

四川屏山书楼抽水蓄能电站

环境影响报告书 (送审稿)



建设单位：四川川投屏山书楼抽水蓄能开发有限公司

编制单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

二〇二六年八月

四川屏山书楼抽水蓄能电站

环境影响报告书

建设单位：四川川投屏山书楼抽水蓄能开发有限公司

编制单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

概 述

一、建设项目特点

屏山书楼抽水蓄能电站位于四川省宜宾市屏山县书楼镇，上水库位于书楼镇西村楠木沟沟首，利用楠木沟及库周山岭筑坝成库；下水库位于书楼镇西村楠木沟下游沟谷，利用楠木沟及库周山岭筑坝成库。屏山书楼抽水蓄能电站是纳入国家《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》的储备项目，也是《四川省抽水蓄能中长期发展规划 2024—2028 年项目布局调整建议》中的重点实施项目。

屏山书楼抽水蓄能电站的工程任务为调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用。楠木沟为季节性冲沟，上水库坝址天然集水面积约 1.12km^2 ，水库正常蓄水位 1110m ，死水位 1088m ，总库容 848万 m^3 ，调节库容 598万 m^3 ，具有日调节能力；下水库坝址集水面积约 6.49km^2 ，水库正常蓄水位 566m ，死水位 524m ，总库容 674万 m^3 ，调节库容 592万 m^3 ，具有日调节能力。屏山书楼抽水蓄能电站总装机容量 120万 kW （ $4\times 30\text{万 kW}$ ），额定水头 542.0m ，距高比为 5.2 ，年发电量 17.59亿 kWh ，年抽水电量 23.46亿 kWh ，为日调节能力的抽水蓄能电站。

屏山书楼抽水蓄能电站由上水库、下水库、输水系统、地面发电厂房系统、补水工程组成。上水库主要建筑物包括混凝土面板砂砾石坝、进/出水口等，坝顶高程 1114.00m ，最大坝高 82m ，坝顶长度 305m ；上游防浪墙顶高程 1115.20m ，高于坝顶高程 1.2m ；大坝采用上游侧混凝土面板+垂直帷幕的防渗方式，主体采用天然砂砾石填筑。上水库集水面积较小，本阶段不设置泄水建筑物，上库多余水量可通过输水系统排入下库。下水库主要建筑物包括挡水坝、泄洪建筑物、进/出水口等，下水库大坝坝型为混凝土面板砂砾石坝，坝顶高程为 570.00m ，最大坝高 125m ，坝顶长度 535m ，坝顶宽度 10m ，混凝土路面；大坝采用上游侧混凝土面板+垂直帷幕的防渗方式。

下水库右岸设置泄水建筑物，布置一条泄洪放空洞和一条泄放管，泄洪放空洞兼作施工期导流洞。泄洪放空洞采用有压进口接无压泄槽布置型式，采用台阶+底流消能，由引渠段、进口塔体段、有压隧洞段、工作闸室段、泄槽段及出口消力池段组成。进口底板高程 524.00m ，塔体尺寸 17.0m 、 10.5m 、 50m （长×宽×

高),进口内设一道事故闸门和一道检修闸门,孔口尺寸均为 3.5m×4.2m(宽×高)。有压隧洞段直径 4.2m,采用钢筋混凝土衬砌或钢衬,全长 979.28m。出口闸室底板高程 511.00m,设置一道弧形闸门,孔口尺寸 3.5m×3.0m(宽×高)。泄槽段全长约 300m,台阶高度为 2.0m,台阶长度为 4.8m,泄槽底端设置底流消力池,池长 32m,池深 6.0m,底宽 8.0m,池底高程为 390.00m。

输水系统采用两洞四机布置格局,与发电厂房采用“斜入正出”布置方式。引水系统布置于上下水库间山体内,尾水系统跨沟布置于下水库楠木沟右岸山体内,输水系统主要建筑物包括上库进/出水口、引水隧洞、引水调压室、压力主管、高压岔管、压力支管、尾水支管、尾水岔管、尾水主管、尾水调压室、下库进/出水口以及排水廊道等。上、下库进/出水口均采用侧式岸塔式,引水、尾水调压室均采用开敞圆筒形阻抗式调压室,引水岔管采用埋藏式钢岔管,尾水岔管采用明钢岔管。输水系统总长约 3314.804m,其中引水系统全长约 2433.63m,尾水系统全长约 881.174m

发电厂房采用地面厂房,布置于下水库坝轴线下游 265m~435m 范围内,距上水库水平距离约 1965m。发电厂房及附属建筑物主要包括主厂房、副厂房及 GIS 楼、尾闸室。厂内安装 4 台单机容量 300MW 的单级立轴混流可逆式水泵水轮机-发电电动机组,总装机 1200MW。机组安装高程 429.00m。副厂房及 GIS 楼布置于主厂房下游侧。厂内渗漏水通过自流方式排至下游河道。

补水工程采取浮船式取水泵站,取水泵船设置于书楼镇楠木沟锦屏至楼东公路侧,取水泵船从向家坝库区楠木沟支库取水,设计规模为 1100m³/h。取水泵船取水泵房内设置 2 台取水水泵,综合考虑本工程补水的特点、运行条件及年运行小时数,初期蓄水 2 台水泵同时运行,不考虑设置备用泵。永久补水考虑 1 台水泵运行(一用一备)。输水管线全长 1.44km,单管埋地敷设,管径为 DN500,出水口设置出水水池,出水水池顶高程为 568m。补水系统出水方式采用淹没出流,输水管线末端设置出水池,补水时通过出水池溢流进入下水库。

本工程规划施工场地主要包括 4 个大的区域,即上水库施工场地、下水库施工场地、书楼镇施工场地、宝宁村一组砂石加工场地,施工工厂及临时设施采用分区与相对集中相结合的布置方案,设置了砂石加工系统、混凝土生产系统、综合修配系统、综合加工厂、钢管加工厂、金属结构拼装场、仓库系统、生活区和

风、水、电系统。工程建设区范围面积为 3377.70 亩，其中永久占地 2362.13 亩，临时用地 1015.57 亩。枢纽工程建设区与水库淹没影响区重叠区域面积 867.73 亩纳入水库淹没区后，枢纽工程建设区用地面积为 2509.97 亩，其中永久征收 1494.40 亩，临时占用 1015.57 亩。至规划水平年，共需生产安置 567 人，均采取自行安置方式；搬迁安置 101 人，均采取分散安置。

工程施工期、初期蓄水及运行期补水水源为向家坝水库。屏山书楼抽水蓄能电站初期蓄水时间为第 4 年 3 月初~第 5 年 9 月底，从向家坝水库取水 770.6 万 m^3 。工程正常运行期厂区办公用水、上下水库和输水系统年蒸发渗漏损失水量共 170.6 万 m^3 ，扣除上、下库坝址处径流量，运行期年补水量为 25.8~97.0 万 m^3 。工程施工总工期（不含筹建期）为 57 个月，工程静态总投资 71.54 亿元。

屏山书楼抽水蓄能电站的建设，是国家能源发展战略及实现“双碳”目标的需要，是四川省优化电源结构，增强调峰填谷、调频调相能力的需要，是四川及川南负荷中心电力保供及安全稳定需要，是有助于促进川南地区经济社会发展的重要举措，电站距负荷中心近接入方便，技术经济可行，其建设条件较好，具备近期开发条件，具有建设的必要性。

二、环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》《建设项目环境影响评价分类管理名录》等规定，本工程属于“四十一电力、热力生产和水力发电抽水蓄能电站”，在开工前应编制环境影响报告书。四川川投屏山书楼抽水蓄能开发有限公司于 2025 年 4 月委托中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司(以下简称成都院)开展屏山书楼抽水蓄能电站环境影响评价工作。

成都院自接受环评工作委托以来，迅速抽调专业技术人员成立项目组。在认真研读项目相关技术资料的基础上，多次对项目现场进行了查勘和调查，结合本项目特点确定了项目环境影响评价的工作重点，明确了主要环境保护目标、评价因子、评价等级、评价标准、评价范围。在收集区域已有例行监测资料的基础上，制定了环境现状补充监测方案，并委托成都市华测检测技术有限公司于 2024 年 10 月~2025 年 7 月开展了评价区地表水环境、地下水环境、大气环境、声环境、土壤环境等环境质量现状监测工作，委托西弗测试技术成都有限公司于 2026 年

5 月开展了评价区电磁环境质量现状监测工作，同时联合四川大学于 2024 年 9 月~2025 年 6 月开展了项目陆生生态调查与评价工作，联合四川大学于 2024 年 9 月~2025 年 6 月开展了项目水生生态的现状调查与评价工作。在上述工作基础上，结合工程分析，成都院完成了环境现状评价、环境影响预测、环境保护对策措施拟定、环境监测与管理规划、环境保护投资估算等工作。同时，建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》要求开展了公众参与相关工作，并对公众意见进行了反馈和响应。在以上工作的基础上，成都院于 2026 年 7 月编制完成了《四川屏山书楼抽水蓄能电站环境影响报告书》（送审稿）。

三、项目的规划符合性

屏山书楼抽水蓄能电站是国家《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》中储备项目，为《四川省抽水蓄能中长期发展规划 2024—2028 年项目布局调整建议》中的重点实施项目。工程上库在屏山县书楼镇西村楠木沟沟首筑坝成库；下库在屏山县书楼镇西村楠木沟下游沟谷筑坝成库；工程补水水源为向家坝水库，施工期、初期蓄水阶段及运行期补水在向家坝水库楠木沟支库上采用浮船泵站取水，工程建设符合楠木沟流域综合规划及规划环评，不存在外部环境制约因素，符合国家相关法律法规、产业政策要求，符合国家、四川省能源发展战略，是实现“碳达峰、碳中和”目标的有效措施，能为“30·60‘双碳’”目标的实现提供有力支撑。根据宜宾市生态环境分区管控动态更新成果，四川省、宜宾市及屏山县国土空间规划成果，并经屏山县自然资源和规划局复核，屏山书楼抽水蓄能电站工程建设区不涉及生态保护红线，工程建设不触及水环境质量底线，符合大气环境质量、土壤环境质量底线相关管控要求，符合土地资源、水资源和能源利用上线要求，满足环境管控单元和生态环境准入清单要求，工程建设符合生态环境分区管控动态更新成果和国土空间规划成果相关管控要求。

屏山书楼抽水蓄能电站为可再生清洁能源项目，是国家主体功能区规划中允许开发的项目类别，在有效落实各项环境保护措施的前提下，工程建设不会影响区域的主体功能定位和生态功能定位，符合国家主体功能区规划和生态功能区划的保护要求。

工程在库址、装机规模、枢纽布置、施工总布置、初期蓄水、运行调度等重大方案比选设计时，已充分考虑环境影响因素，最终推荐方案不存在重大环境制

约因素，从环境保护角度具有可行性和合理性。

四、关注的主要环境问题及环境影响

本工程在总结以往环评工作经验的基础上，进一步分析了屏山书楼抽水蓄能电站建设对区域水文情势、水温、水质、土壤环境、水生生态、陆生生态等的影响，深入开展了环境保护措施设计，协调了工程建设与区域生态环境保护之间的关系。针对工程特点，本次环境影响评价关注的主要环境问题及环境影响如下：

(1) 水文情势。施工期间，上水库库内流量通过机械抽排至下游河道，楠木沟内总水量基本未发生变化，下游河道水文情势不会发生较大变化，下水库通过泄洪放空洞（兼导流洞）泄流，下游水文情势与天然情况基本变化不大，施工期补水对向家坝库区水文情势影响非常有限。初期蓄水阶段，上水库坝下至下库库尾间将形成长约 2.9km 的减水河段，楠木沟该段地形坡度超过 23%且沟道狭窄，存在较多的陡坎地形，在上库坝下九房沟汇入、上库坝下约 1.2km 老厂沟汇入的情况下，能够满足该河段用水需求，对楠木沟减水河段产生的水文情势影响较小。电站运行后，下水库按坝址处多年平均流量的 15%泄放生态流量，补水对向家坝水库水文情势影响较小。

(2) 水生生态。下库利用现有楠木沟挡水坝，不存在截流问题，施工期采取导流泄水，施工区域原有底质环境将发生较大改变，底栖动物种类及数量骤减，对喜清洁和流水的扁蜉属等种类影响较大。但随着施工结束浮游植物、浮游动物的种类及数量会逐步恢复，底栖动物也将适应新的生境；下水库坝址建设处鱼类资源贫瘠，仅分布有云南光唇鱼、短须颌须鮠、大鳞副泥鳅、泥鳅以及鲤，其中鲤、大鳞副泥鳅和泥鳅为楠木沟水库人为放生的水质指示物种，因此工程影响河段发现的鱼类中仅有云南光唇鱼、短须颌须鮠 2 种土著鱼类，施工影响的约 2km 河段内，施工影响对象有限。

根据屏山抽水蓄能工程初期蓄水计划，工程将于第 4 年 3 月初~第 5 年 9 月底进行蓄水，从向家坝水库取水总量为 770.6 万 m^3 ，年平均取水量为 513.7 万 m^3 。在优先保证下泄不低于 $0.01755\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量的前提下，将其余来水蓄至库内。总体看，屏山抽水蓄能蓄水期间，上、下水库坝址上游河段主要表现为水位抬升、水流变缓，坝址下游河段则主要表现为河道流量减小，对减水河段水生生态有一定影响。

屏山抽水蓄能工程建成后，楠木沟上下库区河段的水深、流速、水面面积等水文情势较天然状态发生大幅变化。工程建成后对水生生态造成的阻隔影响以及发电运行造成上下水库之间的河道减水影响等，在保证下泄生态流量的前提下，对楠木沟下游水生生态及鱼类资源影响较小。但该流域没有珍稀特有鱼类和洄游型鱼类分布，工程的建设总体对楠木沟鱼类资源影响较小。

同时，工程从向家坝水库库区补水对下库充蓄，工程施工期、初期蓄水及运行期对金沙江补水口附近的向家坝水库水域水生生态可能带来一定影响，尤其是对鱼类早期资源产生卷吸效应。个体较大的鱼类游泳能力强，受取水影响相对较小，由于小型鱼类以及鱼类卵苗活动能力有限，受泵船取水影响易被吸入引水管道，造成一定程度的鱼类资源和鱼类早期资源损失。但考虑本工程补水量不大，泵船抽水时总体对周围水域影响范围不大，因此对该河段水生生态影响有限。

为切实减缓工程实施带来的水生生态影响，本次环评制定了施工期及蓄水初期鱼类保护、浮船泵站拦鱼电栅、鱼类增殖放流及巡护监管等相结合的水生生态保护措施体系。

(3) 陆生生态。

工程占地和水库淹没会占压部分植被，造成部分植物个体和动物的部分生境损失，但不会导致特有植物物种在评价区内消失，不会导致特有植物种群植株数量大幅波动，工程直接占地区内未发现国家重点保护野生植物分布；工程占地将占用一定面积野生动物栖息生境及保护物种适宜生境，但总体影响不大。针对陆生生态不利影响，本次环评提出了重要野生动植物保护、避让、减缓、恢复与补偿等生态影响措施。

(4) 大气环境及声环境。本工程大气和噪声影响范围内零星分布有西村和宝宁居民点，应采取相应的噪声治理、扬尘防治等环境保护措施，降低工程施工对上述环境敏感目标的影响。

五、环境影响评价主要结论

屏山书楼抽水蓄能电站是国家能源局正式公布的《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》中储备项目，是《四川省抽水蓄能中长期发展规划 2024—2028 年项目布局调整建议》中的重点实施项目。工程建设不涉及各类自然保护地及生态保护红线，符合四川省、宜宾市及屏山县国土空间规划、生态环境分区

管控要求,不存在重大环境制约因素,符合国家相关法律法规、产业政策和规划。

屏山书楼抽水蓄能电站在对经济社会发展起到重要作用的同时,也会对区域生态环境带来一定不利影响,主要表现为施工产生的废(污)水、废气、粉尘、噪声、固体废物等污染物对施工区及周边环境质量的影响,地表开挖造成的植被破坏,施工活动及施工噪声对野生动物的惊扰和驱赶等;初期蓄水期和运行期环境影响主要表现为楠木沟河段水量减少导致水文情势的改变、水生生态、电磁影响等。针对施工期各种不利影响,本报告拟定了一系列的保护措施,主要包括:“高频振动筛+厢式压滤+MagCS 磁介质混凝沉淀系统+清水回用”工艺处理砂石骨料系统生产废水、“预沉+二沉”二级沉淀法处理混凝土拌和系统废水、“中和+三级沉淀池”工艺处理洞室废水、生活污水成套处理设备处理各施工营地集中生活污水、油水分离成套设备处理机修含油废水等水环境保护措施;选择低尘设备与施工工艺、洒水降尘、路面清扫等环境空气保护措施;选择低噪设备、限制车速、严禁夜间爆破等声环境保护措施;生活垃圾回收后纳入书楼镇垃圾收运系统统一处理;蓄水初期及运行期鱼类保护、增殖放流、渔政管理等鱼类保护措施;重要动植物保护、植被恢复等陆生生态影响减缓措施;移民安置环境保护等措施内容;同时制定了施工期和运行期的环境监测计划及环境管理和监理制度。在有效落实本报告制定的各项环境保护措施后,可以控制和减缓工程建设不利环境影响。

总体上,在施工和运行过程中严格落实各项生态保护措施的前提下,屏山书楼抽水蓄能电站建设从环境保护角度可行。

六、致谢

本次环境影响评价工作过程中,得到了四川省生态环境厅、自然资源厅、农业农村厅、环境工程评估中心,宜宾市生态环境局,屏山县县政府、发改委、生态环境局、自然资源和规划局等单位的大力支持与帮助;得到了工程建设单位四川川投屏山书楼抽水蓄能开发有限公司及专题协作单位四川大学、成都市华测检测技术有限公司、西弗测试技术成都有限公司的配合与支持,在此一并表示衷心感谢!

目 录

1 总则	1
1.1 任务由来	1
1.2 编制依据	1
1.3 评价目的	7
1.4 评价原则	8
1.5 评价标准	9
1.6 评价等级	13
1.7 评价范围	17
1.8 评价水平年	18
1.9 环境保护目标	19
1.10 环境影响识别与评价因子筛选	22
1.11 评价工作过程与程序	23
2 流域及工程概况	25
2.1 地理位置	25
2.2 抽水蓄能规划概况	25
2.3 楠木沟流域规划概况	26
2.4 工程建设必要性	34
2.5 工程特性	40
2.6 项目组成	46
2.7 工程枢纽布置与主要建筑物	48
2.8 工程施工规划	53
2.9 建设征地移民安置	98
2.10 工程运行方式	100
3 工程分析	105
3.1 工程与相关环境保护政策和规划的符合性分析	105
3.2 工程方案环境合理性分析	130
3.3 环境影响因素分析	136

3.4 工程分析结论	155
4 环境现状调查与评价	160
4.1 自然环境	160
4.2 地表水环境	170
4.3 地下水环境	188
4.4 环境空气	195
4.5 声环境	198
4.6 土壤环境	199
4.7 水生生态	203
4.8 陆生生态	238
4.9 电磁环境	288
4.10 其他环境	289
4.10 环境现状评价及主要环境问题	290
5 环境影响预测与评价	293
5.1 水文情势影响预测与评价	293
5.2 水温影响预测与评价	308
5.3 地表水水质影响预测与评价	309
5.4 地下水环境影响预测与评价	317
5.5 土壤环境影响预测与评价	319
5.6 水生生态影响预测与评价	321
5.7 陆生生态影响预测与评价	330
5.8 环境空气影响预测与评价	355
5.9 声环境影响预测与评价	357
5.10 固体废物	364
5.11 电磁环境影响预测与评价	366
5.12 建设征地及移民安置环境影响预测与评价	372
6 环境保护对策措施及其技术经济论证	374
6.1 生态流量泄放及保障措施	374
6.2 地表水环境保护措施	375

6.3 地下水环境保护措施	394
6.4 土壤环境保护措施	395
6.5 水生生态环境保护措施	396
6.6 陆生生态环境保护措施	407
6.7 环境空气保护措施	426
6.8 声环境保护措施	428
6.9 固体废物处置措施	430
6.10 电磁环境保护措施	434
6.11 建设征地及移民安置环境保护措施	434
7 环境风险评价与风险管理	436
7.1 环境风险评价目的	436
7.2 主要评价内容	436
7.3 环境风险识别	436
7.4 环境风险分析	438
7.5 环境风险评价	441
7.6 环境风险防范措施	442
7.7 突发环境事件应急预案	444
7.8 分析结论	444
8 环境管理和监测计划	445
8.1 环境监测规划	445
8.2 环境管理规划	457
8.3 环境监理规划	465
8.4 环境保护“三同时”管理规划	468
9 环境保护投资估算与环境影响经济损益分析	473
9.1 编制说明	473
9.2 环境保护投资估算	478
9.3 环境影响经济损益分析	489
10 综合评价结论	491

10.1 综合评价结论	491
10.2 建议	503

附件

附件 1 四川川投屏山书楼抽水蓄能开发有限公司关于委托开展四川省屏山书楼抽水蓄能电站环境影响评价工作的函（屏山抽蓄函〔2025〕5 号）

附件 2 关于印送《四川省屏山书楼抽水蓄能电站预可行性研究报告技术评审意见》的函（水电规规〔2024〕198 号）

附件 3 关于报送《四川屏山书楼抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置深化研究专题咨询报告》的函（水电咨水工〔2025〕43 号）

附件 4 关于印送《四川省屏山书楼抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告审查意见》的函（水电规规〔2025〕71 号）

附件 5 关于印发《四川屏山书楼抽水蓄能电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告审查意见》的函（水电规施〔2025〕21 号）

附件 6 屏山县人民政府关于《屏山县楠木沟流域综合规划(2023—2035 年)》的批复（屏府函〔2026〕95 号）

附件 7 宜宾市生态环境局关于印发《屏山县楠木沟流域综合规划(2023-2035 年)环境影响报告书》审查意见的函（宜环函〔2026〕72 号）

附件 8 屏山县自然资源和规划局关于四川屏山书楼抽水蓄能电站建设项目申请核实相关自然资源管理数据的复函

附件 9 宜宾市人民政府《关于同意划定屏山县书楼镇中坝书库集中式饮用水水源地保护区的批复》（宜府函〔2023〕53 号）

附件 10 宜宾市人民政府关于同意撤销屏山县书楼镇楠木沟集中式饮用水水源保护区的批复（宜府函〔2026〕25 号）

附件 11 宜宾市屏山生态环境局关于核实四川屏山书楼抽水蓄能电站建设征地范围是否涉及集中式饮用水水源保护区的复函（宜屏环函〔2026〕35 号）

附件 12 四川川投屏山书楼抽水蓄能电站压覆重要矿产资源查询表压覆矿产查询

附件 13 屏山县书楼镇人民政府关于屏山书楼抽水蓄能电站施工期和运行期生活垃圾纳入书楼镇垃圾收运系统统一处理的复函

附件 14 四川省文物局关于四川省屏山书楼抽水蓄能电站文物考古调查勘探报告的批复

附件 15 屏山书楼抽水蓄能电站环境现状监测报告

附件 16 屏山抽蓄 500kV 开关站环境监测

附件 17 宜宾市屏山生态环境局关于四川省屏山书楼抽水蓄能电站水源迁建工程环境影响报告表的批复（宜环屏山审批〔2025〕8 号）

附件 18 屏山县水利局关于四川省屏山县中坝水库工程取水申请的批复（屏水许可〔2025〕12 号）

附件 19 500kV 泸定水电站开关站环境监测

附录

附录 1：屏山书楼抽水蓄能电站评价区植物名录

附录 2：屏山书楼抽水蓄能电站评价区重要野生植物调查结果统计表

附录 3：屏山抽水蓄能电站工程评价区植物群落样方调查表

附录 4：屏山书楼抽水蓄能电站评价区两栖动物名录

附录 5：屏山书楼抽水蓄能电站评价区爬行动物名录

附录 6：屏山书楼抽水蓄能电站评价区鸟类名录

附录 7：屏山书楼抽水蓄能电站评价区兽类名录

附录 8：屏山书楼抽水蓄能电站评价区重要野生动物调查结果统计表

附录 9：屏山书楼抽水蓄能电站评价区浮游藻类名录

附录 10：屏山书楼抽水蓄能电站评价区浮游动物名录

附录 11：屏山书楼抽水蓄能电站评价区底栖动物名录

附录 12：屏山书楼抽水蓄能电站评价区鱼类名录

附表

附表 1：屏山书楼抽水蓄能电站地表水环境影响评价自查表

附表 2：屏山书楼抽水蓄能电站大气环境影响评价自查表

附表 3：屏山书楼抽水蓄能电站声环境影响评价自查表

附表 4：屏山书楼抽水蓄能电站土壤环境影响评价自查表

附表 5：屏山书楼抽水蓄能电站生态影响评价自查表

附图：

附图 1-1：屏山书楼抽水蓄能电站外环境关系示意图

附图 2-1：屏山书楼抽水蓄能电站地理位置示意图

附图 2-2：流域水系图

附图 2-3：屏山书楼抽水蓄能电站枢纽总平面布置图

附图 2-4：屏山书楼抽水蓄能电站上水库枢纽布置图

附图 2-5：屏山书楼抽水蓄能电站下水库枢纽布置图

附图 2-6：屏山书楼抽水蓄能电站厂区枢纽总平面布置图

附图 2-7：屏山书楼抽水蓄能电站厂房发电机层平面布置及分区防渗图

附图 2-8：屏山书楼抽水蓄能电站厂房 GIS 设备平面图

附图 2-9：屏山书楼抽水蓄能电站地面厂房横剖面图

附图 2-10：屏山书楼抽水蓄能电站施工总布置图

附图 4-1：屏山书楼抽水蓄能电站陆生生态评价区调查样线样方分布示意图

附图 4-2：屏山书楼抽水蓄能电站评价区保护濒危植物与古树分布示意图

附图 4-3：屏山书楼抽水蓄能电站评价区植被类型现状图

附图 4-4：屏山书楼抽水蓄能电站工程占地区植被类型现状图

附图 4-5：屏山书楼抽水蓄能电站评价区重点保护动物分布示意图

附图 4-6：屏山书楼抽水蓄能电站评价区生态系统类型现状图

附图 4-7：屏山书楼抽水蓄能电站评价区植被覆盖度空间分布图

附图 4-8：屏山书楼抽水蓄能电站评价区土地利用现状图

附图 4-9：屏山书楼抽水蓄能电站评价区白鹇适宜生境分布图

附图 4-10：屏山书楼抽水蓄能电站评价区豹猫、黄喉貂、貂适宜生境分布图

附图 4-11：屏山书楼抽水蓄能电站评价区脆蛇蜥适宜生境分布图

附图 4-12：屏山书楼抽水蓄能电站评价区红嘴相思鸟、楔尾绿鸠、灰胸薮鹛
适宜生境分布图

附图 4-13：屏山书楼抽水蓄能电站评价区猕猴适宜生境分布图

附图 4-14：屏山书楼抽水蓄能电站评价区小灵猫适宜生境分布图

附图 4-15：屏山书楼抽水蓄能电站评价区重点保护猛禽适宜生境分布图

附图 4-16：屏山书楼抽水蓄能电站评价区公益林分布图

- 附图 4-17：屏山书楼抽水蓄能电站水生生态监测断面示意图
- 附图 5-1：屏山书楼抽水蓄能电站评价区植被类型变化预测图
- 附图 5-2：屏山书楼抽水蓄能电站评价区生态系统类型变化预测图
- 附图 5-3：屏山书楼抽水蓄能电站评价区植被覆盖度变化预测图
- 附图 5-4：屏山书楼抽水蓄能电站评价区土地利用变化预测图
- 附图 5-5：屏山书楼抽水蓄能电站评价区白鹇适宜生境分布变化预测图
- 附图 5-6：屏山书楼抽水蓄能电站评价区豹猫、黄喉貂、貂适宜生境分布变化预测图
- 附图 5-7：屏山书楼抽水蓄能电站评价区脆蛇蜥适宜生境分布变化预测图
- 附图 5-8：屏山书楼抽水蓄能电站评价区红嘴相思鸟、楔尾绿鸠、灰胸薮鹛适宜生境分布变化预测图
- 附图 5-9：屏山书楼抽水蓄能电站评价区猕猴适宜生境分布变化预测图
- 附图 5-10：屏山书楼抽水蓄能电站评价区小灵猫适宜生境分布变化预测图
- 附图 5-11：屏山书楼抽水蓄能电站评价区重点保护猛禽适宜生境分布变化预测图
- 附图 6-1：屏山书楼抽水蓄能电站环境保护措施总体布局图
- 附图 6-2：屏山书楼抽水蓄能电站砂石加工废水处理系统平面布置图
- 附图 6-3：下水库进出水口拦鱼电栅布置图
- 附图 6-4：补水工程取水口拦鱼电栅布置图
- 附图 8-1：屏山书楼抽水蓄能电站施工期环境监测规划点位布置示意图
- 附图 8-1：屏山书楼抽水蓄能电站运行期环境监测规划点位布置示意图

1 总则

1.1 任务由来

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》《建设项目环境影响评价分类管理目录》(2021 年版)等有关规定,2025 年 4 月 9 日,四川川投屏山书楼抽水蓄能开发有限公司以《关于委托开展四川省屏山书楼抽水蓄能电站环境影响评价工作的函》(附件 1)委托我公司开展四川屏山书楼抽水蓄能电站环境影响评价工作。

1.2 编制依据

1.2.1 法律

- (1)《中华人民共和国生态环境法典》(2026 年 8 月 15 日实施);
- (2)《中华人民共和国防洪法》(2016 年 7 月修订);
- (3)《中华人民共和国森林法》(2019 年 12 月修订);
- (4)《中华人民共和国水法》(2016 年 7 月修订);
- (5)《中华人民共和国野生动物保护法》(2022 年 12 月第二次修订);
- (6)《中华人民共和国土地管理法》(2019 年 8 月修改);
- (7)《中华人民共和国渔业法》(2013 年 12 月修正);
- (8)《中华人民共和国可再生能源法》(2009 年 12 月修正);
- (9)《中华人民共和国长江保护法》(2021 年 3 月)。

1.2.2 行政法规

- (1)《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月修订);
- (2)《中华人民共和国河道管理条例》(2026 年 1 月修订);
- (3)《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017 年 10 月修订);
- (4)《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(2016 年 2 月修订);
- (5)《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(2013 年 12 月修订);
- (6)《中华人民共和国森林法实施条例》(2018 年 3 月修订);
- (7)《基本农田保护条例》(2011 年 1 月修订);
- (8)《土地复垦条例》(2011 年 3 月 5 日施行);
- (9)《地下水管理条例》(2021 年 12 月 1 日施行);

(10)《中华人民共和国土地管理法实施条例》(2021 年 7 月修订)。

1.2.3 部委规章

(1)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2020 年 11 月部令第 16 号);

(2)《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(2023 年 12 月,国家发展和改革委员会令第 7 号);

(3)《国家重点保护野生植物名录》(2021 年 9 月,国家林业和草原局 农业农村部);

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

(5)《国家危险废物名录(2025 年版)》(2024 年 11 月);

(6)《国家级公益林管理办法》(林资发〔2017〕34 号);

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

(8)《中国生物多样性保护战略与行动计划(2023-2030 年)》(生态环境部,2024 年 1 月);

(9)关于印发《生态环境分区管控管理暂行规定》的通知(环环评〔2024〕41 号)(生态环境部,2024 年 7 月);

(10)《外来入侵物种管理办法》(2022 年 8 月 1 日施行);

(11)《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 号);

(12)《全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030 年)》(2011 年 9 月,水利部)。

1.2.4 地方法规

(1)《四川省〈中华人民共和国环境影响评价法〉实施办法》(2019 年 9 月修正);

(2)《四川省〈中华人民共和国水法〉实施办法》(2012 年 7 月修正);

(3)《四川省〈中华人民共和国渔业法〉实施办法》(2016 年 11 月修正);

(4)《四川省〈中华人民共和国野生动物保护法〉实施办法》(2023 年修订);

(5)《四川省〈中华人民共和国土地管理法〉实施办法》(2012 年 7 月修正);

(6)《四川省重点保护野生动物名录》《四川省重点保护野生植物名录》(川

府发〔2024〕14号);

(7)《四川省环境保护条例》(四川省第十二届人民代表大会常务委员会第三十六次会议通过,2018年1月1日起实施)

(8)《四川省固体废物污染环境防治条例》(2022年6月修订);

(9)《四川省水资源条例》(四川省第十三届人民代表大会常务委员会第三十四次会议于2022年3月31日通过,2022年7月1日实施);

(10)《四川省〈中华人民共和国防洪法〉实施办法》(2007年8月);

(11)《四川省、重庆市长江经济带发展负面清单实施细则(试行)》(川长江办〔2022〕17号,2022年8月);

(12)《四川省〈中华人民共和国大气污染防治法〉实施办法》(2018修订);

(13)《四川省土壤污染防治条例》(2023年7月1日施行)。

1.2.5 规范性文件

(1)“国务院关于印发全国主体功能区规划的通知”(国发〔2010〕46号);

(2)《全国生态功能区划(修编版)》(环境保护部,2015年11月);

(3)“关于加强西部地区环境影响评价工作的通知”(环发〔2011〕150号);

(4)“关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知”(环办〔2012〕4号);

(5)“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)

(6)“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);

(7)“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);

(8)“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);

(9)“关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见”(环发〔2015〕178号);

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

(11)“关于强化建设项目环境影响评价事中事后监管的实施意见”(环环评

(2018) 11 号);

(12) “国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知”(国发〔2021〕23 号);

(13) 《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见(试行)》(环环评〔2021〕108 号);

(14) “关于印发‘十四五’土壤、地下水和农村生态环境保护规划的通知”(环土壤〔2021〕120 号);

(15) 《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》(国发〔2012〕3 号);

(16) 《四川省国土空间规划(2021—2035 年)》(川府发〔2024〕8 号);

(17) 《宜宾市国土空间总体规划(2021—2035 年)》(宜府发〔2024〕8 号);

(18) 《长江经济带—长江流域国土空间规划(2021—2035 年)》(国函〔2024〕26 号);

(19) 宜宾市人民政府办公室关于加强生态环境分区管控的通知(宜府办函〔2024〕40 号);

(20) 《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);

(21) 《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发〔2020〕9 号);

(22) 《四川省环境污染防治“三大战役”实施方案》(四川省委办公厅、四川省人民政府办公厅, 2016 年);

(23) 关于印发《长江经济带生态环境保护规划》的通知(环规财〔2017〕88 号);

(24) 《关于印发<长江保护修复攻坚战行动计划>的通知》(环水体〔2018〕181 号);

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

(26) 《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);

(27) 《四川省林业和草原局关于进一步加强野生动植物资源保护管理工作

的通知》(四川省林业和草原局, 2020 年 5 月);

(28) 四川省推动长江经济带发展领导小组办公室 重庆市推动长江经济带发展领导小组办公室关于印发《四川省、重庆市长江经济带发展负面清单实施细则(试行, 2022 年版)》的通知(川长江办〔2022〕17 号);

(29) 四川省人民政府关于印发《四川省“十四五”生态环境保护规划》的通知(川府发〔2022〕2 号);

(30) 四川省人民政府关于《甘孜藏族自治州国土空间总体规划(2021—2035 年)》的批复(川府函〔2024〕70 号)。

1.2.6 技术规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);
- (2) 《抽水蓄能电站环境保护设计规范》(NB/T 11795-2025);
- (3) 《抽水蓄能电站环境影响评价技术规范》(NB/T 11411-2023);
- (4) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018);
- (5) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018);
- (6) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016);
- (7) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021);
- (8) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022);
- (9) 《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018);
- (10) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018);
- (11) 《水电工程水生生态调查与评价技术规范》(NB/T 10079-2018);
- (12) 《水电工程陆生生态调查与评价技术规范》(NB/T 10080-2018);
- (13) 《水电工程生态制图标准》(NB/T 10226-2019);
- (14) 《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002);
- (15) 《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017);
- (16) 《环境空气质量标准》(GB 3095-2026);
- (17) 《声环境质量标准》(GB 3096-2008);
- (18) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018);
- (19) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-

2018);

- (20)《污水综合排放标准》(GB 8978-1996);
- (21)《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920—2020);
- (22)《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021);
- (23)《水电工程砂石加工系统设计规范》(DL/T5098-2010);
- (24)《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2025);
- (25)《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008);
- (26)《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996);
- (27)《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导则(试行)》(川建发〔2018〕16

号);

- (28)《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020);
- (29)《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023);
- (30)《水电工程水温计算规范》(NB/T 35094-2017);
- (31)《水电工程环境保护设计规范》(NB/T 10504-2021);
- (32)《水电工程珍稀濒危植物及古树名木保护设计规范》(NB/T 10487-2021);
- (33)《污水监测技术规范》(HJ 91.1-2019);
- (34)《地表水环境质量监测技术规范》(HJ 91.2-2022);
- (35)《建设项目危险废物环境影响评价指南》(2017 年 10 月);
- (36)《水电工程环境保护专项投资编制细则》(NB/T 35033-2025);
- (37)《水电工程环境影响经济损益分析技术规范》(NB/T 10608-2021)。

1.2.7 工程技术文件

- (1)《抽水蓄能中长期发展规划(2024—2035 年)》;
- (2)《长江流域综合规划(2012~2030 年)》(长江水利委员会, 2012 年)及批复意见(国务院国函〔2012〕220 号);
- (3)《屏山县楠木沟流域综合规划报告(2023—2035 年)》及批复(屏府函[2026]95 号);
- (4)《屏山县楠木沟流域综合规划(2023-2035 年)环境影响报告书》及审查意见(宜环函〔2026〕72 号);
- (5)《四川省屏山书楼抽水蓄能电站预可行性研究报告(审定本)》(中国电建

集团成都勘测设计研究院有限公司，2024 年 9 月)；

(6)《关于印送<四川省屏山书楼抽水蓄能电站预可行性研究报告审查意见>的函》(水电规规〔2024〕198 号)；

(7)《四川省屏山书楼抽水蓄能电站可行性研究正常蓄水位选择专题报告》(2025 年 4 月，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司)及其审查意见；

(8)《四川省屏山书楼抽水蓄能电站可行性研究枢纽布置深化研究专题报告》(2025 年 3 月，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司)及其咨询意见；

(9)《四川省屏山书楼抽水蓄能电站可行性研究施工总布置规划专题报告》(2025 年 4 月，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司)及其审查意见；

(10)《四川省屏山书楼抽水蓄能电站建设征地移民安置规划大纲》(2026 年 4 月，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司)及其批复(川府函[2026]79 号)；

(11)《四川省屏山书楼抽水蓄能电站陆生生态调查报告书》(2026 年 6 月，四川大学)；

(12)《四川省屏山书楼抽水蓄能电站水生生物影响评价报告》(2026 年 6 月，四川大学)；

(13)《四川省屏山书楼抽水蓄能电站环境影响评价环境现状监测报告》(成都翌达环境保护检测有限公司)；

(14)《四川省屏山书楼抽水蓄能电站电磁环境现状监测报告》(西弗测试技术成都有限公司)。

1.3 评价目的

屏山抽水蓄能电站位于四川省宜宾市屏山县楠木沟，电站装机容量 120 万 kW (4×30 万 kW)，为一等大(1)型工程。根据国家有关法律法规要求，结合屏山书楼抽水蓄能电站工程特性、工程所在区域和流域环境特点，本次环境影响评价的主要目的在于：

(1) 调查分析工程涉及区域的水环境、生态环境、环境空气、声环境、环境敏感对象及区域主要环境问题，明确区域的环境功能、环境质量现状及发展趋势。

(2) 预测评价工程施工、运行及移民安置等工程活动对环境造成的影响，并从流域角度分析评价工程兴建带来的生态影响。

(3) 分析判断工程建设方案与流域综合规划与规划环评、生态环境保护规划、

环境功能区划、国家抽水蓄能中长期发展规划、四川省抽水蓄能中长期发展规划实施方案等相关规划的符合性与协调性，结合环境敏感对象及影响分析，综合评判工程规模、工程设计方案、枢纽建筑物布置、施工规划等的环境合理性，从预防保护角度提出优化建议。

(4) 针对工程施工、运行及移民安置对生态环境带来的不利影响，制定科学有效的环境保护对策措施，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，并促进工程区域生态环境的良性发展。

(5) 在预测评价和环保措施的基础上，制定工程施工期和运行期的环境监测计划，以便掌握工程对环境的实际影响程度，为工程的环境管理提供科学依据。

(6) 制定工程环境管理和环境监理计划，明确各方的环境保护任务和职责，为环境保护措施的实施提供制度保证。

(7) 对工程拟采取的环境保护措施进行技术经济分析，并进行环境保护投资估算，为环保措施的顺利实施提供资金保证。

(8) 根据环境影响预测评价结论，结合环境保护法律法规、政策的要求，从环境保护角度论证屏山书楼抽水蓄能电站建设的可行性，明确环境影响评价结论，为工程的方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

1.4 评价原则

1.4.1 生态优先、依法评价原则

贯彻落实习近平生态文明思想，坚持生态优先、绿色发展，严格执行长江保护法等环境保护相关法律法规、标准、政策，落实四川省及宜宾市“国土空间规划”、“环境管控单元”等管控要求，将环境保护作为工程方案比选的重要考虑因素，从源头减轻生态环境影响；同时，与当地国家公园、自然保护区、自然公园、水产种质资源保护区、饮用水水源地等保护规划，区域珍稀保护动植物等环境敏感对象的保护要求以及当地的生态建设与旅游发展紧密协调、互为裨益，切实做到生态优先。

1.4.2 客观公正、科学评价原则

按照环境保护相关规范导则，采用数学模型、经验公式、统计分析、类比分析、对比分析等评价方法，科学、客观、公正地分析和评价工程建设对各环境要素及其所构成的生态系统可能造成的影响，并针对不利环境影响提出科学合理的

环境保护对策措施。

1.4.3 全面分析、突出重点原则

根据本工程建设内容及特点，全面梳理其外环境关系，识别重点、敏感的环境问题，并针对本工程主要环境影响如水文情势、陆生生态、水生生态、施工期环境影响等方面予以重点分析和评价，并借鉴其他抽水蓄能电站环境保护措施的成功经验，提出切实可行的环保措施。

1.4.4 可操作性和针对性原则

科学、客观、公正地分析和评价工程建设对各环境要素及其所构成的生态系统可能造成的影响，针对不利环境影响提出的环境保护措施应与本工程项目特点以及工程地区的社会、经济和自然条件相适应，具有可操作性和针对性。

1.5 评价标准

根据相关规范和标准、工程区域环境功能，确定屏山书楼抽水蓄能电站工程环境影响评价执行标准如下。

1.5.1 环境质量标准

1.5.1.1 地表水环境

根据《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030 年）》《四川省水功能区划图表集》，屏山书楼抽水蓄能电站上、下库所在楠木沟未划定水功能区，所汇入的金沙江河段为“金沙江滇川 4 号缓冲区”，该缓冲区从出滇界 5km 处至向家坝水电站坝轴线下 1.8km 止，水质目标为Ⅲ类；根据宜宾市公开的逐月地表水水质状况，金沙江宜宾市河段有 3 个省控/国控断面，水质目标为Ⅲ类。因此，综合确定屏山书楼抽水蓄能电站涉及的楠木沟及补水工程涉及的金沙江干流河段地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准。

屏山书楼抽水蓄能电站地表水环境质量标准

表 1.5-1

项目	Ⅲ类标准限值（mg/L）	项目	Ⅲ类标准限值（mg/L）
pH	6~9	砷	≤0.05
溶解氧	≥5	汞	≤0.0001
高锰酸盐指数	≤6	镉	≤0.005
化学需氧量	≤20	六价铬	≤0.05
五日生化需氧量	≤4	铅	≤0.05
氨氮	≤1.0	氰化物	≤0.2
总磷	≤0.2	挥发酚	≤0.005

项目	III类标准限值 (mg/L)	项目	III类标准限值 (mg/L)
总氮	/	石油类	≤0.05
铜	≤1.0	阴离子表面活性剂	≤0.2
锌	≤1.0	硫化物	≤0.2
氟化物	≤1.0	粪大肠菌群 (个/L)	≤10000
硒	≤0.01		

1.5.1.2 地下水环境

根据工程所在区域地下水环境质量状况和功能需求,工程区地下水环境质量执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类质量标准,具体标准限值详见表 1.5-2。

屏山书楼抽水蓄能电站地下水环境质量标准

表 1.5-2

项目	III类标准限值	项目	III类标准限值
pH (无量纲)	6.5~8.5	总硬度 (mg/L)	≤450
溶解性总固体 (mg/L)	≤1000	氟化物 (mg/L)	≤1.0
氯化物 (mg/L)	≤250	亚硝酸盐 (mg/L)	≤1.00
硝酸盐 (mg/L)	≤20	硫酸盐 (mg/L)	≤250
铁 (mg/L)	≤0.3	锰 (mg/L)	≤0.10
挥发性酚 (mg/L)	≤0.002	耗氧量 (mg/L)	≤3.0
氨氮 (mg/L)	≤0.50	钠 (mg/L)	≤200
总大肠菌群 (MPN/100ml)	≤3.0	菌落总数 (CFU/ml)	≤100
氰化物 (mg/L)	≤0.05	汞 (mg/L)	≤0.001
砷 (mg/L)	≤0.01	镉 (mg/L)	≤0.005
六价铬 (mg/L)	≤0.05	铅 (mg/L)	≤0.01

1.5.1.3 环境空气

工程所在区域为农村地区,为环境空气功能二类区,环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2026)中的二级标准,具体浓度限值详见表 1.5-3。

屏山书楼抽水蓄能电站环境空气质量标准

表 1.5-3

污染物项目	取值时间	浓度限值 (mg/m ³)	标准来源
SO ₂	年平均	0.060	《环境空气质量标准》 (GB3095-2026) 二级 标准
	24小时平均	0.150	
	1小时平均	0.500	
NO ₂	年平均	0.040	
	24小时平均	0.080	
	1小时平均	0.200	
PM _{2.5}	年平均	0.035	
	24小时平均	0.075	
PM ₁₀	年平均	0.070	
	24小时平均	0.150	

污染物项目	取值时间	浓度限值 (mg/m ³)	标准来源
CO	24小时平均	0.004	
	1小时平均	0.010	
O ₃	日最大8小时平均	0.160	
	1小时平均	0.200	
TSP	年平均	0.200	
	24小时平均	0.300	

1.5.1.4 声环境

工程所在区域为乡村区域，但本工程位于书楼镇北侧，且有 S311 经过西村等村庄，按宜宾市声环境管理要求，本工程执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，距离道路两侧边界线 35m 以内执行 4a 类标准。具体环境噪声限值详见表 1.5-4。

本工程声环境质量标准

表 1.5-4

类别	环境噪声限值	
	昼间	夜间
2 类	60dB (A)	50dB (A)
4a 类	70dB (A)	55dB (A)

1.5.1.5 土壤环境

工程建设用地范围内执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018），工程影响区域农用地土壤环境执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618—2018），具体污染风险筛选值和管制值详见表 1.5-5、1.5-6。

本工程建设用地范围内土壤环境质量污染风险管控标准

表 1.5-5

项目	筛选值 (mg/kg)	管制值 (mg/kg)	项目	筛选值 (mg/kg)	管制值 (mg/kg)
镉	65	172	铜	18000	36000
六价铬	5.7	78	镍	900	2000
汞	38	82	砷	60	140
铅	800	2500	四氯化碳	2.8	36
氯仿	0.9	10	氯苯	270	1000
氯甲烷	37	120	1,2-二氯苯	560	560
1,1-二氯乙烷	9	100	1,4-二氯苯	20	200
1,2 二氯乙烷	5	21	乙苯	28	280
1,1-二氯乙烯	66	200	苯乙烯	1290	1290
顺-1,2-二氯乙烯	596	2000	甲苯	1210	1210
反-1,2-二氯乙烯	54	163	间二甲苯+对二甲苯	570	570
二氯甲烷	616	2000	邻二甲苯	640	640
1,2-二氯丙烷	5	47	硝基苯	76	760
1,1,1,2-四氯乙烷	10	100	苯胺	260	663
1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	50	2-氯酚	2256	4500
四氯乙烯	53	183	苯并（a）蒽	15	151
1,1,1-三氯乙烷	840	840	苯并（a）芘	1.5	15

项目	筛选值 (mg/kg)	管制值 (mg/kg)	项目	筛选值 (mg/kg)	管制值 (mg/kg)
1,1,2-三氯乙烷	2.8	15	苯并(b)荧蒽	15	151
三氯乙烯	2.8	20	苯并(k)荧蒽	151	1500
1,2,3-三氯丙烷	0.5	5	蒽	1293	12900
氯乙烯	0.43	4.3	苯	4	40

工程影响区域农用地土壤污染风险管控标准

表 1.5-6

项目		风险筛选值			
		pH≤5.5mg/kg	5.5<pH≤6.5mg/kg	6.5<pH≤7.5mg/kg	pH>7.5mg/kg
镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
	其他	0.3	0.3	0.3	0.6
汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
	其他	1.3	1.8	2.4	3.4
砷	水田	30	30	25	20
	其他	40	40	30	25
铅	水田	80	100	140	240
	其他	70	90	120	170
铬	水田	250	250	300	350
	其他	150	150	200	250
铜	水田	150	150	200	200
	其他	50	50	100	100
镍		60	70	100	190
锌		200	200	250	300

1.5.2 污染物排放标准

1.5.2.1 水污染物排放标准

为保证下游水质目标，工程施工及运行产生的各类生活污水及生产废水处理循环利用，禁止外排。

1.5.2.2 大气污染物排放标准

本工程大气污染物排放主要集中在施工期，执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297—1996）中的新污染源无组织排放监控浓度限值，具体如表 1.5-7 所示。

大气污染物综合排放标准

表 1.5-7

项目	浓度标准
TSP (mg/m ³)	1.0
SO ₂ (mg/m ³)	0.40
NO _x (mg/m ³)	0.12

1.5.2.3 噪声排放标准

本工程施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）限值，即昼间 70dB（A），夜间 55dB（A）；运行期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类声环境功能区的厂界环境噪声排放限值，即昼间

60dB (A), 夜间 50dB (A)。

1.5.2.4 固体废物控制标准

一般固体废物参照执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020), 危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) 中相关要求。

1.5.2.5 电磁环境

根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014), 公众暴露的电场、磁场、电磁场 (1Hz 300GHz), 50Hz 频率下, 工频电场以 4000V 作为公众暴露控制值评价标准, 耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所执行 10kV/m, 且应给出警示和防护指示标志; 工频磁感应强度以 100 μ T 作为公众暴露控制值评价标准。

1.6 评价等级

1.6.1 地表水环境

依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018) 及抽水蓄能项目特点, 本工程兼具水污染影响型和水文要素影响型特征。参考《抽水蓄能电站环境影响评价技术规范》(NB/T 11411-2023) 中对评价等级的划分标准, 本次环评拟针对水文情势、地表水质及水温分别判定评价等级。

1.6.1.1 水文情势

本工程上水库位于楠木沟沟首, 利用楠木沟及库周山岭筑坝成库, 下水库位于楠木沟下游沟谷, 利用楠木沟及库周山岭筑坝成库。工程影响范围内不涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地等重要生境。工程初期蓄水期间及运行期补水来自金沙江向家坝水库, 初期蓄水期及运行期补水会对金沙江水文情势产生一定影响。

(1) 根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018) 判定

本工程运行期属于水文要素影响型建设项目。依据水文要素影响型建设项目评价等级判定原则: 按照径流-库容法, 上水库的 α 值为 193.23, 下水库的 α 值为 182.77, 评级等级为三级; 兴利库容与年径流量百分比 $\beta=1.59<2$ (调节库容 585 万 m^3 , 多年平均径流量 369 万 m^3), 电站具有日调节能力, 据此评级等级为三级; 上水库淹没楠木沟水域面积 A_I 为 1.12 km^2 , 下水库淹没楠木沟水域面积 A_I

为 6.71km^2 ，本项目上下水库均在楠木沟筑坝成库，过水断面宽度占用比例 R 为 100，评价等级为一级。

(2) 根据《抽水蓄能电站环境影响评价技术规范》(NB/T 11411-2023)判定本工程上、下水库为新建水库，永久补水系统与上下水库初期蓄水的临时供水系统采取永临结合的布置形式，兼顾电站上下水库初期蓄水及下水库永久补水功能，补水水源为向家坝水库。

楠木沟为季节性支沟，新建上下水库最大年取水量占楠木沟多年平均径流量百分比 $\gamma(\%) \geq 30$ ，补水工程最大年取水量占金沙江多年平均径流量百分比 $\gamma(\%) \leq 10$ ，综合分析后，水文情势评价等级为一级。

1.6.1.2 水质

本工程施工期和运行期产生的废(污)水经处理达标后综合利用或回用，因此根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)判定水污染环境影响评价等级为三级 B，根据《抽水蓄能电站环境影响评价技术规范》(NB/T 11411-2023)判定地表水水质评价等级为三级 B。

1.6.1.3 水温

屏山书楼抽水蓄能电站上水库集水面积 1.12km^2 ，多年平均径流量为 61.6 万 m^3 ，下水库集水面积，下水库集水面积 6.71km^2 ，多年平均径流量 369 万 m^3 。上水库发电调节库容 598 万 m^3 ，总库容 848 万 m^3 ，下水库发电调节库容 592 万 m^3 ，总库容 674 万 m^3 。补水工程取水口位于金沙江向家坝库区楠木沟支库，距离向家坝坝址约 12km，向家坝水电站坝址多年平均流量为 $4570\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量 1440 亿 m^3 。

屏山书楼抽水蓄能电站上、下水库均为日调节水库，工程上、下水库水体交换频繁，电站年均抽水小时数 1955h，年均发电小时数 1466h；工程额定发电流量 $252.8\text{m}^3/\text{s}$ ，抽水流量 $221.2\text{m}^3/\text{s}$ ，入库水量是指坝址年径流量和上水库、下水库年交换水量之和。

根据《抽水蓄能电站环境影响评价技术规范》(NB/T 11411-2023)和《抽水蓄能电站环境影响评价技术规范》(NB/T 11411-2023)，在计算 α 时，上水库多年平均径流量为 61.6 万 m^3 ，径流量需包含抽水时入库流量 155742.06 万 m^3 ；下水库多年平均径流量为 369 万 m^3 ，径流量需包含了发电入库流量 133786.73 万 m^3 。

上水库总库容 848 万 m^3 ，下水库总库容 674 万 m^3 ，分别计算得到上水库的 α 值为 185.19，下水库的 α 值为 201.18；上、下水库的入库水量与总库容之比 α 值均大于 20，水温结构均为混合型。因此评价等级为三级。

综上，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)并参考《抽水蓄能电站环境影响评价技术规范》(NB/T 11411-2023)，本工程地表水评价等级为一级。

1.6.2 地下水环境

本工程为抽水蓄能项目，属《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)附录 A 明确的 III 类项目。工程所在区域无地下水集中式或分散式饮用水水源地，无特殊地下水资源保护区，无其他地下水环境敏感区，地下水环境敏感程度属于不敏感。因此，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610—2016)及《抽水蓄能电站环境影响评价技术规范》(NB/T 11411-2023)，工程地下水环境影响评价工作等级为三级。

1.6.3 环境空气

本工程运行期不产生废气，对环境空气的影响时段为施工期。施工过程中机械燃油废气、爆破及开挖粉尘、交通运输扬尘、施工作业面扬尘其排放量及排放浓度均具有不稳定性，且影响范围主要在施工场界内，通过洒水降尘等措施后污染物排放可以得到有效的缓解。施工期对区域环境空气的影响主要来自混凝土生产系统以及砂石加工系统粉尘，主要污染物为 TSP。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)推荐的估算模式进行估算，施工期各种大气污染物的最大地面空气质量浓度占标率 $P_{\max}=6.9507<10\%$ ，确定大气环境影响评价等级为二级。

1.6.4 声环境

工程区地处城镇周边乡村环境，各施工区周边分布有书楼镇西村，有 S311 经过西村等村庄，属《声环境质量标准》(GB 3096-2008)规定的声环境功能 2 类区及 4a 类区。屏山书楼抽水蓄能电站工程建设对声环境的影响主要集中在施工期，噪声源主要来自于施工期爆破开挖、施工机械和交通车辆的运行等，施工期间可能导致周边区域噪声级别有一定程度增加。按照《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)有关规定，确定本工程声环境影响评价工作等级为二级。

1.6.5 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，本工程陆生生态和水生生态环境分别判定评价等级。

1.6.5.1 陆生生态

经核实，本工程不涉及生态保护红线，不涉各类生态敏感区，工程占地不涉及重要植物植株及重要物种天然集中分布区。工程占地规模小于 20km^2 ，但工程地下水水位及土壤影响范围内分布有二级国家级公益林，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，确定本项目陆生生态影响评价工作等级为二级。

1.6.5.2 水生生态

本工程不涉及生态保护红线，不涉及以水生生态为保护对象的国家公园、自然保护区、重要水生生物栖息地、重要产卵场等各类生态敏感区，本工程属于水文要素影响型且地表水评价等级为一级，因此生态影响评价等级不低于二级；该工程拟于楠木沟上游、下游分别筑坝，将阻隔自然河道，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，导则中明确“拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评价等级应上调一级”，因此本工程水生生态影响评价等级定为一級。

1.6.6 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》(HJ964-2018)，本项目为水力发电项目，土壤环境影响评价项目类别为II类。

根据初步调查，工程区土壤 $5.5 < \text{pH} < 8.5$ ，含盐量为 $0.161 \sim 0.64\text{g/Kg}$ ，土壤环境不敏感。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018)，确定土壤环境评价等级为三级。

1.6.7 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)，本工程 500kV 开关站与发电厂房共建，厂房内设置 4 台主变，主变压器采用地面户外布置，出线场布置在副厂房楼顶。综合确定本项目电磁环境评价等级为一级。

1.6.8 环境风险

本工程布置 1 个油库。油库设计容量为 330m^3 ，均为柴油，换算后柴油最大存油量约 280t。油库工区危险物质数量与临界量的比值 $Q=280/2500=0.112$ 。本工

程危险物质数量与临界量比值 Q 为 0.112。

本工程危险物质主要涉及油库，根据项目所属行业及特点，行业及生产工艺为 M3。本工程危险物质数量与临界量比值 Q 为 0.112，行业及生产工艺为 M3，危险物质及工艺系统危险性分级为 P4。

本工程油库位于书楼镇省道 S311 南侧书楼镇施工场地，布置在书楼镇附近的平缓场地上，紧邻下库综合仓库，5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人，本工程环境风险大气环境敏感程度分级为 E3。

综上，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018) 及《抽水蓄能电站环境影响评价技术规范》(NB/T 11411-2023)，本项目环境风险潜势为 I，环境风险评价工作等级为简单分析。

1.7 评价范围

1.7.1 地表水环境

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)，结合本工程施工期和运行期对地表水环境的影响情况，拟定地表水环境评价范围为工程上库库尾至楠木沟支沟库尾约 9.7km 河段，以及楠木沟支库补水河段，即以补水口为中心，上下游各延伸 500 米。

1.7.2 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)，确定本工程地下水环境评价范围为以上下水库库区、输水线路等地下工程施工范围，向两侧岸坡扩展至完整水文地质单元。

1.7.3 环境空气

本工程大气污染物主要集中在施工期，运营期不产生大气污染物。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)，结合屏山书楼抽水蓄能电站施工布置情况，拟定环境空气评价范围为砂石加工系统及混凝土加工系统 5km 矩形区域，其他工程各施工占地区周边 500m 及场内施工道路两侧 200m。

1.7.4 声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)、《水电工程环境影响评价规范》(NB/T 10347-2019)，综合确定本工程声环境评价范围为各施工工

区边界向外 200m，以及施工道路中心线两侧 200m，并结合地形条件进行适当调整。重点评价工程施工期对西村及书楼镇居民点的影响。

1.7.5 生态环境

1.7.5.1 陆生生态

根据《环境影响评价技术导则 生态影响导则》（HJ 19-2022）中生态环境影响评价范围的确定原则，以工程区域的实际地形地貌情况、水文单元以及生态单元，确定本工程陆生生态评价范围为上下库区、下库坝址至楠木沟汇口河段两岸的第一级岭脊线以内区域，以及施工占地区（转存料场、综合仓库、混凝土系统、油库、承包商营地、施工道路等区域），评价区总面积约 2922.57hm²，海拔范围约 350m~1200m。重点评价范围为枢纽工程占地区、水库淹没区。

1.7.5.2 水生生态

本工程水生生态评价范围总体与地表水环境评价范围基本相同，地表水环境评价范围为工程上库库尾至楠木沟支沟库尾约 9.7km 河段，以及楠木沟支库补水河段，即以补水口为中心，上下游各延伸 500 米。

1.7.6 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），确定本工程土壤环境评价范围为工程占地区及水库淹没区边界向外 1km，并结合地形条件进行适当调整。

1.7.7 电磁环境

考虑电站土建整体统一施工，开关站及变电站等工程作为地面厂房组成部分，其土建内容纳入主体工程，评价范围至开关站出线间隔，送出线路不在本工程评价范围内。根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中表 3，本工程 500kV 地面发电厂房电磁环境评价范围确定为地面发电厂房边界外 50m 以内的区域。

1.8 评价水平年

1.8.1 现状评价水平年

本工程环境现状评价水平年为 2024 年~2025 年，并以实际环境监测、生态调查年份为基准。

1.8.2 预测评价水平年

环境影响预测水平年为：施工高峰年；初期蓄水期（施工期第4年3月初～第5年9月底）；运行期（工程全面投产后）。

1.9 环境保护目标

1.9.1 预防保护目标

(1) 尽量利用库区场地，减少新增占地对工程区域现有林地的占压和破坏；加强施工管理，减轻工程活动对区域动植物的不利影响，维护工程及其周边区域的生态完整性、稳定性和生物多样性。

(2) 维护工程区域水环境、环境空气、声环境及土壤环境质量，重点做好施工期的环境保护工作。加强施工期管理，强化施工期各类污染物产生与排放的控制，防止施工扬尘、噪声对工程区周围环境以及当地居民正常生活产生影响。

(3) 保护工程区域水生生态系统，加强涉水工程施工管理，防治施工污染对水生生境的影响；结合水生生态保护需求，合理优化工程设计方案。

(4) 结合楠木沟流域环境保护要求，合理制定环境保护措施。

1.9.2 污染防治目标

(1) 水环境保护目标：施工期生产废水和生活污水处理后综合利用和回用，不外排，减免工程施工期对区域水环境的不利影响，维护工程河段现有水域功能和水环境质量。加强施工附属建筑物等区域的地面防渗措施，避免污染工程占地区地下水环境。

(2) 大气环境保护目标：做好施工期大气环境保护工作，施工期废气排放按《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB512682-2020)控制，确保施工影响区环境空气质量达到《环境空气质量标准》(GB3095-2026)二级标准。

(3) 声环境保护目标：各施工工区边界噪声达到《建筑施工现场界环境噪声排放标准》(GB16297-2025)相应标准，确保评价范围内各居民点的声环境分别达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类及4a类标准。

(4) 固体废物处置目标：完善施工区固体废物收运系统，使工程施工期生活垃圾、建筑垃圾、危险废物收集处置率达100%，避免二次污染。

1.9.3 恢复治理目标

(1) 陆生生态恢复保护目标：重视开挖边坡及转存料场的防护，通过集中

挡护弃渣和种植林草植被等工程和植物措施，保护水土资源。治理和预防因工程建设产生的水土流失和景观破坏，满足区域生态环境保护要求。

(2) 水生生态保护目标：根据楠木沟流域综合规划环评及批复要求，结合屏山书楼抽水蓄能电站施工及运行特点以及对局部河段水生生态产生的实际影响，针对性提出施工期、蓄水初期及运行期鱼类保护措施，有效保护评价水域鱼类资源。

1.9.4 环境敏感保护目标

根据工程所在区域的环境现状、环境功能要求和环境敏感区分布，屏山书楼抽水蓄能电站不涉及四川省生态保护红线、风景名胜区、鱼类栖息地和水产种质资源保护区等各类生态环境敏感区。预可行性研究阶段及可研三大专题阶段涉及的楠木沟饮用水水源保护区已于 2026 年 6 月 21 日由宜宾市人民政府发布《关于同意撤销屏山县书楼镇楠木沟集中式饮用水水源保护区的批复（宜府函〔2026〕25 号）》撤销。本项目不涉及调整后的饮用水水源保护区。

楠木沟流域内无珍稀保护鱼类及长江上游特有鱼类分布，工程补水水源涉及的金沙江向家坝库区月坡村段分布四川华鲃、张氏鲮和厚颌鲂共 3 种长江上游特有鱼类，国家二级保护鱼类胭脂鱼 1 种。屏山书楼抽水蓄能电站工程评价区内分布有国家重点保护野生植物 2 种，均为国家二级重点保护野生植物；分布有濒危(EN)的野生植物 2 种(其中 1 种同时为重点保护物种)，未发现极危(CR)、易危(VU)野生植物分布；未发现国家和政府列入拯救保护的极小种群物种；分布有中国特有种 107 种(其中有 2 种同时为保护或濒危的野生物种)，均非狭域分布的物种；分布有挂牌保护的古树 1 种 4 株；评价区内分布有国家重点保护野生陆生脊椎动物 25 种，其中国家一级重点保护野生动物 2 种，国家二级重点保护野生动物 23 种，易危物种 9 种，濒危物种 1 种，中国特有陆生脊椎动物 24 种。项目占地范围不涉及上述重要野生动物的重要生境。

根据工程所在位置、工程运行特点及周围环境现状、国家和四川省的环境保护法律、法规，工程主要环境保护目标及保护要求见下表。

屏山书楼抽水蓄能电站环境敏感对象一览表

表 1.9-1

环境要素	敏感对象		级别	保护要求	与本工程区位关系
水环境	地表水	楠木沟	GB3838-2002 III类水域标准	保护地表水环境及生态功能，以	工程上、下库所在河段

		金沙江干 流河段	GB3838-2002 III类水域 标准	不影响沟道、河 道的水质和水生 态功能为目标	工程补水涉及河段
水生生态	四川华鲮、张氏鲮和 厚颌鲂		长江上游特有鱼类	减缓工程建设对 重要鱼类生境、 资源等的不利影 响	补水工程涉及的楠 木沟支库河段
	胭脂鱼		国家二级野生保护动物	保护物种	
陆生生态	楠木		国家二级重点保护野生 植物/濒危	保护物种	上库淹没区北部
	中华猕猴桃		国家二级重点保护野生 植物	标注、避让	上库规划道路边缘
	灰胸薮鹀		国家一级野生保护动物	保护物种	评价区广泛分布
	小灵猫		国家一级野生保护动物	保护物种	上、下水库之间河 谷中部森林、灌丛 及水域
	黑鸢		国家二级野生保护动物	保护物种	评价区广泛分布
	苍鹰			保护物种	评价区广泛分布
	雀鹰			保护物种	评价区广泛分布
	普通鵟			保护物种	评价区广泛分布
	白鹇			保护物种	评价区广泛分布
	楔尾绿鸠			保护物种	评价区广泛分布
	红角鸮			保护物种	评价区广泛分布
	领角鸮			保护物种	评价区广泛分布
	领鸺鹠			保护物种	评价区广泛分布
	斑头鸺鹠			保护物种	评价区广泛分布
	长耳鸮			保护物种	评价区广泛分布
	短耳鸮			保护物种	评价区广泛分布
	凤头蜂鹰			保护物种	评价区广泛分布
	黑冠鹃隼			保护物种	评价区广泛分布
	凤头鹰			保护物种	评价区广泛分布
	白尾鹞			保护物种	评价区广泛分布
	燕隼			保护物种	评价区广泛分布
	红隼			保护物种	评价区广泛分布
	红嘴相思鸟			保护物种	评价区广泛分布
	猕猴			保护物种	评价区外教高海拔 尖山子区域
	豹猫			保护物种	上、下水库之间河 谷中部森林
	黄喉貂			保护物种	评价区周边
	貉			保护物种	评价区周边
	脆蛇蜥		国家二级野生保护动物 濒危	保护物种	评价区林间
声环境	居民点	西村居民 点	2 类及 4a 类声环境功能 区	声环境质量	距离上下库连接 路、承包商营地、 各处施工场地等 20m-80m
大气环境	居民点	西村居民 点	GB 3095 二级标准	大气环境质量	

1.10 环境影响识别与评价因子筛选

1.10.1 环境影响识别

在全面、深入开展工程区环境现状调查、发展规划资料收集等工作基础上，根据工程区环境保护要求和保护目标特点，结合本工程的发展任务、开发方式以及影响范围等基本情况，并参考国内同类项目环境影响及环境保护的实践经验，根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)，采用矩阵法对工程各环境因素可能产生的影响进行初步识别分析，结果见表 1.10-1。

根据环境影响识别，本工程主要环境要素是水环境、生态环境。其中主要环境影响因子是水文情势、地下水、陆生生态、水生生态影响；影响较小的环境因子主要是水质、土壤环境等。

屏山书楼抽水蓄能电站环境影响因子识别一览表

表 1.10-1

环境要素	环境因子	影响性质和程度		
		工程施工	初期蓄水	工程运行
地表水	水质	-1R	0	-1R
	水温	0	0	0
	水文情势	-1L	-3L	-2L
地下水	水质	-1L	0	0
	地下水位	-1L	-1L	-1L
声环境	噪声	-1R	-1R	-1L
大气环境	环境空气	-1R	0	0
生态环境	水生生态	-1L	-2L	-2L
	陆生生态	-2L	-1L	±1L
电磁环境	工频电场、工频磁场	0	0	-1L
土壤环境	土壤	-1R	-1L	-1L

注：（1）+、- 分别表示有利影响和不利影响；
（2）0、1、2、3 分别表示影响的程度忽略不计、小、中、大；
（3）R、L 分别表示可逆和不可逆影响。

1.10.2 评价因子筛选

根据环境影响识别，本工程环境影响评价现状评价因子和预测评价因子筛选结果详见表 1.10-2。

屏山书楼抽水蓄能电站环境影响评价因子筛选结果汇总表

表 1.10-2

环境要素	评价时段		评价因子
地表水环境	现状评价		水文情势、水质
	预测评价	施工期	水文情势：流量
			水质：pH 值、SS、COD _{Cr} 、BOD ₅ 、氨氮、石油类等
		运行期	水文情势：流量、水位
			水质：BOD ₅ 、COD _{Cr} 、氨氮、TP、TN 等
			水温：下泄水温
			溶解性气体过饱和度
地下水环境	现状评价		地下水禀赋条件、水位、径流补排条件、水质

环境要素	评价时段		评价因子
	预测评价	施工期	水质、水位
环境空气	现状评价		TSP、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、SO ₂ 、NO ₂ 、CO 和 O ₃
	预测评价	施工期	TSP
声环境	现状评价		昼间与夜间等效连续 A 声级 (L _{eq})
	预测评价	施工期	噪声源强 (L _{eq} 与 L _{Amax})、等效连续 A 声级 (L _{eq})
生态环境	现状评价		自然条件：地形地貌、气候气象
			陆生生态：植被类型与覆盖度、景观生态体系、动植物物种及其生境
			水生生态：水生生境、水生生物、鱼类及其“三场”
	预测评价	施工期	陆生生态：施工占地区植被类型与面积、动植物物种及其生境
		运行期	陆生生态：植被类型与覆盖度、景观生态体系、动植物物种及其生境
			水生生态：水生生境、水生生物
土壤环境	现状评价		理化性质及污染物浓度
	预测评价	施工期	污染物浓度
		运行期	土壤盐化
固体废物	预测评价	施工期	生活垃圾、危险废物、医疗废物等产生量
		运行期	生活垃圾、危险废物等产生量
电磁环境	现状评价		工频电场、工频磁场
	预测评价	运行期	工频电场、工频磁场
环境风险			油库安全风险、森林火灾、污废水事故排放、生物入侵风险

1.11 评价工作过程与程序

按照《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》的要求，本工程环境影响评价工作划分为调查分析和工作方案制定阶段、分析论证和预测评价阶段、报告书编制三个阶段，本工程环境影响评价程序框图如下：

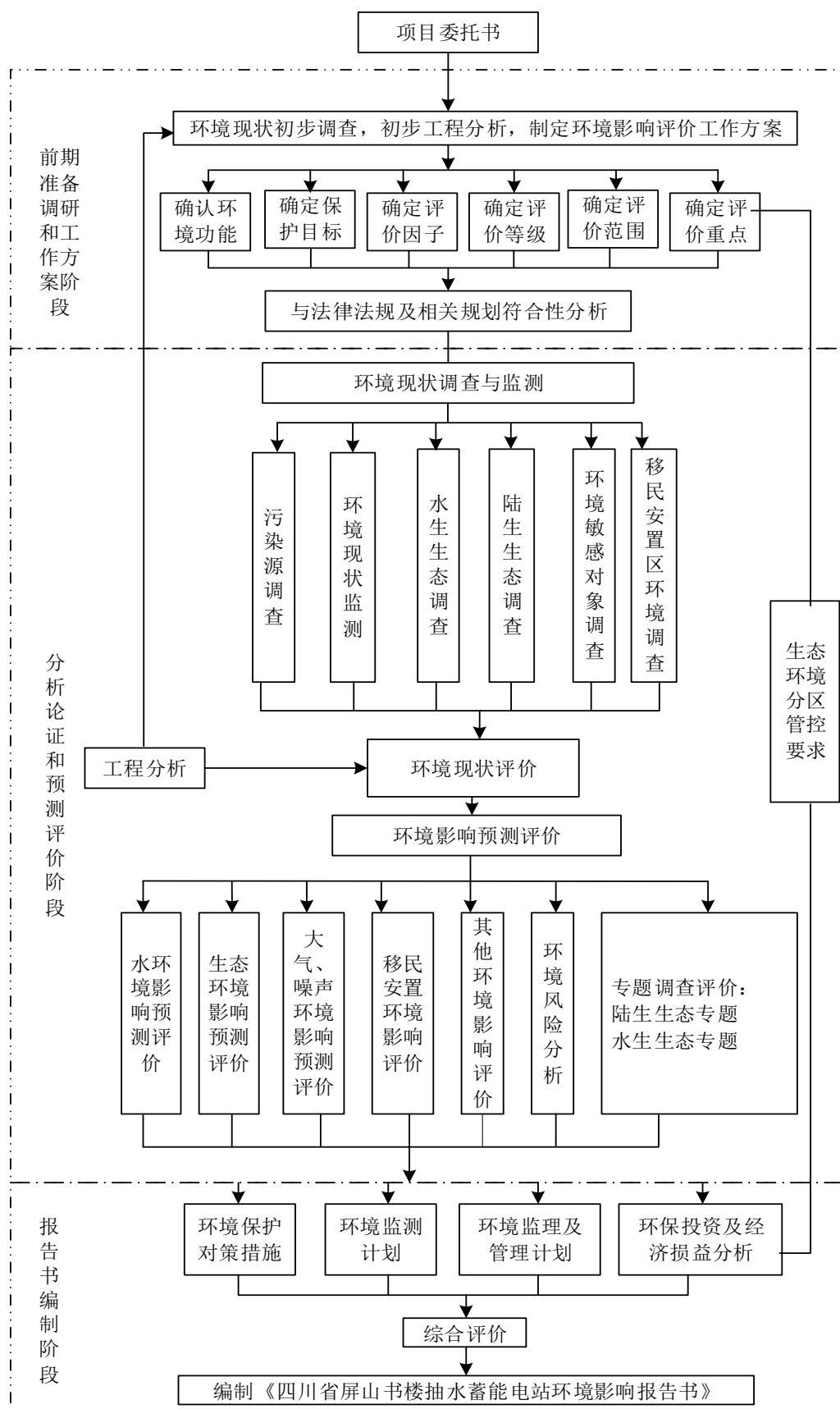


图 1.11-1 屏山书楼抽水蓄能电站环境影响评价工作程序图

2 流域及工程概况

2.1 地理位置

屏山书楼抽水蓄能电站位于四川省宜宾市屏山县书楼镇，距离宜宾市直线距离 33km，距离成都市直线距离 210km，对外交通便利。电站距离已建的叙府 500kV 变电站直线距离约 35km，接入系统便利。

本工程地理位置详见附图 2-1。

2.2 抽水蓄能规划概况

为贯彻落实习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出的我国应对全球气候变化国家自主贡献目标，履行二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和的国际承诺，以及 2030 年非化石能源占一次能源消费比重达到 25%左右，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿 kW 以上的目标，2020 年 12 月 18 日，国家能源局综合司以“国能综通新能〔2020〕138 号”印发《关于开展全国新一轮抽水蓄能中长期规划编制工作的通知》，启动了全国新一轮抽水蓄能中长期规划编制工作。面向 2035 年研究电力系统对抽水蓄能发展的需求，在抽水蓄能站点资源规划的基础上，提出未来抽水蓄能发展的总体思路、主要任务、重大布局、保障措施，指导未来一段时间抽水蓄能电站建设，促进抽水蓄能高质量可持续发展。

2021 年 9 月，国家能源局正式发布《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》，指导中长期抽水蓄能发展，以适应新型电力系统建设和大规模高比例新能源发展需求，加快能源绿色低碳转型，助力实现碳达峰、碳中和目标。同年 12 月，四川省能源局向国家能源局报送《四川抽水蓄能中长期发展（2021—2035 年）实施方案》。

根据《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》及《四川抽水蓄能中长期发展（2021—2035 年）实施方案》，四川省抽水蓄能纳入全国规划的成果包括“2+6+8”共 16 个项目，规模合计为 1920 万 kW。其中，屏山书楼抽水蓄能电站为储备项目。

2022 年 2 月 12 日，项目纳入《2022 年四川省加快前期工作重点项目名单》。2022 年 5 月 7 日，项目纳入《四川省“十四五”可再生能源发展规划》，要求“加

快完成外业、尽快转入预可研”。2022 年 5 月 12 日，项目纳入《四川省“十四五”电力发展规划》，要求“深入开展电站方案论证，按照‘成熟一个、核准一个’的原则推进项目核准，适时开工建设。”

2022 年 10 月 30 日，四川省能源局向国家能源局报送《关于四川省屏山、芦山抽水蓄能电站纳入国家“十四五”重点项目的请示》(川能源〔2022〕31 号)。国家能源局委托水利水电规划设计总院对四川省屏山、芦山站点纳入抽水蓄能中长期发展规划“十四五”重点实施项目进行符合性初步评审。2022 年 11 月 8 日，水利水电规划设计总院组织了四川省屏山书楼抽水蓄能电站纳入抽水蓄能中长期发展规划“十四五”重点实施项目符合性初步评审会，建议将屏山书楼抽水蓄能电站纳入抽水蓄能中长期发展规划“十四五”重点实施项目。

2022 年 12 月，四川省人民政府发布《四川省电源电网发展规划(2022—2025 年)》，明确“十四五”期间四川省电源电网建设总体要求、主要任务、重大工程、改革举措。规划提出“加快建设多能互补的重点电源项目”、“强化水力发电主体支撑地位”，“十四五”期间核准开工两河口混蓄、屏山等 12 座抽水蓄能电站。其中屏山书楼抽水蓄能电站被列为重点实施电源项目，装机规模为 120 万 kW。

2023 年 12 月，四川省能源局上报了《四川省抽水蓄能中长期发展规划 2024—2028 年项目布局调整建议》，并附《四川省申请纳入抽水蓄能中长期发展规划报告》，其中屏山书楼抽水蓄能电站被列入 2024—2028 年规划布局项目，并申请纳入抽水蓄能中长期发展规划，规划装机容量 120 万 kW。

2024 年 10 月，屏山书楼抽水蓄能电站纳入国家能源局批复的四川省 2024—2028 年重点实施项目，规划装机容量 120 万 kW。

因此，本工程建设符合《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)》。

2.3 楠木沟流域规划概况

2.3.1 流域基本情况

楠木沟为金沙江下段左岸季节性支沟，楠木沟发源于屏山县书楼镇对丘岩，由东南向西北流，右纳九房沟后转为东北至西南流向，后右纳老厂沟，经石坝子折向东南流，在鸡罩山脚下纳入汪家沟后，汇入金沙江（向家坝水电站库区）。地理位置介于东经 104°15'47"~104°17'51"，北纬 28°39'55"~28°41'52"，北侧为岷江支流埡溪河流域，西侧为金沙江支沟新庄沟，东侧为团山子沟，南侧为金沙江

干流。流域形态呈“C”字型，平均海拔高程 962m，河源海拔高程 1200m，河口海拔高程 390m，天然落差 810m，平均比降 78‰。

2.3.2 流域综合规划概况

2025 年 9 月，四川省清源工程咨询有限公司编制完成了《屏山县楠木沟流域综合规划报告（2023—2035 年）》，规划范围为楠木沟整个流域，即向家坝电站水库淹没后的楠木沟流域面积 20.39km²，流域全部位于屏山县书楼镇西村辖区内，属于长江一级区，金沙江石鼓以下二级区，石鼓以下干流三级区，金沙江左岸大小凉山区四级区，金沙江左岸下游凉山区五级区。

2026 年 7 月 17 日，屏山县人民政府以“屏府函[2026]95 号”文批复了《屏山县楠木沟流域综合规划报告（2023—2035 年）》，根据批复的综合规划报告，流域规划目标为：通过流域保护、治理、开发及管理能力建设，构建与当地经济社会发展相适应的水资源综合利用体系、水生态环境保护体系、流域综合管理体系等，基本实现水资源集约节约安全利用、全面维系优良水生态环境，维护河流健康，促进人水和谐，促进流域社会经济和生态环境可持续、协调、健康发展。

主要规划成果如下：

（1）水资源配置

加强流域内节水型社会建设；在保障河道内生态环境用水和强化节水的基础上，合理配置生活、生产用水；巩固提升农村饮水工程，提高农村人畜用水保证率，改善人民生产生活条件。

（2）生态环境保护

加强水资源保护。严守“用水总量控制、用水效率控制、水功能区限制纳污控制”三条红线，加强水资源用途管制；加强入河排污管理、加强污染源控制等多种措施保护流域水资源质量。

加强水生态保护。通过采取鱼类栖息地保护、加强渔政管理等措施保护鱼类资源；下泄生态流量，切实保障河道内生态环境需水；加强流域开发后的生态保护和修复。

推进水土保持预防与治理。强化预防保护区的预防保护；加大林草抚育，保护林草植被，涵养水源；实施水土流失敏感区的综合保护，有效预防水土流失；加强生产建设项目的监督管理，控制新的人为水土流失。

（3）水力发电

水力发电规划主要为新建屏山书楼抽水蓄能电站。屏山书楼抽水蓄能电站装机容量 120 万 kW，具备日调节能力，工程任务为：调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用。除此之外，楠木沟流域不再规划建设其它水电工程。

（4）规划实施意见

根据优先安排生态保护与修复项目、支持和保障流域经济社会发展和民生安全的项目的原则，并且结合楠木沟治理开发的实际情况，规划工程全部在近期开始实施。

2.3.3 流域综合规划环评概况

2026 年 3 月，宜宾市生态环境局组织对四川省清源工程咨询有限公司编制的《屏山县楠木沟流域综合规划（2023~2035 年）环境影响报告书》进行了技术审查，2026 年 7 月 3 日，宜宾市生态环境局出具了《关于印发<屏山县楠木沟流域综合规划（2023-2035 年）环境影响报告书>审查意见的函》（宜环函〔2026〕72 号）。

2.3.3.1 流域综合规划环境影响报告书主要结论

楠木沟流域综合规划的实施，为流域社会经济可持续发展提供保证，合理开发水资源，实现流域内水资源的优化配置，提高灌溉供水保证率，改善人民生活条件；通过加强水资源保护、水生态保护、推进水土保持预防与治理，维持流域良好生态环境；通过布置屏山书楼抽水蓄能电站，促进区域清洁能源的开发和消纳，促进地方社会、经济繁荣。

规划在带来较大经济社会和生态效益的同时，也将对楠木沟流域内的水环境、生态环境等产生一定不利影响，主要影响为规划拟建的屏山抽水蓄能电站。综合规划及规划环评提出了实施水生态保护规划，预留生态基流、流域污染源治理、开展鱼类增殖放流等一系列环境保护措施，可有效预防或减缓规划实施带来的不良影响。

总体上，楠木沟流域综合规划坚持科学发展观，坚持以“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”新时期治水思路，以改善民生为核心，以“共抓大保护，不搞大开发”保护生态为前提的规划理念，统筹保护与开发，协调生态与发展，平衡总体与局部，兼顾当前与长远，规划实施对生态环境的有利影响是主要

的。在认真落实水生态保护及各项环境保护对策措施后，不利环境影响可以得到预防或减缓。规划的实施将有利于促进流域经济、社会、环境全面协调可持续发展。从区域角度分析，本规划不存在重大环境制约因素，规划实施带来的环境影响可接受，规划方案环境影响可行。

2.3.3.2 流域综合规划环评主要审查意见

审查意见认为《报告书》对规划流域的环境现状调查较为准确全面，识别的主要环境制约因素符合实际;针对《规划》实施的环境影响采用的评价方法适当，评价内容较全面，评价结论总体可信;提出的规划方案优化调整建议总体合理，预防或者减轻不良环境影响的对策和措施原则可行;按要求开展了公众参与等工作。《报告书》可作为进一步优化《规划》编制、指导《规划》实施过程中生态环境保护工作的依据。

审查意见同时提出了对《规划》优化调整和实施的主要意见：

（一）坚持绿色发展理念。严格落实长江经济带“共抓大保护不搞大开发”的总体要求，坚持生态优先、绿色发展，严格执行《中华人民共和国长江保护法》和长江经济带发展负面清单等法规，政策相关要求，坚持统筹协调、科学规划，严格落实生态环境分区管控要求，以高水平保护助推高质量发展。

（二）严格生态环境准入。按照《报告书》提出的《规划》优化调整建议，做好流域规划项目的引入和建设管理工作，严格控制流域开发强度。规划项目应认真落实《报告书》提出的各项生态环境保护措施和要求。

（三）优化规划工程布置。加强与生态环境分区管控方案楠木沟流域生态功能定位及有关要求的衔接，优化后续建设项目设计方案，协调好规划工程布置与天然林、公益林、永久基本农田的关系，减少对生态环境的破坏。

（四）维护流域生态功能。按照“谁破坏，谁治理”原则，落实责任主体。屏山书楼抽水蓄能电站等工程开发建设中，严格落实《报告书》提出的保障生态流量、饮用水源保护区迁建等措施，减缓《规划》实施对水生生态的不利影响，维持区域生态功能不下降。

（五）加强流域综合管理。全面落实河长制，健全长效机制加强楠木沟流域各类开发活动的监督管理，严格落实国家、省市水污染防治有关要求。建立健全水文、水环境、陆生生态、水生生态等监测体系，做好长期跟踪监测与管理。依

法依规做好环境信息公开工作。

(六) 依法依规适时开展环境影响跟踪评价。在《规划》实施过程中, 发生重大调整或修订时应重新编制环境影响报告书。

2.3.3.3 规划环评及审查意见对项目环评的要求

屏山县楠木沟流域综合规划的重点工程即屏山书楼抽水蓄能电站工程。为了更好的保护楠木沟流域生态环境, 实现其可持续发展, 规划环评及审查意见对屏山书楼抽水蓄能电站项目提出的相关要求如下:

拟建设项目应按照规定环评和审查意见要求做好环境影响评价工作, 重点开展工程分析和环保措施可行性论证等内容, 强化环境保护措施和环境监测计划的落实。规划环评中规划协调性分析、环境现状、污染源调查等符合要求的资料可供建设项目环评共享。符合流域规划环评要求的建设项目, 可简化政策和规划符合性分析、选址环境合理性和可行性论证等。

2.3.4 流域开发现状

2.3.4.1 城乡供水现状

经调查及咨询有关部门, 现状楠木沟流域内无工业, 流域共计居民 2171 人, 均为书楼镇西村居民, 现状流域内有猪约 520 头, 鸡鸭鹅等小牲畜 2300 只; 流域内现状无工业, 故无生产供水。

2023 年楠木沟全流域总用水量为 46.82 万 m^3 , 其中: 农业用水量 5.15 万 m^3 , 占总用水量的 11%; 居民生活用水 41.67 万 m^3 , 占总用水量的 89%。现状管网漏损率 16%。楠木沟流域无工业用水。

2.3.4.2 水资源开发利用程度现状

楠木沟流域内现状主要为农田灌溉用水、书楼场镇及书楼西村农村居民生活用水, 其中农田灌溉用水年用水量约 5.15 万 m^3 , 根据屏山县水务局(现屏山县水利局)批复的《关于对屏山县书楼镇新址水厂取水申请(屏水许可(2018)3 号)》及四川省水利科学研究院编制的《四川省屏山县中坝水库水资源论证报告书(修编)》, 现状书楼供水站取水水源为楠木沟书楼镇新址场镇东北侧老灯堂, 供水范围为书楼场镇、书院村、沙坝村和部分西村, 年供水量 41.15 万 m^3 。

另外, 剩余地势较高的流域范围内的西村居民现状利用楠木沟及其支流汪家沟流域上游的山泉水作为生活水源, 年生活用水量约 0.52 万 m^3 , 流域内无工业

企业用水，流域现状总用水量约 46.82 万 m³，现状楠木沟流域水资源开发利用程度约为 4.18%。

根据灌区水土资源及种植业发展实际情况，本区以旱作为主，水资源较为丰富，但年内年际变化较大，属水资源不稳定地区。由于流域内建有老厂沟（小（2）型水库）、九房沟（已降为山坪塘）两座小型灌溉水利工程，老厂沟水库调节库容 10.84 万 m³，九房沟水库调节库容 9.0 万 m³，合计两座灌溉水利设施调节库容 19.84 万 m³，完全能够满足 2035 年流域灌区灌溉缺水量 0.68 万 m³ 的需水要求。

2.3.4.3 水电开发现状

楠木沟是长江（金沙江）右岸一级小支流，原干流全长 10.37km，流域面积 20.96km²，向家坝电站水库淹没后流域面积为 20.39km²，河道长为 9.724km，流域集水面积较小，因此楠木沟流域水力资源理论蕴藏量较小，流域自身无水力发电开发任务。

2.3.4.4 重要水库基本情况

楠木沟流域内建有小（2）型水库老厂沟、山坪塘九房沟、屏山县书楼镇新址水厂取水工程（楠木沟水库）三个水利工程，流域内老厂沟和九房沟水利工程建设较早，距今运行 50 年和 47 年，均无下泄流量措施，坝址下游已经形成稳定的自然沟道。屏山县书楼镇新址水厂取水工程 2010 年开始修建，2018 年开始取水运行，至今运行约 7 年，亦无下泄流量措施，当上游来水量较大时，水库水从坝顶溢流而下，枯水期部分时段，坝址下游为无流量下泄，坝下水文情势受影响较大。

楠木沟流域现状已建水利设施基本情况表

表 3.7-1

水利设施名称	集水面积 (km ²)	工程任务	工程规模	正常蓄水位 (m)	正常蓄水位库容 (万 m ³)	建成时间
老厂沟	0.207	灌溉	小（2）型	1052.0	10.9	1976 年
九房沟	0.407	灌溉	山坪塘	1068.9	9.20	1979 年
屏山县书楼镇新址 水厂取水工程	5.70	供水	山坪塘	/	/	2010 年

（1）老厂沟水库

老厂沟水库建成于 1976 年，工程规模为小（2）型，2017 年进行除险加固处

理，工程任务为灌溉，设计灌面 1300 亩，大坝为均质土坝，最大坝高 10.4m，坝址集水面积 0.207km²，水库正常蓄水位 1052m，相应库容 10.9 万 m³。

（2）九房沟水库

九房沟建成于 1979 年，2021 年进行除险加固，水库原规模为小（2）型，工程任务以农田灌溉为主、兼顾防洪等综合效益，大坝为均质土坝，由于书楼镇经济发展，原水库灌区范围产业结构调整，水库灌面缺失严重，无法发挥水库效益，且九房沟水库无供水功能，2023 年屏山县水利局以屏水函〔2023〕211 号《屏山县水利局关于<屏山县九房沟水库降等论证报告>的批复》同意将九房沟水库由原小（2）型水库降为山坪塘，因此九房沟原灌溉功能丧失，原设计灌面 300 亩由附近溪沟解决。

（3）屏山县书楼镇新址水厂取水工程配套水库（楠木沟水库）

该工程建于 2010 年，工程建设是为向家坝水电站四川库区书楼镇（原楼东乡、福延镇）新址供水，设计供水保证率 95%，设计年供水量 41.15 万 m³，坝址上游集水面积约 5.70km²。

2018 年 3 月，屏山县水务局（现屏山县水利局）以《屏山县水务局关于对屏山县书楼镇新址水厂取水申请的批复》（屏水许可〔2018〕3 号）同意屏山县书楼镇新址水厂取水申请，根据该批复，“因向家坝水电站水库淹没影响导致原楼东乡和福延镇整体搬迁建设，屏山县书楼镇（原楼东乡和福延镇）新址水厂是迁建后的场镇居民供水工程”，“水厂水源选择在场镇新址东北侧老灯堂，金沙江左岸一级支流楠木沟，水厂供水工程主要建筑物有拦水坝、输水管和水厂。拦河坝为浆砌石重力坝，最大坝高 31.2m，坝址以上集雨面积 5.7km²”，“该项目是为解决场镇居民饮水困难的民生工程”。

分布有大量农田，河道岸线冲毁较多，水土流失严重。



图 2.3-2 楠木沟流域下游已成防洪治理工程

2.4 工程建设必要性

2.4.1 是落实国家能源发展战略、实现“双碳”目标的需要

为应对气候变化，中国提出深入推进清洁能源转型。2020 年 9 月习近平主席在第七十五届联合国大会上承诺“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和”。2021 年 10 月 24 日，国务院下发《关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知（国发〔2021〕23 号）》，通知明确到 2025 年，非化石能源消费比重达到 20%左右，单位国内生产总值能源消耗比 2020 年下降 13.5%，单位国内

生产总值二氧化碳排放比 2020 年下降 18%，为实现碳达峰奠定坚实基础。到 2030 年，非化石能源消费比重达到 25% 左右，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 65% 以上，顺利实现 2030 年前碳达峰目标。

能源是经济社会发展的重要物质基础，能源消费是碳排放的最主要来源。实现碳达峰、碳中和的核心路径是“两增一降”，即持续增加绿色能源供给量和提升生态汇碳等能力，持续降低化石能源消费，进一步优化能源消费结构。要坚持安全降碳，在保障能源安全的前提下，大力实施可再生能源替代，加快构建清洁低碳安全高效的能源体系。2020 年 12 月习近平主席在气候雄心峰会上宣布“到 2030 年，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿 kW 以上”，根据国家能源局公布数据，2021 年全国风电、光伏装机约 6.35 亿 kW，距离上述目标还有 5.65 亿 kW 装机容量差额，预计未来 8 年~10 年新能源装机年增长量达到 7000 万 kW，增加以新能源为主体的非化石能源开发和消纳，将是我国提升非化石能源占比的决定性力量。而新能源出力不稳定、控制难度大、接入系统困难的特点让抽水蓄能、化学储能等适应性、灵活性强的电源也逐步迈向我国能源发展的舞台中央。

2021 年 7 月 15 日，国家能源局印发《关于加快推动新型储能发展的指导意见》（发改能源规〔2021〕1051 号），意见指出，抽水蓄能和新型储能是支撑新型电力系统的重要技术和基础装备，对推动能源绿色转型、应对极端事件、保障能源安全、促进能源高质量发展、支撑应对气候变化目标实现具有重要意义。2021 年 9 月 17 日，国家能源局正式发布《抽水蓄能中长期发展规划（2021~2035 年）》，规划指出，当前我国正处于能源绿色低碳转型发展的关键时期，风电、光伏发电等新能源大规模高比例发展，对调节电源的需求更加迫切，构建新型电力系统对抽水蓄能发展提出更高要求。规划提出，到 2025 年，抽水蓄能投产总规模较“十三五”翻一番，达到 6200 万 kW 以上；到 2030 年，抽水蓄能投产总规模较“十四五”再翻一番，达到 1.2 亿 kW 左右；到 2035 年，形成满足新能源高比例大规模发展需求的，技术先进、管理优质、国际竞争力强的抽水蓄能现代化产业，培育形成一批抽水蓄能大型骨干企业。

屏山书楼抽水蓄能电站建成投产后，其优越的调峰填谷、备用等功能可在系统节能发电调度中发挥重要作用，能有效降低火电调峰率，节省系统火电煤耗，减少二氧化碳、二氧化硫、烟尘、灰渣等污染物的排放，同时还减免了火电站运

行过程中的废水、废热污染问题。根据四川电网 2035 年电力电量平衡成果，屏山书楼抽水蓄能电站装机容量为 120 万 kW，投入系统运行后，每年可节省标煤耗 31.7 万 t 或者燃气量 2.6 亿 m³，按照通用节能减排公式比例折算，相当于减排二氧化碳约 55.2 万 t。

本工程的建设可在一定程度上减少煤炭资源的消耗及其带来的环境污染，具有较大的环境效益，符合建设资源节约型、环境友好型社会的要求，对推动四川省发展低碳经济及社会经济可持续发展具有重要意义。

2.4.2 是四川省优化电源结构，增强调峰填谷、调频调相能力的需要

从四川电网电源结构来看，四川电网是以水电为主的电力系统。至 2024 年底，四川省全口径发电装机容量 13950 万 kW。其中，水电 9770 万 kW，占 70.0%；火电 2164 万 kW，占 15.5%；风电 890 万 kW，占 6.4%；光伏 1082 万 kW，占 7.8%。四川全省水电技术可开发装机容量 1.48 亿 kW，随着四川水力资源开发进入收官期，双碳目标下火电发展受到限制且受国际能源形势影响，未来四川能源利用的重要方向是开发新能源，建立现代高效清洁的综合能源供应系统，实现资源利用的优势互补。四川省委十一届十次全会通过《关于以实现碳达峰碳中和目标为引领推动绿色低碳优势产业高质量发展的决定》，以能源绿色低碳发展是关键，聚焦实现碳达峰碳中和目标，必将加速电力低碳化进程来促进经济社会发展全面绿色转型，走出一条服务国家战略全局、支撑四川未来发展的绿色低碳发展之路。目前，四川省风电规划规模接近 3000 万 kW，光伏规划规模约 2.5 亿 kW。

与此同时，四川省清洁能源的高速发展也面临着新型电力系统基础较为薄弱的问题。四川电网水电规模大但丰枯出力差别大，与新能源、抽水蓄能、多元新型储能、煤电灵活性等尚未形成源网荷储一体化和多能互补发展格局，系统调节能力不足，尚不适应大规模高比例接入和消纳新能源。《四川省“十四五”电力发展规划》指出，“要结合调峰需求和新能源开发，在成都市等负荷中心地区 and 新能源集中送出等地区加快推进抽水蓄能规划项目建设。”、“根据我省负荷特性、电源结构、电网结构、重要用户分布、安全需求等情况建立应急备用和调峰电源机制，提升电力安全保障能力和电力系统灵活性。”。《四川省“十四五”可再生能源发展规划》提出要有序建设抽水蓄能电站。

从电力系统结构来看，四川电力系统以水电为主，水电年内出力呈丰多枯少

的特点，丰水期水电出力整体较大，多采用弃水的方式调峰，枯水期又因普遍来水不足导致调峰能力不足，因此四川电力系统调峰能力整体偏弱。至 2035 年，四川省平水年缺少调峰容量 3510 万 kW。抽水蓄能电站可以按照电力系统需求，承担系统尖峰负荷，优化电网调度，保障电力有序供应，调峰填谷效益明显。随着系统中新能源装机比例持续增大，系统有功波动性变大，极大增加了系统调节难度，需要灵活调节电源配合运行，抽水蓄能电站可充分发挥启停迅速、调节灵活的特点，机组利用方式逐渐由计划性的启停调峰向根据系统调峰、调频实际需要灵活启停转变，有效应对新能源装机占比持续提升给系统带来的调节压力。

此外，建设抽水蓄能电站对于加强事故应急，保障系统安全稳定运行有重要意义。系统发生大功率缺失后，为了保障频率稳定、控制潮流在运行限额内，需要及时增加发电出力。与煤电、气电相比，抽水蓄能机组启动时间短、调节速率快；相比常规水电，支撑系统电压的作用更强。

屏山书楼抽水蓄能电站装机容量为 120 万 kW，是四川省重点实施项目，工程的建设可在一定程度上保障四川省电力有序供应，调峰填谷效益明显，是四川省优化电源结构，增强调峰填谷、调频调相能力的需要。

2.4.3 是四川及川南负荷中心电力保供及安全稳定需要

在目前世界各国都在加强应对极端气候及各种不确定环境下的电力供应，例如 2021 年美国的冬季的极端恶劣天气，以及 2022 年俄乌战争给欧洲能源电力供应带来的挑战。中国也要加强保障主要城市负荷中心电力供应安全与稳定。2022 年 8 月，受历史同期最高温度、最少水电、最大负荷、最长时间“四最”因素叠加影响，四川省出现丰水期电力电量双缺罕见局面，电力供需严峻形势前所未有，电网迎峰度夏、迎峰度冬压力尤为重要。预计 2025 年~2035 年，计入规划新增水电、火电后，四川电网仍有较大的电力和调峰容量缺口，需要提前谋划，加强调峰电源建设，做好能源电力供应保障。

抽水蓄能电站通过削峰填谷，可提供双倍于其装机容量的调峰容量，减少水电调峰弃水，改善火电机组运行条件，降低系统燃料消耗与运行成本，提供电网运行经济性。2035 年川中东负荷中心区电力空间为 1078 万 kW，调峰空间为 2201 万 kW，按照电力空间确定的川中东负荷中心的储能需求约 1080 万 kW。对于川南片区，2035 年电力空间为 147 万 kW，调峰空间为 301 万 kW，川南片区总

储能需求约 150 万 kW。屏山书楼抽蓄装机容量 120 万 kW，可以提供 120 万 kW 的电力供应以及双倍的调峰填谷能力，既可及时响应川中东负荷中心的电力和调峰需求，又能够支撑川南区域电网安全稳定和经济运行，提高电网迎峰度夏、迎峰度冬期间调峰能力，提升整个电力系统运行的经济性，提升负荷中心电力供应保障能力。

四川省备用负荷一般由大型坝后式水电站承担，容量基本能满足全省负荷备用要求，但备用负荷在空间分布格局上呈现西多东少的特征。根据相关研究，四川负荷中心地区应按照历史最大用电负荷的 30% 配备应急调峰和备用电源，而目前仅约 7%。抽水蓄能电站跟踪负荷变化能力强，在四川负荷中心新建抽水蓄能电站非常适合担任调频电站，有利于改善川内负荷备用电源的分布格局。

到 2035 年，四川电网电源结构中新能源占比超过 40%，比重显著提升，需要抽水蓄能电站保障电网安全，提高电网安全稳定性。抽水蓄能电站具有发电机和电动机两种运行工况，可以吸收和补偿无功，是系统中理想的调压调相电源。因此，在川南负荷中心修建抽水蓄能电站有利于保证电网的安全稳定运行。

屏山书楼抽水蓄能电站位于宜宾市屏山县，是川南地区抽水蓄能资源站点中建设条件较优的优质站点，建成后有助于提高川南电网安全稳定能力。

2.4.4 有助于促进川南地区经济社会发展

2021 年 8 月，《川南经济区“十四五”一体化发展规划》对外发布。《规划》提出，到 2025 年，川南经济区一体化发展体制机制更加健全，基础设施、产业发展、生态环境、公共服务等领域基本实现一体化，区域综合实力、辐射带动能力显著增强，打造成为全省第二经济增长极。经济增速高于全省平均水平，人均地区生产总值与全省平均水平的差距明显缩小，区域发展能级全面提升，经济和人口承载力显著增强，在全省经济发展中的地位和作用更加凸显。展望 2035 年，川南经济区一体化发展达到较高水平，现代产业体系基本形成，城乡区域发展更加协调，基础设施现代化水平明显提升，基本公共服务实现均等化，人民生活更加富裕，成为带动成渝地区高质量发展的重要增长极，与全国全省同步基本实现现代化。

宜宾市进一步拓展抽水蓄能开发，可促进水电工业的成长和发展，增加区域国民经济的发展后劲，将资源优势转化为经济优势，是加快该地区经济发展的一

条重要途径。屏山书楼抽水蓄能电站的开发具有投资强度大、投资效益较好、产业带动强的优势，具有广泛的社会经济效益。工程静态投资 71.54 亿元，电站开工建设直接导致地方电力行业固定资产投资继续上升，从而加快当地的固定资产形成，促进电力行业以及与电力行业相关的上下游产业的发展，增强对外来投资的吸引力，并继而引发整个社会各行业固定资产投资的普遍增长，为加快经济发展带来重要契机。

电站在建设期间，需要当地投入大量的水泥、钢材等建筑材料和施工机械、发输变电设备等物资，还需要投入大量劳动力、就地采购大量的施工辅助加工服务、就地大量消费食品日用品等，能带动地方相关产业、服务加工等第三产业的发展，对地方 GDP 增长起直接和间接的促进作用，通过投资和消费两个环节拉动地方的 GDP 增长。屏山书楼抽水蓄能电站投资较大，电站建设期间可向地方缴纳数额较大的税费，主要为建筑安装营业税、城市维护建设附加、教育费附加、地方教育费附加等。电站建成后，可成为地方一个可靠的税源，每年直接向地方财政提供稳定、可观的税费收入。

屏山书楼抽水蓄能电站的建设，还可改善沿线地方基础设施，拉动沿线地区经济发展，为经济社会发展、人民生活水平提高和全面推进乡村振兴做出重要贡献。

因此，屏山书楼抽水蓄能电站建设对于促进宜宾市经济社会发展具有重要的推动作用，符合地区经济社会实现高质量发展要求。

2.4.5 电站距负荷中心近接入方便，技术经济可行

2021 年 9 月，国家能源局印发《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》，屏山书楼抽水蓄能电站是储备项目，2022 年发布的《四川省电源电网发展规划（2022-2025 年）》列入的四川省重点开工电源项目。

屏山书楼抽水蓄能电站位于四川省宜宾市屏山县境内，距离宜宾市直线距离约 33km，距离成都直线距离约 210km，距离川南负荷中心近，对外交通便利。电站距离已建的叙府 500kV 变电站直线距离约 35km，接入系统便利。上水库位于书楼镇西村楠木沟沟首，利用楠木沟及库周山岭筑坝成库，下水库位于书楼镇西村楠木沟下游沟谷，利用楠木沟及库周山岭筑坝成库，上下水库和输水发电系统工程地质条件满足成库成洞成厂条件。

屏山书楼抽水蓄能电站推荐装机容量 120 万 kW，安装 4 台可逆式机组，静态总投资为 71.54 亿元，单位千瓦静态投资为 5961.5 元。在控制资本金财务内部收益率为 6.5% 时，屏山书楼抽水蓄能电站经营期上网容量价格为 581 元/kW·a（含税），项目经济财务指标相对较好，具有较强的市场竞争力和抗风险能力。

综合上述分析，屏山书楼抽水蓄能电站距负荷中心近，接入方便，技术经济可行，具备近期开工建设条件。

2.5 工程特性

工程名称：四川省屏山书楼抽水蓄能电站

工程建设地点：四川省宜宾市屏山县

工程建设性质：新建

工程等别：本工程按其装机容量确定为一等大（1）型工程。上水库大坝、输水系统、地面厂房、地面开关站、下水库大坝及泄洪设施等主要建筑物按 1 级建筑物设计，次要建筑物按 3 级建筑物设计，临时性建筑物为 4 级建筑物。

工程开发任务：承担四川电网调峰、填谷、储能、调频、调相及紧急事故备用等任务。

工程主要特性指标详见表 2.5-1。

屏山书楼抽水蓄能电站工程特性表

表 2.5-1

序号及名称	单位	数量	备注
一.水文泥沙			
1.流域面积（上水库/下水库）	km ²	1.12/6.71	
2.下水库坝址多年平均径流量	万 m ³	369	
3.洪水			
校核洪峰（P=0.1%下水库）	m ³ /s	212	
设计洪峰（P=0.5%下水库）	m ³ /s	167	
校核 24h 洪量（P=0.1%上水库）	万 m ³	49.8	
设计 24h 洪量（P=0.5%上水库）	万 m ³	40.0	
4.泥沙			
多年平均悬移质年输沙量（上水库）	万 t	0.0672	
多年平均悬移质年输沙量（下水库）	万 t	0.403	
多年平均含沙量	kg/m ³	1.09	上、下水库
多年平均推移质年输沙量（上水库）	万 t	0.0134	
多年平均推移质年输沙量（下水库）	万 t	0.0806	
二.上、下水库			

序号及名称	单位	数量	备注
1.上水库			
校核洪水位	m	1111.33	P=0.1%
设计洪水位	m	1111.07	P=0.5%
总库容	万 m ³	848	
正常蓄水位	m	1110	
正常蓄水位相应库容	万 m ³	799	
死水位	m	1088	
死库容	万 m ³	201	考虑坝体侵占、坝前压重、库底平整、50 年泥沙淤积
调节库容	万 m ³	598	考虑坝体侵占、坝前压重、库底平整、50 年泥沙淤积
其中：发电调节库容	万 m ³	598	
消落深度	m	22	
2.下水库			
校核洪水位	m	566.21	P=0.1%
设计洪水位	m	566.00	P=0.5%
总库容	万 m ³	674	总库容
正常蓄水位	m	566	
正常蓄水位相应库容	万 m ³	670	考虑坝体侵占、坝前压重、库底平整、50 年泥沙淤积
死水位	m	524	
死库容	万 m ³	78	考虑坝体侵占、坝前压重、库底平整、50 年泥沙淤积
调节库容	万 m ³	592	考虑坝体侵占、坝前压重、库底平整、50 年泥沙淤积
其中：发电调节库容	万 m ³	592	
消落深度	m	42	
三.工程效益指标			
1.发电效益			
装机容量	MW	1200	
年发电量	亿 kWh	17.59	
年抽水电量	亿 kWh	23.46	
年发电利用小时	h	1466	
年抽水利用小时	h	1955	
综合效率系数	%	75	
四.主要建筑物及设备			
1.上水库			
主坝坝型	混凝土面板砂砾石坝		
防渗型式	混凝土面板+垂直帷幕		
坝顶高程	m	1114	
最大坝高	m	82	坝轴线处
坝轴线长度	m	305	
坝顶宽度	m	10	
上游坡比		1:1.5	
下游坡比		1:1.6 (1:2.5)	坝坡（压坡体坝坡）
2.下水库			
型式	混凝土面板砂砾石坝		
库区防渗型式	混凝土面板+垂直帷幕		
坝顶高程	m	570	
最大坝高	m	125	坝轴线处
坝轴线长度	m	535	
坝顶宽度	m	10	
上游坡比		1:1.5	

序号及名称	单位	数量	备注
下游坡比		1:1.8	
3 泄水建筑物			
3.1 泄洪放空洞			
孔数	孔	1	
进口底板高程	m	524.00	
检修闸门型式、数量、尺寸	孔数-m×m	1-3.5×4.2-42	平面滑动
事故闸门型式、数量、尺寸	孔数-m×m	1-3.5×4.2-42	平面滑动
有压洞断面尺寸	m	4.2	圆形
出口底板高程	m	511.00	
工作闸门型式、数量、尺寸	孔数-m×m	1-3.5×3-55	弧形闸门
泄洪流量	m ³ /s	186.53	正常蓄水位
消能方式			台阶+底流消能
3.2 泄放管			
条数	条	1	
进口底板高程	m	510.00	
进口检修闸门型式、数量、尺寸	孔数-m×m	1-1.8×1.8-15	平面滑动
泄放管断面尺寸	m	1.8	圆形
出口中心线高程	m	403.00	
出口检修阀型式、数量、尺寸	孔数-m×m	1-Φ1.9	液压球阀
出口工作阀型式、数量、尺寸	孔数-m×m	1-Φ1.9	锥形阀
检修阀型式、数量、直径	个数- m	1-Φ0.1	检修球阀
工作阀型式、数量、直径	个数- m	1-Φ0.1	锥形阀
泄流能力	m ³ /s	41.89	正常蓄水位
消能方式			锥阀+消力池
4.输水建筑物			
4.1 上水库进/出水口			
型式		侧式岸塔式	
数量	个	2	
拦污栅数量及孔口尺寸	m	2×4 / 5×8.5	
拦污栅底板高程	m	1072.00	宽×高
闸门数量及孔口尺寸	m	2 / 5.6×6.8	
闸门型式	平面滑动钢闸门		宽×高
4.2 引水隧洞			
衬砌型式		钢筋混凝土	
数量	条	2	
内径	m	6.8	
长度	m	683.024/704.570	
4.3 压力管道			
衬砌型式		钢衬	
数量	个	2	
内径	m	6.8~6.0~5.4~4.0	
长度	m	1642.198/1692.544	
4.4 引水岔管			
型式		对称“Y”型钢岔管	
数量	个	2	
最大静水头	m	681	
最大 HD 值	m	3800	
4.5 引水支管			
条数	条	4	
直径	条	2.8	
长度	m	45.062/58.062	

序号及名称	单位	数量	备注
4.6 尾水支管			
衬砌型式		钢衬	
条数	条	4	
内径	m	4.5	
长度	m	85.96	
4.7 尾水岔管			
形式	m	对称“Y”型钢岔管	
数量	个	2	
最大静水头	m	148	
4.9 尾水隧洞			
衬砌型式		钢衬/钢筋混凝土	
数量	条	2	
内径	m	7.0	
长度	m	697.920/795.214	
4.10 下水库进/出水口			
型式		侧式岸塔式	
数量	个	2	
拦污栅数量及孔口尺寸	m	2×4 / 5×8.5	宽×高
拦污栅底板高程	m	510.00	
检修闸门数量及孔口尺寸	m	2 / 5.8×7.0	宽×高
闸门型式	平面滑动钢闸门		
4.11 引水调压室			
型式		开敞圆筒形阻抗式	
大井内径	m	12	
阻抗内径	m	4.6	
井筒高度	m	65	
4.12 尾水调压室			
型式		开敞圆筒形阻抗式	
大井内径	m	12/16	
阻抗内径	m	4.7	
井筒高度	m	51/17.5	
4.13 距高比		5.2	
5. 发电建筑物			
5.1 主厂房			
型 式	地面厂房		
基岩地层	珍珠冲组 (J1z)，上部为紫红色、灰绿色泥岩、泥质粉砂岩，厚约 14.7m，下部为灰白色石英砂岩,厚约 10.2m		
尺寸 (长×宽×高)	m	157.22m×27.0m×54.9m	
机组安装高程	m	429.00	
5.2 副厂房及 GIS 楼			
基岩地层	珍珠冲组 (J1z)，上部为紫红色、灰绿色泥岩、泥质粉砂岩，厚约 14.7m，下部为灰白色石英砂岩,厚约 10.2m		
尺寸 (长×宽×高)	m	115.0m×34.9m×41.1m	
5.3 空调机房、柴油发电机房及空压机房			
尺寸 (长×宽×高)	m	106.4m×10.1m×12.8m	
5.4 尾闸室			
尺寸 (长×宽×高)	m	123.70m×12.0m×43.1m	
尾水事故闸门型式			
闸门数量/孔口尺寸	扇/m	4/3.6×4.5	
启闭机型式	液压启闭机		
五.主要机电设备			

序号及名称	单位	数量	备注
1 水泵水轮机			
水泵水轮机台数	台	4	
机型	单转速、单级混流可逆式水泵水轮机		
额定出力	MW	305.2	
额定转速	r/min	500	
吸出高度	m	-95	
转轮直径	m	4.0	
最大水头（一台机满发）/最大扬程	m	585.9/591.8	
最小水头/最小扬程	m	512.0/527.6	
额定水头	m	542.0	
额定流量/最大抽水流量	m³/s	63.2/55.3	
2 发电电动机			
单机容量	MW	300	
发电/电动机功率因数	cosφ	0.9 （发电）/0.975 （抽水）	
额定电压	kV	18	
3 主变压器			
型式	户外、三相、双绕组、铜线、强迫油循环风冷、无励磁调压电力变压器		
额定容量/台数	MVA×台	360×4	
额定电压	kV	525±2×2.5%/18kV	
4 调速器			
型式			
数量	台套	4	
主配压阀直径	mm	100	
油压装置型号		YZ-8-6.3	
5 进水阀			
型式	球阀		
台数	台套	4	
公称直径	m	2.2	
额定压力	MPa	9.6	
油压装置压力	MPa	6.3	
6 桥机			
型式		单小车桥式起重机	
台数	2		
起重量	t	280t/50t/10t	
跨度	m	22	
7.输电线路			
输电电压	kV	500	
回路数	回	1	
8.金属结构			
8.1 上水库进/出水口			
拦污栅孔数-宽×高	孔数-m×m	8 孔-5×8.5-6	
启闭机型式		临时起吊设备	
台数	台	1	
容量	kN	2×160	
事故闸门孔数-宽×高	孔数-m×m	2 孔-5.6×6.8-39.07	
启闭机型式		固定卷扬式	
台数	台	2	
容量	kN	3200	
检修起吊设备型式		单梁桥式起重机	
台数	台	2	
容量	kN	50	

序号及名称	单位	数量	备注
8.2 尾水闸室			
事故闸门孔数-宽×高	孔数-m×m	4 孔-3.6×4.5-198.75/155.6	
启闭机型式			
台数	台	液压启闭机	
容量	kN	4	
检修起吊设备型式		8000(持)/1600(启)	
台数	台	检修桥机	
容量	kN	1	
8.3 下水库进/出水口			
(1) 检修闸门孔数-宽×高	孔数-m×m	2 孔-5.8×7-56	
启闭机型式		固定卷扬式	
台数	台	2	
容量	kN	1250	
检修起吊设备型式		单梁桥式起重机	
台数	台	2	
容量	kN	50	
(2) 拦污栅孔数-宽×高	孔数-m×m	8 孔-5×8.5-6	
启闭机型式		临时起吊设备	
台数	台	1	
容量	kN	2×160	
(3) 泄洪放空洞检修闸门	孔数-m×m	1 孔-3.5×4.2-42	
启闭机型式		固定卷扬式	
台数	台	1	
容量	kN	400	
检修起吊设备型式		单梁桥式起重机	
台数	台	1	
容量	kN	50	
(4) 泄洪放空洞事故闸门	孔数-m×m	1 孔-3.5×4.2-42	
启闭机型式		固定卷扬式	
台数	台	1	
容量	kN	2000	
检修起吊设备型式		单梁桥式起重机	与检修门共用
台数	台	1	
容量	kN	50	
(5) 泄洪放空洞工作闸门	孔数-m×m	1 孔-3.5×3.0-55	
启闭机型式		液压启闭机	
台数	台	1	
容量	kN	800（启）/500（压）	
检修起吊设备型式		单梁桥式起重机	
台数	台	1	
容量	kN	160	
(6) 生态泄放管进口检修闸门	孔数-m×m	1 孔-1.8×1.8-15	
启闭机型式		临时起吊设备	
台数	台	1	
容量	kN	100	
六、施工组织设计			
1. 主体工程及施工辅助工程数量			
明挖土方	万 m³	112.34	
明挖石方	万 m³	205.98	
洞挖石方	万 m³	70.01	
填筑土石方	万 m³	680.53	
混凝土及喷混凝土	万 m³	79.75	

序号及名称	单位	数量	备注
钢筋	万 t	3.86	
钢材	万 t	3.64	
锚杆	万根	19.68	
锚筋桩	根	7822	
预应力锚索	束	2205	
固结灌浆	万 m	20.21	
回填灌浆	万 m ²	5.25	
帷幕灌浆	万 m	8.5	
金属结构安装	t	3852	
2. 施工工厂设施、仓储系统、办公、生活设施建筑面积	m ²	74570	
3. 施工高峰用电负荷	kw	12000	
4. 场内交通			
等级	水电场内		
长度	km	37.67	
5. 施工导流			
5.1 上水库			
方式	机械抽排		
导流标准	枯期 P=5%洪量		
导流 24 小时洪量	万 m ³	4.67	
5.2 下水库			
方式	围堰挡水，导流洞过流		
导流标准	P=10%		
导流流量	m ³ /s	83.9	
6. 施工用地	hm ²	227.38	
7. 施工工期			
筹建期	月	15	
工程准备期	月	6	
首台机组投产工期	月	48	
总工期	月	57	
七、经济指标			
1. 静态投资	万元	715379.47	1. 静态投资
其中：枢纽工程费用	万元	680535.86	其中：枢纽工程费用
建设征地移民安置补偿费用	万元	34843.61	建设征地移民安置补偿费用
2. 价差预备费	万元	28374.75	2. 价差预备费
3. 建设期利息	万元	58359.94	3. 建设期利息
4. 总投资万元	万元	802114.16	4. 总投资万元
5. 经济指标			5. 经济指标
单位千瓦静态投资	元/kW	5961.50	单位千瓦静态投资
单位千瓦动态投资	元/kW	6684.28	单位千瓦动态投资
经济内部收益率	%	4.44	
资本金财务内部收益率	%	6.5	所得税后
容量电价	元/kW.a	581	含增值税

2.6 项目组成

屏山书楼抽水蓄能电站主要由主体工程、施工辅助工程、移民安置工程、环境保护工程等组成，工程项目组成详见表 2.6-1。

屏山书楼抽水蓄能电站项目组成一览表

表 2.6-1

工程项目		项目组成
主体工程	上水库	上水库大坝坝型为混凝土面板砂砾石坝，坝顶高程 1114.00m，最大坝高 82m。上游防浪墙顶高程 1115.20m。大坝及两岸坝肩采用混凝土面板+垂直帷幕的防渗型式，库尾单薄山脊防渗采用回填碾压软岩料+垂直防渗。
	下水库	下水库主要建筑物有大坝、泄洪洞、补水设施等。下水库大坝坝型为混凝土面板砂砾石坝，坝顶高程 570.00m，最大坝高 125m。上游防浪墙顶高程 571.20m。大坝及两岸坝肩采用混凝土面板+垂直帷幕的防渗型式。
	输水系统	输水系统及尾水系统均采用“两洞四机”的布置方式，输水系统总长约 3314.804m（沿 4#机组），其中引水系统全长约 2433.63m，尾水系统全长约 881.174m。主要建筑物包括：上水库进/出水口、引水隧洞、引水调压室、压力主管、高压岔管、压力支管、尾水支洞、尾水岔洞、尾水主洞、尾水调压室、下水库进/出水口以及排水隧洞等。
	发电系统	地面厂房位于坝后楠木沟内，布置于下水库坝轴线下游 265m~435m 范围内，距上水库水平距离约 1965m。发电厂房及附属建筑物主要包括主厂房、副厂房及 GIS 楼（含屋顶出线场）、尾闸室。主厂房及副厂房（含主变室）、尾闸室顺水流向平行布置。厂内安装 4 台单机容量 300MW 的单级立轴混流可逆式水泵水轮机-发电电动机组，机组安装高程为 429.00m。副厂房及 GIS 楼布置于主厂房下游侧，屋顶作为出线场。尾闸室布置于主变室下游侧。厂内渗漏水通过自流排水洞排至下游河道。进厂大门布置于安装间下游侧，安装间下游侧设置回车场，外接进厂公路。
施工辅助工程	施工导流	上水库大坝导流推荐采用一次性拦断沟床，枯期围堰挡水，汛期大坝临时断面挡水，机械抽排，大坝全年施工的导流方式。 下水库大坝施工导流采用围堰一次拦断河床，大坝基坑全年施工，导流方式采用分期导流方案，初期及中期由导流洞泄流，后期由泄洪放空洞及生态流放措施导流。
	施工企业	1 个砂石加工系统、2 个混凝土生产系统、2 个综合加工系统（钢筋加工厂及木材加工厂）、2 个综合修配系统（机械修配厂、汽车保养站以及机械设备停放场）、2 个金属结构拼装场、1 个下库钢管加工厂及 1 个钢管堆存拼接场。
	公用工程	8 个供风站、3 个供水系统、10kV 开关站 1 座、35kV 开关站 1 座
	储运工程	2 个综合仓库、1 个油库、1 个永久机电物资库、新建道路总计 36.69km，永久道路 20.72km，临时道路 15.97km；新建永久桥 1 座，临时桥 2 座。
	办公生活设施	1 个业主营地、2 个承包商营地
	转存料场料场	4 个转存料场、2 个表土堆存场，本工程不设置渣场
移民安置	搬迁及生产安置	规划水平年搬迁安置人口 101 人，根据移民意愿调查成果并结合地方政府意见，规划全部采取分散安置。 规划水平年生产安置人口 567 人，根据移民意愿调查成果并结合地方政府意见，规划全部采取自行安置，对应耕（园）地面积 1186.67 亩。
	专项设施恢复和改建	包括交通运输工程、水利工程、电力工程、电信和广播电视工程等。
环境保护工程	生态流量泄放工程	下水库生态流量泄放措施采用生态放水管，在泄放管末端分流一根直径 0.10m 的生态放水管。
	施工废(污)水处理工程	配套砂石骨料加工系统地面冲洗废水处理设施、混凝土生产系统废水处理设施、施工营地生活污水处理设施、施工现场环保厕所、含油废水处理设施等
	水生生态保护工程	鱼类增殖放流措施、施工期及蓄水初期鱼类保护、渔政管理等
	陆生生态保护工程	动物保护性驱离与救护，植被恢复、就地保护等

环境空气和声环境保护工程	混凝土生产系统和砂石加工系统采用全封闭式结构，并采取布袋除尘，配置洒水车在无雨日每天洒水 4~5 次、采取设置限速标志和禁鸣标志、合理安排施工作业时间
固体废物处置工程	配备垃圾桶、压缩垃圾车，生活垃圾统一收集后纳入书楼镇垃圾收运体系处理；施工期和运行期设危险废物贮存设施内，委托有资质单位清运处置；医疗废物暂存于医疗废物贮存设施，委托有资质的单位清运处置
运行期污染防治工程	厂房设置成套生活污水处理设备，生活垃圾及打捞的库区漂浮物统一收集后纳入书楼镇垃圾收运体系处理。

2.7 工程枢纽布置与主要建筑物

屏山书楼抽水蓄能电站主要由上水库、输水系统、地面厂房及开关站、下水库等建筑物组成。

2.7.1 上水库

上水库位于书楼镇楠木沟沟首，利用楠木沟及库周山岭筑坝成库筑坝成库。上水库正常蓄水位 1110.00m，死水位 1088.00m，设计洪水位 1111.08m，校核洪水位 1111.34m，调节库容 598 万 m^3 ，正常蓄水位以下库容 799 万 m^3 。上水库主要建筑物由挡水坝、放空闸组成。

上水库大坝坝型为混凝土面板砂砾石坝，坝顶高程 1114.00m，最大坝高 82m，坝顶宽度取 10m（含排水沟和路肩），上游防浪墙顶高程 1115.20m。大坝及两岸坝肩采用混凝土面板+垂直帷幕的防渗型式，库尾单薄山脊防渗采用回填碾压软岩料+垂直防渗。上水库不单独设置泄洪建筑物。

2.7.2 输水系统

输水系统采用两洞四机布置格局，与发电厂房采用“斜入正出”布置方式。引水系统布置于上下水库间山体，平面线路呈“Z”字形折线布置，立面采用“两级竖井”布置型式，尾水系统跨沟布置于下水库楠木沟右岸山体，立面采用“一坡到底”布置型式，坡度约 13%~15%左右。输水系统主要建筑物包括上库进/出水口、引水隧洞、引水调压室、压力主管、高压岔管、压力支管、尾水支管、尾水岔管、尾水主管、尾水调压室、下库进/出水口以及排水廊道等。上、下库进/出水口均采用侧式岸塔式，引水、尾水调压室均采用开敞圆筒形阻抗式调压室，引水岔管采用埋藏式钢岔管，尾水岔管采用明钢岔管。输水系统总长约 3314.804(沿 4#机组)，其中引水系统全长约 2433.63m，尾水系统全长约 881.174m。

2.7.2.1 上库进/出水口

上库进/出水口布置于库区南侧，距大坝轴线约 450m，采用侧式岸塔式，两

个进/出水口并排紧邻布置，轴线方位角 N26° E，中心线间距 35.2m。单个进/出水口由引渠段、拦污栅段（含防涡梁段）、扩散段、塔体段组成，在两个进出水口之间设置拦污栅检修滑轨通道至塔顶高程马道，马道平台设置配电房及柴油发电机房，并通过交通桥与塔顶平台连接。进/出水口底板顶高程 1072.00m，每个进/出水口设 4 孔拦污栅槽，单个拦污栅孔口尺寸 5.0m×8.5m（宽×高），拦污栅顶部检修平台高程为 1089.50m。扩散段长 35m，采用平面、立面双向扩散，扩散段后接塔体段，塔体顺水流向长 15.0m，塔体内设置一道事故闸门，闸门孔口尺寸为 5.6×6.8m（宽×高），闸门后设置通气孔，塔体底槛高程为 1072.00m，塔顶平台高程为 1115.00m，塔顶平台设置永久启闭机检修排架。

2.7.2.2 引水管道

引水管道采用“两洞四机”布置方式，立面采用“两级竖井”布置型式，两条管道平行布置，平面呈“Z”字形折线线路。由上平引水隧洞段、压力管道上竖井段、中平段、下竖井段、下平段组成，上平引水隧洞段采用钢筋混凝土衬砌，上平段末端附近至厂房采用钢板衬砌，在压力管道下平段设置排水廊道。

上平段引水隧洞直径 6.8m，额定发电工况流速为 3.48m/s，钢筋混凝土衬砌厚度 0.7m，上平段末端中心线高程为 1015.00m。压力管道立面转弯半径均为 30m，钢衬起点位于上弯段起点上游 10m 处，钢衬起点设置止水帷幕灌浆及止水环。钢管直径从上平段末端至岔管前分别为 6.8m~6.0m~5.4m~4.0m，额定发电工况流速分别为 3.48m/s、4.47m/s、5.52m/s、10.06m/s。上平段末端中心线高程为 1015.00m，中平段中心线高程为 655.00m，位于上沙溪庙组底部砂岩层中，下平段中心线高程为 429.00m，位于珍珠冲组合徐家河组砂岩/粉砂岩层中。高压岔管采用对称“Y”形月牙肋钢岔管，分岔角 70°，岔管 HD 值约为 3800m²。四条高压支管斜向 30° 进入厂房，支管直径为 2.8m，额定发电工况流速为 10.26m/s。

2.7.2.3 引水调压室

引水调压室位于上平段引水隧洞末端附近，采用开敞圆筒型阻抗式调压室，顶部出露于上、下库之间山体地形缓降边缘部位山脊区域。调压井顶部开挖平台高程 1125.00m，对平台进行路面硬化处理，底板混凝土厚度 0.5m。调压室衬砌顶部高程 1126.00m，底板高程 1063.00m，底板厚度 2m，大井高度约 65m，井筒直径 12m，衬砌厚度 1.5m，连接管直径 4.6m，衬砌厚度 1.85m，高度约 42m。

2.7.2.4 尾水隧洞

尾水支管采用正向出厂布置，直径 4.5m，额定发电工况流速为 3.97m/s，轴线间距 26m，尾水支管均采用 600MPa 级钢板衬砌，外包钢筋混凝土衬砌厚度 1.0m/0.6m。尾水岔管采用明钢岔管，分岔角为 70°。尾水主洞平面线路呈“U”字形，尾水主洞直径 7.0m，额定发电工况流速为 3.28m/s，立面采用“一坡到底”布置型式，坡度约 13%~15%左右。根据尾水隧洞沿线地形地质、埋深和地应力条件，尾水主洞分岔后 270m 洞段均采用钢衬，管外回填微膨胀混凝土 C25，厚度 0.7m，其余洞段采用钢筋混凝土衬砌，衬厚 0.7m。

2.7.2.4 尾水调压室

尾水调压室布置于尾水主洞段，距尾水岔管约 290m 左右，采用开敞圆筒型阻抗式调压室，为减小地面以上大井高度，地面以上采用扩大上室断面型式。调压井顶部开挖平台高程为 560.00m，对平台进行路面硬化处理，底板混凝土厚度 0.5m。开挖平台以上井筒顶部高程 577.50m，高度 17.5m，直径 16m，井筒衬砌采用梯形断面，顶部衬砌厚度 1.0m，底部衬砌厚度 1.5m；开挖平台以下井筒底板高程 511.00m，底板厚度 2m，高度 51m，直径 12m，衬砌厚度 1.5m；连接管直径 4.7m，衬砌厚度 0.6m，高度约 49.5m/56.3m。

2.7.2.5 下库进/出水口

下库进/出水口布置于坝前右岸，距大坝轴线约 170m，采用侧式岸塔式，两个进/出水口并排布置，轴线方位角 N22° E，中心线间距 35.2m。下库进/出水口由引渠段、拦污栅段（含防涡梁段）、扩散段、塔体段组成。在两个进出水口之间设置拦污栅检修滑轨通道至塔顶高程马道平台，马道平台设置配电房，并通过交通桥与塔顶平台连接。泄放管进口塔体设置于两个进/出水口拦污栅段之间。进/出水口底板顶高程 510.00m，每个进/出水口设 4 孔拦污栅，单个拦污栅孔口尺寸 5.0m×8.5m（宽×高），拦污栅顶部检修平台高程为 525.50m。扩散段长 35m，采用平面、立面双向扩散，扩散段后接塔体段，塔体顺水流向长 15.0m，塔体内设置一道检修闸门，闸门孔口尺寸为 5.8×7.0m（宽×高），闸门后设置通气孔，塔体底槛高程为 510.00m，塔顶平台高程为 570.00m，塔顶平台设置永久启闭机检修排架。

2.7.3 下水库

下水库位于书楼镇楠木沟下游沟谷，利用楠木沟及库周山岭筑坝成库，坝轴线距沟口约 700m。下水库正常蓄水位 566.00m，死水位 524.00m，调节库容 592 万 m^3 ，死库容 71 万 m^3 。下水库主要建筑物由挡水建筑物、泄洪放空洞、泄放管、补水设施等组成。

2.7.3.1 挡水建筑物

下水库大坝坝型为混凝土面板砂砾石坝，坝顶高程为 570.00m，最大坝高 125m，坝顶长度 535m，坝顶宽度 10m（含排水沟和路肩）。上游防浪墙顶高程 571.20m，高于坝顶高程 1.2m。大坝采用上游侧混凝土面板+垂直帷幕的防渗方式，主体采用天然砂砾石填筑。大坝下游坝坡采用混凝土预制块护坡，下游坝脚设置混凝土挡墙，以保证厂房上游侧边墙稳定性。

2.7.3.2 泄洪放空洞及泄放管

下水库右岸设置泄水建筑物，布置一条泄洪放空洞和一条泄放管，泄洪放空洞兼作施工期导流洞。泄洪放空洞采用有压进口接无压泄槽布置型式，采用台阶+底流消能，由引渠段、进口塔体段、有压隧洞段、工作闸室段、泄槽段及出口消力池段组成。进口底板高程 524.00m，塔体尺寸 17.0m、10.5m、50m（长×宽×高），进口内设一道事故闸门和一道检修闸门，孔口尺寸均为 3.5m×4.2m（宽×高）。有压隧洞段直径 4.2m，采用钢筋混凝土衬砌或钢衬，全长 979.28m。出口闸室底板高程 511.00m，设置一道弧形闸门，孔口尺寸 3.5m×3.0m（宽×高）。泄槽段全长约 300m，台阶高度为 2.0m，台阶长度为 4.8m，泄槽底端设置底流消力池，池长 32m，池深 6.0m，底宽 8.0m，池底高程为 390.00m。

泄放管沿尾水隧洞底板埋设，直径 1.8m，总长约 1021m，主要用于水库日常放水、洪水预泄、超标准洪水联合宣泄和泄洪放空洞检修时的临时泄洪通道，并参与水库放空，兼做下游河道生态供水。泄放管进口段布置于下库两个进/出水口中间，进口底板顶高程 510.00m，进口设置一道检修闸门，闸门孔口尺寸为 1.8m×1.8m（宽×高）。在 2#尾水隧洞岔管处引接下游河道，泄放管出口中心线高程为 403.00m，末端设置一个检修球阀和锥形阀，经消力阀室消能后接入下游河道。泄放管末端分流一根直径 0.10m 的生态放水管，以保障下游河道生态供水。

2.7.3.4 生态流量泄放措施

在泄放管末端分流一根 $\Phi 0.10\text{m}$ 的生态放水管，当库水位为 566.00m 时，最大泄量为 $0.057\text{m}^3/\text{s}$ ，当库水位为 524.00m 时，最大泄量为 $0.049\text{m}^3/\text{s}$ ，满足下游生态流量泄放要求，当入库流量小于生态流量时，按来水下泄。

2.7.3.5 补水工程设计

本电站补水设施主要包括：取水泵船、输水管线、水锤防护设备、出水池、供电及控制系统。

补水泵站取向家坝水库库区水加压送至屏山抽蓄下水库，补水泵站采用浮船式取水泵站，加压输水管线全长 1.44km ，单管埋地敷设，管径为 $\text{DN}500$ ，采用直缝焊接钢管，出水口设置出水水池，出水水池顶高程为 568m 。

取水泵船设置于书楼镇楠木沟锦屏至楼东公路侧，取水泵船从楠木沟河道取水，设计规模为 $1100\text{m}^3/\text{h}$ 。取水泵船取水泵房内设置2台取水水泵。取水水泵采用多级单吸卧式离心泵，水泵参数为 $Q=550\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=215\text{m}$ ， $N=500\text{kW}$ 。综合考虑本工程补水的特点、运行条件及年运行小时数，初期蓄水2台水泵同时运行，不考虑设置备用泵。永久补水考虑1台水泵运行（一用一备），或根据要求开启两台水泵同时进行补水。为防止水中鱼类及杂物等堵塞进水喇叭口，在每个进水喇叭口设置一套活动式拦污格栅，定期对拦污格栅进行清洗。

取水泵站至出水前池管道采用单根敷设，管道管径为 $\text{DN}500$ ，管道壁厚为 12mm ，输水管道管材采用焊接钢管，管线总长约 1.44km ，管道采用开挖埋管形式进行敷设。

从降低补水能耗及方便检修管线末端阀门考虑，补水系统出水方式采用淹没出流。输水管线末端设置出水池，补水时通过出水池溢流进入下水库。出水池尺寸为 $L\times B\times H=3.0\text{m}\times 2.0\text{m}\times 3.0\text{m}$ ，出水池整体采用 $\text{C}30$ 钢筋混凝土浇筑，混凝土抗渗等级不低于 $\text{P}8$ ，钢筋采用 $\text{HRB}400$ 级，水池底板厚度 400mm ，池壁厚度 250mm 。镇墩布置20个，尺寸为 $L\times B\times H=2.0\text{m}\times 2.0\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，采用 $\text{C}25$ 混凝土浇筑，表面配置温度钢筋，钢筋等级 $\text{HRB}400$ ，间距 200mm 。

2.7.4 地面厂房

发电厂房采用地面厂房布置型式，地面开关站、主变室与地面副厂房相结合布置，与主厂房平行布置。地面厂房布置于下水库坝轴线下游 $265\text{m}\sim 435\text{m}$ 范围

内，距上水库水平距离约 1965m。发电厂房及附属建筑物主要包括主厂房、副厂房及 GIS 楼(含屋顶出线场)、尾闸室。厂房整体顺坡向布置，纵轴线方向为 N33.76°W，主厂房及副厂房（含主变室）、尾闸室顺水流向平行布置。

主厂房尺寸为 157.22m×27.0m×54.9m（长×宽×高），主机间位于主厂房右侧，其内安装 4 台单级立轴混流可逆式水泵水轮机-发电电动机组，单机容量为 300MW，电站总装机容量 1200MW。副厂房及 GIS 楼布置于主厂房下游侧，自下到上根据设备布置要求共分为七层，第一层为工具间层，楼面高程 427.7m；第二层为水处理室及电缆层，楼面高程 432.6m；第三层发电机出口设备层，楼面高程 438.8m；第四层为 GCB 层，楼面高程 445.1m；第五层为 GIS 层，楼面高程 453.8m；第六层为计算机室、通信室层，楼面高程 458.3m；第七层为中控室层，楼面高程 462.8m。尾闸室单独布置于厂区下游侧，距离主厂房约 42m。

2.7.5 补水工程

根据电站施工用水、初期蓄水及运行期补水要求，需从金沙江向家坝水库补水。补水泵站采用浮船式取水泵站方案，取水泵船设置于书楼镇楠木沟锦屏至楼东公路侧，取水泵船从楠木沟河道取水，设计规模为 1100m³/h。取水泵船取水泵房内设置 2 台取水水泵。取水水泵采用多级单吸卧式离心泵，水泵参数为 Q=550m³/h，H=215m，N=500kW。综合考虑本工程补水的特点、运行条件及年运行小时数，初期蓄水 2 台水泵同时运行，不考虑设置备用泵。永久补水考虑 1 台水泵运行（一用一备），或根据要求开启两台水泵同时进行补水。

取水泵站至出水前池管道采用单根敷设，管道管径为 DN500，管道壁厚为 12mm，输水管道管材采用焊接钢管，管线总长约 1.44km，管道采用开挖埋管形式进行敷设。补水系统出水方式采用淹没出流。输水管线末端设置出水池，出水水池顶高程为 568m，补水时通过出水池溢流进入下水库。

2.8 工程施工规划

2.8.1 施工总布置

根据本工程枢纽布置及施工特点，结合施工场地条件，考虑影响施工总布置格局的各种主要因素，本工程施工场地主要包括 4 个大的区域，即上水库施工场地（编号：1~6）、下水库施工场地（编号：7~9）、书楼镇施工场地（编号：10）、宝宁村一组砂石加工场地。

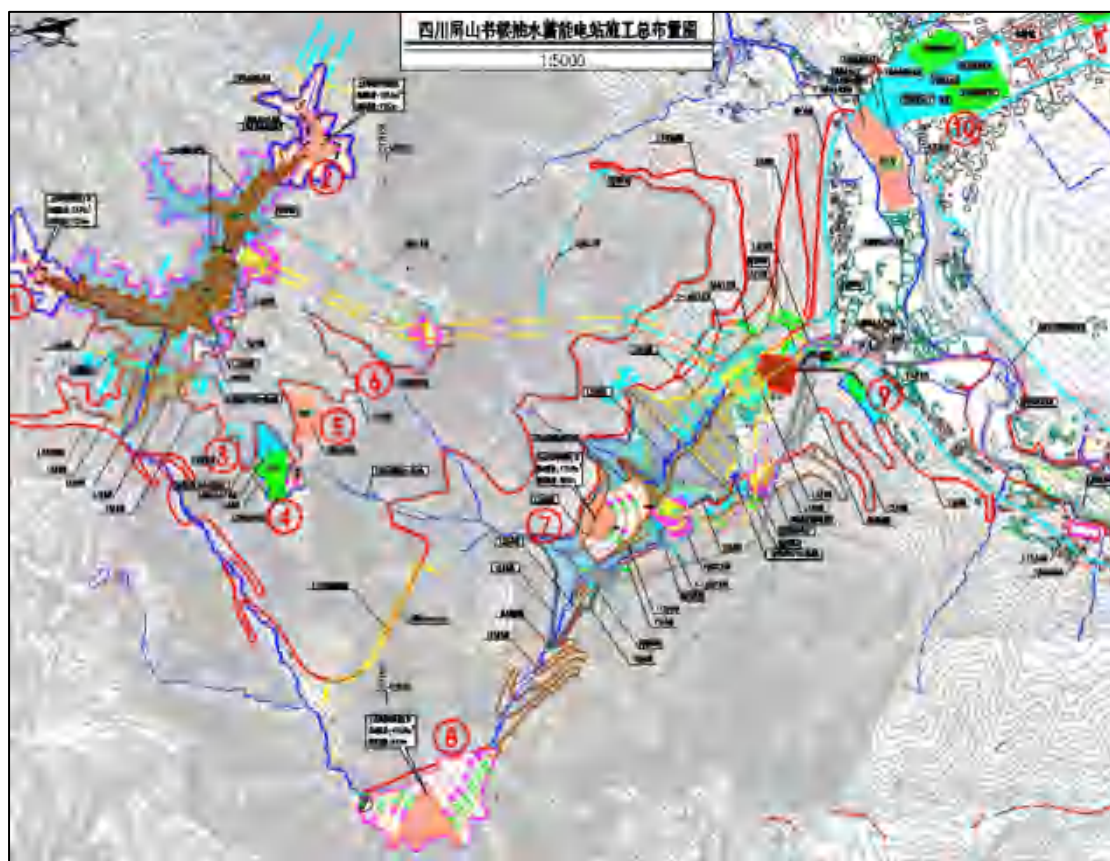


图 2.8-1 施工场地位置图

2.8.1.1 上水库施工场地（编号：1~6）

该场地位于上水库区域，主要分布于楠木沟沟首缓坡地和上库大坝右岸沿上下库连接路缓坡地附近。上库工区主要施工临时设施有：1#混凝土生产系统、上库综合加工系统、上库综合修配系统、上库承包商营地（包含上库综合仓库）、上库金属结构拼装场、上库钢管堆存场等。永久设施有上库变电站。该工区布置的转存料场有：上库表土堆存场、上库转存料场 I 区和 II 区。

2.8.1.2 下水库施工场地（编号：7~9）

该场地位于下水库区域，主要分布于楠木沟现有挡水坝至沟口左右岸缓坡地，主要布置有下库转存料场 I 区、下库转存料场 II 区、下库金属结构拼装场、下库综合加工厂、2#混凝土生产系统。

2.8.1.3 书楼镇施工场地（编号 10）

该场地位于书楼镇汪家沟口公路外侧，主要包括下库承包商营地、永久机电备件库、下库综合仓库、下库钢管加工厂、油库、下库综合修配系统、下库表土堆放场。



图 2.8-2 10 号场地位置图

2.8.1.4 宝宁村一组砂石加工场地

该场地位于金沙江左岸书楼镇宝宁村一组斜坡上，为外购砂砾石料堆放场及砂石加工系统布置场地。



图 2.8-3 宝宁村一组砂石加工场地位置图

2.8.2 施工交通

2.8.2.1 对外交通

(1) 现有交通状况

屏山书楼抽水蓄能电站地处四川省宜宾市屏山县书楼镇西村，位于成都市南方。本工程距成都市公路里程约 270km，距宜宾市约 60km。

上水库位于书楼镇西村，进场路线：从宜宾市中心经 G85 银昆高速（里程约 20km）至柏溪收费站，从柏溪收费站经 S311（双车道，混凝土路面，路宽 6.5m，里程约 40km）至碾米村，从碾米村经乡村公路（单车道，混凝土路面，路宽 4.5m，里程约 4km）至新庄村，从新庄村经机耕路（土路面，约 3m 宽，里程约 5km）至上水库。

下水库位于书楼镇楠木沟上，进场路线：从宜宾市中心经 G85 银昆高速（里程约 20km）至柏溪收费站，从柏溪收费站经 S311（双车道，混凝土路面，路宽 6.5m，里程约 55km）至书楼镇，从书楼镇经乡村公路（单车道，混凝土路面，路宽 4.5m，里程约 1km）至下水库。

1) 公路

本工程周边道路有银昆高速 G85、宜宾绕城高速 S4、省道 S307、省道 S311、向家坝水库道路、乡道 Y027、瑞安路、县道 XQ08、屏石路等。

银昆高速 G85（内江至宜宾段）：全长约 135km，道路为双向四车道高速公路，路基宽 24.5m，设计速度 100-120km/h，桥涵设计荷载为：公路-I级。

省道 S307：又称宜泸路，是宜宾市境内东西走向的重要干线公路。该道路途经江安县、南溪县、翠屏区（过岷江一桥与遂筠路重合至 224 路段）、宜宾县、屏山县，穿越 17 个乡镇，承担区域交通枢纽功能。本次途经段落道路等级为三级公路，采用沥青砼路面，双向两车道，路基宽度为 7.5m，桥涵设计荷载为：公路-II 级。途经段长度约 9.5km，范围内存在两座桥梁（江坳口 2 号桥、江坳口 3 号桥），无限高段落。

省道 S311：是四川省屏山县境内的重要交通干线，起于锦屏镇，终点至龙华镇，全长 33.709 公里。该道路等级为三级公路，采用水泥砼路面，路基宽度 7.5 米，桥涵设计荷载为：公路-II 级。途经段长度约 24.5km，范围内存在 4 座桥梁，两处限高段落，分别为限高 3.2m 与限高 3.0m。

向家坝水库道路：该道路等级为二级公路，采用沥青砼路面，双向两车道，路基宽度 9 米，桥涵设计荷载为：公路-I 级。途经段长度约 12.15km，范围内存在 1 座桥梁，1 限高段落，限高 5.0m，三座隧道（限界 9.0m×5.0m）。

乡道 Y027：该道路等级为四级公路，采用沥青砼路面，双向两车道，路基宽度 6.5 米，桥涵设计荷载为：公路-II 级。途经段长度约 9.5km，范围内无桥梁，1 处路基受限段（3.5m），无限高段落。

瑞安路：该道路等级为四级公路，采用水泥砼路面，单车道，路基宽度 4.5m～5.5m，桥涵设计荷载为：公路-II 级。途经段长度约 6.2km，范围内存在 1 座桥梁，无限高、限宽区。

县道 XQ08：该道路等级为四级公路，采用水泥砼路面，双向两车道，路基宽度 6.5m，桥涵设计荷载为：公路-II 级。途经段长度约 11.5km，范围内存在 3 座桥梁，2 处限高区，途经 1 处居民聚集点。

屏石路：该道路等级为四级公路，采用沥青砼路面，双向两车道，路基宽度 6.5m，桥涵设计荷载为：公路-II 级。途经段长度约 12.0km，范围内存在 1 座桥梁，1 处限高区（3.0m）。

2) 铁路

本工程东南方向经过的内（江）昆（明）铁路为国铁 I 级客货共线单线电气化铁路，是成昆铁路东线方案。内昆铁路以内六铁路为主要路段、在梅花山站通过接轨沪昆铁路形成内昆铁路。沿线距离本工程较近的铁路车站为宜宾南站、翠屏站和宜宾北站。

翠屏站：位于宜宾市翠屏区，距工程区约 53km。是中国铁路成都局集团有限公司宜宾车务段管辖的一等站，是内昆铁路、宜珙铁路站点之一，现作为货物中转站运行，目前每天周转的货运列车是 70-90 列，主要是前往四川宜宾珙县、四川内江、云南昭通方向，承担着周边几大电厂的煤炭运输和珙县的矿产运输。可办理整车、零担、集装货物发到，不办整车爆炸物品以及一级氧化试剂发到。

宜宾南站：位于宜宾市叙州区，距离工程区约 50km。隶属中国铁路成都局集团有限公司宜宾车务段，现为二等站。可办理整车、零担、集装货物发到。

宜宾北站：位于宜宾市翠屏区，距离工程区约 60km。现为三等站，可办理整车、零担、集装箱货物发到；不办理危险货物发到。

3) 航空

距本工程最近的机场为宜宾五粮液机场,距宜宾市中心 11km,距工区 55km,为 4C 级军民合用运输机场。截至 2019 年 12 月,有一座航站楼,面积为 2.4 万平方米;建有一条跑道,长度为 2600m;设置站坪停机位 13 个。截至 2021 年 7 月,宜宾五粮液机场通航城市 32 个,航点 33 个。2024 年,宜宾五粮液机场旅客吞吐量为 209.25 万人次;货邮吞吐量为 8083.06 吨,完成起降 18408 架次。

4) 水运

本工程位于金沙江下游北岸,岷江下游西岸,两江合流汇为长江,水运交通条件较好。

岷江是川西、川南物资聚散和对外交流的水上通道。岷江航道位于长江黄金水道上游,是中国 12 条高等级航道之一,其中乐山至宜宾 162 公里航道可达到三级航道标准,常年能保证 1000 吨级船舶通航,丰水期能保证 3000~5000 吨级船舶通航。

金沙江航道,攀枝花至水富全段约 734 公里的库区深水航道,将长江黄金水道从宜宾延伸至攀枝花。库区深水航道可常年通行 1000 吨级以上甚至 3000~5000 吨级船舶。

水富港:位于云南昭通水富县城,距离本工程区约 30km。是云南的第一内陆大港,是万里长江第一大港,也是云南省唯一实现 3000 吨级以上船舶江海直达的港口。中嘴作业区 3 个兼顾 3000 吨级的泊位年吞吐能力 320 万吨;中心作业区 2 个泊位投入运营,年设计吞吐量件杂货 76 万吨、集装箱 6 万标箱。水富港 2024 年散杂货吞吐量达 713.1 万吨,目前主要货品为矿产、建材、化肥、粮食等。现有水富港物流园铁路专线一条。

向家坝水电站:位于云南省昭通市水富市与四川省宜宾市叙州区交界的金沙江下游河段上,距水富城区仅 1500m,是金沙江水电基地最后一级水电站。左岸布置一级垂直升船机,最大提升高度为 114.20m,可以通过 2×500 吨一顶两驳船队,111m×10.8m×1.6m (长×宽×吃水深),或者 1000 吨级一顶一驳船队,85m×10.8m×2m (长×宽×吃水深),设计单向年过坝货运量 254 万吨。

宜宾港:位于宜宾市翠屏区,距离本工程区约 80km。是四川省第二大港口,是交通部规划的长江六大重要交通枢纽港之一,也是国家长江经济带发展战略规

划的十大重要港口之一。拥有 1000 吨级（兼顾 3000 吨级）多用途泊位 4 个、1000 吨级重件泊位 1 个、滚装泊位 1 个，设计年吞吐能力为集装箱 21.5 万标箱、件杂 190 万吨、重载滚装 10 万辆。

（2）主要外来物资运输量及方式

施工期外来器材、物资主要有水泥、钢筋和钢材、木材、炸药、油料、机电设备及金属结构、施工设备及生活物资等。本工程外来炸药物资运输量表见 2.8-1。

主要物资运输量表

表 2.8-1

材料	单位	负 2 年	负 1 年	第一年	第二年	第三年	第四年	合计
水泥	t	119	5594	25698	70078	128999	60178	290666
钢筋	t	21	990	4158	10071	24492	13532	53264
木材	m ³		351	877	1485	892	320	3925
炸药	t	11	324	854	499	36	10	1734
柴油	t	7	160	1666	11444	3921	277	17475
钢材	t	5	8	379	703	194	35	1324

据工程所处地理位置和交通条件，水泥可采用工程周边水泥厂产品，油料供应可向当地石油公司订购，火工材料可由当地民爆公司等供应，钢筋、钢材、木材可通过招标采购方式供应，生活物资等就近采购。

从宜宾购买，通过 G85 银昆高速~省道 S311 运输至工程区，公路里程约 60km；
从成都购买，通过 G4215 蓉遵高速~S4 成宜高速~省道 S311 运输至工程区，公路里程约 270km。

（3）重大件运输方案

本电站机电重大件包括转轮、顶盖、蜗壳和座环、顶盖、定子机座、进水球阀、桥机主梁、变压器等，最重件为变压器，重量约为 230t，最宽件为定子机座，宽约 5.26m；最长件为桥机主梁，长约 23.5m；最高件为变压器，高度为 4m，运输参数见表 2.8-2。

主要机电设备重大件运输参数表

表 2.8-2

序号	部件名称	运输重量 (t)	运输尺寸 (m)	运输方式
1	转轮（外径×高）	~32	~Ø4.0×1.4	整体
2	蜗壳和座环（长×宽×高）	~70	~10×4.9×2.4	1/2 分瓣
3	顶盖（长×宽×高）	~72	~6.2×3.1×1.95	1/2 分瓣
4	定子机座（长×宽×高）	~50	~7.95×5.26×4.0	1/2 分瓣
5	进水球阀（长×宽×高）	~140	~5.1×4.0×3.2	活门+阀体

6	桥机主梁（长×宽×高）	~40	~23.5×2.8×2.5	整体
7	三相整体变压器（长×宽×高）	~230	~8.8×3.5×4.0	整体

2.8.2.2 场内交通

结合屏山书楼抽水蓄能电站水工枢纽构造物的相关布置、现场地形、地质等条件，针对施工期间各个阶段所需要的交通运输需求拟定了路线方案。

进厂公路：道路起点接现状省道 S311，位于汪家沟桥附近，线至地面厂房安装间回车场平台，是进入厂房的主要道路。场内二级道路，进厂公路总长为 1.07km，路基/路面宽 8.0m/7.0m，混凝土路面。

上坝公路：从进厂公路接线至下库大坝左坝肩，是下库上坝的主要道路。场内二级道路，上坝公路总长为 2.02km，路基/路面宽 7.5m/6.5m，混凝土路面。

上下库连接公路：从上坝公路接线至上库大坝右坝肩，是上下库连接的主要道路，也是后期的检修维护通道。上下库连接公路总长为 9.28km，场内三级道路，路基/路面宽 7.5m/6.5m，混凝土路面。

Y1#公路是从现有省道公路至泄洪放空洞出口闸室顶部施工和检修的通道。场内三级道路，总长为 1.40km，路基/路面宽 4.5m/3.5m，混凝土路面，局部设错车道。

Y2#公路是从 Y1#公路至溢洪道马道的施工检修的通道。场内三级道路，总长为 1.30km，路基/路面宽 4.5m/3.5m，混凝土路面，局部设错车道。

Y3#公路是从溢洪道马道至下库进出水口闸室操作平台的施工检修的通道。场内三级道路，总长为 0.30km，路基/路面宽 4.5m/3.5m，混凝土路面，局部设错车道。

Y4#公路是从上库大坝左坝肩至引水调压室顶部平台的施工检修的通道。场内三级道路，总长为 3.06km，路基/路面宽 4.5m/3.5m，混凝土路面，局部设错车道。

Y5#公路是从上库大坝左坝肩至上库进出水口高程 1115 平台的施工检修的通道。场内三级道路，总长为 0.62km，路基/路面宽 4.5m/3.5m，混凝土路面，局部设错车道。

Y6#公路是从下库大坝左坝肩至泄洪放空洞（兼导流洞）进口闸室操作 569m 高程平台的施工检修的通道。场内二级道路，总长为 1.67km，路基/路面宽

7.5m/6.5m，混凝土路面。

L1#公路是从 Y2# 公路至泄洪放空洞（兼导流洞）进口闸室操作平台的施工通道。场内三级道路，总长为 0.96km，路基/路面宽 4.5m/3.5m，泥结石路面，局部设错车道。

L2#公路是从 L1#公路接线至泄洪放空洞（兼导流洞）进口底板的施工通道。场内三级道路，总长为 0.42km，路基/路面宽 4.5m/3.5m，泥结石路面，局部设错车道。

L3#公路是从 Y6#公路接线至现有省道公路的施工通道。场内三级道路，总长为 1.80km，路基/路面宽 7.5m/6.5m，混凝土路面。

L3-1#公路是从 L3#公路接线至下库金属结构拼装场的施工通道。场内三级道路，总长为 0.40km，路基/路面宽 4.5m/3.5m，混凝土路面。

L4#公路是从上坝公路接线至下库大坝坝后 450m 高程的坝体填筑施工通道。场内三级道路，总长为 0.30km，路基/路面宽 7.5m/6.5m，混凝土路面。

L5#公路是从上坝公路接线至下库大坝坝后 500m 高程的坝体填筑施工通道。场内三级道路，总长为 0.70km，路基/路面宽 7.5m/6.5m，混凝土路面。

L6#公路是从 Y4#公路接线至上库承包商营地的通行道路。场内三级道路，总长为 0.16km，路基/路面宽 4.5m/3.5m，泥结石路面，局部设错车道。

L7#公路是从上库大坝左坝肩接线至上库大坝坝后 1090m 高程的坝体填筑施工道路。场内三级道路，总长为 0.25km，路基/路面宽 7.5m/6.5m，混凝土路面。

L8#公路是从上库大坝左坝肩接线至上库坝后坝踵的坝体填筑施工道路。场内三级道路，总长为 1.23km，路基/路面宽 7.5m/6.5m，混凝土路面。

L9#公路是从上下库连接路接线至上库大坝坝后 1060m 高程的坝体填筑施工道路。场内三级道路，总长为 0.39km，路基/路面宽 7.5m/6.5m，混凝土路面。

L10#公路是从上库大坝右坝肩接线至上库大坝坝前趾板的坝体填筑施工道路。场内三级道路，总长为 0.79km，路基/路面宽 7.5m/6.5m，混凝土路面。

L11#公路是从 L8#公路接线至上库进/出水口的施工道路。场内三级道路，总长为 0.22km，路基/路面宽 4.5m/3.5m，混凝土路面，局部设错车道。

L12#公路是从 L10#公路接线至上库库尾回填碾压软岩料区的库区回填施工道路。场内三级道路，总长为 1.70km，路基/路面宽 7.5m/6.5m，泥结石路面。

L13#公路是从 L3#路接线至下库进/出水口进口边坡平台的施工道路。场内三级道路，总长为 120km，路基/路面宽 4.5m/3.5m，泥结石路面，局部设错车道。

L14#公路是从永久钢构桥接线至下库转存料场 II 区。场内三级道路，总长 2.1km，路基/路面宽 7.5m/6.5m，泥结石路面。

L15#公路是从 2#临时堆料场接线至现有省道 S311 公路。场内三级道路，总长 0.3km，路基/路面宽 4.5m/3.5m，泥结石路面。

L16#公路是从 1#临时堆料场接线至现有省道 S311 公路。场内三级道路，总长 3.05km，路基/路面宽 7.5m/6.5m，泥结石路面。

永久钢筋混凝土桥位于泄洪放空洞（兼导流洞）进口闸室操作平台与泄洪放空洞（兼导流洞）进口 569m 平台之间，长 17m，宽 6.5m。

永久钢构桥位于 L1#公路与楠木沟上游冲沟相交处，长 22，宽 6.5m。

临时钢构桥 1 位于 L3#公路与下库大坝下游侧楠木沟原有沟道冲沟相交处，长 37m，宽 6.5m。

临时钢构桥 2 是从 L3#公路连线至 2#混凝土系统，长 25m，宽 6.5m。

本工程场内道路总计 37.67km，其中永久公路 20.72km，临时道路 16.95km。场内主要交通特性汇总见表 2.8-3。

场内主要交通特性汇总表

表 2.8-3

类型	序号	道路名称	起点	终点	长度(km)			路面型式	标准	路面/路基	备注
					总长	明线	隧道			宽度(m)	
永久道路	1	进厂公路	现有省道 S311 公路	厂房安装间回车场平台	1.07	1.07		混凝土路面	场内二级	7.0/8.0	新建
	2	上坝公路	进厂公路	下库大坝左坝肩（高程 570m）	2.02	2.02		混凝土路面	场内二级	6.5/7.5	新建
	3	上下库连接公路	上坝公路	上库大坝右坝肩（高程 1141m 高程）	9.28	8.69	0.59	混凝土路面	场内三级	6.5/7.5	新建
	4	Y1# 公路	现有省道 S311 公路	泄洪放空洞出口闸室操作平台（高程 523m）	1.40	1.40		混凝土路面	场内三级	3.5/4.5	新建、局部设错车道
	5	Y2# 公路	Y1# 公路	下库进/出水口闸室操作平台（高程 570m）	1.30	1.30		混凝土路面	场内三级	3.5/4.5	新建、局部设错车道
	6	Y3# 公路	下库进/出水口闸室操作平台（570m 高程）	泄洪放空洞（兼导流洞）进口闸室操作平台（570m 高程）	0.30	0.30		混凝土路面	场内三级	3.5/4.5	新建、局部设错车道
	7	Y4# 公路	上库大坝左坝肩（1141m 高程）	引水调压室 1140m 高程平台	3.06	3.06		混凝土路面	场内三级	3.5/4.5	新建、局部设错车道
	8	Y5# 公路	上库大坝左坝肩（1141m 高程）	上库进/出水口闸室操作平台（高程 1161m）	0.62	0.62		混凝土路面	场内三级	3.5/4.5	新建、局部设错车道
	9	Y6# 公路	下库大坝左坝肩	泄洪放空洞（兼导流洞）进口闸室操作 569m 高程平台	1.67	1.67		混凝土路面	场内二级	6.5/7.5	新建
	小计				20.72	20.13	0.59				
临时道路	10	L1# 公路	Y2#公路	下库进出水口闸室 600m 高程平台	0.96	0.96		泥结石路面	场内三级	3.5/4.5	新建、局部设错车道
	11	L2# 公路	永久钢构桥	泄洪放空洞（兼导流洞）进口底板	0.42	0.42		泥结石路面	场内三级	3.5/4.5	新建、局部设错车道

类型	序号	道路名称	起点	终点	长度(km)			路面型式	标准	路面/路基	备注
					总长	明线	隧道			宽度(m)	
	12	L3#公路	Y6#公路	现有省道 S311 公路	1.80	1.80		泥结石路面	场内三级	6.5/7.5	新建
	13	L3-1#公路	L3#公路	下库金属结构拼装场	0.40	0.40		混凝土路面	场内三级	3.5/4.5	新建、局部设错车道
	14	L4#公路	进厂公路末端	下库大坝坝后 470m 高程	0.30	0.30		混凝土路面	场内三级	6.5/7.5	新建
	15	L5#公路	上坝公路	下库大坝坝后 500m 高程	0.70	0.70		混凝土路面	场内三级	6.5/7.5	新建
	16	L6#公路	Y4#公路	上库承包商营地（1120m 高程）	0.16	0.16		泥结石路面	场内三级	3.5/4.5	新建、局部设错车道
	17	L7#公路	上库大坝左坝肩（1141m 高程）	上库大坝坝后 1090m 高程	0.25	0.25		混凝土路面	场内三级	6.5/7.5	新建
	18	L8#公路	上库大坝左坝肩（1141m 高程）	上库大坝坝前趾板	1.23	1.23		混凝土路面	场内三级	6.5/7.5	新建
	19	L9#公路	上下库连接路	上库大坝坝后 1075m 高程	0.39	0.39		混凝土路面	场内三级	6.5/7.5	新建
	20	L10#公路	上库大坝右坝肩（1141m 高程）	上库大坝坝前趾板	0.79	0.79		混凝土路面	场内三级	6.5/7.5	新建
	21	L11#公路	L8#公路	上库进/出水口底板和拦污栅操作平台	0.40	0.40		混凝土路面	场内三级	3.5/4.5	新建、局部设错车道
	22	L12#公路	L10#公路	上库库尾回填碾压软岩料区	1.70	1.70		泥结石路面	场内三级	6.5/7.5	新建
	23	L13#公路	L3#公路	下库进/出水口拦污栅操作平台	1.20	1.20		泥结石路面	场内三级	3.5/4.5	新建、局部设错车道
	24	L14#公路	永久钢构桥	下库转存料场Ⅱ区	2.90	2.90		泥结石路面	场内三级	6.5/7.5	新建
	25	L15#公路	2#临时堆料场	现有省道 S311 公路	0.30	0.30		泥结石路	场内三级	3.5/4.5	新建、局部设错车

类型	序号	道路名称	起点	终点	长度(km)			路面型式	标准	路面/路基	备注
					总长	明线	隧道			宽度(m)	
								面			道
	26	L16# 公路	1#临时堆料场	现有省道 S311 公路	3.05	3.05		泥结石路面	场内三级	6.5/7.5	改建
	小计				16.95	16.95					
	合计				37.67	37.08	0.59				
永久钢筋混凝土桥，长 17m，宽 6.5m											
永久钢构桥，长 22m，宽 6.5m											
临时钢构桥 1，长 37m，宽 6.5m											
临时钢构桥 2，长 25m，宽 6.5m											

2.8.3 施工导流

2.8.3.1 上水库大坝施工导流

(1) 导流方式

上水库位于书楼镇西村楠木沟沟首，利用楠木沟及库周山岭筑坝成库。上水库坝址集雨面积 1.12km^2 ，沟槽总体以不对称“U”型谷为主，少量不对称“V”型谷，谷底最低高程约 1029m ，宽度约 $20\sim 30\text{m}$ ，高程 1100m 时，谷宽约 $80\sim 180\text{m}$ 。两岸总体坡度 $35\sim 45^\circ$ ，局部形成陡崖。上水库（坝）区出露基岩地层为侏罗系中统上沙溪庙组（ J_{2s} ），紫红色、暗紫色泥岩与泥质粉砂岩、砂岩互层，岩体软硬相间，总体上以软岩为主。

上水库挡水建筑物为混凝土面板堆石坝，坝顶高程 1114.0m ，最大坝高为 82m ，上水库未布置泄洪建筑物。

根据坝址区建筑物布置特点及地形、地质条件，上水库坝区不具备明渠导流或分期导流条件；若采用隧洞导流，则需布置一条长约 580m 导流隧洞，且由于上库流域洪量较小，导流隧洞断面受施工交通控制，泄流能力远超设计泄量，导流洞工程投资较高；若采用预埋管涵导流，涵管埋在坝下，为大坝的一部分，对涵管的接头、防渗、涵管与坝体的连接等要求较高，涵管泄流运行期，极易引起沿管集中渗流和坝体不均匀沉陷，发生漏水现象，影响坝体稳定。

考虑到上库大坝填筑规模不大，根据施工进度计划，3 月底坝体填筑高程约 1061.00m ，具备一个枯期内填筑高程满足度汛要求。上库区域汇流集水面积较小，枯期基本为干地，汛期降雨形成汇流且洪量较小，采用机械抽排上库汇水，抽水强度不大。经综合分析，上水库大坝导流推荐采用一次性拦断沟床，枯水期土石围堰挡水，汛期大坝临时断面挡水，机械抽排，大坝全年施工的导流方式。

(2) 导流标准

本工程属一等大（1）型工程，主坝、引水发电系统等永久性水工建筑物级别为 1 级，永久性次要水工筑物级别为 3 级。根据《水电工程施工组织设计规范》（NB/T10491-2021）规定，上水库施工导流建筑物级别为 4 级。

(3) 导流程序

结合本工程施工进度安排，根据导流挡、泄水建筑物的不同、相应拦洪库容及具体的施工形象，施工导流分为初期及中期导流：

1) 初期导流

从第一年 10 月初截流开始，至第二年 3 月底大坝填筑高程超出上游围堰堰顶高程，为初期导流阶段。本阶段采用枯期围堰挡水，利用堰前库容滞洪并进行机械抽排至大坝下游。导流设计标准采用枯期 20 年重现期 24h 洪量，相应主沟洪量 3.12 万 m³，对应堰前水位为 1050.97m；支沟洪量 1.55 万 m³，对应堰前水位为 1053.17m。在围堰保护下，进行大坝施工。

2) 中期导流

从第二年 4 月初至第四年 2 月底，为中期导流阶段，主要进行坝体填筑、坝体沉降、面板浇筑、上游盖重和粉煤灰铺盖等项目施工。库盆内汇水采用大坝临时断面挡水，利用坝前库容滞洪并进行机械抽排至大坝下游，坝体度汛标准采用全年 50 年重现期 24h 洪量，相应洪量 31.6 万 m³，坝前壅高水位为 1058.46m。第二年 3 月底，大坝填筑高程为 1061.00m，具备挡水条件。汛期采用坝体挡水度汛，坝体设计度汛水位以上部分继续施工，第三年 2 月底坝体填筑至坝顶 1114.00m。

第三年 10 月初至第四年 2 月底进行面板及上游压重施工，库盆内汇水采用围堰挡水，利用堰前库容滞洪并采用机械抽排至大坝下游，导流设计标准采用枯期 20 年重现期 24h 洪量。

第四年 2 月底上水库大坝完工。第四年 3 月初，上水库开始蓄水。

上水库大坝施工导流程序表

表 2.8-4

导流阶段	施工时段	导流标准	24h 洪量 (万 m ³)	挡水建筑物	泄水建筑物	上游水位 (m)	挡水建筑物 高程 (m)	备注
初期导流	第一年 10 月初~ 第二年 3 月底	枯期 P=5% 洪量	3.12	上游主沟 土石围堰	机械 抽排	1050.97	1052.00	
			1.55	上游支沟 土石围堰	机械 抽排	1053.17	1054.00	
中期导流	第二年 4 月初~ 第四年 2 月底	全年 P=2% 洪量	31.6	大坝临时 断面	机械 抽排	1058.46	1061.00~ 1112.70	第三年 3 月~ 9 月， 为坝体 沉降期
	第三年 10 月初~ 第四年 2 月底	枯期 P=5% 洪量	3.12	上游主沟 土石围堰	机械 抽排	1050.97	1052.00	面板及 上游铺 盖施工
			1.55	上游支沟 土石围堰	机械 抽排	1053.17	1054.00	

（4）导流建筑物设计

上游主沟围堰为枯期挡水土石围堰，堰体和堰基防渗型式采用土工膜。围堰挡水标准采用枯期 20 年重现期 24h 洪量(3.12 万 m^3)，对应堰前水位为 1050.97m，堰顶高程 1052.00m，最大堰高 16.5m，堰顶宽度 8.00m。土工膜顶高程为 1051.50m，土工膜上下游侧均设置垫层料和过渡料，垫层料宽 1.5m，过渡料宽 3.0m，堰体材料为碾压石渣料。土工膜埋设进入基岩以形成封闭防渗体。

上游支沟围堰为枯期挡水土石围堰，堰体和堰基防渗型式采用土工膜。围堰挡水标准采用枯期 20 年重现期 24h 洪量(1.55 万 m^3)，对应堰前水位为 1053.17m，堰顶高程 1054m，最大堰高 12.0m，堰顶宽度 8.00m。土工膜顶高程为 1053.50m，土工膜上下游侧均设置垫层料和过渡料，垫层料宽 1.5m，过渡料宽 3.0m，堰体材料为碾压石渣料。土工膜埋设进入基岩以形成封闭防渗体。

（5）截流

根据施工总进度安排，截流时间安排在第一年 10 月。根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)中相关规定，截流流量标准采用截流时段 5 年~10 年重现期月或旬的平均流量。本工程拟采用 10 月 10 年重现期月平均流量极小，直接采用石渣抛投进占即可。

2.8.3.2 下水库大坝施工导流

（1）导流方式

下水库位于书楼镇楠木沟内，拟利用沟谷“筑坝成库”。沟谷以不对称“V”型谷为主，局部为不对称“U”型谷，谷底宽度约 30~90m。混凝土面板堆石坝坝顶高程 570.00m，最大坝高 125m。根据进度安排，在一个枯水期内大坝无法填筑至汛期挡水标准洪水位以上。根据枢纽布置，挡水坝施工期可以利用原有的楠木沟挡水坝作为围堰挡水、泄洪放空洞过流，大坝全年施工的导流方式。

现有楠木沟水库挡水坝，坝型为混凝土重力坝，分溢流坝段和非溢流坝段。坝顶高程为 535.5m，溢流坝为开敞式实用堰，堰顶高程 533.0m，溢流段长 25m，净宽 22.6m。

根据枢纽布置，挡水坝施工期可以利用原有的楠木沟挡水坝作为围堰挡水、泄洪放空洞过流，大坝全年施工的导流方式。

(2) 导流标准

本工程属一等大(1)型工程,大坝、引水发电系统等永久性水工建筑物级别为1级,永久性次要水工筑物级别为3级。根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)规定,下水库施工导流建筑物级别为4级。

(3) 导流程序

结合本工程施工进度安排,根据导流挡、泄水建筑物的不同、相应拦洪库容及具体的施工形象,施工导流分为初期及中后期导流。

1) 初期导流

从第一年7月底泄洪放空洞(兼导流洞)具备过流条件。第一年7月~12月进行大坝坝肩和灌浆平洞施工;第二年1月~2月进行大坝基础开挖;第二年3月初开始填筑大坝,至第三年3月底大坝填筑高程超出上游围堰堰顶高程,为初期导流阶段。本阶段由楠木沟挡水坝挡水,泄洪放空洞(兼导流洞)泄流,主要进行大坝开挖及大坝土石方填筑。导流设计标准为全年10年重现期,相应设计流量为 $89.3\text{m}^3/\text{s}$ 。经水力学计算,围堰堰前壅高水位为528.79m,楠木沟挡水坝溢流口高程533.00m,满足挡水要求。

2) 中期导流

从第三年4月初至第四年2月底,为中期导流阶段,主要进行坝体填筑、一期面板浇筑和上游盖重等项目施工。由坝体临时断面挡水度汛,泄洪放空洞(兼导流洞)泄流。

第三年3月底,大坝已填筑到541.00m,具备挡水条件。第三年4月初至第三年9月底继续进行大坝填筑,本阶段采用坝体临时断面挡水度汛,泄洪放空洞(兼导流洞)泄流,度汛标准为50年重现期,相应流量 $128\text{m}^3/\text{s}$,坝前壅高水位为538.49m。

第三年10月初至第四年2月底进行一期面板和铺盖施工,

3) 后期导流

第四年3月初,泄洪放空洞(兼导流洞)下闸,下水库开始蓄水。

第四年3月至第四年七月进行二期面板施工和防浪墙施工。

下水库大坝施工导流程序表

表 2.8-5

导流阶段	施工时段	导流标准	流量 (m³/s)	挡水建筑物	泄水建筑物	上游水位 (m)	挡水建筑物高程 (m)	备注
初期导流	第一年 7 月~第三年 7 月	P=10%	83.9	楠木沟挡水坝	泄洪放空洞 (兼导流洞)	528.79	533.00	
中期导流	第三年 4 月~第四年 2 月底	P=2%	128	大坝临时断面	泄洪放空洞 (兼导流洞)	538.49	541.00~569.00	坝体挡水度汛
	第三年 10 月至第四年 2 月底	P=10%	83.9	楠木沟挡水	泄洪放空洞 (兼导流洞)	528.79	533.00	一期面板及铺盖施工
后期	第四年 3 月以后	P=0.5%	167	大坝	泄洪放空洞 + 泄放管	566	570	
	第四年 2 月至第四年 7 月底	P=10	83.9	一期面板	泄洪放空洞 (兼导流洞)	528.79	569	二期面板及防浪墙施工

(4) 导流建筑物设计

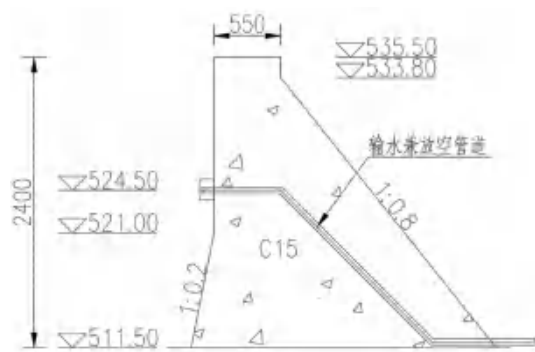
下水库坝址区原始沟床纵坡为 10%，导流标准下，泄洪放空洞兼导流洞出口水位低于大坝基坑及其下游地面厂房基坑底高程 413m，故下库不需设置下游围堰。

下水库导流建筑物包括上游围堰和泄洪放空洞（兼导流洞）。

1) 上游围堰（楠木沟挡水坝）

目前正在调整书楼镇供水方案，待方案落实后，楠木沟水库将不再参与供水，可以作为下库上游围堰。楠木沟挡水坝于 2012 年竣工，级别为 5 级，洪水标准按 20 年重现期设计，100 年重现期校核，消能防冲按 10 年重现期设计。

挡水坝坝型采用混凝土重力坝，分溢流坝段和非溢流坝段。溢流坝段长 25m，非溢流坝段长 67.2m。挡水坝前正常蓄水位为 533.0m，设计洪水位(P=5%)为 534.54m，校核洪水位(P=1%)为 534.94m。重力坝非溢流坝段坝顶高程为 535.5m，溢流坝为开敞式实用堰，堰顶高程 533.0m，溢流段长 25m，净宽 22.6m，校核工况单宽流量为 $4.9\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ ，堰面曲线由坝顶溢流段、中间直线段和下部反弧段组成。



楠木沟非溢流坝段示意图



楠木沟溢流坝段示意图

根据楠木沟挡水坝原设计计算成果和运行现状，判断挡水坝是稳定的，可以作为挡水围堰。

2) 泄洪放空洞（兼导流洞）

泄洪放空洞布置在大坝右岸山体内，采用有压进口接无压泄槽布置型式，由引渠段、进口塔体段、有压隧洞段、工作闸室段、泄槽段及出口消力池段组成，进口位于楠木沟已建水库内，进口塔体设置一道检修闸门及事故闸门，有压隧洞段全长 979.28m，有压段末端工作闸室设置一道工作弧门，泄槽全长 300m，泄洪放空洞采用台阶+底流消能。

泄洪放空洞施工期兼作导流洞。初期导流期间设计泄放全年 10 年重现期设计洪水流量 $83.9\text{m}^3/\text{s}$ 。泄洪洞断面尺寸由泄洪工况控制。泄洪放空洞（兼导流洞）引渠段长约 30m，引渠底板厚 0.5m，引渠两侧贴坡混凝土厚度 0.5m。进口塔体底板高程 524.00m，进口顶拱及两侧均采用收缩的喇叭式进水口，顶部采用椭圆曲线，进口塔体顶高程 570.00m，顺水流向长 17.0m，宽 10.5m，底板厚 4m，塔体高 50m（含底板厚度）。进口内设一道事故闸门和一道检修闸门，孔口尺寸均为 $3.5\text{m} \times 4.2\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。

有压隧洞段总长约 979.28m，标准断面为圆形，直径 4.2m，其中（泄）0+000.00m~（泄）0+685.12m 为混凝土衬砌段；（泄）0+685.12m~（泄）0+979.28m 为钢衬段。

工作闸室底板高程 511.00m，布置有弧形工作闸门控制下泄流量，弧形闸门孔口尺寸 3.5m （宽） $\times 3.0\text{m}$ （高），顺水流向长 13.5m，宽 10.5m，底板厚 3m。泄槽段全长约 300m，（泄）0+992.78m~（泄）1+013.95m 为缓坡段，陡坡段（泄）1+013.95m~（泄）1+303.95m 为矩形横断面，底宽 3.0m，边墙高 4.0m；（泄）

1+303.95m~(泄)1+313.95m 为渐变段,泄槽底宽由 3.0m 渐变为 6.0m。泄槽段采用台阶消能,台阶高度为 2.0m,台阶长度为 4.8m。泄槽渐变段末端接消力池段,池长 32m,池深 6.0m,底宽 7.0m,池底高程为 390.00m。

(5) 截流

利用现有楠木沟挡水坝,不存在截流问题。

2.8.3.3 上水库进/出水口施工导流

上水库进/出水口位于上游围堰堰前,建基面开挖高程约 1070.00m,高于 100 年重现期洪水设计标准下外侧沟道水位 1058.24m (对应 100 年重现期 24h 洪量 35.8 万 m^3),沟道汇水至堰前采用机械抽排的导流方式。

2.8.3.4 下水库进/出水口施工导流

下库进/出水口布置于坝前右岸,距大坝轴线约 170m,采用侧式岸塔式,两个进/出水口并排布置。根据水工建筑物布置、地形地质条件及施工程序,施工期利用楠木沟挡水坝、岩塞和闸门挡水、利用泄洪放空洞泄流的导流方式。

2.8.4 料源选择

本工程主体及临时工程混凝土(含喷混凝土)、垫层料及反滤料工程量总量约 94.5 万 m^3 ,其中上水库工区混凝土(含喷混凝土)工程量总量约 12.8 万 m^3 ,垫层料(含上库围堰)4.8 万 m^3 ,反滤料 2.5 万 m^3 ;下水库工区主体工程及临时工程混凝土(含喷混凝土)工程量总量约 56.0 万 m^3 ,垫层料 10.9 万 m^3 ,反滤料 7.5 万 m^3 。

本工程主体及临时工程填筑料(不含坝体上下游压重填筑料)工程量总量约 564.2 万 m^3 。上水库大坝填筑砂砾石料约 61.8 万 m^3 ,下游排水料约 6.2 万 m^3 ,卵石护坡料约 0.6 万 m^3 ,过渡料约 4.3 万 m^3 ,排水料约 7.2 万 m^3 ,软岩料约 19.2 万 m^3 ,合计约 99.3 万 m^3 。围堰过渡料约 0.5 万 m^3 ,卵石护坡料约 0.1 万 m^3 ,软岩料约 2.2 万 m^3 ,合计约 2.8 万 m^3 。下水库大坝(含沟水处理挡水坝)填筑砂砾石料约 354.7 万 m^3 ,下游排水料约 1.5 万 m^3 ,卵石护坡料约 6.9 万 m^3 ,过渡料约 11.8 万 m^3 ,排水料约 21.8 万 m^3 ,软岩料约 65.4 万 m^3 ,合计约 462.1 万 m^3 。

2.8.4.1 料场概况

预可研阶段仅对九房沟(上库)料场、楠木沟(下库)料场按照初查精度开

展了相关的勘探、试验工作，并对九房沟（上库）料场、楠木沟（下库）料场、输水发电系统开挖料进行了初步评价，由于料源均以泥岩为主，约占 58%，砂岩约占 23%，粉砂岩约占 19%。难以筛选作为混凝土人工骨料。泥岩具强度低，易崩解的特征，其抗压强度 10.57~13.8MPa，粉砂岩抗压强度 19.0~29.5MPa，难以满足堆筑料质量技术要求。

向家坝水库蓄水后，金沙江沿岸阶地堆积砂砾石料源已经全部淹没，左岸沿江支流规模小，不具备大规模天然砂砾石料的成生条件，工程区附近无天然砂砾石料源。工程区附近无可开采、利用的堆石料源和天然砂砾石料源，故本工程推荐外购天然砂砾石料作为堆石料和骨料的料源。

2.8.4.2 料源开采规划

根据《水电工程施工组织设计规范》（NB/T10491-2021），料场的规划开采量应考虑地质和施工因素，按设计需要量的 1.15 倍~1.5 倍选取。本阶段取 1.15 的规划开采系数，本工程除软岩料利用输水系统和泄洪系统开挖料外，其余料源都采用外购。外购料设计需要量即外购需求量。

1) 软岩料

上、下库（含围堰）软岩料采用工程开挖料，软岩料设计需要量约 79.7 万 m³，规划开采系数取为 1.15，则规划开采量约为 91.7 万 m³，本工程开挖料可利用量约 111.3 万 m³（考虑实际开采损耗系数取 0.95），满足工程需要。

根据施工总进度安排，上库工区工程开挖料 19.6 万 m³可直接上坝填筑，无需转存；下库工区可直接上坝填筑的工程开挖料约为 9.7 万 m³，其余部分（50.4 万 m³）需转存后上坝。转存料放至下库转存料场 I 区转存。

2) 外购砂砾石料

金沙江屏山段河道采砂规划（2028-2032 年）还未颁发，现阶段参考《金沙江屏山段河道采砂规划（2023-2027 年）》（审定本），金沙江屏山规划段规划期 4 年内的采砂控制总量 796 万 m³（1672 万 t），年度最大控制开采量不大于 260 万 m³（546 万 t）。

上、下库（含围堰）砂砾石料、卵石护坡料、下游排水料、混凝土骨料、过渡料、垫层料、特殊垫层料、反滤料、排水料外购需求量约 1452 万 t，规划开采系数取为 1.15，则规划开采量约为 1670 万 t。金沙江屏山段河道采砂储量可满足

本阶段砂砾石毛料规划开采系数要求。

根据砂砾石料设计需要量计算，本工程施工共需外购砂砾石料共计约 1452 万 t。由于金沙江屏山段河道 3~8 月为禁采期，为保证禁采期工程施工砂砾石料的用料需求，需根据施工进度计划提前备料。本工程准备及主体工程施工历时 5 年，工程施工期分年度砂砾石料需求总量及禁采期需用量具体如下：

第一年需外购砂砾石料约 21.8 万 t，其中禁采期外购砂砾石约 17.3 万 t，非禁采期高峰月强度外购砂砾石量约 2.4 万 t。

第二年需外购砂砾石料约 479.1 万 t，其中禁采期外购砂砾石约 395.7 万 t，非禁采期高峰月强度外购砂砾石量约 25.8 万 t。

第三年需外购砂砾石料约 853.7 万 t，其中禁采期外购砂砾石约 339.1 万 t，非禁采期高峰月强度外购砂砾石量约 87.3 万 t。

第四年需外购砂砾石料约 97.8 万 t，其中禁采期外购砂砾石约 13.0 万 t，非禁采期高峰月强度外购砂砾石量约 53.4 万 t。

第五年需外购砂砾石料约 3.2 万 t，其中禁采期无需外购砂砾石，非禁采期高峰月强度外购砂砾石量约 1.5 万 t。

金沙江屏山段河道采砂规划年度最大控制开采量不大于 260 万 m^3 （约 546 万 t）。本工程外购砂砾石毛料年度需求量第三年（约 854 万 t）均超过金沙江屏山段河道采砂规划年度最大控制开采量。故第三年的备料需至少提前一年进行备料，备料思路为：第二年备料量不满足第三年的备料，则不足部分放在第一年进行备料。砂砾石毛料备料第一年备料约 263 万 t；第二年备料约 463 万 t，第二年累计备料约 708 万 t；第三年备料约 28t，第三年累计备料约 340 万 t；第四年备料约 13 万 t。

上库规划备料地点为上库转存料场I区，位于上库大坝上游库区内，转存I区容量 75 万 m^3 。下库规划备料地点为下库转存料场II区，位于下水库大坝上游，转存II区容量 350 万 m^3 。以上备料场均可用于砂砾石料的备料。

2.8.5 土石方平衡及转存料场

2.8.5.1 土石方平衡规划

施工辅助工程自身平衡后剩余土石方开挖料工程量计入全工程土石方开挖料总量中，则全工程土石方开挖料总量共计为 389.20 万 m^3 （自然方，下同）。其

中，土方明挖料总量共计为 111.36 万 m³，石方明挖料总量共计为 206.96 万 m³，石方洞（井）挖料总量共计为 70.88 万 m³。

根据施工进度，上水库工区约 39.93 万 m³的土石方开挖料直接利用，约 50.91 万 m³的土石方开挖料需要转存利用，其中 19.69 万 m³堆存至上库转存料场 I 区，31.22 万 m³堆存至上库转存料场 II 区。

根据施工进度，下水库工区约 75.39 万 m³（自然方，下同）土石方开挖料直接利用，约 222.97 万 m³的土石方开挖料需要转存利用，其中 17.43 万 m³堆存至上库转存料场 I 区，23.39 万 m³堆存至上库转存料场 II 区，128.13 万 m³堆存至下库转存料场 I 区，54.03 万 m³堆存至下库转存料场 II 区。

土石方调运简图见图 2.8-1，转存料场二次转运流向见表 2.8-9，土石方平衡表见表 2.8-10。

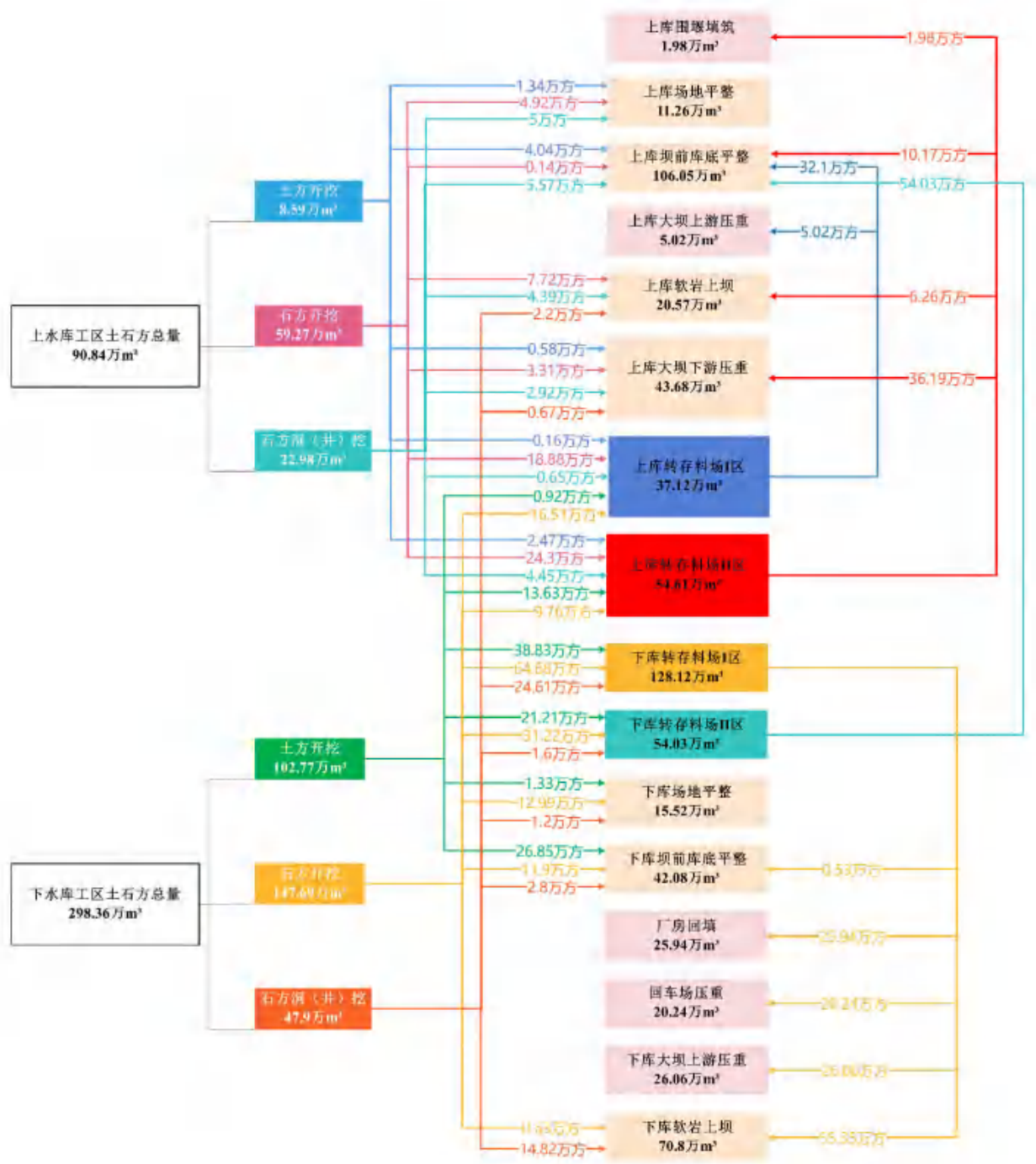


图 2.8-1 土石方调运简图

转存料场二次转运流向表

表 2.8-9

工区	转存料场	去向	转存量 (万 m ³) (自然方)	合计 (万 m ³) (自然方)
上库	转存料场 I 区	上库坝前库底平整	32.1	37.12
		上库大坝上游压重	5.02	
	转存料场 II 区	上库围堰填筑	1.98	54.60
		上库坝前库底平整	10.17	
		上库大坝下游压重	36.19	
		软岩转存上坝	6.26	
下库	转存料场 I 区	下库坝前库底平整	0.53	128.12
		下库大坝上游压重	26.06	
		厂房回填	25.94	
		回车场压重	20.24	
		软岩转存上坝	55.35	
	转存料场 II 区	上库坝前库底平整	54.03	54.03

本工程需外购砂砾石料合计约 1440.85 万 t。加工料（混凝土骨料、垫层料、排水体料）毛料堆存至 1#临时堆料场。经砂石生产系统加工后的成品骨料运输至 1#和 2#混凝土生产系统。禁采期内下库大坝砂砾石料（做坝体填筑料）运输至下库转存料场II区。禁采期内上库大坝砂砾石料（做坝体填筑料）堆存至 1#临时堆料场和上库转存料场 I 区后转存上坝体。禁采期外的砂砾石料（做坝体填筑料）直接上坝。

土石方平衡表

表 2.8-10

序号	工程名称	部位	项目	工程量 (万m³)	软岩可利用料		开挖料流向																	
							上库工区								下库工区									
					地质推荐 利用比例	可利用 用量	上库场地平整（1# 混凝土生产系统和 上库承包商营地场 地）	上库 围堰 填筑	上库坝 前库底 平整	转存料 场Ⅰ区	转存料 场Ⅱ区	上库大 坝上游 压重	上库大 坝下游 压重	软岩直 接上坝	软岩 转存 上坝	下库场地平整 （下库施工临 时设施场地）	下库坝 前库底 平整	下库大 坝上游 压重	厂房 回填	回车 场压 重	转存料 场Ⅰ区	转存料 场Ⅱ区	软岩直 接上坝	软岩 转存 上坝
1	场内 道路 工程	上下库连接路明线段（上库段）	土方明挖	0.77			0.77																	
2		上下库连接路隧洞段	石方洞挖	5.00			5.00																	
3		进厂公路	土方明挖	1.44													1.44							
4			石方明挖	7.63												7.63								
5		上坝公路	土方明挖	1.33													1.33							
6			石方明挖	6.84												5.36	1.48							
7		上下库连接路明线段（下库段）	土方明挖	4.71													4.71							
8			石方明挖	1.94													1.94							
9	上水 库工 程	面板堆石坝大坝	土方明挖	5.91			0.57		3.98		1.36													
10			石方明挖	12.16			4.86				7.30													
11			石方洞挖	0.65						0.65														
12		上库围堰	土方明挖	0.16						0.16														
13			石方明挖	0.06			0.06																	
14	引水 发电 系统 工程	1#施工支洞	土方明挖	0.06					0.06															
15			石方明挖	0.14					0.14															
16			石方洞挖	4.80					4.8															
17		1-1#施工支洞	石方洞挖	0.77					0.77															
18		2#施工支洞	土方明挖	0.06																	0.06			
19			石方明挖	0.14																	0.14			
20			石方洞挖	5.62																	5.62			
21		3#施工支洞	土方明挖	0.06																	0.06			
22			石方明挖	0.14																	0.14			
23			石方洞挖	3.55																	3.55			
24		3-1#施工支洞	石方洞挖	0.42																	0.42			
25		4#施工支洞	土方明挖	0.06																	0.06			
26			石方明挖	0.14																	0.14			
27			石方洞挖	2.29																	2.29			
28		4-1#施工支洞	石方洞挖	0.49																	0.49			
29		上库进/出水口	土方明挖	1.11							1.11													
30			石方明挖	35.88	70.0%	25.12				18.88	17.00													
31		引水隧洞上平段(至调压)	石方洞挖	8.72	100.0%	8.72					4.45			4.27										

序号	工程名称	部位	项目	工程量 (万m³)	软岩可利用料		开挖料流向																	
							上库工区								下库工区									
					地质推荐 利用比例	可利 用量	上库场地平整（1# 混凝土生产系统和 上库承包商营地场 地）	上库 围堰 填筑	上库坝 前库底 平整	转存料 场Ⅰ区	转存料 场Ⅱ区	上库大 坝上游 压重	上库大 坝下游 压重	软岩直 接上坝	软岩 转存 上坝	下库场地平整 （下库施工临 时设施场地）	下库坝 前库底 平整	下库大 坝上游 压重	厂房 回填	回车 场压 重	转存料 场Ⅰ区	转存料 场Ⅱ区	软岩直 接上坝	软岩 转存 上坝
		室）																						
32		压力管道 上平段	石方洞挖	0.12	100.0%	0.12								0.12										
33		压力管道 上竖井	石方洞挖	4.50	100.0%	4.50																	4.50	
34		压力管道 中平段	石方洞挖	7.42	100.0%	7.42															1.77		5.65	
35		压力管道 下竖井	石方洞挖	2.43	100.0%	2.43																	2.43	
36		压力管道 下平段	石方洞挖	3.11	100.0%	3.11															3.11			
37		引水调压 室	土方明挖	0.58									0.58											
38			石方明挖	11.03	70.0%	7.72							3.31	7.72										
39			石方井挖	2.92	100.0%	2.92							2.92											
40		尾水调压 室	土方明挖	0.77																		0.77		
41			石方明挖	5.77	70.0%	4.04																5.77		
42			石方井挖	2.24	100.0%	2.24																1.60	0.64	
43		尾闸室	土方明挖	21.70							5.29											16.41		
44			石方明挖	15.71																		15.71		
45		1#尾水洞	石方洞挖	4.03	100.0%	4.03								1.00								3.03		
46		2#尾水洞	石方洞挖	4.70	100.0%	4.70								1.20								3.50		
47		下平段排 水廊道	石方洞挖	2.27	100.0%	2.27							0.67										1.60	
48		下库进/ 出水口	土方明挖	0.92						0.92														
49			石方明挖	29.71	70.0%	20.80				16.51												13.20		
50		地面厂房	土方明挖	0.66																		0.66		
51			石方明挖	32.36	70.0%	22.65					9.76											22.60		
52		施工辅助 工程	土石方明 挖	0.05																		0.05		
53		下库大坝	土方明挖	45.71							8.34											16.93	20.44	
54			石方明挖	25.45																		25.45		
55		灌浆平洞	石方洞挖	0.16																		0.16		
56		补水工程	土石方明 挖	0.94																		0.94		
57		危岩体防 治工程	危岩清理	0.90																		0.90		
58		楠木沟沟 水处理工 程	土石方明 挖	0.17												0.17								
59			石方洞挖	1.20												1.20								
60			挡水坝覆 盖层方明 挖	1.16												1.16								
61		泄洪放空 洞兼导流 洞进口	土方明挖	0.75																		0.75		
62			石方明挖	6.73	70.0%	4.71																6.73		

序号	工程名称	部位	项目	工程量 (万 m³)	软岩可利用料		开挖料流向																	
							上库工区									下库工区								
					地质推荐 利用比例	可利 用量	上库场地平整（1# 混凝土生产系统和 上库承包商营地场 地）	上库 围堰 填筑	上库坝 前库底 平整	转存料 场Ⅰ区	转存料 场Ⅱ区	上库大 坝上游 压重	上库大 坝下游 压重	软岩直 接上坝	软岩 转存 上坝	下库场地平整 （下库施工临 时设施场地）	下库坝 前库底 平整	下库大 坝上游 压重	厂房 回填	回车 场压 重	转存料 场Ⅰ区	转存料 场Ⅱ区	软岩直 接上坝	软岩 转存 上坝
63		泄洪放空 洞兼导流 洞有压洞	石方洞挖	2.61	100.0%	2.61											1.94				0.67			
64		泄洪放空 洞兼导流	土方明挖	1.47																	1.47			
65		洞出口	石方明挖	13.25	70.0%	9.28											8.48				4.77			
66		生态泄放 管	石方洞挖	0.86	100.0%	0.86											0.86							
67		生态泄放 管消力池	土石方明 挖	0.98	70.0%	0.69															0.35		0.63	
68		下游河道 防护	土石方明 挖	1.44																	1.44			
69		施工辅助 工程	土石方明 挖	19.37													19.37							
合计（万 m³)(自然方)				389.20			11.26	0.00	9.75	37.12	54.61	0.00	7.49	14.31		15.52	41.55	0.00	0.00	0.00	128.12	54.03	15.45	0.00

2.8.5.2 转存料场和表土堆存场规划

1) 上库转存料场

上库转存料场位于上库大坝上游库盆区内,分为 I 区、II 区,堆存上库大坝、上库围堰、引水系统 1#施工支洞、上水库进/出水口、引水隧洞上平段(至调压室)、压力管道中平段、下库进出水口事故闸门井、下库进/出水口、地面厂房、下库大坝的土石方明挖料和石方洞(井)挖料。

上库转存 I 区顶部高程 1125.00m,规划容量 70 万 m^3 (松方),最大堆渣高度为 65m;转存 II 区顶部高程 1115.00m,规划容量 80 万 m^3 (松方),最大堆渣高度 55m。

2) 下库转存料场 I 区

下库转存料场位于下库大坝上游库盆区内,主要堆存下库大坝、灌浆平洞、补水工程、危岩体防治工程、泄洪放空洞兼导流洞进口、泄洪放空洞兼导流洞有压洞、泄洪放空洞兼导流洞出口、生态泄放管消力池以及部分输水发电系统工程开挖料。顶部高程 560.00m,规划容量 170 万 m^3 (松方),最大堆渣高度 80m。

3) 下库转存料场 II 区

下库转存料场 II 区位于楠木沟水库上游约 0.7km 处,顶部高程 820.00m,规划容量 390 万 m^3 (松方),最大堆渣高度 120m,主要堆存外购的下库大坝砂砾石填筑料以及转存下库大坝、尾水调压室开挖料。

4) 表土堆存场

上库表土堆存场位于距大坝直线距离 380m 左右的 Y4#公路附近,容量为 19.5 万 m^3 (松方),顶高程 1120.00m,最大堆存高度为 30m。

下库表土堆放场位于书楼镇旁的平缓地带。容量为 16.0 万 m^3 (松方),顶高程 403.00m,最大堆存高度为 3m。

2.8.6 施工工厂设施和营地

2.8.6.1 砂石加工系统

本工程主体工程混凝土及喷混凝土总量约 79.75 万 m^3 ,垫层料及反滤料约 25.76 万 m^3 ,需要成品骨料总量约 229.7 万 t。

砂石加工系统布置在下库大坝下游 9 公里处金沙江畔的天然砂砾石料场附

近，高程位于 387~425m 之间。供应本工程混凝土 79.75 万 m^3 以及垫层料、反滤料 25.76 万 m^3 所需的成品骨料。总共供应成品砂石骨料总量约 229.7 万 t。料源为外购的天然砂砾石料，由自卸汽车运输至本系统粗碎车间受料平台。

根据施工总进度安排，本砂石加工系统规模受混凝土浇筑、垫层料及反滤料填筑高峰时段叠加月平均强度控制，高峰时段混凝土平均浇筑强度约 2.77 万 m^3 /月，垫层料、反滤料平均填筑强度为 1.35 万 m^3 /月，叠加后月平均强度为 4.12 万 m^3 ，不均匀系数取 1.2，经计算砂石加工系统成品骨料生产能力 300t/h，毛料处理能力 380t/h，产品最大粒径 80mm，采用湿法生产工艺，二班制生产。

考虑到环保问题，本加工系统所有车间、胶带机等均采用彩钢瓦封闭。并配备除尘系统。系统建筑面积 18000 m^2 ，占地面积 30000 m^2 。

2.8.6.2 混凝土生产系统

本工程主体工程、导流工程及施工附加量的混凝土、喷混凝土总量约 79.75 万 m^3 ，其中上库混凝土量约 15.76 万 m^3 ，下库混凝土量约 63.99 万 m^3 。结合工程枢纽布置、施工场地布置条件、场内交通情况及总布置场地分区规划，上、下库各布置 1 个混凝土生产系统，分别为 1#混凝土生产系统和 2#混凝土生产系统。

(1) 1#混凝土生产系统

1#混凝土生产系统设置在上库大坝左岸下游侧场地平整区，主要承担上库大坝、上库进/出水口、引水系统上平段等工作面混凝土的供应，供应总量约 15.76 万 m^3 ，根据施工总进度安排，需满足混凝土高峰月浇筑强度约 1.72 万 m^3 ，设计生产能力约 52 m^3 /h，配备 HZ75-2F1500 型自落式混凝土搅拌站 1 座，设备铭牌生产能力 75 m^3 /h，三班制生产。

生产混凝土所需砂石骨料采用汽车从砂石加工系统运来，在系统内设成品料堆，储量满足系统高峰时段 3 天用量。系统内设置 2 个 500t 水泥罐和 1 个 500t 粉煤灰罐，储量满足系统高峰时段 5 天用量。水泥和粉煤灰均采用气力输送，系统总用风量约为 20 m^3 /min，拟在系统内设压气站，选用 2 台 4L-20/8 空压机（其中备用 1 台）。系统建筑面积 600 m^2 ，占地面积 5000 m^2 。

(2) 2#混凝土生产系统

2#混凝土生产系统布置在下库大坝下游右侧平缓坡地上。主要承担压力管道

中平段、压力管道下平段、排水隧洞、下库大坝、地面厂房及尾水系统、下库进/出水口及泄洪放空洞等工作面的混凝土供应，供应总量约 63.99 万 m^3 。根据施工总进度安排，高峰月浇筑强度约 3.07 万 m^3 ，系统设计生产能力约 $92\text{m}^3/\text{h}$ ，配备 HZ100-2F2000 型自落式混凝土搅拌站 1 座，设备铭牌生产能力 $160\text{m}^3/\text{h}$ ，三班制生产。

本系统成品骨料采用汽车从砂石加工系统成品堆场运输骨料供应，在系统内设成品堆场，储量满足系统高峰时段 3 天用量。系统内设置 2 个 600t 水泥罐，1 个 600t 粉煤灰罐，其胶凝材料储量可满足混凝土高峰期 5 天的用量。本系统水泥和粉煤灰均采用气力输送，系统总用风量约为 $35\text{m}^3/\text{min}$ ，拟在系统内设压气站，选用 4L-20/8 型空压机 3 台（其中备用 1 台）。系统建筑面积 1000m^2 ，占地面积 12000m^2 。

2.8.6.3 综合加工系统

综合加工系统主要包括钢筋加工厂及木材加工厂两部分。结合现场实际地形条件，本阶段拟定在上下库分别布置 1 个综合加工系统，分别承担各自工区的钢筋加工及异形模板件加工制造等任务。上库综合加工厂主要承担上库大坝、上库进/出水口、1#施工支洞、上竖井及以上高程范围的引水隧洞和引水调压井等部位施工工作面的综合加工任务。下库综合加工厂主要承担下库大坝、上竖井以下高程范围的引水隧洞、2#施工支洞、3#施工支洞、3-1#施工支洞、4#施工支洞、4-1#施工支洞、地面厂房、尾水系统、下库进/出水口、泄洪放空洞（兼导流洞）等部位综合加工任务。

（1）1#综合加工系统

1#综合加工系统（1#钢筋加工厂和 1#木材加工厂）布置于上库转存料场 II 区顶部平台，场地高程为 1120.00m。1#钢筋加工厂建筑面积 100m^2 ，占地面积 1000m^2 ，生产规模为 15t/班，一班制生产；1#木材加工厂建筑面积 50m^2 ，占地面积 200m^2 ，生产规模为 $2\text{m}^3/\text{班}$ ，一班制生产。

（2）2#综合加工系统

下库综合加工系统（2#钢筋加工厂和 2#木材加工厂）布置于书楼镇附近平缓地带，2#钢筋加工厂建筑面积 300m^2 ，占地面积 3000m^2 ，生产规模为 26t/班，

两班制生产；2#木材加工厂建筑面积 100m²，占地面积 500m²，生产规模为 3m³/班，一班制生产。

2.8.6.4 综合修配系统

综合修配系统主要包括机械修配厂、汽车保养站以及机械设备停放场。机械修配厂主要承担本工程施工机械设备的维修，部分设备的配件及施工所需的非标准件的制造；汽车保养站的主要任务是承担工程现场运输车辆的二级定期保养及本站设备的维修；机械设备停放场主要负责机械设备的停放工作。根据工程的枢纽布置和施工布置条件，为节约占地面积，将机械修配厂、汽车保养站以及机械设备停放场合并布置，在上库和下库工区分别布置一个综合修配系统。

(1) 上库综合修配系统

上库综合修配系统布置于上库转存料场Ⅱ区顶部平台，紧临 1#综合加工厂，场地高程为 1120.00m，建筑面积为 500m²，占地面积为 2000m²，主要承担上库大坝、上库进/出水口、1#施工支洞、上竖井及以上高程范围的引水隧洞和引水调压井等部位施工机械及汽车的维护、保养以及零配件更换任务。上库机械设备停放场布置于上库库尾回填区域，建筑面积为 500m²，占地面积为 3000m²，主要承担上库施工机械及汽车的停放。

(2) 下库综合修配系统

下库综合修配系统布置于下库大坝下游右侧平缓坡地上，建筑面积为 1000m²，占地面积为 5000m²，主要承担下库大坝、上竖井以下高程范围的引水隧洞、2#施工支洞、3#施工支洞、3-1#施工支洞、4#施工支洞、4-1#施工支洞、地面厂房、尾水系统、下库进/出水口、泄洪放空洞（兼导流洞）等部位施工机械及汽车的维护、保养以及零配件更换任务。下库机械设备停放场布置于厂房后回填场地，建筑面积为 1000m²，占地面积为 7000m²，主要承担下库施工机械及汽车的停放。

2.8.6.5 钢管加工厂及金属结构拼装场

(1) 钢管加工厂

根据工程的枢纽布置和施工布置等条件，考虑在下库集中设置钢管加工厂，上库设钢管堆存及拼接场。钢管加工厂布置于书楼镇旁平缓坡地，负责工程全部

钢管的制作加工，生产规模为 20t/班，二班制生产，建筑面积为 2900m²，占地面积为 13400m²。钢管堆存及拼接场布置于 Y4#公路（至引水调压井公路）旁平缓地带，负责上竖井及以上高程范围的引水隧洞等部位钢衬段安装钢管的堆存及拼接，建筑面积为 200m²，占地面积为 1000m²。

（2）金属结构拼装场

在上下库工区各布置一个金属结构拼装场，负责金属构件的存放、维护及拼装工作。上库金属结构拼装场布置于上库转存料场Ⅱ区顶部平台，场地高程为 1120.00m，生产规模为 3t/班，一班制生产，建筑面积为 200m²，占地面积为 2000m²；下库金属结构拼装场布置于下库大坝下游右侧平缓坡地上，高程为 446m，生产规模为 10t/班，二班制生产，建筑面积为 500m²，占地面积为 5000m²。

2.8.6.6 仓库系统

根据工程的枢纽布置和施工布置等条件，在上下库分别设置 1 个综合仓库。

上库综合仓库布置于上库承包商营地内。建筑面积为 500m²，占地面积为 1000m²；下库综合仓库布置于书楼镇旁的平缓地带，紧邻永久机电设备库，建筑面积为 2000m²，占地面积为 4000m²。

全工区设置一个油库，布置于书楼镇旁的平缓地带，紧邻下库综合仓库，建筑面积为 500m²，占地面积为 3000m²。

永久机电设备库布置于书楼镇旁的平缓地带，紧邻业主营地。建筑面积为 2000m²，占地面积为 10000m²。

2.8.6.7 施工营地

（1）业主永久营地

根据业主安排，建设期的业主营地采在书楼镇内自建解决。

（2）承包商营地

本工程施工高峰时段年平均人数约 2440 人，根据枢纽布置格局、施工区地形地质条件以及施工分标初步规划，拟采用集中与分散相结合的方式，沿线共布置 2 处承包商营地，人均建筑面积按 10m²~12m² 标准配置。

上库承包商营地（包含上库综合仓库）位于至引水调压井公路旁的填筑场地内，高程 1125.00m。下库承包商营地布置在书楼镇旁的平缓地带，高程 401.60m，

紧邻 S311 省道。

2.8.6.8 施工供风、供水及供电系统

(1) 施工供风

根据枢纽工程布置和施工开挖工作面分布特点, 供风系统的设置采用固定式压缩空气站与移动式空压机相结合的方式, 共设 8 个固定式供风站。其它较小规模及较零散的石方开挖部位则由移动式空压机供风。供风站均为二班制生产。

1#供风站: 位于上库大坝左岸附近, 主要供应上库大坝坝肩、坝基等工作面的施工用风。设计规模 $94\text{m}^3/\text{min}$, 选用 5L-40/8 型空压机 4 台 (其中 1 台备用)。采用循环供水冷却, 配备 3 台 4BA-12A 水泵, 2 台 BL-100 冷却塔。占地面积 590m^2 , 建筑面积 330m^2 。

2#供风站: 位于上库进/出水口附近, 主要供应上库进水口、1#施工支洞及其控制段、1-1#施工支洞、引水调压室和压力管道上平段等工作面的施工用风。设计规模 $92\text{m}^3/\text{min}$, 选用 5L-40/8 型空压机 4 台 (其中 1 台备用)。采用循环供水冷却, 配备 3 台 4BA-12A 水泵, 2 台 BL-100 冷却塔。占地面积 590m^2 , 建筑面积 330m^2 。

3#供风站: 位于 2#施工支洞洞口附近, 主要供应 2#施工支洞及其控制段、2-1#施工支洞、压力管道中平段和上竖井等工作面的施工用风。设计规模 $74\text{m}^3/\text{min}$, 选用 5L-40/8 型空压机 3 台 (其中 1 台备用)。采用循环供水冷却, 配备 3 台 3BA-9 水泵, 2 台 BL-50 冷却塔。占地面积 460m^2 , 建筑面积 260m^2 。

4#供风站: 位于 3#施工支洞洞口附近, 主要供应 3#施工支洞及其控制段、3-1#施工支洞、压力管道下平段、下层排水廊道和下竖井等工作面的施工用风。设计规模 $60\text{m}^3/\text{min}$, 选用 4L-20/8 型空压机 4 台 (其中 1 台备用)。采用循环供水冷却, 配备 3 台 2BA-6A 水泵, 1 台 BL-50 冷却塔。占地面积 290m^2 , 建筑面积 160m^2 。

5#供风站: 位于 4#施工支洞洞口附近, 主要供应地面厂房和尾闸室等工作面的施工用风。设计规模 $100\text{m}^3/\text{min}$, 选用 5L-40/8 型空压机 4 台 (其中 1 台备用)。采用循环供水冷却, 配备 3 台 4BA-12A 水泵, 2 台 BL-100 冷却塔。占地面积 590m^2 , 建筑面积 330m^2 。

6#供风站：位于下库进/出水口附近，主要供应下库进/出水口、4#施工支洞及其控制段、4-1#施工支洞、尾水隧洞和尾水调压室等工作面的施工用风。设计规模 $84\text{m}^3/\text{min}$ ，选用 L8-60/8 型空压机 3 台（其中 1 台备用）。采用循环供水冷却，配备 3 台 4BA-12A 水泵，2 台 BL-100 冷却塔。占地面积 530m^2 ，建筑面积 300m^2 。

7#供风站：位于下库泄洪放空洞进水口附近，主要供应下库泄洪放空洞等工作面的施工用风。设计规模 $81\text{m}^3/\text{min}$ ，选用 L8-60/8 型空压机 3 台（其中 1 台备用）。采用循环供水冷却，配备 3 台 4BA-12A 水泵，2 台 BL-100 冷却塔。占地面积 530m^2 ，建筑面积 300m^2 。

8#供风站：位于下库大坝附近，主要供应下库坝肩、坝基等工作面的施工用风。设计规模 $146\text{m}^3/\text{min}$ ，选用 L8-60/8 型空压机 4 台（其中 1 台备用）。采用循环供水冷却，配备 3 台 4BA-12A 水泵，2 台 BL-100 冷却塔。占地面积 680m^2 ，建筑面积 380m^2 。

另外，为满足小规模石方开挖项目及离负荷中心较远的少量用户的用风需要，另配备 P600 型移动式空压机 8 台、ZV-12/7 型移动式空压机 6 台。移动式空压机亦可作为高峰时段的备用设备。

（2）施工供水

根据水源选择及供水系统分区规划，本工程集中设置 3 座取水泵站、3 座水处理厂、3 座加压泵站、4 座蓄水池和输水管道等供水设施。供水方案规划如下：

1) 1#供水系统

负责业主营地、下库承包商营地、下库钢管加工厂、下库综合仓库、下库综合修配系统、永久机电设备库等供水。设计规模 $70\text{m}^3/\text{h}$ ，主要构筑物为 1 个取水泵站和 1 个净水厂。取水泵站取水点设置在向家坝库区，取水高程为 380m ，取水规模为 $70\text{m}^3/\text{h}$ 。泵站位于向家坝水电站库区岸边，选用 3 台 D46-30×2 型水泵（2 用 1 备，单台流量 $55\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 54m ），将河水泵送至 1#混凝土系统附近约 400m 高程净水厂。原水经水处理后存储于清水池中，清水池容积为 200m^3 。负责生产及生活用水净化处理。

2) 2#供水系统

主要供应下库工区生产用水和上库工区生产及生活用水。根据计算，下库工区高峰施工用水量约 $460\text{m}^3/\text{h}$ ，由于枢纽工程设有补水系统，因此拟定 2#供水系统利用补水系统的设施供应下库工区的生产用水；同时兼顾上库工区和生活区用水，供水规模约为 $290\text{m}^3/\text{h}$ 。补水系统设计规模为 $1100\text{m}^3/\text{h}$ ，主要构筑物为 1 个取水泵船。取水泵船设置于省道 S311 侧，取水泵船取水泵房内设置 2 台取水水泵，取水水泵采用多级单吸卧式离心泵，水泵参数为水泵参数为 $Q=550\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=215\text{m}$ ， $N=500\text{kW}$ ，将河水泵送至尾水调压室 568m 高程附近净水厂，净水厂包含 1 套一体化成套净水设备（ 750m^3 斜管沉淀池），原水经水处理后存储于清水池中，清水池容积为 1500m^3 。原水在净水厂处理后，分三部分供水：第一部分由清水池通过管道自流，负责向尾闸室、尾水隧洞、地面厂房、下库综合加工厂、下库综合修配系统（二期）、下库机械停放场、3#施工支洞及其控制段、压力管道下平段、下层排水廊道、下竖井等工作面及下库坝区的低高程区域供水；第二部分通过管道自流到下库库区内，供应初期蓄水；第三部分由一级输水泵站继续泵送。

一级输水泵站设置于 568m 高程净水厂附近，泵站高程 568m ，分两部分供水，一部分通过 4 台 DG85-45 $\times$ 7 型水泵（3 用 1 备，单台流量 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 273m ），将净水厂清水池存水泵送至上下库连接公路旁约 820m 高程蓄水池，抽水能力 $290\text{m}^3/\text{h}$ ，蓄水池容积为 600m^3 ，负责向压力管道中平段、2#施工支洞及其控制段、上竖井等工作面供水；另一部分通过 3 台 D12-25 $\times$ 2 型水泵（2 用 1 备，单台流量 $12.5\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 50m ），将净水厂清水池存水泵送至尾水调压室 600m 高程附近蓄水池，抽水能力 $20\text{m}^3/\text{h}$ ，蓄水池容积为 100m^3 ，负责向下库坝区的高高程区域供水。

二级输水泵站设置于 820m 高程蓄水池附近，抽水能力 $280\text{m}^3/\text{h}$ ，泵站高程 820m ，通过 4 台 DG85-45 $\times$ 7 型水泵（3 用 1 备，单台流量 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 273m ），将 820m 高程蓄水池存水泵送至 1050m 高程蓄水池，蓄水池容积为 600m^3 。

三级输水泵站设置于 1050m 高程蓄水池附近，抽水能力 $280\text{m}^3/\text{h}$ ，泵站高程 1050m ，通过 3 台 DG120-50 $\times$ 5 型水泵（2 用 1 备，单台流量 $140\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 169.2m ），将 1050m 高程蓄水池存水泵送至 1180m 高程蓄水池，蓄水池容积为

600m³。负责向上库大坝、上库进/出水口、1#施工支洞及其控制段、引水调压室、上库综合加工及综合修配系统、上库金属结构拼装场、1#混凝土系统、上库承包商营地和上库钢管堆存场等供水。

3) 3#供水系统

负责砂石加工系统供水。设计规模 100m³/h，主要构筑物为 1 个取水泵站和 1 个净水厂。取水泵站取水点设置在向家坝库区，取水高程为 373m，取水规模为 100m³/h。泵站位于向家坝水电站库区岸边，选用 3 台 D46-30×3 型水泵（2 用 1 备，单台流量 55m³/h，扬程 81m），将河水泵送至砂石加工系统附近约 425m 高程净水厂。原水经水处理后存储于净水厂 3#清水池中，1#清水池容积为 200m³。负责砂石加工系统用水净化处理。

施工供水系统取水泵站、加压泵站特性表

表 2.8-11

所属供水系统名称	序号	泵站名称	特性指标
1#供水系统	1	取水泵站	水泵取水高程 380m，设计规模 90m³/h，站内配备设备：D46-30×2 型水泵（2 用 1 备，单台流量 55m³/h，扬程 54m）
2#供水系统	1	取水泵站	水泵取水高程 370m，设计规模 1100m³/h，站内配备设备：多级单吸卧式离心泵（2 用，单台流量 550m³/h，扬程 215m）
	2	一级输水泵站	水泵取水高程 568m，设计规模 290m³/h，站内配备设备：DG85-45×7 型水泵（3 用 1 备，单台流量 100m³/h，扬程 273m）
	3	二级输水泵站	水泵取水高程 820m，设计规模 280m³/h，站内配备设备：DG85-45×7 型水泵（3 用 1 备，单台流量 100m³/h，扬程 273m）
	4	三级输水泵站	水泵取水高程 1050m，设计规模 280m³/h，站内配备设备：DG120-50×5 型水泵（2 用 1 备，单台流量 140m³/h，扬程 169.2m）
3#供水系统	1	取水泵站	水泵取水高程 373m，设计规模 100m³/h，站内配备设备：D46-30×3 型水泵（3 用 1 备，单台流量 55m³/h，扬程 81m）

(3) 施工用电

1) 场外施工供电

经测算，本工程施工高峰用电负荷约为 12000kW。根据各用电负荷点的分布情况，整个供电范围可分为上库大坝开挖及混凝土浇筑、1#混凝土生产系统、上库供风站、上库承包商营地、上库综合加工厂、引水系统开挖及混凝土浇筑；下库大坝开挖及混凝土浇筑、2#混凝土生产系统、下库供风站、业主营地、下库承包商营地、下库综合加工厂、砂石加工系统等供电点。上库高峰负荷约为 3300kW，下库高峰负荷约为 8700kW，其中砂石加工系统高峰负荷约为 2000kW。

屏山书楼抽水蓄能电站施工用电峰值负荷约为 12000kW，可采用 10kV 及以

上电压等级供电，根据周边电网现状及规划情况，待 110kV 富荣变电站 2026 年建成运行后，在下库施工负荷中心建设 1 座 35kV 施工变电站，主变容量为 $1\times 12.5\text{MVA}$ ，以 1 回 35kV 线路接入 110kV 富荣变电站，新建 35kV 线路长度约 17km，导线截面选择为 150mm^2 ；在上库施工区新建 1 座 10kV 开关站，新建 2 回 10kV 线路接入 35kV 施工变，新建 10kV 线路路径长度为 $2\times 3\text{km}$ ，导线截面 120mm^2 。

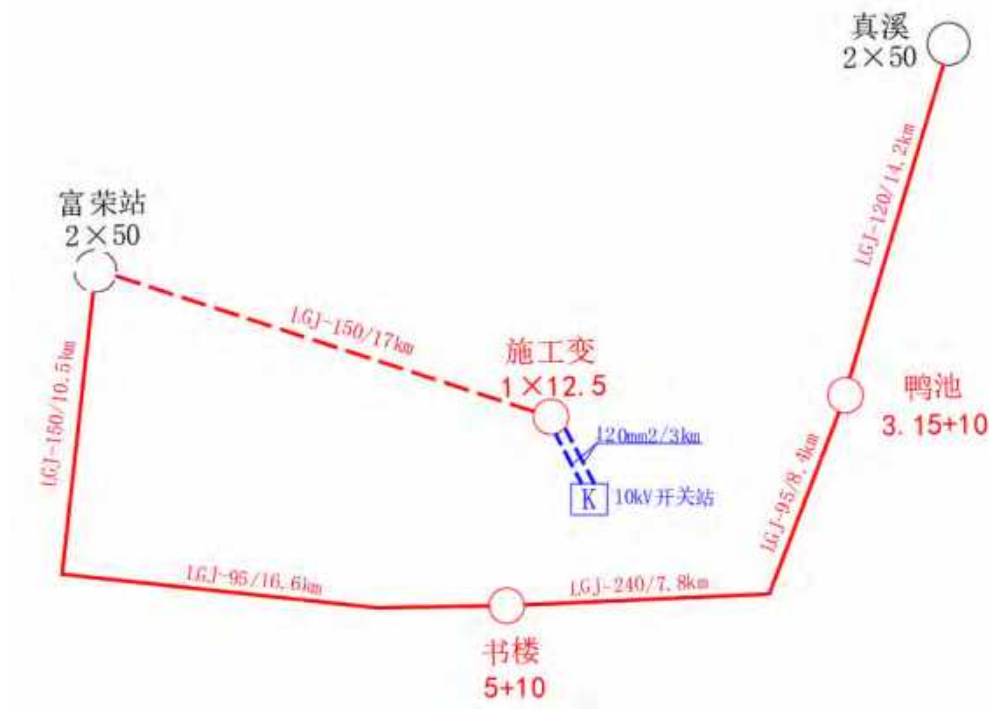


图 2.8-2 施工供电规划方案图

2) 场内施工供电

根据屏山抽蓄电站总布置及负荷分布情况，场内 10kV 供电规划如下：下库工区由 35kV 施工变电站出 2 回 10kV 主干线及若干分支线至各个施工用电点，新建 10kV 线路总长度约 14km，采用架空绝缘+电缆架设，其中电缆长度约 1km，架空绝缘线长度约 13km；上库工区由 10kV 开关站出线至各个施工用电点，新建 10kV 线路总长度约 8.5km，采用架空绝缘+电缆架设，其中电缆长度约 0.5km，架空绝缘线长度约 8km。

场内施工供电共新建 10kV 线路长约 22.5km。

2.8.7 施工总进度及人员

本工程施工筹建期 15 个月，施工总工期 57 个月，其中施工准备期 6 个月，

主体工程施工期 42 个月，工程完建期 9 个月。

2.8.7.1 施工控制性进度

(1) 筹建期施工进度

为满足导流及主体工程正式开工的需要，拟将场内主干交通设施、施工供水供电、业主营地建设、前期施工场地平整、下库泄洪放空洞（兼作导流洞）、楠木沟沟水治理、危岩体治理、补水工程等准备工程项目安排在筹建期进行施工。

通过对筹建期主要工程项目施工进度的初步分析，筹建工程直线工期 15 个月，安排在负二年 10 月至负一年 12 月进行施工。

1) 施工征地及移民安置

施工征地及移民安置是工程施工的先决条件，由于其政策性强、延续时间较长、管理难度大，可由业主与地方政府一起及早开展工作，在工程开工前完成。安排在负二年 12 月至负一年 9 月进行。

2) 交通工程

为给导流及主体工程创造良好的施工条件，考虑将场内主干交通设施安排在筹建期进行施工，主要有进厂公路、下库上坝公路、上下库连接道路等道路。

进厂公路：全长 1075m，起点接现有省道 S311 公路，至厂房安装间回车场平台。安排施工时间 8 个月，即负二年 12 月~负一年 7 月。

下库上坝公路：全长 2016m，起点接进厂公路，至下库大坝坝肩。通过现有道路进入，控制段长度约 1300m，安排施工时间 10 个月，即负二年 12 月~负一年 9 月。

上下库连接道路：全长 9283m，其中隧洞一条，长度约 590m。起点接下库上坝公路，至上库大坝坝肩。安排施工时间 19 个月，即负二年 12 月~第一年 6 月。

3) 施工供电系统建设

施工场外供电系统是本工程施工期间的电力保证，根据类似工程需安排在筹建期完工，主要为 35KV 变电站及其相关线路，施工时间为 6 个月。

4) 业主营地

业主营地位于书楼镇，为便于业主、设计及监理人员开展工作，将业主营地

安排在负一年 4 月~12 月，工期 7 个月。

5) 泄洪放空洞（兼导流洞）

下库面板堆石坝是本工程控制首台机组发电工期的关键项目，为大坝施工具备尽早下基坑施工的条件，拟将泄洪放空洞（兼导流洞）提前安排在负二年 11 月至第一年 6 月施工，工期 20 个月。

6) 危岩体治理

危岩体主要分布在坝肩、水库及厂房等处的工程边坡之上，为了保障主体工程施工安全，为主体工程创造施工条件，危岩体治理安排在负二年 11 月至第一年 6 月施工完成，工期 20 个月。

7) 补水工程

本工程设有枢纽补水系统，设计规模为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 。根据施工工厂设施规划，本着永临结合的原则，施工 2#供水系统拟利用枢纽工程补水系统设施供应施工期下库工区生产用水，因此拟将枢纽工程补水系统提前安排在负一年 10 月至第一年 3 月底，工期 6 个月。

8) 楠木沟沟水处理工程

由于外购砂砾石料需提前备料，故需提前对楠木沟转存料场进行沟水处理。安排在负一年 8 月~第一年 8 月。

（2）准备工程进度

准备工程主要进行筹建期未完成的上下库连接路、场内施工道路、风水电供应、砂石加工系统、混凝土生产系统、施工营地及其它临时施工设施，以及上库坝肩开挖、部分施工支洞开挖下库进出水口开挖等工作。本工程施工准备期直线工期 6 个月，从第一年 1 月开始，至第一年 6 月底结束。

（3）主体工程进度

主体工程由上水库、输水系统、地面厂房系统和下水库枢纽等建筑物组成。控制主体工程施工进度的关键项目为下水库工程。输水系统工程压力管道围岩条件较差，施工工期较长，上竖井的施工通道为引水上平段，进度紧，是次关键项目。

主体工程从第一年 7 月下库坝肩开挖开始，至第四年 12 月底首台机组调试

完成具备发电条件，施工工期 42 个月。

1) 上水库工程

第一年 5 月~9 月进行坝肩开挖，历时 5 个月；第一年 10 月初~10 月中旬进行围堰填筑，历时 0.5 个月；第一年 10 月中旬~10 月底进行基坑开挖，历时 0.5 个月；主坝填筑安排在第一年 11 月~第三年 2 月进行，历时 16 个月；下游弃渣压重安排在第二年 1 月中旬~第三年 10 月进行，历时 9.5 个月；坝体沉降 7 个月 after，第三年 10 月~11 月进行面板混凝土浇筑，历时 2 个月；第三年 12 月~第四年 2 月进行防浪墙及路面混凝土浇筑及上游压重，历时 3 个月；第四年 3 月初~第四年 9 月底进行上库蓄水至首台机调试运行水位。

2) 输水系统工程

输水系统工程包括上库进/出水口、引水隧洞、引水调压室、压力管道、尾水洞、尾水调压室、下库闸门井及下库进/出水口等。

①上库进/出水口

上库进/出水口（包括事故闸门井）开挖安排在第一年 8 月~第二年 6 月中旬进行施工，闸门混凝土浇筑安排在第二年 6 月中旬~第二年 9 月中旬进行，第二年 10 月中旬~第三年 2 月中旬进行金属结构安装。

②引水隧洞

引水隧洞以 1#施工支洞作为通道，支洞开挖安排在第一年 3 月~第二年 4 月，主洞开挖安排在第二年 5 月~第三年 1 月，洞身混凝土衬砌安排在第三年 2 月~第四年 1 月，灌浆滞后衬砌半个月，第四年 5~6 月进行 1#支洞封堵。

③引水调压室

引水调压室以 1#、1-1#施工支洞作为出渣通道，第二年 6 月中旬，1-1#施工支洞及压力管道上平段（至引水调压室）贯通；第二年 6 月中旬~11 月，石方井挖完成；第四年 1 月中旬~4 月底，调压室衬砌及灌浆完成。

④压力管道

压力管道关键线路为：2#施工支洞开挖（10 个月）→压力管道中平段开挖（6 个月）→上竖井开挖（11 个月）→上竖井及上平段钢管安装（12.5 个月）→引水调压室混凝土衬砌与灌浆（5.5 个月），施工共历时 45 个月（含施工准备期

6个月)。

⑤尾水系统

尾水主洞以 4#施工支洞及尾水岔管作为施工通道, 4#施工支洞于第一年 7 月底贯通, 第一年 8 月~第二年 3 月中旬进行尾水主洞开挖, 历时 10 月。第二年 10 月中旬~第三年 6 月中旬进行 1#尾水主洞钢衬段钢管安装, 历时 8 个月, 第二年 11 月中旬~第四年 2 月进行钢衬段混凝土回填及洞身混凝土衬砌施工, 历时 16 个月, 灌浆滞后衬砌半个月, 第四年 4 月中旬~5 月中旬进行 4#支洞第一次封堵; 第三年 8 月~第四年 3 月进行 2#尾水主洞钢衬段钢管安装, 历时 8 个月, 第三年 8 月中旬~第四年 12 月中旬进行 2#尾水主洞钢衬段混凝土回填及洞身混凝土衬砌施工, 历时 16 个月, 灌浆滞后衬砌半个月; 第五年 2 月进行 4#支洞第二次封堵。

尾水调压室的开挖从第二年 3 月中旬开始施工, 至第二年 7 月中旬开挖完成, 历时 4 个月。混凝土的浇筑从第二年 7 月中旬开始施工, 至第三年 1 月中旬完工, 历时 6 个月。

⑥下库进/出水口

边坡开挖在第一年 3 月开始施工, 至第一年 11 月底边坡全部开挖完成, 历时 9 个月。闸室混凝土浇筑从第二年 4 月至 7 月, 历时 4 个月。进水口拦污栅和启闭机安装从第三年 7 月初至第三年 9 月底, 历时 3 个月。

3) 地面厂房工程

地面厂房施工边坡开挖安排在第一年 7 月初~第一年 12 月底, 历时 6 个月; 混凝土浇筑安排在第二年 1 月~第三年 8 月, 历时 20 个月; 首台机组安装调试安排在第三年 9 月~第四年 12 月首台机组投产发电, 历时 16 个月; 剩余机组安装调试安排在第五年 1 月~第五年 9 月, 历时 9 个月。

尾闸室边坡土石方开挖从第一年 1 月开始, 至第二年 7 月结束, 历时 7 个月; 从第一年 8 月~第二年 5 月进行混凝土浇筑, 历时 10 个月; 金属结构安装安排在第二年 6 月~第二年 7 月, 历时 2 个月。

4) 下水库枢纽工程

下水库工程由泄洪放空洞(兼导流洞)、生态放水系统、挡水坝等项目组成,

按照先施工泄洪洞，待其具备过流条件后实施挡水坝工程的程序进行施工。

①泄洪放空洞(兼导流洞)

泄洪放空洞进口段的开挖支护安排在岩坎帷幕灌浆结束后开始施工，于负一年 4 月~8 月完成；随后进行进水口塔体混凝土浇筑，于负一年 9 月~第一年 4 月完成；金属结构安装安排在第一年 5 月~6 月完成施工。

洞身开挖以 6-1#施工支洞、出口共同作为洞身的施工通道，洞身开挖支护安排在负一年 3 月~9 月；钢管安装安排在负一年 8 月~12 月；钢衬段混凝土回填滞后钢管安装半个月进行；混凝土衬砌施工安排在第负一年 11 月下旬~第一年 3 月完成；灌浆滞后混凝土衬砌一个月，于第一年 5 月底结束。

出口段开挖支护安排在负一年 2 月~负一年 3 月完成；混凝土浇筑、灌浆安排在钢衬段洞身施工结束后开始，于第一年 3 月~4 月完成；弧形闸门安装安排在负一年 5 月~6 月完成。

下游河道防护工程安排在第一年 2 月至第一年 5 月底完成。

泄洪放空洞的施工从负二年 11 月开始，第一年 6 月底结束，施工共历时 20 个月。

②生态放水系统

泄放管的施工安排在 2#尾调室开挖结束后开始，开挖支护于第二年 7 月下旬开始，至第二年 10 月中旬结束，钢管安装及混凝土回填施工安排在第二年 10 月下旬至第三年 7 月底。

消力池的施工安排在第二年 11 月至第三年 3 月中旬完成。

生态放水系统的施工从第二年 7 月下旬至第三年 7 月底，施工共历时 12.5 个月

③混凝土面板坝

第一年 7 月初~第二年 2 月进行坝肩开挖，历时 8 个月；第二年 3 月~第三年 3 月进行一期填筑，历时 13 个月；第三年 4 月~第三年 9 月进行二期填筑，历时 6 个月；面板安排在相应高程坝体填筑沉降 6 个月后施工。第三年 10~11 月进行一期面板施工，历时 2 个月；第三年 12 月~第四年 2 月进行坝前压重施工，历时 3 个月；第四年 3 月初~第四年 4 月底进行二期面板施工时间，历时 2 个月；

第四年 5 月初~第四年 7 月底进行防浪墙混凝土施工，历时 3 个月。第四年 3 月开始大坝开始蓄水，至第四年 9 月底蓄至首台机调试运行水位，共历时 7 个月。

(4) 完建工程进度

完建工程安排从第五年 1 月~9 月进行，历时 9 个月，由后续机组 3 台机组安装调试工期控制，每台机组机组安装历时 3 个月。

2.8.7.2 施工人数

工程高峰年施工人数为分别为 2440 人，业主永久营地规模高峰人数约 129 人。

2.8.8 主要建筑材料

本工程所需建筑材料主要包括混凝土骨料、堆石料、砂砾石料、垫层料和过渡料等。向家坝水库蓄水后，金沙江沿岸阶地堆积砂砾石料源已经全部淹没；左岸沿江支流规模小，不具备大规模天然砂砾石料的形成条件。屏山县在向家坝库区有砂砾石料水下开采作业，其质量和储量满足混凝土骨料和大坝填筑料要求，可作为天然砂砾料料源。工程开挖料总体上以泥岩为主，部分可以作为筑坝材料。根据地质调查，金沙江左岸屏山县新安镇的两合岩灰岩矿，距离下库公路运距为 47km，距离上库公路运距为 60km，其质量满足大坝填筑料要求，该矿扩容后，储量满足要求。

工程建设所需外来物资主要包括水泥、粉煤灰、钢筋钢材、木材、火工材料和油料等。据工程所处地理位置和交通条件，水泥可采用工程周边水泥厂产品，油料供应可向当地石油公司订购，火工材料可由当地民爆公司等供应，钢筋、钢材、木材可通过招标采购方式供应，生活物资等就近采购。本工程距四川省宜宾市和云南省水富市较近，当地有一定的机械修配能力，主体工程施工选用的大中型机械设备使用工期不长，优先利用地方现有资源。其他材料依靠当地供应。

2.8.9 工程占地

工程总用地面积为 227.38hm²。总用地范围包括永久用地和临时用地。

永久用地包括枢纽永久建筑物用地、永久道路、永久地下洞室洞口、业主营地、永久机电物资库等，该部分占地面积为 157.32hm²，其中包括上库库区淹没用地面积为 35.69hm²，下库库区淹没用地面积为 22.15hm²。

临时用地包括场内临时道路、转存料场、施工工厂设施、承包商营地、施工仓库等临时施工设施，该部分用地面积合计为 70.06hm²。

工程建设区用地面积汇总表

表 2.8-12

地块编号	单位	数量	用地主要内容	用地类别
地块 A	hm ²	0.56	上库库尾回填碾压软岩区	永久用地
地块 B	hm ²	9.50	上库大坝及坝后压重和至上库进出水口永久道路用地	永久用地
地块 C	hm ²	10.91	上下库连接公路用地（隧道进口以上高程段）	永久用地
地块 D	hm ²	12.88	上库左坝肩至引水调压井顶部平台道路和引水调压井顶部平台用地	永久用地
地块 E	hm ²	20.46	上下库连接公路用地（隧道出口以下高程段）、上坝公路及进厂公路用地	永久用地
地块 F	hm ²	40.41	下库大坝、输水系统、厂房系统、补水工程管线及右岸上坝永久公路用地、中心变电站用地	永久用地
地块 G	hm ²	3.53	Y6#公路及下库库区检修巡视用地	永久用地
地块 H	hm ²	1.23	永久机电设备库用地	永久用地
地块 J	hm ²	35.69	上库库区淹没用地	永久用地
地块 K	hm ²	22.15	下库库区淹没用地	永久用地
小计（hm ² ）		157.32		
地块编号	单位	数量	用地主要内容	用地类别
地块 a	hm ²	0.97	上库转存料场Ⅱ区用地	临时用地
地块 b	hm ²	0.77	上库大坝坝体临时施工道路用地	临时用地
地块 c	hm ²	3.47	上库承包商营地用地	临时用地
地块 d	hm ²	1.98	上库表土堆放场用地	临时用地
地块 e	hm ²	0.38	施工供水管线用地	临时用地
地块 f	hm ²	0.17	L10#公路用地	临时用地
地块 g	hm ²	0.61	施工供水管线用地	临时用地
地块 h	hm ²	1.80	L5#公路用地	临时用地
地块 i	hm ²	0.09	至 3#施工支洞进洞口施工临时道路用地	临时用地
地块 j	hm ²	1.46	2#混凝土系统及下水库施工道路用地	临时用地
地块 k	hm ²	4.49	L1#公路用地	临时用地
地块 l	hm ²	0.84	2#临时堆料场及施工临时道路用地	临时用地
地块 m	hm ²	0.76	施工供水管线	临时用地
地块 n	hm ²	3.91	下库表土堆放场用地	临时用地
地块 o	hm ²	6.18	下库综合加工厂、下库金属结构拼装场、下库钢管加工厂、下库综合仓库及下库施工临时设施用地	临时用地
地块 p	hm ²	3.07	下库承包商营地及下库综合修配系统用地	临时用地
地块 q	hm ²	17.87	砂石加工系统、临时堆料场及临时施工道路用地	临时用地
地块 r	hm ²	19.3	楠木沟沟水处理工程及临时施工道路用地	临时用地
地块 s	hm ²	0.09	上库转存料场Ⅱ区截排水设施及临时施工道路用地	临时用地
地块 t	hm ²	1.08	上库转存料场Ⅱ区截排水设施及临时施工道路用地	临时用地
地块 u	hm ²	0.77	上库转存料场Ⅰ区截排水设施及临时施工道路用地	临时用地
小计（hm ² ）		70.06		
总计（hm ² ）		227.38		

2.9 建设征地移民安置

2.9.1 建设征地实物指标

屏山书楼抽水蓄能电站建设征地涉及宜宾市屏山县书楼镇 5 个村（社区）14 个村民小组。涉及主要实物指标包括：土地面积 3377.70 亩，其中永久占地面积 2362.13 亩（耕地 11.01 亩、园地 1190.65 亩、林地 1042.31 亩、草地 22.34 亩、农业设施建设用地 53.59 亩、其他各类土地 42.23 亩），临时用地面积 1015.57 亩（耕地 23.62 亩、园地 470.38 亩、林地 423.51 亩、草地 2.20 亩、农业设施建设用地 13.45 亩、其他各类土地 82.41 亩）；人口 20 户 95 人；各类房屋面积 6649.01m²；零星林木 39 株；个体工商户 1 家；四级公路 1.60km，汽车便道 2.63km，机耕道 6.20km；供水工程 1 处；10kV 输电线路 2.42km；通信光缆 3.26km；广播电视光缆 0.91km；燃气管道 0.1km。

建设征地不涉及 I 级保护林地，不涉及永久基本农田，不涉及压覆矿产，不涉及文物古迹。

2.9.2 建设征地移民安置规划方案

2.9.2.1 生产安置规划方案

规划水平年生产安置人口 567 人，根据移民意愿调查成果并结合地方政府意见，规划全部采取自行安置，对应耕（园）地面积 1186.67 亩。

2.9.2.2 搬迁安置规划方案

规划水平年搬迁安置人口 101 人，根据移民意愿调查成果并结合地方政府意见，规划全部采取分散安置。

建设征地涉及 1 家个体工商户，规划对个体工商户因征收其房屋而造成的损失等采取一次性补偿处理，计列搬迁补助和停产停业补助等费用进行处理。

建设征地涉及渠道 2 条 180m，规划采取一次性补偿处理。

建设征地涉及人行便道 1 条，长 0.45km，路面宽 2m，水泥混凝土路面；人行便桥 1 座，长 10m，宽 1m，规划采取一次性补偿处理。

建设征地涉及坟墓 839 座，其中普通土坟 46 座、砖（石、水泥）坟 712 座、砖（石、水泥）修砌加墓碑 81 座，规划采取一次性补偿自行迁移的方式处理。

2.9.3 专项设施恢复和改建

2.9.3.1 水利工程

建设征地涉及供水工程 1 处，为恢复供水功能，需开展书楼水厂水源点迁建工程。复建设施以中坝水库为水源地，工程由竖井式取水口、600m³ 村镇供水厂、20.3kmDN225 取水管道及配件等部分组成。

2.9.3.2 电力工程

建设征地涉及四川能投屏山电力有限公司 10kV 电力线路 5 条共 2.42km。

建设征地涉及电力设施均是地方电网重要组成部分，对沿线散布的居民提供生活及生产用电，规划对 4 条电力线路进行复建。

涉及 10kV 西村五组支线主要服务楠木沟内居民用电。考虑到该线路属于负荷端，且服务范围内居民均为屏山书楼抽水蓄能电站搬迁安置人口需搬迁安置，因此该条线路不再复建。

2.9.3.3 交通运输工程

- (1) 四级公路（楼莲路）

建设征地涉及宝宁村出口至宝宁村五组楼莲路 1.60km，道路现状标准为四级公路，路基宽度 6.5m，路面宽度 6m，路面为水泥混凝土路面。主要功能为屏山县宜江水务发展有限责任公司砂砾石料运输道路及宝宁村一组部分村民出行道路，需恢复功能。
- (2) 汽车便道

建设征地涉及汽车便道 3 条共 2.63km，其中汽车便道 1（宝宁村一组至楼莲路）0.28km，汽车便道 2（楠木沟口至楠木沟水库）1.86km，汽车便道 3（西村加油站至变电站）0.49km，涉及汽车便道路面宽度均为 3.5m，路面结构为水泥混凝土。主要功能为附近村民出行及生产道路，需恢复功能。
- (3) 机耕道

建设征地涉及机耕道 6 条 6.20km，其中 4 条机耕道需恢复功能，2 条机耕道采用一次性补偿处理。

建设征地涉及交通运输工程处理任务表 2.9-1。

交通运输工程处理任务

表 2.9-1

类型	权属单位（人）	编号	所在地	淹没影响线路长度（km）	处理方式
四级公路	屏山县宜江水务发展有限责任公司	楼莲路	宝宁村出口至五组	1.60	通过主体工程施工布置规划恢复功能
汽车便道	宝宁村一组	汽车便道 1	宝宁村一组至楼莲路	0.28	通过主体工程施工布置规划恢复功能
	西村	汽车便道 2	楠木沟口至楠木沟水库	1.86	通过主体工程施工布置规划恢复功能
	西村	汽车便道 3	加油站至变电站	0.49	通过现有其他道路恢复功能
机耕道	西村十组	机耕道 1	西村十组内	1.70	通过复建恢复功能
	蒋维荣	机耕道 2	西村十组内	0.40	
	黄琴	机耕道 3	西村十组内	0.44	
	范高清	机耕道 4	西村十组内	0.16	
	李之田	机耕道 5	西村十组内	0.08	一次性补偿
	朱国平	机耕道 6	九坊沟水库至林场	3.42	一次性补偿

2.9.3.4 电信工程和广播电视工程

建设征地涉及中国移动、中国联通、中国电信共杆建设通信光缆总长度为 3.26km，其中中国移动光缆 0.72km、中国联通光缆 1.00km、中国电信光缆 1.54km；涉及广电公司光缆 0.91km。

中国电信和广电公司楠木沟口至西村五组光缆线路主要功能为满足楠木沟内村民通讯需求，考虑到服务范围内村民在枢纽工程建设区范围内需搬迁安置处理，因此该段线路不再复建。

其余线路为建设征地区域通信网络重要组成部分，满足沿线散布的村落及乡镇提供生活及生产通信需求，具有十分重要的作用，需迁建处理。

2.9.3.5 其他

建设征地涉及天然气管道 1 条，长度 100m，材质为 PE32 管，鉴于涉及供气农户已搬迁安置处理，已无复建必要，规划采取一次性补偿方式处理。

2.10 工程运行方式

2.10.1 电站运行方式

屏山书楼抽水蓄能电站为日调节抽水蓄能电站，装机容量120万kW，连续满发小时数为6h，在电网中承担调峰、填谷、储能、调频、调相及紧急事故备用等功能。

（1）调峰填谷

根据四川电网特性，结合电力电量平衡成果，抽水蓄能电站在四川省电网中夏季主

要承担调峰和填谷任务，主要调峰时间在晚间18:00~23:00，持续时间为5h~6h，填谷时间主要在新能源出力较大的午间9:00~15:00，持续时间为7h~8h；冬季主要承担储能任务，主要运行时间在新能源出力较大的午间9:00~15:00，持续时间为7h~8h。

（2）储能

抽水蓄能电站是目前最经济、成熟的大型储能设施，可以在负荷低谷时期储存电力系统中多余的电能；可以配合水电、风电、光伏等清洁能源运行，储存其弃电量。屏山书楼抽水蓄能电站位于四川省宜宾市屏山县书楼镇境内，距离宜宾市33km，距离负荷中心较近，对外交通便利。电站距离已建的叙府500kV变电站直线距离约35km，接入系统便利。屏山书楼抽水蓄能电站在满足电网调峰、填谷、调频、调相等功能的同时，可兼顾配合新能源运行，发挥储能左右，促进全省新能源消纳。屏山水蓄能电站装机120万kW，连续满发小时数按6h考虑，最大储能量达到720万kWh，储能作用显著。

（3）调频、调相运行

抽水蓄能电站具有调相功能，可以通过改变励磁电流来调节系统的无功出力，既可以弥补系统无功功率的不足，又可消除系统无功的过剩。当系统无功过剩时，抽水蓄能电站可以调相运行，吸收系统内无功，从而降低系统电压，保证系统电压在正常范围之内，使系统安全运行。此外，抽水蓄能电站运行灵活，增减负荷速度快，投入运行后可根据系统频率的变化情况跟踪负荷运行，保证系统的周波在允许的范围之内，提高整个电力系统供电质量。

屏山书楼抽水蓄能电站在发电工况、水泵工况、发电调相工况和水泵调相工况等4种工况下，均可以向电网输送无功以提高电网的电压，也可以从电网中吸收无功以降低电网的电压，从而维持电网的运行电压及安全稳定水平，保证电网的电压质量。

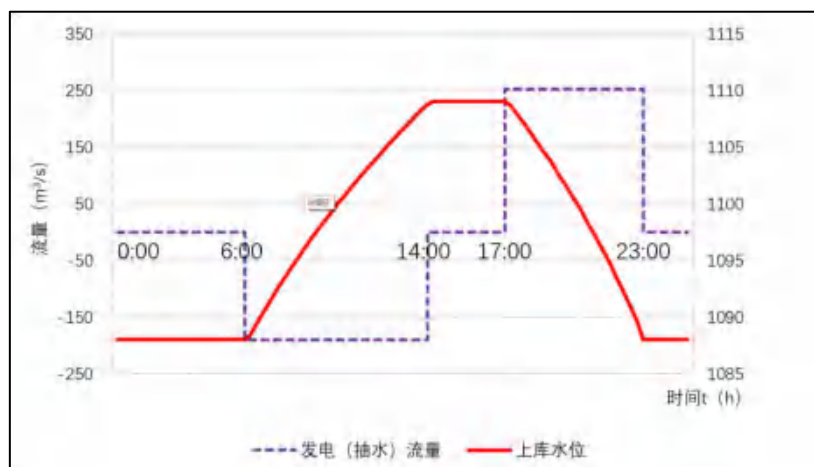
（4）紧急事故备用

屏山书楼抽水蓄能电站送电川南负荷中心，有助于提高川南区域电网安全稳定能力。当前，大容量机组、大负荷输电线路已成为电网的重要特征，数百万千瓦出力缺口的情形时有发生，紧急事故发生概率很高。另外，电网还会出现很多非事故情况但呈现紧急事故特征的现象。抽水蓄能机组应对紧急事故的能力很强，既有较大容量，又有很快的爬坡速度。因此，屏山书楼抽水蓄能电站可承担四川电力系统的紧急事故备用任务。

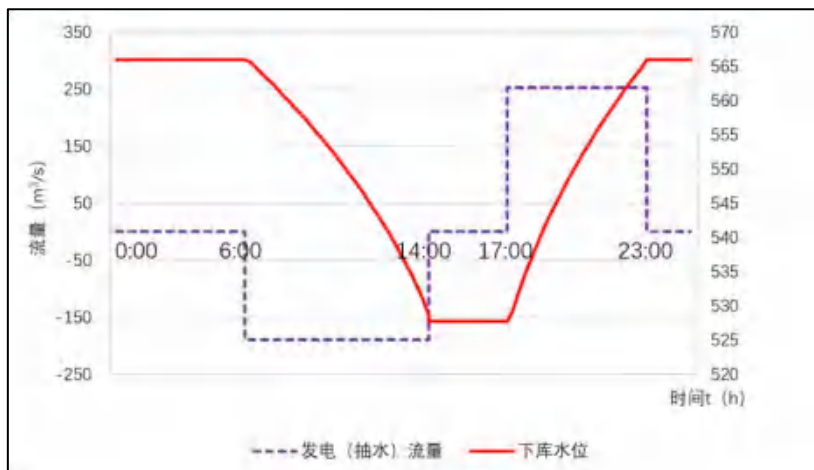
（5）电站典型日运行调度

典型日内上水库水位变化范围为1110m~1088m，下水库变化范围为566m~524m，

下水库在 14 点~17 点左右抽水至最低水位，在 23 点左右升至最高，上水库水位过程与下水库相反。屏山书楼抽水蓄能电站典型日运行调度情况见图 2.10-1。



上库水位调度图



下库水位调度图

图 2.10-1 屏山书楼抽水蓄能电站典型日运行调度示意图

2.10.2 水库运行方式

2.10.2.1 抽水发电运行方式

抽水蓄能电站上、下水库中的水是循环使用的，考虑为电站运行过程中蒸发和渗漏损失留有一定余地，并结合上、下水库本身库容特性，本阶段上、下水库均设置约9%的富裕库容，因此通常情况下，上、下水库均不会消落到死水位。

在发电工况时，各时段库水位随本电站在该时段的发电出力大小而变化。在抽水工况时，各时段库水位随本电站在该时段的抽水功率大小而变化。发电工况时，上水库水位开始从正常蓄水位1110.0m逐步消落，随着水量从上水库逐步转移至下水库，下水库水位逐步抬高直至其正常蓄水位566.0m；抽水工况时，下水库水位从正常蓄水位566.0m逐步消落，随着水量从下水库逐步转移至上水库，上水库水位将逐步抬高至正常蓄水位1110.0m。

屏山书楼抽水蓄能电站上、下水库流域面积不大，来水量不多，需设置补水设施。电站运行时，在下泄生态流量后，如果来水不能补充蒸发、渗漏损失水量所需水量，可利用补水设施从向家坝水库取水补充，补水后满足电力系统用电需求。

2.10.2.2 洪水调度运行方式

(1) 上水库洪水调度

上水库集水面积较小，仅约 1.12km²，未设置泄洪设施，按校核洪水 24h 洪量全部蓄于正常蓄水位以上考虑。

(2) 下水库洪水调度

1) 由于上、下水库位于同一条支沟，从偏不利角度考虑，下水库调洪计算时，不再扣除上水库设计洪水（量），均采用下水库坝址天然洪水。

2) 动态保持上下水库死水位以上总水量等于调节库容。涨水过程中，当上水库死水位 1088m 和下水库死水位 524m 以上蓄水量之和超过 592 万 m³，采用泄洪放空洞尽快泄放多余水量。

3) 当下水库水位处于 524.0m（死水位）~566.0m（正常蓄水位）之间时，开启泄洪放空洞泄放洪水。

4) 当入库洪水流量继续增大，下水库水位超过 566.0m（厂房设计标准 P=0.5%洪水水位）时，利用泄洪放空洞泄洪，下泄流量不大于本次洪水过程已出现的最大天然流量，

电站全部机组停机。

5) 当入库洪水较大, 且库内水位较高时, 泄洪放空洞的泄流能力大于入库洪峰, 则应调整泄洪放空洞闸门开启度, 控制下泄流量不大于本次洪水过程已出现的最大天然流量, 不加重下游防洪负担、不造成人为洪水。

6) 当洪水结束后, 如果上、下水库水位仍未恢复正常情况 (即下水库死水位 524m 与上水库死水位 1088m 以上蓄水量之和超过 592 万 m^3), 继续利用泄洪放空洞向下游泄放洪水, 直至上、下水库水位恢复正常情况停止泄洪。

3 工程分析

3.1 工程与相关环境保护政策和规划的符合性分析

3.1.1 与产业政策符合性分析

根据国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录(2024 年本)》，屏山书楼抽水蓄能电站属于电力类中的大中型水力发电及抽水蓄能电站，为该目录中鼓励类的项目，因此，工程建设符合国家产业政策。

3.1.2 与相关法律法规的符合性分析

3.1.2.1 与《中华人民共和国生态环境法典》的符合性分析

2026 年 3 月 12 日，第十四届全国人民代表大会第四次会议通过《中华人民共和国生态环境法典》，本工程与该法典的符合性分析见下表，根据分析结果，屏山书楼抽水蓄能电站工程建设与《中华人民共和国生态环境法典》要求相符合。

屏山书楼抽水蓄能电站与《中华人民共和国生态环境法典》的符合性分析表

表 3.1-1

名称	相关要求	符合性分析	结论
《中华人民共和国生态环境法典》	总则 第九条 企业事业单位和其他生产经营者应当采取有效措施，防止、减少环境污染和生态破坏，节约集约利用资源，控制温室气体排放，履行绿色低碳发展义务，并对所造成的损害依法承担责任。 第四十条 开发利用自然资源，应当合理开发，节约集约，高效利用，防止污染环境、破坏生态，减少温室气体排放，依法制定有关生态环境保护的方案并予以实施。 第六十条 开发利用自然资源或者从事影响生态环境的建设活动，应当严守生态保护红线，不得造成生态环境的损害..... 第一百二十一条 企业事业单位和其他生产经营者应当依法完善突发生态环境事件风险防控措施，开展隐患排查，及时消除隐患.....	环评全程参与工程方案的拟定与比选，在保障工程安全的前提下，选择环境影响相对较小的方案，工程弃渣优先回采利用以及用于场地平整，尽可能减少弃渣量，进一步节约了占地，降低了弃渣可能带来的土地资源与生态影响。采用封闭式砂石加工和混凝土生产系统、喷淋系统、降噪材料等绿色施工工艺和设备，从源头降低工程不利环境影响； 针对工程建设和运行仍然存在的不利环境影响，制定了系统的生态保护与污染防治措施，减缓环境影响并进行生态修复和补偿；针对工程生态环境风险，制定了环境风险防范措施及应急预案、生态风险防范措施及预案	符合
	污染防治 第一百五十条 排放污染物的单位和个人，应当采取有效措施，防治在生产、生活和其他活动中产生的大气污染、水污染、海洋污染、土壤污染、固体废物污染、噪声污染、放射性污染，以及化学物质污染、电磁辐射污染、光污染等环境污染。 第一百五十一条 排放污染物，应当符合污染物排放标准、重点污染物排放总量控制指标、排污许可管理和有关法律、法规、规章的要求。 第一百六十二条 建设项目中的污染防治设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用.....	针对工程可能造成的环境污染影响，制定了系统的污染防治措施，提出了后续运行维护及“三同时”管理要求，以维护工程区域现有大气、水、土壤及声环境功能。具体污染防治措施包括，采用清污分流、再生水回用、施工废水污水处理等施工废水污染防治措施；源头控制、分区防渗等地下水污染防治措施；源头控制、表土剥离及回用等土壤环境污染防治措施；封闭式砂石加工和混凝土生产系统、湿法作业、除尘器和喷淋除尘、易起尘堆料覆盖等大气污染防治措施；振动大的设备配备使用减振坐垫和隔	符合

		第二百一十七条 钢铁、建材、有色金属、石油、化工、制药、矿产开采等企业和其他工业企业，应当加强精细化管理，采取集中收集处理等措施，严格控制粉尘和气态污染物的排放。工业企业应当采取密闭、围挡、遮盖、清扫、洒水等措施，减少内部物料的堆存、传输、装卸等环节产生的粉尘和气态污染物的排放。 第二百二十条 重型货车使用较多的重点用车单位应当按照国家规定，将运输及装卸环节排放管理纳入单位污染防治责任制度，加强重型货车大气污染防治	声装置、设置声屏障、限制车速等噪声防治措施；生活垃圾分类收集后外运处理，建筑垃圾优先利用、不可利用部分统一运至书楼镇处理，危险废物分类收集后于危废暂存间暂存、由有资质单位定期清运处理；各类施工场地避让了生态保护红线区域、永久基本农田集中区域等需要特别保护的区域	
《中华人民共和国生态环境法典》	污染防治	第二百二十九条 在用机动车、非道路移动机械等排放大气污染物超过标准的，应当进行维修；经维修或者采用污染控制技术后，大气污染物排放仍不符合国家排放标准的，应当强制报废。其所有人应当将机动车、非道路移动机械等交售给报废回收拆解企业，由报废回收拆解企业按照国家规定进行登记、拆解、销毁等处理。国家鼓励、支持高排放机动车船、非道路移动机械等提前报废。 第二百四十一条 运输煤炭、垃圾、渣土、砂石、土方、灰浆等散装、流体物料的车辆和船舶应当采取密闭或者其他有效措施防止物料遗撒造成扬尘污染，并按照规定路线行驶。装卸物料应当采取密闭或者喷淋等方式防治扬尘污染…… 第二百四十三条 贮存煤炭、煤矸石、煤渣、煤灰、水泥、石灰、石膏、砂土、铁矿石等易产生扬尘的物料应当密闭；不能密闭的，应当设置不低于堆放物高度的严密围挡，并采取有效覆盖措施防治扬尘污染…… 第二百七十九条 禁止向水体排放油类、酸液、碱液、剧毒废液。禁止在水体清洗装载过油类或者有毒有害污染物的车辆和容器。 第二百八十二条 禁止向水体排放、倾倒工业废渣、城镇垃圾和其他废弃物…… 第二百八十九条 建设地下工程设施或者进行地下勘探、采矿等活动，应当采取防护措施，防止地下水污染…… 第二百九十一条 可能发生水污染事故的企业事业单位，应当制定有关水污染事故的应急预案，做好应急准备，并定期进行演练。生产、储存危险化学品的企业事业单位，应当采取封堵、围挡、转移等措施，防止在处理安全生产事故过程中产生的可能严重污染水体的消防废物直接排入水体。 第二百九十八条 排放工业废水的企业应当采取有效措施，收集和处理产生的全部废水，防止污染环境…… 第三百条 企业应当采用原材料利用效率高、污染物排放量少的清洁工艺，并加强管理，减少水污染物的产生。 第三百九十七条 土地使用权人从事土地开发利用活动，企业事业单位和其他生产经营者从事生产经营活动，应当采取有效措施，防止、减少土壤污染，对所造成的土壤污染依法承担责任	针对工程可能造成的环境污染影响，制定了系统的污染防治措施，提出了后续运行维护及“三同时”管理要求，以维护工程区域现有大气、水、土壤及声环境功能。具体污染防治措施包括，采用清污分流、再生水回用、施工废污水处理等施工废污水防治措施；源头控制、分区防渗等地下水污染防治措施；源头控制、表土剥离及回用等土壤环境污染防治措施；封闭式砂石加工和混凝土生产系统、湿法作业、除尘器和喷淋除尘、易起尘堆料覆盖等大气污染防治措施；振动大的设备配备使用减振坐垫和隔声装置、设置声屏障、限制车速等噪声防治措施；生活垃圾分类收集后外运处理，建筑垃圾优先利用、不可利用部分统一运至书楼镇处理，危险废物分类收集后于危废暂存间暂存、由有资质单位定期清运处理；各类施工场地避让了生态保护红线区域、永久基本农田集中区域等需要特别保护的区域	符合
《中华人民共和国生	污染防治	第四百一十二条 生产、贮存、运输、使用、回收、处置、排放有毒有害物质的单位和个人，应当采取有效措施，防止有毒有害物质渗漏、流失、扬	针对工程可能造成的环境污染影响，制定了系统的污染防治措施，提出了后续运行维护及“三同时”管理要求，以维护工程区域现有大气、	符合

态环境 法典》	治 散，避免土壤受到污染 第四百一十五条 企业事业单位和其他生产经营者拆除设施、设备或者建筑物、构筑物的，应当采取相应的土壤污染防治措施…… 第四百一十九条 建设和运行污水集中处理设施、固体废物处置设施，应当依照法律法规规定和相关标准的要求，采取有效措施防止土壤污染…… 第四百二十八条 对开发建设过程中剥离的表土，应当单独收集和存放，符合条件的应当优先用于土地复垦、土壤改良、造地和绿化等…… 第四百六十七条 ……任何单位和个人都应当采取有效措施，减少固体废物的产生量，促进固体废物的综合利用，降低固体废物的危害性。 第四百六十八条 产生、收集、贮存、运输、利用、处置固体废物的单位和个人，应当采取有效措施，防止或者减少固体废物污染，对所造成的污染依法承担责任…… 第四百七十五条 产生、收集、贮存、运输、利用、处置固体废物的单位和个人和其他生产经营者，应当采取防扬散、防流失、防渗漏或者其他防止污染环境的措施，不得擅自倾倒、堆放、丢弃、抛撒、遗撒或者焚烧固体废物。 第四百八十条 收集、贮存、运输、利用、处置固体废物的单位和个人和其他生产经营者，应当加强对相关设施、设备和场所的管理和维护，保证其正常运行和使用。	水、土壤及声环境功能。具体污染防治措施包括，采用清污分流、再生水回用、施工废污水处理等施工废污水处理措施；源头控制、分区防渗等地下水污染防治措施；源头控制、表土剥离及回用等土壤环境污染防治措施；封闭式砂石加工和混凝土生产系统、湿法作业、除尘器和喷淋除尘、易起尘堆料覆盖等大气污染防治措施；振动大的设备配备使用减振坐垫和隔声装置、设置声屏障、限制车速等噪声防治措施；生活垃圾分类收集后外运处理，建筑垃圾优先利用、不可利用部分统一运至书楼镇处理，危险废物分类收集后于危废暂存间暂存、由有资质单位定期清运处理；各类施工场地避让了生态保护红线区域、永久基本农田集中区域等需要特别保护的区域	
《中华人民共和国生态环境法典》	污 染 防 治 第四百九十四条 产生工业固体废物的单位应当根据经济、技术条件对工业固体废物加以利用；对暂时不利用或者不能利用的，应当按照国务院生态环境等有关部门的规定建设贮存设施、场所，安全分类存放，或者采取无害化处置措施。贮存工业固体废物应当采取符合国家生态环境保护标准的防护措施。建设工业固体废物贮存、处置的设施、场所，应当符合国家生态环境保护标准。 第五百零六条 产生生活垃圾的单位、家庭和个人应当依法履行生活垃圾源头减量和分类投放义务，承担生活垃圾产生者责任。任何单位和个人都应当依法在指定的地点分类投放生活垃圾。禁止随意倾倒、堆放、丢弃、抛撒、遗撒或者焚烧生活垃圾……已经分类投放的生活垃圾，应当按照规定分类收集、分类运输、分类处理 第五百一十四条 ……产生、收集厨余垃圾的单位和其他生产经营者，应当将厨余垃圾交由具备相应资质条件的单位进行无害化处理。 第五百一十七条 建筑工程应当采用有利于保护生态环境的建筑设计方案、建筑材料和装修材料、建筑构配件及设备，减少建筑垃圾的产生…… 第五百一十八条 ……任何单位和个人不得擅自倾倒、堆放、丢弃、抛撒、遗撒或者焚烧建筑垃圾。 第五百三十三条 产生危险废物的单位，应当按照国家规定和生态环境保护标准的要求贮存、利用、处置危险废物。任何单位和个人不得擅自倾倒、堆放、丢弃、抛撒、遗撒或者焚烧危险废物。 第五百三十四条 ……禁止将危险废物提供或者委托给无许可证的单位和个人从事收集、贮存、利用、处置活动。	针对工程可能造成的环境污染影响，制定了系统的污染防治措施，提出了后续运行维护及“三同时”管理要求，以维护工程区域现有大气、水、土壤及声环境功能。具体污染防治措施包括，采用清污分流、再生水回用、施工废污水处理等施工废污水处理措施；源头控制、分区防渗等地下水污染防治措施；源头控制、表土剥离及回用等土壤环境污染防治措施；封闭式砂石加工和混凝土生产系统、湿法作业、除尘器和喷淋除尘、易起尘堆料覆盖等大气污染防治措施；振动大的设备配备使用减振坐垫和隔声装置、设置声屏障、限制车速等噪声防治措施；生活垃圾分类收集后外运处理，建筑垃圾优先利用、不可利用部分统一运至书楼镇处理，危险废物分类收集后于危废暂存间暂存、由有资质单位定期清运处理；各类施工场地避让了生态保护红线区域、永久基本农田集中区域等需要特别保护的区域	符 合

		第五百三十五条 收集、贮存危险废物，应当按照危险废物特性分类进行。禁止混合收集、贮存、运输或者处置性质不相容而未经安全性处置的危险废物。贮存危险废物应当采取符合国家生态环境保护标准的防护措施。禁止将危险废物混入非危险废物中贮存。 第五百六十七条 排放工业噪声的企业事业单位和其他生产经营者，应当采取有效措施，减少振动、降低噪声		
《中华人民共和国生态环境法典》	生态保护	第七百六十六条 国家对永久基本农田实行特殊保护。永久基本农田经依法划定后，任何单位和个人不得擅自占用或者改变其用途。 第七百六十八条 建设项目使用土地的，应当节约集约利用土地，严格遵守生态环境保护要求，防止污染环境、破坏生态。 第七百六十九条 依照法律、行政法规的规定申请临时用地的，应当尽量不占或者少占耕地、避让永久基本农田，不得修建永久性建筑物。临时用地确需占用耕地的，应当按照规定恢复种植条件。 第七百九十一条 开发、利用水资源，应当维护水体的生态功能，防止对水生态造成破坏。开发、利用水资源，应当优先满足城乡居民生活用水，保障基本生态用水、粮食安全用水，并统筹农业、工业、生态修复用水以及航运等需要。水工程应当加强水生生物保护，合理制定调度规程，在确保防洪、供水安全的前提下，开展适宜水生生物生长繁育需求的生态调度。 第八百一十六条 机场、铁路、公路、航道、水利水电、风电、光伏发电、围堰、填海、围海等建设项目的选址选线，应当避让野生动物重要栖息地、迁徙洄游通道；确实无法避让的，应当采取修建野生动物通道、过鱼设施等措施，消除或者减少对野生动物的不利影响。 第八百三十五条 各级野生植物保护主管部门和有关单位对生长受到威胁的国家重点保护野生植物和地方重点保护野生植物应当采取拯救措施，恢复其生长环境，必要时应当采取迁地保护、建立种质资源库和野外回归等措施。 第八百四十四条 任何单位和个人不得违反《中华人民共和国生物安全法》《中华人民共和国野生动物保护法》等法律法规的规定，擅自引进、释放或者丢弃外来物种。	1、屏山书楼抽水蓄能电站用地范围不占用永久基本农田。 2、针对工程施工取水、初期蓄水及运行对水生生态的影响，制定了生态流量、拦鱼措施、增殖放流、施工及运行管理等水生生态保护措施，以减缓工程对水生生态的影响。 3、本项目不涉及野生动物重要栖息地、迁徙洄游通道 4、调查发现的中华猕猴桃植株位于规划道路占地边缘，应结合现场查勘对规划道路占地范围进行局部优化，避免直接侵占中华猕猴桃生长区域，使中华猕猴桃具备就地保护条件；在中华猕猴桃植株周边设置警示牌并登记备案，显示该植株的保护地位，警示在植株周边的施工活动务必小心谨慎，避免对植株枝叶、根系造成直接伤害；设置防护围栏。必要时在植株周围设置不小于其根系范围的方形或圆形围栏，禁止施工活动进入围栏保护区域，以保证植株地表土壤不被开挖，主要根系不受施工破坏。	符合

《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 8 月 15 日实施）

屏山书楼抽水蓄能电站不属于对水体污染严重的建设项目，工程影响河段为Ⅲ类水域，施工期产生的废（污）水经处理达标后综合利用或回用；运行期厂房配备了一体化生活污水处理设备，生活污水经处理达标后用于场地洒水和绿化用水。因此正常工况下，

工程施工期和运行期废（污）水不会对周围地表水水质造成影响。

因此，工程建设与《中华人民共和国生态环境法典》要求相符合。

3.1.2.2 与《中华人民共和国长江保护法》的符合性

2020 年 12 月 26 日，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过《中华人民共和国长江保护法》，自 2021 年 3 月 1 日起施行。《中华人民共和国长江保护法》共九章九十六条，其中第二十九条规定：“长江流域水资源保护与利用，应当根据流域综合规划，优先满足城乡居民生活用水，保障基本生态用水，并统筹农业、工业用水以及航运等需要。”

屏山书楼抽水蓄能电站为纳入国家《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》的储备项目，同时为楠木沟流域综合规划及其规划环评推荐的近期实施工程，工程建设不涉及生态保护红线、不涉及自然保护区、风景名胜区等生态敏感区，不存在重大环境制约因素。屏山书楼抽水蓄能电站初期蓄水阶段及运行期需要从金沙江补水，补水量占向家坝坝址处多年平均年径流量的比例极小，满足取水口下游河段用水需求。

因此，本工程建设与《中华人民共和国长江保护法》要求相符合。

3.1.3 与相关规划的符合性分析

3.1.3.1 与国家及地方国民经济和社会发展第十四个五年规划的符合性

（1）与《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要和 2035 年远景目标纲要》的符合性

2021 年 3 月发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要和 2035 年远景目标纲要》“第十一章 建设现代化基础设施体系”“第三节 构建现代能源体系”提出，要“推进能源革命，建设清洁低碳、安全高效的能源体系，提高能源供给保障能力…加快西南水电基地建设…建设一批多能互补的清洁能源基地，非化石能源占能源消费总量比重提高到 20%左右…加快电网基础设施智能化改造和智能微电网建设，提高电力系统互补互济和智能调节能力，加强源网荷储衔接，提升清洁能源消纳和存储能力，提升向边远地区输配电能力，推进煤电灵活性改造，加快抽水蓄能电站建设和新型储能技术规模化应用”。

屏山书楼抽水蓄能电站是川南负荷中心重要的调节电源，建成后既可以服务于四川电网和川南负荷中心，满足系统的调峰填谷、调频调相与紧急事故备用等需求，又可以

兼顾考虑四川新能源的开发利用，提升了川南清洁能源消纳和存储能力，保障成都和川南负荷中心电网安全稳定运行。

因此，本工程建设与《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》相符。

（2）与《四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性

《四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》“第五十一章”提出：“加快发展节能环保、清洁能源等绿色产业，建设绿色产业示范基地。有序推进二〇三〇年前碳排放达峰行动，降低碳排放强度，推进清洁能源替代，加强非二氧化碳温室气体管控”。

屏山书楼抽水蓄能电站是四川省重点实施项目，抽水蓄能电站运行灵活，是现阶段最为经济、成熟与可靠的大规模储能电源，屏山书楼抽水蓄能电站可承担四川电网储能任务，是重要的调节电源，工程的建设加快了四川省清洁能源发展的要求，降低碳排放强度。

综上，工程的建设与《四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》是相符的。

（3）与《宜宾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性

《宜宾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》第七章加快推进绿色低碳发展-第一节推进产业绿色发展指出：“推进园区绿色化改造，积极发展节能环保产业，支持临港经开区创建国家绿色产业示范基地。”第二十章推进能源水利基础设施建设-第一节加强能源供应保障建设指出：“坚持问题导向，以补短板、强弱项、固根本为重点，加快推进能源、水利基础设施建设，全面提升资源对经济社会发展的保障能力。”

屏山书楼抽水蓄能电站建成投产后，其优越的调峰填谷、备用等功能可在系统节能发电调度中发挥重要作用，能有效降低火电调峰率，节省系统火电煤耗，减少二氧化碳、二氧化硫、烟尘、灰渣等污染物的排放，同时还减免了火电站运行过程中的废水、废热污染问题。工程无明显环境制约因素，不涉及国家公园、自然公园、自然保护区、集中

式饮用水水源地、鱼类栖息地等环境敏感区，工程用地范围不涉及四川省生态保护红线以及永久基本农田。

因此，工程建设与《宜宾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》是相符的。

3.1.3.2 与国土空间规划的符合性分析

（1）与《四川省国土空间规划(2021—2035 年)》的符合性分析

2024 年 4 月 7 日，四川省人民政府以“川府发〔2024〕8 号”发布了《关于印发<四川省国土空间规划(2021—2035 年)>的通知》。四川省国土空间规划是对全国国土空间规划纲要的深化落实，是规划期内省域国土空间保护、开发、利用、修复的政策和总纲，是编制相关专项规划、市县等下级国土空间规划的基础和依据，规划范围为四川省全域，规划基期为 2020 年，规划期限为 2021 年至 2035 年，远景展望到 2050 年。

根据《四川省国土空间规划(2021—2035 年)》“第七章 严守战略资源与人居环境安全底线，第二节 提高能源矿产资源安全保障水平，科学布局建设抽水蓄能项目”，屏山书楼抽水蓄能电站纳入国家及四川省抽水蓄能中长期规划，同时是纳入四川省电源电网发展规划的抽水蓄能项目，工程建设与四川省国土空间规划相符。

（2）与《宜宾市国土空间总体规划（2021 年-2035 年）》的符合性分析

宜宾市国土空间总体规划是对《四川省国土空间规划(2021—2035 年)》的落实和细化，是对一定时期宜宾市国土空间开发保护的总体安排和综合部署，是宜宾市国土空间保护、开发、利用、修复的行动纲领，是编制乡镇级片区国土空间总体规划、详细规划、相关专项规划和开展各类开发保护建设活动、实施国土空间用途管制的依据。规划期限为 2021 年至 2035 年，基期年为 2020 年，近期至 2025 年，远期至 2035 年，远景展望至 2050 年。规划分为市域和中心城区两个层级，市域为宜宾市行政辖区，包括三区七县（翠屏区、南溪区、叙州区、江安县、长宁县、高县、珙县、筠连县、兴文县、屏山县）；中心城区范围为中心城区开发边界所围合的区域，包括现状建成区和规划扩展区。

《宜宾市国土空间总体规划（2021 年-2035 年）》第三章第五节生态优先绿色低碳发展中指出：推进产业绿色发展。加快白酒、食品、能源、化工、石材等产业绿色化改造和提质增效，构建绿色制造体系，推动工业经济绿色转型。

抽水蓄能是目前最经济、成熟的大型储能设施，可在负荷低谷时期储存电力系统中

多余的电能；可配合水电、风电、光伏等清洁能源运行，储存其弃电量。屏山书楼抽水蓄能电站是川南重要的调节电源之一，工程无明显环境制约因素，施工期废（污）水处理后回用；施工期对大气、声环境的影响以及产生的固体废物均采取有效环保措施予以减缓。本次环评工作过程中，联合国内权威的高校单位开展了陆生生态和水生生态专题调查，对项目可能产生的不利生态影响进行了评估，并针对性地提出了可行的生态保护与恢复措施。工程将贯彻“生态优先，绿色发展”理念，在建设方案设计、比选、施工、运行方式协调流域高质量发展和高水平保护的关系，兼顾生态效益与经济效益。同时，屏山县自然资源和规划局已回函确认，工程占地范围不涉及生态保护红线与永久基本农田。

（3）与《屏山县国土空间总体规划（2021 年-2035 年）》、《屏山县屏山三产融合发展片区国土空间总体规划(2021-2035 年)》的符合性分析

《屏山县国土空间总体规划（2021 年-2035 年）》第七章第一节中指出：屏山电源建成以屏山 220 千伏变电站为主供电源，以 110 千伏变电站为骨架电源的电网络局，同时建设屏山抽水蓄能电站支撑川南电网调峰调相。

《屏山县屏山三产融合发展片区国土空间总体规划(2021-2035 年)》第十一章第一节重点项目建设中指出：落实国民经济和社会发展“十四五”规划项目建设安排，衔接上位规划近期建设重大项目，以解决问题和实施成效为导向，聚焦关键空间，实现重点突破，聚焦产业发展、基础保障、能源供应、旅游服务等近期行动计划和重点任务。……计划开展抽水蓄能工程。在附表 11 中屏山书楼抽水蓄能水电站列入重点项目。

综上，本工程是《屏山县屏山三产融合发展片区国土空间总体规划（2021 年-2035 年）》中明确规划的抽水蓄能电站，是川南重要的清洁能源。工程的建设符合三区三线以及《四川省国土空间规划（2021-2035）年》、《宜宾市国土空间总体规划（2021 年-2035 年）》、《屏山县国土空间总体规划（2021 年-2035 年）》、《屏山县屏山三产融合发展片区国土空间总体规划(2021-2035 年)》的要求。

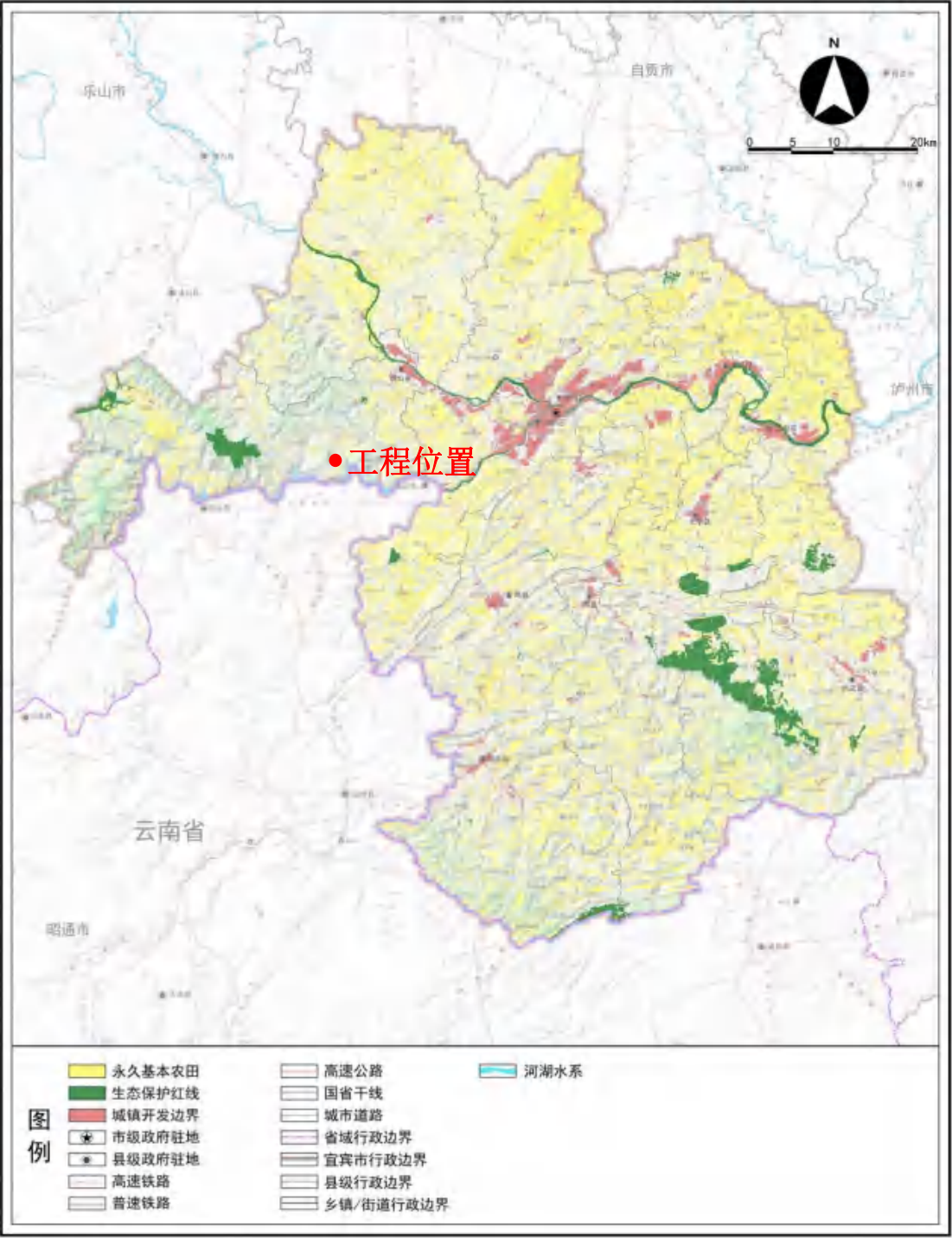


图 3.1-1 屏山书楼抽水蓄能电站与宜宾市市域国土空间控制线位置关系图

3.1.3.3 与《四川省“十四五”生态环境保护规划》的符合性

2022 年 1 月，四川省人民政府办公厅以“川府发〔2022〕2 号”印发了《四川省“十四五”生态环境保护规划》。规划第四章重点任务中提出：“优化能源供给结构。加快推进国家清洁能源示范省建设。科学有序开发水电,加快发展风电、太阳能发电,推动水电与风电、太阳能发电协同互补。统筹推进以金沙江上游、金沙江下游、雅砻江流域、大渡河中上游流域为重点的风光水一体化可再生能源综合开发基地建设。”

屏山书楼抽水蓄能电站位于四川省宜宾市屏山县书楼镇境内，距离宜宾市直线距离 33km，对外交通便利。电站距离已建的叙府 500kV 变电站直线距离约 35km，接入系统便利。屏山书楼抽水蓄能电站的建设，可在电力系统发挥调峰填谷、调频调相作用，综合考虑四川电力系统电力需求、电源结构、电站布局以及新能源消纳需求等因素，屏山书楼抽水蓄能电站供电范围为四川电网。屏山书楼抽水蓄能电站地理位置和接入条件好，总体建设条件较优，工程经济指标较好，工程无重大环境制约因素，规划推荐屏山书楼抽水蓄能电站为规划重点实施抽蓄项目。

综上，本工程的建设是与《四川省“十四五”生态环境保护规划》相符合的。

3.1.3.4 与长江经济带生态环境保护规划的符合性分析

党中央、国务院高度重视长江经济带生态环境保护工作。习近平总书记多次对长江经济带生态环境保护工作作出重要指示，强调推动长江经济带发展，理念要先进，坚持生态优先、绿色发展，把生态环境保护摆上优先地位，涉及长江的一切经济活动都要以不破坏生态环境为前提，共抓大保护，不搞大开发。为落实党中央、国务院关于推动长江经济带发展的重大决策部署，切实保护和改善长江生态环境，2017 年 7 月 13 日，原环境保护部、发展改革委、水利部下发了“关于印发《长江经济带生态环境保护规划》的通知”（环规财[2017]88 号）。

长江经济带覆盖上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、贵州、云南等 11 省市，面积约 205 万平方公里。根据《长江经济带生态环境保护规划》，其规划编制的基本原则是：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。对于空间管控，分区施策，是根据长江流域生态环境系统特征，以主体功能区规划为基础，强化水环境、大气环境、生态环境分区管治，系统构建生态安全格局。西部和上游地区以预防保护为主，中部和中部地

区以保护恢复为主，东部和下游地区以治理修复为主。

同时，根据《长江经济带生态环境保护规划》，长江经济带的主要生态环境保护目标为“到 2030 年，干支流生态水量充足，水环境质量、空气质量和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”；长江经济带的分区保护重点为：“上游区包括重庆、四川、贵州、云南等省市，区域水土流失、荒漠化严重，矿产资源开发等带来的环境污染和生态破坏问题突出，大城市及周边污染形势严峻。应重点加强水源涵养、水土保持、生物多样性维护和高原湖泊湿地保护，强化自然保护区建设和管护，合理开发利用水资源，禁止煤炭、有色金属、磷矿等资源的无序开发，加大湖库、湿地等敏感区的保护力度，加强云贵川喀斯特地区、金沙江中下游、嘉陵江流域、沱江流域、乌江中上游、三峡库区等区域水土流失治理与生态恢复，推进成渝城市群环境质量持续改善”。

此外，长江经济带还需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。

屏山书楼抽水蓄能电站开发坚持“生态优先，绿色发展”，以保护生态环境为前提，电站在开展设计之初，通过环评早期介入，将环境保护理念充分融入工程设计中，从源头避免对环境产生大的影响，提高了工程方案的环境合理性。本工程布置不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护区、风景名胜区等生态敏感区，无重大环境制约因素。

综上，屏山书楼抽水蓄能工程建设符合《长江经济带生态环境保护规划》的相关要求。

3.1.3.5 与国家主体功能区规划的符合性分析

为确定不同区域的主体功能，明确开发方向，完善开发政策，控制开发强度，规划开发时序，逐步形成人口、经济、资源环境相协调的国土空间开发格局，《全国主体功能区规划》将国土空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。优化开发、重点开发和限制开发区域原则上以县级行政区为基本单元；禁止开发区域以自然或法定边界为基本单元，分布在其他类型主体功能区域之中。

同时指出：“能源与资源开发的布局，对构建国土空间开发战略格局至关重要。能源基地和矿产资源基地以及水功能区的布局，应服从和服务于主体功能区规划确定的所在区域的主体功能定位，符合该主体功能区的发展方向和开发原则。”

“重点在能源资源富集的山西、鄂尔多斯盆地、西南、东北和新疆等地区建设能源基地，其中西南地区以水电开发为主，……，建成以水电为主体的综合性能源输出地。”

本工程位于国家层面重点开发区域中成渝地区成都经济区，该区域功能定位是：西部地区重要的经济中心，全国重要的综合交通枢纽，商贸物流中心和金融中心，以及先进制造业基地、科技创新产业化基地和农产品加工基地。提出“构建以成都为核心，以成德绵乐（成都、德阳、绵阳、乐山）为主轴，……，壮大成德绵乐发展带，增强电子信息、先进装备制造、生物医药、石化、农产品加工、新能源等产业的集聚功能，加强产业互补和城市功能对接，推进一体化进程。”本项目属于能源开发项目，是国家主体功能区规划中允许开发的项目类别，符合区域功能定位。工程开发对环境的影响主要集中在施工期，虽然工程上下水库蓄水将淹没部分植物，但淹没范围有限不会对区域陆生生态造成显著不利影响；工程上库河段无鱼类资源分布；下库所在楠木沟流量小，电站建成后对水生生态的影响很小，为减缓工程补水带来的水生生态影响，本次环评同步提出了鱼类增殖放流、拦鱼电栅等措施。

根据《全国主体功能区规划》，本工程不属于国家层面的限制开发区域（农产品主产区、重点生态功能区）以及禁止开发区域，工程不涉及国家公园、自然公园、自然保护区、饮用水水源地等各类环境敏感区，工程符合国家产业政策和相关规划要求，综上，工程的建设与《全国主体功能区规划》相符。

3.1.3.6 与国家及地方生态功能区划的符合性分析

（1）《全国生态功能区划》的符合性分析

为协调人与自然的关系、协调生态保护与经济社会发展关系、促进经济社会的可持续发展，原环境保护部于 2008 年发布了《全国生态功能区划》。2015 年环境保护部和中国科学院联合对《全国生态功能区划》进行了修编。修编后的《全国生态功能区划》包括生态功能区 242 个，其中生态调节功能区 148 个、产品提供功能区 63 个，人居保障功能区 31 个。按生态功能分区单元划分，屏山书楼抽水蓄能电站位于（37）岷山-邛崃山-凉山生物多样性保护与水源涵养重要区，该区位于四川盆地西部的岷山、邛崃山和凉山分布区。包括 2 个功能区：岷山-邛崃山生物多样性保护与水源涵养功能区、凉山生物多样性保护功能区，是白龙江、涪江、大渡河、岷江、雅砻江等多条河流的水源地，行政区主要涉及四川省的阿坝、绵阳、德阳、成都、雅安、乐山、宜宾、凉山和甘孜，面

积为 123587 平方公里。其生态保护与发展方向为：加大天然林的保护和自然保护区建设与管护力度；禁止陡坡开垦和森林砍伐，继续实施退耕还林工程；恢复已受到破坏的低效林和迹地；发展林果业、中草药、生态旅游及其相关产业；开展生态移民，降低人口对森林生态系统与栖息地的压力。

本工程占地范围不涉及现阶段四川省宜宾市划定的生态保护红线和永久基本农田，本工程施工期及运行期各类废（污）水、固体废物严格按“水环境保护措施”和“固体废物处理措施”进行处理和处置，避免污染工程周边土壤环境。对工程区内耕地、林地地块进行表土剥离，并运往表土暂存场集中堆置防护，用于后期植被恢复。施工期加强施工机械设备的维护保养，减少机械设备油类的跑、冒、滴、漏对土壤环境的影响。运行期将加强库周环境管理，确保水库库区良好的水质，避免因水质污染进而造成土壤的酸化、碱化和盐化现象。

综上，本项目的建设与《全国生态功能区划》的要求相符。

（2）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》，本工程所在区域属于Ⅱ川西南山地亚热带半湿润气候生态区、Ⅱ2 川西南山地常绿阔叶林生态亚区、Ⅱ2-1 峨眉山-大风顶生物多样性保护与水源涵养生态功能区。该生态功能区主要生态服务功能为：农林业发展功能，土壤保持功能，生物多样性保护功能，水源涵养功能。生态保护与发展方向为：保护森林植被和生物多样性；巩固长江上游防护林建设、天然林保护和退耕还林成果。防治地质灾害和水土流失。调整农业产业结构，发挥山区优势，以林为主，发展林农牧多种经营，建立中药材原料生产基地。依托峨眉山等丰富的自然景观资源发展旅游业。建设中药材原料生产基地和建材工业基地。科学合理开发自然资源，防止资源开发对生态环境的破坏、污染和不利影响。

在本工程建设过程中，将切实贯彻“三同时”制度，及时恢复植被、加强水土流失防治，有效避免或减轻对环境的不利影响。因此，本工程与《四川省生态功能区划》的有关要求相符。

3.1.3.7 与《2030 年前碳达峰行动方案》的符合性分析

2021 年 10 月 24 日，国务院发布《2030 年前碳达峰行动方案》（国发〔2021〕23 号），提出“加快建设新型电力系统，构建新能源占比逐渐提高的新型电力系统，推动清

洁电力资源大范围优化配置。制定新一轮抽水蓄能电站中长期发展规划，完善促进抽水蓄能发展的政策机制。到 2025 年，新型储能装机容量达到 3000 万千瓦以上。到 2030 年，抽水蓄能电站装机容量达到 1.2 亿千瓦左右”。

屏山书楼抽水蓄能电站装机容量为 120 万 kW，投入系统运行后，每年可节省标煤耗 31.7 万 t 或者燃气量 2.6 亿 m³，按照通用节能减排公式比例折算，相当于减排二氧化碳约 56.1 万 t，节能减排效益显著，能够助力实现“双碳目标”，符合《2030 年前碳达峰行动方案》要求。

3.1.3.8 与《抽水蓄能中长期发展规划（2021~2035）》的符合性分析

为推进抽水蓄能快速发展，适应新型电力系统建设和大规模高比例新能源发展需要，助力实现“碳达峰、碳中和”目标，2021 年 9 月，国家能源局正式发布《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)》，四川省抽水蓄能纳入全国规划的成果共 16 个项目，规模合计为 1920 万 kW。其中，屏山书楼抽水蓄能电站为规划储备项目，装机容量 120 万 kW。

2021 年 12 月，四川省能源局向国家能源局报送《四川抽水蓄能中长期发展（2021-2035 年）实施方案》（以下简称《实施方案》）。实施方案指出，考虑到电力中长期需求以及水电扩机、燃气发电建设和各规划抽水蓄能电站前期工作进度存在不确定性，结合新型电力系统建设要求，按照“成熟一个、核准一个”的原则推进四川省抽水蓄能开发。

2023 年 12 月，四川省能源局上报了《四川省抽水蓄能中长期发展规划 2024—2028 年项目布局调整建议》，并附《四川省申请纳入抽水蓄能中长期发展规划报告》，其中屏山书楼抽水蓄能电站被列入 2024—2028 年服务电力系统抽水蓄能建设项目，并申请纳入抽水蓄能中长期发展规划，规划装机容量 120 万 kW。

2025 年 9 月，四川省能源局复函，原则同意屏山书楼抽水蓄能电站为 2024—2028 年服务电力系统抽水蓄能建设项目。

综上可知，屏山书楼抽水蓄能电站纳入了国家及四川省抽水蓄能中长期规划，工程建设与国家及地方抽水蓄能中长期发展规划是相符的。

3.1.3.9 与楠木沟流域综合规划及规划环评的符合性分析

（1）楠木沟流域综合规划

2025 年 9 月，屏山县水利局组织对四川省清源工程咨询有限公司编制的《屏山县楠木沟流域综合规划报告（2023~2035 年）》进行了技术审查。2026 年 7 月 17 日，屏山县

人民政府以“屏府函[2026]95号”文批复了《屏山县楠木沟流域综合规划报告（2023—2035年）》，根据批复的综合规划报告，流域规划目标为：通过流域保护、治理、开发及管理能力建设，构建与当地经济社会发展相适应的水资源综合利用体系、水生态环境保护体系、流域综合管理体系等，基本实现水资源集约节约安全利用、全面维系优良水生态环境，维护河流健康，促进人水和谐，促进流域社会经济和生态环境可持续、协调、健康发展。屏山书楼抽水蓄能电站是楠木沟流域水力发电规划的唯一工程，也是推荐近期实施的重大水工程项目。

（2）与楠木沟流域综合规划环评的符合性分析

2026年3月，宜宾市生态环境局组织对四川省清源工程咨询有限公司编制的《屏山县楠木沟流域综合规划（2023~2035年）环境影响报告书》进行了技术审查，2026年7月3日，宜宾市生态环境局出具了《关于印发<屏山县楠木沟流域综合规划（2023-2035年）环境影响报告书>审查意见的函》（宜环函〔2026〕72号）。

审查意见认为，《屏山县楠木沟流域综合规划（2023-2035年）环境影响报告书》在生态环境现状调查的基础上，识别了规划方案的主要环境制约因素，分析了与相关政策、规划的符合性，预测评价了规划方案实施对水文水资源、水环境、水生生态、陆生生态等可能带来的不良影响，分析了流域资源环境承载力，论证了规划方案的环境合理性，开展了公众参与，提出了规划方案实施的优化调整建议，以及避免或减缓不良环境影响的对策与措施。

《屏山县楠木沟流域综合规划（2023-2035年）环境影响报告书》评价方法适当，评价内容较为全面，对主要环境影响的预测分析结果总体可信，提出的规划方案实施优化调整意见合理，拟定的环境影响减缓措施总体可行，评价结论可信。《屏山县楠木沟流域综合规划（2023-2035年）环境影响报告书》可以作为《屏山县楠木沟流域综合规划报告（2023-2035年）》实施过程中生态环境保护工作的依据。

同时，流域综合规划环评及审查意见提出了流域生态环境保护措施体系，针对规划实施特别是屏山书楼抽水蓄能电站项目环评及实施提出了具体要求和意见，本次项目环评中充分考虑并响应了流域综合规划环评及审查意见相关要求，详见表 3.1-1。

屏山书楼抽水蓄能电站与楠木沟流域综合规划环评及审查意见的符合性分析表
表 3.1-2

序号	流域综合规划环评及审查意见相关要求	屏山书楼抽水蓄能电站响应情况
1	强化流域开发后生态保护与修复，规划的重大项目抽蓄电站应下泄不低于多年平均流量15%的生态流量，建议下阶段屏山书楼抽水蓄能项目环评阶段对电站初期蓄水时间和蓄水量进行深入研究，进一步优化取用水计划。	屏山书楼抽水蓄能电站下水库按坝址处多年平均流量的15%下泄生态流量，为0.01755m³/s。实际通过生态放水管下泄流量至少为0.049m³/s-0.057m³/s，完全满足生态流量泄放需求。
2	强化规划项目施工结束后的生态保护与修复，维持区域生态功能不下降。下阶段项目设计及专项阶段应进一步优化施工布置，减少施工占地，应加强工程占地对植物的影响分析，并提出有针对性的保护和恢复措施。	在项目设计阶段，工程建设料源尽可能充分利用工程开挖可利用料，避免了新增料场开挖并减少弃渣及施工占地对陆生植物的影响，并通过采取有效的水土流失防治、植被恢复及生态修复等措施进行减缓或补偿；针对工程涉及的重要植物提出了就地保护等保护措施。
3	规划包含的重点项目环评阶段需对项目影响范围内水生生态环境开展详细调查，并在此基础上对工程建设及运行带来的水生生态影响进行评价，并提出有针对性的水生生态保护措施和观测研究方案。	屏山书楼抽水蓄能电站分别于2024年9月和2024年11月以及2025年4-6月进行工程影响评价范围内水域野外实地调查，包括水生生境踏勘、水生生物采集、鱼类资源调查和鱼类早期资源调查等。通过对水生生态现状的评价，提出蓄水初期及运行期鱼类保护、增殖放流、渔政管理等鱼类保护措施。

3.1.4 与生态环境分区管控方案管控要求的符合性分析

3.1.4.1 与宜宾市生态环境分区管控动态更新成果的符合性

根据《关于印发<2023 年生态环境分区管控成果动态更新方案>的通知》（环办环评函〔2023〕81 号）和《关于印发<四川省 2023 年生态环境分区管控成果动态更新工作方案>的通知》（川环委办〔2023〕11 号）要求，2024 年宜宾市人民政府发布了《关于加强生态环境分区管控的通知》（宜府办函〔2024〕40 号）。动态更新成果充分衔接宜宾市国土空间总体规划成果，按照生态安全格局总体稳定，提升生态系统多样性、稳定性、持续性的原则，更新了生态环境管控单元和生态环境准入清单等。

根据宜宾市生态环境分区管控动态更新成果，本工程占地范围不涉及宜宾市生态保护红线，满足相关管控要求。

工程与宜宾市生态环境分区管控动态更新成果位置关系见下图。

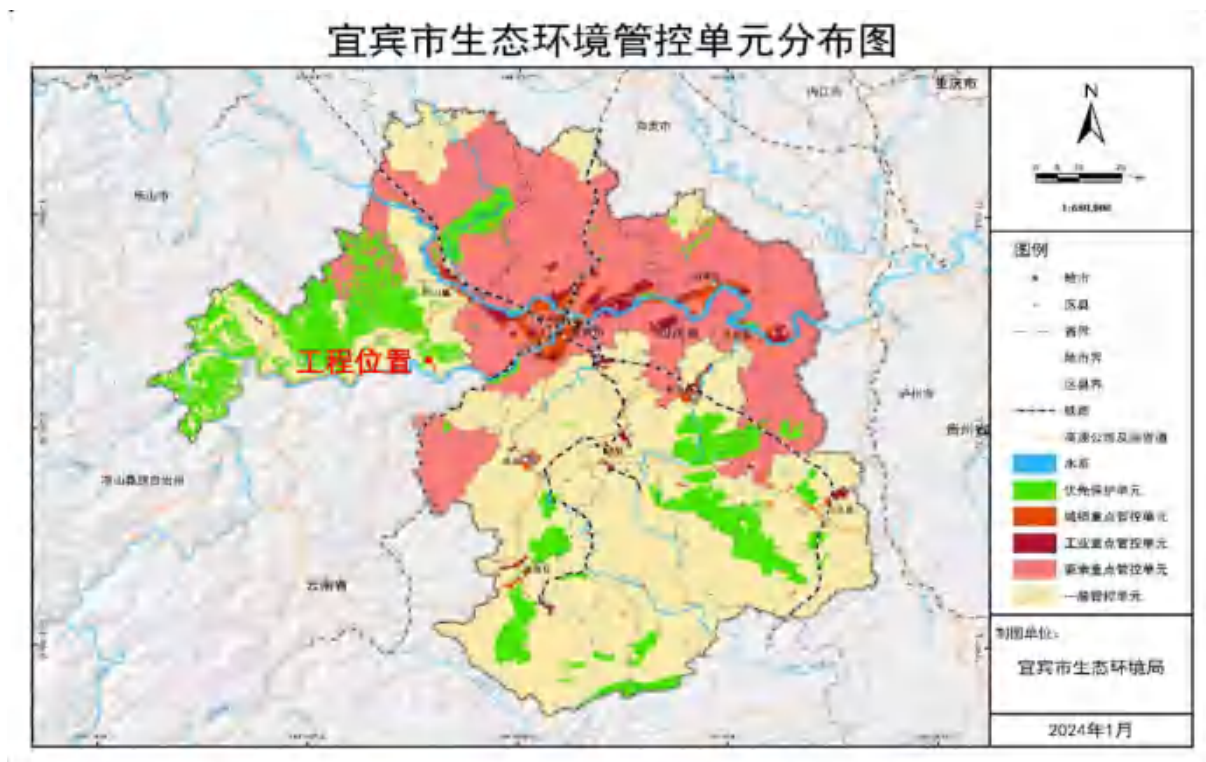


图 3.1-2 屏山书楼抽水蓄能电站与宜宾市生态环境分区管控动态更新成果位置关系图

3.1.4.2 与环境质量底线的符合性分析

(1) 与大气环境质量底线的符合性

根据四川省生态环境分区管控符合性分析平台查询结果，本项目所在区域大气环境分区管控单元编码为 YS5115293310001，管控单元名称为宜宾市大气环境一般管控区，管控类型为大气环境一般管控区。

根据 2025 年 1-12 月屏山县环境质量月报，屏山县环境空气质量较好。现状补充监测结果也显示工程区域环境空气质量满足《环境空气质量标准》二级标准，环境空气质量总体良好。

抽水蓄能电站为清洁能源，属于非污染生态影响类项目，运行期无“三废”排放，对大气环境的影响主要集中在施工期施工及运输粉（扬）尘对周边环境空气的影响。针对工程影响，环评报告提出优化施工工艺、封闭施工、洒水降尘、车辆冲洗等措施，可以有效降低大气污染。因此，工程建设符合大气环境质量底线管控要求。

(2) 与水环境质量底线的符合性

根据四川政务服务网-四川省生态环境分区管控符合性分析平台查询结果，本项目所在区域水环境分区管控单元编码为 YS5115293210001，管控单元名称为金沙江-屏山

县-宝宁村-控制单元，管控类型为水环境一般管控区。

根据地表水质监测成果，工程所在楠木沟和补水工程涉及的金沙江水质基本满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准要求，属于水环境质量达标区域。

抽水蓄能电站为清洁能源，属于非污染生态影响类项目，运行期基本无“三废”排放，且上、下水库水量交换频繁，加之库周污染负荷低，不会出现库区水质恶化情况，工程建设及运行对水环境的影响集中在施工期和初期蓄水期。针对工程施工可能对水环境质量的影响，环评报告书提出施工废（污）水处理达标后综合利用不外排的措施，有效避免了对地表水环境影响；同时，工程油库等将采取有效完善的风险防范措施和应急预案，避免发生水污染环境风险事故。针对初期蓄水期补水工程取水口断面下游河道流量减少可能对河流水质的影响，因流域污染负荷低，在保证下游生态用水的前提下，可有效保障下游河段水质及水生态功能。因此，工程建设符合水环境质量底线管控要求。

3.1.4.3 与资源利用上线的符合性分析

（1）水资源利用上线

抽水蓄能电站开发不直接消耗水资源，只是改变水资源的时空分布规律。屏山书楼抽水蓄能电站具有日调节能力，工程初期蓄水及运行期需从金沙江干流补水，补水期间，取水口下游河段水量减少。根据施工计划安排，补水时间从第4年9月底至第5年9月底共12个月。初期蓄水期间年平均取水量占向家坝坝址多年平均来水比例极小，对向家坝水库几乎无影响，不会突破其水资源利用上线。

屏山书楼抽水蓄能电站运行本身不消耗水量，电站调节水量在上、下水库中循环使用，仅有少量蒸发和渗漏损失，运行期补水占向家坝水库调节库容比例极小，屏山书楼抽水蓄能电站运行对金沙江水量影响很小。

总体上，工程开发过程中，严格遵守流域水资源开发总量，水资源开发不会对下游河段水资源利用带来明显不利影响。

因此，工程建设符合水资源利用上线管控要求。

（2）土地资源利用上线

本工程涉及的各环境管控单元未对该区域土地利用提出相关管控要求。工程建设征占地总面积约为227.38hm²，永久占地面积为157.32hm²，临时占地面积为70.06hm²。土

地利用类型以园地、林地为主，不占用国家一级公益林地、不占用基本草原、基本农田。工程结束对临时占地进行生态修复，整体上不会明显改变区域内现有土地利用类型的基本格局。

因此，工程建设符合土地资源利用上线要求。

（3）能源资源利用上线

屏山书楼抽水蓄能电站为能源建设项目，其开发任务为调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用，促进新能源开发利用，对持续增加绿色能源供给量和提升生态汇碳等能力有重要作用，是助力国家“双碳”目标实现的重要工程，是国家能源发展战略的需要。

因此，工程建设符合能源资源利用上线要求。

3.1.4.4 与环境管控单元及生态环境准入清单的符合性分析

本工程位于四川省宜宾市屏山县，根据四川政务服务网-四川省生态环境-生态环境分区管控智能应用查询结果，屏山书楼抽水蓄能电站占地范围主要涉及 2 个环境管控单元，分别为屏山县一般管控单元（ZH51152930001）和四川长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区、金沙江-屏山县-宝宁村-控制单元（YS5115293210001）、屏山县大气环境一般管控区（YS5115293310001）和屏山县自然资源一般管控区（YS5115293510001）。

屏山书楼抽水蓄能电站涉及环境管控单元一览表

表 3.1-3

序号	涉及环境管控单元名称及编码	涉及环境要素管控分区名称	涉及环境要素管控分区编码	行政区划	环境要素类型	环境要素细类
1	四川长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区、金沙江-屏山县-宝宁村-控制单元 ZH51152910001	生态优先保护区（一般生态空间）29	YS5115291130029	宜宾市屏山县	生态	一般生态空间
2	屏山县一般管控单元 ZH51152930001	屏山县其他区域	YS5115293110001	宜宾市屏山县	生态	一般管控区
3		金沙江-屏山县-宝宁村-控制单元	YS5115293210001	宜宾市屏山县	水	水环境一般管控区

4		屏山县大气环境一般管控区	YS5115293310001	宜宾市屏山县	大气	大气环境一般管控区
5		屏山县自然资源一般管控区	YS5115293510001	宜宾市屏山县	自然资源	自然资源一般管控区

抽水蓄能电站开发不属于准入清单中的禁止开发、限制开发类项目。本工程属于生态优先保护区中的生物多样性维护重要区、水土保持重要区，屏山书楼抽水蓄能电站对陆生植物及多样性的影响主要是水库淹没和工程占地对植物的淹没、占压和破坏使植物资源量减少，以及库周局地气候变化、楠木沟上下库之间减水河段对植物的间接影响。同时工程施工开挖会改变原有水土保持功能，引起新的水土流失，在采取水土保持防治措施后，可有效控制水土流失，至设计水平年可以达到水土流失防治目标值，林草恢复率达到 97%，起到控制水土流失、保护生态环境的作用。本工程不涉及生态保护红线，不涉及其他生态敏感区，且制定了完善的环境保护措施以降低对生态环境的影响；工程不属于高污染、高耗能项目建设；工程本身不消耗水，仅在初期蓄水期截留部分水资源于库内，造成下游水资源量一定程度的减少；运行期主要是上、下水库水资源的往复循环，对下游水资源影响很小，未超出水资源利用上线。工程建设能够满足区域环境保护区划和当地环境功能区划及环境控制指标的要求，工程建设符合生态环境准入清单要求。

本项目与涉及环境管控单元与生态环境准入清单相关要求的符合性分析详见表 3.1-2。



图 3.1-3 屏山书楼抽水蓄能电站与环境管控单元区位关系示意图

屏山书楼抽水蓄能电站涉及环境管控单元与生态环境准入清单相关要求符合性分析表

表 3.1-4

环境管控单元编码及名称	管控单元类型	管控类别	管控要求	本项目情况
ZH51152910001 四川长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区、金魚洞水库集中式饮用水水源保护区、生物多样性维护重要区、水土保持重要区	优先保护单元	空间布局约束	【禁止开发建设活动的要求】 1、依法依规禁止在集中式饮用水源地的一级保护区内范围内开展矿产资源开发活动 2、参照宜宾市总体准入要求-优先保护单元 【限制开发建设活动的要求】 1、对涉及石漠化敏感区、生物多样性生态功能重要区和水土保持重要区的，加强矿产资源开发建设活动的环境影响评估，确保项目建设不影响区域主导生态服务功能 2、参照宜宾市总体准入要求-优先保护单元 【允许开发建设活动的要求】 参照宜宾市总体准入要求-优先保护单元 【不符合空间布局要求活动的退出要求】 参照宜宾市总体准入要求-优先保护单元 【其他空间布局约束要求】 无	本项目不涉及生态保护红线，不涉及自然保护区等生态敏感区，不属于宜宾市要素管控单元禁止开发和限制开发活动范畴，符合其空间约束要求
		污染物排放管控	/	工程施工期砂石加工系统采用湿法筛分工艺和全封闭式的生产方式，施工扬尘通过洒水降尘、路面维护、加强运输管理等大气防护以降低施工期对区域大气环境的影响；施工期通过采用低噪声工艺和设备，加强施工管理，合理安排施工时间，对运输车辆进行交通管制等措施降低工程区域声环境影响；同时施工期生活及生产废水经采取合理的处理措施后综合利用，不外排；工程的建设对区域大气、水、声环境质量现状影响较小。本项目建设不会改变周边地表水体、环境空气、声环境的环境质量现状，项目运营过程对周边生态环境影响很小。运营期不排放污染物。符合污染物排放管控要求
		环境风险防控	/	本项目污水经处理后综合利用，不外排，固废均能得到合理处置，不会对土壤造成污染，符合环境风险防控要求
		资源开发效率要求	/	本项目不属于高耗水高耗能项目，符合资源开发效率要求

环境管控单元编码及名称	管控单元类型	管控类别	管控要求	本项目情况
ZH51152930001	屏山县一般管控单元	空间布局约束	【禁止开发建设活动的要求】 同宜宾市一般管控单元普适性管控要求 【限制开发建设活动的要求】 1、屏山县属于省级层面重点生态功能区——大小凉山水土保持和生物多样性生态功能区，严格保护具有水源涵养功能的自然植被，禁止过度放牧、无序采矿、毁林开荒，限制陡坡垦殖和超载过牧，禁止对野生动植物滥捕滥采。2、严格控制开发强度，因地制宜地发展适宜产业，在不损害生态系统功能的前提下，适度发展旅游、农林牧产品生产和加工、生态农业、休闲农业等产业；3、严格按照《四川省重点生态功能区产业准入负面清单》中屏山县产业准入负面清单执行；4、其他同宜宾市一般管控单元普适性管控要求。 【允许开发建设活动的要求】 无 【不符合空间布局要求活动的退出要求】 1、现有白酒、砖瓦厂等企业，不符合用地性质及排放标准的企业应限期关闭。2、其他同宜宾市一般管控单元普适性管控要求 【其他空间布局约束要求】 无	本项目不属于屏山县一般管控单元禁止开发活动范畴，符合其空间约束要求
		污染物排放管控	【现有源提标升级改造】 同宜宾市一般管控单元普适性管控要求 【新增源等量或倍量替代】 同宜宾市一般管控单元普适性管控要求 【新增源排放标准限值】 无 【污染物排放绩效水平准入要求】 1、对大气环境布局弱扩散重点管控区，控制工业、生活污染源，减少移动源污染物排放。打好柴油货车污染治理攻坚战，实施“车、油、路、管”综合整治；加快老旧车辆的淘汰和不达标车辆的整治。加强渣土运输车辆规范化管理，严格实施密闭运输，强化城乡结合部环境监管。 2、其他同宜宾市一般管控单元普适性管控要求。 【其他污染物排放管控要求】 无	本项目施工期生活及生产废水经采取合理的处理措施后综合利用，不外排；工程的建设对区域水环境质量现状影响较小。本项目建设不会改变周边地表水体、环境空气、声环境的环境质量现状，项目运营过程对周边生态环境影响很小。运营期不排放污染物。符合污染物排放管控要求
		环境风险防控	/	在加强管理措施下，本项目施工期和运行期不存在重大的环境风险，项目的环境风险处于可接受水平，拟采取的风险防范措施可行，符合环境风险防控要求。
YS5115293210001 金沙江-屏山	水环境一般管控区	空间布局约束	【禁止开发建设活动的要求】 不再新建、改扩建开采规模在 50 万吨年以下的磷矿，不再新建露天磷矿。	本项目为清洁能源，运行期不排污，符合空间布局约束要求

环境管控单元编码及名称	管控单元类型	管控类别	管控要求	本项目情况
县-宝宁村-控制单元		污染物排放管控	【现有源提标升级改造】 1、持续推进环保基础设施补短板，完善污水收集处理系统。2、保障乡镇污水收集处理设施顺畅运行。3、推进污水直排口排查与整治，落实“一口一策”整改措施。 【新增源等量或倍量替代】 1、落实主要污染物排放总量指标控制要求，加强入河排污口登记、审批和监督管理。2、强化流域内工业点源、规模化畜禽养殖场运行监管，避免偷排、漏排。 【新增源排放标准限值】 1、推进农村污染治理，稳步农村污水处理设施建设，适当预留发展空间，宜集中则集中，宜分散则分散。大力推进农村生活垃圾就地分类减量 和资源化利用，因地制宜选择农村生活垃圾治理模式。严格做好“农家乐”、种植采摘园等范围内的生活及农产品产生污水及垃圾治理。2、以环境承载能力为约束，合理规划水产养殖空间及规模；推进水产生态健康养殖，加强渔业生产过程中抗菌药物使用管控。推进水产养殖治理，水产养殖废水应处理达到《四川省水产养殖业水污染物排放标准》后排放；实施池塘标准化改造，完善循环水和进排水处理设施；推进养殖尾水节水减排。3、以环境承载能力为约束，合理规划畜禽养殖空间及规模；推进畜禽粪污分类处置，根据排放去向或利用方式的不同执行相应的标准规范。不断提高畜禽养殖粪污资源化利用率及利用水平；设有污水排放口的规模化畜禽养殖场应当依法申领排污许可证。4、推进化肥、农药使用量“零增长”，逐步推进农田径流拦截及治理。	工程施工期砂石加工系统采用湿法筛分工艺和全封闭式的生产方式，施工扬尘通过洒水降尘、路面维护、加强运输管理等大气防护以降低施工期对区域大气环境的影响；工程的建设对区域大气环境质量现状影响较小。本项目建设不会改变周边环境空气质量现状。 运营期不排放污染物。符合污染物排放管控要求
YS5115291130029	生态优先保护区（一般生态空间） 29	空间布局约束	【禁止开发建设活动的要求】 水源涵养重要区、生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区参照《全国生态功能区划》执行。 【限制开发建设活动的要求】 水源涵养重要区、生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区参照《全国生态功能区划》执行。 【允许开发建设活动的要求】 水源涵养重要区、生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区参照《全国生态功能区划》执行。 【不符合空间布局要求活动的退出要求】 水源涵养重要区、生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区参照《全国生态功能区划》执行。	本项目属于（37）岷山-邛崃山-凉山生物多样性保护与水源涵养重要区，其生态保护与发展方向为：加大天然林的保护和自然保护区建设与管护力度；禁止陡坡开垦和森林砍伐，继续实施退耕还林工程；恢复已受到破坏的低效林和迹地；发展林果业、中草药、生态旅游及其相关产业；开展生态移民，降低人口对森林生态系统与栖息地的压力。 本项目在建设过程中存在暂时、局部的生态、环境、景观影响和水土流失，但在合理规划、科学比选、加强污染控制与治理、加强生态与景观恢复的前提下，工程建设可有效避免对生态环境和自然景观造成严重破坏，不会影响该区域的农林业发展、生态多样性保护、水源涵养、土壤保持等主要生态服务功能。符合其空间约束要求。

环境管控单元编码及名称	管控单元类型	管控类别	管控要求	本项目情况
YS5115293510001 屏山县自然资源一般管控区	自然资源一般管控区	空间布局约束	【禁止开发建设活动的要求】 合理开发高效利用水资源，建设节水型社会；优化土地利用布局与结构；优化产业空间布局，构建清洁能源体系。	本项目不涉及生态保护红线，不涉及自然保护区等生态敏感区，不属于管控单元禁止开发和限制开发活动范畴，符合其空间约束要求。 本项目为抽水蓄能，运行期不排污，是构建清洁能源体系中重要组成部分。
		环境风险防控	【污染地块管控要求】 土地资源开发利用量不得超过土地资源利用上线控制性指标	
YS5115293310001 屏山县大气环境一般管控区	大气环境一般管控区	污染物排放管控	【现有源提标升级改造】 《环境空气质量标准》（GB3095-2026）：二级 【新增源等量或倍量替代】 否	
		环境风险防控	【其他环境风险防控要求】 减少工业化、城镇化对大气环境的影响，严格执行国家、省、市下达的相关大气污染防治要求。	
YS5115293110001 屏山县其他区域	一般管控区	/	/	/

3.2 工程方案环境合理性分析

3.2.1 工程选址方案环境合理性分析

屏山书楼抽水蓄能电站不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护区、风景名胜區、世界自然遗产地、地质公园、湿地公园、森林公园等自然保护地，不涉及水产种质资源保护区、集中式饮用水水源保护区等生态敏感区，不涉及已发现的文物保护单位及文物点，符合四川省生态环境分区管控要求和国土空间规划，不存在重大环境制约因素。工程占地大多集中分布，上、下库及周边居民点分布较少，且较为分散。工程占地类型主要为园地和林地，不涉及一级公益林地和Ⅰ级保护林地。

从环境合理性角度分析，工程选址合理。

3.2.2 工程枢纽布置环境合理性分析

3.2.2.1 库址选择环境合理性分析

综合考虑上水库成库地形地质条件、工程建设条件、库容需求等因素，工程比选中选择已建的老厂沟水库、楠木沟沟内（金鱼沟）和楠木沟右岸山背侧坡地作为上水库比选库址，但以上方案技术难度较大，经济性较差，因此上水库推荐库址为西村轿顶山北侧的1#上库，向家坝下库址和长乐下库址两个库址作为下水库比选库址进行比选。综合考虑工程区地形地质条件及枢纽建筑物布置条件，共拟定三个比选库址方案，分别为：1、1#上库+楠木沟下库址，2、1#上库+向家坝下库址，3、1#上库+长乐下库址。



图 3.2-1 库址比选方案示意图

工程在选址过程中，通过环保早期介入，以库址方案不涉及生态保护红线，不占用永久基本农田为原则进行比选，因此，各水库库址及淹没范围均不涉及生态保护红线，不涉及国家公园、自然保护区、自然公园等重要生态环境敏感区。但其中楠木沟下库及 1#上库涉及楠木沟饮用水水源保护区，长乐水库涉及基本农田，向家坝水库虽不涉及环境敏感因素，但不符合《水利部关于加强水库库容管理的指导意见》第六条相关要求。因此，早期便通过与建设单位沟通，请相关单位积极协调楠木沟饮用水水源保护区的调整工作，在楠木沟饮用水水源保护区取消或调整后，楠木沟下库及 1#上库不存在环境制约因素。

通过综合技术经济比较，对动能、地质、水源、枢纽布置、施工、机电、环水保、征地移民等方面全方位地进行了梳理比对，方案 1 各项指标最优，经济指标相对最优，故主体设计推荐方案一作为库址选择的推荐方案。

从环境保护角度分析 3 个方案均会对楠木沟的水文情势产生一定影响，总体环境影响差异性不大。因此采用主体设计推荐方案作为工程上水库库址及下水库库址方案是合理的。

3.2.2.2 坝址选择的环境合理性分析

上水库位于书楼镇西村楠木沟沟首，利用楠木沟及库周山岭筑坝成库。在枢纽布置深化研究专题过程中，上水库枢纽布置方案比选时，拟定了上、中、下三条坝址，中坝址相较于上、下坝址在经济性、工程量和技术难度上具有明显的优势，推荐中坝址作为上水库推荐坝址。

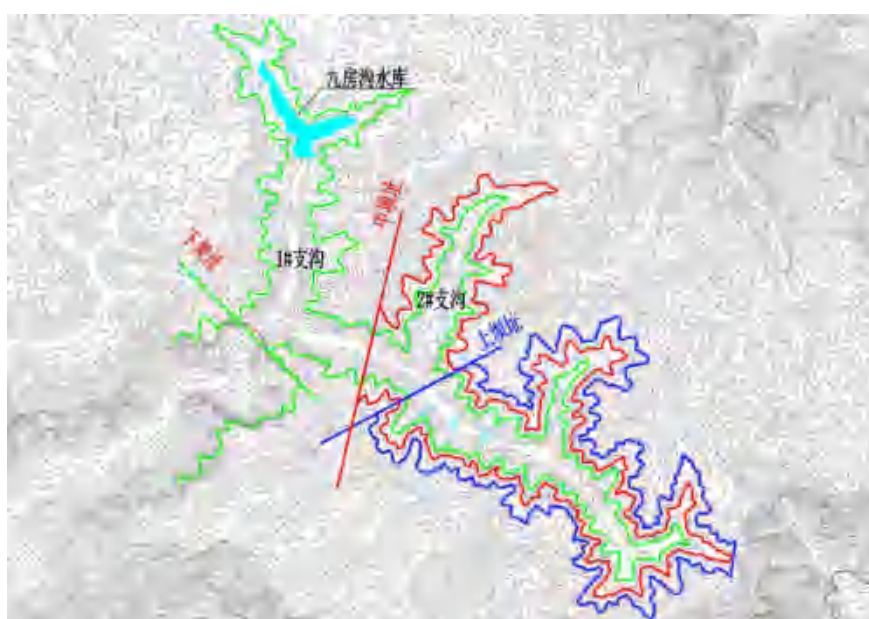


图 3.2-2 库址比选方案示意图

根据下库址楠木沟地形地质条件，以轴线短、趾板布置平顺为原则，在楠木沟沟谷内初拟上坝址、中坝址和下坝址共三个坝址，分别距楠木沟沟口约 1000m、700m、300m，三个坝址相对位置见图 3.2-2。上坝址方案相较于中坝址，水库成库水面面积小，天然调节库容小，需增加坝高来获取足够的调节库容，上坝址方案最大坝高超过 180m，大坝填筑量及支护工程量明显增大，且电站利用水头降低，经济性差，与中坝址相比明显没有优势。因此重点对下水库的中坝址和下坝址开展详细的技术经济综合比较。

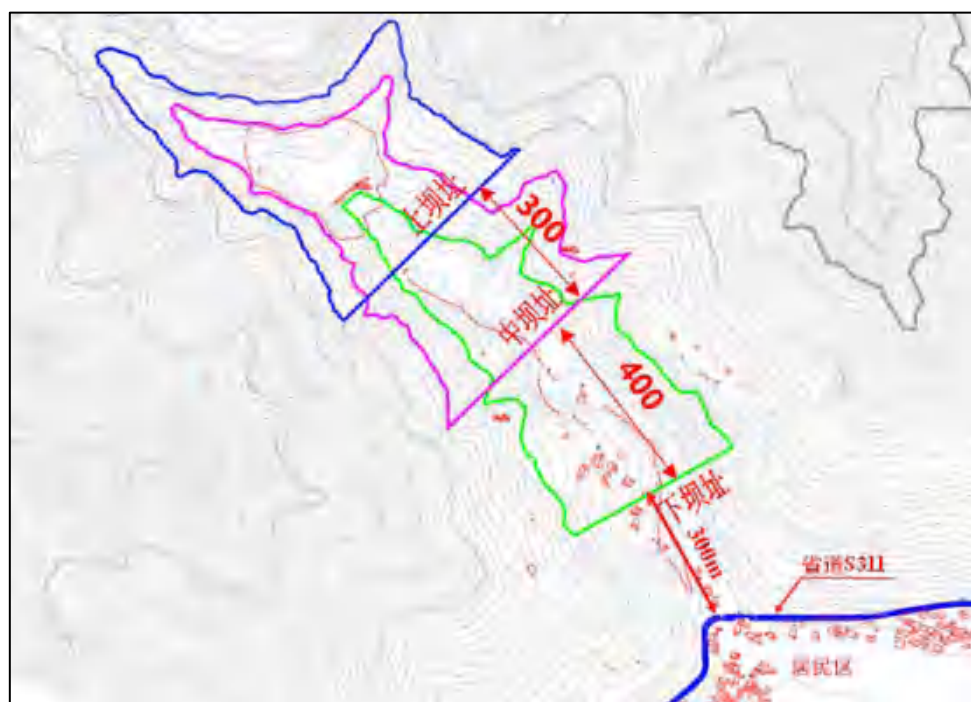


图 3.2-3 下水库坝址位置示意图

工程在比选过程中，通过环保早期介入，以淹没范围不涉及生态保护红线，不占用永久基本农田为原则进行装机容量比选。各方案对应不同的蓄水位和库容，但因机组台数不变，枢纽布置基本相同，工程所处外环境相同，各方案均不涉及生态保护红线、各类自然保护地、基本农田、各类文物保护单位等环境敏感区，上下库均涉及楠木沟饮用水水源保护区。

从环境保护角度，本阶段比选的中坝址和下坝址方案外环境关系一样，两个方案仅相距 400m，均不涉及生态保护红线及自然保护地等生态敏感区，无重大环境制约因素。两方案楠木沟沟口距离略有差别，但各方案对水环境、土壤环境、水生生态、陆生生态、大气环境、声环境等的影响无本质区别。从环境保护角度而言，中坝址和下坝址均可行，本阶段同意主体设计推荐的下水库中坝址方案。

3.2.2.3 正常蓄水位选择环境合理性分析

(1) 上水库正常蓄水位方案选择

上水库库尾分水岭山脊单薄，水位高程 1110m 时，分水岭最窄处仅 34.0m 左右，库尾东侧垭口高程约 1124m 左右，库区地层岩性总体上以软岩为主，可利用料占比较低。根据上水库地质地形条件、调节库容需求、工程布置条件、移民环保影响等因素，上水库正常蓄水位共拟定 3 个比选方案，分别为方案一：上水库正常蓄水位 1106m，死水位 1084m（扩挖调节库容 66 万 m^3 ），方案二：上水库正常蓄水位 1108m，死水位 1086m（扩挖调节库容 33 万 m^3 ），方案三：上水库正常蓄水位 1110m，死水位 1088m（不扩挖）。在比较上水库正常蓄水位时，下水库正常蓄水位、死水位保持不变，分别为 556m、524m。

工程在比选过程中，通过环保早期介入，以蓄水位淹没范围不涉及生态保护红线，不占用永久基本农田为原则进行上水库正常蓄水位比选。因此，上水库各正常蓄水位方案均不涉及生态保护红线、各类保护地、基本农田、各类文物保护单位等环境敏感区，上库涉及楠木沟饮用水水源二级保护区，就外环境关系而言，各方案间无实质差异。各方案工程布置、施工总布置基本相同，施工规模接近，因此各方案在水环境、大气环境、声环境和生态环境等方面的环境影响基本相当，各方案环境影响无显著差异，环境保护措施基本相同，环保投资差异不大。就环境影响而言，上水库正常蓄水位越高，征占地面积越大，对陆生生态的影响也越大。总体而言，各方案除涉及楠木沟饮用水水源二级保护区外，环境影响无实质性区别。

(2) 下水库正常蓄水位方案选择

下水库采用天然河道筑坝方式开发，主要通过抬高水位获得库容，库周地形封闭条件较好，左右岸均无单薄分水岭，水位不受制约。经考虑下水库地形地质条件、地面厂房结构布置及工程量、土石方挖填平衡等要求，充分利用天然库容和扩库开挖用料相结合，共拟定三个下水库正常蓄水位方案，方案一：下水库正常蓄水位 562m，死水位 520m（调节库容扩挖 47 万 m^3 ），方案二：下水库正常蓄水位 564m，死水位 522m（调节库容扩挖 23 万 m^3 ），方案三：下水库正常蓄水位 566m，死水位 524m（不扩挖）。在比较下库正常蓄水位方案时，上水库正常蓄水位 1110m、死水位 1088m 保持不变。

工程在比选过程中，通过环保早期介入，以蓄水位淹没范围不涉及生态保护红线，不占用永久基本农田为原则进行下水库正常蓄水位比选。因此下水库各正常蓄水位方案均不涉及生态保护红线、各类保护地、基本农田、各类文物保护单位等环境敏感区，涉及楠木沟饮用水水源一级、二级保护区，就外环境关系而言，各方案间无实质差异。下水库三个正常蓄水位比选方案在地形地质条件、枢纽工程布置、机组运行、移民和环境影响等方面来看，没有本质的区别。从库盆开挖和坝体填筑工程量、无用料处理难度和工程投资角度分析，下水库正常蓄水位 566m 方案不扩库开挖方案最优。因此，采用主体设计推荐的下水库正常蓄水位 566m，相应死水位 524m 方案是合理的。

3.2.3 施工规划的环境合理性分析

3.2.4.1 施工总布置的环境合理性分析

根据施工条件和施工需要，书楼抽水蓄能电站施工场地主要包括 4 个大的区域，即上水库施工场地、下水库施工场地、书楼镇施工场地和宝宁村一组砂石加工场地。共布置有 2 个转存料场、2 个表土堆存场、1 个砂石加工系统、2 个混凝土拌和系统、2 处承包商营地、2 个综合修配系统、2 个金属结构拼装场、2 个综合加工系统、1 个油库等。

工程所有施工布置遵循因地制宜、有利生产、环境友好、节省资源、经济合理的原则，施工临时及工程永久占地均不涉及四川省启用的“三区三线”划定成果中的生态保护红线和永久基本农田。尽量利用库区填渣形成施工场地，减少施工用地面积。

为尽量减少工程占地，降低对原有地貌和原生植被的扰动与破坏，施工场地布置采用集中与分散相结合的布置方式。施工总布置规划方案协调紧凑，节约用地，尽量利用荒地、滩地、坡地和水库淹没土地，少占耕地和经济林地。最大限度地减少对当地群众生产、生活的不利影响。总体上，工程施工布置无重大环境制约因素，通过充分利用开挖料，并利用工程出渣平整部分场地进行施工布置，可有效减少工程施工对原有地貌及原生植被的扰动与破坏。

工程布置无环境制约因素，工程施工总布置从环境保护的角度基本合理。

3.2.4.2 施工交通规划的环境合理性分析

工程区附近有内宜高速 G85、国道 G353 及规划宜宾至攀枝花高速公路

G4216，内宜高速 G85 接省道 S311 可达工程区附近。宜宾五粮液机场距离本项目约 75km。距离本项目较近的水运码头为水富港(约 30km)、宜宾港(约 80km)。

本工程场内交通包括上下库连接公路、上坝公路、进厂公路及连接施工工厂设施及施工支洞口等道路。进厂公路从现有省道 S311 公路接线至地面厂房安装间回车场平台，是进入厂房的主要道路，进厂公路总长为 1.07km。上坝公路从进厂公路接线至下库大坝左坝肩，是下库上坝的主要道路，上坝公路总长为 2.02km。上下库连接公路从上坝公路接线至上库大坝右坝肩，是上下库连接的主要道路，也是后期的检修维护通道，上下库连接公路总长为 9.28km。

本工程施工道路布置既兼顾了施工物资运输及工作面施工活动的需要，又避免了重复建设，尽可能的减少道路建设对地表的扰动和水土流失危害。场内道路不涉及生态保护红线、基本农田及各类自然保护地等环境敏感区。同时，施工区域人口分布稀疏，交通运输车辆将对环境空气和声环境造成的影响有限。从环境保护角度，本工程施工道路规划总体是合理的。

3.2.4.3 料场规划及料源选择合理性

本工程所需建筑材料主要包括混凝土骨料、堆石料、砂砾石料、垫层料和过渡料等。向家坝水库蓄水后，金沙江沿岸阶地堆积砂砾石料源已经全部淹没；左岸沿江支流规模小，不具备大规模天然砂砾石料的形成条件。屏山县在向家坝库区有砂砾石料水下开采作业，其质量和储量满足混凝土骨料和大坝填筑料要求，可作为天然砂砾料料源。工程开挖料总体上以泥岩为主，部分可以作为筑坝材料。根据地质调查，金沙江左岸屏山县新安镇的两合岩灰岩矿，距离下库公路运距为 47km，距离上库公路运距为 60km，其质量满足大坝填筑料要求，该矿扩容后，储量满足要求。

本工程料源均为外购天然砂砾石料，不存在料场的开采和扰动，不存在料场开采对原有地貌和原生植被的破坏与扰动，又减少了弃渣量。

因此，从环保角度分析，本工程料场规划及料源选择是较为合理的。

3.2.4.4 转存料场规划环境合理性分析

依据屏山书楼抽水蓄能电站施工总布置规划，本工程土石方开挖料全部用于上坝填筑、场地平整、上库大坝上下游压重、下库大坝上游、软岩转存上坝等，工程无弃渣。工程共布设了 4 处转存料场，2 处表土堆存场，不设置弃渣场。

从转存料场和表土堆放场的布局来看，各转存料场和表土堆放场距各用料面较近，运距较短，运输较便利，从而可有效减少因新建运输公路以及回采料的运输距离而新增水土流失；从转存料场和表土堆放场占地类型来看，主要占地为林地，暂未发现珍稀保护植物分布，也未发现珍稀保护动物活动踪迹；工程完建后可以通过覆土恢复立地条件进行绿化，使破坏的林草植被及景观生态恢复到原有水平。除下库表土堆放场外，其余转存料场和表土堆放场周围 500m 范围内无居民点分布，下库表土堆放场位于书楼镇 S311 公路外侧，该场地平坦、开阔，周边距离岸坡较远，距离公路对侧西村居民点直线距离约 20m~120m，在设置挡渣墙、合理安排施工时间等措施后，对周围环境影响较小。因此，从环保的角度分析，转存料场和表土堆放场选址不存在环境制约性因素，转存料场和表土堆放场规划基本合理。针对转存场可能产生的水土流失影响，拟通过挡渣墙、截水沟等工程措施，以及工程结束后在转存料场区域种植乔灌木进行植被恢复。

因此，从环保的角度分析，转存料场、表土堆存场选址基本不存在环境制约性因素，渣料转存场规划合理。

3.3 环境影响因素分析

3.3.1 施工期影响因素分析

3.3.1.1 地表水污染源

施工期间，地表水污染源主要为砂石骨料加工废水、混凝土生产冲洗废水、机修汽配废水、基坑排水、洞室排水和生活污水。施工生产、生活废(污)水主要污染物包括 SS、pH、石油类、BOD、COD 和粪大肠菌群等。

(1) 砂石骨料加工废水

本工程共布置 1 个砂石加工系统，布置在金沙江左岸书楼镇宝宁村一组斜坡上，该场地为外购砂砾石料堆放场及砂石加工系统布置场地。砂石加工系统成品骨料生产能力 300t/h，毛料处理能力 375t/h，产品最大粒径 80mm，采用湿法生产工艺，二班制生产，系统加工毛料为天然砂砾石料。

本工程砂石骨料的的生产能力及废水排放情况详见表。

屏山书楼抽水蓄能电站砂石加工系统地面冲洗废水

表 3.3-1

砂石加工系统名称	处理能力/生产能力 (t/h)	用水量 (m ³ /h)	排水量 (m ³ /h)
1#砂石加工系统	375/300	140	112

(2) 混凝土生产系统废水

屏山书楼抽水蓄能电站在上、下库各布置 1 个混凝土生产系统，分别为 1#混凝土生产系统和 2#混凝土生产系统。1#混凝土生产系统上库大坝左岸下游侧场地平整区，配备 HZ75-2F1500 型自落式混凝土搅拌站 1 座，设计生产能力约 40m³/h，高峰月浇筑强度约 1.29 万 m³，三班制生产。2#混凝土生产系统布置在书楼镇附近平缓地带，配备 HZ100-2F2000 型自落式混凝土搅拌站 1 座，系统设计生产能力约 63m³/h，高峰月浇筑强度约 2.1 万 m³，三班制生产。

混凝土生产系统废水主要来源于混凝土转筒、料罐、搅拌机及地面冲洗废水，废水呈碱性，pH 值一般在 12 左右，废水含有较高的悬浮物且含粉率较高，悬浮物浓度一般约为 5000mg/L，间歇式排放。混凝土拌和系统采取三班工作制，每台班冲洗一次，排放方式为间歇式，类比同类工程，1#混凝土拌和系统每次冲洗废水量约为 1m³，每天 3m³；2#混凝土拌和系统每次冲洗废水量约为 1.5m³，每天 4.5m³。

混凝土生产系统废水产生情况表

表 3.3-2

名称	拌和楼型号	设计生产能力(m ³ /h)	处理废水量(m ³ /次)
1#混凝土生产系统	HZ75-2F1500，一座	52	1（合 3m ³ /天）
2#混凝土生产系统	HZ100-2F2000，一座	92	1.5（合 4.5m ³ /天）

(3) 机械修配厂含油废水

根据施工总布置规划，拟将机械修配厂、汽车保养站以及机械设备停放场合并布置，在上库和下库工区分别布置一个综合修配系统。工程机械和车辆在冲洗、维修、保养、加工、拼装过程中将产生一定量的废水，主要污染物为 SS 和石油类，根据类似工程实测结果，SS 的浓度在 1000mg/L 左右，石油类的浓度在 30mg/L 之间。类比同类工程，机械修配及汽车保养站高峰用水量约 24m³/d，废水产生系数取 0.8 计，废水产生量约为 19.2m³/d。

车辆、机械维修和拆解过程中产生的废发动机油、制动器油、自动变速器油、齿轮油等废润滑油，油/水分离设施产生的废油、油泥及废水处理产生的浮渣和污泥均属《国家危险废物名录》(2025 年版)所列危险废物，须单独收集处理。

机械修配厂含油废水情况表

表 3.3-3

污水产生位置	高峰日用水量 (m ³ /d)	产污系数	高峰日废水量 (m ³ /d)	主要污染物及浓度
上库 1#机械修配厂	24	0.8	19.2	SS: 1000mg/L; 石油类: 30mg/L
下库 2#机械修配厂	24	0.8	19.2	
合计	48	/	38.4	

(4) 洞室排水

工程隧洞施工时产生的废水一般包括开挖和钻孔产生的泥浆水,隧洞爆破后用于降尘的水,喷锚、支护材料注浆药液,机械设备运转的冷却用水和清洗用水。一般情况下,施工时地下涌水会携带隧洞施工废水形成隧洞排水,通过洞内导排设施后,最终从隧洞进出口及其支洞口处排出。

本工程洞室排水主要为少量正常施工排水(每开挖 100m³ 隧洞石料需要添加 4.0m³ 水)和少量地下渗水。施工期间洞室排水分散且源强不稳定,变幅较大。废水中含有一些炸药残渣、漂絮等,主要污染物为 SS。在施工前期,施工支洞主要为土石方洞挖,排放废水中主要是悬浮物,施工后期主要为混凝土浇筑,污染为碱性废水。根据文献调研和川藏铁路工程实践,洞室施工排水的 SS 浓度在 100mg/L~3000mg/L, pH 值约 7.6~12。

本工程地下水位受降水控制,季节性变化明显,施工过程中可能会有局部滴水 and 涌水的情况。

(5) 基坑排水

大坝施工包括基础开挖、基础处理、坝体填筑、混凝土养护及灌浆等,在施工过程中会产生基坑排水,分初期排水和经常性排水两部分。初期排水包括基坑积水、围堰基础渗水和可能出现的降水等,水质与河流水质基本相似;经常性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,污染物主要是 SS,其浓度约为 2000mg/L, pH 为 11~12。同时受机械燃油、车辆运输等施工活动的影响,还可能含有少量矿物油分。

本工程上水库大坝位于高程冲沟内,为季节性沟道,大坝及库底回填安排在枯水期开始填筑,围堰合龙闭气后,基坑无积水,不需进行初期排水。下库河道底坡较大,河道截流后原河水即可自流排除,因此基坑排水主要为后期排水和经常性排水。后期排水为面板施工时,排除围堰与坝体之间的积水,经常性排水为大坝施工期基坑渗水、雨水以及施工用水的排放。根据施工组织设计,下水库基坑经常性排水量约为 1350m³/d。

（6）生活污水

1）生活营地

屏山书楼抽水蓄能电站施工期设 2 处承包商营地，业主营地在书楼镇利用已建房屋，该房屋在书楼镇城镇规划用地范围内，业主营地生活污水纳入污水管网处理。工程生活污水来源于施工期施工人员生活用水和粪便的排放，上库承包商营地施工高峰时段为第二年，人数约 806 人，下库承包商营地施工高峰时段为第三年，人数约 2053 人，施工高峰总人数在第二年，人数为 2440 人。根据《四川省用水定额》，施工营地人员参考东部盆地区农村居民生活用水定额，每人日生活用水量取 130L/d，污水排放系数均以 0.8 计算，时变化系数取 2.5，上库承包商营地生活污水日产生量约 83.82m³/d，下库承包商营地生活污水日产生量约 213.51m³/d。生活污水主要污染物为 COD_{Cr}、NH₃-N，浓度分别为 350mg/L，25mg/L。施工生活污水排放见表 3.3-4。

生活污水排水量表

表 3.3-4

	高峰人数 (人)	用水量 (m ³ /d)	生活污水量 (m ³ /d)	高峰时段废水排 放量 (m ³ /h)
上库承包商营地（第二年高峰）	806	104.78	83.82	8.73
下库承包商营地（第三年高峰）	2053	266.89	213.51	22.24
合计（第二年高峰）	2440	317.2	253.76	26.43

2）施工区

施工区设置临时厕所，结合施工区当地实际情况，临时厕所采用移动型环保厕所，施工人员的粪便由专业负责人工清运至承包商营地或业主营地一体化生活污水处理设施统一处理。

（7）施工期废（污）水源强统计

工程涉及楠木沟及补水河段金沙江执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准，工程施工期和运行期产生的废（污）水经处理达标后优先综合利用或回用，无法利用部分需达标排放。

工程施工期砂石加工系统地面冲洗废水和混凝土生产系统废水经处理后回用于系统本身，回用标准为 SS≤100mg/L。洞室排水在源头采取清污分离的措施，清水排放至楠木沟，污水经三级沉淀—预调节—加药絮凝处理后回用于工程施工，或达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920—2020）中绿化用水标准后回用于场地绿化、洒水降尘。基坑排水经沉淀处理达到《水电工程施工组织

设计规范》(NB/T10491—2021)要求后回用于工程施工,或达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920—2020)中绿化用水标准后回用于场地绿化、洒水降尘;机械修配厂含油污水及生活污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920—2020)标准后回用于车辆冲洗、场地洒水、营地冲厕及绿化浇灌等。

综上分析,施工期各类水污染源源强核算详见表 3.3-6。

屏山书楼抽水蓄能电站施工期水污染源强核算结果及相关参数一览表

表 3.3-5

来源	废水、污水产生情况			处理工艺	回用情况		废水、污水排放情况					影响对象
	污染因子	浓度(mg/L)	水量		回用量(m³/h)	回用去向	浓度(mg/L)	水量(m³/h)	排放时段	排放去向	达标情况	
砂石料加工废水	SS	10000	112m³/h	磁介质混凝沉淀技术（MagCS）工艺	全部回用	回用于系统	-	-	-	-	-	-
混凝土生产系统 废水	pH	11	2.5m³/次(间歇排放)	间歇式自然沉淀	全部回用	下一台班冲洗	-	-	-	-	-	-
	SS	5000					-	-	-	-	-	-
修配系统废水	SS	1000	38.4m³/d	沉淀池+成套油水分离器	废油回收、清水全部回用	场地冲洗与洒水降尘	-	-	-	-	-	-
	石油类	30					-	-	-	-	-	-
施工生活污水	COD	400	上库 83.82m³/d	生活污水成套处理设备	全部回用	施工营地冲厕及绿化浇灌	-	-	-	-	-	-
	BOD ₅	200	下库 213.51m³/d				-	-	-	-	-	-
基坑初期排水	SS	2000	下库 1350m³/d	沉淀处理后，综合利用	全部回用	洒水降尘、绿化浇灌	-	-	-	-	-	-
洞室排水	SS	100~3000	-	清污分流后清水通过沟道外排，污水通过中和+三级沉淀池处理后综合利用	污水沉淀处理后综合利用	道路洒水降尘	-	-	-	-	-	-

3.3.1.2 地下水影响源

工程施工期间，对各类施工污废水进行处理后回用，一般不会对地下水环境造成污染；废油等危废收集后暂存在危废贮存设施内，正常情况不会渗漏对地下水环境造成污染。在污水处理设施故障或防渗措施破损等非正常状况下，可能会有少量污水或废油等危废渗入到地下水中，造成地下水污染，主要影响区域为局部地表潜水。

同时工程输水发电系统和厂房等洞室开挖等可能造成地下水水位、水量发生变化。

3.3.1.3 大气污染源

施工期对大气环境产生影响的污染源主要有燃油机械设备、炸药爆破作业、砂石加工系统、混凝土拌和系统、交通运输系统、施工作业面等，排放的主要污染物为粉尘、废气和扬尘。

（1）机械燃油废气

本工程使用油料 17475t，多为重型柴油车辆。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。本工程机械燃油废气中 CO、NO_x、SO₂ 的排放量分别为 512.9t、843.4t、61.5t。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。

（2）爆破及开挖粉尘、废气

炸药爆破时会产生粉尘和 NO₂ 等污染物，污染源主要集中在上库开挖、上下库进出水口开挖和石料开采爆破施工部分。爆破属于瞬间源，其粉尘、废气的影响范围主要集中在爆破源附近。在未采取防尘措施前提下，会对工程附近的大气环境产生一定的影响。根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》并类比同类工程，施工期开挖爆破产生的粉尘、CO、NO₂ 排放系数分别以 200kg/t 炸药、41.75kg/t 炸药和 15.27kg/t 炸药计，屏山书楼抽水蓄能电站施工期间炸药用量为 1734t，施工爆破及开挖产生粉尘总量为 346.8t、CO 总量为 72.39t、NO₂ 总量为 26.48t。

（3）混凝土生产系统粉尘

屏山书楼抽水蓄能电站在上、下库各布置 1 个混凝土生产系统，分别为 1#混凝土生产系统和 2#混凝土生产系统。1#混凝土生产系统上库大坝左岸下游侧场地平整区，配备 HZ75-2F1500 型自落式混凝土搅拌站 1 座，设计生产能力约 52m³/h，高峰月浇

筑强度约 1.72 万 m³，三班制生产。2#混凝土生产系统布置在书楼镇附近平缓地带，配备 HZ100-2F2000 型自落式混凝土搅拌站 1 座，系统设计生产能力约 92m³/h，高峰月浇筑强度约 3.07 万 m³，三班制生产。

根据生态环境部 2021 年 6 月发布的《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中 3021 水泥制品制造行业系数手册，混凝土拌和系统粉尘产生量约为 0.12kg/t-产品，若采用布袋除尘工艺，袋式除尘工艺的平均去除效率为 99.9%，混凝土拌和系统产生粉尘量详见表 3.3-6。

本工程混凝土拌和系统粉尘产生情况表

表 3.3-6

系统名称	设计生产能力 (m ³ /h)	粉尘产生量 (g/s)	处理工艺	处理效率 (%)	除尘后排放源强 (g/s)
1#混凝土生产系统	52	3.24	袋式除尘	99.9	0.00324
2#混凝土生产系统	92	5.103			0.005103

(4) 砂石加工系统粉尘

本工程共布置 1 个砂石加工系统，布置在金沙江左岸书楼镇宝宁村一组斜坡上，该场地为外购砂砾石料堆放场及砂石加工系统布置场地。砂石加工系统成品骨料生产能力 300t/h，毛料处理能力 375t/h，产品最大粒径 80mm，采用湿法生产工艺，二班制生产，系统加工毛料为天然砂砾石料。为避免施工期砂石加工系统粉尘对区域大气环境产生影响，本工程加工系统所有车间、胶带机等均采用彩钢瓦封闭，并配备除尘系统。

砂石加工系统生产过程中产生的粉尘属于连续源，其粉尘强度根据其粉尘产生强度根据《第二次全国污染源普查产排污核算系数手册（试用版）》中 303 砖瓦、石材等建筑材料制造行业系数，破碎、筛分、水洗颗粒物产生系数为 1.89kg/t-产品；若末端治理技术采用袋式除尘，袋式除尘工艺的平均去除效率为 99.9%，本工程砂石加工系统粉尘量详见表 3.3-7。

本工程砂石加工系统粉尘产生情况表

表 3.3-7

系统名称	处理及生产能力 (t/h)	粉尘产生量 (g/s)	处理工艺	处理效率 (%)	除尘后排放源强 (g/s)
砂石加工系统	300	157.5	袋式除尘	99.9	0.1575

(5) 交通道路扬尘

进场公路和场内道路建设施工及施工车辆行驶会对周边敏感点产生环境空气影响,主要污染物为扬尘。道路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。

主体工程施工道路大部分考虑采用混凝土路面,道路扬尘主要影响施工道路两侧 200m 范围内的书楼镇及西村居民点。

(6) 施工作业面扬尘

施工作业面扬尘主要产生于大坝开挖面、料场、转存料场等,在干燥的天气情况下,特别在大风时容易产生扬尘。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。根据相关文献,本工程施工作业面扬尘排放量参照建筑工地施工粉尘排放速率($19.44 \times 10^{-5} \text{kg/s.m}^2$),采取降尘措施后粉尘可控排放速率为 $1.17 \times 10^{-5} \text{kg/s.m}^2$ 。

(8) 施工期大气污染源源强统计表

本工程废气污染源源强核算结果及相关参数一览表

表 3.3-8

污染物		污染物产生情况		处理方式	排放情况		排放方式
		产生量	产生速率		排放量	排放速率	
机械燃油废气	CO	843.4t	\	洒水降尘、加强车辆管理	843.4t	\	无组织排放
	NO _x	512.9t	\		512.9t	\	
	SO ₂	61.5t	\		61.5t	\	
爆破及开挖粉尘、废气	CO	72.39t	\	先进的爆破工艺、洒水降尘	72.39t	\	无组织排放
	NO ₂	26.48t	\		26.48t	\	
	TSP	346.8t	\		346.8t	\	
混凝土生产系统粉尘	1#混凝土生产系统	TSP	\	全封闭施工、袋式除尘	\	0.00324 g/s	15m 高排气筒有组织排放
	2#混凝土生产系统	TSP	\		\	0.005103 g/s	
砂石加工系统粉尘	砂石加工系统	TSP	\	全封闭施工、袋式除尘	\	0.1575 g/s	15m 高排气筒有组织排放
交通道路扬尘		TSP	少量	限速、洒水降尘、道路清扫	少量		无组织排放
施工作业面扬尘		TSP	少量	洒水降尘、湿法作业	少量		无组织排放

3.3.1.4 噪声污染源

施工期对声环境产生影响的污染源主要有砂石加工与混凝土生产系统噪声、主体施工噪声、施工辅助企业噪声以及交通噪声。

(1) 砂石加工与混凝土生产系统噪声

砂石加工系统主要设备包括破碎机、振动筛、给料机、棒磨机等，其噪声为连续点声源。参照同类抽水蓄能电站工程砂石加工设备噪声实测资料，其噪声源强约为 90dB (A) ~ 108dB (A)。混凝土生产系统主要设备包括拌和楼、空压机等，其噪声源强约为 100dB (A)。

(2) 主体施工噪声

主体工程施工主要分为上水库、下水库以及输水隧洞施工，按施工阶段主要分为土石方开挖阶段、基础施工阶段和结构施工阶段。其中土石方开挖阶段的噪声影响较大，主体工程施工过程中主要产生噪声的设备包括推土机、挖掘机、装载机、自卸汽车、潜孔钻机、手风钻、振动碾、卷扬机等，施工作业面噪声源强一般在 80dB (A) ~ 100dB (A)。

施工爆破噪声主要产生于上、下水库进出水口作业面，其声强与爆破方式、爆破炸药量和敏感点位置有关。类比其它工程露天爆破实测资料，爆破噪声值一般在 130~140dB (A) 之间。

(3) 施工辅助企业

本工程施工辅助企业包括钢筋木材加工厂、机械修配系统、金属结构拼装厂、钢管加工厂、仓库系统等。根据在建水电站施工期的实际监测数据，噪声源强较大的施工工厂主要为钢筋木材加工厂、钢管加工厂等，其噪声为间歇性点声源，噪声源强在 80 dB (A) ~ 95dB (A) 之间；金属结构拼装厂等施工工厂噪声源强一般在 75dB (A) 左右。

(4) 交通噪声

工程进场道路和场内施工道路主要来往车辆为载重量 10t~20t 自卸汽车，车辆运输会产生交通噪声影响，属于流动声源，其源强大小与车流量、车速以及路况等因素有关。参照国内已建水电工程施工机械噪声实测值，施工区交通车辆大型载重汽车噪声最高达 83dB (A)。

(5) 施工期噪声源强统计

综上所述，施工期各类噪声源强核算见表 3.3-9。

施工期噪声源强汇总表

表 3.3-9

来源	声源类型	噪声源强 [dB(A)]	处理工艺	影响时段	影响对象
砂石加工系统	系统内各主要噪声源看作点声源	94~108	使用减振机座或减振垫、加强设备维护和保养	昼间	周边无居民点、影响对象主要为施工人员
混凝土生产系统	系统内各主要噪声源看作点声源	100	使用减振机座或减振垫、加强设备维护和保养	昼间、夜间	书楼镇及西村居民点
辅助企业	面声源	80~95	禁止夜间施工、加强设备运行维护	昼间	书楼镇及西村居民点
交通噪声	线声源	83	限制车速、控制夜间车流量、提升施工道路等级、绿化降噪、预留后期对策措施费用	昼间	书楼镇及西村居民点
大坝施工噪声	面声源	95~110	采用先进施工工艺、强化施工管理	昼间、夜间	周边无居民点、影响对象，主要为施工人员
	爆破噪声（点声源）	130~140	合理安排爆破时间、采用先进爆破工艺	爆破期间	

3.3.1.5 固体废物影响源

工程施工期产生分废弃物主要为生活垃圾、建筑垃圾和少量危险废物。根据工程土石方平衡，本工程上、下水库工程均无弃渣。

(1) 生活垃圾

本工程生活垃圾主要集中产生于承包商营地，业主营地生活垃圾纳入书楼镇生活垃圾统一处理。根据施工规划，工程施工高峰期人数约 2440 人，类比其他电站施工区生活垃圾产生量，按照施工营地每人每天产生垃圾 0.5kg 计算，本工程工程施工高峰期日产垃圾约 1.22t/d，主体工程施工期 57 个月，累计垃圾产生量约 1573.52t。工程施工区内设置垃圾桶，生活垃圾经集中收集后运往书楼镇生活垃圾处理系统处理。

(2) 建筑及施工垃圾

建筑垃圾主要包括渣土、废石料、散落的砂浆和混凝土、碎金属、竹木材、废弃的装饰材料、各种包装材料、废水处理系统产生的泥渣和其它废弃物。

(3) 危险废弃物

本工程设置了 2 处机械修配系统，主要承担本工程机械、汽车的小修及保养工作。项目车辆、机械维修和拆解过程中产生的废发动机油、制动器油、自动变速器油、齿轮油等废润滑油属于危险废物，属于《国家危险废物名录》(2025 年版)中“HW08 废矿物油与含矿物油废物”——“900-214-08 车辆、轮船及其它机械维修过程中产生的废发动机油、制动器油、自动变速器油、齿轮油等废润滑油”；项目施工过程中产生的含油抹布、手套等含油废物属于“HW08 废矿物油与含矿物油废物”——“900-249-08 其他生产、销售、使用过程中产生的废矿物油及沾染矿物油的废弃包装物”；油/水分离设施产生的废油、油泥及废水处理产生的浮渣和污泥属于危险废物，属于《国家危险废物名录》(2025 年版)中“HW08 废矿物油与含矿物油废物”——“900-210-08 含油废水处理中隔油、气浮、沉淀等处理过程中产生的浮油、浮渣和污泥（不包括废水生化处理污泥）。各危废产生情况详见表 3.3-10。

施工期危险废物表

表 3.3-10

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	废润滑油	HW08 车辆、轮船及其它机械维修过程中产生的废发动机油、制动器油、自动变速器油、齿轮油等废润滑油	900-214-08	0.3	设备检修	液态	石油烃	石油烃	设备检修时	毒性、易燃性	分类收集暂存后交予有资质单位处置
2	含油废物	HW08 中的其他生产、销售、使用过程中产生的废矿物油及沾染矿物油的废弃包装物	900-249-08	0.1	设备检修	固态	石油烃	石油烃	检修时	毒性、易燃性	
3	浮油、浮渣和污泥	HW08 中的含油废水处理中隔油、气浮、沉淀等处理过程中产生的浮油、浮渣和污泥（不包括废水生化处理污泥）	900-210-08	0.1	废水处理	液态	石油烃	石油烃	废水处理过程中	毒性、易燃性	

(5) 施工期固体废物影响源强统计

综上所述，施工期各类固体废物影响源强核算见表 3.3-12。

屏山书楼抽水蓄能电站施工期固体废物影响源强核算汇总表

表 3.3-12

来源	单位	产生量	处置方式	储存方法	储存去向
建筑垃圾	t	不连续产生	外运	场内临时分类收集	渣土、废石料等综合利用，废水处理系统产生的泥渣用于库底回填，碎金属、废弃的装饰材料等由施工单位妥善处置
楠木沟水库拆除	m ³	3.8 万	库底平整	/	库底平整
生活垃圾	t	1573.52t	外运	场内临时分类收集	统一收集后运往书楼镇生活垃圾处理系统处理
危险废物	t/a	0.2	分类收集暂存后交予有资质单位处置	危废贮存设施	委托有资质单位定期清运

3.3.1.6 生态影响源

(1) 水生生态

工程施工期及初期蓄水期会造成下游河段流量有所减小，可能对鱼类资源及

其生境造成一定影响。工程施工期产生的废(污)水经处理达标后综合利用或回用，对水生生态基本无影响。

(2) 陆生生态

本工程开挖和占地将改变原有地貌，损坏或压占原有地表植被，工程施工间接影响部分重要动物的部分生境，从而对陆生生态系统产生一定影响。

3.3.1.7 水文情势影响源

(1) 施工导流

上水库施工期间，库内流量通过机械抽排至下游河道，楠木沟内总水量基本未发生变化，下游河道水文情势不会发生较大变化。下水库施工导流阶段通过泄洪放空洞（兼导流洞）泄流，下游水文情势与天然情况基本变化不大。

施工期用水均通过补水及供水系统，不从楠木沟取水，因此施工用水不会对楠木沟水文情势造成影响。施工用水从向家坝水库抽取，每年施工用水占向家坝坝址处多年平均年径流量的比例极小，因此，屏山书楼抽水蓄能电站施工期对向家坝库区水文情势影响非常有限。

(2) 初期蓄水

屏山书楼抽水蓄能电站初期蓄水时间为第4年3月初~第5年9月底，由于楠木沟来水量难以满足初期蓄水的总需水量要求，初期蓄水期还需要从金沙江取水，初期蓄水期间共补水770.6万 m^3 ，年平均取水量为513.7万 m^3 ，向家坝坝址控制流域面积45.88万 km^2 ，多年平均年径流量1440亿 m^3 ，本工程初期蓄水期间年平均取水量占坝址多年平均来水0.003%，对向家坝水库几乎无影响。

初期蓄水阶段，本工程取水将使得金沙江取水口断面下游水量有所减少，但月取水量占断面天然来水量的比例极小，且取水时间相对较短，工程初期蓄水对金沙江向家坝库区取水断面下游河道的水文情势影响较小。

初期蓄水阶段，上水库坝下至下库库尾间将形成长约2.9km的减水河段，楠木沟该段地形坡度超过23%且沟道狭窄，存在较多的陡坎地形，在上库坝下九房沟汇入、上库坝下约1.2km老厂沟汇入的情况下，能够满足该河段用水需求，对楠木沟减水河段产生的水文情势影响较小。

3.3.2 运行期影响因素分析

3.3.2.1 水文情势影响因素

运行期对水文情势的影响主要是库区水文情势的变化、上下库之间减水河段及楠木沟下水库坝址下游河段的水文情势的变化。

(1) 库区河段

根据屏山书楼抽水蓄能电站运行调度方式，电站调节水量在上、下水库中循环使用，日内完成一个循环。抽水工况时，上水库水位由 1088.00m 抬高至 1110.00m，下水库水位由 566.00m 消落至 524.00m；发电工况时，上水库水位由 1110.00m 逐渐消落至 1088.00m，下水库水位由 524.00m 逐渐抬高至 566.00m。

(2) 上水库坝址至下水库坝址河段

工程运行期间，上水库坝下至下库库尾间将形成长约 2.9km 的减水河段，楠木沟该段地形坡度超过 23%且沟道狭窄，存在较多的陡坎地形，在上库坝下即有九房沟汇入、上库坝下约 1.2km 老厂沟汇入的情况下，能够满足该河段用水需求，对楠木沟减水河段产生的水文情势影响较小；

(3) 下水库坝址下游以下河段

下水库按坝址处多年平均流量的 15%泄放生态流量，即 $0.01755\text{m}^3/\text{s}$ ；当入库流量小于生态流量时，按来水下泄。因此，在保障生态流量的情况下，能够满足下游河段生态用水需求，对下水库坝下的水文情势影响较小。

正常运行期间上下水库年平均蒸发损失水量 11.0万 m^3 ，上、下水库渗漏损失水量 86.4万 m^3 ，输水系统渗漏损失水量 $74.5\text{万 m}^3/\text{年}$ ，上、下水库和输水系统多年平均水量损失共计 171.9万 m^3 。考虑从金沙江取水补充运行期水量损失。电站正常运行期年补水量为 $25.8\sim 97.0\text{万 m}^3$ ，多年平均补水量为 64.4万 m^3 ，其中汛期 4.9万 m^3 ，平枯期 59.5万 m^3 ，向家坝坝址控制流域面积 45.88万 km^2 ，多年平均年径流量 1440亿 m^3 ，向家坝水库调节库容 9.03亿 m^3 ，本工程多年平均补水量占向家坝坝址处来水量的 $0.0002\%\sim 0.0008\%$ ，占比极小，因此，本工程运行期补水对向家坝水库水文情势影响较小。

3.3.2.2 地表水环境影响因素

(1) 水温

采用我国通用的库水替换次数（即《水电工程水温计算规范》（NB/T 35094-2017）中推荐的库水替换次数判别公式，判断各个水库水体水温结构类型：

$\alpha = \text{多年平均年入库径流量} / \text{总库容}$

$\beta = \text{一次洪水量} / \text{总库容}$

当 $\alpha < 10$ 时水库为分层型； $\alpha > 20$ 时水库为混合型； $10 \leq \alpha \leq 20$ 时水库为过渡型；如遇 $\beta > 1$ 时的洪水，则为临时性的混合型； $\beta < 0.5$ 的洪水，对于水温结构基本无影响。

在计算 α 时，下水库径流量包含了发电入库流量 133786.73 万 m^3 ，上水库径流量包含抽水入库流量 155742.06 万 m^3 ，计算得到上水库的 α 值为 193.23，下水库的 α 值为 182.77，上、下水库的入库水量与总库容之比 α 值均大于 20，其水温结构为典型的混合型，水库水温和下泄水温较天然状态下变化很小。

（2）水质

工程运行时，水量在上下库之间转换，抽水和发电时，进/出水口的流态为辐射状，局部水位有所壅高或降低。上、下库水体循环交换，相互影响，上下库水体水质有相同的变化趋势。由于上下两库库周基本无污染源，因此水体水质不会发生较大变化。

为保护流域生态环境，防止电站含油污水污染河道水体，根据《水力发电厂水力机械辅助设备系统设计规范技术规定》电站渗漏集水井设置一级油污分离池，油污分离池设置有油污混合腔、清水腔，清水腔直接与自流排水洞联通，采用反压排水方式，电站含油污水通过各层排水沟和排水管汇至油污混合腔，油污被分隔在油污混合腔，油污混合腔设置一套一台潜水泵和一套油水浮油收集装置，收集的油污水经油污水处理设备处理后，油污排至透平油处理室的污油罐，达标水排至自流排水洞。

（3）电厂管理人员生活污水

业主永久营地高峰人数 129 人，参考城镇居民小城市生活用水定额，每人平均日用水定额为 160L/d，污水排放系数取 0.8，时变化系数取 2.5，生活污水量 16.51 m^3 /d，业主营地利用书楼镇已建房屋，生活污水接入书楼镇生活污水管网。

3.3.2.3 地下水影响源

本工程事故油池、废水处理设施等区域采取了重点防渗措施，正常工况下不会对地下水水质造成不利影响。工程运行期不向地下水排放污染物，不会对地下水水质产生影响。

水库蓄水工程运行后，下水库库周地下水位将随库水位升高也相应有所抬升。工程上水库为开挖筑坝成库，阻隔了地表径流局部的天然排泄通道，地表径流将绕过上水库进入地下，对局部地下水水位造成一定影响。

3.3.2.4 大气影响源

屏山书楼抽水蓄能电站建成后，电站运行不产生空气污染物，对环境空气无影响。运行期进场公路的车流量很小，因此对周边敏感点环境空气影响很小。

3.3.2.5 噪声影响源

屏山书楼抽水蓄能电站建成运行后，噪声源主要为地面发电厂房内发电（水轮机）机组及主变，设计阶段采取了低噪声设备，发电厂房机组、GIS 设备采用户内布置，主变采用户外布置，地面厂房周边 200m 内无居民点分布，因此对周边声环境影响较小。

3.3.2.6 固体废物影响源

（1）生活垃圾

屏山书楼抽水蓄能电站运行期生活垃圾主要产生于业主营地和电站厂房内，运行期总人数约 129 人，垃圾产生量以每人日产垃圾 1.0kg 计，本工程运行期日产垃圾约 129kg。

（2）危险废物

本项目运行过程中产生的危险废物主要包括水轮发电机等高速机械润滑系统中更换或泄漏的废弃汽轮机油、主变事故排放的事故废油、设备检修时产生的含油废物、及主变运行过程中产生的废铅蓄电池。

废透平油为水电站水轮发电机等高速机械润滑系统中更换或泄漏的废弃汽轮机油，属于《国家危险废物名录》（2025 版）中“HW08 废矿物油与含矿物油废物”——“900-217-08 使用工业齿轮油进行机械设备润滑过程中产生的废润滑油”，危险特性为腐蚀性、易燃性（T、I），经收集后交由资质单位处置，不外排。

本工程运行过程中，将根据使用情况定期更换蓄电池，更换下来的废铅蓄电池，属于《国家危险废物名录》（2025 版）中“HW31 含铅废物”——“900-052-31 废铅酸蓄电池及废铅酸蓄电池拆解过程中产生的废铅板、废铅膏和酸液”，危险特性为毒性、腐蚀性（T、C），经收集后交由资质单位处置，不外排。

（3）库区打捞漂浮物

配置 1 搜打捞船，对库区漂浮物进行打捞，运行期垃圾还包括库区打捞的漂浮物。

3.3.2.7 生态环境影响因素

（1）水生生态

大坝阻隔、水文情势等水环境变化将对工程河段水生生物特别是鱼类造成一定影响。

（2）陆生生态

屏山书楼抽水蓄能电站运行后，水库淹没会造成区域植被损失，水库淹没前后自然植被的景观优势度将会发生轻微变化。建库后，岸边、河谷地带现有野生动物生境将被淹没，将使得少量陆生动物的活动和觅食空间相对减少。蓄水可能导致部分动物通道被切断。由于原生境被不可避免地占用，导致这些动物的活动区域向周边类似生境迁移。

3.3.2.8 电磁环境

本工程电磁环境影响源主要为地面发电厂房的 500kV 主变压器及开关站。本工程地面发电厂房与开关站共建，厂房内设置 4 台 360MVA 主变，主变户外布置，开关站采用 GIS 户内布置。发电厂房周边 200m 内无居民点，本工程运行期间对周边电磁环境影响较小。

3.3.3 移民安置环境因素

3.3.3.1 生产及搬迁安置环境影响源

屏山书楼抽水蓄能电站需生产安置 567 人，全部采用自行安置方式。生产安置无需新开垦耕地，对环境基本无影响。搬迁安置 101 人，考虑抽水蓄能电站建设和运行特点，在满足安全，预留安全距离的基础上，由移民自行选择地质安全的场地进行建房安置。

移民建房过程中，土石方开挖会带来一定的施工扬尘，施工机械作业会产生一定的施工噪声，施工人员会产生少量的生产废水、生活污水、生活垃圾，对局部区域生态环境产生一定不利影响。

搬迁安置后的环境影响源主要来自移民生活污水和生活垃圾。搬迁人口的日常生活会产生一定量的生活污水(约 $10.5\text{m}^3/\text{d}$)和生活垃圾(约 $0.051\text{t}/\text{d}$)，若不妥善处理，会对迁移人口居民点及周围生态环境产生一定影响。

3.3.3.2 专项设施复建环境影响源

屏山书楼抽水蓄能电站专项工程主要有水利工程、电力工程、交通运输工程和电信工程等。专项工程在施工过程中由于开挖、填筑等活动会扰动地表植被，施工产生的部分泥浆废水和施工人员生活污水若直接排放可能对周围地表水环境产生一定的影响。

3.4 工程分析结论

3.4.1 工程方案

屏山书楼抽水蓄能电站是国家《抽水蓄能中长期发展规划(2021—2035 年)》中储备项目。工程上水库位于书楼镇西村楠木沟沟首，利用楠木沟及库周山岭筑坝成库，下水库位于书楼镇西村楠木沟下游沟谷，利用楠木沟及库周山岭筑坝成库，工程建设符合楠木沟流域综合规划及规划环评相关要求，不存在外部环境制约因素，符合国家相关法律法规、产业政策要求，符合国家、四川省能源发展战略，是实现“碳达峰、碳中和”目标的有效措施，能为“30·60 双碳目标”的实现提供有力支撑。

根据四川省国土空间规划划定成果和宜宾市生态环境分区管控方案，屏山书楼抽水蓄能电站工程建设区不涉及生态保护红线，项目位于城镇开发边界以外，也不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、水产种质资源保护区等生态敏感区。工程占地涉及生态优先保护区中的一般生态空间，但本工程不属于该单元管控要求中的禁止开发活动、限制开发建设活动范畴，工程建设符合生态环境分区管控要求和国土空间规划要求。

工程在装机规模、枢纽布置、施工总布置、运行调度等重大方案比选设计时，

已充分考虑环境影响因素，最终推荐方案不存在重大环境制约因素，工程建设环境合理可行。

工程在库址选择、装机规模、枢纽布置、施工总布置选择等方面已充分考虑环境影响因素，最终推荐方案不存在重大环境制约因素，工程建设环境合理可行。

3.4.2 工程施工

施工期工程开挖、弃渣、占地、“三废”及噪声排放等施工活动，将扰动原地貌、损坏土地和植被，带来水质、噪声、大气等污染，对施工区野生动物栖息环境产生一定影响。

施工导流、围堰和初期蓄水等，会造成坝下河段水文情势变化，对楠木沟流域水环境、水生生态等产生一定影响。

3.4.3 工程运行

屏山书楼抽水蓄能电站建设后将新增阻隔影响，减少流水生境，频繁的抽放水，库区河段流场特征将发生较大变化，对工程河段水生生态系统及陆生动植物将产生一定影响。

3.4.4 移民安置

移民安置与专项设施复建过程中的占地与开挖等施工活动及产生的生活污水、生活垃圾等会对局部区域环境带来一定影响，搬迁安置移民的生活污水和生活垃圾排放可能污染周围环境。

屏山书楼抽水蓄能电站环境影响源分析结果见表 3.4-1。

屏山书楼抽水蓄能电站环境影响源分析表

表 3.4-1

建设时期	环境要素	影响源及源强	主要污染物浓度及影响	处理工艺及处理效果	影响对象
施工期	地表水环境	砂石加工废水，共 1 处，废水量约 112m³/d	SS，80000mg/L	磁介质混凝沉淀系统处理后综合利用	临近区域地表水质
		混凝土生产冲洗废水，共 2 处，约 2.5m³/次	SS，5000mg/L	预沉+二沉处理后综合利用	
		机械修配厂含油废水，2 处，单个高峰日废水量 38.4m³/d	SS，1000mg/L；石油类，30mg/L	沉淀池+成套油水分离器	
		生活污水，2 处，上库承包营地 8.73m³/h；下库承包营地 22.24m³/h。	COD _{Cr} ，350mg/L；NH ₃ -N，25mg/L	一体化污水处理设备处理后回用	
		洞室排水	SS，100~3000mg/L；pH 值约 7.6~12；	清污分流后清水通过沟道外排，污水通过中和+三级沉淀池处理后综合利用	
		基坑排水	SS，2000mg/L；	引流至集水坑后，抽排至围堰上游或基坑下游	
	地下水环境	施工期污废水、危废等处置不当导致渗漏污染地下水；地下洞室开挖可能对开挖区及周边地下水的流场、水位、水量等造成一定影响	BOD ₅ 、COD _{Cr} 、石油类等	地下洞室开挖支护、防渗处理及排水	开挖区及周边地下水量
	大气环境	机械燃油废气	CO、NO _x 、SO ₂	洒水降尘、加强车辆管理	周围环境空气
		爆破及开挖粉尘、废气	CO、NO ₂	先进的爆破工艺、洒水降尘	
		混凝土生产系统粉尘，共 2 处，排放速率 8.343g/s	颗粒物	全封闭施工、袋式除尘，排气筒有组织排放	
		砂石加工系统粉尘 1 处，排放速率 131.25g/s	颗粒物		
		交通道路扬尘	颗粒物	限速、洒水降尘、道路清扫	
		施工作业面扬尘	颗粒物	洒水降尘、湿法作业	
	声环境	砂石加工系统噪声	94~108 dB（A）	使用减振机座或减振垫、加强设备维护和保养，合理安排爆破时间、采用先进爆破工艺，采用先进施工工艺、强化施工管理，禁止夜间施工、加强设备运行维护，限制车速、控制夜间车流量、绿化降噪	周围声环境
		混凝土生产系统噪声	100 dB（A）		
		施工爆破噪声	140 dB（A）		
		辅助企业：综合仓库、钢筋加工厂等施工工厂企业以及作业区施工机械噪声	80~95dB（A）		
		交通噪声	约 83 dB（A）		
		机械开挖装卸：振捣机械、拌和机械、挖掘机械	95~100 dB（A）		
	固体废物	建筑垃圾	渣土、废石料、散落的砂浆和混凝土、碎金属、竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料和其它废弃物	集中收集，分类管理，定时清运	周边生态环境

建设时期	环境要素	影响源及源强	主要污染物浓度及影响	处理工艺及处理效果	影响对象
		生活垃圾	施工期生活垃圾总量 1573.52t	场内临时分类收集，运往书楼镇生活垃圾处理系统处理	
		危险废物	0.2 t/a 废润滑油、含油废物、浮油、浮渣和污泥	暂存于危废贮存设施内，委托有资质单位定期清运	
	生态环境	工程枢纽工程开挖总量为 376.8 万 m ³ (自然方)，工程建设总占地面积 225.21hm ²	占压和扰动地表面积，植被、植物及动物生境损失；对鱼类资源产生一定影响	施工临时设施拆除，部分迹地平整；临时占用耕地复耕；施工营地、电站厂、坝区绿化；加强施工管理；合理安排施工时间等	工区及其周边生态系统
		大坝阻隔、蓄水		泄洪放空洞（兼导流洞）	
	水文情势	施工导流	导流期间会影响枢纽区局部流速	上水库采用库盆内排水沟道汇集至大坝上游围堰堰前，抽排至大坝下游；下水库通过导流洞泄水	坝下水文情势
		初期蓄水	蓄水期间大坝下游的下泄流量将较天然情况下有所减少	上、下水库分别下泄生态流量	
运行期	水文情势	日内运行调度	库区及坝下水文情势	下水库下泄坝址处多年平均流量的 15%，即 0.01755m ³ /s	库区及坝下河段
	水温	混合型水库	水库水温和下泄水温较天然状态下变化很小	/	
	水质	库周	库区水质、富营养化变化不明显	/	
	运行期电站废污水	业主永久营地生活污水量 19.2m ³ /d	COD _{Cr} , 350mg/L; NH ₃ -N, 25mg/L	接入书楼镇生活污水管网	
	声环境	机电设备运行	80dB(A)	厂房封闭，厂区实行少人管理，对周围及员工影响小	区域声环境
	固体废物	生活垃圾	运行期日产垃圾约 150kg	纳入书楼镇生活垃圾处理系统处理	人群健康及景观
		废透平油废油、含油废物、废蓄电池	若处理不当影响周边土壤	暂存于危废贮存设施，委托有资质单位定期清运	
	地下水	水库蓄水	局部地下水位变化	上、下水库均采用帷幕灌浆防渗措施	地下水水位
	生态环境	工程总占地面积 225.21hm ² ，永久占地面积 157.5hm ² ，临时占地面积 67.71hm ²	淹没陆生植被，影响部分陆生动植物个体及其生境；土地资源减少，改变土地利用结构与生产水平	受影响土地	生态环境与土地利用

建设时期	环境要素	影响源及源强	主要污染物浓度及影响	处理工艺及处理效果	影响对象
		水库蓄水，大坝阻隔	影响鱼类迁徙，坝下减水影响，改变原有流水生境	生态流量、增殖放流	工程河段鱼类资源
移民安置	生态环境	搬迁安置移民 101 人，生活垃圾日产生量 0.051t/d	垃圾及臭气带来蚊虫和细菌	分散安置移民产生的生活垃圾纳入当地居民原有的处理设施一并处理	人群健康及生态环境

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境

4.1.1 地形地貌

工程区位于云贵高原向四川盆地的过渡斜坡带，川中方山丘陵区，区域东部为四川盆地，南部为云贵高原及前缘的过渡山地，西北部为川西高原。地势总体上自西向东逐渐降低，呈阶梯级下降的格局。

近场区海拔高程在 1500~3500m，相对高差 1000~1500m，总体地势由西南向东北倾斜逐渐过渡至四川盆地。区内地貌大致以华蓥山—莲峰断裂为界，西北部山脉多呈南北向延伸，东部山势略低缓，相对高差小于西部，呈较为平齐的缓丘，总体呈北东向，具有山脊走向与地质构造线方向一致的特点。

区内河流主要有金沙江和岷江及支流，金沙江及其支流穿过深切切割的中山区，河道狭窄，水流湍急，而岷江及支流处于低山、丘陵地带，河面较宽。沿金沙江、岷江发育有IV—V级河流阶地。根据工程区地貌成因、形态和组合，可分为侵蚀堆积地貌、侵蚀地貌和侵蚀溶蚀地貌、剥蚀地貌四种类型。

上水库属中低山、丘陵地貌（图 4.1-1），起伏最大高差约 166m，库岸地层产状近水平，两岸总体坡度 35~45°，局部形成陡崖，岸坡整体稳定，未发现大的崩塌、滑坡。上库坝址 50 年超越概率 2%与 100 年超越概率 5%概率水准下发生地震崩塌、滑坡的危险性小，100 年超越概率 2%、1%概率水准下发生地震崩塌、滑坡的危险性中等。



图 4.1-1 工程上水库区域地形地貌图

下水库属中低山、丘陵地貌（图 4.1-2），库岸地层产状近水平，两岸地形高陡，相对高差最大可达 710m，岸坡中下部总体坡度约 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，中上部稍陡，形成多级陡崖，崖高数米-数十米不等，岸坡整体稳定，未发现大的崩塌、滑坡，但两岸高程 600~900m 之间砂岩中局部发育危岩体。下库坝址 50 年超越概率 2% 与 100 年超越概率 5% 概率水准下发生地震崩塌、滑坡的危险性小，100 年超越概率 2%、1% 概率水准下发生地震崩塌、滑坡的危险性中等。危岩体在强震作用下，有崩塌失稳的可能，威胁下库主要枢纽建筑物及施工人员安全，建议结合工程布置采取清除或支护等防治措施。



图 4.1-2 工程下水库区域地形地貌图

施工规划的书楼镇施工场地包括下库承包商营地、永久机电备件库、下库综合仓库、中心变电站、下库钢管加工厂、2#混凝土生产系统、下库表土堆放场位于书楼镇汪家沟口公路外侧，地形地貌特征有所变化。该场地平坦、开阔，周边距离岸坡较远，周边无崩塌、滑坡等不良物理地质现象，场地稳定，具备场地设置的地形地质条件。



图 4.1-3 书楼镇施工场地地形地貌图

砂石加工系统布置场地位于金沙江左岸书楼镇宝宁村一组斜坡上（图 4.1-4），同时为外购砂砾石料堆放场地。场地整体地形平均坡度约 $10^{\circ} \sim 18^{\circ}$ ，冲沟两侧常形成 5~8m 高的陡坎，坡表及陡坎常见基岩出露，地层产状 $N40^{\circ} W/SW \angle 10^{\circ}$ ，地层岩性为须家河组深灰色泥质粉砂岩与灰色、灰白色石英砂岩互层，夹灰黑色炭质页岩、煤线，坡表零星分布少量坡残积块碎石土层，厚度一般 0.5~3.0m，冲沟两侧局部厚度约 5~8m。

据调查，该场地及周边未发现大的滑坡、崩塌、泥石流等不良物理地质现象，场地整体稳定。但场地前缘（气象站）下游简易公路外侧发育一个小的滑坡，公路上可见明显的变形破坏迹象，其宽度约 25m，顺坡长度约 40m，推测滑体厚度约 3~5m，体积约 $3000 \sim 5000 m^3$ 。场地规划中，应尽量避免该滑坡，或采取适宜的工程措施，确保场地稳定和安全。



图 4.1-4 业主营地地形地貌图

4.1.2 工程地质

4.1.2.1 地层岩性

工程区主要出露基岩地层从老至新依次为三叠系须家河组 (T_{3xj}) 和侏罗系珍珠冲组 (J_{1z})、自流井组 (J_{1-2z})、下沙溪庙组 (J_{2xs})、上沙溪庙组 (J_{2s})。第四系覆盖层主要有全新统冲洪积堆积 (Q_4^{al+pl})、坡残积堆积 (Q_4^{dl+el})、崩坡积堆积 (Q_4^{col+dl})、崩洪积堆积 (Q_4^{col+pl})、人工堆积 (Q^s)。

第四系堆积物主要为冰蚀洼地部位沉积的冰川、冰水和湖泊堆积物，高位沟谷内的崩积堆积物，岸坡表部的崩积、坡积堆积物，以及各沟谷底部分布的洪积与冲积堆积物，由于沟谷岸坡多较陡，谷底沉积物多混杂有崩积物。

(1) 基岩

1) 三叠系上统须家河组 (T_{3xj}): 该层主要出露于下水库坝址、厂址区，楠木沟沟口附近，为深灰色泥质粉砂岩与灰色、灰白色石英砂岩互层，夹灰黑色粉砂质泥岩、煤线。

2) 珍珠冲组 (J_{1z}): 该层主要出露于下水库坝址、厂址区及输水线路下部。

3) 自流井组 (J_{1-2z}): 该层主要出露于下水库坝址、厂址区及输水线路下部。

4) 下沙溪庙组 (J_{2xs}): 该层主要出露于下水库库区 (坝) 区及输水线路中下部。

5) 上沙溪庙组 (J_{2s}): 该层主要出露于输水线路中上部及上水库 (坝) 区，

厚度>500m,为紫红色、暗紫色泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹灰色、灰白色、紫灰色长石石英砂岩,其中,分布4层厚度较大的砂岩,最大厚度约29.8m,据钻孔资料统计,泥岩与砂岩厚度之比约2:1。

(2) 覆盖层

1) 人工堆积(Qs):紫红色块碎砾石土层,主要分布于楠木沟水库坝后,推测厚度<10m,结构较松散。

2) 冲洪积堆积(Q4al+pl):主要分布于楠木沟沟口外,鸡罩山西侧槽谷内,最大厚度约75.3m,上部为灰黄色、灰褐色块碎砾石土层,下部灰黄色、灰色、灰褐色含砾砂层,结构较密实。

3) 崩坡积堆积(Q4col+dl):紫红色含孤块碎砾石土层,主要分布于沟谷两岸坡脚及岸坡中下部缓坡平台。勘探揭示,下库坝址右岸最大厚度约19.6m,厂址区右岸最大厚度约25.4m,其它部位厚度一般1~5m,结构较松散,粒径悬殊,最大可达8m左右。

4) 坡残积堆积(Q4dl+el):主要分布于斜坡中下部,由块碎砾石土组成,结构较松散,厚度一般1~5m。

5) 崩洪积堆积(Q4col+pl):紫红色、灰色块碎砾石土层,结构较松散,粒径悬殊,最大可达数米,主要分布于楠木沟沟谷内,勘探揭示,上库(坝)区厚度一般<3m,下库坝址区最大厚度约13.3m。

4.1.2.2 地质构造

工程区位于云贵高原向四川盆地的过渡斜坡带,川中方山丘陵区,区内构造较简单,无区域性活动断裂通过,位于场址区西南部的楼东断裂距场址最近距离约3.1km,沿会议镇—上坝—黄果树大桥—马鞍社一线分布,总体走向N70~90°W/SW∠65°,长度约12km,发育在侏罗纪紫红色泥岩中,由一系列断层组成,主断裂产状N80°W/SW∠50°,断层向上尖灭在紫红色泥岩中,紫红色泥岩上覆的第四纪残坡积物没有明显变形,断裂沿线卫星影像未见线性特征,为前第四纪断裂。

据现场地质调查,工程区属单斜构造,地层平缓,总体产状:N40~50°E/NW∠2~5°,局部零星、随机发育少量小断层、挤压破碎带等软弱结构面,其规模

小，主带宽度一般 2~30cm，主要由碎粒岩、碎粉岩组成。根据现场工程地质测绘及勘探揭示，工程区构造单一，软弱结构面总体上不发育，仅 17 个钻孔中揭示了 48 条小断层、挤压破碎带等软弱结构面，随机分布，其规模小，主要由碎粒岩、碎粉岩组成，在风化卸荷带内普遍夹有少量泥质，工程类型可划分为岩块岩屑型和岩屑夹泥型。

4.1.2.3 工程区域构造稳定性

工程区位于云贵高原向四川盆地过渡的斜坡地带，川中方山丘陵区，近场区内无活动断裂，场址区内的楼东断裂距场址最近距离约 3.1km，且为前第四纪断裂。场址 25km 范围没有记录到破坏性地震；场址区 5km 范围内，无破坏性地震的历史记录，龙溪乡附近有小震密集成团，离场址最近的 2.0 级以上地震是 2010 年 8 月 14 日 2.3 级地震，距场址约 1km。

根据《水电水利工程区域构造稳定性勘察规程》(NB/T35098—2017)对区域构造稳定性的分级标准及地震基本烈度计算结果，50 年超越概率 10%的水平向地震动加速度为 96.0gal，场址区地震基本烈度为Ⅶ度，区域构造稳定性较好。

4.1.2.4 水文地质条件

(1) 地下水类型及补排关系

工程区基岩地层岩性以泥岩为主，沟床及两岸覆盖层浅薄，地下水富水性不丰，其类型主要为孔隙性潜水和基岩裂隙潜水，补给来自大气降水和地表径流，向沟道排泄，受地层岩性和裂隙控制，地下水分布具有不均匀性和各项异性的特点。工程区地下水受大气降水补给，支沟是工程区内最低排泄基准面，地表水及地下水主要向支沟排泄，汇入金沙江。

(2) 岩体透水性

透水性主要受地层岩性、结构面发育程度及岩体完整性、风化、卸荷等特征控制。工程区地层岩性以泥岩、粉砂质泥岩与泥质粉砂岩、砂岩互层，总体上泥岩与砂岩的比例约 2:1，结构面发育程度及岩体完整性、风化、卸荷在不同岩性中存在明显的差异，岩体透水性表现出跳跃性突变的特征。工程区预可研阶段（207 段/12 孔）和可研阶段（357 段/22 孔）压水资料统计：透水率 $q > 50 \text{Lu}$ 的占 5%，主要分布于岸坡浅表强风化、强卸荷带内； $3 \text{Lu} < q < 50 \text{Lu}$ 的占 30%，

主要分布于岸坡弱风化、弱卸荷带内； $1\text{Lu}<q<3\text{Lu}$ 的占 9%， $q<1\text{Lu}$ 的占 56%，主要分布于微新岩体内。总体上，工程区岩体透水性以微—弱透水为主。

（3）地下水化学特征

预可研阶段和可研阶段，在工程区总共进行了地表水 9 组、地下水 1 组水质简分析，其成果表明：楠木沟、楠木沟水库、上库、汪家沟水为 $\text{HCO}_3^-+\text{Ca}^{2+}$ 型水，向家坝水库水为 $\text{SO}_4^{2-}+\text{HCO}_3^-+\text{Ca}^{2+}$ 型水，九房沟水库水为 $\text{HCO}_3^-+\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ 型水，平洞 PD202 地下水为 $\text{HCO}_3^-+\text{Na}^+$ 型水。

根据《水电工程地质勘察水质分析规程》（NB/T 35052-2015）、《水力发电工程地质勘察规范》（GB 50287-2016）“环境水对混凝土腐蚀性评价”进行判定：环境水对混凝土结构无腐蚀性。

（4）地下水埋深

工程区共布置了 17 个水位长观孔，其中上水库坝址区 7 个、库尾山脊 6 个及下水库坝址区 4 个，各钻孔地下水位长观成果表明，工程区地下水位受降水控制，季节性变化明显，均低于正常蓄水位。

工程区钻孔地下水位统计表

表 4.1-1

钻孔 编号	钻孔 位置	孔口 高程 (m)	孔深 (m)	地下水位					观测日期
				埋深 (m)	高程 (m)	变幅 (m)	与正常蓄水位的关系		
ZK10 2	上库 坝址区左岸	1121.4 9	80.0	38.71~ 70.03	1082.7 8~1051 .46	31.32	低于	27.22~58. 54	2023/4/24 ~2025/7/1
ZK10 8	上库 坝址区左岸	1113.7 1	80.2	52.78~ 67.72	1060.9 3~1045 .99	14.94	低于	49.07~64. 01	2024/3/8~ 2025/5/30
ZK11 1	上库 坝址区左岸	1115.3 4	69.0	23.98~ 26.28	1091.3 6~1089 .06	2.3	低于	18.64~20. 94	2025/8/5~ 2026/3/3
ZK10 3	上库 坝址区右岸	1124.4 8	80.0	66.04~ 71.35	1058.4 4~1053 .13	5.31	低于	51.56~56. 87	2023/4/24 ~2025/5/1 9
ZK10 9	上库 坝址区右岸	1115.5 8	80.4	48.60~ 70.15	1066.9 8~1045 .43	21.55	低于	43.02~64. 57	2024/3/8~ 2025/6/15
ZK11 5	上库 坝址区右岸	1154.4 0	101.0	77.46~ 83.30	1076.9 4~1071 .10	5.84	低于	33.06~38. 90	2024/12/2 4~2026/3/ 3
ZK11 6	上库 坝址区右岸	1148.0 7	101.0	53.41~ 60.31	1094.6 6~1087 .76	6.90	低于	15.34~22. 24	2024/12/2 4~2026/3/ 3

钻孔 编号	钻孔 位置	孔口 高程 (m)	孔深 (m)	地下水位					观测日期
				埋深 (m)	高程 (m)	变幅 (m)	与正常蓄水位的关系		
ZK10 6	上库库尾	1099.7	100.3	81.61~ 93.27	1018.0 9~1006 .43	11.66	低于	91.91~103 .57	2023/4/26 ~2025/7/1
ZK10 7	上库库尾	1114.2 1	105.0	81.27~ 92.52	1032.9 4~1021 .69	11.25	低于	77.06~88. 31	2023/4/26 ~2025/7/1
ZK60 1	上库库尾	1158.8 0	100.4	设备安装深度 79.42m 未测到水位					
ZK60 2	上库库尾	1170.4 8	100.1	96.28~ 97.8	1074.2 0~1072 .68	1.52	低于	35.80~37. 32	2024/12/2 5~2026/3/ 3
ZK60 3	上库库尾	1147.1 4	101.0	49.7~5 1.03	1097.4 4~1096 .11	1.33	低于	12.56~13. 89	2024/12/2 6~2026/3/ 3
ZK60 4	上库库尾	1146.0 6	100.8	52.81~ 54.52	1093.2 5~1091 .54	1.71	低于	16.75~18. 46	2024/12/2 8~2026/3/ 3
ZK20 2	下库 坝址区左岸	594.08 5	100.0	32.465 ~47.84 5	561.62 ~546.2 4	15.38	低于	4.38~19.7 6	2023/4/25 ~2025/1/2
ZK20 7	下库 坝址区左岸	576.50	100.1	46.75~ 47.00	529.75 ~529.5 0	0.25	低于	36.25~36. 50	2025/8/6~ 2026/2/7
ZK20 3	下库 坝址区右岸	600.76	100.7	27.34~ 72.96	573.42 ~527.8 0	45.62	低于	+7.42~38. 20	2023/4/25 ~2025/5/2 3
ZK20 4	下库 坝址区右岸	565.26	99.8	66.56~ 70.20	498.70 ~495.0 6	3.64	低于	67.30~70. 94	2025/8/6~ 2026/3/3

4.1.3 气候气象

屏山书楼抽水蓄能电站工程区属亚热带季风性湿润气候区，地处四川盆地西南缘向云贵高原过渡地带，受大陆气团和海洋季风交替影响，冬季大陆降温快，气温低，形成高压，海洋降温慢，气温高，形成低压，形成大陆吹向海洋的冬季风，降水较少；夏季大陆增温快，气温高，形成低压，海洋增温慢，气温低，形成高压，盛行的西南季风携带大量水汽，使之气候湿润、降水集中。总的气候特点为：冬暖春早，夏热秋凉，四季分明；冬干春旱，夏秋多雨，日照较少；年降水充沛，雨热同期。流域的干季为 11 月~翌年 4 月，降水量约占年降水量的 15%；5 月~10 月降水量约为年降水量的 85%。

工程区附近设有屏山气象站，具有 1966~2014 年连续完整的气象观测资料；屏山书楼气象站设立于 2010 年，站址位于屏山县书楼场镇，距离工程区约 3km，

海拔高度 485m，观测气温、降水、风向、风速气象要素，具有从 2013 年至今较为完整的降水资料。此外，成都院已于 2023 年 4 月在上水库坝址附近设立简易气象站开展气温、湿度、气压、风、降水量等气象要素观测，测站海拔高度 1086m。本阶段将屏山书楼气象站 2015~2023 年降水资料与屏山气象站 1966~2014 年资料合并使用，屏山气象站 1966~2023 年多年平均年降水量 963.5mm，历年最大 1 日降水量 159.6mm。多年平均年气温 17.9℃，历年极端最高气温 41.5℃，历年极端最低气温-2.6℃；多年平均相对湿度 77%，多年平均蒸发量 1057.5mm（20cm 蒸发皿）；多年平均风速 1.5m/s，历年最大风速 23.5m/s，最大风速相应风向 NNW；多年平均霜日数 2.7d。

屏山气象站气象要素特征值统计表

表 4.1-2

项目		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年	
气温(℃)		多年平均	7.9	10.1	14.2	18.8	22.2	24.4	26.6	26.0	22.7	18.4	14.0	9.4	17.9
		极端最高	21.5	26.6	32.8	35.7	39.4	39.1	40.2	41.5	38.7	31.9	27.7	22.7	41.5
		极端最低	-2.6	-1.2	3.1	6.0	11.9	15.0	17.6	17.0	14.1	7.6	2.9	-1.1	-2.6
降水量 (mm)	多年平均（1966~2023）		12.0	14.1	26.8	55.8	91.4	134.7	205.0	227.5	113.1	51.3	21.0	10.9	963.5
	一日最大		5.2	15.1	13.3	35.1	57.4	110.3	138.0	159.6	115.2	18.4	35.4	3.7	159.6
	降水日数 (d)	≥0.1mm	8.7	9.8	11.8	13.7	13.8	16.6	15.4	17.0	14.2	15.5	11.5	9.2	157.2
		≥10mm	0.0	0.2	0.4	1.6	2.1	3.4	5.2	5.8	2.8	1.2	0.4	0.0	23.1
		≥25mm	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	1.0	2.9	2.7	1.2	0.0	0.1	0.0	9.0
		≥50mm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	1.3	1.2	0.3	0.0	0.0	0.0	3.1
相对湿度 (%)	多年平均		77	74	71	69	70	77	79	81	81	83	80	78	77
	历年最小		34	40	31	34	23	29	40	35	40	33	44	32	23
多年平均蒸发量（20cm 蒸发皿，mm）			36.8	45.9	83.3	116.6	142.4	126.5	143.0	136.7	87.1	54.6	48.5	36.1	1057.5
风速（m/s）	多年平均		1.2	1.4	1.7	1.9	1.7	1.6	1.7	1.7	1.5	1.2	1.2	1.1	1.5
	最大风速		11.4	12.8	16.9	19.8	23.5	13.5	17.5	17.7	18.6	15.3	17.0	14.4	23.5
	相应风向		N	NNE	NNE	N	NNW	NNW	N	N	NNW	N	N	NNE	NNW
霜日数（d）			1.2	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0	0	1.1	2.7	

4.2 地表水环境

4.2.1 水文

4.2.1.1 河流水系

金沙江是长江的上游河段，其主源沱沱河发源于青藏高原唐古拉山脉主峰各拉丹东雪山的西南侧。沱沱河由南向北出唐古拉山后折向东流，从右岸汇入当曲后称通天河。通天河流至青海玉树附近汇入巴塘河后称金沙江。金沙江流经青、藏、川、滇四省区至四川宜宾与岷江汇合后始称长江。金沙江流域面积 47.32 万 km^2 ，从河源至宜宾干流河长 3479km，落差 5100m，分别占长江干流全长和总落差的 55%和 95%。金沙江分为上、中、下三段，其中玉树（巴塘河口）至石鼓称为金沙江上段，石鼓至攀枝花称为金沙江中段，攀枝花至宜宾称为金沙江下段。

楠木沟为金沙江下段左岸支沟，楠木沟发源于屏山县书楼镇对丘岩，上游为山涧溪流，由东南向西北流补给主要来自大气降水，枯水期基本无稳定地表径流；中游存在大型的跌水河段，右纳九房沟后转为东北至西南流向，后右纳老厂沟，经石坝子折向东南流；下游有书楼水厂取水工程（楠木沟水库），由于水厂取水工程未设置生态流量下泄措施，在水库运行期间亦出现楠木沟河道无水的状况，楠木沟在鸡罩山脚下纳入汪家沟后，汇入金沙江（向家坝水电站库区）。地理位置介于东经 $104^{\circ}15'47''\sim 104^{\circ}19'10''$ ，北纬 $28^{\circ}38'15''\sim 28^{\circ}41'52''$ ，北侧为岷江支流埡溪河流域，西侧为金沙江支沟新庄沟，东侧为团山子沟，南侧为金沙江干流。流域形态呈“C”字型，河源海拔高程 1180m，河口海拔高程 280m，天然落差 900m。

4.2.2.2 楠木沟径流

楠木沟径流主要由降水形成，受降水年内分配不均影响，径流年内分配不均。丰水期（5~10 月）占全年径流量的 85%，枯水期（11~4 月）占全年径流量 15%，根据水文分析计算成果，楠木沟流域多年平均径流深为 550mm，多年平均流量 $0.36\text{m}^3/\text{s}$ ，折合年径流量为 1121 万 m^3 。

通过查算《四川省暴雨统计参数图集》（2010 年）—四川省多年平均年径流深等值线图、《四川省第三次水资源调查评价报告》（2019 年）—四川省 1956~2016 年多年平均径流深等值线图，屏山书楼抽水蓄能电站上、下水库坝址所在的楠木沟流域多年平均径流深为 550mm，据此计算上、下水库坝址及楠木沟全流域多

年平均径流量分别为 61.6 万 m^3 、369 万 m^3 、1121 万 m^3 ，多年平均流量分别为 0.0195 m^3/s 、0.117 m^3/s 、0.36 m^3/s 。

根据水文分析计算采用的径流成果分析其径流特性，下水库坝址以上流域多年平均径流深为 550mm，多年平均流量 0.117 m^3/s ，多年平均年径流量为 369 万 m^3 ，其中丰水期（5 月~翌年 10 月）约占全年径流量的 85.7%，枯水期（11 月~翌年 4 月）约占全年径流量 14.4%。径流年际变化较大，下水库坝址最丰水年年径流量 665 万 m^3 （2010 年 5 月~2011 年 4 月）为最枯水年年平均流量 125 万 m^3 （1993 年 5 月~1994 年 4 月）的 5.33 倍，分别是多年平均流量的 1.80 和 0.34 倍。

上、下水库坝址多年平均逐月平均流量成果详见表 4.2-1~2，上、下水库坝址代表年月径流成果见表 4.2-3~4。

上水库坝址多年平均逐月平均流量成果表

表 4.2-1

月份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	年 (5~翌年 4 月)	枯水期 (11~翌年 4 月)
多年平均流量 (m ³ /s)	0.022	0.033	0.050	0.055	0.028	0.012	0.005	0.003	0.003	0.004	0.006	0.014	0.020	0.006
多年平均径流量 (万 m ³)	5.8	8.6	13.3	14.6	7.2	3.3	1.3	0.7	0.8	0.9	1.7	3.5	61.6	1.48

下水库坝址多年平均逐月平均流量成果表

表 4.2-2

月份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	年 (5~翌年 4 月)	枯水期 (11~翌年 4 月)
多年平均流量 (m ³ /s)	0.130	0.199	0.298	0.326	0.166	0.073	0.031	0.015	0.017	0.022	0.038	0.082	0.117	0.034
多年平均径流量 (万 m ³)	34.8	51.6	79.8	87.2	42.9	19.5	8.0	4.1	4.5	5.3	10.1	21.2	369	8.87

上水库坝址设计代表年逐月平均流量成果表

表 4.2-3

频率	月份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	年 (5~翌年 4 月)	枯水期 (11~翌年 4 月)
P=95%	平均流量 (m^3/s)	0.021	0.019	0.004	0.032	0.027	0.006	0.002	0.001	0.0004	0.001	0.008	0.010	0.011	0.004
	平均径流量 (万 m^3)	5.5	5	1.2	8.6	6.9	1.6	0.4	0.4	0.1	0.3	2.2	2.5	34.7	0.983

下水库坝址设计代表年逐月平均流量成果表

表 4.2-4

频率	月份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	年 (5~翌年 4 月)	枯水期 (11~翌年 4 月)
P=95%	平均流量 (m^3/s)	0.124	0.115	0.027	0.192	0.160	0.036	0.010	0.008	0.002	0.007	0.048	0.058	0.066	0.022
	平均径流量 (万 m^3)	33.2	29.8	7.3	51.4	41.5	9.7	2.6	2.2	0.6	1.7	12.9	15.1	208	5.850

4.2.2.3 向家坝水电站径流

根据《向家坝水电站可行性研究报告》（2003 年 6 月），向家坝水电站可研阶段选择屏山水文站作为向家坝水电站水文分析计算的依据站，采用的屏山水文站资料系列年限为 1939 年 6 月~1998 年 5 月，屏山水文站多年平均径流年内分配见表 4.2-5。

屏山水文站多年平均径流年内分配成果表

表 4.2-5 流量单位: m³/s, 占比: %

月份	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	年
流量	4880	9430	10000	9920	6690	3460	2170	1620	1390	1310	1500	2240	4570
占比	8.8	17.5	18.6	17.8	12.5	6.2	4.0	3.0	2.3	2.4	2.7	4.2	100

根据屏山水文站 1939 年 6 月~1998 年 5 月共计 59 年（水文年）径流系列，采用数学期望公式计算经验频率，以 P-III 型频率曲线按适线法确定统计参数，屏山水文站设计年径流成果见表 4.2-6。

向家坝坝址控制集水面积与屏山水文站控制集水面积仅相差 200km²，不足坝址流域面积的 0.05%，屏山水文站~向家坝坝址间无较大支流加入，向家坝坝址年径流直接采用屏山水文站年径流成果，向家坝水电站坝址多年平均流量为 4570m³/s，多年平均径流量 1440 亿 m³。

向家坝水电站坝址（屏山水文站）设计年径流成果表

表 4.2-6

均值 (m ³ /s)	C _v	C _s /C _v	各频率设计值 (m ³ /s)				
			P=5%	P=25%	P=50%	P=75%	P=95%
4570	0.17	4.0	5980	5040	4480	4010	3460

4.2.2.4 洪水

（1）暴雨洪水特性

工程位于楠木沟流域，楠木沟流域洪水由暴雨形成，全年暴雨主要集中在 5~9 月，为流域的主汛期，年最大洪水发生在 5~9 月。由于流域面积小，源短坡陡，洪水陡涨陡落，一次洪水过程不足 1 天。

楠木沟属金沙江支流，根据《四川省洪水调查资料》及楠木沟流域相关资料考究查证，该流域既往未进行过历史洪水调查工作。根据现场踏勘，工程区无常住居民，下库工程区公路较河道较高，沿河两岸未调查了解到近年大洪水洪痕，无定线推流条件，难以考证流域历史洪水，按无历史洪水考虑。

（2）设计洪水

屏山书楼抽水蓄能电站上、下水库坝址集水面积分别为 1.12km²、6.71km²。上水库利用楠木沟山顶凹陷筑坝成库，考虑到上水库集水面积较小，按照集水面积范围内的雨量全部入库考虑，因此仅计算 24h 设计洪量。

下水库采用《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》中推荐的推理公式法、综合瞬时单位线法计算设计洪水，经对比分析后合理选用。

（3）设计暴雨

工程区邻近龙溪、商州雨量站距离工程区直线距离分别约 22km、29km，屏山气象站距离工程区直线距离约 13km，各站点与工程区气候特性基本一致。本次收集到龙溪雨量站、商州雨量站 1969~2023 年年最大 6h、24h 时段降水资料，屏山气象站 1966~2023 年年最大 24h 时段降水资料，通过实测暴雨资料及《四川省暴雨统计参数图集》综合分析论证工程区设计暴雨成果。

考虑到楠木沟所在的金沙江干流左岸由东北至西南暴雨量逐渐增大，根据图集计算的工程区各频率设计点暴雨均大于龙溪、商州雨量站设计暴雨成果，且根据《四川省暴雨统计参数图集》查算龙溪、商州雨量站，屏山气象站设计点暴雨成果略大于其实测设计暴雨成果，经分析比选后，设计暴雨参数采用《四川省暴雨统计参数图集》成果，见表 4.2-8。

设计暴雨成果对比表

表 4.2-7

资料	时段	均值 (mm)	C _v	C _s /C _v	各频率设计值 (mm)							
					P=0.1%	P=0.2%	P=0.5%	P=1%	P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
屏山	24h	96.0	0.42	3.5	305	283	253	230	206	175	150	124
龙溪	6h	73.9	0.35	3.5	199	186	169	156	142	123	109	92.8
	24h	116	0.38	3.5	336	313	282	258	234	201	175	148
商州	6h	75.3	0.51	3.5	291	267	234	209	184	151	126	100
	24h	115	0.42	3.5	366	339	303	275	247	209	179	149
图集	1/6h	18.0	0.35	3.5	48.6	45.4	41.2	37.9	34.6	30.1	26.4	22.6
	1h	50.0	0.42	3.5	159	147	132	120	107	90.9	78.0	64.6
	6h	85.0	0.50	3.5	322	295	260	233	205	169	141	113
	24h	115	0.51	3.5	445	407	358	320	282	231	192	153

工程区设计暴雨成果表（推荐成果）

表 4.2-8

资料	时段	均值 (mm)	C_v	C_s/C_v	各频率设计值 (mm)							
					P=0.1%	P=0.2%	P=0.5%	P=1%	P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
图集	1/6h	18.0	0.35	3.5	48.6	45.4	41.2	37.9	34.6	30.1	26.4	22.6
	1h	50.0	0.42	3.5	159	147	132	120	107	90.9	78.0	64.6
	6h	85.0	0.50	3.5	322	295	260	233	205	169	141	113
	24h	115	0.51	3.5	445	407	358	320	282	231	192	153

4.2.2 泥沙

4.2.2.1 流域产沙概况

楠木沟为季节性水沟，呈树枝状分布，最大切割深度约710m，沟谷狭窄，流域内物理地质作用主要表现为岩体的风化、卸荷，区域内未发现大规模滑坡、泥石流，崩塌等不良地质现象，仅楠木沟局部岸坡中上部存在崩塌现象，一般规模较小。流域自然生态环境保持良好，植被以乔木、灌木为主，流域上游人烟稀少，下游分布有村庄及耕地，人类活动对流域下游产沙有一定影响。

综上所述，楠木沟流域悬移质泥沙主要来源于汛期降雨引起的表土侵蚀和岩石风化，推移质主要来自于两岸的局部崩塌，流域总体产沙不大，年来沙量主要集中在汛期，根据《四川省水文手册》悬移质输沙模数等值线图及近年现状估计，流域内多年平均年输沙模数约 $600t/(km^2 \cdot a)$ 左右。

4.2.2.2 悬移质

上水库位于书楼镇西村楠木沟沟首，查《四川省水文手册》（1979 年）悬移质输沙模数等值线图，工程区输沙模数值为 $600t/(km^2 \cdot a)$ 。根据上水库坝址集水面积 $1.12km^2$ 及多年平均径流量 61.6 万 m^3 ，推算得上水库坝址处多年平均悬移质输沙量为 672t，多年平均含沙量为 $1.09kg/m^3$ 。

下水库位于书楼镇西村楠木沟下游沟谷，查《四川省水文手册》（1979 年）悬移质输沙模数等值线图，工程区输沙模数值为 $600t/(km^2 \cdot a)$ 。根据下水库坝址集水面积 $6.71km^2$ 及多年平均径流量 369 万 m^3 ，推算得下水库坝址处悬移质年均天然输沙量为 4030t，多年平均含沙量为 $1.09kg/m^3$ 。

下水库初期蓄水及正常运行期拟从向家坝库区补水，取水口位于向家坝坝前干流库区，补水量占向家坝坝址来水量比例甚微。考虑向家坝上游梯级拦沙作用及向家坝水库自身沉降效果，补水断面处水体含沙量较天然减小显著，从向家坝干流库区补水的含沙量甚微，本次设计忽略不计。

4.2.2.3 推移质

取“推悬比”20%计算坝址处推移质输沙量。经计算，上水库坝址的推移质年均输沙量约为134t，下水库的推移质年均输沙量约为806t。

4.2.3 水质

4.2.3.1 水功能区划

根据《四川省地表水功能区划》，楠木沟汇入金沙江涉及金沙江水功能区为金沙江滇川4号缓冲区，该水功能区起于出滇界5km处，止于向家坝水电站坝轴线下1.8km，全长585km，其中屏山境内全长93.5km，水质管理目标为Ⅲ类。因此，楠木沟流域遵从干流金沙江的水功能区要求，水质管理目标为Ⅲ类。

4.2.3.2 污染源

根据现状初步调查，楠木沟流域无工业污染源，上游水污染源主要为农业面源，下游主要为农村生活污水及农业面源。

流域内地表水水质主要受农村生活污水及农业面源影响。

（1）农村散排生活污水

农村生活污染物入河量计算公式为：

$$W_{生2}=W_{生2p}\beta_3$$

$$W_{生2p}=N_{农}\alpha_2$$

式中， $W_{生2}$ 为农村生活污染物入河量； β_3 为农村生活入河系数； $W_{生2p}$ 为农村生活污染物排放量； $N_{农}$ 为农村人口数； α_2 农村生活排污系数。

根据调查，基准年楠木沟流域内有居民共计2171人，其中楠木沟沟口附近约213人、支流汪家沟下游约300人左右无生活污水集中处理措施，生活污水为散排，楠木沟上游及支流汪家沟中上游约520人亦零星分布，其生活污水也为散排状态；汪家沟下游其他居民及书楼镇居民有西村污水处理站和书楼镇书院社区污水处理站进行处理。

流域暂时按2171人进行污染源计算，根据调查及查阅相关文献，农村人均综合污水排放量约50L/人·天，污水中COD、氨氮的浓度分别按300mg/L、30mg/L计，入河系数取0.2。

（2）畜禽污染源

畜禽污染物入河量计算公式为：

$$W_{\text{畜禽}} = W_{\text{畜禽}p} \beta_4$$

$$W_{\text{畜禽}p} = N_{\text{畜禽}} \alpha_3$$

式中， $W_{\text{畜禽}}$ 为畜禽养殖污染物入河量； $W_{\text{畜禽}p}$ 为畜禽养殖污染物排放量； β_4 为畜禽入河系数； β_4 为畜禽养殖头数（折合成标准为：1头奶牛折算成10头猪，1头肉牛折算成5头猪）； α_3 为畜禽排污系数。

根据调查，基准年楠木沟流域内养殖鸡鸭小牲畜2300羽，根据查阅相关文献，采用产污系数法，参考《四川省饮用水水源地基础环境调查及评估》推荐源强系数估算，各类畜禽换算关系如下：30只蛋鸡折合为1头猪，60只肉鸡折合为1头猪，3只羊折合为1头猪，5头猪折合为1头牛。每头猪COD和氨氮的排污系数分别取5.92kg/头·a和0.10kg/头·a，入河系数取0.12。

（3）农业面源污染入河量

采用产污系数法，参考《四川省饮用水水源地基础环境调查及评估》推荐源强系数估算。标准农田污染物源强系数分别为COD10kg/亩·年，氨氮2kg/亩·年。所谓标准农田为平原、种植作物为小麦、土壤类型为壤土、化肥施用量为25-35公斤/亩·年，降水量在400-800mm范围内。

农田流失负荷=农田面积×农田综合修正系数×标准农田源强系数。

坡度修正：土地坡度在25°以下，流失系数为1.0-1.2；25°以上，流失系数为1.2-1.5。

土壤类型修正：将农田土壤按质地进行分类，即根据土壤成分中的粘土和砂土比例进行分类，分为砂土、壤土和粘土。以壤土为1.0；砂土修正系数为1.0-0.8；粘土修正系数为0.8-0.6。化肥施用量修正：化肥亩施用量在25公斤以下，修正系数取0.8-1.0；在25-35之间，修正系数取1.0-1.2；在35公斤以上，修正系数取1.2-1.5。降水量修正：年降雨量在400ml以下的地区取流失系数为0.6-1.0；年降雨量在400~800mm之间的地区取流失系数为1.0-1.2；年降雨量在800ml以上的地区取流失系数为1.2-1.5。

（4）农村面源污染源计算

根据上述参数和公式计算，年楠木沟流域内农村面源污染物入河量COD为0.73t/a、氨氮为0.05t/a。

4.2.3.3 水质例行监测成果

根据屏山县乡镇饮用水水质监测报告例行监测统计，屏山县共设置了 14 处例行监测断面，书楼镇楠木沟为其中一处例行监测河流。根据监测报告，2020 年~2025 年中 6 年的检测结果表明，楠木沟流域水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1Ⅲ类水质标准及表 2 集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值，单独评价项目中粪大肠菌群监测结果均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1Ⅲ类水质标准。

地表水监测基本情况一览表

表 4.2-9

点位名称	检测项目	检测频次
书楼镇楠木沟	水温、pH、氰化物、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐氯化物、硝酸盐、铜、锌、硒、砷、汞、镉、铅、铁、锰、氨氮、总氮、氟化物、高锰酸盐指数、挥发酚、溶解氧、五日生化需氧量、石油类、总磷、六价铬	1 次/天，检测 1 天

2020~2025 年地表水例行监测结果

表 4.2-10

断面	年份	水温	pH	溶解氧	高锰酸盐指数	BOD ₅	氨氮	总磷	总氮	铜	锌	氟化物	硒	砷	汞
书楼镇楠木沟	2020年上	6.6	8.8	11.3	1.3	0.5	0.101	0.01	1.68	0.05L	0.05L	0.058	0.0004L	0.0003L	0.00004L
	2020年下	18.8	7.79	7.8	3.9	0.5	0.373	0.03	/	0.05L	0.05L	0.163	0.0004L	0.0003L	0.00004L
	2021年上	15.5	8.12	9.2	1.4	0.5L	0.135	0.02	/	0.05L	0.05L	0.181	0.0004L	0.0003L	0.00004L
	2021年下	27.7	8.9	9.7	1.6	3	0.396	0.06	/	0.05L	0.05L	0.175	0.0004L	0.0003L	0.00004L
	2022年上	22.4	8.7	9.9	0.5	0.5L	0.251	0.02	/	0.05L	0.05L	0.085	0.0004L	0.0003L	0.00004L
	2022年下	13.7	7.7	8	2.1	1.4	0.465	0.05	/	0.05L	0.05L	0.112	0.0004L	0.0003L	0.00004L
	2023年上	18.2	8	8.2	2.4	1.5	0.474	0.06	/	0.001L	0.05L	0.149	0.0004L	0.0003L	0.00004L
	2023年下	19.4	8.9	9	2.3	2	0.183	0.02	/	0.001L	0.05L	0.133	0.0004L	0.0003L	0.00004L
	2024年上	24.6	8.7	12.92	3.3	4	0.18	0.04	/	0.001L	0.05L	0.14	0.0004L	0.0003L	0.00004L
	2024年下	23	7.7	6.91	3.1	1.3	0.322	0.03	/	0.001L	0.05L	0.047	0.0004L	0.0003L	0.00004L
	2025年上	26.0	8.9	8.86	3.1	1.0	0.061	0.04	/	0.001L	0.05L	0.182	0.0004L	0.0003L	0.0004L
	2025年下	20.8	8.1	7.60	1.8	0.6	0.105	0.05	/	0.001L	0.05L	0.121	0.0004L	0.0003L	0.0004L
	年份	镉	铬	铅	氰化物	挥发酚	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	硫酸盐	氯化物	硝酸盐	铁	锰
	2020年上	0.0001L	0.004L	0.002L	0.001L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L	3200	13.077	1.198	1.583	0.03L	0.01L
	2020年下	0.0001L	0.004L	0.002L	0.001L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L	8400	14.1	1.64	1.2	0.03L	0.01L
	2021年上	0.0001L	0.004L	0.002L	0.001L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L	3400	20.5	1.67	2.15	0.03L	0.01L
	2021年下	0.0001L	0.004L	0.002L	0.001L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L	5600	15.7	1.57	0.558	0.03L	0.01L
	2022年上	0.0001L	0.004L	0.002L	0.001L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L	210	14.7	1.33	0.294	0.03L	0.01L
	2022年下	0.0001L	0.004L	0.002L	0.001L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L	10	16.3	1.69	0.842	0.03L	0.01L
	2023年上	0.0001L	0.004L	0.002L	0.001L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L	10L	20.1	2.1	0.899	0.03L	0.01L
	2023年下	0.0001L	0.004L	0.002L	0.001L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L	10L	17.3	2.02	0.946	0.03L	0.01L
	2024年上	0.0001L	0.004L	0.002L	0.001L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L	41	19.9	2.1	1.16	0.03L	0.01L
	2024年下	0.0001L	0.004L	0.002L	0.001L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L	270	11.5	2.07	1.45	0.03L	0.01L
	2025年上	0.0001L	0.004L	0.002L	0.001L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L	820	15.4	2.43	2.04	0.03L	0.01L
	2025年下	0.0001L	0.004L	0.002L	0.001L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L	960	12.4	1.43	1.13	0.03L	0.01L

2020~2025 年楠木沟流域常规水质监测断面水质类别

表 4.2-11

断面	水质目标	年份	上半年	下半年	超标因子
书楼镇楠木沟	III	2020	III	III	/
		2021	III	III	/
		2022	II	II	/
		2023	II	II	/
		2024	II	II	/
		2025	II	II	

注：河流不评价总氮指标，其余指标除 2020 年和 2021 年粪大肠菌群满足 III 类，其余指标均满足 II 类。

从该地表水例行监测断面 2020~2025 年水质监测数据表明，楠木沟水质满足地表水 II~III 类标准，水质良好。

4.2.3.4 水质现状监测

（1）监测断面布设

为进一步了解屏山书楼抽蓄电站所在河流水质现状，我公司委托成都市华测检测技术有限公司对屏山书楼抽蓄项目所在地进行了地表水现状补充监测，监测时段包含了枯水期（2024 年 12 月 10 日~2024 年 12 月 12 日）和丰水期（2024 年 10 月 18 日~2024 年 10 月 20 日）。监测断面包括 1#楠木沟沟口、2#楠木沟上库坝址、3#楠木沟下库坝址、4#楠木沟汇口金沙江干流共 4 个监测断面，详见表 4.2-12。监测项目包括地表水环境质量标准基本项目 24 项，此外，增加监测了叶绿素 a、透明度、SS 等 3 项。

地表水水质监测断面布设情况

表 4.2-12

序号	点位名称	监测内容	监测时段
B01	1#楠木沟沟口 (E 104.285087°N 28.660135°)	水温、pH 值、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、铜、锌、镉、铅、砷、汞、硒、石油类、挥发酚、六价铬、硫化物、氰化物、氟化物、阴离子表面活性剂、悬浮物、粪大肠菌群	2024 年 10 月（丰水期）、2024 年 12 月（枯水期）
B02	2#楠木沟上库坝址 (E 104.282864°N 28.689192°)		
B03	3#楠木沟下库坝址 (E 104.281682°N 28.671076°)		
B04	4#楠木沟汇口金沙江干流 (E 104.282062°N 28.643383°)		

（2）水质监测成果

各监测断面丰水期、枯水期以及平水期监测结果详见表 4.2-13~14。

屏山书楼抽水蓄能电站丰水期（2024 年 10 月）地表水环境监测结果

表 4.2-13

检测信息		检测结果												GB3838-2003 标准 值Ⅲ类
		B01			B02			B03			B04			
序号	检测项目	2024 年 10 月 18 日~2024 年 10 月 20 日												
1	水温（℃）	22.8	21.6	22	17.8	17.2	16.4	22.6	22.2	21.8	22.8	22	22.2	/
2	pH（无量纲）	8	8.1	8.1	7.4	7.5	7.3	7.9	8.1	8.1	7.8	8	8.1	6~9
3	溶解氧（mg/L）	8.2	8.2	8	8.1	8.2	7.9	7.8	8.2	8.4	8.4	8.1	8.2	≥5
4	透明度（cm）	89	94	99	16	16	16	61	72	77	93	96	102	/
5	高锰酸盐指数（mg/L）	1.5	1.7	1.8	2	1.6	1.9	1.4	1.5	2.5	1.5	1.5	1.9	≤6
6	化学需氧量（mg/L）	9	15	13	15	13	13	10	14	15	9	13	10	≤20
7	五日生化需氧量（mg/L）	1.8	3	2.3	3	2.6	1.5	2	2.8	1.9	1.8	2.6	1.7	≤4
8	氨氮（mg/L）	0.047	ND	0.213	0.039	0.044	0.049	0.061	0.03	0.055	ND	0.05	0.096	≤1.0
9	总磷（mg/L）	0.04	0.06	0.07	0.06	0.09	0.1	0.04	0.04	0.08	0.28	0.03	0.05	≤0.2
10	总氮（mg/L）	1.74	0.31	2.94	3.26	3.26	4.11	2.56	2.99	2.87	0.78	2.83	0.46	/
11	铜（mg/L）	0.00096	0.0009	0.0011	0.00053	0.00044	0.00059	0.00111	0.00132	0.00099	0.00131	0.00118	0.00188	≤1.0
12	锌（mg/L）	0.0816	0.043	0.0235	0.0443	0.0375	0.0191	0.0856	0.0361	0.0363	0.0413	0.024	0.0196	≤1.0
13	氟化物（mg/L）	0.152	0.137	0.14	0.098	0.098	0.11	0.14	0.161	0.136	0.176	0.154	0.188	≤1.0
14	硒（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.00044	0.00058	0.00058	0.0005	ND	≤0.01
15	砷（mg/L）	0.00101	0.00072	0.00062	0.00032	0.00034	0.00027	0.00072	0.00072	0.00077	0.00256	0.00173	0.00169	≤0.05
16	汞（mg/L）	ND	0.00005	0.00005	ND	ND	ND	0.00005	ND	ND	0.00004	0.00006	ND	≤0.0001
17	镉（mg/L）	0.00016	0.00008	0.00006	ND	ND	0.00011	0.00026	0.00008	0.00025	0.00018	0.00008	0.0002	≤0.005
18	六价铬（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.05
19	铅（mg/L）	0.00102	ND	0.00017	0.00018	ND	ND	0.00014	0.00034	0.00064	0.00034	0.0002	0.00063	≤0.05
20	氰化物（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.2
21	挥发酚（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.005
22	石油类（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.05
23	阴离子表面活性剂（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.2
24	硫化物（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.2
25	粪大肠菌群（MPN/L）	9.2×10 ³	3.5×10 ³	1.3×10 ³	1.1×10 ³	3.5×10 ³	1.3×10 ³	4.9×10 ²	5.4×10 ³	4.9×10 ²	4.9×10 ²	7.0×10 ²	4.9×10 ²	≤10000
26	叶绿素 a（mg/L）	0.003	ND	ND	ND	0.002	0.003	ND	ND	ND	0.006	0.003	0.005	/
27	悬浮物（mg/L）	8	9	5	6	8	7	ND	6	7	8	5	6	/

注：加粗表示超标，河流不进行总氮评价，ND 表示未检出。

屏山书楼抽水蓄能电站枯水期（2024 年 12 月）地表水环境监测结果

表 4.2-14

检测信息		检测结果												GB3838-2003 标准值Ⅲ类
		B01			B02			B03			B04			
序号	检测项目	2024 年 12 月 10 日~2024 年 12 月 12 日												
1	水温（℃）	12.6	14.6	13.2	7.6	8	7.4	16.6	16.4	15.8	18.4	19.6	19.4	/
2	pH（无量纲）	8.4	8	8.3	7.2	7.4	7.8	7.9	7.9	7.8	8.3	8.3	8.2	6~9
3	溶解氧（mg/L）	8	8	6.6	8.5	8.3	8.1	7.3	7.1	6	8.2	6	5.4	≥5
4	透明度（cm）	42	45	44	16	18	19	44	49	41	87	84	85	
5	高锰酸盐指数（mg/L）	1.5	0.8	1	1.6	1.3	1.2	1	0.9	0.8	1.4	1.4	1.2	≤6
6	化学需氧量（mg/L）	9	4	18	20	6	18	9	ND	18	11	ND	22	≤20
7	五日生化需氧量（mg/L）	2	1	3.5	3.7	1.3	3.4	1.9	0.6	3.2	2.6	0.8	4	≤4
8	氨氮（mg/L）	0.119	0.104	0.032	0.154	0.029	0.139	0.299	0.156	ND	0.322	0.214	0.035	≤1.0
9	总磷（mg/L）	0.13	0.04	0.02	0.05	0.06	0.1	0.02	0.04	0.03	0.04	0.05	0.05	≤0.2
10	总氮（mg/L）	3.1	1.6	1.58	2.7	2.32	1.98	2.13	2.29	2.1	1.35	0.97	0.95	/
11	铜（mg/L）	0.00051	0.00062	0.00079	0.00098	0.00062	0.00076	0.0004	0.00039	0.0005	0.00186	0.00174	0.00126	≤1.0
12	锌（mg/L）	0.00881	0.0112	0.0134	0.00892	0.00921	0.011	0.00663	ND	0.0126	0.0134	0.0135	0.0112	≤1.0
13	氟化物（mg/L）	0.16	0.169	0.137	0.175	0.15	0.105	0.141	0.138	0.103	0.214	0.227	0.25	≤1.0
14	硒（mg/L）	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND	0.00122	0.00094	ND	0.00077	ND	ND	≤0.01
15	砷（mg/L）	0.00054	0.00045	0.00054	0.00054	0.00049	0.00046	0.00054	0.0004	0.00059	0.00166	0.00175	0.00152	≤0.05
16	汞（mg/L）	0.00005	ND	0.00006	0.00005	0.00005	0.00004	ND	ND	ND	0.00005	0.00006	ND	≤0.0001
17	镉（mg/L）	ND	ND	0.00005	ND	ND	ND	ND	ND	0.00007	0.00006	0.00005	ND	≤0.005
18	六价铬（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.05
19	铅（mg/L）	0.00038	0.00024	0.00036	0.00069	0.0004	0.00056	0.0002	ND	0.00026	0.00051	0.00076	0.00038	≤0.05
20	氰化物（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.2
21	挥发酚（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.005
22	石油类（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.05
23	阴离子表面活性剂（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.2
24	硫化物（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.2
25	粪大肠菌群（MPN/L）	3.3×10 ³	1.3×10 ³	2.2×10 ³	7.9×10 ²	3.3×10 ²	4.9×10 ²	1.3×10 ³	4.9×10 ²	3.3×10 ²	1.7×10 ²	80	3.3×10 ²	≤10000
26	叶绿素 a（mg/L）	0.005	0.003	0.005	0.004	0.004	0.006	ND	0.004	0.004	ND	0.005	0.007	/
27	悬浮物（mg/L）	5	ND	ND	8	5	ND	ND	ND	5	8	15	5	/

注：加粗表示超标，河流不进行总氮评价，ND 表示未检出。

(3) 评价方法

工程河段执行Ⅲ类水域功能标准。根据水质监测数据，采用《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)中的单项水质参数标准指数法评价工程河段水质现状。计算公式如下：

1) 一般性水质因子（随着浓度增加而水质变差的水质因子）的指数计算公式：

$$S_{ij} = C_{ij} / C_{si}$$

式中：

S_{ij} ——评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

C_{ij} ——评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

C_{si} ——评价因子 i 的水质评价标准限制，mg/L。

2) 溶解氧（DO）的标准指数计算公式：

$$SDO_j = DO_s / DO_j \quad (DO_j \leq DO_f \text{ 时})$$

$$SDO_j = |DO_f - DO_j| / (DO_f - DO_s) \quad (DO_j > DO_f \text{ 时})$$

式中：

SDO_j ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j ——溶解氧在 j 点实测统计代表值，mg/L；

DO_s ——溶解氧的地表水水质标准，mg/L；

DO_f ——饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流， $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ；对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ；

S ——实用盐度符号，量纲为 1；

T ——水温，℃。

3) pH 值标准指数计算公式：

$$SpH_j = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd}) \quad (pH_j \leq 7.0 \text{ 时})$$

$$SpH_j = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad (pH_j > 7.0 \text{ 时})$$

式中：

SpH_j ——pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j ——pH 值实测统计代表值；

pH_{sd} ——评价标准中 pH 值的下限值；

pH_{su} ——评价标准中 pH 值的上限值。

(4) 评价结果

评价结果(表 4.2-15~4.2-16)表明, 2024 年 10 月(丰水期)和 2024 年 12 月(枯水期)各监测断面水质参数除总氮外均满足Ⅲ类水域标准, 总氮指标不纳入河流评价, 但总氮超标的原因主要是流域沿岸耕地施肥的影响。总体上, 工程区水质良好。

地表水环境现状评价结果详见表 4.2-11。

屏山书楼抽水蓄能电站丰水期地表水监测评价结果

表 4.2-15

监测断面 项目	B01 楠木沟沟口			B02 楠木沟上库坝址			B03 楠木沟下库坝址			B04 楠木沟汇口金沙江干流		
监测时间	2024.10.18	2024.10.19	2024.10.20	2024.10.18	2024.10.19	2024.10.20	2024.10.18	2024.10.19	2024.10.20	2024.10.18	2024.10.19	2024.10.20
水温	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
pH	0.50	0.55	0.55	0.20	0.25	0.15	0.45	0.55	0.55	0.40	0.50	0.55
溶解氧	0.61	0.61	0.63	0.62	0.61	0.63	0.64	0.61	0.60	0.60	0.62	0.61
透明度	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
高锰酸盐指数	0.25	0.28	0.30	0.33	0.27	0.32	0.23	0.25	0.42	0.25	0.25	0.32
化学需氧量	0.45	0.75	0.65	0.75	0.65	0.65	0.50	0.70	0.75	0.45	0.65	0.50
五日生化需氧量	0.45	0.75	0.58	0.75	0.65	0.38	0.50	0.70	0.48	0.45	0.65	0.43
氨氮	0.47	/	0.21	0.04	0.04	0.05	0.06	0.03	0.06	/	0.05	0.10
总磷	0.20	0.30	0.35	0.30	0.45	0.50	0.20	0.20	0.40	1.40	0.15	0.25
总氮	1.74	0.31	2.94	3.26	3.26	4.11	2.56	2.99	2.87	0.78	2.83	0.46
铜	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
锌	0.08	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02	0.09	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02
氟化物	0.15	0.14	0.14	0.10	0.10	0.11	0.14	0.16	0.14	0.18	0.15	0.19
硒	/	/	/	/	/	/	/	0.04	0.06	0.06	0.05	/
砷	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.03	0.03
汞	/	0.50	0.50	/	/	/	0.50	/	/	0.40	/	/
镉	0.03	0.02	0.01	/	/	0.02	0.05	0.02	0.05	0.04	0.02	0.04
六价铬	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
铅	0.02	/	0.00	0.00	/	/	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
氰化物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
挥发酚	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
石油类	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
阴离子表面活性剂	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
硫化物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
粪大肠菌群	0.92	0.35	0.13	0.11	0.35	0.13	0.05	0.54	0.05	0.05	0.07	0.05
叶绿素 a	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
悬浮物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

屏山书楼抽水蓄能电站枯水期地表水监测评价结果

表 4.2-16

监测断面 项目	B01 楠木沟沟口			B02 楠木沟上库坝址			B03 楠木沟下库坝址			B04 楠木沟汇口金沙江干流		
监测时间	2024.12.10	2024.12.11	2024.12.12	2024.12.10	2024.12.11	2024.12.12	2024.12.10	2024.12.11	2024.12.12	2024.12.10	2024.12.11	2024.12.12
水温	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
pH	0.70	0.50	0.65	0.10	0.20	0.40	0.45	0.45	0.40	0.65	0.65	0.60
溶解氧	0.63	0.63	0.76	0.59	0.60	0.62	0.68	0.70	0.83	0.61	0.83	0.93
透明度	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
高锰酸盐指数	0.25	0.13	0.17	0.27	0.22	0.20	0.17	0.15	0.13	0.23	0.23	0.20
化学需氧量	0.45	0.20	0.70	0.65	0.30	0.65	0.45	/	0.65	0.55	/	0.60
五日生化需氧量	0.50	0.25	0.68	0.70	0.33	0.70	0.48	0.15	0.65	0.65	0.20	0.70
氨氮	0.12	0.10	0.03	0.15	0.03	0.14	0.30	0.16	/	0.32	0.21	0.04
总磷	0.65	0.20	0.10	0.25	0.30	0.50	0.10	0.20	0.15	0.20	0.25	0.25
总氮	3.10	1.60	1.58	2.70	2.32	1.98	2.13	2.29	2.10	1.35	0.97	0.95
铜	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
锌	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	/	0.01	0.01	0.01	0.01
氟化物	0.16	0.17	0.14	0.18	0.15	0.11	0.14	0.14	0.10	0.21	0.23	0.25
硒	/	0.05	/	/	/	/	0.12	0.09	/	0.08	/	/
砷	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.03
汞	0.50	/	/	0.50	0.50	0.40	/	/	/	0.50	/	/
镉	/	/	0.01	/	/	/	/	/	0.01	0.01	0.01	/
六价铬	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
铅	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	/	0.01	0.01	0.02	0.01
氰化物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
挥发酚	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
石油类	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
阴离子表面活性剂	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
硫化物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
粪大肠菌群	0.33	0.13	0.22	0.08	0.03	0.05	0.13	0.05	0.03	0.02	0.01	0.03
叶绿素 a	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
悬浮物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

4.3 地下水环境

4.3.1 地下水类型及分布特征

工程区基岩地层岩性以泥岩为主，沟床及两岸覆盖层浅薄，地下水富水性不丰，其类型主要为孔隙性潜水和基岩裂隙潜水，补给来自大气降水和地表径流，向沟道排泄，局部由于断层、裂隙控制，地下水分布具有不均匀性和各项异性的特点。工程区岩体透水性以微—弱透水为主。

4.3.2 上水库水文地质条件

根据勘探结果表明，上水库坝址区及库尾地下水位受降水控制，季节性变化明显，地下水位均低于正常蓄水位（1110m）及死水位（1088m）。无统一地下水位，松散堆积层孔隙水零星分布于斜坡及沟谷地带，主要受大气降水、沟水补给，向沟谷及其下游排泄。基岩裂隙水主要接受降水补给，向沟谷排泄，地下水位随地形及降雨量而起伏。

上水库钻孔地下水位观测资料统计表

表 4.3-1

钻孔 编号	钻孔位置	孔口高 程 (m)	孔深 (m)	地下水位				
				埋深 (m)	高程 (m)	变幅 (m)	与正常蓄水位的 关系	
ZK10 2	上库坝址 区左岸	1121.49	80.0	38.71~70.03	1082.78~1051.46	31.32	低 于	27.22~58.54
ZK10 8	上库坝址 区左岸	1113.71	80.2	52.78~67.72	1060.93~1045.99	14.94	低 于	49.07~64.01
ZK11 1	上库坝址 区左岸	1115.34	69.0	23.98~26.28	1091.36~1089.06	2.3	低 于	18.64~20.94
ZK10 3	上库坝址 区右岸	1124.48	80.0	66.04~71.35	1058.44~1053.13	5.31	低 于	51.56~56.87
ZK10 9	上库坝址 区右岸	1115.58	80.4	48.60~70.15	1066.98~1045.43	21.55	低 于	43.02~64.57
ZK11 5	上库坝址 区右岸	1154.40	101.0	77.46~83.30	1076.94~1071.10	5.84	低 于	33.06~38.90
ZK11 6	上库坝址 区右岸	1148.07	101.0	53.41~60.31	1094.66~1087.76	6.90	低 于	15.34~22.24
ZK10 6	上库库尾	1099.7	100.3	81.61~93.27	1018.09~1006.43	11.66	低 于	91.91~103.5 7
ZK10 7	上库库尾	1114.21	105.0	81.27~92.52	1032.94~1021.69	11.25	低 于	77.06~88.31
ZK60 1	上库库尾	1158.80	100.4	设备安装深度 79.42m 未测到水位				
ZK60 2	上库库尾	1170.48	100.1	96.28~97.8	1074.20~1072.68	1.52	低 于	35.80~37.32
ZK60 3	上库库尾	1147.14	101.0	49.7~51.03	1097.44~1096.11	1.33	低 于	12.56~13.89
ZK60 4	上库库尾	1146.06	100.8	52.81~54.52	1093.25~1091.54	1.71	低 于	16.75~18.46

4.3.3 下水库水文地质条件

工程区基岩地层岩性以泥岩为主，沟床及两岸覆盖层浅薄，地下水富水性不丰，其类型主要为孔隙性潜水和基岩裂隙潜水，补给来自大气降水和地表径流，向沟道排泄，受地层岩性和裂隙控制，地下水分布具有不均匀性和各项异性的特点。支沟是工程区内最低排泄基准面，地表水及地下水主要向支沟排泄，汇入金沙江。工程区岩体透水性以微一弱透水为主。

下水库钻孔地下水位观测资料统计表

表 4.3-2

钻孔 编号	钻孔位置	孔口高 程 (m)	孔深 (m)	地下水位				
				埋深 (m)	高程 (m)	变幅 (m)	与正常蓄水位的关系	
ZK20 2	下库坝址 区左岸	594.085	100.0	32.47~47.85	561.62~546.24	15.38	低 于	4.38~19.76
ZK20 7	下库坝址 区左岸	576.50	100.1	46.75~47.00	529.75~529.50	0.25	低 于	36.25~36.50
ZK20 3	下库坝址 区右岸	600.76	100.7	27.34~72.96	573.42~527.80	45.62	低 于	+7.42~38.20
ZK20 4	下库坝址 区右岸	565.26	99.8	66.56~70.20	498.70~495.06	3.64	低 于	67.30~70.94

4.3.4 区域地下水开发利用情况

楠木沟流域内居民农户较少，生活及生产用水均不利用地下水。

根据《宜宾市水利局关于印发<宜宾市主要江河流域水量分配方案>的通知》（宜水发〔2020〕16 号），长江（金沙江）屏山县 2020 年、2025 年及 2030 年地下水开采控制量均为 0 万 m³。

4.3.5 地下水环境质量现状

4.3.5.1 监测内容及监测点位

为进一步掌握工程区域地下水环境质量状况，我公司委托成都市华测检测技术有限公司于 2025 年 5 月、6 月及 7 月对工程区地下水环境质量现状进行了监测。其监测布点及监测内容具体情况详见表 4.3-3。

地下水环境现状监测点位、因子及时间一览表

表 4.3-3

序号	监测点 位名称	经纬度	监测时段	监测内容
X01	下库坝 址处	经度：104.28359985 纬度：28.66793147	2025 年 5 月 28-29 日	pH、亚硝酸盐氮、六价铬、总大肠菌群、细菌总数、总硬度、挥发酚、氨氮、氟化

X02	下库右岸	经度：104.28319021 纬度：28.66626383	2025 年 6 月 19-20 日	物、氯化物、硝酸盐氮、硫酸盐、氰化物、汞、砷、镉、铁、锰、铅、溶解性总固体、耗氧量共 21 项
X03	上库左岸	经度：104.28691491 纬度：28.68395077	2025 年 7 月 25-26 日	

4.3.5.2 监测结果

屏山书楼抽水蓄能电站地下水环境监测结果详见表 4.3-4 及附件 XXX。

地下水水质监测结果一览表

表 4.3-4 单位：mg/L(pH 值：无量纲)

项目	下水库坝址 (X01)		下水库右岸 (X02)		上库左岸 (X03)	
	5 月 28 日	5 月 29 日	6 月 19 日	6 月 20 日	7 月 25 日	7 月 26 日
pH 值	8	7.9	8	8.4	9.6	9.8
亚硝酸盐氮	0.013	0.012	0.418	0.273	32.7	31.5
六价铬	ND	ND	ND	ND	ND	ND
总大肠菌群 (MPN/100mL)	4900	7900	1300	79000	33	23
菌落总数 (CFU/mL)	1.2×10⁴	1.1×10⁴	2.9×10³	6.2×10⁴	7.9×10³	6.4×10³
总硬度	101	108	117	86	397	383
挥发酚	ND	ND	0.0006	ND	0.0011	0.0011
氨氮	0.301	0.468	0.521	0.41	2.68	2.2
氟化物	0.09	0.193	0.532	0.494	0.586	0.601
氯化物	2.16	2.06	7.31	3.68	30.1	30.8
硝酸盐氮	1.06	1	1.64	3.39	66.1	70.5
硫酸盐	23.6	25.6	122	29	98.9	101
氰化物	ND	ND	0.008	0.005	0.134	0.141
汞	0.00005	ND	0.00007	0.0001	0.00006	0.00008
砷	0.0022	0.00158	0.0218	0.0451	0.00157	0.00116
镉	0.00009	0.00039	0.00046	0.0001	0.0001	ND
铁	0.00669	0.0411	11.6	2.44	0.132	0.128
锰	0.00162	0.00985	0.723	0.288	0.0025	0.00055
铅	ND	0.00215	0.00784	0.00971	ND	ND
溶解性总固体	207	253	304	202	1340	1370
耗氧量	1.9	1.6	7.7	2.4	27.7	26.5
样品性状	无色、透明、无异味、无浮油		红色、无异味、浑浊、无浮油		无色、无异味、透明、无浮油	

注：加粗表示超标，ND 表示未检出。

4.3.5.3 评价方法

采用单项污染物指数法，按《地下水质量标准》(GB/T14848—2017) 中Ⅲ类标准进行评价。评价模型为：

$$S_{ij}=C_{ij}/C_{si}$$

式中：

S_{ij} —i 污染物在监测点 j 的标准指数；

C_{ij} —i 污染物在监测点 j 的地下水浓度值 (mg/L);

C_{si} —i 污染物的地下水质量标准值 (mg/L)。

pH 的标准指数计算式: pH 的标准指数计算式:

$$SpH_j = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd}) \quad (pH_j \leq 7.0 \text{ 时})$$

$$SpH_j = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad (pH_j > 7.0 \text{ 时})$$

式中:

SpH_j —pH 值的标准指数;

pH_j —监测点 j 的 pH 值;

pH_{sd} —水质标准的 pH 下限值;

pH_{su} —水质标准 pH 的上限值。

4.3.5.4 评价结果

屏山书楼抽水蓄能电站地下水环境现状评价结果详见表 4.3-5。

屏山书楼抽水蓄能电站地下水环境现状评价结果表

表 4.3-5

序号	检测项目	III类标准	评价结果					
			下水库坝址 (X1)		下水库右岸 (X2)		上库左岸 (X3)	
			5 月 28 日	5 月 29 日	6 月 19 日	6 月 20 日	7 月 25 日	7 月 26 日
1	pH 值	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	0.50	0.45	0.50	0.70	1.30	1.40
2	亚硝酸盐氮	1	0.01	0.01	0.42	0.27	32.70	31.50
3	六价铬	0.05	-	-	-	-	-	-
4	总大肠菌群 (MPN/100mL)	3	1633.33	2633.33	433.33	26333.33	11.00	7.67
5	菌落总数 (CFU/mL)	100	120	110	29	620	79	64
6	总硬度	450	0.22	0.24	0.26	0.19	0.88	0.85
7	挥发酚	0.002	-	-	0.30	-	0.55	0.55
8	氨氮	0.5	0.60	0.94	1.04	0.82	5.36	4.40
9	氟化物	1	0.09	0.19	0.53	0.49	0.59	0.60
10	氯化物	250	0.01	0.01	0.03	0.01	0.12	0.12
11	硝酸盐氮	20	0.05	0.05	0.08	0.17	3.31	3.53
12	硫酸盐	250	0.09	0.10	0.49	0.12	0.40	0.40
13	氰化物	0.05	-	-	0.16	0.10	2.68	2.82
14	汞	0.001	0.05	-	0.07	0.10	0.06	0.08
15	砷	0.01	0.22	0.16	2.18	4.51	0.16	0.12
16	镉	0.005	0.02	0.08	0.09	0.02	0.02	0.00
17	铁	0.3	0.02	0.14	38.67	8.13	0.44	0.43
18	锰	0.1	0.02	0.10	7.23	2.88	0.03	0.01
19	铅	0.01	-	0.22	0.78	0.97	0.00	0.00

20	溶解性总固体	1000	0.21	0.25	0.30	0.20	1.34	1.37
21	耗氧量	3	0.63	0.53	2.57	0.80	9.23	8.83

监测结果表明，下水库坝址（X1）处除总大肠菌群和菌落总数超标以外，各监测点位各监测指标均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类质量标准，根据现场调查，下水库坝址监测点位周边有农田、果林种植和放牧等人为活动，总大肠菌群、细菌超标的原因可能是由于降雨等将周边动物粪便或者农林施肥经雨水淋溶进入地下水所致。

下水库右岸（X2）处总大肠菌群和菌落总数超标原因是下水库坝址监测点位周边有农田、果林种植和放牧等人为活动，由于降雨等将周边动物粪便或者农林施肥经雨水淋溶进入地下水所致；氨氮和耗氧量超标主要是由于农田中施用的氮肥（如尿素、碳酸氢铵）未被作物完全吸收，随灌溉水或雨水淋溶渗入地下，尿素在土壤中水解会产生大量氨氮；铁和锰超标是由于地勘钻孔中深层地下水处于缺氧还原环境，溶解了地层中的铁锰矿物所致，属于天然地质背景问题。

上库左岸（X3）处总大肠菌群和菌落总数超标原因是下水库坝址监测点位周边有农田、果林种植和放牧等人为活动，由于降雨等将周边动物粪便或者农林施肥经雨水淋溶进入地下水所致；亚硝酸盐氮超标是由于在钻井过程中带入了含有有机添加剂或含氮化合物的泥浆，这些物质混入地下水后，会在孔内局部发生强烈的生物化学反应，产生亚硝酸盐，同时在取样时含氮污染物刚刚渗入含水层，微生物正在进行硝化反应（将氨氮转化为硝酸盐），未能完全转化为硝酸盐。因此，表明亚硝酸盐氮超标污染是近期发生的。溶解性固体及耗氧量超标均为地勘钻孔导致的短时间人为污染。

4.4 环境空气

4.4.1 污染源

工程区上水库周边人口稀少，下水库周边除书楼镇西村人口相对集中外，其他区域人口稀少且分布分散，无规模以上大气环境污染企业分布，工程区及周边现状主要环境空气污染源为少量交通扬尘，无大气环境污染企业分布。

4.4.2 例行监测

根据 2025 年 4 月-2026 年 5 月的屏山县环境质量月报，屏山县环境空气质量总体稳中向好，在该时段中，除 2025 年 4、5、6 月的 O₃ 略微超过环境空气质量标准（GB3095-2026）中的过渡阶段浓度限值（二级）外，其他指标均满足标准要求，总体来说，本工程所在区域为环境空气质量达标区。

屏山县环境质量月报（2025.4-2026.5）

表 4.4-1

污染物项目	SO ₂ (μg/m ³)	NO ₂ (μg/m ³)	CO (mg/m ³)	O ₃ (μg/m ³)	PM ₁₀ (μg/m ³)	PM _{2.5} (μg/m ³)
过渡阶段浓度限值（二级）	150	80	4	160	120	60
2025.04	10	15	1.3	163	58	35
2025.05	10	15	1	168	62	36
2025.06	10	14	1	180	39	23
2025.07	8	11	1	150	30	18
2025.08	7	11	1	153	34	20
2025.09	8	11	1	115	34	20
2025.10	8	11	1	115	34	20
2025.11	7	18	1.3	82	47	35
2025.12	7	21	1.3	77	85	70
2026.01	8	21	1.4	102	90	76
2026.02	6	16	1.6	115	80	61
2026.03	6	14	1.5	112	40	28

4.4.3 补充监测

为了解项目工程区域大气环境质量，我公司委托成都市华测检测技术有限公司于 2024 年 12 月对工程区大气环境质量进行现状监测。

4.4.3.1 监测点位及内容

监测点位及监测内容详见表 4.4-2。

屏山书楼抽水蓄能电站环境空气现状监测点位表

表 4.4-2

检测点位	点位位置	检测项目	检测频次
A1	上库施工区（E104.272221°，N28.699293°）	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、 PM _{2.5} 、TSP、CO、 O ₃	连续监测 7 天
A2	下库施工区（E104.283105°，N28.668895°）		
A3	西村道路旁居民点（E104.285603°，N28.665489°）		

4.4.3.2 监测结果

屏山书楼抽水蓄能电站环境空气监测结果详见表 4.4-3。

屏山书楼抽水蓄能电站环境空气监测结果表

表 4.4-3

采样日期	检测项目	A1:上库施工区	A2:下库施工区	A3:西村道路旁居民点
2024 年 12 月 10 日~11 日	二氧化硫	ND	ND	ND
2024 年 12 月 11 日~12 日		ND	ND	ND
2024 年 12 月 12 日~13 日		ND	ND	ND
2024 年 12 月 13 日~14 日		ND	ND	ND
2024 年 12 月 14 日~15 日		ND	ND	ND
2024 年 12 月 15 日~16 日		ND	ND	ND
2024 年 12 月 16 日~17 日		ND	ND	ND
2024 年 12 月 10 日~11 日	二氧化氮	0.004	0.005	0.004
2024 年 12 月 11 日~12 日		0.005	0.005	0.016
2024 年 12 月 12 日~13 日		0.005	0.005	0.005
2024 年 12 月 13 日~14 日		0.007	0.012	0.006
2024 年 12 月 14 日~15 日		0.004	0.005	0.007
2024 年 12 月 15 日~16 日		0.008	0.008	0.007
2024 年 12 月 16 日~17 日		0.006	0.009	0.007
2024 年 12 月 10 日~11 日	PM ₁₀	ND	0.022	0.018
2024 年 12 月 11 日~12 日		0.027	0.033	0.038
2024 年 12 月 12 日~13 日		0.015	0.016	0.028
2024 年 12 月 13 日~14 日		0.012	0.015	0.020
2024 年 12 月 14 日~15 日		0.015	0.058	0.020
2024 年 12 月 15 日~16 日		0.040	0.042	0.030
2024 年 12 月 16 日~17 日		0.037	0.063	0.091
2024 年 12 月 10 日~11 日	PM _{2.5}	ND	0.016	0.014
2024 年 12 月 11 日~12 日		0.026	0.028	0.034
2024 年 12 月 12 日~13 日		0.015	0.010	0.017
2024 年 12 月 13 日~14 日		ND	ND	0.015
2024 年 12 月 14 日~15 日		0.012	0.046	0.018
2024 年 12 月 15 日~16 日		0.040	0.034	0.029

采样日期	检测项目	A1:上库施工区	A2:下库施工区	A3:西村道路旁居民点
2024 年 12 月 16 日~17 日		0.033	0.049	0.052
2024 年 12 月 10 日~11 日	总悬浮颗粒物	0.024	0.029	0.022
2024 年 12 月 11 日~12 日		0.028	0.046	0.044
2024 年 12 月 12 日~13 日		0.026	0.023	0.033
2024 年 12 月 13 日~14 日		0.018	0.016	0.027
2024 年 12 月 14 日~15 日		0.025	0.071	0.035
2024 年 12 月 15 日~16 日		0.050	0.088	0.036
2024 年 12 月 16 日~17 日		0.047	0.235	0.116
2024 年 12 月 10 日~11 日	一氧化碳	0.8	ND	ND
2024 年 12 月 11 日~12 日		ND	ND	ND
2024 年 12 月 12 日~13 日		ND	ND	ND
2024 年 12 月 13 日~14 日		ND	ND	ND
2024 年 12 月 14 日~15 日		ND	ND	ND
2024 年 12 月 15 日~16 日		0.4	ND	0.3
2024 年 12 月 16 日~17 日		ND	ND	0.5
2024 年 12 月 10 日~11 日	臭氧	0.050	0.040	0.041
2024 年 12 月 11 日~12 日		0.054	0.045	0.043
2024 年 12 月 12 日~13 日		0.058	0.046	0.036
2024 年 12 月 13 日~14 日		0.049	0.060	0.052
2024 年 12 月 14 日~15 日		0.049	0.056	0.042
2024 年 12 月 15 日~16 日		0.071	0.074	0.070
2024 年 12 月 16 日~17 日		0.089	0.069	0.078

4.4.4.2 评价方法

采用单项标准指数法进行环境空气质量评价，标准指数 P_i 计算表达式如下：

$$P_i = C_i / C_{oi}$$

式中： P_i —— i 种污染物标准指数值；

C_i —— i 种污染物实测浓度值， mg/m^3 ；

C_{oi} —— i 种污染物标准浓度值， mg/m^3 。

4.4.4.3 评价结果

工程区域大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）表 1 及表 2 中的二级标准，本次环境空气现状监测结果详见表 4.4-4。

屏山书楼抽水蓄能电站环境空气评价结果表

表 4.4-4

监测点位	项目	监测结果	标准值	最大浓度占标率%	超标率%	是否达标
上库施工区	TSP(日均)	0.018~0.05	0.3	16.67	0	达标
	PM ₁₀ (日均)	0.012~0.04	0.12	33.33	0	达标

	PM _{2.5} (日均)	0.012~0.04	0.06	66.67	0	达标
	SO ₂ (时均)	ND	0.5	/	0	达标
	NO ₂ (时均)	0.004~0.008	0.2	4.00	0	达标
	CO(时均)	0.4~0.8	10	8.00	0	达标
	O ₃ (8 小时均)	0.049~0.089	0.2	44.50	0	达标
下库施工区	TSP(日均)	0.016~0.235	0.3	78.33	0	达标
	PM ₁₀ (日均)	0.015~0.063	0.12	52.50	0	达标
	PM _{2.5} (日均)	0.01~0.049	0.06	81.67	0	达标
	SO ₂ (时均)	ND	0.5	/	0	达标
	NO ₂ (时均)	0.005~0.012	0.2	6.00	0	达标
	CO(时均)	ND	10	/	0	达标
	O ₃ (8 小时均)	0.04~0.074	0.2	37.00	0	达标
西村道路旁居民点	TSP(日均)	0.022~0.116	0.3	38.67	0	达标
	PM ₁₀ (日均)	0.018~0.091	0.12	75.83	0	达标
	PM _{2.5} (日均)	0.014~0.052	0.06	86.67	0	达标
	SO ₂ (时均)	ND	0.5	/	0	达标
	NO ₂ (时均)	0.004~0.016	0.2	8.00	0	达标
	CO(时均)	0.3~0.5	10	5.00	0	达标
	O ₃ (8 小时均)	0.041~0.078	0.2	39.00	0	达标

监测结果表明，上下库施工区和西村居民点环境空气现状中 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、CO、O₃ 均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）表 1 及表 2 中的二级标准，工程区域环境质量较好。

4.5 声环境

4.5.1 污染源

工程区上水库周边人口稀少，下水库周边除书楼镇西村人口相对集中外，其他区域人口稀少且分布分散，生活噪声污染源较少。根据现场调查，工程区无工矿企业噪声污染源分布，现状主要噪声源为乡道的少量道路交通噪声。

4.5.2 现状监测

4.5.2.1 监测点位及监测内容

我公司委托成都市华测检测技术有限公司对区域声环境质量现状进行了监测。监测点位及内容详见表 4.5-1。

声环境监测点位及监测内容

表 4.5-1

检测点位	点位位置	检测项目	检测频次
N1	西村道路旁居民点（E104.286478°，N28.665692°）	等效连续 A 声级	

检测点位	点位位置	检测项目	检测频次
N2	上库施工区（E104.282965°，N28.689020°）		昼、夜间各 1 次，检测 2 天
N3	下库施工区（E104.282326°，N28.670255°）		

4.5.2.2 评价方法

将统计整理得到的声环境现状监测结果与评价标准直接比较，评价项目区域内声环境质量现状。

4.5.2.3 监测及评价结果

声环境现状监测结果详见表 4.5-2。

声环境现状监测结果

表 4.5-2

检测 编号	检测点位	检测日期	检测时段	主要声源	结果 (dB(A))
					Leq
1#	西村道路旁居民点	2024-12-12	昼间（13:00~13:10）	环境声	44
			夜间（22:19~22:29）	环境声	31
		2024-12-13	昼间（10:40~10:50）	环境声	45
			夜间（22:22~22:32）	环境声	32
2#	上库施工区	2024-12-11	昼间（11:23~11:33）	环境声	34
			夜间（22:00~22:10）	环境声	31
		2024-12-12	昼间（11:28~11:38）	环境声	43
			夜间（22:38~22:48）	环境声	38
3#	下库施工区	2024-12-12	昼间（11:37~11:47）	环境声	37
			夜间（22:03~22:13）	环境声	32
		2024-12-13	昼间（10:00~10:10）	环境声	36
			夜间（22:04~22:14）	环境声	35

监测结果表明，西村居民点和上下库施工区的声环境现状昼间、夜间均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类及 4a 类标准，工程区域声环境质量良好。

4.6 土壤环境

4.6.1 土壤类型

屏山县地处四川盆地南缘向云贵高原过渡的阶梯地带，地形复杂（既有低山河谷，又有中山山地），气候温暖湿润。受成土母质、地形地貌和气候条件的综合影响，屏山县的主要土壤类型包括：紫色土、水稻土、黄壤、黄棕壤、石灰土和新积土，其中紫色土是屏山县分布面积最广、最重要的农业土壤类型，主要分

布在海拔较低的低山、丘陵及河谷阶地地区；水稻土广泛分布于县境内的河谷平坝、低丘梯田以及山间盆地，是屏山县主要的耕作土壤。

4.6.2 土壤环境现状监测

4.6.2.1 监测点位及监测内容

本项目属于生态影响型项目，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）本项目土壤环境为三级评价，根据导则“表 6 现状监测布点类型与数量”要求，本次评价共布设 5 个监测点位，其中工程用地范围内布设 3 个监测点位，工程用地范围外布设 2 个监测点位，详见表 4.6-1。

土壤环境监测点位及内容表

表 4.6-1

检测点位	点位位置	采样深度	检测项目
S1	下水库库周外（E104.282239°，N28.674148°）	0~0.2m	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、全盐量
S2	上水库库周外（E104.282385°，N28.690159°）	0~0.2m	
S3	下水库占地区（E104.278581°，N28.672994°）	0~0.2m	pH、全盐量、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、氯甲烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烷、二氯甲烷、（反）1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烯、（顺）-1,2-二氯乙烯、三氯甲烷、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、1,2-二氯乙烷、苯、三氯乙烯、1,2-二氯丙烷、甲苯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、氯苯、1,1,1,2-四氯乙烷、乙苯、对（间）-二甲苯、邻-二甲苯、苯乙烯、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯、萘、苯胺、硝基苯、2-氯酚、苯并[a]蒎、蒎、苯并[b]蒎、苯并[k]蒎、茚并[1,2,3-cd]芘、二苯并[a,h]蒎、苯并[a]芘
S4	下水库施工占地区（E104.282469°，N28.670019°）	0~0.2m	
S5	上水库占地区（E104.285976°，N28.688411°）	0~0.2m	

4.6.2.2 评价方法

土壤环境质量现状评价采用标准指数法，并统计样本数量、最大值、最小值、均值、标准差、检出率和超标率、最大超标倍数。

$$Pi = \frac{Ci}{Co}$$

式中：

P—单因子指数；

Ci—实测值；
C0—单因子标准值。

当 Pi 值大于 1.0 时，表明评价范围土壤环境已受到该项评价因子所表征的污染物的影响，Pi 值愈大，受污染程度愈重，反之亦然。

4.6.2.3 监测及评价结果

本项目占地范围内各监测因子执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中表 1 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（基本项目）；占地范围外各监测因子执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中表 1 农用地土壤污染风险筛选值。本项目土壤环境监测结果详见表 4.6-2。

本项目占地范围外土壤现状监测结果及评价表

表 4.6-2

单位：mg/kg

检测项目	下水库库周外（104.282177°E 28.674147°N）	上水库库周外（104.282319°E 28.690183°N）
	2024.12.11	2024.12.16
	0~0.2m	0~0.2m
	红棕色、潮、少量根系、砂壤土	红棕色、潮、少量根系、中壤土
pH 值	7.87	7.81
砷	7.28	6.39
镉	0.22	0.25
铜	26	25
铅	22	21
汞	0.0223	0.0457
镍	29	33
锌	67	74
铬	26	41
全盐量(g/kg)	0.330	0.555

本项目占地范围内土壤现状监测结果及评价表

表 4.6-3

单位：mg/kg

检测项目	下库施工占地区 （104.282622°E 28.670108°N）	下水库占地区 （104.278519°E 28.672966°N）	上水库占地区 （104.285934°E 28.688389°N）
	2024.12.16	2024.12.11	2024.12.11
	0~0.2m	0~0.2m	0~0.2m
	红棕色、潮、 少量根系、轻壤土	红棕色、潮、 少量根系、轻壤土	红棕色、潮、 少量根系、轻壤土
pH 值	7.36	7.62	7.83
砷	5.21	6.02	4.08
镉	0.16	0.28	0.38
六价铬	ND	ND	ND

铜	30	28	25
铅	18	22	24
汞	0.0178	0.0248	0.0426
镍	25	25	31
氯甲烷	ND	ND	ND
氯乙烯	ND	ND	ND
1,1-二氯乙烯	ND	ND	ND
二氯甲烷	ND	ND	ND
(反) 1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND
1,1-二氯乙烷	ND	ND	ND
(顺) 1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND
三氯甲烷	0.0028	0.0030	0.0028
1,1,1-三氯乙烷	ND	ND	ND
四氯化碳	ND	ND	ND
1,2-二氯乙烷	ND	ND	ND
苯	ND	ND	ND
三氯乙烯	ND	ND	ND
1,2-二氯丙烷	ND	ND	ND
甲苯	ND	ND	ND
1,1,2-三氯乙烷	ND	ND	ND
四氯乙烯	ND	ND	ND
氯苯	ND	ND	ND
1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	ND
乙苯	ND	ND	ND
对(间)二甲苯	ND	ND	ND
邻二甲苯	ND	ND	ND
苯乙烯	ND	ND	ND
1,1,2,2-四氯乙烷	ND	ND	ND
1,2,3-三氯丙烷	ND	ND	ND
1,4-二氯苯	ND	ND	ND
1,2-二氯苯	ND	ND	ND
萘	ND	ND	ND
苯胺	ND	ND	ND
硝基苯	ND	ND	ND
2-氯酚	ND	ND	ND
苯并[a]蒽	ND	ND	ND
蒽	ND	ND	ND
苯并[b]荧蒽	ND	ND	ND
苯并[k]荧蒽	ND	ND	ND
茚并[1,2,3-c,d]芘	ND	ND	ND
二苯并[a,h]蒽	ND	ND	ND
苯并[a]芘	ND	ND	ND
全盐量(g/kg)	0.161	0.198	0.640

注：“ND”表示检测结果小于检出限。

根据监测结果，本项目建设用地范围内各监测点位监测指标均能满足《土壤

环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中表 1 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（基本项目）；本项目占地范围外各监测点位监测指标均能满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中表 1 农用地土壤污染风险筛选值。

4.7 水生生态

为了解屏山书楼抽水蓄能电站所在区域水生生态现状，我公司委托四川大学分别于 2024 年 9 月和 2024 年 11 月以及 2025 年 4-6 月进行工程影响评价范围内水域野外实地调查，包括水生生境踏勘、水生生物采集、鱼类资源调查和鱼类早期资源调查等。

4.7.1 现场概况

4.7.1.1 调查断面设置

结合当地水系实际情况，本次调查共设置 8 个水生生态采样断面，其中楠木沟共布置 6 个断面，金沙江楠木沟支库设置 2 个断面；鱼类资源调查设置金沙江屏山县向家坝库区月坡村段，楠木沟书楼坝(包括楠木沟水库)、金鱼凼段 3 个站点；鱼类早期资源调查设置向家坝库区月坡村段和楠木沟书楼坝段 2 个站点。各断面信息详见表 4.7-1。

水生生态现场调查断面一览表

表 4.7-1

序号	河流	采样点	时间	海拔	GPS 点位	
					经度	纬度
1	楠木沟	上水库库区	2024.09	1093	104°17'40"E	28°40'54"N
			2024.11			
			2025.04			
2		上水库坝址	2024.09	1072	104°17'18"E	28°41'06"N
			2024.11			
			2025.04			
3		减水河段	2024.09	738	104°16'16"E	28°40'30"N
			2024.11			
			2025.04			
4		楠木沟水库	2024.09	539	104°16'49"E	28°40'15"N
			2024.11			
			2025.04			
5		下水库坝址	2024.09	415	104°17'03"E	28°40'02"N
			2024.11			
			2025.04			
6		楠木沟沟口（楠木沟支库库尾以上）	2024.09	387	104°17'16"E	28°39'36"N
			2024.11			
			2025.04			
7	金沙江楠木沟支库	拟建取水口/取水泵船	2024.09	379	104°16'54"E	28°39'15"N
			2024.11			
			2025.04			
8		向家坝库区	2024.09	340	104°16'54"E	28°38'38"N
			2024.11			

			2025.04		



图 4.7-1 水生生态调查断面位置图

4.7.1.2 调查内容

(1) 水生生境调查

水生生境调查内容包括调查水域的河流生境现状、水体理化指标（水温、溶解氧、pH 值、透明度）、流速、河流底质和已建涉水工程现状等。

(2) 浮游生物、着生藻类、底栖动物和水生维管束植物调查

浮游生物、底栖动物、着生藻类和水生维管束植物的种类、分布密度、生物量、优势种。

(3) 鱼类资源调查

鱼类种类组成、栖息范围、生活水层、食性、繁殖习性和洄游习性；珍稀、特有和主要经济鱼类的种类组成、分布、栖息范围、生态习性；调查河段渔获物的种类组成、相对数量比例、相对重量比例；鱼类早期资源调查；典型鱼类“三

场”分布区域、范围、鱼类产卵时间、繁殖规模。



4.7.1.3 调查方法

(1) 河道生境调查

河道生境调查主要沿河道进行实地勘察，通过对河床、河岸以及河岸坡顶外侧 50m 范围内的河流生境进行调查。选用激光测距仪器等工具直接测量河道宽度、水深等数据。通过便携式水质检测仪测量水体常规理化指标。通过参照河道生境调查表记录河道特性、河岸特征和水体特性等，包括河床底质、水色、水面漂浮物和气味等。通过收集流域水资源开发现状等资料并结合现场勘查，调查区域内已建涉水工程现状。

采集水样时，在每个监测点用水样采集器取表层水样，用以测定各项指标。其中，pH 和水温用玻璃电极法(YSI618)测定，溶解氧用电化学探头法(YSID0205)测定、电导率用电极(JENCO110)测定、透明度用塞氏盘法测定，以上项目为现场监测。

(2) 浮游植物

定性采集用 25 号浮游生物网，在水面以每秒 20~30cm 的速度作∞字形循环

缓慢拖动约 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保存。定量采集用 1L 有机玻璃采水桶在距水面 0.5m 的水层中采水 20L，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保存。

（3）着生藻类

只进行定性检测。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。

（4）水生维管束植物

依据断面长度布设采样点。水生高等植物定量采用 1m^2 的采样框或 0.1m^2 的定量采样器采集，现场称取湿重。定性样品整株采集，包括植株的根、茎、叶、花和果实，样品力求完整，按自然状态固定在压榨纸中，压干保存待检。用照相的方法记录植被覆盖状况。

（5）浮游动物

定性样品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 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。定量样品的采集用 1L 的有机玻璃采水桶采集。因河流水流湍急，浮游动物数量稀少，每采样点均采水样 20L，用 13 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。

（6）底栖动物

在采样点附近选取具有代表性的河滩，选取 1m^2 ，将其中石块捞出，用镊子夹取各种附着在石上的底栖动物。若底质为沙或泥质，则使用采泥器采集，每一采样点采集 2-4 次。用网目 40 或 60 目的金属分样筛小心淘洗和筛取出各类标本。将采集的底栖动物放入编号瓶中用 5%甲醛溶液固定保存。

（7）鱼类

鱼类标本采集根据干流及支流不同的水流情势，采取不同方式采集：利用三层流刺网、地笼网、钩钓等方式收集。渔获物在野外依据《中国动物志》和《四川鱼类志》等书籍现场鉴定，不保存标本。根据所有干、支流采样点鱼类标本的

整理分析，编制鱼类名录，详列种属名称、分类地位、种类组成、采集地点、保护级别与状况，分析鱼类区系结构等。

鱼类“三场”通过走访沿河居民和退捕渔民，了解不同季节鱼类主要集中地和鱼类种群组成，结合鱼类生物学特性和水文特征，分析鱼类“三场”分布情况，并通过有经验的捕捞人员进行验证。

(8) 鱼类早期资源

产漂流性卵鱼类早期资源通过圆锥网采集，在定量采集点所处的断面上进行，采集点为左岸近岸、左岸至江中距离的 1/2 处、江中、江中至右岸 1/2 处、右岸近岸，共 5 个点，从左岸侧的江岸至对岸 5 个点分别编号为 A、B、C、D、E。在水深大于 3m 的样点，每个采集点采集表、中、底 3 个样，分别编号为 1、2、3，相应的采集深度分别为该点水深的 0.2、0.5、0.8 倍；在水深大于 1m，小于 3m 的样点，进行表层和底层采样；在水深小于 1m 的样点，只进行表层采集。每次采集的时间定为 10min。

在水流较缓的河岸水生植物富集区域利用手抄网进行采集。对以水草为产卵基质的种类，可将水草取出，挑取黏附在水草上的黏性卵；对以浅水砾石为产卵基质的种类，可直接在砾石上进行采样。近岸浅水生境仔鱼、稚鱼的采集使用抄网（网目 0.50~1.00mm）采集。

4.7.2 河道生境

4.7.2.1 河道生境现状

据调查，现阶段楠木沟上游涉河建筑物主要为老厂沟水库（建成于 1976 年）和九房沟山坪塘（建成于 1979 年），其布置于楠木沟上游支流，拦河坝修建时间较早，坝址上游集雨面积小，两坝址所在沟道无鱼类分布，且坝址处不是常年流水支沟，坝址上下游水生态环境早已形成稳定生境。

楠木沟中下游有屏山县书楼镇新址水厂取水工程。新址水厂取水工程建于 2010 年，拦河坝为浆砌石重力坝，最大坝高 31.2m，2018 年 3 月开始运行。坝址修建后对所在楠木沟水生生境形成阻隔影响，根据现状调查，坝址以上集雨面积 5.7km²，坝址以上沟道比降较大，集雨面积较小，加之楠木沟流域鱼类主要分布在沟口，新址水厂取水工程库区调查到有少量鱼类，主要为人为放流，故对水生生境的阻隔影响极小。但现状上游来流量较少时，坝址下游无下泄生态流量，

坝址下游部分河段存在脱水现象。

1#上水库库区段：位于楠木沟与九房沟汇口上游，下距下库库区直线距离约 1.8km，河道微弯，呈深 V 型；距坝址约有 18 米落差，比降为 0.026；丰水期水量极小，部分河段断流，枯水期水量有所增长，河流可正常流动；三期调查水体均呈透明色，透明度较高，可见河床；砾石、沙质混合底质；丰水期流速极缓，枯水期流速约 0.1m/s，水位均较浅，可见河床；两岸均有较丰富的水生植物群落。

2#上水库坝址：位于楠木沟与九房沟汇口上游约 280m，下距下库坝址直线距离约 2.0km；河道微弯，呈深 V 型；受降雨量制约丰水期水量极小，部分河段断流，枯水期水量有所增长，河流可正常流动；三期调查水体均呈透明色，透明度较高，可见河床；砾石、沙质混合底质；丰水期流速极缓，枯水期流速约 0.1m/s，水位均较浅，可见河床；两岸均有较丰富的水生植物群落。

3#减水河段：位于楠木沟与九房沟汇口至拟建下库库尾，下距楠木沟水库坝址 1.0km；河道微弯，呈深 V 型；采样点处有多级跌坎，每级跌坎均有一水潭，落差较大，比降值为 0.2；三期调查水体均呈透明色，透明度较高，可见河床；大块石、砾石混合底质；丰水期流速为 0.3m/s，枯水期流速约 0.2m/s，水位均较浅，较深水潭水位约为 0.8m；两岸均有较丰富的水生植物群落。

4#书楼镇新址水厂取水工程（楠木沟水库）：位于楠木沟水库，库区两岸坡陡，为山涧河谷，呈深 V 型；水库大坝截断楠木沟上游来水，流速近无，水位变化受降雨量制约，最深处为 26.0m；水色微黄，水体透明度为 50cm；块石、砾石混合底质；库区边滩存有少量水生植物。

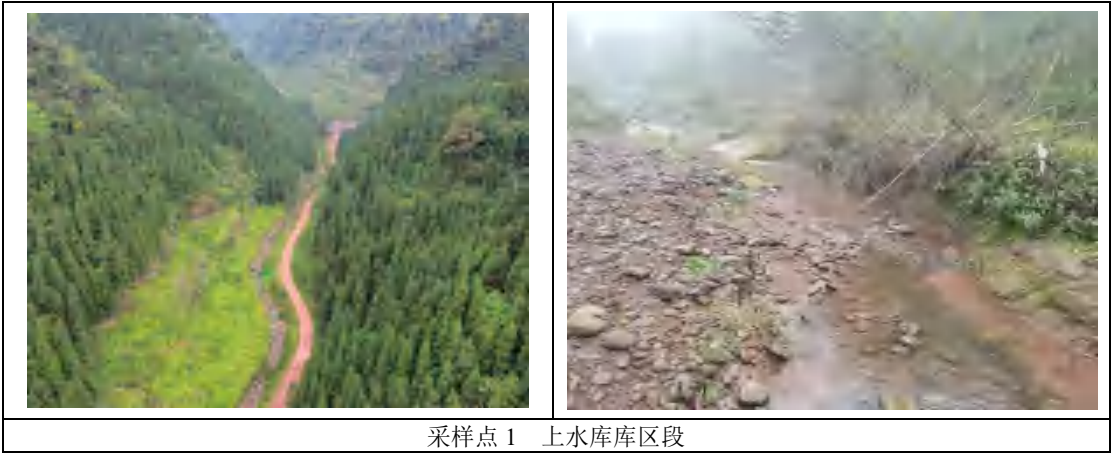
5#下水库坝址：位于现在已建楠木沟水库坝址下游约 540m，库区河道蜿蜒，呈深 V 型；采样点处有 4 级跌坎，每级跌坎均有一水潭，其中最后一级跌坎水潭较深，落差约 4.5m；丰水期水体呈泥黄色，透明度较低，枯水期水体呈透明，透明度较高，可见水潭底部；楠木沟中游流量较小，且流速较缓，丰水期流速为 0.1m/s，枯水期流速约 0.1m/s，水位均较浅，前三级水潭丰水期水位为 0.1m，枯水期水位为 0.15m，后一级水潭丰水期水位为 3.5m，枯水期水位为 3.0m；大块石、砾石混合底质；两岸均有较丰富的水生植物群落。

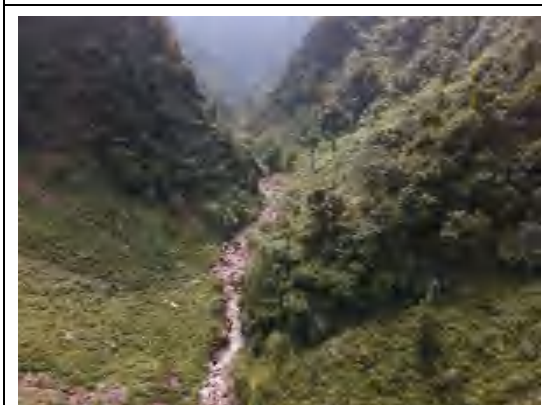
6#楠木沟沟口：位于拟建下库坝下至楠木沟支库库尾，河道微弯，且有汪家沟河于下游汇入；自楠木沟桥至楠木沟入金沙江河口，两岸为硬化水泥河堤，均

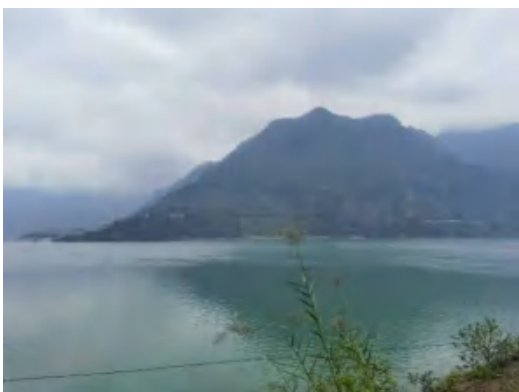
有果园侵占河边滩；采样点处有一拦水坝，形成水潭；三期调查水体均无色，透明度较高，可见河床；河床多见裸露；流量较小，且流速较缓，丰水期流速为 0.1m/s，枯水期流速约 0.2m/s，水位均较浅，丰水期水位为 0.1m，枯水期水位为 0.15m；两岸均有较丰富的水生植物群落。

7#补水工程处：位于向家坝电站回水淹没区，上距楠木沟入金沙江河口约 350m；库区河道微弯；两岸坡陡，呈深 V 型，右岸有约 100m 水泥硬化边坡，两岸均有农田侵占河滩；三期调查水体均为微绿色，透明度较高；河道有一定落差，比降小，流速较缓，丰水期流速为 0.2m/s，枯水期流速约 0.1m/s，而楠木沟径流量较小，因此水位变动幅度受向家坝电站下泄流量控制，较深处为 30m；两岸有较丰富的水生植物群落。

8#向家坝库区-马场田：位于向家坝电站回水淹没区，库区河道微弯；两岸陡峭，呈深 V 型，边坡均种植果树，河岸为堆积岩；三期调查水体均为微绿色，透明度较高，丰期透明度约 120cm，枯期透明度约 150cm；由于为向家坝库区，其流速均近无，而水位变动幅度受向家坝电站控制，变动幅度较小，较深处为 80m；两岸水生植物密度较高。



	
采样点 2 上水库坝址	
	
采样点 3 减水河段	
	
采样点 4 书楼镇新址水厂取水工程（楠木沟水库）	
	
采样点 5 下水库坝址	

	
采样点 6 楠木沟沟口	
	
采样点 7 补水工程处	
	
采样点 8 向家坝库区-马场田	



书楼镇新址水厂取水工程下游减脱水河段（2025 年 6 月 11 日）

4.7.2.2 河流生境评价

楠木沟流域为山间溪流，自上而下存有 3 处水库，分别为老厂沟水库、九房沟水库和楠木沟水库。楠木沟上、中游两岸陡峭，有多个跌坎，高低落差大，比降较大；河道狭窄蜿蜒，两岸陡峭，呈深 V 型；河道均为砾石、沙质混合底质，少数区域为大块石、砾石混合底质；水体澄澈，无色无味，透明度高，可见河床；水位较浅，水量补充依赖天然降雨，流速、流量变化幅度较大，水量不稳定；人为干扰程度较高，多个小型水库影响河流自然连通性，中、下游两岸均有果园，下游河道混凝土加固，部分河床裸露。

楠木沟流域鱼类资源较贫瘠，与其溪流生境密不可分，较匮乏的营养来源决定其承载能力有限，而外来、入侵物种提高河流总营养消耗水平并加剧种群间竞争，因此楠木沟流域鱼类资源组成单一且匮乏。而楠木沟途径居民聚居区携带部分营养物质汇入金沙江向家坝库区后，河口区域吸引部分鱼类群落定居，形成索饵场。且该区域流速较其它区域较快，也会吸引部分鱼类短距离洄游产卵，形成产卵场。

总体而言，楠木沟流域水质较好，水量较小，流速较快；受较严重的人为扰动影响，两岸均分布有农业用地，水生植物较丰富；上游无鱼类分布，中游鱼类种群单一且数量较少，下游鱼类种类较为丰富。

4.7.2.3 采样点水质

2024 年 9 月、2024 年 11 月以及 2025 年 4 月分别对工程影响河段进行水质监测调查，详见表 4.7-2。

各采样点水质理化性质表

表 4.7-2

序号	采样点	调查时间	水温 (°C)	pH 值	溶解氧	悬浮物	电导率	底质
1	上水库库区	2024.09	无					砾石
		2024.11	10.8	8.4	8.3	103	225	
		2025.04	18.3	8.0	8.0	92	180	
2	上水库坝址	2024.09	18.6	8.2	6.1	105	185	砾石
		2024.11	10.3	8.8	8.2	112	220	
		2025.04	21.6	8.1	9.6	96	188	
3	减水河段	2024.09	24.8	8.3	8.6	127	256	巨岩、砾石
		2024.11	12.9	8.3	8.3	98	134	
		2025.04	20.2	8.4	7.7	10.3	207	
4	下水库库区 (楠木沟水库)	2024.09	28.6	8.4	7.8	131	266	砂砾、砾石
		2024.11	14.5	8.2	8.2	115	302	
		2025.04	23.2	9.3	9.6	101	204	
5	下水库坝址	2024.09	27.0	7.4	8.4	183	363	巨岩
		2024.11	16.4	7.8	8.5	110	165	
		2025.04	17.0	8.4	10.0	122	242	
6	楠木沟沟口	2024.09	28.4	4.5	8.0	174	354	砾石
		2024.11	18.3	5.4	8.6	135	189	
		2025.04	20.2	9.1	10.3	193	364	
7	补水工程处	2024.09	27.6	6.1	8.5	244	489	砾石
		2024.11	19.9	6.6	7.9	257	446	
		2025.04	17.4	8.4	11.3	116	231	
8	马场田 (向家坝库区)	2024.09	24.8	7.3	8.8	239	487	砾石
		2024.11	18.2	7.1	8.4	135	212	
		2025.04	16.9	8.7	10.4	319	624	

4.7.3 水生生物

4.7.3.1 浮游植物

(1) 种类组成

通过对各采样断面的水样监测，共鉴定浮游植物 6 门 8 纲 19 目 32 科 48 属 67 种（见表 4.7-3、附表 1），其中硅藻门 36 种，占总种类数 53.73%；绿藻门 19 种，占总种类数 28.36%；蓝藻门 7 种，占总种类数的 10.45%；甲藻门和裸藻门各 2 种，各占总种类数的 2.99%和 2.99%；金藻门 1 种，占总种类数的 1.49%（图 5.3-1）。

调查河段浮游藻类区系组成

表 4.7-3

门	科	属	种	百分比
硅藻门	11	19	35	54.73%
绿藻门	12	16	19	28.36%
蓝藻门	4	5	5	10.45%

门	科	属	种	百分比
甲藻门	2	2	2	2.99%
裸藻门	1	2	2	2.99%
金藻门	1	1	1	1.49%
总计	32	48	67	100.0%

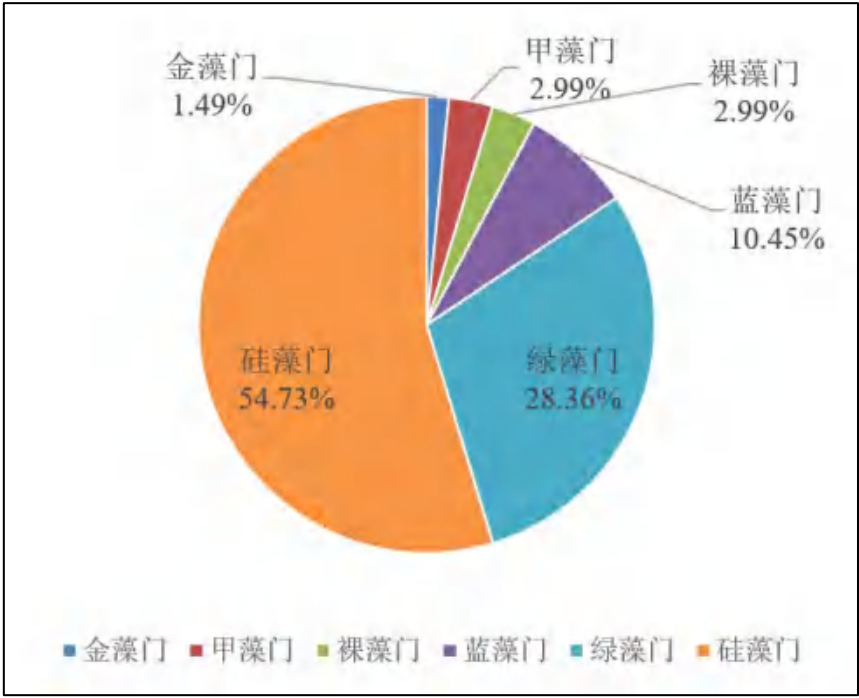


图 4.7-2 调查河段浮游植物各门组成比例

通过对各采样断面的水样监测发现，各断面间浮游植物种类差异较为显著，其中马场田浮游植物种类最为丰富，有 26 种，其次为下库库尾、下库坝址和取水口，有 25 种，下库库区和上库库区浮游植物种类最少，分别为 16 种和 17 种。各个采样断面浮游植物优势种群均为硅藻门，其次为绿藻门，蓝藻门、甲藻门、裸藻门和金藻门均只存在较少种类；绿藻门和硅藻门种类在各断面水样中均占据优势地位说明，各采样点的水质均较好（表 4.7-4、图 4.7-3）。

调查河段各采样断面浮游植物物种组成

表 4.7-4

	上库库区	上库坝址	下库库尾	下库库区	下库坝址	楠木沟沟口	补水口	马场田
金藻门	0	1	0	1	0	1	1	0
甲藻门	0	2	0	2	1	0	2	1
裸藻门	0	0	1	1	2	0	2	1
蓝藻门	1	4	3	3	5	3	5	2
绿藻门	10	7	10	9	3	9	17	2
硅藻门	17	22	25	16	25	24	25	26

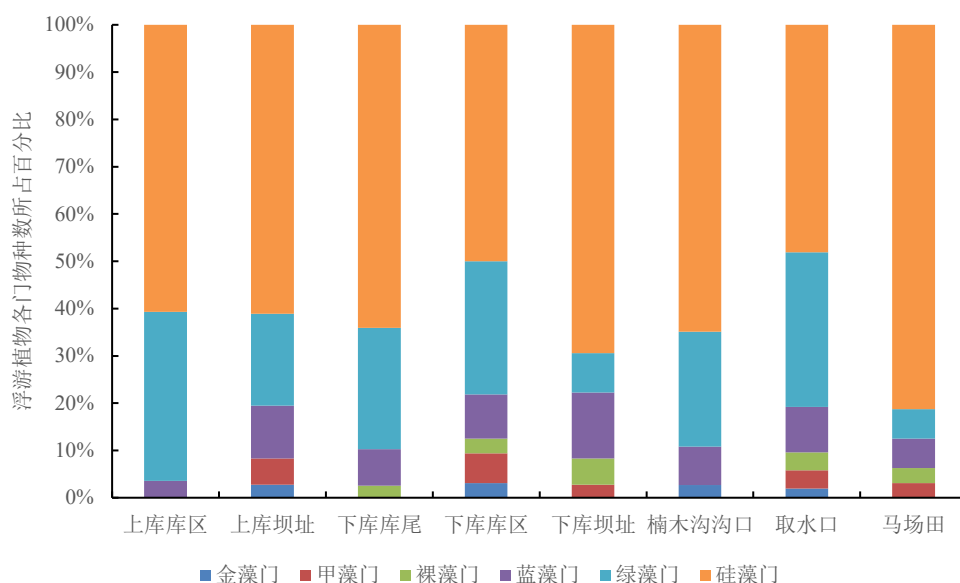


图 4.7-3 调查河段各采样断面浮游植物物种数所占百分比

(2) 浮游藻类种群密度

各采样断面浮游植物密度变化范围为 $27.59 \times 10^3 \sim 37.14 \times 10^3 \text{ ind./L}$ ，浮游植物平均密度为 $32.78 \times 10^3 \text{ ind./L}$ ；浮游植物生物量变化范围为 $0.45 \sim 0.60 \text{ mg/L}$ ，浮游植物平均生物量为 0.529 mg/L 。从浮游植物门水平来看，硅藻门密度最高，其次分别为绿藻门和蓝藻门，下库库尾浮游植物密度与生物量最高，其次为取水口，上库库区浮游植物密度与生物量最低。从调查结果来看，各采样点浮游植物密度及生物量存在一定的差异，这与各采样点河道生境差异存在较大关系。各采样点浮游植物密度及生物量详情见下表。

调查河段各采样断面浮游植物密度与生物量

表 4.7-5

断面	密度 (ind./L)	生物量 (mg/L)
上库库区	27597	0.45
上库坝址	33407	0.54
下库库尾	37142	0.60
下库库区	33615	0.54
下库坝址	32992	0.53
楠木沟沟口	30917	0.50
补水工程处	36312	0.59
马场田	30295	0.49

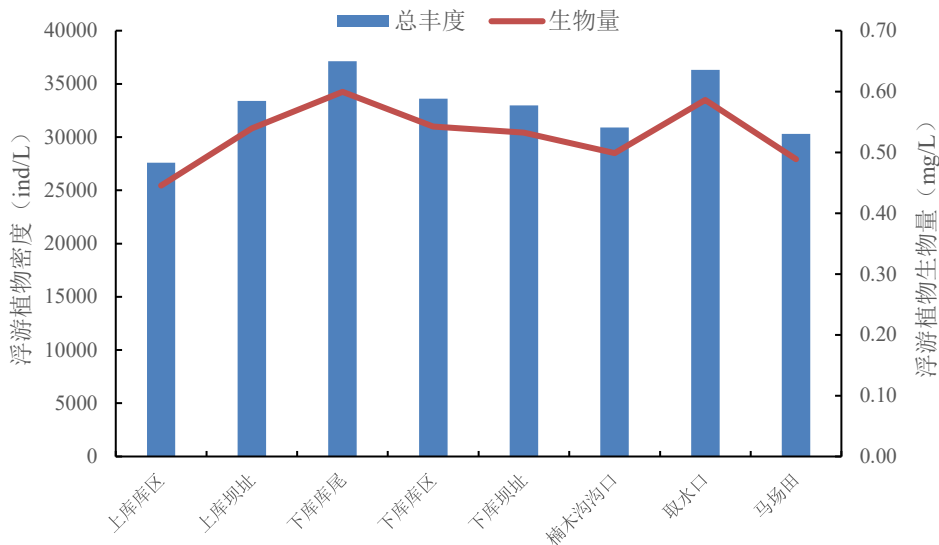


图 4.7-4 监测河段各采样点浮游植物密度及生物量分布图

(3) 现状分析

从调查结果显示，调查河段浮游植物种类以硅藻门、绿藻门为主，其次为蓝藻门，马场田浮游植物种类最为丰富，其次为下库库尾、下库坝址和取水口，下库库区和上库库区浮游植物种类最少；各个采样断面浮游植物优势种群均为硅藻门，其次为绿藻门，蓝藻门、甲藻门、裸藻门和金藻门均只存在较少种类，各采样断面浮游藻类种群密度近似。

4.7.3.2 浮游动物

(1) 种类组成

浮游动物以水生细菌和浮游藻类为食，是属于水生生态系统中的消费者和第二营养级，亦称次级生产力，由于浮游动物摄取大量藻类，所以使水体产生自净作用，它也是所有幼鱼和某些成鱼的饵料基础。

通过对各采样断面的水样监测，共鉴定浮游动物 3 门 19 种（表 4.7-6、图 4.7-5、附表 2），其中原生动物 3 种，占总种类数 15.79%；轮虫动物门 4 种，占总种类数的 21.05%，节肢动物门 12 种，占总种类数的 63.16%。

调查河段浮游动物区系组成

表 4.7-6

分类	科	属	种	种数占比
原生动物	3	3	3	15.79%
轮虫动物门	4	4	4	21.05%
节肢动物门	8	11	12	63.16%
合计	15	18	19	

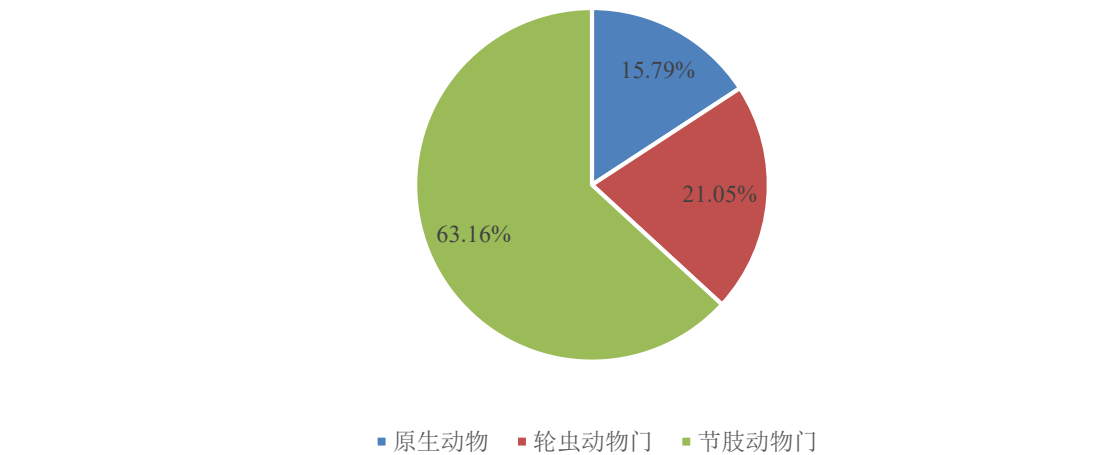


图 4.7-5 调查水域浮游动物种类比例

对各采样断面的水样监测发现，各断面间浮游动物种类差异较为显著，其中，马场田浮游动物种类最为丰富，为 12 种，取水口 11 种，上库库区、下库坝址、楠木沟沟口次之，均为 8 种，下库库区仅 4 种，且均为节肢动物门，下库库尾处未监测到浮游动物存在（表 4.7-7、图 4.7-6）。

2023 年水生调查河段浮游动物密度分布

表 4.7-7

	上库库区	上库坝址	下库库尾	下库库区	下库坝址	楠木沟沟口	取水口	马场田
原生动物	1	0	0	0	1	0	2	1
轮虫动物	1	1	0	0	2	1	1	3
节肢动物	6	0	0	4	5	7	8	8
总计	8	1	0	4	8	8	11	12

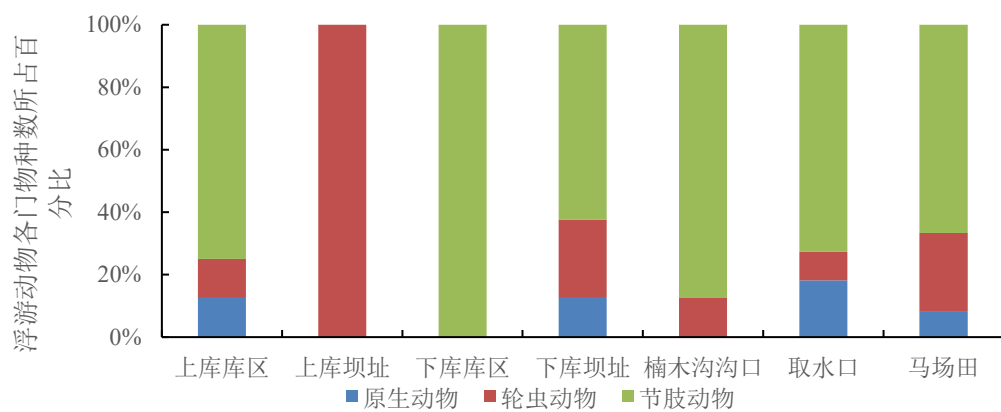


图 4.7-6 屏山书楼电站各采样断面浮游动物物种数所占百分比

（2）种群密度

各采样断面浮游动物丰度变化范围为 24~201 个/L（表 4.7-8、图 4.7-7），从浮游动物门水平来看，原生动物丰度最高，轮虫动物门和节肢动物门丰度较低。从各断面来看，取水口浮游动物丰度最高，其次为下库坝址、马场田、上库库区，楠木沟沟口、上库坝址和下库库区丰度均较低。

调查河段各采样断面浮游动物密度

表 4.7-8

物种	上库库区	上库坝址	下库库尾	下库库区	下库坝址	楠木沟沟口	取水口	马场田
原生动物	90	0	0	0	120	0	150	90
轮虫动物门	18	12	0	0	24	12	15	21
节肢动物门	18	0	0	24	27	33	36	33
总计	126	12	0	24	171	45	201	144

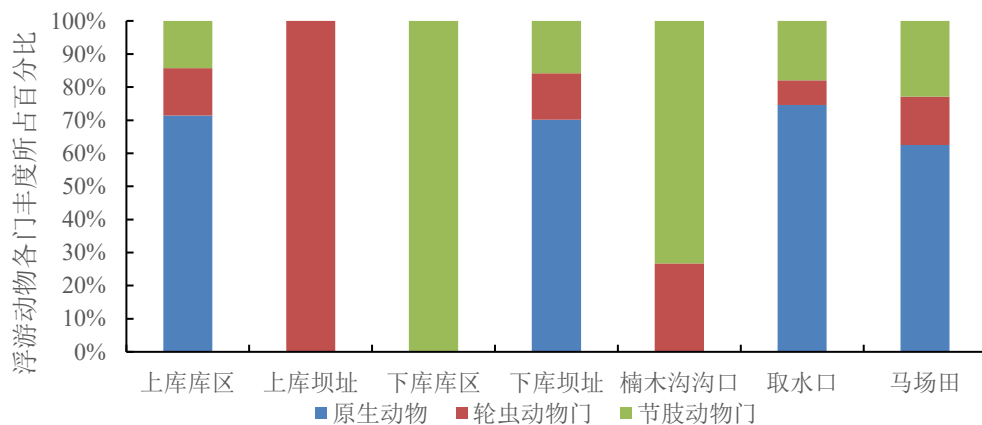


图 4.7-7 调查河段浮游动物种群密度

（3）现状分析

屏山书楼电站调查河段共鉴定浮游动物 3 门 19 种，以节肢动物门为主；各断面间浮游动物种类差异较为显著，其中，马场田浮游动物种类最为丰富，其次为取水口、上库库区、下库坝址、楠木沟沟口、下库库区，在上库坝址、下库库尾处未监测到浮游动物存在；从浮游动物门水平来看，原生动物丰度最高，轮虫动物门和节肢动物门丰度较低。从各断面来看，取水口浮游动物密度最高，其次为下库坝址、马场田、上库库区，楠木沟沟口和下库库区密度较低。

4.7.3.3 底栖动物

（1）种类组成

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。

通过对 8 个采样断面的水样监测,共鉴定底栖动物 2 门 4 纲 19 科 21 属 21 种(附表 3),其中节肢动物门 18 种,占总种类数 85.71%;软体动物门 3 种,占总种类数的 14.29%。

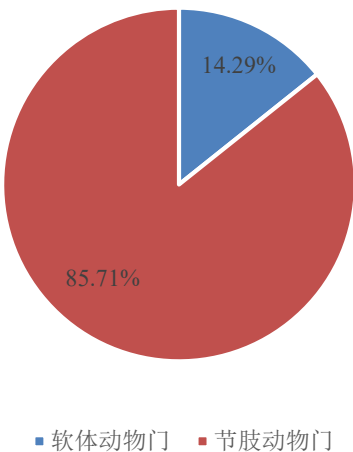


图 4.7-8 调查河段底栖动物组成图

通过对三期调查采样断面的水样监测发现,各断面间底栖动物种类数存在差异(表 4.7-9),下库坝址、楠木沟沟口底栖动物种类最为丰富,其次分别为下库库尾、上库坝址,补水口底栖动物种类数最少。在各采样断面中,节肢动物门占据明显优势地位,其中上库库区、上库坝址、补水口仅存在节肢动物门,在其余几个采样断面,节肢动物门所占比例较高。

楠木沟底栖种类

表 4.7-9

物种	上库库区	上库坝址	下库库尾	下库库区	下库坝址	楠木沟沟口	补水口	马场田
软体动物门	0	0	1	1	3	2	0	1
节肢动物门	5	9	9	5	8	9	3	5
总计	5	9	10	6	11	11	3	6

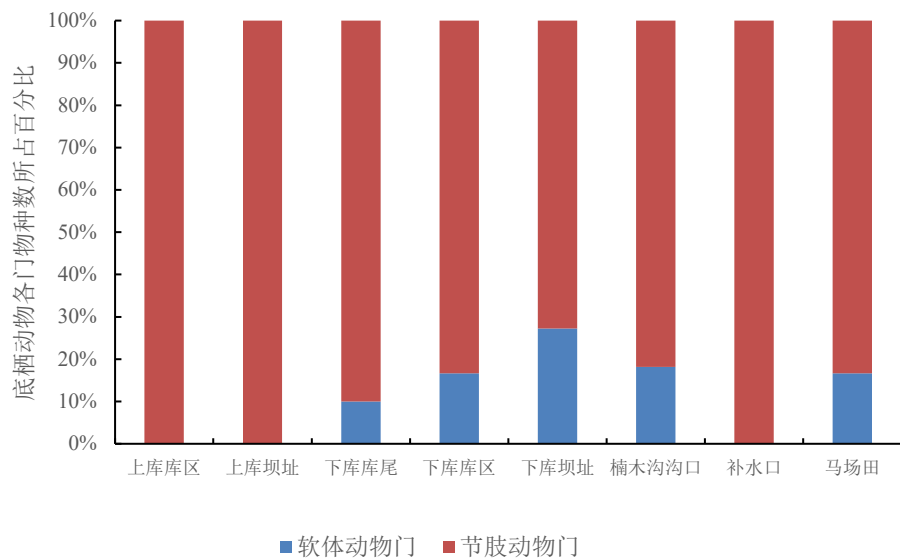


图 4.7-9 调查河段底栖动物物种数所占百分比

(2) 种群密度

通过定量分析，调查范围内底栖动物平均密度为 21.96ind./m²，平均生物量为 38.04g/m²；平水期采集的底栖动物平均密度为 22.38ind./m²；枯水期采集的为 24.50ind./m²；鱼类繁殖期底栖动物平均密度为 18.75ind./m²。

楠木沟底栖动物种群密度及其生物量

表 4.7-10

采样断面	阶段	密度 (ind./m ²)	平均值	生物量 (g/m ²)	平均值
上库库区	2024.09	/	6.67	/	14.74
	2024.11	11		23	
	2025.04	9		21.2	
上库坝址	2024.09	42	43.33	66.2	76.77
	2024.11	53		95.7	
	2025.04	35		68.4	
下库库尾	2024.09	38	35.33	39.9	42.1
	2024.11	46		40.7	
	2025.04	22		45.7	
下库库区	2024.09	32	23.00	40.0	38.23
	2024.11	15		26.6	
	2025.04	22		48.1	
下库坝址	2024.09	37	37.33	65.5	64.57
	2024.11	40		77.1	
	2025.04	35		51.1	
楠木沟沟口	2024.09	17	15.00	20.0	21.73
	2024.11	15		21.9	
	2025.04	13		23.3	
取水口	2024.09	2	4.33	8.2	13.94
	2024.11	9		15.33	
	2025.04	4		26.5	
马场田	2024.09	13	10.00	35.00	29.50
	2024.11	7		20.31	

	2025.04	10		33.2	

（3）现状分析

楠木沟上、下游与中游底栖动物的种类数和现存量存在一定差异，这主要与底质异质性与河流连通性有关。尽管楠木沟流域均以砾石、砂石底质为主，但其组成却存在较大差异。上游、下游底质为大块石、砾石和沙粒混合而成，有一定落差，但该流域中游具阶梯-深潭系统，底质主要为大块石、卵石混合底质，异质性和稳定性较高，丰、枯期水位差距较小，可为底栖动物营造良好的生活环境。

丰水期雨水充沛，上游较大的来水量携带一些泥沙下泄，水流的冲刷和泥沙的掩埋可能是导致底栖动物丰度较低的原因之一；同时季节性洪水的暴发会造成河流底栖动物群落在物种丰度、生物量和多样性方面的暂时性减少。由于 4、9 月调查时段水量较小，而 11 月调查降雨持续时间较长，使得枯水期流量大，含沙量高，河道冲刷强度大，导致底栖动物适宜生境面积减少，导致上、下游底栖动物生物量较中游区域相对较少。

4.7.3.4 水生维管束植物

本次调查期间楠木沟流域河道内多块石、基岩，河道内水流较小，水生维管束植物主要分布于两岸岸坡上，主要分布有问荆、喜旱莲子草、酸模、水蓼、石龙芮、牛毛毡等，主要分布区域为楠木沟沟口河段。

4.7.4 鱼类

4.7.4.1 种类组成

根据现场实际调查和访问，结合文献资料，屏山抽蓄电站所涉及的楠木沟及金沙江向家坝库区月坡村段共分布有鱼类 38 种，隶属于 3 目 7 科 30 属，外来种 3 种，分别为梭鲈、齐氏罗非鱼、太湖新银鱼。引水河段涉及的金沙江向家坝库区月坡村段分布有国家二级保护鱼类胭脂鱼 1 种，本次调查期间未采集到。

工程影响水域鱼类组成

表 4.7-11

目	科	属（个）	属（%）	种（个）	种（%）
鲤形目	胭脂鱼科	1	3.33	1	2.63
	花鳅科	2	6.67	2	5.26
	鲤科	20	66.67	27	71.05
鲇形目	鲇科	1	3.33	1	2.63
	𩚑科	2	6.67	2	5.26
鲈形目	鮠科	1	3.33	1	2.63
	塘鳢科	1	3.33	1	2.63

	虾虎鱼科	1	3.33	2	5.26
	鱧科	1	3.33	1	2.63
合计	7	30	100	38	100

楠木沟分布有鱼类 12 种，隶属于 3 目 5 科 12 属，外来种有齐氏罗非鱼。楠木沟中、上游以云南光唇鱼为主，下游则以齐氏罗非鱼、子陵吻虾虎鱼以及云南光唇鱼等为主。

楠木沟鱼类种类组成

表 4.7-12

目	科	属 (个)	属 (%)	种 (个)	种 (%)
鲤形目	花鳅科	2	16.67	2	15.38
	鲤科	7	58.33	7	53.85
鲇形目	鲇科	1	8.33	1	7.69
鲈形目	塘鳢科	1	8.33	1	7.69
	虾虎鱼科	1	8.33	2	15.38
合计	7	12	100	13	100

4.7.4.2 区系特征及分布特点

根据鱼类起源、地理分布和生物特征，屏山书楼抽水蓄能工程影响河段鱼类可划分为：中国江河平原复合体、南方（印度）平原区系复合体、晚第三纪早期区系复合体。调查区域的高原鳅类属于中亚山地区系复合鱼类。

根据现场调查结果，楠木沟比降较大，且分布有多处跌水，存在一定天然地理阻隔，无典型产卵场、索饵场、越冬场。上水库所在流域无鱼类分布，下水库坝址建设处鱼类资源贫瘠，仅在现在已建的楠木沟水库分布有云南光唇鱼、短须颌须鮠、大鳞副泥鳅、泥鳅以及鲤，其中鲤、大鳞副泥鳅和泥鳅为楠木沟水库人为放生的物种。

4.7.4.3 鱼类生活类型

(1) 生活习性

按鱼类的生活习性及其主要生活环境，可以将调查范围内分布的 21 种鱼类分为上、中、下层鱼类 3 种栖息习性，具体可以分成下列生态类群。

中、上层生活型：栖息、摄食、繁殖等主要活动在水体中、上层完成；体长形，稍侧扁，腹部圆，适应于流水急流水体中、上层穿梭游泳，活动摄食；躯干部长，尾柄粗壮，是产生强大运动的动力源，如翘嘴鲌、蒙古鲌等鱼类。

中、下层生活型：此类群主要或完全生活在江河流水环境中，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，如草鱼、鲢、鳙、蛇鮈等鱼类。

底层生活型：常生活于底层或近底层，游泳能力较差。鱼体外形多具纺锤、平扁或延长等各种体型，尾部肌肉不太发达，如瓦氏黄颡鱼。

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，例如鲇，属于一种大型凶猛的肉食性鱼类，生长速度快。

缓流水和静水生态类群：主要是小型种类——高体鳊、麦穗鱼等。此类群是一群生活在侧流、缓流水的鱼类，个体小，或身体侧扁，游泳能力不强，各鳍均不甚发达。

静水洞穴生态类群：主要为泥鳅等。此类群鱼类，主要生活于洞穴之中，尤其是喜生活于稻田、沟渠、侧流、坑凼之中。

4.7.4.4 鱼类食性

调查水域鱼类以食性可划分为以下几个类群。

小型鱼类食性鱼类：为凶猛性鱼类，主要以鱼、虾为食。如鲇、翘嘴鲇、吻虾虎鱼类等。

浮游动物食性鱼类：主要以水蚤、轮虫等浮游动物为食的鱼类。如张氏鲶、吻虾虎的幼鱼、鳙等。

底栖动物食性鱼类：主要以螺、蚌、淡水壳菜、水生昆虫幼虫、虾、蟹等底栖动物为食的鱼类。如瓦氏黄颡鱼等。

浮游藻类食性鱼类：主要以硅藻、绿藻等浮游藻类为食的鱼类。如鲢、高体鳊、兴凯鳊等。

杂食性鱼类：它们的食物组成广而杂，浮游生物、水生昆虫及其幼虫、藻类、底栖动物、动植物碎屑都可被它们摄食。如短须颌须鲈、宽鳍鱮、飘鱼、鲤、鲫、四川华鲮等。

4.7.4.5 鱼类繁殖习性

工程影响河段分布的鱼类多为产沉粘性卵类群。产沉粘性鱼卵的鱼类，产卵时需要一定的水流刺激，即繁殖需要一定的流水条件，需要底质砾石相对粗大、水流缓急交错的河床。鱼类产卵后，受精卵落入石砾缝中，在水流的不断冲刷搅

动中顺利孵化。繁殖季节一般从早春 3~5 月份开始, 最晚的 8 月。这些鱼类的繁殖类型可以分为以下几类:

静水或缓流水水域产黏性卵型: 如鲤、鲫、鲇等, 在江、河多水草的静水水域或缓流水水域产卵, 受精卵黏性, 多黏附在水草上孵化, 也有的黏附在砾石上孵化。黄颡鱼产卵前雄鱼在水较浅多水草的静水区掘泥做巢, 雌鱼产卵后, 雄鱼有护卵的习性。

流水滩上产沉性卵型: 如马口鱼、中华倒刺鲃、云南光唇鱼等, 多在底部为砾石和沙粒的流水滩上产沉性卵, 受精卵沉于水底或受精卵外黏附着泥沙沉于水底, 在水底石砾、沙砾间隙发育和孵化, 或在被水流冲刷向下游的过程中完成发育和孵化。

流水滩上产漂流卵型: 如鲢、鳙、翘嘴鲌、蛇鮈等, 多在干流水流湍急、水深 1~2 m、底部多为卵石、砾石的滩上产漂流性卵, 卵的密度稍大于水、无黏性、彼此分离, 受精卵随水漂流发育和孵化。

在缓流水或静水水域产沉性卵型: 如张氏鲮等, 在多水草的缓流水或静水水域的浅滩、沟渠产沉性卵, 受精卵无黏性或微黏性。卵沉于水底, 在草丛、泥沙间发育孵化; 或黏附在石砾、水草上, 随着水的波动, 极易从附着物上脱落, 沉到水底泥沙中继续发育和孵化。

缓流水石块下做巢产黏性卵型: 如子陵吻虾虎鱼、波氏吻虾虎鱼, 雄鱼在缓流水的石砾下做巢, 雌鱼将卵产于石下, 卵黏性, 雄鱼有护卵的行为。

在蚌中产卵型: 如高体鳊鲂、大鳍鱮、兴凯鱮等, 雌鱼用产卵管将卵从蚌的出水孔射入蚌的鳃片中, 雄鱼将精液从蚌的入水孔射入, 受精卵在蚌中托孵, 鱼苗出膜后还要在蚌的鳃腔中停留几天, 平游时才脱离寄主。

4.7.4.6 珍稀保护鱼类及特有鱼类

楠木沟流域内无珍稀保护鱼类及长江上游特有鱼类分布。而工程引水河段涉及的金沙江向家坝库区月坡村段则分布国家二级保护鱼类胭脂鱼 1 种, 调查期间未采集到。

4.7.4.7 鱼类“三场”分布情况

(1) 产卵场

根据现场调查及走访渔民等方式, 结合鱼类繁殖生物学习性和河势河态、地形地貌等生境现状综合分析, 楠木沟流域内多数鱼类产粘、沉性卵。楠木沟流速

较快，多跌坎、深潭，且河床底质多为岩基、砾石、沙砾混合底质，满足产粘、沉性卵鱼类繁殖所需生境条件。此类生境在调查水域较为普遍，因而鱼类产卵场分布较零散且没有成规模的产卵场。流域内跌坎、深潭以及边滩较适宜云南光唇鱼、短须颌须鮠、鲤等对产卵场生境要求较低的鱼类进行繁殖活动。而楠木沟汇入金沙江汇口处河道边滩水生植物丰富，其生境较适宜马口鱼、鲮属鱼类进行产卵。

1) 云南光唇鱼适宜产卵生境

云南光唇鱼对产卵场生境要求较低，常于砾石浅滩、水流湍急、水质清澈、砾石、沙砾混合底质的溪流进行繁殖活动。产卵后，受精卵落入石砾缝中发育孵化。繁殖时有集群的习性，寻找激流浅滩处产卵，繁殖时亲鱼零散分布，不易形成规模庞大而稳定的集中产卵场。

楠木沟中产卵适宜生境有限，多为零星、分散的浅滩，较典型的有楠木沟水库入水口与楠木沟桥至河口段。此类河段河道较宽，流速较快，且多跌坎、深潭，底质多为卵石、砾石混合底质，适宜云南光唇鱼繁殖、卵苗发育与生长。



楠木沟水库入水口产卵适宜生境-云南光唇鱼产卵场生境



金沙江楠木沟支库以上段-云南光唇鱼产卵场生境

2) 马口鱼、鲮属等小型鱼类适宜产卵生境

马口鱼对产卵环境要求较高，产卵场多位于湍急溪流边滩，水质清澈且底质为砂石的河段内。而鲮属鱼类则需要宽阔河道且流速较快，分布有一定数量的水生植物群落的河段，符合以上条件的生境多为支流汇入干流汇口，如楠木沟汇入金沙江楠木沟支库河段。



马口鱼、鲮属鱼类产卵场

(2) 索饵场

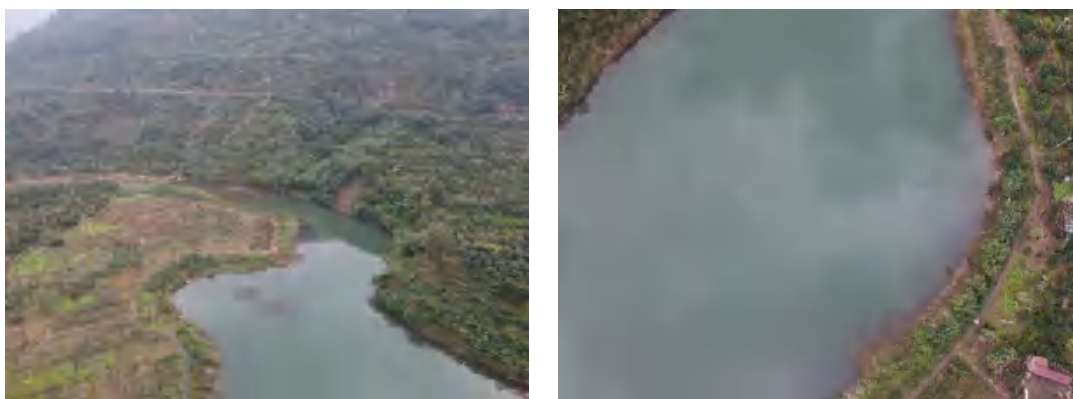
不同种类鱼类对索饵场生境要求差异较大，且随季节而变化。春季河流水温回升，鱼类从越冬的深水区域（深潭）到达河流浅水礁石或砾石滩索饵。

调查结果显示楠木沟分布有云南光唇，其多以着生藻类、有机碎屑和底栖无脊椎动物等为营养来源。楠木沟生境较为破碎，零星分布有少量深潭，光照充足，透明度高，多有着生藻类生长，为云南光唇鱼生存提供必要的食物来源，因而楠木沟上、中游无典型鱼类索饵场。

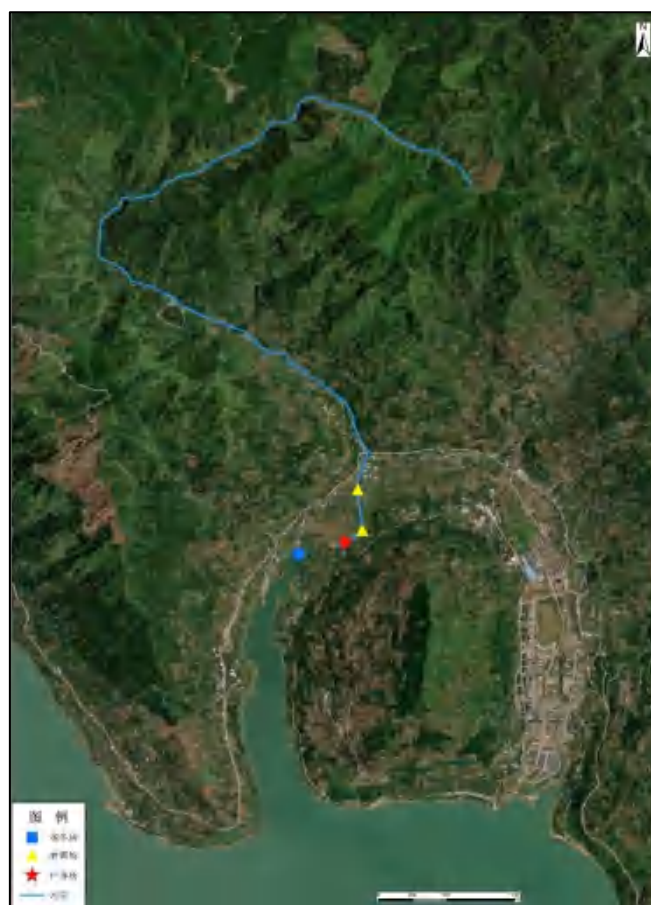
楠木沟下游入楠木沟支库段，途径居民区，碎屑物质较多，营养源丰富，有利于着生藻类生长，且底栖无脊椎动物丰度较高，是该河段较为重要的索饵场所。

(3) 越冬场

调查河段鱼类经历长期的生态适应和演化，使其具有抵御低温水环境的能力，能在低温环境中顺利越冬。枯水期水量小，水位低，鱼类可在深潭或较深河槽越冬，这些水域多为岩石、砾石、沙砾混合底质，为其提供了适宜的越冬场所，鱼类可从支沟和河流上游降河洄游至深水区越冬。楠木沟区域内零星分布深潭和石砾缝隙中均能作为鱼类的越冬场，较典型的有拟建坝址坝下至汪家沟汇口河段及楠木沟支库库尾河段。



楠木沟支库库尾越冬场



屏山书楼抽水蓄能电站鱼类典型“三场”位置示意图

4.7.4.8 鱼类资源现状

(1) 渔获物

2024 年 9 月、11 月和 2025 年 4 月，3 期调查共收集到鱼类 1701 尾，隶属于 4 目 8 科 25 属 30 种（表 5.3-12）。包括养殖逃逸或人为放生的外来、入侵物种：梭鲈、齐氏罗非鱼、大鳞副泥鳅以及太湖新银鱼。其中楠木沟共采集到 12 种鱼类，共计 366 尾，优势种为齐氏罗非鱼、短须颌须鮠、云南光唇鱼和子陵吻虾虎鱼等，均为定居性的小型鱼类。

调查河段渔获物数据统计结果

表 4.7-13

种类	平均体长 (cm)	数量 (尾)	数量 占比	平均重量 (g)	总重量 (g)	重量 占比
张氏鲮	14.4	579	34.04%	43.6	29667.6	10.26%
齐氏罗非鱼	8.1	268	15.76%	43.1	6017.1	2.08%
鲮	16.5	150	8.82%	65.7	9695.5	3.35%
翘嘴鲌	18.6	111	6.53%	68.4	7097.8	2.45%
短须颌须鲃	5.6	95	5.58%	3.2	223.2	0.08%
高体鳊	5.8	79	4.64%	7.4	349.6	0.12%
瓦氏黄颡鱼	16.5	73	4.29%	71.2	5001.3	1.73%
云南光唇鱼	4.8	66	3.88%	6.7	278	0.10%
马口鱼	11.3	59	3.47%	26.9	1531.1	0.53%
子陵吻虾虎鱼	4.2	36	2.12%	1.7	61.6	0.02%
大鳍鱮	7.0	27	1.59%	9.4	201.2	0.07%
四川华鳊	11.4	22	1.29%	28.4	624.4	0.22%
中华倒刺鲃	47.1	20	1.18%	2923.0	58459.8	20.22%
兴凯鲮	7.7	16	0.94%	9.5	155.8	0.05%
飘鱼	21.3	13	0.76%	99.0	1286.4	0.44%
鲤	35.7	13	0.76%	2189.1	28457.8	9.84%
梭鲈	23.2	13	0.76%	210.7	2739.2	0.95%
鲫	22.9	10	0.59%	372.3	3722.6	1.29%
蛇鲃	14.5	10	0.59%	36.7	366.8	0.13%
大鳞副泥鳅	11.5	9	0.53%	12.2	127.9	0.04%
鲮	87.3	7	0.41%	16596.3	116174.1	40.17%
宽鳍鱮	9.4	6	0.35%	17.0	101.7	0.04%
鲇	33.4	5	0.29%	306.4	1531.9	0.53%
鲢	51.4	4	0.24%	2736.6	10946.3	3.79%
粗唇鲃	19.1	3	0.18%	101.6	304.9	0.11%
泥鳅	13.1	2	0.12%	19.0	38	0.01%
寡鳞飘鱼	18.4	2	0.12%	70.8	141.6	0.05%
厚颌鲂	-	1	0.06%	-	3876.2	1.34%
波氏吻虾虎鱼	-	1	0.06%	-	0.7	0.00%
太湖新银鱼	-	1	0.06%	-	0.8	0.00%
总计		1701	100.00%		289180.9	100.00%

渔获物种类分布表

表 4.7-14

序号	种类	楠木沟	金沙江
1	张氏鲮		●
2	罗非鱼	●	●
3	鲮		●
4	翘嘴鲌		●
5	短须颌须鲃	●	
6	高体鳊	●	●
7	瓦氏黄颡鱼		●
8	云南光唇鱼	●	
9	马口鱼	●	●

10	子陵吻虾虎鱼	●	●
11	大鳍鱮		●
12	四川华鲮		●
13	中华倒刺鲃		●
14	兴凯鲮		●
15	鲤	●	●
16	银飘鱼		●
17	梭鲈		●
18	蛇鮈		●
19	鲫		●
20	大鳞副泥鳅	●	●
21	鳊		●
22	宽鳍鱮	●	●
23	鲇	●	●
24	鲢		●
25	粗唇鲮		●
26	寡鳞飘鱼		●
27	泥鳅	●	
28	太湖新银鱼		●
29	厚颌鲂		●
30	波氏吻虾虎鱼	●	
合计	30	12	26

(2) 楠木沟渔获物

在楠木沟总共收集到渔获物 12 种，共 366 尾，重 4506.3g。其中楠木沟水库以上河段未采集到渔获物；楠木沟水库中共采集到鱼类 5 种，共 136 尾，重 2875.8g，优势种为短须颌须鮈、云南光唇鱼和大鳞副泥鳅；楠木沟水库以下至河口段收集到鱼类 12 种，共 230 尾，总重 1630.5g，优势种为齐氏罗非鱼、子陵吻虾虎鱼和云南光唇鱼。

楠木沟渔获物总数据表

表 4.7-15

种类	平均体长 (cm)	数量 (尾)	数量 占比	平均重量 (g)	总重量 (g)	重量 占比
楠木沟沟口段		230	62.84%		1630.5	36.18%
齐氏罗非鱼	3.54	148	40.44%	1.9	279.1	6.19%
子陵吻虾虎鱼	3.98	30	8.20%	3.0	90	2.00%
云南光唇鱼	4.41	27	7.38%	11.0	296	6.57%
短须颌须鮈	5.26	8	2.19%	5.1	40.8	0.91%
马口鱼	6.41	7	1.91%	12.2	85.2	1.89%
鲤	13.68	4	1.09%	127.2	508.8	11.29%
鲇	24.20	1	0.27%	258.4	258.4	5.73%
波氏吻虾虎鱼	3.60	1	0.27%	1.4	1.4	0.03%
宽鳍鱮	4.10	1	0.27%	1.6	1.6	0.04%
高体鲮	3.90	1	0.27%	3.2	3.2	0.07%
大鳞副泥鳅	8.70	1	0.27%	9.8	9.8	0.22%
泥鳅	15.20	1	0.27%	56.2	56.2	1.25%

楠木沟水库		136	37.16%		2875.8	63.82%
短须颌须鮠	5.71	87	23.77%	4.7	405.6	9.00%
云南光唇鱼	6.08	39	10.66%	5.8	224.4	4.98%
大鳞副泥鳅	11.20	6	1.64%	24.0	143.8	3.19%
鲤	20.77	3	0.82%	694.1	2082.2	46.21%
泥鳅	11.00	1	0.27%	19.8	19.8	0.44%
楠木沟水库以上		0	0		0	0
总计	5.52	366	100.00%	12.3	4506.3	100.00%



齐氏罗非鱼



子陵吻虾虎鱼



云南光唇鱼



短须颌须鮠



马口鱼



鲤



鲇



波氏吻虾虎鱼



宽鳍鱮



高体鳊鲂



大鳞副泥鳅



泥鳅

楠木沟部分渔获物组成

(3) 向家坝库区渔获物

向家坝库区月坡村段收集到鱼类 26 种，共 1335 尾，总重 535364.4g，优势种为张氏鲮、齐氏罗非鱼和鲮。

向家坝库区月坡村段渔获物数据表

表 4.7-16

种类	平均体长 (cm)	数量 (尾)	数量 占比	平均重量 (g)	总重量 (g)	重量 占比
张氏鲮	14.44	579	43.37%	60.9	35253.6	6.58%
鲮	16.49	150	11.24%	79.1	11864.2	2.22%

罗非鱼	10.98	120	8.99%	85.2	10218.6	1.91%
翘嘴鲇	18.61	111	8.31%	84.9	9422.5	1.76%
高体鲃	5.83	78	5.84%	7.6	590.4	0.11%
瓦氏黄颡鱼	16.51	73	5.47%	133.9	9774.6	1.83%
马口鱼	12.05	52	3.90%	56.0	2913.6	0.54%
大鳍鱮	7.04	27	2.02%	12.3	332.1	0.06%
四川华鳊	11.42	22	1.65%	56.8	1248.8	0.23%
中华倒刺鲃	47.07	20	1.50%	5846.0	116919.6	21.84%
兴凯鲌	7.73	16	1.20%	15.1	241.4	0.05%
银鲌	21.25	13	0.97%	197.9	2572.8	0.48%
梭鲈	23.15	13	0.97%	421.4	5478.4	1.02%
鲫	22.90	10	0.75%	744.5	7445.2	1.39%
蛇鲻	14.51	10	0.75%	73.4	733.6	0.14%
鳊	87.34	7	0.52%	33192.6	232348.2	43.40%
鲤	57.90	6	0.45%	9054.1	54324.6	10.15%
子陵吻虾虎鱼	5.37	6	0.45%	5.5	33.2	0.01%
宽鳍鱮	10.42	5	0.37%	40.4	201.8	0.04%
鲢	51.38	4	0.30%	5473.2	21892.6	4.09%
鲚	36.43	4	0.30%	701.4	2805.4	0.52%
粗唇鲃	19.07	3	0.22%	203.3	609.8	0.11%
寡鳞鲌	18.40	2	0.15%	141.6	283.2	0.05%
大鳞副泥鳅	13.70	2	0.15%	51.1	102.2	0.02%
太湖新银鱼	5.50	1	0.07%	1.6	1.6	0.00%
厚颌鲂	51.90	1	0.07%	7752.4	7752.4	1.45%
总计	16.73	1335	100.00%	401.0	535364.4	100.00%



张氏鲮



鲮



齐氏罗非鱼



翘嘴鲌



高体鳊鲂



瓦氏黄颡鱼



马口鱼



大鳍鱮



四川华鳊



中华倒刺鲃



兴凯鱚



银飘鱼



梭鲈



鲫



蛇鮈



鳊



鲤



子陵吻虾虎鱼



宽鳍鱲



鲢



鲇



粗唇鲇



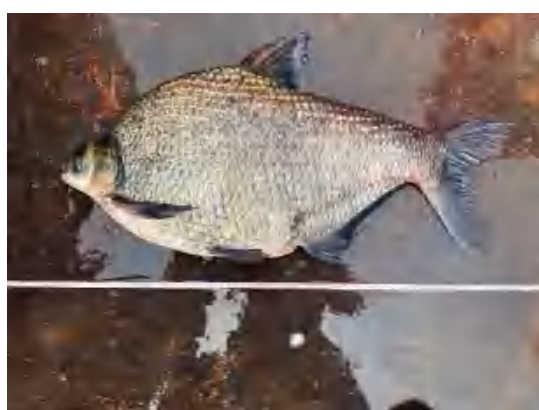
寡鳞飘鱼



大鳞副泥鳅



太湖新银鱼



厚颌鲂

向家坝库区月坡村段渔获物

(4) 鱼类资源现状

楠木沟为金沙江左岸支流，为山间溪流，沿河人烟稀少，无居民聚居区。流域内高低落差大，中游存在较大的跌水河段，鱼类无法上溯。楠木沟水库中存有较大个体的云南光唇鱼，以及人为放生的鲤。楠木沟水库至河口段主要分布一些小型鱼类，如短须颌须鮠、云南光唇鱼和宽鳍鱲等，主要在楠木沟中、下游深潭零星分布。另外，在沟口段还有大量的齐氏罗非鱼。

向家坝库区月坡村段为向家坝支沟库尾段，水位随电站调节变动频繁，水面开阔，流速缓慢。目前主要分布的是喜静缓水体的黑尾鲮、鲮和翘嘴鲃等为主，还有大量的外来物种齐氏罗非鱼和梭鲈。访问了解到大个体的中华倒刺鲃、鲢、鳙、鲤和青鱼也在这个区域有分布。

4.7.4.9 鱼类早期资源

为分析库区淹没自然河道及补水工程对向家坝库区鱼类卵苗的卷载效应的影响，设置了向家坝库区月坡村段（楠木沟支库段）和楠木沟书楼坝段（楠木沟与汪家沟汇口段）2个早期资源调查站点。向家坝库区调查站点位于向家坝库区的支沟库尾段，远离主河段，流速缓慢，库尾河段生境适宜产粘性卵的鱼类进行繁殖活动，楠木沟水量小，水深浅，底质多卵石，能满足一些产粘性卵的鱼类繁殖。通过使用圆锥网在取水工程河段采集漂流性卵苗，在临近的库尾段及楠木沟与汪家沟汇口下游段主要利用手抄网沿河岸翻找石块和水草采集粘性卵和鱼苗，2025年4-6月开展鱼类早期资源调查，每月调查5-7天。

(1) 向家坝库区段，4-6月调查期间流速趋近于0，未采集有卵苗。利用手抄网在岸边也未能采集到鱼苗。

(2) 楠木沟库尾段沿岸部分河段分布有水生植物群落（主要为喜旱莲子草及菹草）能为产粘性卵鱼类提供生境，4月调查期间库区水位较高，在水草上采集有大量鱼类，经孵化后鉴定为鲤、鲫，另采集有少量子陵吻虾虎鱼幼鱼和食蚊鱼幼鱼。5月调查期间库区水位较低，大部分水草裸露，采集有少量的鱼卵，经孵化后鉴定为鲤、鲫，另采集有少量子陵吻虾虎鱼幼鱼和食蚊鱼幼鱼。6月调查期间由于向家坝持续泄水，导致水位急降，于库尾边滩发现大量罗非鱼鱼巢与裸露的鱼卵，同时于边滩水草采集到鱼卵若干，经分子鉴定为鲤和鲫。

(3) 楠木沟书楼坝段（楠木沟与汪家沟汇口段）河道比降较大，以基岩、

砾石为主，出谷河段两端有一定缓流，较适宜喜流水环境鱼类产卵。4 月调查时，水位较低，流速较缓，通过手抄网的方式采集到少量光唇鱼幼鱼；5 月调查时于坝址下游通过手抄网的方式采集到少量的高体鲮幼鱼、宽鳍鱲幼鱼，翻找边滩石块未发现鱼卵；6 月有一定降雨，水位略有上涨，于边滩水草采集到少量鱼卵，经分子鉴定为鲤和鲫。另外还有子陵吻虾虎鱼幼鱼及高体鲮幼鱼。

鱼类早期资源采集结果

表 4.7-17

月份	金沙江楠木沟支库库尾段	楠木沟与汪家沟汇口段
4 月	卵：鲤、鲫 苗：子陵吻虾虎鱼幼鱼、食蚊鱼幼鱼	卵：无 苗：云南光唇鱼幼鱼
5 月	卵：鲤、鲫 苗：高体鲮幼鱼	卵：无 苗：高体鲮幼鱼、宽鳍鱲幼鱼
6 月	卵：罗非鱼 苗：罗非鱼	卵：鲤、鲫 苗：子陵吻虾虎鱼幼鱼、高体鲮幼鱼

4.7.4.10 小结

楠木沟流域以及金沙江库区三期调查累计发现浮游植物 6 门 8 纲 19 目 32 科 48 属 67 种，其中硅藻门种类较多，与该流域相对洁净的水质具较大关联，其次为绿藻，楠木沟中、下游两岸均分布有果园，水体较上游营养充足，绿藻较上游种类丰富。

三期调查共鉴定出浮游动物 3 门 19 种，其中原生动物 3 种，占总种类数 15.79%；轮虫动物门 4 种，占总种类数的 21.05%，节肢动物门 12 种，占总种类数的 63.16%。楠木沟浮游动物的分布与鱼类分布显著相关，楠木沟中、下游河段均有少量浮游动物分布，又以河口居多，符合一般浮游生物分布规律。

楠木沟为山区溪流，水温较低，水位变动剧烈，流速较快，以水生挺水植物为主要组成，喜旱莲子草、问荆分布较多，其他水生植物零星分布。

通过对 8 个采样断面的水样监测，共鉴定底栖动物 2 门 21 种，其中节肢动物门 18 种，占总种类数 85.71%；软体动物门 3 种，占总种类数的 14.29%。下库坝址、楠木沟沟口底栖动物种类最为丰富，其次分别为下库库尾、上库坝址，补水口底栖动物种类数最少。在各采样断面中，节肢动物门占据明显优势地位，其中上库库区、上库坝址、补水口仅存在节肢动物门。其余采样断面中节肢动物门所占比例较高。

工程影响水域主要分布有鱼类 30 种，隶属于 4 目 8 科 25 属。其中鲤形目为主要类群，有 18 属 22 种，占总种数的 73.33%；鲈形目 3 属 4 种，占总种数的 13.33%；鲇形目有 3 属 3 种，占总种数的 10.00%；胡瓜鱼目有 1 属 1 种，占总种数的 3.33%。此外，还采集到养殖逃逸或人为放生的外来物种：梭鲈、齐氏罗非鱼、大鳞副泥鳅以及太湖新银鱼。楠木沟流域鱼类资源较匮乏，上游无鱼类分布，中游鱼类种群单一且数量较少，下游鱼类种类较为丰富。鱼类的产卵场和索饵场主要分布在楠木沟入金沙江汇口段。

4.8 陆生生态

为进一步掌握屏山书楼抽水蓄能电站所在区域陆生生态现状，我公司委托四川大学分别于 2024 年 9 月、12 月与 2025 年 3 月、5 月对屏山书楼抽水蓄能电站陆生生态评价区进行了现场调查，调查时段涵盖评价区的植物生长旺盛季节和动物繁殖季、迁徙季、越冬季在内的不同季节，获得 1 个完整年度不同季节的现状资料。

4.8.1 调查方法

采用植物物种多样性、植被和陆生两栖类、爬行类、鸟类与兽类物种多样性等专业的调查方法进行陆生生态调查，主要方法为样线法、样方法，结合红外相机布设、资料收集与访问等方式进行。

4.8.1.1 样线与样方设置

2024 年 9 月、12 月与 2025 年 3 月、5 月在评价区内进行的 4 次野外调查主要在可能受屏山书楼抽水蓄能电站影响工程占地分布集中的楠木沟、九房沟、对丘岩周边等区域布设主样线，在评价区内主样线可进入的支沟、山坡等地根据生境情况与可达性再设置支样线，并深入庙子坂、鸡罩山、九房沟、月坡岭等地的高海拔区域开展调查，使调查覆盖评价区主要生境及电站工程永久占地和临时用地区、水库淹没区等占地区域。调查时段涵盖了包括植物生长旺盛季节和动物繁殖季、迁徙季、越冬季在内的不同季节调查结果，获得近 1~2 个完整年度不同季节的现状资料，满足《环境影响评价技术导则 生态影响(HJ 19—2022)》对调查时段的要求。

按照《环境影响评价技术导则 生态影响(HJ 19—2022)》的调查评价要求，屏山书楼抽水蓄能电站评价区野外调查样线与样方布设遵循全面性、代表性和典

型性原则，根据生境和通达情况共布设水平主样线 6 条，垂直主样线 11 条（受道路交通条件限制，主样线同时作为植物和动物调查的主样线），在此基础上动植物调查再根据现场海拔、坡向等情况和调查需求分别设置支样线，共调查记录样方 51 个。大多数样线均穿越了不同生境，使调查涵盖不同的植被与生境类型，穿越每种生境的动物样线数量不少于 3 条，除耕地与园地外每种群系的植物样方数量不少于 3 个，布设的样线与样方对区域的陆生生态现状有较好的代表性。

陆生生态调查主样线（编号）及样方设置情况见附图 1。

穿越各类生境的主样线统计

表 4.8-1

生境类型	穿越此类生境的主样线	主样线数量（条）
森林	水平样线：1、2、4、6 垂直样线：1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11	15
灌丛	水平样线：6 垂直样线：2、3、6、7、8、9、10、11	9
草地	垂直样线：8、9、10	3
河流湿地	水平样线：2、6 垂直样线：3、4、5、6、7、8、9	9
农田民居	水平样线：1、2、3、4、5、6 垂直样线：1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11	17

4.8.1.2 植物物种多样性

植物物种多样性调查限于陆生维管植物，重点是种子植物。主要通过野外考察和资料收集等方式进行。野外考察通过在调查范围内不同海拔、不同区域设置样线，在样线上识别和记录发现的植物物种。调查中对植物种属能直接进行鉴定的就立即鉴定，不能立即鉴定的带回，根据《中国高等植物图鉴》(中国科学院植物研究所,1980)、《中国植物志》(中国植物志编辑委员会, 1959~2004)、《中国高等植物》(傅立国等, 1999~2005)、《四川植物志》(四川植物志编辑委员会, 1981~2005)等进行鉴定。记录植物的科、属、种名，以及生境和海拔，国家重点保护植物还要记录经纬度和种群数量等。确定名录时，除参考上述志书外，还参考了历年发表的与屏山县及其周边区域植物物种多样性和植被有关的专著、论文和标本数据库资料，以及临近区域保护区的陆生生态相关调查资料。

所有陆生维管植物物种的中文名和拉丁名均主要参考《中国生物物种名录》（2024 版；Species 2000 China, <http://www.sp2000.org.cn/>）。蕨类和石松类植物参考 PPG I 系统（2016），裸子植物主要参考克里斯腾许斯系统（2011），被子植

物主要参考 APG IV 系统（2016）。

4.8.1.3 植被类型及特征

植物群落样线调查时用目测法，同时在重点调查区域的代表性植物群落类型中随机抽取样方。植被样线调查时，根据森林、灌丛、草地的优势种确定群落类型，实时结合 3S 技术在地形图或手机地图上记录勾绘。植物群落样方调查中，沿样线随机抽取样方，作样方调查。样方分成乔木、灌木和草本三种类型，其大小分别为 20m×20m（或 10m×10m），5m×5m 和 1m×1m，具体样方大小根据取样地点的地形条件而定，样方可为长方形、可为正方形。样方调查中，记录随机确定样方中的植物属种、盖度、胸径和树高（乔木）、郁闭度、地理位置、小地名、经纬度、调查时间和调查人员等基本数据。

根据评价区林草主管部门的林地一张图、自然资源主管部门的国土资源一张图与遥感影像结合谷歌地图、天地图解译结果，野外抽样植物群落样方调查与 2024-2025 年植被与土地利用现场调查结果，利用 GIS 软件 ArcGIS 绘制评价区植被分布图。

4.8.1.4 陆生脊椎动物物种多样性

陆生脊椎动物物种多样性的调查以样线法为主，调查中记录物种名、数量、海拔、生境类型，以及记录样线地理位置、小地名、经纬度、调查时间和调查人员等。

两栖类和爬行类野外主要采用样线法调查，同时参照观察到的或采获的实体、蝌蚪、幼体等标本确定属种。

鸟类以野外样线调查为主获得鸟类的种类，种群数量以实际观察到的个体数作估计值。在野外样线调查中，根据见到的个体、听到的鸣叫或痕迹（如羽毛）识别物种。对于大型鸟类，还采用了访问法调查。如雉类物种常常是当地居民关注的对象，访问中记录看到的标本、羽毛、实体等。

兽类野外直接根据观察到的实体、毛发、粪便、足迹和其他痕迹识别兽类物种，同时访问当地居民与林业工作人员，根据调查与访问结果分析估计评价区域兽类物种组成和相对数量等。

鸟类和兽类同时结合红外相机监测进行调查，共在评价区内布设红外相机 10 台。

确定陆生脊椎动物名录时，以野外调查结果为主，同时参考《四川两栖动物原色图鉴》(费梁等, 2001)、《四川爬行动物原色图鉴》(赵尔宓, 2003)、《四川鸟类原色图鉴》(李桂垣, 1993)、《四川兽类原色图鉴》(王西之等, 1998)、《中国两栖、爬行动物更新名录》(王凯等, 2020)、《中国鸟类分类与分布名录(第 4 版)》(郑光美, 2023)、《中国兽类分类与分布》(魏辅文等, 2022)、《四川兽类志》(刘少英等, 2023)和已发表的与屏山县及其周边区域陆生脊椎动物物种多样性有关的专著和论文，临近区域保护区的陆生生态相关调查资料。在以上调查和收集资料基础上，确定各类陆生脊椎动物名录，分析陆生脊椎动物各大类群物种组成、区系特征、国家和省区级重点保护物种，以及列入《中国生物多样性红色名录(2020)》的濒危物种与特有物种，并估计重要野生动物的多度，说明分布特征。

4.8.1.3 生态系统与景观

以野外 GPS 定点的植物群落学调查结果和野外实时勾绘了植被类型的地图为基础，根据林草主管部门的林地一张图、自然资源主管部门的国土资源一张图与遥感影像结合谷歌地图、天地图解译结果、2024-2025 年植被与土地利用现场调查结果，利用 3S 技术制作评价区的植被分布图。以各类植被类型和土地利用类型为主导因子，归并制作出包含主要生态系统类型/斑块类型的生态系统类型/景观分布图，计算各类景观格局指数，分析生态系统与景观格局及生态系统服务功能特征。

4.8.2 评价方法

4.8.2.1 植物多样性

参照《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)，使用“列表清单法”和“图形叠加法”等方法进行分析。在调查基础上，列表显示陆生植物多样性物种组成、适宜生境和生态系统现状；然后叠加工程占地图和各类生态系统的分布图，再分析工程占地对各类生态系统内植物物种的影响。

每一种植物都生活于特定类型的生境中，这是物种多样性调查的基本内容。电站工程占地有永久和临时占地，分析两类占地上的植物种类，可以直接确定受影响的植物物种以及植被恢复方式。

施工还会产生生产和生活废水、废渣、垃圾、燃油泄露，根据每种植物对各类污染的耐受程度，可以分析施工产生的污染影响的植物物种。

在上述两类分析基础上,可进一步分析工程对重点保护和濒危植物物种的影响,再根据受影响植物物种的分布区判断,是否可能有植物物种从评价区消失。

4.8.2.2 植被

参照《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022),使用“列表清单法”和“图形叠加法”等方法进行分析。在调查基础上,列表显示陆生植被现状;然后叠加工程占地和植被分布图,再分析工程占地对各类植被的影响。

每一种植物群落都分布于特定类型的生境中,这是植物群落生态学调查的基本内容。电站工程占地有永久和临时占地,分析占地上的植物群落类型,可以直接确定受影响的植物群落和植被类型。

根据每种植物群落所在地的污染类型,及其中优势物种对各类污染的耐受程度,可以分析施工产生的污染影响的植物群落及影响程度。在上述两类分析基础上,再根据受影响植物群落的分布区判断,是否可能有植物群落从评价区消失。

4.8.2.3 动物多样性

对陆生脊椎动物物种多样性的影响,使用“列表清单法”、“图形叠加法”和“生态机理法”等方法进行分析。在调查基础上,列表显示陆生脊椎动物物种组成、适宜生境和生态系统现状;然后叠加工程占地和各类生态系统的分布图,再利用“生态机理法”分析工程占地对各类生态系统内动物物种的影响。

4.8.2.4 生态系统/景观

对景观的影响主要使用“列表清单法”和“图形叠加法”等方法进行分析。在调查基础上,列表显示景观现状、工程占用的各类生态系统的面积、工程完成后各类生态系统的景观要素,叠加工程占地和景观分布图,计算各类生态系统的景观要素的变化,然后根据各类生态系统景观要素的变化分析工程对评价区景观的影响。

首先利用屏山书楼抽水蓄能电站评价区施工前的生态系统类型/景观现状图,以GIS软件为平台,计算评价区施工前各类斑块或生态系统的各类景观指数。叠加施工前评价区生态系统类型/景观现状图和施工布置图,然后用同样方法计算工程实施后各类斑块或生态系统的各类景观指数。比较施工前后的各类斑块或生态系统的各类景观指数,得到各类斑块或生态系统的各类景观指数的变化值,以此为依据,分析工程实施可能造成的评价区各类生态系统和景观的变化,从物种

多样性、植被覆盖度、初级生产能力等方面综合分析对生态系统服务功能和完整性的可能影响。

4.8.3 植被

4.8.3.1 植被分区

在中国植被区划上，屏山县属于亚热带常绿阔叶林区域，东部中亚热带常绿阔叶林带。评价区植被分区概述参考《四川植被》的分区成果如下：

（1）评价区植被按照《四川植被》的植被分区体系，属于“川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带-川东盆地偏湿性常绿阔叶林亚带-盆边南部中山植被地区-娄山北侧西端植被小区”。位于四川盆地南部边缘山地中段，娄山北侧西端，包括筠连、高县、兴文、珙县等县的全部和屏山、宜宾、长宁、江安、纳溪等县的部分地方，是盆地边缘山地中海拔高度最低的地段，一般不超过海拔 1500m。气候温暖湿润，水热条件均较充沛，为边缘山地中自然条件最优越的地区之一。年均温 17.2℃，>10℃ 的积温为 5401.9℃，年降水量 1346.5mm，年平均相对湿度 85%，年平均日照时数 1066.3 小时，年平均日照率 24%，无霜期一般在 335.5 天左右。土壤主要为黄壤和山地黄壤。

（2）本次屏山书楼抽水蓄能电站影响评价区海拔跨度范围 350m~1200m，植被现状特征基本符合上述《四川植被》在本区域的植被描述。屏山书楼抽水蓄能电站评价区位于亚热带常绿阔叶林地带，受气候和人类活动的影响，植被组成以内容丰富、结构复杂的阔叶林和人工种植的针叶林、竹林、农田为优势。但在河谷两岸、撂荒地、河滩地等区域，植被格局发生改变，多分布灌草丛，构树灌丛、箬竹灌丛、川莓灌丛等分布于各林分林缘、砍伐迹地、山谷陡坡以及山坡中上部，禾草草丛、问津草丛和刚毛莠竹草丛在道路两侧山坡、废弃荒地、河滩乱石丛有典型分布。

4.8.3.2 植被类型

按照《中国植被》的植被分类原则和系统，根据植物种类组成、外貌和结构、生态地理特征及动态特征，以及野外调查整理出的样地资料，对屏山书楼抽水蓄能电站陆生生态评价区的植被进行划分。结果表明，评价区自然植被可划分成 6 个植被型，10 个群系组和 12 个群系（另有 3 个人工植被群系）。

评价区植被分类系统及调查结果统计表

表 4.8-2

植被型	群系组	群系 (样方数/个)	分布区域
I 温性针叶林	(一) 温性松林	1、马尾松林 (3) (Form. <i>Pinus massoniana</i>)	在评价区内呈小面积斑块状分布于海拔 400m-1000m 的阳坡
II 暖性针叶林	(二) 柳杉林	2、柳杉林 (4) (Form. <i>Cryptomeria japonica</i>)	在评价区海拔 700m 以上区域广泛分布
	(三) 柏木林	3、柏木林 (3) (Form. <i>Cupressus funebris</i>)	在评价区内呈小面积斑块状分布于海拔 400m-1000m 的阳坡
III 落叶阔叶林	(四) 栎林	4、栓皮栎林 (3) (Form. <i>Quercus variabilis</i>)	在评价区内呈小面积斑块状分布于海拔 400m-1000m 的阳坡
	(五) 落叶阔叶杂木林	5、山地杂木林 (5) (Form. <i>Betula luminifera</i> + <i>Alnus cremastogyne</i>)	在评价区内广泛分布于海拔 400m-1200m 的地区
IV 竹林	(六) 丘陵、山地竹林	6、硬头黄竹林 (4) (Form. <i>Bambusa rigida</i>)	在评价区内广泛分布于 400m-800m 的区域
		7、慈竹林 (4) (Form. <i>Bambusa emeiensis</i>)	在评价区内广泛分布于 400m-800m 的区域
V 落叶阔叶灌丛	(七) 低山丘陵落叶阔叶灌丛	8、川莓灌丛 (3) (Form. <i>Rubus setchuenensis</i>)	在评价区 1000m 以上的区域内呈小面积斑块状分布
		9、构+盐肤木杂灌丛 (4) (Form. <i>Broussonetia papyrifera</i> + <i>Rhus chinensis</i>)	在评价区内呈小面积斑块状广泛分布
VI 灌草丛	(八) 禾草灌草丛	10、禾草灌草丛 (8) (Form. <i>Miscanthus floridulus</i>)	在评价区内广泛分布
	(九) 蕨类灌草丛	11、蕨类灌草丛 (3) (Form. <i>Equisetum arvense</i>)	在评价区内广泛分布
	(十) 蒿类灌草丛	12、蒿类灌草丛 (3) (Form. <i>Artemisia annua</i>)	在评价区内广泛分布
VII 作物	(十一) 一年两熟作物组合	13、水稻、玉米、油菜等	各聚居地周边较平缓区域
VIII 园地	(十二) 果园	14、枇杷、龙眼、柑橘等	各聚居地周边区域
	(十三) 茶园	15、苦丁茶、茶	各聚居地周边区域

自然植被以各种喜温热植物如栲树、刺果米楮、大叶石栎、箭杆石栎、贵州琼楠、银叶桂、川桂、桢楠、山楠、润楠、宜昌润楠、大苞木荷、银木荷、四川大头茶等为主构成的低山常绿阔叶林，伴生植物常有四川新木姜、仿栗、围涎树、亮叶围涎树、滇八角。海拔 1500m 以下各地均可见到桢楠、润楠，还可以单独成林。楠竹林以海拔 800m 以下万岭箐成片集中，由于经营强度逐年增大，一般呈纯林状态，苍翠碧绿，十分秀丽。其余凡海拔 1100m 以下地方多为小片分散的混交林，其中常杂有四川大头茶、桢楠、杉木等植物。海拔 800m 以下的地区慈竹林分布也较为广泛，面积大而连续成片的为叙永县至纳溪县途中沿永宁河一带，

其中最有一段绵延 10 余 km，并常常和硬头黄竹、凤凰竹交混分布。杉木林是本小区低山常绿针叶林中面积最大的，半自然人工纯林占据很大的比例，自然林较少，已建成四川目前最大的杉木林基地，广泛分布于海拔 1500m 以下的地区。马尾松林一般在海拔 1000m 以下的丘顶，山脊呈小面积疏林，零星分布。由于水热条件十分优裕，因此在筠连等地海拔较低的局部沟谷，还可见到许多湿热的、属于亚热带南部成分的高大蕨类植物，如华南紫萁、中华莲座蕨、有柄莲座蕨、桫欏、小羽桫欏、乌毛蕨等。它们常常在桢楠林、楠竹林下或者在楠竹、四川大头茶、桢楠等形成的混交林下，以独特的层片结构出现。这种现象在其它地方是很少见到的。海拔 1300—1550m 的筠连大雪山，还有峨眉栲、华木荷林，随着海拔高度的上升，组成种类和层片结构趋于简单，落叶阔叶树种的比重也相应增大。

屏山书楼抽水蓄能电站评价区多分布人口集中的聚居地，下库周边特别是以南多村落、集镇及农耕地分布，如书楼镇、宝宁村、辣子村等，这些村镇分布于金沙江北岸。由于交通条件不便、地势陡峭，上库区域无大型聚落，仅有零散民居分布，农业生产规模也相对较小。区内作物以一年两熟类型为主，主要作物为水稻、玉米、油菜，次为豆类、红薯、土豆等。同时当地果树种植业发达，苦丁茶种植也较普遍，园地广泛分布，主要种植物种为龙眼、柑橘、枇杷、李、杏等。其有利条件是气候温暖湿润，土层深厚，水源丰富，单位面积产量高。其不利因素是部分中高海拔区域地势较陡，土地零碎，经营分散，给农业机械化、集约化以及物质运输与交流等带来困难。

4.8.3.3 主要自然植被特征

(1) 马尾松林 (Form *Pinus massoniana*)

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呈小面积斑块状分布。

群落外貌翠绿色，林冠整齐。多为次生林或人工林。除部分幼林外，一般树龄差异大，通常树龄不超过 30 年。郁闭度 0.4-0.5。株高 9-18m，胸径 6-30cm 左右。以纯林为主要存在方式。

林内比较通风透光，较少苔藓等活地被物，乔灌木草三层次明显。乔木层以马尾松为优势种，还有少量栓皮栎与之混生但树高明显低于马尾松。林下灌木以毛

桐、盐麸木为主。

草本层常以千里光为优势，或与五节芒、刚莠竹等形成多优势种。其次常见的有渐尖毛蕨、类芦、毛茛等。

(2) 柳杉林(Form. *Cryptomeria japonica*)

柳杉林在评价区内分布较广，分布面积大。柳杉树干挺直，生长速度快，为人工栽植，林相整齐，多为纯林或与杉木混生。林缘常见栎、桤木、灯台树(*Cornus controversa*)等生长。群落外貌墨绿色，林冠整齐，乔木层郁闭度较大，可达 0.95，平均树高约 11m，平均胸径约 15cm。

灌木层由于乔木层郁闭度较大，通常盖度低于 15%，高度约为 1.2m，常见有悬钩子、盐麸木、亮叶桦、川莓以及一些柳杉幼苗等。

由于林下柳杉枯枝落叶层较厚，草本植物难以生长，盖度较小，通常小于 10%，常见的物种主要为藁草、楼梯草、蕨、渐尖毛蕨等。

(3) 柏木林 (Form .*Cupressus funebris*)

杉木林在评价区内零星斑块状分布，杉木树干挺直，生长速度快，在评价区内为人工栽植，多为纯林，林缘常见毛桐、油桐、构树等生长。群落外貌深绿色，林冠稍整齐，乔木层郁闭度较高，为 0.8 左右，平均树高约 10m，平均胸径约 15cm。

灌木层由于乔木层的林冠郁闭度大，通常盖度低于 20%，高度为 1-2m，主要有构树、毛桐、油桐、棕榈等。

草本层物种稀疏，无明显优势种，盖度通常低于 25%，常见物种有木通、黄花蒿、千里光、刚莠竹等。

(4) 栓皮栎林 (Form . *Quercus variabilis*)

栓皮栎是一种对环境适应性较好的阳性树种，萌生能力强。对土壤要求不严，但多生长于干燥的阳坡，在土质肥沃，土层较厚处长势尤其良好，形成的群落主要分布在评价区的阳坡和半阳坡，在部分区域连片分布。

林分外貌多为黄绿色，树冠较整齐，林内组分简单。乔木层主要以栓皮栎为建群种，郁闭度 0.6-0.85 之间，树高多在 10m 以下，胸径 12-15cm。林内其他伴生树种常见有朴树、乌桕等。

林下灌丛稀疏，盖度常为 20%以下，主要有构树、毛桐、野桐等。因其地表

常为落叶覆盖，所以草本植物盖度较小，常见的有川赤廔、黄花蒿、伏地卷柏、藁草、渐尖毛蕨等。

(5) 山地杂木林 (Form. *Betula luminifera*+*Alnus cremastogyne*)

山地杂木林一般由多种高大乔木组成，在评价区中较为常见，广泛分布于评价区各海拔。多以混交林存在，常见的树种有亮叶桦、桤木、野桐、擦木、杉木、柳杉、灯台树等。群落树种混杂，有时优势种不显著，有多种群丛，包括亮叶桦群丛、桤木群丛等，其中亮叶桦群丛多在海拔 800m 以上的区域分布，优势物种为亮叶桦，混有喜树、桤木、野桐、擦木等物种；桤木群丛在评价区广泛分布，优势种为桤木，混有野桐、杉木、柏木、灯台树等物种。整体盖度较低，多在 30%-40%，树高多在 10m 以下，胸径 10cm 左右。

林下灌木较为茂密，盖度在 25%-30%左右，主要构成为异叶榕、细齿叶柃、盐肤木、山莓、高粱泡、山矾等。草本覆盖度较高，在 50%左右，常见的有渐尖毛蕨、序叶苎麻、车前、里白、蝴蝶花、蒲儿根、问荆、刚莠竹等。

(6) 硬头黄竹林 (Form. *Bambusa rigida*)

硬头黄竹是一种丛生竹，在评价区 800m 海拔以下区域广泛分布。硬头黄竹对土壤条件要求不太严格，在微酸性和中性土壤中都可以生长，比较紧实的山地土壤也可正常生长，在土层深厚，富含有机质的沙壤土中生长良好。竹林中乔木多以硬头黄竹为主，有较少的乌桕、朴树、马尾松等乔木分布。硬头黄竹林的盖度较高，多在 50%左右，平均树高约 10m，胸径约 5cm。

林下灌木稀疏，有少量盐肤木、棕榈、构树、算盘子、毛桐、油桐等灌木，盖度在 10%左右。地表多被竹叶落叶覆盖，草本层盖度较低，在 25%左右，其组成多为黄花蒿、渐尖毛蕨、刚莠竹、狗尾草、砂仁、苏门白酒草、蒲儿根、问荆、繁缕等。

(7) 慈竹林 (Form. *Bambusa emeiensis*)

慈竹是四川分布广泛、栽培历史悠久的竹种，在评价区海拔 800m 以下主要呈斑块状分布于河流沿岸或房前屋后。适宜生长在湿润肥沃，排水性良好的中性和微酸性土壤，尤其以山脚、沟谷、人居地旁疏松肥土处生长最好。

慈竹林主要为人工栽培，多形成纯林，偶尔有硬头黄杂生其中。均高约 10m，胸径在 8cm 左右，整体盖度约 60%。林下灌木稀疏，盖度约 10%，常见种有油

桐、毛桐、棕榈、构树、小蜡、盐肤木、浆果楝等。林下草本覆盖率由于较厚的竹叶落叶与较高的乔木层盖度而较低，多在 25% 以下，常见种有渐尖毛蕨、刚莠竹、异常悬钩子、火炭母、苧麻、蕨、小木通、何首乌、蝴蝶花等。

（8）川莓灌丛（Form. *Rubus setchuenensis*）

此类群落的植物多为先锋物种，以它们为优势种形成的带刺团块状或缠绕状灌丛主要分布于区内各林分林缘、砍伐迹地或各海拔阳坡缓坡区域，其面积一般不大，属于次生灌丛类型。灌丛内以川莓为主要物种、高度约 2m，盖度约 75%，少数灌丛内还存在悬钩子属的其余物种，如高粱泡、山莓、插田泡、栽秧泡、宜昌悬钩子等。

群落内草本层盖度约 30%，其主要物种有蒲儿根、序叶苧麻、五节芒、类芦、刚莠竹、蹄盖蕨属等。

（9）构+盐肤木杂灌丛（Form. *Broussonetia papyrifera*+*Rhus chinensis*）

构在中国广泛分布于华北、华中、华南、西南、西北各省区，尤其是南方地区极为常见，在平原、丘陵或山地等地都能生长。构喜光，耐寒耐旱，较耐水湿，喜酸性土壤，在钙质土壤和中性土中能正常生长，耐轻度盐碱。盐肤木在我国除东北、内蒙古和新疆外，其余省区均有，生于海拔 170-2700m 的向阳山坡、沟谷、溪边的疏林或灌丛中。在评价区内的构+盐肤木群落多为灌丛，只有少数构长为乔木状。构+盐肤木杂灌丛在评价区内广泛分布。以构或盐肤木或两个物种同时为优势种，盖度约 50%，高度约 4m，群落内其余灌木物种较多、常见种有乌桕、毛桐、油桐、野桐、棕榈等。

群落内草本植物的盖度较高，约 50%，其常见物种有序叶苧麻、苧麻、渐尖毛蕨、刚莠竹、黄花蒿、鹅观草、小窃衣、龙葵、棕叶狗尾草、小木通、蝴蝶花等。

（10）禾草灌草丛（Form. *Miscanthus floridulus*）

此类灌丛广泛分布在道路两侧、废弃荒地、河滩乱石丛及河岸陡峭地段等，多为人工干预后结果。其盖度一般较高，多在 80% 以上，草丛的建群种高度平均为 1m 左右。其主要物种多为禾本科物种，以五节芒、鹅观草、刚莠竹为主。群落内常见种有五节芒、鹅观草、刚莠竹、棒头草、鼠曲草、黄花蒿、苏门白酒草、白花鬼针草、木防己、白车轴、救荒野豌豆、蛇含委陵菜等。

群落有多种群丛，包括五节芒群丛、鹅观草群丛、刚莠竹群丛，其中五节芒群丛在评价区的高低海拔都有分布，其中优势物种为五节芒，混有棒头草、鹅观草、鼠曲草、救荒野豌豆等植物；鹅观草群丛主要分布在高海拔区域，优势物种为鹅观草，混有棒头草、鼠曲草、苏门白酒草、白车轴等植物；刚莠竹灌丛主要在低海拔区域分布，多数群丛为刚莠竹的单一种，少量混有五节芒、棒头草、鹅观草等禾本科植物。

(11) 蕨类灌草丛 (Form. *Equisetum arvense*)

在评价区内广泛存在于道路两侧以及废弃荒地，多为人为了干扰后结果。主要群丛有问荆灌草丛、里白灌草丛、木贼灌草丛等。问荆灌草丛在评价区内较为常见，盖度较高，多为 80%以上，建群种高度约 0.3m。草丛内常见种除问荆外有序叶苎麻、卷柏、柳叶菜、蒲儿根、簇生泉卷耳、繁缕、刚莠竹等。里白灌草丛和木贼灌草丛的优势种为里白和木贼，并混有序叶苎麻、问荆、卷柏、刚莠竹、蒲儿根、白车轴草等物种。

(12) 蒿类灌草丛 (Form. *Artemisia annua*)

此类灌草丛多分布于评价区路边，其主要物种为黄花蒿和艾，建群种高度约 80cm，盖度约 70%，极少群落中有少量灌木（构树、悬钩子属）分布。群落内除蒿属物种外，常见鹅观草、棒头草、小赤麻、乌莓等草本植物。

4.8.3.4 植被垂直分布特征

屏山书楼抽水蓄能电站评价区海拔范围 350m~1200m，海拔跨度 850m 左右相对较小，长期受人类活动影响自然植被退缩，农田、人工林及次生林扩张，植被类型海拔垂直分布差异不明显。

构+盐肤木灌丛、禾草灌丛、问荆灌丛、艾灌丛以及山地杂木林在各海拔范围均有分布，马尾松林、柏木林以及栎类林主要分布在海拔 400m-1000m 的阳坡，柳杉林主要分布在海拔 700m 以上的区域，硬头黄竹林与慈竹林在海拔 400m-800m 的区域广泛分布，川莓灌丛在海拔 1000m 以上的区域呈斑块状分布。

4.8.3.5 评价区植被现状评价

评价区自然植被可以划分成 6 个植被型，10 个群系组和 12 个群系，另有 3 类栽培植被类型。由于区域内村镇居民的活动频繁，自然植被退化萎缩，人工及栽培植被广泛分布，其中人工栽培的园地与耕地为主的农田在评价区内分布面积

最大。由于评价区位于亚热带常绿阔叶林地带，物种丰富，在不同地形、微气候条件下群落结构富于变化，各类乔木树种在群落中交错出现。在某些地段一些物种成为建群种，成为一类群系；而在其他地段这些物种无法形成优势，出现在其他群落中，作为群落的组成成分。评价区海拔跨度较小，植被垂直带谱不明显。

就楠木沟区域自然植被类型涉及针叶林、阔叶林、竹林、灌丛和灌草丛，植被覆盖度集中于 20-50%之间。常见自然群系种类有山地杂木林、栎类林、硬头黄竹林、构+盐肤木灌丛、蒿类灌草丛、禾草灌草丛、蕨类灌草丛。同时在沟两侧山谷中下部广布栽培植被，在上库占地区还可见柳杉人工林、山地杂木林、川莓灌丛，这些群落都可能受到电站建设的直接影响。

评价区主要位于书楼镇周边。上库两侧山体陡峭，限制了道路修建，交通不便，所以目前上库区域人类活动影响相对较小，主要零散分布于楠木沟沟底，自然植被大多处于自然演替状态；下库相对平缓的区域受道路、民居、在建工地等影响，以人工林和栽培植被为主。书楼镇及周边人类活动频繁，主要为栽培植被和人工林。

4.8.4 陆生植物

4.8.4.1 物种组成

通过野外现场调查记录，并对现场采集的照片及实物标本查阅《中国高等植物图鉴》、《四川植物志》、《中国植物志》等相关专著进行室内鉴定工作，结合已有资料统计确认屏山书楼抽水蓄能电站工程评价区分布有维管植物 518 种，隶属于 125 科 356 属，其中蕨类植物 13 科 33 属 45 种，裸子植物 5 科 6 属 7 种，被子植物 107 科 317 属 466 种，除书楼镇周边典型的农田生境与金沙江干热河谷生境外，在评价区的楠木沟及支沟内还分布有落叶阔叶林、针叶林、竹林、灌草丛等多种生境。

评价区内植物物种组成情况

表 4.8-3

门类		科数	所占比例 (%)	属数	所占比例 (%)	种数	所占比例 (%)
蕨类植物		13	10.4	33	9.3	45	8.7
种子植物	裸子植物	5	4.0	6	1.7	7	1.3
	被子植物	107	85.6	317	89.0	466	90.0
合计		125	100	356	100	518	100

(1) 评价区蕨类植物有 13 科 33 属 45 种。其中科内所含种数最多的是凤尾

蕨科（Pteridaceae）10 种和水龙骨科（Polypodiaceae）6 种，其他科内所含种数都在 6 种以下。由于蕨类植物总体数量较少，各科所含的物种数也极少。评价区地处中低纬度，受亚热带季风性湿润气候控制，区系特征具有一定的亚热带性质。常见的种类有伏地卷柏（*Selaginella nipponica*）、木贼（*Equisetum hyemale*）、翅轴蹄盖蕨（*Athyrium delavayi*）、渐尖毛蕨（*Cyclosorus acuminatus*）等。

（2）裸子植物有 5 科 6 属 7 种，以柏科为主，有 3 属 3 种，其次是罗汉松科，含 1 属 2 种。由于评价区地处金沙江流域，远离海洋，大陆性气候特征明显，且区内人类活动影响相对较大。评价区内以栽种的柳杉（*Cryptomeria japonica* var. *sinensis*）、柏木（*Cupressus funebris*）、马尾松（*Pinus massoniana*）为主。

（3）被子植物 107 科 317 属 466 种。所含物种数在 20 种左右（或以上）的大科有菊科（含 52 种）、禾本科（含 30 种）、蔷薇科（含 25 种），它们所含的物种数占评价区维管植物总数的 20.66%，可见这 3 个大科在评价区内的优势地位明显。其次，荨麻科（含 16 种）、唇形科（含 15 种）、豆科（含 15 种）、蓼科（含 14 种）、毛茛科（含 11 种）、莎草科（含 11 种）这些科内的物种都在 10 种以上，科内所含物种相对较多，其他科内的物种数均在 10 种及以内。

4.8.4.2 植物区系

屏山书楼抽水蓄能电站工程评价区内分布有种子植物 112 科、323 属、473 种。根据吴征镒（1991）对中国种子植物属的分布区类型划分，在 15 个分布区类型中，评价区内除 13 中亚分布外其余 14 个主要分布区类型均有相应的属分布，可见评价区的种子植物区系成分丰富（表 3.1-2）。其中，热带与温带分布的属在评价区内所占比例最大，分别达到 51.64%与 34.91%，反映出评价区地处中低纬度且海拔不高，受亚热带季风性湿润气候控制，区系特征具有一定的亚热带性质，同时屏山种子植物区系特征也具有较为突出的温带性质；此外，东亚分布属占 11.27%，中国特有属占 1.82%。

评价区种子植物属的分布区类型统计表

表 4.8-4

分布区类型	属数	占总属数（%）
1.世界分布	48	不计入统计比例中
2.泛热带分布	61	22.18
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	8	2.91
4.旧世界热带分布	22	8.00

5.热带亚洲至热带大洋洲分布	10	3.64
6.热带亚洲至热带非洲分布	16	5.82
7.热带亚洲（印度—马来西亚）分布	25	9.09
热带分布（小结）（2-7）	142	51.64
8.北温带分布	63	22.91
9.东亚和北美洲间断分布	16	5.82
10.旧世界温带分布	16	5.82
11.温带亚洲分布	1	0.36
温带分布（小结）（8~11,14）	96	34.91
12.地中海区、西亚至中亚分布	1	0.36
13.中亚分布	0	0.00
中亚、泛地中海分布（小结）（12-13）	1	0.36
14.东亚（东喜马拉雅—日本）分布	31	11.27
15.中国特有	5	1.82
合 计(不含世界分布属)	275	100.00

4.8.4.3 珍稀濒危、特有及重点保护野生植物

依据《环境影响评价技术导则 生态影响(HJ 19—2022)》，重要物种是在生态影响评价中需要重点关注、具有较高保护价值或保护要求的物种，重要野生植物包括国家及地方重点保护野生植物名录所列的物种，《中国生物多样性红色名录》中列为极危(Critically Endangered)、濒危(Endangered)和易危(Vulnerable)的物种，国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种、特有种以及古树名木等。根据野外调查和现有文献资料查证，屏山书楼抽水蓄能电站工程评价区内分布有国家重点保护野生植物 2 种，均为国家二级重点保护野生植物；分布有《中国生物多样性红色名录-高等植物卷（2020）》中列为濒危(EN)的野生植物 2 种（其中 1 种同时为重点保护物种），未发现极危(CR)、易危(VU)野生植物分布；未发现国家和政府列入拯救保护的极小种群物种；分布有中国特有种 107 种（其中有 2 种同时为保护或濒危的野生物种），均非狭域分布的物种；分布有挂牌保护的古树 1 种 4 株。

评价区重要野生植物情况详见附录 2 重要野生植物调查结果统计表。

各类重要野生植物情况分述如下：

（1）国家重点保护植物

根据相关资料及现场调查，按照国家林业和草原局、农业农村部公告发布的《国家重点保护野生植物名录》（2021 年第 15 号）中所列物种，评价范围内分

布有国家重点保护野生植物 2 种，均为国家二级重点保护野生植物，分别为楠木（*Phoebe zhennan*）和中华猕猴桃（*Actinidia chinensis*）。没有发现《四川省重点保护野生植物名录》（川府发[2024]14 号）中所列四川省重点保护野生植物。

此外，评价范围内还有栽培的罗汉松（*Podocarpus macrophyllus*）、小叶罗汉松（*Podocarpus pilgeri*）、银杏（*Ginkgo biloba*）、白及（*Bletilla striata*）、川黄檗（*Phellodendron chinense*）、龙眼（*Dimocarpus longan*）等保护种类，因为栽培非野生，不列为重点保护野生植物。

评价范围内重点保护野生植物基本情况表

表 4.8-5

物种	保护级别	生境/分布	数据来源	多度
楠木 <i>Phoebe zhennan</i>	国家二级	野生楠木多见于海拔 1500 米以下的阔叶林中。评价区内于 104.294111°E 、28.687806°N、海拔 1182m 处发现 1 株，位于上库淹没区北部，不在工程占地范围内。。	调查	+
中华猕猴桃 <i>Actinidia chinensis</i>	国家二级	生于海拔 200-1800m 温暖湿润，背风向阳环境。评价区内于 104.294378°E 、28.684383°N、海拔 1125m 处发现 1 株，位于场地 a 上库转存料场II 区用地的道路占地内边缘分布。	调查	+

注：“++”表示数量相对较多，“+”表示数量较少。



调查发现的楠木

调查发现的中华猕猴桃

2 种重点保护植物的形态特征、生境要求等分述如下。

1) 楠木（*Phoebe zhennan*）

楠木为大乔木，高达 30 余 m，树干通直。芽鳞被灰黄色贴伏长毛。小枝通常较细，有棱或近于圆柱形，被灰黄色或灰褐色长柔毛或短柔毛。叶革质，椭圆形，少为披针形或倒披针形，长 7-11(13)cm，宽 2.5-4cm，先端渐尖，尖头直或呈镰状，基部楔形，最末端钝或尖，上面光亮无毛或沿中脉下半部有柔毛，下面密被短柔毛，脉上被长柔毛，中脉在上面下陷成沟，下面明显突起，侧脉每边 8-13 条，斜伸，上面不明显，下面明显，近边缘网结，并渐消失，横脉在下面略明

显或不明显，小脉几乎看不见，不与横脉构成网格状或很少呈模糊的小网格状；叶柄细，长 1-2.2cm，被毛。聚伞状圆锥花序十分开展，被毛，长(6)7.5-12cm，纤细，在中部以上分枝，最下部分枝通常长 2.5-4cm，每伞形花序有花 3-6 朵，一般为 5 朵；花中等大，长 3-4mm，花梗与花等长；花被片近等大，长 3-3.5mm，宽 2-2.5mm，外轮卵形，内轮卵状长圆形，先端钝，两面被灰黄色长或短柔毛，内面较密；第一、二轮花丝长约 2mm，第三轮长 2.3mm，均被毛，第三轮花丝基部的腺体无柄，退化雄蕊三角形，具柄，被毛；子房球形，无毛或上半部与花柱被疏柔毛，柱头盘状。果椭圆形，长 1.1-1.4cm，直径 6-7mm；果梗微增粗；宿存花被片卵形，革质、紧贴，两面被短柔毛或外面被微柔毛。花期 4-5 月，果期 9-10 月。产湖北西部、贵州西北部及四川。野生或栽培；野生的多见于海拔 1500m 以下的阔叶林中。

2) 中华猕猴桃 (*Actinidia chinensis*)

中华猕猴桃为猕猴桃科猕猴桃属大型落叶藤本；幼一枝或厚或薄地被有灰白色茸毛或褐色长硬毛或铁锈色硬毛状刺毛，老时秃净或留有断损残毛；花枝短的 4-5cm，长的 15-20cm，直径 4-6mm；隔年枝完全秃净无毛，直径 5-8mm，皮孔长圆形，比较显著或不甚显著；髓白色至淡褐色，片层状。叶纸质，倒阔卵形至倒卵形或阔卵形至近圆形，长 6-17cm，宽 7-15cm，顶端截平形并中间凹入或具突尖、急尖至短渐尖，基部钝圆形、截平形至浅心形，边缘具脉出的直伸的睫毛状小齿，腹面深绿色，无毛或中脉和侧脉上有少量软毛或散被短糙毛，背面苍绿色，密被灰白色或淡褐色星状绒毛，侧脉 5-8 对，常在中部以上分歧成叉状，横脉比较发达，易见，网状小脉不易见；叶柄长 3-6(-10)cm，被灰白色茸毛或黄褐色长硬毛或铁锈色硬毛状刺毛。聚伞花序 1-3 花，花序柄长 7-15mm，花柄长 9-15mm；苞片小，卵形或钻形，长约 1mm，均被灰白色丝状绒毛或黄褐色茸毛；花初放时白色，放后变淡黄色，有香气，直径 1.8-3.5cm；萼片 3-7 片，通常 5 片，阔卵形至卵状长圆形，长 6-10mm，两面密被压紧的黄褐色绒毛；花瓣 5 片，有时少至 3-4 片或多至 6-7 片，阔倒卵形，有短距，长 10-20mm，宽 6-17mm；雄蕊极多，花丝狭条形，长 5-10mm，花药黄色，长圆形，长 1.5-2mm，基部叉开或不叉开；子房球形，径约 5mm，密被金黄色的压紧交织绒毛或不压紧不交织的刷毛状糙毛，花柱狭条形。果黄褐色，近球形、圆柱形、倒卵形或椭圆形，长 4-6cm，被

茸毛、长硬毛或刺毛状长硬毛，成熟时秃净或不秃净，具小而多的淡褐色斑点；宿存萼片反折；种子纵径 2.5mm。产陕西（南端）、湖北、湖南、河南、安徽、江苏、浙江、江西、福建、广东（北部）和广西（北部）等省区。多生于海拔 200-600m 低山区的山林中，一般多出现于高草灌丛、灌木林或次生疏林中，喜欢腐植质丰富、排水良好的土壤；分布于较北的地区者喜生于温暖湿润，背风向阳环境。

（2）濒危植物

根据野外调查结果和历史文献资料查证，按照 2023 年 5 月生态环境部、中国科学院公告发布的《中国生物多样性红色名录-高等植物卷（2020）》（公告 2023 年第 15 号），评价区共分布有名录所列易危及以上等级的濒危植物 10 种。其中无极危（CR）等级物种；濒危(EN)等级物种 5 种，为银杏、青牛胆、楠木、白及、荔枝；易危(VU)等级物种 5 种，分别为小叶罗汉松、罗汉松、胡桃、龙眼、茶。其中银杏、白及、荔枝、小叶罗汉松、罗汉松、胡桃、龙眼、茶为人工栽培种，故评价区内分布有濒危等级的濒危野生植物楠木、青牛胆 2 种（其中楠木同时为国家重点保护野生植物），2 种濒危植物均不在工程占地区域。

青牛胆（*Tinospora sagittata*）为草质藤本，具连珠状块根，膨大部分常为不规则球形，黄色；枝纤细，有条纹，常被柔毛。叶纸质至薄革质，披针状箭形或有时披针状戟形，很少卵状或椭圆状箭形，长 7-15cm，有时达 20cm，宽 2.4-5cm，先端渐尖，有时尾状，基部弯缺常很深，后裂片圆、钝或短尖，常向后伸，有时向内弯以至二裂片重叠，很少向外伸展，通常仅在脉上被短硬毛，有时上面或两面近无毛；掌状脉 5 条，连同网脉均下面凸起；叶柄长 2.5-5cm 或稍长，有条纹，被柔毛或近无毛。花序腋生，常数个或多个簇生，聚伞花序或分枝成疏花的圆锥状花序，长 2-10cm，有时可至 15cm 或更长，总梗、分枝和花梗均丝状；小苞片 2，紧贴花萼；萼片 6，或有时较多，常大小不等，最外面的小，常卵形或披针形，长仅 1-2mm 左右，较内面的明显较大，阔卵形至倒卵形，或阔椭圆形至椭圆形，长达 3.5mm；花瓣 6，肉质，常有爪，瓣片近圆形或阔倒卵形，很少近菱形，基部边缘常反折，长 1.4-2mm；雄蕊 6，与花瓣近等长或稍长；雌花：萼片与雄花相似；花瓣楔形，长 0.4mm 左右；退化雄蕊 6，常棒状或其中 3 个稍阔而扁，长约 0.4mm；心皮 3，近无毛。核果红色，近球形；果核近半球形，宽

约 6-8mm。花期 4 月，果期秋季。产于湖北西部和西南部、陕西南部（安康）、四川东部至西南部，西至天全一带、西藏东南部、贵州东部和南部、湖南（西部、中部和南部）、江西东北部、福建西北部、广东北部和西部、广西东北部和海南北部。常散生于林下、林缘、竹林及草地上。

（3）特有植物

根据野外调查结果和历史文献资料查证，按照 2023 年 5 月生态环境部、中国科学院公告发布的《中国生物多样性红色名录-高等植物卷（2020）》（公告 2023 年第 15 号），评价区共分布有陆生中国特有植物 107 种。其中，5 种特有植物（银杏、楠木、白及、川黄檗、中华猕猴桃）同时是重点保护物种（除中华猕猴桃和楠木外都为栽培物种）；银杏、楠木、白及 3 种特有植物同时也是濒危物种。

评价区陆生中国特有植物以被子植物占绝对优势，占评价区特有植物总种数的 95.33%；评价区陆生维管植物的约 1/5 都为中国特有物种。

评价区绝大多数中国特有植物既非保护物种也非濒危物种，在评价区内及周边区域分布较广、种群数量较大，均不是狭域分布的物种，没有国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种，大多数特有植物均分布于国内多个省份，分布范围较广。

（4）极小种群物种

依据《四川省野生植物极小种群保护工程规划》、《全国极小种群野生植物拯救保护工程规划（2011~2015 年）》、《四川省“十二五”野生动植物保护发展规划》、《四川省极小种群野生植物资源现状及其保护研究》等相关成果，评价区内无狭域分布的极小种群物种。

4.8.4.4 古树名木

根据林业主管部门提供的古树名木资料，结合现场调查核实，评价区内分布有 4 株挂牌保护的古树，都为黄葛树（*Ficus virens*），集中分布在书楼镇内及周边。4 株古树均与屏山书楼抽水蓄能电站工程占地位置相距较远，其基本情况及与工程占地范围的关系详见下表。

古树名木调查结果统计表

表 4.8-6

序号	树种名	生长情况	树龄 (年)	经纬度和海拔 (m)	工程占用情况 (是/否)
1	黄葛树 <i>Ficus virens</i>	良好, 高约 10m, 胸径 162cm	400	28.653440°N, 104.298608°E 390	否/与工程最近直 线距离 677 m
2	黄葛树 <i>Ficus virens</i>	良好, 高约 10m, 胸径 150cm	200	28.654455°N, 104.298733°E 390	否/与工程最近直 线距离 741 m
3	黄葛树 <i>Ficus virens</i>	良好, 高约 10m, 胸径 250cm	200	28.653401°N, 104.298515°E 389	否/与工程最近直 线距离 781m
4	黄葛树 <i>Ficus virens</i>	良好, 高约 10m, 胸径 100cm	140	28.632038°N, 104.315061°E 518	否/与工程最近直 线距离 185m

4.8.4.5 外来入侵植物

根据林业主管部门提供的资料结合现场调查,评价区内发现外来入侵植物 11 种。其中数量最多,入侵风险最高的为苏门白酒草和白花鬼针草,这两个物种的数量占评价区外来入侵物种数量的一半以上;次多的为小蓬草、喜旱莲子草、垂序商陆,这 3 个物种的数量约占评价区外来入侵物种数量的 1/4;球序卷耳、一年蓬、落葵薯、喀西茄已在评价区内有一定分布;紫茎泽兰、牛膝菊仅偶见。其中,苏门白酒草、一年蓬、小蓬草、喀西茄、垂序商陆被列入生态环境部发布的《中国外来入侵物种名单》(第三批、第四批)。

外来入侵物种集中分布在车辆与人员往来频繁的道路沿线与村镇周边,可能对周围的物种和生态系统造成危害。书楼镇、宝宁村、桂花村等地及周边外来物种相对较密集,入侵风险较高。

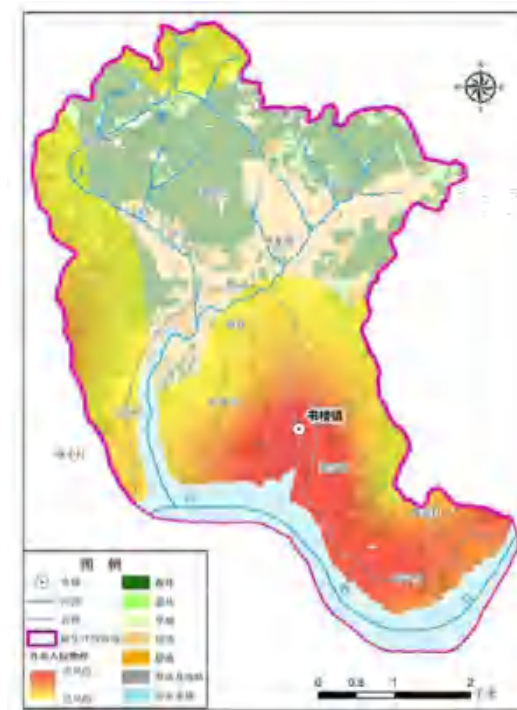


图 4.8-1 外来入侵植物风险分布示意图

4.8.4.6 工程占地区域的植被与植物现状

(1) 施工占地区

依据工程布置与用地范围资料，对评价区内各施工占地、设施位置上的植被及植物种类进行了有针对性的调查，得到了各个施工布置所在位置的植被类型和植物群落结构的基本资料。

屏山书楼抽水蓄能电站施工占地各地块主要植被类型与植物种类

表 4.8-6

工程区域	地块编号	项目名称	场地性质	占地区主要植被/地表覆盖	占地区主要植物种类
上库及周边	地块 A	上库库尾回填碾压软岩区	永久	柳杉林、箬叶竹灌丛、构灌丛、川莓灌丛、禾草草丛、问荆草丛、艾草丛、道路	柳杉、箬叶竹、高粱泡、川莓、山莓、插田泡、栽秧泡、灯台树、异叶榕、水麻、序鹅掌柴、鹅观草、蒲儿根、白车轴、垂盆草、凹叶景天、五节芒、卵叶水芹、簇生泉卷耳、鼠曲草、问荆、蕨、构、刚莠竹、黄花蒿、艾
	地块 B	上库大坝及坝后压重和至上库进出水口永久道路用地	永久	柳杉林、箬叶竹灌丛、构灌丛、川莓灌丛、禾草草丛、问荆草丛、艾草丛、道路	柳杉、箬叶竹、高粱泡、川莓、山莓、插田泡、栽秧泡、灯台树、异叶榕、水麻、序鹅掌柴、鹅观草、蒲儿根、白车轴、垂盆草、凹叶景天、五节芒、卵叶水芹、簇生泉卷耳、鼠曲草、问荆、蕨、构、刚莠竹、黄花蒿、艾
	地块 C	上下库连接公路用地(隧道进口以上高程段)	永久	柳杉林、亮叶桦林、禾草草丛、问荆草丛、道路	柳杉、亮叶桦、桫欏木、擦木、乌桕、野桐、蒲儿根、鹅观草、五节芒、类芦、棒头草、问荆、鼠曲草、刚莠竹
	地块 D	上库左坝肩至引水调压井顶部平台道路和引水调	永久	柳杉林、亮叶桦林、川莓灌丛、禾	柳杉、亮叶桦、朴树、桫欏木、擦木、浆果楝、野桐、川莓、蒲儿根、鹅观草、五节芒、类芦、棒头草、鼠曲草、刚莠竹、黄花蒿

		压井顶部平台用地		草草丛、艾草丛、道路	
	地块 a	上库转存料场Ⅱ区用地	临时	柳杉林、箬叶竹灌丛、构灌丛、川莓灌丛、禾草草丛、问荆草丛、艾草丛、道路	柳杉、箬叶竹、高粱泡、川莓、山莓、插田泡、栽秧泡、灯台树、异叶榕、水麻、序鹅掌柴、鹅观草、蒲儿根、白车轴、垂盆草、凹叶景天、五节芒、卵叶水芹、簇生泉卷耳、鼠曲草、问荆、蕨、构、刚莠竹、黄花蒿、艾
	地块 b	上库大坝坝体临时施工道路用地	临时	柳杉林、亮叶桦林、禾草草丛、问荆草丛、道路	柳杉、亮叶桦、桤木、擦木、乌桕、野桐、蒲儿根、鹅观草、五节芒、类芦、棒头草、问荆、鼠曲草、刚莠竹
	地块 c、d	上库承包商营地用地以及上库表土堆放场用地	临时	柳杉林、亮叶桦林、禾草草丛、问荆草丛、道路	柳杉、亮叶桦、桤木、擦木、乌桕、野桐、蒲儿根、鹅观草、五节芒、类芦、棒头草、问荆、鼠曲草、刚莠竹
	地块 f	L10#公路用地	临时	柳杉林、亮叶桦林、禾草草丛、问荆草丛、道路	柳杉、亮叶桦、桤木、擦木、乌桕、野桐、蒲儿根、鹅观草、五节芒、类芦、棒头草、问荆、鼠曲草、刚莠竹
	地块 s	上库转存料场Ⅱ区截排水设施及临时施工道路用地	临时	柳杉林、箬叶竹灌丛、构灌丛、川莓灌丛、禾草草丛、问荆草丛、艾草丛、道路	柳杉、箬叶竹、高粱泡、川莓、山莓、插田泡、栽秧泡、灯台树、异叶榕、水麻、序鹅掌柴、鹅观草、蒲儿根、白车轴、垂盆草、凹叶景天、五节芒、卵叶水芹、簇生泉卷耳、鼠曲草、问荆、蕨、构、刚莠竹、黄花蒿、艾
	地块 t	上库转存料场Ⅱ区截排水设施及临时施工道路用地	临时	柳杉林、亮叶桦林、禾草草丛、问荆草丛、道路	柳杉、亮叶桦、桤木、擦木、乌桕、野桐、蒲儿根、鹅观草、五节芒、类芦、棒头草、问荆、鼠曲草、刚莠竹
	地块 u	上库转存料场Ⅱ区截排水设施及临时施工道路用地	临时	柳杉林、箬叶竹灌丛、构灌丛、川莓灌丛、禾草草丛、问荆草丛、艾草丛、道路	柳杉、箬叶竹、高粱泡、川莓、山莓、插田泡、栽秧泡、灯台树、异叶榕、水麻、序鹅掌柴、鹅观草、蒲儿根、白车轴、垂盆草、凹叶景天、五节芒、卵叶水芹、簇生泉卷耳、鼠曲草、问荆、蕨、构、刚莠竹、黄花蒿、艾
下库及周边	地块 E	上下库连接公路用地(隧道出口以下高程段)、上坝公路及进厂公路用地	永久	柳杉林、马尾松林、栓皮栎林、硬头黄竹林、慈竹林、构灌丛、艾草丛、禾草草丛、问荆草丛、道路、耕地、果园、茶园	柳杉、马尾松、栓皮栎、朴树、乌桕、浆果楝、野桐、毛桐、油桐、硬头黄竹、慈竹、棕榈、构、水麻、鹅观草、五节芒、棒头草、刚莠竹、问荆、黄花蒿、作物、果树、苦丁茶
	地块 F	下库大坝、输水系统、厂房系统、补水工程管线及右岸上坝永久公路用地	永久	马尾松林、柏木林、栓皮栎林、硬头黄竹林、慈竹林、构灌丛、艾草丛、禾草草丛、问荆草丛、耕地、果园、茶园、道路	马尾松、柏木、栓皮栎、朴树、毛桐、油桐、硬头黄竹、慈竹、构、水麻、鹅观草、五节芒、棒头草、刚莠竹、问荆、黄花蒿、砂仁、作物、果树、苦丁茶
	地块 G	Y6#公路及下库库区检修巡视用地	永久	马尾松林、柏木林、栓皮栎林、硬头黄竹林、慈竹林、构灌丛、艾草丛、禾草草丛、问荆草丛、、民居、耕地、果园	马尾松、柏木、栓皮栎、朴树、乌桕、浆果楝、野桐、毛桐、油桐、硬头黄竹、慈竹、棕榈、构、水麻、鹅观草、五节芒、棒头草、刚莠竹、问荆、黄花蒿、蒲儿根、鼠曲草、葛、小窃衣、小木通、荨麻、序叶苎麻、蝴蝶花、类芦、芦苇、苏门白酒草
	地块 e、g	施工供水管线	临时	柳杉林、硬头黄林、慈竹林、构灌丛、艾草丛、禾草草丛、问荆草丛、耕地、果园	柳杉、杉木、朴树、乌桕、浆果楝、野桐、毛桐、油桐、硬头黄竹、慈竹、棕榈、构、水麻、鹅观草、五节芒、棒头草、刚莠竹、问荆、黄花蒿、作物、果树

	地块 h	L5#公路用地	临时	硬头黄竹林、构灌丛、禾草草丛、艾草丛、道路、耕地、果园、茶园	硬头黄、构树、朴树、毛桐、刚莠竹、类芦、芦苇、五节芒、棒头草、蒲儿根、黄花蒿、作物、果树、苦丁茶
	地块 i、j	至 3#施工支洞进洞口施工临时道路用地、2#混凝土系统及下水库施工道路用地	临时	马尾松林、柏木林、栓皮栎林、硬头黄竹林、慈竹林、构灌丛、艾草丛、禾草草丛、问荆草丛、耕地、果园、道路	马尾松、柏木、栓皮栎、朴树、毛桐、油桐、硬头黄竹、慈竹、构、水麻、鹅观草、五节芒、棒头草、刚莠竹、问荆、黄花蒿、砂仁、作物、果树
	地块 k	L1#公路用地	临时	马尾松林、柏木林、栓皮栎林、硬头黄竹林、构灌丛、艾草丛、禾草草丛、问荆草丛、民居、耕地、果园	马尾松、柏木、栓皮栎、朴树、乌桕、浆果楝、野桐、毛桐、油桐、硬头黄竹、棕榈、构、水麻、鹅观草、五节芒、棒头草、刚莠竹、问荆、黄花蒿、蒲儿根、鼠曲草、葛、小窃衣、小木通、荨麻、序叶苎麻、苏门白酒草
	地块 l	2#临时堆料场和临时施工道路用地	临时	硬头黄竹林、构灌丛、禾草草丛、艾草丛、道路、耕地、果园、民居	硬头黄、构树、朴树、毛桐、刚莠竹、类芦、芦苇、五节芒、棒头草、蒲儿根、黄花蒿、作物、果树
	地块 r	楠木沟沟水处理工程及临时施工道路用地	临时	马尾松林、柏木林、栓皮栎林、硬头黄竹林、慈竹林、构灌丛、艾草丛、禾草草丛、问荆草丛、民居、耕地、果园	马尾松、柏木、栓皮栎、朴树、乌桕、浆果楝、野桐、毛桐、油桐、硬头黄竹、慈竹、棕榈、构、水麻、鹅观草、五节芒、棒头草、刚莠竹、问荆、黄花蒿、蒲儿根、鼠曲草、葛、小窃衣、小木通、荨麻、序叶苎麻、蝴蝶花、类芦、芦苇、苏门白酒草
书楼镇及周边	地块 H	永久机电设备库	永久	耕地、禾草草丛、构灌丛、艾草丛、道路、果园	作物、刚莠竹、类芦、芦苇、五节芒、棒头草、构、浆果楝、毛桐、油桐、蒲儿根、黄花蒿、果树
	地块 m	施工供水管线用地	临时	耕地、禾草草丛、构灌丛、艾草丛、道路、果园	作物、刚莠竹、类芦、芦苇、五节芒、棒头草、构、浆果楝、毛桐、油桐、蒲儿根、黄花蒿、果树
	地块 n	下库表土堆放场用地	临时	耕地、禾草草丛、构灌丛、道路、果园	作物、刚莠竹、类芦、芦苇、五节芒、棒头草、构、浆果楝、毛桐、油桐、蒲儿根、果树
	地块 o、p	2#混凝土生产系统、下库钢管加工厂、下库综合仓库及下库施工临时设施用地、下库承包商营地用地	临时	耕地、禾草草丛、构灌丛、艾草丛、道路、果园	作物、刚莠竹、类芦、芦苇、五节芒、棒头草、构、浆果楝、毛桐、油桐、蒲儿根、黄花蒿、果树
	地块 q	砂石加工系统、临时堆料场及临时施工道路用地、下库转存料场1区(砂砾石坝体料填筑料回采区)	临时	马尾松林、栓皮栎林、硬头黄竹林、慈竹林、构灌丛、艾草丛、禾草草丛、问荆草丛、道路、耕地、果园	马尾松、栓皮栎、朴树、乌桕、浆果楝、野桐、毛桐、油桐、硬头黄竹、慈竹、棕榈、构、水麻、鹅观草、五节芒、棒头草、刚莠竹、问荆、黄花蒿、作物、果树

屏山书楼抽水蓄能电站施工占地主要集中在 3 个区域：1）上水库枢纽及周边：楠木沟沟首至对丘岩、酒坊沟区域（地块 A-D、a-d、f、s-u）；2）下水库枢纽

纽及周边：楠木沟下游及附近区域（地块 E-G、e、g-l、r）；3）机电设备库、下库承包商营地等：书楼镇以及宝宁村周边农田区域（地块 H、m-q）。这三个区域生境条件有所差异，上水库枢纽及周边的楠木沟沟首至对丘岩、酒坊沟附近占地植被以柳杉林分布为优势，有较多山地杂木林和川莓灌丛分布；下水库枢纽及周边的楠木沟下游及附近区域占地植被以园地为主，其次为山地杂木林，有耕地、栎林、竹林等分布，还有少量针叶林如柳杉林、柏木林、马尾松林等；书楼镇以及宝宁村周边农田区域以园地和耕地为优势，其间或边缘镶嵌各类灌草丛、构+盐肤木灌丛、竹林、栎林等群落。



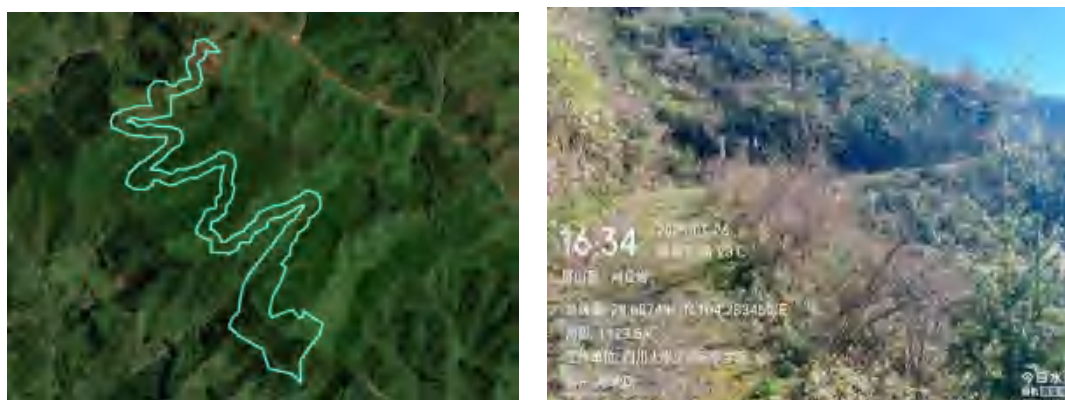
地块 A



地块 B



地块 C



地块 D



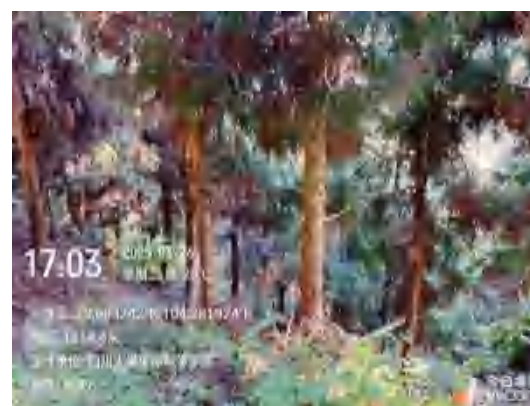
地块 a



地块 b、f



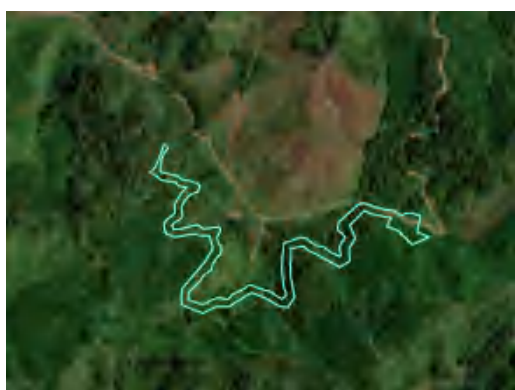
地块 c、d



地块 c、d



地块 s



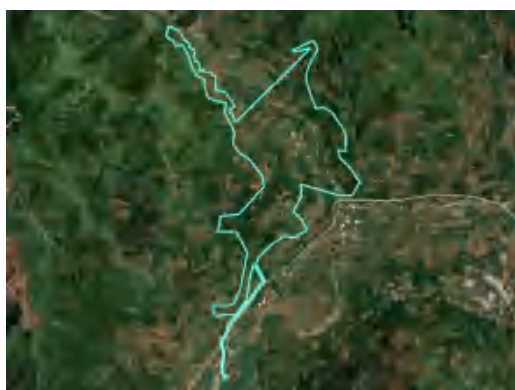
地块 t



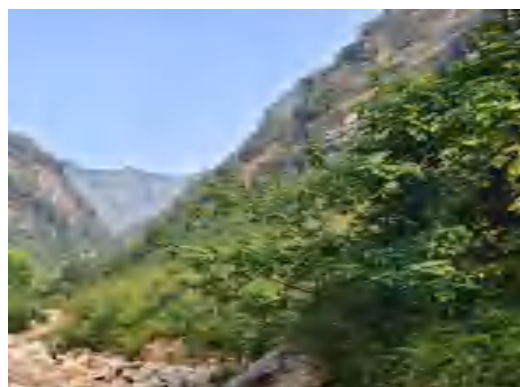
地块 u



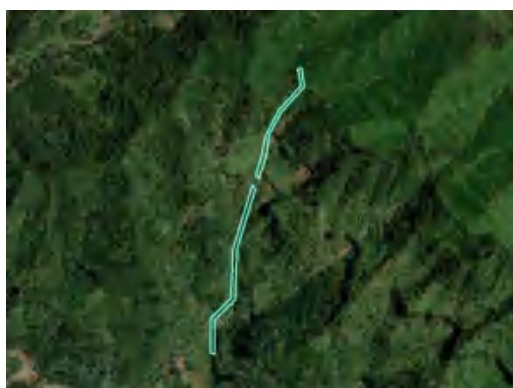
地块 E



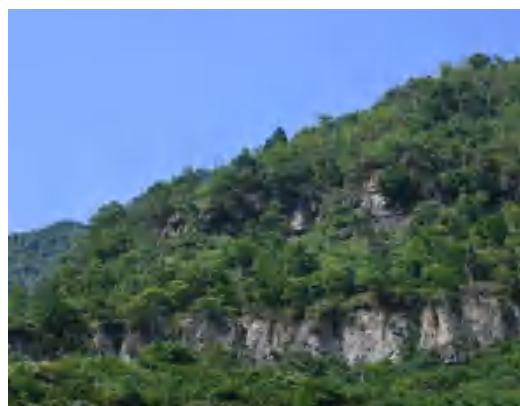
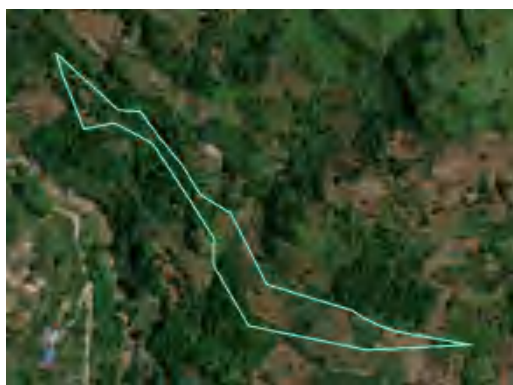
地块 F



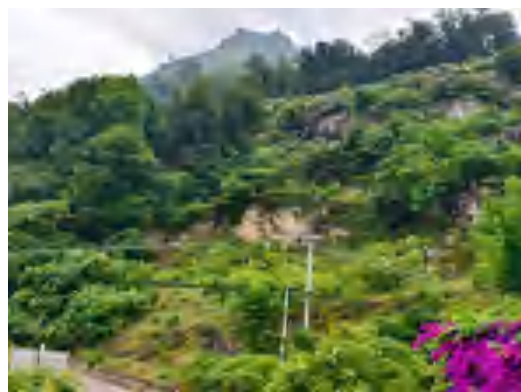
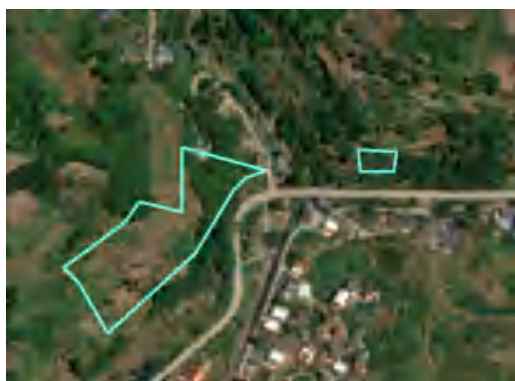
地块 G



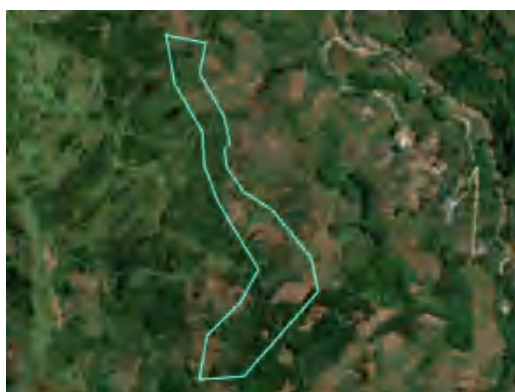
地块 e、g



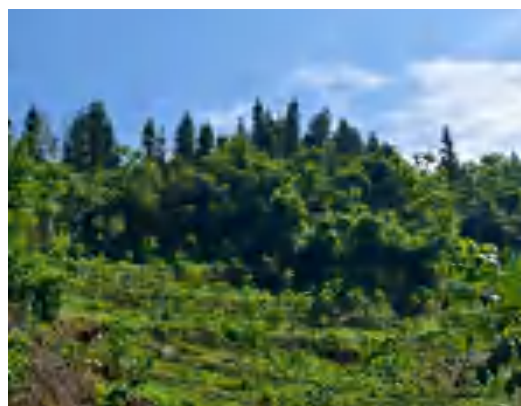
地块 h



地块 i、j



地块 k



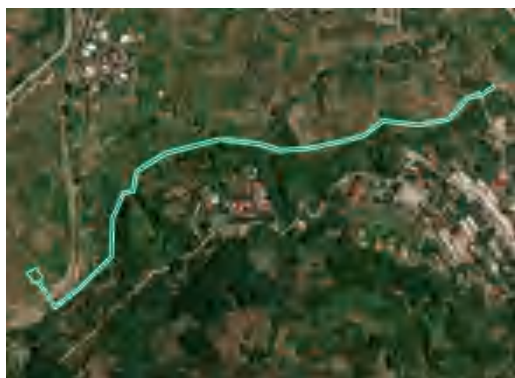
地块 l



地块 r



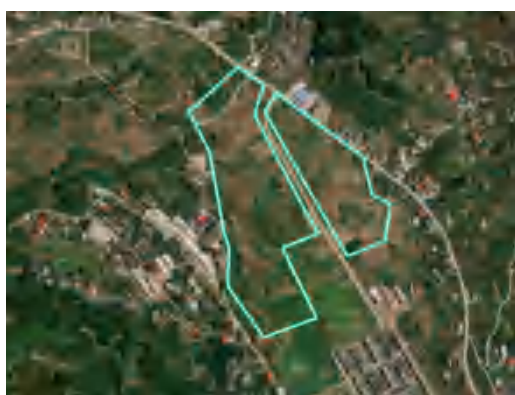
地块 H



地块 m



地块 n



地块 o、p



地块 q

(2) 淹没占地区

屏山书楼抽水蓄能电站有上水库和下水库两个淹没占地区，淹没区的主要植被类型及植物物种见表 4.8-7。

屏山书楼抽水蓄能电站淹没区主要植被类型与植物种类

表 4.8-7

工程占地	占地区主要植被类型	占地区主要植物种类
上水库淹没区（地块 H）	柳杉林、亮叶桦林、箬叶竹灌丛、川莓灌丛、构灌丛、艾草丛、禾草丛、问荆草丛、道路、民居、耕地、果园、河流	柳杉、亮叶桦、朴树、浆果楝、箬叶竹、高粱泡、川莓、山莓、插田泡、栽秧泡、灯台树、异叶榕、水麻、序鹅掌柴、鹅观草、蒲儿根、白车轴、垂盆草、凹叶景天、五节芒、卵叶水芹、簇生泉卷耳、鼠曲草、问荆、蕨、构、马桑、刚莠竹、黄花蒿、艾，另有少量李、红薯以及人工种植川黄檗被淹没
下水库淹没区（地块 J）	马尾松林、柏木林、栓皮栎林、硬头黄竹林、慈竹林、构灌丛、艾草丛、禾草丛、问荆草丛、民居、耕地、果园、河流、水库	马尾松、柏木、栓皮栎、朴树、乌桕、浆果楝、野桐、毛桐、油桐、硬头黄竹、慈竹、棕榈、构、水麻、鹅观草、五节芒、棒头草、刚莠竹、问荆、黄花蒿、蒲儿根、鼠曲草、葛、小窃衣、小木通、荨麻、序叶苎麻、蝴蝶花、类芦、芦苇、苏门白酒草、另有枇杷、龙眼、苦丁茶（扩展女贞）等作物被淹没

从上表可见，屏山书楼抽水蓄能电站淹没区分布的主要植被类型均为次生群落或人工起源群落，上水库以柳杉人工林为主，下水库以园地为主，仅在影响少量山地杂木林和栓皮栎林等自然群落及灌草丛，但这些群落也受到人类活动的影响带有一定的次生性质。本项目淹没影响的植物种类为柳杉、栓皮栎、亮叶桦、马尾松、柏木、硬头黄竹、慈竹等评价区常见的乔木树种；还有灌草丛、竹林及农田栽培植被，受影响的灌木物种以构、马桑、盐肤木、川莓、高粱泡、箬叶竹等为代表，受影响的草本植物主要有类芦、五节芒、鹅观草、棒头草、蝴蝶花、打破碗花花、荨麻、接骨草、葎草、马唐、蓟、多种蒿、车前及多种蕨类物种等，还有耕地和园地中的栽培物种。



上水库淹没区植被



下水库淹没区植被

4.8.5 陆生脊椎动物

4.8.5.1 陆生动物区划

评价区内有陆生脊椎动物 22 目 79 科 228 种。脊椎动物中，鸟类物种数占到总物种数的 65.79%，两栖、爬行和兽类 3 个类群之和约占 35%。这是因为鸟类中个体小的物种数很多，比较容易被观察到。

屏山书楼抽水蓄能电站评价区陆生脊椎动物物种组成与区系特征

表 4.8-8

类群	目数	科数	物种数	物种数比例 (%)	东洋界物种数	古北界物种数	广布种物种数
两栖动物	1	7	16	7.02	13	3	0
爬行动物	1	7	21	9.21	18	3	0
鸟类	13	48	150	65.79	97	44	9
兽类	7	17	41	17.98	31	8	2
合计	22	79	228	100.00	159	58	11

根据《中国动物地理》（张荣祖，2011）的中国动物地理区划，评价范围动物地理区划属于东洋界-中印亚界-季风区南-V 华中区(中、北亚热带湿润地区)-VIB 西部山地高原亚区-西部落叶阔叶、常绿阔叶混交林及常绿阔叶林地带。从屏山书楼抽水蓄能水电站评价区陆生脊椎动物的区系成分来看，东洋界物种占全部物种数的 69.74%，古北界物种占全部物种数的 25.44%，广布种物种占全部物种数的 4.82%，以东洋界物种占优势。

4.8.5.2 两栖动物

屏山书楼抽水蓄能电站评价区有两栖动物 1 目 7 科 15 属 16 种，全部为无尾目。

评价区内的两栖动物物种组成

表 4.8-9

目	科	属数	物种数	占全部物种数的%
无尾目 ANURA	角蟾科 Megophryidae	1	1	6.25
	蟾蜍科 Bufonidae	1	1	6.25
	雨蛙科 Hylidae	1	1	6.25
	姬蛙科 Microhylidae	1	2	12.50
	蛙科 Ranidae	7	7	43.75
	叉舌蛙科 Dicroglossidae	2	2	12.50
	树蛙科 Rhacophoridae	2	2	12.50
合计	7 科	15	16	100

4.8.5.3 爬行动物

屏山书楼抽水蓄能电站评价区有爬行动物 1 目 2 亚目 7 科 21 种，物种多样性相对丰富。

评价区内的爬行动物物种组成

表 4.8-10

目	科	属数	物种数	占全部物种数%
有鳞目 SQUAMATA				
蜥蜴亚目 LACERTILIA	石龙子科 Scincidae	2	2	9.52
	壁虎科 Gekkonidae	1	1	4.76
	鬣蜥科 Agamidae	1	1	4.76
	蛇蜥科 Anguidae	1	1	4.76
	蜥蜴科 Lacertidae	1	1	4.76
蛇亚目 SERPENTES	游蛇科 Colubridae	11	12	57.14
	蝰科 Viperida	3	3	14.29
合计	7	20	21	100

4.8.5.4 鸟类

(1) 物种组成

根据在屏山书楼抽水蓄能电站评价区野外调查结果，参考屏山县及周边现有鸟类物种多样性资料，屏山书楼抽水蓄能电站评价区有鸟类 13 目 48 科 150 种。

其中雀形目鸟类最多，有 35 科 110 种，占全部鸟类物种数的 73.33%。非雀形目鸟类 12 目 13 科 40 种，占全部鸟类物种数的 26.67%。

非雀形目鸟类物种数较多的依次是鹰形目 1 科 8 种，鸮形目 1 科 6 种，分别占全部鸟类物种数的 5.33%和 4.00%。啄木鸟目有 2 科 5 种，鸽形目和鹃形目有 1 科 4 种，鸡形目有 1 科 3 种，分别占全部鸟类物种数的 3.33%、2.67%、2.67%和 2.00%。其余各目物种数大多为 2 种或 1 种。

在雀形目 35 科中，物种数最多的是鹛科，有 19 种，占全部鸟类物种数的 12.67%。其次是噪鹛科有 9 种，柳莺科有 8 种，分别各占全部鸟类物种数的 6.00%和 5.33%。

评价区内鸟类物种组成

表 4.8-11

目	科	物种数	占全部物种数%
一、鸡形目 GALLIFORMES	(一) 雉科 Phasianidae	3	2.00
二、鸽形目 COLUMBIFORMES	(二) 鸠鸽科 Columbidae	4	2.67
三、夜鹰目 CAPRIMULGIFORM	(三) 雨燕科 Apodidae	1	0.67
四、鹃形目 CUCULIFORMES	(四) 杜鹃科 Cuculidae	4	2.67
五、鹤形目 GRUIFORMES	(五) 秧鸡科 Rallidae	1	0.67
六、鸛形目 CICONIIFORMES	(六) 鹭科 Ardeidae	2	1.33

七、鸺形目 CHARADRIIFORMES	(七) 鸺科 Scolopacidae	2	1.33
八、鸮形目 STRIGIFORMES	(八) 鸮科 Strigidae	6	4.00
九、鹰形目 ACCIPITRIFORMES	(九) 鹰科 Accipitridae	8	5.33
十、佛法僧目 CORACHFORMES	(十) 翠鸟科 Alcedinidae	2	1.33
十一、啄木鸟目 PICIFORMES	(十一) 拟啄木鸟科 Capitonidae	1	0.67
	(十二) 啄木鸟科 Picidae	4	2.67
十二、隼形目 FALCONIFORMES	(十三) 隼科 Falconidae	2	1.33
非雀形目合计	13 科	40	26.67
十三、雀形目 PASSERIFORMES	(十四) 黄鹂科 Oriolidae	1	0.67
	(十五) 莺雀科 Vireonidae	1	0.67
	(十六) 山椒鸟科 Campephagidae	2	1.33
	(十七) 卷尾科 Dicruridae	3	2.00
	(十八) 王鹟科 Monarchidae	1	0.67
	(十九) 伯劳科 Laniidae	3	2.00
	(二十) 鸦科 Corvidae	4	2.67
	(二一) 玉鹟科 Stenostiridae	2	1.33
	(二二) 山雀科 Paridae	3	2.00
	(二三) 扇尾莺科 Cisticolidae	1	0.67
	(二四) 蝗莺科 Locustellidae	1	0.67
	(二五) 燕科 Hirundinidae	2	1.33
	(二六) 鹎科 Pycnonotidae	5	3.33
	(二七) 柳莺科 Phylloscopidae	8	5.33
	(二八) 树莺科 Cettiidae	2	1.33
	(二九) 长尾山雀科 Aegithalidae	1	0.67
	(三十) 鸦雀科 Paradoxornithidae	4	2.67
	(三一) 绣眼鸟科 Zosteropidae	4	2.67
	(三二) 林鹟科 Timaliidae	3	2.00
	(三三) 幽鹟科 Pellorneidae	2	1.33
	(三四) 雀鹟科 Alcippeidae	1	0.67
	(三五) 噪鹛科 Leiothrichidae	9	6.00
	(三六) 鹛科 Sittidae	1	0.67
	(三七) 鹪鹩科 Troglodytidae	1	0.67
	(三八) 河乌科 Cinclidae	1	0.67
	(三九) 椋鸟科 Sturnidae	2	1.33
	(四十) 鹈科 Turdidae	4	2.67
	(四一) 鹈科 Muscicapidae	19	12.67
	(四二) 啄花鸟科 Nectariniidae	1	0.67
	(四三) 花蜜鸟科 Nectariniidae	1	0.67
	(四四) 梅花雀科 Estrildidae	1	0.67
	(四五) 雀科 Passeridae	2	1.33
	(四六) 鹁鸪科 Motacillidae	5	3.33
	(四七) 燕雀科 Fringillidae	5	3.33
	(四八) 鹀科 Emberizidae	4	2.67
雀形目合计	35 科	110	73.33
合计	48 科	150 种	100

4.8.5.5 兽类

(1) 物种组成

根据 2024 年 9 月、12 月和 2025 年 3 月、5 月评价区野外调查结果，参考已发表屏山县及周边区域兽类物种多样性资料，屏山书楼抽水蓄能电站评价区有兽

类 7 目 17 科 41 种。在 7 个目中，啮齿目和食肉目物种数最多，各有 5 科 17 种和 4 科 10 种，各占全部物种数的 42.50%和 25.00%。劳亚食虫目 2 科 4 种，占物种总数的 10.00%；翼手目 3 科 6 种，占总物种数的 15.00%；偶蹄目 1 科 2 种，占总物种数的 5.00%；兔形目 1 科 1 种，占总物种数的 2.50%；灵长目 1 科 1 种，占物种总数 2.50%。

评价区内兽类物种组成

表 4.8-12

目	科	物种数	占全部物种数%
一、劳亚食虫目 EULIPOTYPHLA	(一) 鼯科 Talpidae	1	2.44%
	(二) 鼯科 Soricidae	3	7.32%
二、翼手目 CHIROPTERA	(三) 蹄蝠科 Hipposideridae	2	4.88%
	(四) 菊头蝠科 Rhinolophidae	1	2.44%
	(五) 蝙蝠科 Vespertilionidae	3	7.32%
三、灵长目 PRIMATES	(六) 猴科 Cercopithecidae	1	2.44%
四、食肉目 CARNIVORA	(七) 犬科 Canidae	1	2.44%
	(八) 鼬科 Mustelidae	6	14.63%
	(九) 猫科 Felidae	1	2.44%
	(十) 灵猫科 Viverridae	2	4.88%
五、偶蹄目 ARTIODACTYLA	(十一) 猪科 Suidae	2	4.88%
六、啮齿目 RODENTIA	(十二) 松鼠科 Sciuridae	3	7.32%
	(十三) 鼯鼠科 Petauristidae	1	2.44%
	(十四) 竹鼠科 Cricetidae	1	2.44%
	(十五) 鼠科 Muridae	11	26.83%
	(十六) 豪猪科 Hystricidae	1	2.44%
七、兔形目 LAGOMORPHA	(十七) 兔科 Leporidae	1	2.44%
7 目	17 科	41 种	100.00

4.8.5.6 重要野生动物及其适宜生境

依据《环境影响评价技术导则 生态影响(HJ 19—2022)》，重要物种是在生态影响评价中需要重点关注、具有较高保护价值或保护要求的物种，重要野生动物包括国家及地方重点保护野生动物名录所列的物种，《中国生物多样性红色名录》中列为极危(Critically Endangered)、濒危(Endangered)和易危(Vulnerable)的物种以及特有种。

评价区内分布有国家重点保护野生陆生脊椎动物 26 种，其中国家一级重点保护物种 2 种，国家二级重点保护物种 24 种；分布有濒危与易危野生陆生脊椎动物 10 种（其中 6 种为国家重点保护物种），其中《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷（2020）》中列为濒危(EN)的物种 1 种，列为易危(VU)的物种 9 种；分布有中国特有陆生脊椎动物 24 种（其中 1 种国家重点保护物种）。评价区内共分布有 53 种重要野生陆生脊椎动物，详见附表 XX 屏山抽蓄水电站评价区重

要野生动物调查结果统计表。

评价区分布的重要野生陆生脊椎动物

表 4.8-13

类群	物种及保护/特有/濒危等级	物种数
两栖类	濒危物种：棘腹蛙（VU） 中国特有种：峨眉角蟾、峨眉林蛙、峨眉树蛙、仙琴蛙	濒危物种：VU 1 种 中国特有种：4 种
爬行类	国家二级：脆蛇蜥 濒危物种：脆蛇蜥（EN）、黑眉锦蛇（VU）、王锦蛇（VU）、乌梢蛇（VU） 中国特有种：蹼趾壁虎、丽纹龙蜥、北草蜥、中国钝头蛇	国家二级：1 种 濒危物种：EN1 种、VU 3 种 中国特有种：4 种
鸟类	国家一级：灰胸薮鹀 国家二级：黑鸢、苍鹰、雀鹰、普通鵟、白鹇、楔尾绿鸠、红角鸮、领角鸮、领鸺鹠、斑头鸺鹠、长耳鸮、短耳鸮、凤头蜂鹰、黑冠鹃隼、凤头鹰、白尾鸢、燕隼、红隼、红嘴相思鸟 濒危物种：灰胸薮鹀（VU） 中国特有种：灰胸竹鸡、黄腹山雀、领雀嘴鹀、白头鹎、白领凤鹀、画眉、灰胸薮鹀、棕腹大仙鹑、白腰文鸟、酒红朱雀	国家一级：1 种 国家二级：19 种 濒危物种：VU 1 种 中国特有种：10 种
兽类	国家一级：小灵猫 国家二级：猕猴、豹猫、黄喉貂、貉 濒危物种：豹猫（VU）、黄喉貂（VU）、猕猴（VU）、小灵猫（VU） 中国特有种：川鼯、小鹿、岩松鼠、红白鼯鼠、高山姬鼠和安氏白腹鼠	国家一级：1 种 国家二级：4 种 濒危物种：VU 4 种 中国特有种：6 种
合计	国家一级保护物种：2 种 国家二级保护物种：24 种 濒危物种：EN1 种、VU9 种 中国特有种：24 种	

根据不同物种的生境偏好及现场调查结果，分别对评价区内的重点保护野生动物进行适宜生境分析。

评价区可能分布有国家二级重点保护爬行动物脆蛇蜥，虽然数量稀少，但评价区内海拔 500~1200m 的山地土中、石块下、山坡上、泥土里、树洞里、潮湿竹林、草丛和岩隙间以及湿度不大的农耕地及其附近可能是其适宜生境。将评价区 500~800m 人为活动较少的山地森林及林缘地带划分为其适宜生境；将评价区内除适宜生境以外的森林、灌草丛、农田边缘及农舍附近划分为其次适宜生境。评价区内脆蛇蜥的适宜生境面积为 454.55hm²，占评价区总面积的 15.55%；次适宜生境面积为 1920.36hm²，占评价区总面积的 65.71%；不适宜生境面积为 547.66hm²，占评价区总面积的 18.74%。

黑鸢、雀鹰、苍鹰、普通鵟、红隼、燕隼、凤头蜂鹰、黑冠鹃隼、凤头鹰、白尾鸢、长耳鸮、短耳鸮、红角鸮、领角鸮、斑头鸺鹠、领鸺鹠 16 种猛禽，活

动能力很强，多在评价区较高海拔或评价区外的中高山森林筑巢，但可能到河谷与开阔区域的各类生境觅食。将评价区 800m 以上人为活动较少的森林及林缘划分为其适宜生境；将评价区内除适宜生境以外的陆地区域及部分水域上空划分为其次适宜生境。评价区内重点保护猛禽的适宜生境面积为 394.35hm²，占评价区总面积的 13.49%；次适宜生境面积为 2224.23hm²，占评价区总面积的 76.11%；不适宜生境面积为 303.99hm²，占评价区总面积的 10.40%。

灰胸薮鹛、红嘴相思鸟、楔尾绿鸠 3 种鸟类都是在森林或开阔林地栖息活动的小型鸟类，其中红嘴相思鸟相对较常见，灰胸薮鹛数量极少仅有屏山县的调查记录但评价区有其适宜生境。将评价区内人为活动较少的山地阔叶林、针阔混交林、竹林、灌丛划分为其适宜生境；将评价区内针叶林、草地、园地，村镇与道路周边的森林、灌丛划分为其次适宜生境。评价区内这 3 种重点保护鸟类的适宜生境面积为 635.38hm²，占评价区总面积的 21.74%；次适宜生境面积为 1741.14hm²，占评价区总面积的 59.58%；不适宜生境面积为 546.05hm²，占评价区总面积的 18.68%。

白鹇为主要在高山森林及灌丛生活的雉类，栖息于阔叶林、针阔混交林及林缘疏林灌丛。将评价区内人为活动较少、海拔 1000m 以上的山地阔叶林、针阔混交林及竹林划分为其适宜生境；将评价区海拔 1000m 以上民居与道路周边或 600~1000m 的山地阔叶林、针阔混交林及竹林划分为其次适宜生境。评价区内白鹇的适宜生境面积为 74.27hm²，占评价区总面积的 2.54%；次适宜生境面积为 175.98hm²，占评价区总面积的 6.02%；不适宜生境面积为 2672.32hm²，占评价区总面积的 91.44%。

小灵猫可利用草地、灌丛、次生林、农田等多种生境，根据其生境偏好的研究结果，将评价区 500-1000m 人为活动较少、郁闭度较高 (≥ 0.5) 的阔叶林划分为其适宜生境；将评价区适宜生境以外人为活动较少的阔叶林、灌草丛及农田边缘划分为其次适宜生境。评价区内小灵猫的适宜生境面积为 388.85hm²，占评价区总面积的 13.30%；次适宜生境面积为 226.15hm²，占评价区总面积的 7.74%；不适宜生境面积为 2307.58hm²，占评价区总面积的 78.96%。

猕猴适应能力强，主要栖息在热带、亚热带及暖温带阔叶林中，尤喜在石山峭壁、溪旁沟谷和江河岸边的林灌地带活动，评价区内有时活动于罗家湾-庙子

坂区域，偶至石庙子等上库周边活动。将罗家湾-庙子坂、石庙子附近阔叶林，尤其是溪河沟谷的岩壁、石山林灌地带划分为其适宜生境；将上库周边、罗家湾附近溪河沟谷岩壁、石山及人为活动较少的阔叶林、混交林划分为其次适宜生境。评价区内猕猴的适宜生境面积为 165.76hm²，占评价区总面积的 5.67%；次适宜生境面积为 407.36hm²，占评价区总面积的 10.01%；不适宜生境面积为 2349.45hm²，占评价区总面积的 84.32%。

豹猫、黄喉貂、貉 3 种兽类栖息生境多样，其中豹猫与黄喉貂在评价区内相对较常见。将评价区 600m 以上人为活动较少的森林、灌丛划分为其适宜生境；将评价区适宜栖息地以外的森林、灌丛、园地等划分为其次适宜生境。评价区内这 3 种保护兽类的适宜生境面积为 745.34hm²，占评价区总面积的 25.50%；次适宜生境面积为 1402.88hm²，占评价区总面积的 48.00%；不适宜生境面积为 774.35hm²，占评价区总面积的 26.50%。

4.8.5.7 红外相机调查结果

(1) 布设情况

在屏山书楼抽水蓄能电站的施工区、库区及周边等区域布设 10 台红外相机，根据现场情况，将红外相机的灵敏度调整为“中”，采用拍照+视频模式记录出现的野生动物。

屏山书楼抽水蓄能电站评价区内红外相机布设概况

表 4.8-14

相机编号	E(°)	N(°)	海拔(m)	区域	生境
SL-1	104.28909007	28.68604641	1080	上库占地区内	森林
SL-2	104.28991618	28.68767396	1131	上库占地区内	森林
SL-3	104.30458772	28.67049409	525	罗家湾至庙子坂一线	森林
SL-4	104.27933799	28.67079959	544	下库占地区附近	灌丛、水域
SL-5	104.27992093	28.67116278	542	下库占地区内	灌丛
SL-6	104.31127542	28.63338063	607	新炸药库附近	灌丛
SL-7	104.28923309	28.64417644	648	鸡罩山	森林
SL-8	104.29373617	28.66935687	709	原炸药库附近	森林
SL-9	104.28481584	28.68188967	1148	上下库中间（损坏）	森林
SL-10	104.27831212	28.63820513	491	辣子村周边果园（损坏）	园地

(2) 调查结果

红外相机拍摄时间为 2024 年 9 月-2025 年 5 月，累计获得 449 个相机日数据，共拍摄 10640 份图片和视频，其中能够识别到具体物种的鸟类和兽类图片和视频共 374 份，独立有效探测 226 次。共识别出野生鸟类、兽类 5 目 16 科 24

种，其余未能准确识别到具体物种的记录为啮齿目等小型兽类，以及某些鸟类的亚成个体。拍摄到的物种中有被列为国家一级重点保护野生动物 1 种，国家二级重点保护的野生动物 2 种，被《中国生物多样性红色名录》列为易危（VU）等级的野生动物 2 种（均同时为国家重点保护物种），被列为中国特有种的野生动物 3 种。

本次拍摄到的重要野生兽类主要于夜间活动；保护物种小灵猫和豹猫都在离工程占地较远的鸡罩山区域被拍摄到，同时小灵猫上库工区附近和下库工程区附近被拍摄到；中国特有种高山姬鼠在上库占地区内被拍摄到。最常见的野生兽类是赤腹松鼠，相对多度指数远高于其他物种。而重要野生鸟类主要活动时间为白天，偶有灰胸竹鸡在凌晨（3-6 点）期间活动；保护物种红嘴相思鸟被拍摄到在鸡罩山活动，中国特有种灰胸竹鸡在多个点位被拍到，在评价区内分布较广。野生鸟类中紫啸鸫等小型鸟类相对常见。

屏山书楼抽水蓄能电站评价区内红外相机调查结果

表 4.8-15

物种	拍摄位点	拍摄频次	相对多度指数*	保护/濒危/特有等级	备注
兽类					
小灵猫	相机 4，相机 7，相机 8	4,1,15	4.45	国家一级/VU	
豹猫	相机 7	2	0.45	国家二级/VU	
高山姬鼠	相机 1，相机 2	9,2	2.45	特有种	
赤腹松鼠	相机 1，相机 2，相机 4，相机 5，相机 7，相机 8	7，27，8，4，2，29	17.15		
花面狸	相机 7	22	4.9		
珀氏长吻松鼠	相机 1，相机 2	5,5	2.23		
白腹巨鼠	相机 2，相机 4，相机 8	1,8,1	2.23		
黄鼬	相机 2，相机 7	5,1	1.34		
褐家鼠	相机 1，相机 2，相机 8	1,2,1	0.89		
红白鼯鼠	相机 2	2	0.45		
鼬獾	相机 1	2	0.45		
华南针毛鼠	相机 7	1	0.22		

中国豪猪	相机 6	1	0.22		
鸟类					
红嘴相思鸟	相机 7	2	0.45	国家二级	
灰胸竹鸡	相机 1, 相机 2, 相机 3, 相机 5, 相机 7	4,2,2,1,6	3.34	特有种	
画眉	相机 7, 相机 8	4,1	1.11	特有种	
紫啸鸫	相机 1, 相机 2, 相机 3, 相机 4, 相机 5	4,2,6,8,1	4.68		
红嘴蓝鹊	相机 3, 相机 4, 相机 5	2,1,1	0.89		
白顶溪鸲	相机 4	2	0.45		
白颊噪鹛	相机 7	2	0.45		
白鹡鸰	相机 5	1	0.22		
黄臀鹌	相机 4	1	0.22		
灰喉鸦雀	相机 7	1	0.22		
白鹭	相机 1	1	0.22		

注：相对多度指数：RAI=(A/N)×100，A 为物种的独立有效探测次数，N 为总相机工作日。



豹猫



赤腹松鼠



小灵猫



紫啸鸫



灰胸竹鸡



红白鼯鼠



黄鼬



白鹭



华南针毛鼠



中国豪猪



褐家鼠



白腹巨鼠

4.8.5.7 工程占地区域陆生动物现状

屏山书楼抽水蓄能电站主要工程占地位于楠木沟沟首至对丘岩酒坊沟区域、楠木沟下游及附近区域、书楼镇以及宝宁村周边农田区域，故影响也主要

发生在这些区域，工程占地区域可能分布的陆生脊椎动物主要是生活在河谷的两栖爬行动物和小型鸟兽。

根据工程占地区域的生境特征，分为森林/林地（含天然林、人工林及灌丛等）、农田（含果园、茶园、耕地等）与民居、河流山溪与水库 3 类主要生境，这 3 类生境内动物栖息地差异明显，陆生脊椎动物的物种组成也多不相同。

屏山书楼抽水蓄能电站施工占地主要集中在 3 个区域：1）上水库枢纽及周边：楠木沟沟首至对丘岩、酒坊沟区域（地块 A-D、a-d、f、s-u）；2）下水库枢纽及周边：楠木沟下游及附近区域（地块 E-G、e、g-l、r）；3）机电设备库、下库承包商营地等：书楼镇以及宝宁村周边农田区域（地块 H、m-q）。这三个区域生境条件有所差异，上水库枢纽及周边的楠木沟沟首至对丘岩、酒坊沟附近以柳杉林为优势，有较多山地杂木林和川莓灌丛分布，生境类型主要为森林/林地生境；下水库枢纽及周边的楠木沟下游及附近区域以园地为主，其次为山地杂木林，有耕地、栎林、竹林与少量针叶林如柳杉林、柏木林、马尾松林等，还有楠木沟下游河流，生境类型以农田民居生境为主，其次为森林/林地生境，还有河流山溪生境；书楼镇以及宝宁村周边农田区域以园地和耕地为优势，其间或边缘镶嵌各类灌草丛、构+盐肤木灌丛、竹林、栎类林等群落，生境类型主要为农田民居生境，偶有周边森林/林地生境、河流山溪与水库生境的动物来此区域活动。

屏山书楼抽水蓄能电站淹没区分布的主要植被类型均为次生群落或人工起源群落。上水库淹没区（地块 J）以人工针叶林为主，有部分次生阔叶林与灌草丛，虽然也有楠木沟沟首溪流与散布的农田和民居分布，但活动的野生动物主要为下表所列的森林/林地区域物种；下水库淹没区（地块 K）以园地等农田为主，还有次生阔叶林、人工林、民居、河流与小水库等，活动的动物主要为农田民居区域物种，也有部分森林/林地区域与河流山溪水库区域物种。

在上述生境栖息或来此活动的动物物种见下表。

屏山书楼抽水蓄能电站工程占地区域可能分布/活动的陆生脊椎动物

表 4.8-16

生境分区	物种
森林/林地 区域	两栖类：中国特有物种：峨眉林蛙、峨眉树蛙 非重要物种：中华蟾蜍、泽陆蛙 爬行类：易危物种：王锦蛇（VU）、黑眉锦蛇（VU）、乌梢蛇（VU） 中国特有物种：北草蜥、中国钝头蛇、丽纹龙蜥 非重要物种：中国石龙子、铜蜓蜥、翠青蛇、赤链蛇、玉斑锦蛇、锈链腹链蛇、棕黑腹链蛇、虎斑颈槽蛇、大眼斜鳞蛇、尖尾两头蛇、原矛头蝮、山烙铁头蛇、竹叶青蛇 鸟类：国家二级保护物种：黑鸢、雀鹰、普通鵟、苍鹰、燕隼、红隼、白鹇、红角鸮、领角鸮、领鸺鹠、斑头鸺鹠、长耳鸮、凤头蜂鹰、黑冠鹃隼、凤头鹰、白尾鹇、楔尾绿鸠、红嘴相思鸟 中国特有物种：灰胸竹鸡、灰胸薮鹀、画眉、白头鹎、黄腹山雀、领雀嘴鹎、白领凤鹛、棕腹大仙鹟、白腰文鸟、酒红朱雀 非重要物种：雉鸡、山斑鸠、珠颈斑鸠、火斑鸠、小白腰雨燕、四声杜鹃、大杜鹃、小杜鹃、噪鹛、白鹭、丘鹑、矶鹑、普通翠鸟、蓝翡翠、大拟啄木鸟、斑姬啄木鸟、灰头绿啄木鸟、大斑啄木鸟、黑枕黄鹀、红翅鵙鹀、长尾山椒鸟、短嘴山椒鸟、黑卷尾、灰卷尾、发冠卷尾、寿带、红尾伯劳、棕背伯劳、灰背伯劳、松鸦、红嘴蓝鹇、方尾鹟、黄腹扇尾鹟、绿背山雀、山鹧鸪、金腰燕、黄臀鹌、绿翅短脚鹌、黑短脚鹌、黄眉柳莺、黄腹柳莺、冕柳莺、暗绿柳莺、乌嘴柳莺、极北柳莺、栗头鹟莺、冠纹柳莺、棕脸鹟莺、强脚树莺、红头长尾山雀、金胸雀鹀、栗耳凤鹛、黑颈凤鹛、暗绿绣眼鸟、斑胸钩嘴鹀、棕颈钩嘴鹀、红头穗鹀、褐胁雀鹀、褐顶雀鹀、灰眶雀鹀、灰翅噪鹛、白颊噪鹛、矛纹草鹀、白喉噪鹛、火尾希鹀、蓝翅希鹀、鹪鹩、丝光椋鸟、灰椋鸟、白眉地鸲、虎斑地鸲、乌鸲、斑鸲、鹊鸲、蓝喉仙鹟、铜蓝鹟、白尾蓝地鸲、红胁蓝尾鸲、黑背燕尾、灰背燕尾、紫啸鸫、白眉姬鹀、红喉姬鹀、棕胸蓝姬鹀、北红尾鸲、蓝额红尾鸲、白顶溪鸲、黑喉石鹇、灰林鹀、纯色啄花鸟、叉尾太阳鸟、山麻雀、树鹀、田鹀、黑尾蜡嘴雀、普通朱雀、灰头灰雀、金翅雀、灰眉岩鹀、黄喉鹀、小鹀 兽类： 国家一级保护物种/易危物种：小灵猫（VU） 国家二级保护物种/易危物种：猕猴（VU）、黄喉貂（VU）、豹猫（VU）、貉 中国特有物种：川鼯、小鹿、岩松鼠、红白鼯鼠、安氏白腹鼠、高山姬鼠 非重要物种：野猪、猪獾、大足鼠、长吻鼯、微尾鼯、灰麝鼯、大蹄蝠、普氏蹄蝠、小菊头蝠、东方蝙蝠、灰伏翼、普通伏翼、黄鼬、黄腹鼬、狗獾、鼬獾、花面狸、赤腹松鼠、白腹巨鼠、红耳鼯鼠、中华姬鼠、华南针毛鼠、北社鼠、青毛巨鼠、褐家鼠、黄胸鼠、中华竹鼠、中国豪猪、蒙古兔
农田民居 区域	两栖类：中国特有物种：峨眉林蛙、峨眉树蛙 非重要物种：中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙、泽陆蛙、饰纹姬蛙、华西雨蛙、沼水蛙、布氏泛树蛙、牛蛙 爬行类：易危物种：王锦蛇（VU）、黑眉锦蛇（VU）、乌梢蛇（VU） 中国特有物种：蹼趾壁虎、北草蜥、丽纹龙蜥 非重要物种：中国石龙子、翠青蛇、赤链蛇、锈链腹链蛇、棕黑腹链蛇、虎斑颈槽蛇、大眼斜鳞蛇、原矛头蝮、竹叶青蛇 鸟类：国家二级保护物种：黑鸢、普通鵟、领角鸮、斑头鸺鹠、凤头蜂鹰、白尾鹇、红隼、画眉、红嘴相思鸟 中国特有物种：灰胸竹鸡、白头鹎、白腰文鸟 非重要物种：雉鸡、四声杜鹃、丘鹑、蚁鴂、灰头绿啄木鸟、大斑啄木鸟、黑枕黄鹀、发冠卷尾、棕背伯劳、红尾伯劳、喜鹊、大嘴乌鸦、方尾鹟、绿背山雀、黄腹柳莺、强脚树莺、点胸鸦雀、黑颈凤鹛、棕颈钩嘴鹀、灰眶雀鹀、白颊噪鹛、白喉噪鹛、鹪鹩、鹊鸲、丝光椋鸟、灰椋鸟、虎斑地鸲、乌鸲、斑鸲、棕胸蓝姬鹀、黑喉石鹇、灰林鹀、麻雀、田鹀、黄头鹡鸰、黑尾蜡嘴雀、金翅雀、灰眉岩鹀、黄喉鹀、小鹀、北红尾鸲、大山雀、白鹡鸰、家燕、火斑鸠、珠颈斑鸠、山鹧鸪、红头长尾山雀、白领凤鹛、蓝矶鸫、红臀鹌、黄臀鹌 兽类：国家二级保护物种/易危物种：豹猫（VU）、猕猴（VU） 中国特有物种：高山姬鼠、安氏白腹鼠 非重要物种：长吻鼯、微尾鼯、灰麝鼯、灰伏翼黄鼬、猪獾、鼬獾、狗獾、黄鼬、花面狸、野猪、赤腹松鼠、中华姬鼠、褐家鼠、黄胸鼠、大足鼠、华南针毛鼠、蒙古兔

河流山溪与水库区域	两栖类：中国特有物种：峨眉角蟾 非重要物种：中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙、绿臭蛙、饰纹姬蛙、华西雨蛙、华南湍蛙、仙琴蛙、沼水蛙、布氏泛树蛙、牛蛙 爬行类：易危物种：王锦蛇（VU）、黑眉锦蛇（VU） 非重要物种：赤链蛇、锈链腹链蛇、棕黑腹链蛇、虎斑颈槽蛇、大眼斜鳞蛇、原矛头蝮、竹叶青蛇 鸟类：国家二级重点保护物种：黑鸢、雀鹰、普通鵟、苍鹰、红隼、红角鸮、长耳鸮、白尾鸮 中国特有物种：白腰文鸟 非重要物种：小杜鹃、白鹭、丘鹬、矶鹬、普通翠鸟、蓝翡翠、灰卷尾、红尾伯劳、棕背伯劳、方尾鹟、喜鹊、家燕、金腰燕、红嘴蓝鹊、冕柳莺、暗绿柳莺、乌嘴柳莺、极北柳莺、鹪鹩、褐河乌、丝光椋鸟、灰椋鸟、白眉地鸫、白尾蓝地鸫、黑背燕尾、红喉姬鹟、红尾水鸫、白顶溪鸫、黑喉石鹇、田鸫、黄头鹡鸰、黑尾蜡嘴雀、栗耳鹀、灰眉岩鹀、黄喉鹀、小鹀 兽类：国家二级保护物种：貉 非重要物种：灰麝鼯、猪獾、鼬獾、狗獾

4.8.6 生态系统/景观格局

4.8.6.1 生态系统类型

（1）自然生态系统

1）森林生态系统

评价区森林生态系统面积 1151.53hm²，占评价区总面积的 39.40%，是评价区面积最大的生态系统，从河滩地到山脊均有分布。区域森林生态系统多连片分布，以林次生林和人工林为主，常见群落有山地杂木林、柳杉林、栎类林、慈竹林、柏木林等。阳坡中部零星分布着以马尾松、柏木为优势树种的针叶林群落。中高海拔区域有连片分布的由亮叶桦、桤木、朴树、毛桐、油桐等组成的阔叶混交林群落。还有分布于地势平坦地带的硬头黄竹群落。由于评价区人类活动影响大，除山地杂木林外人工种植的柳杉林在评价区内面积最大，评价区边缘存在少量人工种植的杉木林。

2）灌丛生态系统

评价区灌丛生态系统面积 140.51hm²，占评价区总面积的 4.81%，主要分布于楠木沟及其支流的河谷地带、林缘和撂荒地，分布面积较小，主要由低山丘陵落叶阔叶灌丛构成，常见盐肤木灌丛、川莓灌丛、构灌丛、箬叶竹灌丛等多种群落。不同坡向及不同生境条件下灌木的种类组成和覆盖度有很大的差异。盐肤木灌丛面积最大，是评价区楠木沟中下游地段广布的优势群落类型，主要分布于山体中部。川莓灌丛是仅次于盐肤木群落的常见群落，主要分布于楠木沟沟首地段山体的中下部。构灌丛及箬叶竹灌丛多分布于林下及林缘区域、呈小团块状分布。

3）草地生态系统

评价区草地生态系统面积 29.61hm²，仅占评价区总面积的 1.01%，零散小块

分布于河流两岸、撂荒地、采伐迹地，分布面积较小。主要由禾草草丛、蕨类灌草丛与蒿类灌草丛构成，以艾、黄花蒿、五节芒、鹅观草、刚莠竹、问荆等占优势，常零星散布少量灌木植株。采伐迹地常形成杂草丛，禾草灌草丛多见于公路两侧山坡、废弃荒地、滑坡迹地、耕地周围等人类干扰较大的区域。

草地生态系统中各类植物群落外观低矮，植物个体小，密度大，空间分层不明显。这类生态系统内生境多样性往往较低。

4) 河流湿地生态系统

评价区内的河流湿地生态系统由楠木沟干支流、小片金沙江向家坝库区、已建小水电站水库和受到河水涨落影响的河滩地、河岸植物群落等共同构成，面积 366.62hm²，占评价区总面积的 12.54%。由于评价区降水较多且地处山地，河流生态系统的水量季节波动很大，导致河流生态系统的物流和能流的季节波动明显。评价区内人口聚集，人类活动对河流有一定程度的干扰。

(2) 人工生态系统

农业生态系统是评价区主要的人工生态系统，占评价区总面积的 36.10%，主要分布在沿河阶地的书楼镇、月坡村、桂花村、罗家湾等乡镇与村落周围，主要可分为耕地和园地。耕地面积 228.32hm²，农作物群落一般一年两熟，主要以玉米、水稻、油菜、小麦等为主，也种植豆类、红薯、土豆以及蔬菜作物。园地主要是果林及茶园，面积 826.59hm²，在评价区各类植被中分布面积最大，主要集中于书楼镇的书楼村、宝宁村、桂花村、罗家湾、月坡村等村落或聚居地周围，主要种类有柑橘、龙眼、枇杷、李、杏、苦丁茶等，另有少量小块零散分布的川黄檗等经济林。

除农业生态系统外，评价区内书楼镇、宝宁村、桂花村、罗家湾、月坡村等聚落及周边还有由道路与住区、施工场地等组成的人工生态系统，受频繁的人为活动影响，少有野生动植物分布。

4.8.6.2 生态系统/景观格局组成

根据 Forman (1995) 提出的景观生态学等级理论 (hierarchy theory)，一个景观是由不同的生态系统组成的。生态系统中既有植物，也包含动物和其他生物，所有的生物一起，加上它们的非生物 (abiotic) 环境，就构成了生态系统 (ecosystem)。这样划分，便于以整体的观点讨论生物的、非生物的、经济的和社会的因素如何影响景观 (landscape) 的结构和功能。屏山抽水蓄能电站工程评

价区景观生态体系由下列生态系统组成：

1) 主要由柳杉、慈竹等组成的人工林生态系统，属引进斑块，人类干扰较大，在本区特别是较高海拔分布范围较广，连通程度较高。这些人工林的生产能力主要是自然补给。

2) 以栓皮栎、亮叶桦、硬头黄等为优势种的森林生态系统，属于环境资源斑块，在本区分布范围也较广，是对本区域环境质量有动态控制功能的斑块之一。

3) 盐肤木、川莓、构、箬叶竹等灌木组成的灌丛生态系统，属于环境资源斑块，在本区内河谷、道路两侧分布，由于分布海拔相对较低，受到一定程度的人类干扰。

4) 采伐迹地更新恢复形成的灌草丛生态系统，属于人类活动干扰后形成的次生干扰斑块。分布在阳坡半阳坡，道路两侧山坡、废弃荒地、河滩乱石丛，受干扰程度较高。

5) 本区以园地为主的农田生态系统属于引进斑块中的种植斑块，随人类干扰呈明显季节周期性。在这类引进斑块中，人类以耕作、种子、肥料和农药的方式补充了能量。在本区分布范围最广，中低海拔区域连通程度较高，也是对本区域环境质量有动态控制功能的斑块之一。

6) 道路与住区等人工生态系统是引进斑块中的聚居地，是受人干扰最显著的成分之一，属于人造的斑块类型，聚居地生态系统典型的不稳定性反映了这一点。

7) 河流属于环境资源斑块类型。

组成景观生态体系的各类生态系统之间相互作用、相互影响。森林生态系统、灌丛生态系统和草地生态系统，既能够维持评价区的气候（如降水、气温）稳定，降低土壤侵蚀，使河流生态系统流量相对稳定；它们又受河流生态系统的影响，如足够而相对均衡的流量能够维持空气和土壤湿度，保证这些生态系统生产力的相对稳定。

屏山书楼抽水蓄能电站工程评价区的景观由森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、河流湿地生态系统、农业生态系统等几大类生态系统镶嵌组成。电站建设开始后，完全由人工主导的工程生态系统将进一步增加。

4.8.6.3 生态系统/景观格局特征

（1）斑块特征

评价区内的主要景观斑块类型包括森林、灌丛、草地、农田、河流湿地、聚落及道路几种类型，见表 4.8-15。

评价区各类景观斑块比例、面积及平均面积

表 4.8-15

斑块类型	斑块数	斑块数比例 (%)	面积 (hm ²)	面积比例 (%)	斑块平均面积 (hm ² /块)
森林	817	17.57	1151.53	39.40	1.41
灌丛	123	2.65	140.51	4.81	1.14
草地	56	1.20	29.61	1.01	0.53
农田	2578	55.44	1054.91	36.10	0.41
河流湿地	113	2.43	366.62	12.54	3.24
聚落及道路	963	20.71	179.39	6.14	0.19
合计	4650	100	2922.57	100.00	0.63

在评价区自然资源类型的斑块中，森林面积最大，约占评价区总面积的 39.40%，平均斑块面积为 1.41hm²/块；农田在评价区内分布面积稍次之，约占评价区总面积的 36.10%，主要分布在河谷及部分支沟的中下部缓坡阶地；村镇等聚居地和道路一起合并为聚落及道路斑块类型，约占评价区总面积的 6.14%；灌丛在评价区分布受地形、水热和人类活动影响，面积不大，在河谷与道路两侧呈现成片分布；草地面积很小，多分布在河流沿岸的低海拔阳坡半阳坡，道路两侧山坡、废弃荒地、河滩乱石丛，有时和灌丛镶嵌在一起小块零散分布于评价区海拔不一的阶地上。

(2) 廊道

廊道作为线性的景观单元除了具有通道和阻隔的作用之外，还有物种过滤器、某些物种的栖息地功能以及对其周围环境与生物生产影响的源或汇的作用。在评价区内的廊道主要有公路和河流。

评价区内的干线公路主要沿金沙江干流延伸，也有连接乡镇之间的大路，路面较宽，由于机动车的干扰，其路面是一个不适宜动植物生活的地带，并对动物的运动和植物繁殖体的扩散有较强的阻隔作用；部分通村路，仅供人畜和小型机动车辆通过，由于车流量小，路面较狭窄，加之少有大规模的交通经过，廊道的阻隔作用相对较弱。

河流是评价区内最重要的一种廊道，主要包括楠木沟干、支流和金沙江部分干流以及沿河流分布的不同于周围其他基质的植被带和河滩地，成为景观中一道

天然的屏障，将河流两岸的景观一分为二，阻断了两岸陆生生态系统物质和能量的交流，但却是水生生物和鱼类的通道与栖息地。

(3) 基质

基质是景观中面积最大、连通性最好的类型，在景观功能上起着重要作用，影响景观中的能流、物流和物种流。根据表 5.2-1、5.2-2 和生态系统类型/景观分布图可以分析出，评价区内的农田与森林优势度值远高于其他类型，具有相对最大的面积和相对集中的分布，连通性较好，是评价区对景观具有动态控制作用的景观基质。

4.8.6.4 景观生态质量

植被类型在地带性植被演替阶段中的位置，以及在演替过程中的顺序。一般说来，这决定了植被类型的生态潜力高低，地带性植被类型的生态潜力最大，原生性植被类型的生态潜力比次生性的高等。

植被类型单位面积的生产潜力大小。生产力越高的植被，在植被恢复和生态重建中的作用也越大，当然这是在第一点的基础上进行的排序。一般而言，乔木群落的生产力要高于灌木群落，灌木要高于草本。

以上述两点为依据，分析各成图植被类型的性质和群落特征，对其生态潜力按 5 级进行排序，I 至 V 级表示由优变劣。按此景观生态质量等级制图，以反映评价区生态环境的综合质量。

评价区生态系统生态质量等级现状统计表

表 4.8-16

景观质量等级	生态系统类型	面积 (hm ²)	等级比 (%)
I	森林	1151.53	39.40
II	灌丛	140.51	4.81
III	草地	29.61	1.01
	农田	1054.91	36.10
IV	河流湿地	366.62	12.54
V	聚落及道路	179.39	6.14
总计		2922.57	100.00

由可看出评价区的景观生态质量以 I 级与 III 级占优势，其比例分别为 39.40% 和 37.11%，这与评价区森林以及农业用地连续大面积分布有关。评价区生态质量等级优良等级比例占比近 45%。

4.8.6.5 生态系统服务功能

(1) 物种多样性

物种丰富度通常指群落或生态系统中的物种数目。屏山书楼抽水蓄能电站工程评价区内的陆生维管植物与陆生脊椎动物的物种丰富度如下表。

评价区内陆生维管植物与陆生脊椎动物的物种丰富度

表 4.8-17

类群		科数	属数	物种数	物种比例（%）	
陆生维管植物	蕨类	13	33	45	6.03	6.03
	裸子植物	5	6	7	0.94	
	被子植物	107	317	466	62.47	
陆生脊椎动物	两栖类	7	12	16	2.14	0.94
	爬行类	7	18	21	2.82	
	鸟类	48	104	150	20.11	
	兽类	17	34	41	5.50	
合计		204	524	746	100	

(2) 植被覆盖度

基于遥感数据，采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度，结果见附图 7 与表 4.8-18。

评价区植被覆盖度统计结果

表 4.8-18

植被覆盖度 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)
覆盖度<25	435.18	14.90
25≤覆盖度<50	117.77	4.03
50≤覆盖度<75	571.97	19.59
覆盖度≥75	1795.31	61.48
合计	2920.23	100

评价范围内以植被覆盖度大于 75%的区域为主，占评价区总面积的 61.48%，主要覆盖着区内广泛分布的森林与部分园地等。植被覆盖度 50-75%的区域也达到评价区总面积的近 20%。植被覆盖度小于 25%的区域占评价区的 14.90%，主要是一些河流滩涂与建设用地等。

(3) 生产力与生物量

1) 自然生产力

生产力是反应生态系统能量特征的指标，根据 Holieth 生物生产力的两个经验公式：

$$P_t=3000/(1+e^{1.315-0.119t})$$

$$P_p=3000(1-e^{-0.000664p})$$

(水分和热量生产力计算公式是估计地理尺度上的环境生产力的经验公式)
其中,

P_t : 热量生产力, 单位 $g/(m^2 \cdot a)$;

t : 年平均温度, 单位 $^{\circ}C$;

P_p : 水分生产力, 单位 $g/(m^2 \cdot a)$;

p : 年降水量, 单位 mm 。

分别计算出热量生产力和水分生产力后, 根据 Shelford 耐受性法则和 Liebig 最小因子定律, 值较小的那个生产力所对应的环境因子就是限制生态系统生产力的关键因子。用上述公式可求出评价区内生态系统的自然生产力大小。

据屏山县气象台资料统计, 评价区多年平均气温 $14.9^{\circ}C$, 多年平均降雨量 $1066mm$, 计算出评价区内热量生产力为 $1837.01g/(m^2 \cdot a)$, 水分生产力为 $1523.10g/(m^2 \cdot a)$ 。由计算结果可以看出, 屏山书楼抽水蓄能电站工程评价区热量生产力远大于水分生产力, 说明水分是评价区内生物生产力的主要限制因子, 该地区干热河谷的气候特点, 评价区的自然生产力约为 $1523.10g/(m^2 \cdot a)$, 自然生产力较高。

2) 植物群落/生态系统生物量与生产力

为了分析工程实施可能对评价区生态系统和景观的完整性与稳定性的影响, 对评价区主要生态系统植物群落的生物量进行了调查。评价区植物群落生物量调查是估算评价区现存生物量、生产力, 计算工程建设导致生物量损失的基础, 本次评价区植物群落生物量调查采取现场实测和查阅文献资料两种方式进行。

地面部分生物量的测定参照冯宗炜等著《中国森林生态系统的生物量 and 生产力》中的方法, 其中灌丛、草地生物量采用收割法实测值; 乔木生物量参阅相关专著或已发表的研究论文, 部分森林群落采用统计和测量样地内乔木植株数量、树高及胸径, 然后采用传统回归方程估算蓄积量和生物量。

用蓄积量推算生物量的方法如下:

$$B = V_{total} \times E_F$$

式中 V_{total} 为该种林型的木材蓄积量, E_F 为木材转换为生物量的常数, 一般取 0.52 (Marland, 1988)。此种方法可粗略的估算某地区的生物量。

在此基础上, 通过蓄积量与生物量换算、查阅资料等方式, 得出各主要生态

系统类型的生产力。

根据评价区及周边区域现场实测、样地测量数据换算、查阅文献资料等方式获得各类生态系统的生物量与初级生产力，并结合各类型在评价区内的总面积，计算出其在评价区内的总生物质量与年生产能力。

屏山书楼抽水蓄能电站工程评价区各主要生态系统类型的生物量与生产力

表 4.8-19

生态系统/景观 斑块类型	评价区内总面积 (hm^2)	生物量 (t/hm^2)	总生物质量 (t)	生产力 ($\text{t}/\text{hm}^2\text{a}$)	年生产能力 (t/a)
森林	1151.53	91.2	105020	11.3	13012
灌丛	140.51	59.7	8388	8.1	1138
草地	29.61	27.6	817	2.2	65
农田	1054.91	9.6	10127	9.6	10127
河流湿地	366.62	0.2	73	1.0	367
聚落及道路	179.39	-	-	-	-
合 计	2922.57	-	124426	-	24709

4.8.6.6 公益林现状

生态公益林是指生态区位极为重要，或生态状况极为脆弱，对国土生态安全、生物多样性保护和经济社会可持续发展具有重要作用，以提供森林生态和社会服务产品为主要经营目的的重点的防护林和特种用途林。包括水源涵养林、水土保持林、防风固沙林和护岸林等；自然保护区的森林和国防林等。评价区分布有公益林 232.33 hm^2 ，均为二级国家级公益林，功能类型为水源涵养林、水土保持林。评价区公益林可明显分为乔木层、灌木层和草本层等几个结构层次，其生态系统的抗干扰及恢复能力、自组织能力等相对较强。根据工程布置与公益林数据叠图分析，本工程将占用二级国家级公益林 8.04 hm^2 ，其中 4.61 hm^2 为工程临时占地，3.43 hm^2 为工程永久占地，主要是山地杂木林、栓皮栎林，具体核实情况以林草部门确认为准。

4.9 电磁环境

为了解工程区的电磁环境现状，我公司委托西弗测试技术成都有限公司于 2026 年 5 月 20 日在四川省屏山书楼抽水蓄能电站站址区域布设了一个监测点位，E1 监测点布置在拟建四川省屏山书楼抽水蓄能电站站址处，周边无其他电磁环境影响源，能反映拟建站址处的电磁环境现状。监测点位设置见表 4.9-1，监测结果见表 4.9-4。

电磁环境监测点位布设情况

表 4.9-1

编号	监测点位	备注	监测高度
E1	四川省屏山书楼抽水蓄能电站站址区域	拟建站址	距地面1.5m处

监测期间气象条件一览表

表 4.9-2

时间	天气状况	温度℃	湿度%	风速m/s
2026年5月20日	晴	28.1~28.7	43.5~44.2	0.4~0.8

监测仪器

表 4.9-3

监测因子	仪器名称	技术指标	校准/检定信息
工频电场 工频磁场	电磁辐射分析仪 型号：主机 NBM-550 探头 EHP-50D 编号：主机 SV/YQ-28 探头 SV/YQ-33	测量范围： 工频电场 5mV/m~100kV/m 工频磁场 0.3nT~10mT 扩展不确定度： 工频电场 U=0.56dB, k=2 工频磁场 U=0.2μT, k=2	校准单位：华南国家计量测试中心广东省计量科学研究院 电场有效期：2025.10.30~2026.10.29 证书编号：WWD202503496A
温湿度	手持气象仪 型号：NK3000 编号：SV/YQ-31	测量范围：相对湿度 5%~95%； 温度-29~+70℃ 不确定度：湿度 U=2.0%，k=2；温度 U=0.5℃，k=2	校准单位： 四川中衡计量检测技术有限公司 有效期：2026.03.24~2027.03.23 证书编号：20260324620221 号
风速	手持气象仪 型号：NK3000 编号：SV/YQ-31	测量范围：风速：0.4~40m/s 不确定度：U=0.6m/s, k=2	校准单位： 四川中衡计量检测技术有限公司 有效期：2026.03.24~2027.03.23 证书编号：20260324620224 号

电磁环境质量监测结果一览表

表 4.9-4

监测点位	监测日期	工频电场强度(V/m)	工频磁感应强度(μT)	标准限值
四川省屏山书楼抽水蓄能 500kV 开关站	2026.05.20	2.016	0.0041	工频电场强度 4000V/m，磁感应强度公众曝露控制限值 100μT

监测结果表明，本工程监测点位工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度公众曝露控制限值 4000V/m，磁感应强度公众曝露控制限值 100μT 的限值要求，区域电磁环境现状较好。

4.10 其他环境

4.10.1 环保基础设施现状

书楼镇现有西村污水处理站和书楼镇书院社区污水处理站，书楼镇书院社区污水处理站收集处理书院社区村聚居点 270 户 787 人生活污水，日处理能力

150m³/d，采用 A/O+MBR 工艺，处理后出水可达到《四川省农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB51/2626-2019)二级标准。2020 年 3 月建成使用。书楼镇西村污水处理站共收集处理西村聚居点 60 户 165 人生活污水，日处理能力 10m³/d，采用 A/O+MBR 工艺，处理后出水可达到《四川省农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB51/2626-2019)二级标准，2020 年 10 月建成使用。

书楼镇目前设有月坡岭生活垃圾中转站。

4.10.2 压覆矿产及文物古迹

根据《四川屏山书楼抽水蓄能电站压覆矿产资源查询表》(YF20251104021)，屏山书楼抽水蓄能电站建设征地范围内存在 1 个矿业权：四川省宜宾-楼东一带地热普查，编号：5100000410138。经宜宾市自然资源和规划局进一步查询核实，该矿业权已注销，因此屏山书楼抽水蓄能电站项目未压覆已查明矿产资源，无压覆矿产处理任务。

根据四川省文物局以《关于四川省屏山书楼抽水蓄能电站文物考古调查勘探报告的批复》(川文物考〔2025〕82 号)批复的《四川省屏山书楼抽水蓄能电站文物考古调查勘探报告》，屏山书楼抽水蓄能电站建设征地范围内未发现文物古迹，不涉及文物古迹处理任务。

4.10 环境现状评价及主要环境问题

4.10.1 环境质量现状

工程区人口稀少，社会经济不发达，以农业自然经济为主，无工业污染源分布，水污染负荷低，基本无大气污染源，亦无固定工矿噪声源分布。

根据工程区地表水现状监测成果，工程河段地表水水质现状良好，地表水指标均满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) III 类标准；地下水水质由于采样及钻孔原因个别指标超标，其余指标均能满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III 类标准；环境空气满足《环境空气质量标准》(GB3095-2026) 二级标准；声环境均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 2 类区及 4a 类标准；土壤环境各指标均能分别满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018) 和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018) 相关标准。

工程区地下水类型主要为孔隙性潜水和基岩裂隙潜水，补给来自大气降水和

地表径流，向沟道排泄，局部由于断层、裂隙控制，地下水分布具有不均匀性和各项异性的特点。

工程评价区共检出浮游植物 6 门 8 纲 19 目 32 科 48 属 67 种，硅藻门种类最多（36 种）。调查共采集到浮游动物 3 门 19 种，其中原生动物 3 种，轮虫动物门 4 种，节肢动物 12 种。调查共收集到底栖动物 2 门 4 纲 19 科 21 属 21 种，其中节肢动物门 18 种，软体动物门 3 种。评价河段共调查有 38 种鱼类，其中楠木沟主要分布有鱼类 12 种，均分布于楠木沟水库以下河段，楠木沟水库以上河段未采集到渔获物；向家坝库区月坡村段分布鱼类 26 种，优势种为张氏鲮、齐氏罗非鱼和鲮。楠木沟河段无国家重点保护及特有鱼类，工程补水影响的向家坝支沟库尾段分布国家二级保护鱼类胭脂鱼 1 种，调查期间未采集到。

工程评价区内共有维管植物 518 种，隶属于 125 科 356 属，其中蕨类植物 13 科 33 属 45 种，裸子植物 5 科 6 属 7 种，被子植物 107 科 317 属 466 种。评价区有 2 种国家二级重点保护植物，楠木和中华猕猴桃。评价区内分布《中国生物多样性红色名录-高等植物卷（2020）》(公告 2023 年第 15 号) 所列易危及以上等级的濒危植物 10 种，中国特有植物种共有 107 种。工程占地直接和间接影响区域无重点保护植物。评价区无极小种群植物分布，无当地林业主管部门认定的古树名木分布。

评价区内分布有陆生野生脊椎动物 22 目 79 科 228 种，其中两栖类 1 目 7 科 15 属 16 种，爬行类 1 目 2 亚目 7 科 21 种，鸟类 13 目 48 科 150 种，兽类 7 目 17 科 41 种。分布有国家重点保护野生陆生脊椎动物 26 种，其中国家一级重点保护物种 2 种，国家二级重点保护物种 24 种；分布有濒危与易危野生陆生脊椎动物 10 种（其中 6 种为国家重点保护物种），其中《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷（2020）》中列为濒危(EN)的物种 1 种，列为易危(VU)的物种 9 种；分布有中国特有陆生脊椎动物 24 种（其中 1 种国家重点保护物种）。项目占地范围不涉及上述重要野生动物的重要生境。

4.10.2 主要环境问题

楠木沟流域集雨面积小，流量小，纳污能力有限，流域内污水主要来自于农村已有生活污水散排污染和农业面源污染。灌溉退水排放具有季节性、分散性特点，主要表现为灌溉季节的面上退水，不便集中处理。

楠木沟内已建 3 处水库，其中楠木沟水库以上支沟内有老厂沟水库和九房沟水库，大坝为均质土坝；中游有楠木沟水库，坝址为浆砌石重力坝。3 个水库工程坝址对水生生境产生了一定的阻隔影响，使得流域水生生境发生变化，对部分水生生物特别是鱼类产生一定的不利影响。

5 环境影响预测与评价

5.1 水文情势影响预测与评价

5.1.1 生态流量确定

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022), 水利水电项目应结合工程实施前后的水文情势变化情况、已批复的所在河流生态流量(水量)管理与调度方案等相关要求, 确定合适的生态流量。

5.1.1.1 生态用水需求分析

根据《水电工程生态流量计算规范》(NB/T 35091-2016)和《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)等, 为维护河段水生生态系统稳定, 水利水电工程必须下泄一定的生态流量, 将其纳入工程水资源综合配置中统筹考虑。主要包括以下部分:

(1) 上水库

1) 水生生态需水

根据现场踏勘和水生生态调查结果, 上水库楠木沟河段未调查到鱼类分布。坝址处多年平均流量 $0.0195\text{m}^3/\text{s}$, 且坝址至库尾段不是常年流水支沟, 坝后压坡体坡脚已抵近楠木沟与九房沟汇口, 该河段无适宜的鱼类“三场”分布, 无特殊生态需水要求。

2) 水环境需水

上水库及坝下河段无工业、生活和集中式养殖业等污染物集中排放源。根据调查, 当前楠木沟流域内的主要污染源是农业面源、生活污水散排及畜禽养殖。在工程建成后, 楠木沟上水库内零星居民点搬迁, 污染源强减弱, 同时由于上下水库的频繁交换, 对上下水库区域的水质有明显改善作用。无额外的水环境需水。

3) 湿地需水

工程上水库所在楠木沟河道下游无湿地与其直接相连, 因此无需湿地补给水量。

4) 景观需水

工程上水库下游无景观娱乐用水需求。

5) 用水需求综合分析

综上所述, 工程流域不涉及水生生态需水、水环境需水、湿地需水、景观需

水等问题。无下泄生态流量的必要性。

（2）下水库

1）水生生态需水

根据现场踏勘和水生生态调查结果，楠木沟水库至楠木沟支库库尾段主要分布一些小型鱼类，如短须颌须鮠、云南光唇鱼和宽鳍鱲等，主要在该河段的深潭零星分布，未发现国家级、省级以及珍稀保护鱼类，楠木沟鱼类资源量有限。该流域比降大，河流跌水多且大，这会对鱼类上溯造成一定的困难；水温低，不易促进鱼类产卵繁殖。因此，工程所在河段对水量、水深要求不高，无特殊生态需水要求。楠木沟水库至楠木沟支库库尾段有马口鱼、鲮属等小型鱼类适宜产卵和索饵生境，下坝址可适当下泄一定的流量以维持水生生态系统稳定。

2）水环境需水

楠木沟水库至楠木沟支库库尾段无工业、生活和集中式养殖业等污染物集中排放源。根据调查，当前楠木沟流域内的主要污染源是农业面源、生活污水散排及畜禽养殖。在工程建成后，楠木沟下水库枢纽区零星居民点搬迁，污染源强减弱，坝下到汪家沟汇口约 500m 河段在丰水期时水量相对减少，因此下坝址可适当下泄一定的流量以维持该段水量稳定。同时由于上下水库的频繁交换，对上下水库区域的水质有明显改善作用。在考虑了下泄维持水生生态系统稳定所需要的水量后，不需额外水环境需水。

3）湿地需水

工程下水库所在河道下游无湿地与其直接相连，因此无需湿地补给水量。

4）景观需水

工程下水库下游无景观娱乐用水需求。

5）用水需求综合分析

综上所述，工程流域不涉及水环境需水、湿地需水、景观需水等问题，仅需考虑水生生态需水。生态流量主要包括维持水生生物生态系统稳定所需要的生态流量。

5.1.1.2 生态流量计算

（1）计算方法的选用

根据《水电工程生态流量计算规范》（NB/T 35091-2016）规范要求，水生生

态需水计算方法有水力学法、生态水力学法、生境分析法以及水文学法。本工程下水库坝址处多年平均流量 0.117m³/s，下水库坝址以上流域多年平均径流深为 550mm。不适宜采用水力学法、生态水力学法作为本工程水生生态需水计算的方法。工程下库河段鱼类以鲤科类为主，对产卵环境要求不高，在有适宜的环境下如多水草的静水水域或缓流水水域即可产卵，不宜采用生境分析法。

同时，楠木沟未设置水文站，无逐日流量数据，根据水文专业推求的上、下水库坝址历年逐月径流系列，使用 Q_p 法得出每年的最枯月排频，在排除季节性河流造成的无水期后， $Q_{p90\%}$ 值为 0.000159m³/s；使用近十年最枯月平均流量法得出生态环境需水量最小值为 0.000032m³/s。因此，不宜采用 Q_p 法、近十年最枯月平均流量法等方法进行计算。

综上，本次评价采用水文学法中 Tennant 法进行计算分析。
Tennant 法是依据观测资料建立的河道流量和河流水生生物栖息地状况之间的经验关系，通过历史流量资料确定不同时段的水生生态需水，可采用水电工程坝（闸）址处多年平均流量的百分值作为指标评估工程下游河段的流量状况，评估标准详见表 5.1-1。

蒙大拿法评估标准

表 5.1-1

不同流量百分比对应 河道内生态状况	推荐的流量占多年平均天然流量百分数（%）	
	年内较枯时段	年内较丰时段
泛滥或最大		200（48h~72h）
最佳范围	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

楠木沟径流主要由降水形成，受降水年内分配不均影响，径流年内分配不均。根据水文分析计算成果，屏山书楼抽水蓄能电站下水库坝址多年平均径流量为 369 万 m³，其中丰水期（5 月~翌年 10 月）约占全年径流量的 85.7%，枯水期（11 月~翌年 4 月）约占全年径流量 14.4%。径流年际变化较大，下水库坝址最丰水年年径流量 665 万 m³（2010 年 5 月~2011 年 4 月）为最枯水年年平均流量 125 万 m³（1993 年 5 月~1994 年 4 月）的 5.33 倍，分别是多年平均流量的 1.80 和 0.34 倍。因此，确定年内较丰时段为 5 月~10 月，11 月~翌年 4 月为年内较枯时

段。

(2) 计算结果

根据水生生态调查成果，上水库楠木沟河段未调查到鱼类分布，坝后压坡体坡脚已抵近楠木沟与九房沟汇口，该河段无适宜的鱼类“三场”分布，本阶段不考虑在上水库下泄生态流量；下水库所在河段主鱼类均分布于现已建的楠木沟水库中，均为经济鱼类，对流量需求较小。

因此，下水库采用表 5.1-1 中“最小”河道内生态状况，取坝址处多年平均流量的 10%作为生态流量，为 $0.0117\text{m}^3/\text{s}$ 。

5.1.1.3 规划环评对生态流量要求

2026 年 3 月，宜宾市生态环境局组织对四川省清源工程咨询有限公司编制的《屏山县楠木沟流域综合规划（2023~2035 年）环境影响报告书》进行了技术审查，2026 年 7 月 3 日，宜宾市生态环境局出具了《关于印发〈屏山县楠木沟流域综合规划（2023-2035 年）环境影响报告书〉审查意见的函》（宜环函〔2026〕72 号）。

根据《屏山县楠木沟流域综合规划（2023~2035 年）环境影响报告书》（报批稿）及审查意见，屏山书楼抽蓄电站水库初期蓄水和运行期，沿放空洞埋设的生态放水管下泄多年平均流量的 15%作为维持水生生态系统稳定的生态流量。

5.1.1.4 相关文件要求

根据生态环境部和国家发展改革委 2018 年印发的《长江保护修复攻坚战行动计划》（环水体〔2018〕181 号）要求：增加枯水期下泄流量，确保生态用水比例只增不减；2020 年年底前，长江干流及主要支流主要控制节点生态基流占多年平均流量比例在 15%左右。环境保护部、国家发展改革委、水利部于 2018 年联合印发的《长江经济带生态环境保护规划》也提出“保障长江干支流 58 个主要控制节点生态基流占多年平均流量比例在 15%左右，其中干流在 20%以上”。

参照相关规定，并结合楠木沟水生生态现状，推荐屏山书楼抽蓄电站下水库坝址处按多年平均流量的 15%下泄作为生态用水量。

5.1.1.5 生态流量的确定

结合 Tennant 法、规划环评及相关文件要求，上、下水库生态流量计算结果详见表 5.1-2。

上水库生态坝址处生态流量计算成果

表 5.1-2

计算方法	占多年平均流量百分比 (%)	下水库生态流量取值 (m ³ /s)	占多年平均流量百分比 (%)
Tennant 法	10	0.0117	10
规划环评	15	0.01755	15
环水体 (2018) 181 号 文要求	15	0.01755	15

因此,最终确定上水库不下泄生态流量;下水库按坝址处多年平均流量的 15% 下泄生态流量,为 0.01755m³/s,天然来流量不足时按照来流量下泄生态流量。

5.1.2 施工期对水文情势影响

5.1.2.1 施工导流

(1) 上水库施工导流

屏山书楼抽水蓄能电站上水库位于书楼镇西村楠木沟沟首,利用楠木沟及库周山岭筑坝成库。上水库挡水建筑物为混凝土面板堆石坝,坝顶高程 1114.0m,最大坝高为 82m,上水库未布置泄洪建筑物。工程属一等大(1)型工程,主坝、引水发电系统等永久性水工建筑物级别为 1 级,永久性次要水工建筑物级别为 3 级。根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)规定,上水库施工导流建筑物级别为 4 级,土石类围堰设计洪水标准为 20 年~10 年一遇。

根据水文资料,上水库洪水和径流主要由降雨形成,上库区域汇流集水面积较小,枯期基本为干地,汛期降雨形成汇流且洪量较小,采用机械抽排上库汇水,抽水强度不大。首个枯期大坝填筑即可超过枯期围堰高程,汛期直接利用坝体临时挡水度汛。经综合分析,上水库大坝导流推荐采用一次性拦断沟床,枯期围堰挡水,汛期大坝临时断面挡水,机械抽排,大坝全年施工的导流方式。

根据施工组织设计,上水库施工期导流共两期:初期导流为第一年 10 月初~第二年 3 月底,采用枯期围堰挡水,利用堰前库容滞洪并进行机械抽排至大坝下游,在围堰保护下,进行大坝施工;中期导流从第二年 4 月初至第四年 2 月底,主要进行坝体填筑、坝体沉降、面板浇筑、上游盖重和粉煤灰铺盖等项目施工。库盆内汇水采用大坝临时断面挡水,利用坝前库容滞洪并进行机械抽排至大坝下游。

上水库施工期间,库内流量通过机械抽排至下游河道,楠木沟内总水量基本未发生变化,下游河道水文情势不会发生较大变化。

（2）下水库施工导流

下水库位于书楼镇楠木沟内，拟利用沟谷“筑坝成库”。挡水建筑物为 1 级建筑物，最大坝高约为 125.00m。工程属一等大（1）型工程，大坝、引水发电系统等永久性水工建筑物级别为 1 级，永久性次要水工建筑物级别为 3 级。根据《水电工程施工组织设计规范》（NB/T10491-2021）规定，下水库施工导流建筑物级别为 4 级。

根据枢纽布置，挡水坝施工期可以利用原有的楠木沟挡水坝作为围堰挡水、泄洪放空洞过流，大坝全年施工的导流方式。现有楠木沟水库挡水坝位于下库大坝坝轴线上游约 530m，坝型为混凝土重力坝，分溢流坝段和非溢流坝段。坝顶高程为 535.5m，溢流坝为开敞式实用堰，堰顶高程 533.0m，溢流段长 25m，净宽 22.6m。

根据施工组织设计，下水库施工期导流共三期：

初期导流从第一年 7 月底泄洪放空洞（兼导流洞）具备过流条件，至第三年 3 月底大坝填筑高程超出上游围堰堰顶高程，为初期导流阶段。本阶段由楠木沟挡水坝挡水，泄洪放空洞（兼导流洞）泄流，主要进行大坝开挖及大坝土石方填筑。

中期导流从第三年 4 月初至第四年 2 月底，为中期导流阶段，主要进行坝体填筑、一期面板浇筑和上游盖重等项目施工。由坝体临时断面挡水度汛，泄洪放空洞（兼导流洞）泄流。第三年 3 月底，大坝已填筑到 541.00m，具备挡水条件。第三年 4 月初至第三年 9 月底继续进行大坝填筑，本阶段采用坝体临时断面挡水度汛，泄洪放空洞（兼导流洞）泄流，相应流量 $128\text{m}^3/\text{s}$ ，坝前壅高水位为 538.49m。

后期导流为第四年 3 月初，泄洪放空洞（兼导流洞）下闸，下水库开始蓄水。第四年 3 月至第四年 7 月进行二期面板施工和防浪墙施工。

泄洪放空洞布置在大坝右岸山体内，采用有压进口接无压泄槽布置型式，由引渠段、进口塔体段、有压隧洞段、工作闸室段、泄槽段及出口消力池段组成，进口位于楠木沟已建水库内，进口塔体设置一道检修闸门及事故闸门，有压隧洞段全长 979.28m，有压段末端工作闸室设置一道工作弧门，泄槽全长 300m，泄洪放空洞采用台阶+底流消能。进口塔体底板高程 524.00m，进口顶拱及两侧均采用收缩的喇叭式进水口，顶部采用椭圆曲线，进口塔体顶高程 570.00m。泄洪

放空洞兼导流洞出口水位低于大坝基坑及其下游地面厂房基坑底高程 413m，故下库不需设置下游围堰。

下水库施工导流阶段通过泄洪放空洞（兼导流洞）泄流，下游水文情势与天然情况基本变化不大。

5.1.2.2 施工期用水

本工程施工期为 57 个月，根据计算，本工程施工高峰用水量约 920m³/h。其中，上库工区高峰施工用水量为 290m³/h，下库工区高峰施工用水量约 480m³/h，下库书楼镇生活区供水规模 50m³/h，砂石加工系统区高峰施工用水量约 100m³/h。施工用水取自金沙江向家坝库区，向家坝坝址控制流域面积 45.88 万 km²，多年平均流量 4570m³/s，多年平均年径流量 1440 亿 m³。

本工程每年施工共用水约 805 万 m³，占向家坝坝址处多年平均年径流量的 0.006%，因此，屏山书楼抽水蓄能电站施工取水对向家坝库区水文情势影响非常有限。

5.1.4 初期蓄水对水文情势影响

5.1.4.1 初期蓄水计划

根据施工进度计划，上、下水库于第 4 年 3 月初具备下闸蓄水条件；首台机组于第 4 年 9 月底开始有水调试，第一台机组于第 4 年 12 月底发电，每三个月投产一台，完建期 9 个月。

屏山书楼抽水蓄能电站机组投产计划表

表 5.1-7

项目	时间
上水库开始下闸蓄水	第 4 年 3 月初
下水库开始下闸蓄水	第 4 年 3 月初
首台机组有水调试	第 4 年 9 月底
第 1 台机组发电	第 4 年 12 月底
第 2 台机组发电	第 5 年 3 月底
第 3 台机组发电	第 5 年 6 月底
第 4 台机组发电	第 5 年 9 月底

5.1.4.2 初期蓄水过程影响分析

（1）上下库蓄水过程影响

屏山书楼抽水蓄能电站初期蓄水时间为第 4 年 3 月初~第 5 年 9 月底，上水库下闸蓄水至全部机组投产时段 75%来水量共 90.9 万 m³，上水库不考虑生态泄

流，可蓄水量为 90.9 万 m³；下水库蓄水历时 75%来水量共 537.8 万 m³（含上库），按多年平均流量 15%泄放生态流量 85.9 万 m³（含上库）后，剩余可蓄水量为 451.9 万 m³（含上库），可蓄水量难以满足初期蓄水的总需水量要求，需补水，经计算，初期蓄水期间，需从向家坝水库取水总量为 770.6 万 m³，年平均取水量为 513.7 万 m³。

屏山书楼抽水蓄能电站初期蓄水期间，月补水量最大在第 4 年 3 月底至第 4 年 9 月底第 2 台机组调试期间，历时 7 个月，总补水量为 315.6 万 m³，平均月补水量 45.1 万 m³；补水工程设置 2 台取水水泵，单台取水流量为 550m³/h，月取水量可达 79.2 万 m³，满足初期蓄水期间补水要求。

初期蓄水期间，水量平衡计算成果情况详见表 5.1-3。

初期蓄水水量平衡计算成果表

表 5.1-3

年	投产计划	累计需水量	上水库累计天然来水量	下库累计天然来水量（含上库）	上库累计生态水量	下库累计生态水量（含上库）	累计补水量	蒸发渗漏水量	施工用水量	累计可蓄水量	盈余水量
首台调试	第 4 年 9 月底	497.0	42.9	253.6	0.0	32.1	315.6	19.0	21.1	497.0	0.00
1 台	第 4 年 12 月底	555.6	47.7	282.1	0.0	46.0	446.4	53.5	23.7	605.5	49.86
2 台	第 5 年 3 月底	705.2	50.9	301.8	0.0	58.4	577.2	91.2	24.2	705.2	0.00
3 台	第 5 年 6 月底	867.8	67.5	401.2	0.0	72.1	696.9	134.0	24.2	867.8	0.00
4 台	第 5 年 9 月底	1017.4	90.9	537.8	0.0	85.9	770.6	180.9	24.2	1017.4	0.00

注：上、下水库累计天然来水量从第 4 年 3 月初开始，下水库天然来水量含上水库。

为了减少对此河段生态环境的影响，本工程在制定蓄水计划时，优先考虑满足下游生态需水，通过生态放水管下泄坝址处多年平均流量的 15%，即 0.01755m³/s。剩余水量全部用于水库蓄水、少量施工用水、补充渗漏和蒸发损失水量。

（2）补水过程影响

屏山抽蓄电站初期蓄水期时间为第 4 年 3 月~第 5 年 9 月底，从向家坝水库取水总量为 770.6 万 m³，年平均取水量为 513.7 万 m³，向家坝坝址控制流域面积 45.88 万 km²，多年平均年径流量 1440 亿 m³，本工程初期蓄水期间年平均取水量占坝址多年平均来水 0.003%，对向家坝水库影响极小。

屏山书楼抽水蓄能电站初期蓄水期间，月补水量最大在第 4 年 3 月初至第 4 年 9 月底第 2 台机组发电期间，历时 7 个月，总补水量为 315.6 万 m³，平均月补水量 45.1 万 m³；工程取水将使金沙江取水口断面下游水量有所减少，但月取水量占断面天然来水量的比例极小，且取水时间相对较短，工程初期蓄水对金沙江向家坝库区取水断面下游河道的水文情势影响较小。

5.1.5 运行期对水文情势影响

工程正式投产运行后，上、下两水库处于不停交换中，期间两个水库的水量会因蒸发、渗漏等造成损失，正常运行期间上下水库年平均蒸发损失水量 11.0 万 m³，上、下水库渗漏损失水量 86.4 万 m³，输水系统渗漏损失水量 74.5 万 m³/年，上、下水库和输水系统多年平均水量损失共计 171.9 万 m³。正常运行期人员办公年用水量 0.2 万 m³。蒸发渗漏及输水系统损耗水量与厂区生活用水合计用水 172.1 万 m³。

正常运行期间枯水期可用水量小于蒸发渗漏损失水量，因此蒸发、渗漏损失的水量需要及时补充。根据《抽水蓄能电站设计规范》（NB/T 10072—2018），正常运行期补水量的设计保证率不应低于 95%，本项目正常运行期补水设计保证率按 95%分析。

屏山书楼抽水蓄能电站95%代表年水量平衡成果表

表 5.1-4

项目	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	合计
径流量	17.6	11.6	19.9	32.8	11.2	13.5	3.4	1.4	0.9	3.0	10.6	8.8	134.6
生态水量	4.7	4.5	4.7	4.7	4.5	4.7	3.4	1.4	0.9	3.0	4.7	4.5	45.5
可用水量	12.9	7.1	15.2	28.1	6.7	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	4.2	89.1
蒸发渗漏损失	15.8	14.6	15.0	14.9	14.1	14.0	13.7	13.9	13.9	13.2	14.3	14.5	171.9
生活用水	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.24
盈缺水量	-2.9	-7.5	0.3	13.2	-7.5	-5.2	-13.8	-13.9	-13.9	-13.3	-8.5	-10.2	-83.1
补水量	2.9	7.5	0	13.2	7.5	5.2	13.8	13.9	13.9	13.3	8.5	10.2	83.1

5.1.5.1 库区水文情势影响分析

屏山书楼抽水蓄能电站上水库正常蓄水位 1110.00m，死水位 1088.00m；下水库正常蓄水位 566.00m，死水位 524.00m。工程电站年均抽水小时数 1955h，年均发电小时数 1466h，具有日调节能力，结合上、下水库本身库容特性，本阶段上、下水库均设置约 8%的富裕库容，因此通常情况下，上、下水库均不会消落到死水位。

在发电工况时，各时段库水位随本电站在该时段的发电出力大小而变化。在抽水工况时，各时段库水位随本电站在该时段的抽水功率大小而变化。发电工况时，上水库水位开始从正常蓄水位 1110.0m 逐步消落，随着水量从上水库逐步转移至下水库，下水库水位逐步抬高直至其正常蓄水位 566.0m；抽水工况时，下水库水位从正常蓄水位 566.0m 逐步消落，随着水量从下水库逐步转移至上水库，上水库水位将逐步抬高至正常蓄水位 1110.0m。屏山书楼抽水蓄能电站上、下水库流域面积不大，来水量不多，需设置补水设施。电站运行时，在下泄生态流量后，如果来水不能补充蒸发、渗漏损失水量所需水量，可利用补水设施从向家坝水库取水补充，补水后满足电力系统用电需求。

工程上、下水库坝体侵占、库底平整后的水位~面积~库容关系曲线分别见图 5.1-1、图 5.1-2。

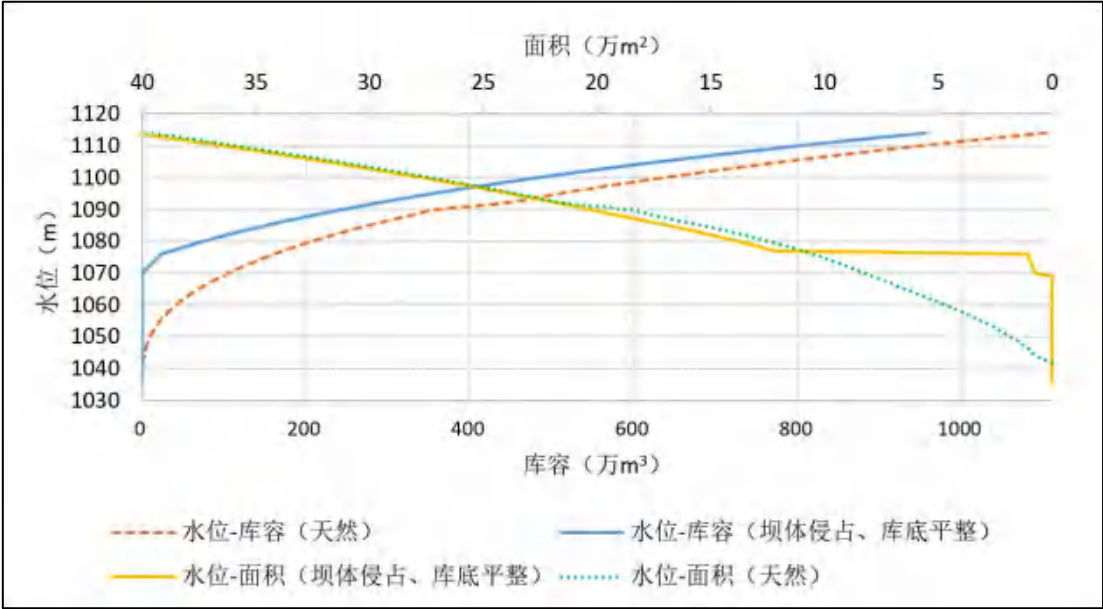


图 5.1-1 上水库水位~面积~库容关系曲线

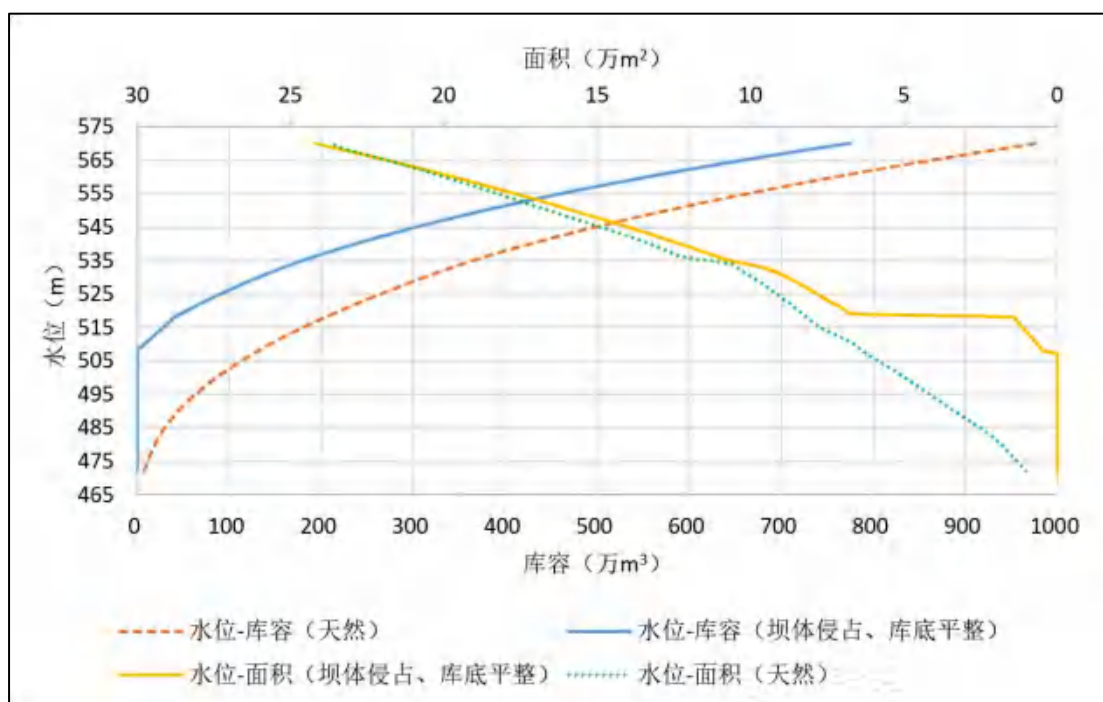


图 5.1-2 下水库水位~面积~库容关系曲线

5.1.5.2 坝下河段水文情势影响分析

(1) 上库坝下至下库库尾减水河段

由于运行期上库不下泄生态流量，因此在上水库坝下至下库库尾间将形成长约 2.9km 的减水河段，该段地形坡度超过 23%且沟道狭窄，存在较多的陡坎地形，在上库坝下即有九房沟汇入（多年平均流量 $0.007\text{m}^3/\text{s}$ ）、上库坝下约 1.2km 老厂沟汇入（多年平均流量 $0.0036\text{m}^3/\text{s}$ ），整体对楠木沟减水河段产生的影响较小。

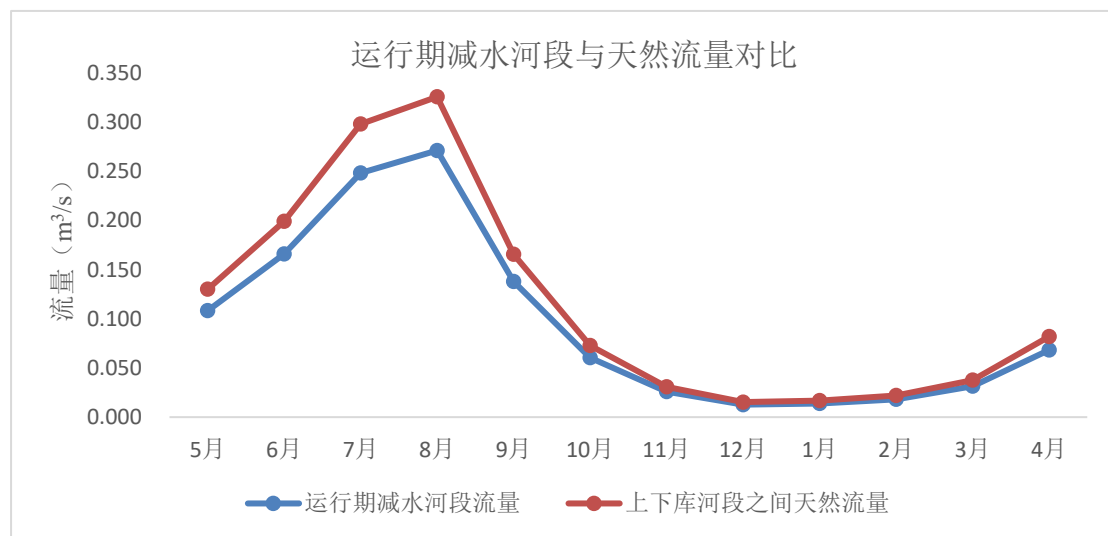


图 5.1-3 运行期减水河段与天然流量对比

(2) 下水库址以下河段水文情势影响分析

工程下水库利用楠木沟及库周山岭筑坝成库，坝址处多年平均流量 $0.117\text{m}^3/\text{s}$ ；下水库正常蓄水位 566.00m ，死水位 524.00m ，总库容 674万 m^3 ，调节库容 592万 m^3 。下水库右岸设置泄水建筑物，布置一条泄洪放空洞和一条泄放管，泄放管沿尾水隧洞底板埋设，在泄放管末端分流一根 $\Phi 0.10\text{m}$ 的生态放水管，生态放水管末端设置检修锥型阀和工作锥型阀，当库水位为 566.00m 时，最大泄水量为 $0.057\text{m}^3/\text{s}$ ，当库水位为 524.00m 时，最大泄水量为 $0.049\text{m}^3/\text{s}$ ，因此在正常运行工况下，拟布置的生态放水管可以满足下水库泄放生态流量 $0.01755\text{m}^3/\text{s}$ 的要求。

运行期下水库坝下河段水文情势分析详见表 5.1-5。电站运行后， $P=75\%$ 情况下，下水库坝下均只能维持基本生态流量，即下水库坝址处多年平均流量的 15% ($0.01755\text{m}^3/\text{s}$)。汛期 4-9 月份坝下河道流量占当月天然情况的 $5-25\%$ 左右，其他月份下泄生态流量与天然相比减少不多，主要减少较多的月份主要为 6-8 月； $P=95\%$ 情况下，大多数月份下泄生态流量与天然相比减少不多。同时，在生态放水管出口下游约 500m 处，汪家沟汇入楠木沟，汪家沟汇口多年平均流量约 $0.234\text{m}^3/\text{s}$ ，汪家沟流量汇入后，楠木沟整体水文情势与现状相差不大。

运行期下水库坝址下河段水文情势分析表

表 5.1-5

项目		单位	月份											
			5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
P=95%	坝址处多年平均流量	m³/s	0.117											
	下水库坝址天然流量	m³/s	0.12395	0.11126	0.02726	0.19191	0.15494	0.03622	0.00971	0.00821	0.00224	0.00635	0.04816	0.05638
	运行期下水库坝下流量	m³/s	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755
	运行期坝下流量占当月天然流量占比	%	14.16	15.77	64.39	9.15	11.33	48.46	180.79	213.66	783.43	276.51	36.44	31.13
	运行期坝下流量占坝址处多年平均流量占比	%	15											
P=75%	坝址处多年平均流量	m³/s	0.117											
	下水库坝址天然流量	m³/s	0.06982	0.21841	0.35170	0.16204	0.07355	0.02912	0.01083	0.01381	0.00933	0.03062	0.03808	0.07542
	运行期下水库坝下流量	m³/s	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755	0.01755
	运行期坝下流量占天然流量占比	%	25.14	8.04	4.99	10.83	23.86	60.26	162.09	127.04	188.02	57.32	46.08	23.27
	运行期坝下流量占坝址处多年平均流量占比	%	15											

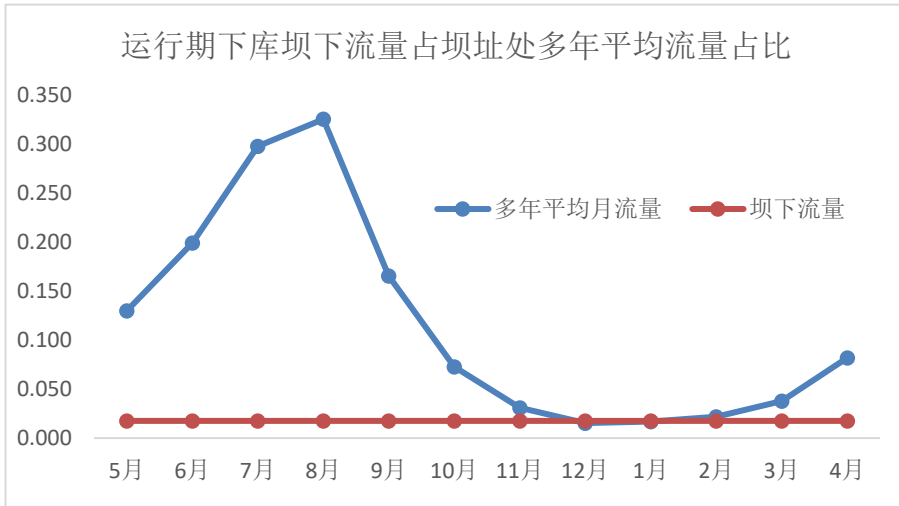
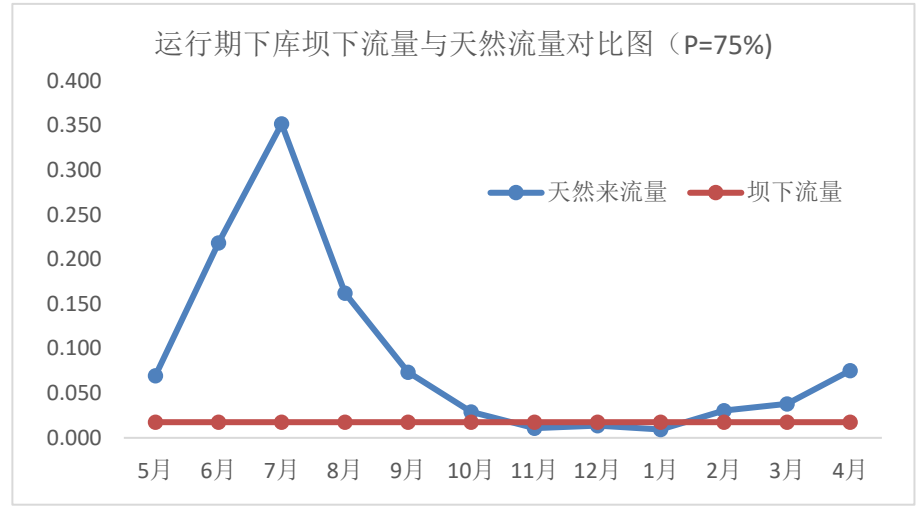
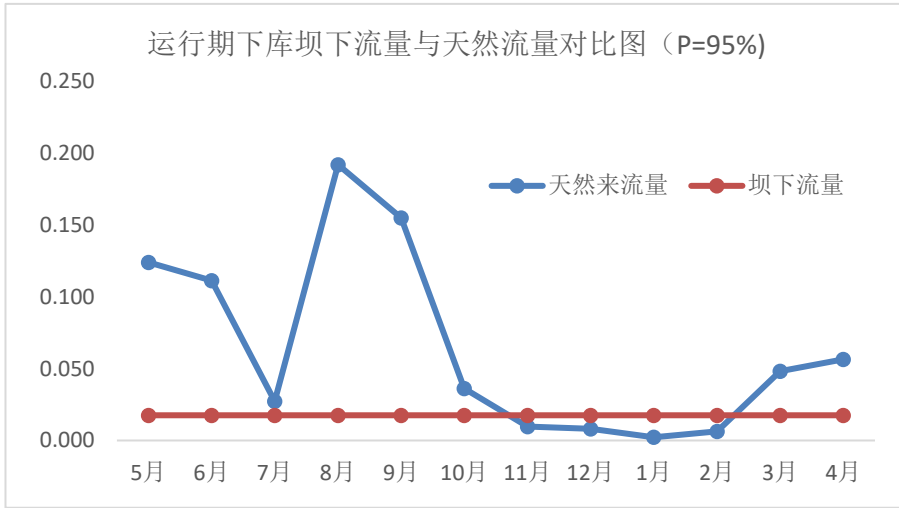


图 5.1-4 运行期下水库坝下河段流量与天然流量对比图

5.1.5.3 电站补水对向家坝水库影响分析

抽水蓄能电站建成投入运行后,因蒸发、渗漏损失的水量需要及时补充。根据《抽水蓄能电站设计规范》(NB/T 10072—2018),正常运行期补水量的设计保证率不应低于 95%,本项目正常运行期补水设计保证率按 95%分析。

下水库坝址上游有老厂沟水库,水库在 6~9 月蓄水,3~5 月灌溉供水后按 25%考虑灌溉回归水。在下水库坝址天然径流的基础上,考虑老厂沟水库的综合利用要求及调蓄作用。

通过采用 1966 年 5 月~2023 年 4 月共 57 年长系列径流逐月水量平衡计算,下水库天然入库径流量(含上水库)为 134.6 万 m^3 ,泄放生态流量后,可用水量为 89.1 万 m^3 ,蒸发渗漏损失及厂区用水量为 172.1 万 m^3 ,盈缺水量合计为-83.1 万 m^3 ,从年水量盈亏来看,电站正常运行期入库水量不能满足补水要求,需设置永久补水工程。来水保证率 95%最大连续缺水量为 153.7 万 m^3 ,其中最大月补水量 13.9 万 m^3 ,补水工程设置 2 台取水水泵(一用一备),单台取水流量 $Q=550\text{m}^3/\text{h}$,单台泵月取水量可达 39.6 万 m^3 ,大于运行期最大月缺水量为 13.9 万 m^3 ,满足运行期补水要求。

电站正常运行期年补水量为 25.8~97.0 万 m^3 ,多年平均补水量为 64.4 万 m^3 ,其中汛期 4.9 万 m^3 ,平枯期 59.5 万 m^3 ,向家坝坝址控制流域面积 45.88 万 km^2 ,多年平均年径流量 1440 亿 m^3 ,向家坝水库调节库容 9.03 亿 m^3 ,本工程多年平均补水量占向家坝坝址来水量的 0.0002%~0.0007%,占比极小,对向家坝库区水资源利用基本无影响。

工程月补水量很小,且取水口取水流量较小,单台水泵最大流量为 $0.15\text{m}^3/\text{s}$,对取水口区域流态影响很小。考虑抽水时可能会对库区水域的局部流场有一定影响,流场计算以补水泵取水口轴线为中心划分网格,网格间距 1.0m。补水泵单台机设计流量为 $550\text{m}^3/\text{h}$,取水口位于水面以下 1.5m,单根取水管直径 0.4m,共两根。经计算,取水管取水时管口最大流速为 0.15m/s ;距离取水管 1.0m 处,流速降至 0.018m/s ;距离取水管 2.0m 处流速降至 0.008m/s ;距离取水管 3.0m 处流速降至 0.004m/s 。抽水时仅对楠木沟支库库区水域的局部流场有一定影响,由于抽水流量很小、流速极低,楠木沟支库库区不会产生大的漏斗、漩涡情况,抽水对楠木沟支库库区流态、流速等流场影响很小。因此,运行期补水基本不影响向家

坝库区整体水文情势。

5.1.5.4 小结

屏山书楼抽水蓄能电站运行后,受影响河段主要是上水库及下水库之间的减水河段及下水库坝下至汪家沟汇口河段,下水库坝下至汪家沟汇口段除汛期下泄生态流量后对比现状河道水量减少较明显外,其他月份下泄生态流量与现状相比减少不多,且在枯期有所改善,坝下河道全年能满足生态流量(坝址处多年平均流量的 15%)。

电站运行期补水对向家坝库区水资源利用基本无影响。

5.2 水温影响预测与评价

屏山书楼抽水蓄能电站上、下水库均为日调节水库,工程上、下水库水体交换频繁;电站年抽水利用小时数 1955h;年发电利用小时数 1466h;工程额定发电流量 $252.8\text{m}^3/\text{s}$,抽水流量 $221.2\text{m}^3/\text{s}$,根据《抽水蓄能电站环境影响评价技术规范》(NB/T 11411-2023),入库水量是指坝址年径流量和上水库、下水库年交换水量之和。上水库多年平均径流量为 61.6万 m^3 ,入库径流量需包含抽水时入库流量 155742.06万 m^3 ;下水库多年平均径流量为 369万 m^3 ,入库径流量需包含了发电入库流量 133786.73万 m^3 。上水库总库容 848万 m^3 ,下水库总库容 674万 m^3 。为了快速简易地判断水库是否分层及分层强度,我国现行的水库环境影响评价中普遍采用两种经验公式方法—— α - β 法和密度佛汝德数法。其中 α - β 法又称为库水交换次数法,其判别指标为:

$$\alpha = \frac{w}{v}, \beta = \frac{w_c}{v}$$

其中: w 为年均径流量, v 为水库总库容, w_c 为一次入库洪量(以 7 日洪水总量计), α 、 β 为指数, β 用于判断洪水对稳定分层型水库水温的影响。当 $\alpha \leq 10$ 时,为水温稳定分层型; $\alpha \geq 20$ 时,为混合型; $10 < \alpha < 20$ 时,为过渡型。若 $\beta > 1$,则水库水温为临时混合型;若 $\beta < 0.5$,则水库仍为稳定分层型; $0.5 < \beta < 1$,则洪水的影响介于前二者之间。

根据 α - β 法,计算得到上水库的 α 值为 185.19,下水库的 α 值为 201.18;且因本工程为日调节抽水蓄能电站,调节水量在上、下水库间循环,水量交换频繁,有利于库内水温混合。因此判断上、下水库的水温结构均为混合型。水库不会产生水温分层现象。

5.3 地表水水质影响预测与评价

5.3.1 施工期水质影响预测与评价

本工程施工期污水主要包括生产废水、生活污水、地下洞室和基坑排水等。生产废水主要来自砂石料加工废水、混凝土生产冲洗废水、机械维修及车辆冲洗含油废水等，废水性质简单，主要为 SS、pH、石油类。

洞室和基坑排水、混凝土生产冲洗废水、含油废水等废水量不大，经处理后回用，不外排。因此，正常排放工况对地表水水质基本无影响。废水量较大的是砂石料加工系统废水，如果直接排入附近地表水体，会对局部水质造成影响，因此，以下对事故工况下砂石料加工系统废水排放开展预测。

5.3.1.1 砂石加工系统废水

因砂石加工系统临近金沙江布置，事故排放时，对金沙江的影响较大，因此选择下库砂石加工废水事故排放时，对下游水质进行预测。

（1）预测工况

根据“3.3.1 施工期影响因素分析”，砂石加工最大用水量为 $140\text{m}^3/\text{h}$ ，主要污染物为 SS，SS 浓度取 80000mg/L ，持续时间取 1h，则排放量为 112m^3 。

（2）预测因子

砂石骨料加工废水中主要污染物为 SS，预测因子为 SS。

（3）预测时段

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）要求，选择水体自净能力最不利、水质状况最差及水质环境现状补充监测时期应作为重点预测时期，将最枯水 3 月作为预测期。向家坝库区 3 月多年平均流量为 $1310\text{m}^3/\text{s}$ ，砂石废水事故形成地表径流将从金沙江左岸岸进入向家坝库区，该断面，平均水深约 80m，水面宽约 1080m。按最不利工况考虑，砂石废水事故排放 SS 浓度 80000mg/L ，污水流量 $112\text{m}^3/\text{h}$ ，向家坝库区本底 SS 浓度取补充监测平均值 9mg/L 。

（4）预测模型

本工程下库砂石骨料加工系统废水受纳水体为金沙江向家坝库区，主要污染物为 SS，不考虑其沉降作用，采用《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）中的解析法-瞬时排放-岸边点源排放模式进行预测计算，污染物 SS 按照不降解考虑，河流横向混合系数取 $0.112\text{m}^2/\text{s}$ ，得到事故排放时入河点 2km 范

围内 ss 浓度分布图如下。

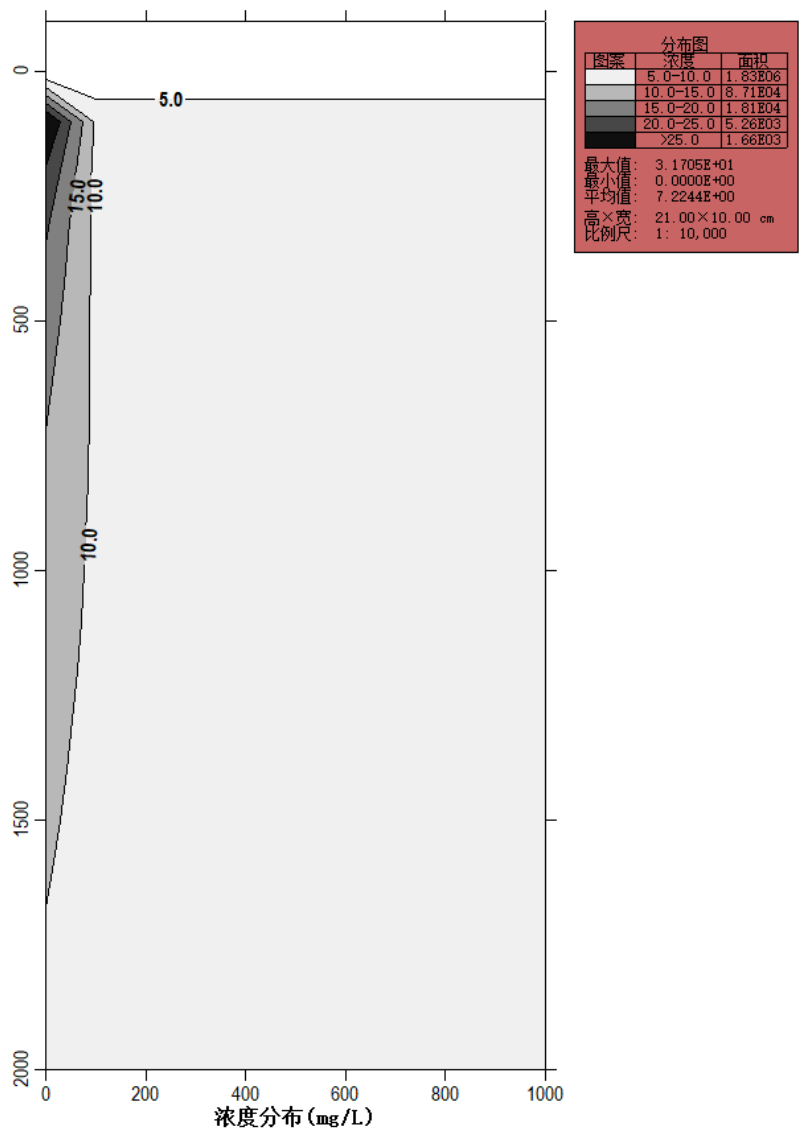


图 5.3-1 砂石废水事故排放向家坝库区 SS 浓度分布图

从预测结果可以看出，下库砂石废水排放进入向家坝水库后会形容一定的污染带随后稀释。由于向家坝水库水量大，稀释能力强，即使在 SS 不降解的情况下，污水进入库区水体后也将快速稀释，纵向方向在约 1700m 的长度内回到本底浓度。

5.3.1.2 混凝土生产系统冲洗废水

屏山书楼抽水蓄能电站共布设了 2 个混凝土生产系统，2 个混凝土拌和系统每天冲洗废水量约为 3m³、4.5m³。混凝土生产系统主要污染物为 SS 和 pH，根

据类似工程实测结果，废水含有较高的悬浮物且含粉率较高，悬浮物浓度一般约为 5000mg/L，pH 值一般在 11~12 之间。混凝土生产系统废水经处理后回用于系统本身，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491—2021)的要求，回用标准为 $SS \leq 100\text{mg/L}$ ，不外排，正常情况下，工程混凝土生产系统废水对区域地表水环境无影响。

若处理设备非正常运行导致废水外排，因废水流量小且为间歇排放，不易形成地表径流，其影响范围和程度均较小。

5.3.1.3 机械修配厂含油废水

根据工程的枢纽布置和施工布置等条件，在上库工区和下库工区分别各设置一个机械修配系统，负责机械设备的维修及停放工作。工程机械和车辆在冲洗、维修、保养、加工、拼装过程中将产生一定量的含油废水，主要污染物为 SS 和石油类。本工程机械维修和车辆冲洗废水排放量约为 $19.2\text{m}^3/\text{d}$ ，拟采用成套油水分离器的处理方案，废油统一收集，清水处理后达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)回用于汽车冲洗或洒水降尘，不外排，正常情况下对区域地表水环境无影响。

若事故排放，含油废水将在水体表面形成油膜，难以降解，不利于溶解氧恢复，从而对河流水质造成一定的影响。但由于本工程机械修配厂含油废水量少而分散，且工区建有截水沟，废水事故排放其影响范围和程度均较小。

5.3.1.4 洞室排水

本工程洞室排水主要为少量正常施工排水和少量地下渗出水，洞室排水的施工排水为每开挖 100m^3 隧洞石料需要添加 4.0m^3 水，坝址勘探平洞及钻孔结果揭示，仅雨季局部洞段陡倾裂隙有少量渗水或滴水，工程区岩体总体微一弱透水为主，地下水位受降水控制，季节性变化明显，施工时会有少量渗水。

施工期间洞室排水分散且源强不稳定，变幅较大，季节性变化明显。废水中含有一些炸药残渣、漂絮等，主要污染物为 SS 和少量石油类。根据文献调研和在建工程实践，洞室施工排水的 SS 浓度在 $100\text{mg/L} \sim 3000\text{mg/L}$ ，pH 值约 7.6~13.5。

洞室排水主要污染物为 SS，SS 的浓度在 $100\text{mg/L} \sim 3000\text{mg/L}$ 左右。洞室排水清污分流后，未经污染的渗流地下水可排入河道，生产污水经处理后回用于施工洒水及绿化，不外排，正常情况下不会对地表水造成影响。若渗水量过大且不

采取有效的处理措施，直接排入河道或支沟，可能增大水体 SS 的含量，将对排放口附近环境和受纳水体带来一定的影响。

5.3.1.5 基坑排水

本工程基坑排水主要为经常性排水。经常性排水由降水、渗水和施工用水组成，其中主要为混凝土养护碱性废水、帷幕灌浆和固结灌浆废水等。本工程上库经常性排水主要包括围堰及堰基渗水、施工弃水及降雨汇水，围堰堰体和堰基渗透量较小，不考虑渗透流量，降雨汇水量包含在上库导流抽排汇水量中，上库所有经常性排水均计算在上库抽排设备中；下库经常性排水为 $1350\text{m}^3/\text{h}$ 。主要污染物为 SS 和少量石油类等物质，其中 SS 浓度约 2000mg/L ，经中和沉淀后回用于洒水，对地表水的影响较小。

5.3.1.6 生活污水

屏山书楼抽水蓄能电站施工区规划布置了 2 个承包商营地；业主永久营地为书楼镇已建建筑，在书楼镇城镇规划用地范围内，业主营地生活污水纳入城镇污水管网处理。根据《四川省用水定额》，施工营地人员参考东部盆地区农村居民生活用水定额，每人日生活用水量取 130L/d ，高峰时段废水总排放量分别为 $8.73\text{m}^3/\text{h}$ 、 $22.24\text{m}^3/\text{h}$ ；主要污染物为 COD_{Cr} 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ ，浓度分别为 350mg/L 、 25mg/L 。楠木沟及金沙江补水河段执行Ⅲ类水域标准，生活污水经处理后回用于绿化或洒水降尘，不外排，对地表水环境基本无影响。

5.3.2 初期蓄水期对水质的影响

屏山书楼抽水蓄能电站水库蓄水将淹没部分林地、草地，但水库蓄水前会对淹没区进行彻底的清库工作，故不存在大量植物在库内腐烂而导致水质恶化的可能。水库蓄水初期，淹没水下的土壤有机质及一些清理残存的植被将分解释放出有机质，有机质分解使水体中 COD、 BOD_5 、氮和磷等浓度增加，溶解氧降低。有机质经水浸泡分解，在缺氧条件下产生硫化物，可能导致水库底层水质发生恶臭，形成水库的内源污染，但是释放为短期影响且数量有限。根据以往水库蓄水经验，若蓄水前库底清理不彻底，库底浸出物较多的情况下，初期蓄水的水质一般相对较差。蓄水前若按照水电工程水库清理设计规范开展彻底清库消毒后，预计蓄水初期上、下水库水质不会有明显变化。

初期蓄水阶段，需要从金沙江补水，年平均取水量占坝址多年平均来水

0.003%，补水量占比极小，对向家坝水库几乎无影响。工程通过浮船式取水泵站补充，不会携带污染物入江，因此，工程取水对金沙江取水口下游水质影响较小。

5.3.3 运行期对水质的影响

5.3.3.1 污染源预测分析

（1）库周及上游污染源

本工程上、下库区及周围无工业污染源分布，区域以农业自然经济为主，农田氮肥、磷肥使用量较少。楠木沟沿岸分布的居民点为西村，规模不大，下游设有西村污水处理站且已投运，但楠木沟上游仍有零星分布居民点其生活污水为散排状态。总体上，工程区现状污染源为生活污染源和农业污染源，污染负荷较低，且根据当地社会发展规划，区域社会经济结构将继续以农业为主导，不会发展大型污染型工业企业。据此可以预见，长时期内区域污染源结构较目前不会发生较大变化。

（2）电站污染源

工程运行期的业主营地工作人员 129 人，生活污水日产生量约 16.51m³/d。生活污水中 COD 浓度为 350mg/L，NH₃-N 浓度为 25mg/L，产生的生活污水接入书楼镇生活污水管网，对地表水环境基本无影响。

电站运行期间含油废水主要为机电设备渗漏水，为保护河流生态环境，防止电站含油污水污染河道水体，根据《水力发电厂机电设计规范》（NB/T 10878-2021），厂房排水系统应结合含油污水处理系统进行设计，机电设备渗漏水等含油污水应汇集至油污集水井，经含油污水处理系统处理。处理工艺采用油水分离器处理，设置 DYF-10 型油水分离装置 1 台，处理能力为 10m³/h，该分离器处理后的废水含油量可以降至 5mg/L 以下，处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）相应标准后回用于地面洒水或绿化，不直接排放，不会对周边水体造成影响。

5.3.3.2 对库区水质的影响

在上、下水库形成后，工程运行期反复的抽放水，促进了上下库水体交换，水体的循环混合及复氧作用的加强有利于促进污染物质的分解和降解，增强其自净能力，有利于水库水质的改善。由于水体在上、下库间循环往复，互相影响，上、下库水体水质具有相同变化趋势。总体来看，屏山书楼抽水蓄能电站建成运

行后，上下库间水体交换频繁，能维持现有的水质现状。

5.3.3.3 库区水体富营养化趋势分析

(1) 预测模型

采用狄龙（Dillon）模型对上、下水库水体中的总磷、总氮、高锰酸盐指数进行预测。其模型为：

$$P = \frac{L(1-R)}{Hq}$$

式中： L —入库面积负荷浓度， $g/(m^2 \cdot a)$

H —水库平均水深， m ；

q —水力冲刷率；

R —滞留系数。

在狄龙（Dillon）模型中有 L 、 R 、 H 、 q 四个参数需要确定。

面积负荷总磷（总氮、高锰酸盐指数）浓度 L ：根据 $L = Q_{in}P_{in}/A$ 计算，入流量按多年平均流量取值（ m^3/s ）； P_{in} 为输入水库的总磷、总氮、高锰酸盐指数浓度（ mg/l ）， A 为水库表面积（ m^2 ）；

滞留系数 R ：根据 Dillon 和 Kirchner 的分析，滞留系数 R 与面积负荷 q_s 密切相关，滞留系数 R 的计算公式如下：

$$R = 0.426 \exp(-0.271q_s) + 0.574 \exp(-0.00949q_s)$$

式中： $q_s = Q/A$ （ Q 为年出库水量）

水库平均水深 H ：根据各月水库运行水位，计算对应的水库库容面积曲线后得到。

水力冲刷系数 q ： $q = Q_{in}/V$ ， V 为水库库容。

(2) 预测结果

根据预测模型计算，上、下水库丰水期、平水期以及枯水期预测结果详见表 5.3-2。

屏山书楼抽水蓄能电站上、下水库水质预测值

表 5.3-2

项目	情景	水期	TP（mg/L）	TN（mg/L）	COD _{Mn}
上水库	现状	丰水期	0.08	3.54	1.83
	预测		0.068	3.012	1.557
	现状	枯水期	0.07	2.33	1.37

	预测		0.06	1.983	1.166
下水库	现状	丰水期	0.05	2.81	1.8
	预测		0.048	2.689	1.722
	现状	枯水期	0.03	2.17	0.9
	预测		0.029	2.076	0.861

根据预测结果，上、下水库成库后总磷丰水期、枯水期预测值均能满足Ⅲ类水域标准。

(3) 富营养化评价模型及评价结果

根据《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办〔2011〕22号），湖库营养状态评价采用综合营养指数法 TLI（Σ）。

采用 0~100 的一系列连续数字对湖泊(水库)营养状态进行分级， $TLI(\Sigma) < 30$ ，为贫营养； $30 \leq TLI(\Sigma) \leq 50$ ，为中营养； $TLI(\Sigma) > 50$ ，为富营养； $50 < TLI(\Sigma) \leq 60$ ，为轻度富营养； $60 < TLI(\Sigma) \leq 70$ ，为中度富营养； $TLI(\Sigma) > 70$ ，为重度富营养。

综合营养状态指数计算公式如下：

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot TLI(j)$$

式中：TLI(Σ)——综合营养状态指数；

W_j ——第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

$TLI(j)$ ——代表第 j 种参数的营养状态指数，其中：

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

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

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

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

$$TLI(CODMn) = 10(0.109 + 2.661 \ln CODMn)$$

以 chla 作为基准参数，则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为：

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

式中： r_{ij} ——第 j 种参数与基准参数的相关系数；

m ——评价参数的个数。

其中中国湖泊(水库)的 chla 与其他参数之间的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 见表 5.3-2。

中国湖泊(水库)部分参数与chla的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 值

表 5.3-2

参数	chl _a	TP	TN	SD	COD _{Mn}
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij2}	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

本项目各参数取值如表 5.3-3 所示。

屏山书楼抽水蓄能电站各参数取值表

表 5.3-3

时期	参数	TLI(Σ)	富营养化水平
丰水期	上水库	30.2	中营养
	下水库	19.3	贫营养
枯水期	上水库	30.8	中营养
	下水库	21.3	贫营养

基于对库区营养物枯水期、丰水期预测成果对屏山书楼抽水蓄能电站建库后富营养化进行预测。经过计算得到屏山书楼抽水蓄能电站成库后上库区富营养化指数枯水期 $TLI(\Sigma)=30.8$ ，丰水期 $TLI(\Sigma)=30.2$ ，均为中营养状态。下库区富营养化指数枯水期 $TLI(\Sigma)=21.3$ ，丰水期 $TLI(\Sigma)=19.3$ ，均为贫营养状态。

屏山书楼抽水蓄能电站为日调节型，抽水蓄能电站运行时上下库水体交换频繁。这种频繁交换会彻底打破水体的稳定状态，使其水温、水质均处于完全均匀混合状态，因此不具备发生富营养化的稳定条件，发生富营养化的可能性不大。

综上分析，屏山书楼抽水蓄能电站上、下水库发生富营养化的可能性很小。

5.3.3.4 对上库坝址以下河段水质的影响

根据前节预测，工程蓄水后，因抽水蓄能的水量交换，会使其成为一个完全混合式水库，水质会逐渐向好，同时楠木沟上游处居民搬迁，生活污水及禽畜污染源减少，上游来水质得到改善。上水库坝址距离下库库尾约 2.9km，期间有九房沟及老厂沟汇入，无工业污染源分布，因此工程建成后上水库坝址以下减水河段水质逐渐向好，能满足Ⅲ类水域标准。

5.3.3.5 对下库坝址以下河段水质的影响

工程建成后除蒸发渗漏补水外，多余水量利用泄洪放空洞下泄至坝址下游河段，且坝址下游河段至金沙江汇口无工业污染源分布，因此工程建成后对楠木沟下水库坝址以下河段水质基本无影响，能维持现有的水质现状。

含油污水经收集后通过油水分离装置处理后回用于冲厕及绿化浇灌等，不外排，对地表水水质无影响。

5.4 地下水环境影响预测与评价

5.4.1 对地下水水质影响

工程施工和运行期间,对各类污废水均进行处理后回用或综合利用,不外排,污废水不会进入地下水补给区;所有固废均能得到合理处置,不会下渗污染地下水,因此正常情况下工程不会对地下水水质造成污染。

5.4.2 地下水水位、水量影响

上、下水库和地下工程施工和工程运行期间可能造成地下水补给、径流和排泄条件变化,从而影响地下水位及地下水量。

5.4.2.1 输水系统及地下厂房

据工程区长观孔地下水位观测资料分析,输水隧洞除下平段及下竖井下部处于地下水位以下外,其余洞段均处于地下水位以上。输水隧洞沿线无大的常年性地表流水沟,浅沟、小型凹槽等多为季节性流水或短时降雨性流水。输水隧洞沿线地层岩性以泥岩为主,夹少量粉砂岩、砂岩,构造不发育,其赋水条件较差,地下水富水性不丰,地下水主要为孔隙性潜水和基岩裂隙潜水,补给来自大气降水和地表径流,向沟道排泄,排泄条件较好。钻孔压水试验成果表明,微新无卸荷岩体的透水性以弱~微透水位主,弱风化弱卸荷岩体的透水性为弱透水~中等透水。上、下坝址勘探平洞揭示,雨季局部洞段陡倾裂隙有少量渗水或滴水。输水隧洞发生大量涌水的可能性不大。

因此,输水隧洞工程的开挖不会引起沿程地下水位的大幅下降,施工过程中随着地下水位波动,可能有渗、滴水现象,工程设计已考虑相关防护工程措施,工程施工对地下水水位及水量影响较小。

5.4.2.2 上水库

上水库利用楠木沟及库周山岭筑坝成库,库盆大多基岩裸露,地层岩性为泥岩、粉砂质泥岩夹砂岩,砂岩的比例约占 17%,结构面发育程度及岩体完整性、风化、卸荷在不同岩性中存在明显的差异,岩体透水性表现出跳跃性突变的特征。根据上水库区 19 个钻孔 293 段压水试验成果,上水库(坝)区基岩透水性主要受地层岩性、岩体风化、卸荷影响,透水率 $q > 50\text{Lu}$ 的占 5%,主要分布于岸坡浅表强风化、强卸荷带内; $3\text{Lu} < q < 50\text{Lu}$ 的占 22%,主要分布于岸坡弱风化、弱卸荷带内; $1\text{Lu} < q < 3\text{Lu}$ 的占 9%, $q < 1\text{Lu}$ 的占 64%,主要分布于微新岩体

内。总体上，工程区岩体透水性以微—弱透水为主。

上水库（坝）区共布置了 13 个长观孔，根据工程区长观孔地下水位观测资料分析，地下水位受降水控制，季节性变化明显。水库建设期间，除坝址处有部分开挖，其它岸坡及库盆不存在大范围的开挖，因此水库建设期间对库岸山体的地下水位及水量影响较小。根据钻孔地下水埋深统计，库（坝）区的地下水位变化较大，其中库尾段地下水埋深 51m~97.8m，左岸地下水位埋深 24m~70m，右岸地下水位埋深 48m~83m。

结合上水库库盆水文地质及库盆渗漏分析，上水库库盆无不良地质现象，地层岩性为泥岩、泥质粉砂岩和粉砂质泥岩互层，地层风化、卸荷较浅，渗透性较差，除库尾分水岭山脊部分位置外，上库库盆不存在水库渗漏问题，因此上库不考虑全库盆防渗型式，大坝及两岸坝肩采用混凝土面板+垂直帷幕的防渗型式。根据上水库三维渗流计算成果，上水库采取相应防渗措施后，上水库正常蓄水位工况总渗流量约 2073m³/d，约占上水库总库容 848 万 m³ 的 0.024%，满足规范的要求。水库蓄水后，坝基可能存在渗漏问题，将采取防渗帷幕等防渗处理措施。在采取一定的措施后，上水库对区域地下水环境不会产生显著影响。

5.4.2.3 下水库

根据地下水的赋存条件，下水库（坝）区地下水类型主要为孔隙性潜水和基岩裂隙潜水，补给来自大气降水和地表径流，向沟道排泄，受地层岩性和裂隙控制，地下水分布具有不均匀性和各项异性的特点，地下水位受降水控制，季节性变化明显。

下水库利用楠木沟及库周山岭筑坝成库，库区沟谷狭窄，地形高陡，山体雄厚，地形封闭条件较好，其两岸大多基岩裸露，下水库（坝）区地层岩性以泥岩、粉砂质泥岩与泥质粉砂岩、砂岩互层，两岸砂岩的比例约占 25%，结构面发育程度及岩体完整性、风化、卸荷在不同岩性中存在明显的差异，岩体透水性表现出跳跃性突变的特征，根据下水库（坝）区 3 个钻孔（ZK201、ZK202、ZK203）68 段压水试验成果，下水库（坝）区基岩透水性主要受地层岩性、岩体风化、卸荷影响，除岸坡表部为强透水外，总体上以微透水、弱透水为主，其中微透水 31 段，占比 46%，弱透水 14 段，占比 20%，中等透水 23 段，占比 34%。坝址区表浅部强透水下限埋深约 10m；中等透水下限埋深在沟床部位约 50m，两岸约 60~

70m，岩体透水率 $Q < 1\text{Lu}$ 的埋藏深度约 50~70m。除岸坡浅表岩体为中等透水外，其余岩体透水性微弱；库区无可溶性岩石分布，无贯通性断裂通过，不存在构造型的渗漏通道，水库渗漏问题不突出。

上水库（坝）区共布置了 4 个长观孔，根据工程区长观孔地下水位观测资料分析，地下水位受降水控制，季节性变化明显。水库建设期间，除坝址处有部分开挖，其它岸坡及库盆不存在大范围的开挖，因此水库建设期间对库岸山体的地下水位及水量影响较小。根据钻孔地下水埋深统计，库（坝）区的地下水位变化较大，其中左岸地下水位埋深 32.47m~47.85m，右岸地下水位埋深 27.34m~72.96m。

下库库盆不存在水库渗漏问题，因此不考虑全库盆防渗型式，坝址区存在坝基、坝肩渗漏的地质条件，大坝及两岸坝肩采用混凝土面板+垂直帷幕的防渗型式。根据上水库三维渗流计算成果，上水库采取相应防渗措施后，上水库正常蓄水位工况总渗流量约 $1997\text{m}^3/\text{d}$ ，约占下水库总库容 674 万 m^3 的 0.030%，满足规范的要求。水库蓄水后，坝基可能存在渗漏问题，将采取防渗帷幕等防渗处理措施。在采取一定的措施后，下水库对区域地下水环境不会产生显著影响。

5.4.2.4 对区域周边地下水环境的影响

根据调查，本工程地下水影响范围内无集中利用地下水要求，也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）等地下水敏感对象，工程建设不存在对地下水敏感对象的影响问题。

5.5 土壤环境影响预测与评价

5.5.1 施工期土壤环境影响预测与评价

工程施工期各类污（废）水处理后回用，不外排；生活垃圾通过垃圾车集中收集纳入书楼镇垃圾收运系统处理，危险废物拟在施工场内设置危废贮存设施，并定期委托有资质单位定期清运处理。在采取上述措施后，施工期各类污染物对工程区域土壤环境影响很小。

施工期施工作业产生的表土扰动等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利的影响，因此，施工期应对扰动区表土进行收集并单独堆存，在施工结束后用于扰动区的植被恢复，缓解施工活动对土壤环境产生的影响。

5.5.2 运行期土壤环境影响预测与评价

工程运行期发电厂房生活污水和含油废水，经处理后回用，不外排；生活垃圾经收集后外运处置；危险废物暂存于危废贮存设施，定期交由有资质单位处置，在采取上述措施后不会对工程区土壤环境造成污染。

运行期水库蓄水后，对水库蓄水可能引起的盐化影响采用《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中的附录 F“土壤盐化综合评分预测方法”进行预测评价。

5.5.2.1 土壤盐化综合评分法

根据表 5.5-1 选取各项影响因素的分值与权重，采用以下公式计算土壤盐化综合评分值（ S_a ），对照表 5.5-2 得出土壤盐化综合评分预测结果。

$$S_a = \sum_{i=1}^n W_{x_i} \times I_{x_i}$$

式中： n --表示影响因素指标数目；
 I_{x_i} --表示影响因素 i 指标评分；
 W_{x_i} --表示影响因素 i 指标权重。

5.5.2.2 土壤盐化影响因素赋值表

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），土壤盐化影响因素赋值情况详见表 5.5-1。

土壤盐化影响因素赋值表

表 5.5-1

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
地下水位埋深 (GWD) / (m)	GWD≥2.5	1.5≤GWD<2.5	1.0≤GWD<1.5	GWD<1.0	0.35
干燥度 (蒸降比值) (EPR)	EPR<1.2	1.2≤EPR<2.5	2.5≤EPR<6	EPR≥6	0.25
土壤本底含盐量 (SSC) / (g/L)	SSC<1	1≤SSC<2	2≤SSC<4	SSC≥4	0.15
地下水溶解性总固体 (TDS) / (g/L)	TDS<1	1≤TDS<2	2≤TDS<5	TDS≥5	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.10

本工程上水库区地下水总体埋深 24m~97.8m；下水库左岸地下水位埋深 25m~40m，右岸地下水埋深 27.34m~72.96m，工程区域地下水埋深总体大于 2.5m，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据分析计算屏山气象站多年平均水面蒸发量为 1057.5mm，多年平均降水

量为 963.5mm，经计算，干燥度（蒸降比值）（EPR）为 1.098；土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据土壤环境现状监测结果，工程区域土壤含盐量为 0.161~0.64g/kg，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据地下水环境现状监测结果，各监测点位地下水环境监测指标中溶解性总固体为 0.207~0.253g/L，小于 1，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据工程土壤质地调查，工程区域以壤土为主，壤盐化影响赋值为 4 分。

5.5.2.3 土壤盐化预测表

根据本项目土壤盐化影响因素赋值及权重，本项目的土壤盐化综合评分值 $Sa=4\times0.10=0.4$ 。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中的土壤盐化预测表（详见表 5.5-2），本项目建成后不会造成周边土壤发生盐化现象。

土壤盐化预测表

表 5.5-2

土壤盐化综合评分值（Sa）	Sa<1	1≤Sa<2	2≤Sa<3	3≤Sa<4.5	Sa≥4.5
土壤盐化综合评分预测成果	未盐化	轻度盐化	中度盐化	重度盐化	极重度盐化

5.6 水生生态影响预测与评价

5.6.1 施工期水生生态影响

5.6.1.1 对浮游生物的影响

施工导流土石围堰、坝基开挖等主体工程在坝址部分河段施工，直接扰动河道底部与边坡土地。边坡动工、围堰填筑料倾倒堆积土石落入河道，干地施工扬尘飘散落入水体，短时间内导致施工区附近水域悬浮物大量增加，水体透明度下降。悬浮物浓度的增加对浮游植物的生长、繁殖及生物量有不同程度的影响，水体透明度下降，水下光照条件恶化，浮游植物光合作用所需光照环境受到影响，影响浮游植物细胞分裂和生长，导致局部水域浮游植物生物量和初级生产力下降，进而导致水体溶解氧降低，水质恶化。

悬浮物含量异常增多会对浮游动物尤其是滤食性种类带来不利影响，枝角类、桡足类等浮游动物存活和繁殖受到明显的抑制作用。一方面，过量悬浮物使其食物过滤系统和消化器官堵塞，大量悬浮颗粒黏附在动物的体表，干扰其正常呼吸

等生理功能;另一方面,悬浮物抑制浮游植物的生长导致初级饵料的减少,导致滤食性浮游动物食物的匮乏,使得浮游动物的存活和繁殖受到明显的抑制。工程的开展会造成上、下水库施工区域内浮游动物密度和生物量明显降低。

上水库坝址处围堰施工、下水库拆除原有的楠木沟挡水坝等施工活动的开展造成上游附近水域浮游动植物密度和生物量的降低,但其影响主要集中在施工期。施工期采取导流措施情况下,避免下游河段完全脱水,保证浮游动植物基本生存需求。工程结束后,水体悬浮物逐渐沉降或随水流迁移扩散,其影响将逐渐消散,随着水下光照条件的改善,透明度提高,生境状况逐渐好转,水域浮游动植物种类和数量规模恢复发展。

此外,工程施工用水取自金沙江向家坝库区,工程施工期年取水量占金沙江向家坝断面多年平均天然来水量的比例为 0.00006%,所占比例极小,施工期取水对金沙江下游河道水生生物影响总体较小。总体上,施工对水生生物的影响较小。

5.6.1.2 对底栖动物的影响

水体底层为富含有机质的泥炭层,施工期水体底泥被搅动、搬运或疏挖后,底栖动物也将随底泥的取走而死亡或迁移它地。水库枢纽施工期间,各种机械设备可能对河道内水生昆虫等底栖动物造成直接的伤害。施工导致的水体混浊和可能的水体污染,将使那些喜洁净水体的蜉蝣等逃离施工水域,其种群密度将大大降低。施工引起的水体扰动将可能使沿岸缓流水滩上的卵石、砾石被污泥覆盖,直接影响了水生底栖无脊椎动物的生存和繁衍。施工期间的生产废水经过处理之后循环利用,不外排;固体废物等也集中收集和处置,施工对工程河段水质影响较小,进而对底栖动物的不利影响较小。工程竣工后,经过一定时间的自然恢复,如果不出现新的致危因素,底栖生物的资源将逐步得到恢复。

5.6.1.3 对鱼类的影响

(1) 对鱼类多样性的影响

工程施工期间的生产废水、生活污水、固体废物、生活垃圾等均进行了必要的处理,不会对河流水质造成较大影响,不会威胁到鱼类的生存。

施工期间需要进行临时围堰,加上施工机械噪音等,将使原来栖息于工程区域的鱼类逃离,改变鱼类在河道中局部范围内的分布状况。但流域内鱼类资源主

要分布在工程施工区域下游，且其影响将随施工的结束而消失。

因此，工程的规范施工，不会造成河流中鱼类种类的灭绝，对整个河段中鱼类的多样性不会造成明显的影响。

（2）对鱼类栖息地的影响

工程施工期间，施工机械作业产生的声、光、电等物理影响因素会对施工河段鱼类的栖息、生长、繁殖和迁移产生不利影响。长期的噪声、光照以及发电等影响因子将迫使鱼类远离施工区域，但施工结束后逐渐返回原栖息地。

根据现场调查结果，楠木沟比降较大，且分布有多处跌水，存在一定天然地理阻隔，无典型产卵场、索饵场、越冬场。上水库所在流域无鱼类分布，下水库坝址建设处鱼类资源贫瘠，仅分布有云南光唇鱼、短须颌须鮠、大鳞副泥鳅、泥鳅以及鲤，其中鲤、大鳞副泥鳅和泥鳅为楠木沟水库人为放生的水质指示物种，因此工程影响河段发现的鱼类中仅有云南光唇鱼、短须颌须鮠 2 种土著鱼类。总体上，施工对楠木沟内的鱼类影响有限。

5.6.2 初期蓄水期水生生态影响

根据屏山抽水蓄能工程初期蓄水计划，工程将于第 4 年 3 月初~第 5 年 9 月底进行蓄水，从向家坝水库取水总量为 770.6 万 m^3 ，年平均取水量为 513.7 万 m^3 。在优先保证下水库下泄不低于 $0.01755\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量的前提下，将其余来水蓄至库内。屏山抽水蓄能电站水库在初期蓄水期间，上、下水库坝址上游河段主要表现为水位抬升、水流变缓，坝址下游河段则主要表现为河道流量减小，其中上下库之间会形成约 2.9km 减水河段，导致下游河段水环境容量减小，对污染物稀释降解能力减弱。本工程初期蓄水期间年平均取水量占坝址多年平均来水量比例极小，对向家坝水库及补水口下游河段水生生态几乎无影响。

工程补水的卷吸效会造成取水口局部区域浮游生物一定的损失，但由于补水量不大，且取水口取水流量较小，单台水泵最大流量为 $0.43\text{m}^3/\text{s}$ ，对小金河支库库区浮游生物总体影响较小。浮船泵站取水口局部水体流速变化可能会影响小范围内鱼类的栖息，但小金河水库库区其它区域仍能满足鱼类栖息需求。

5.6.3 运行期水生生态影响

5.6.3.1 对水生生境的影响

屏山书楼抽水蓄能电站运行后，将在上下库之间形成长约 2.9km 的减水河

段，下库坝下至金沙江汇口约 1.3km 河段水量减少。

(1) 对库区水生生境的影响

屏山抽水蓄能运行后，坝址以上将形成库区河段，库区水位抬高、水面变宽、水流变缓，河流的水动力学过程发生较大的变动。屏山书楼抽水蓄能电站运行后，库区流速减缓，水体滞留时间延长，库区水体营养负荷较建库前有一定程度的增加，但由于工程运行反复的抽放水，促进了上下库水体交换，且库区无工业污染，生活污染和农牧业污染负荷小，根据前文水库富营养化预测，库区发生富营养化的可能性较小。

上、下水库建成后，坝址上游约 1~2km 基本无天然河道。工程运行后，屏山抽水蓄能电站库区水生生境将由天然状态转变为缓流水库，同时由于水库对泥沙拦蓄作用，库区水体浑浊度逐渐降低。

根据四川省生态环境监测总站公布的近年地表水水质状况，向家坝库区及坝下水质较好，均能满足Ⅱ类水质，因此从向家坝库区补水基本不会对楠木沟本身水质产生影响

(2) 对坝址下游河段水生生境的影响

屏山抽水蓄能电站工程建成投入使用后，坝址至楠木沟入金沙江河口之间将形成长约 2.9km 的减水河段，上水库坝下分别有酒房沟、老厂沟汇入，上水库不考虑下泄生态流量仍能维持坝下流水状态。下水库坝址多年平均流量 $0.117\text{m}^3/\text{s}$ ，运行期下泄坝址处多年平均流量的 15%，即 $0.01755\text{m}^3/\text{s}$ ，作为屏山抽水蓄能下库坝下河段水生生态基流，因此运行期下库坝下河段流量减小，河面宽度、水深减少，对坝址下游河段水文情势有一定的影响，但与现状相比，运行期下库常年下泄多年平均流量的 15%，下库坝下河段可保持流水生境，且较现状相比，保障程度大大提高，一定程度改善并仍满足鱼类生存栖息所需的生境条件。

5.6.3.2 对浮游植物的影响

屏山抽水蓄能电站建成后，上库、下库库区河段水域面积增大，水流变缓，水位抬升，库区水体透明度将增加，水中光照增强，浮游植物群落将由建库前的河流型向湖库型变化，浮游植物多样性和数量将会增加。适宜流水生境的硅藻门植物如：舟形藻、脆杆藻和针杆藻等将会减少；而适宜缓流生长的藻类，特别是蓝藻门和绿藻门种类和生物量会逐渐增加，但仍以硅藻门为主要构成。

在上库、下库减水河段，因下泄生态流量仍能保证河流自然流态，浮游植物种类组成保持不变，但由于水位下降，水量减少，水体体积显著缩小等原因，浮游植物生物量会因适宜生境缩小而显著减少。

总体来看，屏山抽水蓄能电站建成后，库区河段浮游植物种类和生物量均会有所增加，但由于工程对库区的水质影响较小，水体营养负荷承载有限，浮游植物生物量以及多样性增长幅度较小。

5.6.3.3 对浮游动物的影响

屏山抽水蓄能工程建成后，库区水流变缓，透明度升高，浮游动物密度和生物量将显著升高。从种类组成看，原生动物和轮虫种群和数量会有所增加；在浅水近岸带，将出现一部分喜有机质的纤毛虫类。从数量和生物量看，枝角类、桡足类等大型浮游动物的出现和增加将使浮游动物生物量显著增加。

在下库减水河段，因下泄生态流量仍保持河流特征，浮游动物种类组成保持不变；但减水时段内由于水位下降，水量减少，水体体积显著缩小等原因，浮游动物生物量会因适宜生境面积缩小而明显减少。

5.6.3.4 对着生藻类的影响

屏山抽水蓄能电站运行后，坝址上游河段由原有的跌水-深槽型形态河流变为河道型缓流水库，库区水深增加、水面扩大、容积增加，减少阳光穿透性，导致原河道底层着生藻类逐渐减少。

屏山抽水蓄能电站运行期对坝址下游河段水文情势有一定影响，但坝址下游仍将保持流水生境，因此运行期对屏山抽水蓄能坝址以下河段着生藻类影响较小。

5.6.3.5 对底栖动物的影响

屏山抽水蓄能蓄水后，水库库尾区及以上区域仍属河道形态，底栖动物的种类组成、优势种和生物量与原河道变化有限，而在库区由于水位变动幅度大、水位抬升、库岸变化和泥沙淤积，底栖动物种类组成将发生显著变化，原河流中适生的种类、喜高氧生活的种类将显著减少，在某些深水带会近绝迹，如水生昆虫中的蜉蝣目种类、石蚕、石蝇等会显著减少，而适于缓流生境的水生寡毛类和螺类将会增加，像龟甲轮虫、多肢轮虫、疣毛轮虫等静水敞水轮虫种类将出现且成为常见种，但底栖动物多样性将逐渐减少。

在减水河段，因下泄生态流量仍保持河流特征，底栖动物种类组成保持不变；

但减水时段内由于水位下降，水量减少，水体体积显著缩小等原因，底栖动物生物量会因适宜生境面积缩小而明显减少。

5.6.3.6 对鱼类的影响

屏山抽水蓄能工程建成后，库区河段的水深、流速、水面面积等水文情势较天然状态发生大幅变化。楠木沟鱼类资源量将进一步减少，但该流域仅分布有云南光唇鱼，没有珍稀特有鱼类和洄游型鱼类分布，工程的建设对楠木沟以及金沙江鱼类资源影响较小。

屏山抽水蓄能电站下游将形成长约 2.9km 的减水河段，此区间鱼类的种群和数量将有所减少。在下泄生态流量后，适应性较强的鱼类如子陵吻虾虎鱼、云南光唇鱼和鲇等还可继续分布于减水河段，但受生存空间的限制，区间的鱼类资源量将有所缩减。

(1) 大坝阻隔对鱼类的影响

拦河筑坝会使河流的连续性受到影响，对鱼类的上溯交流产生阻隔效应。长期运行，将使得上游和下游的鱼类种群无法进行正常的基因流动，这会导致种群之间的遗传隔离，从而降低基因交流的频率，增加遗传漂变和近交的可能性。如果种群数量较少时，遗传漂变的效应会更加显著。这种随机性可能导致某些有益或有害的基因突变在种群中迅速扩散，从而影响遗传多样性。当种群规模较小且基因流动受限时，近交的概率会增加。近交通常会导致基因缺陷的积累，减少种群的适应性，增加易感病害的风险，并可能导致遗传健康问题，如生长缓慢、繁殖率下降。

但调查结果显示，上水库没有调查到任何渔获物，楠木沟中上游干支流河道有其他已建九房沟、老厂沟和楠木沟等小型水库将河道阻断，且中上游分布有多个落差较大的跌坎，碎片化的生境对河道内鱼类种群交流产生障碍，上水库、下水库大坝的建成将进一步破坏河道的连通性，流域内适宜云南光唇鱼的生境斑块将进一步减少。

工程的建设将使河流的连续性受到影响，对鱼类的上溯交流产生阻隔效应。屏山抽水蓄能工程与已建水库对该流域分布的鱼类将产生叠加影响。

(2) 水文情势变化对鱼类的影响

1) 库区水文情势变化对鱼类的影响

运行期间，下水库进/出水口及浮船泵站抽水将对影响范围内水体鱼类资源尤其是鱼类早期资源产生卷吸效应。进/出水口卷吸一般包括抽水卷载和卷塞 2 种工况，卷载指可通过拦污栅的鱼卵、鱼苗等小型水生生物被动裹挟随水流一同进入抽水系统的过程，被卷载的生物在输水发电系统中易导致死亡的现象；卷塞指下水库进/出水口抽水工况下过滤装置拦截，导致生物伤害或死亡的物理现象。

根据水力学数值模拟，发电工况下（出流），死水位 524.0m，1#2#双机发电，拦污栅断面平均流速 0.67~0.80m/s，最大流速 1.45m/s，流速不均匀系数 1.72~1.99；正常蓄水位 566.0m，1#2#双机发电，拦污栅断面平均流速 0.67~0.80m/s，最大流速 1.45m/s，流速不均匀系数 1.72~1.99。抽水工况下（进流），死水位 524.0m，1#2#双机抽水，拦污栅断面平均流速 0.59~0.71m/s，最大流速 1.01m/s，流速不均匀系数 1.43~1.44；正常蓄水位 566.0m，1#2#双机抽水，拦污栅断面平均流速 0.59~0.71m/s，最大流速 1.01m/s，流速不均匀系数 1.43~1.44。

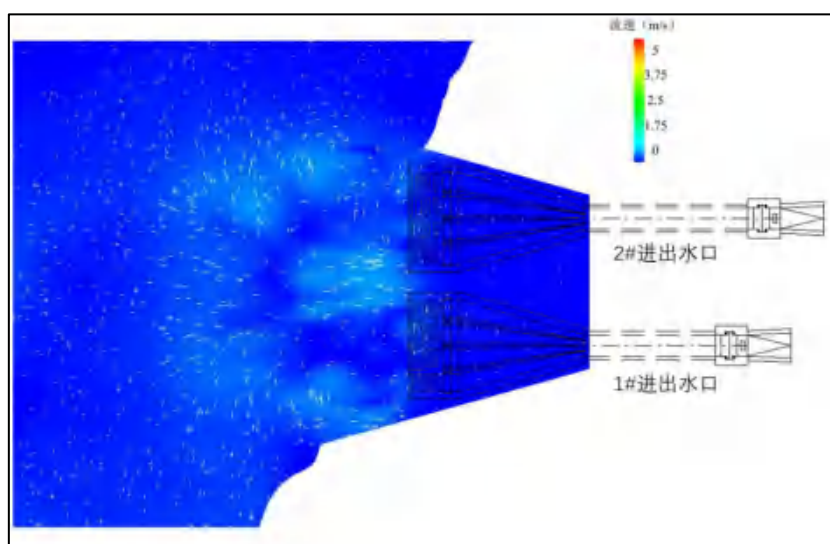


图 5.6-1 发电工况进/出水口附近水平截面流速场

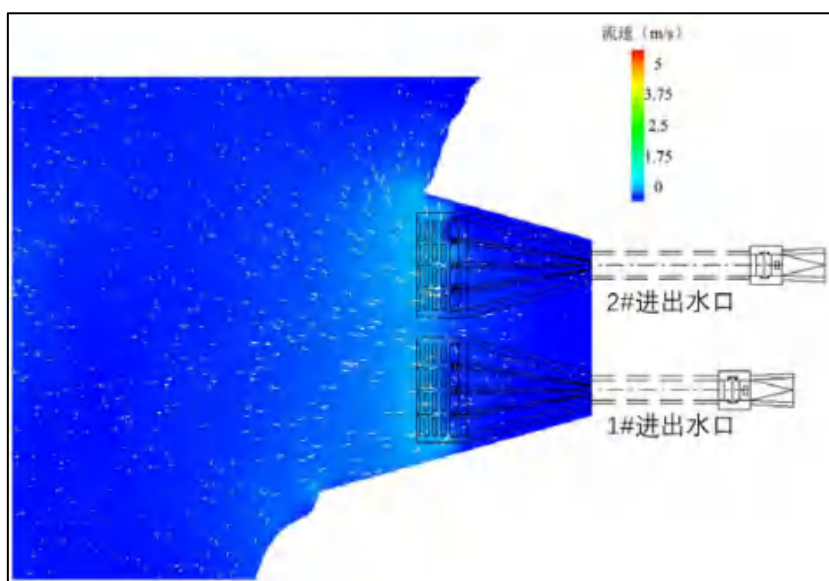


图 5.6-2 抽水工况进/出水口附近水平截面流速场

从流场分布判断，明渠及库区流态方面，死水位 524.0m 工况，发电工况（出流），水流自进/出水口进入明渠，明渠段断面部分流速与出流方向相反，即表面存在微弱回流；到了明渠段末端，水流均沿出流方向进入库区，各断面流速横向分布较为均匀；且由于进/出水口两侧开挖角度较大，明渠段两侧水面出现一定程度环流。在正常蓄水位运行时，不会出现回流等不利水流条件。抽水工况（进流），水流由库区流入进/出水口，库区表面无环流，水流流态平稳，不会产生有害吸气漩涡。

总体而言，下库机组抽水运行时对鱼类产生影响较小，但楠木沟中下游分布的云南光唇鱼和短须颌须鮠均属于小型鱼类，游泳能力较弱，其鱼类早期资源可能会受到卷吸的影响。

2) 坝下水文情势变化对鱼类的影响

屏山抽水蓄能电站上、下水库坝址多年平均流量分别为 $0.0195\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.117\text{m}^3/\text{s}$ 。上水库在楠木沟沟首筑坝成库，上水库坝后压坡体坡脚已抵近楠木沟与九房沟汇口，该河段无适宜的鱼类“三场”分布，无特殊生态需水要求，本阶段不考虑下泄生态流量；下水库在书楼镇西村楠木沟内筑坝成库，为维持坝下生态环境，下水库坝址处需常年下泄生态流量，本阶段全年暂按多年平均流量的 15% 考虑，即 $0.01755\text{m}^3/\text{s}$ ，满足维持河道水生生态系统稳定所需水量，工程建设对河道内鱼类现状的实际影响有限。

3) 减水河段：对减水河段而言，分布有多个落差较大的跌坎，碎片化的生

境对河道内鱼类种群交流产生障碍，楠木沟本身为季节性支沟，该河段在调查中未采集到渔获物，因此，屏山抽水蓄能电站建设不会对减水河段生境有明显影响。

(3)对鱼类资源的影响

向家坝水库经过多年运行，库区干支流河段鱼类群落结构已发生明显改变。工程运行对鱼类的影响主要为补水工程在向家坝水电站库区楠木沟支库取水口的卷吸效应及局部水流扰动。距离工程取水口最近的产卵生境位于取水口上游约0.6km处，由于取水导致的流速及水文情势变化仅局限于取水口附近较小范围，因此不会直接影响到此处鱼类产卵生境的功能。取水口卷吸效应会造成取水口附近一定数量的鱼类资源损失，但也仅局限于取水口附近，由于取水口附近无鱼类适宜的产卵生境，因此，工程补水对鱼类早期资源影响很小，且受影响的鱼类主要为向家坝成库后常见的产粘性卵鱼类，该类群在区域内的保护价值相对有限。并且鱼类具有趋利避害的行为能力，受到干扰后可主动向适宜水域迁移，结合脉冲式拦鱼电栅等保护措施的设置与运行，工程运行对楠木沟支库鱼类资源的影响很小。

(4) 饵料生物变化对鱼类的影响

屏山抽水蓄能工程蓄水运行后，随着水库生态系统的发育，库区水生生物种类组成、群落结构也相应发生演变。库区水面变宽、水流变缓、营养物质滞留、透明度升高，将有利于浮游生物的繁衍，浮游植物、浮游动物种类和现存量均会有所增加，水体生物生产力提高。库区深水区由于库底部溶氧含量低，光照不足等原因，底栖动物种类、密度和生物量将下降，底栖动物鱼类利用率低。库区鱼类的饵料生物基础从原河流急流生境的以底栖动物、着生藻类为主，演变为以浮游生物、游泳生物或有机碎屑为主的库区饵料生物资源的群落结构，有利于仔稚鱼育幼和浮游生物食性的缓流或静水性鱼类的生长、繁衍。

运行期坝址下游仍保持约 $0.01755\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量，可满足维持河道水生生态系统稳定所需水量，对水生生物栖息空间影响有限，饵料生物资源总量和鱼类资源将略有降低，但总体对屏山抽水蓄能坝址下游鱼类资源影响有限。

(5) 对鱼类“三场”的影响

距离工程最近的鱼类三场为下库坝址下游约 1.3km 的汪家沟汇口至楠木沟库尾。运行期，下水库坝址下游仍保持约 $0.01755\text{m}^3/\text{s}$ 的下泄生态流量，下游河

道生境仍保持相对稳定，工程运行对该汇口鱼类“三场”影响有限，仍能保留其功能。

工程运行后补水工程对向家坝电站库区水位变化影响极小，工程运行期补水导致的楠木沟支库浮游生物、底栖动物等饵料生物的变化有限，楠木沟支库是鱼类良好的越冬场所，本工程运行基本不影响冬季水位影响，对鱼类越冬场的影响有限。

(6) 对重要鱼类的影响

工程影响流域楠木沟内无国家级、省级保护鱼类；工程引水河段位于金沙江向家坝库区内，根据向家坝水电站竣工环境保护验收阶段调查结果，共调查到珍稀特有鱼类 3 种，分别为圆口铜鱼、岩原鲤和长薄鳅。向家坝蓄水运行后，蓄水验收阶段之前调查到有分布的圆口铜鱼、长薄鳅等产漂流性卵鱼类的产卵场和长江鲟等产粘沉性卵鱼类产卵场消失，库尾以上江段的另一些产卵场规模可能扩大。库区河段仅分布有鲤、鲫、鳊等缓静流产粘性卵鱼类的产卵场且较为分散，因此该河段不涉及珍稀鱼类“三场”。本工程补水工程取水点位于向家坝楠木沟支库，距离向家坝坝址仅约 12km，距离库尾较远。目前暂未发现珍稀保护鱼类和具规模的鱼类“三场”分布，因此对重要鱼类影响有限。

运行期屏山抽水蓄能电站下泄生态流量可维持流水生境，因此水库运行对坝址下游河段各种重要鱼类的生存影响较小，各种鱼类仍然能在楠木沟流域中生存，完成其生活史。

5.7 陆生生态影响预测与评价

5.7.1 对陆生植被和植物的影响

5.7.1.1 施工期

工程建设占地面积为 226.86hm²，其中永久用地占地面积为 157.50hm²，临时用地面积为 69.36hm²，工程施工对植被的影响，主要是工程占地及施工开挖对植被的破坏。屏山书楼抽水蓄能电站施工占地主要集中在 3 个区域，上水库枢纽及周边：楠木沟沟首至对丘岩、九房沟区域；下水库枢纽及周边：楠木沟下游及附近区域；下库承包商营地、上下库连接路等：书楼镇以及宝宁村周边农田区域。这三个区域生境条件有所差异，上水库枢纽及周边的楠木沟沟首至对丘岩、九房沟附近占地植被以柳杉林分布为优势，有较多山地杂木林和川莓灌丛分布；下水

库枢纽及周边的楠木沟下游及附近区域占地植被以园地为主，其次为山地杂木林，有耕地、栎林、竹林等分布，还有少量针叶林如柏木林、马尾松林等；书楼镇以及宝宁村周边农田区域以园地和耕地为优势，其间或边缘镶嵌各类灌草丛、构+盐肤木灌丛、竹林、栎林等群落。

屏山书楼抽水蓄能电站施工区主要植被类型面积统计

表 5.7-1

植被类型	上库及周边	下库及周边	书楼镇及周边
柳杉林	18.60	0.66	0.00
栓皮栎林	1.64	2.20	2.98
山地杂木林	6.58	25.56	0.09
慈竹林	0.36	1.08	0.00
硬头黄林	0.00	0.61	0.00
构+盐肤木灌丛	2.42	0.17	0.00
川莓灌丛	6.07	0.00	0.00
灌草丛	2.09	0.23	0.00
耕地	0.64	2.97	11.64
园地	0.51	37.53	14.37
道路	1.61	0.85	1.69
建设用地	0.06	1.62	0.76
水域	1.15	1.58	1.49

5.7.1.2 蓄水期

蓄水期，大部分施工活动已经结束，电站开始关闸蓄水，为电站运行发电做好准备。蓄水期对植物多样性的影响主要是坝址以上、正常蓄水位以下，库区内的植被和植物物种将被全部淹没，将有一定面积的河谷农田、人工林、阔叶林和灌草丛被淹没，但蓄水后评价区内的植物物种组成及植被分布格局不会发生明显改变。从现场调查来看，上水库淹没植被以柳杉林为主，下水库淹没植被以园地为主。屏山书楼抽水蓄能电站蓄水淹没的主要植被类型及物种见表 4.8-7，屏山书楼抽水蓄能电站淹没区主要植被类型面积统计见表 5.7-2。

屏山书楼抽水蓄能电站淹没区分布的主要植被类型均为人工起源群落或次生群落，上水库以柳杉林为主，下水库以园地为主，仅在上水库淹没区影响少量山地杂木林和栓皮栎林自然群落及灌草丛，但这些群落也受到人类活动的影响带有一定的次生性质。本项目建设影响的植物种类为柳杉、栓皮栎、亮叶桦、马尾松、柏木、硬头黄竹、慈竹等评价区常见的乔木树种；另有少量灌草丛、竹林及农田栽培植被，受影响的灌木物种以构、马桑、盐肤木、川莓、高粱泡、箬叶竹

等为代表，受影响的草本植物主要有类芦、五节芒、鹅观草、棒头草、蝴蝶花、打破碗花花、荨麻、接骨草、葎草、马唐、蓟、多种蒿、车前及多种蕨类物种等，还有耕地和园地中的栽培物种。

水库蓄水后，周边湿度有小幅增大，这将有利于库周一些植物种类和植被的生长。在库周生存的一些偏中生的植物可以扩散到山地中生灌丛和草丛群落中，随着这些植物种类的增多，原偏干的生境可能逐渐向中生生境转化，植被覆盖度将略有上升。

屏山书楼抽水蓄能电站淹没区主要植被类型面积统计

表 5.7-2

植被类型	上水库淹没区（单位：hm ² ）	下水库淹没区（单位：hm ² ）
柳杉林	15.99	0.00
栓皮栎林	3.33	0.03
山地杂木林	5.27	0.93
慈竹林	0.01	1.30
硬头黄林	0.00	0.00
构+盐肤木灌丛	0.00	0.00
川莓灌丛	4.77	0.00
灌草丛	1.67	0.00
耕地	0.54	2.52
园地	1.69	14.15
道路	1.13	0.66
建设用地	0.41	0.30
水域	0.88	2.26

5.7.1.3 运行期

电站运行期，所有施工活动结束，临时占地内的植物将进入恢复期。这一时期的影响来自库区水位的涨落波动带动的小气候波动对库周植物产生的周期性干扰影响。运行期库区水位波动带来的影响将形成库周消落带，虽然库区回水长度不大，但上下水库消落带水位涨落幅度均超过 20m，消落带范围内原有的一年生或多年生草本植物生活史很难在常年淹没、暴露的反复干扰下完成，因此无法在此区域生存。少量灌木具有一定高度，可以承受水位反复涨落的影响，可在消落带稀疏分布。

所以电站运行期在保证库区水位不超过正常蓄水位的前提下，电站对植被及植物物种无新增影响。只是水位波动对部分库区边缘灌草丛植被类型和植物物种产生周期性波动影响，影响的面积和物种数量较蓄水期小。同时水位消落还会带

动库区小气候的变化,这种微小变化以及形成的区域水域可能增加库周区域的湿度,这一定程度上有利于库周植被发育、植物生长。

评价区内因施工占地、水库淹没等各类占地可能影响的植被类型和面积见表 5.7-3。各类植被中,工程建设对园地的影响面积最大,占工程占地总面积的近 1/3,工程建设影响的以园地和耕地为主的农田面积占工程占地总面积的 41.69%,但损失比例仅为评价区内同类植被的 8%左右,这与园地和耕地在评价区中低海拔广泛分布有关;其次是山地杂木林和柳杉人工林,受影响面积比例分别为工程占地总面积的 18.51%和 16.97%,损失比例分别为评价区内同类植被的 6.15%和 13.53%;川莓灌丛损失比例为评价区内同类植被的 32.78%,但其本身为次生群落、更新恢复快;其余植物群落受影响面积与损失比例都相对较小。工程影响的主要植被类型为以园地为主的农田,其次是山地杂木林和柳杉人工林;其中施工影响最大的是园地为主的农田,其次是山地杂木林;淹没影响最大的是园地为主的农田和柳杉林。

工程建设可能影响的植被/生态系统类型和面积统计表

表 5.7-3

植被	在评价区内总面积	枢纽占地影响面积		水库淹没面积	合计影响面积	占受影响区域总面积比例%	占评价区同类型比例%
		永久	临时				
柳杉林	260.49	13.53	5.73	15.99	35.25	16.97%	13.53%
栓皮栎林	171.36	3.41	3.40	3.36	10.18	4.90%	5.94%
山地杂木林	624.82	25.53	6.70	6.20	38.43	18.51%	6.15%
慈竹林	37.01	1.17	0.28	1.31	2.76	1.33%	7.46%
硬头黄林	5.99	0.56	0.05	0.00	0.61	0.29%	10.21%
构+盐肤木灌丛	107.44	2.58	0.00	0.00	2.59	1.25%	2.41%
川莓灌丛	33.06	5.93	0.14	4.77	10.84	5.22%	32.78%
灌草丛	29.61	2.04	0.28	1.67	3.99	1.92%	13.49%
耕地	228.32	5.29	9.95	3.06	18.31	8.82%	8.02%
园地	826.59	32.08	20.33	15.84	68.25	32.87%	8.26%
道路	228.32	2.17	1.98	1.79	5.94	2.86%	2.60%
建设用地	129.84	1.62	0.82	0.71	3.14	1.51%	2.42%
水域	366.62	2.64	1.58	3.14	7.36	3.54%	2.01%
合计	3049.48	98.56	51.25	57.85	207.65	100.00%	6.81%

总体来看,因屏山书楼抽水蓄能电站工程占地区环境相近,植被类型也以评价区常见的园地等农田栽培植被类型为主,其次为山地杂木林等次生阔叶林植被类型与柳杉林等人工林植被类型,这些受影响的植被类型、生境和植物物种在评

价区内广泛分布。因此，屏山书楼抽水蓄能电站工程建设不会导致评价区内植被类型的消失和植物物种组成的显著改变。

5.7.1.4 对植物资源的影响

屏山书楼抽水蓄能电站所在流域植被丰富，资源植物种类繁多。除了电站水库淹没区和永久占地导致的资源植物消失外，这些野生资源植物种类分布广泛，生境范围不局限，在评价区域周边广泛分布，种质资源的可替代性强。因此，本工程的建设不会对这些资源植物的种质资源产生实质性影响，也不会导致植物资源的大量减少或消失。

5.7.1.5 对重要野生植物的影响

(1) 对重点保护野生植物的影响

评价区有 2 种野生植物被列入《国家重点保护野生植物名录》(2021 年第 15 号)，分别是国家二级重点保护野生植物楠木和中华猕猴桃。根据野外调查结果及保护植物分布适宜生境条件与工程占地的位置关系，调查发现的中华猕猴桃植株位于上水库附近规划道路占地区边缘，调查发现的野生楠木远离工程占地区，工程永久及临时占地区、水库蓄水淹没均不会对楠木造成直接影响。

屏山书楼抽水蓄能电站建设对国家重点保护植物影响分析表

表 5.7-4

种 名	分布生境	调查结果与电站关系	影响分析结果
楠木	多见于海拔 1500m 以下的阔叶林中。	评价区内位于 104.294111° E 、 28.687806° N、海拔 1182m 处发现 1 株，位于上库淹没区北部，不在工程占地范围内。	工程建设不会对楠木产生直接影响。
中华猕猴桃	生于海拔 200-1800m 温暖湿润，背风向阳环境。	评价区内于 104.294378°E 、 28.684383°N、海拔 1125m 处发现 1 株，位于地块 a 上库转存料场Ⅱ区用地的道路占地内区边缘。	地块 a 道路可能对中华猕猴桃产生直接侵占影响。因该株猕猴桃位于规划道路边缘，建议优化施工布置避让其植株，尽量避免对其产生直接影响。



地块 a 道路占地内边缘分布的中华猕猴桃



楠木

（2）对珍稀濒危野生植物的影响

评价区共分布有濒危野生植物 2 种，其中楠木同时为国家重点保护野生植物，工程对其影响已在上节叙述；其余 1 种为青牛胆。

根据生境及现场调查情况，在下水库枢纽及周边、书楼镇周边的集中占地区域均无濒危野生植物分布；在上水库枢纽及周边有青牛胆的适宜生境，但历次调查均未在工程占地区及周边区域发现，工程占地不会对这种濒危野生植物产生直接影响。但考虑到青牛胆为草质藤本植物有扩散的可能，需在上水库枢纽及周边施工时特别注意，在占地施工及蓄水前做好资源清查、标注、避让或移栽保护措施，尽量避免施工和水库淹没对这濒危植物的零星植株造成影响。

（3）对中国特有植物的影响

评价区内分布有中国特有种 107 种（其中有 5 种同时为保护或濒危物种），其余的 102 种中国特有植物既非保护物种也非濒危物种，部分为评价区内的栽培种类，在评价区内及周边区域分布较广，种群数量较大，并不是分布区极小的狭域分布物种。因此本项目建设与淹没占地可能对占地区等局部区域内分布的特有植物带来直接侵占影响，因占地面积相对不大（占用自然植被面积共约 121hm²左右），对于特有植物在评价区的分布现状而言影响较小，不会导致特有植物物种在评价区内消失，不会导致特有植物种群数量大幅波动。

（4）对古树名木的影响

根据林业主管部门提供的古树名木资料，结合现场调查核实，评价区内分布有 4 株挂牌保护的古树，均与电站工程占地位置相距较远，最近的 1 株水平直线距离也有 185m。因此，屏山书楼抽水蓄能电站建设和运行不会对古树名木造成直接影响。

5.7.2 对陆生脊椎动物的影响

5.7.2.1 对两栖动物的影响

（1）施工期

评价区分布有华西雨蛙、粗皮姬蛙、饰纹姬蛙、泽陆蛙、布氏泛树蛙等 16 种两栖动物所属生态类群，都可能在工程占地区有分布，可能会受到影响。工程施工活动将产生废水、废气、废渣和噪声。如果“三废”处理不善，将污染工程区及周边的土壤和水体。这些有害物质污染将影响两栖动物的生存和繁殖。施工期

间大量人员、机械的进入对原有两栖动物的生存环境将造成威胁。由于施工中运行车辆增多，且两栖动物行动缓慢，增加了其穿越公路时受伤或致死的概率，进而导致这些两栖类动物种群数量的下降。但这种不利影响时段有限，主要集中于施工期。

同时，施工期对两栖动物的影响还体现在以下几个方面：

1) 栖息地破坏：工程建设的永久和临时占地，将直接破坏两栖动物的栖息地，缩小它们的生存空间。迫使两栖动物向周边区域迁移，增加了种群间的竞争。由于工程的建设中不可避免地砍伐林地、占用灌丛、草地，尤其是永久占地区域的环境发生不可逆改变，原生活于此的两栖动物生境将消失。

2) 迁移路线和觅食通道的影响：施工道路的修建会破坏流域内的地表植被，缩小和分割了两栖动物在流域内的生存空间，局地地段可能直接影切断了两栖动物迁移线路和觅食的通道，甚至可能影响到基因的交流等，导致该流域两栖动物种群数量下降。

3) 水环境变化：工程建设过程中，围堰、筑坝对河流的搅动使河流中的悬浮度增加，对水质造成不良影响。施工过程中产生的废水和生活污水若产生事故排放，将会对下游河流产生一定的污染，直接影响两栖动物的生境质量。

4) 大气和噪声污染：施工期来自施工车辆和机械排放的燃油尾气、炸药爆破废气、砂石料加工厂粉尘及施工交通道路扬尘等对流域内两栖动物生活、繁殖、发育有直接的危害。噪声污染源主要来自施工开挖、钻孔、爆破、砂石料粉碎、混凝土浇筑以及施工机械运行、车辆运输和机械加工修配等，其对流域内两栖动物也将产生一定负面影响。

5) 人为因素：工程施工期间会导致当地人口增加，进而增加评价区内两栖动物的猎捕可能性，其中黑斑侧褶蛙、绿臭蛙、中华蟾蜍可能因被认为可食用或药用而被偷猎。

两栖动物运动能力弱，施工开始后在下水库大坝永久与临时占地区域，因沿河道路开挖、爆破、施工机械作业、施工人员活动等因素，可能受到驱赶、碾压、填埋等情况而遭受伤害和损失。施工占用土地使两栖动物的栖息地面积减少，将导致它们的栖息地质量下降，在评价区内的种群数量一般将会减少。在工程占地以外区域中的两栖动物，基本不受施工的直接影响。

（2）运行期

运行期的影响体现在如下几个方面：

（1）水域环境变化：运行期的抽蓄电站发电会导致水位和流量的周期性变化。许多两栖类动物的繁殖通常依赖于特定的水位和水流条件，而电站的调度可能会使这些浅水区的水位波动变得不规则。如果水位快速上升，蛙卵和蝌蚪可能会被淹没在过深的水中，导致缺氧死亡；如果水位下降过快，卵和蝌蚪可能会干涸而死，或者被困在孤立的小水坑中，难以完成发育过程。水库蓄水后，对于一些需要在适宜水温下繁殖的两栖类，水温的改变可能会影响它们的繁殖周期和成功率。运行期的抽蓄电站可能会对水质产生多种影响，电站设备的运行和维护产生的污染物等。这会改变水中的生态系统结构，有害物质会在水体中积累，通过食物链的传递，影响两栖类动物的免疫和生殖系统。

（2）栖息地改变和丧失：抽蓄电站建设运营后，水库周边的水陆交界带的形态和性质发生了改变，运行期库区周边较浅区域可能形成华西雨蛙、黑斑侧褶蛙、泽陆蛙等物种新的栖息地。修建的道路和人员活动的增加也会对依赖森林边缘或者灌木丛作为栖息地的蛙类的影响。运营过程中的土地清理和植被破坏会使它们失去栖息场所，迫使它们向更远的地方迁移，在迁移过程中可能会面临更多的捕食者和其他生存风险。

（3）生物群落结构发生变化：抽蓄电站建设运营后，区域内的生物群落结构发生改变，捕食者和猎物的关系也会随之变化。一些以两栖类动物为食的鱼类，可能会因为水库的形成而数量增加，因为水库为它们提供了更广阔的生存空间和食物来源，这会增加两栖类动物被捕食的压力；同时，两栖类动物自身的数量和分布变化也会影响以它们为食的鸟类和兽类捕食者的生存策略，可能会导致捕食者更多地聚集在两栖类动物相对集中的区域。

5.7.2.2 对爬行动物的影响

（1）施工期

工程施工期对爬行动物的影响主要体现在如下几个方面：

1) 栖息地破坏：施工过程中的土地清理、挖掘地基和建设大坝等活动，会直接占用大量的土地。爬行类动物，如蛇、蜥蜴等，它们的栖息地可能正好位于施工区域内，施工挖掘会直接摧毁它们的洞穴，导致其失去居住场所。施工场地

的建设还包括修建道路、料场等辅助设施，可能会将一片连续的生境（这是许多小型爬行动物的活动和栖息场所）分割成多个斑块，使动物在不同栖息地斑块之间的移动受到阻碍。

2) 声污染：施工过程中产生的噪音和振动会对爬行类动物产生干扰。爬行类动物对环境变化比较敏感，强烈的噪音和振动可能会使它们逃离原本的栖息地。例如，打桩作业产生的持续振动可以通过地面传播，惊扰到地下或洞穴内的爬行动物，使其被迫迁移，导致其面临生存危机。

3) 食物资源变化：施工活动可能会破坏爬行类动物的食物来源。例如，许多蜥蜴以昆虫为食，施工过程中可能会使用农药来处理施工区域周围的植被，以防止杂草生长或者害虫侵害建筑材料等。这会导致昆虫数量减少，从而使蜥蜴类面临食物短缺的问题。栖息地的破坏也会间接影响食物资源，由于栖息地破碎化，动物寻找食物的范围受限，获取食物的难度增加。

4) 迁移和扩散受阻：电站的大坝、围堰等大型建筑物会成为爬行类动物迁移的物理障碍。如果施工区域正好位于它们的迁移路线上，这些大型建筑物会阻止它们顺利通过。施工场地周围设置的围栏等防护设施虽然是为了保障施工安全，但也会阻挡爬行类动物的正常扩散，一些幼年的爬行类动物在成长过程中需要寻找新的栖息地来扩大种群分布范围，这些防护设施会限制它们的活动，从而影响种群的动态平衡。施工导致栖息地破碎化的同时，也会中断生态廊道，影响到爬行类动物的基因交流和种群多样性维持，降低种群的适应性和生存能力。

5) 增加物种死亡风险：在施工场地内，爬行类动物可能会因为被施工设备碾压、挖掘作业掩埋等原因而意外死亡。例如，在施工车辆频繁进出的道路上，一些行动缓慢的蛇类可能来不及躲避而被车辆压死。

6) 捕食和竞争关系改变：由于栖息地破坏和资源变化，爬行类动物原本的捕食和竞争关系被打乱。一些原本与爬行类动物存在竞争关系的物种可能会因为更适应施工后的环境而数量增加，从而加大对爬行类动物的竞争压力。例如，施工后引入的一些外来物种可能会与本地爬行类动物争夺有限的食物和栖息地资源。同时，由于栖息地的改变，一些捕食者的分布也可能发生变化。原本可以为爬行类动物提供庇护的环境消失，使它们更容易被天敌发现和捕食。

7) 人为因素：工程施工期间会导致当地人口增加，进而增加评价区内爬行

动物的猎捕可能性，其中黑眉锦蛇、乌梢蛇、王锦蛇、玉斑锦蛇、赤链蛇等具有经济价值，是偷猎对象，施工期偷猎威胁较大。

（2）运行期

1）栖息地破坏：上下水库蓄水后会淹没一定面积的陆地，使原本生活在该区域的爬行类动物栖息地生境完全改变。水位上升会改变河岸带的生态环境，使一些依赖河岸浅滩、河漫滩等环境的爬行类动物失去适宜的产卵和觅食场所。而且，持续的高水位还会导致周边植被类型的改变，一些适应特定植被环境的爬行类动物可能会因为找不到合适的栖息植被而数量减少。

2）水域环境变化：电站在运营阶段，抽水蓄能电站的水库水位变化呈现规律性波动。在电力需求低谷时段，电站会利用多余电能将水从下库抽到上库，此时上库水位上升，下库水位下降。而在电力需求高峰时段，上库水用于发电，导致上库水位下降，下库水位上升。这种周期性的水位变化是抽水蓄能电站运行的基本特征。频繁的水位涨落，特别是水位升高过快，可能会淹没部分爬行类动物的活动区间，使它们来不及躲避而面临受淹风险。

3）食物资源变化：水库建成后，河流的生态系统被改变，一些水生昆虫的繁殖场所和生活周期受到影响，以这些昆虫为食的蜥蜴类就会面临食物不足的情况。

总体来说，评价区的爬行动物种类主要为蜥蜴类和蛇类，其栖息生境在评价区分布范围较广，且分布海拔区域较宽，故工程建设和运行对其影响相对有限。

5.7.2.3 对鸟类的影响

（1）施工期

1）栖息地破坏：电站建设需要占用土地用于修建大坝、厂房、围堰等设施，这会直接摧毁鸟类原本栖息的林地、湿地、河岸等环境，而这些林地、灌丛等是其觅食、繁殖和躲避天敌的重要场所。同时，施工产生的废渣和弃土如果处置不当，可能会掩埋附近的草地或浅滩，影响以这些地方为栖息地的涉禽和草食性鸟类。电站施工期间可能会改变河流的水位、流量和水质。在围堰修筑阶段，围堰内的水域被隔离，水位和水流状态发生改变。对于依赖稳定水位和水流进行觅食的水鸟食物资源分布发生变化。同时，施工过程中的废水排放，如混凝土搅拌废水、机械维修油污废水等，会污染周边水域，影响水中的鱼类和无脊椎动物，而

这些生物是许多鸟类的食物来源，从而间接影响鸟类的生存。

2) 噪音干扰：包括施工期机械噪声和爆破噪声。电站施工过程中会使用大量的机械设备，如挖掘机、装载机、混凝土搅拌机等，这些设备会产生高强度的噪声。噪声会干扰鸟类的正常行为，许多鸟类在繁殖期需要安静的环境来求偶、筑巢和孵卵。评价区的灰胸竹鸡、鹊鹑、火斑鸠、珠颈斑鸠、雉鸡、白鹇等在嘈杂的施工噪声环境下，可能会出现求偶行为减少、筑巢成功率降低的情况。而且，持续的噪声会使鸟类产生应激反应，消耗它们的能量，影响其正常的觅食和休息。在电站的基础开挖等施工环节可能会涉及爆破作业。爆破产生的瞬间高分贝噪声对鸟类的惊吓更为严重。

3) 光照影响：如果电站施工有夜间作业并伴有强光照明，会对夜行性鸟类产生干扰，它们的视觉系统适应了自然的夜间光照环境。施工场地的强光会使它们迷失方向，干扰其正常的觅食和迁徙活动。强光还可能吸引一些昆虫，改变昆虫的分布，进而影响以昆虫为食的鸟类的觅食行为。

4) 空气污染：施工过程中的土方挖掘、车辆运输等活动会产生扬尘，同时施工机械和运输车辆排放的废气中含有大量的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等污染物。这些污染物会降低区域内的空气质量。鸟类的呼吸系统相对敏感，污染的空气可能会损害它们的呼吸道和肺部功能。例如，对于一些小型的雀形目鸟类，长期暴露在污染空气中，可能会导致它们的呼吸频率增加、免疫力下降，更容易感染疾病。

5) 食物资源变化：施工区域内及周边的植被破坏会使昆虫、果实、种子等鸟类食物资源减少。例如，在森林地区建设电站，树木被砍伐后，依赖树木果实和昆虫为食的鸟类会面临食物短缺的问题。许多昆虫的栖息地是植被的叶片、枝干等，施工导致植被破坏后，昆虫数量下降，以昆虫为食的鸟类就不得不寻找新的觅食区域，这增加了它们的生存压力。施工也会导致水域环境变化从而使水中的浮游生物、底栖生物和鱼类的生存环境改变。当施工废水污染水域，浮游生物数量和种类减少时，水鸟的食物资源就会受到严重影响。

6) 人为因素：电站工程施工期间会导致当地人口短期内迅速增加，法律意识淡薄的人员会进行偷猎活动，进而增加评价区内鸟类动物的猎捕可能性。如珠颈斑鸠、火斑鸠等物种，其种群数量会受到威胁。

（2）运行期

1) 栖息地改变：电站建成后会形成水库，水位上升和水域面积的增加会淹没周边的陆地栖息地。将破坏淹没区域陆生鸟类的鸟巢，淹没区不再适合它们活动和觅食，从而栖息地面积缩小。由于水库淹没的影响，评价区内水域面积的扩大，浅水水面增加，河流变为水库后，水的流速、温度等物理特征改变。水域面积的扩大使得水禽、亚水禽和傍水禽等类型的鸟类食物增加，为部分游禽、涉禽提供了良好的繁殖场所和食物来源，秋冬季节将引来一定数量的游禽来此停留、越冬。对鸭形目、鹈形目、雁形目和鸕形目这类鸟类有一定的招引作用。在上、下水库蓄水后，这些类型的种类和数量将会明显地增加。陆禽中的部分雉科鸟类分布在海拔较低的山地中，如环颈雉、灰胸竹鸡等。因其飞行能力较弱，水库的蓄水将会导致其栖息地范围缩小。

2) 食物资源变化：电站运营阶段，水库的水流模式改变，会影响水生生物的分布和数量，进而影响以这些生物为食的鱼类和水生昆虫的数量，从而影响到依赖水鸟类的食物供应。

总体而言，工程新增占地可能占用鸟类生境，破坏部分鸟类的栖息地，导致鸟类种类及种群量有所减少，一些原在此地栖息的鸣禽、攀禽会迁往它处。工程施工活动结束后，随着施工区植被逐渐恢复，生态环境质量的提高，部分鸟类将会迁回原栖息地，适合在水库、湖泊等静水或缓水中生活的游禽也将返回原有区域，其它鸟类将会迁往它处。

总体来说鸟类具有强的迁移能力，无论对食物的寻觅，饮水的获得，工程建设对它们都没有太大的影响，再加上没有仅在该区域内栖息的特有鸟类，因此，电站建设不会对鸟类的生存和种群延续造成大的影响。上、下水库建成后，将形成较大面积的固定水域。根据类似工程的影响结果预估，在水库内及其周边将吸引一批水禽和亲水鸟类的驻留和栖息

5.7.2.4 对兽类的影响

（1）施工期

1) 栖息地丧失与破碎化：大坝、水库、发电厂房、施工营地等基础设施的建设会直接占用土地，一些在河谷地带栖息的小型兽类动物依赖江岸附近的树木和灌木丛作为栖息地和觅食场所，施工区域的开辟会直接破坏这些动物的巢穴和

活动空间，导致它们被迫迁移。对于大型兽类，需要广阔的活动范围来觅食、寻找配偶和躲避天敌，施工将原本连续的栖息地分割成块。可能会限制动物的活动范围，从而具有一定的安全的风；在地下穴居的一些兽类动物，建设过程中的土地挖掘、填方等活动会破坏它们的地下洞穴系统，使其失去生存的基本条件，被迫寻找新的适合的生存环境。

2) 食物资源的变化：施工过程中会砍伐树木、清除灌木丛和草地，这会在局部减少植食性兽类动物的食物来源，特别是以草本植物和灌木的嫩叶为食，进而引发其数量和分布的改变。同时，施工区域的人类活动频繁，可能会导致一些野生动物不敢靠近，减少了肉食性动物获取食物的机会。

3) 噪声干扰：施工期间会有大量机械设备运行，产生较高分贝的噪声，持续的噪声会使周边的兽类感到不安，故改变它们的日常活动模式，以避开噪声干扰，但这也会增加它们与其他动物的竞争。在电站建设的基础工程中可能会进行爆破作业，产生的振动会对周边的兽类产生惊吓，长时间处于应激状态；而大型兽类可能会远离它们原本的栖息地范围，重新适应陌生的环境，增加了生存风险。

4) 水环境变化：施工过程中产生的废水，会污染周边的水体，影响兽类的健康。电站建设会改变河流的水位和水流模式，影响水中生物的分布，进而影响以这些生物为食的兽类的食物获取。

5) 人为因素：电站工程施工期间开挖、爆破、运输车辆可能压死中华姬鼠、川西白腹鼠、蒙古兔等啮齿目及兔形目的小型兽类。

(2) 运行期

1) 栖息地改变：电站建成后形成水库，水位上升和水域面积的增加会淹没周边的陆地栖息地。对于许多依赖河岸带栖息地的兽类动物来说，栖息地将有所丧失，被迫迁移到其他不太适宜的地区，从而面临生存压力和风险。同时，水域面积的变化也会改变周边的湿度和温度等局地气候条件，库周空气湿度通常会增加，温度变化幅度可能会减小，对于一些对环境变化敏感的兽类可能产生不确定影响。

2) 食物资源变化：电站的水库会改变河流的水生生物群落结构，对于以水生生物为食的兽类，食物资源的种类和数量都会发生变化。可能需要改变捕食策

略或者扩大捕食范围。由于栖息地的淹没和水位波动，陆地植被的分布也会发生改变，导致食草动物的食物减少，加剧物种间的食物资源竞争。

3) 繁殖干扰：电站运营产生的噪音和灯光等人为干扰会对动物的繁殖行为产生负面影响。在繁殖季节，动物通常需要安静的环境来求偶、交配和育幼。因此，可能会因为施工干扰而导致繁殖成功率降低。

4) 生态系统连通性降低：由于栖息地的破碎化和迁徙障碍，哺乳动物种群之间的基因交流变得困难，导致一些不利的遗传后果，生态系统连通性的降低会改变某些兽类的生态位，加剧与其他动物的竞争。例如，当一些小型兽类的栖息地被压缩后，它们可能会与其他物种争夺有限的食物和空间资源，致使其在局部地域种群数量的大幅减少，从而影响整个生态系统的平衡。

工程施工开挖和占地对部分哺乳类兽类栖息地的破坏，造成哺乳类兽类的迁移。淹没区内原有兽类主要是食虫目、啮齿目等小型兽类以及猪獾、黄鼬、鼬獾等中型兽类的栖息地将永久消失。淹没区分布的兽类将会随着上下水库的蓄水向周围的其他生境中迁移，库周的鼠类等小型兽类密度在短时期内将有所增加。啮齿动物常常会传播疾病，在向人类聚居地附近迁移的过程中，将增加疾病传播的风险。

5.7.3 对重点保护物种及其生境的影响

5.7.3.1 两栖类

评价区没有重点保护两栖动物分布，工程不会对重点保护两栖动物及其生境造成影响。

5.7.3.2 爬行类

评价区可能分布有国家二级重点保护爬行动物脆蛇蜥，虽然数量稀少，但评价区内海拔 500~1200m 的山地土中、石块下、山坡上、泥土里、树洞里、潮湿竹林、草丛和岩隙间以及湿度不大的农耕地及其附近可能是其适宜生境。涉及相应生境的施工可能使其栖息地质量下降，随植被恢复其栖息地质量可能恢复；永久占地使其栖息地面积缩小。

根据适宜生境分布变化预测图计算，工程建设后，脆蛇蜥的适宜生境面积将减少 31.80hm²，减少比例 7.00%，占评价区总面积的 1.09%，其中永久占地 15.99hm²；次适宜生境面积将减少 177.69hm²，减少比例 9.25%，占评价区总面

积的 6.08%，其中永久占地 129.52hm²。施工结束后，除永久占地外的适宜生境可能逐步恢复。

5.7.3.3 鸟类

评价区有国家一级保护鸟类 1 种（灰胸薮鹛），二级保护鸟类 19 种。其中大部分鸟类活动范围广阔，可以飞行至整个评价区范围。20 种保护鸟类在施工期与运行期可能所受影响见下表。

屏山书楼抽水蓄能电站评价区重点保护鸟类及其生境可能受到的影响

表 5.7-5

物种	生态型	影响	
		施工期	运行期
黑鸢、雀鹰、苍鹰、普通鵟、红隼、燕隼、凤头蜂鹰、黑冠鹃隼、凤头鹰、白尾鹞、长耳鸮、短耳鸮、红角鸮、领角鸮、斑头鸺鹠、领鸺鹠	猛禽、高山森林筑巢、密林筑巢、针阔林	1) 开挖、爆破、机械噪声使生境质量下降 2) 施工占地使作为食物的小型鸟兽减少 3) 离开施工区，生境面积缩小	1) 随植被恢复、作为食物的小型鸟兽种群数量恢复，猛禽的食物可能恢复到施工前水平 2) 噪声消失后可能回到原施工区活动、觅食，生境可恢复 3) 库周鼠类密度增加，在一定程度上会有利于猛禽的觅食
灰胸薮鹛、红嘴相思鸟、楔尾绿鸠	开阔林地、针阔林	1) 开挖、爆破、机械噪声使生境质量下降 2) 施工占地区种群数量减少，迁移至其他地区，生境面积缩小 3) 有作为笼养鸟类被偷猎的风险	1) 水库淹没使库区适宜生境面积缩小 2) 随植被恢复、施工干扰消失其生境质量可能恢复，回到占地区活动 3) 被偷猎风险降低
白鹇	中高山森林灌丛	1) 开挖、爆破、机械噪声使生境质量下降 2) 作为鸡形目大型鸟类被偷猎威胁增加 3) 不再到占地区及周边活动，生境面积缩小	1) 随植被恢复其生境质量可能恢复 2) 永久占地使其生境面积缩小 3) 被偷猎威胁降低

对猛禽的影响：黑鸢等 16 种鸟类为猛禽，活动能力很强，多在评价区较高海拔或评价区外的中高山森林筑巢，河谷中的活动主要是觅食。对它们的影响有开挖、爆破、机械噪声导致的生境质量下降，施工占地使作为食物的小型鸟兽减少，迫使它们离开施工区，最终在施工期生境面积缩小。运行期随植被恢复，作为食物的小型鸟兽种群数量恢复，这些猛禽的生境质量可能恢复到施工前水平；库周鼠类等小型兽类密度增加，在一定程度上也有利于猛禽的觅食；而随噪声等施工影响消失，它们可能回到原施工区活动、觅食。

根据适宜生境分布变化预测图计算，工程建设后，重点保护猛禽的适宜生境面积将减少 10.22hm²，减少比例 2.59%，占评价区总面积的 0.35%，其中永久占

地 9.38hm²；次适宜生境面积将减少 216.43hm²，减少比例 9.73%，占评价区总面积的 7.41%，其中永久占地 147.35hm²。施工结束后，除永久占地外的适宜生境可能逐步恢复。

灰胸薮鹛、红嘴相思鸟、楔尾绿鸠：这 3 种鸟类都是在森林或开阔林地栖息活动的小型鸟类，施工期间开挖、爆破、机械噪声等会导致这些种群的生境质量下降，因施工干扰迁移至其他远离施工区的适宜生境；红嘴相思鸟等作为传统笼养鸟还有被捕捉的偷猎风险。运行期间水库淹没会使库区适宜生境面积缩小，但随植被恢复、施工干扰消失这些小型鸟类的生境质量恢复，它们可能回到原来的占地区活动。

根据适宜生境分布变化预测图计算，工程建设后，这 3 种保护鸟类的适宜生境面积将减少 20.56hm²，减少比例 3.24%，占评价区总面积的 0.70%，其中永久占地 16.42hm²；次适宜生境面积将减少 189.08hm²，减少比例 10.86%，占评价区总面积的 6.47%，其中永久占地 129.09hm²。施工结束后，除永久占地外的适宜生境可能逐步恢复。

白鹇：白鹇为主要在高山森林及灌丛生活的雉类，栖息于阔叶林、针阔混交林及林缘疏林灌丛。白鹇具有一定的经济价值，可能会有被偷猎的风险，施工干扰也会使其迁移至远离施工区的区域活动。

根据适宜生境分布变化预测图计算，工程建设后，白鹇的适宜生境面积将减少 2.19hm²，减少比例 2.95%，占评价区总面积的 0.07%，其中永久占地 2.11hm²；次适宜生境面积将减少 26.92hm²，减少比例 15.30%，占评价区总面积的 0.92%，其中永久占地 14.84hm²。施工结束后，除永久占地外的适宜生境可能逐步恢复。

5.7.3.4 兽类

屏山书楼抽水蓄能电站评价区分布有国家重点保护兽类 5 种。以生境类型分析，所受影响见表 5.7-6。

评价区内的国家重点保护兽类个体均较大、活动能力强，因此它们的巢区和领域面积都较大，日常觅食等运动距离也相对较远。相对于工程所涉及的各个施工布置，这些保护动物的活动范围比各项目占地面积要大得多，不太好准确区分施工的每一个工程项目占地区域内有什么保护物种。

屏山书楼抽水蓄能电站评价区国家重点保护兽类及其生境可能受到的影响
表 5.7-6

生境类型	物种	保护级别	影响	
			施工期	运行期
森林/林地	猕猴	国家二级	1) 猕猴主要分布在离下库较远尖山子区域, 偶至评价区内活动, 均远离工程区域, 不会受到工程直接影响 2) 施工开挖、噪声、灯光等使生境质量下降	施工期对其生境的影响可得到恢复
	黄喉貂	国家二级	1) 施工占地使豹猫、黄喉貂不再到工程占地及周边区域活动, 栖息地面积缩小 2) 施工噪声、灯光等使其栖息地质量下降 3) 偷猎威胁增加	1) 随施工结束植被恢复其栖息地质量可能恢复 2) 永久占地使其栖息地面积缩小 3) 被偷猎威胁降低
森林/林地、农田民居周边	小灵猫	国家一级		
	豹猫	国家二级		
	貉	国家二级		

小灵猫：在下库施工/淹没区周边、原规划炸药库（已取消）附近及书楼镇远离工程占地区的鸡罩山区域拍摄到小灵猫夜间活动，其可能到工程占地区周边活动。施工期工程开挖、爆破、灯光、震动、机械及车辆噪声等将使其远离施工区，使其生境质量下降；因其主要在夜间活动而施工主要在白天进行，如能尽量减免夜间施工，对小灵猫的影响相对不大。施工结束后，临时占地及周边生境将慢慢恢复，小灵猫可以回到原活动的占地区域。

根据适宜生境分布变化预测图计算，工程建设后，小灵猫的适宜生境面积将减少 10.72hm²，减少比例 2.76%，占评价区总面积的 0.37%，其中永久占地 7.73hm²；次适宜生境面积将减少 9.78hm²，减少比例 4.32%，占评价区总面积的 0.33%，其中永久占地 8.64hm²。施工结束后，除永久占地外的适宜生境可能逐步恢复。

猕猴：猕猴适应能力强，主要栖息在石山峭壁、溪旁沟谷和江河岸边的密林中或疏林岩山上，群居，其活动范围较大，且调查访问得知其种群主要活动于评价区外的尖子山区域，评价区内有时活动于罗家湾-庙子坂区域，偶至石庙子等上库周边活动，离工程占地区较远，不会受到屏山书楼抽水蓄能电站工程的直接影响。但施工期的开挖、噪声、灯光等使其可能扩散活动的生境质量下降，随着施工结束、植被恢复，这些生境的质量可以得到恢复。

根据适宜生境分布变化预测图计算，工程建设后，猕猴的适宜生境面积将不会减少；次适宜生境面积将减少 63.71hm²，减少比例 15.64%，占评价区总面积的 2.18%，其中永久占地 55.09hm²。施工结束后，除永久占地外的适宜生境可能

逐步恢复。

貉、豹猫、黄喉貂：这 3 种保护动物可在工程占地区及周边活动，施工期工程占地使它们不再到占地区域活动，栖息地面积缩小。开挖、爆破、灯光、机械及车辆噪声等使它们远离施工区，故而生境质量下降，生境面积略有减少。黄喉貂有经济价值，被偷猎威胁增加。运行期施工干扰消失，它们一般可回到原活动区域生活。运行期偷猎威胁下降。

根据适宜生境分布变化预测图计算，工程建设后，这 3 种保护兽类的适宜生境面积将减少 22.23hm²，减少比例 2.98%，占评价区总面积的 0.376%，其中永久占地 18.81hm²；次适宜生境面积将减少 168.44hm²，减少比例 12.01%，占评价区总面积的 5.76%，其中永久占地 119.24hm²。施工结束后，除永久占地外的适宜生境可能逐步恢复。

5.7.4 对濒危物种及其生境的影响

5.7.4.1 两栖动物

评价区的濒危两栖动物有棘腹蛙，等级为易危（VU），多栖息于森林茂密的山溪瀑布下或山溪水塘边的石上，占地区内未见分布，工程不会对其造成直接影响，但涉水工程可能造成水质污染，使其生境的质量下降。

5.7.4.2 爬行动物

评价区分布有濒危等级为易危（VU）的爬行动物 3 种，为乌梢蛇，王锦蛇和黑眉锦蛇；濒危（EN）的爬行动物有 1 种，为脆蛇蜥。3 种蛇类在评价区内均较为常见，脆蛇蜥数量稀少。王锦蛇、黑眉锦蛇、乌梢蛇和脆蛇蜥在施工期有可能受到工程占地影响，生境面积略有减少，种群数量可能暂时略有下降，并且因为有经济价值有可能受到偷猎威胁；运行期，在植被恢复较好的情况下，其在临时占地上的生境可能恢复，种群数量也在一定程度上恢复。

5.7.4.3 鸟类

评价区仅有 1 种易危（VU）鸟类灰胸薮鹛，同时也是国家一级保护动物，评价区内数量极少，已在前文叙述影响这里不再赘述。

5.7.4.4 兽类

评价区分布有 4 种易危（VU）兽类豹猫、黄喉貂、猕猴、小灵猫。4 种易 0. 危兽类均为重点保护物种，其中豹猫、黄喉貂在评价区相对较常见，小灵猫和猕

猴较少见。其受到的影响已在前文保护动物章节进行叙述。

5.7.5 对特有物种及其生境的影响

5.7.5.1 两栖动物

评价区 16 种两栖动物中有 4 个特有物种，它们是峨眉角蟾、峨眉林蛙、峨眉树蛙、仙琴蛙。工程对这 4 个物种的影响主要是：它们可能被挖、填方施工活动直接致死，噪声、大气和水污染使它们生境的质量下降、面积减少。运行期这些影响将消失，其种群数量与生境质量可能恢复。

5.7.5.2 爬行动物

评价区发现的爬行动物有 4 个中国特有种：蹼趾壁虎、北草蜥、丽纹龙蜥、中国钝头蛇。施工期施工占地将使 4 个物种的生境面积下降，施工机械和运输车辆可能直接压死占地区和道路上的个体。运行期临时占地上 4 个物种的生境和种群数量可能恢复。

5.7.5.3 鸟类

评价区有《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷（2020）》所列的中国特有鸟类物种 10 种，分别为灰胸竹鸡、黄腹山雀、领雀嘴鹀、白头鹀、白领凤鹀、画眉、灰胸薮鹀、棕腹大仙鹀、白腰文鸟、酒红朱雀。其中灰胸薮鹀也是国家重点保护物种。

工程对灰胸薮鹀的影响已在上节叙述。其余中国特有鸟类均分布于林地以及灌丛等地区，可能会受到工程占地、施工期灯光噪声等污染的影响。占地使它们生境面积缩小，临时占地在运行期可能恢复。施工期的灯光、噪声等污染使它们生境质量下降，施工停止后，受影响生境质量可能恢复。

5.7.5.4 兽类

评价区仅分布川鼯、小鹿、岩松鼠、高山姬鼠、红白鼯鼠和安氏白腹鼠 6 种中国特有兽类，均不为重点保护和濒危物种。

岩松鼠、红白鼯鼠、安氏白腹鼠 3 种特有动物均为小型兽类，它们在工程占地可能有个体分布。施工挖、填方时，大多数个体可能逃离，有的个体可能直接被压死，巢穴可能被破坏。占地使它们栖息地面积减少。运行期临时占地上的生境可能恢复。

高山姬鼠多栖息于海拔相对较高的针阔混交林及灌丛，不会在工程占地区域活动。施工期因爆破等噪音干扰，其将远离施工区域。运行期这些影响消失，可能回到原有生境活动。

小鹿是鹿类中体形最小的一种，多栖息在小丘陵、小山的低谷或森林边缘的灌丛、杂草丛中。施工期将占用部分灌丛及草丛生境，导致小鹿的食物资源及栖息环境减少，同时遭受施工活动如爆破、灯光、开挖等带来的噪音干扰，导致其远离施工区。运行期，永久占地导致的适宜生境破坏不可恢复；临时占地在植被恢复后，仍可能成为小鹿的适宜生境，其生境质量基本可以恢复到施工前。

川鼯为食虫目小型兽类，是典型的山地物种，多栖息于海拔 1000-2500m 的阔叶林、针阔混交林、竹林和山地林缘、灌丛等。施工期，临时和永久占地将使川鼯的生境略有减少，同时受到施工噪音等干扰的影响，生境质量下降。运行期临时占地的生境和活动可能恢复。

5.7.6 对重要物种的重要生境与迁徙通道的影响

根据国家林业和草原局2023年11月30日公告（2023年第23号）发布的《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》，评价区内没有陆生野生动物的重要栖息地分布，屏山书楼抽水蓄能电站工程建设不会对陆生野生动物的重要栖息地造成影响。

评价区重要野生动物中有迁徙行为的鸟类主要是猛禽类物种。根据《四川猛禽多样性及迁徙路线》（梁敏仪等, 2016），四川省猛禽类的迁徙路线有“中亚-印度迁徙路线”和“东亚-澳大利亚迁徙路线”两条，前一路线经四川西部德格、石渠，后一路线的东部支线自川西北的岷山入川，经金堂、南充等县市、再经重庆、贵州至东南沿海及东南亚。评价区所在四川屏山县在这两条主要的猛禽迁徙路线中“东亚-澳大利亚迁徙路线”边缘以西的区域。可能会有少数猛禽个体迁徙通过评价区所在地区，但猛禽飞翔能力强，休息时主要栖息于高海拔山地森林，迁徙的猛禽个体不会受到工程的直接影响。故屏山书楼抽水蓄能电站工程不会影响区内重要野生动物的迁徙通道。

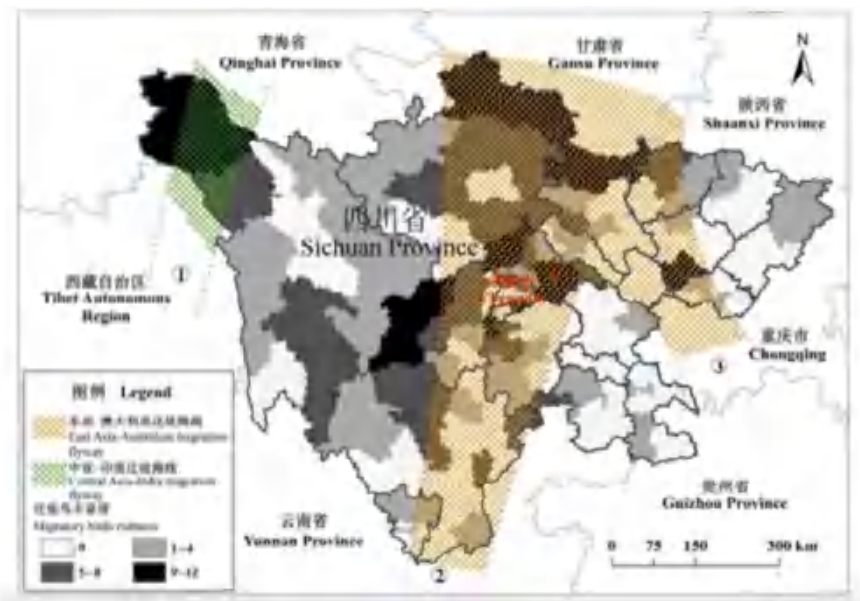


图 5.7-1 四川省猛禽类的迁徙路线（梁敏仪等，2016）

5.7.7 对生态系统与景观完整性的影响分析

5.7.7.1 对生态系统/景观格局影响

景观生态体系主要变化：出现库区和工程占地斑块，某些斑块数减少，各斑块面积相对大小改变。评价区因施工占地和水库淹没，评价区内森林、灌丛、草地、农田、聚落及道路的面积将分别减少 99.43 hm²、17.82 hm²、4.12 hm²、88.27 hm²、9.13 hm²；将新增河流水域面积 49.12hm²，新增工程用地 169.64hm²。

屏山书楼抽水蓄能电站评价区景观要素的变化

表 5.7-5

斑块类型	斑块数量比例%			面积 (hm ²)			斑块块平均面积 (hm ² /块)		
	施工前	施工后	变化	施工前	施工后	变化	施工前	施工后	变化
森林	17.57	17.65	0.08	1151.53	1052.10	-99.43	1.41	1.34	-0.07
灌丛	2.65	2.68	0.03	140.51	122.69	-17.82	1.14	1.03	-0.11
草地	1.20	1.22	0.02	29.61	25.49	-4.12	0.53	0.47	-0.06
农田	55.44	54.72	-0.72	1054.91	966.64	-88.27	0.41	0.40	-0.01
河流湿地	2.43	2.45	0.02	366.62	415.74	49.12	3.24	3.81	0.57
工程用地	0.00	0.77	0.77	0.00	169.64	169.64	0.00	4.99	4.99
聚落及道路	20.71	20.53	-0.18	179.39	170.26	-9.13	0.19	0.19	0.00
合计	100.00	100.00	0.00	2922.57	2922.57	0.00	0.63	0.66	0.03

利用 ArcGIS 制作屏山书楼抽水蓄能电站评价区景观现状图叠加施工期工程布置图与淹没范围，计算工程建设前后评价区各类斑块优势度值的变化，见表 5.7-6。

评价区工程建设前后各类斑块优势度值的变化 (%)

表 5.7-6

斑块类型	施工前	施工后	变化
森林	40.44	38.40	-2.04
灌丛	6.91	6.36	-0.55
草地	2.09	1.98	-0.11
农田	46.05	43.74	-2.31
河流湿地	14.01	15.16	+1.15
工程用地	0	6.78	+6.78
聚落及道路	17.38	16.41	-0.97

电站工程占地会对评价区农田、森林、聚落及道路、灌丛和草地等斑块造成侵占和分割，各类斑块既有合并转换也有分割，但由于占地区相对集中，总的来看斑块数量变化不大；库区蓄水后，原上下水库淹没区分布的各类斑块融合形成了两个完整的水域斑块，因此上下库区范围内的原有景观斑块数量有所减少。

屏山书楼抽水蓄能电站的建设将占用农田、森林、聚落及道路、灌丛、草地等斑块，使它们的优势度值都有所下降，但农田与森林仍为评价区占绝对优势的景观基质；工程实施将使工程用地斑块优势度值增加 6.06%。总的来看，原有各类斑块的优势度值发生变化后仍在同一数量级内，评价区的景观格局不会发生根本性的变化。

5.7.5.2 对生态系统服务功能的影响

（1）对物种多样性的影响

屏山书楼抽水蓄能电站工程实施不会造成动植物物种组成的显著改变，不会造成动植物物种从评价区消失，因此，不会对评价区的物种多样性产生显著影响。

（2）对植被覆盖度的影响

屏山书楼抽水蓄能电站工程占用植被，将使占地区的植被覆盖度发生改变，结果见表 5.7-7。

评价区植被覆盖度变化预测

表 5.7-7

植被覆盖度（%）	现状		预测		变化	
	面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)
覆盖度<25	435.18	14.90	659.14	22.57	223.96	+7.67
25≤覆盖度<50	117.77	4.03	115.59	3.96	-2.18	-0.07
50≤覆盖度<75	571.97	19.59	535.70	18.34	-36.27	-1.25
覆盖度≥75	1795.31	61.48	1609.80	55.13	-185.51	-6.35
合计	2920.23	100.00	2920.23	100.00	0.00	0.00

工程实施将使评价区内植被覆盖度小于 25%的区域增加，这些受影响区域原本的植被覆盖度大多大于 75%。工程实施后，评价区内仍是植被覆盖度大于 75%的区域占绝对优势。

（3）对生态系统和景观完整性的影响

森林、灌丛和草地等自然生态系统的健康是维持它们所组成景观完整性的保证。评价区的景观格局不会因为工程实施发生根本性的变化，水库淹没和施工占地使农田、森林、灌丛和草地等生态系统的面积和植物地面质量减少不是很多、优势度值下降不大，因此工程对这些生态系统的影响不是很大。仅从被占用的面积、地面植物质量损失、优势度值下降的程度等几方面看，农田生态系统所受影响最大，其次为森林生态系统，受影响的森林群落主要为山地杂木林与柳杉人工林等，这些森林类型在楠木沟流域大面积广泛分布，因此工程对评价区陆生生态系统和景观完整性造成的影响相对不大。

生态系统和由它们组成的景观内环境稳定机制主要表现在两个方面，即抗干扰稳定性和恢复稳定性。前者是指生态系统抵抗干扰不离开稳定的能力，后者是指生态系统受到干扰离开稳定后的恢复能力。生态系统或景观生态体系的抗干扰稳定性，是指它们在一定强度和频度的干扰下，维持其稳定的能力，该能力可以用景观异质性所受影响大小来度量；恢复稳定性，是指生态系统或景观生态体系受到干扰后的恢复能力，可以用系统的初级生产能力来度量。

工程实施后，虽然评价区各种自然生态系统优势度值有所下降，但其大小顺序却没有变化，农田和森林作为评价区域景观基质的地位没有受到影响，森林、灌丛、草地和水体等生态系统作为环境资源斑块的功能地位没有变化；工程实施不会造成景观异质性和初级生产能力的太大的变化，不会对景观的抗干扰稳定性和恢复稳定性产生大的影响；屏山县的金沙江河谷与临近山地水热条件良好，自然生产力较高，生态系统与景观的恢复能力较强。

综上所述，工程实施不会对评价区生态系统服务功能和景观的完整性与稳定性产生太大的影响。

5.7.5.3 生态风险

根据林业主管部门提供的资料结合现场调查，评价区内已发现外来入侵植物

苏门白酒草、白花鬼针草等 11 种，主要集中分布在车辆与人员往来频繁的道路沿线与村镇周边。

屏山书楼抽水蓄能电站工程占地区域附近的书楼镇、宝宁村等地已发现有外来入侵物种集中分布，有较高的外来物种入侵风险。电站建设过程中，工程建筑材料及车辆、人员的往来与生态恢复、水保方案中的植被恢复引种等，可能有意无意地增加外来物种在项目区域及周边的扩散，可能进一步造成区域内外来入侵植物种类的增多及面积的增加，可能会对区域内的农田、果园等带来危害，影响作物产量。

5.7.5.4 对土地利用的影响

屏山书楼抽水蓄能电站建设和库区蓄水完成后，评价区内林地减少面积最大，减少比例为 9.07%，园地、耕地、草地面积也有所减少；由于项目建设，工矿仓储用地和交通运输用地面积显著增加，商服及住宅用地面积也略有增加；由于施工期水电水利场地的建设与运行期库区蓄水，评价区内水域及水利设施用地面积增加了 37.65%。从面积比例排序来看，工程建设完成后，林地、园地、水域及水利设施用地、耕地、商服及住宅用地、交通运输用地仍保持稳定，处于面积比例排序前六位；工矿仓储用地排序上升了 1 位，草地排序下降，其余地类的排序未发生变化。总的来看，工程建设和库区蓄水完成后，评价区内土地利用类型仍以林地占绝对优势，园地次之，其优势地位未发生明显变化，工程建设对整个评价区土地利用格局的影响相对不大。

屏山书楼抽水蓄能电站工程实施后评价区土地利用变化

表 5.7-8

类别 编码	类别名称	现状		施工后预测		变化面 积/hm ²	变化 比 例%	面积比例排 序	
		面积 /hm ²	比例%	面积 /hm ²	比例%			施工 前	预 测
1	耕地	228.32	7.81	209.39	7.16	-18.93	-8.29	4	4
2	园地	826.59	28.28	757.31	25.91	-69.28	-8.38	2	2
3	林地	1292.04	44.21	1174.81	40.20	-117.23	-9.07	1	1
4	草地	29.61	1.01	25.51	0.87	-4.10	-13.84	7	8
6	工矿仓储用地	0.00	0.00	33.23	1.14	33.23	-	8	7
7	商服及住宅用地	129.34	4.43	132.57	4.54	3.23	2.50	5	5
10	交通运输用地	49.55	1.70	84.41	2.89	34.86	70.36	6	6
11	水域及水利设施用地	367.12	12.56	505.35	17.29	138.23	37.65	3	3
合计		2922.57	2922.57	100.00	2922.57	100.00	0.00	0.00	-

5.7.5.5 对公益林的影响

本工程前期选址、路线规划、占地论证阶段，坚守公益林“全面保护、严格管控、能避尽避、最少扰动”的核心原则，将公益林避让、减量占用作为方案优化的核心控制指标。项目前期多轮叠加国家级、省级公益林矢量管控范围，对线路走向、场站选址、临时施工区、运输便道等全域布局开展多轮迭代优化，最大限度避让连片公益林核心区域，全力压减公益林占用规模。受区域地形地貌、工程生产工艺及线路布设刚性条件限制，工程无法完全规避公益林范围。

工程已最大限度避让国家级及省级公益林区域，不存在刻意侵占、违规占用公益林的情形。施工阶段严格落实公益林专项保护管控要求，严控公益林占用范围边界，严禁超范围布设施工场地、临时堆场、施工便道及作业区域，最大限度缩小施工扰动面。同时配套完善施工期水土保持、扬尘治理、排水导流措施，杜绝施工废水、泥沙淤积、机械碾压、人为踩踏及弃渣堆积等次生破坏，全力保护公益林未扰动区域的原有植被群落、土壤结构及生态系统完整性。项目公益林占用严格履行林地占用审批程序，完全符合《建设项目使用林地审核审批管理办法》及地方公益林保护管理政策中“确需占用的，坚持最小规模、最少影响”的管控要求。

本项目上库库区、上库临时工程区、上库综合仓库、下库库区、下库砂石混凝土系统、下库钢管加工厂等占地区域涉及二级国家公益林。根据工程布置与公益林数据叠图分析，本工程将占用二级国家级公益林 150.47hm^2 ，其中，永久占用 122.83hm^2 ，临时占用 27.64hm^2 。本项目占用的公益林群落主要为云南松林、川滇高山栎灌丛。施工期，施工占地会使评价区生态公益林面积减少，生产者减少，占地区非生物环境发生改变，局部区域能量流动和物质循环能力降低。对于临时占用的生态公益林，在施工结束后及时进行植被恢复，可降低施工期间的影响。由于评价区森林植被覆盖度高，分布面积大，工程占用公益林面积占评价区公益林面积 6.59%，整体占比较小，不会明显改变森林的生态服务功能。评价区域的生态公益林具有一定的水源涵养和水土保持功能，还具有一定植物多样性，同时，也为野生动物提供了丰富的栖息环境，其生态系统的抗干扰及恢复能力、自组织能力等相对较强，工程占用后在一定程度上不会改变占地范围内其生态服务功能。

5.8 环境空气影响预测与评价

工程环境空气影响主要集中在施工期，运行期无大气环境影响。施工期大气环境影响主要来自施工机械燃油废气、爆破及开挖粉尘、混凝土生产系统、砂石加工系统、交通运输扬尘以及施工作业面扬尘等所造成的影响。

5.8.1 环境空气保护目标

屏山书楼抽水蓄能电站环境空气保护目标分布一览表

表 5.8-1

保护目标	影响源	保护目标与工程的空间位置关系	
		水平(m)(最近距离)	高差(m)
西村	上坝公路	141	55~65
	进厂公路	15	0~63
	下库综合修配系统、下库金属结构拼装场	85	40
	2#混凝土生产系统、下库表土堆存场	35	5~10
	地面厂房	300	36
	道路运输（S311）	5	0~20
书楼镇	2#混凝土生产系统、下库表土堆存场	35	5~10
	道路运输（S311）	5	0~20
宝宁村	砂石加工系统	210	38

5.8.2 机械燃油废气

各类施工机械燃油产生的主要污染物为 NO_x 等废气。机械燃油废气属于连续、无组织排放源，污染物成面源分布。屏山书楼抽水蓄能电站施工期间油料用量为 17475t，合计产生 NO_x 512.9t、CO843.4t、 SO_2 61.5t。由于本工程区环境空气本底状况良好，大气环境污染物排放会随施工活动停止而停止，不会产生严重的环境污染。工程主要施工作业区域距屏山书楼镇较近，大气环境污染物影响对象主要为书楼镇工区周围有较多生产及自主用房以及现场施工人员，对于需现场施工人员加强劳动保护；对书楼镇的生产及居民用房将产生一定的影响。

5.8.3 爆破及开挖粉尘

工程爆破、开挖作业主要集中在上、下水库开挖、上下库进出水口开挖和石料开采爆破施工部分，爆破、开挖粉尘粒径较大，易于沉降，污染范围有限。根据施工总布置规划，本工程施工期炸药用量 1734t，施工期开挖与爆破产生的 TSP 总量 346.8t，CO 总量 72.39t， NO_2 总量 26.48t。根据同类工程实测资料，在施工现场 50m~200m 范围以外，TSP 符合《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）中二级标准限值。根据施工场地与环境空气保护目标的位置关系分析，屏山书楼抽

蓄电站枢纽工程爆破、开挖产生的大气污染物仅对施工区局部环境空气质量造成影响，由于楠木沟下游的西村居民点距离施工爆破作业面直线距离 0.5km，在严格执行围挡施工并安装喷淋降尘装置的前提下，不会书楼镇西村环境空气质量产生大的污染。

5.8.4 交通运输扬尘

扬尘量与汽车行驶速度成正比，与路面清洁程度成反比，在同样路面清洁条件下，车速越快，扬尘量越大。而在同样车速情况下，路面越脏扬尘量越大。

运输车辆扬尘不会在大范围内平均分布，但在小空间内浓度较高。在道路局部地段积尘较多的地方，载重车辆经过时会掀起浓密的扬尘。根据其它工程现场实测情况，类似路面交通运输产生的扬尘影响范围一般在宽 10m~50m、高 4m~5m 的空间内，3min 后较大颗粒即沉降至地面，微细颗粒（所占比重较小）在空中停留时间较长。通过限制车速、路面洒水等临时措施可以减轻扬尘不利影响。

根据本工程施工场内交通与敏感保护目标的位置关系分析，施工期间砂石加工系统至书楼镇工区和下库工区的来往车辆需经现有省道 S311 通行，施工期间运输车辆公路交通扬尘将对书楼镇大气环境产生一定不利影响，应采取控制车速和洒水降尘等措施予以减缓。

5.8.5 施工作业面扬尘

其他施工作业面对大气环境产生影响的主要是大坝施工作业面、转存料场、表土堆放场等，主要污染物为扬尘。施工扬尘产生的多少及影响程度的大小与施工场地条件和天气条件等诸多因素有关，根据国内多家监测机构对施工扬尘所做的实测资料，统计结果如表 5.8-1。

施工现场大气污染物中颗粒物浓度变化表

表 5.8-2

距工地距离（m）		10	20	30	40	50	100	备注
浓度 （mg/m ³ ）	场地未洒水	1.75	1.30	0.78	0.365	0.345	0.330	测量平均风速 2.5m/s
	场地洒水	0.437	0.350	0.310	0.265	0.250	0.238	

由上表可知，在场地未洒水时施工扬尘影响范围可达施工场地外 100m；但通过场地洒水降尘后，施工扬尘影响范围将缩小至施工场地外 40m。根据施工规划，工程上水库距离周边 2km 内无居民点，下水库施工区距离西村最近居民点约 0.4km，书楼镇施工区的表土堆放场距离书楼镇居民点及生产用房约 20m-200m 之间，在施工期间严格采取洒水降尘等措施前提下，可有效降低施工场地

扬尘的影响，不会对附近的书楼镇居民点环境空气质量产生大的污染。

5.8.6 混凝土生产系统、砂石加工系统粉尘

本工程共布置有 1 个砂石骨料加工系统，共设置 2 个混凝土生产系统，大气主要污染物为颗粒物。按照《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）评价工作等级划分方法，选择项目污染源正常排放的主要污染物及排放参数，采用 AERSCREEN 估算模型进行估算，工程施工过程中各种污染物最大地面质量浓度占标率， $1\% \leq P_{\max} = 6.9507\% < 10\%$ 。本项目砂石加工和混凝土生产系统排放的粉尘地面浓度贡献值很小，占标率不大，对周围环境空气的影响较小。

本工程施工期间粉尘年排放量核算详见表 5.8-5。

大气污染物年排放量核算表

表 5.8-3

污染源名称	污染物名称	设计生产能力	排放源强（g/s）	年排放量（t/a）
1#混凝土生产系统	颗粒物	40 m³/h	0.00324	0.102
2#混凝土生产系统	颗粒物	63 m³/h	0.005103	0.161
砂石加工系统	颗粒物	300 t/h	0.1575	4.97

根据施工规划，本工程混凝土及砂石加工系统中，距离敏感点最近的为 2#混凝土生产系统和砂石加工系统，2#混凝土生产系统距离西村居民点直线距离为 35m，砂石加工系统距离宝宁村居民点 80m，工程区域主导风向为 NNW，评价范围内居民点主要集中在工程北偏东侧，未处于工程下风口处，并有地形阻挡，因此本工程砂石加工系统、混凝土生产系统产生的大气污染物主要影响对象为施工人员以及周边居民点，对施工区局部环境空气质量会造成一定影响。

5.9 声环境影响预测与评价

5.9.1 施工期声环境影响预测

5.9.1.1 施工期噪声源强

根据屏山书楼抽水蓄能电站工程施工总布置情况及同类项目类比分析，在工程建设过程中，噪声种类及特点具体见表 5.9-1。

施工期噪声特性一览表

表 5.9-1

序号	噪声源	噪声特性	噪声源处理方法	噪声源强 dB（A）	备注
1	施工爆破噪声	瞬间点声源	点源	140	按最不利原则
2	大坝施工区	主要是坝体基础开挖施工机具产生的噪声，主要设备有挖掘机、装载机等	将施工区简化为面声源进行处理	110	
3	砂石加工系统噪声	工作时为连续声源	将系统简化为面声源处理	100	

4	混凝土生产系统噪声	工作时为连续声源	将系统简化为面声源处理	100	则，各源强取最大值
5	综合加工厂	主要是机械加工、制作，以及转运设备噪声等，工作时为连续声源	将作业区域简化为面声源处理	95	
6	钢筋木材加工厂	主要是机械加工、制作，以及转运设备噪声等，工作时为连续声源	将作业区域简化为面声源处理	95	
7	金属结构拼装厂	主要是机械加工以及转运设备噪声等，为间歇性声源	将作业区域简化为面声源处理	75	
8	钢管加工厂	主要是机械加工、制作，以及转运设备噪声等，工作时为连续声源	将作业区域简化为面声源处理	95	
9	综合仓库	主要是机械车辆转运噪声等，为间歇性声源	将作业区域简化为面声源处理	75	
10	机械停放场	主要是机械车辆转运噪声等，为间歇性声源	将作业区域简化为面声源处理	95	
11	表土堆放场、转存料场	主要是挖掘机、装载机施工作业噪声，作业点不固定，为流动性间歇噪声	将作业区域简化为面声源处理	90	
12	交通噪声	主要是 10~20t 自卸汽车运输噪声	交通噪声为线声源	100	

5.9.1.2 声环境保护目标

本工程在施工规划阶段考虑了环保因素，上库施工作业区周边 2km 内无居民点，下库大坝作业面及施工区周边 400m 内无居民点，书楼镇施工工区较为集中且靠近书楼镇及西村居民点，包括下库承包商营地、永久机电备件库、下库综合仓库、中心变电站、下库钢管加工厂、2#混凝土生产系统、下库表土堆放场，书楼镇工区周边 200m 内有 S311 两旁的分散居民点。保护目标及所受噪声源强情况详见表 5.9-2。根据本工程施工场内交通与敏感保护目标的位置关系分析，施工期间砂石加工系统至进厂道路等来往车辆需经现有省道 S311 通行。考虑其可能受包括交通运输产生的噪声影响，对其噪声影响进行预测。车流量均以高峰期 60 辆/h（大车）计，限速 20km/h。因本工程仅在昼间进行施工作业，夜间不施工不运输，所以本环评仅开展对昼间噪声的预测。

声环境保护目标一览表

表 5.9-2

保护目标	噪声类别	影响源	保护目标与工程的空间位置关系		源强 [dB(A)]	备注
			水平(m) (最近距离)	高差(m)		
西村	交通噪声	上坝公路	141	55~65	70~100	10~25t 运输汽车；线声源
		进厂公路	15	0~63		
		道路运输（S311）	5	0~20		
西村及书楼镇	作业噪声、交通噪声	下库综合修配系统、下库金属结构拼装场	85	40		
		2#混凝土生产系统、下库表土堆存场、下库钢管加工厂	35	5~10		
宝宁村	作业噪声、交通噪声	砂石加工系统	210	38		

5.9.1.3 预测模式

(1) 预测方法

本工程噪声预测使用 CadnaA 噪声预测软件，预测过程具体如下：

- 1) 根据区域地形图，建立区域三维地形图；
- 2) 确定声环境保护目标及所受噪声声源在三维图中的位置，输入相应参数；
- 3) 将施工过程中的噪声源简化为点声源、线声源、面声源等噪声源，确定施工噪声源位置及源强，输入相应参数；
- 4) 运行噪声预测软件，生成噪声预测结果；
- 5) 根据噪声预测结果，分析项目施工期噪声对声环境保护目标的影响。

(2) 预测情景

由于施工噪声有很大的不确定性，各施工作业区或噪声源可能存在同步或不同步作业的情况，为了预测施工噪声的最不利影响，本次评价针对施工高峰期(大坝施工、交通运输、转存料场等同时作业)的噪声影响，取各噪声源强最大值进行预测和评价。

(3) 敏感目标噪声背景值

本工程所在区域内人口较少，无工矿企业等噪声污染源分布，下水库周边除书楼镇西村人口相对集中外，其他区域人口稀少且分布分散，生活噪声污染源较少。

我公司委托成都市华测检测技术有限公司于 2024 年 12 月 12 日~13 日对省道旁居民点进行了声环境质量监测，以此作为本次预测现状背景值。宝宁村距书楼镇不远，受影响居民点也位于 S311 旁，因此本次环评引用西村声环境监测成果作为宝宁村声环境质量现状参考值。

声环境保护目标噪声预测背景值取值一览表

表 5.9-3

单位: dB(A)

敏感目标	《声环境质量标准》 (GB3096-2008)				最大噪声背景值		备注
	2 类		4a 类		昼间	夜间	
	昼间	夜间	昼间	夜间			
西村及书楼镇居民	60	50	70	55	45	32	2024 年 12 月监测结果
宝宁村	60	50			45	32	参考 2024 年 12 月西村监测结果

(4) 预测结果及分析

施工期声环境保护目标噪声预测结果详见表 5.9-3。

施工期声环境保护目标噪声预测结果一览表

表 5.9-4

单位: dB(A)

保护目标	时段	噪声现状 最大值	最大贡 献值	预测 值	增加 值	评价 标准	超标 值	所受噪声声源
西村及书楼 镇居民	昼 间	45	68.4	68.4	23.4	60	8.4	进厂公路及书楼镇 施工区噪声
		45	67.3	67.3	22.3	70	/	
	夜 间	32	65.7	65.7	33.7	50	15.7	
		32	65.8	65.8	33.8	55	10.8	
宝宁村	昼 间	45	48.6	50.2	5.2	60	/	砂石加工系统

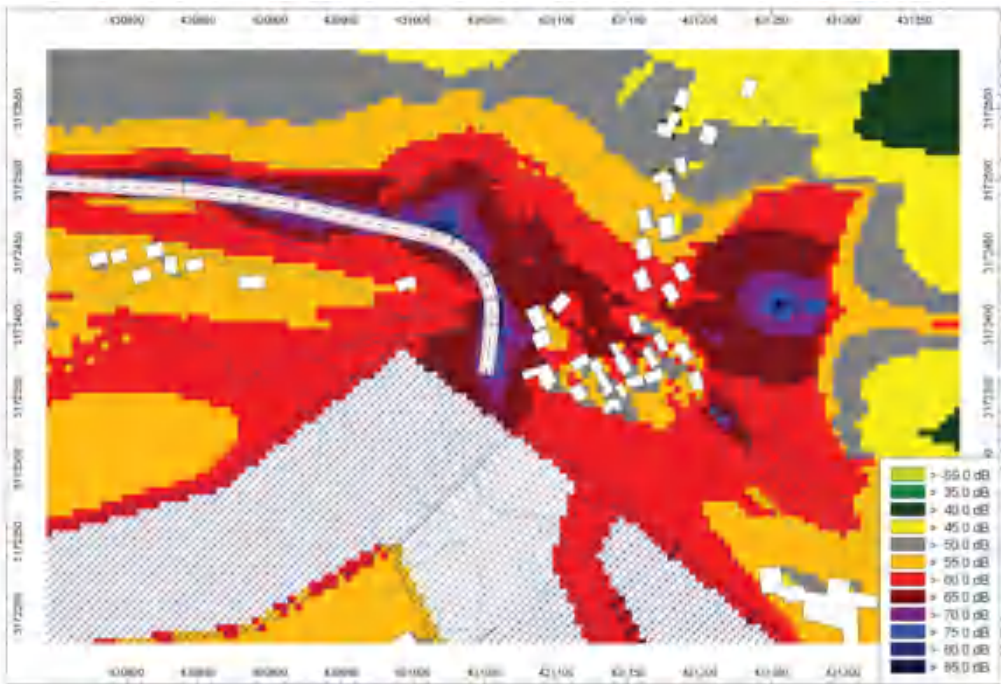


图 5.9-1 施工高峰期进厂公路及书楼镇施工区周边昼间噪声等声线图(贡献值)

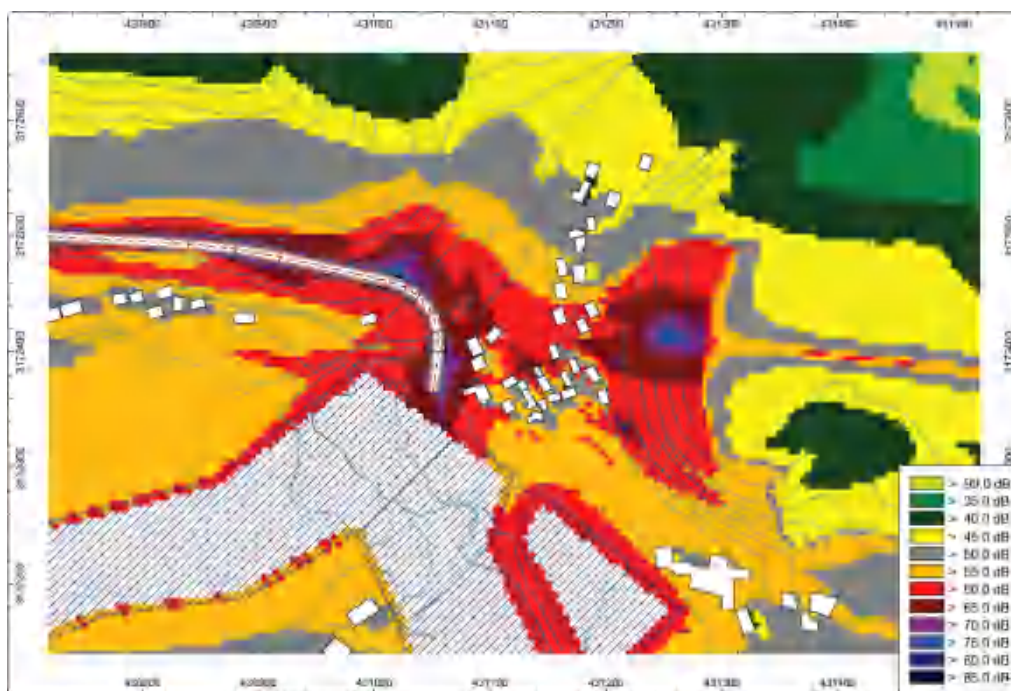


图 5.9-2 施工高峰期进厂公路及书楼镇施工区周边夜间噪声等声线图(贡献值)

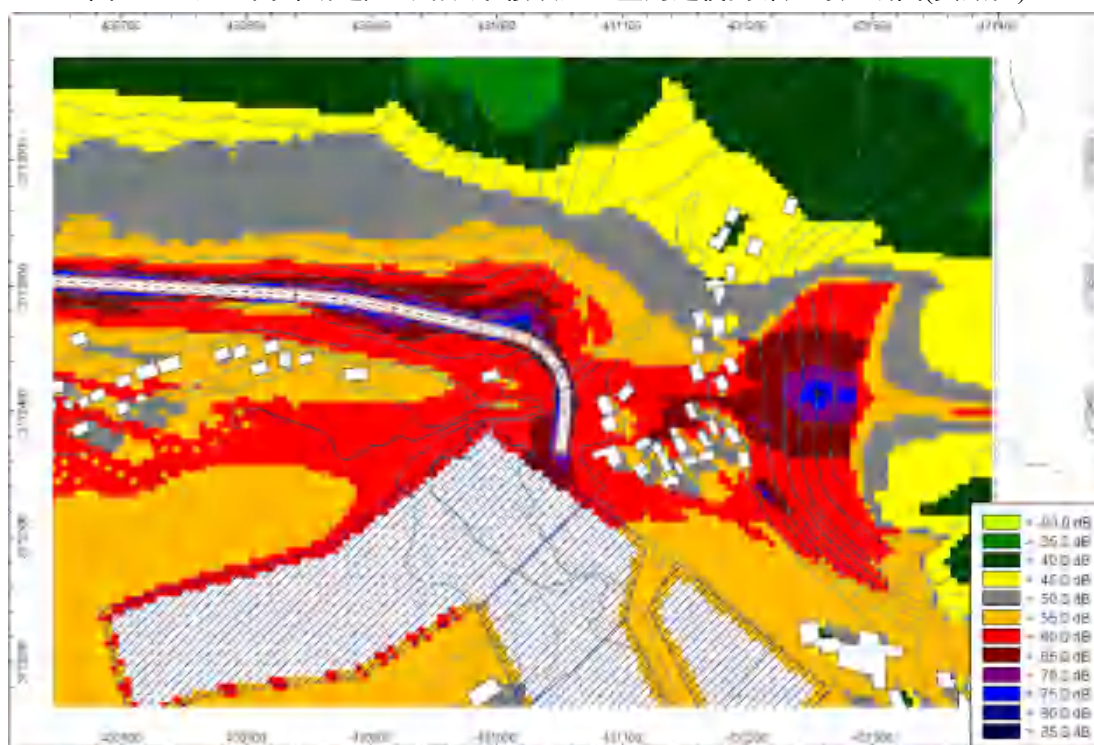


图 5.9-2 声屏障措施实施后书楼镇施工区周边噪声预测等声线图

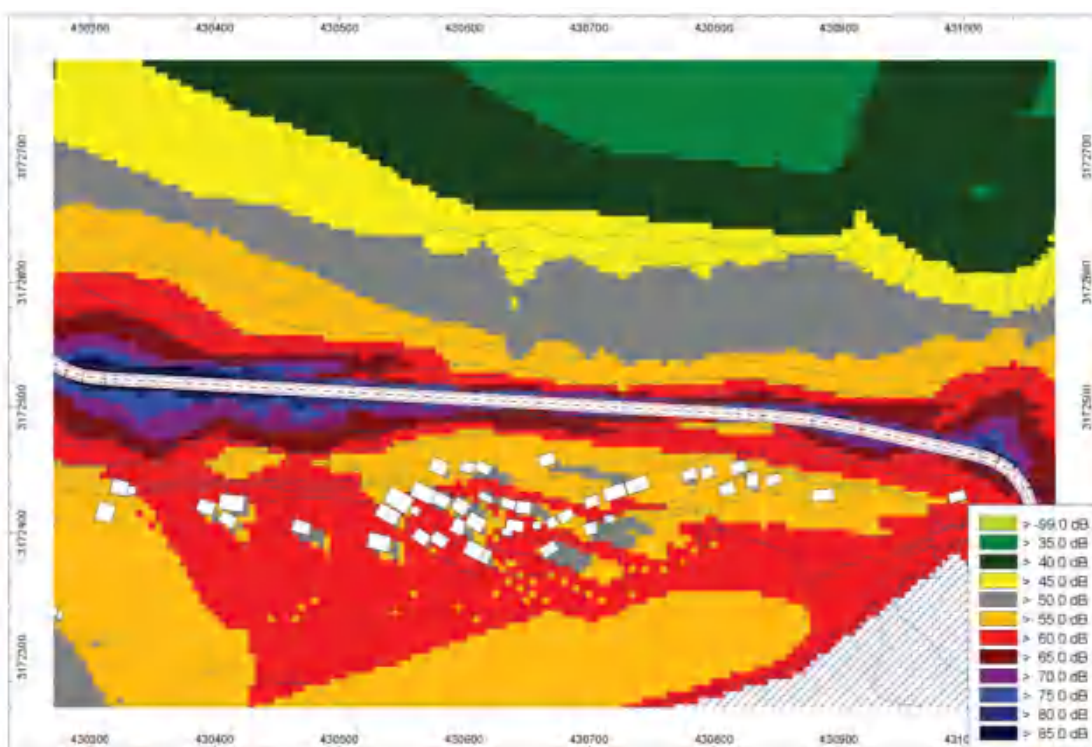


图 5.9-3 进厂公路周边噪声预测等声线图

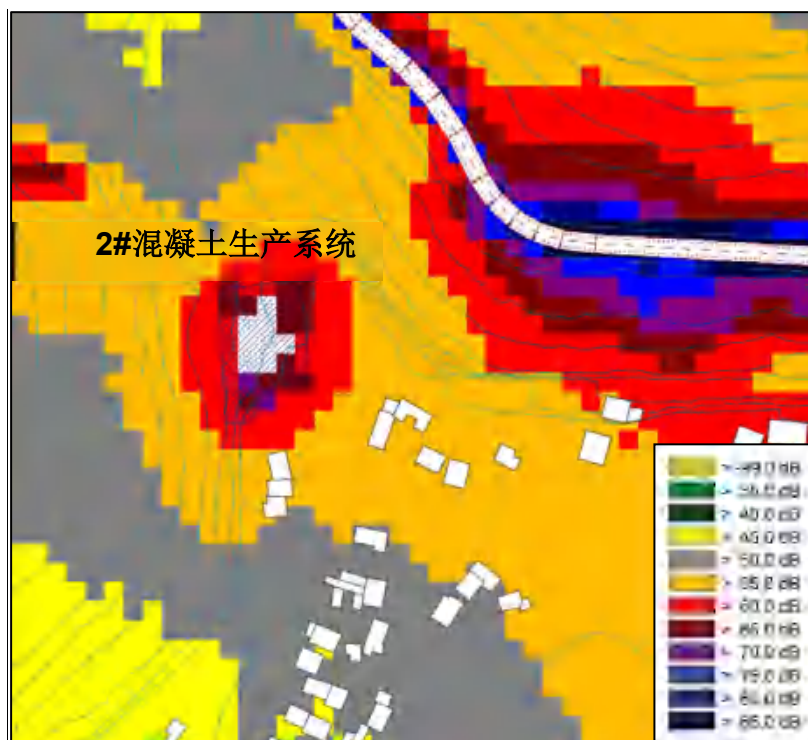


图 5.9-4 2#混凝土生产系统周边噪声预测等声线图

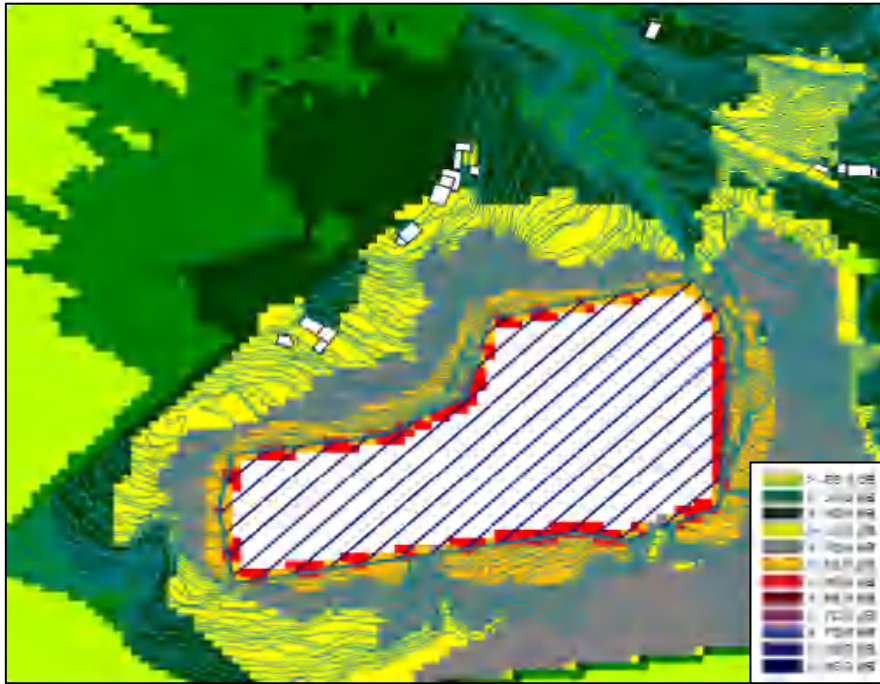


图 5.9-6 砂石加工系统周边噪声预测等声线图

屏山书楼抽水蓄能电站施工区声环境保护目标主要为书楼镇施工场地周边西村居民点、宝宁村居民点，施工期间砂石加工系统、下库钢管加工厂、2#混凝土生产系统、进厂公路及 S311 交通噪声等为主要噪声源。

西村居民点主要受进厂公路及书楼镇施工区噪声影响，施工高峰期昼间声环境预测最大值为 68.4dB(A)，根据预测结果，S311 北侧 35m 内 3 户居民点满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中 4a 类昼间标准(70dB(A))，其他 7 户执行 2 类昼间标准的居民点不满足标准(60dB(A))；施工高峰期夜间声环境预测最大值为 65.8dB(A)，根据预测结果，S311 两侧 35m 内 3 户居民点不满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中 4a 类昼间标准(55dB(A))，其他 7 户执行 2 类昼间标准的居民点不满足标准(55dB(A))。

宝宁村主要受砂石加工系统的作业噪声影响，昼间声环境预测值为 47.3dB(A)，满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中 2 类昼间标准(60dB(A))。

5.9.1.4 瞬时噪声影响预测评价

(1) 爆破噪声的影响

本工程施工爆破噪声主要产生于大坝作业面，噪声源强一般在 130dB(A)~140dB(A)，为瞬时点源，其声强与爆破方式、爆破炸药量和敏感点位置有关。

爆破噪声影响范围预测结果详见表 5.9-3，可见在距爆破点约 500m 时，其噪

声贡献值约为 60dB(A)，因此在以爆破点为中心 500m 范围内为噪声影响范围，大坝周边 500m 范围内无居民点分布，对周边居民点影响较少，其受影响的主要是现场施工人员。

爆破噪声影响范围预测结果

表 5.9-5

声源	源强	与声源不同距离处的噪声预测值					
		100m	300m	500m	600m	750m	1000m
爆破噪声	140	78.4	66.9	60.5	57.9	54.4	49.4

(2) 装卸噪声的影响

转存料场中主要是挖掘机、装载机等作业机械产生的噪声，作业点不固定，属于流动性间歇噪声。在上述对声环境保护目标的噪声预测中，将转存料场等施工作业区域简化为面声源进行处理、预测。现仅针对开挖及装卸瞬时噪声的影响范围进行预测。

一般开挖、装卸瞬时噪声源强最大可达到 105dB(A)，在距装卸点约 70m 时，其噪声贡献值约为 60dB(A)，因此装卸瞬时噪声的影响范围是 70m，其受影响的主要是现场施工人员。

装卸噪声影响范围预测结果

表 5.9-6

声源	源强	与声源不同距离处的噪声预测值					
		100m	300m	500m	600m	750m	1000m
爆破噪声	105	76.5	70.9	65.0	63.0	61.5	60.1

5.9.2 运行期声环境影响

运行期噪声污染源主要为发电设备噪声，地面发电厂房的主要噪声源为 500kV 主变压器、排风风机等，单台主变的噪声声功率级为 65~85dB(A)，单台空调风冷外机噪声源强声功率级约为 85~90dB(A)。本工程地面发电厂房主变、排风机采用户外布置，但本工程发电厂房周边无声环境敏感点，总体上，本工程地面发电厂房产生的噪声对外界环境的影响很小。

5.10 固体废物

5.10.1 施工期固体废物

电站施工期固体废物主要包括工程弃渣、生活垃圾、施工区建筑垃圾、废水处理系统产生的泥渣和危险废物。

5.10.1.1 工程弃渣

经内部土石方调运后，最终土石方达到平衡，工程无弃渣。

5.10.1.2 生活垃圾

屏山书楼抽水蓄能电站施工高峰人员 2440 人，业主永久营地高峰人数 129 人，类比其他电站施工区生活垃圾产生量，按照业主营地每人每天产生垃圾 1.0kg、施工营地每人每天产生垃圾 0.5kg 计算，本工程施工高峰期日产垃圾约 1.22t/d，工程施工期 57 个月，累积垃圾量约 1573.52t。施工生活垃圾具有难降解物以及无机物含量高，含水率高等特点，若处置不当将影响施工人员健康，也将污染周围环境，影响景观。

5.10.1.3 辅助企业建筑垃圾

工程的场平、道路铺设和其它施工现场将产生部分建筑垃圾，主要包括渣土、废石料、碎金属、竹木材、散落的砂浆和混凝土等，其中新址供水工程配套水库（楠木沟水库）拆坝将产生 3.8 万 m³ 混凝土，废水处理系统产生的泥渣，以上若不妥善处置会对周围环境造成影响。

施工辅助企业生产过程中产生一定数量的固体废物，如报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管等。这些固体废物若露天堆放锈蚀、腐烂后不仅造成物资财产的损失，也会对周围土壤、水体等造成污染，故应加强管理、及时回收利用。

5.10.1.4 危险废物

施工期机修厂和保养站产生的废油和蓄电池、汽车冲洗含油废水处理后的浮油，应分类收集临时贮存，并定期交由相关资质单位进行处置，对周围环境影响不大。

5.10.2 运行期固体废物

电站运行期固体废物主要包括生活垃圾和危险废物。

5.10.2.1 生活垃圾

本工程运行期生活垃圾主要产生于电厂运维人员，电厂规划人数 129 人，人均生活垃圾产量按 1kg/d 计算，则电厂生活垃圾产生量约为 129kg/d。

生活垃圾如果得不到妥善处理，将会对周围环境带来不利影响。

5.10.2.2 危险废物

本项目运行过程中产生的危险废物主要包括废透平油、含油废物和废铅蓄电池。运行期危险废物集中收集暂存于危废贮存设施，定期交由相关资质单位进行处置后，对环境的影响不大。

5.11 电磁环境影响预测与评价

本项目施工期拟在下库施工负荷中心建设 1 座 35kV 施工变，主变容量为 1×12.5MVA，以 1 回 35kV 线路接入 110kV 富荣变电站，新建 35kV 线路长度约 17km；在上库施工区新建 1 座 10kV 开关站，新建 2 回 10kV 线路接入 35kV 施工变，新建 10kV 线路路径长度为 2×3km，施工期电磁环境影响较小，本节主要分析运行期的电磁影响。

本项目为抽水蓄能电站建设项目，拟在站址内建设地面发电厂房内设置发电机组和开关站，设置 4 台 360MVA 主变，开关站户内 GIS 布置。本项目建成投运后发电厂房内的主变、配电装置母线、电气设备附近将产生工频电场、工频磁场，故本次电磁环境影响评价因子为工频电场、工频磁场。

5.11.1 评价方法

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本项目电磁环境评价等级为一级。根据地面厂房设计资料及布置，本次将地面发电厂房和开关站作为一个变电站进行预测评价。

5.11.2 类比条件分析

根据变电站电磁环境影响分析，影响变电站电磁环境的主要因素有主变布置形式、电压等级、配电装置布置形式、出线方式、总平面布置及外环境情况等，故本次类比变电站选择 500kV 泸定水电站地面发电厂房/开关站（GIS 楼）。本项目地面发电厂房/开关站（GIS 楼）和类比地面发电厂房/开关站（GIS 楼）相关参数详见下表。

本项目拟建地面发电厂房与类比工程的相关参数

表 5.11-1

项 目	地面发电厂房/开关站（GIS 楼）	500kV 泸定水电站地面发电厂房/开关站（GIS 楼）
电压等级	500kV	500kV
建设内容	主变+开关设备	主变+开关设备
主变容量	4×360MVA	4×258MVA
主变布置形式	户外布置	户外布置
配电装置布置	户内 GIS 布置	户内 GIS 布置
总平面布置	主变布置于副厂房地面一层	主变布置于副厂房地面第一层
出线回数（500kV）	1	1
出线方式	屋顶出线	屋顶出线
背景情况	周边无其他较大电磁环境影响源	周边无其他较大电磁环境影响源

由上表分析可知，类比变电站与本项目变电站相比，电压等级一致，均为 500kV，布置方式一致，均为开关设备+主变布置；主变台数设置一致，均为 4 台；主变布置型式一致，均为户内布置；配电装置布置型式一致，均为户内 GIS 布置；总平面布置方式一致，均布置于地面一层；出线方式一致，均为架空出线；出线回数一致，均为 1 回出线。类比地面发电厂房/开关站（GIS 楼）与本项目地面发电厂房/开关站（GIS 楼）相比，主变容量略有差异，本项目主变容量大于类比变电站主变容量，根据电磁环境影响理论，主变容量主要影响母线上的电流强度大小，从而影响变电站周围的电磁环境。本次电磁环境影响采用类比变电站站界监测值按照与主变容量成正比例关系扩大后（即 $(4 \times 360\text{MVA}) / (4 \times 258\text{MVA}) \approx 1.4$ 倍）进行预测。因此，本次采用 500kV 泸定水电站地面发电厂房/开关站（GIS 楼）监测值扩大后能保守的反映本项目建成投运后的电磁环境影响。

5.11.3 类比监测结果与评价

5.11.3.1 类比监测条件及方法

（1）类比监测分析方法及监测仪器概述

类比变电站的监测项目、监测方法、监测仪器见下表。

监测项目、方法、仪器

表 5.11-2

监测因子	仪器名称	技术指标	校准/检定信息
工频电场 工频磁场	电磁辐射分析仪 型号：主机 SF-YW81SG 探头 EHP-50D 编号：主机 SV/YQ-63 探头 SV/YQ-29	测量范围： 工频电场 5mV/m~100kV/m 工频磁场 0.3nT~10mT 不确定度： 工频电场 $U=0.3\text{dB}$, $k=2$ 工频磁场 $U_{rel}=2\%$, $k=2$ 校准因子： 工频电场：0.99 工频磁场：0.99	校准单位：华南国家计量测试中心 广东省计量科学研究院 电场有效期：2025.10.30~2026.10.29 证书编号：WWD202503496A
温湿度	气象仪 型号：3000 编号：SV/YQ-67	测量范围： 温度 -29~+70℃ 相对湿度 0%~100% 不确定度： 温度 $U=0.5^\circ\text{C}$, $k=2$ 相对湿度 $U=2.0\%$, $k=2$	校准单位：四川中衡计量检测技术有限公司 有效期：2026.03.24~2027.03.23 证书编号：20260324620221 号
风速	气象仪 型号：3000 编号：SV/YQ-67	测量范围： 风速 0.4~40m/s 不确定度： $U_{rel}=2\%$, $k=2$	校准单位：四川中衡计量检测技术有限公司 有效期：2026.03.24~2027.03.23 证书编号：20260324620224 号

(2) 类比监测时间及气象条件

监测期间环境条件

表 5.11-3

测量时间	天气	温度℃	湿度%	风速 m/s
2026-07-14	晴	22.6~32.1	64.3~76.1	1.0~1.2

(3) 类比监测点布设及监测期间工况

500kV 泸定水电站地面发电厂房/开关站（GIS 楼）站界：在 500kV 泸定水电站地面发电厂房/开关站（GIS 楼）四周围墙外 5m，地面 1.5m 处布设监测点；本次在地面发电厂房/开关站（GIS 楼）站界四周巡测最大值，在最大值处布设了一个断面监测点位，位于开关站北侧，测点间距为 5m，顺序测至围墙外 50m 处。

监测期间变电站运行工况详见下表。

监测期间运行工况

表 5.11-4

电压等级与名称		电压（kV）	电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（MVar）
500kV 泸定水 电站	1#主变	524.26~534.86	481.67~491.41	468.36~477.82	185.63~189.38
	2#主变	524.86~535.46	483.40~493.16	475.72~485.34	174.24~177.76
	3#主变	531.39~542.13	459.66~468.94	465.12~474.52	134.94~137.66
	4#主变	532.24~542.99	469.08~478.56	473.04~482.60	137.21~139.99

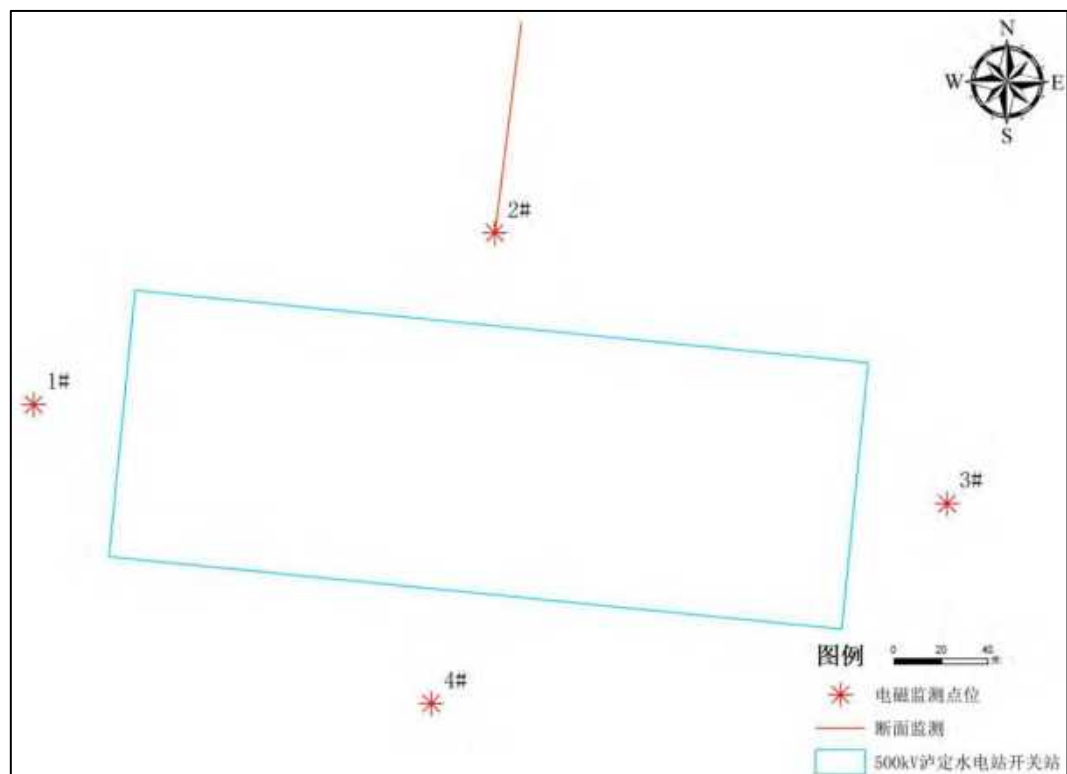


图 5.11-1 类比变电站监测布点图

5.11.3.2 类比变电站监测结果与分析

变电站外电场强度和磁感应强度监测结果见表 5.11-5，类比变电站监测期间，两台主变运行电压已达到额定电压，运行电流均未达到额定电流，因此类比监测值能反映类比变电站在额定负荷情况下的工频电场强度，但不能完全反映工频磁感应强度。本次工频磁感应强度按照监测期间主变运行负荷进行修正，根据负荷比计算公式，500kV 泸定地面发电厂房/开关站（GIS 楼）主变负荷比计算分别为 $1.95 \approx \sqrt{(468.36^2 + 185.63^2) / 258^2}$ 、 $1.96 \approx \sqrt{(475.72^2 + 174.24^2) / 258^2}$ 、 $1.88 \approx \sqrt{(465.12^2 + 134.94^2) / 258^2}$ 、 $1.91 \approx \sqrt{(473.04^2 + 137.21^2) / 258^2}$ 。本次磁感应强度按监测期间主变负荷比进行修正（即 $(1.95 + 1.96 + 1.88 + 1.91) / 4 = 1.93$ 倍，修正值=现状值/1.93）。500kV 泸定地面发电厂房/开关站（GIS 楼）监测结果情况见下表。类比变电站站外电场强度、磁感应强度（修正后）随距离的变化情况见图 5.11-2 和图 5.11-3。

类比变电站站外工频电场、工频磁场监测结果

表 5.11-5

序号	监测点位描述		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（ μT ）	
				监测值	修正值
1#	500kV 泸定开关站西侧站界外 5m		24.55	0.4795	0.2484
2#	500kV 泸定开关站北侧站界外 5m		53.87	0.9651	0.5001
3#	500kV 泸定开关站东侧站界外 5m		17.51	0.6545	0.3391
4#	500kV 泸定开关站南侧站界外 5m		44.41	0.3954	0.2049
5#	500kV 泸定开关站北侧站界断面监测	距北侧站界 5m	53.87	0.9651	0.5001
		距北侧站界 10m	50.49	0.7552	0.3913
		距北侧站界 15m	40.44	0.6576	0.3407
		距北侧站界 20m	29.18	0.5395	0.2795
		距北侧站界 25m	18.89	0.4960	0.2570
		距北侧站界 30m	12.46	0.3945	0.2044
		距北侧站界 35m	8.922	0.3069	0.1590
		距北侧站界 40m	5.714	0.2451	0.1270
		距北侧站界 45m	2.182	0.1871	0.0969
		距北侧站界 50m	0.668	0.1024	0.0531

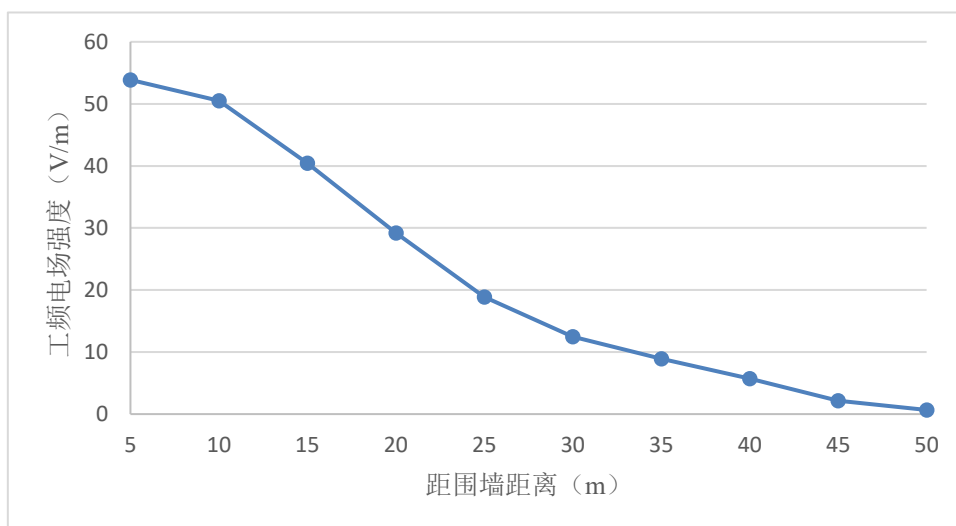


图 5.11-2 围墙外电场强度随距离变化图

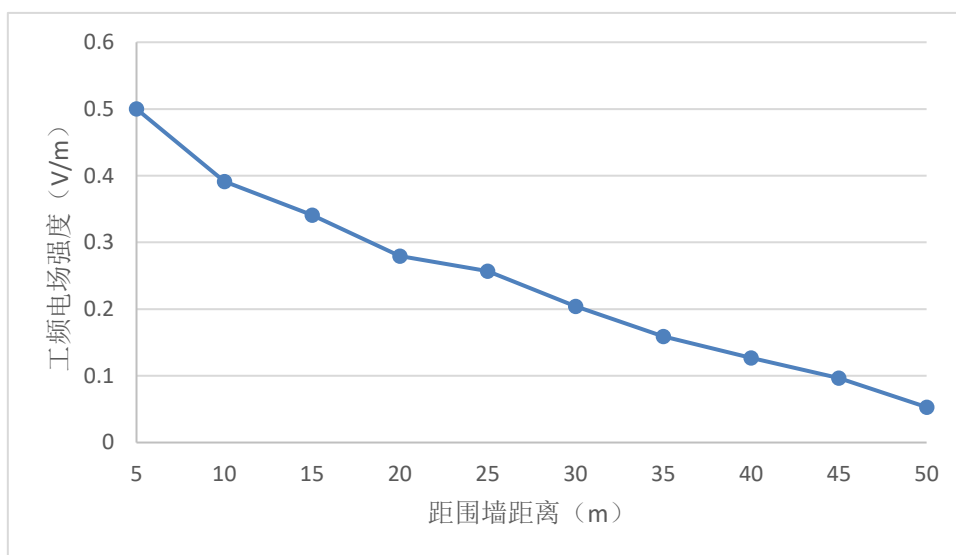


图 5.11-3 围墙外磁感应强度随距离变化图

类比变电站站外电场强度最大值为 53.87V/m，随着与围墙距离的增加逐渐降低，均满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；磁感应强度修正最大值为 0.9651 μ T，随着与围墙距离的增加呈总体下降趋势，均满足不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

5.11.4 拟建地面发电厂房电磁环境影响预测

5.11.4.1 预测方法

根据 5.11.2 类比条件分析，本项目拟建地面发电厂房站界处产生的电场强度、磁感应强度采用类比变电站对应站界侧现状监测值扩大 1.4 倍后叠加现状监测值进行预测评价。类比变电站及本项目拟建地面发电厂房站界对应关系见图 5.11-4 和表 5.11-6。

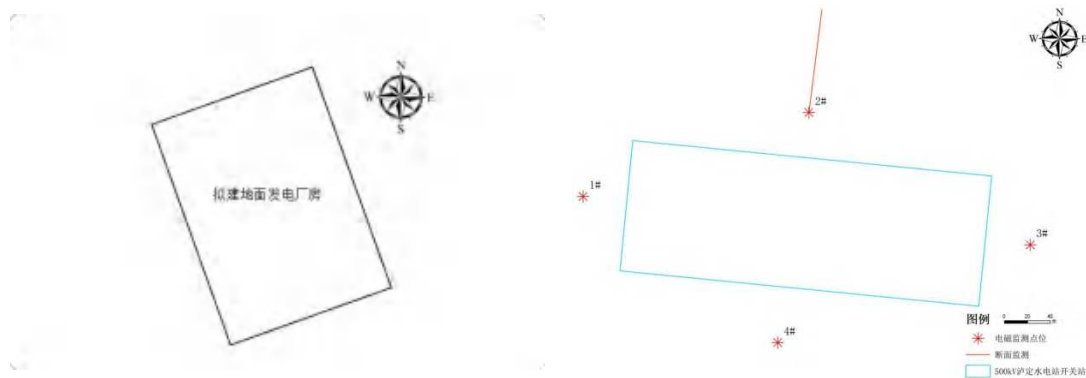


图 5.11-5 围墙外磁感应强度随距离变化图

本项目拟建地面发电厂房与类比变电站站界对应关系

表 5.11-6

本项目拟建地面发电厂房	类比变电站（500kV 泸定水电站 地面发电厂房/开关站（GIS 楼））	备注
拟建站界北侧 （500kV 出线侧）	北侧站界（500kV 出线侧）	2#
拟建站界南侧	南侧站界	4#
拟建站界西侧	西侧站界	1#
拟建站界东侧	东侧站界	3#

5.11.4.2 预测结果与评价

根据上述预测方法，本项目拟建地面发电厂房站界电磁环境影响预测结果见表 5.11-7。

本项目拟建地面发电厂房站界电磁环境影响预测值

表 5.11-7

预测点	数据分项	E（V/m）	B（μT）
拟建站界北侧 （500kV 出线侧）	类比值	53.87	0.5001
	现状值	2.016	0.0041
	预测值	77.434	0.7042
拟建站界南侧	类比值	44.41	0.2049
	现状值	2.016	0.0041
	预测值	64.19	0.2909
拟建站界西侧	类比值	24.55	0.2484
	现状值	2.016	0.0041
	预测值	36.386	0.3519
拟建站界东侧	类比值	17.51	0.3391
	现状值	2.016	0.0041
	预测值	26.53	0.4789

本项目拟建地面发电厂房站外电场强度最大值为 77.434V/m，均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中电场强度公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；磁感应强度最大值为 0.7042μT，均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中公众曝露控制限值 100μT 的要求。

本项目拟建地面发电厂房投运后在站外产生的电场强度、磁感应强度随着距变电站围墙距离的增加呈总体降低的趋势，因此在变电站评价范围内产生的电场强度、磁感应强度均满足评价标准要求。

5.12 建设征地及移民安置环境影响预测与评价

5.12.1 建设征地影响

本工程建设征地影响涉及四川省宜宾市屏山县书楼镇西村和宝宁村，征占用各类土地面积 3377.70 亩，其中永久占地面积 2362.13 亩，临时占地面积 1015.57 亩。

水库淹没和工程占地以耕地、园地为主，其次是林地、草地其他用地等，将永久改变占地区的土地利用方式，影响当地林、农业生产；临时工程占地以林地和园地为主，其次是耕地、草地等，会临时改变土地利用性质，造成一定的植物生物量损失，在此栖息的野生动物将可能迁移，但在施工结束后根据实际情况恢复原有功能或进行合理开发，临时占地影响逐渐减弱。

5.12.2 移民安置环境影响

5.12.2.1 移民生产及搬迁安置

(1) 移民生产安置

规划水平年生产安置人口 567 人，根据移民意愿调查成果并结合地方政府意见，规划全部采取自行安置，对应耕（园）地面积 1186.67 亩。以实物指标调查到户的耕（园）地面积为基础，按照土地管理政策规定兑付土地补偿补助费用，由移民自行用于调整落实生产资料及配套设施或用于就业。由于无需开垦耕地，生产安置不会对生态环境造成不利影响。

(2) 移民搬迁安置

屏山书楼抽水蓄能电站需搬迁安置人口 101 人，其中西村 92 人、宝宁村 9 人，均采取分散安置。分散安置移民建房过程中扰动范围小，对安置区周边陆生生态影响轻微。分散安置移民生活污水排放量也小，且分散，对周边水环境无明显不利影响。

5.12.2.2 水环境影响预测

移民安置对水环境的影响主要是分散安置居民排放的生活污水对周围水环境的影响。根据计算，搬迁移民生活污水排放总量为 10.5m³/d。

同时，移民安置过程中少量的施工废水和施工人员的生活污水也会对周围水环境产生影响。由于施工期较短，废水产生量少，对地表水体影响小。

5.12.2.3 大气环境影响预测

移民搬迁安置大气环境影响源主要是建房安置过程中的开挖、回填等场地平整中产生的粉尘。对大气环境产生影响的主要污染源包括各类施工机械排放的废气，施工开挖产生的粉尘飘尘，车辆运行产生的扬尘等。影响时段为施工期，时间较短。

由于工程开挖量小，其产生的废气量也较小，施工工期短，因此不会对整个区域的大气环境造成污染，对施工区局部区域的大气环境影响也较小，在采取必要的降尘和防护措施情况下，实质影响将进一步降低。

5.12.2.4 声环境影响预测

本工程移民安置施工规模小，对周围声环境影响主要表现为施工期各类施工机械产生的噪声。其中对环境影响较大的施工机械有推土机和自卸卡车等。施工噪声将主要对施工现场作业人员造成影响。

5.12.2.5 生活垃圾影响分析

本工程搬迁安置移民共计 101 人，生活垃圾产生量为 0.051t/d，产生量少，其中有机物质多回田或饲畜，仅余少量无机成分。若不做好垃圾收集与处理的工作，任其散乱堆置，将影响村容及环境卫生。

5.12.3 专项设施复建对环境的影响

本工程涉及的专项设施复建工程主要包括机耕道复建工程（4.87km 水泥混凝土路面）、水利工程（水源地迁建工程）、电力工程（10kV 输电线路 6.12km）和电信广播电视工程。

机耕道复建工程对环境的影响主要体现在施工期的大气环境、声环境、和固体废物等影响，在做好定时洒水、合理确定施工时间、采取减速缓行、禁止鸣笛、生活垃圾集中收集处理等措施后，对环境影响较小。

水源地迁建工程已经单独开展了环境影响评价文件的编制及审批。

电力和电信工程建设强度低，施工过程相对简单，仅涉及极少量占地，对生态影响较小；施工强度不大，对区域噪声和大气影响小。

6 环境保护对策措施及其技术经济论证

6.1 生态流量泄放及保障措施

6.1.1 生态流量泄放措施

下水库右岸设置泄水建筑物，布置一条泄洪放空洞和一条泄放管，泄洪放空洞兼作施工期导流洞。泄放管沿尾水隧洞底板埋设，直径 1.8m，总长约 1021m，主要用于水库日常放水、下游河道生态供水、以及大坝和进/出水口检修放空。泄放管进口段布置于下库两个进/出水口中间，进口底板顶高程 510.00m，沿 2#尾水隧洞底板埋设，在 2#尾水隧洞岔管处引接下游河道，泄放管出口中心线高程为 403.00m，末端设置一个检修球阀和锥形阀进行控泄和检修，经消力阀室消能后接入下游河道。

为满足下水库生态流量下泄要求，泄放管末端分流一根直径 0.10m 的生态放水管，以保障下游河道生态供水，生态放水管末端设置检修阀和工作阀，当库水位为 566.00m 时，最大泄水量为 $0.057\text{m}^3/\text{s}$ ，当库水位为 524.00m 时，最大泄水量为 $0.049\text{m}^3/\text{s}$ ，满足下游生态流量泄放要求，当入库流量小于生态流量时，按来水下泄。

6.1.2 生态流量在线监测措施

为了保证下游河道生态用水量，需在下水库放水设施内设置 1 套在线监控设施，具体安装位置按现场实际情况确定，拟选择 SULN-200F 型超声波流量计。该流量计采用非接触式超声波进行流量的测量，适用于水、海水等可均匀传导超声波、流速在 $0\sim 30\text{m/s}$ 的液体，可测量 15mm~6000mm 的钢、铸铁、水泥等管道，可安装于上、下库的放水管处。该流量计具有自动流量数据储存功能，并可与电脑连接进行流量监测原始数据的长期备份和储存。

在线监控设施与大坝同时建设，初期蓄水前完成，由电站运行调度人员负责监控初期蓄水和运行期的流量下泄情况，并负责数据的存储、分析、统计和整理，流量监控平台实现数据的及时上传。

6.2 地表水环境保护措施

6.2.1 施工期地表水环境保护措施

6.2.1.1 砂石加工系统废水

（1）污染源强

本工程在宝宁村工区布置 1 套砂石加工系统,其废水中的主要污染物为 SS,浓度约为 80000mg/L。砂石加工系统系统设计毛料加工能力分别为 375t/h,成品骨料生产能力 300t/h,采用湿法生产工艺,砂石加工最大用水量为 140m³/h,则最大生产废水源强为 112m³/h。

（2）处理目标

根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491—2021)中规定,“砂石加工、混凝土生产等产生的废水应进行适当处理后回收利用或排放,回收利用水的悬浮物含量不应大于 100mg/L;处理后排放水体应符合国家现行标准的规定”,本工程砂石加工生产系统产生的废水经处理后全部回用于自身及场地洒水,因此回用处理目标为 SS≤100mg/L。

（3）方案比选

砂石加工系统生产废水的处理传统工艺一般采用自然沉淀法和加药絮凝沉淀法,另外随着技术的发展,在水电工程中还出现了 DH 系列高效(旋流)污水净化器处理工艺以及磁介质混凝沉淀技术(MagCS)工艺。

方案 1:自然沉淀法,处理流程见图 6.2-1。含高悬浮物的废水从筛分楼流出,进入沉淀池,不使用凝聚剂,在沉淀池中进行自然沉淀,上清液循环使用。该方案特点是处理流程简单,基建技术要求不高,运行操作简单,运行费用少,但为达到较好的处理效果,沉淀池的规模要求很大,而且很难达到回用水质要求。

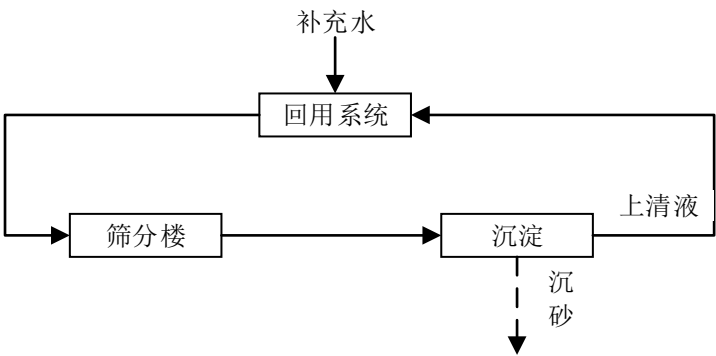


图 6.2-1 自然沉淀法工艺流程

方案 2：絮凝沉淀法，处理流程见图 6.2-2。废水经过厂区废水收集管渠，进入旋流沉砂池，进行初步沉淀。在废水进入快速反应池前投加絮凝剂，水和絮凝剂在快速反应池内利用快速搅拌机充分混合，然后进入慢速反应池，同样利用慢速搅拌器充分反应。慢速反应池出水进入辐流式沉淀池，通过周边的配水孔，均匀的从周边进入辐流式沉淀池，废水中的絮体状颗粒沉淀到池底，上清液直接排入清水池，回水泵站将清水池中的水送至厂区用水点。

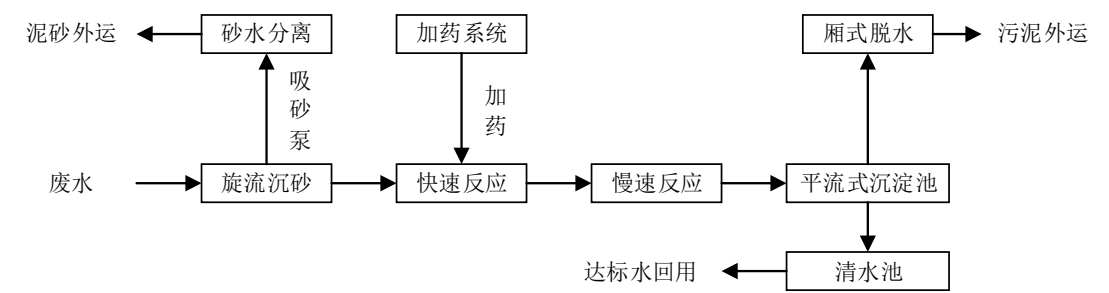


图 6.2-2 絮凝沉淀法工艺流程

方案 3：高效旋流净化法，处理流程见图 6.2-3。砂石骨料冲洗废水进入调节池，经泵抽至高效旋流净化器，同时利用负压原理，将药剂与废水一并吸入管道中初步混合，进入高效旋流净化器。在高效旋流净化器内经混凝反应、离心分离、重力分离、动态过滤及污泥浓缩等过程从高效旋流净化器顶端排出净化后的净水，浓缩后的污泥从底部定时或连续排出。处理出水直接排入清水池，回水泵站将清水池中的水送至厂区用水点。

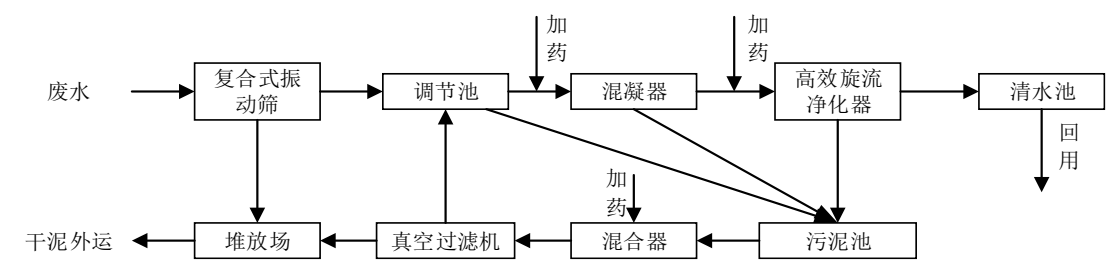


图 6.2-3 高效旋流净化法工艺流程

方案 4：磁介质混凝沉淀系统（MagCS），工艺流程见图 6.2-4。待处理废水经过一次性提升泵入高频振动筛，筛上粗颗粒可作为骨料利用，筛下泥浆自流至调质罐，通过加入阳离子 PAM 调质后自流至浓缩带式污泥脱水机，滤饼外运，滤液自流至磁介质混凝沉淀池净水处理系统，尾泥返回调质罐进行调质脱水，净水达标回用。

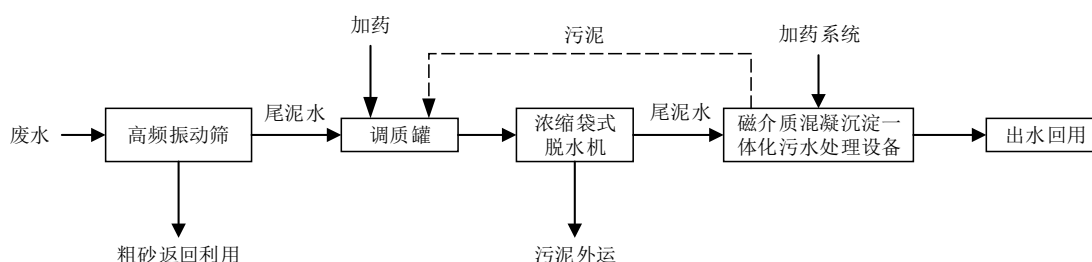


图 6.2-4 磁介质混凝沉淀技术（MagCS）工艺流程

4 种处理工艺中，方案 1 采用自然沉淀法的特点是处理流程简单，基建技术要求不高，运行操作简单且运行费用低，但要达到较好的处理效果，就必须修建规模很大的沉淀池，占地面积很大，已很少采用。方案 2 采用传统絮凝沉淀工艺，其核心处理一般采用平流沉淀池、旋流沉淀池、斜管（板）沉淀池和辐流沉淀池等工艺，这些工艺相比自然沉淀法处理效率高，占地面积相对较小，但是存在容易出现泥渣板结、堵塞，清泥工作量大等问题。方案 1 与方案 2 处理工艺存在问题总结如下：

①自然沉淀占地面积大，泥渣清理工作量大。

②平流沉淀池悬浮物去除率较低，出水水质差，占地面积大，清泥频繁且工作量大，经常发生淤池现象。

③旋流沉淀池运行费用相对较高，而且设备易磨损，维护费用高。

④斜管（板）沉淀池要求入口悬浮物浓度一般不大于 3000~5000mg/L，适用于低悬浮浓度废水处理，在处理砂石加工系统废水时，往往处理能力低，出水水质差，斜管（板）易堵塞，清泥困难。

⑤辐流沉淀池占地面积大，废水往往需要预沉淀以后再进行处理，以减轻处理负荷，从而造成工艺路线长，操作维护工作量大，沉淀池排泥管易堵塞，刮泥机械故障多，运行可靠性差。

方案 3 高效旋流净化法是采用一体化设备，该设备将直流混凝、微絮凝造粒、离心分离、重力分离、油水分离、动态把关过滤及污泥浓缩等过程有机融合为一体，在同一罐体内完成废水的多级净化，实现了在线式快速连续高效处理。但是该设备由于旋流作用，存在着设备易磨损等问题，同时该设备经过几年的应用还不能解决特高浓度的砂石废水，另外其排泥也存在一定的问题容易堵塞和板结。

方案 4 采用“磁介质混凝沉淀技术（MagCS）工艺”，该技术以重介质加载沉淀技术为基础，利用常规的絮凝沉淀法，通过在混凝阶段投加高效可回收的磁

介质提高絮体的沉降速度，并辅以污泥回流装置来提高混凝反应效果的技术。由于磁介质的比重较大，通过在絮凝反应过程中和絮体有效地进行结合，使絮体大而密实，可以有效提高絮体的比重，在澄清池中高速沉降，以此有效提高澄清池的处理效率。其主要特点如下：

①以磁介质作为絮团载体，反应效果好。

②对 SS、TP 去除效果好，同时还对非溶解性 COD 有一定去除效果。

③耐冲击负荷能力强，最高可达 $50\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

④工艺占地少，处理量大。

⑤运行成本低，设备的使用寿命长。

⑥“磁介质混凝沉淀技术（MagCS）工艺”已成功应用于两河口水电站大坝灌浆废水处理，来水悬浮物浓度达 30000mg/L ，主要由岩粉、泥沙、水泥颗粒等造成，出水水质悬浮物能够小于 10mg/L 。

⑦开展过相关研究实验，选取水样为两河口水电站瓦支沟砂石系统生产废水，采用 MagCS 废水处理工艺进行处理后，水样 SS 浓度由 100000mg/L 左右降至 37mg/L 左右。工艺已获取相关实用新型专利证书“一种高浓度砂石骨料加工废水处理系统”（专利号：ZL201720355863.X）。

综合上述分析，并结合两河口水电站的经验，建议本工程采用磁介质混凝沉淀技术（MagCS）工艺。MagCS 系统一体化设备示意图见图 6.2-5。



图 6.2-5 MagCS 磁介质混凝沉淀技术一体化设备图

（4）处理方案

1) 工艺流程

工程拟在砂石加工系统处布置一套废水处理系统，采用磁介质混凝沉淀系统（MagCS）。处理废水经污水池收集后泵送入膏体仓储浓密机中心筒，与絮凝剂充分混合后进入膏体仓储浓密机内高速沉降，膏体仓储浓密机溢流进入，磁基增效高浊废水集约化处理成套设备进行出水用于药剂制备和回用或外排，尾泥与膏体仓储浓密机底流混合，经压滤給料泵泵入高压隔膜压滤机进行压滤脱水，泥饼干化后用于坝后压坡，滤液与膏体仓储浓密机溢流混合，再次进入磁基增效高浊废水集约化处理成套设备进行处理。

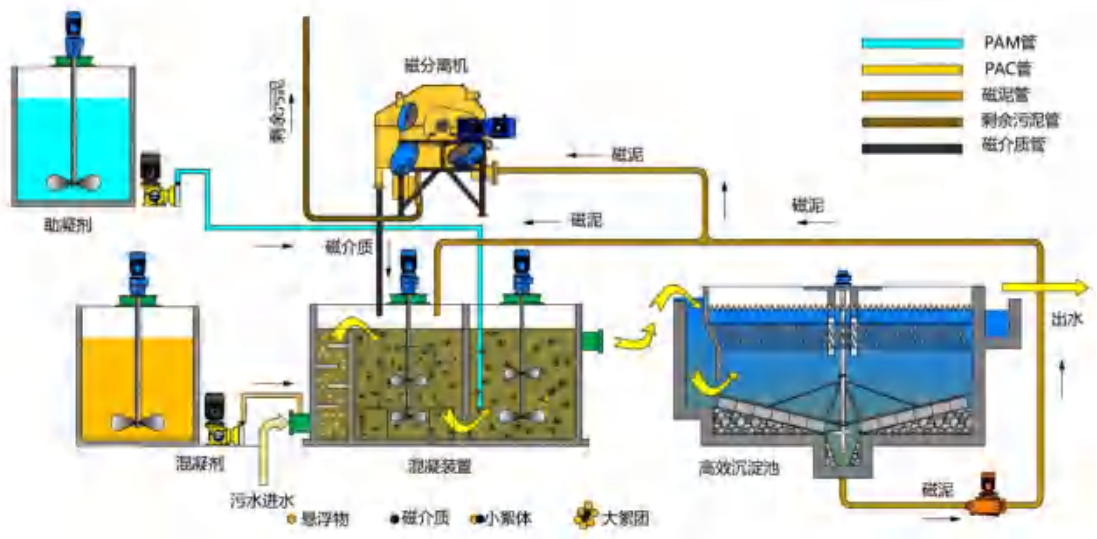
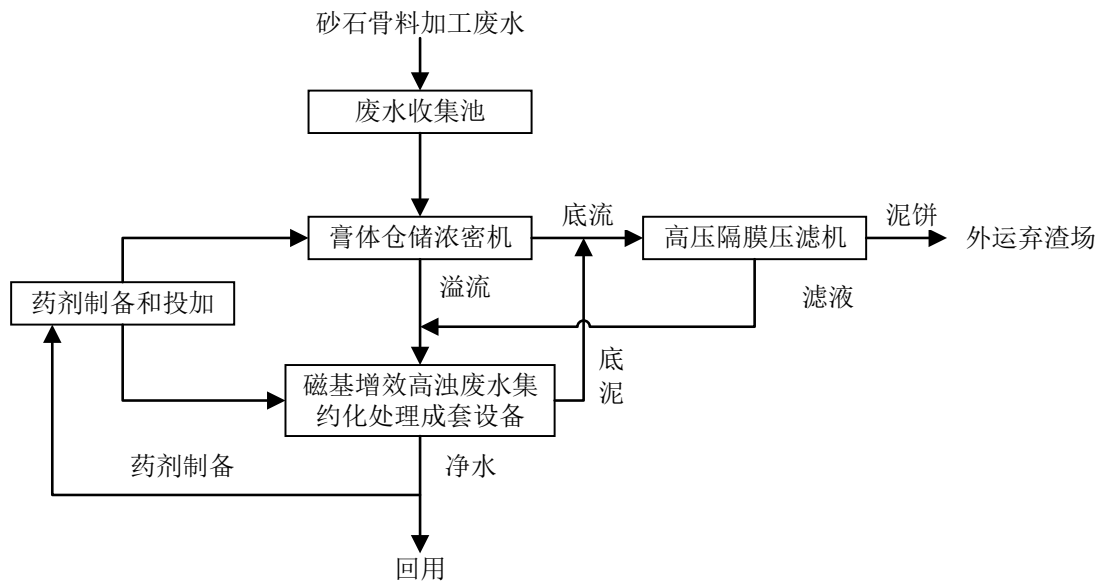


图 6.2-6 砂石加工系统生产废水处理工艺流程图

2) 主要设备及构筑物设计

砂石加工系统废水处理站占地面积 1568m²。砂石加工废水处理系统平面布

置图如图 6.2-7 所示，主要构筑物设计参数见表 6.2-1，主要设备见表 6.2-2。

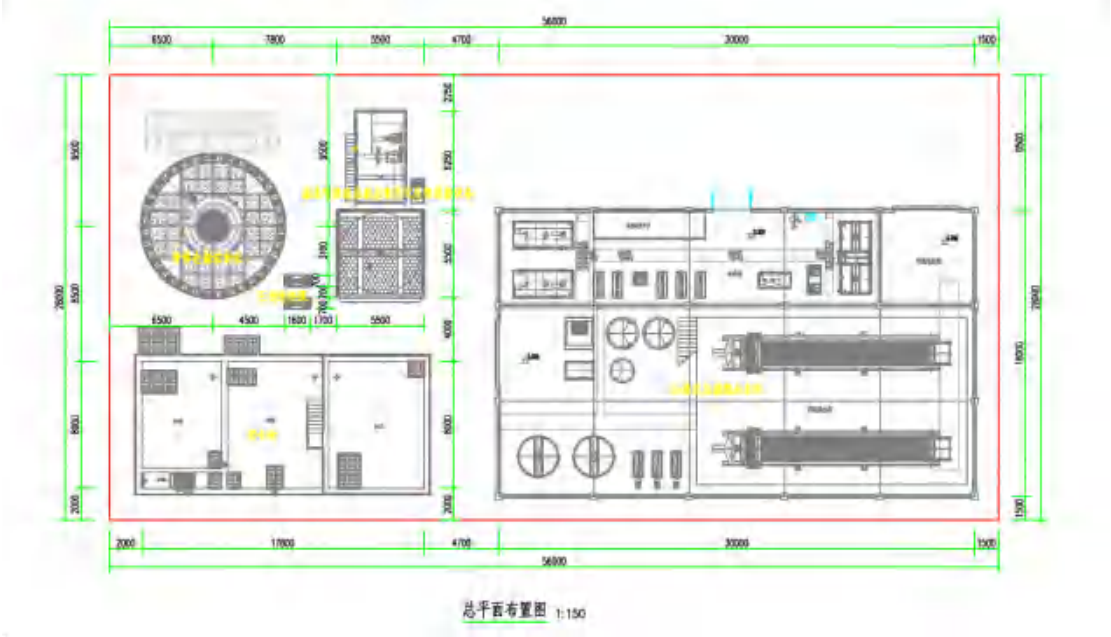


图 6.2-7 砂石加工系统废水处理系统平面布置图

砂石加工废水处理系统主要构筑物一览表

表 6.2-1

序号	名称	宝宁村	
		规格型号	数量
1	污水池	3 m×3 m×2.5 m	1
2	回水池	8m×5m×3m	1
3	压滤车间	15m×6m×6m	1
4	辅助用房	15m×6m×6m	1

砂石加工废水处理系统主要设备一览表

表 6.2-2

序号	名称	规格型号	数量
1	废水输送泵	Q=150m³/h, H=10m, N=7.5kW 变频电机	2
2	废水输送泵配套控制柜	N=7.5kW	2
3	直线振动筛	满足使用要求	1
4	管道混合器	DN250, 带 DN25 加药口	1
5	高浓度预处理系统	3710×3710×3900mm, P=1.1kW, 外缘线速度 5m/min, 防护等级: IP55	1
6	排泥泵	螺旋离心泵, 流量 66m³/h, 扬程 8m, P=5.5kW, 进口: DN100, 出口 DN80	2

序号	名称	规格型号	数量
7	磁基增效高浊度水净化系统	型号: MagCS-5000, 悬浮物最大冲击浓度 5000mg/L, 出水 SS≤50mg/L, 含磁基回收机, 核心部件采用稀土永磁材质, 有效磁场强度≥4300 高斯, 回收率 99.5%以上, 一体化成套设备, 系统成套供货	1
8	污泥调质罐	2700×2700×3600mm, N=2.2kW	1
9	重型带式污泥脱水机	滤带宽度: 2500mm; 浓缩段重力脱水面积: 7.75m ² ; 压滤段重力脱水面积: 9.4m ² ; 预压脱水面积: 1.68m ² ; 压榨脱水面积: 15.5m ² ; 功率: 2.2+1.1kW; 外形尺寸: 4500×3080×2590mm。	1
10	滤液泵	螺旋离心泵, 流量 66m ³ /h, 扬程 8m, P=5.5kW, 进口: DN100, 出口 DN80	2
11	液位控制系统	污水池	1
12	电气自动化系统	含操作箱、检修箱、线缆、照明、计算机控制系统、桥架和其他辅件等	1
13	系统内管件、阀门和非标等	/	1

5) 运行管理要求

砂石废水处理系统在运行过程中主要需注意定时清淤。同时, 考虑到废水处理工艺中的加药间与脱水机房机械化和自动化程度较高, 对管理人员有一定技术要求, 所以应组织废水处理站的管理维护人员在上岗前接受专项技术操作培训后, 才能对电气仪表设备进行科学的操作与维护, 并严格制订操作规程, 以保证废水处理系统的良好运行。同时, 工程环境管理部门应定期对处理站的管理运行进行监督检查, 掌握废水处理系统运行情况, 对不良情况及时提出整改意见, 杜绝事故排放。

为保证砂石废水处理系统正常运行, 应开展定期维护工作, 每月至少进行 1-2 次板结泥渣清理, 以防堵塞。同时砂石废水处理系统考虑以下应急措施:

①动力装置配备了备用设备, 出现故障, 可采用备用设备紧急替换。

②泥渣脱水设备虽未设置备用设备, 但配置了多台设备, 并按照最大负荷设计, 当某台出现故障, 其他设备仍可正常工作, 即使有剩余无法处理的泥浆也可通过专设的污泥回流管排入调节池, 利用调节池临时贮存。

③本工程砂石加工系统均采用 PLC 集中控制, 在废水处理系统任何一个环节出现故障时, 会很快响应并立即停止运行, 同时管理人员应立即通知砂石系统

工作人员停止砂石生产，减少进入系统的入水量，按半个小时左右的响应时间计算，响应前废水可临时储存于石粉回收系统或调节池中。

6.2.1.2 混凝土生产系统废水

（1）污染源强

屏山书楼抽水蓄能电站施工区共设置 2 处混凝土生产系统，1#混凝土生产系统设计生产能力 $50\text{m}^3/\text{h}$ ；2#混凝土生产系统设计生产能力 $65\text{m}^3/\text{h}$ 。各混凝土生产系统采取三班工作制，每班冲洗一次，每次冲洗废水量分别约为 2m^3 和 2m^3 ，则每天 2 个混凝土生产系统冲洗废水分别共计为 $6\text{m}^3/\text{d}$ 和 $6\text{m}^3/\text{d}$ 。类比同类工程，废水 SS 浓度一般在 5000mg/L 左右，pH 值一般在 12 左右。

（2）处理目标

根据《水电工程施工组织设计规范》（NB/T10491—2021）中规定，“砂石加工、混凝土生产等产生的废水应进行适当处理后回收利用或排放，回收利用水的悬浮物含量不应大于 100mg/L ；处理后排放水体应符合国家现行标准的规定”，本工程混凝土生产系统废水经处理后全部回用于自身或道路洒水降尘，因此回用处理目标为 $\text{SS} \leq 100\text{mg/L}$ 。

（3）处理方案

1) 工艺流程

针对混凝土生产系统废水水量少、排放不连续、悬浮物浓度较高等特点，采用“预沉+二沉”二级沉淀处理工艺对混凝土生产系统冲洗废水进行处理。该处理方法的特点是构造简单、造价低、管理方便，仅需定期清池。考虑到冲洗废水 pH 值偏高，运行期间有影响，在处理池中需投加酸性中和剂。

每个处理系统由 1 座矩形沉淀池和 1 座清水池组成。同时配备 1 座备用池用于系统检修时储存废水。每台班末的冲洗废水先进入预沉池，去除大部分 SS，排入沉淀池内加入酸性药剂（推荐使用草酸）进行中和，并进行二次沉淀，沉淀后废水排入清水池回用于下一台班的冲洗，沉淀时间达 6 小时以上。定期清理预沉池和沉淀池污泥，对泥渣中重金属检测，符合要求泥渣的转运至转存料场，金属超标的泥渣则暂存在危险废物暂存间，委托有资质单位定期清运处理。沉淀池的出水端设计为活动式，便于清运和调节水位。

2) 主要设备及构筑物设计

本工程混凝土生产系统地面冲洗废水处理系统规模及主要工程量估算见下表。

本工程混凝土生产系统地面冲洗废水处理系统规模及主要工程量估算表

表 6.2-3

名称	预淀池尺寸 (长×宽× 高, m)	沉淀池尺寸 (长×宽× 高, m)	清水池尺寸 (长×宽× 高, m)	备用池尺寸 (长×宽× 高, m)	开挖 量 (m ³)	回填 量 (m ³)	C25 混 凝土 (m ³)	钢 筋 (t)	占地 面积 (m ²)	清淤泥渣去 向
1#混凝土生 产系统	1.5×1.0×1.0	1.5×1.0×1.0	1.5×1.0×1.0	1.5×1.0×1.0	19.66	6.55	8.60	0.39	6	上库转存料 场
2#混凝土生 产系统	2.0×1.0×1.5	2.0×1.0×1.5	2.0×1.0×1.5	2.0×1.0×1.5	33.70	11.23	13.46	0.61	7	下库转存料 场

3) 运行管理要求

由于混凝土生产系统废水量很小，处理构筑物简单，除回用水泵外，没有机械设备维护的问题，在运行过程中主要注意定时清渣，泥渣晒干后运往转存料场堆放后综合利用。管理和维护工作纳入混凝土生产系统统一安排，不另设机构和人员。

6.2.1.3 机械修配厂含油废水

(1) 污染源强

本工程上、下库施工区分别设置 1 处机械修配厂，类比同类工程，高峰用水量约为 24m³/d，废水产生系数取 0.8 计，废水产生量约为 19.2m³/d。废水 SS 浓度一般在 1000mg/L 左右，石油类的浓度在 30mg/L 左右。

(2) 处理目标

本工程机修含油污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920—2020）标准后回用于车辆冲洗、场地洒水等。考虑到 GB/T18920—2020 标准中无石油类标准，同时要求达到《污水综合排放标准》（GB8979-1996）一级标准，石油类≤5mg/L。

(3) 处理方案

1) 工艺流程

结合机修废水产生特点，推荐采用沉淀池+成套油水分离器的处理方案。废水中的悬浮物和 COD_{Cr} 以及部分石油类在沉淀池中经絮凝沉淀后得以去除；沉淀池出水进入成套油水分离器处理，实现废油的回收利用与统一收集，以及处理出水中的石油类含量满足要求。

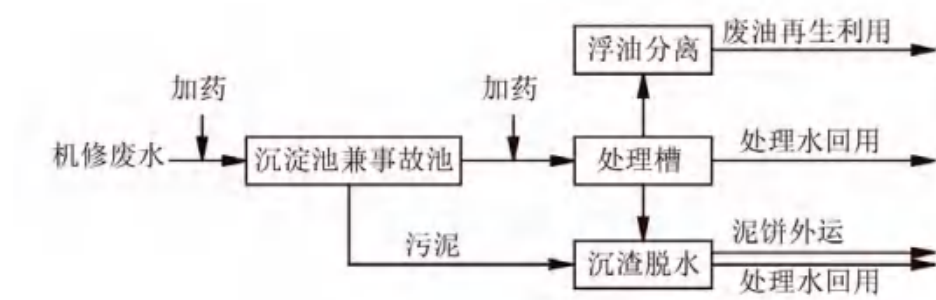


图 6.2-8 机修含油污水处理工艺流程图

2) 主要设备及构筑物设计

沉淀池采用平流式。考虑到事故储存功能，停留时间取 3h，有效容积 72m³。沉淀池分为 2 格，单格尺寸为 5.0m（长）×2.4m（宽）×3.3m（高），池子沿宽方向单排设 1 个砂斗，砂斗容积按大于 2h 存砂量设计。沉淀池表面负荷采用 1.00m³/（m²·h），正常运行有效水深 3.0m，水平流速 0.93mm/s。沉淀池的规模及主要工程量估算见表 6.2-4。

机械修配厂含油废水处理系统规模及主要工程量估算表

表 6.2-4

名称	沉淀池分格数	单格规模尺寸 (长×宽×高, m)	回填量 (m ³)	C25 混凝土 (m ³)	钢筋 (t)	占地面积 (m ²)
1#机械修配厂	2	5.0×2.4×3.3	30.24	20.88	0.94	48.5
2#机械修配厂	2	5.0×2.4×3.3	30.24	20.88	0.94	48.5

油水分离器采用 SFY 型含油废水处理成套设备对其进行处理。SFY 型含油废水处理成套设备在原水含油量≤1500mg/L，冲击负荷不超过 20000mg/L 的条件下，处理后出水含油量<5mg/L。结合含油废水排放的水量及成套设备型号综合考虑，选定本工程含油污水成套处理设备的型号为 SFY—10。

机修汽修厂产生的废油应贮存于危险废物贮存设施，并委托有资质的单位进行处理。

3) 运行管理要求

由于机修含油污水量较小，处理构筑物和设备较简单，在运行过程中主要注意定时清理和巡护。管理和维护工作纳入站内统一安排，不另设机构和人员。

6.2.1.4 洞室排水

(1) 污染源强

本工程洞室排水主要为少量正常施工排水和少量地下渗出水，洞室排水的施

工排水为每开挖 100m³ 隧洞石料需要添加 4.0m³ 水，坝址勘探平洞及钻孔结果揭示，仅雨季局部洞段陡倾裂隙有少量渗水或滴水，工程区岩体总体微一弱透水为主，地下水位受降水控制，季节性变化明显，施工时会有少量渗水。

施工期间洞室排水分散且源强不稳定，变幅较大，季节性变化明显。废水中含有一些炸药残渣、漂絮等，主要污染物为 SS 和少量石油类。根据文献调研和在建工程实践，洞室施工排水的 SS 浓度在 100mg/L~3000mg/L，pH 值约 7.6~13.5。

（2）处理目标

洞室排水经清污分流后，洞室排水污水部分经处理达标后回用或综合利用，不外排。采取在洞口设置三格沉淀池，就地回用，沉淀污泥定期挖出运至附近排水处理站脱水后集中用于库底回填。当洞室排水量较大时，建设洞室排水处理站，经处理后的水质需满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 6020-2020）中相关要求，然后通过洒水车用于施工区道路洒水降尘及绿化灌溉。

（3）清污分流

本工程根据洞室施工工艺、洞室特征等因素综合考虑，对洞室采取有效的清污分流措施。具体包括上下库连接路隧道段，以及主体工程的引水隧洞、尾水隧洞和厂房自流排水洞、出线洞、通风兼安全洞。

根据施工方式和顺反坡情况，主要包括以下两种类型：钻爆法顺坡清污分流、钻爆法反坡清污分流。

1) 钻爆法顺坡段清污分流

钻爆法顺坡主要利用边侧排水沟排水，采用“四沟法”，即洞室两侧分别做两条清水沟和两条污水沟，利用隧道纵向坡度重力外排。清污水沟均为临时设施，待隧道贯通后浇筑混凝土至永久设计路面设计高程。

掘进/初支段：掌子面及初支实施段距离较短，且施工扰动大，均视为污水，不进行清污分流。该段产生的污水，通过低洼处设污水移动泵站抽排至初支完成段污水沟。

初支完成段：两侧洞壁股状渗水采用钻孔植入钢管，利用软管导流；成片渗水点设置塑料挡水板，将渗水导流；集水软管、塑料挡水板分段收集清水到隧道两侧设清水沟，通过清水沟顺坡排至洞外，清水沟外搭防水板防止尘土进入污染清水。地面找坡汇集未被有效收集洒落地面的洞室渗水至隧道边侧污水沟，通过

污水沟顺坡排至洞外。

二衬完成段：实施二次衬砌结构的洞室，清水通过主体结构内部预埋排水管汇集，由隧道永久排水沟排出洞外，无需采取清污分流措施。

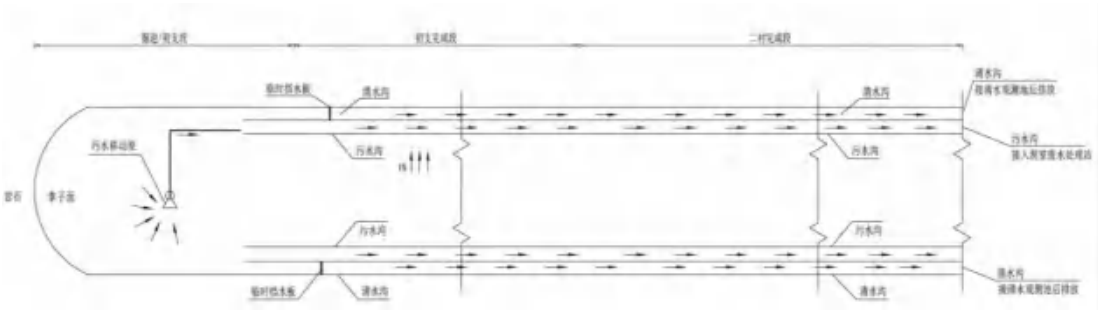


图 6.2-9 钻爆法顺坡段清污分流平面示意图

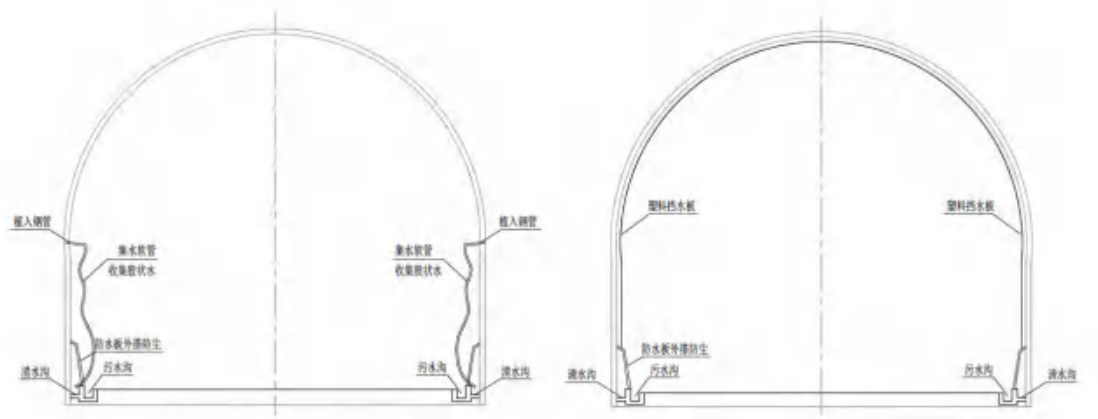


图 6.2-10 钻爆法顺坡初支段清污分流横断面图

2) 钻爆法反坡段清污分流

钻爆法反坡段仍采用“四沟法”进行清污水收集，即洞室两侧各两条清水沟、污水沟，清污水沟均为临时设施。其次，分段设置清污水固定泵站，通过排水沟收集的清污水，接力提升至洞外。

掘进/初支段：施工作业面及掌子面产生的污水，设污水移动泵站抽排至最近一级污水固定泵站。

初支完成段：洞侧壁按高差不超过 20m，及水平长度不超过 500m 的原则设置清、污水固定泵站。泵站位置沿洞室横向设拦截沟，截流地面污水进入一侧污水固定泵站，固定污水泵站将污水接力抽排至上游一级污水固定泵站。隧道两侧设清水沟，收集洞室渗水，清水沟外搭防水板防止尘土进入污染清水，横向过路清水采用预埋暗管。清水集中至一侧固定泵站接力抽排至上游一级后，逐级抽排至隧道口清水观测池。

二衬完成段：实施二次衬砌结构的洞室，清水通过主体结构内部预埋排水管汇集，由隧道永久排水沟统一汇集至固定泵站，接力抽排出洞外。

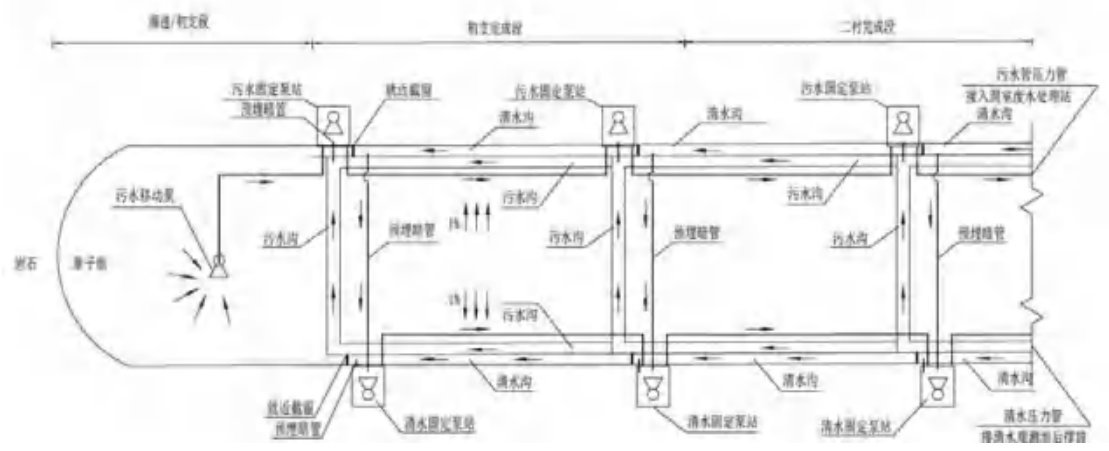


图 6.2-11 钻爆法反坡段清污分流平面示意图

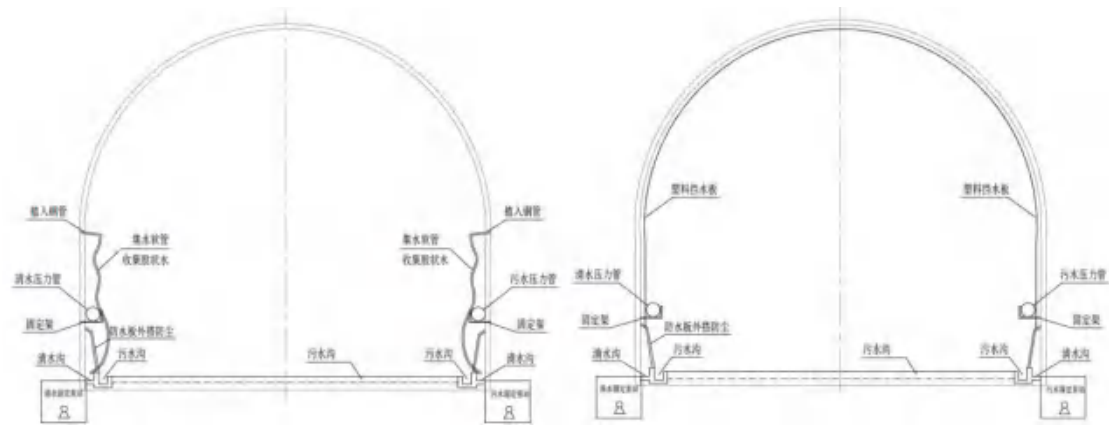


图 6.2-11 钻爆法反坡初支段清污分流横断面图

(4) 处理方案

1) 方案设计

洞室排水的处理工艺主要针对 SS 和 pH。根据施工洞室布置特点及废水回用需求，本工程各洞室排水口均设置沉淀设施。考虑工程区地质条件、洞室涌水量很小的特点，采用中和+三级沉淀池处理，沉淀池设置应急加药和 pH 调节装置。每座沉淀池分三格，在沉淀池前设细格栅（筛网缝隙为 2mm），对洞室排水中的残渣、漂絮等进行拦截、过滤。结合现场实际情况，施工可采取每天洒水车定期到各洞室外抽取沉淀池内的上清液用于施工区道路洒水降尘、沿途施工现场的混凝土养护、下库砂石加工系统等综合利用方式，废渣及沉淀泥渣定期清除，用于坝后压坡。

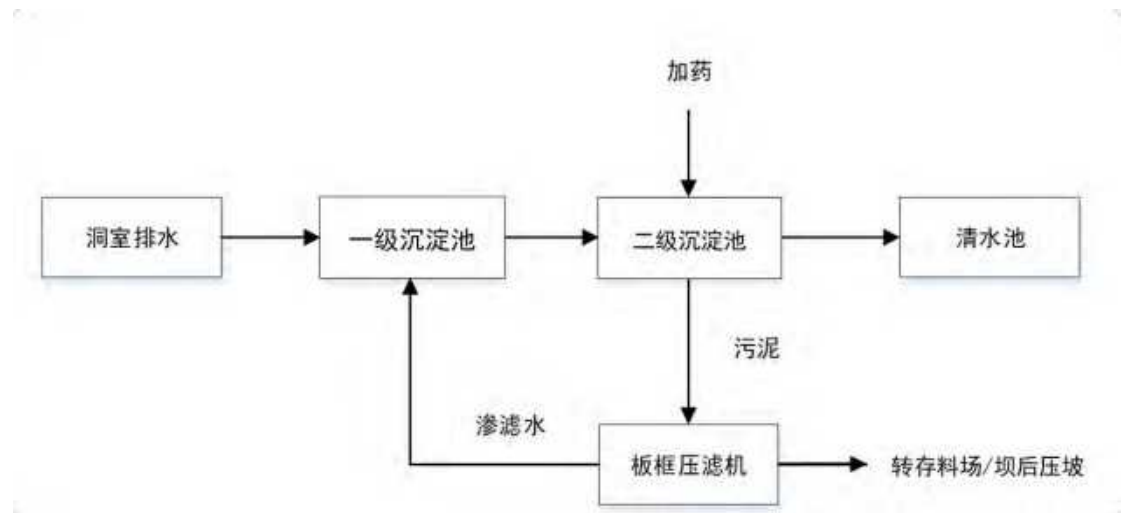


图 6.2-9 洞室排水污水处理工艺流程图

2) 主要构筑物设计

洞室排水按照停留时间 8h，核算污水处理池容积，详见表 6.2-4。

施工期洞室废水处理系统构筑物设计参数

表 6.2-5

产生位置	构筑物名称	数量(座)	主要工艺参数	长(m)	宽(m)	高(m)	占地面积(m ²)	结构
1#施工支洞	一级沉淀池	1	停留时间 8h，有效容积 8m ³	3	2	2	6	钢砼
	二级沉淀池	1	停留时间 8h，有效容积 8m ³	3	2	2	6	钢砼
	清水池	1	停留时间 8h，有效容积 8m ³	3	2	2	6	钢砼
2#施工支洞	一级沉淀池	1	停留时间 8h，有效容积 8m ³	3	2	2	6	钢砼
	二级沉淀池	1	停留时间 8h，有效容积 8m ³	3	2	2	6	钢砼
	清水池	1	停留时间 8h，有效容积 8m ³	3	2	2	6	钢砼
3#施工支洞	一级沉淀池	1	停留时间 8h，有效容积 13m ³	3	3	2	9	钢砼
	二级沉淀池	1	停留时间 8h，有效容积 13m ³	3	3	2	9	钢砼
	清水池	1	停留时间 8h，有效容积 13m ³	3	3	2	9	钢砼
3-1#施工支洞	一级沉淀池	1	停留时间 8h，有效容积 8m ³	3	2	2	6	钢砼
	二级沉淀池	1	停留时间 8h，有效容积 8m ³	3	2	2	6	钢砼
	清水池	1	停留时间 8h，有效容积 8m ³	3	2	2	6	钢砼
4#施工支洞	一级沉淀池	1	停留时间 8h，有效容积 8m ³	3	2	2	6	钢砼
	二级沉淀池	1	停留时间 8h，有效容积 8m ³	3	2	2	6	钢砼

	清水池	1	停留时间 8h, 有效容积 8m ³	3	2	2	6	钢砼
泄洪放空洞 (导流洞)	一级沉淀池	1	停留时间 8h, 有效容积 13m ³	3	3	2	9	钢砼
	二级沉淀池	1	停留时间 8h, 有效容积 13m ³	3	3	2	9	钢砼
	清水池	1	停留时间 8h, 有效容积 13m ³	3	3	2	9	钢砼
尾水隧洞	一级沉淀池	1	停留时间 8h, 有效容积 13m ³	3	3	2	9	钢砼
	二级沉淀池	1	停留时间 8h, 有效容积 13m ³	3	3	2	9	钢砼
	清水池	1	停留时间 8h, 有效容积 13m ³	3	3	2	9	钢砼

注：各隧洞出口排水处理设施尺寸后续可根据实际量情况调整。

(5) 运行管理和维护

在运行过程中，要注意对三级沉淀及时清淤。当施工强度较高时，尤其喷混凝土工作强度较高时，废水中所携带的渣滓较多，沉淀池内的淤积很快，为避免池底积泥过度、水顺淤泥面直接流走，从而影响沉淀效果，应成立专门的清淤小组，负责污水处理池的清淤工作，要求每周至少对污水处理池清理一次。分离出来的污泥经板框压滤机脱水后运往转存料场，后用于综合利用。同时，派专人对池子间通道格栅钢筋网外侧包裹的无纺布进行检查，发现塞满淤泥时及时进行清理、更换。

6.2.1.5 基坑排水

(1) 污染源强

本工程上水库基坑排水主要为经常性排水，经常性排水主要包括围堰及堰基渗水、施工弃水及降雨汇水。基坑汇水由库盆内排水沟道汇集至大坝上游围堰堰前，抽排至大坝下游。下库河道底坡较大，河道截流后原河水即可自流排除，因此基坑排水主要为后期排水和经常性排水。后期排水为面板施工时，排除围堰与坝体之间的积水，经常性排水为大坝施工期基坑渗水、雨水以及施工用水的排放，其主要污染物为 SS，浓度约 2000mg/L，pH 为 11~12。

(2) 处理目标

经常性排水包含大量的渗水、降水及施工用水，考虑到经常性排水中混凝土养护废水悬浮物浓度高，水体呈碱性，故本工程基坑排水的处理目标为中和沉淀处理后综合利用。

(3) 处理方案

根据目前已建和在建水电工程对基坑排水的处理经验,对基坑排水不采用特殊的处理设施,仅向基坑集水区投加絮凝剂(聚丙烯酰胺),静置沉淀 2h 后抽出后综合利用;沉淀污泥定时人工清除,晒干后运往转存料场。该方案措施合理有效,经济节约。为保证其上层清液悬浮物和 pH 值不影响处理效果,在抽水时应控制水泵深度,保持水泵在上层清液部分,控制投药量,保证出水水质,处理效率可达 98%以上。水泵由主体施工配备。

同时,大坝施工活动尽量避开暴雨时段,并在施工过程中及时防护开挖面,以减少因水土流失而冲刷进入水体的泥沙量。

(4) 运行管理和维护

基坑排水处理措施简单,主要注意定时清淤,其管理和维护工作纳入大坝施工统一安排,不另设机构和人员。

6.2.1.6 生活污水

(1) 污染源强

屏山书楼抽水蓄能电站施工区规划布置了 2 个承包商营地;业主永久营地为书楼镇已建建筑,在书楼镇城镇规划用地范围内,业主营地生活污水纳入污水管网处理;上库承包商营地(包含上库综合仓库)位于至引水调压井公路旁的填筑场地内,施工高峰时段平均人数约 806 人,建筑面积 8100m²,占地面积 12000m²;下库承包商营地布置在书楼镇旁的平缓地带,施工高峰时段平均人数约 2053 人,建筑面积 20600m²,占地面积 25000m²。根据《四川省用水定额》,施工营地人员参考东部盆地区农村居民生活用水定额,每人日生活用水量取 130L/d,污水排放系数均以 0.8 计算,施工高峰期各施工生活营地的废水情况见表 4.3-4。生活污水主要污染物为 BOD₅、COD_{Cr} 和 NH₃-N,其浓度分别为 200mg/L、400mg/L 和 25mg/L 左右。

(2) 处理目标

承包商营地生活污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920—2020)标准后中相应的道路清扫、绿化等用水标准,即 BOD₅≤10mg/L, NH₃-N≤5mg/L。因《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中没有 COD 标准,参照《污水综合排放标准》(GB8979-1996),拟定 COD 处理后的水质标准≤100mg/L。

(3) 处理方案

结合国内在建或已建水电站已有的生活污水处理设运行效果,再加上水环境保护要求高,需全部回用,故推荐承包商营地均采用运行稳定、耐冲击负荷的成套生活污水处理设备。生活污水流经格栅去除掉水中的大块漂浮物后进入调节池,经泵提升进入一体化污水处理设备;依次经过厌氧池、好氧池、沉淀池和消毒单元的处理后,出水收集并回用于营地冲厕和场地绿化。

1) 方案设计

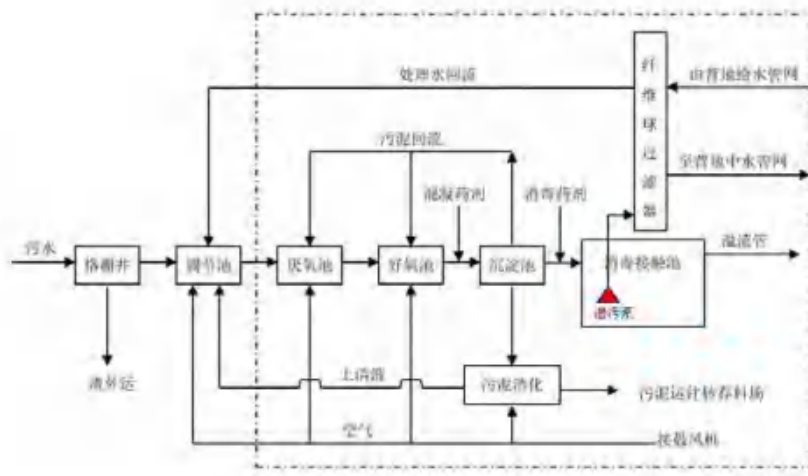


图 6.2-10 生活污水处理工艺流程图

格栅井：来自食堂餐饮污水及化粪池的综合生活污水在进入调节池前设置一道回转式机械格栅，用以去除污水中的软性缠绕物、较大固颗粒杂物及飘浮物，从而保护后续工作水泵使用寿命，并降低系统处理工作负荷。

调节池：设计有效停留时间 6h 以上，内设预曝气设施，并设一套液位仪以控制水泵动作。

A 级生物处理池（厌氧池）：设计有效停留时间大于 3h，内置高效生物弹性填料，并具有水解酸化功能，同时可调节成为生物氧化池，以增加生化停留时间，提高处理效率。

○ 级生物处理池（接触氧化池）：该池以生物膜法为主，兼有活性污泥法的特点，由池体、填料、布水装置和充氧曝气系统等部分组成。该池分二级，设计有效停留时间大于 3h，使水质降解成梯度，并采用相应导流紊流措施，以达到良好的处理效果。填料采用弹性立体组合填料，成笼式安装，在水中自由舒展，对水中气泡作多层次切割，从而增加了曝气效果，且拆卸、检修方便。

沉淀池：进行固液分离，去除生化池中剥落下来的生物膜和悬浮污泥，设计有效停留时间 2h 以上。沉淀池形式为竖流式，采用中心导流筒进水，三角堰出水，并增设斜管填料，使污泥降解效果好，出水稳定。污泥由污泥泵定时排泥至污泥池，并设污泥回流装置，使部分污泥回流至 A 级处理池进行硝化和反硝化，既减少了污泥的生成，也有利于污水中氨氮的去除。

消毒接触池：沉淀池出水流入消毒接触池进行消毒，消毒池内设置消毒装置和导流板，采用次氯酸钠杀菌消毒，使出水水质符合卫生指标要求。

污泥消化池：沉淀池污泥定时排入污泥池，进行污泥浓缩和好氧消化，上清液回流至调节池进行再处理，剩余污泥定期抽吸外排。

高效纤维球过滤器：设置在总控室内，设备采用立式封头圆柱型碳钢结构，用于进一步去除水中 COD、BOD、SS、微生物、胶体、颗粒、悬浮杂质、水中余氯、色度和臭味等，以达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB T18920-2020) 要求。

鼓风机房：2~3 台鼓风机(其中 1 台备用)，风机进出口部位配有消音设备，可设于地面或地下。

电控制柜：电控柜设于地面控制室，配有 PLC 控制系统，对风机、水泵及空气提升装置进行自动运行控制，也可手动控制。风机与水泵备用设备每隔 8h 自动切换一次。

2) 主要构筑物设计及设备选型

根据屏山书楼抽水蓄能电站各施工生活营地的分布情况，各生活营地因相隔较远，则各自单独修建。针对本工程施工期生活污水处理后需回用的情况，拟选用具有中水回用功能的 WSZ-AO 系列的生活污水成套处理设备，其出水水质中各污染物浓度分别可达 $BOD_5 \leq 7.2\text{mg/L}$ 、 $COD_{Cr} \leq 18\text{mg/L}$ 、 $SS \leq 2\text{mg/L}$ 、色度 ≤ 5 度、粪大肠菌群 ≤ 3 个/L，完全能够达到本工程对生活污水处理的目标值。

承包商营地生活污水处理成套设备选型及主要工程量详见下表。

屏山书楼抽水蓄能电站生活污水成套设备选型及主要工程量估算表

表 6.2-6

生活区 名称	设计 处理 规模 (m³/h)	调节 池容 积 (m³)	成套设备			每套设备配 套电器		主要土建工程量				
			型号	套 数	单套设备外 形尺寸(长× 宽×高, m)	鼓风 机	潜污 泵	开挖 量 (m³)	回填 量 (m³)	C25 混凝 土	钢筋 (t)	占地 面积 (m²)

										(m ³)		
上库 承包商营地	3.49	100	WSZ-AO-10	1	13.5×3.0×2.8	2套	2套	236.03	78.68	43.96	1.98	110
下库 承包商营地	8.9	100	WSZ-AO-10	1	13.5×3.0×2.8	2套	2套	236.03	78.68	43.96	1.98	110

3) 运行管理与维护

各施工营地生活污水处理站在地面控制室配备管理人员,在上岗前由设备厂家负责其技术管理培训。操作人员应严格按照操作技术规程,进行正确的操作和定期的维护,并按时巡视检查构筑物、设备、电器和仪表的运行情况,并做好运行记录,若发现运行不正常时,应及时处理并同时上报主管部门。

6.2.2 运行期地表水环境保护措施

6.2.2.1 生活污水

业主永久营地为书楼镇已建建筑,在书楼镇城镇规划用地范围内,业主营地生活污水纳入污水管网处理。

电站运行期厂房生活污水利用一体化污水处理设施(0.5m³/h)处理,处理后回用于周边绿化浇洒。

6.2.2.2 电厂含油污水处理措施

电站运行期间含油废水主要为机电设备顶盖渗漏水,包括顶盖自流排水和顶盖强迫排水。类比同类项目全厂含油污水约 100m³/d,含油污水经管路收集至收集池。电站设置厂区 150m³清水池一座,选用 DYF-10 型油水分离装置,处理能力为 10m³/h,该分离器处理后的废水含油量可以降至 5mg/L 以下,处理后的清洁水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)相应标准后回用于地面洒水或绿化。浮油处理收集后暂存在危废贮存设施内,定期交有资质的单位进行处理,废油收集设施以及相应的处理费用计入电站建设与运行成本。

6.2.3 库区水质保护措施

6.2.3.1 库底清理

根据《水电工程水库库底清理设计规范》(NB/T 10803-2021)的规定,为防止淹没于屏山书楼抽水蓄能电站上、下水库内的树木、杂物及人畜粪便等对水体污染和对水库安全运行的影响,在工程水库蓄水前必须对库底进行清理。根据现状调查结果,清理对象主要为植物。该项费用在水库淹没处理专项费中列支。

6.2.3.2 库周污染源控制

(1) 禁止在库周汇水范围处理生活垃圾和规模化畜禽养殖，禁止在库周地区新建对水质可能产生严重污染的工矿企业。

(2) 保护库周植被，涵养水源，控制水土流失，保证库区水质良好。电站运行期应配合做好库周环境管理和宣传教育工作。

(3) 大力推广农业新技术，合理种植农作物，减少土壤侵蚀、水土流失与肥料流失，推广新型复合肥，控制氮、磷肥的使用量，减少营养性物质输入。

(4) 合理规划、严格管理库周旅游发展，避免库区旅游对水质及景观造成不利影响。

(5) 设置 1 艘打捞船，定期对库区漂浮物进行打捞和清理。

(6) 加强库区水质监测和库区富营养化的巡查工作。

6.3 地下水环境保护措施

6.3.1 水库防渗

上水库库盆无不良地质现象，地层岩性为泥岩、泥质粉砂岩和粉砂质泥岩互层，地层风化、卸荷较浅，渗透性较差，除库尾分水岭山脊部分位置外，上水库库盆不存在水库渗漏问题，因此上库不考虑全库盆防渗型式，大坝及两岸坝肩采用混凝土面板+垂直帷幕的防渗型式。上水库库尾单薄山脊防渗采用回填碾压软岩料+垂直防渗方案，回填顶高程为 1114.00m，河床段设置混凝土防渗墙，轴线长 60m，最大深度 80m，厚度 0.8m，两岸设置灌浆平洞进行帷幕灌浆，与河床段防渗墙衔接封闭，左岸灌浆平洞长度 100m，右岸灌浆平洞长度为 90m。根据上水库三维渗流计算成果，库尾山脊采取直线型防渗措施后，使上水库渗漏量减小约 10%，总渗透流量为 2072.955m³/d。

结合下水库库盆水文地质及库盆渗漏分析，下水库库盆无不良地质现象，地层岩性为泥岩、泥质粉砂岩和粉砂质泥岩互层，渗透性较差，下水库库盆不存在水库渗漏问题，因此下库不考虑全库盆防渗型式，大坝及两岸坝肩采用混凝土面板+垂直帷幕的防渗型式。根据下水库三维渗流计算成果，下水库库盆总渗透流量为 1997.70m³/d。

6.3.2 地下水资源量保护措施

做好施工涌水预报工作，工程开工前，采取大气降雨入渗法和地下水动力学

法对地下洞室施工过程涌水量进行预测。在输水隧洞、地面厂房等地下工程施工过程中，遇可疑出水点或涌水前兆时，可采取超前钻探孔进行探测，查明可能存在的涌突水风险，制定合理施工方案。对潜在的集中渗漏通道采取封堵措施，采用开挖与支护防渗同步推进的施工工艺，在提高施工安全性的同时尽可能降低地下洞室施工涌水对区域地下水的影响。

6.3.3 地下水水质保护措施

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。屏山书楼抽水蓄能电站建设及运行基本不会对区域地下水产生不利影响，但为进一步保障区域地下水水质，提出以下防控措施及要求：

（1）施工生活垃圾禁止随意丢弃，对生活垃圾收集点采取地面硬化，并定期安排环卫部门清运。

（2）加强油库安全管理，油库地面需进行基础防渗，防渗层为至少 2mm 厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 10^{-10}cm/s ），或其他防渗性能等效的材料，并加强监控。

（3）散料堆场采取覆盖措施，防止产生水土流失污染地下水。

6.4 土壤环境保护措施

6.4.1 源头控制措施

（1）工程施工期及运行期各类废（污）水和固体废物应按“水环境保护措施”和“固体废物处置措施”及时进行处理和处置，避免污染工程周边土壤环境。

（2）对工程区内林地、草地地块进行表土剥离，并运往表土堆放场集中堆置防护，用于后期植被恢复。

（3）加强施工机械设备的维护保养，减少机械设备油类的跑、冒、滴、漏对土壤环境的影响。

（4）工程运行期，加强库周环境管理，确保水库库区良好的水质，避免因水质污染导致土壤出现酸化、碱化或盐化现象

6.4.2 过程防控措施

加强运行期库区周边土壤含盐量和地下水水位的监测，若出现因本项目建设造成的土壤盐化现象时，应采取排水排盐或降低地下水位的措施。对于排水排盐

措施，可通过设置暗管进行排水排盐，配合种植盐分吸收植物改良土壤；对于降低地下水位措施，可适当抽取地下水降低地下水水位。

6.5 水生生态环境保护措施

6.5.1 规划环评中提出的水生生态保护措施

2026 年 3 月 13 日，宜宾市生态环境局组织对四川省清源工程咨询有限公司编制的《屏山县楠木沟流域综合规划（2023~2035 年）环境影响报告书》进行了技术审查，2026 年 7 月 3 日，宜宾市生态环境局出具了《关于印发<屏山县楠木沟流域综合规划(2023-2035 年)环境影响报告书>审查意见的函》(宜环函(2026)72 号)。

《屏山县楠木沟流域综合规划（2023~2035 年）环境影响报告书》在对楠木沟流域鱼类种类、资源量、生境进行全面调查的基础上，提出通过采取增殖放流、加强渔政管理等措施保护鱼类资源；下泄生态流量，切实保障河道内生态环境需水；加强流域开发后的生态保护和修复措施。

6.5.2 屏山书楼抽水蓄能电站水生生态保护措施总体方案

根据水生生态影响预测结果，屏山书楼抽水蓄能电站建设对水生生态的影响整体较小，结合规划环评要求，提出以下水生生物保护措施。

- (1) 强化施工期水环境和生态环境保护措施；
- (2) 开展增殖放流对鱼类资源进行补充；
- (3) 加强渔政管理，采用法律手段，对水生生物资源进行有效保护，并对破坏鱼类资源的行为进行处罚等；
- (4) 在补水设施处设置拦鱼设施，减少取水水泵抽水时对鱼类卷吸造成损伤。

屏山书楼抽水蓄能电站水生生态保护方案一览表

表 6.5-1

序号	措施类型	保护对象	主要作用	措施内容
1	施工期及蓄水初期鱼类保护	工程评价河段鱼类及其生境	通过宣传教育、加强管理及应急救护等措施，降低工程施工、蓄水初期及运行期对鱼类的影响	加强宣传，建立和完善鱼类资源保护的规章制度；加强监管，防止水体污染；建立鱼类及时救护机制
2	鱼类增殖放流	放流对象为胭脂鱼	通过补充鱼类种群数量，恢复鱼类资源	向有资质的单位购买鱼苗进行放流，放流水域为金沙江
3	渔政管理	楠木沟和金沙江鱼类及其生境	加强管理，保护鱼类资源及重要生境	禁渔期间，禁止捕捞活动
4	拦鱼设施	金沙江楠木沟支库鱼类及其生境	保护鱼类资源	为减小下库卷吸对鱼类的影响，在下库进/出水口设置拦鱼设

				施。拟采用脉冲式拦鱼栅。补水设施处拟采用格栅网拦鱼设施

6.5.3 施工期及蓄水初期鱼类保护

(1) 合理安排施工建设计划，分段分区域开展施工，避免各河段、各施工作业区域施工时间过于集中导致悬浮物、噪声等产生过多累积影响更大。为尽量减少对施工区河段生境的影响，避免因雨季河流增加及雨水冲刷坡岸导致影响扩大，施工作业尤其是涉水工程建议在 11 月至次年 2 月间枯水期开展。

(2) 加强对上、下水库进/出水口施工工艺的优化，避免工程产生的废渣或扬尘飘落散布至附近水域，对水环境和水生生物产生负面影响。转存料场址设置的区域应远离水域，且周围设置较为完善的挡渣墙、截水沟和排水沟等保障措施，避免弃渣流失、雨水冲刷等造成上、下水库河段的水质污染。

(3) 加强监管，严格按环保要求施工，生活污水和施工废水按环保要求处理后回用或综合利用，禁止外排，杜绝污染事故发生，避免对水生生物和生境产生影响。

(4) 为避免施工活动和其他人为因素对评价区包括鱼类在内的水生生物资源及生境的影响破坏，应制定相应管理规定，严禁库区及坝址下游周边渔民擅自采用违规违法手段进行捕鱼，加强宣传，制定《水生生态环境保护手册》，建立和完善鱼类资源保护规章制度，在工程施工区设置水生生物保护警示牌，增强施工人员的环保意识，严禁施工人员下河捕捞。

(5) 编印宣传资料，向施工人员大力宣传《野生动物保护法》、《中华人民共和国渔业法》和《中华人民共和国长江保护法》等法令及保护珍稀水生野生动物的重要意义。宣传“长江流域十年禁渔”的政策，防止施工人员下河毒鱼、电鱼、捕鱼。运行期建设单位需在工程附近河段设置宣传牌及宣传标语，向过往群众展示鱼类保护相关知识，增强鱼类保护意识。加强公众保护环境意识。

(6) 严格控制水库集水区农药和化肥的施用量，有效控制农业面源污染，避免水体污染对水生生态系统造成影响。

(7) 建立鱼类保护应急机制。对围堰内的鱼类及时进行捕捞、暂养或放归；需要进行水下爆破的，事先需对影响水域采用声、电或网具等手段驱赶鱼类，以免其受到爆破波及。

(8) 在初期蓄水期间下游出现减水情况时，一方面在满足工程蓄水的前提

下，尽可能延长蓄水过程，使河道内剩余流量逐步减小，使下游鱼类有一定的应急过程，尽可能避免流量骤减造成鱼类搁浅的情况；同时及时启动应急保护机制，对该河段实施临时限捕或禁止捕捞，对搁浅鱼类及时救护，最大限度保护鱼类资源。

6.5.4 增殖放流

本项目补水设施位于金沙江向家坝库区内，根据向家坝水电站环评报告及批复、向家坝水电站竣工环境保护验收阶段调查结果，自 2008 年起，向家坝水电站开展增殖放流任务，包括达氏鲟、白鲟、胭脂鱼、厚颌鲂、黑尾近红鲂、圆口铜鱼、长薄鳅、岩原鲤、中华倒刺鲃、四川裂腹鱼、细鳞裂腹鱼、鲈鲤、四川白甲鱼、长鳍吻鲈等鱼类，其中达氏鲟、厚颌鲂、岩原鲤、胭脂鱼已技术过关、实现全人工繁殖，每年放流分别约 0.5 万尾、8 万尾、5-8 万尾、1.5-2 万尾，圆口铜鱼、长鳍吻鲈、长薄鳅等鱼类繁殖技术尚不成熟，四川白甲鱼、白鲟亲本获取困难，尚不具备开展人工繁殖条件。

6.5.4.1 放流对象

结合向家坝水电站实际增殖放流情况以及本工程影响范围，按照放流对象选取原则，优先选取工程影响范围内的国家级及省级保护鱼类。依据资料，工程影响水域共分布有国家 II 级保护鱼类胭脂鱼 1 种，本次调查期间未采集到标本，可考虑将其列为增殖放流对象。长吻鲈天然广泛分布长江干支流，金沙江下游（向家坝库区）原本就是其自然栖息地，目前资源量较少，可考虑做为放流对象，补充其野外资源。

6.5.4.2 放流苗种数量和规格

自然条件下，放流鱼种规格越大，其对水环境变化的承受能力相对较强，成活率也相对较高。鱼类增殖放流规格考虑 10cm 以上的鱼苗。考虑从工程施工期开始放流，每年放流胭脂鱼 4 万尾，长吻鲈 6 万尾，连续放流 2 次，共放流 20 万尾，放流种类及数量、规格及经费见下表。

工程影响水域鱼类增殖放流种类及经费预算

表 6.5-2

放流种类	规格(cm)	数量（尾）	单价（元/尾）	总价（万元）
胭脂鱼	10cm 以上	40000	4	16.0
长吻鲈	12cm 以上	60000	2	12.0

2 次合计	-	200000	/	56.0

6.5.4.3 放流时间和地点

结合交通、水域自然环境情况，建议增殖放流地点考虑在向家坝库区书楼镇段。放流时间建议在每年 5-6 月，可由屏山县农业农村局统筹安排。

6.5.4.4 放流来源和要求

为了保证放流的生态安全性，必须严格控制放流品种和来源。增殖放流工作应根据《中国水生生物资源养护行动纲要》、《水生生物增殖放流管理规定》等规范性文件执行。放流苗种原则上要以本地原种和其子一代（用野生亲本繁殖的第一代后代）苗种为主，不得向天然水域中投放杂交种、转基因种及种质不纯等不符合生态安全要求的物种。放流前对鱼苗的种质和疫病等进行检测，保证用于增殖放流种苗的质量，避免对增殖放流水域生态造成不良影响。为充分保障放流的珍稀保护鱼类的质量，建议在具有资质的单位购买，初步选择购买来源为向家坝鱼类增殖放流站或四川省农业科学院水产研究所实验基地。

6.5.5 渔政管理

为了有效的保护屏山书楼抽水蓄能电站开发水域鱼类种质资源及其水生态环境，渔业主管部门应建立健全渔政管理体系，在电站的施工过程中和运行期间加大宣传和加强渔业行政执法力度。监督施工过程中水环境保护措施的落实情况和文明施工情况，杜绝施工期间对渔业资源的破坏，同时动员和组织当地居民积极保护野生鱼类资源。此外，主管部门还应组织好相关的减缓渔业资源影响措施的落实并进行严格的监督。禁止阻隔上下游生态环境影响的涉水工程建设等活动。禁止使用含有毒有害物质、添加剂的钓饵、窝料，禁止使用船艇、排筏等水上漂浮物进行垂钓。

6.5.6 拦鱼设施

6.5.6.1 措施的必要性

在本工程的蓄水期与运行期，将从向家坝楠木沟支库取用天然水源进行补水，并在运行期间通过引水管道将下库水体输送至上库蓄积发电。这一过程将对生存在下水库库区及楠木沟支库的鱼类资源造成显著影响，主要体现在直接物理伤害与生态隔离效应两方面。首先，取水泵船运行时产生的强烈水流与虹吸作用将无选择性地吸附周围水域的鱼类、鱼卵及幼体，使其在通过水泵叶轮时承受急剧的

压力变化与机械撞击，导致几乎百分之百的死亡率或严重损伤；同时，下水库进出水口在抽水与发电过程中形成的强单向水流及涡旋，易将鱼类裹挟入上水库，造成类似的物理伤害。其次，工程在楠木沟筑坝成库也将造成生物地理隔离：上水库因其水位频繁波动，缺乏适宜栖息环境与饵料资源，成为河道鱼类的“生态陷阱”，一旦个体被带入则难以存活；而下水库中幸存的鱼类则因洄游通道被工程设施阻断，无法完成觅食、繁殖与季节性迁徙等生命活动，长期演化将导致种群碎片化、近亲繁殖与遗传多样性退化，最终引发该水域鱼类资源的系统衰退。若不设置有效的拦鱼设施，电站运行将持续对当地水生生态系统造成不可逆的破坏，因此，于补水工程取水口处和下水库进出水口处设置拦鱼设施是极其必要的。

6.5.6.2 目标对象

(1) 下水库进/出水口-下水库

水生生态调查发现，楠木沟主要分布有 13 种鱼类，隶属于 3 目 5 科 12 属，以云南光唇鱼、齐氏罗非鱼、子陵吻虾虎鱼以及云南光唇鱼等为主，其中齐氏罗非鱼为外来种。楠木沟实际采集到 12 种鱼类，其中楠木沟水库以上河段未采集到渔获物；楠木沟水库中共采集到鱼类 5 种，包括短须颌须鮠、云南光唇鱼和大鳞副泥鳅、鲤和泥鳅；楠木沟水库以下至河口段收集到鱼类 12 种。

综上可以发现，楠木沟鱼类主要分布于沟口河段和楠木沟水库，而楠木沟水库以上河段未能采集到鱼类。因此，下水库进/出水口拦鱼目标为分布于楠木沟水库中的短须颌须鮠、云南光唇鱼和大鳞副泥鳅、鲤和泥鳅等 5 种鱼类，因库区为人工建设形成，无适宜产卵场分布，因此仅考虑 5 种鱼类的成鱼，不考虑仔稚鱼。

(2) 补水工程取水口-向家坝库区楠木沟支库

向家坝库区月坡村河段共分布有 36 种鱼类，水生调查实际采集到 26 种。该河段分布有四川华鲃、张氏鲃和厚颌鲂共 3 种长江上游特有鱼类，国家二级保护鱼类胭脂鱼 1 种，优势种为张氏鲃、齐氏罗非鱼和鲃。早期资源调查发现，楠木沟沟口处分布有云南光唇鱼、马口鱼以及鲃等鱼类的产卵场，因此，补水工程取水口的拦鱼目标对象除分布的成鱼外，还需要考虑仔稚鱼和卵苗。

6.5.6.3 拦鱼方式比选

本工程存在两处需布置拦鱼设施的位置，包括下水库进/出水口和补水工程

取水口,而目前应用较多的拦鱼设施包括物理屏障式的拦鱼网和行为阻导式的脉冲式拦鱼电栅。

(1) 下水库进/出水口拦鱼设施

下水库进/出水口布置于坝前右岸,距大坝轴线约 170m,底板顶高程 510.00m。下水库正常蓄水位 566m,死水位 524m,水位变幅 42m,本工程的难点在于需要水下约 56m 的区域布置拦鱼措施,防止鱼类进入。抽水蓄能电站的进/出水口有发电与抽水两种运行工况,水流方向相反,即进/出水口并未明确区分,兼具抽水和泄放功能。进/出水口处设置拦污栅段长 14.0m,设置 1 道拦污栅槽,每个进/出水口设 4 孔拦污栅,单个拦污栅孔口尺寸 5.0m×8.5m (宽×高),平均入栅流速为 0.75m/s。拦污栅边墩宽度 2m,中墩宽度 1.8m,单个进/出水口前缘总宽度 29.4m。

(2) 补水工程取水口拦鱼设施

补水工程取水口布置在向家坝电站上游书楼镇楠木沟锦屏至楼东公路侧,距向家坝坝址仅约 12km,距离库尾较远。经取水泵船加压提升送至下库坝址旁出水前池,通过出水前池溢流进入下库进行补水。

浮船式泵站船体布置有检修转运区、主泵房及电气用房等,单条泵船平面尺寸为 30.2m×11.5m。主泵房内安装有 2 台卧式多级离心泵,单台水泵设计流量为 800m³/h,水泵扬程为 210m,功率为 710kW,电压为 10kV。电气用房分两层布置,一层为高压变频柜室,一层为配电室。浮船船体与岸上摇臂支墩通过摇臂式输水管进行连接,输水管采用万向摇臂式接头。摇臂式输水管直径 0.6m,输水管顶部安装人行走道,走道宽 1.2m,摇臂式输水管管长 30m,通过设置在岸坡上摇臂式支墩的万向摇臂式接头与岸上输水钢管相连。根据向家坝水库运行数据,水库在死水位 370m 至正常蓄水位 380m 之间运行,水位变幅 10m,水位随电站调节变动频繁,水面开阔,流速缓慢。

结合以上工程布置来看,下水库进/出水口与补水工程取水口在拦鱼设施方面分别面临不同的工程难点:下水库进/出水口的工程难点在于其高程较低,顶部距离正常蓄水位约 56m,且存在 42m 的水位变幅。拦鱼设施长期处于水下 56m 的深处,承受较大的静水水压,因此对结构强度和稳定性提出了更高的要求。而补水工程取水口则不存在上述深水高压问题,其位于库岸,虽受到库区蓄水与发

电运行的影响，水位存在 10m 的变幅，但该工程的主要难点在于其周边分布有鱼类产卵场。因此，拦鱼设施不仅需阻截成鱼，还需有效拦截体型更小的仔稚鱼，对拦鱼效果的精细程度要求更高。

根据上述对下水库进出水口和取水口的拦鱼措施设计，从技术可行性、拦鱼效率、运行维护、生态友好性和经济性方面进行对比分析，详见下表。拦鱼电栅在技术可行性、拦鱼效率、运行维护和生态友好性方面均更优，而在经济性方面拦鱼网更优，综上，下水库进/出水口与补水工程取水口均选择拦鱼电栅方式进行拦鱼。

取水口拦鱼设施比选

表 6.5-3

比选维度	拦鱼网	脉冲式拦鱼电栅	对比结论
技术可行性	拦鱼网需兼顾水下 56m 和 10m 的水位变幅，要实现全方位的遮挡，将承受较大的水压，对网材、缆绳和支撑结构的要求较高，技术方面存在困难。	电极阵列是分散布置的单体，承受的水压小，结构设计较简单；无大型受力结构，不存在被水压破坏或被漂浮物冲击撕裂的风险。	电栅更优
拦鱼效率	拦鱼目标包括成鱼和仔稚鱼，拦鱼网需采用小网目，因此极易堵塞，网目大小和堵塞间难以平衡。	电场在鱼群接近吸口前就将其主动驱离，能同时有效驱赶成鱼和仔稚鱼，实现全面保护。	电栅更优
运行维护	极易堵塞，且水下检修及清理较困难。	不存在堵塞问题，无需清污；主要设备（电源控制柜）在岸上，维护方便；水下电极阵列免维护，设计寿命长。	电栅更优
生态友好性	被动拦截装置，鱼类在高速水流裹挟下会猛烈撞击网片，导致伤亡。	采用安全脉冲，鱼类在感知电场后主动回避，无物理性伤害。	电栅更优
经济性	普通拦鱼网成本仅数千元，但需长期维护。	而拦鱼电栅系统动辄数十万元，维护成本相对较低。	拦鱼网更优

6.5.6.4 脉冲式拦鱼电栅方案设计

（1）工作原理

电场对鱼能产生刺激效应，在感受电场刺激后，鱼会本能地做出适应性反应，改变游向或背离电场方向。拦鱼电栅由脉冲电发生器、电极和导线等组成，其原理为由脉冲电流通过电流电栅在水中形成电场，利用鱼类对于电场的反应进行拦鱼。当鱼靠近电极约 3m 处时即能感觉到微弱的感应电场，越靠近电极电场感应越强。鱼在受刺激后，将本能地向电场较弱的方向游动，从而达到拦鱼导鱼的目的。电栅拦鱼具有抗流性好、过漂浮物性能好、管理检修方便等优点。

（2）系统组成

1) 智能脉冲电源装置

智能脉冲电源装置是系统的电源部分，可输出一定波形的脉冲电压。其电路主要包括充电电路和放电电路两部分，充电电路用于给内部充电电容充电，放电电路用于产生一定波形的脉冲电压，根据设置可以产生不同脉冲幅值、脉冲频率、脉冲宽度的脉冲波形。控制系统控制充电电路和放电电路的工作，同时起保护和报警作用。

2) 电极阵列

电极阵列由多根电极棒组成，正负电极交错分布形成电栅，是形成水中电场的主体，应根据水域大小、电导率、拦截目标选择合适的电极材料、形状和排布方式。

3) 电极材料

根据已有脉冲电拦截工程经验，针对淡水水域的应用，可采用不锈钢管作为电极棒，具有坚固耐用、导电性强、重量轻、成本低等优点。

4) 电极分布方式

电极棒单排阵列基本布置原则为正负间隔布置，采用集中式供电。

5) 电极阵列布置

电极长度可根据河床底部高程控制，应保证电极底部与河床间距在 30cm 以内。

(3) 传输电缆

用于连接脉冲电源和电极，输送脉冲能量。

(4) 供配电系统

由岸边供电系统通过长线缆引至工作室，脉冲电源输入端根据所需容量连接配电箱分配端子；其中脉冲电源已内置隔离变压器不仅能通过变换输送至脉冲电源充电电路，同时将用电与脉冲电源输出回路进行了电气有效隔离，保证了系统的用电安全。

(5) 智能脉冲电源装置

通过整流电路将输入 220V 交流电压变换成直流电压，直流电压给储能电容充电，使其达到预设的直流电压，最后通过控制功率开关的导通和关断将直流电压变换成 1~50Hz 范围内可调的脉冲电压。装置采用多参数可编程设计方式，可

灵活设置输出脉冲参数，同时具备可视化和控制任务的紧凑性自动化系统的功能。
设置放置于混蓄电站控制室内。

6.5.6.5 总体布置

(1) 布置原则

- 立体防护原则：电场必须覆盖整个需要防护的水域空间，包括从水面到水底（垂直覆盖）和进出水口的所有方向（水平包围），不能有“防护盲区”。
- 超前防护原则：电场屏障应设置在距离危险区域（进/出水口和取水口）足够远的前方，让鱼类有充足的空间和时间做出反应并转向逃离，而不是等到鱼冲到眼前再驱赶。
- 均匀电场原则：电极的布置应尽量使产生的电场均匀、连续，避免出现电场过强（伤害鱼类）或过弱（无效）的点。
- 适应性原则：布置方案必须适应现场的水文条件（流速、流向、水位变幅）、地形地貌（库底形状、坡度）和生态环境（目标鱼种）。
- 安全性原则：确保电场强度对鱼类安全，且不影响泵船和进出水口自身运行和安全。

(2) 具体布置

1) 下水库进/出水口脉冲式拦鱼电栅

① 电极布置

电极布置选择结合拦污栅的布置方式，刚性电极安装在进/出水口拦污栅上，不影响拦污及清污，刚性电极采用不锈钢 $\varnothing 38$ 圆管制作而成，电极通过支撑板与拦污栅固定在一起，同拦污栅可上下。拦污栅宽 5m，高 8.5m，共 8 个进/出水口（及 8 套拦污栅），共需安装电极 32 根，拦截面积约：506m²。

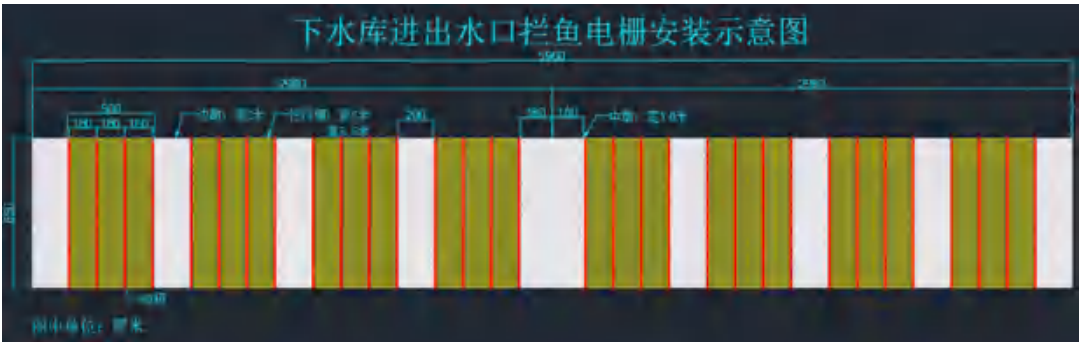


图 6.5-1 下水库进出水口拦鱼电栅布置示意图

② 控制系统与连接

控制柜优先考虑方便供电和就近控制，可安装在岸边的配电房内。所有电极通过水下电缆连接到控制柜。电缆应留有足够余量，以适应水位变化和船体轻微漂移。所有接头必须使用专业防水密封技术（如树脂浇注防水盒），确保绝对绝缘。

2) 补水工程取水口脉冲式拦鱼电栅

① 电极布置

刚性电极安装在浮船四周，刚性电极采用不锈钢 $\phi 38$ 圆管制作而成。电极从水面往下 20m（即全部覆盖船体）；脉冲主线沿着船边沿布置到机房内的主控机内（脉冲主线外穿 KBG 保护管），电极引导线连接在电极顶部，维护方便。

浮船长 30.2m，宽 11.5m，电极安装在船延四周电极间距 2m，电极长度 20m，共安装电极 42 根，拦截面积：1680m²。

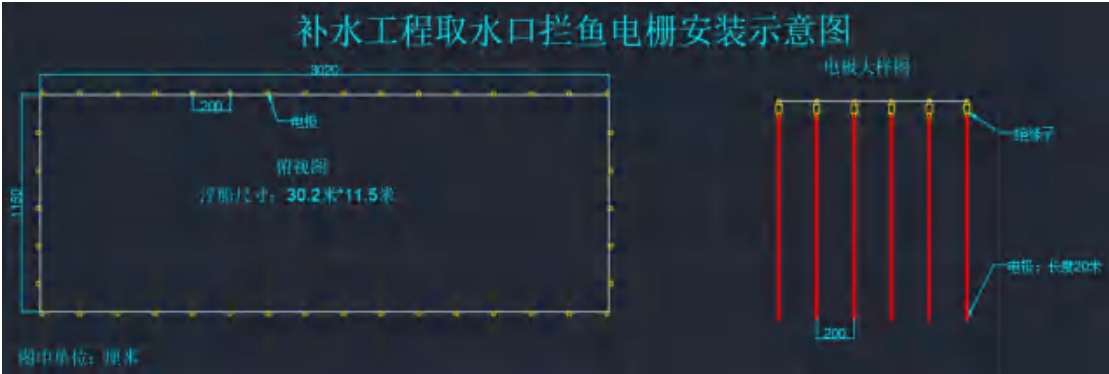


图 6.5-2 下水库进出水口拦鱼电栅布置示意图

② 控制系统与连接

优先考虑安装在取水泵船的平台，方便供电和就近控制。所有电极通过水下电缆连接到控制柜。电缆应留有足够余量，以适应水位变化和船体轻微漂移。所有接头必须使用专业防水密封技术（如树脂浇注防水盒），确保绝对绝缘。

6.5.6.6 拦鱼效果监测

为保证拦鱼电栅正常运行，保证鱼类远离取水口和进/出水口，避免造成鱼类损伤，对拦鱼电栅投入运行后的实际效果进行跟踪监测，并根据监测结果对拦鱼栅工程进行优化和完善。监测内容如下所示：

(1) 流速监测

主要包括：监测拦鱼电栅断面流速，保证流速不超过主要分布鱼类的突进游泳速度，避免鱼类卷吸，造成鱼类损伤。

1) 监测点位

于补水工程取水口和下水库进/出水口各选择 2-3 个点位进行监测。

2) 监测时间

监测时间主要为拦鱼电栅布置前,对电栅布置区流速进行分析,确定合适的拦鱼电栅布置点位。

3) 监测设备

流速采用手持式流速仪进行监测。

(2) 电导率监测

测量水体的电导率,是设计拦鱼电栅最基础、必不可少的前置工作,直接决定了电栅系统的成败。

1) 监测点位

于补水工程取水口和下水库进/出水口各选择 2-3 个点位进行监测。

2) 监测时间

监测时间主要为拦鱼电栅布置前和运行期间,对电栅布置区的电导率进行分析,确定合适的拦鱼电栅电压和电极间距。

3) 监测设备

电导率采用电极法进行测量。

(3) 水下视频监控

主要包括:通过水下摄像监测,保证拦鱼栅正常运行,分析拦鱼电栅运行效果。

1) 布置点位

分别于补水工程取水口和下水库进/出水口拦鱼电栅外侧布置水下摄像头,两区域各布置 2 个水下摄像头。

2) 监测时间

监测时间主要为拦鱼电栅运行期间,时间为全年。

3) 监测设备

为清晰的监控鱼类,需要布设水下视频摄像头,采用国内较好的品牌,保证图片数据采集的清晰与可靠。

水下摄像机主要包括数字水下摄像机、LED 水下照明灯和旋转式清洁刷、蓄电池、太阳能光板等设备。可采用立杆的方式进行安装,蓄电池、SD 卡等位于

机箱内，摄像机、照明灯、清洁刷通过设备线缆连接，固定在水下。

6.5.6.7 运行维护

拦鱼电栅的运行维护应以远程智能监控为主，定期现场检修为辅；运维人员需每日通过远程平台监控系统运行状态、电气参数及报警信息，每月对岸上控制柜进行除尘与接线检查，每年利用枯水期或电站检修窗口对水下电极阵列的生物附着、机械损伤及腐蚀情况进行检查与清理，并定期校验水质传感器与电场参数，确保系统持续、稳定、高效地形成有效驱鱼屏障。

6.6 陆生生态环境保护措施

6.6.1 陆生植物保护措施

6.6.1.1 避让措施

优化工程布置，新增工程用地应尽量避免占用区域永久基本农田、公益林，减少对沿线自然生态和植被的破坏。

优化施工方案，最大限度做到挖填平衡，减少土石方远距离调运，尽可能地减轻在施工过程中因施工便道开挖、土石方运输以及水土流失等对植被的破坏。

施工过程中如发现重要植物及其集中分布区，应通报地方林草部门开展就地或迁地保护。

6.6.1.2 减缓措施

加强森林资源保护，工程施工时应按照划定的施工用地范围进行施工，加强施工监理工作。确保施工人员在征地范围内活动，严禁对征地范围外的森林资源进行砍伐，避免因非施工因素对周围植物及植被的占用与压踏。

设置警示牌，施工期间，在枢纽区域、生产生活区域、施工工厂设施区域、砂石加工系统、混凝土拌和系统等各主要施工区及植被较好的地段设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木，尽量减少占地造成的植被损失。

防止外来入侵种的扩散。虽然评价区的自然环境对于入侵植物的生长扩散同样存在利用严峻挑战，但依然要开展必要的监测，对外来入侵植物的危害以及传播途径向施工人员进行宣传，同时在一些地段进行绿化工作时，应防止人为无意引入。

加强水土流失的治理工作。对于施工过程中扰动的地表应及时的进行植被恢

复，因工程不能及时恢复的应做好相应的临时措施进行遮挡防护等。

6.6.1.3 恢复与补偿措施

施工结束后，应结合水土保持方案开展场内植被恢复及临时占地复垦工作。依据本项目水土保持方案报告书设计成果，坚持分区防治原则。其中，植物措施设计根据当地立地条件，按“适地适树、适地适草”的原则，选择适应性强、根系发达、生长速度快、容易种植、成活率高的品种，此外，工程所采取树草种充分结合环境要求，选择适宜的树草种进行配置，在满足防治水土流失的前提下，美化环境。

施工区和占地区内未发现国家重点保护野生植物的分布，但对于生长分布于上水库周边的中华猕猴桃应保持关注，尽可能减少人为干扰。工程施工前、库底清理时，应委托专业人员对施工征占地范围进行重要植物排查，如新发现有重要植物分布，应及时采取就地保护及移栽等迁地保护措施。

6.6.1.4 重要植物物种的保护

在占地区特别是上水库枢纽及周边施工前应做好保护植物的清查复核工作，做好如下保护措施：

1) 占地施工开始前对参加施工人员进行保护植物生物学及形态学知识的培训，提供给施工人员野生保护植物的彩色照片，让施工人员熟悉保护植物的形态特征及分布生境。

2) 开展永久临时占地施工及清库工作时对占地红线范围内的保护植物进行详查，发现保护植物植株用 GPS 定点并进行现场标注，摸清保护植物的分布数量及位置。

3) 如在直接占地区发现保护植物植株，能避让的优先避让进行就地保护，不能避让的可采用移栽的方式进行保护，就近靠后选择移植区，以便于移栽后的养护管理、提高移栽成活率。

4) 移栽时对保护植物植株枝叶进行修剪，减少叶片的蒸发量，挖起植株时，植株周边带根和土壤的土球直径不小于 40cm，以保证植株根系不受损伤、原生土壤环境不受扰动，挖起的植株就近运至移植区。保证当天挖起、当天定植。

5) 移植后定期对植株进行浇水、施肥等日常养护工作，同时对集中移植地进行封育，避免人或动物踩踏保护植物植株。

6) 中华猕猴桃等保护物种具有较高的食用、药用、观赏价值，应加强对施工人员的管理，禁止施工人员擅自离开施工区进入林区内采挖保护植物植株或果实，避免给保护植物分布生境带来干扰，确保评价区内的保护植物资源量不因工程实施而减少。

1、国家重点保护野生植物保护措施

(1) 楠木

评价区内分布有 2 种重点保护野生植物，其中楠木位于上库淹没区北部，远离工程占地区，工程建设活动与水库蓄水淹没不会对楠木造成直接影响。无需采取特别的保护措施。

(2) 中华猕猴桃

1) 就地保护

本工程施工规划的地块 a 上库转存料场 II 区用地的规划道路占地内边缘有中华猕猴桃分布，规划道路将对其产生直接侵占影响，由于该保护植物位于规划占地边缘，建议通过优化工程布置对其进行避让，避免直接侵占中华猕猴桃生长区域，使中华猕猴桃具备就地保护条件；

在中华猕猴桃植株周边设置警示牌并登记备案，显示该植株的保护地位，警示在植株周边的施工活动务必小心谨慎，避免对植株枝叶、根系造成直接伤害；

设置防护围栏。必要时在植株周围设置不小于其根系范围的方形或圆形围栏，禁止施工活动进入围栏保护区域，以保证植株地表土壤不被开挖，主要根系不受施工破坏；

定期为保护植物植株施肥、浇水，提高其生命活力；

定期监测保护植物植株生命活力、生长状况，并动态记录生长指标，一旦因施工干扰而出现生长不良、叶片枯黄等现象，应及时采取救治措施；

加强对保护植物生长环境的监测和保护，制定详细施工避让方案和保护措施，从而有效控制施工对保护植物的不利影响。

做好施工管理措施：①加强对施工人员的管控，禁止施工人员在保护植物植株周边随意活动对植株带来直接损伤；②加强对运输车辆、机械的管理，避免对保护植物植株及其生境造成破坏。

2、濒危特有野生植物保护措施

濒危野生植物方面，在工程占地区仅发现濒危野生植物楠木（同时为重点保护野生植物）分布，不受工程施工与淹没直接影响，目前来看工程占地不会对这种濒危野生植物产生直接影响。

为最大程度减小屏山书楼抽水蓄能电站建设和运营对评价区濒危特有重要植物物种的影响，提出以下保护措施：

1) 严格划定施工范围红线，尽可能缩小项目占地影响范围以尽量减免对重要植物种群数量及其生境的影响；

2) 项目建设单位入场后，进一步调查核实占地区周边是否存在濒危野生植物分布，进行全面摸查，如有发现，及时造册登记，报地方林草主管部门备案并采取挂牌标识、避让及移植等保护措施；

3) 施工开始前，对所有进入区域的施工人员进行全面的保护培训、普法宣传等，强调区域可能有濒危特有植物等分布，私自破坏、采集属于违法行为，严重时将追究法律责任。

4) 在植被恢复过程中尽可能选用一些占地区内的濒危特有植物，如选用慈竹、桫欏木、亮叶桦、硬头黄竹、川莓、火棘等，以复壮重要野生植物的种群，减缓项目建设和运营对区域内生物多样性带来的影响。

6.6.1.5 管理措施

制订工程建设的生态保护规定。成立项目生态保护工作领导小组，明确职责和工作范围，加强对工程建设过程中生态保护工作的领导和监督。

在工程管理机构应设置生态环境管理人员，建立各种生态管理及报告制度。

加强对施工人员、周边居民的宣传教育培训工作，树立生态绿色施工理念，提高环保认知。

加强对施工人员及施工活动的管理。施工过程中，加强人员的管理，禁止施工人员对植被滥砍滥伐，严格限制施工人员在施工现场的活动范围，防止破坏沿线的生态环境。

6.6.2 陆生动物保护措施

6.6.2.1 避让措施

(1) 优化工程布置，工程布置应尽量避免生态公益林、有林地、溪流等野生动物的适宜生境区，以及其他植被较好的区域。

(2) 建筑物及其他材料堆放好, 建议采取临时防风、防雨设施; 对施工运输车辆应采取遮挡措施, 尤其是运输水泥等材料时, 避免废水、废渣等对周围动物生境的破坏。

(3) 为减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰, 大型作业及爆破活动等要避开其活动的高峰期, 如晨昏等。两栖动物中的蛙类、鸟类和兽类中的夜行型物种对灯光较为敏感, 施工安排在白天进行, 避免夜间施工对野生动物正常栖息生活造成影响。禁止高噪声设备在晨昏和夜间运行, 减少噪声对动物的干扰。

(4) 加强管理, 严格落实工程建设范围内生物群落的保护。

6.6.2.2 减缓措施

(1) 在工程施工过程中, 采用有效方法去除油污, 合理处理生产废水、弃渣及施工人员生活污水等污染物, 严禁直接排入附近河流, 避免污染水质, 影响河滨带可能存在的两栖、爬行动物、以及傍水型鸟类的生境。施工期间的废水达标处理后回用或排放。生活污水采用一体化处理设备进行处理, 不外排; 含油污水收集后经隔油池处理, 出水排放, 废油由有相关资质的单位回收处理; 基坑废水采用向基坑中投加絮凝剂进行絮凝沉淀和酸性中和的方法, 基坑排水静置沉淀后外排。

(2) 施工期间, 在各主要施工作业区设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围, 禁止越界施工占地或砍伐林木、禁止捕猎野生动物, 尽量减少占地造成的植被损失和对野生动物的伤害。

(3) 在主要施工场地场平前采取鸣笛敲鼓等办法驱逐野生动物, 使它们离开施工区域, 避免受到伤害, 保证其顺利迁出直接影响区。施工期如发现有受伤的保护动物或发现施工区域附近有保护动物活动, 一方面要报告野生动物保护管理部门, 采取相应的措施, 另一方面要采取一定的保护措施, 积极救护, 不允许任何人猎杀保护动物。

(4) 广泛开展宣传和教育。在认真做好区域生态环境建设和对动物栖息地保护的同时, 还必需通过多种途径广泛开展保护野生动物的宣传和法制教育。在工程区域及周边乡镇宣传有关野生动物的知识及保护的意义, 保护野生动物的栖息环境, 禁止非法狩猎、诱捕、毒杀野生动物, 有效控制其它威胁野生动物生息繁衍的活动。

(5) 在上下库连接路等施工路段设置警示牌，严格控制车速，避免对两栖爬行类及小型兽类造成碾压。

(6) 库区及道路的夜间照明采用控照式灯具，降低光污染，减少对夜行性鸟类的吸引和干扰。

(7) 采用低噪声工艺，对高噪设备加装隔声罩，优化爆破参数，严格控制单段最大装药量，降低噪声和振动对动物的影响。

6.6.2.3 恢复和补偿措施

(1) 由于工程修建占用了野生动物的生境，其觅食范围也相应减小。工程完工后所占据的临时用地如转存料场、临时道路、施工人员生活区等区域的植被恢复工作应尽快进行，并结合动物生境特点进行合理的群落结构配置，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

(2) 施工营地、转存料场等临时占地通过水土保持植物措施及时进行绿化，为鸟类和其他野生动物提供栖息环境。

6.6.2.4 重要动物的保护措施

(1) 考虑到评价区内的野生保护动物种类较多。除了进行一般动物的避让、减缓等保护措施外，还要重点加强有关野生动物法律法规宣传工作，在主要的施工区和施工人员的生活区设立野生动物保护的宣传栏，对重点保护动物做重点标示及说明，包括动物图片、保护级别、保护意义、法律责任等。

(2) 对重点保护鸟类的保护措施

1) 黑鸢等 12 种猛禽的保护

黑鸢、雀鹰、苍鹰、普通鵟、红隼、燕隼、长耳鸮、短耳鸮、凤头蜂鹰、黑冠鹃隼、凤头鹰、白尾鸢是主要生活在评价区较高海拔或评价区外高山地区森林、灌丛或裸岩的猛禽，工程对这些鸟类影响不大，对它们的保护措施也主要是控制噪声，在它们的繁殖季节不要放大炮，尽量将放炮时间安排在夏季或冬季。

2) 灰胸薮鹀等 11 种开阔林地、针阔叶林活动鸟类的保护

灰胸薮鹀、红角鸮、领角鸮、斑头鸺鹠、领鸺鹠、红嘴相思鸟、楔尾绿鸠主要在开阔林地与针阔叶林活动，主要受施工占地与灯光、噪音、震动等干扰。对它们的保护措施为严格控制占地范围，控制施工噪声，尽量减少夜间施工。

3) 鸡形目鸟类白鹇的保护

白鹇为较大的鸡形目鸟类,主要在中高山森林、灌丛活动,对噪声相对敏感,故建议在其繁殖季节不要放大炮,尽量将放炮时间安排在夏季、冬季。鸡形目鸟类因有较大的经济价值,容易成为偷猎的对象。预防偷猎是对白鹇的主要保护措施,应做好相关宣传与施工管理,发生偷猎事件后,应及时依法处理。如发现施工造成个体受伤,应立即救治。

(3) 对重点保护兽类的保护措施

1) 猕猴的保护

猕猴主要在离下库较远的尖山子区域活动,偶至评价区内活动,均远离工程区域,不会受到工程的直接影响。但施工期的开挖、噪声、灯光、震动等使其可能扩散活动的生境质量下降,随着施工结束、植被恢复,这些生境的质量可以得到恢复。对猕猴的保护措施主要是控制噪声等施工干扰,做好临时占地的生态恢复,保护其可能扩散活动的生境。

2) 村舍附近森林、灌丛生活的豹猫等兽类的保护

豹猫、黄喉貂、貉生活在海拔相对较低的河谷中下部村舍附近森林、灌丛等处,可在工程占地区及周边活动,调查还发现下水库占地区周边有小灵猫活动。建议在占地区域施工特别是开挖前,进行 2~3 次人工产生的噪声惊吓施工区域内的动物,让它们有时间搬离开挖区域。发现受伤的个体,立即救治。预防偷猎,依法处理已发生偷猎案件。

6.6.2.5 管理措施

(1) 在施工的过程中,施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》,严禁在施工区及其周围捕猎野生动物,特别是重点保护野生动物。在施工前,组织施工人员学习有关国家法律和法规,确保野生动物的保护落实到每一个环节。

(2) 组织施工人员及周边村民开展鸟类保护行动,严禁非法猎捕鸟类,建立举报机制。

(3) 加强工程区的生态环境监控和管理,防止施工活动加剧造成的诸如动植物资源的破坏、水环境污染和森林火灾等对当地生物多样性的破坏。

(4) 对施工期间发现的野生动物避免机械伤害,如幼鸟、爬行动物等,对误入施工区的野生动物进行引导驱离,对受伤动物或幼体进行专业救助。

6.6.3 生态风险防范措施

屏山书楼抽水蓄能电站工程占地区域附近的书楼镇、宝宁村等地已发现有外来入侵物种集中分布，有较高的外来物种入侵风险。

电站工程建设过程中，应与林业等主管部门合作，针对工程人员与当地居民进行外来入侵物种危害与识别的宣传教育；加强对工程建筑材料、运输车辆与人员的检查，避免携带外来植物种子使其进一步扩散；对已有外来入侵物种集中分布的区域，采取有效防治措施，并开展对外来入侵物种分布与扩散情况的持续监测；施工完成后的生态恢复过程中，应选择本土物种，严禁引种外来物种特别是入侵物种。

6.6.4 迹地恢复措施

6.6.4.1 枢纽工程区

施工前期，对施工扰动区域实施表土剥离，表土运至规划表土堆存场堆存；在大坝下游坝坡位置布置混凝土预制块护坡，在大坝下游坝面坡脚、坝顶高程以上的开挖边坡坡顶沿开挖边线设置截排水沟，在各级马道内侧设置排水沟、马道种植槽；施工期间，对开挖回填形成的各类裸露面采取土工布苫盖；施工后期，对需要采取植被恢复的区域进行表土回覆、全面整地及各类绿化措施，并结合地形条件配备植物养护的灌溉系统。

6.6.4.2 交通工程区

交通设施区分为永久道路区、临时道路区两部分。

永久道路施工前期，对施工扰动区域实施表土剥离，剥离的表土集中运至规划表土堆存场堆存；在填方路基坡脚布置排水沟，在路堑顶布置截水沟，在挖方路基坡脚布置边沟，公路边沟每隔一段距离布置浆砌石沉沙池，在部分边坡设置拱形骨架护坡；施工过程中，为防止边坡土石下滑影响工程，采取工字钢绑原木在溜渣边坡进行临时拦挡，对各类开挖回填裸露面采取土工布苫盖处理；施工后期，对需要采取植被恢复的区域进行表土回覆、全面整地及各类绿化措施、抚育管理。

临时道路区施工前期，对施工扰动区域实施表土剥离，剥离的表土集中运至规划表土堆存场堆存；施工期间，在临时道路上游边坡顶部布置临时截水沟，临时道路内侧位置布置临时排水沟，排水工程出口位置布置临时沉沙池，为防止边

坡土石下滑影响工程，采取工字钢绑原木在溜渣边坡进行临时拦挡，对各类开挖回填裸露面采取土工布苫盖处理；施工后期，对需要采取植被恢复的区域进行表土回覆、全面整地及各类绿化措施。

6.6.5.3 施工生产生活区

施工前期，对施工扰动区域实施表土剥离，剥离的表土集中运至规划表土堆存场堆存；施工过程中，在开挖边坡坡脚以及场平台底部设置 C20 混凝土挡渣墙，结合施工场地地形条件在场地周边设置浆砌石排水沟、临时沉沙池进行径流排导，对场内临时堆存的土石、堆料采取土袋挡墙临时拦挡，对开挖回填裸露面、堆体等采取土工布苫盖处理；施工后期，对需要采取植被恢复的区域进行表土回覆、全面整地及各类绿化、复垦措施。

（1）工程措施

其中工程措施包括挡渣墙（主体设计）、浆砌石排水沟（主体设计）、复垦（主体设计），水土保持措施中新增表土剥离（运至规划表土堆存场堆放）、表土回覆和土地整治（覆土来源于规划表土堆存场）。经表土调查，施工场地范围内表可剥离表土 3.36 万 m³，全部运至规划表土堆存场堆放，表土回覆 6.72 万 m³。

（2）植物措施

1) 乔灌木综合绿化（方案新增）

施工场地利用结束后，除需要复垦的区域外，均采取乔灌木的方式对其进行绿化，恢复区域原有生态功能。乔木可选择柳杉、喜树、香樟、金桂、亮叶桦、麻栎、灯台等，考虑胸径 $\Phi 4\text{cm}$ 的乔木植苗造林，种植穴（圆形）整地规格为 0.5m×0.5m（穴径×穴深），栽后施肥、浇水、养护，乔木间距不低于 3.0m；灌木可选择马桑、蔷薇、小叶女贞等，选择冠丛高 30cm 的灌木植苗造林，种植穴（圆形）整地规格 0.3m×0.3m（穴径×穴深），栽后施肥、浇水、养护，灌木间距 2.0m。披碱草、早熟禾选择 I 级种，播种后覆土浇水，草籽混播密度 200kg/hm²。

经统计，乔灌木综合绿化面积 14.54hm²（栽植乔木 145440 株、栽植灌木 29089 株、撒播草籽 2908.93kg）。

2) 抚育管理（方案新增）

植物措施实施后，为提高植物成活和保存率，种植后应根据生长发育情况，进行病虫害防治、浇水及施肥管理。抚育次数依据实际情况确定，立地条件好、

初期生长快的抚育次数可适当减少，立地条件差、前期生长慢的可适当提高抚育次数。

施工场地范围内实施植物措施面积 14.54hm²，抚育管理 3 年。

(3) 临时措施

1) 土袋挡墙（方案新增）

施工期间，场地内难免存在临时复方的堆料、设备等，为防止其临时堆存期间对周边工区产生水土流失影响，应采取土袋挡墙临时拦挡处理。

土袋采用编制土袋就近装入土方，编织袋堆叠成梯形结构，底宽 1.0m，顶宽 0.5m，高度 1.0m。经统计，施工期间布置土袋挡墙 240.00m（土方填筑 180.00m³、土方拆除 180.00m³）。

2) 临时沉沙池（方案新增）

施工期间，在施工生产生活区场内主要排水节点及出口位置设置临时沉沙池，以沉淀场地内泥沙含量较大的径流，临时沉沙池净断面尺寸为 1.5m×1.0m×1.0m（长×宽×深），采用 M10 浆砌石砌筑，底板和壁厚 0.3m，表面采用 M10 水泥砂浆抹面，抹面厚度 2cm。

经统计，共布置临时沉沙池 3 座（土方开挖 9.90m³、土方回填 3.00m³、M10 浆砌石 9.00m³、M10 砂浆抹面 20.58m²）。

3) 土工布苫盖（方案新增）

施工期间，施工生产生活区扰动范围内存在各类开挖回填裸露面，方案新增对裸露边坡采取土工布苫盖，苫盖面积 1.80hm²。

施工生产生活区水土保持措施工程量统计表

表 6.6-1

防治分区	措施类型	措施名称	单位	措施量	工程名称	单位	数量	备注
施工生产生活区	工程措施	复垦	hm ²	17.27	复垦	hm ²	17.27	主体
		表土剥离	万 m ³	3.36	剥离面积	hm ²	12.80	新增
		表土回覆	万 m ³	6.72	回覆面积	hm ²	15.28	新增
	植物措施	乔灌木综合绿化	hm ²	14.54	栽植柳杉	株	4848	新增
					栽植香樟	株	4848	
					栽植金桂	株	4849	
					栽植蔷薇	株	14544	
					栽植小叶女贞	株	14545	
					撒播披碱草及早熟禾	hm ²	14.54	新增
		抚育管理	hm ²	14.54	成林抚育（3 年）	hm ² a	14.54	

防治分区	措施类型	措施名称	单位	措施量	工程名称	单位	数量	备注
	临时措施	土袋挡墙	m	240.00	土袋填筑	m ³	180.00	新增
					土袋拆除	m ³	180.00	
		临时沉沙池	座	3	土方开挖	m ³	9.90	新增
					土方回填	m ³	3.00	
					M10 浆砌石	m ³	9.00	
					M10 砂浆抹面	m ²	20.58	
		土工布苫盖	hm ²	1.80	土工布苫盖	hm ²	1.80	新增

6.6.5.4 永久生产管理区

施工前期，对施工区域实施表土剥离，表土运至规划下库表土堆存场堆存；在厂坪上游侧沿边坡线设置 100cm×60cm 排水沟，坡面及厂坪雨水汇集至排水沟流至下游；施工期间，对场内临时堆存的土石、堆料采取土袋挡墙拦挡，排水沟出口位置布置临时沉沙池，各类开挖回填形成的裸露面采取土工布苫盖；施工后期，对需要采取植被恢复的区域进行表土回覆、全面整地及景观绿化措施，并结合地形条件配备植物养护的灌溉系统。

(1) 工程措施

1) 截排水沟（主体设计）

永久生产管理区场地施工扰动前期，为排导永久生产管理区上游侧天然汇水进入场地影响生产，主体工程设计在边坡顶部外侧 3~5m 处设置截水沟，截水沟为矩形，截水沟底宽 1.0m、高 0.60m。

永久生产管理区外侧截水沟长度 289.00m（C25 混凝土 109.82m³），截水沟汇集的雨水接入周边天然沟渠后排入周边天然水系。

2) 表土剥离（方案新增）

永久生产管理区施工扰动前期，对扰动范围内的耕地、园地进行表土剥离、收集，经表土调查，永久生产管理区范围内表可剥离表土 0.42 万 m³，全部运至规划表土堆存场堆放。

3) 表土回覆、土地整治（方案新增）

永久生产管理区场地及边坡形成后，对可恢复植被区域进行必要清理、平整等整地后进行表土回覆，覆土厚度 20~40cm，覆土来源于规划表土堆存场。

经统计，土地整治 0.45hm²，表土回覆 0.14 万 m³。

(2) 植物措施

1) 景观绿化（主体设计）

永久生产管理区的场地、边坡及建构筑物基本形成后，参照类似抽蓄项目景观绿化设计经验，景观绿化主要集中在营地、机电仓库生活区范围，景观绿化面积 0.45hm^2 。景观绿化采取乔、灌、花、草结合的方式，打造“点、线”人文景观。

3) 抚育管理（方案新增）

植物措施实施后，为提高植物成活和保存率，种植后应根据生长发育情况，进行病虫害防治、浇水及施肥管理。抚育次数依据实际情况确定，立地条件好、初期生长快的抚育次数可适当减少，立地条件差、前期生长慢的可适当提高抚育次数。

永久生产管理区范围内实施植物措施面积 0.45hm^2 ，抚育管理 3 年。

4) 灌溉系统（方案新增）

植物措施实施后，对采取的景观绿化、边坡绿化区域，在施工生产生活管理区范围内规划生产用水管网连接喷灌智能管网，以满足景观绿化、边坡绿化的植物用水量需求，共规划灌溉系统 1 套。

（3）临时措施

1) 土袋挡墙（方案新增）

施工期间，场地内难免存在临时复方的堆料、设备等，为防止其临时堆存期间对周边工区产生水土流失影响，应采取土袋挡墙临时拦挡处理。

土袋采用编制土袋就近装入土方，编织袋堆叠成梯形结构，底宽 1.0m，顶宽 0.5m，高度 1.0m。经统计，施工期间布置土袋挡墙 480.00m（土方填筑 360.00m^3 、土方拆除 360.00m^3 ）。

2) 临时沉沙池（方案新增）

施工期间，在永久生产管理区场内主要排水节点及出口位置设置临时沉沙池，以沉淀场地内泥沙含量较大的径流，临时沉沙池净断面尺寸为 $1.5\text{m}\times 1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ （长×宽×深），采用 M10 浆砌石砌筑，底板和壁厚 0.3m，表面采用 M10 水泥砂浆抹面，抹面厚度 2cm。

经统计，共布置临时沉沙池 2 座（土方开挖 6.60m^3 、土方回填 2.00m^3 、M10 浆砌石 6.00m^3 、M10 砂浆抹面 14.00m^2 ）。

3) 土工布苫盖（方案新增）

施工期间，永久生产管理区扰动范围内存在各类开挖回填裸露面，方案新增对裸露边坡采取土工布苫盖，苫盖面积 1.60hm²。

综上，永久生产管理区水土保持措施工程量详见表 6.6-2。

永久生产管理区水土保持措施工程量统计表

表 6.6-2

防治分区	措施类型	措施名称	单位	措施量	工程名称	单位	数量	备注
永久生产管理区	工程措施	截排水沟	m	289.00	C25混凝土	m ³	109.82	主体
		表土剥离	万m ³	0.42	剥离面积	hm ²	1.20	新增
		表土回覆	万m ³	0.14	回覆面积	hm ²	0.45	新增
		土地整治	hm ²	0.45	土地整治	hm ²	0.45	新增
	植物措施	景观绿化	hm ²	0.45	园林景观绿化	hm ²	0.45	主体
		抚育管理	hm ²	0.45	成林抚育（3年）	hm ² a	0.45	新增
		灌溉系统	套	1	灌溉系统	套	1	新增
	临时措施	土袋挡墙	m	120.00	土袋填筑	m ³	90.00	新增
					土袋拆除	m ³	90.00	
		临时沉沙池	座	2	土方开挖	m ³	6.60	新增
					土方回填	m ³	2.00	
					M7.5浆砌石	m ³	6.00	
					M7.5砂浆抹面	m ²	14.00	
		土工布苫盖	hm ²	1.60	土工布苫盖	hm ²	1.60	新增

6.6.5.5 转存料场区

施工前，对施工扰动区域进行表土剥离，集中堆放于表土堆存场；施工期间，沿渣转存料场坡脚线位置设钢筋石笼挡渣墙对转存料进行拦挡，在渣场两侧设置截水沟，在截水沟出口布设临时沉沙池，对临时裸露面进行临时苫盖；施工结束后，上水库 1#、2#转存料场、下库 1#转存料场位于淹没区可不进行恢复，下库 2#转存料场进行土地整治、表土回覆及复垦、乔灌木综合绿化。

（1）工程措施

1）浆砌石截水沟（主体设计）

在转存料场堆料之前，应考虑上游侧来水的影响，在转存料场两侧布置浆砌石截水沟，采用 M7.5 浆砌石结构，浆砌石截水沟断面为梯形，边坡 1:0.5，底宽 0.30m，深 0.50m，浆砌石壁厚 30cm。

经统计，上述转存料场规划浆砌石截水沟 4815.00m（土方开挖 3852.00m³，M7.5 浆砌石 2530.86m³），浆砌石截水沟汇集径流后排至周边天然沟渠。

2）钢筋石笼挡墙（主体设计）

转存料场堆料之前,为防止施工期堆料过程少量堆石在堆存过程中滚出设计堆料范围影响周边施工并造成水土流失,结合转存料场堆料特性及堆放边坡稳定的特点,主体设计在上库库内转存料场坡脚线位置设钢筋石笼挡墙。

经统计,转存料场钢筋石笼挡墙长约 435m(块石填筑 3915.00m³,Φ22 钢筋 15555.60kg,Φ12 钢筋 220.46kg)。

5) 表土剥离(方案新增)

各转存料场堆料前,对扰动范围内的耕地、园地、林地进行表土剥离、收集,经表土调查,施工场地范围内表可剥离表土 0.46 万 m³,全部运至下库表土堆存场堆放。

3) 复垦(主体设计)

临时道路场地使用完毕后,尽量覆土恢复土地功能,归还当地居民耕种,措施主要包括土壤重构工程、田间农田水利措施等。经统计,本区临时用地复垦面积 23.11hm²。

6) 表土回覆、土地整治(方案新增)

转存料场堆料结束后,各库内转存料场恢复面积计入相应防治分区,其余转存料场均应进行植被恢复,对场地复垦、恢复植被区域进行必要清理、平整等整地后进行表土回覆,覆土厚度 10~50cm,覆土来源于下库表土堆存场。

经统计,表土回覆 0.74 万 m³。

(2) 植物措施

1) 乔灌木综合绿化(方案新增)

上库转存料场 I 区、上库转存料场 II 区、下库转存料场 I 区堆料结束后,下库转存料场 II 区堆料结束后场地位置,采取乔灌木的方式对其进行绿化,恢复区域原有生态功能。乔木可选择柳杉、香樟、金桂等,考虑胸径 Φ4cm 的乔木植苗造林,种植穴(圆形)整地规格为 0.5m×0.4m(穴径×穴深),栽后施肥、浇水、养护,乔木间距不低于 3.0m;灌木可选择蔷薇、小叶女贞等,选择冠丛高 30cm 的灌木植苗造林,种植穴(圆形)整地规格 0.4m×0.3m(穴径×穴深),栽后施肥、浇水、养护,灌木间距 2.0m。披碱草、早熟禾选择 I 级种,播种后覆土浇水,草籽混播密度 200kg/hm²。

经统计,乔灌木综合绿化面积 18.32hm²(栽植柳杉 6088 株、栽植香樟 6088

株、栽植金桂 6091 株、栽植蔷薇 18322 株、栽植小叶女贞 18323 株、撒播披碱草及早熟禾 3664.59kg)。

2) 抚育管理 (方案新增)

植物措施实施后, 为提高植物成活和保存率, 种植后应根据生长发育情况, 进行病虫害防治、浇水及施肥管理。抚育次数依据实际情况确定, 立地条件好、初期生长快的抚育次数可适当减少, 立地条件差、前期生长慢的可适当提高抚育次数。

转存料场实施植物措施面积 18.32hm², 抚育管理 3 年。

(3) 临时措施

1) 临时沉沙池 (方案新增)

在转存料场截水沟出口位置布置临时沉沙池。

经统计, 共布置临时沉沙池 12 座 (土方开挖 39.60m³、土方回填 12.00m³、M7.5 浆砌石 36.00m³、M7.5 砂浆抹面 82.32m²)。

2) 土工布苫盖 (方案新增)

施工期间, 动态堆料过程中难免会存在裸露面, 方案新增对裸露边坡采取土工布苫盖, 苫盖面积 4.20hm²。

综上, 转存料场区水土保持措施工程量详见表 6.6-3。

转存料场区水土保持措施统计表

表 6.6-3

防治分区	措施类型	措施名称	单位	措施量	工程名称	单位	数量	备注
转存料场区	工程措施	浆砌石截水沟	m	4815	土方开挖	m ³	3915	主体
					M7.5浆砌石	m ³	2530.76	
		钢筋石笼挡墙	m	435	块石填筑	m ³	3915	主体
					Φ22钢筋	kg	15555.6	
					Φ12钢筋	kg	220.46	
		表土剥离	万m ³	0.46	剥离面积	hm ²	3.07	新增
		表土回覆	万m ³	0.74	回覆面积	hm ²	18.32	新增
		土地整治	hm ²	18.32	土地整治	hm ²	18.32	新增
	植物措施	乔灌草综合绿化	hm ²	18.32	栽植柳杉	株	6088	新增
					栽植香樟	株	6088	
					栽植金桂	株	6091	
					栽植蔷薇	株	18322	
					栽植小叶女贞	株	18323	
					撒播披碱草及早熟禾	hm ²	18.32	
		抚育管理	hm ²	18.32	成林抚育 (3 年)	hm ² a	18.32	新增

防治分区	措施类型	措施名称	单位	措施量	工程名称	单位	数量	备注
	临时措施	临时沉沙池	座	12	土方开挖	m ³	39.60	新增
					土方回填	m ³	12.00	
					M7.5浆砌石	m ³	36.00	
					M7.5砂浆抹面	m ²	82.32	
		土工布苫盖	hm ²	4.20	土工布苫盖	hm ²	4.20	新增

6.6.5.6 表土堆存场区

上库表土堆存场、下库表土堆存场后续复垦及恢复迹地，不对其表土剥离；施工期间，在表土堆存场下游侧布设浆砌石挡墙，在上游及周边布设浆砌石排水沟，在截排水工程出口布设临时沉沙池，对表土堆体表面进行临时绿化，部分表土因使用时序问题，存在一定的裸露面，采取土工布苫盖；施工结束后，对上、下库表土堆存场进行土地整治，根据移民规划要求进行复耕，对其他区域进行乔灌木综合绿化。

(1) 工程措施

1) 复垦（主体设计）

临时道路场地使用完毕后，尽量覆土恢复土地功能，归还当地居民耕种，措施主要包括土壤重构工程、田间农田水利措施等。经统计，本区临时用地复垦面积 5.67hm²。

2) 浆砌石截水沟（方案新增）

①措施布置

表土堆存场使用前，在场地上游及周边布置浆砌石截水沟，断面为矩形，断面尺寸为 0.5×0.5m，壁厚 30cmM10 浆砌石衬砌，表面采用 2cm 后 M10 砂浆抹面。

共布置浆砌石截水沟 1104.00m（土方开挖 2941.17m³、土方回填 364.82m³、M10 浆砌石 765.03m³、M10 砂浆抹面 1717.89m²）。

3) 浆砌石挡墙（方案新增）

①措施布置

表土堆存前，沿表土堆存场坡脚设置浆砌石挡墙，挡墙为重力式浆砌石挡墙，墙身高 5.0m，基础埋深 1.5m，顶宽 1.0m，底宽 4.00m，面坡坡比 1:0，背坡坡比 1:0.5，墙趾宽 0.5m、高 1.0m，墙踵宽 0.5m、高 1.0m，墙趾基础回填块石，并采取大块石护脚。挡墙墙身内设 1 排 φ100 PVC 排水管，排水管比降为 5%，向墙

外倾斜，间距 2m；墙后管口包复合土工布反滤。

共布置浆砌石挡墙 480.00m（土方开挖 5246.02m³、土方回填 717.49m³、M10 浆砌石 5765.09m³、 ϕ 100PVC 排水管 1573.01m）。

（2）植物措施

1）乔灌木综合绿化（方案新增）

表土堆存场利用结束后，除需要复垦的区域外，均采用乔灌木花草的方式对其进行绿化，恢复区域原有生态功能。乔木可选择柳杉、喜树、香樟、金桂、亮叶桦、麻栎、灯台等，考虑胸径 Φ 4cm 的乔木植苗造林，种植穴（圆形）整地规格为 0.5m×0.5m（穴径×穴深），栽后施肥、浇水、养护，乔木间距不低于 3.0m；灌木可选择马桑、蔷薇、小叶女贞等，选择冠丛高 30cm 的灌木植苗造林，种植穴（圆形）整地规格 0.3m×0.3m（穴径×穴深），栽后施肥、浇水、养护，灌木间距 2.0m。披碱草、早熟禾选择 I 级种，播种后覆土浇水，草籽混播密度 200kg/hm²。

经统计，乔灌木综合绿化面积 2.07hm²（栽植乔木 2063 株、栽植灌木 4140 株、撒播草籽 414.00kg）。

2）抚育管理（方案新增）

植物措施实施后，为提高植物成活和保存率，种植后应根据生长发育情况，进行病虫害防治、浇水及施肥管理。抚育次数依据实际情况确定，立地条件好、初期生长快的抚育次数可适当减少，立地条件差、前期生长慢的可适当提高抚育次数。

表土堆存场范围内实施植物措施面积 2.07hm²，抚育管理 3 年。

（3）临时措施

1）临时沉沙池（方案新增）

施工期间，在表土堆存场排水系统出口位置设置临时沉沙池，以沉淀场地内泥沙含量较大的径流，临时沉沙池净断面尺寸为 1.5m×1.0m×1.0m（长×宽×深），采用 M10 浆砌石砌筑，底板和壁厚 0.3m，表面采用 M10 水泥砂浆抹面，抹面厚度 2cm。

经统计，共布置临时沉沙池 3 座（土方开挖 24.74m³、土方回填 7.50m³、M10 浆砌石 7.50m³、M10 砂浆抹面 51.45m²）。

2）临时绿化（方案新增）

表土堆存场堆存时间较久，堆存过程中对其表层进行撒播植草绿化，采用披碱草、早熟禾混播（混播比例为 1:1），撒播密度：披碱草 100kg/hm²、早熟禾 100kg/hm²。

临时绿化面积 4.71hm²（草籽 942.00kg）。

3）密目网苫盖（方案新增）

施工期间，施工生产生活区扰动范围内存在各类开挖回填裸露面，方案新增对裸露边坡采取密目网苫盖，苫盖面积 5.01hm²。

综上，表土堆存场区水土保持措施工程量详见表 6.6-4。

表土堆存场区水土保持措施统计表

表 6.6-4

防治分区	措施类型	措施名称	单位	措施量	工程名称	单位	数量	备注
表土堆存场区	工程措施	土地整治	hm ²	2.07	土地整治	hm ²	2.07	新增
		浆砌石截水沟	m	1104.00	土方开挖	m ³	2941.17	新增
					土方回填	m ³	264.82	
					M10 浆砌石	m ³	765.03	
					M10 砂浆抹面	m ²	1717.89	
		浆砌石挡墙	m	480.00	土方开挖	m ³	5246.02	新增
					土方回填	m ³	717.49	
					M10 浆砌石	m ³	5765.09	
					φ100PVC 排水 管	m	1573.01	
	植物措施	乔灌木综合绿化	hm ²	2.07	栽植柳杉	株	687	新增
					栽植香樟	株	687	
					栽植金桂	株	670	
					栽植蔷薇	株	2070	
					栽植小叶女贞	株	2070	
					撒播披碱草及早熟禾	hm ²	2.07	
		抚育管理	hm ²	2.07	成林抚育（3年）	hm ² a	2.07	新增
	临时措施	临时沉沙池	座	3	土方开挖	m ³	24.75	新增
					土方回填	m ³	7.50	
					M10 浆砌石	m ³	7.50	
					M10 砂浆抹面	m ²	51.45	
		临时绿化	hm ²	4.71	撒播植草	hm ²	4.71	新增
		密目网苫盖	m ²	5.01	密目网苫盖	m ²	5.01	新增

6.6.5.7 专项设施复建区

（1）道路复建区

施工前期，对施工扰动区域实施表土剥离，剥离的表土沿线进行堆存保护；

施工过程中，在沿线路设置排水沟，在排水沟末端设置沉沙池，在边坡坡脚处采取土袋拦挡措施，对裸露边坡采取土工布苫盖处理；施工后期，对需要采取植被恢复的区域进行表土回覆、全面整地及撒播植草、抚育管理措施。

（2）其他专项设施复建区

施工前期，对施工扰动区域实施表土剥离，剥离的表土沿线进行堆存保护；施工过程中，在杆塔周边设置排水沟，在排水沟末端设置沉沙池，对裸露边坡采取土工布苫盖处理；施工后期，对需要采取植被恢复的区域进行表土回覆、全面整地及撒播植草、抚育管理措施。

6.6.5 公益林保护措施

（1）临近生态公益林施工时，应注重施工期的环境监控，注重对生态公益林的保护，减少林地和灌丛植被的破坏，避免工程对其产生较大影响。

（2）尽量绕避植被较发育的地带，对于无法绕避的区段，应结合实际情况对林木进行补偿，减少对原有植被的破坏。

（3）施工期严格控制施工场地、营地、施工便道的设置数量及施工人员的活动范围，尤其是在重要环境保护目标的敏感地带，应严格控制施工活动，避免过多影响生态环境。

（4）确因工程建设必须征用、征收或者占用生态公益林林地的，用地单位需按行政主管部门要求办理相应的用地手续。

（5）在施工期内，应当加强对生态公益林的保护，制止破坏林地、林木的行为；清除可能的火灾隐患，做好病虫害预防工作；对发生严重的病虫害、火灾或其他自然灾害，应当立即报告当地人民政府和林业行政主管部门，采取措施进行防治。采取标语、广播、电视、讲座等形式，广泛开展生态公益林区划分布、管护要求、环境道德、生态意识、生态保护知识及森林效能等方面的宣传教育。建立生态公益林范围界限标志。

（6）工程临时占地涉及二级国家级公益林 4.61hm²，永久占地涉及二级国家级公益林 3.42hm²，对区域水源涵养、水土保持、生物多样性维持等主导生态功能造成一定损失。应严格遵循面积不减少、功能不降低、性质不改变等原则对临时占用的公益林在占地结束后及时进行生态恢复，对永久占用的公益林执行异地等量造林占补，补偿措施符合《国家级公益林管理办法》及地方生态保护相关政策

要求。

6.7 环境空气保护措施

6.7.1 保护目标

控制并削减施工期大气污染物排放量，阻碍污染物扩散，改善施工现场环境状况，保护施工生活区及附近居民点等保护目标的环境空气质量，使其达到《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）二级标准，其中 TSP 的控制目标为日平均浓度 $\leq 0.30\text{mg/m}^3$ 。

6.7.2 保护措施与方案

6.7.2.1 开挖、爆破粉尘的削减与控制

（1）工程爆破优先选择凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破等技术，凿裂、钻孔、爆破需进行湿法作业，减少粉尘产生量。

（2）爆破钻孔设备要选用带布袋除尘器的钻机，爆破时应采用草袋覆盖爆破面，减少粉尘的排放量。钻孔工作面进行洒水预湿处理。

（3）地下系统洞群开挖爆破时需注意洞内通风，保持空气流畅。同时施工人员根据需要需佩戴防尘口罩。

（4）控制单次爆破药量，减少一次爆破废气量；大块石料的破碎禁止采用二次爆破技术。

（5）在爆破后采用雾炮机进行喷雾降尘。

6.7.2.2 砂石骨料加工与混凝土生产系统粉尘削减与控制

（1）采用全封闭式砂石生产系统，拌和设备顶部设置布袋除尘系统，制砂生产过程中保证除尘装置正常运行。砂砾石储料堆设遮挡棚，夜间采用防水布对材料进行覆盖，减少扬尘产生；成品输送采用全封闭皮带机，降低输送过程中的扬尘；施工作业区加装水雾喷淋设施。

（2）采用全封闭式混凝土生产系统，生产系统顶部设置布袋除尘系统，拌和过程中保证除尘装置正常运行。水泥装卸作业除要求文明作业外，水泥库实行全封闭作业，加强物料的管理，减少扬尘产生量。

（3）施工期配备洒水车，砂石加工系统与混凝土生产系统施工作业区定时洒水降尘，无雨日每天洒水 4~5 次。

（4）砂石料与混凝土系统场地进行硬化，四周设置围挡，围挡高度不低于

1.8m，围挡上部宜设置朝向场内区域的喷雾装置，每组间隔不宜大于 4m，围挡立面应保持干净、整洁。工程结束前，不得拆除施工现场围挡。

（5）场地出口配备车辆自动冲洗设施，驶出的机动车辆需冲洗干净，运出的砂石料及混凝土应封闭运输，且运输道路应实施混凝土硬化。

6.7.2.3 燃油废气的削减与控制

选用符合国家有关标准的施工机械和运输工具，使其废气达标排放。

由于施工运输车辆多为燃柴油的大型车辆，非电力驱动机械也多为柴油驱动，尾气排放量与污染物含量较高，需安装尾气净化器，保证尾气达标排放。

严格执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆和机械，及时更新

6.7.2.4 交通扬尘消减与控制

屏山书楼抽水蓄能电站场内交通公路采用碾压混凝土或水泥混凝土路面，运输车辆产生的扬尘远小于泥结碎石路面，交通扬尘总体上不会造成严重污染。但剩余的场内施工道路为泥结碎石路面，长期运行后，路面浮土受车辆运输和河谷风的扰动，将产生较大扬尘，从而对附近居民、施工人员带来较大影响。因此，本工程拟定如下交通扬尘控制措施：

（1）成立公路养护、维修、清扫专业队伍，及时清除路面洒落物体和浮土，保持道路清洁、运行状态良好；

（2）严禁车辆超载，提倡遮盖运输；

（3）配置洒水车在无雨日进行洒水降尘，根据工程区多年平均降雨日统计结果，拟定年平均洒水天数应不低于 181d，同时考虑到工程区气候干燥、蒸发量较大的气候特征，每日洒水次数应不低于 3 次；

（4）结合水保措施，做好公路绿化，依不同路段地形情况，在绿化区段有针对性地种植树木或草坪，以降低扬尘污染。

（5）在各施工工厂出口处设置车辆冲洗系统，确保运输车辆进出场均得到全面的清洗，减少扬尘污染。

6.7.2.5 施工作业面降尘措施

（1）在大坝、库盆、隧洞口和临时堆料场等多粉尘作业面、场地配备人员及设备进行定期洒水。

(2) 地下工程采取增设通风设施，加强通风。

(3) 在表土堆放场及转存料场作业区合理设置车辆冲洗系统，确保表土堆放场及转存料场运输车辆进出场均得到全面的清洗，减少扬尘污染。

(4) 剥离表土及时运往表土堆场堆存，减少表土现场堆放时间，做好压实及遮盖措施。

(5) 渣料运输车辆采取遮盖保护，防治渣土洒落扬尘污染。

6.7.2.6 转存料场及表土堆放场降尘措施

(1) 在表土堆放场及转存料场作业区合理设置车辆冲洗系统，确保表土堆放场及转存料场运输车辆进出场均得到全面的清洗，减少扬尘污染。

(2) 剥离表土及时运往表土堆场进行堆存，减少表土现场堆存时间，做好压实及遮盖措施。

(3) 渣料运输车辆采取遮盖保护，防治渣土洒落扬尘污染。

(4) 及时开展渣料压实，避免风起扬尘污染；未作业时采取临时遮盖及洒水降尘措施，有效减少扬尘污染。

6.7.2.7 管理保证措施

施工单位配备专业人员开展现场环境保护监督管理工作，开展环境保护法律法规的宣传及教育工作。

6.7.2.8 施工人员防护

受工程大气污染影响的主要为施工人员，应采取佩带防尘口罩、眼罩等劳动保护和个人防护措施。

6.8 声环境保护措施

6.8.1 保护目标

施工区满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2025)，昼、夜间噪声限值分别为 70dB (A)、55dB (A)；声环境保护目标书楼镇及西村执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 2 类及 4a 类标准，昼、夜噪声控制标准分别为 2 类：60dB (A)、50dB (A)，4a 类：70dB (A)、55dB (A)。

6.8.2 保护措施与方案

6.8.2.1 施工机械噪声控制

(1) 选用低噪声设备和工艺，降低源强。

(2) 加强设备的维护和保养，保持机械润滑，减少运行噪声。

(3) 振动大的机械设备使用减振机座降低噪声。

(4) 破碎机、制砂机、筛分楼、拌和楼、空压机、制冷压缩机等车间尽可能采用多孔性隔声与吸声材料建立隔声屏障、隔声罩和隔声间，进行封闭生产。

6.8.2.2 交通噪声控制

(1) 在书楼镇、西村路段及进厂道路上下行进出口处分别设立 1 个交通警示牌，限制车辆时速在 20km 以内，并在路牌上标示禁止施工车辆鸣笛，降低噪声源强。

(2) 加强道路的养护和车辆的维护保养，降低噪声源。

(3) 各施工公路沿线加强行道树种植与养护，从传播途径上控制交通噪声影响。

(4) 使用的车辆必须符合《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》(GB 1495-2002) 等相关标准限值。

6.8.2.3 砂石料及混凝土系统噪声防治

(1) 砂石料及混凝土生产加工系统隔声罩采用彩钢板制作，内装隔声材料。其内外墙与顶部均为彩钢夹芯板，两面厚度各为 0.5mm 左右，其芯材为聚苯乙烯泡沫塑料，隔声罩内壁加装穿孔板、吸音棉等吸声材料进行吸声。

(2) 选用低噪声机械设备和工艺，对振动大的机械设备，可在设备底部加设隔振、减振装置，从根本上降低噪声源强。

(3) 加强施工设备的维护和保养，保持机械润滑，减少运行噪声。

6.8.2.4 施工工厂噪声防治

在各施工工厂场界范围内，将噪声影响较大的机械设备尽量布置在远离敏感目标的一侧；各施工工厂应合理安排施工作业时间，严禁夜间进行高噪声施工活动。

6.8.2.5 坝区爆破噪声防治

(1) 减少单孔最大炸药量，减少预裂或光面爆破导爆索的用量。

(2) 合理安排施工时间，夜间（22：00～6：00）禁止爆破作业。

(3) 对于深孔台阶爆破，注意爆破投掷方向，尽量使投掷的正方向避开受影响的敏感点。

(4) 优化爆破工艺,如采取水封爆破。爆破时,在覆盖物上面在覆盖水袋,不仅可以降噪,还可以防尘。

(5) 设置遮蔽物或充分利用地形地貌。在爆源与测点之间设置遮蔽物,可阻碍和扰乱声波的正常传播,并改变传播的方向,从而可较大地降低声波直达点的噪声级。

6.8.2.6 声环境保护目标保护措施

屏山书楼抽水蓄能电站施工区声环境保护目标主要为书楼镇及下库施工场地周边西村居民点,施工期间下库钢管加工厂、2#混凝土生产系统等为主要噪声源,此外,承包商营地、综合仓库、临时施工设施、油库等来往车辆需经现有省道 S311 通行。经过预测分析,施工期书楼镇施工场地周边的西村有 10 户执行 2 类及 4a 类标准居民房屋噪声在昼间及夜间有所超标,其余 S311 两侧 35m 内居民点执行 4a 类标准,不超标,考虑影响居民户数不多,建议在上下库连接路起点路段设置隔声屏障,可有效降低工程施工及运输噪声对其影响。移动式声屏障高 2.8m,采用金属板结构,内含吸声材料,可拆卸重复使用,初拟声屏障共布置 500m。

由于书楼镇施工场地周边居民点受施工干扰影响较大,受房屋结构、周边地形以及措施效果影响,安装声屏障均不一定能有效缓解其影响,因此本阶段预留部分施工期噪声临时防治措施费用。

6.9 固体废物处置措施

6.9.1 施工期固体废物处理措施

6.9.1.1 生活垃圾处理措施

(1) 设计原则

1) 依据现行环境保护要求妥善处理施工生产区及营地生活区生活垃圾,避免垃圾散放对周围环境的污染。

2) 结合施工期及运行期生活垃圾产生量少的特点,选择经济、可行的处理方式。

(2) 设计目标

1) 保证施工区及营地区良好的卫生条件。

2) 防止生活垃圾随意堆放污染周边大气和水环境。

3) 确保施工区及营地区生活垃圾得到妥善处理,集中生活区生活垃圾处理

率达到 100%。

（3）生活垃圾产生量及特性

工程施工高峰时段日产生生活垃圾 1.22t，施工期施工人员生活垃圾产生总量约 1573.52t。生活垃圾成份可分为有机物和无机物，有机物主要包括竹木、厨余、纸类、塑料、皮革、鞋类、织物等；无机物主要包括废玻璃、废易拉罐、砖石、灰土等。

（4）垃圾成分及特点

参考两河口、锦屏一级、官地、瀑布沟等水电站以施工期生活垃圾成分调查结果进行类比分析，屏山书楼抽水蓄能电站施工期生活垃圾具有以下特点：

1) 垃圾中难降解物以及无机物含量高，约占垃圾总量的 60%以上，主要由塑料、建渣、玻璃和金属等组成。

2) 垃圾中有机成分主要以厨余为主，占有机成分的近 50%，大多由附近农村居民收集后喂养牲畜。

3) 有机成分中的草木、织品、纸类等可燃物含量低，仅占垃圾总量的 10%左右。

4) 垃圾中的纸类、草木、塑料、金属、玻璃等可回收物约占垃圾总量的 20%，加上厨余垃圾，可收集利用部分约占垃圾总量的 50%。

5) 垃圾含水率高达 55%，容重约为 0.35kg/L。

6) 受含水率影响，垃圾低位发热值低，经暂时贮存脱水后，具备垃圾稳定燃烧的焚烧处置条件。

（5）处理规模

根据同类工程施工区生活垃圾产生量类比调查结果，屏山书楼抽水蓄能电站施工区生活垃圾按照业主营地每人每天产生垃圾 1.0kg、施工营地每人每天产生垃圾 0.5kg 计算，电站施工期生活垃圾最大产生量约为 1.22t/d，施工期共将产生垃圾约 1573.52t。

（6）处置方式

工程施工期生活垃圾，拟配备垃圾桶、压缩垃圾车，统一收集后处理。根据与书楼镇住建部门复核，目前工程施工期生活垃圾可选择运往书楼镇垃圾转运站处理。

(7) 垃圾收运及运行管理

在施工区、业主营地和承包商营地设置废物箱、垃圾桶对生活垃圾进行分类收集，共需设置废物箱 20 个、垃圾桶 40 个。配备垃圾压缩车 1 辆，将可回收垃圾集中收集后送书楼镇的废旧物资回收部门，并将不可回收垃圾收集后定期运往书楼镇纳入书楼镇垃圾收运系统处理。

(8) 垃圾清运过程的污染防治措施

垃圾在收集、转运及堆放过程中会产生蚊蝇、鼠害及病原微生物的影响，对环境卫生及人体健康造成影响。主要应从以下 4 个方面进行防治：

- 1) 加强垃圾运输车辆的密闭性，防止垃圾的洒落。
- 2) 对垃圾运输车辆、各废物箱、垃圾桶存放处及垃圾中转站等容留垃圾的场地、空间要定期进行消杀、投放药剂，以防止蚊蝇等孳生，减免对施工区的生活卫生产生不利影响。
- 3) 垃圾的收集、转运、处理要及时进行，尽量减少垃圾的停留及堆放时间。
- 4) 建立垃圾收集、运输、接收单位档案记录制度，详细记录垃圾收集、运输及接收时间及垃圾产生和接收量等信息，并定期检查。

6.9.1.2 工程弃渣和建筑垃圾

工区内生活生产临建设施拆除和场地清理的废弃渣料综合利用后剩余的运至书楼镇处理，废弃建材由各施工单位负责收集，统一回收处置。剩余一些无回收价值的一般固体废物，统一运送至书楼镇垃圾收运系统处理。

工程开挖产生的弃渣及时清运至转存料场。雨季时节，施工区沿河道路边坡常有渣石滚落，各施工单位不定期组织人员对各自责任区域内的施工道路、排水沟道渣石进行清理，清理后的渣石运至转存料场。新址供水工程配套水库（楠木沟水库）拆坝将产生的约 3.8 万 m³ 混凝土及废水处理系统产生的泥渣用于坝后压坡。

6.9.1.3 危险废物处置措施

根据工程施工布置，并充分考虑地质地形条件以及危废贮存安全距离，分别在工程上水库修配系统以及下水库修配系统各设置一处危废贮存设施，对废润滑油、浮油等危废进行临时贮存，并定期委托有资质单位定期清运处置。危废贮存库规模 10m²~20m²，场址周边 300m 范围内无居民点分布，符合安全距离相关要

求。

按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《危险废物收集、贮存、运输技术规范》(HJ2025-2012)、《危险废物转移联单管理办法》等相关法律法规规范，施工期加强对危险废物产生、收集、贮存、运输、转移、处置的全过程管理，具体要求如下：

1) 建立、健全危废从产生、收集、贮存、运输、转移、处置全过程的污染防治责任制度，采取防治危险废物污染环境的措施。

2) 建立固体废物管理台账，如实记录产生危险废物的种类、数量、去向等信息，并采取防治危废污染环境的措施。

3) 对产生的危险废物分类收集、分类存放在不同的容器中，并对各类容器编号，标志名称、特性等。

4) 危废贮存设施间应设置明显的标志，并有专人看管。

5) 危废贮存设施应满足防风、防雨和防晒的要求，危废贮存设施地面应采取重点防渗处理，满足防渗系数 $\leq 1 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ 的要求。

6) 按照危险废物特性分类进行收集，采用密闭专用容器收集储存，并设置金属托盘或围堰；禁止混合收集、贮存、运输、处置性质不相容而未经安全性处置的危险废物。

7) 与具有相应处置资质的单位签订协议，定期收运处置危险废物，不得将危废与一般废物混装或者私自处置，转移过程中按《危险废物转移联单管理办法》的要求填报转移联单。

8) 危险废物运输应有持有危险废物经营许可证的单位组织实施。

9) 企业应当按照有关规定制定意外事故的防范措施和应急预案，并向所在地生态环境主管部门和其他固体废物污染环境防治工作的监督管理部门备案。

6.9.2 运行期固体废物

6.9.2.1 生活垃圾处置措施

屏山书楼抽水蓄能电站定员为 129 人，产生的生活垃圾较少，书楼镇距离工程运距较短，电厂管理区和业主营地分别设置垃圾收集箱，定期将生活垃圾及打捞的库区漂浮物收集后纳入书楼镇生活垃圾处理系统处理。

6.9.2.2 危险废物

运行期发电厂房机组运行过程产生少量的废机油、废透平油,属于危险废物,产生量约 1t/a。

运行期发电厂房区设置危险废物贮存设施,满足防火、防盗、防渗、防漏、防晒、防风、防雨等功能要求,设置危险废物识别标志,同时应加强厂区内含油废纸、废布的收集,不得随意堆放和丢弃。危险废物产生、收集、贮存、运输、转移、处置的全过程管理要求见 6.9.1.3 节。

6.10 电磁环境保护措施

(1) 本工程地面发电厂房主变、开关站、GIS 设备均采用户内布置,所有电气设备均安装接地装置,所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密,这些将大大降低运行期对外界电磁环境的影响。

(2) 保证地面发电厂房和开关站内所有高压设备、建筑物钢铁件均接地良好,所有设备导电原件间接接触部位均应连接紧密,以减小因接触不良而产生的火花放电。

(3) 地面发电厂房和开关站内金属构件,如吊夹、保护环、保护角、垫片、接头、螺栓、闸刀片等均做到表面光滑,尽量避免毛刺的出现。

(4) 在本项目发电厂房和开关站周围设置高压警示和防护指示标志及有关注意事项告示牌。

(5) 开关站和主变运行后,建设单位应委托有资质的单位,定期对周边电磁环境进行监测。

(6) 运行期加强巡查和检查,保证主变洞和开关站设备运行良好。

6.11 建设征地及移民安置环境保护措施

6.11.1 农村移民安置环境保护措施

至规划水平年,屏山书楼抽水蓄能电站搬迁安置人口为 101 人,其中西村 92 人、宝宁村 9 人,均采取分散安置。农村移民安置活动对水环境的影响主要体现在搬迁安置点安置完成后居民生活污水对环境的影响,对生态的影响主要体现在施工占地对陆生植物的占压、对陆生动物的惊扰,对声环境以及大气环境的影响主要体现在施工产生的机械噪音以及扬尘等,固体废物对环境的影响主要由安置点建成后居民生活垃圾导致。

(1) 生活污水处理措施

搬迁安置人口通过本村后靠分散建房进行安置，由于搬迁安置人口少，产生的生活污水较少，当地居民自建房多采用建设简易化粪池对生活污水进行处理。

(2) 生活垃圾处理措施

分散后靠建房安置的移民，产生的生活垃圾较少，拟设置垃圾桶收集后，纳入当地居民原有的处理设施一并处理。

(3) 生态保护措施

合理规划移民安置用地，避开不良地质区，严禁陡坡开荒，尽量少占用耕地，减少因土地开垦造成的生态影响和水土流失。

开展移民安置点生态环境保护宣传活动，禁止捕杀野生动物、乱砍滥伐；从保护森林资源角度，移民建房木材及烧柴尽可能利用电站建设征地区的林木。

6.11.2 专项设施复建环境保护措施

本工程涉及的专项设施复建工程主要包括机耕道复建工程（4.87km 水泥混凝土路面）、水利工程（水源地迁建工程）、电力工程（10kV 输电线路 6.12km）和电信广播电视工程。

水源地迁建工程已经单独开展了环境影响评价文件的编制及审批。

施工期生活污水主要来源于施工人员的生活污水和生活垃圾，由于复建工程施工周期短，工程量较少，施工范围就主要是库周为居民提供必要的供电和通讯任务，施工人员可以居住承包商营地，生活污水和生活垃圾可以直接利用承包商营地污水处理及生活垃圾处理措施。同时施工单位需选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输工具，合理规划施工车辆的运行线路，合理安排施工作业时间，减少施工对周边大气和声环境的影响。

7 环境风险评价与风险管理

7.1 环境风险评价目的

环境风险是指突发性事故对环境（或健康）的危害程度。环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

根据本工程规模、建设特点及周边环境特征，工程建设期间，可能存在潜在的事故风险和环境风险，主要包括：危险品运输、油库事故风险、炸药库事故风险、外来物种入侵生态风险等。

参照《建设项目环境风险评价导则》（HJ 169-2018）、《外来物种环境风险评估技术导则》（HJ 624-2011），通过风险识别、风险分析和风险后果计算等开展环境风险评价，为工程设计、环境管理和环境风险防范等提供资料和依据，达到降低危险、减少危害的目的。

7.2 主要评价内容

本工程建设对环境的影响主要为非污染生态影响，运行期基本无“三废”排放，相应环境风险主要为外源风险，本工程的施工与运行主要是增加风险发生概率或加剧风险危害。根据本工程施工及运行特点、周围环境特点以及工程与周围环境之间的关系，存在的潜在事故风险和环境风险包括危险品运输、油库事故风险、炸药库事故风险、外来物种入侵生态风险等。

7.3 环境风险识别

7.3.1 风险源概况

7.3.1.1 危险品运输

工程施工期可能存在装卸、运输过程中由于事故造成炸药、油料等爆炸，从而引起森林火灾。此外，施工期运输危险品的车辆在过河时如发生交通事故，导致危险品泄露，将对水体水质造成影响。

7.3.1.2 油库

工程施工油库主要是暂存施工机械所用的柴油，电站建设油料总用量 1.75 万

t.本工程油库布置在书楼镇旁的平缓地带,紧邻下库综合仓库,建筑面积为 200m²,占地面积为 400m²,距离最近西村居民点直线距离 60m。油料的运输和储存均存在一定的环境风险。风险类型为泄漏、火灾和爆炸,致危因素主要为雷电、静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、阀门损坏、储罐冒罐等。

7.3.1.3 生态风险

本工程在生态恢复过程中如物种选择不当可能会引入外来物种,进而造成外来物种入侵的风险。

7.3.2 物质危险性识别

按《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218-2018)、《职业性接触毒物危害程度分级》(GBZ 230-2010)的相关规定,以及水电工程施工物资种类特点,本工程建设期间涉及的危险性物质为柴油、汽油及乳化炸药等。

7.3.2.1 柴油

柴油主要是由烷烃、烯烃、环烷烃、芳香烃、多环芳烃与少量硫(2g/kg~60g/kg)、氮(<1g/kg)及添加剂组成的混合物。相对密度 0.78~0.90,相对密度(空气=1) 4.5,熔点-29.56℃,沸点 180℃~370℃。

毒性:属低毒类。对皮肤和粘膜有刺激作用,也可由轻度麻醉作用。柴油味高沸点物质,吸入蒸气而制毒害的机会较少。

危险特性:遇热、火花、明火易燃,可蓄积静电,引起电火花。

燃烧(分解)产物:CO、CO₂和硫氧化物。

7.3.2.2 乳化炸药

乳化炸药主要是借助乳化剂的作用,使氧化剂盐类水溶液的微滴均匀分散在含有分散气泡或空心玻璃微珠等多孔物质的油相连续介质中,形成一种油包水型的乳胶状炸药,其主要成分有氧化剂、可燃剂、乳化剂、敏化剂、发泡剂和稳定剂等;其密度范围较宽;具有良好的抗水性能。

毒性:成分中不含有毒物质,基本无毒性。

危险特性:爆炸性能好,物理性能稳定,生产和贮存相对较为安全。

燃烧(分解)产物:CO₂、NO₂、N₂O₅。

根据以上物质特性,本工程所使用的危险品为易燃、可燃、低毒及爆炸性物品。主要危险性为爆炸和火灾带来的生命、财产损失;环境风险主要是燃烧可能

造成的森林火险，溢油对水体产生的石油类污染，以及运输事故造成危险品入河等。

7.4 环境风险分析

7.4.1 风险潜势初判

7.4.1.1 危险物质及工艺系统危险性（P）分级

（1）危险物质数量与临界量比值（Q）

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 C，计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在附录 B 中对应临界量的比值 Q。

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；
当存在多种危险物质时，则按下列公式计算物质总量与其临界量比值（Q）；

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots \frac{q_n}{Q_n}$$

式中：q₁、q₂…q_n——每一种危险物质的最大存量，t；
Q₁、Q₂…Q_n——每种危险物质的临界量，t。

当 Q<1 时，该项目环境风险潜势为 I；
当 Q≥1 时，将 Q 值划分为：（1）1≤Q 小于 10；（2）10≤Q 小于 100；（3）Q≥100。

本工程布置了 1 个油库，油库位于书楼镇旁的平缓地带，紧邻下库综合仓库，建筑面积为 200m²，占地面积为 400m²，油库设计容量为 330m³，换算后柴油最大存油量约 280t。油库工区危险物质数量与临界量的比值 Q₁=280/2500=0.112。
本工程危险物质数量与临界量比值 Q 为 0.112。

（2）行业及生产工艺（M）

分析项目所属行业及生产工艺特点，按照表 7.4-1 评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目，对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为（1）M>20；（2）10<M≤20；（3）5<M≤10；（4）M=5，分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。

行业及生产工艺（M）

表 7.4-1

行业	评估依据	分值
石化、化工、医药、	涉及光气及光气工艺、电解工艺（氯碱）、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、	10/套

轻工、化纤、有色冶炼等	氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、硫化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套
	其他高温或高压。且涉及危险物质的工艺过程 ^a 、危险物质贮存罐区	5/套（罐区）
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采（含净化），气库（不含加气站的气库），油库（不含加气站的油库）、油气管线 ^b （不含城镇燃气管线）	10
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5

a 高温指工艺温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ ，高压指压力容器的设计压力（P） $\geq 10.0\text{MPa}$ ；
b 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。

本工程危险物质主要涉及油库，根据项目所属行业及特点，取值为 10，本工程行业及生产工艺为 M3。

（3）危险物质及工艺系统危险性（P）分级

根据危险物质数量与临界量比值（Q）和行业及生产工艺（M），按表 7.4-2 确定危险物质及工艺系统危险性等级（P），分别以 P1、P2、P3、P4 表示。

危险物质及工艺系统危险性等级判断（P）

表 7.4-2

危险物质数量与临界量比值（Q）	行业及生产工艺（M）			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

本工程危险物质数量与临界量比值 Q 为 0.112，行业及生产工艺为 M3，危险物质及工艺系统危险性分级为 P4。

7.4.1.2 环境敏感程度（E）的分级

本工程主要的环境风险来自油库、炸药库爆炸对大气环境的影响，因此本工程环境敏感程度主要分析大气环境。

依据环境敏感目标环境敏感性及人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 7.4-3。

大气环境敏感程度分级

表 7.4-3

分级	大气环境敏感程度分级
E1	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人，或其他需要特殊保护区域；或周边 500m 范围内人口总数大于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 200 人
E2	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 1 万人，小于 5 万人；或周边 500m 范围内人口总数大于 500 人，小于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 100 人，小于 200 人

分级	大气环境敏感程度分级
E3	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；或周边 500m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数小于 100 人

根据本工程外环境调查，油库位于书楼镇旁的平缓地带，紧邻下库综合仓库，距离书楼镇西村直线距离 80m；距离下库承包商营地 85m，高峰期施工人数 2053 人。

本工程环境风险大气环境敏感程度分级为 E3。

7.4.1.3 环境风险潜势划分

建设项目环境风险潜势划分为I、II、III、IV/IV⁺级。

根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按照表 7.4-4 确定环境风险潜势。

建设项目环境风险潜势划分

表 7.4.4

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危害 (P1)	高度危害 (P2)	中度危害 (P3)	轻度危害 (P4)
环境高度敏感区 (E1)	IV ⁺	IV	III	III
环境高度敏感区 (E2)	IV	III	III	II
环境高度敏感区 (E3)	III	III	II	I

注：IV⁺为极高环境风险。

本工程环境风险大气环境敏感程度分级为 E3，危险物质及工艺系统危险性分级为 P4，建设项目环境风险潜势为I。

7.4.2 环境风险评价等级

本次环境风险分析工作按《建设项目风险评价技术导则》(HJ 169-2018)中的相关要求，确定环境风险评价等级。评价工作级别划分见下表。

经分析，屏山书楼抽水蓄能电站工程环境风险潜势为 I，工程环境风险评价工作等级为简单分析。

建设项目环境风险评价等级

表 7.3-1

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a

^a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。

7.5 环境风险评价

7.5.1 事故可能性分析

7.5.1.1 油库事故可能性分析

(1) 储罐、管道阀门和泵由于维护不当出现故障，造成油气的泄漏可能导致火灾甚至爆炸；

(2) 油品在装卸作业时，若流速过大易产生静电，在雷电等条件下可能引发火灾；

(3) 由于油库操作人员的工作失误导致原油外溢，遇到火源易引发火灾。

从已有水电工程的施工情况看，发生油库事故的案例极少，且水电施工管理较为严格，因此本工程油库在施工期发生泄漏和爆炸的概率不大。

7.5.1.2 森林火灾风险

屏山书楼抽水蓄能电站上水库周围为林地，野外用火容易引发森林火灾。工程施工期由于施工机械、燃油、电器以及施工人员增多，火灾风险增加，对工程区内植被构成潜在威胁。根据施工规划，施工期将在施工区内建立防火及火灾警报系统，严格执行野外用火和爆破的相关报批制度。除此之外，还需要对施工人员进行防火宣传教育，并严格规范和限制施工人员的野外活动，严禁施工人员私自野外用火，做好吸烟和生活用火等火源管理，严格控制易燃易爆器材的使用。类比相似水电站工程，在采取有效的风险防范措施后，发生森林火灾的可能性较小。

7.5.1.3 生态风险

本工程在对植被采取相应恢复措施时，设计均选择本区域原有并适生的树种及草种，外来物种入侵风险小。

7.5.2 事故影响分析

7.5.2.1 油库事故影响分析

(1) 居民点安全风险

根据《石油库设计规范》(GB 50074-2014)要求，油库建设距离 100 人以上的居住区和公共建筑物需要有 75m 的防火安全距离。本工程油库距离书楼镇西村直线距离 80m；距离下库承包商营地 85m，符合规范对安全的要求。燃油及其挥发的蒸汽本身属于低毒类物质，对附近居民的生命安全不会产生急性毒害作用，

在事故处理结束后一定时间内就会消除。

在油罐发生火灾燃烧事故后，对油库下风向的大气环境会造成一定的影响，事故过程中污染程度最大，在火灾燃烧事故结束后短时间内影响可基本消除。

（2）水质污染风险

本工程油库布置在书楼镇旁的平缓地带，紧邻下库综合仓库，距离地表水约400m，正常情况及事故情况下均不会发生油料进入水体的情况。但由于工程部分进场道路沿河布置，若油品在运输过程中由于事故原因倾倒入河，会对地表水水质造成一定影响，因此运输过程中须做好密封和安全运输等措施，避免发生交通事故而对水体造成不良影响。

7.5.2.2 生态风险影响分析

本工程在对植被采取相应恢复措施时，均选择本区域原有并适生的特有鱼种、树种及草种，因此不存在当地物种演变及主动带来外来物种入侵的风险。但工程建设过程中，大量工程材料运输进场，在包装材料或填充物等中可能存在外来物种的种子、虫卵或幼虫等，一旦被引入，在没有天敌的情况下，将大量繁殖并造成生态破坏。

7.6 环境风险防范措施

7.6.1 油库安全防护措施

（1）运输过程中须严格遵守危险货物运输的有关规定，运送油料的运输车辆须采用密闭性能良好的储油罐，确保不造成环境危害。

（2）油库设立与地方消防部门的直通电话，可及时与消防部门取得联系。库内设消防专线电话，在消防泵值班室设多部专用接警录音电话（油库、站场至少各一部）。油库分区设置首要报警器，可对火灾事故进行及时报警。油库另配防爆无线对讲机多对，供生产及消防指挥等用

（3）油库区的作业人员须穿戴抗静电工作服和具有导电性能的工作鞋。做好油库区的火源管理工作，油库区严禁烟火，并定期检查可能导致火灾的火源情况，如电线等；在油品装卸时、汽车加油时均应做好巡查工作，防止抽烟等情况的发生

（4）油库位置的最终确定必须严格按安全防护距离要求，并汇同地方公安部门及管理部门进行现场选点协商确定，与施工营地需保持足够的安全距离，装

运和发送须严格遵循《危险化学品安全管理条例》，严格火源控制并配备相应消防器材。主要措施如下：

立式油罐设高液位报警器。在油罐周围修建防火堤，且使用不透水材料进行加固，控制防火堤上的植被。同时设置事故油池，以收集漏油，并交专业部门处置。管道穿防火堤及围墙处均加套管保护并采用非燃烧材料填实。油库内设立不产生火花的通信设备，可对火灾事故进行及时报警。油库另配防爆无线对讲机 3 对，供生产及消防指挥等用。

根据《石油库设计规范》（GB 50074-2014）、《汽车加油加气站设计与施工规范》（GB 50156-2012）要求，油库区的作业人员须穿戴抗静电工作服和具有导电性能的工作鞋。油罐体采取防雷接地措施；地上或管沟敷设的输油管线做防雷防静电接地；库内的泵棚或泵房及其他建筑物分布按要求进行防雷设计。做好油库区的火源管理工作，油库区严禁烟火，并定期检查可能导致火灾的火源情况，如电线等；在油品装卸时、汽车加油时均应做好巡查工作，防止抽烟等情况的发生。

罐区消防采用固定式低倍数空气泡沫灭火系统及固定式水冷却设备。在消防泵房内设 2 台柴油消防泵（互为备用），2 台冷却水泵、1 套立式固定式泡沫液储罐和 1 座半地上式消防水池，消防水总容量要能满足一次灭火所需水量。消防冷却水环管上每隔一定距离设一个地上式消火栓箱，用以辅助灭火。副油区分别设消火栓箱和泡沫栓箱；辅助生产行政管理区设地上式室外消火栓。建（构）筑物的门窗的设置均满足防火防爆要求

（5）加油区、卸油区地面设置地面截流沟，设置事故应急池。当地面发生少量油品泄漏或产生冲洗水、含油雨水时，利用地面截流沟导流至隔油池隔油沉淀后排入生化池处理，当发生大量油品或其他危险物质泄漏时，通过站区内截水明沟导流至事故应急池中收集后，委托有资质的单位进行运输处理，避免直接进入地表水体或进入土壤和地下水中造成污染。

7.6.2 生态风险防范措施

（1）在施工过程中需加强对外来入侵物种危害性的宣传教育，提高对外来入侵物种的防范意识。

（2）加强对外来入侵物种识别、防治技术、风险评估技术、风险管理措施的培训，对于进口材料和机械等，应按规定严格进行检验检疫和消杀处理。

(3) 做好外来物种的检疫及已有入侵植物的防治和清理工作。对进入的交通工具及设施进行严格的外来物种及病虫害检疫,如发现外来入侵物种,立即清除。同时也应该在公路两侧检查是否有遗留的入侵物种,发现后也应该采取措施进行清除。

(4) 施工过程中一旦发现有外来植物,应立即清理,以免其扩大开来,入侵本地植物的生存领域。

7.7 突发环境事件应急预案

7.7.1 编制目的

为有效落实屏山书楼抽水蓄能电站突发环境事件防治的应急防治的各项工作,最大程度地减少屏山书楼抽水蓄能电站突发环境事件造成的环境影响,保障人民群众的生命财产安全,制定环境污染突发事件预案。

7.7.2 编制依据

建设单位应依据《国家突发公共事件总体应急预案》和相关法律、法规,结合屏山书楼抽水蓄能电站工程区可能发生的突发事件类型和实际生产情况,工程建设初期应编制完成《四川省屏山书楼抽水蓄能电站环境污染突发事件应急预案》并报属地生态环境部门备案,运行期及时修订更新。

7.8 分析结论

总体来看,在加强管理措施下,屏山书楼抽水蓄能电站施工期和运行期不存在重大的环境风险,项目的环境风险处于可接受水平,拟采取的风险防范措施可行。

8 环境管理和监测计划

8.1 环境监测规划

8.1.1 监测目的

(1) 掌握工程施工期及运行期工程区环境因子变化情况，为工程环境污染控制和环境管理提供科学依据；对工程区水环境、环境空气、噪声、生态环境和土壤环境等进行监测，及时掌握环保措施的实施效果，根据工程需要调整完善相关环保措施，预防突发事件对环境的危害，验证环境影响预测评价结果，为工程竣工环境保护验收提供依据。

(2) 及时掌握各施工段的环境污染程度和范围，消除环境污染隐患；及时了解施工人员的人群健康状况，以便进行疫病预防和治疗，确保施工顺利进行。

8.1.2 总体原则

(1) 工程建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应紧密结合工程施工与运行特点以及周围环境敏感对象的分布情况，及时反映工程施工与运行对周围环境的影响，以及环境变化对工程施工与运行的影响。

(2) 针对性和代表性原则

根据环境现状、环境影响预测评价结果及环境保护措施的需要，选择对区域环境影响显著、具有控制性和代表性的主要因子进行监测，合理布设监测点位，力求做到监测方案有针对性和代表性。

(3) 经济性与可操作性原则

按照相关专业技术规范，监测项目、频次、时段和方法以满足本监测系统主要任务为前提，尽量利用附近现有监测设施，新建断面设置可操作性强，力求以较少的投入获得较完整的环境监测数据。

(4) 统一规划、分步实施的原则

监测系统从总体考虑，统一规划，根据工程不同阶段的重点和要求，分期分步建立，逐步实施和完善。

8.1.3 施工期环境监测

8.1.3.1 施工期污水监测

结合施工组织设计及施工工艺流程，确定本工程施工期废（污）水监测内容

包括砂石加工系统地面及运输车辆冲洗废水、混凝土生产系统废水、机修含油污水、洞室排水、基坑排水和施工生活污水。施工期污废水监测以《污水监测技术规范》（HJ 91.1-2019）规定的监测方法为依据，监测点位选择在各施工区生产废水和生活污水处理措施的进、出水口设置。

（1）砂石加工系统地面及运输车辆冲洗废水

监测点布设：砂石加工系统地面及运输车辆冲洗废水处理设施进、出水口各布设 1 个监测点。

监测项目：pH、SS、废水流量。

监测频率：在砂石加工系统正常运行时，每季度监测一期，每期监测 3 天。

监测方法：《污水监测技术规范》（HJ 91.1-2019）规定的监测方法。

（2）混凝土拌和系统废水

监测点布设：1#及 2#混凝土拌和系统废水处理设施进、出水口各布设 1 个监测点。

监测项目：pH、SS、流量。

监测频率：在混凝土拌和系统正常运行时，每季度监测一次，每期监测 3 天。

监测方法：《污水监测技术规范》（HJ 91.1-2019）规定的监测方法。

（3）机修含油废水

监测点布设：1#、2#机械修配系统含油废水处理设施进、出水口各布设 1 个监测点。

监测项目：SS、石油类、流量。

监测频率：在机修系统正常使用时，每季度监测一次，每期监测 1 天。

（4）生活污水

监测点布设：上、下库承包商营地生活污水处理设施进水口、排放口各设置监测点。

监测项目：pH、COD、BOD₅、NH₃-N、TP、TN、粪大肠菌群、SS、动植物油、流量等 10 项。

监测频率：每季度监测 1 期，每期监测 3 天。

监测方法：《污水监测技术规范》（HJ 91.1-2019）规定的监测方法。

（5）基坑排水

监测点布设：基坑排水沉淀池排放口设置监测点。

监测项目：pH、SS。

监测频率：基坑排水期间，每季度监测 1 期，每期监测 3 天。

监测方法：《污水监测技术规范》（HJ 91.1-2019）规定的监测方法。

（6）洞室排水

监测点布设：洞室排水沉淀池排放口设置监测点。

监测项目：pH、SS。

监测频率：洞室排水期间，每季度监测 1 期，每期监测 3 天。

监测方法：《污水监测技术规范》（HJ 91.1-2019）规定的监测方法。

施工期废污水监测一览表如表 8.1-1 所示。

施工废（污）水监测技术要求一览表

表 8.1-1

监测对象	监测点位	监测参数	监测频率及时间
砂石加工系统废水	1#砂石加工系统地面及运输车辆冲洗废水处理设施进、出水口	pH、SS、废水流量	施工期每季度选取正常运行期间开展1期监测，每期3d，每天采样不少于1h。
混凝土拌和废水	1#混凝土拌和系统废水处理设施进、出水口	pH、SS、废水流量	
	2#混凝土拌和系统废水处理设施进、出水口		
机修含油废水	上库机械修配系统含油废水处理设施进、出水口	SS、石油类、废水流量	
	下库机械修配系统含油废水处理设施进、出水口		
生活污水	上库承包商营地生活污水处理系统的进、出水口	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、TP、TN、粪大肠菌群、SS、动植物油、流量、同步调查施工人数	
	下库承包商营地生活污水处理系统的进、出水口		
基坑排水	基坑排水沉淀池排放口	pH、SS	
洞室排水	洞室排水沉淀池排放口	pH、SS	

8.1.3.2 施工期地表水监测

（1）监测断面布设及监测技术要求

为掌握工程施工对河流水质的影响，结合施工供水规划，在工程建设区的上、下游河段共布设 4 个地表水质监测断面。

（2）监测方法

施工期地表水监测项目重点结合工程涉及水域的水质本底状况以及施工期

的特征污染物进行选择。水质采样与样品分析方法按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）及《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的相关规定执行。

施工期地表水水质监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 8.1-2。

施工期地表水监测技术要求一览表

表 8.1-2

河流	监测断面	监测项目	监测频率及时间
楠木沟	上库库区河段	水温、SS、pH、DO、BOD ₅ 、COD _{Cr} 、高锰酸盐指数、TN、TP、NH ₃ -N、硫化物、六价铬、氰化物、挥发性酚、石油类、铜、锌、铅、镉、汞、砷、硒、氟离子、粪大肠菌群、阴离子表面活性剂 25 项	施工期每年丰、平、枯水期各监测 1 期，每期监测 3d，每天采样不少于 1h
	下库坝址以上 1km 减水河段		
	下库坝下河段		
金沙江	楠木沟和金沙江汇口下游 500m		

8.1.3.3 施工供水水质监测

1) 监测点位布设及监测技术要求

施工期施工用水主要来自于楠木沟和金沙江。根据施工规划，施工供水主要划分为上库工区、下库工区和下库书楼镇生活区三大区域。根据水源选择及供水系统分区规划，本工程集中设置 3 个供水系统，直接供应工程施工及生活用水。故施工期拟对取水口的水质进行监测。取水口水质监测点位位置、监测因子、执行标准及监测频次详见表 8.1-3。

施工区供水水源水质监测技术要求一览表

表 8.1-3

监测对象	监测点位及编号	监测因子	执行标准	监测频次
取水口水质	1#供水系统清水池	《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)表 1 和表 2 的全部指标	《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)Ⅲ类标准及表 2 中补充项目标准限值要求	施工期每季度监测一期，每期监测 3 天，每天监测 2 次
	2#供水系统清水池			
	3#供水系统清水池			

2) 监测方法

取水口水质监测数据采集与处理、分析方法等按《地表水环境质量监测技术规范》(HJ 91.2-2022)执行。

8.1.3.4 地下水监测

(1) 监测断面布设

为了解工程建设对地下水的影响，在输水线路区、工程枢纽布置及施工布置

区布设监测点对地下水进行监测。

(2) 监测技术要求

地下水监测项目按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)规定的 29 项指标,同步监测地下水水位。参照《地下水环境监测技术规范》HJ/T164 执行。

地下水水质监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 8.1-4。

施工期地下水监测技术要求一览表

表 8.1-4

序号	监测点位	监测内容	监测频次
1	上水库枢纽区	K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ³⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸钾指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数,共 29 项。同步观测地下水位	每年监测 2 期(枯水期和丰水期),每期监测 2 天,每天取样 2 次
2	1-1#施工支洞		
3	下水库枢纽区		

8.1.3.5 环境空气

(1) 监测点位布设

为监控工程施工对环境敏感点大气环境质量的影响,结合屏山书楼抽蓄电站施工总布置,对施工区及环境敏感点分别进行监测。

(2) 监测技术要求

监测方法参照《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)执行。监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 8.1-5。

施工期环境空气监测技术要求一览表

表 8.1-5

监测类别	监测点位及编号	监测因子	执行标准	监测频次
环境空气保护目标	西村楠木沟桥居民点	TSP、PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO ₂	《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)无组织排放监控浓度限值、《环境空气质量标准》(GB 3095-2026)二级	施工期每季度各监测 1 次,每次监测 7d,其中 TSP、PM ₁₀ 测日均值,SO ₂ 、NO ₂ 测小时平均值
	2#混凝土加工系统北侧居民点			
	下库表土堆存场南侧书楼镇居民点			
	宝宁村 S311 两侧居民点			
施工区	1#混凝土生产系统			
	砂石加工系统			

8.1.3.6 声环境监测

(1) 监测断面布设

掌握工程建设对周围声环境敏感对象的影响,结合施工布置规划及声环境敏

感对象的分布情况，同步监测典型施工噪声源及环境敏感对象的声环境质量。

(2) 监测技术要求

监测方法按照《声环境质量标准》(GB3096-2008)中要求进行，监测项目、时间与频次等详见表 8.1-6。

施工期声环境监测技术要求一览表

表 8.1-6

监测类别	监测点位及编号	监测因子	执行标准	监测频次
声环境保护目标	进场道路与 S311 东侧居民点	L _d 、L _n 、L _{Amax}	《声环境质量标准》(GB 3096-2008)2 类及 4a 类	采用人工观测，施工期每季度各监测 1 次，每次监测 1d，分昼间和夜间各监测一次；S311 旁 2 处居民点和 2#混凝土加工系统北侧居民点监测点同步统计车流量
	2#混凝土加工系统南侧居民点			
	下库表土堆存场南侧书居民点			
	宝宁村 S311 两侧居民点			
	下库承包商营地南侧书楼镇中心幼儿园			
施工区	1#混凝土生产系统		《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2025)	
	2#混凝土生产系统			
	砂石加工系统			

8.1.3.7 土壤环境监测

(1) 监测点位布设及监测技术要求

土壤监测点位及监测项目及监测时间详见表 8.1-7。

土壤监测点及监测技术要求一览表

表 8.1-7

序号	监测点位	监测项目	监测时间及频率
1	上库施工区	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的 45 个基本项目、pH 及全盐量	施工期第四年、竣工验收阶段各监测 1 次
2	下库施工区		
3	下库表土堆存场周边农田	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的 8 个基本项目	

(2) 监测技术要求

工程施工期监测点位土壤取样均取表层样点，在 0~0.2m 取样，表层样采集与处理、分析方法等按照《土壤环境监测技术规范》(HJT 166-2004)、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018)执行。

8.1.4 初期蓄水期及运行期环境监测

8.1.4.1 地表水环境监测

(1) 监测断面布设

本工程蓄水期和运行期地表水环境监测主要在工程影响河段设置监测断面。
具体监测断面、监测因子、监测时间及频率等详见表 8.1-8。

蓄水期和运行期地表水环境监测一览表

表 8.1-8

河流	监测断面	监测项目	监测频率及时间
楠木沟	上库库区	水温、SS、pH、DO、BOD ₅ 、COD _{Cr} 、高锰酸盐指数、TN、TP、NH ₃ -N、硫化物、六价铬、氰化物、挥发性酚、石油类、铜、锌、铅、镉、汞、砷、硒、氟离子、粪大肠菌群、阴离子表面活性剂 25 项	丰、平、枯水期各监测 1 期，每期监测 3d，工程蓄水后前 5 年监测纳入工程环保投资，之后纳入电站运行管理费用
	下库库尾以上至上库坝下之间减水河段		
	下库库区		
	下库坝下河段		
金沙江	楠木沟和金沙江汇口下游 500m		

(2) 监测方法

运行期地表水质监测数据采集与处理、分析方法等按《地表水环境质量监测技术规范》(HJ 91.2-2022) 执行。

8.1.4.2 生活污水监测

(1) 监测点位布设

电站运行期污水产生于电厂日常管理人员生活污水。以《污水监测技术规范》(HJ91.1-2019) 规定的监测方法为依据，对电站运行期生产废水和生活污水处理系统的进水与出水水质进行监测。

运行期电站生活污水监测技术要求一览表

表 8.1-9

监测对象	监测点位及编号	监测项目	执行标准	监测频率及时间
电厂生活污水	电厂污水处理系统的进、出水口	pH、SS、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、TP、粪大肠菌群、污水流量，同步调查运营管理人员人数	《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)	每季度监测 1 期，每期监测 1 天，运行后连续监测 3 年，之后纳入电站日常管理例行监测

(2) 监测方法

水质采样与样品分析方法均按照《污水监测技术规范》(HJ 91.1-2019) 的规定执行。

8.1.4.3 运行期地下水监测

(1) 监测点位布置

根据《工业企业土壤和地下水自行监测 技术指南(试行)》(HJ 1209—2021) 相关要求，结合工程区域水文地质情况，在屏山书楼抽水蓄能电站上、下水库库周各布设 2 个地下水监测点。运行期地下水水质监测点位、监测因子、执行标准及

监测频次详见表 8.1-10。

运行期地下水水质监测技术要求一览表

表 8.1-10

监测对象	监测点位及编号	监测因子	执行标准	监测频次
地下水水质	上水库库周	《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)中规定的 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸钾指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数，共 29 项。同时监测地下水位	《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准	电站运行后第一年至第 3 年，丰水期、枯水期各监测 1 期，每期监测 3 天，每天监测 2 次
	下水库库周			

2) 监测方法

运行期地下水水质监测数据采集与处理、分析方法等按《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020) 执行。

8.1.4.4 运行期声环境及电磁环境监测

(1) 监测点位布设及监测技术要求

为了解运行期开关站周边声环境和电磁环境情况，在开关站厂界四周各布设 1 个点位，在出线侧设置监测断面，测点间距为 5m，顺序测至距离开关站厂界外 50m 处止。运行期电磁环境质量监测点位位置、监测因子、执行标准及监测频次详见表 8.2-11 及附图 XX。

开关站环境监测计划一览表

表 8.1-11

监测项目	监测布点	监测时间及频率
噪声 (Leq)	开关站东、西、南、北厂界各布设 1 个测点。选择开关站一侧厂界布置噪声监测断面，测点间距为 5m，顺序测至距离开关站厂界外 50m 处止	竣工验收监测昼间、夜间各 1 次 (在正常运行工况下)
工频电场强度、工频磁感应强度	开关站东、西、南、北厂界各设 1 个测点。选择开关站一侧厂界布置电磁环境监测断面，测点间距为 5m，顺序测至距离开关站厂界外 50m 处止	竣工验收监测 1 次 (在正常运行工况下)

注：具体监测点位需根据验收阶段实际情况布设。

(2) 监测方法

工程运行期监测按照《交流输变电工程电磁环境监测方法》(HJ681-2013)、《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)执行。

8.1.5 生态监测

8.1.5.1 陆生生态监测

(1) 陆生植物调查

1) 调查内容

施工期主要调查植被破坏区的植被恢复情况、陆生植被覆盖情况，调查珍稀保护植物现场保护及移栽养护情况。

运行期主要调查评价区域的植物多样性现状，包括区域植物种类、区系特征、特有种、珍稀保护及濒危物种的分布、数量、生长环境、保护类型和等级、区域植被类型与特征，不同类型植被的生长特征；调查评价区域的生态景观拼块类型、分区、面积等情况；调查评价区域的植被恢复措施执行情况、效果及植被覆盖率等；调查库周及消落带变化对植被生长的影响。

2) 调查范围与固定样地设置

施工期重点针对施工临时占地区进行调查。

运行期结合报告书编制阶段调查范围、工程建设特点及影响分析结论，分别在上水库库区、下水库库区、表土堆存场各设置 1 个固定样地。

3) 生态修复措施效果调查

根据各生态修复区的特点进行针对性的植被群落特征调查。不同区域调查的侧重点有所不同。

施工期上、下库施工区的临时占地区主要针对植被破坏区的植被恢复情况、陆生植被覆盖情况进行观测与调查（可以结合水土保持监测一起进行）。

运行期表土堆存场、下库综合仓库周边固定样地主要针对该区域的植被恢复措施执行情况、效果及植被覆盖率等情况进行观测与调查（可以结合水土保持监测一起进行）。

4) 技术要求

①样线调查

各调查区设置调查样线 3~5 条，各样线设置乔木、灌木、草本样方 3~5 个。沿着选定的样线，调查植物的垂直和水平分布、植物物种等。

②样方调查

植物样方：调查植物种类、郁闭度、冠幅、胸径、枝下高、物候相、盖度、多度、生殖苗高度、叶层高度等。

③固定样地调查

各调查区固定样地设置要有代表性，能包含受影响的主要植被类型。每种类型的固定样地面积 20m×20m，用铁丝将样地围护起来，防止人为或其它干扰，

对样地中乔木和灌木进行挂牌，并进行样地调查，记录乔木和灌木个体数量、盖度、胸径、高度、冠幅等指标，并用 GPS 进行定位，记录每个样地的海拔高度、经纬度等。

④访问

因样线和样方调查不能覆盖全部评价范围，为了对评价区域生态环境有更深入的了解和掌握，需通过访问当地居民、餐馆、集市和林业部门等对调查结果进行修正。

5) 时间和频次

施工期：工程水库蓄水前调查 1 次，每次调查时间为 5 月~9 月。

运行期：开展全生命周期监测，水库蓄水运行后的第 1 年、第 3 年各调查 1 次，每次调查时间为 5 月~9 月。

6) 结果分析方法

以施工前植物、植被调查结果为基线，以后的每次调查结果均与此前的调查结果进行比较分析，从而获得施工、蓄水、运行各个阶段直接和间接影响区植物种类、分布、数量的变化；获得直接和间接影响区主要受影响植被类型面积、物种组成、物种数、各物种种群数量的相对比例等变化；评估植物物种与植被类型面积变化、植物地面质量受影响程度；评估植被恢复及重点植物保护的成效。

(2) 陆生动物调查

1) 调查内容

野生动物区系组成、种类和特点，不同种类生境类型、地理分布与栖息地类型，珍稀保护动物的种类、种群规模、生态习性、种群结构、生境条件、分布范围、保护级别与保护状况等，水库淹没和工程占地范围内出现的保护动物的数量和采取的保护措施。

2) 调查范围

两栖爬行动物、鸟类分别在下水库库区、表土堆存场、业主营地周边各设置 1 个调查区；兽类动物分别在上水库库区、表土堆存场、下水库库区周边各设置 1 个调查区，各调查区设置固定调查样线 3~5 条，各样线设置一定数量的样方对两栖类和小型兽类进行调查。

施工期重点针对施工临时占地和永久占地区进行调查，运行期重点针对转存

料场等临时占地恢复区及库周进行调查。

3) 技术要求

①样线调查

沿着选定的样线，统计兽类、鸟类、两栖类和爬行类的物种及出现频率。

②样方调查

两栖类样方：采用抓捕方式调查两栖类动物种类、数量、分布特征等。

小型兽类样方：采用日铗法调查小型兽类动物种类、数量、分布特征等。

③访问

因样线和样方调查不能覆盖全部评价范围，为了对评价区域生态环境有更深入的了解和掌握，需通过访问当地居民、餐馆、集市和林业部门等对调查结果进行修正。

4) 时间和频次

施工期：工程水库蓄水前调查 2 次，夏季一次，冬季一次，每次调查时间为 6 月~8 月和 10 月~翌年 2 月。

运行期：开展全生命周期监测，每 2~3 年监测一次，每次调查时间为 4~10 月。

(3) 生态系统和景观调查

以施工前陆生生态系统和景观调查结果为基线，以后在各次植被调查和各对应时段卫星照片解译基础上，制作评价区各调查时段生态系统和景观分布图，从而获得施工、蓄水、运行各个阶段生态系统和景观要素的变化，评估工程对生态系统和景观的影响程度。

(4) 库区固定大样地长期监测

为了掌握工程运行对库区及上下库坝址下游河段陆生生态的实际影响程度，在下库库周、上库库周、引水发电系统洞顶区域各设 1 个 1hm² 固定样地，从施工期开始对固定样地内的植物、动物（包括两栖类、爬行类、鸟类和兽类）进行长期监测。

评价区陆生生态监测的内容、目的、指标和频次

表 8.1-11

对象	监测地点和线路	目 的	指标	监测时间及频次
植物多样性	上水库库区、下水库库区、表土堆存场各设置	工程建设对陆生多样性的影响；评价区域	物种组成及数量	工程水库蓄水前调查 1 次，每次调查时间为 5 月~9 月。

对象	监测地点和线路	目的	指标	监测时间及频次
	1 个固定样地，共 3 个固定监测样方	的植被恢复措施执行情况、效果及植被覆盖率情况		运行期：水库蓄水运行后的第 1 年、第 3 年各调查 1 次，每次调查时间为 5 月~9 月
植物群落	各调查区设置调查样线 3~5 条，各样线设置乔木、灌木、草本样方 3~5 个。沿着选定的样线，调查植物的垂直和水平分布、植物物种等	工程建设对周边植物群落结构和群落稳定性分析；跟踪临时生态恢复区的植物群落演替动态	植物群落结构和稳定性功能	
两栖爬行动物	分别在下水库库区、表土堆存场、业主营地周边各设置 1 个调查区，各调查区设置固定调查样线 3~5 条	施工期和运行期对两栖爬行动物物种多样性变化	物种组成及数量	施工期：工程水库蓄水前调查 2 次，夏季一次，冬季一次，每次调查时间为 6 月~8 月和 10 月~翌年 2 月。运行期：开展全生命周期监测，每 2~3 年监测一次，每次调查时间为 4~10 月。
小型兽类动物	分别在上水库库区、表土堆存场、下水库库区周边各设置 1 个调查区	施工期和运行期小型兽类动物多样性变化	物种组成及数量	
鸟类	同两栖爬行动物多样性监测线路	施工期和运行期鸟类物种多样性变化	物种组成及数量	

8.1.5.2 水生生态监测

(1) 调查目的

通过对水生生物及其生境的监测，及时反映屏山书楼抽水蓄能电站建设前后水生生态变化趋势与规律，预测不良趋势并及时预警，提出规避对策，为鱼类和水生生物多样性的保护提供科学依据。

(2) 调查范围与断面设置

调查范围为工程影响河段，主要在屏山书楼抽水蓄能电站上下库库区、上下库区之间减水河段、下库坝址下游及金沙江补水河段。

根据屏山书楼抽水蓄能电站工程特性及对工程河段水生生物的影响情况，初步拟定如下水生生态监测断面。

水生生态调查断面一览表

表 8.1-12

断面	采样断面
断面 1	上水库库区
断面 2	下水库库区
断面 3	上下库区之间减水河段
断面 4	下库坝址下游
断面 5	金沙江补水河段

(3) 技术要求

①水生生态要素监测

浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物等水生生物的种类、分布密度、生物量，及其与监测河段水化学（主要为 N、P 各种形式组分动态）、流态

等的变化关系。

②鱼类种群动态及群落组成变化监测

鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，重点监测珍稀保护及特有鱼类的种群动态及鱼类群落构成的变化趋势，观测上水库和下水库鱼类种群生存状态。

③鱼类产卵场监测

监测水温、流速和水位等水环境要素，调查产卵场分布与规模变化、繁殖种群规模以及繁殖时间和频次。

（4）调查方法

按《水库渔业资源调查规范》（SL 167-2014）、《内陆水域渔业自然资源调查规范》、《水电工程水生生态调查与评价技术规范》（NB/T 10079-2018）和《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》（HJ 710.7—2014）的规定执行。

（5）时间和频率

开展全生命周期生态监测，水库蓄水前 1 年进行本底调查，水库蓄水后每 2 年调查 1 次，每次调查 2 期，每次调查时间初步确定为 3 月~4 月和 7 月~9 月各 1 次，其中，产卵场情况调查应在鱼类产卵季节开展，工程蓄水后连续调查 6 年。此后调查的时间和频次根据水库蓄水初期监测结果、实际影响以及保护措施进展情况确定，开展长期监测，后期根据验收和后评价要求适时调整监测方案，相应费用计入电站运行成本。

8.2 环境管理规划

8.2.1 环境管理目的

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。为充分发挥本工程的社会效益、经济效益和生态效益，保护工程建设区的生态环境，环境管理必须贯穿整个工程建设期和运行期，确保工程各项环境保护措施按照环境影响报告书及其批复要求顺利实施，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。

8.2.2 环境管理原则

（1）预防为主、防治结合的原则

屏山书楼抽水蓄能电站在施工和运行过程中，要预先采取环境影响防范措施，

防止环境污染和生态破坏的现象发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

（2）分级管理原则

工程的建设和运行应接受各级生态环境行政主管部门的监督，而在内部则实行分级管理制，层层负责，责任明确。

（3）相对独立性原则

环境管理是工程管理的一部分，需要满足整个工程管理的要求。但同时环境管理又具有一定的独立性，必须依据我国的环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。

（4）针对性原则

工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理结构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

8.2.3 环境管理目标

（1）保证各项环境保护措施按照环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施正常、有效运行。

（2）预防污染事故的发生，保证各类污染物达标排放或合理回用，使工程区域水环境、环境空气、声环境、生态环境、土壤环境等质量达到区域质量标准。

（3）水土流失和生态破坏得到有效控制，并通过采取措施恢复原有的水土保持功能和生态环境质量。

（4）做好施工区卫生防疫工作，完善疫情管理体系，控制施工人群传染病发病率，避免传染病爆发和蔓延。

（5）理清工程建设与环境保护的关系，保障工程建设的顺利进行，促进工程区环境美化。

8.2.4 环境管理体系

屏山书楼抽水蓄能电站环境管理分为外部管理和内部管理两部分，纳入整个电站环境管理体系之中。

8.2.4.1 外部管理

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

本工程外部环境管理体系由生态环境主管部门组成。

8.2.4.2 内部管理

指建设单位执行国家和地方有关环境保护的法律、法规、政策，贯彻环境保护标准，落实环境保护措施，并对工程的过程和活动按环保要求进行管理。内部管理分施工期和运行期两个阶段。

施工期内部管理由建设单位负责，对工程施工期环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家及地方环保部门对建设项目的环境保护要求。施工期内部环境管理体系由建设单位、施工单位、设计单位和监理单位共同组成，通过各自成立的相应机构对工程建设的环保负责。

运行期由工程运行管理单位负责，对环境保护措施进行优化、组织和实施。

工程环境管理体系如下：

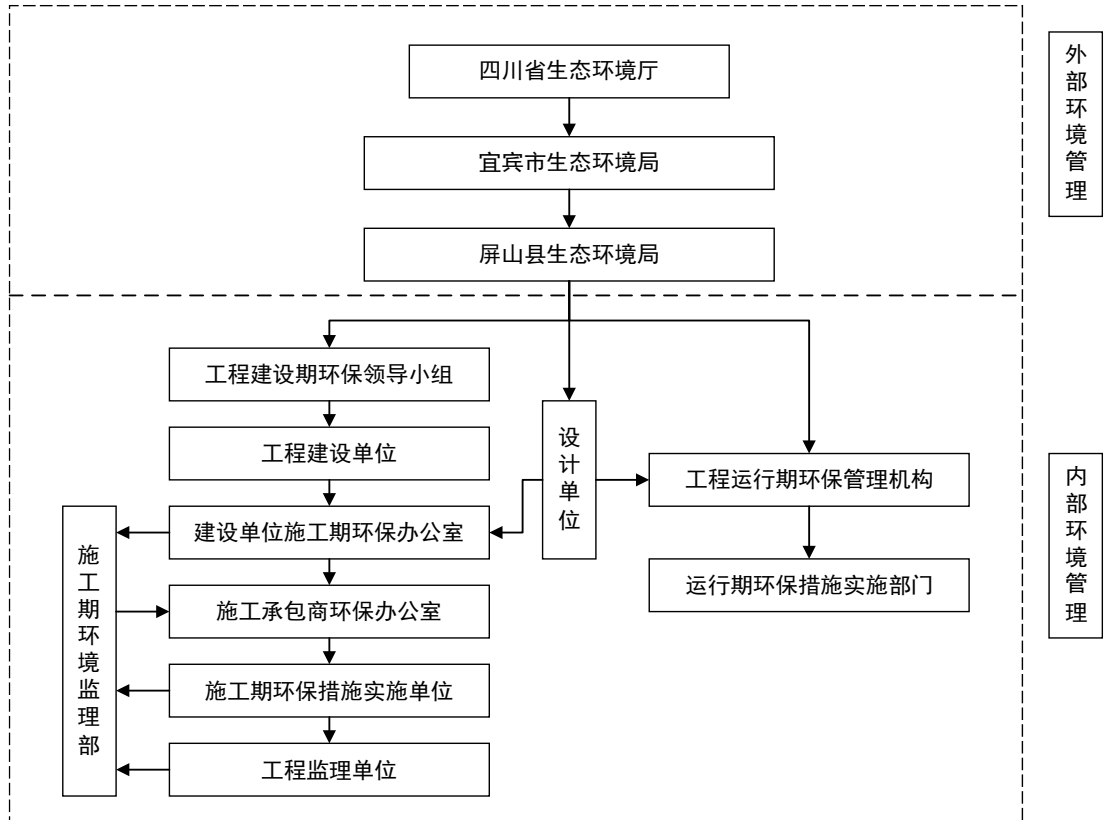


图 8.2-1 屏山书楼抽水蓄能电站环境保护管理体系图

8.2.5 环境管理职责

8.2.5.1 施工期

(1) 建设单位

工程开工前，建设单位应设置“环境保护领导小组”和“环境保护办公室”。

“环境保护领导小组”成员由建设单位、监理单位、设计单位及施工单位等各有关单位的主要领导组成，其中建设单位主要领导任主要负责人，负责确定工程环保方针、审查项目环境目标和指标、审批环保项目立项和投资投入报告、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。

“环境保护办公室”为工程施工期“环境保护领导小组”的常设办事机构，设专职人员 1 人。具体负责和落实工程建设过程中环境保护管理工作，其主要职责包括：

- 1) 通过开展调查研究，确定适合本工程的环境保护方针和经济技术政策，确立环境保护目标，并结合工程施工方案予以分解。
- 2) 制定、贯彻工程环境保护的有关规定、办法、细则，并处理执行过程中的有关事宜。
- 3) 组织编制工程环境保护总体规划和年度计划，组织规划和计划的全面实施，做好环境保护年度预决算，配合财务部门对环境保护资金进行计划管理。
- 4) 委托进行环保专项设计，检查设计进度，组织设计成果的验收和审查，并保证各项环境保护措施的有效实施。
- 5) 依照法律、规定，对整个工程各项环境保护措施的实施情况进行监督和管理，实施环境质量一票否决制。
- 6) 协调各有关部门之间的关系，听取和处理各环境管理机构提交的有关事宜和汇报，不定期向上级生态环境主管部门汇报工作。
- 7) 督促承包商环境管理机构的工作，内部处理环境违法、违规行为，表彰先进事迹。
- 8) 检查督促接受委托的环境监测部门监测工作的正常实施，加强环境信息统计，建立环境资料数据库。
- 9) 完善内部规章制度，搞好环境管理的日常工作，做好档案、资料收集、整理等工作。

(2) 施工单位

施工期的废（污）水处理、环境空气保护、声环境保护、生态环境保护、固体废物处置等环境保护费用应由施工单位承担，并在招标文件中明确。施工单位

应确保措施到位，落实相关费用。

各施工承包单位在进场后均应设置“环境保护办公室”，设专职人员 1~2 人，实施工程招标文件中或设计文件中规定的环境保护对策措施，及时处理施工过程中出现的环境问题，接受有关部门对环保工作的监督和管理，其主要职责包括：

1) 制定环境保护年度工作计划和编写环境保护工作季报、年报。

2) 检查所承担的环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题。

3) 核算年度环境保护经费的使用情况。

4) 接受环保管理办公室和环境监理单位的监督，报告承包合同中环保条款的执行情况。

(3) 监理单位

为更有效地实施工程环境保护管理，应成立电站环境监理部，参与工程环境管理。

(4) 设计单位

根据国家法律法规、环境保护主管部门要求，以及环境影响报告书和批复等有关文件，从环境保护角度优化工程设计，选用对环境影响小的设计方案，反馈于建设单位和施工单位。

8.2.5.2 运行期

本工程建成运行后，在工程管理部门中设置“环境保护办公室”，设兼职人员 1 人，具体负责和落实工程建成运行后的环境保护管理工作，其主要职责包括：

1) 根据相关的环境保护法律、法规及技术标准，确定工程运行期环境保护方针和环境保护目标，制定运行期环境保护管理办法。

2) 负责落实运行期环保设施、环保经费及环境监测工作的正常运行和实施，做好环境信息统计。

3) 协调处理运行期工程影响区出现的各项环境问题。

8.2.6 环境管理制度

8.2.6.1 环境保护责任制

在环境保护管理体系中，建立环境保护责任制，明确各环境管理机构的环境

保护责任。

8.2.6.2 分级管理制度

建立环境保护责任制，将环境保护列入施工招标，在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与环境保护措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，由环境监理部门负责定期检查，并将检查结果上报建设单位环境保护办公室及环境保护领导小组，并对检查中所发现的问题督促施工单位整改。

8.2.6.3 监测和报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。从节约经费开支和保证成果质量的角度出发，建议采用合同管理的方式，委托具备相应监测资质及生态调查能力的单位，对工程施工区及周围的生态环境状况按环境监测计划要求进行定期监测。并对监测及调查成果实行季报、年报和定期编制监测报告、调查报告以及年审的制度。同时，应根据生态环境状况监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合国家所确定的标准和省、地市确定的功能区划要求。

8.2.6.4 “三同时”制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的环境保护措施必须与主体工程同时设计、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。环境保护设施不得擅自拆除或闲置。

8.2.6.5 制定突发事件处理措施

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即启动应急预案，采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位生态环境主管部门与地方生态环境行政主管部门，接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理，并防止以后类似事故的发生。

8.2.6.6 报告制度

日常环境管理中所有要求、通报、整改通知及评议等，均采取书面文件或函件形式来往。施工承包商定期向工程建设环保管理办公室和环境监理部提交环境季报、年报，涉及环境保护各项内容的实施执行情况及所发生问题的改正方案和

处理结果，阶段性总结。环境监理部定期向工程建设环保管理办公室报告施工区环境保护状况和监理工作进展，提交监理月报、年报。环境监测单位定期向工程建设环保管理办公室提交环境监测报告，环保管理办公室应委托有关技术单位对工程施工期进行环境评估，提出评估季报和年报。

8.2.7 环境管理机构

8.2.7.1 机构设置

环境管理是工程建设的重要组成部分，又具有其相对独立性，因此建设单位应根据相关法律法规要求设置环境管理机构，完成工程环境管理任务。

8.2.7.2 人员设置

根据工程环境管理任务，电站建设期和运行期的环境管理机构应由专职人员组建。建议屏山书楼抽水蓄能电站进入主体工程建设后，与环境监理单位密切合作，并依托环境监理的相关技术人员，形成由 1 名中心主任、1 名副主任以及环境工程、生态保护等专业人员组成的专职环境管理团队。

8.2.8 主要管理任务

本工程建设主要管理任务及其实施要求、实施时间、责任单位、业主责任等详见表 8.2-1。

本工程施工及运行期环境管理任务一览表

表 8.2-1

环境因子	管理任务	实施方式	实施时段	实施机构	建设单位职责
水环境	砂石加工系统地面冲洗废水处理	处理后回用	三同时	承包商	负责有关事务安排，拟定协议，支付费用，监督设施运行
	混凝土生产系统废水处理	处理后回用	三同时	承包商	
	机修含油污水处理	处理后回用	三同时	承包商	
	洞室排水处理	清水直接排放至楠木沟；污水经沉淀处理达标后综合利用	三同时	承包商	
	基坑排水处理	沉淀处理后综合利用	三同时	承包商	
	施工营地、业主营地生活污水处理	地理式一体化污水处理设备、接入当地污水管网	三同时	承包商、建设单位	
	施工现场零星生活污水处理	环保厕所	三同时	承包商	
	水质保护	加强库区水质保护、开展库区漂浮物清理、蓄水前完成库底清理	蓄水期、运行期	政府、建设单位	负责实施和管理
	业主营地、电站厂房生活污水处理	接入当地污水管网、地理式一体化污水处理设备	运行期	建设单位	
	地下水环境保护	加强地下水监测，及时采取防控措施	施工期、运行期	建设单位	委托专业机构监测，实施时拨付经费

环境因子	管理任务	实施方式	实施时段	实施机构	建设单位职责
环境空气	工程开挖、爆破粉尘削减与控制	选用合格的施工机械、湿法作业、洒水降尘	施工期	承包商	
	砂石加工系统、混凝土生产系统粉尘削减与控制	全封闭系统、除尘设备、洒水降尘	三同时	承包商	
	交通运输扬尘削减与控制	道路清扫、洒水	施工期	承包商	
	机械和车辆燃油尾气	选用符合标准的施工机械和运输车辆	施工期	承包商	
	工程开挖、爆破粉尘削减与控制	选用合格的施工机械、湿法作业、洒水降尘	施工期	承包商	
声环境	施工爆破噪声源控制	严格控制爆破时间、减少单孔炸药量	施工期	承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况，监测实施效果
	施工机械噪声源控制	尽量选用低噪声设备和施工工艺、加强机械设备的维修和保养	施工期	承包商	提出控制性要求
	砂石加工系统与混凝土生产系统噪声源控制	全封闭施工、使用减振机座或减振垫	施工期	承包商	
	施工辅助企业噪声源控制	合理安排工作时间	施工期	承包商	
陆生生态	陆生生态修复	结合水土保持植物措施，进行陆生生态修复	整个施工期	承包商	根据工程进展及时实施生态修复
	植物保护	避让措施、减缓措施、管理措施	施工期、蓄水前	承包商、建设单位	监督实施和管理
	野生动物保护	避让措施、减缓措施、恢复及补偿措施、管理措施	施工期	承包商、建设单位	督促管理，制定制度
水生生态	鱼类保护	生态流量泄放、拦鱼措施、鱼类增殖放流、外来入侵物种防治、加强宣传管理	施工期、运行期	屏山县渔业主管部门、建设单位	委托专业机构进行设计，实施时拨付经费，切实落实措施运行
固体废物	工程弃渣和建筑垃圾处置	工程弃渣挖填平衡；建筑垃圾回收	施工期	承包商、建设单位	监督检查
	生活垃圾处置	经集中收集后转运至书楼镇生活垃圾处理系统处理，运行期纳入书楼镇生活垃圾处理系统处理	施工期、运行期	承包商、建设单位	
	危险废物处置	设置危险废物贮存设施，定期委托有资质单位代为处置	施工期、蓄水期、运行期	承包商、建设单位	
土壤环境	监测及防控	加强土壤监测，及时采取防控措施	施工期、运行期	建设单位	委托专业机构监测，实施时拨付经费
电磁环境	监测	及时开展竣工验收工作	三同时	业主	委托专业机构监测

8.2.9 环保宣传和培训计划

本项目环境管理培训对象包括建设单位、承包商、环境监理等机构的主管人员及技术人员，邀请环保专家进行讲学、培训，并结合项目环保工作特点和需要

组织考察学习，以提高其业务水平。培训内容主要包括：

（1）国家和四川省有关建设项目环境保护管理等方面的法规、文件及相关要求；

（2）本工程在设计中提出的生态环境保护措施及施工期和运行期的环保要求；

（3）本工程施工期和运行期的生态环境保护指南等管理文件；

（4）现场考察学习相关工程的生态环境保护经验和技術，组织参与学术交流。

8.3 环境监理规划

8.3.1 环境监理目的

为保证工程环境保护措施得以全面落实和达到预期效果，本工程需单独实施环境监理。全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施情况与效果，及时处理和解决施工过程中出现的环境问题；将使环境管理工作融入整个工程实施过程中，变事后管理为过程管理，变单纯的强制性管理为强制性管理和指导性管理相结合，使环境保护由被动治理污染和破坏变为主动预防和过程治理。

8.3.2 环境监理作用

本工程施工期环境监理的作用主要有以下几点：

（1）预防功能：预测工程实施过程中可能出现的环境问题，预先采取措施进行防范，以达到减少环境污染、保护生态环境的目的。

（2）制约功能：工程建设涉及的环境保护工作受到各种因素的影响，对此需要对各单位、各环节的工作进行及时检查、牵制和调节，以保证整个过程的平衡协调。

（3）参与功能：环境监理单位作为经济独立的、公正的第三方，参与工程建设全过程的环保工作，对与工程有关的重大环境问题参与决策。

（4）反馈功能：监理单位在对监理对象的监督、检查过程中可以及时发现被监理单位和被监理事项中存在的问题，收集大量的信息，并随时对信息进行反馈，为有关单位提供改进工作的科学依据。

（5）促进功能：环境监理的约束机制不仅有限制功能，而且有促进功能，可以促进环保工作向规范化方向发展，更好地完成防治环境污染和生态破坏的任

务。

8.3.3 环境监理范围和时段

环境监理工作应贯穿于屏山书楼抽水蓄能电站工程建设的全过程，从水电工程筹建期至工程竣工环境保护验收截止。环境监理工作范围包括施工区、转存料场及所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。

8.3.4 环境监理目标

- (1) 进度目标：环保措施制定与执行进度保持与工程进度同步。
- (2) 质量目标：环保工程措施运行质量满足设计要求。
- (3) 投资目标：工程措施的费用控制在施工合同规定的相应额度内，环保措施费的使用按业主的有关规定执行。
- (4) 环境保护目标：污染治理、生态保护、环境质量达到经生态环境行政主管部门批复的环境影响报告书的相关要求。

8.3.6 环境监理机构设置和工作方式

根据本工程规模和施工规划，结合主体工程施工规划要求，在工程现场设置专门的环境监理机构，环境监理部设置专职监理人员 1 人、兼职人员 1~2 人。环境监理人员常驻工地，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以现场监督管理为主，并随时检查各项环境监测数据。发现问题后，立即要求承包商限期处理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

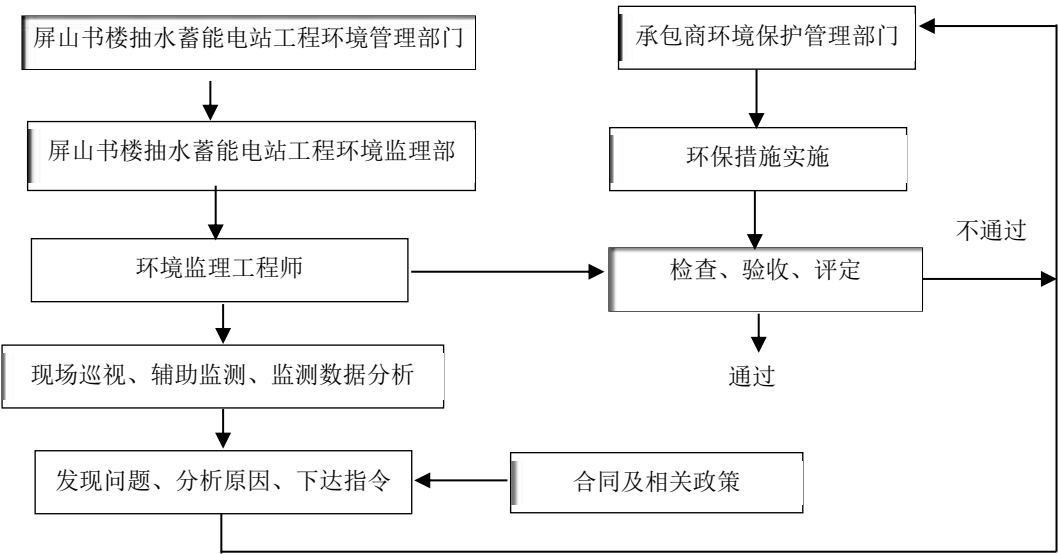


图 8.3-1 屏山书楼抽水蓄能电站环境监理机构及工作程序图

8.3.6 环境监理工作制度

(1) 工作记录制度

环境监理工程师每天根据工作情况做出工作记录（监理日志），重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，当时发生的主要环境问题，问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，以及监理工程师对问题的处理意见。

(2) 报告制度

监理部每月向工程建设环保管理办公室提交一份环境监理月报，概述该月的环境监理工作情况，说明施工区的环境状况，指出主要的环境问题，提出处理意见，检查与监督处理结果。每半年提交阶段性评估报告，对半年的环境监理工作进行总结。

(3) 函件来往制度

环境监理工程师与承包商双方需要办理的事宜都是通过函件进行传递或确认的。监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，通过下发问题通知单的形式，通知承包商需要采取的纠正或处理措施。

(4) 环境例会制度

环境监理部定期会同工程建设环保管理办公室、设计单位、承包商环境保护管理办公室召开环境例会。通过环境例会，承包商对本标的环境保护工作进行回顾总结，监理工程师对该月各标的环境保护工作进行全面评议，肯定工作中的成绩，提出存在问题及整改要求。每次会议都需形成会议纪要。

8.3.7 监理内容

遵循国家及当地政府关于环境保护的方针、政策、法令、法规，监督承包商落实与建设单位签订的工程承包合同中有关的环保条款。主要职责为：

(1) 在业主委托的业务范围内，从事工程环境监理工作。

(2) 编制环境监理计划，拟定环境监理项目和内容。

(3) 对承包商进行环境监理，防止和削减施工作业引起的环境污染和对陆生生态、水生生态的破坏行为，同时防止火灾发生。

(4) 全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施情况和实际效果，及时处理和解决临时出现的环境污染事件。

(5) 全面检查施工单位负责的渣料转存场及其它施工迹地的处理、恢复情

况，主要包括转存料场的降尘与噪声防治措施、施工迹地植被恢复措施等。

(6) 负责落实环境监测的实施，审核有关环境报表，根据水质、环境空气、噪声等监测结果，对电站施工及管理提出相应要求，尽量减少工程施工给环境带来的不利影响。

(7) 在日常工作中做好监理记录及监理报告，参与竣工环保验收。

8.3.8 环境监理工作方法

环境监理工作方法主要有：

- (1) 进行日常的监理巡视检查；
- (2) 出现异常现象时，由建设单位委托环境监测单位进行必要的监测；
- (3) 下发指令性文件，如整改通知等；
- (4) 组织召开环境例会；
- (5) 提交工程环境季报及其他报告；
- (6) 审查承包商环境季报和考评承包商的环境保护工作等。

8.4 环境保护“三同时”管理规划

8.4.1 环境保护措施项目

屏山书楼抽水蓄能电站的环境保护措施可分为工程施工环境保护措施、库区水质保护措施、地下水环境保护措施、水生生态保护措施、土壤环境保护措施、陆生生态保护措施、移民安置环境保护措施、环境监测等方面。各项环保措施内容详见表 8.4-1。

屏山书楼抽水蓄能电站环境保护措施一览表

表 8.4-1

措施分类	措施项目	措施内容	实施时段
枢纽工程施工环境保护措施	地表水环境保护措施	砂石骨料加工系统废水处理：“高频振动筛+厢式压滤+MagCS 磁介质混凝沉淀系统+清水回用”工艺，污泥用压滤机脱水后运往渣场，上清液回用	施工期
		混凝土生产系统废水处理：“预沉+二沉”二级沉淀处理，处理出水循环用于转筒和料罐冲洗或场地洒水降尘，底泥定期清掏运往转存料场	施工期
		含油废水处理：废油交由有资质的专业单位处理，处理出水用于场地冲洗与洒水降尘	施工期
		生活污水处理：成套污水处理与中水回用设备，处理出水综合用于施工营地公厕及绿化浇灌等	施工期
		零星生活污水处理：环保厕所处理后，可循环用于公厕	施工期
		基坑排水处理：清水外排，基坑集水区投加絮凝剂沉淀处理，上清液外排，沉淀泥渣运往转存料场	施工期

		洞室排水处理：清污分流，经由沉淀池沉淀处理，上清液抽排利用，废渣及沉淀泥渣运往转存料场	施工期
	环境空气保护措施	砂石处理与混凝土拌和系统粉尘：全封闭系统、除尘设备、净化装置、洒水降尘、密封存贮	施工期
		爆破、开挖粉尘消减与控制：采用湿法作业、洒水降尘、钻孔安装除尘装置	施工期
		交通扬尘降尘处理：公路养护、洒水降尘	施工期
		施工现场扬尘控制：道路清洁、洒水，易起尘堆料覆盖	施工期
		大气环境保护目标保护措施：增加洒水频率，结合绿化降尘	施工期
	声环境保护措施	声环境保护目标噪声控制：交通管制、提高场内施工道路等级、降低夜间交通噪声、种植行道树、居民点加装隔声屏障/隔声窗	施工期
		砂石系统及混凝土系统噪声控制：使用减振机座或减振垫	施工期
		爆破噪声源控制：注意爆破时间、减少炸药量	施工期
	生活垃圾处理措施	各施工生活区配备垃圾桶、废物箱，分类收集与处理	施工期
		可回收垃圾集中送书楼镇的废旧物资回收部门	施工期
		不可回收部分配备垃圾车集中收集纳入书楼镇垃圾收运系统处理	施工期
库区水质保护措施		水库蓄水前进行库底卫生清理	蓄水前
		配合开展库周污染源控制，配置1艘打捞船，对库区漂浮物进行打捞	运行期
地下水影响减缓措施	资源量保护措施	做好涌水预报工作，采用开挖与支护防渗同步推进的施工工艺	施工期
	水质保护措施	对生活垃圾收集点采取地面硬化，并定期安排环卫部门清运；油库地面按相关要求做好防渗，采取地面硬化措施，设置事故收集池，加强监控；表土堆存场采取覆盖措施	施工期
水生生态保护措施	施工期及蓄水初期鱼类保护措施	加强宣传，建立和完善鱼类资源保护的规章制度；加强监管，防止水体污染；建立鱼类及时救护机制	施工期、蓄水期
	鱼类增殖放流措施	屏山书楼抽水蓄能电站放流对象为胭脂鱼，开展增殖放流；放流水域为向家坝库区书楼镇段，放流规模为2万尾/年	施工期、运行期
	生态流量	屏山书楼抽水蓄能电站下水库下泄生态流量	蓄水期、运行期
	拦鱼设施	为减小下库卷吸对鱼类的影响，有必要在下库进/出水口设置拦鱼设施；拟采用脉冲式拦鱼栅。本工程利用取水泵船对水库进行补水，水泵运行可能对鱼类和鱼类早期资源造成一定的损失；拟采用格栅网拦鱼设施。	施工期、运行期
	外来入侵物种防治	人工破坏齐氏罗非鱼的鱼卵、填埋鱼巢等方式破坏其繁殖活动，并对这一外来物种定期捕捞清除	施工期、运行期
	渔政管理	加强宣传，划定禁渔期，加强河道巡逻管护，禁止非法捕捞	施工期、运行期
		设置禁捕区和禁捕期	施工期、运行期
土壤环境保护措施	源头控制	设立表土堆存场、加强施工期及运行期各类污废水、固体废物处理，加强库周环境管理，确保水库库区良好的水质。	施工期、运行期
	过程防控	加强库周环境管理和库区周边土壤含盐量和地下水水位的监测	运行期
陆生生态保护措施	陆生植物保护措施	优化施工布置，减少占地，加强施工管理	施工期
		宣传教育、设立陆生保护警示牌	施工期
		结合水土保持与景观恢复对施工迹地进行植被恢复等	施工期
		工程施工及蓄水前库区清理过程中发现其他珍稀濒危保护植物，及时采取移栽等有效保护措施	施工期

		加强宣传和检疫工作，防治外来入侵种	施工期
		进行宣传教育，并加强施工管理	施工期
	陆生动物保护措施	施工和蓄水期间加强野生动物救护	施工期
		优化施工布置，减少占地，加强施工管理	施工期
运行期 电站管 理区保 护措施	电厂生活污 水处理措施	采用一体化成套污水处理设备，电厂生活污水处理后综合用于营地冲厕及绿化浇灌等，业主营地并入当地污水管网。	运行期
		电站机组设置集油装置，收集油污，委托有资质单位处理	运行期
	生活垃圾处理措施	办公和生活区设置垃圾箱，定期将生活垃圾及打捞的库区漂浮物送至书楼镇垃圾收运系统统一处理	运行期
电磁环境保护措施		地面发电厂房和开关站所有电气设备均安装接地装置，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，金属构件均做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现	施工期
环境监 测	施工期环境 监测	水环境监测、环境空气质量监测、声环境质量监测、土壤环境质量监测	施工期
	运行期环境 监测	水环境质量监测、声环境和电磁环境监测	运行期
	生态监测计 划	陆生生态监测、水生生态监测	运行期

8.4.2 环境保护验收计划

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》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，同时防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

屏山书楼抽水蓄能电站环境保护工程验收计划如下：

（1）蓄水阶段环境保护验收

1）施工期部分环境保护工程土建工程验收

施工阶段环境保护工程验收主要是针对施工期内须开展建设的环境保护工程进行验收，以落实和督促其按要求及时建设。

2）施工期环境保护工程运行阶段验收

主要是针对施工期间已实施的环境保护工程的运行情况进行阶段验收，如施工废水处理系统运行情况验收、生活营地污水处理设施运行情况验收、部分施工迹地临时修复措施验收、垃圾收集和清运处理情况验收等。

（2）工程竣工环境保护验收

主要是工程竣工后的环境保护验收，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》有关规定实施，验收内容包括枢纽工程各阶段各项环境保护设施，如污水处理系统和监测、生态修复和监测措施等。

竣工环保验收内容主要包括工程施工、运行阶段各项环境保护设施，如废污

水处理系统、生态保护措施等。项目竣工后，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，经验收合格后工程方能投入正式使用。

屏山书楼抽水蓄能电站竣工环境保护验收内容详见表 8.4-2。

屏山书楼抽水蓄能电站“三同时”竣工环境保护验收内容一览表

表 8.4-2

阶段	措施分类		环保措施	验收内容及重点	验收要求
竣工环保验收	地表水	生产废水	砂石加工系统废水处理	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，不排放，实现全回用
			混凝土生产系统废水处理		
			含油废水处理		
			基坑排水处理		
			洞室排水处理		
		生活污水	施工营地生活污水处理、临时厕所	污水处理设施运行情况以及处理效果	满足规范要求
		运行期水质保护	库底清理	库区清理设计以及实施情况	
		电站厂房废污水处理	成套一体化设备处理	污水处理设施、影响调查及运行情况	
	环境空气	砂石处理与混凝土拌和系统粉尘	全封闭系统、除尘设备、洒水	全封闭设施、洒水频率以及效果	满足区域环境功能要求
		交通粉尘削减与控制	道路清扫、洒水	洒水频率以及效果	
		施工现场扬尘控制	道路清洁、洒水，易起尘堆料覆盖	措施及效果	
	声环境	交通噪声控制	在交通沿线敏感区设立限速标志和禁鸣标志；选用低噪声车辆；禁止鸣放高音喇叭；	管理和控制措施实施情况以及效果	满足区域环境功能要求
		爆破噪声控制	控制爆破规模和爆破时间	落实情况	
		固定噪声源控制	选用低噪声机械设备和工艺；安装吸声、消声、隔声装置降噪；加强施工设备的维护和保养；合理安排生产时间，控制夜间生产；实行封闭施工	措施实施情况以及效果	
	固体废物	施工区	施工期生活垃圾进行统一收集，外运处理	垃圾桶、垃圾箱设置情况，垃圾处置情况	生活垃圾无害化处理
		电站管理区	运行期生活垃圾进行统一收集，外运处理	垃圾桶、垃圾箱设置情况，垃圾外运日常管理情况	外运处置
	土壤	对施工场地的表土进行剥离		表土堆存场的使用情况	满足表土剥离要求
	电磁环境	地面发电厂房和开关站所有电气设备均安装接地装置，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，金属构件均做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现		地面厂房主变室	满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）要求
	生态环境	陆生动植物	施工期环境管理	管理措施实施情况	对陆生动植物不产生明显影响

阶段	措施分类		环保措施	验收内容及重点	验收要求
			各施工迹地清理后开展植被恢复或复垦	植被恢复效果以及影响	满足植被恢复要求
		水生生态	生态流量泄放	实施情况	满足环评报告要求
			补水区设置拦鱼网，进出水口设置拦鱼电栅	实施情况及效果	满足环评报告鱼类保护要求
			鱼类增殖放流	实施情况及效果	满足鱼类增殖放流规模要求
			外来入侵物种防治	实施情况及效果	满足环评报告要求
	环境管理			环境管理机构、环境管理制度的建立及落实情况	满足环境管理要求
	环境监理、监测			执行情况及其效果	

9 环境保护投资估算与环境影响经济效益分析

9.1 编制说明

9.1.1 编制依据

- (1) 《水电工程设计概算编制规定》(NB/T 11408-2023);
- (2) 《水电工程环境保护专项投资编制细则》(NB/T 35033-2025);
- (3) 《抽水蓄能电站投资编制细则》(NB/T 11410-2023);
- (4) 《关于发布<关于建筑业营业税改征增值税后水电工程计价依据调整实施意见>的通知》(可再生定额〔2016〕25号);
- (5) 《关于调整水电工程计价依据中建筑安装工程增值税税率及相关系数的通知》(可再生定额〔2019〕14号);
- (6) 《水电建筑工程概算定额(试行)》《水电设备安装工程概算定额(试行)》《水电工程施工机械台时费定额(试行)》(水电水利规划设计总院可再生能源定额站〔2024〕34号文)
- (7) 其余同主体工程概算编制依据。

9.1.2 编制原则

- (1) 环境保护作为工程建设的一项重要内容,其费用构成、估算依据、价格水平年与主体工程一致,价格水平年为2026年1季度。
- (2) 主体工程本身具有环境保护功能的措施费用列入主体工程概算,本概算不再重复计列。
- (3) 实施管理费、技术培训费、监理费和基本预备费等项目采用投资 $\times$ 费率的方法计算,并按实际需要进行调整。
- (4) 本概算仅包括建设期及运行初期环保费用,运行期环保设施运行、监测、管理及研究等费用列入电站运行成本,不在此计列。

9.1.3 费用构成

根据相关规范要求和屏山书楼抽水蓄能电站的实际情况,环境保护专项投资(静态)由枢纽工程环境保护专项投资、建设征地移民安置补偿环境保护专项投资、独立费用和基本预备费四部分构成。其中枢纽工程环境保护专项投资包括:水环境保护费、大气环境保护费、声环境保护费、生态环境保护费、固体废物处置费、环境监测/调查费等。

独立费用包括项目建设管理费和科研勘察设计费。

9.1.4 基础价格

9.1.4.1 人工预算价格

本工程位于四川省宜宾市屏山县境内，按“费用标准”属于一类区，人工预算单价按“费用标准”规定计取，计算的人工预算单价分别为：

人工预算单价计算表

表 9.1-1

序号	定额人工等级	人工预算单价（元/工时）
1	高级熟练工	33.22
2	熟练工	26.32
3	半熟练工	22.02
4	普工	19.30

9.1.4.2 主要材料预算单价

根据对本工程周边地区物资供应情况的调查确定主要材料来源，主要材料原价根据调研材料供应厂（商）市场价和地区信息价确定。

主要材料预算价格由材料原价、材料运杂费、材料运输保险费及采购保管费组成，按照施工组织设计初拟的施工交通运输方案进行编制。

（1）材料原价

水泥、钢筋、型钢、钢板：按四川省宜宾市 2026 年 1 季度信息价确定（信息价已包含 15km 运杂费、采购及保管费）；压力钢板按照舞阳钢铁厂询价资料确定。

（2）材料运杂费

铁路运价执行《国家铁路杂费收费项目和收费标准表》和关于调整部分铁路货运杂费有关事项的通知(铁总货〔2019〕46 号)、关于调整货运杂费有关事项的通知(铁总运〔2017〕196 号)相关规定，公路运价、杂费按市场调研资料经分析后确定。

（3）材料运输保险费

按照市场调研资料分析计算。

（4）材料采购及保管费

按“费用标准”计算，费率为 2.8%。

主要材料预算价格超过“费用标准”中规定的最高限额价格时，按最高限额价格计算工程直接费、间接费和利润，超出最高限额价格部分以补差形式计入相

应工程单价，材料补差对应的增值税，不在工程单价中计列，统一计入增值税项目。

主要材料预算价格一览表

表 9.1-2

序号	材料名称及规格	单位	供货来源	供货比例	材料原价（不含税）	预算价格（不含税）	运输方式及运距	最高限价
一	钢材							
1	钢筋（综合）		综合			3195.01		3400
	光圆钢筋	t	宜宾市	20%	3247.00	3283.15	公路运输 45km 至工地 仓库	3400
	螺纹钢	t	宜宾市	80%	3137.00	3172.98	公路运输 45km 至工地 仓库	3400
2	型钢（综合）	t	宜宾市	100%	3421.00	3457.43	公路运输 45km 至工地 仓库	
3	钢板	t	宜宾市	100%	3307.00	3343.25	公路运输 45km 至工地 仓库	
4	高强钢板（Q235）	t	河南舞钢	100%	3363.00	3778.58	铁路运输 1548km，转 公路运输 50km 至工地 仓库	
5	高强钢板（Q345R）	t	河南舞钢	100%	3761.00	4189.47	铁路运输 1548km，转 公路运输 50km 至工地 仓库	
6	高强钢板（600MPa）	t	河南舞钢	100%	6283.00	6793.14	铁路运输 1548km，转 公路运输 50km 至工地 仓库	
7	高强钢板（800MPa）	t	河南舞钢	100%	7434.00	7981.41	铁路运输 1548km，转 公路运输 50km 至工地 仓库	
二	水泥 P.O42.5		综合			366.26		440
1	水泥 P.O42.5 散装	t	宜宾市	80%	330.00	365.09	公路运输 45km 至工地 仓库	440
2	水泥 P.O42.5 袋装	t	宜宾市	20%	340.00	370.96	公路运输 45km 至工地 仓库	440
三	火工材料							
1	岩石乳化炸药	t	宜宾市民爆公司	100%	10601.77	11280.95	公路运输 60km 至工地 仓库	6800

序号	材料名称及规格	单位	供货来源	供货比例	材料原价（不含税）	预算价格（不含税）	运输方式及运距	最高限价
2	数码电子雷管	万发	宜宾市民爆公司	100%	194690.27	202762.23	公路运输 60km 至工地仓库	30000
四	油料							
1	89#汽油	t	屏山县	100%	8027.00	8027.00		
2	柴油（0#柴油）	t	屏山县	100%	7151.00	7151.00		
五	木材							
1	板枋材	m ³	屏山县	100%	2210.00	2233.22	公路运输 45km 至工地仓库	
六	粉煤灰	t	宜宾市	100%	110.00	168.66	公路运输 45km 至工地仓库	260
七	外购填筑料							
	外购砂砾石料（上库）	t	书楼镇外购点	100%	18.45	43.19	公路运输 21km 至上库大坝	
	外购砂砾石料（下库）	t	书楼镇外购点	100%	18.45	38.10	公路运输 12km 至下库大坝	

根据“费用标准”，钢筋、水泥、粉煤灰、炸药和数码电子雷管的最高限额价格分别为 3400 元/t、440 元/t、260 元/t、6800 元/t、3 元/发。其他材料预算价格（不含税）参照当地材料现行市场价格并考虑至工地运杂费用拟定。

9.1.4.3 施工用电价格

根据施工组织设计，本工程施工用电采用 98%四川电网供电，并考虑 2%的自备柴油发电机组电源。

本工程电网电价按川发改价格〔2023〕233 号文执行两部制电价，电网电价按国网四川省电力公司代理购电价格公告 2025 年 4 月至 2026 年 3 月（12 个月平均价）工商业用户电价两部制电价计算，电网电价 0.484 元/kW·h（不含税价）计，并计入高压输电线路损耗 5%、变配电设备及配电线路损耗 7%及供电设施维修摊销费 0.05 元/kW·h 后，电网供电预算价格为 0.598 元/kW·h（不含税价）。

计入 2%备用柴油机发电机组发电后，本工程施工用电预算价格为 0.63 元/kW·h。

9.1.4.4 施工用水价格

根据水源选择及供水系统分区规划，本工程集中设置 3 座取水泵站、3 座水

处理厂（含沉砂池、斜管沉淀、清水池）、3座加压泵站、4座蓄水池和输水管道等供水设施。根据“编制规定”、“编制细则”，本工程上下库施工用水分别计算。根据施工组织设计的供水系统配备设备型号、供水能力等，经计算：上水库施工用水预算价格为3.35元/m³，下库施工用水预算价格为0.81元/m³，砂石加工系统施工用水预算价格为0.76元/m³。

9.1.4.5 施工用风价格

根据枢纽工程布置和施工开挖工作面分布特点，供风系统的设置采用固定式压缩空气站与移动式空压机相结合的方式，共设8个固定式供风站。其它较小规模及较零散的石方开挖部位则由移动式空压机供风。供风站均为二班制生产。

根据“编制规定”、“编制细则”，按施工组织设计各供风站配置情况加权平均计算，经计算施工用风综合预算价格为0.10元/m³。

9.1.4.6 施工机械台时费

施工机械台时费执行2024年水电水利规划设计总院可再生能源定额站发布的《水电工程施工机械台时费定额（试行）》。定额缺项部分采用补充施工机械台时费计算。

9.1.4.7 砂石料价格

本工程集中设置一座砂石加工系统，承担工程所有混凝土（含喷混凝土）骨料及垫层料的生产任务。砂石加工系统布置在下库大坝下游9公里处金沙江畔的天然砂砾石料场附近，高程位于387~425m之间。

砂石料的毛料料源为外购，砂砾石料外购原价为18.45元/t（不含税），由胶带机运输至本系统粗碎车间受料平台进行加工。

根据砂石料加工工艺流程、生产强度、加工设备选型等，经综合分析计算，本工程砂石料综合预算价格见表9.1-3。

砂石料预算价格表

表 9.1-3

序号	名称	单位	材料预算价	材料限价	备注
1	砂	元/m ³	110.61	80	上下库综合单价
2	石	元/m ³	80.21	80	上下库综合单价
3	过渡料	元/m ³	67.34		
4	垫层料	元/m ³	75.30		
5	特殊垫层料	元/m ³	79.37		

序号	名称	单位	材料预算价	材料限价	备注
6	反滤料	元/m ³	84.16		
7	排水料	元/m ³	68.33		

9.1.4.8 混凝土材料价格

根据设计确定的不同工程部位的混凝土强度等级、级配和龄期，按照可研试验混凝土配合比资料，无试验配合资料的混凝土配合比参考《水电工程混凝土与水泥砂浆配合比定额研究成果》计算。

9.1.5 概算编制方法

(1) 环境保护建筑工程、设备及安装工程费宜按工程量乘以工程单价的方式进行估算。工程量可根据工程项目的的设计参数、规模、类型和市场调查、分析同类型工程单位造价指标进行估算。

(2) 环境监测费应根据环境监测计划，结合地方环境监测收费标准分析计算。

(3) 环境保护专项研究费可根据实际需要或类比同类型工程造价指标进行估算。

(4) 施工期环境保护设施运行与维护费应根据环境保护设施运行时间，按人工、材料、动力和管理等实际资料分析计算。

(5) 独立费用计算应符合现行行业标准《水电工程环境保护专项投资编制细则》(NB/T 35033)的有关规定。

(6) 基本预备费应按费率进行计算。费率可根据工程环境问题的复杂程度以及环保设计深度分析确定，可参考同类型工程。费率计算的基数应为枢纽工程环境保护专项投资、建设征地移民安置环境保护专项投资与独立费用之和。

9.2 环境保护投资估算

9.2.1 环境保护投资总费用

屏山书楼抽水蓄能电站环境保护投资费用估算见下表，环保总投资费用 9367.91 万元，其中枢纽建筑工程环保投 6201.66 万元，独立费用 2720.17 万元，基本预备费 446.09 万元。

屏山书楼抽水蓄能电站环境保护投资估算表

表 9.2-1

序号	项 目	单 位	数量	单价 (万 元)	合计 (万 元)	增值税 (万 元)	含税合 计	备注
一	枢纽工程环境保护专项投资						6201.66	
1	水环境保护工程				3144.13	282.97	3427.10	
1.1	施工期废（污）水处理				2988.17	268.93	3257.10	
1.1.1	砂石骨料加工系统废水处理	个	1	1947.3	1786.51	160.79	1947.30	1 个砂石加工系统废水处理费用
1.1.2	混凝土生产系统废水处理	项	1	67.7	62.11	5.59	67.70	2 个混凝土拌和系统废水处理费用
1.1.3	机修含油污水处理	个	2	69.5	127.52	11.48	139.00	上下库修配系统
1.1.4	基坑排水处理	项	1	100	91.74	8.26	100.00	
1.1.5	洞室排水处理	项	1	770	706.42	63.58	770.00	
1.1.6	生活污水处理设施	项	1	233.1	213.85	19.25	233.10	2 个施工营地废水处理措施费用
1.2	运行期生活污水处理设施				45.87	4.13	50.00	
1.2.1	生活污水处理系统	项	1	10	9.17	0.83	10.00	
1.2.2	运行期厂房含油废水处理系统	项	1	40	36.70	3.30	40.00	
1.3	库区水环境保护—打捞船	项	1	50	45.87	4.13	50.00	
1.4	生态流量在线监测措施	套	1	70	64.22	5.78	70.00	
1.5	地下水环境保护						0.00	
1.5.1	事故油池							纳入工程投资
1.5.2	地下厂房生活污水							纳入工程投资
1.5.3	机组含油污水							纳入工程投资
1.5.4	事故排放处理							纳入工程投资
2	大气环境保护工程				677.25	60.95	738.20	
2.1	混凝土生产系统封闭除尘	项	1	90	82.57	7.43	90.00	
2.2	砂石料加工系统封闭除尘	项	1	50	45.87	4.13	50.00	

2.3	道路洒水、清扫	项	1	364.6	334.50	30.10	364.60	
2.4	转存料场降尘	项	1	233.6	214.31	19.29	233.60	
2.5	防尘口罩、眼罩等个人防护措施							纳入工程安全投资
3	声环境保护工程				387.52	34.88	422.40	
3.1	交通限速警示牌、减速带	处	6	0.4	2.20	0.20	2.40	
3.2	隔振、减振器							纳入工程投资
3.3	隔声屏障	m	500	0.28	128.44	11.56	140.00	
3.4	耳塞、耳罩、防声头盔等个人防护措施							纳入工程安全投资
3.5	施工期噪声临时措施	项	1	280	256.88	23.12	280.00	噪声影响补偿
4	固体废物处置工程				194.17	17.48	211.65	
4.1	垃圾桶	个	40	0.05	1.83	0.17	2.00	
4.2	废物箱	个	20	0.05	0.92	0.08	1.00	
4.3	垃圾车购置	辆	1	25	22.94	2.06	25.00	
4.4	垃圾外送处置				115.50	10.40	125.90	
4.4.1	垃圾处置费用	t	1573.7	0.02	28.88	2.60	31.47	
4.4.2	垃圾外运费用	t·km	1573.7	0.003	86.63	7.80	94.42	运距 20km
4.5	运输人工费用	人·年	4	6	22.02	1.98	24.00	
4.6	危废处置				24.08	2.17	26.25	委托有资质的单位进行处理
4.6.1	施工期危险废物处置				18.58	1.67	20.25	
4.6.1.1	危险废物临时贮存场	m ²	30	0.2	5.50	0.50	6.00	
4.6.1.2	危险废物处置费	年	4.75	3	13.07	1.18	14.25	
4.6.2	运行期危险废物处理	年	3	2	5.50	0.50	6.00	运行初期 3 年，后纳入电站主体运行费用
4.7	坝前漂浮物清理	年	3	2.5	6.88	0.62	7.50	
5	陆生生态保护措施				284.40	25.60	310.00	
5.1	宣传教育等预防保护措施	项	1	60	55.05	4.95	60.00	
5.2	生态警示牌	项	1	10	9.17	0.83	10.00	
5.3	植物保护	项	1	120	110.09	9.91	120.00	珍稀保护植物就地保护费用

5.4	动物保护	项	1	120	110.09	9.91	120.00	含动物驱离、动物救护等费用
5.5	施工迹地恢复	/	/	/			/	在水保中计列
6	水生生态保护措施				400.10	36.01	436.11	
6.1	鱼类增殖放流	项	1	56	51.38	4.62	56.00	外购鱼苗
6.2	拦鱼设施	项	1	310.11	284.50	25.61	310.11	
6.3	宣传教育等预防保护措施	项	1	20	18.35	1.65	20.00	
6.4	渔政管理	年	5	10	45.87	4.13	50.00	
8	环境监测/调查				602.02	54.18	656.20	
8.1	生态监测				348.62	31.38	380.00	
8.1.1	水生生态	项	1	200	183.49	16.51	200.00	
8.1.2	陆生生态	项	1	180	165.14	14.86	180.00	
8.2	施工期环境监测						216.00	
8.2.1	污水废水监测	项	1	59.2	54.31	4.89	59.20	
8.2.2	地表水监测	项	1	36	33.03	2.97	36.00	
8.2.3	地下水监测	项	1	19.2	17.61	1.59	19.20	
8.2.4	环境空气	项	1	43.2	39.63	3.57	43.20	
8.2.5	声环境	项	1	7.2	6.61	0.59	7.20	
8.2.6	施工供水水池监测	项	1	43.2	39.63	3.57	43.20	
8.2.7	土壤环境	项	1	8	7.34	0.66	8.00	
8.3	初期蓄水期及运行期				55.23	4.97	60.20	
8.3.1	地表水监测	项	1	45	41.28	3.72	45.00	
8.3.2	生活污水监测	项	1	9.6	8.81	0.79	9.60	
8.3.3	运行期电磁监测	项	1	5.6	5.60	0.50	5.60	
二	建设征地移民安置环境保护专项工程							计入移民安置投资
三	独立费用				2495.56	224.60	2720.17	
1	建设管理费				1132.22	101.90	1234.12	
1.1	环境监理费	据实际需要估列			733.94	66.06	800.00	
1.2	工程建设管理费	按第一、二部分总和的5%			284.48	25.60	310.08	
1.3	咨询服务费	按第一、二部分总和的2%			113.79	10.24	124.03	
2	环境保护科研勘测设计费				1363.35	122.70	1486.05	

2.1	可研勘测设计费	按第一、二部分的 3%	170.69	15.36	186.05	
2.2	环境影响报告书编制费	据实际需要估列	550.46	49.54	600.00	
2.3	环境保护验收调查报告	据实际需要估列	366.97	33.03	400.00	
2.4	环境影响后评价	据实际需要估列	275.23	24.77	300.00	
四	基本预备费	按第一、二、三部分总和的 5%	409.26	36.83	446.09	
五	环境保护投资		8594.42	773.50	9367.91	

9.2.2 枢纽建筑物部分环保分项投资估算成果

9.2.2.1 水环境保护措施投资估算成果

(1) 砂石加工系统废水处理投资

砂石加工系统生产废水处理工程投资建设投资 1947.3 万元，费用明细详见下表。

砂石加工系统地面冲洗废水处理投资费用构成表

表 9.2-2

序号	工程名称	单位	规格	数量	单价（元）	总价（万元）	
一	土建工程					178.3	
1	污水池	m ³	3×3×2.5m，污水池体积 22.5m ³	22.5	8000	18	
2	直线振动筛基础	m ²	5.50×2.20×0.8m，基础面积 12.10m ²	12.10	1000	1.21	
3	高浓度预处理基础	m ²	4.01×4.01×0.8m，基础面积 16.08m ²	16.08	1000	1.61	
4	磁基增效高油废水净化系统基础	m ²	4.01×4.01×0.8m，12.392×3.15×0.8m，1.2×1.0×0.8m，面积 56.31m ²	56.31	1000	5.63	
5	回水池	m ³	回水池尺寸 8×5×3m，污水池体积 120m ³	120	8000	96	
6	污泥调质罐基础	m ²	3.00×3.00×0.5m，基础面积 9.00m ²	9.00	1000	0.9	
7	重型带式压滤机基础	m ²	3.45×2.76×0.8m，基础面积 9.00m ²	9.52	1000	0.95	
8	压滤车间	m ²	15×6×6m，建筑面积 90m ²	90	3000	27	
9	辅助用房（配电、配药和中控）	m ²	15×6×6m，建筑面积 90m ²	90	3000	27	
二	工艺设备					361.8	
1	废水输送泵	台	Q=150m ³ /h，H=10m，N=7.5kW 变频电机	2	12000	2.4	1 用 1 备

2	废水输送泵 配套控制柜	套	N=7.5kW	2	8000	1.6	
3	直线振动筛	台	满足使用要求	1	18000	1.8	
4	管道混合器	套	DN250, 带 DN25 加药口	1	15000	1.5	
5	高浓度预处理系统	套	P=1.1kW, 外缘线速度 5m/min, 防护等级: IP55	1	100000	10	
6	排泥泵	台	螺旋离心泵, 流量 66m³/h, 扬程 8m, P=5.5kW	2	40000	8	1 用 1 备
7	磁基增效高 浊废水净化 系统	套	型号: MagCS-5000, 悬 浮物最大冲击浓度 5000mg/L, 出水 SS≤50mg/L, 一体化成套 设备, 系统成套供货	1	3000000	300	
8	污泥调质罐	台	2700×2700×3600mm, N=2.2kW	1	25000	2.5	
9	重型带式污 泥脱水机	台	滤带宽度: 2500mm; 功率: 2.2+1.1kW;	1	160000	16	
10	滤液泵	台	螺旋离心泵, 流量 66m³/h, 扬程 8m, P=5.5kW	2	40000	8	1 用 1 备
11	液位控制系 统	套	污水池	1	20000	2	
12	电气自动化 系统	套	含操作箱、检修箱、线 缆、照明、计算机控制系 统、桥架和其他辅件等	1	50000	5	
13	系统内管 件、阀门和 非标等	套	/	1	30000	3	
三	设备安装及 调试	项		1	200000	20	
四	运行费	d		1734	8000	1387.2	
总投资						1947.3	

(2) 混凝土生产系统废水处理系统投资

混凝土生产系统废水处理系统总投资 67.70 万元, 工程费 58.98 万元, 主体工程施工期 42 个月, 运行成本 8.73 万元。

混凝土生产系统废水处理投资费用构成表

表 9.2-3

项目	工程费			运行费		总费用 (万元)
	土建造价 (万元)	设备总价 (万元)	工程费小计 (万元)	运行成本 (元/m³)	运行费用 (万元)	
1#混凝土生产系统	3.48	25.00	28.48	3.00	4.14	32.61
2#混凝土生产系统	5.50	25.00	30.50	1.64	4.59	35.09
合计	8.98	50.00	58.98	4.64	8.73	67.70

注: 土建造价为沉淀池、清水池和备用池土建费用; 设备价格为清水回用水泵价格。

(3) 机械修配厂含油废水处理系统投资

机械修配厂含油废水处理系统总投资 139.00 万元, 工程费 104.00 万元, 运行成本 35.00 万元。

机械修配厂含油废水处理系统投资费用构成表

表 9.2-4

项目	工程费			运行费		总费用 (万元)
	土建造价 (万元)	油水分离成 套设备费 (万元)	工程费小计 (万元)	运行成本 (元/m ³)	运行费用 (万元)	
上库 1#机械修配厂	12.00	40.00	52.00	2.70	17.50	69.50
下库 2#机械修配厂	12.00	40.00	52.00	2.70	17.50	69.50
合计	24.00	80.00	104.00		35.00	139.00

(4) 洞室排水处理系统投资

屏山书楼抽水蓄能电站枢纽工程部分共配套建设 7 套洞室废水处理设施, 其投资费用构成详见表 9.2-5。

洞室废水处理投资费用构成表

表 9.2-5

名称	单价 (万元)	单位	数量	总价 (万元)
土建费	12	套	7	84
设备及安装费	18	套	7	126
运行费	115	年	4	460
回用管道及设施	100	项	1	100
合计				770.00

(5) 基坑排水处理系统投资

屏山书楼抽水蓄能电站施工期基坑内生产用水在基坑内另设置沉淀池, 经絮凝沉淀处理后, 上下水库各设置一套处理设施, 其投资费用构成详见表 9.2-6。

基坑排水处理投资费用构成表

表 9.2-6

名称	单价 (万元)	单位	数量	总价 (万元)
土建费	12.00	套	2	40.00
设备及安装费	12.00	套	2	40.00
运行费	13.00	年	4	52.00
合计				100.00

(6) 生活污水处理投资

屏山书楼抽水蓄能电站枢纽工程部分共配套建设 2 座集中生活污水处理站, 其投资费用构成详见表 9.2-7。

生活污水处理投资费用构成表

表 9.2-7

生活区	型号	土建费用	设备费用	运行费用	合计

		台数 (套)	(万元)	(万元)	运行 单价	日废 水量	小计 (万元)	(万元)
					元/m ³	m ³ /d		
1#承包 商营地	WSZ- AO-10	1	15	50	2	83.82	29.06	94.06
2#承包 商营地	WSZ- AO-10	1	15	50	2	213.51	74.03	139.03
合计			30.00	100.00			103.10	233.10

9.2.2.2 环境空气保护投资费用估算

屏山书楼抽水蓄能电站施工区大气污染防治费用包括砂石料、混凝土、转存料场、各个施工区域及交通粉尘消减与控制措施，费用合计 849.4 万元，具体见表 9.2-8。

环境空气保护投资估算表

表 9.2-8

序号	处理措施	单位	数量	单价 (万元)	总价 (万元)	备注
	环境空气保护措施				849.4	
1	混凝土生产系统封闭除尘				90	
1.1	除尘设备	套	2	40	80	
1.2	运行费用	年	4	2.5	10	
2	砂石料加工系统封闭除尘				50	
2.1	除尘设备	套	1	40	40	
2.2	运行费用	年	4	2.5	10	
3	道路洒水、清扫				324.4	
3.1	施工出入口清洗平台	套	8	10	80	
3.2	洒水车	辆	2	15	30	
3.3	司机人工费	人·年	2	6	48	4 年
3.4	运行费用	车·年	2	10	80	4 年
3.5	保洁人工费	人·年	6	3.6	86.4	4 年
4	转存料场降尘				339.4	
4.1	喷雾机	台	4	8	32	
4.2	运行费用	台·年	5	3.6	72	4 年
4.3	人工费	人·年	5	6	120	4 年
4.4	覆盖材料	hm ²	32	0.6	19.2	
5	其他防护措施	月	57	0.8	45.6	

9.2.2.3 声环境保护投资费用估算

屏山书楼抽水蓄能电站施工区声环境保护措施费用限速禁鸣标志、减速带、隔振、减振器以及声环境敏感目标预留费用，费用合计 476.60 万元，具体见表 9.2-9。

声环境保护投资估算表

表 9.2-9

序号	处理措施	单位	数量	单价（元）	总价（万元）	备注
	声环境保护措施				476.60	
1	交通限速警示牌、减速带	处	6	0.4	2.4	
2	隔振、减振器	处	3	50	150	
3	隔声屏障	m	500	0.28	140	砂石加工系统、混凝土拌和站
4	其他防护措施	月	57	0.6	34.2	
5	噪声影响补偿	项	1	150	150	

9.2.2.4 固体废物投资费用估算

屏山书楼抽水蓄能电站施工区固体废物处理保护生活垃圾、危险废物和医疗废物，费用合计 211.65 万元，具体见表 9.2-10。

固体废物处理措施投资估算表

表 9.2-10

序号	处理措施	单位	数量	单价（元）	总价（万元）	备注
4	固体废物处置工程				211.65	
4.1	垃圾桶	个	40	0.05	2.00	
4.2	废物箱	个	20	0.05	1.00	
4.3	垃圾车购置	辆	1	25	25.00	
4.4	垃圾外送处置				125.90	
4.4.1	垃圾处置费用	t	1573.52	0.02	31.47	
4.4.2	垃圾外运费用	t·km	1573.52	0.003	94.42	运距 20km
4.5	运输人工费用	人·年	4	6	24.00	
4.6	危废处置				26.25	委托有资质的单位进行处理
4.6.1	施工期危险废物处置				20.25	
4.6.1.1	危险废物临时贮存场	m ²	30	0.2	6.00	
4.6.1.2	危险废物处置费	年	4.75	3	14.25	
4.6.2	运行期危险废物处理	年	3	2	6.00	运行初期 3 年，后纳入电站主体运行费用
4.7	坝前漂浮物清理	年	3	2.5	7.50	

9.2.2.5 拦鱼设施投资费用估算

屏山书楼抽水蓄能电站拦鱼设施包括下水库进/出水口拦鱼电栅和补水工程

取水口拦鱼电栅，费用合计 310.11 万元，具体见表 9.2-11。

拦鱼设施投资估算表

表 9.2-11

序号	项目	单位	数量	单价（万元）	总价（万元）	备注
	拦鱼设施				310.11	
1	下水库进/出水口拦鱼系统			0	122.70	
1.1	一体式智能脉冲生态拦鱼系统	套	1	50	50	
1.2	刚性电极	米	500	0.03	15	φ38 不锈钢圆管制成
1.3	特种电缆	米	200	0.024	4.8	要求抗拉、防水、防晒、防冻特种电缆
1.4	脉冲主线	米	200	0.0035	0.7	要求橡套防水、防晒、防冻电缆
1.5	脉冲引导线	项	1	0.0035	0.0035	要求橡套防水、防晒、防冻电缆
1.6	连接件/连接片	套	200	0.012	2.4	定做
1.7	电缆	米	100	0.006	0.6	国标 5*6 平方
1.8	辅材	项	1	1.2	1.2	绝缘胶带，电工胶带，波纹管，线管、卡子等等
1.9	流速监测装置	个	1	1	1	
1.10	电导率监测装置	个	1	2	2	
1.11	高清水下视频监控	个	2	10	20	
1.12	安装调试	项	1	10	10	
1.13	运行维护	年	3	5	15	运行初期 3 年，后纳入电站主体运行费用
2	补水工程取水口拦鱼系统			0	187.41	
2.1	智能脉冲生态拦鱼系统	套	2	50	100	
2.2	刚性电极	米	1000	0.03	30	φ38 不锈钢圆管制成
2.3	电缆	米	100	0.006	0.6	要求抗拉、防水、防晒、防冻特种电缆
2.4	脉冲主线	米	200	0.0035	0.7	要求橡套防水、防晒、防冻电缆
2.5	脉冲引导线	项	1	0.0035	0.0035	要求橡套防水、防晒、防冻电缆
2.6	连接件/连接片	套	42	0.012	0.504	定做

2.7	辅材	项	1	7.6	7.6	绝缘胶带, 电工胶带, 波纹管, 线管、卡子、绝缘子、支撑杆等等
2.8	流速监测装置	个	1	1	1	
2.9	电导率监测装置	个	1	2	2	
2.10	高清水下视频监控	个	2	10	20	
2.11	安装调试	项	1	10	10	
2.12	运行维护	年	3	5	15	运行初期 3 年, 后纳入电站主体运行费用

9.2.2.6 环境监测费用估算

屏山书楼抽水蓄能电站环境监测包括施工期污水监测、地表水监测、地下水监测、环境空气、声环境、生活饮用水水质、土壤环境、水生生态以及陆生生态监测, 费用合计 738.6 万元, 具体见表 9.2-12。

环境监测投资估算表

表 9.2-12

序号	项目	单价 (万元)	点位	次数	合计 (万元)	备注
一	环境监测费用				738.6	
1	生态监测				420	
1.1	水生生态	45		4	180	工程水库蓄水前 1 年进行本底调查, 水库蓄水后每 1 年调查 2 期, 工程蓄水后连续调查三年
1.2	陆生生态	80		3	240	工程水库蓄水前调查 1 次, 运行期: 水库蓄水运行后的第 1 年、第 3 年各调查 1 次
2	施工期环境监测				264	
2.1	污水监测				59.2	
2.1.1	砂石加工系统废水	0.1	2	16	3.2	施工期每季度开展 1 期监测
2.1.2	混凝土拌和废水	0.1	4	16	6.4	施工期每季度开展 1 期监测
2.1.3	机修含油废水	0.1	4	16	6.4	施工期每季度开展 1 期监测
2.1.4	生活污水	0.4	4	16	25.6	施工期每季度开展 1 期监测
2.1.5	基坑排水	0.1	2	16	3.2	施工期每季度开展 1 期监测
2.1.6	洞室排水	0.1	9	16	14.4	施工期每季度开展 1 期监测

2.2	地表水监测	0.6	5	12	36	丰、平、枯水期各监测 1 期
2.3	地下水监测	0.8	3	8	19.2	每年监测 2 期
2.4	环境空气	1.2	3	12	43.2	施工期每季度开展 1 期监测
2.5	声环境	0.1	6	12	7.2	施工期每季度开展 1 期监测
2.6	施工供水水池监测	0.6	6	12	43.2	施工期每季度开展 1 期监测
2.7	土壤环境	0.8	5	2	8	施工期第四年、竣工验收阶段各监测 1 次
3	初期蓄水期及运行期				54.6	
3.1	地表水监测	0.6	5	15	45	丰、平、枯水期各监测 1 期，工程蓄水后前 5 年监测纳入工程环保投资，之后纳入电站运行管理费用
3.2	生活污水监测	0.4	1	24	9.6	每季度监测 1 期，运行后连续监测 3 年，之后纳入电站日常管理例行监测

9.3 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是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。

9.3.1 主要效益分析

工程的建设将给当地带来大量的财政税收，为相关产业提供能源支持。随着工程的建设，工程资金的投入等，将为区域经济发展创造良好的机遇。因本效益难于货币化，暂不计列。

建设期大量施工人员的生活需求将主要由当地农产品及服务满足。消费需求的猛增，将促进当地农业、餐饮业和其他服务业的发展，利于地方农业产业结构调整 and 第三产业的快速发展。

工程具有较大的清洁能源效益，节能减排效益显著，能为“30·60 双碳目标”的实现提供有力支撑。

该部分的环境效益难以货币化，暂不计列。

屏山书楼抽水蓄能电站建成投产后，其优越的调峰填谷、备用等功能可在系

统节能发电调度中发挥重要作用，能有效降低火电调峰率，节省系统火电煤耗，减少二氧化碳、二氧化硫、烟尘、灰渣等污染物的排放，同时还减免了火电站运行过程中的废水、废热污染问题。屏山书楼抽水蓄能电站的建设可在一定程度上减少煤炭资源的消耗及其带来的环境污染，具有较大的环境效益。

9.3.2 环境损失分析

根据环境经济学理论，如果建设项目引起环境质量下降，则恢复环境质量或生产性资产所花费的费用可作为环境效益损失的最低估价。本工程以减免工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程影响损失大小的尺度，计算其损失值。

根据屏山书楼抽水蓄能电站工程及工程区域环境特点，为减免、恢复或补偿不利环境影响所采取的环境保护措施主要包括以下内容：施工生产废水及生活污水处理、大气污染控制措施、固体废物处理、噪声及粉尘控制；建设期环境监测、环境管理及环境监理；生态建设与水土保持；鱼类资源保护以及人群健康保护等，在进行技术经济分析或多方案比选基础上，提出了各项措施推荐方案及相应费用概算。工程环境保护措施总费用 10362 万元，作为本工程可货币化的环境损失。

9.3.3 环境经济损益分析

根据以上分析，屏山书楼抽水蓄能电站工程具有较好的经济、社会效益，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，可较大地减免因工程产生的环境损失。因此从环境损益及环境经济角度分析，工程的建设是可行。

10 综合评价结论

10.1 综合评价结论

10.1.1 规划及工程概况

10.1.1.1 屏山书楼抽水蓄能规划概况

屏山书楼抽水蓄能电站是国家能源局发布的《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》中的储备项目，后续被列入 2024—2028 年规划布局项目，同时也是纳入《四川省电源电网发展规划（2022—2025 年）》和《屏山县楠木沟流域综合规划（2023~2035 年）》的重点实施项目。

10.1.1.2 流域概况

楠木沟为金沙江下段左岸支沟，发源于屏山县书楼镇对丘岩，由东南向西北流，右纳九房沟后转为东北至西南流向，后右纳老厂沟，经石坝子折向东南流，在鸡罩山脚下纳入汪家沟后，汇入金沙江（向家坝水电站库区）。流域形态呈“C”字型，平均海拔高程 962m，河源海拔高程 1200m，河口海拔高程 390m，天然落差 810m，平均比降 78‰。

10.1.1.3 工程概况

屏山书楼抽水蓄能电站为一等大（1）型工程，装机容量 120 万 kW。建成后供电四川电网，开发任务为承担四川电网调峰、填谷、储能、调频、调相及紧急事故备用等任务。枢纽工程主要建筑物由上水库大坝、输水系统、地面厂房、地面开关站、下水库大坝及泄洪设施等组成。上水库位于书楼镇西村楠木沟沟首，利用楠木沟及库周山岭筑坝成库，下水库位于书楼镇西村楠木沟下游沟谷，利用楠木沟及库周山岭筑坝成库。

10.1.1.4 工程合理性分析

（1）屏山书楼抽水蓄能电站是国家能源局发布的《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》中的储备项目，是《四川省电源电网发展规划（2022—2025 年）》的重点实施项目，项目符合国家和地方产业政策，是国家实现 2030 年前碳达峰行动方案中能源绿色低碳转型行动的重要组成部分。

（2）屏山书楼抽水蓄能电站不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护区、风景名胜区、世界自然遗产地、地质公园、湿地公园、森林公园等自然保护地，不涉及水产种质资源保护区、集中式饮用水水源保护区等生态敏感区，不涉

及已发现的文物保护单位及文物点，不存在重大环境制约因素。工程建设符合《全国主体功能区规划》、《四川省主体功能区划》、《全国生态功能区划》、《四川省生态功能区划》的有关要求，符合四川省及宜宾市国土空间总体规划，符合宜宾市生态环境分区管控有关要求。

（3）屏山书楼抽水蓄能电站是屏山县楠木沟流域综合规划实施的唯一抽蓄电站，同时项目环评中充分考虑了上述规划及规划环评所提出来的流域、电站环保措施总体布局，并进行了深化研究与设计，使相关措施要求在屏山书楼抽水蓄能电站项目环评阶段得到具体落实。

（4）屏山书楼抽水蓄能电站从工程设计阶段开始，在上下库的选址、正常蓄水位的选择以及装机容量选择过程中，充分考虑各方案对水环境、土壤环境、水生生态、陆生生态、大气环境、声环境等的影响，选择对环境影响较小的方案，推荐方案无环境敏感制约因素。工程所有施工布置遵循因地制宜、有利生产、环境友好、节约集约用地、经济合理的原则，工程通过充分利用开挖料，不设置永久弃渣场，转存料场分别于上下水库合理布置，场内交通规划永临结合，以有利施工、方便管理、节约施工占地，并有效减少工程施工对原有地貌及植被的扰动与破坏。

10.1.2 环境质量现状

工程区人口稀少，社会经济不发达，以农业经济为主，无工业污染源分布，上游水污染源主要为农业面源，下游主要为农村生活污水及农业面源，基本无大气污染源，亦无固定工矿噪声源分布。

根据工程区地表水现状监测成果，工程河段地表水水质现状良好，除总氮受流域沿岸耕地施肥的影响，其余指标均满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类标准；地下水水质由于天然地质及地勘钻孔导致氨氮、铁、锰超标以外其余指标均能满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；环境空气满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准；声环境均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的2类及4a类标准；土壤环境各指标均能分别满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）相关标准。

工程区地下水类型分为第四系松散堆积层孔隙水和基岩裂隙水两种基本类型。补给来自大气降水和地表径流，向沟道排泄，局部由于断层、裂隙控制，地下水分布具有不均匀性和各项异性的特点。工程区地下水受大气降水补给，楠木沟是工程区内最低排泄基准面，地表水及地下水主要向楠木沟排泄，汇入金沙江。

工程评价区共检出浮游植物 6 门 8 纲 19 目 32 科 48 属 67 种，其中硅藻门最多（36 种），占总种类数 53.73%，其次为绿藻门、蓝藻门、甲藻门、裸藻门和金藻门。调查共采集到浮游动物 3 门 19 种，其中原生动物 3 种，轮虫动物门 4 种，节肢动物门 12 种。调查共收集到底栖动物 2 门 4 纲 19 科 21 属 21 种，其中节肢动物门 18 种，软体动物门 3 种。楠木沟及金沙江向家坝库区月坡村段共调查有鱼类 30 种，隶属于 3 目 7 科 30 属，其中楠木沟主要分布有鱼类 12 种，无珍稀保护鱼类及长江上游特有鱼类分布，而工程补水水源涉及的金沙江向家坝库区月坡村段则分布四川华鲃、张氏鲮和厚颌鲂共 3 种长江上游特有鱼类，国家二级保护鱼类胭脂鱼 1 种。

工程评价区内共有维管植物 518 种，隶属于 125 科 356 属，其中蕨类植物 13 科 33 属 45 种，裸子植物 5 科 6 属 7 种，被子植物 107 科 317 属 466 种。评价区有列入 2021 年 9 月国家林业和草原局、农业农村部公告发布的《国家重点保护野生植物名录》中的国家二级重点保护野生植物 2 种，未在评价区内发现四川省重点保护野生植物分布。评价区内未发现极危、易危野生植物分布；有濒危野生植物 2 种，为楠木（同时为重点保护物种）和青牛胆。未发现狭域分布的特有物种。未发现国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种。有挂牌保护的古树 1 种 4 株。

评价区内有陆生脊椎动物 22 目 79 科 228 种。经实地调查、访问并结合相关历史资料，评价区内有国家重点保护野生陆生脊椎动物 25 种，其中国家一级重点保护野生动物 2 种，为灰胸薮鹛和小灵猫；国家二级重点保护野生动物 23 种；无四川省重点保护野生动物。分布有濒危野生陆生脊椎动物 10 种（其中 5 种为国家级重点保护物种），其中濒危的物种 1 种，易危的物种 9 种，分布有中国特有陆生脊椎动物 24 种（其中 1 种国家级重点保护物种）。

综上所述，屏山书楼抽水蓄能电站区域环境质量现状良好，生态环境处于良性发展趋势。

10.1.3 主要环境影响及保护对策措施

10.1.3.1 水文情势

(1) 主要环境影响

1) 施工期水文情势

本工程施工期用水主要为施工生产和生活用水。上水库施工期间，库内流量通过机械抽排至下游河道，楠木沟内总水量基本未发生变化，下游河道水文情势不会发生较大变化。下水库施工导流阶段通过泄洪放空洞（兼导流洞）泄流，下游水文情势与天然情况基本变化不大。根据施工供水方案，施工期用水均通过补水及供水系统，不从楠木沟取水，因此施工用水不会对楠木沟水文情势造成影响，屏山书楼抽水蓄能电站施工期对向家坝库区水文情势影响非常有限。

2) 初期蓄水期水文情势

本工程初期蓄水期，根据施工进度计划，上、下水库于第4年3月初具备下闸蓄水条件，首台机组于第4年9月底开始有水调试，第一台机组于第4年12月底发电，每三个月投产一台，于第5年9月底第4台机组投产发电。

上水库下闸蓄水至全部机组投产时段75%来水量共90.9万 m^3 ，上水库不考虑生态泄流，可蓄水量为90.9万 m^3 ；下水库蓄水历时75%来水量共537.8万 m^3 （含上库），按多年平均流量15%泄放生态流量85.9万 m^3 （含上库）后，剩余可蓄水量为441.7万 m^3 （含上库），可蓄水量难以满足初期蓄水的总需水量要求，需要布置补水设施。

屏山抽蓄电站初期蓄水期时间为第4年3月~第5年9月底，从向家坝水库取水总量为770.6万 m^3 ，年平均取水量为513.7万 m^3 ，月补水量最大在第4年3月初至第4年9月底第2台机组发电期间，历时7个月，总补水量为315.6万 m^3 ，平均月补水量45.1万 m^3 ；本工程初期蓄水期间年平均取水量占坝址多年平均来水0.003%，对向家坝水库影响极小。

初期蓄水阶段，上水库坝下至下库库尾间将形成长约2.9km的减水河段，楠木沟该段地形坡度超过23%且沟道狭窄，存在较多的陡坎地形，在上库坝下房沟汇入、上库坝下约1.2km老厂沟汇入的情况下，能够满足该河段用水需求，对楠木沟减水河段产生的水文情势影响较小。蓄水期间下水库按坝址处多年平均流量的15%泄放，即 $0.01755\text{m}^3/\text{s}$ ，当入库流量小于生态流量时，按来水下泄。因此，

在保障生态流量的情况下，能够满足下游河段生态用水需求，对下水库坝下的水文情势影响较小。

3) 运行期水文情势

工程运行过程中，典型日内在抽水工况时，上水库水位由 1088.00m 抬高至 1110.00m，下水库水位由 566.00m 消落至 524.00m；发电工况时，上水库水位由 1110.00m 逐渐消落至 1088.00m，下水库水位由 524.00m 逐渐抬高至 566.00m。

工程运行期间，上水库不考虑下泄生态流量；上水库坝下至下库库尾间将形成长约 2.9km 的减水河段，楠木沟该段地形坡度超过 23%且沟道狭窄，存在较多的陡坎地形，在上库坝下即有九房沟汇入、上库坝下约 1.2km 老厂沟汇入的情况下，能够满足该河段用水需求，对楠木沟减水河段产生的水文情势影响较小；下水库按坝址处多年平均流量的 15%泄放生态流量，即 $0.01755\text{m}^3/\text{s}$ ；生态放水管在当库水位为 566.00m 时，泄量为 $0.057\text{m}^3/\text{s}$ ，当库水位为 524.00m 时，泄量为 $0.049\text{m}^3/\text{s}$ ，均满足下游生态流量泄放要求，当入库流量小于生态流量时，按来水下泄。因此，在保障生态流量的情况下，能够满足下游河段生态用水需求，对下水库坝下的水文情势影响较小。

由于上、下水库渗漏、蒸发损失一部分水量，损失的这部分水量需及时给以补充，否则将影响电站的正常运行。电站正常运行期年补水量为 19.0~90.6 万 m^3 ，多年平均补水量为 54.5 万 m^3 ，其中汛期 3.5 万 m^3 ，平枯期 51 万 m^3 ，向家坝坝址控制流域面积 45.88 万 km^2 ，多年平均年径流量 1440 亿 m^3 ，向家坝水库调节库容 9.03 亿 m^3 ，本工程多年平均补水量占向家坝坝址来水比例极小，因此，本工程运行期补水对向家坝水库水文情势影响较小。

10.1.3.2 水温

本工程为日调节纯抽水蓄能电站，调节水量在上、下水库间循环，水量交换频繁，有利于库内水混合。因此判断上下水库的水温结构均为混合型，不会产生水库水温分层现象，因此本工程不存在下泄低温水的情况，与建库前相比，下游河道沿程水温不会发生明显变化。

10.1.3.3 水质

(1) 主要环境影响

工程施工期水污染源主要来自砂石加工系统地面冲洗废水、混凝土生产系统

冲洗废水、机修含油废水、施工人员生活污水以及基坑与洞室排水等。工程河段为Ⅲ类水域，施工废（污）水和生活废水经处理达标后回用，总体不会对河流水质产生影响。

工程淹没范围较小，淹没范围内污染源少，且电站蓄水持续时间短，蓄水期对库区水质的影响有限，不会导致水环境质量下降。

工程运行期反复的抽放水，促进了上下库水体交换，水体的循环混合及复氧作用的加强有利于促进污染物质的分解和降解，增强其自净能力，有利于水库水质的改善。由于水体在上、下库间循环往复，互相影响，上、下库水体水质具有相同变化趋势。可以判断，屏山书楼抽水蓄能电站建成运行后，上下库间水体交换频繁，能维持现有的水质现状。

屏山书楼抽水蓄能电站上、下水库水体不具备富营养化的条件，水库发生富营养化的可能性很小。

运行期生活污水和含油污水经处理后回用，不外排，不会对楠木沟及金沙江干流水质造成影响。

（2）主要环保措施

施工废（污）水处理达标后全部回用或综合利用，禁止外排。废（污）水的具体处理措施如下，砂石加工系统地面冲洗废水、混凝土生产系统冲洗废水采用“预沉+二沉”二级沉淀处理工艺处理后回用或洒水降尘；机修含油废水经沉淀、油水分离器处理后回用或用于场地冲洗与洒水降尘；承包商营地和永久业主营地生活污水采用WSZ-AO系列一体化生活污水净化与中水回用设备处理后综合利用用于营地冲厕及绿化浇灌等，分散点采用环保厕所实现对粪便、尿液等的无害化处理，并可循环用于冲厕；基坑排水清浊分流，围堰渗流清水直接抽排回河道，生产用水经絮凝沉淀后回用于降尘不外排；洞室排水清污分流，渗漏水经收集后抽排，生产污水经两次沉淀后回用于洒水降尘。通过以上措施，施工废（污）水能够得到有效处理和综合利用，未新增排污口，不会对工程河段水质造成影响。

运行期水质保护措施包括水库蓄水前进行库底清理、库周污染源控制、永久营地生活污水一体化设备处理后综合利用用于营地冲厕及绿化浇灌等，可有效预防库区水质恶化及富营养化发生，保护工程河段水质。

10.1.3.4 地下水环境

(1) 主要环境影响

工程施工和运行期间，各类污废水均进行处理后回用或综合利用，不外排，污废水不会进入地下水补给区；所有固废均能得到合理处置，不会下渗污染地下水，因此工程对地下水水质影响很小。工程地下水洞室开挖和运行期间可能造成地下水补给、径流和排泄条件变化，从而对地下水量及地下水位的影响。工程区地下水类型主要为孔隙性潜水和基岩裂隙潜水，补给来自大气降水和地表径流。在工程施工过程中采取开挖与支护防渗同步推进的施工工艺，做好洞内排水措施和岩溶涌水应急预案，对地下水水位及水量影响较小。

(2) 主要保护措施

在输水隧洞、地下厂房等地下工程施工过程中，采用开挖与支护防渗同步推进的施工工艺，及时对施工过程中可能出现的涌水进行封堵，做好防渗措施，降低地下工程建设对地下水的疏排。

通过加强施工期现场管理、油料库需做好地面防渗处理、散料堆场采取覆盖措施、施工场地及时清理、确保环境卫生等措施，防止污染地下水。

10.1.3.5 环境空气

(1) 主要环境影响

工程区人口稀少，上库工程区人口稀少，施工作业区周边 500m 内无居民点，施工作业基本不会对施工区环境空气质量产生影响；下库书楼镇工区周边 200m 内有分散居民点，主要受影响的是施工人员，对大气环境的影响主要来自施工机械、混凝土生产系统、燃油、炸药爆炸等过程和施工道路扬尘。

(2) 主要保护措施

混凝土生产系统和砂石加工系统采用全封闭式结构，并采取布袋除尘、洒水降尘等措施；大坝枢纽开挖采用先进爆破技术降尘，配备洒水车，在场内交通道路、施工区无雨日洒水降尘。通过上述措施，减缓工程施工对大气环境的影响。

10.1.3.6 声环境

(1) 主要环境影响

上库工程区人口稀少，施工期上库工区对声环境的影响主要来自施工机械、爆破等过程，主要影响对象为施工人员；书楼镇施工工区较为集中且靠近书楼镇

西村居民点，施工期书楼镇工区对声环境的影响主要来自施工活动、砂石加工系统等过程，施工期噪声将对工区周边居民点及施工人员产生影响。

（2）主要保护措施

通过采取设置限速标志和禁鸣标志、合理安排施工作业时间，夜间禁止施工，施工运输车辆经过敏感区段时减速，减缓和控制噪声影响。

10.1.3.7 土壤环境

（1）主要环境影响

本工程施工期和运行期产生的废（污）水经处理达标后综合利用或回用，固体废物等集中收集和处置，正常情况下不会对周边土壤环境造成污染。根据预测结果，本项目建成后不会造成周边土壤发生盐化现象。

（2）主要保护措施

本工程施工期及运行期各类废（污）水、固体废物应按要求处理和处置，避免污染工程周边土壤环境；进行表土剥离，用于后期植被恢复；加强施工机械设备的维护保养，减少机械设备油类对土壤环境的影响。

10.1.3.8 生态环境

（1）水生生态

1）主要环境影响

本次调查到楠木沟及金沙江向家坝库区月坡村段共分布有鱼类 30 种，其中在楠木沟总共收集到渔获物 12 种，楠木沟中鱼类资源主要分布在已建的楠木沟水库及楠木沟汇口段，流域内高低落差大，中游存在较大的跌水河段，鱼类无法上溯，楠木沟水库以上河段未调查到鱼类资源。楠木沟水库中共采集到鱼类 5 种，优势种为短须颌须鮠、云南光唇鱼和大鳞副泥鳅；楠木沟水库以下至河口段收集到鱼类 12 种，优势种为齐氏罗非鱼、子陵吻虾虎鱼和云南光唇鱼。

工程施工期水生生态的扰动对象为屏山抽水蓄能电站上、下水库坝址所在地楠木沟以及金沙江部分江段。上水库施工期围堰施工对河流的阻隔影响以及施工活动会对坝址河段的河流底质产生剧烈扰动，使局部河段河道的悬浮物增加、透明度降低，从而浮游植物种类和数量将会有所减少，滤食性浮游动物生存和繁殖受到干扰，浮游动物种类和数量也将有所降低，上水库所在流域无鱼类分布。

下库利用现有楠木沟挡水坝，不存在截流问题，施工期采取导流泄水，施工

区域原有底质环境将发生较大改变，底栖动物种类及数量骤减，对喜清洁和流水的扁蜉属等种类影响较大。但随着施工结束浮游植物、浮游动物的种类及数量会逐步恢复，底栖动物也将适应新的生境；下水库坝址建设处鱼类资源贫瘠，仅分布有云南光唇鱼、短须颌须鮠、大鳞副泥鳅、泥鳅以及鲤，其中鲤、大鳞副泥鳅和泥鳅为楠木沟水库人为放生的水质指示物种，因此工程影响河段发现的鱼类中仅有云南光唇鱼、短须颌须鮠 2 种土著鱼类，施工影响对象有限。

根据屏山抽水蓄能工程初期蓄水计划，工程将于第 4 年 3 月初~第 5 年 9 月底进行蓄水，初期蓄水将从向家坝水库取水总量为 770.6 万 m^3 ，年平均取水量为 513.7 万 m^3 。在优先保证下泄不低于 $0.01755\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量的前提下，将其余来水蓄至库内。总体看，屏山抽水蓄能蓄水期间，上、下水库坝址上游河段主要表现为水位抬升、水流变缓，坝址下游河段则主要表现为河道流量减小，对减水河段水生生态有一定影响。

屏山抽水蓄能工程建成后，楠木沟上下库区河段的水深、流速、水面面积等水文情势较天然状态发生大幅变化。工程建成后对水生生态造成的阻隔影响以及发电运行造成上下水库之间的河道减水影响等，在保证下泄生态流量的前提下，对楠木沟下游水生生态及鱼类资源影响较小。但该流域没有珍稀特有鱼类和洄游型鱼类分布，工程的建设总体对楠木沟鱼类资源影响较小。

同时，工程从向家坝水库库区补水对下库充蓄，工程施工期、初期蓄水及运行期对金沙江补水口附近的向家坝水库水域水生生态可能带来一定影响，尤其是对鱼类早期资源产生卷吸效应。个体较大的鱼类游泳能力强，受取水影响相对较小，由于小型鱼类以及鱼类卵苗活动能力有限，受泵船取水影响易被吸入引水管道，造成一定程度的鱼类资源和鱼类早期资源损失。但考虑本工程补水量不大，泵船抽水时总体对周围水域影响范围不大，因此对该河段水生生态影响有限。

综上判断，工程建设总体对楠木沟以及金沙江鱼类资源影响较小。

2) 主要保护措施

根据水生生态影响预测结果，屏山书楼抽水蓄能电站建设对水生生态的影响整体较小，结合工程特点，主要提出强化施工期水环境和生态环境保护措施、开展增殖放流对鱼类资源进行补充、加强渔政管理、外来入侵物种防治、在补水设施及下水库进出水口处设置拦鱼设施等措施对鱼类等水生生物实施保护。

(2) 陆生生态

1) 环境影响

屏山书楼抽水蓄能电站对植被的影响主要来自于工程施工、水库淹没等，施工永久用地占地面积为 156.41hm^2 ，其中包括上库库区淹没用地面积为 35.69hm^2 ，下库库区淹没用地面积为 22.15hm^2 。工程枢纽永久占地、施工临时用地与水库淹没造成流域植被覆盖度降低、总生物量损失、总生产力损失比例均较小，影响的植被类型及陆生植物均为当地常见种类。本项目建设影响的植物种类为柳杉、栓皮栎、亮叶桦、马尾松、柏木、硬头黄竹、慈竹等评价区常见的乔木树种；另有少量灌草丛、竹林及农田栽培植被，受影响的灌木物种以构、马桑、盐肤木、川莓、高粱泡、箬叶竹等为代表，受影响的草本植物主要有类芦、五节芒、鹅观草、棒头草、蝴蝶花、打破碗花花、苎麻、接骨草、葎草、马唐、蓟、多种蒿、车前及多种蕨类物种等，还有耕地和园地中的栽培物种。对于特有植物的分布现状而言影响很小，不会导致特有植物物种在评价区内消失，不会导致特有植物种群植株数量大幅波动。工程直接占地区内未发现国家重点保护野生植物分布。评价区内分布有国家重点保护动物 25 种，工程永久和临时占地将占用一定面积野生动物栖息生境及保护物种适宜生境，但总体影响不大。

2) 主要环保措施

通过优化施工布置、施工方案，加强表土利用、分区防控等措施，减缓工程建设对陆生植物的影响，针对占地内边缘的分布的中华猕猴桃采取就地保护以及设置防护围栏等措施，同时通过控制施工占地，保护植被，尽量减少对动物生境的破坏，加强施工管理及宣传教育，积极采取措施降低施工机械的噪声，减缓对陆生脊椎动物的影响。

10.1.3.9 固体废物

施工期生活垃圾集中收集后，通过垃圾车集中收集纳入书楼镇垃圾收运系统处理。工程开挖产生的土石方作为施工场地场平、大坝坝前压重和部分围堰的填筑，无弃渣。运行期电站工作人员较少，在办公区和生活区放置垃圾桶收集后，纳入书楼镇生活垃圾处理系统处理。施工期废油、含油废水处理后的浮油、废蓄电池以及运行机组检修废油等属于危险废物，设置临时贮存场所，并委托有资质单位定期清运处理。

10.1.4 环境风险

工程建设和运行期间，存在潜在的环境风险，主要包括油库事故环境风险、废污水事故排放以及森林火灾等风险。发生事故风险时会对周边环境带来一定的不利影响，须采取相应的事故防范措施和风险应急预案。

10.1.5 环境监测与管理规划

10.1.5.1 环境监测

屏山书楼抽水蓄能电站地表水环境监测分为施工期和运行期两个时段。施工期主要包括施工期废（污）水监测、施工区地表水质监测、施工区取水口水质监测、施工期地下水水质监测等内容；运行期主要包括地表水水质监测、生活污水水质监测、库周地下水水质监测等内容。

环境空气及声环境监测集中于施工期进行，主要针对施工污染源及施工区周围的居民点等敏感点开展。土壤监测包括施工期土壤监测和运行期土壤监测。

陆生生态监测贯穿于工程全生命周期，主要调查评价区域的植被恢复及植被覆盖率等。

水生生态监测贯穿于工程全生命周期，重点调查水生生物、鱼类种群动态、鱼类“三场”变化情况等。

10.1.5.2 环境管理

建设单位须设立环境管理机构，分为外部管理和内部管理两大部分。环境管理工作需贯穿于设计、招标、施工、竣工验收及运行等工程建设的全过程，应坚持预防为主、防治结合、分级管理、相对独立性和针对性等原则，建立环境保护责任制，分级管理制度，“三同时”验收制度，书面制度，报告制度，污染事故预防与处理等环境管理制度。

10.1.5.3 环境监理

依据国家有关文件规定，在电站施工期间，应根据环境保护设计要求，开展施工期环境监理，全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决临时出现的环境污染事件，监理成果将作为建设项目环保验收工作的基础和验收报告必备的专项报告。环境监理范围包括屏山书楼抽水蓄能电站施工区及影响区等所有可能造成环境污染和生态破坏的区域。

10.1.6 公众参与

建设单位四川川投屏山书楼抽水蓄能开发有限公司于 2025 年 4 月 11 日在四川川投能源股份有限公司官网进行了工程的首次环境影响评价信息公示。2026 年 7 月，建设单位分别通过四川川投能源股份有限公司官网、西南商报以及现场张贴等方式进行了本项目环境影响报告书征求意见稿公示。2026 年 8 月，建设单位在四川川投能源股份有限公司官网对本项目环评报告全文及其公众参与说明进行了报批前公示。

各阶段以及各平台环境影响评价信息公示期间，建设单位、环评单位均未收到公众对本工程提出关于环保方面的意见和建议。

10.1.7 综合评价结论

屏山书楼抽水蓄能电站是国家能源局正式公布的《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》中“十五五”的规划储备项目。工程建设不涉及各类自然保护地及生态保护红线，符合国土空间规划、宜宾市生态环境分区管控要求，不存在环境制约性因素，符合国家相关法律法规、产业政策和规划。

屏山书楼抽水蓄能电站在对经济社会发展起到重要作用的同时，也会对区域生态环境带来一定不利影响，主要表现为施工产生的废(污)水、废气、粉尘、噪声、固体废物等污染物对施工区及周边环境质量的影响，地表开挖造成的植被破坏，施工活动及施工噪声对野生动物的惊扰和驱赶等；初期蓄水期和运行期环境影响主要表现为楠木沟河段水量减少导致水文情势的改变等。施工“三废”排放影响，工程占地、水库淹没、初期蓄水及运行对水环境、水生生态、陆生生态等的影响。针对各种不利影响，本报告拟定了一系列的保护措施，主要包括：“高频振动筛+厢式压滤+MagCS 磁介质混凝沉淀系统+清水回用”工艺处理砂石骨料系统生产废水、“预沉+二沉”二级沉淀法处理混凝土拌和系统废水、生活污水成套处理设备处理各施工营地集中生活污水、油水分离成套设备处理机修含油废水等水环境保护措施；选择低尘设备与施工工艺、洒水降尘、路面清扫等环境空气保护措施；选择低噪设备、限制车速、严禁夜间爆破等声环境保护措施；生活垃圾回收后纳入书楼镇垃圾收运系统统一处理；蓄水初期及运行期鱼类保护、增殖放流、渔政管理等鱼类保护措施；重要动植物保护、植被恢复等陆生生态影响减缓措施；移民安置环境保护等措施内容；同时制定了施工期和运行期的环境监测

计划及环境管理和监理制度。在有效落实本报告制定的各项环境保护措施后，可以控制和减缓工程建设不利环境影响。

总体上，在施工和运行过程中严格落实各项生态保护措施的前提下，屏山书楼抽水蓄能电站建设从环境保护角度可行。

10.2 建议

（1）建议根据初期蓄水阶段楠木沟来水情况进一步优化工程初期蓄水期蓄水过程，最大限度减少对楠木沟水生生态环境的影响。

（2）建议持续做好生态环境监测，为工程建设和运行环境管理和措施优化提供依据。

（3）为确保本工程环境保护工作顺利推进，建议结合工程实际进度及时开展环保措施的专题设计和技施设计工作，对环保措施进行进一步深入研究和细化设计，严格遵循“三同时”制度，并落实相应费用。