓄水期库水位及库水位日变化过程线

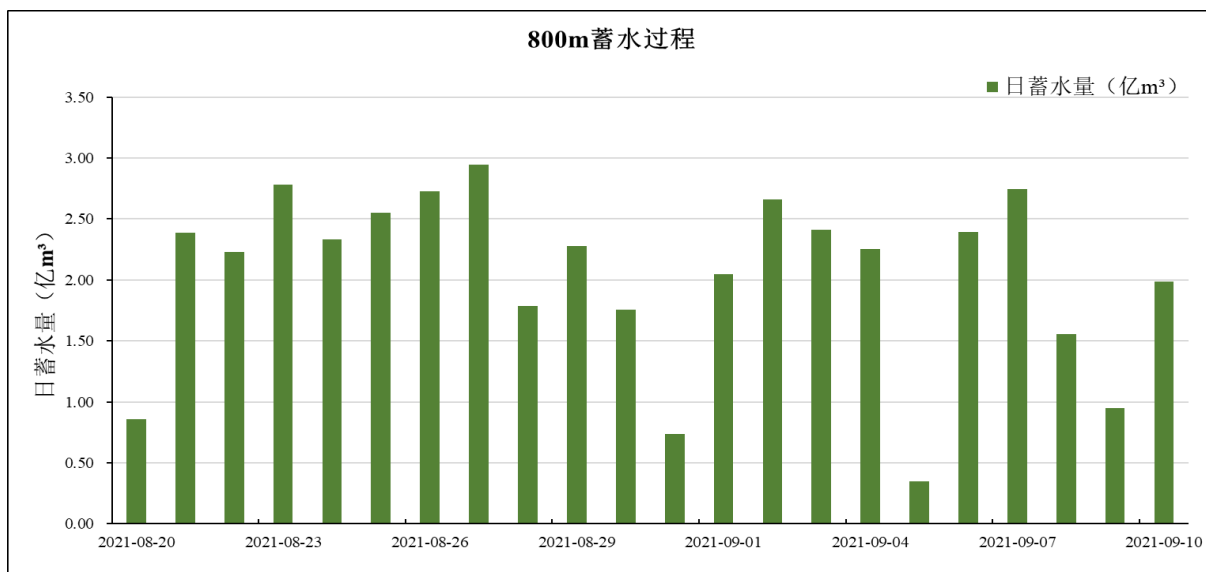


图 5.2-6 白鹤滩水电站 800m 蓄水期日蓄水量图

3) 825m蓄水过程

825m蓄水过程于2022年8月1日0时启动，起蓄水位775.63m，相应库容100.73亿m³，10月24日18时白鹤滩水电站达到正常蓄水位825.00m，相应库容190.06亿m³，历时85天。

① 出入库流量

825m蓄水期间，最大出库流量为7350m³/s，出现在2022年8月24日0时，最小出库流量为1880 m³/s，出现在2022年10月20日2时。825m蓄水过程出入库流量过程见图5.2-7，从图中可知，整个蓄水过程下泄流量均满足环评批复要求。

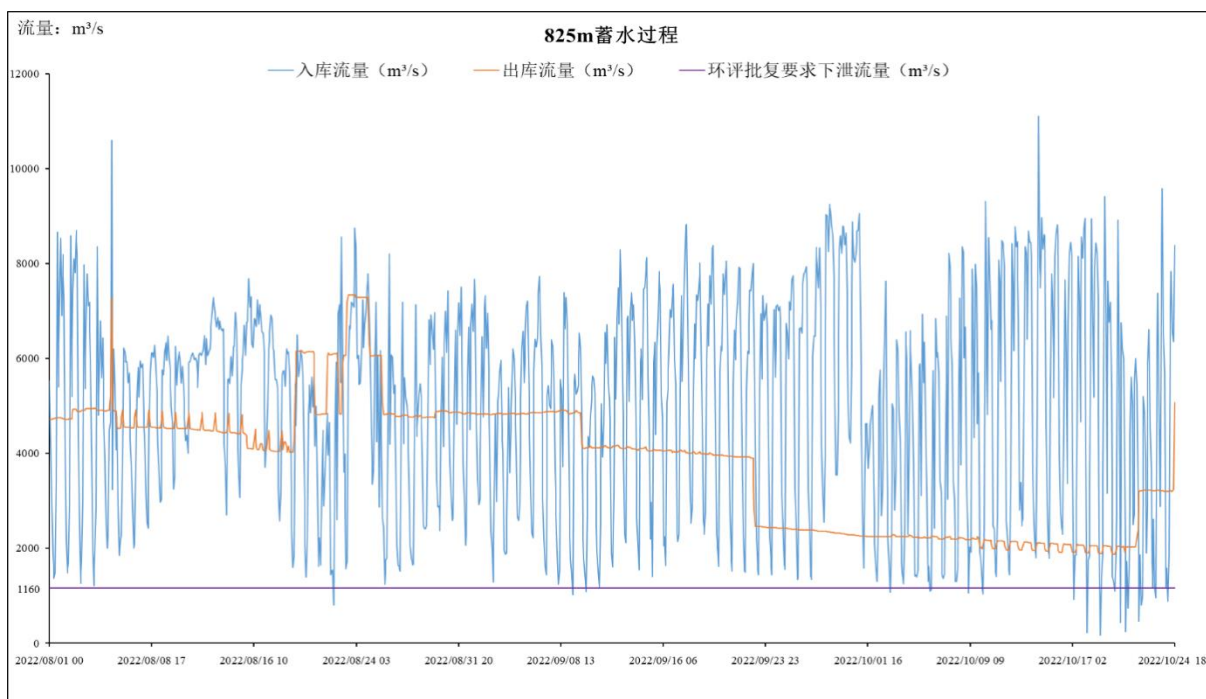


图 5.2-7 白鹤滩水电站 825m 蓄水期出入库流量过程

②水位及蓄水量变化过程

825m蓄水期间，最大库水位为824.7m，出现在2022年10月24日；库水位日最大升幅为2.41m，出现在2022年9月30日；日最大蓄水量为4.26亿m³，出现在2022年9月30日。实际库水位和日变幅见图5.2-8，日蓄水量见图5.2-9。

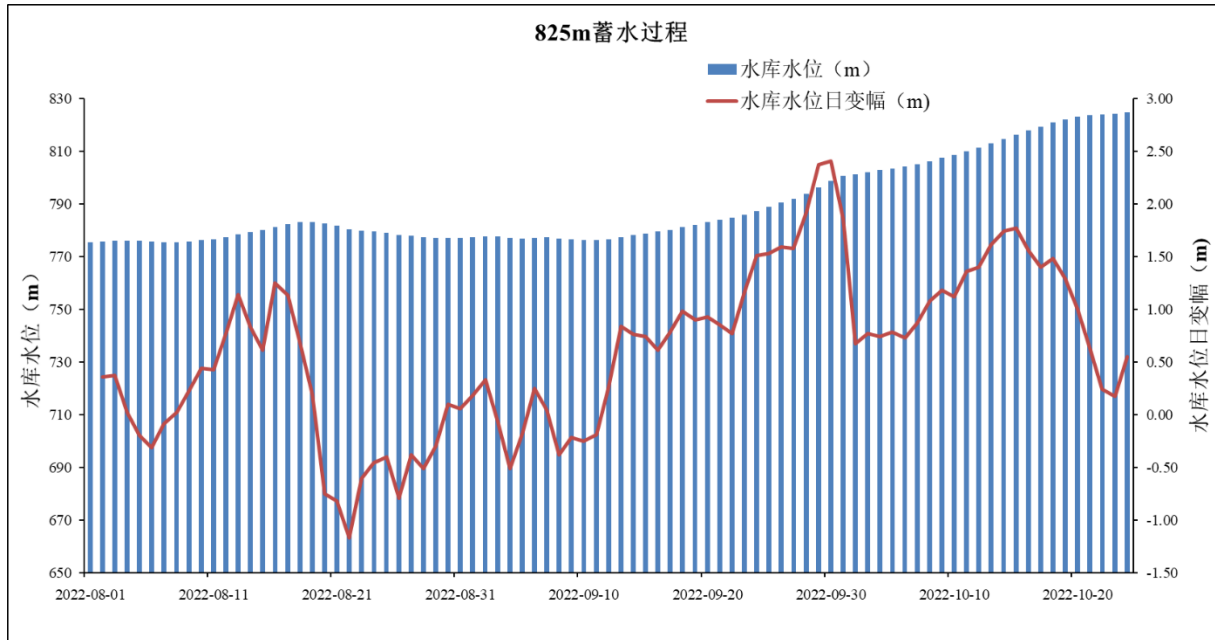


图 5.2-8 白鹤滩水电站 825m 蓄水期库水位及库水位日变化过程线

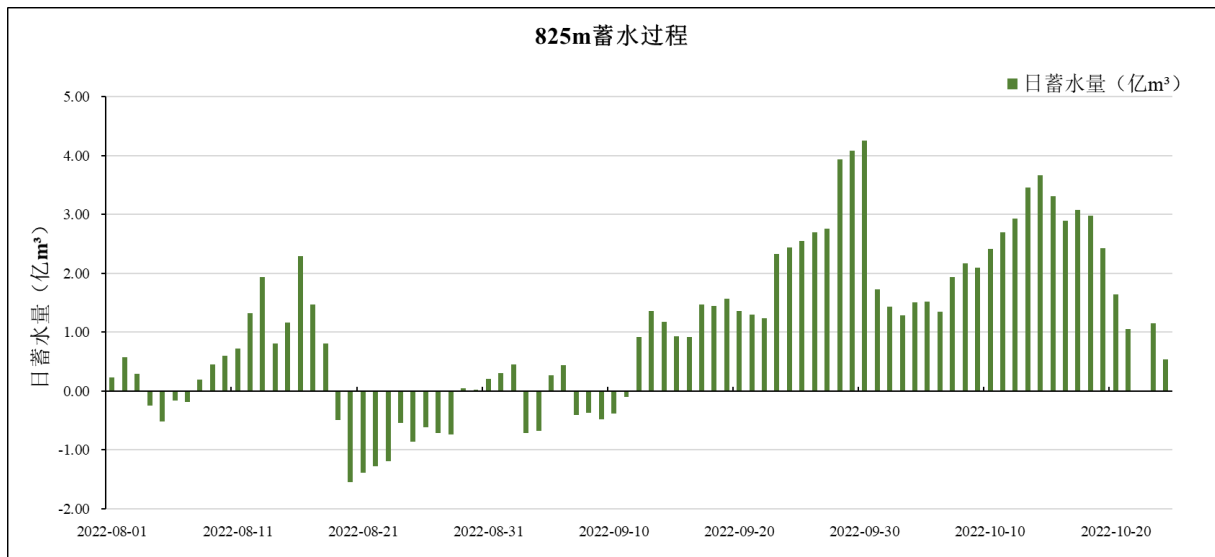


图 5.2-9 白鹤滩水电站 825m 蓄水期日蓄水量图

(3)运行初期对水文情势的影响

1)库区

① 水面面积

水库的形成将使库区江段的水位、水面面积、流速、水深等水文情势发生变化。在

天然情况下，库区江段枯水期水面面积33.95km²。水库建成后，当正常蓄水位825m时，坝前水位壅高约235m，水库回水至乌东德坝址处，回水长182km，水面面积211.14km²，较天然枯期水面增大5.22倍。

②水位及流速

根据水库初期运行数据，水库在死水位765m至正常蓄水位825m之间运行，水位变幅60m，运行初期白鹤滩库水位变化见下图。水库蓄水后，库区水体流速减缓，库区河段从急流河道转变为缓流型。

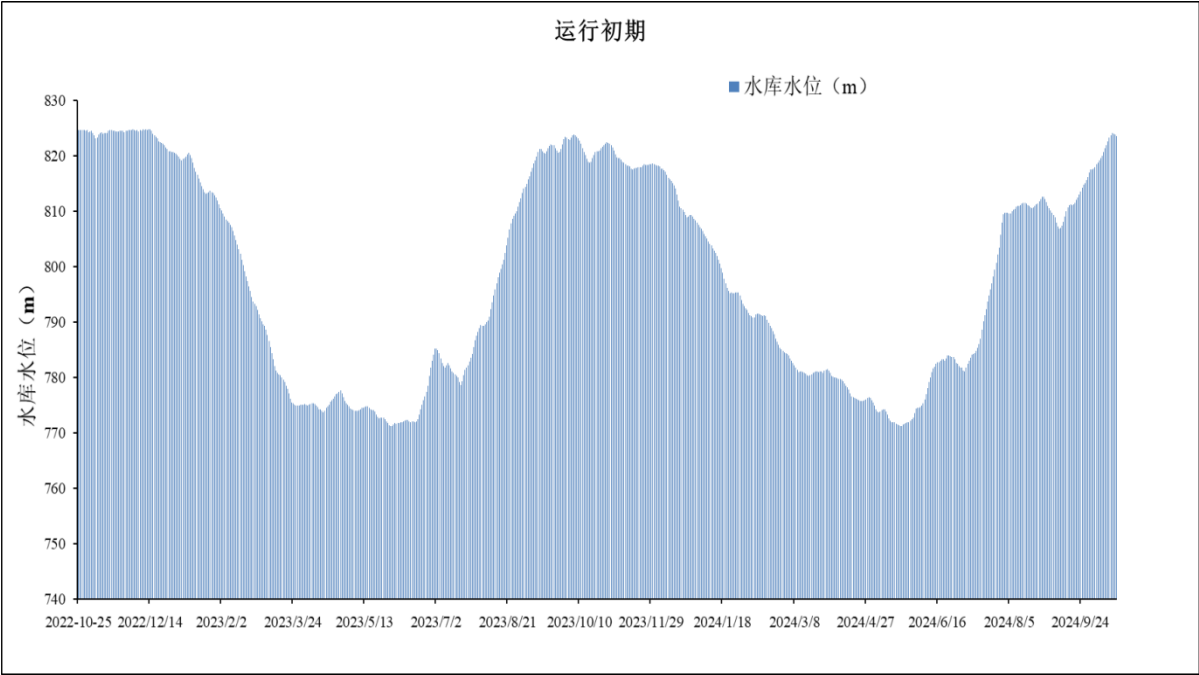


图 5.2-10 白鹤滩水电站运行初期库水位变化过程

2)坝下河段

① 年内变化

A 流量变化

依据2023年白鹤滩水电站运行调度数据，全年受白鹤滩水库年调节影响，出库流量在年内重新分配，年内分配均匀化。水库6~10月出库流量小于天然径流，12月~翌年5月出库流量比天然流量增加，11月出库流量与天然河道流量基本相同。以7月出库流量减少最明显，达4850m³/s，2月出库流量增加最明显，达2400m³/s。白鹤滩水库运行前后坝下流量变化情况见表5.2-1和图5.2-11。

白鹤滩水库运行前后大坝下游月均流量变化表（2023 年）

表 5.2-1

月份	坝址天然流量（m³/s）	白鹤滩出库流量（m³/s）	差值
1 月	1420	3250	1830
2 月	1210	3610	2400
3 月	1160	3110	1950
4 月	1360	1950	590
5 月	2070	2260	190
6 月	4640	2120	-2520
7 月	8750	3900	-4850
8 月	9310	5450	-3860
9 月	9240	5830	-3410
10 月	5990	3830	-2160
11 月	3040	2830	-210
12 月	1880	3250	1370

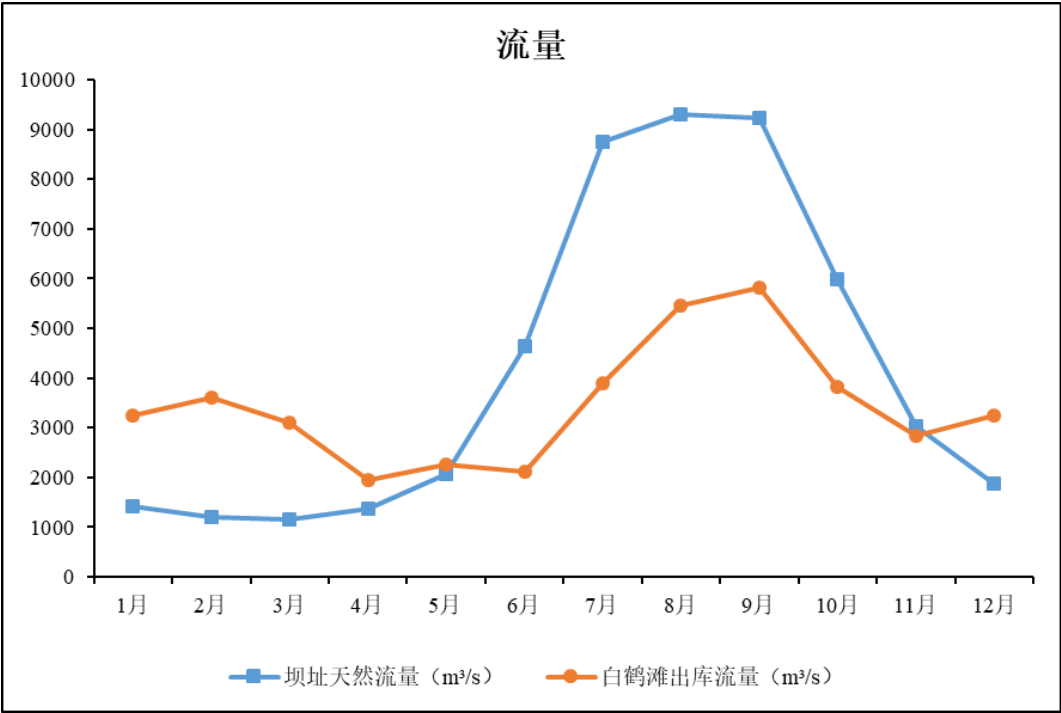


图 5.2-11 白鹤滩运行前后下游流量变化（2023 年）

B 水位变化

依据白鹤滩水电站运行调度数据，1~9月溪洛渡库水位与白鹤滩发电尾水位不衔接，其余月份基本衔接，1~9月白鹤滩坝下存在一定长度的消落河段。

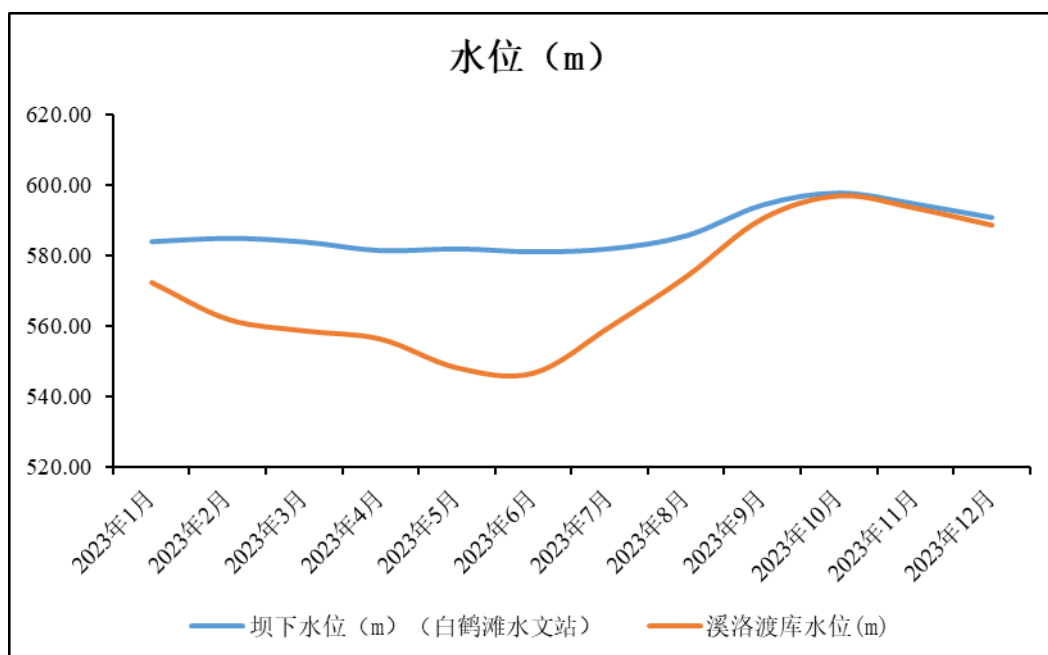


图 5.2-12 白鹤滩运行后下游水位变化（2023 年）

② 日内变化

白鹤滩水库运行后，选取2023年3月和7月进行对比分析，下泄流量过程见图5.2-13，坝下水位变化见图5.2-14。

3月白鹤滩日内出库流量在 $1970\text{m}^3/\text{s}$ ~ $2580\text{m}^3/\text{s}$ 之间，日内最大流量差为 $610\text{m}^3/\text{s}$ ；坝下水位在 582.25m ~ 583.62 之间，日内最大水位变幅为 1.37m 。

7月白鹤滩日内出库流量在 $2050\text{m}^3/\text{s}$ ~ $7150\text{m}^3/\text{s}$ 之间，日内最大流量差为 $5100\text{m}^3/\text{s}$ ；坝下水位在 581.58m ~ 590.29 之间，日内最大水位变幅为 8.71m 。

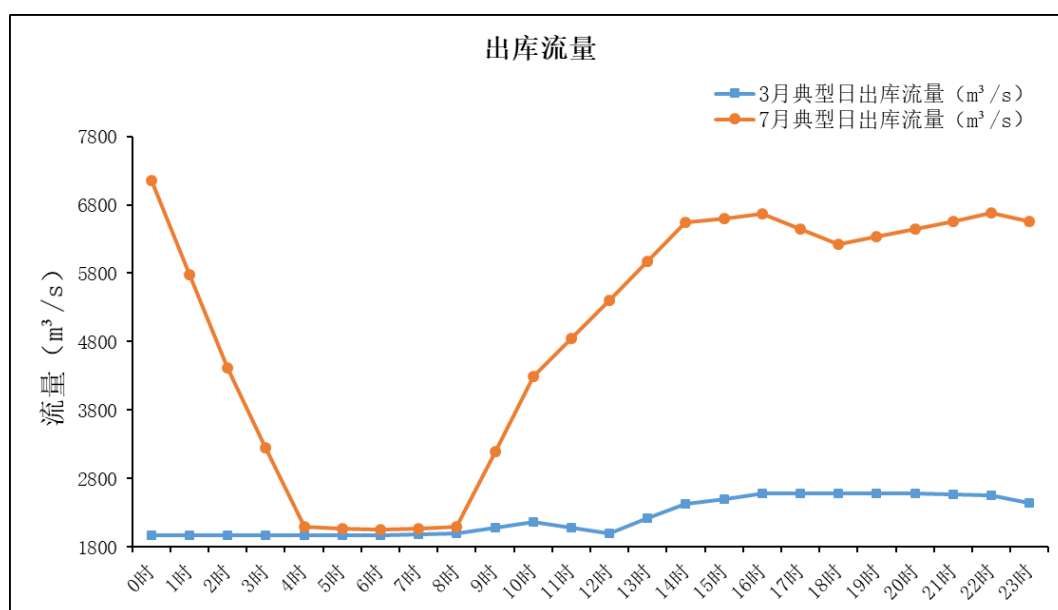


图 5.2-13 白鹤滩运行后出库流量日内变化（2023 年）

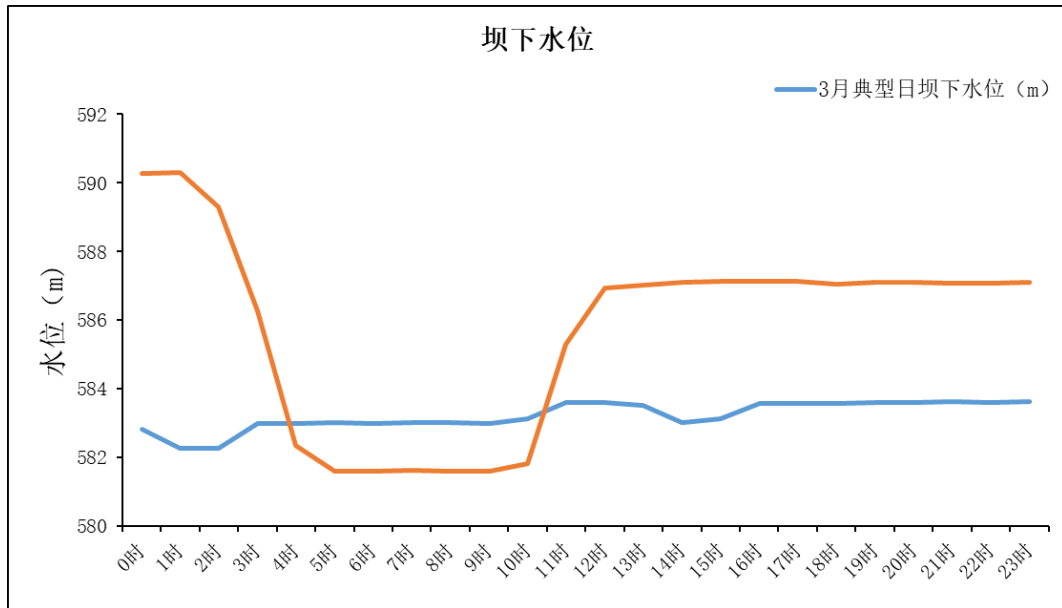


图 5.2-14 白鹤滩运行后坝下水位日内变化（2023 年）

5.2.1.2 泥沙情势影响调查

受中国三峡集团委托，长江水利委员会水文局承担2022-2024年度金沙江下游梯级水电站水文泥沙监测工作。长江水利委员会水文局根据固定断面、洲滩取样、局部地形及水沙等观测资料和现场调研，开展了金沙江下游白鹤滩库区河道冲淤变化的计算分析工作，分析对象为乌东德坝址至白鹤滩坝址长约180km的干流河道，以及库区范围内汇入的普渡河、小江、以礼河及黑水河的河口段。本章节以2023年度监测结果为依据，分析白鹤滩蓄水后库区泥沙特性变化。

(1) 2023年白鹤滩库区干支流水沙变化特征

1) 2023年，库区干流来水量较多年均值偏枯，来沙量显著减少。相较于2016-2022年，攀枝花站、三堆子站和乌东德站径流量略偏枯4.6%~15.5%，输沙量偏少28.1%~90.8%；相较于2022年，攀枝花略偏丰4.6%其他两站偏枯的幅度分别为5.0%和9.4%，输沙量则分别偏多138%、偏少21.3%和偏多11.6%。出库白鹤滩站径流量和输沙量分别为1064亿 m^3 、191万t，仅为多年平均输沙量的1.2%。

2) 2023年，库区入汇的普渡河和小江年径流总量为22.423亿 m^3 ，输沙总量为259万t，占入库干流乌东德站年径流量比例为2.2%，输沙总量较乌东德站年输沙量偏大58.9%。其中，普渡河尼格站年径流量和输沙量分别为16.23亿 m^3 、13.0万t。小江站年径流量和输沙量分别为6.193亿 m^3 、246万t，小江年均含沙量接近干流乌东德站的249倍。

(2) 水库蓄水后冲淤特征

1)冲淤量及分布情况

白鹤滩库区自蓄水以来，库区累计淤积泥沙约7565万 m^3 ，干流淤积5779万 m^3 ，5条支流河口段淤积1786万 m^3 ，干、支流淤积量分别占比76.4%和23.6%。常年回水区淤积7694万 m^3 ，变动回水区微冲131万 m^3 ；死库容内淤积总量为9354万 m^3 ，占死库容的1.1%，调节库容内冲刷泥沙约1790万 m^3 。

2)冲淤形态变化

干流河道深泓纵剖面平均淤积1.4m，变动回水区平均冲刷0.7m，常年回水区各段深泓均淤积，最大淤积幅度位于黑水河汇口上游段，平均淤积厚度约2.5m，其次是位于小江汇口下游段，平均淤积厚度约2.2m。库区支流普渡河、大桥河、小江、以礼河、黑水河河口段深泓平均淤积1.31m、2.67m、2.84m、2.89m和2.57m。库区干流河道断面形态较为稳定，主河槽以淤积为主，断面局部最大堆积幅度达到36.7m。支流河口段河床冲淤变化主要集中在主河槽内，整体以淤积为主，部分断面大幅度的冲淤变化主要与岸坡滑落和垮塌有关。其中库尾以冲刷为主，乌东德导流洞下游和金坪子大桥局部冲淤变幅较大，桥址右岸近岸河床最大冲深约17.8m，左岸近岸河床以淤积为主。水库蓄水后，坝址下游白鹤滩大桥附近的570m冲刷坑头部继续上延，幅度约38m，最低点高程淤高0.9m。

支流小江、以礼河、黑水河河口局部分别淤积188.8万 m^3 、24.6万 m^3 和冲刷41.9万 m^3 ，其中，小江和以礼河河口段干支流的淤积幅度相差不大，黑水河河口段的支流淤积幅度大于干流段，泥沙淤积主要集中在主河槽内，其他区域以小幅度冲刷为主，局部强冲刷与采砂或岸坡坍塌有关。

总体上库区干支流断面形态总体稳定，冲淤主要发生在主河槽内，干流断面最大淤积幅度约5.0m；支流除普渡河以外，其他支流河口段断面均出现主河槽的平铺式淤积特征。

5.2.1.3 水温影响调查

金沙江下游四个梯级水电工程运行改变了下游天然河道径流的时空分布特征，同时也对河道沿程水温分布和季节变化造成一定影响，致使河道水温出现明显的坦化和延迟效应，并且水电梯级开发导致的坦化和延迟效应还会产生累积影响。为监测分析梯级水库开发运行下金沙江下游干流水温结构分布和时空变化特征，受中国三峡集团委托，中国水利水电第八工程局有限公司（以下简称水电八局）于2019年8月开展金沙江下游流域水温监测（2019~2024年）工作，目前已经完成各年度监测工作，本节以上述监测为

依托，分析白鹤滩水电站建设运行对水温的影响。

(1) 水温监测方案

1) 监测范围

项目监测范围包括攀枝花~宜宾江段、宜宾~宜昌江段和宜昌~大通水文站江段，全长约2850km。其中，攀枝花~宜宾江段长约782km；宜宾~宜昌江段长约1040km；宜昌~大通水文站江段长约1072km。

2) 监测方案

水温监测工作内容包括沿程表层水温监测和库区垂向水温监测，其中白鹤滩库区段表层水温监测设置有乌东德水文站断面、白鹤滩坝前断面、白鹤滩水文站断面。白鹤滩库区垂向水温监测沿程布置有10处温度链监测点位。

(2) 水温监测结果

白鹤滩水电站蓄水至2022年底，2021、2022年监测数据受蓄水影响较大，2024年度水温监测数据尚在整理过程中，本节重点分析2023年监测结果。

1) 白鹤滩水电站库区垂向水温结构变化

① 坝前

2023年白鹤滩水库坝前水温逐月监测结果如图5.2-15所示，从图中可知，白鹤滩水库9月至次年2月为降温期，3月至7月为升温期；5月至12月分层明显，温跃层逐渐下降靠近底部，7月和8月水温达到峰值。

3月，高程746m以下水温基本在14.7℃至15.0℃范围内，上层水体受气温影响，水温略高，高程746m至780m，水温呈上升的趋势，由15.0℃上升至16.1℃左右，库区垂向水温变化幅度较小。

4~5月，随着气温回升，库区表层水温由17.0℃升至18.2℃，高程680m以下水温维持15℃至15.6℃左右，库区垂向水温出现分层现象。6月，高程680~762m之间出现垂向水温梯度较大区域，垂向水温从15.3℃跃升至21.8℃，已呈现温跃迹象。

7月温跃现象更加明显，温跃幅度已接近8℃（15.0~23.1℃），温跃层厚度接近70m。

8月，库区水温有明显的分层现象，底层水温仍在上升，而表层水温略有下降，高程736~772m之间为表温层，月内温度梯度逐渐减小，高程680~736m为温跃层，温跃层厚度约为56m，温跃幅度7.0℃左右。

9月，白鹤滩库区进入降温期。水温分层范围继续减小，温跃层以上水温逐渐开始降

低，温跃层以下水温继续呈上升趋势，高程680m至716m为温跃层，温跃幅度减小至6.0℃（15.7~21.7℃），温跃层厚度也减小至36m。10~11月期间，坝前水温进一步降低，温跃层逐渐下移，温跃层厚度也随之减小。高程710m以上水温降温明显，越接近表层水温变化幅度越大，底层水温基本不变。

12月水温分层范围继续减小，并且向下移动，温跃层以上水温较11月有所降低，温跃层以下水温继续呈上升趋势。高程625m至675m范围内，水温相对稳定，变化幅度较小，水温在15.4℃到15.9℃间变动；高程675m至700m为温跃层，水温由15.9℃上升至19.1℃左右；高程700至814m水温相对稳定，变化幅度较小，由19.1℃上升至19.7℃左右。

1月水温分层现象已消失，垂向水温整体变化较小，高程680m以上测点水温较12月份有所降低，680m以下测点水温较12月份有所升高，水温在16.4℃到17.3℃之间变动。

2月垂向水温结构与1月份相似，水温整体变化较小，较1月份水温有较大幅度的降温，无水温分层现象，水温在15.0℃到15.7℃之间变动。

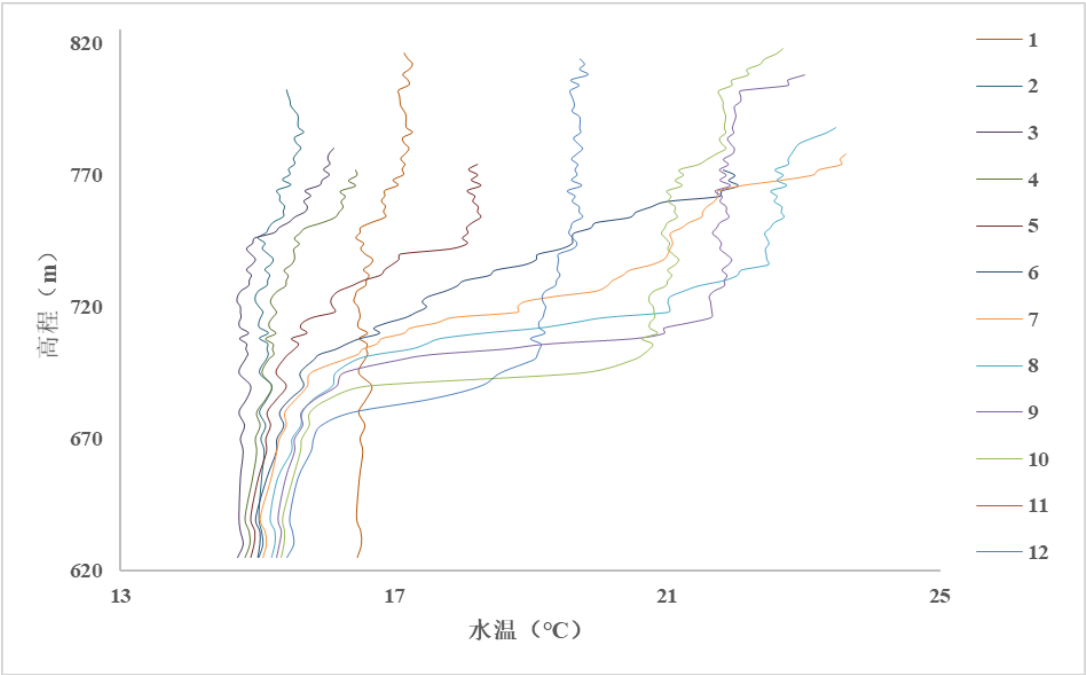


图 5.2-15 2023 年白鹤滩坝前垂向水温对比

② 库中

金东大桥断面（乌东德坝下73km）的水温垂向监测结果见图5.2-16，从图可知，金东大桥断面2月到8月为升温期，9月到次年1月为降温期，水温分层现象出现在9月至次年5月，9月至12月分层现象逐渐向下移动，至次年1月开始，分层现象逐渐向上移动，至7月份，分层现象已消失。整体而言，春夏秋冬出现了明显的分层现象，秋季未出现明显

的分层现象。

葫芦口大桥断面（金东大桥下游57km）的水温垂向监测结果见图5.2-17，从图可知，葫芦口大桥断面9月至次年3月降温期，4月到8月为升温期，5月至11月分层明显，9月水温达到峰值，分层现象也最明显；水温分层现象从3月份开始出现，并逐渐明显，向下移动，范围逐渐扩大至9月后，范围逐渐开始减小，至11月后消失；从9月份开始，温跃层以上水温呈逐月降低趋势至3月份，而温跃层以下水温继续呈升高趋势至11月份后开始降低。整体而言，春夏秋季出现了明显的分层现象，冬季未出现明显的分层现象。

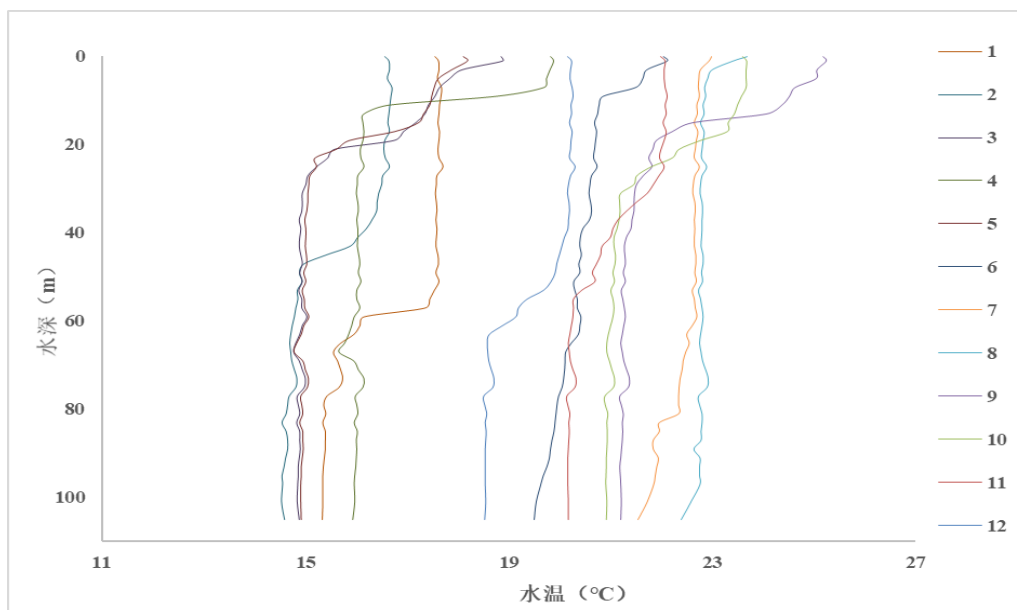


图 5.2-16 2023 年金东大桥垂向水温变化示意图(乌东德坝下 73km)

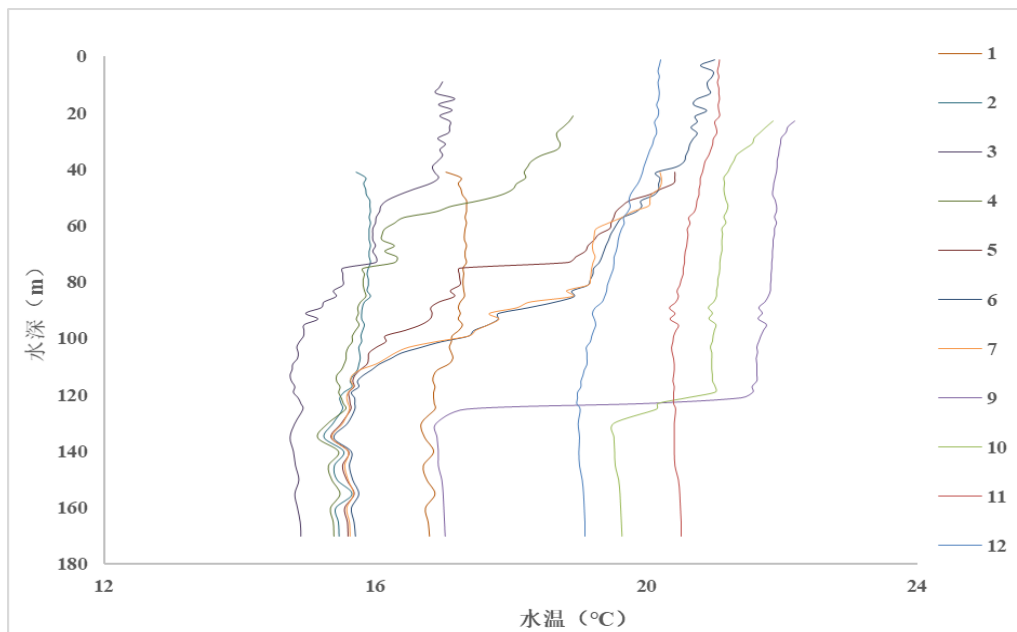


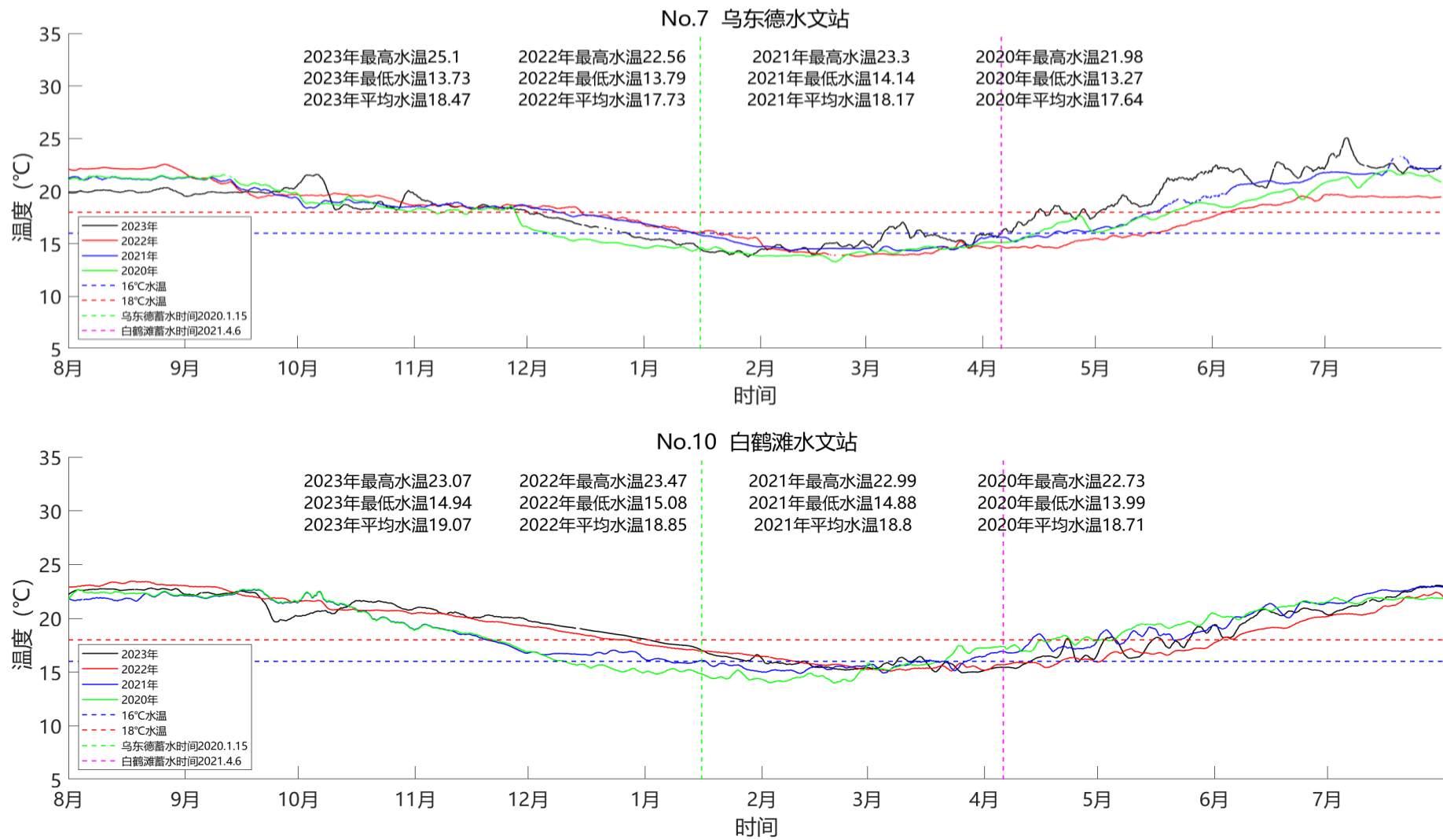
图 5.2-17 2023 年葫芦口大桥垂向水温变化示意图(金东大桥下游 57km)

③ 坝下

坝下水温主要选取白鹤滩水文站的水温数据分析白鹤滩水库下游河道的水温变化；此外，选择乌东德水文站水温数据作为白鹤滩上游入库水温进行对比分析。

图5.2-18为近四年平均水温的变化，从图中可知，白鹤滩蓄水完成后第一年，2023年白鹤滩水文站最高水温23.07℃，最低水温14.94℃，平均水温19.07℃；与上游乌东德出库水温相比，沿程平均水温升高0.6℃，最低水温上升1.2℃。表明白鹤滩成库后，上游来水水温经库区调蓄后开始呈现平坦化效应。

相比于蓄水前2020年，最低水温从13.99℃升至15.2℃，升幅1.21℃。此外白鹤滩水文站年最低水温出现时间较蓄水前有所滞后，总体看来，受乌东德、白鹤滩库区对水温的累计调蓄作用，白鹤滩坝下水温开始出现延滞效应和平坦化效应。



(3)小结

1) 白鹤滩水库水温无垂向稳定分层结构, 9月至次年2月为降温期; 3月至7月为升温期, 温跃层逐渐下降靠近底部, 温跃层厚度则逐渐降低, 5月至12月出现明显分层现象; 8月和9月水温达到峰值。

2) 白鹤滩水库蓄水运行后, 受乌东德、白鹤滩库区对水温的累计影响, 白鹤滩水文站水温变化开始呈现延滞效应和平坦化效应。

3) 总体上, 白鹤滩水电站运行时间不长, 库区水温分层及下泄低温水影响已初步显现, 需继续开展长效观测。

5.2.1.4 地表水水质调查评价

(1)工程建设前水质情况

环评阶段, 评价单位收集白鹤滩水电站所在金沙江干流及支流2002年~2014年丰、平、枯水期常规水质监测成果, 常规水质监测共有5个监测断面, 其中干流2个, 分别为蒙姑和葫芦口断面; 支流3个, 分别为以礼河水文站、小江四级站和普渡河桥断面。

由于常规监测断面有限, 为全面了解工程评价河段水环境质量状况, 四川省凉山州环境监测站分别于2006年8月和11月、2007年3月、2010年8月和11月、2011年3月和2014年8月在金沙江干流以及库区主要支流普渡河、黑水河、小江、以礼河进行了补充监测, 补充监测共设置断面11个, 其中干流6个, 支流5个。从历次水质监测分析结果来看, 白鹤滩水电站所在金沙江干流水质总体较好, 常规监测断面除蒙姑外, 其他监测断面部分时段COD、TP和粪大肠菌群略有超标, 超标时段主要集中在2010年丰水期和平水期。库区主要支流黑水河和以礼河水质较好, 小江和普渡河水质较差, 分析原因小江主要受两岸面源和少量企业污水排放影响, 普渡河主要受滇池出水、上游城市和沿岸工业排污影响。

(2)施工期间水质情况

依据白鹤滩水电站蓄水阶段环保验收调查结论, 通过施工期间(2016~2020年)逐年监测结果来看, 干流水质状况较好, 除丰水期出现TP和高锰酸盐指数超标外, 其余时段均能达到地表水III类水质标准; 从逐年变化情况来看, 干流水质因子出现超标的频率有所降低。总体来看, 干流水质与环评阶段相比, 水质状况变化不大, 个别水质因子超标原因主要为背景不达标, 非工程施工原因。支流水质超标因子主要为TP、COD等, 与环评阶段相比, 水质状况相差不大, 从逐年变化来看, 支流水质呈现逐年变好趋势。

(3)蓄水及运行初期水质监测

2019年起，建设单位委托长江上游水文水资源勘测局持续开展了金沙江下游流域地表水水质监测。本节以上述监测为依据，对地表水水质进行分析。

1)监测方案

工程蓄水阶段及运行初期地表水水质监测见表5.2-2。

2021~2023 年金沙江下游流域地表水水质监测方案（白鹤滩河段）

表错误!文档中没有指定样式的文字。-2

监测断面		监测项目	监测时间和频次
干流	蒙姑	pH、水温、SS、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氟化物、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、SS 等 27 项。	蒙姑、以礼河金塘为蓄水阶段加密断面，单月监测一次，蓄水完成后以礼河金塘断面取消监测。其余断面为每月监测。
	以礼河金塘		
	巧家县城下游（矮子沟渣场上游）		
	白鹤滩坝址（白鹤滩坝址下游交通便桥处）		
	白鹤滩坝后（衣补河口以下 1km 处）		
支流	普渡河口	pH、水温、SS、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氟化物、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群等 26 项。	每月监测。
	以礼河口		
	小江河口		
	黑水河口		

2)干流水质状况分析

① 年度

2021年~2023年，各监测断面年度水质较好，水质类别在Ⅰ~Ⅱ类之间。

干流断面年度水质评价结果

表 5.2-3

采样断面	水质类别		
	2021 年	2022 年	2023 年
蒙姑	Ⅱ	Ⅱ	/
以礼河金塘	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
库区巧家县城段右岸（巧家县城下游）	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
白鹤滩坝前（白鹤滩坝址）	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ
白鹤滩坝后	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ

② 月度

2021年~2023年，各断面月度水质较好，水质类别在Ⅰ~Ⅲ类之间，主要以Ⅰ~Ⅱ类水质类别为主。

2021~2023 年干流断面月度水质评价结果

表 5.2-4

年份	断面	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2021年	蒙姑			I	I	II	I	II	II	II	I	I	I
	以礼河金塘			I	II	II	I	II	II	II	I	I	I
	库区巧家县城段右岸（巧家县城下游）	II	I	I	II	II	I	I	II	II	II	I	I
	白鹤滩坝前（白鹤滩坝址）	II	I	I	II	I	I	I	II	II	I	I	I
	白鹤滩坝后	II	I	I	II	I	I	I	I	II	II	I	I
2022年	蒙姑	I	II	II	I	II	II	I	II	II	II		
	以礼河金塘	II	I	I	I	I	II	II	II	II	II	II	I
	库区巧家县城段右岸（巧家县城下游）	I	II	I	I	I	II	II	II	II	I	II	I
	白鹤滩坝前（白鹤滩坝址）	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	I	I
	白鹤滩坝后	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	I	I
2023年	以礼河金塘	II		III		I		II		II		III	
	库区巧家县城段右岸（巧家县城下游）	II	I	I	II	I	I	II	II	II	II	III	I
	白鹤滩坝前（白鹤滩坝址）	II	I	I	I	III	I	I	II	II	I	I	I
	白鹤滩坝后	II	I	I	I	I	I	II	II	II	I	III	I

3) 支流水质状况分析

① 年度

2021年~2023年期间，普渡河口（尼格）、以礼河口、小江河口和黑水河口等支流断面水质较好，年度水质类别均为II类。

支流断面年度水质评价结果

表 5.2-5

采样断面	水质类别		
	2021年	2022年	2023年
普渡河口（尼格）	II	II	II
以礼河口	II	II	II
小江河口	II	II	II
黑水河口	II	II	II

② 月度

2021年~2023年期间，普渡河口（尼格）、以礼河口、小江河口和黑水河口等支流水质监测断面水质较好，月度水质类别在I~III类之间，主要以I~II类为主。

2021~2023 年支流断面月度水质评价结果

表 5.2-6

年度	监测断面	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
2021 年	普渡河口（尼格）	II		II	II	II	I	II	I	II	II	II	II
	以礼河口	II		III	II	II	II	II	II	II	II	I	I
	小江河口	II		II	II	II	II	II	II	II	II	I	I
	黑水河口	II		II	II	II	I	II	II	II	II	I	I
2022 年	普渡河口（尼格）	I	III	II	II	II	II	II	II	II	II		I
	以礼河口	I	III	II	I	II	II	II	II	II	I	II	I
	小江河口	I	II	II	II	II	II	I	II	II	II	II	I
	黑水河口	I	I	I	I	II	II	II	II	II	II	II	I
2023 年	普渡河口（尼格）	II	I	I	II	II	II	II	II	II	I	II	I
	以礼河口	II	I	III	II	III	III	II	III	II	II	II	III
	小江河口	II	I	I	II	III	II	II	II	II	II	III	I
	黑水河口	II	I	I	II	I	II	II	II	II	I	III	I

(4)水体富营养化调查

2019年~2024年，建设单位委托长江水利委员会水文局长江上游水文水资源勘测局承担了流域梯级电站运行期富营养化监测工作。本节以上述监测为依据，对白鹤滩库区干支流断面水体富营养化状况进行评价。

1)监测方案

工程运行期富营养化调查监测方案见表5.2-7。

富营养化调查监测方案

表 5.2-7

监测断面		监测项目	监测时间
干流	蒙姑	叶绿素 a (chl _a)、总磷 (TP)、总氮 (TN)、透明度 (SD) 和高锰酸盐指数 (COD _{Mn}) 共 5 项。	2021 年~2023 年，每月监测
	以礼河金塘		
	库区巧家县城段右岸（巧家县城下游）		
	白鹤滩坝前（白鹤滩坝址）		
	白鹤滩坝后		
支流	普渡河口（尼格）		
	以礼河口		
	小江河口		
	黑水河口		

2)评价方法

采用生态环境部推荐的“湖泊(水库)富营养化评价方法及分级技术规范”TSI(Σ)(Trophic State Index)法对白鹤滩库区水体富营养化状况进行评价。采用0~100

的一系列连续数字对水库营养状态进行分级：

- TLI（Σ）<30 贫营养；
- 30≤TLI（Σ）≤50 中营养；
- TLI（Σ）>50 富营养；
- 50<TLI（Σ）≤60 轻度富营养；
- 60<TLI（Σ）≤70 中度富营养；
- TLI（Σ）>70 重度富营养。

3)评价结果

①干流

评价结果显示，2021年~2023年金沙江干流白鹤滩江段监测断面年度评价结果均为中营养状态，月度评价结果处于贫营养~中营养的状态。

2021~2023 年干流断面营养状态等级年度评价结果

表 5.2-8

采样断面	营养等级		
	2021 年	2022 年	2023 年
蒙姑	中营养	中营养	-
以礼河金塘	中营养	中营养	中营养
库区巧家县城段右岸（巧家县城下游）	中营养	中营养	中营养
白鹤滩坝前（白鹤滩坝址）	中营养	中营养	中营养
白鹤滩坝后	中营养	中营养	中营养

2021~2023 年干流断面营养状态等级月度评价结果

表 5.2-9

年份	断面	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
2021 年	蒙姑	-	-	中营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	贫营养	中营养
	以礼河金塘	营养	营养	贫营养	中营养	中营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	贫营养	贫营养
	库区巧家县城段右岸（巧家县城下游）	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	贫营养
	白鹤滩坝前（白鹤滩坝址）	中营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	贫营养	中营养	中营养	贫营养	贫营养	贫营养
	白鹤滩坝后	中营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	贫营养

年份	断面	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2022年	蒙姑	中营养	中营养	贫营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	-	-
	以礼河金塘	中营养	贫营养	贫营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养
	库区巧家县城段右岸（巧家县城下游）	贫营养	贫营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养
	白鹤滩坝前（白鹤滩坝址）	贫营养	贫营养	贫营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	贫营养	中营养
	白鹤滩坝后	中营养	贫营养	贫营养	贫营养	贫营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养
2023年	以礼河金塘	中营养	-	中营养	-	中营养	-	中营养	-	中营养	-	中营养	-
	库区巧家县城段右岸（巧家县城下游）	中营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	中营养	中营养	贫营养
	白鹤滩坝前（白鹤滩坝址）	中营养	贫营养	中营养	中营养	贫营养	中营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	贫营养
	白鹤滩坝后	贫营养	中营养	贫营养	中营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	贫营养

②支流

评价结果显示，和干流各断面营养状态类似，白鹤滩库区支流断面营养状态年度评价结果为中营养状态，月度评价结果中，2021年3月黑水河口出现1次轻度富营养化；2022年9月、2023年8月，普渡河口分别出现1次轻度富营养化状态，其他断面均为贫营养和中营养。

2021~2023 年支流断面营养状态等级年度评价结果

表 5.2-10

采样断面	营养等级		
	2021 年	2022 年	2023 年
普渡河口（尼格）	中营养	中营养	中营养
以礼河口	中营养	中营养	中营养
小江河口	中营养	中营养	中营养
黑水河口	中营养	中营养	中营养

2021~2023 年支流断面营养状态等级月度评价结果

表 5.2-11

年份	断面	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
2021 年	普渡河口（尼格）	中营养	-	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养
	以礼河口	中营养	-	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	贫营养	贫营养
	小江河口	中营养	-	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	中营养
	黑水河口	中营养		轻度富营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	贫营养
2022 年	普渡河口（尼格）	贫营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	轻度富营养	中营养	-	中营养
	以礼河口	中营养	中营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养
	小江河口	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养
	黑水河口	中营养	中营养	贫营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	贫营养	中营养
2023 年	普渡河口（尼格）	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	轻度富营养	中营养	中营养	中营养	中营养
	以礼河口	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养
	小江河口	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养
	黑水河口	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养

(5)小结

1) 自蓄水以来,白鹤滩工程河段金沙江干支流年均水质类别在《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) I~II 类之间,月均水质主要以 I~II 类水质类别为主。总体上满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类水域的验收标准,同时也满足 II 类水域的复核标准。

2) 自蓄水以来,白鹤滩库区干、支流总体处于贫营养和中营养水平,部分支流偶尔出现轻度富营养。

5.2.1.5 气体过饱和影响调查

为做好金沙江下游梯级水电开发水生生态保护,掌握金沙江下游梯级泄洪气体过饱和情况,建设单位自2013年4月开始委托中国水产科学院长江水产研究所、四川大学等单位开展了金沙江下游河道气体过饱和监测工作,第一阶段调查工作截至2018年12月,主要针对溪洛渡、向家坝调度运行展开监测工作,共完成42次监测,编制完成各类

监测报告38份，包括阶段性总结和年报。

随着乌东德、白鹤滩陆续蓄水发电，金沙江下游所有梯级全部建成，为掌握金沙江下游及相关江段过饱和气体背景情况、梯级电站各种运行工况下的过饱和气体状况、过饱和气体的沿程衰减及库湾和支流汇入对过饱和气体的缓解作用。2018年8月，建设单位委托四川大学开展第二阶段金沙江下游河道气体过饱和监测工作，监测工期为2019年~2024年，目前提交了各年度监测报告。

(1) 2013年~2018年监测结果

2013年~2018年历次监测结果显示，溪洛渡、向家坝发电泄流不会引起下游水体气体过饱和，两电站泄洪设施泄水均可能导致下游水体产生气体过饱和，向家坝水电站泄洪设施泄水未产生明显叠加作用。气体过饱和程度与R值(泄水流量/发电流量)呈正相关，不同的泄洪方式引发的过饱和程度均有明显差异，浮游生物产氧也会导致库区部分水域产生过饱和现象。由于岷江的稀释和沿程衰减，气体过饱和基本可在江安断面可降低至非饱和状态。

(2) 2019年~2024年监测情况

1) 监测方案

① 监测范围

监测包括常规监测和泄洪监测，常规监测范围从金沙江乌东德水电站保果大桥至长江上游珍稀特有鱼类保护区下边界珞璜地维大桥，包括区间主要支流及库湾，干流河道里程约1095km。

泄洪监测范围为三堆子水文站至江安，包括区间主要支流及库湾，监测范围干流河道里程约822km。

② 监测指标

监测指标主要包括溶解氧（含量、饱和度）、溶解氮（含量、饱和度）、总溶解性气体（TDG）。

③ 监测断面

A 常规监测

监测范围从金沙江乌东德水电站保果大桥至长江上游珍稀特有鱼类保护区下边界珞璜地维大桥，设38个断面。其中乌东德库区水域6个断面（干流5个、支流1个），白鹤滩库区5个断面（干流3个、支流2个），溪洛渡库区5个断面（干流），向家坝库区9个断面

(干流6个、库湾3个), 向家坝坝上至长江上游珍稀特有鱼类保护区江段水域13个断面(干流8个、支流5个)。

B 泄洪监测

泄洪监测根据金沙江下游四座梯级电站建设运行状况开展, 共设置25个断面。泄洪监测开展过程中, 当江安断面出现过饱和气体时, 增加对泸州、弥陀、榕山镇、珞璜地维大桥4个断面的监测。

④ 监测时段与频次

常规监测监测时段为每年汛前(5月)、汛期(6月-10月)、汛后(11月)各监测一次, 每次常规监测期间, 每个断面只监测一次; 泄洪监测按各断面对应的监测时期开展监测, 监测时间按照40天计量, 泄洪监测期间坝上、坝下两个断面每天上下午各监测1次, 其余断面每天监测一次。

2) 监测结果

① 2019年

2019年, 乌东德和白鹤滩尚未蓄水, 监测区域内溶解性气体饱和度时空分布规律与2013~2018年无明显差异, 总体而言, 溪洛渡、向家坝水电站泄洪设施泄水会造成下游水体产生气体过饱和现象; 无泄洪时段, 监测区域总体未出现明显气体过饱和现象。“向家坝坝下”断面溶解性气体饱和度主要与“向家坝坝前”溶解性气体饱和度有关, 而泄洪监测期间向家坝弃水方式和弃水量未对上游溶解性气体饱和度产生明显增加作用。过饱和水体对长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区影响最远断面为江安断面, 距离向家坝约70km。

② 2020年

2020年1月, 乌东德开始下闸蓄水, 受蓄水速度限制, 全年基本采取“边蓄边泄”的方式, 期间主要通过坝体泄洪建筑物泄水, 机组不过流或过流比例很小, 处于非正常工况。乌东德坝下TDG饱和度最大监测值为146%, 发生在汛期8月, 对应的泄水发电方式采用中孔+表孔+4机组, 其中中孔泄洪流量 $8473\text{m}^3/\text{s}$, 表孔泄洪流量 $867\text{m}^3/\text{s}$, 发电流量 $2867\text{m}^3/\text{s}$ 。

溪洛渡、向家坝水电站处于正常运行工况, 泄洪期间对应的泄水发电方式为表孔+深孔+机组, 坝下生成的TDG饱和度均在130%左右。

天然河道溶解气体水平沿程释放速率较快, 库区断面溶解气体水平沿程呈现持平或

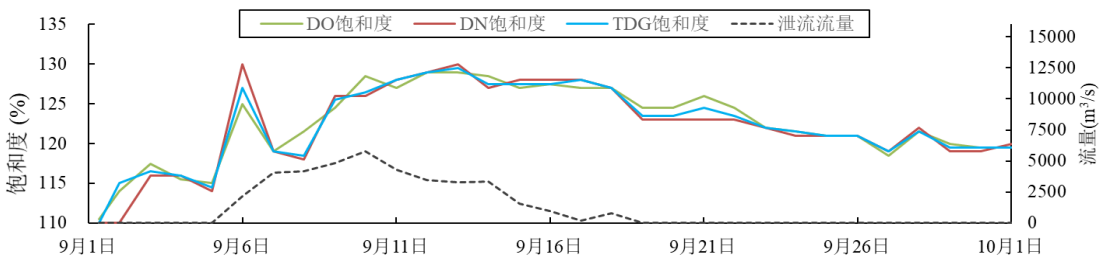
缓慢下降的趋势。2020年白鹤滩电站尚未蓄水，乌东德坝下至白鹤滩坝址段为天然河道，乌东德坝下至白鹤滩河段TDG饱和度自146%降低至114%，向家坝坝下至弥陀河段TDG从130%降低至110%，对比乌东德库区、向家坝库区TDG变化幅度很小。

③ 2021年

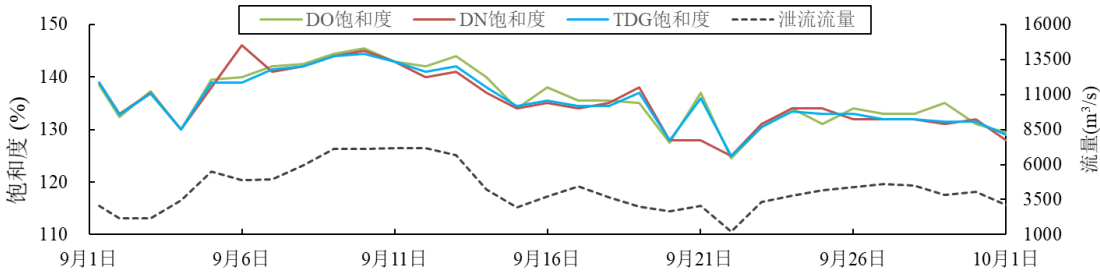
2021年4月，白鹤滩开始下闸蓄水，蓄水方式与乌东德类似，期间主要通过坝体泄洪建筑物泄水，机组不过流或过流比例很小，处于非正常工况。坝下TDG饱和度最大监测值为145%，发生在汛期9月10日，对应的泄水发电方式采用5深孔+机组，泄洪流量7150m³/s，发电流量1900m³/s。

乌东德水电站蓄水基本结束，泄洪期间坝下TDG饱和度最大值为131%，发生在9月13日，对应的泄水发电方式采用3表孔+机组，其中表孔泄洪流量3120m³/s，发电流量7910m³/s。溪洛渡、向家坝水电站处于正常运行工况，泄洪期间坝下TDG饱和度最大值为133%、127%。

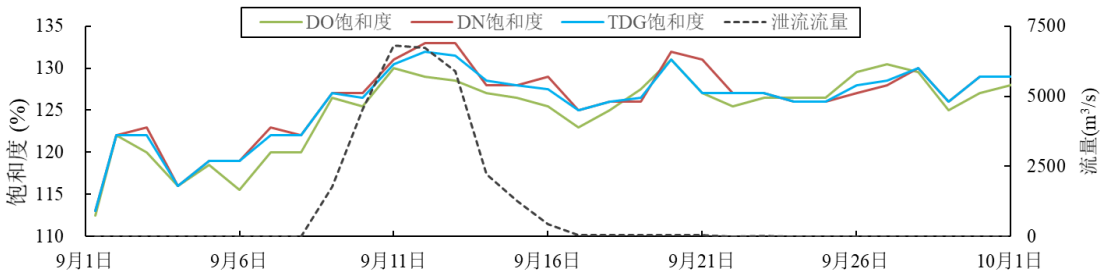
向家坝下河道饱和度沿着河流流程增加逐渐降低，至李庄以下饱和度逐渐趋于正常。



乌东德坝下断面溶解气体逐日变化过程图（2021 泄洪监测）



白鹤滩坝下断面溶解气体逐日变化过程图（2021 泄洪监测）



溪洛渡坝下断面溶解气体逐日变化过程图（2021 泄洪监测）

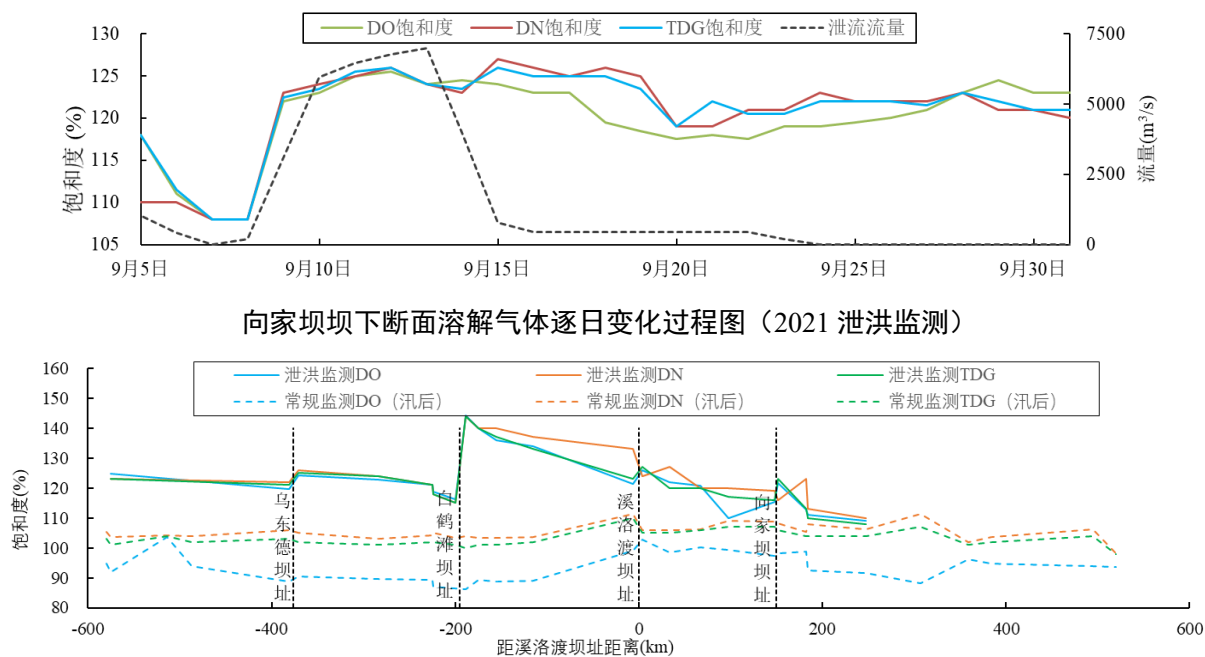


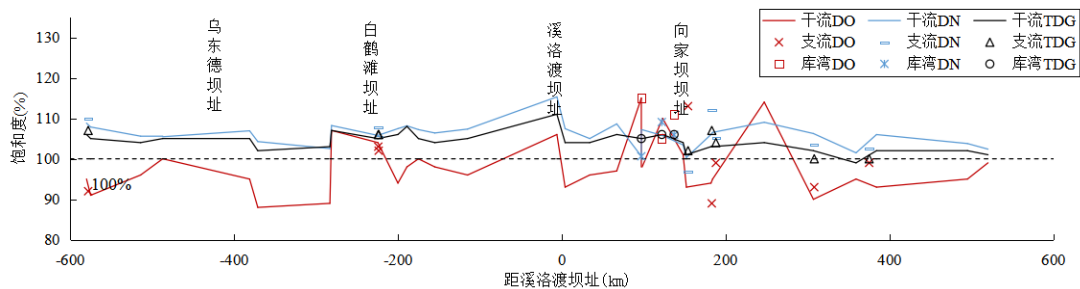
图 5.2-19 2021 年溶解气体沿程观测结果

④ 2022年

2022年，监测区域内溶解性气体饱和度时空分布规律与2019~2021年无明显差异，总体而言，水电站泄洪设施泄水会造成下游水体产生气体过饱和现象；无泄洪时段，监测区域总体未出现明显气体过饱和现象。年内白鹤滩仍在蓄水，坝下TDG饱和度分布规律与2021年类似，监测期间乌东德未泄洪，坝下河段未出现饱和度高于110%的现象；溪洛渡坝下TDG饱和度最大值为130%，向家坝坝下TDG饱和度最大值为128%。气体饱和度和均可在江安断面降低至非饱和状态，TDG均维持在100%左右，无明显变化趋势。

⑤ 2023年

2023年，金沙江下游四座电站全部投产，水库联合调度能力增强，电站泄流主要通过机组发电尾水，均未泄洪，坝下断面较坝上断面的溶解气体浓度饱和度变化幅度均较小，饱和度均接近正常饱和态。



汛前监测

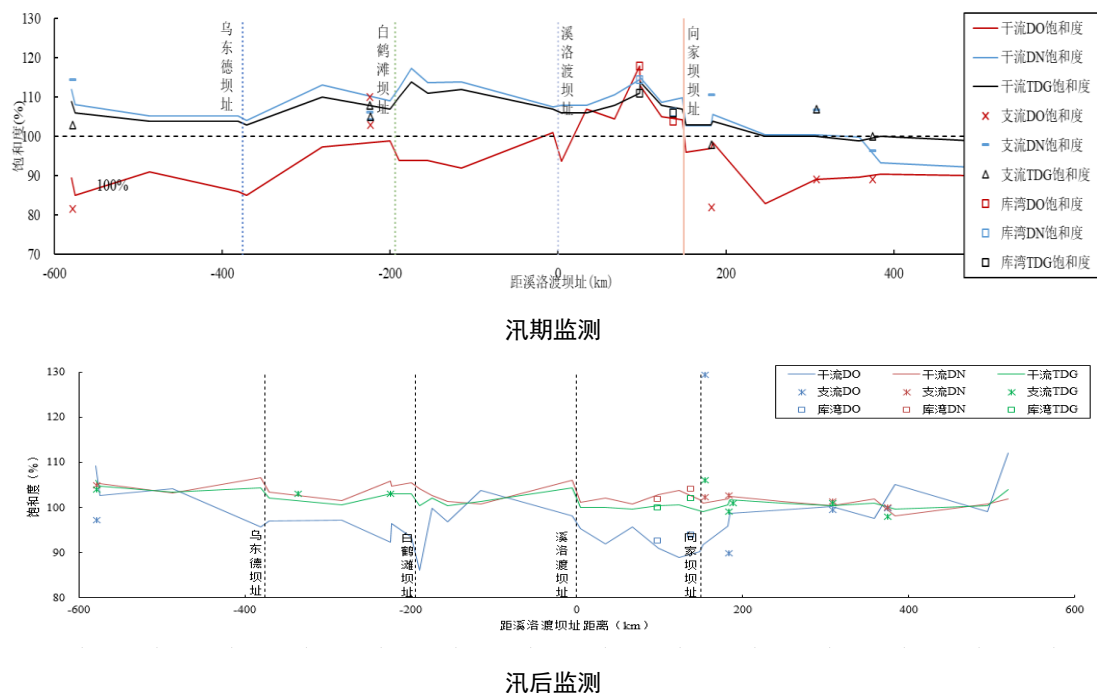


图 5.2-20 金沙江下游 TDG、DO、DN 饱和度沿程变化图（2023 汛前）

经核查，2019年~2023年，向家坝下游断面溶解氧饱和度基本低于110%，下游河段未发现野生土著鱼类因气体过饱和导致死亡的现象。

(3)结果分析

1)过饱和TDG生成与泄洪流量的关系分析

① 过饱和TDG生成与泄洪总流量的关系

整理历年监测数据，表明随着泄洪流量的增大，金沙江下游梯级电站泄洪设施泄水生成的TDG饱和度整体呈增大的趋势，在年际间呈现较好的一致性，呈同向增长趋势。

② 过饱和TDG生成与泄洪、发电流量比的关系

监测结果表明，TDG饱和度和泄洪流量与发电流量的比值成正相关。随着泄洪、发电流量比值的增大，乌东德、白鹤滩、溪洛渡和向家坝泄水生成的TDG饱和度总体上呈增大的趋势。

2)过饱和TDG生成与下游水位的关系分析

TDG 饱和度总体上随下游水位的增大而增大，向家坝、溪洛渡、乌东德、白鹤滩坝下TDG饱和度与下游水位、坝下水深的相关性依次减弱。

3)横向变化分析

依据各年度监测结果，除岷江汇口下游断面，其余监测断面左中右测点溶解气体浓度和饱和度的值较为接近。岷江汇口下游断面右岸的饱和度要高于左岸，分析认为支流

的汇入将在一定程度上稀释干流的溶解气体浓度，在支流汇入后一定长度河道范围内，造成了溶解气体横向分布差异。

(4)小结

总体而言，发电泄流不会引起下游水体气体过饱和，电站泄洪可能导致下游水体气体过饱和；气体过饱和程度与泄洪总流量呈正相关，由于岷江的稀释和沿程衰减，气体过饱和基本可在江安断面可降低至非饱和状态。

建议继续开展金沙江下游四库联合调度运行研究工作，尽可能减小各梯级泄洪频率和泄洪时间，以减缓TDG过饱和对水生生物影响。

5.2.2 水生生态影响调查

5.2.2.1 水生生态现状调查

(1)工作基础

2016~2018年，建设单位委托中国水产科学研究院长江水产研究所开展金沙江下游水生生态监测工作，并编制完成《金沙江下游流域水生生态监测年度报告》(2016年、2017年、2018年)。自2019年起，建设单位委托水利部中科院水工程生态研究所开展2019~2024年金沙江下游流域水生生态监测工作，目前已提交各年度监测报告。

本次竣工环境保护验收调查期间，成都院委托中国水产科学研究院长江水产研究所于2023年9月~10月开展了白鹤滩水电站评价水域水生生物、珍稀保护鱼类、鱼类产卵场等方面的调查工作。同时，结合2016年以来历次调查成果数据，整理形成竣工环保验收阶段水生生态调查与评价专题报告。

(2)调查方案

1)调查范围

总体调查范围为金沙江下游，重点调查范围与白鹤滩水电站环评阶段保持一致，即乌东德水库库尾~向家坝坝址之间的金沙江下游河段，干流全长约768km。

2)调查断面

调查断面尽量与环评阶段相对应，其中鱼类资源调查断面5个，分别为攀枝花江段、巧家江段、雷波江段、新市江段和水富江段。饵料生物干流调查断面为盐边、元谋、乌东德（皎平渡）、小江河口、以礼河口、巧家、么米沱、金阳河口、溪洛渡（雷波）、水富；支流调查断面为二滩、普渡河、小江、以礼河、黑水河、牛栏江、金阳河、美姑河和横江。

(3)调查结果

1)浮游植物

① 种类

共检出浮游植物7门161种。其中硅藻的种类最多，有106种（属），占总数的65.84%；其次为绿藻门，有31种（属），占总数的19.25%；蓝藻门11种，占总数的6.83%，裸藻门4种（属），占2.48%；甲藻门4种（属），占2.48%；隐藻门3种（属），占1.86%；和金藻门2种（属），占1.24%。

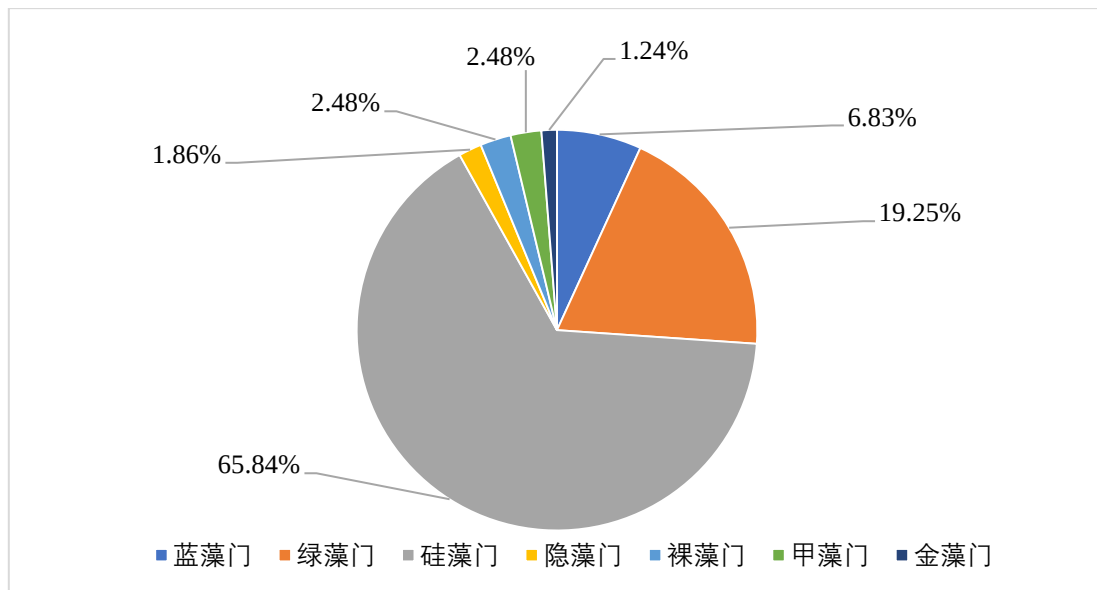


图 5.2-21 浮游植物种类组成

② 现存量

浮游植物密度平均值为 2.29×10^6 cells/L，干流平均值为 2.18×10^6 cells/L，支流平均值为 2.42×10^6 cells/L，调查显示溪洛渡断面浮游植物密度最高，为 7.53×10^6 cells/L，最低为普渡河断面，为 0.47×10^6 cell/L。

浮游植物生物量调查平均值为1.74 mg/L，干流平均值为1.16 mg/L，支流平均值为2.47 mg/L。各断面生物量平均值较高的均在支流，最高的为黑水河，6.46mg/L，其次为小江、金阳河，平均值分别为5.98 mg/L、1.93mg/L。

从浮游植物监测结果来看，浮游植物密度和生物量总体水平均较低，硅藻门和绿藻门占主要地位。各断面间浮游植物密度和生物量均存在一定差异。总体来看，支流浮游植物的密度和生物量水平相对高于干流，干流以乌东德和巧家断面相对较高，其余断面总体水平均较低。

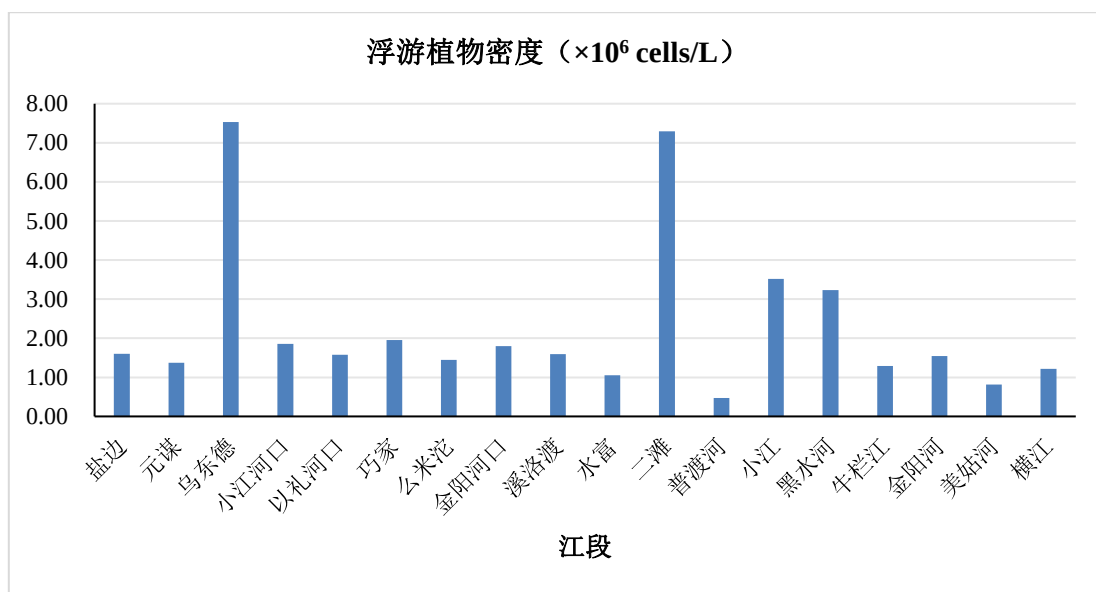


图 5.2-22 各断面浮游植物密度变化

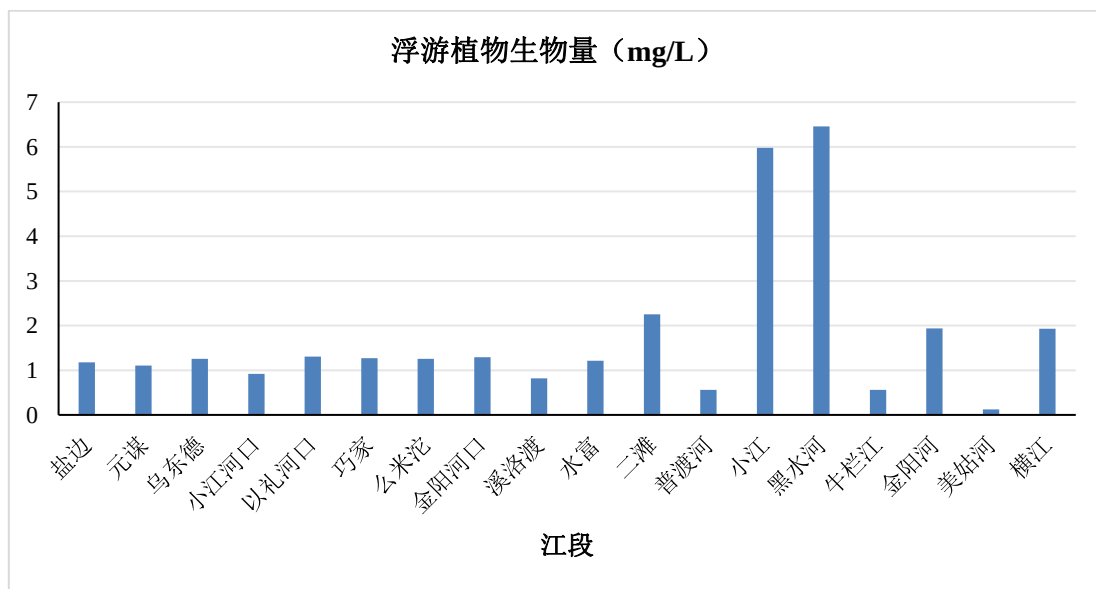


图 5.2-23 各断面浮游植物生物量变化

2)浮游动物

① 种类

工程河段共检测到浮游动物36种（属），其中原生动物13种（属），轮虫17种（属），枝角类3种（属），桡足类3种（属），分别占总数的36.11%、47.22%、8.33%和8.33%。各监测断面浮游动物种类数变幅为5~25种，其中乌东德断面监测到浮游动物种类数最多，牛栏江断面监测到浮游动物种类最少。

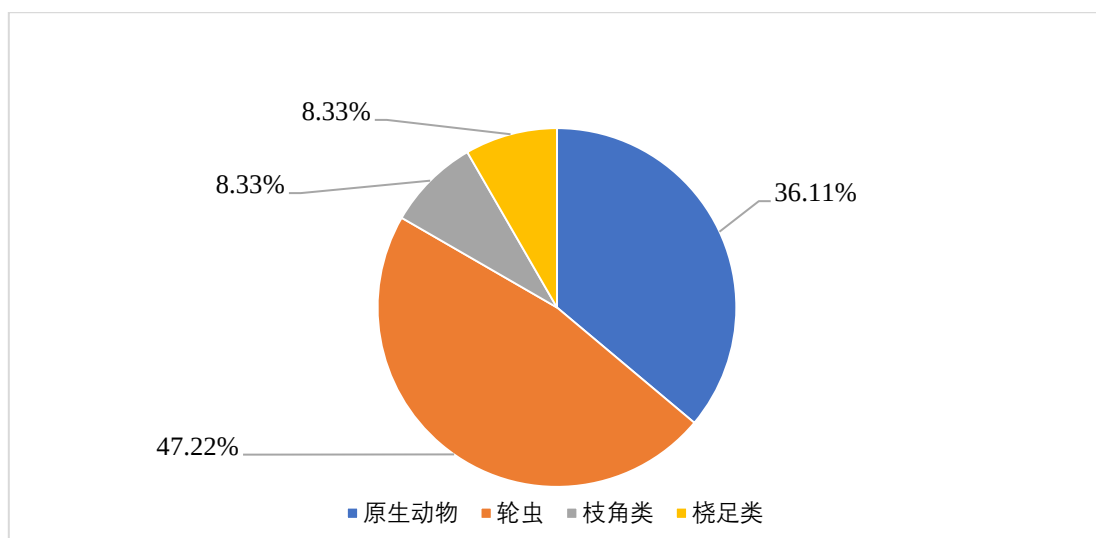


图 5.2-24 各断面浮游动物组成

② 现存量

干流浮游动物平均密度和生物量分别为285.68ind./L和0.066mg/L。以乌东德断面最高，分别为683.96ind./L、0.111 mg/L，密度最低值在盐边断面，分别为190.1ind./L和0.033mg/L。

支流浮游动物平均密度和生物量分别为310.03ind./L和0.037 mg/L，浮游动物密度以黑水河断面最高，为555.82ind./L，普渡河最低，为166.7ind./L。生物量以小江断面最高，横江断面最低，仅0.0236mg/L。

总体看来，浮游动物密度和生物量水平总体均较低，原生动物和轮虫占据主要地位，枝角类和桡足类较少。部分监测断面间浮游动物密度和生物量有较大差异。总体上干流浮游动物密度低于支流，生物量干流大于支流。

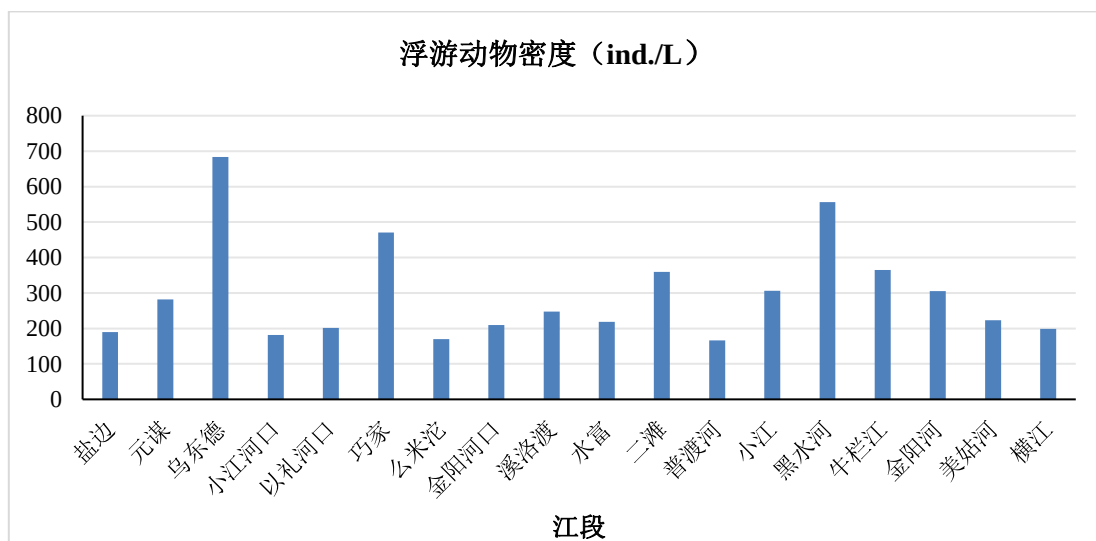


图 5.2-25 各断面浮游动物密度变化

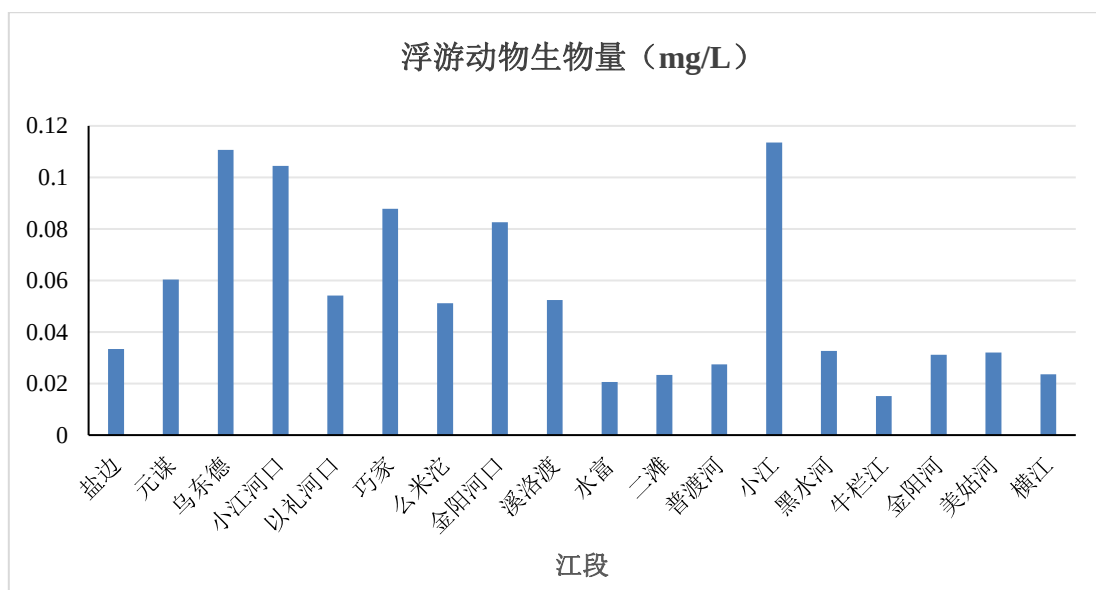


图 5.2-26 各断面浮游动物生物量变化

3)底栖动物

① 种类

工程河段共鉴定出底栖动物3门18属种，其中节肢动物8种，占总物种数的44.44%，环节动物3种，占总数的16.7%，软体动物7种，占总数的38.89%。

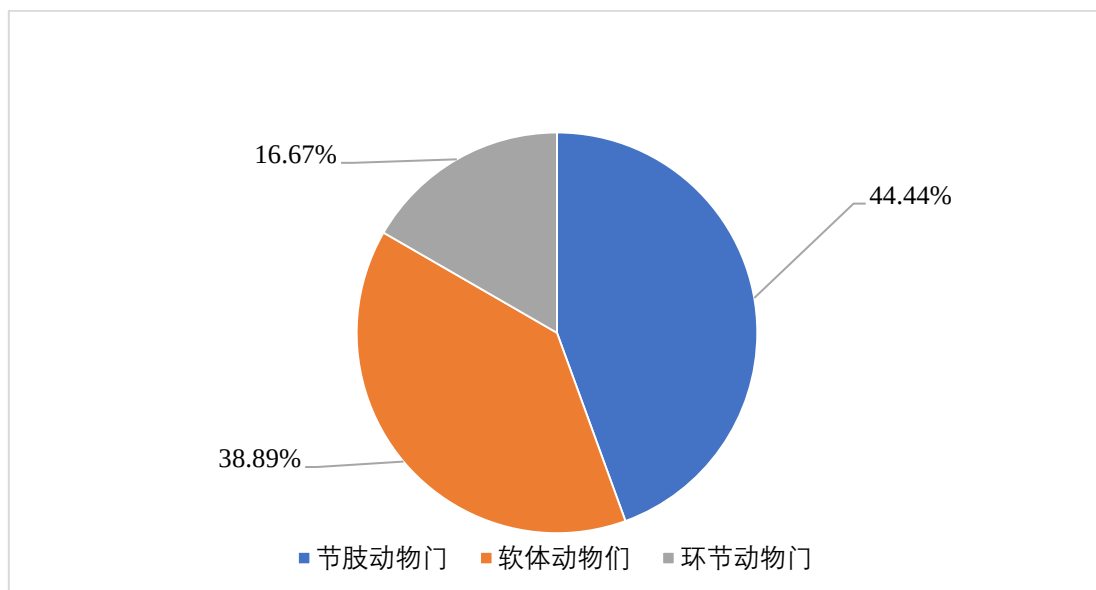


图 5.2-27 底栖动物种类组成

② 现存量

干流底栖动物平均密度和生物量分别为105.71ind./m²和1.37g/m²。动物密度平均值以小江河口断面最高，为274.07ind/m²，以礼河口断面最低，为11.11ind/m²。生物量均值以水富断面最高，为3.12g/m²，以巧家断面最低，为0.33g/m²。

支流底栖动物平均密度和生物量分别为130.63ind/m²和2.47g/m²。底栖动物密度和生物量平均值以小江断面最高，分别为199.2ind./m²、5.32g/m²，底栖动物密度最低值出现在横江断面，为33.66ind/m²，生物量最低值出现在普渡河断面，为1.14g/m²。

总体来看，金沙江下游江段的底栖动物种类相对较少，密度和生物量均处于较低的水平。底栖动物种类组成主要以节肢动物为主，占据优势地位，支流底栖动物相对丰富，密度和生物量均高于干流。

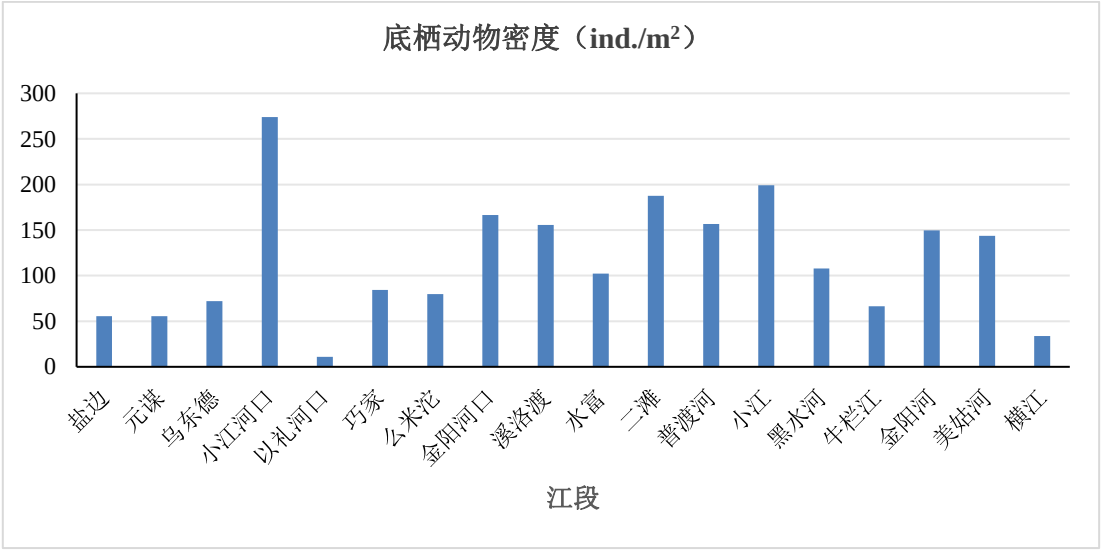


图 5.2-28 各断面底栖动物密度变化

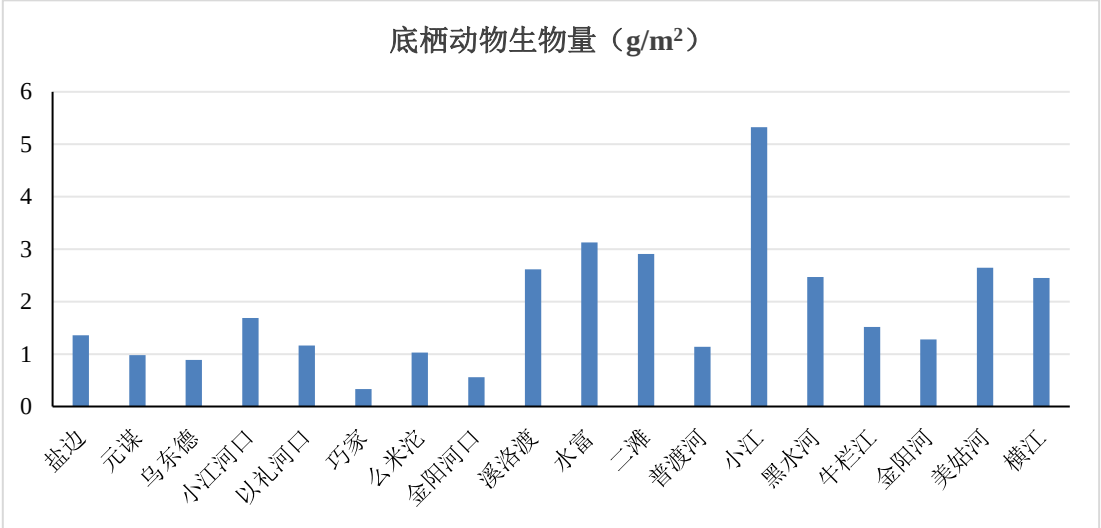


图 5.2-29 各断面底栖动物生物量变化

4)鱼类

① 金沙江干流

A 种类组成

干流共采集到鱼类68种，隶属4目13科46属，包括8种外来种，分别是杂交鲟、斑点

叉尾鮰、沙塘鳢、散鳞镜鲤、梭鲈、齐氏罗非鱼、尼罗罗非鱼和蒙古鲃。其中攀枝花至巧家江段37种，雷波至宜宾江段（雷波、新市和水富）52种。共采集特有鱼类14种，分别为长江鲟、白甲鱼、张氏鲮、中华倒刺鲃、厚颌鲂、黑尾近红鲃、细鳞裂腹鱼、齐口裂腹鱼、短须裂腹鱼、圆口铜鱼、圆筒吻鲈、异鳔鳅、岩原鲤、胭脂鱼。

金沙江下游 2023 年鱼类种类名录及分布

表错误!文档中没有指定样式的文字。-12

序号	目	科	属	种	拉丁文学名	攀枝花-巧家	永善-宜宾
1	鲟形目	鲟科	鲟属	★长江鲟	Acipenser dabryanus		+
2	鲟形目	鲟科	鲟属	△杂交鲟	Acipenser sp		+
3	鲇形目	鮰科	真鮰属	△斑点叉尾鮰	Ictalurus punctatus		+
4	鲇形目	鲿科	鲿属	大鳍鲿	Hemibagrus macropterus	+	+
5	鲇形目	鲿科	鮠属	长吻鮠	Leiocassis longirostris		+
6	鲇形目	鲿科	鮠属	粗唇鮠	Leiocassis crassilabris		+
7	鲇形目	鲇科	鲇属	鲇	Silurus asotus	+	+
8	鲇形目	鲇科	鲇属	南方鲇	Silurus soldatovi	+	+
9	鲇形目	鲿科	黄颡鱼属	长须黄颡鱼	Pelteobagrus eupogon		+
10	鲇形目	鲿科	黄颡鱼属	瓦氏黄颡鱼	Pelteobagrus vachelli	+	+
11	鲇形目	鲿科	黄颡鱼属	黄颡鱼	Pelteobagrus sp	+	+
12	鲇形目	鲿科	黄颡鱼属	光泽黄颡鱼	Pelteobagrus nitidus	+	
13	鲈形目	鰕虎鱼科	鰕虎鱼属	子陵栉鰕虎鱼	Rhinogobius giurinus	+	+
14	鲈形目	鰕虎鱼科	鰕虎鱼属	粘皮鰕虎鱼	Mugilogobius myxodermus		+
15	鲈形目	鲈科	鳊属	大眼鳊	Siniperca kneri Garman		+
16	鲈形目	鲈科	鳊属	斑鳊	Siniperca scherzeri		+
17	鲈形目	鳊科	鳊属	宽额鳊	Channa gachua	+	
18	鲈形目	丽鱼科	罗非鱼属	△齐氏罗非鱼	Coptodon zillii	+	
19	鲈形目	丽鱼科	罗非鱼属	△尼罗罗非鱼	Oreochromis niloticus	+	
20	鲈形目	塘鳢科	沙塘鳢属	△沙塘鳢	Odontobutis obscurus		+
21	鲈形目	鲈科	梭鲈属	△梭鲈	Sander lucioperca		+
22	鲤形目	鲤科	白甲鱼属	★白甲鱼	Onychostoma sima	+	
23	鲤形目	鲤科	棒花鱼属	棒花鱼	Abbottina rivularis	+	+
24	鲤形目	鲤科	鲃属	翘嘴鲃	Culter alburnus	+	+
25	鲤形目	鲤科	鲃属	△蒙古鲃	Culter mongolicusBasilewsky		+
26	鲤形目	鲤科	鲮属	★张氏鲮	Hemiculter tchangi	+	+
27	鲤形目	鲤科	鲮属	鲮	Hemiculter leucisculus	+	+
28	鲤形目	鲤科	鲮属	贝氏鲮	Hemiculter bleekeri	+	
29	鲤形目	鲤科	草鱼属	草鱼	Ctenopharyngodon idellus		+
30	鲤形目	鲤科	倒刺鲃属	★中华倒刺鲃	Spinibarbus sinensis	+	+
31	鲤形目	鲤科	鲂属	★厚颌鲂	Megalobrama pellegrini		+
32	鲤形目	鲤科	鲴属	银鲴	Xenocypris argentea		+
33	鲤形目	鲤科	鲴属	四川鲴	Xenocypris sechuanensis		+
34	鲤形目	鲤科	鲴属	黄尾鲴	Xenocypris davidi		+

序号	目	科	属	种	拉丁文学名	攀枝花-巧家	永善-宜宾
35	鲤形目	鲤科	红鲃属	达氏鲃	Erythroculter dabryi		+
36	鲤形目	鲤科	华鳊属	华鳊	Sinibrama wui		+
37	鲤形目	鲤科	鲮属	花鲮	Hemibarbus maculatus		+
38	鲤形目	鲤科	鲮属	唇鲮	Hemibarbus labeo		+
39	鲤形目	鲤科	鲫属	鲫	Carassius auratus	+	+
40	鲤形目	鲤科	近红鲃属	★黑尾近红鲃	Ancherythroculter nigrocauda	+	
41	鲤形目	鲤科	鲤属	鲤	Cyprinus carpio	+	+
42	鲤形目	鲤科	鲤属	△散鳞镜鲤	Cyprinus carpio var	+	+
43	鲤形目	鲤科	鲢属	鲢	Hypophthalmichthys molitrix	+	+
44	鲤形目	鲤科	裂腹鱼属	★细鳞裂腹鱼	Schizothorax chongi	+	
45	鲤形目	鲤科	裂腹鱼属	★齐口裂腹鱼	Schizothorax prenanti	+	
46	鲤形目	鲤科	裂腹鱼属	★短须裂腹鱼	Schizothorax wangchiachii	+	
47	鲤形目	鲤科	鲮属	宽鳍鲮	Zacco platypus	+	+
48	鲤形目	鲤科	麦穗鱼属	麦穗鱼	Pseudorasbora parva	+	
49	鲤形目	鲤科	墨头鱼属	墨头鱼	Garra imberba Garman	+	
50	鲤形目	鲤科	鲮属	中华鲮	Rhodeus sinensis	+	
51	鲤形目	鲤科	鲮属	高体鲮	Rhodeus ocellatus	+	
52	鲤形目	鲤科	鲮属	彩石鲮	Rhodeus sinensis	+	
53	鲤形目	鲤科	飘鱼属	寡鳞飘鱼	Pseudolaubuca engraulis		+
54	鲤形目	鲤科	鲈属	华鲈	Sarcocheilichthys sinensis		+
55	鲤形目	鲤科	蛇鲈属	蛇鲈	Saurogobio dabryi	+	+
56	鲤形目	鲤科	似鲈属	似鲈	Pseudobrama simoni		+
57	鲤形目	鲤科	铜鱼属	★圆口铜鱼	Coreius guichenoti		+
58	鲤形目	鲤科	铜鱼属	铜鱼	Coreius heterodon		+
59	鲤形目	鲤科	吻鲈属	★圆筒吻鲈	Rhinogobio cylindricus		+
60	鲤形目	鲤科	吻鲈属	吻鲈	Rhinogobio typus		+
61	鲤形目	鲤科	异鳔鳅属	★异鳔鳅	Gobiobotia Tchang		+
62	鲤形目	鲤科	鲮属	鲮	Aristichthys nobilis	+	+
63	鲤形目	鲤科	原鲃属	红鳍原鲃	Cultrichthys erythropterus	+	
64	鲤形目	鲤科	原鲤属	★岩原鲤	Procypris rabaudi	+	+
65	鲤形目	鲤科	圆吻鲈属	圆吻鲈	Distoechodon tumirostris		+
66	鲤形目	鲤科	盘鲈属	云南盘鲈	Discogobio yunnanensis	+	
67	鲤形目	鳅科	副泥鳅属	大鳞副泥鳅	Paramisgurnus dabryanus	+	
68	鲤形目	胭脂鱼科	胭脂鱼属	★胭脂鱼	Myxocyprinus asiaticus		+

注：★表示长江上游特有种，△表示外物种

B 渔获物组成

攀枝花至巧家江段共统计渔获物944尾、共计330.42kg，主要渔获对象为张氏鲮、鲢、中华鲮、鲫和鳊等。其中鲢在渔获物中的重量比例占第一位，达到43.16%，是该江段最主要的渔获对象，鲮次之，为30.67%，南方鳊第三，为7.80%

永善至宜宾江段共统计渔获物868尾、383.69kg。主要渔获物对象为瓦氏黄颡鱼、长

江鲟、吻鮠、铜鱼和唇鲮等。其中，瓦氏黄颡鱼所占比例最高，是该江段最主要的渔获对象；其次分别为长江鲟和吻鮠。

2023 年金沙江攀枝花-巧家江段渔获物组成

表 5.2-13

鱼名	数量	重量 g	平均体重 g	体长范围 cm		平均体长（cm）
				短	长	
张氏鲮	208	5049.5	24.28	6.9	18.3	11.85
鲢	132	142625.5	1080.50	8.2	55.5	37.91
中华鲮	79	339.4	4.30	3.2	7	5.19
鲫	72	5773.8	80.19	6.7	21.3	12.77
鲮	66	1528.1	23.15	7.5	15.6	12.52
瓦氏黄颡鱼	46	1861.5	40.47	6.8	24.5	12.75
子陵吻虾虎鱼	36	146.3	4.06	2.4	8.7	5.72
鲤	35	21952.6	627.22	15	32.5	25.51
黑尾近红鲌	30	364.7	12.16	7.7	13.7	10.42
鳊	30	101350.1	3378.34	27.9	71.1	56.9
红鳍原鲌	28	703.6	25.13	2.9	28.7	9.23
麦穗鱼	23	135.2	5.88	2.8	10.2	6.09
齐氏罗非鱼	21	1970.2	93.82	2.7	19.9	7.57
棒花鱼	20	215.9	10.80	5.3	10	7.94
尼罗罗非鱼	19	4350.1	228.95	5	28.4	20.61
南方鲇	15	25768.3	1717.89	35.7	79	55.16
翘嘴鲌	15	2453.7	163.58	11.5	28.8	21.84
白甲鱼	10	4175.5	417.55	18.5	34.5	23.77
宽鳍鱮	9	215.1	23.90	6.5	12.5	10.54
贝氏鲮	8	170.8	21.35	8.7	15.4	11.75
细鳞裂腹鱼	6	1014	169.00	12.2	28.4	19.35
彩石鲮	4	20.3	5.08	3.2	6.7	5.1
高体鲮	4	28.9	7.23	5.2	6.8	5.9
鲇	4	3172	793.00	20.7	68	39.9
黄颡鱼	3	387.3	129.10	14.5	21.7	19.13
宽额鳊	3	91.9	30.63	9.5	13.8	11.57
中华倒刺鲃	3	1471.4	490.47	18.7	24.7	21.27
大鳞副泥鳅	2	32.7	16.35	7.6	15.7	16.35
短须裂腹鱼	2	318.9	159.45	17.3	19.7	18.5
墨头鱼	2	96.5	48.25	13.5	14.5	14
齐口裂腹鱼	2	1729.1	864.55	36.2	36.8	36.5
岩原鲤	2	133.6	66.80	9.3	18	13.65
大鳍鱬	1	6.6	6.60	8.9	8.9	8.9
光泽黄颡鱼	1	14	14.00	12.7	12.7	12.7
散鳞镜鲤	1	737.9	737.90	30	30	30
蛇鮈	1	19.2	19.20	12.7	12.7	12.7
云南盘鮈	1	22.7	22.70	10.4	10.4	10.4

2023 年金沙江雷波-宜宾江段渔获物组成

表 5.2-14

序号	鱼名	数量	重量 g	平均体重 g	体长范围 mm	平均体长 mm
1	瓦氏黄颡鱼	131	8613	65.75	91-305	170.50
2	长江鲟	114	146718	1287.00	147-1235	492.11
3	吻鮰	85	12851	151.19	166-350	237.34
4	铜鱼	58	24569	423.60	240-395	313.93
5	唇鲮	46	5222	113.52	91-230	193.26
6	黄尾鲴	37	9639	260.51	93-323	243.27
7	圆口铜鱼	37	19884	537.41	222-365	537.41
8	鲫	36	6295	174.86	27-266	166.03
9	粗唇鲮	31	1711	55.19	74-235	158.94
10	厚颌鲂	29	14063	484.93	113-356	265.55
11	达氏鲃	26	3024	116.31	167-207	200.69
12	胭脂鱼	24	23277.8	969.91	95-820	288.54
13	岩原鲤	23	8099	352.13	74-2336	212.74
14	黄颡鱼	20	1775	88.75	135-285	187.90
15	鲤	20	21273	1063.65	130-527	338.95
16	飘鱼	18	2277	126.50	164-276	236.89
17	圆吻鲴	16	3217	201.06	151-330	210.19
18	鲃	13	2320	178.46	63-455	250.38
19	长须黄颡鱼	12	888	74.00	145-210	175.00
20	杂交鲟	10	13656	1365.60	447-800	584.90
21	张氏鲮	9	597	66.33	72-203	151.33
22	斑点叉尾鲴	8	1971	246.38	185-206	220.88
23	中华倒刺鲃	8	914	114.25	133-229	165.25
24	长吻鲮	7	1308	186.86	135-363	206.00
25	大眼鲈	6	561	93.50	149-187	167.00
26	宽鳍鱲	6	257	42.83	98-144	126.00
27	翘嘴鲃	6	2968	494.67	196-531	321.83
28	鲢	4	22650	5662.50	630-715	668.00
29	蛇鲰	4	130	32.50	134-184	146.75
30	银鲴	4	619	154.75	137-267	181.50
31	棒花鱼	3	100	33.33	114-120	118.00
32	鲮	3	167	55.67	112-227	156.33
33	光泽黄颡鱼	3	152	50.67	80-202	156.33
34	子陵栉鰕虎鱼	3	21	7.00	63-76	70.00
35	斑鲈	2	333	166.50	173-217	195.00
36	大鳍鱬	2	131	65.50	181-182	181.50
37	花鲮	2	341	170.50	190-252	221.00
38	华鳊	2	92	46.00	134	133-135
39	似鳊	2	241	120.50	167-185	176.00
40	四川鲴	2	2171	1085.50	409-410	409.50
41	鲮	2	9619	4809.50	403-855	629.00

序号	鱼名	数量	重量 g	平均体重 g	体长范围 mm	平均体长 mm
42	圆筒吻鮡	2	411	205.50	250-283	266.50
43	沙塘鳢	1	76	76.00	150	150.00
44	梭鲈	1	3250	3250.00	633	633.00
45	草鱼	1	4100	4100.00	641	641.00
46	南方鲇	1	157	157.00	170	170.00
47	华鯪	1	95	95.00	159	159.00
48	蒙古鲃	1	115	115.00	213	213.00
49	散鳞镜鲤	1	316	316.00	215	215.00
50	梭鲈	1	430	430.00	317	317.00
51	异鳔鮠	1	18	18.00	98	98.00
52	粘皮鮠	1	7	7.00	72	72.00

② 支流黑水河

A 种类组成

黑水河共调查到鱼类43种，隶属4目10科27属，其中鲤形目最多有31种，占比72.09%，其次为鲇形目7种，占比16.28%，鲈形目4种，占比9.30%，最少为鲟形目1种，占比2.33%。

黑水河鱼类组成表

表 5.2-15

目	种	占比/%	科	种	占比/%	序号	属	种	占比/%
鲟形目	1	2.33%	鲟科	1	2.33%	1	/	1	2.33%
鲤形目	31	72.09%	鳅科	9	20.93%	2	高原鳅属	4	9.30%
						2	副鳅属	2	4.65%
						4	泥鳅属	1	2.33%
						5	南鳅属	2	4.65%
			平鳍鳅科	1	2.33%	6	华吸鳅属	1	2.33%
			鲤科	21	48.84%	7	鳊属	1	2.33%
						8	鲮属	1	2.33%
						9	飘鱼属	1	2.33%
						10	鲮属	2	4.65%
						11	鲃属	3	6.98%
						12	麦穗鱼属	1	2.33%
						13	棒花鱼属	2	4.65%
						14	蛇鮈属	1	2.33%
						15	倒刺鲃属	1	2.33%
						16	裂腹鱼属	3	6.98%
						17	鲤属	1	2.33%
						18	鲈鲤属	1	2.33%
						19	鲫	1	2.33%
						20	孟加拉国鲃属	1	2.33%
						21	盘鮈属	1	2.33%

目	种	占比/%	科	种	占比/%	序号	属	种	占比/%
鲇形目	7	16.28%	鲇科	3	6.98%	22	鲇属	1	2.33%
						23	黄颡鱼属	2	4.65%
			鮡科	1	2.33%	24	纹胸鮡属	1	2.33%
			鲇科	1	2.33%	25	鲇属	1	2.33%
			钝头鮡科	2	4.65%	26	鲇属	2	4.65%
鲈形目	4	9.30%	鰕虎鱼科	2	4.65%	27	栉鰕虎鱼属	2	4.65%
			丽鱼科	2	4.65%	28	罗非鱼属	2	4.65%
合计	43	100%	10	43	100%		27	43	100%

B 渔获物组成

黑水河调查江段共采集到鱼类4383尾、66.66kg。每个季节捕捞量有所差异，其中春夏季平均捕捞量为0.022kg/h，秋冬季为0.091kg/h。不同功能区捕捞量也有差异，以观察区最多，为0.103kg/h；其次依为试验区、源头区、蓄水永久淹没区、天然河道修复区、天然河道保护区和回水变动区，平均捕捞量分别为0.088kg/h、0.072kg/h、0.048kg/h、0.035kg/h、0.020kg/h、0.010kg/h。

5) 鱼类早期资源调查

① 长江干流

A 种类组成

早期资源调查到典型产漂流性卵鱼类共计28种，其中雅砻江河口江段4种，乌东德库尾江段6种，黄草坪江段9种，冯家坪江段4种，宜宾江段5种，岷江河口江段7种、合江江段19种、江津江段19种。监测到的鱼类中包括长江上游特有鱼类11种，分别为圆口铜鱼、长薄鳅、红唇薄鳅、小眼薄鳅、长鳍吻鮡、圆筒吻鮡、中华金沙鳅、异鳔鳅鲶、裸体异鳔鳅鲶、宽体沙鳅和短身金沙鳅。

B 产卵时间

圆口铜鱼集中在7月下旬，长鳍吻鮡集中在4月下旬至5月上旬，长薄鳅集中在7月下旬，中华金沙鳅集中在6月下旬，圆筒吻鮡集中在6月中旬，除长鳍吻鮡繁殖时间较早外，其他几种鱼类繁殖高峰均有不同程度的延后。

C 产卵场分布

圆口铜鱼产卵场位于白鹤滩坝下鲁纳嘎江段；长鳍吻鮡产卵场位于乌东德库尾雅砻江盐边县、攀枝花炳草岗大桥、雅砻江河口、乌东德坝下鲁纳嘎、白鹤滩坝下新田村江段；中华金沙鳅产卵场位于雅砻江河口上游盐边县、雅砻江河口、白鹤滩坝下施期、鲁纳嘎江段。

D 产卵场规模

不同鱼类种类的繁殖规模见下表。其中，吻鮰、圆筒吻鮰的繁殖规模较大，分别占25.20%、16.13%。

金沙江下游流域产漂流性卵鱼类早期资源种类组成（2023 年）

表 5.2-16

种类	分布区域				繁殖规模（万粒）	比例（%）
	乌东德	白鹤滩	溪洛渡	保护区		
吻鮰			*	*	18741.23	19.17
铜鱼				*	14735.17	15.07
银鮰				*	14484.81	14.81
圆筒吻鮰				*	11117.32	11.37
草鱼				*	8432.02	8.62
鲢				*	4278.11	4.38
长鳍吻鮰	*	*	*	*	4248.62	4.35
鳙				*	3790.90	3.88
宜昌鳊鲃				*	3450.88	3.53
小眼薄鳊				*	3144.40	3.22
中华金沙鳊	*	*		*	2913.19	2.98
赤眼鳟				*	1748.39	1.79
中华沙鳊	*	*		*	1442.67	1.48
寡鳞鳊		*		*	1241.65	1.27
红唇薄鳊				*	966.16	0.99
花斑副沙鳊				*	725.85	0.74
犁头鳊	*	*		*	723.7	0.74
异鳊鳊			*	*	583.85	0.60
宽体沙鳊	*			*	305.79	0.31
青鱼				*	203.74	0.21
紫薄鳊				*	154.59	0.16
长薄鳊		*		*	135.57	0.14
鳊				*	116.91	0.12
蛇鮈		*			62.79	0.06
圆口铜鱼		*			10.22	0.01
光唇蛇鮈				*	8.55	0.01
裸体异鳊鳊	*	*			4.93	0.01
短身金沙鳊			*		1.59	0.00
总计					97773.60	

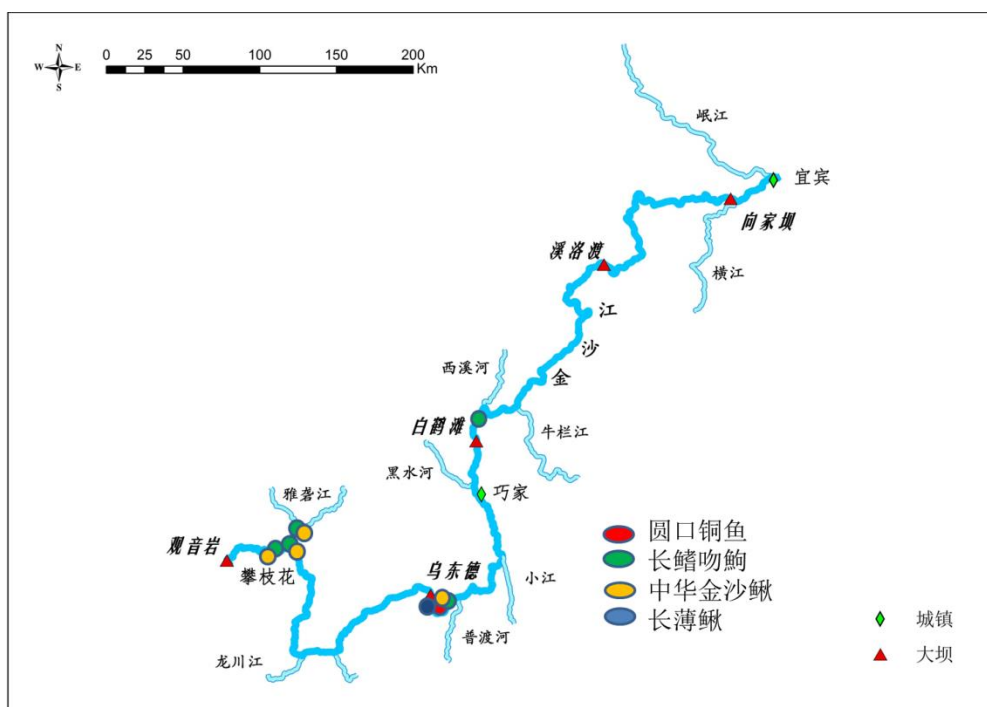


图 5.2-30 金沙江下游江段鱼类产卵场分布（2023 年）

② 支流黑水河

黑水河共采集到鱼卵25粒，鱼苗493尾，经形态与分子鉴定，总计12种，隶属于2目3科9属，其中鳅科最多，鲴科种类数最少。

通过鱼类早期资源调查，黑水河鱼类产卵场主要分布西洛河、苏家湾坝上、苏家湾坝下、公德房坝下、公德房厂房下、松新坝下、松新减水河段、老木河坝址、老木河坝下1km、老木河尾水、天久乡、825回水点、转堡、野碧河口共17个河段。这些河段底栖生物种类相对较多，藻类较丰富，生境复杂多样化，适合幼鱼生长繁殖。

(4)小结

2023年调查中，白鹤滩所在金沙江下游江段共检出浮游植物7门161种、浮游动物36种、底栖动物52种。浮游植物密度平均值为 $2.29 \times 10^6 \text{ cells/L}$ ，生物量平均值为 1.74 mg/L ；浮游动物密度平均值为 296.5 ind./L ，生物量平均值为 $53.16 \mu\text{g/L}$ ；底栖动物密度平均值为 135.38 ind./m^2 ，生物量平均值为 1.5267 g/m^2 。

根据2023年调查结果，白鹤滩所在金沙江下游江段共采集到鱼类68种，分属4目13科46属；其中，共调查到珍稀特有鱼类14种，分别为长江鲟、白甲鱼、张氏鲮、中华倒刺鲃、厚颌鲂、黑尾近红鲂、细鳞裂腹鱼、齐口裂腹鱼、短须裂腹鱼、圆口铜鱼、圆筒吻鲈、异鳔鳅鲶、岩原鲤和胭脂鱼；外来物种7种，分别为杂交鲟、斑点叉尾鲟、沙塘鳢、散鳞镜鲤、梭鲈、齐氏罗非鱼和尼罗罗非鱼。

5.2.2.3 影响调查

(1)对浮游植物的影响

白鹤滩水电站工程评价水域现阶段共调查到浮游植物7门161种，组成上仍以硅藻门和绿藻门为主，但组成比例上发生了变化，硅藻门占比相比环评阶段有所下降，其余门类占比均有所上升。长期监测表明，浮游植物的现存量在下游溪洛渡和向家坝蓄水后，虽然近年来波动较大，但较环评阶段显著增加。原环评报告书分析认为“白鹤滩水电站蓄水后，库区河段水位上升、水体面积增大，流速减缓，有利于浮游植物的生长和繁殖，浮游植物种类、现存量将会增加，特别是绿藻门、蓝藻门，所占比例明显加大，但硅藻仍将是其主要类群”，本次调查结果浮游植物变化趋势与原环评报告预测结果基本一致。

(2)对浮游动物的影响

环评阶段预测蓄水后白鹤滩库区浮游动物中枝角类和桡足类占比将增加，浮游动物总体密度和生物量会显著增加。现阶段调查结果显示，库区枝角类和桡足类较工程前略有增加，但近年来组成上较为稳定，仍以原生动物和轮虫为主，与环评阶段预测结论基本一致。

(3)对底栖动物的影响

白鹤滩水库蓄水改变了原有的急流水生境，转变为缓流水或静水生境。由于流速降低、泥沙沉积等因素，导致底层溶氧的明显减少，底栖动物的种群和数量有所下降。这与环评报告书预测结论基本一致。

(4)对鱼类的影响

1)对鱼类组成的影响

从鱼类种类组成来看，由于蓄水导致原有流水河段转变为库区，而长江上游特有鱼类多喜好流水环境，白鹤滩库区的特有鱼类种类数量有所减少。现阶段攀枝花至巧家江段单船捕捞努力量渔获量（CPUE）整体呈上升趋势，圆口铜鱼为优势种，渔获比重呈波动性变化，长鳍吻鮡、长薄鳅和短须裂腹鱼施工前渔获比重明显大于施工期和蓄水后。总体来看，库区喜流水性鱼类逐渐减少，鮡亚科、鲮亚科、鲢亚科等多为水体中上层喜好缓静流鱼类种类逐渐增加。

2)对鱼类繁殖的影响

历史上金沙江中下游圆口铜鱼产卵场主要分布在巧家、皎平渡、金安桥、攀枝花等江段。随着2020年和2021年乌东德和白鹤滩分别蓄水发电，圆口铜鱼、长薄鳅等产漂流

性卵鱼类的产卵场进一步压缩，皎平渡附近产卵场已被淹没。随着流水生境的改变，区域产漂流性卵鱼类的繁殖规模也呈下降趋势。

5.2.2.4 库区水生生态影响调结论

通过对环评阶段、蓄水验收调查阶段和现阶段调查结果比较，蓄水后由于流水生境转变为库区静水环境，白鹤滩库区的浮游植物密度和生物量有所增加，底栖动物种类数量、密度和生物量有所减少，而浮游动物总体密度和生物量增加。

从鱼类种类组成来看，由于蓄水导致原有流水河段转变为库区，喜流水性鱼类逐渐减少，鮡亚科、鲮亚科、鲢亚科等多为水体中上层喜好缓静流鱼类种类逐渐增加；现阶段白鹤滩库区的鱼类种类数量较蓄水前没有明显变化，特有鱼类种类数量减少，与环境影响报告书预测结果基本一致。此外，由于生境变化，适于库区环境的外来物种种类和数量增多。从渔获物来看，成库后初级生产力增加，CPUE整体呈上升趋势，主要经济鱼类中圆口铜鱼渔获物呈波动变化，长鳍吻鮡、长薄鳅和短须裂腹鱼渔获比重呈下降趋势，与环境影响报告书预测结果基本一致。

受梯级电站建设运行叠加影响，目前白鹤库区水生生态系统还处于动态变化过程中，具体演变趋势有待于进一步观测。

5.2.3 陆生生态影响调查

5.2.3.1 工作基础

(1)金沙江下游流域陆生生态监测

2016年至2024年由中国科学院生态环境研究中心开展金沙江下游陆生生态的全面监测工作。并逐年编制完成了《金沙江下游流域陆生生态监测报告》。监测范围为金沙江干流攀枝花~宜宾河段河谷两侧一级分水岭以下区域，支流为支库库尾上游约2km~支库入干流处面山第一层山脊线以下区域，其中白鹤滩水电站调查范围包括水库库尾~坝址，具体监测断面见表5.2-17。

白鹤滩水电站工程江段陆生生态监测采样断面

表 5.2-17

所属电站	经度	纬度	位置	样线类型	样方数量
白鹤滩 电站	102° 54′ 13.48″	27° 11′ 07.91″	坝址（干流）	垂直断面	3-5
	103° 03′ 11.50″	26° 31′ 45.68″	库中（干流）	垂直断面	3-5
	102° 36′ 55.77″	26° 18′ 15.64″	库尾（干流）	垂直断面	3-5
	102° 46′ 50.68″	26° 12′ 51.91″	普渡河（支流）	消落带和对照样方	5-8

(2)白鹤滩水电站工程河段专项调查

本次竣工环境保护验收调查期间，成都院委托云南大学科技咨询中心于2023年8~11月、2024年3~5月开展了白鹤滩水电站工程河段陆生生态影响调查工作。

1)调查范围

本次调查陆生生态调查范围与环境影响评价范围总体上保持一致，具体为乌东德坝址~白鹤滩坝址下游6km之间长约188km的金沙江河段两岸第一层山脊线为界的集水区域，重点调查范围为枢纽工程区、水库淹没区、和典型移民安置区。

2)调查时间

2023年8~11月、2024年3~5月。

3)调查方法

调查方法主要有资料收集、面上勘察、样地详查与监测、遥感影像解译与分析、社区访谈等；评价方法以对比为主，结合前期资料对生物与环境变化及其驱动力进行判识。

植被调查采用遥感调查和群落调查结合的方法。遥感调查包括卫星遥感和地面实测结合的方法展开陆生生态植被监测工作。植被监测的遥感监测以卫星监测为主，辅以无人机航测、现场样方调查。通过收集建设前后的遥感数据、图像处理，去掉假彩色合成图像，从而解译出调查区域的植被覆盖率、植被类型，全面真实地反映工程影响区域的植被的动态变化规律。卫星遥感方面，项目拟通过国际主流遥感卫星平台（EOS-MODIS以及Landsat）和国内成熟的遥感卫星平台（环境卫星HJ-A/B/C）收集不同尺度的遥感影像数据。群落调查包括在实地踏勘和遥感卫星影像数据分析的基础上，结合研究区的地形地貌特点和交通状况及工程分布状况，确定重点调查地段和重要植被类型，布设样方调查。采用法瑞学派样地调查法进行样地选择和记录进行群落调查。其中乔木林样地面积20m×20m，稀树灌木草丛、灌丛样地面积5m×5m，草甸、草地样地面积1m×1m。记录样地的所有植物种类，并按Braun-Blanquet多优度—群聚度记分，利用GPS确定样地位置。

陆生动物调查以样线法和红外相机调查为主，辅以样方法和查阅历史资料。种群的相对数量以其在采获标本中所占的比重近似表示。

两栖类与爬行类：主要采用样线法。根据当地两栖类、爬行类物种和生境特点，设置500m~1km长度的样线，沿选定的路线匀速前进，一般行进速度为1km/h，仔细搜寻样线两侧的两栖动物和爬行动物。在实地调查过程中使用GPS对物种进行定位，详细记录动物发现位点的地理坐标、海拔、生境及航迹等信息，对物种实体及其生境进行拍照，

尽量不采集标本。对于当场无法鉴定的两爬类，则拍照或少量采集后鉴定，鉴定后放生。重点调查珍稀保护两栖、爬行动物种群数量及生境变化情况。

鸟类：样线法。依据生境类型，如针叶林、阔叶林、灌草丛、乡村居民点等和地形条件布设样线，各样线互不重叠，长度为1km~3km。调查时以1km/h的速度行进。通过望远镜、数码摄像机、长焦单反相机等观察样带两侧约200m以内的鸟类，辅以鸟类鸣叫声、飞行姿势、生态习性和羽毛等辨认。仔细记录发现鸟类的名称、数量、距离中线的距离，并利用相机GPS模块、奥维互动地图软件或轨迹记录仪记录鸟类物种发现点的经纬度、海拔、生境、样带长度及航迹等信息。如未观察到鸟类，但能听到鸟类鸣叫声的，借助录音笔记录其鸣声，作为识别物种的依据。

样点法。用于崎岖山地或片段化生境。在不同生境类型区域内随机确定样点点位，样点半径的设置应使调查人员能发现监测范围内的野生动物。在森林、灌丛内设置的样点半径不大于25m，在开阔地设置的样点半径不大于50m。样点间距不少于200m，或以观察点为中心，记录每一次观察的动物到观察点的距离，n次观察的平均距离即为样点的半径。

哺乳类：样线法。根据生境类型的差异，在调查区布设样线。哺乳类监测一般与鸟类监测同时进行。调查时统计样线两边的哺乳类足迹、粪便、叫声及活体的活动情况等，并在发现动物实体或其痕迹时，利用相机GPS模块、奥维互动地图软件或轨迹记录仪记录动物名称、数量、痕迹种类及地理位置、航迹等信息。

红外相机监测法。对区域内数量稀少、夜行性为主、在野外很难见到实体的哺乳类和地栖性鸟类等采用红外相机触发法进行调查。首先结合地形及哺乳类集中分布区域划定调查小区，在调查小区内布设红外相机，每台相机连续工作时不少于2000小时，2~3个月采集一次数据，更换电池和存储卡。相机采用3张照片加1段录像的工作模式，照片分辨率为20MP（5200X3900P），录像分辨率为3840X2160P，录像时长为15秒。所安装的红外相机应牢固固定在树干等自然物体上，确保相机不能非人为脱落，不能轻易被非工作人员取走；相机高度宜0.3~0.8m，镜头宜与地面平行，避免阳光直射镜头，选择全天拍摄模式。待相机固定后，应反复进行测试，确保相机正常工作。此外，相机安装完毕后，应对现场进行清理，还原当地自然环境。

访谈调查：通过访问水电站环保部门人员和调查地周边居民，详细调查历史和近年内各类陆生脊椎动物种类及活动情况；对于同种异名或难以判断的种类，提供图谱或照片供被调查者识别。同时，访问当地林草局野生动物保护办工作人员，收集历年的野生

动物观测与救助记录，对物种种类和数量进行必要补充。

5.2.3.2 现状调查结果

(1)陆生植物

1)植被类型

通过现场调查，白鹤滩水电站调查区域可分为自然植被和人工植被2个类别。其中自然植被可划分为3个植被型组，即阔叶林、针叶林、灌丛和灌草丛，9个植被型14个群系。

白鹤滩水电站库区自然植被类型及分布

表 5.2-18

植被型组	植被型	群系	分布
阔叶林	I 常绿阔叶林	1、黄毛青冈 <i>Quercus delavayi</i> 滇石栎 <i>Lithocarpus dealbatus</i> 滇润楠林 <i>Machilus yunnanensis</i>	支流的一些局部阴湿沟谷地带，分布海拔在 1500(1800)~2000(2400)m 之间。
	II 常绿落叶阔叶混交林	2、滇石栎 <i>Lithocarpus dealbatus</i> 银木荷 <i>Schima argentea</i> 垂珠花 <i>Styrax dasyanthus</i> 雷公鹅耳枥林 <i>Carpinus viminea</i>	支流的一些局部阴湿沟谷海拔高度 2100m 以下的山坡。
	III 落叶阔叶林	3、锥连栎 <i>Quercus franchetii</i> 栓皮栎林 <i>Quercus variabilis</i>	海拔 2800m 以下的山坡，在本区内公路旁山坡比较常见。
	IV 竹林	4、慈竹林 <i>Bambusa emeiensis</i>	干流和支流的一些局部湿润谷坡地带，海拔在 1500m 以下的地方。
针叶林	V 暖性针叶林	5、云南松林 <i>Pinus yunnanensis</i>	干流和支流的大面积谷坡，海拔一般在 1800m 左右。
		6、云南松 <i>Pinus yunnanensis</i> 落叶栎类 <i>Quercus</i> 混交林	干流和支流海拔高度 2000m 以下的大面积坡度稍缓的山坡。
灌丛和灌草丛	VI 常绿阔叶灌丛	7、蔷薇 <i>Rosa</i> 火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i> 等灌丛	海拔 600m~2800m 之间的山坡或稍显湿润沟谷两岸附近，呈无规律分布。
	VII 落叶阔叶灌丛	8、黄荆 <i>Vitex negundo</i> 马桑 <i>Coriaria nepalensis</i> 杂类灌丛	海拔 1000m~2800m 之间的山坡或稍显湿润沟谷两岸附近，呈无规律分布。
	VIII 灌草丛	9、云南松 <i>Pinus yunnanensis</i> 车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i> 番石榴 <i>Psidium guajava</i> 黄茅 <i>Heteropogon contortus</i> 香茅 <i>Cymbopogon Spreng</i> 稀树灌草丛	海拔 1000m~2300m 的金沙江下游的干热河谷河岸坡地。
		10、木棉 <i>Bombax ceiba</i> 余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i> 黄茅 <i>Heteropogon contortus</i> 香茅 <i>Cymbopogon Spreng</i> 稀树灌木草丛	海拔 1000m~2300m 的金沙江下游的干热河谷河岸坡地。
		11、麻风树 <i>Jatropha curcas</i> 黄茅 <i>Heteropogon contortus</i> 稀树灌木草丛	海拔 1000m~2000m 范围的金沙江下游大河湾东端干流两岸。
		12、清香木 <i>Pistacia weinmanniifolia</i> 疏序黄荆 <i>Vitex negundof</i> 滇榄仁 <i>Terminalia catappa</i> 香茅 <i>Cymbopogon citratus</i> 黄茅 <i>Heteropogon contortus</i> 稀树灌木草丛	海拔 1000m~2300m 的金沙江下游的干热河谷河岸坡地。
		13、黄茅-芸香草草 <i>Cymbopogon citratus-Cymbopogon distans</i>	海拔 1000m~2300m 的金沙江下游的干热河谷河岸坡地。
	IX 肉质刺灌丛	14、仙人掌灌丛 <i>Opuntia dillenii</i>	海拔 1000m~2300m 的金沙江下游的干热河谷局部河岸，常生长在贫瘠或陡峭的岩坡上。

白鹤滩水电站库区人工植被类型及分布

表 5.2-19

类型	林种、作物	群落种类	分布
人工林	用材林、防护林	1、银合欢林 <i>Leucaena leucocephala</i>	河谷两岸、道路两侧多地分布，面积较大。
		2、桉树林 <i>Eucalyptus robusta</i>	
	经济果木林	3、枇杷 <i>Eriobotrya japonica</i>	主要分布于河谷两岸山坡上，斑块状散布。主要在居民点附近。
		4、柑桔 <i>Citrus reticulata</i>	
		5、香蕉 <i>Musa nana</i>	
		6、芒果 <i>Mangifera indica</i>	
		7、桑 <i>Morus alba</i>	
		8、花椒 <i>Zanthoxylum bungeanum</i>	
		9、龙舌兰 <i>Agave americana</i>	
农作物	粮食作物	9、水旱轮作多熟制类型	河谷阶地灌溉良好的地方，为主要种植区。
	经济作物	10、蔬菜旱地类型	干热河谷底部河谷坡脚，热量充足的地方。



云南松-疏序黄荆-刚莠竹灌草丛
枢纽工程区左岸坡顶



车桑子-黄茅灌草丛
库区中段右岸



黄茅-芸香草草丛
库中左岸坡面



麻风树灌丛
库中左岸坡面



车桑子灌丛
移民安置区



麻风树灌丛
库尾右岸



车桑子灌丛
库尾右岸



车桑子灌丛
库尾左岸



桉
东川因民镇



银合欢林
东川格勒金东大桥



柑橘果园
东川格勒



枇杷果园、蔬菜地
会东金东大桥



香蕉
东川因民镇



剑麻
东川因民镇

图 5.2-31 库区与移民安置区典型植物群落

2)陆生植物

① 植物种类

通过整理统计历史文献、参考环评阶段和蓄水前陆生生态影响评价和环境影响评价的调查结果，调查区域内共有维管束植物168科661属1055种，其中：蕨类植物有24科，35属，70种，裸子植物有5科，9属，10种，以松科和柏科植物为主。被子植物有139科，617属，975种，豆科、禾本科和菊科等少数几个科种类非常多，大多数科则只有少数几种或仅有1种。

白鹤滩水电站库区植物物种组成

表 5.2-20

门类		科数	比例(%)	属数	比例(%)	种数	比例(%)
蕨类植物		24	14.29	35	5.30	70	6.64
种子植物	裸子植物	5	2.98	9	1.36	10	0.95
	被子植物	139	82.74	617	93.34	975	92.41
合计		168	100	661	100	1055	100

② 植物区系

库区植物区系以泛热带分布成分为最多，占总属数量的23%；热带分布属有375个，占属总数的59.90%；温带分布属占27.16%；中亚、泛地中海分布属占2.4%；东亚（东喜马拉雅-日本）分布属占9.56%；中国特有分布属6个，占0.96%。

白鹤滩水电站库区种子植物属的分布区类型

表 5.2-21

分布区类型	属数	占总属数(%)
1.世界分布	54	8.63
2.泛热带分布	144	23.00
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	33	5.27
4.旧世界热带分布	39	6.23
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	16	2.56
6.热带亚洲至热带非洲分布	46	7.35
7.热带亚洲(印度—马来西亚)分布	43	6.87
热带分布(小结)	375	59.90
8.北温带分布	96	15.34
9.东亚和北美洲间断分布	31	4.95
10.旧世界温带分布	36	5.75
11.温带亚洲分布	7	1.12
温带分布(小结)	170	27.16
12.地中海区、西亚至中亚分布	13	2.08
13.中亚分布	2	0.32
中亚、泛地中海分布(小结)	15	2.40
14.东亚(东喜马拉雅—日本)分布	60	9.58

分布区类型	属数	占总属数(%)
15.中国特有分布	6	0.96
合计	626	100.00

③珍稀保护植物

白鹤滩库区目前分布有国家重点保护野生植物2种，分别为巧家五针松和金荞麦，分布有特物种栎菊木，未发现极危、濒危、易危物种和极小种群物种。库区共分布古树322株，其中，四川库区分布251株，云南库区71株。

④入侵物种

根据前期调查记录，评价区内存在紫茎泽兰、鬼针草、多花百日菊、肿柄菊等常见入侵植物，现场调查表明，在巧家县、东川区小江汇口等地形成了较大面积的消落带，为一些适应和扩散能力更强的入侵植物提供了生境。这些种类中入侵面积最大的为毛曼陀罗和蓟罂粟。



毛曼陀罗（东川格勒）



毛曼陀罗（巧家邱家屿）



蓟罂粟（小江汇口）



毛曼陀罗（小江汇口）

图 5.2-32 白鹤滩库区消落带植物入侵现状

(2)陆生动物

① 物种组成

根据实地调查和文献汇总，白鹤滩库区分布有陆生脊椎动物292种。其中，两栖类1目7科

14属18种，爬行类1目6科17属21种，鸟类18目46科71属215种，哺乳类6目6科14属38种。

白鹤滩库区陆栖脊椎动物物种数量

表 5.2-22

纲	目	科	属	种
两栖纲	1	7	14	18
爬行纲	1	6	17	21
鸟纲	18	46	71	215
哺乳纲	6	6	14	38
合计	26	64	116	292

② 区系特征

A 两栖类

调查区域内分布有两栖动物1目7科14属18种，其中优势科是蛙科，有6属8种；其次是角蟾科，有2属3种；蟾蜍科1属2种，姬蛙科2属2种；铃蟾科、雨蛙科和树蛙科最少，均只有1属1种。

在区系构成上，该区域的18种两栖动物均为东洋界分布，其中有8种仅分布于西南区，占44%，其余10种中有4种为东洋界广布种、4种为华中西南区分布种、1种为华南华中分布种、1种为华中区分布种。由此可知，区域50%以上的两栖动物在华中区有分布，与工程区域位于华中区邻近西南区的地理位置特征基本一致。

B 爬行类

共有1目6科17属21种，其中优势科是游蛇科，分布有8属11种；其次是蝾螈科和石龙子科，分别有3属4种和3属3种；鬣蜥科、壁虎科和眼镜蛇科最少，均只有1属1种。

在区系构成上，该区域的21种爬行动物中有8种在古北界和东洋界均有分布，占38%；其余13种仅分布于东洋界。在东洋界分布的13种中有4种仅分布于西南区，占31%；另外9种除西南区有分布外，在华中区或华南区还有分布。

C 鸟类

调查区域内共有鸟类18目46科215种，占四川省有鸟记述种628种的33.9%；占云南省有鸟记述种848种的25.1%。其中非雀形目23科89种，雀形目22科124种，分别占调查区域内鸟类种类数的41.8%与58.2%。在213种鸟类中留居鸟类居多，有125种，占58.7%，夏候鸟39种，占18.3%；冬候鸟种38种，占17.8%；旅鸟11种，占5.2%。

D 哺乳类

调查区域内共有兽类38种。以目为单位，评价区内啮齿目种类最多，为14种；其次

为食肉目, 11种; 偶蹄目和翼手目均为5种, 树鼩目和鳞甲目均为单科单种。以科为单位, 评价区内分布种类最多的是啮齿目鼠科种类, 有8种, 如大足鼠、高山姬鼠、小家鼠等; 其次是鼬科4种, 如鼬獾、猪獾、水獭等; 再次是蝙蝠科和牛科, 各3种。典型的林栖动物有中华鬣羚、赤腹松鼠等。

调查区29种小型兽类动物中, 东洋界种类占优势, 有19种, 占全部种数的65.52%, 古北-东洋两界广布种类有10种, 占全部种数的34.48%; 无古北界种类分布。在东洋界19种动物中, 东洋广布成分最多, 有12种, 其次为西南区种类, 有4种, 此外还有3种为华南区成分, 分别占东洋界全部动物种数的63.16%、21.05%和15.79%。

③ 珍稀保护物种

调查记录到的两栖动物、爬行动物无国家级重点保护野生动物; 215种鸟类种, 包括国家一级保护动物1种, 即黑颈鹤; 国家二级保护动物24种, 即鸢、雀鹰、松雀鹰、大鵟、普通鵟、鹊鹑、白尾鹑、燕隼、红隼、血雉、红腹角雉、白腹锦鸡、蓑羽鹤、灰鹤、灰头鹦鹉、雕鸮、领角鸮、灰林鸮、领鸮、斑头鸮、褐渔鸮、栗喉蜂虎、白胸翡翠和绿喉蜂虎。原云南省级保护种类中华鹳鹕, 原四川省级保护种类小鸮鹕、中白鹭、普通鸬鹚等16种, 因2024年8月《四川省重点保护野生动物》名录调整, 均已退出省级保护名录。此外, 环评阶段及施工阶段记录的鸟类栗喉蜂虎由原来的无保护级别, 在2021年2月《国家重点保护野生动物名录》调整后升级为国家二级保护鸟类。

38种哺乳动物, 有国家一级保护动物4种, 即云豹、林麝、穿山甲和大灵猫; 国家二级保护动物有6种, 即猕猴、豹猫、黄喉貂、黑熊、水獭、中华鬣羚, 云南省级保护动物赤麂、果子狸和猪獾3种。

(3) 景观

1) 景观结构

参照生态系统划分和植被分布特点, 将调查区内陆生生态系统主要划分为7种景观生态类型: 阔叶林景观、人工/次生林景观、山地竹林景观、干旱河谷灌草丛景观、经果林/农田景观、次生裸地景观、乡镇民居景观和河流水域景观。除水库水域和次生裸地景观外, 其他景观均为包含植被体系的陆生景观生态类型。通过对遥感图像解译, 白鹤滩库区景观类型总面积为1973.67km², 斑块总数为1665个, 平均斑块面积约为118.54hm²。

白鹤滩水电站库区景观类型面积统计

表 5.2-23

单位: km²

景观类型	海拔区间 (m)	斑块数	总面积	景观占比 (%)
1.森林景观	800-1500	757	826.95	41.90
2.水工建筑景观	600-1200	7	0.81	0.04
3.灌草丛景观	825-1500	458	379.00	19.20
4.农田景观	900-2000	334	414.07	20.98
5.次生裸地景观	765-1500	33	111.91	5.67
6.乡镇民居景观	880-1600	68	93.45	4.73
7.河流水域景观	765-825	8	147.48	7.47
总计		1665	1973.67	100
景观类型		海拔区间 (m)	斑块数	总面积

2)景观类型空间格局

从斑块密度看,农田、灌草丛和森林的破碎化程度高,空间异质性程度大。景观比例百分比表明农田、灌草丛、森林在该评价区占有绝对的主导地位,且景观连通性很好。而裸地、乡镇民居和河流水域在整个区域景观中面积较小,且前两者较分散。评价区的平均斑块面积中,河流水域最大,为343hm²,其次是为水工建筑,平均斑块面积为181hm²。其他斑块的平均面积均小于50hm²。平均斑块形状指数和斑块分维数是通过斑块的形状变化来间接反映人类活动强弱程度,该区域各景观的平均斑块形状指数大小为水工建筑>农田>森林>灌木丛>乡镇居民>次生裸地=河流,但各类型之间的相互差值都比较小,在1.16与1.70之间,这表明水域形状比较复杂,边界的形成主要受自然因素的影响,人为干扰小。

白鹤滩水电站库区景观指数

表 5.2-24

景观类型	景观比例(%)LP	斑块密度 PD	边缘密度 ED	平均斑块面积(hm ²) MPS	平均斑块形状指数 MSI	平均斑块分维指数 MPFD
1.次生裸地	5.67	61.76	80.23	9	1.16	1.05
2.乡镇民居	4.73	67.51	79.88	7	1.19	1.05
3.农田	20.97	148.86	323.97	14	1.28	1.06
4.水工建筑	0.04	0.02	0.26	181	1.70	1.08
5.河流水域	7.46	2.17	10.64	343	1.16	1.04
6.灌草丛	19.23	125.56	237.87	15	1.23	1.05
7.森林	41.90	88.34	283.83	47	1.24	1.05

从斑块类型面积(CA)来看,农田、灌草丛、森林等景观类型在各时期的斑块面积均较大,在变化程度上,面积增加最多的景观类型为河流水域,增加比例为101.02%。从斑块所占景观面积比例(PLAND)来看,电站蓄水后,除河流水域景观类型外,各斑块所

占比例相对稳定，变化程度较小，表明在蓄水后，河流水面明显变宽，水位升高，河流水域面积有所扩大。从最大斑块指数(LPI)来看，农田和森林景观的最大斑块占整个景观类型的百分比较高，分别为18.3%和14.84%，说明农田和森林景观存在明显优势斑块，灌草丛、乡镇民居、次生裸地的最大斑块占比较小，说明景观破碎程度较高，从而间接地反应人类活动对景观的影响。

白鹤滩水电站库区景观指数变化

表 5.2-25

景观类型	CA			PLAND			LPI		
	2010	2019	2023	2010	2019	2023	2010	2019	2023
1.森林	692.69	647.20	618.24	21.30	19.91	19.02	15.09	14.84	14.84
2.灌草丛	814.56	705.25	676.92	25.05	21.69	20.82	15.75	8.87	8.00
3.河流水域	177.96	188.56	357.74	5.47	5.80	11.00	5.47	5.80	7.98
4.水工建筑	-	170.26	137.60	-	5.23	4.23	-	3.06	4.23
5.农田	1503.34	1190.71	1176.74	46.23	36.63	36.20	24.26	18.67	18.30
6.乡镇民居	63.13	205.90	190.07	1.94	6.33	5.85	0.55	2.66	2.66
7.次生裸地	-	142.94	93.56	-	4.40	2.88	-	1.30	0.60

(4)土地利用

白鹤滩库区调查区内土地利用类型为水面、水工建筑用地、果园、其他草地、裸地、城镇住宅用地、旱地、农村宅基地、公路用地、灌木林地、乔木林地11种类型。其中分布面积最大的为果园，达到443.63km²，占调查区总面积的22.48%；其次为旱地用地，面积414.06km²，占调查区面积的20.98%；乔木林地面积383.32km²，占调查区面积的19.42%；灌木林地和草地合计面积为379.00km²，占调查区面积的19.21%；住宅用地面积93.45km²，占调查区面积的4.73%；其他土地利用类型面积占比较小。乔木林地、灌木林地、草地、旱地和果园五者面积之和占调查区面积的比例高达82.09%。

2023 年白鹤滩水电站库区土地利用结构表

表 5.2-26

单位：km²

地类	面积	占比（%）
水库水面	147.48	7.47
水工建筑用地	0.81	0.04
果园	443.63	22.48
其他草地	294.99	14.95
裸地	65.97	3.34
城镇住宅用地	15.04	0.76
旱地	414.06	20.98
农村宅基地	78.41	3.97
公路用地	45.94	2.33

地类	面积	占比（%）
灌木林地	84.01	4.26
乔木林地	383.32	19.42
总面积	1973.67	100.00

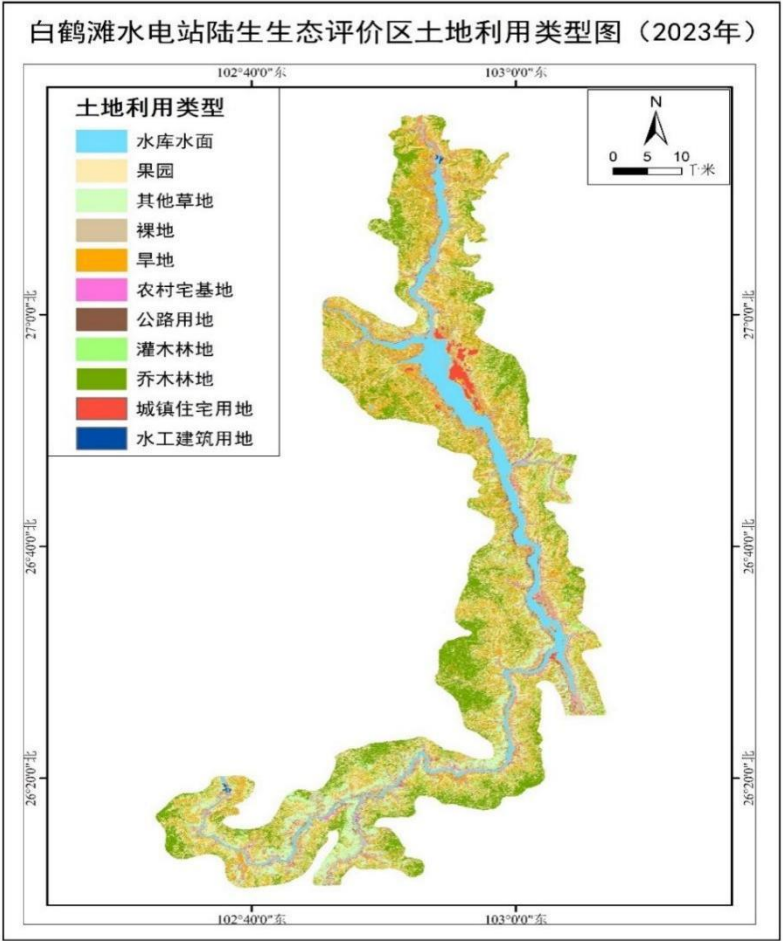


图 5.2-34 白鹤滩工程调查区土地利用变化

5.2.3.3 陆生生态影响调查

(1)对陆生植物的影响

1)对植被的影响

白鹤滩水电站工程建设对评价区植物物种组成未见有明显影响，评价区的本底植被类型未发生变化，自然植被背景类型仍然是干热河谷灌丛和灌草丛。从植被分类上看，目前评价区划分为3个植被型组，9个植被型，14个群系，与环评阶段的3个植被型组，6个植被型和10个群系相比，绝对数量上略有增加。但这是由于分类原则的差异，将原有山地灌丛细分出常绿阔叶灌丛、落叶阔叶灌丛和肉质刺灌丛。

2)对植物的影响

植物区系上，工程直接影响范围相对有限，所以未见植物区系组成成分发生变化，

库区植物成分仍然呈现出以热带和世界分布为主的区系特征，与环评阶段一致。

调查区域植物资源相对丰富，未有下降迹象，工程建设不会导致评价区物种种类的减少，仅占地和淹没影响部分植物数量有所减少。同时，随着主体施工结束，后续植被恢复工程在一定程度上增加了地区植物多样性。

值得关注的是，在一些较为平缓的消落带区域，如支流小江汇入口，库水位频繁消落造成相对不良的水土环境，大部分本土物种定殖困难，但却为适应力和竞争能力强大的入侵物种提供了扩散空间，典型物种如毛萆陀罗、蓟罂粟等。这些植物可以在低水位时期迅速生长，占据大部分消落带区域，形成单优种群落。由于其繁殖能力强，土壤种子库庞大，如在消落带取土使用，则具有一定的人为扩散风险。

现场调查发现，各植物区系的面积和空间分布有所变化，原白鹤滩库区河谷地带具有较大面积的经果园地，如会东县溜姑乡野牛坪、宁南县华弹镇、巧家县库着村等沿江地段，种植种类包括芒果、枇杷、柑橘、桑等，蓄水导致这部分果园受到淹没。移民安置及农业活动中进行了农业用地开垦和果园新建，使安置区域周边原有的部分针、阔叶林和灌草丛转化为人工植被。

整体而言，调查区植物物种多样性受工程影响较小，并未导致植被类型和物种种类的丧失。受工程建设影响的植被主要为海拔较低的干热河谷灌草丛、山地灌草丛，同时还有一些经果林园地。这些植被在整个调查区广泛存在，因此，对区域物种多样性并不会产生明显的影响。

(2)对陆生动物的影响

环评阶段共记录陆生脊椎动物有290种，其中两栖类有18种，爬行动物有21种，鸟类213种，兽类38种。通过实地调查与查阅相关文献资料，当前评价区分布有陆生脊椎动物292种，其中两栖类18种，爬行类21种，鸟类215种，哺乳类38种，与环评阶段相比基本无变化。

整体上，由于鸟类和兽类运动能力强，活动半径大，绝大多数生物具有规避和适应能力，在工程影响较弱的海拔相对较高地区，仍分布有大范围农业用地和林地，为陆生动物提供了适宜的生存条件。但依赖河谷地区生境的穴居型鸟类，特别是栗喉蜂虎、褐喉沙燕、普通翠鸟等受到的影响较大，蓄水后淹没了其较大面积的适宜生境，对其栖息的压缩影响显著，最典型是迁徙夏候鸟栗喉蜂虎，其原有适宜营巢地多处于海拔825m以下，淹没损失较大，导致其被迫在蓄水高程以上区域寻找新的营巢地；两栖和爬行类动物多依赖于沟谷小生境而栖息活动，蓄水淹没压缩了其生境空间，目前阶段主要的工程

干扰已基本结束，其类群处于对变化后生境的适应和恢复过程之中。

白鹤滩水电站自2021年4月蓄水后，一方面淹没了原有河滨带，使原来湿地丧失，另一方面又形成了新的湿地，特别是在坝下、坝前和小江等支流汇入口和地势较为平坦的消落带区域，受水位涨落影响，产生了大量季节性湿地。这些新生境不仅弥补了原有损失的湿地生境，甚至有所增加，为涉禽、游禽、两栖类等多种动物种类数量的恢复和增长提供了空间基础，白鹭、苍鹭、池鹭、普通鸬鹚等水栖禽类种群数量明显增多，活动频率显著增加。在坝前人工新建的水禽栖息生境已吸引上述鸟类前来休憩觅食，提升了局部地段的鸟类多样性。

2)对重点保护动物的影响

现阶段国家重点保护动物调查结果与环评阶段基本一致。仅由于国家重点保护野生动物名录更新，部分保护动物级别发生了变化。原环评阶段二级保护动物穿山甲、大灵猫已上调为一级保护动物，同时新增4种国家二级保护鸟类，即栗喉蜂虎、白胸翡翠、绿喉蜂虎和褐渔鸮，其中绿喉蜂虎和褐渔鸮种群数量极少，调查中仅偶见1次；新增国家二级保护哺乳类动物豹猫和黄喉貂。另外还记录有云南省级保护动物中华鹧鸪、赤麂、果子狸和猪獾4种。

评价范围分布的国家级保护动物，主要以鸟类和中小型哺乳动物为主，常见种类如大鸕、普通鸕、红隼、白腹锦鸡、栗喉蜂虎、中华鹧鸪、猕猴、豹猫、黄喉貂、赤麂、果子狸等。原有记录的穿山甲、黑熊、大灵猫等动物，从环评阶段至今都未有新的活动记录，并且目前评价区内几乎没有这些保护动物的适宜生境，均属于文献记载种类；其他保护鸟类，可能因种群数量和活动频率较低，基本属于偶见种类，但其生境在评价区内均有存在，且大多处于较高海拔区域，工程建设对其的影响有限。受工程影响较大的保护动物为栗喉蜂虎，其原有适宜的营巢和繁殖生境多位于白鹤滩正常蓄水位以下，蓄水后迫使其在高海拔河谷地带寻求新的营巢地，因此种群数量在蓄水初期有较为明显的下降，目前通过实施营巢地拓展工程等相关保护措施，不利影响有所缓解，种群数量在逐步恢复，白鹤滩库区作为其迁徙目的地的作用得以延续。

值得注意的是，利用红外相机，在坝下左岸约4km的跑马镇沿江坡面多次监测到赤麂、豹猫和黄喉貂、白腹锦鸡活动、在右岸坝肩的大寨镇崖壁有30余只的猕猴种群活动、在坝上左岸约20km的骑骡沟地段的阔叶林内监测到了野猪种群。这些大中型动物已频繁在沿江坡面的生境栖息和觅食，反映出当前工程建设干扰明显减少、库区环境已有所恢复并趋于稳定的态势。

(3)对景观的影响

工程蓄水前后的景观指数变化见下表。从各景观所占比例看，蓄水后评价区森林>农田>灌草丛>河流>次生裸地>乡镇民居>水工建筑，这表明森林、灌草丛、农田在该评价区占有主导地位，且景观连通性较好；而河流、乡镇民居、水工建筑等在整个区域景观中面积占比较小，且较分散。从斑块密度来看，蓄水后评价区农田>灌草丛>森林>乡镇>次生裸地>河流>水工建筑，这反映景观被分割的破碎化程度，同时也反映景观空间异质性程度，在一定程度上反映人为活动对景观的干扰程度，农田、灌草丛、森林的破碎化程度愈高，空间异质性程度大。评价区景观类型的边缘密度大小依次为：农田>森林>灌草丛>次生裸地>乡镇民居>河流水域>水工建筑，这表明农田、森林景观的保存程度最好，连通性最高，从而显示农业在该区域内的重要地位和作用。

评价区的平均斑块面积中，河流最大，为343hm²，其次是水工建筑和森林，分别为181hm²和47hm²，其他斑块的平均面积小于30hm²。斑块形状指数和斑块分维数是通过斑块的形状变化来间接反映人类活动强弱程度，该区域各景观的平均斑块形状指数大小为水工>农田>森林>灌草丛>乡镇>次生裸地=河流，各类型之间的相互差值都比较小，在1.16与1.70之间，边界的形成主要受自然因素的影响，人为干扰小；斑块分形维数的大小以此为水工建筑>农田>次生裸地=乡镇民居=灌草丛=森林>河流，说明水工建筑的边缘复杂程度较高，自相似性较强，但总体上各景观结构分形维数均较小。

白鹤滩水电站各阶段库区景观指数变化

表 5.2-27

景观类别	景观比例(%)		斑块密度		边缘密度		平均斑块面积(hm ²)		平均斑块形状指数		平均斑块分维指数	
	LP		PD		ED		MPS		MSI		MPFD	
	蓄水前	蓄水后	蓄水前	蓄水后	蓄水前	蓄水后	蓄水前	蓄水后	蓄水前	蓄水后	蓄水前	蓄水后
次生裸地	9.35	5.67	60.97	61.76	127.74	80.23	0.15	9	1.23	1.16	1.05	1.05
乡镇民居	4.71	4.73	61.14	67.51	82.48	79.88	0.08	7	1.20	1.19	1.05	1.05
农田	14.73	20.97	131.69	148.86	247.31	323.97	0.11	14	1.27	1.28	1.06	1.06
水工建筑	0.05	0.04	0.01	0.02	0.14	0.26	14.48	181	2.20	1.70	1.10	1.08
河流水域	5.02	7.46	10.79	2.17	32.08	10.64	0.47	343	1.18	1.16	1.05	1.04
灌草丛	18.47	19.23	100.85	125.56	214.62	237.87	0.18	15	1.24	1.23	1.05	1.05
森林	47.66	41.90	76.45	88.34	240.50	283.83	0.62	47	1.20	1.24	1.05	1.05

5.2.3.4 对栗喉蜂虎的影响调查

白鹤滩蓄水期间，实施了遮网阻隔营巢、人工替代营巢地建设、旧营巢地清理再利

用等应急保护措施，详见4.2.3.4章节内容。

蓄水后，云南大学持续开展了应急保护工程实施效果监测、种群动态监测、种群适应力监测等一系列有针对性的工作，持续对白鹤滩库区的栗喉蜂虎活动进行跟踪，对蓄水后的环境变化、保护措施的实施效果以及栗喉蜂虎对变化环境的适应能力进行了分析与研究，基本摸清了评价区栗喉蜂虎的空间分布与活动规律。

(1)现状调查

1)种群数量

2021年期间，由于应急保护措施的实施，种群活动较过去有较大差异，因此，对种群数量的监测结果也有所不同。通过各月对东川区和巧家县的种群数量监测，两地的种群总数量约为4800只，东川区与巧家县的数量比例约为1：2.2。

2022年为蓄水后的环境发生显著变化的第一年，在巧家县邱家屿与天生梁子消落带区域仍然实施了覆网措施，并在天生梁子新开挖一处崖面，以避免营巢损失，并增加营巢空间。由于原有海拔760m以下的营巢地已永久淹没损失，760m~825m区间周期性淹没，本年度监测到的种群数量发生了明显减少，总数量估测约为2800只，较2021年减少41.7%。东川区与巧家县的数量比例约为1：2.5。

2023年和2024年的监测结果表明，种群数量约3500~3800只，较2022年有所回升，但总量还未达到2021年的数量水平，同时东川区与巧家县的数量相当，左岸四川会东县和宁南县一侧有少量零星活动的种群。

2)迁入与迁出时间

根据历史监测记录和当地群众访谈可知，栗喉蜂虎迁徙到达白鹤滩库区的时间约为3月末期，迁出时间为7月末期至8月初期。2022年~2024年度的监测结果表明，从时间上看，2022年后的迁入时间较2021年以前平均迟一周左右，但迁出时间基本一致，均在8月上旬。

3)繁殖与育雏行为

通过现场多期监测和巢穴内探查方式，对栗喉蜂虎在项目区内的基本生物与生态学习性进行了分析，结果表明：一般3月~4月迁入后，有10天~20天的求偶过程，随后雌雄成对共同进行巢穴挖掘。由于沙质条件等因素，巢穴挖掘过程可能反复数次后才能成功，因此会遗留下大量从外观上难以判断的无效巢穴。通过对人工开挖崖面的巢穴个数与种群数量对比，局部无效巢穴的比例可超1/2。5月中下旬进入产卵期，6月中旬雏鸟破壳，

历经一个月左右的育雏过程，至7月下旬雏鸟陆续离巢。



挖巢 2021-05-02



产卵 2021-06-11



孵化 2021-06-23



育雏 2021-07-14



幼鸟出巢 2022-07-29



洞外喂食 2022-07-29

图 5.2-35 栗喉蜂虎繁殖与育雏过程

4)现有营巢地状况

根据近年监测记录，白鹤滩栗喉蜂虎的营巢地主要还是集中于东川区拖布卡镇格勒村、因民镇地段、巧家金塘镇沿岸、巧家县城邱家屿地段、宁南白鹤滩镇大洪水沟等地段。

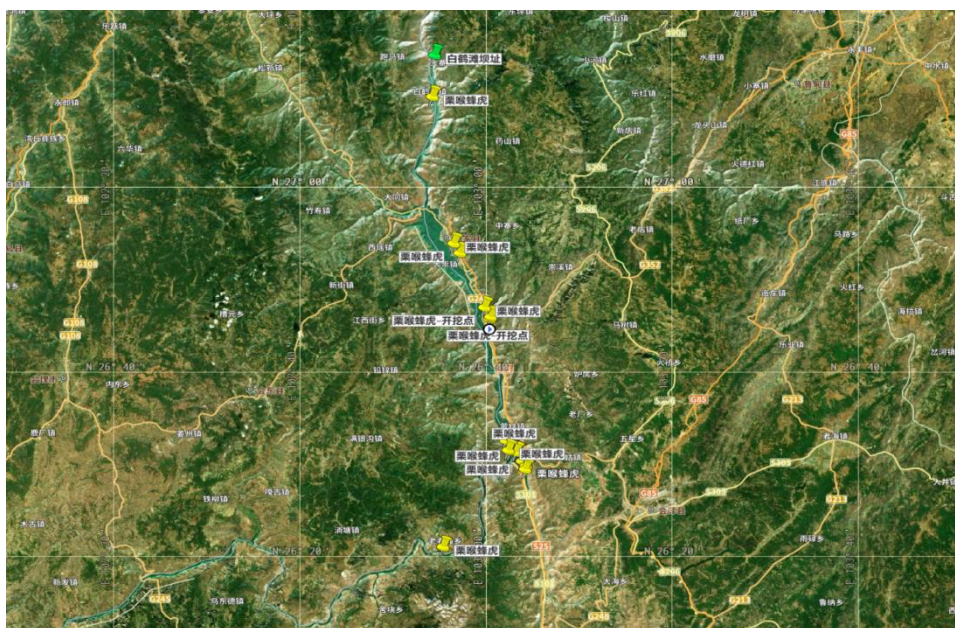


图 5.2-36 栗喉蜂虎当前主要营巢地空间分布示意图

5)种群活动情况

根据对栗喉蜂虎的活动监测，发现营巢地周边的桑、枇杷、芒果种植地是其主要的食物来源地，以营巢地为中心，主要活动区间在直线5km范围之内，且有明显的地域偏好，形成一些热点区域，通过对东川格勒片区大田坝的栗喉蜂虎跟踪监测表明，其营巢地位于小江左岸，主要活动范围在于营巢地与金东大桥对岸的金沙江干流左岸枇杷林之间，以及小江左岸营巢地南部的灌草丛地，在小江右岸无活动记录，主要是由于右岸均为干热河谷陡峭坡面，无食源地存在。

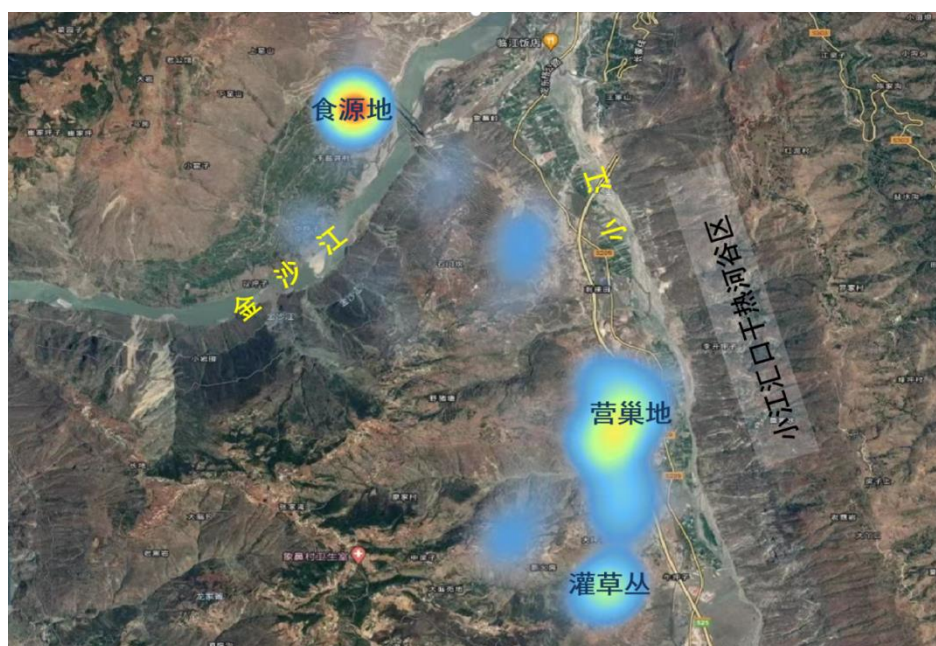


图 5.2-37 大田坝栗喉蜂虎活动空间热点示意图

(2)保护效果调查

1)应急保护工作达到预期目标，人工复育措施效果明显

工程蓄水期间采取的应急保护措施已达到预期保护效果，避免了栗喉蜂虎种群大规模繁殖损失，并促使了栗喉蜂虎向更高海拔区域寻找适宜的营巢地。同时，栗喉蜂虎对人工开挖区和旧巢清理区的响应迅速，并且可以顺利的完成繁殖和育雏过程，效果显著，在一定程度上缓解了营巢地损失的影响。

2)白鹤滩水电站库区河谷地带仍然是栗喉蜂虎的迁徙目的地

2022年~2024年监测表明，虽然生态环境发生了显著变化，白鹤滩水电站库区河谷地带仍然是栗喉蜂虎的迁徙目的地。由于蓄水淹没影响导致其适宜营巢地损失，生境有所压缩，种群数量较蓄水前也有所下降，但近年来总体数量在逐年回升，正在自主适应并寻找新的营巢区域。目前还处于对环境变化的适应期，种群数量的稳定和增长还需要一定时间。

5.2.3.5 陆生生态影响调查结论

白鹤滩水电站建设至今，与环评阶段相比，未导致区域陆生植物、鸟类、陆生脊椎动物的物种区系改变，仅在种群数量、群落结构、空间分布方面发生了有限变化。水电工程建设对陆生生态的直接影响主要集中于枢纽工程区峡谷地段和各移民安置区，对于库区而言，景观结构仍以向农业用地和建筑用地转化为主，主要受当地农业生产和经济活动影响。由于当前主体施工基本结束，对陆生生态系统特别是动物的影响大幅下降，动物种类与活动频率都有一定程度的回升，并且随着植被恢复和水土保持工程的实施，以及移民安置人居环境的改善，植被处于自然和人工促进更新中，此外由于蓄水形成一系列新的水陆交错带生境和季节性湿地，为陆生动物提供了新的栖息和觅食空间，物种多样性有所提高，生态状况正向好发展。白鹤滩水电站库区河谷地带仍然是栗喉蜂虎的迁徙目的地，蓄水后总体数量在逐年回升。

5.2.4 库区及流域环境影响调查结论

(1)电站蓄水及运行期下泄流量均满足环评及总体设计报告的要求；受白鹤滩水库年调节影响，出库流量在年内重新分配，年内分配均匀化；1~9月大部分时间溪洛渡库水位与白鹤滩发电尾水位不衔接，其余月份基本衔接，1~9月白鹤滩坝下存在一定长度的消落河段。

(2)白鹤滩水电站建成运行后，库区泥沙以淤积为主，绝大部分淤积量位于常年回水

区和死库容内，死库容内泥沙淤积量较小。总体上库区干支流断面形态总体稳定，干流冲淤主要发生在主河槽内；支流除普渡河以外，其他支流河口段断面均出现主河槽的平铺式淤积特征。

(3)白鹤滩水库水温无垂向稳定分层结构，9月至次年2月为降温期；3月至7月为升温期，温跃层逐渐下降靠近底部，温跃层厚度则逐渐降低，5月至12月出现明显分层现象。

(4)金沙下流域梯级泄洪均可能导致下游水体产生气体过饱和，白鹤滩和溪洛渡的泄洪影响基本持续至下一梯级坝上，向家坝泄洪影响持续至江安断面，监测期间未发现野生鱼类受气体过饱和死亡的现象。

(5)蓄水以后，白鹤滩工程河段金沙江干支流年均水质类别在《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) I~II类之间，月均水质主要以 I~II类水质类别为主。白鹤滩库区干、支流总体处于贫营养和中营养水平，部分支流偶尔出现轻度富营养。

(6)白鹤滩水电站建成后，库区和坝下江段水生生物种类、结构、密度和生物量变化规律基本符合环评阶段预测结果，白鹤滩水电站建设导致的水生生态长期影响及演变趋势还需要进一步跟踪调查，同时梯级电站建设产生的生态累计影响也需开展深入的研究分析。

(7)白鹤滩水电站建成后，未导致区域陆生植物、鸟类、陆生脊椎动物的物种区系改变，仅在种群数量、群落结构、空间分布方面发生了有限变化。水电工程建设对陆生生态的直接影响主要集中于枢纽工程区峡谷地段和各移民安置区，但对陆生生态系统功能未产生明显的损害。对于库区而言，库区植被处于自然和人工促进更新中，并且由于蓄水形成一系列新的水陆交错带生境和季节性湿地，为陆生动物提供了新的栖息和觅食空间，物种多样性有所提高，生态状况正向好发展。

(8)白鹤滩蓄水阶段对栗喉蜂虎的应急保护措施已达到预期保护效果，避免了栗喉蜂虎种群大规模繁殖损失。目前，白鹤滩水电站库区河谷地带仍然是栗喉蜂虎的迁徙目的地，种群数量较蓄水前有所下降，但近年来总体数量在逐年回升，种群数量的稳定和增长还需要一定时间。

6 环境风险事故防范及应急措施调查

6.1 环境风险因素调查

根据金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书的识别，本工程施工期环境风险主要为：油库和加油站的泄漏及火灾风险、爆破材料库火灾、爆炸的风险、森林火灾风险、施工期生产废水的事故排放、危险化学品运输、填埋场渗滤液溢流以及填埋气体爆炸等风险。运行阶段环境风险主要为水库水质风险和库区生物入侵等。

6.2 环境风险事故及影响调查

根据工程施工期和运行初期环境监理资料和现场调查，荒田砂石加工系统、大坝砂石加工系统、三滩砂石加工系统、荒田混凝土砂石生产系统、大坝高线混凝土拌和系统、大坝低线混凝土拌和系统已拆除并完成场地清理。因此运行期污废水排放量较施工期明显减少，污废水事故排放的风险和影响显著降低。此外，随着施工强度降低，油类等其他危险物质的需求量随之减少，危险物质储存和运输产生的事故风险和事故产生的影响也相应降低。

同时，工程蓄水前按照相关要求完成了库底清理工作，库区无遗留的环境问题。工程蓄水以来，当地政府逐步开展库周区污染源治理工作，依据例行监测结果，白鹤滩库区水质逐年改善。

截止目前，白鹤滩水电站施工期及运行初期未发生环境风险事故。

6.3 环境风险防范措施调查

6.3.1 施工期环境风险防范措施

6.3.1.1 生活污水

施工区设有新建村污水处理厂、矮子沟污水处理厂、半坡营地污水处理厂、上村梁子污水处理厂；城坝污水处理厂因处于库区淹没线下，已于2021年3月拆除；大桥营地污水厂因处于泄洪洞出口雾化区，已于2021年6月拆除。各污水厂运行单位组织机构健全，规章制度完善，定期开展水质监测，通过监理部对生活污水处理设施的检查，生活污水处理设施设备维护保养到位，污水处理均达到排放标准后回用或达标排放。

6.3.1.2 生产废水

施工期间，各砂石料加工系统采用的处理工艺为机械预处理+沉淀池（辐流）+脱水（卧螺离心或板框脱水）处理工艺；各混凝土拌和系统均使用DH高效污水净化器加板框压滤机废水处理工艺。80%以上生产废水经过处理后进行循环利用，砂石料加工系统冲洗废水处理后回用于砂石料系统，混凝土拌和系统冲洗废水处理后回用于场地冲洗；建设单位对生产废水处理设施运行进行严格管理，所有废水均经处理后回用或达标排放，确保工程区域水环境不受污染。

6.3.1.3 油库事故风险防范措施

上村梁子永久油库按照石油库设计规范进行设计，已考虑相应风险措施，油罐区防火堤中心线距离业主营地居住区最近70m，距离警消营地最近120m，周边500m内无工矿企业和居住区分布。此外，建设单位对油库相关人员进行了培训教育，规范了油料运输、储存和使用的过程，并定期对相关设备进行检查；储油罐外围设置了挡墙、地面进行了水泥硬化防渗处理；油库周围修建有截油沟，并根据储油量修建事故油池，收集事故情况下泄漏的油料，并交由专业机构处置。

6.3.1.4 液氨泄漏风险防范措施

工程施工期间，各混凝土系统管理单位均对相关人员进行了定期培训教育，规范了液氮存储和使用制度规范；安排人员进行定期检查，确保各液氨储存罐的正常使用；编制了液氨泄漏事故专项应急预案，配备了抢险救援队，定期与当地消防联合进行应急事故演练，能做到短时间内有效处理液氨泄漏事故。

6.3.1.5 民爆物品仓库爆燃风险防范措施

白鹤滩施工区民爆物品仓库的设计和修建均严格按照有关规范，满足《民用爆破器材工厂设计安全规范》(GB50089-98)中安全距离要求；制订了详尽的爆破器材日常管理制度，对相关民爆物品均按照规定进行存储、运输；在爆破器材库内设置了消防给水管网和各类消防设施，库区周围墙外设置了防火沟渠；建设单位将民爆仓库占地范围内的植被进行清除，防止事故引发周边火灾。

6.3.1.6 垃圾填埋场渗滤液溢流以及火灾风险防范措施

垃圾填埋场采用HDPE+GCL复合水平防渗系统，防渗层自上而下分别为聚丙烯无纺土工布、卵石层、聚丙烯无纺土工布、膨润土GCL衬垫、HDPE防渗土工膜、聚丙烯无纺土工布、卵石层、编制土布。渗滤液收集至调节池后，达到一定量后回喷至填埋区，多

余部分送往新建村营地污水处理厂处理，处理达标后回用。此外，垃圾填埋场设置有填埋气收集、导排系统，并设置火炬对未被利用的填埋气体进行燃烧排放。

6.3.1.7 机修厂机修废油防范措施

施工区各机修厂对维修车间均进行了硬化防渗处理；实施了雨污分流，修建了隔油池，场地内污水均流经隔油池后外排；设置了单独的机修废油存储房间，房间地面进行了硬化防渗处理；机修厂安排专人定期对隔油池进行清理，收集废油并储存至废油储存间。

6.3.1.8 油类等危险物质运输过程中泄漏风险防范措施

建设单位对5座涉水桥均设置有事故应急池及导排系统，其中葫芦口大桥两端各设置1个事故应急池，能有效控制油类等危险物质运输过程中泄漏造成的环境污染。

6.3.1.9 应急物资配备

白鹤滩水电站工程建设单位配备有一系列应急装备与物资以确保应急工作的有效开展。配备的应急装备与物资包括灭火器、救生衣、强光手电筒、对讲机、编织袋、医疗应急箱、应急帐篷、应急救援车、油罐车、发电机、水车、挖掘机、推土机、装载机、自卸车等，以及流速、流量测定仪、便携式多功能水质检测仪、BOD快速测定仪、便携式pH计等环境监测设备。

6.3.2 运行初期环境风险防范措施

6.3.2.1 水库水质污染防范措施

据现场调查了解，库区涉及两省各县正按照国民经济和社会发展的第十四个五年规划、库区水污染防治规划等稳步推进库区水环境治理工作，主要包括工业污染源治理和面源污染治理，同时白鹤滩电站移民安置区已建成13处污水处理站（四川侧5处、云南侧8处）、32处一体化污水处理设施（四川侧29处、云南侧3处）、5处人工湿地处理系统（四川侧4处、云南侧1处）。

6.3.2.2 生物入侵防范措施

施工区结合水土保持措施采取了较为完善的植被恢复及工程措施，植被恢复优先选择当地适生植物。并且为防止生物入侵，历次放流活动均委托两省农业主管部门进行了鱼种鉴定和疫病监测，放流现场邀请了所在地农业部门、渔政管理部门等工作人员等对放流活动进行了现场监督指导，同时邀请地方公证人员对放流过程进行了公证。

6.4 环境风险应急预案调查

为提高建设单位应对突发环境事件的能力，最大限度地预防和减少突发环境事件的发生及其危害，保护施工区及其周边环境，维护社会稳定，保障工程参建人员、周边群众生命健康和财产安全，促进工程建设的顺利开展，施工期制定了工程突发环境事件应急预案，2019年8月分别在云南省昭通市巧家县、四川省宁南县生态环境局进行了备案。运行初期重新修编了环境事件应急预案，并于2023年1月在云南省昭通市巧家县、四川省宁南县生态环境局进行了备案。

6.4.1 环境风险管理机构设置

根据《金沙江白鹤滩水电站工程突发环境事件应急预案》，白鹤滩水电站施工期成立了突发环境事件应急指挥部，该指挥部由白鹤滩工程建设部主任负责，执行副总指挥由分管环保的副主任担任，其他副主任、施工总监担任副总指挥。成员由白鹤滩工程建设部各部门、各参建单位负责人及地方相关人员组成。应急指挥部下设应急指挥办公室，由技术管理部、综合管理部、质量安全部、坝区管理部、各工程项目部、环境监理部组成。

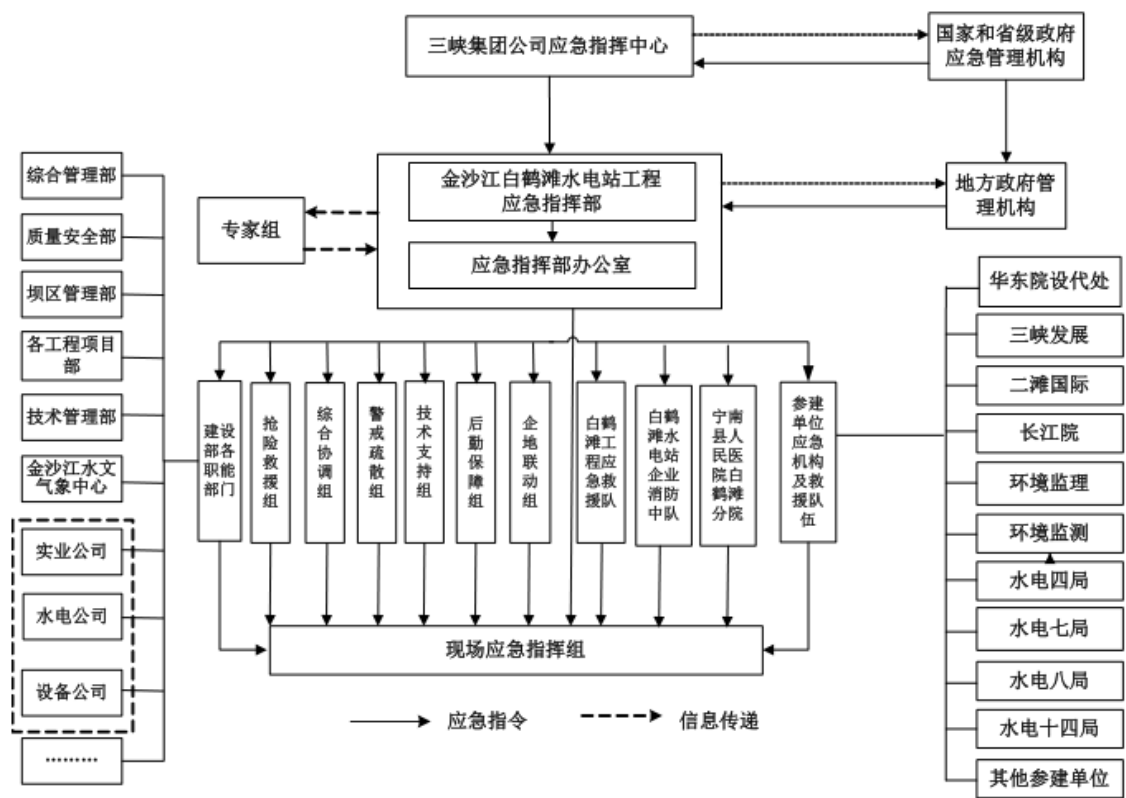


图 6.4-1 应急组织机构图

6.4.2 应急预案

6.4.2.1 预警

白鹤滩水电站工程突发环境事件应急指挥部接到可能导致环境污染事件的信息后，应按照突发环境事件应急预案及时研究确定应对方案，并通知有关单位采取相应行动预防和控制事件的发生、扩大。按照突发环境事件的严重性、紧急程度和可能波及的范围，根据可能发生的突发环境事件的级别实行分级报告。必要时可不受分级标准限制及时上报。进入预警状态后，事件发生单位应当采取以下措施：

(1)立即启动相关应急预案；

(2)启动预警，发布预警公告，同时突发环境事件应急指挥部决定是否通知地方环境保护行政主管部门；

(3)转移、撤离或者疏散可能受到危害的人员，并进行妥善安置；

(4)指令各突发环境事件应急救援队伍进入应急状态，环保中心立即组织开展应急监测，随时掌握并报告事态进展情况；

(5)针对突发事件可能造成的危害，封闭、隔离或者限制使用有关场所，终止可能导致危害扩大的行为和活动；设置警戒线。

(6)调集环境污染事件应急所需物资和设备，确保应急保障工作。

(7)采取措施进行处置确定安全后，解除预警。

6.4.2.2 应急响应

突发环境事件的应急响应以突发环境事件应急指挥部为主，超出本级应急处置能力时，向当地人民政府请求增援。按照分级响应的原则，Ⅰ级、Ⅱ级突发环境事件的应急响应由省政府统一组织实施；Ⅲ级、Ⅳ级突发环境事件应急响应的组织实施由市(州)人民政府决定。

(1) Ⅰ、Ⅱ级响应程序

事发单位成立现场应急指挥组，由事发单位负责人担任现场指挥组组长，先期开展现场应急处置工作，并将事故的具体情况及时报告给白鹤滩工程环境事件应急指挥办公室；办公室接到信息后，迅速组织指导和进行处置工作，迅速将突发环境事件情况向突发环境事件应急指挥部报告，同时向中国三峡集团应急指挥中心报和地方环境保护行政主管部门报告，及时续报事故发展态势。

(2)III级响应程序

当发生III级环境污染事件发生时，事发单位及时报告突发环境事件应急指挥部办公室，并立即成立现场应急指挥组，现场最高领导兼任指挥组组长，先期开展现场应急处置。

(3)IV级应急响应

突发环境事件发生后，事发单位立即成立现场指挥组，组织本单位人员进行先期处置工作，并及时将现场情况上报突发环境事件应急指挥部办公室。及时组织技术人员开展现场应急工作。

(4)扩大应急响应

应急指挥部动态掌控事故应急处置情况，当突发事件的严重程度以及发展趋势超出其应急救援能力时，应及时报请上一级应急指挥机构启动高等级的应急预案。

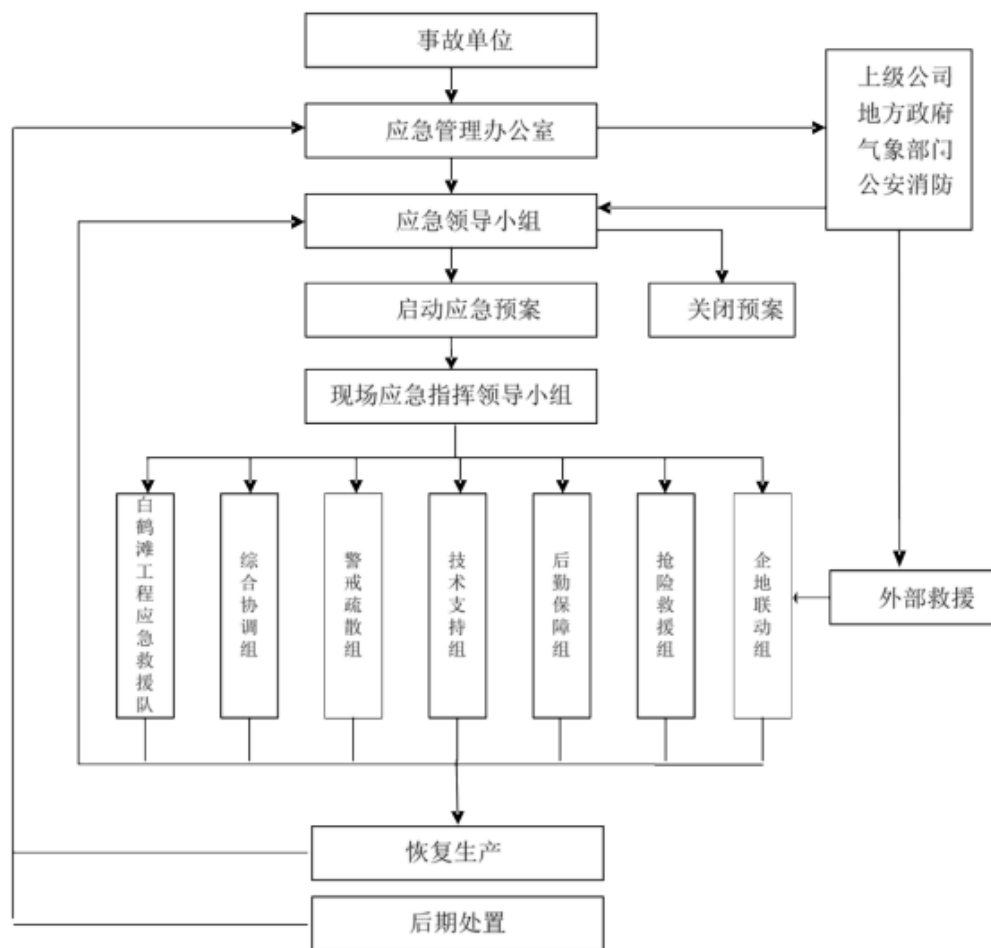


图 6.4-2 应急处置流程图

6.4.2.3 应急演练

建设单位根据施工生产的实际情况制定演练计划，每年进行1次，做好相应级别应急预案演练的准备工作。根据演练要求提出事故应急预案演练方案，按演练方案开展演

练；充分组织学习预案的基础上，熟悉预案的内容和处置程序；演练内容包括突发环境事件预防、避险、报警、减灾、事件撤离、应急救援、紧急处置、综合协调等内容，以提高白鹤滩水电站工程应对环境污染处置的能力。演练结束后进行总结、记录和考核。内容包括演练时间、地点和参加人员演练项目和具体内容、演练效果、演练发现的问题和改进建议等。



氨泄漏事故应急预案演练



火灾事故应急预案演练

施工期部分环境风险演练现场照片

6.4.2.4 信息报告

突发环境事件发生后，事件现场有关人员及时将事件情况报告该单位的突发环境事件现场应急指挥组，现场指挥组要认真记录事件发生的时间、地点、单位、原因、扩散范围、伤亡损失情况等内容，在第一时间向突发环境事件应急指挥部办公室报告。突发环境事件应急指挥部办公室值班人员应及时向突发环境事件应急指挥部报告，不得迟报、谎报、瞒报和漏报，同时按规定程序向中国三峡集团应急指挥中心和地方环境保护行政主管部门报告。应急处置过程中，可通过电话、网络或书面报告等方式及时续报有关情

况。报告内容包括：

- (1)事件发生的单位及事件发生的时间、地点及污染源、主要污染物质等事件现场情况；
- (2)事件的简要经过和已采取的措施；
- (3)现场人员状态，人员伤亡、撤离情况、直接经济损失的初步估计；
- (4)事件原因、性质的初步判断；
- (5)事件对周围居民影响情况，是否波对周边居民生命财产造成威胁和影响；
- (6)事件对周边自然环境影响情况，环境污染发展趋势；
- (7)请求政府部门协调、支援的事项；
- (8)报告人姓名、职务、联系电话；
- (9)其他应报告的情况。

6.5 环境风险事故防范及应急措施调查结论

建设单位对白鹤滩水电站的环境风险事故防范工作十分重视，按照环境影响报告书及批复等文件的要求，结合工程施工及运行特点，落实了环境风险防范及应急措施，取得了良好的效果。环境风险事故防范的组织机构的设置具有针对性，做到了责任到人，并建立了完善的规章制度。工程施工期及运行初期未发生环境风险事故。建议建设单位继续定期开展风险事故应急救援演练。

7 环境管理与环境监测调查

7.1 环境管理

7.1.1 环境管理体系

白鹤滩水电站环境管理分为外部管理和内部管理两大部分，并纳入整个白鹤滩水电站工程环境管理体系之中。

(1) 外部环境管理

外部环境管理指国家及地方环境保护行政主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的环境标准与要求，依法对各工程建设阶段进行不定期监督、检查及竣工环境保护验收等活动。本工程外部环境管理体系由生态环境部、四川省环境保护厅、云南省环境保护厅组成。四川、云南两省环境保护行政主管部门受生态环境部委托，负责组织开展“三同时”监督检查和日常监督管理。建设单位应当在建设项目开工前向各级环境保护行政主管部门书面报告开工建设情况，并定期书面报告“三同时”执行情况。建设项目开工后，相关职能部门及时制定并实施“三同时”监督检查计划；省级环境保护行政主管部门及时制定日常监督管理计划，并组织市、县级环境保护行政主管部门予以实施。生态环境部和地方各级环境保护行政主管部门在“三同时”监督检查和日常监督管理中，发现建设项目存在“三同时”执行不到位、尚未构成环境违法的行为，应督促建设单位及时整改，并书面报告生态环境部。

(2) 内部环境管理

指建设单位、监理单位、施工单位和工程运行管理单位执行国家和地方有关环境保护的法律、法规、政策，贯彻环境保护标准，按照环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求落实环境保护措施，并对工程的建设过程和活动按环境保护要求进行管理。施工期及运行期由建设单位负责组织实施。建设单位十分重视水电开发中的环境保护工作，为了适应金沙江水电开发对环境保护要求的需要，建立了“中国长江三峡集团有限公司—中国三峡建工（集团）有限公司、中国长江电力股份有限公司、流域枢纽运行管理中心—白鹤滩工程建设部、白鹤滩电厂、乌东德与白鹤滩枢纽运行管理分中心—监理和施工单位”四位一体的环境管理组织机构体系。

白鹤滩水电站环境保护管理体系见图7.1-1。

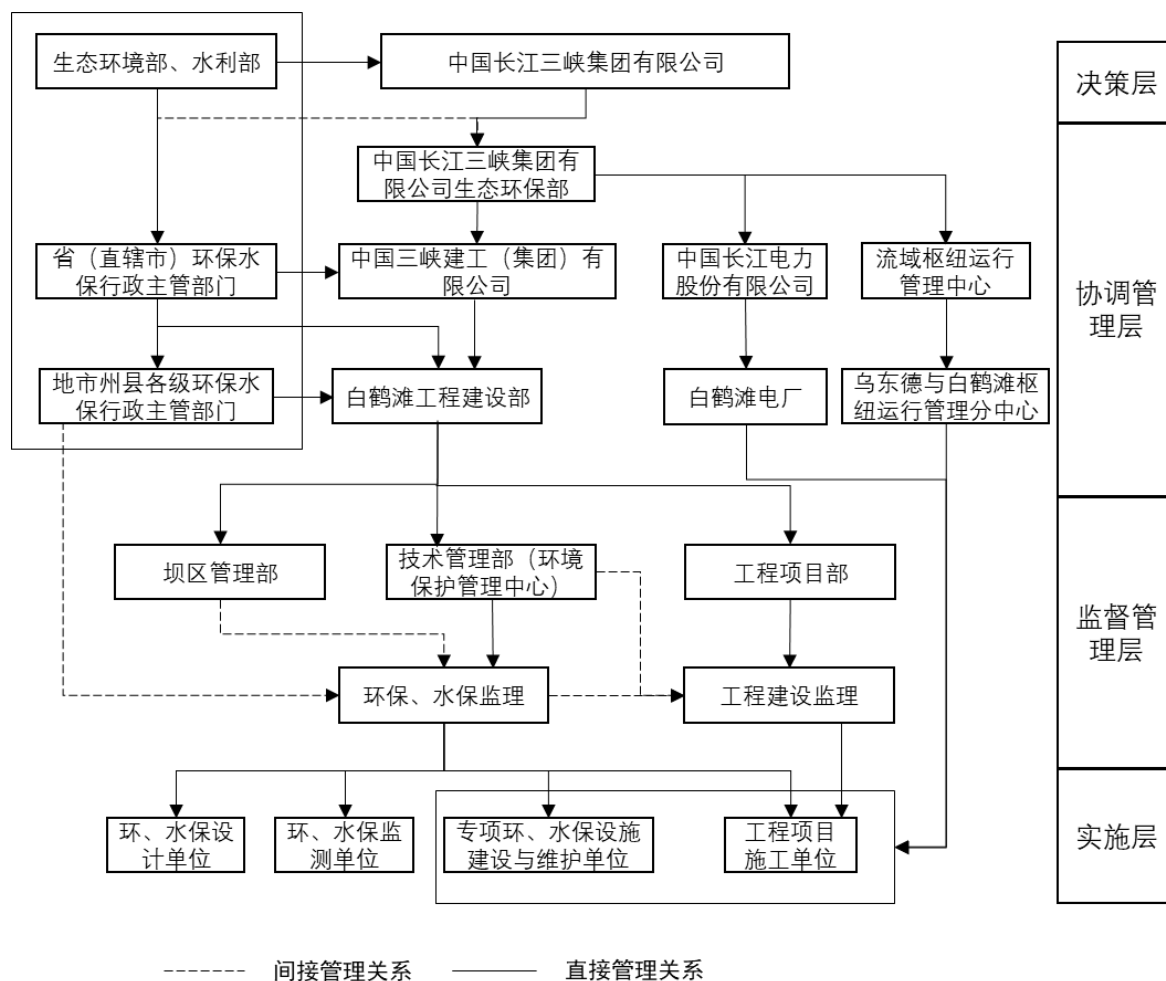


图 7.1-1 白鹤滩水电站工程环保水保管理体系图

7.1.2 环境管理机构

白鹤滩工程建设部（以下简称“建设部”）是中国三峡建工（集团）有限公司（以下简称“三峡建工”）的派出机构，承担白鹤滩水电站工程现场管理职责，建设部工程项目部（或责任部门）是环保水保工程实施的直接管理部门，建设部技术管理部是环保水保的归口管理部门，同时也是环保管理的监督部门，其下设的环境保护管理中心（以下简称“环保中心”）具体负责环保水保的监督管理工作；设计单位是工程项目环保水保实施全过程的技术服务机构；环境监理是工程环保水保监督管理、专业指导、归口统计的机构；工程监理是对施工过程中的环保水保工作实行全过程监控的机构；监测单位是对施工区环保水保工作效果进行监测的单位；运行管理单位是环保水保设施运行的直接管理单位；施工单位是环保水保工程具体的实施单位。

白鹤滩电厂是现场运行期管理机构、流域枢纽运行管理中心是中国三峡集团有限公司直属机构，两者共同进行白鹤滩现场运行期环保措施的运行管理工作。

7.1.3 环境保护管理制度

2018年1月，白鹤滩工程建设部印发了《白鹤滩水电站工程环境保护与水土保持管理办法》与《白鹤滩水电站工程环境保护与水土保持考核管理办法》，2019年6月，对《白鹤滩水电站工程环境保护与水土保持考核管理办法》进行了修订，并予以印发。文件对白鹤滩水电站工程环保水保工作体系进行了系统规范，制定了环保季度例会制度、环保水保报告报送制度、现场环保联络人、环保水保措施整改通知闭合制度、环保水保工作考核制度等，明确了施工单位、监理单位、环境监理各方职责。



图 7.1-2 建设单位管理办法

7.1.4 环境保护培训与宣传

白鹤滩水电站施工期间，建设单位积极举办各种环境保护工作相关培训及宣传活动，邀请四川省、云南省或国家环保部门知名专家学者开展环境保护相关法律法规的宣传和培训。通过环保相关法律法规及政策的宣传培训，增强了建设单位及各参建单位的环境保护意识，也有助于建设单位进一步提升项目环境管理水平。



《建设项目环境保护管理条例》（修订版）宣贯会

环境应急管理宣传培训



环境保护管理信息系统培训会



白鹤滩水电站生态文明建设教育宣贯会



环水保季度年会



白鹤滩水电站环保知识竞赛



世界环境日宣传活动



环保宣传海报

图 7.1-3 建设单位组织的环保培训和环保宣传工作

7.1.5 白鹤滩水电站生态环境管理智慧系统

为落实环保总体设计及其审查意见、落实国家生态环境部调研意见的要求，提升白鹤滩电站生态环境保护管理水平，建设单位建设了白鹤滩水电站生态环境智慧管理系统，将环境监测数据采集后集中储存，实时智能化分析，提高了环境监测的自动化水平，实现了监测数据在现场中控室实时显示。2023年10月，该套系统完成搭建并正式运行，白

鹤滩水电站生态环境智慧管理系统的搭建，显著提升了白鹤滩水电站生态环境保护管理水平，标志着白鹤滩水电站正在成为可持续、生态化的水电站的标杆。

7.1.5.1 总体架构

生态环境智慧管理系统部署在白鹤滩信息管理中心，利用管理中心原有的服务器、网络等基础设施资源，数据库设计及运维搭建了满足集团数据中心IT规划和数据治理等相关要求的智慧管理系统，系统部署架构如图7.1-4所示。智慧管理系统设计包括了现场中控室显示大屏、Web端和企业微信端应用功能，能满足环境监测过程中不同用户应用场景需求。

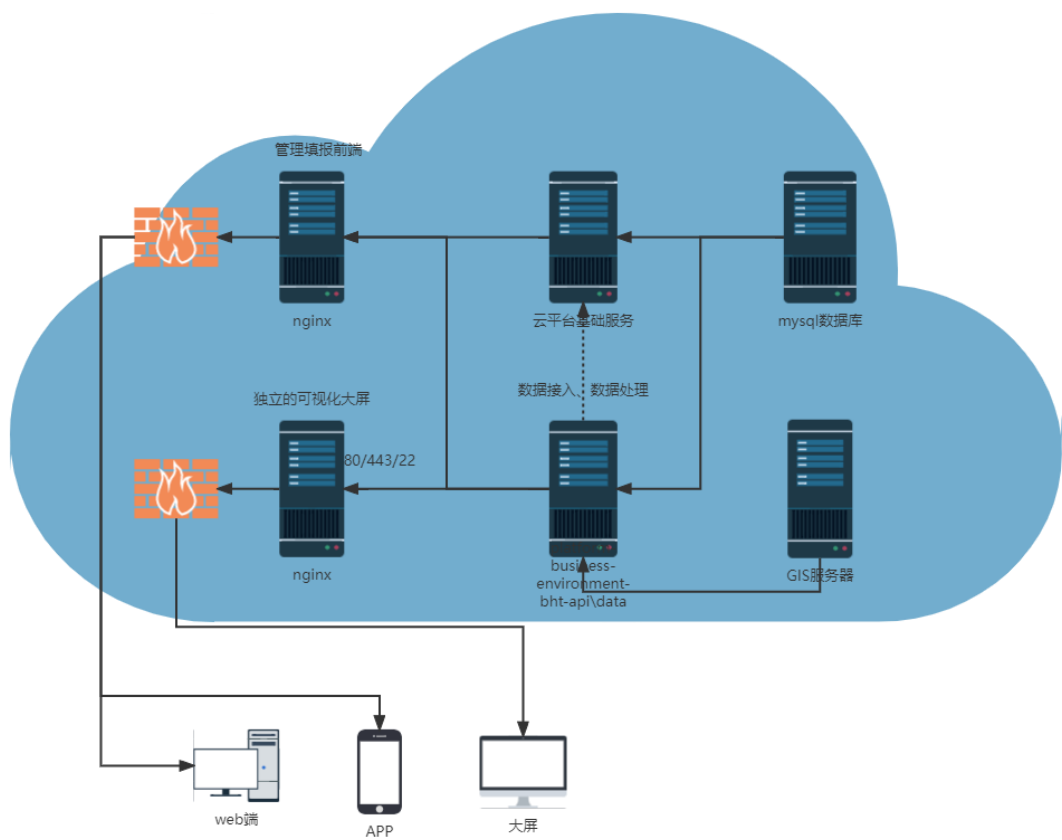


图 7.1-4 系统架构图

7.1.5.2 功能设计

(1)设计需求

设计阶段，白鹤滩水电站生态环境智慧管理系统主要需求为监测数据大屏展示、监测数据统计分析和业务数据录入填报。

①监测数据大屏展示主要面对来访参观人员，突出展示内容的高概括性、可视化效果及体验感。

②统计分析功能主要面对业务管理人员，突出管理流程、关键指标的管控。

③录入填报页面针对日常运维、使用人员，主要关注点有实时数据的日常维护、异常判断、报表生成、设备状态获取、历史数据分析、视频监控影像等。

(2)业务结构

针对系统设计时面临的主要需求，白鹤滩水电站生态环境智慧管理系统从3个角度进行了业务功能搭建：

① 监测数据大屏展示的业务功能为：

- 1) 白鹤滩水电站工程概况、智慧平台、环境保护工作亮点及成果介绍；
- 2) 环保业务数据分析结果展示；
- 3) 抽象化业务运行过程展示；
- 4) 三维大屏综合展示。

②监测数据统计分析的业务功能为：

- 1) 环保业务数据统计分析；
- 2) 监测站点、设备管理；
- 3) 关键指标、阈值管理；
- 4) 调度决策管理。

③业务数据录入填报的业务功能为：

- 1) 业务数据采集、填报；
- 2) 数据采集、填报流程管理；
- 3) 报表生成；

智慧管理系统业务结构如图7.1-5所示。

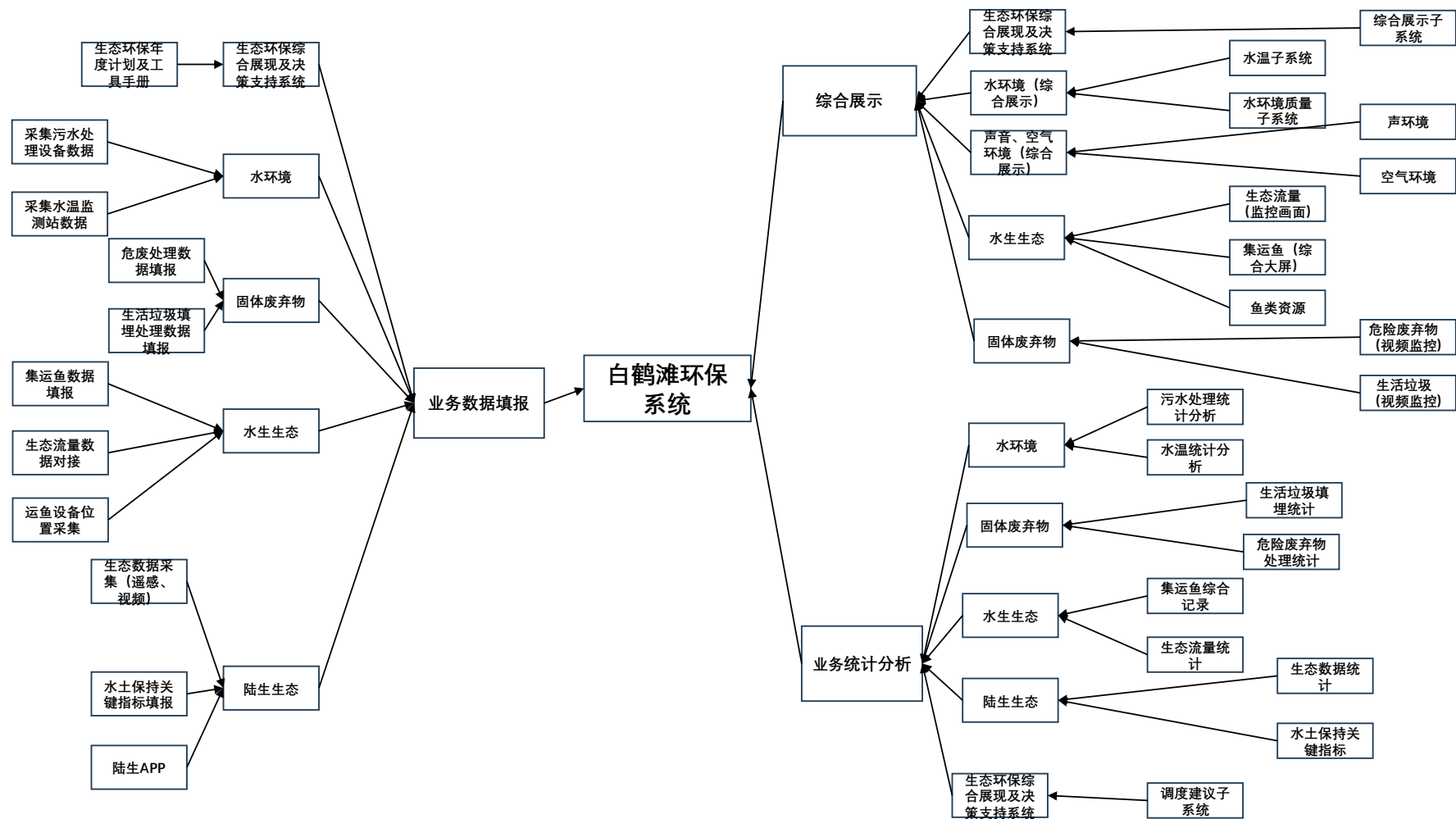


图 7.1-5 业务结构图

(3) 主要功能

白鹤滩水电站生态环境智慧管理系统实现了：

① 数据的自动采集、传输

具备枢纽区污水处理厂进出水水质、库区水环境质量、库区及坝下水温、生态流量监测监控、集运鱼系统全过程监控、水土保持六项指标以及库区典型植被样方和生物量等数据、画面自动采集、传输。

② 数据的储存、分析评价

构建白鹤滩水电站生态环境保护数据库，储存枢纽区污水处理厂运行、库区水环境质量、枢纽区声环境质量、枢纽区大气环境质量、库区及坝下水温、集运鱼系统运行、生态流量泄放、库尾和库中坝下鱼类资源、水土保持、枢纽区生态恢复、古树保护、固体废物管理等数据，并具备以上数据分析、评价的功能。

③ 预警预报、报告自动生成

具备污水处理厂出水水质超标预警、库区水环境质量异常预警、生态流量泄放不足预警、水土流失异常预警、危险废物储存超期预警等功能。通过开发算法，自动生成展示白鹤滩水电站环境保护年报、水温专项年报、集运鱼专项年报等。

此外，管理系统还具有良好的扩展性、开放性、灵活性、安全性。相应功能的增加、流程的调整具有灵活性，可实现根据需要进行快速调整，能够在不破坏现有系统功能架构基础上，进行系统优化开发。



图 7.1-6 白鹤滩生态环境管理系统中控室图片

7.1.6 环保部门执法监督监察

自白鹤滩水电站开工建设以来，白鹤滩水电站接受生态环境部、生态环境部长江流域生态环境监督管理局、长江委、生态环境部西南督查局、四川省、云南省各级生态环境保护行政主管部门现场调研和监督检查共计59余次。

通过环境监察，执法人员在工程环境保护“三同时”制度执行情况给予肯定的同时，也指出了工程环保措施存在的问题，并提出了改进要求。监察执法过程中，建设单位全力配合，积极响应监管要求，及时组织整改，整改意见落实后，就落实情况逐一向有关部门进行了回复。

7.1.7 环境问题投诉处理情况

白鹤滩水电站“三通一平”工程施工期间，2013年10月，下红岩村民对白鹤滩水电站下红岩施工区粉尘污染进行了投诉；2013年11月，白鹤滩镇政府对白鹤滩水电站矮子沟弃渣场施工粉尘污染进行了环保投诉。接到投诉后白鹤滩水电站环保中心及环境监理对投诉的事项进行了落实，召开整改落实专题会议，后续要求对钻机设备进行了改装，加装了收尘和降尘设备，增加洒水降尘频次，开展喷雾降尘科研工作，并将整改方案报

送上述单位。随着白鹤滩进一步规范施工作业，施工期后续未再发生环保投诉事件。

7.2 环境保护“三同时”执行情况

建设单位按照环境影响报告书及批复要求，严格执行环境保护“三同时”制度，开展了环境保护深化设计和论证，形成了环境保护总体设计报告，以及鱼类增殖放流站等环保专项设计成果，全面落实了生态保护和污染防治措施。工程主要环境保护设施及措施“三同时”执行情况详见表7.2-1

主要环境保护工作“三同时”执行情况一览表

表错误!文档中没有指定样式的文字。-1

编号	工作项		设计	施工建设	验收投产使用	备注
1	砂石料加工系统废水处理设施	新建村前期临时砂石料加工废水处理系统	开展了专项设计，纳入《白鹤滩水电站环境保护总体设计报告》。	随加工系统一同建设。	2013年2月完成建设并投入运行。	2016年4月拆除完成。
		荒田砂石料加工废水处理系统		随加工系统一同建设。	2013年5月完成建设并投入运行。	2023年9月荒田砂石料加工系统停运，目前正在拆除。
		三滩砂石料加工废水处理系统		随加工系统一同建设。	2014年6月完成建设并投入运行。	2021年3月拆除完成。
		大坝砂石料加工废水处理系统		随加工系统一同建设。	2017年4月完成建设并投入运行。	2022年8月拆除完成。
2	混凝土拌和系统废水处理设施	大坝低线混凝土拌和系统废水处理设施	开展了专项设计，纳入《白鹤滩水电站环境保护总体设计报告》。	随拌和系统一同建设。	2017年3月完成建设并投入运行。	2021年3月底拆除完成。
		大坝高线混凝土拌和系统废水处理设施		随拌和系统一同建设。	2018年2月完成建设并投入运行。	2022年三季度停运并完成拆除。
		三滩混凝土拌和系统废水处理设施		随拌和系统一同建设。	2013年4月完成建设并投入运行。	2020年12月拆除。
		荒田混凝土拌和系统废水处理设施		随拌和系统一同建设。	2013年4月完成建设并投入运行。	2023年9月停运。
3	鱼类栖息地保护措施	长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区强化措施	2008年2月，农业部渔业局与中国三峡集团签署了《长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区生态补偿项目总体协议》，总体实施时间为2005年至2028年；后续根据补偿项目计划和实施情况对部分措施进行了延续和后期加强设计。	截止2019年12月，金沙江一期工程对保护区的生态补偿项目已基本实施完毕，2023年10月，与贵州省、云南省、四川省和重庆市等“三省一市”签订了长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区生态补偿（二期）协议并已支付首笔资金。需强化的保护措施和需补充开展的环保措施正在逐步开展。		

编号	工作项		设计	施工建设	验收投产使用	备注
		黑水河鱼类栖息地保护与修复措施	中国三峡集团聘请大自然保护协会(TNC)作为项目技术顾问,组织集团内外有关单位成立联合项目组,于2017年3月编制完成了《黑水河河流生态修复规划》,上海院于2018年4月完成了《黑水河鱼类栖息地生态修复项目总体设计报告》(审定稿)。	第一阶段(2017年~2020年),以满足乌东德、白鹤滩水电站蓄水验收为目标,将“重点保护区”和“试验区”作为重点工作区段。第二阶段(2021年~2025年),在第一阶段实施后的试验监测和效果评估的基础上,开展第二阶段生态修复工程的方案优化及建设落实,主要包括苏家湾和公德房电站鱼道建设、减水河段生境改造方案等。2017年~2020年间,总体设计报告部署的第一阶段工程措施已全部完成。		
		乌东德库尾栖息地保护措施	建设单位于2019年1月编制完成《乌东德库尾人工产卵场建设方案》。	库尾栖息地项目于2019年12月1日开工,2020年1月16日完工。	于2020年4月通过建设单位组织的完工验收鉴定。	
4	集运过鱼系统		2018年11月建设单位组织编制完成《金沙江白鹤滩水电站集运鱼系统建设方案》,2020年2月编制完成《金沙江白鹤滩水电站工程集运鱼系统设计专题报告》(审定稿)。	2021年5月,下游右岸固定式集鱼系统正式投入运行。左岸四川省境内的两套集鱼系统分别位于1#尾水口和4#尾水洞内,于2022年10月、2024年6月分别投运。		
5	下泄生态流量保障措施		2018年11月,华东院编制完成《金沙江白鹤滩水电站蓄水期间生态流量研究专题报告》,白鹤滩水电站初期蓄水方案及下泄生态流量的调整已纳入《金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告》。 2020年11月,华东院编制完成《金沙江白鹤滩水电站蓄水计划与调度方案报告》。	生态流量在线监测系统建设情况:1.白鹤滩水文站于2013年5月开工建设,2014年2月投入运行。2.导流底孔、大坝深孔、溢流表孔及泄洪洞等泄流设施通过设定闸门的开度,送至电站计算机监控系统,实现实时监测泄放流量,于蓄水前建设完成。3.视频监控设备于2021年3月15日完成设备安装,蓄水前同步完成中控室电站计算机监控系统。		
6	分层取水设施		华东院于2017年12月编制完成了《金沙江白鹤滩水电站叠梁门分层取水专项设计报告》。	分层取水措施:蓄水前随大坝枢纽建成,运行后每年参与生态调度实验。2023年实施了“双边三层”叠梁门分层取水调度试验、2024年实施了全部16台机组落3层门(共计240节)的运行方式。		
7	水温在线监测系统		华东院于2018年1月编制完成《金沙江白鹤滩水电站水温在线监测系统建设方案》。	水温在线监测设施与主体工程相结合,纳入主体工程同步实施。水温在线监测系统已建设完成,现已移交流域乌白中心进行管理,目前水温在线监测设施运行正常。		

编号	工作项	设计	施工建设	验收投产使用	备注
8	鱼类增殖放流	2012 年 3 月，长江勘测规划设计研究有限责任公司联合水利部中国科学院水工程生态研究所开展金沙江乌东德白鹤滩水电站鱼类增殖放流站勘察设计公司。2012 年 9 月，《金沙江乌东德白鹤滩水电站鱼类增殖放流站工程初步设计报告》通过建设单位组织的技术审查。	增殖放流站于 2013 年 6 月动工兴建，2014 年 12 月投入运行。		
9	人工鱼巢	2019 年 1 月，中国三峡集团中华鲟研究所完成《乌东德、白鹤滩水库人工鱼巢设计与建设项目建设方案》。	建设单位于 2020 年 9~11 月于建设白鹤滩区域人工鱼巢。	2020 年 11 月人工鱼巢建设完成后随即开展监测工作。	
10	生态调度试验	2019 年 6 月，长江水利委员会组织制定《2019 年长江流域水工程联合调度运用计划》。	2017 年至 2021 年，建设单位连续 5 年组织开展了向家坝水电站生态调度试验，通过水文过程形成人造洪峰，以有利于达到四大家鱼、铜鱼等产漂流性卵鱼类繁殖所需的水文过程。	三峡建工集团联合枢纽运行管理中心组织实施金沙江下游梯级水电站生态调度试验工作，实施期为 2021~2024 年，2021 年白鹤滩处于初期蓄水阶段，主要针对乌东德电站、溪洛渡电站开展生态调度实验。2022 年起，中国三峡集团所辖长江干流梯级水库（除葛洲坝外）全部纳入生态调度范围。	
11	古树移栽保护	四川省林业勘察设计研究院对四川库区开展了古树实地调查，2016 年~2017 年先后开展了补充调查，于 2018 年 6 月完成了《金沙江白鹤滩水电站项目库区（四川部分）古树保护移栽方案》。国家林业局昆明勘察设计院于 2014 年 7 月完成了《金沙江白鹤滩水电站库区（云南省境内）古树保护移植方案》。	建设单位与会东县、宁南县分别签订了古树移栽实施委托协议，由各县林草部门负责古树移栽工作。	库区古树移栽工作于 2021 年 3 月底前全部完成，并取得专项验收意见。	

编号	工作项	设计	施工建设	验收投产使用	备注
12	消落带治理	开展了专项设计，纳入《白鹤滩水电站环境保护总体设计报告》。	2022 年底完成第一阶段消落带修复试验，修复区域为会东县野牛坪乡干盐井村金沙江左岸区域。 第二阶段分两期实施，一期工程包含巧家县龙井湾北部至葫芦口大桥沿岸区域（整治长度约 5km）、四川省凉山彝族自治州会东县大崇镇沿岸区域（整治长度约 5km）。二期工程包括巧家县邱家屿大桥往北至北门码头沿岸区域（整治长度约 5km）。截止目前，一期工程整体形象进度完成约 80%，计划 2026 年 4 月份完成验收评估工作。二期工程计划 2027 年年底完成。		
12	水土保持措施	2013 年 8 月中国电建集团华东院编制完成《金沙江白鹤滩水电站工程水土保持方案报告书》。	采取的工程措施主要为：对导流洞进出口、导流洞施工支洞口、左右岸引水系统进出口、左右岸尾水出口、出线场、泄洪洞进出口、缆机平台及坝肩开挖边坡以及各类施工支洞进出口等开挖边坡设置截排水设施，在各开挖边坡周边设置截水沟，当边坡较陡时设置跌水坎消能；大寨沟泥石流治理区、下红岩压坡石渣回填区配套建设蓄水灌溉设施。 采取的植物措施主要为：结合“美丽白鹤滩”、“长江大保护”等生态发展理念，在枢纽及导流区选取左岸坝肩三级平台、右岸四级平台、马脖子山体开挖面、左岸路侧平台、右岸坝肩平台等 5 处开展“美丽白鹤滩”近坝区水土保持与生态修复研究，制定干热河谷地区不同海拔、坡度及温热条件下的生态修复技术方案，从植物物种选择、植被恢复重建模式、生态修复方法及植被配置角度开展试验研究。		
13	其他措施	主要包括枢纽区配套建设其他措施、保护区科研、监测等，均开展了相关设计或专项，纳入了相关报告。	/	/	严格执行了环境保护“三同时”制度。

7.3 环境监理

2012年8月，白鹤滩工程建设部与中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司签订了《白鹤滩水电站环境保护与水土保持监理技术服务合同》，中南院环境监理于2012年8月上旬进驻现场并成立了中南勘测设计研究院白鹤滩水电站环境监理部，配备了专用交通工具和办公设备。

中南院根据环境监理合同确定的工程建设目标、监理工作任务和范围，对本工程环境监理任务进行了分解、分类和归纳，设置了直线制式监理机构。在进行环境监理组织机构的设置和监理人员的配置时，对监理组织机构的合理性、部门和人员的岗位职责的明确性、人力资源和技术保障措施的可信性等诸多方面进行了认真研究，制定了针对本

工程建设而建立的监理组织机构和人员配置方案。组织结构见图7.3-1。白鹤滩水电站工程环境监理实行总监负责制，设置总监1名、副总监1人，监理工程师1~2人，根据合同约定，现场服务人数为2~4人。

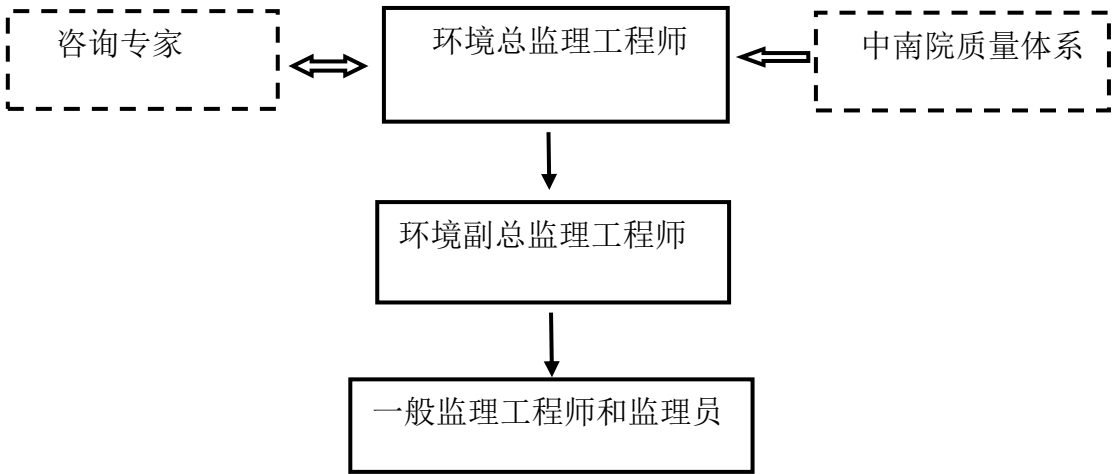


图 7.3-1 白鹤滩水电站环境监理部业务组织结构图

7.3.1 监理职责与监理方式调查

环境监理的主要职责为：落实施工过程中环境保护和水土保持措施执行情况，包括生活垃圾的收集与处置、空气污染控制、生产生活污水处理、噪声污染防治、施工场地环境卫生及卫生防疫监督管理、控制水土流失工程的实施、植被恢复与绿化美化工程等。监理工作方式：以巡视检查为主，辅以旁站监督、环境监测、现场纪录、发布文件、组织协调等方式。

7.3.2 监理制度调查

(1)环境保护责任制

在环境保护管理体系中，建立环境保护责任制，明确各环境管理机构的环境保护责任。

(2)分级管理制度

建立由各参建单位分工负责的环境保护分级管理制度。在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治、生态保护设施与措施条款以及环境管理要求，由各施工单位负责组织实施，建设单位环境管理机构负责定期检查，并将检查结果上报中国三峡集团，对检查中所发现的问题通报监理部门，由监理部门督促施工单位整改。在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治、生态保护设施与措施条款以及环境管理要求，由各施工承包单位负责组织实施，环境监理联合工程监理进行日常监督检查，建设单位环境保护管理机构负责定期检查，对检查中所发现的问题通报监理部门，由监理部门督促施工单位整改。

(3)环境监测制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段,是进行环境管理的主要依据。委托具备相应监测资质的机构,按环境监测计划要求对工程区域及周围的环境质量进行定期监测,及时提交监测成果,并根据环境监测结果,适时优化调整环境保护措施。

(4)报告制度

日常环境管理中所有要求、通报、整改通知及评议等,均采取书面文件或函件形式来往。施工承包商定期向工程建设环保管理办公室和环境监理部提交环境月报,涉及环境保护各项内容的实施执行情况及所发生问题的改正方案和处理结果,阶段性总结。环境监理部定期向工程建设环保管理办公室报告施工区环境保护状况和监理工作进展,提交环境监理季报及年报。环境监测单位定期向工程建设环保管理办公室提交环境监测报告,环保管理办公室应委托有关技术单位对施工期进行环境评估,提出评估季报和年报。

(5)“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及其它配套设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。

(6)制定突发事件的处理措施

工程施工期间,如发生污染事故及其它突发性环境事件,除应立即采取补救措施外,施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民,并报建设单位环境保护管理机构与地方环境保护行政主管部门接受调查处理。同时,要调查事故原因、责任单位和责任人,对有关单位和个人给予行政或经济处罚,触犯国家有关法律者,移交司法部门处理。

(7)宣传、培训制度

为增强工程建设者(包括管理人员和施工人员)的环境保护意识,建设单位环境管理机构应经常采取广播、宣传栏、专题讲座等方法对工程参建人员进行环境保护宣传,提高环保意识,使参建人员都能自觉地参与环境保护工作,让环境保护从单纯的行政干预和法律约束变成人们的自觉行为。对环境保护专业技术人员应定期进行业务培训,同时组织考察学习,以提高其业务水平。

(8)工作总结制度

各环境管理机构需定期编写环境保护工作总结,按项目的进展情况,须分别编写阶

阶段性工作总结和工程竣工工作总结。阶段性环境管理工作总结内容要求相对详尽，采用数据必须准确，内容必须真实。阶段性工作总结要求在该阶段验收时提交，作为向业主和质量监督部门提供文字材料。

7.3.3 监理实施情况调查

白鹤滩水电站环境监理采用驻场方式，独立地开展环境监理工作。根据环境监理工作实际，环境监理部按照中南院“三标”管理体系要求和相关工作管理程序，制定了监理部各项工作制度，工作制度主要包括环境监理技术服务质量控制和文件发布管理制度、监理日志制度、监理报告制度、函件往来制度、监理会议制度和安全生产技术交底制度等。环境监理工程师在监理工作开展过程中，严格执行监理部各项制度，保证了环境监理部各项工作的顺利进行。

截止2024年11月，主要完成的工作有：

(1)制定《白鹤滩水电站环境保护与水土保持监理规划》、《白鹤滩水电站环境保护与水土保持监理实施细则》、《白鹤滩水电站年度环保工作计划》。

(2)环境监理召开内部会议260次，组织专题会78次，参加环境保护工作会议510次，现场巡查2055次，旁站监理220天，审阅各类文件资料433份，督促整改环境问题345起，编写环境监理报告248份。

(3)参与生产废水处理设施、生活污水处理设施及生活垃圾填埋场的设计工作；巡查渣场、大寨沟治理工程和对外交通等工程现场；根据实际情况编制了环境月报格式，并对施工单位和工程监理单位进行了培训；针对环保措施落实情况及现状监测结果，提出环保措施的整改意见等。



现场巡查



环保主管部门现场检查



环保设备人员培训



环水保工作季度考核

图 7.3-2 环保现场监理及例会制度

7.4 环境监测落实情况调查

根据环评报告书及批复意见的要求，结合本工程建设和区域环境特点，建设单位先后委托中国水产科学院长江水产研究所、水利部中国科学院水生态工程研究所开展金沙江下游流域水生生态监测，委托中国科学院生态环境研究中心开展金沙江下游流域陆生生态监测，委托长江流域水环境监测中心开展金沙江下游流域地表水水质监测，委托昭通市环境科学研究院、云南高科环境保护科技有限公司开展枢纽区环境监测，委托巧家县和宁南县疾病预防控制中心开展枢纽区人群健康监测等。根据调查，环境监测有部分断面（或点位）有所调整，实际监测基本符合环评要求。

7.5 实施阶段环境监测与环评报告要求对比情况

调查表明，建设单位按照环评报告书及批复要求落实了施工期环境监测工作。在具体实施过程中，结合现场施工布置和工程实施进度，部分监测方案与环评阶段相比进行了调整，主要变化如下：

(1)废污水监测：实际运行期由于大坝高线混凝土拌和废水进入大坝低线混凝土拌和废水处理系统一并处理，因此只针对大坝低线混凝土废水处理系统末端进行水质监测。施工期含油废水产生量少，经隔油沉淀处理后进入污水处理厂，因此施工期未开展含油废水监测。

(2)环境空气监测：环境空气监测点根据施工活动范围进行了局部调整。实施阶段，由于对外交通公路单独立项，沿线敏感点环境空气监测列入对外交通监测计划，白鹤滩

水电站主体工程实施阶段环境对空气监测点位适当进行了调整。

(3)声环境监测：结合现场声环境敏感点分布及施工活动影响情况，对噪声监测点位进行了调整。实施阶段，由于对外交通公路单独立项，沿线声环境敏感点监测列入对外交通监测计划，监测点位有所减少。

(4)地表水监测：实施阶段，建设单位委托专业单位开展了金沙江下游流域水质监测，与环评阶段相比，实施阶段地表水水质监测断面除干流外，还增加了支流普渡河、小江和黑水河水质监测断面，监测频次为每2月监测1次，每次监测1天。

(5)地下水监测：实施阶段，建设单位委托中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司开展垃圾填埋场上下游地下水水质监测以及枢纽区地下水水位监测，与环评阶段相比，地下水水位监测点位有所调整，但关注点位仍集中在枢纽区，特别是对居民用水的影响，因此符合环评及批复要求。

(6)生态监测：实施阶段，建设单位委托专业单位开展金沙江下游流域生态监测，与环评阶段相比，实施阶段根据生态监测的实际需求增加了监测点位（断面），延长了单次监测时间，调整后的监测方案能更好开展生态监测工作，满足环评及批复要求。

总体来讲，白鹤滩水电站实施阶段基本按照环评报告书及批复要求开展了环境监测，监测方案与环评阶段相比有适当调整，调整后的监测点位更能反映现场施工的实际情况，更具针对性，监测工作均由专业单位和满足资质要求的监测单位开展，监测数据合理可信。

7.6 环境管理及环境监测计划落实情况调查结论

根据调查，建设单位全面落实了白鹤滩水电站各项环境管理工作，建立了环境保护管理机构，在施工过程中与当地有关部门积极配合，重视并开展了一系列的环境保护工作。白鹤滩工程建设部环境保护管理中心承担施工区环境管理工作，中南院承担施工期环境监理工作；委托昭通市环境科学研究院、云南高科环境保护科技有限公司开展施工期环境监测工作；中国水产科学研究院长江水产研究所、水利部中国科学院水生态工程研究所开展金沙江下游流域水生生态监测；中国科学院生态环境研究中心开展金沙江下游流域陆生生态监测，长江流域水环境监测中心开展金沙江下游流域地表水水质监测，水电八局开展金沙江下游流域水温监测，四川大学开展金沙江下游流域河道过饱和气体监测，长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站负责本工程水土保持监测工作；宁

南县疾病预防控制中心和巧家县疾病预防控制中心负责工程左右岸人群健康监测工作。

调查认为，建设单位设立了环境保护管理机构，将环境管理融入工程管理，引进和实施工程环境监理。按照环评文件和批复要求，同步落实环境监测计划。工程环境管理和环境监测落实情况符合竣工阶段环保验收要求。

8 公众意见调查

8.1 调查目的与内容

白鹤滩水电站工程建设对区域社会、经济和环境产生了积极的影响，但同时工程施工对环境也带来了一定不利影响。根据《建设项目竣工环境保护验收技术规范生态影响类》(HJ/T 394-2007)、《建设项目竣工环境保护验收技术规范 水利水电》(HJ 464-2009)、《水电工程竣工环境保护验收技术规程》(NB/T11181-2023)等要求，水电工程竣工环保验收阶段须开展公众意见调查工作。通过公众意见调查，可进一步了解工程建设对影响范围内居民工作和生活的环境影响情况，以及公众对施工期环境保护工作的意见，以便完善工程环保措施，做好工程的环境保护工作。

8.2 调查对象与方法

8.2.1 个人

个人调查对象为白鹤滩水电站枢纽区附近居民、工程移民等。

8.2.2 政府部门及社会团体

团体调查对象主要为工程涉及的四川库区和云南库区各县政府主管部门。

8.3 调查结果分析

8.3.1 团体调查结果分析

本次调查共发放团体调查表40份，收回40份，回收率100%。统计结果详见表8.3-1。根据公众意见调查反馈信息可知：

- ①被调查的团体中，所有团体都认为工程建设给当地带来更多的就业机会和经济收入。
- ②在对施工期间主要的环境影响调查中，45%的团体认为是噪声，45%认为是粉尘，52.5%认为是工程弃渣，45%认为是水土流失，27.5%认为是植被和景观破坏，17.5%认为是阻碍交通。
- ③65%的被调查团体认为工程施工对河流水质影响较小，35%的被调查团体认为无影响。

④80%的被调查团体认为工程施工粉尘（扬尘）排放、工程施工噪声的影响程度较小。

⑤67.5%的被调查团体认为工程施工对水生生物及鱼类的影响一般或较小，10%的团体认为影响很大，32.5%的团体认为无影响。

⑥87.5%的被调查团体对工程施工期采取的环境保护措施满意，12.5%的团体基本满意。

⑦97.5%的被调查团体认为工程建设利大于弊。

部分受访的团体单位对白鹤滩水电站工程的环境保护提出了建议：建议与当地政府加强协调，加大对库岸河道、水体治理及漂浮物打捞的资金投入，确保施工期间采取有效污染防治措施，并加强后期监督管理和库区消落带治理，以提升环境质量。

此外，部分受访的团体单位提出了移民相关问题，已向相关专业反映。

团体意见调查结果一览表

表 8.3-1

序号	调查内容	数量	比例（%）
1	贵单位认为在电站施工过程中，带来的最不利环境影响是哪（几）个方面	噪声	45
		粉尘	45
		废水	7.5
		工程弃渣	52.5
		水土流失	45
		阻碍交通运输	17.5
		植被和景观被破坏	27.5
		其他	0
2	贵单位认为在白鹤滩水电站施工过程中，是否给当地带来了更多的就业机会和经济收入	是	100
		否	0
		不确定	0
3	贵单位认为在白鹤滩水电站施工期，工程施工对河流水质的影响程度如何	影响较大	0
		影响较小	65
		无影响	35
4	贵单位认为在白鹤滩水电站施工期，工程施工粉尘（扬尘）排放的影响程度如何	影响较大	7.5
		影响较小	80
		无影响	12.5
5	贵单位认为在白鹤滩水电站施工期，工程施工噪声的影响如何	影响较大	2.5
		影响较小	80
		无影响	17.5
6	贵单位认为在白鹤滩水电站施工期，对当地水土流失的影响程度如何	显著增加	7.5
		较小程度增加	47.5
		无影响	35
		不确定	10
7	从目前来看，贵单位认为白鹤滩水电站对水生生物及鱼类的影响程度如何	影响较大	10
		影响一般	12.5
		影响较小	45
		无影响	32.5

序号	调查内容		数量	比例（%）
8	从目前来看，贵单位认为白鹤滩水电站建设对当地植被及野生动物的影响程度如何	影响较大	1	2.5
		影响一般	14	35
		影响较小	15	37.5
		无影响	10	25
9	贵单位认为白鹤滩水电站建设对当地取用水设施的影响程度如何	影响较大	2	5
		影响一般	10	25
		影响较小	14	35
		无影响	14	35
10	贵单位对白鹤滩水电站工程施工期所采取的环境保护措施是否满意	满意	35	87.5
		基本满意	5	12.5
		不知道	0	0
11	贵单位对白鹤滩水电站的总体看法是	利大于弊	39	97.5
		弊大于利	0	0
		不确定	1	2.5
12	据贵单位所知，白鹤滩水电站施工期及运行期是否有扰民事件或民众上访事件发生？如有请列举。	/	/	/
13	贵单位认为本工程在环境保护方面还需要进一步改善的意见和建议	/	/	/

8.3.2 个人调查结果分析

本次调查共发放个人调查表600份，收回588份，回收率98%。其中枢纽工程区个人问卷67份，其他区域个人问卷521份。个人调查意见统计结果见表8.3-2。根据公众意见调查反馈信息可知：

①白鹤滩水电站施工过程中，78.23%的被调查个人认为工程施工期粉尘影响较大，48.98%认为噪声影响较大，32.82%认为植被和景观破坏影响较大，28.23%认为工程弃渣影响较大。

②在被调查个人中，82.99%的受访个人认为工程建设可带来更多的就业机会和收入。

③73.47%的被调查个人认为工程施工对河流水质影响不大或无影响，26.53%的个人认为影响较大。

④在移民安置对环境的影响方面，63.27%的个人认为影响移民生活方式，38.1%的个人认为影响移民生活水平，38.78%的个人认为景观生态及污水排放影响较大。

⑤对于本工程所采取的环保措施，90.82%的个人表示满意或基本满意，枢纽区有65人，占97.02%，库区有469人，占90.02%。

⑥被调查个人中，92.69%的公众认为工程建设利大于弊。

个人意见调查结果一览表

表 8.3-2

序号	调查内容		枢纽区		库区		合计	
			数量	比例(%)	数量	比例(%)	数量	比例(%)
1	在白鹤滩水电站施工过程中, 对您的正常生活带来的最不利环境影响是哪(几)个方面	噪声	42	62.69	246	47.22	288	48.98
		粉尘	57	85.07	403	77.35	460	78.23
		废（污）水	4	5.97	41	7.87	45	7.65
		工程弃渣	14	20.90	152	29.17	166	28.23
		水土流失	3	4.48	52	9.98	55	9.35
		阻碍交通运输	33	49.20	105	20.15	138	23.46
		植被和景观被破坏	16	23.88	177	33.97	193	32.82
		其他	1	1.49	18	3.45	19	3.23
2	您认为在白鹤滩水电站施工过程中, 是否给当地带来了更多的就业机会和经济收入	是	64	95.52	424	81.38	488	82.99
		否	2	2.99	75	14.40	77	13.10
		不确定	1	1.49	22	4.22	23	3.91
3	您认为在白鹤滩水电站施工期, 工程施工对河流水质的影响程度如何	影响较大	14	20.90	142	27.26	156	26.53
		影响较小	35	52.24	322	61.80	357	60.71
		无影响	18	26.87	57	10.94	75	12.76
4	您认为在白鹤滩水电站施工期, 工程施工粉尘（扬尘）排放的影响程度如何	影响较大	27	40.30	267	51.25	294	50.00
		影响较小	35	52.24	155	29.75	190	32.31
		无影响	5	7.46	99	19.00	104	17.69
5	您认为在白鹤滩水电站施工期, 工程施工噪声对您的影响如何	影响较大	12	17.91	143	27.45	155	26.36
		影响较小	46	68.66	277	53.17	323	54.93
		无影响	9	13.43	101	19.39	110	18.71
6	您认为在白鹤滩水电站施工期, 对当地水土流失的影响程度如何	显著增加	2	2.99	45	8.64	47	7.99
		较小程度增加	24	35.82	211	40.50	235	39.97
		无影响	17	25.37	78	14.97	95	16.16
		不确定	24	35.82	187	35.89	211	35.88
7	从目前来看, 您认为白鹤滩水电站对水生生物及鱼类的影响程度如何	影响较大	3	4.48	107	20.54	110	18.71
		影响一般	29	43.28	179	34.36	208	35.37
		影响较小	27	40.30	171	32.82	198	33.67
		无影响	8	11.94	64	12.28	72	12.24
8	从目前来看, 您认为白鹤滩水电站建设对当地植被及野生动物的影响程度如何	影响较大	3	4.48	78	14.97	81	13.78
		影响一般	22	32.84	207	39.73	229	38.95
		影响较小	38	56.72	177	33.97	215	36.56
		无影响	4	5.97	59	11.32	63	10.71
9	您认为白鹤滩水电站建设对当地取用水设施的影响程度如何	影响较大	1	1.49	132	25.34	133	22.62
		影响一般	18	26.87	133	25.53	151	25.68
		影响较小	31	46.27	168	32.25	199	33.84
		无影响	17	25.37	88	16.89	105	17.86
10	您认为白鹤滩水电站移民安置过程中环境影响主要表现在哪（几）个方面	影响移民生活水平	13	19.40	211	40.50	224	38.10
		影响移民生活方式	28	41.79	344	66.03	372	63.27
		景观生态及废污水排放	23	34.33	205	39.35	228	38.78
		没有影响	25	37.31	51	9.79	76	12.93

序号	调查内容		枢纽区		库区		合计	
			数量	比例(%)	数量	比例(%)	数量	比例(%)
11	您对白鹤滩水电站环境保护工作是否满意	满意	18	26.87	145	27.83	163	27.72
		基本满意	47	70.15	324	62.19	371	63.10
		不知道	2	2.99	52	9.98	54	9.18
12	您对白鹤滩水电站的总体看法是	利大于弊	63	94.03	482	92.51	545	92.69
		弊大于利	0	0	0	0	0	0
		不确定	4	5.97	39	7.49	43	7.31
13	请谈谈您人为本工程在环境保护方面还需要进一步改善的意见和建议	整理情况详见 8.4 节。						



图8.3-1 公众意见调查现场

8.4 公众主要关心的环境问题反馈情况

针对公众意见调查结果中民众普遍较为关心的环保问题，调查人员依据工程目前已经采取的相关减缓、减免措施，现场对民众进行了较为详细的介绍与解释，受调查人员均表示认可。

公众意见调查主要问题分析及处理情况一览表

表 8.4-1

序号	反应的主要环境问题	公众意见调查主要关注对象	工程已采取的措施
1	白鹤滩水电站建设期间产生的环境影响	噪声污染	建设单位落实了环评报告及批复中的要求。在施工设备选型和施工工艺设计中，均尽可能选用低噪声设备和工艺；砂石料及混凝土系统远离居民点布置；合理安排施工、爆破时间；设置了限速和禁鸣标志牌。为随时掌握施工区内及声环境敏感点声环境质量状况，建设单位施工期每年均进行了声环境监测，监测结果显示 2017 年至 2023 年均未出现超标情景。
2		大气（粉尘）污染	建设单位采取了一系列有效的措施以减少粉尘、废气的产生，并严格管理，定期对各类洒水降尘设备进行检修，确保其正常运行。此外，工程施工机械均配备尾气净化装置，从源头上控制了燃油废气污染。根据建设单位施工期开展的大气环境监测，2017 年至 2023 年未出现超标情景。
3		植被和景观被破坏	根据《金沙江白鹤滩水电站工程水土保持设施验收报告》，建设单位采取了一系列植被和景观恢复措施。如在枢纽工程区实施过程中，坝区整治工程左岸以框架梁护坡为主，框格内采用孔颖草等草本植被；右岸坝肩以框架梁护坡和植被护坡为主，框格内以新银合欢为主配合少量草本植物。业主营地及周边场地实施了园林式景观绿化及植物园建设；六城坝、新建村、大桥营地对裸露边坡进行绿化，施工生产相关场地回填边坡部分坡面已实施植被护坡。
4		影响水质	建设单位按照环评报告及批复中的要求，落实了施工期、运行期各项废水处理措施，砂石料加工废水、混凝土拌和废水经处理后均回用，生活污水经处理达标后排放或回用，每年开展了坝前漂浮物清理工作。截止目前，建设单位未收到与工程河段水环境有关的投诉。
5	哪些环境保护还需要进一步改善？	加强施工场地恢复工作，增加绿化程度	根据《金沙江白鹤滩水电站工程水土保持设施验收报告》，白鹤滩水电站工程已经对海子沟渣场、荒田弃渣场、旱谷地料场开挖边坡及表土堆存场区域落实了后续绿化方案及工作计划，符合水土保持要求。
6		加强鱼类保护	建设单位高度重视水生生态保护，落实了集运鱼过鱼措施、增殖放流措施、人工鱼巢措施，开展了鱼类栖息地保护相关工作，配合库区当地政府建立健全了渔政管理机制，并且已开展或正在开展系列水生生态相关科研。

9 调查结论与建议

9.1 调查结论

9.1.1 环境保护管理手续完备

白鹤滩水电站自筹建以来，建设单位组织开展了金沙江下游河段水电梯级开发环境影响及对策研究、白鹤滩水电站“三通一平”等工程环评、白鹤滩水电站项目环评、工程专项环评等，上述环评报告均通过了生态环境主管部门的审批。工程建设期间，建设单位完成了各种环境管理备案工作。工程蓄水前，2021年3月，建设单位组织完成工程蓄水阶段环保自主验收。总体上，白鹤滩水电站环境保护管理手续齐全，具备开展竣工环境保护验收前提条件。

9.1.2 工程全面完建、运行正常

白鹤滩水电站开发任务、开发方式、建设地点、建设内容及规模、工程布置形式、坝型结构、水位和库容均与环评阶段一致，未发生重大工程变动。工程完建至今，枢纽工程及各项环境保护设施正常运行，满足竣工环保验收的工况要求。

金沙江白鹤滩水电站位于四川省宁南县和云南省巧家县交界的金沙江干流下游，是金沙江下游河段水电开发的第2个梯级，上接乌东德水电站，下邻溪洛渡水电站。工程开发任务以发电为主，兼顾防洪、航运和促进地方经济社会发展。工程采用堤坝式开发，枢纽建筑物由大坝、泄水建筑物、引水发电建筑物等组成，工程为一等大(1)型工程，挡水建筑物为混凝土双曲拱坝，坝顶高程834m，最大坝高289m。正常蓄水位825m，死水位765m，正常蓄水位时水库回水长度182km，水库面积216.49km²，正常蓄水位以下库容190.06亿m³，调节库容104.36亿m³，具有年调节性能。电站总装机容量16000MW，多年平均年发电量624.43亿kW·h。

白鹤滩水电站自2010年6月筹建工程开工以来，2015年11月，工程实施大江截流；2017年4月，大坝混凝土开始浇筑；2021年4月6日，工程通过蓄水验收，开始蓄水；2021年6月28日，白鹤滩水电站首批机组（1号、14号）投产发电；2022年10月24日，首次蓄水至正常蓄水位825m；2022年12月20日，白鹤滩水电站第十六台机组投产发电，标志着白鹤滩水电站全部投产。工程完建至今，主体工程及环保设施运行情况良好，满足竣工环保验收的工况要求。

截止2024年11月底，白鹤滩水电站累计完成环境保护和水土保持总投资615453.07万元，占投资总额的107.77%。

白鹤滩水电站环境保护验收调查范围总体与环评阶段评价范围一致，重点为枢纽工程建设区。白鹤滩施工区垃圾填埋场、白鹤滩水电站对外专用公路（宁南县葫芦口至白鹤滩公路）单独立项，不纳入本次竣工环境保护验收范围。由于本工程移民安置由建设单位出资，地方政府具体实施，根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）相关要求，移民安置相关内容纳入《金沙江白鹤滩水电站竣工环境保护验收其他需要说明的事项》。

9.1.3 落实环境保护“三同时”管理制度

白鹤滩水电站建设过程中，贯彻落实环境保护“三同时”管理制度要求，依据环评及批复意见要求，在工程设计的各阶段按要求开展重要环保措施设计工作。

为有效衔接可研与招标、施工图阶段环境保护设计，制定环境保护工程分标和实施总体计划，建设单位于2019年2月组织编制了《金沙江白鹤滩水电站环境保护总体设计报告》，并取得了生态环境部环境影响评价与排放管理司出具的相关意见的函；针对工程集运过鱼设施建设，为确保系统的适用性及效果，建设单位组织开展了多次技术方案论证，最终形成了《金沙江白鹤滩水电站集运鱼系统设计专题报告》；对于环评及批复提出的鱼类栖息地保护措施要求，建设单位先后开展了黑水河鱼类栖息地生态修复项目、乌东德库尾生境修复项目、人工鱼巢设计等，完成了《黑水河河流生态修复规划》《黑水河鱼类栖息地生态修复项目总体设计报告》《乌东德库尾人工产卵场建设方案》《乌东德、白鹤滩水库人工鱼巢设计与建设项目建设方案》等；为落实白鹤滩水电站初期蓄水及运行期生态流量下泄，保障下游生态用水要求，建设单位组织编制了《金沙江白鹤滩水电站生态调度专题研究报告》，提出了满足初期蓄水要求的生态流量泄放方案；此外，针对工程运行期对水文情势、水温、水质等方面的影响，先后开展了生态流量在线监测系统设计、分层取水与水温在线监测系统设计、库区水质在线监测设计等，完成了《金沙江白鹤滩水电站生态流量在线监测系统建设方案》《金沙江白鹤滩水电站叠梁门分层取水专项设计报告》《金沙江白鹤滩水电站水温在线监测系统设计专题报告》《金沙江白鹤滩水电站蓄水期间水质监测工作实施方案》等，各专项设计成果均经审查论证后作为工程环境保护措施或设施实施的重要技术支撑，并在工程建设过程中同步施工和运行。

9.1.4 严格落实各项环保措施

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号),白鹤滩水电站配套建设的环境保护设施及措施落实情况是竣工环境保护验收的核心内容。

白鹤滩水电站严格执行环境保护“三同时”制度,工程各阶段设计成果均提出了较为全面、详细的环境保护措施,环境影响报告书及其批复中提出的各项环保要求、以及蓄水阶段验收批复要求继续做好的环保工作,主要包括枢纽工程区水环境、环境空气、噪声、生态环境等环保措施和设施以及库区及流域水环境保护、水生生态和陆生生态保护措施等,在工程建设、运行中得到了认真落实,实施的污染防治、生态保护措施有效。

9.1.4.1 枢纽工程区环境保护措施落实情况

白鹤滩水电站建设过程中严格执行了环境保护“三同时”制度,按照《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》及其批复意见要求认真落实了枢纽工程区水环境、大气环境、声环境、生态环境等各项保护措施,实施的污染防治、生态保护措施有效。

(1) 水环境保护措施

白鹤滩水电站按照环境影响报告书及批复要求,遵循“三同时”原则,枢纽工程区实施了砂石加工废水处理及回用措施、混凝土拌和废水处理措施、含油废水处理措施、地下厂房废水处理系统、生活污水处理等水环境保护措施。根据监测结果,工程砂石加工废水及混凝土拌和废水全部实现了回用,生活污水经处理后达标排放,废污水处理系统总体运行良好,出水满足回用或达标排放标准,处理效果较好。

(2) 生态环境保护措施

白鹤滩施工区现有受保护的古树共计57棵,各移栽古树安排专人养护,并设置保护监控,监控画面同步接入白鹤滩水电站生态环境智慧管理系统中。目前移栽植株长势总体良好,实现了移栽保护的目的。

白鹤滩水电站枢纽区各项水土保持设施在工程建设期间按照水土保持方案及后续设计要求总体得到落实,质量合格,达到预期的水土流失防治目标。枢纽工程区按照环评及批复意见要求落实了陆生生态保护措施,施工区总体施工面貌较好,能够达到竣工环境保护验收要求。

(3) 大气环境保护措施

白鹤滩水电站施工期大气环境保护措施主要包括施工粉尘控制措施(含爆破施工)、砂石料混凝土系统降尘措施、地下洞室通风降尘措施以及燃油废气控制措施等。采取的

措施内容包括：选用低尘工艺和除尘装置、洒水降尘、定期维修保养机械设备、道路养护、选用新进的洞室通风设备以及推广使用低污染的LNG天然气等几个方面。爆破钻孔采用带除尘器的钻机或采用湿钻以控制钻孔粉尘。爆破作业面布置洒水设施充分淋湿爆破面后再爆破，辅以水袋以控制爆破粉尘。翻渣作业面增加喷雾设备、高压水枪，减小翻渣作业粉尘。根据施工期监测结果分析，白鹤滩水电站施工区各项环境空气监测因子均满足相应标准限值，施工期大气污染控制措施有效。

(4) 声环境保护措施

白鹤滩水电站施工期采取了噪声源控制、噪声传播途径控制、受体保护3个方面的声环境保护措施。通过施工布置，选用低噪声设备和工艺，加强机械设备维护保养，混凝土筛分系统增设隔声屏障，合理安排爆破时间，严格控制单孔药量，禁止夜间爆破，为施工人员配置个人防声用具。根据施工期监测结果分析，施工期各类噪声得到有效控制，施工区声环境质量状况较好，敏感点声环境质量能够达到声环境功能区相应标准。

(5) 固体废物处置措施

工程施工期和运行期，在各施工营地、施工场地配置垃圾桶、垃圾运输车 and 垃圾收集池，配专人清理垃圾，集中收集清运至白鹤滩水电站垃圾填埋场处置。施工区和地下厂房危险废物按要求设置暂存间，建立废油回收台账制度，并与有资质单位签订危废处置相关协议。白鹤滩水电站固体废物得到有效处置，满足环评报告及批复要求。

(6) 枢纽工程区环保措施落实情况调查结论

建设单位在有序开展白鹤滩水电站工程建设的同时，重视环境保护工作，环境管理体系健全且运行有效，严格执行“三同时”制度，按照《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》及其批复意见要求认真落实了枢纽工程区各项环保措施。调查报告认为，枢纽工程区满足竣工环境保护验收要求。

9.1.4.2 库区及流域环境保护措施落实情况

(1) 水环境保护措施

1) 下泄生态流量

工程蓄水期和运行期下泄流量满足环境保护总体设计报告及审查意见、环境影响报告书及批复的相关要求，蓄水前同步建成生态流量在线监测系统。

2) 库底清理及清漂

工程蓄水前实施了库底清理，并通过四川省和云南省的验收。使用机械化清漂船对

坝前漂浮物进行打捞，清漂工作组织得力，库区水面漂浮物极少。

3) 库区水质在线监测

建成巧家县城右岸、普渡河口两处库区水质自动监测站点，监测数据通过后台收集后，作为金沙江下游流域地表水水质监测工作的基础数据。

4) 库周污染治理措施落实情况

工程涉及各县正按照国民经济和社会发展的第十四个五年规划、水污染防治规划等稳步推进水环境治理工作。包括生活污水、工业废水集中治理、库区河岸护坡生态修复工程、农业面源污染防治等。工程蓄水后，库区水质以Ⅱ类水体为主。

(2) 水生生态保护措施

1) 分层取水和水温监测

叠梁门工程与主体工程同步施工，蓄水前建成，运行期每年参与金沙江下游生态调度实验。

蓄水前建成水温在线监测系统，接入白鹤滩安全监测管理系统，监测数据传输到设在湖南长沙水电八局总部的数据接收云服务器，便于分析金沙江下游干流水温结构分布和时空变化特征。

2) 集运过鱼系统

集运过鱼系统已建成，正常开展鱼类集获及放流工作，暂养和运输过程中布置水质实时监控系统，实时掌握鱼类健康状况，放鱼运送途中未出现死鱼事故，鱼体状况良好。

3) 鱼类增殖放流站

建设单位于2014年底建成鱼类增殖放流站并投运，截止2024年，共投放齐口裂腹鱼、鲈鲤、长薄鳅、圆口铜鱼、长鳍吻鮡、白甲鱼、岩原鲤、细鳞裂腹鱼、裸体鳅鲇等珍稀特有鱼苗合计463.09万尾，同步开展放流效果监测评估。

4) 鱼类栖息地保护

2008年2月，农业部渔业局与三峡集团公司签署了《长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区生态补偿项目总体协议》，补偿项目概算经费总额为38200万元，主要用于金沙江一期工程对长江上游保护保护工作。截止目前，金沙江一期工程对保护区的生态补偿项目已基本实施完毕。根据金沙江下游水电梯级开发规划环境影响研究成果及乌东德、白鹤滩水电站环境影响评价成果，长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区在现有工作的基础上，将同时承担乌东德和白鹤滩江段鱼类保护的责任，在保护区已采取的措施基

础上，分别开展延续保护措施，落实原计划开展但尚未落实的保护措施，投资总共安排3.16亿元。生态环境部环评司、农业农村部长江办、国家林业和草原局保护地司与中国三峡集团公司开展多次四方会谈，明确各方责任及实施计划，目前各项工作正在稳步推进中。

建设单位对黑水河栖息地保护措施进行了优化设计，将黑水河干流划分为重点保护区、试验区、观察区三大分区，并分两个阶段组织实施。已按计划完成老木河拆坝工程、松新减水河段栖息地试点段生境修复工程、各梯级电站生态流量下泄保障及监控工程、松新鱼道建设、鱼类增殖放流等工作，同步开展了河流生境生物跟踪调查监测评估及鱼道过鱼效果评估工作，已通过第一阶段工程验收。根据“金沙江乌东德水电站控制运行水位重大变动环评批复意见”（环审〔2023〕111号）相关要求，黑水河鱼类栖息地保护需在综合借鉴第一阶段工作经验的基础上，调整连通性恢复方案，优化第二阶段生态修复措施，目前建设单位正在开展设计优化工作，第二阶段措施落实情况纳入乌东德水电站竣工环境保护验收范围内，不制约白鹤滩竣工环境保护验收。

建设单位通过深入分析和综合比选，在乌东德库尾塑造2处鱼类人工产卵场，项目已于2020年1月完工，并通过完工验收鉴定。

5) 人工鱼巢

人工鱼巢已完成4个江段全部建设工作，建成人工鱼巢1500m²，监测结果表明人工鱼巢促鱼类增殖效果较明显。

6) 生态调度实验

建设单位组织编制了《金沙江白鹤滩水电站生态调度研究专题报告》《金沙江下游梯级水电站生态调度研究报告》，制定了《金沙江白鹤滩水电站生态调度方案》，提出了金沙江下游乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝4个梯级的联合生态调度方案。建设单位每年根据实际水情，编制水库联合调度方案并报主管部门审批后执行。2022年白鹤滩蓄水完成后，连续开展乌东德-白鹤滩-溪洛渡-向家坝-三峡梯级联合生态调度试验，跟踪监测表明，生态调度试验促进了河段鱼类繁殖。

(3) 陆生生态保护措施

白鹤滩水电站蓄水前与地方政府签订协议，由地方林业部门负责组织实施对库区古树的移栽，该工作于2021年3月底完成，并取得专项验收意见。

白鹤滩水电站施工期，遵循避让、减缓、恢复补偿和施工管理等措施，最大程度减

少对区域陆生植被和陆生动物的影响。蓄水期间对栗喉蜂虎采取了遮网阻隔营巢、人工替代营巢地建设、旧营巢地清理再利用等应急保护措施，避免了栗喉蜂虎种群大规模繁殖损失，蓄水后持续开展人工营巢地建设及种群动态监测工作。

建设单位已完成库区第一阶段消落带修复治理工作，筛选出10余种适应于白鹤滩水电站消落带生存植物，开展了不同淹没水位植物搭配方案研究，目前正根据第一阶段工作的成果和经验，实施第二阶段库区消落带修复工作。

(4) 库区及流域环保措施落实情况调查结论

调查结果表明，白鹤滩水电站工程按照环境影响评价文件的要求，严格落实了生态流量下泄措施、水生生态保护措施和陆生生态保护措施，流域环境监测工作逐年开展，各项科研工作稳步推进，后续工作计划安排有序。调查认为库区具备竣工环境保护验收条件。

9.1.4 环境影响与环评预测结论基本一致

白鹤滩水电站已采取的生态保护、污染防治和水土保持措施整体有效，工程对水环境、生态环境、大气环境和声环境等影响与环评阶段预测结论基本一致，部分环境影响和变化趋势尚未形成稳定变化规律，需持续开展监测和评估。

9.1.4.1 枢纽区环境影响调查

(1)水环境影响调查

施工期通过采取水污染防治措施，减少了施工作业过程中产生的污水，降低了对区域水环境的影响，施工期对金沙江干流水质的影响较小。工程蓄水以来，水质能够达到Ⅱ类以上标准，表明工程蓄水后枢纽工程区江段水质逐年好转。

对垃圾填埋场上下游地下水逐年开展水质监测，水质满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类限值。

枢纽区配套建设给水工程，新田村用水在白鹤滩移民新集镇供水工程中统一考虑，上红岩村和棉花地居民用水可由大寨镇引水工程解决，居民生活用水能够得到保障。

(2)大气环境影响调查

施工期通过采取大气污染防治措施，在一定程度上减少了施工作业和运输过程中产生的大气污染物，减缓了工程建设对周围大气环境的影响。施工期监测结果表明，工程区域内大气环境各监测因子均能达到相应环境质量标准，大气环境质量状况较好。

(3)声环境影响调查

施工期通过采取噪声污染防治措施，减少了开挖、爆破、机械施工和运输过程中产

生的噪声。根据施工期监测结果显示，工程区域内各施工场地噪声均能达标排放，声环境质量满足相应功能区要求，声环境状况较好。

(4)陆生生态影响调查

枢纽工程区自然植被与环评阶段相比，植被类型上没有大的变化，工程施工活动只是减少了各种植物的数量，未对物种种类产生影响。工程建设过程中，建设单位通过生态保护宣传教育，限制施工活动范围，有效减小了施工活动对陆生动物的影响。工程施工前后，枢纽工程区的景观发生了一定改变，主要体现在建设用地的增加和景观的破碎化，从景观分类上增加了大坝及其设施、乡镇居民用地、荒裸地等。针对临时施工场地，施工结束后，建设单位及时进行迹地恢复，枢纽工程区植被恢复和绿化措施总体有效。建设单位采取的枢纽工程区水土保持措施有效，无弃渣乱倒、淤积河道、影响河道行洪能力等现象。

(5)固体废物影响调查

白鹤滩水电站固体废物主要为施工人员和电站管理人员产生的生活垃圾，按照环境影响报告书及批复、环境保护总体设计等文件的要求，生活垃圾经集中收集后运送至白鹤滩水电站垃圾填埋场处理。经现场调查，施工区配备垃圾桶、垃圾箱等，生活垃圾“日产日清”，无乱丢乱弃现象。机修废油按照危险废物管理要求，建立了危险废物管理制度和台账记录，并与具有危险废物处理资质的相关单位签订了处置协议，进行了无害化处理。

(6)人群健康影响调查

根据人群健康保护与监测报告分析，施工区所发的传染病为常见传染病，无甲类及按甲类管理的传染病发生，无爆发传染病疫情发生。

9.1.4.2 库区及流域影响调查

(1)水环境影响调查

1)白鹤滩水电站蓄水期间及运行期下泄流量满足环评批复及总体设计报告审查意见要求。工程运行期库区水面面积较天然状况下增大，水深增加、流速减小，与环境影响报告书预测结果基本一致。

2)白鹤滩库区干支流断面形态总体稳定，冲淤主要发生在主河槽内；支流除普渡河以外，其他支流河口段断面均出现主河槽的平铺式淤积特征。

3) 水库水温无垂向稳定分层结构，5月~12月出现分层现象；坝下水温变化开始呈现延滞效应和平坦化效应。总体上，白鹤滩水电站运行时间不长，库区水温分层及下泄低

温水影响已初步显现，需继续开展长效观测。

4)工程蓄水后，白鹤滩库区和坝下干支流年均水质类别在《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) I~II类之间。库区水质总体处于贫营养和中营养水平，非汛期部分支流和库湾偶尔达到轻度富营养化。

5)乌东德、白鹤滩水电站泄洪设施泄水会造成下游水体产生气体过饱和现象；无泄洪时段，未出现明显气体过饱和现象。2023后，金沙江下游四座电站全部投产，水库联合调度能力增强，电站泄流主要通过机组发电尾水，均未泄洪，坝下断面较坝上断面的溶解气体浓度饱和度变化幅度均较小，饱和度均接近正常饱和态。

(2)水生生态影响调查

现阶段白鹤滩库区的鱼类种类数量未发生明显变化，特有鱼类种类数量减少，与环境影响报告书预测结果基本一致。此外，由于生境变化，适于库区环境的外来物种种类和数量增多。从渔获物来看，成库后初级生产力增加，CPUE整体呈上升趋势，主要经济鱼类中圆口铜鱼渔获物比重呈波动变化，长鳍吻鮡、长薄鳅和短须裂腹鱼渔获比重呈下降趋势，与环境影响报告书预测结果基本一致。

受梯级电站建设运行叠加影响，目前白鹤库区水生生态系统还处于动态变化过程中，具体演变趋势有待于进一步观测。

(3)陆生生态影响调查

与环评阶段相比，白鹤滩水电站工程建设未导致评价区陆生植物、鸟类、陆生脊椎动物的物种区系改变，仅在种群数量、群落结构、空间分布方面发生了有限变化。水电工程建设对陆生生态的总体影响轻微，未导致大规模生态破坏和严重生态损伤，生态系统的结构和功能依旧完整。

9.1.4.3 风险事故防范及应急措施调查

结合工程施工及运行特点，建设单位落实了环境风险防范及应急措施，制定施工期和运行期环境风险应急预案，建立了完善的应急管理组织机构，未发生重大环境风险事故。

9.1.4.4 环境管理及环境监测计划落实情况调查

建设单位建立了金沙江下游流域环境保护管理体系，成立了专门的环境保护管理机构，制定了一系列涵盖施工期和运行期的环境保护制度和办法，将环境管理融入工程管理，引进和实施工程环境监理，定期向主管部门报送环保简报。

建设单位长期开展了金沙江下游流域水温、地表水水质、水生生态、陆生生态、过

饱和气体、水文泥沙等生态环境监测工作。

9.1.4.5 环境影响调查总体结论

通过实地调查了解，本工程在施工期、运行期产生的实际环境影响与环境影响报告书中所预测的结果基本一致，但仍需进行长期跟踪监测研究。建设、施工、运行管理单位及当地有关部门对工程建设期的环境保护给予了足够的重视，实施了环境管理、环境监理和环境监测工作，采取的各项污染防治措施和生态保护措施基本有效。

9.1.5 无验收不合格情形

《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4号)第八条提出了不得提出验收合格意见的情形。经调查和对比，白鹤滩水电站不存在验收不合格的情形。

验收不合格情形对比表

表 9.1-1

序号	验收不合格情形	是否存在
1	未按环境影响报告书(表)及其审批部门审批决定要求建成环境保护设施，或者环境保护设施不能与主体工程同时投产或者使用的	否
2	污染物排放不符合国家和地方相关标准、环境影响报告书(表)及其审批部门审批决定或者重点污染物排放总量控制指标要求的	否
3	环境影响报告书(表)经批准后，该建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动，建设单位未重新报批环境影响报告书(表)或者环境影响报告书(表)未经批准的	否
4	建设过程中造成重大环境污染未治理完成，或者造成重大生态破坏未恢复的	否
5	分期建设、分期投入生产或者使用依法应当分期验收的建设项目，其分期建设、分期投入生产或者使用的环境保护设施防治环境污染和生态破坏的能力不能满足其相应主体工程需要的	否
6	建设单位因该建设项目违反国家和地方环境保护法律法规受到处罚，被责令改正，尚未改正完成的	否

9.1.6 建议通过竣工环境保护验收

中国三峡集团是以大型水电开发和运营为主的清洁能源集团，集团在水电开发建设中始终以科学发展观为指导，积极倡导并践行“建好一座电站，带动一方经济，改善一片环境，造福一批移民”的理念，坚持“在保护生态的基础上有序开发水电”，把长江生态修复摆在压倒性位置，全面贯彻落实习近平总书记致金沙江白鹤滩水电站首批机组投产发电的贺信精神，高标准高质量开展工程建设，努力把白鹤滩水电站打造成精品工程。坚持生态优先、绿色发展，科学有序推进金沙江水能资源开发，推动金沙江流域在保护中发展、在发展中保护，更好造福人民。白鹤滩水电站是构筑长江生态屏障的重要一环，与流域梯级水库群共同承担着涵养、修复长江流域生态环境的重大责任。建设单位始终秉承“将生态环保理念和各项生态环保措施贯彻到工程建设全过程，全力以赴把白鹤滩

水电站建设成为涵养两岸绿水青山的绿色工程”的理念，将“守好这一方绿水青山”作为建设者最美的承诺，身体力行地践行习近平总书记提出的金沙江流域保护精神。

调查结果表明，白鹤滩水电站工程在设计、施工和运行中，重视环境保护工作，严格执行了“三同时”制度，按照《金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书》及其批复意见、《金沙江白鹤滩水电站蓄水阶段环境保护验收意见》要求，严格落实了枢纽工程区、库区及流域的各项环保措施，包括下泄生态流量、鱼类增殖放流、保护区基础设施建设、鱼类保护专项研究、古树移栽保护、植被恢复、污废水处理、大气和声环境保护、固体废物处置、库底清理等，移民安置区的配套环境保护措施资金已落实。工程已采取的生态保护、污染防治和水土保持措施有效，后续环境保护工作都有计划和安排，工程对水环境、生态环境、大气环境和声环境等的影响与环境影响报告书预测结果基本一致。

综上，白鹤滩水电站工程满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)的相关要求，不存在第八条所列验收不合格情形，工程具备竣工环境保护验收条件，建议通过金沙江白鹤滩水电站竣工环境保护验收。

9.2 建议

长江是中华民族的母亲河，为深入贯彻落实习近平总书记关于“共抓大保护、不搞大开发”、“坚持生态优先、绿色发展，科学有序推进金沙江水能资源开发，推动金沙江流域在保护中发展、在发展中保护，更好造福人民”的重要指示精神，建设单位应继续秉持先进的环保理念、运用先进的技术手段，做好白鹤滩水电站运行过程中的环保工作，为此，提出相关建议如下：

(1)切实保护长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区，积极推进长江上游珍稀特有鱼类及自然保护区延续性保护措施落实工作，进一步加强对保护区鱼类影响的监测和评估。

(2)继续开展金沙江下游流域的水温水质、水生生态、陆生生态、气体过饱和等相关监测评估工作；持续开展金沙江下游梯级累积环境影响研究。

(3)持续开展水库联合调度，通过生态调度试验效果评估，优化水库生态调度方案。

(4)加强远期放流对象前臀鲃人工繁殖技术攻关，持续开展增殖放流效果跟踪监测工作。

(5)继续开展集运鱼系统运行效果监测与评估，持续实施集运鱼系统优化改进，完善过鱼设施运行规程，确保过鱼效果。