

通江县高坑水电站

环境影响报告书

(报批件)



建设单位：大唐通江电力开发有限公司

编制单位：四川锦美环保股份有限公司

二〇二一年六月

通江县高坑水电站

环境影响报告书

(报批件)

建设单位：大唐通江电力开发有限公司

编制单位：四川锦美环保股份有限公司

二〇二一年六月

目 录

| | |
|------------------------------|------------|
| 概 述..... | 1 |
| 1 总则..... | 4 |
| 1.1 评价目的与原则..... | 4 |
| 1.2 评价依据..... | 5 |
| 1.3 环境影响因素识别、评价因子筛选..... | 9 |
| 1.4 评价标准..... | 11 |
| 1.5 评价等级、评价范围、评价时段和评价重点..... | 13 |
| 1.6 环境保护目标..... | 16 |
| 1.7 评价工作程序..... | 18 |
| 2 建设项目概况..... | 20 |
| 2.1 流域规划及开发现状..... | 20 |
| 2.2 建设项目地理位置..... | 27 |
| 2.3 工程任务、建设规模及运行方式..... | 27 |
| 2.4 工程组成..... | 31 |
| 2.5 工程布置及主要建筑物..... | 32 |
| 2.7 建设征地及移民安置..... | 36 |
| 2.8 施工概况..... | 38 |
| 2.9 劳动定员及工作制度..... | 42 |
| 2.10 工程投资..... | 42 |
| 2.11 工程运行现状及遗留环境问题..... | 42 |
| 3 工程分析..... | 45 |
| 3.1 产业政策、规划、区划符合性分析..... | 45 |
| 3.3 施工期环境影响分析..... | 56 |
| 3.4 运行期污染源强调查..... | 60 |
| 3.5 移民安置影响分析..... | 62 |
| 3.6 工程分析结论..... | 62 |
| 4 环境概况..... | 64 |
| 4.1 自然环境..... | 64 |
| 4.2 社会环境..... | 76 |
| 5 环境质量现状调查与评价..... | 78 |
| 5.1 环境空气质量现状调查与评价..... | 78 |
| 5.2 地表水环境现状调查与评价..... | 78 |
| 5.3 地下水环境现状调查与评价..... | 84 |
| 5.4 声环境现状调查与评价..... | 86 |
| 5.5 土壤环境现状调查与评价..... | 87 |
| 5.6 陆生生态环境现状调查..... | 89 |
| 5.7 水生生态现状调查..... | 115 |
| 5.8 生态敏感区现状调查..... | 134 |
| 5.9 评价区主要生态环境问题..... | 137 |
| 6 环境影响回顾与验证分析..... | 139 |
| 6.1 通江流域水利水电开发环境影响回顾..... | 139 |
| 6.2 施工期环境影响回顾..... | 145 |
| 6.2 运行期环境影响验证分析..... | 150 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| 6.3 社会环境影响回顾及调查..... | 207 |
| 6.3 环境风险分析..... | 208 |
| 7 环境保护措施及其技术、经济论证..... | 213 |
| 7.1 设计原则及目标..... | 213 |
| 7.2 工程已实施的环境保护措施及效果分析..... | 213 |
| 7.3 需进一步落实或优化的环保措施内容..... | 215 |
| 7.4 环境保护措施效果分析..... | 222 |
| 8 环境影响经济损益分析..... | 224 |
| 8.1 环保投资..... | 224 |
| 8.2 环境影响经济损益分析..... | 225 |
| 9 环境管理及环境监测计划..... | 227 |
| 9.1 环境保护管理..... | 227 |
| 9.2 环境监测计划..... | 229 |
| 9.3 竣工环境保护验收..... | 231 |
| 9.4 环境影响后评价..... | 233 |
| 10 评价结论..... | 235 |
| 10.1 工程概况..... | 235 |
| 10.2 产业政策符合性及选址合理性分析..... | 235 |
| 10.3 环境质量现状..... | 235 |
| 10.4 环境影响结论..... | 236 |
| 10.5 环境保护措施..... | 236 |
| 10.6 环境风险分析..... | 237 |
| 10.7 环境监测与管理..... | 237 |
| 10.8 公众参与..... | 237 |
| 10.9 综合结论..... | 237 |
| 10.9 评价建议..... | 238 |

附表:

附表 1 植物群落调查样方

附表 2 评价区主要植物名录

附表 3 评价区主要动物名录

附表 4 高坑水电站工程影响河段各调查点浮游植物名录

附表 5 高坑水电站工程影响河段各调查点浮游动物名录

附表 6 高坑水电站工程影响河段各调查点底栖动物名录

附表 7 高坑水电站工程影响水域鱼类名录

附表 8 建设项目大气环境影响评价自查表

附表 9 建设项目地表水环境影响评价自查表

附表 10 土壤环境影响评价自查表

附表 11 建设项目环境风险评价自查表

附表 12 建设项目环评审批基础信息表

附图：

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 项目水系图
- 附图 3 外环境关系及监测布点图
- 附图 4 项目总平面布置图
- 附图 5 生态环境现状调查工作图
- 附图 6 评价区土地利用现状图
- 附图 7 评价区植被类型图
- 附图 8 评价区生态系统类型图
- 附图 9 评价区保护动物分布图
- 附图 10 典型生态保护措施布置图
- 附图 11 鱼道平面布置初选位置图

附件：

- 附件 1 巴中市发展计划委员会关于通江县高坑水电站可行性研究报告的批复(巴计能源〔2004〕362号)
- 附件 2 巴中市发展计划委员会关于对通江河流域水电规划的批复,巴计能源〔2004〕356号
- 附件 3 巴市水保〔2004〕5号关于高坑水电站水土保持方案报告书的评审意见
- 附件 4 关于同意高坑、洪口电站并入四川电网运行的批复,川电营销〔2004〕183号
- 附件 5 巴中市水利局关于通江县高坑水电站初步设计的批复
- 附件 6 巴中市水利局关于通江县高坑水电站工程水资源论证的审批意见
- 附件 7 通水渔函〔2007〕1号关于收取高坑电站渔业资源损失补偿的函
- 附件 8 巴市水函〔2009〕13号关于通江县高坑水电站行洪论证审查意见的函
- 附件 9 巴市水〔2009〕122号关于通江县高坑水电站下闸蓄水验收的批复

附件 10 关于高坑水电站水土保持设施竣工验收意见的批复(巴市水〔2009〕61 号)

附件 11 关于通江县九浴溪等水电站“一站一策”生态流量下泄整改方案的批复，通水利〔2019〕146 号

附件 12 通江县六部门关于印发“高坑电站、洪口电站”生态流量下泄整改的初步验收意见，通水利〔2019〕213 号

附件 13 监测报告

附件 14 通江县自然资源和规划局关于通江县高坑水电站项目(枢纽区)与生态红线和自然保护地有关情况的函

附件 15 通江县林业局关于通江县高坑水电站、洪口水电站两个建设项目与自然保护区关系的说明

附件 16 巴中市通江生态环境局关于《关于请求确认通江县高坑水电站洪口水电站是否涉及饮用水源保护区的函》的复函

附件 17 川北公司危险废物安全处置项目合同

附件 18 通江县高坑水电站环境污染事故应急预案备案表

附件 19 专家审查意见

附件 20 专家复核意见

概 述

一、项目前期工作简况

1、前期设计及建设概况

四川省亿力能源投资开发有限公司于 2005 年在通江县新建高坑水电站，电站位于大通江上赵村坝附近，属通江河中游河段，距离通江县城约 12.8km，其上已建有九裕溪电站，其下已建有平昌县双滩水电站。本电站采用河床式开发，主要任务为发电，兼顾防洪，具有日调节能力，正常蓄水位 340.5m，相应库容 3796.05 万 m³，水库总库容(校核洪水位以下)6997 万 m³。电站装机容量装机 15MW，多年平均发电量 5984.13 万 kW·h。项目实际总投资 10933.02 万元，其中已实施环保投资 360 万元。

高坑水电站于 1992 年经四川省水利厅批复了项目建议书。2004 年 11 月 16 日，巴中市水利局下发了《关于通江县高坑水电站规划报告的批复》(巴市水〔2004〕210 号)，同年 12 月，经巴中市发展计划委员会批准(巴计能源〔2004〕362 号)建设；2004 年 11 月 16 日，巴中市水土保持委员会办公室下发了《关于四川省通江县高坑水电站水土保持方案报告书的评审意见》(巴市水保〔2004〕5 号)；2004 年 12 月 3 日，取得《巴中市发展计划委员会关于同意四川亿力能源投资开发有限公司开展通江水能电力资源开发的函》(巴许函〔2004〕20 号)；2004 年 12 月 13 日，取得《巴中市环境保护局关于对四川省通江县高坑水电站环境影响报告表的批复》(巴环函〔2004〕122 号)；2005 年 3 月，巴中市水利局下发了《关于通江县高坑水电站工程水资源论证的审批意见》(巴市水〔2005〕31 号)；2005 年 3 月 9 日，巴中市水利局下发了《关于通江县高坑水电站初步设计的批复》(巴市水〔2005〕33 号)；2009 年 6 月 14 日，巴中市水务局下发了《关于通江县高坑水电站水土保持设施竣工验收意见的批复》(巴市水〔2009〕61 号)。

高坑水电站于 2005 年 12 月开工建设，2009 年 5 月完成建设，2009 年 9 月进行蓄水试运行。2009 年 9 月 22 日高坑水电站通过蓄水验收(巴市水〔2009〕122 号)。2019 年 11 月，通江水利局等部门对高坑水电站“一站一策”生态流量下泄整改方案实施情况进行了验收(通水利〔2019〕213 号)。

2、项目环评

本项目环境影响评价工作总体上经历了原项目环评和本次环评两个阶段。环评工作简况分述如下：

(1) 原项目环评

2004 年 11 月，巴中市绿叶环评有限责任公司编制完成《四川省通江县高坑水电站

项目环境影响报告表》(以下简称“原环评报告”),并于2004年12月13日取得了原巴中市环境保护局《关于对四川省通江县高坑水电站环境影响报告表的批复》(巴环函〔2004〕122号)。

(2) 本次项目环评

2021年4月,四川锦美环保股份有限公司受大唐通江电力开发有限公司委托,根据相关文件要求,重新编制完成《通江县高坑水电站环境影响报告书》(以下简称“本次环评”)。

本项目配套建设升压站电压等级为110kV,其电磁辐射环境影响由业主委托另行单独评价。

二、项目由来

根据水利部、国家发展改革委、生态环境部、国家能源局《关于开展长江经济带小水电清理整改工作的意见》(水电〔2018〕312号)、四川省水利厅、四川省发展和改革委员会、四川省经济和信息化厅、四川省生态环境厅、四川省能源局《关于印发<四川省长江经济带小水电清理整改工作实施方案>的通知》(川水函〔2019〕329号)以及四川省水利厅、四川省发展和改革委员会、四川省经济和信息化厅、四川省生态环境厅、四川省林业和草原局、四川省能源局《关于印发<四川省长江经济带小水电清理整改审批(核准)、环保等行后续完善指导意见>的通知》(川水函〔2020〕546号)的等文件要求,2012年1月19日前开工建设的“整改类”小水电项目,由各市(州)人民政府按照《四川省人民政府办公厅关于印发四川省清理整顿环保违法违规建设项目工作方案的通知》(川办发〔2015〕90号)要求办理。

高坑水电站于2005年12月工程开工建设,目前本电站经综合评估后已列入“整改类”的小水电项目,根据上述文件要求,应依据川办发〔2015〕90号文件中第四条“清理处置原则”中第“(五)”点整改要求,重新编制环评报告并报巴中市生态环境局组织审查。

2021年4月,四川锦美环保股份有限公司(以下简称“我公司”)受大唐通江电力开发有限公司委托重新编制《通江县高坑水电站环境影响报告书》。接受任务后,我公司环评人员根据相关政策及现行环保及环评的要求,对项目所在地的环境现状作了进一步调查、收集了项目设计资料和评价区相关自然、社会、生态环境等方面的资料,委托四川国测检测技术有限公司开展了项目区环境现状监测,并邀请陆生生态专家对项目区陆生生态现状进行了考察,现按照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)、

《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)和《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T88-2003)等规范及相关环保的要求,编制完成了本项目环境影响报告书,并上报审查。

三、项目特点

本项目为水力发电项目,运行期基本没有污染物排放。项目已建成,施工期环境影响已经消失,因此,本次评价主要考虑项目运行期对周边环境的实际影响,对施工期环境影响仅作回顾性评价。

本项目所在区域环境质量现状满足相应环境功能区划要求,项目建设不涉及自然保护区、风景名胜区等生态敏感区,也不涉及饮用水源保护区、文物保护单位等,项目建设无环境制约因素。

四、分析判定相关情况

(1) 本项目为水力发电项目,根据《产业结构调整指导目录(2005年本)》,项目属于第一类鼓励类中“四、电力”中“1、水力发电”,符合当时的国家产业政策。

(2) 本项目建设地点位于通江县广纳镇赵村坝,不涉及各类环境敏感区,无制约项目建设的外环境因素。

(3) 项目符合“生态保护红线、环境质量红线、资源利用上线和环境准入负面清单”的规定。

五、评价关注的主要环境问题及环境影响

(1) 调查分析项目建设期有无遗留的环境问题,电站运行期对周边环境影响的程度及环境风险水平。

(2) 已采取环保措施、设施的有效性及其可靠性,相关生态保护及恢复措施的实施情况。

六、环境影响评价的主要结论

本项目为已建成项目,符合当时的国家产业政策和用地要求。经综合分析,评价区自然、生态环境基本处于协调状态,本项目对环境的主要有利影响表现在发电和促进地方经济等方面;不利影响主要表现在建坝阻隔、水土流失等对局地环境的影响等。建设单位应按照本报告提出的各项环保措施整改建议,认真落实相关措施及管理制度,尽量避免和减缓项目运行期对周边环境的影响,在采取相应的环保对策措施前提下,本项目从环保角度分析总体可行。

1 总则

1.1 评价目的与原则

1.1.1 评价目的

根据高坑水电站的工程特性、所在区域环境特点以及国家有关法律法规要求，确定本次环境影响评价目的在于：

(1) 详细调查分析项目涉及区域的自然环境、生态环境、社会环境和环境质量状况，敏感保护对象及其环境问题，明确当地的环境功能、环境质量现状及其发展趋势。

(2) 回顾高坑水电站建设的实际环境影响，调查环境保护措施实施情况、措施效果及存在问题，统筹考虑通江河流域开发生态环境保护要求，从环境保护角度，对鱼类资源保护、重要物种资源恢复和保护等方面提出保护规划和建设方案。

(3) 根据流域及地方生态环境保护要求以及相关保护规划，判别项目建设与相关政策、规划、区划的符合性。

(4) 针对项目建设给环境带来的不利影响，制定技术经济可行的对策和减免措施，完善运行期环境监测和管理计划，确保区域生态系统和生物多样性得到有效保护，促进项目区生态环境的良性和可持续性发展。

(5) 从环境保护角度论证项目建设的可行性，从而为项目的环境管理提供科学依据。

1.1.2 评价原则

(1) 生态优先、适度开发、确保底线原则——在工程环境保护措施及生态恢复措施中认真贯彻生态优先原则，强化后期恢复，尽量补偿工程建设对生态的影响。

(2) 协调性原则——本项目环境影响评价及生态环境保护措施应与流域水电开发规划相协调，与上下游已建、拟建梯级的生态环境保护措施相协调。

(3) 突出重点原则——对评价范围内的环境影响进行全面评价，并对主要环境影响及敏感问题进行重点分析与评价。

(4) 统筹考虑原则——综合考虑项目运行期周边环境现状及下游用水需求，完善生态流量下泄保障措施及监控管理制度。

(5) 可操作性原则——环保措施和生态恢复措施应充分考虑当地社会经济、自然生态环境状况及流域开发生态环境保护总体要求,并借鉴上下游水电站环境保护措施的成功经验,力求做到可操作性。

1.2 评价依据

1.2.1 环境保护相关法律、法规、规章

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》, 2015年1月1日;
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》, 2018年12月29日;
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》, 2018年1月1日;
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》, 2018年10月26日;
- (5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》, 2018年12月29日;
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》, 2020年9月1日起施行;
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》, 2019年1月1日;
- (8) 《中华人民共和国土地管理法》, 2020年1月1日;
- (9) 《中华人民共和国水土保持法》, 2011年3月1日;
- (10) 《中华人民共和国森林法》, 2017年11月4日;
- (12) 《中华人民共和国水法》, 2016年7月2日;
- (12) 《中华人民共和国防洪法》, 2016年7月2日;
- (13) 《中华人民共和国野生动物保护法》, 2018年10月26日;
- (14) 《中华人民共和国渔业法》, 2013年12月28日;
- (15) 《中华人民共和国文物保护法》, 2017年11月4日;
- (16) 《中华人民共和国传染病防治法》, 2013年6月29日;
- (17) 《建设项目环境保护管理条例》, 2017年10月1日;
- (18) 《中华人民共和国基本农田保护条例》, 2011年1月8日;
- (19) 《中华人民共和国森林法实施条例》, 2018年3月19日;
- (20) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》, 2016年2月6日;
- (21) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》, 2013年12月7日;
- (22) 《中华人民共和国野生植物保护条例》, 2017年10月7日;
- (23) 《中华人民共和国河道管理条例》, 2017年10月7日;

- (24) 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》，2015年4月25日；
- (25) 《中共中央办公厅、国务院办公厅关于划定并严守生态保护红线的若干意见》，2017年2月7日；
- (26) 《国家重点保护野生动物名录》(国函〔1988〕144号)，2003年2月21日修订；
- (27) 《国家重点保护野生植物名录(第一批)》，2001年8月4日修正；
- (28) 《全国主体功能区规划》(国发〔2010〕46号)，2010年12月21日；
- (29) 《全国生态功能区划(修编版)》(公告2015年第61号)，2015年11月；
- (30) 《水电建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境评价技术指南(试行)》，(环评函〔2006〕4号)，2006年1月13日；
- (31) 《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函〔2006〕11号)，2006年1月9日；
- (32) 《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)，2012年7月3日；
- (33) 《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》(环发〔2012〕4号)，2012年1月6日；
- (34) 《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)，2012年8月7日；
- (35) 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2013〕86号)，2013年8月5日；
- (36) 《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)，2014年5月14日；
- (37) 《关于加强资源环境生态红线管控的指导意见》(发改环资〔2016〕1162号)，国家发展改革委等9部委，2016年5月30日；
- (38) 《国家发展改革委关于加强流域水电管理有关问题的通知》(发改能源〔2016〕280号)，2016年2月5日；
- (39) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版)；

- (40) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部部令第4号), 2019年1月1日;
- (41) 《四川省环境保护条例》, 2018年1月1日;
- (42) 《四川省固体废物污染环境防治条例》, 2018年7月26日;
- (43) 《四川省野生植物保护条例》, 2015年3月1日;
- (44) 《四川省古树名木保护条例》, 2020年1月1日;
- (45) 《四川省〈中华人民共和国野生动物保护法〉实施办法》, 2012年7月27日;
- (46) 《四川省〈中华人民共和国大气污染防治法〉实施办法》, 2019年1月1日;
- (47) 《四川省〈中华人民共和国环境影响评价法〉实施办法》, 2019年9月26日;
- (48) 《中共四川省委关于推进绿色发展建设美丽四川的决定》, 2016年7月28日;
- (49) 《四川省人民政府关于印发四川省主体功能区规划的通知》, 2013年4月16日;
- (50) 《四川省人民政府关于印发四川省生态保护红线方案的通知》(川府发〔2018〕24号), 2018年7月20日;
- (51) 《关于加强水电站下泄生态流量监督管理的通知》(川水函〔2020〕265号), 2020年3月16日;
- (52) 《四川省重点保护野生动物名录》, 1990年3月20日;
- (53) 《四川省新增重点保护野生动物名录》(川府发〔2000〕37号), 2000年8月15日;
- (54) 《四川省重点保护野生植物名录》(川府函〔2016〕27号), 2016年2月4日;
- (55) 《四川省人民政府关于进一步加强和规范水电建设管理的意见》(川府发〔2016〕47号);
- (56) 《四川省清理整顿环保违法违规建设项目工作方案》(川办发〔2015〕90号);

- (57) 《妥善解决 2.5 万千瓦以下小水电遗留问题处理意见》(川发改能源〔2015〕340 号);
- (58) 《四川省水利厅 四川省发展和改革委员会 四川省环境保护厅 四川省农业厅 四川省林业厅<关于开展全省水电站下泄生态流量问题整改工作的通知>》，(川水函〔2018〕720 号);
- (59) 《四川省水利厅 四川省发展和改革委员会 四川省经济和信息化厅 四川省生态环保厅 四川省能源局 关于印发<四川省长江经济带小水电清理整改工作实施方案>的通知》，(川水函〔2019〕329 号);
- (60) 《四川省水利厅关于印发<四川省长江经济带小水电清理整改综合评估指导意见>的通知》，(川水发〔2019〕5 号);
- (61) 《关于开展长江经济带小水电清理整改工作的意见》(水电〔2018〕312 号);
- (62) 《关于印发<四川省长江经济带小水电清理整改审批(核准)、环保等行后续完善指导意见>的通知》(川水函〔2020〕546 号);
- (63) 《关于印发<四川省长江经济带小水电清理整改完善水电站水生生态影响评价及补救措施审批手续的指导意见>的通知》(川农函〔2020〕310 号)。

1.2.2 技术规范和导则

- (1) 《环境影响评价技术导则 总纲》HJ2.1-2016;
- (2) 《环境影响评价技术导则 声环境》HJ2.4-2009;
- (3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》HJ2.2-2018;
- (4) 《环境影响评价技术导则 生态影响》HJ19-2011;
- (5) 《建设项目环境风险评价技术导则》HJ169-2018;
- (6) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》HJ2.3-2018;
- (7) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》HJ610-2016;
- (8) 《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》HJ964-2018;
- (9) 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T 88-2003);
- (10) 《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002);
- (11) 《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2004);
- (12) 《环境空气质量监测规范(试行)》(原国家环保总局公告 2007 年第 4 号),

2007年1月19日；

- (13) 《水电工程生态流量计算规范》(NB/T 35091-2016)；
- (14) 《水电工程水生生态调查与评价技术规范》(NB/T 10079-2018)；
- (15) 《水电工程陆生生态调查与评价技术规范》(NB/T 10080-2018)；
- (16) 《水利水电工程环境保护概估算编制规程》(SL 359-2006)。

1.2.3 技术文件和其他资料

- (1) 《四川省通江县高坑水电站项目环境影响报告表》((报批件)，巴中市绿叶环评有限责任公司，2004年11月；
- (2) 《关于对四川省通江县高坑水电站环境影响报告表的批复》，巴环函〔2004〕122号；
- (3) 《通江河流域水电规划报告》及其批复；
- (4) 《通江县高坑水电站工程初步设计报告》；
- (5) 《巴中市水务局关于通江高坑水电站下闸蓄水验收的批复》，巴市水〔2009〕122号；
- (6) 《关于通江县高坑水电站水土保持设施竣工验收意见的批复》，巴市水〔2009〕61号；
- (7) 《四川省通江流域水利水电开发环境影响回顾性评价研究报告》及审查意见；
- (8) 《通江县高坑水电站生态流量“一站一策”实施方案》；
- (9) 《四川省渠江流域防洪规划报告》(2011年11月)及批复文件；
- (10) 《四川省渠江流域综合规划报告》(2013年7月)及批复文件；
- (11) 《四川省渠江流域综合规划环境影响报告书》(2020年7月)及审查意见(川环建函〔2020〕57号)。

1.3 环境影响因素识别、评价因子筛选

1.3.1 环境影响因素识别

项目施工期对环境的影响主要有施工废水、施工人员生活污水、运输车辆及施工机具的尾气、施工场地的二次扬尘、施工机械噪声、施工人员生活垃圾等对

地表水环境、环境空气、声环境等造成的影响；土石方开挖、施工占地对植被类型及面积的影响，涉水施工对水生生态的影响等。

表 1.3-1 本项目施工期环境影响因素识别一览表

| 名称 | 产生影响的主要内容 | 主要影响因素 |
|------|-------------------------|-----------------------------------------|
| 环境空气 | 土地平整、挖掘，土石方、建材运输、存放、使用等 | 扬尘 |
| | 施工车辆尾气、炊事燃具使用 | NO _x 、SO ₂ |
| 水环境 | 清洗车辆废水、施工人员生活废水等 | COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS |
| 声环境 | 施工机械、车辆作业噪声 | 噪声 |
| 固废 | 施工人员生活垃圾、施工垃圾 | 固废 |
| 生态环境 | 土地平整、挖掘及工程占地 | 水土流失、植被破坏 |

运行期主要的环境影响体现在：水轮机等设备运行噪声对周边环境的影响、水电站运行对水生生态水生生物及鱼类“三场”的影响、各类污废水对环境的影响、生活垃圾对环境的影响等。

1.3.2 评价因子筛选

根据本项目的排污特点及所处环境特征及环境影响因子识别，确定本项目评价因子详见表 1.3-2。

表 1.3-2 本项目评价因子一览表

| 环境要素 | 评价时段 | | 评价因子 |
|-------|---------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 环境地质 | 现状评价 | | 地层岩性、地质构造、稳定性 |
| 地表水环境 | 现状评价 | | 水文：流量、水位 泥沙：含沙量、输沙量 水质：反映河流水质本底情况的基本指标 |
| | 回顾性评价 | 施工期 | 水质、废水量等 |
| | 现状评价及分析 | 运行期 | 同现状评价 |
| 地下水环境 | 现状评价 | | 地下水水质、水位、补径排条件 |
| | 回顾性评价 | 施工期 | 水质 |
| | 现状评价及分析 | 运行期 | 同现状评价 |
| 声环境 | 现状评价 | | 厂界及周边敏感点昼间与夜间等效连续 A 声级 (Leq) |
| | 回顾性评价 | 施工期 | 噪声源强与衰减量、环境敏感对象等效连续 A 声级 (Leq) |
| | 现状评价及分析 | 运行期 | 同现状评价 |
| 环境空气 | 现状评价 | | SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ |
| | 回顾性评价 | 施工期 | TSP |
| 固体废物 | 回顾性评价 | 施工期 | 施工期弃渣、生活垃圾产生及处理 |
| | 现状评价及分析 | 运行期 | 生活垃圾等一般固废产生及处理、废透平油和机油等危险废物产生及处理 |
| 生态环境 | 现状评价 | | 自然条件：地形地貌、气候气象、涉及的重要生态 |

| | | | |
|--------------------------------|-------|----------------|------------------------------------|
| | 功能区 | | 陆生生态：植被类型与覆盖度、珍稀动植物及其重要栖息生境、景观生态体系 |
| | | | 水生生态：水生生境、浮游动植物、鱼类及其“三场” |
| | | | 水土流失：土壤侵蚀面积、土壤侵蚀模数、水土流失量 |
| | 回顾性评价 | 施工期 | 陆生生态：施工占地区植被类型与面积、珍稀动植物及其重要栖息生境 |
| 水生生态：水生生境、浮游动植物、鱼类及其“三场” | | | |
| 水土流失：损坏水土保持设施面积、土壤侵蚀模数、新增水土流失量 | | | |
| 现状评价及分析 | 运行期 | 自然条件：地形地貌、气候气象 | |
| 社会环境 | 现状评价 | | 人文资源、交通等基础设施 |
| 环境风险 | 运行期 | | 水质污染风险、外来物种入侵风险 |

1.3.3 环境功能区规划

根据全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030年)，工程坝址及淹没区均位于通江通江保留区，其相应水质目标为II~III类水域标准。

表 1.3-3 本项目环境功能区划一览表

| 序号 | 项目 | 功能属性及执行标准 |
|----|--------------|-----------------------|
| 1 | 水环境功能区 | 四川省一级水功能区，II~III类水域标准 |
| 2 | 环境空气质量功能区 | 二类区 |
| 3 | 声环境功能区 | 2类 |
| 4 | 是否基本农田保护区 | 否 |
| 5 | 是否森林公园 | 否 |
| 6 | 是否重点生态功能保护区 | 是 |
| 7 | 是否水土流失重点防治区 | 否 |
| 8 | 是否人口密集区 | 否 |
| 9 | 是否重点文物保护单位 | 否 |
| 10 | 是否属于生态敏感与脆弱区 | 否 |

1.4 评价标准

1.4.1 环境质量标准

本次评价执行以下评价标准。

地表水：执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水域标准。

地下水：执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类水标准。

环境空气：执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。

声环境：环境噪声执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的2类标准。

本项目占地范围内和占地范围外建设用地执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018), 占地范围外的农用地监测点执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)。

表 1.4-1 建设项目环境质量标准(摘录)

| 《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)III类 (mg/L) | | 《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) 中III类(mg/L) | | 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)二 级 | | | 《声环境质量标准》 (GB3096-2008)2 类标准dB(A) | |
|--------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------|--------------|--------|-----------------------------------------|---------|
| 项目 | 标准 值 | 项目 | 标准值 | 项目 | 标准值 | | 项目 | 标准 值 |
| pH值 (无量纲) | 6~9 | pH值 (无量纲) | 6.5~8.5 | TSP | 日平均 | 300 | 昼间 | 60 |
| 溶解氧 | ≥ 5 | 氨氮 | ≤ 0.5 | PM ₁₀ | 日平均 | 150 | 夜间 | 50 |
| 高锰酸盐指 数 | ≤ 6 | 硝酸盐 | ≤ 20 | NO ₂ | 日平均 | 80 | | |
| COD | ≤ 20 | 亚硝酸盐 | ≤ 1.00 | | 小时平均 | 200 | | |
| BOD ₅ | ≤ 4 | 挥发性酚 类(以苯 酚计) | ≤ 0.002 | SO ₂ | 日平均 | 150 | | |
| NH ₃ -N | ≤ 1 | 六价铬 | ≤ 0.05 | | 小时平均 | 500 | | |
| 总磷 | ≤ 0.2 | | | CO | 日平均 | 4000 | | |
| 总氮 | ≤ 1 | | | | 小时平均 | 100000 | | |
| 石油类 | ≤ 0.05 | | | PM _{2.5} | 年平均 | 35 | | |
| | | | | | 日平均 | 75 | | |
| | | | | O ₃ | 日最大8 小时平均 | 160 | | |
| | | | | | 小时平均 | 200 | | |

1.4.2 污染物排放标准

废水排放：执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准。

大气污染物排放：执行《大气污染物综合排放标准》(CB16297-1996)二级标准。

噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)；运行期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中2类标准(昼间60dB，夜间50dB)。

固体废物：一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)(2013年修订)及其修改单；危险废物执行《危险废物贮

存污染控制标准》(GB18597-2001)(2013年修订)及其修改单。

表 1.4-2 运行期污染物排放执行标准

| 污水综合排放标准(GB8978-1996) 一级限值(mg/L) | | 《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008)2类[dB(A)] | |
|-------------------------------------|---------------|---------------------------------------------|-----|
| 项目 | 标准值 其他排污单位 | 项目 | 标准值 |
| pH值(无量纲) | 6~9 | 昼间 | 60 |
| | | 夜间 | 50 |
| COD | ≤100 | | |
| BOD ₅ | ≤20 | | |
| SS | ≤70 | | |
| 石油类 | ≤5 | | |
| NH ₃ -N | ≤15 | | |

1.5 评价等级、评价范围、评价时段和评价重点

1.5.1 评价等级

(1) 大气环境

根据水电项目特点，通江县高坑水电站建成后正常情况下不产生大气污染物，各污染物占标率 P_i 均为 0；项目施工期主要大气污染物为 TSP，但其排放量及排放浓度均具有不稳定性，影响范围主要在施工场界内。因此，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)，本项目大气环境评价等级为三级。

(2) 地表水环境

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)，本项目为水污染影响型及水文要素影响型两者兼有的复合影响型。

电站运行期污水主要为工作人员的生活污水，生活污水产生量约 $0.4\text{m}^3/\text{d}$ ，经厂区化粪池处理后定期清掏用作农肥，不外排。因此，水污染影响型确定评价等级为三级 B。

运行期，本工程年径流量(42.26亿 m^3)与水库总库容(5822万 m^3)的比值 α 为 72.58，为混合型水库结构，评价等级为三级；水库兴利库容为 58.39万 m^3 ，兴利库容占年径流量百分比 β 为 0.01，具日调节性能，评价等级为三级；工程过水断面宽度占用比例 R 为 100%(即 $R \geq 10\%$)，评价等级为一级。根据导则中“同时存在多个水文要素影响的建设项目，分别判定各水文要素影响评价等级，并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级”，因此，水文要素影响型综合确定为一级。

综上，综合判定本项目地表水环境评价等级为一级。

(3) 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)的附录 A，本项目项目类别为Ⅲ类项目，项目所在区域不涉及地下水集中式饮用水水源，也不涉及国家或地方政府设定的地下水环境相关的其它保护区等各类涉及地下水的环境敏感区，本项目地下水环境敏感程度为不敏感。因此，根据环评导则中评价工作等级分级表，本项目地下水环境评价工作等级为三级。

(4) 声环境

项目已建成运行多年，运行期发电机组置于密闭厂房内，对周边影响不大，项目大坝周边无敏感点，仅发电厂房周边 200m 范围内有 7 户金堂村居民，受影响人口少；因项目所在区域为《声环境质量标准》(GB3096-2008)中规定的 2 类声环境功能区，按照《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)规定，声环境影响评价工作等级确定为二级。

(5) 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018)，本项目为生态影响型项目，项目类别为 II 类，所在地为非地势平坦地区，干燥度约 0.95(多年平均蒸发量 1118.4mm，多年平均降雨量 1174.4mm)，土壤含盐量<2g/kg，5.5<pH<8.5，地下水埋深 3m 以上，敏感程度为不敏感，根据评价工作等级划分表，本项目土壤环境评价等级为三级。

(6) 生态环境

工程总占地 25.73hm²，其中永久占地 6.11hm²，临时占地 19.62hm²，总占地面积小于 2km²，工程不涉及特殊及重要生态敏感区。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ/T19-2011)的评价分级原则，评价工作等级为三级。但工程建设运行后，库区及下游河道水文情势发生明显改变，评价等级上调一级。因此确定本工程生态环境评价等级为二级。

表 1.5-1 生态影响评价工作等级划分表

| 影响区域生态敏感性 | 工程占地(水域)范围 | | |
|-----------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------|
| | 面积≥20km ² 或长度≥100km | 面积 2km ² ~20km ² 或长度 50km~100km | 面积≤2km ² 或长度≤50km |
| 特殊生态敏感区 | 一级 | 一级 | 一级 |
| 重要生态敏感区 | 一级 | 二级 | 三级 |

| 一般区域 | 二级 | 三级 | 三级 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| 本项目：总占地面积约 25.73hm ² ，不涉及特殊及重要生态敏感区。但工程建设运行后，库区及下游河道水文情势发生明显改变，评价等级上调一级。故本次生态环境影响评价等级确定为一级。 | | | |

(7) 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)相关要求，本项目运行期存在的风险物质主要为透平油等油类物质，其临界量为2500t，本项目厂内存储的透平油、润滑油等(含废油)很少，远小于临界量，物质总量与其临界量比值经计算 $Q < 1$ ，本项目环境风险潜势为I，只进行简单分析。

1.5.2 评价范围

(1) 大气环境

本项目大气环境为三级评价，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)，不需要设置大气环境影响评价范围。

(2) 地表水环境

地表水评价范围为本工程库尾(接上游已建九裕溪电站尾水)~电站下游姚家河汇入口长约22.9km长的大通江河段，小通江汇入口以上4km河段。

(3) 地下水环境

地下水环境评价范围为工程区完整的水文地质单元。

(4) 声环境

主要考虑首部枢纽边界外200m范围。

(5) 土壤环境

项目坝址区、厂区等征占地范围及其周边 1km 范围内和水库淹没区。

(6) 生态环境

① 陆生生态

根据工程特点，确定本工程陆生生态评价范围由为：本工程库尾(接上游已建九裕溪电站尾水)~电站下游姚家河汇入口长约 22.9km 长的大通江河段两侧外延至第一重山脊线或水平 2km(第一重山脊线在水平 2km 范围之外的)范围电站厂房及弃渣场等占地范围周围 1km 范围，评价区总面积 7637.20hm²。

② 水生生态

本次水生生物调查及评价范围：本工程库尾(接上游已建九裕溪电站尾水)~高坑电站下游 1.0km 处，总计 19.5km 的大通江河段，小通江汇入口以上 4km 河段，整个调查河段全长约 23.5km。

1.5.3 评价重点

根据项目特征和评价区内环境特征和环境质量现状等，确定评价重点为：

(1) 工程分析：根据本项目运行期的生产工艺及公用工程消耗的情况，分析项目污染物排放源强和排放特征。

(2) 环境影响分析：已实施项目环境影响回顾性评价(包括已造成的影响、实施的措施以及措施的环境合理性)；工程建设期对当地陆生生态系统产生的影响和运行期河段水文情势变化对水生生态(特别是鱼类)的影响。渣场处理、防护以及料场等施工迹地和施工公路生态恢复，是否达到水土保持方案防治目标和满足区域生态协调性环境保护要求。

1.5.4 评价时段

本项目环境现状评价水平年为2020年和2021年，有关环境质量、陆生动植物多样性、水生生物多样性等以现状监测和调查时段为准。

1.6 环境保护目标

本项目位于通江县广纳镇赵村坝，处于农村环境，枢纽周边 200m 范围内有 8 户居民，其中左岸有 1 户，距离大坝约 50m；发电厂房位于右岸，周边 200m 范围内有 7 户金堂村居民。

本项目不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、原始天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、饮用水水源保护区、文物保护单位、生态保护红线、水产种质资源保护区等环境敏感区。根据项目布置和周围环境特征，本项目环境保护对象及保护要求详细情况见表1.6-1。

表 1.6-1 环境空气保护目标一览表

| 名称 | 坐标 | | 保护对象 | 保护内容 | 环境功能区 | 相对厂址方位 | 相对厂界距离/m |
|-----|---------------------|--------------------|------|----------|-------|--------|----------|
| | 经度 | 纬度 | | | | | |
| 金堂村 | E 107.541717943° | N 32.117260458° | 居民 | 7 户 40 人 | 二类 | N | 80~87 |
| 陈家 | 107.239762589° | 31.849677999° | 居民 | 1 户 4 人 | 二类 | S | 50 |

表 1.6-2 其他环境保护目标一览表

| 环境要素 | | 保护目标 | 与工程的关系 | 保护对象概况 | 保护要求 |
|------|------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 水环境 | 地表水 | 通江河 | 工程河段干流 | 通江流域面积 8972km ² ，河道全长 244km，落差 430m，平均比降 1.8% | 评价范围地表水水质满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水标准 |
| 生态环境 | 陆生生态 | 工程永久占地范围内的动植物和自然景观 | 工程永久占用一定面积植被 | 占地范围内植被以人工绿化植被和灌草丛为主，电站涉及区域无国家级保护野生植物及名木古树分布，评价区域内有国家级II级重点保护鸟类4种和四川省重点保护鸟类4种 | 保护区域陆生生态系统完整性 |
| | 水生生态 | 评价河段的水生生物 | 项目建坝改变下游河道水文情势，改变浮游动植物及鱼类栖息生境 | 评价河段分布有38种鱼类，无国家保护鱼类分布，有四川省重点保护动物1种 | 禁止工作人员下河捕鱼、炸鱼；采取鱼类增殖放流、生态流量泄放等措施，尽可能降低项目对水生生态的影响 |
| 声环境 | | 金堂村、陈家 | 厂区周边 200m 范围内 | 共8户居民，分布于大坝北侧、南侧，最近户位于厂界南侧50m处 | 《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的2类标准 |



坝址南侧居民点



厂区周边金堂村



库区



尾水排放通江河

图 1.6-1 项目外环境关系及环境保护目标

1.7 评价工作程序

根据本项目的建设特点及环境特征，本项目的的评价工作程序见下图。

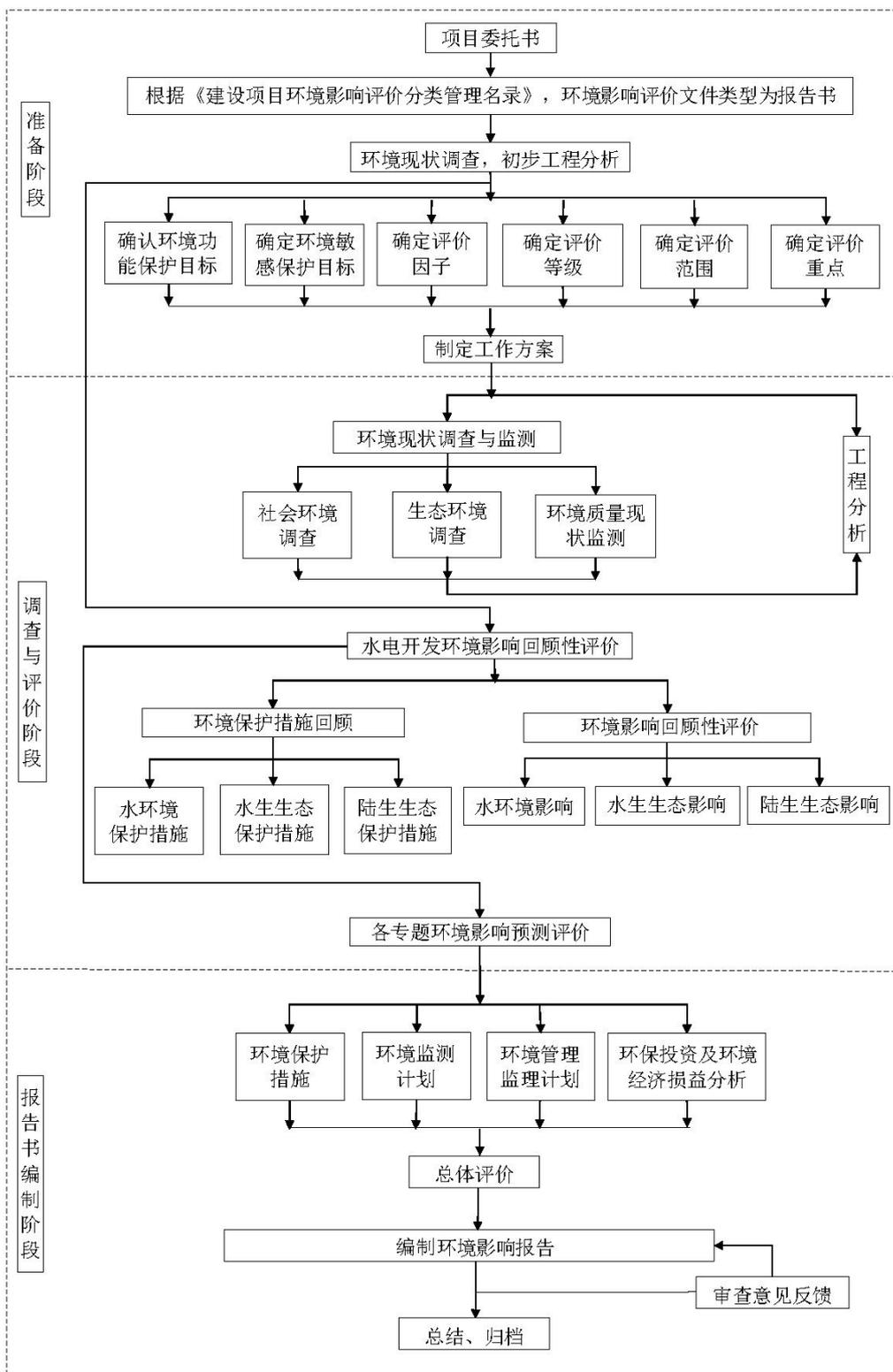


图 1.7-1 环境影响评价工作程序图

2 建设项目概况

2.1 流域规划及开发现状

2.1.1 流域概况

渠江流域位于四川、陕西和重庆三省市交界地带、四川盆地东北部，北面及东北面以米仓山、大巴山与汉江分界，是嘉陵江下游左岸最大一级支流。根据流域地形和河道特征，渠江分为上、中、下游。南江县发源地至平昌河段为上游，习惯称南江，全长 242km；从平昌至渠县三汇镇河段为中游，习惯称巴河，河长 124km；渠县三汇镇至重庆合川渠江咀河段为下游，习惯称渠江干流，河长 305.4km。渠江流域面积 39220km²，约占嘉陵江全流域面积 24.5%，河道全长 671km，总落差 1487m。

通江为渠江上游左岸最大支流，在小江口以上分大、小通江，大通江为主流。通江发源于米仓山东麓的陕西省镇巴县，由东北向西南流经三溪、简池，至铁炉垭入通江县境，至牛卧池折向东南流，至长平又转向西南，流经泥溪、永安、瓦室、春在、广纳，至张家弯入平昌县境，经澌滩、云台于平昌县城注入巴河。通江流域面积 8972km²，河道全长 244km，落差 430m，平均比降 1.8%。通江河干流建有九浴溪、高坑和双滩水电站。

通江上、中游支流密布，呈树枝状发育。流域内大于 100km² 集水面积的支流有 12 条，大于 500km² 的河流除小通江外还有 3 条，其中有大通江上的支流有铁溪河和月滩河。中游干流上有较大支流澌滩河。通江上游河道坡度陡峻，下游较缓，两河口至长坪段平均坡降约 5‰，长坪至小江口 2.43‰，小江口至平昌 0.89‰。河槽呈“U”形。小江口以下，河道蜿蜒曲折，沙滩、沙州、漫滩相间分布。

本项目坝址位于大小通江汇合口的小江口下游约 10km 的通江中游干流上，控制通江河集水面积 6575km²。

2.1.2 流域水电规划及开发现状

(1) 流域水电规划及开发现状

2004 年 11 月，达州市水利电力建筑勘察设计院编制完成了《通江河流域水电规划报告》(通江县境内河段)，规划在通江县境内河段拟建梯级电站 17 座，其中通江河干流广纳~小江口河段，加上大通江干流小江口~九浴溪电站尾水河段，共开发规划梯级电站 2 座，即第一级高坑水电站和第二级广纳水电站，总装机容量 2.0 万 kw，年发电总量 8407 万 kW·h。巴中市发展计划委员会以巴计能源〔2004〕356 号文批复了

该规划报告。

通江干流境内河段目前已建成九浴溪、高坑及双滩电站。本工程即为《通江河流域水电规划报告》中规划的高坑水电站，其上已建有九浴溪电站，其下已建有平昌县双滩水电站。本电站采用河床式开发，主要任务为发电，兼顾防洪，正常蓄水位 340.5m，相应库容 3796.05 万 m³，装机容量装机 15MW。

通江河流域水电梯级布置详见下图。



图 2.1-1 通江河流域梯级水电站位置示意图

表 2.1-1 通江干流已建、在建水利水电工程概况

| 项目 | 单位 | 九浴溪电站 | 高坑水电站 | 双滩电站 |
|--------|-------------------|--------|---------|-----------------|
| 所在河流 | | 通江干流 | 通江干流 | 通江干流 |
| 坝址位置 | | 通江县瓦室镇 | 通江县广纳镇 | 平昌县 |
| 集水面积 | km ² | 4295 | 6575 | 8871 |
| 多年平均流量 | m ³ /s | 93.4 | 134 | 180 |
| 径流量 | 亿 m ³ | | | |
| 死水位 | m | 341 | 340.35 | 307 |
| 死库容 | 万 m ³ | | | 7400 |
| 正常蓄水位 | m | 355.5 | 340.5 | 319 |
| 相应库容 | 万 m ³ | 1400 | 3796.05 | 20800 |
| 总库容 | 万 m ³ | 3400 | 6997 | 30000 |
| 回水长度 | km | 10.3 | 18.4 | 49 |
| 最大坝高 | m | 17 | 17 | 37.6 |
| 调节性能 | | 日 | 日 | 季 |
| 开发方式 | | 坝式 | 河床式 | 河床式 |
| 电站装机容量 | 万 kW | 0.98 | 1.5 | 3.6 |
| 建设情况 | | 已建 | 已建 | 已建 |
| 完工时间 | | 1980 | 2009 | 2007 |
| 工程任务 | | 发电 | 发电、防洪 | 发电, 兼顾灌溉、 航运 |

(2) 流域水电开发回顾性评价对本项目的要求

① 流域水电开发回顾性评价报告主要成果

2018年3月,中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司编制完成《四川省通江流域水利水电开发环境影响回顾性评价研究报告》,并取得了省生态环境厅的审查意见(川环建函(2018)58号)。该回顾性评价研究报告中主要成果包括:

1) 开发方案优化调整建议

为加强生态环境保护,建议在2020年3月前由巴中市人民政府拆除斑竹园电站,在江家口水库蓄水前由江家口水库建设单位拆除喜神河电站和秦河电站,在拟建的青峪口水库蓄水前由青峪口水库建设单位拆除石牛咀电站,并对以上拆除河段实施生态恢复。

对于涉及诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区核心区或缓冲区的大河坝水库、铁溪电站、新店子电站、泥溪水库和新码头电站,涉及诺水河省级自然保护区实验区、光雾山~诺水河风景名胜区、地质公园、自然遗产地的沙湾电站,建议取消规划。渐滩河上的杯子滩、磴子河、袁家坝电站,月滩河上的胡家桥、竹峪关、文溪口电站,及小通江上的何家场电站,由于不符合“四川省人民政府关于进一步加强和规范水电建设管理的意见”(川府发〔2016〕47号)相关要求,建议不再开发。

下阶段应委托专业机构组织开展专题研究,深入论证青峪口水库对诺水河珍稀水

生动物国家级自然保护区及通江县涪阳镇饮用水水源保护区的影响。下阶段应论证草庙子水库、李家梁水库对大巴山生物多样性维护-水源涵养生态保护红线区的影响，结合工程建设的必要性论证，优化工程选址、布置规避或减轻水库淹没和工程占地对敏感区的影响。

2) 环境保护对策措施

水环境保护措施：严格落实流域内水利水电工程生态流量泄放和在线监控措施；江家口水库、青峪口水库、湾潭河水库采取分层取水措施，减缓对水温的影响；对通江县涪阳镇饮用水水源保护区、澌滩河支流喜神河电站饮用水源地取水口进行改造；针对区域内水利水电工程库区水质保护、工业企业污染源及农业农村面源拟定了环境治理规划。

水生生态保护措施：

◆ **栖息地保护：**分别拆除、取消小通江上已建的石牛咀电站和规划的何家场电站；拆除澌滩河及支流喜神河上已建的秦河电站和喜神河电站，取消澌滩河上规划的袁家坝电站、杯子滩电站和磴子河电站；取消月滩河上规划的文溪口电站、胡家桥电站、竹峪关电站，保持河流连通性。在流域内设置 5 处鱼类栖息地保护河段，分别为江家口水库库尾以上约 45km 的澌滩河干流河段、喜神河汇口以上约 43km 的喜神河干流河段、青峪口水库坝下至汇口处约 14.6km 的小通江干流河段、九浴溪电站坝下至汇口处约 9.5km 的通江干流河段、洪口水电站坝下至汇口处约 30km 的月滩河干流河段。

◆ **人工增殖放流：**规划在江家口水库坝下新建 1 个鱼类增殖放流站，承担澌滩河干流江家口库区及澌滩河支流喜神河的增殖放流任务，放流种类为重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、中华倒刺鲃、岩原鲤、白甲鱼和华鲮，放流规模约 25 万尾/年。由青峪口水库出资协助诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区水生动物救护繁育中心及驯养繁殖基地的建设，依托保护区救护中心开展青峪口水库坝上河段的增殖放流，放流种类包括大鲵、中华鳖、岩原鲤、华鲮、中华倒刺鲃、白甲鱼、长吻鮠和南方鲇，放流规模约 9.1 万尾/年。九浴溪电站、青滩河电站、长滩河电站、高坑水电站、双滩电站、洪口电站依托诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区救护中心开展电站库区河段及小通江汇口、月滩河洪口水电站坝下至汇口鱼类栖息地保护河段的增殖放流，放流对象主要选择岩原鲤、华鲮、中华倒刺鲃、白甲鱼、南方鲇等，放流规模约 37 万尾/年。

◆ **过鱼设施：**规划拟建的江家口水库修建集运鱼系统，青峪口水库修建鱼道；

已建的九浴溪、双滩、高坑电站建设鱼道。上述规划拟建水库项目环评阶段需结合河流特征、重要保护鱼类生态习性及其工程特性，进一步论证过鱼措施及其效果，确保研究制定的过鱼措施方案合理可行。

◆ **生态流量及生态调度：**规划拟建的江家口水库、青峪口水库通过生态机组或生态放水管下泄生态流量，其中江家口水库汛期(5月至10月)下泄流量不小于 $5.85\text{m}^3/\text{s}$ (坝址处多年平均流量的30%)，枯期(11月至翌年4月)下泄流量不小于 $2.8\text{m}^3/\text{s}$ (坝址处多年平均流量的14.4%)；青峪口水库鱼类产卵期(3月至8月)下泄流量不低于 $7.98\text{m}^3/\text{s}$ (坝址处多年平均流量的20%)，其余月份不低于 $3.99\text{m}^3/\text{s}$ (坝址处多年平均流量的10%)。规划的李家梁、案家沟、望京和草庙子水库建议采用生态放水管下泄不低于坝址处多年平均流量10%的生态流量。在建的湾潭河水库通过生态放水管下泄不小于 $0.058\text{m}^3/\text{s}$ (坝址处多年平均流量的10%)的生态流量；在建的二郎庙水库通过泄洪洞或灌溉渠首放水闸下泄不小于 $0.06\text{m}^3/\text{s}$ (坝址处多年平均流量的10%)的生态流量。已建的九浴溪、高坑、双滩等电站建议通过开启闸门或泄洪洞方式下泄不低于坝址处多年平均流量10%的生态流量。上述规划水库项目环评阶段需根据减水河段用水需求进一步论证生态流量，原则上不得低于现阶段拟定的生态下泄流量，且需满足鱼类在产卵繁殖等特殊用水期的用水需求。在各拟建项目环保设计阶段，结合流域主要保护鱼类繁殖和生长需求，研究制定具体的生态调度方案，并在各工程运行中实施。

陆生生态保护措施：对重点保护野生植物进行挂牌及修建围栏保护；施工期对施工人员进行宣传教育，在施工过程中避开保护植物和名木古树；针对各类施工迹地及时进行植被恢复。

② 干流水电开发回顾性评价审查意见

《四川省环境保护厅关于印发《四川省通江流域水利水电开发环境影响回顾性评价研究报告》审查意见的函》(川环建函〔2018〕58号)总体结论为：“研究报告”评价方法基本适当，评价内容较为全面，对主要环境影响的预测分析结果基本可信，提出的规划方案优化调整意见总体合理。在全面落实“保护优先和生态恢复”原则，根据审查小组意见进一步完善优化调整意见和预防或者减轻不良环境影响的对策和措施后，可以作为开发方案优化调整和实施依据。

主要意见有：

1) 坚持生态优先、绿色发展，根据通江流域的生态特征及其在渠江流域的生态定位，加强通江流域整体性保护。进一步明确流域环境目标和“三线一单”管控要求，

作为开发方案实施的硬约束，纳入相关河长履职情况督察、考核重要内容。严守生态保护空间、严控流域及重点河段工程开发，严格环境准入要求，优化水利水电工程的开发方案，改善流域生态环境质量。

2) 严格保护生态空间，进一步优化开发方案。基于河流整体性、系统性保护，明确并落实优先保护水域、重点保护水域、治理修复水域，以及陆域生态空间的保护与管控要求。将江家口水库库尾以上澌滩河干流河段、澌滩河支流喜神河、青峪口水库坝下至汇口处的小通江干流河段、九浴溪电站坝下至汇口处的通江干流河段、月滩河洪口水电站坝下至汇口河段列为禁止开发河段，不再规划及建设拦河设施，保持河流连通性；鉴于青峪口水库涉及诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区，应根据其防洪工作任务，进一步论证并优化选址和工程建设方案。

3) 严格控制流域开发强度，优化开发任务。严格落实生态流量泄放及在线监控措施，干支流水资源开发利用应保障重要控制断面、重要环境敏感区代表性断面生态流量的时空分布要求，避免对流域重要鱼类“三场一通道”等重要生境产生不良影响。

4) 加强流域生态保护和修复。以流域水生态系统修复为目标，进一步明确流域鱼类栖息地保护、生境修复与重建、增殖放流等生态环境保护及修复要求。结合支流在流域生态系统中的功能和定位，将栖息地保护河段纳入优先保护水域；根据《研究报告》明确的责任主体和时限要求，加快推动已建的九浴溪、高坑、双滩、青滩河等电站建设过鱼设施。对生态环境影响严重的现有水利水电工程，明确退出机制与生态修复措施等要求。

5) 强化流域水环境综合整治，切实改善流域水环境质量，保障饮用水安全。统筹推进通江干支流总磷、总氮控制，对通江流域重点水污染物实行严格控制，对现状水质不达标的通江干流鸭子滩等河段，加强水环境综合治理，确保饮用水水源保护区水质达标和流域水质改善。根据重要断面水环境质量目标，控制入河污染物，确保国家和地方考核断面水环境质量达标。

6) 全面推行河长制，加强流域综合管理，健全长效机制。落实千支流生态保护、污染治理任务，建立健全水文、水环境、生态流量、水陆生生态等监测体系，根据动态监测情况，落实和完善环境保护对策措施。

7) 推荐实施的开发方案与相应环保措施，要根据渠江流域综合规划环评成果及审查意见，针对性进行调整和优化。

③ 与高坑水电站有关的环保要求

《四川省通江流域水利水电开发环境影响回顾性评价研究报告》及其审查意见中对高坑水电站相关的环保要求主要有：

1) 严格落实流域内水利水电工程生态流量泄放和在线监控措施。已建高坑电站建议通过开启闸门或泄洪洞方式下泄不低于坝址处多年平均流量 10%的生态流量。

2) 九浴溪电站坝下至汇口处约 9.5km 的通江干流河段设置 1 处鱼类栖息地保护河段，该河段列为禁止开发河段，不再规划及建设拦河设施，保持河流连通性。

3) 高坑水电站依托诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区救护中心开展电站库区河段及鱼类栖息地保护河段的增殖放流，放流对象主要选择岩原鲤、华鲮、中华倒刺鲃、白甲鱼、南方鲇等。加快推动已建的九浴溪、高坑、双滩、青滩河等电站建设过鱼设施。

4) 加强流域生态保护和修复。以流域水生态系统修复为目标，进一步明确流域鱼类栖息地保护、生境修复与重建、增殖放流等生态环境保护及修复要求。结合支流在流域生态系统中的功能和定位，将栖息地保护河段纳入优先保护水域。

2.2 建设项目地理位置

高坑水电站坝址(E: 107.240259498° , N: 31.851067385°)位于通江河赵村坝附近, 距离通江县城约 12.8km, 控制集水面积 6575km²。

项目地理位置详见附图 1。

2.3 工程任务、建设规模及运行方式

2.3.1 工程任务

在满足下游生态环境用水的前提下, 高坑水电站开发任务主要为发电, 兼顾防洪。

2.3.2 建设规模和主要特性

工程名称: 通江县高坑水电站

工程建设地点: 四川省巴中市通江县赵村坝

工程开发河流: 通江河

工程规模: 总装机容量 15MW(2×7.5MW), 保证出力 2.169MW

工程等级: 小(I)型IV等

工程开发方式: 河床式

工程开发任务: 在满足下游生态环境用水的前提下发电, 兼顾防洪

工程建设性质: 已建

(1) 工程等级

根据《防洪标准》(GB50201-94)及行业标准《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》(DL5180-2003)之规定, 本项目为小(I)型水电工程, 工程等别为IV等, 其主要建筑物拦河闸(坝), 发电厂房、升压站等按 4 级设计, 次要建筑物按 5 级设计。

(2) 装机容量

电站总装机容量 15MW(2×7.5MW), 设计最大引用流量 122m³/s, 额定水头 14m, 保证出力 2.169MW, 多年平均发电量 5984.13 万 kW·h, 多年平均利用小时数 3989h。

(3) 电站取退水方式

电站取水方式为: 通江河河道内建库取水。

电站退水方式为: 尾水退入通江河。

高坑水电站主要工程特性详见下表。

表 2.4-1 高坑水电站主要特征指标表

| 序号 | 名称 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|----|----|----|----|
| 一 | 水文 | | | |

| 序号 | 名称 | 单位 | 数量 | 备注 |
|-----|---------------|-------------------|---------|-------|
| 1 | 流域面积 | km ² | | 大通江 |
| (1) | 全流域 | km ² | 8705 | |
| (2) | 闸址以上 | km ² | 6575 | |
| 2 | 利用的水文系列年限 | 年 | 44 | |
| 3 | 代表性流量 | | | |
| (1) | 多年平均流量 | m ³ /s | 137 | |
| (2) | 设计洪水流量 | m ³ /s | 14600 | |
| (3) | 校核洪水流量 | m ³ /s | 17600 | |
| 4 | 泥沙 | | | |
| (1) | 多年平均输沙量 | 万吨 | 359 | |
| (2) | 多年平均含沙量 | kg/m ³ | 0.858 | |
| (3) | 实测最大含沙量 | kg/m ³ | 2.06 | |
| 5 | 相关上游限制水位 | | | |
| (1) | 通江县索桥允许最高水位 | m | 355.81 | 28年一遇 |
| 二 | 水库 | | | |
| 1 | 水库水位 | | | |
| (1) | 校核洪水位(P=0.2%) | m | 348.02 | |
| (2) | 设计洪水位(P=2%) | m | 345.13 | |
| (3) | 正常水位 | m | 340.50 | |
| 2 | 正常蓄水位时水库面积 | 万 m ² | 380.00 | |
| 3 | 回水长度 | km | 18.4 | |
| 4 | 水库容积 | | | |
| (1) | 总库容(校核洪水位以下) | 万 m ³ | 6997 | |
| (2) | 调节性能 | | 日调节 | |
| 三 | 下泄流量及相应下游水位 | | | |
| 1 | 设计洪水时最大下泄流量 | m ³ /s | 14600 | |
| (1) | 相应下游水位 | m | 341.50 | |
| 2 | 校核洪水时最大下泄流量 | m ³ /s | 17600 | |
| (1) | 相应下游水位 | mm | 344.00 | |
| 3 | 机组满负荷运行时下泄流量 | m ³ /s | 122.00 | |
| (1) | 相应下游水位 | m | 325.45 | |
| 四 | 泥沙 | | | |
| 1 | 多年平均输沙量 | 万吨 | 359.00 | |
| 2 | 平均含沙量 | kg/m ³ | 0.858 | |
| 3 | 年推移质总量 | 万吨 | 380.00 | |
| 五 | 工程效益指标 | | | |
| 1 | 装机容量 | kW | 15000 | |
| 2 | 保证出力 | kW | 2169 | |
| 3 | 多年平均发电量 | 万 kW.h | 5984.13 | |
| 4 | 年利用小时数 | h | 3989 | |
| 5 | 装保比 | | 6.92 | |
| 6 | 设计引用流量 | m ³ /s | 122 | |
| 7 | 额定水头 | m | 14 | |
| 六 | 主要建筑物及设备 | | | |
| 1 | 泄洪挡水闸 | | | |

| 序号 | 名称 | 单位 | 数量 | 备注 |
|------|------------------|-----------------------|-------------------|----|
| (1) | 型式 | | 闸坝 | |
| (2) | 地基特性 | | 砂岩 | |
| (3) | 闸顶高程 | m | 348.60 | |
| (4) | 泄流长度(孔数×孔宽) | m | 8×12 | |
| (5) | 坝轴线总长 | m | 235.52 | |
| (6) | 闸墩厚度 | m | 2.5 | |
| (7) | 泄流前缘总长 | m | 113.5 | |
| (8) | 最大单宽流量 | m ³ /(s.m) | 183.0 | |
| (9) | 消能方式 | | 底流消能 | |
| (10) | 设计泄洪流量 | m ³ /s | 14600 | |
| (11) | 校核泄洪流量 | m ³ /s | 17600 | |
| (12) | 工作闸门孔口尺寸及型式(b×h) | m | 12×17-16.5 | |
| (12) | 总工作闸门扇数 | 扇 | 8 | |
| (13) | 工作闸门启闭机容量 | KN | 2×1250 | |
| (14) | 工作闸门启闭机型式 | | 固定卷扬式 | |
| (15) | 工作闸门启闭机台数 | 台 | 8 | |
| (17) | 检修门孔尺寸 | m | 12×17-16.5 | |
| (18) | 检修门扇数 | 扇 | 1 | |
| 2 | 主厂房 | | | |
| (1) | 型式 | | 河床式 | |
| (2) | 地基特性 | | 岩基 | |
| (3) | 上游设计洪水位 | m | 345.13 | |
| (4) | 上游校核洪水位 | m | 348.02 | |
| (5) | 正常水位 | m | 340.50 | |
| (6) | 正常尾水位 | m | 325.45 | |
| (7) | 最低尾水位 | m | 324.85 | |
| (8) | 主厂房长×宽×高 | m | 50.76×52.7×42.858 | |
| (9) | 机组安装高程 | m | 324.15 | |
| (10) | 尾水底板高程 | m | 313.142 | |
| (11) | 屋顶高程 | m | 356.00 | |
| (12) | 防洪方式 | | 防洪墙 | |
| 3 | 厂房进水口 | | | |
| (1) | 进水口流道尺寸 | m | 8.834×3.623 | |
| (2) | 主闸门型式 | | 平板门 | |
| (3) | 主闸门孔数 | 孔 | 4 | |
| (4) | 主闸门尺寸 | m | 3.623×5.36-19 | |
| (5) | 检修闸门型式 | | 平板门 | |
| (6) | 检修闸门数量 | 扇 | 2 | |
| (7) | 检修闸门尺寸 | m | 3.623×3.94-9.328 | |
| 4 | 尾水渠 | | | |
| (1) | 型式 | | 宽浅式 | |
| (2) | 底宽 | m | 22.23 | |
| (3) | 长度 | m | 37.0 | |
| 5 | 开关站 | | | |

| 序号 | 名称 | 单位 | 数量 | 备注 |
|-----|-------------|------------------|----------------------------|----|
| (1) | 型式 | | 露天式 | |
| (2) | 面积 | m ² | 40×20 | |
| (3) | 位置 | | 右岸岸坡 | |
| (4) | 输电线电压 | KV | 110 | |
| 6 | 进厂交通廊道 | | | |
| (1) | 型式 | | 安装间大门入厂 | |
| (2) | 断面尺寸 | m | 6×6 | |
| 七 | 主要机电设备及金属材料 | | | |
| 1 | 水轮机 | | | |
| (1) | 型号 | | ZZ660a-LH-310 | |
| (2) | 台数 | 台 | 2 | |
| (3) | 额定出力 | KW | 7772 | |
| (4) | 最大工作水头 | m | 16.63 | |
| (5) | 最小工作水头 | m | 12.98 | |
| (6) | 额定水头 | m | 14.00 | |
| (7) | 机组转速 | r/min | 166.70 | |
| 2 | 发电机 | | | |
| (1) | 型号 | | SF7500-36/5100 | |
| (2) | 台数 | 台 | 2 | |
| (3) | 单机容量 | KW | 7500 | |
| (4) | 功率因数 | | 0.80 | |
| (5) | 主接线型式 | | 单母线接线 | |
| (6) | 变压器型号 | | SF ₉ -20000/121 | |
| (7) | 变压器台数 | 台 | 1 | |
| 八 | 施工 | | | |
| 1 | 主体工程总量 | | | |
| (1) | 土石方明挖 | 万 m ³ | 7.097 | |
| (2) | 土石方回填 | 万 m ³ | 0.144 | |
| (3) | 浆砌石 | 万 m ³ | 0.41 | |
| (4) | 混凝土总量 | 万 m ³ | 7.51 | |
| (5) | 钢筋制安 | t | 1828 | |
| (6) | 金属结构安装吨位 | t | | |
| (7) | 帷幕灌浆 | m | 1723 | |
| (8) | 反滤料 | m ³ | 32 | |
| 2 | 主要建筑材料 | | | |
| (1) | 木材 | m ³ | 1361 | |
| (2) | 水泥 | t | 24266 | |
| (3) | 钢材 | t | 2610 | |
| (4) | 钢筋 | t | 2580 | |
| (5) | 炸药 | t | 45 | |
| 3 | 劳动力及施工期 | | | |
| (1) | 总工日 | 万工日 | 19.93 | |
| (2) | 高峰人数 | 人 | 1000 | |
| (3) | 施工期限 | 个月 | 26 | |

| 序号 | 名称 | 单位 | 数量 | 备注 |
|-----|---------|--------|----------|----|
| 九 | 经济指标 | | | |
| 1 | 总投资 | 万元 | 10933.02 | |
| 2 | 静态投资 | 万元 | 10484.71 | |
| 3 | 电站经济指标 | | | |
| (1) | 单位千瓦投资 | 元/kW | 6990 | |
| (2) | 单位电能投资 | 元/kW.h | 1.75 | |
| (3) | 投资回收年限 | 年 | 13.62 | |
| (4) | 经济内部收益率 | % | 30.40 | |
| (5) | 投资利润率 | % | 4.92 | |
| (6) | 投资利税率 | % | 5.08 | |

2.3.3 工程调度运行方式

为了减轻泥沙淤积，延长水库寿命，保证电站长期安全运行，本电站采取汛期不定期冲沙调度方式，因此，本水库的运行方式为：

平枯水期(11月至次年4月)，根据电网调峰需要，水库水位在正常蓄水位 340.5m～死水位 340.35m 变动；

汛期 5-10 月，当入库流量小于 1500 m³/s，水库维持在正常蓄水位 340.5m 运行；入库流量大于 1500m³/s 全闸打开，泄洪冲沙。

2.4 工程组成

本项目由永久工程和临时工程等项目组成，各项目的组成部分见下表。

表 2.4-1 项目组成及主要环境问题一览表

| 名称 | 建设内容及规模 | 可能产生的环境问题 | |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|
| | | 施工期(已结束) | 运行期 |
| 主体工程 | 闸坝： 泄洪闸由 8 孔 12m 开敞式水闸组成，布置长度 118.5m，分 9 个闸段。闸后采用综合式消力池。 非溢流坝： 左岸非溢流坝为混凝土重力坝，采用 C20 砼浇筑。分为三个坝段，各坝段长度从左至右分别为 8.39m、12.00m 和 16.00m，最大坝高 27.1m，总长度为 36.39m，坝顶高程为 348.60m，坝顶宽度为 4.0m。 右岸非溢流坝为混凝土重力坝，采用 C20 砼浇筑。分为三个坝段，各坝段长度从左至右分别为 20.00m、15.00m 和 13.93m，最大坝高 25.6m，总长度为 48.93m，坝顶宽度 7.0m，坝顶高程为 348.60m。 | 工程弃渣、基坑排水、隧洞排水、粉尘污染、施工噪声、植被破坏、水土流失、隧洞沿线地质环境影响 | 水库淹没；地质环境影响 |
| | 厂区建筑 厂区布置：顺河流由右岸至左岸，水工布置是：右岸非溢流坝段，桩号为 0+000.00～0+048.93m；厂房坝段 0+048.93～0+80.63m；8 孔泄洪闸段 0+080.63～0+199.13m；左岸非溢流坝 0+199.13～ | | 设备噪声；员工生活污水、生活 |

| | | | |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|
| | <p>0+235.52m。 厂房坝段中，主厂房长 31.70m，安装间长 21m。 右岸非溢流坝段下游侧为改线后之上坝公路和进厂公路，右岸非溢流坝段下游上坝公路右侧为开关站和办公楼。进厂公路左侧与下游防洪墙之间为变压器场。 主机间净宽 12.0m，其中机组安装高程 324.15m，水轮机层高程 327.76m，发电机层高程 332.76m，行车轨顶高程 350.0m，屋顶高程 356.0m。</p> <p>副厂房：生产副厂房布置在主厂房下游侧主厂房与尾水防洪墙之间(第一副厂房)和装卸平台下部(第二副厂房)。装卸平台下部共分三层，高程 338.76m。生活副厂房布置在右岸非溢流坝段下游上坝公路右侧，面积 500m²，地面高程 356.00m。 进厂公路由右岸原有公路与右岸坝顶公路连接。</p> <p>开关站：置在进厂公路左侧与下游防洪墙之间，地面高程 344.80m。开关站布置在右岸非溢流坝段下游上坝公路右侧，20×40m，地面高程 356.00m。 110Kv 线路出线两回。</p> <p>生活区：布置办公住宅楼一栋二层，位于厂区入口左侧。</p> | | 垃圾、废机油、电磁辐射 |
| 辅助工程 | <p>料场：三个天然砂卵石料场、一个块石料场和一个粘土料场</p> <p>施工工区：划分左岸施工区、右岸施工区共 2 个施工区。各施工区主要布置有生产、生活区及风水电系统，综合加工场，机械停放场，堆料场等，总建筑面积 1.2 万 m²，总占地面积 3.5 万 m²。</p> <p>渣场：在大坝右岸冲沟和山凹处布置了 3 个弃渣场，占地面积约 3.7hm²，总堆渣量约 10.96 万 m³。</p> <p>施工导流</p> | 临时占地、破坏植被、噪声、废水、粉尘、水土流失 | / |
| 环保工程 | <p>下泄生态流量保障措施：通过电站尾水和开启闸门下泄不低于 13.4m³/s 的生态流量，并安装有视频监控和在线流量监控，且已接入上级监控平台。</p> | / | / |

2.5 工程布置及主要建筑物

高坑水电站采用河床式厂房的枢纽布置方式，主要建筑物由左岸非溢流坝、泄洪闸、电站主副厂房、右岸非溢流坝等组成。坝轴线走向与河流流向基本垂直。坝顶高程 348.60m，坝轴线长度 235.52m。

2.5.1 闸坝

泄洪闸由 8 孔 12m 开敞式水闸组成，布置长度 118.5m，分 9 个闸段，在闸室底板中心线设永久缝，闸高 24.6m，闸坝顶部高程 348.60m，闸孔净宽 12.0m，中、边墩厚 2.5m，闸底板厚 2.0m，闸室顺水流向长 32.0m，闸底板高程 324.00m。闸后采用综合式消力池，消力池底高程 322.00m，靠厂房一厢消力池长度为 53.35m，另一厢为 43.35m，护坦厚 1.2m。底板及护坦顶面设 40cm 厚的 C40 硅粉混凝土抗磨层。

2.5.2 非溢流坝

(1) 左岸非溢流坝

左岸非溢流坝为混凝土重力坝，采用 C20 砼浇筑。分为三个坝段，各坝段长度从左至右分别为 8.39m、12.00m 和 16.00m，最大坝高 27.1m，总长度为 36.39m，坝顶高程为 348.60m，坝顶宽度为 4.0m。上游面铅直，下游面坡度为 1:0.45、1:1.5。考虑到与检修门合用启闭机，在左岸非溢流坝坝顶开设一个长 13.0m，宽 1.7m，深 17.0m 的储门槽。并将坝顶检修们机工作桥延伸至该坝段。工作桥宽 8.0m。

(2) 右岸非溢流坝

右岸非溢流坝为混凝土重力坝，采用 C20 砼浇筑。分为三个坝段，各坝段长度从左至右分别为 20.00m、15.00m 和 13.93m，最大坝高 25.6m，总长度为 48.93m，坝顶宽度 7.0m，坝顶高程为 348.60m。上游面铅直，下游面坡度为 1:0.7。



大坝及泄洪闸



坝顶



库区



坝下河段

图 2.5-1 大坝现状图

2.5.3 厂区枢纽

高坑电站属于河床式厂房类型，与闸坝一起要承担上下游水压力。因此其设计标准和高程均与闸坝一致。

(1) 厂区布置

顺河流由右岸至左岸，水工布置是：右岸非溢流坝段，桩号为 0+000.00~0+048.93m；厂房坝段 0+048.93~0+80.63m；8 孔泄洪闸段 0+080.63~0+199.13m；左岸非溢流坝 0+199.13~0+235.52m。

厂房坝段中，主厂房长 31.70m，安装间长 21m。右岸非溢流坝段下游侧为改线后之上坝公路和进厂公路，右岸非溢流坝段下游上坝公路右侧为开关站和办公楼。进厂公路左侧与下游防洪墙之间为变压器场。

(2) 进口段布置

主厂房长×宽×高为 50.86×52.7×42.858m，其中主机间部分长×宽×高为 31.7×12.0×42.858m，厂房与坝轴线平行，为挡水建筑物的一部分。在其进水口前布置一冲砂漏斗，后接冲沙廊道，由右至左为倾斜布置，高程由 324.5~322.5m，在护坦处出口。进水口底板高程为 328m，高于河床 4m(河床高程为 324m)，在进水口前有一排沙斜坡，由 327~324m 斜向与第一闸孔齐平，便于推移质移向第一孔泄洪闸。

由于两台机组过流量大，过水道较宽，故在进水道与尾水出水道中间均增设一隔墩，其尺寸由右至左与安装间相邻边墩厚 4.108m，第一台机与第二台机中间中墩厚 3.754m，与闸坝相邻边墩厚 5.346m，两个流道中间的隔墩厚 2.0m。尾水出口边墩，中墩，隔墩尺寸与进口相同。闸墩底部开挖高程为 325.0m，顶部高程为 348.60m，高度 23.60m。闸墩顶部长 24.86m，其上布置有移动式门机轨道，中心距 5m，用以启闭拦污栅及检修门，该门机与泄洪闸检修门机共用一台，其后为主闸门启闭机排架。门机前为过坝公路，宽 5.2m。

主厂房上游侧在闸墩和隔墩后部设置防洪墙，其厚度由顶部 2.0m 到底部为 4.10m。为使流道顺畅，墙前部闸墩间设置胸墙，胸墙为折线型，厚 1.0m。

主机间净宽 12.0m，其中机组安装高程 324.15m，水轮机层高程 327.76m，发电机层高程 332.76m，行车轨顶高程 350.0m，屋顶高程 356.0m。

由于河床式机组尾水管较长，在尾水闸墩上修建下游防洪墙，由上往下其厚度由 2.00~4.4m，高程由 345.0~322.96m，高度为 22.04m。尾水管出口处由高程为 316.142m 经 1:4 反坡水平长度 37.00m 与原河床高程 324.00m 相接。

立面上厂房进水口设一道拦污栅，孔口尺寸为 20.6×3.623m，此外设检修门 2 道，孔口尺寸为 9.85×3.623m，拦污栅与检修门共用一道门槽。主闸门 4 道，孔口尺寸为 5.36×3.623m。设尾水门 2 道，尺寸为 3.94×3.623m。

(3) 主厂房平面布置

主厂房装设 2 台 ZZ660a-LH-310 轴流转浆式水轮机(立轴、混凝土蜗壳、转轮直径 3.10m)和配套发电机 SF7500-36/5100 型机组。两台机装机容量为 $2 \times 0.75 = 1.5$ 万千瓦。机组中心距为 13.00m, 桥吊跨度 12.00m, 主机间净宽度 12.00m, 上游侧净宽 5.80m, 下游侧净宽 6.20m。发电机层上游侧布置调速器, 下游侧布置机旁盘。安装间长 21.00m。

水轮机层上游侧布置油、水、气管, 水机油水气设备设在安装间下层房间内。安装间下层设两个集水井, 一个为渗漏集水井, 另一个为检修集水井, 该处均各装设两台水泵, 互为备用。

(4) 安装间布置

安装间分为两段。第一段长 8m 为安装平台, 高程在 345.00m, 第二段长 13m, 高程为 332.76m。这两层由楼梯联系上下。

(5) 副厂房布置、厂内交通

生产副厂房布置在主厂房下游侧主厂房与尾水防洪墙之间(第一副厂房)和装卸平台下部(第二副厂房)。装卸平台下部共分三层, 高程 338.76m 这层布置电气低压开关柜、厂用变压器。高程 332.76m 这层布置电气高压开关柜、励磁变压器。再下一层, 即高程 327.76m 这层布置水机油、水、气辅助设备。

在下游侧防洪墙内, 中控室、通讯室、资料室布置在高程 337.28m 处。蓄电池室和电缆廊道布置在高程 332.76m 处。水机操作廊道在高程 322.96m 这层。

生活副厂房布置在右岸非溢流坝段下游上坝公路右侧, 面积 500m^2 , 地面高程 356.00m。开关站布置在右岸非溢流坝段下游上坝公路右侧, 面积 $20 \times 40\text{m}^2$, 地面高程 356.000m。变压器场布置在进厂公路左侧与下游防洪墙之间, 地面高程 344.80m。

进厂公路由右岸原有公路与右岸坝顶公路连接。

(6) 开关站布置

变压器场布置在进厂公路左侧与下游防洪墙之间, 地面高程 344.80m。开关站布置在右岸非溢流坝段下游上坝公路右侧, 面积 $20 \times 40\text{m}^2$, 地面高程 356.00m。

整个厂房的尺寸如下所述:

进水流道: 长 \times 宽 \times 高=24.86 \times 27.09 \times 26.978m

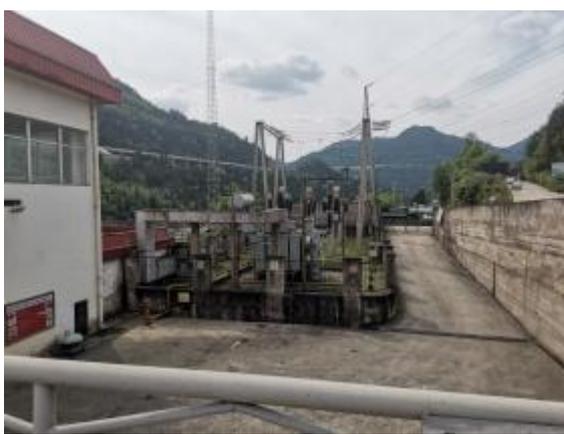
主机间尺寸: 长 \times 宽 \times 高=31.70 \times 12 \times 42.858m

尾水闸墩尺寸: 长 \times 宽 \times 高=31.70 \times 12.90 \times 10.808m

整个河床式厂房尺寸为：长×宽×高=50.86×52.7×42.858m



门卫及电站厂房



升压站



电站机组



电站尾水



中控室



生活区

图 2.5-2 厂区现状图

2.7 建设征地及移民安置

2.7.1 实物指标

(1) 蓄水涉及的范围

高坑水电站水库淹没影响和工程建设区的征地移民安置涉及广纳、春在、毛浴、诺江镇等 4 个乡镇。

(2) 蓄水涉及的主要实物指标

① 水库淹没区

主要实物指标为：移民拆迁安置农村移民 1 户 4 人，各类房屋及附属物设施面积 156.49m²，各类零星林木 1284 株，砂石场 2 个，农村公路 515 米，厕所 2 个，客渡码头 5 处，抽水泵站 5 座，养鱼池 2 处。

② 枢纽工程建设区

枢纽工程建设区分为永久征地和临时用地两部分。

1) 工程永久占地

高坑水电站征占用各类土地面积 352.73 亩，其中耕地 92.37 亩、林地 260.36 亩。

2) 施工临时占地

高坑水电站施工临时占地包扩新/改建公路占地、施工临时设施占地、渣场占地和料场占地，共约 1.8hm²，详见下表。

表 2.7-1 施工临时占地一览表

| 项 目 | | 占 地 面 积 | | | 备 注 |
|--------|--------|----------------|----------------|----------------|-----|
| | | 耕地 | 河滩地 | 总面积 | |
| | | m ² | m ² | m ² | |
| 施工临时占地 | 施工设施占地 | / | 1334 | 1334 | |
| | 渣场占地 | / | 4669 | 4669 | |
| | 料场占地 | 11320.57 | 667 | 11987.57 | |
| 合 计 | | 11320.57 | 6670 | 17990.57 | |

3) 库底清理

为保证水库运行安全和消除环境卫生隐患，在高坑水电站蓄水前了林木清理、建筑物拆除以及部分地区的卫生清理。

2.7.2 移民安置实施情况

(1) 建设征地

① 永久占地

高坑水电站征占用各类土地面积 352.73 亩，其中耕地 92.37 亩、林地 260.36 亩。

② 临时用地

高坑水电站施工临时占地共约 1.8hm²，在实际施工过程中，建设单位本着“节约土地，少占耕地”的理念，通过合理调整施工布置，通过“永临结合”的方式将部分临时占地规划在永久占地内。

(2) 移民安置

已完成 1 户 4 人搬迁安置。

(3) 专业项目复(改)建及补偿

完成了淹没区内的 5 处人渡码头迁(复)建任务,完成了淹没区内的村道公路(采砂路)、5 座提水泵站的补偿(迁建)工作,完成了 2 处沙石料场、2 处养鱼池以及其他专项设施的货币补偿。

(4) 库底清理

完成对蓄水涉及的库区卫生、建构筑物及林木等库底清理工作。

2.8 施工概况

2.8.1 施工进度

高坑水电站于 2005 年 12 月开工建设,2009 年 5 月完成建设,2009 年 9 月进行蓄水试运行。2009 年 9 月 22 日高坑水电站通过蓄水验收(巴市水(2009)122 号)。2019 年 11 月,通江水利局等部门对高坑水电站“一站一策”生态流量下泄整改方案实施情况进行了验收(通水利(2019)213 号)。

2.8.2 施工交通

工程区左岸有 201 省路经过,但与主体工程区高差较大且距离较远,主要利用右岸通江—平昌公路连接料场、渣场及施工区,为满足施工要求,施工期在左岸新建施工便道 2.2km,改建公路 0.5km;在右岸新建施工临时公路 0.42km。

工程区附近无满足施工要求的跨河桥梁,为满足施工期两岸交通要求,在二期基坑左右岸下游围堰间布置了一座临时桥梁。

工程施工临时公路及桥梁详见下表。

表 2.8-1 施工临时公路及桥梁

| 项目 | 新建公路 | 改建公路 | 小计 | 备注 |
|----------|------|------|-----|--------------------------------------|
| 左岸公路(km) | 2.3 | 1 | 3.3 | 包括至料场临时公路 |
| 右岸公路(km) | 0.5 | / | 0.5 | 右岸改建公路与永久进厂公路相结合 |
| 跨河桥(座) | / | / | 1 | 新建二期临时跨河钢架桥 1 座,宽 6m,分为 3 跨,单跨长度 13m |
| 小计 | 2.8 | 0.5 | 3.8 | |

2.8.3 天然建筑材料

根据调查,高坑水电站坝址附近分布有三个天然砂卵石料场、一个块石料场和一个粘土料场。施工期石料、砂石料、土料均取自这 5 个料场。

砂卵石料场包括位于坝址上游 3.9km 的春载砂卵石料场、位于坝址下游 1.6km 的斑竹院砂卵石料场和位于坝址下游 5.0km 的胡渡坝砂卵石料场。

块石料场是位于坝址上游 8.5km 处的通江河右岸的南和料场(3#料场);另外,闸坝、厂房开挖石渣料中部分也用作块石料。本工程回填料用量较小,也无特殊要求,开挖土方及石渣料直接用于作土石方回填料,未单独布置回填料料场。

粘土料场是位于坝址下游约 0.5km 的通江河右岸斜坡上的赵村坝料场(4#料场)。

2.8.4 施工分区布置

根据施工设计,高坑水电站为河床式电站工程,闸坝和厂区枢纽的施工布置集中。相应划分施工分区为左岸施工区、右岸施工区共 2 个施工区。各施工区主要布置有生产、生活区及风水电系统,综合加工场,机械停放场,堆料场等,总建筑面积 1.2 万 m²,总占地面积 3.5 万 m²。

2.8.5 施工营地

根据调查,本项目实际施工中,施工单位办公及住宿主要采用租用民房方式,另外在厂区建设有综合办公楼 1 座,用于施工期和运行期的办公生活。

2.8.6 土石方平衡及弃渣场

土石方开挖总量折合松方 15.31 万 m³(包括临时工程开挖量),经土石方平衡后,4.35 万 m³土石方用于综合利用(包括回填和围堰填筑),实际弃渣量为 10.96 万 m³。本项目在大坝右岸冲沟和山凹处布置了 3 个弃渣场,平均堆渣高度 5.6-6.9m。渣场位置、容量及占地面积见下表。

表 2.8-2 弃渣场特性表

| 序号 | 位置 | 地形 | 占地面积 (m ²) | 弃渣量 (m ³) | 周边主要植被类型 | 外环境特征 |
|----|--------|----|------------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|
| 1 | 右岸下游冲沟 | 冲沟 | 10095 | 28808 | 灌草丛 | 渣场地质条件较好,无地质灾害,安全范围内无公共设施、工业企业 |
| 2 | 右岸下游冲沟 | 冲沟 | 21597 | 62000 | 灌草丛 | 渣场地质条件较好,无地质灾害,安全范围内无公共设施、工业企业 |
| 3 | 右岸下游冲沟 | 冲沟 | 5380 | 18800 | 灌草丛 | 渣场地质条件较好,无地质灾害,安全范围内无公共设施、工业企业 |
| 总计 | | | 37072 | 109608 | | |

2.8.7 施工导流

根据调查,电站枢纽采用分期导流方案。根据本工程枢纽布置、洪水、地形地质特点,厂房靠岸布置于右岸漫滩,项目采取先围右岸,分期导流,两期两段施工方式。

一枯(第一年11月~第二年4月):围右岸3孔冲砂闸、厂房,束窄河床过流,导流标准为五年一遇重现期洪水,导流流量 $1020\text{m}^3/\text{s}$,汛前基本完成了3孔冲砂闸砼浇筑,完成闸门埋件安装及二期纵向砼围堰,完成厂房底板砼浇筑;一汛(第二年5~10月)由3孔冲砂闸及原河床过流。

二枯(第二年11月~第三年4月):围左岸5孔泄洪冲砂闸、左岸接头坝,利用已建的3孔冲砂闸过流,汛期继续施工厂房坝段,其余河段过流。

一期、二期围堰均为土石围堰。

2.8.8 初期蓄水

本工程于2009年9月24日0时进行下闸蓄水,至电站正常蓄水位 340.50m ,历时时间约为98h。在水库蓄水期间通过冲沙闸下泄流量以满足下游河道生态用水要求。

2.8.9 施工方法

(1) 闸坝及左、右岸非溢流坝施工

① 土方开挖

土方开挖为闸坝两岸坡表层土开挖,采用1台 1.6m^3 反铲开挖,配1台120HP推土机集料,7台15t自卸汽车运输。开挖渣料运往渣场,平均运距 1.9km 。

② 石方开挖

闸基石方开挖深度 $1\sim 5\text{m}$,采用2台YQ-100潜孔钻钻孔,人工装药连线,非电网络联结,2台 1.6m^3 反铲开挖,配2台120HP推土机推集料。开挖渣料采用7台15t自卸汽车运往渣场,平均运距 1.9km 。

③ 帷幕灌浆

帷幕灌浆布置于闸底板下,钻孔采用2台地质钻机(XU-100),灌浆采用4台灌浆泵(BW250/50)自上而下分段进行。

④ 混凝土浇筑

一期闸顶施工选用右岸一座HL75-3F1000型混凝土拌和楼拌和,二期基坑再补充左岸1台 0.8m^3 拌和机拌,高峰期用10台15t自卸汽车运输。一期闸坝主要采用1#塔机入仓浇筑,下游辅以 4m^3 履带吊和20t汽车吊入仓,二期左岸基坑混凝土采用3#、4#塔机入仓浇筑,振捣器振捣密实。汽车平均运距 500m 。

⑤ 闸门安装

按施工进度安排,泄洪冲沙闸一期进行3孔闸的工作门和检修门的安装,二期进

行左岸5孔闸的工作门和检修门的安装，均为平板闸门。闸门及门槽由厂家制作，运输到右岸金属结构拼装场。门槽自下而上焊接、调试就位后，再浇筑二期混凝土。闸门拼装后，由平台车配2台20t汽车吊运输上坝，坝顶门机或启闭机吊装就位。

(2) 厂房施工

① 石方开挖

开挖采用2台YQ-100潜孔钻钻空，人工装药连线，非电网络联结，2台1.6m³反铲开挖，配2台120HP推土机推集料，12台15t自卸汽车运出渣，开挖渣料运往渣场，平均运距1.9km。

② 混凝土浇筑

施工选用右岸一座HL75-3F1000型混凝土拌和楼和左岸1台0.8 m³拌和机拌和，8台15t自卸汽车运输。一期基坑厂房及右岸非溢流坝采用2#塔机入仓浇筑；二期基坑厂房采用1#、2#塔机入仓浇筑，下游尾水渠及边墙辅以履带吊入仓浇筑，混凝土采用振捣器振捣密实。汽车平均运距400m。

③ 闸门及机组安装

厂房进水口及尾水共计闸门和拦污栅12扇，由厂家制作，运输到右岸拼装场。闸门和拦污栅拼装好后，由平台车配20t汽车吊运输到坝顶和厂房尾水平台，门机或启闭机吊运，安装调试就位。

水轮发电机组按设计分部位从厂家运输至工地，转子、定子等主要部件由塔机吊入安装间，拼装后再由厂内行车吊运至施工面安装。

2.8.10 主要施工机械及原辅料

根据调查，本项目施工以机械施工为主，辅以人工施工，施工期间所采用的主要施工机械如下表所示：

表 2.8-3 工程主要施工设备

| 序号 | 设备名称 | 型号 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|---------|-------------------|----|----|----|
| 1 | 挖掘机 | 1.6m ³ | 台 | 4 | |
| 2 | 推土机 | T2-60 | 台 | 4 | |
| 3 | 自卸汽车 | 12~15t | 台 | 16 | |
| 4 | 自卸汽车 | 10~12t | 台 | 16 | |
| 5 | 地质钻机 | XU-100 | 台 | | |
| 6 | 平台车 | 汽挂 120 | 台 | 1 | |
| 7 | 灌浆泵 | TBW-50/15 | 台 | 2 | |
| 8 | 砼振捣器 | Z2D-100 | 台 | 30 | |
| 9 | 塔吊 | 20t | 台 | 5 | |
| 10 | 履带式起重机车 | 10t | 台 | 1 | |

| | | | | | |
|----|--------|--------------------|---|---|--|
| 11 | 砂浆搅拌机 | 0.4 m ³ | 台 | 1 | |
| 12 | 水泵 | 8BA-25 | 台 | 3 | |
| 13 | 水泵 | 3BA-6 | 台 | 3 | |
| 14 | 水泵 | JOB-Z-10 | 台 | 1 | |
| 15 | 手风钻 | 01-30 | 台 | 4 | |
| 16 | 潜孔钻 | ROC742 | 台 | 2 | |
| 17 | 混凝土喷射机 | HP-1 | 台 | 1 | |

施工期原辅材料使用情况如下表所示：

表 2.8-4 施工期主要原辅材料及能耗情况

| 项目 | 名称 | 实际建设已消耗量 | 来源 | 备注 |
|-------|-------|--------------------|--------|----|
| 主(辅)料 | 水泥 | 24266t | 外购 | |
| | 钢材 | 2610t | 外购 | |
| | 木板 | 1361m ³ | 外购 | |
| | 钢筋 | 2580t | 外购 | |
| | 炸药 | 45t | 外购 | |
| 能源 | 电(kW) | 若干 | 接自当地电网 | |
| 水量 | 地表水 | 若干 | 从通江河取用 | |

2.9 劳动定员及工作制度

本项目规划劳动定员 5 人，管理人员 1 人，工作人员 4 人，采取 2 班倒，每班 2 人。

2.10 工程投资

本项目总投资 10933.02 万元，单位电能投资 1.75 元/kW·h。

2.11 工程运行现状及遗留环境问题

(1) 工程运行及管理现状

高坑水电站于 2005 年 12 月开工建设，2009 年 5 月完成建设，2009 年 9 月进行蓄水试运行，历年来电站运行良好。每年丰水期电站基本可保持满负荷发电，机组检修一般在枯水期进行。

根据《通江县高坑水电站生态流量“一站一策”实施方案》及批复(通水利〔2019〕146 号)，高坑水电站取水口处多年平均流量为 134m³/s，核定其最小下泄生态流量值为 10m³/s，发电时通过发电流量下泄，不发电时调整电站闸门开度放水。

2019 年 11 月，通江水利局等部门对高坑水电站“一站一策”生态流量下泄整改方案实施情况进行了验收(通水利〔2019〕213 号)，初步验收意见中认定：

- ① 高坑水电站按照实施方案完成了生态流量的下泄措施；
- ② 高坑水电站按照实施方案安装了视频监控、流量监测等生态流量的下泄监测设施，并接入了省监控平台，对生态流量的下泄实现了实时监控、监测；

③ 建立了高坑水电站下泄生态流量管理制度，设立了公示牌，接受社会监督。

本次环评经现场调查，确认高坑水电站实际生态下泄流量为电站坝址处多年平均流量的（134m³/s）10%即 13.4m³/s，同时对生态流量的下泄进行了实时监控，并已接入省监控平台。

在正常运行期间，高坑水电站 8 个泄洪闸和 2 台机组均具备过流条件。电站设计最大引用流量 122m³/s，单机最大引用流量为 61m³/s，单台机组运行即可满足下泄生态流量的要求。在机组发生故障检修或者停发电的情况下，则通过局部开启泄洪闸的方式来下泄生态流量。



生态流量下泄



下泄流量监控



生态流量下泄公示牌



生态流量下泄在线监控



坝下回水情况

图 2.11-1 高坑水电站下泄生态流量措施实施情况

(2) 遗留环境问题

项目施工期无“三废”遗留问题，弃渣场恢复情况良好。电站运行期不产生生产废水和废气，但水轮机组平时保养所用的透平油等有发生滴、漏的风险，电站业主采取对水轮机组围堰的方式对可能滴、漏的油污进行收集，暂存于危废暂存间内，并与成都市新津岷江油料化工厂签订了危废处置合同，定期将废油外委处置。

根据现场调查，本项目无遗留环境问题。

3 工程分析

3.1 产业政策、规划、区划符合性分析

3.1.1 产业政策符合性分析

本项目为水力发电项目，项目“原环评报告”于2004年12月13日取得了原巴中市环境保护局《关于对四川省通江县高坑水电站环境影响报告表的批复》(巴环函〔2004〕122号)。本项目于2005年开始建设，根据《产业结构调整指导目录(2005年本)》，项目属于第一类鼓励类中“四、电力”中“1、水力发电”，符合当时的国家产业政策。

3.1.2 流域规划符合性分析

(1) 与《通江河流域水电规划报告》的符合性

2004年11月，达州市水利电力建筑勘察设计院编制完成了《通江河流域水电规划报告》(通江县境内河段)，规划在通江县境内河段拟建梯级电站17座，其中通江河干流广纳~小江口河段，加上大通江干流小江口~九浴溪电站尾水河段，共开发规划梯级电站2座，即第一级高坑水电站和第二级广纳水电站，总装机容量2.0万kW，年发电总量8407万kW·h。

本工程即为《通江河流域水电规划报告》中规划的高坑水电站，工程选址、装机规模、开发形式等均与《通江河流域水电规划报告》及其批复中要求一致，因此本项目的建设符合通江河流域规划。

(2) 与《四川省渠江流域防洪规划》、《四川省渠江流域综合规划》符合性

根据水利部要求，2011年3月，四川省水利厅组织四川省水利水电勘测设计院等单位编制完成《四川省渠江流域防洪规划》，2012年水利部联合四川省人民政府以“水规计〔2012〕81号”文对报告进行了批复。2013年7月，四川省人民政府以川府函〔2013〕205号批复《四川省渠江流域综合规划》。《四川省渠江流域防洪规划》和《四川省渠江流域综合规划》均未对通江河流域已建成的高坑水电站做出退出、限制等开发要求，因此项目的建设符合《四川省渠江流域防洪规划》和《四川省渠江流域综合规划》中要求不矛盾。

(1) 与《通江流域水利水电开发环境影响回顾性评价研究报告》的符合性

2018年5月，四川省环境保护厅审查通过《四川省通江流域水利水电开发

环境影响回顾性评价研究报告》(川环建函〔2018〕58号), 审查意见从开发方案优化调整、保障下泄生态流量、水环境保护、栖息地保护、过鱼设施、增殖放流等方面提出了相关要求。项目环评阶段落实通江流域水利水电开发环境影响回顾性评价研究报告审查意见情况详见下表。

经分析, 本工程对本次环评阶段对回顾性评价提出的相关要求基本可落实, 符合《四川省通江流域水利水电开发环境影响回顾性评价研究报告》审查意见的相关要求。

表 3.1-1 回顾性评价要求及落实情况一览表

| 与高坑水电站有关的环保要求 | 落实情况 | 回顾性评价和项目环评阶段对比 | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | 严格落实流域内水利水电工程生态流量泄放和在线监控措施。已建高坑电站建议通过开启闸门或泄洪洞方式下泄不低于坝址处多年平均流量 10% 的生态流量。 (13.4m ³ /s)。 | 已通过电站发电尾水结合开启闸门方式下泄不低于坝址处多年平均流量 10% 的生态流量 (13.4m ³ /s)。 | 满足回顾性评价及批复要求。 |
| 2 | 九浴溪电站坝下至汇口处约 9.5km 的通江干流河段设置 1 处鱼类栖息地保护河段, 该河段列为禁止开发河段, 不再规划及建设拦河设施, 保持河流连通性。 | 该河段属于高坑水电站库区范围, 本次环评也列入鱼类栖息地保护河段, 禁止开发, 目前无其他拦河设施。 | 满足回顾性评价及批复要求。 |
| 3 | 高坑水电站依托诺水河珍稀水生动植物国家级自然保护区救护中心开展电站库区河段及鱼类栖息地保护河段的增殖放流, 放流对象主要选择岩原鲤、华鲮、中华倒刺鲃、白甲鱼、南方鲇等。加快推动已建的九浴溪、高坑、双滩、青滩河等电站建设过鱼设施。 | 本次评价已要求本项目依托诺水河珍稀水生动植物国家级自然保护区救护中心开展电站库区河段及鱼类栖息地保护河段的增殖放流。本次鱼道初步方案。 | 基本满足回顾性评价及批复要求。 |
| 4 | 加强流域生态保护和修复。以流域水生态系统修复为目标, 进一步明确流域鱼类栖息地保护、生境修复与重建、增殖放流等生态环境保护及修复要求。结合支流在流域生态系统中的功能和定位, 将栖息地保护河段纳入优先保护水域。 | 将九浴溪电站坝下约 9.5km 的通江干流河段(位于高坑水电站库区)作为鱼类栖息地保护河段, 后期逐步完善增殖放流等措施。 | 满足回顾性评价及批复要求 |

3.1.3 与相关区划的符合性分析

(1) 与全国主体功能区规划的符合性分析

根据国务院 2010 年 12 月 21 日发布的《全国主体功能区规划》，高坑水电站所在的通江县属于限制开发区域中的国家重点生态功能区——秦巴生物多样性生态功能区，属于主体功能区规划中的生物多样性维护型区域。该类区域表现在濒危珍稀动植物分布较集中、具有典型代表性生态系统。区域的发展方向定位为：禁止对野生动植物进行滥捕滥采，保持并恢复野生动植物物种和种群的平衡，实现野生动植物资源的良性循环和永续利用。根据主体功能区规划的要求，对重点生态功能区，要限制大规模高强度的工业化城镇化开发，但仍允许有一定程度的能源和矿产资源开发。

高坑水电站属于水能资源开发，前期已经获得相关主管部门的同意，本流域亦不属于自然保护区、风景名胜区、水源保护地等生态红线限制的开发区域。水电资源的合理开发利用，可为区域提供一定量的清洁能源，促进区域社会经济的发展，减轻区域的筏新烧炭的原始生活方式，有利于更好的保护区域的森林资源，以达到野生动植物资源的良性循环。

由此可见，本项目的建设与《全国主体功能区规划》的相关要求不矛盾。

(2) 与四川省主体功能区规划的符合性分析

根据 2013 年 4 月四川省人民政府发布的《四川省主体功能区规划》，高坑水电站所在的通江县属于“秦巴生物多样性生态功能区”（四川省部分），该区为《四川省主体功能区规划》中“限制开发区域”（重点生态功能区）。该区域主体功能定位为：四川重要的原始森林、野生珍稀物种栖息地与生物多样性保护的关键地区和生态屏障区域；全国生物多样性、涵养水源与土壤保持重要区，最大的天然生物种质的“基因库”，世界同纬度地区重要的绿色宝库。其保护要求为：

——重点保护原生森林、流域生态系统，加强造林绿化、野生动植物保护和自然保护区建设、小流域治理、矿山生态恢复等生态工程，提高水源涵养、水土保持和野生动植物保护等生态功能。加强防洪基础设施建设，加强山洪灾害防治，提高水旱灾害应对能力。

——建设珍稀、濒危中药资源和动植物资源等指向明确的生态功能保护区，对现有植被和自然生态系统严加保护，防止生态环境的破坏和生态功能的退化。

——巩固和扩大天然林资源保护成果、扩大保护范围，加强生物物种资源保护，依法禁止一切形式的捕杀、采集濒危野生动植物的活动，保护物种多样性和确保生物安全，强化引进外来物种生物安全管理，防止国外有害物种进入。

——引导人口转移，降低人口密度，停止导致生态功能继续退化的开发活动和其他人为破坏活动，以及产生严重环境污染的工程项目建设，遏制生态环境恶化趋势。

——发展以养殖业、经济林为主的生态农林牧业和农产品深加工业，合理开发旅游文化资源，发展生态旅游，点状开发天然气、水能、矿产资源。

高坑水电站属于水能资源开发，本流域亦不属于自然保护区、风景名胜区、水源保护地等生态红线限定的开发区域，电站建成运行后可为区域提供一定量的水电清洁能源，促进区域社会经济的发展。

由此可见，高坑水电站的建设与《四川省主体功能区规划》的相关要求基本相符。

(3) 与全国生态功能区划的符合性分析

根据《全国生态功能区划(修编版)》(2015年11月)，通江县高坑水电站所在地属于(29)秦岭一大巴山生物多样性保护与水源涵养重要区中的米仓山一大巴山水源涵养功能区。该区地处我国亚热带与暖温带的过渡带，发育了以北亚热带为基带(南部)和暖温带为基带(北部)的垂直自然带谱，是我国乃至东南亚地区暖温带与北亚热带地区生物多样性最丰富的地区之一，是我国生物多样性重点保护区域。主要生态问题：该区森林质量与水源涵养功能较低，水电、矿产等资源开发的生态破坏较严重，地质灾害威胁严重，野生动植物栖息地质量下降、破碎化加剧，生物多样性受到威胁。**生态保护主要措施：**加强已有自然保护区保护和天然林管护力度；对已破坏的生态系统，要结合有关生态建设工程，做好生态恢复与重建工作，增强生态系统水源涵养和土壤保持功能；停止导致生态功能继续退化的开发活动和其他人为破坏活动；严格矿产资源、水电资源开发的监管；控制人口增长，改变粗放生产经营方式，发展生态旅游和特色产业。

高坑水电站不涉及自然保护区和天然林，施工期间无陡坡开垦和森林砍伐现象，工程建设期间对施工区范围内的生态环境造成一定不利影响，增加水土流失，但由于影响范围较小，且在本工程建设过程中已采取了措施加强水土流失防治，

施工结束后已及时恢复临时占地区域的植被，从而减轻了对生态环境的不利影响。因此，本工程建设总体符合《全国生态功能区划》的有关要求。

(4) 与四川省生态功能区划的符合性分析

根据《四川省生态功能区划》，通江县高坑水电站工程位于“Ⅰ 四川盆地亚热带农林生态区”-“Ⅰ3 盆北秦巴山地常绿阔叶林—针阔混交林生态亚区”-“Ⅰ3-2 大巴山水源涵养与土壤保持生态功能区”，该区的主要生态服务功能是水源涵养功能、土壤保持功能、生物多样性保护、农林业发展功能，生态保护与发展方向是保护森林植被和水土保持，合理开发和利用自然和人文景观资源，发展特色农业，发展生态产业，培育替代产业和新的经济增长点等。

水电属清洁能源，且高坑水电站的开发任务是发电并兼顾下游生态环境用水要求，虽然在电站建设过程中不可避免地对局部的生态环境和景观造成了一定的影响，但在规范和严格管理、加强污染控制与治理、加强生态与景观恢复的前提下，可有效避免电站建设对生态环境和自然景观造成严重破坏，不会影响该区域的土壤保持、生物多样性保护、涵养水源等主要生态服务功能。因此，本工程建设符合《四川省生态功能区划》要求。

(5) 与巴中市生态功能区划的符合性分析

根据《巴中市生态功能区划》(2019年3月)，本项目所在的通江县高坑镇属于区划中的“Ⅰ 秦巴山地常绿阔叶林生态区”-“Ⅰ-1 米仓山-大巴山常绿阔叶-针阔混交林生态亚区”-“Ⅰ-1-4 通江东部中山土壤保持生态功能区”。

本区生态功能保护与建设的主导方向是防止土地生产力因水资源短缺、土壤侵蚀与环境污染等而退化，应突出农业生态环境建设、农村面源污染治理。主要任务是加大环境保护基础设施的投入，特别是应加强工业废水排放的控制和生活污水的集中处理，逐步关闭、取缔水污染严重的中小企业，提高生产废水的达标排放率；不断优化工业产业结构，加强矿产资源的环境监督与管理，严格限制污染废弃物占用耕地，大力推进矿山生态恢复；加强复合农业和绿色生态农业建设，并通过平行岭谷区背斜低山的退耕还林，提高森林覆盖率，提升农业生态系统的生产力水平和可持续能力。该区是红色革命根据地，应抓住这一特色发展生态与红色旅游相结合的旅游业。同时注意发挥山区优势，发展用材林和林副特产品，

发展黄牛、山羊等草食牲畜饲养业；规范和严格管理矿产资源的开发，保护森林植被；防止矿产开发和农林业开发对生态环境和生态系统的不良影响。

高坑水电站的主要开发任务是发电并兼顾下游生态环境用水要求，在规范和严格管理、加强污染控制与治理、加强生态与景观恢复的前提下，可有效避免电站建设对生态环境和自然景观造成严重破坏，不会影响该区域的土壤保持、生物多样性保护、涵养水源等主要、次要和辅助生态服务功能。因此，本项目的建设符合《巴中市生态功能区划》要求。

3.1.4 与“三线一单”符合性分析

(1) 与生态保护红线的符合性分析

根据四川省人民政府《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》(川府发〔2018〕24号)，四川省生态保护红线总面积14.80万km²，占全省幅员面积的30.45%。空间分布格局呈“四轴九核”，分为5大类13个区块，主要分布在川西高原山地、盆周山地的水源涵养、生物多样性维护、水土保持生态功能富集区和金沙江下游水土流失敏感区、川东南石漠化敏感区。目前划定的巴中市境内划定的生态保护红线总面积为2029.96平方公里，占巴中市国土面积的16.5%，涵盖了水源涵养、生物多样性维护、水土保持功能极重要区以及水土流失极敏感区，还包括诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区、诺水河省级自然保护区、五台山猕猴省级自然保护区、大小兰沟省级自然保护区、光雾山省级自然保护区、驷马河流域湿地省级自然保护区、光雾山-诺水河国家级风景名胜区、光雾山-诺水河国家地质公园、大通江河岩原鲤国家级水产种质资源保护区、恩阳河中华鳖类国家级水产种质资源保护区、焦家河重口裂腹鱼国家级水产种质资源保护区和巴河大佛寺水源地等法定保护区域，以及国家一级公益林、重要湿地、特大和大型地质灾害隐患点等各类保护地。

根据四川省、巴中市公布的生态保护红线和自然保护地划定成果，经通江县自然资源和规划局核实，项目用地不涉及占用已批准公布的生态保护红线，不涉及各级自然保护地(通自然资规〔2021〕121号)。

表 3.1-2 巴中市生态保护红线划定范围

| 划定类型 | | 区域范围 | 本项目选址 |
|------|---|------------|-----------------------------|
| 生态评估 | 1 | 生态功能重要性评估区 | 水源涵养功能、水土保持功能、生物多样性维护功能极重要区 |
| | | | 本项目选址 |

| 区域 | 2 | 生态环境敏感性估区 | 水土流失极敏感区 | 不在巴中市生态红线范围内 |
|----------|---|----------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 各级禁止开发区域 | 1 | 自然保护区 | 诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区、诺水河省级自然保护区、五台山猕猴省级自然保护区、大小兰沟省级自然保护区、光雾山省级自然保护区、驷马河流域湿地省级自然保护区 | |
| | 2 | 风景名胜区的核心景区 | 光雾山-诺水河国家级风景名胜区 | |
| | 3 | 地质公园的地质遗迹保护区 | 光雾山-诺水河国家地质公园 | |
| | 4 | 水产种质资源保护区的核心区 | 大通江河岩原鲤国家级水产种质资源保护区、恩阳河中华鳖类国家级水产种质资源保护区和焦家河重口裂腹鱼国家级水产种质资源保护区 | |
| | 5 | 饮用水水源保护区的一级保护区 | 河大佛寺水源地 | |
| 其他各类保护区域 | 1 | 国家一级公益林 | 南江县、通江县 | |
| | 2 | 重要湿地 | 平昌县 | |
| | 3 | 特大和大型地质灾害隐患点 | 南江县 | |

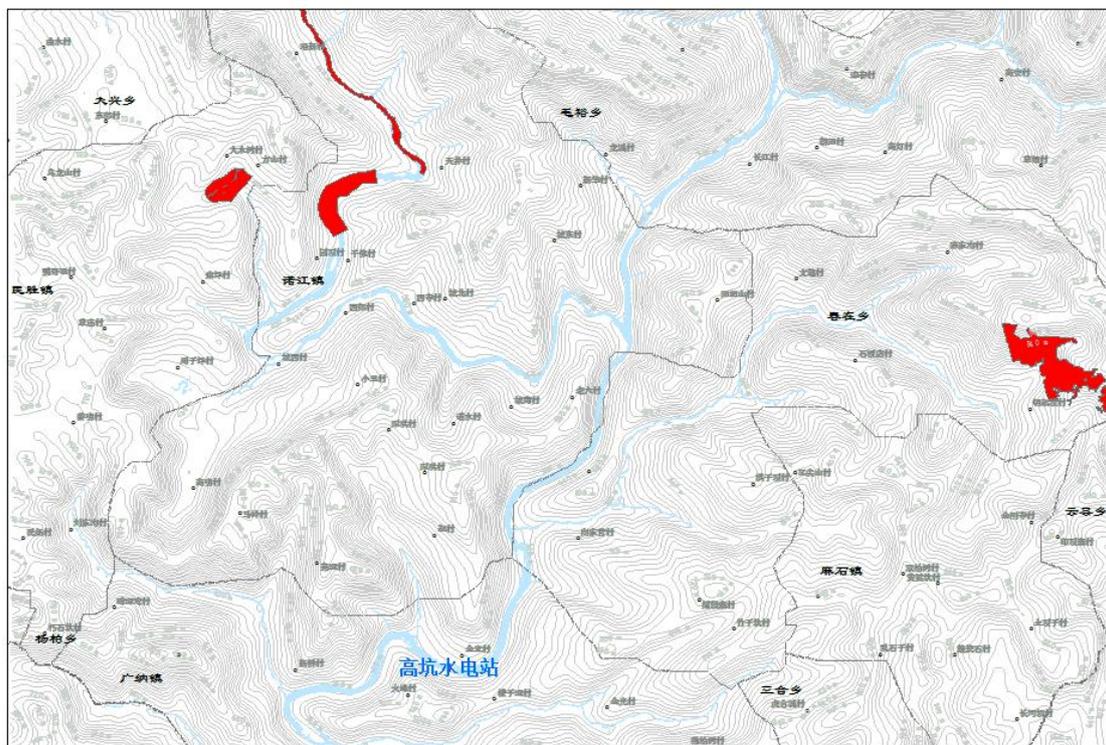


图 3.1-1 通江高坑电站与生态红线的位置关系

(2) 与环境质量底线符合性分析

根据收集到的常规监测资料和补充监测成果，本工程所在区域地表水、环境空气质量良好。本工程施工期间产生一定的扬尘，对局部区域环境空气质量带来

不利影响，但影响范围小、影响时间短、影响强度低；施工期各类污废水经处理后回用，运行期污废水产生量较小且采用相应措施进行处理，未对通江河水质造成影响。

综上所述，本工程建设基本没有影响当地环境质量底线。

(3) 与资源利用上线符合性分析

对于资源利用上线，《长江经济带战略环境评价四川省“三线一单”编制初步成果》(修改稿)提出了管控要求。资源利用上线是促进资源能源节约，保障能源、水、土地等资源高效利用，不应突破最高限值。本项目建设土地不涉及基本农田；本项目属于水电站项目，主要利用的能源是水，利用河流中水资源，创造电资源，可提高地区资源利用上线的额度，实现资源利用的最大化同时，项目运行过程无工业废水、废气的产生，用可再生资源替代不可再生资源来发电，减少了燃煤发电产生的污染物排放量，因此本项目建设不会造成水、气等资源利用突破区域的资源利用上线。

(4) 与环境准入清单符合性分析

根据四川省发展和改革委员会发布的《四川省国家重点生态功能区产业准入负面清单(第一批)》(川发改规划〔2017〕407号，2017年8月8日)，通江县对水力发电管控要求为：禁止在大通江河、小通江河中上游新建水电站。禁止新建无下泄生态流量的引水式水力发电项目，现有无下泄生态流量的引水式水力发电项目2020年3月底前完成生态化改造或关闭退出。停止新建小型水电项目。

——本项目属于“负面清单”发布前已建成的项目，建设地点为通江河赵村坝，已配套建设下泄生态流量设施和在线监控设施，运行期间可保障生态流量足量下泄，符合通江县负面清单的管控要求。

3.1.5 与长江经济带小水电整改审批相关文件的符合性分析

(1) 与“川办发〔2012〕3号”文件的符合性分析

四川省人民政府办公厅《关于加强2.5万千瓦以下小水电工程开发建设管理的意见》要求：“全面清理和复审全省在建小水电项目。由省发展改革委、省能源局会同有关部门，制订指导市(州)、县(市、区)作为责任主体清理复审在建小水电项目的办法和工作方案，提出具体的工作要求。对不符合规划，严重影响防洪安全、生态环境、存在重大安全隐患的，要责令限期拆除。对未按规定完成技

术审查、核准以及未依法履行用地、环评审批等手续的在建项目，应立即停止建设，待补充完善有关手续后，方可继续建设；对存在以上问题的已建成项目，要逐项进行补充评审，由相关部门提出处理意见并限期整改。”

本项目未严重影响防洪安全、生态环境，不存在重大安全隐患。项目已建成，且已列入“整改类”电站，正在重新办理环评审批手续。因此，符合“川办发〔2012〕3号”文件要求。

(2) 与“川办发〔2014〕99号”文件的符合性分析

根据四川省人民政府办公厅“关于推动我省水电科学开发的指导意见”（川办发〔2014〕99号文）：

① 坚持水电为主的能源开发方针……，始终把水电开发摆在我省能源建设的优先位置。

② 该文第二点关于“进一步加强水电科学开发管理”提出：严格控制小水电站开发，除无电地区且电网不能覆盖的，在保护生态环境的前提下，可适度开发小水电外，其他地区原则上不再建设小水电。制订出台配套措施，妥善解决小水电历史遗留问题。

高坑水电站与上述规定不矛盾。

(3) 与“川发改能源函〔2015〕340号”文件符合性分析

根据四川省发展和改革委员会、四川省环境保护厅、四川省能源局文件，关于印发《妥善解决2.5万千瓦以下小水电遗留问题处理意见》的通知，为进一步规范小水电建设程序，妥善解决2.5万千瓦以下小水电开发建设中的遗留问题，现提出以下意见：在“川办发〔2012〕3号”文件发布前已经核准，符合原审批程序的在建项目，由原核准机关组织有国家水电工程工程乙级以上咨询资质的机构进行评估，并报省发展改革会、省能源局复核。对符合河流水电规划、符合国家水电站设计和施工规程规范、安全有保障的项目，项目环境影响报告书报环境保护厅审查，没有重大生态环境制约因素并完善生态环境保护措施后，可继续开展建设工作，建成后按规定办理并网手续。

本项目属于“川办发〔2012〕3号”文发布前已核准的在建项目，符合河流水电规划、符合国家水电站设计和施工规程规范、安全有保障，不存在重大环境制约因素，项目已建成，环境影响报告书正在上报审查。因此，本项目的建设符

合“川发改能源函〔2015〕340号”文件要求。

(4) 与“水电〔2018〕312号”、“环办环评函〔2018〕325号”文件的符合性分析

水利部、国家发展改革委、生态环境部、国家能源局四部委联合印发《关于开展长江经济带小水电清理整改工作的意见》(水电〔2018〕312号)中任务要求：“在有关部门前期组织开展的排查摸底基础上，重点核查项目是否涉及生态保护红线情况，是否履行了立项审批(核准)、环境影响评价、水资源论证(取水许可)、土地预审、林地征(占)等手续。统筹考虑……，提出退出、整改或保留的评估意见，报省级人民政府同意，建立台账。”

2018年5月，生态环境部印发了《关于印发《长江经济带小水电无序开发环境影响评价管理专项清理整顿工作方案》的通知》(环办环评函〔2018〕325号)，其中明确小水电项目清理整顿分类处理应遵循以下原则。

① 拆除类项目

有以下情形之一的纳入此类：一是《中华人民共和国环境保护法》1989年颁布实施后开工建设，未依法履行环评手续且生态环境破坏严重的。如，项目实施造成闸坝或取水口下游河段部分或全部时段干涸的；二是位于自然保护区核心区或缓冲区，且是《中华人民共和国自然保护区条例》1994年颁布实施后开工建设的；三是虽已废弃但尚未拆除，对河流生态系统仍有阻隔影响的；四是各级生态环境主管部门曾明确要求拆除但一直未执行到位的。拆除类项目必须同步实施生态修复，由项目所在地市级人民政府督促实施，2020年底前完成。。

② 保留类项目

同时满足以下条件的纳入此类：一是符合相关规划及规划环评要求，依法履行了项目环评审批手续；二是采取了生态流量下泄、鱼类保护等生态环境保护措施，环境影响较小；三是不涉及法律法规有明确禁止性规定的环境敏感区。项目所在地市级环保部门应对保留类项目建立台账，强化日常监督监测。

③ 整改类项目

上述两类项目之外的项目均纳入此类。

按照以上意见，高坑水电站不属于拆除类项目要求，也不符合保留类要求，因此列入整改类项目。目前正在完善环评等有关手续，因此，符合“水电〔2018〕

312号”和“环办环评函〔2018〕325号”文件要求。

(3) 与“川水函〔2019〕329号”文件的符合性分析

根据《关于印发〈四川省长江经济带小水电清理整改工作方案〉的通知》(川水函〔2019〕329号)要求,2020年12月底通江县境内的小水电清理整改任完成,在评价河段范围内,清理核查涉及的小水电站共计8座,列入整改类的小水电站7座,退出类1座(斑竹园电站),已完成综合评估报告和“一站一策”整改方案编制。本项目“高坑水电站”列入整改类,正在按照相关规定完善环保手续,因此符合“川水函〔2019〕329号”文件要求。

(6) 与“川水函〔2020〕546号”文件的符合性分析

根据四川省水利厅等6单位联合下发的“关于印发《四川省长江经济带小水电清理整改审批(核准)、环保等手续完善指导意见》的通知(川水函〔2020〕546号)中附件2的要求:2012年1月19日前开工建设的,按《四川省人民政府办公厅关于印发四川省清理整顿环保违法违规建设项目工作方案的通知》(川办发〔2015〕90号)要求办理。

高坑水电站于2005年动工建设,属于此时间范围内的项目。根据“川办发〔2015〕90号文”中第(五)点的有关规定:“2.5万kW以下的违法违规小水电建设项目,应按照(川办发〔2012〕3号文)、(川办发〔2014〕99号文)、(川发改能源〔2015〕340号文)等相关文件的要求进行清理整顿,予以规范。

根据前文分析,本项目已按“川办发〔2012〕3号”、“川办发〔2014〕99号”、“川发改能源〔2015〕340号”进行了清理整顿和规范,因此符合“川水函〔2020〕546号”文件要求。

3.1.6 与长江经济带生态环境保护规划的符合性

《长江经济带生态环境保护规划》以“生态优先,绿色发展;统筹协调,系统保护;空间管控,分区施策;强化底线,严格约束;改革引领,科技支撑”为基本原则,规划到2020年,生态环境明显改善,生态系统稳定性全面提升,河湖、湿地生态功能基本恢复,生态环境保护体制机制进一步完善;到2030年,干支流生态水量充足,水环境质量、水生态质量全面改善,生态系统服务功能显著增强,生态环境更加美好。

规划提出要加大嘉陵江流域水土流失治理与生态恢复的力度,并要求确立水资源利用上线,妥善处理江河湖库关系,划定生态保护红线、实施生态保护与修复,坚守环境质量底线、推进流域水污染统防统治,全面推进环境污染治理、建设宜居城乡环境,强化突发环境事件预防应对、严格管控环境风险,创新大保护的生态环保机制政策、推动区域协同联动,强化保障措施。

本工程任务以发电为主兼顾下游生态用水,工程不属于污染型项目,不涉及生态保护红线。针对工程的主要不利环境影响,工程已采取了相应的环保措施,且本次环评进一步提出了陆生及水生生态保护措施体系,防范环境风险防范及落实环境管理和环境监理等保障措施的要求。因此,工程建设与《长江经济带生态环境保护规划》总体相符。

3.3 施工期环境影响分析

工程施工对环境造成的影响主要体现在工程施工对植被的破坏及造成的水土流失、工程施工对水环境的影响、工程施工对环境空气和声环境的影响及工程施工对社会经济和人群健康的影响。

(1) 地表水污染影响

施工期间,水污染源主要来自混凝土拌和废水、修配系统污水、生活污水,污染物以悬浮物和有机物质为主,均为间歇排放。

① 混凝土拌和系统冲洗废水

本工程施工期,在各工区分别设置了1处砼搅拌站共2处,为三班制生产。混凝土生产系统每班冲洗1次,冲洗水量约 4m^3 ,间歇式排放,则混凝土生产系统废水产生量约为 $24\text{m}^3/\text{d}$ 。废水pH值一般大于10,并含有较高的SS,浓度一般为 $3000\text{mg/L}\sim 10000\text{mg/L}$ 。

② 含油废水

本工程机械设备的大修、中修均到通江县专用机械修配厂修理,工程区内只设一般性机械保养。

③ 基坑排水

大坝施工包括基础开挖、基础处理和坝体填筑,在施工过程中会产生基坑废水,分初期基坑排水和经常性基坑排水两部分。初期基坑排水包括基坑积水、围堰基础渗水和可能出现的降水等,经常性基坑排水包括围堰基础渗水、混凝土养

护和冲洗废水、灌浆废水及可能出现的降水等。初期排水水质与河流水质基本相似，经常性排水包含了大量的降水渗水及施工用水(主要是混凝土养护废水)，污染物主要为悬浮物。受机械燃油、车辆运输等施工活动的影响，基坑废水中可能含有少量矿物油分。

本工程永久建筑物混凝土总量约7.51万m³，根据有关资料，养护1m³混凝土约0.35m³碱性废水，则基坑废水中碱性废水产生量2.63万m³。根据已建水利水电工程监测资料，由混凝土浇筑和养护等形成的碱性水，使基坑废水pH值达11~12，悬浮物浓度约2000mg/L。

④ 生活污水

生活污水主要来自于施工人员的生活用水排放和粪便。工程期施工高峰期人数接近1000人，分散居住在2个工区内，施工生活废水的排放相对集中，生活污水排放强度较小。生活污水所含污染物主要为BOD₅、COD、SS、氨氮等。

根据调查，施工期混凝土拌和废水均经沉淀后回用于生产，机修废水经隔油沉淀后用于场地洒水，生活污水利用租用周边民房以及场地内自建的旱厕进行处理后用作农肥。施工期间未发生废水污染河道水质事件，原有施工痕迹已全部消除，现场无遗留污染。

(2) 地下水污染影响

根据调查，本工程施工期间生产废水和生活污水均经处理后回用，未对地下水水质产生污染影响。坝址开挖对局部地段地下水流场及工程蓄水后对库区周围地下水水位产生了一定影响。

(3) 环境空气污染影响

工程施工期环境空气污染主要来源于燃油废气、爆破、施工作业面开挖、混凝土拌和以及车辆运输等，主要污染物为TSP、CO、NO_x等。

① 爆破粉尘

本项目大坝区爆破产生的主要污染物是粉尘(TSP)，约为50kg/t，属于瞬间源。目前工程已全部建成，其影响已消失，根据调查施工爆破粉尘未对周边居民造成太大影响。

② 施工作业面粉尘

大坝枢纽区等露天作业面施工时会产生粉尘，在大风天气情况下会随风形成扬尘，该粉尘为无组织面源，非连续排放，粉尘产生量总体较少。粉尘产生量与施工方法、作业面大小、施工机械、施工方法、天气状况及洒水频率等有关。根据调查，施工单位在施工期间采取了洒水降尘等措施，有效的控制了粉尘对周边大气环境的影响。

③ 混凝土拌和系统生产系统粉尘

根据行业经验，水电工程混凝土拌和系统未经处理时粉尘排放强度可达150g/s，除尘处理后，混凝土拌和系统粉尘排放强度可降至0.15g/s。

根据调查，施工单位对砼拌和楼进行了全封闭生产，同时加强场地周边洒水，有效缓解了砼拌和生产粉尘对周边的影响。

④ 机械燃油废气

本工程运输车辆多为重型车辆。根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》，油料的大气污染物排放系数CO为29.35kg/t、NO_x为48.261kg/t、SO₂为3.522kg/t。

工程施工机械燃油废气属于非连续、无组织排放源，污染物呈面源分布，由于施工范围大，污染物排放分散且强度并不大。

⑤ 道路交通扬尘

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶，可占施工总扬尘量的60%以上，扬尘量与路面形式、清洁程度和车速有关。一般情况车辆行驶产生的扬尘在同样路面清洁程度下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速下，路面越脏扬尘量越大。施工道路主要依托现有道路，新建的场内交通均已考虑尽可能采用混凝土路面，减少扬尘产生，部分无法采用混凝土的如厂房开挖道路、至厂房基坑道路、弃渣场场内道路等。

根据调查，施工单位在施工期对施工道路采用了洒水车定时洒水、人工清扫等措施，有效缓解了道路交通扬尘对周边的影响。

(4) 噪声影响

施工噪声主要来自施工开挖、钻孔、爆破、混凝土浇筑等施工活动中的施工机械运行和车辆运输。

① 施工噪声

施工噪声主要来自开挖机械和混凝土拌和站噪声，前者属移动、非连续性声源，但音频高，传播距离远，各种钻机产生的噪声值约94dB(A)；后者属固定、连续性声源，单个混凝土拌和站其噪声值约97dB(A)，参考其他水电工程，坝厂址工区可能发生的最大合成声压级为101dB(A)。

本工程施工爆破噪声主要产生于首部枢纽部位，噪声源强一般在90~140dB(A)，其声强与爆破方式、爆破炸药量和敏感点位置有关。施工爆破噪声为瞬间点声源，爆破过后影响很快就消失。

② 交通噪声

本工程机动车辆以载重汽车为主，噪声最高达90dB(A)，声源呈线形分布，源强与行车速度及车流量密切相关。根据施工组织规划，交通运输高频段主要为各工区到渣场的施工道路及工程外来物资运输路段。

本工程施工期已结束多年，施工期噪声带来的影响已随着施工期结束而消失。

(5) 固体废物

工程产生的固体废物包括工程弃渣和施工人员生活垃圾。本工程施工弃渣总量为10.96万m³，除部分回填于厂区外，其余土石方均运至弃渣场堆存。

本工程施工期高峰施工人数1000人，以每人每天产生垃圾0.5kg计，日产生生活垃圾约500kg，施工人员生活垃圾通过垃圾桶收集后纳入当地环卫系统清运。

根据调查，施工期工程弃渣和施工人员生活垃圾均得到妥善处置，未对周边环境造成不利影响，现场无遗留污染。

(6) 生态影响

① 陆生生态

施工期对陆生生态的影响主要为：永久占地造成植被和动物生境的破坏，导致不可逆影响；临时占地为可逆影响，施工期将暂时破坏地表植被和动物生境，扰动原地表、土壤裸露、局部地貌改变。施工队伍进驻带来的人类活动频繁，以及各类施工活动产生的噪声、扬尘、废气等，都将对施工区及附件的野生动物生存、繁殖产生惊扰，使该区域的栖息适宜度降低。本工程施工期已结束多年，施工临时占地、各类施工迹地及弃渣场均进行了恢复，施工期影响已消失，无遗留问题。

② 水生生态

施工期对水生生态影响主要来自于枢纽工程的涉水施工,对周边水体产生扰动,造成水体悬浮物增加、透明度下降,对浮游植物、底栖动物、水生维管束植物、鱼类等造成一定不利影响。本工程施工期已结束多年,施工对水体的扰动已消失,无施工期遗留问题。

③ 土石方开挖、弃渣

各类施工活动将扰动占地区的地表,损坏部分水土保持设施,增加水土流失强度。

工区场地各类建筑材料和土石方堆放,容易引发新的水土流失。本工程施工弃渣量10.96万 m^3 。弃渣和表土堆置损坏了现有植被,弃渣在雨水冲刷下易造成水土流失。本工程施工期已结束多年,弃渣场均进行了恢复,施工期影响已消失,渣场稳定,无遗留问题。

(7) 人群健康影响

工程施工期间施工人员骤增,居住集中,临时生活区居住环境及卫生设施条件较差,对施工人员及当地居民人群健康产生一定的影响。

3.4 运行期污染源强调查

本工程是利用天然落差,将水能资源转化为电能,属清洁型能源工程,电站运行不会改变水体的物理、化学性质,无污染物排放,也不会消耗水量。

(1) 环境空气和声环境

工程运行期不产生空气污染物,对环境空气无影响。噪声源主要为发电厂房内的发电机组(水轮机),由于机组位于地下厂房内,经监测对周边地面声环境质量基本无影响。

发电厂房区配置了1台柴油发电机作为备用,采用0#柴油作为燃料,燃烧尾气经自带消烟除尘处理后,经排风系统收集由通风管道经排烟口达标排放。0#柴油燃烧产生污染较小,发电机使用频率极低,且自带消烟除尘装置,使用时员工均严格按照要求操作,控制好燃烧状况,燃烧废气中的主要污染物烟尘、 NO_x 、 SO_2 均可做到达标排放。另外,由于区域供电系统完善,电力供应得到保障,备用柴油发电机使用时间很少,废气排放量少,燃烧废气排放量对环境影响较小。因此,柴油发电机废气处理措施合理可行,无需整改。

(2) 水环境

① 水库初期蓄水

本工程于2009年9月24日下闸蓄水，蓄水期间大坝下游的下泄流量较天然情况下有所减少，但蓄水周期短，且初期蓄水采取边蓄边放的形式，至首台机组投产前，由冲沙闸向下游放水，保障了下游生态流量需求。

② 运行期电站污废水

高坑水电站投入运行后，电站的定员编制为5人，按用水定额100L/d·人计算，污水排放按用水量的80%计算。则运行期每天生活污水产生总量约为0.4m³，主要污染物为COD和BOD₅，浓度分别约250mg/L和150mg/L。项目生活污水经化粪池处理后，定期委托清掏用作农肥。

电站运行本身不产生水污染物，一般情况下不会有生产废水产生，只有厂房机组生产跑冒滴漏产生的地面冲洗含油废水、机组检修时产生少量含油含碱生产废水，电站事故漏油可能产生的设备为机组和主变。

(3) 固体废物

工程运行期固体废弃物污染源主要来自电站生活区生活垃圾，电站的定员编制为5人，以每人每天产生垃圾0.5kg计，日产生生活垃圾约2.5kg。生活垃圾经厂区垃圾桶收集后，定期交由当地环卫部门处置。

运行期发电厂房机组运行过程产生少量的废机油、废透平油，属于危险废物，电站业主对以上废油进行收集后储存于油桶中，统一暂存于危废暂存间，定期交由成都市新津岷江油料化工厂处置。

(4) 生态影响

工程大坝等永久占地改变了土地的利用类型，减少局部区域原有陆生植被，水库蓄水对库区生态、景观环境也产生了较大的影响。

高坑水电站的建设导致库区河段的水动力学过程发生了较大的变化，水文情势的变化对库区的水生生境、浮游动植物和底栖动物带来了影响。由于大坝的阻隔，完整的河流环境被分割成不同的片段，使各水生生物种群将受到不同程度的影响。

本电站在满足下游生态环境用水的前提下，以发电为主。水库蓄水后，库区段由原河道变为相对缓流的河道型水库，水位抬高，过水面积增大，水体流速较

天然河道有所减小。坝址处按多年平均流量的10%即 $13.4\text{m}^3/\text{s}$ 下泄生态流量，在鱼类生殖敏感期适当加大下泄流量，再加上区间支沟补水，对水生生态及鱼类的不利影响得以缓解。由于工程河段鱼类的种类在下游干流以及相邻的支流都有分布，未对种群的生存繁衍造成较大影响。

3.5 移民安置影响分析

高坑水电站主要涉及通江县4个乡镇，建设征地范围内仅涉及1户民居搬迁，主要采用货币补偿方式建房。

高坑水电站需复建的专项设施主要包括库区路桥和少量通信和电力线路，其环境影响主要是施工过程中对复建区陆生生态带来的破坏与扰动，并新增水土流失。

3.6 工程分析结论

通江县高坑水电站属于非污染型生态影响建设项目，根据工程方案、施工期、运行期等活动特点，结合工程区域环境状况，工程分析结论如下：

(1) 符合性

工程建设符合国家当年的产业发展政策，符合通江河流域水电规划及其他相关功能区划。

(2) 工程方案可行性

通江县高坑水电站在工程坝址、引水线路和厂址等建设方案选择、施工规划设计过程时充分考虑了对周边环境的影响，从环境保护的角度分析无制约因素，是合理可行的。

(3) 施工期

施工期工程开挖、弃渣、占地以及“三废”及噪声排放等施工活动，扰动原地貌、损坏土地和植被，影响水质，并造成噪声、大气污染和新增水土流失，对施工区内野生动物栖息环境产生了不利影响。但这些影响多是暂时性的，且已随着工程施工期的结束而消失。

(4) 运行期

本工程为水力发电项目，运行期基本无生产废水、生产废气产生，主要污染为项目人员生活污水、生活垃圾影响。总体上在采取了相应的措施后，对周边环境影响较小。

工程运行期，坝体阻隔将引起工程河段水文情势变化，从而对水生动植物造成一定影响。考虑到工程河段水生生物及景观现状，通过下泄生态流量，可缓解对水生生物的影响。

(5) 小结

高坑水电站符合通江河流域水电开发规划要求。工程总体布置不涉及自然保护区、风景名胜区以及饮用水源保护地等各类敏感区。工程运行期主要环境影响是形成水库，拦河坝阻隔和水量变化将对下游河段水生生物的生存空间和河道景观造成一定影响。

4 环境概况

4.1 自然环境

4.1.1 气候、气象

大通江流域属亚热带湿润季风气候区，气候温和，降水丰沛。具有冬季长，夏季短，每年有不同程度的夏(伏)旱，夏秋多雨，春冬多风、霜雪较多等特点。

据通江县气象站资料统计，多年平均气温 16.6℃，极端最高气温 40.4℃(1969年7月29日)，极端最低气温-6.2℃(1975年12月3日)；多年平均蒸发量 1118.4mm；多年平均降水量 1174.4mm；多年平均风速 1.2m/s，最大风速 21.0m/s(2N/2T)，相应风向(E/W)；多年平均相对湿度 75%；多年平均无霜期 280 天；多年平均日照时数 1377h。通江县气象站主要气象要素见下表。

表 4.1-1 通江县气候特征统计表

| 项目 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 | |
|-------------|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------------------|-------|
| 多年平均气温(°C) | 5.4 | 7.5 | 12.0 | 17.1 | 21.2 | 24.5 | 27.0 | 27.1 | 21.8 | 17.0 | 11.7 | 7.0 | 16.6 | |
| 历年最高气温(°C) | 18.2 | 23.3 | 31.4 | 33.4 | 35.2 | 37.5 | 40.4 | 39.7 | 38.3 | 32.4 | 28.3 | 19.7 | 40.4 | |
| 历年最低气温(°C) | -5.3 | -5.1 | 0.6 | 1.2 | 8.3 | 13.1 | 16.0 | 16.1 | 11.6 | 3.9 | -0.4 | -6.2 | -6.2 | |
| 多年平均相对湿度(%) | 74 | 71 | 70 | 72 | 74 | 75 | 78 | 74 | 80 | 82 | 79 | 77 | 75 | |
| 多年平均降水量(mm) | 6.7 | 10.2 | 36.5 | 86.2 | 128.0 | 128.6 | 236.2 | 165.9 | 229.0 | 100.0 | 36.9 | 10.2 | 1174.4 | |
| 多年平均日照时数(h) | 65.5 | 63.1 | 95.4 | 133.3 | 146.8 | 155.3 | 184.0 | 212.4 | 102.9 | 89.0 | 70.6 | 59.0 | 1377.3 | |
| 多年平均蒸发量(mm) | 41.6 | 50.8 | 83.3 | 113.3 | 144.5 | 140.3 | 147.3 | 157.9 | 82.4 | 68.4 | 49.9 | 39.0 | 1118.4 | |
| 多年平均风速(m/s) | 1.1 | 1.4 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 1.2 | |
| 历年最大风速 | 7.0 | 9.0 | 12.0 | 9.0 | 21.0 | 20.0 | 12.0 | 14.0 | 21.0 | 7.0 | 12.0 | 8.0 | 21.0 | |
| 历年风向 | 3T | ENE | ENE | E | E | 4T | WNW | SE | W | 3T | E | NE | 2T ^{2N} | |
| 多年平均降雪日数(d) | 0.5 | 1.0 | 0.7 | | | | | | | | | | 2.2 | |
| 多年平均霜日数(d) | 9.0 | 3.8 | 0.7 | | | | | | | | 1.0 | 4.6 | 19.1 | |
| 各降 | ≥0.1mm | 4.8 | 5.7 | 10.3 | 11.6 | 15.0 | 12.8 | 13.2 | 11.6 | 14.9 | 14.1 | 10.5 | 5.7 | 130.3 |
| | ≥5.0mm | 0.3 | 0.5 | 2.3 | 4.3 | 6.4 | 5.2 | 6.5 | 5.7 | 7.8 | 5.2 | 2.4 | 0.6 | 47.3 |
| | ≥10.0mm | 0 | 0.2 | 1.1 | 2.6 | 3.9 | 3.5 | 5.0 | 4.3 | 5.5 | 3.2 | 1.1 | 0.1 | 30.6 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| 水日数(d) | ≥25.0mm | 0 | 0 | 0.1 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 2.5 | 2.1 | 2.8 | 0.9 | 0 | 0 | 11.3 |
| | ≥50.0mm | 0 | 0 | 0 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 1.0 | 0.5 | 1.3 | 0.2 | 0 | 0 | 3.9 |
| 多年平均 20cm 地温(°C) | | 6.9 | 8.3 | 12.4 | 17.3 | 21.3 | 25.6 | 28.2 | 29.0 | 24.3 | 18.8 | 13.7 | 9.1 | 18.0 |

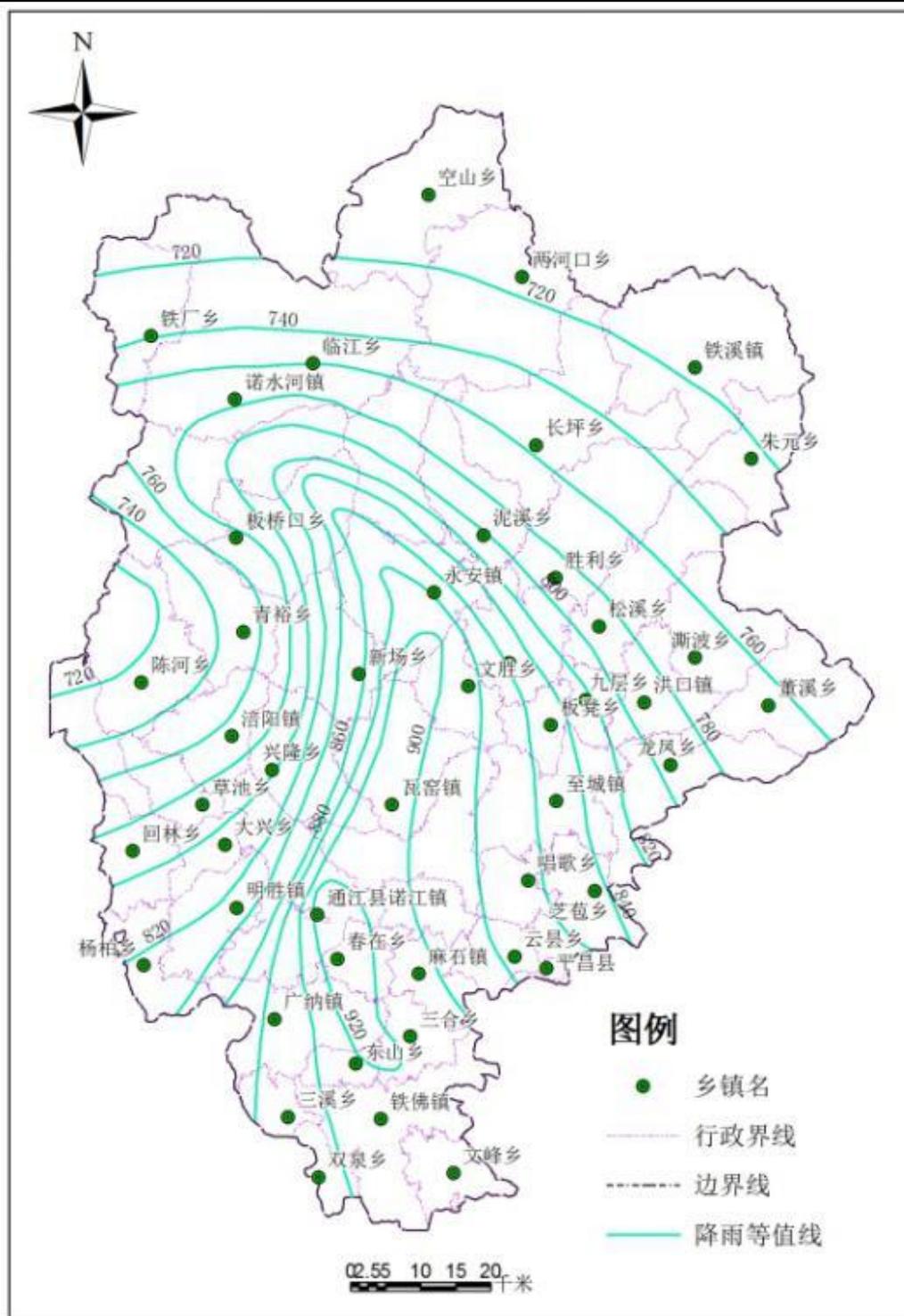


图 4.1-1 通江县多年平均降水量等值线(1985 年-2010 年)(单位: mm)

4.1.2 环境地质

(1) 工程地质

高坑水电站位于四川盆地东北部，测区内地层由中生界白垩系下统和侏罗系上统内陆河湖相碎屑岩组成，第四系全新统松散堆积层以冲洪积为主，零星分布于河漫滩及阶地上，残坡积及崩积一般分布于河谷两岸坡。现将区内出露地层情况由老至新分述如下：

① 侏罗系上统(J3)

蓬莱镇组上段(J23P)：中上部为紫红色、棕红色粉砂质泥岩、泥岩及泥质粉砂岩夹粉砂岩及细砂岩。底部为浅灰色层状长石细砂岩夹紫红色泥岩或砾状灰岩透镜体，呈不等厚互层状，厚 266~498 米，分布于测区大(小)通江河河床及两岸斜坡。

② 白垩系下统(K1)

苍溪组(K1C)：为黄褐色厚层状中细粒钙质长石石英砂岩夹薄层紫红色泥岩，底与侏罗系上统蓬莱镇组呈冲刷接触，厚 400 余米，区内广泛分布。

白龙组(K1b)：为黄灰色厚层状中细粒钙质砂岩与棕红色粉砂质泥岩，呈略等厚互层。厚 300 余米，分布于两岸山顶。

七曲寺组(K1q)：为浅灰色块层状岩屑长石细砂岩夹紫红色泥岩。厚度大于 500m。测区仅出露于瓜子山顶。

③ 第四系(Q)

第四系上更新统(Q3)：为冲洪积层，以卵砾石砂组成，分布于Ⅱ级阶地。

第四系全新统(Q4)：包括现代河床冲、洪积层，以卵(漂)砾石、砂等组成，分布于沿河地带洪水位线以下；坡积层由砂质粘土、岩屑、碎块石组成，分布于缓坡台地间；崩积层以孤、块石为主，杂乱堆积于陡岩脚。

根据四川省地质目录记载，在工程区内地震活动不剧，震级不高，属外围区域地震微波及区，查 GB18306—2001《中国地震动参数区划图》，区内地震动峰值加速度为 0.05g，相应地震基本烈度为 6 度，地震反应谱特征周期 $T_g=0.35s$ 。

(2) 区域水文地质

高坑水电站工程位于四川盆地东北部，测区内地层由中生界白垩系下统和侏罗系上统内陆河湖相碎屑岩组成，第四系全新统松散堆积层以冲洪积为主，零星

分布于河床和阶地上，坡积及崩积一般分布于河谷两岸坡。

根据测区岩土结构及含水层性质，测区地下水可分为第四系松散堆积层孔隙水和基岩裂隙水两类。

第四系松散堆积层孔隙水：一般以潜水形式埋藏于通江河河床、阶地冲洪积层和河谷两岸岸坡残坡积层及崩积层中。河床中冲洪积松散堆积层之地下水除靠大气降水补给外，还靠上游河水以及基岩裂隙水补给，属就近补给，就近排泄，其径流途径较短，排泄较好，含水较丰。阶地冲洪积和河谷两岸岸坡残坡积及崩积松散堆积层之地下水主要受大气降水补给或岸坡基岩裂隙水渗出补给，然后补给河水。由于覆盖层薄，不具赋存条件，故含水较差。

基岩裂隙水：测区地层结构主要表现为砂岩、泥岩互层，泥岩隔水性稍好，且岩层缓倾，裂隙不发育，补给条件差，且河岸临空，排泄条件好，故地下水不易赋存。基岩裂隙水主要靠大气降水补给，且就近排泄于通江河谷，局部地带能观测到地下水以下降泉形式出露于地表，这些泉的流量都很小($<0.5L/S$)，且随季节变化。

4.1.3 水文、泥沙

通江流域水文观测年限较长的主要水文(位)站，干流上设有杜家河水文站，上游大通江上有碧溪水文站，支流小通江上有青峪水位站，中游支流澌滩河上有神口河水文站，均属国家基本站。

高坑水电站上坝址位于通江干流杜家河水文站上游约 29km，控制集水面积 6575km²，占杜家河水文站集水面积 6742km² 的 97.5%。区间不到杜家河站的 3%，无支流加入，水文情势变化一致。高坑水电站的水文计算以杜家河站为设计依据站。

(1) 径流

用面积比拟法计算出高坑水电站坝址(上坝址)断面年平均流量和枯期平均流量见下表。

表 4.1-2 高坑水电站坝址年径流、枯期径流成果表

| 流量分期 | 平均流量 (m ³ /s) | C _v | C _s | 不同保证率(%)流量(m ³ /s) | | |
|------------|--------------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|------|------|
| | | | | 10% | 50% | 90% |
| 全年(4~3月) | 134 | 0.46 | 2.0 C _v | 217 | 125 | 63.0 |
| 枯水期(12~3月) | 18.7 | 0.45 | 3.5C _v | 29.9 | 17.4 | 8.98 |
| 枯水期(11~4月) | 36.6 | 0.50 | 2.5C _v | 51.3 | 33.0 | 17.2 |

由于高坑水电站已建成运行多年,本次调查了其运行期典型水文年实际逐日流量见表 4.1-3~表 4.1-5。

表 4.1-3 高坑水电站枯水代表年(2016 年)逐日来水平均流量表 单位: m³/s

| 月 日 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|-------|--------|-------|
| 1 | 16.97 | 7.00 | 6.57 | 15.77 | 21.29 | 120.47 | 25.33 | 1777.40 | 23.65 | 23.20 | 170.02 | 18.15 |
| 2 | 14.94 | 3.37 | 12.53 | 10.56 | 19.53 | 178.64 | 44.55 | 1046.64 | 13.43 | 16.52 | 87.00 | 32.59 |
| 3 | 17.02 | 13.14 | 16.83 | 15.22 | 20.09 | 223.65 | 27.46 | 453.65 | 17.87 | 14.89 | 73.72 | 33.49 |
| 4 | 13.59 | 9.22 | 15.30 | 12.19 | 34.46 | 155.92 | 34.67 | 208.77 | 11.91 | 13.82 | 100.81 | 21.01 |
| 5 | 15.80 | 5.62 | 18.17 | 11.29 | 17.98 | 118.67 | 30.90 | 145.34 | 19.63 | 14.72 | 31.01 | 33.77 |
| 6 | 15.28 | 7.30 | 15.90 | 10.44 | 26.64 | 106.66 | 15.70 | 162.79 | 8.70 | 12.58 | 26.80 | 19.27 |
| 7 | 19.29 | 21.39 | 18.11 | 10.11 | 56.00 | 71.12 | 25.81 | 153.78 | 22.71 | 13.03 | 82.33 | 18.09 |
| 8 | 8.87 | 12.08 | 12.36 | 14.88 | 26.12 | 56.42 | 25.12 | 118.15 | 14.72 | 14.55 | 207.00 | 25.96 |
| 9 | 13.43 | 13.18 | 13.16 | 15.26 | 37.44 | 55.74 | 24.33 | 112.84 | 15.90 | 9.77 | 158.10 | 21.07 |
| 10 | 16.18 | 5.07 | 5.50 | 12.09 | 55.66 | 66.60 | 24.89 | 52.49 | 12.43 | 12.64 | 201.48 | 33.99 |
| 11 | 19.78 | 11.33 | 10.52 | 18.09 | 32.86 | 36.19 | 79.95 | 75.30 | 16.18 | 23.66 | 179.65 | 14.32 |
| 12 | 13.37 | 11.59 | 3.50 | 9.60 | 25.60 | 48.85 | 191.12 | 69.49 | 14.16 | 18.76 | 115.76 | 28.77 |
| 13 | 19.27 | 10.11 | 8.80 | 17.67 | 38.43 | 42.30 | 154.02 | 59.73 | 11.57 | 20.62 | 104.55 | 37.76 |
| 14 | 3.14 | 12.53 | 4.66 | 16.41 | 540.99 | 22.70 | 565.14 | 55.95 | 22.92 | 25.57 | 118.32 | 40.40 |
| 15 | 15.00 | 24.95 | 7.55 | 51.76 | 621.58 | 24.72 | 520.00 | 35.05 | 18.65 | 41.81 | 102.28 | 15.79 |
| 16 | 17.80 | 11.74 | 10.11 | 209.00 | 229.08 | 14.50 | 217.00 | 33.49 | 10.39 | 38.85 | 37.09 | 50.74 |
| 17 | 15.16 | 16.20 | 8.10 | 164.62 | 148.43 | 15.73 | 126.95 | 29.89 | 13.26 | 32.87 | 50.63 | 31.07 |
| 18 | 16.69 | 11.15 | 3.03 | 107.52 | 99.13 | 13.37 | 102.86 | 28.22 | 20.84 | 21.74 | 25.51 | 17.24 |
| 19 | 12.70 | 13.37 | 4.66 | 81.43 | 118.60 | 20.45 | 196.23 | 30.68 | 16.31 | 20.90 | 29.67 | 13.54 |
| 20 | 10.30 | 15.50 | 9.88 | 82.81 | 78.91 | 25.29 | 192.00 | 16.22 | 12.02 | 27.59 | 36.64 | 16.01 |
| 21 | 12.24 | 9.80 | 13.00 | 15.84 | 41.58 | 3.40 | 104.01 | 51.13 | 7.98 | 27.14 | 26.52 | 8.59 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|
| 22 | 12.98 | 8.77 | 8.48 | 31.12 | 44.62 | 49.23 | 82.34 | 23.32 | 26.00 | 108.12 | 47.20 | 12.02 |
| 23 | 17.07 | 9.60 | 12.25 | 24.55 | 45.00 | 744.75 | 46.37 | 33.83 | 30.57 | 813.40 | 41.70 | 9.60 |
| 24 | 22.60 | 13.59 | 12.49 | 39.56 | 24.23 | 630.00 | 36.81 | 33.43 | 28.38 | 1486.00 | 83.00 | 11.68 |
| 25 | 10.22 | 18.86 | 8.31 | 35.66 | 42.09 | 211.66 | 35.62 | 19.99 | 18.88 | 793.28 | 58.16 | 22.53 |
| 26 | 5.11 | 10.05 | 14.33 | 32.62 | 58.86 | 147.51 | 75.51 | 40.23 | 30.96 | 390.76 | 29.90 | 11.46 |
| 27 | 11.80 | 11.80 | 7.21 | 26.63 | 60.98 | 90.61 | 537.67 | 63.28 | 28.39 | 289.17 | 26.69 | 15.23 |
| 28 | 13.00 | 6.96 | 13.70 | 29.41 | 127.30 | 75.00 | 415.59 | 39.17 | 33.54 | 193.26 | 23.99 | 3.76 |
| 29 | 14.07 | 10.97 | 17.15 | 32.28 | 125.73 | 79.52 | 249.97 | 16.74 | 28.04 | 262.74 | 41.51 | 13.14 |
| 30 | 9.96 | | 12.75 | 26.53 | 102.54 | 58.01 | 124.00 | 24.55 | 22.19 | 209.93 | 42.93 | 16.97 |
| 31 | 6.96 | | 10.00 | | 105.92 | | 182.36 | 18.88 | | 165.72 | | 9.50 |

表 4.1-4 高坑水电站平水代表年(2018 年)逐日来水平均流量表 单位: m³/s

| 月 日 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 15.34 | 11.40 | 9.04 | 75.20 | 52.43 | 71.64 | 303.86 | 391.00 | 6.29 | 62.59 | 16.35 | 14.23 |
| 2 | 17.70 | 9.80 | 13.76 | 106.53 | 52.20 | 68.73 | 311.25 | 484.00 | 13.37 | 57.28 | 18.87 | 18.69 |
| 3 | 14.16 | 10.60 | 16.52 | 122.27 | 35.93 | 62.15 | 663.60 | 280.00 | 23.71 | 53.84 | 26.26 | 28.66 |
| 4 | 12.90 | 11.01 | 20.37 | 72.18 | 39.51 | 53.89 | 1783.00 | 229.50 | 18.85 | 46.92 | 15.61 | 39.43 |
| 5 | 18.09 | 11.01 | 22.60 | 761.96 | 35.74 | 42.76 | 979.79 | 187.00 | 23.26 | 42.53 | 18.12 | 31.37 |
| 6 | 13.37 | 11.40 | 22.64 | 855.58 | 42.20 | 45.18 | 415.20 | 159.80 | 49.20 | 40.50 | 30.86 | 14.21 |
| 7 | 11.80 | 11.01 | 52.15 | 300.00 | 45.41 | 34.16 | 193.95 | 145.96 | 94.92 | 48.47 | 21.16 | 45.16 |
| 8 | 14.16 | 6.29 | 35.64 | 204.01 | 44.75 | 109.36 | 168.30 | 595.29 | 91.35 | 56.78 | 15.27 | 19.92 |
| 9 | 11.78 | 4.72 | 40.88 | 162.88 | 44.00 | 169.40 | 155.54 | 311.00 | 33.03 | 67.42 | 5.81 | 23.78 |
| 10 | 9.80 | 6.29 | 32.04 | 120.41 | 58.80 | 91.37 | 240.95 | 263.00 | 35.43 | 60.39 | 21.81 | 20.56 |
| 11 | 11.01 | 5.50 | 38.80 | 144.75 | 83.69 | 52.60 | 263.37 | 168.00 | 25.72 | 38.24 | 32.45 | 28.14 |
| 12 | 11.40 | 7.80 | 47.71 | 120.73 | 90.27 | 36.80 | 195.25 | 147.33 | 24.04 | 39.80 | 19.17 | 32.34 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|
| 13 | 13.37 | 7.47 | 38.68 | 294.59 | 70.97 | 36.52 | 255.16 | 130.21 | 17.80 | 44.92 | 16.41 | 30.64 |
| 14 | 12.58 | 7.08 | 51.66 | 528.00 | 69.16 | 41.54 | 193.54 | 89.39 | 35.40 | 30.99 | 17.11 | 17.82 |
| 15 | 12.19 | 9.44 | 50.52 | 425.89 | 61.88 | 39.48 | 202.95 | 71.40 | 151.82 | 39.17 | 27.64 | 24.44 |
| 16 | 10.22 | 9.83 | 43.00 | 306.92 | 44.90 | 37.16 | 127.08 | 91.00 | 695.00 | 27.85 | 33.96 | 25.52 |
| 17 | 6.68 | 9.83 | 70.56 | 207.38 | 42.60 | 46.16 | 133.65 | 67.56 | 715.66 | 27.62 | 54.48 | 19.65 |
| 18 | 16.91 | 12.13 | 70.15 | 187.55 | 44.84 | 4287.00 | 201.37 | 59.70 | 689.92 | 33.24 | 63.49 | 15.81 |
| 19 | 15.73 | 10.45 | 98.61 | 123.00 | 33.58 | 1593.50 | 128.50 | 52.96 | 1781.92 | 27.99 | 69.57 | 9.46 |
| 20 | 10.22 | 8.10 | 85.63 | 122.57 | 21.18 | 405.70 | 90.20 | 49.76 | 1015.37 | 10.78 | 60.76 | 24.65 |
| 21 | 15.34 | 10.10 | 73.27 | 252.16 | 169.18 | 246.41 | 89.20 | 97.60 | 691.12 | 15.73 | 43.01 | 42.94 |
| 22 | 8.65 | 11.01 | 58.21 | 225.29 | 596.30 | 153.45 | 78.75 | 213.00 | 315.25 | 20.45 | 28.55 | 15.07 |
| 23 | 11.01 | 8.65 | 51.39 | 180.68 | 353.87 | 152.39 | 42.00 | 122.00 | 213.00 | 29.46 | 19.79 | 13.00 |
| 24 | 15.73 | 6.68 | 24.54 | 125.03 | 149.89 | 119.37 | 55.56 | 220.00 | 152.42 | 22.84 | 30.36 | 15.32 |
| 25 | 11.01 | 12.19 | 62.62 | 101.70 | 101.74 | 215.86 | 78.51 | 76.00 | 142.11 | 27.36 | 28.43 | 18.28 |
| 26 | 11.80 | 7.08 | 75.36 | 98.73 | 198.32 | 253.13 | 314.54 | 72.00 | 119.80 | 30.33 | 25.88 | 16.61 |
| 27 | 11.40 | 7.08 | 40.89 | 84.13 | 249.50 | 198.67 | 383.79 | 34.33 | 111.96 | 31.22 | 22.08 | 27.30 |
| 28 | 11.80 | 9.04 | 45.19 | 71.87 | 192.98 | 170.87 | 281.00 | 24.25 | 107.51 | 23.82 | 19.57 | 18.06 |
| 29 | 9.83 | | 50.13 | 70.35 | 146.02 | 149.60 | 207.00 | 22.37 | 101.48 | 9.76 | 29.11 | 16.77 |
| 30 | 9.83 | | 39.92 | 52.99 | 93.01 | 309.60 | 417.37 | 19.75 | 73.08 | 2.80 | 28.30 | 11.27 |
| 31 | 9.85 | | 33.04 | | 85.02 | | 820.16 | 15.50 | | 22.42 | | 26.06 |

表 4.1-5 高坑水电站丰水代表年(2019)逐日来水平均流量) 单位: m³/s

| 月 日 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|
| 1 | 16.30 | 18.09 | 9.83 | 11.31 | 34.30 | 12.19 | 185.17 | 108.09 | 24.28 | 65.58 | 70.41 | 26.72 |
| 2 | 29.87 | 12.31 | 14.94 | 25.96 | 29.10 | 11.68 | 135.41 | 118.54 | 17.42 | 60.56 | 66.40 | 22.41 |
| 3 | 21.64 | 14.76 | 19.05 | 23.60 | 29.10 | 18.27 | 114.70 | 370.00 | 21.74 | 313.76 | 55.90 | 28.09 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|-------|-------|
| 4 | 12.87 | 12.22 | 18.51 | 5.31 | 23.64 | 16.82 | 91.31 | 332.30 | 13.49 | 850.67 | 70.88 | 37.39 |
| 5 | 22.26 | 17.26 | 7.90 | 4.03 | 25.69 | 16.98 | 76.16 | 220.00 | 22.81 | 472.22 | 51.28 | 35.37 |
| 6 | 18.38 | 6.27 | 15.18 | 15.79 | 29.56 | 37.61 | 76.64 | 311.00 | 29.78 | 571.51 | 46.93 | 36.75 |
| 7 | 18.17 | 18.45 | 29.89 | 24.46 | 118.87 | 29.89 | 74.30 | 559.93 | 49.39 | 1072.18 | 59.75 | 40.25 |
| 8 | 10.62 | 12.84 | 22.02 | 17.31 | 275.00 | 49.73 | 97.62 | 143.88 | 166.81 | 730.00 | 56.58 | 30.25 |
| 9 | 10.62 | 12.44 | 18.10 | 17.30 | 138.08 | 41.20 | 86.09 | 283.00 | 148.37 | 1094.00 | 55.69 | 41.04 |
| 10 | 9.30 | 24.00 | 16.92 | 31.37 | 87.07 | 21.44 | 89.32 | 180.71 | 1360.66 | 1097.20 | 42.38 | 13.37 |
| 11 | 8.52 | 17.34 | 16.01 | 12.68 | 80.57 | 18.96 | 112.55 | 160.32 | 580.69 | 564.47 | 66.44 | 26.08 |
| 12 | 9.07 | 16.61 | 23.85 | 0.82 | 53.43 | 178.36 | 117.86 | 103.76 | 382.34 | 365.51 | 24.44 | 24.33 |
| 13 | 12.35 | 18.39 | 43.24 | 2.81 | 35.63 | 79.47 | 103.91 | 81.40 | 239.48 | 245.12 | 8.43 | 8.39 |
| 14 | 16.76 | 25.40 | 34.51 | 13.66 | 60.31 | 79.99 | 70.05 | 97.48 | 1472.51 | 178.30 | 14.94 | 14.92 |
| 15 | 22.03 | 19.61 | 9.26 | 13.76 | 65.91 | 46.07 | 76.70 | 69.98 | 2765.50 | 515.00 | 38.55 | 43.67 |
| 16 | 5.42 | 7.94 | 23.87 | 3.11 | 52.66 | 57.44 | 440.03 | 74.60 | 1548.26 | 908.00 | 38.17 | 35.47 |
| 17 | 11.30 | 2.89 | 43.71 | 3.05 | 58.41 | 54.01 | 6030.00 | 81.69 | 772.36 | 391.43 | 34.64 | 28.31 |
| 18 | 16.49 | 23.21 | 24.57 | 17.20 | 99.15 | 72.80 | 4349.47 | 72.90 | 860.19 | 229.23 | 24.05 | 26.22 |
| 19 | 4.30 | 5.51 | 14.89 | 12.06 | 168.79 | 66.29 | 1375.28 | 50.80 | 473.09 | 171.00 | 42.65 | 32.51 |
| 20 | 9.74 | 2.36 | 31.85 | 381.00 | 107.93 | 2151.71 | 618.97 | 62.85 | 402.61 | 160.13 | 36.30 | 49.46 |
| 21 | 9.39 | 25.74 | 27.09 | 549.54 | 86.43 | 766.00 | 582.00 | 37.89 | 275.18 | 108.40 | 45.50 | 36.80 |
| 22 | 12.58 | 31.65 | 53.50 | 125.36 | 56.81 | 358.00 | 566.50 | 18.48 | 179.24 | 117.00 | 12.76 | 15.96 |
| 23 | 5.90 | 12.93 | 21.43 | 94.68 | 42.79 | 202.71 | 599.03 | 56.20 | 140.46 | 102.14 | 16.00 | 20.97 |
| 24 | 20.34 | 9.72 | 14.84 | 63.33 | 35.07 | 169.57 | 290.66 | 22.81 | 150.23 | 96.12 | 15.39 | 31.63 |
| 25 | 11.82 | 20.93 | 18.09 | 48.10 | 42.10 | 125.34 | 199.15 | 20.22 | 123.63 | 116.63 | 18.48 | 37.49 |
| 26 | 14.91 | 28.50 | 12.58 | 61.69 | 38.26 | 119.91 | 139.57 | 35.45 | 87.25 | 172.04 | 32.11 | 5.86 |
| 27 | 15.67 | 5.31 | 24.48 | 41.69 | 23.82 | 375.00 | 104.40 | 21.63 | 99.28 | 146.30 | 35.00 | 4.61 |
| 28 | 15.11 | 4.37 | 6.67 | 37.95 | 48.51 | 1564.00 | 107.40 | 40.81 | 70.79 | 130.40 | 42.48 | 33.36 |

通江县高坑水电站环境影响报告书

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|--|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 29 | 14.67 | | 23.34 | 28.19 | 34.57 | 600.40 | 115.02 | 56.68 | 71.94 | 120.65 | 23.09 | 39.11 |
| 30 | 20.64 | | 32.69 | 35.66 | 35.71 | 292.30 | 450.96 | 47.86 | 83.19 | 99.74 | 45.16 | 21.42 |
| 31 | 6.39 | | 8.33 | | 23.19 | | 284.20 | 33.15 | | 82.14 | | 16.96 |

(2) 洪水

通江的洪水由暴雨而形成。暴雨多发生在5~9月，主要集中在6~8月，个别年份最早出现在3月上旬，最晚终于11月中旬。每年暴雨次数4~6次。日降水大于100mm的大暴雨多在盛夏的7、8月份。受地形影响，流域北部暴雨大于南部，暴雨中心在流域上游平溪、永安一带。洪水的发生时间和大小随暴雨中心位置、走向和笼罩面积大小变化。因流域上游支流较多，呈树枝状分布，大小通江河源相近，河长大致相同，洪水易遭遇形成大洪水。若流域内发生大范围暴雨，暴雨中心在流域上游，并向下游移动，通江干流将出现特大洪水。1965年7月13日杜家河水文站实测洪水15000 m³/s，是历史记载以来通江发生的最大洪水。同年最枯流量为11.0 m³/s，洪枯水位差为22.1m。通江洪水陡涨陡落，洪水过程多为复峰，历时3~6天。。

表 4.1-6 高坑水电站分期洪水成果表

| 洪水分期 | 平均流量 (m ³ /s) | C _v | C _s | 不同重现期 (%) 流量 (m ³ /s) | | | | |
|-------|-----------------------------|----------------|--------------------|----------------------------------|-------|-------|------|------|
| | | | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 |
| 11月 | 470 | 1.50 | 2.0 C _v | 2690 | 1880 | 1300 | 766 | 197 |
| 12~3月 | 169 | 2.00 | 2.0 C _v | 1270 | 818 | 507 | 247 | 30.4 |
| 4月 | 619 | 1.32 | 2.0 C _v | 3130 | 2260 | 1620 | 1020 | 316 |
| 5~10月 | 6410 | 0.50 | 2.0 C _v | 14600 | 12400 | 10700 | 8850 | 5900 |

(3) 泥沙

高坑电站闸址断面的悬移质输沙量特征值由计算闸址径流资料和杜家河站相应的含沙量推算求得，其多年平均输沙量为359万t；C_v=0.92、C_s=2.5C_v与杜家河站同。悬移质含沙量特征值采用杜家河站相同值。不同时段含沙量、输沙量特征值见表2.6.2、2.6.3。

表 4.1-7 高坑电站坝址含沙量、输沙量特征值表

| 统计时段 特征值 | 多年平均 | 最大 年平均 | 汛期(6-10月) 平均 | 最大汛期 (6-10月)平均 | 最大月平均 |
|--------------------------|------|-----------|-----------------|-------------------|-------|
| 含沙量(g/m ³) | 858 | 2060 | 972 | 2280 | 3460 |
| 输沙量(万t) | 359 | 1360 | 342 | 1350 | 948 |
| 输沙率(kg/s) | 111 | 429 | 259 | 1390 | 3540 |
| 输沙模数(t/km ²) | 546 | 2110 | 520 | 2050 | 1430 |

4.1.4 土壤

通江县内土壤共有6个土类、10个亚类，16个土属，36个土种，其中有31个土种是农业土壤，7个土种是森林土。水稻土是全县农业土壤中最大的土类，面

积406858亩，占农业土壤的54%；次为紫色土类，面积194108亩，占25.8%；再次为黄棕壤。黄壤，石灰岩土、新积土等4个土类，水稻土类有3个亚类、7个土属、15个土种。

4.1.5 自然资源

(1) 矿产资源

根据《通江县矿产资源总体规划(2005~2020)》，金属矿产资源有菱铁矿、赤铁矿、铅土矿、银矿等；能源矿藏有煤、石油、天然气、铀等。此外，石灰石、白云岩、石英石、石膏、大理石、硫铁矿、钾矿石、膨润土均有一定的分布。县境天然气主要分布于涪阳、陈河、新场、青浴、沙坪、永安、烟溪等乡镇，系整个通(江)南(江)巴(州)油气构造带的核心区域。现已探明天然气储量为 5600 亿 m³，资源储量非常丰富，在全国占有重要的地位。

(2) 生物资源

① 动植物资源

通江县位于米仓山南麓，地处横断山北段与秦岭山地的交汇处，是西北、西南和中原三大经济区之间最大的绿色宝库和最重要的生态屏障，是国家南水北调工程重要的水源涵养地，是国家主体生态功能区之一。秦巴山区向西、向南分别贯通中国两大特有植物分布中心(横断山脉、华中地区)，是暖温带和北亚热带的气候分区线，是“中国-日本植物亚区”和“中国-喜马拉雅植物亚区”的交汇区、古北界和东洋界动物区划的分界线，是我国生物多样性保护的热点区域之一。据不完全统计，现有维管束植物 206 科、805 属、1795 种。国家重点保护野生植物 13 种，国家 I 级重点保护物种有红 4 种，国家 II 级重点保护植物有 9 种。野生脊椎动物 32 目、91 科、298 种。其中，哺乳纲动物 7 目、20 科、46 种；鸟纲动物 16 目、45 科、163 种；爬行纲动物 2 目、7 科、15 种；两栖纲动物 2 目、7 科、19 种；鱼纲动物 5 目、12 科、55 种。

② 植物群落

县境内森林茂密，植被垂直带谱明显。在山体下部的植被包括青冈林、柏林、马尾松林、松柏混交林、杂灌林、半裸土草坡，山体上半部植物群落为壳斗科纯林、华山松林、落叶松林、油松林。在海拔 1300m 以下的地带，是农业耕作和种植为主的区域，在植被带谱上应为常绿阔叶林类型，因大面积开垦、种植，形

成了以马尾松、柏木为主的亚热带针叶林；以木竹、慈竹、斑竹为主的亚热带竹林；以麻栎、栓皮栎为主的落叶阔叶林；以青冈、抱石栎、多穗石栎为主的常绿阔叶林。山体上半部植物群落是山体海拔 1300~1800m 的中山区植被，为山地针叶、阔叶混交林带，介于亚热带常绿阔叶林带与高山常绿针叶林带之间，分布于境内北部和东部的中山地带。在海拔 1500m 以上的大部分地带，山高坡陡，人类活动干预少，其群落结构大多具备有乔木、灌木、草本、地衣层，覆盖度基本保持在 70% 左右。海拔 2000m 以上地带，植被代表类型为亚高山针叶林。

(3) 水利资源

通江县共有河流溪沟 664 条，属渠江水系。宕(大通江)、诺(小通江)二水从北至南，纵贯北部中部区域。境内河流主要为通江河及其支流澌滩河、喜神河、大通江、月潭河、铁溪河、小通江，另有驷马河支流杨柏河。河流汇水面积大，径流丰富，多年平均径流深 655mm，径流年内分配同降水变化基本一致；河流汛期水位陡涨陡落，洪峰尖瘦，水位涨落历时短；洪枯水位、流量相差悬殊。

表 4.1-8 县域水资源多年平均总量表

| 典型年 | 当地径流(亿 m ³) | | 境外径流 (亿 m ³) | 总径流量 (亿 m ³) |
|--------|-------------------------|-----|-----------------------------|-----------------------------|
| | 地表水 | 地下水 | | |
| 多年平均径流 | 25.6 | 2.2 | 29.9 | 55.5 |
| P=20% | 35.6 | 2.3 | 41.6 | 77.2 |
| P=50% | 22.8 | 2.2 | 27.3 | 50.1 |
| P=75% | 16.0 | 2.1 | 18.7 | 34.7 |
| P=95% | 8.4 | 2.0 | 9.8 | 18.2 |

4.2 社会环境

(1) 行政区划

通江县位于四川省巴中市东北部，居北纬 31°39'~32°33'，东经 106°59'~107°46'之间；幅员面积 4116 平方公里；县境与 7 个市县区接壤；县界总长 551.82 公里；距离成都市约 400 公里、巴中市约 70 公里、重庆市约 330 公里、达州市约 140 公里、陕西省镇巴县约 155 公里。

现辖街道办事处 1 个、镇 30 个、乡 2 个。即：壁州街道办事处；诺江镇、民胜镇、火炬镇、杨柏镇、涪阳镇、陈河镇、新场镇、青峪镇、板桥口镇、诺水河镇、铁佛镇、麻石镇、春在镇、广纳镇、三溪镇、至诚镇、高坑镇、沙溪镇、龙凤场镇、瓦室镇、烟溪镇、兴隆镇、永安镇、毛浴镇、泥溪镇、长坪镇、空山镇、铁溪镇、两河口镇、唱歌镇；松溪乡、胜利乡。

(3) 经济、人口

2019年，实现地区生产总值(GDP) 133.96亿元。按可比价格计算，比上年增长6.9%。其中，第一产业增加值27.79亿元，增长2.7%；第二产业增加值41.4亿元，增长3.9%；第三产业增加值64.77亿元，增长10.8%。

2019年末，全县户籍总户数25.78万户，其中农业户数16.43万户。全县户籍人口72.31万人，其中农业人口57.16万人，城镇人口为15.15万人，少数民族人口1018人。全县常住人口67.06万人，其中城镇常住人口25.0万人，常住人口城镇化率提高到37.23%，人口出生率9.1%，出生人口性别比106(以女孩为100)，人口死亡率5.2%，人口自然增长率3.8%，人口符合政策生育率97.9%。

5 环境质量现状调查与评价

5.1 环境空气质量现状调查与评价

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)中有关基本污染物环境质量现状数据的规定,可优先采用国家或地方生态环境主管部门公布的评价基准年(近3年中1个完整日历年)环境质量公告或环境质量报告中的数据或结论。

本项目位于巴中市通江县,根据《2019年巴中市生态环境状况公报》,通江县2019年SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}年均浓度分别为6.7μg/m³、18.2ug/m³、48.9ug/m³、30ug/m²;CO 24小时平均第95百分位数为1.2mg/m³,O₃日最大8小时平均第90百分位数为102μg/m³;。各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值,通江县属于环境空气质量达标区。

表 5.1-1 建设项目所在区域环境空气质量一览表

| 污染物 | 年评价指标 | 现状浓度 (μg/m ³) | 标准值 (μg/m ³) | 占标率 (%) | 达标情况 |
|-------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|------------|------|
| SO ₂ | 年平均质量浓度 | 6.7 | 60 | 11 | 达标 |
| NO ₂ | 年平均质量浓度 | 18.2 | 40 | 45.5 | 达标 |
| PM ₁₀ | 年平均质量浓度 | 48.9 | 70 | 69.9 | 达标 |
| PM _{2.5} | 年平均质量浓度 | 30 | 35 | 85.7 | 达标 |
| CO | 24小时平均第95百分位数 | 1200 | 4000 | 30 | 达标 |
| O ₃ | 日最大8小时平均第90百分位数 | 102 | 160 | 63.8 | 达标 |

5.2 地表水环境现状调查与评价

5.2.1 常规监测断面水环境质量

根据巴中市通江生态环境局发布的《通江县2020年环境质量公报(年报)》,通江县通江河出境断面为通江县三溪镇纳溪口,位于高坑电站坝址下游约30km处,2020年地表水共监测项目29项,综合评定为II类,全部优于国家地表水环境质量III类标准。

表 5.2-1 2020年通江河出境断面地表水水质状况

| 断面名称 | 巴中市下达水质目标 | 实测水质类别 | 是否达标 | 同比 | |
|---------|-----------|--------|------|--------|-------|
| | | | | 去年水质类别 | 变化幅度 |
| 纳溪口出境断面 | III | II | 达标 | II | 无明显变化 |

5.2.2 补充现状监测

(1) 引用监测

本次评价引用四川省天衡诚信环境检测技术有限公司于2020年8月22日~24日对《四川省通江县青峪口水库工程环境影响报告书》(2021年3月)中14#春在大桥断面、15#朱家湾断面对通江河的监测数据。春在大桥断面位于高坑电站坝址上游5.3km处,朱家湾断面位于高坑电站坝址上游约10.8km处,均属于高坑电站库区范围,因此其现状监测结果可以说明本工程库区水质现状。

表 5.2-2 地表水环境现状监测结果及分析

| 监测项目 | 测点编号 | 14#大通江朱家湾断面 | | | 15#大通江春在大桥断面 | | |
|------------------------|------|-------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|
| | | 2020.8.22 | 2020.8.23 | 2020.8.24 | 2020.8.22 | 2020.8.23 | 2020.8.24 |
| 六价铬 (mg/L) | 监测值 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L |
| | 标准指数 | / | / | / | / | / | / |
| 铅 (mg/L) | 监测值 | 0.003L | 0.004 | 0.003L | 0.003L | 0.003L | 0.003L |
| | 标准指数 | / | 0.08 | / | / | / | / |
| 铜 (mg/L) | 监测值 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 |
| | 标准指数 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 锌 (mg/L) | 监测值 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| | 标准指数 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 镉 (mg/L) | 监测值 | 0.001L | 0.001L | 0.001L | 0.001L | 0.001L | 0.001L |
| | 标准指数 | / | / | / | / | / | / |
| 氟化物 (mg/L) | 监测值 | 0.036 | 0.043 | 0.045 | 0.042 | 0.04 | 0.055 |
| | 标准指数 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.06 |
| 总氮 (mg/L) | 监测值 | 0.1 | 0.07 | 0.06 | 0.68 | 0.69 | 0.71 |
| | 标准指数 | 0.1 | 0.07 | 0.06 | 0.68 | 0.69 | 0.71 |
| 氰化物 (mg/L) | 监测值 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.006 | 0.005 | 0.005 |
| | 标准指数 | / | / | / | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 硫化物 (mg/L) | 监测值 | 0.008 | 0.007 | 0.008 | 0.014 | 0.017 | 0.014 |
| | 标准指数 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.09 | 0.07 |
| 阴离子 表面活性剂 (mg/L) | 监测值 | 0.050L | 0.050L | 0.050L | 0.050L | 0.050L | 0.050L |
| | 标准指数 | / | / | / | / | / | / |
| 溶解氧 (mg/L) | 监测值 | 5.92 | 5.96 | 5.89 | 5.72 | 5.74 | 5.87 |
| | 标准指数 | 0.72 | 0.71 | 0.73 | 0.78 | 0.77 | 0.74 |

根据以上监测结果分析,春在大桥断面、朱家湾断面各项监测因子均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准。

(2) 补充监测

① 监测点位、项目、频次及方法

本项目所在区域地表水体主要为项目所在通江河,执行《地表水环境质量标

准》(GB3838-2002)中 III 类水质标准。本次环评委托四川国测检测技术有限公司对通江河的地表水常规因子以及主要特征因子进行了质量监测。

本次地表水环境质量现状调查共设置 3 个监测断面, 监测项目及监测频次见表 5.2-1。

表 5.2-1 检测点位、项目及频次表

| 类别 | 地表水体 | 检测点位 | 检测位置 | 检测项目 | 检测频次 |
|-----|------|-------------------|---------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 地表水 | 通江河 | W1 库区上游 500m | 库区 | 水温、pH 值、悬浮物、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、石油类、粪大肠菌群、叶绿素 a(仅 W1) | 连续检测 3 天; 每天采样 1 次 |
| | | W2 库区下游 500m | 坝址下游 | | |
| | | W3 项目尾水排口下游 50m 处 | 尾水排放口下游 | | |

② 监测时间

2021 年 4 月 15 日~4 月 17 日, 连续监测 3 天有效数据, 每天采样 1 次。

③ 评价方法

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)推荐的方法, 即单因子比值法, 分项进行达标率评价。

1) 一般水质因子(不包括 DO、pH)标准指数

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{si}$$

式中:

$S_{i,j}$ —标准指数;

$C_{i,j}$ —i 污染物在 j 监测点的实测浓度, mg/L;

C_{si} —i 污染物的评价标准值, mg/L。

2) DO 标准指数

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j \geq DO_s$$

$$S_{DO,j} = 10 - 9 \frac{DO_j}{DO_s} \quad DO_j < DO_s$$

$$DO_f = \frac{468}{31.6 + T}$$

式中:

DO_f —饱和溶解氧浓度, mg/L;

DO_j —j 点的溶解氧浓度, mg/L;

DO_s—溶解氧的地表水水质标准，mg/L。

3) pH 的标准指数

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中：

pH_{sd}—地面水水质标准中规定的 pH 值下限；

pH_{su}—地面水水质标准中规定的 pH 值上限。

水质参数的标准指数>1，则表明该水质参数超过了规定的水质标准，已达不到功能区划要求。

④ 监测结果及评价

项目区水质监测结果及评价分别见表 5.2-2 和表 5.2-3，由表 5.2-3 可知，W1 库区断面中总氮指标超标，超标倍数分别为总氮 0.36~0.4 倍；W3 尾水下游断面中石油类超标，超标倍数为 0.6~1.0 倍。其他各个监测断面各项监测指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)的III类标准要求。

工程发电厂房尾水中石油类超标，可能原因是电站运行期间，厂区蝶阀层不可避免会出现油类的跑冒滴漏，通过蝶阀层集水井收集后未及时清理浮油所致。

库区总氮指标超标原因根据库周环境状况分析，应主要受以下三方面因素影响：

1) 经济发展的影响

高坑水电站水库上游汇水源主要有小通江、二郎庙沟等河流，坝址上游 4km 处即为春在镇，整个库区两岸台地上也分布有大量村庄，最近几年库周边区域经济增长迅速，虽说由于政府的管制，这些区域没有引进带有污染的工业企业，但是由于周边居民生活水平的不断提高，消费水平的不断加大，洗涤剂等日用品的大量使用，使得所带来的生活污染也不断的加大，这应是导致水库总氮偏高的一个重要原因。

2) 农业生产的影响

高坑水电站水库的周边都是山区，过去种植的主要粮食作物产量比较低。近几年，随着山区人们思想的不断解放，核桃、花椒等经济特色农业发展迅速，使用的化肥和农药增加，给工程水库的水质带来一定的影响。

3) 人为活动的影响

高坑水电站水库地处山区的特色农业区，山区的人为活动也是产生总氮超标的主要因素之一，主要非点源包括粪肥渗漏、垃圾、牲畜饲养、谷堆、生活污水、作坊和化粪池等，这也可能是水库水质中总氮超标的原因之一。

表 5.2-2 地表水环境现状监测结果

| 检测点位 | 检测项目 | 采样日期和检测结果 | | | |
|-----------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| | | 4月15日 | 4月16日 | 4月17日 | 单位 |
| W1 库区上游 500m | 水温 | 20.6 | 19.8 | 21.4 | °C |
| | pH 值 | 8.23 | 8.29 | 8.31 | 无量纲 |
| | 悬浮物 | 未检出 | 4 | 未检出 | mg/L |
| | 溶解氧 | 6.8 | 7.3 | 7.0 | mg/L |
| | 高锰酸盐指数 | 1.6 | 1.5 | 1.7 | mg/L |
| | 化学需氧量 | 6 | 5 | 7 | mg/L |
| | 五日生化需氧量 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | mg/L |
| | 氨氮 | 0.072 | 0.068 | 0.068 | mg/L |
| | 总氮 | 1.37 | 1.36 | 1.40 | mg/L |
| | 总磷 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | mg/L |
| | 石油类 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | mg/L |
| | 粪大肠菌群 | 50 | 70 | 1.1×10 ² | MPN/L |
| | 叶绿素 a | 2×10 ⁻³ | 2×10 ⁻³ | 未检出 | mg/L |
| W2 库区下游 500m | 水温 | 20.0 | 22.8 | 21.6 | °C |
| | pH 值 | 8.26 | 8.17 | 8.30 | 无量纲 |
| | 悬浮物 | 4 | 5 | 5 | mg/L |
| | 溶解氧 | 6.6 | 6.8 | 6.6 | mg/L |
| | 高锰酸盐指数 | 1.8 | 1.7 | 2.0 | mg/L |
| | 化学需氧量 | 8 | 9 | 10 | mg/L |
| | 五日生化需氧量 | 1.1 | 0.9 | 1.3 | mg/L |
| | 氨氮 | 0.101 | 0.098 | 0.104 | mg/L |
| | 总氮 | 1.52 | 1.56 | 1.62 | mg/L |
| | 总磷 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | mg/L |
| | 石油类 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | mg/L |
| | 粪大肠菌群 | 1.7×10 ³ | 2.4×10 ³ | 2.2×10 ³ | MPN/L |
| | W3 项目尾水排 口下游 50m 处 | 水温 | 22.4 | 22.2 | 22.4 |
| pH 值 | | 8.37 | 7.93 | 7.86 | 无量纲 |
| 悬浮物 | | 5 | 6 | 4 | mg/L |
| 溶解氧 | | 6.9 | 6.7 | 6.3 | mg/L |
| 高锰酸盐指数 | | 1.5 | 1.3 | 1.6 | mg/L |

| | | | | | |
|--|---------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| | 化学需氧量 | 7 | 5 | 8 | mg/L |
| | 五日生化需氧量 | 0.8 | 0.7 | 1.0 | mg/L |
| | 氨氮 | 0.025 | 0.025 | 0.028 | mg/L |
| | 总氮 | 1.12 | 1.09 | 1.19 | mg/L |
| | 总磷 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | mg/L |
| | 石油类 | 0.10 | 0.08 | 0.09 | mg/L |
| | 粪大肠菌群 | 1.4×10 ³ | 1.8×10 ³ | 1.7×10 ³ | MPN/L |

表 5.2-3 地表水环境现状评价结果

| 检测点位 | 检测项目 | 评价结果 | | | | | 标准值 | 单位 |
|--------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------------|----------|-------------|
| | | Si | | | 超标率 (%) | 超标倍数 | | |
| | | 4月15日 | 4月16日 | 4月17日 | | | | |
| W1 库区上游 500m | 水温 | / | / | / | / | / | / | °C |
| | pH 值 | 0.62 | 0.65 | 0.66 | 0 | 0 | 6~9 | 无量纲 |
| | 悬浮物 | / | / | / | / | / | / | mg/L |
| | 溶解氧 | 0.55 | 0.44 | 0.48 | 0 | 0 | ≥5 | mg/L |
| | 高锰酸盐指数 | 0.27 | 0.25 | 0.28 | 0 | 0 | 6 | mg/L |
| | 化学需氧量 | 0.30 | 0.25 | 0.35 | 0 | 0 | 20 | mg/L |
| | 五日生化需氧量 | 0.18 | 0.13 | 0.18 | 0 | 0 | 4 | mg/L |
| | 氨氮 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0 | 0 | 1 | mg/L |
| | 总氮 | 1.37 | 1.36 | 1.40 | 100 | 0.36-0.4 | 1 | mg/L |
| | 总磷 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0 | 0 | 0.05 | mg/L |
| | 石油类 | 0.80 | 0.60 | 0.80 | 0 | 0 | 0.05 | mg/L |
| | 粪大肠菌群 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0 | 10000 | MPN/L |
| | 叶绿素 a | / | / | / | / | / | / | mg/L |
| W2 库区下游 500m | 水温 | / | / | / | / | / | / | °C |
| | pH 值 | 0.63 | 0.59 | 0.65 | 0 | 0 | 6~9 | 无量纲 |
| | 悬浮物 | / | / | / | / | / | / | mg/L |
| | 溶解氧 | 0.61 | 0.50 | 0.58 | 0 | 0 | ≥5 | mg/L |
| | 高锰酸盐指数 | 0.30 | 0.28 | 0.33 | 0 | 0 | 6 | mg/L |
| | 化学需氧量 | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0 | 0 | 20 | mg/L |
| | 五日生化需氧量 | 0.28 | 0.23 | 0.33 | 0 | 0 | 4 | mg/L |
| | 氨氮 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0 | 0 | 1 | mg/L |
| | 总氮 | | | | / | / | 1 | mg/L |
| | 总磷 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0 | 0 | 0.2 | mg/L |
| | 石油类 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0 | 0.05 | mg/L |
| | 粪大肠菌群 | 0.17 | 0.24 | 0.22 | 0 | 0 | 10000 | MPN/L |
| | W3 项目尾水排口下游 50m 处 | 水温 | / | / | / | / | / | / |
| pH 值 | | 0.69 | 0.47 | 0.43 | 0 | 0 | 6~9 | 无量纲 |
| 悬浮物 | | / | / | / | / | / | / | mg/L |
| 溶解氧 | | 0.48 | 0.54 | 0.65 | 0 | 0 | ≥5 | mg/L |
| 高锰酸盐指数 | | 0.25 | 0.22 | 0.27 | 0 | 0 | 6 | mg/L |

| | | | | | | | |
|---------|-------------|-------------|-------------|------------|----------------|-------------|-------------|
| 化学需氧量 | 0.35 | 0.25 | 0.40 | 0 | 0 | 20 | mg/L |
| 五日生化需氧量 | 0.20 | 0.18 | 0.25 | 0 | 0 | 4 | mg/L |
| 氨氮 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0 | 0 | 1 | mg/L |
| 总氮 | / | / | / | / | / | 1 | mg/L |
| 总磷 | 0.15 | 0.20 | 0.15 | 0 | 0 | 0.2 | mg/L |
| 石油类 | 2.00 | 1.60 | 1.80 | 100 | 0.6-1.0 | 0.05 | mg/L |
| 粪大肠菌群 | 0.14 | 0.18 | 0.17 | 0 | 0 | 10000 | MPN/L |
| 粪大肠菌群 | 0.07 | 0.05 | 0.08 | 0 | 0 | 10000 | MPN/L |

5.3 地下水环境现状调查与评价

(1) 监测点位、项目及频次

本次环评委托四川国测检测技术有限公司对项目区地下水环境质量进行了监测。共设 3 个监测点位，监测项目及监测频次见表 5.3-1。

表 5.3-1 检测点位、项目及频次表

| 类别 | 检测点位 | 检测位置 | 检测项目 | 检测频次 |
|-----|------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 地下水 | 1# | GW1 坝址上游泉点 | pH 值、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发酚、总硬度、耗氧量(COD _{Mn} 法)、硫酸盐、氯化物、钾、钠、钙、镁、重碳酸根、碳酸根、六价铬 | 检测 1 天 每天采样 1 次 |
| | 2# | GW2 坝址下游泉点 | | |
| | 3# | GW3 姚家湾居民点泉点 | | |

(2) 监测时间

2021 年 4 月 15 日、16 日，每个点采样 1 天。

(3) 评价方法

① 一般水质因子标准指数

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{si}$$

式中：

$S_{i,j}$ —标准指数；

$C_{i,j}$ —i 污染物在 j 监测点的实测浓度，mg/L；

C_{si} —i 污染物的评价标准值，mg/L。

② pH 的标准指数

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中：

pH_{sd} —水质标准中规定的 pH 值下限；

pH_{su} —水质标准中规定的 pH 值上限。

水质参数的标准指数 >1 ，则表明该水质参数超过了规定的水质标准，已达不到功能区划要求。

(4) 监测结果及评价

项目区及周边地下水水质监测结果及评价见表 5.3-2，由表 5.3-2 可知，各个监测点位各监测指标均达到《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中III类水质标准，项目区地下水环境质量状况良好。

表 5.3-2 地下水环境现状监测结果及评价表

| 检测点位 | 检测项目 | 采样时间和检测结果 | | | 评价结果 | |
|----------------|--------------------------|-----------|---------|------|------|---------|
| | | 4月14日 | 标准值 | 单位 | Si | 超标率 (%) |
| GW1 坝址 上游泉点 | pH 值 | 7.74 | 6.5~8.5 | 无量纲 | 0.49 | 0 |
| | 总硬度 | 318 | 450 | mg/L | 0.71 | 0 |
| | 氨氮 | 0.02 | 0.5 | mg/L | 0.04 | 0 |
| | 挥发酚 | 未检出 | 0.002 | mg/L | 0.08 | 0 |
| | 耗氧量(COD _{Mn} 法) | 0.73 | 3 | mg/L | 0.24 | 0 |
| | 六价铬 | 未检出 | 0.05 | mg/L | 0.04 | 0 |
| | 硫酸盐 | 37 | 250 | mg/L | 0.15 | 0 |
| | 氯化物 | 35.4 | 250 | mg/L | 0.14 | 0 |
| | 硝酸盐氮 | 0.75 | 20 | mg/L | 0.04 | 0 |
| | 亚硝酸盐氮 | 未检出 | 1 | mg/L | 0.00 | 0 |
| | 钾 | 1.14 | / | mg/L | / | / |
| | 钠 | 5.03 | 200 | mg/L | 0.03 | 0 |
| | 钙 | 45 | / | mg/L | / | / |
| | 镁 | 7.76 | / | mg/L | / | / |
| | 重碳酸根 | 89 | / | mg/L | / | / |
| | 碳酸根 | 未检出 | / | mg/L | / | / |
| GW2 坝址 下游泉点 | pH 值 | 7.9 | 6.5~8.5 | 无量纲 | 0.60 | 0 |
| | 总硬度 | 163 | 450 | mg/L | 0.36 | 0 |
| | 氨氮 | 0.03 | 0.5 | mg/L | 0.06 | 0 |
| | 挥发酚 | 未检出 | 0.002 | mg/L | 0.08 | 0 |
| | 耗氧量(COD _{Mn} 法) | 0.72 | 3 | mg/L | 0.24 | 0 |
| | 六价铬 | 未检出 | 0.05 | mg/L | 0.04 | 0 |
| | 硫酸盐 | 22.8 | 250 | mg/L | 0.09 | 0 |
| | 氯化物 | 28.7 | 250 | mg/L | 0.11 | 0 |
| | 硝酸盐氮 | 1.55 | 20 | mg/L | 0.08 | 0 |
| | 亚硝酸盐氮 | 未检出 | 1 | mg/L | 0.00 | 0 |

| | | | | | | |
|-----------------|--------------------------|------|---------|------|------|---|
| | 钾 | 1.17 | / | mg/L | / | / |
| | 钠 | 21.4 | 200 | mg/L | 0.11 | 0 |
| | 钙 | 109 | / | mg/L | / | / |
| | 镁 | 18.7 | / | mg/L | / | / |
| | 重碳酸根 | 389 | / | mg/L | / | / |
| | 碳酸根 | 未检出 | / | mg/L | / | / |
| GW3 姚家湾居民点水井或泉点 | pH 值 | 8.03 | 6.5~8.5 | 无量纲 | 0.69 | 0 |
| | 总硬度 | 344 | 450 | mg/L | 0.76 | 0 |
| | 氨氮 | 0.06 | 0.5 | mg/L | 0.12 | 0 |
| | 挥发酚 | 未检出 | 0.002 | mg/L | 0.08 | 0 |
| | 耗氧量(COD _{Mn} 法) | 1.08 | 3 | mg/L | 0.36 | 0 |
| | 六价铬 | 未检出 | 0.05 | mg/L | 0.04 | 0 |
| | 硫酸盐 | 23.3 | 250 | mg/L | 0.09 | 0 |
| | 氯化物 | 28.6 | 250 | mg/L | 0.11 | 0 |
| | 硝酸盐氮 | 1.51 | 20 | mg/L | 0.08 | 0 |
| | 亚硝酸盐氮 | 未检出 | 1 | mg/L | 0.00 | 0 |
| | 钾 | 1.12 | / | mg/L | / | / |
| | 钠 | 21.9 | 200 | mg/L | 0.11 | 0 |
| | 钙 | 110 | / | mg/L | / | / |
| | 镁 | 19.3 | / | mg/L | / | / |
| | 重碳酸根 | 401 | / | mg/L | / | / |
| | 碳酸根 | 未检出 | / | mg/L | / | / |

注：未检出的按检出限的 50%计算 Si。

5.4 声环境现状调查与评价

(1) 监测布点

本次评价在项目厂界和周边居民点共布设了 6 个监测点位，详见表 5.4-1。

表 5.4-1 声环境监测点布设一览表

| 类别 | 检测点位及编号 | 检测项目 | 检测频次 |
|----|-------------------|------------|-----------------------|
| 噪声 | N1 项目东侧厂界 | 工业企业厂界环境噪声 | 每天昼夜各 1 次 连续检测 2 天 |
| | N2 项目西侧厂界 | | |
| | N3 项目南侧厂界 | | |
| | N4 项目东南侧厂界 | | |
| | N5 坝址南侧 65m 处居民点 | 环境噪声 | |
| | N6 厂房东北侧 70m 处居民点 | | |

(2) 监测项目

测定各测点昼间、夜间等效连续 A 声级 LAeq。

(3) 监测时间及频率

2021 年 4 月 15 日~16 日进行现场监测 2 天，昼、夜间各测一次。

(4) 现状监测统计及评价结果

评价直接采用比较法，噪声现状监测统计及评价结果见表 5.4-2。

表 5.4-2 噪声现状监测统计及评价结果 单位：dB(A)

| 检测项目 | 检测点位 | 检测结果 L_{eq} | | | | 标准值 |
|------------|------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| | | 4月13日 昼间 | 4月13日 夜间 | 4月14日 昼间 | 4月14日 夜间 | |
| 工业企业厂界环境噪声 | N1 项目东侧厂界 | 47 | 38 | 47 | 43 | 昼间 60, 夜间 50 |
| | N2 项目西侧厂界 | 46 | 42 | 46 | 41 | |
| | N3 项目南侧厂界 | 50 | 45 | 50 | 45 | |
| | N4 项目东南侧厂界 | 45 | 41 | 45 | 39 | |
| 环境噪声 | N5 坝址南侧 65m 处居民点 | 46 | 38 | 45 | 38 | 昼间 60, 夜间 50 |
| | N6 厂房东北侧 70m 处居民点 | 47 | 38 | 44 | 38 | |
| 备注 | 检测时，无风雪、无雷电，风速 < 5m/s。 | | | | | |

由表 5.4-2 可以看出：项目厂界均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类标准(昼间 60dB，夜间 50dB)限值要求；周边居民点声环境质量均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准，项目区域声环境质量良好。

5.5 土壤环境现状调查与评价

(1) 监测点位、项目、频次及方法

本次土壤环境质量监测共在坝址及周边取 3 个表层样点，具体点位信息详见表 5.5-1。

表 5.5-1 土壤检测点位一览表

| 点位名称及编号 | 深度(m) | 监测因子 | 监测频率 |
|----------|-------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1#厂房内绿地 | 0~0.2 | GB36600 中表 1 全部 45 项基本因子 pH、汞、砷、铅、镉、镍、铜、铬、 锌 | 2021 年 4 月 15 日 采样 1 次，检测 1 天 |
| 2#坝址左侧农田 | 0~0.2 | | |
| 3#坝址右侧农田 | 0~0.2 | | |

(2) 监测结果与评价

土壤环境质量监测结果详见表 5.5-2。由监测结果可知，项目坝址区土壤环境质量均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600—2018)表 1 中第二类用地的土壤污染风险筛选值。

项目周边农用地土壤各监测因子均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中风险筛选值的限制要求。

表 5.5-2 土壤检测结果

| 检测项目 | 检测点位、采样日期和结果 | | | | |
|------|--------------|----|------|------|-------|
| | 4月15日 | 单位 | 标准限值 | 达标情况 | 超标率/% |

| | 1#厂房内绿地 | | | | |
|--------------|---------|-------|--------|----|---|
| 汞 | 0.016 | mg/kg | ≦38 | 达标 | 0 |
| 砷 | 6.48 | mg/kg | ≦60 | 达标 | 0 |
| 铅 | 11.2 | mg/kg | ≦800 | 达标 | 0 |
| 镉 | 0.11 | mg/kg | ≦65 | 达标 | 0 |
| 铜 | 16 | mg/kg | ≦18000 | 达标 | 0 |
| 镍 | 14 | mg/kg | ≦900 | 达标 | 0 |
| 六价铬 | 1.0 | mg/kg | ≦5.7 | 达标 | 0 |
| 四氯化碳 | 未检出 | mg/kg | ≦2.8 | 达标 | 0 |
| 氯仿 | 未检出 | mg/kg | ≦0.9 | 达标 | 0 |
| 氯甲烷 | 未检出 | mg/kg | ≦37 | 达标 | 0 |
| 1,1-二氯乙烷 | 未检出 | mg/kg | ≦9 | 达标 | 0 |
| 1,2-二氯乙烷 | 未检出 | mg/kg | ≦5 | 达标 | 0 |
| 1,1-二氯乙烯 | 未检出 | mg/kg | ≦66 | 达标 | 0 |
| 顺式-1,2-二氯乙烯 | 未检出 | mg/kg | ≦596 | 达标 | 0 |
| 反式-1,2-二氯乙烯 | 未检出 | mg/kg | ≦54 | 达标 | 0 |
| 二氯甲烷 | 未检出 | mg/kg | ≦616 | 达标 | 0 |
| 1,2-二氯丙烷 | 未检出 | mg/kg | ≦5 | 达标 | 0 |
| 1,1,1,2-四氯乙烷 | 未检出 | mg/kg | ≦10 | 达标 | 0 |
| 1,1,2,2-四氯乙烷 | 未检出 | mg/kg | ≦6.8 | 达标 | 0 |
| 四氯乙烯 | 未检出 | mg/kg | ≦53 | 达标 | 0 |
| 1,1,1-三氯乙烷 | 未检出 | mg/kg | ≦840 | 达标 | 0 |
| 1,1,2-三氯乙烷 | 未检出 | mg/kg | ≦2.8 | 达标 | 0 |
| 三氯乙烯 | 未检出 | mg/kg | ≦2.8 | 达标 | 0 |
| 氯乙烯 | 未检出 | mg/kg | ≦1.43 | 达标 | 0 |
| 苯 | 未检出 | mg/kg | ≦4 | 达标 | 0 |
| 氯苯 | 未检出 | mg/kg | ≦270 | 达标 | 0 |
| 1,2-二氯苯 | 未检出 | mg/kg | ≦560 | 达标 | 0 |
| 1,4-二氯苯 | 未检出 | mg/kg | ≦20 | 达标 | 0 |
| 乙苯 | 未检出 | mg/kg | ≦28 | 达标 | 0 |
| 苯乙烯 | 未检出 | mg/kg | ≦1290 | 达标 | 0 |
| 甲苯 | 未检出 | mg/kg | ≦1200 | 达标 | 0 |
| 间二甲苯+对二甲苯 | 未检出 | mg/kg | ≦570 | 达标 | 0 |
| 邻-二甲苯 | 未检出 | mg/kg | ≦640 | 达标 | 0 |
| 1,2,3-三氯丙烷 | 未检出 | mg/kg | ≦0.5 | 达标 | 0 |
| 硝基苯 | 未检出 | mg/kg | ≦76 | 达标 | 0 |
| 苯胺 | 未检出 | mg/kg | ≦260 | 达标 | 0 |
| 2-氯酚 | 未检出 | mg/kg | ≦2256 | 达标 | 0 |
| 苯并[a]蒽 | 未检出 | mg/kg | ≦15 | 达标 | 0 |
| 苯并[a]芘 | 未检出 | mg/kg | ≦1.5 | 达标 | 0 |
| 苯并[b]荧蒽 | 未检出 | mg/kg | ≦15 | 达标 | 0 |
| 苯并[k]荧蒽 | 未检出 | mg/kg | ≦151 | 达标 | 0 |
| 蒎 | 未检出 | mg/kg | ≦1293 | 达标 | 0 |

| | | | | | |
|----------------|-----|-------|------|----|---|
| 二苯并[a,h]蒽 | 未检出 | mg/kg | ≤1.5 | 达标 | 0 |
| 茚并[1,2,3-c,d]芘 | 未检出 | mg/kg | ≤1.5 | 达标 | 0 |
| 萘 | 未检出 | mg/kg | ≤70 | 达标 | 0 |

表 5.5-3 土壤检测结果一览表(续 1) 单位: pH 无量纲, 其他 mg/kg

| 检测项目 | | pH 值 | 汞 | 砷 | 铅 | 镉 | 铜 | 镍 | 锌 | 铬 |
|----------------------------------|------------------|-------|-------|------|------|------|-----|-----|-----|-------|
| 检测 点位、 采样 日期 和结 果 | 2#坝址左侧农 田 | 8.52 | 0.034 | 8.79 | 22.3 | 0.27 | 37 | 49 | 103 | 66 |
| | 标准限值 | / | 3.4 | 25 | 170 | 0.6 | 190 | 100 | 300 | 250 |
| | 达标情况 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 |
| | 15日 3#坝址右侧农 田 | 0.028 | 10.2 | 17.9 | 0.27 | 22 | 33 | 85 | 72 | 0.028 |
| | 标准限值 | / | 3.4 | 25 | 170 | 0.6 | 190 | 100 | 300 | 250 |
| | 达标情况 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 |

5.6 陆生生态环境现状调查

5.6.1 陆生生态现状调查方法

(1) 调查时间

本次环评工作期间, 评价单位组织技术人员于 2021 年 4 月中旬对工程所在区域陆生生态环境现状进行了实地调查。

(2) 调查范围

本次陆生生态调查范围为: 本工程库尾(接上游已建九裕溪电站尾水)~电站下游姚家河汇入口长约 22.9km 长的大通江河段两侧外延至第一重山脊线或水平 2km(第一重山脊线在水平 2km 范围之外的)范围电站厂房及弃渣场等占地范围周围 1km 范围, 评价区总面积 7637.20hm²。

(3) 调查方法

① 基础资料收集

采用收集资料及沿线调查等方法。收集整理工程评价区生物多样性资料, 包括地方志、统计年鉴以及林业、环保、水利、农业、国土资源等部门提供的相关资料, 并且参考《四川资源动物志》、《中国濒危动物红皮书》、《中国植被》、《中国高等植物图鉴》、《四川植被》等专著。

② 植物植被与多样性调查

采用样线法和样方法, 分植物区系学和植物群落学两方面考察进行。线路调

查阶段主要是在评价区域的植被分布情况进行初步踏察的基础上,对通江县高坑水电站陆生生态评价范围内的典型植被进行调查,记录各区域的生境类型和植被类型,记录样线调查区域的植物种类,采集植物标本,GPS定位并按照分类学要求进行拍照。典型群落调查阶段则是根据每个群系分布面积大小、生境代表性、群落结构完整性和物种丰富度等情况,设置1~2个代表性样方,进行群落学调查。根据评价区内地形及植被组成现状,主要设置5m×5m的灌木样方,调查记录灌木的种类组成、盖度、高度、灌幅等参数;同时在灌木样方内设置面积为1m×1m的草本样方(单独的草本群落样方面积为5m×5m),调查记录草本的种类组成、盖度和高度,并利用GPS、罗盘等测定、记录样方的经纬度、坡度等地理信息,拍摄样地群落结构和外面照片。根据群落分布特征在地形图上勾绘植被分布图。

对珍稀特有物种应用GPS进行定位,对珍稀植物的集中分布区,需野外勾绘其分布区域。

表 5.6-1 样方设置情况一览表

| 编号 | 植被类型(群系) | 经度 (E) | 纬度 (N) | 海拔/m |
|----|----------|-----------------|----------------|------|
| 1 | 柏木林 | 107° 12' 12.92" | 31° 50' 51.87" | 427 |
| 2 | 柏木林 | 107° 13' 15.42" | 31° 51' 35.83" | 525 |
| 3 | 柏木林 | 107° 14' 42.63" | 31° 51' 34.90" | 472 |
| 4 | 柏木林 | 107° 14' 30.96" | 31° 53' 14.47" | 656 |
| 5 | 杨树林 | 107° 15' 36.32" | 31° 53' 47.23" | 406 |
| 6 | 柏木林 | 107° 16' 25.21" | 31° 55' 13.67" | 388 |
| 7 | 杨树林 | 107° 16' 43.68" | 31° 55' 32.90" | 405 |
| 8 | 枫杨、构树林 | 107° 16' 22.20" | 31° 56' 44.51" | 529 |
| 9 | 柏木林 | 107° 16' 37.80" | 31° 57' 29.31" | 859 |
| 10 | 柏木林 | 107° 18' 31.59" | 31° 57' 58.20" | 519 |
| 11 | 柏木林 | 107° 17' 17.43" | 31° 59' 2.47" | 799 |
| 12 | 柏木林 | 107° 18' 53.99" | 31° 58' 31.58" | 446 |
| 13 | 黄荆-马桑灌丛 | 107° 19' 48.61" | 31° 57' 51.87" | 406 |
| 14 | 柏木林 | 107° 19' 54.48" | 31° 57' 26.15" | 546 |
| 15 | 柏木林 | 107° 17' 56.52" | 31° 56' 46.29" | 415 |
| 16 | 柏木林 | 107° 16' 53.95" | 31° 55' 57.62" | 630 |
| 17 | 柏木林 | 107° 17' 32.80" | 31° 54' 52.04" | 468 |
| 18 | 柏木林 | 107° 16' 41.67" | 31° 53' 21.81" | 460 |
| 19 | 杨树林 | 107° 16' 9.84" | 31° 51' 53.21" | 401 |
| 20 | 杨树林 | 107° 14' 38.69" | 31° 50' 57.59" | 612 |
| 21 | 柏木林 | 107° 13' 30.56" | 31° 50' 49.40" | 429 |

③ 植被类型划分

评价区内植被类型的划分按照《中国植被》分类系统,参考《四川植被》的

划分方法，进行植被类型的划分，包括植物型组、植被型、群系组和群系(相当于群落类型)四个层次。将建群种生活型相近、群落的外貌形态相似的植物群落归为植物型组；第二级为植被型，将建群种生活型相同或近似，对温度、水分条件生态关系一致的植物群落归为植被型，同一植被型具有相似的区系组成、结构、形态外貌、生态特点、及动态演变历史；第三级为群系组，在植被型内根据建群种的亲缘关系(同属或者相近属)，生活型或生境近似划分群系组；第四级为群系，将建群种或共建群种相同的植物群落的联合为群系。本次评价主要是根据样方调查数据分析的基础上，按照上述原则逐级划分评价区内的植被类型，直至群系(相当于群落类型)水平。

④ 生物量调查

在典型群落调查的同时，对乔木、灌木、草本各层生物量进行调查。乔木层生物量采用维量分析法，分种实测不同径级树种的高、径以及各器官生物量，建立不同树种生物量估算模型，推算群落乔木层的生物量。灌木、草本采用样方收割法估算地上部分生物量。

⑤ 陆生动物调查

1) 路线调查

野外调查工作的重点为拟建项目评价区，其次是与评价区相邻的地区。野外调查中，主要观察记录了陆栖脊椎动物的生境状况；鸟类调查主要使用双筒望远镜观察记录。

2) 访问调查及资料收集

项目组先后向林业主管部门的专业技术人员及乡镇政府工作人员详细咨询了解当地野生动物的种类和变动情况，走访了沿线群众，了解野生动物的种类和变动情况。

3) 参考文献

拟建项目所在区域的动物资源现状是在现场调查的基础上，同时参考《中国哺乳动物分布》、《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》、《兽类博物馆》、《中国鸟类图鉴》、《中国两栖爬行动物鉴定手册》、《中国爬行动物图鉴》、《中国爬行动物图鉴》、《中国两栖动物图鉴》、《中国动物志》及《四川资源动物志》等文献资料以及近年发表的科研论文，并结合查阅评价区各县志

书中的动物情况得到的综合结论。

⑥ 生态系统调查

结合野生动植物和植被类型调查进行。线路调查主要用于确定生态系统的类型，样方调查主要用于确定生态系统的动植物组成、系统结构和生产力等。

⑦ 主要生态环境保护目标调查

敏感目标调查主要通过广泛的资料收集、分析，结合现场观察和访问，调查工程评价区内及附近的特殊、重要以及一般生态环境敏感区和重点野生保护动植物物种的种类、分布、栖息环境。在资料收集、分析和现场踏勘的基础上，确定敏感目标。

⑧ 景观调查方法

景观生态环境调查主要是从大尺度上对项目区域进行环境监测与调查。通过野外对景观要素的形状、大小、密度以及连接情况计算景观指数(破碎度指数、斑块形状指数、分离指数、多样性指数等)，结合空间统计方法，采用空间分析、波谱分析等方法来描述景观在空间结构上的变化情况，景观格局的野外调查主要是结合地理信息系统的空间分布，现场核实、记录廊道、斑块的空间信息等。以野外GPS定点的植物群落生态学调查结果和野外实时勾绘了植被类型的地形图为基础，参考卫星遥感照片解译结果，利用3S技术制作评价区的植被分布图。归并各类森林群落、灌丛群落、草地群落，制作出包含主要生态系统类型和斑块类型的景观生态体系分布图。

⑨ 生态制图

在现场调查和群落样地调查的基础上，采用GPS、RS和GIS相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被图和土地利用类型图，进行景观质量和生态环境质量的定性和定量评价。

从遥感信息获取的地面覆盖类型，在地面调查和历史植被基础上进行综合判读，采用监督分类的方法最终赋予生态学的含义。选用2017年8月获取的中国资源卫星02B(CBERS)CCD遥感数据作为遥感调查的核心数据，地面精度为30m，以反映地面植被特征的5、4、3波段合成卫星遥感影像，其中植被影像主要反映为绿色。植被类型不同，色彩和色调发生相应变化，因此可区分出植被亚型以上的植被类型以及农田、居民地等地面类型。此外，植被类型的确定需结合

不同植被类型分布的生态学特征，不单纯依靠色彩进行划分，对监督分类产生的植被初图，结合地面的 GPS 样点和等高线、坡度、坡向等信息，对植被图进行目视解译校正，得到符合精度要求的植被图。在植被图的基础上，进一步合并有关地面类型，得到土地利用类型图。工作程序见图 5.6-1。

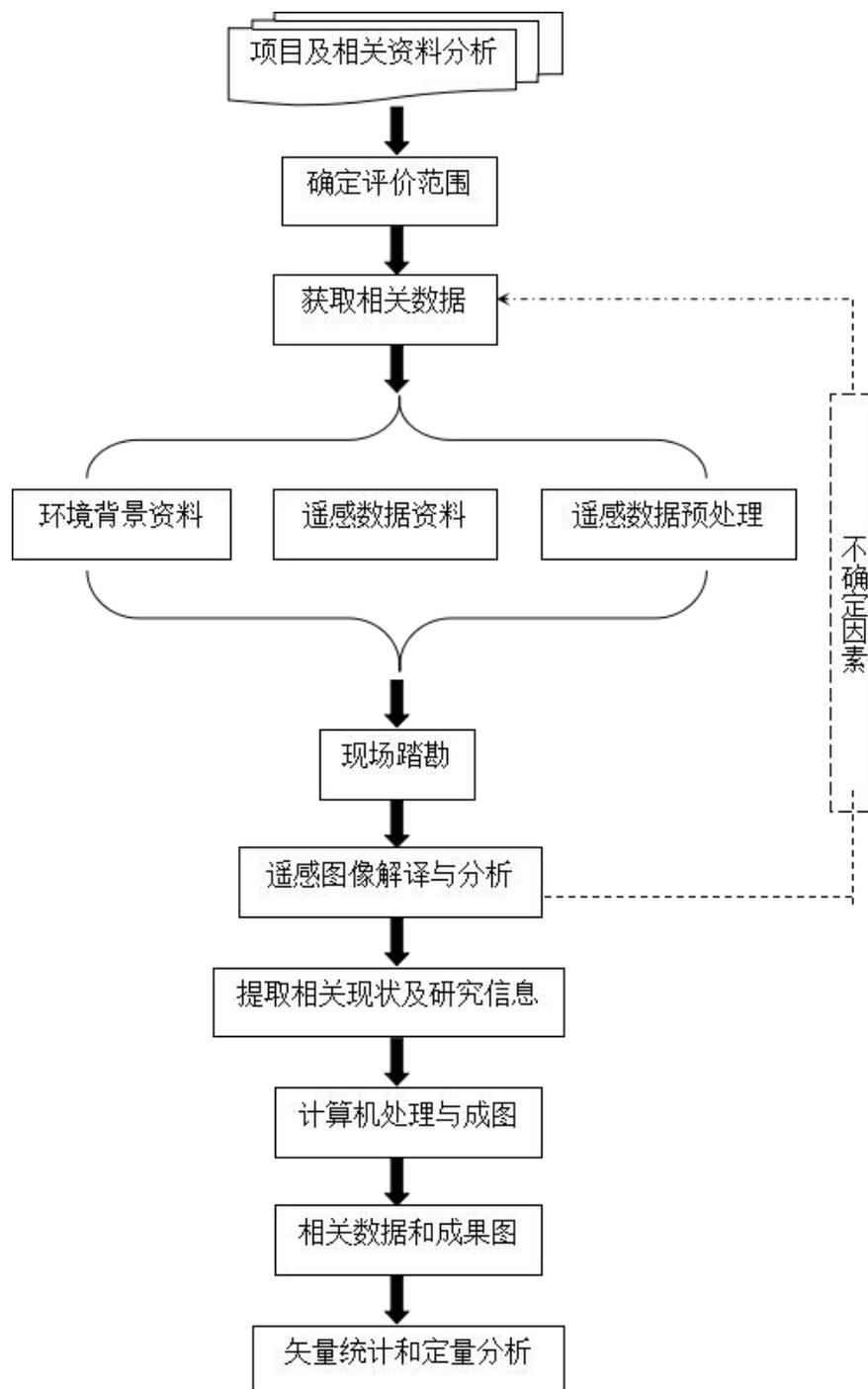


图 5.6-1 生态制图工作流程

5.6.2 陆生生态现状调查结果

(1) 生态功能区

根据《四川省生态功能区划》，本项目位于四川盆地亚热带农林生态区，沿线生态功能区划三级区特征详见表 5.6-2。

表 5.6-2 项目区域所属生态功能区划

| 生态区 | 生态亚区 | 生态功能区 | 所在区域与面积 | 典型生态系统 | 主要生态问题 | 生态环境敏感性 | 生态服务功能重要性 | 生态建设与发展方向 |
|--------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------------------------|-----------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 四川盆地亚热带农林生态区 | 盆北秦巴山地常绿阔叶林—针阔混交林生态亚区 | 大巴山水源涵养与土壤保持生态功能区 | 在四川东北部边缘,跨巴中、达州市的 3 个县级行政区。面积 0.65 万 km ² | 森林和农田生态系统 | 水土流失严重,局部地方出现石漠化,农村面源污染。 | 土壤侵蚀极敏感,野生动物生境高敏感 | 水源涵养,土壤保持,生物多样性维护,农林业发展。 | 保护森林植被和水土保持,合理开发和利用自然和人文景观资源,发展特色农业,发展生态产业,培育替代产业和新的经济增长点等。 |

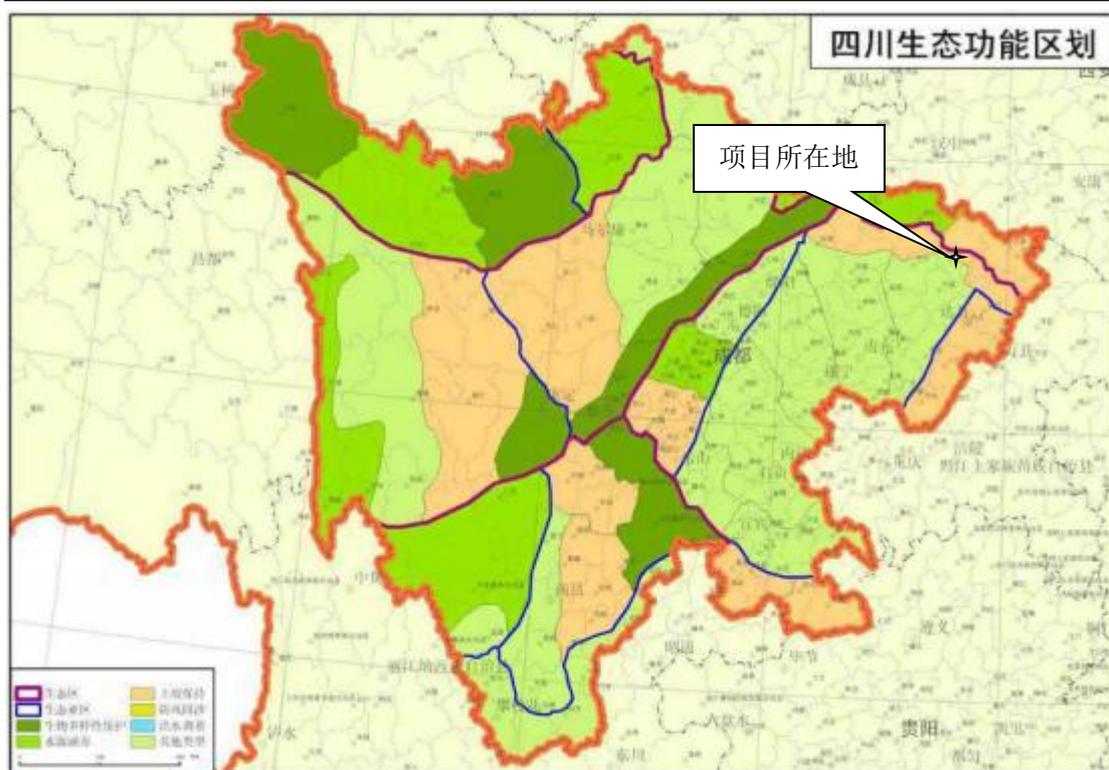


图 5.6-3 四川省生态功能区划图

(2) 生态保护红线

根据《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》(川府发 2018[24]号), 明确“四轴九核”生态保护红线空间分布格局, 包括 13 个红线区块, 总面积 14.80

万 km²，占全省幅员面积的 30.45%。《四川省生态保护红线方案》主要分布于川西高山高原、川西南山地和盆周山地，分布格局为“四轴九核”。“四轴”指大巴山、沃日河下游干热河谷、川东南山地以及盆地丘陵区，呈带状分布；“九核”指若尔盖湿地(黄河源)、雅砻江源、大渡河源以及大雪山、沙鲁里山、岷山、邛崃山、凉山—相岭、锦屏山。(一)雅砻江源水源涵养生态保护红线；(二)大渡河源水源涵养生态保护红线；(三)若尔盖湿地水源涵养—生物多样性维护生态保护红线；(四)沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线；(五)大雪山生物多样性维护—水土保持生态保护红线；(六)岷山生物多样性维护—水源涵养生态保护红线；(七)邛崃山生物多样性维护生态保护红线；(八)凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线；(九)锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线；(十)沃日河下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线；(十一)大巴山生物多样性维护—水源涵养生态保护红线；(十二)川东南石漠化敏感生态保护红线；(十三)盆地城市饮用水源—水土保持生态保护红线。

通江县位于大巴山生物多样性维护—水源涵养生态保护红线区。

① 大巴山生物多样性维护—水源涵养生态保护红线

由川府发 2018[24] 号文可知，本工程所在的通江县属于大巴山生物多样性维护—水源涵养生态保护红线区。

该区位于四川盆地北部边缘，属于秦岭—大巴山生物多样性保护与水源涵养重要区，行政区涉及广元市利州区、广元市朝天区、旺苍县、宣汉县、万源市、通江县、南江县，总面积 0.36 万平方公里，占生态保护红线总面积的 2.46%，占全省幅员面积的 0.75%。

生态功能：区内森林资源丰富，森林植被空间垂直地带性分布特征明显，生态系统类型有常绿阔叶林、针—阔混交林和亚高山常绿针叶林，代表性物种有巴山水青冈、红豆杉、大鲵、猕猴、林麝等国家重点保护珍稀动植物，是我国乃至东南亚地区暖温带与北亚热带地区生物多样性最丰富的地区之一。该区还是嘉陵江、渠江和汉江流域的上游源区，是四川盆地水资源的重要补给区，水源涵养功能十分重要。

本区域分布有 3 个国家级自然保护区、8 个省级自然保护区、4 个国家级风景名胜区、3 个省级风景名胜区、2 个国家地质公园、1 个省级地质公园、3 个国家级水产种质资源保护区、3 处饮用水水源保护区的部分或全部区域。

主要保护目标：保护森林生态系统、野生动植物及其栖息地，维护生物多样性保护和水源涵养功能；加强已有自然保护区管理和能力建设；加强退化生态系统恢复、地质灾害防治和水土流失治理。

② 项目建设与《四川省生态保护红线方案》符合性

本工程不在各类自然保护区内，且前期在红线划定过程中考虑到了流域水电开发的发展需求，通江县自然资源局以“通自然资规〔2021〕121号”确认本项目不在通江县红线保护红线范围内。

(3) 评价区土地利用现状

根据卫星遥感影像图片解译结果，按照《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)中土地利用现状的一级分类：本项目评价范围 7637.20hm²，土地利用类型以农用地为主。农用地面积 6511.01hm²，占评价区总面积的 85.25%，其中各类林地(含有林地、其他林地及灌木林地)面积约 3946.02hm²，占 51.67%；城镇村建筑用地 524.31hm²，占 6.87%；水域及水工设施用地 394.01hm²，占 5.16%；耕地面积约 2460.11hm²，占评价区面积的 32.21%；其他用地类型面积较小。评价区土地利用现状见表 5.6-3。

表 5.6-3 评价区土地利用现状表

| 用地类型 | | 面积/hm ² | 比例% | |
|---------|---------|--------------------|---------|-------|
| 农用地 | 有林地 | 3344.75 | 43.80 | |
| | 其他林地 | 212.23 | 2.78 | |
| | 灌木林地 | 389.04 | 5.09 | |
| | 耕地 | 旱地 | 972.54 | 12.73 |
| | | 水田 | 1487.57 | 19.48 |
| | 园地 | 41.21 | 0.54 | |
| | 其他草地 | 63.67 | 0.83 | |
| 小计 | 6511.01 | 85.25 | | |
| 建设用地 | 城镇建筑 | 161.02 | 2.11 | |
| | 农村建筑 | 363.29 | 4.76 | |
| | 小计 | 524.31 | 6.87 | |
| 交通运输用地 | 农村道路 | 61.14 | 0.80 | |
| | 小计 | 61.14 | 0.80 | |
| 水域及水工设施 | 河流水面 | 341.85 | 4.48 | |
| | 坑塘水面 | 44.28 | 0.58 | |
| | 水库水面 | 5.24 | 0.07 | |
| | 水工建筑用地 | 2.64 | 0.03 | |

| 用地类型 | | 面积/hm ² | 比例% |
|------|-----------|--------------------|------|
| | 小计 | 394.01 | 5.16 |
| 工矿用地 | 采矿用地 | 18.94 | 0.25 |
| | 小计 | 18.94 | 0.25 |
| 其他用地 | 风景名胜及特殊用地 | 5.43 | 0.07 |
| | 内陆滩涂 | 85.15 | 1.11 |
| | 小计 | 90.58 | 1.19 |
| 未利用地 | 裸地 | 37.21 | 0.49 |
| | 小计 | 37.21 | 0.49 |
| 合计 | | 7637.2 | 100 |

由表 5.6-3 及土地利用现状图可知，项目评价区以农用地为主，其中各类林地评价区主要土地利用类型；评价区分布的镇村、耕地较多，呈片状或星状镶嵌在林地斑块内；评价区人类活动(主要为农耕活动)干扰较强。

(4) 评价区植被现状调查

① 区域植被概况

本项目位于巴中市通江县，根据《四川植被》中关于四川省内植被植被区划的描述，项目所在区域属于 I 川东盆地及西南山地常绿阔叶林地带--IA 川东盆地偏湿性常绿阔叶林亚带--IA+5 盆地北部中山植被地区--IA5(2)米仓山植被小区。

该小区位于大巴山西部，西段以龙门山为界，与盆地西部中山植被地区相接，东端以万源为界，与大巴山植被小区相接。包括通江、南江、旺苍、广元、青川和万源部分地区。但其西部有龙门山、东北有米仓山，均为中切割的中山。其基质以石灰岩为主，与盆地相接部分有砂页岩。一般山麓地带气温较高，东部以南江为例，海拔 527m，年平均气温 16.3℃，年降水量 1050.1mm；山区以西部的青川为例，海拔 950 米，年均气温 13.8℃，年降水量 1235.8mm。

植被主要特征是由包石栎、曼青柯、细叶青柯、多穗石栎组成的常绿阔叶林。灌木以短耳方竹、木竹为主，多分布在地形陡峭不易垦殖的深沟河谷地区。由于气温偏低，降雨量偏少，石灰岩基质的透水性强，因此林内喜温湿的阔叶树种很少。海拔 1300-2000m 的山地黄棕壤地段有多种水青柯和多种鹅耳枥、青柯、细叶青柯、川灰木等组成的常绿与落叶阔叶混交林。而个别地段上还出现以多种水青柯组成的落叶阔叶林，华山松也有一定面积的分布。有巴山冷杉组成的亚高山常绿针叶林分布界限较东部植被小区低，出现于海拔 2000-2200m 以上。与盆地

相接之丘陵低山，出广泛分布有马尾松、柏木林外，还有大片的落叶栎类林和马桑、黄荆、黄栌组成的灌丛。漆树、茶树、白蜡树各地也有栽培。

栽培植被中作物以水稻、玉米为主，其次为红苕、小麦、豆类。水稻分布在低山宽谷和浅丘台地上，并以冬水田为主；玉米多分布在低山或中山之坡地上。

1) 主要植被类型

参考《中国植被》、《四川植被》、《四川森林》及《植被生态学》等著作中的植被分类系统，结合实地样方调查结果，评价区内自然植被类型可分为4个植被型、7个群系纲和12个群系。

表 5.6-4 评价区主要自然植被类型

| 植被型 | 群系纲 | 群系 |
|-------|------------|-------------|
| 一、针叶林 | (一)暖性针叶林 | 1.马尾松林 |
| | | 2.柏木林 |
| | | 3.柳杉林 |
| 二、落叶林 | (二)典型落叶阔叶林 | 4.刺槐林 |
| | (三)山地杨桦林 | 5.杨树林 |
| | (四)河岸落叶阔叶林 | 6.枫杨、构树林 |
| | (五)常绿阔叶林 | 7.桉树林 |
| 三、灌丛 | (六)落叶阔叶灌丛 | 8.长叶水麻灌丛 |
| | | 9.盐肤木灌丛 |
| | | 10.黄荆-马桑灌丛 |
| | | 11.蔷薇、悬钩子灌丛 |
| 四、灌草丛 | (七)暖热性灌草丛 | 12.芒萁灌草丛 |

2) 植被群落面积及组成特征

◆ 植被群落面积

本次评价利用 ArcGIS10.0 软件对 TM 卫星遥感影像图片进行解译，并根据现场调查情况进行校正。得出评价区内各植被类型面积情况见表 5.6-5。

本次环评，生态评价范围约 7637.20hm²，评价区植被面积约 6469.82hm²，约占评价区面积的 87.71%。其中自然植被面积 4009.71hm²，占评价区植被面积的 61.98%，占评价区总面积的 52.50%；人工栽培植物面积约 2460.11hm²，占评价区植被面积的 38.02%，占评价区总面积的 32.21%。自然植被中，以柏木林面积最大，约 2543.81hm²，占评价区面积的 33.31%；其次为杨树林，面积约为 841.90hm²，约占评价区总面积的 11.02%。从植被面积构成中也反映出：由于评价区农耕条件较好，村镇分布较多，人类活动尤其是农业生产对评价区原生植被的干扰较大，造成评价区次生或人工栽培的柏木、杨树分布较多。

表 5.6-5 评价区内主要植被类型面积一览表

| 性质 | 植被类型 (群系) | 生态环境评价区 | | | |
|------|--------------|------------|-------------|----------------------|-------------|
| | | 斑块数 (N) | 斑块比 例(%) | 面积(hm ²) | 面积比例 (%) |
| 自然植被 | 1.马尾松林 | 1 | 0.03 | 0.64 | 0.01 |
| | 2.柏木林 | 370 | 9.54 | 2543.81 | 33.31 |
| | 3.柳杉林 | 43 | 1.11 | 32.53 | 0.43 |
| | 4.刺槐林 | 155 | 3.99 | 84.43 | 1.11 |
| | 5.杨树林 | 540 | 13.92 | 841.90 | 11.02 |
| | 6.枫杨、构树林 | 23 | 0.59 | 34.15 | 0.45 |
| | 7.桉树林 | 29 | 0.75 | 5.44 | 0.07 |
| | 8.长叶水麻灌丛 | 35 | 0.90 | 36.77 | 0.48 |
| | 9.盐肤木灌丛 | 49 | 1.26 | 148.44 | 1.94 |
| | 10.黄荆-马桑灌丛 | 50 | 1.29 | 169.12 | 2.21 |
| | 11.蔷薇、悬钩子灌丛 | 87 | 2.24 | 48.81 | 0.64 |
| | 12.芒萁灌草丛 | 143 | 3.69 | 63.67 | 0.83 |
| | 小计 | 1525 | 39.30 | 4009.71 | 52.50 |
| 人工植被 | 农作物 | 2355 | 60.70 | 2460.11 | 32.21 |
| | 小计 | 2355 | 60.70 | 2460.11 | 32.21 |
| 合计 | | 3880 | 100 | 6469.82 | 84.71 |

◆ 评价区主要植被类型结果及特征

2021年4月，项目组赴现场进行生态环境现状调查，主要围绕上述植被类型，对评价区内的典型植被类型设置调查样方。各样方分别代表了各区段特定的植被类型，对于摸清整个评价区植被覆盖度、长势、建立植被解译标志，以及评价拟建项目对生态环境、农林业的影响起到重要作用。评价区典型植被群系的特征如下：

马尾松林：

马尾松为我国重要的用材树种之一，能生于干旱、瘠薄的红壤、石砾土及沙质土，或生于岩石缝中，为荒山恢复森林的先锋树种。马尾松群落在评价区内分布较少，面积不足1hm²。

柏木林：

柏木林是评价区的主要森林植被类型，广泛分布于山体中下部、天间。该群落结构相对简单，郁闭度一般在0.5~0.8左右，林层高度在6~9m。已柏木为建群种的密林或疏林都是评价区极为稳定的类型。

柳杉林：

柳杉为中国特有树种，分布于长江流域以南至广东、广西、云南、贵州、四川等地，其中等喜光，喜欢温暖湿润、云雾弥漫、夏季较凉爽的山区气候，在深厚肥沃的沙质壤土上生长良好。

评价区内的柳杉林均为人工栽培，呈小斑块状分布于低矮山谷边，山谷溪边潮湿林种以及山坡林中，通常郁闭度较高。

刺槐林：

该群落类型主要呈斑块状分布于评价区域内山坡杂木林中，其起源多为人工栽培，群落的乔木层郁闭度较大，可达 0.6 以上，平均高度约 12~15m，林下灌木层和草本层物种丰富，盖度也大。

杨树林：

杨树是评价区最为常见的栽培种，在道路两侧、乡镇及居民点周围极为常见，但成林地段并不多，所以杨树林分布面积也不大。

桉树林：

桉树原产澳大利亚，以桉树为优势种形成的群落类型主要呈斑块中分布于评价区域内山坡杂木林中，其起源多为人工栽培，群落的乔木层郁闭度较大，可达 0.6 以上，平均高度约 12~15m。林下灌木层和草本层物种不丰富，盖度较小。

盐肤木灌丛

盐肤木喜光，对气候及土壤的适应性很强，在长江以南较适宜生长，多见零星分布，为重要的先锋物种之一，其生长迅速，对环境要求不高，由于评价区人为活动干扰较大，次生灌丛面积较大。

黄荆-马桑灌丛

该群系主要分布在评价区内河岸地带，土壤为黄壤、山地黄壤。群落外貌呈绿色，丛状，层次不齐。盖度 30%~50%，也有达 70%的，常见种处黄荆、马桑外，主要有火棘、盐肤木、铁扫帚等也常在灌丛中占一定数量，由于评价区人为活动干扰较大，次生灌丛面积较大。

蔷薇、悬钩子灌丛

蔷薇属和悬钩子属植物多为先锋物种，以他们为优势形成的带刺团状或缠绕状灌丛主要分布于评价区内各林分林缘、砍伐迹地或各海拔阳坡缓坡区域，由于评价区人为活动干扰较大，次生灌丛面积较大。

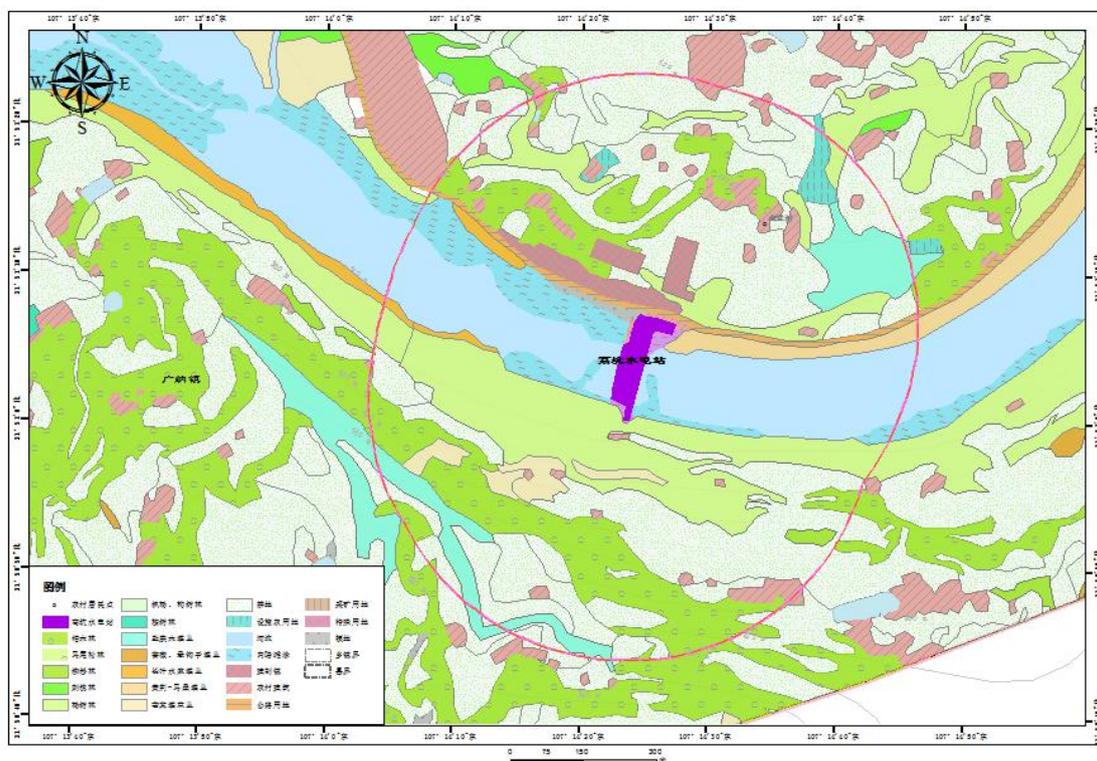
芒萁灌草丛

该群系在评价区的砍伐迹地、撂荒地、道路两侧较为常见，呈小块分布，是一种先锋过渡植被类型。评价区内的芒萁常以单独种群的形式存在，但在树林边缘也以混生的方式生存。群系高度在 15~35cm 之间，在道路边生长的芒萁有时盖度接近 90%。与芒萁伴生的植物常见有蒿、狗尾草、蛇莓、紫花地丁、车前等。

◆ 取水坝处主要植被类型及特征

本次环评对电站主要构筑物周边 500m 范围内的植被进行了详细调查：

电站周边 500m 范围内人为活动干扰较大，植被以人工栽培或次生植被为主，主要类型包括：柏木、杨树、长叶水麻灌丛、黄荆-马桑灌丛、盐肤木灌丛及芒萁灌草丛为主。



③ 评价区植物资源概况

据野外调查结果和查阅资料，评价区 86 科 366 属 543 种，其中蕨类植物 14 科 24 属 31 种，裸子植物 4 科 4 属 4 种，被子植物 68 科 328 属 508 种。

评价区种子植物分别占四川种子植物总科数的 37.70%、种的 6.01%；占全国种子植物总科数的 21.36%种、种的 1.88%。

表 5.6-6 评价区植物资源占四川、全国植物资源的比例

| 地区 种类 | 评价区 | | 四川 | | 全国 | |
|----------|-----|---|----|---|----|---|
| | 科 | 种 | 科 | 种 | 科 | 种 |

| | | | | | | |
|-----------|----|-----|-------|------|-------|-------|
| 裸子植物 | 4 | 4 | 9 | 100 | 10 | 195 |
| 被子植物 | 68 | 508 | 182 | 8453 | 327 | 27073 |
| 合计 | 72 | 512 | 191 | 8553 | 337 | 27268 |
| 评价区占比例(%) | / | / | 37.70 | 6.01 | 21.36 | 1.88 |

常见的林木植被有松、杉、柏、银杏、柳杉、蝴蝶树等 50 余种林木及 160 余种人工栽植的各类果木和经济林木；流域内未发现野生珍稀保护植物。

④ 保护植物

根据实地调查及资料收集，项目评价范围未发现各级各类野生保护植物。调查中发现有人工栽培的银杏作为行道树。

⑤ 名木古树

根据走访及现场调查，项目评价区未发现名木古树。

(5) 评价区陆生脊椎动物资源现状

调查确认，项目评价区内有两栖类 1 目 5 科 8 种；爬行类 1 目 5 科 9 种；鸟类 15 目 41 科 110 种；兽类 6 目 11 科 28 种。现分述如下。

① 两栖动物

1) 物种组成

按照费梁、叶昌媛、江建平(2012)《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》的分类系统，根据本次实施调查结果并结合相关文献资料，评价区域内共有两栖类动物 1 目 5 科 8 种，均属于无尾目。

表 5.6-7 评价区域两栖类物种组成

| 目名 | 科名 | 种数 | 百分比(%) |
|-----|------|----|--------|
| 无尾目 | 蟾蜍科 | 2 | 15.38 |
| | 蛙科 | 2 | 38.46 |
| | 叉舌蛙科 | 2 | 15.38 |
| | 树蛙科 | 1 | 7.69 |
| | 姬蛙科 | 1 | 15.38 |
| 合计 | 5 | 8 | 100 |

2) 国家、省重点保护两栖类

评价区未发现国家、省重点保护两栖类动物。

3) 区系组成

按照张荣祖(2011)《中国动物地理》，评价区 8 种两栖动物，其中 7 种属于东洋界，1 种属于古北界。可见评价区东洋界成分占绝对优势。

1) 生态类型

评价区两栖动物可划分为 4 种类型：

溪流洞穴型：生活于山区平缓的河流、深潭、洞穴中。

静水水栖类型：成体栖息在水田、池塘、水坑、沼泽、河边浅水区或岸边陆地，不远离水域，并在静水中产卵繁殖。

穴居静水繁殖型：成体主要生活于陆地，白天多隐蔽在土穴中、石块下或草丛中，夜晚在灌草丛中、菜地捕食。繁殖期在静水体中产卵。

林栖静水繁殖型：成体活动于林灌草丛中，在静水体中产卵繁殖。

5) 物种描述

西藏山溪鲵 *Batrachuperus tibetanus*

《中国生物多样性红色名录——脊椎动物卷》 VU(易危)；中国特有种。

雄鲵全长 175-211mm，雌鲵全长 170-197mm。头扁平，长略大于宽；吻圆阔；唇褶显著。躯干圆柱形，尾端钝圆或略尖。体尾背面深灰或灰棕色，腹面浅灰色。尾基部圆柱形，向后逐渐侧扁，末端钝圆。繁殖期 5-7 月，雌鲵产卵 36-50 粒，以虾类和水生昆虫及其幼虫为食。评价区内主要分布于电站取水坝上游通江河支流。

中华蟾蜍华西亚种 *Bufo gargarizans andrewsi*

中国特有种。

别名癞蛤蟆。雄蟾体长约 73mm，雌蟾体长 100mm 左右。头宽大于头长，吻端圆而高，鼓膜不显著。皮肤粗糙，体背具稀疏的瘰粒；体侧和腹面交界处有土红色和黑色斑相间；胫部瘰粒大而显。背面橄榄绿色或泥绿色，杂以黑色斑点；腹面奶黄色，杂有不规则黑色斑块。繁殖期 3-5 月，以昆虫和其它小动物为食。根据调查广泛分布于评价区内海拔 700 以上的山区草丛或洞穴中。

中华蟾蜍指名亚种 *Bufo gargarizans gargarizans*

别名癞蛤蟆。雄蟾体长约 95mm，雌蟾体长 105mm 左右。头宽大于头长，吻圆而高，瞳孔横椭圆形，鼓膜显著。皮肤粗糙，仅头部光滑，体背瘰粒多而密，胫部瘰粒大；腹部密布疣粒。雄蟾背面黑绿色、灰绿色或绿褐色，雌蟾色浅；体侧有深浅相间的花纹；腹面乳黄色，具黑色或棕色花斑。繁殖期 1-2 月，以多种昆虫为食。根据资料显示，主要分布在评价区溪沟、水田周边等环境相对潮湿的地方。

绿臭蛙 *Odorrana margaretae*

别名花蛤蟆。雄蛙体长约 81mm，雌蛙体长 103mm 左右。头扁平，长大于宽；吻端钝圆，吻棱明显；鼓膜小。皮肤光滑，无背侧褶，雄蛙胸部具“△”形小白刺团。体背翠绿色，背后端和体侧棕色，杂以深色麻斑；腹面浅米黄色。12 月左右繁殖，雌蛙产卵 705 粒左右。根据调查，评价区内主要分布在海拔 500 以上的山区溪流。

泽陆蛙 *Fejervarya multistriata*

别名泽蛙。雄蛙体长约 40mm，雌蛙体长 46 mm 左右。头长大于头宽，吻端尖，瞳孔横椭圆形，鼓膜圆形。皮肤粗糙，体背有多行长短不等的纵肤褶，无背侧褶。背面灰棕色、灰绿色或土灰色，腹面浅白色或乳黄色。四肢背面有深色横纹。雄蛙有单咽下外生囊。根据调查泽陆蛙在评价区内分布广泛。

棘腹蛙 *Quasipaa boulengeri*

《中国生物多样性红色名录——脊椎动物卷》 VU(易危)。别名梆梆鱼、石坑、石蛙等。体型较大，雄性体长 100mm 左右，雌性略小，约 99mm。头宽大，吻端圆，犁骨齿呈“\ /”形。皮肤粗糙，背面土棕色或棕褐色，雄性胸腹部密布大小黑刺疣，雌性腹面光滑。产卵期 5-8 月，主要以鞘翅目、鳞翅目和直翅目昆虫为食，对林业有益。根据调查评价区分布较广，主要分布在海拔 700-1900m 的山溪瀑布下。

斑腿泛树蛙 *Polypedates megacephalus*

别名斑腿树蛙。体扁而长，雄蛙体长约 45mm，雌蛙体长 61mm 左右。头扁平，长与宽几相等；吻端略尖，吻棱明显；鼓膜大而明显。指、趾端均有吸盘和横沟。皮肤光滑，无背侧褶。体背浅棕色，具“X”形斑或纵纹；咽喉部有褐色斑点，腹面白色，以多种昆虫及其幼虫为食。根据调查评价区分布较广，主要分布在海拔 805-1000m 的丘陵和山区稻田、草丛、水塘等处。

饰纹姬蛙 *Microhyla fissipes*

体形较小，略呈三角形。雄蛙体长约 22mm，雌蛙体长 23mm 左右。头小，宽大于长；吻端尖圆，吻棱不显；鼓膜不明显。背面皮肤有小疣，腹面光滑。体背灰褐色或土灰色，具前后 2 个深棕色“∧”斑，四肢背面有深色横纹；咽喉部色

深，胸、腹部肉白色，四肢腹面肉红色。雄蛙有单咽下外声囊。繁殖期 3-8 月，雌蛙每次产卵 263-425 粒，主要以鞘翅目、鳞翅目和直翅目昆虫为食，对林业有益。根据调查饰纹姬蛙在评价区内分布广泛。

② 爬行动物

1) 物种组成

按照赵尔宓(2003)《四川爬行类动物原色图鉴》的分类系统，根据本次实地调查结果及相关文献资料，评价区域内共有爬行类动物 1 目 5 科 9 属 9 种。

表 5.6-8 评价区爬行类动物组成

| 目名 | 科名 | 种数 | 百分比(%) |
|-----|------|----|--------|
| 有鳞目 | 壁虎科 | 1 | 11.11 |
| | 鬣蜥科 | 1 | 11.11 |
| | 石龙子科 | 2 | 22.22 |
| | 游蛇科 | 4 | 44.44 |
| | 蝰科 | 1 | 11.11 |
| 合计 | 5 | 9 | 100 |

2) 国家、省重点保护爬行类

评价区域内未发现国家级及地方重点保护爬行类。

3) 区系组成

评价区 9 种爬行动物中，东洋界分布物种有 7 种，占总物种数的 77.78%；古北界物种有 2 种，占总物种数的 22.22%。

4) 生态类型

评价区爬行动物可划分为 3 种生态类型：

住宅型：包括蹼趾壁虎 1 种，主要在评价区的建筑物如居民区附件活动，白天常隐蔽于墙缝或阴暗处，夜间出来活动，主要食物为蚊虫。

灌丛石隙型：蓝尾石龙子、铜蜓蜥、丽纹攀蜥及短尾蝮，它们主要栖息环境为阳光比较充足的道路两侧灌草丛、石堆或开阔的环境地带，其对生境要求严格，对人为干扰适应能力较弱。

林栖傍水型：包括翠青蛇、赤链蛇、黑眉锦蛇及乌梢蛇等它们大多为夜行性，主要食物为昆虫、蜥蜴、鸟、小型哺乳动物等，在评价区内水域附近的山间林地、溪流或水田中活动。

3) 部分物种描述

蹼趾壁虎 *Gekko subpalmatus*

中国特有种。

体型中等，头体长 51-72mm，尾长 55-75mm。耳孔小，鼓膜内陷。四肢粗短，趾蹼发达。体背粒鳞，胸、腹部被小圆鳞。体背深棕褐色或灰色，具黑褐色横斑；腹面黄白色或浅灰白色，杂以不规则的灰褐色斑点。卵生，5-7 月产卵，每产 1-10 枚，主要以蚊、蝇和蛾类为食。根据调查评价区内分布较广，主要分布在墙壁缝隙内、山野杂草间或石缝中。

丽纹攀蜥 *Japalura splendida*

中国特有种。

体型侧扁，头体长 78-100mm，尾长 184-245mm。吻短而钝，吻棱明显；鼓膜背鳞；有喉褶。背鳞大小不一；腹面鳞片大小一致，具强棱。体背灰黑色，杂以绿色斑纹；体侧各有一蓝绿色纵纹；腹面灰白色。尾具深浅相间的环纹。繁殖期 6-7 月，每产卵 5-9 枚，孵化期 46-48 天，以昆虫和小型无脊椎动物为食。根据资料显示，评价区内的山区灌丛杂草间或岩石上有少量分布。

蓝尾石龙子 *Eumeces elegans*

中国特有种。

体型较小，头体长 60-91mm，尾长 81-153mm。吻高，鼻孔较大，鼓膜深陷。背鳞光滑无棱。体背棕黑色，具 5 条浅色纵纹；尾部蓝色。卵生，繁殖期 8 月，每产卵 2-13 枚，主要以昆虫为食。根据调查在评价区分布范围较广。

铜蜓蜥 *Sphenomorphus indicus*

头体长 63-90mm，尾长 97-160mm。吻短而钝；眼睑发达；耳孔卵圆形；鼓膜小而下陷。体表被覆圆鳞，覆瓦状排列，光滑无棱。体背古铜色，具金属光泽，中央有一黑脊县，两侧的黑褐色斑点缀连成行；体侧有一宽黑褐色纵纹；腹面白色、灰白或青灰色。卵胎生，繁殖期 7-8 月，每产 7-8 仔，以小型节肢动物为食。根据调查在评价区内分布较广。

黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*

《中国生物多样性红色名录——脊椎动物卷》 EN(濒危)。

别名家蛇、黄颌蛇、菜花蛇。体型较大，全长可达 2 米或 2 米以上。头较长，与颈区分明显。背鳞中央数行微棱，其余光滑；腹鳞 227-247 枚。头体背面黄绿

或棕灰色，眼后各有一黑“眉”状斑纹；腹面浅灰或灰黄色。卵生，7-8月产卵，每产2-13枚，孵化期67-88天，以蛙、鸟、鸟卵和鼠类为食。本次调查未发现实体，根据资料和访问在评价区内分布较广。

乌梢蛇 *Zaocys dhumnades*

《中国生物多样性红色名录——脊椎动物卷》 VU(易危)。

别名乌风蛇、乌蛇。大型蛇类，全长168-265cm。头小，眼大，尾较长。背鳞中央2-4行起棱，中央2行棱特强。背面棕褐、灰褐或黑褐色，中央有1条浅色或黄褐或棕色纵纹；腹面灰白色。卵生，产卵期5-7月，每产13-17枚，以鱼、蛙、蜥蜴、鼠等为食。本次调查未发现实体，根据资料和访问在评价区内分布较广。

③ 鸟类

1) 物种组成

按照郑光美(2011)《中国鸟类分类与分布名录》的分类体系，根据实地调查和相关文献资料，评价区内共有鸟类15目41科110种。其中非雀形目鸟类14目16科30种，占评价区鸟类总物种数的27.27%；雀形目鸟类25科80种，占总物种数的72.73%。可见，评价区鸟类中，雀形目种类占优势。

表 5.6-9 评价区鸟类组成

| 目名 | 科名 | 种数 | 百分比(%) |
|-------|------|----|--------|
| 鹤形目 | 鹭科 | 2 | 1.82 |
| 鸡形目 | 雉科 | 2 | 1.82 |
| 鸽形目 | 燕鸽科 | 1 | 0.91 |
| | 鸽科 | 2 | 1.82 |
| | 鹁科 | 2 | 1.82 |
| 鸮形目 | 鸱鸮科 | 2 | 1.82 |
| 夜鹰目 | 夜鹰科 | 1 | 0.91 |
| 鸽形目 | 鸠鸽科 | 3 | 2.73 |
| 鹃形目 | 杜鹃科 | 4 | 3.64 |
| 雨燕目 | 雨燕科 | 2 | 1.82 |
| 戴胜目 | 戴胜科 | 1 | 0.91 |
| 鸢形目 | 啄木鸟科 | 4 | 3.64 |
| 鹤形目 | 秧鸡科 | 1 | 0.91 |
| 鸛形目 | 鸛形科 | 1 | 0.91 |
| 佛法僧目 | 翠鸟科 | 1 | 0.91 |
| 鸛形目 | 鸛形科 | 1 | 0.91 |
| 非雀目合计 | 16 | 30 | 27.27 |
| 雀形目 | 百灵科 | 1 | 0.91 |
| | 燕科 | 3 | 2.73 |
| | 鸛形科 | 5 | 4.55 |

| | | | |
|------|-------|-----|-------|
| | 山椒鸟科 | 2 | 1.82 |
| | 鹎科 | 4 | 3.64 |
| | 伯劳科 | 2 | 1.82 |
| | 卷尾科 | 1 | 0.91 |
| | 棕鸟科 | 2 | 1.82 |
| | 鸦科 | 5 | 4.55 |
| | 河乌科 | 1 | 0.91 |
| | 鹟科 | 1 | 0.91 |
| | 鹟科 | 11 | 10.00 |
| | 鹟科 | 5 | 4.55 |
| | 画眉科 | 8 | 7.27 |
| | 莺科 | 9 | 8.18 |
| | 绣眼鸟科 | 2 | 1.82 |
| | 长尾山雀科 | 2 | 1.82 |
| | 山雀科 | 4 | 3.64 |
| | 旋壁雀科 | 1 | 0.91 |
| | 花蜜鸟科 | 1 | 0.91 |
| | 雀科 | 2 | 1.82 |
| | 燕雀科 | 2 | 1.82 |
| | 文鸟科 | 1 | 0.91 |
| | 鸭科 | 2 | 1.82 |
| | 鸫科 | 3 | 2.73 |
| 雀目合计 | 25 | 80 | 72.73 |
| 合计 | 41 | 110 | 100 |

2) 国家、省重点保护鸟类

根据调查及资料查询,评价区域内有国家级 II 级重点保护鸟类 4 种(领鸺鹠、斑头鸺鹠、橙翅噪鹛、红嘴相思鸟),四川省重点保护鸟类 4 种(大鹰鹞、普通夜鹰、小鸺鹠、普通鸺鹠),本次调查过程中发现领鸺鹠、斑头鸺鹠、橙翅噪鹛、大鹰鹞、普通鸺鹠实体。

表 5.6-10 调查中发现的保护鸟类分布位置

| 序号 | 物种 | 保护级别 | 发现位置 | | | | 实体照片 |
|----|-----|------|---------|--------------------------------|----------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | 地点 | 经度(E) | 纬度(N) | 海拔(m) | |
| 1 | 领鸺鹠 | II | 龙溪村、长江村 | 107°16'49.55" 107°18'49.74" | 31°57'27.37" 31°5'1.72" | 783 595 |  |

| | | | | | | | |
|---|------|----|---------|--------------------------------|------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | 斑头鸺鹠 | II | 老六村、基家山 | 107°16'18.96" 107°16'10.92" | 31°54'27.85" 31°51'51.50" | 502 544 |  |
| 3 | 橙翅噪鹛 | II | 燕儿坡 | 107°13'12.33" | 31°51'35.74" | 587 |  |
| 4 | 大鹰鸮 | 省级 | 阳望山 | 107°17'35.28" | 31°54'51.33" | 764 |  |
| 5 | 普通鸬鹚 | 省级 | 四合面 | 107°15'51.46" | 31°55'0.29" | 373 |  |

3) 区系组成

评价区 110 中鸟类中，东洋界分布物种有 58 种，占总物种数的 52.73%；古北界物种有 41 种，占总物种数的 37.27%；广布种 11 种，占总物种数的 10.00%。评价区东洋界物种占优。

4) 生态类型

根据评价区生境特点及鸟类的生活习性，评价区 110 种鸟类可以划分为以下 6 种类型：

游禽：包括鸕鹚目、雁形目的小鸕鹚、普通鸕鹚等，他们主要在河岸活动、捕食，主要分布于水流较缓水深较深的水域中，如河面、鱼塘、水库等。

涉禽：包括鹤形目、鸻形目、鹬形目的白骨顶、苍鹭、白鹭等，它们在评价区主要分布于河流、水库岸边的滩涂，以及沼泽，水田等处，清晨和傍晚活动频繁，其余时间多为休息或隐蔽，对人为干扰适应能力较强。

陆禽：包括鸡形目和鸽形目的主要种类，在评价区主要活动于小通江两岸的林地灌草丛，对干扰适应能力较弱；山斑鸠和珠颈斑鸠则在林地及林缘地带区域生活，属于领巢层鸟类，适应人为干扰能力较强。

攀禽：包括夜鹰目、鹃形目、佛法僧目、鸢形目的普通夜鹰、戴胜、翠鸟、啄木鸟等，普通翠鸟主要在离水源较近的区域活动，以水中鱼虾或蛙类为主要食物，其余常见攀禽主要分布于各种树林中，有部分在林缘村庄内活动，对人为干扰适应能力相对较弱。

猛禽：包括鹰形目、隼形目和鸮形目的物种，它们在山林中筑巢，活动范围较广，在周围的山林有活动。猛禽处于食物链顶端，在生态系统中占有重要地位。他们在控制啮齿类动物的数量，维持环境健康和生态平衡方面具有不可替代的作用。

鸣禽：评价区分布的 80 种雀形目鸟类均为鸣禽，为典型的森林鸟类。它们在评价区内广泛分布，主要生境为树林或灌丛，不论是种类还是数量，鸣禽都占绝对优势。

5) 部分物种描述

大鹰鹃 *Cuculus sparveroides*

四川省重点保护动物。

别名阳雀、李贵阳、催工雀、贵贵阳。体长 38cm 左右。头颈背面和侧面暗灰，上体余部和两翅土褐，次级飞羽特长；颈灰黑，下体余部白色，喉胸有褐色纵纹和栗红块斑，腹和尾下有褐色横斑。上嘴黑褐色，下嘴角褐色，口角鲜黄色；脚橙黄色。多栖息在海拔 2000m 以下的阔叶林，主要以毛虫为食。

领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*

国家II级重点保护动物。

别名小鸺鹠。全长 14-17cm。头顶有小白点，上体、体侧及尾棕黑色，具棕黄色横斑，后颈棕黄；颈、喉白色，上胸两侧具暗褐色横带，两胁白色，具黄褐色纵纹。嘴、脚黄绿。繁殖期 3-7 月，每窝产卵 2-6 枚。栖息在平原、丘陵山地近耕作区的地方或阔叶林及山坡灌丛中，主要以大型昆虫为食，也吃小鸟和小鼠。

斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*

国家II级重点保护动物。

别名春歌儿。体长 25cm 左右，体形中等。上体暗褐色，具棕白色横斑；飞羽黑褐色，外具三角形的棕白色斑；尾羽黑褐色，先端白色；下喉白色；上喉、胸、上腹暗褐色，下腹白具褐色纵纹。嘴暗黄色，趾暗黄绿色，爪褐色。5 月开始繁殖，每窝产卵多为 4 枚。栖息在丘陵、平原林地，主要以昆虫和其他小型动物为食。

普通夜鹰 *Caprimulgus indicus*

四川省重点保护动物。

别名鬼鸟、夜燕。体长 27cm 左右。额至后颈灰白沾棕，上体大都灰褐色，具黑色纵纹；喉部正中白色或棕色，胸黑色，具灰褐横斑，下体余部淡棕，具黑褐横斑。嘴黑，脚褐。多栖息在海拔 900m 以下的丘陵和山区，主要以鞘翅目昆虫为食，也吃杂草种子。

④ 兽类

1) 物种组成

按照王应祥(2002)《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》的分类体系，根据实地调查结果并结合文献资料，评价区域共有兽类 6 目 11 科 28 种，分别为：食虫目 3 科 4 种，翼手目 2 科 6 种，食肉目 2 科 4 种，偶蹄目 1 科 1 属 1 种，啮齿目 2 科 12 种，兔形目 1 科 1 属 1 种。其中啮齿目动物种类最多，占评价区域兽类总物种数的 42.86%。

表 5.6-11 评价区兽类物种组成

| 目名 | 科名 | 种数 | 百分比(%) |
|-----|------|----|--------|
| 食虫目 | 鼯科 | 2 | 7.14 |
| | 鼯鼯科 | 1 | 3.57 |
| | 猬科 | 1 | 3.57 |
| 翼手目 | 菊头蝠科 | 2 | 7.14 |
| | 蝙蝠科 | 4 | 14.29 |
| 食肉目 | 鼬科 | 3 | 10.71 |
| | 灵猫科 | 1 | 3.57 |
| 偶蹄目 | 猪科 | 1 | 3.57 |
| 啮齿目 | 松鼠科 | 4 | 14.29 |
| | 鼠科 | 8 | 28.57 |
| 兔形目 | 兔科 | 1 | 3.57 |
| 合计 | 11 | 28 | 100.00 |

2) 国家、省重点保护兽类

根据调查及资料查询，评价区域内未发现国家、省级重点保护兽类。

3) 区系组成

评价区的 28 种兽类中东洋界分布有 18 种，占评价区兽类数量的 64.29%；古北界分布有 7 种，占评价区兽类数量的 25.00%；广布种有 3 种，占评价区兽类数量的 10.71%。

4) 生态类型

根据评价区生境及兽类的生活习性，评价区的兽类可划分为以下 4 种类型：

半地下生活型：此种类型的有林獾、黄鼬、猪獾、青鼬、花面狸、巢鼠、黑线姬鼠、中华姬鼠、褐家鼠、社鼠、小家鼠、黄胸鼠、草兔等。猪獾为杂食性动物，喜欢穴居，在夜间活动，有冬眠习性，主要栖息于人为干扰较小的阔叶林和灌草丛中；黄鼬、草兔、花面狸等主要栖息于山地和平原，见于淋雨、河谷、灌丛和草丘中、也常出没在村庄附近，夜行性，主要以啮齿类动物为食，性机警；小家鼠、黄胸鼠、褐家鼠等鼠类具有家和野外两种习性，由于居民区生活垃圾较多，食物资源比较丰富，因此密度相对较高，黄胸鼠在野外分布也比较大，这些鼠类对于人为干扰适应能力较强。

地面生活型：此种类型包括野猪、微尾鼯。微尾鼯主要栖息于山林地带的沟谷、灌丛，溪旁田边等隐蔽、遇难潮湿、土质松软的地方；野猪栖息环境多样，杂食性，一般在早晨和黄昏活动觅食，由于人类的捕杀，其数量急剧减少。

岩洞栖息型：主要包括翼首目菊头蝠科和蝙蝠科的 6 种，它们在清晨和黄昏活动频繁，食物为空中飞翔的昆虫等，多栖息于乔木树冠或村落具有洞穴处，多于山洞中栖息，对人为干扰的适应能力较强，村落常见优势类群。

树栖型：主要包括松属科的 4 种，主要分布于小通江两岸海拔较高处，人为干扰较小的林中，抗人为干扰能力较弱。

(6) 评价区生态系统完整性现状

植被既是重要的自然资源，又是自然条件(如地质、地貌、气候、土壤等)和人类开发利用资源状况的综合反映，植被作为陆地生物圈的主体，在生态系统中的作用也日益受到重视，尤其是对生态系统变化及稳定起决定性作用。植被净第一净生产力(NPP)指绿色植物在单位时间和单位面积上所积累的有机干物质总量，它不仅是表征植物活动的重要变量，而且是判定生态系统碳汇和调节生态过程的主要因子，它直接反映植物群落在自然环境条件下的生产能力，也是生态现

状质量评价的重要参数。本次评价主要通过生态系统类型、生物多样性评价、评价区植被生产力现状及景观生态体系现状评价等方面对区域生态系统的完整性进行评价分析。

① 生态系统

评价区生态系统以《中国植被》(吴征镒, 1980)提出的植物群落分类系统为基础, 参考《中国生态系统》(孙鸿烈, 2005年)的分类原则及方法, 根据对建群种生活型、群落外貌、土地利用现状的分析, 结合动植物分布和生物量的调查, 对评价区生态环境进行生态系统划分, 可分为自然的森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统及半自然的农田生态系统和人工的聚落(城镇、村落)生态系统。根据遥感解译数据, 评价区各类生态系统类型及面积。

表 5.6-12 评价区生态系统统计表

| 生态系统类型 | 森林生态系统 | 灌草丛生态系统 | 湿地生态系统 | 农田生态系统 | 聚落生态系统 |
|----------------------|---------|---------|--------|---------|--------|
| 面积(hm ²) | 3556.98 | 452.78 | 454.16 | 2501.32 | 647.03 |
| 所占百分比 | 46.57% | 5.93% | 6.27% | 32.75% | 8.47% |

1) 森林生态系统

评价区内森林生态系统主要由柏木林、柳杉林、刺槐林、杨树林、枫杨构树林等针阔叶群落组成, 其分布面积占评价区总面积的 46.57%。森林生态系统以柏木、马尾松、柳杉、白栎、栓皮栎、刺槐、杨树、枫杨、构树、桉树等群落建群种, 在此框架下形成了乔木层、灌木层、草本层等几个明显的群落结果层次, 这种群落结构为多种乔、灌、草本植物物种提供了分布生境, 因此森林生态系统具有较高的植物多样性。但评价区内柏木林、柳杉林、刺槐林等多种群落均受到一定程度的人类活动的明显影响, 因此群落多样性无法与自然群落相比。

森林生态系统与灌草丛生态系统关系密切, 二者多镶嵌分布, 它们之间的物质循环和能量流动联系紧密; 同时, 森林乔木层人为砍伐后, 生态系统将退化形成灌草丛生态系统, 这些灌丛或草地在较长时间内将继续存在; 若人类干扰消失后, 灌丛或草地在自然状态下将向森林群落演替。

2) 灌草丛生态系统

由于评价区人为活动干扰较大, 形成了较大面积的次生灌草丛, 灌木种类以黄荆、马桑、盐肤木、火棘、蔷薇、悬钩子等为主, 群落结构较森林生态系统少了乔木层。该生态系统中常常有小型啮齿动物、灌丛鸟类分布, 动物多样性不高。

评价区该类生态系统面积约占评价区总面积的 5.93%。

灌草丛生态系统和森林相互依存，对维持评价区生态稳定具有重要作用，发挥了防风、固沙、保土、涵养水源等生态功能。

3) 湿地生态系统

评价区湿地生态系统主要为电站所在通江河及其支流等河流湿地生态系统，而附近地带分布有小型堰塘等湖泊湿地生态系统，其面积约占评价区总面积的 6.27%。河流是动态的、开放的、连续的系统，具有典型的结构特征和独特的服务功能，河流生态系统服务功能主要可分为淡水供应、水能提供、物质生产、生物多样性的维持、生态支持、环境净化、灾害调节、休闲娱乐和文化孕育等；水流批次汇集形成了物质流动和能量循环的高效链，物质交流极其便利，同时污染扩散也最为迅速。库塘是不用于河流的湿地类型，相对封闭，水体处于禁止状态，物质和能量交换缓慢，可养殖鱼类发展经济。

湿地生态系统生物组成以河岸植被、鱼类、浮游动植物、底栖动物为主，同时部分以水生生物为食的水禽也属于该生态系统，参与到食物链中。由于地处人口密集、农业生产高度发展的区域，人类生产生活产生的固废、废水等对河流水质造成一定的污染。湿地生态系统为动物生存提供充足的水源，是植物生长和下游地区重要的供水来源。

河流与其他生态系统关系密切，一方面表现为气候、植被以及人为干扰等对湿地生态系统都有较大影响；另一方面表现为湿地生态系统在水分分配、补给等方面对其他生态系统的存在和分布有影响和制约作用。因此虽然评价区湿地生态系统面积较小，但湿地生态系统对其他生态系统类型的分布和演替具有重要作用，其决定这评价区的水流循环和植被分布格局。

4) 农田生态系统

该生态系统是由人工建立、经营的生态系统，其主要特点是人在生态系统中的作用非常关键。农田中的动植物种类较少，群落结构单一。人们比选不断地从事播种、施肥、灌溉、除草和治虫等，才能够是农田生态系统朝着对人有益的方向发展。因此，可以说农田生态系统是人工控制的生态系统，人的管理作用消失，农田生态系统就会很快退化，原来占优势低位的农作物就会被杂草和其他植物所取代。

评价区该生态系统占评价区总面积的 32.72%，是评价区内仅次于森林生态系统的类型，主要由耕地、经济林、茶园、果园等组成。评价区农业种植历史悠久、人口密度较大、农田耕地分布广，是评价区重要组成部分，由于其人工性质的起源直接导致评价区生态系统组成的自然性大大降低。农田生态系统与其他生态系统的物质和能量交流不多，是一个相对孤立的系统。

5) 聚落生态系统

该生态系统是按人类的意愿和需求创建的一种典型的人工生态系统，在评价区主要包括流域内的乡镇、聚集村落及相关的建筑规划用地，目前评价区内该类型面积占评价区总面积的 8.47%。其主要特征是：以人为核心，对外部的强烈依赖性和密集的人流、物流、能流、信息流、资金流等。聚落生态系统是乡镇村居民与其环境相互作用而形成的统一整体，也是人类对自然环境的适应、加工、改造而建设起来的特殊人工生态系统，对自然环境产生强烈的干扰。

② 自然体系生物量现状

根据评价区各类土地的现状调查数据，以针叶林、阔叶林、灌草丛等的生物量及耕地的近年平均粮食产量等参数推算其生物量。评价区自然体系生物量现状见表 5.6-13。

表 5.6-13 评价区自然体系生物量现状

| 生态类型 | 代表植物 | 面积(hm ²) | 占评价区总面积(%) | 平均生物量(t/hm ²) | 生物量(t) | 占总生物量(%) |
|------|---------------|----------------------|------------|---------------------------|-----------|----------|
| 针叶林 | 柏木、马尾松、柳杉等 | 2576.98 | 33.74 | 43.21 | 111351.31 | 50.58 |
| 阔叶林 | 杨树、刺槐等 | 965.91 | 12.65 | 88.94 | 85908.04 | 39.03 |
| 灌草丛 | 黄荆、马桑、构树、盐肤木等 | 466.80 | 6.11 | 16.37 | 7641.52 | 3.47 |
| 农作物 | 水稻、玉米 | 2460.11 | 32.21 | 6 | 14760.66 | 6.71 |
| 河流水域 | 代表藻类 | 394.01 | 5.16 | 1.2 | 472.81 | 0.21 |
| 合计 | | | | | 220134.33 | 100.00 |

注：各植被类型平均生物量数据来源于：方精云，刘国华，许嵩龄。我国森林植被的生物量和净生产量〔J〕。生态学报，1996，16(5)：497~508。

由上表可知，评价区总生物量 220134.33t，每公顷生物量 28.82t。评价区以针叶林、阔叶林生物量贡献最大，分别占 50.58%、39.03%。

5.7 水生生态现状调查

根据水利部、国家发展改革委、生态环境部、国家能源局《关于开展长江经

经济带小水电清理整改工作的意见》(水电〔2018〕312号)、四川省水利厅、四川省发展和改革委员会、四川省经济和信息化厅、四川省生态环境厅、四川省能源局《关于印发<四川省长江经济带小水电清理整改工作实施方案>的通知》(川水函〔2019〕329号)以及四川省农业农村厅《关于印发<四川省长江经济带小水电清理整改完善水电站水生生态影响评价及补救措施审批手续的指导意见>的通知》(川农函〔2020〕310号)等文件要求,电站业主于2021年5月委托成都清禾生态环保科技有限公司编制了《通江县高坑水电站对水生生态影响评价及补救措施专题报告》(以下简称“专题报告”)。本次环评水生生态现状调查内容引用专题报告的调查结论。

5.7.1 调查时间

2021年5月。

5.7.2 调查范围及采样点设置

(1) 调查范围

根据工程水域的形态特点、水文条件和水生生物特性等,调查范围确定为本工程库尾(接上游已建九裕溪电站尾水)~电站下游1.0km大通江河段(总计19.5km)、小通江汇入口以上4km。整个调查河段全长23.5km。

(2) 水生生物采样点设置

水体中水生生物的分布很不均匀,通常因水体形态、深度、水源、风、光照、温度以及其它环境条件的不同而异,因此必须选择有代表性的地点进行采样。根据工程河段水域的形态特点、水文条件和水生生物特性等,为满足样品的代表性和可比性,保证达到必要的精度和满足统计学样品数。根据工程特性和河道特点共设置九裕溪电站下游0.3km处、九裕溪电站下游3.0km处、小通江汇入口处、小通江河口以上4km处、高坑水电站上游2km处,高坑水电站下游0.1km。共计6个水生生物采样断面。

表 5.7-1 水生生物采样点设置

| 水体物理特性断面 | | 经度(°) | 纬度(°) | 海拔m | 水温℃ | pH | 溶解氧(mg/L) |
|----------|---------------|----------------|---------------|-----|------|-----|-----------|
| 1# | 九裕溪电站下游0.3km处 | 107°18'46.31"E | 31°59'5.54"N | 341 | 15.6 | 6.8 | 9.46 |
| 2# | 九裕溪电站下游3.0km处 | 107°19'2.18"E | 31°57'38.00"N | 339 | 16.2 | 6.8 | 9.17 |
| 3# | 小通江汇入口处 | 107°17'5.11"E | 31°55'0.50"N | 334 | 16.7 | 6.7 | 8.92 |

| | | | | | | | |
|----|--------------|----------------|---------------|-----|------|-----|------|
| 4# | 小通江河口以上4km处 | 107°15'49.61"E | 31°54'22.14"N | 333 | 17.4 | 6.6 | 8.77 |
| 5# | 高坑水电站上游2km处 | 107°15'27.02"E | 31°51'31.92"N | 333 | 17.8 | 6.9 | 8.64 |
| 6# | 高坑水电站下游0.1km | 107°14'25.78"E | 31°51'0.46"N | 330 | 18.2 | 6.6 | 8.61 |

(3) 调查内容及方法

本次水生生物调查主要参照《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)、《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)、《内陆水域渔业自然资源调查手册》(农业出版社, 1991年)、《淡水浮游生物研究方法》(科学出版社, 1991年)、《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》(HJ 710.7-2014)、《生物多样性观测技术导则 淡水底栖动物大型无脊椎动物》(HJ 710.8-2014)等技术规范。

① 浮游植物

采集水深 2m 以内的物种及优势种, 生长在岸边的挺水植物和漂浮植物直接用手采集。浮叶植物和沉水植物则用钉耙将它们连根拔起, 选择完整的植株, 滴去表面水分, 夹入植物标本夹内压干, 制成腊叶标本, 带回实验室鉴定保存。标本按《中国水生高等植物图说》和《中国水生维管植物图谱》进行鉴定。

1) 定性样品的采集

用 25 号浮游生物网(网目为 0.064mm), 在水面和 0.5m 深水层之间以每秒 20~30cm 的速度作∞字形循环缓慢拖动(网内不得有气泡)约 5min 左右(视浮游生物多寡而定)采样。将收集的水样装入编号塑料瓶内, 加入少量鲁哥氏液固定后, 用 3-4%的甲醛密封保存。

2) 定量样品的采集

用 1L 有机玻璃采水桶在距水面 0.5m 和 1m 的水层中采水 10 L, 用 25 号浮游生物网过滤后, 收集水样装入编号塑料瓶内, 加入少量鲁哥氏液固定后, 用 3-4%的甲醛密封保存。

3) 浮游植物物种的鉴定

在显微镜下采用 16×40 倍或油镜(16×100 倍)进行观察, 对所采到的浮游藻类植物进行物种鉴定, 一般可鉴定到种, 少数特点显著的藻类可以鉴定到变种, 也有极少数标本因植体不完善或无繁殖器官, 只能鉴定到属。

4) 浮游植物定量分析

用显微镜计数法可排除杂质，鉴别物种，计算出单位水体中浮游藻类植物的个体数量，较准确地换算出单位体积中的生物量，能有效地评价水质和了解水体中浮游藻类植物的物种和更新数量变动。

定量分析前，先将样品静置 48h 以上，用虹吸原理仔细吸出上部不含藻类的上清液，将样品浓缩到 20ml，然后将样品摇匀，迅速准确吸出 0.1ml 水样，注入 0.1ml 玻璃计数框内(面积 20×20mm²)，盖上盖玻片，在 10×40 倍显微镜下观察 100 个视野并计数。每瓶标本计数两片取其平均值，并换算成每升水体的藻类数量，即种群密度。同一样的两片标本主计数结果与其平均数之差，如不大于 10%则为有效计数，否则须测第三片，直至符合要求。

每升水中浮游植物的数量计算公示为：

$$N = \frac{Cs}{Fs \cdot Fn} \times \frac{V}{U} \times Pn$$

式中：Cs——计数框面积 (mm²)

Fs——每个视野的面积 (mm²)

Fn——计数过程的视野数

V——1L 水样经沉淀浓缩后的体积 (mL)

U——计数框的体积 (mL)

Pn——每片计算出的浮游植物个数

浮游藻类植物个体微小，不可能直接称重，一般按体积来换算重量。大多数藻类的细胞形状比较规则，可用形状相似的几何体积公式来计算其体积。浮游植物悬浮在水中生活，其比重应近于其生活水体中水的比重，即近于 1。因此体积值(μm³)可换算为重量值(109μm³=1mg 湿重)。

② 浮游动物

浮游动物定性标本的采集：选择不同的水域区，用 25 号或 13 号浮游生物网在水面下约 0.5 至 1m 水深处缓慢作∞形循环拖动 5min 左右，将采得的水样装入编号塑料瓶中，采得的水样每升加鲁哥氏液 15ml 或 5%的甲醛液固定，带回实验室后在显微镜和解剖镜下进行种类鉴定。

浮游动物定量标本的采集：小型浮游动物(原生动物和轮虫类)的定量样本用 1L 的有机玻璃采水器在各采样点分别采集 1000ml 样本于大广口瓶中，分别加 5%福尔马林液固定待检；大型浮游动物(枝角类和桡足类)的定量样本用 2.5L 的

有机玻璃采水桶采集，每采样点均采水样 20L，用 25 号浮游生物网过滤，收集水样装入编号塑料瓶中，加入少量鲁哥氏液固定后，用 5%福尔马林保存。

将野外采集的水样，分别倒入沉淀器静置 48—72h，让样品自然沉淀，然后用虹吸法吸去上层清水，浓缩至 20ml。每样取浓缩液 0.1ml 于生物计数框中镜检，每样品检查 2-3 次。定性样品，物种鉴定到属或种，并统计优势种类。

定量样品，在 10×10 倍的显微镜下，逐一统计动物种类和每种个体数量。每水样连续统计两次，如两次统计结果差异很大，则需再镜检和统计一至二次，将各次统计的数据平均，按下式计算每升水中浮游动物的数量，并根据每升水中种的数量，再换算出每升水中种的重量，即生物量。

按下式计算每升样本中某种小型浮游动物的数量(个/升)

$$N = P_n \times \frac{V}{v}$$

P_n -----平均每片实际计数的小型浮游动物个数

V -----最终浓缩水量(ml)

v -----计数框容积(ml)

按下式计算每升样本中某种大型浮游动物的数量(个/升)

$$N = \frac{P}{V}$$

P -----计数得到的某种大型浮游动物的总数量

V -----采水量(L)

根据每升水中浮游动物的数量，再乘以个体平均湿重，即得某种浮游动物的生物量(mg/L)。

③ 水生维管束植物调查方法

采集水深 2 米内的物种及优势种，生长在岸边的挺水植物和漂浮植物直接用手采集。浮叶植物和沉水植物则用钉耙将它们连根拔起，选择完整的植株，滴去表面水分，夹入植物标本夹内压干，制成腊叶标本，带回实验室鉴定保存。标本按《中国水生高等植物图说》和《中国水生维管植物图谱》进行鉴定。

④ 着生藻类调查方法

刮取或剥离水中浸没物(如石块、木桩、树枝等或硬质底泥等)表层藻膜、丝状藻和粘稠状生长物,用鲁哥氏液固定后带回实验室观察,在显微镜下鉴定种类组成。

⑤ 底栖动物调查方法

底栖动物定性标本的采集:在采集断面附近河岸寻找不同水域环境,翻捡卵石、石块等物体,用手刷或镊子收取标本,或用手抄网捞取河道底层物,淘洗后检出标本,用5%福尔马林液固定。

底栖动物定量标本的采集:采用1/16m²的彼得逊采泥器采集,每个断面采2次,将采得的泥样用40目铜丝筛在水中轻轻摇荡,洗去污泥,筛选出各类标本。将每个断面采集的底栖无脊椎动物样品,按采集编号逐号进行整理鉴定。定性样,物种鉴定到属或种,并统计优势种类。定量分析时,鉴定到属或种后,分种逐一进行种类数量统计,并用精度为0.01g的电子天平称重,称重前需将标本放吸水纸上,吸去虫体体表的水分。最后算出每平米为单位的种类密度及生物量。

⑥ 鱼类

采用现场采集和走访调查相结合的方法,了解工程影响河段附近鱼类种类。

访问当地的捕鱼爱好者和渔政部门等渠道收集数据资料,摸清鱼类多样性及资源现状。鱼类“三场”主要通过实地考察,走访沿岸居民和捕鱼爱好者,得出不同季节鱼类主要集中地和鱼类繁殖情况,结合鱼类生物学特性和水文学特征,分析出鱼类“三场”分布情况。调查内容还包括资源量、资源变动趋势以及优势种群,珍稀、特有鱼类的资源量、变动趋势,以及鱼类的“三场”分布等。

在实验室对采集到的种类进行确认和资料整理,根据所取得的调查数据和文献资料进行报告编写。分析工作主要包括以下几个方面:

- 1) 鉴定标本、查阅有关文献资源,摸清工程影响区鱼类的本底现状。
- 2) 统计鱼类的组成,分析资源现状。
- 3) 根据工程基本情况及运行特点,工程与周围环境的关系以及调查结果,综合分析工程对鱼类的影响程度,提出针对性措施和建议。

5.7.3 调查结果

(1) 河道生境概况

通江为渠江上游左岸最大支流，在小江口以上分大、小通江，大通江为主流。通江流域面积 8972km²，河道全长 244km，落差 430m，平均比降 1.8%。河道底质以卵石为主，河道两岸有泥沙沉积，两岸植被茂密。



电站下游生境照



电站上游 100m 处库区生境照



春在大桥出库区生境照



小通江与大通江汇合口下游生境照



小通江与大通江汇合口生境照



小通江与大通江汇合口上游生境照



龙溪沟与大通江汇合处



九浴溪电站下游生境照

图 5.7-1 高坑水电站影响河段生境

(2) 浮游植物

① 种类组成

浮游植物是指在自然水域中能自由悬浮的微小植物，通常指的是浮游藻类，而不包括细菌和其他植物碎屑等。浮游植物作为水体初级生产力最主要的组成部分，部分浮游植物是鱼苗和成鱼的天然饵料，在营养结构中起着重要的作用。有些藻类可以直接用作环境监测的指示生物，而且相对于理化条件而言，其流域内的种群密度、种类组成和多样性能更好地反应出一个时间段内河流水体的营养水平和总体健康程度，比化学瞬时测定更具有代表意义。

通过对 6 个采集点的水样检测，共观察浮游植物 6 门 7 纲 14 目 23 科 33 属 58 种。其中硅藻门最多，有 32 种，占种类总数 55.17%；绿藻门次之，有 13 种，占种类总数的 22.41%；蓝藻门 5 种，占种类总数的 8.62%；黄藻门 3 种，占种类总数的 5.17%；甲藻门 3 种，占种类总数的 5.17%；裸藻门 2 种，占种类总数的 3.45%。

表 5.7-2 高坑水电站工程影响水域浮游植物的种类组成

| 门 | 科 | 属 | 种 | 百分比% |
|-----|----|----|----|-------|
| 蓝藻门 | 3 | 4 | 5 | 8.62 |
| 硅藻门 | 12 | 17 | 32 | 55.17 |
| 甲藻门 | 1 | 2 | 3 | 5.17 |
| 裸藻门 | 1 | 1 | 2 | 3.45 |
| 绿藻门 | 5 | 8 | 13 | 22.41 |
| 黄藻门 | 1 | 1 | 3 | 5.17 |
| 总计 | 23 | 33 | 58 | 100 |

② 浮游植物密度及生物量

对高坑水电站工程影响水域各采样点的浮游植物的进行统计，由于藻类中硅藻门、绿藻门和蓝藻门的种类为主要组成，所以主要对上述各个门种类的分布密度及生物量进行了统计。浮游植物平均密度为 24979 个/L。其中蓝藻门平均密度为 3885 个/L，硅藻门平均密度为 12038 个/L，绿藻门平均密度为 9056 个/L。各采样点浮游植物密度分别为 23163 个/L、26018 个/L、26355 个/L、23741 个/L、26986 个/L 和 23610 个/L，各样点浮游植物密度有一定差异。

表 5.7-3 高坑水电站工程影响河段浮游植物密度(个/L)

| 采样点 | 1# | 2# | 3# | 4# | 5# | 6# | 均值 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 蓝藻门 | 3649 | 4203 | 3218 | 4134 | 4517 | 3587 | 3885 |
| 硅藻门 | 10761 | 12598 | 11874 | 12763 | 12881 | 11352 | 12038 |

| | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 绿藻门 | 8753 | 9217 | 8649 | 9458 | 9588 | 8671 | 9056 |
| 合计 | 23163 | 26018 | 23741 | 26355 | 26986 | 23610 | 24979 |

评价区浮游植物种群生物量(湿重)平均为 0.3156mg/L。其中, 蓝藻门为 0.0705mg/L, 硅藻门为 0.1644mg/L, 绿藻门为 0.0807mg/L。从各采样点看, 硅藻门藻类的生物量都大于绿藻门和蓝藻门藻类的生物量。

表 5.7-4 高坑水电站工程影响河段浮游植物生物量(mg/L)

| 采样点 | 1# | 2# | 3# | 4# | 5# | 6# | 均值 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 蓝藻门 | 0.0664 | 0.0731 | 0.0658 | 0.0752 | 0.0768 | 0.0658 | 0.0705 |
| 硅藻门 | 0.1568 | 0.1673 | 0.1612 | 0.1703 | 0.1835 | 0.1473 | 0.1644 |
| 绿藻门 | 0.0735 | 0.0854 | 0.0766 | 0.0831 | 0.0894 | 0.0759 | 0.0807 |
| 合计 | 0.2967 | 0.3258 | 0.3036 | 0.3286 | 0.3497 | 0.2890 | 0.3156 |

(3) 着生藻类

着生藻类是一大生态类群。它的种类和生态习性都远比浮游藻类复杂多样, 常通过专门的着生结构固着于浸没于水中的各种基质上, 多为蓝藻门和绿藻门的丝状体种类。而许多硅藻常是靠胶质柄固定或者附着于基质上, 并常成为偶然性浮游种类, 如直链藻属的类群。大通江河水域四个采集点, 在沿岸带河床上、石块上着生或附着的藻类主要为以下群落。

① 鞘丝藻—席藻—颤藻群落

该群落高坑大坝影响水域的部分断面出现, 着生于浸没水中的泥土、石块上。优势种为湖泊鞘丝藻、纸形席藻、巨颤藻。混生其中的主要为硅藻的种类, 如普通等片藻、放射舟形藻等。

② 水绵群落

该群落在部分断面中有分布, 常着生于岸边石块上, 构成较纯的群落, 优势种为普通水绵。其中有等片藻属、针杆藻属的种类混生。

③ 直链藻群落

该群落几乎在所有断面中出现, 常成偶然性浮游类型。在各断面沿岸带(消落带)的泥土、石块上附生。主要优势种为变异直链藻, 混生其中的有普通等片藻、近线形菱形藻等。

④ 等片藻—针杆藻群落

该群落广泛分布于各采样点, 常附生于消落带的石块、卵石等基质上, 优势种为普通等片藻、肘状针杆藻、偏肿桥弯藻、窄异极藻、放射舟形藻等混生其中。

这个群落带由于波浪、水流等外力作用变成偶然性浮游藻类,在浮游样品的定性、定量中都比较常见、且生物量较大。

表 5.7-5 大通江河水域着生藻类优势种

| 断面 | 着生藻类面积(cm ²) | 优势种 |
|----|--------------------------|-------------|
| 1# | 55 | 普通水绵 |
| 2# | 50 | 偏肿桥弯藻 |
| 3# | 50 | 普通水绵 |
| 4# | 55 | 普通等片藻、变异直链藻 |

(4) 浮游动物

① 浮游动物种类

浮游动物是指悬浮于水中的水生动物,它们或者完全没有游泳能力,或者游泳能力微弱,不能作远距离移动,也不足以抵抗水的流动力。浮游动物是一个复杂的生态群体,包括无脊椎动物的大部分门类。在 6 个采样断面采集到浮游动物 3 门 24 种,其中原生动物门 8 种,轮形动物门 9 种,节肢动物门 7 种(其中枝角类 4 种,桡足类 3 种),分别占总种类数的 33.3%、37.5%、29.2%。

② 浮游动物种群密度和生物量

对高坑水电站评价河段浮游动物定量样本的鉴定统计结果见下表。电站影响河段浮游动物的密度为 41~51ind./L,平均密度为 46ind./L,生物量为 0.0741~0.0885 mg/L,平均生物量为 0.0800mg/L。

表 5.7-6 浮游动物现存量统计

| | 1# | 2# | 3# | 4# | 5# | 6# | 均值 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 密度(个/L) | 43 | 48 | 41 | 49 | 51 | 44 | 46 |
| 生物量(mg/L) | 0.0763 | 0.0815 | 0.0754 | 0.0837 | 0.0885 | 0.0741 | 0.0800 |

(5) 底栖动物

① 底栖动物现状

底栖无脊椎动物是第三营养级的主要组成,也是原河道形态饵料生物中生物量较大的类群,为江河中多数鱼类的饵料基础,并且与江河鱼类的生态类群和区系组成有密切关系。本次调查点共有底栖动物 3 门 25 种,其中软体动物门 10 种,环节动物门 3 种,节肢动物门 12 种,分别占总数的 40%、12%和 48%。6 个调查点的底栖动物主要包括瓣鳃纲中的淡水壳菜,腹足纲中的中华圆田螺、椭圆萝卜螺、耳萝卜螺,甲壳纲中的日本沼虾、米虾、华溪蟹,昆虫纲中的石蝇、摇蚊幼虫等。

② 底栖动物密度及生物量

对各采样断面采集到物种的密度作了调查统计,结果表明采样点的密度差异不大,6个采样点底栖动物密度分别为 15ind./m²、12 ind./m²、14 ind./m²、11 ind./m²、10 ind./m²和 14 ind./m²,平均密度为 13ind./m²。6个采样点底栖动物的生物量分别是 2.76g/m²、1.63g/m²、2.64g/m²、1.57g/m²、1.52g/m²和 2.58g/m²,平均生物量为 2.12g/m²。

表 5.7-7 底栖动物密度及生物量

| | 1# | 2# | 3# | 4# | 5# | 6# | 均值 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| 密度(个/L) | 15 | 12 | 14 | 11 | 10 | 14 | 13 |
| 生物量(mg/L) | 2.76 | 1.63 | 2.64 | 1.57 | 1.52 | 2.58 | 2.12 |

(6) 水生维管束植物

水生维管束植物是生活在水中的维管束植物的总称,包括水生蕨类植物和水生被子植物,是水体中的生产者,能直接利用太阳能,通过光合作用制造有机养分,使之变成可供草食性水生动物的饵料,同时也是众多粘卵的附着物,在水生生态系统中具有重要作用。

本次调查区域河段内的河床底质多为泥土,水生维管束植物较多。根据现场调查和资料表明:主要分布有喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、水蓼(*Polygonum hydropiper*)、牛毛毡(*Eleocharis yokoscensis*)、水葱(*Scirpusprostrata*)、茨藻(*Najas*)、眼子菜(*Potamogeton crispus*)、苦草(*Vallisneria spiralis*)、狐尾藻(*Myriophyllum*)、金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*)、菹草(*Potamogeton crispus*)等。这些水生植物主要分布在河湾等缓流水区域,或河流两岸的浅、缓水区域。

(7) 鱼类

① 鱼类组成

根据本次调查结果,结合《四川鱼类志》(丁瑞华,1994)、《中国动物志硬骨纲 鲤形目》、《中国动物志硬骨鱼纲 鲇形目》等相关资料及现场访问调查的结果,分析和甄别出调查河段鱼类种类。高坑水电站工程影响河段共分布鱼类 38 种,隶属于 3 目 9 科 32 属。其中,鲤形目鱼类为主要类群,有 3 科 23 属 24 种,占总种数的 63.16%。其次为鲇形目鱼类,有 4 科 7 属 1 种,占到总种数的 31.58%。鲈形目鱼类只有 2 科 2 属 2 种,占 5.26%。有四川省重点保护鱼类仅岩原鲤 1 种,列入红皮书/物种红色名录鱼类有岩原鲤和中华裂腹鱼 2 种。

表 5.7-8 高坑水电站影响水域鱼类组成

| 目 | 科 | 属 | 种 | % |
|---|---|---|---|---|
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|-----|---|----|----|-------|
| 鲤形目 | 3 | 23 | 24 | 63.16 |
| 鲇形目 | 4 | 7 | 12 | 31.58 |
| 鲈形目 | 2 | 2 | 2 | 5.26 |
| 合计 | 9 | 32 | 38 | 100 |

② 鱼类生态类型

根据实地调查，该段水域河道时宽时窄，滩、沱、深潭相间，水流急缓不一，底质以石砾为主，水生生物种类相对丰富，按其生活习性及其生活环境，将生活在该水域内分布的 38 种鱼类分为底栖性鱼类，中、下层鱼类和中、上层鱼类 3 种栖息习性，具体可以分成下列生态类群。

1) 流水吸附生态类群

此类群部分种类具特化的吸盘或类似吸盘的附着结构，适于附着在急流河底物体上生活，以附着藻类、有机碎屑或以小型鱼类及软体动物等为食。这一类鱼类多分布于水流较急的支流及干流的激流段，能适应水流较快的流水滩河段，或到该生境摄食或产卵繁殖。通常来讲，这类群鱼类要么个体不大且身体扁平，要么身体梭形并且尾鳍深分叉适应高流速环境。本生态类群种类不多，主要包括平鳍鳅科、鮡科、钝头鮠科和鲿科的部分种类，如四川华吸鳅、切尾拟鲿、福建纹胸鮡等。

2) 流水底层生态类群

为流水河沱、河槽底栖性鱼类，如岩原鲤、中华倒刺鲃等。该类群鱼类身体呈纺锤型，尾柄发达，口横裂或弧形，有触须 2 对，适应于流水或急流水底穿行和觅食。

3) 流水底层乱石、礁底栖性类群

栖息环境为流水深沱，底层多乱石，水流较缓，如南方鲇、鲿科的大部分种类，为大型凶猛的肉食性鱼类，生长快。

4) 流水中、下层生态类群

此类群主要或完全生活在江河流速环境中，身体较长、侧扁，适应于流水、急流水中穿梭游泳，活动掠食；头部呈锥形，适应于破水前进，躯干部较长，是产生强大运动的动力源，各鳍发达，尾鳍深叉形，都是适应水体中、下层快速游泳，在急流水体中、下层穿梭翻滚捕食低等动物和流水急流水带来的有机食物。它们或以水底砾石等物体表面附着藻类为食，或以有机碎屑为食，或以底栖无脊椎动物为食，或以软体动物为食，或主要以水草为食，或主要以鱼虾类为食，甚

或为杂食性，或以浮游动植物为食。该类群有短体副鳅、宽口光唇鱼、鳙、鲢、短须鱮、唇鲮、黑鳍鳊、四川华鳊、中华裂腹鱼、华鲮、青鱼、草鱼、岩原鲤、中华倒刺鲃、南方鲇、大鳍鱬、大眼鳊等，为较大的江河上游中分布鱼类优势类群。

5) 缓流水和静水生态类群

主要是一些小型种类，如半鲮、宽鳍鱮、马口鱼、麦穗鱼、高体鳊、等。此类群是一群生活在侧流、缓流水的鱼类，个体小，或身体极侧扁，游泳能力不强，各鳍均不甚发达。

6) 流水中、上层生态类群

栖息、摄食、繁殖等主要活动在水体的中、上层完成，包括鲮等属的种类。体长形，稍侧扁，腹部圆，适应于急流水体中、上层穿梭游泳，活动掠食；躯干部长，尾柄粗壮，是产生强大运动的动力源。

7) 流水洞缝穴生态类群

该类群鱼类主要或完全生活在流水水体底层的各种岩洞缝隙中，主要以发达的口须觅食底栖穴动物，种类往往是个体较小的鳅类等。包括泥鳅、短体副鳅、红尾副鳅、拟缘鲂等。

③ 鱼类繁殖习性

根据鱼类的产卵场环境条件、产卵习性及其卵粒特点，可以将工程影响水域鱼类的繁殖习性分成以下主要类型。

1) 产漂流性卵

此繁殖类群对环境要求较高，必须满足一定的水温、水位、流速、流态、流程等水文条件才能完成繁殖和孵化。要求在多种急流水中上滩产卵排精，受精卵随水流漂浮发育，如急流水长度不够，受精卵将下沉窒息死亡。产漂流性卵鱼类需要湍急的水流条件，通常在汛期洪峰发生后产卵。这一类鱼卵比重略大于水，但产出后卵膜吸水膨胀，在水流的外力作用下，鱼卵悬浮在水层中顺水漂流。孵化出的早期仔鱼，仍然要顺水漂流，待身体发育到具备较强的溯游能力后，才能游到浅水或缓流处停歇。从卵产出到仔鱼具备溯游能力，一般需要 30 或 40h 以上，有的需要时间更长。

2) 静水草上产粘性卵

有鲤、鲫等。在工程影响河段的一些湾沱、缓流段，水生浮叶根生植物茂密丛生，水流很缓或为静水，泥沙沉积，常生有轮藻、黑藻等水生植物，各种丝藻、水网藻类着石而生，为产粘性卵鱼类提供了良好的产卵条件。

3) 流水乱石滩上产粘性卵

有岩原鲤、南方鲇、鲇等。3月以后，沱内越冬的南方鲇等上滩产卵。滩底为卵石组成。水流较急，流水吸引亲鱼上滩，雌雄追逐，互相狂咬发情而后产卵，卵黏附在光洁的卵石上孵化。

在繁殖具体时间和对产卵基质要求上略有差异，例如岩原鲤产卵场多为石底急滩，每年3~4月间和8~9月分两次产卵，卵粒黏附在鹅卵石或砾石上发育。宽鳍鱮每年4~6月在流水滩上产卵。唇鲮产卵期为3~5月，在底质为卵石或砾石，流速0.5~1.0 m/s的流水滩产强粘性卵。黄颡鱼产卵期在5~6月，产卵前，雄鱼先在浅水区挖一浅坑，雌鱼产卵后雄鱼护巢发育。大鳍鲮5~6月为产卵期，产卵于流水的浅滩上。少数鱼类可在静缓流水环境下繁殖，产粘性卵，其卵有的黏附于水草发育，如鲤、鲫、泥鳅等；有的黏附于砾石，如鲇、麦穗鱼等。

4) 流水浅滩产粘性卵

主要有华鲮等鱼类。产卵场要求流水浅滩，乱石或砾石底质，水深不超过0.5m左右。卵黏附卵石、砾石上孵化发育。

5) 筑巢繁殖

主要有鮡类，在有流水的乱石或卵石处，较大的卵石或乱石挡住水流，水流绕石分流成小漩涡，多种黄颡鱼和鮡属鱼类常成对以卵石间隙为巢，产卵于小漩涡内，卵粒结成团，附着在石上，随微流水冲动发育。

6) 产卵于软体动物体内

为鮡亚科的种类，通常产卵于蚌、蚬、淡水壳菜等软体动物壳内。

④ 鱼类食性

摄食是鱼类的重要的生命活动之一，鱼类的摄食器官和体型等形态结构与所摄取的食物类型是紧密相关。水域环境条件的改变将引起鱼类饵料生物种类的改变和丰度的波动，进而影响着鱼类的生长发育和繁殖等生命过程。调查水域鱼类以食性可划分为以下几个类群。

1) 以着生藻类为主要食物的鱼类

在工程影响河段，以着生藻类为主要食物的鱼类口裂较宽、口横裂或近似横裂，下颌前缘有锋利的角质，用锋利角质刮取岩石上的周丛生物。主要有中华裂腹鱼和华鲮等鱼类。

2) 以浮游动植物为食的鱼类

在工程影响水域以浮游动植物为食的鱼类，口较大，鳃耙密而长，多栖息于湾沱以及开阔的水面，并且水流较缓，如鲢和鳙等鱼类。

3) 以底栖无脊椎动物为主要食物的鱼类

在工程影响水域以底栖无脊椎动物为主要食物的鱼类，口部常具发达的触须或唇较厚等特点。所摄取的食物主要是毛翅目、蜉蝣目和寡毛类等底栖无脊椎动物。常见的鱼类有岩原鲤以及鳅科、平鳍鳅科、鲢科、鮡科、钝头鮠科等的鱼类。

4) 以小型鱼类为主要食物的鱼类

在工程影响水域以鱼类为主要食物的鱼类，口大，游泳速度快，常见的有南方鲇和鳊类等鱼类。

5) 杂食性鱼类

在工程影响水域，杂食性鱼类既食水生昆虫、虾类和淡水壳菜等动物性饵料，也食藻类、植物碎屑和种子等。常见的有宽鳍鱲、马口鱼、拟缘鮡、裸腹片唇鮡等鱼类。

⑤ 鱼类资源类型

依据珍稀保护的级别，濒危或特有程度，经济价值，学术价值等，可以将工程影响河段内的鱼类划分为以下资源类型。

1) 珍稀保护鱼类

工程影响河段内分布有四川省重点保护动物 1 种，为岩原鲤。但本次调查中并未捕获到岩原鲤个体。通过对当地渔民的采访过程中了解到，岩原鲤目前主要分布在小通江河段，还具有一定的资源量，但由于人为捕捞压力的加剧，其资源量呈急剧下降趋势。

2) 长江上游特有鱼类

在工程影响河段分布有长江上游特有鱼类 6 种，分别为拟缘鮡、裸腹片唇鮡、宽口光唇鱼、半鲮、华鲮和短体副鳅，占种数 15.79%。

3) 红皮书/物种红色名录物种

工程影响河段分布鱼类被列入《中国濒危动物红皮书》和《中国物种红色名录》仅 2 种，为岩原鲤和中华裂腹鱼，被列为易危物种(VU)。

4) 主要经济鱼类

保护区内的主要经济鱼类有宽口光唇鱼、四川华吸鳅、福建纹胸鮡、鲤鱼、鲫鱼、粗唇鮠、南方鲇、鲇、拟鲢类、唇鲮、大鳍鱮、以及黄颡类等。

5) 小杂鱼类

宽鳍鱮、马口鱼、红尾副鳅、短体副鳅、泥鳅、拟缘鲂、光唇蛇鮡、鳊鱼、麦穗鱼、裸腹片唇鮡等，许多为水体中上层鱼类。

⑥ 鱼类三场分布

调查鱼类的产卵场、索饵场和越冬场是了解鱼类生活史对策和更好地保护鱼类生存繁衍的基础和前提。工程影响河段中的鱼类长期适应了该水域的水文情势和微生境，只要没有较大的环境扰动，分布在工程影响江段上下游产卵繁殖场所、索饵环境和越冬的环境在年际之间变化不大，特别是个体较大型鱼类的“三场”位置相对较为固定，而小型个体鱼类本身对“三场”环境要求不高，其位置可经常发生变化。

结合现场调查访问结果、鱼类的生物学特性以及它们对产卵繁殖、索饵和越冬环境条件的要求，下面对工程河段分布主要鱼类的“三场”环境进行分析，工程影响河段三场零星分布。

1) 产卵场

鱼类产卵场大致有急缓流交错河段、急流礁石滩河段、河道急转下跌水域、静缓流水域等几种类型。鱼类产卵场上漫滩较多，以泥沙底质为主，有水草裸露，石滩较多，滩上的水生维管束植物及砾石是产黏性卵鱼类繁殖的场所，河道冲淤变化较剧烈，有大面积冲击沙滩，沙滩上维管束植物生长良好，沙滩淹没区有水草分布，为鲤、鲫、鲇等鱼类繁殖需要提供了良好的繁殖环境，另外淹没的植物，为产粘性卵鱼类的卵提供了粘着物，水丝蚓等适宜鱼类摄食的饵料生物丰富，主要有鲤、鲫、鲇等鱼类进入产卵和索饵。调查河流存在深浅交替的河滩、底质泥沙底质，沿岸淹没带有丰富植被，亦有一定量漂浮性大型植物、沉水植物分布，给沉性、粘性卵鱼类提供了良好的产卵场所。适合产粘性和沉性卵的鱼类产卵，鳅类在砾石间或乱石间的洞、缝中产卵。

四川鱼类志》、《中国动物志硬骨鱼类纲鲤形目》和《中国动物志硬骨鱼类纲鲇形目》等文献记载，工程影响河段的鱼类的产卵期主要集中在上半年，每年2月~6月为鲤、鲫、草鱼和中华倒刺鲃等鱼类的繁殖期。从调查情况来看，高坑水电站坝址上游约5km(N31°53'4.60", E107°15'44.35")和电站下游1km处(N31°51'11.57", E107°13'45.35")，淹没区和沿岸植被较好，水流较为湍急，具备鲤、鲫、草鱼和中华倒刺鲃等鱼类的产卵条件，分布有产卵场。



图 5.7-2 电站上游产卵场

2) 索饵场

不同种类鱼类由于食性的不同，因而对索饵场的环境要求差异较大。工程影响水域分布的麦穗鱼为底层小型鱼类，喜生活在净水砂石地处，杂食性鱼类，主要摄食枝角类、桡足类和端足类等，也会食水生昆虫、水蚯蚓及植物碎片。短体副鳅、鲤等鱼类，以动物性食料为主食，其口能自由伸缩，砾石下摄食，食物中几乎大部分是水生昆虫和昆虫幼体。由于通江河流域独特的形态特点以及拦河坝阻隔的影响，工程影响河段的“索饵场”主要分布在电站下游0.2km河段(N31°50'58.26", E107°14'27.98")以及电站上游15km处河段(N31°57'27.41", E107°18'58.78")。



图 5.7-3 电站下游索饵场生境照

3) 越冬场

每年秋冬季节，随季节性气温下降，水量减少，水位降低，鱼类活动减少。鱼类从浅水河段上游开始往水温相对较高的干流下游湾沱进行越冬迁移，寻找温度相对稳定且饵料较为丰富的深水潭。鱼类的越冬场，主要在河流急流险滩下水流冲刷形成的深潭，深潭的河床多为碎石、卵石和泥沙，着生藻类、水生昆虫较为丰富。入冬后，通江河流域大部分河段会受到冬季降温的影响，水流变小，水温偏低，此时电站库区为鱼类提供了良好的“越冬场”。

5.8 生态敏感区现状调查

5.8.1 周边生态敏感区

根据工程布局及区域敏感区分布情况，项目所在区域不属于各类自然保护区及风景名胜区。根据巴中市自然保护地分布情况，电站取水坝及厂房周边 30km 范围内分布有四川省诺水河珍稀水生生物国家级自然保护区、大通江岩原鲤国家级水产种质资源保护区；坝址下游约 41km 分布有通河特有鱼类国家级水产种质资源保护区。水电站与周边自然保护区位置关系见下表。通江县自然资源局以“通自然资规〔2021〕121 号”确认高坑水电站不涉及各级自然保护地。

表 5.8-1 高坑水电站与周边自然保护区的位置关系表

| 序号 | 自然保护区名称 | 保护区级别 | 所在行政区 | 项目与自然保护区的关系 |
|----|----------------------|-------|-------|----------------------------|
| 1 | 四川省诺水河珍稀水生生物国家级自然保护区 | 国家级 | 通江县 | 不涉及，与保护边界最近距离约 8.7km |
| 2 | 岩原鲤水产种质资源国家级保护区 | 国家级 | 通江县 | 不涉及，高坑水电站坝址位于保护区下游约 19.6km |
| 3 | 通河特有鱼类国家级水产种质资源保护区 | 国家级 | 平昌县 | 不涉及，保护区位于高坑水电站坝址下游约 41km |

(1) 四川省诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区

四川省诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区于 2004 年被四川省人民政府批准设立为省级自然保护区。2012 年 1 月 21 日，国务院办公厅以“国发〔2012〕7 号文”关于发布河北青崖寨等 28 处新建国家级自然保护区名单的通知，批准该保护区升级为国家级自然保护区。

① 保护区地理位置和范围

四川省诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区位于四川省通江县大、小通江上，地理坐标为东经 107°8'14"-107°40'7"，北纬 31°56'54"-32°28'50"，大通江碧溪水文站-陕西西乡交界处、大通江支流溪河长坪-什字，小通江赤江-诺水河镇苦竹滩河段，保护区河流全长 217km，总面积 9220hm²。保护区涉及 14 个乡镇，包括小通江沿岸的赤江、泥溪、长坪、河口、铁溪、什字 7 个乡镇。

② 功能区划

1) 核心区

根据保护区地势、大鲵、鳖、岩原鲤等水生野生动物产卵场、索饵场和越冬场分布特点，以及自然保护区河流的特征，将小通江板桥-诺水河镇苦竹滩河段长 48km，大通江长坪-什字(四川省通江县与陕西省西乡交界处)长 88km，共

136km 河段划为核心区，面积约 5440hm²，占整个保护区面积的 59%。

保护区核心区是大鲵、鳖、重口裂腹鱼、青石爬鮡等重点保护水生动物的主要栖息场所和集中分布区，其繁殖、越冬和索饵场在区内分布广泛分布，生长、繁殖和越冬均可在该区内完成。同时，核心区也是南方鲇、黄颡鱼、华鲮等重要经济鱼类的主要分布区域。核心区地处川陕交界地带，河流的上游地区，受人为的影响很少，水生生态系统保存较完整。该区域严格禁止除科学观测以外的一切破坏水生生态系统的人为活动，保证各类珍稀水生野生动物正常的繁衍，保持物种多样性，实现保护区的可持续发展。

2) 缓冲区

保护区内小通江新场-板桥 15km 河段、大通江碧溪水文站-长坪 30km 河段划为缓冲区，面积 2430hm²，占整个保护区面积的 26%。缓冲区是鳖、岩原鲤等重点保护水生动物分布较多的河段，以及众多鱼类繁殖、越冬和索饵的重要场所。缓冲区是保护区核心区与实验区之间的缓冲区域，可以避免保护区的核心区天然性受到外界的干扰和破坏，为保护物种提供后备性、补充性和替代性的栖息地，同时也是核心区内珍稀物种的延伸生存环境。在该区域内，各种水生动物同样受到严格保护，在有关主管单位的批准下，区内允许从事一些有组织的科学考察、监测和实验工作。禁止一切破坏数四横生态系统的活动。

3) 实验区

保护区内小通江赤江-新场，全长 33.5km 划为实验区，面积 1350hm²，占整个保护区面积的 15%。在大通江，由于保护区下游河段已建岩原鲤水产种质资源国家级保护区，因此该河段没有划分处实验区。该种质资源保护区与自然保护区的缓冲区相接，在一定程度上缓解了施加给保护区核心区域的压力，起到了实验区的作用。

小通江的实验区河段曾是重点保护水生动物乌龟的主要分布河段。实验区是连接保护区缓冲区与保护区外界的区域，最大程度上起到缓解保护区外界施加给缓冲区的压力，同时实验区内也是保护区人工活动较为频繁的区域。在有利于保护的前提下，实验区内可以发展生态旅游、教学实习、水生动物驯养繁育等活动，为实现保护区的可持续发展留下发展空间。

③ 主要保护对象

四川诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区是以大鲵、岩原鲤、重口裂腹鱼、

青石爬鮡、鳖、乌龟等珍稀水生动物，中华倒刺鲃、白甲鱼、华鲮、南方鲇、鳅、黄颡鱼等名贵经济鱼类，及水生生态系统为主要保护对象的野生动物类型自然保护区，在珍稀水生动物物种多样性和水生生态系统保护上具有重要的科学、生态和社会价值。

④ 保护区与工程的关系

高坑水电站坝址位于自然保护区下游，距离自然保护区小通江段 21.7km，距离自然保护区大通江段 21.5km。

(2) 大通江河岩原鲤水产种质资源国家级保护区

① 保护区概况

大通江河岩原鲤国家级水产种质资源保护区总面积为 979.5hm²，其中核心区面积为 700hm²，实验区面积为 279.5hm²。核心区特别保护期为全年。保护区位于四川省通江县大通江河兴隆乡浴溪村二社九浴溪大桥至永安镇碧溪七村一社碧溪水文站、支流月滩河瓦室镇长胜大桥至瓦室镇长胜四村一社石洞口之间。范围在东经 107°14'—107°20'，北纬 32°05'—32°12'之间。保护区河流全长 28km。其中碧溪水文站—瓦室镇一村一社青滩为实验区，长 8km；其余河段为核心区，长 20km。其东岸是浴溪乡浴池岭村，瓦室镇雨花村、桂花村、钟林村、笔架村，烟溪乡烟溪沟村、向家营村，永安镇碧溪村。西岸是瓦室镇南跃村、岗岭村、九龙村，烟溪乡罗张窝村。主要保护对象为岩原鲤、中华鳖、华鲮等。

② 工程与保护区的位置关系

高坑水电站坝址位于保护区下游约 19.6km。

(3) 通河特有鱼类国家级水产种质资源保护区

① 保护区概况

通河特有鱼类国家级水产种质资源保护区于 2010 年 11 月 25 日由农业部以第 1491 号公告批准建立。保护区总面积 1970 公顷，其中核心区面积 945 公顷，实验区面积 1025 公顷。特别保护期为全年。保护区位于四川省平昌县境内，属渠江水系的通河，范围在东经 107°06'26"—107°15'04"，北纬 31°33'50"—31°40'30"之间。保护区是经上游至下游的澌滩乡凉亭村断滩（107°15'04"E，31°40'30"N）、澌滩乡泥滩子（107°13'43"E，31°39'41"N）、云台镇洗滩坝（107°12'52"E，31°36'21"N）、元山镇浮跃子（107°09'51"E，31°38'24"N）、江口镇荔枝码头（107°08'56"E，31°33'50"N）、江口镇石桥沟（107°08'56"E，31°33'50"N）、江

口镇王家嘴码头（107°06'26"E，31°33'50"N）七个拐点的通河组成，包括通河流经的澌滩乡凉亭村断滩—澌滩乡泥滩子—云台镇洗滩坝—元山镇浮跃子—江口镇荔枝码头—江口镇石桥沟—江口镇王家嘴码头，全长 43.8km。其中核心区为：云台镇云台码头（107°11'29"E，31°38'35"N）—江口镇荔枝码头（107°08'56"E，31°33'50"N），长 21 km。实验区分为 2 段，即澌滩乡凉亭村断滩（107°15'04"E，31°40'30"N）—云台镇云台码头（107°11'29"E，31°38'35"N），长 18.8 km；江口镇荔枝码头（107°08'56"E，31°33'50"N）—江口镇王家嘴码头（107°06'26"E，31°33'50"N），长 4 km。主要保护对象为中华倒刺鲃、华鲮，其他保护对象包括岩原鲤、翘嘴红鲌、黄颡鱼、鳊、白甲鱼等。

② 工程与保护区的位置关系

保护区位于高坑水电站坝址下游约 41km。

5.9 评价区主要生态环境问题

本次工程区域位于山区，在对该区域基本情况调查及实际监测的基础上，归纳出本区域现存在的主要环境问题及原因如下：

(1) 局部生态环境脆弱

工程所在河段两侧受人为影响明显，因农业发展原生植被大量损失，生态系统自我调节和恢复能力较弱，受开发建设活动及农业活动影响，部分区域生态环境已较为脆弱。

(2) 水土流失

电站坝址上游植被覆盖率较高水土流失强度相对较轻，但河段两岸因城镇建设及农业活动，破坏地表林地植被，使该段区域受水力侵蚀的影响加剧。

(3) 库区面源污染

根据调查分析，高坑电站水库库周及坝下集雨范围内面源污染负荷主要来自于农村散排生活污水、畜禽散养及农田径流三方面。

① 农村散排生活污水

农村生活污染源主要来自两方面：一是粪便，通常置于旱厕中，用于农田堆肥；二是其它生活废水，一般就地排放，深入土壤，形成面源污染。

② 畜禽散养污染

畜禽养殖区分为集中养殖和农村散养，集中化畜禽养殖视为点源污染，而农村畜禽散养产生的污染符合纳入面源计算。评价河段集雨范围畜禽养殖以散养为

主，畜禽粪便通常堆放于房前屋后，易随降雨形成污染。

③ 农田径流污染

农田径流污染主要来源于：A、农田化肥、农药施用不当，加之不合理的农田灌溉，导致氮、磷污染物流失进入水体；B、流域内以种植业为主，农作物秸秆丰富，除少部分用作牲畜饲料外，其余存放于房前屋后进行露天沤肥，或在田间低头焚烧，导致土壤中可溶性 TN、TP 和易腐有机质含量增加，并通过水土交换加剧了水环境污染。

6 环境影响回顾与验证分析

6.1 通江流域水利水电开发环境影响回顾

2018年1月，中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司编制完成《四川省通江流域水利水电开发环境影响回顾性评价研究报告》(以下简称研究报告)，2018年5月，四川省环境保护厅审查通过该研究报告(川环建函〔2018〕58号)。本章节主要参考该研究报告中与通江河流域相关的水利水电开发环境影响回顾性评价成果进行评价。

6.1.1 渠江流域综合规划方案调整优化建议

2020年7月，四川省生态环境厅以川环建函〔2020〕57号出具关于《四川省渠江流域综合规划环境影响报告书》(以下简称规划环评报告)，规划环评报告通过对渠江流域综合规划的各专项规划环境合理性分析，对规划方案提出调整优化建议，其中涉及通江河流域开发方案调整的优化建议见表6.1-1。

表 6.1-1 渠江流域综合规划方案调整优化建议一览表(通江河流域)

| 类别 | 序号 | 规划调整建议内容 | 涉及项目 | | 规划调整建议的理由 |
|---------|----|----------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | 所在河流 | 项目名称 | |
| 防洪减灾规划 | 1 | 取消大通江规划的泥溪水库 | 大通江 | 泥溪水库 | 规划的泥溪水库位于诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区保护区缓冲区 |
| | 2 | 开展涉及敏感区专题论证 | 小通江 小通江 | 青峪口水库 诺水河防洪堤 | 规划的青峪口水库涉及诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区实验区；诺水河防洪堤涉及诺水河自然保护区实验区 |
| 供水及灌溉规划 | 1 | 取消大河坝水库 | 大通江 | 大河坝水库 | 大河坝水库位于诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区核心区 |
| | 2 | 优化涉及生态红线的项目 | 小通江 | 案家沟水库 | 规划的案家沟水库涉及四川省生态保护红线区域 |
| 水力发电规划 | 1 | 对已(在)建水电站的环境影响评价管理专项清理整顿 | / | / | 根据《建设项目环境保护管理办法》、《环境影响评价法》、《四川省人民政府办公厅关于印发四川省清理整顿环保违法违规建设项目工作方案的通知》(川发办〔2015〕90号)、《关于印发妥善解决2.5万千瓦以下小水电遗留问题处理意见》的通知(川发改能源〔2015〕340号)、《四川省人民政府关于进一步加强和规范水电建设的意见》(川府发〔2016〕47号)和《长江经济带小水电无序开发环境影响评价管理专项清理整顿工作方案的通知》(环办环评函〔2018〕325号)的相关要求,开展小水电环境影响评价管理专项清理整顿工作 |
| | 2 | 对已(在)建水电站的下泄生态流量问题的整改 | / | / | 对于经清理整顿后可以保留的水电站,需按照《关于开展全省水电站下泄生态流量问题整改工作的通知》(川水函〔2018〕720号)的相关要求,深入开展下泄生态流量整改专项检查,切实监督落实相关水电站保障下泄生态流量,有效解决因水电站导致的河段减水或断流问题 |
| | 3 | 取消涉及《四川省国家重点生态功能区产业准入负面清单(第一批)(试行)》的项目 | 通江干流规划的铁溪电站、新店子电站、新码头电站,小通江沙湾电站、何家场电站 | | 2017年8月,四川省发展与改革委员会印发《四川省国家重点生态功能区产业准入负面清单(第一批)(试行)》(川发改规划〔2017〕407号),对四川省内划入国家重点生态功能区的各县市产业准入负面清单作出规定,其中包括渠江流域的旺苍县、万源市、通江县、南江县,该文件对流域内的部分水电站建设进行了限制 |

| | | | |
|---|----------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | 涉及四川省生态保护红线的项目 | 取消 | 规划皇柏林电站、泥溪电站、竹峪关电站、袁家坝电站、王家电站涉及生态红线，工程建设不符合《中共中央办公厅国务院办公厅印发<关于划定并严守生态保护红线的若干意见>》的相关规定 |
| 5 | 取消涉及其它敏感区的水电项目 | 取消通江干流规划的大河坝电站、铁溪电站、新店子电站、泥溪电站、新码头电站 取消小通江规划的沙湾电站 | 规划大河坝电站、铁溪电站位于诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区核心区，新店子电站和新码头电站、泥溪电站位于该保护区缓冲区 沙湾电站位于诺水河省级自然保护区实验区，还同时涉及光雾山—诺水河风景名胜区和光雾山—诺水河地质公园、光雾山—诺水河国家自然遗产地 |
| 6 | 关停退出的已建电站 | | 斑竹园电站涉及诺水河省级自然保护区，还同时涉及光雾山—诺水河风景名胜区和光雾山—诺水河地质公园、光雾山—诺水河国家自然遗产地，同时位于小通江上游河段，生态影响严重；石牛咀电站与青峪口水库首尾相接，将加剧小通江下游河段生境片段化，为减缓青峪口水库对水生生态环境的影响，建议在青峪口水库建设时拆除石牛咀电站，作为其生态补偿的措施 |
| 7 | 需进行生态改造已建电站 | | 双滩电站位于通河特有鱼类国家级水产种质资源保护区实验区，生态改造内容包括增设过鱼设施、生态流量泄放措施；九浴溪电站位于通江干流岩原鲤国家级水产种质资源保护区核心区，生态改造内容包括增设过鱼设施、生态流量泄放措施；高坑电站根据通江流域回顾性评价报告，增设生态流量泄放措施和过鱼通道；小通江支流月滩河上青滩河电站、长滩河电站增设生态流量泄放措施 |

6.1.2 通江河流域已建在建水利水电工程环保工作情况

通江河流域已建工程3个，全部为电站，即九浴溪电站、高坑水电站、双滩电站。相关工程环境影响评价和环保验收情况见下表。

表 6.1-2 已建、在建水电工程环评、环保验收表(通江河流域)

| 序号 | 工程名称 | 建成时间 | 环评批复 | | 环保验收 | 设计批复 |
|----|-------|-------|----------------|----------------|---------------|-----------------|
| | | | 批复情况 | 是否完备 | | |
| 1 | 九浴溪电站 | 1980年 | 无 | 建设年代较早，符合原审批程序 | 无 | 无 |
| 2 | 高坑水电站 | 2007年 | 巴环函(2004)122号 | 已完备 | 无 | 巴市水(2005)33号 |
| 3 | 双滩电站 | 2007年 | 川环建函(2003)202号 | 已完备 | 川环验(2010)182号 | 川发改能源(2004)673号 |

九浴溪电站由于建成时间较早，按1998年以前的环境管理要求未开展环评。高坑电站、双滩电站工程设计、环评审批手续完备，双滩电站竣工环境保护验收手续完备。

6.1.3 主要环境保护措施落实情况

(1) 水环境

根据收集相关资料及现场调查，通江流域已建的水利水电工程均未设置专门的生态流量下泄措施，在实际运行中基本依靠电站发电或水库弃水满足下游生态流量要求，在电站检修、不发电及不弃水情况下坝下河道处于脱水状态。

(2) 水生生态

根据现场调查，已建工程未设计和安装专门的水生生态保护措施，如下泄生态流量孔和过鱼措施。河段内几乎未采取相应的水生生态保护措施，已建的水利水电工程均未设置下泄生态孔和过鱼措施等，在枯水期出现了各段长度不一的减水段，直接影响上述水域鱼类的生长和繁育；加之各闸坝的阻隔，导致上、下游鱼类的基因交流存在障碍。

(3) 陆生生态

在上世纪60~90年代，通江流域水电站和水库开发建设中，并未开展环境影响评价，未明确提出对陆生生态系统保护方案，更多的考虑水电的综合效益、水库的容量、移民搬迁和灌溉面积等效益，在建设期间未采取明确的生态保护措

施。随着 1999 年开始的退耕还林、天然林资源保护等国家重大生态工程的实施,库区水土流失得以遏止,陆生动物栖息地恢复,植被覆盖不断增加。

随着对生态环境保护认识的提高,水库和水电工程的环评报告及批复中都明确提出了保护陆生植被、动植物的要求,在坝址、水库淹没范围的选择上,也充分调查了陆生动物的种类、分布、栖息地状况,并基于影响预测提出了尽量少占用林地、灌丛,保护支流等措施,这对野生动物自然栖息地的保护起到了较好的效果,并通过采取相应的野生植物保护措施,能有效地对保护陆生生态。通江流域在建的水利水电工程按照环评报告及批复提出的要求开展生态保护措施。

6.1.4 已建在建工程环保措施存在的问题

(1) 水环境

根据收集相关资料及现场调查,通江流域已建的水利水电工程均未设置专门的生态流量下泄措施,在实际运行中基本依靠电站发电或水库弃水满足下游生态流量要求,在电站检修、不发电及不弃水情况下坝下河道处于脱水状态。

(2) 水生生态

① 保护措施不完善

由于研究范围内已建的很多水利水电工程建成时间较长,当时对水生生态环境的保护意识不足,工程建设前未开展环境影响评价工作或环评中也未规划水生生态的保护措施。因此造成目前已建工程影响河段的水生生物与天然河流差别较大的现象,鱼类组成和资源量也发生了片段化。建议下一步针对已建工程开展增加水生生态保护措施的可行性研究,尽快恢复和维持整个通江流域的水生生态平衡。

② 保护措施落实不到位

在大多数已建工程的环境影响评价报告中,也提出了一些原则性的水生生态保护措施,如加强渔政管理、人工增殖放流、生态监测等,但是在实际实施过程中,仍然存在措施落实不到位的情况,造成水生生态保护效果不佳。

③ 保护措施没有系统规划

水生生态系统的保护要从流域或者区域尺度系统的去考虑和规划,才能更加有效和科学的获取更好的保护效果,通江流域目前干支流均已开发了多个水利水电工程,但是还没有从宏观层面规划各项保护措施,也没有在项目环评阶段提出

合理有效的环保措施，因此本报告需要从这个角度规划整个研究范围内的水生生态保护措施，以做到在经济发展的同时，保护水生生态的平衡。

(3) 陆生生态

总体而言，除在建工程外，各已建工程经过长期生态保护和恢复后，库区生态环境质量总体较好，生态系统趋于稳定，植被得到较好保护和发展，植被覆盖度较高，动物种类和种群数量丰富，但是局部地区也存在一些生态问题、甚至生态破坏或威胁。

① 已建电站或水库部分生态环境保护措施如岸堤防护林营造，进度相对缓慢，建议及时开展；部分植被恢复期缺乏有效管理，恢复期效果不明显。

② 施工期注重陆生生态保护，采取相应措施，但恢复期，保护力度不够，缺乏环境保护宣传牌和相应的监管，未开展连续性的局地气候、植被、土壤、土地利用、动植物动态监测。

③ 部分保护措施目标单一，缺乏综合规划和多种措施的合理选择，应该科学布设，合理安排，将工程措施、生物措施和监管等有效结合。

④ 库岸植被恢复的人工树种选择过于单一，植被结构简单，多以次生植被和人工植被为主，极易出现病虫害，其生态质量有待提升

⑤ 各已建工程占地区植被以次生林和人工林占绝对优势，主要为人工栽植的柏木林、马尾松林、桉木林、枫杨林、构树林、杨树林，这些植被结构简单，层次少，其生态效益和经济效益均有待提升。

⑥ 已建水利水电工程库区人为活动强烈，容易造成生态破坏。从实地调查结果看来，各已建水利水电工程库区，均位于沿河谷地带，人为活动十分强烈，这些活动主要包括房屋建设、土地开发和道路建设等，这些工程会对库区生态环境带来不同程度的破坏，如砍伐树木、水土流失等。

⑦ 工程建设期，水土流失较严重，后期植被恢复缺乏科学管理该区域是水土流失敏感区，工程建设期间导致的植被破坏和岩土开挖容易带来严重的水土流失，而在工程建设后植被恢复缺乏科学、高效的管理机制和后续投入，使得恢复速度较慢，成效较低。

6.2 施工期环境影响回顾

6.2.1 施工期大气环境影响回顾

施工期大气污染物主要为施工机械燃油、施工运输、砼拌和系统、爆破等工序产生的粉尘和燃油废气。施工期施工单位通过洒水降尘等措施控制了施工运输、砼拌和系统粉尘，施工机械燃油废气及爆破工序废气均自然排放。由于大坝附近居民很少，主要居住在山腰台地上，总体上施工期对周边大气环境的影响很小。

6.2.2 施工期地表水环境影响回顾

(1) 施工期水文情势影响

施工期施工导流及水库初期蓄水对工程区河段水文情势造成了一定的影响，根据调查，电站枢纽采用分期导流方案。根据本工程枢纽布置、洪水、地形地质特点，厂房靠岸布置于右岸漫滩，项目采取先围右岸，分期导流，两期两段施工方式。未造成河道断流，对河道水文情势影响有限。

本工程蓄水期为 98h，初期蓄水高程至 340.5m，在水库蓄水期间通过冲沙闸下泄流量满足下游河道生态用水要求，在一定程度上缓解了对下游河道水文情势的影响。

(2) 污染影响

施工期废水主要为生产废水和生活污水。其中，生产废水主要包括砼拌和系统废水、基坑废水等，生产废水主要污染物为 SS 和石油类等；生活污水主要污染物为 COD、SS 和氨氮等。

施工期，在 2 个工区及砼拌合站各配备 1 座沉淀池对生产废水进行处理，废水经沉淀处理后回用，不外排，沉淀池定期清淤，清淤物运至渣场填埋；2 个工区各设置了旱厕对生活污水进行收集，生活污水经收集后用于周边农肥，不外排。施工期各类污废水均得到妥善处置，未排入河道，对周边水环境的影响总体较小。

施工结束后，沉淀池、旱厕均已拆除覆土，工程区现无遗留污染。

6.2.3 施工期对地下水环境影响回顾

工程评价区居民分布较少，居民生活饮用水及农业灌溉均取自山涧沟水，无地下水取用设施和对象，无重要价值泉眼以及特殊地下水资源保护区(矿泉水、

温泉水)。对于施工期产生的生活垃圾，在施工时设置了垃圾桶等生活垃圾临时堆存点，并将定期对其清运处理，工程施工期间未对区域地下水造成污染。

6.2.4 施工期声环境影响回顾

工程施工噪声源主要来至土石方开挖、砼拌和、隧洞爆破和施工机械噪声，主要分布在坝址、厂址施工区、混凝土拌合站、交通运输干线等。

根据建设单位回顾介绍，工程施工期对施工噪声主要采取了以下措施：

(1) 施工单位选用了符合国家有关标准的施工机械和运输工具，采用了先进爆破技术，从强声源控制噪声。

(2) 合理安排施工、运输时间，避免夜间施工；在金堂村附近居民区路段设立限速标志和禁鸣标牌，引导运输车辆控制噪声。

(3) 施工单位加强施工人员噪声防护，对高噪声环境下作业的施工人员均佩发防噪耳塞、耳罩等劳保措施。

工程施工期在采取了上述措施后，有效的减缓了对周边居民的噪声影响。根据本次调查，工程施工期间相关环保部门及建设单位未收到群众关于施工噪声影响的投诉。

6.2.5 施工期固体废物环境影响回顾

(1) 施工弃渣

高坑水电站共设置弃渣场 3 个(1#渣场位于坝址下游 0.6km 右岸，2#渣场位于坝址下游 0.8km 右岸，3#渣场位于坝址下游 1.8km 右岸)，工程弃渣均运至渣场进行处理，目前渣场拦挡、截排水措施完善，绿化恢复效果良好。无弃渣侵占河道、占用林地的情况出现，施工期弃渣未对生态环境产生明显影响。





渣场恢复情况

(2) 生活垃圾

据调查，本工程施工期施工人员产生生活垃圾由垃圾桶收集后定期清运，未发生环境污染及投诉事故。

6.2.6 施工期生态影响回顾

(1) 对植物多样性和植被类型的影响回顾

工程坝、厂址以及施工临时占地的施工，对该区域植被造成一定的破坏。由于施工期已过去多年，根据工程坝、厂址周边植物/植被现状推断，项目施工期主要破坏的植被包括：柏木林、杨树、蔷薇、悬钩子灌丛、黄荆-马桑灌丛、盐肤木灌丛及河岸海拔较低处分布的少量杨树，其均以次生植被为主。施工过程中虽然造成了原地表植被的损失，但本项目占地面积不大，受影响植被均为评价区常见种类，施工期对植物资源的影响不大，施工期未发现珍稀野生保护植物。目前项目施工早已结束，建设单位对施工迹地进行了植被恢复及厂区绿化，有效补偿了施工期对评价区植物资源造成的影响。

(2) 对陆生动物及其栖息地的影响回顾

施工期对动物资源的影响主要表现在施工开挖爆破、运输、弃渣等工程活动对谷坡及河岸的蛙类、蛇类、部分鸟类及小型兽类的部分栖息地造成一定的破坏，收到惊扰的动物会远离工程施工区重新找到适合生存的环境，这种影响是短暂的，施工结束及施工迹地恢复后，部分受影响的动物仍将返回。目前项目施工早已结束，各类施工迹地已完成了植被恢复，施工期对评价区野生动物资源的影响已消失。

(3) 水生生态影响回顾

① 对浮游植物的影响回顾

通江县高坑电站项目工程施工高峰期产生的生活废水中含有大量悬浮物、有机污染物和大肠杆菌等将会导致局部水体中 SS、BOD 和 COD 浓度较大。施工期废水经处理排放，未对水体造成不可逆的污染，未导致水体中硅藻等喜洁净水体的种群密度和生物量下降，蓝藻门和绿藻门中一些耐污染的种群密度和生物量将增加。同时工程施工引起水体中 SS 和油污的增加量小，未直接导致水体透明度下降，引起浮游动植物的生物量大幅下降。施工废水和生活污水进行有效处理后达标排放，施工期对水域水质的影响较小且为暂时性，藻类植物的生物量和种类变化不大，施工期影响随施工结束而结束。

② 对浮游动物的影响回顾

通江县高坑电站项目工程主体工程施工时，产生了悬浮物。经采取有效措施，未导致枯水季节工程影响河段水体浑浊度进一步增大，及部分近岸缓流坑在局部呈现富营养化，在缓流水滩之砾石未被灰色污泥覆盖，未直接影响浮游动物的生存和繁衍。施工期影响已随施工结束而结束，未见遗留的负面影响。

③ 对水生维管束植物的影响回顾

工程施工期，由于坝址上游河段的水流量基本不受影响，因此，坝址上游的水生维管束植物在施工期基本未受影响。

坝址下游，工程施工高峰期产生的生活废水中含有大量悬浮物、有机污染物等当时可能导致局部水体中 SS、BOD 和 COD 浓度较大。但施工期废水经处理排放，对水体未造成不可逆的污染，未影响水生维管束植物的生长。施工期影响已随施工结束而结束，未见遗留的负面影响。

④ 对着生藻类的影响回顾

工程施工期，由于坝址上游河段的水流量基本不受影响，因此，坝址上游的着生藻类在施工期基本未受影响。

大坝施工高峰期产生的生活废水中含有大量悬浮物、有机污染物和大肠杆菌等会导致当时的局部水体中 SS、BOD 和 COD 浓度较大。当时的施工期废水经处理直接排放，未对水体造成大面积的污染，未导致水体中丝藻属等喜洁净水体的种群密度和生物量下降，蓝藻门中一些耐污染的种群密度和生物量未明显增加。施工期影响已随施工结束而结束，未见遗留的负面影响。

⑤ 对底栖动物的影响回顾

工程施工期，由于坝址上游河段的水流量基本不受影响，因此，坝址上游的底栖动物在施工期基本未受影响。

库区主体工程施工时，产生了悬浮物。但经采取有效措施后，未导致枯水季节工程影响河段水体浑浊度进一步增大，缓流水滩之砾石也未被灰色污泥覆盖，未直接影响底栖动物的生存和繁衍。施工期影响已随施工结束而结束，未见遗留的负面影响。

⑥ 对鱼类及“三场”的影响回顾

施工期间的生产废水排入河流中，对水域生态环境带来了一定的不利影响，最终造成喜清洁水体的硅藻、蜉蝣等鱼类饵料生物减少，引起饵料生物中底栖生物种类和数量的变化，但是，施工时间较短，未导致底栖生物重建，鱼类未缺乏饵料来源，索饵场未减少或功能未降低。

在产卵场，施工引起的水体扰动，造成局部水域河水混浊，原本清澈的河水透明度显著下降。水体中的泥沙会黏附在卵的表面，使粘性卵不能黏附而死亡。经分析，通江河拟建坝址处当时均不是理想的产卵场和越冬场，因此，对鱼类栖息的影响较小。此外，施工期噪声是暂时的随着施工结束而消失。

综上所述，通江县高坑电站工程施工期间生产、生活污水对水生生物环境影响可控。但如果按照国家环保要求达标排放和采取优化施工方案或施工时序等措施，对鱼类等水生生物产生的影响较小。施工期影响已随施工结束而结束，未见遗留的负面影响。

(4) 对生态系统的影响回顾

① 对森林生态系统的影响回顾

施工期对森林生态系统的影响集中在坝址区、厂房区、引水隧洞及弃渣场等施工的影响，主要表现在工程施工占地及相应的施工临时工程的影响。

评价区森林生态系统中植被主要包括针叶林、阔叶林以及林下灌丛和草本植物其中针叶林和阔叶林多分布在海拔较高区域。由于区域农耕相对发达，人为活动干扰较大，受工程施工影响的多为分布在河岸边或缓坡的杨树、刺槐、桉树、黄荆、盐肤木灌丛等，受影响植被以次生植被为主，在整个评价区内分布较广，工程对森林生态系统的影响较小且随着施工结束这种影响早已消失。

② 对湿地生态系统的影响回顾

工程施工会破坏施工涉水区域的湿生植被，实施过程中产生的废水、废渣等污染会影响水环境，间接对湿地生态系统的植物生长产生影响。根据现场调查，评价区湿地植被较少，主要是因为适于湿地植被生长的滩涂少。高坑水电站施工阶段仅坝址施工会占用少量的湿地，施工其对湿地生态系统的影响范围及程度均较小，随着施工期的结束这种影响早已消失。

③ 对自然生态系统稳定性的影响回顾

工程建设占地破坏了局部的生物群落，对环境因子也有改变，这造成了施工期区域生态系统结构的变化，使其功能收到影响。对景观格局来说，施工期造成一定面积的景观斑块类型发生变化，是局部斑块破碎化加剧，降低了各斑块和廊道的连通性，最终对组成局部景观生态体系各类生态系统的物质、能量和生物群落动态。目前工程施工早已完成，临时占地区进行了良好的恢复和管理，在很大程度上恢复为了原有或近似的景观生态格局，工程施工期对生态系统功能及稳定性的影响总体不大，无遗留问题。

6.2 运行期环境影响验证分析

6.2.1 大气环境影响验证分析

本项目为水电站项目，项目运行期间无大气污染物产生。因此运行期对项目周边环境空气基本无影响。

6.2.2 水文泥沙情势影响验证分析

(1) 生态流量确定

① 生态流量考虑范围

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》，河流生态环境需水主要包括水生生态需水、水环境需水、湿地需水、景观需水、河口压咸需水、其他需水等，其中其他需水包括冲沙需水、河道蒸发和渗漏需水等。

1) 水生生态需水

高坑水电站尾水下游段即为天然河段，因此，电站下泄的生态流量需考虑下游水生生态需水。

2) 水环境需水

高坑水电站坝址下游水环境功能为Ⅲ类，根据现状调查，沿河两岸分布少数耕地和村庄，无工业企业，污染源总体较少，现状水质总体较好。因此，满足坝址下游河段水生生态用水需求的同时可维持下游河段水环境需水要求。

3) 湿地需水

高坑水电站坝下河段两岸为河谷深切的峡谷，无湿地分布，且径流年内分配不均，年内水面变动较大，河岸植被基本位于汛期水面之上，两岸植被需水往往通过地下水、降水补给，无河岸相连湿地补给植被需水，因此，不考虑坝址下游河道湿地需水。

4) 景观需水

电站坝址至通江河河口河段沿岸无水上娱乐和景观用水要求，因此，本工程不考虑景观需水。

5) 河口压咸需水

高坑水电站不存在咸潮上溯问题，因此不需要考虑河口压咸水量。

6) 其他需水

冲沙需水：本工程输沙量年内分配不均匀，集中在汛期，且主要集中在几次洪水过程，枯期的排沙任务很小，因此不需要考虑下游河道的冲沙需水。

水面蒸发和渗漏需水：高坑水电站坝址所在河段谷深，水面狭窄，水面蒸发消耗水量占河道径流量比例较小，故由此引起的水量损耗可以忽略。

工程区域地下水类型主要为基岩裂隙水和第四系松散堆积层孔隙水，主要由降雨入渗形成，其中孔隙性潜水分布于河床两岸冲洪积层及两岸山坡平缓处的崩坡积层中；裂隙性潜水由地表水渗入岩石裂隙中形成的潜水，受大气降水和冰雪融水补给。根据现场调查，两岸山坡地下水位埋藏均较深，出露方式主要为泉眼，略高于河水位。因此，本工程不考虑坝下河段河床渗漏需水。

工农业生产及生活需水：根据现状调查，高坑水电站坝址~下游仅有少数分散居民及耕地，无生产、生活取水口，近远期也无取水规划。同时，坝下有多条支沟汇入，水量相对充沛，可满足坝下少量农业用水需求。因此，不考虑下游工农业生产及生活取水要求。

7) 用水需求综合分析

根据以上分析，高坑水电站下泄生态流量主要为满足坝下天然河段水生生态需水。

② 计算方法的确定

生态流量计算方法主要依据《河湖生态环境需水计算规范》(SL/Z 712-2014)、《水电工程生态流量计算规范》(NB/T 35091-2016)等相关规范确定。维持水生生态系统稳定所需水量的计算方法主要有水文学法、水力学法、组合法、生境模拟法、组合法及生态水力学法等。

1) 水文学法

水文学法又称作标准设定法或快速评价法。它是以历史流量为基础,根据简单的水文指标确定河道生态需水或环境需水,该法虽然没有明确考虑食物、栖息地、水质和水温等因素,但由于这是河流实际存在或发生的情况,故认为该流量能维持现存的生命形式或保障河流的水质。

水文学法适合于对河流进行最初目标管理,作为战略性管理方法而使用,一般用于设定河流低流量,没有考虑到对高流量的要求。最常用的代表方法有7Q10法、Tennant法、NGPRP法、基本流量法(BasicFlow)、Qp法等。

◆ 7Q10法

7Q10法采用90%保证率最枯连续7天的平均流量作为河流最小流量设计值,由于该法是从控制污染源排放的角度出发,不适于本次生态环境需水量的确定。

◆ Tennant法

Tennant法根据水文资料以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态,详见表6.2-1。该法是在对美国东部、西部和中西部许多河流进行广泛现场调查的基础上提出的。保护目标为鱼、水鸟、长毛皮的动物、爬行动物、两栖动物、软体动物、水生无脊动物和相关的有与人类争水的生命形式

表 6.2-1 保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流流量状况

| 流量状况描述 | 推荐的基流(平均流量的分数) (10~3月)/% | 推荐的基流(平均流量的分数) (4~9月)/% |
|---------------|-----------------------------|----------------------------|
| 泛滥或最大 最佳范围 | / | 200(48~72/小时) |
| 很好 | 60~100 | 60~100 |
| 很好 | 40 | 60 |
| 好 | 30 | 50 |
| 良好 | 20 | 40 |
| 一般或较差 | 10 | 30 |
| 差或最小 | 10 | 10 |
| 极差 | 0~10 | 0~10 |

Tennant 法适用于作为河流进行最初目标管理、战略性管理方法使用，该方法的缺点是未考虑流量的季节变化，没有区分枯水年、丰水年和平水年的差异，也没有考虑河流形状。

◆ NGPRP 法

NGPRP 法是将年份分为干旱年、湿润年、标准年，取标准年组 90%保证率流量作为最小流量。其优点是考虑了干旱年、湿润年和标准年的差别，此方法综合了气候状况以及频率因素，但缺乏生物学依据。

◆ 基本流量法

基本流量法是根据河流流量变化状况确定所需流量，具体方法是根据平均年的 1、2、……100 天的最小流量系列，计算 1 和 2、2 和 3、……99 和 100 点之间的流量变化情况，将相对流量变化最大处点的流量设定为河流所需基本流量。该法能反映出年平均流量相同的季节性河流和非季节性河流在生态环境需水量上的差别，而且计算容易，但缺乏生物学资料证明。

◆ Qp 法

Qp 法又称不同频率最枯月平均值法，以长系列天然月平均流量为基础，用每年的最枯月排频，选择不同频率下的最枯月平均流量作为基本生态环境需水量的最小值，频率根据河湖水资源开发利用程度、规模、来水情况等实际情况确定，宜取 90%或 95%。

水文学方法的最大优点是不需要进行现场测量，在有水文资料和无水文资料的河流都可以应用。但在将水文学方法应用到某个地区时，需要分析其流量标准是否符合当地河流情况，并结合当地河流管理目标，对流量标准进行调整。

2) 水力学法

水力学法是以栖息地保护类型的标准设定的模型，主要有基于水力学参数提出的湿周法和 R2-Cross 法。

◆ 湿周法

湿周法属于栖息地保护类型的标准设定方法。该方法是基于这样的一种假设，即保护好临界区域的水生物栖息地的湿周，也将对非临界区域的栖息地提供足够的保护。采用湿周作为栖息地的质量指标，通过绘制临界栖息地区域(通常是浅滩)湿周与流量的关系曲线，根据湿周流量关系图中的转折点确定河道推荐流量值。

湿周法受河道形状影响较大，三角形河道的湿周流量曲线的增长变化点表现不明显，难以判别；而宽浅矩形渠道和抛物线型河道都具有明显的湿周流量关系增长变化点，所以该法适用于这两种河道，同时要求河床形状稳定且不随时间变化，否则没有稳定的湿周流量关系曲线，也没有固定的增长变化点。

采用湿周法分析时，湿周、流量一般采用相对于多年平均流量下的相对值表示，即：

$$\text{相对流量 } x = 100 \times \text{流量} / \text{多年平均流量}(\%) \quad 6.2-(1)$$

$$\text{相对湿周长 } y = 100 \times \text{湿周长} / \text{多年平均流量下湿周长}(\%) \quad 6.2-(2)$$

湿周法以浅滩断面湿周-流量曲线上的拐点对应的流量作为生态需水量建议值，但由于河流实际断面的湿周-流量曲线往往很少只有一个拐点，多数有多个拐点或者没有明显的拐点，人为确定拐点往往会有较大的偏差。

由于缺乏河道大断面实测资料，难以建立一维水力学模型，故本工程不采用湿周法计算生态流量。

◆ R2-Cross 法

R2-Cross 法是以栖息地保持类型的标准设定的模型，由美国科罗拉多州水利局的专家开发应用。R2-Cross 法认为河流流量的主要生态功能是维持河流栖息地，尤其是浅滩栖息地，其采用河流宽度、平均水深、平均流速以及湿周率(某一时的湿周占多年平均流量满湿周的百分比)等指标来评估河流栖息地的保护水平，从而确定河流目标流量。其河流目标流量推荐值是基于这样的假设，即认为浅滩是最临界的河流栖息地类型，如能保护浅滩栖息地也将足以保护其它(如水潭和正常河道处)的水生生境。

3) 组合法(水文—生物分析法)

这种方法是从河流流量与生物量或种群变化关系直接入手，判断生物对河流流量的需求，以及流量变化对生物种群的影响，研究对象通常是鱼、无脊椎动物(昆虫、甲壳纲动物、软体动物等)和大型植物(高等植物)。通常采用多变量回归统计方法，建立初始生物数据(物种生物量或多样性)与环境条件(流量、流速、水深、化学、温度)的关系，但这种方法是针对具体河流进行研究的结果，不具有很好的推广性，对本工程参考意义不大，故不采用。

4) 生境模拟法

生境模拟法的基本原理是根据指示物种所需的水力条件的模拟,确定河流流量。假设水深、流速、基质和覆盖物是流量变化对物种数量和分布造成影响的主要因素。调查分析指示物种对水深、流速等的适宜要求,绘制水深、流速等环境参数与喜好度(被表示为0~1之间的值)之间的适宜性曲线。计算不同流量下的可利用面积(WUA),绘制流量与WUA曲线,WUA越大,表明生物在该流量下对生境越适宜。生境模拟法适用于主要生态功能为保护某些生物物种的河流。

根据调查,本项目工程河段共调查到鱼类38种。由于各物种之间生活习性存在一定差异,对水深、流速等环境参数与喜好度之间的适宜性关系现阶段难以准确建立,故本项目拟不采用该方法。

5) 综合法

综合法从河流生态系统整体出发,根据专家意见综合研究流量、泥沙运输、河床形状与河岸带群落之间的关系,以BBM法为代表。该方法资源消耗大,时间长,一般至少需要2年时间,适用于综合性、大流域生态需水研究。故本项目不采用该方法。

6) 生态水力学法

生态水力学法通过水生生物适应的水力生境确定合适的流量,属于生境模拟法。假设水深、流速、湿周、水面宽、过水断面的面积、水面面积、水温时流量变化对物种数量和分布造成影响的主要水力生境参数;急流、缓流、浅滩及深潭是流量变化对物种变化造成影响的主要水力形态。模型分三大块,一是河道水生生物生境描述,该模块调查分析水生生物对水深、流速等水力生境参数的最基本生存要求;二是河道水力模拟,利用水力学模型对研究河段进行一维至三维水力模拟,制定水力生境指标体系;三是河道水生生态基流量的决策,由水文水资源、水利、环评、水生生态工作者依据水力生境指标体系,结合河道的来水过程、当地的社会经济发展状况及政策综合确定河道生态基流量。

7) 计算方法的选择

根据以上所介绍的6大类计算方法分析可知,采用Tennant法计算高坑水电站生态流量比较适宜,本工程同时采用实测最小流量进行比较。

③ 生态流量的确定

1) 下游天然河段水生生态需水

① Tennant法

根据原国家环境保护总局办公厅发布的《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函〔2006〕11号),维持水生生态系统稳定所需最小流量一般不应小于河道控制断面多年平均流量的10%,因此本工程 Tennant 法取电站坝址处多年平均流量的10%,即 $13.4\text{m}^3/\text{s}$ 作为维持水生生态系统稳定的最小生态流量。

② 实测最小流量法

根据通江干流杜家河水文站径流历史水文资料成果(1559~2002年)实流量资料,按面积和雨量差异,计算高坑水电站工程坝址处最小流量为 $6.94\text{m}^3/\text{s}$,发生时间为2000年3月10日。通过查阅相关资料,2000年3月通江河未见有显著的环境问题和生态影响相关报道,因而可推测,该流量是河流生态环境可接受的。因此,通过实测最小流量法确定的高坑水电站下泄生态流量为 $6.94\text{m}^3/\text{s}$ 。

则根据 Tennant 法、实测最小流量法2种方法计算高坑水电站生态流量的结果,综合确定本项目为维持水生生态系统稳定的最小生态流量为 $13.4\text{m}^3/\text{s}$ 。

2) 特殊敏感期流量要求

本工程电站下游约1km处有1处鱼类产卵场,主要鱼类种类有鲤、鲫、草鱼和中华倒刺鲃等,因此,建议电站在鱼类繁殖期的4-6月,在机组发生故障检修或者停发电的情况下,通过局部开启泄洪闸的方式下泄生态流量至多年平均流量的15%,即 $20.14\text{m}^3/\text{s}$,以保障主要鱼类的生存和正常繁衍。

3) 生态流量的确定

综合以上分析,同时根据《四川省通江流域水利水电开发环境影响回顾性评价研究报告》及其审查意见中要求高坑电站下泄不低于坝址处多年平均流量10%的生态流量的要求,确定高坑水电站最小下泄生态流量为 $13.4\text{m}^3/\text{s}$ (占多年平均流量的10%),与《高坑电站下泄生态流量“一站一策”工作方案》中确定的最小下泄生态流量值 $10.0\text{m}^3/\text{s}$ 相比较,本次评价要求进一步增加生态流量下泄量,并且建议电站在鱼类繁殖期的4-6月,在机组发生故障检修或者停发电的情况下,通过局部开启泄洪闸的方式下泄生态流量至多年平均流量的15%,即 $20.14\text{m}^3/\text{s}$,以保障主要鱼类的生存和正常繁衍。

(2) 水文情势变化

高坑水电站筑坝后使原有天然河道的水量发生较大变化,按变化情况可分为2段,即库区河段、坝址下游河段。各段的水文情势变化情况分述如下。

① 库区水文情势变化

高坑水电站水库具有日调节能力。正常蓄水位 340.5m，相应库容 3796.05 万 m³，水库总库容(校核洪水位以下)6997 万 m³。电站库区形成后，坝址上游形成长约 18.4km 的回水区，库区江段由急流河道转变为缓流河道型水库，水文情势发生较大变化，水深增加、水面变宽、流速减缓。

根据电站运行后水库调度运行记录（表 6.2-2），高坑水电站运行期水库平均水位在 333.06~341.08m 之间变化。从典型年日均水位变化趋势分析(图 6.2-1~图 6.2-3)可知，由于高坑水电站水库为径流式调节，水位变化受上游来水影响，同时受通江河其他水利工程建设影响，水库经常性开闸放水，导致水库日均水位变化幅度较大。

表 6.2-2 高坑水电站运行期日平均库流量、水位统计表

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|--------|-----|----|------------------------------|------------------------------|--------------------------|----------|----------|
| 2016 年 | 1 月 | 1 | 16.97 | 12.97 | 12.97 | 339.86 | 325.35 |
| | | 2 | 14.94 | 13.08 | 13.08 | 339.85 | 325.35 |
| | | 3 | 17.02 | 12.81 | 12.81 | 339.94 | 325.32 |
| | | 4 | 13.59 | 17.42 | 17.42 | 339.96 | 325.46 |
| | | 5 | 15.80 | 17.53 | 17.53 | 339.95 | 325.48 |
| | | 6 | 15.28 | 17.42 | 17.42 | 339.83 | 325.45 |
| | | 7 | 19.29 | 17.37 | 17.37 | 339.87 | 325.49 |
| | | 8 | 8.87 | 17.15 | 17.15 | 339.71 | 325.46 |
| | | 9 | 13.43 | 21.06 | 21.06 | 339.53 | 325.52 |
| | | 10 | 16.18 | 20.74 | 20.74 | 339.25 | 325.54 |
| | | 11 | 19.78 | 0.43 | 0.43 | 339.46 | 325.06 |
| | | 12 | 13.37 | 0.00 | 0.00 | 339.55 | 325.02 |
| | | 13 | 19.27 | 14.17 | 14.17 | 339.98 | 325.32 |
| | | 14 | 3.14 | 14.17 | 14.17 | 339.87 | 325.30 |
| | | 15 | 15.00 | 12.05 | 12.05 | 339.72 | 325.29 |
| | | 16 | 17.80 | 10.15 | 10.15 | 339.85 | 325.25 |
| | | 17 | 15.16 | 10.10 | 10.10 | 339.98 | 325.23 |
| | | 18 | 16.69 | 8.47 | 8.47 | 340.01 | 325.21 |
| | | 19 | 12.70 | 8.47 | 8.47 | 340.18 | 325.24 |
| | | 20 | 10.30 | 11.56 | 11.56 | 340.27 | 325.31 |
| | | 21 | 12.24 | 11.78 | 11.78 | 340.24 | 325.22 |
| | | 22 | 12.98 | 11.67 | 11.67 | 340.22 | 325.31 |
| | | 23 | 17.07 | 11.56 | 11.56 | 340.24 | 325.24 |
| | | 24 | 22.60 | 11.67 | 11.67 | 340.41 | 325.33 |
| | | 25 | 10.22 | 10.86 | 10.86 | 340.47 | 325.22 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|-------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 26 | 5.11 | 14.11 | 14.11 | 340.28 | 325.32 |
| | | 27 | 11.80 | 13.84 | 13.84 | 340.12 | 325.30 |
| | | 28 | 13.00 | 13.90 | 13.90 | 340.00 | 325.36 |
| | | 29 | 14.07 | 12.54 | 12.54 | 339.98 | 325.27 |
| | | 30 | 9.96 | 11.45 | 11.45 | 339.91 | 325.25 |
| | | 31 | 6.96 | 11.13 | 11.13 | 339.96 | 325.28 |
| | 2月 | 1 | 7.00 | 10.64 | 10.64 | 339.78 | 325.30 |
| | | 2 | 3.37 | 9.34 | 9.34 | 339.73 | 325.27 |
| | | 3 | 13.14 | 9.12 | 9.12 | 339.58 | 325.26 |
| | | 4 | 9.22 | 9.34 | 9.34 | 339.72 | 325.26 |
| | | 5 | 5.62 | 9.17 | 9.17 | 339.54 | 325.23 |
| | | 6 | 7.30 | 9.34 | 9.34 | 339.35 | 325.26 |
| | | 7 | 21.39 | 9.28 | 9.28 | 339.35 | 325.20 |
| | | 8 | 12.08 | 9.28 | 9.28 | 339.61 | 325.25 |
| | | 9 | 13.18 | 9.17 | 9.17 | 339.68 | 325.21 |
| | | 10 | 5.07 | 6.24 | 6.24 | 339.70 | 325.17 |
| | | 11 | 11.33 | 6.41 | 6.41 | 339.64 | 325.21 |
| | | 12 | 11.59 | 6.35 | 6.35 | 339.77 | 325.17 |
| | | 13 | 10.11 | 6.24 | 6.24 | 339.92 | 325.17 |
| | | 14 | 12.53 | 6.41 | 6.41 | 339.98 | 325.13 |
| | | 15 | 24.95 | 9.61 | 9.61 | 340.22 | 325.23 |
| | | 16 | 11.74 | 13.14 | 13.14 | 340.53 | 325.35 |
| | | 17 | 16.20 | 22.31 | 22.31 | 340.48 | 325.54 |
| | | 18 | 11.15 | 22.47 | 22.47 | 340.17 | 325.46 |
| | | 19 | 13.37 | 14.66 | 14.66 | 339.94 | 325.38 |
| | | 20 | 15.50 | 12.92 | 12.92 | 339.91 | 325.32 |
| | | 21 | 9.80 | 12.21 | 12.21 | 339.92 | 325.32 |
| | | 22 | 8.77 | 12.70 | 12.70 | 339.84 | 325.32 |
| | | 23 | 9.60 | 12.43 | 12.43 | 339.80 | 325.29 |
| | | 24 | 13.59 | 8.52 | 8.52 | 339.81 | 325.26 |
| | 25 | 18.86 | 7.92 | 7.92 | 339.98 | 325.16 | |
| 26 | 10.05 | 10.26 | 10.26 | 340.16 | 325.24 | | |
| 27 | 11.80 | 11.89 | 11.89 | 340.11 | 325.28 | | |
| 28 | 6.96 | 10.20 | 10.20 | 340.03 | 325.26 | | |
| 29 | 10.97 | 10.10 | 10.10 | 339.95 | 325.25 | | |
| 3月 | 1 | 6.57 | 9.99 | 9.99 | 339.86 | 325.25 | |
| | 2 | 12.53 | 5.27 | 5.27 | 339.85 | 325.13 | |
| | 3 | 16.83 | 9.28 | 9.28 | 339.92 | 325.29 | |
| | 4 | 15.30 | 8.41 | 8.41 | 340.23 | 325.23 | |
| | 5 | 18.17 | 8.30 | 8.30 | 340.48 | 325.23 | |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 6 | 15.90 | 8.47 | 8.47 | 340.61 | 325.24 |
| | | 7 | 18.11 | 11.56 | 11.56 | 340.63 | 325.31 |
| | | 8 | 12.36 | 14.17 | 14.17 | 340.80 | 325.34 |
| | | 9 | 13.16 | 16.01 | 16.01 | 340.70 | 325.33 |
| | | 10 | 5.50 | 18.84 | 18.84 | 340.44 | 325.38 |
| | | 11 | 10.52 | 14.44 | 14.44 | 340.19 | 325.37 |
| | | 12 | 3.50 | 12.00 | 12.00 | 340.02 | 325.35 |
| | | 13 | 8.80 | 11.94 | 11.94 | 339.89 | 325.34 |
| | | 14 | 4.66 | 9.01 | 9.01 | 339.80 | 325.22 |
| | | 15 | 7.55 | 5.75 | 5.75 | 339.80 | 325.17 |
| | | 16 | 10.11 | 5.92 | 5.92 | 339.82 | 325.14 |
| | | 17 | 8.10 | 5.86 | 5.86 | 339.91 | 325.18 |
| | | 18 | 3.03 | 12.32 | 12.32 | 339.82 | 325.32 |
| | | 19 | 4.66 | 5.86 | 5.86 | 339.61 | 325.17 |
| | | 20 | 9.88 | 5.92 | 5.92 | 339.60 | 325.15 |
| | | 21 | 13.00 | 5.81 | 5.81 | 339.66 | 325.17 |
| | | 22 | 8.48 | 5.92 | 5.92 | 339.77 | 325.14 |
| | | 23 | 12.25 | 5.86 | 5.86 | 339.95 | 325.17 |
| | | 24 | 12.49 | 13.35 | 13.35 | 339.89 | 325.35 |
| | | 25 | 8.31 | 11.78 | 11.78 | 339.82 | 325.27 |
| | | 26 | 14.33 | 12.00 | 12.00 | 339.77 | 325.31 |
| | | 27 | 7.21 | 11.78 | 11.78 | 339.78 | 325.32 |
| | | 28 | 13.70 | 11.45 | 11.45 | 339.76 | 325.30 |
| | | 29 | 17.15 | 11.94 | 11.94 | 339.83 | 325.31 |
| | | 30 | 12.75 | 12.10 | 12.10 | 340.05 | 325.27 |
| | | 31 | 10.00 | 11.89 | 11.89 | 339.98 | 325.31 |
| | 4月 | 1 | 15.77 | 11.78 | 11.78 | 340.03 | 325.29 |
| | | 2 | 10.56 | 11.78 | 11.78 | 340.04 | 325.30 |
| | | 3 | 15.22 | 12.05 | 12.05 | 340.02 | 325.27 |
| | | 4 | 12.19 | 11.72 | 11.72 | 340.09 | 325.30 |
| | | 5 | 11.29 | 11.56 | 11.56 | 340.11 | 325.29 |
| | | 6 | 10.44 | 11.78 | 11.78 | 340.18 | 325.29 |
| | | 7 | 10.11 | 14.33 | 14.33 | 340.15 | 325.28 |
| | | 8 | 14.88 | 14.11 | 14.11 | 340.01 | 325.35 |
| | | 9 | 15.26 | 12.00 | 12.00 | 340.16 | 325.30 |
| | | 10 | 12.09 | 11.89 | 11.89 | 340.13 | 325.39 |
| | | 11 | 18.09 | 11.83 | 11.83 | 340.02 | 325.42 |
| | | 12 | 9.60 | 11.89 | 11.89 | 339.98 | 325.35 |
| | | 13 | 17.67 | 11.72 | 11.72 | 339.96 | 325.32 |
| | | 14 | 16.41 | 11.78 | 11.78 | 340.09 | 325.35 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 15 | 51.76 | 34.09 | 34.09 | 340.37 | 325.66 |
| | | 16 | 209.00 | 106.01 | 209.64 | 340.82 | 327.23 |
| | | 17 | 164.62 | 122.94 | 159.94 | 340.88 | 327.19 |
| | | 18 | 107.52 | 123.05 | 123.05 | 340.70 | 327.05 |
| | | 19 | 81.43 | 90.54 | 90.54 | 340.47 | 326.70 |
| | | 20 | 82.81 | 81.80 | 81.80 | 340.30 | 326.57 |
| | | 21 | 15.84 | 45.11 | 45.11 | 339.71 | 326.03 |
| | | 22 | 31.12 | 8.96 | 8.96 | 339.78 | 325.15 |
| | | 23 | 24.55 | 40.76 | 40.76 | 339.83 | 325.95 |
| | | 24 | 39.56 | 3.26 | 3.26 | 340.01 | 325.11 |
| | | 25 | 35.66 | 10.37 | 30.37 | 340.83 | 325.28 |
| | | 26 | 32.62 | 40.87 | 40.87 | 340.62 | 326.00 |
| | | 27 | 26.63 | 22.91 | 22.91 | 340.61 | 325.55 |
| | | 28 | 29.41 | 40.76 | 40.76 | 340.44 | 325.93 |
| | | 29 | 32.28 | 22.96 | 22.96 | 340.58 | 325.57 |
| | | 30 | 26.53 | 40.93 | 40.93 | 340.49 | 325.98 |
| | 5月 | 1 | 21.29 | 22.96 | 22.96 | 340.33 | 325.56 |
| | | 2 | 19.53 | 22.96 | 22.96 | 340.29 | 325.57 |
| | | 3 | 20.09 | 23.01 | 23.01 | 340.13 | 325.56 |
| | | 4 | 34.46 | 22.96 | 22.96 | 340.16 | 325.55 |
| | | 5 | 17.98 | 23.01 | 23.01 | 340.34 | 325.56 |
| | | 6 | 26.64 | 40.87 | 40.87 | 339.83 | 325.96 |
| | | 7 | 56.00 | 33.38 | 33.38 | 340.32 | 325.86 |
| | | 8 | 26.12 | 32.95 | 32.95 | 340.12 | 325.88 |
| | | 9 | 37.44 | 27.74 | 27.74 | 340.11 | 325.78 |
| | | 10 | 55.66 | 19.27 | 99.27 | 340.71 | 325.74 |
| | | 11 | 32.86 | 12.86 | 22.86 | 340.55 | 325.75 |
| | | 12 | 25.60 | 14.87 | 113.87 | 340.77 | 325.49 |
| | | 13 | 38.43 | 15.04 | 57.04 | 340.59 | 325.61 |
| | | 14 | 540.99 | 14.82 | 518.05 | 340.49 | 327.22 |
| | | 15 | 621.58 | 14.87 | 594.87 | 340.39 | 328.08 |
| | | 16 | 229.08 | 121.64 | 229.64 | 340.75 | 327.43 |
| | | 17 | 148.43 | 123.38 | 187.58 | 340.75 | 327.13 |
| | | 18 | 99.13 | 114.48 | 114.48 | 340.71 | 326.96 |
| | | 19 | 118.60 | 90.92 | 98.92 | 340.78 | 326.70 |
| | | 20 | 78.91 | 74.53 | 80.53 | 340.92 | 326.46 |
| | | 21 | 41.58 | 60.52 | 60.52 | 340.31 | 326.26 |
| | | 22 | 44.62 | 61.39 | 61.39 | 339.77 | 326.32 |
| | | 23 | 45.00 | 33.06 | 33.06 | 339.78 | 325.87 |
| | | 24 | 24.23 | 27.63 | 27.63 | 340.04 | 325.57 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|-------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 25 | 42.09 | 41.52 | 41.52 | 339.85 | 325.94 |
| | | 26 | 58.86 | 32.57 | 32.57 | 340.13 | 325.83 |
| | | 27 | 60.98 | 65.19 | 65.19 | 340.38 | 326.30 |
| | | 28 | 127.30 | 82.02 | 127.02 | 340.88 | 326.69 |
| | | 29 | 125.73 | 82.18 | 122.18 | 340.96 | 326.72 |
| | | 30 | 102.54 | 114.42 | 154.42 | 340.81 | 326.93 |
| | | 31 | 105.92 | 82.72 | 132.72 | 340.88 | 326.65 |
| | 6月 | 1 | 120.47 | 54.28 | 120.28 | 340.77 | 326.42 |
| | | 2 | 178.64 | 54.28 | 118.28 | 340.88 | 326.86 |
| | | 3 | 223.65 | 114.10 | 204.10 | 340.84 | 327.29 |
| | | 4 | 155.92 | 57.86 | 147.86 | 340.53 | 326.73 |
| | | 5 | 118.67 | 54.77 | 94.77 | 340.43 | 326.52 |
| | | 6 | 106.66 | 56.13 | 120.13 | 340.42 | 326.33 |
| | | 7 | 71.12 | 62.15 | 62.15 | 340.74 | 326.20 |
| | | 8 | 56.42 | 50.75 | 50.75 | 340.85 | 326.07 |
| | | 9 | 55.74 | 57.43 | 57.43 | 341.01 | 326.10 |
| | | 10 | 66.60 | 57.43 | 94.43 | 341.08 | 326.23 |
| | | 11 | 36.19 | 57.10 | 57.10 | 340.72 | 326.23 |
| | | 12 | 48.85 | 57.27 | 57.27 | 340.23 | 326.22 |
| | | 13 | 42.30 | 40.93 | 40.93 | 340.14 | 325.98 |
| | | 14 | 22.70 | 40.71 | 40.71 | 339.93 | 325.97 |
| | | 15 | 24.72 | 32.62 | 32.62 | 339.57 | 325.86 |
| | | 16 | 14.50 | 32.51 | 32.51 | 339.19 | 325.86 |
| | | 17 | 15.73 | 10.96 | 10.96 | 338.99 | 325.29 |
| | | 18 | 13.37 | 16.18 | 16.18 | 339.08 | 325.38 |
| | | 19 | 20.45 | 16.34 | 16.34 | 338.92 | 325.43 |
| | | 20 | 25.29 | 6.19 | 6.19 | 339.10 | 325.23 |
| | | 21 | 3.40 | 9.44 | 9.44 | 339.32 | 325.27 |
| | | 22 | 49.23 | 9.50 | 9.50 | 339.51 | 325.24 |
| | | 23 | 744.75 | 57.21 | 745.31 | 339.83 | 327.60 |
| | 24 | 630.00 | 82.34 | 632.34 | 339.98 | 328.48 | |
| | 25 | 211.66 | 115.13 | 195.13 | 340.47 | 327.38 | |
| | 26 | 147.51 | 114.75 | 149.75 | 340.54 | 327.05 | |
| 27 | 90.61 | 114.59 | 114.59 | 340.41 | 326.99 | | |
| 28 | 75.00 | 33.82 | 73.82 | 340.48 | 326.12 | | |
| 29 | 79.52 | 32.84 | 96.84 | 340.12 | 326.27 | | |
| 30 | 58.01 | 32.57 | 32.57 | 340.05 | 325.89 | | |
| 7月 | 1 | 25.33 | 32.68 | 32.68 | 340.24 | 325.82 | |
| | 2 | 44.55 | 32.84 | 32.84 | 340.36 | 325.82 | |
| | 3 | 27.46 | 33.00 | 33.00 | 340.33 | 325.82 | |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 4 | 34.67 | 32.79 | 32.79 | 340.25 | 325.82 |
| | | 5 | 30.90 | 40.71 | 40.71 | 340.19 | 325.92 |
| | | 6 | 15.70 | 40.93 | 40.93 | 339.84 | 325.93 |
| | | 7 | 25.81 | 40.87 | 40.87 | 339.27 | 325.97 |
| | | 8 | 25.12 | 10.91 | 10.91 | 339.38 | 325.29 |
| | | 9 | 24.33 | 13.35 | 13.35 | 339.78 | 325.36 |
| | | 10 | 24.89 | 13.19 | 13.19 | 340.06 | 325.35 |
| | | 11 | 79.95 | 13.46 | 55.46 | 340.54 | 325.83 |
| | | 12 | 191.12 | 114.48 | 191.48 | 340.64 | 327.20 |
| | | 13 | 154.02 | 114.91 | 155.63 | 340.50 | 327.06 |
| | | 14 | 565.14 | 106.44 | 557.44 | 340.54 | 327.99 |
| | | 15 | 520.00 | 33.44 | 458.44 | 340.44 | 327.77 |
| | | 16 | 217.00 | 114.48 | 217.48 | 340.60 | 327.22 |
| | | 17 | 126.95 | 114.97 | 144.97 | 340.58 | 326.99 |
| | | 18 | 102.86 | 41.52 | 103.52 | 340.50 | 326.37 |
| | | 19 | 196.23 | 40.71 | 195.71 | 340.50 | 326.70 |
| | | 20 | 192.00 | 41.25 | 192.25 | 340.35 | 326.53 |
| | | 21 | 104.01 | 40.93 | 104.47 | 340.47 | 326.27 |
| | | 22 | 82.34 | 40.98 | 82.86 | 340.61 | 326.11 |
| | | 23 | 46.37 | 41.04 | 48.04 | 340.42 | 326.01 |
| | | 24 | 36.81 | 40.66 | 40.66 | 340.26 | 325.93 |
| | | 25 | 35.62 | 40.66 | 40.66 | 340.14 | 325.93 |
| | | 26 | 75.51 | 41.09 | 76.14 | 340.29 | 326.08 |
| | | 27 | 537.67 | 41.04 | 538.04 | 340.49 | 327.60 |
| | | 28 | 415.59 | 35.01 | 410.01 | 340.56 | 327.26 |
| | | 29 | 249.97 | 35.06 | 250.18 | 340.41 | 326.78 |
| | | 30 | 124.00 | 105.68 | 117.68 | 340.52 | 326.91 |
| | | 31 | 182.36 | 73.98 | 158.98 | 340.57 | 326.90 |
| | 8月 | 1 | 1777.40 | 37.94 | 1774.88 | 340.59 | 329.14 |
| | | 2 | 1046.64 | 40.71 | 1046.88 | 340.64 | 328.84 |
| | | 3 | 453.65 | 40.93 | 454.12 | 340.56 | 327.72 |
| | | 4 | 208.77 | 114.80 | 204.80 | 340.68 | 327.27 |
| | | 5 | 145.34 | 122.78 | 146.78 | 340.62 | 327.10 |
| | | 6 | 162.79 | 120.34 | 161.73 | 340.66 | 327.13 |
| | | 7 | 153.78 | 123.38 | 155.76 | 340.68 | 327.08 |
| | | 8 | 118.15 | 122.35 | 122.35 | 340.60 | 327.03 |
| | | 9 | 112.84 | 114.97 | 114.97 | 340.51 | 326.94 |
| | | 10 | 52.49 | 92.98 | 92.98 | 339.79 | 326.74 |
| | | 11 | 75.30 | 41.63 | 41.63 | 339.46 | 325.97 |
| | | 12 | 69.49 | 41.36 | 41.36 | 340.45 | 325.94 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 13 | 59.73 | 34.96 | 54.96 | 340.77 | 326.05 |
| | | 14 | 55.95 | 34.96 | 73.06 | 340.54 | 325.98 |
| | | 15 | 35.05 | 36.91 | 36.91 | 340.44 | 325.96 |
| | | 16 | 33.49 | 36.69 | 36.69 | 340.24 | 325.89 |
| | | 17 | 29.89 | 23.83 | 23.83 | 340.27 | 325.59 |
| | | 18 | 28.22 | 23.77 | 23.77 | 340.43 | 325.55 |
| | | 19 | 30.68 | 23.88 | 23.88 | 340.59 | 325.59 |
| | | 20 | 16.22 | 33.11 | 33.11 | 340.50 | 325.68 |
| | | 21 | 51.13 | 33.33 | 33.33 | 340.63 | 325.74 |
| | | 22 | 23.32 | 38.48 | 38.48 | 340.58 | 325.78 |
| | | 23 | 33.83 | 57.10 | 57.10 | 339.95 | 326.13 |
| | | 24 | 33.43 | 33.11 | 33.11 | 339.94 | 325.67 |
| | | 25 | 19.99 | 23.99 | 23.99 | 339.81 | 325.59 |
| | | 26 | 40.23 | 23.61 | 23.61 | 339.84 | 325.60 |
| | | 27 | 63.28 | 41.36 | 41.36 | 340.46 | 325.94 |
| | | 28 | 39.17 | 40.38 | 40.38 | 340.84 | 325.96 |
| | | 29 | 16.74 | 40.71 | 40.71 | 340.28 | 325.94 |
| | | 30 | 24.55 | 23.83 | 23.83 | 339.90 | 325.58 |
| | | 31 | 18.88 | 23.88 | 23.88 | 339.85 | 325.60 |
| | 9月 | 1 | 23.65 | 23.83 | 23.83 | 339.66 | 325.56 |
| | | 2 | 13.43 | 23.67 | 23.67 | 339.58 | 325.59 |
| | | 3 | 17.87 | 23.77 | 23.77 | 339.38 | 325.61 |
| | | 4 | 11.91 | 23.72 | 23.72 | 339.02 | 325.61 |
| | | 5 | 19.63 | 7.11 | 7.11 | 338.94 | 325.24 |
| | | 6 | 8.70 | 8.79 | 8.79 | 339.08 | 325.22 |
| | | 7 | 22.71 | 8.96 | 8.96 | 339.23 | 325.25 |
| | | 8 | 14.72 | 9.06 | 9.06 | 339.59 | 325.25 |
| | | 9 | 15.90 | 16.34 | 16.34 | 339.34 | 325.37 |
| | | 10 | 12.43 | 11.78 | 11.78 | 339.55 | 325.33 |
| | | 11 | 16.18 | 11.94 | 11.94 | 339.45 | 325.32 |
| | | 12 | 14.16 | 12.00 | 12.00 | 339.56 | 325.34 |
| | | 13 | 11.57 | 11.62 | 11.62 | 339.51 | 325.29 |
| | | 14 | 22.92 | 11.67 | 11.67 | 339.57 | 325.33 |
| | | 15 | 18.65 | 12.00 | 12.00 | 339.76 | 325.32 |
| | | 16 | 10.39 | 11.78 | 11.78 | 339.73 | 325.30 |
| | | 17 | 13.26 | 11.51 | 11.51 | 339.78 | 325.30 |
| | | 18 | 20.84 | 16.28 | 16.28 | 339.54 | 325.40 |
| | | 19 | 16.31 | 16.23 | 16.23 | 339.78 | 325.35 |
| | | 20 | 12.02 | 16.12 | 16.12 | 339.64 | 325.41 |
| | | 21 | 7.98 | 16.28 | 16.28 | 339.48 | 325.40 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|-----|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 22 | 26.00 | 11.94 | 11.94 | 339.32 | 325.33 |
| | | 23 | 30.57 | 11.78 | 11.78 | 339.76 | 325.30 |
| | | 24 | 28.38 | 16.28 | 16.28 | 340.09 | 325.40 |
| | | 25 | 18.88 | 11.83 | 11.83 | 340.42 | 325.29 |
| | | 26 | 30.96 | 12.00 | 12.00 | 340.60 | 325.32 |
| | | 27 | 28.39 | 41.25 | 41.25 | 340.64 | 325.90 |
| | | 28 | 33.54 | 40.33 | 40.33 | 340.23 | 325.94 |
| | | 29 | 28.04 | 13.41 | 13.41 | 340.56 | 325.36 |
| | | 30 | 22.19 | 40.33 | 40.33 | 340.43 | 325.95 |
| | 10月 | 1 | 23.20 | 16.83 | 16.83 | 340.12 | 325.41 |
| | | 2 | 16.52 | 16.07 | 16.07 | 340.24 | 325.39 |
| | | 3 | 14.89 | 16.07 | 16.07 | 340.18 | 325.40 |
| | | 4 | 13.82 | 16.12 | 16.12 | 340.24 | 325.41 |
| | | 5 | 14.72 | 16.34 | 16.34 | 339.99 | 325.36 |
| | | 6 | 12.58 | 16.18 | 16.18 | 339.94 | 325.38 |
| | | 7 | 13.03 | 16.12 | 16.12 | 339.77 | 325.37 |
| | | 8 | 14.55 | 13.52 | 13.52 | 339.72 | 325.34 |
| | | 9 | 9.77 | 13.57 | 13.57 | 339.67 | 325.37 |
| | | 10 | 12.64 | 13.52 | 13.52 | 339.51 | 325.34 |
| | | 11 | 23.66 | 13.57 | 13.57 | 339.47 | 325.33 |
| | | 12 | 18.76 | 13.46 | 13.46 | 339.61 | 325.34 |
| | | 13 | 20.62 | 13.46 | 13.46 | 339.70 | 325.36 |
| | | 14 | 25.57 | 13.52 | 13.52 | 339.90 | 325.34 |
| | | 15 | 41.81 | 13.46 | 13.46 | 340.37 | 325.33 |
| | | 16 | 38.85 | 26.27 | 26.27 | 340.98 | 325.55 |
| | | 17 | 32.87 | 47.33 | 47.33 | 340.65 | 326.00 |
| | | 18 | 21.74 | 49.02 | 49.02 | 340.20 | 326.01 |
| | | 19 | 20.90 | 41.80 | 41.80 | 339.60 | 325.95 |
| | | 20 | 27.59 | 20.84 | 20.84 | 339.55 | 325.49 |
| | | 21 | 27.14 | 17.42 | 17.42 | 339.67 | 325.44 |
| | 22 | 108.12 | 24.05 | 62.15 | 340.43 | 325.81 | |
| | 23 | 813.40 | 103.78 | 803.78 | 340.90 | 328.40 | |
| | 24 | 1486.00 | 95.32 | 1475.32 | 340.96 | 329.60 | |
| | 25 | 793.28 | 82.45 | 794.80 | 340.69 | 328.67 | |
| | 26 | 390.76 | 70.84 | 379.84 | 340.54 | 327.75 | |
| | 27 | 289.17 | 61.77 | 283.77 | 340.60 | 327.30 | |
| | 28 | 193.26 | 61.50 | 173.83 | 340.55 | 327.03 | |
| | 29 | 262.74 | 59.22 | 263.10 | 340.75 | 327.30 | |
| | 30 | 209.93 | 59.38 | 210.45 | 340.59 | 327.17 | |
| | 31 | 165.72 | 65.52 | 165.52 | 340.63 | 326.87 | |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|-----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | 11月 | 1 | 170.02 | 122.94 | 171.56 | 340.90 | 327.17 |
| | | 2 | 87.00 | 114.91 | 114.91 | 340.45 | 326.97 |
| | | 3 | 73.72 | 82.23 | 82.23 | 339.60 | 326.62 |
| | | 4 | 100.81 | 36.91 | 36.91 | 340.64 | 325.79 |
| | | 5 | 31.01 | 65.68 | 65.68 | 340.54 | 326.31 |
| | | 6 | 26.80 | 37.51 | 37.51 | 339.65 | 325.89 |
| | | 7 | 82.33 | 65.95 | 65.95 | 340.00 | 326.24 |
| | | 8 | 207.00 | 114.53 | 204.53 | 340.62 | 327.13 |
| | | 9 | 158.10 | 123.49 | 160.19 | 340.84 | 327.15 |
| | | 10 | 201.48 | 122.18 | 202.26 | 340.88 | 327.39 |
| | | 11 | 179.65 | 123.00 | 181.25 | 340.87 | 327.23 |
| | | 12 | 115.76 | 114.86 | 174.86 | 340.83 | 326.86 |
| | | 13 | 104.55 | 104.98 | 104.98 | 340.70 | 326.80 |
| | | 14 | 118.32 | 112.52 | 112.52 | 340.86 | 326.89 |
| | | 15 | 102.28 | 114.86 | 114.86 | 340.76 | 326.92 |
| | | 16 | 37.09 | 84.68 | 84.68 | 339.96 | 326.59 |
| | | 17 | 50.63 | 41.04 | 41.04 | 339.16 | 325.99 |
| | | 18 | 25.51 | 20.79 | 20.79 | 339.50 | 325.53 |
| | | 19 | 29.67 | 21.01 | 21.01 | 339.55 | 325.55 |
| | | 20 | 36.64 | 20.79 | 20.79 | 339.78 | 325.51 |
| | | 21 | 26.52 | 20.74 | 20.74 | 340.10 | 325.50 |
| | | 22 | 47.20 | 28.93 | 28.93 | 340.39 | 325.65 |
| | | 23 | 41.70 | 57.10 | 57.10 | 340.20 | 326.24 |
| | | 24 | 83.00 | 65.95 | 65.95 | 340.42 | 326.32 |
| | | 25 | 58.16 | 65.41 | 65.41 | 340.39 | 326.30 |
| | | 26 | 29.90 | 31.65 | 31.65 | 340.67 | 325.72 |
| | | 27 | 26.69 | 57.10 | 57.10 | 340.02 | 326.23 |
| | | 28 | 23.99 | 25.19 | 25.19 | 339.68 | 325.59 |
| | | 29 | 41.51 | 26.60 | 26.60 | 339.94 | 325.61 |
| | | 30 | 42.93 | 22.69 | 22.69 | 340.50 | 325.48 |
| | 12月 | 1 | 18.15 | 31.43 | 31.43 | 340.41 | 325.67 |
| | | 2 | 32.59 | 21.06 | 21.06 | 340.28 | 325.49 |
| | | 3 | 33.49 | 20.90 | 20.90 | 340.64 | 325.47 |
| | | 4 | 21.01 | 20.90 | 20.90 | 340.89 | 325.52 |
| | | 5 | 33.77 | 40.87 | 40.87 | 340.56 | 325.94 |
| | | 6 | 19.27 | 28.82 | 28.82 | 340.60 | 325.53 |
| | | 7 | 18.09 | 29.04 | 29.04 | 340.38 | 325.65 |
| | | 8 | 25.96 | 29.37 | 29.37 | 340.14 | 325.58 |
| | | 9 | 21.07 | 17.32 | 17.32 | 340.17 | 325.42 |
| | | 10 | 33.99 | 20.84 | 20.84 | 340.45 | 325.46 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|-------|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 11 | 14.32 | 20.90 | 20.90 | 340.47 | 325.49 |
| | | 12 | 28.77 | 28.88 | 28.88 | 340.37 | 325.57 |
| | | 13 | 37.76 | 28.99 | 28.99 | 340.47 | 325.65 |
| | | 14 | 40.40 | 24.97 | 24.97 | 340.71 | 325.54 |
| | | 15 | 15.79 | 28.71 | 28.71 | 340.79 | 325.59 |
| | | 16 | 50.74 | 40.82 | 40.82 | 340.41 | 325.96 |
| | | 17 | 31.07 | 24.70 | 24.70 | 340.88 | 325.56 |
| | | 18 | 17.24 | 40.76 | 40.76 | 340.53 | 325.91 |
| | | 19 | 13.54 | 24.59 | 24.59 | 340.27 | 325.54 |
| | | 20 | 16.01 | 20.68 | 20.68 | 339.88 | 325.49 |
| | | 21 | 8.59 | 17.48 | 17.48 | 339.82 | 325.44 |
| | | 22 | 12.02 | 18.94 | 18.94 | 339.48 | 325.48 |
| | | 23 | 9.60 | 13.84 | 13.84 | 339.38 | 325.33 |
| | | 24 | 11.68 | 11.89 | 11.89 | 339.17 | 325.26 |
| | | 25 | 22.53 | 12.59 | 12.59 | 339.19 | 325.33 |
| | | 26 | 11.46 | 8.74 | 8.74 | 339.26 | 325.25 |
| | | 27 | 15.23 | 8.74 | 8.74 | 339.46 | 325.26 |
| | | 28 | 3.76 | 8.52 | 8.52 | 339.53 | 325.21 |
| | | 29 | 13.14 | 9.01 | 9.01 | 339.38 | 325.22 |
| | | 30 | 16.97 | 5.59 | 5.59 | 339.51 | 325.21 |
| | | 31 | 9.50 | 5.43 | 5.43 | 339.78 | 325.18 |
| 2018年 | 1月 | 1 | 15.34 | 9.32 | 9.32 | 340.37 | 325.25 |
| | | 2 | 17.70 | 12.29 | 12.29 | 340.50 | 325.31 |
| | | 3 | 14.16 | 12.24 | 12.24 | 340.59 | 325.27 |
| | | 4 | 12.90 | 12.29 | 12.29 | 340.67 | 325.29 |
| | | 5 | 18.09 | 16.41 | 16.41 | 340.62 | 325.41 |
| | | 6 | 13.37 | 13.97 | 13.97 | 340.57 | 325.32 |
| | | 7 | 11.80 | 13.97 | 13.97 | 340.54 | 325.30 |
| | | 8 | 14.16 | 13.97 | 13.97 | 340.57 | 325.29 |
| | | 9 | 11.78 | 16.36 | 16.36 | 340.66 | 325.34 |
| | | 10 | 9.80 | 16.30 | 16.30 | 340.44 | 325.30 |
| | | 11 | 11.01 | 11.81 | 11.81 | 340.40 | 325.28 |
| | | 12 | 11.40 | 11.70 | 11.70 | 340.31 | 325.24 |
| | | 13 | 13.37 | 11.59 | 11.59 | 340.35 | 325.28 |
| | | 14 | 12.58 | 11.64 | 11.64 | 340.31 | 325.29 |
| | | 15 | 12.19 | 9.97 | 9.97 | 340.35 | 325.24 |
| | | 16 | 10.22 | 11.75 | 11.75 | 340.30 | 325.28 |
| | | 17 | 6.68 | 9.32 | 9.32 | 340.24 | 325.21 |
| | | 18 | 16.91 | 9.32 | 9.32 | 340.24 | 325.22 |
| | | 19 | 15.73 | 9.21 | 9.21 | 340.44 | 325.29 |
| | | 20 | 10.22 | 11.64 | 11.64 | 340.44 | 325.25 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|-------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 21 | 15.34 | 11.75 | 11.75 | 340.51 | 325.28 |
| | | 22 | 8.65 | 9.48 | 9.48 | 340.55 | 326.23 |
| | | 23 | 11.01 | 11.64 | 11.64 | 340.51 | 325.25 |
| | | 24 | 15.73 | 11.59 | 11.59 | 340.56 | 325.26 |
| | | 25 | 11.01 | 11.75 | 11.75 | 340.50 | 325.31 |
| | | 26 | 11.80 | 11.70 | 11.70 | 340.52 | 325.29 |
| | | 27 | 11.40 | 11.75 | 11.75 | 340.49 | 325.29 |
| | | 28 | 11.80 | 11.70 | 11.70 | 340.51 | 325.29 |
| | | 29 | 9.83 | 11.70 | 11.70 | 340.46 | 325.28 |
| | | 30 | 9.83 | 11.64 | 11.64 | 340.43 | 325.25 |
| | | 31 | 9.85 | 11.75 | 11.75 | 340.40 | 325.30 |
| | 2月 | 1 | 11.40 | 11.81 | 11.81 | 340.30 | 325.31 |
| | | 2 | 9.80 | 11.64 | 11.64 | 340.26 | 325.28 |
| | | 3 | 10.60 | 9.37 | 9.37 | 340.25 | 325.26 |
| | | 4 | 11.01 | 9.37 | 9.37 | 340.28 | 325.25 |
| | | 5 | 11.01 | 9.42 | 9.42 | 340.39 | 325.22 |
| | | 6 | 11.40 | 9.21 | 9.21 | 340.41 | 325.23 |
| | | 7 | 11.01 | 11.81 | 11.81 | 340.45 | 325.33 |
| | | 8 | 6.29 | 11.97 | 11.97 | 340.29 | 325.27 |
| | | 9 | 4.72 | 10.56 | 10.56 | 340.14 | 325.23 |
| | | 10 | 6.29 | 8.77 | 8.77 | 340.03 | 325.22 |
| | | 11 | 5.50 | 8.83 | 8.83 | 339.96 | 325.21 |
| | | 12 | 7.80 | 6.88 | 6.88 | 339.85 | 325.17 |
| | | 13 | 7.47 | 7.04 | 7.04 | 339.86 | 325.18 |
| | | 14 | 7.08 | 6.88 | 6.88 | 339.83 | 325.17 |
| | | 15 | 9.44 | 6.93 | 6.93 | 339.94 | 325.16 |
| | | 16 | 9.83 | 7.04 | 7.04 | 340.02 | 325.19 |
| | | 17 | 9.83 | 6.23 | 6.23 | 340.03 | 325.18 |
| | | 18 | 12.13 | 6.34 | 6.34 | 340.08 | 325.15 |
| | | 19 | 10.45 | 6.39 | 6.39 | 340.22 | 325.15 |
| | | 20 | 8.10 | 6.28 | 6.28 | 340.27 | 325.18 |
| 21 | 10.10 | 6.28 | 6.28 | 340.45 | 325.19 | | |
| 22 | 11.01 | 6.12 | 6.12 | 340.56 | 325.14 | | |
| 23 | 8.65 | 8.72 | 8.72 | 340.59 | 325.21 | | |
| 24 | 6.68 | 8.83 | 8.83 | 340.56 | 325.20 | | |
| 25 | 12.19 | 9.42 | 9.42 | 340.62 | 325.28 | | |
| 26 | 7.08 | 9.86 | 9.86 | 340.56 | 325.20 | | |
| 27 | 7.08 | 8.88 | 8.88 | 340.50 | 325.21 | | |
| 28 | 9.04 | 9.42 | 9.42 | 340.57 | 325.23 | | |
| 3月 | 1 | 9.04 | 9.26 | 9.26 | 340.54 | 325.21 | |
| | 2 | 13.76 | 9.53 | 9.53 | 340.58 | 325.22 | |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 3 | 16.52 | 34.39 | 34.39 | 340.55 | 325.78 |
| | | 4 | 20.37 | 30.11 | 30.11 | 340.09 | 325.70 |
| | | 5 | 22.60 | 29.52 | 29.52 | 339.91 | 325.67 |
| | | 6 | 22.64 | 45.55 | 45.55 | 339.43 | 326.11 |
| | | 7 | 52.15 | 45.93 | 45.93 | 339.47 | 326.01 |
| | | 8 | 35.64 | 66.51 | 66.51 | 338.75 | 326.52 |
| | | 9 | 40.88 | 41.43 | 41.43 | 338.67 | 326.14 |
| | | 10 | 32.04 | 22.75 | 85.26 | 338.00 | 326.30 |
| | | 11 | 38.80 | 0.00 | 105.00 | 336.50 | 326.26 |
| | | 12 | 47.71 | 0.00 | 58.00 | 335.54 | 325.85 |
| | | 13 | 38.68 | 0.00 | 72.00 | 335.00 | 325.97 |
| | | 14 | 51.66 | 0.00 | 78.00 | 333.58 | 326.00 |
| | | 15 | 50.52 | 0.00 | 55.00 | 333.21 | 325.60 |
| | | 16 | 43.00 | 0.00 | 56.00 | 333.06 | 325.68 |
| | | 17 | 70.56 | 0.00 | 45.29 | 333.09 | 325.75 |
| | | 18 | 70.15 | 0.00 | 69.00 | 333.12 | 325.74 |
| | | 19 | 98.61 | 0.00 | 96.00 | 333.42 | 326.08 |
| | | 20 | 85.63 | 0.00 | 90.00 | 333.25 | 326.11 |
| | | 21 | 73.27 | 0.00 | 50.00 | 333.99 | 325.27 |
| | | 22 | 58.21 | 0.00 | 0.00 | 335.54 | 325.00 |
| | | 23 | 51.39 | 0.00 | 96.00 | 336.62 | 325.49 |
| | | 24 | 24.54 | 0.00 | 100.00 | 335.36 | 326.13 |
| | | 25 | 62.62 | 0.00 | 95.25 | 333.68 | 326.08 |
| | | 26 | 75.36 | 0.00 | 74.40 | 333.10 | 325.71 |
| | | 27 | 40.89 | 0.00 | 43.40 | 333.12 | 325.64 |
| | | 28 | 45.19 | 0.00 | 46.50 | 333.15 | 325.59 |
| | | 29 | 50.13 | 0.00 | 44.50 | 333.14 | 325.50 |
| | | 30 | 39.92 | 0.00 | 49.06 | 333.14 | 325.54 |
| | | 31 | 33.04 | 0.00 | 43.75 | 333.16 | 325.48 |
| | 4月 | 1 | 75.20 | 0.00 | 60.00 | 333.15 | 325.82 |
| | | 2 | 106.53 | 0.00 | 124.00 | 333.26 | 326.17 |
| | | 3 | 122.27 | 0.00 | 127.00 | 333.11 | 326.10 |
| | | 4 | 72.18 | 0.00 | 63.10 | 333.12 | 326.10 |
| | | 5 | 761.96 | 0.00 | 780.00 | 333.70 | 327.29 |
| | | 6 | 855.58 | 0.00 | 870.00 | 333.20 | 327.83 |
| | | 7 | 300.00 | 0.00 | 310.00 | 333.16 | 326.66 |
| | | 8 | 204.01 | 0.00 | 204.00 | 333.16 | 326.54 |
| | | 9 | 162.88 | 0.00 | 162.00 | 333.10 | 326.30 |
| | | 10 | 120.41 | 0.00 | 111.20 | 333.21 | 326.02 |
| | | 11 | 144.75 | 0.00 | 114.00 | 333.27 | 326.07 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 12 | 120.73 | 0.00 | 128.33 | 333.22 | 326.08 |
| | | 13 | 294.59 | 0.00 | 284.00 | 333.26 | 326.60 |
| | | 14 | 528.00 | 0.00 | 538.00 | 333.18 | 327.28 |
| | | 15 | 425.89 | 0.00 | 413.00 | 333.20 | 327.04 |
| | | 16 | 306.92 | 0.00 | 297.80 | 333.15 | 326.71 |
| | | 17 | 207.38 | 0.00 | 200.00 | 333.33 | 326.33 |
| | | 18 | 187.55 | 0.00 | 187.50 | 333.43 | 326.36 |
| | | 19 | 123.00 | 0.00 | 110.00 | 333.18 | 326.15 |
| | | 20 | 122.57 | 0.00 | 114.00 | 333.21 | 326.10 |
| | | 21 | 252.16 | 0.00 | 245.00 | 333.35 | 326.63 |
| | | 22 | 225.29 | 0.00 | 220.00 | 333.18 | 326.52 |
| | | 23 | 180.68 | 0.00 | 190.80 | 333.18 | 326.37 |
| | | 24 | 125.03 | 0.00 | 65.30 | 333.48 | 325.55 |
| | | 25 | 101.70 | 0.00 | 0.00 | 335.85 | 325.25 |
| | | 26 | 98.73 | 0.00 | 0.00 | 338.39 | 325.05 |
| | | 27 | 84.13 | 52.10 | 52.10 | 340.26 | 326.04 |
| | | 28 | 71.87 | 81.40 | 81.40 | 340.35 | 326.46 |
| | | 29 | 70.35 | 81.94 | 81.94 | 340.13 | 326.48 |
| | | 30 | 52.99 | 80.70 | 80.70 | 339.55 | 326.47 |
| | 5月 | 1 | 52.43 | 65.21 | 65.21 | 339.07 | 326.32 |
| | | 2 | 52.20 | 41.27 | 41.27 | 339.06 | 325.94 |
| | | 3 | 35.93 | 64.61 | 64.61 | 338.86 | 326.30 |
| | | 4 | 39.51 | 41.00 | 41.00 | 338.52 | 325.97 |
| | | 5 | 35.74 | 40.78 | 40.78 | 338.48 | 325.92 |
| | | 6 | 42.20 | 0.27 | 0.27 | 338.93 | 325.04 |
| | | 7 | 45.41 | 23.67 | 23.67 | 339.83 | 325.45 |
| | | 8 | 44.75 | 41.49 | 41.49 | 340.07 | 325.84 |
| | | 9 | 44.00 | 41.27 | 41.27 | 340.16 | 325.84 |
| | | 10 | 58.80 | 81.02 | 81.02 | 339.93 | 326.43 |
| | | 11 | 83.69 | 49.72 | 49.72 | 340.13 | 326.06 |
| | | 12 | 90.27 | 102.04 | 102.04 | 340.69 | 326.52 |
| | | 13 | 70.97 | 93.75 | 93.75 | 340.00 | 326.60 |
| | | 14 | 69.16 | 50.04 | 50.04 | 340.05 | 326.03 |
| | | 15 | 61.88 | 81.08 | 81.08 | 340.08 | 326.40 |
| | | 16 | 44.90 | 41.32 | 41.32 | 339.90 | 325.87 |
| | | 17 | 42.60 | 64.77 | 64.77 | 339.66 | 326.25 |
| | | 18 | 44.84 | 64.56 | 64.56 | 339.17 | 326.27 |
| | | 19 | 33.58 | 41.05 | 41.05 | 338.84 | 325.97 |
| | | 20 | 21.18 | 40.73 | 40.73 | 338.44 | 325.97 |
| | | 21 | 169.18 | 60.66 | 92.41 | 339.08 | 326.28 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 22 | 596.30 | 113.30 | 621.75 | 340.62 | 327.85 |
| | | 23 | 353.87 | 119.42 | 317.42 | 340.65 | 327.31 |
| | | 24 | 149.89 | 122.62 | 164.92 | 340.77 | 326.93 |
| | | 25 | 101.74 | 120.56 | 120.56 | 340.45 | 326.93 |
| | | 26 | 198.32 | 118.34 | 188.34 | 340.68 | 327.06 |
| | | 27 | 249.50 | 121.59 | 259.24 | 340.79 | 327.28 |
| | | 28 | 192.98 | 123.16 | 213.82 | 340.85 | 327.07 |
| | | 29 | 146.02 | 122.13 | 159.63 | 340.88 | 326.95 |
| | | 30 | 93.01 | 100.57 | 100.57 | 340.56 | 326.66 |
| | | 31 | 85.02 | 83.57 | 83.57 | 340.68 | 326.43 |
| | 6月 | 1 | 71.64 | 96.67 | 96.67 | 340.39 | 326.61 |
| | | 2 | 68.73 | 74.79 | 74.79 | 339.88 | 326.42 |
| | | 3 | 62.15 | 56.98 | 56.98 | 339.92 | 326.14 |
| | | 4 | 53.89 | 57.63 | 57.63 | 340.02 | 326.14 |
| | | 5 | 42.76 | 47.23 | 47.23 | 339.85 | 326.01 |
| | | 6 | 45.18 | 40.51 | 40.51 | 339.87 | 325.85 |
| | | 7 | 34.16 | 40.46 | 40.46 | 339.80 | 325.85 |
| | | 8 | 109.36 | 71.81 | 71.81 | 339.98 | 326.41 |
| | | 9 | 169.40 | 122.72 | 198.32 | 340.86 | 326.97 |
| | | 10 | 91.37 | 107.88 | 107.88 | 340.55 | 326.76 |
| | | 11 | 52.60 | 80.86 | 80.86 | 340.03 | 326.44 |
| | | 12 | 36.80 | 41.38 | 41.38 | 339.62 | 325.89 |
| | | 13 | 36.52 | 41.00 | 41.00 | 339.53 | 325.87 |
| | | 14 | 41.54 | 40.46 | 40.46 | 339.53 | 325.87 |
| | | 15 | 39.48 | 40.24 | 40.24 | 339.46 | 325.87 |
| | | 16 | 37.16 | 43.76 | 43.76 | 339.46 | 325.90 |
| | | 17 | 46.16 | 71.65 | 71.65 | 338.92 | 326.39 |
| | | 18 | 4287.00 | 37.21 | 4319.21 | 340.06 | 330.86 |
| | | 19 | 1593.50 | 93.21 | 1537.21 | 340.65 | 329.16 |
| | | 20 | 405.70 | 117.74 | 457.69 | 340.71 | 327.70 |
| | 21 | 246.41 | 9.48 | 239.66 | 340.71 | 326.90 | |
| | 22 | 153.45 | 120.88 | 163.74 | 340.89 | 326.94 | |
| | 23 | 152.39 | 122.78 | 155.72 | 340.92 | 327.02 | |
| | 24 | 119.37 | 121.80 | 121.80 | 340.90 | 327.03 | |
| | 25 | 215.86 | 122.67 | 217.67 | 340.97 | 327.11 | |
| | 26 | 253.13 | 121.70 | 256.21 | 340.90 | 327.35 | |
| | 27 | 198.67 | 87.03 | 189.18 | 340.89 | 326.92 | |
| | 28 | 170.87 | 83.35 | 179.10 | 340.91 | 326.89 | |
| | 29 | 149.60 | 75.23 | 155.23 | 340.84 | 326.88 | |
| | 30 | 309.60 | 80.37 | 308.37 | 340.86 | 327.26 | |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | 7月 | 1 | 303.86 | 47.12 | 302.12 | 340.83 | 327.21 |
| | | 2 | 311.25 | 8.61 | 355.01 | 340.51 | 327.00 |
| | | 3 | 663.60 | 33.09 | 661.59 | 339.95 | 327.67 |
| | | 4 | 1783.00 | 28.54 | 1778.54 | 340.52 | 329.25 |
| | | 5 | 979.79 | 35.42 | 977.12 | 340.38 | 328.08 |
| | | 6 | 415.20 | 8.77 | 410.77 | 340.56 | 327.16 |
| | | 7 | 193.95 | 31.68 | 191.68 | 340.66 | 326.70 |
| | | 8 | 168.30 | 32.17 | 164.67 | 340.85 | 326.57 |
| | | 9 | 155.54 | 28.54 | 155.54 | 340.83 | 326.55 |
| | | 10 | 240.95 | 28.33 | 238.33 | 340.81 | 326.93 |
| | | 11 | 263.37 | 35.42 | 263.42 | 340.78 | 327.01 |
| | | 12 | 195.25 | 32.06 | 194.06 | 340.68 | 326.71 |
| | | 13 | 255.16 | 33.90 | 252.90 | 340.76 | 326.84 |
| | | 14 | 193.54 | 29.52 | 195.52 | 340.80 | 326.63 |
| | | 15 | 202.95 | 29.25 | 204.25 | 340.62 | 326.68 |
| | | 16 | 127.08 | 43.65 | 129.65 | 340.67 | 326.35 |
| | | 17 | 133.65 | 32.93 | 135.93 | 340.76 | 326.45 |
| | | 18 | 201.37 | 49.50 | 199.50 | 340.88 | 326.76 |
| | | 19 | 128.50 | 51.67 | 128.67 | 340.79 | 326.46 |
| | | 20 | 90.20 | 36.34 | 89.34 | 340.71 | 326.26 |
| | | 21 | 89.20 | 31.14 | 91.14 | 340.88 | 326.18 |
| | | 22 | 78.75 | 31.30 | 72.30 | 340.77 | 326.23 |
| | | 23 | 42.00 | 19.50 | 19.50 | 340.78 | 325.89 |
| | | 24 | 55.56 | 23.07 | 56.07 | 340.89 | 325.80 |
| | | 25 | 78.51 | 19.88 | 81.88 | 340.85 | 325.91 |
| | | 26 | 314.54 | 37.80 | 312.80 | 340.86 | 326.62 |
| | | 27 | 383.79 | 36.18 | 381.18 | 340.74 | 326.92 |
| | | 28 | 281.00 | 38.99 | 278.99 | 340.82 | 326.75 |
| | | 29 | 207.00 | 38.78 | 202.78 | 340.74 | 326.41 |
| | | 30 | 417.37 | 40.94 | 415.94 | 340.93 | 327.14 |
| | | 31 | 820.16 | 39.27 | 821.27 | 340.81 | 327.86 |
| | 8月 | 1 | 391.00 | 44.25 | 393.25 | 340.80 | 327.01 |
| | | 2 | 484.00 | 38.56 | 283.56 | 340.68 | 326.91 |
| | | 3 | 280.00 | 33.85 | 273.85 | 340.63 | 326.65 |
| | | 4 | 229.50 | 40.62 | 230.62 | 340.66 | 326.32 |
| | | 5 | 187.00 | 40.19 | 190.19 | 340.80 | 326.39 |
| | | 6 | 159.80 | 45.82 | 163.63 | 340.77 | 326.36 |
| | | 7 | 145.96 | 45.44 | 147.40 | 340.70 | 326.26 |
| | | 8 | 595.29 | 46.96 | 596.96 | 340.70 | 327.08 |
| | | 9 | 311.00 | 47.61 | 307.61 | 340.79 | 326.67 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 10 | 263.00 | 105.77 | 256.24 | 340.85 | 327.09 |
| | | 11 | 168.00 | 110.81 | 174.48 | 340.81 | 326.96 |
| | | 12 | 147.33 | 110.43 | 152.83 | 340.88 | 326.98 |
| | | 13 | 130.21 | 99.76 | 135.05 | 340.83 | 326.81 |
| | | 14 | 89.39 | 99.87 | 118.39 | 340.68 | 326.75 |
| | | 15 | 71.40 | 90.66 | 90.66 | 339.75 | 326.63 |
| | | 16 | 91.00 | 95.86 | 95.86 | 339.50 | 326.71 |
| | | 17 | 67.56 | 41.49 | 41.49 | 339.77 | 326.28 |
| | | 18 | 59.70 | 49.12 | 49.12 | 340.32 | 325.91 |
| | | 19 | 52.96 | 49.56 | 49.56 | 340.50 | 325.89 |
| | | 20 | 49.76 | 60.28 | 60.28 | 340.59 | 325.62 |
| | | 21 | 97.60 | 86.98 | 86.98 | 340.62 | 326.50 |
| | | 22 | 213.00 | 57.73 | 207.73 | 340.82 | 326.80 |
| | | 23 | 122.00 | 51.61 | 125.94 | 340.65 | 326.35 |
| | | 24 | 220.00 | 68.13 | 106.60 | 340.84 | 326.45 |
| | | 25 | 76.00 | 62.93 | 62.93 | 340.73 | 326.23 |
| | | 26 | 72.00 | 63.47 | 63.47 | 340.32 | 326.17 |
| | | 27 | 34.33 | 72.41 | 72.41 | 339.50 | 326.42 |
| | | 28 | 24.25 | 11.10 | 11.10 | 339.21 | 325.51 |
| | | 29 | 22.37 | 20.63 | 20.63 | 339.31 | 325.67 |
| | | 30 | 19.75 | 18.31 | 18.31 | 339.31 | 325.66 |
| | | 31 | 15.50 | 1.30 | 1.30 | 339.43 | 325.69 |
| | 9月 | 1 | 6.29 | 4.06 | 4.06 | 339.69 | 325.35 |
| | | 2 | 13.37 | 0.00 | 0.00 | 340.02 | 325.25 |
| | | 3 | 23.71 | 28.33 | 28.33 | 340.26 | 325.72 |
| | | 4 | 18.85 | 41.00 | 41.00 | 339.85 | 325.94 |
| | | 5 | 23.26 | 40.89 | 40.89 | 339.12 | 325.96 |
| | | 6 | 49.20 | 40.73 | 40.73 | 338.71 | 325.95 |
| | | 7 | 94.92 | 33.69 | 33.69 | 339.99 | 325.82 |
| | | 8 | 91.35 | 69.27 | 69.27 | 340.77 | 326.42 |
| | | 9 | 33.03 | 68.73 | 68.73 | 340.35 | 326.31 |
| | | 10 | 35.43 | 41.16 | 41.16 | 339.74 | 325.98 |
| | | 11 | 25.72 | 41.05 | 41.05 | 339.56 | 325.95 |
| | | 12 | 24.04 | 41.00 | 41.00 | 339.13 | 326.00 |
| | | 13 | 17.80 | 41.16 | 41.16 | 338.62 | 325.98 |
| | | 14 | 35.40 | 0.22 | 0.22 | 338.83 | 325.06 |
| | | 15 | 151.82 | 49.28 | 80.40 | 340.16 | 326.01 |
| | | 16 | 695.00 | 106.31 | 694.31 | 340.85 | 327.76 |
| | | 17 | 715.66 | 75.01 | 713.21 | 340.80 | 328.01 |
| | | 18 | 689.92 | 76.15 | 688.22 | 340.83 | 327.91 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|-------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 19 | 1781.92 | 109.40 | 1771.30 | 340.95 | 328.91 |
| | | 20 | 1015.37 | 112.43 | 1010.43 | 340.89 | 328.55 |
| | | 21 | 691.12 | 114.65 | 688.65 | 340.83 | 328.01 |
| | | 22 | 315.25 | 122.67 | 318.34 | 340.89 | 327.34 |
| | | 23 | 213.00 | 122.99 | 217.15 | 340.88 | 327.21 |
| | | 24 | 152.42 | 122.67 | 150.19 | 340.93 | 326.98 |
| | | 25 | 142.11 | 122.56 | 143.99 | 340.95 | 326.96 |
| | | 26 | 119.80 | 123.59 | 123.59 | 340.85 | 326.95 |
| | | 27 | 111.96 | 121.91 | 121.91 | 340.74 | 326.95 |
| | | 28 | 107.51 | 39.16 | 39.16 | 340.91 | 326.17 |
| | | 29 | 101.48 | 77.83 | 77.83 | 340.90 | 326.53 |
| | | 30 | 73.08 | 90.34 | 90.34 | 340.69 | 326.58 |
| | 10月 | 1 | 62.59 | 67.48 | 67.48 | 340.01 | 326.30 |
| | | 2 | 57.28 | 49.56 | 49.56 | 340.27 | 326.03 |
| | | 3 | 53.84 | 49.83 | 49.83 | 340.43 | 326.04 |
| | | 4 | 46.92 | 57.79 | 57.79 | 340.50 | 326.07 |
| | | 5 | 42.53 | 57.19 | 57.19 | 340.27 | 326.08 |
| | | 6 | 40.50 | 56.87 | 56.87 | 339.91 | 326.10 |
| | | 7 | 48.47 | 52.26 | 52.26 | 339.61 | 326.07 |
| | | 8 | 56.78 | 49.50 | 49.50 | 339.80 | 325.99 |
| | | 9 | 67.42 | 50.10 | 50.10 | 340.20 | 326.00 |
| | | 10 | 60.39 | 81.18 | 81.18 | 340.38 | 326.45 |
| | | 11 | 38.24 | 43.16 | 43.16 | 340.07 | 325.69 |
| | | 12 | 39.80 | 42.30 | 42.30 | 340.13 | 325.88 |
| | | 13 | 44.92 | 48.69 | 48.69 | 340.02 | 326.03 |
| | | 14 | 30.99 | 48.42 | 48.42 | 339.81 | 326.02 |
| | | 15 | 39.17 | 41.76 | 41.76 | 339.58 | 325.96 |
| | | 16 | 27.85 | 38.67 | 38.67 | 339.57 | 325.88 |
| 17 | 27.62 | 36.23 | 36.23 | 339.39 | 325.87 | | |
| 18 | 33.24 | 36.02 | 36.02 | 339.33 | 325.86 | | |
| 19 | 27.99 | 41.16 | 41.16 | 339.03 | 325.98 | | |
| 20 | 10.78 | 14.30 | 14.30 | 338.72 | 325.38 | | |
| 21 | 15.73 | 0.00 | 0.00 | 338.96 | 325.03 | | |
| 22 | 20.45 | 0.00 | 0.00 | 339.44 | 325.01 | | |
| 23 | 29.46 | 3.25 | 3.25 | 340.03 | 325.04 | | |
| 24 | 22.84 | 10.83 | 10.83 | 340.72 | 325.33 | | |
| 25 | 27.36 | 34.23 | 34.23 | 340.78 | 325.78 | | |
| 26 | 30.33 | 40.84 | 40.84 | 340.59 | 325.86 | | |
| 27 | 31.22 | 41.21 | 41.21 | 340.42 | 325.87 | | |
| 28 | 23.82 | 40.73 | 40.73 | 340.16 | 325.90 | | |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|-----|-----|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 29 | 9.76 | 40.29 | 40.29 | 339.60 | 325.96 |
| | | 30 | 2.80 | 20.96 | 20.96 | 339.04 | 326.00 |
| | | 31 | 22.42 | 0.70 | 0.70 | 338.89 | 325.03 |
| | 11月 | 1 | 16.35 | 0.00 | 0.00 | 339.44 | 325.00 |
| | | 2 | 18.87 | 0.00 | 0.00 | 339.84 | 325.00 |
| | | 3 | 26.26 | 25.51 | 25.51 | 340.19 | 325.55 |
| | | 4 | 15.61 | 37.04 | 37.04 | 339.97 | 325.72 |
| | | 5 | 18.12 | 46.20 | 46.20 | 339.17 | 325.99 |
| | | 6 | 30.86 | 41.16 | 41.16 | 338.64 | 325.93 |
| | | 7 | 21.16 | 8.45 | 8.45 | 338.63 | 325.26 |
| | | 8 | 15.27 | 0.00 | 0.00 | 339.17 | 325.03 |
| | | 9 | 5.81 | 8.29 | 8.29 | 339.39 | 325.18 |
| | | 10 | 21.81 | 10.45 | 10.45 | 339.53 | 325.29 |
| | | 11 | 32.45 | 10.13 | 10.13 | 340.14 | 325.29 |
| | | 12 | 19.17 | 23.78 | 23.78 | 340.34 | 325.56 |
| | | 13 | 16.41 | 24.80 | 24.80 | 340.08 | 325.72 |
| | | 14 | 17.11 | 23.99 | 23.99 | 339.94 | 325.64 |
| | | 15 | 27.64 | 6.23 | 6.23 | 340.13 | 325.16 |
| | | 16 | 33.96 | 40.67 | 40.67 | 340.24 | 325.88 |
| | | 17 | 54.48 | 48.85 | 48.85 | 340.37 | 325.97 |
| | | 18 | 63.49 | 81.94 | 81.94 | 340.10 | 326.49 |
| | | 19 | 69.57 | 58.22 | 58.22 | 340.00 | 326.20 |
| | | 20 | 60.76 | 69.81 | 69.81 | 340.39 | 326.29 |
| | | 21 | 43.01 | 69.27 | 69.27 | 339.81 | 326.36 |
| | | 22 | 28.55 | 40.73 | 40.73 | 339.41 | 325.92 |
| | | 23 | 19.79 | 25.83 | 25.83 | 339.42 | 325.64 |
| | | 24 | 30.36 | 8.18 | 8.18 | 339.56 | 325.20 |
| | | 25 | 28.43 | 8.18 | 8.18 | 340.13 | 325.20 |
| | | 26 | 25.88 | 21.66 | 21.66 | 340.61 | 325.40 |
| | | 27 | 22.08 | 47.23 | 47.23 | 340.18 | 326.01 |
| | | 28 | 19.57 | 40.67 | 40.67 | 339.65 | 325.95 |
| | | 29 | 29.11 | 17.55 | 17.55 | 339.63 | 325.38 |
| | | 30 | 28.30 | 8.88 | 8.88 | 340.10 | 325.20 |
| 12月 | 1 | 14.23 | 40.35 | 40.35 | 340.04 | 325.91 | |
| | 2 | 18.69 | 16.63 | 16.63 | 339.93 | 325.36 | |
| | 3 | 28.66 | 13.05 | 13.05 | 340.13 | 325.33 | |
| | 4 | 39.43 | 19.17 | 19.17 | 340.66 | 325.39 | |
| | 5 | 31.37 | 60.82 | 60.82 | 340.52 | 326.24 | |
| | 6 | 14.21 | 58.49 | 58.49 | 339.94 | 326.21 | |
| | 7 | 45.16 | 20.69 | 20.69 | 339.75 | 325.45 | |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) | | |
|----|-------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|--------|--------|
| | | 8 | 19.92 | 17.33 | 17.33 | 340.38 | 325.41 | | |
| | | 9 | 23.78 | 17.39 | 17.39 | 340.36 | 325.39 | | |
| | | 10 | 20.56 | 23.45 | 23.45 | 340.60 | 325.50 | | |
| | | 11 | 28.14 | 28.87 | 28.87 | 340.64 | 325.56 | | |
| | | 12 | 32.34 | 28.60 | 28.60 | 340.76 | 325.59 | | |
| | | 13 | 30.64 | 49.61 | 49.61 | 340.72 | 325.86 | | |
| | | 14 | 17.82 | 29.73 | 29.73 | 340.36 | 325.61 | | |
| | | 15 | 24.44 | 28.22 | 28.22 | 340.26 | 325.62 | | |
| | | 16 | 25.52 | 28.27 | 28.27 | 340.14 | 325.57 | | |
| | | 17 | 19.65 | 23.61 | 23.61 | 340.16 | 325.49 | | |
| | | 18 | 15.81 | 23.50 | 23.50 | 339.96 | 325.48 | | |
| | | 19 | 9.46 | 15.44 | 15.44 | 339.91 | 325.33 | | |
| | | 20 | 24.65 | 17.11 | 17.11 | 339.90 | 325.37 | | |
| | | 21 | 42.94 | 21.99 | 21.99 | 340.50 | 325.35 | | |
| | | 22 | 15.07 | 44.09 | 44.09 | 340.23 | 325.94 | | |
| | | 23 | 13.00 | 30.87 | 30.87 | 339.87 | 325.65 | | |
| | | 24 | 15.32 | 15.06 | 15.06 | 339.68 | 325.37 | | |
| | | 25 | 18.28 | 11.97 | 11.97 | 339.75 | 325.30 | | |
| | | 26 | 16.61 | 11.97 | 11.97 | 339.93 | 325.28 | | |
| | | 27 | 27.30 | 11.86 | 11.86 | 340.18 | 325.28 | | |
| | | 28 | 18.06 | 23.45 | 23.45 | 340.49 | 325.43 | | |
| | | 29 | 16.77 | 23.45 | 23.45 | 340.37 | 325.51 | | |
| | | 30 | 11.27 | 18.85 | 18.85 | 340.27 | 325.40 | | |
| | | 31 | 26.06 | 19.12 | 19.12 | 340.18 | 325.47 | | |
| | | 2019年 | 1月 | 1 | 16.30 | 23.17 | 23.17 | 340.22 | 325.40 |
| | | | | 2 | 29.87 | 20.20 | 20.20 | 340.42 | 325.06 |
| | | | | 3 | 21.64 | 20.20 | 20.20 | 340.62 | 325.34 |
| | | | | 4 | 12.87 | 28.74 | 28.74 | 340.65 | 325.47 |
| | | | | 5 | 22.26 | 28.94 | 28.94 | 340.45 | 325.50 |
| | | | | 6 | 18.38 | 29.40 | 29.40 | 340.37 | 325.55 |
| | | | | 7 | 18.17 | 23.17 | 23.17 | 340.28 | 326.57 |
| 8 | 10.62 | | | 17.22 | 17.22 | 340.27 | 325.28 | | |
| 9 | 10.62 | | | 20.26 | 20.26 | 340.28 | 325.28 | | |
| 10 | 9.30 | | | 22.98 | 22.98 | 340.13 | 325.43 | | |
| 11 | 8.52 | | | 22.98 | 22.98 | 339.87 | 325.41 | | |
| 12 | 9.07 | | | 14.63 | 14.63 | 339.60 | 325.33 | | |
| 13 | 12.35 | | | 14.63 | 14.63 | 339.55 | 325.29 | | |
| 14 | 16.76 | | | 0.00 | 0.00 | 339.65 | 325.03 | | |
| 15 | 22.03 | | | 0.00 | 0.00 | 340.14 | 325.03 | | |
| 16 | 5.42 | | | 14.17 | 14.17 | 340.48 | 325.20 | | |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 17 | 11.30 | 14.10 | 14.10 | 340.45 | 325.26 |
| | | 18 | 16.49 | 12.38 | 12.38 | 340.42 | 325.18 |
| | | 19 | 4.30 | 14.63 | 14.63 | 340.40 | 325.25 |
| | | 20 | 9.74 | 14.57 | 14.57 | 340.30 | 325.26 |
| | | 21 | 9.39 | 14.43 | 14.43 | 340.18 | 325.28 |
| | | 22 | 12.58 | 8.48 | 8.48 | 340.21 | 325.20 |
| | | 23 | 5.90 | 8.67 | 8.67 | 340.33 | 325.15 |
| | | 24 | 20.34 | 8.67 | 8.67 | 340.53 | 325.17 |
| | | 25 | 11.82 | 28.94 | 28.94 | 340.35 | 325.69 |
| | | 26 | 14.91 | 0.00 | 0.00 | 340.41 | 325.03 |
| | | 27 | 15.67 | 42.77 | 42.77 | 340.50 | 325.67 |
| | | 28 | 15.11 | 7.68 | 7.68 | 340.05 | 325.16 |
| | | 29 | 14.67 | 0.00 | 0.00 | 340.36 | 325.02 |
| | | 30 | 20.64 | 43.44 | 43.44 | 340.50 | 325.76 |
| | | 31 | 6.39 | 0.46 | 0.46 | 340.23 | 325.03 |
| | 2月 | 1 | 18.09 | 17.15 | 17.15 | 340.42 | 325.32 |
| | | 2 | 12.31 | 14.37 | 14.37 | 340.40 | 325.29 |
| | | 3 | 14.76 | 14.37 | 14.37 | 340.51 | 325.27 |
| | | 4 | 12.22 | 40.32 | 40.32 | 340.39 | 325.66 |
| | | 5 | 17.26 | 40.52 | 40.52 | 340.06 | 325.72 |
| | | 6 | 6.27 | 34.56 | 34.56 | 339.74 | 325.61 |
| | | 7 | 18.45 | 14.37 | 14.37 | 339.49 | 325.29 |
| | | 8 | 12.84 | 14.43 | 14.43 | 339.57 | 325.28 |
| | | 9 | 12.44 | 11.52 | 11.52 | 339.67 | 325.28 |
| | | 10 | 24.00 | 11.52 | 11.52 | 339.82 | 325.28 |
| | | 11 | 17.34 | 11.65 | 11.65 | 339.93 | 325.20 |
| | | 12 | 16.61 | 0.00 | 0.00 | 340.15 | 325.03 |
| | | 13 | 18.39 | 11.59 | 11.59 | 340.55 | 325.28 |
| | | 14 | 25.40 | 23.84 | 23.84 | 340.70 | 325.40 |
| | | 15 | 19.61 | 51.98 | 51.98 | 340.35 | 325.92 |
| | | 16 | 7.94 | 11.45 | 11.45 | 340.19 | 325.28 |
| | | 17 | 2.89 | 11.45 | 11.45 | 340.05 | 325.19 |
| | | 18 | 23.21 | 11.52 | 11.52 | 340.14 | 325.07 |
| | | 19 | 5.51 | 11.79 | 11.79 | 340.43 | 325.22 |
| | | 20 | 2.36 | 20.59 | 20.59 | 340.23 | 325.31 |
| | | 21 | 25.74 | 12.18 | 12.18 | 340.14 | 325.26 |
| | | 22 | 31.65 | 31.05 | 31.05 | 340.48 | 325.48 |
| | | 23 | 12.93 | 11.45 | 11.45 | 340.43 | 325.21 |
| | | 24 | 9.72 | 11.59 | 11.59 | 340.50 | 325.23 |
| | | 25 | 20.93 | 20.53 | 20.53 | 340.61 | 325.31 |
| | | 26 | 28.50 | 23.97 | 23.97 | 340.63 | 325.41 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 27 | 5.31 | 14.43 | 14.43 | 340.69 | 325.28 |
| | | 28 | 4.37 | 14.37 | 14.37 | 340.54 | 325.25 |
| | 3月 | 1 | 9.83 | 11.65 | 11.65 | 340.31 | 325.21 |
| | | 2 | 14.94 | 11.45 | 11.45 | 340.49 | 325.24 |
| | | 3 | 19.05 | 41.85 | 41.85 | 340.60 | 325.61 |
| | | 4 | 18.51 | 32.71 | 32.71 | 340.21 | 325.58 |
| | | 5 | 7.90 | 11.79 | 11.79 | 340.14 | 325.17 |
| | | 6 | 15.18 | 39.26 | 39.26 | 339.98 | 325.67 |
| | | 7 | 29.89 | 0.00 | 0.00 | 339.89 | 325.02 |
| | | 8 | 22.02 | 14.57 | 14.57 | 340.54 | 325.24 |
| | | 9 | 18.10 | 17.55 | 17.55 | 340.74 | 325.31 |
| | | 10 | 16.92 | 17.55 | 17.55 | 340.80 | 325.31 |
| | | 11 | 16.01 | 29.40 | 29.40 | 340.74 | 325.48 |
| | | 12 | 23.85 | 20.53 | 20.53 | 340.70 | 325.35 |
| | | 13 | 43.24 | 51.51 | 51.51 | 340.82 | 325.76 |
| | | 14 | 34.51 | 62.90 | 62.90 | 340.39 | 326.04 |
| | | 15 | 9.26 | 28.94 | 28.94 | 340.24 | 325.53 |
| | | 16 | 23.87 | 14.37 | 14.37 | 339.97 | 325.28 |
| | | 17 | 43.71 | 25.62 | 25.62 | 340.49 | 325.37 |
| | | 18 | 24.57 | 62.51 | 62.51 | 340.23 | 326.00 |
| | | 19 | 14.89 | 11.59 | 11.59 | 340.24 | 325.17 |
| | | 20 | 31.85 | 23.11 | 23.11 | 340.49 | 325.39 |
| | | 21 | 27.09 | 23.64 | 23.64 | 340.76 | 325.43 |
| | | 22 | 53.50 | 70.25 | 70.25 | 340.78 | 326.03 |
| | | 23 | 21.43 | 70.38 | 70.38 | 340.38 | 326.03 |
| | | 24 | 14.84 | 5.10 | 5.10 | 340.02 | 325.36 |
| | | 25 | 18.09 | 16.82 | 16.82 | 340.39 | 325.25 |
| | | 26 | 12.58 | 23.04 | 23.04 | 340.38 | 325.33 |
| | | 27 | 24.48 | 23.24 | 23.24 | 340.28 | 325.47 |
| | | 28 | 6.67 | 23.31 | 23.31 | 340.21 | 325.45 |
| | | 29 | 23.34 | 17.48 | 17.48 | 340.04 | 325.27 |
| | | 30 | 32.69 | 17.48 | 17.48 | 340.21 | 325.26 |
| | | 31 | 8.33 | 17.35 | 17.35 | 340.26 | 325.27 |
| | 4月 | 1 | 11.31 | 14.83 | 14.83 | 340.16 | 325.23 |
| | | 2 | 25.96 | 12.05 | 12.05 | 340.26 | 325.27 |
| | | 3 | 23.60 | 23.44 | 23.44 | 340.54 | 325.34 |
| | | 4 | 5.31 | 17.48 | 17.48 | 340.54 | 325.32 |
| | | 5 | 4.03 | 23.24 | 23.24 | 340.28 | 325.35 |
| | | 6 | 15.79 | 17.22 | 17.22 | 339.92 | 325.27 |
| | | 7 | 24.46 | 23.11 | 23.11 | 340.03 | 325.35 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 8 | 17.31 | 23.24 | 23.24 | 340.06 | 325.39 |
| | | 9 | 17.30 | 14.50 | 14.50 | 340.03 | 325.30 |
| | | 10 | 31.37 | 14.77 | 14.77 | 340.27 | 325.31 |
| | | 11 | 12.68 | 20.26 | 20.26 | 340.60 | 325.25 |
| | | 12 | 0.82 | 20.26 | 20.26 | 340.40 | 325.30 |
| | | 13 | 2.81 | 20.20 | 20.20 | 340.02 | 325.33 |
| | | 14 | 13.66 | 20.53 | 20.53 | 339.81 | 325.34 |
| | | 15 | 13.76 | 20.33 | 20.33 | 339.68 | 325.38 |
| | | 16 | 3.11 | 34.76 | 34.76 | 339.44 | 325.63 |
| | | 17 | 3.05 | 0.00 | 0.00 | 338.93 | 325.03 |
| | | 18 | 17.20 | 11.65 | 11.65 | 339.11 | 325.23 |
| | | 19 | 12.06 | 19.93 | 19.93 | 339.15 | 325.32 |
| | | 20 | 381.00 | 53.37 | 109.87 | 339.55 | 326.06 |
| | | 21 | 549.54 | 139.97 | 574.07 | 340.78 | 327.68 |
| | | 22 | 125.36 | 149.31 | 150.40 | 340.88 | 326.96 |
| | | 23 | 94.68 | 143.42 | 143.42 | 340.55 | 326.93 |
| | | 24 | 63.33 | 104.09 | 104.09 | 340.09 | 326.57 |
| | | 25 | 48.10 | 99.92 | 99.92 | 339.38 | 326.55 |
| | | 26 | 61.69 | 64.56 | 64.56 | 339.09 | 326.15 |
| | | 27 | 41.69 | 35.29 | 35.29 | 339.47 | 325.47 |
| | | 28 | 37.95 | 50.39 | 50.39 | 339.54 | 325.92 |
| | | 29 | 28.19 | 53.10 | 53.10 | 339.46 | 325.95 |
| | | 30 | 35.66 | 30.13 | 30.13 | 339.64 | 325.52 |
| | 5月 | 1 | 34.30 | 23.84 | 23.84 | 339.92 | 325.43 |
| | | 2 | 29.10 | 23.37 | 23.37 | 340.28 | 325.43 |
| | | 3 | 29.10 | 23.31 | 23.31 | 340.47 | 325.35 |
| | | 4 | 23.64 | 23.51 | 23.51 | 340.83 | 325.35 |
| | | 5 | 25.69 | 69.92 | 69.92 | 340.45 | 326.09 |
| | | 6 | 29.56 | 70.12 | 70.12 | 339.61 | 326.12 |
| | | 7 | 118.87 | 95.61 | 95.61 | 339.75 | 326.42 |
| | | 8 | 275.00 | 147.19 | 299.19 | 340.87 | 327.32 |
| | | 9 | 138.08 | 150.17 | 164.80 | 340.87 | 327.03 |
| | | 10 | 87.07 | 140.24 | 140.24 | 340.24 | 326.94 |
| | | 11 | 80.57 | 100.91 | 100.91 | 339.94 | 326.51 |
| | | 12 | 53.43 | 99.92 | 99.92 | 339.57 | 326.52 |
| | | 13 | 35.63 | 74.62 | 74.62 | 338.84 | 326.31 |
| | | 14 | 60.31 | 61.98 | 61.98 | 339.06 | 326.10 |
| | | 15 | 65.91 | 50.92 | 50.92 | 339.63 | 325.97 |
| | | 16 | 52.66 | 69.92 | 69.92 | 339.94 | 326.21 |
| | | 17 | 58.41 | 97.93 | 97.93 | 339.50 | 326.53 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 18 | 99.15 | 95.15 | 95.15 | 339.49 | 326.52 |
| | | 19 | 168.79 | 147.39 | 150.51 | 340.60 | 326.96 |
| | | 20 | 107.93 | 149.38 | 149.38 | 340.72 | 326.97 |
| | | 21 | 86.43 | 138.72 | 138.72 | 340.26 | 326.88 |
| | | 22 | 56.81 | 99.85 | 99.85 | 339.53 | 326.56 |
| | | 23 | 42.79 | 61.38 | 61.38 | 339.11 | 326.12 |
| | | 24 | 35.07 | 51.51 | 51.51 | 338.89 | 326.04 |
| | | 25 | 42.10 | 12.32 | 12.32 | 339.15 | 325.64 |
| | | 26 | 38.26 | 28.21 | 28.21 | 339.74 | 325.66 |
| | | 27 | 23.82 | 35.95 | 35.95 | 339.99 | 325.75 |
| | | 28 | 48.51 | 56.35 | 56.35 | 339.73 | 326.00 |
| | | 29 | 34.57 | 38.93 | 38.93 | 339.94 | 325.85 |
| | | 30 | 35.71 | 38.87 | 38.87 | 339.98 | 325.82 |
| | | 31 | 23.19 | 42.38 | 42.38 | 339.98 | 325.85 |
| | 6月 | 1 | 12.19 | 40.39 | 40.39 | 339.67 | 325.89 |
| | | 2 | 11.68 | 40.92 | 40.92 | 339.14 | 325.92 |
| | | 3 | 18.27 | 9.53 | 9.53 | 338.88 | 325.41 |
| | | 4 | 16.82 | 8.48 | 8.48 | 339.27 | 325.37 |
| | | 5 | 16.98 | 35.03 | 35.03 | 339.25 | 325.71 |
| | | 6 | 37.61 | 2.12 | 2.12 | 339.36 | 325.30 |
| | | 7 | 29.89 | 26.62 | 26.62 | 340.14 | 325.52 |
| | | 8 | 49.73 | 45.89 | 45.89 | 340.52 | 325.76 |
| | | 9 | 41.20 | 45.55 | 45.55 | 340.47 | 325.88 |
| | | 10 | 21.44 | 50.06 | 50.06 | 340.60 | 325.90 |
| | | 11 | 18.96 | 49.86 | 49.86 | 340.05 | 325.95 |
| | | 12 | 178.36 | 116.47 | 124.91 | 340.74 | 326.25 |
| | | 13 | 79.47 | 146.73 | 146.73 | 340.67 | 326.95 |
| | | 14 | 79.99 | 101.04 | 101.04 | 340.28 | 326.53 |
| | | 15 | 46.07 | 100.31 | 100.31 | 339.80 | 326.50 |
| | | 16 | 57.44 | 86.41 | 86.41 | 338.95 | 326.46 |
| | | 17 | 54.01 | 32.97 | 32.97 | 339.30 | 325.77 |
| | | 18 | 72.80 | 65.09 | 65.09 | 339.80 | 326.13 |
| | | 19 | 66.29 | 100.45 | 100.45 | 340.02 | 326.53 |
| | | 20 | 2151.71 | 56.81 | 56.81 | 340.18 | 329.59 |
| | | 21 | 766.00 | 83.16 | 773.70 | 340.74 | 328.73 |
| | | 22 | 358.00 | 131.76 | 385.76 | 340.04 | 327.64 |
| | | 23 | 202.71 | 133.02 | 260.02 | 339.72 | 327.28 |
| | | 24 | 169.57 | 36.55 | 188.55 | 338.11 | 326.40 |
| | | 25 | 125.34 | 47.08 | 47.08 | 338.78 | 325.70 |
| | | 26 | 119.91 | 120.11 | 120.11 | 339.85 | 326.71 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|--------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 27 | 375.00 | 129.25 | 173.30 | 339.99 | 327.17 |
| | | 28 | 1564.00 | 97.20 | 1555.50 | 340.43 | 330.13 |
| | | 29 | 600.40 | 132.49 | 656.69 | 340.74 | 328.02 |
| | | 30 | 292.30 | 138.05 | 315.95 | 340.76 | 327.23 |
| | 7月 | 1 | 185.17 | 147.92 | 211.69 | 340.69 | 327.02 |
| | | 2 | 135.41 | 148.65 | 159.01 | 340.64 | 326.97 |
| | | 3 | 114.70 | 141.03 | 141.03 | 340.61 | 326.80 |
| | | 4 | 91.31 | 139.91 | 139.91 | 340.38 | 326.80 |
| | | 5 | 76.16 | 120.44 | 120.44 | 339.80 | 326.67 |
| | | 6 | 76.64 | 66.74 | 66.74 | 339.85 | 326.05 |
| | | 7 | 74.30 | 66.28 | 66.28 | 340.35 | 325.99 |
| | | 8 | 97.62 | 112.50 | 112.50 | 340.81 | 326.47 |
| | | 9 | 86.09 | 139.97 | 139.97 | 340.45 | 326.80 |
| | | 10 | 89.32 | 81.97 | 81.97 | 340.29 | 326.23 |
| | | 11 | 112.55 | 81.05 | 105.33 | 340.83 | 326.37 |
| | | 12 | 117.86 | 67.41 | 124.56 | 340.76 | 326.32 |
| | | 13 | 103.91 | 52.51 | 92.56 | 340.68 | 326.23 |
| | | 14 | 70.05 | 78.60 | 78.60 | 340.65 | 326.18 |
| | | 15 | 76.70 | 80.25 | 80.25 | 340.80 | 326.36 |
| | | 16 | 440.03 | 80.52 | 230.52 | 340.61 | 326.81 |
| | | 17 | 6030.00 | 11.85 | 5948.48 | 339.48 | 333.10 |
| | | 18 | 4349.47 | 0.00 | 4701.69 | 339.44 | 331.69 |
| | | 19 | 1375.28 | 77.73 | 1266.81 | 340.29 | 328.63 |
| | | 20 | 618.97 | 127.86 | 607.90 | 340.77 | 328.00 |
| | | 21 | 582.00 | 111.37 | 597.37 | 340.84 | 327.92 |
| | | 22 | 566.50 | 109.25 | 599.50 | 340.45 | 328.04 |
| | | 23 | 599.03 | 93.29 | 601.89 | 340.48 | 328.23 |
| | | 24 | 290.66 | 102.37 | 299.74 | 340.49 | 327.43 |
| | | 25 | 199.15 | 139.31 | 185.03 | 340.49 | 327.37 |
| | | 26 | 139.57 | 139.05 | 141.45 | 340.49 | 327.20 |
| | | 27 | 104.40 | 100.84 | 111.95 | 340.48 | 326.91 |
| | 28 | 107.40 | 119.71 | 121.49 | 340.49 | 326.88 | |
| 29 | 115.02 | 141.03 | 141.57 | 340.49 | 326.97 | | |
| 30 | 450.96 | 104.22 | 382.90 | 340.47 | 328.14 | | |
| 31 | 284.20 | 61.98 | 252.86 | 340.46 | 327.66 | | |
| 8月 | 1 | 108.09 | 91.84 | 109.54 | 340.47 | 327.10 | |
| | 2 | 118.54 | 86.81 | 99.00 | 340.48 | 327.23 | |
| | 3 | 370.00 | 77.54 | 341.12 | 340.49 | 327.41 | |
| | 4 | 332.30 | 78.20 | 387.63 | 340.49 | 328.10 | |
| | 5 | 220.00 | 77.93 | 233.19 | 340.49 | 327.48 | |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 6 | 311.00 | 65.15 | 325.15 | 340.48 | 327.98 |
| | | 7 | 559.93 | 65.55 | 571.66 | 340.44 | 328.75 |
| | | 8 | 143.88 | 78.99 | 153.91 | 340.48 | 327.52 |
| | | 9 | 283.00 | 70.19 | 289.75 | 340.49 | 327.60 |
| | | 10 | 180.71 | 67.14 | 199.94 | 340.44 | 327.30 |
| | | 11 | 160.32 | 66.94 | 167.05 | 340.47 | 327.17 |
| | | 12 | 103.76 | 99.52 | 108.76 | 340.49 | 326.98 |
| | | 13 | 81.40 | 88.00 | 93.09 | 340.48 | 326.91 |
| | | 14 | 97.48 | 113.22 | 114.67 | 340.49 | 326.83 |
| | | 15 | 69.98 | 73.63 | 74.45 | 340.49 | 326.52 |
| | | 16 | 74.60 | 87.93 | 88.76 | 340.49 | 326.59 |
| | | 17 | 81.69 | 98.66 | 99.88 | 340.47 | 326.73 |
| | | 18 | 72.90 | 94.95 | 94.95 | 340.38 | 326.60 |
| | | 19 | 50.80 | 24.37 | 37.52 | 340.50 | 326.25 |
| | | 20 | 62.85 | 85.35 | 85.35 | 340.49 | 326.35 |
| | | 21 | 37.89 | 31.19 | 31.19 | 340.35 | 325.92 |
| | | 22 | 18.48 | 25.82 | 25.82 | 340.50 | 325.81 |
| | | 23 | 56.20 | 99.19 | 99.19 | 340.22 | 326.62 |
| | | 24 | 22.81 | 36.22 | 36.22 | 339.65 | 325.98 |
| | | 25 | 20.22 | 35.09 | 35.09 | 339.48 | 325.98 |
| | | 26 | 35.45 | 39.99 | 39.99 | 339.35 | 326.03 |
| | | 27 | 21.63 | 0.40 | 0.40 | 339.74 | 325.06 |
| | | 28 | 40.81 | 29.20 | 29.20 | 340.42 | 325.64 |
| | | 29 | 56.68 | 70.19 | 70.19 | 340.50 | 326.42 |
| | | 30 | 47.86 | 90.05 | 90.05 | 340.15 | 326.57 |
| | | 31 | 33.15 | 50.65 | 50.65 | 339.73 | 326.16 |
| | 9月 | 1 | 24.28 | 50.39 | 50.39 | 339.54 | 326.14 |
| | | 2 | 17.42 | 50.12 | 50.12 | 339.00 | 326.17 |
| | | 3 | 21.74 | 27.54 | 27.54 | 338.76 | 325.90 |
| | | 4 | 13.49 | 0.26 | 0.26 | 338.84 | 325.06 |
| | | 5 | 22.81 | 0.00 | 0.00 | 339.24 | 325.03 |
| | | 6 | 29.78 | 49.59 | 49.59 | 339.40 | 326.16 |
| | | 7 | 49.39 | 50.32 | 50.32 | 339.29 | 326.21 |
| | | 8 | 166.81 | 50.26 | 134.02 | 340.19 | 327.00 |
| | | 9 | 148.37 | 129.71 | 158.14 | 340.40 | 327.31 |
| | | 10 | 1360.66 | 82.04 | 1425.89 | 340.33 | 329.48 |
| | | 11 | 580.69 | 95.02 | 616.12 | 340.38 | 328.45 |
| | | 12 | 382.34 | 119.25 | 396.99 | 340.50 | 327.82 |
| | | 13 | 239.48 | 107.73 | 253.17 | 340.49 | 327.25 |
| | | 14 | 1472.51 | 79.85 | 1452.24 | 340.36 | 328.85 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|-----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 15 | 2765.50 | 39.40 | 2825.96 | 340.02 | 330.44 |
| | | 16 | 1548.26 | 60.85 | 1524.85 | 339.93 | 329.31 |
| | | 17 | 772.36 | 116.60 | 790.98 | 340.39 | 328.75 |
| | | 18 | 860.19 | 120.31 | 923.37 | 340.33 | 328.29 |
| | | 19 | 473.09 | 101.70 | 488.20 | 340.47 | 327.78 |
| | | 20 | 402.61 | 93.96 | 417.39 | 340.50 | 327.68 |
| | | 21 | 275.18 | 85.55 | 237.07 | 340.50 | 327.39 |
| | | 22 | 179.24 | 85.68 | 143.00 | 340.49 | 327.02 |
| | | 23 | 140.46 | 85.88 | 147.07 | 340.50 | 326.78 |
| | | 24 | 150.23 | 88.73 | 154.68 | 340.50 | 326.79 |
| | | 25 | 123.63 | 89.12 | 142.57 | 340.50 | 326.78 |
| | | 26 | 87.25 | 44.96 | 97.64 | 340.50 | 326.45 |
| | | 27 | 99.28 | 34.17 | 34.17 | 340.49 | 326.41 |
| | | 28 | 70.79 | 88.99 | 88.99 | 340.49 | 326.40 |
| | | 29 | 71.94 | 62.84 | 62.84 | 340.50 | 326.34 |
| | | 30 | 83.19 | 80.05 | 80.05 | 340.47 | 326.45 |
| | 10月 | 1 | 65.58 | 80.71 | 80.71 | 340.50 | 326.35 |
| | | 2 | 60.56 | 80.91 | 80.91 | 340.49 | 326.36 |
| | | 3 | 313.76 | 80.71 | 170.56 | 340.37 | 327.13 |
| | | 4 | 850.67 | 80.58 | 893.62 | 339.74 | 328.82 |
| | | 5 | 472.22 | 77.80 | 439.60 | 340.04 | 327.76 |
| | | 6 | 571.51 | 70.98 | 589.68 | 340.39 | 327.94 |
| | | 7 | 1072.18 | 70.85 | 1018.69 | 339.95 | 328.82 |
| | | 8 | 730.00 | 69.19 | 677.27 | 339.80 | 328.30 |
| | | 9 | 1094.00 | 65.82 | 1037.24 | 340.33 | 328.50 |
| | | 10 | 1097.20 | 67.34 | 1069.71 | 339.82 | 328.50 |
| | | 11 | 564.47 | 50.92 | 481.36 | 340.00 | 327.32 |
| | | 12 | 365.51 | 86.54 | 415.15 | 340.41 | 327.54 |
| | | 13 | 245.12 | 81.11 | 200.44 | 340.30 | 327.15 |
| | | 14 | 178.30 | 91.18 | 134.04 | 340.47 | 326.95 |
| | | 15 | 515.00 | 84.62 | 488.49 | 340.48 | 327.91 |
| | | 16 | 908.00 | 98.33 | 893.95 | 340.27 | 328.92 |
| | | 17 | 391.43 | 123.82 | 403.82 | 340.42 | 327.85 |
| | | 18 | 229.23 | 123.36 | 248.16 | 340.50 | 327.30 |
| | | 19 | 171.00 | 124.75 | 177.05 | 340.50 | 327.19 |
| | | 20 | 160.13 | 123.69 | 143.69 | 340.50 | 327.00 |
| | | 21 | 108.40 | 132.43 | 132.43 | 340.50 | 326.92 |
| | | 22 | 117.00 | 135.21 | 137.41 | 340.47 | 326.96 |
| | | 23 | 102.14 | 127.99 | 127.99 | 340.35 | 326.82 |
| | | 24 | 96.12 | 116.34 | 116.34 | 340.34 | 326.72 |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|-----|-------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 25 | 116.63 | 122.89 | 122.89 | 340.41 | 326.72 |
| | | 26 | 172.04 | 75.75 | 180.66 | 340.50 | 327.42 |
| | | 27 | 146.30 | 62.97 | 92.22 | 340.50 | 326.75 |
| | | 28 | 130.40 | 63.70 | 76.32 | 340.50 | 326.58 |
| | | 29 | 120.65 | 146.20 | 146.20 | 340.50 | 327.01 |
| | | 30 | 99.74 | 128.98 | 128.98 | 340.40 | 326.84 |
| | | 31 | 82.14 | 101.77 | 101.77 | 340.46 | 326.56 |
| | 11月 | 1 | 70.41 | 94.75 | 94.75 | 340.41 | 326.50 |
| | | 2 | 66.40 | 80.98 | 80.98 | 340.49 | 326.41 |
| | | 3 | 55.90 | 71.58 | 71.58 | 340.50 | 326.28 |
| | | 4 | 70.88 | 100.51 | 100.51 | 340.39 | 326.50 |
| | | 5 | 51.28 | 99.78 | 99.78 | 339.81 | 326.57 |
| | | 6 | 46.93 | 61.38 | 61.38 | 339.32 | 326.18 |
| | | 7 | 59.75 | 50.92 | 50.92 | 339.55 | 326.04 |
| | | 8 | 56.58 | 50.59 | 50.59 | 340.05 | 326.01 |
| | | 9 | 55.69 | 60.85 | 60.85 | 340.30 | 326.10 |
| | | 10 | 42.38 | 50.72 | 50.72 | 340.50 | 325.98 |
| | | 11 | 66.44 | 99.85 | 99.85 | 340.33 | 326.51 |
| | | 12 | 24.44 | 66.81 | 66.81 | 339.56 | 326.23 |
| | | 13 | 8.43 | 48.34 | 48.34 | 338.94 | 326.06 |
| | | 14 | 14.94 | 0.00 | 0.00 | 338.83 | 325.03 |
| | | 15 | 38.55 | 0.00 | 0.00 | 339.36 | 325.03 |
| | | 16 | 38.17 | 46.02 | 46.02 | 339.90 | 325.80 |
| | | 17 | 34.64 | 30.79 | 30.79 | 339.80 | 325.65 |
| | | 18 | 24.05 | 25.96 | 25.96 | 339.92 | 325.52 |
| | | 19 | 42.65 | 23.97 | 23.97 | 340.18 | 325.56 |
| | | 20 | 36.30 | 36.35 | 36.35 | 340.50 | 326.48 |
| | | 21 | 45.50 | 60.12 | 60.12 | 340.48 | 326.87 |
| | | 22 | 12.76 | 60.06 | 60.06 | 339.80 | 326.84 |
| | | 23 | 16.00 | 23.24 | 23.24 | 339.44 | 325.30 |
| | | 24 | 15.39 | 25.36 | 25.36 | 339.28 | 325.30 |
| | | 25 | 18.48 | 25.09 | 25.09 | 339.13 | 325.31 |
| | | 26 | 32.11 | 23.77 | 23.77 | 339.15 | 325.02 |
| 27 | 35.00 | 23.64 | 23.64 | 339.54 | 325.02 | | |
| 28 | 42.48 | 23.31 | 23.31 | 339.97 | 325.52 | | |
| 29 | 23.09 | 27.48 | 27.48 | 340.44 | 325.58 | | |
| 30 | 45.16 | 60.19 | 60.19 | 340.50 | 326.10 | | |
| 12月 | 1 | 26.72 | 49.46 | 49.46 | 340.34 | 325.95 | |
| | 2 | 22.41 | 50.26 | 50.26 | 339.97 | 326.06 | |
| | 3 | 28.09 | 49.92 | 49.92 | 339.52 | 326.09 | |

| 年份 | 月份 | 日期 | 坝址天然 来水流量 (m ³ /s) | 发电兼顾 生态流量 (m ³ /s) | 出库流量 (m ³ /s) | 坝上水位 (m) | 坝下水位 (m) |
|----|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | 4 | 37.39 | 48.34 | 48.34 | 339.44 | 326.05 |
| | | 5 | 35.37 | 50.12 | 50.12 | 339.30 | 326.11 |
| | | 6 | 36.75 | 17.41 | 17.41 | 339.34 | 325.44 |
| | | 7 | 40.25 | 0.00 | 0.00 | 340.19 | 325.02 |
| | | 8 | 30.25 | 34.76 | 34.76 | 340.49 | 325.68 |
| | | 9 | 41.04 | 59.46 | 59.46 | 340.38 | 326.18 |
| | | 10 | 13.37 | 30.52 | 30.52 | 340.13 | 325.71 |
| | | 11 | 26.08 | 20.20 | 20.20 | 340.03 | 325.44 |
| | | 12 | 24.33 | 21.59 | 21.59 | 340.08 | 325.70 |
| | | 13 | 8.39 | 27.15 | 27.15 | 340.08 | 325.57 |
| | | 14 | 14.92 | 21.92 | 21.92 | 339.87 | 325.50 |
| | | 15 | 43.67 | 22.18 | 22.18 | 340.00 | 325.46 |
| | | 16 | 35.47 | 37.34 | 37.34 | 340.65 | 325.75 |
| | | 17 | 28.31 | 59.66 | 59.66 | 340.24 | 326.21 |
| | | 18 | 26.22 | 28.07 | 28.07 | 340.05 | 325.72 |
| | | 19 | 32.51 | 28.34 | 28.34 | 340.35 | 325.60 |
| | | 20 | 49.46 | 51.71 | 51.71 | 340.73 | 326.03 |
| | | 21 | 36.80 | 99.85 | 99.85 | 340.34 | 326.61 |
| | | 22 | 15.96 | 39.13 | 39.13 | 339.60 | 325.84 |
| | | 23 | 20.97 | 27.15 | 27.15 | 339.51 | 325.59 |
| | | 24 | 31.63 | 25.49 | 25.49 | 339.92 | 325.59 |
| | | 25 | 37.49 | 25.82 | 25.82 | 340.20 | 325.53 |
| | | 26 | 5.86 | 38.73 | 38.73 | 340.10 | 325.72 |
| | | 27 | 4.61 | 31.12 | 31.12 | 339.50 | 325.64 |
| | | 28 | 33.36 | 26.35 | 26.35 | 339.30 | 325.62 |
| | | 29 | 39.11 | 29.53 | 29.53 | 339.70 | 325.64 |
| | | 30 | 21.42 | 24.17 | 24.17 | 339.78 | 325.50 |
| | | 31 | 16.96 | 40.59 | 40.59 | 339.68 | 325.65 |



图 6.2-1 高坑水电站水库 2016 年日均坝上水位变化曲线



图 6.2-2 高坑水电站水库 2018 年日均坝上水位变化曲线



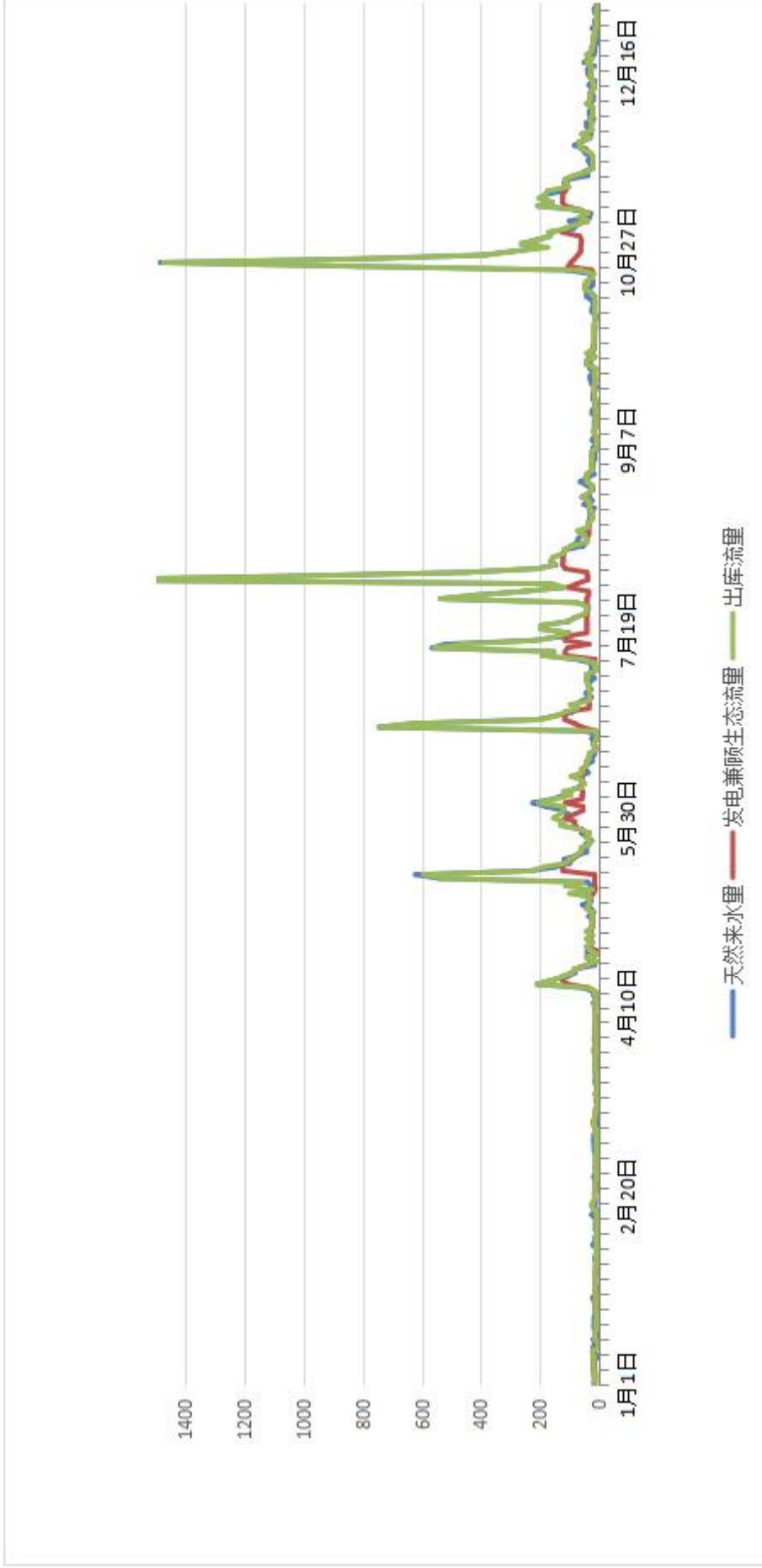
图 6.2-3 高坑水电站水库 2019 年日均坝上水位变化曲线

② 坝下河段

高坑水电站运行期，仅大坝~尾水汇口约 50m 河段为减水段，尾水汇口以下即为天然河段。电站水量取用方式属“借水还水”，为非耗水利用，不会造成整个流域水资源量的减少。水库具有日调节能力，发电时通江河径流的日内分配发生改变，同时受通江河其他水利工程建设和调度影响。由于取用方式为非耗水利用，高坑水电站取水发电对整个流域地表水总量并无影响。

本次评价选取了高坑水电站运行期典型年日均入库和出库流量统计和对比见图 6.2-4~图 6.2-5，从图可知，电站运行后年内入库和出库流量基本持平，日均出入库流量则因水库调节变化较大。

总体来说，高坑水电站水库蓄水后，虽然改变了下游河道的径流日内分配，但电站取水发电对整个流域地表水总量基本无影响。在坝址下游 50m 以后的河段，天然来水及发电机尾水的汇入，下游的水位与天然条件下水位变化不大，下游河流基本恢复了正常的水流态势，不会对发电机尾水下流的河段产生明显的水文情势变化的影响。



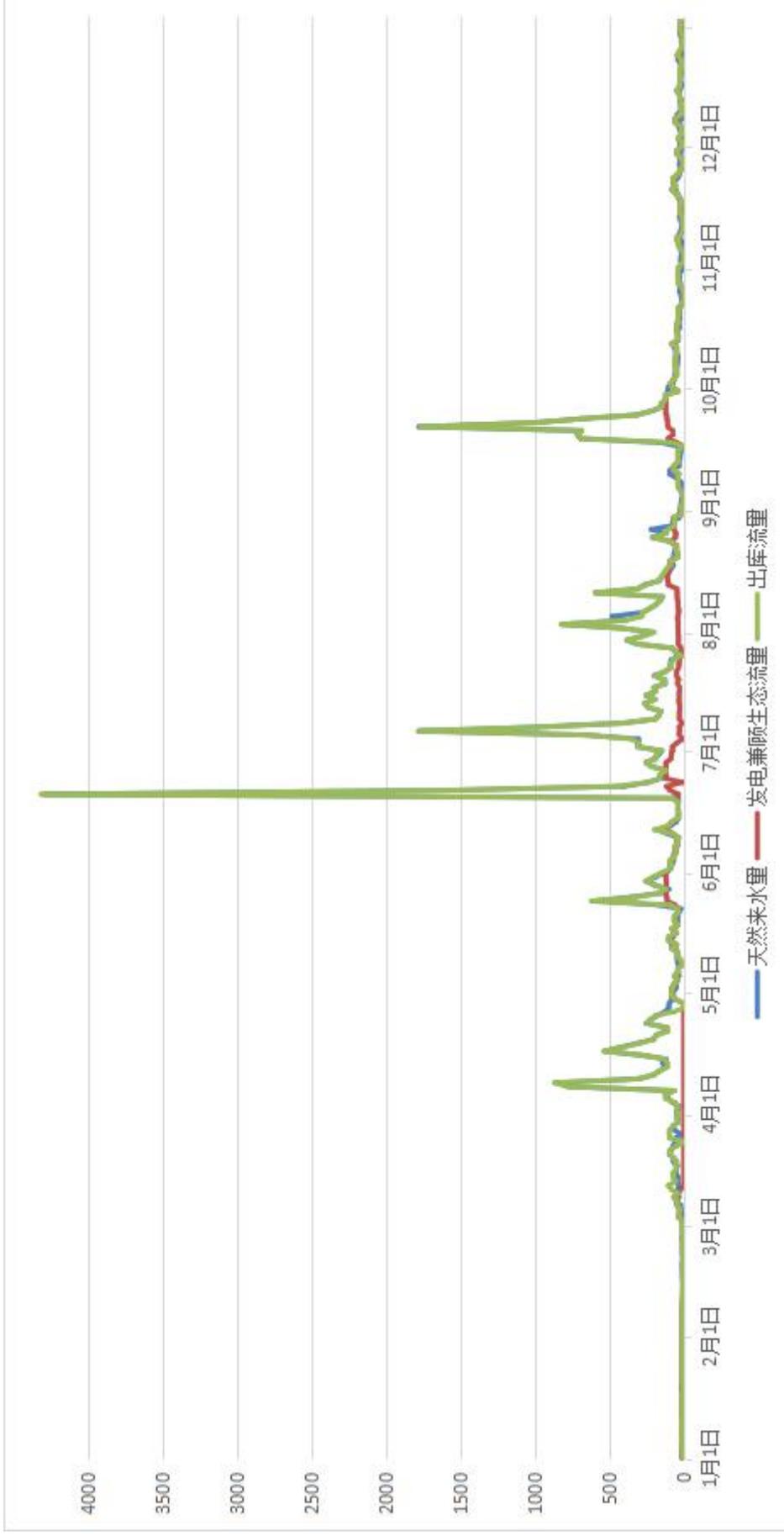


图 6.2-5 高坑水电站水库 2018 年日均出入库流量变化曲线(m^3/s)

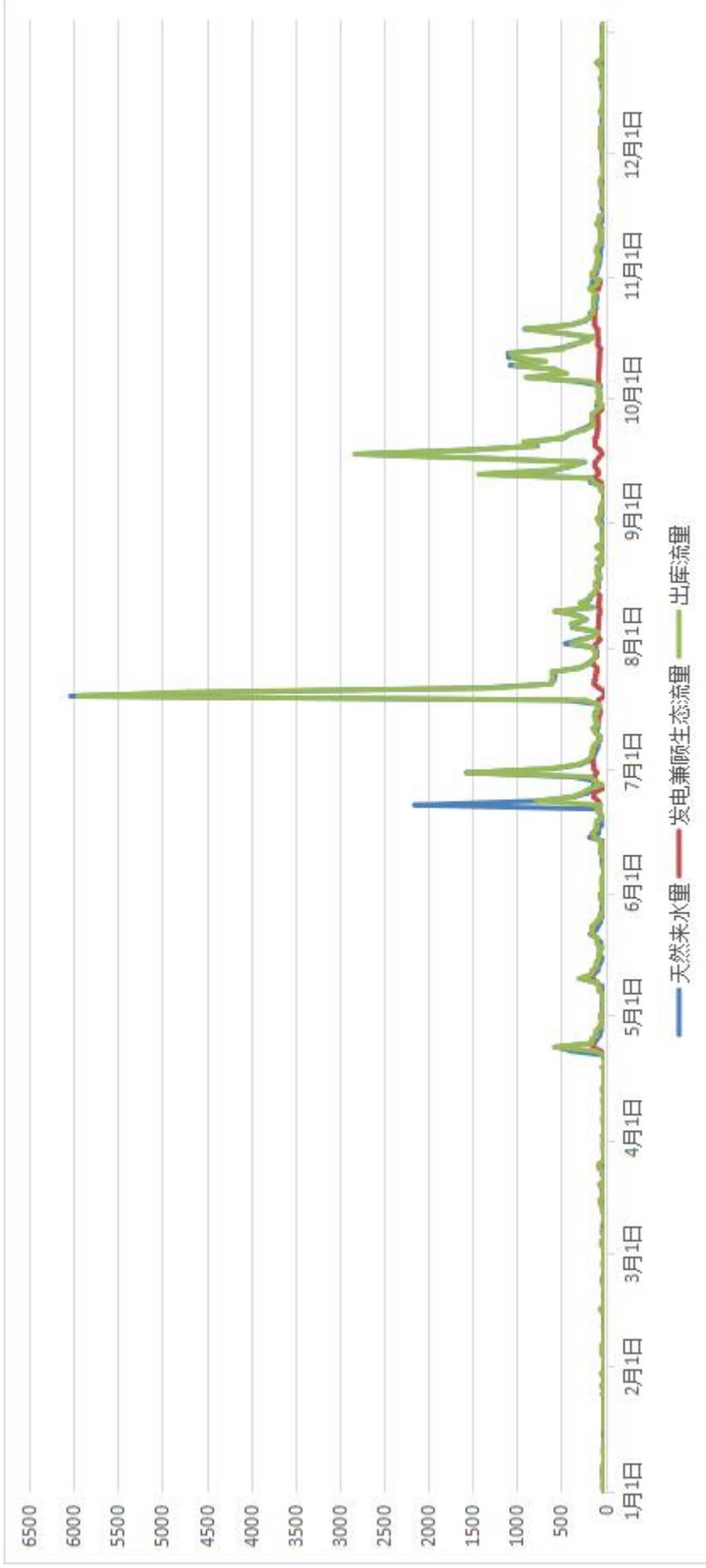


图 6.2-6 高坑水电站水库 2019 年日均出入库流量变化曲线(m^3/s)

③ 对泥沙情势的影响

高坑水电站大坝设置了泄洪冲砂闸等必要的防排沙设施，可保证坝上泥沙不淤塞，根据近年来电站运行情况的回顾及现场调查，电站无泥沙淤积问题。

6.2.3 地表水环境影响验证分析

(1) 对水温的影响

根据监测，高坑水电站坝上表层水温和下层水温有一定差别，坝下水温略高于坝上水温，变幅在-0.6~3℃之间。

(2) 对水质的影响

① 坝上水质影响

根据污染源调查，工程河段属林、牧业区，工农业经济不发达，两岸无工业、农业污染源，两岸均为林地、草地，亦无居民居住。库区水质因子中总氮超标，其余监测因子均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水质要求。

③ 坝址下游河段水质影响

电站运行期将产生少量生活污水，主要含 COD、BOD₅ 等污染物，因量少，生活污水经化粪池收集后定期由厂址附近居民清运用做农肥，对通江河水质影响较小。

(3) 库区富营养化调查

目前，富营养化的评价标准较多，结合水质监测因子，本报告按水利部城市供水水库水质调查评价中《水库富营养化状况氮、磷总量标准》(表6.2-3)对本工程水库富营养化进行评价，评价标准见下。

表 6.2-3 水库富营养化评价标准

| 富营养化状况 | 总氮 (mg/L) | 总磷 (mg/L) |
|--------|-----------|------------|
| 贫~中营养 | 0.2~0.3 | 0.005~0.01 |
| 中营养 | 0.3~0.5 | 0.01~0.03 |
| 中~富营养 | 0.5~1.5 | 0.03~0.14 |
| 富营养 | >1.5 | >0.14 |

根据本次补充监测库区总氮、总磷监测结果，总氮浓度在1.36~1.40mg/L之间，总磷浓度为0.02mg/L，则库区总氮浓度处于中~富营养状态，总磷浓度处于中营养状态。总体来说，营养物及其引起藻类过度繁衍所需的营养较难得到满足，其大部分将随水流下泄，产生富营养化的概率较低。

6.2.4 地下水环境影响验证分析

由于工程已经建成且运行数年,故不再采用数学模型对地下水影响进行预测和分析,仅根据现场调查情况进行简要分析。

水电本身为清洁能源,电站建成后发电运行基本不会排放污染物,仅机组检修时将产生部分油污,通过回收处理,不会对地下水造成污染。

水库蓄水后引起的回水将造成坝后潜水位升高并逐渐自岸边向远处扩展。经过一定时间回水后,潜水位可能接近甚至高出地面,形成一定范围的浸没。根据现场调查,水库库区内除库尾段阶地分布有民居和草地外,库周居民居住高程均较高,两岸植被较发育,可能对一定范围内的植物根系存在轻微浸没影响。

本次评价委托四川国测检测技术有限公司于2021年4月15日、16日对项目区地下水环境进行了监测(具体监测结果详见本报告第5.3章),监测结果表明,工程所在区域地下水水质能满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中III类标准要求。

原环评期间未对区域地下水环境质量现状进行监测,故本次评价难以进行对比分析,但总体而言,工程区地下水环境质量能满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中III类标准要求,工程运行未改变区域地下水环境功能区划。

6.2.5 声环境影响调查及分析

电站运行期噪声主要为以下三类:

(1) 生产系统噪声

主要声源为厂房水轮机,根据现场调查,本项目水轮机组均置于地下,对周边环境基本无影响。同时,根据本次对厂房厂界噪声监测调查结果显示,本工程运行期间,厂界噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类标准要求。

(2) 环境噪声

主要声源为职工日常活动产生的噪声,人员数量较少,声源强度较小,且为间歇式排放,对声环境影响很小。

(3) 交通噪声,

以电站日常用车为主,电站车辆数量少,且为小型汽车,源强70~80dB(A),间歇式排放,对环境的影响很小。

根据本次评价对电站周边居民点环境噪声监测的结果,周边居民声环境能够满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准,说明电站运行期噪声对周围环境影响总体较小。

6.2.6 固体废物影响分析

(1) 固体废物产生及处置情况

项目运行期产生的固体废物主要有生活垃圾、化粪池污泥、设备维护废机油等。

项目运行期员工5人,仅产生少量生活垃圾,集中收集后定期由环卫部门清运。项目设备维护产生的废机油较少,集中收集暂存后,交由有资质单位处理。

根据现场踏勘,本项目废机油存放于危废间,危废暂存间设置了防渗、防晒、防雨、防风、防流失等措施和警示标志。

本项目固体废物产生量及去向见下表。

表 6.2-7 项目固体废物产生量及去向

| 固废名称 | 产生量 t/a | 固废类型 | 去向 |
|-------|---------|------|---------------|
| 生活垃圾 | 0.91 | 一般固废 | 委托环卫部门清运 |
| 化粪池污泥 | 0.5 | 一般固废 | 委托周边农户定期清掏 |
| 废机油 | 0.4 | 危险废物 | 委托具有相关资质的单位处置 |

表 6.2-8 本项目危险废物分类一览表

| 序号 | 危险废物名称 | 危险废物类别 | 危险废物代码 | 产生量(吨/年) | 产生工序及装置 | 形态 | 主要成分 | 有害成分 | 产废周期 | 危险特性 | 污染防治措施 |
|----|--------|-----------------------------|------------|----------|----------------------|----|---------------------------------|---------------------------|------------------|------|-------------------------------------------------------------|
| 1 | 废机油 | HW08 废矿物油 与含矿物 油废物 | 900-249-08 | 0.4 | 机械 设备 维护 维修 | 液态 | 废矿 物油 及含 矿物 油废 物 | 废矿 物油 及含 矿物 油 | 间 歇 产 生 | T, I | 在厂内 设危废 暂存 间暂 存后, 交由 有资 质的 单位 处置 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|--|--|--|
| | | | | | | | | 废 物 | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|--|--|--|

项目实施后对项目的固体废物通过采取各项处理措施及综合利用措施,可使所有固废均可得到妥善的处理和综合利用,且不长期堆放,固体废物处置率达到100%,因此,对外环境不会产生明显的不良影响,基本可以实现固体废物处理的减量化、资源化及无害化的目标,使固体废物对环境的影响降至最小程度。

(2) 危险废物影响分析

① 危险废物贮存场所环境影响分析

本项目在发电厂房建设有危废暂存间1个,建筑面积10m²,做重点防渗处理并由专人负责。收集与暂存过程可有效隔离污染源,不会对周围环境与人群产生影响。在废物转移时,执行转移联单制度,交由有资质单位处置。通过采取以上措施后,危险废物对周边环境的影响很小。



危险废物暂存间

② 运输过程的环境影响分析

本项目产生的危险废物在场内指定的危险暂存间安全暂存,定期委托有资质单位回收处理,由持有危险废物经营许可证、危险货物运输资质的单位拉运。

危险废物的运输包括场内运输与场外运输。场内运输为由产生场所运输到贮存场所。危险废物场内运输距离较短,且由专人负责,不会产生散落、泄漏,对周围环境产生影响较小。

危险废物场外运输由成都市新津岷江油料化工厂负责,采用专用的危险废物运输车辆,车辆全封闭,对周围环境影响较小。

本环评要求的危险废物运输应当达到以下要求:

◆ 危险废物的运输委托持有危险废物经营许可证、危险货物运输资质的单位运输,并按照其许可证经营范围组织实施;

◆ 危险废物贮存设专职人员管理，防止非工作人员接触，装卸区工作人员应配备个人防护装备并设立必要的消防设备和指示标志；

◆ 有防鼠、防蚊蝇、防蟑螂的安全措施；防止渗漏和雨水冲刷；易于清洁和消毒；避免阳光直射；

◆ 按照《环境保护图形标志 固体废物贮存场》(GB 15562.2-1995)附录 A 的规定在危险废物外包装设置警示标志；

◆ 输路线应尽量避免穿越人口稠密区，远离人员活动区和生活垃圾存放场所，方便危险废物运送人员及运送工具、车辆的出入；运输人员要穿安全防护服。

③ 危险废物委托处置的环境影响分析

对于项目运行期产生的危险废物，建设单位已委托成都市新津岷江油料化工厂处置，本评价要求电站业主应将危险废物暂存于危废暂存间，生产过程中严格执行“五联单”制度。

综上所述，本项目在落实好危险固废安全处置的情况下，不会造成二次污染，不会对周围环境造成影响，固废防治措施是可行的。

6.2.7 土壤环境影响验证分析

工程运行期主要污染物为厂区生活污水和厂房油污水，均经处理达标后回用或外排，不会引起土壤的酸化、碱化。

水电站水库蓄水后可能造成周边土壤的盐化现象，但根据本次评价对项目坝址区和周边农用地土壤质量的监测，项目坝址区土壤环境质量均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600—2018)表 1 中第二类用地的土壤污染风险筛选值，项目周边农用地土壤各监测因子均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中风险筛选值的限制要求。本项目建设未明确改变区域干燥度、土壤理化性质。

因此，工程建设对库区两侧土壤影响较小。

6.2.8 生态环境影响分析

(1) 陆生生态环境影响

① 电站继续运行对植物多样性和植被类型的影响

◆ 库区

本工程为正常水位为 340.5m，死水位为 340.35m，调节库容 58.39 万 m³，

水库为日调节型，库区水位周期性变化不明显，淹没区范围有限，水库运行至今未形成明显的消落带。



坝址上游库区

◆ 坝下游

高坑电站形成的水库为日调节水库，对日内的来水进行调节，不改变年际和月均水量分布。电站运营期，库区蓄水，坝下游的来水量减少，河段水位下降，水域面积减少，土壤含量下降，下游河段河滩区域湿地植物的生命活动将受到一定的影响。同时，裸露的河滩区域将会为其他中生及早生植物提供场所，河滩湿地植物种类减少，湿地植被退化。



下游河段

高坑电站大坝下游河段人为活动干扰强烈，湿地植物种类贫乏，常见的湿地植物有水麻、空心莲子草、水蓼等，受影响的植物在评价区内具有较广泛分布，多为抗逆性较强的种类，其对水分不敏感，下游水分减水对其种群产生的影响较小。

水库蓄水后，局部空气湿度增加，土壤水源涵养能力提高，有利于库区两岸植被生长。

② 电站继续运行对野生动物的影响

水库蓄水淹没了库区部分生境，涉及生境类型多样，原栖息于此的部分野生动物栖息地损失，使其收到一定的影响，大多数野生动物都会随着水库蓄水水位的逐步抬升，逐渐向水库周边的高海拔区域迁移，规避水库蓄水带来的不利影响，一般不会危及野生动物生存。由于相似的生境在评价区内较多，他们会向周围相似生境顺利转移，水库蓄水淹没对陆生野生动物栖息和觅食影响较小。

电站坝址上游，库区水域面积变大，为静水型野生两栖动物提供了适宜的生境。库区周边潮湿的环境有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的野生动物摄食有利，可能导致库区周边一定范围内野生动物种类和数量增加。水库蓄水后，对游禽、涉禽等类型的鸟类(如鸭类)有一定的吸引左右，这些类型鸟类的种类和数量将会出现一定程度的增加。部分两栖类和爬行类，受水库淹没影响，大多数野生动物会向库周合适的生境中迁移，会使这些地区的野生动物种群密度相应的有所上升，经过一段时间的调节后，其中群将达到型的平衡状态。

1) 对两栖动物的影响

电站运营期，将市陆栖两栖动物向海拔稍高处迁移，由于水面上升速度缓慢，淹没区内两栖动物种类能够及时躲避，水库蓄水基本不会影响两栖动物个体数量。电站运营期将给静水型两栖动物形成更丰富的静水或缓水环境，对其种群的发展带来有利影响，该类型两栖动物种群数量会出现一定的上升。

2) 对爬行动物的影响

由于爬行动物生存对水的依赖性较小，其生境范围广泛，库区蓄水对其造成的影响主要体现在驱使其向高处迁移，并且库区蓄水对其捕食对象(如昆虫、蛙类等)的种群数量不会造成太大的影响，因此其种内、种间竞争压力亦不会有明

显增加。水库建成后，随着枢纽工程区植被的恢复，爬行动物种类和数量将得到一定程度恢复。

3) 对鸟类的影响

对游禽、涉禽的影响(包括鸕形目、雁形目种类)：此类鸟类主要为迁徙季节迁徙经过库区，或偶尔在库区稍作停留，且种群数量较少。水库蓄水使大坝上游水位上升，造成库区岸滩、农田等生境减少，水域面积增加，对鸭类的栖息或迁徙产生一定的有利影响，将吸引其他水鸟来此栖息停留。

对其他鸟类的影响(包括雀形目、佛法僧目、鹃形目及戴胜目种类)：此类鸟类主要分布于库区植被相对较好的林地、灌丛生境，尤以村落及其周边区域最为集中，库区蓄水后将导致其部分生境丧失，库区淹没将驱离其向其他适宜生境扩散，从而造成种内、种间竞争加剧。此外，对于喜栖息与河谷两岸坡地灌丛灌草丛生境的鸟类，水库淹没其两岸灌丛生境，将对这些鸟类分布产生不利影响。对于傍水型鸟类，这种影响相对较小。

4) 对兽类的影响

运行发电后，下游河段水文情势的变化，水量大量减少，使得库区水陆交错带等区域的小型啮齿动物将被迫向两侧迁移。一方面，随着营运期的时间推移，评价区内的兽类可能会调整其行为习性以逐渐适应新环境；另一方面，小型兽类动物数量在电站厂房等人为活动区域内有所增加，主要是以鼠类动物为主，相应周边鼠类的哺乳类天敌动物物种也会有一定的改变。但是项目区主要是以小型兽类为主，其适应环境能力强，可能会迁徙到饮水更加方便的河段；只要管理规范，设计合理，在运行期间不会对兽类种群数量造成实质性影响。

③ 运营期对重点保护野生动物的影响

根据调查及资料查询，评价区域内有国家级 II 级重点保护鸟类 2 种(领鸕鹚、斑头鸕鹚)，四川省重点保护鸟类 2 种(大鹰鹞、普通夜鹰)。由于鸟类活动范围较大，在评价区主要分布在山地森林、林缘地带和灌草丛，电站水库蓄水使栖息地受到一定面积的损失：

大鹰鹞：大鹰鹞主要栖息在评价区海拔 2000m 以下的阔叶林，偶见于近河岸阔叶林中，水电站投入营运期，库区蓄水使原近河岸阔叶林被淹没，大鹰鹞向海拔更高的林区迁徙，电站运营期水库蓄水对其栖息地及种群数量的影响很小。

领鸺鹠：主要栖息在评价区海拔相对较大，地形起伏不大的近耕区的阔叶林及灌丛中，评价区内农耕较为发达，耕地区周边人工种植的阔叶树种分布也有一定面积，电站运营期水库淹没区不是该类物种的主要栖息环境，对其栖息地及种群数量的影响很小。

斑头鸺鹠：属于猛禽类，该物种活动范围较大，在评价区主要分布在山地森林、林缘地带和灌草丛，偶见于村落、农田附近。电站建设对其影响主要发生在施工期，施工期产生的干扰使其迅速转移到其他相同或相似的生境中，施工期结束后影响逐步消失。电站运营期水库蓄水使其生境受到一定面积的损失，但猛禽林地范围较广，电站运行对其产生的影响甚至小。

普通夜鹰：属于攀禽，其对生境要求不高，可以栖息于各种树林中，也能在林缘村庄内活动，对人为干扰的适应能力较强。

(2) 水生生态环境影响

① 水生生境的变化

1) 生境的改变

电站运行后，由于发电用水，库区水位变化大，鱼类繁殖季节，鱼卵易露出水面，会直接影响孵化率。

2) 对水文情势的影响

电站建成后，拦河坝的挡水、引水渠道的开挖，使其开发河段的水位、面积、流速等水文情势发生较大的变化。该电站库区为日调节水库，发电时，通过发电流量下泄，不发电时，调整电站闸门开度放水，保持河流的基本流态，维持河流的联通性是“绿色水电”的基本要求。

河床式电站需设定合理的下泄流量标准。生态需水一般包括河道外生态需水量以及河道内生态需水量。河道外生态需水量一般包括人工植被需水量、水土保持需水量；河道内生态需水量包括生态基流、蒸发需水量、输沙需水量等。最小下泄流量则是为了满足河道内生态基流的持续性和稳定性。依据《建设项目水资源论证导则》SL322-2013，建设项目取水应保证河流生态水量的基本要求。因最小下泄流量按多年平均流量的10%设置，确保电站发电时下泄流量不低于 $10\text{m}^3/\text{s}$ ；不发电时则通过调整电站闸门开度放水。该电站已于2019年度按照国家相关规定，严格实施“一站一策”生态下泄流量措施，设置了生态流量通道口，

并安装了监控设施，设置了公示监督牌，保证最小泄流量 $13.4\text{m}^3/\text{s}$ 。对水生生态环境保护有较好的促进作用。

② 对浮游植物的影响

水库建成后，库区河段水体流速增大，流速减缓，库区河段的水生环境将发生较大的变化。水库蓄水后，泥沙沉淀，水体透明度将提高，水体流速明显减缓，硅藻门和绿藻门中喜流水环境的藻类种类将减少，而喜静水环境的种类和数量都将增加。

◆ 坝址上游淹没区的影响

通江县高坑电站项目工程坝址建成后蓄水区域水流速度减缓，泥沙沉降水体透明度降低，被淹没区域土壤内营养物质渗出，水中有机物质及矿物质增加，这些条件的变化均有利于浮游生物的生长繁殖。蓄水区域浮游植物生物量有一定程度的增加，硅藻门种类会一定程度地降低但仍将是坝上的优势种类。

◆ 坝址下游河段的影响

通江县高坑电站坝址下游减水河段很短。由于水库的日调节功能，电站下游河道流量有一定保障，大通江河下游河道两岸较原天然河道变化较小，直接表现在水量减少和流速变缓等。挡水工程建成后藻类植物总生物量减小，同时硅藻门等流水种类减少，蓝藻中半气生性种类会一定程度的增加。加之坝址下游支流的汇入，水文情势影响逐渐减弱。浮游藻类的生物量和种群密度不会受到河流减水的影响，其区系组成与种类组成基本不会改变。

③ 对浮游动物的影响

由于水库蓄水，库区水面加宽、深度增加、水流速度减缓甚至呈静止状态，库区特别是靠近坝前端浮游动物的种类和结构将逐渐向湖泊生境下的种类和结构演化。随着电站运营的周期加长，库区内浮游动物的区系组成和种群数量将发生明显变化；浮游类原生动物和轮虫类的种类和数量将可能较小幅度的增加，枝角类、桡足类也可能在库区内出现并形成一定的生物量；在浅水近岸带将出现一部分喜有机质的纤毛虫类。库区的形成对浮游动物的繁衍比较有利，浮游动物的种类和密度可能会逐渐增加。

◆ 坝址上游淹没区的影响

通江县高坑电站大坝工程坝址建成后，在蓄水区域较短水域内原有急流生境丧

失，浮游动物的种类组成和种群密度会受到一定程度的影响，其生存和繁衍将受到影响，导致原有适应于急流浅滩生活的水蚤等减少，在深水区将完全消失，仅在回水区边缘残存，总体上由于蓄水区水域较短，影响较小。

◆ 坝址下游河段的影响

日调节水库在丰水期对坝后下游河段的影响较小，但在枯水和平水季节水量将会增大。

④ 对水生维管束植物的影响

电站运营期，库区水面增加、水体加深，且流速变缓，有利于一些沉水植物的生长，库周植被中喜湿的群落将增加，局部河岸植被中将出现新的植物群落，将增加区域内的生物多样性。

◆ 坝址上游淹没区的影响

库区运营期，坝址上游水位上升，原有河流底部和边缘的水生维管束植物基本无法继续生长。然而，新形成的浅水区面积更大，给水生维管束植物提供了更多的生长空间，有利于水生维管束植物的生长和种群的增长。

◆ 坝址下游河段的影响

由于库区的日调节作用，水生维管束植物的生长空间仅在较小程度上的缩小，其物种数不会减少，种群数量仅在较小范围类减小。

⑤ 对着生藻类的影响

◆ 坝址上游淹没区的影响

电站坝址建成后蓄水区域水流速度减缓，被淹没区域土壤内营养物质渗出，水中有机物质及矿物质增加，这些条件的变化均有利于着生藻类的生长繁殖，其生物量会有一定程度的增加。

◆ 坝址下游河段的影响

通江县高坑电站坝址下游减水河段很短。由于水库的日调节功能，电站下游河道流量有一定保障，大通江河下游河道两岸较原天然河道变化较小，直接表现在水量减少和流速变缓等。挡水工程建成后藻类植物总生物量减小，同时流水藻类将可能减少，半气生性藻类会在一定程度的增加。但由于坝址下游支流的汇入，且有一定的生态流量，水文情势影响逐渐减弱。藻类的生物量和种群密度受河水减水的影响较小，其区系组成与种类组成不会改变。

⑥ 对底栖动物的影响

◆ 坝址上游淹没区的影响

通江县高坑电站工程坝址建成后，在蓄水区较短水域内原有急流生境丧失，底栖动物的种类组成和种群密度会受到一定程度的影响，底栖动物的生存和繁衍会受到影响，导致原有底栖动物中适应于急流浅滩生活的蜉蝣类、石蝇等稍有减少，在深水区将完全消失，仅在回水区边缘残存。

◆ 坝址下游河段的影响

日调节水库在丰水期对坝后下游河段减水的影响较小，但在枯水和平水季节水量将会增大。下游水生无脊椎动物的生物量和种群密度主要受到河水流量减少，底栖动物栖息、繁殖、生存的环境消失而减少，与此同时，下游河段内水流变缓、水面变浅等因素的变化，将会导致该区域的浮游动物的区系组成发生一定的变化，种类组成在局部趋于简单，但总体上种类类型基本不变，影响较小。

⑦ 对鱼类及“三场”的影响

通江县高坑电站工程修建后对鱼类的影响主要包括坝址对鱼类产生的阻隔效应、坝址下游河段内水文形势发生的变化和坝址上游形成回水区等方面，具体影响分析如下：

◆ 取水坝对鱼类的阻隔效应

通江县高坑电站工程实施后，将原有鱼类分割为上、下两个群体，使其基因交流的范围缩小，一定程度上会削弱鱼类种群的生产力。大通江河被闸坝分别分割成两至三个不连续的生境单元，河流生境破碎化；大坝破坏了河道原急流生态系统的连续性和完整性，导致坝址上、下游水生环境片段化，使坝下的鱼类难以游到坝上，在一定程度上影响了鱼类生长、繁殖、基因交流。闸坝阻隔使河流中鱼类和水生生物改变其生活路线和生活周期，它们的空间分布格局和种群数量将会发生一定变化。高坑电站取水坝的修建，破坏了河段上下游原有的连通性，阻隔了下游分布鱼类迁徙到上游进行产卵及索饵活动，同时拦水坝的修建也阻隔了鱼类到河流下游中越冬。

值得注意的是，据本次鱼类调查结果与当地居民交流，高坑电站在严格保证最小生态流量措施后，下游河段鱼类数量较之前增加了。这说明保证最小生态流量措施已经取得了有利的影响，水生生态环境得到了一定的恢复。

但根据调查分析，大坝附近河段主要分布鱼类为鲤形目鱼类，不具长距离洄游性鱼类，评价区域的这些鱼类可以通过游到相适宜的生境生存而消除不利影响，大坝也不会导致这些鱼类资源量的明显下降。

总体来看，高坑电站主体工程影响水域分布鱼类大多数没有洄游习性，对环境的适应能力较强。工程影响水域上游和下游河段具有满足分布鱼类生存、繁衍的“三场”分布，鱼类能完成正常生命活动。但是，电站拦水坝的修建，阻断了河道，在一定程度上影响到了鱼类的索饵、产卵和越冬活动。

◆ 库尾回水对鱼类的影响

当高坑电站大坝建成蓄水后，由于水位抬高，回水长度 18.4km。大片肥沃的土地和茂密的植被被淹，被分解的有机质进入水体，加之大坝的拦蓄作用，这就使得库内水体中的营养物质在数量上远大于建库前天然河流的含量，从而为库中的浮游动植物提供了充足的食物来源，而浮游动植物数量的增加，为鱼类提供了丰富的饵料资源，最终会增加鱼产量，同时，在库湾地带出现了静水区域，为喜缓流和静水生活的鱼类提供了较好的栖息地，可提供良好的越冬场所。本次调查还发现，库区内存在多个鲤鱼鱼群，个体均较大，据初步目测判断鱼群中存在 8 斤以上的鲤鱼个体。

在鱼类种类组成影响方面，大坝建成蓄水后，库区内原有的河流生态系统已变成水库生态系统，该库区中野生鱼类在种类和数量上，未会发生变化，但总趋势仍是以鲤科鱼类为主。从生态类型上分析将仍以喜流水和缓流占优势；喜栖于流水和急流的鱼类，有的将迁至库尾，有的将转移到支流的上游，因此其种类和数量在库区较之前有所下降，但喜缓流水、静水的鱼类种类和数量在此区域有一定增加。

对产漂流性卵鱼类的影响方面，大坝建成后，水涨幅波动变小，繁殖时期对涨水条件要求比较高的鱼类，会迁至库尾及上游。同时流水变成静水或缓流，漂流性鱼卵漂流孵化的流程变短，鱼卵在没有孵化前就沉入水底，使得孵化、成活率会有所降低。而对产具粘性卵的鱼类，影响比较小，这些鱼类对产卵条件要求比较低，一般有微小的流水刺激，就会产卵繁殖。

对产粘性卵鱼类繁殖的影响方面，大坝建成蓄水后，原来形成的产卵场有一部分缩小，但库区储水后会淹没大片土地和植被，库区中产粘性卵的鱼类将找到

新的产卵场。因此,大坝建成后,对产粘性卵鱼类的繁殖生态不会产生明显影响。

◆ 下游河段对鱼类及“三场”的影响

目前的下泄流量完全满足最小生态流量需求,可改善下游的水生态条件,基本保证下游河段鱼类主要的索饵、繁殖和越冬场。

不同鱼类的产卵场、索饵场和越冬场是长期自然选择和鱼类适应环境的结果,往往在同一河段会有不同地形的栖息活动场所。

a. 产卵场

高坑电站坝址以上河段无集中产卵场,仅有部分小型鱼类和产粘性卵鱼类的产卵场,闸坝蓄水后,由于水位的抬升,迫使鱼类将生活场所和产卵场地上移至库尾及以上水域。

b. 索饵场

大坝形成后,库区内原有的索饵场因水位上升而被淹没,以底栖动物和着生藻类为主的流水性鱼类索饵环境将大幅萎缩;但由于库区营养物质的增加,初级生产力提高,浮游生物量将显著增加,库区的浅水区将很快形成新的育幼和缓流水鱼类索饵场,库区内的浅水区比原河道的索饵场更大,更有利于缓流水鱼类和幼鱼的生长。

c. 越冬场

闸坝建成蓄水后,库区水位将比以前大为抬升,水域面积也大大增加,这为多数鱼类提供更好的越冬庇护场所。

总体上,坝址下游河段鱼类量较少,多为野杂鱼及少量经济鱼类。基本不存在大规模的鱼类“三场”,只零星分布有小型的索饵、越冬、产卵地点。由于下游河段还有其他支沟的水流来源补充,下游河段对鱼类“三场”影响总体较小。因此,大坝工程的修建对通江河鱼类资源的影响不明显。而大坝建成后,使库区原有水面扩大,容量增加,饵料生物得以发展,各种浮游动植物、水生维管束植物、底栖动物等的种群数量将会明显增加,给一些敞水性鱼类和静水生活的鱼类创造良好的生活环境,鱼类资源的种群数量,得以迅速发展,鱼产量将大幅度增加。

6.2.9 环境地质影响调查

(1) 库岸稳定性调查

根据调查，坝前至库尾段库区消落带主要为基岩库岸，岸坡整体基本稳定，库水消落对库岸稳定影响较小，局部覆盖层库岸段及浅层卸荷带、破碎带、裂隙密集带岸坡松弛岩体比起成库前有少量失稳、坍塌，但规模较小，对环境影响不大，亦未影响岸坡整体稳定性和水库正常运行。

高坑水电站近坝库岸段斜坡稳定性总体较好，工程施工期近坝库岸段未发生大的滑坡。库区蓄水后各滑坡、崩塌体未形成快速滑坡或高速滑坡，仅有小规模坍塌、坍塌，各堆积体均位于库水位以下，变形破坏缓慢，不会引起较大的坝前涌浪，距离大坝有一定距离，对大坝及库区影响小。由于库区消落带及正常蓄水位高程以上的两岸第四系松散堆积物区无集中分布的村庄和耕地等保护对象，水库蓄水后对上述土质岸坡地段影响不大，未影响库岸整体稳定和水库的正常运行。

(2) 水库诱发地震分析

根据调查，本工程水库建成至今未诱发过地震。

(4) 水库渗漏

根据调查，库区主要构造形迹有乱石子鼻状背斜、云顶寨—沿山场向斜及通江逆断层、杨望山逆断层、云顶寨逆断层，构造线呈弧形，与通江河段斜交。褶皱平缓，倾角小，一般 $4^{\circ}\sim 6^{\circ}$ ，局部达 10° 。库内断层均属压扭性逆断层，属阻水断层，且都位于库区分水岭以内，故断层不构成渗漏通道。

拦河闸以上的库区是分水岭以内地表水、地下水的唯一汇水区，分水岭高出河水面350m以上，四周山势雄厚，库底和水库周边岩体透水性微弱，与邻近河道相距甚远，无通向库外的渗漏通道，水库蓄水后不存在库水渗漏的工程地质条件。

(5) 运行期泄洪雾化的影响调查

泄洪雾化是泄水建筑物泄洪是伴生的雨、雾的一种现象。主要雾源来自于泄洪雾化-挑流水体高速落入下游河床，水体反弹，激溅四周，抛向空中的小块水滴形成泄洪雾化，其高度通常与水舌最大高度相近。升腾的水雾部分在附近区域落下，返回河床或落在近岸区域；部分在风力作用下向四周，主要为下游方向和高处扩散，逐渐形成云雾。

高坑水电站水库汛期泄洪流量总体不大，由于放空泄洪洞出口高程较低，几乎和河床底部齐平，在放空泄洪洞下泄洪水时，水流直接汇入河道，形成消能岸，不产生挑流水舌，因此泄洪过程基本不产生水雾，不存在雾化问题，也未对岸坡稳定造成直接影响，且泄洪洞出口无居民点、农田等敏感保护目标分布，岸坡现状稳定性较好，即使偶然性泄洪亦不会出现泄洪雾化，不会对岸坡稳定造成直接影响。

6.3 社会环境影响回顾及调查

6.3.1 对社会经济的影响调查

高坑水电站的建设不仅给当地带来了直接的财政收入，而且随着区域交通、电力等基础设施的改善，还带动了其它产业的发展，如交通运输业、材料加工业等。

高坑水电站装机容量 15MW，多年平均发电量 5984.13 万 kW·h，发电效益显著。电站的生产运行，不仅给地方直接带来了大量的财政税收，对通江县产业结构优化调整和社会经济可持续发展也起到促进作用。

6.3.2 对工农业和人畜用水的影响调查

经现场调查，高坑电站库区及下游河段内无工矿企业分布，无工业用水要求。沿途农村居民生产生活用水均取自山泉水，对区内人畜用水影响较小，无需单独补偿。工程河段内两岸耕地较少，且耕作粗放，目前无农用引水工程，本建设项目未对工程河段沿岸生产生活用水产生影响。

6.3.3 对下游河道安全的影响调查

高坑水电站为日调节水库，调节能力较小，根据调查，电站自运行以来下游河道未因泄洪引发过安全事故。

6.3.4 对人群健康的影响回顾

高坑水电站枢纽工程区和厂房工程区人口较少，当地传染病主要有白喉、百日咳、流行性脑脊髓膜炎，地方病为碘缺乏病、克山病和钩端螺旋体病。

高坑水电站工程高峰月施工人数 1000 人，食宿实行集中管理，便于疾病防治和控制，根据调查，施工单位在施工期通过加强对生活污水及垃圾处置和管理，

改善营地卫生条件，并定期对施工人员进行检疫防疫，施工期间当地和施工人员之间均未大规模发生流性传染病和地方病。

6.3.5 对交通条件的影响调查

高坑水电站水库形成后淹没农村公路 515 米，客渡码头 5 处。建设单位已按照“原规模、原标准、恢复原功能”的原则对其进行复建或迁建，基本消除了对区域交通的不良影响。

由于水库淹没道路、码头和通讯设施的质量和等级较低、里程短，电站建设对交通影响轻微，且是暂时性的，随着电站建设和复建工程的实施完毕，库周的交通等基础设施条件得到了较大的改善。

6.3 环境风险分析

6.3.1 评价依据

(1) 风险调查

① 危险物质调查

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)、《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)、《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)、《危险化学品名录》(2015年版)、《常用危险化学品的分类及标志》(GB13690-92)等相关资料，对本项目有关的主要废机油的毒性及其风险危害特性进行识别。

根据工程分析，本项目涉及的透平油浮油及机械维修废机油，若管理不善或操作不当，透平油、废机油撒漏渗透或直接进入河道，造成对地表水、地下水、土壤等污染事故，将对周围环境产生一定的影响和损失。

② 生产工艺特点和潜在危险性分析

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，本项目为水力发电项目，不涉及附录 C 中的危险性工艺，也没有潜在危险性。

(2) 风险潜势初判

本工程涉及的重点关注的危险物质为油类物质。本工程油量日常储量为3t，透平油用量1t、绝缘油用量1t，柴油1t。

由于本工程施工期日常储油量及运输量、运行期柴油、透平油及绝缘油用量

均远低于油类物质临界量的2500t，其数量与油类物质临界量(2500t)的比例 $Q=0.0012<1$ 。因此，根据 HJ169-2018附录C，当 $Q<1$ 时该项目环境风险潜势为 I。

(3) 评价等级

本项目危险物质数量与临界量的比值 $Q<1$ ，则本项目环境风险潜势为 I。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，本项目风险评价工作等级为简单分析。

6.3.2 环境敏感目标概况

本项目环境风险敏感目标主要为厂区周边200m范围内的居民区等人群集中的敏感点，详见表1.6-1和表1.6-2。项目主要环境风险敏感目标为通江河水质水生生态、周围植被。

本项目不涉及饮用水水源保护区、大型集中鱼类重要生境等，项目所在区域主要敏感保护目标为金堂村居民。

6.3.3 风险识别

(1) 油料运输环境风险识别

油料在运输过程中的油料泄漏和由于交通事故倾倒入周边河道而污染水体、对水质和水生生态造成影响。

(2) 透平油、绝缘油环境风险识别

透平油、绝缘油均分布在发电厂房内，危险物质的影响途径主要为泄漏后进入通江河对水体造成污染、对水质和水生生态造成影响。

6.3.4 环境风险分析

(1) 油料运输环境风险分析

本工程位于山区，危险品运输事故如若引发火灾，会对工程区植被造成一定的破坏，甚至可能影响周边野生动物；如油罐车在运输过程中发生油料泄漏倾倒入水体，会对工程所在通江河水体造成一定影响。

(2) 透平油、绝缘油环境风险分析

发电厂房透平油、绝缘油发生泄漏事故后，厂房内将及时关闭对应阀门并对罐体进行封堵，对溢油区域进行围堰围堵，并将溢油导流至事故池存放，溢油直接进入通江河水体的可能性较小，对通江河水质影响较小。

6.3.5 环境风险防范措施及应急要求

(1) 油料运输环境风险防范措施

- ① 加强对车辆的管理，加强车检工作，保证上路车辆车况良好。
- ② 严禁超速行驶，减低事故发生几率；
- ③ 发生事故后司机应及时报案并说明所有重要的相关事项；在发生油类泄露紧急情况下，应及时清理；
- ④ 事故现场所产生的消防废水、冲洗水应通过污水管网排放，不得排入水体。

(2) 厂区油料泄露环境风险防范措施

① 建设单位应加强危废暂存间基础防渗、防泄漏等工程建设的管理、检查，确保施工质量。

② 严格管理。人为因素往往是事故发生的主要原因，因此，加强管理、遵守有关规定、定期检查是预防事故发生的重要环节。主要内容包括：加强对职工的思想教育，以提高工作人员的责任心和工作主动性。

③ 一旦发生事故应及时向有关部门反映，并采取有效处理措施，最大限度降低事故对周围环境造成危害。

(3) 应急预案

本项目造成环境污染的风险虽然概率较低，但一旦发生事故，需要采取应急措施，控制和减少事故危害，并需要实施社会救援。

表 6.3-1 环境风险突发事故应急预案

| 序号 | 项目 | 内容及要求 |
|----|--------------|------------------------------------------------------------|
| 1 | 危险源情况 | 详细说明危险源类型、数量、分布及其对环境的风险 |
| 2 | 应急计划区 | 整个厂区 |
| 3 | 应急组织 | 电站业主成立应急指挥小组，由相关干部人员担任小组长，负责现场全面指挥 |
| 4 | 应急状态分类应急响应程序 | 规定环境风险事故的级别及相应的应急状态分类，以此制定相应的应急响应程序 |
| 5 | 应急设施设备与材料 | 事故的应急设施、设备与材料等；防止污染物外溢、扩散。 |
| 6 | 应急通讯通告与交通 | 规定应急状态下的通讯、通告方式和交通保障、管理等事项。可充分利用现代化的通信设施，如手机、固定电话、广播、监视电视等 |

| | | |
|----|--------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 7 | 应急环境监测及事故后评价 | 由专业人员对环境风险事故现场进行应急监测，对事故性质、严重程度均所造成的环境危害后果进行评估，吸取经验教训避免再次发生事故，为指挥部门提供决策依据。 |
| 8 | 应急防护措施 | 事故现场：发生事故后，及时清除现场废物，降低危害；相应的设施器材配备 |
| 9 | 应急状态中止恢复措施 | 事故现场：规定应急状态终止秩序；事故现场善后处理；临近地区：解除事故警戒，公众返回和善后恢复措施。 |
| 10 | 人员训练与演习 | 应急计划制定后，平时安排事故相关人员进行相关知识训练并进行事故应急处理演习；对工作人员进行安全教育。 |
| 11 | 公众教育信息发布 | 对临近地区公众开展环境风险事故预防教育、应急知识培训并定期发布相关信息。 |
| 12 | 记录和报告 | 设应急事故专门记录，建立档案和报告制度，设专门部门负责管理。 |
| 13 | 更新程序 | 适时对应急预案进行更新 |
| 14 | 附件 | 准备并形成环境风险事故应急处理有关的附件材料。 |

根据调查，建设单位已编制了《通江县高坑水电站环境污染事故应急预案》，并于2019年8月8日在通江县环境保护局完成备案登记。

6.3.6 分析结论

综上所述，项目严格采取报告书中的风险防范措施的前提下，在建成后将能有效防止事故的发生，项目风险事故发生概率很低；一旦发生事故，及时采取有效应急措施，项目事故风险对环境的影响可得到有效控制，影响范围可控制在较小范围内。在严格遵守各项安全操作规程和制度，加强安全管理，采取各种预防措施，杜绝事故发生，同时制定应急预案，项目风险值处于可接受水平。

表 7-12 本项目环境风险简单分析内容表

| | | | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|---------------|
| 建设项目名称 | 通江县高坑水电站 | | | |
| 建设地点 | 四川省 | 巴中州 | 通江县 | 高坑镇 |
| 地理坐标 | 经度 | 107.240259498° | 纬度 | 31.851067385° |
| 主要危险物质及分布 | 柴油、透平油浮油及机械维修废机油。 | | | |
| 环境影响途径及危害后果 | 油类物质运输、储存发生事故而造成泄露可能污染周边水体。 | | | |
| 风险防范措施要求 | 油料运输事故风险防范措施：加强对车辆的管理，加强车检工作，保证上路车辆车况良好；严禁超速行驶；在发生油料泄露紧急情况下，应及时清理；事故现场所产生的消防废水、冲洗水应通过污水管网排放，不得排入水体。 厂区油料泄露风险防范措施：建设单位应加强危废暂存间基础防渗、防泄漏等工程建设的管理、检查，确保施工质量。严格管理。一旦发生事故应及时向有关部门反映，并采取有效处理措施，最大限度降低事故对周围环境造成危害。 | | | |

填表说明(列出项目相关信息及评价说明)

本项目为水力发电项目，项目已建成，运行期不涉及涉及危险物质的运输，不涉及危险物质的生产、使用和储存，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)中附录 C 的相关分级规定，项目环境风险潜势 P 为I，评价工作等级为简单分析。

7 环境保护措施及其技术、经济论证

7.1 设计原则及目标

7.1.1 设计原则

高坑水电站环境保护措施规划设计遵循以下原则：

- (1) 以保护通江河流域生态环境的可持续发展为基本原则。
- (2) 结合工程特点，有针对性地采取各项环境保护措施，使环境保护措施规划目标与工程区环境功能区划协调一致。
- (3) 环境保护措施设计及实施要与工程设计及工程建设、运行安全密切结合，做到安全可靠、投资省、效益高、操作性强。
- (4) 生态恢复措施要与工程区生态建设要求紧密结合，相互协调。

7.1.2 目标

本工程环境保护规划设计目标一是必须满足评价区的环境功能要求，二是满足工程自身环境保护需要，并达到以下目标。

- (1) 保护评价区生物多样性、植被资源，防止因工程运行加重区域水土流失；
- (2) 保护工程所在河段水质，工程河段禁止排污；同时保证坝址下游河段的生态用水需求。

7.2 工程已实施的环境保护措施及效果分析

据调查，工程施工期中已经采取的环保措施主要包括：生态保护措施、水环境保护措施、固废污染防治措施、噪声及环境空气污染防治措施、水土保持措施等，已实施的主要环保措施见下表。根据回顾性调查，本工程建设期间基本落实了环保措施“三同时”制度，无遗留的环境问题。

表 7.2-1 前期施工已实施环境保护措施一览表

| 类别 | 项目 | 原环评要求的环境保护措施 | 已实施情况 |
|---------|-------------|---------------|---------------------|
| 水环境保护措施 | 砂石料加工废水 | 采用二级絮凝沉淀处理后回用 | 采用二级絮凝沉淀处理后回用 |
| | 混凝土拌和系统废水处理 | 自然沉淀后回用 | 设置了三级沉淀池处理后回用 |
| | 含油废水 | 经隔油沉淀池处理后回用 | 经隔油沉淀池处理后回用 |
| | 生活污水处理 | 坑储或卫生填埋 | 在各工区设置了旱厕，定期清掏后用作农肥 |

| | | | |
|----------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| | 库底卫生清理 | 蓄水前做好卫生清理 | 蓄水前进行了库底清理 |
| 大气环境保护措施 | 爆破粉尘 | 工程爆破方式应优先选择凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破技术等，以减少粉尘产生量。凿裂、钻孔、爆破提倡湿法作业，降低粉尘 | 爆破采用光面爆破等先进技术减少了粉尘量；钻孔等作业均采用湿法作业 |
| | 施工道路扬尘、施工扬尘 | 硬化道路，洒水降尘、做好水保，搞好绿化 | 施工期对各产尘点定期洒水降尘，队施工场地进出口进行硬化，按水保方案实施了水保措施和绿化措施，对施工人员发放劳保用品进行防护 |
| 噪声环境保护措施 | 施工噪声、设备运行噪声 | 必须选用国家规定的低噪声设备，并安装减噪装置，搞好机械、车辆的维修和保养，控制炸药的次用量；在22:00~7:00 尽量避免露天爆破。对破碎机、制砂机、搅拌机、空压机等车间尽可能多用吸声材料建立隔声屏障、隔声罩和隔声间等。工程施工人员可采取配备、使用耳塞、耳罩等个人防护措施进行保护，对零星的居民敏感点，可适当的经济补偿 | 施工期间严格按照原环评要求实施了打围施工、限速禁鸣、施工人员防护等噪声防护措施，未对周边居民造成干扰 |
| 固废污染防治措施 | 生活垃圾 | 收集后统一外运 | 施工期生活垃圾经垃圾桶收集后由当地环卫清运 |
| | 废弃土石方 | 及时运至各渣场进行填埋 | 施工期弃渣及时运至渣场处置 |
| | 危险废物 | / | 项目已设置了规范的危废暂存间，废透平油等分区储存于危废间，业主已与有资质单位签订了危废处置协议，定期将废油等委托处置 |
| 水土保持措施 | 工程措施 | 挡土墙、挡渣堤；排水沟、沉砂池；保坎护坡、排水沉砂；边坡防护、土袋护坡；场地平整、碾压 | 工程基本落实了原水保方案提出的各项水土保持工程措施，目前弃渣场恢复情况良好 |
| | 植物措施 | 植物护坡；植树、植草绿化；覆土 | |
| 生态保护措施 | 植被恢复与绿化 | 工程临时占地的植被恢复 | 施工迹地均采取了恢复措施 |
| | 鱼类补偿 | 每年向库区投放一定量鱼苗 | 根据通江县人民政府2004年10月 |

| | | | |
|----------|----------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 措施 | | 9日、2005年6月18日关于高坑水电站水能开发专题会议精神和《通江县高坑电站鱼类资源环境影响评价报告》的批复，鉴于该电站的修建对鱼类资源环境影响较小，按照2006年12月19日下午“三方”（市局、县局、业主）协商的意见，由市水利局一次性收取渔业资源损失补偿费5万元。建设单位已足额交付了渔业资源补偿损失费。 |
| | 生态基流保障措施 | 下泄0.15m ³ /s的最小生态流量 | 通过冲沙闸和泄洪闸确保下泄不低于13.4m ³ /s的生态流量 |
| | 动物保护 | 加强施工人员教育；禁止乱砍乱伐林木，禁止随意捕杀野生动物 | 加强了对施工人员的教育，施工期未发生乱砍乱伐、乱捕猎现象 |
| 人群健康保护措施 | | / | 为预防施工区传染病的流行，在施工人员进驻工地前，施工单位对施工人员全面进行了健康调查和疫情建档，健康人员方能进场作业。在施工生活区对垃圾桶存放处和垃圾收集站内每年定期灭杀蚊虫、苍蝇、老鼠和蟑螂等有害动物，加强生活垃圾清理，定期清运处理 |
| 环境风险 | | / | 业主已制定了《通江县高坑水电站环境污染事故应急预案》并在通江县环保局备案(备案编号：511921000-2019-004-2)；业主准备了风险应急物资，并定期组织培训和演练 |

7.3 需进一步落实或优化的环保措施内容

针对工程运行带来的不利环境影响，本工程下一阶段需进一步落实或完善的环境保护措施详见下表。

表 7.3-1 需落实或完善的环境保护措施一览表

| 类别 | | 需进一步落实或优化环境保护措施 | | 环境保护措施说明 |
|----|-----------|-----------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 生态 | 生态影响恢复与缓解 | 植被恢复与绿化 | 加强下游河段植被管护；加强野生动物保护措施 | 一方面通过下泄生态流量的调度等措施，满足下游河段周边自然植被在生长季节需水高峰时段的生态用水；另一方面加强生态保护力度，封山育林，以及禁止放牧、薪柴等措施，缓解对下游河段人为干扰压力，促进植被恢复 |

| | | | | |
|--------|-----------|----------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | 加强对电站运行人员和当地居民的宣传教育 and 监管力度，应禁止偷猎和破坏动物生境活动，禁止捕食两栖和爬行类动物，同时在重点区域设置陆生生物保护警示牌；对运行期间的的生活废弃物等要进行妥善处置 |
| | 生态用水的补偿措施 | 电站运行期间坝址处需保证下泄最小生态流量 | | <p>本项目已严格按照《通江县高坑水电站生态流量“一站一策”实施方案》中要求，建成电站生态流量下泄设施和视频监控系 统，并验收合格。本评价要求建设单位应完善管理体系，加强监控，确保足量下泄生态流量，保障坝下河道不断流。</p> <p>本次评价重新确定电站应按坝址处多年平均流量 10%下泄最小生态流量即为 13.4m³/s，电站应制定相应的运行管理制度，作好运行记录，建立好运行台账。</p> |
| | 水生生态补偿措施 | 增殖放流和栖息地保护 | | 高坑水电站的运行对通江流域的鱼类资源造成了一定程度的影响，工程建成运行后有 必要开展增殖放流和建设过鱼通道，以有效减缓和补偿工程建设对流域内鱼类资源产生的影响；根据流域水电开发环境影响回顾性评价要求，与通流域其他电站联合将拟建青峪口坝下至小通江汇入口处的 14.6km 小通江河段及九浴溪电站坝下约 9.5km 的通江干流河段作为鱼类栖息地进行保护 |
| 水环境保护 | | 集水井浮油清理及加强巡检 | | 电站运行期间通过蝶阀层集水井收集的浮油应及时清理，并完善相应的巡检制度，安排专员巡检清理浮油，避免排入水体。清理浮油暂存于危险废物暂存间，并定期外委处理 |
| 社会环境保护 | 其他 | 下游河段安全预警突发污染事故应急预案 | | 在下游河段设置警示牌，加强安全宣传教育，定期修订突发污染事件应急预案 |

本项目危废暂存间基本情况详见下表。本项目产生的危险废物在场内指定的危险暂存间安全暂存，定期委托成都市新津岷江油料化工厂回收处理。

表 7.3-2 项目危险废物贮存场所(设施)基本情况样表

| 序号 | 贮存场所(设施)名称 | 危险废物名称 | 危险废物类别 | 危险废物代码 | 位置 | 占地面积 | 贮存方式 | 贮存能力 | 贮存周期 |
|----|------------|--------|--------|--------|----|------|------|------|------|
|----|------------|--------|--------|--------|----|------|------|------|------|

| | | | | | | | | | |
|---|-------|-----------|------------------|------------|---------------------------------------------|------------------|------|-----|-----|
| 1 | 危废暂存间 | 废机油、废透平油等 | HW08 废矿物油与含矿物油废物 | 900-249-08 | E: 107.240259498° N: 31.851067385° | 10m ² | 容器桶装 | 10t | 90d |
|---|-------|-----------|------------------|------------|---------------------------------------------|------------------|------|-----|-----|

7.3.1 地表水环境保护措施

(1) 下游河段水质保护

运行期工程河段水位、流量等水文情势发生了较大变化，需加强对上游及工程河段污染源的控制，严格限制新设具有污染性质的工矿企业，以减少河道水质污染，维持工程河段原有水域环境功能，保证无脱水河段产生。

根据现场调查，工程河段现阶段无工业污染源，为维持工程河段水域生境，减免河道脱水或减水对水质、水生生物及鱼类的影响，电站必须下泄不低于13.4m³/s的生态流量。厂区生活污水经化粪池处理后用于农肥，禁止外排，防止生活污水排放污染河流水质。

(2) 水文情势影响减缓措施

项目蓄水导致坝下河道水量减少，工程河段水文情势发生较大变化，如果不下泄生态环境需水量，闸厂址间尤其是坝下至河段可能呈现减脱水现象，将对下游水生生态、工农业用水、河道景观等造成不利影响。因此，为减缓高坑水电站工程建设及运行造成的水文情势变化影响，维持工程河段生态系统的完整性和稳定性，高坑水电站运行期必须下泄一定的河道生态环境需水量。

根据前文分析，高坑水电站应下泄最小13.4m³/s的生态流量，为切实保证电站运行期下泄生态环境用水能够按照要求时段和流量进入下游河道，建议在大坝冲沙闸门槽底部焊接槽钢，使冲沙闸始终保持一定开度，保证下泄最小生态流量13.4m³/s，实现无控制下泄。电站应制定相应的运行管理制度，作好运行记录，建立好运行台账。生态下泄口易受落石、泥块堵塞，电站要随时观察视频监控，发现流量降低，要及时清理堵塞物，保证必须的最小下泄流量。

(3) 污染防治措施

目前项目电站尾水下游水质中石油类超标，要求电站运行期间通过蝶阀层集水井收集的浮油应及时清理，并完善相应的巡检制度，安排专员巡检清理浮油，避免排入水体。清理浮油暂存于危险废物暂存间，并定期外委处理。

7.3.2 地下水环境保护措施

地下水污染防治应坚持“源头控制、末端防治、污染监控、应急响应相结合”的原则，采取主动控制和被动控制相结合的措施。高坑水电站建设及运行基本不会对区域地下水产生不利影响，但应加强区域地下水水质、水量、水位的监测。

7.3.3 生态保护措施

(1) 陆生生态保护措施

① 加强下游河段植被管护力度，确保周边直接影响区域的生态质量不下降。一方面通过下泄生态流量的调度等措施，满足下游河段周边自然植被在生长季节需水高峰时段的生态用水；另一方面加强生态保护力度，封山育林，以及禁止放牧、薪柴等措施，缓解对下游河段人为干扰压力，促进植被恢复。

② 加强运行期间野生动物的保护措施。定期对电站运行人员和当地居民的宣传教育和监管力度，应禁止偷猎和破坏动物生境活动，禁止捕食两栖和爬行类动物，同时在重点区域设置陆生生物保护警示牌；对运行期间的生活废弃物等要进行妥善处置。

(2) 水生生态环境影响保护措施

根据项目开发现实和本工程特点，结合项目水生生态现状调查结果，本工程推荐主要采用以下方案对水生生物实施保护。

① 过鱼措施

根据《中华人民共和国渔业法》第三十二条：在鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施；《四川省<中华人民共和国渔业法>实施办法》第二十九条：在水生动物洄游通道建闸、筑坝或其他水下工程作业，对渔业资源有影响的，建设单位应建造过鱼设施、渔业资源增殖放流站或采取其他补救措施。

根据《四川省通江流域水利水电开发环境影响回顾性评价研究报告》及其批复(川环建函〔2018〕58号)，要求高坑水电站采用修建鱼道来减缓闸坝带来的阻隔影响。综合考虑水生生态保护要求、工程布置条件、区域地形地质条件等因素，考虑到坝址右岸紧邻现有公路，不具备鱼道布置条件，因此初拟在坝址左岸布置1处鱼道，盘旋布置，鱼道入口建议设置在坝址下游100m处通江河左岸，鱼道出口建议设置在坝址上游50m通江河左岸，鱼道总长约400m，主要过鱼对象为中华

倒刺鲃、中华裂腹鱼、岩原鲤和瓦氏黄颡鱼等，主要过鱼季节为鱼类繁殖期（每年3月~6月），下阶段应按照主管部门要求开展设计相关工作。

1) 鱼道进口流速及位置

根据《水利水电工程鱼道设计导则 SL609-2013》，本工程鱼道进口位置的选择应满足以下条件：

◆ 鱼道进口宜布置在泄水闸、电站尾水、生态放水口等经常有水流下泄处，或鱼类洄游路线及经常集群地附近；有条件的工程宜布置多进口的集鱼系统；进口底高程应能满足下游水位变化，在主要过鱼季节进口水深不宜小于 1.0m；鱼道进口宜敞露自然采光，不宜封闭成管道，否则应配人工光源模拟自然光照条件；进口应避免泥沙淤积，并与河床平顺衔接。

◆ 当下游水位变幅较大时，应设置两个或两个以上的不同位置和高程的进口，鱼道进口下游应设渐扩过渡段与下游河道相衔接。

◆ 鱼道进口不宜布置在有较强漩涡、回流等区域或死水区。

◆ 鱼道进口区域水流流速小于鱼类感应流速时，应采取补水等措施，以诱导鱼类进入鱼道。

◆ 枢纽及其他建筑物下泄流量较大时，鱼道进口宜辅助以必要的诱鱼、拦鱼及导鱼设施。

此外，进口位置附近流速应满足鱼类游泳能力测试和工艺设计中的相关要求，鱼道进口与河底高程需衔接，进口附近应采用渐扩段过渡并结合必要的主动、被动诱鱼措施。

根据本工程枢纽布置及地形条件，进口位置初步选择靠近闸坝的岸边，主流的边缘位置，位于坝址下游 100m 处通江河左岸。

2) 鱼道出口选择

根据《水利水电工程鱼道设计导则 SL609-2013》的相关要求，本工程鱼道出口位置的选择应满足以下条件：

◆ 鱼道出口外水流应平顺，利于引导鱼类上溯，流速不宜大于 0.5m/s；

◆ 鱼道出口宜避开漂浮物聚集区、码头等区域，宜远离进水口影响范围区；

◆ 若水流条件不满足流速需求时，应设置隔流墙；

◆ 主要过鱼季节鱼道出口水深不宜小于 1.0m；

◆ 主要过鱼季节上游水位变幅较大时，应设置不同位置与高程的多个鱼道出口。

根据以上要求，结合库区地形和水流条件，本项目鱼道出口选择紧靠坝上游河道 50m 处左岸布置，鱼道出口与正常蓄水位高程衔接。鱼道总长度 400m。

② 水产种质资源及栖息地保护

高坑电站大坝以上河段形成了人工大水面生境，有利于鱼类生长、索饵等活动。库区运行多年来，上游产粘性卵的鱼类的产卵场已形成。结合上游九浴溪电站建设情况、《四川省通江流域水利水电开发环境影响回顾性评价研究报告》、四川诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区范围及流域内其他水利工程建设情况，建议将上游九浴溪电站坝下9.51m的大通江河干流河段、拟建青峪口水库下游14.6km的小通江河段作为鱼类栖息地保护河段，投入资金进行相关保护。

从通江流域鱼类资源保护的角度，建议高坑水电站业主与同流域的其他电站进行联合保护，共同进行通江流域鱼类重要生境河段的保护建设，统筹协调具体实施方案。

1) 保护宣传

强化栖息地保护宣传，设置保护宣传标识、标牌，以及宣传标语等。在鱼类栖息地道路旁或其它合适区域设置鱼类栖息地保护的大型宣传钢构标志牌。同时在交通便利且人口较为集中的地方设置宣标志塔、传标语和标牌等，以保证宣传的效果。

2) 保护管理

加强实施全年禁渔监管；加强河道生境保护，禁止非法挖(采)沙石；加强水质保护，禁止未经处理达标的污水排入栖息地保护河段；严格执行栖息地保护范围内相关建设工程项目的审批，严禁阻隔河道的工程项目，控制侵占河道的涉水工程建设；禁止栖息地范围内的水产养殖、水上旅游休闲项目等。

3) 保护工程

结合栖息地保护河段流经的主要场镇及鱼类重要的生境，建议在鱼类重要栖息地增设安装远程监控系统，以加强渔政监督管理。加强宣传、监督管理，有效减少区域人为活动及生产活动对水环境的影响。

4) 增殖放流措施

进行鱼类的增殖放流是目前保护鱼类物种，增加鱼类种群数量的有效手段之一。根据《中华人民共和国渔业法》第四章第三十二条规定，在鱼、虾蟹洄游通道建闸筑坝，对渔业资源有严重影响的建设单位应当建造过鱼设施或采取其它补救措施。

实施人工增殖放流是减小建站、筑坝对渔业资源影响而采取的有效措施，可以在一定程度上可以缓解水利工程对鱼类资源的不利影响。放流需要掌握当地生态环境和鱼类现状，制定科学有效环保的增殖放流方案。由于增殖放流技术性和专业性强，建议业主方委托专业部门实施。根据调查，建设单位前期已交付了5万元的渔业资源补偿损失费。

◆ 放流鱼种

根据《四川省通江流域水利水电开发环境影响回顾性评价研究报告》及其审查意见的相关要求，结合项目水生生态调查成果，本次评价建议高坑水电站应依托诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区救护中心开展电站库区河段及小通江汇入口河段的增殖放流，放流对象主要选择岩原鲤和中华倒刺鲃。

◆ 增殖放流的规格

增殖放流是对资源的保护，属于电站工程建设后的补偿性措施。由于鱼体大小适应能力差异明显，因此放流苗种规格对放流效果影响很大。放流苗种太小存活率较低。如果放流大小规格过大，会增加经济成本。放流鱼类至少应该是基本发育完善的幼鱼，规格一般在4~15cm左右的苗种。其对环境的适应能力较强，在自然河流中存活率也较高。

表 7.3-1 高坑水电站增殖放流规格和数量

| 种 类 | 规格(cm) |
|-------|--------|
| 岩原鲤 | 6~8 |
| 中华倒刺鲃 | 6~8 |

高坑水电站鱼类增殖放流时间为2年，分别为2022年和2023年。建议业主放流中华倒刺鲃和岩原鲤5000尾/年，作为资源补偿。建议放流地点为小通江与大通江汇合口。

7.3.4 其他保护措施

在工程河段设立警示牌，提醒周边居民注意河道水量变化，避免安全事故的发生。

在电站运行过程中，对当地村民进行安全教育，使其对电站运行方式有所了

解，并引起政府和村民的足够重视，避免安全事故的发生。

7.4 环境保护措施效果分析

为了减免高坑水电站施工和运行对环境造成的不利影响，本工程对工程涉及的水环境、大气环境、声环境、生态环境、人群健康等均采用了相应的环保措施。下表列出了各项环保措施效果分析。通过下表可以看出，高坑水电站环境保护措施的实施可以很大程度上减免工程兴建对环境的不利影响，将因环境损失造成的潜在经济损失降到最低限度，工程环境保护措施的效果是明显的。

表 7.4-1 高坑水电站环保措施及效果分析一览表

| 项目 | | 采取措施前的环境影响 | | 环保措施 | 采取措施后的环境影响 | |
|------|--------|------------------------------------|------|---------------------------------|--------------------------|------|
| 环境因子 | | 影响分析 | 环境效果 | 措施内容 | 效果分析 | 环境效果 |
| 水环境 | 水文情势 | 电站下游河段的水位、流量等发生变化 | -1C | 下泄生态流量 13.4m ³ /s | 对下游水生生态及景观有一定的补偿作用 | -1C |
| | 水质 | 施工期生产废水将增加河流 SS 含量、生活污水将污染河道水质 | -3D | 生产废水经沉淀池处理，生活污水由化粪池收集处理 | 生产废水处理达标排放，有效去除生活污染源和病原体 | -1D |
| | | 施工期施工人员生活垃圾若不采取适当的处理措施将可能影响水质及工区卫生 | -2D | 设置垃圾桶，垃圾定时清运，垃圾桶定期消毒 | 对环境影响轻微 | -1D |
| 大气环境 | | 施工期开挖、爆破及汽车运输产生施工扬尘，对施工人员有影响 | -2D | 洒水降尘等除尘措施，使用低尘设备 | 减少废气对工区大气环境的污染 | -1D |
| 声环境 | | 噪声对施工人员及野生动物有影响 | -2D | 噪声源采取减振措施，避免夜间施工、加装隔声设施等措施 | 减少对施工区声环境的污染 | -1D |
| 生态环境 | 水土流失 | 工程占用土地破坏植被，开挖弃渣增大水土流失量 | -3C | 工程及植物水保措施 | 最大限度恢复水保效果，减少水土流失量 | +2C |
| | 景观生态体系 | 因占地等改变生态系统组成 | -2C | 结合水保措施进行生态恢复，进行环境保护宣传 | 景观生态体系保持必要的稳定性 | +1C |

| | | | | | | |
|------|--------|----------------------------------|-----|------------------------------------|-----------------------------|-----|
| | 陆生生态 | 施工影响工区地表植被，可能出现施工工区人员对陆生动物的捕杀、猎取 | -2D | 对施工迹地进行景观恢复，对施工人员宣传教育 | 最大限度保护和恢复工区植被，防止人为造成的动物损害 | -1D |
| | 水生生态 | 闸坝阻隔、河段减水对鱼类种群数量有影响 | -3C | 下泄生态流量13.4m ³ /s，加强渔政管理 | 防止人为造成的鱼类损害，减少对水生生物的影响 | -1C |
| 社会环境 | 社会经济 | 促进当地经济发展，增加财政税收，并带动相关产业的发展 | +3C | / | / | +3C |
| | 工程占地 | 施工占地对当地经济带来一定影响 | -2C | 施工占地补偿 | 不降低当地农业生产水平 | 0 |
| 其他 | 人群健康 | 施工期可能引起外源性疾病的输入或流行 | -2D | 进行卫生清理、健康调查和疫情监控、建档，建立医疗卫生机构 | 防止传染病的爆发和流行，保证施工顺利进行 | +2C |
| | 环境地质 | 施工开挖对边坡稳定影响轻微 | -1D | 主体工程采取相应的工程防护措施 | 工程安全 | |
| | 其它相关因子 | 工程对水、大气、声环境及水土流失、景观生态的综合影响 | -1C | 加强工程的环境监测、环境建立和环境管理 | 监控环境质量，促进和指导工程环保工作、更好地为措施服务 | +2C |

注：“-，+，±”分别表示环境影响性质为：不利、有利、中性；

“C，D”分别表示影响进间为：长期、短期；

“0，1，2，3”分别表示影响程度为：无影响、弱、中、强。

由表 6-12 中对环保措施的效果分析可知，通过对工程兴建产生的不利影响采取有针对性的环保措施后，可最大程度地避免对环境的不利影响，使因环境损失造成的经济损失降至最低程度，工程环保措施的效果是明显的。

8 环境影响经济损益分析

环境影响经济损益分析的主要任务是衡量项目的环保投资所能收到的环境效益和经济效益；建设项目应力争达到社会效益、环境效益、经济效益的统一，这样才能符合可持续发展的要求，实现经济的持续发展和环境质量的不断改善。本项目的建设在一定程度上会给周围环境带来一些负面影响，因此有必要进行经济效益、社会效益、环境效益的综合分析，使项目的建设论证更加充分可靠，工程的设计和实施更加完善，以实现社会的良性发展、经济的持续增长和环境质量的保持与改善。

8.1 环保投资

高坑水电站工程总投资 10933.02 万元，其中用于降低、减免工程建设不利影响和补偿的环境保护费用总计投资 469 万元，占工程总投资的 4.29%。其中前期已投入环保投资 360 万元，本次评价要求新增环保投资 109 万元。项目已完成及需新增环保措施投资如下表：

表 8.1-1 建设项目环保措施(设施)投资一览表

| 项目 | 时段 | 内容 | 数量 | 投资(万元) | 备注 |
|-------------------|-----|--------------------|-----|--------|----|
| 前期已投入的环保投资 | | | | | |
| 废气治理 | 施工期 | 施工期洒水降尘 | 1 项 | 35 | |
| | | 施工劳保用品 | 1 项 | 10 | |
| 废水治理 | 施工期 | 生产废水沉淀池 | 2 处 | 10 | |
| | | 旱厕 | 2 处 | 2 | |
| | 运行期 | 厂区化粪池 | 1 个 | 3 | |
| 噪声治理 | 施工期 | 噪声防护措施和人员劳保 | 1 项 | 5 | |
| 固废处置 | 施工期 | 生活垃圾、建筑垃圾处理 | 1 项 | 15 | |
| | 运行期 | 生活垃圾清运 | 1 项 | 5 | |
| | | 危废间防渗、警示标牌、危废协议 | 1 项 | 15 | |
| 生态治理 | 施工期 | 水保工程、绿化措施 | 1 项 | 165 | |
| | 运行期 | 厂区绿化 | 1 项 | 10 | |
| | | 下泄生态流量设施及监控 | 1 项 | 30 | |
| | | 水生生态调查 | 1 次 | 15 | |
| | | 渔业资源补偿 | 1 项 | 5 | |
| 人群健康 | 施工期 | 检疫、卫生清理、药品等 | 1 项 | 25 | |
| 风险防范 | | 应急预案编制、应急物资和事故应急演练 | 1 项 | 10 | |
| 小计 | | | | 360 | |
| 新增环保投资 | | | | | |

| | | | | | |
|------|-----|------------|-----|-----|-----|
| 生态保护 | 运行期 | 加强宣传，设立标志牌 | 1 项 | 4 | |
| | | 增殖放流 | 1 项 | 10 | 2 年 |
| | | 水环境质量监测 | 1 项 | 15 | |
| | | 水生生态监测 | 5 次 | 50 | |
| | | 陆生生态监测 | 6 次 | 30 | |
| | | 小计 | | 109 | / |
| | | 总计 | | 469 | / |

8.2 环境影响经济损益分析

本工程环境影响经济损益分析的目的在于运用环境经济学原理，在考虑工程建设与生态环境、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展前提下，运用费用—效益分析方法对环境效益和损失进行分析，从环保角度评判工程建设的合理性。

8.2.1 环境损失

工程永久占地约 6.11hm²，工程建成后对水生生态造成阻隔影响，库区等河段水文情势发生变化，使得评价河段内水生生物的生物量有所降低。这部分生态损失难以货币化，暂不计列。

为减免、恢复或补偿高坑水电站工程建设和运行所带来的不利环境影响，采取的环境保护措施主要包括水土保持工程、水环境保护工程、环境空气保护工程、声环境保护工程、生活垃圾处置工程、陆生生态环境保护工程、水生生态环境保护工程、人群健康保护工程、环境监测工程等。本工程环境保护措施的实施可在很大程度上减免工程兴建对环境的不利影响，因此本工程环境保护费用可作为恢复环境质量所花费的费用，共计 484 万元。

8.2.2 环境效益

为保证工程涉及河段内鱼类生物量，水生生态保护措施提出通过人工手段增殖鱼类资源，可为部分重点保护鱼类和经济鱼类的人工繁殖技术的研究和发展提供良好的条件。

该部分的环境效益难以货币化，暂不计列。

8.2.3 社会效益

高坑水电站的建设有利于区域经济的良好发展，该部分效益难以货币化，暂不计列。

电站建设期间施工人员的生活需求主要由当地农产品及服务满足,在一定程度上促进地方农业、餐饮业和其它服务业的发展,有利于地方农业产业结构调整 and 第三产业的快速发展。

8.2.4 环境经济损益综合分析与评价

根据以上分析,高坑水电站工程具有较好的经济、社会及环境效益,在各项环保措施得到落实的情况下,其费用产生的环境效果较为明显,可较大程度地减免因环境损失而造成的潜在经济损失。因此从环境损益及环境经济角度分析,工程的建设是可行的。

9 环境管理及环境监测计划

本项目建设期主要为主体工程及相关附属设施的建设，由于项目已建成，施工期影响已消失。本项目对其所在区域环境的影响主要产生在运行期，建设单位应在加强环境管理的同时，定期进行环境监测，及时了解工程在不同时期对周围环境的影响，以便采取相应措施，消除不利影响，减轻环境污染。本项目建成后，应按省、市环保部门的要求加强对企业的环境管理，要建立健全的环保监督和管理制度。

环境管理和监控计划是以防止工程建设对环境造成污染为主要目的，在工程项目的施工和营运过程中，将对周围环境产生一定的污染影响，将通过采用环境污染控制措施减轻污染影响，环境管理和监控计划的实行将监督和评价工程项目实施过程中的污染控制水平，随时对污染控制措施的实施提出要求，确保环境保护目标的实现。

9.1 环境保护管理

9.1.1 环境保护管理目的

环境管理机构的设置，目的是为了贯彻执行中华人民共和国环境保护法的有关法律、法规，全面落实《国务院关于环境保护若干问题的决定》的有关规定，对项目“三废”排放实行监控，确保建设项目经济、环境和社会效益协调发展；协调地方环保部门工作，为企业的生产管理和环境管理提供保证，针对拟建项目的具体情况，为加强严格管理，企业应设置环境管理机构，并尽相应的职责。

9.1.2 环境保护管理体系

本项目环境保护工作的管理体系组成见图 9.1-1。

在运行期，建设单位应贯彻执行国家及地方环境保护法律、法规和方针政策；执行国家、地方和行业环保部门的环境保护要求；依照审批后的环境影响报告和相关批文，落实工程运行期环境保护措施，制定高坑水电站的环境管理办法和制度；负责落实运行期的环境监测，并对结果进行统计分析；监督和管理由于周围环境的变化引起的对工程的影响，并向有关部门反映，督促有关部门解决问题。

为保证环境保护设施的安全稳定运行，建设单位应建立健全运行期环境保护管理规章制度，完善各项操作规程，其中主要应建立以下制度：

(1) 岗位责任制度：按照“谁主管，谁负责”的原则，落实各项岗位责任制度，明确管理内容和目标，落实管理责任并签定环保管理责任书。

(2) 检查制度：按照日查、周查、月查、季度性检查等建立完善的环境保护设施定期检查制度，保证环境保护设施的正常运行。

(3) 培训教育制度：对环境保护重点岗位的操作人员，实行岗前、岗中等培训制度，使操作人员熟悉岗位操作规程及环境保护设施的基本工作原理，了解本岗位的环境重要性，掌握事故预防和处理措施。

(4) 档案台账制度：建立企业建设、生产、消防、环保、工商、税务等档案台账，并设专人管理，资料至少保管5年。

(5) 建设单位应建立污染预防机制和处理环境污染事故的应急预案制度。

9.2 环境监测计划

9.2.1 监测目的

通过必要的环境监测计划的实施，全面及时地掌握项目运行期环境状况，为制定必要的污染控制措施提供依据。

9.2.2 监测机构

本项目运行期的环境监测应由符合国家环境质量监测认证资质的单位承担。考虑本项目的实际情况，建议建设单位可不设置专职环境监测机构，其环境监测工作可全部委托有资质的单位完成。鉴于本项目所处地理位置，建议由巴中市或通江县环境监测站承担。

9.2.3 监测计划

由于本项目已建成，监测计划主要针对运行期设置。根据工程布置及运行方式等，

运行期监测内容包括水文情势监测、地表水环境监测、大气环境监测、声环境监测、水土保持监测、陆生生物调查、水生生物调查等。

(1) 水环境监测

为了实时掌握工程运行期对通江河水质的影响，规划布设3个水质监测断面。

水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)的规定方法执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)和《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)方法执行。监测项目、监测周期、监测时段及频率见下表。

表 9.2-1 地表水环境质量现状监测技术要求表

| 编号 | 监测点位 | 监测项目 | 监测频率 |
|----|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1# | 电站坝前 | 水温、pH、悬浮物(SS)、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、叶绿素 a(1#断面)、透明度(1#断面) | 运行期前三年每年丰、平、枯水期各监测1次，每次监测3d |
| 2# | 电站库尾 | | |
| 4# | 电站坝址下游1000m处 | | |

(2) 陆生生态监测

监测点位：库周区及下游河道两侧各500m的陆域范围。

监测内容：

① 陆生植物多样性与植被。主要监测维管植物物种组成；种子植物区系成分分析；珍稀、濒危和重点保护植物；植被类型(包括植物型组、植被型、群系组和群系四个层次)及其分布情况；工程各重点区域植被概况。主要调查库周枢纽工程区的植被类型。

② 区域动物多样性。主要包括两栖类动物；爬行类动物；鸟类动物；哺乳类动物。主要监测种类组成、区系分析、生态分布和生态习性以及重点保护物种。

调查方法：采用植物学、植被学、动物学、景观生态学等专业的野外工作规范要求进行。植物物种多样性和植物群落生态学调查采用路线法和样方法相结合的方式进行。

表 9.2-2 陆生生态环境监测点布置

| 监测要素 | 阶段 | 监测点 | 监测参数 | 监测方法 | 监测频次 | 执行机构 | 负责机构 | 监督机构 |
|------|-----|-----------|-----------------------|--------------|-------------------------|-------------|------|-------------------|
| 生态环境 | 运行期 | 库区及下游下游河段 | 河段取水对坝址及库区周边动植物多样性的影响 | 实地调查、巡测、定点观测 | 投入运营后的第一年、第三年及第五年，每半年一次 | 建设单位委托的监测单位 | 建设单位 | 地方生态环境行政主管部门、林业部门 |

监测费用：每次监测经费5万元，总监测经费共30万元。

(3) 水生生态监测

高坑水电站的运行，不可避免地对通江河水域水生生物及生态环境产生一定影响，为及时发现因工程兴建而引起的水生生物、生态环境变化及发展趋势，掌握工程兴建前后相关河段水生生物、生态环境变化的时空规律，为进一步减缓电站运行对水域环境和鱼类资源的影响，及时优化或调整保护方案提供科学的依据。故应开展水生生态调查监测，该监测由业主委托相关单位实施。

① 监测区域

为掌握高坑水电站对通江河影响水域水生生物的影响，结合工程开发方式，需设水生生物的调查和检测断面，拟在电站闸址附近、下游河段和电站厂址附近河段共设置4个监测断面。

表 9.2-3 水生生态监测范围和监测内容

| 监测范围 | 水生生物监测 | 鱼类监测 | 备注 |
|--------|--------|------|------|
| 库尾 | ● | ● | 每年一次 |
| 库区 | ● | ● | 每年一次 |
| 电站坝址附近 | ● | ● | 每年一次 |
| 下游河段 | ● | ● | 每年一次 |

② 监测内容

水文、水体理化性质以及浮游藻类、浮游动物和底栖动物的种类、分布密度和生物量，特别加强对下游河段内的监测。

鱼类种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，重点监测下游河段内的鱼类种群动态及群落构成变化趋势和重要经济鱼类“三场”变化，分析鱼类种类的重现度变化趋势和产卵场分布与规模、繁殖时间和繁殖种群的规模。

③ 监测时间与频次

监测年限为2021年至2025年，共监测5次。调查时间初步确定为5月~6月或9~10月。

④ 监测经费

每次监测经费10万元，电站总监测经费共50万元。

9.3 竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》中的有关要求，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

建设单位在落实本评价提出的需补充或完善的环保措施和设施后,应尽快开展竣工环保验收工作,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)有关规定实施,验收内容包括工程各阶段各项环境保护设施,如污废水处理系统、水生生态保护措施等,由建设单位组织自验,成立验收工作组,在各项环保措施落实到位的前提下,进行验收工作,主要包括。

(1) 工程情况调查,包括工程规模及任务、枢纽布置及主要建筑物、工程占地、运行方式、工程环保设施建设情况及投资等,主要通过工程资料收集及现场查勘进行调查。

(2) 环境影响报告回顾评价,根据环境影响报告、水土保持方案、环评及水保批复等资料收集,简要分析报告书中环境影响的评价结论及提出的环保对策措施。

(3) 环境保护措施落实情况调查,根据环境影响报告书、环保设计以及对各级环保行政主管部门批复要求中所提环保措施的情况进行工程建设环境保护措施落实情况调查。调查工程已采取的生态保护、水土保持及污染控制措施,并通过对项目所在区域环境现状监测与调查结果的评价,分析各项措施实施的有效性。主要通过现场查勘、收集环保设计、环境监理资料及其他相关资料进行调查。

(4) 公众意见调查,了解公众对工程建设期及运行期环境保护工作的意见、对当地经济发展的作用、对工程所在区域居民工作和生活的情况,通过发放调查表和走访相关部门、单位等形式进行公众意见调查,针对公众的合理要求提出解决建议。

(5) 环保投资调查,调查工程设计环保投资及实际环保投资。

(6) 根据工程环境影响的调查结果,客观、公正地从技术上论证该工程是否符合竣工环境保护验收条件。

表 9.3-1 项目“三同时”竣工环境保护一览表

| 阶段 | 环境要素 | | 环保措施 | 验收内容重点 | 验收要求 |
|-----|------|------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 施工期 | 地表水 | 生产废水 | 砼拌合废水处理、机修废水处理等 | 废水处理设施建成情况,废水处理设施运行情况以及处理效果 | 满足设计要求,能够正常投运,处理回用于本系统,不排放 |
| | | 生活污水 | 临时厕所 | 污水处理设施、运行情况以及处理效果 | 满足设计要求,能够正常投运,处理后尽量回用 |
| | 固体废物 | | 工程弃渣堆放至弃渣场;生活垃圾进行统一收集,外运填埋处置 | 弃渣堆放情况;垃圾箱、垃圾池设置情况,垃圾外运处置情况 | 弃渣按要求堆放或综合利用;生活垃圾无害化处理 |
| | 声环境 | 施工噪声 | 管理控制等措施 | 管理措施实施情况 | 满足区域环境功能要 |

| | | | | | 求 |
|-----|------|----------|----------------------|----------------------------------|--------------------|
| | 大气 | 扬尘 | 洒水车、拦挡围护等 | 洒水降尘设施、洒水频率以及效果 | 满足区域环境功能要求 |
| 运行期 | 地表水 | 管理人员生活污水 | 经化粪池处理后定期清掏用作农肥 | 污水处理设施、影响调查及运行情况 | 处理后用作农肥不外排 |
| | 固体废物 | 生活垃圾 | 生活垃圾进行收集后统一清运 | 垃圾箱设置情况,垃圾外运管理情况 | 生活垃圾无害化处理 |
| | | 危险废物 | 危险废物临时贮存场所,委托有资质单位处置 | 危险废物临时贮存场所及危险废物外运处置情况 | 危险废物按有关要求处置 |
| | 声环境 | 厂界噪声 | 厂房隔声、基础减震 | 厂房隔声、减震效果 | 厂界噪声达标 |
| | 生态环境 | 陆生生态 | 各施工迹地植被恢复或复垦 | 植被恢复效果以及影响 | 满足水保方案和本报告植被恢复要求 |
| | | | 陆生生态监测 | 监测制度执行情况 | 按要求落实监测制度 |
| | | 水生生态 | 生境保护 | 鱼类栖息地保护落实情况 | 按要求落实栖息地保护,完善相关手续 |
| | | | 生态流量下泄设施及监控 | 下泄保证措施落实情况,以及按要求下泄生态流量情况,下泄效果等调查 | 保障足量不间断下泄规定的最低生态流量 |
| | | | 水生生态监测 | 监测制度执行情况 | 按要求落实监测制度 |
| | | | 鱼类增殖放流 | 放流情况调查 | 按要求进行增殖放流 |

9.4 环境影响后评价

按照《建设项目环境影响后评价管理办法(试行)》(环境保护部令第37号)和《水利建设项目环境影响后评价导则》(水利部SL/Z 705-2015)的要求,工程在正式投入运营后三至五年内开展环境影响后评价工作。对项目环境管理工程、实际产生的环境影响以及污染防治、生态保护和风险防范措施的效果进行跟踪监测和验证评价,并提出补救方案或者改进措施,工程环境影响后评价主要包括:

(1) 建设项目过程回顾。包括环境影响评价、环境保护措施落实、环境保护设施竣工验收、环境监测情况,以及公众意见收集调查情况等;

(2) 建设项目工程评价。包括项目地点、规模、生产工艺或者运行调度方式,环境污染或者生态影响的来源、影响方式、程度和范围等;

(3) 区域环境变化评价。包括建设项目周围区域环境敏感目标变化、污染源或者其他影响源变化、环境质量现状和变化趋势分析等;

(4) 环境保护措施效果评估。包括环境影响报告书规定所采取的水资源、水环境、

污染防治、生态保护、土壤环境保护和风险防范措施，是否适用、有效，能否达到国家或者地方相关法律、法规、标准的要求等；

(5) 环境影响预测验证。包括主要环境要素的预测影响与实际影响差异，原环境影响报告书内容和结论有无重大漏项或者明显错误，持久性、累积性和不确定性环境影响的表现等；

(6) 环境保护补救方案和改进措施；

(7) 环境影响后评价结论。

10 评价结论

10.1 工程概况

四川省亿力能源投资开发有限公司于 2005 年在通江县新建高坑水电站，电站位于大通江上赵村坝附近，属通江河中游河段，距离通江县城约 12.8km，其上已建有九裕溪电站，其下已建有平昌县双滩水电站。本电站采用河床式开发，主要任务为发电，兼顾防洪，具有日调节能力，正常蓄水位 340.5m，相应库容 3796.05 万 m³，水库总库容(校核洪水位以下)6997 万 m³。电站装机容量装机 15MW，多年平均发电量 5984.13 万 kW·h。项目实际总投资 10933.02 万元，其中已实施环保投资 360 万元。

10.2 产业政策符合性及选址合理性分析

(1) 本项目于 2005 年开工建设，根据《产业结构调整指导目录(2005 年本)》，项目属于第一类鼓励类中“四、电力”中“1、水力发电”，符合当时的国家产业政策。

(2) 项目符合全国及四川省的主体功能区划、生态功能区划要求，符合“三线一单”相关保护要求。

(3) 本电站建设符合“川办发〔2012〕3 号”、“川办发〔2014〕99 号”、“川发改能源函〔2015〕340 号”、“川环函〔2016〕2200 号”、“水电〔2018〕312 号”、“环办环评函〔2018〕325 号”、“川水函〔2020〕546 号”等文件要求。

10.3 环境质量现状

(1) 项目所在区域为环境空气质量达标区。本次环评地表水现状监测库区总氮超标，电站尾水中石油类超标，其他各监测因子满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准。各地下水监测指标均符合《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中III类水质标准限值要求。项目周边居民声环境能够满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准。项目坝址区土壤环境质量均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600—2018)表 1 中第二类用地的土壤污染风险筛选值。项目周边农用地土壤各监测因子基本能满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中风险筛选值的限制要求。

(2) 根据调查资料，电站涉及区域无国家级保护野生植物及名木古树分布，评价区域内有国家级Ⅱ级重点保护鸟类4种和四川省重点保护鸟类4种，工程河段分布有38种鱼类分布，其中有四川省重点保护鱼类1种。

(1) 评价区社会经济以农业为主，经济发展相对落后。评价区自然、生态环境处于基本协调状态，无制约性环境因素。

10.4 环境影响结论

(1) 主要有利影响

高坑水电站建设带来的有利影响主要体现在发电效益和社会效益方面。

高坑水电站工程建成后，将对地方电网起到一定的作用，对促进地区经济发展，为地方经济发展提供电力支撑。此外，水电站具有清洁生产的优越性，可避免修火电站带来的“三废”污染，对实现“以电代柴”和促进当地森林植被保护有积极的作用。

(2) 主要不利影响

工程运行期河段水文情势将发生较明显改变：坝址上游流速减缓，改变了工程河段原有的水文情势，工程河段水生生态将发生较明显变化，建坝也阻隔了河段上下游水生生物的交流。

10.5 环境保护措施

针对本工程建设期和运行期对工程区水环境、大气环境、声环境、生态环境和社会环境等造成的不利影响，分别提出了相应的环境保护措施，对不利环境影响可起到有效的减免和控制作用。

经调查项目已建成，施工期采取了如下环保措施：施工期生产废水处理回用，生活污水经旱厕收集后综合利用，施工期废水不外排；施工大气和噪声采取洒水降尘、避免夜间爆破作业、限制车速等防尘、降噪等措施；施工开挖、弃渣堆放等工程占地引起的水土流失及景观、植被的破坏采取工程措施以及绿化等生物措施。目前施工痕迹已恢复，无遗留环境问题。

对于运行期对水生生态的影响，主要通过发电尾水和泄洪闸下泄不低于 $13.4\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量予以缓解。评价认为，在确保各项环保措施全面实施的前提下，可在较大程度上减缓工程运行对环境的不利影响，将环境损失减低至较低程度。

本工程用于降低、减免工程建设不利影响和补偿的环境保护费用总计投资469万元。经过分析认为，在环境费用~效益方面可行。

10.6 环境风险分析

在采取本环评提出的环境风险防范措施后，本项目运行期风险事故发生概率很低，对环境的影响可得到有效控制，对环境影响较小。因此，本项目风险水平是可以接受的。

10.7 环境监测与管理

项目运行期必须贯彻执行国家有关方针、政策、法律和法规，必须有人专管环保工作，特别注意对污水、废油的监督管理，保证合理处置，满足环保要求。运行期应委托相关单位进行水生生态监测和调查。

10.8 公众参与

按《环境影响评价公众参与办法》的要求，公众参与调查方法以代表性和随机性相结合为原则，采用网上公示、张贴字报及登报公示等三种形式，调查对象主要为项目周围的居民、工作人员。公示期间，暂未收到当地民众对本项目持反对的意见。

10.9 综合结论

根据评价区环境现状和生态环境发展趋势，结合本电站建设和运行各类工程活动的特点和性质，验证和预测高坑水电站对环境的影响，结果表明，本工程的发电效益、社会效益显著，有利影响是主要的。不利影响主要表现在施工、运行对水环境和生态环境的影响，工程运行期对生态及景观用水的影响。环评制定了相应的处理措施，并通过下泄生态流量维持坝下河段水生生态系统需水量；此外，本次环评也对噪声、生态等方面提出了相应的环保措施。在采取相应的环境保护措施后，各种不利影响可以得到减免。

项目在前期中已采取了相应的环保措施，通过业主组织开展公众参与调查，未发现电站前期施工中有严重的环境污染纠纷，在落实本次环评提出的补充完善措施后，该电站运行产生的不利环境影响可以降低到环境可以接受的程度。从环境影响的角度评价，项目的建设和运行是可行的。

10.9 评价建议

(1) 业主必须建立健全下泄生态用水设施监控、地质灾害监测、防洪预警系统，及时发现险情，及时采取工程治理措施，尽可能减轻不利影响和灾害损失。

(2) 目前项目电站尾水下游水质中石油类超标，建议电站业主完善相应的巡检制度，安排专员巡检清理浮油，避免排入水体。清理浮油暂存于危险废物暂存间，并定期外委处理。