吉林省靖宇抽水蓄能电站

环 境 影 响 报 告 书

（报批稿）

建设单位：华电靖宇抽水蓄能有限公司

编制单位：中水东北勘测设计研究有限责任公司

二〇二四年七月

打印编号：1716173027000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	7soz60
建设项目名称	吉林省靖宇抽水蓄能电站
建设项目类别	41—088水力发电
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	华电靖宇抽水蓄能有限公司
统一社会信用代码	91220622MAC8XT0X0Q
法定代表人（签章）	吴勇刚
主要负责人（签字）	郝立刚
直接负责的主管人员（签字）	杨伟利
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	中水东北勘测设计研究有限责任公司
统一社会信用代码	91220000123949355S
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
杨敏军	2014035220352013220903000604	BH026017	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
冯杨	工程概况、工程分析、环境保护措施及其可行性论证、环境保护投资概算与环境影响经济损益分析	BH057177	
杨敏军	总则、环境风险评价、环境管理与监测计划、结论	BH026017	
石轶凡	环境现状调查与评价、环境影响预测与评价	BH040193	

修改清单

序号	专家评审意见	修改情况
1	结合环境影响因素识别、生态功能区划、主体功能区、三线一单等管控要求，以及环境保护目标保护要求，充实库址、工程枢纽布置、正常蓄水位、装机容量、施工总布置等工程环境比选内容。	已结合环境影响因素识别、生态功能区划、主体功能区、三线一单等管控要求，以及环境保护目标保护要求完善工程各项方案环境合理性分析及比选情况，详见 P146-P158。
2	细化项目建设方案，包括施工场地与河流水体的位置关系、爆破点位、骨料暂存场和表土暂存场的具体位置等；补充施工期集水池（兼事故池）、沉淀池和回用水池的数量、位置和容积，结合施工时序充实不设弃渣场的合理性说明。	①已补充施工场地与河流水体的位置关系、爆破点位、骨料暂存场和表土暂存场的具体位置，详见 P82-P83、P166、P100-P101； ②已补充施工期集水池（兼事故池）、沉淀池和回用水池的数量、位置和容积，详见 P522-P534； ③已说明土石方平衡及弃渣规划情况，详见 P95-P101。
3	充实松花江三湖省级保护区的范围、保护级别、保护对象与保护要求，以及自然保护地优化调整预批方案，补充蓄水过程水文情势变化对保护区的影响分析；补充声环境评价范围涉及的生态红线和吉林省松花江三湖保护区保护性动物生境状况。	①已充实松花江三湖省级保护区的范围、保护级别、保护对象与保护要求，以及自然保护地优化调整预批方案，详见 P334-P338； ②已补充蓄水过程水文情势变化对保护区的影响分析，详见 P481-P486； ③评价范围内保护动物生境分布详见附图 29-36。
4	完善污染源调查成果，补充景山镇、那尔轰镇生活用水的水源和分析范围内农村生活饮用水水源调查、工业污染源及排水及排污口设置情况，充实征地范围涉及的靖宇县佳源农副产品开发有限公司、吉林亿佳鹿业有限公司、靖宇县华峰矿业有限公司的生产工艺与产污环节、产污量和污染物处理处置去向。	①已补充景山镇、那尔轰镇生活用水的水源和分析范围内农村生活饮用水水源调查，详见 P27、P37； ②已完善污染源调查成果，补充工业污染源及排水及排污口设置情况及征地范围内涉及三家企业的产污情况，详见 P347-P349。
5	复核面源入河系数及入河量；复核地表水、水生生态监测断面、采样频次设置的合规性及代表性，地表水水质现状监测与评价结论，进一步分析地表水监测断面水质超标原因；补充地下水监测点的水位、取水层位和含水层类型、井深等信息。	①已复核面源入河系数及入河量，详见 P349； ②已复核地表水、水生生态监测断面、采样频次设置的合规性及代表性，详见 P350、P276；已复核地表水水质现状监测与评价结论，进一步分析地表水监测断面水质超标原因，详见 P352； ③已补充地下水监测点情况，详见 P356。
6	充实区域物种及生境调查内容，包括评价范围内的物种分布特点、重要物种的种群现状以及生境质量、保护植物的种类和类别，图示工程重要物种、重要生境分布的空间关系。	已充实区域物种及生境调查内容，包括评价范围内的物种分布特点、重要物种的种群现状以及生境质量、保护植物的种类和类别，详见 P231-P237、P246-P256、P263-P275；已补充工程重要物种、重要生境分布的空间关系图，详见附图 25-28。

修改清单

序号	专家评审意见	修改情况
7	进一步说明流域规划环评的水生生态保护要求，补充天合兴水电站的阻隔影响与连通性恢复必要性论证；复核水生生态现状调查资料，包括浮游生物种类数量；结合白山水库鱼类资源状况，复核鱼类种类组成与产卵场、洄游通道等重要生境分布，以及江鳕、杂色杜父鱼的分布状况，补充调查适宜的国家二级保护鱼类东北七鳃鳗栖息地分布；结合典型断面施工期、运行期水位、流量、流速、水深不同保证率下的变化程度，补充工程水文情势变化对吉林松花江三湖湿地候鸟重要栖息地和候鸟觅食生境的影响分析；细化下库库尾以上河流、水库淹没区、坝下流水河段、天合兴电站库区、白山水库那尔轰支流及以上流水河段的水域生境状况；进一步明确取水口河道地形条件以及水库形成后的生境状况，包括取水口工程技术参数与调度如取水方式、取水深度、取水口附近地形条件等。	①已补充说明流域规划环评的水生生态保护要求，详见 P129-P130； ②已补充天合兴水电站的阻隔影响与连通性恢复必要性论证，详见 P478； ③已复核浮游植物、浮游动物种类、数量等水生生态现状调查情况，详见 P283-P303； ④已结合白山水库鱼类资源情况复核鱼类种类组成与产卵场、洄游通道等重要生境分布，以及江鳕、杂色杜父鱼的分布状况，补充适宜的国家二级保护鱼类东北七鳃鳗栖息地分布，详见 P313-P320、P330； ⑤已补充典型断面施工期、运行期水位、流量、流速、水深不同保证率下的变化程度变化分析，详见 P403-P420，对吉林松花江三湖湿地候鸟重要栖息地和候鸟觅食生境的影响分析详见 P488； ⑥已细化下水库淹没区、下水库库尾以上支流、下水库坝下流水河段、天合兴电站库区及那尔轰河汇入白山水库前河段生境状况，详见 P279； ⑦已补充取水口处地形条件、取水口工程技术参数与取水深度等情况，详见 P59-P60。
8	细化移民安置去向及移民带来的环境影响分析；补充区内已有 3 个探矿权的矿山与本项目的相对位置关系和影响分析；补充占地范围涉及的 0.19 公顷湿地（内陆滩涂）在靖宇县域内调剂补充方案。	①已细化移民安置去向及移民安置环境影响分析，详见 P113-P114、P512-P515； ②已补充工程占地范围内涉及失效探矿权与工程的位置关系，详见 P115-P116； ③本工程占用湿地为一般湿地，已取得县级地方人民政府部门意见，将在国土“三调”动态调整时在本县城内统筹调剂补充，详见 P119-P120。

修改清单

序号	专家评审意见	修改情况
9	依据流域水生生境特点和三湖保护区的保护要求，完善栖息地保护与生态修复措施；复核下水库及坝下水环境质量预测结果，补充流域规划层面保护那尔轰河满足II类水功能要求的区域削减措施，以及项目应采取的改善水环境的措施。	①已结合流域水生生境特点和三湖保护区的保护要求完善栖息地保护与生态修复措施，详见P573-P575； ②已复核下水库及坝下水环境质量预测结果，详见P427；已补充流域规划层面保护那尔轰河满足II类水功能要求的区域削减措施及项目应采取的改善水环境的措施，详见P518。
10	结合水文地质条件，复核地下厂房区涌水量，充实施工期各类废水处理方案的合理性和全部回用的可行性分析，以及风险应对方案；结合区域降水条件、植物生长期需水量和地面坡度，复核生产生活废污水经处理后回用于施工系统生产、场地绿化或洒水降尘的水平衡分析成果；运营期冬季污水短暂最大储存地点和容积、储存方式、储存时间和外运处置方式，以及污水处理厂接收项目污水的可靠性分析；针对地下工程施工涌水和基坑排水水质，论证直接排放的可行性；充实靖宇水文站的基本情况，统筹考虑河道内外用水需求，以及地表水水质超标现状，复核不同保证率下的径流量和生态流量计算成果，分析所确定的生态流量能满足水功能区水质要求和保护性鱼类索饵、越冬等生境的生态需水要求。	①已复核地下厂房区涌水量，详见P163；已完善施工期废水处理方案合理性及回用可行性分析，详见P535-P537，事故排放风险防范措施详见P601； ②已复核生产生活废污水经处理后回用于施工系统生产、场地绿化或洒水降尘的水平衡分析成果，详见P537-P540； ③已补充运营期冬季污水短暂最大储存地点和容积、储存方式、储存时间和外运处置方式，详见PP547； ④已补充基坑排水中初期排水直接排放的可行性，详见P162； ⑤已充实靖宇水文站的基本情况，详见P194； ⑥已复核不同保证率下的径流量和生态流量计算成果，分析所确定的生态流量能满足水功能区水质要求和保护性鱼类索饵、越冬等生境的生态需水要求，详见P370-P371、P375-P378。
11	结合河流水系联系状况和水文水环境预测成果，完善坝下水生生态的阻隔影响分析，补充那尔轰流域综合规划及规划环评关于天合兴与双桥电站的定位与管控要求，结合吉林省有关小水电规划、规划环评及其审查意见以及重大水利工程水生生态保护要求，论证天合兴水电站恢复连通性的必要性与可行性。	①已结合河流水系联系状况和水文水环境预测成果，完善坝下水生生态的阻隔影响分析，详见P476； ②已补充那尔轰河流域综合规划及规划环评关于天合兴与双桥电站的定位与管控要求，结合吉林省有关小水电规划、规划环评及其审查意见以及重大水利工程水生生态保护要求，论证天合兴水电站恢复连通性的必要性与可行性，详见P478-P479。

修改清单

序号	专家评审意见	修改情况
12	复核评价范围内湿地分布、国家重点保护野生动植物资源状况，充实工程实施对区域重要物种的分布、种群数量、生境状况等变化情况的影响预测，细化各子工程占地涉及林木的树种、类型、群落、砍伐和移补植 96055 株树木的方案、生态环境影响分析和保护措施；完善施工期对区域水土保持、水源涵养、生物多样性维持等生态系统服务功能的影响分析；结合各生态敏感区的保护目标及其分布情况，预测工程施工期和运行期可能对其造成的影响，补充长白山国家级水土流失重点预防区的影响分析，按生物多样性保护要求完善生态保护措施。	①已复核评价范围内湿地分布，详见 P212-P213，已复核国家重点保护野生动植物资源状况，详见 P231-P233； ②已充实工程实施对区域重要物种的分布、种群数量、生境状况等变化情况的影响预测，详见 P456；已完善国家重点保护野生植物保护措施方案，详见 P556-P562； ③已完善施工期对区域水土保持、水源涵养、生物多样性维持等生态系统服务功能的影响分析，详见 P443-P444； ④已充实对长白山国家级水土流失重点预防区及其他生态敏感区的影响分析，详见 P481-P489，已完善生态保护措施，详见 P551-P576。
13	结合日调节水库下游河道水文情势的变化特点，完善水文情势变化对影响河段的水生生物影响分析；从保护地位、经济价值、生态特性、种群资源现状、受工程影响程度及人工繁育技术等方面，综合分析增殖放流的种类、放流规模、时间、地点、周期及时序等方案的合理性；结合规划环评批复，说明本次评价未涉及杂色杜父鱼放流方案的原因，制定东北七鳃鳗人工繁育科研方案及远期增殖放流方案、落实环保投资；依据下库鱼类行为习性、阻隔影响分析与工程技术参数，进一步论证建设过鱼设施的必要性，补充论证河流栖息地划定措施与栖息地布置人工鱼巢措施的保护效果，按照取水口附近水域水文水动力学特点，补充拦鱼设施论证与设计；结合取水口工程技术参数与调度运行方式，结合水库形成后水生生物，特别是鱼类时空分布状况预测，完善卷吸效应影响分析内容。	①已结合日调节水库下游河道水文情势的变化特点完善水文情势变化对影响河段的水生生物影响分析，详见 P469-P471； ②已从保护地位、经济价值、生态特性、种群资源现状、受工程影响程度及人工繁育技术等方面完善增殖放流措施，说明本次评价未涉及杂色杜父鱼放流方案的原因，制定东北七鳃鳗人工繁育科研方案及远期增殖放流方案，详见 P568-P572； ③已依据下水库鱼类行为习性、阻隔影响分析与工程技术参数，补充不需建设过鱼设施的论述，详见 P575-P576；已完善栖息地保护措施，详见 P573-P575；已完善卷吸效应影响分析及拦鱼设施内容，详见 P477、P572-P573。
14	复核表土剥离用于土地改良、高标准农田建设等项目综合利用处理方案的合理性分析，落实剩余表土去向及其责任主体；结合淹没区的范围和面积、地上植被和土壤情况，量化施工期清库工程对下游水质的影响，有针对性的提出水库底清库的具体要求和污染防治措施；明确建筑垃圾安全处置方案。	①已复核表土剥离用于土地改良、高标准农田建设等项目综合利用处理方案的合理性分析，落实剩余表土去向及其责任主体，详见 P98； ②已完善库底清理技术要求及措施，详见 P541-P545； ③已完善建筑垃圾处置方案，详见 P582。

修改清单

序号	专家评审意见	修改情况
15	结合施工方式、交通运输路线和沿线敏感点的分布，细化爆破点位、时间等施工期噪声影响预测分析，补充声环境保护目标预测结果及污染防治措施；补充爆破废气、粉尘、施工作业面粉尘等源强估算的类比性分析，补充下水库骨料、表土暂存场粉尘污染防治措施及其合理性。	①已细化爆破点位分布，详见 P166；经复核，工程评价范围内无声环境保护目标； ②已补充爆破废气、粉尘、施工作业面粉尘等源强估算的类比性分析，详见 P167； ③已补充下水库骨料、表土暂存场粉尘污染防治措施及其合理性，详见 P577。
16	完善施工期生产废水风险事故状态下对下游水体的影响分析和应急措施；复核环境监测方案中监测对象、监测位置、监测指标、监测频率、监测周期设置的合理性；完善水生生态监测方案和保护措施效果的监测评价。	①已完善施工期生产废水风险事故状态下对下游水体的影响分析和应急措施，详见 P421-P423、P601； ②已复核环境监测方案，详见 P625-P628； ③已完善水生生态监测方案和保护措施效果的监测评价，详见 P629-P631。
17	充实项目建设与生态功能区划、主体功能区、生物多样性保护要求的符合性分析；充实工程与生物多样性保护战略与行动计划、白山市国土空间规划相符性分析，与生态红线管控单元、优先保护单元靖宇县水源涵养功能重要区、靖宇县水土保持重要区、靖宇县水土流失敏感区管控要求的符合性分析；补充该工程水文情势变化对下游规划和在建水电站的影响分析，与《水利部 发展改革委 自然资源部 生态环境部 农业农村部 能源局 林草局关于进一步做好小水电分类整改工作的意见》水电[2021]397 号文的符合性分析。	①已充实项目建设与生态功能区划、主体功能区、生物多样性保护战略与行动计划、白山市国土空间规划、环境管控单元等符合性分析，详见 P122-P125、P135-P137； ②已补充该工程水文情势变化对下游规划和在建水电站的影响分析，详见 P514-P517； ③与《水利部 发展改革委 自然资源部 生态环境部 农业农村部 能源局 林草局关于进一步做好小水电分类整改工作的意见》水电[2021]397 号文的符合性分析详见 P478。
18	复核地表水、陆生生态、水生生态、地下水、声环境评价范围，复核施工期废水回用执行标准。	已复核各要素评价范围，详见 P17-P21；已复核施工期废水回用执行标准，详见 P12。
19	补充介绍最新申报待批的《吉林松花江三湖国家级自然保护区整合优化方案》）区划调整情况	已补充介绍吉林省自然保护地优化整合情况，详见 P333-P334、P338-P339。
20	复核环保投资及三同时验收内容。	已复核环保投资，详见 P637-P642；已复核三同时验收内容，详见 P617-P619。
21	规范附图附件	已补充相应图件

概　述

一、建设项目背景和特点

2021 年 9 月，国家能源局发布了《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》，在全国范围内普查筛选抽水蓄能资源站点基础上，建立了抽水蓄能中长期发展项目库，吉林省靖宇抽水蓄能站点（1400MW）是“十四五”期间重点实施项目之一。中水东北勘测设计研究有限责任公司（以下简称“中水东北公司”）完成《吉林省靖宇抽水蓄能电站预可行性研究报告》，装机规模为 1800MW，并于 2022 年 11 月通过了水电水利规划设计总院审查。2023 年 7 月，中水东北公司编制完成《吉林省靖宇抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局比选专题报告》《吉林省靖宇抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》和《吉林省靖宇抽水蓄能电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》，装机规模为 1800MW，水电水利规划设计总院协相关部门于 2023 年 7 月召开三大专题报告咨询审查会议并印发咨询、审查意见。2024 年 2 月，吉林省能源局发布《吉林省抽水蓄能中长期发展规划 2024-2028 年项目布局优化调整报告》，确定工程装机规模为 1800MW。

吉林省靖宇抽水蓄能电站位于吉林省白山市靖宇县境内。本工程为一等大（1）型工程，主要承担吉林电网调峰、填谷、储能、调频、调相及紧急事故备用等任务。枢纽建筑物主要由上水库、下水库、输水系统、地下厂房系统及地面开关站等组成。下水库位于那尔轰河三脚窝石村下游 1.3km，坝址以上流域面积为 234.4km^2，挡水建筑物采用碾压混凝土重力坝，正常蓄水位 513.00m，死水位 500.00m，总库容 2467 万 m^3；上水库位于那尔轰河右侧新开河谷沟首，沟口筑坝成库，集水面积为 1.88km^2，挡水建筑物采用混凝土面板堆石坝，正常蓄水位 883.00m，死水位 836.00m，总库容 1618 万 m^3。输水系统布置在那尔轰河三脚窝石村和五斤顶子山之间的山体内，输水系统总长 3491.14m，其中引水系统长 1793.15m，尾水系统长 1697.99m，距高比为 9.5。电站装机容量 1800MW，安装 6 台单机容量为 300MW 的竖轴单级混流可逆式水泵水轮机组，额定发电水头 345.0m，为日调节能力的抽水蓄能电站，主要运行方式为：抽水工况下，利用负荷低谷、新能源大发时段的出力进行抽水；发电工况下，利用抽水存蓄

的水量进行发电，在晚高峰时段为系统提供调峰容量。

施工总布置分为上水库施工区、下水库施工区 2 个区域，设置 2 套砂石加工系统、3 套混凝土生产系统、4 个暂存场、2 个施工营地、1 个业主营地，并设置了机械修配厂及汽车保养站、钢筋及木材加工厂、钢管加工厂、金属结构拼装厂等施工辅助企业。场内新建道路 30.43km（其中永久道路 14.77km，临时道路 15.66km）。工程施工高峰人数 2900 人，工程建设总工期为 76 个月。

工程建设征地总面积 504.49hm^2（水库淹没影响区 274.01hm^2，枢纽工程建设区 230.48hm^2），其中：永久使用土地 421.71hm^2（含耕地 102.16hm^2、园地 1.76hm^2、林地 295.07hm^2、草地 0.31hm^2、工矿仓储用地 3.55hm^2、住宅用地 7.10hm^2、交通运输用地 7.03hm^2、公共管理与公共服务用地 0.50hm^2、水域及水利设施用地 3.49hm^2、其他土地 0.75hm^2）；临时使用土地 82.78hm^2（含耕地 9.11hm^2、林地 73.56hm^2、交通运输用地 0.11hm^2）。工程建设征地范围不涉及制约工程建设的保护林地，不涉及永久基本农田、生态保护红线、自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区等环境敏感区。

抽水蓄能电站的生产运行属清洁生产，运行期基本不产生、不排放污染物，对环境影响较小。工程建设的环境影响主要包括：施工期生产废水、生活污水、粉尘、噪声、固体废物等对环境的影响，工程占地、运行对地表植被、陆生动植物、水生生物等生态环境的影响，以及施工用水、初期蓄水和运行期补水对地表水水文情势和水资源的影响等。

二、环境影响评价的工作过程

2022 年 8 月，中水东北公司完成了《吉林省靖宇抽水蓄能电站预可行性研究报告》并于同年 11 月取得该报告审查意见。为保障本项目由预可研向可研顺利转序，确保工作进展满足核准目标要求，中水东北公司受委托在预可行性研究成果基础上，继续承担本项目可行性研究工作。因此，在正式接受环境影响评价工作委托前，中水东北公司于 2023 年 1 月及 4 月分别委托吉林省泉晟环境发展有限公司和武汉市伊美净科技发展有限公司对工程区域及其影响区先行开展水生生态环境与陆生生态环境现状调查评价。2023 年 10 月本工程建设单位正式发函委托中水东北公司开展工程环境影响评价

工作。

环评工作期间，中水东北公司环评技术人员多次深入项目所在地，对评价区自然环境、社会环境进行了细致的调查和资料收集工作，从项目预可行性研究阶段到可行性研究三大专题报告开展阶段，已对工程评价范围内可能存在的环境敏感制约因素进行排查分析，在库址比选、工程枢纽布置比选、正常蓄水位比选、装机容量比选、施工总布置比选等专题比选过程中，环保专业均参与了各方案的环境影响对比分析，从源头上尽可能避让了重要环境敏感因素。在上述环境现状调查、工程专题研究等工作的基础上，根据国家有关法律法规、环境影响评价技术导则和技术规范等的要求，形成了《吉林省靖宇抽水蓄能电站环境影响报告书（征求意见稿）》。建设单位于2024年3月25日在靖宇县人民政府网站对环境影响报告书征求意见稿进行了公示，2024年3月28日～4月11日在工程所在地张贴公告进行了公示，2024年3月29日和4月3日在《长白山日报》上进行了报纸公示，公示期间公众未提出环境影响相关的意见或建议。2024年5月，中水东北公司编制完成《吉林省靖宇抽水蓄能电站环境影响报告书（送审稿）》。吉林省环境工程评估中心于2024年6月组织召开环境影响评价报告书技术评估会，形成了评审意见，2024年7月，编制完成《吉林省靖宇抽水蓄能电站环境影响报告书（报批稿）》。

国道G222复建工程由地方单独立项，其环境影响另行单独评价；500kV开关站工程输变电设备安装及运行期的电磁环境影响另行单独评价，开关站工程的土建及施工期影响纳入本工程一并评价。

三、分析判定相关情况

吉林省靖宇抽水蓄能电站是国家《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035年）》中的重点实施项目，也是吉林省“十四五”加快推进的重点项目，为《吉林省抽水蓄能中长期发展规划2024-2028年项目布局优化调整报告》中已纳入中长期规划调增项目之一。工程建设符合国家相关法律法规、产业政策要求，工程选址、规模、任务等与《靖宇县那尔轰河流域综合规划》、《靖宇县那尔轰河流域综合规划环境影响报告书》、《吉林省电力发展“十四五”规划》等均相符，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。

根据吉林省“三区三线”划定方案及“三线一单”生态环境分区管控方案，吉林省靖宇抽水蓄能电站工程建设征地范围不涉及吉林省生态保护红线、永久基本农田，也不涉及世界文化与自然遗产、自然保护区、风景名胜区、湿地公园（重要湿地）、地质公园、森林公园、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区、I 级保护林地和国家级公益林等重要环境敏感目标。工程涉及县级文物 1 处（新开河木场战斗址），吉林省文化和旅游厅以《关于对吉林省靖宇抽水蓄能电站文物考古调查工作的意见》（吉文旅审[2023]356 号）同意组织吉林省靖宇抽水蓄能电站建设。工程建设符合吉林省“三区三线”划定方案和“三线一单”生态环境分区管控要求。

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

本工程环评重点关注工程占地及水库淹没对陆生生态特别是珍稀保护动植物的影响，电站运行对下游水文情势、水环境和水生生态的影响，以及施工期废污水、粉尘、废气、噪声固体废物排放对环境质量的影响等。

a）工程占地及水库淹没对陆生生态的影响

本工程评价区内植被类型主要为阔叶林、针叶林、灌丛和灌草丛等，共有维管束植物 502 种，分布有黄檗、紫椴、红松、水曲柳、野大豆、软枣猕猴桃共 6 种国家二级重点保护野生植物，未发现古树名木分布。工程建设对植被类型和植物多样性影响为低度影响；评价区内分布有国家级重点保护动物 18 种，其中国家一级重点保护动物 1 种，国家二级重点保护动物 17 种。工程施工活动和水库淹没将破坏评价区内部分动物的栖息环境，由于动物活动范围大、适应能力强，且周围有适宜生境，动物会迁移至周边区域，施工期间需加强宣传教育，严禁捕猎野生动物，工程建设对动物的影响较小。

b）对水环境、水文情势的影响

本工程施工和运行将改变水库库区、坝址下游水文情势，特别是部分时段坝址下游河段的水量减少，将会改变水生生物及鱼类生境，报告书提出了下泄生态流量、增

殖放流措施、栖息地保护措施等水生生态保护措施。

c）工程施工对环境的影响

施工期间废水、废气、噪声以及固体废弃物的排放将对水质、环境空气质量及周围生态环境产生短期不利影响。

d）工程建设对环境敏感区的影响

本工程占地及淹没范围均不占用吉林松花江三湖国家级自然保护区、吉林省松花江三湖保护区，工程取用水对保护区水文情势影响较小，不影响保护区的结构和功能。

五、报告书的主要结论

吉林省靖宇抽水蓄能电站是《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035）》确定的“十四五”重点实施项目之一，为《吉林省抽水蓄能中长期发展规划 2024-2028 年项目布局优化调整报告》中已纳入中长期规划调增项目之一。工程建设不涉及生态保护红线及永久基本农田，符合那尔轰河流域规划及规划环评、吉林省“三区三线”划定方案及“三线一单”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。具有明显的社会效益、经济效益和环境效益。

本工程施工期环境影响主要不利表现为水库初期蓄水对坝下水文情势和水生生态的影响，枢纽施工产生的废污水、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和对珍稀保护植物的影响，施工活动及施工噪声对野生动物的惊扰和驱赶等；运行期环境影响主要表现为拦河筑坝和电站抽水发电对库区河段水文情势和水生生态的影响。各项不利影响均可以通过采取相应的工程措施、管理措施予以减缓，工程建设对生态环境的影响在可承受范围之内。从环境保护角度分析，在落实本报告书提出的各项环境保护措施和管理要求的前提下，本工程建设是可行的。

六、致谢

在开展本工程环境影响评价工作期间，得到了吉林省生态环境厅、吉林省林业和草原局、吉林省自然资源厅、吉林省环境工程评估中心、白山市生态环境局靖宇县分局、靖宇县水利局、靖宇县自然资源局的指导和帮助，得到了靖宇县人民政府及相关部门的协助，得到了工程建设单位华电靖宇抽水蓄能有限公司的全力支持，以及技术协作

单位吉林省泉晟环境发展有限公司、武汉市伊美净科技发展有限公司、吉林省和鑫检测技术咨询有限公司等单位配合协助，在此一并表示衷心感谢！

目　录

概　述 ..... **I**

一、建设项目背景和特点 ..... **I**

二、环境影响评价的工作过程 ..... **II**

三、分析判定相关情况 ..... **III**

四、关注的主要环境问题及环境影响 ..... **IV**

五、报告书的主要结论 ..... **V**

六、致谢 ..... **V**

1　总则 **1**

1.1　任务来源 **1**

1.2　评价目的和原则 **1**

1.2.1　评价目的 1

1.2.2　评价原则 1

1.3　编制依据 **2**

1.3.1　国家法律、法规 2

1.3.2　部门规章及规范性文件 3

1.3.3　地方法律法规、政策 4

1.3.4　技术导则、规范和标准 5

1.3.5　技术文件、批复及其他文件 6

1.4　环境功能区划 **8**

1.4.1　水环境功能区划 8

1.4.2　环境空气质量功能区划 8

1.4.3　声环境质量功能区划 8

1.4.4　生态功能区划 8

1.5　评价标准 **9**

1.5.1　环境质量标准 9

1.5.2 污染物排放标准 11
1.6 评价等级 14
1.6.1 水环境 14
1.6.2 生态环境 15
1.6.3 声环境 16
1.6.4 大气环境 16
1.6.5 土壤环境 16
1.6.6 环境风险 17
1.7 评价范围 17
1.7.1 水环境 17
1.7.2 生态环境 19
1.7.3 声环境 19
1.7.4 大气环境 20
1.7.5 土壤环境 21
1.7.6 本工程评价等级、范围汇总 21
1.8 环境影响识别和评价因子 22
1.8.1 环境影响因素识别 22
1.8.2 评价因子筛选 22
1.9 环境保护目标 24
1.9.1 环境敏感区 24
1.9.2 环境保护目标 27
1.10 评价水平年 33
1.11 评价重点 33
1.12 评价工作程序 33
2 工程概况 35
2.1 工程地理位置 35
2.2 工程所在流域规划及相关规划情况 35

2.2.1 流域概况 35
2.2.2 流域水资源开发利用现状 36
2.2.3 那尔轰河流域综合规划及规划环评概况 37
2.2.4 抽水蓄能中长期发展规划 38
2.3 工程建设的必要性 39
2.4 工程任务与规模 41
2.4.1 工程任务 41
2.4.2 工程规模 42
2.5 工程项目组成与工程特性 42
2.5.1 工程项目组成 42
2.5.2 工程特性 45
2.6 工程总布置 52
2.6.1 工程等别和设计标准 52
2.6.2 枢纽工程布置 52
2.7 施工组织设计 63
2.7.1 施工条件 63
2.7.2 施工导流 65
2.7.3 主体工程施工 70
2.7.4 场内交通规划 78
2.7.5 料源选择及料场开采规划 81
2.7.6 施工总布置规划 82
2.7.7 土石方平衡及暂存场规划 96
2.7.8 施工总进度与工期 102
2.8 工程运行方式 102
2.8.1 初期蓄水 103
2.8.2 运行期补水 107
2.8.3 电站运行方式 108

2.8.4 水库运行方式 109
2.9 建设征地和移民安置 112
2.9.1 实物指标 112
2.9.2 移民安置 113
2.10 工程投资 116
3 工程分析 117
3.1 工程符合性及协调性分析 117
3.1.1 与产业政策的符合性分析 117
3.1.2 与相关政策、法律法规的符合性分析 117
3.1.3 与相关功能区划的符合性分析 121
3.1.4 与相关规划的符合性分析 125
3.1.5 与“三线一单”的符合性分析 135
3.1.6 与审批原则的符合性分析 137
3.2 工程方案的环境合理性分析 145
3.2.1 工程方案环保优化过程 145
3.2.2 工程选址合理性分析 146
3.2.3 库址选择的环境合理性分析 146
3.2.4 工程枢纽布置环境合理性分析 148
3.2.5 装机容量选择的环境合理性分析 151
3.2.6 正常蓄水位选择的环境合理性分析 152
3.2.7 施工布置方案环境合理性分析 154
3.2.8 移民安置规划方案的环境合理性分析 158
3.3 环境影响源因素分析 159
3.3.1 施工期主要环境影响源分析 159
3.3.2 运行期环境影响源分析 175
3.3.3 水库淹没、占地和移民安置环境影响源 180
3.4 工程分析结论 181

4 环境现状调查与评价 182
4.1 自然环境 182
4.1.1 地形地貌与地质 182
4.1.2 气候与气象 192
4.1.3 水文泥沙 193
4.1.4 土壤 195
4.2 生态环境 196
4.2.1 陆生生态 196
4.2.2 水生生态 275
4.3 周边环境敏感区 332
4.3.1 生态保护红线 333
4.3.2 吉林省松花江三湖保护区 333
4.3.3 吉林松花江三湖国家级自然保护区 338
4.3.4 水土流失重点预防区 341
4.3.5 长白山生物多样性保护优先区域 342
4.3.6 天然林 343
4.3.7 陆生动物重要栖息地 344
4.3.8 新开河木场战斗址 344
4.3.9 三角卧石战斗址 346
4.4 环境质量现状评价 346
4.4.1 污染源情况 346
4.4.2 水环境质量现状 348
4.4.3 环境空气 358
4.4.4 声环境 364
4.4.5 土壤环境 365
5 环境影响预测与评价 368
5.1 水文情势影响预测与评价 368

5.1.1 生态流量 368
5.1.2 施工期对水文情势影响分析 377
5.1.3 初期蓄水对水文情势影响分析 382
5.1.4 运行期对水文情势影响分析 388
5.1.5 工程建设前后典型断面水文情势预测分析 403
5.2 地表水环境影响预测与评价 420
5.2.1 水库水温影响评价 420
5.2.2 施工期地表水水质影响评价 421
5.2.3 初期蓄水及运行期对地表水环境的影响 424
5.3 地下水环境影响预测与评价 428
5.3.1 地下水水质影响 428
5.3.2 地下水位影响 428
5.3.3 对周边环境的影响 433
5.4 陆生生态环境影响评价 434
5.4.1 评价区生态影响因子和对象分析 434
5.4.2 土地利用类型变化 438
5.4.3 对生态系统的影响分析 439
5.4.4 对景观生态体系完整性的影响分析 445
5.4.5 对陆生植物的影响分析 449
5.4.6 对陆生动物的影响分析 458
5.4.7 对湿地的环境影响分析 468
5.4.8 工程的累积性影响 469
5.4.9 工程建设碳排放影响分析 469
5.5 水生生态环境影响评价 469
5.5.1 对浮游植物的影响 469
5.5.2 对浮游动物的影响 470
5.5.3 对底栖动物的影响 471

5.5.4 对水生维管束植物的影响 472
5.5.5 对鱼类的影响 473
5.6 生态敏感区影响分析 479
5.6.1 长白山生物多样性保护优先区域 479
5.6.2 吉林松花江三湖国家级自然保护区 481
5.6.3 吉林省松花江三湖保护区 484
5.6.4 陆生动物重要栖息地 488
5.6.5 长白山国家级水土流失重点预防区 489
5.7 大气环境影响预测与评价 489
5.7.1 施工期环境空气影响分析 489
5.7.2 运行期环境空气影响分析 494
5.8 声环境影响预测与评价 495
5.8.1 施工期噪声影响预测 495
5.8.2 运行期噪声影响预测 504
5.9 固体废物影响预测与评价 505
5.9.1 施工期固体废物的影响 505
5.9.2 运行期固体废物的影响 506
5.10 土壤环境影响预测与评价 506
5.10.1 施工期土壤环境影响 506
5.10.2 运行期土壤环境影响 506
5.11 人群健康影响预测与评价 508
5.11.1 环境卫生现状 508
5.11.2 病媒生态的预测 508
5.11.3 人群健康影响分析 509
5.12 其他环境影响 509
5.12.1 建设征地与移民安置 509
5.12.2 水库浸没及地质灾害影响分析 513

5.12.3 对下游规划和在建水电站的影响 514
6 环境保护措施及其可行性论证 518
6.1 水环境保护措施 518
6.1.1 施工期水环境保护措施 518
6.1.2 蓄水前水环境保护 541
6.1.3 运行期水环境保护措施 545
6.1.4 生态流量保障措施 547
6.1.5 地下水环境保护措施 549
6.2 生态环境保护措施 550
6.2.1 生态系统保护措施 550
6.2.2 陆生生态保护措施 550
6.2.3 水生生生态保护措施 567
6.3 大气环境保护措施 576
6.3.1 道路扬尘的消减与控制 576
6.3.2 开挖爆破粉尘和废气的消减与控制 576
6.3.3 暂存场和弃料堆放扬尘的消减与控制 577
6.3.4 砂石加工系统粉尘的消减与控制 577
6.3.5 混凝土生产系统粉尘的消减与控制 578
6.3.6 施工机械废气控制措施 579
6.3.7 燃煤废气控制 579
6.3.8 其他控制措施 579
6.4 声环境保护措施 579
6.4.1 施工机械和加工企业噪声控制 579
6.4.2 施工交通噪声控制 580
6.4.3 爆破噪声控制 580
6.4.4 噪声敏感目标防护措施 581
6.5 固体废物处置措施 581

6.5.1 生活垃圾处置措施 581
6.5.2 危险废物处理措施 581
6.5.3 工程弃料和建筑垃圾处理措施 582
6.6 土壤环境保护措施 583
6.7 人群健康保护措施 583
6.7.1 卫生检疫 583
6.7.2 疫情监控 583
6.7.3 疾病防治及管理措施 584
6.8 建设征地移民安置环境保护措施 585
6.8.1 移民安置点环境保护措施 585
6.8.2 专项设施复建环境保护措施 587
6.9 水库浸没保护措施 589
6.10 文物保护处理措施 589
6.11 环境保护措施效果分析 590
7 环境风险评价 594
7.1 环境风险评价目的 594
7.2 环境风险潜势初判 594
7.2.1 环境风险源识别 594
7.2.2 风险潜势初判 595
7.3 影响途径 595
7.4 环境风险评价及防范措施 596
7.4.1 上水库库盆爆破风险评价 596
7.4.2 油料运输、加油过程风险评价 597
7.4.3 森林火灾风险评价 598
7.4.4 施工期污废水事故排放风险评价 598
7.4.5 地下厂房溢油风险评价 602
7.4.6 危险废物暂存风险评价 605

7.5 环境风险应急预案 606
7.6 环境风险简单分析内容表 609
7.7 风险评价结论 609
8 环境管理与监测计划 610
8.1 环境管理 610
8.1.1 环境管理体系 610
8.1.2 环境管理职责 610
8.1.3 环境管理制度 612
8.1.4 污染物排放管理要求 613
8.1.5 工程“三同时”管理要求 613
8.2 环境监理 620
8.2.1 监理原则 620
8.2.2 监理职责 620
8.2.3 监理范围 621
8.2.4 监理机构设置 621
8.2.5 监理工作制度 622
8.2.6 监理工作内容 622
8.3 环境监测 624
8.3.1 监测目的 624
8.3.2 监测机构 624
8.3.3 监测规划 625
8.3.4 监测方案实施 631
8.3.5 监测成果报送 631
8.4 环境保护验收 631
9 环境保护投资概算与环境影响经济损益分析 635
9.1 环境保护投资概算 635
9.1.1 编制原则 635

9.1.2 编制依据 635
9.1.3 投资项目划分 636
9.1.4 基础资料 636
9.2 环境保护专项投资 637
9.3 环境影响经济损益分析 643
9.3.1 环境效益分析 643
9.3.2 环境损失分析 644
9.3.3 环境影响损益分析 645
10 结论 647
10.1 工程概况 647
10.2 工程分析结论 648
10.3 主要环境影响及对策措施 648
10.3.1 水文情势 648
10.3.2 水环境 651
10.3.3 生态环境 652
10.3.4 环境空气 657
10.3.5 声环境 657
10.3.6 固体废物 658
10.3.7 土壤环境 658
10.3.8 人群健康 659
10.3.9 移民安置 659
10.3.10 环境风险 660
10.4 环境管理与监测计划 660
10.5 公众参与 660
10.6 环保投资与环境影响经济损益分析 661
10.7 综合评价结论 661
10.8 建议 662

一、各要素自查表

附表 1　大气环境影响评价自查表

附表 2　地表水环境影响评价自查表

附表 3　生态影响评价自查表

附表 4　环境风险评价自查表

附表 5　声环境影响评价自查表

附表 6　土壤环境影响评价自查表

二、附录

附录 1　植被样方调查记录表

附录 2　评价区主要维管束植物名录

附录 3　评价区野生哺乳动物名录

附录 4　评价区野生鸟类动物名录

附录 5　评价区野生爬行类动物名录

附录 6　评价区野生两栖类动物名录

附录 7　评价区动物样线调查表

附录 8　红外相机调查表

附录 9　吉林省靖宇抽水蓄能电站调查区浮游植物名录

附录 10　吉林省靖宇抽水蓄能电站调查区浮游动物名录

附录 11　吉林省靖宇抽水蓄能电站调查区底栖动物名录

附录 12　吉林省靖宇抽水蓄能电站水生（湿生）植物名录

附录 13　吉林省靖宇抽水蓄能电站鱼类名录

三、附件

附件 1　关于印送《吉林省靖宇抽水蓄能电站预可行性研究报告审查意见》的函（水电规规[2022]509 号）

附件 2　关于报送《吉林省靖宇抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局研究

专题咨询报告》的函（水电咨水工[2023]255 号）

附件 3　关于印发《吉林省靖宇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[2023]196 号）

附件 4　关于印送《吉林省靖宇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[2023]408 号）

附件 5　关于印送《吉林省靖宇抽水蓄能电站建设征地移民安置规划大纲审查意见》的函

附件 6　《吉林省人民政府关于吉林省靖宇抽水蓄能电站建设征地移民安置规划大纲的批复》

附件 7　《吉林省水利厅关于吉林省靖宇抽水蓄能电站建设征地移民安置规划的审核意见》（吉水审批[2024]31 号）

附件 8　《关于委托开展吉林省靖宇抽水蓄能电站环境影响报告书编制工作的函》（华电靖蓄规[2023]7 号）

附件 9　《吉林省自然资源厅关于靖宇景山屯抽水蓄能电站工程项目制约性因素的复函》（吉自然资函[2022]408 号）

附件 10　《吉林省林业和草原局关于核实拟建靖宇景山屯抽水蓄能电站工程制约性因素的复函（吉林函[2023]157 号）

附件 11　《吉林省生态环境厅关于对核实拟建吉林省靖宇抽水蓄能电站工程建设项目制约性因素的复函》

附件 12　《靖宇县人民政府关于对靖宇县那尔轰河流域综合规划的批复》（靖政函发[2024]6 号）

附件 13　《靖宇县那尔轰河流域综合规划环境影响报告书审查意见》（白环靖字[2024]1 号）

附件 14　《关于对吉林省靖宇抽水蓄能电站项目文物考古调查工作的意见》（吉文旅审[2023]356 号）

附件 15　《靖宇县自然资源局关于吉林省靖宇抽水蓄能项目占用一般湿地的意见》

附件 16　吉林省靖宇抽水蓄能电站监测报告

附件 17　吉林省靖宇抽水蓄能电站对天合兴电站发电损失补偿协议书

附件 18　关于吉林省靖宇抽水蓄能电站项目永久占用的耕地耕作层表土进行剥离与利用的说明

四、附图

附图 1　吉林省靖宇抽水蓄能电站地理位置示意图

附图 2　吉林省靖宇抽水蓄能电站所在区域水系图

附图 3　吉林省靖宇抽水蓄能电站工程评价范围图

附图 4　吉林省靖宇抽水蓄能电站枢纽平面布置图

附图 5　吉林省靖宇抽水蓄能电站输水系统（沿#4 机）剖面图

附图 6　吉林省靖宇抽水蓄能电站上水库平面布置图

附图 7　吉林省靖宇抽水蓄能电站上水库混凝土面板堆石坝剖面图

附图 8　吉林省靖宇抽水蓄能电站下水库平面布置图

附图 9　吉林省靖宇抽水蓄能电站下水库碾压混凝土重力坝典型剖面图

附图 10　吉林省靖宇抽水蓄能电站地下洞室群平面布置图

附图 11　吉林省靖宇抽水蓄能电站地下厂房剖面图

附图 12　吉林省靖宇抽水蓄能电站施工总布置图

附图 13　吉林省靖宇抽水蓄能电站建设征占地范围图

附图 14　本项目与生态保护红线位置关系示意图

附图 15　本项目与长白山生物多样性优先保护区域位置关系示意图

附图 16　本项目与吉林省松花江三湖保护区位置关系示意图

附图 17　本项目与吉林松花江三湖国家级自然保护区位置关系示意图

附图 18　本项目与吉林省环境管控单元关系示意图

附图 19　吉林省靖宇抽水蓄能电站评价区陆生生态调查范围图

附图 20　吉林省靖宇抽水蓄能电站工程评价区调查样方和样线分布图

附图 21　吉林省靖宇抽水蓄能电站评价区生态系统类型分布图

附图 22　吉林省靖宇抽水蓄能电站评价区植被类型图
附图 23　吉林省靖宇抽水蓄能电站工程评价区重点保护野生植物分布示意图
附图 24　吉林省靖宇抽水蓄能电站工程评价区重点保护野生动物分布示意图
附图 25　陆生生态评价区红松适宜生境示意图
附图 26　陆生生态评价区黄檗适宜生境示意图
附图 27　陆生生态评价区水曲柳适宜生境示意图
附图 28　陆生生态评价区紫椴适宜生境示意图
附图 29　陆生生态评价区花尾榛鸡适宜生境示意图
附图 30　陆生生态评价区鸳鸯适宜生境示意图
附图 31　陆生生态评价区猛禽类适宜生境示意图
附图 32　陆生生态评价区红胁绣眼鸟适宜生境示意图
附图 33　陆生生态评价区食肉目（赤狐、貉、黄喉貂、豹猫）适宜生境示意图
附图 34　陆生生态评价区亚洲黑熊适宜生境示意图
附图 35　陆生生态评价区马鹿适宜生境示意图
附图 36　陆生生态评价区梅花鹿适宜生境示意图
附图 37　吉林省靖宇抽水蓄能电站生态评价区土地利用现状图
附图 38　吉林省靖宇抽水蓄能电站生态评价区植被覆盖度分布图
附图 39　吉林省靖宇抽水蓄能电站水生生态调查断面分布图
附图 40　吉林省靖宇抽水蓄能电站评价河段鱼类“三场”分布图
附图 41　吉林省靖宇抽水蓄能电站环境保护措施总体布置图
附图 42　吉林省靖宇抽水蓄能电站环境现状监测点位布置图
附图 43　吉林省靖宇抽水蓄能电站生态保护措施及监测点位布置图
附图 44　吉林省靖宇抽水蓄能电站枢纽工程区水土保持措施典型设计图
附图 45　吉林省靖宇抽水蓄能电站上水库表土暂存场区水土保持措施典型设计图
附图 46　吉林省靖宇抽水蓄能电站交通设施区水土保持措施典型设计图
附图 47　吉林省靖宇抽水蓄能电站施工生产生活区水土保持措施典型设计图

1 总则

1.1 任务来源

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，吉林省靖宇抽水蓄能电站应编制环境影响报告书。2023 年 10 月，华电靖宇抽水蓄能有限公司以《关于委托开展吉林省靖宇抽水蓄能电站环境影响报告书编制工作的函》（华电靖蓄规[2023]7 号）正式委托中水东北公司承担了吉林省靖宇抽水蓄能电站环境影响评价工作。

1.2 评价目的和原则

1.2.1 评价目的

根据吉林省靖宇抽水蓄能电站工程特性、区域和流域环境特点以及有关法律法规要求，本工程环境影响评价的目的是在调查掌握工程周边区域的水环境、环境空气、声环境和生态环境等环境现状的基础上，分析工程选址及各类施工场地的环境合理性，预测评价工程建设、运行等活动对周边生态环境造成的各种影响，制定经济可行的生态环境保护措施，减免或降低工程施工、运行对周边生态环境造成的不利影响，充分发挥工程经济效益、社会效益和环境效益，促进工程建设与区域生态环境协调发展，同时也为相关主管部门决策、后续环保设计、施工期和运行期的环境管理提供科学依据。

1.2.2 评价原则

本工程环境影响评价遵循以下基本原则：

a）符合环境法律法规和产业政策原则：本工程属大型建设项目，环境影响评价应论述工程建设是否符合国家及吉林省有关环境保护法律法规和产业发展政策的相关要求。

b）与相关规划协调性原则：环境影响评价应论述工程建设是否与当地国民经济和社会发展规划、生态环境保护规划等协调一致。

c）科学、客观、公正原则：环境影响评价必须科学、客观、公正评价工程实施后

对各种环境要素及其所构成的生态系统可能造成的影响，为决策提供科学依据。

d）生态保护原则：抽水蓄能电站属于生态影响类建设项目，报告书应重点论述工程建设是否存在重大生态破坏问题。对工程施工“三场”（料场、渣场和施工场地）的选址情况进行可行性分析，在环境影响评价工作中，应根据可研设计成果进行分析评价，对不合理的施工“三场”布置方案提出修改要求，力争使料场、渣场等的选址对生态环境的破坏降到最小。

e）符合环境功能区划原则：电站运行期基本不产生和排放污染物，但工程施工期较长，施工期主要污染为“三废一噪”，其排放应符合环境功能区划要求。

f）开发与保护并重原则：工程建设应在落实切实可行的环境保护措施的条件下进行，并在工程建设时尽量降低对生态环境的不利影响，将环境保护放在与工程同等重要的地位。

g）早期介入原则：环境影响评价应尽可能在工程设计的初期介入，并将对环境的考虑充分融入到工程的设计中。

1.3 编制依据

1.3.1 国家法律、法规

1）《中华人民共和国环境保护法》（2014.4.24 修订，2015.1.1 施行）；

2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018.12.29 修正并施行）；

3）《中华人民共和国水法》（2016.7.2 修正并施行）；

4）《中华人民共和国森林法》（2019.12.28 修订，2020.7.1 施行）；

5）《中华人民共和国水土保持法》（2010.12.25 修订，2011.3.1 施行）；

6）《中华人民共和国水污染防治法》（2017.6.27 修正，2018.1.1 并施行）；

7）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018.10.26 修正并施行）；

8）《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022.6.5 施行）；

9）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020.4.29 修订，2020.9.1 施行）；

10）《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019.1.1 施行）；

11）《中华人民共和国野生动物保护法》（2022.12.30 修订，2023.5.1 施行）；

12）《中华人民共和国农业法》（2012.12.28 施行）；

13）《中华人民共和国湿地保护法》（2022.6.1 施行）；

14）《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号修正）；

15）《中华人民共和国河道管理条例》（2018.3.19 修正并施行）；

16）《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016.2.6 施行）；

17）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013.12.7 施行）；

18）《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017.10.7 施行）；

19）《地下水管理条例》（2021.12.1 施行）。

1.3.2 部门规章及规范性文件

1）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（2021.1.1）；

2）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2024.2.1）；

3）《国家重点保护野生动物名录》（2021.2.1）；

4）《国家重点保护野生植物名录》（2021.9.7）；

5）《国家危险废物名录（2021 年版）》（2021.1.1）；

6）《关于加强资源开发生态环境保护监管工作的意见》（环发[2004]24 号）；

7）《关于加强水电建设环境保护工作的通知》（环发[2005]13 号）；

8）《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）；

9）《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）；

10）《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）；

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

12）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）；

13）《国务院关于印发全国生态环境保护纲要的通知》（国发[2000]38 号）；

14）《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》（国发[2010]46 号）；

15）《全国生态功能区划（修编版）》（环境保护部、中国科学院公告 2015 年第 61 号，2015.11.23 施行）；

16）《农用地土壤环境管理办法（试行）》（2017.11.1 施行）；

17）《中共中央、国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》（2021.11.2）；

18)《国家发展改革委等 9 部委印发<关于加强资源环境生态红线管控的指导意见>的通知》（发改环资[2016]1162 号）；

19）《关于国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（中共中央办公厅国务院办公厅，2019.11.1）；

20）《水电建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》（环办[2015]112 号）；

21）《关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》（自然资办函[2022]2072 号）；

22）《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）。

1.3.3 地方法律法规、政策

1）《吉林省生态环境保护条例》（2021.1.1 施行）；

2）《吉林省大气污染防治条例》（2022.7.28 修订，2022.10.1 施行）；

3）《吉林省森林管理条例》（2017.12.1 施行）；

4）《吉林省河道管理条例》（2021.5.27 施行）；

5）《吉林省黑土地保护条例》（2022.11.30 修订，2023.4.1 施行）；

6）《吉林省林地保护条例》（2019.5.30 施行）；

7）《吉林省湿地保护条例（修订版）》（2017.9.29 施行）；

8）《吉林省土地管理条例》（2022.11.30 修订，2023.2.1 施行）；

9）《吉林省陆生野生动物保护条例》（2024.3.1 施行）；

10）《吉林省渔业管理条例》（2005.12.1 施行）；

11）《吉林省水土保持条例（2013 年修订）》（2014.3.1 施行）；

12）《吉林省危险废物污染环境防治条例》（2021.7.30 施行）；

13）《吉林省实施<中华人民共和国水法>办法（修订）》（2019.5.30 施行）；

14）《吉林省人民政府办公厅关于印发<吉林省生态保护红线监管办法（试行）>的通知》（吉政办规[2023]2 号）；

15）《吉林省地表水功能区划》（DB 22/388-2004）；

16）《吉林省主体功能区规划》（2013 年）；

17）《吉林省生态功能区划》（2005 年）；

18）《吉林省人民政府办公厅关于印发吉林省落实水污染防治行动计划工作方案的通知》（吉政发[2015]72 号）；

19）《吉林省人民政府关于印发吉林省清洁土壤行动计划的通知》（吉政发[2016]40 号）；

20）《白山市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（白山政函[2021]107 号）；

21）《吉林省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（吉政函[2020]101 号）；

22）《吉林省能源发展“十四五”规划》（吉政办发[2022]28 号）；

23）《吉林省生态环境保护“十四五”规划》（吉政办发[2021]67 号）；

24）《吉林省电力发展“十四五”规划》（吉能电力[2022]356 号）；

25）《吉林省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》；

26）《靖宇县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》；

27）《靖宇县生态环境保护“十四五”规划》（2023.3）；

28）《靖宇县重点流域水生态环境保护“十四五规划”》（2023.2）。

1.3.4 技术导则、规范和标准

1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

2）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；

3）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；

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 生态影响》（HJ 19-2022）；

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 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；

8）《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T 88-2003）；

9）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

10）《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）；

11）《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；

12）《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）；

13）《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；

14）《土壤环境质量　农用地土壤污染风险管理标准（试行）》（GB 15618-2018）；

15）《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）；

16）《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；

17）《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）；

18）《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB 18483-2001）；

19）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）；

20）《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）；

21）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）；

22）《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）；

23）《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）；

24）《水环境监测规范》（SL 219-2013）；

25）《地表水环境质量监测技术规范》（HJ 91.2-2022）；

26）《污水监测技术规范》（HJ 91.1-2019）；

27）《抽水蓄能电站设计规范》（NB/T 10072-2018）；

28）《水电工程环境保护设计规范》（NB/T 10504-2021）；

29）《水电工程环境保护专项投资编制细则》（NB/T 35033-2014）；

30）《水电工程环境监理规范》（NB/T 35063-2015）；

31）《水电工程施工组织设计规范》（NB/T 10491-2021）；

32）《水电工程砂石系统废水处理技术规范》（DL/T 5724-2015）；

33）《水电工程生态制图标准》（NB/T 10226-2019）；

34）《水电工程移民安置环境保护设计规范》（NB/T 35060-2015）；

35）《水电工程生态流量计算规范》（NB/T 35091-2016）；

36）《水电工程生态流量实时监测系统技术规范》（NB/T 10385-2020）。

1.3.5　技术文件、批复及其他文件

1）《吉林省靖宇抽水蓄能电站预可行性研究报告》（中水东北公司，2022.10）；

2）《吉林省靖宇抽水蓄能电站预可行性研究报告审查意见》（水电规规[2022]509号）；

3）《吉林省靖宇抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局比选专题报告》（中水东北公司，2023.8）；

4）《吉林省靖宇抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》（中水东北公司，2023.8）；

5）《吉林省靖宇抽水蓄能电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》（中水东北公司，2023.8）；

6）《吉林省靖宇抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局研究专题咨询报告》（中国水利水电建设工程咨询有限公司，2023.8）；

7)《吉林省靖宇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》（水电规规[2023]408 号）；

8)《吉林省靖宇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》（水电规施[2023]196 号）；

9）《吉林省抽水蓄能电站中长期规划报告》（2021 年）；

10）《靖宇县那尔轰河流域综合规划》（淮安市水利勘测设计研究院有限公司，2024.1）及批复意见（靖宇县人民政府，靖政函发[2024]6 号）；

11）《靖宇县那尔轰河流域综合规划环境影响报告书》（淮安市水利勘测设计研究院有限公司，2024.1）及审查意见（白环靖宇[2024]1 号）；

12）《吉林省靖宇抽水蓄能电站水资源论证报告（送审稿）》（中水东北公司，2024.1）；

13）《吉林省靖宇抽水蓄能电站水土保持方案报告书》（中水东北公司，2024.4）；

14）《吉林省靖宇抽水蓄能电站水土保持方案审批准予行政许可决定书》（吉水审批[2024]102 号）；

15）《吉林省靖宇抽水蓄能电站建设征地移民安置规划大纲》（中水东北公司，2023 年 11 月）及审查意见（水电水利规划设计总院，水电规库[2024]1 号）；

16）《吉林省靖宇抽水蓄能电站建设征地移民安置规划》（中水东北公司，2024

年 1 月）及审查意见（水电水利规划设计总院，水电规库[2024]51 号）；

17）《吉林省水利厅关于吉林省靖宇抽水蓄能电站建设征地移民安置规划的审核意见》（吉水审批[2024]31 号）。

1.4 环境功能区划

1.4.1 水环境功能区划

根据《吉林省地表水功能区》（DB 22/388-2004），本工程所在河段的一级水功能区为那尔轰河松花江三湖保护区，范围为那尔轰河源头-河口断面，水质目标为《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）II 类。

表 1.4-1 那尔轰河流域水功能区划表

范围				水功能区名称、功能	水质目标
水系	河流	起始断面	终止断面		
第二松花江	那尔轰河	源头	河口	那尔轰河松花江三湖保护区	II

1.4.2 环境空气质量功能区划

工程区位于农村地区，未划分环境空气功能区。吉林省松花江三湖保护区环境空气质量评价标准按《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）一级标准及其修改单要求执行；其余地区环境空气质量评价标准按《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准及其修改单要求执行。

1.4.3 声环境质量功能区划

根据《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中有关标准适用区域的规定，工程所在区域属农村地区，属于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的 1 类声环境功能区。

1.4.4 生态功能区划

根据《全国生态功能区划》，项目区属于 I-01-03 长白山山地水源涵养功能区；根据《吉林省生态功能区划》，项目区属 III4-4 龙岗中低山景观保护与林业生态功能区。

1.5 评价标准

1.5.1 环境质量标准

1.5.1.1 水环境

a）地表水环境

根据《吉林省地表水功能区》（DB 22/388-2004），本工程所在的那尔轰河（那尔轰河源头-河口断面）水质目标为II类，因此本工程地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的II类水域标准，主要标准值详见表1.5-1。

表 1.5-1 地表水环境质量标准（GB 3838-2002）（摘录） 单位:mg/L

指标	II类标准值	指标	II类标准值
pH（无量纲）	6～9	砷	≤0.05
DO	≥6	汞	≤0.00005
高锰酸盐指数	≤4	镉	≤0.005
COD	≤15	铬（六价）	≤0.05
BOD_5	≤3	铅	≤0.01
氨氮（NH_3-N）	≤0.5	氰化物	≤0.05
总磷（以P计）	≤0.1（湖、库0.025）	挥发酚	≤0.002
总氮（湖、库以N计）	≤0.5	石油类	≤0.05
铜	≤1.0	阴离子表面活性剂	≤0.2
锌	≤1.0	硫化物	≤0.1
氟化物	≤1.0	粪大肠菌群（个/L）	≤2000

b）地下水环境

根据工程所在区域地下水质量状况和功能需求，工程区地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准，主要标准值见表1.5-2。

表 1.5-2 地下水质量标准（GB/T 14848-2017）（摘录） 单位:mg/L

指标	III类标准值	指标	III类标准值
pH（无量纲）	6.5～8.5	铅	≤0.01
氨氮	≤0.5	氟化物	≤1.0
硝酸盐	≤20	镉	≤0.005
亚硝酸盐	≤1.0	铁	≤0.3
挥发性酚类	≤0.002	锰	≤0.1
氰化物	≤0.05	溶解性总固体	≤1000
砷	≤0.01	耗氧量	≤3.0
汞	≤0.001	硫酸盐	≤250
铬（六价）	≤0.05	氯化物	≤250
总硬度（以$CaCO_3$计）	≤450	总大肠菌群（CFU/100mL）	≤3.0

1.5.1.2 环境空气

工程区域环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）一级、二级标准及其修改单要求。主要标准值详见表 1.5-3。

表 1.5-3 环境空气质量标准（GB 3095-2012）（摘录） 单位:mg/m³

标准等级		TSP	PM_{10}	NO_2	SO_2	$PM_{2.5}$	CO	O_3	NOx	苯并[a]芘
一级	年平均	0.08	0.04	0.04	0.02	0.015	/	/	0.05	0.000001
	日最大 8 小时平均	/	/	/	/	/	/	100	/	/
	24 小时平均	0.12	0.05	0.08	0.05	0.035	4	/	0.1	0.0000025
	1 小时平均	/	/	0.20	0.15	/	10	160	0.25	/
二级	年平均	0.20	0.07	0.04	0.06	0.035	/	/	0.05	0.000001
	日最大 8 小时平均	/	/	/	/	/	/	160	/	/
	24 小时平均	0.30	0.15	0.08	0.15	0.075	4	/	0.1	0.0000025
	1 小时平均	/	/	0.20	0.50	/	10	200	0.25	/

1.5.1.3 声环境

工程区域属于农村区域，声环境质量执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1 类标准，即昼间 55dB（A），夜间 45dB（A）。

1.5.1.4 土壤环境

本工程临时和永久占地范围内执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）第二类用地筛选值和管制值，主要标准值详见表 1.5-4；工程占地范围外土壤环境执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）筛选值标准，主要标准详见表 1.5-5。

表 1.5-4 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）（基本项目） 单位：mg/kg

序号	污染物项目	第二类用地标准值		序号	污染物项目	第二类用地标准值	
		筛选值	管制值			筛选值	管制值
重金属和无机物				挥发性有机物			
1	砷	60	140	24	1，2，3-三氯丙烷	0.5	5
2	镉	65	172	25	氯乙烯	0.43	4.3
3	铬（六价）	5.7	78	26	苯	4	40
4	铜	18000	36000	27	氯苯	270	1000
5	铅	800	2500	28	1，2-二氯苯	560	560
6	汞	38	82	29	1，4-二氯苯	20	200
7	镍	900	2000	30	乙苯	28	280
挥发性有机物				31	苯乙烯	1290	1290
8	四氯化碳	2.8	36	32	甲苯	1200	1200

续表 1.5-4（完） 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）（基本项目） 单位：mg/kg

序号	污染物项目	第二类用地标准值		序号	污染物项目	第二类用地标准值	
		筛选值	管制值			筛选值	管制值
9	氯仿	0.9	10	33	间二甲苯+对二甲苯	570	570
10	氯甲烷	37	120	34	邻二甲苯	640	640
11	1，1-二氯乙烷	9	100	半挥发性有机物			
12	1，2-二氯乙烷	5	21	35	硝基苯	76	760
13	1，1-二氯乙烯	66	200	36	苯胺	260	663
14	顺-1，2-二氯乙烯	596	2000	37	2-氯酚	2256	4500
15	反-1，2-二氯乙烯	54	163	38	苯并[a]蒽	15	151
16	二氯甲烷	616	2000	39	苯并[a]芘	1.5	15
17	1，2-二氯丙烷	5	47	40	苯并[b]荧蒽	15	151
18	1，1，1，2-四氯乙烷	10	100	41	苯并[k]荧蒽	151	1500
19	1，1，2，2-四氯乙烷	6.8	50	42	䓛	1293	12900
20	四氯乙烯	53	183	43	二苯并[a，h]蒽	1.5	15
21	1，1，1-三氯乙烷	840	840	44	茚并[1，2，3-cd]芘	15	151
22	1，1，2-三氯乙烷	2.8	15	45	萘	70	700
23	三氯乙烯	2.8	20				

表 1.5-5 农用地土壤污染风险管控标准（试行）（基本项目） 单位：mg/kg

序号	污染物项目[①②]		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5＜pH≤6.5	6.5＜pH≤7.5	pH＞7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

注：①重金属和类金属砷均按元素总量计。
②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。

1.5.2 污染物排放标准

1.5.2.1 废污水

工程所在区域地表水体为II类水域，禁止新建排污口，工程施工及运行产生的各

类生活污水及生产废水处理后回用或综合利用，禁止外排。施工期和运行期废污水回用标准值详见表 1.5-6。

表 1.5-6 施工期和运行期废污水回用标准值

废污水类别	标准名称	指标	标准值	
砂石料加工废水、混凝土生产系统废水	《水电工程施工组织设计规范》（NB/T 10491-2021）	SS	≤100mg/L	
洞室排水、基坑排水、生活污水和含油废水	《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）	/	城市绿化、道路清扫、建筑施工	冲厕、车辆冲洗
		pH（无量纲）	6~9	
		色度，铂钴色度单位	≤30	≤15
		嗅	无不快感	无不快感
		浊度	≤10NTU	≤5NTU
		BOD_5	≤10mg/L	
		NH_3-N	≤8mg/L	≤5mg/L
		溶解性总固体	≤1000（2000）[a]mg/L	
		溶解氧	≥2mg/L	
		大肠埃希氏菌	不检出	

注：括号内指标值为沿海及本地水源中溶解性固体含量较高的区域的指标。

1.5.2.2 大气

a）施工期

混凝土生产系统水泥、粉煤灰筒仓粉尘执行《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）水泥制品颗粒物排放标准，具体见表 1.5-7。

表 1.5-7 水泥工业大气污染物排放标准（GB 4915-2013）摘录

污染物	有组织排放浓度限值			无组织排放浓度限值	
	生产过程	生产设备	最高容许排放浓度（mg/m^3）	监控点	浓度（mg/m^3）
颗粒物	水泥制品生产	水泥仓	20	厂界外 20m 上风向设参照点，下风向设监控点	0.5

施工区厂界粉尘、爆破产生的无组织废气（粉尘、CO、NO_x）、砂石加工系统产生的粉尘等执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表 2 中的二级标准，具体见表 1.5-8。

表 1.5-8 大气污染物综合排放标准（GB 16297-1996）摘录

污染物	最高容许排放浓度（mg/m³）	最高容许排放速率		无组织排放监控浓度限值	
		排气筒高度（m）	排放速率（kg/h）	监控点	浓度（mg/m³）
颗粒物	120	20	5.9	周界外浓度最高点	1
SO_2	550	20	4.3		0.4
NOx	240	20	1.3		0.12

食堂油烟废气排放执行《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB 18483-2001）中型标准，具体见表 1.5-9。

表 1.5-9 饮食业油烟排放标准

规模	小型	中型	大型
最高允许排放浓度（mg/m³）	2.0		
净化设备最低去除率（%）	60	75	85

b）运行期

运行期间无生产废气排放，排放的废气主要是生活区产生的食堂油烟，运行期食堂油烟废气排放执行《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB 18483-2001）中型标准，具体见表 1.5-9。

1.5.2.3 噪声

施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）；运行期噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）1 类标准。噪声排放限值详见表 1.5-10。

表 1.5-10 噪声排放限值一览表

工程时段	污染物排放标准名称	标准等级	标准值（dB）	
			昼间	夜间
施工期	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）	/	70	55
运行期	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）	1 类	55	45

1.5.2.4 固体废物

一般固体废物处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）中相关要求；危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）。

1.6 评价等级

1.6.1 水环境

1.6.1.1 地表水环境

根据抽水蓄能工程项目特点，工程对地表水环境的影响包括施工废污水和运行期生活污水对地表水水质的影响，施工期和初期蓄水阶段的取水及运行期上水库、下水库径流对水文情势的影响，属于复合影响型项目，分别从水污染影响与水文要素影响确定评价等级。

a）水污染影响型

本工程施工期和运行期产生的废污水经处理后回用，不直接外排，按水污染影响型评价等级判为**三级 B**。

b）水文要素影响型

本工程上水库位于那尔轰河右侧新开河谷沟首，筑坝开挖成库，主要来水为大气降水，无经常性地表径流，主要为天然降水形成的暴雨径流，多年平均流量仅为0.021m^3/s，仅在雨季可能发生季节性洪水。运行期天然径流不入上水库，不作为电站施工期、初期蓄水和永久补水水源，经库周排水设施汇流至下游沟道，因此工程建设基本不对上水库坝址下游所在沟道的水文情势产生影响。下水库在那尔轰河上拦河筑坝成库，故运行期对地表水环境的影响主要在下水库。本环评根据下水库工程特性及其所在那尔轰河水文特征，依据水文要素影响型建设项目等级判定原则进行运行期地表水环境影响评价等级判定。

下水库坝址以上集水面积约 234.4km^2，天然多年平均流量 2.57m^3/s，年径流量 8103 万 m^3；下水库发电调节库容 1423 万 m^3，总库容 2467 万 m^3。同时，考虑本工程为日调节纯抽水蓄能电站，抽水及发电流量在上、下水库之间往复循环，在发电工况下，下水库入库流量除上游天然来流外，还有从上水库下泄至下水库的发电流量，故在计

算下水库年入库流量时，还需考虑从上水库下泄至下水库的年发电流量。根据工程设计成果，电站额定发电流量 599.94m³/s，年发电 823h，年发电流量为 177750.2 万 m³。

经计算，下水库年径流量与总库容之比α值为 75.34，α>20，评价等级为三级；兴利库容占年径流量百分比β值为 0.77，β<2，评价等级为三级。因本工程为日调节纯抽水蓄能电站，正常运行时调节水量在上、下水库间循环，基本不消耗水量，工程取水量采用水库水面蒸发渗漏损失量进行计算，年蒸发渗漏损失量为 377.2 万 m³，占多年平均径流量百分比γ值为 4.66，γ<10，评价等级为三级。此外，考虑到本工程初期蓄水期较长，共 30 个月，且初期蓄水期为工程的主要耗水时段，年最大取水量（含施工用水）为 1094.18 万 m³，进一步计算初期蓄水期γ值为 13.50，10<γ<30，评价等级为二级。下水库坝址下游地表水影响范围内分布有吉林松花江三湖国家级自然保护区和吉林省松花江三湖保护区，评价等级应不低于二级。下水库新建拦河坝，受影响地表水域 R=100%，评价等级为一级。

根据《环境影响评价技术导则　地表水环境》（HJ2.3-2018）相关规定，同时存在多个水文要素影响的建设项目，分别判定各水文要素影响评价等级，并取其中最高等级，因此，本工程运行期（含初期蓄水期）水文要素影响评价等级定为**一级**。

1.6.1.2　地下水环境

本工程为水电项目，属于《环境影响评价技术导则　地下水环境》（HJ 610-2016）明确的III类建设项目。据调查，影响评价范围内不涉及地下水集中式饮用水水源地，无特殊地下水资源保护区（热水、矿泉水、温泉等）；下水库淹没区及永久占地范围内涉及三角窝石村和杨岔河村四组 2 处分散式饮用水水源地，地下水环境敏感程度为较敏感，根据《环境影响评价技术导则　地下水环境》（HJ 610-2016），本工程地下水评价工作等级为**三级**。

1.6.2　生态环境

根据《环境影响评价技术导则　生态影响》（HJ 19-2022），本工程陆生生态和水生生态分别判定评价等级。

陆生生态影响评价方面，工程占地不涉及生态保护红线、国家公园、自然保护区、世界自然遗产地、重要生境、自然公园等环境敏感区，工程占地规模小于 20km²，工

程间接影响范围内涉及生态保护红线，陆生生态影响评价等级为二级。考虑工程占地涉及《关于发布<中国生物多样性保护优先区域范围>的公告》（原环境保护部公告，2015 年第 94 号）划定的长白山生物多样性优先保护区域范围，评价等级上调一级。因此，陆生生态评价等级确定为**一级**。

水生生态影响评价方面，本工程运行期属于水文要素影响型且地表水评价等级达到二级的建设项目，根据导则相关规定，水生生态影响评价等级不低于二级。同时，工程下水库在那尔轰河筑坝成库，下水库因大坝阻隔、水库蓄水将对河道水文情势产生较为明显的改变，因此将水生生态影响评价等级上调一级，确定为**一级**。

1.6.3 声环境

本工程建成运行后，声环境影响源主要为发电机组和输水系统，由于厂房和输水系统深埋地下，且发电厂房和输水系统周边无声环境敏感点，不会对地表环境产生噪声污染。本工程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，且工程结束后影响随即消失。工程区位于农村地区，未划分声环境功能区，声环境质量执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1 类标准，工程建成前后噪声级基本无变化。根据《环境影响评价技术导则　声环境》（HJ 2.4-2021）评价等级划分依据，判定声环境评价等级定为**二级**。

1.6.4 大气环境

根据抽水蓄能电站项目特点，电站运行期基本不产生大气污染物，工程施工期较长，环境空气影响评价时段主要为施工期。

本项目施工期污染物源强主要是上、下水库砂石加工系统产生的粉尘，上、下水库混凝土生产系统产生的粉尘以及施工区无组织扬尘。鉴于施工场地扬尘的影响受气象因素和地表尘土量等综合因素影响，难以定量分析和预测，参照同类型项目，本次环评针对砂石加工系统、混凝土生产系统进行 AERSCREEN 模式定级判定。

根据的 AERSCREEN 模型计算结果，在正常工况下，本项目排放大气污染物 PM10 的最大占标率为 5.76%<10%，本项目大气环境影响评价等级为**二级**。

1.6.5 土壤环境

本工程行业类别为“电力热力燃气及水生产和供应业—水力发电”，土壤环境影

响评价项目类别为II类。根据气象统计资料，流域内多年平均水面蒸发量（E601）669.7mm，降水量776.2mm，经计算干燥度为0.86。工程所在区域为山区，地下水埋深1.0m～38.0m。根据环境质量现状监测，工程区域土壤含盐量（0.4～0.9）<1.0g/kg，土壤未盐化；土壤pH值为6.87～7.1，土壤酸化、碱化程度为无酸化和碱化。根据《环境影响评价技术导则　土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）生态影响型敏感程度分级表，工程区土壤环境敏感程度属于不敏感。对照导则评价等级判定原则，本工程土壤环境影响评价工作等级为**三级**。

1.6.6 环境风险

本工程不设置炸药库、油库和加油站，工程所需油品通过油车运至施工区域定点供应。工程突发环境事件风险物质主要为油类物质（石油、汽油、柴油等）、乳化炸药（70%为硝酸铵），运输量和存量均较小，其总量与临界值的比值Q总和为0.292<1。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本项目环境风险潜势为I，环境风险评价可作简单分析。

1.7 评价范围

1.7.1 水环境

1.7.1.1 地表水

根据《环境影响评价技术导则　地表水环境》（HJ 2.3-2018）中的评价范围确定原则，结合工程施工期与运行期对地表水的影响情况，本工程施工期和运行期地表水环境评价范围为：上水库库区，下水库回水末端（含杨岔河回水至入那尔轰河河口）外延1km至那尔轰河入白山水库汇合口，河道总长约34km，详见图1.7-1。

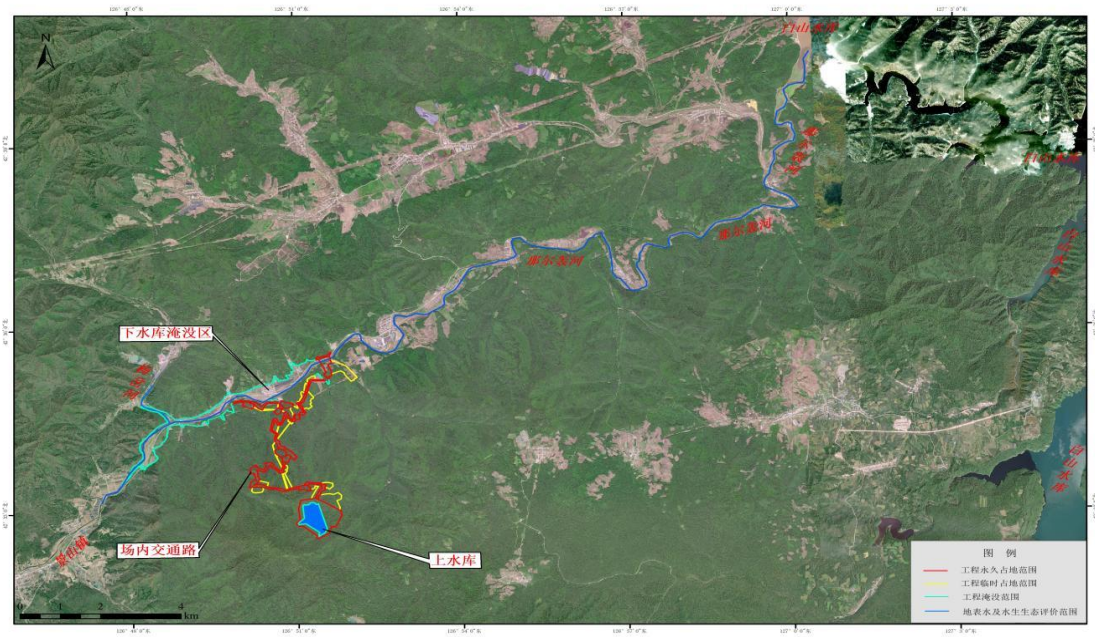


图 1.7-1 本工程地表水评价范围示意图

1.7.1.2 地下水

本工程对地下水影响主要为施工期地下厂房洞室群和输水系统开挖过程中，可能对局部地下水水文情势造成的影响，以及在工程运行过程中由于水库及地下洞室渗漏可能对局部地下水产生的影响。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中水环境影响评价范围确定原则，确定本工程地下水评价范围主要为工程区域水文地质单元，评价区面积约 23.18km^2，详见图 1.7-2。

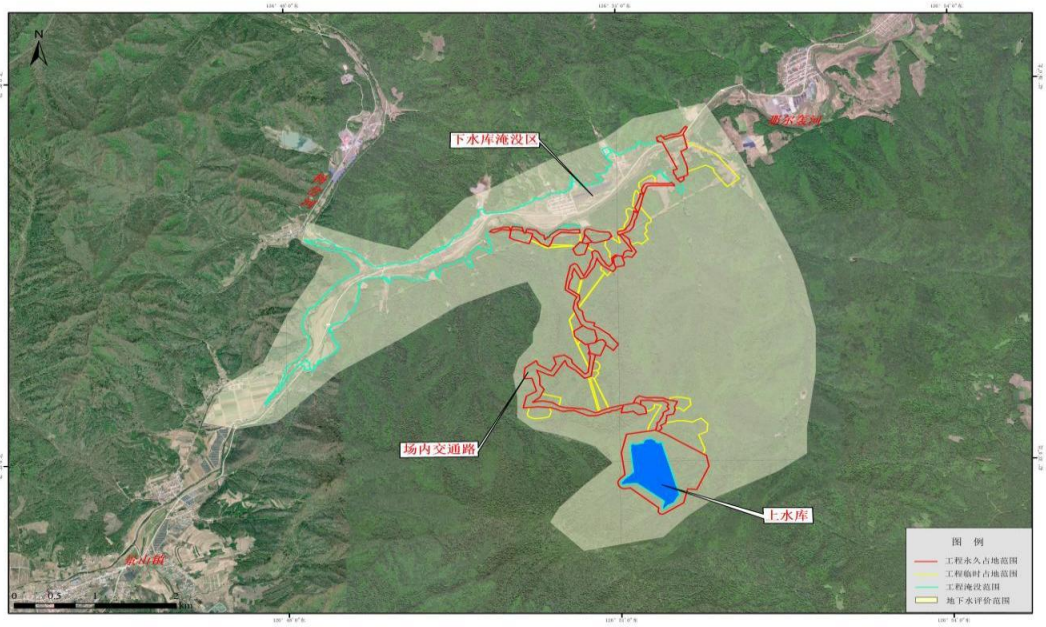


图 1.7-2 本工程地下水评价范围示意图

1.7.2 生态环境

a）陆生生态

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）中生态环境影响评价范围的确定原则，综合考虑评价项目与项目区的气候过程、水文过程、生物过程等生物地球化学循环过程的相互作用关系，以评价项目影响区域所涉及的完整气候单元、水文单元、生态单元、地理单元界限为参照边界。确定本次陆生生态评价范围涵盖枢纽工程建筑物、水库淹没区、专项复建区等永久占地、施工临时占地区域以及工程建设征地范围外第一重山脊线所形成的封闭区域，评价范围总面积约为 19.67km^2，详见图 1.7-3。

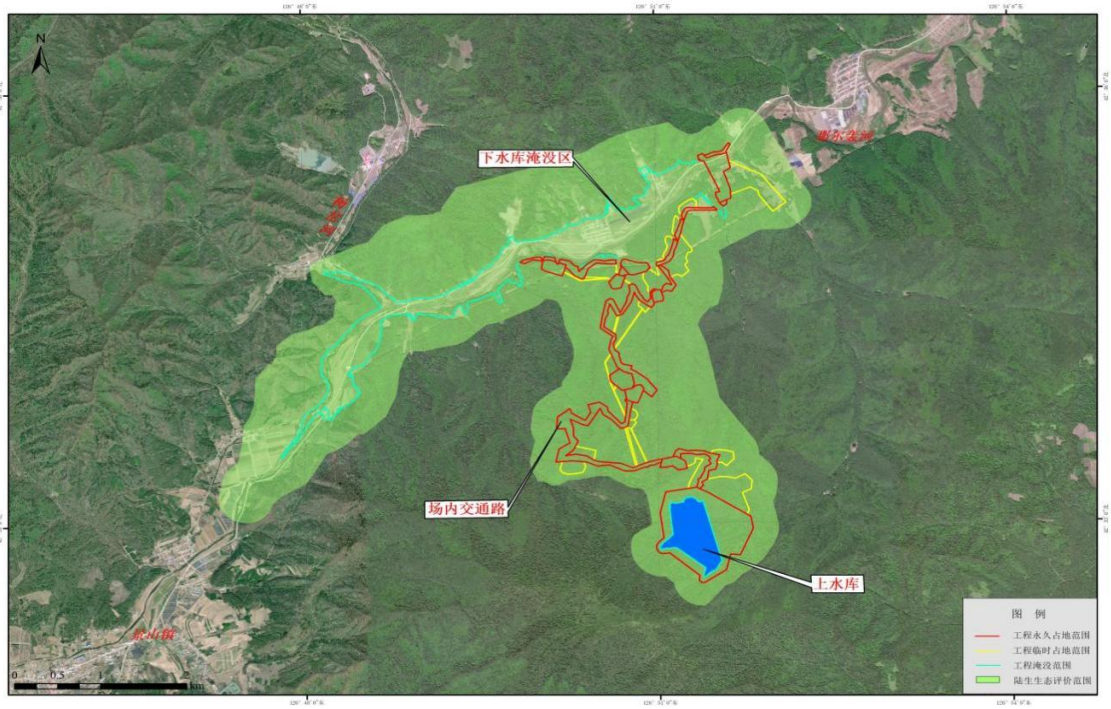


图 1.7-3 本工程陆生生态评价范围示意图

b）水生生态

水生生态评价范围同地表水环境评价范围。

1.7.3 声环境

电站建成运行后，噪声源发电机组深埋地下，基本不会对外环境产生噪声污染，声环境影响评价主要为施工期。根据《环影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）

中声环境影响评价范围的确定原则，确定本工程声环境影响评价范围为：上水库、下水库及地下系统的各施工区及周围 200m 范围，永久道路以及场内施工道路两侧 200m 范围内，详见图 1.7-4。

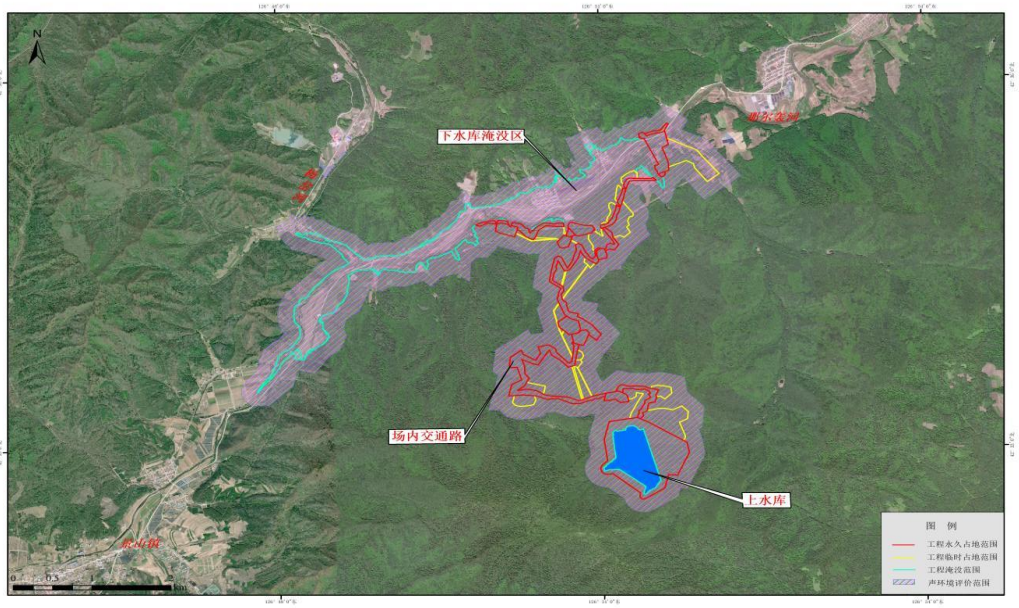


图 1.7-4 本工程声环境评价范围示意图

1.7.4 大气环境

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中评价范围的确定原则，确定本工程大气环境评价范围以工程区（上水库、下水库、输水系统、地下厂房等）为中心周边 2.5km，详见图 1.7-5。

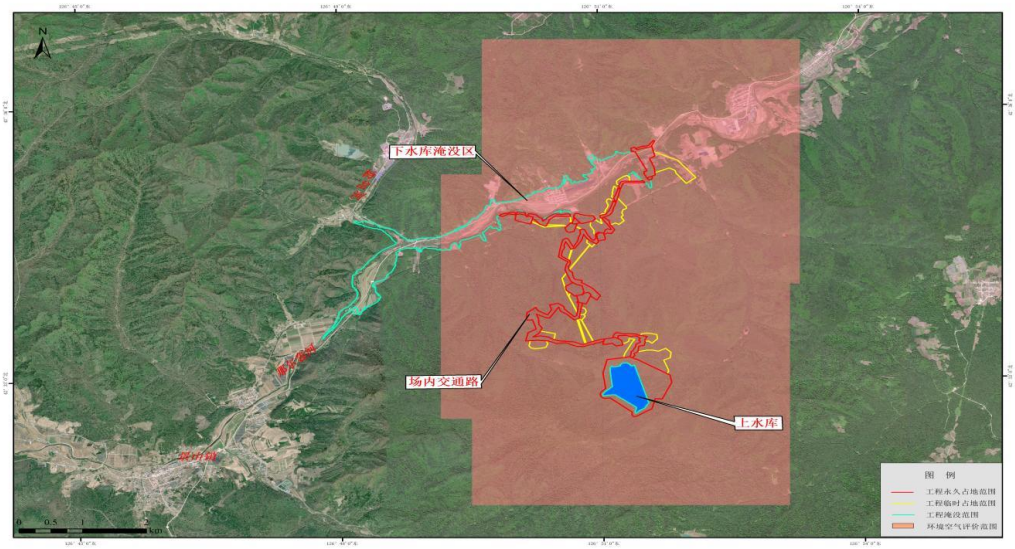


图 1.7-5 本工程大气环境评价范围示意图

1.7.5 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ 964-2018），本工程土壤环境影响评价范围确定为工程占地范围外 1km 范围内（含工程占地范围），详见图 1.7-6。

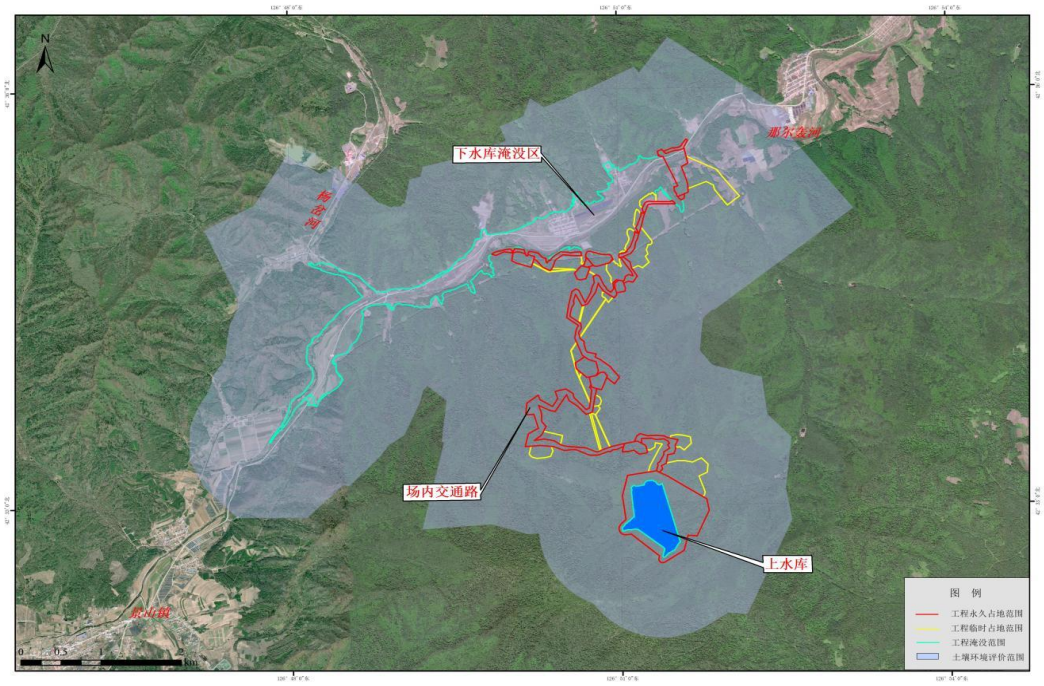


图 1.7-6 本工程土壤环境评价范围示意图

1.7.6 本工程评价等级、范围汇总

根据上述内容分析，确定本工程环境影响评价等级及范围详见表 1.7-1。

表 1.7-1 各环境要素评价等级及评价范围

环境要素	工作等级	评价范围
地表水	一级	上水库库区，下水库回水末端（含杨岔河回水至入那尔轰河河口）外延 1km 至那尔轰河入白山水库汇合口，河道总长约 34km。
地下水	三级	工程区域水文地质单元，评价区面积约 23.18km^2。
生态环境	一级	水生：同地表水环境评价范围。 陆生：包括枢纽工程建筑物、水库淹没区、专项复建区等永久占地、施工临时占地区域以及工程建设征地范围外第一重山脊线所形成的封闭区域，评价范围总面积约 19.67km^2。
声环境	二级	上水库、下水库及地下系统的各施工工区及周围 200m 范围，永久道路以及场内施工道路两侧 200m 范围内。
大气环境	二级	工程区（上水库、下水库、输水系统、地下厂房等）为中心周边 2.5km。
土壤	三级	工程占地范围外 1km 范围内（含工程占地范围）。

1.8 环境影响识别和评价因子

1.8.1 环境影响因素识别

在全面、深入开展工程区环境现状调查、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，结合本工程的工程任务、影响范围以及开发方式等基本情况，并参考国内同类水电项目环境影响及环境保护的实践经验，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，识别结果详见表 1.8-1。

表 1.8-1 环境影响识别一览表

环境要素	环境因子	影响源				识别结果
		工程施工	水库淹没	电站运行	移民安置及专项工程	
地表水环境	水质	-1R	-1L	-1R	0	-1L
	水文情势	-1L	-3L	-1L	0	-3L
地下水环境	水质	0	0	0	0	0
	地下水位	-2L	-3L	-1L	0	-3L
声环境	噪声	-1R	0	0	-1R	-1R
大气环境	环境空气	-1R	0	0	-1R	-1R
土壤环境	土壤	-2R	-1L	0	0	-1R
生态环境	水生生态	-1L	-2L	-1L	0	-2L
	陆生生态	-2L	-3L	±1L	-1L	-3L
社会环境	人群健康	-1R	0	0	0	-1R

注：①+、-分别表示有利影响和不利影响；②0、1、2、3 分别表示影响的程度忽略不计、小、中、大；③R、L 分别表示可逆和不可逆影响。

根据表 1.8-1，经筛选、识别确定本项目的主要环境影响因子是陆生生态、水生生态影响、水土流失以及水文情势，影响较小的环境因子主要是水质、环境空气、噪声、土壤环境、人群健康等。

1.8.2 评价因子筛选

结合吉林省靖宇抽水蓄能电站项目特性、环境背景情况以及环境保护相关要求，确定本项目评价因子并进行筛选，详见表 1.8-2 和表 1.8-3。

表 1.8-2 本工程环境影响评价因子筛选表

项目	评价因子	
	现状评价因子	预测因子
地表水环境	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD_5、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、透明度、叶绿素 a 等	水质、水位、流量、流速、水深等
地下水环境	pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、碳酸根、碳酸氢根、铁、锰、钾、钠、钙、镁、挥发性酚类、耗氧量、氨氮、总大肠菌群、细菌总数、亚硝酸盐、硝酸盐、氰化物、氟化物、汞、砷、镉、铬（六价）、铅、水位	水位、水质、涌水量、水库渗漏等
环境空气	SO_2、NO_2、TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3	TSP、PM_{10}
声环境	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级
土壤环境	农用地：pH、含盐量、镉、汞、砷、铜、铅、铬、镍、锌； 建设用地：pH、含盐量、镉、汞、砷、铜、铅、铬、镍、锌、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1，1-二氯乙烷、1，2-二氯乙烷、1，1-二氯乙烯、顺式-1，2-二氯乙烯、反式-1，2-二氯乙烯、二氯甲烷、1，2-二氯丙烷、1，1，1，2-四氯乙烷、1，1，2，2-四氯乙烷、四氯乙烯、1，1，1-三氯乙烷、1，1，2-三氯乙烷、三氯乙烯、1，2，3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1，2-二氯苯、1，4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯，硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、苯并（k）荧蒽、䓛、二苯并（a，h）蒽、茚并（1，2，3-cd）芘、萘等	土壤盐化
固体废物	/	工程弃渣、生活垃圾、危险废物
社会环境	社会经济、水利水电设施	社会经济、水利水电设施、人群健康

表 1.8-3 生态环境影响评价因子筛选表

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	施工活动以及运行期噪声、震动、灯光对野生动物行为产生干扰	短期、可逆	弱
		工程占地使得物种分布范围缩小	长期、不可逆	中
生境	生境面积、质量、连通性等	临时占地导致生境直接破坏或丧失	短期、可逆	中
		永久占地导致生境直接破坏或丧失	长期、不可逆	强
生物群落	物种组成、群落结构等	临时占地导致局部群落结构遭到破坏	短期、可逆	弱
		物种分布变化导致种群结构或种群动态发生变化	长期、不可逆	中
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	临时占地使区域植被覆盖、生产力、生物量及生态服务功能短时下降	短期、可逆	弱
		水库蓄水及永久工程占地区域生态系统类型发生部分变化	长期、不可逆	中
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	临时占地破坏植被	短期、可逆	弱
		永久占地生态系统变化导致区域生物多样性发生变化	长期、不可逆	弱
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	工程施工活动间接对主要保护对象、生态功能产生影响	短期、可逆	弱
自然景观	景观多样性、完整性	临时占地改变了区域景观类型	短期、可逆	弱
		水库淹没和工程建设永久占地直接改变了区域景观类型	长期、不可逆	中
水生生态	水生生境、饵料生物、鱼类资源及其三场	施工活动导致水体悬浮物增加，流量、流速波动	短期、可逆	弱
		蓄水期间改变下游流量、流速、水位	短期、可逆	弱

1.9 环境保护目标

1.9.1 环境敏感区

本工程占地及淹没范围不涉及自然保护区、自然公园等自然保护地、世界文化和自然遗产地、生态保护红线等法定生态保护区域，不涉及重要物种的天然集中分布区、栖息地，迁徙鸟类的重要繁殖地、停歇地、越冬地以及野生动物迁徙通道等重要生境；不涉及永久基本农田、重要湿地、饮用水水源保护区、重要矿场等；不涉及古树名木；所在河段无饮用水取水口。

本工程位于水土流失重点预防区、长白山生物多样性优先保护区域，占用天然林193.86hm^2；下水库淹没区及浸没区涉及一处县级文物，为新开河木场战斗址；根据现

场调查和资料收集，工程周边的环境敏感区主要包括吉林省生态保护红线、吉林松花江三湖国家级自然保护区（吉林松花江三湖湿地候鸟重要栖息地）、吉林省松花江三湖保护区等。工程距吉林靖宇国家级自然保护区最近距离约 21km。

工程周边主要环境敏感区详见表 1.9-1。

表 1.9-1　　本工程环境敏感区一览表

序号	环境敏感区名称	级别	相对位置	与本工程关系/最近距离	备注
1	生态保护红线	省级	西侧、北侧、东侧	下水库淹没区距生态保护红线最近距离约为 90m	水源涵养型
2	天然林	-	本工程建设征地范围涉及 193.86hm^2		永久占地涉及 130.54hm^2；临时占地涉及 63.32hm^2；淹没区涉及 121.54hm^2
3	长白山国家级水土流失重点预防区	国家级	工程区所在靖宇县全部位于该区域内		水土流失重点预防区
4	长白山生物多样性优先保护区域	国家级	工程区所在靖宇县全部位于该区域内		对保护生物多样性具有重要意义的区域
5	吉林松花江三湖国家级自然保护区（吉林松花江三湖湿地候鸟重要栖息地）	国家级	东侧	在地表水、水生生态评价范围内，工程距其边界（实验区）最近距离约为 16.2km	重点保护野生动物栖息地
6	吉林省松花江三湖保护区	省级	北侧、东侧	在大气环境、地表水、水生生态评价范围内，工程下水库淹没区距其远湖区边界最近直线距离约为 1.3km	
7	新开河木场战斗址	县级	下水库淹没区及浸没区涉及其保护范围及建设控制地带		文物保护单位
8	三角卧石战斗址	县级	西北侧	在大气环境、生态环境、声环境、土壤环境评价范围内，工程距其建设控制地带最近距离约为 50m	

1.9.2 环境保护目标

1.9.2.1 水环境

a）地表水

保护对象：上水库水质、下水库水质、下水库坝下那尔轰河水质、吉林松花江三湖国家级自然保护区及吉林省松花江三湖保护区内水质。

保护目标：维持地表水水质现状。上、下水库库区水质、下水库坝址下游的那尔轰河水质满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中 II 类标准。

保护要求：施工期和运行期各类废污水处理达标后全部回用，禁止排放；运行期加强上、下水库周边水环境的管理和控制，保护水库水质；水库初期蓄水和运行期进行合理调度，下水库下泄一定生态流量，保障下水库坝址下游生态环境用水。

b）地下水

保护对象：本工程所在区域无地下水集中式饮用水水源地，无特殊地下水资源保护区；下水库淹没区及永久占地范围内将占用 2 处分散式饮用水水源地（地下水），分别位于三角窝石村及杨岔河村四组，因工程建设前，三角窝石村及杨岔河村四组整体移民搬迁，因此不作为地下水保护对象。地下水环境保护目标为评价范围内地下水水质和水位。

表 1.9-2 本工程占地范围内农村分散式饮用水水源地情况

序号	饮用水水源保护范围名称	水源位置描述	类型	饮用水水源保护范围划定方案	供水地区	供水人口（人）
1	三角村三角窝石屯饮用水水源保护范围	前山大老房沟	引泉	保护面积 0.002826km^2。 保护范围：以泉眼为中心半径 30m 范围。 泉眼经纬度坐标：东经 126°50'35.98"，北纬 42°33'53.61"。	三角窝石屯	347
2	杨岔河村四组饮用水水源保护范围	村后山	引泉	保护面积 0.002826km^2。 保护范围：以泉眼为中心半径 30m 范围。 泉眼经纬度坐标：东经 126°48'56"，北纬 42°34'33"。	杨岔河村四组	52

保护要求：工程施工期间，采用有效措施防止出现施工涌水，确保工程建设不显著影响地下水水位；加强固体废物的管理和地下厂房溢油等风险管控，防止污染地下水。

1.9.2.2 生态环境

保护对象：评价范围内生态保护红线、水土流失重点预防区、长白山生物多样性保护优先区域、陆生生态系统、水生生物及水生生境。重点为评价范围内的红松、水曲柳、紫椴、黄檗等重点保护野生植物；梅花鹿、马鹿、花尾榛鸡等重点保护野生动物。

保护目标：保护生态敏感区及评价范围内的生态环境，降低对水生生态、陆生生态环境的影响。

保护要求：避免对工程施工管理区外动植物扰动，尽量减少对施工区动植物扰动。施工期加强对鱼类的保护，运行期保障下水库坝址下游河段内生态环境用水的需要。采取有效、可行的工程措施和植物措施，减少工程建设中新增水土流失量，施工结束后，对各类临时施工场地实施植被恢复。对工程占地和淹没区的珍稀保护植物采取避让或移栽等保护措施。

1.9.2.3 环境空气

保护对象：工程下水库分布的三角窝石村及杨岔河村四组在工程建设前移民搬迁，因此不作为环境空气保护对象。本工程环境空气保护对象为工程枢纽和施工场地周边及评价范围内的吉林省松花江三湖保护区、新胜村的环境空气质量。

保护目标：施工期及运行期，吉林省松花江三湖保护区内环境空气质量满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中一级标准，工程区环境空气质量满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中二级标准。

保护要求：采取有效措施将扬尘、尾气、粉尘等对周围环境空气质量的影响降到最低，大气污染物排放浓度达到《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）的无组织排放浓度限值；混凝土生产系统水泥粉筒仓粉尘排放满足《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）。

1.9.2.4 声环境

本工程施工区及施工道路 200m 范围内无声环境敏感目标。

保护要求：维护工程所在区域及周边区域的声环境，不因工程施工造成工程区域声环境质量显著下降。施工场界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB

12523-2011）的要求。运行期厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中 1 类标准。施工期及运行期，工程区域声环境质量满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 1 类标准。

1.9.2.5 社会环境

保护目标：本工程不涉及吉林省“三区三线”划定的永久基本农田，不压覆重要矿产资源，社会环境保护目标主要为搬迁安置移民、下水库坝址下游受本工程建设运行影响的天合兴水电站、工程建设涉及的县级文物新开河木场战斗址、评价范围内涉及的县级文物三角卧石战斗址。

保护要求：应当按相关政策对搬迁安置移民予以妥善安置，确保其生活水平不降低；对受影响的天合兴水电站应按相关政策给予合理补偿。对于工程建设涉及的新开河木场战斗址，采取地形测绘、综合制图、留存照片视频等全面信息采集措施进行处理。对于评价范围内涉及的三角卧石战斗址，应严格控制施工范围，避免占用。

本工程环境保护目标汇总见表 1.9-3。

表 1.9-3　　本工程环境保护目标一览表

环境要素		保护对象	规模及特征	与本工程关系	主要影响源	可能造成的影响	保护要求
水环境	地表水环境	上水库、下水库库尾至那尔轰河入白山水库汇合口的河段	河段总长约34km；执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中II类标准	上、下水库所在河流水系	施工期、运行期产生的废污水及水文情势变化	1）施工期、运行期的废污水入河，影响水体水质； 2）水库初期蓄水和运行期影响下水库坝下河道水文情势	1）施工期和运行期各类废污水处理达标后全部回用，禁止排放； 2）运行期加强上、下水库周边水环境的管理和控制，保护水库水质；水质满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中II类标准； 3）水库初期蓄水和运行期进行合理调度，下水库下泄一定生态流量，保障下水库坝址下游生态环境用水，减小水文情势影响
		吉林省松花江三湖保护区	面积 1144710hm^2	下水库淹没区距其边界最近距离约为 1.3km			
		吉林松花江三湖国家级自然保护区	面积152328.01hm^2	下水库坝址距其边界（实验区）最近距离约为16.2km			
	地下水环境	评价范围内地下水水质、水位	评价范围面积约23.18km^2	本工程所在区域的水文地质单元	施工期、运行期产生的废污水；施工开挖及蓄水对水位的影响	施工期、运行期废污水污染地下水质； 施工期上水库库盆、输水系统等开挖造成地下水水位下降	1）施工期采用有效措施防止施工涌水，不显著影响地下水水位； 2）地下水质执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）的III类标准

续表 1.9-3　　本工程环境保护目标一览表

环境要素		保护对象	规模及特征	与本工程关系	主要影响源	可能造成的影响	保护要求
生态环境	陆生生态	陆生生态系统、景观、植被、陆生动植物	项目永久占用林地 295.06hm^2、耕地 102.16hm^2、园地 1.76hm^2、草地 0.31hm^2；临时占用林地 73.56hm^2	工程占地范围内	施工期施工占地、开挖等	1）工程占地、生境破坏等，造成生物量损失； 2）施工活动对野生动物产生干扰	1）保护工程所在区域陆生生态系统完整性，加强施工期管理，避免扰动施工管理区范围外的动植物，禁止捕杀野生保护动物； 2）采取有效、可行的工程措施和植物措施，减少工程建设中新增水土流失量，施工结束后，对各类临时施工场地实施植被恢复
		重点保护野生植物	国家二级重点保护野生植物 64321 株，其中红松 9830 株、紫椴 22851 株、黄檗 15916 株、水曲柳 15694 株、野大豆 15 株、软枣猕猴桃 15 株		水库淹没和工程占地	工程区减少重点保护野生植物数量	优先避让，进行就地保护，不能就地保护的进行就近或异地移栽保护
		重点保护野生动物	国家一级重点保护野生动物 1 种，为梅花鹿；国家二级重点保护野生动物 17 种，包括花尾榛鸡、鸳鸯、灰脸鵟鹰、松雀鹰、普通鵟、雀鹰、凤头蜂鹰、红隼、燕隼、红脚隼、红胁绣眼鸟、豹猫、马鹿、赤狐、貉、亚洲黑熊、黄喉貂等		工程施工和运行	施工期生境占用、噪声的驱赶、夜间灯光等会对重点保护动物产生不利影响	1）控制施工范围，严禁越界施工； 2）采取有效措施，控制施工噪声、夜间灯光等影响源的排放

续表 1.9-3（完）　　本工程环境保护目标一览表

环境要素		保护对象	规模及特征	与本工程位置关系	主要影响源	可能造成的影响	保护要求
生态环境	水生生态	水生生态系统	下水库库尾至汇入白山水库汇合口的那尔轰河河段，河段总长约 34km	工程影响水域	施工期、运行期废污水；工程取水影响	1）施工期、运行期的废污水入河，会对水生生物造成影响； 2）下水库拦河坝会对那尔轰河流量和水文情势造成影响	1）施工期和运行期各类废污水处理达标后全部回用，禁止排放； 2）水库初期蓄水和运行期进行合理调度，下水库下泄一定生态流量，保障下水库下游生态环境用水； 3）开展补偿性增殖放流保护措施； 4）开展栖息地保护措施
		重点保护水生野生动物	国家二级重点保护水生野生动物 1 种，为东北七鳃鳗			施工期、运行期废污水、水文情势影响；运行期取水口卷吸、大坝阻隔影响等	
环境空气		新胜村居民	常驻约 200 户	距下水库坝址下游 1200m	施工期进场道路施工及交通运输产生的扬尘	施工期可能造成居民点的环境空气质量下降	居民点和周边空气质量符合《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准
		吉林省松花江三湖保护区	面积 1144710hm^2	下水库淹没区距其边界最近距离约为 1.3km	施工期施工及交通运输产生的扬尘	施工期可能造成保护区内的环境空气质量下降	保护区内空气质量符合《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）一级标准
社会环境		搬迁安置移民	至规划设计水平年（2026 年）搬迁安置人口 404 人	本工程建设征地范围内	水库淹没和工程占地	移民安置可能会影响移民生产条件与居住环境	保证移民生产条件与居住环境满足其要求
		天合兴水电站	引水式电站，总库容 8 万 m^3，装机容量 500kW	距下水库坝址下游约 10km	工程施工、水库初期蓄水改变坝下河段水量	影响发电量，造成经济损失	按相关政策给予合理补偿
		新开河木场战斗址	县级文物	本工程建设征地范围内	水库淹没和工程占地	可能会受施工及人员活动破坏	采取地形测绘、综合制图、留存照片视频等全面信息采集措施进行处理
		三角卧石战斗址	县级文物	工程距其建设控制地带最近距离约为 50m	水库淹没和工程占地	可能会受施工及人员活动破坏	严格控制施工范围，避免占用

1.10 评价水平年

环境现状评价水平年为2023年。环境影响预测评价包括施工期和运行期。其中，施工期评价时段为工程施工全过程，环境影响预测评价水平年为施工期高峰年（施工期第四年）及初期蓄水期（施工后第5年4月至第7年9月末），运行期环境影响预测评价水平年为工程竣工后第3年。

1.11 评价重点

根据电站工程所处的地理位置、工程特点，确定本次评价的重点为工程施工对陆生生态、水生生态和水环境的影响评价。运行期环境影响评价重点是水环境和水生生态影响评价。

1.12 评价工作程序

按照环境影响评价技术导则，本工程环境影响评价工作程序见图1.12-1。

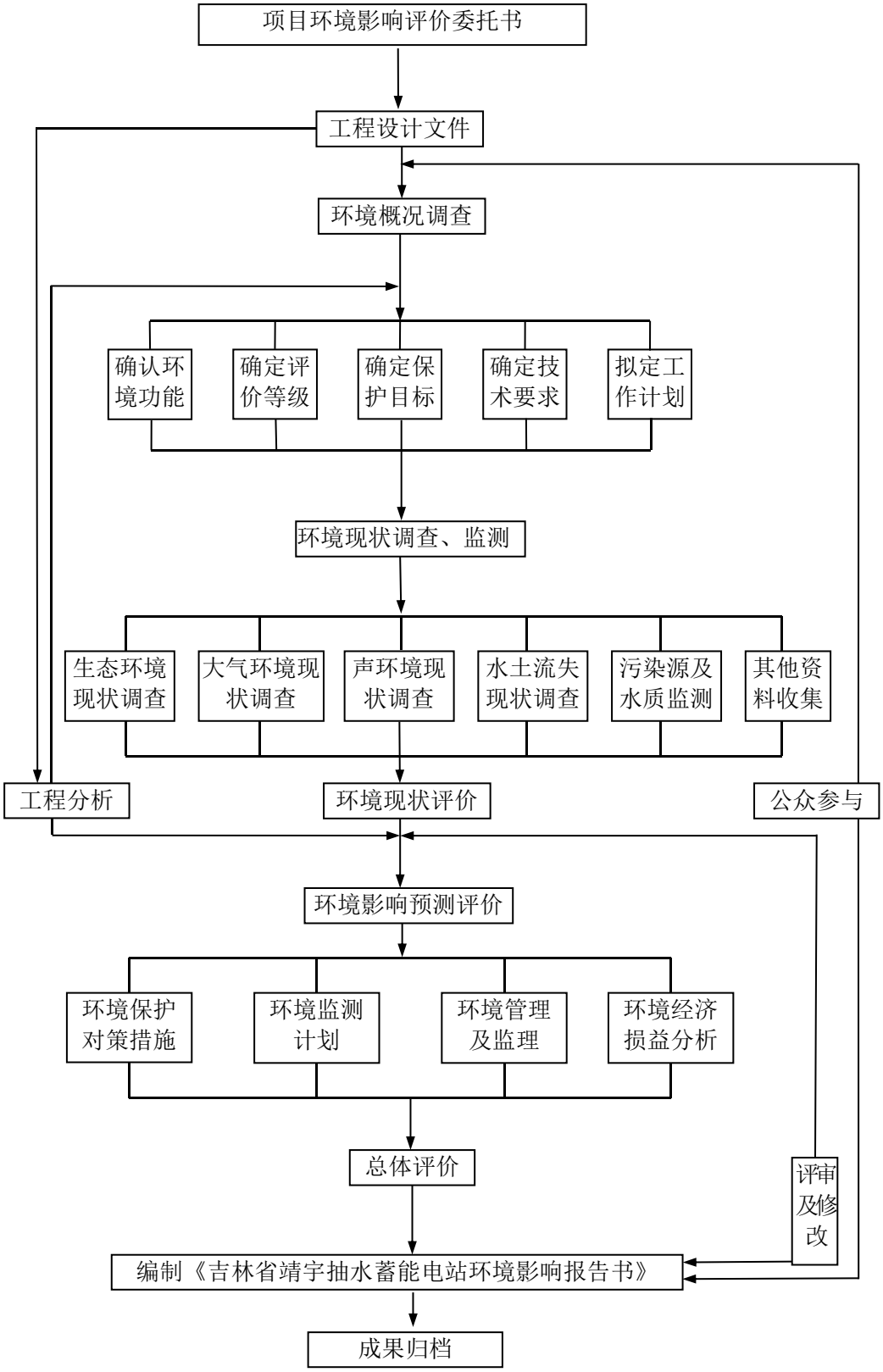


图 1.12-1 吉林省靖宇抽水蓄能电站环境影响评价工作程序

2 工程概况

2.1 工程地理位置

吉林省靖宇抽水蓄能电站位于吉林省白山市靖宇县境内，下水库位于那尔轰河三脚窝石村下游 1.3km；上水库位于那尔轰河右侧新开河谷沟首。工程区距长春市、白山市和靖宇县的直线距离分别为 184km、80km 和 18km。工程地理位置见附图 1。

2.2 工程所在流域规划及相关规划情况

2.2.1 流域概况

吉林省靖宇抽水蓄能电站位于那尔轰河流域。那尔轰河为头道松花江左侧支流，发源于吉林省靖宇县景山镇亮甸子村四方顶子山东南坡，于靖宇县赤松镇河南村东汇入白山水库库区，河长 69.9km，河道平均比降 7.7‰，流域面积 820km^2。那尔轰河为山区河流，区内山峰较多，沟谷深切。流域内洪水源短流急，洪峰流量大，涨落较快。主要支流有杨岔河、西南岔河、东北岔河、赤松河等，支流水系多呈枝状汇入主河道。

那尔轰河流域水系图见图 2.2-1 及附图 2。



图 2.2-1 流域水系图

2.2.2 流域水资源开发利用现状

2.2.2.1 水电工程现状

那尔轰河流域除天合兴电站和双桥电站外，无其他规划电站。天合兴电站为已建电站，双桥电站为在建电站，但至今一直处于停滞状态。

a）天合兴电站

那尔轰河流域已开发水力资源站点 1 座，为天合兴电站，总库容 8 万 m^3，主要功能为发电，无防洪及供水任务。该电站位于靖宇县景山镇境内，那尔轰河上游，于 1977 年开工建设，1980 年正式投产发电，为私营企业。电站为引水式电站，装有 2 台机组，装机容量为 500kW，设计年发电量 185×10^4kW·h。坝址距离本工程下水库坝址河道距离约 10km。





图 2.2-2 天合兴电站现状照片

由于天合兴电站属于引水式电站，虽然拦河坝较低，但也造成了坝址下游约 2km 的减水河段，对河流的水系连通性造成阻隔。目前无生态流量保障措施，下游生态流量得不到保障，对坝下河段水生态产生不利影响。根据《靖宇县水利局关于靖宇县农村小水电站整改分类情况的报告》，天合兴电站属整改类。《靖宇县那尔轰河流域综合规划环境影响报告书》中提出天合兴电站需以规划确定的生态流量为依据，对生态流量泄放设施、生态流量监控设施进行设计改造，保障下游生态环境用水。

b）双桥电站

双桥电站为低坝引水式电站，装机容量 0.272×10^4kW，设计年发电量为 0.0952×10^8kW·h，电站现已搁置十余年。根据《水利部 发展改革委 自然资源部 生态

环境部 农业农村部 能源局 林草局关于进一步做好小水电分类整改工作的意见》（水电[2021]397 号）“第二条：位于自然保护区核心区、缓冲区（未分区的自然保护区视为核心区和缓冲区）的小水电列为退出类。”“第四条：强化规划引领，严格控制增量：除巩固脱贫攻坚成果、保障海岛边防等偏远地区和电网未覆盖地区供电安全、建设引调水等综合利用水利工程兼顾发电外，原则上不再新建小水电项目。对于已审批但未开工建设项目，应当重新进行评估。”双桥电站地处那尔轰河中下游，位于吉林松花江三湖国家级自然保护区核心区，且电站至今一直处于停滞建设状态，属于[2021]397 号文中原则上不再新建和退出类小水电项目。

2.2.2.2 水资源利用现状

靖宇县多年平均水资源总量为 13.21 亿 m^3，其中地表水资源量为 13.16 亿 m^3，地下水资源量为 3.67 亿 m^3，地表水与地下水重复计算量为 3.62 亿 m^3。2022 年靖宇县用水总量 2160 万 m^3，其中地表水供水量 292 万 m^3，地下水供水量 1857 万 m^3，污水回用量 11 万 m^3。农田灌溉、林牧渔畜、工业、城镇公共、居民生活及生态环境用水量分别为 308 万 m^3、552 万 m^3、314 万 m^3、361 万 m^3、454 万 m^3、171 万 m^3。经现场调查，那尔轰镇及景山镇生活用水均取自地下水，利用深井或引泉。

2.2.3 那尔轰河流域综合规划及规划环评概况

为加强那尔轰河水资源保护、水电开发利用，健全防洪减灾体系，完善流域综合管理体制机制，受靖宇县发展和改革局委托，淮安市水利勘测设计研究院有限公司于 2023 年 10 月编制完成了《靖宇县那尔轰河流域综合规划》，该规划包括防洪规划、水资源规划、水利发电规划、水生态保护与修复规划、水土保持规划、重大水工程规划等内容，在已有《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》等工作基础上，规划建设吉林省靖宇抽水蓄能电站（1800MW）。2024 年 1 月，靖宇县人民政府以“靖政函发[2024]6 号”对该规划进行了批复。

受靖宇县发展和改革局委托，淮安市水利勘测设计研究院有限公司于 2023 年 10 月完成了《靖宇县那尔轰河流域综合规划环境影响报告书》的编制工作；2024 年 1 月，白山市生态环境局靖宇县分局以“白环靖字[2024]1 号”对该报告书出具了审查意见。

2.2.4 抽水蓄能中长期发展规划

2021 年 1 月，受吉林省能源局委托，中水东北公司启动吉林省新一轮抽水蓄能中长期规划选址报告编制工作。2021 年 7 月，中水东北公司编制完成并向吉林省能源局提交了《吉林省新一轮抽水蓄能中长期规划需求报告（2021-2035 年）》，经对吉林省普查站点地形、地质条件、水源情况、工程布置、环境影响、水库淹没以及新能源基地、负荷中心距离等因素的进一步比较筛选，选择通化、卧龙湖、前河、**景山屯**等 22 个站点作为吉林省抽水蓄能电站中长期规划站点，总装机容量 32300MW。

2021 年 9 月，国家能源局印发实施《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》，吉林省共纳入重点实施项目 7 个，分别为通化、卧龙湖、前河、大沙河、大沟河、塔拉河、**景山屯**站点，总装机规模 920 万 kW，均为“十四五”重点实施项目。景山屯（靖宇县）站点作为“十四五”重点实施项目纳入中长期规划，主要承担吉林电网调峰、填谷、储能、调频、调相及紧急事故备用等任务。

2024 年 2 月，吉林省能源局发布《吉林省抽水蓄能中长期发展规划 2024-2028 年项目布局优化调整报告》，吉林省抽水蓄能中长期发展规划 2024-2028 年项目共计 9 个，总容量 1220 万 kW。其中**靖宇景山屯抽蓄（180 万 kW）**为已纳入中长期规划调增项目。



图 2.2-2 吉林省抽水蓄能电站规划布局示意图

2.3 工程建设的必要性

a）促进新能源消纳，保障“30·60”碳排放目标如期实现

2020 年 9 月，习总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出我国应对全球气候变化国家资助贡献目标：“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”。

2020 年 12 月，习近平总书记在气候雄心峰会上发表《继往开来，开启全球应对气候变化新征程》的重要讲话，宣布中国国家自主贡献一系列新举措，并提出 2030 年“中国非化石能源占一次能源消费比重将达到 25%左右，风能、太阳能发电总装机容量达到 12 亿 kW 以上”的宏伟目标。为实现“30·60”碳排放目标，国家能源结构亟需转型，可再生清洁能源将进入跨越式发展阶段。

2022 年 4 月吉林省政府发布《关于“一主六双”高质量发展战略专项规划的通知》提出，积极推进吉林西部能源基地有序化、规模化开发，打造大型清洁能源消纳基地、外送基地、制氢基地，将基地建成吉林“陆上风光三峡”和国家松辽新能源保障基地的核心区。根据全省新能源资源分布、新能源开发现状以及“一主六双”等相关规划，预计 2035 年全省新能源装机容量可达 44000MW（风电 34000MW，光伏 10000MW）。

风电、光伏发电由于其随机性、间歇性的特点，不能提供持续稳定功率，发电稳定性和连续性较差，对电力系统实时平衡、保持电网安全稳定运行带来巨大挑战。未来将构建以新能源为主的，辅以大规模调峰储能设施的电力系统。目前，抽水蓄能是目前技术成熟、运行可靠、经济性好，适合大规模开发的储能调峰电源。未来一定时期内将形成以抽水蓄能为主、辅以火电灵活性改造和化学储能的调峰储能结构。因此，吉林省靖宇抽水蓄能电站项目是符合国家能源结构转型、建设以新能源为主的新型电力系统的总体战略，对促进吉林省 2035 年 44000MW 新能源消纳，保障“碳达峰、碳中和”目标实现是必要的。

b）是缓解吉林电网调峰困难、提高电网调峰能力的需要

根据相关预测，吉林电网 2035 年最大负荷为 26160MW。尽管吉林省常规水电规模达 4845MW，但丰满、白山等大型水电站供电范围为东北电网，因此网内火电仍然是主力调峰电源，由于吉林地处高寒地区，供热机组比例高，导致供暖期系统调峰能

力经常不足；而且吉林省有丰富的风能和太阳能资源，随着新能源、特别是风电的大规模并网，其反调峰特性将加剧电网调峰矛盾。综合考虑吉林电网调峰需求，并配合新能源外送，经电源优化配置分析计算，2035 年吉林省需要 12100MW 抽水蓄能容量达到系统电源的合理配置。在已建白山抽水蓄能 300MW、敦化抽水蓄能 1400MW 和在建蛟河抽水蓄能 1200MW 基础上，2035 年需新增抽水蓄能电站的容量空间为 9200MW。由此可见，吉林电网 2035 水平年抽水蓄能缺额较大。

因此，从缓解吉林电网调峰困难、提高电网调峰能力来看，在吉林省开发建设一定规模的抽水蓄能电站，是从根本上解决吉林电网调峰缺额问题的最有效措施。靖宇抽水蓄能电站的开发建设，有利于提高吉林电网的调峰能力，改善吉林电网的调峰状况，有效缓解吉林电网调峰的迫切要求。

c）是优化吉林电网电源结构的重要手段

吉林省是以火电为主的电网，火电机组中大部分又是煤电。贯彻落实国家能源政策，未来吉林省将严格控制煤电规模。吉林省水电开发程度较高，达到 84%左右，剩余基本为小水电，开发潜力较小。因此，吉林省急需进行电源结构调整。

未来吉林省将构建以火电为基础，新能源为主体的电源结构，而抽水蓄能电站在新型电源结构中将起到至关重要的作用。因此，从促进新能源发展，优化吉林省电源结构角度来看，建设靖宇抽水蓄能电站是非常必要的。

d）节能减排、环境效益显著

吉林电网主要以燃煤火电为主，对煤炭等化石能源依赖程度较高。吉林省靖宇抽水蓄能电站的投入运行可最大限度的承担吉林电网调峰填谷任务，使火电更多地承担系统的基荷和腰荷，尽量在经济运行区运行，系统煤耗下降，污染物排放量减少；对于水电、风电而言，吉林省靖宇抽水蓄能电站的投入可使省内水电站汛期尽量在基荷运行，减少弃水，充分利用水资源发电，还可以配合风电、光伏发电运行，提高新能源发电上网率，以替代火电发电量，减少电力系统煤炭消耗量。

抽水蓄能电站本身是清洁能源，基本不产生污染。抽水蓄能电站的投入运行，电网系统发电量有所增加，但是由于改善了火电机组运行条件，系统煤耗减少，使电力系统排放到大气中的污染物减少，起到了节能减排，优化社会环境的效果。经估算，

靖宇抽水蓄能电站的投入运行可使吉林电网每年节约标煤 132.27 万 t，折合原煤 185.17 万 t，相应每年减少各种大气污染物的排放量为：二氧化碳（CO_2）346.54 万 t，二氧化硫（SO_2）1.12 万 t，节能减排效益显著。

e）可促进地方经济高质量发展

靖宇抽水蓄能电站的开工建设，将大大改善当地交通条件，改善投资环境，吸引外来资金兴办产业，增加当地居民的就业机会，促进农民持续增收，有利于促进农村经济发展；同时电站建成后可增加当地财政收入，从而带动和促进地区国民经济的全面发展，使资源优势早日转化成经济优势。

靖宇抽水蓄能电站位于吉林省白山市靖宇县境内，其建设对靖宇县经济增长具有一定的拉动作用，并可增加地方财政收入。建设期大量的建设资金投入将拉动当地国民经济增长。电站建成发电后，对地方财政税收的贡献主要有从国税增值税和企业所得税分成，此外还有一些地方销售税金附加，从电站建成正式投产后，每年可带来约 11576 万元的增值税收入，按地方财政留成 50%计，地方增值税收入约为 5788 万元，每年还可收取城市维护建设税和教育费附加约 1158 万元；根据项目投资财务现金流量表，在 40 年经营期，电站将共交纳企业所得税约 33.39 亿元，其中地方按 40%分成，可分得 13.35 亿元，平均每年 3339 万元；以上三项合计，地方每年可增加税收共 10285 万元。

通过本项目建设带动投资和产业发展，提供就业岗位，通过人口集聚拉动消费，还将创造较大的交通、仓储、餐饮住宿、旅游等第三产业劳动力就业机会。

电站建设可改善交通和当地生活基础设施，引进先进的生产方式和生活方式，使土地升值等。还将提供大量的清洁能源，节约煤炭，减少碳排放，环境效益显著。上下水库建成蓄水后形成的湖面，可形成新的旅游景点，促进当地旅游业发展，进而拉动当地经济发展。

2.4 工程任务与规模

2.4.1 工程任务

吉林省靖宇抽水蓄能电站上、下水库均不承担其他综合利用任务，为抽水蓄能专用水库，上、下水库库容均按日调节纯抽水蓄能电站蓄能要求设置，水库防洪主要考

虑电站枢纽建筑物运行安全的要求，不承担下游防洪任务。

本电站建成后，主要承担吉林电网调峰、填谷、储能、调频、调相及紧急事故备用等任务，将提升吉林电网的调峰、填谷及新能源消纳和外送能力，对改善吉林电网的供电质量，维护电网安全、经济、稳定运行都有较大作用。

2.4.2 工程规模

根据《防洪标准》（GB 50201-2014）和《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》（DL 5180-2003），本电站工程规模按装机容量确定为一等大（1）型工程。

本电站为日调节抽水蓄能电站，装机容量 1800MW（6×300MW），连续满发小时数 6h，年设计发电利用小时数为 823h，设计年发电量 14.81×10^8kW·h，设计年抽水电量 19.75×10^8kW·h，综合效率约为 75%，拟以两回 500kV 线路接入磐石 500kV 变电站。上水库流域集水面积 1.88km^2，校核洪水位 884.65m，设计洪水位 884.20m，正常蓄水位 883.00m，死水位 836.00m，总库容 1618 万 m^3，调节库容 1426 万 m^3，死库容 127 万 m^3。下水库坝址以上流域面积为 234.4km^2，校核洪水位 514.05m，设计洪水位 513.98m，正常蓄水位 513.00m，死水位 500.00m，总库容 2467 万 m^3，调节库容 1882 万 m^3，死库容 348 万 m^3。

2.5 工程项目组成与工程特性

2.5.1 工程项目组成

吉林省靖宇抽水蓄能电站主要由主体工程、施工辅助工程、公用工程、建设征地与移民安置和环境保护专项等工程组成。

工程组成详见表 2.5-1。

表 2.5-1 吉林省靖宇抽水蓄能电站项目组成表

分类	工程项目	主要组成
主体工程	上水库	上水库位于那尔轰河右侧新开河谷沟首，沟口筑坝成库。正常蓄水位883.00m，死水位 836.00m，总库容 1618 万 m^3，工作水深 47m。上水库主要建筑物有混凝土面板堆石坝、局部垂直防渗、排水廊道等；不设泄洪放空设施，洪水全部蓄存于库内。
	下水库	下水库坝址位于那尔轰河景山镇三脚窝石村下游 1.3km。正常蓄水位为513.00m，死水位 500.00m，总库容 2467 万 m^3，工作水深 13m。下水库主要建筑物有碾压混凝土重力坝、泄洪建筑物等。
	输水系统	输水系统布置在那尔轰河三脚窝石村和五斤顶子山之间的山体内，共布置三套独立的输水系统，每套输水系统由引水系统和尾水系统两部分组成，引水、尾水系统均采用一洞两机的布置形式。输水系统总长（沿 4#机）3491.14m，其中引水系统长 1793.15m，尾水系统长 1697.99m。引水系统由上水库进/出水口、引水隧洞、引水调压室、压力管道、高压引水岔管及高压引水支管等建筑物组成；尾水系统由尾水支管、尾水事故闸门室、尾水岔管、尾水调压室、尾水隧洞、下水库进/出水口等建筑物组成。
	地下厂房及地面开关站	地下厂房采用中部布置方式，厂房埋深 250m～270m，由主厂房洞、主变洞、母线洞、进厂交通洞、通风洞、尾闸洞、出线平洞、出线竖井、排风平洞、排风竖井、排水廊道和地面 GIS 开关站等建筑物组成。
	业主营地	业主营地场地位于下水库大坝右岸上游 2.1km 处，地形平缓，占地面积 3.89hm^2。营地规划总建筑面积约 21390m^2，其中生活办公区 18450m^2，仓储区 2940m^2。
	永久公路	新建场内永久交通道路共 6 条，总长度为 14.77km。
施工辅助工程	施工导流	上水库大坝：库周截排水沟、库内机械抽排。 上水库进/出水口：采用编织袋土围堰进行挡水，机械抽排设备排水，利用岩塞或闸门挡水度汛。 下水库大坝一期围堰：先围左岸，利用右岸滩地开挖的导流明渠过流。 下水库大坝二期围堰：围护右岸主河床，由一期形成的大坝泄流底孔泄流。 下水库进/出水口：采用土石围堰挡水，泄水建筑物与下水库一期导流相同，即利用坝体一期导流明渠泄流，全年施工导流方式。
	施工料场	不设置料场，利用上水库库盆开挖料、下水库库区开挖料和地下洞室开挖料。

续表 2.5-1 吉林省靖宇抽水蓄能电站项目组成表

分类	工程项目	主要组成
施工辅助工程	施工营地	施工营地 2 处，上水库施工营地布置在上水库西北侧约 1.5km 处，沿#Y1 永久道路布设，占地面积 2.0hm^2，施工期施工高峰人数 1450 人；下水库施工营地布置在下水库进出水口西侧，沿着#Y2 永久道路布设，占地面积 4.0hm^2，施工期施工高峰人数 1500 人，机电安装施工高峰人数 500 人。
	施工道路	临时道路总长度为 15.66km。
	施工辅助企业	砂石加工系统：共 2 套，分别为上水库垫层料加工系统和下水库混凝土骨料加工系统。
		混凝土生产系统：共 3 套，分别为上水库混凝土生产系统、下水库常态混凝土生产系统、下水库碾压混凝土生产系统。
		机械修配厂及汽车保养站：共 3 处，分别位于上水库施工区、下水库坝后、下水库施工区。
		机械设备停放场：共 3 处，分别位于上水库施工区、下水库坝后、下水库施工区。
		钢筋及木材加工厂：共 2 处，上、下水库施工区各 1 处。
		金属结构拼装厂：共 2 处，下水库坝后、下水库施工区各 1 处。
		钢管加工厂：在下水库施工区设置 1 处。
	施工堆场	骨料暂存场 2 处，分别为下水库骨料暂存场、下水库库内骨料暂存场； 表土暂存场 2 处，即上水库表土暂存场和下水库表土暂存场。
	弃渣场	不设置弃渣场，工程余料综合利用。
公用工程	供水系统	共设 1 套供水系统，水源取自那尔轰河，采用三级泵站布置；生活用水经净化消毒处理。
	供电系统	由附近景山变电站引接 1 回 66kV 电源进线，输电线路约为 30km。
	供暖系统	施工及运行期均采用电采暖。
建设征地	建设征地	建设征地总面积 504.49hm^2，其中：永久征收土地 421.71hm^2；临时征用土地 82.78hm^2。
	移民安置	至规划设计水平年（2026 年）生产安置人口 399 人，涉及景山镇三脚窝石村、杨岔河村和新胜村，规划采用自行安置方式；搬迁安置人口 404 人，涉及景山镇三脚窝石村、杨岔河村，初步规划三脚窝石村移民采用集中安置和分散相结合安置方式，集中安置搬迁人口去向为景山村居民点，分散安置搬迁人口去向为靖宇县城；杨岔河村移民采用本村后靠分散安置方式。
	专项复改建	各级公路 16.6km、中桥 2 座、66kV 线路 7.5km、10kV 线路 8.68km，电信及广播电视线路 63.2km、通信基站 2 个。

续表 2.5-1（完） 吉林省靖宇抽水蓄能电站项目组成表

分类	工程项目		主要组成
环保工程	永久工程	生态环境	下水库设置生态流量泄放管，生态流量下泄要求为 4 月~9 月 0.771m³/s，10 月~次年 3 月 0.257m³/s，并设置生态流量在线监测系统。
		水环境	业主营地和厂房值班室生活污水：均采用一体化生活污水处理设备。 发电机组检修废水：采用油水分离器进行处理。
			地下水：废污水处理后回用，上水库局部垂直防渗；设置水位观测井。
		固体废物	运行期生活垃圾收集后运至靖宇县生活垃圾填埋场处理；在地下厂房设置 1 处危废暂存间，委托有资质单位处置。
	临时工程	生态环境	做好施工管理、动植物保护和生态法律法规的宣传工作；植被恢复、国家重点保护野生植物移植；开展鱼类增殖放流措施；采取栖息地保护措施。
		大气环境	对开挖区域、爆破面喷雾抑尘，采用产尘量小的微差爆破技术；道路、堆场洒水降尘；运输车量加盖苫布等。混凝土生产系统仓筒上方设置布袋除尘器，搅拌楼密闭并配备布袋除尘器；砂石加工系统采用湿法破碎、筛选工艺。
		声环境	采用低噪声设备、加强设备维护保养、合理布置施工系统、避免夜间高噪声施工、限制车速等降噪措施。
		废水处理	砂石加工废水采用高效旋流净化法进行处理，处理后回用于砂石加工系统自身；混凝土生产系统废水采用沉淀法进行处理，处理后回用于混凝土生产系统自身；修配系统废水采用成套油水分离设备进行处理，处理后回用于洒水降尘；洞室排水采用高效旋流净化法进行处理，处理后回用于施工或洒水降尘；基坑排水采用絮凝沉淀法进行处理，处理后回用于洒水降尘；生活污水采用一体化污水处理设备进行处理，处理后回用于洒水降尘、绿化。
		固体废物	施工开挖弃料综合利用，用于坝后压坡和坝后场地平整；生活垃圾利用垃圾箱分类收集后，运至靖宇县生活垃圾填埋场处理；施工危险废物设危废暂存间，委托有资质单位处置。
		地下水	废污水处理后回用，采取分区防渗措施。
		人群健康	设置卫生防疫机构，施工人员进场前进行卫生检疫与建档，施工人员定期健康检查、定期对施工生活区进行消毒等。
		环境监测	开展施工期废污水、地表水、地下水、生活饮用水、噪声、大气环境、土壤监测，陆生生态与水生生态调查；运行期地表水、地下水、陆生生态与水生生态调查。

2.5.2 工程特性

本工程主要特性指标详见表 2.5-2。

表 2.5-2 吉林省靖宇抽水蓄能电站工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
一	**水文**			
（一）	上水库			
1	流域面积			
	控制流域面积	km^2	1.88	
2	洪水			
	设计 24h 洪量	10^4m	45.8	P=0.5%
	校核 24h 洪量	10^4m	64.0	P=0.05%
（二）	下水库			
1	流域面积			
	控制流域面积	km^2	234.4	
2	多年平均年径流量	10^4m^3	8103	
3	代表流量			
	多年平均流量	m^3/s	2.57	
	设计洪水洪峰流量	m^3/s	925	P=0.5%
	校核洪水洪峰流量	m^3/s	1260	P=0.1%
4	洪水			
	设计 24h 洪量	10^4m^3	3681	P=0.5%
	校核 24h 洪量	10^4m^3	5425	P=0.1%
5	泥沙			
	多年平均含沙量	kg/m^3	0.260	
	多年平均悬移质年输沙量	万 t	2.11	
	多年平均推移质年输沙量	t	4200	
二	**水库**			
（一）	上水库			
1	水库水位			
	正常蓄水位	m	883.00	
	死水位	m	836.00	
	设计洪水位	m	884.20	P=0.5%
	校核洪水位	m	884.65	P=0.05%
2	正常蓄水位水库面积	km^2	0.39	
3	水库库容			
	总库容	10^4m^3	1618	
	正常蓄水位库容	10^4m^3	1553	
	死库容	10^4m^3	127	
	调节库容	10^4m^3	1426	
4	调节性能		日调节	
（二）	下水库			
1	水库水位			
	正常蓄水位	m	513.00	
	死水位	m	500.00	
	设计洪水位	m	513.98	P=0.5%
	校核洪水位	m	514.05	P=0.1%
2	正常蓄水位水库面积	km^2	2.25	
3	水库库容			
	总库容	10^4m^3	2467	

续表 2.5-2 吉林省靖宇抽水蓄能电站工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
	正常蓄水位库容	10^4m^3	2230	
	死库容	10^4m^3	348	
	调节库容	10^4m^3	1882	
4	回水长度	km	6.54	
5	调节性能		日调节	
三	**下泄流量及相应下游水位**			下水库
	设计洪水位时最大泄量	m^3/s	925	P=0.5%
	相应下游水位	m	493.34	
	校核洪水位时最大泄量	m^3/s	1260	P=0.1%
	相应下游水位	m	494.06	
四	**工程效益指标**			
	发电效益			
	装机容量	MW	1800	
	连续满发小时数	h	6	
	年发电量	亿 kW·h	14.81	
	年抽水用电量	亿 kW·h	19.75	
	装机年发电利用小时数	h	823	
五	**建设征地移民安置**			
1	工程征地总面积	亩	7567.35	
	其中：上水库淹没影响面积	亩	578.73	
	下水库淹没影响面积	亩	3531.42	
	枢纽工程永久征地	亩	2215.52	
2	临时用地	亩	1241.68	
3	搬迁安置人口	人	404	至规划设计水平年（2026 年）
4	生产安置人口	人	399	
5	拆迁房屋	m^2	19266.32	
六	**环境保护和水土保持**			
1	上水库生态流量	m^3/s	/	
2	下水库生态流量	m^3/s	10 月~次年 3 月 $0.257m^3/s$；4~9 月 $0.771m^3/s$	
3	弃渣总量	10^4m^3	0	
七	**主要建筑物及设备**			
（一）	上水库建筑物			
1	挡水建筑物			
	坝型		混凝土面板堆石坝	
	地基特性		花岗片麻岩	
	地震基本烈度/设防类别		VI	
	设计地震水平峰值加速度	gal	108	
	坝顶高程	m	887.00	
	防浪墙顶高程	m	888.00	
	坝顶长度	m	870.00	
	最大坝高	m	104.00	

续表 2.5-2 吉林省靖宇抽水蓄能电站工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
2	库盆防渗形式		局部垂直防渗	
3	环库公路			
	总长度	m	2170	
	宽度	m	4.5	
（二）	下水库建筑物			
1	挡水建筑物			
	坝型		碾压混凝土重力坝	
	地基岩性		花岗片麻岩/构造角砾岩	
	地震基本烈度/设防类别		VI/VII	
	设计地震水平峰值加速度	gal	108	
	坝顶高程	m	517.00	
	坝顶长度	m	480.00	
	最大坝高	m	40.00	
2	泄流建筑物			
2.1	坝身泄流表孔			
	型式		WES 堰	
	地基特性		花岗片麻岩	
	堰顶高程	m	503.00	
	表孔净宽/孔数	m/孔	9/2	
	消能方式		底流消能	
	设计泄洪流量	m^3/s	672	
	校核泄洪流量	m^3/s	1004	
2.2	坝身泄流底孔			
	型式		短有压坝身泄水孔	
	地基特性		花岗片麻岩	
	进口底板高程	m	493.00	
	孔口数量/尺寸	个/m×m	4×5/2	
	消能方式		底流消能	
	设计泄洪流量	m^3/s	253	
	校核泄洪流量	m^3/s	256	
	工作闸门型式		弧形闸门	
	工作闸门孔口尺寸	m×m	4.0×4.0	宽×高
	检修闸门型式		平板闸门	
	检修闸门孔口尺寸	m×m	4.0×5.0	宽×高
（三）	输水建筑物			
1	上水库进/出水口			
	型式		侧式	
	地基特性		花岗片麻岩	
	进口底板高程	m	816.00	
	拦污栅孔数-宽×高	孔数-m×m	3×4-6.2×9.5	
	闸门底板高程	m	816.00	

续表 2.5-2 吉林省靖宇抽水蓄能电站工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
	闸门孔数-宽×高	扇-m×m	3-6.4×8.0	
2	引水主洞			
	设计流量	m^3/s	99.99	
	围岩特性		花岗片麻岩、闪长岩	
	条数/长度	条/m	3/455.71	I、II、III
	内径	m	8.0	
	衬砌型式		钢筋混凝土	
3	引水调压井			
	围岩特性		花岗片麻岩	
	型式		阻抗式	
	井筒高度/直径	m/m	81/16（35/4.6）	
4	引水高压岔管			
	围岩特性		花岗片麻岩	
	岔管型式		正 Y 型钢岔管	
	最大净水头	m	660	
	最大 HD 值	m×m	3828	
5	引水高压支管			
	围岩特性		花岗片麻岩	
	衬砌型式		钢衬	
	条数/长度	条/m	6/105.37、97.48	
	内径	m	4.1/2.7	
6	尾水调压室			
	围岩特性		花岗片麻岩	
	型式		阻抗式	
	井筒高度/直径	m/m	71.86/16（60.50/4.6）	大井（升管）
7	尾水隧洞			
	设计流量	m^3/s	99.99	
	围岩特性		花岗片麻岩	
	条数/长度	条/m	3/1314.43、1350.89、1387.36	I、II、III
	内径	m	8.0	
	衬砌型式		钢筋混凝土	
8	下水库进/出水口			
	型式		侧式	
	地基特性		花岗片麻岩	
	进口底板高程	m	480.00	
	拦污栅孔数—宽×高	孔—m×m	3×4-6.2×9.5	
	闸门底板高程	m	480.00	
	闸门孔数-宽×高	扇-m×m	3-6.4×8.0	
9	距高比		9.5	

续表 2.5-2 吉林省靖宇抽水蓄能电站工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
（四）	厂房			
	型式		地下式厂房	
	地基或围岩特性		花岗片麻岩	
	主厂房尺寸（长×宽×高）	m×m×m	245.0×26.4×59.4	
	水轮机安装高程	m	425.00	
	副厂房尺寸	m×m×m	20×26.4×50.3	长×宽×高
	主变洞尺寸	m×m×m	236×21.8×24.8	长×宽×高
	尾闸室尺寸	m×m×m	210.5×11.9×21.1	长×宽×高
	交通洞净尺寸	m×m	8.2×8.7	宽×高
	通风（兼出线）洞净尺寸	m×m	7.5×7.5	宽×高
（五）	开关站			
	型式		地面户内 GIS 开关站	
	地基特性		花岗片麻岩	
	面积（长×宽）	m×m	140.0×63.0	
（六）	主要机电设备			
	水泵水轮机台数	台	6	
	型号		立轴单级混流式	
	额定出力/入力	MW	304.5/312.1	
	额定转速	r/min	375	
	吸出高度	m	-75	
	转轮直径	m	4.44	
	最大水头/最高扬程	m	382.9/387.5	
	最小水头/最低扬程	m	314.0/327.1	
	额定水头	m	345.0	
	额定流量	m^3/s	99.99	
	最高/最低扬程时抽水流量	m^3/s	67.27/89.03	
	发电电动机型号		半伞式、三相、立轴、密闭空冷、可逆式同步电机	
	单机容量	MW	300	
	发电电动机功率因数		0.9/0.98	
	进水阀数量	台	6	
	进水阀规格		液控球阀，公称直径 2.70m	
	桥式起重机数量	台	2	
	桥式起重机规格		300t/80t/10t，跨度 25.5m	
	主变压器	台	6	
	型式		三相油浸双绕组，强迫油循环，水冷却，无励磁调压	
	额定容量	MVA	360	
	额定电压	kV	500	
（七）	输电线路			
	输电电压	kV	500	

续表 2.5-2 吉林省靖宇抽水蓄能电站工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
	回路数	回	2	
八	**施工**			
1	主体工程数量			
	明挖土石方	10^4m^3	1128.21	
	洞挖石方	10^4m^3	191.05	
	填筑土石方	10^4m^3	807.54	
	干、浆砌石方	10^4m^3	4.245	
	混凝土	10^4m^3	97.40	
	钢筋、钢材	t	62067	
	帷幕灌浆	m	38980	
	固结灌浆	m	268911	
2	施工临时房屋	m^2	75750	
3	施工动力及来源			
	供电	MW	8.95	
4	对外交通			
4.1	公路		利用现状 G222 国道	
	距离	km	0	
	运量	10^4t	103.36	
5	施工导流			
5.1	上水库			
	方式		截排水沟导流与围堰挡水、机械抽排相结合	
	型式		土石围堰	
	规模		4 级	
	洪量	万 m^3	22.5	大汛期 10 年重现期 24h 洪量
5.2	下水库			
	方式		分期围堰导流	
	型式		土石围堰	
	规模		4 级	
	导流流量（P=10%）	m^3/s	353	
6	施工用地	亩	3457.2	
7	施工工期			
	工程准备期	月	6	
	主体工程施工期	月	58	
	工程完建期	月	12	
	第一台机组投产工期	月	64	
	总工期	月	76	
九	**经济指标**			
1	静态投资	万元	983211.44	
2	单位千瓦静态投资	元/kW	5462.29	

2.6 工程总布置

2.6.1 工程等别和设计标准

2.6.1.1 工程等别及主要建筑物级别

根据《防洪标准》（GB 50201-2014）和《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》（DL 5180-2003）的规定，本工程为一等大（1）型工程。永久性主要建筑物（包括上水库挡水建筑物、输水建筑物、主厂房洞、主变洞、母线洞、进厂交通洞、地面开关站、下水库挡水及泄水建筑物等）为 1 级建筑物，永久性次要建筑物（包括尾调通风洞、排水廊道等）为 3 级建筑物。永久性主要建筑物边坡为 A 类枢纽工程区边坡，边坡级别为I级；永久性次要建筑物边坡为 A 类枢纽工程区边坡，边坡级别为II级。下水库边坡为 B 类水库边坡，边坡级别为I级。

2.6.1.2 设计标准

上、下水库挡泄水建筑物设计洪水标准均为 200 年一遇，校核洪水为 2000 年一遇。地下厂房系统涉及到防洪的主要建筑物，其防洪标准为 200 年一遇洪水设计，1000 年一遇洪水校核。下水库消能防冲建筑物的防洪标准为 100 年一遇洪水设计。

2.6.2 枢纽工程布置

枢纽工程主要由上水库、下水库、输水系统、地下厂房系统及地面开关站等组成。

2.6.2.1 上水库

上水库位于那尔轰河右侧新开河谷沟首，整体地势西南高、北东低。库内三面环山，大坝修筑于库区东北侧，结合库容需求开挖库盆，沟口筑坝成库，库长近 1000m，水库水面呈近似椭圆形。上水库流域集水面积 1.88km^2，校核洪水位 884.65m，设计洪水位 884.20m，正常蓄水位 883.00m，死水位 836.00m，总库容 1618 万 m^3，调节库容 1426 万 m^3，死库容 127 万 m^3，冰库容 36 万 m^3，水位最大消落深度 47m。上水库主要建筑物有混凝土面板堆石坝、局部垂直防渗、排水廊道和环库公路等，因上水库集水面积和洪峰流量较小，无需设置泄水建筑物。

a）挡水建筑物

挡水建筑物采用混凝土面板堆石坝，坝顶高程 887.00m，防浪墙顶高程 888.20m，坝顶宽度 10m，坝顶长 870m，最大坝高（坝轴线处）104.0m。坝体上游坝坡坡比 1:1.4，

下游坡比 1:1.5，下游坝坡在 867.00m、847.00m 各设一级马道，马道宽 3m。大坝分区从上游向下游分别为混凝土面板、垫层区、过渡层区、上游主堆石区、下游主堆石区、次堆石区坝体下游设 40cm 厚干砌石护坡，下游堆石区底部设 5m 厚排水层。

上水库压坡体布置在上水库大坝坝后，顶高程 834m，下游坝坡坡比为 1:2.5，每隔 10m 高度设置一级马道，马道宽 2m；压坡体底部设一道坝后排水体，坝后排水体宽 100m，高 5m，坝后排水体与大坝排水棱体相接，相接处设截水墙，通过廊道将水排至下游。

b）库盆

（1）库盆开挖

为满足上水库调节库容需求，根据上水库地形地质条件，考虑减少弃渣量、库盆开挖对边坡稳定的影响等因素，对上水库进行开挖。上水库库底开挖至 834.00m，最大边坡高度约 95m，在环库公路以下 852m、870m 高程设置 3m 宽马道，在环库公路以上每间隔 15m 高程设置 3m 宽马道。库盆弱风化岩石开挖坡比为 1:0.5；强风化岩石开挖坡比为水上 1:1.0，水下 1:1.2；全风化岩石上开挖坡比为水上 1:1.2，水下 1:1.5；覆盖层开挖坡比为水上 1:2，水下 1:2.5。

（2）库盆防渗

上水库三面环山，库周封闭条件好，无大规模渗透通道通向库外，仅存在坝基和绕坝渗漏问题，因此上库采用局部垂直防渗的方案。防渗帷幕沿趾板布置，防渗灌浆帷幕按 3Lu 标准进行控制，即低于 3Lu 视为相对不透水层，防渗帷幕要求深入相对不透水层以下 5m。沿趾板线及坝肩进行帷幕灌浆防渗，帷幕灌浆孔设一排，孔距为 2m，在有断层破碎带位置设两排，孔距为 1m，帷幕灌浆深度不小于 20m，左右岸帷幕均延伸至正常蓄水位与地下水位相交处。左岸帷幕灌浆延伸长度为 210m，右岸帷幕灌浆延伸长度为 90m。

（3）库周边坡防护

库盆开挖边坡无较大断层通过，边坡整体稳定。上水库库盆开挖边坡布置 20cm 厚钢筋混凝土板护坡，并设系统锚杆和排水孔，锚杆直径Φ25mm，长度 L=4.5m，入岩 4.2m，间排距 2m，排水孔直径Φ56mm，孔深 4m，间排距 3m；对坡面不平整等不

适宜设置混凝土板护坡的岩质开挖边坡，设置喷混凝土护坡，厚度 15cm，挂网钢筋Φ8mm@20cm×20cm，设系统锚杆和排水孔，锚杆直径Φ25mm，长度 L=4.5m，入岩 4.2m，间排距 2m，排水孔直径Φ56mm，孔深 4m，间排距 3m。

水库运行后，库水位变动频繁，库岸覆盖层和全风化岩石在库水的冲刷下，易产生掏空、局部塌落等现象，对边坡有一定影响，故对左、右岸库尾边坡之间、处于环库公路以下的自然边坡，进行清基到岩面线以下、喷锚支护处理；对左、右库岸边坡中环库公路以下且处于水位变动区的自然边坡，清基到岩面线以下、铺设 0.4m 干砌石+0.2m 碎石垫层处理；对库底 834.00m 以下的未开挖边坡，回填库区开挖料至 826.00m 高程处理，库底为开挖边坡与库底接触部分，清基到岩面线，其中与进/出水口接触的库底未开挖边坡，设置 20cm 厚钢筋混凝土板防护。

c）环库公路

根据上水库库盆开挖及回填，依据地形特点，上水库环库公路起点为上水库大坝左坝头，终点为上水库大坝右坝头，宽 7.5m，为水泥混凝土路面，运行期间改为单车道，路基宽 4.5m，右坝头设置回车场，直径 30m。

上水库平面布置详见图 2.6-1。

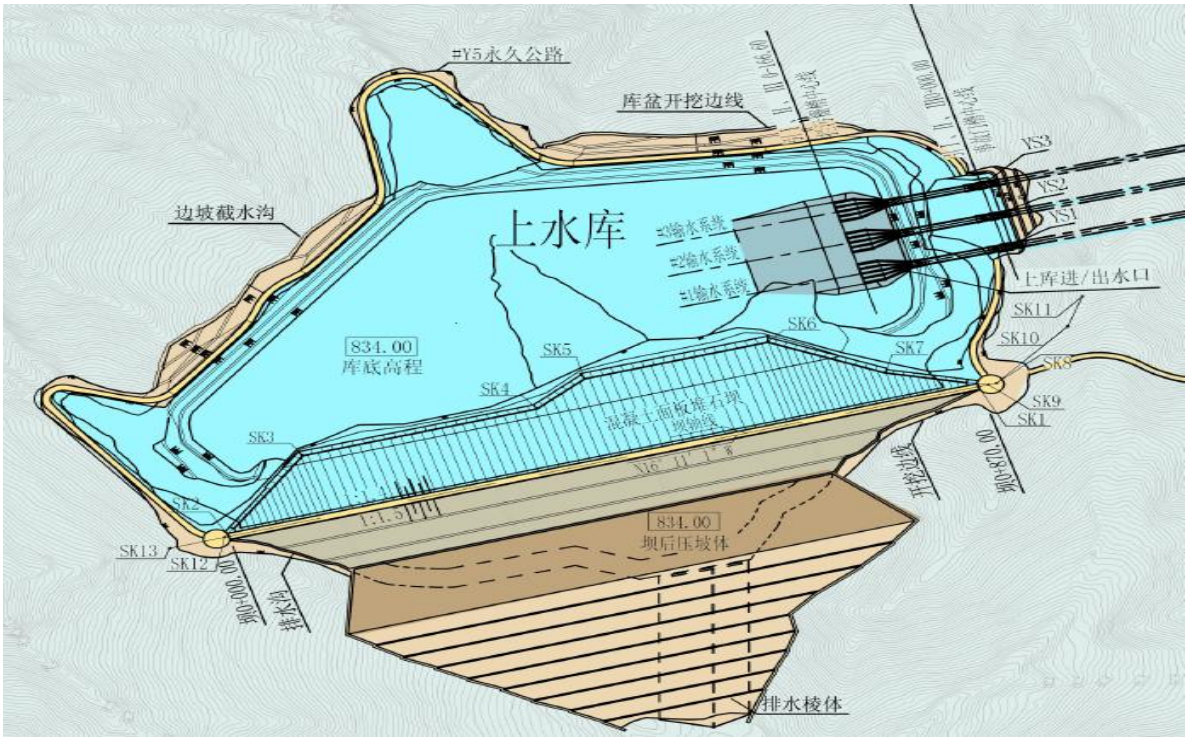


图 2.6-1 上水库平面布置图

2.6.2.2 下水库

下水库处于那尔轰河三脚窝石村下游 1.3km，坝址以上流域面积为 234.4km^2，校核洪水位 514.05m，设计洪水位 513.98m，正常蓄水位 513.00m，死水位 500.00m，水位最大消落深度 13.0m。下水库总库容 2467 万 m^3，其中正常蓄水位以下库容 2230 万 m^3，死库容 348 万 m^3，水损备用库容 103 万 m^3，冰冻库容 299 万 m^3，调节库容 1882 万 m^3。下水库主要建筑物由挡水建筑物、泄水建筑物、生态放流设施等组成。

a）挡水建筑物

大坝采用碾压混凝土重力坝，大坝共分 24 个坝段，其中挡水坝段共 21 个，分别为 1#～17#、21#～24#，坝段宽度均为 20m。大坝右坝头与上坝公路相连接，左坝头设回车场。坝顶高程 517.00m，坝顶宽度 8m，坝顶长 480m，最大坝高 40m。挡水坝挡水坝段上游面坡度为 1:0.1，下游面坡度为 1:0.75。坝体内设置一条基础灌浆排水廊道，廊道采用城门洞型，尺寸为 3m×3.5m（宽×高），廊道底板高程随基础高程变化，廊道最低处底板高程为 482.00m，位于#18～#20 泄流坝段，左岸经由 1 号廊道出口可到达坝后平台，出口平台高程为 496.50m，廊道出口设门；右岸经由 2 号廊道出口通往下游楼梯井，再由楼梯井上至坝顶 517.00m 高程。

大坝横缝上游面、溢流面、下游面最高水位以下及坝内廊道穿过分缝处等部位均布置止水设施。坝体横缝上游面设置两道铜片止水，下游面最高水位以下设置一道铜片止水；泄流表孔堰中分缝位置上游侧设两道铜片止水；坝基灌浆排水廊道穿过坝体横缝处，均在廊道四周设置一道封闭的橡胶止水带，橡胶止水距离廊道内壁的距离为 1.0m。在坝体上游防渗体下游侧设竖向排水孔，孔径 150mm，孔间距 2.00m，坝体排水孔与基础灌浆廊道相通；横缝排水井设置在每个坝段的横缝处，底部接入廊道排水沟中。竖向排水孔和横缝排水井渗水经廊道排水沟汇入集水井，并由抽水泵集中抽排至大坝上游。

下水库坝后设置观景平台，顶高程 515m，每 10m 设置一级 2m 宽的马道，坡度为 1:2.5，观景平台与消力池相邻的一侧放坡至挡墙后的 495m 高程回填平台，下游侧坡脚与放坡至与地面相交，为防止下泄洪水的冲刷，消力池下游的观景平台坡脚布置混凝土护脚挡墙进行防护。

大坝建基于弱风化岩石上部，大坝基础通过设在坝体底部的基础灌浆排水廊道进行灌浆，两岸坝头通过在开挖边坡上搭建临时灌浆平台进行灌浆。坝基相对不透水层标准采用5Lu，设一排帷幕，深入相对不透水层距离不小于5.0m，帷幕灌浆深度15.0m～31.0m，孔距2m。坝基帷幕下游侧设置一排排水孔，孔深为主帷幕灌浆深度的0.5倍，且不小于10.0m，孔距2.0m，并倾向下游7°。为增强基岩的整体性，对坝基进行固结灌浆，固结灌浆深度帷幕上游侧为8m，帷幕下游侧及消力池基础为6m，间、排距均为3m。

b）泄水建筑物

下水库工程防洪按照200年一遇洪水设计，1000年一遇洪水校核，由于流域控制面积和天然洪峰量较大，采用泄水建筑物采用有控制闸门的两孔溢流表孔与单孔底孔联合泄洪方式。

泄水坝段布置于#18～#20坝段，泄流表孔布置在#18/#19号坝段和#19/#20号坝段，跨缝布置于泄流底孔两侧，共两孔，采用开敞式溢流堰，每孔净宽9.00m，堰顶高程503.00m，每个表孔设一道平板检修门和一道弧形工作门。泄流底孔设于两个泄流表孔中间，采用短有压坝身泄水孔的型式，底孔进口底板高程493.00m，进水口段采用三面收缩的喇叭口型，进口顶板及两侧边墙均采用1/4椭圆曲线；底孔设一道事故检修闸门和一道弧形工作闸门，事故检修闸门孔口尺寸4m×5m，弧形工作闸门孔口尺寸4m×4m。弧形工作闸门后设掺气坎，坎深1.0m，坎后接斜坡无压段，斜坡段坡度为1:3.3，末端与消力池连接。表孔和底孔事故检修平板门均由坝顶门机启闭，弧形工作闸门由液压启闭机操纵。

泄洪系统的出口正对下游主河槽，消能方式采用底流消能，泄流表孔和泄流底孔共用一个消能工，消力池采用下挖式消力池，消力池总长67m，净宽33m，池深3m。消力池前端与泄流表孔与泄流底孔出口以1:4的坡度衔接，经过半径20m的反弧段进入水平段，顶高程482.00m，末端设置尾坎，尾坎顶高程为486.00m，消力池底板厚度2.5m，消能坎后设置25m长混凝土护坦，护坦厚度2.0m，护坦下游按1:20的坡比与下游原地形相接。

当入库流量小于182m^3/s时，优先使用泄流底孔进行控泄泄洪；当入库流量超过

底孔泄流能力时，表孔和底孔全部开启，保证总泄流量不大于入库洪峰流量，底孔维持敞泄，采用表孔控制泄流。库内水位回落至正常蓄水位 513.0m 后，天然洪水流量小于 249m^3/s 时，关闭表孔闸门，底孔进行控泄泄流。

c）生态流量及径流流量泄放设施

下水库生态流量按照汛期和非汛期进行泄放，汛期（4 月～9 月）生态流量按坝址处多年平均流量的 30%考虑，即 0.771m^3/s，非汛期（10 月～翌年 3 月）生态流量按坝址处多年平均流量的 10%考虑，即 0.257m^3/s。水库建成后，非汛期大坝下游河道处于断流状态，虽然大坝设有泄流底孔，但泄流底孔无法满足长期不间断小流量放流的要求，因此需另外设置生态放流管，以满足下游生态流量的要求。

为保证水库库容恒定，当上游来水量较大时，要求下水库大坝具备下泄多余径流流量的能力，在 88%的保证率下，需另外设置径流放流管下泄的径流流量最大流量为 5m^3/s，径流来水量大于 5m^3/s 时，启用泄流底孔下泄径流流量。流量调节阀的开度范围宜在 20%-80%，流量调节范围不宜过大，故而使用生态放流管和径流放流管两根管，配备两套阀的方案，进行流量泄放，生态放流管流量变幅为 0.257m^3/s～1m^3/s，径流放流管流量变幅为 1m^3/s～4m^3/s，总计最大流量为 5m^3/s。

生态放流管和径流放流管皆埋设于#20 号坝段坝体内部，生态放流管选用内径为 614mm（DN600）不锈钢钢管，径流放流管选用内径为 1000mm（DN1000）的不锈钢管，径流放流管进口前段设置固定式拦污栅，管口中心高程为 497.00m，在距进口 6.25m 的位置分出 90°岔管连接生态放流管，随后两管在坝体内平行布置，接入坝后放流阀室中，两管中心线间距为 4m。坝后放流阀室尺寸为 8m×12.5m（长×宽），分别在放流阀室内的生态放流管和径流放流管上设置活塞式流量调节阀来控制泄放流量，每套活塞式流量调节阀前设置两个电动蝶阀，用以检修阀门。生态放流管和径流放流管在消力池挡墙后范围内上部采用石渣回填，回填顶高程为 495.00m，同时钢管外部包裹聚氨酯泡沫增加保温效果，在左岸距尾坎约 30m 的位置穿过挡墙进入消力池内消能后流入下游，两管出口高程均为 493.00m。泄流底孔及泄流表孔泄水时，生态放流管及径流放流管阀门关闭。

d）库区防护

1）开挖边坡设置锚杆

考虑到边坡开挖后将导致岩体的卸荷松弛和风化加剧，为提高坡面岩体完整性，对大坝两岸坝肩开挖形成的永久边坡设置系统锚杆，锚杆直径Φ25mm，长 4.5m，入岩 4.2m，间排距 2.0m，梅花型布置。

2）坡面防护

为防止开挖后的坡面岩体进一步风化，控制或减少雨水下渗，对大坝两岸坝肩开挖边坡进行喷混凝土支护，挂网喷 C25F200 一级配混凝土，厚 10cm，钢筋网采用φ6mm 钢筋，网格间距 20cm。

3）坡面排水

在坡顶外设置截水沟，马道内侧设置排水沟，并在边坡表面设置排水孔，排水孔孔径 56mm，间距 4.0m，孔深 4.0m。

下水库平面布置图见图 2.6-2。

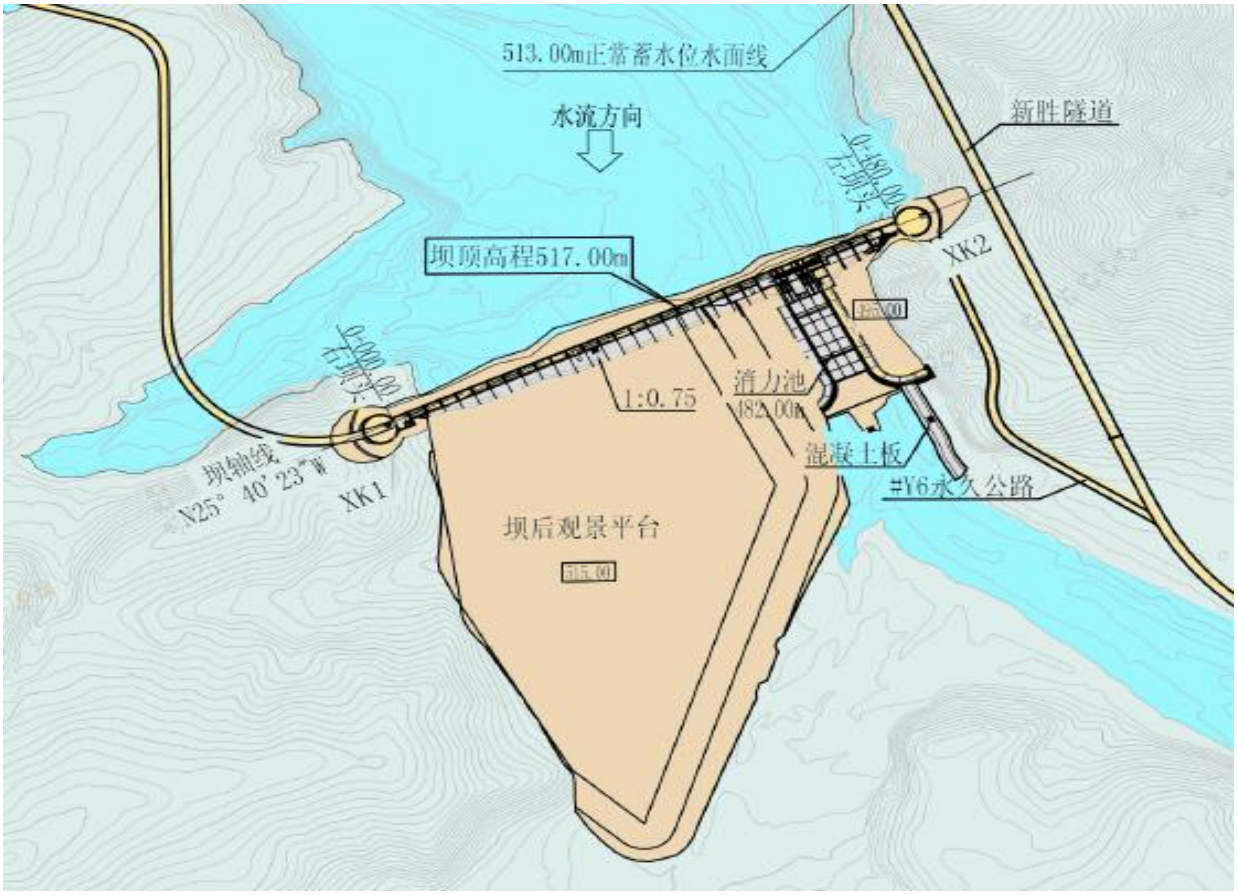


图 2.6-2 下水库平面布置图

2.6.2.3 输水系统

本工程有三套独立的输水系统，布置在那尔轰河三脚窝石村和五斤顶子山之间的山体内。每套输水系统由引水系统和尾水系统两部组成，引水系统、尾水系统均采用“一洞两机”的供水方式。平面上整个输水系统采用折线布置，总体走向 NW15°～NW17°～NE12°33′36″。输水系统主要建筑物是由上水库进/出水口、引水隧洞、引水调压室、压力管道（包括主管、岔管、支管）、尾水支管、尾水岔管、尾水调压室、尾水隧洞、下水库进/出水口等组成。输水系统总长（沿 4#机）3491.14m。其中引水系统长 1793.15m，尾水系统长 1697.99m，距高比为 9.5。电站发电额定发电水头 345.0m，最大水头 382.9m，最小水头 314.0m，额定流量 599.94m^3/s；抽水工况最大扬程 387.5m，最小扬程 327.1m，水泵工况最大抽水量为 89.03m^3/s。

上水库进/出水口布置在上水库库盆底部及左岸库岸开挖边坡后侧山体内，距离坝轴线约 100m，地面高程 840m～910m，山脊地面高程 960m～1000m，山体坡度一般 20°～25°，山体相对高度 20m～50m。采用侧向布置型式。三个进/出水口平行布置，轴线方位角为 NW15°，轴线间距 51.64m。进/出水口共用一个引水明渠，由防涡梁段、拦污栅段、调整段、扩散（收缩）段、引水隧洞标准段及引水事故闸门井等建筑物组成，沿水流方向长约 170.40m。进/出水口底板高程 816.00m，位于死水位以下 18m。闸门检修平台高程 890.00m。

三条引水隧洞平行布置，轴线方位角为 NW15°，轴线间距为 49.44m，#1、#2、#3 引水隧洞长 455.71m（其中闸门井渐变段后水平段长 15.00m，斜坡段长 425.71m，调压室底部水平段长 15.00m），斜坡段坡比均为 9%，三条隧洞洞径均为 8.0m，采用钢筋混凝土衬砌，衬砌厚 0.6m。

压力管道采用一洞两机的布置方式，由主管、岔管和高压支管组成，#1、#2、#3 压力管道上平洞、斜井（含其上弯段）段及下平洞首端（301.73m、239.44m、177.11m）范围采用钢筋混凝土衬砌，其余下平洞段、高压支管采用钢板衬砌。三条主管平行布置，洞轴线间距为 51.64m。立面上采用一级斜井（倾角 55°）布置，设有上平洞、斜井和下平洞，总长度约（沿 4#机）1505.17m。

六条尾水支洞平行布置，轴线方位角 NW17°，间距为 26.08m，#1、#3、#5 机组

段尾水支管长为196.08m，#2、#4、#6机组段尾水支管长为203.08m，洞底高程为412.30m，尾水管出口至尾闸腰箱下游50m范围内采用钢板衬砌，其后采用钢筋混凝土衬砌，衬砌为圆形断面（尾闸室底部腰箱段及其前后渐变段除外），内径均为5.9m，外包素混凝土及钢筋混凝土衬砌厚度均为0.65m。

尾水岔管布置为Y型，分岔角50°，岔管主管直径8m，支管直径6.0m，采用钢筋混凝土衬砌，衬砌厚0.8m。

尾水调压室设置在尾水岔管下游（发电流向）15m处尾水主洞旁侧，距主洞中心间距15m，3座调压室均布置为阻抗式，阻抗孔采用升管。尾水调压室为全部埋置于地下的钢筋混凝土结构，升管高60.50m，直径为4.6m，衬砌厚0.6m，大井高71.86m（含穹顶），直径为16m，衬砌厚1.2m。调压井穹顶采用挂钢筋网的锚喷支护型式。尾水调压室顶部设置独立的尾调通风洞通至通风洞，尾调通风洞主洞长567m、坡度为2.3%。

三条尾水主洞平行布置，轴线方位角为NW17°～NE12°33′36″，轴线间距为52.16～33.30m，#1、#2、#3机组主洞全长分别为1314.43m、1350.89m、1387.36m（其中调压室底部水平段长40.0m，斜坡段长度分别为1259.43m、1295.89m、1332.36m，尾水渐变段长15.0m），斜坡段坡比分别为5.4%、5.2%、5.1%。尾水主洞采用钢筋混凝土衬砌，圆形断面，内径为8m，衬砌厚0.6m。

下水库进/出水口位于下水库右岸，处#5冲沟、#6冲沟之间的山梁部位，垂直于山坡布置，山梁宽度约330m，地面高程500m～570m，距现在那尔轰河290m～350m。左右两侧冲沟距进/出口开挖边线一般40m～60m，沟内常年流水，流量较小。采用侧式进/出水口的布置型式，三个进/出水口体型相同，并列布置，中心线方位角为NE12°33′36″，间距均为33.30m，底板高程480.0m，位于死水位以下20m。沿抽水水流方向依次为：拦沙坎、引水明渠、防涡梁段、拦污栅段、调整段、扩散（收缩）段、标准段、尾水检修闸门井。

输水系统沿4#机剖面布置图见图2.6-3。

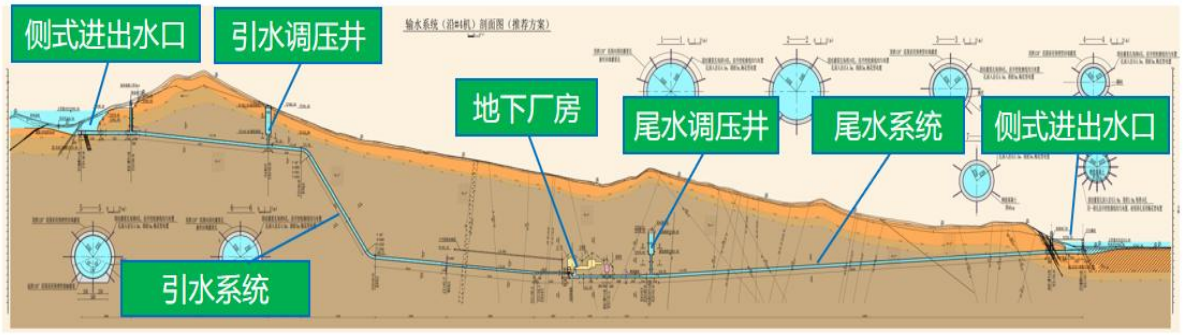


图 2.6-3 输水系统沿 4#机剖面布置图

2.6.2.4 地下厂房及地面开关站

地下厂房采用中部布置方式，厂房轴线方向为 N58°E，引水、尾水系统均采用三洞六机布置，输水线路斜进斜出，斜进角度为 73°，斜出角度为 75°。厂内安装 6 台单机容量为 300MW 的竖轴单级混流可逆式水泵水轮机组，总装机容量 1800MW。

厂区建筑物主要包括地下洞室群和地面建筑物。地下厂房洞室群主要由主厂房洞、主变洞、尾闸室洞、母线洞、交通洞、通风洞、出线洞、出线竖井、排风平洞、排风竖井、排水廊道等建筑物组成。地面建筑物为 GIS 开关站，由 GIS 开关楼、出线场、柴油机房、值班室等建筑物组成。

地下洞室厂房主洞室采用主厂房洞、主变洞、尾闸室洞三大洞室平行布置。主厂房洞与主变洞之间岩柱厚度 40.75m，主变洞与尾闸室洞之间岩柱厚度 31.85m。主厂房洞开挖尺寸 245.0m×26.4m×59.4m（长×宽×高），发电机层高程为 441.90m，机组安装高程为 425.00m。主变洞开挖尺寸为 236.00m×21.8m×24.80m（长×宽×高），底板高程 441.90m。厂房与主变洞之间设 6 条母线洞、1 条主变洞和 1 条交通电缆洞。尾闸室洞开挖尺寸为开挖尺寸 210.5m×11.9m×39.70m（长×宽×高）。主厂房由主机间、安装间和副厂房组成，呈“一”字形布置，安装间布置在主机间左端，副厂房布置在主机间右端。

交通洞为地下厂房洞室群对外的主要交通通道，交通洞长 1804m，断面尺寸为 8.2m×8.7m（宽×高）。交通洞洞口位于下水库进出水口西南侧上下库连接路附近，洞口高程为 526.00m，末端从主厂房左端进入安装间，高程为 441.9m。平均纵坡 4.7%。

通风洞为地下厂房洞室群对外安全通道，洞长 1265m，断面尺寸为 7.5m×7.5m（宽×高）。通风洞洞口位于下水库进出水口东南侧上下库连接路附近，洞口高程为

544.00m，末端从厂房右端进入副厂房，高程为 459.20m，平均纵坡 6.8%。

地下厂房洞室群通风系统由通风洞进风，经进风机室送风至各洞室；排风经排风机室汇至排风竖井排出地面。排风竖井内径 9m，井底高程 459.20m，井深 252.80m。地面排风机房平台位于地下厂房上方地面上下库联系公路旁，地面高程 712.00m，机房尺寸为 45.0m×37.0m（长×宽）。

电站采用水泵排水方式，环绕主厂房洞、主变洞和尾闸洞周边设有三层排水廊道，上下层排水廊道中间布设竖直向排水孔，顶层排水廊道以上布置倾斜排水孔。排水孔直径 56mm，间距 3m，排水廊道断面采用城门洞型，断面尺寸为 3.0m×3.0m（宽×高），三层排水廊道总长约 2854m。

地面开关站位于地下厂房上方西北侧沟旁山脊附近，平台高程 660.00m，平面尺寸 140.0m×63.0m（长×宽），地面开关站内布置有 GIS 开关楼、出线场、柴油机房、值班室等建筑物。经主变洞下游的高压出线支洞汇入出线平洞，再接入出线竖井，引入 GIS 开关楼。高压出线支洞断面净尺寸为 5.8m×6.5m（宽×高），洞长均为 15m，底板高程为 449.70m；中低压电缆支洞断面净尺寸为 3m×3.3m（宽×高），洞长为 15m，底板高程为 449.70m。高压出线支洞及中低压电缆支洞与出线平洞垂直相交，出线平洞位于主变室下游侧，净尺寸为 5.8m×6.5m，洞长 170m。出线平洞末端与出线竖井相连，出线竖井直径净尺寸为 11m，高度为 196.70m，后与地面开关站 GIS 室底层高压电缆廊道相连，廊道底高程 653.90m，出线平洞平均坡度 8.0%。

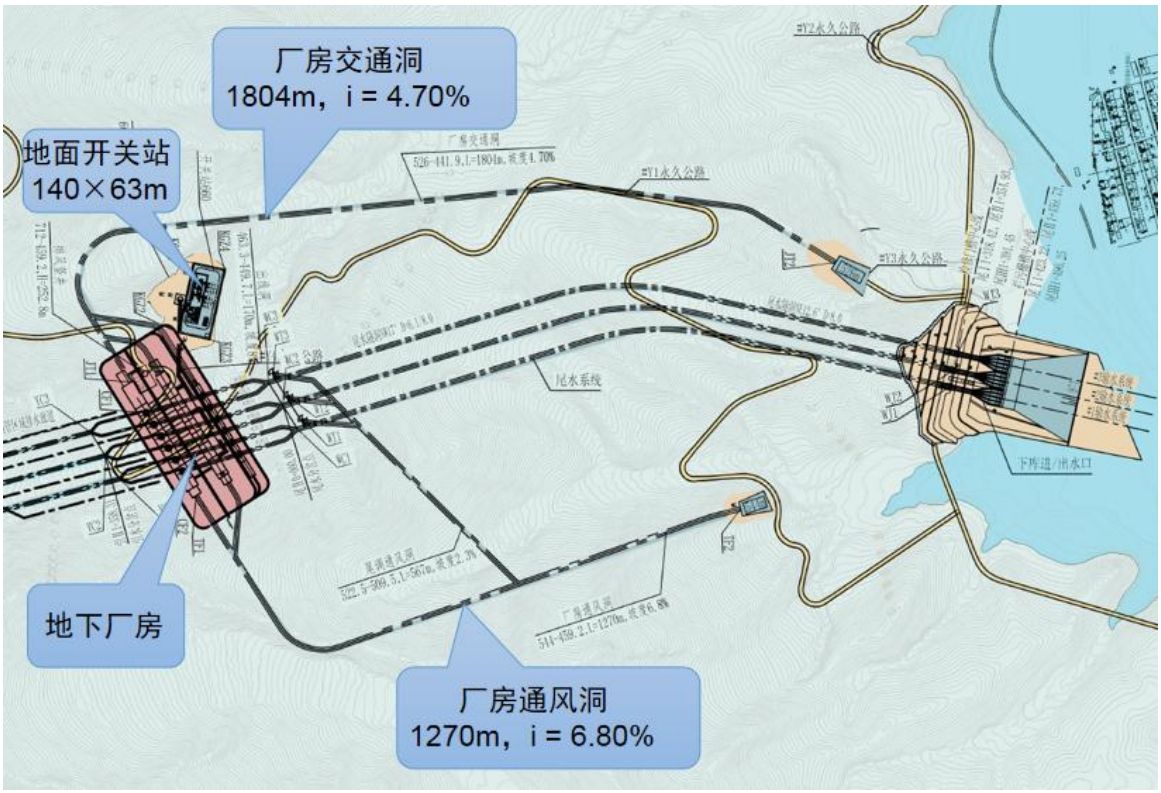


图 2.6-4 地下厂房及地面开关站布置示意图

2.7 施工组织设计

2.7.1 施工条件

2.7.1.1 对外交通条件

吉林省靖宇抽水蓄能电站位于吉林省白山市靖宇县境内，站点距靖宇县公路里程约 29km，距白山市公路里程约 92km。工程区附近铁路、公路交通网络发达，有高速公路及国道从附近通过，可直接到达工程区。

本工程下水库位于第二松花江二级支流那尔轰河的源头区、景山镇三脚窝石村附近，G222 国道沿那尔轰河从下水库区通过，由靖宇县出发经 G222 国道约 29km 可直达下水库坝址，对外交通较为便利。

距本工程下水库坝址较近的火车站为靖宇火车站与白山市火车站。靖宇站为三等站，目前业务范围为货场、地方铁路过轨及专用线。普通货物办理范围中不接受零散货物、批量零散货物、超限、超重及货物混装的业务办理。白山市火车站为二等站，业务范围承担货运整车办理、零担、集装箱货物发到。其专用线目前承运品类有水泥、

钢材、木材、路料及工机等。两座火车站的货场面积及仓库面积均能满足水泥等建材的卸货、中转及暂存要求，均可作为工程转运站。

2.7.1.2 外来物资供应

工程所需普通水泥可从白山市金刚白山水泥有限公司购买，中热水泥从抚顺水泥股份有限公司购买，粉煤灰可由白山热电有限公司供应，钢材可从通化市通化钢铁股份有限公司采购，其它木材、油料和生活物资等均可在靖宇县购买。工程的主要外购建筑材料可就近在靖宇县及其周边地区购买，外购材料的来源和供应条件均比较好。

2.7.1.3 天然建筑材料

本工程所需天然建筑材料主要包括：上水库坝体堆石料、垫层料和过渡料；下水库大坝所需混凝土骨料；输水发电工程所需混凝土骨料；围堰填筑石渣等。

上水库坝体堆石料主要来源为上水库库盆开挖料，库盆开挖料岩性为花岗片麻岩，储量、质量均满足工程需要。

下水库大坝及输水发电工程所需混凝土骨料采用人工骨料，其原岩料采用地下洞室开挖料，其岩性为花岗片麻岩，开挖料数量、质量均满足工程需要。

围堰填筑石渣采用工程开挖渣料。

2.7.1.4 水、电供应

a）施工供水

施工用水主要为生产用水及生活用水，上、下水库施工用水可取自那尔轰河天然径流，生活用水须经净化处理后使用。上、下水库生产生活区供水均需通过泵站抽水至高位水池或调节水池供给至各施工场区。

b）施工供电

工程区附近有 66kV 线路通过，在三脚窝石村西侧约 13km 处有一 66kV 的变电所，经现场调查，变电所主变容量为 16000kVA。拟在地面开关站附近新建一座 66/10kV 施工变电所，1 回 66kV 电源进线由附近变电所接引，接线距离约为 30km。该施工变电站在工程完工后将作为本电站的备用电源。

10kV 架空输电线路导线拟采用 LGJ-120/70 型钢芯铝绞线。66kV 施工变电站主变选用 2 台 S22-6300/66 型降压变压器满足施工期供电需求。66kV 进线 1 回，10kV 出

线约 6 回，分别引至各施工区负荷点。10kV 架空线路路径长度约 28.1km。

2.7.2 施工导流

2.7.2.1 上水库大坝施工导流

a）导流方式

上水库位于那尔轰河右侧新开河谷沟首，大坝为混凝土面板堆石坝。天然情况下，坝址上游汇水面积 1.88km^2，坝址径流主要由降雨形成。坝体填筑高度未超出围堰高程前，施工导流方式采用库周截排水沟、库内机械抽排相结合的导流方式；坝体填筑高度未超出围堰高程后，导流采用坝体临时挡水度汛，库周截排水沟、库内机械抽排相结合的导流方式。

b）导流标准及度汛标准

导流标准采用全年 10 年重现期洪水，24 小时洪量为 22.5 万 m^3，洪峰流量为 17.8m^3/s；临时度汛标准采用全年 50 年重现期的 24h 洪量 35.0 万 m^3，相应的洪峰流量为 30.6m^3/s。

c）导流程序

根据施工总进度安排，上水库导流共历时四年，导流程序如下。

1）初期导流

初期导流自第一年 10 月初至第三年 9 月末，主坝填筑 834.00m 高程以下部分，此时坝体填筑高程低于围堰顶高程，此时段环库路以上库周坡面汇水采用截排水沟导流，环库路以下库内洪水采用围堰挡水，机械抽排的导流方式。库周截排水沟导流标准为大汛期 10 年重现期洪峰流量，其中库内较大冲沟左侧为 6.48m^3/s，库内较大冲沟右侧为 8.58m^3/s；库内机械抽排导流标准采用大汛期 10 年重现期 24h 洪量 5.36 万 m^3。上水库排水强度考虑为 10 年一遇的 24h 暴雨洪量 24 小时抽干，经计算，排水强度为 2233m^3/h。

2）中后期导流

中后期导流自第三年 10 月初至第四年 10 月末。第三年 10 月初坝体填筑高程超出挡水围堰顶高程，需要坝体临时断面挡水度汛，度汛标准为 50 年重现期 24h 洪量 35.0 万 m^3。根据上水库天然库容曲线成果，35.0 万 m^3 库容对应大坝填筑高程为 839.0m，

考虑波浪高度、安全加高等超高，要求大坝在第四年6月初大汛期来临前填筑至840.0m高程以上，根据施工进度安排，第四年6月初大坝已填筑至846.0m，满足度汛要求。上游坝坡采用砂浆固坡临时防护措施挡水度汛。第五年10月末上水库大坝施工完成，第五年12月末输水系统具备通水条件，上水库枢纽可以正常运行调度。

d）导流建筑物

库周排水沟沿环库道路外侧路肩布置，排水沟采用矩形断面，现浇混凝土结构。根据上水库区地形、地质条件，排水沟以库内较大冲沟为界，分为左侧排水沟与右侧排水沟，较大冲沟内设置挡水墙，挡水墙两侧与排水沟相接，利用两侧排水沟将冲沟内的汇水分别引至左右两侧的环库道路排水沟内，最后利用坝体两侧排水沟将水排至坝后。挡水墙左侧边沟长度为1108m，其中新建排水沟80m，利用上水库环库道路排水沟1028m，排水沟起点高程为886.08m，终点高程为884.97m，平均纵坡约0.1%，设计水深1.30m，新建段排水沟底宽2.0m，深1.5m，环库道路段排水沟底宽2.0m，深1.0m～1.53m，排水沟深度不满足设计水深的部位在环库道路一侧修建1.0m高编制土袋围堰临时挡水；右侧排水沟长度为980m，其中新建排水沟84m，利用上水库环库道路排水沟896m，排水沟起点高程为886.08m，终点高程为885.10m，平均纵坡约0.1%，设计水深1.60m，新建段排水沟底宽2.0m，深1.8m，环库道路段排水沟底宽2.0m，深1.30m～1.69m，排水沟深度不满足设计水深的在环库道路一侧修建1.0m高编制土袋围堰临时挡水。

上水库大坝上游有两个较明显主沟，分别设挡水围堰。左侧沟围堰堰顶高程为834.00m，长88.67m，最大堰高9.1m。右侧围堰堰顶高程为834.00m，长108.15m，最大堰高22.8m。围堰型式为土石围堰，堰体采用堆石填筑，堰体及基础防渗采用高喷灌浆防渗，高喷灌浆入岩深度为1.0m，高喷灌浆防渗体两侧各填筑2.0m厚全风化料。围堰迎、背水侧边坡均为1:1.5，堰顶宽度为8.0m。

2.7.2.2 上水库进/出水口导流

a）导流方式

上水库进/出水口位于上库区北侧，基础开挖至库底834.00m前，上水库进/出水口处坡面汇水可直接汇入大坝左侧冲沟围堰前，利用大坝施工导流抽排设备排水至库外。

上水库进/出水口进行 834.00m 高程以下开挖及混凝土浇筑施工期间，沿进/出水口开挖边线外围设置编织袋土围堰进行挡水，将降雨汇水导入大坝左侧冲沟围堰前，利用大坝施工导流抽排设备排水至库外。

引水系统与厂房地下洞室群贯通后，为保证输水发电系统施工安全，上水库进/出水口需要挡水度汛。

b）导流标准

上水库进/出水口位于上库区北侧，上水库进/出水口导流标准与上水库大坝相同，采用全年 10 年一遇的 24 小时暴雨洪量 22.5 万 m^3。度汛洪水标准采用 100 年重现期 24 小时设计洪量 40.4 万 m^3。

c）导流程序

第 2 年 5 月初至第 4 年 5 月末，此时段上水库进/出水口基础开挖至库底高程 834.00m，上水库进/出口处坡面汇水可汇集至左侧冲沟围堰堰前，利用大坝施工导流抽排设备排水至库外。第 4 年 6 月初至第 5 年 10 月末，此时段上水库进/出水口基础开挖至库底高程 834.00m 以下，并进行结构混凝土浇筑，由上水库进/出水口周边编织袋土围堰挡水，暴雨汇集至左侧冲沟围堰堰前，利用大坝施工导流抽排设备排水至库外。

第 4 年 10 月末，水道系统与厂房贯通后，前期采用闸门井前上平洞段预留岩塞挡水度汛，第 5 年 10 月末，上水库进/出水口具备下闸挡水条件，由闸门挡水度汛，排水设施与上水库大坝共用。至第 5 年 10 月末上水库进/出水口全部施工完成，至此上水库进/出水口施工导流结束。

2.7.2.3　下水库大坝施工导流

a）导流方式

下水库位于第二松花江二级支流那尔轰河三脚窝石村下游，采用碾压混凝土重力坝，坝址位于那尔轰河上游垭口处，拦河筑坝形成下水库。坝址以上流域面积 234.4km^2，河道长 25.3km，平均比降 7.7‰。根据坝址区地形条件，结合水工枢纽布置，施工导流采用分两期导流方式。即一期围左岸，利用右岸滩地开挖的导流明渠过流；二期围右岸，利用一期建成的永久泄流底孔过流。

b）导流标准及度汛标准

1）导流标准

一期、二期导流标准均采用全年 10 年重现期洪水，相应的洪峰流量为 353m^3/s。

2）度汛标准

下水库坝体临时度汛标准采用 20 年重现期大汛洪水标准，流量为 485m^3/s。

c）导流程序

结合本工程施工进度安排，施工导流过程分为：一期导流、二期导流。

1）一期导流

一期导流自第 1 年 9 月一期导流明渠开挖开始，到第 3 年 10 月一期围堰拆除结束。根据本工程施工进度安排，一期导流利用右岸滩地开挖的导流明渠过流，一期导流明渠开挖完成时间为第 1 年 9 月末，因此，在第 1 年 10 月～第 3 年 9 月利用导流明渠进行导流。该时段内主要进行河床#17～#24 坝段（包含 1 孔泄流底孔、2 孔泄流表孔以及门库坝段等建筑物）的施工，同时在门库坝段沿上游方向修建纵向混凝土围堰，沿下游方向完成消力池边墙，并利用消力池右侧边墙作为二期导流的纵向围堰。

一期围堰挡水标准采用大汛 10 年重现期洪水，相应的洪峰流量为 353m^3/s，根据明渠泄流水力计算成果，上游设计水位为 492.04m，考虑风壅高度、波浪爬高及安全超高等影响，上游围堰堰顶高程采用 493.32m；下游设计水位为 491.16m，考虑安全超高，下游围堰堰顶高程采用 491.26m。

一期施工混凝土重力坝河床#17～#24 坝段，由于一期导流阶段坝体未能全部拦断河床，已施工的坝体不能形成较大的库容，因此当大坝填筑超过围堰高程时，汛期依然采用围堰挡水度汛。

2）二期导流

二期导流自第 3 年 10 月初二期围堰填筑开始，到第 5 年 5 月末二期围堰拆除结束。根据本工程施工进度安排，在第 3 年 10 月～第 5 年 5 月利用一期已建成的泄流底孔进行泄流。该时段内主要进行右岸河床#1～#16 混凝土坝段的施工。

二期纵向混凝土围堰挡水标准采用大汛 10 年重现期洪水，相应的洪峰流量为 353m^3/s，根据明渠泄流水力计算成果，上游设计水位为 500.17m，考虑风壅高度、波

浪爬高及安全超高等影响，上游围堰堰顶高程采用 502.30m；下游设计水位为 491.74，考虑安全超高，下游围堰堰顶高程采用 492.74m。

二期进行右岸河床#1～#16 混凝土坝段的施工，根据施工进度安排，第 4 年 5 月末大坝填筑超过上游围堰顶高程，坝体临时挡水度汛洪水标准采用重现期 20 年，相应的大汛洪峰流量为 485m^3/s，经计算，此时的坝前水位为 504.47m，计入超高后确定，坝体应在第 4 年 5 月末填筑至 507.10m 高程。

2.7.2.4 下水库进/出水口施工导流

a）导流方式

下水库进/出水口施工导流采用围堰挡水，利用坝体一期导流明渠泄流，全年施工导流方式。为保证输水发电系统施工安全，尾水闸门下闸挡水前在闸门井前尾水洞段预留岩塞挡水度汛。

b）导流标准及度汛标准

下水库进/出水口导流采用与下水库大坝相同导流洪水标准，即 10 年重现期大汛洪水，流量为 353m^3/s。度汛洪水设计标准采用大汛 100 年重现期洪水，洪峰流量 797m^3/s。

c）导流程序

根据下水库进/出水口施工进度安排情况，将施工导流程序分为两个阶段：

1）水道系统与厂房贯通前

第 3 年 9 月底，下水库进/出水口具备闸门下闸条件，第 4 年 10 月前，水道系统与厂房贯通未贯通，导流标准采用全年 10 年重现期设计洪水，采用围堰或闸门挡水，导流明渠或大坝底孔导流，完成下水库进/出水口混凝土及金属结构的浇筑和安装。

2）水道系统与厂房贯通后

第 4 年 10 月底尾水系统与厂房贯通，此时下水库进/出水口导流标准为全年 10 年重现期设计洪水，相应洪峰流量为 353m^3/s，采用闸门挡水度汛，坝身泄洪底孔导流；度汛标准为全年 100 年重现期洪水，相应洪峰流量为 797m^3/s，采用闸门挡水度汛、坝身泄洪底孔泄流。

2.7.3 主体工程施工

2.7.3.1 上水库施工

a）上水库开挖

土方开挖采用 132kW 推土机集料，3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车经#L13 道路运至上水库坝后压坡体回填。

石方开挖采用 CM351 潜孔钻钻孔爆破，石渣由 132kW 推土机配合 3m³ 装载机装 20t 自卸汽车经#L13 临时道路运至坝后压坡体回填。

b）坝体填筑

坝体填筑采取由下而上的原则进行。坝体填筑采用库盆开挖料，20t 自卸汽车运输上坝。坝面采用流水作业法施工。

1）主、次堆石料及过渡料填筑

大坝主、次堆石料及过渡料填筑全部利用开挖石料填筑。

堆石料采用 3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车运输上坝，采用综合法卸料，132kW 推土机铺料平整，洒水后用 18t～32t 振动碾压实，铺筑层厚度及碾压遍数由现场碾压试验确定。局部振动碾碾压不到的部位用夯实机夯实处理。

2）垫层料填筑

垫层料来自上水库垫层料加工系统。垫层料采用 3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车运输上坝，采用综合法卸料，132kW 推土机铺料平整，用 15t～25t 振动碾压实，局部采用夯实机夯实。垫层料除水平碾压外，还必须进行斜坡碾压及人工修坡，斜坡碾压及人工修坡在坝体斜坡长度每达到 10m～15m 时进行一次。斜坡采用 8t～10t 的斜坡碾静碾 3～4 遍，然后再用振动碾碾压，碾压遍数由碾压试验确定。

3）面板混凝土施工

面板混凝土：取自上水库施工区混凝土生产系统，采用 6m³ 混凝土搅拌车运输，溜槽直接入仓，人工平仓，振捣器振捣。坝坡面板混凝土施工采用无轨滑模法，在坝体顶部设二台卷扬机牵引滑模。

为避免面板发生干缩裂缝，在混凝土脱模后应立即采取养护措施，养护时间不应少于 90 天，当气候干燥、炎热时，应适当延长养护时间，有条件时宜养护至水库蓄水。

4）趾板、基础处理混凝土

趾板、基础处理混凝土由上水库施工区混凝土生产系统供给，水平运输采用 6m^3 混凝土搅拌车运输至浇筑现场受料斗，再经溜槽入仓，人工平仓，振捣器振捣。

5）干砌块石护坡施工

人工从开挖料中挑拣块石。石料采用 10t 自卸汽车运输，人工铺砌，1.6m^3 液压反铲辅助修整。

6）防浪墙混凝土

防浪墙混凝土采用 10t 自卸汽车运输至浇筑地点，装 3m^3 混凝土罐，再采用 10t 汽车起重机吊罐入仓，振捣器振捣。混凝土由上水库混凝土生产系统提供。

7）路面工程

路面碎石料取自上水库垫层料加工系统，采用 3m^3 挖掘机装 20t 自卸汽车运至坝上填筑，88kW 推土机铺料、平整，15t～25t 振动碾压实，局部采用夯实机夯实，人工铺平。

路面混凝土采用 10t 自卸汽车运混凝土至浇筑地点，摊铺机摊铺平整，振动压路机压实。混凝土由上水库混凝土生产系统提供。

2.7.3.2 输水发电系统施工

输水系统包括上水库进/出水口、引水事故闸门井、引水隧洞、引水调压井、压力管道、引水岔管、引水支管、尾水支管、尾水事故闸门室、尾水岔管、尾水调压井、尾水隧洞、尾水检修闸门井、下水库进/出水口等。

a）主副厂房

主厂房最大开挖高度 59.40m，主厂房的开挖分为上、中、下、底四部分，从上到下依次布置 4 层施工通道，上部（高程 469.20m～448.90m）的施工通道为厂房通风洞、中部（高程 448.90m～434.40m）的施工通道为厂房交通洞、下部（高程 434.40m～419.60m）的施工通道为厂房下部施工支洞、底部（高程 419.60m～409.80m）以尾水隧洞施工支洞作为施工通道。

主厂房分为上、中、下、底四部分共VII层进行开挖。上部开挖（高程 469.20m～448.90m）高度为 20.3m，分I、II两层，层高分别为 9.5m、10.8m。第I层开挖采用中导

洞先行，两侧扩大跟进的施工方式。采用 NH178 型三臂液压凿岩台车钻孔，周边光面爆破，用 3m³ 装载机装 20t 自卸汽车经通风洞运输出渣。厂房岩壁吊车梁处在第II层，第II层开挖采用两侧预留保护层中部先行的开挖方式，分为中央开挖区和两侧保护区两部分，中央区采用 ROC742 液压履带钻机钻孔，梯段毫秒爆破。两侧保护区的开挖，先沿厂房边墙轮廓线进行预裂爆破，然后采用 NH178 型三臂液压凿岩台车钻水平孔，进行保护层开挖，光面预裂爆破，形成梁台轮廓。出渣采用 3m³ 装载机装 20t 自卸汽车运输。

中部开挖（高程 448.90m～434.40m）高度为 14.5m，分为III、IV两层，层高分别为 7.0m、7.5m，中部开挖均从交通洞出渣，第III层开挖采用两侧预留保护层中部先行的开挖方式。中部开挖采用 ROC742 液压履带钻机钻孔，建筑物周边光面爆破，中部进行梯段爆破，3m³ 装载机装 20t 自卸汽车经厂房交通洞运输出渣。第III层开挖完毕后，进行第IV层，开挖方法、石渣装运方法同第III层。母线洞的开挖、混凝土浇筑与第Ⅳ层开挖平行进行施工。混凝土来自下水库混凝土生产系统，用 3m³混凝土搅拌运输车运输，采用临时桥机吊罐入仓，人工平仓振捣。

下部开挖（高程 434.40m～419.60m）高度为 14.8m，分为V、VI两层，层高分别为 6.5m、8.3m。下部开挖以#3 施工支洞—#2 施工支洞—交通洞作为施工通道。开挖爆破时，第V、VI层自#3 施工支洞端梯段推进开挖，采用 ROC712 液压履带钻机打垂直孔，梯段毫秒爆破，爆破后石渣溜至第VI层，在第VI层用 3m³ 侧卸式装载机装 20t 自卸汽车经#3 施工支洞-#2 施工支洞-交通洞出渣，开挖中锚喷支护及时跟进。石料一部分运至下水库骨料转存料场，弃渣运至下水库场地平整。

底部开挖（高程 419.60m～409.80m）高度为 9.8m，该范围作为第VII层进行开挖，采用两侧预留保护层中部先行的开挖方式。中部开挖采用 ROC742 液压履带钻机钻孔，建筑物周边光面爆破，中部进行梯段爆破，3m³ 装载机装 20t 自卸汽车出渣，局部采用反铲配合人工装渣。从尾水隧洞经#5 施工支洞和厂房交通洞运输出渣。

为了保证施工安全，与厂房交叉的洞口均应在开挖后立即锁口，然后再进行厂房扩挖。

厂房顶拱、边墙主要为喷锚支护，可在开挖过程中交替进行，采用锚杆台车钻孔，

4m³/h～5m³/h 混凝土喷射机组配合机械手施工。厂房吊车梁及安装间混凝土由 3m³ 混凝土搅拌运输车通过交通洞或通风洞供料，混凝土泵送入仓，人工平仓，2.2kW 插入式振捣器振捣。厂房中下部混凝土待厂房桥机安装完成后，采用厂房桥机、15t 履带式起重机吊 3m³ 或 1m³ 混凝土罐入仓，混凝土由 10t 自卸汽车运输，平仓、振捣方式相同。

b）主变洞及母线洞施工

主变洞开挖分上部及下部两部分共三层施工。高程 465.00m～449.70m 为上部开挖，分为两层，第I层高程为 465.00m～458.4m，层高 6.6m，采用全液压三臂凿岩台车钻孔，光面爆破，3m³ 侧卸式装载机装 15t 自卸汽车经厂房通风洞出渣。第II层高程为 458.40m～449.7m，层高 8.7m，采用两侧预留保护层中部先行的开挖方式。中部开挖采用 ROC742 液压履带钻机钻孔，中部进行梯段爆破，3m³ 侧卸式装载机装 15t 自卸汽车经厂房通风洞出渣。449.7m 以下为下部，高程 449.7m～440.2m，为第III层，层高为 9.5m，采用两侧预留保护层中部先行的开挖方式。中部开挖采用 ROC742 液压履带钻机钻孔，建筑物周边光面爆破，中部进行梯段爆破，3m³ 侧卸式装载机装 20t 自卸汽车出渣。经厂房交通洞出渣。

主变室衬砌混凝土来自下水库混凝土生产系统，用 3m³ 混凝土搅拌运输车经厂房交通洞-主变交通洞运至洞内，30m³/h 泵送入仓，人工平仓振捣。

母线洞与主厂房第IV层开挖处于同一高程，因此母线洞施工可与厂房第IV层平行施工，采用手风钻钻孔，光面爆破，出渣方案同主厂房第IV层。母线洞混凝土浇筑采用组合钢模板支模，混凝土由下水库混凝土生产系统供给，用 6m³ 混凝土搅拌运输车经交通洞-主变交通洞运输，30m³/h 混凝土泵泵送入仓。

c）尾闸室施工

尾闸室开挖分上中下三部分共四层施工。高程 449.50m～436.00m 为上部；高程 436.00m～428.40m 为中部；高程高程 428.40m～419.30m 为下部。

上部开挖分为两层，高程 442.00m 以上为第I层，层高 7.50m，第一层采用液压凿岩台车钻孔，光面爆破，3m³ 装载机装 20t 自卸汽车直接经#4 施工支洞出渣，高程 442.00m～436.00m 第II层，层高 6.00m，第二层采用 ROC742 液压履带钻机钻孔，梯

段爆破。出渣采用 3m³ 装载机装 20t 自卸汽车通过预留的斜坡道经#4 施工支洞出渣。

中部高程 436.00m～428.40m 为第III层，层高 7.60m，开挖采用 ROC712 液压履带钻钻孔，梯段爆破。石渣由 132kW 推土机集渣，3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车出渣，经尾闸交通支洞→厂房交通洞出渣。

下部高程 428.40m～419.30m 为第IV层，层高 9.10m，开挖采用 ROC742 液压履带钻机钻孔，梯段爆破。石渣经导井溜至底部，由 3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车出渣，经#5 施工支洞出渣。

混凝土来自下水库混凝土生产系统，采用组合钢模板浇筑。采用 6m³ 混凝土搅拌运输车经运输，30m³/h 混凝土泵泵送入仓，人工平仓振捣。

d）输水系统施工

1）上、下水库进/出水口施工

石方明挖采用 CM351 潜孔钻钻孔爆破，孔深 6m～9m，微差挤压爆破，开挖时底部预留 1.5m～3.0m 保护层，保护层开挖采用手风钻钻孔控制爆破，开挖石渣用 3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车运输。

洞挖采用 NH178 型三臂液压凿岩台车钻孔，光面爆破，全断面开挖，石渣用 3m³ 侧卸式装载机装 20t 自卸汽车出渣。

闸门井石方井挖采用导井法开挖，导井开挖采用 LM-400 型反井钻机。爆落的石渣采用人工扒渣，石渣经导井溜至底部，出渣采用 2m³ 侧卸式装载机装 15t 自卸汽车运渣。

洞内混凝土运输采用 3m³ 混凝土搅拌车经施工支洞运输至浇筑地点，混凝土泵泵送入仓，人工振捣。

进/出水口结构混凝土浇筑用 10t 自卸汽车载 3m³ 混凝土罐运输至浇筑地点，10t 履带式起重机吊罐入仓，振捣器振捣。

喷混凝土采用机械湿喷，采用 JQ250 强制式混凝土搅拌机制浆，4m³/h～5m³/h 混凝土喷射机组配合机械手施工。

2）调压井施工

调压井石方井挖采用导井法开挖，导井开挖采用 LM-400 型反井钻机。导井贯通

后自上而下扩挖，扩挖采用手风钻钻孔爆破，爆落的石渣采用人工扒渣，石渣经导井溜至底部，出渣采用 3m³ 侧卸式装载机装 15t 自卸汽车运渣。

井壁混凝土衬砌采用滑模由下而上连续施工，混凝土由 3m³ 混凝土搅拌运输车运输至浇筑地点，经调压井上口卸入溜槽入仓。

喷混凝土采用机械湿喷，采用 JQ250 强制式混凝土搅拌机制浆，4m³/h～5m³/h 混凝土喷射机组配合机械手施工。

3）平洞施工

平洞开挖采用 NH178 型三臂液压凿岩台车钻孔，光面爆破，全断面开挖，石渣用 3m³ 侧卸式装载机装 15t 自卸汽车（洞内垫渣）出渣。弯管段采用手风钻钻孔，全断面开挖光面爆破。

平洞混凝土衬砌除转弯段采用钢木模板浇筑外，其他部分采用针梁模板浇筑。混凝土运输采用 3m³ 混凝土搅拌车经施工支洞运输至浇筑地点，混凝土泵泵送入仓，振捣采用人工振捣。钢管在工地钢管加工厂进行切割、卷板，焊接成 6m 一节的管段，从各施工支洞运输至安装地点，逐节安装。混凝土衬砌与钢管安装交叉进行。

喷混凝土采用机械湿喷，采用 JQ250 强制式混凝土搅拌机制浆，4m³/h～5m³/h 混凝土喷射机组配合机械手施工。

4）斜井段施工

斜井段开挖采用反井法施工，导井开挖采用定向钻+LM-400 反井钻机，即钻机在斜井上方就位，先由上向下钻出一个直径为 27cm 的导向孔，然后在井底换上反向钻头，从下向上提升扩孔，扩孔直径采用 1.4m，直达井的顶部。导井贯通后自上而下进行开挖，开挖采用手风钻爆破，爆落的石渣采用人工扒渣，石渣经导井溜至底部，由 2m³ 侧卸式装载机装 15t 自卸汽车经施工支洞出渣。

混凝土衬砌采用液压滑升模板，弯管段采用可改变模板中心线的多功能模板自下而上全断面连续浇筑。由 6m³ 混凝土搅拌运输车经支洞运至引水洞平段，再用卷扬牵引 0.6m³ 混凝土运料斗车二次倒运至滑模上的工作平台，经溜筒入仓。插入式振捣器振捣。

钢管在工地钢管加工厂进行切割、卷板，焊接成 6m 一节的管段，从各施工支洞

运输至安装地点，逐节安装。混凝土衬砌与钢管安装交叉进行。

喷混凝土采用机械湿喷，采用 JQ250 强制式混凝土搅拌机制浆，4m³/h～5m³/h 混凝土喷射机组配合机械手施工。

5）尾水隧洞施工

尾水隧洞开挖由#5 施工支洞作为施工通道。尾水隧洞开挖采用 NH178 型三臂液压凿岩台车钻孔，光面爆破，全断面开挖，3m³ 侧卸式装载机装 15t 自卸汽车施工支洞出渣。

尾水主洞隧洞混凝土衬砌采用针梁钢模台车全断面连续浇筑。混凝土来自下水库混凝土生产系统，用 6m³ 混凝土搅拌运输车经进出水口运至洞内，30m³/h 混凝土泵送入仓，插入式振动器振捣。

e）交通洞、通风洞及施工支洞施工

土方明挖采用 132kW 推土机集料，3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车运输至渣料利用场地。石方明挖采用 CM351 潜孔钻钻孔爆破，3m³ 挖掘机装渣，20t 自卸汽车运输。交通洞、通风洞及施工支洞石方洞挖施工采用 NH178 三臂液压凿岩台车全断面钻孔掘进，光面爆破，洞挖料出渣采用 3m³ 侧卸式装载机装 20t 自卸汽车洞内运输。混凝土衬砌采用平移式钢模台车或组合模板浇筑，混凝土用 6m³ 混凝土搅拌车运输至各工作面，30m³/h 混凝土泵泵送入仓。#1 施工支洞混凝土由上水库混凝土生产系统供给，交通洞、通风洞、其余施工支洞混凝土由下水库混凝土生产系统供给。

f）其他洞室

其余小断面平洞开挖均采用手风钻钻孔，全断面开挖，采用卷扬机牵引 0.6m³ 斗车运输至与主洞室交叉口，然后采用 2m³ 侧卸式装载机装 15t 自卸汽车或 3m³ 侧卸式装载机装 20t 自卸汽车出渣。混凝土衬砌采用组合钢模板浇筑。

排风竖井开挖采用反井钻机施工，由厂房通风洞或主变通风洞出渣。

2.7.3.3 下水库施工

a）坝肩、坝基开挖

下水库大坝为碾压混凝土重力坝，开挖施工先进行植被清除，后进行土石方开挖。

坝肩、坝基土方开挖采用 132kW 推土机集渣（人工配合），3m³ 挖掘机装 20t 自

卸汽车出渣，弃渣运至下水库场地平整。两侧山坡开挖厚度较薄部位采用 132kW 推土机集堆，3m³ 轮胎式装载机装料，20t 自卸汽车运输。岩石开挖采用 CM351 潜孔钻钻孔爆破。石渣由 132kW 推土机集渣，3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车出渣。主坝基础底部预留 2.0m 左右的保护层，保护层采用手风钻钻孔，浅孔爆破。3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车运输出渣。

b）坝体混凝土施工

坝体混凝土由下水库混凝土系统生产，常态混凝土、碾压混凝土 10t 水平运输采用自卸汽车运送至工作面。

1）常态混凝土浇筑

溢流堰、闸门槽、护坦及闸墩等部位常态混凝土浇筑采用 SDTQ1800/60 门机吊 6m³ 混凝土罐入仓，钢木组合模板施工，PCY-50 型平仓振捣机振捣；消力池等局部辅以履带吊吊 3m³ 罐入仓，插入式振捣器振捣。

2）碾压混凝土浇筑

坝体内部碾压混凝土施工采用 10t 自卸汽车运输，自卸汽车直接入仓，铺料采用条带法，条带铺筑方向平行坝轴线，宽度根据施工仓面的具体情况进行动态控制，摊铺采用退铺法卸料，由 D31P（湿式）推土机进行平仓，平仓方向与坝轴线平行，在模板及细部结构较集中的边角部位应辅以人工摊铺；碾压采用 BW-202AD 型振动碾，碾压作业采用条带搭接法，碾压方向平行于坝轴线方向，碾压机具碾压不到的边角及有预埋件的部位，铺筑变态混凝土，用插入式振捣器人工振捣密实。

3）变态混凝土浇筑

变态混凝土浇筑随碾压混凝土施工逐层进行，入仓方式同碾压混凝土，采用手持大功率振捣器或振捣车振捣。

c）基础处理

大坝固结灌浆采用液压钻机钻孔，用灌浆泵自上而下，在有压重的条件下，分段灌浆。固结灌浆与混凝土浇筑交错施工，在基础混凝土浇筑厚度满足有压盖重要求及强度后进行，固结灌浆按分序加密的原则进行。

坝体帷幕灌浆全部在灌浆廊道及灌浆平洞内进行，采用地质钻机钻孔，用灌浆泵

自上而下分段灌注，逐步加密。采用先灌上排，后灌下排的施工程序。

2.7.3.4 金属结构及机电设备安装

机电设备由交通洞运至安装间，利用厂房桥机起吊进行安装。主变压器由交通洞运入后，利用厂房桥机起吊卸至专用轨道运输至主变室。

闸门和启闭设备由厂家将部件运至工地加工厂进行组装后，采用平板拖车运输现场进行安装。

压力钢管在工地加工成管节后采用平板拖车运输运至现场安装。

机电设备及金属结构安装，要求与土建施工协调施工程序，合理安排安装进度，缩短安装直线工期。

2.7.4 场内交通规划

本工程场内运输任务主要包括：工程施工期开挖弃渣、坝体填筑堆石料、混凝土骨料及成品料、钢筋钢材、施工设备、金属结构等生产及外来生活物资的运输。

本工程共需新建公路 30.43km，其中新建永久公路 14.77km（含环库公路），新建临时道路 15.66km。各条道路相应指标见表 2.7-1。

表 2.7-1　　场内施工道路线路标准表

道路类型	道路名称	起、止点	长度（km)	道路等级	路基/路面宽（m)	路面型式
永久道路	#Y1 永久道路	#Y2 永久道路、上水库左坝头	8.39	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#Y2 永久道路	库区改线公路、下水库大坝右坝头	3.43	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#Y3 永久道路	#Y2 永久道路、交通洞洞口	0.20	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#Y4 永久道路	#Y1 永久道路、地面开关站	0.18	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#Y5 永久道路	上水库大坝左坝头、上水库大坝右坝头	2.17	水电三级	4.5/3.5	水泥混凝土路面
	#Y6 永久道路	库区改线公路、下水库大坝左坝头	0.40	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	小计		14.77			
临时道路	#L1 临时道路	#Y2 永久道路、下水库钢管加工厂	0.64	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#L2 临时道路	#L1 临时道路、下水库进出水口围堰	0.20	水电三级	7.5/6.5	泥结碎石路面
	#L3 临时道路	#Y2 永久道路、下水库库内骨料暂存场	0.90	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#L4 临时道路	#Y2 永久道路、下水库大坝围堰	0.36	水电三级	7.5/6.5	泥结碎石路面
	#L5 临时道路	#Y2 永久道路、下水库大坝 500m 高程	0.28	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#L6 临时道路	下水库坝右坝头、下水库左坝头	1.13	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#L7 临时道路	#L6 临时道路、下水库表土暂存场	0.46	水电三级	7.5/6.5	泥结碎石路面
	#L8 临时道路	#L6 临时道路、下水库场地平整	0.50	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#L9 临时道路	G222 国道、下水库基坑	0.27	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#L10 临时道路	#Y1 永久道路、高位水池	0.28	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面

续表 2.7-1（完）　　场内施工道路线路标准表

道路类型	道路名称	起、止点	长度（km)	道路等级	路基/路面宽（m)	路面型式
临时道路	#L11临时道路	#Y1永久道路、坝后压坡体770m高程	1.50	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#L12临时道路	#L11临时道路、坝后压坡体834m高程	0.75	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#L13临时道路	#L11临时道路、#Y5永久道路	1.66	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	#L14临时道路	#L13临时道路、上水库库盆右侧边坡	1.02	水电三级	7.5/6.5	泥结碎石路面
	#L15临时道路	#L13临时道路、上水库大坝810m高程	0.21	水电三级	7.5/6.5	泥结碎石路面
	#L16临时道路	#L13临时道路、上水库大坝830m高程	0.35	水电三级	7.5/6.5	泥结碎石路面
	#L17临时道路	#L13临时道路、上水库大坝850m高程	0.68	水电三级	7.5/6.5	泥结碎石路面
	#L18临时道路	#Y1永久道路、上水库库盆左侧边坡	0.47	水电三级	7.5/6.5	泥结碎石路面
	#L19临时道路	#Y1永久道路、上下库连系路场地平整	0.78	水电三级	7.5/6.5	泥结碎石路面
	#L20临时道路	#Y2永久道路、下水库砂石加工系统	0.45	水电三级	7.5/6.5	水泥混凝土路面
	其它临时道路		2.61	水电三级	7.5/6.5	泥结碎石路面
	小计		15.66			
总计（永久+临时）			30.43			

2.7.5 料源选择及料场开采规划

本工程上水库坝型为混凝土面板堆石坝，下水库坝型为碾压混凝土重力坝，所需天然建筑材料主要包括上水库坝体堆石料、垫层料等，混凝土骨料，围堰填筑土石料等。

2.7.5.1 上水库施工区

根据地质资料及分析，本工程上水库工程填筑料和混凝土骨料料源优先利用工程石方开挖利用料。

本工程上水库施工区开挖可利用料合计约 709.04 万 m^3（自然方），设计需要量为 696.2 万 m^3（自然方），则工程石方可利用量/设计需要量的比值约为 1.02。为满足 NB/T 10491-2021《水电工程施工组织设计规范》中规划开采量需按设计需要量的 1.15～1.50 倍选取的要求，考虑降低库盆开挖高程作为备用料源，在库盆底高程 834m 以下下挖 10m，则新增弱风化可利用料 112.5 万 m^3，可利用料合计 821.54 万 m^3，为设计需要量合计的 1.18 倍。

表 2.7-2 上水库施工区设计需要量及可利用量情况表 单位：万 m^3

料源	可利用量	设计需要量	备注
上水库施工区明挖可利用强风化	35.88	198.90	上库库盆
上水库施工区明挖可利用弱风化	648.01	497.29	上库库盆、上水库进/出水口
上水库施工区洞挖可利用弱风化	25.15		上水库进/出水口、输水系统（引水渐变段、上平段、引水大井）及#1 施工支洞洞挖料
合计	709.04	696.2	

注：表中工程量均为自然方。

2.7.5.2 下水库施工区

根据地质资料及分析，本工程下水库大坝为碾压混凝土重力坝，主要料源为混凝土骨料，骨料选择利用工程石方开挖利用料。

本工程下水库施工区明挖可利用料约 30.40 万 m^3（自然方），洞挖可利用料 134.10 万 m^3（自然方），开挖可利用料合计约 164.50 万 m^3（自然方）。上下水库混凝土骨

料毛料设计需要量 139.24 万 m^3（自然方），其中上水库施工区为 43.05 万 m^3（自然方），下水库施工区为 96.19 万 m^3（自然方）。工程石方可利用量/设计需要量的比值约为 1.18，开挖利用料满足本工程料源需求。根据地勘成果，开挖料作为人工混凝土骨料，原岩的各项指标均满足质量技术要求。因此，本工程下水库施工区不需专门开设石料场。

表 2.7-3 下水库施工区设计需要量及可利用量情况表 单位：万 m^3

料源	可利用量	设计需要量	备注
下水库施工区明挖可利用弱风化	30.40	139.24	下水库进/出水口、厂房（交通洞、通风洞）
下水库施工区洞挖可利用弱风化	134.10		下水库进/出水口、输水系统（上斜井～尾水渐变段）、尾水系统（尾闸洞～尾调通风洞）厂房、#2～#5 施工支洞
合计	164.50	139.24	

2.7.6 施工总布置规划

2.7.6.1 施工区布置

根据工程枢纽建筑物布置、场地条件、交通条件、工程施工等因素综合考虑，施工布置分区按上、下水库分区规划。

a）上水库施工区

上水库施工区主要承担上水库库盆、上水库大坝、上水库进/出水口、引水隧洞上平段、引水闸门井等主体工程项目的施工。上水库大坝为混凝土面板堆石坝。上水库施工区主要布置的施工设施有：施工营地、垫层料加工系统、混凝土生产系统、综合仓库、金属结构拼装厂、钢筋及木材加工厂、施工机械修配厂及汽车保养站、机械设备停放场。受上水库地形条件限制，不在上水库施工区单独布置钢管加工厂，将其集中布置在下水库施工区。

上水库地形条件相对陡峻，施工区集中布置难度较大，故上水库施工区主要依托#Y1 永久道路（上下库连接道路）采用分散布置。上水库施工区距那尔轰河直线距离约 3km。

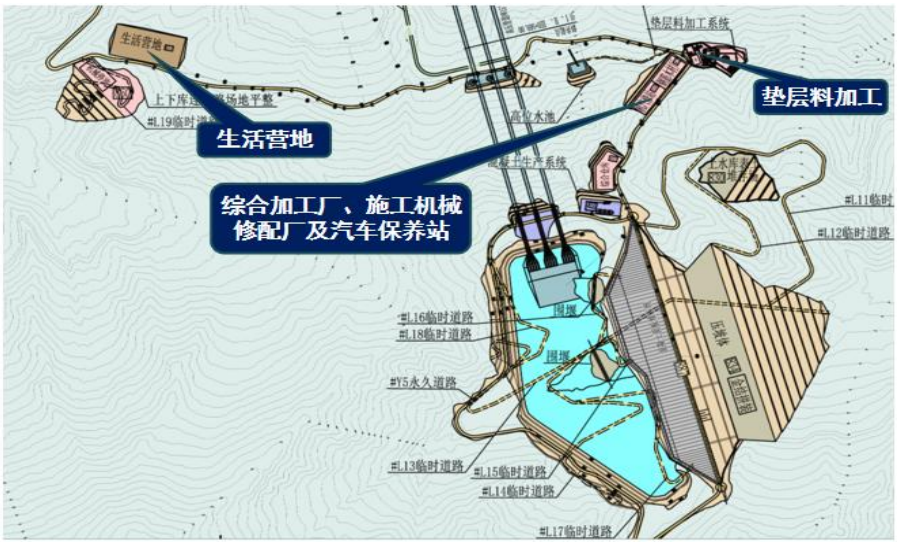


图 2.7-1 上水库施工区布置图

b）下水库施工区

下水库施工区主要承担下水库大坝、下水库泄洪建筑物、下水库进/出水口、地下系统（引水隧洞上平段以下）等主体工程项目的施工。

下水库施工区布置的施工场地及设施主要有：施工营地、综合仓库、机电设备库、机械设备停放场、施工机械修配厂及汽车保养站、金属结构拼装厂、钢筋及木材加工厂、钢管加工厂、混凝土骨料生产系统、混凝土生产系统等施工场地。下水库施工区可供利用的场地，主要集中坝址上游右岸较为宽阔的平坦坡地，故下水库施工区施工临建主要沿#Y2 永久道路及下水库坝后场地平整布置，临近下水库那尔轰河。

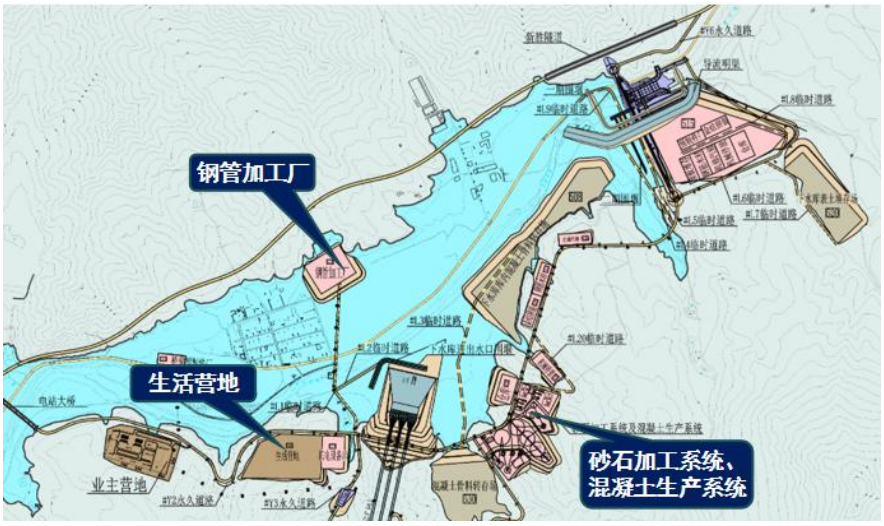


图 2.7-2 下水库施工区布置图

2.7.6.2 主要施工工厂设施

a）砂石加工系统

本项目设 2 套砂石加工系统，包括上水库垫层料加工系统及下水库混凝土骨料加工系统。

1）上水库垫层料加工系统

上水库垫层料加工系统布置上水库东北侧山顶处，沿#Y1 永久道路布设，占地面积约 20000m^2，系统处理能力为 95t/h。系统按每月生产 25d，每天生产 14h 计算，生产班制为 2 班制。

本系统产品主要供应上水库挡水建筑物填筑垫层料，系统料源来自上水库施工区输水系统洞挖料。上水库垫层料加工系统工艺流程见图 2.7-3，主要技术指标见表 2.7-4。

表 2.7-4 上水库垫层料加工系统主要技术指标

序号	项 目	单位	指标	备注
1	系统处理能力	t/h	95	
2	系统生产能力	t/h	63	
3	系统加工毛料总量	10^4t	51.91	
4	系统生产成品骨料总量	10^4t	46.97	
5	系统储存成品骨料量	t	13500	15 天用量
6	粗碎车间破碎强度	t/h	72	
7	中细碎车间破碎强度	t/h	33	
8	制砂车间破碎强度	t/h	115	
9	系统用电负荷	kW	700	
10	系统用水负荷	m^3/h	95	
11	工作制度	班/天	2	
12	人数	人/班	25	
13	建筑面积	m^2	500	
14	占地面积	m^2	20000	

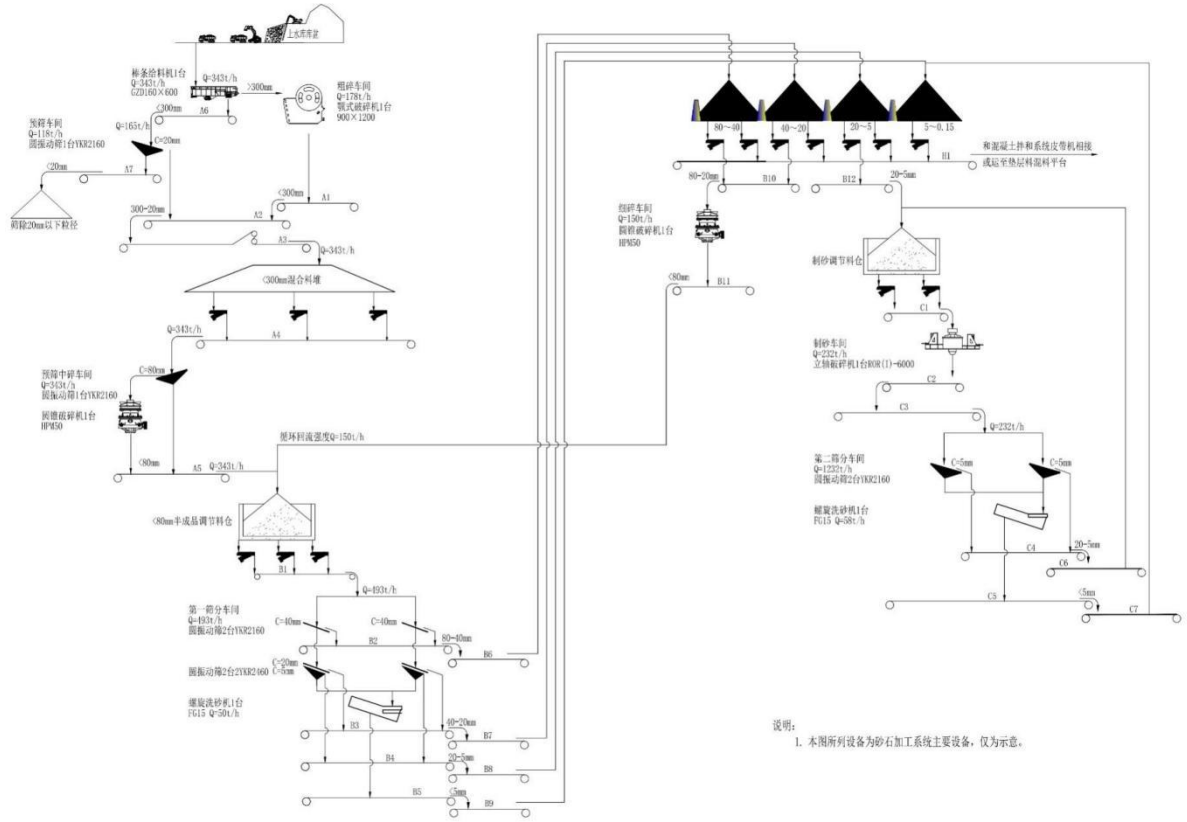


图 2.7-3 上水库垫层料加工系统工艺流程图

2）下水库混凝土骨料加工系统

下水库砂石加工系统布置在下水库进出水口东侧，紧邻混凝土骨料暂存场布置，占地面积约 36000m^2。系统处理能力为 551t/h。系统按每月生产 25d，每天生产 14h 计算，生产班制为 2 班制。

本系统产品供应本工程全部混凝土所需骨料。系统料源来自于地下洞室开挖料。下水库混凝土骨料加工系统工艺流程见图 2.7-4，主要技术指标见表 2.7-5。

表 2.7-5 下水库混凝土骨料加工系统主要技术指标

序号	项 目	单位	指标	备注
1	系统处理能力	t/h	505	
2	系统生产能力	t/h	427	
3	制砂能力	t/h	217	
4	系统加工毛料总量	10^4t	323.33	
5	系统生产成品骨料总量	10^4t	273.52	
6	系统储存成品骨料量	t	38100	7 天用量并满足冬季备料
7	粗碎车间破碎强度	t/h	262	
8	粗碎车间筛分强度	t/h	242	
9	中碎车间破碎强度	t/h	302	
10	中碎车间筛分强度	t/h	505	
11	细碎车间破碎强度	t/h	259	
12	第一筛分车间筛分强度	t/h	763	
13	立轴车间破碎强度	t/h	516	
14	第二筛分车间筛分强度	t/h	516	
15	系统用电负荷	kW	1519	
16	系统用水负荷	m^3/h	125	
17	工作制度	班/天	2	
18	人数	人/班	45	
19	建筑面积	m^2	1800	
20	占地面积	m^2	36000	

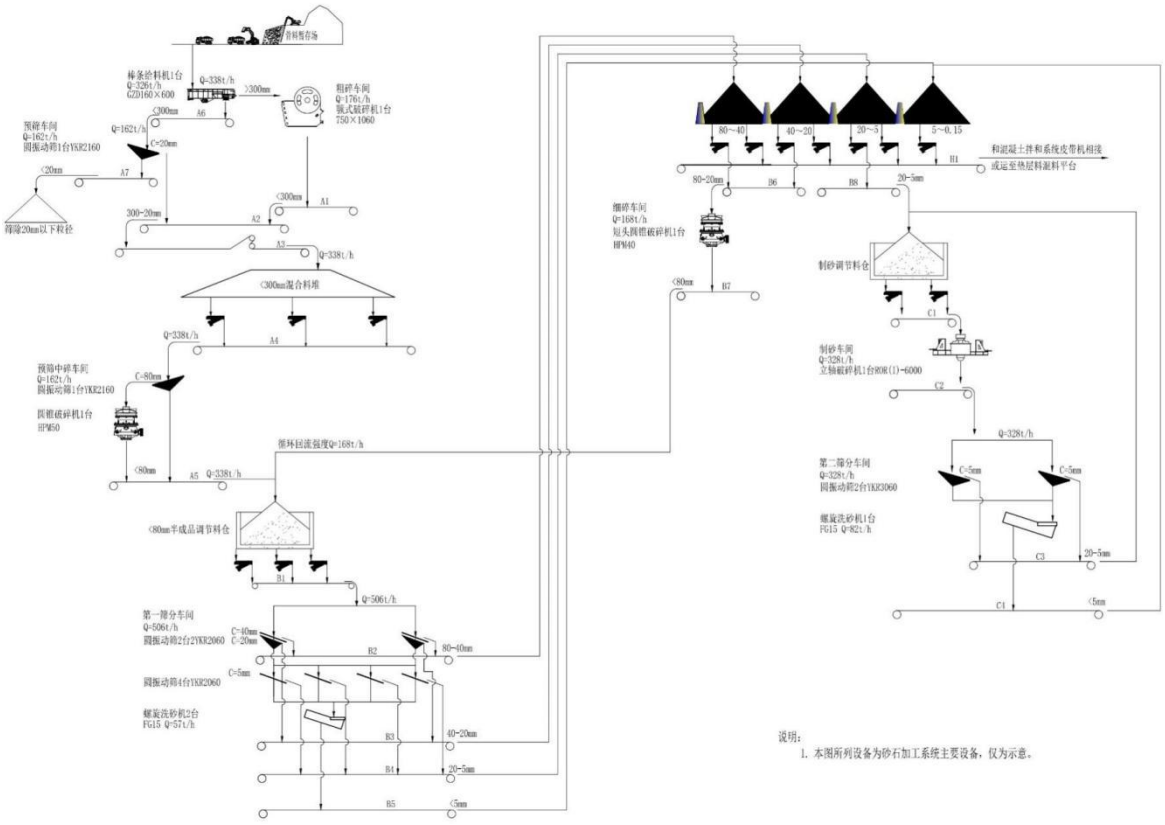


图 2.7-4 下水库混凝土骨料加工系统工艺流程图

b）混凝土生产系统

本工程共布置 3 套混凝土生产系统，分别为上水库混凝土生产系统、下水库常态混凝土生产系统及下水库碾压混凝土生产系统。

1）上水库混凝土生产系统

上水库混凝土生产系统位于上水库左坝头附近，紧邻#Y1 永久道路，占地面积为 10000m^2。主要负责供应上水库大坝、输水系统上平段混凝土、上水库进/出水口混凝土及#1 施工支洞等混凝土等。

根据施工总进度安排，上水库区混凝土浇筑强度为 1543m^3/d，系统设计生产能力为 116m^3/h，系统按每月生产 25d，每天生产 20h 计算，生产班制为 3 班制。

混凝土生产系统设置 HZS180 混凝土拌和站一座，单机额定生产能力为 180m^3/h，单机功率为 260kW。系统设置 3 座 1000t 水泥罐、1 座 800t 粉煤灰罐，可以满足高峰月混凝土生产 5 天需用量。

上水库混凝土生产系统工艺流程见图 2.7-5，主要技术指标见表 2.7-6。

表 2.7-6 上水库混凝土生产系统主要技术指标

序号	项目		单位	数量	备注
1	系统设计生产能力		m^3/h	116	1 座 HZS180 搅拌站
2	系统标称生产能力		m^3/h	180	
3	胶凝材料储量	水泥	t	1929	
		粉煤灰	t	482	
4	系统储存成品骨料量		t	24700	7 天用量
5	系统总功率		kW	260	
6	地上皮带机		m	125	带宽 B=650mm
7	压气站规模		m^3/min	20	系统自带
8	供水量		m^3/h	27	
9	建筑面积		m^2	600	
10	占地面积		m^3	10000	
11	生产班制		班/日	3	
12	生产人员		人/班	116	

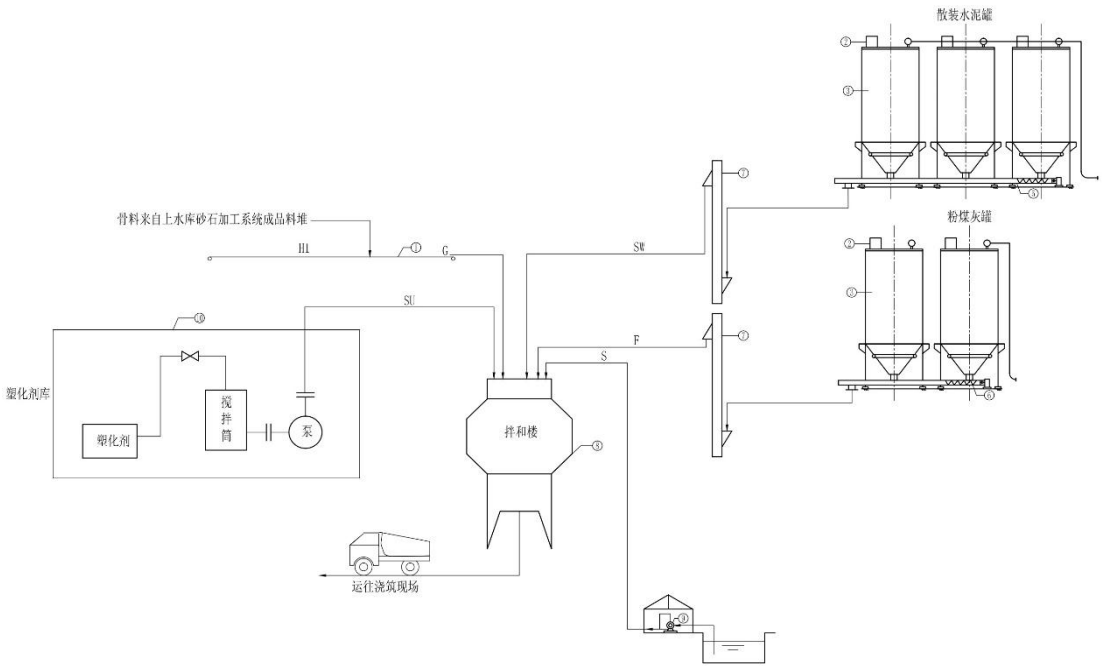


图 2.7-5 上水库混凝土生产系统工艺流程

2）下水库常态混凝土生产系统

下水库常态混凝土生产系统布置在下水库混凝土骨料加工系统东侧，占地面积为

8000m^2。主要负责供应输水系统下斜井以下（含下斜井）输水隧洞、厂房系统、下水库进/出水口、交通洞、通风洞、#2～#5 施工支洞混凝土等部位的混凝土浇筑。

根据施工总进度的安排，下水库常态混凝土浇筑强度为 1915m^3/d，系统设计生产能力为 144m^3/h，系统按每月生产 25d，每天生产 20h 计算，生产班制为 3 班制。

混凝土生产系统设置 HZS200 混凝土拌和楼一座，设备额定生产能力 200m^3/h。系统设置 3 座 1000t 水泥罐、1 座 800t 粉煤灰罐，可满足高峰月混凝土生产 5 天的需用量。

下水库常态混凝土生产系统工艺流程见图 2.7-6，主要技术指标见表 2.7-7。

表 2.7-7　　下水库常态混凝土生产系统主要技术指标

序号	项目		单位	数量	备注
1	系统设计生产能力		m^3/h	144	1 座 HZS200 型拌和楼
2	系统标称生产能力		m^3/h	200	
3	胶凝材料储量	水泥	t	2394	
		粉煤灰	t	598	
4	系统总功率		kW	310	
5	地上皮带机		m	160	带宽 B=650mm
6	压气站规模		m^3/min	30	
7	供水量		m^3/h	33	
8	生产班制		班/日	3	
9	生产人员		人/班	15	
10	建筑面积		m^2	400	
11	占地面积		m^2	8000	

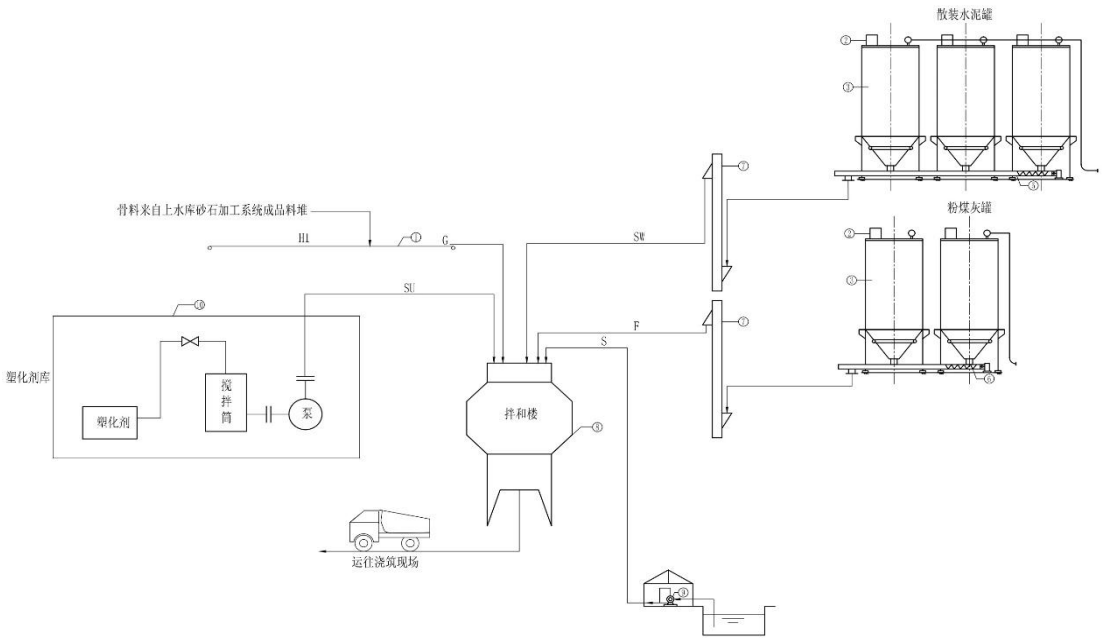


图 2.7-6 下水库常态混凝土生产系统工艺流程

3）下水库碾压混凝土生产系统

下水库碾压混凝土生产系统位于在下水库混凝土骨料加工系统东侧，占地面积为8000m^2。主要负责供应下水库大坝的混凝土浇筑。

根据施工总进度安排，下水库区碾压混凝土浇筑强度为627m^3/d，系统设计生产能力为110m^3/h，系统按每月生产25d，每天生产20h计算，生产班制为3班制。

混凝土生产系统设置HZS200混凝土拌和楼1座，单机额定生产能力为200m^3/h。系统设置2座1000t水泥罐、1座800t粉煤灰罐，可满足高峰月混凝土生产5天的需用量。

下水库碾压混凝土生产系统工艺流程见图2.7-7，主要技术指标见表2.7-8。

表 2.7-8 下水库混凝土生产系统主要技术指标

序号	项目		单位	数量	备注
1	系统设计生产能力		m^3/h	110	1 座 HZS200 型拌和站
2	系统标称生产能力		m^3/h	200	
3	胶凝材料储量	水泥	t	1595	
		粉煤灰	t	399	
4	系统总功率		kW	310	
5	地上皮带机		m	160	带宽 B=650mm
6	压气站规模		m^3/min	20	
7	供水量		m^3/h	18	
8	生产班制		班/日	3	
9	生产人员		人/班	15	
10	建筑面积		m^2	400	
11	占地面积		m^2	8000	

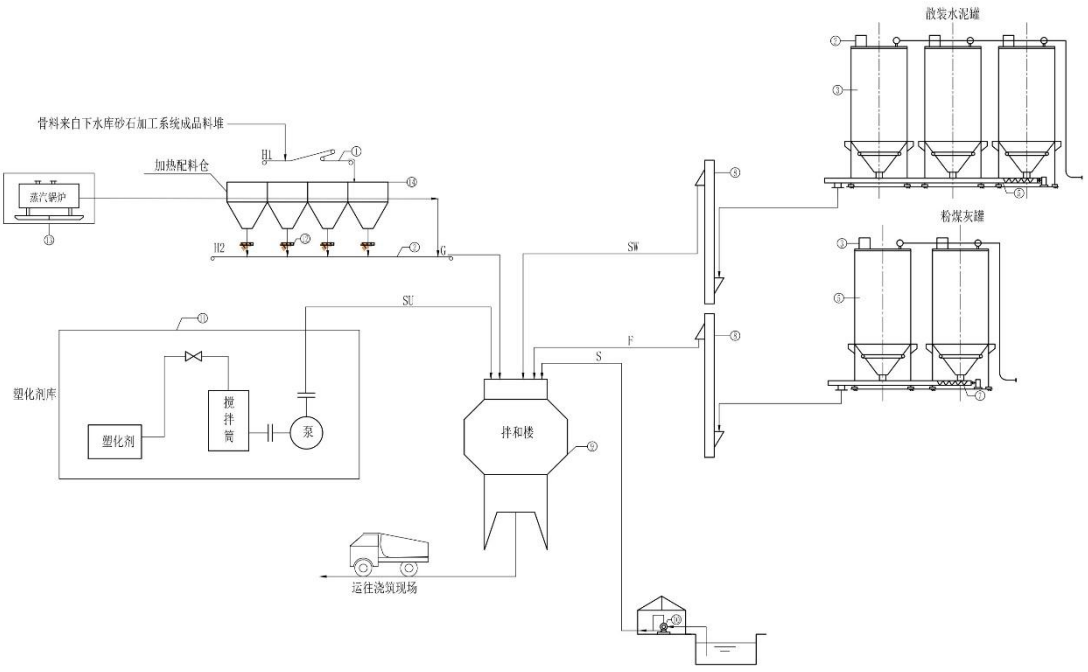


图 2.7-7 下水库混凝土生产系统工艺流程

c）施工企业工厂

本工程设置施工机修汽修厂、钢筋木材加工厂及钢管加工厂等施工辅助企业。

主体工程钢筋加工量总量共为 57387t。本工程上下水库各布设一处钢筋加工厂。

其中，上水库施工区钢筋加工厂钢筋加工总量为16883t，生产能力每天8t/班；下水库施工区钢筋加工厂钢筋加工总量为40504t，生产能力每天20t/班。

根据混凝土浇筑强度及木模使用的比例，本工程上、下水库施工区各布设一处木材加工厂，上水库、下水库施工区木材加工厂木模板加工能力分别为2m^3/班、5m^3/班。

根据本工程压力钢管的制作任务，结合场地条件，钢管加工厂设置在下水库施工区，钢管加工总量为14658t，生产能力为89t/d。

汽车保养站承担汽车的定期保养和小修，简单零件的制作和修复。本工程于上水库施工区布设一处机械修配站及汽车保养站，下水库施工区布设两处机械修配站及汽车保养站，根据上、下水库施工区不同类型汽车的使用数量，上水库施工区汽车保养站的规模为92标准台，下水库施工区为200标准台。机械修配站主要承担大中型施工机械的二级以上的保养、小型机械的修理以及简单零星配件的加工任务。

各施工区辅助企业各厂主要技术指标见表2.7-9。

表 2.7-9　　企业各厂技术指标表

工厂名称		生产规模	人员（人）	电机容量（kW）	建筑面积（m^2）	占地面积（m^2）
钢筋木材加工厂	上水库钢筋加工厂	8t/班	10	240	2500	5000
	上水库木材加工厂	模板 2m^3/班	20	160		
	下水库钢筋加工厂	20t/班	100	300	3000	10000
	下水库木材加工厂	模板 5m^3/班	40	200		
机械修配站及汽车保养站	上水库			200	1000	5000
	下水库坝后			200	1000	5000
	下水库			200	3000	10000
钢管加工厂	下水库	15t/班	36 人/班	800	4200	18000

2.7.6.3　施工营地

施工高峰时段劳动力2900人，全员人数3190人，上水库施工区高峰时段劳动力1450人，下水库施工区高峰劳动力2000人（含机电安装施工高峰人数500人）。根据工程特点，施工营地结合施工分标规划，分上水库施工区、下水库施工区2个较为集中的区域设置。

a）上水库施工区

上水库区承包商办公、生活营地布置在上下水库连接道路沿线。施工期高峰施工人数 1450 人，建筑面积 15000m^2，占地面积 20000m^2。

b）下水库施工区

下水库施工区施工营地布置在下水库进出水口西侧，靠近业主营地，远离下水库主要生产区等。下水库区施工期高峰施工人数 2000 人，生活营地建筑面积 24000m^2，占地面积 40000m^2。

2.7.6.4 业主营地

业主营地位于下水库大坝右岸上游 2.1km 处。业主营地集中布置办公、生活、生产、服务等建筑设施，占地面积约 38910m^2，营地规划总建筑面积约 21390m^2。

2.7.6.5 施工供风、供水和供电系统

a）施工供风系统

根据施工工艺，反井钻机、CM351 潜孔钻及凿岩台车钻孔施工无需设置单独的供风设备，因此，本工程无需设立大型固定式空压站，在各施工区配备移动式空压机即可满足局部供风需求。

本工程主要用风点为上、下水库施工区石方明挖，由于上、下水库区施工作业面大，依据上、下水库区石方明挖施工强度，上水库区分别配置 4 台 ZV-12/7 型移动式空压机以配合上水库坝基开挖及进/出水口的石方开挖作业，上水库施工区各供风能力为 48m^3/min；下水库区分别配置 2 台 YW-9/7 型移动式空压机以配合下水库坝基开挖及进/出水口的石方开挖作业，下水库施工区各供风能力为 18m^3/min，满足施工初期及各分散点的用风要求。

输水发电系统施工用风点较多，布置比较分散，依据各部位石方明挖施工强度，拟在主厂房、通风洞洞口、交通洞洞口、地面开关站、#1 施工支洞洞口，各施工分区供风能力分别为 24m^3/min、40m^3/min、40m^3/min、9m^3/min 和 9m^3/min，满足施工初期及各施工分区的用风要求。各施工区供风系统技术指标详见表 2.7-10。

表 2.7-10 施工供风系统技术指标表

部位	空压站名称	设备型号	台数	供风量（m^3/min）	设备功率（kW）
上水库坝址区	移动式空压机	ZV-12/7	4	48	352
下水库坝址区	移动式空压机	YW-9/7	2	18	150
主厂房	移动式空压机	ZV-12/7	2	24	200
通风洞	移动式空压机	5L-40/8	1	40	250
交通洞	移动式空压机	5L-40/8	1	40	250
地面开关站	移动式空压机	YW-9/7	1	9	75
#1 施工支洞	移动式空压机	YW-9/7	1	9	75

b）施工供水系统

1）施工生产取水

本工程共设置一套供水系统，根据施工总进度的安排，依据施工用水点的分布情况，施工供水分为下水库供水区、中部供水区及上水库供水区共三个供水分区。

本工程上、水库施工区地面高差较大，根据水工建筑物布置及施工临建布置，本工程供水系统采用三级泵站布置，供水系统规划如下：

（1）在下水库坝右岸下水库进/出水口上游侧设集水井，集水井设计底板高程为492.0m，集水井容量 800m^3，井内配备 2 台潜水泵，作为本工程的取水泵站（一级泵站），开挖明渠将径流汇水引入集水井，通过潜水泵将径流水抽到布置在通风洞洞口西侧 560m 高程的二级泵站系统。经计算，取水泵站的高峰期供水强度为 570m^3/h，发生在第 4 年 7 月。

（2）二级泵站位于通风洞洞口西侧，地面高程为 556m～566m，场地平台高程为 560m，布置有蓄水池和水泵房，蓄水池容积 2000m^3。二级泵站除向三级泵站供水外，还通过蓄水池向下水库混凝土骨料加工系统、下水库混凝土生产系统、交通洞、通风洞、下水库进/出水口、下水库拦河坝、下水库施工工厂及下水库施工营地等部位进行自流供水。二级泵站自流供水强度为 459m^3/h；二级泵站向三级泵站供水强度为 521m^3/h。

（3）三级泵站布置在#1 施工支洞洞口南侧，地面高程 754m～766m，场地平台高

程为 750m，该级泵站蓄水池容量为 1500m^3。该级泵站除通过重力作用向#1 施工支洞及地面排风机房自流供水，此外还负责向高位水池供水。三级泵站自流供水强度为 295m^3/h；三级泵站向高位水池供水强度为 226m^3/h。

（4）高位水池布置在上库区东南侧的高地上，高位水池容积为 1000m^3，场地高程为 930m，通过自流供水向上水库主体施工区、上水库垫层料加工系统、上水库混凝土生产系统、上水库施工营地等施工临建设施供水。

本工程地处寒冷地区，供水管路和蓄水池均应采取保温措施。

参考相关资料，消防水量按 15L/s 计，每起火灾按 2 小时计，并按同时发生两起火灾，消防用水强度为 108m^3/h，消防用水量为 216m^3/h。本工程上下水库施工区已设调节水池，储量及水泵供水能力满足消防要求，故不需要增设消防水池及设备。

供水系统各泵站的供水规模、设备选型、数量及其他技术指标见表 2.7-11。

表 2.7-11 施工供水系统各泵站主要技术指标

序号	项目		单位	指标			
				一级泵站（取水泵站）	二级泵站	三级泵站	高位水池
1	设计供水能力		m^3/h	570	521	226	
2	扬程		m	66	190	180	/
3	水泵	型号	/	300QJ320-96	DP280-43×5	DP120-50×5	/
		数量	台	2	2	2	/
		功率	kW	140×2	250×2	132×2	
4	蓄水池容积		m^3	/	2000	1500	1000
5	泵房建筑面积		m^2	80	120	120	
6	泵站及蓄水池场平面积		m^2		2000	2000	2000

注：1.表中设备不含设备备用量；2.未计供水管路占地。

2）生活用水取水

上水库施工营地位于上水库西北侧约 1.5km 处，沿#Y1 永久道路布设；下水库施工营地位于下水库进/出水口西侧，沿着#Y2 永久道路布设。

生活营地水源取自地表水，通过水泵加压后送入生活给水泵房。根据原水水质报

告进行相应的处理并满足《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）中相关规定，处理后的水经变频生活供水设备加压送入各用水点，同时在清水箱后设置紫外线消毒装置对处理后的水进行消毒。

c）施工供电系统

本工程施工期用电高峰负荷为 8952kW，其中上水库高峰负荷为 4176kW，下水库为 4776kW。

根据施工用电负荷分布特点，拟在 500kV 地面开关站附近新建一座 66kV 中心变电站，由附近变电所 66kV 侧引接，66kV 进线 1 回，线路距离约 30km。工程区的用电网络由中心电站站变压器降压以 10kV 电压等级通过架空线路向各施工区供电，在施工区共设置 10/0.4kV 配电电力变压器 46 台，共新建场内 10kV 架空线路 28.1km。

2.7.7 土石方平衡及暂存场规划

2.7.7.1 土石方平衡

本工程土石方挖填总量为 3014.83 万 m^3，其中开挖量为 1608.12 万 m^3（含表土剥离总量 70.33 万 m^3），回填量为 1406.71 万 m^3（含表土回覆总量 39.87 万 m^3），作为混凝土骨料利用 170.95 万 m^3，余方 30.46 万 m^3 为永久占用耕地剥离的表土，由地方政府用于新开垦耕地、高标准农田建设、土地改良等项目（详见附件 18）。

本工程土石方平衡见表 2.7-12。

表 2.7-12　　土石方平衡表　　单位：万 m^3（自然方）

区域		项目	开挖	回填	调入		调出		利用		余方	
					数量	来源	数量	去向	数量	去向	数量	去向
枢纽工程区	①上水库枢纽工程	土石方	984.09	1051.77	68.77	②、⑥、⑩	1.09	⑥				
		表土	1.12	4.37	4.07	⑮					0.82	综合利用
	②输水发电系统	土石方	219.97	1.80			62.57	①、⑪	155.60			
		表土	2.49	0.16			2.33	⑨				
	③下水库枢纽工程	土石方	101.11	0.19			85.57	⑥、⑪	15.35			
		表土	2.50	2.10			0.40	⑨、⑫				
	④地面开关站	土石方	26.07				26.07	⑪				
		表土	1.06				1.06	⑨、⑫				
	⑤业主营地	土石方	4.00	4.00								
		表土	1.15	0.25			0.90	⑪				
	⑥导流工程	土石方	14.59	14.59	14.59	①、③	14.59	⑥、⑪				
	小计		1358.15	1079.24	87.43		194.57		170.95		0.82	
交通设施区	⑦永久道路	土石方	42.42	24.49			17.93	⑪				
		表土	12.05	4.46			7.21	⑩、⑪、⑫			0.38	综合利用
	⑧临时道路	土石方	25.00	25.00								
		表土	2.71	5.67	2.96	⑦						
	小计		82.18	59.62	2.96		25.14				0.38	
暂存场区	⑨骨料转存场	表土	0.98	4.48	3.50	②、③、⑬						
	小计		0.98	4.48	3.50							
施工生产生活区	⑩上水库施工区	土石方	78.75	64.56			14.19	①				
		表土	3.30	7.04	3.74	⑦、⑮						
	⑪下水库施工区	土石方	31.96	170.61	138.65	②、③、④、⑥、⑦						
		表土	4.94	9.43	4.49	④、⑤、⑦						
	⑫施工供水供电区	土石方	5.10	5.10								
		表土	0.43	1.58	1.15	③、⑦						
	小计		124.49	258.32	148.03		14.19					
移民安置及专项设施改建区	⑬集中安置点	土石方	2.31	2.31								
		表土	1.15	0.08			1.07	⑨				
	⑭专项设施改建工程	土石方	2.42	2.42								
		表土	0.24	0.24								
	小计		6.12	5.05			1.07					
水库淹没区	⑮上水库淹没区	表土	6.94				6.94	①、⑩				
	⑯下水库淹没区	表土	29.26								29.26	综合利用
	小计		36.21				6.94				29.26	
合计			1608.12	1406.71	241.92		241.92		170.95		30.46	

2.7.7.2 表土平衡

根据现场表土勘察分析，本着“能剥尽剥”“应剥尽剥”的原则，工程区内耕地、园地表土剥离厚度30cm，结合工程区地形坡度、土层厚度、施工条件等因素，确定缓坡地带、具有表土分布的林草地进行表土剥离，剥离厚度20cm～30cm，共计剥离表土总量70.33万m^3。

根据靖自然资发[2024]126号文《关于吉林省靖宇抽水蓄能电站项目永久占用的耕地耕作层表土进行剥离与利用的说明》（详见附件18），工程区永久占用的耕地耕作层剥离的表土将由地方政府负责安排利用。本工程永久占用耕地面积101.53hm^2，剥离量30.46万m^3，此部分表土的余土由靖宇县政府主管部门按照“即剥即用、就近利用”的原则进行统一调配、利用和储存，主要用于新开垦耕地、高标准农田建设、土地改良等。工程区内占用的林地、草地、其它土地以及临时占用的耕地剥离的表土用于本工程自身土地复垦覆土和永久占地内绿化覆土。

本工程自身回填利用表土总量39.87万m^3,其中上库表土暂存场堆存17.28万m^3，下库表土暂存场堆存22.59万m^3；移民安置及专项设施改建区剥离的表土1.39万m^3就近堆存在其占地区域内。表土均用于后期永久占地绿化、临时占地土地复耕和植被恢复覆土。

本工程表土平衡见表2.7-13。

表 2.7-13　　表土平衡表　　单位：m^3

分区		表土剥离	表土回覆	调入		调出		余方	
				数量	来源	数量	去向	数量	去向
枢纽工程区	①上水库枢纽工程	1.12	4.37	4.07	⑮			0.82	综合利用
	②输水发电系统	2.49	0.16			2.33	⑨		
	③下水库枢纽工程	2.50	2.10			0.40	⑨、⑫		
	④地面开关站	1.06				1.06	⑪		
	⑤业主营地	1.15	0.25			0.90	⑪		
	小计	8.32	6.89	4.07		4.68		0.82	
交通设施区	⑥永久道路	12.05	4.46			7.21	⑩、⑪、⑫	0.38	综合利用
	⑦临时道路	2.71	5.67	2.96	⑥				
	小计	14.76	10.13	2.96		7.21		0.38	
暂存场区	⑧表土暂存场								
	⑨骨料转存场	0.98	4.48	3.50	②、③、⑬				
	小计	0.98	4.48	3.50					
施工生产生活区	⑩上水库施工区	3.30	7.04	3.74	⑥、⑮				
	⑪下水库施工区	4.94	9.43	4.49	④、⑤、⑥				
	⑫施工供水供电区	0.43	1.58	1.15	③、⑥				
	小计	8.68	18.05	9.38					
移民安置及专项设施改建区	⑬集中安置点	1.15	0.08			1.07	⑨		
	⑭专项设施改建工程	0.24	0.24						
	小计	1.39	0.32			1.07			
水库淹没区	⑮上水库淹没区	6.94				6.94	①、⑩		
	⑯下水库淹没区	29.26						29.26	综合利用
	小计	36.21				6.94		29.26	
合计		70.33	39.87	19.91		19.91			

注：表中数据均为自然方。

2.7.7.3 暂存场规划

本工程布置 4 个暂存场，其中 2 个骨料暂存场，2 个表土暂存场。

a）上水库施工区暂存场规划

本工程上水库施工区混凝土骨料均来自于下水库，故上水库施工区未设置暂存场。本工程上水库垫层料直接利用上水库库盆开挖料，不再单独设置垫层料暂存场。

b）下水库施工区暂存场规划

下水库施工区根据施工进度安排设置下水库骨料暂存场和下水库库内骨料暂存场，用于转存上、下水库混凝土骨料。

根据土石方平衡调配成果，上、下水库混凝土骨料转存量合计 206.13 万 m^3（松方）。根据施工进度安排，动态平衡后确定下水库骨料暂存场高峰容量 55.76 万 m^3（松方），下水库库内骨料暂存场高峰容量 89.22 万 m^3（松方）。

下水库骨料暂存场位于下水库进/出水口东侧 0.2km，处通风洞洞口下游，紧邻下水库混凝土生产系统，场地沿#5 冲沟布置，冲沟走向 N10°W，纵坡坡度约 4°，沟底宽 100m～160m，深度 30m～50m，地面高程 510m～530m，地表植被茂密。暂存场顶高程 530m，暂存场规划容量 60 万 m^3。

下水库库内骨料暂存场位于下水库进/出水口东侧 0.5km，紧邻下水库混凝土生产系统，场地处那尔轰河右岸阶地，地势平缓，地面高程 494m～502m，地表植被茂密。暂存场顶高程 508m，暂存场规划容量 92.37 万 m^3。

本工程骨料暂存场规划见表 2.7-14。

表 2.7-14 本工程骨料暂存场规划表

项目	高峰设计转存量（松方，万 m^3）	暂存场规划容量（万 m^3）	暂存高程范围（m）
下水库骨料暂存场	55.76	60	500~530
下水库库内骨料暂存场	89.22	92.37	494~508

c）表土暂存场

本工程设置 2 处表土暂存场，即上水库表土暂存场和下水库表土暂存场。

上水库表土暂存场位于上水库左坝头东北侧0.8km处冲沟坡地上，冲沟走向S55°E，纵坡坡度约13°，沟底宽60m～70m，深度30m～60m，地面高程778m～830m，地表植被茂密。最大堆高50m，高程范围780m～830m，暂存场规划容量35万m^3；下水库表土暂存场位于下水库右坝头东侧0.5km，地势较平缓，地面高程504m～520m，地表多为农田。最大堆高20m，高程范围500m～520m，暂存场规划容量38万m^3。

本工程表土暂存场规划见表2.7-15。

表2.7-15 本工程表土暂存场规划表

项目	设计转存量（松方，万m^3）	暂存场规划容量（万m^3）	暂存高程范围（m）
上水库表土暂存场	22.98	24	780～830
下水库表土暂存场	29.37	30	500～520

2.7.7.4 弃渣规划

本工程渣料主要利用在上水库压坡体及下水库场地平整，两个位置场地均比较宽阔，可通过在该位置倒运堆存的方式实现渣料最终的体型，无须单独设置弃渣场。

上水库施工区#Y1/#Y5公路渣料用于上下库连接路场地平整，其他工程弃料用于上水库坝后压坡体回填。上水库坝后压坡体布置在上水库大坝坝后，顶高程834m，最大堆高90m，容渣量480万m^3。设计回填量为306.21万m^3，换算成松方为424.38万m^3；上下库连接路场地平整布置在#Y1永久道路旁，上水库生活营地南侧，顶高程860m，最大堆高60m，容渣量40万m^3。设计回填量为27.72万m^3，换算成松方为38.45万m^3。

下水库渣料用于下水库场地平整回填，下水库场地平整回填布置在下水库大坝坝后，堆渣顶高程515m，最大堆渣高度25m，容渣量142.13万m^3。设计回填量为85.25万m^3，换算成松方为117.75万m^3。

本工程弃渣利用规划见表2.7-16。

表 2.7-16 弃渣利用规划表

项目	设计弃渣量		规划容量	堆渣高程范围	备注
	自然方	松方			
	（万 m^3）	（万 m^3）	（万 m^3）	（m）	
上水库坝后压坡体	306.21	424.38	480.00	744~834	容纳上水库库盆、地面开关站及部分引水系统等工程弃渣
下水库场地平整	85.25	117.75	142.13	490~515	容纳下水库坝基、引水系统、尾水系统、厂房及下水库导流建筑物等工程弃渣
上下库联系路场地平整	27.72	38.45	40.00	800~860	容纳#Y1/#Y5 公路弃料

2.7.8 施工总进度与工期

本工程建设划分为四个施工阶段：工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期。

本工程筹建期共 20 个月，准备工程 6 个月。

本工程主体工程由上水库、下水库、发电引水系统、地下厂房、发电尾水系统组成，其中地下厂房工程为为本工程的关键工程，也是工程的关键线路工程。其施工关键线路是：厂房顶拱开挖→岩壁吊车梁施工→厂房中、下、底部开挖→一、二期混凝土浇筑及机组埋件安装→第一台机组安装、调试及发电→后续五台机组安装、调试及发电→工程完工。从厂房顶拱开挖至第一台机组发电为工程主体工程施工期，安排在第 1 年 12 月初开始至第 6 年 9 月末结束，共历时 58 个月。

工程完建期从第 6 年 10 月初第七年至 9 月末，共 12 个月，本工程第一台机组发电工期为 64 个月，工程建设总工期为 76 个月。

2.8 工程运行方式

本工程属日调节抽水蓄能电站，连续满发小时数 6h。正常运行时，上水库水位在 836.00m～883.00m 之间变化，下水库水位在 500.00m～513.00m 之间变化，当用电需求少时，利用余电将下水库的水通过输水管道抽到上水库，将电力转化为势能蓄存；在用电高峰期，将上水库的水下放，利用上下水库之间的落差，冲击水轮机，带动机

组发电。抽水蓄能电站运行原理见图 2.8-1。

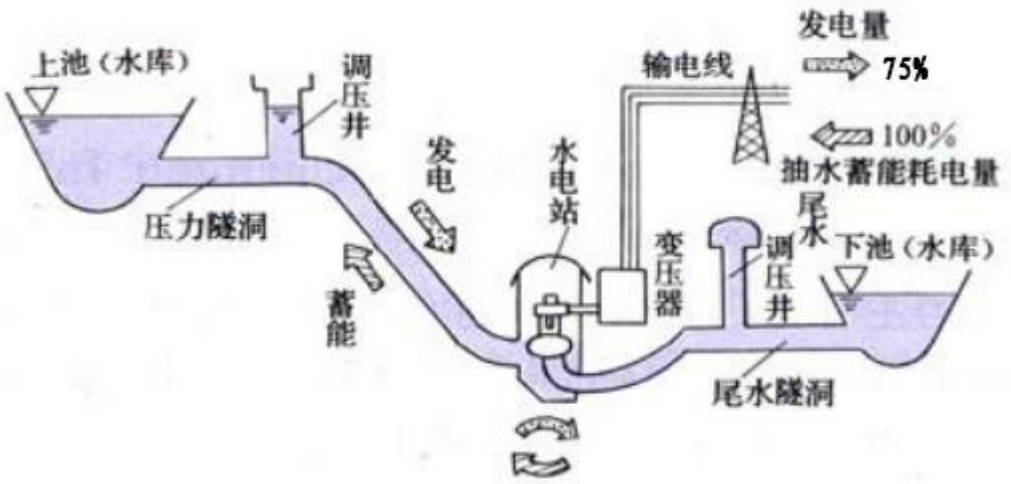


图 2.8-1 抽水蓄能电站运行原理图

2.8.1 初期蓄水

2.8.1.1 取水水源

本工程上水库位于那尔轰河右侧新开河谷沟首，主要来水为大气降水，无经常性地表径流，取水不考虑将上水库天然径流作为有效水源。下水库位于头道松花江一级支流那尔轰河上，坝址处多年平均流量 2.57m^3/s，多年平均径流量 8103 万 m^3；P=75%频率年平均流量 1.79m^3/s，年径流量 5630 万 m^3；P=95%频率年平均流量 1.09m^3/s，年径流量 3430 万 m^3。下水库坝址水源条件较好，因此，工程有效水源主要来自下水库所在河流那尔轰河。

2.8.1.2 电站施工进度及装机程序

本工程计划第 5 年 4 月开始蓄水，第 6 年 5 月初进行首台机组联动调试，第 6 年 9 月初首台机组投产发电，之后分别于第 6 年 12 月、第 7 年 3 月投产第二、三台机组，然后每隔两个月投产一台机组，并于第 7 年 9 月底全部发电。

2.8.1.3 首台机组联动调试蓄水要求

根据机组投产计划安排，电站第一台机组在第 6 年 5 月初进行联动调试，电站上水库天然径流量小，且不作为蓄水水源，首台机启动调试拟采用水泵工况启动。首台机组调试时，水库蓄水量包括上、下水库死库容和一台机组调试所需水量、单条输水系统充水量。上水库死库容为 27.0 万 m^3，上水库所需冰库容为 37.0 万 m^3；下水库死

库容为 348.1 万 m^3，下水库所需冰库容为 172.5 万 m^3；一台机组调试需水量 230.3 万 m^3，单条输水系统充水量 16.0 万 m^3。电站首台机组调试时上、下水库需水量合计为 721.4 万 m^3。

2.8.1.4 各机组投产运行蓄水要求

各台机组投产之前，水库应蓄入满足每台机组发电的用水量，同时保证各台机组运行所需要的冰库容。第 3 台机组发电之前应分别将第二条输水管道充满，第 5 台机组发电之前应分别将第三条输水管道充满。本电站初期蓄水需水量见表 2.8-1。

表 2.8-1 吉林省靖宇抽水蓄能电站各台机组投产所需水量表

序号	项目	单位	水量						
1	投产台数	台	调试	1	2	3	4	5	6
2	需水量		721.4	0	419.4	266.7	230.3	246.3	297.9
2.1	上水库死库容	10^4m	127.0						
2.2	下水库死库容	10^4m	348.1						
2.3	冰冻备用库容	10^4m			189.1	20.4			67.6
2.4	输水管道充水	10^4m	16.0			16.0		16.0	
2.5	单机发电水量	10^4m	230.3		230.3	230.3	230.3	230.3	230.3
3	累计需水量	10^4m	721.4	721.4	1140.7	1407.4	1637.7	1883.9	2181.8
4	调试/投产时序		6 年 5 月初	6 年 9 月末	6 年 12 月末	7 年 3 月末	7 年 5 月末	7 年 7 月末	7 年 9 月末

2.8.1.5 初期蓄水过程优化

根据下水库来水情况、施工用水需求以及蒸发、渗漏损失水量，在满足下水库下泄生态流量的基础上进行蓄水。同时，通过本次环境影响评价，进一步优化蓄水过程，在满足工程经济技术可行的蓄水过程条件下尽可能加大蓄水期的下泄流量，延长蓄水周期，以减缓初期蓄水对下游水文情势及水生生态的影响。

经本次环评优化后的 75%保证率下的初期蓄水过程详见表 2.8-2。

表 2.8-2　　75%保证率下初期蓄水期需水量分析一览表　　单位：万 m^3

时间		投产计划	累积需水量	可供水量			施工期用水量	损失水量		可蓄水量	水库蓄水		盈余水量	实际下泄水量
年	月份			天然来水量	生态需水量	可供水量		蒸发损失	渗漏水量		实际蓄水量	累积蓄水量		
第5年	4月			772.42	199.84	572.58	4.06	1.05	1.41	566.05	140.00	140.00	426.05	625.89
	5月			688.35	206.50	481.85	14.82	1.80	2.67	462.55	111.00	251.00	351.55	558.06
	6月			912.38	199.84	712.54	17.33	2.28	4.34	688.58	149.00	400.00	539.58	739.42
	7月			452.65	206.50	246.15	14.89	2.64	5.17	223.45	63.00	463.00	160.45	366.95
	8月			988.33	206.50	781.83	13.87	2.97	6.98	758.01	164.00	627.00	594.01	800.51
	9月			347.33	199.84	147.49	7.76	2.85	7.62	129.26	47.00	674.00	82.26	282.10
	10月			190.17	68.83	121.34	3.48	1.94	7.96	107.96	22.00	696.00	85.96	154.79
	11月			162.00	66.61	95.39	2.19	0.65	8.26	84.28	19.00	715.00	65.28	131.90
	12月			56.25	68.83	0.00	1.94	0.32	8.16	0.00	-23.01	691.99	0.00	68.83
第6年	1月			36.43	68.83	0.00	1.99	0.28	8.07	0.00	-42.74	649.25	0.00	68.83
	2月			44.03	62.17	0.00	1.99	0.47	7.97	0.00	-28.57	620.68	0.00	62.17
	3月			329.44	68.83	260.61	1.76	1.13	8.58	249.14	51.00	671.68	198.14	266.97
	4月			995.33	199.84	795.49	1.95	2.90	10.40	780.24	173.00	844.68	607.24	807.08
	5月	月初首台机调试	721.4	1095.47	206.50	888.97	0.38	3.54	12.40	872.64	191.00	1035.68	681.64	888.15
	6月			627.26	199.84	427.42	0.38	3.72	13.55	409.76	101.00	1136.68	308.76	508.60
	7月			2528.41	206.50	2321.91	0.38	5.35	24.28	2291.89	450.00	1586.68	1841.89	2048.39

续表 2.8-2　　75%保证率下初期蓄水期需水量分析一览表　　单位：万 m^3

时间		投产计划	累积需水量	可供水量			施工期用水量	损失水量		可蓄水量	水库蓄水		盈余水量	实际下泄水量
年	月份			天然来水量	生态需水量	可供水量		蒸发损失	渗漏水量		实际蓄水量	累积蓄水量		
第6年	8月			707.10	206.50	500.60	0.38	5.69	25.58	468.95	102.00	1688.68	366.95	573.46
	9月	月末首台机调试	721.37	793.15	199.84	593.31	0.38	5.60	27.03	560.30	117.00	1805.68	443.30	643.15
	10月			216.95	68.83	148.12	0.18	3.79	27.42	116.72	9.00	1814.68	107.72	176.56
	11月			134.01	66.61	67.40	0.18	1.27	27.67	38.28	-4.00	1810.68	42.28	108.89
	12月	月末第二台机组发电	1140.74	62.41	68.83	0.00	0.18	0.61	27.41	0.00	-34.63	1776.04	0.00	68.83
第7年	1月			30.53	68.83	0.00	0.13	0.54	27.16	0.00	-66.13	1709.92	0.00	68.83
	2月			29.82	62.17	0.00	0.13	0.89	26.90	0.00	-60.28	1649.64	0.00	62.17
	3月	月末第三台机组发电	1407.40	68.57	68.83	0.00	0.13	2.08	26.64	0.00	-29.11	1620.53	0.00	68.83
	4月			1503.36	199.84	1303.52	0.1	5.12	27.81	1270.48	252.00	1872.53	1018.48	1218.33
	5月	月末第四台机组发电	1637.67	873.16	206.50	666.66	0.00	5.72	27.81	633.12	132.00	2004.53	501.12	707.63
	6月			1021.25	199.84	821.41	0.00	5.72	27.81	787.88	157.29	2161.82	630.59	830.43
	7月	月末第五台机组发电	1883.94	583.89	206.50	377.39	0.00	6.19	27.81	343.38	10.00	2171.82	333.38	539.88
	8月			479.43	206.50	272.93	0.00	6.22	27.81	238.89	5.00	2176.82	233.89	440.40
	9月	月末第六台机组发电	2181.82	266.98	199.84	67.14	0.00	5.77	27.81	33.56	5.00	2181.82	28.56	228.40

注：当天然来流量小于生态流量时，由水库已蓄水量补充，以满足生态流量要求；工程施工用水、水库蒸发、渗漏水量由水库已蓄水量中补充。

2.8.2 运行期补水

a）电站发电补水

电站在正常运行期间，一般情况下，水量在上、下库之间循环使用，不消耗天然径流，下水库天然径流来流量全部下泄。当累积蒸发、渗漏达到一定量后，则需要拦蓄天然径流进行补水。

水量损失主要为上、下水库蒸发和渗漏损失水量。经计算，工程正常运行期上、下库年蒸发损失分别为 4.33 万 m^3、39.82 万 m^3，上、下水库渗漏损失量分别为 105.96 万 m^3、227.09 万 m^3；年蒸发渗漏总量为 377.20 万 m^3。详见表 2.8-3。

表 2.8-3 运行期总损失水量计算成果 单位：万 m^3

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	合计
蒸发损失	上库	0.05	0.09	0.21	0.52	0.56	0.56	0.61	0.61	0.56	0.38	0.12	0.06	4.33
	下库	0.51	0.83	1.96	4.62	5.16	5.16	5.59	5.61	5.20	3.47	1.15	0.56	39.82
	小计	0.56	0.92	2.17	5.14	5.72	5.72	6.20	6.22	5.76	3.85	1.27	0.62	44.15
渗漏损失	上库	9.00	8.13	9.00	8.71	9.00	8.71	9.00	9.00	8.71	9.00	8.71	9.00	105.96
	下库	19.17	17.92	19.17	18.75	19.17	18.75	19.17	19.17	18.75	19.17	18.75	19.17	227.09
	小计	28.17	26.05	28.17	27.46	28.17	27.46	28.17	28.17	27.46	28.17	27.46	28.17	333.05
合计		28.72	28.73	26.97	30.34	32.60	33.89	33.18	34.37	34.39	33.22	32.02	28.73	377.20

本工程补水水源为下水库所在的那尔轰河，P=95%频率年平均流量 1.09m^3/s，年径流量 3430 万 m^3，远大于补水水量 377.20 万 m^3，在设计保证率情况下，取水水源可以满足电站补水要求。

本工程通过实时监测入库流量，根据上游来流量实时调整下泄流量，进行均衡补水，以动态保持上下库死水位以上总水量等于调节库容。

b）生活用水

1）生活用水量

工程运行期仅考虑电站营地常住人员的生活用水，运行期业主营地管理人员 139 人，依据吉林省地方标准《用水定额》（DB 22/T 389-2019），生活用水按 100L/人·d 估算，每年用水量约为 0.51 万 m^3。

2）生活取水方案

生活营地水源取自地表水，通过水泵加压后送入生活给水泵房。根据原水水质报告进行相应的处理并满足《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）中相关规定，处理后的水经变频生活供水设备加压送入各用水点。同时在清水箱后设置紫外线消毒装置对处理后的水进行消毒。

2.8.3 电站运行方式

吉林省靖宇抽水蓄能电站为日调节纯抽水蓄能电站，装机容量1800MW，连续满发小时数为6h，在吉林电网中主要承担调峰、填谷、储能、调频、调相及紧急事故备用等任务。

2.8.3.1 调峰运行

根据预测的吉林电网2035水平年负荷特性，日负荷呈早高峰和晚高峰双峰特点，晚高峰为最高峰，冬季晚高峰比较突出，夏季晚高峰略高于早高峰。从晚高峰持续时间看，冬季一般集中在16：00～21：00，持续5h左右。吉林省靖宇抽水蓄能电站调峰运行时段主要在晚高峰，其设置有6h的发电库容，可以满足电网的调峰需求。

2.8.3.2 填谷运行

根据预测的吉林电网2035水平年负荷特性，负荷低谷时段一般在23：00～7：00，持续7h左右，而且，未来大规模风电并网后，将进一步压低此时段的负荷，增加系统调峰难度。吉林省靖宇抽水蓄能电站填谷运行时段主要在23：00～7：00，其设置有6h的发电库容，可以满足电网的填谷需求。

2.8.3.3 储能

吉林省靖宇抽水蓄能电站具有出力调整快的特点，可快速跟踪系统负荷，与火电、新能源发电互补，在负荷低谷（23：00～7：00）、新能源大发时（光伏大发在10：00～14：00，相对光伏而言，风电出力在日内变幅较小）通过抽水将电力系统中多余的电能转存为水体势能，在负荷高峰（16：00～21：00）或系统出力不足时放水发电，是技术成熟、经济合理的储能电源。

2.8.3.4 调频运行

吉林省靖宇抽水蓄能电站可发挥运行灵活，增减负荷速度快的特点，投入运行后可根据电力系统频率的变化情况快速跟踪负荷运行，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和供电安全。

2.8.3.5 调相运行

吉林省靖宇抽水蓄能电站具备调相功能，不论在哪种工况下运行，都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。特别是在系统无功过剩时，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，提高供电质量，使系统安全运行。

2.8.3.6 紧急事故备用

吉林省靖宇抽水蓄能电站在上、下水库正常运行水位范围内进行正常发电或抽水运行时，如遇电力系统事故，在发电工况可利用未带满负荷的机组发事故出力，顶替系统中因故障而停运的机组；在抽水工况则可按系统需要以整台机组退出水泵运行以减轻电网负荷，并可在短时间内转发电运行，承担事故备用；在静止工况可紧急启动发电。

2.8.3.7 服务新能源外送

吉林省风能、太阳能资源丰富，已纳入国家十四五规划的九大清洁能源基地。按照省委省政府相关部署，吉林省将全力推进“陆上风光三峡”、“吉电南送”特高压外送通道等重大能源项目建设，到 2035 年时，省内风电和光伏装机规模预计将约 44000MW，新能源在省内消纳的同时，有一定规模的外送。随着新能源规模化并网，其反调峰特性将加剧受端电网调峰矛盾，同时考虑外送通道的经济性等因素，需要一定规模的抽水蓄能服务于新能源外送。所以，吉林省靖宇抽水蓄能电站要在全省统筹下，参与新能源外送配置。

2.8.4 水库运行方式

2.8.4.1 正常运行方式

吉林省靖宇抽水蓄能电站上水库正常蓄水位 883.00m，死水位 836.00m，下水库正常蓄水位 513.00m，死水位 500.00m。正常运行情况下，上、下水库水位随电网调度此消彼长，协同变化。发电工况运行时，上水库水位逐渐降低，下水库水位逐渐抬高；抽水工况运行时，上水库水位逐渐抬高，下水库水位逐渐降低。上水库水位在

500.00m～513.00m 之间变动，下水库水位在 836.00m～883.00m 之间变动。一天之中，由于发电工况与抽水工况交替运行，水库水位可能在往复变动。

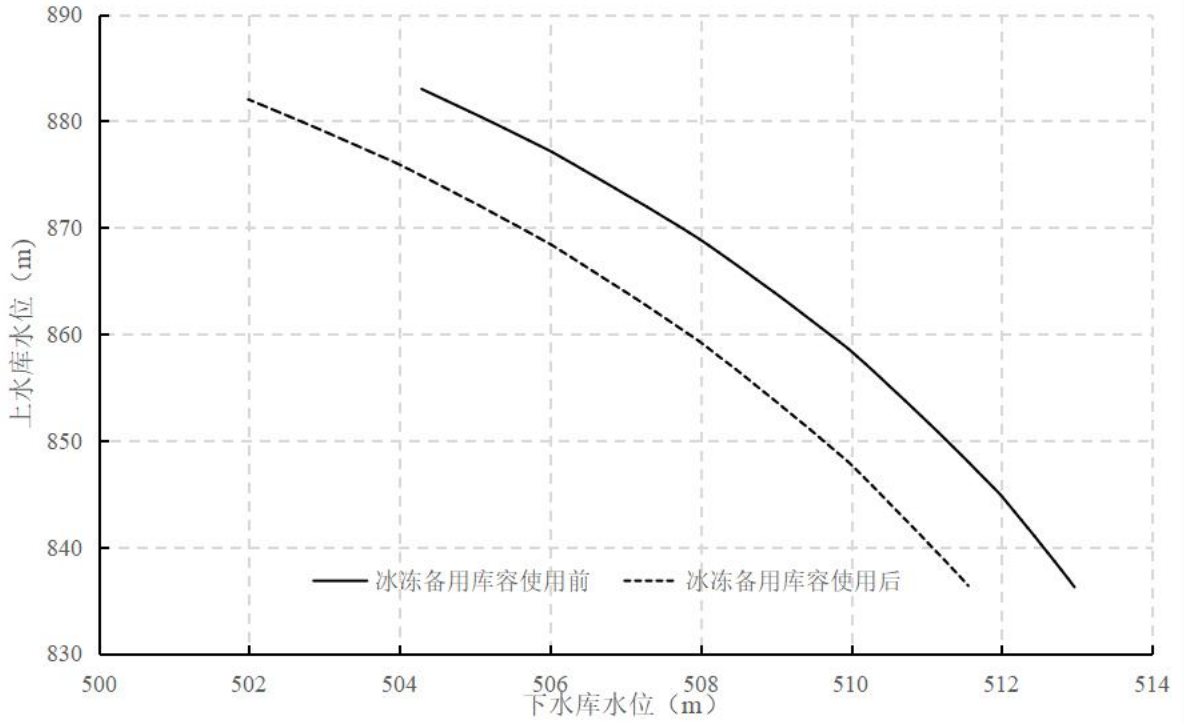


图 2.8-2 靖宇抽水蓄能电站上、下水库水位关系示意图

2.8.4.2 洪水调度运行方式

a）上水库

上水库由于集水面积小，洪量较小，不设置泄洪设施。当发生校核标准（2000 年一遇）以下洪水时，将 24h 洪量全部蓄存在上水库，该部分水量可根据电网需要利用机组送至下水库，并通过下水库泄洪设施泄放；当发生超标准洪水（超过 2000 年一遇），利用机组发电泄放洪水，维持上水库水位不超过校核洪水位；上水库水位超过正常蓄水位 883m，为保障水库大坝安全，电站应停止抽水工况运行。

b）下水库

下水库碾压混凝土重力坝采用泄洪底孔和泄洪表孔联合泄洪方式。下水库洪水调度原则如下：

1）计算时采用静态库容，不考虑预报预泄；

2）起调水位为下水库最低发电水位至正常蓄水位之间的任何可能水位；

3）当库水位达到 503m 启用泄流表孔；

4）下泄流量不大于已出现的入库最大洪水流量，避免造成人造洪水；

5）当遭遇洪水时，设计洪水位以下考虑机组连续满发流量过程与天然洪水过程滑动叠加的工况；当下水库水位超过设计洪水位时，抽水蓄能电站停止发电；

6）任意时段上、下水库死水位以上总蓄水量不小于抽水蓄能电站连续满发 6h 发电水量与备用水量之和。

2.8.4.3 冬季防冰冻运行方式

根据原苏联基辅抽水蓄能电站上水库冰情观测和冰情分析成果，水库结冰状况的特点是在水库中央部分形成密实的冰体覆盖层，岸坡迎水面正常蓄水位沿水边线形成冻结在岸坡上的多层冰凌埂，其间存在着带有破碎冰块的冰窟窿。根据有关成果，抽水蓄能电站冬季保证一定数量的机组每天正常运行，利用水流流态、风和其他因素引起的水面紊动可以阻止冰盖的形成。东北地区已投产的蒲石河抽水蓄能电站和荒沟抽水蓄能电站的冬季运行经验证明，该措施是最经济有效的方案。

吉林省靖宇抽水蓄能电站地处东北寒冷地区，根据靖宇气象站 1955 年～2020 年气象资料统计：多年平均气温 3.3℃，极端最低气温-42.2℃（1956 年 12 月 10 日）。

因此，结合区域冰冻规律、抽水蓄能电站运行特点及东北地区相关抽水蓄能电站运行经验，制定在冰冻期（11 月～翌年 3 月）行之有效的防冰冻调度运行方式：

a）保持水库使水位交替性的深水急剧升降，利用水体流动造成紊动和不同水温层的水交换，促使冰面跟随水位运行整体作上下升降，避免冰面与坝体表面冻结在一起，避免上、下水库形成整体冰盖，解决冬季冰冻问题，以保证电站正常发电运行。

b）为实现第一条水库防冰冻措施，根据电网调峰需求，每日应保证电站有一台机组进行抽水、发电循环运行；在可能的情况下，冬季运行时，可适时增加发电、抽水工况运行的频次。

c）电站冬季运行时，应进行不定期的冰情巡视，记录各处结冰情况，遇到冰害情况及时处理，以确保电站能够正常运行。

d）若遇机组全部长期停机状态，在重新发电之前应进行针对性的破冰处理，如电站进/出水口处的破冰，以防止冰冻造成机组运行故障和损坏，保证电站能够正常运行。

2.9 建设征地和移民安置

2.9.1 实物指标

吉林省靖宇抽水蓄能电站建设征地涉及靖宇县景山镇三脚窝石村、杨岔河村、新胜村以及吉林森工三岔子林业有限公司新胜林场、景山实验林场。

工程建设征地总面积 504.49hm^2（水库淹没影响区 274.01hm^2，枢纽工程建设区 230.48hm^2），其中：永久使用土地 421.71hm^2（含耕地 102.16hm^2、园地 1.76hm^2、林地 295.07hm^2、草地 0.31hm^2、工矿仓储用地 3.55hm^2、住宅用地 7.10hm^2、交通运输用地 7.03hm^2、公共管理与公共服务用地 0.50hm^2、水域及水利设施用地 3.49hm^2、其他土地 0.75hm^2）；临时使用土地 82.78hm^2（含耕地 9.11hm^2、林地 73.56hm^2、交通运输用地 0.11hm^2）。工程建设不涉及制约工程建设的保护林地；不涉及永久基本农田。

建设征地涉及直接搬迁人口 121 户 401 人，各类结构房屋 19266.32m^2；零星树木 32209 株；非林地种植经济作物及林（苗）木 102.60hm^2，个体工商户 24 户，国有林地林下经济承包合同 11 份（林下参种植 1 份、林蛙养殖 7 份、松塔采集 3 份），集体林地林下经济种植 3.16hm^2；卫生室 1 处、村委会 1 个。

涉及专项设施包括各级公路 16.6km、中桥 2 座、66kV 线路 7.5km、10kV 线路 8.68km，电信及广播电视线路 63.2km、通信基站 2 个。

涉及国有林场 2 个，分别为吉林森工三岔子林业有限公司新胜林场、景山实验林场；涉及小型企业 3 个，分别为靖宇县佳源农副产品开发有限公司、吉林亿佳鹿业有限公司、靖宇县华峰矿业有限公司。

根据《吉林省自然资源厅关于核实拟建吉林省靖宇抽水蓄能电站工程项目制约性因素的复函》（吉自然资函[2022]408 号）、《吉林靖宇景山屯抽水蓄能电站项目压覆重要矿产资源调查报告》，本工程建设征地范围内无已查明矿产资源分布，无有效探矿权、采矿权设置，不压覆已查明的重要矿产资源。

根据吉林省文化和旅游厅《关于对吉林省靖宇抽水蓄能电站项目用地文物考古调查工作的意见》文件，本工程建设征地范围涉及县级文物 1 处（新开河木场战斗址）。

2.9.2 移民安置

2.9.2.1 农村移民安置方案

本工程规划设计基准年生产安置人口 393 人，搬迁安置人口 401 人。至规划设计水平年（2026 年），生产安置人口 399 人，搬迁安置人口 404 人。搬迁安置人口涉及景山镇三脚窝石村、杨岔河村，根据建设征地区的实际情况，在征求移民意愿及地方政府意见的基础上，初步规划三脚窝石村移民采用集中安置和分散相结合安置，杨岔河村移民采用本村后靠分散安置。

推算至规划设计水平年（2026 年），集中安置 63 户 238 人，搬迁人口去向为新建景山村居民点，位于景山镇政府南侧，整体地势起伏较小，有汽车便道与国道 G222 相连。现状有供电线路通过，通讯条件有外部经过的移动、联通、广电等网络经过，通讯条件良好。安置点西南角 150m 处为现有深井供水泵房，负责景山镇区供水，水量充足。不涉及风景名胜区、自然保护区、生态保护红线等环境敏感区。

分散安置 58 户 166 人，其中杨岔河村分散安置 9 户 26 人，搬迁人口去向为本村就近后靠，初步规划在杨岔河村后靠建设规模为 10 户 30 人的小型移民居民点，位于杨岔河村东侧，东西长约 96m，南北宽约 46m，距杨岔河村 500m，公共设施服务配置利用本村资源。三脚窝石村分散安置 49 户 140 人，搬迁人口去向为靖宇县城，移民搬迁后公共设施服务配置利用靖宇县城资源。

生产安置人口涉及景山镇三脚窝石村、杨岔河村和新胜村，规划采用自行安置方式，按照《白山市人民政府关于实施白山市征收农用地区片综合地价标准的通知》（白山政函[2020]246 号）、《吉林省人民政府办公厅转发省农委关于加强农村集体经济组织征地补偿费分配管理意见的通知》（吉政办明电[2009]28 号）等规定将自行安置费用分配至移民，由移民自主获取生产资料或谋求生产安置出路。

2.9.2.2 专业项目处理方案

a）交通工程

对建设征地影响的二级公路（G222 国道）、四级公路（Y021 乡道）、桥涵及机耕路，按“原规模、原标准或恢复原功能”的原则进行复建，复建二级公路长度 7.15km（含 2 座大桥 344m、隧道 520m）、四级公路 0.7km（含中桥 86m）、复建机耕路 3.222km

（含大桥 187m）。

其中 G222 国道受本工程建设征地影响的为新胜村至景山苗圃路段，位于工程征地范围及下水库淹没区中，现状为沥青混凝土路面，路基宽度 9.5m，路面宽度 8m，设计时速 60km/h，影响长度 6.5km。遵循原规模、原标准、恢复原功能的复建原则，复建路依旧为二级公路。路线起于电站淹没区东侧，位于靖宇县景山镇新胜村西约 1.5km 处，起点对应老路桩号 K1142+650（设计桩号与老路相同），终点位于淹没区西侧，终点向西距靖宇景山苗圃东约 1km，终点对应老路桩号为 K1149+900，终点对应设计桩号为 K1149+800。路线由起点向右偏离老路以隧道形式穿越于坝体北侧山体，之后路线沿库区北岸行进，经过三脚窝石村北、杨岔河南后到达景山苗圃东跨过那尔轰河后与老路相接，贯通方案路线长 7.16km。复建工程由地方单独立项。

b）电力工程

对建设征地影响的 66kV 线路和 10kV 线路，按“原规模、原标准或恢复原功能”的原则沿复建后的 G222 国道、Y021 乡道进行恢复。66kV 线路复建长度 8.5km，10kV 线路复建长度 8.77km。

c）电信及广播电视工程

对建设征地影响的电信及广播电视线路，按“原规模、原标准或恢复原功能”的原则沿复建后的 G222 国道、Y021 乡道进行恢复，恢复改线线路总长度 45.42km（含共建共享线路 7.15km）；对建设征地影响的 2 个通信基站，采用后靠抬高至相应洪水标准水位线以上进行恢复新建处理。

d）文物古迹

根据吉林省文物考古所编制的《吉林省靖宇抽水蓄能电站项目文物影响调查报告》，建设征地涉及县级文物 1 处，为新开河木场战斗址，对其采取地形测绘、综合制图、留存照片视频等全面信息采集措施进行处理。吉林省文化和旅游厅、白山市文化广播电视和旅游局、靖宇县人民政府分别以《关于对吉林省靖宇抽水蓄能电站项目文物考古调查工作的意见》吉文旅审[2023]356 号文件、《关于新开河木场战斗址保护范围及建设控制地带内建设靖宇县抽水蓄能电站请示的批复》白山文广旅发[2023]143 号文件、《关于新开河木场战斗址保护范围及建设控制地带内拟建设靖宇县抽水蓄能

电站的批复》靖政函发[2023]151 号进行批复，同意文物处理措施，可以组织吉林省靖宇抽水蓄能电站项目建设。

e）矿产资源

根据靖宇县自然资源局和白山市自然资源局调查结果及“吉事办”网站“建设项目压覆重要矿产资源查询服务系统”查询结果，本工程项目区范围与吉林省靖宇县景山金、铜、铁矿普查、吉林省白山市景山硅石矿普查等 2 处探矿权重叠，两处探矿权均已过期，《吉林靖宇景山屯抽水蓄能电站项目压覆重要矿产资源调查报告》，本工程建设征地范围内无已查明矿产资源分布，无有效探矿权、采矿权设置，不压覆已查明的重要矿产资源。

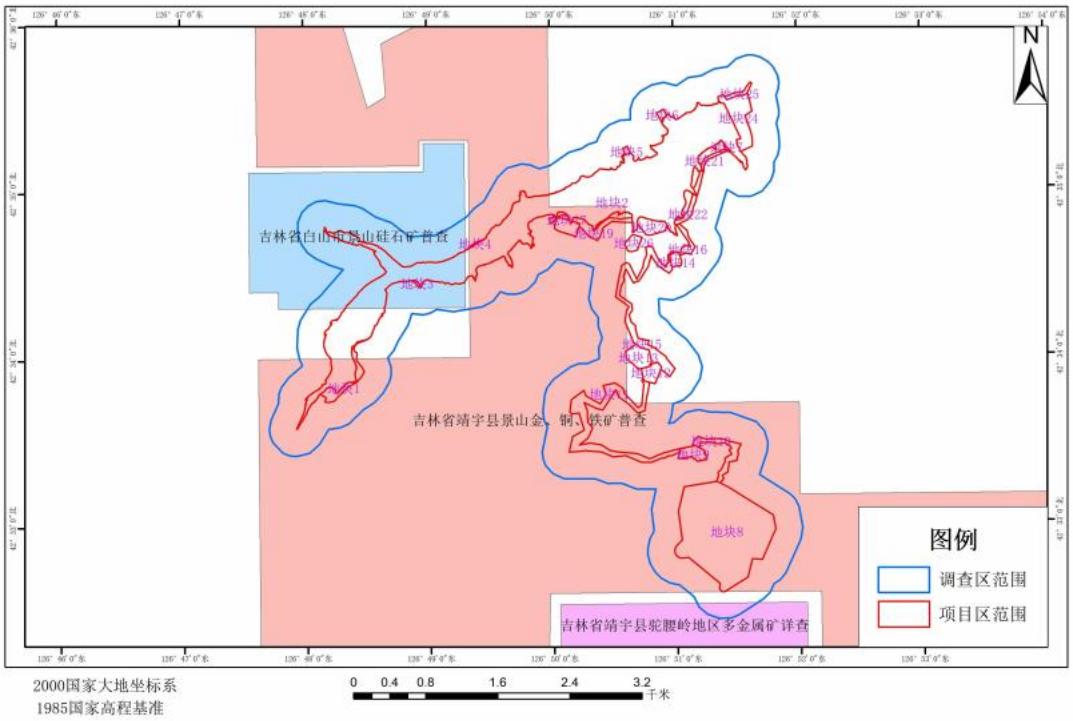


图 2.9-1 本工程占地范围与各探矿权位置关系示意图

表 2.9-1 矿业权信息表

序号	矿业权	项目名称	矿业权人	矿种	有效期
1	探矿权	吉林省靖宇县景山金、铜、铁矿普查	太原市钢敦重型机械热工材料有限公司	金矿	2014.4.9 至 2017.4.9
2	探矿权	吉林省白山市景山硅石矿普查	莱州市鑫博矿业有限公司	脉石英	2013.4.28-2015.4.28

2.9.2.3 企事业单位处理方案

建设征地涉及国有林场 2 个（新胜林场、景山实验林场），对林场的林地、林木等拟采用一次性补偿处理；涉及小型企业 3 个（靖宇县佳源农副产品开发有限公司、吉林亿佳鹿业有限公司、靖宇县华峰矿业有限公司），对涉及生产及办公用房和生产设施采用一次性补偿处理。

2.10 工程投资

吉林省靖宇抽水蓄能电站工程估算静态总投资 983211 万元，静态单位千瓦投资 5462 元/kW；环境保护专项投资 13628.50 万元，占工程静态投资的 1.39%。

3 工程分析

3.1 工程符合性及协调性分析

3.1.1 与产业政策的符合性分析

靖宇抽水蓄能站点初拟装机1800MW，根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本工程属于国家鼓励类第四项“2、大中型水力发电及抽水蓄能电站”。因此，本工程建设与国家产业政策是相符的。

3.1.2 与相关政策、法律法规的符合性分析

3.1.2.1 与“碳达峰碳中和”相关政策的相符性分析

《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）指出“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。加快新型储能示范推广应用。深化电力体制改革，加快构建全国统一电力市场体系。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，省级电网基本具备5%以上的尖峰负荷响应能力”。

《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》中指出“加快推进抽水蓄能和新型储能规模化应用。统筹推进氢能‘制储输用’全链条发展。构建以新能源为主体的新型电力系统，提高电网对高比例可再生能源的消纳和调控能力”。

《吉林省碳达峰实施方案》（吉政发[2022]11号）重点任务中提出“充分发挥我省西部清洁能源基地开发、东部抽水蓄能建设……加快推进‘新能源+储能’、源网荷储一体化和多能互补发展……加快实施东部‘山水蓄能三峡’工程，打造千万千瓦级东北应急调峰调频保障基地……到2025年，新型储能装机容量达到25万千瓦以上。到2030年，全省抽水蓄能电站装机容量达到1210万千瓦左右，省级电网基本具备5%的尖峰负荷响应能力”。

本电站装机容量为180万千瓦，为“十四五”重点实施项目，其建设能平抑风电出力波动，提高风电等新能源开发、消纳能力，保障送出系统安全稳定运行，提高远距离送电的经济性，对于西部地区新能源开发利用，减少火电碳排放具有积极意义，

与我国“碳达峰碳中和”的要求是相符的。

3.1.2.2 与国家应对气候变化政策的符合性分析

2016 年 11 月《巴黎协定》（即《联合国气候变化框架公约》第二份有法律约束力的气候协议）正式生效。我国已正式承诺履行该公约及协定，将“继续致力于提高能源利用效率，开发利用新能源和可再生能源”。《“十四五”可再生能源发展规划》中针对可再生能源发展主要目标为“再生能源年非化石能源占比 20%左右”，同时强调“加快推进抽水蓄能电站建设”；《国务院关于印发“十四五”节能减排综合工作方案的通知》中强调“要立足以煤为主的基本国情……实施清洁电力和天然气替代。推广大型燃煤电厂热电联产改造……加大落后燃煤锅炉和燃煤小热电退出力度，推动以工业余热、电厂余热、清洁能源等替代煤炭供热（蒸汽）。到 2025 年，非化石能源占能源消费总量比重达到 20%左右”。

本电站建成后，通过参与联合运行可提高风、光电电量利用率，降低火电占比，可减少烟尘排放量、CO、NO_2 和其他有害物质排放量，减排效果明显，符合我国环境保护政策的要求。

3.1.2.3 与湿地保护法律法规符合性分析

本工程建设征地涉及湿地 0.1867hm^2（内陆滩涂），为永久占地。根据《中华人民共和国湿地保护法》的相关规定：“第十九条 国家严格控制占用湿地。禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目等除外。建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及国家重要湿地的，应当征求国务院林业草原主管部门的意见；涉及省级重要湿地或者一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级以上地方人民政府授权的部门的意见”。

2023 年 11 月 19 日，靖宇县自然资源局出具《靖宇县自然资源局关于吉林省靖宇抽水蓄能电站项目占用一般湿地的意见》，具体内容为：“吉林省靖宇抽水蓄能电站项目是国家《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》中‘十四五’重点建设项目。项目设计拟占用‘内陆滩涂’0.1867 公顷（2.8 亩），属于一般湿地。目前吉林省尚未

出台湿地恢复费缴纳标准，本工程占用的一般湿地（内陆滩涂）在本县城内统筹调剂补充”。

综上，本工程建设涉及一般湿地已取得县级地方人民政府部门意见，符合《中华人民共和国湿地保护法》的管理要求。

3.1.2.4 与黑土地保护要求的符合性分析

a）与《中华人民共和国黑土地保护法》的符合性分析

根据《中华人民共和国黑土地保护法》相关规定：“第二条第二款 本法所称黑土地，是指黑龙江省、吉林省、辽宁省、内蒙古自治区的相关区域范围内具有黑色或暗黑色腐殖质表土层，性状好、肥力高的耕地”、“第二十一条 建设项目不得占用黑土地；确需占用的，应当依法严格审批，并补充数量和质量相当的耕地。建设项目占用黑土地的，应当按照规定的标准对耕作层的土壤进行剥离。剥离的黑土地应当就近用于新开垦耕地和劣质耕地改良、被污染耕地的治理、高标准农田建设、土地复垦等。建设项目主体应当制定剥离黑土地的再利用方案，报自然资源部门备案”。

工程属于东北黑土区，本工程永久占用耕地 102.16hm^2，不占用永久基本农田。工程占用的耕作层土壤全部做到应剥尽剥，剥离的土壤运至表土暂存场堆存，用于土地复垦。工程临时占用耕地 9.11hm^2，对临时占地进行迹地恢复。工程招标阶段建设单位将委托开展《吉林省靖宇抽水蓄能电站耕作层土壤剥离利用实施方案》和《吉林省靖宇抽水蓄能电站项目土地复垦方案》的编制工作，并结合本项目水土保持方案报告书的表土剥离内容、移民安置规划报告中耕地占补平衡内容，本工程对项目区耕地及黑土地实施了保护。因此，工程建设基本符合《中华人民共和国黑土地保护法》的要求。

b）《吉林省黑土地保护条例》的符合性分析

《吉林省黑土地保护条例》指出“第三十一条 省人民政府应当制定表土剥离标准、技术规范和具体管理办法。建设项目占用黑土地的，应当按照标准和技术规范进行表土剥离。剥离的表土用于新开垦耕地和劣质耕地改良、高标准农田建设、被污染耕地的治理、土地复垦等”。

在工程占地范围内可剥离的表土采取应剥尽剥的原则，结合土地复垦及表土剥离

设计，采取表土暂存场堆存及防护方案，再结合工程临时占地复垦、永久占地范围内的生态修复措施，提出合理的黑土利用方案。因此，工程建设符合《吉林省黑土地保护条例》的要求。

3.1.2.5 与保护林地及天然林等林地保护要求的符合性分析

根据移民实物指标调查成果，本工程不涉及国家级公益林、I 级保护林地和II级保护林地，工程占用天然林 193.86hm^2。

根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局令第 35 号）相关规定：建设项目应当不占或少占林地，必须使用林地的，应当符合林地保护利用规划，合理节约集约利用林地。占用和临时占用林地的建设项目应当遵守林地分级管理的规定：（一）各类建设项目不得使用 I 级保护林地；（二）国务院批准、同意的建设项目，经国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用 II 级及其以下保护林地；……（八）公路、铁路、通讯、电力、油气管线等线性工程和水利水电、航道工程等建设项目配套的采石（沙）场、取土场使用林地按照主体建设项目使用林地范围执行，但不得使用 II 级保护林地中的有林地。其中，在国务院确定的国家所有的重点林区内，不得使用 III 级以上保护林地中的有林地。

根据《天然林资源保护工程管理办法》，“天然林保护工程的建设目标是，停伐或调减木材产量，保护好现有天然林，加快宜林荒山荒地造林种草，加强森林管护，妥善安置富余人员，缓解企业社会负担，为林区发展和改善生态环境创造条件”、“在距大江大河干流和一、二级支流第一层山脊两侧 500m 的范围内不得从事可能对林下植被造成破坏的一切经营活动；未经批准，不得砍伐禁伐区的乔木、灌木，不得毁林毁草开垦，禁止在幼林地、封山育林和未成林造林地内从事放牧活动；不得随意开挖土石方和修筑建筑物；需征占用林地的，必须按照《中华人民共和国森林法实施条例》和国家林业局《占用征用林地审核审批管理办法》的规定报批”。

本工程为吉林省“十四五”重点实施项目，不涉及国家级公益林、I 级保护林地和II级保护林地，符合林地保护利用规划；本工程占用天然林 193.86hm^2，工程已最大限度考虑对林地的保护，对于工程占用的林地，在开工前按照国家有关规定办理林地征

用手续，在项目设计和施工过程中，应严格控制施工范围，最大限度减少占用林地，保护林业设施；做好林地生态补偿、植被恢复工作，对天然林造成的负面影响在落实保护方案后将得到缓解。

因此，在建设单位依法办理相关手续后，本工程建设基本符合保护林地及天然林保护管理办法的相关要求。

3.1.3 与相关功能区划的符合性分析

3.1.3.1 与《全国主体功能区规划》的符合性分析

2010 年 12 月由国务院印发的《全国主体功能区规划》将我国国土按开发方式，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。“开发”特指大规模高强度的工业化城镇化开发。国家层面禁止开发区域，包括国家级自然保护区、世界文化自然遗产、国家级风景名胜区、国家森林公园和国家地质公园。省级层面的禁止开发区域，包括省级及以下各级各类自然文化资源保护区域、重要水源地以及其他省级人民政府根据需要确定的禁止开发区域。

吉林省靖宇抽水蓄能电站不涉及国家层面和省级层面的禁止开发区域，与全国主体功能区规划不存在矛盾。

3.1.3.2 与《吉林省主体功能区规划》的符合性分析

根据《吉林省主体功能区规划》，工程所在区域为国家层面重点生态功能区，属于限制开发区域，其生态功能区的类型为水源涵养型，其功能定位为：推进森林生态资源保护、森林资源培育，湿地保护，治理水土流失，维护或重建森林等生态系统。严格保护具有水源涵养功能的自然植被，调减森林采伐量，实施森林分类经营，禁止无序开采、毁林开荒等行为。加强松花江、鸭绿江、图们江源头及上游地区的小流域治理和植树造林，减少面源污染。拓宽农民增收渠道，解决农民长远生计。

本工程为生态影响类建设项目，工程建设期间会对区域的水源涵养功能产生一定的不利影响，严格控制施工作业范围，严禁施工人员和机械超出施工区域对工地周边的植被、植物物种造成破坏，在上水库坝址、进/出水口、砂石料加工系统等主要施工区域和施工道路沿线植被较好的路段设置生态保护警示牌，废污水经处理后回用，采取工程和植物措施相结合的方式防治水土流失，恢复生态植被，有利于恢复区域的水

源涵养能力，有效减免对区域水源涵养功能的影响；运行期通过生态流量下泄，配套建设固体废弃物、废污水等处理设施的前提下，对该区域水源涵养能力影响较小；此外，本工程的建设对拓宽农民就业渠道，增加农民收益也具有一定的积极作用。因此，工程建设与《吉林省主体功能区规划》的要求总体是相协调的。

3.1.3.3 与生态功能区划的符合性分析

a）与《全国生态功能区划》符合性分析

根据《全国生态功能区划》，本工程所在区域属于 I 生态调节功能区 I-01 水源涵养功能区中的 I-01-03 长白山山地水源涵养功能区。该类型区的生态保护主要方向：①对重要水源涵养区建立生态功能保护区，加强对水源涵养区的保护与管理，严格保护具有重要水源涵养功能的自然植被，限制或禁止各种损害生态系统水源涵养功能的经济社会活动和生产方式，如无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦、过度放牧、道路建设等。②继续加强生态保护与恢复，恢复与重建水源涵养区森林、草地、湿地等生态系统，提高生态系统的水源涵养能力。坚持自然恢复为主，严格限制在水源涵养区大规模人工造林。③控制水污染，减轻水污染负荷，禁止导致水体污染的产业发展，开展生态清洁小流域的建设。④严格控制载畜量，实行以草定畜，在农牧交错区提倡农牧结合，发展生态产业，培育替代产业，减轻区内畜牧业对水源和生态系统的压力。

本工程为清洁能源类建设项目，不属于该生态功能区严格禁止的开发建设项目，施工期和运行期产生的废污水均处理后回用，不属于“导致水体污染的产业”；工程建设对生态的影响主要发生在施工期，工程占地面积较小，施工扰动地表造成的植被破坏、水土流失有限，对区域水源涵养功能维持产生一定的影响。但工程在施工期间采取减少工程占地、严格限制施工范围、减少施工活动和施工人员对植被的破坏、保存施工区表土、临时用地及时复绿等保护措施防治水土流失，保障水源涵养功能的维持，可有效减缓因工程建设对生态系统服务功能带来的不利影响，也不会影响该区域内农牧业的发展。本工程通过采取森林植被占补平衡措施、珍稀保护植物移植措施、临时占地植被恢复措施等，可有效缓解工程建设对区域水源涵养功能的不利影响；且工程蓄水后基本不占用水资源，与该功能区水源涵养作用并不矛盾，并且水库水面形成后，会有利于库周附近植被的生长，对区域水源涵养具有正面效应。

因此，在施工期应加强环境管理，施工用地及时进行生态恢复措施后，本工程的建设是可以接受的。

b）与《吉林省生态功能区划》符合性分析

根据《吉林省生态功能区划》，项目区属 III4-4 龙岗中低山景观保护与林业生态功能区。该类型区的生态保护主要方向：①实施天然林保护工程，尽快优化林分结构，尽早恢复以红松为主、伴生多种温带阔叶树种的红松针阔叶混交林的地带性森林植被。②将防洪、水资源开发、灌溉与节水工程、水土保持工程和水电工程联成一个完整的体系，综合开发，互利互惠。③景观恢复与重建工程，以小流域为治理单元，将耕地、参地的开垦与林地保护、生物多样性保护整合为一个系统工程，发展生态经济沟和生态经济户，保护基因库。④利用地区优势资源发展生态、健康、可持续的优势产业。

本工程为生态影响类建设项目，施工期不可避免的会对区域生态环境、水土流失产生不利影响，但影响时间和影响范围有限，施工结束后枢纽区和临时占地区域进行绿化和植被恢复，通过植物措施与工程措施相结合的水土保持措施，及时恢复植被，选择的植物种类均是当地常见种，如落叶松、胡枝子等，能有效增加工程区域物种的多样性。项目占地区涉及的国家保护植物包括黄檗、紫椴、红松和水曲柳等，按林业部门相关要求，对国家重点保护树种予以就近异地移植，不会减少重点保护植物的种群数量，有利于工程周边临近地区的植物和植被演替，可增加周边地区的植物种类。可有效减免对区域生物多样性和景观的影响。

综上，在采用相应的生态保护措施后，本工程的建设是可以接受的，基本符合计划要求。

3.1.3.4 与生物多样性保护战略与行动计划相符性分析

a）与《中国生物多样性保护战略与行动计划（2011-2030 年）》的相符性分析

根据《中国生物多样性保护战略与行动计划（2011-2030 年）》（环发[2010]106 号），全国范围内划定了 35 个生物多样性保护优先区域，其中吉林省全部地区属于内陆陆地和水域生物多样性保护优先区域中的东北平原区。为贯彻落实上述行动计划，原环境保护部发布了《中国生物多样性优先区域范围》（2015 年第 94 号），本项目位于吉林省东南地区白山市靖宇县景山镇，属于 35 个生物多样性优先区域中的长白山

生物多样性保护优先区域，该区域保护重点为温带落叶阔叶林生态系统以及红松、东北红豆杉、松茸、东北虎等重要物种及其栖息地。

本工程占用林地 368.62hm^2，项目严格按照相关法律法规要求，履行相关征占林地手续，按照规定编制林地恢复方案；临时占地施工结束后采取植被恢复措施，植被恢复时应遵循“适地适树、适地适草”的原则，并根据工程分区进行植被恢复，选择的植物种类均是当地常见种，如落叶松、胡枝子等，能有效增加工程区域物种的多样性，加强对环境保护和生物多样性保护的宣传教育。

综上，在采取相应的保护措施后，本工程建设是可以接受的，基本符合计划要求。

b）与《中国生物多样性保护战略与行动计划（2023-2030 年）》的相符性分析

为积极推动《关于进一步加强生物多样性保护的意见》落实和“昆明—蒙特利尔全球生物多样性框架”执行，有效应对生物多样性面临的挑战，全面提升生物多样性治理水平，切实支撑美丽中国和人与自然和谐共生的现代化建设，生态环境部于 2024 年 1 月 8 日发布了《中国生物多样性保护战略与行动计划（2023-2030 年）》，该计划在“优先领域二、应对生物多样性丧失危险 优先行动 10 生物多样性迁地保护”中提出“……科学构建珍稀濒危动植物迁地保护群落，维持和恢复本地、野生和驯化物种的遗传多样性……”。

项目占地区涉及的国家保护植物包括黄檗、紫椴、红松和水曲柳等，按林业部门相关要求，对国家重点保护树种予以就近异地移植，不会减少重点保护植物的种群数量，有利于工程周边临近地区的植物和植被演替，可增加周边地区的植物种类。

综上，在采取相应的保护措施后，本工程建设是可以接受的。

c）与《吉林省生物多样性保护战略与行动计划》（2011-2030 年）的相符性分析

根据《吉林省生物多样性保护战略与行动计划》（2011-2030 年），吉林省生物多样性保护的 26 个优先行动中包含长白山区保护工程，行动内容为：进行生物多样性本底调查，对生态功能区进一步合理规划；严格进行生态空间管制；建立生态环境综合野外观测实验台站；对生态退化区域，结合生物多样性恢复，加快实施生态修复工程，使长白山特有的丰富的生物多样性得到保护。

本工程实施过程中，结合生态现状调查，合理规划施工布局，提出生态修复措施

和生态监测方案，通过植被恢复措施和重点保护植物异地移植措施，保护区域生物多样性。因此，工程的实施与《吉林省生物多样性保护战略与行动计划》（2011-2030年）是相符的。

3.1.4 与相关规划的符合性分析

3.1.4.1 与电网规划的符合性分析

根据《吉林省电力发展“十四五”规划》，“十四五”期间，加快敦化抽水蓄能电站建设，推动蛟河、通化（通化市）、卧龙湖（和龙市）、前河（汪清县）、大沙河（安图县）、大沟河（敦化市）、塔拉河（敦化市）和**景山屯（靖宇县）**等 8 座抽水蓄能电站前期进展，力争于“十四五”期间开工，“十四五”期间投产。预计到 2025 年，全省水电装机达到 654 万千瓦。其中：抽水蓄能 170 万千瓦，常规水电 484 万千瓦。

吉林省靖宇抽水蓄能电站是“十四五”期间重点实施项目之一，与《吉林省电力发展“十四五”规划》是相符的。

3.1.4.2 与能源规划的符合性分析

1）与《“十四五”现代能源体系规划》的符合性分析

《“十四五”现代能源体系规划》提出：“加快推进抽水蓄能电站建设，实施全国新一轮抽水蓄能中长期发展规划，推动已纳入规划、条件成熟的大型抽水蓄能电站开工建设。优化电源侧多能互补调度运行方式，充分挖掘电源调峰潜力。力争到 2025 年，煤电机组灵活性改造规模累计超过 2 亿千瓦，抽水蓄能装机容量达到 6200 万千瓦以上、在建装机容量达到 6000 万千瓦左右”。

吉林省靖宇抽水蓄能电站是全国新一轮抽水蓄能中长期发展规划“十四五”重点实施建设项目之一，与《“十四五”现代能源体系规划》是相符的。

2）与《“十四五”可再生能源发展规划》的符合性分析

《“十四五”可再生能源发展规划》提出：“加快推进抽水蓄能电站建设。开展各省（区、市）抽水蓄能电站需求论证，积极开展省级抽水蓄能资源调查行动，明确抽水蓄能电站的建设规模和布局，编制全国新一轮抽水蓄能中长期规划。大力推动项目建设，加快已纳入规划、条件成熟的大型抽水蓄能电站开工建设；加快纳入全国抽

水蓄能电站中长期规划项目前期工作并力争开工”。

吉林省靖宇抽水蓄能电站已纳入规划，且建设条件成熟，建设单位及地方政府大力积极推动项目建设。因此，工程建设与《“十四五”可再生能源发展规划》是相符的。

3）与《吉林省能源发展“十四五”规划》的符合性分析

《吉林省能源发展“十四五”规划》提出“积极推进抽水蓄能电站建设。做好新一轮抽水蓄能中长期规划，进一步保障我省电力系统安全稳定运行，缓解电网调峰矛盾，增加新能源电力消纳，促进清洁能源开发利用和可持续发展。“十四五”期间加快推进敦化、蛟河抽水蓄能电站建设，积极推进通化、和龙、汪清、敦化（大沟河、塔拉河）、**靖宇**、安图等地抽水蓄能电站核准开工。预计到2025年，全省抽水蓄能开工建设项目规模达到1000万千瓦以上”。

吉林省靖宇抽水蓄能电站是“十四五”期间推进项目之一，符合《吉林省能源发展“十四五”规划》。

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

2021年9月9日，国家能源局发布了《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035年）》，吉林省纳入全国抽水蓄能规划重点实施项目共7个，总装机规模920万kW。其中靖宇景山屯抽蓄为吉林省“十四五”重点实施项目，装机容量140万kW，具备日调节能力。

工程预可、可行性研究阶段，在综合考虑成库条件、工程枢纽布置、机电设备制造等工程建设技术条件，吉林省电力系统调峰需求、新能源储能需求以及生态环境影响差异等，进一步比选论证了装机容量。经综合比选，推荐装机容量180万kW，单机容量为30万kW，生态环境影响差异不大。2024年2月，吉林省能源局发布《吉林省抽水蓄能中长期发展规划2024-2028年项目布局优化调整报告》，吉林省抽水蓄能中长期发展规划2024-2028年项目共计9个，总容量1220万kW。靖宇景山屯抽蓄为已纳入中长期规划调增项目之一，装机容量180万kW。因此，本工程装机规模确定为1800MW。

根据《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035年）》“六、环境影响和综合效益分

析”，抽水蓄能电站实施过程可能存在的对大气环境、水环境、声环境等不良环境影响，可通过相关工程措施、管理措施和技术手段等进行预防和减缓。靖宇抽水蓄能电站建设期间将采取环境保护措施预防和减缓不良环境影响。

因此，工程建设符合《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》。

3.1.4.4 与“一主六双”高质量发展战略专项规划的符合性分析

根据吉林省人民政府发布《关于“一主六双”高质量发展战略专项规划的通知》（吉政发[2022]5 号），积极推进吉林西部能源基地有序化、规模化开发，基地范围包括白城、松原两市域以及四平市所辖的双辽市，打造大型清洁能源消纳基地、外送基地、制氢基地，将基地建成吉林“陆上风光三峡”和国家松辽新能源保障基地的核心区。到“十五五”末，规划基地内新能源装机总量达 60000MW。其中，风电装机 45000MW，光伏装机约 15000MW，构建吉林“陆上风光三峡”，打造国家松辽新能源保障基地核心区，积极增强省内消纳能力的同时进行外送，深度参与全国能源资源优化配置，助力双碳目标实现。

风电、光伏发电由于其随机性、间歇性的特点，不能提供持续稳定功率，发电稳定性和连续性较差，对电力系统实时平衡、保持电网安全稳定运行带来巨大挑战。抽水蓄能是目前技术成熟、运行可靠、经济性好，适合大规模开发的储能调峰电源。

因此，吉林省靖宇抽水蓄能电站的建设符合构建以新能源为主体的新型电力系统的总体战略，对促进吉林省国家级新能源基地消纳和外送，保障“碳达峰、碳中和”目标实现是必要的。

3.1.4.5 与流域综合规划及规划环评的符合性分析

a）与流域综合规划的相符性分析

《靖宇县那尔轰河流域综合规划》中重大水工程规划提出在那尔轰河流域规划建设吉林省靖宇抽水蓄能电站，装机容量 1800MW，安装 6 台竖轴单级混流可逆式水泵水轮机组。电站地处吉林东南部，电站水头高、规模适中，地形地质、水源条件较好，工程占地主要为林地，建设征地和移民安置不存在制约因素，工程占地不涉及自然保护区、风景名胜区、重要矿产资源等环境敏感区，不涉及生态保护红线，无重大不利环境影响。电站建成后，将服务吉林电网，在电网中主要承担调峰、填谷、储能、调

频、调相及紧急事故备用等任务，将提升吉林电网的调峰、填谷及新能源消纳和外送能力。本工程装机容量1800MW，建设地点、工程任务与规模均与流域综合规划相同。

水生态保护与修复规划提出，那尔轰河源头至河口属于那尔轰河松花江三湖保护区，水质目标为II类水体，应加强排污口管理，禁止设置排污口；加强农村生活污水治理，实行农村污水处理统一规划、统一建设、统一管理，有条件的地区积极推进城镇污水处理设施和服务向农村延伸。科学制定农村生活污水治理规划，如采用化粪池、生物接触氧化池、厌氧生物膜滤池、人工湿地、稳定塘等组合处理技术，生态处理农村生活污水。本工程生产生活废污水经处理达标后回用不外排，不设置排污口；新建移民安置点建设生活污水收集管网，并在管道末端设置污水处理站及回用水池，符合《靖宇县那尔轰河流域综合规划》中提出的水污染预防治理措施。

综上，本工程的建设与《靖宇县那尔轰河流域综合规划》相符。

b）与流域规划环评的相符性分析

受靖宇县发展和改革局委托，淮安市水利勘测设计研究院有限公司于2023年10月完成了《靖宇县那尔轰河流域综合规划环境影响报告书》的编制工作；2024年1月，白山市生态环境局靖宇县分局以“白环靖字[2024]1号”对该报告书出具了审查意见。流域规划环评针对本工程提出了相应的保护措施要求，以降低工程对生态环境的影响。

1）流域规划环评及其审查意见要求

（1）将保持流域生态功能、改善流域环境质量作为规划的环境目标。合理确定开发强度，加强流域水资源统筹调配，保障流域内生产、生活、生态用水需求。加强流域水环境综合整治，流域内严禁设置入河排污口，确保流域水质安全。

（2）落实下泄生态基流措施。保障电站水库下游生态流量。拟建的抽水蓄能项目应采取措施确保电站生态流量下泄，保持河流水流自然连续性。安装下泄生态流量在线监控和远程传输装置等措施，确保电站下泄生态流量得到有效监督管理。

（3）栖息地保护。栖息地保护主要任务是保护珍稀特有鱼类的生存环境，扩大珍稀特有鱼类自然种群数量，减少死亡，保护产卵群体和幼鱼，从而达到有效地保护珍稀物种的目的。

（4）增殖放流。根据那尔轰河流域自然环境以及鱼类水域的分布情况，拟在渔业

行政主管部门许可的适于从事增殖放流活动的渔业水域，以渔业资源衰退或生物多样性下降较为严重的渔业水域为重点，建议对洛氏鱘、杂色杜父鱼等实施人工增殖放流。

（5）开展水生态环境及水生物监测。完善技术支撑体系，加强监测体系建设。对珍稀、特有鱼类资源，以及渔业资源变动和鱼类产卵场与繁殖地等进行监测。

（6）在植被恢复过程中，应遵循以下几个原则：应根据当地情况进行人工群落的构建，初期应以先锋物种为主，待土壤、湿度环境有所改善后再适当增加地带性优势种类；草种选择时应以当地常见、易成活物种为主，避免外来物种入侵；保持植物多样性，避免物种单一化。植被恢复后，陆生动物将不断进入，生态系统的功能将得以逐渐恢复。

（7）规划工程不可避免涉及到国家级重点保护野生植物的情况下，在人工种植的同时给予补偿和异地抚育的保护措施，按照林业部门标准，对于可以移栽的天然保护植物植株统一采取移栽的方式进行保护，不能采取移栽保护措施的，可以采取缴纳占地补偿费用的方式，由林业部门统一开展对国家保护植物的异地抚育保护措施。

（8）规划工程施工前做好施工规划，合理安排施工时间，尽量避免在野生动物繁殖时期大规模施工；对施工人员进行生态保护宣传教育，提高施工人员的生态环境保护意识。

2）本工程落实情况

（1）本工程施工期及运行期生产生活废污水处理后综合利用，不外排，不影响河流水质。工程优先考虑下泄生态流量，余水才进行蓄水，满足流域水资源配置。

（2）为保证坝址下游生态流量，本工程确定下水库 4 月～9 月按坝址多年平均流量 30%下泄生态流量，为 0.771m^3/s；10 月～翌年 3 月按坝址多年平均流量 10%下泄生态流量，为 0.257m^3/s。当天然来水量不能满足最小生态流量要求时，来水量全部下泄至下游河道，用于保证下游河道水生生态系统稳定。并设置生态流量在线监测系统和远程传输装置，确保电站下泄生态流量得到有效监督管理。

（3）本工程在下水库大坝下游主要影响区域采取栖息地保护措施。下水库坝址至那尔轰河入白山水库汇合口河段长约 34km 划定为栖息地保护河段，提出加强管理措施；在鱼类繁殖期（5 月～7 月）选择那尔轰河汇入白山水库前明显河湾处布置人工鱼

巢，为产黏性卵鱼类繁殖提供条件，降低对产黏性卵鱼类繁殖场的影响，以恢复及增加其种群数量。

（4）本工程开展鱼类人工增殖放流，拟选择杨岔河上游及那尔轰河下游小营子村附近河段进行增殖放流，放流种类为洛氏鱥，自蓄水期第一年开始，为期 3 年；运行期前 3 年，放流周期共 6 年。开展东北七鳃鳗人工繁育科学技术研究，待繁育技术成熟后，再进行增殖放流活动。

（5）本工程根据水生、陆生现状调查成果，结合工程建设和运行对生态环境的影响制定了施工期、运行期生态监测调查计划，能够及时了解工程建设、运行过程中工程建设对生态环境产生的影响，以便对后续出现的生态环境问题及时调整生态保护措施，减缓其不利影响。

（6）施工结束后，在施工临时占地区、暂存场地及公路两侧，从恢复和提高其生态、景观功能的角度出发，结合植被自然恢复能力，实施生态修复措施。对临时占地林地区应进行场地清理、土地整治后采取抚育的方式恢复生境。植被恢复时应选择当地的乡土树种，因地制宜，并根据工程分区进行植被恢复。各区域植被恢复措施详见 6.2.2.1 章节内容。

（7）针对本工程建设涉及的重点保护植物红松、紫椴、水曲柳和黄檗等，根据《吉林省林业和草原局关于进一步加强国家重点保护野生植物采集管理的通知》（吉林护[2022]483 号）的有关规定，拟采取就近异地移植，可有效保护工程建设影响范围内的重点保护植物。

（8）工程施工期采取避让措施，合理安排大型施工作业和爆破时间，避开野生动物活动的高峰期，如晨昏等；加强动物保护宣传，提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物；对临时占用区域的动物生境采取快速恢复措施，恢复以林地、灌木和草地为主；永久占地区进行人工绿化，尽快恢复占地区的植被，以利于野生动物栖息繁殖；针对重点保护动物的措施主要严格控制征地范围，及时对临时占地进行恢复，对永久占地进行绿化；选用低噪音设备，禁止正午和晨昏进行高噪声活动，做好施工爆破方式、数量、时间的计划，减少爆破对重点保护动物的影响。

综上所述，本工程符合《靖宇县那尔轰河流域综合规划环境影响报告书》的要求。

3.1.4.6 与地方经济发展相关规划的符合性分析

《吉林省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》指出：新能源产业。整合东部抽水蓄能和西部新能源资源，发展风电及装备、智能控制系统产业，壮大一批骨干太阳能光伏发电和光伏产品制造企业。加快发展农林生物质成型燃料，延伸构建集智能制造、氢能储制、智慧能源于一体的全新产业链，推进氢能、油页岩和新型能源装备研发与示范应用，加速光伏制氢产业化、规模化应用，稳妥实施核能供热示范工程，打造国家新能源生产基地和绿色能源示范区。

《靖宇县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》提出：“加快新一轮农村电网升级改造，进一步完善电网设施，大幅提高电能在农村能源消费中的比重。努力实现供能供电供热方式多元化，发展热电联产集中供热及清洁能源集中供热.....”。

建设靖宇抽水蓄能电站符合构建以新能源为主体的新型电力系统的总体战略，满足电网调峰、填谷、调频、调相、紧急事故备用等需求，可发挥储能作用，促进新能源消纳，改善电网的供电质量，维护电网安全、经济、稳定运行。因此，本工程与建设《吉林省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》和《靖宇县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》是相符的。

3.1.4.7 与生态环境保护规划的符合性分析

a）与《吉林省生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

《吉林省生态环境保护“十四五”规划》中提出：“清洁能源利用工程。建设‘陆上风光三峡’‘两横三纵一中心’油气管网、‘吉电南送’特高压通道、抽水蓄能电站等重大项目，打造国家级新能源生产基地和绿色能源示范区....”。本工程属于抽水蓄能电站项目，工程建设与《吉林省生态环境保护“十四五”规划》是相符的。

b）与《靖宇县生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

靖宇县“十四五”总体目标：2025年，靖宇县生态环境质量实现新改善、生态系统功能实现新提高、环境治理体系和治理能力实现新进步，生态文明建设取得扎实成效，“两山”转化模式基本形成，绿色低碳生产生活方式初步形成，全民生态文明素质显著增强。

对照《白山市生态环境保护“十四五”规划》和《美丽中国建设评估指标体系及实施方案》，靖宇县生态环境保护“十四五”规划的主要指标体系围绕环境质量改善、污染物排放总量控制、生态安全维护、应对气候变化等四大类，提出 19 项指标。详见表 3.1-1。

表 3.1-1 “十四五”时期靖宇县生态环境保护主要指标

指标			2020 年	2025 年	指标属性
生态环境质量	1	城市细颗粒物（$PM_{2.5}$）浓度（μg/m³）	23	22	约束性
	2	城市空气质量优良天数比例（%）	98	98	约束性
	3	重污染天数比例（%）	0	0	约束性
	4	地表水达到或好于III类水体比例（%）	100	100	约束性
	5	地表水劣V类水体比例（%）	0	0	约束性
	6	地下水环境区域点位V类水体比例（%）	—	达到白山市考核目标	约束性
	7	农村生活污水治理率（%）	—	25	约束性
	8	受污染耕地安全利用率（%）	100	达到白山市考核目标	约束性
	9	重点建设用地安全利用率（%）	—	有效保障	约束性
污染物排放量	10	氮氧化物重点工程减排量（吨）	—	达到白山市考核目标	约束性
	11	挥发性有机物重点工程减排量（吨）	—	达到白山市考核目标	约束性
	12	化学需氧量重点工程减排量（吨）	—	达到白山市考核目标	约束性
	13	氨氮重点工程减排量（吨）	—	达到白山市考核目标	约束性
生态安全维护	14	森林覆盖率（%）	77.8	77.8	约束性
	15	生态环境状况指数（EI）	—	稳中向好	约束性
	16	生态保护红线面积（平方公里）	—	达到白山市考核目标	约束性
应对气候变化	17	单位 GDP 二氧化碳排放降低比例（%）	—	达到白山市考核目标	约束性
	18	单位地区生产总值能耗排放降低率（%）	—	达到白山市考核目标	约束性
	19	非化石能源占一次能源消费比例（%）	—	达到白山市考核目标	预期性

本工程属于非污染的清洁生产项目，仅施工期对区域生态、水、大气、声环境、土壤产生一定的不利影响，该影响是短暂的，随施工结束而消失。

吉林省靖宇抽水蓄能电站投产后，每年可减少系统火电标准煤耗 132.27 万 t，减

少二氧化碳排放量约 346.54 万 t，减少二氧化硫排放量约 1.12 万 t。电站的建设可在一定程度上防止非再生能源的消耗及其带来的环境污染，具有较大的清洁能源效益。

因此，本工程与《靖宇县生态环境保护“十四五”规划》是相符的。

c）与《白山市重点流域水生态环境保护规划（2021-2025 年）》符合性分析

根据《白山市重点流域水生态环境保护规划（2021-2025 年）》，“审批或延续水库、水电站等项目许可时，优先保证生态用水需求，加强水库、水电站生态流量目标管理及监测，做好下泄生态流量记录”“加强河湖生态流量监测。加快建设生态流量控制断面的监测设施，对河湖生态流量保障情况进行动态监测。强化主要水利水电工程生态流量泄放的监测，水库、水电站、闸坝等水工程管理单位应按照国家有关标准，建设完善生态流量监测设施，并按要求接入水利部门有关监控平台。建立健全部门间监测数据共享机制，推进生态流量、水生态监测数据共享。”本工程明确了下水库坝下生态流量下泄措施，并设置生态流量在线监测设施，与《白山市重点流域水生态环境保护规划（2021-2025 年）》中完善河湖生态流量保障机制、强化河湖生态流量监管相关要求相符。

3.1.4.8 与国土空间规划的符合性分析

a）吉林省国土空间规划

2023 年 12 月 12 日，国务院以“国函[2023]147 号”对《吉林省国土空间规划（2021-2035）》进行了批复。根据《吉林省国土空间规划（2021-2035）》，到 2035 年吉林省耕地保有量≥10944 万亩，永久基本农田保护面积≥8201 万亩，生态保护红线面积＞5.36 万 km^2。本工程征占地范围不涉及永久基本农田和生态保护红线；永久占用耕地面积 1532.43 亩，工程设计中已考虑了耕地占补平衡，由建设单位向有关部门缴纳耕地开垦费；临时占用耕地 136.69 亩，工程设计中提出了临时用地土地复垦措施，将 20cm 厚度的表层土剥离后临时堆放，用地完成后将工程弃土和附近可用土源用于回填，进行疏松平整，再将剥离的表土回填，达到复耕要求厚度。

规划第九章 建设“高效韧性”基础设施网络第二节 建设绿色安全的能源资源布局体系提出“建设清洁能源生产基础。……加快东部‘山水蓄能三峡’建设，积极发展新型储能设施……”本工程为抽水蓄能项目，是“山水蓄能三峡”的重要组成部分。

综上所述，本工程与《吉林省国土空间规划（2021-2035）》是相符的。

b）白山市国土空间规划

《白山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，以“三区三线”为基础，构建“一心二核三区，三轴三带多点”的市域国土空间开发保护总体格局。白山市全域国土空间覆盖两区（浑江区、江源区）、一市（临江市）、三县（抚松县、靖宇县、长白朝鲜族自治县）。

根据吉林省“三区三线”划定成果，本工程征占地范围不占用生态保护红线、永久基本农田，且不涉及生态控制区、城镇发展区及矿产能源发展区。

根据白山市市域国土空间规划分区图，本工程征占地范围属于水源涵养功能区，本工程为清洁能源类建设项目，施工期和运行期产生的废污水均处理后回用，不属于“导致水体污染的产业”；工程建设对生态的影响主要发生在施工期，工程占地面积较小，施工扰动地表造成的植被破坏、水土流失有限，对区域水源涵养功能维持产生一定的影响。但工程在施工期间采取减少工程占地、严格限制施工范围、减少施工活动和施工人员对植被的破坏、保存施工区表土、临时用地及时复绿等保护措施防治水土流失，保障水源涵养功能的维持，可有效减缓因工程建设对生态系统服务功能带来的不利影响。

综上，本工程与《白山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》是相符的。

c）靖宇县国土空间规划

《靖宇县国土空间总体规划（2021-2035 年）》提出“‘山水蓄能三峡’工程以抽水蓄能电站为依托，是吉林省主动调整能源结构和推动高质量发展的重大举措，为制造业的清洁化、低碳化、绿色化转型，以及吉林省和全国‘碳达峰、碳中和’的目标如期实现保驾护航。规划期内，科学有序推进重点流域水电开发，打造水风光一体化可再生能源综合基地（靖宇景山屯抽水蓄能项目和靖宇燕平站抽水蓄能项目），促进‘抽水蓄能+康养’、‘抽水蓄能+文旅’等新业态发展汇聚工业旅游、生态旅游新动能，形成能源产业新增长点”。

本工程为靖宇抽水蓄能电站，是靖宇县水风光一体化可再生能源综合基地的重要组成部分。因此，本工程与靖宇县国土空间规划是相符的。

3.1.5 与“三线一单”的符合性分析

3.1.5.1 与生态保护红线的符合性分析

根据《关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》（自然资办函[2022]2072 号），吉林省生态保护红线已启用。吉林省自然资源厅根据吉林省“三区三线”划定成果出具了《关于靖宇县景山屯抽水蓄能电站工程制约性因素的复函》（吉自然资函[2022]408 号），经核实，本工程建设征地范围不涉及生态保护红线。

3.1.5.2 与环境质量底线的符合性分析

根据工程区域地表水环境现状监测结果，枯水期及丰水期部分监测断面水质不满足水环境功能区目标的《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）II类标准要求，其他断面其他时期水质达标。本工程下水库坝址上游及汇水范围内无工业企业分布，现状主要污染源为景山镇及部分村庄的生活污染源、周边林地、农田面源污染。本工程施工期和运行期产生的废污水经处理后达标回用，工程实施期间水库淹没三脚窝石村和杨岔河村部分居民点及部分土地，生活污染源和农业面源污染将减少，库周也无工业污染源，蓄水前采取库底清理及库周环境管理等措施，控制好库区上游农村生活污染源、农业面源污染的排入。在采取上述水环境保护措施后，不会触及水环境质量底线。

工程区域内大气环境和声环境质量良好。施工期产生的粉尘和噪声通过洒水降尘和源头降噪、隔声措施等措施后，对周边外环境影响较小，待工程运行后，对环境空气和声环境的影响会消失。施工期会对周边的生态环境产生一定的不利影响，在采取相应的保护措施后，生态影响在可接受的范围内。工程运行后有利于节能减排和能源结构优化，具有环境正效益。

因此，本工程的建设不会触及环境质量底线，区域水环境、大气环境和声环境可维持现状水平，工程建设符合区域环境质量底线要求。

3.1.5.3 与资源利用上线的符合性分析

a）能源资源利用上线

靖宇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。工程施工期和初期蓄水阶段消耗一定量的电能、燃油等能源，但工程消耗的能源相对区域能源利用总量占比很小。工程建成运行后，消耗低效电能，换来高效电能，降低电网系统损耗和能耗。因此，本工程符合能源资源利用上线要求。

b）水资源利用上线

根据《靖宇县那尔轰河流域综合规划》，那尔轰河流域多年平均地表水资源量为28700 万 m^3，流域水资源开发利用程度为 0.45%，基本处于未经过开发状态。靖宇抽水蓄能电站具有日调节能力，电站本身不消耗水量，只是改变水资源的时空分布规律。工程施工过程中消耗一定的水资源用于生产生活，施工用水高峰年水资源用量 177.53 万 m^3，仅占天然来水量的 5.14%；工程初期蓄水需水资源量为 2272.69 万 m^3，占流域地表水水量的 7.92%；电站正常运行期，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，年补水量占坝址处多年平均径流量约为 4.70%，占比小，不会对流域水资源量造成显著影响。初期蓄水期间，将造成下水库下游流量显著减少，通过制定合理的生态流量下泄方案，可保障下水库下游河段生态用水需求。

总体上，抽水蓄能电站开发不直接消耗水资源，在初期蓄水期保障下泄生态流量的基础上，可满足下游河道生态环境需水要求。

因此，工程建设符合水资源利用上线管控要求。

c）土地资源利用上线

本工程建设征地总面积为 504.49hm^2，永久征收面积 421.71hm^2，临时征用面积 82.78hm^2。工程永久征地面积占靖宇县总土地面积比例很低，对土地资源的占用很少；工程占地区域土地类型以林地为主，临时占地在施工结束后进行迹地恢复，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的要求。

3.1.5.4 与生态环境准入清单的符合性分析

a）环境管控单元

根据《吉林省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（吉政

函[2020]101 号）和《白山市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（白山政函[2021]107 号），本工程涉及优先保护单元（编码为 ZH22062210012、ZH22062210016、ZH22062210018），分别为靖宇县水源涵养功能重要区、靖宇县水土保持重要区、靖宇县水土流失敏感区；涉及一般管控单元（编码为 ZH22062230001），管控类型为污染物排放管控。

b）与生态环境准入清单的符合性分析

与生态环境准入清单的符合性分析详见表 3.1-2，本工程符合“三线一单”的管控要求。

3.1.6 与审批原则的符合性分析

本工程与《水电建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》的符合性分析详见表 3.1-3，经分析，本工程符合水电建设项目环境影响评价文件审批原则要求。

表 3.1-2　　本工程与所处管控单元生态环境准入清单要求符合性分析

管控单元	管控类别	管控要求	符合性分析
靖宇县水源涵养功能重要区 ZH22062210012	优先保护单元	空间布局约束： （1）原则上按限制开发区域的要求进行管理。避免开发建设活动损害生态服务功能和生态产品质量。 （2）禁止各种损害生态系统水源涵养功能的经济社会活动和生产方式，如无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦、过度放牧等。 （3）禁止导致水体污染的产业发展。 （4）原则上不再新建各类产业园区，严禁随意扩大现有产业园区范围。 （5）区内现有不符合布局要求的，限期退出或关停。对已造成的污染或损害，应限期治理。 污染物排放管控：/ 环境风险防控：/ 资源开发效率要求：/	空间布局约束： （1）本工程为清洁能源类项目，属于非污染类生态项目，仅施工期对区域生态、水、大气、声环境、土壤产生一定的不利影响，该影响是短暂的，随施工结束而消失。在施工过程中推行清洁生产，废、污水经处理达标后回用，固体废弃物收集后分类处理；施工结束后，对永久占地进行绿化，对临时占地进行迹地恢复，基本不会对该单元的生态服务功能和生态产品质量造成损害。 （2）本工程为清洁能源类建设项目，不属于严格禁止的无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦、过度放牧等活动；工程在施工期间采取减少工程占地、严格限制施工范围、减少施工活动和施工人员对植被的破坏、保存施工区表土、临时用地及时复绿等保护措施防治水土流失，保障水源涵养功能的维持。工程蓄水水库水面形成后，会有利于库周附近植被的生长，对区域水源涵养具有正面效应。 （3）本工程属于《吉林省抽水蓄能中长期规划报告》确定的“十四五”重点实施项目，属于实现“双碳目标”的项目，本工程为水力发电项目，不属于导致水体污染的产业。 （4）~（5）：不涉及。 综上，在施工期应加强环境管理，施工用地及时进行生态恢复措施后，本工程的建设是可以接受的。

续表 3.1-2　　本工程与所处管控单元生态环境准入清单要求符合性分析

管控单元	管控类别	管控要求	符合性分析
靖宇县水土保持重要区ZH22062210016 靖宇县水土流失敏感区ZH22062210018	优先保护单元	空间布局约束： （1）原则上按限制开发区域的要求进行管理。避免开发建设活动损害生态服务功能和生态产品质量。 （2）禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。禁止开垦、开发植物保护带。禁止在二十度以上陡坡地开垦种植农作物。禁止毁林、毁草开垦。禁止在水土流失重点预防区和重点治理区铲草皮、挖树兜等。 （3）原则上不再新建各类产业园区，严禁随意扩大现有产业园区范围。 （4）区内现有不符合布局要求的，限期退出或关停。对已造成的污染或损害，应限期治理。 （5）开采活动必须符合当地的环境功能区规划，并按规定进行控制性开采，开采活动不得影响本功能区内的主导生态功能。限制在地质灾害易发区、水土流失严重区域等生态脆弱区内开采矿产资源。 （6）以槽探、坑探方式勘查矿产资源，矿产资源勘查活动结束后未申请采矿权的应采取相应治理恢复措施，对其勘查矿产资源遗留的钻孔、探井、探槽、巷道进行回填、封闭，对形成的危岩、危坡等进行治理恢复，消除安全隐患。采矿过程中采矿权人应当严格执行经批准的矿山地质环境保护与土地复垦方案，开采矿产资源造成矿山地质环境破坏的，由采矿权人负责治理恢复。 （7）禁止开采未经自然涌出的矿泉水资源，对单泉或泉群自涌量开采已达 70%以上的禁止扩大开发规模；限制开采日自涌量低于 1100 吨的矿泉水资源，单泉或泉群的自涌量开采已达 20%~70%的，限制扩大开发规模。未开发的矿泉水水源地，依据国家标准等有关规定，结合天然矿泉水的补给、径流、排泄条件及地质、地貌条件由矿泉水资源主管部门会同有关部门科学合理划定保护范围，在划定的保护范围内，严禁开展破坏资源生态的一切活动。 污染物排放管控：/ 环境风险防控：/ 资源开发效率要求：/	空间布局约束： （1）本工程为清洁能源类项目，属于非污染类生态项目，仅施工期对区域生态、水、大气、声环境、土壤产生一定的不利影响，该影响是短暂的，随施工结束而消失。在施工过程中推行清洁生产，废、污水经处理达标后回用，固体废弃物收集后分类处理；施工结束后，对永久占地进行绿化，对临时占地进行迹地恢复，基本不会对该单元的生态服务功能和生态产品质量造成损害。 （2）本工程所在区域不属于崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区；工程所用土地均经过相关部门的严格审批，不属于开垦、挖草皮、挖树兜等活动。 （3）~（7）：不涉及。 因此，工程建设不违背优先保护单元管控要求。

续表 3.1-2（完）　　本工程与所处管控单元生态环境准入清单要求符合性分析

管控单元	管控类别	管控要求	符合性分析
靖宇县一般管控单元 ZH22062230001	一般管控单元	空间布局约束：/ 污染物排放管控：贯彻实施国家与吉林省大气、水污染相关各项标准，深化重点行业污染治理，推进国家和地方确定的各项产业结构调整措施。新、改、扩建项目，满足产业准入、总量控制、排放标准等管理制度要求的前提下，推进工业项目进园、集约高效发展。 环境风险防控：/ 资源开发效率要求：/	污染物排放管控符合性： 本工程为抽水蓄能电站，属于国家鼓励类项目，满足产业准入；本工程运行期无生产废水、废气产生，属于非污染类生态项目；工程施工期产生的生产生活废污水经处理后回用，不外排，废气经采取措施后，对区域环境空气影响较小。因此，本工程符合污染物排放管控要求。

表 3.1-3　　与《水电建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》符合性分析

条款号	条款内容	工程情况	符合性分析
第二条	项目符合环境保护相关法律法规和政策，满足流域综合规划、水能资源开发规划等相关流域和行业规划及规划环评要求，梯级布局、开发任务、开发方式及时序、调节性能和工程规模等主要参数总体符合规划。	本工程符合国家产业政策，符合相关法律法规和政策的要求；工程符合相关环境保护规划、生态功能区划和国民经济发展规划的要求；工程符合《靖宇县那尔轰河流域综合规划》、《靖宇县那尔轰河流域综合规划环境影响报告书》的相关要求；靖宇抽水蓄能电站是十四五重点实施项目，符合《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》。	符合
第三条	工程布局、施工布置和水库淹没原则上不占用自然保护区、风景名胜区、永久基本农田等法律法规命令禁止占用区域和已明确作为栖息地保护的河流和区域，与饮用水水源保护区保护要求相协调，且不对上述敏感区的生态系统结构、功能和主要保护对象产生重大不利影响。	本工程不占用生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区、风景名胜区、森林公园、永久基本农田等环境敏感区，工程所在区域无明确作为栖息地保护的河流。	符合
第四条	项目改变坝址下游水文情势且造成不利生态环境影响的，应提出生态流量泄放等生态调度措施，明确生态流量过程、泄放设施及在线监测设施和管理措施等内容。项目对水质造成不利影响的，应针对污染源治理、库底环境清理、库区水质保护、污水处理等提出对策措施。兼顾城乡供水任务的，应提出设置饮用水水源保护区、隔离防护等措施。存在下泄低温水、气体过饱和并带来不利生态环境影响的，应提出分层取水、优化泄洪工程形式或调度方式、管理等措施。 项目在采取上述措施后，相关河段水质应符合水环境功能区和水功能区要求，下泄水应满足坝址下游河道水生生态、水环境、景观、湿地等生态环境用水及下游生产、生活取水要求，不得造成脱水河段和农灌、水生生物等造成重大不利影响。	本工程上水库开挖成库，不会对下游水文情势造成影响；下水库为新建，对坝址下游水文情势造成一定的不利影响，工程已设置生态流量泄放设施；本工程施工期和运行期产生的废污水均经处理后综合利用，不会对河段水质、水环境功能区造成污染影响；工程运行方式不存在下泄低温水问题。	符合

续表 3.1-3　　与《水电建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》符合性分析

条款号	条款内容	工程情况	符合性分析
第五条	项目对鱼类等水生生物洄游、重要三场等生境、物种及资源量等造成不利影响的，应提出栖息地保护、水生生物通道、鱼类增殖放流等措施。其中，栖息地保护措施包括干（支）流生境保留、生态恢复（或重建）等，采用生境保留的应明确河段范围及保护措施。水生生物通道措施包括鱼道、升鱼机、集运鱼系统等，应明确过鱼对象、运行要求等内容，并落实设计。鱼类增殖放流措施应明确建设单位责任主体，并包括鱼类增殖站地点、增殖放流对象、放流规模、放流地点等内容。 项目采取上述措施后，水生生物的生境、物种、资源量的损失以及阻隔影响等能够得到缓解和控制，不会造成原有珍稀濒危保护或重要经济水生生物在相关河段消失，不会对相关河段水生生态系统造成毁灭性不利影响。	本工程上水库地表径流很小，下水库为新建水库，根据水生生态调查成果，调查水域无集中且成规模的产卵场、索饵场及越冬场，为保护那尔轰河水生生物生境，采取栖息地保护措施；针对工程实施带来的鱼类资源的损失，本工程采取鱼类增殖放流措施，不会对水生生态系统造成毁灭性的不利影响。	符合
第六条	项目对珍稀濒危等保护植物造成影响的，应采取工程防护、异地移栽等措施。项目对珍稀濒危等野生保护动物造成影响的，应提出救助、构建动物廊道或类似生境等措施。项目涉及风景名胜区等环境敏感区并对景观产生影响的，应提出优化工程设计、景观塑造等措施。项目建设带来地下水位变化导致次生生态环境影响的，应提出针对性措施。 项目在采取上述措施后，陆生动植物的生境、物种、资源量的损失以及阻隔影响、次生生态环境影响等能够得到缓解和控制，与风景名胜区等景观协调，不会造成原有珍稀濒危保护动植物在相关区域消失，不会对陆生生态系统造成毁灭性不利影响。	工程征地范围内分布的国家保护植物，采取异地移植措施，工程对重点保护动物种群不会造成较大的不利影响；项目建设对地下水水位的影响较小，不会导致次生生态环境影响。 针对生态环境产生的不利影响，本工程提出了相应的减免或控制措施，工程建设对区域的生态影响能能够得到缓解，不会对陆生生态系统造成毁灭性不利影响。	符合

续表 3.1-3　　与《水电建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》符合性分析

条款号	条款内容	工程情况	符合性分析
第七条	项目施工组织方案具有环境合理性，对弃土（渣）场等应提出防治水土流失和施工迹地生态恢复等措施。对施工期各类废（污）水、废气、噪声、固体废物等提出了防治或处置措施，符合环境保护相关标准和要求。 项目在采取上述措施后，施工过程环境影响得到缓解和控制，不对周围生态环境和敏感目标产生重大不利影响。	本工程施工组织方案环境合理，对暂存场、施工迹地提出了水土流失防治措施和生态恢复措施；根据环保要求，对施工期产生的废污水、废气、噪声和固体废物等提出了相应的防治措施，施工过程对环境的影响可得到缓解和控制，不会对周边生态环境和敏感目标产生重大不利影响。	符合
第八条	项目移民安置涉及的农业土地开垦、安置区、迁建企业、复建工程等安置建设方式和选址具有环境合理性，对环境造成不利影响的，应提出生态保护、污水处理与垃圾处置等措施。针对城（集）镇迁建及配套环保设施、重大交通复建工程、重要水利工程、污染型企业迁建等重大移民安置工程，应提出单独开展环境影响评价要求。 项目在采取上述措施后，移民安置环境影响得到缓解和控制。	本工程移民后靠本村、邻村安置或在县城购置房屋，选址不涉及生态保护红线及环境敏感区，安置后的生活污水和生活垃圾经收集后处理，安置过程中的基础建设及专项工程复建施工废水经处理后回用或达标排放。国道 G222 复建工程单独立项，其环境影响另行单独评价。在采取上述措施后，本工程移民安置环境影响可以得到缓解和控制。	符合
第九条	项目存在外来物种入侵或扩散、相关河段水体可能受到污染或产生富营养化等环境风险的，应提出针对性风险防范措施和环境应急预案编制要求。	本工程不存在外来物种入侵、富营养化风险。针对施工期废污水事故排放作出风险评价，并提出风险防范措施，并制定本工程施工期突发环境事件应急预案。	符合
第十条	项目为改、扩建的，应全面梳理现有工程存在的环境问题，提出全面有效的整改方案。	本项目为新建项目。	符合

续表 3.1-3（完）　　与《水电建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》符合性分析

条款号	条款内容	工程情况	符合性分析
第十一条	按相关导则及规定要求，制定生态、水环境等监测计划，并提出根据监测评估结果开展环境影响后评价或优化环境保护措施的要求。根据项目环境保护管理需要和相关规定，应提出必要的环境保护设计、施工期环境监理、运行期环境管理、开展相关科学研究等要求和相关保障措施。	已制定生态、水环境、环境空气和噪声等监测计划，并提出了开展环境影响后评价的要求；根据本工程特点和环境保护要求，提出了环境保护设计、施工期环境监理、运行期环境管理等要求。	符合
第十二条	对环境保护措施进行了深入论证，明确措施实施的责任主体、投资、进度和预期效果等，确保科学有效、安全可行、绿色协调。	对主要环保措施进行了可行性论证，明确了环保措施的实施主体为建设单位，并提出了环保措施三同时的要求，计列环保投资。	符合
第十三条	按相关规定开展信息公开和公众参与。	按照《环境影响评价公众参与办法》的要求进行了信息公开和公众参与，建设单位编制了公众参与说明。	符合

3.2 工程方案的环境合理性分析

在本工程可研设计过程中，环评早期介入库址比选、正常蓄水位选择、施工布置规划等各个环节设计方案的比选与优化，切实预防和减轻了不利环境影响。

3.2.1 工程方案环保优化过程

可研阶段环评早期介入方案比选优化过程，在枢纽格局比选、正常蓄水位比选、施工总布置规划专题中从环保角度进行了优化，主要优化内容如下。

3.2.1.1 占用林地面积优化

本工程在预可研设计阶段，建设项目征地总面积为 537.70hm^2，其中涉及林地面积为 392.32hm^2，包括永久占地 312.51hm^2，临时占地 80.81hm^2。随着设计深度的增加，本着少占林地的原则，优化施工总布置，采取更为集中的布置方案，尽量采取永临结合的方式，以减少临时占用林地。可研阶段，本工程建设征地总面积为 504.49hm^2，其中涉及林地 368.62hm^2，包括永久占地 295.06hm^2，临时占地 73.56hm^2。通过设计优化，可研阶段减少林地面积 24.70hm^2。

3.2.1.2 工程土石方平衡优化

本工程的开挖主要集中在上水库枢纽工程区的库盆开挖和输水发电系统的厂洞开挖，根据开挖料的质量特性和工程建筑材料的技术要求，质量较好的开挖料用于坝体填筑和混凝土骨料，不满足填筑坝体的开挖料用于对材料要求相对较低的坝后压坡体和施工临建区的场地回填。下水库开挖土石方较少，围堰填筑土石来源于下水库进出水口开挖，施工结束后拆除围堰，用于后期进场的金属结构及机电安装标施工单位的施工场地回填，不产生弃渣。

主体工程在进行施工场地平整时尽量避免大面积开挖要求，如下水库混凝土骨料生产系统和混凝土生产系统分 530m、540m 及 550m 多级台阶布置，以减少土石方开挖量；并充分利用开挖方（156.08 万 m^3）进行回填作为施工临建场地，工程设计中遵循“弃渣减量化”原则，实现工程范围内挖填平衡。

3.2.1.3 施工道路设计优化

在预可研阶段，本工程场内交通道路共 26.75km，其中场内永久公路为 17.03km，临时道路为 9.72km；可研阶段，根据水工各建筑物分布位置及施工总布置情况，充分

利用场内永久公路及现有道路，优化设计线路，临时道路以永久公路为主干线合理布置，本工程设置场内交通道路共 30.43km，其中永久公路为 14.77km、临时道路为 15.66km。工程区域以林地为主，对工程施工道路进行优化，减少了永久公路的长度，有效的减少了工程永久占用林地的面积；为方便施工，增加了临时道路的长度，施工结束后对林地进行植被恢复，从而减少对区域植被的破坏。

3.2.2 工程选址合理性分析

本阶段对工程选址进行进一步调查复核，工程水库淹没和工程占地均不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、饮用水水源保护区、永久基本农田等环境敏感目标；不涉及国家层面和省级层面的禁止开发区域，与国家及省级主体功能区规划不存在矛盾；工程为清洁能源类建设项目，不属于所在生态功能区严格禁止的开发建设项目，符合所在环境管控单元相关管控要求。

工程建设征地范围内涉及 2 处已过期的探矿权，不压覆已查明的重要矿产资源；涉及县级文物 1 处（新开河木场战斗址），吉林省文化和旅游厅《关于对吉林省靖宇抽水蓄能电站文物考古调查工作的意见》（吉文旅审[2023]356 号），同意组织吉林省靖宇抽水蓄能电站建设。从环境合理性角度分析，工程建设不涉及重大环境制约因素，工程选址较为合理。

3.2.3 库址选择的环境合理性分析

a）下水库库址比选

根据规划、预可阶段成果，经过分析周围地形，以及现场进一步查勘，在那尔轰河三脚窝石村河段拟定了上、下两个下水库库址，上库址位于该村上游 0.7km 河段，下库址位于该村下游 1.3km 河段。

两库址方案地质条件、水文条件基本相当，均具备成库条件。上库址方案输水洞线比下库址方案长 72m，水头低 13m，上库址开挖量多 80.20 万 m^3，且征地补偿费用较高，拟推荐下库址方案。

从环境影响角度分析，两库址方案仅相距 2km，自然、生态环境条件基本相同，均不涉及国家层面和省级层面的禁止开发区域，与国家及省级主体功能区规划不存在矛盾，不属于所在生态功能区严格禁止的开发建设项目，符合所在环境管控单元相关

管控要求。下库址方案占地不涉及生态保护红线、各类自然保护地、I 级保护林地等环境制约因素，但涉及县级文物 1 处，为新开河木场战斗址，吉林省文化和旅游厅《关于对吉林省靖宇抽水蓄能电站文物考古调查工作的意见》（吉文旅审[2023]356 号），同意组织吉林省靖宇抽水蓄能电站建设。上库址方案涉及吉林省生态保护红线，存在环境制约因素。因此，从环境角度分析，下库址方案是合理的。

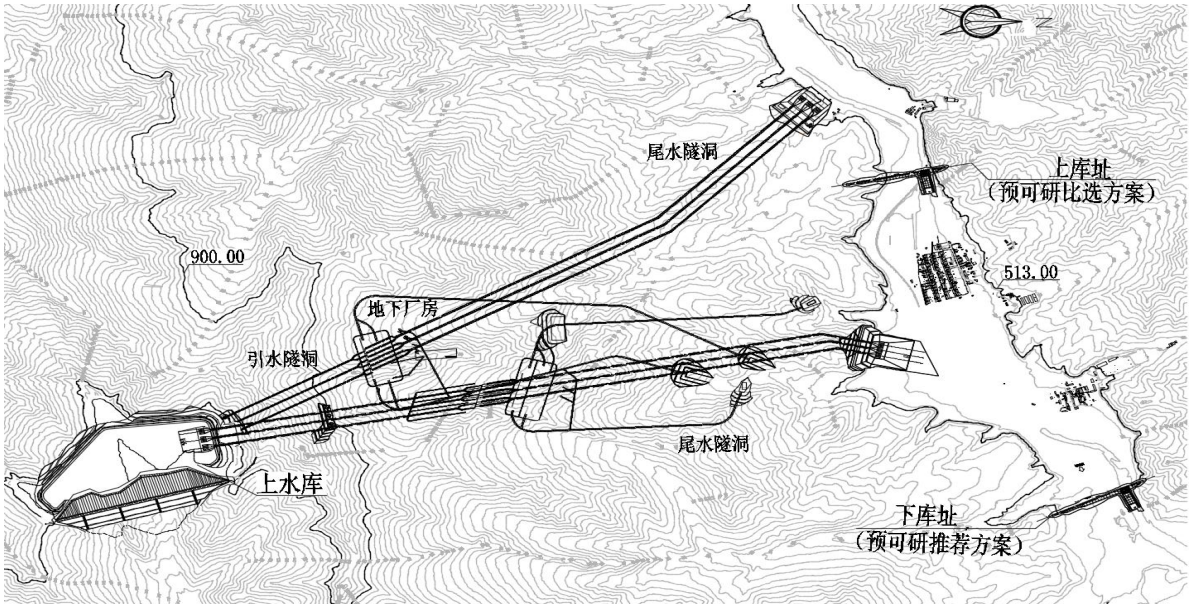


图 3.2-1 下水库库（坝）址位置示意图

b）上水库库址比选

在选定的下水库下库址方案的基础上拟定了两个上水库库址方案进行比选，分别为五斤顶子最高峰东北侧新开河谷沟首库址和五斤顶子西北侧 3#冲沟库址。

两个库址均满足库容要求，且扩库开挖及筑坝条件较好，两库址中新开河谷方案的覆盖层薄且分布范围小，天然库容大、扩库开挖量小、大坝填筑量小、弃渣量小，库盆开挖边坡低。

从环境影响角度分析，两上水库库址方案相距约 1700m，自然、生态环境基本相同，均不涉及国家层面和省级层面的禁止开发区域，与国家及省级主体功能区规划不存在矛盾，不属于所在生态功能区严格禁止的开发建设项目，符合所在环境管控单元相关管控要求。均不涉及各类自然保护地、生态保护红线等环境敏感区，不存在环境制约因素。上水库主要环境影响为工程施工占地对陆生生态的影响，两方案的库容和

占地基本相同，对陆生生态的影响相当。但新开河谷沟首库址方案开挖、填筑和弃渣量均较小，更符合《关于加强新时代水土保持工作的意见（中共中央办公厅 国务院办公厅）中“绿色设计、弃渣减量”的相关要求，更有利于水土保持和减少对陆生生态的影响。

综上所述，两个上库址对环境影响差别不大，不存在实质性差别，新开河谷沟首库址方案相对较优。因此，从环境角度分析，新开河谷沟首库址方案是合理的。

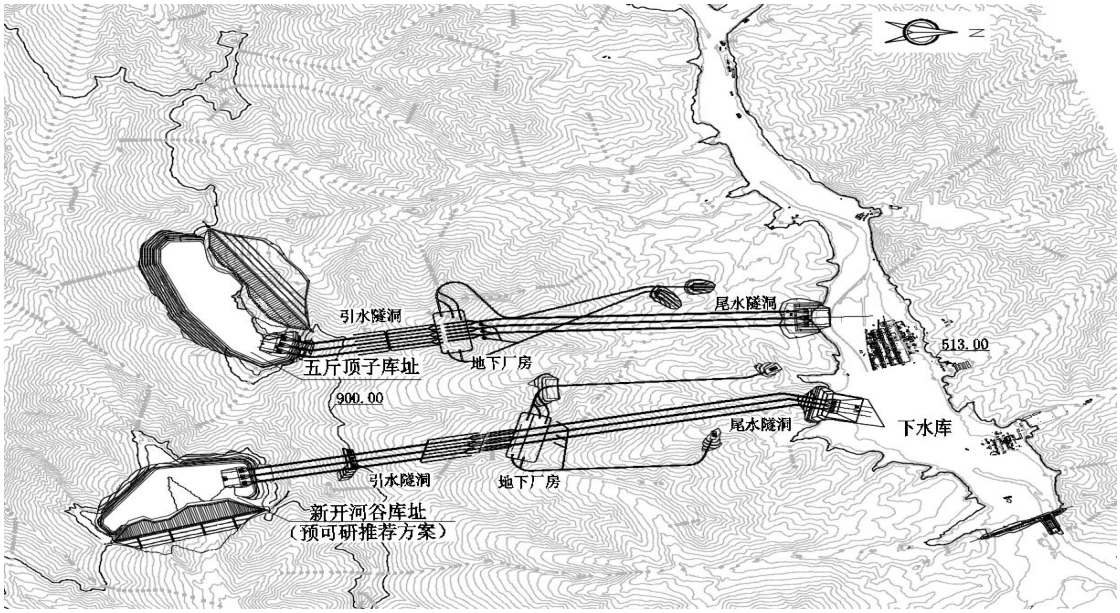


图 3.2-2 上水库库（坝）址位置示意图

3.2.4 工程枢纽布置环境合理性分析

3.2.4.1 坝址方案比选

a）上坝址

上水库位于那尔轰河右侧新开河谷沟首部位，整体地势西南高、北东低。库内三面环山，西南方向为工程区最高点五斤顶子，高程约 1250m，西北方向分水岭最高点高程约 1000m，南方向分水岭最高点高程约 984m，库区成库条件较好。

根据可研阶段的地形地质条件及现场查勘复核分析，拟定坝址以下沟谷宽度迅速变宽，分水岭山脊变薄，筑坝地形条件较差，水头下降较多，为满足调节库容要求，将使得大坝规模增大，上水库开挖量、填筑量显著增加。综合分析，受地形地质条件限制，上水库坝址唯一。故可研阶段坝址与预可阶段推荐坝址一致，位于库内西北方

向、南方向分水岭围成的较窄垭口处，坝址区两岸山体雄厚，局部见基岩裸露。

从环境保护角度，主体工程推荐坝址不涉及生态保护红线及自然保护地等环境敏感区以及鱼类重要生境，不涉及国家层面和省级层面的禁止开发区域，与国家及省级主体功能区规划不存在矛盾，不属于所在生态功能区严格禁止的开发建设项目，符合所在环境管控单元相关管控要求，不存在环境制约因素，具有环境可行性，从环境角度分析，坝址方案是合理的。

b）下水库坝址

下水库位于头道松花江一级支流那尔轰河下游，河流自西南向东北，天然库容能够满足工程规模要求，不需人工开挖库容，具备建坝成库条件。

根据库址区地形地质条件及预可研阶段成果，通过现场查勘并结合地质勘察成果，对于具备建坝条件的地形地质条件进行了分析研究。三脚窝石村河段上游淹没景山苗圃，征地补偿费用高，三脚窝石村河段下游地形开阔不适合建坝，可供下水库选择的坝址仅为三脚窝石村河段，下水库坝址唯一。故可研阶段坝址与预可阶段推荐坝址一致，位于那尔轰河三脚窝石村河段。

从环境保护角度，主体工程推荐坝址不涉及生态保护红线及自然保护地等环境敏感区以及鱼类重要生境，均不涉及国家层面和省级层面的禁止开发区域，与国家及省级主体功能区规划不存在矛盾，不属于所在生态功能区严格禁止的开发建设项目，符合所在环境管控单元相关管控要求。涉及县级文物 1 处，为新开河木场战斗址，吉林省文化和旅游厅《关于对吉林省靖宇抽水蓄能电站文物考古调查工作的意见》（吉文旅审[2023]356 号），同意组织吉林省靖宇抽水蓄能电站建设。从环境角度分析，坝址方案是合理的。

3.2.4.2 输水线路方案比选

为尽量减短输水系统线路长度，上水库进/出水口应尽量靠近下水库，考虑水流条件及边坡开挖相关因素，上水库进/出水口只能在上水库大坝左岸，并且进/出水口轴线尽量垂直于地形；而下水库进/出水口只能布置在下水库坝址与上游 1200km 河道的中间河段，若再往上游移动，水库水面变窄，且受库尾泥沙淤积影响，不利于进/出水口水流进出。因此，根据地形地质条件，在下水库坝址前约 1100m 处的右岸两条冲沟中

间的山脊处和其下游一条大冲沟处拟定了两个进/出水口位置，以此为基础，综合考虑地形地质条件、枢纽总布置格局、水力学条件等因素拟定了两个输水线路方案进行比选。

方案一（西线方案）：平面布置为折线，西线方案上水库进/出水口布置在上水库库盆底部及右岸库岸开挖边坡后侧山体内，距坝址左岸约 100m 处山坡处；下水库进/出水口布置在库尾两沟之间的山脊端部，前缘距坝址约 1100m。整个输水线路长 3491.14m。

方案二（东线方案）：上水库进/出水口布置与西线方案基本一致；下水库进/出水口布置在两条山脊之间的冲沟处，从下水库到下库进/出水口需沿冲沟布置一段 300m 长的明渠，明渠前端距坝址约 1000m。整个输水线路长 3513.55m。

两输水系统方案布置图见图 3.2-3。本工程输水线路方案环境合理性分析见表 3.2-1。

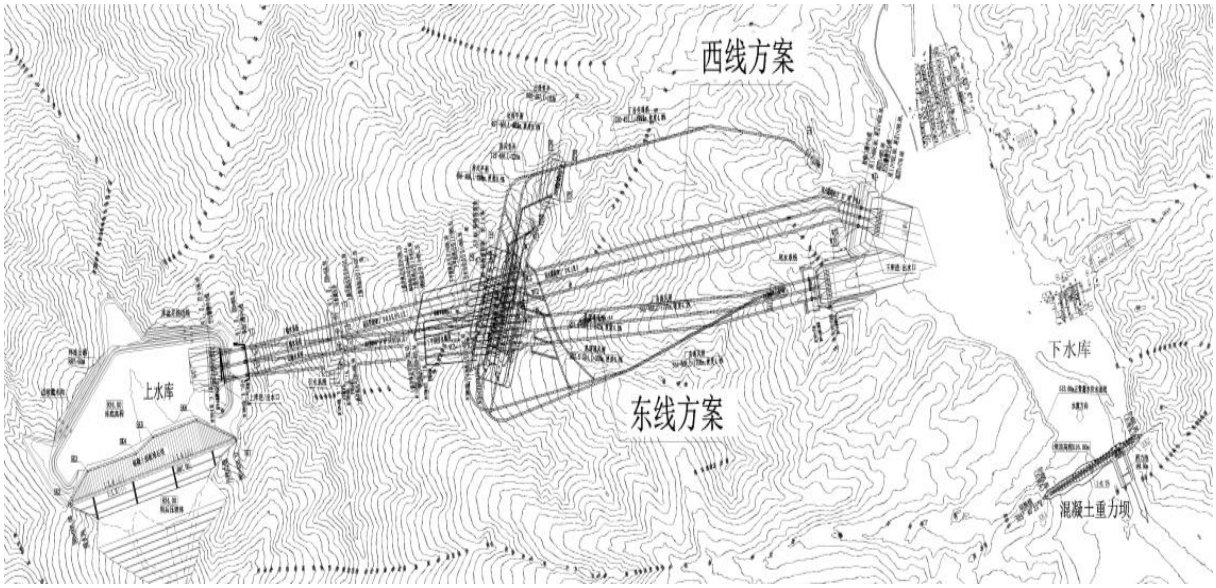


图 3.2-3 输水系统线路比选各方案平面布置图

表 3.2-1 输水线路比选方案环境合理性分析一览表

序号	项目	单位	输水线路方案	
			方案一	方案二
1	输水线路		西线	东线
2	地质条件	各方案输水隧洞沿线地形起伏均较大，冲沟较发育，沿线地表植被较发育，多为松树、桦树及低矮灌木。地质条件差别不大。		
3	施工组织	各方案的施工组织设计，除土石方平衡有一定差别外，其它基本一致。		
4	土石方开挖量	m^3	57.20	42.65
5	混凝土浇筑量	m^3	35.72	33.73
6	线路长度	m	3491.14	3513.55
7	环境影响	东线和西线方案均为地下工程，地面扰动范围不大，不涉及特殊敏感性环境保护对象，工程布置均不涉及国家层面和省级层面的禁止开发区域，与国家及省级主体功能区规划不存在矛盾，不属于所在生态功能区严格禁止的开发建设项目，符合所在环境管控单元相关管控要求，不存在环境制约因素。		

从环保角度分析，东线和西线方案均为地下工程，地面扰动范围不大，不涉及特殊敏感性环境保护对象，不涉及国家层面和省级层面的禁止开发区域，与国家及省级主体功能区规划不存在矛盾，不属于所在生态功能区严格禁止的开发建设项目，符合所在环境管控单元相关管控要求，不存在环境制约因素。东、西线方案对工程影响范围内的水环境、生态环境、水土流失等的影响程度仅因为两比选方案中土石方开挖量、混凝土浇筑量及施工占地的不同存在一定差异，均不构成对各比选方案的制约；输水隧洞长度东线方案比西线方案长 22.41m，且下水库进/出水口需要设置一条长 300m 长的导流明渠，开挖支护量较大，且进水条件较差；在施工交通布置时，东线方案的施工支洞也较长。两方案进/出水口布置都能满足泥沙淤积要求、保证发电用水，位置设置合理。因此从环境保护角度分析认为西线方案基本合理。

3.2.5 装机容量选择的环境合理性分析

结合工程本身的自然条件、吉林省电网需求、机组制造与运行等方面因素，装机容量拟定了 1600MW、1800MW 和 2000MW 三个比选方案。本工程装机容量方案环境合理性分析见表 3.2-2。

表 3.2-2 装机容量比选方案环境合理性分析一览表

序号	项目	单位	装机容量方案		
			方案一	方案二	方案三
1	装机容量	MW	1600	1800	2000
2	地质条件	根据拟定的装机容量规模分析，尽管装机容量越大，需要库容越多，但均具备开挖建坝满足各方案库容要求的地质地形条件。上水库存在水库渗漏问题，均采取防渗措施，不影响装机容量的取舍；下水库各方案库区浸没影响对象相同，影响面积相近。			
3	枢纽布置	各比选方案枢纽格局相同，枢纽建筑物布置基本相似，枢纽建筑物工程量随装机规模增大而增加。			
4	施工组织	各方案的施工组织设计，除土石方平衡有一定差别外，其它（如导流、布置、方法、总进度等）基本一致。			
5	移民征地	hm^2	479.09	504.49	519.06
6	土石方开挖量	万 m^3	1487.17	1547.66	1654.03
7	弃料量	万 m^3	459.92	475.51	514.28
8	环境影响	陆生生态影响	工程开挖和施工占地范围内分布常见植被有山杨林、白桦林、红松林、日本落叶松林、水曲柳林。工程开挖和施工占地范围越大，对陆生动植物的扰动和破坏量相应越大。方案三施工占地面积最大，对陆生生态的影响最大。		
		水生生态影响	三个装机容量方案均能满足最小生态需水量要求。		
9	环境保护措施	电站建设项目不可避免的产生生态影响，有些影响是暂时性的，有些影响可以通过生态恢复措施予以消除，对难以消除的生态影响予以相应的生态补偿。			

各装机容量方案的枢纽布置、施工组织设计方案、环境保护措施基本相同。各方案均不存在环境制约因素，从上水库开挖量和弃料量大小对生态环境的影响角度来说，1600MW、1800MW 和 2000MW 的方案在环境影响方面无本质性差异，装机方案 1800MW 具有环境合理性。

3.2.6 正常蓄水位选择的环境合理性分析

a）下水库

本工程下水库正常蓄水位拟定 513m、514m、515m 共 3 个方案进行比选，各正常蓄水位方案环境影响比较见表 3.2-3。

表 3.2-3 下水库正常蓄水位比选方案环境影响初步比较表

比选项目	方案一	方案二	方案三
下水库正常蓄水位（m）	513.00	514.00	515.00
水文情势影响	各方案库容差别不大，各方案水库淹没面积相差不大，对水文情势影响差别不大。		
水温影响	各方案均为日调节，一般情况上、下水库水量循环利用，对库区和下泄水温的影响均不大。		
水质影响	各方案对水质影响差别不大。		
水生生态影响	各方案对浮游生物、底栖生物、水生维管束植物、鱼类均有一定影响，差别不大。		
陆生植物、植被影响	区域植被主要为天然森林等自然植被，随正常蓄水位抬高，淹没面积增大，但各方案占地面积差别不大，对陆生植被影响相当。		
陆生动物	工程周边可能分布有野生保护动物，但各方案征地面积相差不大、施工布置基本一致，影响差别不大。		
工程施工影响	各方案施工布置、施工工期、施工人数基本相同，施工废污水、噪声、扬尘、生活垃圾等无明显差别，因此各方案对施工区水环境、环境空气、声环境等影响基本相同。		
涉及敏感区情况	各方案占地范围均不涉及生态保护红线、自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感区，均不涉及国家层面和省级层面的禁止开发区域，与国家及省级主体功能区规划不存在矛盾，不属于所在生态功能区严格禁止的开发建设项目，符合所在环境管控单元相关管控要求。		

下水库正常蓄水位比选各方案枢纽布置格局基本相同，经环境影响初步比较，各比选方案对水温、水质影响差别不大；水文情势、水生生态、陆生生态随着正常蓄水位提高而环境影响增大外，其他环境影响基本一致。从环境保护角度分析，各方案环境影响无本质性差异，且均无环境制约因素，513m 方案环境可行。

b）上水库

本工程在选定的下水库正常蓄水位 513.00m 基础上，上水库正常蓄水位拟定 881.00m、883.00m、885.00m 共 3 个方案进行比选，各正常蓄水位方案环境影响比较见表 3.2-4。

表 3.2-4 上水库正常蓄水位比选方案环境合理性分析一览表

比选项目	方案一	方案二	方案三
上水库正常蓄水位（m）	881.00	883.00	885.00
下水库正常蓄水位（m）	513.00		
水文情势影响	各方案上水库库容差别不大，下水库库容随正常蓄水位增大而显著增大，水库淹没面积也呈现上升的趋势。		
水温影响	各方案均为日调节，一般情况上、下水库水量循环利用，对库区和下泄水温的影响相同。		
水质影响	各方案对水质影响差别不大。		
水生生态影响	上水库所在区域无经常性地表径流，建成后水库水域范围基本一致，无水生生态影响；下水库各方案对水生生态影响主要体现在水库淹没面积的变化，各方案运行方式基本相同，对水生生态影响无本质性差异。		
征占地面积（hm^2）	503.43	504.49	512.36
陆生生态	区域植被主要为天然森林等自然植被，随正常蓄水位抬高，生物损失量有所增加，但各正常蓄水位对陆生生态的影响无本质性差异。		
工程施工影响	各方案施工布置、施工工期、施工人数基本相同，施工废污水、噪声、扬尘、生活垃圾等无明显差别，因此各方案对施工区水环境、环境空气、声环境等影响基本相同。		
环境敏感因素	各方案占地范围均不涉及生态保护红线、自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感区，均不涉及国家层面和省级层面的禁止开发区域，与国家及省级主体功能区规划不存在矛盾，不属于所在生态功能区严格禁止的开发建设项目，符合所在环境管控单元相关管控要求。		

根据表 3.2-4 的比选结果，上水库正常蓄水位各比选方案均无环境制约因素，各正常蓄水位在水环境、水生生态、陆生动物等方面没有明显差异；陆生生态影响主要体现在占地面积上，3 个比选方案中，方案 1 占地面积相对较小，对陆生生态影响相对较小。从环境保护角度分析，各方案环境影响无本质性差异，且均无环境制约因素，883m 方案环境可行。

3.2.7 施工布置方案环境合理性分析

3.2.7.1 施工总布置合理性分析

a）施工布置总体方案的环境合理性分析

本工程从下水库大坝左坝头至上水库区上下水库连接公路距离约 9.24km，上、下水库高程差 420.00m，施工总布置规划方案力求协调紧凑，节约用地，尽量利用荒地、滩地和水库淹没土地，少占耕地、林地。因此，本工程施工总布置采用分区相对集中布置方案，即上水库和下水库两个区域内。上水库位于那尔轰河右岸最高峰五斤顶子东北侧新开河谷沟首，南、北两面环山，施工用地较为紧张，故上水库施工区围绕上水库库盆附近布置，距离那尔轰河直线距离约 3km；下水库施工区可供利用的场地，主要集中在 Y2 公路沿线库内右岸较为宽阔的平坦坡地处。各施工区域均不涉及自然保护区、森林公园、地质公园、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区及吉林省生态保护红线，不涉及国家层面和省级层面的禁止开发区域，与国家及省级主体功能区规划不存在矛盾，不属于所在生态功能区严格禁止的开发建设项目，符合所在环境管控单元相关管控要求。工程施工布置将噪声大、粉尘多的施工工厂，如砂石加工系统、混凝土生产系统等均远离施工生活区布设，从源头上控制施工对敏感点的影响；本工程合理地进行了土石方平衡设计，充分利用主体工程自身开挖料进行回填，既减少了石料场的开采量，又减少了弃渣量，同时还减少了天然建筑材料开挖量和弃渣用地，降低了因天然建筑材料开挖和工程弃渣对环境的影响。从环境角度分析，施工总布置方案基本合理。

b）施工工厂布置

为了节约占地，减少临时占地面积，减少工程施工占地对原地貌和原生植被的扰动和破坏，在施工工厂布置过程中，力求协调紧凑，节约用地，尽量利用荒地、滩地和水库淹没土地，少占耕地和林地，结合工程需要及工程周边的地形条件，于上水库、下水库施工区各布设一处施工工厂。上水库施工区设有施工营地、垫层料加工系统、混凝土生产系统、综合仓库、钢筋木材加工厂、机械修配厂、暂存场等；下水库施工区设有施工营地、综合仓库、机电设备库、机械设备停放场、施工机械修配厂及汽车保养站、金属结构拼装厂、钢管加工厂、砂石骨料生产系统、混凝土生产系统等施工场地、暂存场等。

本工程施工工厂的布置不涉及自然保护区、森林公园、生态保护红线等，不存在环境制约因素；布置过程中尽量节约占地，尽量利用水库淹没土地，减少临时占地面

积，减少了工程施工对原地貌和原生植被的扰动和破坏；对施工工厂占地区涉及的珍稀保护植物采取避让、就地保护保护措施。从环境保护角度分析，本工程施工工厂设置基本合理。

c）砂石加工系统和混凝土生产系统布置的环境合理性

为了减少工程弃料，避免外购石料运输对道路沿线的扬尘影响，根据料源和用料地点的分布情况，本工程分别于上水库、下水库施工区各布设了一套砂石加工系统，将开挖石方加工为粗骨料和垫层料，有利于环境保护。根据场地地形条件和交通条件，上水库设一套混凝土生产系统，位于上水库左坝头附近，下水库施工区 2 套混凝土生产系统与下水库混凝土骨料加工系统紧邻布置，混凝土生产系统利用了混凝土骨料加工系统生产的骨料；各施工区区域土地利用类型主要为林地，周边均无居民点，也未发现古树名木等重要环境保护目标。砂石加工系统和混凝土生产系统生产废水经处理后回用，不外排，基本不会对区域水环境产生影响。从环境保护角度分析，本工程砂石加工系统和混凝土生产系统的布置较为合理。

d）施工营地布置的环境合理性

施工主要的噪声及扬尘污染源为砂石加工和混凝土生产系统，为了减少对营地和周边环境的干扰，各施工营地距离高噪声及扬尘污染源均超过 200m。其中，业主营地位于下水库大坝右岸上游 2.1km 处；上水库施工营地布置在上水库西北侧约 1.5km 处，沿#Y1 永久道路布设；下水库施工营地布置在下水库进出水口西侧，沿着#Y2 永久道路布设，远离钢筋钢管加工厂等高噪声声源。工程占地区域土地利用类型主要为林地，周边均无居民点分布；各施工营地均配套生活污水处理设施，施工期生活污水经处理后回用，不会对周边水体造成污染；对施工营地占地区涉及的珍稀保护植物采取避让、就地保护保护措施。

因此，从环境保护的角度分析，各施工营地及业主营地选址基本合理。

3.2.7.2 料源选择及料场设置合理性分析

为节约占地，减少对区域地表植被的破坏以及料场爆破开挖对周边生态环境、声环境和空气环境产生的不利影响，本工程料源充分利用上、下水库及地下厂房洞室开挖料，不单独设立料场。从环境保护角度分析，本工程料源及料场选择是合理的。

3.2.7.3 暂存场布置环境合理性分析

为了减少暂存场的占地面积及转运量和运输、堆置等带来的环境污染、占地、植被破坏、水土流失等环境问题，各暂存场紧邻施工区和道路布置，暂存料就近堆存，有利于环境保护。上水库施工区混凝土骨料均来自于下水库，故上水库施工区未设置暂存场。下水库骨料暂存场位于下水库进/出水口东侧 0.2km，处通风洞洞口下游，紧邻下水库混凝土生产系统。下水库库内骨料暂存场位于下水库进/出水口东侧 0.5km，紧邻下水库混凝土生产系统。

为保护表土，施工前对表土进行剥离并存放，用于工程临时占地施工结束后的绿化覆土。本工程设置两处表土暂存场，即上水库表土暂存场和下水库表土暂存场。上水库表土暂存场位于上水库左坝头东北侧 0.8km 处冲沟坡地上，下水库表土暂存场位于下水库右坝头东侧 0.5km。

表土暂存范围内不存在滑坡、泥石流等不良地质因素，场址地基、地质和防洪条件均满足表土堆存要求；堆料区下游无重要建筑物、居民点等敏感保护目标分布，场址选择无环境制约因素。表土暂存场均设置了挡土墙和截排水沟等水土保持措施。剥离的表土就近堆存，减少了施工干扰，运距较短，可减少运输过程中产生的水土流失和交通扬尘污染。表土暂存场使用完毕恢复林地，可恢复地表土地生产（使用）能力，对周边环境质量影响较小。因此，上水库表土暂存场和下水库表土暂存场选择基本合理。

暂存场选址不涉及自然保护区、风景名胜区、水源保护区、生态保护红线等环境敏感区，周围无公共设施、工业企业和居民点等，电站运行期不排放污染物，对环境基本没有不利影响，在采取相应的防护措施前提下，是可行的，满足工程需要和生态保护相关要求。

3.2.7.4 场内交通规划布置合理性分析

本工程场内交通运输采用公路运输方式。为了保护施工区周边的植物资源，场内施工道路布置过程中，结合现有地形地貌，充分考虑环保、景观、生态保护红线等因素，合理布线，永临结合，尽量避免坡面的大开挖，保护施工区周边的耕地、植物资源；为了减轻水土流失和既有植被的破坏，减少施工扰动影响，在规划阶段合理控制

征用土地面积，有效串连贯通各个施工工厂，待施工结束后实施迹地恢复，同时结合隔声、限速、洒水降尘、禁止鸣笛等措施，减轻对周边声环境的影响。因此从生态影响程度上看，本工程施工场内道路选线基本合理。

3.2.7.5 施工支洞设置环境合理性分析

主厂房通风洞及各通风支洞、主厂房交通洞及各交通支洞和尾水隧洞可兼作施工通道，另外为满足不同部位施工要求，增设5条施工支洞，各施工支洞情况见下表3.2-5。

表 3.2-5 施工支洞特性表

名称	支洞长度（m）	断面尺寸 宽×高（m）	最大纵坡（%）	起点位置	起点高程（m）	与洞室交点	交点高程（m）
#1 施工支洞	950	7.5×6.5	3.5	露天洞口	746.5	上平洞	774.6
#2 施工支洞	455	8.2×8.7	-8.7	交通洞	441.9	下平洞	422.7
#3 施工支洞	259	7.5×6.5	-6.4	#2 施工支洞	429	厂房下部	420.1
#4 施工支洞	319	7.5×6.5	-5.6	交通洞	459.1	尾闸室	443.5
#5 施工支洞	662	7.5×6.5	-8.7	交通洞	464.9	尾水隧洞	424.0

本工程施工支洞设计综合考虑周边环境条件，洞口设置减少林地占用，不占用生态公益林，周边不涉及生态保护红线，洞口占地范围不涉及保护林地和珍稀保护树种，同时，采用隧洞作为施工通道，减少了施工道路建设对地表植被的扰动和水土的危害。从环境保护角度分析，各施工支洞设置具有合理性。

3.2.8 移民安置规划方案的环境合理性分析

本工程规划生产安置人口399人，采用一次性货币补偿的自行安置方式。规划搬迁安置人口404人，均位于下水库淹没区，涉及景山镇三脚窝石村、杨岔河村。根据移民意愿，初步规划三脚窝石村移民采用集中安置和分散相结合安置，杨岔河村移民采用本村后靠分散安置。

集中安置人口238人搬迁去向为景山村居民点，其位于景山镇政府南侧，整体地势起伏较小，有汽车便道与国道G222相连。现状有供电线路通过，通讯条件有外部经过的移动、联通、广电等网络经过，通讯条件良好。安置点西南角150m处为现有深井供水泵房，负责景山镇区供水，水量充足。不涉及风景名胜区、自然保护区、生

态保护红线等环境敏感区。

分散安置人口 166 人，其中杨岔河村分散安置 9 户 26 人，搬迁人口去向为本村就近后靠，初步规划在杨岔河村后靠建设规模为 10 户 30 人的小型移民居民点，位于杨岔河村东侧，东西长约 96m，南北宽约 46m，距杨岔河村 500m，公共设施服务配置利用本村资源；三脚窝石村分散安置 49 户 140 人，搬迁人口去向为靖宇县城，移民搬迁后公共设施服务配置利用靖宇县城资源。

本工程移民安置均属近迁安置，所安置居民均为本村或邻村移民，且在移民安置规划阶段将进一步征求移民意愿，安置方式不会对迁移人口生产生活造成较大冲击，不存在社会融入性障碍问题。

移民后靠本村、邻村安置或在县城购置房屋，不涉及生态保护红线及环境敏感区，安置后的生活污水和生活垃圾经收集后处理，安置过程中的基础建设施工废水经处理后回用或达标排放。因此，从环境角度分析，工程移民安置方案基本合理。

3.3 环境影响源因素分析

3.3.1 施工期主要环境影响源分析

3.3.1.1 地表水环境

a）水文情势

本工程施工用水总量为 436.05 万 m^3，全部取自那尔轰河，施工高峰年第 4 年取水量为 177.53 万 m^3，以此为代表工况分析不同来水条件下水库坝下河段水文情势，在 P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，下泄流量占天然来水的比例分别为 94.89%、93.50%和 91.81%，可见施工用水对水文情势年内影响有限。但施工期逐月取水量有所差异，施工期取水占那尔轰河逐月水量不一，从逐月角度分析可能对那尔轰河下游河段水文情势产生影响，进而对下游用水对象及主要鱼类生境产生影响。

b）废污水

本工程施工期水污染源主要来自砂石生产系统、混凝土生产系统、施工机械修配系统、输水隧洞与地下厂房、业主营地、施工营地等区域，主要包括各类施工活动产生的生产废水和管理、施工人员产生的生活污水。

1）砂石料加工废水

本工程布置 2 套砂石加工系统，上水库垫层料加工系统布置于上水库东北侧山顶处，沿#Y1 永久道路布设，处理能力为 95t/h，废水产生量为 76.0m^3/h，施工工期在第 1 年 6 月至第 5 年 10 月；下水库混凝土骨料加工系统布置于下水库进/出水口东侧，紧邻混凝土骨料暂存场布置，系统处理能力为 505t/h，废水产生量为 100.0m^3/h，施工工期在第 2 年 4 月至第 5 年 11 月。

结合施工工艺，考虑物料表面含水、蒸发和渗漏所造成的水量损失 20%，生产用水中剩余 80%作为生产废水，按每日 2 班制生产，则上水库垫层料加工系统、下水库混凝土骨料加工系统生产废水产生量分别为 1064m^3/d、1400m^3/d。

砂石料加工废水主要来自砂石料冲洗，其主要污染物为 SS，一般在 20000mg/L～90000mg/L 之间，具有废水量大、SS 浓度高的特点。砂石料加工废水处理目标设定为 SS≤100mg/L，处理后回用于砂石加工系统自身。本环评推荐该部分生产废水经高效（旋流）污水净化法处理达标后回用于砂石加工系统自身冲洗用水，不外排。

2）混凝土生产系统废水

本工程共布置 3 套混凝土生产系统，分别为上水库混凝土生产系统、下水库常态混凝土生产系统和下水库碾压混凝土生产系统。

上水库混凝土生产系统布置于上水库左坝头附近，紧邻#Y1 永久道路；下水库常态混凝土生产系统和碾压混凝土生产系统布置在下水库混凝土骨料加工系统东侧，距离较近，废水可合并处理。

（1）上水库混凝土生产系统建筑面积为 600m^2，占地面积为 10000m^2，系统设计生产能力 116m^3/h。混凝土拌和用水为 18m^3/h，拌和废水按拌和用水量的 10%计算；冲洗废水一般按每座混凝土生产系统料罐冲洗用水强度为 20L/s，每次冲洗 10min，每班结束冲洗 1 次，共三班制。综上，上水库混凝土生产系统废水水量共 13.80m^3/h，施工工期在第 1 年 6 月至第 5 年 10 月。

（2）下水库常态混凝土生产系统建筑面积为 400m^2，占地面积为 8000m^2，系统设计生产能力 144m^3/h；下水库碾压混凝土生产系统建筑面积为 400m^2，占地面积为 8000m^2，系统设计生产能力 110m^3/h。两系统混凝土拌和用水均为 18m^3/h，拌和废水按拌和用水量的 10%计算；冲洗废水一般按每座混凝土生产系统料罐冲洗用水强度为

20L/s，每次冲洗 10min，每班结束冲洗 1 次，共三班制。综上，下水库混凝土生产系统废水水量共 27.60m^3/h，施工工期在第 2 年 4 月至第 5 年 11 月。

混凝土生产系统废水一般呈碱性，pH 值在 9～12，悬浮物 SS 为主要污染物，浓度在 1500mg/L～2500mg/L 之间。混凝土生产系统废水处理目标设定为 SS≤100mg/L，pH 值达到 6～9，废水经废水处理系统（混凝沉淀）处理后回用于混凝土生产系统，不外排。

3）基坑排水

基坑排水主要是包括初期基坑排水和经常性基坑排水，初期基坑排水包括围堰截留的河水、基坑积水和降雨形成的地表径流，水质与河流水质基本相似；经常性基坑排水主要是基坑渗水、大气降水等组成，其主要污染物为 SS，浓度为 500mg/L～3000mg/L。基坑排水若不经处理直接排放，将对施工水体水质产生不利影响。

由于上水库没有地表径流产生，围堰填筑基本可以在干地施工，因此上水库大坝基坑不考虑初期排水仅考虑经常性排水。上水库基坑经常性排水总时长为 44 个月，计算经常性抽水总排水量 3.74×10^4m^3；上水库进/出水口围堰基坑经常性排水总时长为 42 个月，计算经常性抽水总排水量 4.52×10^4m^3；下水库一期围堰基坑经常性排水总时长为 15 个月，计算经常性抽水总排水量 1.13×10^4m^3；下水库一期围堰基坑经常性排水总时长为 7 个月，计算经常性抽水总排水量 0.40×10^4m^3；下水库进/出水口基坑经常性排水总时长为 17 个月，计算经常性抽水总排水量 0.89×10^4m^3。

由于初期排水水质与河流水质基本相似，故可直接排放；考虑到经常性排水包含了大量的渗水及降水，并非真正意义的施工废水，且天然状况下也将直接汇入河道，根据目前已建和在建水电工程对基坑排水的处理经验，对经常性基坑排水不采用特殊的处理设施，仅向基坑投加絮凝剂，静置、沉淀 2h 后，经处理后达到《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020），回用于洒水降尘。

4）机械修配系统废水

本工程布置 3 个机械修配系统，上水库机械修配系统布置于垫层料加工系统南侧，紧邻 L10 临时路，修配系统用水量为 120m^3/d，废水量按用水量的 80%计算，即修配系统废水量为 96m^3/d，施工工期在第 1 年 6 月至第 5 年 10 月；下水库坝后机械修配

系统布置于坝后压坡体，修配系统用水量为 90m³/d，废水量按用水量的 80%计算，即修配系统废水量 72m³/d，施工工期在第 1 年 6 月至第 4 年 10 月；下水库机械修系统位于下水库坝轴线上游 650m 处，紧邻 Y2 永久路，修配系统用水量为 80m³/d，废水量按用水量的 80%计算，即修配系统废水量 64m³/d，施工工期在第 1 年 6 月至第 5 年 11 月。机械修配系统主要承担各施工区施工机械设备、各种汽车的二级保养、小修、零星配件加工任务，废水量较少。废水中主要污染物为石油类、COD_{Cr} 和 SS。一般情况下石油类浓度为 10mg/L～30mg/L，COD_{Cr} 为 25mg/L～200mg/L，SS 为 500mg/L～2000mg/L。废水处理采用油水分离器进行收集处理，处理后废水满足《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相应标准后，回用于洒水降尘。

5）洞室排水

地下系统施工排水主要由隧洞施工废水和洞室渗水组成。隧洞施工废水主要包括石方开挖、混凝土养护、灌浆等废水，这部分水量比较固定，废水中主要污染物为 SS，SS 浓度为 1500mg/L～3000mg/L。工程区地下水较为丰富，地下系统施工过程中会产生大量的洞室渗水，洞室渗水水质好，与少量隧洞施工废水混合后，污染物浓度降低，主要污染物还是 SS，其浓度与岩石特性、工程施工强度、施工工艺及涌水量等许多因素有关。

本工程洞室排水主要有 3 处，为#1 施工支洞、交通洞和通风洞，废水产生量分别为 185m³/d、233m³/d、58m³/d，涌水量分别为 1241m³/d、2572m³/d、2362m³/d，处理规模按最大涌水量考虑分别为 1426m³/d（59.4m³/h）、2805m³/d（116.9m³/h）和 2420m³/d（100.8m³/h），施工工期分别在第 1 年 6 月至第 5 年 5 月、第-1 年 4 月至第 4 年 6 月、第-1 年 4 月至第 2 年 11 月。

6）生活污水

电站施工高峰时段劳动力 2900 人，生活用水标准取 100L/（人·d），生活污水折算系数取 0.8，调整系数 1.1，上水库施工营地施工期高峰施工人数 1450 人，高峰污水排放量为 127.60m³/d；下水库施工营地施工期高峰施工人数 1500 人，高峰污水排放量为 132.0m³/d，机电安装标施工期高峰人数 500 人，高峰污水排放量为 44.0m³/d。

根据施工期平均施工人数规模，施工期生活污水排放总量为 61.34×10^4m³，其中上

水库施工营地生活污水排放总量为 20.29×10^{4}m^3、下水库施工营地生活污水排放总量为 36.83×10^{4}m^3、机电安装标施工营地生活污水排放总量为 4.22×10^{4}m^3，处理规模分别为 127.60m^3/d（6m^3/h）、132.0m^3/d（6m^3/h）和 44.0m^3/d（2m^3/h），施工营地使用时间分别为第 1 年 6 月至第 5 年 10 月、第-1 年 4 月至第 7 年 9 月、第 5 年 5 月至第 7 年 9 月。

施工期业主营地现场综合楼人数规模约为 300 人，人均生活用水量按 100L/人·d 计，污水排放量为 26.4m^3/d。生活污水处理为永久设施，已计入永久生活污水处理投资，不计入环保临时措施设计及投资。

生活污水主要污染指标为 COD_{Cr}、BOD_5、SS、总氮和总磷等，其浓度一般分别为 350mg/L～500mg/L、150mg/L～300mg/L、200mg/L～300mg/L、20mg/L～85mg/L 和 3mg/L～8mg/L。各生活区均采用一体化设备处理生活污水，污泥定期外运，出水回用于场区洒水降尘和绿化。由于冬季时间短人数少，污水短暂存储后外运处理。

7）施工期废污水汇总

电站施工期砂石料加工废水、混凝土生产系统废水、修配系统废水、洞室排水等生产废水高峰日共产生废水量 10017.6m^3/d。砂石料加工废水、混凝土生产系统废水经处理后回用于系统本身，洞室排水用于施工或洒水降尘，基坑排水用于洒水降尘，修配系统废水处理满足《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相应标准后，回用于洒水降尘。施工期生活污水高峰日产生量 303.6m^3/d，经处理后达到《城市污水再生利用　城市杂用水水质》中道路清扫、城市绿化用水水质控制指标后回用。

施工期废污水产生量汇总见表 3.3-1。

表 3.3-1　　施工高峰期水污染源汇总表

序号	废污水产生位置		高峰期产生量（m^3/d）	主要污染物产生浓度	处理工艺	回用达标情况	排放量
1	砂石料加工废水	上水库	1064.0	SS：20000mg/L～90000mg/L	高效旋流污水净化法	处理后的废水SS≤100mg/L，回用于系统本身	0
		下水库	1400.0				
2	混凝土生产系统废水	上水库	72.0	SS：1500mg/L～2500mg/L pH：9～12	混凝沉淀法	处理后的废水SS≤100mg/L，回用于系统本身	0
		下水库	144.0				
3	洞室排水	#1 施工支洞	1426.0	SS：1500mg/L～3000mg/L	高效旋流污水净化法	处理后的废水达到《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相应标准，回用于施工或洒水降尘	0
		交通洞	2805.0				
		通风洞	2420.0				
4	修配系统废水	上水库	96.0	石油类：10mg/L～30mg/L， COD_{Cr}：25mg/L～200mg/L， SS：500mg/L～2000mg/L。	成套油水分离器	处理后的废水达到《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相应标准，回用于洒水降尘	0
		下水库坝后	72.0				
		下水库	64.0				
5	基坑排水	上水库	34.0	SS：500mg/L～3000mg/L	沉淀法	处理后的废水达到《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相应标准，回用于洒水降尘	0
		下水库一期围堰	30.0				
		下水库二期围堰	23.0				
		上水库进/出水口	43.0				
		下水库进/出水口	210				
6	生活污水	上水库	127.6	COD_{Cr}：350mg/L～500mg/L， BOD_5：150mg/L～300mg/L， SS：200mg/L～300mg/L， 总氮：20mg/L～85mg/L， 总磷：3mg/L～8mg/L。	一体化生活污水处理设备	处理后的废水达到《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020），回用于洒水、绿化等。	0
		下水库	132.0				
		机电安装标	44.0				
7	小计	生产废水	9714.0				0
		生活污水	303.6				0
8	合计		10017.6				0

3.3.1.2 地下水环境

本工程废污水经处理后回用，不外排，对地下水水质基本无影响。

工程可能造成地下水污染的途径仅在施工期，主要是隧洞施工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。在上水库采取防渗措施情况下，地下水位变化均不会造成库周浸没和渗漏问题。为了减小工程隧洞的内水外渗、地下水的渗入量，工程将对隧洞围岩采取衬砌措施，对厂房周边设置三层排水廊道，在上、中、下层排水廊道之间设置垂直向排水幕，以阻止运行期间地下水向地下厂房渗入。因此，本工程建设基本不会改变输水线路原有的水文地质条件。

3.3.1.3 环境空气

环境空气影响源主要发生在施工期。施工期大气污染主要来自炸药爆破烟气、施工作业面粉尘、砂石加工系统粉尘、混凝土生产系统粉尘、机动车辆和施工机械排放的燃油尾气以及施工交通道路扬尘等，主要污染物为 TSP、二氧化硫、氮氧化物等。

a）爆破粉尘、废气

本工程大坝基础、库盆、输水系统、地下厂房系统等均需开挖爆破施工，上、下水库坝址区石方明挖采用 CM351 潜孔钻钻孔爆破开挖，石方洞挖采用三臂液压凿岩台车钻孔爆破开挖，上水库进/出水口采用 CM351 潜孔钻钻孔爆破开挖；下水库进/出水口石方明挖采用 CM351 潜孔钻钻孔爆破开挖，石方洞挖采用三臂液压凿岩台车钻孔爆破开挖；地下洞室竖井开挖主要采用 LM400 反井钻机钻导井，爆破开挖和液压履带钻及三臂液压凿岩台车钻孔爆破开挖的施工工艺。爆破污染源主要位于上、下水库大坝作业区、隧洞洞口及部分施工道路区，主要炸药用量集中在上下水库大坝作业区，属于无组织排放，执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表 2 中标准。本项目施工使用炸药，爆破过程中会产生 CO、NOx 等爆破气体，属瞬时污染源，同时还会产生爆破粉尘。

根据施工组织设计，本工程炸药总用量约 5569t，上库区施工高峰日用量约 10.88t，下库大坝施工高峰日用量约 8.03t。根据施工布置，工程区上、下水库大坝作业区周边无居民点分布。

1）爆破废气

爆破废气为炸药爆炸后产生的烟气，本工程采用乳化硝铵类炸药，主要成分为硝酸铵，爆炸后产生的气体主要有 CO、NOx、CO_2、H_2O、O_2 和 N_2 等，其中主要的污染因子为 CO 和 NOx。根据材料成分调查，每吨乳化硝铵类炸药爆炸后，烟气中 CO 产生量约为 3.6kg，NOx 产生量约 32kg。根据施工组织设计，施工期上库区爆破高峰日 CO、NOx 产生量分别约为 39.17kg/d、348.16kg/d，下库区爆破高峰日 CO、NOx 产生量分别约为 28.91kg/d、256.96kg/d，均为无组织排放。

本项目所在地周边开阔，大气扩散能力强，特别是风速较大时，有害气体难以积聚，很快会稀释、扩散。

2）爆破粉尘

在工程开挖爆破过程中产生的主要污染物是粉尘（TSP），产生量约为 8.57kg/t 炸药。其中上水库施工区高峰日扬尘产生量为 93.24kg，下水库施工区高峰日扬尘产生量为 68.82kg。

工程采用微差爆破技术，在爆破后进行喷雾洒水降尘，粉尘去除率在 80%以上，则上水库施工区高峰日扬尘排放量为 18.65kg，下水库施工区高峰日扬尘的排放量为 13.76kg，施工期高峰日扬尘排放量约为 32.41kg。本工程炸药总用量约 5569t，施工期爆破粉尘排放量为 9.55t。

b）施工作业面粉尘

施工作业面扬尘主要产生于裸露地面如石料开挖、骨料暂存场、表土暂存场堆放等，在干燥的天气情况下，特别在大风时容易产生扬尘，属于无组织排放，执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表 2 中标准。

1）钻孔粉尘

上水库库盆开挖时钻孔设备使用潜孔钻，其除尘方式采用湿式除尘，孔口加设除尘罩，机上设有抽尘净化装置，采用旋风除尘器或布袋除尘器，能有效减少粉尘的排放量。通过对其他地区抽水蓄能电站石料开采的实际监测，对除尘效率一般的潜孔钻机，其单台设备的排放量一般为 2.0kg/（台·h），除尘效率较好的设备，可以达到 0.5kg/（台·h）。本工程设 6 台潜孔钻机，日最大工作钻机数为 5 台，平均钻机工作数量为 3 台，钻机日实际工作时间为 9 小时，年工作时间按 215 天计，工程采用除尘效率高的

钻机，产尘量取 0.5kg/（台·h）计，钻孔、凿岩粉尘产尘量约为 2.90t/a，最大粉尘产生速率为 2.5kg/h，工程钻孔时采用喷雾降尘，粉尘去除率在 80%以上，则最大粉尘排放速率为 0.5kg/h，粉尘排放量为 0.58t/a。

2）采装粉尘

石料和土料采装作业一般采用挖掘机，挖掘机在挖掘矿岩时，沉落在岩表面上的和磨擦、碰撞产生的粉尘因受振动而扬起形成二次扬尘；其次，铲斗在向电动轮车斗卸下矿岩时，由于落差，会产生巨大粉尘。挖掘机作业时粉尘排放量一般为 1.0kg/（台·h），在预湿充分条件下约为 0.4kg/（台·h）。本工程铲装采用 8 台挖掘机，日最大工作挖机数为 5 台，平均挖机工作数量为 3 台，采装作业前采用洒水预湿的除尘方式，按产尘量 0.4kg/（台·h），按日工作时间 6 小时、年工作时间 215 天计，采装粉尘排放量约为 1.55t/a。最大粉尘产生速率为 2.0kg/h，工程采装时采用喷雾降尘，粉尘去除率在 80%以上，则最大粉尘排放速率为 0.4kg/h，粉尘排放量为 0.31t/a。

3）暂存场粉尘

本工程暂存场要求临时堆放时其上方加盖防尘密目网、长时间堆放需进行绿化，以减少无组织的扬尘量，本环评对此部分扬尘不进行定量估算。此外，工程暂存场需定期洒水，保持土堆的湿地，抑制粉尘的产生，环评对此部分扬尘不进行定量估算。

c）砂石加工系统粉尘

本工程布置 2 套砂石加工系统，分别为上水库垫层料加工系统和下水库混凝土骨料加工系统。

上水库垫层料加工系统运行工期为第一年 6 月至第五年 10 月，共 53 个月；下水库混凝土骨料加工系统运行工期为第二年 4 月至第五年 11 月，共 44 个月。

上水库垫层料加工系统共需生产砂石料 46.97 万 t，毛料设计需要量为 51.91 万 t；下水库混凝土骨料加工系统共需生产砂石料 264.82 万 t，毛料设计需要量为 303.67 万 t。

砂石加工系统在砂石破碎筛分过程中将产生粉尘，属于连续源。其粉尘产生强度根据《逸散性工业粉尘控制技术》，破碎和筛分过程中逸散尘的排放系数为 0.1kg/t 破碎料，工程逸散尘排放系数受原料含水量较大，本工程为湿法加工，故减少了潜在的

逸散尘量，减少量在60%以上，故本工程逸散尘的排放系数取值为0.04kg/t破碎料。本工程上水库垫层料加工系统和下水库混凝土骨料加工系统分别为1.12kg/h和7.89kg/h。砂石料加工产生的粉尘大部分粒径较大，容易沉降，本工程砂石加工系统均采用湿法加工，采用喷水、喷雾和洗砂等措施进行除尘，并采用全封闭式生产车间，配备布袋除尘措施，除尘器的风量为5000m^3/h，使产生的粉尘分别经1根20m高的排气筒排放，在切实采用多种除尘措施后，颗粒物的去除量可达99.8%，则砂石加工系统粉尘产生浓度分别为0.45mg/m^3和3.16mg/m^3，产生速率分别为0.0022kg/h和0.0158kg/h，排放浓度及排放速率均满足《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表2中的二级标准要求。

d）混凝土生产系统粉尘

根据施工组织设计，上水库混凝土生产系统运行期为第一年6月至第五年10月，共53个月；下水库常态混凝土生产系统运行期为第二年4月至第五年11月，共44个月；下水库碾压混凝土生产系统运行期为第二年4月至第四年9月，共30个月。

本工程上水库和下水库混凝土生产系统生产总量分别为32.58×10^4m^3和78.52×10^4m^3，混凝土密度一般在1950kg/m^3～2500kg/m^3之间，本环评按照2100kg/m^3计算，则本工程上水库和下水库混凝土生产系统所需混凝土总量约为68.42×10^4t、164.89×10^4t。

1）筒仓粉尘

工程混凝土生产系统原料主要为水泥、粉煤灰，水泥、粉煤灰在密闭的管道内进行输送，筒仓内的空气从筒仓顶部呼吸孔排出，筒仓排气过程中会产生一定量的粉尘。根据《工业源产排污核算方法和系数手册》（生态环境部，2021年6月）中3021 水泥制品制造（含3022砼结构构件、3029其他水泥类似制品制造）行业中混凝土制品的产排污系数，物料输送储存过程粉尘产生系数为0.12千克/吨-产品。经计算，上水库和下水库混凝土生产系统物料输送储存过程粉尘产生量为82.10t、197.87t。

水泥、粉煤灰储存于筒仓内，本工程共有14个筒仓（其中水泥罐9个，粉煤灰罐5个），每个筒仓设置1个脉冲式布袋除尘器，每套脉冲式布袋除尘器设计处理风量为1500m^3/h。袋式除尘器与筒仓上方呼吸孔为密闭连接，除尘效率为99.8%，则上、

下水库混凝土生产系统筒仓排放的粉尘量分别为 0.16t 和 0.40t，粉尘排放浓度分别为 4.13mg/m^3 和 14.26mg/m^3，均满足《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）水泥制品颗粒物排放标准（20mg/m^3）。

2）搅拌粉尘

根据《工业源产排污核算方法和系数手册》（生态环境部，2021 年 6 月）中 3021 水泥制品制造（含 3022 砼结构构件、3029 其他水泥类似制品制造）行业中混凝土制品的产排污系数，物料混合搅拌过程粉尘产生系数为 0.13 千克/吨-产品。经计算，上、下水库混凝土生产系统物料混合搅拌过程粉尘产生量为 88.94t、214.36t。

物料混合搅拌过程在密闭搅拌楼内进行，搅拌机自带布袋除尘器。工程搅拌站主楼为封闭结构，仅在混凝土搅拌机下料处设置搅拌运输车辆的进出口大门，粉尘外溢量很少，大部分粉尘可沉降在主楼内，在搅拌楼内设置布袋除尘器（设计处理风量 2500m^3/h，收尘装置，不设排气筒）对外溢的粉尘进行二次收尘，布袋除尘器收集效率为 95%，部分沉降至地面，则粉尘外溢量约为 1%，则上、下水库混凝土生产系统搅拌楼无组织粉尘排放量分别为 0.89t 和 2.14t（除尘器收集的粉尘分别约 84.50t 和 203.64t，地面沉降粉尘量分别为 3.56t 和 8.57t，被收集的粉尘回用于生产）。

e）道路扬尘

道路扬尘主要来源于施工车辆行驶。根据有关资料，施工过程中车辆行驶产生的扬尘约占施工总扬尘量的 60%以上。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。

本工程场内临时施工道路多为混凝土路面，在大风时容易产生扬尘。在完全干燥的情况下可按下列经验公式计算：

$$Q=0.123（V/5）（W/6.8）^{0.85}（P/0.5）^{0.75} \quad （3.3\text{-}1）$$

其中：Q-汽车行驶的扬尘，kg/km 辆；

V-汽车速度，km/h；

W-汽车载重量，t；

P-道路表面粉尘量，kg/m^2。

表 3.3-2 为一辆 30t 的汽车通过不能清洁程度路面，不同行驶速度下的路面扬尘量。

由此可见，在同样的路面清洁程度下，车速越快，扬尘越大；在同样的车速条件下，路面越脏，扬尘越大。因此，限速行驶和保持路面清洁是减少汽车扬尘的有效手段。

表 3.3-2 不同车速下的汽车扬尘量

P / V	0.1（kg/m²）	0.2（kg/m²）	0.3（kg/m²）	0.4（kg/m²）	0.5（kg/m²）	1.0（kg/m²）
5（km/h）	0.1299	0.2185	0.2961	0.3674	0.4343	0.7305
10（km/h）	0.2598	0.4369	0.5922	0.7348	0.8387	1.4609
20（km/h）	0.5196	0.8738	1.1844	1.4696	1.7373	2.9219
30（km/h）	0.7794	1.3108	1.7766	2.2044	2.6060	4.3828

主体工程施工道路大部分考虑采用水泥混凝土路面，减少扬尘产生；部分无法采用混凝土路面的采用泥结碎石路面，该部分路面易产生扬尘。

g）车辆及机械燃油废气

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

运输车辆燃油废气，污染物排放量随交通流量增大而增大，也与车辆的类型、汽车运行的状况以及当地的气象条件有关，本工程单位时间和区域交通运输量较小，不会对环境造成明显影响。

3.3.1.4 声环境

电站施工期使用的主要施工机械有土石方机械、起重机械、运输机械、混凝土机械、灌浆设备等，其种类主要有挖掘机、推土机、装载机、起重机、卷扬机、搅拌机、钻机、灌浆机、载重汽车等。

施工开挖、钻孔、爆破、砂石料粉碎、混凝土拌和与浇筑等施工活动中的施工机械运行、车辆运输等将产生不同种类的噪声。

a）主体工程施工

1）施工机械噪声

施工机械噪声主要来自于空压机、挖掘机、推土机、钻孔、振捣、灌浆及开挖等机械施工活动，各施工设备距离声源 10m 处的声压级范围在 75dB(A)～91dB(A)，具体噪声值见表 3.3-3。

根据施工布置，施工机械活动范围内无居民点分布。

表 3.3-3 各施工设备不同距离声压级单位 dB(A)

施工设备名称	距声源（5m）	距声源（10m）	施工设备名称	距声源（5m）	距声源（10m）
液压挖掘机	82～90	78～86	轮式装载机	90～95	85～91
电动挖掘机	80～86	75～83	推土机	83～88	80～85
混凝土振捣器	80～88	75～84	空压机	88～92	83～88
混凝土输送泵	88～95	84～90			

注：上述数值参考《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ 2034-2013）。

2）施工爆破噪声

施工爆破噪声主要产生于大坝开挖、隧洞施工等施工作业面，爆破噪声与爆破方式、单响装药量等有关。爆破噪声具有间歇性，相对于连续作业的固定声源和流动声源，其影响时间段较短。类比其它工程露天爆破实测资料，爆破噪声值一般在100dB(A)～120dB(A)之间，但施工爆破噪声为瞬间点声源，爆破过后影响很快会消失。工程大部分的爆破作业产生于隧洞施工，隧洞爆破属于洞内爆破，噪声经山体阻隔后，实际传导到外部的噪声很少。

根据施工总布置，施工爆破周边 1km 范围无居民点分布。

b）砂石加工系统和混凝土生产系统

工程布置 2 套砂石加工系统和 3 套混凝土生产系统。上水库垫层料加工系统布置于上水库东北侧山顶处，沿#Y1 永久道路布设，上水库混凝土生产系统布置于上水库左坝头附近，紧邻#Y1 永久道路；下水库混凝土骨料加工系统布置于下水库进出水口东侧，紧邻混凝土骨料暂存场布置，下水库常态混凝土生产系统和碾压混凝土生产系统布置在下水库混凝土骨料加工系统东侧，混凝土生产系统废水合并处理。各系统周边 1km 范围均无居民点分布。参照已建水电工程的砂石加工系统与混凝土生产设备噪声实测资料，把砂石加工系统、混凝土生产系统作为点声源，在所有设备同时运行时，砂石加工系统、混凝土生产系统叠加声级可以达到 102dB、99dB。

根据施工总布置，砂石加工系统和混凝土生产系统周边 1km 范围内均无居民点分布。

c）场内交通

场内道路施工建设过程中会对周边敏感点声环境产生一定影响，主要是挖填方、

道路铺筑过程中施工机械产生的噪声，为间歇性点声源，噪声源强一般在 80dB(A)～100dB(A)之间。

场内道路主要来往车辆为载重量 10t～20t 级自卸汽车，公路施工以及车辆运输会产生噪声影响。交通噪声属于线声源，一般在 70dB(A)～80dB(A)之间。

根据现场调查，场内道路周边 500m 范围无居民点分布，不会对周边人群产生影响。

d）施工辅助设施

施工辅助设施噪声来自综合加工厂、机械设备停放场、金属结构拼装厂等，期噪声为间歇性点声源，噪声源强在 70dB(A)～90dB(A)之间。

施工辅助企业周边 1km 范围内无居民点分布。

3.3.1.5 固体废物

施工期固体废弃物分为一般固体废弃物和危险废弃物，一般固体废弃物有生活垃圾、污水处理后的污泥、废金属和废钢材、建筑垃圾；危险废物有废机油、废油抹布、含油污泥。

a）生活垃圾量

上水库施工营地施工期高峰施工人数 1450 人，下水库施工营地施工期高峰施工人数 2000 人，施工期业主营地 300 人，施工区人均生活垃圾日产量按照 1.0kg 计算，上水库、下水库施工营地、业主营地高峰期日产生量分别为 1.45t/d、2.0t/d、0.30t/d，施工期共产生生活垃圾 7682t。生活垃圾成分比较复杂，有以生活燃煤炭渣为主的无机物和其它各种生活有机废弃物，还含有大量病原体。其中有机物会变质腐烂，发出恶臭，成为蚊蝇孳生地，传播疾病；垃圾中有害物质也可能随水流渗入地下或随尘粒飘扬空中，污染环境，影响人群健康。因此，应对其进行妥善处置。

b）建筑垃圾

建筑垃圾主要包括渣土、废石料、散落的砂浆和混凝土、竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料和其它废弃物。这些建筑垃圾主要来源于大坝砌筑、道路铺设和其它施工现场、建筑工地。施工工厂也有一些垃圾产生，如钢管加工厂和钢筋加工厂产生废金属和废钢材、木材加工厂产生废木材和木屑等。这些垃圾相对集中便于回收

利用，少部分不宜回收的可就近用于坝后压坡体回填或用于场地平整。多余建筑垃圾可运至靖宇县垃圾分类及处理中心，位于营抚公路北约 2km 处，靖宇县二期生活垃圾填埋场北侧，距本工程区约 30km，填埋场库容 14.78 万 m^3。

c）污水处理污泥

各生活区污水处理措施均采用一体化生物净化设备处理生活污水，产生的污泥定期外运处理。施工期生活污水产生量为 61.34 万 m^3，1 万 t 生活污水产生 1.5t 干污泥，生活污水处理产生的污泥含水率为 60%，则 1 万 t 生活污水产生 3.75t 干污泥，即本工程施工期污水处理干污泥产生量为 230.03t。

d）危险废物

工程产生的危险废物主要为机械修配厂内产生的废油和机械修配系统废水中油水分离后产生的污泥；根据类似工程经验，本工程施工过程中废油主要产生于空压机及机械车辆废机油，废油平均产生量约为 100L/月，产生总量为 5.4m^3（4.6t），应按《固体废物污染环境防治法》等规定及时交由具有危险废物处理经营许可证的单位进行妥善处理。

表 3.3-4 施工期固体废物产生量及利用处置情况

固废分类	固体废物名称	产生量（施工期）	处置方式	储存方法	处置去向
一般固废	生活垃圾	7682t	无害化处理	厂内收集	运至靖宇县生活垃圾填埋场
	污水处理污泥	230.03t	填埋	收集	
危险废物	废油抹布、废机油、含油污泥等	4.6t	有资质单位处置	专用容器临时储存，置于危险废物贮存间	送有资质单位处理

3.3.1.6 生态环境

a）陆生生态

工程对陆生植物的不利影响主要表现为枢纽施工占地、施工活动、人为干扰等对地表植被造成的直接损失，将导致工程影响范围内陆生植被面积直接减少，生物量降低。

本工程建设征地总面积为 504.49hm^2，其中永久占地 421.71hm^2，临时占地 82.78hm^2，涉及土地类型主要包括耕地 111.28hm^2，林地 368.62hm^2，主要占地类型为

林地。工程开挖和占压，将改变原有地貌，损毁或压埋原有地表植被和景观。

施工队伍进驻带来的人类活动频繁，以及各类施工活动产生的噪声、废气和扬尘等，都将对施工范围及其周边野生动物生存、繁殖产生干扰，使该区域的栖息适宜度降低。

b）水生生态

本工程上水库开挖形成，库区林木茂密、植被发育，河道为山间溪流，河道宽度在 0.5m～2.0m 之间，无水生生态影响。

下水库施工过程中，特别是大坝及上、下游围堰，施工开挖、爆破、围堰截流等将影响下水库所在那尔轰河上、下游水生生境，水体扰动，导致施工区附近水体悬浮物增加，给施工段及其下游的浮游动植物及底栖动物的正常生产和繁殖带来一定不利影响，受影响范围内水生生物的种类和数量会有所下降。

3.3.1.7 社会环境

施工期间对社会环境的影响主要来源于工程建设对人力、材料等资源的需求，工程资金的投入，基础设施的建设以及施工占地等方面。具体体现在工程建设需要的大量人力，一定程度上可解决当地人员就业问题；需要大量的物资，将成为当地经济强有力的推动力，刺激当地经济的发展；工程巨大资金的投入对区域经济发展有巨大推动作用；施工占地可在短时间内影响农业经济的增长，施工期间大量工程物资的运输对当地交通造成一定的压力，但这部分影响只是暂时的。

工程施工期间，施工期高峰人数约 2900 人，施工区人口密度大、高度集中，人员流动性大，卫生条件不好，在卫生防疫措施不当时，具有爆发流行性疾病的潜在危险，容易引起一些传染性疾病的传播和流行，可能对施工区人群和施工区周围居民的健康产生不利影响，需重视卫生防疫等人群健康保护工作。

3.3.1.8 土壤环境

工程施工土石方开挖，不可避免的造成一定的水土流失，水土流失导致土地资源破坏，土壤肥力和质量下降。施工期生产物料流失、机械设备跑冒漏滴等若不采取相关防护措施将对土壤环境造成污染。

3.3.2 运行期环境影响源分析

3.3.2.1 水环境

抽水蓄能电站运行过程是在电网用电高峰期，将水从上水库放至下水库，利用水的势能发电；在电网用电低谷时，电站吸收电网的电能，将水从下水库抽至上水库备用。

电站在正常运行期间不产生污染物，由于水库蓄水和运行期补水将对河道水文情势产生影响，运行期间产生的污染物主要是管理人员产生的生活污水和生活垃圾。

a）水文情势

初期蓄水期和运行期将对工程所在水域的水文情势产生不同程度的影响。上水库开挖形成，位于那尔轰河右岸最高峰五斤顶子东北侧新开河谷沟首，沟口筑坝成库，主要来水为大气降水；下水库所在那尔轰河为天然河道，大坝建设将拦截那尔轰河的来流量。工程建成蓄水后形成上、下两个水库，水体面积和体积较原来大大增加。

电站初期蓄水和运行期补水水源均为下水库的那尔轰河天然来水。

根据施工进度安排，下水库在施工期第 5 年 4 月初开始蓄水，总历时 30 个月。水库建成后，为满足下水库坝址下游生态流量需求，设计生态放流管。生态流量下泄要求 4～9 月为 0.771m^3/s，10 月～翌年 3 月为 0.257m^3/s，当水库上游实际来流量小于规定下泄最小生态流量时，生态流量按坝址处实际来流量进行下泄。电站运行期并不消耗水量，只在汛期来水较多时拦蓄少量来水，河道天然来水大多通过泄洪设施下泄至下游河道。

运行期发电抽水将对上、下水库水文情势产生一定的影响。发电工况运行时，上水库水位开始从正常蓄水位 883.00m 逐步消落，随着水量从上水库逐步转移至下水库，下水库水位则逐步抬高；作抽水工况运行时，下水库水位开始从高水位逐步消落，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，而下水库水位则逐步消落。

表 3.3-5 工程建设前后那尔轰河水文情势变化表

主要水文参数	施工前（那尔轰河源头～天合兴电站坝址）	运行期		
		入库前（那尔轰河源头～库尾）	库区（库尾～下水库坝址）	坝址下游（下水库坝址～天合兴电站坝址）
河流形态	山溪型河流	与施工前同	库区，静水区发电时与上水库水体交换，午夜时消落，日间上涨	山溪型河流
河流长度（km）	37.3	19.1	6.2	10
多年平均流量	2.57m^3/s	与施工前同	日涨夜落	最不利情况为来水小于 0.257m^3/s
河流宽度	一般 1m～850m	与施工前同	正常蓄水位 513.00m 时，水面宽度一般 2m～912m	因下泄水量变小，部分河流宽度有所缩减
河流深度	0.5m～20m	与施工前同	约 13m	1m～20m

b）水温

本工程下水库库址以上集水面积约 234.4km^2，天然多年平均流量 2.57m^3/s，年径流量 8103 万 m^3；下水库发电调节库容 1423 万 m^3，总库容 2467 万 m^3。同时，考虑本工程为日调节纯抽水蓄能电站，抽水及发电流量在上、下水库之间往复循环，在发电工况下，下水库入库流量除上游天然来流外，还有从上水库下泄至下水库的发电流量，故在计算下水库年入库径流量时，还需考虑从上水库泄放至下水库的年发电流量。根据工程设计成果，电站额定发电流量 599.94m^3/s，年发电 823h，年发电流量为 177750.2 万 m^3。经计算，下水库α值为 75.34，对照水温结构α值法判别标准为混合型水温结构。工程建成后，不会产生水温分层现象，对坝址下游水温无不利影响。

c）水质

1）水库水质

在水库蓄水初期，水库水质主要受上游来水水质、库周林地落叶腐烂和土壤释放出的有机质的影响，使得水体中 BOD_5、COD、氮和磷等浓度增加，溶解氧降低。根据以往水库蓄水经验，初期蓄水水质一般相对较差，尤其是库底清理不彻底，库底浸出物较多的情况下，会对水质产生一定影响。

电站运行本身不产生悬浮物，但运行时上、下水库进/出水口流量较大，对水库底

质易产生扰动作用，进/出水口附近水域的泥沙可能受到冲刷而悬浮起来，从而引起局部水域的混浊度增加，并使悬浮物上吸附的污染物释放出来，局部水域水质变差。

电站正常运行后，库区水质主要受那尔轰河水库水质的影响，下水库库区生活污染源较建库前有所减少，且上、下水库间水体交换频繁，水力停留时间较短，有效改善库区静水状态，从而有利于有机物的降解，增大污染物降解速度，因此运行期上、下库区水质总体将较好，不会产生水质恶化的趋势。

2）坝下河道水质

本工程建成后，下水库区的大部分区间径流通过下水库设置的径流管流至坝下，坝下河段水质与上游来水水质保持一致，因此下水库运行对坝下水质没有影响。

3）运行期电站废污水

电站建成运行本身不产生水污染物，运行期厂房产生的废污水主要为机组运转所用透平油的跑、冒、滴、漏而产生的地面冲洗含油废水，机组检修时产生的少量含油废水，除此之外即为各区域电站工作人员的日常生活污水。

工程运行期只有业主营地和厂房值班人员产生的少量生活污水。电厂生产运行期常住人员 139 人，生活用水按 100L/人•d 计，生活污水排放系数取 0.8，调整系数 1.1，则日产生活污水量 12.23m^3/d。生活污水所含污染物主要为 BOD_5、COD_{Cr}、SS、氨氮等，BOD_5 约 150mg/L，COD_{Cr} 约 250mg/L，SS 约 250mg/L，氨氮约 25mg/L。生活污水经一体化污水处理装置处理达到《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）标准后回用于营地洒水及场区绿化。

电站运行期在机组检修时，为了防治油污染，一方面要加强管理，避免油的泄漏，做到清洁生产；另一方面在四周设置排水沟，收集油污水，在排入集水井前通过油水分离器处理，浮油为废矿物油，属于危险废物，单独收集后委托有资质的单位外运处理。

4）地下水

工程运行期间，由于上水库库区蓄水，库区水位抬升；本工程针对上库采用局部垂直防渗，水库封闭条件较好，水库蓄水后不会存在水库渗漏问题，也不会对周边地下水水位产生影响。下水库蓄水后地下水位也将有一定幅度的回升，正常运行期，地

下水渗流场达到稳定状态，地下水位不会有较大幅度的变化，总体趋于稳定。

3.3.2.2 生态环境

工程水库淹没和永久占地将改变土地的利用类型，减少原有陆生植被类型，随着水库蓄水淹没，库区生态景观也随之发生变化，主要体现为林地、耕地景观将缩小，水体景观将增加，工程的建设对区域生态系统有一定的影响，但随着工程建设过程中采取的水土保持、生态防护和景观恢复等措施，工程影响区域的植被恢复，工程建设对区域生态系统的影响会逐渐减少。

工程上水库为开挖形成，水库建设前无鱼类分布；水库运行后，水域面积增大，为两栖动物、水鸟的栖息活动提供了更为广阔的场所。工程下水库所在那尔轰河为山溪型河流，生境单一，据调查，水体中鱼类较少，组成相对单一，未发现集中大规模的鱼类“三场”。

3.3.2.3 环境空气

工程管理区冬季取暖均采用电取暖，不使用煤炭，不产生大气污染物，对环境空气基本不产生影响。

本项目运行管理 139 人，全部住宿，每日 3 餐，就餐人次达到 417 人次/d。据调查，一般的员工用餐食用油耗油系数为 8g/人·餐，则项目食用油用量为 3.34kg/d（1217.64kg/a），烹饪过程中的挥发损失为 2.83%左右，因此油烟产生量为 0.0944kg/d（34.46kg/a）。运行期食堂位于业主营地内，食堂加装处理效率不低于 75%，风量为 2000Nm^3/h 的油烟净化设施，食堂每天烹饪时间按 6h 计，油烟排放浓度为 7.87mg/m^3，则本项目油烟产生量、排放量见表 3.3-6。

表 3.3-6 油烟产生及排放量一览表

油烟净化器	风机风量	处理 排放量	处理前 排放浓度	处理后 排放量	处理后 排放浓度
处理效率 75%	2000m^3/h	34.50kg/a	7.88mg/m^3	8.63kg/a	1.97mg/m^3

由上表可以看出，食堂产生的油烟在加装去除效率不低于 75%的油烟净化设施后，油烟排放浓度为 1.97mg/m^3，满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB 18483-2001）中型饮食业单位油烟最高允许排放浓度限值（2.0mg/m^3）要求，对大气环境影响较小。

3.3.2.4 声环境

工程建成运行后，噪声源主要为地下发电厂房内的发电（水轮机）机组，由于机组位于地面以下，地下厂房顶部无居民点分布，周边居民分布较远，不影响周边声环境质量。

3.3.2.5 固体废物

运行期电站工作人员的生活垃圾来自业主营地和厂房值班人员，总人数约 139 人，生活垃圾的产生量按 1.0kg/人·d 计，日均垃圾产生量为 0.139t，年垃圾产生量为 50.74t。

运行期生活污水产生量为 0.51 万 m^3/a，1 万 t 生活污水产生 1.5t 干污泥，生活污水处理产生的污泥含水率为 60%，则 1 万 t 生活污水产生 3.75t 干污泥，即本工程施工期污水处理干污泥产生量为 1.90t/a。

电站机组检修过程中将产生一定量的含油废水和废机油，其中废机油、修配系统废水处理设施产生的废油均为危险废物，属于《国家危险废物名录》中的 HW08 废矿物油，地下厂房设置危废暂存间，面积为 18.76m^2（2.8m×6.7m），将检修时收集的废油临时储存在暂存间，委托有危险废物处置资质的单位及时进行处置。危废暂存间的设置应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）的要求，暂存间基础必须防渗，防渗层为至少 1m 厚粘土层（渗透系数≤10^{-7}cm/s），或 2mm 厚高密度聚乙烯，或至少 2mm 厚的其它人工材料，渗透系数≤10^{-10}cm/s。该项设施需由具备相应资质的专业单位或机构进行设计处理。

运行期电站机组每年进行一次检修，每次检修过程中可能会产生约 60kg 的废油、废油渣及废油抹布等，应按《固体废物污染环境防治法》等规定及时交由具有危险废物处理经营许可证的单位进行妥善处理。

表 3.3-7 运行期固体废物产生量及利用处置情况

固废分类	固体废物名称	产生量（施工期）	处置方式	储存方法	处置去向
一般固废	生活垃圾	50.74t/a	无害化处理	厂内收集	运至靖宇县生活垃圾填埋场
	污水处理污泥	1.90t/a	填埋	收集	
危险废物	废油、废油渣及废油抹布等	60kg/a	有资质单位处置	专用容器临时储存，置于危险废物贮存间	送有资质单位处理

3.3.3 水库淹没、占地和移民安置环境影响源

a）水库淹没和工程占地

本工程建设征地涉及景山镇三脚窝石村、杨岔河村、新胜村等 3 个行政村和吉林森工三岔子林业有限公司新胜林场、景山实验林场等 2 个林场。建设征地总面积 504.49hm^2，按所属区域划分：枢纽工程建设区 230.48hm^2，水库淹没区 230.48hm^2。规划水平年（2026 年）涉及搬迁人口 121 户 404 人，各类房屋面积 19266.32m^2。

按用地性质划分，涉及土地总面积 504.49hm^2，其中耕地 111.27hm^2，园地 1.76hm^2，林地 368.62hm^2，草地 0.31hm^2，工矿仓储用地 3.55hm^2，住宅用地 7.10hm^2，交通运输用地 7.14hm^2，公共管理与公共服务用地 0.50hm^2，水域及水利设施用地 3.49hm^2，其他土地 0.75hm^2。

工程蓄水后将导致部分耕地、园地、林地等变为水域，工程永久占地和临时占地等扰动地表，压占植被，水库淹没和工程占地对评价区生态完整性及植被产生一定的影响，将造成植被破坏和动物栖息地的损失。

b）移民安置

本工程规划设计基准年（2023 年）生产安置人口 393 人，搬迁安置人口 401 人。至规划设计水平年（2026 年），生产安置人口 399 人，搬迁安置人口 404 人。搬迁安置人口涉及景山镇三脚窝石村、杨岔河村，根据建设征地区的实际情况，在征求移民意愿及地方政府意见的基础上，初步规划三脚窝石村移民采用集中安置和分散相结合安置，杨岔河村移民采用本村后靠分散安置。

推算至规划设计水平年（2026 年），集中安置 63 户 238 人，搬迁人口去向为新建景山村居民点，位于景山镇政府南侧，选址不涉及风景名胜区、自然保护区、生态保护红线等环境敏感区；分散安置 58 户 166 人，其中杨岔河村分散安置 9 户 26 人，搬迁人口去向为本村就近后靠，初步规划在杨岔河村后靠建设规模为 10 户 30 人的小型移民居民点，位于杨岔河村东侧，选址不涉及风景名胜区、自然保护区、生态保护红线等环境敏感区。三脚窝石村分散安置 49 户 140 人，搬迁人口去向为靖宇县城。

移民迁建施工过程中的开挖、回填、占地等将损毁植被，造成该区域陆生植被的减少，并对陆生动物的栖息环境产生一定的影响。

c）专项设施

专业复建项目包括各级公路 16.6km、中桥 2 座、66kV 线路 7.5km、10kV 线路 8.68km，电信及广播电视线路 63.2km、通信基站 2 个。

专项复建工程施工过程中，将产生废污水、噪声、扬尘、固废等污染物，不可避免地扰动地表，损坏复建区域的植被，对周边生态环境产生一定影响。

3.4 工程分析结论

吉林省靖宇抽水蓄能电站是《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035）》确定的“十四五”重点实施项目之一，为《吉林省抽水蓄能中长期发展规划 2024-2028 年项目布局优化调整报告》中已纳入中长期规划调增项目之一。工程建设不涉及生态保护红线及永久基本农田，符合那尔轰河流域规划及规划环评、吉林省“三区三线”划定方案及“三线一单”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。工程在设计过程中对枢纽布置格局、正常蓄水位选择、施工总布置等进行了方案比选和优化，最终选择的方案均是环境影响相对较小的方案，体现了工程设计中的环保设计理念，环境是可行的、合理的。

工程建设的环境影响主要集中在施工期，主要影响包括：施工期生产废水、生活污水、废气、生活垃圾、噪声对环境的影响；建设征地对地表植被、陆生动物等生态环境的影响以及工程开挖与土石方堆放造成水土流失影响等。

抽水蓄能电站运行过程是在电网用电高峰期，将水从上水库放至下水库，利用水的势能发电；在电网用电低谷时，电站吸收电网的电能，将水从下水库抽至上水库备用。电站的运行生产属清洁生产，运行期基本不排放污染物，对环境影响较小。运行期对环境的影响主要包括：管理人员生活污水、生活垃圾对环境的影响，以及初期蓄水和运行期补水可能对下水库库区水文情势会产生影响。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境

4.1.1 地形地貌与地质

4.1.1.1 地形地貌

工程区位于长白山脉腹地、龙岗山脉东侧，整体地势东南高、西北低，山体主要呈北东向展布。工程区地面高程 480m～980m，高差约 500m。那尔轰河南侧五斤顶子为附近最高峰，高程 1250m，山体整体坡度约 10°，山体雄厚，植被茂密。山体顺坡发育多条冲沟。冲沟多为南北向展布，冲沟多延伸较长，可达 2km～6km，沟谷深切，坡度较陡。

上水库位于那尔轰河右侧新开河谷沟首，整体地势西南高、北东低，最高点为南西方向 1.5km 处，高程 1250m，山体雄厚。在上水库库内主要发育三条冲沟两条山梁。冲沟和山梁多呈北东东走向，山梁相对高度一般 30m～50m。#0 冲沟长度约 6.5km，底宽 80m～120m，发育走向为 N60°E 转 N20°W，呈弧状向下游发育，沟底坡度约 10°，两侧坡度较陡，一般 15°～30°，切割较深，呈“V”字形。

输水系统位于那尔轰河右侧山体，沿线地形起伏较大，穿越多个山脊、山坡、冲沟，输水隧洞长度 3235m～3270m，沿线地面高程 500m～1000m，相对高度达 500m，整体坡度约 10°。地下厂房位于#2-3 支沟上部及左侧山坡部位，地面高程 780m～840m。#2-3 支沟沟底宽 110m～130m，在地下厂房部位整体沿 N5°W 展布，沟底纵坡坡度 10°～12°，左侧山脊高程 844m～854m，山坡坡度 22°～25°，右侧山脊高程 850m～870m，山坡坡度 15°～25°。

上水库进/出水口位于上水库左库岸，靠近左坝头。进/出水口部位翻越一山脊，进/出水口地面高程 840m～910m，山脊地面高程 960m～1000m，山体坡度一般 20°～25°，山体相对高度 20m～50m。输水隧洞上水库进/出水口段走向 N11°W，处山梁部位，近似垂直于山坡布置。

下水库进/出水口位于下水库右岸，处#5 冲沟、#6 冲沟之间的山梁部位，垂直于山坡布置，山梁宽度约 330m，地面高程 500m～570m，距那尔轰河 290m～350m。左

右两侧冲沟距进/出水口开挖边线一般 40m～60m，沟内常年流水，流量较小。

下水库拦那尔轰河建坝蓄水而成，那尔轰河自南西流向北东，蜿蜒曲折，两岸山体雄厚，河谷一般宽 150m～300m，最宽处位于三脚窝石村下游，宽度约 680m。河床宽 10m～40m。河床两岸为河漫滩，高出河床一般 3m～5m。三脚窝石村位于那尔轰河左岸山脚下河漫滩处。河谷两岸山体冲沟众多。主要为南北向展布，蜿蜒曲折，指向河谷。推荐下坝线上游 4km 处见那尔轰河支流杨岔河，由北向南汇聚到那尔轰河。河床高程一般 480m～520m，河床整体坡度约 2°。局部沟口处见冲坡积裙。



图 4.1-1 工程区地形影像图

4.1.1.2 地质条件

a）区域地质

工程区整体具有东南高、西北低的地形特征，西北部为北东向的龙岗山脉，高程一般 800m～1300m，东南部方向主要为中低山及河流，总体上构成了北东向河谷、山脉相间的地貌格局。

区域包括两个一级大地构造单元，北部为东北断块区，南部为华北断块区，可划分为三个二级构造单元、四个三级构造单元，场址位于北部的华北断块区胶辽断块隆

起的辽东隆起上。

区域内主要发育有北东向、东西向及北西向断裂，以北东向断裂规模最大，为区域上的主要断裂构造。近场区主要有 15 条不同规模的断裂，该地区处于新构造运动相对较弱的地区，第四纪活动断裂相对较少，晚新生代后特别是晚第四纪，大部分没有最新活动迹象，为构造活动相对稳定地区。断裂对工程场地无影响，工程区构造稳定性好。

区域内地震活动水平较弱，大多数断裂在晚更新世以来未见活动，区域为构造活动相对稳定地区。区域内浅源中强地震较少，深源地震发育。区域内深源地震震源较深，对地面建筑无破坏影响，地震发生时对场地不会产生震害影响。

上、下水库规模比较小，不属于深大水库，没有活动断裂穿过库区，出露岩性为太古界花岗片麻岩、混合花岗岩，岩质坚硬，孔隙水压力对区域构造应力场影响较小，水库区无产生构造破裂型水库地震条件。因此水库蓄水后，不会发生水库诱发地震。

根据《水电工程区域构造稳定性勘察规程》（NB/T 35098-2017）区域构造稳定性分级标准，工程区构造稳定性好。根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），工程场地地震动峰值加速度为 0.05g，相应地震基本烈度为VI度。

b）工程区地质

1）地层岩性

工程区附近地层主要为太古界—鞍山群（Ar）的花岗片麻岩、构造角砾岩、闪长岩，下水库库尾部位见元古界—青白口系（Zq）、震旦系（Zz）的灰岩、砂岩、页岩等，局部多见闪长岩脉和辉长岩脉。第四系覆盖层，主要有冲洪积、洪积、人工堆积等。

上水库覆盖层主要为坡残积的碎石混合土、含砾粘土和崩坡积混合土碎块石，山坡处厚度一般 0.5m～4.0m，在沟谷厚度一般 1.0m～13.0m。基岩主要为太古界鞍山群杨家店组下部（Ary1）的区域变质岩，岩性为花岗片麻岩及少量闪长岩脉，岩质坚硬，岩体较完整，全～强风化带厚度 2m～10m，弱风化带厚度约 40m～60m。

输水发电系统岩性主要是太古界鞍山群杨家店组的花岗片麻岩（Ary）、闪长岩（δπ）。第四系地层主要为残坡积（Q3el+dl）碎块石混合土和崩积（Q4col）块石等，

分布于沟底及两侧山坡。全风化带厚度一般 0.5m～5.0m，最厚达 10.0m，强风化带厚度一般 0.5m～5.0m，弱风化带厚度一般 30m～50m。

下水库主要是太古界鞍山群杨家店组上部的区域变质岩，岩性为花岗片麻岩（Ary2）、构造角砾岩（sb）及闪长岩脉（δπ）。第四系地层主要为冲洪积（Q4al+pl）粘土、砂卵砾石等和残坡积（Q4el+dl）碎块石混合土等，分布于那尔轰河两岸漫滩。

2）地质构造

工程区新构造运动较强烈，主要以断裂、褶皱为基本特征，东西向构造（EW）、北东向构造（NE）、新华夏系构造（NNE）构成了本区内主要构造轮廓。

上水库库区未见区域性断裂通过，通过测绘、钻探、物探等手段揭露 8 条断层，以陡倾角为主，其中断层 F03、F04、F05 规模较大，属于II级结构面，其余断层规模较小。节理裂隙主要发育五组：①走向 N10°～20°E，倾向 NW，倾角 10°～25°，节理面起伏、粗糙，间距 0.5m～2m，微张，大部分岩屑充填，局部石英脉充填，台阶状发育；②走向 N10°～20°E，倾向 NW 或 SE，倾角 75°～85°，节理面起伏、粗糙，间距 0.5m～2m，微张，岩屑充填，延伸较长；③走向 N10°～30°W，倾向 SW，倾角 70°～80°，节理面起伏、粗糙，间距 0.5m～2m，微张，岩屑充填，延伸较长；④走向 N30°～50°E，倾向 SE，倾角 60°～70°，节理面平直、粗糙，间距 0.5m～1.5m，闭合～微张，岩屑或无充填，延伸较长；⑤走向 N60°～70°E，倾向 SE，倾角 70°～80°，节理面起伏、粗糙，间距 0.5m～2m，微张，岩屑充填，延伸较长。

输水系统通过地质测绘、钻孔揭露 7 条断层，勘探平洞揭露断层 39 条，共计 46 条。断层以 NE 走向的最多，与区域断层 F31 走向相吻合。节理发育四组：①走向 N10°～20°E，倾向 NW，倾角 10°～20°，节理面平直或起伏、粗糙，微张，岩屑或钙质充填，垂直间距一般 2m～5m，在勘探平洞中见偶见出露，延伸长度最长达 10m，为片麻理主要方向；②走向 N10°W，倾向 SW，倾角 15°～25°，节理面平直、粗糙，微张，岩屑或钙质充填，局部集中出现，在勘探平洞中见偶见出露，为片麻理次要方向。③走向 N20°～30°E，倾向 SE 或 NW，倾角 70°～85°，节理面平直、粗糙，微张，岩屑充填或无，间距一般 0.5m～2m，局部集中出现，延伸较长；④走向 N40°～50°W，倾向 NE 或 SW，倾角 75°～85°，节理面平直、粗糙，微张，岩屑充填或无，间距一般 0.5m～

2m，延伸较长。

下水库库区见区域性断层（F31），属新华夏系构造体系，为压性断层，走向 N30°～70°E，倾向 NW，倾角 50°～70°，主要发育在杨家店组的花岗片麻岩中，断层位于下水库那尔轰河附近，垂直穿过下水库坝址，距离上水库坝址约 2.7km。断层波状弯曲，两侧牵引小褶皱发育。宽度一般为 80m～180m，断层破碎带片理化、断层泥已经胶结成岩，组成物主要为构造角砾岩、闪长岩脉、透镜体等。受区域性断裂构造的影响，发育有次级构造，其构造线方向与区域性构造有非常好的匹配性。坝址区处兴龙岗—道水河倒转向斜（V）-19 南翼。向斜轴面为北东向，倾向北西，倾角 30°～40°，北西翼倒转，东南翼正常，新胜林场断层（F31）在核部通过。工程区主要岩层均受此向斜影响，整体产状与此近似。受区域性断层（F31）及倒转向斜（V）-19 影响，下水库节理裂隙发育较为复杂，陡倾角、中等倾角，缓倾角节理裂隙均见发育，且断层带内构造角砾岩节理产状与构造角砾岩不同。

4.1.1.3 水文地质

工程区内地下水按埋藏条件主要为第四系覆盖层孔隙潜水和基岩裂隙水，均接受大气降水的补给，向沟谷、河流排泄。覆盖层孔隙潜水分布于山间河谷地带、河漫滩处，组成含水层的岩性为含砾亚砂土、砂卵石层。水位埋深不一，水量不大，水位、水量随季节变化明显。基岩裂隙水分布于岩石的裂隙带内，花岗片麻岩构造裂隙和风化裂隙均发育。这一类型的地下水，富水性比较均一，但水量有限。

上水库钻孔注水和压水试验数据表明工程区覆盖层透水性一般较强，属强～中等透水，基岩的透水性主要受构造及岩体风化程度的控制，一般构造发育地段、岩体风化强烈地段透水性较强，新鲜完整岩体透水性较弱。

a）上水库

工程区内地下水按埋藏条件主要为第四系覆盖层孔隙潜水和基岩裂隙水，接受大气降水的补给，向沟谷、河流排泄。地质测绘发现下降泉约 36 处，出露高程一般在 860m～1120m，流量不大，在 0.1L/min～121.5L/min。

工程在左、右岸分水岭和库尾共布置 6 个地下水位长期观测孔，每 10 天～15 天观测一次，观测统计见表 4.1-1。根据观测结果，左岸分水岭地下水位埋深 35.10m～

38.00m，高程为 882.20m～935.50m，最低部位低于正常蓄水位 0.80m；右岸分水岭地下水位埋深 11.40m～20.50m，高程为 890.28m～929.81m，最低部位高于正常蓄水位 7.28m；库尾地下水位埋深 15.10m～25.50m，高程为 908.13m～911.13m，最低部位高于正常蓄水位 25.13m。沟谷部位地下水位埋深一般 1m～8m，山坡、山脊部位地下水位埋深变化较大，一般 4m～34m。

表 4.1-1　　上水库地下水位长期观测资料统计表

孔号	工程部位		地面高程（m）	最低水位		最高水位		水位最大变幅（m）	最低水位埋深（m）
				高程（m）	观测日期	高程（m）	观测日期		
ZKy112	上水库	左岸分水岭	920.20	882.20	2022.12.7	887.70	2022.9.2	5.50	38.00
ZK113			957.20	929.20	2022.11.18	935.50	2022.11.9	6.30	28.00
ZKy118		右岸分水岭	903.48	890.28	2022.12.7	892.08	2022.11.18	1.80	13.20
ZK114			948.16	927.66	2022.11.30	929.81	2022.11.18	2.15	20.50
ZK404		库尾	926.43	910.43	2022.11.23	911.33	2022.11.30	0.90	16.00
ZK413			933.63	908.13	2022.12.7	908.53	2022.11.18	0.40	25.50

注：地下水位观测资料统计日期为 2021 年 11 月 1 日～2023 年 4 月 08 日。

为了研究上水库的水文地质条件和地下水的储存运移方式，在上水库库周、库盆 14 个钻孔进行了 119 段压水试验，岩体随深度增加，透水率逐渐减少，渗透等级逐渐降低。中等透水岩体（q＞10Lu）13 段，占比 11.2%，主要分布于埋深 25m 以上；弱透水岩体（3Lu≤q＜10Lu）19 段，占比 16.4%，最大埋深 50m；弱透水岩体（1Lu≤q＜3Lu）20 段，占比 17.2%，主要分布于埋深 10m 以下；微透水岩体（q＜1Lu）64 段，占比 55.2%，主要分布于埋深 10m 以下。

上水库基岩的透水性主要受岩体风化程度的控制，一般岩体风化强烈地段透水性较强，新鲜完整岩体透水性较弱。强风化岩体进行了 1 段压水试验，11.97Lu，为中等透水。弱风化岩体进行了 77 段压水试验，微透水（q＜1Lu）试验段占比 44.2%，弱透水（q=1Lu～3Lu）试验段占比 18.2%，弱透水（q=3Lu～10Lu）试验段占比 23.4%，中等透水（q=10Lu～100Lu）试验段占比 14.3%，主要为微、弱透水，少部分为中等透水。微风化岩体进行了 37 段压水试验，微透水（q＜1Lu）试验段占比 75.7%，弱透

水（q=1Lu～3Lu）试验段占比 18.9%，弱透水（q=3Lu～10Lu）试验段占比 2.7%，中等透水（q=10Lu～100Lu）试验段占比 2.7%，主要为微、弱透水，少部分为中等透水。新鲜岩体进行了 4 段压水试验，均为微透水。

根据上水库覆盖层和全、强风化基岩钻孔注水试验成果，含砾粘土为中等透水；碎石混合土为中等透水；混合土碎石为强透水；全风化基岩为中等透水；强风化基岩为中等透水。

b）输水系统

根据地下水赋存条件，输水系统地下水类型主要为基岩裂隙水和第四系孔隙潜水。基岩节理含水层分布较广，厚度大，赋存于基岩节理、断层破碎带中，其补给来自大气降水和地表径流，排泄于临近沟谷和那尔轰河，含水性和透水性受构造发育程度控制，一般随深度增加而减弱。孔隙潜水主要分布于覆盖层或全～强风化带内，直接受大气降水的补给，埋藏深浅不一，部分沿基岩面渗出。

引水隧洞附近地下水位埋深一般 3.0m～17.5m，最深达 55.0m；地下厂房部位存在承压水，承压水高出地面约 0.15m，属微承压水；尾水隧洞附近地下水位埋深一般 6.0m～19.0m，最深达 31.8m。统计输水系统钻孔地下水位详见表 4.1-2。

表 4.1-2 输水系统钻孔地下水位观测情况统计表

钻孔位置	钻孔编号	孔深（m）	孔口高程（m）	地形地貌	水位埋深（m）	水位高程（m）
上水库进/出水口	ZKy206	25.85	861.09	山坡	5.40	855.69
	ZK201	52.95	866.68	沟底	2.70	863.98
	ZK202	90.45	905.79	山坡	7.10	898.69
	ZK203	86.00	902.58	山坡	17.50	885.08
上平段	ZK204	183.40	980.21	山坡	**55.00**	925.21
首部调压井	ZK205	121.00	897.76	山坡	6.60	891.16
地下厂房	ZKy205	346.60	734.78	沟底	0.00	734.78
下水库进/出水口	ZKy204	60.00	524.78	山坡	10.70	514.08
	ZK212	77.00	541.87	山坡	11.20	530.67
	ZK213	41.10	512.68	山坡	6.40	506.28

续表 4.1-2（完） 输水系统钻孔地下水位观测情况统计表

钻孔位置	钻孔编号	孔深（m）	孔口高程（m）	地形地貌	水位埋深（m）	水位高程（m）
比选交通洞进/出口	ZK216	30.10	560.78	山坡	16.20	544.58
	ZK217	60.00	573.46	山坡	18.50	554.96
比选通风洞进/出口	ZK218	30.30	570.17	山坡	17.20	552.97
	ZK219	60.10	595.00	山坡	31.80	563.20
推荐交通洞进/出口	ZK224	30.10	543.91	山脊	10.80	533.11
	ZK225	45.00	560.81	山脊	23.60	537.21
推荐通风洞进/出口	ZK226	30.00	562.92	山脊	22.80	540.12
	ZK227	40.00	575.42	山脊	28.30	547.12
1#施工支洞	ZK519	20.00	753.93	山坡	16.70	737.23
	ZK520	45.00	784.98	山坡	30.70	754.28

根据输水隧洞 9 个钻孔 182 段压水试验成果，上水库进/出水口弱风化岩体属于微～弱透水岩体；微风化岩体属于微～弱透水岩体；新鲜岩体中为微透水岩体。输水隧洞弱风化岩体多属微～弱透水岩体，局部为中等透水岩体；微风化岩体属微～弱透水岩体；新鲜岩体多属微透水岩体，局部为弱透水岩体。下水库进/出水口弱风化岩体多属弱透水岩体，局部为微透水岩体。

c）地下厂房

地下厂房地下水类型主要为基岩裂隙水。基岩节理含水层分布较广，厚度大，赋存于基岩节理、断层破碎带中，其补给来自大气降水和地表径流，排泄于临近沟谷和那尔轰河，含水性和透水性受构造发育程度控制，一般随深度增加而减弱。

根据地表钻孔 ZKy205，地下厂房部位存在承压水，承压水高出地面约 0.15m，属微承压水；勘探平洞内安装间部位钻孔 ZK206 见承压水，承压水头高度＞6m，流量约 30L/min。综合分析，地下水位高程 690m 左右，高出厂房顶拱约 220m。

根据地下厂房 6 个钻孔 166 段压水试验成果，新鲜岩体主要为微透水，局部为弱透水和中等透水。弱～中等透水主要集中在安装间钻孔 ZK206 上部，此处收断层 Fd39 影响，孔口见承压水，水头高度＞6m，流量约 30L/min，节理多张开，透水性较大。

其余部位岩体均为微透水，吕荣值为 0.08Lu～0.72Lu。

c）下水库

地下水按埋藏条件主要为第四系覆盖层孔隙潜水和基岩裂隙水。均接受大气降水的补给，向沟谷、河流排泄。覆盖层孔隙潜水分布于山间河谷地带处，组成含水层的岩性为冲洪积砂卵砾石、含砾粘土等，水位、水量随季节变化明显；基岩裂隙水分布于岩石的裂隙带内，主要为花岗片麻岩裂隙水，其分布较广，基岩构造裂隙和风化裂隙均发育，这一类型的地下水，富水性比较均一，水位埋藏浅，但水量有限，主要受降水补给，向沟谷、河流排泄。

下水库地下水总体上随地势而变化，钻孔观测资料表明：河漫滩、阶地处地下水位埋深一般 0.5m～5.0m，最深达 7.50m，地下水位高程一般与河水位一致；山坡处地下水位埋深一般 5.0m～20.0m，左坝肩水位较深，达 26.5m。

表 4.1-3 下水库地下水位观测资料统计表（一）

钻孔编号	孔深（m）	孔口高程	钻孔位置	地形地貌	水位埋深(m)	水位高程(m)
ZKy302	41.00	492.51	坝前	河漫滩、阶地	4.00	488.51
ZKy303	41.00	502.28			4.00	498.28
ZK317	30.00	489.32			0.90	488.42
ZK318	40.00	492.28			0.10	492.18
ZK319	40.00	502.27			3.50	498.77
ZKy305	30.20	492.41	坝轴线		4.60	487.81
ZKy306	30.20	498.44			7.50	490.94
ZK302	30.00	493.75			4.70	489.05
ZK303	30.00	488.81			0.85	487.96
ZK304	30.00	492.77			3.60	489.17
ZK305	35.00	491.73			1.70	490.03
ZK306	35.00	501.22			4.70	496.52
ZK307	35.00	503.41			5.80	497.61
ZK308	35.00	505.92			4.75	501.17
ZK312	20.20	488.22	坝后		0.85	487.37

续表 4.1-3（完） 下水库地下水位观测资料统计表（一）

钻孔编号	孔深（m）	孔口高程	钻孔位置	地形地貌	水位埋深(m)	水位高程(m)
ZK313	21.00	487.27	坝后		0.00	487.27
ZK314	20.00	490.85			1.90	488.95
ZK321	30.30	493.80	比选上坝线		0.50	493.30
ZK322	30.30	492.34			1.63	490.71
ZK325	30.10	493.67	比选下坝线		1.45	492.22
ZK326	30.30	487.95	比选下坝线	河漫滩、阶地	2.40	485.55
最大值					7.5	501.17
最小值					0	485.55
平均值					2.83	491.51

表 4.1-4 下水库地下水位观测资料统计表（二）

钻孔编号	孔深（m）	孔口高程（m）	钻孔位置		地形地貌	水位埋深(m)	水位高程(m)
ZKy301	45.90	521.67	左岸	坝肩	山坡	26.50	495.17
ZK301	60.50	555.88		分水岭		18.50	516.37
ZKy304	40.50	519.60	右岸	坝肩		3.23	537.38
ZK311	50.10	541.01		分水岭		15.90	506.95
ZK309	35.00	511.75	坝轴线			4.80	521.20
ZK310	40.00	532.90				11.70	525.11
ZK320	40.30	531.54	比选上坝线	左坝头		8.10	523.44
ZK323	40.00	529.91		右坝头		10.20	519.71
ZK324	40.30	534.91	比选下坝线	左坝头		8.40	526.51
ZK327	40.20	522.66		右坝头		13.20	509.46
ZK328	35.60	528.78		右分水岭		9.60	519.18
最大值						26.50	537.38
最小值						3.23	495.17
平均值						11.83	518.23

表 4.1-5 下水库区地下水位长期观测资料统计表

孔号	工程部位	地面高程（m）	最低水位		最高水位		水位最大变幅（m）	最低水位埋深（m）
			高程（m）	观测日期	高程（m）	观测日期		
ZKy301	左坝肩	521.67	495.17	2021.11.14	515.07	2022.7.5	19.90	26.50
ZK301	左岸分水岭	555.88	529.08	2022.11.30	537.38	2022.11.18	8.30	26.80
ZKy304	右坝肩	519.60	516.00	2021.12.1	516.50	2021.11.1	0.50	3.60
ZK311	右岸分水岭	541.01	524.91	2022.12.7	525.71	2022.11.18	0.80	16.10

下水库基岩的透水性主要受构造及岩体风化程度的控制，一般构造发育地段、岩体风化强烈地段透水性较强，完整岩体透水性较弱。下水库库区（输水隧洞下水库进出口、下水库比选坝址）压水试验成果，岩体随深度增加，透水率逐渐减少，渗透等级逐渐降低；中等透水岩体（q＞10Lu）2 段，占比 3%，主要分布于埋深 10m 以上，局部分布于埋深 25m 处；弱透水岩体（1Lu≤q＜5Lu）44 段，占比 68%，主要分布于埋深 10m 以下；微透水岩体（q＜1Lu）18 段，占比 29%，主要分布于埋深 5m 以下。根据下水库覆盖层和全、强风化基岩的 97 段钻孔注水试验成果，含砾粘土、卵石混合土、碎石混合土为中等透水；混合土卵石、混合土碎石为强透水；全风化基岩、强风化基岩为中等透水。

4.1.2 气候与气象

本工程位于吉林省靖宇县境内，工程所在河流那尔轰河为头道松花江一级支流。头道松花江属温带大陆性季风气候，冬季寒冷、干燥；夏季湿热、多雨。根据靖宇气象站多年气象资料，多年平均气温 3.3℃，极端最低气温-42.2℃（1956 年 12 月 10 日），极端最高气温 35.7℃（2018 年 8 月 3 日）；冬季 1 月份最冷，月平均气温-17.7℃；7 月～8 月气温最高，7 月平均气温 20.9℃，8 月平均气温 19.6℃。多年平均降水量 776.2mm，降水年内分布不均，夏季多雨，6 月～9 月的降水量占年降水量的 69.4%，春季 4 月～5 月的降水量占年降水量的 15.5%，冬季 11 月～3 月的降水量占年降水量

的 10.1%。多年平均蒸发量（φ20cm 蒸发皿）为 1068.6mm。5 月份相对湿度较小，风速大，是月蒸发量最大时间段，11 月～2 月蒸发量最小。多年平均风速为 2.0m/s，历年最大风速 24.0m/s（1957 年 4 月），相应风向为 W。历年最大冻土深 1.42m。

4.1.3 水文泥沙

4.1.3.1 径流

本工程位于吉林省境内，头道松花江一级支流那尔轰河中上游。

吉林省靖宇抽水蓄能电站下水库无实测水文资料，径流采用水文比拟法计算，其邻近流域珠子河上有靖宇水文站，集水面积 390km^2，与下水库集水面积接近，且两流域地貌、植被等下垫面条件类似，产流条件相近，实测流量、系列较长、系列代表性较好，且经水文部门整编，资料可靠。

参考《吉林省水文计算手册》，选取工程区邻近流域的 4 个水文站，比较其多年平均径流深等特征值，成果见表 4.1-6。

表 4.1-6 工程区及邻近流域水文站径流量特征值成果对比表

河名	站名	集水面积（km^2）	资料年份	径流深 mm
金沙河	民立	1037	1956-2010	308.5
漂河	横道子	532	1956-2010	373.5
古洞河	大甸子	1710	1956-2010	311.8
珠子河	靖宇	390	1958-2019	372.4
那尔轰河	上/下水库	1.88/234.4	1959-2019	345.7

从上表中可以看出，本次采用的上、下水库年径流深成果与邻近流域较接近。查阅《吉林省水文计算手册》等值线图，工程区多年平均年径流深在 360mm 左右，本次采用的上、下水库年径流深 345.7mm，与图集查算成果基本一致。

综上分析，将靖宇水文站作为下水库径流设计依据站是合理的。

上水库坝址位于那尔轰河右岸最高峰五斤顶子东北侧新开河谷沟首，集水面积为 1.88km^2，下水库坝址位于景山镇三脚窝石村的那尔轰河干流上游，坝址以上控制流域面积 234.4km^2，坝址以上河长 25.3km，上水库紧邻下水库流域，流域下垫面与下水库流域类似，径流深可认为一致。采用下水库径流参数计算上水库设计年径流量。本工

程上水库设计年径流成果见表 4.1-7、下水库设计年径流及径流年内分配成果见表 4.1-8。

表 4.1-7 吉林省靖宇抽水蓄能电站上水库设计年径流量成果表 单位：10^4m^3

项目	均值	Cv	Cs/Cv	设计值						
				5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
上水库	65.0	0.42	2	115	101	80.8	61.2	45.0	33.4	27.5

表 4.1-8 吉林省靖宇抽水蓄能电站下水库多年平均径流量成果表 单位：10^4m^3

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年均
径流量	100	85.1	296	1310	968	762	1597	1601	579	393	279	138	8103
占比（%）	1.23	1.05	3.65	16.17	11.95	9.40	19.71	19.76	7.15	4.85	3.44	1.70	100

4.1.3.2 洪水

头道松花江流域属于温带大陆性季风气候，夏季湿热、多雨。大暴雨集中在 7～8 月，暴雨成因主要有三种：一是由河套、江淮等地产生的低气压移至本流域；二是台风入境；三是由西部入境的高空槽影响。

本工程上水库集水面积仅 1.88km^2，上水库设计 24h 洪量直接采用设计 24h 暴雨量计算，径流系数取 1.0，成果见表 4.1-9。

表 4.1-9 吉林省靖宇抽水蓄能电站上水库 24h 设计洪量成果表 单位：10^4m^3

设计频率	0.1%	0.5%	1%	2%	3.3%	5%	10%	20%
24h 洪量（10^4m^3）	58.5	45.8	40.4	35.0	31.0	27.8	22.5	17.1

下水库设计洪量成果采用降雨径流法计算成果，成果见表 4.1-10。

表 4.1-10 吉林省靖宇抽水蓄能电站下水库设计洪量成果表 单位：10^4m^3

下水库坝址	各频率设计值							
	0.1%	0.5%	1%	2%	3.3%	5%	10%	20%
W24h	5425	4184	3681	3136	2720	2391	1796	1190
W3d	6688	5285	4686	4104	3622	3227	2540	1820

4.1.3.3 泥沙

根据《吉林省水文计算手册》多年平均悬移质年输沙模数等值线图，工程所在地

悬移质年输沙模数在 50～100t/km^2 范围内。根据靖宇水文站 1958～2021 年实际泥沙资料统计，多年平均输沙模数为 66.64t/km^2，多年平均含沙量为 0.181kg/m^3。

取悬移质年输沙模数为 90t/km^2，推悬比 20%，计算上水库多年平均悬移质输沙量为 169.2t，多年平均含沙量为 0.260kg/m^3；下水库多年平均悬移质输沙量为 2.11 万 t，含沙量为 0.260kg/m^3；上水库推移质沙量为 33.8t，下水库推移质沙量为 0.42 万 t。上、下水库入库泥沙总量为悬移质和推移质之和，分别为 203t、2.53 万 t。

4.1.3.4 冰情

根据靖宇水文站 1958～2022 年冰情观测资料，统计最早封冻、最晚解冻、最早初冰、最晚终冰以及最大河心冰厚，成果见表 4.1-11。

表 4.1-10 靖宇水文站冰情统计成果表

最早封冻时间	最晚解冻时间	最早初冰时间	最晚终冰时间	最大河心冰厚（m）	平均最大冰厚（m）
10 月 27 日	4 月 19 日	10 月 10 日	4 月 21 日	1.90	1.27

本工程冬季运行频繁，将对水库的结冰有很大的影响。上水库库面面积相对较小（0.38km^2）、消落深度相对较大（47.0m），根据邻近地区抽水蓄能电站冰情调查情况，取天然河道最大冰厚的 0.5 倍；下水库库面面积开阔（2.25km^2）、消落深度相对较小（13.0m），取天然河道最大冰厚的 0.7 倍。则正常运行期上、下水库冰厚分别为 0.95m、1.33m。

4.1.4 土壤

靖宇县土壤类型比较复杂，共 9 个土类，17 个亚类，37 个土属，60 个土种。还有部分草甸土、沼泽土、泥炭土、石质土、水稻土、石灰岩土。由于区域地形复杂多样，各地的气候、植被、母质亦各居其异，土壤发育也随着地形变化呈垂直分布，故称地带性土壤。玄武岩台地土壤类型主要是棕壤和灰棕壤，河流阶地主要土壤类型是浆土，河滩地主要是草甸土、水稻土。

4.2 生态环境

4.2.1 陆生生态

4.2.1.1 调查范围及时间

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），生态影响评价应能够充分体现生态完整性和生物多样性保护要求，涵盖评价项目全部活动的直接影响区域和间接影响区域。可综合考虑评价项目与项目区的气候过程、水文过程、生物过程等生物地球化学循环过程的相互作用关系，以评价项目影响区域所涉及的完整气候单元、水文单元、生态单元、地理单元界限为参照边界。

根据以上原则与要求，确定靖宇抽水蓄能电站陆生生态评价区：水库淹没区、工程建设征地范围外第一重山脊线所形成的封闭区域，包括上、下水库、输水系统、工程布置区域、业主营地、对外交通道路等。陆生评价范围面积 1967.08hm^2。

为了解项目所在区域陆生生态环境现状，武汉市伊美净科技发展有限公司于 2023 年 6 月和 9 月开展植物外业调查，即区域植物的花期和果期，属于生长旺盛季节；于 2023 年 6 月中下旬（繁殖季）和 9 月下旬（迁徙季）开展陆生野生动物实地调查。同时，参考了区域内 2022 年 12 月的动物现状资料，该时间段为区域动物越冬期。因此，本项目的调查涵盖野生动物的繁殖期、迁徙期及越冬期等关键活动期，满足生态影响评价一级标准。

4.2.1.2 调查方法

本次环境影响评价生态现状调查方法采用资料收集法、现场调查法、专家和公众咨询及遥感调查等多种方法相结合的方式进行。

a）资料收集法

收集整理了评价范围及邻近地区能反映区域生态环境、生物多样性现状的资料，包括自然资源、生态环境、省林业局等部门发布或提供的相关资料。

植物资料参考《吉林植被》（李建东等，2001 年）、《东北树木彩色图志》（周瑶等，2017 年）、《东北草本植物志（1～11 卷）》（辽宁省林业土壤研究所，1958～1976）等。动物资料参考了区域内以及项目区周边的文献、科考等资料，如《靖宇县志》（吉林人民出版社）、《吉林省中华秋沙鸭保护总体规划（2021—2030 年）》（吉

林省林业和草原局，2021 年 9 月）等。根据业界内动物常用鉴定和分类标准，如《中国动物地理》（张荣祖，2011 年）、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁，2012 年、《中国爬行纲动物分类厘定》（蔡波，2015 年）、《中国两栖、爬行动物更新名录》（王剀，2020 年）、《中国鸟类分类与分布名录（第 4 版）》（郑光美，2023 年）、《中国兽类名录》（魏辅文，2021 年）、《中国鸟类观察手册》（刘阳，2021 年）等，对调查区的动物资源现状进行分类以及综合分析评价。

b）现场调查法

1）GPS 地面类型及植被调查取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型初图，现场核实判读的正误率，并对每个 GPS 取样点作如下记录：①海拔表读出测点的海拔值和经纬度；②记录样点植被类型，以群系为单位，同时记录坡向、坡度、土壤类型等；③记录样点优势植物以及观察动物的活动的情况；④拍摄典型植被外貌与结构特征。

2）陆生植物调查

在对评价区陆生生物资源历年资料检索分析的基础上，根据调查方案确定调查路线、走向及调查时间，进行现场调查，确定评价区的主要植物种类、主要植被类型、珍稀濒危和重点保护野生植物、古树名木等。

实地调查采取样线调查与样方调查相结合的方法，对没有原生植被、生境异质性程度高（如海拔、地形地貌等）的区域采取样线调查，在重点施工区域（如坝区、上下水库施工布置区、库区、道路区、输水系统区等）以及植被状况良好的区域进行样方调查，乔木群落样方面积为 20m×20m，灌丛植被样方面积为 5m×5m，草丛植被、沼泽及水生植被样方面积为 5m×5m、2m×2m 或 1m×1m，记录样方内的所有植物种类，并利用 GPS 确定样方位置。

现场调查过程中结合不同海拔、坡位、坡向等地形地貌和环境状况、交通条件及植被类型、群系及群落结构等设置了 56 个样方进行了详细调查，各群落类型样方数不少于 5 个，满足陆生生态一级评价要求。调查范围包括了受工程施工和运行影响的整个评价区，植被类型涵盖了针叶林、阔叶林、灌丛、草丛等评价区常见且有地带代表

性的类型。本次样方调查点位设置兼具有合理性、代表性、可达性、科学性的原则，样方设置合理。样方点位设置情况见表 4.2-1。

表 4.2-1　　植被调查样方点位一览表

序号	群系名称	工程位置	经纬度	海拔（m）	地形	坡度	坡向	坡位	样方面积
1.	胡桃楸林	下水库库区左岸	E：126°47'41.18"，N：42°33'18.08"	551	低山	3	NW	中	20m×20m
2.	日本落叶松林	下水库库尾	E：126°47'57.37"，N：42°33'22.71"	578	低山	1	SW	上	20m×20m
3.	白桦林	混凝土骨料暂存场	E：126°50'57.48"，N：42°34'43.12"	537	低山	1	W	下	20m×20m
4.	胡桃楸林	混凝土骨料暂存场	E：126°50'54.83"，N：42°34'45.36"	557	低山	1	N	中	20m×20m
5.	珍珠梅灌丛	业主营地	E：126°50'18.73"，N：42°34'48.85"	517	平地	--	--	--	5m×5m
6.	胡桃楸林	业主营地	E：126°50'10.46"，N：42°34'47.06"	541	低山	3	NW	上	20m×20m
7.	珍珠梅灌丛	下水库淹没区	E：126°50'33.75"，N：42°34'52.64"	521	平地	--	--	--	5m×5m
8.	山杨林	下水库淹没区	E：126°49'46.46"，N：42°34'33.44"	530	低山	8	W	下	20m×20m
9.	水曲柳林	下水库淹没区	E：126°49'18.45"，N：42°34'31.01"	524	低山	2	W	下	20m×20m
10.	胡桃楸林	下水库淹没区	E：126°48'35.83"，N：42°34'40.91"	539	低山	2	SE	中	20m×20m
11.	柳属灌丛	下水库坝下河段	E：126°51'41.68"，N：42°35'36.68"	509	河漫滩	--	--	--	5m×5m
12.	柳属灌丛	下水库坝下河段	E：126°51'36.98"，N：42°35'31.78"	508	河漫滩	--	--	--	5m×5m
13.	五月艾灌草丛	下水库坝下河段	E：126°51'38.82"，N：42°35'33.74"	513	河漫滩	--	--	--	2m×2m
14.	山杨林	下水库坝下左岸	E：126°51'31.51"，N：42°35'33.37"	536	低山	2	E	上	20m×20m
15.	珍珠梅灌丛	下水库库区库尾	E：126°48'0.24"，N：42°33'35.18"	536	平地	--	--	--	5m×5m
16.	柳属灌丛	下水库淹没区	E：126°48'50.50"，N：42°34'29.64"	526	河漫滩	--	--	--	5m×5m
17.	五月艾灌草丛	下水库左侧库尾	E：126°48'18.64"，N：42°34'45.12"	539	河漫滩	--	--	--	2m×2m
18.	水曲柳林	下水库坝址	E：126°51'27.67"，N：42°35'26.50"	512	平地	--	--	--	20m×20m
19.	柳属灌丛	下水库淹没区	E：126°51'16.19"，N：42°35'23.43"	513	河漫滩	--	--	--	5m×5m
20.	五月艾灌草丛	下水库淹没区	E：126°51'16.45"，N：42°35'23.29"	511	河漫滩	--	--	--	2m×2m
21.	白桦林	下水库右岸场地平整	E：126°51'20.46"，N：42°35'20.99"	521	河漫滩	--	--	--	5m×5m

续表 4.2-1 **植被调查样方点位一览表**

序号	群系名称	工程位置	经纬度	海拔（m）	地形	坡度	坡向	坡位	样方面积
22.	水曲柳林	下水库混凝土骨料暂存场	E：126°51'7.23"，N：42°35'9.14"	521	平地	--	--	--	20m×20m
23.	水曲柳林	下水库混凝土骨料暂存场	E：126°51'14.41"，N：42°35'16.28"	510	平地	--	--	--	20m×20m
24.	白桦林	下水库综合仓库	E：126°51'15.04"，N：42°35'9.39"	553	平地	--	--	--	20m×20m
25.	胡桃楸林	下水库综合仓库	E：126°51'15.88"，N：42°35'8.24"	552	低山	1	NW	中	20m×20m
26.	山杨林	下水库砂石及混凝土加工系统	E：126°51'20.82"，N：42°34'5.49"	578	低山	1	S	上	20m×20m
27.	胡桃楸林	下水库砂石及混凝土加工系统	E：126°51'16.50"，N：42°34'55.82"	562	低山	3	S	上	20m×20m
28.	五月艾灌草丛	下水库机械修配厂	E：126°51'18.35"，N：42°35'13.12"	545	平地	--	--	--	2m×2m
29.	山杨林	上水库设备仓库	E：126°51'20.49"，N：42°33'16.34"	930	低山	5	SE	上	20m×20m
30.	白桦林	上水库设备停放场	E：126°51'16.80"，N：42°33'16.07"	959	低山	5	W	中	20m×20m
31.	白桦林	上水库进出水口	E：126°51'14.13"，N：42°33'6.99"	890	低山	5	E	上	20m×20m
32.	山杨林	上水库淹没区	E：126°51'24.59"，N：42°32'59.80"	816	低山	3	NE	中	20m×20m
33.	山杨林	上水库坝后压坡体	E：126°51'42.98"，N：42°33'0.36"	786	低山	1	NE	中	20m×20m
34.	白桦林	上水库淹没区	E：126°50'56.62"，N：42°32'49.50"	935	低山	1	S	上	20m×20m
35.	白桦林	上水库淹没区	E：126°50'51.72"，N：42°32'46.12"	978	低山	3	S	上	20m×20m
36.	白桦林	上水库库尾	E：126°54'19.16"，N：42°32'56.67"	840	低山	2	N	上	20m×20m
37.	山杨林	上水库淹没区	E：126°51'33.30"，N：42°32'0.83"	795	低山	2	SE	上	20m×20m
38.	白桦林	上库坝后压坡体	E：126°51′53.07″，N：42°33′8.50″	781	低山	1	NE	中	20m×20m
39.	红松林	下水库库区右岸	E：126°48′50.47″，N：42°34′11.04″	547	低山	5	W	下	20m×20m
40.	珍珠梅灌丛	下水库库区右岸	E：126°48′52.02″，N：42°34′9.99″	547	低山	1	NE	下	5m×5m

续表 4.2-1（完）　　植被调查样方点位一览表

序号	群系名称	工程位置	经纬度	海拔（m）	地形	坡度	坡向	坡位	样方面积
41.	柳属灌丛	下水库库区右岸	E：126°49′3.73″，N：42°34′20.26″	571	低山	2	NE	下	5m×5m
42.	红松林	下水库库区右岸	E：126°49′10.69″，N：42°34′25.31″	564	低山	3	E	中	20m×20m
43.	珍珠梅灌丛	下水库库区右岸	E：126°49′11.47″，N：42°34′25.92″	554	低山	1	E	中	5m×5m
44.	柳属灌丛	下水库淹没区	E：126°50′10.27″，N：42°35′3.25″	514	河漫滩	--	--	--	5m×5m
45.	红松林	下水库库区左岸	E：126°50′43.95″，N：42°35′19.98″	552	低山	5	E	中	20m×20m
46.	日本落叶松林	下水库库区左岸	E：126°50′40.15″，N：42°35′14.89″	541	低山	3	E	中	20m×20m
47.	日本落叶松林	下水库坝址附近	E：126°52′4.70″，N：42°35′41.73″	511	低山	2	SW	下	20m×20m
48.	五月艾群系	下水库坝址附近	E：126°52′2.27″，N：42°35′37.63″	509	平地	--	--	--	2m×2m
49.	白桦林	施工道路附近	E：126°50′45.66″，N：42°34′28.25″	608	低山	2	SW	中	20m×20m
50.	红松林	施工道路附近	E：126°50′51.92″，N：42°34′19.56″	621	低山	6	S	中	20m×20m
51.	山杨林	地下厂房区上方地表	E：126°51′17.48″，N：42°34′0.95″	730	低山	3	SE	中	20m×20m
52.	日本落叶松林	施工道路附近	E：126°50′43.62″，N：42°34′33.10″	536	低山	3	E	中	20m×20m
53.	红松林	施工供水管线附近	E：126°50′46.79″，N：42°34′46.35″	586	低山	4	E	中	20m×20m
54.	日本落叶松林	施工供水管线附近	E：126°50′48.38″，N：42°34′50.01″	580	低山	4	NE	中	20m×20m
55.	水曲柳林	机电设备库附近	E：126°51′1.94″，N：42°34′52.42″	537	低山	4	E	中	20m×20m
56.	五月艾群系	下水库库区	E：126°49′11.56″，N：42°34′37.60″	519	河漫滩	--	--	--	2m×2m

3）陆生动物调查

根据建设工程特点，采用样线法和访问调查法对评价区的陆生野生动物进行实地调查，根据动物调查的科学性、可操作性、保护性以及安全性原则，针对不同的陆生脊椎动物采用不同的调查方法：

（1）两栖、爬行动物

采用样线调查法，调查样线长度 200m～800m，样线宽度为 2m～10m，对调查到的物种进行记录，包括种名、数量、海拔等，并对部分未能鉴别的物种进行拍照鉴定。在鸟类样线调查中兼顾两栖和爬行类调查。

（2）鸟类调查

根据实地情况向周边辐射，设置样线进行调查，调查样线长度 1km～2km，样线宽度为观察视野范围内。记录调查样带中所观测到的鸟类种类、数量等，并记录海拔，对部分未能鉴别的鸟类进行拍照待鉴定。

（3）兽类调查

兽类调查方法主要采用访问调查法，通过对调查点周边居民的访问了解调查区域主要兽类种类、种群数量、分布等问题，在鸟类样带调查中兼顾兽类调查。

由于动物样线长度较长，同一条动物样线存在多种生境如林地、农田等，因此将每条样线的生境类型划分为最多 3 种不同生境。两次累计调查了 13 条样线，样线调查信息一览表见下表。并且选取合适的位置布设红外相机监测点位，共放置 3 台红外相机，有效工作时间 279 天。

表 4.2-2　　野生动物调查样线信息表

序号		位置	海拔（m）	经纬度	调查日期	主要生境	样线长度（km）
1	起点	上水库道路	538	N：42°34′55.40″，E：126°52′19.81″	2023.6.21	林地、湿地、农田	1.7
	终点	下水库坝下河段	493	N：42°35′36.76″，E：126°51′45.98″			
2	起点	业主营地西侧河边	503	N：42°34′52.29″，E：126°49′56.23″	2023.6.17	林地、灌丛、湿地	1.5
	终点	下水库进/出水口	498	N：42°34′56.05″，E：126°50′43.38″			
3	起点	杨岔河村	511	N：42°34′31.79″，E：126°49′20.22″	2023.6.18	林地、湿地	2
	终点	关门岔屯	522	N：42°34′49.57″，E：126°48′13.84″			
4	起点	下水库库尾	520	N：42°33′19.53″，E：126°47′41.40″	2023.6.16	林地、湿地、农田	1.6
	终点	下水库库尾	512	N：42°34′0.23″，E：126°48′20.18″			
5	起点	下水库砂石加工系统	540	N：42°34′54.93″，E：126°51′18.74″	2023.6.23	林地、灌丛、农田	1.5
	终点	下水库坝址	485	N：42°35′29.94″，E：126°51′37.54″			
6	起点	上水库表土暂存场	874	N：42°33′10.81″，E：126°51′31.11″	2023.6.24	林地、灌丛、湿地	1.8
	终点	上水库坝下 1km	714	N：42°35′5.11″，E：126°52′4.27″			
7	起点	上水库库尾	945	N：42°32′47.48″，E：126°50′52.42″	2023.6.25	林地、灌丛	0.9
	终点	上水库进出水口	900	N：42°32′56.17″，E：126°51′8.88″			
8	起点	G222 景山苗圃	511	N：42°34'04.2483"， E：126°48'23.3828"	2023.9.24	林地、灌丛、湿地、农田	1.4
	终点	G222 杨岔河村	511	N：42°34'27.7894"，E：126°48'56.0570"			
9	起点	三角窝石村河边	495	N：42°34'57.0194"，E：126°50'06.5912"	2023.9.24	林地、村庄、湿地	1.2
	终点	三角窝石村	529	N：42°35'10.6829"，E：126°50'21.3611"			
10	起点	上水库设备停放场	902	N：42°33'12.6391"，E：126°51'19.6964"	2023.9.25	林地、灌丛、湿地	1.1
	终点	上水库坝址	917	N：42°32'50.3687"，E：126°51'34.3246"			
11	起点	上水库坝址	766	N：42°33'00.1040"，E：126°51'38.2691"	2023.9.25	林地、灌丛、湿地、农田	1.2
	终点	上水库坝下河段	667	N：42°33'11.2891"，E：126°52'27.0754"			

续表 4.2-2（完）　　野生动物调查样线信息表

序号		位置	海拔（m）	经纬度	调查日期	主要生境	样线长度（km）
12	起点	地下厂房区	727	N：42°33'53.0486"，E：126°50'58.4577"	2023.9.26	林地	1.3
	终点	地下厂房道路	581	N：42°34'21.2789"，E：126°50'25.3721"			
13	起点	业主营地西侧河边	499	N：42°34'46.2432"，E：126°49'43.6689"	2023.9.26	林地、农田、湿地	2.2
	终点	下水库进/出水口	520	N：42°34'45.3596"，E：126°50'42.0027"			

表 4.2-3　　红外相机信息一览表

相机编号	安装日期	回收日期	监测时间跨度	位置	经纬度	小生境
红外相机 1	2023.6.24	2023.9.25	93 天	上水库综合仓库	N：126°51'20.2772"，E：42°33'14.0442"	溪流、林下
红外相机 2	2023.6.24	2023.9.25	93 天	上水库综合仓库	N：126°51'16.6786"，E：42°33'16.0297"	林地、兽道
红外相机 3	2023.6.24	2023.9.25	93 天	上水库进/出水口	N：126°51'12.8399"，E：42°33'04.3320"	溪流、步道



鸟类调查
时间：2023.06.20
地点：下水库坝址下游附近



鸟类调查
时间：2023.09.24
地点：下水库库尾山上



两栖动物调查
时间：2023.06.23
地点：下水库混凝土骨料暂存场附近



两栖动物调查
时间：2023.06.23
地点：业主营地附近



访问调查
时间：2023.06.23
地点：下水库进/出水口附近



访问调查
时间：2023.06.25
地点：下水库坝址左岸附近

图 4.2-2 陆生动物现场调查工作情况

c）专家和公众咨询法

咨询有关专家、通过走访当地林业局及访问当地居民，详细调查两栖、爬行动物、鸟类、哺乳动物，并提供图谱予以确认，然后根据特征进行物种判定或查阅资料确定访问到的物种。

d）遥感制图

以遥感影像数据作为数据源，采用 GIS 和 RS 相结合的空间信息技术，结合历史资料及野外调查数据等进行地面类型的数字化判读，完成数字化的土地利用图、植被类型图，进行景观质量和生态环境质量的定性和定量评价。选用 2023 年 3 月的 WorldView 影像，影像地面精度为 2.5m，借助 ENVI5.2 和 ARCGIS10.8 等遥感和地理信息系统软件，采用人机交互解译评价区土地利用、植被类型情况。通过现状植被和土地利用类型分析，确定景观要素、基质和廊道，以及斑块类型，类斑数量、纹理规模等反映景观质量和特征的参数，分析景观格局、多样性、优势度等特征，以评价景观与生态环境质量，分析工程建设区的景观变化。

e）生物量的测定与估算

评价区植被生物量数据借用中国科学院生态环境研究中心专家建立的我国森林生物量的基本参数，参考《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云，刘国华，徐嵩龄，1996 年）、《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜等，1999 年）、《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威，2005 年）、《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究，2014 年）、《全国立木生物量方程建模方法研究》（曾伟生，2011 年）、《全国立木生物量建模总体划分与样本构成研究》（曾伟生、唐守正、黄国胜、张敏，2010 年）、《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，2012 年）、《中国东北样带植被净初级生产力时空动态遥感模拟》（张峰等，2008 年）、《东北林区森林生物量遥感估算及分析》（李明泽，2010 年）等资料，并根据当地的实际情况作适当调整，估算出评价区内各植被类型的平均生物量。

4.2.1.3 土地利用现状

评价范围内土地利用现状调查是在卫片解译的基础上，参考《土地利用现状分类》

（GB/T 21010-2017），结合国土三调数据、现有资料，运用景观生态法，并结合土壤、地貌等因子进行综合分析，将土地利用格局的拼块类型分为耕地、园地、林地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、交通运输用地、水域及水利设施及其他土地等 10 种类型。

评价区总面积 1967.08hm^2，区内林地面积最大，达 1732.62hm^2，占评价区面积的 88.08%。评价区内的林地包括乔木林地、灌木林地和其他林地等 3 类。乔木林地面积 1699.46hm^2，占评价区面积的 86.40%；灌木林地和其他林地面积较小，分别为 2.29 hm^2、30.87 hm^2，分别占评价区面积的 0.12%、1.57%。评价区内的耕地面积仅次于林地面积，为 165.86hm^2，占评价区面积的 8.43%，主要为旱地。其他类型面积较小，其中交通运输用地占评价区面积的 1.06%，园地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、水域及水利设施及其他土地等占比均小于 1%。

表 4.2-4 评价区土地利用情况表

一级分类	二级分类	面积（hm^2）	面积占比（%）	土地斑块数量	斑块占比（%）
耕地	水田	2.58	0.13	3	0.59
	旱地	163.29	8.30	213	41.60
	小计	165.86	8.43	216	42.19
园地	果园	2.69	0.14	7	1.37
	其它园地	1.20	0.06	4	0.78
	小计	3.88	0.20	11	2.15
林地	乔木林地	1699.46	86.40	63	12.30
	灌木林地	2.29	0.12	1	0.20
	其它林地	30.87	1.57	42	8.20
	小计	1732.62	88.08	106	20.7
草地	其它草地	0.35	0.02	3	0.59
工矿仓储用地	采矿用地	5.87	0.30	6	1.17
	工业用地	3.68	0.19	2	0.39
	小计	9.55	0.49	11	2.15
住宅用地	农村宅基地	8.11	0.41	51	9.96

续表 4.2-4（完） 评价区土地利用情况表

一级分类	二级分类	面积（hm^2）	面积占比（%）	土地斑块数量	斑块占比（%）
公共管理与公共服务用地	机关团体用地	1.90	0.10	4	0.78
	公共设施用地	0.28	0.01	3	0.59
	小计	2.18	0.10	58	11.33
交通运输用地	城镇村道路用地	2.57	0.13	10	1.95
	公路用地	7.61	0.39	5	0.98
	农村道路	10.67	0.54	53	10.35
	小计	20.85	1.06	68	13.28
水域及水利设施用地	河流水面	17.43	0.89	5	0.98
	坑塘水面	2.70	0.14	18	3.52
	内陆滩涂	0.19	0.01	1	0.20
	沟渠	0.21	0.01	3	0.59
	小计	20.53	1.04	27	5.29
其他用地	设施农用地	3.13	0.16	15	2.93
合计		1967.08	100	512	100.00

4.2.1.4 生态系统现状

a）生态系统组成

参考《全国生态状况评估技术规范—生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166-2021）中有关分类标准，根据评价区土地类型，结合遥感影像数据，将评价区内生态系统划分为森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统和其它生态系统。评价区生态系统面积统计表见下表 4.2-5。

表 4.2-5 评价区生态系统面积统计表

序号	I级分类	II级分类	面积（hm^2）	面积占比（%）	面积（hm^2）	面积占比（%）
1	森林生态系统	阔叶林	1081.69	54.99	1730.33	87.96
		针叶林	648.64	32.97		
2	灌丛生态系统	阔叶灌丛	2.29	0.12	2.29	0.12
3	草地生态系统	草丛	0.35	0.02	0.35	0.02

续表 4.2-5（完） 评价区生态系统面积统计表

序号	I级分类	II级分类	面积（hm^2）	面积占比（%）	面积（hm^2）	面积占比（%）
4	湿地生态系统	河流	20.53	1.04	20.53	1.04
5	农田生态系统	耕地	165.86	8.43	169.75	8.63
		园地	3.88	0.20		
6	城镇生态系统	居住地	10.30	0.52	40.70	2.07
		工矿交通	30.40	1.55		
7	其他生态系统		3.13	0.16	3.13	0.16
总计			1967.08	100.00	1967.08	100.00

评价区森林生态系统为主要生态系统类型，面积为 1730.33hm^2，占评价区总面积的 87.96%；其次是农田生态系统，面积为 169.75hm^2，占评价区总面积 8.63%；城镇生态系统面积为 40.70hm^2，占评价区总面积 2.07%；灌丛、草地、湿地和其他生态系统类型面积较小，总占比为 1.34%。

b）生态系统结构

1）森林生态系统

评价区内森林生态系统分布最为广泛，是评价区最主要的生态系统类型，依据卫星图片解译和现场实地调查核实，评价区森林生态系统面积为 1730.33hm^2，占评价区生态系统总面积的 87.96%。评价区森林生态系统在下水库区河道两侧和上水库库区山地区域分布广泛。

（1）植被现状

评价区森林生态系统常见植被类型为针叶林和阔叶林，主要群系为红松林（*Pinus koraiensis*）、日本落叶松林（*Larix kaempferi*）、水曲柳林（*Fraxinus mandschurica*）、胡桃楸林（*Juglans mandshurica*）、白桦林（*Betula platyphylla*）、山杨林（*Populus davidiana*）等。其他常见组成森林生态系统的树种有花楷槭（*Acer ukurunduense*）、紫花槭（*Acer pseudosieboldianum*）、青楷槭（*Acer tegmentosum*）、元宝槭（*Acer truncatum*）、裂叶榆（*Ulmus laciniata*）、蒙古栎（*Quercus mongolica*）等。评价区位于三岔子林场的经营范围，红松林和日本落叶松林多数属于历史造林的成果，但鉴于

生长时间较长，归类为次生林范畴。

（2）动物现状

森林不仅为动物提供了大量的食物，也是防御天敌的良好避难所，因此森林生态系统中分布着丰富的动物资源。评价区内森林生态系统两栖类主要有东方铃蟾（*Bombina orientalis*）、花背蟾蜍（*Strauchbufo raddei*）；爬行类主要有棕黑锦蛇（*Elaphe schrenckii*）、虎斑颈槽蛇（*Rhabdophis tigrinus*）等；鸟类主要有陆禽如环颈雉（*Phasianus colchicus*）、山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）等，猛禽如红隼（*Falco tinnunculus*）等，攀禽如四声杜鹃（*Cuculus micropterus*）、东方中杜鹃（*Cuculus optatus*）、戴胜（*Upupa epops*）、灰头绿啄木鸟（*Picus canus*）等以及大多数鸣禽，部分涉禽夜晚也栖息在森林中；兽类主要有半地下生活型种类如黄鼬（*Mustela sibirica*），陆栖型如野猪（*Sus scrofa*）、狍（*Capreolus pygargus*）、黄鼬（*Mustela sibirica*）等。

2）灌丛生态系统

根据卫片解译，评价区灌丛生态系统面积为 2.29hm^2，占评价区生态系统总面积的 0.12%。根据现场调查，评价区灌丛生态系统分布于下水库区域道路边缘、林缘、河道边缘等。

（1）植被现状

评价区灌丛生态系统内常见的群系有柳属灌丛（*Salix* sp.）、珍珠梅灌丛（*Sorbaria sorbifolia*）等，两群落多为单优势种，植被组成较为简单，另外在林下区域还分布有瘤枝卫矛（*Euonymus verrucosus*）、石蚕叶绣线菊（*Spiraea chamaedryfolia*）、东北山梅花（*Philadelphus schrenkii*）、牛叠肚（*Rubus crataegifolius*）、刺五加（*Acanthopanax senticosus*）等，林下区域的灌丛植物不甚发育。

（2）动物现状

灌丛生态系统中的动物主要有爬行类黑龙江草蜥、北草蜥、白条锦蛇等；鸟类的棕头鸦雀（*Paradoxornis webbianus*）、暗绿绣眼鸟（*Zosterops japonicus*）、黄喉鹀（*Emberiza elegans*）、大山雀（*Parus major*）等，兽类如东北兔（*Lepus mandshuricus*）等。

3）草地生态系统

评价区内草地生态系统主要分布于田埂、林缘、河流湖泊旁，呈斑块分布，面积为 0.35hm^2，占生态系统总面积的 0.02%。评价区草地生态系统在评价区内主要分布在道路边缘、林缘、河道边缘附近。

（1）植被现状

评价区湿地生态植被组成简单，主要为分布于河道两侧区域的湿生植被为主，优势群落有柳属灌丛、珍珠梅灌丛和五月艾灌草丛，还分布有戟叶蓼（*Polygonum thunbergii*）、藨草（*Deyeuxia pyramidalis*）、芦苇（*Phragmites australis*）、五月艾、东方藨草（*Scirpus orientalis*）、糠稷（*Panicum bisulcatum*）、看麦娘（*Alopecurus aequalis*）、稗（*Echinochloa crusgalli*）、水棘针（*Amethystea caerulea*）、灯心草（*Juncus effusus*）、菵草（*Beckmannia syzigachne*）、沼生蔊菜（*Rorippa palustris*）等湿生植物。

（2）动物现状

草地生态系统中的两栖类主要有东北林蛙、东方铃蟾等；爬行类主要有黑龙江草蜥、丽斑麻蜥等；鸟类中的陆禽如环颈雉（*Phasianus colchicus*），涉禽如白鹭（*Egretta garzetta*）、山斑鸠（*Streptopelia orientalis*），部分体型较小的鸣禽如金翅雀（*Carduelis sinica*）、沼泽山雀（*Poecile palustris*）、灰鹡鸰（*Motacilla cinerea*）、白鹡鸰（*Motacilla alba*）等。

4）湿地生态系统

根据国土三调数据斑块分布情况分析，评价区内湿地主要以那尔轰河为主要湿地，同时评价区内存在较为分散的坑塘，分散的坑塘类型不是评价区内主要的湿地类型。评价区内湿地生态系统总面积为 20.53hm^2，占评价区总面积的 1.04%。

（1）植被现状

评价区湿地生态植被组成简单，主要为分布于河道两侧区域的湿生植被为主，优势群落有柳属灌丛、珍珠梅灌丛和五月艾灌草丛，还分布有戟叶蓼（*Polygonum thunbergii*）、藨草（*Deyeuxia pyramidalis*）、芦苇（*Phragmites australis*）、五月艾、东方藨草（*Scirpus orientalis*）、糠稷（*Panicum bisulcatum*）、看麦娘（*Alopecurus aequalis*）、稗（*Echinochloa crusgalli*）、水棘针（*Amethystea caerulea*）、灯心草（*Juncus effusus*）、菵草（*Beckmannia syzigachne*）、沼生蔊菜（*Rorippa palustris*）等湿生植物。

（2）动物现状

湿地生态系统两栖爬行类主要有黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculata*）、白条锦蛇（*Elaphe dione*）、虎斑颈槽蛇（*Rhabdophis tigrinus*）等，鸟类以游禽、涉禽和鸣禽为主，如小䴙䴘（*Tachybaptus ruficollis*）、鸳鸯（*Aix galericulata*）、矶鹬（*Actitis hypoleucos*）、苍鹭（*Ardea cinerea*）、白鹡鸰（*Motacilla alba*）等，兽类常见的有小家鼠（*Mus musculus*）、黄胸鼠（*Rattus flavipectus*）等。

5）农田生态系统

评价区内农田生态系统是评价区第二大生态系统类型，主要为耕地和园地。面积为 169.75hm^2，占评价区总面积的 8.63%。评价区农田生态系统在评价区内主要分布在下水库及周边区域附近。

（1）植被现状

评价区农田生态系统内主要为耕地、果木林以及部分苗圃等，耕地主要种植粮食作物玉蜀黍、豆类，经济作物人参，果木林蓝靛果、笃斯越橘，苗圃主要种植红松、白桦、水曲柳等。

（2）动物现状

由于农田生态系统中植被类型较为单一，距离居民区较近，受人为干扰较为严重，因此农田生态系统中动物种类不甚丰富。由于农田生态系统中的水田多靠近湿地水域，为动物提供了较为合适的栖息环境，农田生态系统中常见的两栖类有静水型的东北林蛙、中华蟾蜍等；爬行类的白条锦蛇和虎斑颈槽蛇相对较为常见；鸟类中的涉禽如牛背鹭等常出现在水田边，陆禽如环颈雉，鸣禽如麻雀、白鹡鸰、金翅雀、黄喉鹀等也常出现在农田中，兽类中的半地下生活型种类如小家鼠、黄胸鼠等也常活动于农田生态系统中。

6）城镇生态系统

评价区内城镇生态系统面积为 40.70hm^2，占评价区总面积的 2.07%。城镇生态系统在评价区内主要分布在三脚窝石村附近。

（1）植被现状

评价区城镇生态系统内植物多分布在住宅旁，以绿化观赏树种为主，常见的绿化

树种有柳属（*Salix* sp.）、杨属（*Populus* sp.）、榆树（*Ulmus pumila*）、红松等。

（2）动物现状

城镇生态系统中虽自然植被较少，人为干扰程度最强，但其中生活着一些适应与人类伴居的动物，如鸟类中的一些种类，主要是鸣禽如家燕（*Hirundo rustica*）、金腰燕（*Cecropis daurica*）、红尾伯劳（*Lanius cristatus*）、大嘴乌鸦、麻雀等；兽类中的一些鼠科、鼬科种类如褐家鼠、黄鼬等。

c）生态系统功能

本区域典型的生态系统为森林生态系统，面积为 1730.33hm^2，占评价区生态系统总面积的 87.96%。

森林生态系统水源涵养功能是森林生态系统服务的重要组成部分，是森林与水的相互作用在生态系统服务领域的集中体现，如森林的冠层对降水的截留能有效降低降水对土壤的侵蚀，将地表水转为地表径流或地下水等。森林水源涵养功能的具体效应主要包括森林产水、净水、拦洪、补枯等方面，是包含了供给淡水、调节水文、净化水质、调节气候、减少水蚀等多重供给服务与调节服务的综合体，直接或间接作用于生态系统的各要素，并对生态-社会-经济复合体产生重要的影响。

森林生态系统也是大自然的资源宝库，能为大量动、植物提供生存资源及栖息场所，同时还能为人类提供丰富木材及林副产品。对维持生态平衡与生物多样性有着重要意义。

4.2.1.5 陆生植物

a）植物区系

根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等，2011 年），评价区属东亚植物区-中国—日本森林植物亚区-东北地区。

1）植物区系组成

通过对现场调查采集的植物标本鉴定，以及对评价区历年积累的植物区系资料系统的整理，蕨类植物分类按照秦仁昌分类系统（1978 年）、裸子植物按照郑万钧分类系统（1978 年）、被子植物科按照恩格勒植物分类系统（1964 年），得出评价区维管束植物有 502 种隶属 90 科 319 属（含种下分类等级，下同），其中野生维管束植物

88 科 304 属 470 种，包括蕨类植物 12 科 19 属 22 种；种子植物 76 科 285 属 448 种。评价区野生维管束植物占全国维管束植物总科数的 27.16%、总属数 8.29%、总种数的 1.32%，评价区维管束植物种类数量统计表见下表 4.2-6。

表 4.2-6 评价区维管束植物统计表

项目	蕨类植物			种子植物						维管束植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	12	19	22	1	4	7	75	281	441	88	304	470
全国	41	189	2407	11	45	290	272	3435	32841	324	3669	35538
占全国比例（%）	29.27	10.05	0.91	9.09	8.89	2.41	27.57	8.18	1.34	27.16	8.29	1.32

注：全国维管束植物数量统计来自《中国种子植物区系地理》（科学出版社，2010）等。

2）评价区植物区系地理成分

属往往在植物区系研究中作为划分植物区系地区的标志或依据，因此分析评价野生维管植物属的地理成分具有重要意义。按照《中国植物志》（第一卷）陆树刚关于中国蕨类植物属的分布区类型（2004 年）及吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型系统（1991 年、1993 年），将评价区野生维管植物 304 属划分为 13 个分布区类型。

表 4.2-7 评价区野生维管束植物属的分布区类型

属的分布区类型	评价区内属数	占评价区非世界分布总属数比例（%）
1.世界分布	52	-
2.泛热带分布	39	15.48
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	2	0.79
4.旧世界热带分布	4	1.59
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	3	1.19
6.热带亚洲至热带非洲分布	5	1.98
7.热带亚洲分布	4	1.59
热带分布	57	22.62
8.北温带分布	109	43.25
9.东亚和北美洲间断分布	24	9.52
10.旧世界温带分布	36	14.29

续表 4.2-7（完） 评价区野生维管束植物属的分布区类型

属的分布区类型	评价区内属数	占评价区非世界分布总属数比例（%）
11.温带亚洲分布	9	3.57
12.地中海、西亚至中亚分布	1	0.40
13.中亚分布	0	0.00
14.东亚分布	16	6.35
温带分布	195	77.38
15.中国特有分布	0	0.00
总计	304	100.00

3）评价区植物区系主要特征

（1）评价区地理成分复杂

根据重点评价区 304 属野生维管束植物分布区类型的统计分析，评价区内植物属的分布区类型包含世界分布、热带分布、温带分布和中国特有分布等多种类型，具有维管植物属的 13 个地理分布区类型。多种地理成分共存，显示了评价区较为复杂的地理成分。

（2）评价区地理联系广泛

评价区维管束植物区系与世界其它各地的维管植物区系有着广泛的联系，这种特别表现在各种连续和间断分布上。从属的分布型统计中可以看出，在与热带地区的联系上，与泛热带最为密切；在与温带地区的联系上，与北温带地区联系最为密切，其次是旧世界温带分布、东亚和北美洲间断、东亚分布，这些地理分布区在评价区植物区系中具有重要的意义，说明了评价区植物区系与北美洲、喜马拉雅等区系间存在一定的联系。

（3）评价区区系性质为温带性，且植物区系的过渡性质明显

从属的分布型统计结果可知：热带分布属、温带分布属的种类较多，分别为 57 属和 195 属，占非世界分布总属数分别为 22.62%和 77.38%，温带分布成分占优势，由此可知，评价区区系性质具有明显的温带区系性质。

b）植被现状

1）植被区划

根据《中国植被》，评价区属湿润、半湿润森林带—温带针叶阔叶混交林区域—温带南部针阔叶混交林地带—长白山地红松、沙冷杉针阔叶混交林亚地带。

根据《吉林植被》，评价区属温带山地针阔叶混交林区域—低山丘陵落叶阔叶林区—龙岗山蒙古栎—色木—椴杂木林片。

2）主要植被类型

经过实地考察与参考相关林业调查资料，根据群落的特征，比较它们之间的异同点，按照《中国植被》中自然植被的分类系统划分，评价区内的自然植被可划分为 3 个植被型组、5 个植被型、6 个植被亚型、9 个群系。评价区植被分类系统见表 4.2-8。评价区自然植被群落结构特征见表 4.2-9。

表 4.2-8　　评价区植被类型表

植被型组	植被型	植被亚型	群系中文名	群系拉丁名	分布状况	工程占用情况	
						永久占用面积（hm^2）	占评价区总面积比例（%）
自然植被							
针叶林	I 寒温性针叶林	寒温性落叶针叶林	日本落叶松林	*Larix kaempferi*	评价区下水库周边区域分布	40.88	1.9400
	II温性针叶林	温性常绿针叶林	红松林	*Pinus koraiensis*	评价区下水库周边区域分布	46.84	2.2228
阔叶林	III 落叶阔叶林	典型落叶阔叶林	胡桃楸林	*Juglans mandshurica*	评价区下水库区域分布	21.48	1.0193
			水曲柳林	*Fraxinus mandshurica*	评价区下水库右岸区域	41.73	1.9803
		山地杨、桦林	山杨林	*Populus davidiana*	评价区上水库分布较多，下水库库区零星分布	101.43	4.8134
			白桦林	*Betula platyphylla*	评价区上水库区域和下水库右岸区域均有分布	41.94	1.9903
灌丛和灌草丛	IV 落叶阔叶灌丛	温性落叶阔叶灌丛	珍珠梅灌丛	*Sorbaria sorbifolia*	评价区下水库边缘、林缘、河道边缘等分布	0.09	0.0043
			柳属灌丛	*Salix* sp.	评价区下水库道路边缘、河道两侧等分布	0.20	0.0095
	V 灌草丛	温性灌草丛	五月艾灌草丛	*Artemisia indica*	评价区下水库道路边缘、林缘、河道边缘等分布	0.32	0.0152
经济林	用材林		日本落叶松林	*Larix kaempferi*	村庄及林场区域	1.87	0.0887
			红松林	*Pinus koraiensis*			
	果木林		笃斯越橘	*Vaccinium uliginosum*	村庄及农田附近		
			蓝靛果	*Lonicera caerulea* var. *edulis*			
农业植被	农作物		粮食作物：玉蜀黍等		农田区域	95.71	4.5419
			经济作物：阳芋、豆类等				

表 4.2-9　　评价区自然植被群落结构特征表

植被类型				分布	建群种（优势种）	乔木层			灌木层			草本层			其他植物特点
						郁闭度	优势种及常见种	高度（m）	盖度%	优势种及常见种	高度（m）	盖度%	优势种及常见种	高度（m）	
自然植被															
针叶林	寒温性针叶林	寒温性落叶针叶林	日本落叶松林	评价区下水库周边区域分布	日本落叶松	0.8	优势种为日本落叶松，常见种有臭冷杉、紫花槭、花楷槭、水曲柳、三花槭等	18	20	优势种为东北山梅花，常见种有瘤枝卫矛、珍珠梅）、刺五加、尖叶茶藨子、牛叠肚等	1.0~1.8	70~90	优势种为荨麻叶龙头草，常见种有异穗薹草、山茄子、白花碎米荠、野芝麻、狭叶荨麻、中华蹄盖蕨、水金凤、白屈菜、东北百合等	0.3	层间植物两色乌头、茜草
	温性针叶林	温性常绿针叶林	红松林	评价区下水库周边区域分布	红松	0.8	优势种为红松，常见种有三花槭、花楷槭、元宝槭、紫花槭等	16	35	优势种为东北山梅花，常见种有刺五加、牛叠肚、瘤枝卫矛、美丽绣线菊等	0.8~1.8	30~65	优势种为蚊子草，常见种有中华蹄盖蕨、珠芽艾麻、木贼、荨麻叶龙头草、白花碎米荠、山茄子、大齿山芹、吉林延龄草、头序歪头菜等	0.4	层间植物软枣猕猴桃、茜草
阔叶林	落叶阔叶林	典型落叶阔叶林	胡桃楸林	评价区下水库区域分布	胡桃楸	0.85	优势种为胡桃楸，常见种有花楷槭、紫椴、元宝槭、裂叶榆、山杨、春榆、三花槭、紫花槭	19	20	优势种为瘤枝卫矛，常见种有薄叶鼠李、牛叠肚、栓翅卫矛、东北山梅花等	1.0~2.0	60~90	优势种为蚊子草，常见种有荨麻叶龙头草、泥胡菜、大齿山芹、短鳞薹草、头序歪头菜、白花碎米荠、蛇莓委陵菜等	0.3	层间植物有茜草、穿龙薯蓣等
			水曲柳林	评价区下水库右岸区域	水曲柳	0.85	优势种为水曲柳，常见种有三花槭、元宝槭、青楷槭、暴马丁香、紫椴）、春榆、稠李、茶条槭、山杨等	20	15	优势种为东北山梅花，常见种有美丽绣线菊、瘤枝卫矛、刺五加、珍珠梅	1.0~2.2	30~50	优势种为蚊子草，常见种有荨麻叶龙头草、狭叶荨麻、白花碎米荠、北重楼、舞鹤草、东北百合、戟叶蓼、短鳞薹草、中华蹄盖蕨、柔毛金腰、粟草、短果茴芹等	0.3	层间植物有两色乌头、裂瓜、穿龙薯蓣

续表 4.2-9（完） **评价区自然植被群落结构特征表**

植被类型				分布	建群种（优势种）	乔木层			灌木层			草本层			其他植物特点
						郁闭度	优势种及常见种	高度（m）	盖度%	优势种及常见种	高度（m）	盖度%	优势种及常见种	高度（m）	
阔叶林	落叶阔叶林	山地杨、桦林	山杨林	评价区上水库分布较多，下水库库区零星分布	山杨	0.8	优势种为山杨，常见种有蒙古栎、紫椴、水曲柳、元宝槭、白桦、暴马丁香、三花槭、青楷槭、裂叶榆等	18	30	优势种为瘤枝卫矛，常见种有栓翅卫矛、尖叶茶藨子、东北山梅花、刺五加等	0.8~1.6	40~70	优势种为白花碎米荠，常见种有短鳞薹草、荨麻叶龙头草、异穗薹草、大齿山芹、小玉竹、野芝麻、中华蹄盖蕨、鲜黄连、红毛七、荷青花、宽叶薹草等	0.3	层间植物有茜草
			白桦林	评价区上水库区域和下水库右岸区域均有分布	白桦	0.85	优势种为白桦，常见种有水曲柳、三花槭、紫椴、暴马丁香、朝鲜槐	17	15	优势种为美丽绣线菊，常见种有东北山梅花、瘤枝卫矛等	0.6~1.2	50~80	优势种为短鳞薹草，常见种有中华蹄盖蕨、东方荚果蕨、水金凤、球子蕨、细叶地榆、蚊子草、东北南星、舞鹤草、白花碎米荠、东北百合、鸡腿堇菜、粟草等	0.3	层间植物有裂瓜、穿龙薯蓣等
灌丛和灌草丛	落叶阔叶灌丛	温性落叶阔叶灌丛	珍珠梅灌丛	评价区下水库边缘、林缘、河道边缘等分布	--	--	--	--	90	优势种为珍珠梅，无明显伴生种，为单优势群落	1.2~1.8	8~20	优势种为荨麻叶龙头草，常见种有五月艾、粟草、猪殃殃、鸡腿堇菜、繁缕、问荆、狭叶荨麻、柔毛金腰等	0.4	层间植物主要为两型豆
			柳属灌丛		--	--	--	--	85	优势种为柳属，无明显伴生种，为单优势群落	2.0~3.2	10~20	优势种为五月艾，常见种有糠稷、看麦娘、沼生蔊菜、水金凤、野青茅、菌草、野火球、东北薄荷、戟叶蓼、路边青、羊蹄等	0.5	层间植物为裂瓜
	灌草丛	温性灌草丛	五月艾灌草丛		--	--	--	--	--	--	--	70~95	优势种为五月艾，常见种有狭叶荨麻、小蓬草、一年蓬等	0.5	--

3）主要植被类型描述

（1）自然植被

（一）针叶林

I 寒温性针叶林

寒温性针叶林主要有寒温性落叶针叶林和寒温性常绿针叶林，评价区主要为寒温性落叶针叶林，主要群系为日本落叶松林（*Larix kaempferi*）。

日本落叶松为高大乔木，在评价区下水库周边区域分布，该区域日本落叶松林为当地林场植树造林的结果，鉴于造林时间较长，林内和林下植被发育，本报告以次生林进行描述。

乔木郁闭度 0.8，层均高 18m，优势种主要为日本落叶松（*Larix kaempferi*），树高 18m~28m，平均胸径 14cm，盖度为 55%，伴生种主要有臭冷杉（*Abies nephrolepis*）、紫花槭（*Acer pseudosieboldianum*）、花楷槭（*Acer ukurunduense*）、水曲柳（*Fraxinus mandshurica*）、三花槭（*Acer triflorum*）等；乔木层林相两层，第一层主要为日本落叶松、臭冷杉为主，第二层以紫花槭、花楷槭、三花槭、水曲柳等为主；灌木层不甚发育，盖度 20%，层均高 1.4m，优势种为东北山梅花（*Philadelphus schrenkii*），高 1.6m，分盖度为 8%，伴生种主要有瘤枝卫矛（*Euonymus verrucosus*）、珍珠梅（*Sorbaria sorbifolia*）、刺五加（*Eleutherococcus senticosus*）、尖叶茶藨子（*Ribes maximowiczianum*）、牛叠肚（*Rubus crataegifolius*）等；草本层较发达，盖度 85%，层均高 0.3m，优势种为荨麻叶龙头草（*Meehania urticifolia*），高 0.3m，分盖度为 15%，伴生种较多，主要有异穗薹草（*Carex heterostachya*）、山茄子（*Brachybotrys paridiformis*）、白花碎米荠（*Cardamine leucantha*）、野芝麻（*Lamium barbatum*）、狭叶荨麻（*Urtica angustifolia*）、中华蹄盖蕨（*Athyrium sinense*）、水金凤（*Impatiens noli-tangere*）、白屈菜（*Chelidonium majus*）、东北百合（*Lilium distichum*）、尾叶香茶菜（*Isodon excisus*）、蔓孩儿参（*Pseudostellaria davidii*）、蚊子草（*Filipendula palmata*）、白花酢浆草（*Oxalis acetosella*）、宽叶薹草（*Carex siderosticta*）、粟草（*Milium effusum*）、东方荚果蕨（*Pentarhizidium orientale*）、舞鹤草（*Maianthemum bifolium*）等；层间植物有两色乌头（*Aconitum alboviolaceum*）、茜草（*Rubia cordifolia*）等。

样方点位：①下水库库尾（E:126°47'57.37"，N:42°33'22.71"，H:578m）； ②下水库库区左岸（E:126°50′40.15″，N:42°35′14.89″，H:541m）；③下水库坝址附近（E:126°52′4.70″，N:42°35′41.73″，H:511m）；④施工道路附近（E:126°50′43.62″，N:42°34′33.10″，H:536m）；⑤施工供水管线附近（E:126°50′48.38″，N:42°34′50.01″，H:580m）。




日本落叶松林 *Larix kaempferi*

II 温性针叶林

评价区温性针叶林主要为温性松林，评价区常见温性松林群系为主要为红松林（*Pinus koraiensis*）。

红松为我国东北林区主要的森林树种，也是东北地区常用的造林树种，分布范围很广。评价区红松林主要在下水库周边区域分布。

乔木郁闭度 0.8，层均高 16m，优势种主要为红松，树高 15m～26m，平均胸径 12cm，分盖度为 60%，伴生种主要有三花槭、花楷槭、元宝槭、紫花槭等；乔木层林相两层，第一层主要为红松为主，第二层以三花槭、花楷槭、元宝槭、紫花槭等为主；灌木层盖度 35%，层均高 1.0m，优势种为东北山梅花，高 1.4m，分盖度为 20%，伴生种主要有刺五加、牛叠肚、瘤枝卫矛、美丽绣线菊（*Spiraea elegans*）、珍珠梅等；草本层较发达，盖度 55%，层均高 0.4m，优势种为蚊子草，高 0.4m，分盖度为 20%，伴生种主要有龙须菜（*Asparagus schoberioides*）、唐松草（*Thalictrum aquilegiifolium* var. *sibiricum*）、中华蹄盖蕨、珠芽艾麻（*Laportea bulbifera*）、木贼（*Equisetum hyemale*）、荨麻叶龙头草、白花碎米荠、山茄子、大齿山芹、林延龄草（*Trillium kamtschaticum*）、头序歪头菜（*Vicia ohwiana*）、双花堇菜（*Viola biflora*）、京黄芩（*Scutellaria pekinensis*）、

宽叶山蒿（*Artemisia stolonifer*）、鲜黄连（*Plagiorhegma dubium*）、小玉竹（*Polygonatum humile*）、野芝麻、水金凤、蔓孩儿参、东北百合等；层间植物有软枣猕猴桃（*Actinidia arguta*）、茜草等。

样方点位：①下水库库区右岸（E:126°48′50.47″，N:42°34′11.04″，H:547m）；②下水库库区右岸（E:126°49′10.69″，N:42°34′25.31″，H:564m）；③下水库库区左岸（E:126°50′43.95″，N:42°35′19.98″，H:552m）；④施工道路附近（E:126°50′51.92″，N:42°34′19.56″，H:621m）；⑤施工供水管线附近（E:126°50′46.79″，N:42°34′46.35″，H:586m）。



红松林 *Pinus koraiensis*

（二）阔叶林

评价区阔叶林主要为落叶阔叶林，落叶阔叶林是我国北方地区阔叶林中主要的森林植被类型，主要分为典型落叶阔叶林、山地杨桦林和河岸落叶阔叶林，评价区主要包括典型落叶阔叶林和山地杨、桦林两种。

III 落叶阔叶林

i.典型落叶阔叶林

评价区典型落叶阔叶林主要有胡桃楸林（*Juglans mandshurica*）和水曲柳林（*Fraxinus mandshurica*）。

1.水曲柳林 *Fraxinus mandshurica*

水曲柳是东北地区重要的营林树种，在评价区下水库右岸区域呈群落状分布，其他区域呈零星分布。

乔木郁闭度 0.85，层均高 20m，优势种主要为水曲柳，树高 18m～27m，平均胸径 12cm，分盖度为 55%，伴生种主要有三花槭、元宝槭、青楷槭、暴马丁香（*Syringa reticulata* var. *amurensis*）、紫椴（*Tilia amurensis*）、春榆（*Ulmus davidiana* var. *japonica*）、稠李（*Padus racemosa*）、茶条槭（*Acer tataricum* subsp. *ginnala*）、山杨（*Populus davidiana*）；乔木层林相两层，第一层主要为水曲柳、山杨为主，第二层以三花槭、元宝槭、青楷槭、暴马丁香、茶条槭、春榆、稠李等为主；灌木层发育程度不高，盖度 15%，层均高 1.5m，优势种为东北山梅花，高 1.5m～2.2m，分盖度为 10%，伴生种主要有美丽绣线菊、瘤枝卫矛、刺五加、珍珠梅等；草本层较发达，盖度 75%，层均高 0.3m，优势种为蚊子草，高 0.3m，分盖度为 25%，伴生种主要有荨麻叶龙头草、狭叶荨麻、白花碎米荠、北重楼（*Paris verticillata*）、白芷（*Angelica dahurica*）、舞鹤草、东北百合、狭苞橐吾（*Ligularia intermedia*）、戟叶蓼（*Polygonum thunbergii*）、短鳞薹草（*Carex augustinowiczii*）、落新妇、水金凤、中华蹄盖蕨、柔毛金腰（*Chrysosplenium pilosum* var. *valdepilosum*）、粟草、菌草（*Beckmannia syzigachne*）、长叶车前（*Plantago lanceolata*）、短果茴芹（*Pimpinella brachycarpa*）、野芝麻、珠果黄堇（*Corydalis speciosa*）等。层间植物有两色乌头、裂瓜（*Schizopepon bryoniaefolius*）、穿龙薯蓣（*Discorea nipponica*）等。

样方点位：①下水库库区右岸（E:126°48′50.47″，N:42°34′11.04″，H:547m）；②下水库库区右岸（E:126°49′10.69″，N:42°34′25.31″，H:564m）；③下水库库区左岸（E:126°50′43.95″，N:42°35′19.98″，H:552m）；④施工道路附近（E:126°50′51.92″，N:42°34′19.56″，H:621m）；⑤施工供水管线附近（E:126°50′46.79″，N:42°34′46.35″，H:586m）。




水曲柳林 *Fraxinus mandshurica*

2.胡桃楸林 *Juglans mandshurica*

胡桃楸在我国东北地区分布较广，多生于土质肥厚、湿润、排水良好的沟谷两旁或山坡，评价区下水库区域分布。

乔木郁闭度 0.85，层均高 19m，优势种主要为胡桃楸，树高 17m～28m，平均胸径 14cm，分盖度为 55%，伴生种主要有花楷槭、紫椴、元宝槭、裂叶榆（*Ulmus laciniata*）、山杨、春榆、三花槭、紫花槭等；乔木层林相两层，第一层主要为胡桃楸、山杨为主，第二层以三花槭、花楷槭、紫花槭、元宝槭、春榆、紫椴等为主；灌木层发育较差，盖度 20%，层均高 1.6m，优势种为瘤枝卫矛，高 1.2m～2.2m，盖度为 10%，伴生种主要有薄叶鼠李（*Rhamnus leptophylla*）、牛叠肚、栓翅卫矛、东北山梅花等；草本层较发达，盖度 90%，层均高 0.3m，优势种为蚊子草，高 0.45m，分盖度为 20%，伴生种有荨麻叶龙头草、泥胡菜、大齿山芹、短鳞薹草、头序歪头菜、白花碎米荠、蛇莓委陵菜（*Potentilla centigrana*）、紫斑风铃草（*Campanula puncatata*）、山茄子、粟草、鸡腿堇菜（*Viola acuminata*）、草本威灵仙、东北南星（*Arisaema amurense*）、短果茴芹、白屈菜、蔓孩儿参、中华蹄盖蕨、野芝麻、双花堇菜（*Viola biflora*）、菟葵（*Eranthis stellata*）等；层间植物有茜草、穿龙薯蓣等。

样方点位：①下水库库区左岸（E:126°47'41.18"，N:42°33'18.08"，H:551m）；②混凝土骨料暂存场（E:126°50'54.83"，N:42°34'45.36"，H:557m）；③业主营地（E:126°50'10.46"，N:42°34'47.06"，H:541m）；④下水库库区淹没区附近（E:126°48'35.83"，N:42°34'40.91"，H:539m）；⑤下水库综合仓库（E:126°51'15.88"，N:42°35'8.24"，H:552m）。




胡桃楸林 *Juglans mandshurica*

ii.山地杨、桦林

评价区山地杨、桦林主要为山杨林（*Populus davidiana*）和白桦林（*Betula platyphylla*）。

1.山杨林 *Populus davidiana*

山杨为分布广泛的乔木树种，多生于山坡、山脊和沟谷地带，评价区上水库分布较多，下库区零星分布。

乔木郁闭度 0.8，层均高 18m，优势种主要为山杨，树高 16m～25m，平均胸径 14cm，分盖度为 40%，伴生种主要有蒙古栎、紫椴、水曲柳、元宝槭、白桦（*Betula platyphylla*）、暴马丁香、三花槭、青楷槭、裂叶榆等；乔木层林相两层，第一层主要为蒙古栎、水曲柳、白桦为主，第二层以槭树科树种及紫椴、暴马丁香等为主；灌木层盖度 30%，层均高 1.0m，优势种为瘤枝卫矛，高 0.8m～1.6m，分盖度为 10%，伴生种主要有栓翅卫矛、尖叶茶藨子、东北山梅花、刺五加等；草本层较发达，盖度 65%，层均高 0.3m，优势种为白花碎米荠，高 0.4m，分盖度为 25%，伴生种主要有短鳞薹草、荨麻叶龙头草、异穗薹草、大齿山芹、小玉竹（*Polygonatum humile*）、野芝麻、中华蹄盖蕨、鲜黄连、红毛七（*Caulophyllum robustum*）、荷青花（*Hylomecon japonica*）、宽叶薹草等；层间植物有茜草等。

样方点位：①下水库库区淹没区（E:126°49'46.46"，N:42°34'33.44"，H:537m）；②下水库坝下左岸（E:1126°51'31.51"，N:42°35'33.37"，H:536m）；③下水库砂石加工系统及混凝土加工系统附近（E:126°51'20.82"，N:42°34'5.49"，H:578m）；④上水库设备仓库（E:126°51'20.49"，N:42°33'16.34"，H:930m）；⑤上水库淹没区（E:126°51'24.59"，N:42°32'59.80"，H:816m）；⑥上水库坝后压坡体（E:126°51'42.98"，N:42°33'0.36"，H:786m）；⑦上水库库区（E:126°51'33.30"，N:42°32'0.83"，H:795m）；⑧地下厂房上方地表（E:126°51′17.48″，N:42°34′0.95″，H:730m）。




山杨林 *Populus davidiana*

2.白桦林 *Betula platyphylla*

白桦在东北地区多生于山坡或林地区域，为次生林的先锋树种。评价区上水库区域和下水库右岸区域均有分布。

乔木郁闭度 0.85，层均高 17m，优势种主要为白桦，树高 16m～26m，平均胸径 14cm，分盖度为 50%，伴生种主要有水曲柳、三花槭、紫椴、暴马丁香、朝鲜槐（*Maackia amurensis*）等；乔木层林相两层，第一层主要为水曲柳为主，第二层以三花槭、紫椴、暴马丁香、朝鲜槐为主；灌木层盖度 15%，层均高 0.9m，优势种为美丽绣线菊（*Spiraea elegans*），高 0.6m～1.2m，分盖度为 10%，伴生种主要有东北山梅花、瘤枝卫矛等；草本层较发达，盖度 70%，层均高 0.3m，优势种为短鳞薹草，高 0.3m，分盖度为 25%，伴生种主要有中华蹄盖蕨、东方荚果蕨、赶山鞭、水金凤、球子蕨（*Onoclea sensibilis*）、细叶地榆（*Sanguisorba tenuifolia*）、蚊子草、东北南星、舞鹤草、白花碎米荠、东北百合、牧根草（*Asyneuma japonicum*）、鸡腿堇菜、粟草等；层间植物有裂瓜、穿龙薯蓣等。

样方点位：①混凝土骨料暂存场（E:126°50'57.48"，N:42°34'43.12"，H:530m）；②下水库右岸场地平整（E:126°51'20.46"，N:42°35'20.99"，H:521m）；③下水库综合仓库（E:126°51'15.04"，N:42°35'9.39"，H:553m）；④上水库设备停放场（E:126°51'16.80"，N:42°33'16.07"，H:959m）；⑤上水库表土暂存场附近（E:126°51'14.13"，N:42°33'6.99"，H:890m）；⑥上水库库区（E:126°50'56.62"，N:42°32'49.50"，H:935m）；⑦上水库淹没区（E:126°50'51.72"，N:42°32'46.12"，H:978m）；⑧上水库库尾（E:126°54'19.16"，N:42°32'56.67"，H:840m）；⑨上水库坝后压坡体（E:126°51′53.07″，N:42°33′8.50″，

H:781m）。




白桦林 *Betula platyphylla*

（三）灌丛和灌草丛

IV 落叶阔叶灌丛

落叶阔叶灌丛是以冬季落叶的阔叶灌木所组成的植物群落，评价区常见落叶阔叶灌丛主要有珍珠梅灌丛（*Sorbaria sorbifolia*）和柳属灌丛（*Salix* sp.）。

1.珍珠梅灌丛 *Sorbaria sorbifolia*

评价区珍珠梅灌丛主要分布在下水库边缘、林缘、河道边缘等。

灌木层盖度 95%，层均高 1.5m，优势种为珍珠梅，高 1.2m～1.8m，分盖度为 90%，伴生种较少，多为珍珠梅单优势种群落；草本层盖度 35%，层均高 0.4m，优势种为荨麻叶龙头草，高 0.2m～0.4m，分盖度为 10%，伴生种主要有五月艾、粟草、猪殃殃（*Galium aparine* var. *tenerum*）、鸡腿堇菜、繁缕、问荆（*Equisetum arvense*）、狭叶荨麻、柔毛金腰等，层间植物主要为两型豆（*Amphicarpaea edgeworthii*）。

样方点位：①业主营地（E:126°50'18.73"，N:42°34'48.85"，H:517m）；②下水库淹没区（下库淹没区，H:521m）；③下水库库尾（E:126°48'0.24"，N:42°33'35.18，H:536m）；④下水库库区右岸（E:126°48′52.02″，N:42°34′9.99″，H:547m）；⑤下水库库区右岸（E:126°49′11.47″，N:42°34′25.92″，H:554m）。




珍珠梅灌丛 *Sorbaria sorbifolia*

2.柳属灌丛 *Salix* sp.

柳属灌丛在评价区下水库道路边缘、河道两侧等分布。

灌木层盖度 90%，层均高 2.5m，优势种为柳属，高 2.0m～3.2m，盖度 85%，伴生种较少，多为柳属单优势种群落；草本层盖度 35%，均高 0.5，优势种为五月艾，高 0.5m～1.0m，分盖度为 15%，常见伴生种为糠稷（*Panicum bisulcatum*）、看麦娘（*Alopecurus aequalis*）、沼生蔊菜（*Rorippa palustris*）、水金凤、野青茅（*Deyeuxia pyramidalis*）、菌草、野火球（*Trifolium lupinaster*）、东北薄荷（*Mentha sachalinensis*）、戟叶蓼、路边青、羊蹄（*Rumex japonicus*）等；层间植物为裂瓜。

样方点位：①下水库坝下河段（E:126°51'41.68"，N:42°35'36.68"，H:509m）；②下水库坝下河段（E:126°51'36.98"，N:42°35'31.78"，H:508m）；③下水库淹没区（E:126°48'50.50"，N:42°34'29.64"，H:526m）；④下水库淹没区（E:126°51'16.19"，N:42°35'23.43"，H:513m）；⑤下水库淹没区（E:126°50′10.27″，N:42°35′3.25″，H:514m）。




柳属灌丛 *Salix* sp.

V 灌草丛

五月艾灌草丛 *Artemisia indica*

五月艾（*Artemisia indica*）为灌木状草本，在评价区道路边缘、林缘、河道边缘等分布。

草本层盖度 90%，均高 0.8m，优势种为五月艾，高 0.5~1.5m，分盖度为 65%，常见伴生种狭叶荨麻、小蓬草（*Conyza canadensis*）、茵陈蒿、白屈菜、水金凤、老鹳草（*Geranium wilfordii*）、一年蓬（*Erigeron annuus*）等。

样方点位：①下水库坝下河段（E:126°51'38.82"，N:42°35'33.74"，H:513m）；②下水库左侧库尾（E:126°48'18.64"，N:42°34'45.12"，H:539m）；③下水库淹没区（E:126°51'16.45"，N:42°35'23.29"，H:511m）；④下水库机械修配厂（E:126°51'18.35"，N:42°35'13.12"，H:545m）；⑤下水库淹没区（E:126°49′11.56″，N:42°34′37.60″，H:519m）。





五月艾灌草丛 *Artemisia indica*

（2）人工植被

评价区人工植被主要是分布于下库库区三脚窝石村周边区域的耕地和人工苗圃等。耕地主要为农田，主要种植以玉米、马铃薯、多种豆类、人参、蓝靛果、笃斯越橘等粮食作物和经济作物，人工苗圃主要种植白桦、红松、水曲柳等。

4）植被分布特征

本项目位于吉林省白山市靖宇县境内，下水库位于那尔轰河景山镇三脚窝石村下游，上水库位于那尔轰河右岸最高峰五斤顶子东北侧新开河谷沟首，上下水库之间的直线距离约 3.2km。评价区属温带大陆性季风气候，地貌属主要为中低山区和河谷，地表植被发育，植被覆盖度高，鉴于评价区内地形地势、水分和人为活动等异质性分

布，评价区植被分布呈现出一定的特点。下面结合工程和现场调查情况，将评价区分为上水库、下水库和输水线路区对植被特征进行描述：

（1）上水库

上水库位于那尔轰河右侧新开河谷沟首，整体地势西南高、北东低。区间海拔处于720m～960m，自然植被在水平分布和垂直水平分布上无明显差异，上水库库区植被较发育，土地利用类型为主要为林地，植被类型有山杨林、白桦林和胡桃楸林，林内草本植物发育情况较好。

（2）下水库

下水库位于那尔轰河景山镇三脚窝石村下游1.5km处，下水库库区整体海拔处于480m～700m之间，受地形地势和认为活动的干扰，自然植被在垂直水平分布上无明显差异，在水平分布上呈现出一定的差异，主要表现为河床和河漫滩区域土地利用类型为农田、灌丛和灌草丛，常见植被有柳属灌丛、珍珠梅灌丛和五月艾灌草丛，两侧山坡区域植被茂密，右岸区域植被类型丰富，分布有林地和灌草丛，植被类型为水曲柳林、白桦林、红松林、日本落叶松林、胡桃楸林和少量山杨林，在林地、道路边缘还零星分布珍珠梅灌丛、五月艾灌草丛等，左岸区域分布有林地和灌草丛，常见植被类型有红松林、日本落叶松林、胡桃楸林、柳属灌丛、珍珠梅灌丛和五月艾灌草丛等。

（3）输水线路区

输水线路位于上下水库之间，长3491.14m，海拔在500m～850m之间，在垂直和水平分布上无明显的差异，土地利用类型以林地为主，常见植被有白桦林、山杨林、水曲柳林和胡桃楸林等。

综上所述，评价区内植被在垂直分布上无明显差异，在水平分布上受地形地势和人为活动的影响呈现出一定的差异。

c）重要野生植物现状

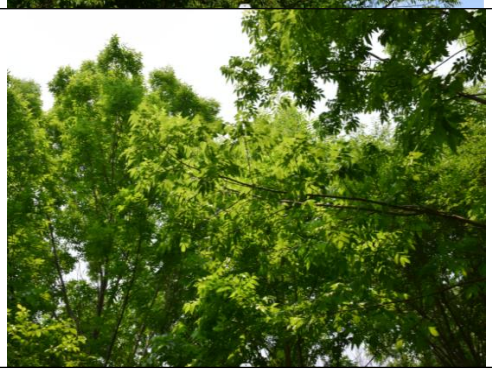
1）国家重点保护野生植物

根据相关资料记录和野外调查结果，评价区内国家重点保护野生植物依据《国家重点保护野生植物名录》（国家林业草原局 农业农村部公告 第15号文 2021年9月7日），在评价区发现有国家二级保护野生植物水曲柳（*Fraxinus mandshurica*）、红

松（*Pinus koraiensis*）、黄檗（*Phellodendron amurense*）、紫椴（*Tilia amurensis*）、野大豆（*Glycine soja*）、软枣猕猴桃（*Actinidia arguta*）共六种。评价区保护植物见表4.2-10。

根据现场调查，结合林业勘察资料，工程占地范围内涉及国家重点保护植物共64321株，其中红松9830株、紫椴22851株、水曲柳15694株、黄檗15916株、野大豆15株、软枣猕猴桃15株。上述国家重点保护植物在工程区域分布广泛。

表 4.2-10 评价区国家级保护植物名录

序号	名称		形态特征	生境与分布	保护情况
1	黄檗		落叶乔木，高10m~25m胸径约50cm，树冠广圆形。	阳性树种，垂直分布在海拔400m~1100m之间，喜生于土壤肥沃、湿润、排水良好的林中、河岸、谷地、低山坡、林缘，散生于杂木林中。	国家二级
2	水曲柳		落叶乔木，高达30m，胸径可达1m以上；树皮灰色，幼树之皮光滑，成龄后有粗细相间的纵裂。	阳性树种，分布在海拔400m~900m之间，幼龄期稍耐庇荫，成龄后需要充分光照。多生长在河漫滩和山地河流下游的河谷第一阶地。	国家二级
3	红松		常绿大乔木，树干通直圆满，高可达35m~40m，直径1m~2m，树冠倒圆锥形。	中性树种，分布于海拔500m~1000m间，幼时稍耐庇荫。喜生于土壤肥沃微酸湿度适中的缓山坡上，沟谷边、平坦地、常与支云杉、冷杉、椴、槭、水曲柳等形成针阔混交林或红松林。	国家二级

续表 4.2-10（完） 评价区国家级保护植物名录

序号	名称		形态特征	生境与分布	保护情况
4	紫椴		落叶乔木，高可达 20m~30m。树皮暗灰色，纵裂，成片状剥落；小枝黄褐色或红褐色。	喜光，幼苗幼树较耐庇荫；深根性树种；喜温凉、湿润气候，常单株散生于红松阔叶混交林内，垂直分布在海拔 800m 以下；对土壤要求比较严格，喜肥、喜排水良好的湿润土壤，多生长在山的中、下部；不耐水湿和沼泽地；耐寒。	国家二级
5	野大豆		一年生缠绕性草本，主根细长，可达 20cm 以上，侧根稀疏，蔓茎纤细，略带四棱形，密披浅黄色，紧贴长硬毛。	喜水耐湿，多生于山野以及河流沿岸、湿草地、湖边、沼泽附近或灌丛中，稀见于林内和风沙干旱的沙荒地；在评价范围内较为少见，主要分布于林缘、沟谷边及草地中。	国家二级
6	软枣猕猴桃		大型落叶藤本植物，小枝基本无毛或幼嫩时星散地薄被柔软绒毛或茸毛，叶膜质或纸质，卵形、长圆形、阔卵形至近圆形，顶端急短尖，基部圆形至浅心形，背面绿色，花绿白色或黄绿色，芳香。	生于阴坡的针、阔混交林和杂木林中土质肥沃内，有的生于阳坡水分充足的地方。喜凉爽、湿润的气候，或山沟溪流旁，多攀缘在阔叶树上，枝蔓多集中分布于树冠上部。	国家二级

2）吉林省重点保护野生植物

根据相关资料记录和野外调查结果，评价区内吉林省重点保护野生植物依据《吉林省重点保护野生植物名录》（吉政办明电[2009]152 号，2009 年 12 月 9 日）评价区分布有吉林省重点保护野生植物 30 种，另有人参、东北红豆杉、笃斯越橘（*Vaccinium uliginosum*）和天麻等 4 种为人工栽培物种。现场调查到吉林省保护野生植物 18 种。评价区吉林省重点保护野生植物见下表 4.2-11。

表 4.2-11 评价区吉林省重点保护野生植物一览表

种名	拉丁名	保护等级	评价区分布情况	来源	是否占用	影响
1.半夏	*Pinellia ternata*	二级	生于草坡、荒地、玉米地、田边或疏林下	资料	否	间接影响
2.穿龙薯蓣	*Dioscorea nipponica*	二级	评价区较为常见，各工程占地区均有分布	现场调查	是	直接影响
3.防风	*Saposhnikovia divaricata*	二级	评价区生长于林缘、林下、河边	资料	否	间接影响
4.红松	*Pinus koraiensis*	二级	评价区较为常见，常呈群落状分布，各工程占地区均有分布	现场调查	是	直接影响
5.胡桃楸	*Juglans mandshurica*	二级	评价区较为常见，常呈群落状分布，各工程占地区均有分布	现场调查	是	直接影响
6.花曲柳	*Fraxinus rhynchophylla*	二级	生于评价区山坡、河岸、路旁	资料	否	间接影响
7.黄檗	*Phellodendron amurense*	二级	评价区较为常见，下水库右岸占地区分布较多，其余区域零星分布	现场调查	是	直接影响
8.软枣猕猴桃	*Actinidia arguta*	二级	评价区较为常见，各工程占地区均有分布	现场调查	是	直接影响
9.水曲柳	*Fraxinus mandshurica*	二级	评价区较为常见，常呈群落状分布，集中分布于坝下右岸山坡区域	现场调查	是	直接影响
10.狭叶沙参	*Adenophora gmelinii*	二级	评价区林下零星分布	现场调查	是	直接影响
11.野大豆	*Glycine soja*	二级	评价区库区左岸区域于分布，分布面积 2m^2	现场调查	是	直接影响
12.紫椴	*Tilia amurensis*	二级	评价区较为常见，下水库右岸占地区分布较多，其余区域零星分布	现场调查	是	直接影响
13.臭冷杉	*Abies nephrolepis*	二级	评价区林内较为常见	现场调查	是	直接影响
14.北马兜铃	*Aristolochia contorta*	三级	生于山坡灌丛、沟谷两旁以及林缘	资料	否	间接影响
15.草芍药	*Paeonia obovata*	三级	评价区下水库右岸占地区和上水库占地区零星分布	现场调查	是	直接影响

续表 4.2-11（完） 评价区吉林省重点保护野生植物一览表

种名	拉丁名	保护等级	评价区分布情况	来源	是否占用	影响
16.刺五加	*Acanthopanax senticosus*	三级	评价区较为常见，各工程占地区均有分布	现场调查	是	直接影响
17.东北玉簪	*Hosta ensata*	三级	评价区下水库库内混凝土骨料暂存场分布有约 10 株	现场调查	是	直接影响
18.短果茴芹	*Spuriopimpinella brachycarpus*	三级	评价区较为常见，各工程占地区均有分布	现场调查	是	直接影响
19.桔梗	*Platycodon grandiflorus*	三级	评价区林下零星分布	现场调查	是	直接影响
20.蕨	*Pteridum aquilinum var. latiusculum*	三级	生于评价区山地阳坡和林地边缘	资料	否	间接影响
21.糠椴	*Tilia mandshurica*	三级	评价区下水库综合仓库区域零星分布	现场调查	是	直接影响
22.轮叶沙参	*Adenophora tetraphylla*	三级	评价区林下零星分布	现场调查	是	直接影响
23.毛穗藜芦	*Veratrum maackii*	三级	生于林下区域	资料	否	直接影响
24.秋子梨	*Pyrus ussuriensis*	三级	生于林缘、道路边	资料	否	直接影响
25.山葡萄	*Vitis amurensis*	三级	评价区上水库库尾有分布	现场调查	是	直接影响
26.双花堇菜	*Viola biflora*	三级	评价区较为常见，各工程占地区均有分布	现场调查	是	直接影响
27.五味子	*Schisandra chinensis*	三级	评价区林下零星分布	现场调查	是	直接影响
28.鲜黄连	*Jeffersonia dubia*	三级	评价区林下零星分布	现场调查	是	直接影响
29.油松	*Pinus tabulaeformis*	三级	生于林内、林缘	资料	否	间接影响
30.东北南星	*Arisaema amurense*	三级	评价区林下零星分布	现场调查	是	直接影响

3）古树名木

根据国家林业局发布的《古树名木鉴定规范》（LY/T 2737-2016）、《古树名木普查技术规范》（LY/T 2738-2016）（国家林业局公告 2016 年第 19 号，2016 年 10 月 19 日发布，2017 年 1 月 1 日起实施），根据靖宇县和三岔子林业局提供的古树名木信息及现场调查结果，评价区内未发现古树名木分布。

4）珍稀濒危植物

珍稀濒危植物是指依据《中国生物多样性红色名录—高等植物卷》中列为极危

（Critically Endangered）、濒危（Endangered）、易危（Vulnerable）的物种。根据对评价区植物名录核对，评价区内珍稀濒危植物共 7 种，另外还有人参、核桃（*Juglans regia*）和雪松（*Cedrus deodara*）为人工栽培物种，濒危物种牡丹草（*Gymnospermium microrrhynchum*）1 种，易危物种 6 种。评价区内珍稀濒危植物见下表 4.2-12。

表 4.2-12 评价区珍稀濒危植物一览表

中文名	拉丁名	濒危等级	是否特有	评价区分布情况	来源	是否占用	影响
牡丹草	*Gymnospermium microrrhynchum*	EN(濒危)	否	生于林中或林缘	资料	否	间接影响
侧金盏花	*Adonis amurensis*	VU(易危)	否	生于山坡草地或林下	资料	否	间接影响
黄檗	*Phellodendron amurense*	VU(易危)	否	生于山地杂木林中或山区河谷沿岸	现场调查	是	直接影响
细辛	*Asarum heterotropoides*	VU(易危)	否	生于山坡林下、山沟土质肥沃而阴湿地上	现场调查	是	直接影响
小楷枫	*Acer komarovii*	VU(易危)	否	生于海拔 800m~950m 的疏林中	资料	否	间接影响
猪牙花	*Erythronium japonicum*	VU(易危)	否	生于林下润湿地	现场调查	是	直接影响
紫椴	*Tilia amurensis*	VU(易危)	否	生于海拔 550m~950m 林内、林缘	现场调查	是	直接影响

5）中国特有种

根据《中国生物多样性红色名录—高等植物卷》与评价区植物名录核对，评价区内包含有中国特有植物 13 种，其中现场调查到 8 种。评价区中国特有植物见下表 4.2-13。未发现区域特有种类。

表 4.2-13 评价区中国特有植物一览表

中文名	拉丁名	濒危等级	是否特有	评价区分布情况	来源	是否占用	影响
薄叶鼠李	*Rhamnus leptophylla*	无危（LC）	是	生于山坡、山谷、路旁灌丛中或林缘	现场调查	是	直接影响
杠柳	*Periploca sepium*	无危（LC）	是	生于林缘、沟坡、河边沙质地或地埂等处	资料	否	间接影响
沟酸浆	*Mimulus tenellus*	无危（LC）	是	生于水边、林下湿地	资料	否	间接影响
花楸树	*Sorbus pohuashanensis*	无危（LC）	是	生于山坡或山谷杂木林内	现场调查	是	直接影响
黄刺玫	*Rosa xanthina*	无危（LC）	是	生于山坡阳处或杂木林边、丘陵草地	现场调查	是	直接影响
接骨木	*Sambucus williamsii*	无危（LC）	是	生于山坡、灌丛、沟边、路旁	现场调查	是	直接影响
京黄芩	*Scutellaria pekinensis*	无危（LC）	是	生于石坡、潮湿谷地或林下	现场调查	是	直接影响
鹿蹄草	*Pyrola calliantha*	无危（LC）	是	生于海拔700m~900m 山地针叶林、针阔叶混交林或阔叶林下	现场调查	是	直接影响
栓翅卫矛	*Euonymus phellomanus*	无危（LC）	是	生于山谷林中	现场调查	是	直接影响
细枝柳	*Salix gracilior*	无危（LC）	是	生于河边、沟渠边、沙区低湿地	资料	否	间接影响
阴地银莲花	*Anemone umbrosa*	无危（LC）	是	生于低山阴坡草地或林下阴处	资料	否	间接影响
油松	*Pinus tabuliformis*	无危（LC）	是	生于海拔550m~950m 山地	资料	否	间接影响
中华蹄盖蕨	*Athyrium sinense*	无危（LC）	是	生于海拔550m~950m 山地林下	现场调查	是	直接影响

5）外来入侵植物

依据《中国外来入侵物种名单》（第一批，2003 年）、《中国外来入侵物种名单》（第二批，2010 年）、《中国外来入侵物种名单》（第三批，2014 年）、《中国自然生态系统外来入侵物种名单》（第四批，2016 年）、《重点管理外来入侵物种名录》（2023 年 1 月 1 日实施）等，同时参考本区域关于外来入侵植物的相关报道和资料，经过实地调查在评价区发现有豚草（*Ambrosi artemisiifolia*）、圆叶牵牛（*Pharbitis purpurea*）、小蓬草（*Conyza canadensis*）、鬼针草（*Bidens pilosa*）、一年蓬（*Erigeron annuus*）等，各入侵植物基本情况及在评价区内的分布和现场调查情况见下表 4.2-14。

表 4.2-14 评价区内外来入侵植物一览表

序号	名称	科名	入侵种批次	分布情况
1	豚草 *Ambrosi artemisiifolia*	菊科 Compositae	第一批	农田、道路旁零星分布
2	圆叶牵牛 *Pharbitis purpurea*	旋花科 Convolvulaceae	第三批	村落、农田旁等附近区域多缠绕和覆盖其他植物，呈零星分布
3	小蓬草 *Conyza canadensis*	菊科 Compositae	第三批	道路旁等区域零星分布，部分区域呈群落状分布
4	鬼针草 *Bidens pilosa*	菊科 Compositae	第三批	常生于农田、村落旁，多呈零星分布
5	一年蓬 *Erigeron annuus*	菊科 Compositae	第三批	林缘、道路边缘呈群落状分布

4.2.1.6 陆生动物

a）动物地理区系及种类组成

1）动物地理区系

根据《中国动物地理》（科学出版社，2011），评价区在动物地理区划属古北界-东北亚界-东北区-长白山地亚区的长白山针阔混交林动物省和中部台地向松辽平原区的过渡地带。

2）种类组成

通过野外调查并整理相关资料得知，陆生生态评价区内陆生动物共有 109 种，隶属于 21 目 50 科。其中，两栖动物有 1 目 4 科 6 种；爬行动物有 1 目 3 科 7 种；鸟类有 14 目 32 科 78 种；哺乳动物有 5 目 11 科 18 种。国家一级保护野生动物 1 种，为梅花鹿（*Cervus nippon*），有国家二级保护野生动物 17 种，吉林省级保护野生动物 61 种。评价区内动物在各纲中的种类组成、区系和保护等级具体见表 4.2-15。

表 4.2-15 评价区陆生脊椎动物种类组成、区系和保护等级

种类组成				动物区系			保护动物		
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家一级	国家二级	吉林省级
两栖纲	1	4	6	0	4	2	0	0	3
爬行纲	1	3	7	0	5	2	0	0	5
鸟纲	14	32	78	12	12	54	0	11	47
哺乳纲	5	11	18	3	10	5	1	6	6
合计	21	50	109	15	31	63	1	17	61

b）动物多样性现状

1）两栖类现状

（1）种类、数量以及分布

评价区内有野生两栖动物 1 目 4 科 6 种。评价区未发现国家级保护两栖类；有吉林省级保护两栖类 3 种：东方铃蟾、花背蟾蜍、黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculata*）。东北雨蛙（*Hyla ussuriensis*）为评价范围内的优势种，数量较多，在评价区范围内的周边溪流、小水塘均有分布。

（2）区系组成

按区系类型分，以上两栖类可以为古北种和广布种：古北种 4 种，占评价区内两栖类总数的 66.7%；广布种 2 种，占评价区内两栖类总数的 33.3%。可见，评价区两栖动物区系以古北界物种为主，仅有少量广布种，区系成分比较单一，符合高纬度寒冷地区两栖类组成简单的特点，这与评价区域处于古北界相符。

（3）生态类型

根据生活习性的不同，评价区内的两栖类可分为以下3种生态类型：

静水型（在静水或缓流中觅食）：有东北林蛙、东方铃蟾和黑斑侧褶蛙，共 3 种。它们主要在评价区内水流较缓的水域和水田中生活。

陆栖型（在陆地上活动觅食）：有中华蟾蜍（*Bufo gargarizans*）、花背蟾蜍，共 2 种。它们主要在评价区内离水源不远处或较潮湿的陆地上活动，分布较广泛。

树栖型（在树上活动觅食，离水源较近的林子）：有东北雨蛙（*Hyla ussuriensis*），共1种，主要分布于评价范围林地、灌丛或草地上。

2）爬行类现状

（1）种类、数量以及分布

评价区内爬行类共有1目3科7种，其中蜥蜴科和游蛇科各有3种。未发现国家级保护爬行动物；有吉林省级保护爬行类5种：黑龙江草蜥（*Takydromus amurensis*）、丽斑麻蜥（*Eremias argus*）、北草蜥（*Takydromus septentrionalis*）、白条锦蛇（*Elaphe dione*）、棕黑锦蛇。白条锦蛇和虎斑颈槽蛇相对较为常见，其他均为稀有种，数量较少。

（2）区系组成

按照区系类型分，评价区内的爬行类有2种区系类型：古北种5种，占评价区内爬行类总数的71.4%；广布种2种，占评价区内爬行类总数的28.6%。与两栖类类似，爬行类的迁移能力不强，因此评价区爬行动物构成只有古北界和广布种，未发现东洋种。

（3）生态类型

根据生活习性的不同，可将评价区内的7种爬行动物分为以下2种生态类型：

灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类：包括黑龙江草蜥、丽斑麻蜥、北草蜥、中介蝮（*Gloydius intermedius*）、白条锦蛇，共 5 种，它们在评价范围内分布较为广泛，主要活动于评价区林地、灌丛、农田和路旁边坡中。评价区中灌丛石隙型爬行类种类、数量较多，此种类型的爬行动物构成了评价区爬行类的主体。

林栖傍水型（在山谷间有溪流的山坡上活动）：有棕黑锦蛇、虎斑颈槽蛇 2 种，它们主要在评价区内水域附近的林地活动。

3）鸟类现状

（1）种类、数量以及分布

评价区内鸟类有14目32科78种。其中，以雀形目鸟类最多，共46种，占评价区鸟类总数的59.0%。评价区内有国家二级保护鸟类11种，即花尾榛鸡（*Bonasa bonasia*）、鸳鸯（*Aix galericulata*）、灰脸鵟鹰（*Buta sturindicus*）、松雀鹰（*Accipiter virgatus*）、普通鵟（*Buteo japonicus*）、雀鹰（*Accipiter nisus*）、凤头蜂鹰（*Pernisptilor hynchus*）、红隼（*Falco tinnunculus*）、燕隼（*Falco subbuteo*）、红脚隼（*Falco amurensis*）、红胁绣眼鸟（*Zosterops erythropleurus*）；有吉林省级保护鸟类47种：环颈雉（*Phasianus colchicus*）、斑嘴鸭（*Anas zonorhyncha*）、小鸊鹈（*Tachybaptus ruficollis*）、山斑鸠（*Streptopelia orcentalis*）、树鹨（*Anthus hodgsoni*）、金翅雀、长尾雀（*Carpodacus sibiricus*）、燕雀（*Fringilla montifringilla*）、普通朱雀（*Carpodacus erythrinus*）、三道眉草鹀（*Emberiza cioides*）等。沼泽山雀、大山雀、普通鸸、黄喉鸸、麻雀等为评价范围内的优势种，数量较多、分布范围较广，在水库库区以及周边区域均有分布。

（2）区系组成

按照区系类型分，可将评价区内的鸟类分为3种区系类型：东洋种有12种，占评价区鸟类总数的15.4%；古北种有12种，占评价区鸟类总数的15.4%；广布种有54种，占

评价区鸟类总数的69.2%。评价区地处古北界东北区长白山亚区，由于鸟类的迁移能力很强，且有季节性迁徙的习性，因此鸟类中广布种占有较高比例。

（3）居留型

在评价区内的鸟类中，留鸟23种，占评价区鸟类总数的29.5%；夏候鸟43种，占评价区鸟类总数的55.2%；冬候鸟3种，占评价区鸟类总数的3.8%；旅鸟9种，占评价区鸟类总数的11.5%。评价区内繁殖鸟（留鸟和夏候鸟）有66种，占总数的84.6%，表明绝大多数的鸟在评价区繁殖，评价区分布的鸟类多为繁殖鸟类；迁徙鸟（夏候鸟、冬候鸟和旅鸟）55种，占鸟类总数的70.5%。由于鸟类的迁移能力很强，且有季节性迁徙的习性，因此评价范围内有超过半数的鸟类为迁徙鸟类。

（4）生态类型

根据生活习性的不同，可将评价区内分布的 78 种鸟类，分为 6 种生态类型：

游禽（脚向后伸，趾间有蹼，有扁阔的或尖嘴，善于游泳、潜水和在水中获取食物）：包括雁形目和鹱鹳目，共 3 种，即鸳鸯、斑嘴鸭、小鹱鹳。主要分布于下水库所在的那尔轰河。

涉禽（嘴、颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，不会游泳，常用长嘴插入水底或地面取食）：包括鹈形目鹭科和鸻形目的物种，共 7 种，即矶鹬（*Actitis hypoleucos*）、扇尾沙锥（*Gallinago gallinago*）、苍鹭（*Ardea cinerea*）、池鹭（*Ardeola bacchus*）、夜鹭（*Nycticorax nycticorax*）、绿鹭（*Buto ridesstriata*）、牛背鹭（*Bubulcus coromandus*）。它们在调查区主要栖息于那尔轰河河岸、水田和池塘附近。

陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：包括鸡形目、鸽形目鸟类，共 4 种，即鹌鹑（*Coturnix japonica*）、花尾榛鸡、环颈雉（*Phasianus colchicus*）、山斑鸠。花尾榛鸡主要生活在林区，以红松林和针阔混交林为主要活动生境，其它陆禽分布于调查区林缘地带、农田区域以及村落。

攀禽（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）：包括夜鹰目、鹃形目、犀鸟目、佛法僧目、啄木鸟目的种类，共 10 种，即普通夜鹰（*Caprimulgus indicus*）、大杜鹃（*Cucalus canorus*）、四声杜鹃、东方中杜鹃、戴胜、普通翠鸟（*Alcedoa tthis*）、小星头啄木鸟（*Dendrocopos kizuki*）、白背啄木鸟（*Dendrocopos leucotos*）、灰头绿

啄木鸟（*Picus canus*）、蚁鴷（*Jynxtor quilla*）。在调查区除了翠鸟科的种类主要分布于水域附近外，其它种类主要分布于开阔地带或林地中，也有部分也在林缘或村庄周围活动。

猛禽（具有弯曲如钩的锐利嘴和爪，翅膀强大有力，能在天空翱翔或滑翔，捕食空中或地下活的猎物）：包括鹰形目、隼形目和鸮形目所有种类，共 8 种，即灰脸鵟鹰、松雀鹰、普通鵟、雀鹰、凤头蜂鹰、红隼、燕隼、红脚隼。猛禽处于食物链顶端，在生态系统中占重要地位，由于数量稀少，我国将所有猛禽都列为国家保护鸟类。它们在调查区内主要分布于树林、林缘等区域，活动范围较广，但数量较少，为偶见种，在鸟类迁徙期间能看到部分物种在评价区上空盘旋或经过。

鸣禽（一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，鸣管和鸣肌特别发达，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢）：包括雀形目的所有种类，共 46 种，如黑枕黄鹂（*Oriolus chinensis*）、虎纹伯劳（*Lanius tigrinus*）、红尾伯劳、渡鸦（*Corvus corax*）、小嘴乌鸦（*Corvus corone*）、大嘴乌鸦（*Corvus macrorhynchos*）、松鸦（*Garrulus glandarius*）、灰喜鹊（*Cyanopica cyanus*）、喜鹊（*Pica pica*）、大山雀（*Parus cinereus*）、黄腹山雀（*Parus venustulus*）、沼泽山雀、家燕（*Hirundo rustica*）、金腰燕（*Cecropis daurica*）、普通朱雀、灰头鹀（*Emberiza spodocephala*）、三道眉草鹀、白眉鹀（*Emberiza tristrami*）等。其生活习性多种多样，广泛分布于调查区各类生境中，如树林、灌丛、农田及水域附近等，其中分布于树林和灌丛生境的种类较多，溪流、池塘周边也有分布。

（5）迁徙路线

全球候鸟迁徙线路主要有八条，其中三条从我国经过，分别为东非—西亚迁徙线、中亚—印度迁徙线、东亚—澳大利西亚迁徙线，每年从我国过境的候鸟种类和数量约占迁徙候鸟的 20%～25%，全国大部分地区均地处重要的国际候鸟迁徙路线之上。其中，东亚—澳大利西亚迁徙线候鸟数量最多，飞翔在这条线路上有白鹳、天鹅、黑鹳，猛禽有老鹰、猫头鹰，雀科类有相思、画眉等。

中国候鸟迁徙路线：

①西部迁徙路线

内蒙古西部、甘肃、青海和宁夏的候鸟，秋季向南迁飞，至四川盆地西部和云贵

高原越冬。新疆地区的湿地水鸟可向东南汇入该西部迁徙路线。

②中部迁徙路线

在内蒙古东部、中部草原，华北西部和陕西地区繁殖的候鸟，秋季进入四川盆地越冬，或继续向华中或更南的地区越冬。

③东部迁徙路线

在俄罗斯、日本、朝鲜半岛和我国东北与华北东部繁殖的湿地水鸟，春、秋季节通过我国东部沿海地区进行南北方向的迁徙。

那尔轰河流域位于我国东北地区，我国东部候鸟迁徙路线位于松嫩平原、辽东半岛和三江平原一带，那尔轰河流域不在世界和我国候鸟迁徙的主要通道上，不是水禽的主要迁徙路线。世界、我国鸟类迁徙路线情况见图 4.2-3。



图 4.2-3 世界、我国鸟类迁徙路线

4）哺乳类现状

（1）种类、数量以及分布

评价区内兽类共有5目11科18种，评价区内兽类以食肉目最多，共有7种。评价区内有国家一级保护哺乳动物1种，为梅花鹿；国家二级保护哺乳动物有6种：豹猫（*Prionailurus bengalensis*）、赤狐（*Vulpes vulpes*）、貉（*Nyctereutes procyonoides*）、亚洲黑熊（*Ursus thibetanus*）、黄喉貂（*Martes flavigula*）、马鹿（*Cervus canadensis*）；有吉林省级保护哺乳类6种：东北兔、北松鼠（*Sciurus vulgaris*）、东北刺猬（*Erinaceus amurensis*）、野猪、狍、黄鼬。北松鼠、黄鼬、野猪和狍均较为常见，其它物种为偶

见种或罕见种。

（2）区系组成

按区系类型划分，可将评价区内的兽类分为以下3类：东洋种3种，占评价区内兽类种类总数的16.7%；古北种10种，占评价区内兽类种类总数的55.5%；广布种5种，占评价区内兽类种类总数的27.8%。可见评价区内兽类以古北界物种为主，这与评价区域地处古北界相符。

（3）生态类型

根据评价区兽类生活习性的不同，可以将上述 18 种分为以下 3 种生态类型：

半地下生活型（穴居型，主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：有东北兔、东北刺猬、黑线姬鼠、褐家鼠、小家鼠、东方田鼠、黄鼬、亚洲狗獾（*Meles leucurus*），共 8 种。主要分布在评价区林地、灌丛、农田及村落附近，在林间步道、农田机耕路可偶遇到。

地面生活型（在地面上觅食、栖息的动物，部分物种偶尔上树）：有野猪、狍、梅花鹿、豹猫、赤狐、貉、亚洲黑熊、马鹿、黄喉貂共 9 种。主要分布在调查区林地、灌草地等人为活动较少区域。

树栖型（主要在树上栖息、觅食的哺乳类）：有北松鼠 1 种。主要栖息于评价区林地，在林间的步道可偶遇到。

c）重点保护动物、中国特有和濒危物种

根据《国家重点保护野生动物名录》（国家林业和草原局，2021 年 2 月），评价区有国家一级保护野生动物 1 种，有国家二级保护野生动物 17 种。

根据《吉林省重点保护陆生野生动物名录》（吉林省林业厅，2001 年 7 月），有吉林省级保护物种 61 种。

根据《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷（2020）》（生态环境部、中国科学院，2023 年），评价区濒危（EN）物种 2 种，易危（VU）物种 4 种，有近危（NT）物种 16 种，LC（无危）88 种。有中国特有物种 2 种。详见下表 4.2-16 重点保护野生动物一览表和表 4.2-17 重点保护野生动物调查统计表。

表 4.2-16 评价范围内重点保护野生动物一览表

	国家一级	国家二级	吉林省级	EN	VU	NT	LC	中国特有种
两栖	0	0	3	0	0	3	3	0
爬行	0	0	5	0	1	3	3	1
鸟类	0	11	47	0	0	5	74	1
哺乳类	1	6	6	2	3	5	8	0
总计	1	17	61	2	4	16	88	2

表 4.2-17　　评价范围内重点保护野生动物调查统计表

序号	物种名	栖息生境和分布区	保护等级	濒危等级	特有物种	资料来源	工程占用情况
国家级保护动物							
1.	梅花鹿 *Cervus nippon*	喜栖于山地森林或森林周围，常在清晨和黄昏活动觅食，白天则在树林或较隐蔽的地方休息。养殖逃逸超过三代可认定为野生物种，在评价区内和评价区外的山地内可能有分布。	国家一级	EN		访问	否，工程区外的森林区域。
2.	花尾榛鸡 *Bonasa bonasia*	栖息于林下植被繁茂，浆果丰富的松林、云杉、冷杉等针叶林中。下水库周边、上水库库区、评价范围外的林地中均有分布。	国家二级	NT		红外相机拍摄	是，上水库进出水口附近有斑尾榛鸡活动。
3.	鸳鸯 *Aix galericulata*	繁殖期主要栖息于山地森林河流、湖泊、水塘、芦苇沼泽和稻田地中，冬季多栖息于大的开阔湖泊、江河和沼泽地带。在下水库三角窝石村河边记录到 1 雌鸟带 1 只亚成体活动。	国家二级	NT		目击	是，下水库淹没区占用鸳鸯活动水域。
4.	灰脸鵟鹰 *Buta sturindicus*	繁殖期主要栖息于阔叶林、针阔叶混交林以及针叶林等山林地带，秋冬季节则大多栖息于林缘、山地、丘陵、草地、农田和村屯附近等较为开阔的地区。	国家二级	NT		目击	否，工程区外的森林区域。
5.	松雀鹰 *Accipiter virgatus*	栖息于海拔 2800m 以下的山地针叶林、阔叶林和混交林中，冬季时则会到海拔较低的山区活动。	国家二级	LC		资料	否，工程区外的森林区域。
6.	普通鵟 *Buteo japonicus*	主要栖息于山地森林和林缘地带。在三角窝石村村后山顶、下水库库区上空记录到。	国家二级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域上空。
7.	雀鹰 *Accipiter nisus*	栖息于林缘或开阔林区。	国家二级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域上空。

续表 4.2-17 评价范围内重点保护野生动物调查统计表

序号	物种名	栖息生境和分布区	保护等级	濒危等级	特有物种	资料来源	工程占用情况
8.	凤头蜂鹰 *Pernis ptilorhynchus*	栖息于针叶林、混交林、阔叶林等山地森林和林缘地带。在下水库库尾上空记录到。	国家二级	NT		目击	否，活动在工程区的森林区域上空。
9.	红隼 *Falco tinnunculus*	常栖息在山区植物稀疏的混合林、开垦耕地及旷野灌丛草地。在下水库坝址周边记录到。	国家二级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
10.	燕隼 *Falco subbuteo*	栖息于有稀疏树木生长的开阔平原、旷野、耕地、海岸、疏林和林缘地带。	国家二级	LC		目击	否，活动在工程区及周边区域的森林区域。
11.	红脚隼 *Falco amurensis*	主要栖息于低山疏林、林缘、山脚平原、丘陵地区的沼泽、草地、河流、山谷和农田耕地等开阔地区，尤其喜欢具有稀疏树木的平原、低山和丘陵地区。	国家二级	NT		资料	否，活动在工程区的森林区域。
12.	红胁绣眼鸟 *Zosterops erythropleurus*	栖息于阔叶林和以阔叶树为主的针阔叶混交林、竹林、次生林等各种类型森林中。在下水库周边、库尾有多次记录。	国家二级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
13.	豹猫 *Prionailurus bengalensis*	栖息于山地林区，亦见于沿河灌丛和林区居民点附近。	国家二级	VU		资料	否，活动在工程区的森林区域。
14.	马鹿 *Cervus canadensis*	栖息于大面积的针阔叶混交林、林间草地，或下至溪谷沿岸活动。	国家二级	EN		访问	否，工程区周边访问较罕见
15.	赤狐 *Vulpes vulpes*	栖息环境非常多样，如森林、草原、荒漠、高山、丘陵、平原及村庄附近，甚至于城郊，皆可栖息。	国家二级	NT		资料	否，活动在工程区的森林区域。
16.	貉 *Nyctereutes procyonoides*	栖息于阔叶林中开阔、接近水源的地方或开阔草甸、茂密的灌丛带和芦苇地。	国家二级	NT		资料	否，活动在工程区的森林区域。

续表 4.2-17　　评价范围内重点保护野生动物调查统计表

序号	物种名	栖息生境和分布区	保护等级	濒危等级	特有物种	资料来源	工程占用情况
17.	亚洲黑熊 *Ursus thibetanus*	低海拔 600m 的热带雨林到亚热带的常绿阔叶林，亚热带干旱河谷灌丛；温带落叶阔叶林、针阔叶混交林、针叶林以及海拔 4000m 左右的山地寒温带暗针叶林，都有栖息。	国家二级	VU		访问	否，活动在工程区的森林区域。
18.	黄喉貂 *Martes flavigula*	栖息地海拔高度为 3000m 以下。活动于常绿阔叶叶林和针阔叶混交林区。	国家二级	VU		资料	否，活动在工程区的森林区域。
吉林省级保护动物							
1.	东方铃蟾 *Bombina orientalis*	栖息在山溪的石下、草丛、路边、半山坡上的小水坑、石头坑等处，多选择有水洼的环境作为栖息位点。在评价区内溪流内多次记录。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的林下湿地区域。
2.	花背蟾蜍 *Strauch buforaddei*	白昼多匿居于草石下或土洞内。冬季成群穴居在沙土中。	省级	NT		资料	否，活动在工程区的沙地、旱地区域。
3.	黑斑侧褶蛙 *Pelophylax nigromaculata*	中国常见蛙类，常栖息于水田、池塘湖沼、河流及海拔 2200m 以下的山地。	省级	NT		目击	否，活动在工程区的湿地、水田、溪流等静水区域。
4.	黑龙江草蜥 *Takydromus amurensis*	栖居在山林边缘、荒山坡、草丛间、路边等处，也常见于菜地或黄豆地，偶在树上寻食或静卧。	省级	NT		目击	否，活动在林下道路两侧草地灌丛区域。
5.	丽斑麻蜥 *Eremias argus*	栖息于平原、丘陵、草原、低山和农区等各种环境。	省级	NT		资料	否，活动在林下道路两侧区域。

续表 4.2-17　　评价范围内重点保护野生动物调查统计表

序号	物种名	栖息生境和分布区	保护等级	濒危等级	特有物种	资料来源	工程占用情况
6.	北草蜥 *Takydromus septentrionalis*	栖息于丘陵灌丛中，也见于农田、茶园、溪边、路边。	省级	LC	是	资料	否，活动在评价区灌丛、草地生境。
7.	白条锦蛇 *Elaphe dione*	白条锦蛇生活于平原、丘陵或山区、草原，栖于田野、坟堆、草坡、林区、河边及近旁，也常见于菜园、农家的鸡窝、畜圈附近,有时为捕食鼠类进入老土房。在下水库库区内的大桥下发现 1 条。	省级	LC		目击	否，活动在评价区灌丛、草地生境。
8.	棕黑锦蛇 *Elaphe schrenckii*	活动于平原、山区的林边、草丛、耕地，亦到人住宅附近甚至进入房内。在下水库库区内的大桥下发现 1 条。	省级	VU		目击	否，活动在评价区灌丛、草地生境。
9.	鹌鹑 *Coturnix japonica*	鹌鹑属的鸟类经常活动在生长着茂密的野草或矮树丛的平原、荒地、山坡、丘陵、沼泽、湖泊、溪流的草丛中生活，有时亦在灌木林活动。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。
10.	环颈雉 *Phasianus colchicus*	栖息于山区灌木丛、小竹簇、草丛、山谷草甸及林缘、近山耕地和苇塘内。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
11.	斑嘴鸭 *Anas zonorhyncha*	栖息于内陆各类大小湖泊、水库、江河、水塘、沙洲和沼泽地带。	省级	LC		目击	是，下水库淹没区占用斑嘴鸭活动水域。
12.	小鿏鹬 *Tachybaptus ruficollis*	喜在清水及有丰富水生生物的湖泊、沼泽及涨过水的稻田。	省级	LC		资料	是，下水库淹没区占用小鿏鹬活动水域。
13.	山斑鸠 *Streptopelia orientalis*	栖息于山区、丘陵多树木地带。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
14.	普通夜鹰 *Caprimulgus indicus*	栖息于森林中，尤其喜栖砍伐林地及林缘。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。

续表 4.2-17　　评价范围内重点保护野生动物调查统计表

序号	物种名	栖息生境和分布区	保护等级	濒危等级	特有物种	资料来源	工程占用情况
15.	大杜鹃 *Cucalus canorus*	多栖于山地、丘陵和平原地带的森林中。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
16.	四声杜鹃 *Cuculus micropterus*	多栖息于高大森林中。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。
17.	矶鹬 *Actitis hypoleucos*	栖息于低山丘陵和山脚平原地带的江河沿岸、湖泊、水库和水塘岸边等地。	省级	LC		目击	是，下水库淹没区占用矶鹬的部分活动范围。
18.	扇尾沙锥 *Gallinago gallinago*	扇尾沙锥在繁殖期主要栖息于冻原和开阔平原上的淡水或盐水湖泊、河流、芦苇塘和沼泽地带。	省级	LC		资料	是，下水库淹没区占用扇尾沙锥的部分活动范围。
19.	苍鹭 *Arde acinerea*	栖息于沼泽、海滩、江河、湖岸边的浅水处。	省级	LC		目击	是，下水库淹没区占用部分活动范围。
20.	池鹭 *Arde olabacchus*	栖息于稻田、池塘、湖泊、水库和沼泽湿地等水域。	省级	LC		资料	是，下水库淹没区占用部分活动范围。
21.	夜鹭 *Nycticorax nycticorax*	栖息和活动于平原和低山丘陵地区的溪流、水塘、江河、沼泽和水田地上。	省级	LC		资料	是，下水库淹没区占用部分活动范围。
22.	绿鹭 *Buto ridesstriata*	栖息于山区沟谷、河流、湖泊、水库林缘与灌木草丛中。	省级	LC		资料	是，下水库淹没区占用部分活动范围。
23.	牛背鹭 *Bubulcus coromandus*	栖息于平原、低山脚下的沼泽、稻田、荒地等地。	省级	LC		资料	是，下水库淹没区占用部分活动范围。
24.	戴胜 *Upupa epops*	栖息于低山平原和丘陵地带、林缘耕地等处。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。

续表 4.2-17　　评价范围内重点保护野生动物调查统计表

序号	物种名	栖息生境和分布区	保护等级	濒危等级	特有物种	资料来源	工程占用情况
25.	灰头绿啄木鸟 *Picus canus*	栖息于山区、丘陵、平原等的树上。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
26.	黑枕黄鹂 *Oriolus chinensis*	栖于山区、平原的树林中。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。
27.	虎纹伯劳 *Lanius tigrinus*	主要栖息于低山丘陵和山脚平原地区的森林和林缘地带，尤以开阔的次生阔叶林、灌木林和林缘灌丛地带较常见。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
28.	红尾伯劳 *Lanius cristatus*	栖于平原至低山、丘陵的次生阔叶林内。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。
29.	灰喜鹊 *Cyanopica cyanus*	栖息于半山区林地、灌全或村庄附近的杂木林、松林中。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
30.	喜鹊 *Pica pica*	栖息于山地村落、平原林中常在村庄、田野、山边林缘活动。	省级	LC		访问	否，活动在工程区的森林区域。
31.	家燕 *Hirundo rustica*	栖息于村落附近，常到田野、森林、水域上空飞行。主要集中在淹没区内的三角窝石村。	省级	LC		目击	是，主要集中在淹没区内的三角窝石村。
32.	金腰燕 *Cecropis daurica*	栖息于树落附近，常到田野上空飞行。主要集中在淹没区内的三角窝石村。	省级	LC		目击	是，主要集中在淹没区内的三角窝石村。
33.	黄腰柳莺 *Phylloscopus proregulus*	栖息于阔叶林及灌丛中。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
34.	黄眉柳莺 *Phylloscopus inornatus*	栖息于灌丛间，常在树冠、灌丛间穿飞。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。

续表 4.2-17　　评价范围内重点保护野生动物调查统计表

序号	物种名	栖息生境和分布区	保护等级	濒危等级	特有物种	资料来源	工程占用情况
35.	冕柳莺 *Phylloscopus coronatus*	主要栖息于 2000m 以下的山地针叶林、针阔叶混交林和阔叶林及其林缘地带，它们常活跃于树冠层，在树枝间飞来飞去，以昆虫为食。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
36.	北长尾山雀 *Aegithalos caudatus*	栖息于山地针叶林或针阔叶混交。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
37.	斑鸫 *Turdus eunomus*	主要栖息于森林和林缘灌丛地带。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。
38.	北红尾鸲 *Phoenicurus auroreus*	栖息活动于林缘、灌丛、农田、村镇、树林。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
39.	白眉姬鹟 *Ficedula zanthopygia*	主要栖息于海拔 1200m 以下的低山丘陵和山脚地带的阔叶林和针阔叶混交林中。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
40.	红胁蓝尾鸲 *Tarsiger cyanurus*	栖息于灌丛间，在山脚灌丛以及近田野的灌丛较常见。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
41.	东亚石鸻 *Saxicola stejnegeri*	栖息于田地谷物的梢端或矮树、灌体的高处，亦落在岩石上。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
42.	北灰鹟 *Muscicapa latirostris*	藏匿于森林林下的茂密灌丛常单独或成对活动，多活动大林下灌丛和山边疏林中。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
43.	麻雀 *Passer montanus*	多栖于居民区的建筑物和树上，活动范围广，多集群活动。	省级	LC		目击	是，主要集中在淹没区内的三角窝石村以及周边生境。

续表 4.2-17　　评价范围内重点保护野生动物调查统计表

序号	物种名	栖息生境和分布区	保护等级	濒危等级	特有物种	资料来源	工程占用情况
44.	灰鹡鸰 *Motacilla cinerea*	栖息于近水的多种生境中。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
45.	白鹡鸰 *Motacilla alba*	栖息于离水较近的耕地附近、草地、荒坡、路边等处，不到林间活动。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
46.	树鹨 *Anthus hodgsoni*	栖息于山区或平原的树林及草地中，迁徙时集群。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。
47.	金翅雀 *Carduelis sinica*	多栖息在低山疏林地带，河谷次生杂林。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
48.	锡嘴雀 *Coccothraustes coccothraustes*	主要栖息于低山、丘陵和平原地带的阔叶林、针阔叶混交林和次生林及人工林。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
49.	长尾雀 *Carpodacus sibiricus*	主要栖息于低山丘陵、山谷和溪流岸边灌丛和小树丛中和稀树荒坡、林缘、公园、果园、苗圃及庭院中的小树上。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
50.	燕雀 *Fringilla montifringilla*	繁殖期间栖息于阔叶林、针叶阔叶混交林和针叶林等各类森林中，尤以在桦树占优势的树林较常见。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。
51.	普通朱雀 *Carpodacus erythrinus*	主要栖息于海拔 1000m 以上的针叶林和针阔叶混交林及其林缘地带。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。
52.	灰头鹀 *Emberiza spodocephala*	多栖息在山区和丘陵地带的林地和灌丛内。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。

续表 4.2-17　　评价范围内重点保护野生动物调查统计表

序号	物种名	栖息生境和分布区	保护等级	濒危等级	特有物种	资料来源	工程占用情况
53.	三道眉草鹀 *Emberiza cioides*	栖息于低山丘陵阔叶林林缘及灌丛营巢于小乔木或灌木枝桠上或草丛地面。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。
54.	白眉鹀 *Emberiza tristrami*	栖息于海拔 700m~1100m 的低山针阔叶混交林、针叶林和阔叶林、林缘次生林、林间空地、溪流沿岸森林，尤以林下植物发达的针阔叶混交林中较常，不喜欢无林的开阔地带，尤喜在山溪沟谷、林缘、林间空地和林下灌丛或草丛活动。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
55.	黄喉鹀 *Emberiza elegans*	多栖息于山地、丘陵、草地、灌丛，也常见林缘耕地。	省级	LC		目击	否，活动在工程区的森林区域。
56.	东北兔 *Lepus mandshuricus*	栖息于海拔 300m~900m 高的针叶阔叶混交林中，也见于林外平原地区的荒地草丛和河谷灌丛。	省级	LC		访问	否，活动在工程区的森林区域。
57.	北松鼠 *Sciurus vulgaris*	喜欢红松为主的针叶带和高大树干的森林。	省级	NT		目击	否，活动在工程区的森林区域。
58.	东北刺猬 *Erinaceusa murensis*	常栖息于落叶阔叶林内。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。
59.	野猪 *Suss crofa*	主要栖息于阔叶林、针阔混交林，也出没于林缘耕地。	省级	LC		红外相机拍摄	否，活动在工程区的森林区域。
60.	狍 *Capreolus pygargus*	多栖息在疏林带，多在河谷及缓坡上活动.	省级	NT		红外相机拍摄	否，活动在工程区的森林区域。
61.	黄鼬 *Mustela sibirica*	栖息环境极其广泛，常见于森林林缘、灌丛、沼泽、河谷、丘陵和平原等地。	省级	LC		资料	否，活动在工程区的森林区域。

续表 4.2-17（完）　　评价范围内重点保护野生动物调查统计表

序号	物种名	栖息生境和分布区	保护等级	濒危等级	特有物种	资料来源	工程占用情况
评价区内濒危物种和中国特有物种							
1.	梅花鹿 *Cervus nippon*	喜栖于山地森林或森林周围，常在清晨和黄昏活动觅食，白天则在树林或较隐蔽的地方休息。	国家一级	EN		访问	否，活动在工程区的森林区域。
2.	棕黑锦蛇 *Elaphes chrenckii*	活动于平原、山区的林边、草丛、耕地，亦到人住宅附近甚至进入房内。	省级	VU		目击	否，活动在工程区的森林区域。
3.	豹猫 *Prionailurus bengalensis*	栖息于山地林区，亦见于沿河灌丛和林区居民点附近。	国家二级	VU		资料	否，活动在工程区的森林区域。
4.	亚洲黑熊 *Ursus thibetanus*	低海拔 600m 的热带雨林到亚热带的常绿阔叶林，亚热带干旱河谷灌丛；温带落叶阔叶林、针阔叶混交林、针叶林以及海拔 4000m 左右的山地寒温带暗针叶林，都有栖息。	国家二级	VU		访问	否，活动在工程区的森林区域。
5.	马鹿 *Cervus canadensis*	栖息于大面积的针阔叶混交林、林间草地，或下至溪谷沿岸活动。	国家二级	EN		访问	否，工程区周边访问较罕见
6.	黄喉貂 *Martes flavigula*	栖息地海拔高度为 3000m 以下。活动于常绿阔叶叶林和针阔叶混交林区。	国家二级	VU		访问	否，活动在工程区的森林区域。
7.	黑龙江草蜥 *Takydromus amurensis*	栖居在山林边缘、荒山坡、草丛间、路边等处，也常见于菜地或黄豆地，偶在树上寻食或静卧。	省级	NT	是	访问	否，活动在工程区的森林区域。
8.	黄腹山雀 *Parus venustulus*	栖息于海拔 2000m 以下的山地各林木中，冬季多下到低山和山脚平原地带的次生林、人工林和林缘疏林灌丛地带。	——	LC	是	目击	否，活动在工程区的森林区域。

注：①保护等级参考《国家重点保护野生动物名录》（国家林业和草原局，2021 年 2 月）、《吉林省重点保护陆生野生动物名录》（吉林省林业厅，2001 年 7 月）；

②濒危等级：EN 濒危、“VU”易危、“NT”近危、“LC”无危。濒危等级、特有种参考《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷（2020）》（生态环境部、中国科学院，2023 年）。

d）评价区陆生动物物种分布格局

评价区动物分布情况基于现场样线记录表进行分析。评价区内动物分布的主要生境包括林地生境、农田生境和湿地生境。林地生境中记录到的动物有 45 种，共 327 只；农田生境中的动物有 13 种，共 34 只；湿地生境中的动物有 18 种，共 132 只。林地生境的动物种类最多，显示出较高的物种多样性。森林作为一个复杂的生态系统，为多种动物提供了丰富的食物来源和适宜的栖息环境，因此这里的动物种类和数量都较多。相比之下，农田生境的动物种类最少，只有 13 种。由于农田生态系统相对单一，主要以农作物种植为主，并且受到明显的人为干扰活动，这对评价区陆生动物的分布产生了一定的影响。不同的动物种类占据不同的生态位，以适应不同的生境条件。在森林中，动物包括树冠层、中层和地面层的多种生物；而在湿地中，动物可能更倾向于水生或半水生的生活环境。

4.2.1.7 生态质量现状评价

a）植被覆盖度

根据 2023 年 3 月 WorldView 的卫星影像数据，对评价区的植被覆盖度指数进行归一化分析于计算后，评价区植被覆盖度等级划分及面积比例情况见下表 4.2-18。

表 4.2-18 评价区植被覆盖度

NDVI 值	植被覆盖度等级	面积（hm^2）	面积比例（%）
NDVI≤0.1	低覆盖度	64.36	3.27
0.1＜NDVI≤0.3	较低覆盖度	90.2	4.59
0.3＜NDVI≤0.5	中覆盖度	104.52	5.31
0.5＜NDVI≤0.7	较高覆盖度	214.57	10.91
＞0.7	高覆盖度	1493.43	75.92
总计	-	1967.08	100.00

依据上表可知：评价区域内高覆盖度的面积均较高，面积为 1493.43hm^2，占评价区总面积的 75.92%，结合现场调查，评价区覆盖度较高的区域为除那尔轰河两岸及上库区域，区域生态系统以森林生态系统为主，分布有针叶林、阔叶林、林地和道路边缘分布有灌丛和灌草丛，常见植被有山杨林、白桦林、红松林、日本落叶松林、水曲柳林等。植被覆盖度较低的区域主要为受人为活动干扰的河谷区域，植被覆盖度小于 0.5 的面积为 259.08hm^2，所占比例为 13.17%，主要分布在村落、道路、河流和农田。

整体来说，评价区植被覆盖度较高。

b）生物多样性评价

1）植物多样性指数

通过现场样方调查成果计算丰富度指数、香农-威纳多样性指数、辛普森多样性指数等来进行评测，生物多样性指数见下表 4.2-19。

表 4.2-19 评价区内森林植被群落乔木层多样性指数

植被类型	乔木群系	Shannon-Winener 多样性指数（H）	Pielou 均匀度指数（D）	Simpson 多样性指数（J）
阔叶林	胡桃楸林	0.36	0.30	0.80
	白桦林	0.36	0.34	0.79
	山杨林	0.37	0.20	0.85
	水曲柳林	0.35	0.28	0.76
针叶林	红松林	0.32	0.32	0.67
	日本落叶松	0.36	0.33	0.77

根据对评价区的现场植物样方调查：评价范围内针叶林群落主要分布在下水库周边山坡区域，评价区的红松林和日本落叶松林为人工造林后演化而成的次生林，针叶林林内物种多样性稍低，伴生种多为白桦、胡桃楸、三花槭、紫椴、花楷槭等。评价区内阔叶林分布范围较广，在上水库库区和输水管线山体区域较为集中，群落内乔木层和草本层发育较好，灌木层发育较差，乔木层伴生种较多，如：春榆、裂叶榆、蒙古栎、紫椴、紫花槭、花楷槭、青楷槭、三花槭等。

2）动物多样性指数

根据工程直接影响范围，将评价区划分为上水库库区和下水库库区 2 个部分，通过实地调查，分别计算 2 个区域的生物多样性，包括计算香农-威纳多样性指数、均匀度指数和辛普森优势度指数。同时统计分析在不同生境下生物多样性指数的差异。各区域生物多样性指数见表 4.2-20。

按照区域划分，下水库生物多样性指数（3.139）高于上水库（2.091）。下水库物种优势度指数略高于上水库，下水库和上水库的均匀度指数相差不大。按照生境划分，林地生境的生物多样性指数高于湿地和农田，与森林生态系统占优势相一致。评价范围内湿地生境中的物种多样性和优势度指数均低于其它生境。

表 4.2-20 评价区内不同区域动物多样性指数

	区域名称	Shannon-Winener 多样性指数（H）	Simpson 优势度指数（D）	Pielou 均匀度指数（J）
按生境划分	林地	3.108	0.933	0.816
	湿地	1.848	0.693	0.652
	农田	2.428	0.903	0.977
按区域划分	上水库	2.091	0.851	0.872
	下水库	3.139	0.927	0.802
	总评价范围	2.731	0.834	0.629

c）自然体系生物量现状

根据现场调查及卫星影像解译，结合评价区地表植被覆盖现状和植被立地情况，区域植被类型可划分为针叶林、阔叶林、灌丛、草丛等，以各植被类型的生物量及耕地的近年平均粮食产量等参数来推算其实际生物量，各植被类型生物量情况见表4.2-21。

表 4.2-21 评价区各植被类型生物量

植被类型	代表植物	面积（hm^2）	占评价区比例（%）	平均生物量（t/hm^2）	总生物量（t）	生物量占比（%）
阔叶林	水曲柳、山杨、白桦	1081.69	54.99	202.00	218501.38	65.23
针叶林	日本落叶松、红松	648.64	32.97	179.00	116106.56	34.66
阔叶灌丛	珍珠梅等	2.29	0.12	68.00	155.78	0.05
草丛	五月艾蒿等	0.35	0.02	1.60	0.56	<0.01
农作物	玉蜀黍	165.86	8.43	1.10	182.45	0.05
经济作物	豆类、蓝靛果等	3.88	0.20	1.10	4.27	<0.01
合计		1902.71	96.73	--	334951.0	100.00

注：各植被类型平均生物量数据来源于：①《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）；②《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜 等，1999）等文献；③《中国东北样带植被净初级生产力时空动态遥感模拟》（张峰等，2008）；④《东北林区森林生物量遥感估

算及分析》（李明泽，2010 年）。

根据对评价区内各植被类型生物量的估算，评价区内总生物量为 334951.0t。其中阔叶林和针叶林生物量在评价区内占比较高，生物量分别为 218501.38t 和 116106.56t，分别占总生物量比例的 65.23%和 34.66%，其它植被类型生物量较少，主要因为植被类型面积较小且单位面积内生物量较低。

因此，森林生态系统是评价区的主要生态类型，对生态系统的稳定和变化受人为干扰的影响较小。

d）景观格局评价

1）景观格局指数

景观格局通常是指景观的空间结构特征，具体是指由自然或人为形成的，一系列大小、形状各异，排列不同的景观镶嵌体在景观空间的排列，它既是景观异质性的具体表现，同时又是包括干扰在内的各种生态过程在不同尺度上作用的结果。不同的景观类型在维护生物多样性、保护物种、完善整体结构和功能、促进景观结构自然演替等方面的作用是有差别的；同时，不同景观类型对外界干扰的抵抗能力也是不同的。因此，对某区域景观空间格局的研究，是揭示该区域生态状况及空间变异特征的有效手段。可以将研究区域不同的生态结构划分为景观单元斑块，通过定量分析景观空间格局的特征指数，从宏观角度给出区域生态环境状况。

（1）斑块面积，具有很重要的生态意义，其值的大小制约着以此类型斑块作为聚居地的物种的丰度、数量、食物链及其次生种的繁殖等，如许多生物对其聚居地最小面积的需求是其生存的条件之一；不同类型面积的大小能够反映出其间物种、能量和养分等信息流的差异，一般来说，一个斑块中能量和矿物养分的总量与其面积成正比。面积作为研究景观要素特征的主要参数之一，它将直接影响单位面积的生物量、生产力和养分储量，以及物种组成和多样性。不同时期的景观类型斑块大小的构成特征，既反映着景观的动态变化趋势，也表明了景观的稳定性特征。

（2）景观百分比，指一个景观类型占整个景观的面积比例，在相对意义上给出了每个景观类型对整个景观的贡献率。

（3）斑块数，是测度某一景观类型范围内景观分离度与破碎性最简单的指标。斑

块数反映景观的空间格局，经常被用来描述整个景观的异质性，其值的大小与景观的破碎度也有很好的正相关性，一般规律是斑块数大，破碎度高；斑块数小，破碎度低。斑块数对许多生态过程都有影响，如可以决定景观中各种物种及其次生种的空间分布特征；改变物种间相互作用和协同共生的稳定性。而且，斑块数对景观中各种干扰的蔓延程度有重要的影响，如某类斑块数目多且比较分散时，则对某些干扰的蔓延有抑制作用。

（4）最大斑块指数，指整个景观被大斑块占据的程度，是优势度的一个简单测度。该指数反映了最大斑块对整个类型或者景观的影响程度，有助于确定景观的优势类型等，表明景观格局由少数大斑块控制、大斑块占优势地位的程度，其值的大小决定着景观中的优势种、内部种的丰度等生态特征；其值的变化可以改变干扰的强度和频率，反映人类活动的方向和强弱。

（5）最大斑块指数和平均斑块面积联合表达斑块类型优势度信息。斑块平均面积用于描述景观粒度，在一定意义上揭示景观破碎化程度，是景观类型数量和面积的综合测度，可以表征景观类型的破碎度，一般与总面积或斑块数目、最大斑块指数联合使用，解释景观类型的破碎度、优势度、均匀度。斑块平均面积代表一种平均状况，在景观结构分析中反映两方面的意义：一方面，景观中斑块平均面积值的分布区间对图像或地图的范围以及对景观中最小斑块粒径的选取有制约作用；另一方面，斑块平均面积可以指征景观的破碎程度，如我们认为在景观级别上一个具有较小斑块平均面积值的景观比一个具有较大斑块平均面积值的景观更破碎，同样在斑块级别上，一个具有较小斑块平均面积值的斑块类型比一个具有较大斑块平均面积的斑块类型更破碎。

异质性是景观的重要属性，景观异质性可通过景观斑块密度、景观边缘密度和景观多样性等指标加以描述和分析。

景观多样性是指景观在结构、功能以及随时间变化方面的多样性，它反映了景观的复杂性。

斑块类型异质性分析主要采用斑块密度、香农多样性指数、香农均匀度指数来表征。

优势度值（Do）={（Rd+Rf）/2+Lp}/2×100

密度（Rd）＝嵌块 i 的数目/嵌块总数×100

频度（Rf）＝嵌块 i 出现的样方数/总样方数×100

景观比例（Lp）=嵌块 i 的面积/样地总面积×100

运用上述参数计算本项目生态评价范围各类斑块优势度值，根据评价区域景观生态类型以及优势度，分析评价区域景观生态质量。景观生态系统的质量现状由评价范围内的自然环境、各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，模地是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。

2）评价结果

评价区景观类型可划分为 5 个类型，评价区各斑块类型中，森林景观占据绝对优势，优势度值最高，为 62.79%，森林景观为评价区内占主导地位，所以区域景观生态体系生产能力和抗干扰能力受人为干扰程度较高，是本区域内对景观具有控制作用的生态体系重要组成部分。

评价区农田及城镇等景观类型优势度也占有一定比例均有分布，分别为 20.09%和 11.78%，表明该评价区内形成了集农、林、城镇等人工综合的生态系统。

评价区景观格局指数计算结果详见下表。

表 4.2-22 评价区各类斑块优势度值表

景观指数	森林景观	湿地景观	灌草地景观	农田景观	城镇景观
斑块数 NP（个）	105	27	4	227	149
斑块平均面积 MPS（hm^2）	16.48	0.76	0.66	0.75	0.29
斑块总面积 CA（hm^2）	1730.33	20.53	2.64	169.75	43.83
斑块密度 Rd（%）	20.51	5.27	0.78	44.34	29.10
斑块频度 Rf（%）	54.71	2.58	10.39	18.75	13.56
景观比例 Lp（%）	87.96	1.04	0.13	8.63	2.23
优势度值（Do）（%）	62.79	2.49	2.86	20.09	11.78
香农多样性指数（SHDI）	0.47				

续表 4.2-22（完） 评价区各类斑块优势度值表

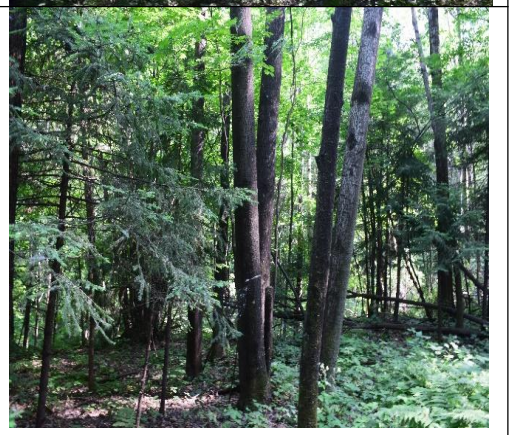
景观指数	森林景观	湿地景观	灌草地景观	农田景观	城镇景观
香农均匀度指数（SHEI）	0.29				
斑块破碎度指数（F）	0.08				

4.2.1.8　典型工程区生态环境现状

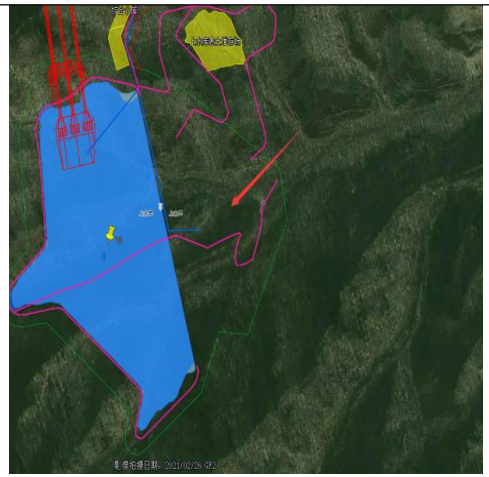
a）上水库

上水库施工区主要布置的施工设施有：施工营地、垫层料加工系统、混凝土生产系统、综合仓库、钢筋木材加工厂、机械修配站。

表 4.2-23　　上水库工程区生态环境现状

工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
上水库坝址	土地利用类型为林地，主要植被为山杨林、白桦林，常见植物有蒙古栎、元宝槭、青楷槭、三花槭、春榆、红松、刺五加、瘤枝卫矛、东北山梅花、小玉竹、短果茴芹、大齿山芹、荨麻叶龙头草、中华蹄盖蕨、东北百合、蔓孩儿参、山尖子、红毛七、荷青花、白花碎米荠、野芝麻等。现场常见物种为东北林蛙、北长尾山雀、狍等。调查期间在该区域内实地发现保护植物有水曲柳 6 株，红松 1 株、紫椴 2 株。		
上水库库区	土地利用类型为林地，主要植被为山杨林、白桦林、胡桃楸林，常见植物有蒙古栎、硕桦、紫花槭、花楷槭、青楷槭、红松、紫椴、东北山梅花、尖叶茶藨子、刺五加、美丽绣线菊、荨麻叶龙头草、白花碎米荠、狭叶荨麻、荷青花、野芝麻、东北百合、大齿山芹、山尖子、东北风毛菊、东方荚果蕨、异穗薹草、尾叶香茶菜、宽叶山蒿、水金凤等。现场记录到动物有东北林蛙、沼泽山雀、北长尾山雀，红外相机拍摄到狍。调查期间在该区域内发现保护植物有水曲柳 12 株，黄檗 42 株，红松 13 株，紫椴 3 株，软枣猕猴桃 3m^2。		

续表 4.2-23　　上水库工程区生态环境现状

工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
上水库库尾	土地利用类型为林地，主要植被为山杨林、白桦林，常见植物有裂叶榆、蒙古栎、春榆、红松、元宝槭、青楷槭、紫花槭、花楷槭、接骨木、尖叶茶藨子、瘤枝卫矛、东北山梅花、短果茴芹、荨麻叶龙头草、白花碎米荠、荷青花、大齿山芹、野芝麻、中华蹄盖蕨、水金凤、三角叶酢浆草、球果堇菜等。现场记录到动物有东北林蛙、沼泽山雀。		
上水库 坝后压坡体	土地利用类型为林地，主要植被为山杨林、白桦林，常见植物有春榆、蒙古栎、紫花槭、臭冷杉、花楷槭、元宝槭、三花槭、东北山梅花、瘤枝卫矛、白花碎米荠、野芝麻、京黄芩、荨麻叶龙头草、小玉竹、珠芽艾麻、细齿南星、水金凤、狭叶荨麻、中华蹄盖蕨等。现场记录到动物有东北林蛙、沼泽山雀、灰鹡鸰等。调查期间在该区域内实地发现保护植物有紫椴 5 株，红松 4 株，水曲柳 2 株。		

续表 4.2-23　　上水库工程区生态环境现状

工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
上水库 表土暂存场	土地利用类型为林地，主要植被为白桦林，常见植物为红松、硕桦、水曲柳、花楷槭、青楷槭、紫花槭、接骨木、瘤枝卫矛、白花碎米荠、舞鹤草、荨麻叶龙头草、短果茴芹、宽叶薹草、东方荚果蕨、类叶升麻、小玉竹、水金凤、荷青花等。现场记录到动物有东北林蛙、沼泽山雀。调查期间在该区域内实地发现保护植物有水曲柳 4 株，红松 3 株。		
上水库混凝土生产系统、钢筋木材厂、机械修配站、垫层料加工系统	土地利用类型为林地，主要植被为山杨林、白桦林，常见植物有蒙古栎、硕桦、紫花槭、花楷槭、茶条槭、青楷槭、红松、东北山梅花、刺五加、尖叶茶藨子、美丽绣线菊、荨麻叶龙头草、白花碎米荠、狭叶荨麻、东北百合、大齿山芹、山尖子、木贼、野芝麻、东北风毛菊、东方荚果蕨、异穗薹草、蔓孩儿参、小玉竹等。现场记录到动物有东北林蛙、沼泽山雀。调查期间在该区域内实地发现保护植物有红松 8 株。		

续表 4.2-23（完）　　上水库工程区生态环境现状

工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
上水库 设备停放场	土地利用类型为林地，主要植被为山杨林、白桦林，常见植物有蒙古栎、紫椴、胡桃楸、裂叶榆、青楷槭、元宝槭、紫花槭、红松、瘤枝卫矛、东北山梅花、刺五加、荨麻叶龙头草、小玉竹、短果茴芹、东北百合、大齿山芹、白花碎米荠、异穗薹草、细辛、水金凤、野芝麻、宽叶荨麻、荷青花等。现场记录到动物有东北林蛙。调查期间在该区域内实地发现保护植物有红松 4 株，紫椴 1 株。		
上水库 综合仓库	土地利用类型为林地，主要植被为山杨林、白桦林，常见植物紫花槭、元宝槭、三花槭、青楷槭、臭冷杉、春榆、红松、尖叶茶藨子、东北山梅花、刺五加、荨麻叶龙头草、东北百合、短果茴芹、山尖子、猪牙花、何清华、木贼、野芝麻、尾叶香茶菜、宽叶山蒿、东北风毛菊等。现场记录到动物有东北林蛙和北长尾山雀。调查期间在该区域内实地发现保护植物有红松 1 株。		

b）下水库

下水库施工区布置的施工场地及设施主要有：施工营地、综合仓库、机电设备库、机械设备停放场、施工机械修配厂及汽车保养站、金属结构拼装厂、钢管加工厂、混凝土骨料加工系统、混凝土生产系统等施工场地。

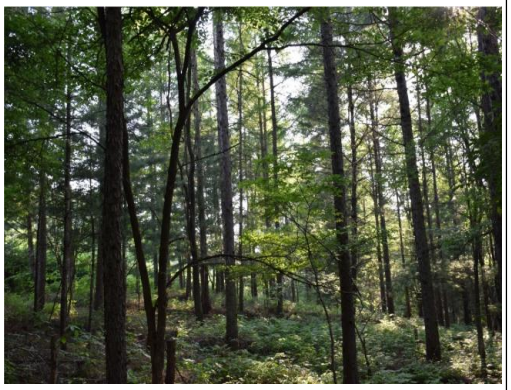
表 4.2-24　　下水库工程区生态环境现状

工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
下水库坝址	土地利用类型为林地、草地和水域及水利设施用地，林地区域乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达。主要植被为水曲柳林、柳属灌丛、五月艾灌草丛，常见植物有白桦、稠李、茶条槭、朝鲜槐、山杨、春榆、暴马丁香、东北山梅花、瘤枝卫矛、珍珠梅、鸡腿堇菜、蚊子草、球子蕨、中华蹄盖蕨、头序歪头菜、水金凤、白花碎米荠等。现场记录到动物有东北林蛙、灰喜鹊、北松鼠、大嘴乌鸦等。		
下水库库区	土地利用类型为林地、园地、耕地、住宅用地、交通运输用地、草地、水域及水利设施用地，林地区域乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，主要植被为白桦林、水曲柳林、胡桃楸林、柳属灌丛等，常见植物有山杨、暴马丁香、紫椴、裂叶榆、元宝槭、刺五加、瘤枝卫矛等。园地主要种植红松、水曲柳等小苗苗圃，住宅用地及交通运输用地为库区内村落及道路。耕地主要为农田，种植玉蜀黍、豆类等农作物，水域及水利设施用地主要为那尔轰河河道。现场记录到动物有东北林蛙、沼泽山雀、金腰燕、黄喉鹀、北红尾鸲、北松鼠等。调查期间在该区域内实地发现保护植物有紫椴 114 株，红松 19 株，黄檗 128 株，水曲柳 224 株，另外，下库施工道路占地区还分布有紫椴 14 株，红松 26 株，黄檗 4 株，水曲柳 25 株，软枣猕猴桃 4m^2，野大豆 4m^2。		

续表 4.2-24　　下水库工程区生态环境现状

工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
下水库库尾（靠近关门岔屯）	土地利用类型为林地、草地和耕地，林地区域乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，主要植被为胡桃楸林、五月艾灌草丛，常见植物稠李、臭冷杉、紫椴、水曲柳、青楷槭、白桦、山杨、蒙古栎、瘤枝卫矛、牛叠肚、薄叶鼠李、泥胡菜、荨麻叶龙头草、蚊子草、短鳞薹草、山茄子、粟草、小玉竹、五月艾、狭叶荨麻、一年蓬等。耕地为农田，主要种植农作物玉蜀黍等。现场记录到动物有东北林蛙、沼泽山雀、金腰燕、家燕、斑嘴鸭、北红尾鸲等。		
机电设备库	土地利用类型为林地，林地区域乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，主要植被为胡桃楸林和柳属灌丛，常见植物有水曲柳、三花槭、花楷槭、紫花槭、元宝槭、接骨木、珍珠梅、瘤枝卫矛、东北山梅花、荨麻叶龙头草、野芝麻、水金凤、蚊子草、白花碎米荠、异穗薹草、狭叶荨麻等，另外该区域还分布有水曲柳和臭冷杉苗圃。现场记录到动物有东北林蛙、黄喉鸦、北松鼠等。调查期间在该区域内实地发现保护植物有黄檗 2 株、水曲柳 2 株。		

续表 4.2-24　　下水库工程区生态环境现状

工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
钢管加工厂	土地利用类型为林地，林地乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，主要植被为胡桃楸林和红松林，常见植物有白桦、日本落叶松、蒙古栎、三花槭、元宝槭、春榆、暴马丁香、刺五加、牛叠肚、瘤枝卫矛、珍珠梅、小玉竹、荨麻叶龙头草、红毛七、东北百合等。现场记录到动物有东北林蛙、黄喉鸦、北松鼠等。调查期间在该区域内实地发现保护植物有红松 6 株。		
下水库生活营地、仓库、机械汽修、机械停放场	土地利用类型为林地和农田，林地乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，主要植被为胡桃楸林和白桦林，常见植物种类有青楷槭、紫花槭、三花槭、元宝槭、暴马丁香、水曲柳、红松、刺五加、栓翅卫矛、瘤枝卫矛、东北山梅花、接骨木、白花碎米荠、大齿山芹、东北百合、北重楼、猪牙花、舞鹤草、异穗薹草、荨麻叶龙头草、宽叶薹草等。农田主要种植玉蜀黍。现场记录到动物有灰喜鹊、黄喉鸦、大山雀等。调查期间在该区域内实地发现保护植物有紫椴 13 株，红松 6 株，水曲柳 9 株，软枣猕猴桃 2m^2。		

续表 4.2-24 **下水库工程区生态环境现状**

工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
下水库钢筋木材厂、混凝土生产系统、金结拼装场	土地利用类型为林地，林地乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，主要植被为胡桃楸林和水曲柳林，常见植物种类有紫椴、山杨、蒙古栎、三花槭、紫花槭、花楷槭、青楷槭、瘤枝卫矛、东北山梅花、大齿山芹、东北百合、短果茴芹、中华蹄盖蕨、异穗薹草、野芝麻、山茄子、蚊子草、荨麻叶龙头草、小玉竹等。现场记录到动物有灰喜鹊、黄喉鸦、大山雀等。调查期间在该区域内实地发现保护植物有水曲柳 21 株，紫椴 3 株，软枣猕猴桃 2m^2。		
下水库表土暂存场	土地利用类型为耕地和林地，林地乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，主要植被为胡桃楸林，常见植物蒙古栎、元宝槭、紫花槭、花楷槭、东北山梅花、异穗薹草、水金凤、野芝麻、山茄子、五月艾、荨麻叶龙头草等。耕地为农田，主要种植玉蜀黍和蓝靛果等，农田边缘还生长有小蓬草、小藜、狗尾草、鸭跖草等。现场记录到动物有黄喉鸦、大山雀、普通鸸等。		

续表 4.2-24（完）　　下水库工程区生态环境现状

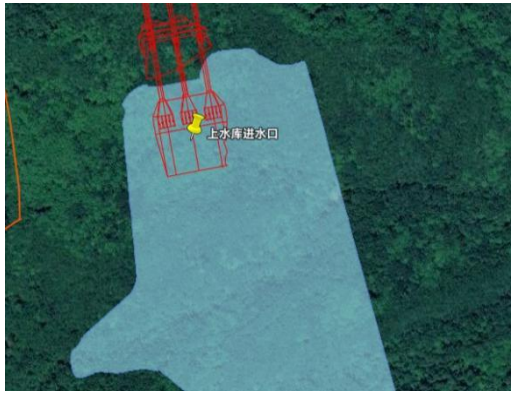
工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
下水库库内混凝土骨料暂存场	土地利用类型为林地，林地乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，主要植被为水曲柳林、白桦林、胡桃楸林等，常见植物有稠李、山杨、暴马丁香、春榆、茶条槭、三花槭、瘤枝卫矛、东北山梅花、美丽绣线菊、白花碎米荠、中华蹄盖蕨、蚊子草、戟叶蓼、异穗薹草、短鳞薹草、蔓孩儿参、短果茴芹、狭叶荨麻等。现场记录到动物有大山雀、普通鸮、白条锦蛇等。调查期间在该区域内实地发现保护植物有水曲柳 58 株，红松 4 株。		
下水库右岸场地平整	土地利用为林地、草地和耕地，林地乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，常区域植被为白桦林、水曲柳林、柳属灌丛和五月艾灌草丛，常见植物种类有稠李、春榆、茶条槭、朝鲜槐、山杨、东北山梅花、瘤枝卫矛、美丽绣线菊、中华蹄盖蕨、短鳞薹草、赶山鞭、球子蕨、白花碎米荠等，耕地为农田，主要种植农作物大豆、红豆、玉蜀黍，果树种植葡萄、蓝靛果。现场记录到动物有黄喉鸦、大山雀、沼泽山雀等。调查期间在该区域内实地发现保护植物有水曲柳 6 株。		

c）输水发电系统

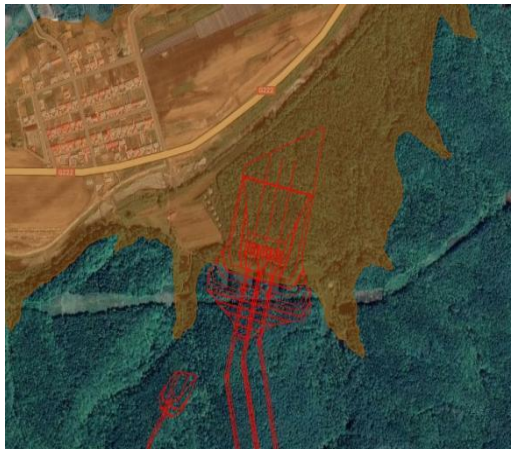
本工程地下系统主要包括：厂房系统、输水系统以及施工支洞等工程组成。输水系统布置在那尔轰河三脚窝石村和五斤顶子山之间的山体内。输水系统总长 3491.14m。其中引水系统长 1793.15m，尾水系统长 1697.99m。枢纽共布置三套独立的输水系统，每套输水系统由引水系统和尾水系统两部分组成，引水、尾水系统均采用一洞两机的布置形式。引水系统由上水库进/出水口、引水隧洞、引水事故闸门井、引水调压室、压力管道、高压引水岔管及高压引水支管等建筑物组成；尾水系统由尾水支管、尾水事故闸门室、尾水岔管、尾水调压室、尾水主洞、尾水检修闸门井及下水库进/出水口等建筑物组成。

地下厂房洞包括主机间、副厂房和安装间，地下厂房洞开挖尺寸为 245.0m×26.4m×59.4m（长×宽×高）。主机间长 170.0m；安装间布置在主机间左端，长 50.0m；副厂房布置在主机间右端，长 25m。主机间内安装 6 台立轴单级单转速混流可逆式水泵水轮机组，机组安装高程 425.00m。

表 4.2-25　　输水发电系统工程区生态环境现状

工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
上水库进/出水口	土地利用类型为林地，林地乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，主要植被为山杨林，常见植物为紫椴、春榆、蒙古栎、红松、三花槭、青楷槭、紫花槭、刺五加、瘤枝卫矛、东北山梅花、短果茴芹、荨麻叶龙头草、山尖子、草芍药、红毛七、等。现场记录到动物有黄喉鸦、大山雀、北长尾山雀、普通鸮等。调查期间在该区域内实地发现保护植物有紫椴 3 株，红松 1 株。		

续表 4.2-25　　输水发电系统工程区生态环境现状

工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
下水库进/出水口	土地利用类型为林地，林地乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，主要植被为水曲柳林和白桦林，常见植物有暴马丁香、元宝槭、紫花槭、花楷槭、裂叶榆、瘤枝卫矛、东北山梅花、刺五加异穗薹草、荨麻叶龙头草、野芝麻、白花碎米荠、短果茴芹、山茄子、狭叶荨麻、中华蹄盖蕨、头序歪头菜、小玉竹、蚊子草、白屈菜、荷青花等。现场记录到动物有黄喉鸦、大山雀、北长尾山雀、普通鸮等。		
地下厂房（地表情况）	土地利用类型为林地，调查组在该区域内实地发现保护植物有黄檗 6 株，水曲柳 14 株。主要植被为山杨林、胡桃楸林、白桦林，常见植物有暴马丁香、春榆、青楷槭、紫花槭、三花槭、接骨木、东北山梅花、尖叶茶藨子、荨麻叶龙头草、中华蹄盖蕨、东方荚果蕨、珠芽艾麻、戟叶耳蕨、大齿山芹、掌叶铁线蕨、尾叶香茶菜等。现场记录到动物有黄喉鸦、大山雀、北长尾山雀、普通鸮等。调查期间在该区域内实地发现保护植物有红松 15 株。		

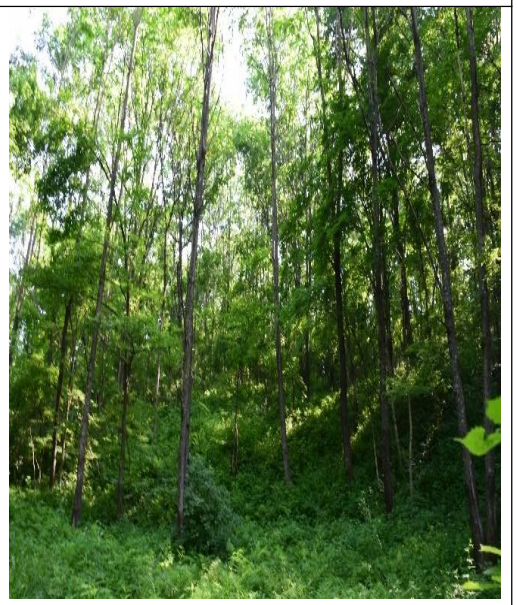
续表 4.2-25（完）　　输水发电系统工程区生态环境现状

工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
开关站	土地利用类型为林地，林地乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，主要植被为山杨林、胡桃楸林，常见植物有三花槭、春榆、元宝槭、青楷槭、花楷槭、臭冷杉、东北山梅花、刺五加、珠芽艾麻、荨麻叶龙头草、蚊子草、白花碎米荠、中华蹄盖蕨、东方荚果蕨、双花堇菜、短果茴芹等。现场记录到动物有黄喉鸦、大山雀、北长尾山雀、北松鼠、普通鸮等。		

d）业主营地

业主营地场地位于那尔轰河右岸，靠近库区改线道路及#Y2 永久道路，场地距下水库进出水口约 950m，距下水库坝址约 2100m，交通较为便利。

表 4.2-26　　业主营地工程区生态环境现状

工程名	生态现状描述	卫星照片	现场照片
业主营地	土地利用类型为林地，林地乔木层郁闭度高，灌木不甚发育，草本层较发达，主要植被为胡桃楸林，常见植物种类有水曲柳、青楷槭、三花槭、元宝槭、暴马丁香、花楷槭、紫花槭、东北山梅花、珍珠梅、瘤枝卫矛、接骨木、落新妇、荨麻叶龙头草、异穗薹草、白花碎米荠、蚊子草、大齿山芹、短鳞薹草、狭叶荨麻、野芝麻等。现场记录到动物有黄喉鸹、大山雀、北长尾山雀、东方铃蟾、普通鸮等。调查期间在该区域内实地发现保护植物有红松 22 株。		

4.2.2 水生生态

为了解工程区和评价范围内的水生生态现状，中水东北公司委托吉林省泉晟环境发展有限公司对评价河段水生生态现状开展调查，调查工作从2023年2月～7月进行，其中2023年2月～7月上旬为实地调查阶段，7月中、下旬为水生生物定性定量检测阶段。

4.2.2.1 调查断面

根据控制性、代表性原则，结合工程影响范围，水生生物调查在工程涉及河段设置8个采样断面，采样断面覆盖了工程上游及主要支流断面、工程取水断面、鱼类的重要栖息地等。鱼类资源调查以区域性调查为主，鱼类资源量及渔获物统计分析以现场和调研为主；鱼类“三场一通道”调查为现场调查结合主管部门多年的监测结果。依据那尔轰河流域降水及水文特征，选择2023年2月（枯水期）、4月（平水期）、7月（丰水期）进行浮游生物和底栖生物进行现场实地调查，渔业资源调查于2023年4月（繁殖期）和7月（丰水期）进行实地调查，生境及水生植物调查于6月至7月进行实地调查。各断面采样点基本情况如下表4.2-27，调查断面分布详见图4.2-4。调查点位现场生境详见图4.2-5。

表 4.2-27 采样点位和捕捞断面布设表

序号	调查断面	坐标		备注
		东经	北纬	
1	杨岔河	126.812998	42.575596	
2	杨岔河汇入那尔轰河后	126.814173	42.575100	捕捞断面
3	三角窝石村	126.853277	42.588008	捕捞断面
4	小营子村	126.906551	42.617054	捕捞断面
5	天合兴电站库区	126.943552	42.625119	
6	天合兴电站坝址下游	126.946031	42.616988	
7	西南岔河汇入那尔轰河前1km	126.987879	42.630522	
8	那尔轰河汇入白山水库前	126.999932	42.660895	捕捞断面

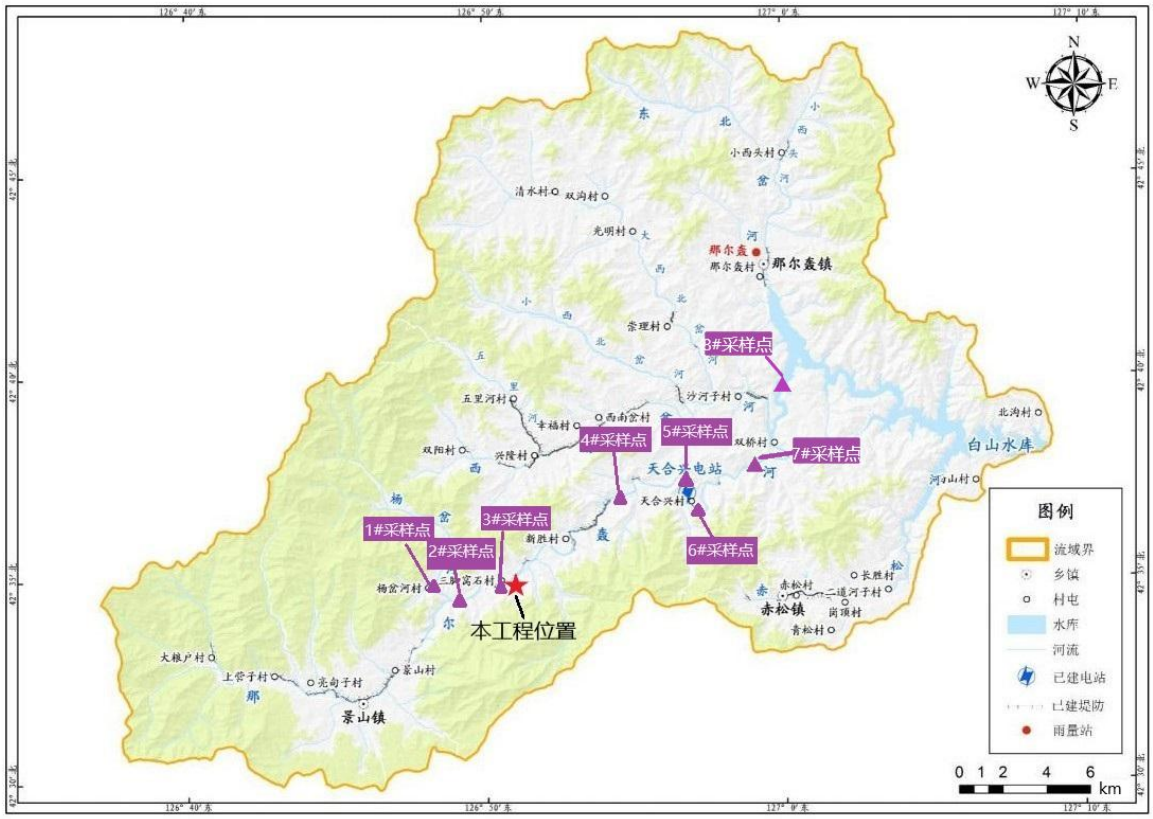
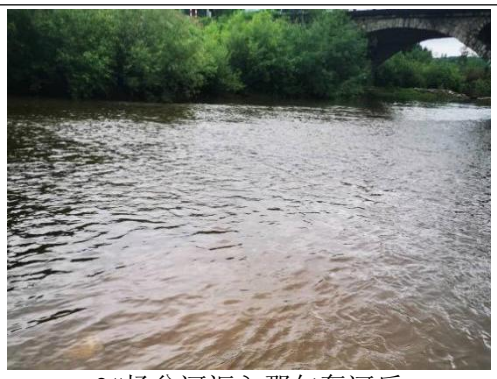


图 4.2-4 调查断面分布图

 1#杨岔河 2 月：pH7.35，溶解氧 11.98mg/L，水温 0.3℃。 4 月：pH7.36，溶解氧 13.23mg/L，水温 5.6℃，流速 0.859m/s，河宽 10m，底质主要为巨砾。 7 月：pH7.33，溶解氧 8.23mg/L，水温 17.2℃，流速 0.759m/s，河宽 15m，底质主要为巨砾。	 2#杨岔河汇入那尔轰河后 2 月：pH7.36，溶解氧 12.98mg/L，水温 0.3℃。 4 月：pH7.34，溶解氧 13.13mg/L，水温 5.8℃，流速 0.748m/s，河宽 20m，底质主要为巨砾。 7 月：pH7.38，溶解氧 8.45mg/L，水温 17.5℃，流速 0.697m/s，河宽 24m，底质主要为巨砾。

<table>
<tr>
<td> 
3#三角窝石村
2 月：pH7.37，溶解氧 11.05mg/L，水温 0.4℃。
4 月：pH7.29，溶解氧 12.98mg/L，水温 7.6℃，流速 0.351m/s，河宽 23m，底质主要为基岩。
7 月：pH7.32，溶解氧 8.59mg/L，水温 18.1℃，流速 0.579m/s，河宽 25m，底质主要为基岩。</td>
<td> 
4#小营子村
2 月：pH7.33，溶解氧 10.25mg/L，水温 0.5℃。
4 月：pH7.88，溶解氧 12.72mg/L，水温 10.5℃，流速 0.216m/s，河宽 16m，底质主要为巨砾。
7 月：pH7.33，溶解氧 8.26mg/L，水温 19.6℃，流速 0.349m/s，河宽 20m，底质主要为巨砾。</td>
</tr>
<tr>
<td> 
5#天合兴电站库区
2 月：pH7.43，溶解氧 9.25mg/L，水温 0.4℃。
4 月：pH7.56，溶解氧 12.88mg/L，水温 9.5℃，流速 0.172m/s，河宽 18m，底质主要为基岩。
7 月：pH7.33，溶解氧 8.38mg/L，水温 18.6℃，流速 0.388m/s，河宽 21m，底质主要为基岩。</td>
<td> 
6#天合兴电站坝址下游
2 月：pH8.33，溶解氧 3.22mg/L，水温 0.3℃。
4 月：pH8.22，溶解氧 14.45mg/L，水温 13.8℃，为脱水段，底质主要为巨砾。
7 月：pH7.13，溶解氧 6.24mg/L，水温 22.2℃，为脱水段，底质主要为巨砾。</td>
</tr>
<tr>
<td> 
7#西南岔河汇入那尔轰河前 1km
2 月：pH8.03，溶解氧 4.21mg/L，水温 0.3℃。
4 月：pH7.76，溶解氧 10.27mg/L，水温 10.2℃，流速 0.312m/s，河宽 10m，底质主要为基岩。
7 月：pH7.43，溶解氧 9.31mg/L，水温 20.6℃，流速 0.265m/s，河宽 21m，底质主要为基岩。</td>
<td> 
8#那尔轰河汇入白山水库前
2 月：pH7.83，溶解氧 7.25mg/L，水温 0.4℃。
4 月：pH7.66，溶解氧 8.88mg/L，水温 10.5℃，流速 0.018m/s，河宽 70m，底质主要为沙砾。
7 月：pH7.68，溶解氧 9.38mg/L，水温 21.3℃，流速 0.035m/s，河宽 80m，底质主要为沙砾。</td>
</tr>
</table>

图 4.2-5 调查断面生境情况

那尔轰河流域两岸植被良好，径流年内、年际变化较大。那尔轰河流域 5 月～10 月径流量主要由雨水补给；10 月底开始下雪封冻、径流递减，11 月～次年 3 月径流主要靠地下水补给，其中 1 月～3 月份径流很小；4 月份气温回升，冰雪融化，径流主要靠冰雪融水补给。那尔轰河全长约为 69.9km，为山区性河流，区内山峰较多，沟谷深切。流域内洪水源短流急，洪峰流量大，涨落较快。主要支流有杨岔河、西南岔河、东北岔河、赤松河等，支流水系多呈枝状汇入主河道。

a）下水库淹没区河段生境特点

水库淹没区河宽约 20m～25m 之间，河底基质为基岩，河水较清澈，水流湍急，水深约 0.3m～0.6m，水温约为 0℃～20℃。

b）下水库库尾以上支流生境特点

下水库库尾以上生境较相似，河宽约 15m～20m，河底基质为基岩，河水清澈，水深约为 0.2m～0.5m，水温约为 0℃～20℃。支流杨岔河河底基质为巨砾，河宽约 10m～15m，水深约为 0.5m～1m，水温约为 0℃～20℃，水流湍急。

c）下水库坝下流水河段生境特点

下水库坝下流水河段河道较宽，约 15m～20m 之间，水深约为 0.8m～1m 之间，流量增多，河道基质为巨砾，水流湍急，水温约为 0℃～20℃。

d）天合兴电站库区生境特点

天合兴电站库区底质主要为泥沙，平均河宽 90m，平均河深 14m。

e）那尔轰河汇入白山水库前河段生境特点

那尔轰河汇入白山水库前水流变缓，河道变深变宽，河宽 70m～100m，平均水深 6m，底质主要为沙砾。

4.2.3.2 调查方法

a）浮游植物

1）采集、固定及沉淀

浮游植物的采集包括定性采集和定量采集。定性采集采用 25 号筛绢制成的浮游生物网在水中拖曳采集。根据河水泥沙含量、浮游植物数量等实际情况决定取样量，并采用泥沙分离的方法，加入鲁哥氏液固定，经过 48h 静置沉淀，浓缩至约 30mL，保

存待检。定量采集则采用 1000mL 采水器不同水层中采集一定量的水样，经充分混合后，取 10L 的水样用 25 号筛绢制成的浮游生物网过滤后，收集水样装入玻璃瓶中。

2）水样固定

计数用水样应立即用 10mL 鲁哥氏液加以固定（固定剂量为水样的 1%）。需长期保存样品，再在水样中加入 5mL 左右福尔马林液。在定量采集后，同时用 25 号筛绢制成的浮游生物网进行定性采集，专门供观察鉴定种类用。

3）沉淀和浓缩

沉淀和浓缩需要在筒形分液漏斗中进行，在野外一般采用分级沉淀方法。根据理论推算最微小的浮游植物的下沉速度约为 0.3cm/h，故如分液漏斗中水柱高度为 20cm，则需沉淀 60h。但一般浮游藻类小于 50μm，再经过碘液固定后，下沉较快，所以静置沉淀时间一般可为 48h。并在样品瓶上写明采样日期、采样点、采水量等。

4）样品观察及数据处理

室内先将样品浓缩、定量至约 30mL，摇匀后吸取 0.1mL 样品置于 0.1mL 计数框内，在显微镜下按视野法计数，数量较少时全片计数，每个样品计数 2 次，取其平均值，每次计数结果与平均值之差应在 15%以内，否则增加计数次数。

每升水样中浮游植物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{C_S}{F_S \times F_n} \times \frac{V}{v} \times P_n \qquad (4.2\text{-}1)$$

式中：N——一升水中浮游植物的数量（ind./L）；

Cs——计数框的面积（mm^2）；

Fs——视野面积（mm^2）；

Fn——每片计数过的视野数；

V——1L 水样经浓缩后的体积（mL）；

v——计数框的容积（mL）；

Pn——计数所得个数（ind.）。

b）浮游动物

1）采集、固定及沉淀

（1）原生动物和轮虫

原生动物和轮虫的样品采集同浮游植物。

（2）枝角类和桡足类

定性采集采用 13 号筛绢制成的浮游生物网在水中拖曳采集，将网头中的样品放入 50mL 样品瓶中，加福尔马林液 2.5mL 进行固定。定量采集采用 2000mL 采水器不同水层中采集一定量的水样，经充分混合后，取 10L 的水样用 25 号筛绢制成的浮游生物网过滤后，将网头中的样品放入 50mL 样品瓶中，加福尔马林液 2.5mL 进行固定。

2）鉴定

（1）原生动物

将采集的原生动物定量样品在室内继续浓缩到 30mL，摇匀后取 0.1mL 置于 0.1mL 的计数柜中，盖上盖玻片后在 20×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 2 片；同一样品的计数结果与均值之差不得高 15%，否则增加计数次数。定性样品摇匀后取 2 滴于载玻片上，盖上盖玻片后用显微镜检测种类。

（2）轮虫

将采集的轮虫定量样品在室内继续浓缩到 30mL，摇匀后取 1mL 置于以 1mL 的计数柜中，盖上盖玻片后在 10×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 2 片；同一样品的计数结果与均值之差不得高 15%，否则增加计数次数。定性样品摇匀后取 2 滴于载玻片上，盖上盖玻片后用显微镜检测种类。

（3）枝角类

将采集的枝角类定量样品在室内继续浓缩到 10mL，摇匀后取 1mL 置于 1mL 的计数柜中，盖上盖玻片后在 4×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 10 片。定性样品倒入培养皿中，在解剖镜下将不同种类挑选出来置于载玻片上，盖上盖玻片后用压片法在显微镜检测种类。

（4）桡足类

将采集的桡足类定量样品在室内继续浓缩到 10mL，摇匀后取 1mL 置于 1mL 的计数柜中，盖上盖玻片后在 4×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 10 片。定性样品倒入培养皿中，在解剖镜下将不同种类挑选出来置于载玻片上，在显微镜下用解剖

针解剖后检测种类。

3）浮游动物的现存量计算

单位水体浮游动物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{nV_1}{CV} \qquad (4.2\text{-}2)$$

式中：N——每升水样中浮游动物的数量（ind./L）；

V1——样品浓缩后的体积（mL）；

V——采样体积（L）；

C——计数样品体积（mL）；

n——计数所获得的个数（ind.）。

原生动物和轮虫生物量的计算采用体积换算法。根据不同种类的体形，按最近似的几何形测量其体积。枝角类和桡足类生物量的计算采用测量不同种类的体长，用回归方程式求体重进行。

c）底栖无脊椎动物

底栖无脊椎动物分三大类水生昆虫、寡毛类、软体动物。软体动物定性样品用 D 形踢网（kick-net）进行采集。水生昆虫、寡毛类定性样品采集同定量样品，选取 1m^2，将此 1m^2 内的石块捡出，用镊子夹取各种附着在石块上的底栖动物，若底质为沙或泥沙则用铁铲铲出泥沙，用 60 目分样筛小心淘洗和筛取出各类标本，放入标本瓶并用 5%的甲醛溶液保存。将每个断面采集的底栖动物样本，按采集编号进行整理，所采集标本鉴定到属或种，再分种逐一进行种类数量统计，然后用电子天平称重，称重前需将标本放到吸水纸上，吸去虫体表面的水分，称出每个物种的湿重，最后换算成以 m^2 为单位的种类密度及生物量（湿重），密度单位 ind./m^2，生物量单位 g/m^2。

d）水生维管植物

在样地和样带上，深水区用 0.2m^2 的采草器采样，浅水处采用收割法采样，截取 2m×2m 样方面积，记录样地内物种组成和盖度，并统计生物量。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，压干保存后，带回实验室鉴定种类。标本按《中国水生高等植物图说》和《中国水生维

管植物图谱》进行鉴定。

e）鱼类

1）鱼类区系组成

在河段不同位置设置站点，对调查范围内的鱼类资源进行全面调查。采用地笼网、刺网、手推网采样，采取捕捞、市场调查和走访相结合的方法，采集鱼类标本、收集资料、做好记录，标本用75%的酒精固定保存。通过对标本的分类鉴定，资料的分析整理，编制出鱼类种类组成名录。

2）鱼类资源现状

通过历史资料的分析整理，结合现场捕捞渔获物统计分析、走访，对标本进行分类鉴定，编制出鱼类种类组成名录。采用现场捕捞和统计表调查方法，调查资源量和渔获量。对渔获物资料进行整理分析，得出主要捕捞对象及其在渔获物中所占比重，以判断鱼类资源状况。

3）鱼类“三场”

根据现场调查河道走势、水文情况，同时参考历史资料，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，分析鱼类“三场”分布情况。

4.2.3.3 浮游植物

a）浮游植物种类组成

调查河段浮游植物经鉴定共计6门30属49种，其中硅藻门12属29种，绿藻门9属10种，甲藻门1属1种，蓝藻门5属6种，裸藻门2属2种，隐藻门1属1种。

1）枯水期

调查河段浮游植物经鉴定共计3门11属17种，其中硅藻门6属12种，绿藻门4属4种，隐藻门1属1种。各采样点中，1#（杨岔河）共计2门5属6种，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）共计2门5属6种；3#（三角窝石村）共计3门8属10种；4#（小营子村）共计3门6属9种；5#（天合兴电站库区）共计2门4属6种，6#（天合兴电站坝址下游）共计1门5属5种，7#（西南岔河汇入那尔轰河前1km）共计2门6属8种，8#（那尔轰河汇入白山水库前）共计2门7属8种。调查河段浮游植物种类组成见图4.2-6和表4.2-28。

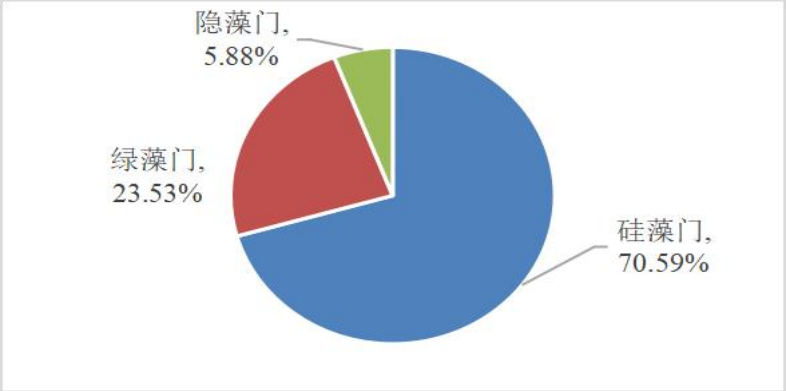


图 4.2-6 枯水期浮游植物门类组成

表 4.2-28 枯水期调查断面浮游植物种类组成

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
硅藻门	5	5	7	6	5	5	6	5
绿藻门	1	1	2	2	1	0	2	3
隐藻门	0	0	1	1	0	0	0	0
合计	6	6	10	9	6	5	8	8

2）平水期

调查河段浮游植物经鉴定共计 5 门 20 属 31 种，其中硅藻门 9 属 20 种，绿藻门 6 属 6 种，蓝藻门 3 属 3 种，隐藻门 1 属 1 种，甲藻门 1 属 1 种。各采样点中，1#（杨岔河）共计 2 门 6 属 9 种，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）共计 4 门 10 属 14 种；3#（三角窝石村）共计 2 门 10 属 14 种；4#（小营子村）共计 3 门 9 属 14 种；5#（天合兴电站库区）共计 4 门 10 属 15 种，6#（天合兴电站坝址下游）共计 3 门 10 属 12 种，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）共计 1 门 8 属 10 种，8#（那尔轰河汇入白山水库前）共计 2 门 13 属 17 种。调查河段浮游植物种类组成见图 4.2-7 和表 4.2-29。

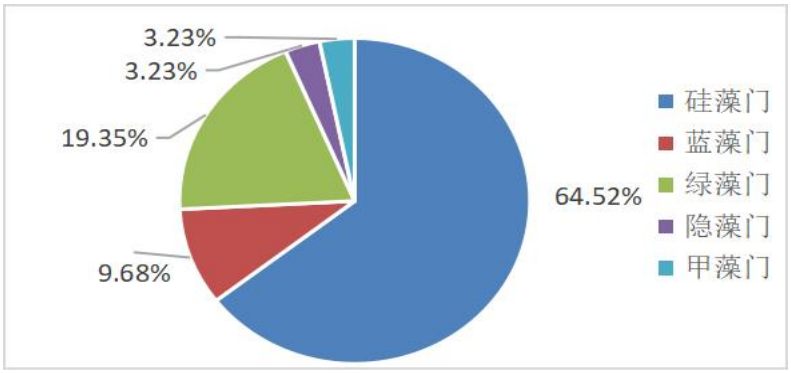


图 4.2-7 平水期浮游植物门类组成

表 4.2-29 平水期调查断面浮游植物种类组成

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
硅藻门	8	10	13	10	10	8	10	14
蓝藻门	1	1	0	0	2	2	0	0
绿藻门	0	2	1	3	2	2	0	3
隐藻门	0	0	0	1	1	0	0	0
甲藻门	0	1	0	0	0	0	0	0
合计	9	14	14	14	15	12	7	17

3）丰水期

调查河段浮游植物经鉴定共计 6 门 29 属 43 种，其中硅藻门 12 属 25 种，绿藻门 8 属 9 种，蓝藻门 5 属 5 种，裸藻门 2 属 2 种，隐藻门 1 属 1 种，甲藻门 1 属 1 种。各采样点中，1#（杨岔河）共计 5 门 12 属 16 种，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）共计 6 门 11 属 15 种；3#（三角窝石村）共计 3 门 12 属 16 种；4#（小营子村）共计 4 门 12 属 17 种；5#（天合兴电站库区）共计 4 门 11 属 15 种，6#（天合兴电站坝址下游）共计 3 门 11 属 17 种，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）共计 5 门 22 属 25 种，8#（那尔轰河汇入白山水库前）共计 5 门 27 属 35 种。调查河段浮游植物种类组成见图 4.2-8 和表 4.2-30。

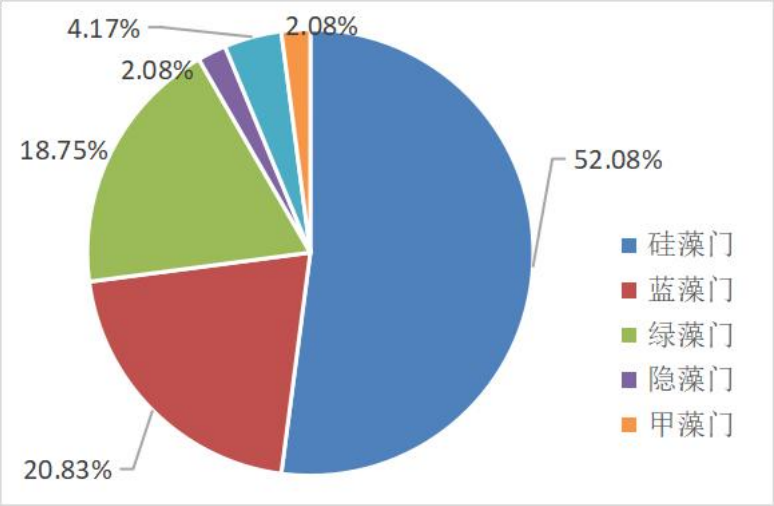


图 4.2-8 丰水期浮游植物门类组成

表 4.2-30 丰水期调查断面浮游植物种类组成

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
硅藻门	11	10	12	12	10	14	13	19
蓝藻门	1	1	1	3	2	1	5	5
绿藻门	2	1	3	1	2	2	5	8
甲藻门	1	1	0	0	0	0	1	0
裸藻门	1	1	0	0	0	0	1	2
隐藻门	0	1	0	1	1	0	0	1
合计	16	15	16	17	15	17	25	35

b）浮游植物密度及生物量

调查河段在不同时期浮游植物密度见表 4.2-31。不同时期，丰水期的浮游植物密度最高，枯水期的浮游植物密度最低。

表 4.2-31 不同调查时期浮游植物密度 单位：10^4ind./L

种类	枯水期	平水期	丰水期
硅藻门	26.6713±5.3396	257.7110±157.9429	344.5121±104.7216
蓝藻门	0.0000	0.5263±0.9745	1.7763±3.2891
绿藻门	1.3026±1.5388	1.5135±2.0910	9.5977±11.2663
隐藻门	0.0000	0.6326±1.1713	1.1463±1.2644
合计	27.9739±4.8788	260.3834±157.6695	357.0324±101.1362

调查河段在不同时期浮游植物生物量见表 4.2-32。不同时期，丰水期的浮游植物生物量最高，枯水期的浮游植物生物量最低。

表 4.2-32 不同调查时期浮游植物生物量 单位：mg/L

种类	枯水期	平水期	丰水期
硅藻门	0.3227±0.1755	3.9591±2.8599	5.2237±1.9736
蓝藻门	0.0000	0.0059±0.0109	0.0119±0.0220
绿藻门	0.0026±0.0029	0.0149±0.0368	0.0062±0.0060
隐藻门	0.0000	0.0268±0.0496	0.0443±0.0532
合计	0.3253±0.1742	4.0067±2.9007	5.2862±1.9962

1）枯水期

调查河段浮游植物平均密度为 27.97×10⁴ind./L，其中硅藻门占优势，平均密度为 26.67×10⁴ind./L，绿藻门平均密度为 1.30×10⁴ind./L。各采样点中，4#（小营子村）浮游植物密度最高，6#（天合兴电站坝址下游）浮游植物密度最低。调查河段浮游植物密度见表 4.2-33 和图 4.2-9。

表 4.2-33 枯水期调查断面浮游植物密度 单位：10⁴ind./L

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
硅藻门	25.26	21.05	34.41	35.43	25.30	22.11	24.40	25.40
绿藻门	2.11	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11	4.11
合计	27.37	23.16	34.41	35.43	25.30	22.11	26.51	29.51

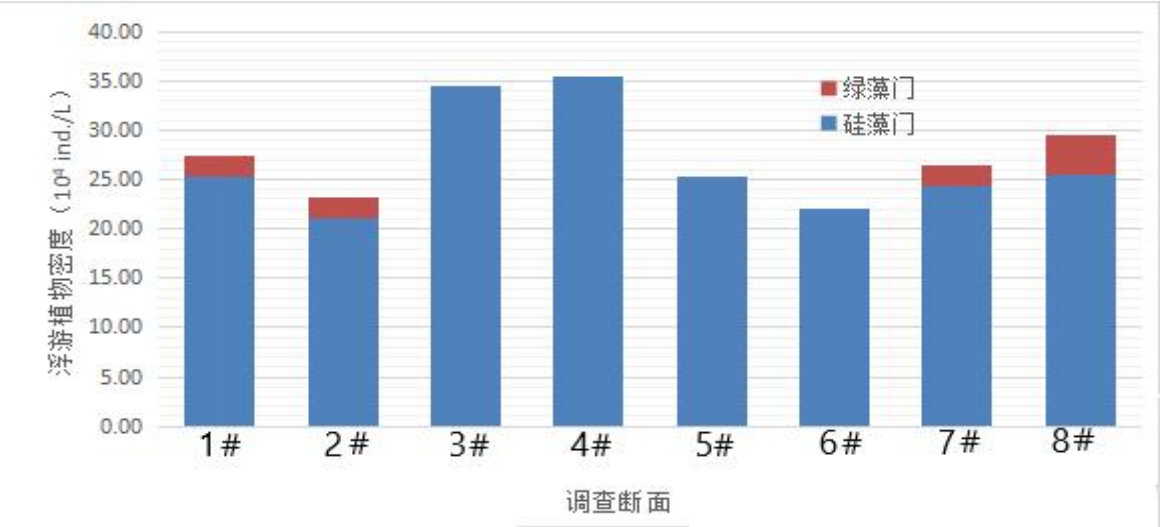


图 4.2-9 枯水期调查断面浮游植物密度

枯水期调查河段浮游植物平均生物量为 0.3253mg/L，其中硅藻门占优势，平均密度为 0.3227mg/L，绿藻门平均密度为 0.0026mg/L。各采样点中，4#（小营子村）浮游植物生物量最高，6#（天合兴电站坝址下游）浮游植物生物量最低。调查河段浮游植物密度见图 4.2-9 和表 4.2-34。

表 4.2-34 枯水期调查断面浮游植物生物量 单位：mg/L

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
硅藻门	0.3831	0.3831	0.4316	0.5968	0.4052	0.1229	0.1325	0.1265
绿藻门	0.0048	0.0048	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0048	0.0067
合计	0.3879	0.3879	0.4316	0.5968	0.4052	0.1229	0.1373	0.1332

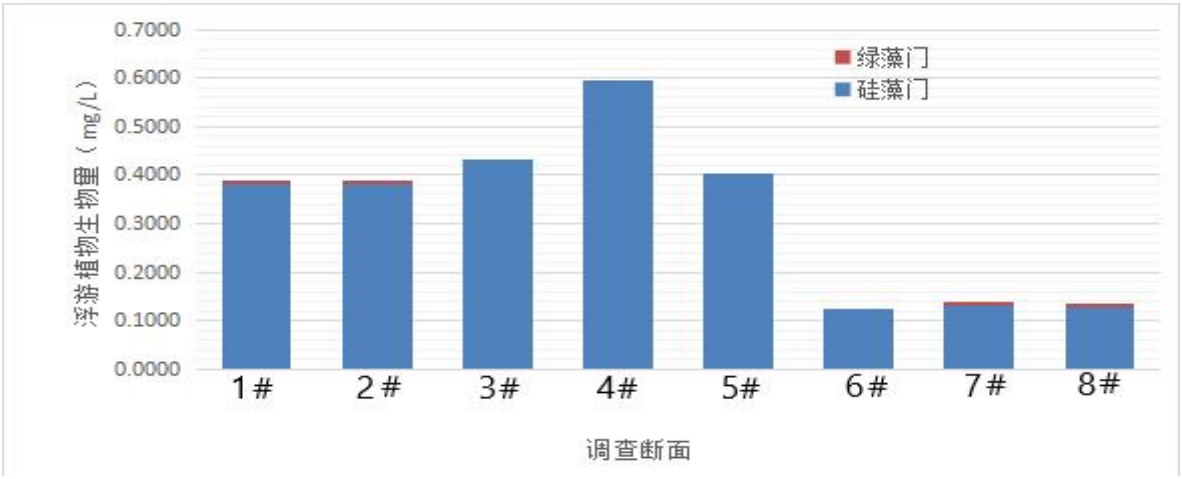


图 4.2-10 枯水期调查断面浮游植物生物量

2）平水期

调查河段浮游植物平均密度为 260.38×10⁴ind./L，其中硅藻门占优势，平均密度为 257.71×10⁴ind./L。各采样点中，8#（那尔轰河汇入白山水库前）浮游植物密度最高，1#（杨岔河）浮游植物密度最低。调查河段浮游植物密度见图 4.2-11 和表 4.2-35。

表 4.2-35 平水期调查断面浮游植物密度 单位：10⁴ind./L

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
硅藻门	88.42	124.21	107.29	341.60	331.48	184.74	342.48	541.48
蓝藻门	2.11	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
绿藻门	0.00	4.21	4.05	0.00	0.00	0.00	0.00	3.85
隐藻门	0.00	0.00	0.00	2.53	2.53	0.00	0.00	0.00
合计	90.53	130.53	111.34	344.13	334.01	184.74	342.48	545.33

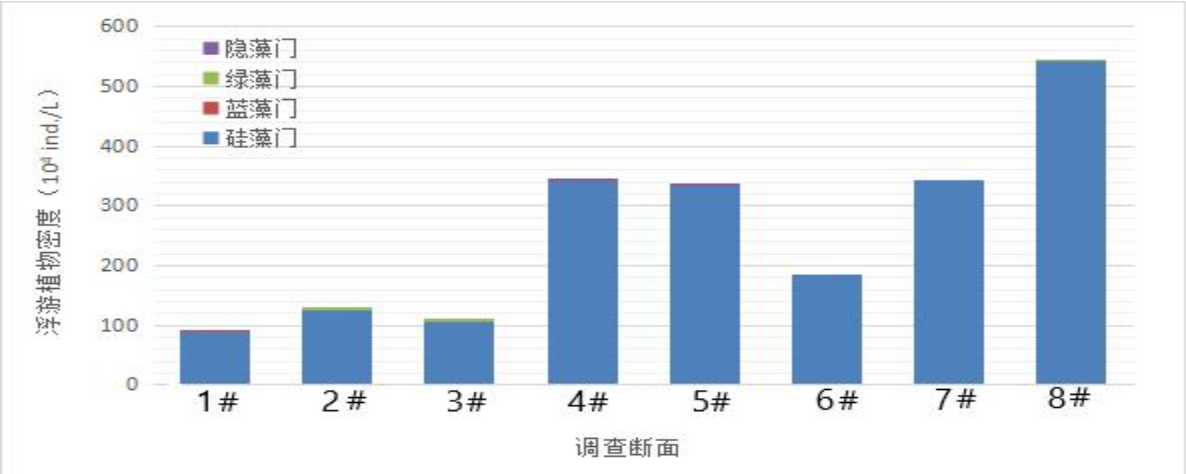


图 4.2-11 平水期调查断面浮游植物密度水平分布

平水期调查河段浮游植物平均生物量为 4.0067mg/L，其中硅藻门占优势，平均密度为 3.9591mg/L。各采样点中，8#（那尔轰河汇入白山水库前）浮游植物生物量最高，3#（三角窝石村）浮游植物生物量最低。调查河段浮游植物生物量见图 4.2-12 和表 4.2-36。

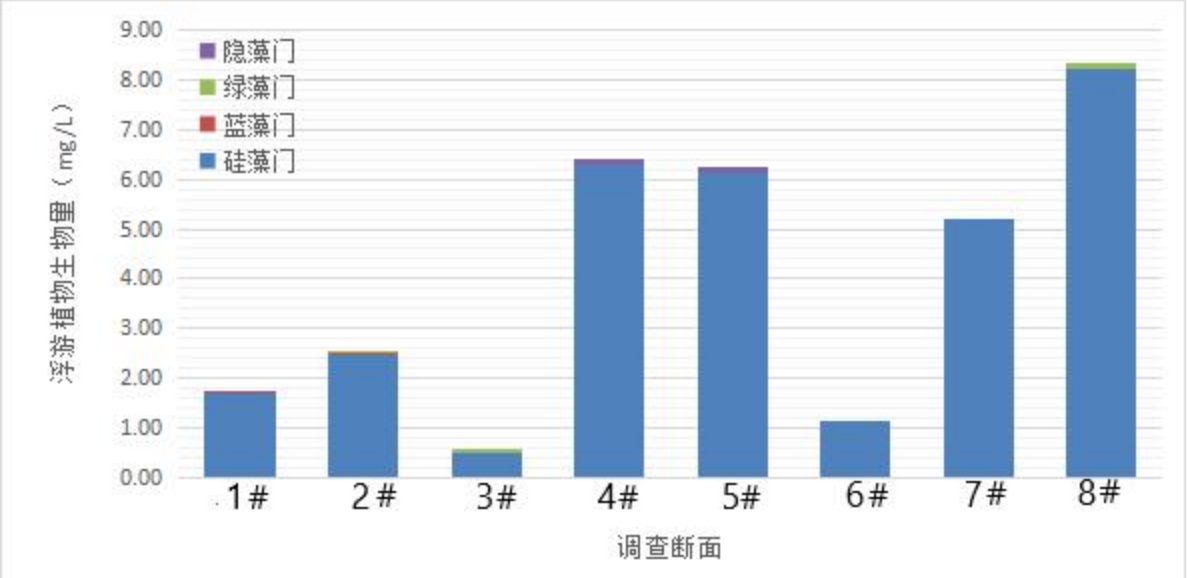


图 4.2-12 平水期调查断面浮游植物生物量水平分布

表 4.2-36 平水期调查断面浮游植物生物量 单位：mg/L

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
硅藻门	1.6809	2.4647	0.5083	6.2925	6.1400	1.1422	5.2187	8.2251
蓝藻门	0.0236	0.0236	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
绿藻门	0.0000	0.0096	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1055
隐藻门	0.0000	0.0000	0.0000	0.1072	0.1072	0.0000	0.0000	0.0000
合计	1.7045	2.4979	0.5128	6.3996	6.2472	1.1422	5.2187	8.3306

3）丰水期

调查河段浮游植物平均密度为 366.84×10^{4}ind./L，其中硅藻门占优势，平均密度为 344.51×10^{4}ind./L。各采样点中，8#（那尔轰河汇入白山水库前）浮游植物密度最高，3#（三脚窝石村）浮游植物密度最低。调查河段浮游植物密度见图 4.2-13 和表 4.2-37。

表 4.2-37 丰水期调查断面浮游植物密度 单位：10^4ind./L

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
硅藻门	362.11	322.11	131.58	382.09	361.84	329.21	353.59	513.59
蓝藻门	0.00	0.00	0.00	2.28	2.02	7.11	6.07	7.11
绿藻门	17.37	17.37	31.58	2.53	12.65	5.06	20.22	38.06
隐藻门	0.00	1.58	0.00	2.53	2.53	0.00	0.00	2.53
合计	379.48	341.06	163.16	389.43	379.04	341.38	379.88	561.29

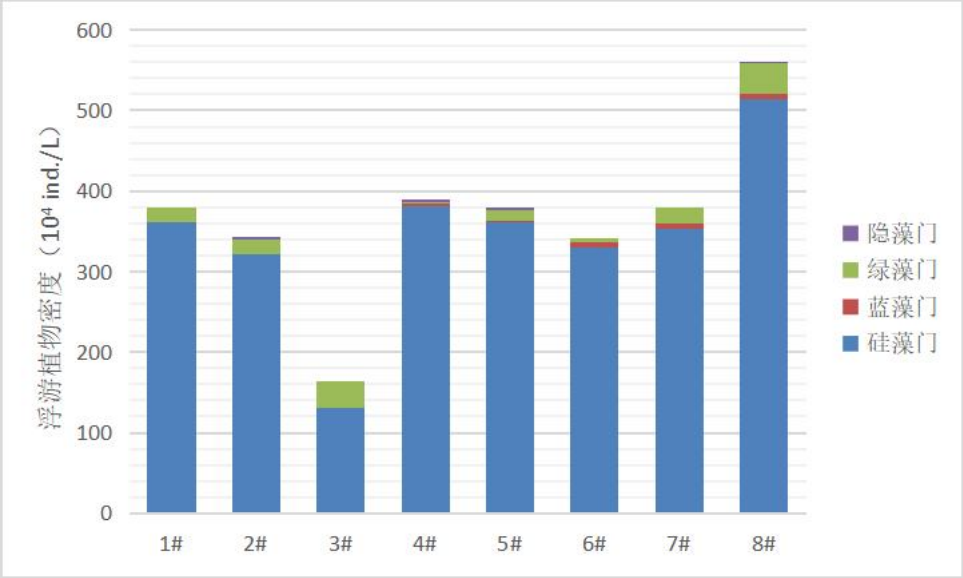


图 4.2-13 丰水期调查断面浮游植物密度水平分布

丰水期调查河段浮游植物平均生物量为 6.3770mg/L，其中硅藻门占优势，平均密度为 5.2237mg/L。各采样点中，8#（那尔轰河汇入白山水库前）浮游植物生物量最高，6#（天合兴电站坝址下游）浮游植物生物量最低。调查河段浮游植物密度见图 4.2-14 和表 4.2-38。

表 4.2-38 丰水期调查断面浮游植物生物量 单位：mg/L

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
硅藻门	7.3202	2.7342	3.5800	6.3129	6.1516	2.5075	5.9581	7.2254
蓝藻门	0.0000	0.0000	0.0000	0.3490	0.0126	0.0476	3.4440	4.0476
绿藻门	0.0000	0.0079	0.0168	0.0065	0.0092	0.02410	0.01266	0.8937
隐藻门	0.0000	0.0331	0.0000	0.1072	0.1072	0.0000	0.0000	0.1072
合计	7.3202	2.7752	3.5968	6.7756	6.2806	2.5792	9.41476	12.2739

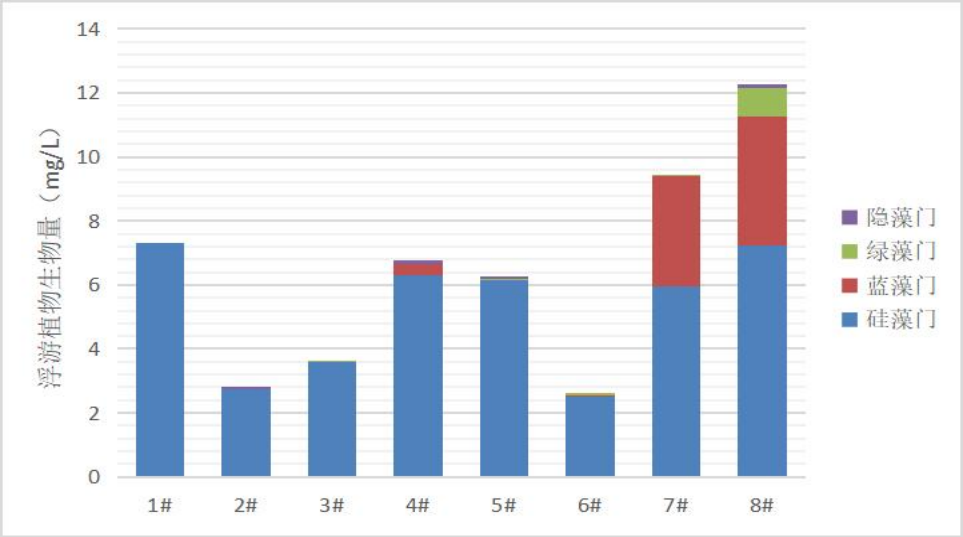


图 4.2-14 丰水期调查断面浮游植物生物量水平分布

c）浮游植物多样性

枯水期调查断面浮游植物 Shannon-Winner 多样性指数平均值为 1.7233，各调查断面中 4#（小营子村）浮游植物 Shannon-Winner 指数最高，6#（天合兴电站坝址下游）浮游植物 Shannon-Winner 指数最低。浮游植物 Pielou 指数平均值为 0.6126，1#（杨岔河）浮游植物 Pielou 指数最高，3#（三角窝石村）浮游植物 Pielou 指数为最低。结合现状分析，调查河段 8 个调查断面中，所有调查断面 Shannon-Winner 指数介于 1～2，所有调查断面物种丰富度和种类数较低，个体分布均匀。8 个调查断面中 Pielou 指数均较低，群落结构稳定性较差。

表 4.2-39 枯水期调查水域浮游植物多样性

调查断面	个体数（N）（10^4ind./L）	类群数（S）	Shannon-Winner 指数	Pielou 指数
1#	27.37	6	1.8076	0.6993
2#	23.16	6	1.5378	0.5949
3#	34.41	10	1.7961	0.5407
4#	35.43	9	1.8573	0.5859
5#	25.30	6	1.7244	0.6671
6#	22.11	5	1.6170	0.6964
7#	26.51	8	1.6254	0.5418
8#	29.51	8	1.7251	0.5750

平水期调查断面浮游植物 Shannon-Winner 多样性指数平均值为 1.7947，各调查断面中 3#（三角窝石村）浮游植物 Shannon-Winner 指数最高，6#（天合兴电站坝址下游）浮游植物 Shannon-Winner 指数最低。浮游植物 Pielou 指数平均值为 0.4944，3#（三角窝石村）浮游植物 Pielou 指数最高，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）浮游植物 Pielou 指数为最低。结合现状分析，调查河段 8 个调查断面中，所有调查断面 Shannon-Winner 指数高于 1，所有调查断面物种丰富度和种类数较高。8 个调查断面中所有断面 Pielou 指数较低，群落结构稳定性较差。

表 4.2-40 平水期调查水域浮游植物多样性

调查断面	个体数（N）（10^4ind./L）	类群数（S）	Shannon-Winner 指数	Pielou 指数
1#	90.53	9	1.5149	0.4779
2#	130.53	14	1.5173	0.3985
3#	111.34	14	2.7447	0.7209
4#	344.13	14	1.8042	0.4739
5#	334.01	15	1.8693	0.4785
6#	184.74	12	1.3943	0.3889
7#	342.48	7	1.4101	0.5023
8#	545.33	17	2.1029	0.5145

丰水期调查断面浮游植物 Shannon-Winner 多样性指数平均值为 2.0271，各调查断面中 6#（天合兴电站坝址下游）浮游植物 Shannon-Winner 指数最高，1#（杨岔河）浮游植物 Shannon-Winner 指数最低。浮游植物 Pielou 指数平均值为 0.4830，6#（天合兴电站坝址下游）浮游植物 Pielou 指数最高，1#（杨岔河）浮游植物 Pielou 指数为最低。结合现状分析，调查河段 8 个调查断面中，所有调查断面 Shannon-Winner 指数高于 1，所有调查断面物种丰富度和种类数较高。8 个调查断面中所有断面 Pielou 指数较低，群落结构稳定性较差。

表 4.2-41 丰水期调查水域浮游植物多样性

调查断面	个体数（N）（10^4ind./L）	类群数（S）	Shannon-Winner 指数	Pielou 指数
1#	362.11	16	1.6057	0.4014
2#	341.05	15	2.0814	0.5328
3#	163.16	16	2.0006	0.5002

续表 4.2-41（完） 丰水期调查水域浮游植物多样性

调查断面	个体数（N）（10^4ind./L）	类群数（S）	Shannon-Winner 指数	Pielou 指数
4#	387.15	17	1.8042	0.4414
5#	377.02	15	2.0145	0.5156
6#	336.32	17	2.5623	0.6269
7#	353.59	25	1.8151	0.3909
8#	535.87	35	2.3328	0.4548

三个调查时期，浮游植物 Shannon-Winner 多样性指数丰水期最高，枯水期最低。三个调查时期 Pielou 指数均较低，其中枯水期物种丰富度和种类数较低，群落结构稳定性较差。

4.2.3.4 浮游动物

a）种类组成

调查河段浮游动物经鉴定共计 4 类 19 属 26 种，其中轮虫 10 属 16 种、枝角类 2 属 2 种、原生动物 7 属 8 种、桡足类 3 属 3 种。

1）枯水期

调查河段浮游动物经鉴定共计 3 类 8 属 10 种，其中轮虫 6 属 7 种、枝角类 1 属 1 种，原生动物 1 属 2 种。各采样点中，1#（杨岔河）共计 2 类 3 属 3 种，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）共计 2 类 4 属 4 种；3#（三角窝石村）共计 2 类 4 属 4 种；4#（小营子村）共计 2 类 4 属 4 种；5#（天合兴电站库区）共计 2 类 4 属 4 种，6#（天合兴电站坝址下游）共计 2 类 3 属 4 种，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）共计 2 类 3 属 4 种，8#（那尔轰河汇入白山水库前）共计 3 类 5 属 7 种。调查河段浮游动物种类组成见图 4.2-15 和表 4.2-42。

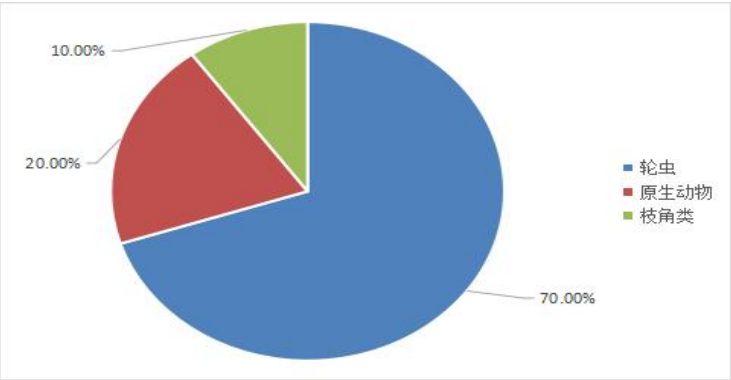


图 4.2-15 枯水期浮游动物种类组成

表 4.2-42 枯水期调查断面浮游动物种类组成

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
轮虫	2	3	3	3	3	3	3	5
枝角类	0	0	1	0	0	0	0	1
原生动物	1	1	0	1	1	1	1	1
合计	3	4	4	4	4	4	4	7

2）平水期

调查河段浮游动物经鉴定共计 4 类 15 属 19 种，其中轮虫 7 属 10 种、桡足类 2 属 2 种，原生动物 4 属 5 种，枝角类 2 属 2 种。各采样点中，1#（杨岔河）共计 3 类 7 属 7 种，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）共计 3 类 8 属 9 种；3#（三角窝石村）共计 4 类 8 属 8 种；4#（小营子村）共计 3 类 7 属 7 种；5#（天合兴电站库区）共计 3 类 6 属 7 种，6#（天合兴电站坝址下游）共计 3 类 5 属 8 种，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）共计 3 类 6 属 7 种，8#（那尔轰河汇入白山水库前）共计 4 类 13 属 14 种。调查河段浮游动物种类组成见图 4.2-16 和表 4.2-43。

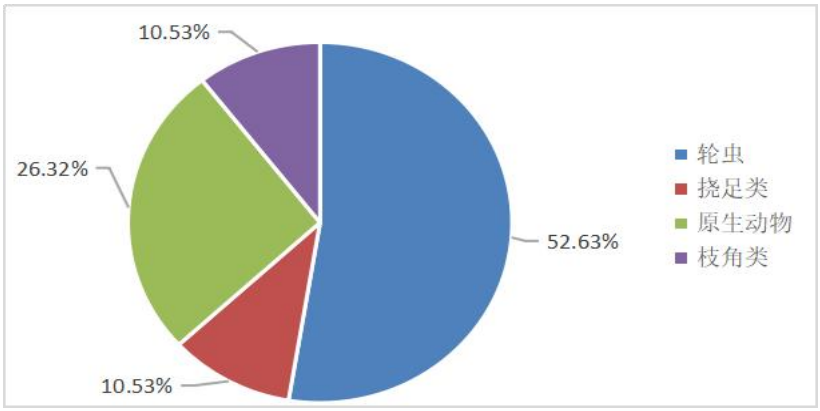


图 4.2-16 平水期浮游动物种类组成

表 4.2-43 平水期调查断面浮游动物种类组成

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
轮虫	5	7	3	3	5	6	4	8
桡足类	0	0	1	0	0	0	0	1
原生动物	1	1	3	2	1	1	2	3
枝角类	1	1	1	2	1	1	1	2
合计	7	9	8	7	7	8	7	14

3）丰水期

调查河段浮游动物经鉴定共计 4 类 19 属 24 种，其中轮虫 9 属 13 种、桡足类 2 属 2 种，原生动物 6 属 7 种，枝角类 2 属 2 种。各采样点中，1#（杨岔河）共计 4 类 10 属 12 种，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）共计 4 类 10 属 11 种；3#（三角窝石村）共计 4 类 8 属 8 种；4#（小营子村）共计 3 类 8 属 9 种；5#（天合兴电站库区）共计 3 类 7 属 8 种，6#（天合兴电站坝址下游）共计 3 类 8 属 9 种，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）共计 4 类 7 属 9 种，8#（那尔轰河汇入白山水库前）共计 4 类 14 属 16 种。调查河段浮游动物种类组成见图 4.2-17 和表 4.2-44。

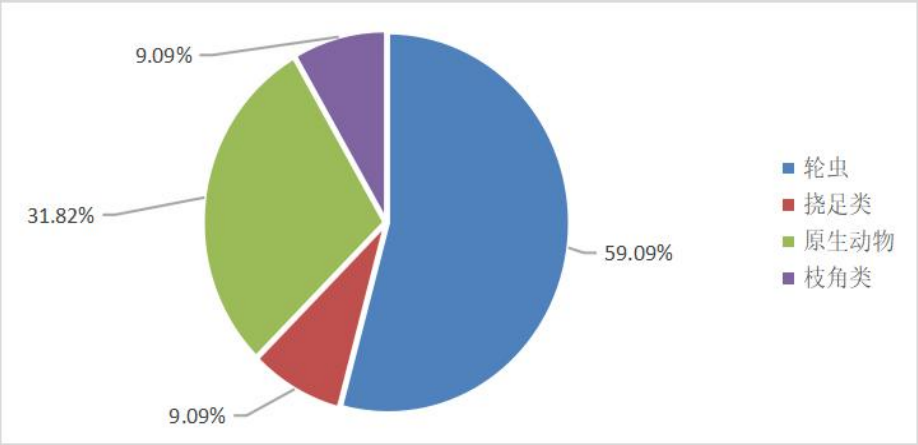


图 4.2-17 丰水期浮游动物种类组成

表 4.2-44 丰水期调查断面浮游动物种类组成

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
轮虫	7	4	2	3	5	5	4	9
桡足类	1	2	1	0	0	0	1	2
原生动物	3	4	4	5	2	2	2	3
枝角类	1	1	1	1	1	1	2	2
合计	12	11	8	9	8	8	9	16

b）浮游动物密度及生物量

调查河段在不同时期浮游动物密度见表 4.2-45。不同时期，丰水期的浮游动物密度最高，枯水期的浮游植物密度最低。

表 4.2-45 不同时期浮游动物密度分布 单位：10^4ind./L

种类	枯水期	平水期	丰水期
轮虫	7.88±2.17	11.63±3.93	10.63±4.37
桡足类	0	0.50±0.93	1.63±2.13
原生动物	1.88±0.83	3.13±1.64	10.75±5.471
枝角类	0.38±0.74	0	0.88±1.25
合计	10.13±2.75	15.25±4.68	24.88±9.48

调查河段在不同时期浮游动物生物量见表 4.2-46。不同时期，丰水期的浮游植物生物量最高，枯水期的浮游植物生物量最低。

表 4.2-46 不同时期浮游动物生物量分布 单位：mg/L

种类	枯水期	平水期	丰水期
轮虫	0.0026±0.0008	0.0040±0.0015	0.0034±0.0013
桡足类	0.0000	0.0025±0.0046	0.0100±0.0144
原生动物	0.0001±0.00003	0.0001±0.00004	0.0004±0.0002
枝角类	0.0025±0.0046	0.0000	0.0175±0.0233
合计	0.0051±0.0052	0.0066±0.0051	0.0313±0.0271

1）枯水期

调查河段浮游动物平均密度为 10ind./L，其中轮虫占优势，平均密度为 8ind./L。各采样点中，8#（那尔轰河汇入白山水库前）浮游动物密度最高，1#（杨岔河）、4#（小营子村）、7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）浮游动物密度最低。调查河段浮游动物密度见图 4.2-18 和表 4.2-47。

表 4.2-47 枯水期调查断面浮游动物密度水平分布 单位：ind./L

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
轮虫	6	8	8	6	10	7	6	12
枝角类	0	0	2	0	0	0	0	1
原生动物	2	2	0	2	2	2	2	3
合计	8	10	10	8	12	9	8	16

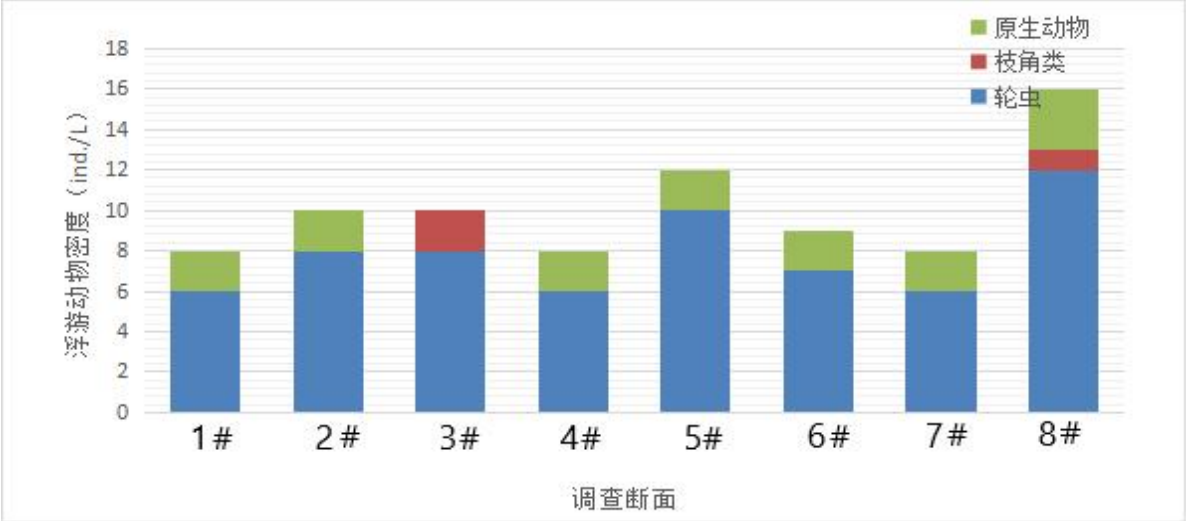


图 4.2-18 枯水期调查断面浮游动物密度水平分布

枯水期调查河段浮游动物平均生物量为 0.0051mg/L，其中轮虫占优势，平均密度为 0.0026mg/L。各采样点中，8#（那尔轰河汇入白山水库前）浮游动物生物量最高，1#（杨岔河）浮游动物生物量最低。调查河段浮游动物生物量见图 4.2-19 和表 4.2-48。

表 4.2-48 枯水期调查断面浮游动物生物量水平分布 单位：mg/L

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
轮虫	0.0018	0.0024	0.0024	0.0022	0.003	0.0021	0.0022	0.0044
枝角类	0	0	0.01	0	0	0	0	0.01
原生动物	0.00006	0.00006	0	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00009
合计	0.00186	0.00246	0.0124	0.00226	0.00306	0.00216	0.00226	0.01449

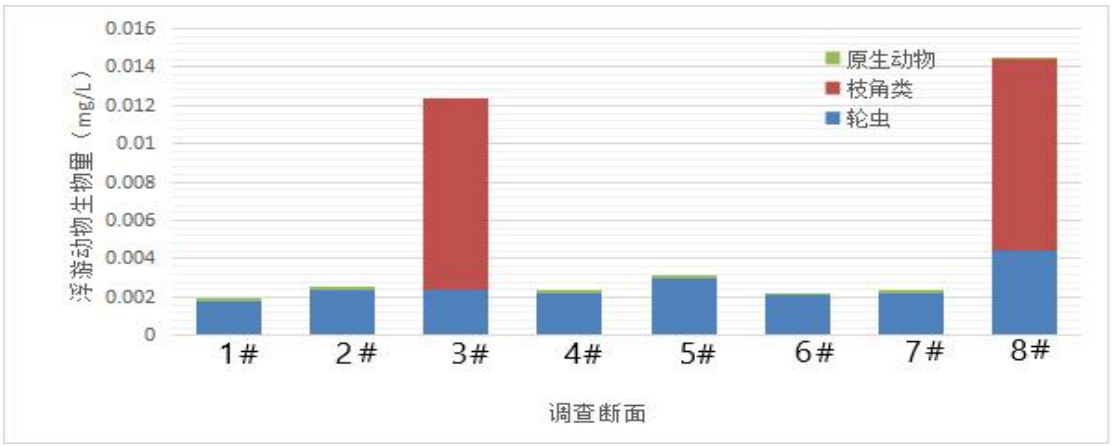


图 4.2-19 枯水期调查断面浮游动物生物量水平分布

2）平水期

调查河段浮游动物平均密度为 16ind./L，其中轮虫占优势，平均密度为 12ind./L。各采样点中，8#（那尔轰河汇入白山水库前）浮游动物密度最高，4#（小营子村）浮游动物密度最低。调查河段浮游动物密度见图 4.2-20 和表 4.2-49。

表 4.2-49 平水期调查断面浮游动物密度水平分布 单位：ind./L

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
轮虫	12	14	10	6	14	15	6	16
桡足类	0	0	2	0	0	0	0	2
原生动物	2	2	6	4	2	2	2	5
合计	14	16	18	10	16	17	8	23

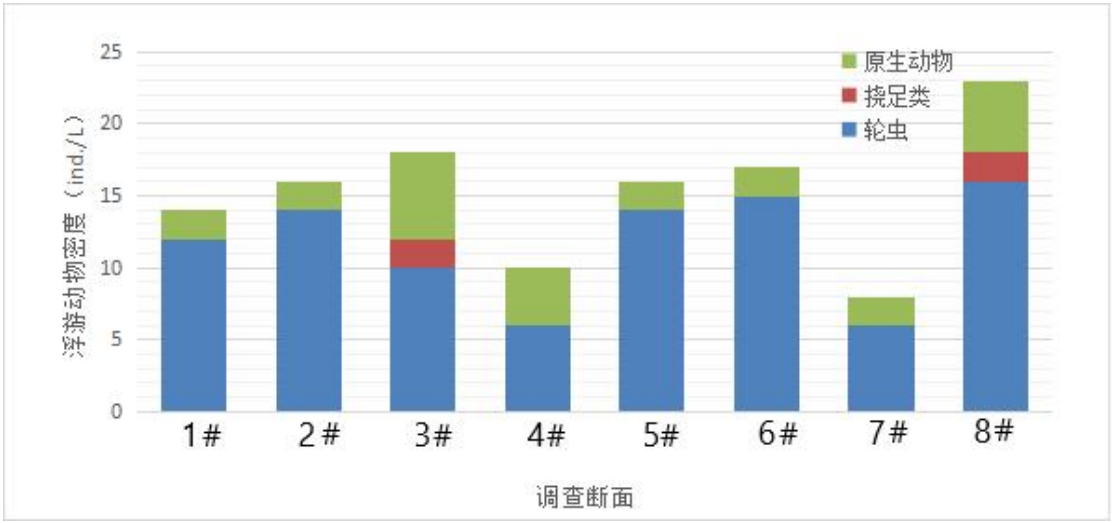


图 4.2-20 平水期调查断面浮游动物密度水平分布

平水期调查河段浮游动物平均生物量为 0.0066mg/L，其中轮虫占优势，平均密度为 0.0040mg/L。各采样点中，8#（那尔轰河汇入白山水库前）浮游动物生物量最高，1#（杨岔河）浮游动物生物量最低。调查河段浮游动物生物量见图 4.2-21 和表 4.2-50。

表 4.2-50 平水期调查断面浮游动物生物量水平分布 单位：mg/L

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
轮虫	0.0036	0.0042	0.003	0.0022	0.0052	0.006	0.0022	0.0058
桡足类	0	0	0.01	0	0	0	0	0.01
原生动物	0.0001	0.0001	0.00018	0.00012	0.00006	0.00006	0.0001	0.00015
合计	0.00366	0.0043	0.01318	0.00232	0.00526	0.00606	0.0023	0.01595

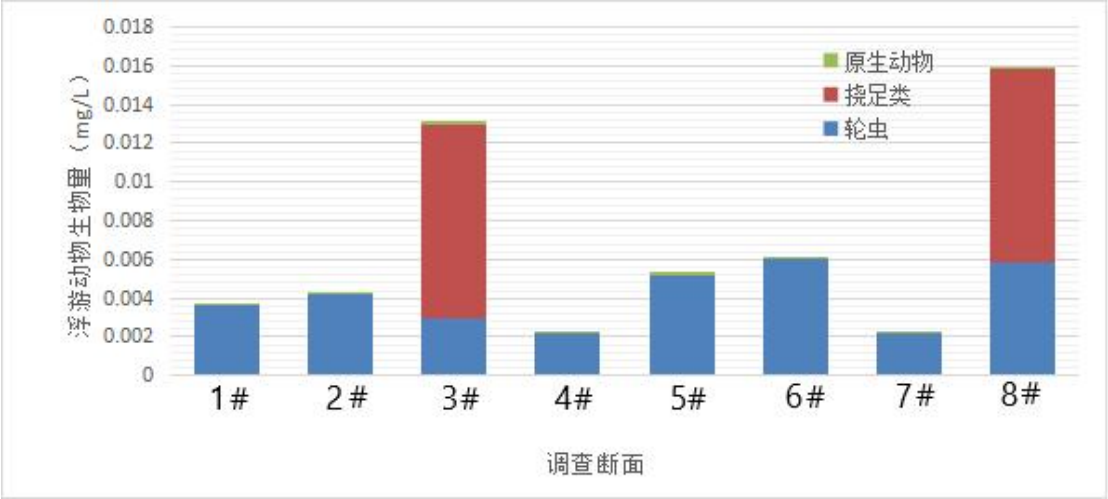


图 4.2-21 平水期调查断面浮游动物生物量水平分布

3）丰水期

调查河段浮游动物平均密度为 24ind./L，其中原生动物和轮虫占优势，平均密度为 11ind./L。各采样点中，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）浮游动物密度最高，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）浮游动物密度最低。调查河段浮游动物密度见图 4.2-22 和表 4.2-51。

表 4.2-51 丰水期调查断面浮游动物密度水平分布 单位：ind./L

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
轮虫	14	12	6	6	12	11	6	18
桡足类	2	6	3	0	0	0	0	2
原生动物	8	18	18	10	6	5	6	15
枝角类	0	0	3	0	0	2	0	2
合计	24	36	30	16	18	18	12	37

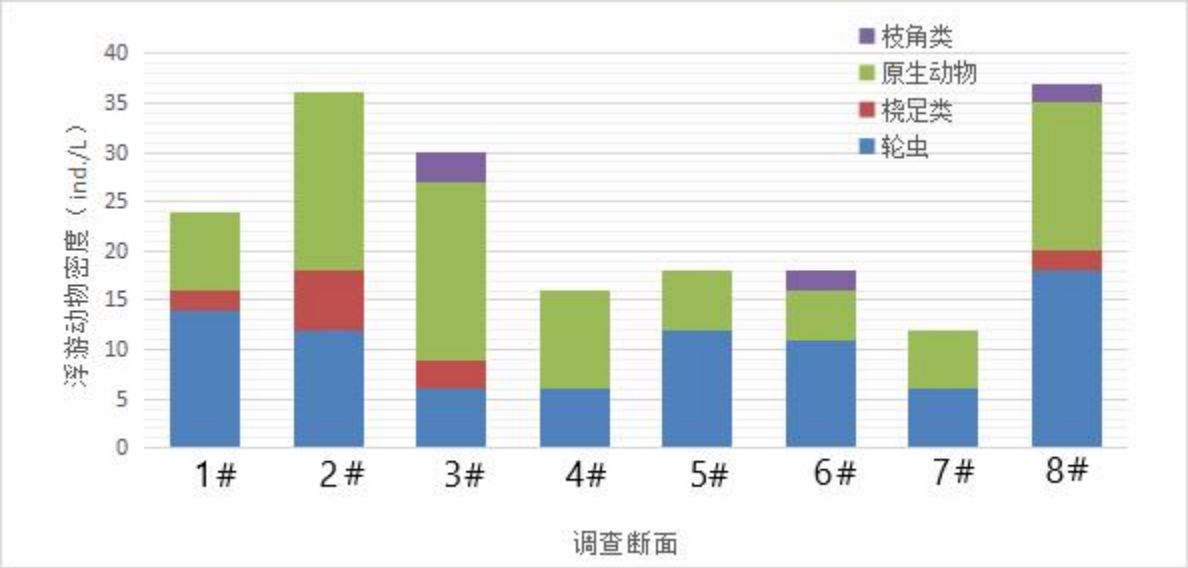


图 4.2-22 丰水期调查断面浮游动物密度水平分布

丰水期调查河段浮游动物平均生物量为 0.0313mg/L，其中枝角类占优势，平均密度为 0.0175mg/L。各采样点中，3#（三角窝石村）浮游动物生物量最高，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）浮游动物生物量最低。调查河段浮游动物生物量见图 4.2-23 和表 4.2-52。

表 4.2-52 丰水期调查断面浮游动物生物量水平分布 单位：mg/L

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
轮虫	0.0052	0.0036	0.0018	0.0022	0.004	0.0033	0.0018	0.0054
桡足类	0.01	0.045	0.015	0	0	0	0	0.01
原生动物	0.00024	0.00054	0.00054	0.0003	0.00018	0.00015	0.00018	0.0008
枝角类	0	0	0.06	0	0	0.04	0	0.04
合计	0.01544	0.04914	0.07734	0.0025	0.00418	0.04345	0.00198	0.0562

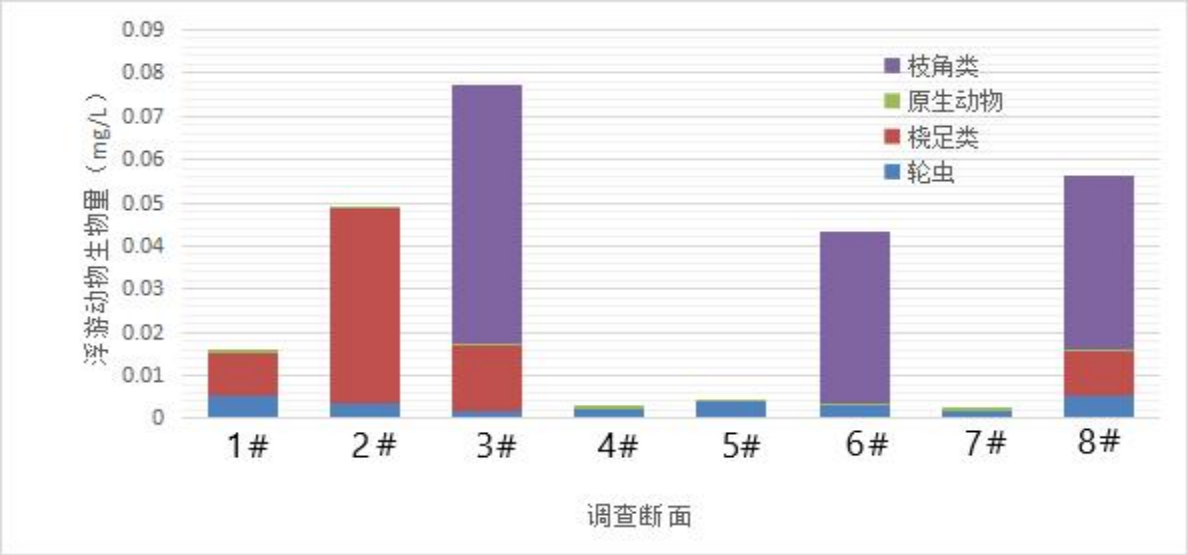


图 4.2-23 丰水期调查断面浮游动物生物量水平分布

c）浮游动物多样性

枯水期调查断面浮游动物 Shannon-Winner 多样性指数平均值为 1.8573，各调查断面中 8#（那尔轰河汇入白山水库前）浮游动物 Shannon-Winner 指数最高，1#（杨岔河）浮游动物 Shannon-Winner 指数最低。浮游动物 Pielou 指数平均值为 0.9138，各调查断面中 2#（杨岔河汇入那尔轰河后）、3#（三角窝石村）浮游动物 Pielou 指数最高，8#（那尔轰河汇入白山水库前）浮游动物 Pielou 指数为最低。结合现状分析，调查河段 8 个调查断面中，所有调查断面 Shannon-Winner 指数均高于 1.5，调查断面物种丰富度和种类数较低，但个体分布均匀。所有断面 Pielou 指数较高，群落结构稳定性较好。

表 4.2-53 枯水期调查水域浮游动物多样性

调查断面	个体数（N）（ind./L）	类群数（S）	Shannon-Winner 指数	Pielou 指数
1#	8	3	1.5000	0.9464
2#	10	4	1.9219	0.9610
3#	10	4	1.9219	0.9610
4#	8	4	1.8575	0.9288
5#	12	4	1.7500	0.8750
6#	9	4	1.9219	0.9610
7#	8	4	1.7925	0.8963
8#	16	7	2.1925	0.7810

平水期调查断面浮游动物 Shannon-Winner 多样性指数平均值为 2.5715，各调查断

面中 2#（杨岔河汇入那尔轰河后）浮游动物 Shannon-Winner 指数最高，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）浮游动物 Shannon-Winner 指数最低。浮游动物 Pielou 指数平均值为 0.8546，3#（三角窝石村）浮游动物 Pielou 指数最高，8#（那尔轰河汇入白山水库前）浮游动物 Pielou 指数为最低。结合现状分析，调查河段 8 个调查断面中，所有调查断面 Shannon-Winner 指数介于 2～3，所有调查断面物种丰富度和种类数较低，个体分布均匀。所有断面 Pielou 指数较高，群落结构稳定性稳定。

表 4.2-54 平水期调查水域浮游动物多样性

调查断面	个体数（N）（ind./L）	类群数（S）	Shannon-Winner 指数	Pielou 指数
1#	14	7	2.5216	0.8982
2#	16	9	2.7500	0.8675
3#	18	8	2.7255	0.9085
4#	10	7	2.3219	0.8271
5#	16	7	2.5000	0.8905
6#	17	8	2.7219	0.9073
7#	8	7	2.3152	0.8247
8#	23	14	2.7156	0.7133

丰水期调查断面浮游动物 Shannon-Winner 多样性指数平均值为 3.0291，各调查断面中 1#（杨岔河）浮游动物 Shannon-Winner 指数最高，5#（天合兴电站库区）浮游动物 Shannon-Winner 指数最低。浮游动物 Pielou 指数平均值为 0.9209，6#（天合兴电站坝址下游）浮游动物 Pielou 指数最高，8#（那尔轰河汇入白山水库前）浮游动物 Pielou 指数为最低。结合现状分析，调查河段 8 个调查断面中，所有调查断面 Shannon-Winner 指数高于 2，所有调查断面物种丰富度和种类数较低，个体分布均匀。所有断面 Pielou 指数较高，群落结构稳定性稳定。

表 4.2-55 丰水期调查水域浮游动物多样性

调查断面	个体数（N）（ind./L）	类群数（S）	Shannon-Winner 指数	Pielou 指数
1#	24	12	3.4183	0.9535
2#	36	11	3.2467	0.9385
3#	27	8	2.8464	0.9488
4#	16	9	3	0.9464
5#	18	8	2.7255	0.9085
6#	18	8	2.9219	0.9740
7#	12	9	2.7312	0.8616
8#	37	16	3.3429	0.8357

三个调查时期，浮游动物 Shannon-Winner 多样性指数丰水期最高，枯水期最低。三个调查时期 Pielou 指数均较高，其中枯水期物种丰富度和种类数较低，个体分布均匀，群落结构稳定性较好。

4.2.3.5 底栖动物

a）底栖动物种类组成

调查河段底栖动物经鉴定共计 4 门 6 纲 13 目 31 科 50 种，其中线形动物门 1 目 1 科 1 种、环节动物门 3 目 3 科 4 种、软体动物门 1 目 2 科 4 种、节肢动物门 8 目 25 科 41 种。枯、平、丰三个时期，平水期底栖动物种类最多。调查河段底栖动物门类组成和不同水期门类组成见图 4.2-24 和表 4.2-56。

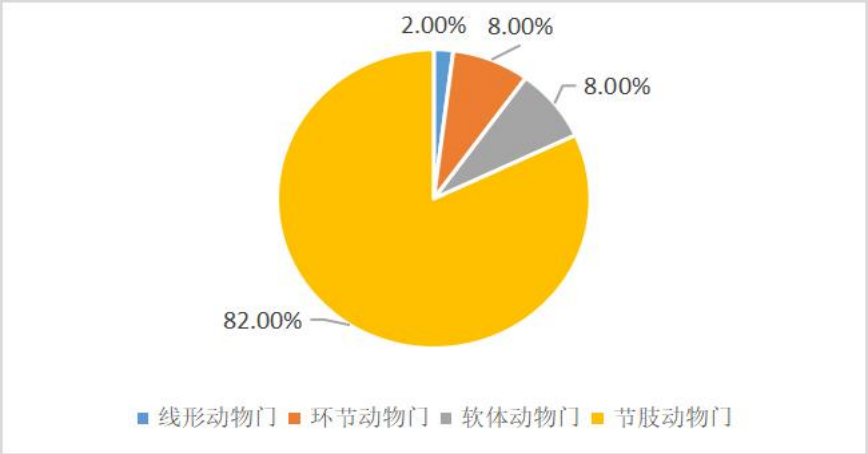


图 4.2-24 底栖动物门类组成

表 4.2-56 不同时期底栖动物门类组成

采集时间	枯水期	平水期	丰水期
线形动物门	0	1	0
环节动物门	3	3	3
软体动物门	2	2	2
节肢动物门	13	31	30
合　计	18	37	35

1）枯水期

调查河段底栖动物经鉴定共计 3 门 5 纲 8 目 16 科 18 种，其中环节动物门 3 目 3 科 3 种、软体动物门 1 目 2 科 2 种、节肢动物门 4 目 11 科 13 种。各采样点中，1#（杨岔河）共计 2 目 4 科 4 种；2#（杨岔河汇入那尔轰河后）共计 3 目 7 科 7 种；3#（三角窝石村）共计 2 目 4 科 4 种；4#（小营子村）共计 3 目 5 科 5 种；5#（天合兴电站库区）共计 5 目 9 科 9 种；6#（天合兴电站坝址下游）共计 5 目 9 科 9 种，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）共计 3 目 3 科 4 种，8#（那尔轰河汇入白山水库前）共计 5 目 5 科 5 种。调查河段底栖动物种类组成见图 4.2-25 和表 4.2-57。

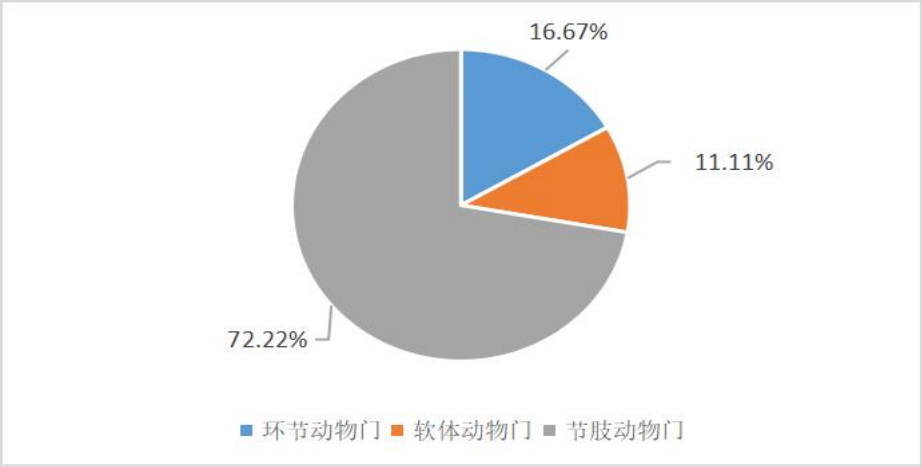


图 4.2-25　枯水期底栖动物门类组成

表 4.2-57 枯水期调查断面底栖动物种类组成

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
环节动物门	0	0	0	0	1	2	0	1
软体动物门	0	0	0	1	0	2	0	1

续表 4.2-57（完） 枯水期调查断面底栖动物种类组成

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
节肢动物门	4	7	4	4	8	5	5	3
合计	4	7	4	5	9	9	5	5

2）平水期

调查河段底栖动物经鉴定共计 4 门 6 纲 11 目 22 科 37 种，其中线形动物门 1 目 1 科 1 种、环节动物门 2 目 2 科 3 种、软体动物门 1 目 2 科 2 种、节肢动物门 7 目 17 科 31 种。各采样点中，1#（杨岔河）共计 3 目 8 科 8 种，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）共计 7 目 15 科 20 种；3#（三角窝石村）共计 4 目 9 科 10 种；4#（小营子村）共计 4 目 8 科 8 种；5#（天合兴电站库区）共计 5 目 10 科 12 种；6#（天合兴电站坝址下游）共计 5 目 9 科 9 种，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）共计 6 目 9 科 11 种，8#（那尔轰河汇入白山水库前）共计 5 目 6 科 7 种。调查河段底栖动物种类组成见图 4.2-26 和表 4.2-58。

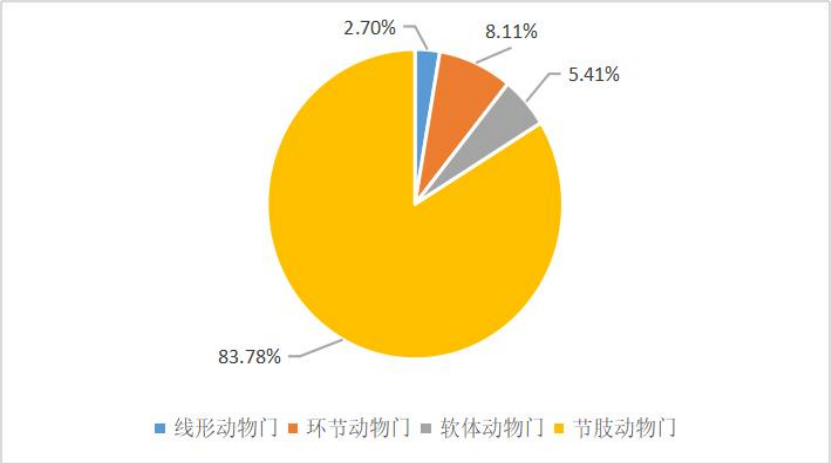


图 4.2-26 平水期底栖动物门类组成

表 4.2-58 平水期调查断面底栖动物种类组成

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
线形动物门	1	1	0	0	0	0	0	0
环节动物门	0	1	0	0	0	1	0	1
软体动物门	0	0	0	0	0	2	2	2

续表 4.2-58（完） 平水期调查断面底栖动物种类组成

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
节肢动物门	7	18	9	8	12	6	9	4
合计	8	20	10	8	12	9	11	7

3）丰水期

调查河段底栖动物经鉴定共计 3 门 5 纲 11 目 26 科 35 种，其中环节动物门 3 目 3 科 3 种、软体动物门 1 目 2 科 2 种、节肢动物门 7 目 21 科 30 种。各采样点中，1#杨岔河共计 3 目 7 科 7 种；2#阳岔河村共计 6 目 15 科 18 种；3#三角窝石村共计 3 目 5 科 6 种；4#小营子村共计 5 目 8 科 8 种；5#四十八垧村共计 5 目 11 科 11 种；6#天合兴村 5 目 8 科 9 种，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）共计 6 目 10 科 12 种，8#（那尔轰河汇入白山水库前）共计 6 目 7 科 9 种。调查河段底栖动物种类组成见图 4.2-27 和表 4.2-59。

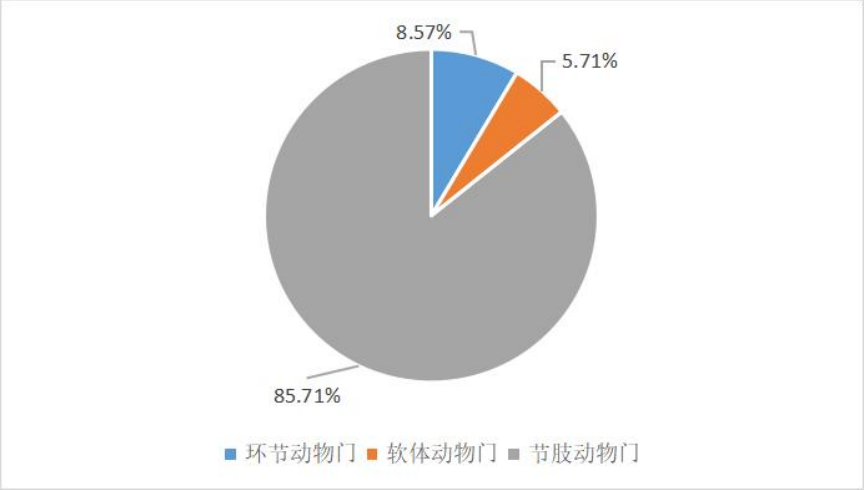


图 4.2-27 丰水期底栖动物门类组成

表 4.2-59 丰水期调查断面底栖动物种类组成

种类	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
环节动物门	0	0	0	2	0	2	0	1
软体动物门	0	0	0	1	0	2	2	2
节肢动物门	7	18	6	5	11	5	10	6
合计	7	18	6	8	11	9	12	9

b）底栖动物密度及生物量

调查河段在不同时期底栖动物密度和生物量见表 4.2-60、图 4.2-28、图 4.2-29。不同时期，丰水期的底栖动物密度最高，枯水期的底栖动物密度最低。平水期的底栖动物生物量最高，丰水期的底栖动物生物量最低。

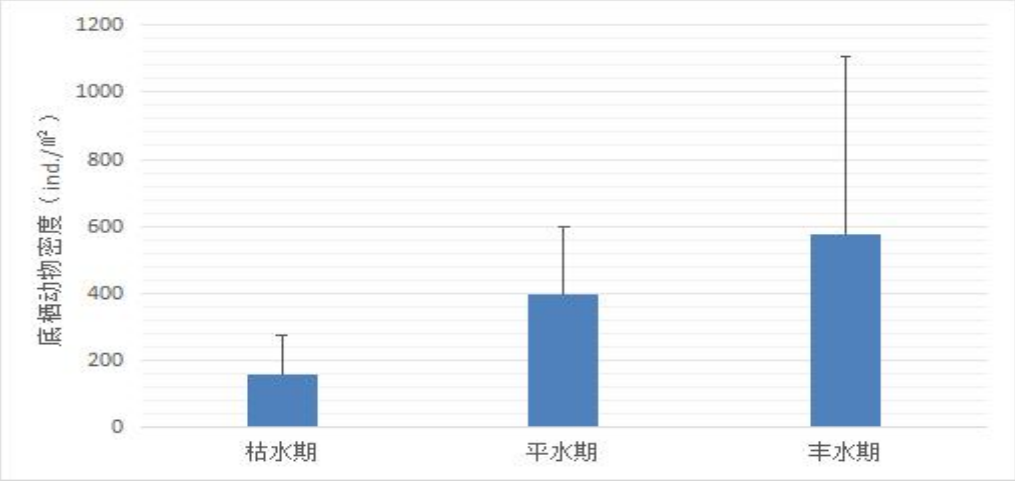


图 4.2-28 不同调查时期底栖动物密度

表 4.2-60 不同调查时期底栖动物密度和生物量

项目	枯水期	平水期	丰水期
密度（ind./m²）	156.63±116.53	395.25±204.01	578.31±530.00
生物量（g/m²）	14.39±19.83	37.02±40.97	11.43±4.48

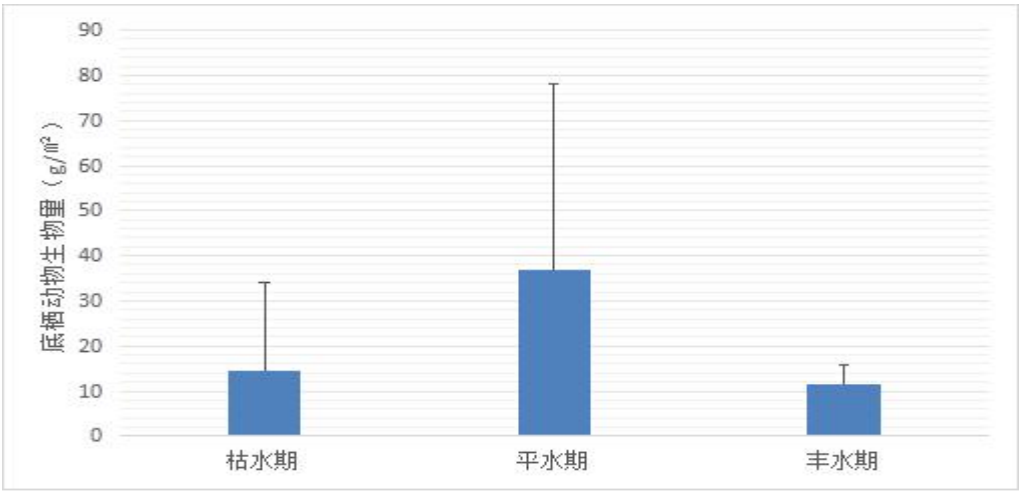


图 4.2-29 不同调查时期底栖动物生物量

1）枯水期

调查河段底栖动物平均密度为 157ind./m^2，平均生物量为 14.37g/m^2。各采样点中，3#（三角窝石村）底栖动物密度最高，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）底栖动物密度最低；6#（天合兴电站坝址下游）底栖动物生物量最高，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）底栖动物生物量最低。调查河段底栖动物密度和生物量见表 4.2-61 和图 4.2-30、图 4.2-31。

表 4.2-61　　枯水期调查断面底栖动物密度和生物量

项目	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
密度（ind./m^2）	63	122	385	89	185	266	93	50
生物量（g/m^2）	5.42	3.94	11.61	5.25	18.44	61.87	4.47	4.09

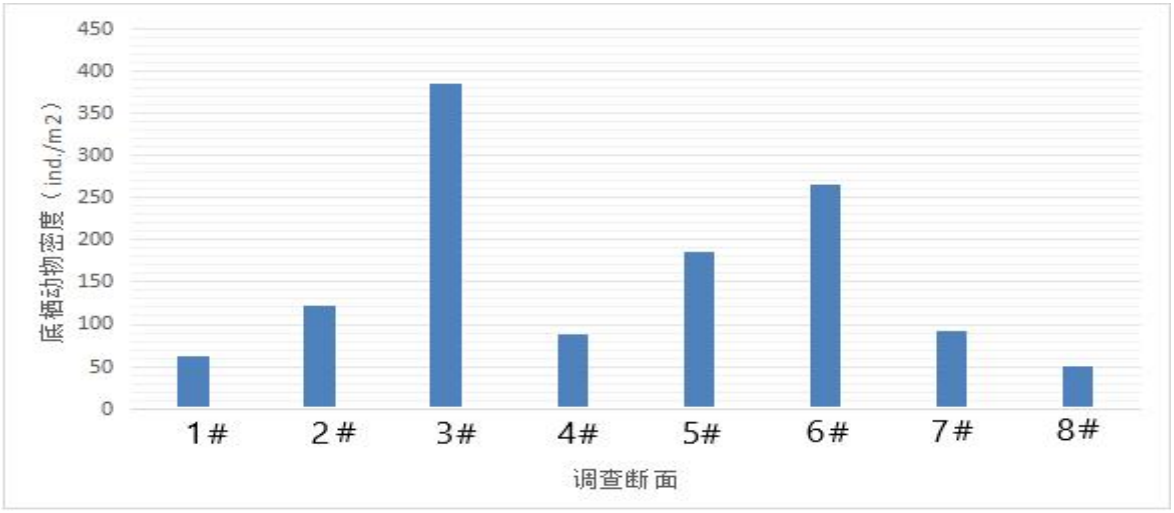


图 4.2-30　枯水期底栖动物密度水平分布

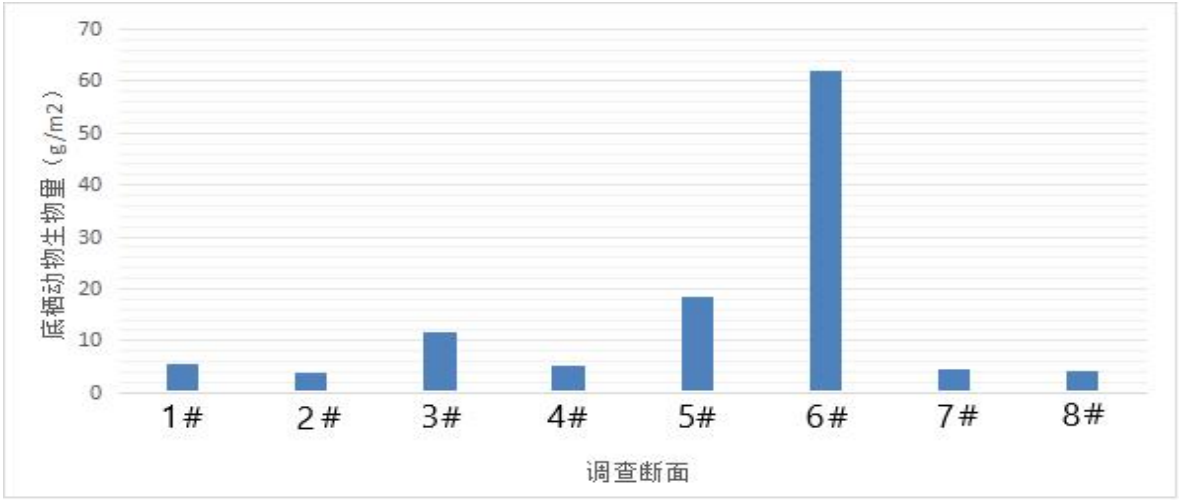


图 4.2-31　枯水期底栖动物生物量水平分布

2）平水期

调查河段底栖动物平均密度为 395ind./m^2，平均生物量为 37.02g/m^2。各采样点中，4#（小营子村）底栖动物密度最高，8#（那尔轰河汇入白山水库前）底栖动物密度最低；4#（小营子村）底栖动物生物量最高，8#（那尔轰河汇入白山水库前）底栖动物生物量最低。调查河段底栖动物密度和生物量见表 4.2-62 和图 4.2-32、图 4.2-33。

表 4.2-62　　平水期调查断面底栖动物密度

项目	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
密度（ind./m^2）	174	522	500	755	348	244	460	158
生物量（g/m^2）	6.04	28.94	21.33	131.19	25.74	54.26	23.26	5.44

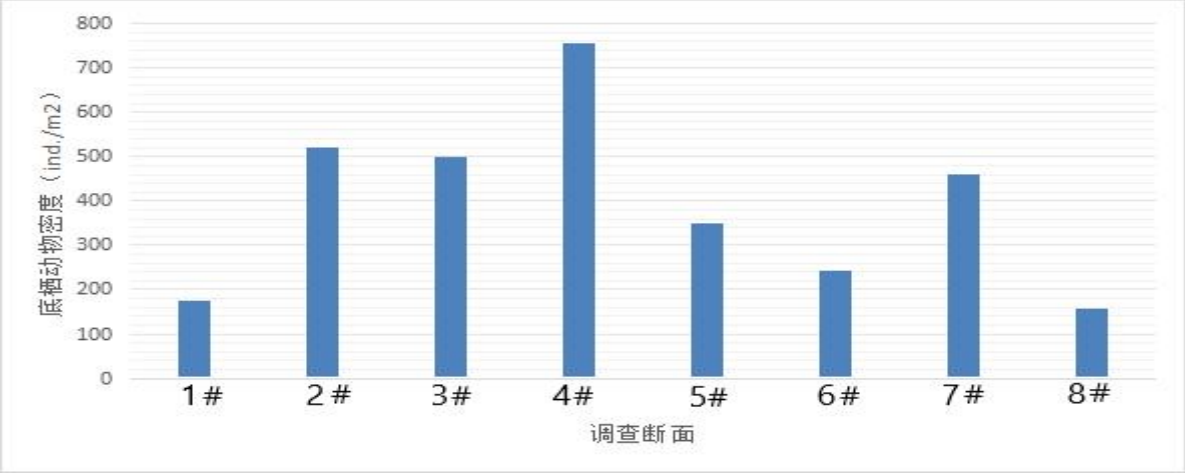


图 4.2-32　平水期调查河段底栖动物密度水平分布

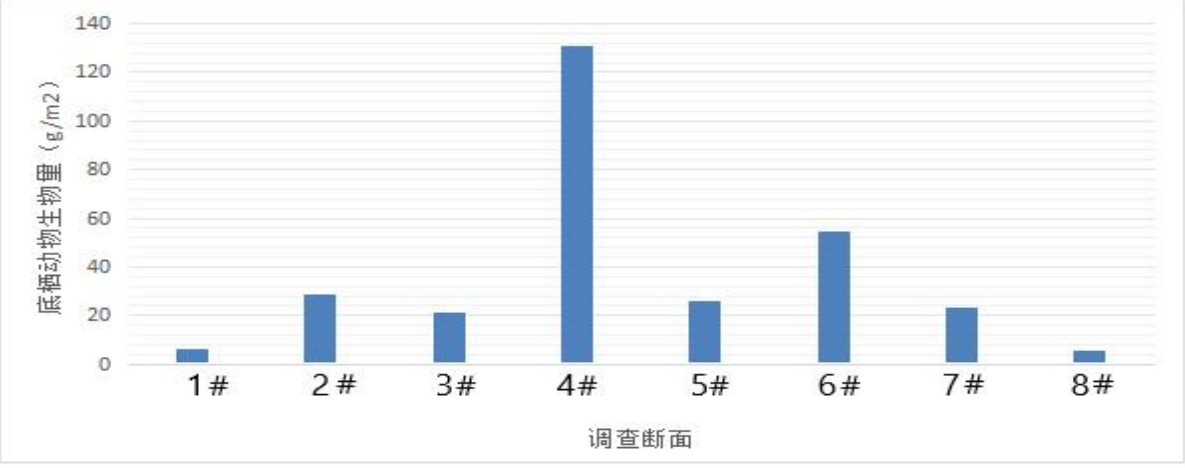


图 4.2-33　平水期调查河段底栖动物生物量水平分布

3）丰水期

调查河段底栖动物平均密度为 578ind./m^2，平均生物量为 11.43g/m^2。各采样点中，3#（三角窝石村）底栖动物密度最高，8#（那尔轰河汇入白山水库前）底栖动物密度最低；6#（天合兴电站坝址下游）底栖动物生物量最高，8#（那尔轰河汇入白山水库前）底栖动物生物量最低。调查河段底栖动物密度和生物量见表 4.2-63 和图 4.2-34、图 4.2-35。

表 4.2-63　　丰水期底栖动物密度和生物量

项目	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
密度（ind./m^2）	307	785	1744	259	252	296	798	185
生物量（g/m^2）	12.16	6.16	15.75	8.16	12.07	18.64	12.46	6.03

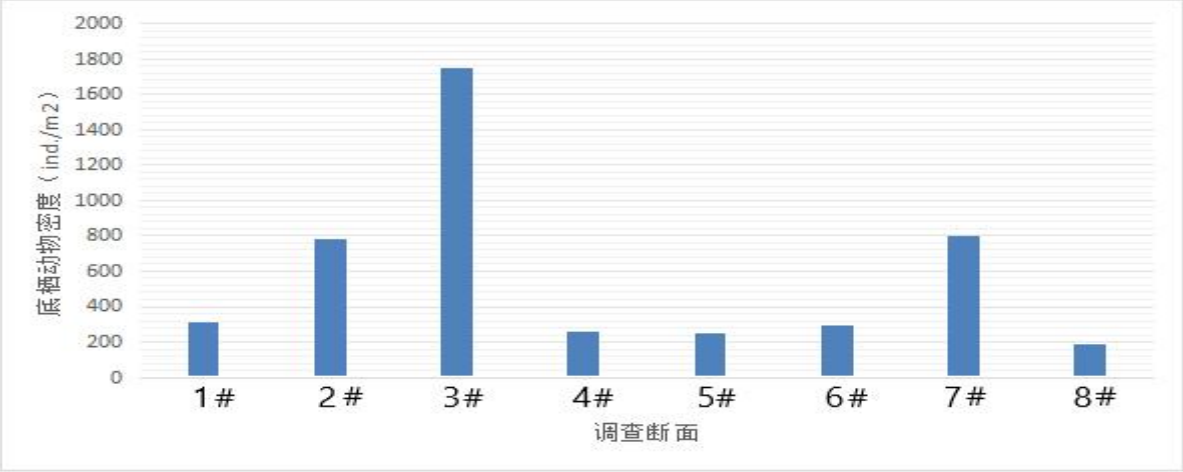


图 4.2-34　丰水期底栖动物密度水平分布

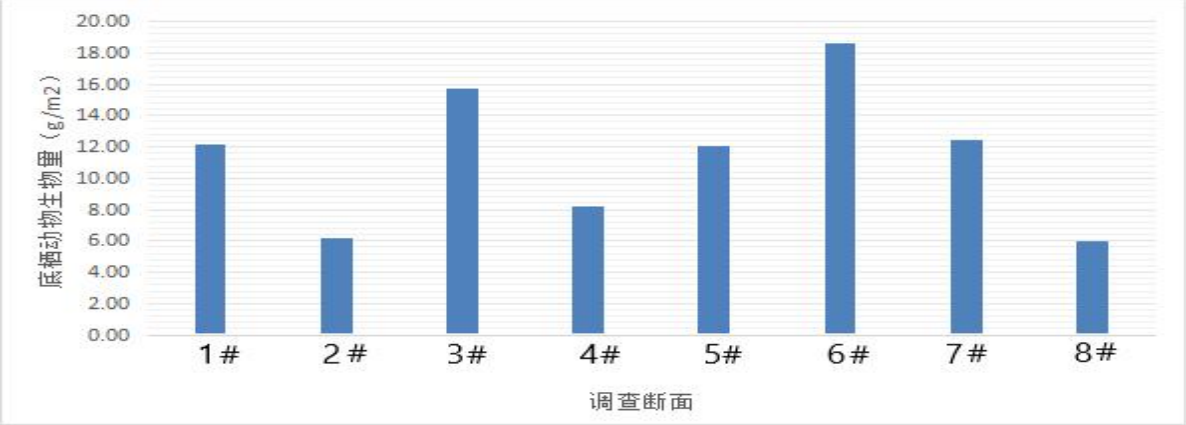


图 4.2-35　丰水期底栖动物生物量水平分布

c）底栖动物多样性

枯水期调查断面底栖动物 Shannon-Winner 多样性指数平均值为 1.4099，各调查断

面中 6#（天合兴电站坝址下游）底栖动物 Shannon-Winner 指数最高，3#（三角窝石村）底栖动物 Shannon-Winner 指数最低。底栖动物 Pielou 指数平均值为 0.5465，6#（天合兴电站坝址下游）底栖动物 Pielou 指数最高，3#（三角窝石村）底栖动物 Pielou 指数为最低。结合现状分析，调查河段 8 个调查断面中，3#（三角窝石村）Shannon-Winner 指数和 Pielou 指数均为最低，说明枯水期底栖动物物种数量较少且结构脆弱，个体分布不均匀；2#（杨岔河汇入那尔轰河后）、5#（天合兴电站库区）和 6#（天合兴电站坝址下游）Shannon-Winner 指数介于 1.8～2.2，3 个断面底栖动物种类相对丰富，群落结构相对较稳定。各调查断面 Shannon-Winner 指数和 Pielou 指数见表 4.2-64。

表 4.2-64 枯水期调查断面底栖动物多样性

调查断面	个体数（N）（ind./m²）	类群数（S）	Shannon-Winner 指数	Pielou 指数
1#	63	4	1.2057	0.6029
2#	122	7	1.8068	0.6436
3#	385	4	0.5631	0.2816
4#	89	5	1.1878	0.5116
5#	185	9	1.9833	0.6257
6#	266	9	2.1292	0.6717
7#	93	5	1.1925	0.5136
8#	50	5	1.2109	0.5215

平水期调查断面底栖动物 Shannon-Winner 多样性指数平均值为 1.9091，各调查断面中 2#（杨岔河汇入那尔轰河后）底栖动物 Shannon-Winner 指数最高，4#（小营子村）底栖动物 Shannon-Winner 指数最低。底栖动物 Pielou 指数平均值为 0.5745，5#（天合兴电站库区）底栖动物 Pielou 指数最高，4#（小营子村）底栖动物 Pielou 指数为最低。结合现状分析，调查河段 8 个调查断面中，4#（小营子村）Shannon-Winner 指数和 Pielou 指数均为最低，说明平水期底栖动物物种数量较少且结构相对较脆弱，个体分布相对不均匀；2#（杨岔河汇入那尔轰河后）和 5#（天合兴电站库区）Shannon-Winner 指数均和 Pielou 指数均相对较高，说明该 2 个断面底栖动物种类相对丰富，群落结构相对较稳定。各调查断面 Shannon-Winner 指数和 Pielou 指数见表 4.2-65。

表 4.2-65 平水期调查断面底栖动物多样性

调查断面	个体数（N）（ind./m²）	类群数（S）	Shannon-Winner 指数	Pielou 指数
1#	174	8	1.8664	0.6221
2#	522	20	2.3572	0.5454
3#	500	10	1.7285	0.5203
4#	755	8	1.4726	0.4909
5#	348	12	2.3393	0.6525
6#	244	9	1.9966	0.6299
7#	460	11	1.7328	0.5009
8#	158	7	1.7795	0.6339

丰水期调查断面底栖动物 Shannon-Winner 多样性指数平均值为 1.8623，各调查断面中 2#（杨岔河汇入那尔轰河后）底栖动物 Shannon-Winner 指数最高，3#（三角窝石村）底栖动物 Shannon-Winner 指数最低。底栖动物 Pielou 指数平均值为 0.5686，7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）底栖动物 Pielou 指数最高，3#（三角窝石村）底栖动物 Pielou 指数为最低。结合现状分析，调查河段 8 个调查断面中，3#（三角窝石村）所有调查断面 Shannon-Winner 指数和 Pielou 指数均为最低，说明丰水期底栖动物物种数量较少且结构相对较脆弱，个体分布相对不均匀；7#（西南岔河汇入那尔轰河前 1km）、2#（杨岔河汇入那尔轰河后）和 5#（天合兴电站库区）Shannon-Winner 指数均高于 2，说明这两个断面底栖动物物种丰富度相对较高；7#、2#和 5#Shannon-Winner 指数和 Pielou 指数均相对较高，说明该 3 个断面底栖动物种类相对丰富，群落结构相对较稳定。各调查断面 Shannon-Winner 指数和 Pielou 指数见表 4.2-66。

表 4.2-66 丰水期调查断面底栖动物多样性

调查断面	个体数（N）（ind./m²）	类群数（S）	Shannon-Winner 指数	Pielou 指数
1#	307.41	7	1.7944	0.6392
2#	785.19	18	2.4994	0.5994
3#	1744.44	6	1.0479	0.4054
4#	259.26	8	1.6594	0.5531
5#	251.85	11	2.1008	0.6073
6#	296.3	9	1.8555	0.5853
7#	798	12	2.3152	0.6458
8#	185	9	1.6258	0.5129

三个调查时期底栖动物 Shannon-Winner 多样性指数平水期最高，枯水期最低；底栖动物 Pielou 指数平水期最高，枯水期最低，但整体表现均不高，其中枯水期物种丰富度和种类数较低，群落结构稳定性较差。

4.2.3.6 水生维管束植物

那尔轰河调查河段水量较丰富，河道底质以砾石、基岩为主，部分河道分布有大量菹草，调查河段上游两岸边坡覆盖度较高，两岸边坡分布有乔木、灌木，河叉、河心滩分布有乔木柳树及湿生植物，下游覆盖度较低，边坡主要以湿生植物为主，详见表 4.2-64。本次调查共发现湿地植物 13 目 19 科 25 属 30 种，名录见附录。

表 4.2-67 调查断面河道及植被盖度

调查断面	岸坡	河岸植被盖度	河道特征
杨岔河	泥土	100%	那尔轰河支流，水流急，水体清澈
杨岔河汇入那尔轰河后	泥土、砂砾石	90%	河道顺直，流速平缓，水体清澈
三角窝石村	泥土	70%	河道顺直，流速平缓，水体清澈，乔本、灌木和草本植被茂盛。
小营子村	泥土	70%	河道较窄，流速快，水体清澈，乔本、灌木和草本植被茂盛。
天合兴电站库区	砾石	30%	流速快，水体清澈，河道宽阔且深。
天合兴电站坝址下游	砾石	30%	脱水段
西南岔河汇入那尔轰河前 1km	砾石	70%	河道较窄，流速快，水体清澈，乔本、灌木和草本植被茂盛。
那尔轰河汇入白山水库前	泥土	70%	河道宽阔，流速较缓，水体清澈，乔本、灌木和草本植被茂盛。

4.2.3.7 鱼类

a）鱼类种类组成

为了解本工程影响范围内鱼类资源现状，调查人员分别在 4 月（繁殖期）、7 月（丰水期），设置 4 个采样点开展了鱼类资源现场调查，主要采用地笼网、三层刺网等方法捕鱼，记录捕获渔获物种类、数量、体长及重量，此外在有关部门及附近居民区开展访问调查。

繁殖期，实地调查到鱼类 4 目 6 科 21 种，其中鲤形目 2 科 16 种，占比 76.19%；

鲇形目 2 科 3 种，占比 14.29%；鲑形目 1 科 1 种，占比 4.76%；鲈形目 1 科 1 种，占总种数的 4.76%。

丰水期，实地调查到鱼类 4 目 6 科 20 种，其中鲤形目 2 科 16 种，占比 80%；鲇形目 2 科 2 种，占比 10%；七鳃鳗目 1 科 1 种，占比 5%；鲈形目 1 科 1 种，占总种数的 5%。

根据现场调查结果、历史资料记载及对当地渔民访谈得知，调查区域共有鱼类 7 目 10 科 28 种，其中七鳃鳗目有 1 科 1 种，占总种数的 3.57%；鲤形目有 2 科 19 种，占总种数的 67.86%；鲇形目 2 科 3 种，占比 10.71%；鲑形目 1 科 1 种，占比 3.57%；鲈形目 2 科 2 种，占总种数的 7.17%；鳕形目 1 科 1 种，占比 3.57%；鲉形目 1 科 1 种，占比 3.57%。调查区域鱼类种类中，冷水性鱼类包括东北七鳃鳗 *Lampetra morii* Berg、洛氏鱥 *Phoxinus lagowskii* Dybowski、真鱥 *Phoxinus phoxinus phoxinus* Linnaeus、班鳍鱥 *Phoxinus kumkang* Uchida、北方须鳅 *Barbatula barbatula nuda* Bleeker、杂色杜父鱼 *Cottus poecilopus*、江鳕 *Lota lota* Linnaeus，喜低温溪流中生长，其他种类鱼类属于广泛分布种，在静水及流水中均可生长。调查区鱼类名录见表 4.2-68。

表 4.2-68 调查区鱼类名录

目	科	种	历史资料	现场调查
七鳃鳗目 Petromyzoniformes	七鳃鳗科 Petromyzonidae	东北七鳃鳗 *Lampetra morii* Berg	*	*
鲤形目 Cypriniformes	鲤科 Cyprinidae	宽鳍鱲 *Zacco platypus* Temminck *et* Schlegel	*	*
		大头鮈 *Gobio macrocephalus* Mori	*	*
		湖鱥 *Phoxinus percnurus* Pallas	*	*
		洛氏鱥 *Phoxinus lagowskii* Dybowski	*	*
		真鱥 *Phoxinus phoxinus phoxinus* Linnaeus	*	*
		班鳍鱥 *Phoxinus kumkang* Uchida	*	*
		翘嘴鲌 *Culter alburnus* Basilewsky	*	*
		蒙古鲌 *Culter mongolicus mongolicus* Basilewsky	*	*
		鱎 *Hemiculter leucisculus* Basilewsky	*	*
		团头鲂 *Megalobrama amblycephala* Yih	*	*
		鲫 *Carassius auratus*	*	*
		鲤 *Cprinus Carpia*	*	*
		麦穗鱼 *Pseudorasbora parva* Tamminck *et* Schlegel	*	*
		棒花鱼 *Abbottina ricularis* Basilewsky	*	*

表 4.2-68 调查区鱼类名录

目	科	种	历史资料	现场调查
鲤形目 Cypriniformes	鲤科 Cyprinidae	黑鳍鳈 *Sarcocheilichthys nigripinnis* Günther	*	*
		黑龙江鳑鲏 *Rhodeus sericeus* Pallas	*	
	鳅科 Cobitidae	北方花鳅 *Cobitis granoei* Rendahl	*	*
		黑龙江花鳅 *Misgurnus mohoity* Dybowski	*	*
		北方须鳅 *Barbatula barbatula nuda* Bleeker	*	*
鲇形目 Siluriformes	鲇科 Siluridae	鲇 *Silurus asotus*	*	*
	鲿科 Bagridae	黄颡鱼 *Pelteobagrus fulvidraco* Richardson	*	*
		乌苏拟鲿 *Pseudobagurs ussuriensis* Dybowski	*	*
鲑形目 Salmoniformes	胡瓜鱼科 Osmeridae	池沼公鱼 *Hypomesus olidus*	*	*
鲈形目 Perciformes	沙塘鳢科 Odontobutidae	小黄黝鱼 *Micropercopsswinhonis* Günther	*	
	鰕虎鱼科 Gobidae	褐吻鰕虎鱼 *Rhinogobius brunneus*	*	*
鲉形目 Scorpaeniformes	杜父鱼科 Cottidae	杂色杜父鱼 *Cottus poecilopus*	*	
鳕形目 Gadiformes	江鳕科 Lotidae	江鳕 *Lota lota* Linnaeus	*	



东北七鳃鳗 *Lampetra morii* Berg



北方须鳅 *Barbatula nudus*



湖鳟 *Phoxinus percnurus* Pallas



斑鳍鳟 *Phoxinus kumkang* Uchida



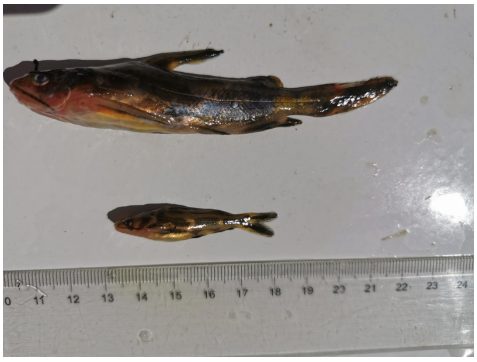
洛氏鱊 *Phoxinus lagowskii* Dybowski



仔稚鱼



蒙古鲌 *Culter mongolicus mongolicus* Basilewsky



黄颡鱼 *Pelteobagrus fulvidraco* Richardson

图 4.2-36 调查采集到的鱼类

b）鱼类区系类群

调查水域的鱼类从起源、地理分布和生态特征区分，属于 5 个区域复合体，分别为：

1）江河平原类群：该类群起源于我国东部，以老三纪的古北区原有的鱼类及其后裔为主，多数善游、喜氧，适于开阔水域的中上层鱼类。调查水域在此类群中的鱼类有宽鳍鱲（*Zacco platypus* Temminck *et* Schlegel）、黑鳍鲭（*Sarcocheilichthys nigripinnis* Günther）和棒花鱼（*Abbottina ricularis* Basilewsky）、翘嘴鲌（*Culter alburnus* Basilewsky）、蒙古鲌（*Culter mongolicus mongolicus* Basilewsky）、鳌（*Hemiculter leucisculus* Basilewsky）、团头鲂（*Megalobrama amblycephala* Yih），共 7 种，占调查鱼类总数的 25%。

2）北方平原类群：形成于第四纪全新世冰川期，其主要生态特征是耐寒、喜清流水，喜高氧，体呈纺锤形。调查水域在此类群中的鱼类有大头鮈（*Gobio macrocephalus* Mori）、湖鱊（*Phoxinus percnurus* Pallas）、洛氏鱊（*Phoxinus lagowskii*

Dybowski）、斑鰶鱲（*Phoxinus kumkang* Uchida）、北方花鳅（*Cobitis granoei* Rendahl）、北方须鳅（*Barbatula barbatula nuda* Bleeker）、褐吻鰕虎鱼（*Rhinogobius brunneus*）、黑龙江花鳅（Misgurnus mohoity Dybowski），共 8 种，占调查鱼类总数的 28.57%，为调查水域的优势区系，种类数量较多。

3）古代第三纪类群：为第三纪中新世以前残留下来的种类，形成于北半球北温带地区，代表种类数不多，但其适应性极强，分布广，多为一些常见鱼类。调查水域在此类群中的鱼类有东北七鳃鳗（*Lampetra morii* Berg）、麦穗鱼（*Pseudorasbora parva* Tamminck *et* Schlegel）、黑龙江鳑鲏（*Rhodeus sericeus* Pallas）、鲫（*Carassius auratus*）、鲤（*Cprinus Carpia*）、鲇（*Silurus asotus*），共 6 种，占调查鱼类总数的 21.43%。

4）热带平原区系类群：为原产于南岭以南的鱼类，一般具有适高温、耐缺氧的特点。属于这类的有小黄黝鱼（*Hypseleotris swinhonis*）、黄颡鱼（*Pelteobagrus fulvidraco* Richardson）、乌苏拟鲿（*Pseudobagurs ussuriensis* Dybowski），共 3 种，占调查鱼类总数的 10.71%。

5）北极淡水区系类群：形成于欧亚北部高寒地区，属于这类的有池沼公鱼（*Hypomesus olidus*）、江鳕 *Lota lota* Linnaeus2 种，占调查鱼类总数的 7.13%。

6）北方山地类群：为冰川期形成于北半球亚寒带山麓区的鱼类，其生态特点是喜低温、喜清流水、喜石砾底质。调查水域在此类群中的鱼类仅有真鱲（*Phoxinus phoxinus phoxinus* Linnaeus）、杂色杜父鱼 *Cottus poecilopus*2 种，占调查鱼类总数的 7.17%。

c）鱼类生态类型

根据调查水域内鱼类栖息、摄食、产卵、洄游等习性的不同，可以将鱼类划分为不同的生态类型：

江河鱼类的季节周期性洄游式型，通常由生殖、索饵和越冬三个环节组成，在洄游的距离、规模、集群性和规律性方面常有一定的区别。根据调查水域鱼类生境特征，鱼类主要以定居型为主，主要包括北方须鳅、大头鮈、洛氏鱲、湖鱲、东北七鳃鳗、鯊、翘嘴鲌、蒙古鲌、鲤、鲫、鲇、黄颡鱼、乌苏拟鲿等。

按照鱼类产卵类型可划分为 3 类：

1）产沉性卵种类：是典型适应浅滩流水环境的鱼类，通常栖息在江河浅滩的流水环境中，一般不进入静水或缓流水环境生活，通常在早春月份水温较低，在水质清新的砾石底质水体中产卵，或掘穴产卵，胚胎孵化时间较长，如北方花鳅等。

2）产黏性卵种类：通常生活在水体中下层，卵根据黏性可分为弱黏性和强黏性两类，产强黏性卵的种类通常生活于静水水域水草丰富的水体中，于水草茂盛的浅水区域产卵，卵粘附与水草上孵化，如东北七鳃鳗；产弱黏性卵的种类通常生活于激流浅滩或流速较大的河槽，这一类群众部分种类适应性较强，对缓流水以及静水水体都有一定的适应能力，在静水水体中产卵于水草或石砾表面，在缓流水体则可漂流孵化，具有较强的适应性，如鱵、麦穗鱼、棒花鱼、翘嘴鲌、蒙古鲌、鲤、鲫、鲇、黄颡鱼、乌苏拟鲿等。

3）产漂流性卵种类：通常生活在水体的中上层，一般会在水面或靠近水面的地方产卵，由于浮力的作用，卵子可以漂浮在水面上，并在水流的作用下扩散到更大的范围，如鯊。

4）特殊产卵种类：均为小型底栖鱼类，通常活动范围不大，喜栖息于江河湾汊和湖泊浅水区水草丛生处。产卵器雌鱼产卵管延长，将鱼卵产于河蚌等的鳃瓣内，受精卵附于蚌鳃上发育。种类数不多，主要为鲤形目鲤科鱊亚科鱼类，如黑龙江鳑鲏等。

按照鱼类对水流适应能力来看，主要以流水型、缓流或静水型鱼类为主。流水型鱼类通常生活在水流较急、较深的河道中，也会在沿岸水流较缓区域游弋，多为底层鱼类，以刮食着生藻类为主，兼有杂食性、肉食性鱼类，主要有黄黝鱼、鰕虎鱼及部分鳅科鱼类；缓流或静水型鱼类主要生活在较为平静的岸边或水流较深、较平的河道中，属杂食性或肉食性鱼类，调查水域鱼类基本均为缓流或静水型鱼类。

按照鱼类的食性划分，分为以小型底栖动物、水生昆虫及小型鱼类为主要食物的肉食性鱼类，如黄黝鱼、鰕虎鱼、翘嘴鲌、蒙古鲌、鲇、乌苏拟鲿、杂色杜父鱼、江鳕等；杂食性鱼类，如鱵、鲴、棒花鱼、麦穗鱼、鯊、鲤、鲫、黄颡鱼等。

表 4.2-69 调查水域鱼类生态类型

种类	生境利用特征	繁殖属性	适应水流特征	洄游类型	食性
东北七鳃鳗	沙质底质、底层	强黏性卵	缓流	定居型	寄生
宽鳍鱲	中上层或河溪	沉性卵	流水型	定居型	杂食性
大头鮈	底栖鱼类	黏性卵	流水型	定居型	杂食性
湖鳅	中下层	黏性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
洛氏鳅	中下层	黏性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
真鳅	中下层	黏性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
斑鳍鳅	中下层	黏性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
麦穗鱼	中下层	黏性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
棒花鱼	中下层	黏性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
黑鳍鲹	中下层	黏性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
黑龙江鳑鲏	中下层	产于河蚌内	静水或缓流	定居型	杂食性
北方花鳅	底栖鱼类	沉性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
北方须鳅	中上层	黏性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
小黄黝鱼	底栖鱼类	沉性卵	静水或缓流	定居型	肉食性
褐吻鰕虎鱼	底栖鱼类	沉性卵	静水或缓流	定居型	肉食性
鯊	中上层	漂流性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
翘嘴鲌	中上层	黏性卵	静水或缓流	定居型	肉食性
蒙古鲌	中上层	黏性卵	静水或缓流	定居型	肉食性
鲤	中下层	黏性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
鲫	中下层	黏性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
黑龙江花鳅	底栖鱼类	沉性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
鲇	底栖鱼类	黏性卵	静水或缓流	定居型	肉食性
黄颡鱼	中下层	黏性卵	静水或缓流	定居型	杂食性
乌苏拟鲿	中下层	黏性卵	静水或缓流	定居型	肉食性
杂色杜父鱼	底层	黏性卵	流水型	定居型	肉食性
江鳕	底层	黏性卵	静水或缓流	江湖性洄游	肉食性

d）鱼类时空分布

依据调查水域生境特征及渔获物分析，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）、3#（三脚

窝石村）、4#（小营子村）水流特征为流水型，河道较窄且水深相对较浅，因此分布的种类以小型鱼类为主，种类较少；而 8#（那尔轰河汇入白山水库前）点位已接近白山水库库区，与库区水位相近，水流属于静水或缓流，河道较宽，平均水深 6m，分布的种类较丰富，主要有翘嘴鲌、蒙古鲌、鲇、乌苏拟鲿、鲶、鲤、鲫、黄颡鱼、江鳕、东北七鳃鳗等。因此鱼类种类上 8#（那尔轰河汇入白山水库前）点位的种类数高于 2#（杨岔河汇入那尔轰河后）、3#（三脚窝石村）、4#（小营子村）鱼类种类数。

从渔获物分析，8#（那尔轰河汇入白山水库前）点位的鱼类的数量及重量上明显高于 2#（杨岔河汇入那尔轰河后）、3#（三脚窝石村）、4#（小营子村），8#点位的鱼类资源量明显高于其他三个调查点位。从渔获物数量分析，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）、3#（三脚窝石村）、4#（小营子村）三个调查点位的渔获物数量上没有明显差异；从渔获物重量分析，2#（杨岔河汇入那尔轰河后）、3#（三脚窝石村）的鱼类总重量高于下游 4#（小营子村）的鱼类总重量。

经 4 月和 7 月两个季度调查，不同季节，各调查点位的鱼类种类数没有明显差异；2#（杨岔河汇入那尔轰河后）点位的 7 月的渔获物数量和重量高于 4 月，3#（三脚窝石村）点位和 4#（小营子村）4 月的渔获物数量和重量高于 7 月，8#（那尔轰河汇入白山水库前）7 月的渔获物数量和重量高于 4 月。

e）渔获物结构

鱼类现场调查分别在 4 月和 7 月进行，调查期间，在现场利用地笼、刺网等收集渔获物，本次调查共采集到鱼类 626 尾，40895.854g。各采样点渔获物组成如下。

4 月 2#（杨岔河汇入那尔轰河后）渔获物中数量较多的种类依次是洛氏鱥（*Phoxinus lagowskii* Dybowski）、北方须鳅（*Barbatula barbatula nuda* Bleeker）、大头鮈（*Gobio macrocephalus* Mori），详见表 4.2-70。

表 4.2-70 2#（杨岔河汇入那尔轰河后）渔获物组成（2023 年 4 月调查）

序号	种名	尾数	尾数百分比	重量（g）	重量百分比
1	宽鳍鱲	2	6.06%	40.37	14.29%
2	麦穗鱼	2	6.06%	3.458	1.22%
3	北方须鳅	8	24.24%	50.23	17.78%

续表 4.2-70（完） 2#（杨岔河汇入那尔轰河后）渔获物组成（2023 年 4 月调查）

序号	种名	尾数	尾数百分比	重量（g）	重量百分比
4	棒花鱼	1	3.03%	7.228	2.56%
5	大头鮈	4	12.12%	45.586	16.14%
6	湖鳅	3	9.09%	50.624	17.92%
7	洛氏鱥	13	39.39%	85.003	30.09%
	合计	33	100%	282.499	100%

4 月 3#（三脚窝石村）渔获物中数量较多的种类依次是洛氏鱥、湖鳅（*Phoxinus percnurus* Pallas）、大头鮈，详见表 4.2-71。

表 4.2-71 3#（三脚窝石村）渔获物组成（2023 年 4 月调查）

序号	种名	尾数	尾数百分比	重量（g）	重量百分比
1	麦穗鱼	2	5.26%	3.208	1.28%
2	北方须鳅	5	13.16%	38.284	15.27%
3	棒花鱼	2	5.26%	12.524	5.00%
4	大头鮈	5	13.16%	29.365	11.72%
5	湖鳅	6	15.79%	68.251	27.23%
6	洛氏鱥	10	26.32%	81.256	32.42%
7	北方花鳅	5	13.16%	12.025	4.80%
8	真鱥	3	7.89%	5.721	2.28%
	合计	38	100%	250.634	100%

4 月 4#（小营子村）渔获物中数量较多的种类依次是湖鳅、北方须鳅、大头鮈，详见表 4.2-72。

表 4.2-72 4#（小营子村）渔获物组成（2023 年 4 月调查）

序号	种名	尾数	尾数百分比	重量（g）	重量百分比
1	北方须鳅	10	26.32%	71.869	35.51%
2	大头鮈	8	21.05%	59.928	29.61%
3	湖鳅	13	34.21%	52.086	25.74%
4	班鳍鱥	1	2.63%	2.822	1.39%
5	北方花鳅	6	15.79%	15.682	7.75%
	合计	38	100%	202.387	100%

4 月 8#（那尔轰河汇入白山水库前）渔获物中数量较多的种类依次是鲫（*Carassius auratus*）、褐吻鰕虎鱼（*Rhinogobius brunneus*）、蒙古鲌（*Culter mongolicus mongolicus* Basilewsky），详见表 4.2-73。

表 4.2-73 8#（那尔轰河汇入白山水库前）渔获物组成（2023 年 4 月调查）

序号	种名	尾数	尾数百分比	重量（g）	重量百分比
1	鲫	16	24.62%	3757	35.59%
2	黄颡鱼	4	6.15%	97	0.92%
3	翘嘴鲌	7	10.77%	2630.5	24.92%
4	鲤	1	1.54%	533	5.05%
5	蒙古鲌	11	16.92%	3125.5	29.61%
6	鲶	5	7.69%	299.3	2.84%
7	乌苏里拟鲿	3	4.62%	80.6	0.76%
8	褐吻鰕虎鱼	15	23.08%	29.40	0.28%
9	黑龙江花鳅	1	1.54%	0.956	0.01%
10	黑龙江鳑鲏	1	1.54%	1.3	0.01%
11	池沼公鱼	1	1.54%	0.841	0.01%
	合计	65	100%	10555.397	100%

7 月 2#（杨岔河汇入那尔轰河后）渔获物中数量较多的种类依次是洛氏鱥、北方须鳅、大头鮈，详见表 4.2-74。

表 4.2-74 2#（杨岔河汇入那尔轰河后）渔获物组成（2023 年 7 月调查）

序号	种名	尾数	尾数百分比	重量（g）	重量百分比
1	宽鳍鱲	6	14.29%	120.59	33.09%
2	麦穗鱼	2	4.76%	4.012	1.10%
3	北方须鳅	10	23.81%	62.23	17.08%
4	棒花鱼	1	2.38%	6.221	1.71%
5	大头鮈	8	19.05%	85.592	23.49%
6	洛氏鱥	15	35.71%	85.801	23.54%
	合计	42	100%	364.446	100%

7 月 3#（三脚窝石村）渔获物中数量较多的种类依次是洛氏鱥、湖鱥、北方须鳅，详见表 4.2-75。

表 4.2-75 3#（三脚窝石村）渔获物组成（2023 年 7 月调查）

序号	种名	尾数	尾数百分比	重量（g）	重量百分比
1	麦穗鱼	5	16.13%	5.851	2.84%
2	北方须鳅	6	19.35%	35.284	17.10%
3	大头鮈	3	9.68%	18.364	8.90%
4	湖鳟	7	22.58%	65.051	31.52%
5	洛氏鳟	8	25.81%	66.289	32.12%
6	黑鳍鲹	2	6.45%	15.513	7.52%
	合计	31	100%	206.352	100%

7 月 4#（小营子村）渔获物中数量较多的种类依次是湖鳟、北方须鳅、大头鮈，详见表 4.2-76。

表 4.2-76 4#（小营子村）渔获物组成（2023 年 7 月调查）

序号	种名	尾数	尾数百分比	重量（g）	重量百分比
1	北方须鳅	7	21.88%	60.153	40.97%
2	北方花鳅	5	15.63%	14.258	9.71%
3	班鳍鳟	3	9.38%	8.058	5.49%
4	湖鳟	10	31.25%	18.058	12.30%
5	大头鮈	5	15.63%	39.458	26.87%
6	东北七鳃鳗	2	6.25%	6.854	4.67%
	合计	32	100%	146.839	100%

7 月 8#（那尔轰河汇入白山水库前）渔获物中数量较多的种类依次是蒙古鲌 *Culter mongolicus mongolicus* Basilewsky、褐吻鰕虎鱼、鲫，详见表 4.2-77。

表 4.2-77 8#（那尔轰河汇入白山水库前）渔获物组成（2023 年 7 月调查）

序号	种名	尾数	尾数百分比	重量（g）	重量百分比
1	鲶	12	3.46%	40.9	0.14%
2	鲚	4	1.15%	128.5	0.44%
3	蒙古鲌	133	38.33%	22355	77.39%
4	麦穗鱼	4	1.15%	5.7	0.02%
5	黄颡鱼	3	0.86%	344.8	1.19%
6	北方花鳅	3	0.86%	14.3	0.05%

续表 4.2-77（完）8#（那尔轰河汇入白山水库前）渔获物组成（2023 年 7 月调查）

序号	种名	尾数	尾数百分比	重量（g）	重量百分比
7	褐吻鰕虎鱼	93	26.80%	188.1	0.65%
8	翘嘴鲌	18	5.19%	5510.5	19.08%
9	团头鲂	1	0.29%	106.4	0.37%
10	鲤	3	0.86%	26.7	0.09%
11	鲫	73	21.04%	166.4	0.58%
	总计	347	100.00%	28887.3	100.00%

各种鱼类体重、体长实测值详细见表 4.2-78。

表 4.2-78 主要鱼类体长、体重实测值

种类	全长范围（cm）	体重范围（g）
洛氏鱥 *Phoxinus lagowskii* Dybowski	3.61～10.63	2.40～12.61
大头鮈 *Gobio macrocephalus* Mori	8.72～15.04	7.08～20.41
北方须鳅 *Barbatula barbatula nuda* Bleeker	5.23～11.81	4.54～16.36
东北七鳃鳗 *Lampetra morii* Berg	8.46～17.71	4.81～16.30
湖鱥 *Phoxinus percnurus* Pallas	4.25～12.52	2.85～15.85
鲫 *Carassius auratus*	16.4～32.2	65.20～591.80
蒙古鲌 *Culter mongolicus mongolicus* Basilewsky	28.2～40.1	166.40～459.80
翘嘴鲌 *Culter alburnus* Basilewsky	36.9～44.3	292.40～545.00
乌苏拟鲿 *Pseudobagurs ussuriensis* Dybowski	103.60～166.03	8.90～36.42

f）主要渔获物生物学特性

1）东北七鳃鳗 *Lampetra morii* Berg

别名：森氏八目鳗、七星子、七星鳝

形态特征：体呈鳗形，前部圆筒状，后部侧扁。尾部较短，肛门位于体后部。全长约为体高的 18～20 倍，为头长的 5.3～6.0 倍。头长，圆筒形，头长为吻长的 3.3～3.4 倍。眼为半透明皮肤所覆盖。鼻孔 1 个，位于眼前背方中央，边缘隆起，无色素分

布，呈环状，其后方有 1 个长椭圆形浅色斑，为顶眼区，有感光作用。口下位，呈漏斗状吸盘，边缘环围着穗状突起，每一突起呈掌状，末端分枝。无上、下颌。口漏斗内齿角质、呈浅黄色。上唇板两端各具一齿，内侧齿 3 对，齿端有 2 尖，有外侧齿，齿尖向内弯曲。下唇板齿变异较大，6～9 枚，弧形排列，两端齿略呈双峰形。上侧齿数多，里大外小。具下侧齿。前舌齿 5～19 枚，中间和两端的齿较大，呈“山”字形。鳃囊每侧 7 个，每囊具一短外鳃管，各自开口于外。鳃孔每侧 7 个，位于眼后。体表裸露无鳞，侧线不发达，仅在眼前方一段较显著。

背鳍 2 个，均较低矮；两背鳍间有明显间距，第二背鳍长，上缘不呈等腰三角形，略显波浪状。后端以低皮褶与尾鳍相接，鳍内有辐状软骨条支持。尾鳍矛状。腹面尾鳍前端中央皮褶极低，前延不达肛门。肛门后方具一稍尖突的尿殖乳突。无偶鳍。

生长过程营变态发育。幼鱼体细长，口呈马蹄形，无齿。眼埋于皮下。鳃孔位于头部两侧直行的裂隙内。

成鱼体灰褐色，腹部灰白色。

生态习性：终生栖息于淡水，生活于有微流、砂质底的山区河流。幼鱼以有机碎屑、藻类和微细浮游动物为食，成鱼一般营寄生生活，用口吸盘吸附在其他鱼体上，凿破皮肤，食其血肉。4 年性成熟。产卵期在 6 月～7 月。

分布：黑龙江、吉林、辽宁东北部山区河流。国外分布于朝鲜北部和俄罗斯远东地区。

2）洛氏鱥 *Phoxinus lagowskii* Dybowski

别名：洛氏鱥、柳根、柳根垂

形态特征：体低而长，稍侧扁，腹部圆，尾柄长而低。头近锥形，头长显著大于体高。吻尖，有时向前突出。口亚下位，口裂稍斜，上颌长于下颌，上颌骨末端伸达鼻孔后缘的下方或稍后。唇后沟中断。眼中等大，位于头侧的前上方，眼后缘至吻端的距离大于或等于眼后头长；眼间宽平，其宽大于眼径。鳃孔中大，向前伸延至前鳃盖骨后缘的下方有膜与峡部相连；峡部窄。鳞细小，常不呈覆瓦状排列，胸、腹部具鳞。侧线完全，较平直，向后伸达尾鳍基。

固定标本体背侧灰黑色，腹侧浅色，体侧常有疏散的黑色小点，背部正中自头后

至尾鳍基有1黑色纵带，体侧自鳃孔上角至尾鳍基有1黑色纵带，尾部较为显著。尾鳍基部有1黑点，背鳍、尾鳍、胸鳍浅灰色，臀鳍、腹鳍浅色。

生态习性：小型鱼类。栖息于水温偏低、水质澄清的水体中。杂食性。2龄性成熟。产卵期在5月～6月。分批产卵。

分布：黑龙江、图们江、辽河、海河和黄河及长江中下游支流。国外分布于俄罗斯和蒙古。

3）湖鳅 *Phoxinus percnurus* Pallas

别名：鲅鱼、柳根子、东北湖鳅

形态特征：体近纺锤形，侧扁，腹部圆，体高比头长和尾柄长为大。头短，侧扁。吻短而钝，吻长约与眼径等大。口前下位，弧形，上、下颌约等长，上颌骨后端伸达鼻孔后缘下方。眼较大，位于体侧中轴。眼间宽，稍隆起。鳃盖膜与峡部相连。鳞小，胸腹部具鳞。侧线完全，但有时中断。

鲜活时雌鱼体背绿褐色，体侧中上部显孔雀绿色，且具黑点，下部灰白色，具黑点，腹部灰白色。

生态习性：栖息于江河附属小水体里的小型鱼类。杂食性。2龄性成熟。产卵期5月～6月。

分布：图们江、鸭绿江、黑龙江水系。

4）大头鮈 *Gobio macrocephalus* Mori

别名：船丁子、沙轱辘子

形态特征：体长。稍侧扁，头后背部隆起，至背鳍起点处为最高，入后向尾鳍基部渐细，腹部圆。头长，近锥形，其长远超过体高。吻较长，吻端尖细，稍平扁，鼻孔前方略下陷。口下位，弧形。唇厚，结构简单，无乳突，上、下唇在口角处相连．连结处发达，较厚。唇后沟中断。须1对，位于口角，稍粗，末端向后延伸达眼球中央的下方。眼较小，侧上位。眼间宽平。体被圆鳞，胸部在胸鳍基部之前裸露无鳞，体背部和腹部处的鳞片较小。侧线完全，几平直。

头背部灰黑色，较深，体背及体侧上部亦呈灰黑色，稍浅，腹部白色。背正中有6～8个黑斑点，体侧中轴具8～9个大黑斑。背、尾鳍带有由小黑点组成的若干条纹，

其他各鳍灰白色。

生态习性：栖息于江河、湖泡中的小型鱼类。主要摄食底栖无脊椎动物。2～3 龄性成熟。卵具黏性，产卵于砂砾底质处。分批产卵。

分布：辽宁、吉林、黑龙江各水域。

5）北方须鳅 *Barbatula barbatula nuda* Bleeker

别名：北方条鳅、董氏条鳅、董氏须鳅、花泥鳅

形态特征：体长，头与胸下方平扁。口下位，口裂弧形，唇的反褶与上、下颌分离，上、下颌具有角质物。须 3 对，两对在吻上，1 对在口角。眼下侧位。鳃膜与颊部相连。侧线完全。

体灰棕色，有许多黑色斑纹。各鳍均有斑点。尾柄基部有显著的黑点。

生态习性：栖息于江河支流中的小型鱼类。杂食性。产卵期 4～7 月。

分布：河北北部、内蒙古东部、辽宁、吉林、黑龙江各水域及新疆的额尔齐斯河和乌伦古湖。

6）翘嘴鲌 *Culter alburnus* Basilewsky

别名：翘嘴红鲌、大白鱼、岛子

分类地位：隶属于鲤形目、鲤科、鲌亚科、鲌属

形态特征：体长，侧扁，头背部平直；腹鳍基至肛门具腹棱，尾柄较长；吻钝；口上位，口裂近垂直，下颌肥厚；眼大；头侧扁；侧线前部浅弧形，后部平直，伸达尾鳍基。臀鳍位于背鳍的后下方，外缘凹入。

体背侧银灰色，腹侧银白色。各鳍灰色或灰黑色。

生活习性：为生活在江河湖泊中上层的凶猛肉食性鱼类，通常在水流缓慢的浅水区或水生植物区捕食，喜在敞水区游动，行动敏捷，善跳跃。

分布：我省各大水系及附属水体均有分布。

7）蒙古鲌 *Culter mongolicus* Basilewsky

别名：蒙古红鲌、红尾、红梢

分类地位：隶属于鲤形目、鲤科、鲌亚科、鲌属

形态特征：体长，侧扁，头后背部隆起；腹鳍基至肛门具腹棱；头小，侧扁；口

端位，口裂斜，下颌略长于上颌；吻尖；眼较小；侧线前部略呈弧形，后部平直，侧线鳞 74～78。体背侧浅灰色，腹侧银白色。

背鳍浅灰色，胸鳍、腹鳍、臀鳍及尾鳍上叶淡黄色微带红色，下叶鲜红色。

生活习性：为生活在大中型湖泊中上层的肉食性鱼类，集群游动，行动迅速，是大水面生态增养殖的主要经济鱼类。

分布：我省各大水系及附属水体均有分布。

8）鲫 *Carassius auratus* Linnaeus

别名：鲫鱼、鲫瓜子

分类地位：隶属于鲤形目、鲤科、鲤亚科、鲫属

形态特征：体较高，稍侧扁；头小；吻圆钝；眼较小，侧上位；口小，端位；无须；侧线完全；臀鳍末根不分枝鳍条为硬刺，后缘具锯齿。

体背部灰黑，体侧银灰色，腹部白色，各鳍灰色。

生活习性：为生活在江河湖库中的重要经济鱼类，栖息于水体中下层，杂食性鱼类，对水域生态环境有很强的适应性。

分布：我省各大水系及附属水体均有分布。

9）乌苏拟鲿 *Pseudobagrus ussuriensis* Dybowski

别名：牛尾巴、牛尾巴郎

分类地位：隶属于鲇形目、鲿科、拟鲿属

形态特征：体延长，前部粗圆，后部侧扁；吻尖圆；口下位；唇厚；上颌突出于下颌，均具绒毛状细齿；须 4 对；背鳍具 1 根骨质硬刺；胸鳍硬刺前缘光滑，后缘具强锯齿；脂鳍低长，后缘游离；尾鳍内凹，末端圆钝。

体背侧灰黄色，腹部浅黄色。

生活习性：为生活在江河中的鱼类，喜栖于水流缓慢水体的下层，主要以小型鱼类为食。

分布：松花江、鸭绿江和嫩江水系。

g）重点保护鱼类

依据《国家重点保护动物名录》、《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录 I、附录 II、附录 III、《中国濒危动物红皮书·鱼类》、《中国生物多样性红色名录·内陆鱼类》和《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）》等相关资料，保护区境内分布的国家二级保护动物有 1 目 1 科 1 种，主要有东北七鳃鳗（*Lampetra morii* Berg），濒危种类有 1 目 1 科 1 种，主要有东北七鳃鳗。

表 4.2-79 评价区域国家保护及濒危鱼类名录

目	科	种类	濒危等级	保护级别
七鳃鳗目 PETROMYZINIFORMES	七鳃鳗科 Petromyzontidae	东北七鳃鳗 *Lampetra morii* Berg	VU	国家二级

注：极危(*Critically Endangered*，CR)，濒危(*Endangered*，EN)，易危(*Vulnerable*，VU)。

东北七鳃鳗栖息于有流、砂质底质的山区河溪里。白天钻入砂内或石缝中，夜间觅食。冬季钻入淤泥中越冬。喜在河流缓流处集群产卵。东北七鳃鳗无产卵和索饵洄游习性。

本次调查中，结合渔民及渔获物收集结果，东北七鳃鳗主要分布在那尔轰河下游段新胜村至小营子村段，在小营子村附近河段发现东北七鳃鳗早期资源。

h）重要栖息地调查

鱼类的活动随外界条件的变化而改变。在一个生命周期内，它们的活动也随着环境条件的变化和鱼类本身生理上的要求而有规律的变化。为了查明该工程影响河段土著鱼类的活动规律，本次对产卵场、越冬场和索饵场进行了调查。

1）产卵场

鱼类的繁殖是长期以来对环境适应的结果，具有鱼类生物学的自身特点，也需要适宜的环境条件。那尔轰河水流为流水型区域，主要分布有鲤科雅罗鱼亚科鱲属、鮈亚科、鳅科等小型鱼类，在接近白山水库库区水域水流为缓流型，主要分布有鲌属、鲿科等鱼类。流域内适宜小型鱼类繁殖的地点较多，鱼类产卵场分布较广，在那尔轰河上、中、下游及各支流均有分布，产漂流性卵的鱼类产卵场主要分布在河道湾汊有流处；有护卵和仔鱼习性的鱼类产卵场主要分布于水草茂密底质为泥沙的水域；产黏

性卵的鱼类的产卵场均分布在河段的河湾、河汊等水生维管植物分布广、数量多及沙泥底的水域的沿岸河湾处。其中，国家二级保护动物东北七鳃鳗喜在近岸处，底质为细砂、腐屑，腐殖质丰富的稳水中产卵，受精卵孵化出幼鱼后，幼鱼在产卵场附近主要以腐屑、腐殖质为食，其产卵场在那尔轰河河段无固定分布。

2）索饵场

鱼类的仔胚从卵膜中孵出后便进入仔鱼期，充足且适口的开口饵料及适宜的摄食环境是鱼类选择索饵场的重要原因。其中水深较浅的沿岸带，水流较缓的河湾处，水温较高、透明度较好且光合作用剧烈的水域，是水生生物生长最佳区域。成鱼的索饵场一般在浅滩急流水域，而幼鱼的索饵场一般在缓流水的浅水水域。鱼类的活动场所往往也是其索饵场所。根据现场调查，结合水文资料，工程影响河段东北七鳃鳗及其他冷水性鱼类索饵场位于那尔轰河景山镇至杨岔河村之间及新胜村至小营子村之间的缓流水域。

3）越冬场

调查水域地处高寒、高纬度地区，封冻期长，几乎占全年的 1/3。对于生存在此水域的鱼类越冬环节至关重要，尤其是需氧量高、喜流水的鱼类。调查结果表明，受气候等各种外部因素变化的影响，冬季来临时鱼类活动能力降低，为保证在寒冷季节有适宜的栖息环境，往往由浅水环境向深水移动。干流河床深处或坑穴中是鱼类重要的越冬场，一般要求水体宽大水位较深。作为鱼类越冬场应为具备水深 1m～3m、水流面积较大、水质优良条件的水域。根据现场调查，结合水文资料，工程影响河段东北七鳃鳗及其他冷水性鱼类的越冬场位于天合兴电站库区，接近白山水库库区的水域水深约 6m，可作为天合兴电站坝下鱼类的越冬场。

4）洄游通道

那尔轰河水域主要分布鱼类无溯河产卵、索饵的现象，无固定的洄游通道。

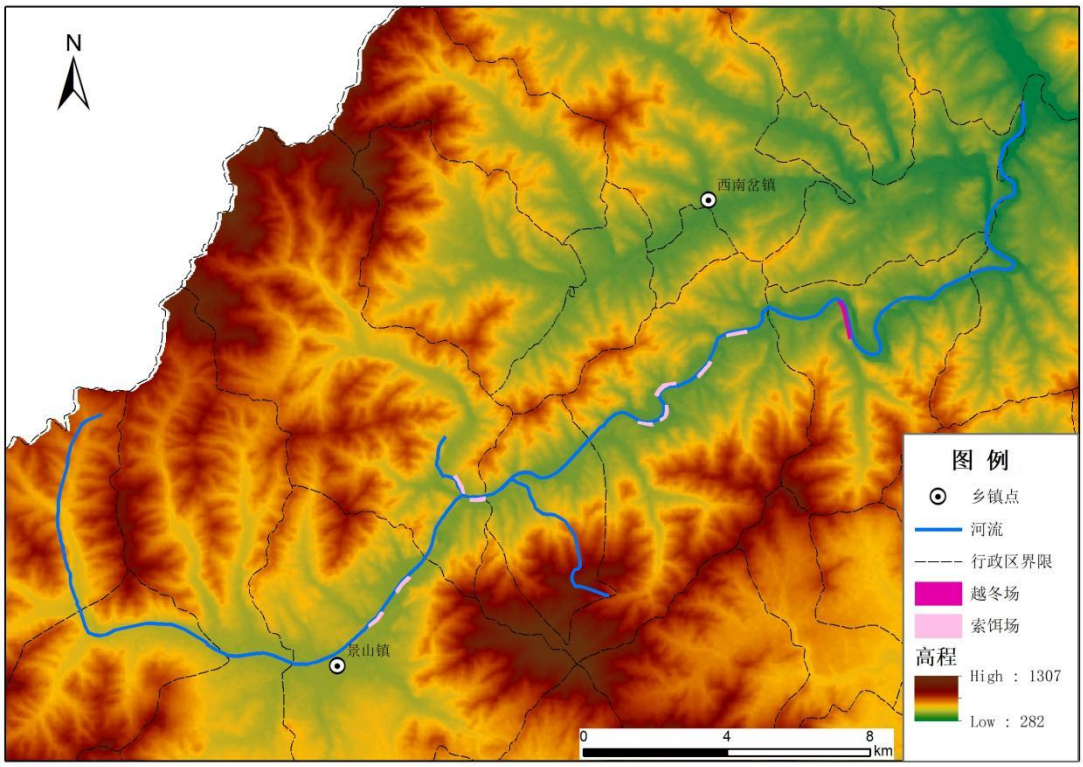


图 4.2-37 那尔轰河工程评价河段鱼类“三场”分布

i）鱼类生物多样性

4 月，调查断面鱼类 Shannon-Winner 多样性指数在 2.0681～2.8736 之间变化，平均值为 2.5280。鱼类 Pielou 指数在 0.8306～0.9395 之间变化，平均值为 0.8746。结合现状分析，调查河段 4 个调查断面中，所有调查断面 Shannon-Winner 指数介于 2～3，所有调查断面物种丰富度和种类数较高，个体分布均匀。4 个调查断面中 Pielou 指数均大于 0.8 较高，群落结构稳定性较好。

7 月，调查断面鱼类 Shannon-Winner 多样性指数在 2.2177～2.4534 之间变化，平均值为 2.3616。鱼类 Pielou 指数在 0.6511～0.9760 之间变化，平均值为 0.8585。结合现状分析，调查河段 4 个调查断面中，所有调查断面 Shannon-Winner 指数介于 2～3，所有调查断面物种丰富度和种类数较高，个体分布均匀。4 个调查断面中除了 8#（那尔轰河汇入白山水库前）断面外，Pielou 指数大于 0.8，群落结构稳定性较好。

表 4.2-75 调查水域鱼类多样性

调查时间	调查点位	个体数（N）	类群数（S）	Shannon-Winner 指数	Pielou 指数
4 月	2#	33	7	2.3516	0.8377
	3#	38	8	2.8186	0.9395
	4#	38	5	2.0681	0.8907
	8#	65	11	2.8736	0.8306
7 月	2#	42	6	2.2177	0.8579
	3#	31	6	2.4534	0.9491
	4#	32	6	2.5228	0.9760
	8#	347	11	2.2524	0.6511

j）鱼类食物网结构

调查区内有着丰富的水生生物资源。通过实地采集，共采集到鱼类 26 种、浮游植物 49 种、浮游动物 26 种、底栖动物 50 种。根据调查河段主要鱼类食性特点，调查河段食物链主要包括：

1）经典牧食链：浮游植物→浮游动物→杂食性鱼类→肉食性鱼类；

2）腐食链：有机碎屑→底栖动物→杂食性鱼类→肉食性鱼类；

3）植食链：水草→杂食性鱼类→肉食性鱼类；

4）底栖牧食链：浮游生物→底栖动物→杂食性鱼类→肉食性鱼类等。

多条食物链交织在一起，形成错综复杂的食物网。

k）外来鱼类调查

在评价区内调查发现一种外来物种，池沼公鱼 *Hypomesus olidus*，属于鲑形目 Salmoniformes 胡瓜鱼科 Osmeridae，在调查水域中分布于那尔轰河汇入白山水库前，其他点位未发现其种类。

4.2.3.8 水生生态完整性现状评价

那尔轰河为头道松花江左岸一级支流，发源于靖宇县景山镇四方顶子山东南麓，于靖宇县赤松镇河南村东汇入白山水库库区，包括阳岔河、东北岔河、赤松河等，支流水系多呈枝状汇入主河道。那尔轰河河水清澈、水流湍急，水温较低，为多种冷水性鱼类创造了良好的生存条件。

调查期间，鉴定出浮游植物共计 6 门 30 属 49 种，其中硅藻门 12 属 29 种，绿藻门 9 属 10 种，甲藻门 1 属 1 种，蓝藻门 5 属 6 种，裸藻门 2 属 2 种，隐藻门 1 属 1 种，浮游植物密度均值为 215.13×10^{4}ind./L、生物量均值为 3.206mg/L。浮游动物共计 4 类 19 属 26 种，其中轮虫 10 属 16 种、枝角类 2 属 2 种、原生动物 7 属 8 种、桡足类 3 属 3 种，浮游动物密度均值为 17ind./L、生物量均值为 0.014mg/L。底栖动物共计 4 门 6 纲 13 目 31 科 50 种，其中线形动物们 1 目 1 科 1 种、环节动物门 3 目 3 科 4 种、软体动物门 1 目 2 科 4 种、节肢动物门 8 目 25 科 41 种，底栖动物密度均值为 376.67ind./m^2、生物量均值为 20.94mg/m^2。本次调查共发现湿地水生维管束植物 13 目 19 科 25 属 30 种，部分河道分布有大量菹草。根据现场调查结果、历史资料记载及对当地渔民访谈得知，调查区域共有鱼类 7 目 10 科 28 种，其中七鳃鳗目有 1 科 1 种，占总种数的 3.57%；鲤形目有 2 科 19 种，占总种数的 67.86%；鲇形目 2 科 3 种，占比 10.71%；鲑形目 1 科 1 种，占比 3.57%；鲈形目 2 科 2 种，占总种数的 7.17%；鳕形目 1 科 1 种，占比 3.57%；鲉形目 1 科 1 种，占比 3.57%。国家二级保护动物有 1 目 1 科 1 种，主要有东北七鳃鳗（*Lampetra morii* Berg），濒危种类有 1 目 1 科 1 种，主要有东北七鳃鳗，濒危等级为易危。

那尔轰河调查河段水量较丰富，河道底质以砾石、基岩为主，两岸边坡覆盖度较高，两岸边坡分布有乔木、灌木，水体清澈，流速较快，水生生物饵料资源丰富，调查区域内分布有多处小型冷水性鱼类鱒属、鮈亚科、鳅科的索饵场、产卵场，调查河段下游天合兴电站库区为主要鱼类的越冬场。调查水域具有良好的自然生态环境与水生生物物种多样性，水域功能得到充分发挥，形成水域生态的完整性。

4.3 周边环境敏感区

本工程建设征地范围不占用吉林省生态保护红线、永久基本农田、国家公园、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区、基本草原、自然公园、重要湿地，不涉及重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；涉及天然林 193.86hm^2；涉及县级文物 1 处，为新开河木场战斗址；项目区所在靖宇县属于长白山国家级水土流失重点预防区及长白山生物多样性保护优先区域；此外项目周边还分布有水源涵养型生态保护红线、吉林松花江三湖国家级自然保护区、吉林

省松花江三湖保护区和县级文物三角卧石战斗址。

4.3.1 生态保护红线

根据《自然资源部办公厅关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》（自然资办函[2022]2072 号），吉林省“三区三线”划定成果从 2022 年 9 月 28 日起正式启用，作为建设项目用地组卷报批的依据。根据吉林省自然资源厅出具《关于靖宇县景山屯抽水蓄能电站工程制约性因素的复函》（吉自然资函[2022]408 号），本工程建设范围不涉及吉林省“三区三线”划定成果中的生态保护红线，本工程下水库淹没区距离生态保护红线（水源涵养型）最近，淹没区征地边界线距离生态红线的距离为 90m。

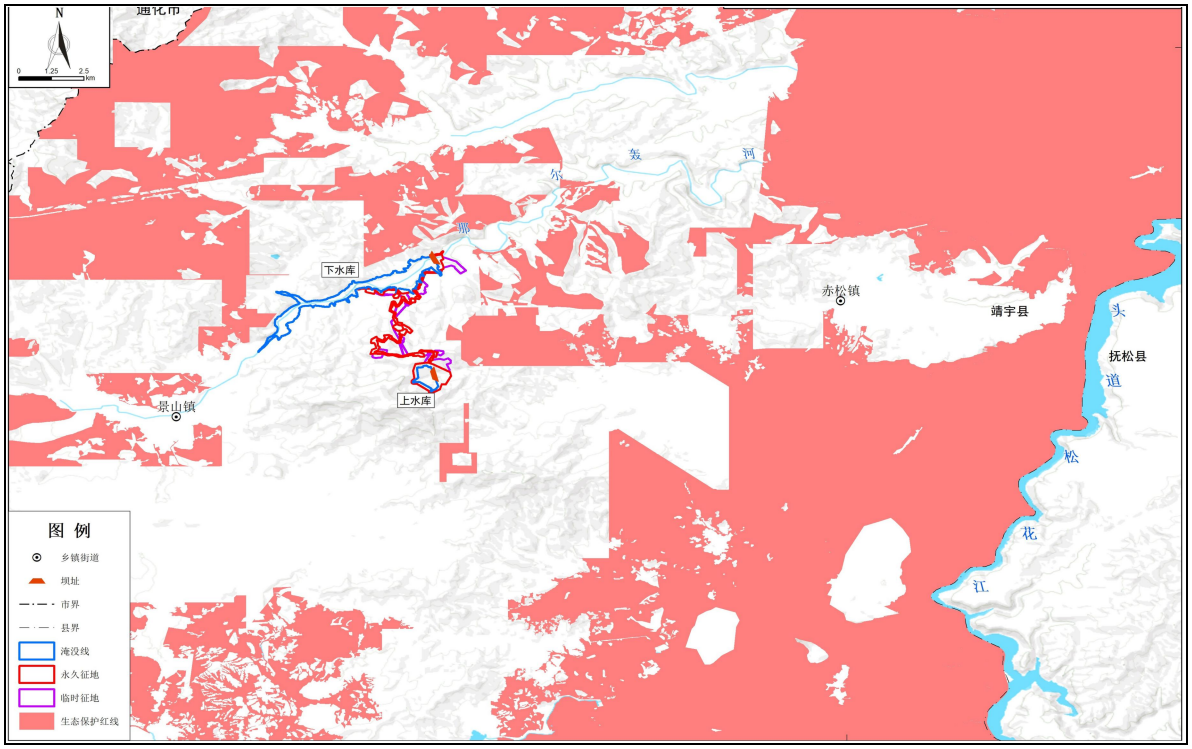


图 4.3-1 本工程与生态保护红线位置关系示意图

4.3.2 吉林省松花江三湖保护区

4.3.2.1 概况

1982 年，由吉林省人民政府《关于建立松花湖自然保护区的批复》（吉政函[1982]248 号）批准建立的吉林市松花湖自然保护区，面积为 354098hm^2，主要保护对象为区内水源涵养林。1990 年，吉林省人民政府《关于建立松花江“三湖”保护区的

通知》（吉政函[1990]9 号）批准在原松花湖自然保护区的基础上建立松花江“三湖”省级保护区，其位于吉林省东南部，地处长白山西北麓，松花江中、上游的源头区。北与吉林市相邻，东北与蛟河市为界，西南方向依次为界的县市有桦甸市、靖宇县、白山市、抚松县。地理坐标为：东经 126°35’～128°02’，北纬 42°06’～43°51’，保护区整体呈长方形，东西窄，南北长，其东西跨度约 119km，南北约 196km，面积 11447.10km^2。

2020 年 3 月，自然资源部和国家林草局启动了自然保护地整合优化工作。2021 年 3 月《松花江三湖区域保护地整合优化方案》通过省政府审议并纳入《吉林省自然保护地整合优化预案》。2023 年 4 月吉林省林业和草原局在前期上报国家的《吉林省自然保护地整合优化预案》和《吉林省风景名胜区整合优化预案》基础上修改完善，并组织专家评估，对《吉林省自然保护地整合优化方案》进行公示，该方案中吉林省松花江三湖保护区被拆分后并入吉林旺起地方级森林公园、桦甸常山地方级森林公园。本工程占地范围在自然保护地整合前后均不涉及吉林省松花江三湖保护区。

a）功能分区

在国家批复自然保护地整合优化方案前，吉林省松花江三湖保护区范围和功能分区仍以现状划分情况为准。按照《吉林省松花江三湖保护区管理条例》（1994 年 1 月 15 日，吉林省人民政府）对吉林省松花江三湖保护区实行分区保护的原则，将保护区分为湖面区、近湖区和远湖区。

湖面区是指松花江三湖设计的正常蓄水位线及连接三湖的松花江段最高水痕迹线内的区域，湖面区周边有界线标志，面积为 57305hm^2。主要功能为蓄水发电和防洪，并兼有灌溉、养殖和航运等功能。

近湖区是指松花江三湖设计的正常蓄水位线及连接三湖的松花江段最高水痕迹线向外延伸 500m 以内的区域，在此范围内有山脊的，以第一层山脊为界。近湖区周边有界线标志，面积为 71268hm^2。主要功能为保护江、湖沿岸的植被，防止大量泥沙流入江湖内。

远湖区是指近湖区向外至保护区周边界线以内的区域，保护区周边有界线标志，面积为 1016137hm^2。主要功能为以大量的森林植被涵养水源、保持水土、防治污染、

保护生态环境。

b）保护区主要保护对象

吉林省松花江三湖保护区是一个保护松花江上游水源涵养区的森林生态系统及其生物多样性，集保护管理、科研监测、宣传教育等为一体的多功能自然保护区。

1）珍稀和渐危的动植物资源

保护区内有国家重点保护野生植物 11 种，其中国家一级重点保护野生植物 1 种-东北红豆杉（*Taxus cuspidata*）；有国家二级重点保护野生植物 6 种，红松（*Pinus koraiensis*）野大豆（*Glycine soja*）、水曲柳（*Fraxinus mandshurica*）、黄檗（*Phellodendron amurense*）、紫椴、钻天柳等。

保护区有国家一级重点保护野生动物 9 种，其中鸟类 7 种，为东方白鹳（*Ciconia boyciana*）、中华秋沙鸭（*Mergus squamatus*）、白鹳（*Grus leucogeranns*）等，兽类 2 种，即紫貂（*Martes zibellina*）、原麝（*Moschus moschiferus*）。国家二级重点保护野生动物 44 种，其中鸟类 37 种，为赤颈鹏鹏（*Poaiceps grisegena*）、黄嘴白鹭（*Egretta enlophotes*）、白额雁（*Anser albifrons*）、棕熊（*Crsus arctos*）、黑熊（*Selenarctos thibetanus*）、青鼬（*Martes flarigula*）等。

2）丰富的生物物种资源

保护区内生存着种类繁多的野生生物，种质基因资源十分丰富。据初步调查，区内有野生植物有 63 目 160 科 526 属 1489 种（包括地衣 57 种和高等植物 1432 种）。有陆生野生动物 403 种，占全省总数 445 种（吉林省十年禁猎陆生野生动物资源调查报告 2006）的 90.6%。保护好这些野生动植物的优良遗传基因，对于人类社会的生存与发展具有不可估量的重大意义。

c）保护区保护要求

《吉林省松花江三湖保护区管理条例》对保护区划定的湖面区、近湖区、远湖区分别制定了不同的保护要求。

1）湖面区保护要求

（1）在湖面区严禁从事下列活动：

①埋放和倾倒放射性物体、有害矿物原料及废弃物；

②排放油类、酸液、碱液及其他有毒有害废液、废气及污物；

③清洗装储有毒有害污染物的船仓、车厢、设备、容器及其他有毒有害物品；

④倾倒和堆放砂石、粉煤灰、矿碴、垃圾；

⑤围湖造地；

⑥挖砂、取土、采石；

（2）其他污染或侵占湖面区的行为：

①在三湖水域行驶的机动船只，必须设油污储存装置，船舶的残油、废油由航运主管部门负责回收。回收处理残油废油不得直接或间接造成三湖水体污染；

②在保护区水域内运输有毒有害的油类、化肥农药、化工原料及制品等物资的船舶，应当设有防渗、防漏、防溢设施，防止有毒有害物质渗漏、外溢入水造成水体污染；

③在禁渔期禁止一切捕捞活动，人工养殖的除外。

2）近湖区保护要求

（1）近湖区的森林只准进行抚育采伐、卫生采伐，不准皆伐。抚育采伐必须严格执行《森林抚育采伐规程》，其采伐强度一次不得超过 20%。45°以上陡坡和岩石裸露地带的林木禁止采伐。近湖区内地方国营林场、集体和个人所有的林木需要进行采伐时，须经保护局或保护局授权保护站审查同意后，方可上报林业行政主管部门审批；

（2）近湖区内禁止新开垦耕地。近湖区内现有耕地坡度在 5°至 15°的，必须采取培地埂、修筑梯田、种植物带等水土保持措施；坡度在 15°以上的，必须停耕还林，并由当地县级人民政府制定停耕规划和有关政策，限期完成；

（3）非经保护局审查同意，并经有关主管部门批准，禁止一切单位和个人在近湖区内从事挖砂、取土、采石、开采矿藏等生产活动。近湖区内禁止堆放工业废渣及有毒有害废弃物；

（4）在近湖区内修建宾馆、度假村、疗养院、饭店等设施，应当严加控制，确需修建的，须经保护局依照保护区总体规划审查同意后，由有关行政主管部门办理有关的审批手续。现有的宾馆、度假村、疗养院、饭店等企事业单位必须按照当地县级人民政府规定的限期安装污水污物处理设施，防止污水污物直接进入水体；

（5）在近湖区内设置旅游景点、开辟旅游线路，须经保护局依照保护区总体规划审查同意后，由有关主管部门办理批准手续；

（6）在近湖区内从事旅游服务的单位和个人，必须按照有关主管部门的要求，做好森林防火、环境卫生和植被保护等工作。旅游风景主管部门应当加强对旅游事业的管理，教育旅游服务单位和旅游者增强保护意识，遵守保护区管理的有关规定。

3）远湖区保护要求

（1）远湖区内森林采伐应当按照森林法的规定，严格执行采伐限额，加强伐区拨交与验收，保障和充分发挥森林生态的主体作用和功能；

（2）远湖区内实行定期禁猎、定期狩猎制度。其禁猎年限由省人民政府根据野生动物繁殖发展情况确定，并明令发布。在禁猎期内，禁止任何单位和个人进入保护区从事狩猎活动；

（3）远湖区内严禁毁林开垦耕地。对非法毁林开垦耕地的组织和个人，各级人民政府及林业行政主管部门应予以制止，并依法严肃查处；对在林区腹部已毁林开垦的耕地，应采取有效措施，限期退耕还林；

（4）各级人民政府在制定本地区水土保持规划时，应当优先安排对保护区水土流失的防护和治理。水土保护主管部门应当加强保护区内水土流失的防护和治理；

（5）远湖区内新建、扩建和技术改造工程项目，必须符合保护自然环境，防止污染的要求。审查建设项目时，应当有保护局参加；

（6）远湖区内现有各企事业单位，凡造成环境污染和其他公害的，必须采取有效措施，限期治理，或者报请有关主管部门批准转产、搬迁；

（7）远湖区内堆放工业废渣及其他有毒有害废弃物，必须采取有效的防渗、防溢措施，否则不准堆放；

（8）汇入松花江直接造成三湖泥沙淤积、水质污染的辉发河、拉法河等非保护区之内的河流，当地县级人民政府必须制定治理规划，限期治理。对造成三湖库区严重淤积和水质污染，限期内治理不了的企业，应予以搬迁、转产或停产。

4.3.2.2 与本工程的位置关系

根据评价区及工程征地区进行叠图分析，本工程占地范围不涉及吉林省松花江三

湖保护区，工程下水库淹没区距离该保护区（远湖区）最近，最近直线距离约为 1.3km。本工程与吉林省松花江三湖保护区位置关系见下图 4.3-2。

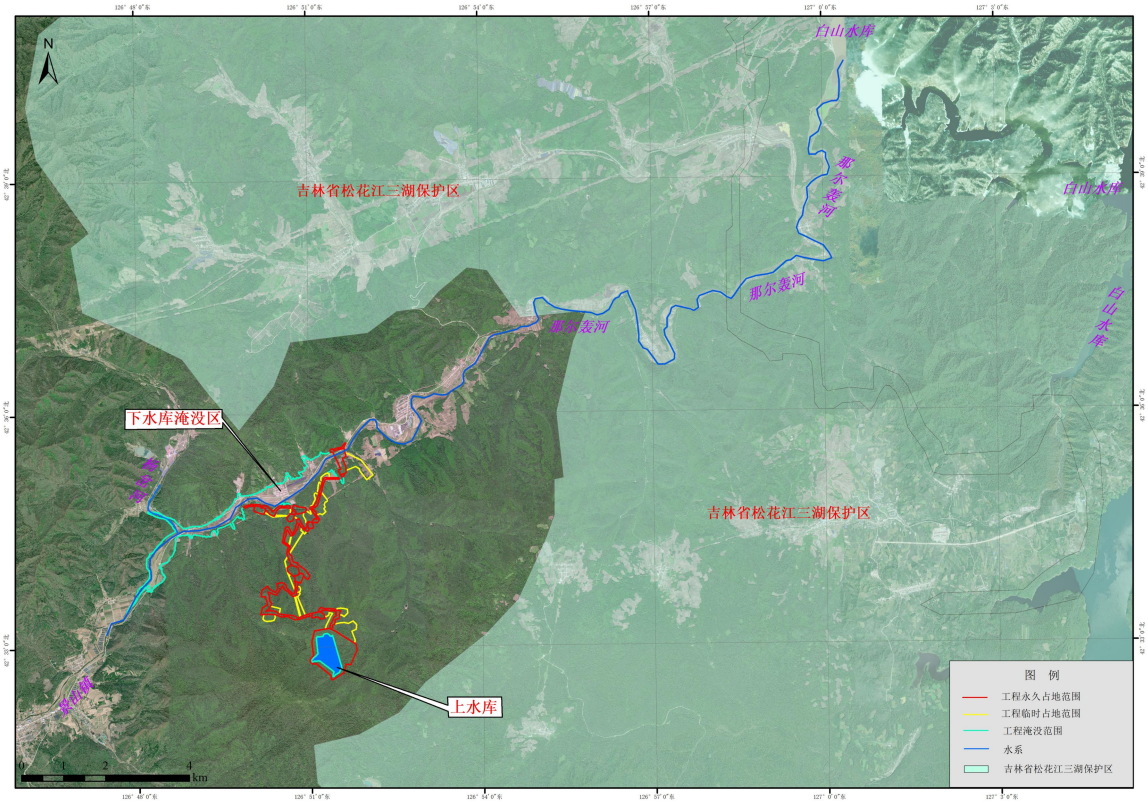


图 4.3-2 本工程与吉林省松花江三湖保护区位置关系示意图

4.3.3 吉林松花江三湖国家级自然保护区

4.3.3.1 概况

2009 年经国务院批准，在保留原来吉林省松花江三湖保护区基础上，将区内森林生态系统较为完整、湿地类型较为丰富、珍稀濒危物种的重要栖息地，以及松花江上游水源的集中汇水区，总面积为 115253.2hm^2 的区域晋升为国家级自然保护区，其中核心区面积为 37686hm^2，缓冲区面积为 40263.7hm^2，实验区面积为 37303.5hm^2。

2020 年 3 月，自然资源部和国家林草局启动了自然保护地整合优化工作。2021 年 3 月《松花江三湖区域自然保护地整合优化方案》通过省政府审议并纳入《吉林省自然保护地整合优化预案》。2023 年 4 月吉林省林业和草原局在前期上报国家的《吉林省自然保护地整合优化预案》和《吉林省风景名胜区整合优化预案》基础上修改完善，并组织专家评估，对《吉林省自然保护地整合优化方案》进行公示。本工程占地

范围在自然保护地整合前后均不涉及吉林松花江三湖国家级自然保护区。

在国家批复自然保护地整合优化方案前，吉林松花江三湖国家级自然保护区范围和功能分区仍以现状为准。根据《吉林松花江三湖国家级自然保护区总体规划（修订版）》，吉林松花江三湖国家级自然保护区总面积为152328.01hm^2，其中核心区面积为49847.33hm^2，占32.7%；缓冲区为50494.21hm^2，占33.2%；实验区为51986.47hm^2，占34.1%。

a）功能分区

1）核心区

核心区划分主要出于保护自然生态系统的原始性、代表性和多样性，全部位于保护区南部的人迹罕至区域，为第二松花江上游的高山水源涵养区，包涵白山水库主要汇水水面、松花江源流及其两侧深山天然林分、高山湿地等区域。

西南从靖宇的三道湖起，从西南向北沿着山脊西经赤松、那尔轰东拐至老岭林场又向东一直到摩天岭山脊转东南过黎明延伸新屯子、兴参，过三道沟与起点重合。

2）缓冲区

缓冲区划分考虑到第二松花江对吉林松花江三湖国家级自然保护区自然生态系统的水体流向和生态系统的递延分布规律，设置于核心区下游，将核心区与人为活动区隔离，对核心区起到保护缓冲作用。

缓冲区分布在保护区和松花江的中段，包含白山水库水面、红石水库水面及其下游泄水水面，及该段松花江两侧茂密连贯的近成过熟林分和森林湿地等区域。主要植被类型有：针阔混交林、灌丛和少量的草地。

缓冲区在白山水库大坝上端与核心区为界，在红石水库大坝下端与实验区为界，河道两侧中高山区域均依此控制线区划为缓冲区。在保护区核心区的外围设置带状区域，也区划为缓冲区。走向为从白山镇以南第三道江岔起顺时针方向一直到赤松镇附近，缓冲区的外边界与保护区外边界重合，外围无实验区，从赤松以及白山镇南第三道江岔向北，缓冲区沿江两岸第一道山脊附近向北延伸至红石镇北部。

3）实验区

主要分布在保护区南部的的第二松花江下游区段及其两侧区域，包涵丰满水库汇

水水面及其两侧中浅山区域。主要森林植被类型为天然的次生林、灌丛，及各类湖泊等。在保护区缓冲区外围有村屯分布的区段均设立连贯的带状区域，也区划为实验区。

实验区走向为由赤松镇和白山镇南第三道江岔开始向北一直到红石镇北沿缓冲区外围分布，从红石镇往北全部为实验区，一直沿江岸第一层山脊延伸至松花湖南部。

吉林松花江三湖国家级自然保护区实验区，均为相对有人为活动的区域，也是适宜开展科研、教学基地、生态旅游和低碳社区的区域。

b）自然保护区生态服务功能及主要保护对象

根据《全国生态功能区划》（修编版），吉林松花江三湖国家级自然保护区属于长白山区水源涵养与生物多样性保护重要区，其主要生态服务功能为水源涵养及生物多样性保护。

吉林松花江三湖国家级自然保护区属自然生态系统类别，森林生态系统类型的自然保护区。主要保护对象为松花江上游森林生态系统及其生物多样性。

保护区珍稀濒危植物种类较多，根据 2021 年经国务院签发，国家林业和草原局、农业农村部联合公布的《国家重点保护野生植物名录》，本区已列入《国家重点保护野生植物名录》中的国家一级重点保护野生植物 1 种，即东北红豆杉；国家二级重点保护野生植物有 8 种：有红松、水曲柳、黄檗、钻天柳、紫椴、胡桃楸、野大豆、东北对开蕨、。

保护区有国家一级重点保护野生动物 9 种，其中鸟类 7 种，为东方白鹳、中华秋沙鸭、金雕、白头鹤、白鹤、丹顶鹤及白尾海雕；兽类 2 种，分别为麝、紫貂。国家二级重点保护野生动物 44 种，其中鸟类 37 种，兽类 7 种。包括即黄嘴白鹭、蓑羽鹤、白枕鹤、灰鹤、鸳鸯、苍鹰、雀鹰、松雀鹰、普通鵟、大鵟、毛脚鵟、鹊鹞、白尾鹞、白头鹞、燕隼、红隼、红脚隼、灰背隼、黄爪隼、花尾榛鸡、秃鹫、普通鹏鸮、普通角鸮、领角鸮、长耳鸮、短耳鸮、鹗、纵纹腹小鸮、长尾林鸮、棕熊、黑熊、猞猁、水獭、马鹿、青鼠鼬和豺等。

4.3.3.2 与本工程的位置关系

根据评价区及工程征地区进行叠图分析，本工程占地范围不涉及吉林松花江三湖国家级自然保护区，下水库所在的那尔轰河汇入该自然保护区内的白山水库。工程下

水库坝址距其该自然保护区实验区边界最近河道长度约为 16.2km，距离缓冲区边界最近河道长度为 16.5km。本工程与吉林松花江三湖国家级自然保护区位置关系见图 4.3-3。

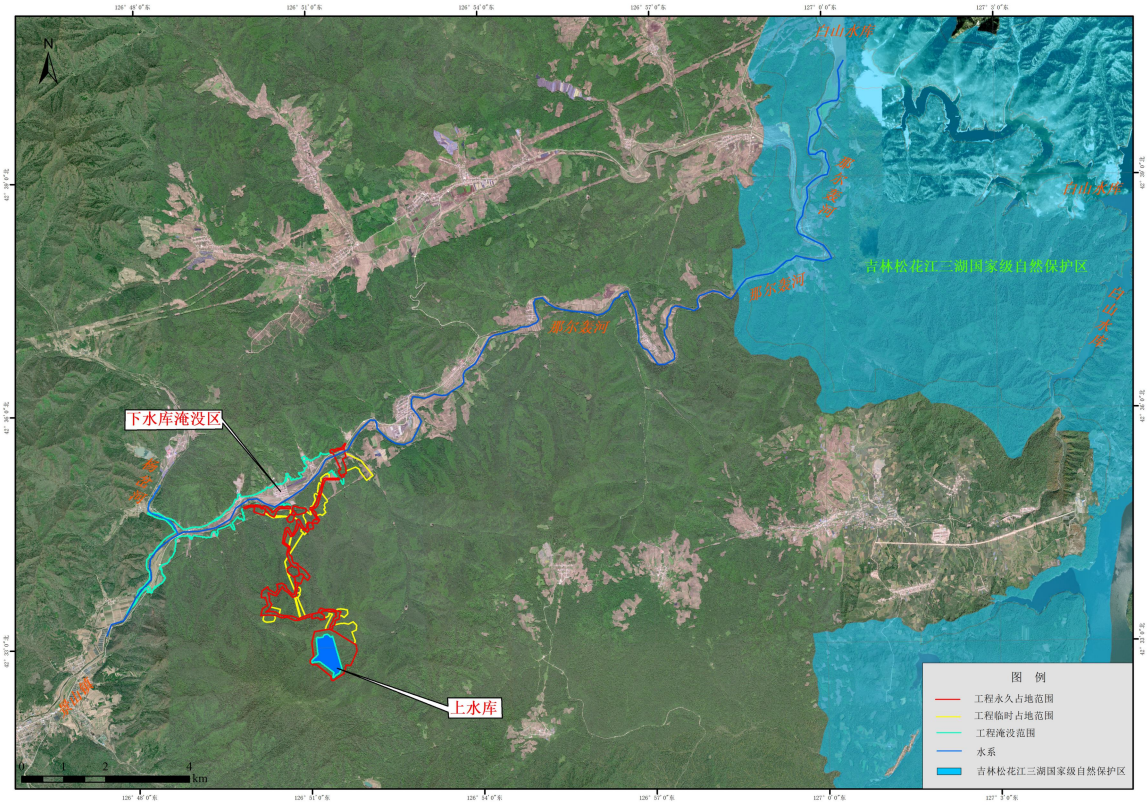


图 4.3-3 本工程与吉林松花江三湖国家级自然保护区位置关系示意图

4.3.4 水土流失重点预防区

根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》和《吉林省水土保持规划（2016-2030 年）》，工程区所在的靖宇县属于长白山国家级水土流失重点预防区，且无法避让。该区域包括黑龙江省绥芬河市、东宁县、吉林省敦化市、和龙市、靖宇县等和辽宁省抚顺县等共 21 个县市，县域总面积 85435.0km^2，重点预防面积 25764.2km^2。

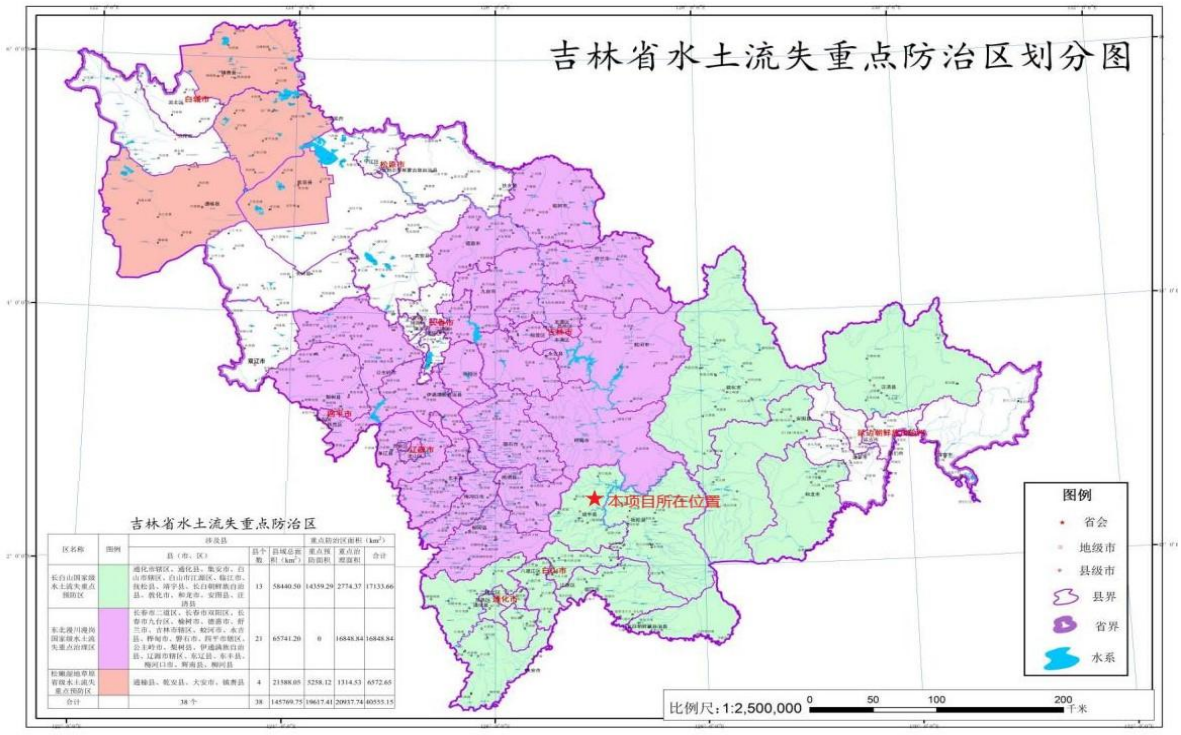


图 4.3-4 工程区域长白山生物多样性保护优先区域示意图

4.3.5 长白山生物多样性保护优先区域

根据《中国生物多样性保护战略与行动计划（2011-2030 年）》（环发[2010]106 号），全国范围内划定了 35 个生物多样性保护优先区域，其中吉林省全部地区属于内陆陆地和水域生物多样性保护优先区域中的东北平原区。为贯彻落实上述行动计划，原环境保护部发布了《中国生物多样性优先区域范围》（2015 年第 94 号），本项目所在的靖宇县景山镇，属于 35 个生物多样性优先区域中的长白山生物多样性保护优先区域，该区域保护重点为温带落叶阔叶林生态系统以及红松、东北红豆杉、松茸、东北虎等重要物种及其栖息地。本工程评价范围内生物多样性保护重点为温带山地针阔叶混交林生态系统及红松、水曲柳、紫椴、黄檗等重点保护野生植物、梅花鹿、马鹿、花尾榛鸡等重点保护野生动物。

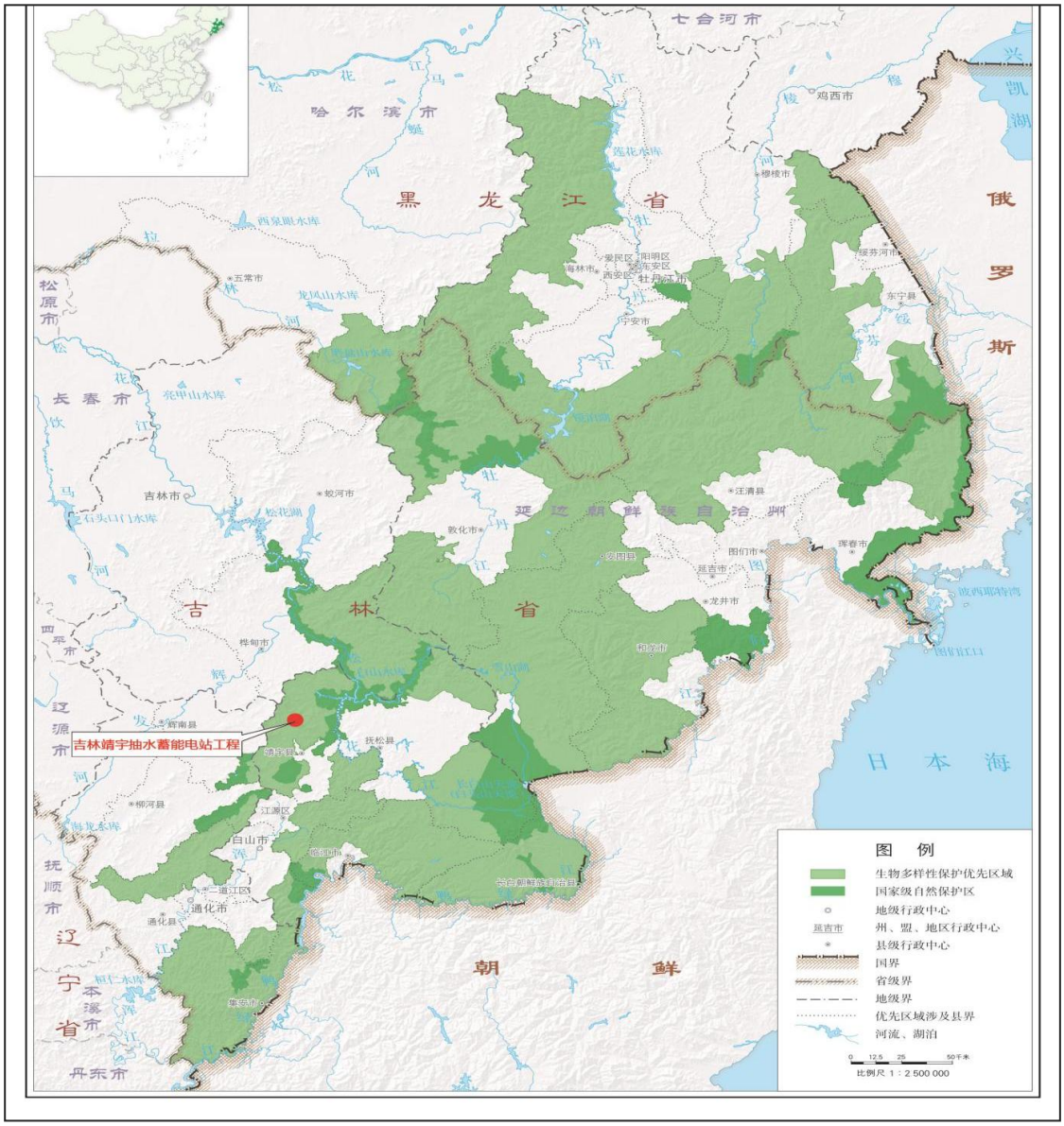


图 4.3-5 工程区域长白山生物多样性保护优先区域示意图

4.3.6 天然林

本工程建设征地范围涉及天然林 193.86hm^2，其中永久占地涉及 130.54hm^2；淹没区涉及 121.54hm^2。工程区域天然林分布示意图见图 4.3-6。

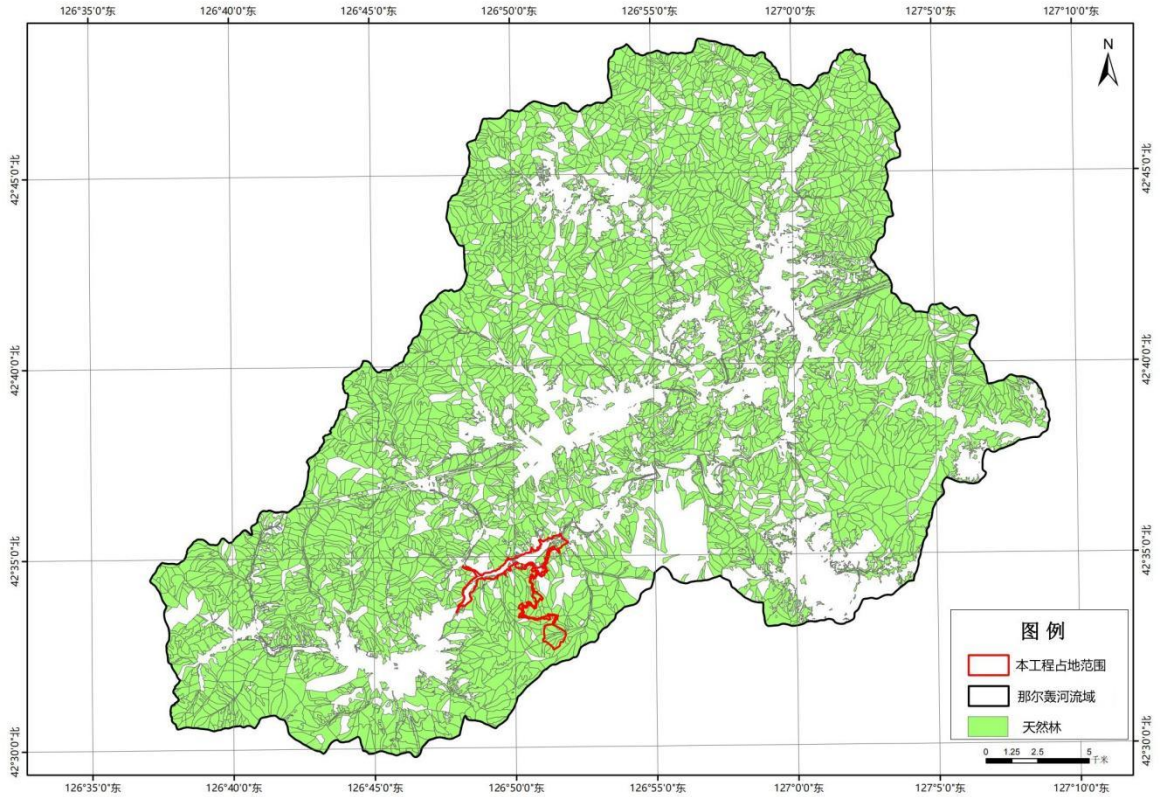


图 4.3-6 工程区域天然林分布示意图

4.3.7 陆生动物重要栖息地

国家林业和草原局于 2023 年发布了《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》（2024 年 1 月 1 日起实施），评价区周边有一处重要栖息地：吉林松花江三湖湿地候鸟重要栖息地，该栖息地主要保护对象为大鸨、白鹤、丹顶鹤、白头鹤、东方白鹳、白尾海雕等。

目前吉林松花江三湖湿地候鸟重要栖息地的保护形式为吉林松花江三湖国家级自然保护区，范围与保护区相同。本工程与其位置关系见图 4.3-2。

4.3.8 新开河木场战斗址

4.3.8.1 概况

根据吉林省文物考古所编制的《吉林省靖宇抽水蓄能电站项目文物影响调查报告》，本工程建设征地范围涉及县级文物 1 处，为新开河木场战斗址，遗址位于景山镇东北阳岔村三队东 1km。1940 年 2 月 4 日，为保持部队战斗力，解决给养，杨靖宇率部攻打新开河木场，在运粮途中和敌人遭遇，背粮的 30 名战士被敌军冲散。此时，

杨靖宇身边只剩下 15 名战士了，抗联战士经过一天多的努力巧妙的摆脱了敌人追击，将所有给养安全的送到了部队。此遗址对研究东北抗联史具有一定的意义。

新开河木场战斗址属于战斗发生地（战迹地）类型，处于靖宇县景山镇的自然荒野环境中，是杨靖宇率部攻打新开河木场，运粮过程中的战斗遗迹。当年在此地发生的战斗，为临时发生，是依托有利地形地貌开展的小规模战斗，未修建战斗工事，战斗过程相对清晰，无后续使用。是在自然环境条件下选择的临时性战斗地点，遗址的核心价值主要体现在战斗发生地选址的历史环境特色。遗址是抗联战斗址，战斗均为依托地形地貌开展，未形成埋藏于地下的文化层。遗址地表现为林地及少量耕地，土壤层较薄，不适宜开展考古勘探及发掘工作，地表不见遗迹及遗物。

4.3.8.2　与本工程的位置关系

本工程下水库淹没区及浸没区涉及新开河木场战斗址建设控制地带及保护范围，下水库浸没区涉及新开河木场战斗址保护范围。本工程与其位置关系见图 4.3-7。

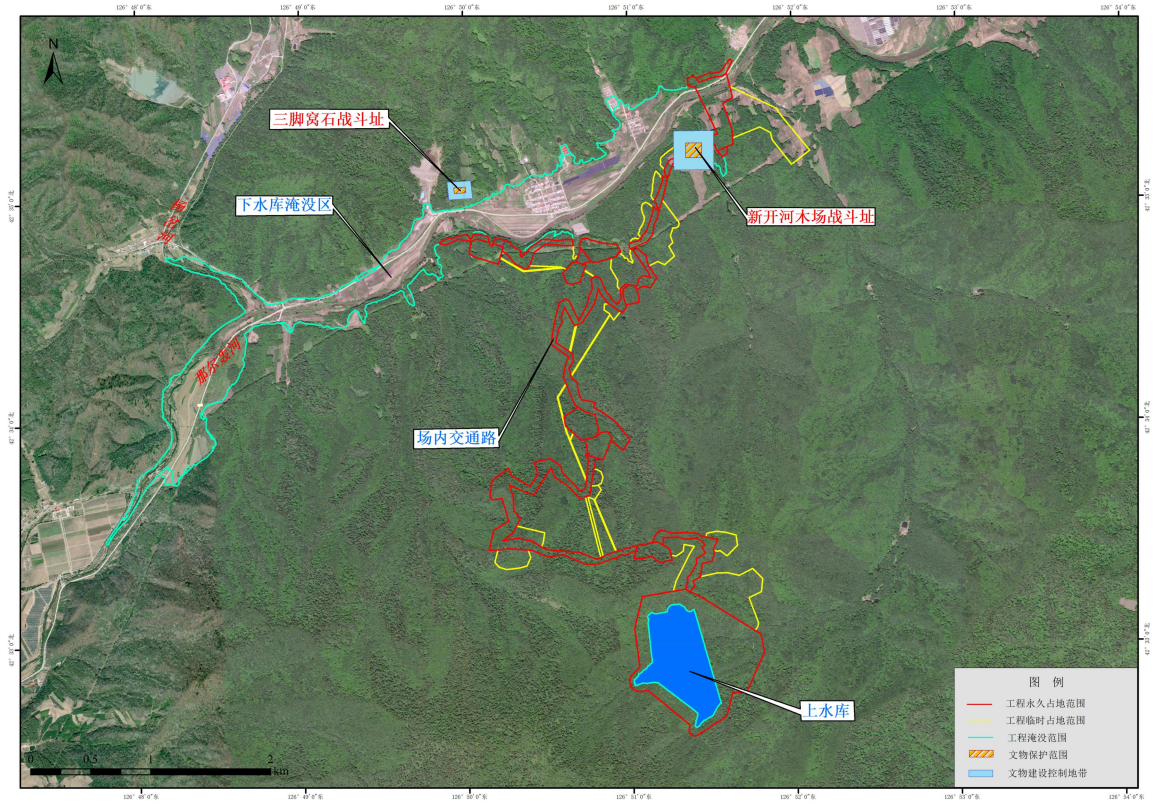


图 4.3-7　本工程区域文物分布示意图

4.3.9 三角卧石战斗址

4.3.9.1 概况

本工程评价范围内涉及县级文物三角卧石战斗址，位于景山镇三脚窝石村西侧、那尔轰河左岸，现状为农田及滩地。

1938 年秋，日军与伪濛江县警察桑文海大队一部，押运粮食及物资进山。东北抗日联军第一路军获悉后，在通往山区的三角卧石设伏，击溃了日伪军，缴获粮食和物资。

4.3.9.2 与本工程的位置关系

本工程下水库淹没区距三角卧石战斗址建设控制地带最近距离约为 50m，本工程与其位置关系见图 4.3-7。

4.4 环境质量现状评价

4.4.1 污染源情况

a）工业污染源

经调查，评价河段无工业污染源及排污口。

本工程建设征地范围内涉及的靖宇县华峰矿业有限公司及靖宇县佳源农副产品开发有限公司均已于 2023 年前停止运行，现状无污染物排放。

b）生活污染源

经调查，评价河段景山镇及赤松镇均无生活污水集中处理设施，河道沿岸村屯生活污水排放方式主要为旱厕收集，定期清掏还田及散排。

1）城镇生活污染物

现状年评价河段城镇人口 0.37 万人。城镇生活用水量按 80L/人·d 计算，折污系数为 0.8，生活污染源强根据生态环境部《生活污染源产排污系数手册》使用的源强系数，化学需氧量、总氮、总磷和氨氮源强系数分别为 350mg/L、48.7mg/L、4.42mg/L、36.5mg/L；化学需氧量、总氮、总磷和氨氮入河系数分别取 0.06、0.08、0.08 和 0.04。城镇生活污染物产生及入河情况详见表 4.4-1。

表 4.4-1 评价河段城镇生活污水产生情况一览表

人口数量（万人）	污染物产生量（t/a）				污染物入河量（t/a）			
	COD	TN	TP	NH_3-N	COD	TN	TP	NH_3-N
0.37	30.25	4.21	0.38	3.15	1.82	0.34	0.03	0.13

现状情况下，评价河段城镇生活共计产生化学需氧量入河量 1.82t/a、总氮入河量 0.34t/a、总磷入河量 0.03t/a、氨氮入河量 0.13t/a。

2）农村生活污染物

现状年评价河段农村总人口 0.39 万人。农村生活污染源强根据生态环境部《生活污染源产排污系数手册》使用的源强系数，化学需氧量、总氮、总磷和氨氮源强系数分别为 19.50g/（人·d）、1.28g/（人·d）、0.10g/（人·d）、0.61g/（人·d）；化学需氧量、总氮、总磷和氨氮入河系数分别取 0.06、0.08、0.08 和 0.04。农村生活污染物产生及入河情况详见表 4.4-2。

表 4.4-2 评价河段农村生活污水产生情况一览表

人口数量（万人）	污染物产生量（t/a）				污染物入河量（t/a）			
	COD	TN	TP	NH_3-N	COD	TN	TP	NH_3-N
0.39	27.76	1.82	0.14	0.87	1.67	0.15	0.01	0.03

现状情况下，评价河段农村生活共计产生化学需氧量入河量 1.67t/a、总氮入河量 0.15t/a、总磷入河量 0.01t/a、氨氮入河量 0.03t/a。

c）农业污染源

1）牲畜养殖污染物

根据调查，三角窝石村有一处畜禽养殖场，为吉林亿佳鹿业有限公司，成立于 2008 年 6 月 23 日，属于小型企业。本工程下水库蓄水后，办公楼、生产加工厂房全部以及大部分鹿舍将受淹没影响。场内现存栏梅花鹿 378 头，其中产茸公鹿 220 头、繁殖母鹿 142 头、育成和幼鹿 16 头。场内建有鹿舍 12393m^2，设有晒粪场及化粪池。采用干清粪工艺，废污水通过化粪池处理后用于周边农田灌溉，不进入水体。养殖过程中产生的鹿粪经堆肥场堆积发酵后作为肥料。故无污染物入河情况。

流域内村屯较多，存在一定数量的散养畜禽，据估算，评价河段现状大牲畜存栏

量约 0.10 万头，小牲畜存栏量约 0.21 万头。根据生态环境部《农业源产排污系数手册》并结合本地区实际情况，利用源强系数来估算评价区内牲畜养殖污染物产生及入河状况。农村畜禽养殖污染物产生及入河情况详见表 4.4-3。

表 4.4-3 评价河段畜禽养殖污水产生情况一览表

牲畜数量（万头）		污染物产生量（t/a）		污染物入河量（t/a）	
大牲畜	小牲畜	COD	NH_3-N	COD	NH_3-N
0.10	0.21	52.57	30.40	3.16	1.21

现状情况下，评价河段畜禽养殖共计产生化学需氧量入河量 3.16t/a、氨氮入河量 1.21t/a。

2）农业面源污染源

评价河段水田实灌面积 586 亩。根据对松辽流域不同地区水田退水水质监测结果，水田退水中化学需氧量的浓度在 15.20mg/L～46.52mg/L 之间，氨氮的浓度在 0.13mg/L～1.42mg/L 之间。同时参考吉林省重点灌区退水中化学需氧量浓度为 30mg/L、氨氮浓度为 0.36mg/L，确定评价河段灌溉水田退水污染物化学需氧量浓度取最不利值 46.52mg/L，氨氮浓度取最不利值 1.42mg/L，退水系数取 0.2。灌溉退水及污染物入河情况详见表 4.4-4。

表 4.4-4 评价河段灌溉退水污染物产生情况一览表

流域名称	水田灌溉面积（万亩）	用水量（万 m^3）	退水量（万 m^3）	污染物入河量（t/a）	
				COD	NH_3-N
那尔轰河流域	0.06	41.88	8.38	3.90	0.12

现状情况下，评价河段水田灌溉退水共计产生化学需氧量入河量 3.90t/a、氨氮入河量 0.12t/a。

4.4.2 水环境质量现状

4.4.2.1 地表水环境

本工程所在的那尔轰河流域无例行监测断面，为了解工程涉及水体的水质状况，中水东北公司委托吉林省和鑫检测技术咨询有限公司对相关河段进行了地表水环境现

状监测。

a）监测断面

监测断面共设 4 个，分别为 W1 断面（下水库坝址）、W2 断面（下水库那尔轰河回水末端上游）、W3 断面（那尔轰河入白山水库前）、W4 断面（下水库杨岔河回水末端上游）。

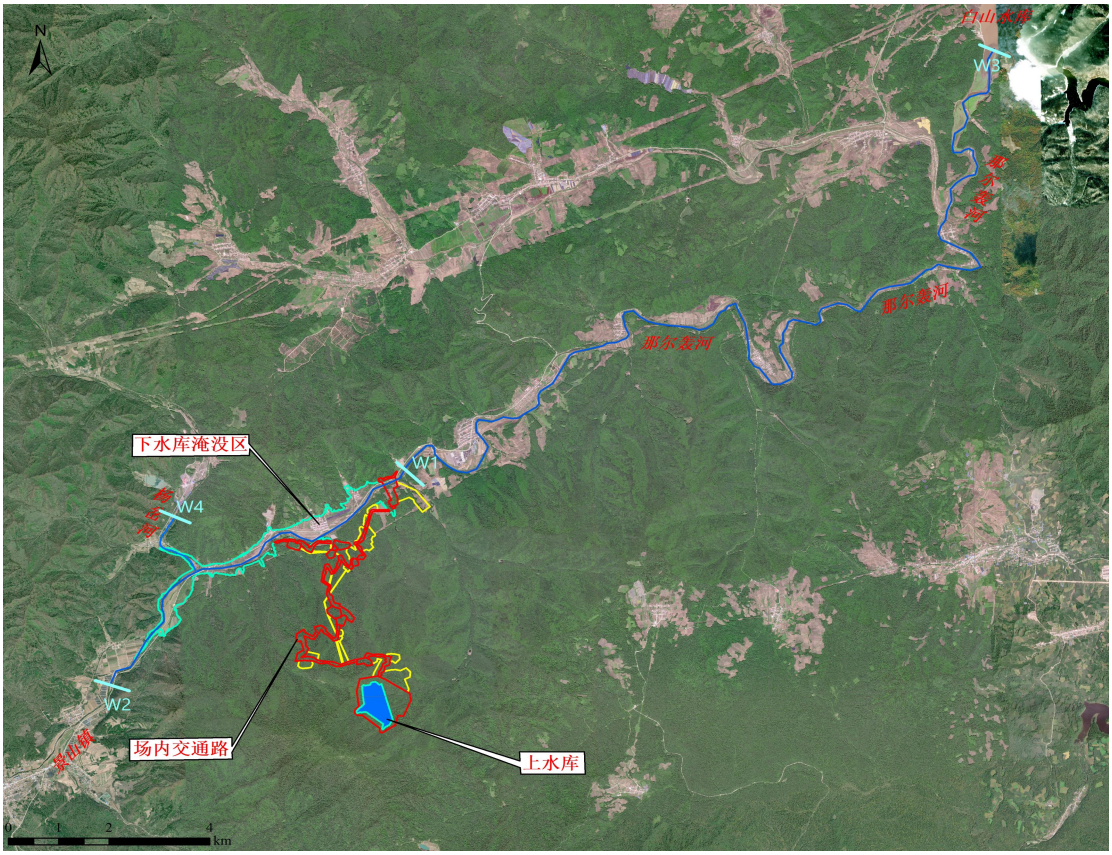


图 4.4-1　地表水环境质量现状补充监测断面位置示意图

b）监测时间和频次

监测时间为 2023 年 3 月 14 日～16 日（枯水期），2023 年 5 月 27 日～29 日（平水期），2023 年 6 月 28 日～30 日（丰水期），每期连续监测 3 天采样，每天一次。

c）监测项目

水温、pH、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD_5）、悬浮物、氨氮（NH_3-N）、阴离子表面活性剂、总磷（以 P 计）、总氮（以 N 计）、汞、砷、镉、铅、铬（六价）、石油类、粪大肠菌群、溶解氧、高锰酸盐指数、铜、锌、氟化物、硒、氰化物、挥发酚、硫化物、叶绿素 a 等 26 项。

d）评价标准

监测断面水质现状评价执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）II类标准。

e）评价方法

采用单因子评价方法进行水环境现状评价。单项水质参数评价采用标准指数式如下：

①一般性水质因子 i 在 j 点的标准指数的计算公式：

$$S_{i,\ j}=\frac{C_{i,\ j}}{C_{si}} \qquad (4.4\text{-}1)$$

式中：$S_{i,\ j}$—评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$C_{i,\ j}$—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 的水质评价标准限值，mg/L。

②溶解氧（DO）标准指数的计算公式：

$$S_{DOj}=\frac{|DO_f-DO_j|}{DO_f-DO_s} \quad (DO_j>DO_f) \qquad (4.4\text{-}2)$$

$$S_{DOj}=\frac{DO_s}{DO_j} \quad (DO_j\leq DO_f) \qquad (4.4\text{-}3)$$

式中：S_{DOj}—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 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_f—饱和溶解氧浓度，mg/L，$DO_f=468/(31.6+T)$；

DO_s—溶解氧的水质评价标准限值（mg/L）。

T—水温，℃。

③pH 值标准指数计算公式：

$$S_{pH,\ j}=\frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{sd}} \quad (pH_j\leq 7.0) \qquad (4.4\text{-}4)$$

$$S_{pH,\ j}=\frac{pH_j-7.0}{pH_{su}-7.0} \quad (pH_j>7.0) \qquad (4.4\text{-}5)$$

式中：$S_{pH,\ j}$—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。

当各项参数的标准指数≤1 时，表明该参数满足规定的水质标准，当各项参数的标

准指数>1 时，则不能满足，标准指数数值越大，参数代表的环境质量越差。

f）评价结果

水质监测结果及评价结果详见表 4.4-5。根据上述水质现状评价结果，3 月枯水期 W2 断面（下水库那尔轰河回水末端上游）COD、氨氮存在超标，最大超标倍数分别为 1.02、1.11，其余断面各指标均能满足II类水域水质标准要求；5 月平水期各断面指标均满足II类水域水质标准要求；6 月丰水期 W2 断面（下水库那尔轰河回水末端上游）总磷、高锰酸盐指数存在超标，最大超标倍数分别为 1.07、1.15，W3 断面（那尔轰河入白山水库前）COD、BOD_5 存在超标，最大超标倍数分别为 1.02、1.09，其余断面各指标均能满足II类水域水质标准要求。分析超标原因为 W2、W3 断面周边分布有农村居民点，存在生活污水散排情况，且流域内次生林生长茂密，存在采伐剩余物以及自然凋零的林木枯叶，受天然降水、风力吹动、地表径流的冲刷和淋溶作用被带入河中，造成河流水体中的有机物及氮、磷等元素浓度升高。

表 4.4-5　　地表水水质监测结果及评价表

检测项目	采样时间	W1		W2		W3		W4	
		平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数
水温（℃）	2023.3	0.37	——	0.37	——	0.43	——	0.40	——
	2023.5	12.03	——	12.27	——	12.13	——	11.77	——
	2023.6	13.97	——	13.70	——	13.77	——	14.37	——
pH	2023.3	7.33	0.17	7.17	0.08	7.43	0.22	7.43	0.22
	2023.5	7.57	0.28	7.53	0.27	7.60	0.30	7.63	0.32
	2023.6	7.47	0.23	6.93	0.12	7.07	0.13	7.57	0.28
COD	2023.3	9.67	0.64	15.33	**1.02**	13.67	0.91	13.00	0.87
	2023.5	11.00	0.73	13.33	0.89	12.00	0.80	10.33	0.69
	2023.6	10.33	0.69	15.00	1.00	15.33	**1.02**	13.67	0.91
BOD_5	2023.3	2.20	0.73	3.00	1.00	2.80	0.93	2.57	0.86
	2023.5	1.87	0.62	2.47	0.82	2.27	0.76	2.03	0.68
	2023.6	2.13	0.71	2.80	0.93	3.27	**1.09**	2.20	0.73
悬浮物	2023.3	11.33	——	15.67	——	17.00	——	15.00	——
	2023.5	9.67	——	13.00	——	13.33	——	10.67	——
	2023.6	10.67	——	17.67	——	16.67	——	12.33	——
氨氮	2023.3	0.19	0.38	0.55	**1.11**	0.45	0.90	0.44	0.88
	2023.5	0.14	0.28	0.37	0.74	0.26	0.52	0.20	0.41
	2023.6	0.11	0.21	0.23	0.46	0.20	0.39	0.20	0.39
阴离子表面活性剂	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
总磷	2023.3	0.06	0.60	0.07	0.67	0.07	0.73	0.09	0.90
	2023.5	0.07	0.67	0.08	0.77	0.05	0.50	0.06	0.57
	2023.6	0.08	0.77	0.11	**1.07**	0.10	0.97	0.07	0.73
总氮	2023.3	0.67	——	0.94	——	0.91	——	0.91	——
	2023.5	0.49	——	0.71	——	0.68	——	0.62	——
	2023.6	0.55	——	0.78	——	0.69	——	0.63	——

续表 4.4-5　　地表水水质监测结果及评价表

检测项目	采样时间	W1		W2		W3		W4	
		平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数
总汞	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
砷	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
铅	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
镉	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
铬（六价）	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
石油类	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
粪大肠菌群	2023.3	1766.67	0.88	1933.33	0.97	1530.00	0.77	1866.67	0.93
	2023.5	863.33	0.43	1766.67	0.88	726.67	0.36	1080.00	0.54
	2023.6	913.33	0.46	1733.33	0.87	863.33	0.43	636.67	0.32
溶解氧	2023.3	7.20	0.69	7.23	0.69	7.30	0.69	7.03	0.71
	2023.5	7.07	0.71	6.57	0.76	7.20	0.69	7.27	0.69
	2023.6	6.67	0.75	6.53	0.77	6.80	0.74	7.03	0.71
高锰酸盐指数	2023.3	3.67	0.92	3.97	0.99	3.20	0.80	3.80	0.95
	2023.5	2.80	0.70	3.67	0.92	2.77	0.69	2.83	0.71
	2023.6	2.93	0.73	4.60	**1.15**	3.23	0.81	3.13	0.78

续表 4.4-5（完）　　地表水水质监测结果及评价表

检测项目	采样时间	W1		W2		W3		W4	
		平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数
铜	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
锌	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
氟化物	2023.3	0.51	0.51	0.57	0.57	0.48	0.48	0.49	0.49
	2023.5	0.39	0.39	0.54	0.54	0.33	0.33	0.32	0.32
	2023.6	0.43	0.43	0.53	0.53	0.44	0.44	0.41	0.41
硒	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
氰化物	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
挥发性酚	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
硫化物	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
叶绿素 a	2023.3	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.5	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——
	2023.6	ND	——	ND	——	ND	——	ND	——

注：加粗表示超标；河流不进行总氮评价；“ND”表示未检出，“——”表示未计算。

4.4.2.2 地下水环境

a）水位监测

根据现有钻孔成果，上水库地下水最低水位埋深 13.20m～38.70m，水位最大变幅为 0.40m～8.30m；下水库地下水最低水位埋深 3.60m～26.80m，水位最大变幅为 0.50m～8.30m。工程区域钻孔地下水水位情况详见表 4.4-6。

表 4.4-6 工程区钻孔地下水位观测资料统计表

孔号	工程部位		地面高程（m）	最低水位		最高水位		水位最大变幅（m）	最低水位埋深（m）
				高程（m）	观测日期	高程（m）	观测日期		
ZKy112	上水库	左岸分水岭	920.20	881.50	2023.10.24	887.70	2022.9.2	6.20	38.70
ZK113			957.20	927.20	2023.10.24	935.50	2022.11.09	8.30	30.00
ZKy118		右岸分水岭	903.48	890.28	2022.12.7	892.08	2022.11.18	1.80	13.20
ZK114			948.16	927.66	2022.11.30	929.81	2022.11.18	2.15	20.50
ZK404		库周	926.43	910.43	2022.11.23	911.33	2022.11.30	0.90	16.00
ZK413			933.63	908.13	2022.12.7	908.53	2022.11.18	0.40	25.50
ZKy301	下水库	左坝肩	521.67	495.17	2021.11.14	515.07	2022.7.5	19.90	26.50
ZK301		左岸分水岭	555.88	529.08	2022.11.30	537.38	2022.11.18	8.30	26.80
ZKy304		右坝肩	519.60	516.00	2021.12.1	516.50	2021.11.1	0.50	3.60
ZK311		右岸分水岭	541.01	524.91	2022.12.7	525.71	2022.11.18	0.80	16.10

注：地下水位观测资料统计起止日期为 2021 年 11 月 1 日～2023 年 7 月 10 日。

b）补充监测

为了解本工程区域内的地下水环境现状，中水东北公司委托吉林省和鑫检测技术咨询有限公司于 2023 年 6 月 28 日对本工程涉及区域地下水环境进行现状监测。

1）监测点位及监测项目

（1）监测点位

在工程区域设置了 4 个监测点进行地下水水质监测，分别为 D1（上水库坝址区钻孔）、D2（下水库坝址区钻孔）、D3（地下厂房区钻孔）、D4（三脚窝石村饮水井）。其中 D1-D3 取水层位为中层地下水，类型为基岩裂隙水，D4 取水层位为浅层地下水，类型为孔隙潜水。

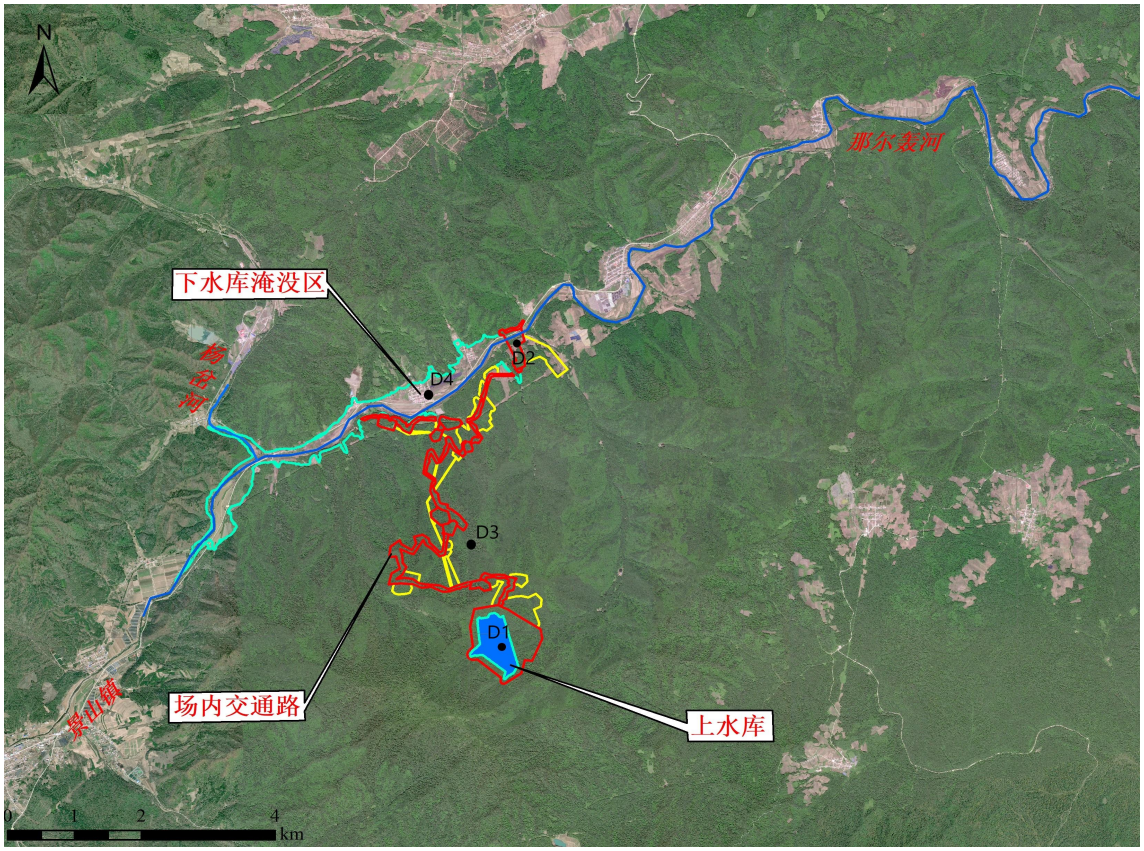


图 4.4-2 地下水环境质量现状补充监测点位示意图

（2）监测项目

pH、钾、钠、钙、镁、碳酸根、碳酸氢根、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、氟化物、挥发酚、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数、水位等，共 28 项。

2）评价标准及方法

（1）评价标准

监测点位水质现状评价执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准。

（2）评价方法

地下水水质现状评价应采用标准指数法。标准指数>1，表明该水质因子已超标，标准指数越大，超标越严重。

①对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数计算方法见公式：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{Si}} \quad (4.4\text{-}6)$$

式中：P_i—第 i 个水质因子的标准指数，量纲为 1；

C_i—第 i 个水质因子的监测浓度值，mg/L；

C_{si}—第 i 个水质因子的标准浓度值，mg/L。

②对于评价标准为区间值的水质因子（如 pH），其标准指数计算方法见公式：

$$S_{pH,j}=\frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{sd}}\quad(pH_j\leq 7.0)\qquad(4.4\text{-}7)$$

$$S_{pH,j}=\frac{pH_j-7.0}{pH_{su}-7.0}\quad(pH_j>7.0)\qquad(4.4\text{-}8)$$

式中：S_{pH}—pH 的标准指数，量纲为 1；

pH_j—pH 的监测值；

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。

3）监测及评价结果

地下水监测及评价结果详见表 4.4-7，从表可以看出评价区域内地下水各监测点监测指标均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中III类标准，工程区域地下水水质较好。

表 4.4-7　　地下水监测结果及现状评价一览表

序号	监测项目	监测单位	评价标准（III类）	D1		D2		D3		D4	
				监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数
1	pH	无量纲	6.5～8.5	7.4	0.27	7.2	0.13	7.1	0.07	7.3	0.2
2	钾	mg/L	/	3.54	—	4.63	—	5.45	—	4.35	—
3	钠	mg/L	/	8.22	—	9.06	—	10.01	—	8.98	—
4	钙	mg/L	/	76	—	89.8	—	80.6	—	85.2	—
5	镁	mg/L	/	7.04	—	8.88	—	8.1	—	8.8	—
6	碳酸根	mg/L	/	未检出	—	未检出	—	未检出	—	未检出	—
7	碳酸氢根	mg/L	/	255	—	294	—	275	—	283	—
8	氯化物	mg/L	250	7.36	0.03	7.14	0.03	6.98	0.03	7.21	0.03
9	硫酸盐	mg/L	250	11.9	0.05	11.4	0.05	11.7	0.05	11.5	0.05
10	氨氮	mg/L	0.5	0.064	0.13	0.047	0.09	0.105	0.21	0.123	0.25
11	硝酸盐	mg/L	20	17.4	0.87	16.7	0.84	15.8	0.79	16.8	0.84
12	亚硝酸盐	mg/L	1	0.016L	—	0.016L	—	0.016L	—	0.016L	—
13	氟化物	mg/L	1	0.183	0.18	0.396	0.4	0.597	0.6	0.212	0.21
14	挥发性酚类	mg/L	0.002	0.0003L	—	0.0003L	—	0.0003L	—	0.0003L	—
15	氰化物	mg/L	0.05	0.001L	—	0.001L	—	0.001L	—	0.001L	—
16	溶解性	mg/L	1000	311	0.31	480	0.48	482	0.48	329	0.33

	总固体										

续表 4.4-7（完） 地下水监测结果及现状评价一览表

序号	监测项目	监测单位	评价标准（III类）	D1		D2		D3		D4	
				监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数
17	耗氧量	mg/L	3	2.27	0.76	2.02	0.67	2.01	0.67	1.27	0.42
18	总硬度	mg/L	450	109	0.24	135	0.3	158	0.35	144	0.32
19	铬（六价）	mg/L	0.05	0.004L	—	0.004L	—	0.004L	—	0.004L	—
20	汞	μg/L	0.04L	0.04L	—	0.04L	—	10	—	0.04L	—
21	砷	μg/L	10	0.3L	—	0.3L	—	0.3L	—	0.3L	—
22	铅	mg/L	0.01	0.01L	—	0.01L	—	0.01L	—	0.01L	—
23	镉	mg/L	0.005	0.001L	—	0.001L	—	0.001L	—	0.001L	—
24	铁	mg/L	0.3	0.03L	—	0.03L	—	0.03L	—	0.03L	—
25	锰	mg/L	0.1	0.01L	—	0.01L	—	0.01L	—	0.01L	—
26	总大肠菌群	MPN/100mL	3	未检出	—	未检出	—	未检出	—	未检出	—
27	细菌总数	CFU/mL	100	72	0.72	90	0.9	84	0.84	77	0.77
28	水位（埋深）	m	—	29.21	—	7.23	—	32.76	—	13.8	—

注：“数字加 L”表示该检测结果在方法检出限以下；“/”表示没有标准限值。“—”表示未计算。

4.4.3 环境空气

4.4.3.1 区域环境空气质量达标情况

依据白山市生态环境局公布的靖宇县 2023 年空气环境质量状况，2023 年度靖宇县达标天数比例为 97.3%，超标天数比例为 2.7%，SO_2、NO_2、CO、O_3、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 平均浓度分别为 8.65ug/m^3、11.73ug/m^3、0.71mg/m^3、76.77ug/m^3、44.35ug/m^3、17.30ug/m^3，均达到《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中二级标准。

4.4.3.2 补充监测

为了解项目工程区域大气环境质量，中水东北公司委托吉林省和鑫检测技术咨询有限公司于 2023 年 6 月～7 月及 2024 年 5 月对工程区大气环境质量进行现状监测。

a）监测点位及监测内容

结合工程区及周边环境保护目标现状，共设置 4 个环境空气监测点位，分别为 K1（三脚窝石村）、K2（上水库垫层料加工系统）、K3（下水库混凝土骨料加工及混凝土生产系统）和 K4（吉林省松花江三湖保护区）。其中 K1、K2、K3 执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准，监测项目为 SO_2、NO_2、TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3、苯并芘，于 2023 年 6 月 28 日～2023 年 7 月 4 日连续监测 7 天；K4 执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）一级标准，监测项目为 SO_2、NO_2、TSP、PM_{10}、

$PM_{2.5}$、CO、O_3，于 2024 年 5 月 6 日～2024 年 5 月 12 日连续监测 7 天。

b）监测结果

监测结果详见表 4.4-8，由表可知各监测点位各项环境空气监测指标均能满足相应执行标准的要求，工程区环境空气质量总体良好。

表 4.4-8　　环境空气质量现状监测结果表

监测点位	采样日期	监测因子	监测单位	日均值	小时值				日均值标准值	小时值标准值
					2 时	8 时	14 时	20 时		
K1（三脚窝石村）	2023.6.28	SO_2	mg/m³	0.015	0.018	0.008	0.020	0.020	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.025	0.030	0.027	0.026	0.020	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.092	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.030	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.013	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.6	0.5	0.4	0.7	0.7	4	10
		O_3	mg/m³	0.088	0.092	0.089	0.082	0.090	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
K1（三脚窝石村）	2023.6.29	SO_2	mg/m³	0.012	0.011	0.008	0.019	0.021	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.025	0.030	0.024	0.026	0.021	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.11	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.038	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.022	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.6	0.5	0.7	0.5	0.6	4	10
		O_3	mg/m³	0.085	0.090	0.076	0.093	0.079	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.6.30	SO_2	mg/m³	0.014	0.019	0.013	0.021	0.009	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.021	0.022	0.021	0.023	0.018	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.11	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.037	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.023	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.6	0.6	0.3	0.7	0.6	4	10
		O_3	mg/m³	0.083	0.082	0.090	0.080	0.080	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.7.1	SO_2	mg/m³	0.018	0.010	0.011	0.021	0.017	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.026	0.025	0.029	0.019	0.027	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.091	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.034	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.019	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.6	0.7	0.5	0.6	0.6	4	10
		O_3	mg/m³	0.084	0.089	0.084	0.087	0.074	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.7.2	SO_2	mg/m³	0.009	0.014	0.007	0.010	0.008	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.022	0.018	0.020	0.022	0.025	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.092	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.029	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.016	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	4	10
		O_3	mg/m³	0.085	0.082	0.089	0.076	0.094	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无

续表 4.4-8 环境空气质量现状监测结果表

监测点位	采样日期	监测因子	监测单位	日均值	小时值				日均值标准值	小时值标准值
					2 时	8 时	14 时	20 时		
K1（三脚窝石村）	2023.7.3	SO_2	mg/m³	0.015	0.012	0.016	0.018	0.008	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.030	0.020	0.024	0.027	0.040	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.109	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.034	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.019	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.4	0.4	0.3	0.5	0.5	4	10
		O_3	mg/m³	0.086	0.083	0.078	0.093	0.090	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.7.4	SO_2	mg/m³	0.016	0.018	0.016	0.014	0.014	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.035	0.027	0.024	0.048	0.020	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.087	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.028	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.016	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.5	0.3	0.6	0.6	0.3	4	10
		O_3	mg/m³	0.086	0.090	0.074	0.094	0.086	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
K2（上水库垫层料加工系统）	2023.6.28	SO_2	mg/m³	0.018	0.024	0.016	0.022	0.021	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.034	0.024	0.031	0.026	0.039	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.107	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.047	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.030	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.8	0.8	0.7	0.6	0.9	4	10
		O_3	mg/m³	0.091	0.091	0.086	0.097	0.088	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.6.29	SO_2	mg/m³	0.016	0.014	0.017	0.018	0.015	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.029	0.033	0.027	0.030	0.037	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.107	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.047	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.030	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	4	10
		O_3	mg/m³	0.094	0.096	0.098	0.090	0.090	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.6.30	SO_2	mg/m³	0.022	0.023	0.022	0.020	0.019	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.035	0.033	0.031	0.038	0.033	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.107	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.059	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.029	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	4	10
		O_3	mg/m³	0.090	0.088	0.090	0.095	0.088	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.7.1	SO_2	mg/m³	0.018	0.013	0.012	0.013	0.023	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.027	0.030	0.030	0.026	0.032	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.116	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.064	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.036	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.6	0.7	0.7	0.5	0.4	4	10
		O_3	mg/m³	0.096	0.094	0.097	0.099	0.093	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无

续表 4.4-8 环境空气质量现状监测结果表

监测点位	采样日期	监测因子	监测单位	日均值	小时值				日均值标准值	小时值标准值
					2 时	8 时	14 时	20 时		
K2（上水库垫层料加工系统）	2023.7.2	SO_2	mg/m^3	0.016	0.015	0.017	0.018	0.018	0.15	0.50
		NO_2	mg/m^3	0.033	0.015	0.017	0.018	0.018	0.08	0.20
		TSP	mg/m^3	0.114	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m^3	0.062	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m^3	0.030	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m^3	0.6	0.5	0.5	0.9	0.5	4	10
		O_3	mg/m^3	0.096	0.102	0.087	0.097	0.098	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m^3	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.7.3	SO_2	mg/m^3	0.019	0.020	0.014	0.016	0.013	0.15	0.50
		NO_2	mg/m^3	0.033	0.025	0.036	0.033	0.036	0.08	0.20
		TSP	mg/m^3	0.125	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m^3	0.046	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m^3	0.031	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m^3	0.6	0.5	0.6	0.4	0.7	4	10
		O_3	mg/m^3	0.095	0.098	0.103	0.089	0.088	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m^3	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.7.4	SO_2	mg/m^3	0.024	0.023	0.024	0.024	0.025	0.15	0.50
		NO_2	mg/m^3	0.026	0.035	0.031	0.024	0.028	0.08	0.20
		TSP	mg/m^3	0.114	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m^3	0.059	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m^3	0.028	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m^3	0.6	0.4	0.6	0.4	0.9	4	10
		O_3	mg/m^3	0.093	0.088	0.099	0.098	0.086	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m^3	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
K3（下水库混凝土骨料加工及混凝土生产系统）	2023.6.28	SO_2	mg/m^3	0.019	0.022	0.017	0.017	0.015	0.15	0.50
		NO_2	mg/m^3	0.028	0.037	0.035	0.029	0.026	0.08	0.20
		TSP	mg/m^3	0.112	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m^3	0.056	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m^3	0.037	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m^3	0.9	1.0	0.5	1.0	0.9	4	10
		O_3	mg/m^3	0.100	0.094	0.092	0.103	0.111	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m^3	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.6.29	SO_2	mg/m^3	0.011	0.023	0.013	0.023	0.015	0.15	0.50
		NO_2	mg/m^3	0.032	0.030	0.032	0.033	0.035	0.08	0.20
		TSP	mg/m^3	0.111	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m^3	0.060	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m^3	0.029	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m^3	0.8	0.8	0.8	1.0	0.6	4	10
		O_3	mg/m^3	0.102	0.110	0.093	0.109	0.096	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m^3	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无

续表 4.4-8 环境空气质量现状监测结果表

监测点位	采样日期	监测因子	监测单位	日均值	小时值				日均值标准值	小时值标准值
					2 时	8 时	14 时	20 时		
K3（下水库混凝土骨料加工及混凝土生产系统）	2023.6.30	SO_2	mg/m³	0.022	0.014	0.016	0.024	0.017	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.035	0.037	0.026	0.032	0.024	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.126	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.062	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.039	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.7	0.5	0.6	0.7	0.9	4	10
		O_3	mg/m³	0.104	0.094	0.113	0.101	0.106	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.7.1	SO_2	mg/m³	0.018	0.012	0.018	0.022	0.017	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.037	0.026	0.025	0.040	0.024	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.115	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.052	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.029	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.8	0.9	0.6	0.8	0.9	4	10
		O_3	mg/m³	0.106	0.107	0.103	0.111	0.102	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.7.2	SO_2	mg/m³	0.017	0.015	0.022	0.020	0.017	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.029	0.031	0.025	0.037	0.036	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.112	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.052	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.039	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.7	0.8	0.6	0.8	0.6	4	10
		O_3	mg/m³	0.104	0.098	0.113	0.105	0.099	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.7.3	SO_2	mg/m³	0.023	0.024	0.023	0.019	0.023	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.033	0.033	0.041	0.032	0.024	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.105	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.064	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.036	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.8	0.5	0.8	1.0	0.9	4	10
		O_3	mg/m³	0.104	0.092	0.110	0.104	0.109	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无
	2023.7.4	SO_2	mg/m³	0.015	0.023	0.014	0.019	0.012	0.15	0.50
		NO_2	mg/m³	0.030	0.028	0.037	0.035	0.033	0.08	0.20
		TSP	mg/m³	0.117	--	--	--	--	0.30	无
		PM_{10}	mg/m³	0.051	--	--	--	--	0.15	无
		$PM_{2.5}$	mg/m³	0.039	--	--	--	--	0.075	无
		CO	mg/m³	0.8	0.8	0.6	0.8	0.9	4	10
		O_3	mg/m³	0.101	0.108	0.093	0.112	0.092	0.16	0.2
		苯并芘	mg/m³	未检出	--	--	--	--	0.0000025	无

续表 4.4-8 环境空气质量现状监测结果表

监测点位	采样日期	监测因子	监测单位	日均值	小时值				日均值标准值	小时值标准值
					2 时	8 时	14 时	20 时		
K4（吉林省松花江三湖保护区）	2024.5.6	SO_2	mg/m^3	0.017	0.012	0.015	0.020	0.017	0.05	0.15
		NO_2	mg/m^3	0.026	0.028	0.022	0.032	0.023	0.08	0.20
		TSP	mg/m^3	0.104	--	--	--	--	0.12	无
		PM_{10}	mg/m^3	0.048	--	--	--	--	0.05	无
		$PM_{2.5}$	mg/m^3	0.027	--	--	--	--	0.035	无
		CO	mg/m^3	0.7	0.4	0.7	0.7	0.8	4	10
		O_3	mg/m^3	0.093	0.083	0.094	0.093	0.102	0.10	0.16
	2024.5.7	SO_2	mg/m^3	0.012	0.022	0.011	0.011	0.009	0.05	0.15
		NO_2	mg/m^3	0.029	0.030	0.022	0.028	0.036	0.08	0.20
		TSP	mg/m^3	0.095	--	--	--	--	0.12	无
		PM_{10}	mg/m^3	0.046	--	--	--	--	0.05	无
		$PM_{2.5}$	mg/m^3	0.021	--	--	--	--	0.035	无
		CO	mg/m^3	0.6	0.5	0.9	0.4	0.5	4	10
		O_3	mg/m^3	0.094	0.103	0.089	0.090	0.093	0.10	0.16
	2024.5.8	SO_2	mg/m^3	0.020	0.015	0.017	0.018	0.023	0.05	0.15
		NO_2	mg/m^3	0.028	0.025	0.019	0.042	0.028	0.08	0.20
		TSP	mg/m^3	0.111	--	--	--	--	0.12	无
		PM_{10}	mg/m^3	0.041	--	--	--	--	0.05	无
		$PM_{2.5}$	mg/m^3	0.033	--	--	--	--	0.035	无
		CO	mg/m^3	0.7	0.5	0.7	0.8	0.6	4	10
		O_3	mg/m^3	0.092	0.096	0.088	0.095	0.090	0.10	0.16
	2024.5.9	SO_2	mg/m^3	0.014	0.009	0.011	0.020	0.013	0.05	0.15
		NO_2	mg/m^3	0.027	0.027	0.019	0.022	0.040	0.08	0.20
		TSP	mg/m^3	0.092	--	--	--	--	0.12	无
		PM_{10}	mg/m^3	0.049	--	--	--	--	0.05	无
		$PM_{2.5}$	mg/m^3	0.023	--	--	--	--	0.035	无
		CO	mg/m^3	0.6	0.3	0.9	0.7	0.5	4	10
		O_3	mg/m^3	0.098	0.102	0.093	0.099	0.096	0.10	0.16
	2024.5.10	SO_2	mg/m^3	0.019	0.013	0.017	0.025	0.016	0.05	0.15
		NO_2	mg/m^3	0.035	0.028	0.048	0.035	0.032	0.08	0.20
		TSP	mg/m^3	0.100	--	--	--	--	0.12	无
		PM_{10}	mg/m^3	0.037	--	--	--	--	0.05	无
		$PM_{2.5}$	mg/m^3	0.028	--	--	--	--	0.035	无
		CO	mg/m^3	0.7	0.8	0.7	0.4	0.9	4	10
		O_3	mg/m^3	0.095	0.097	0.097	0.089	0.097	0.10	0.16

续表 4.4-8（完） 环境空气质量现状监测结果表

监测点位	采样日期	监测因子	监测单位	日均值	小时值				日均值标准值	小时值标准值
					2 时	8 时	14 时	20 时		
K4（吉林省松花江三湖保护区）	2024.5.11	SO_2	mg/m^3	0.014	0.012	0.018	0.011	0.016	0.05	0.15
		NO_2	mg/m^3	0.031	0.027	0.020	0.035	0.043	0.08	0.20
		TSP	mg/m^3	0.109	--	--	--	--	0.12	无
		PM_{10}	mg/m^3	0.044	--	--	--	--	0.05	无
		$PM_{2.5}$	mg/m^3	0.030	--	--	--	--	0.035	无
		CO	mg/m^3	0.6	0.5	0.8	0.5	0.6	4	10
		O_3	mg/m^3	0.094	0.086	0.089	0.098	0.101	0.10	0.16
	2024.5.12	SO_2	mg/m^3	0.013	0.008	0.012	0.017	0.018	0.05	0.15
		NO_2	mg/m^3	0.029	0.018	0.032	0.028	0.040	0.08	0.20
		TSP	mg/m^3	0.105	--	--	--	--	0.12	无
		PM_{10}	mg/m^3	0.045	--	--	--	--	0.05	无
		$PM_{2.5}$	mg/m^3	0.026	--	--	--	--	0.035	无
		CO	mg/m^3	0.5	0.5	0.6	0.4	0.6	4	10
		O_3	mg/m^3	0.091	0.079	0.103	0.083	0.087	0.10	0.16

注：“--”表示低于检出限；O_3 为日最大 8 小时平均和 1 小时平均限值。

4.4.4 声环境

为了解项目工程区域声环境质量，中水东北公司委托吉林省和鑫检测技术咨询有限公司于 2023 年 6 月对工程区声环境质量进行现状监测。

a）监测点位及监测内容

结合工程区及周边环境保护目标现状，设置 3 个声环境监测点位，分别为三脚窝石村、上水库垫层料加工系统和下水库混凝土骨料加工及混凝土生产系统；监测 2 天，昼、夜间各监测 1 次，每次 10min，检测项目为等效连续 A 声级。

b）监测结果

监测结果见表 4.4-9。监测结果表明，声环境质量各现状监测点的昼、夜监测结果均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 1 类标准，工程区域声环境质量良好。

表 4.4-9 环境噪声监测结果表

监测点位	监测日期	昼间 dB（A）	夜间 dB（A）
N1（三脚窝石村）	2023.06.28	39.1	37.6
	2023.06.29	39.2	38.1
N2（上水库垫层料加工系统）	2023.06.28	36.7	34.4
	2023.06.29	36.1	33.9
N3（下水库混凝土骨料加工及混凝土生产系统）	2023.06.28	36.6	34.0
	2023.06.29	36.0	34.3
1 类标准		55	45

4.4.5 土壤环境

为了解项目工程区域土壤环境质量，中水东北公司委托吉林省和鑫检测技术咨询有限公司于2023年6月对工程区土壤环境质量进行现状监测。

a）监测点位

为了解本工程区域内的土壤环境现状，共设置5个土壤监测点位，T1（上水库坝址区）、T2（下水库坝址区）、T3（输水洞线区）、T4（占地范围外现有道路区外）、T5（占地范围外耕地区），均采集表层土样，其中T1、T2和T3为工程占地范围内监测点，按建设用地进行监测评价；T4和T5为工程占地外监测点，按农用地进行监测评价。

根据《环境影响评价技术导则　土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），本工程为生态影响型建设项目，符合现状监测点位数量要求。

b）监测项目

1）建设用地监测项目包括：

特征因子：pH、含盐量；

基本因子：砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍，四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1，1-二氯乙烷、1，2-二氯乙烷、1，1-二氯乙烯、顺式-1，2-二氯乙烯、反式-1，2-二氯乙烯、二氯甲烷、1，2-二氯丙烷、1，1，1，2-四氯乙烷、1，1，2，2-四氯乙烷、四氯乙烯、1，1，1-三氯乙烷、1，1，2-三氯乙烷、三氯乙烯、1，2，3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1，2-二氯苯、1，4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯，硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、苯并（k）荧蒽、䓛、二苯并（a，h）蒽、茚并（1，2，3-cd）芘、萘等45项。

2）农用地监测项目包括：

特征因子：pH、含盐量；

基本因子：镉、汞、砷、铜、铅、铬、镍、锌等8项。

c）监测结果

监测结果见表4.4-11～表4.4-12。根据《环境影响评价技术导则　土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）中附录D可知，本工程所在区域为半湿润和半干旱地区，SSC

均值为 0.77g/kg＜1g/kg，说明该区域土壤未盐化；监测点位 pH 范围为 6.87～7.10，在 5.5≤pH＜8.5 范围内，土壤酸化、碱化程度为无酸化或碱化。监测点位 T1、T2、T3 建设用地指标均符合《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）中第二类用地的筛选值；监测点位 T4、T5 农用地符合《土壤环境质量　农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中的风险筛选值。工程所在地的土壤环境质量良好。

表 4.4-10　　建设用地土壤监测环境现状表　　单位：mg/kg

序号	监测项目	监测结果			第二类用地筛选值
		T1 上水库坝址	T2 下水库坝址	T3 输水洞线区	
1	pH	7.10	7.03	6.99	-
2	含盐量（g/kg）	0.6	0.9	0.4	-
3	铜	53	42	57	18000
4	铅	37	45	53	800
5	汞	0.123	0.213	0.225	38
6	镍	44	45	39	900
7	镉	0.193	0.138	0.13	65
8	铬（六价）	ND	ND	ND	5.7
9	砷	5.93	5.27	6.46	60
10	苯胺	ND	ND	ND	260
11	2-氯苯酚	ND	ND	ND	2256
12	硝基苯	ND	ND	ND	76
13	萘	ND	ND	ND	70
14	苯并（a）蒽	ND	ND	ND	15
15	䓛	ND	ND	ND	1293
16	苯并（b）荧蒽	ND	ND	ND	15
17	苯并（k）荧蒽	ND	ND	ND	151
18	苯并（a）芘	ND	ND	ND	1.5
19	茚并（1，2，3-cd）芘	ND	ND	ND	15
20	二苯并（a，h）蒽	ND	ND	ND	1.5
21	氯甲烷	ND	ND	ND	37
22	氯乙烯	ND	ND	ND	0.43
23	1，1-二氯乙烯	ND	ND	ND	66
24	二氯甲烷	ND	ND	ND	616
25	反式-1，2-二氯乙烯	ND	ND	ND	54
26	1，1-二氯乙烷	ND	ND	ND	9
27	顺式-1，2-二氯乙烯	ND	ND	ND	596
28	氯仿	ND	ND	ND	0.9

续表 4.4-10（完） 建设用地土壤监测环境现状表 单位：mg/kg

序号	监测项目	监测结果			第二类用地筛选值
		T1 上水库坝址	T2 下水库坝址	T3 输水洞线区	
29	1，1，1-三氯乙烷	ND	ND	ND	840
30	四氯化碳	ND	ND	ND	2.8
31	1，2-二氯乙烷	ND	ND	ND	5
32	苯	ND	ND	ND	4
33	三氯乙烯	ND	ND	ND	2.8
34	1，2-二氯丙烷	ND	ND	ND	5
35	甲苯	ND	ND	ND	1200
36	1，1，2-三氯乙烷	ND	ND	ND	2.8
37	四氯乙烯	ND	ND	ND	53
38	氯苯	ND	ND	ND	270
39	1，1，1，2-四氯乙烷	ND	ND	ND	10
40	乙苯	ND	ND	ND	28
41	间二甲苯+对二甲苯	ND	ND	ND	570
42	邻二甲苯	ND	ND	ND	640
43	苯乙烯	ND	ND	ND	1290
44	1，1，2，2-四氯乙烷	ND	ND	ND	6.8
45	1，2，3-三氯丙烷	ND	ND	ND	0.5
46	1，4-二氯苯	ND	ND	ND	20
47	1，2-二氯苯	ND	ND	ND	560

注：监测结果中“ND”代表低于检出限。

表 4.4-11 农用地土壤监测环境现状表 单位：mg/kg

序号	监测项目	监测结果		风险筛选值
		T4（占地范围外现有道路区外）	T5（占地范围外耕地区）	6.5＜pH≤7.5
1	pH	7.08	6.87	-
2	含盐量	0.5	0.3	-
3	铜	33	40	100
4	锌	96	117	250
5	铅	49	45	120
6	镉	0.15	0.14	0.3
7	铬	82	84	200
8	镍	21	33	100
9	汞	0.241	0.214	2.4
10	砷	3.14	3.27	30

注：“-”表示无标准限值。

5 环境影响预测与评价

5.1 水文情势影响预测与评价

本工程上水库利用地形开挖筑坝成库，所在沟道无明显地表径流，主要来水为大气降水，无经常性地表径流，主要为天然降水形成的暴雨径流，运行期天然径流不入上水库，不作为电站施工期、初期蓄水和永久补水水源，经库周排水设施汇流至下游沟道，因此工程建设基本不对上水库坝址下游所在沟道的水文情势产生影响。下水库在那尔轰河筑坝成库，工程施工期用水、初期蓄水和运行期补水全部来自那尔轰河，因此本次环评重点分析下水库对坝下河道水文情势的影响。

5.1.1 生态流量

《水污染防治法》和国务院发布实施的《水污染防治行动计划》均明确要求，开发、利用和调节、调度水资源时，应当统筹维持江河的合理流量，保障基本生态用水，重点保障枯水期生态基流。根据《环境影响评价技术导则　生态影响》（HJ 19-2022），水利水电项目应结合工程实施前后的水文情势变化情况确定合适的生态流量。考虑本工程下水库建成后，坝下那尔轰河下游水环境将发生改变，工程拟下泄生态流量以减缓因工程建设对下游水环境造成的影响。

5.1.1.1　靖宇县那尔轰河流域综合规划及规划环评要求

根据《靖宇县那尔轰河流域综合规划环境影响报告书》要求：吉林省靖宇抽水蓄能电站下水库坝址控制断面每年 10 月～翌年 3 月下泄生态流量为坝址控制断面多年平均流量的 10%，每年 4 月～9 月下泄生态流量为坝址控制断面多年平均流量的 30%。

5.1.1.2　坝下河段环境用水流量需求分析

根据《关于印发<水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会议纪要>的函》（环办函[2006]11 号文）、《关于印发<水电水利建设项目生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）>的函》（环评函[2006]4 号文）和《水利水电工程生态流量计算与泄放设计规范（SL/T 820-2023）》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。生态流量需要考虑以下因素：①工农业生产及生活需水量；②维持水生生态

系统稳定所需水量；③维持河道水质的最小稀释净化水量；④维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量；⑤水面蒸发量；⑥维持地下水位动态平衡补给需水；⑦航运、景观和水上娱乐环境需水量；⑧河道外生态需水量。对于不同的河流，其需水对象的主要功能存在差异，相应生态用水应根据其具体的主要功能而定，其考虑的对象和重点也应有所区别。上述 8 个方面水量互相重叠、互相补充。

本工程位于吉林省白山市靖宇县，不涉及河口和咸潮，针对其他几个方面河道生态流量需要考虑因素分析如下。

a）上水库

本工程上水库库盆为开挖形成，沟口筑坝成库，集水面积 1.88km^2，无明显地表径流，无经常性地表径流，主要为天然降水形成的暴雨径流，运行期天然径流不入上水库，不作为电站施工期、初期蓄水和永久补水水源，经库周排水设施汇流至下游沟道，因此，上水库不需考虑下泄生态流量。

b）下水库

1）工农业生产及生活需水量

根据现场调查，流域内农业及生活用水水源均为地下水，下水库所在的那尔轰河下游无农业及生活用水需求，故本工程生态需水无需考虑下游农业及生活用水。本工程的建设将造成下游天合兴电站发电水量减少，实施过程中将会根据《吉林省靖宇抽水蓄能电站对天合兴电站发电损失补偿协议书》对其进行相应的经济补偿，故在生态需水计算过程中不再考虑这部分用水需求。

2）维持水生生态系统稳定所需要的水量

根据现场踏勘和水生生态调查结果，工程下水库所在河道较浅，不具备大型鱼类生存条件，河道内渔获物基本以小型鱼类为主。工程影响河段主要鱼类索饵场所位于那尔轰河景山镇至阳岔河村之间及新胜村至小营子之间的缓流水域。工程施工期间，景山镇与阳岔河村之间的索饵场所位于施工区的上游，不受其影响；下水库坝址下游及新胜村和小营子村段河流水位、流量、流速均有所降低，但幅度很小，对饵料生物的种类和生物量影响不大，因此工程对下游鱼类索饵的影响很小。工程影响河段主要鱼类的越冬场所位于天合兴电站库区，库区内水深且宽，在施工期以及初期蓄水期均

能满足越冬条件。但为保障这些鱼类的正常生长发育繁殖，必须提供一定水量。

3）维持河流水体功能的水量

据调查，现状评价河段无排污口设置，河道沿岸有三角窝石村、新胜村、小营子村、天合兴村等，沿岸村民生活污水均散排。根据污染源调查结果，评价河段化学需氧量入河量约为 10.55t/a，氨氮入河量约为 1.49t/a。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），从偏不利情况出发，不考虑污染物沿程衰减，采用完全混合模式反推坝址断面水环境需水。经计算，工程下水库坝址以下河段所需最小稀释净化水量分别为：Q_{COD}=0.094m^3/s、Q_{NH3-N}=0.15m^3/s，综上确定，工程下水库坝址以下河段水环境需水流量为 0.15m^3/s。

4）水面蒸发量

下水库所在流域径流主要以降水补给为主，地下水补给较少，减水河段水面较窄，水面蒸发消耗的水量对于减水区间汇流量而言很少，故由此引起的水量损耗不予考虑。

5）地下水补给水量

工程区地下水主要来源于大气降水、降雪补给，水量受季节性控制明显，以蒸发和渗流方式排泄。地下水按埋藏条件主要为第四系覆盖层孔隙潜水和基岩裂隙水。由于区域地下水靠河流侧向补给较少，因此不存在维持地下水位动态平衡所需要的补给水量。

6）航运、景观和水上娱乐需水量

工程下水库所在河道无航运、景观和水上娱乐的需要，因此无航运、和水上娱乐需水量。

7）河道外生态需水量

河道外生态需水量，包括河岸植被需水量、相连湿地补给水量等。下水库坝下河道沿岸以温带山地针阔叶混交林为主，植物生长主要依靠天然降水，流域内也无湿地、湖泊、暗河等与其相连。因此，无河道外生态需水量要求。

5.1.1.3 生态流量计算

a）计算方法

生态需水量计算方法一般有水文学法（Tennant 法、Q_{90} 法）、水力学法（湿周法、

R2-Cross 法）和生境模拟法。

1）水文学法

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

水文学法适合于对河流进行最初目标管理，作为战略性管理方法而使用，一般用于设定河流低流量，没有考虑到对高流量的要求。最常用的代表方法有 Tennant 法、90%保证率法等。

（1）Tennant 法

Tennant 法也叫蒙大拿（Montana）法，是在对美国东部、西部和中西部 11 条河流的生境和用途参数进行广泛现场调查的基础上于 1976 年提出的。

Tennant 法根据水文资料和现场调查结果，以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态。该法认为河流水生生态环境状况与水体水量之间关系如下：

①河道内径流为多年平均流量的 60%时，大多数水生生物在主要生长期具有优良至极好的栖息条件。在这种流量条件下，河宽、水深及流速将为水生生物提供优良的生长环境，大部分河道，包括许多急流浅滩区将被淹没，通常可输水的边槽也出现水流，大部分河岸滩地将成为鱼类所能游及的地带，也将成为野生动物安全的穴居区，大部分旋涡、急流和浅滩将适中地没于水中，提供鱼类优良的繁殖和生长环境，岸边植物将有充裕的水量，在任何浅滩区，鱼类的洄游将不成问题。

②河道内径流为多年平均河道流量的 30%，这是保持大多数水生动物有良好的栖息条件所需要的水量。在这种流量条件下，除极宽浅滩外，大部分河道将没于水中，大部分边槽将有水流。许多河岸将成为鱼类的活动区，也可成为野生动物穴居的场所。许多流速快的河段和大部分旋涡区的深度将足以作为鱼类的活动场所。无脊椎动物将有所减少，但预计不会成为鱼类种群数量的控制因素。

③河道内径流为多年平均河道流量的 10%，是大多数水生生物生存所需的最小水量。在这种流量条件下，河宽、水深和流速将显著减少，水生生态环境质量下降，河

道或正常湿周近一半露出水面，宽浅滩露出部分将会更多。边槽将大部分干涸，卵石、沙坝也基本干涸无水，作为鱼类及皮毛动物的岸边穴居场所将有所消失。部分浅水区水深更浅，以至鱼类不能在此活动而一般只能集中于主槽中，岸边植物将会缺水，体型较大的鱼遇到浅滩处将可能存在洄游困难。

Tennant 法推荐的流量标准见表 5.1-1，其保护目标为鱼、水鸟、长毛皮的动物、爬虫动物、两栖动物、软体动物、水生无脊椎动物和相关的所有与人类争水的生命形式。

表 5.1-1 保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流流量状况

流量状况描述	推荐的基流（平均流量的分数）（10～3 月）/%	推荐的基流（平均流量的分数）（4～9 月）/%
泛滥或最大	/	200（48～72/小时）
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

因为 Tennant 法采用多年平均流量的一定百分比和河流的保护目标对应起来，不需要野外调查测量，应用方便。在国外生态需水计算中，是常用的方法，Tennant 法易将计算结果和水资源规划相结合，具有宏观的指导意义。但由于 Tennant 法对河流的实际情况的过分简化，没有直接考虑生物的需水和生物间的相互影响，通常作为河流进行最初目标管理的战略性管理方法使用。

（2）90%保证率法

90%保证率法是以百分之九十保证率最枯月平均流量作为河流基本生态环境需水量。在该水量下可满足下游需水要求，保证河道不断流。适合于水资源量小，且开发利用程度已经较高的河流，要求拥有长序列水文资料。

2）水力学法

（1）湿周法

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

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

本工程下水库所在河流终年不断流，但季节性明显，因此，本工程不考虑采用此方法计算生态流量。

（2）R2-Cross 法

R2-Cross 法是以栖息地保持类型的标准设定的模型，由美国科罗拉多州水利局的专家开发应用。R2-Cross 法认为河流流量的主要生态功能是维持河流栖息地，尤其是浅滩栖息地，其采用河流宽度、平均水深、平均流速以及平滩湿周率（湿周长与平滩水位对应的湿周长的百分比，由于河段平滩流量和平滩湿周长难以确定，国内通常采用多年平均流量下的湿周率来代替平滩湿周率）等指标来评估河流栖息地的保护水平，从而确定河流目标流量。其河流目标流量推荐值是基于这样的假设，即认为浅滩是最临界的河流栖息地类型，如能保护浅滩栖息地也将足以保护其它（如水潭和正常河道处）的水生生境。

R2-Cross 法是以曼宁方程为基础，根据一个河流断面的实测资料，确定相关参数，并将其代表整条河流。《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》对河宽 30.5m 以下的小型河流提出了水力参数标准，见表 5.1-2。

表 5.1-2 R2-Cross 法确定最小流量的标准

河宽（m）	平均水深（m）	湿周率（%）	平均流速（m/s）
0.3~6.3	0.06	50	0.3
6.3~12.3	0.06~0.12	50	0.3
12.3~18.3	0.12~0.18	50~60	0.3
18.3~30.5	0.18~0.3	≥70	0.3

3）生境模拟法

生境模拟法的基本原理是根据指示物种所需的水力条件的模拟，确定河流流量。假设水深、流速、基质和覆盖物是流量变化对物种数量和分布造成影响的主要因素。调查分析指示物种对水深、流速等的适宜要求，绘制水深、流速等环境参数与喜好度（被表示为 0～1 之间的值）之间的适宜性曲线。将河道横断面分隔成间隔为 W 的 n 个部分单元，根据适宜性曲线确定每个分隔部分的环境喜好度，即水位喜好度（Sh）、流速喜好度（Sv）、基质喜好度（Ss）、河面覆盖喜好度（Sc）。计算每个断面、每个指示物种的权重可利用面积（WUA），其中 Ai 为宽度为 w，长度为两个相邻断面距离的阴影部分的水平面积。计算不同流量下的 WUA，绘制流量与 WUA 曲线，WUA 越大，表明生物在该流量下对生境越适宜。生境模拟法适用于主要生态功能为保护某些生物物种的河流。

本工程下水库坝址下游附近分布的这些鱼类体型一般较小，对栖息生境的要求不甚严格，故本工程拟不采用该方法。

根据上述分析，本工程主要采用 Tennant 法、Q_{90} 法、R2-Cross 法计算下水库坝下河段生态需水量。

b）生态流量计算

1）Tennant 法

采用 Tennant 法计算时，最小下泄流量达到多年平均流量的 10%时，已能使河道维持在“一般”状态；最小下泄流量达到多年平均流量的 30%时，已能使河道维持在“好”状态。《河湖生态需水评估导则（试行）》（SL/Z 479-2010）提出，在小河流中，定义年平均流量 30%的流量接近最佳栖息地标准。综合考虑那尔轰河水资源和水生态环境状况，将维持下水库坝下河段水生生态环境在“一般”的状态作为本工程实施应遵循的底线，即下水库坝址处生态流量按照非汛期（10 月～翌年 3 月）、汛期（4～9 月）分别取多年平均流量的 10%和 30%进行控制。下水库坝址多年平均流量为 2.57m^3/s，即非汛期（10 月～翌年 3 月）、汛期（4～9 月）坝址断面下泄的生态基流分别为 0.257m^3/s、0.771m^3/s。

2）Q_{90} 法

以 90%保证率最枯月平均流量作为河流基本生态环境需水量，根据下水库坝址断面 1959 年～2019 年共 61 年的月均流量资料，选取每一年最小的月均流量值，运用 Q_{90} 法计算生态流量为 0.116m³/s，详见图 5.1-1、表 5.1-3。

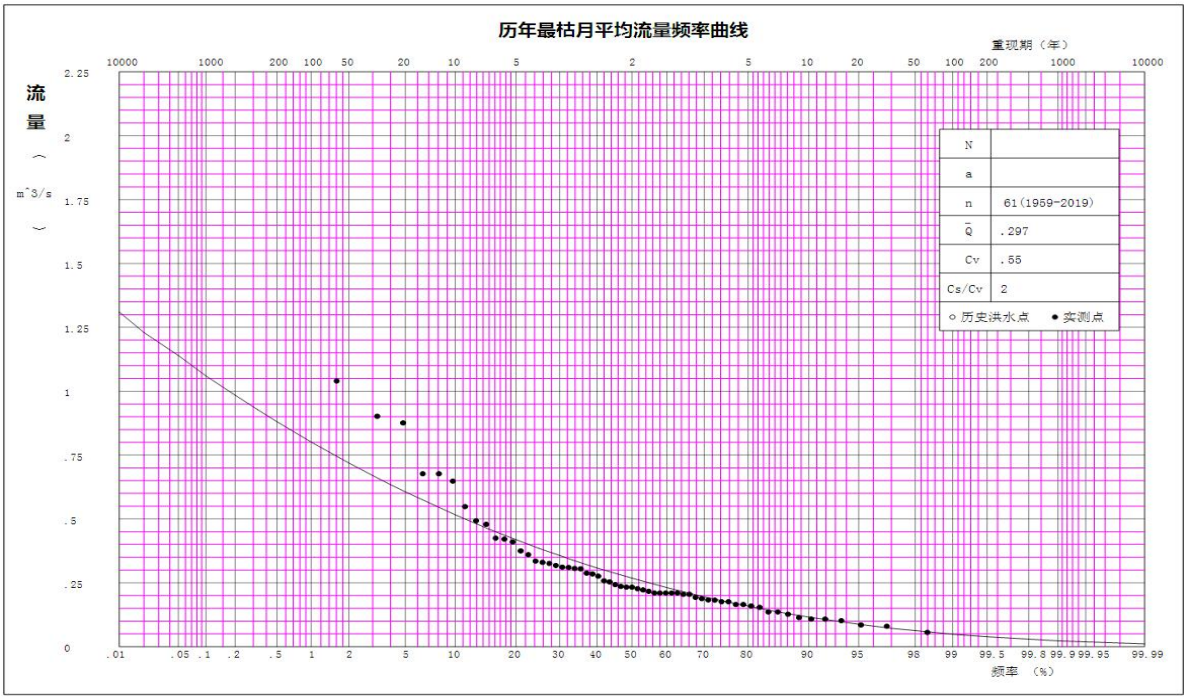


图 5.1-1　Q_{90} 法频率曲线

表 5.1-3　　下水库坝址 Q_{90} 法生态流量计算表

序号	频率 P（%）	设计值	序号	频率 P（%）	设计值
1	0.01	1.31	18	30	0.357
2	0.02	1.23	19	33.33	0.339
3	0.05	1.14	20	40	0.308
4	0.1	1.06	21	50	0.268
5	0.2	0.984	22	60	0.231
6	0.333	0.927	23	70	0.195
7	0.5	0.881	24	75	0.177
8	1	0.801	25	80	0.159
9	2	0.719	26	85	0.138
10	3	0.67	27	90	0.116
11	3.33	0.657	28	95	0.088
12	4	0.634	29	97	0.072
13	5	0.606	30	98	0.063
14	10	0.516	31	99	0.049
15	15	0.46	32	99.5	0.039
16	20	0.419	33	99.9	0.023
17	25	0.385	34	99.99	0.011

3）R2-Cross 法

根据现场调查，鱼类主要繁殖期工程所在河段平均水深不超过 0.5m，河宽在 5m~10m 之间，工程影响区域以小型鱼类为主，对产卵场所要求不严格，评价区河段未发现成规模的鱼类适宜产卵场所和大规模索饵场。综上所述，此次结合实地观测调查和文献查阅，适宜于鱼类生存的水力标准见下表 5.1-4。

表 5.1-4 核定断面 R2-Cross 法评估标准

平均水深（m）	湿周率%	平均流速（m/s）
≥0.06	≥50	≥0.3

按下水库坝址至最近的支流汇入口选择作为生态需水计算区间，下泄流量设定为下水库坝址处多年平均流量的 10%、15%、20%、25%、30%，选择新胜村断面作为 R2-Cross 法的控制断面，断面位置示意图见图 5.1-2。

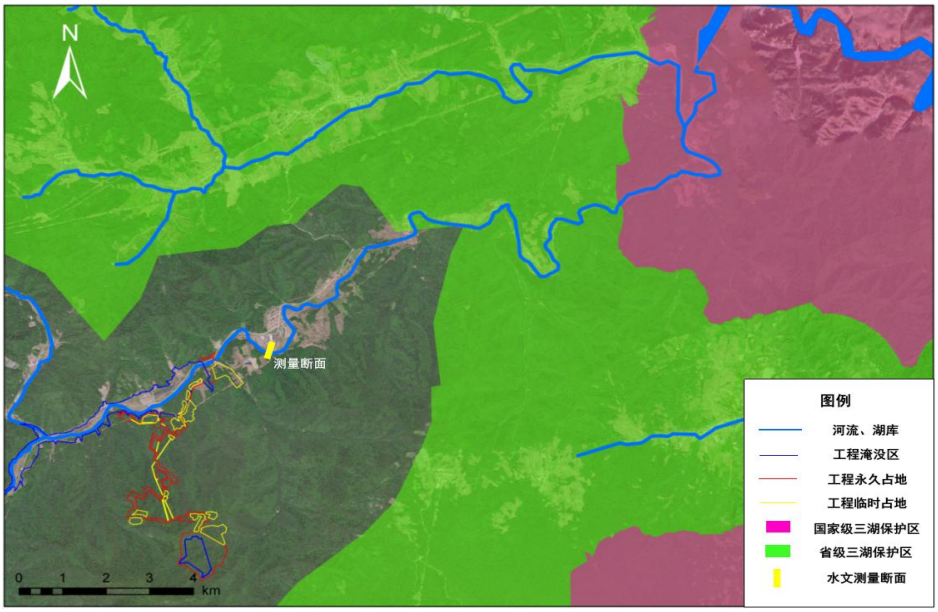


图 5.1-2 R2-Cross 法控制断面位置图

表 5.1-5 控制断面在不同下泄流量下的生境参数值

下泄流量（m^3/s）	平均水深（m）	湿周率（%）	平均流速（m/s）
0.257（10%）	0.199	47.6	0.27
0.3855（15%）	0.242	62.6	0.28
0.514（20%）	0.285	77.6	0.29
0.6425（25%）	0.323	90.2	0.29
0.771（30%）	0.339	90.9	0.31

采用河道一维水力模型计算最终确定不同时段满足鱼类生存的水力参数标准所需的流量。控制断面在不同比例的下泄流量情况下，湿周率和平均水深基本都可满足，而在平均流速方面30%以下无法满足要求，所以按照R2-Cross法计算，鱼类主要繁殖期下水库按照坝址处多年平均流量的30%下泄生态流量即可满足水生生境要求。

c）生态流量确定

综合上述需求分析及生态流量计算成果，结合《靖宇县那尔轰河流域综合规划环境影响报告书》的相关要求，本工程下水库10月～翌年3月按坝址多年平均流量的10%下泄生态基流，4月～9月按坝址多年平均流量的30%下泄生态基流，即10月～翌年3月、4月～9月需分别下泄0.257m^3/s、0.771m^3/s的生态流量；当天然来流量小于规定下泄最小生态流量时，电站下泄生态流量按坝址处天然实际来流量进行下放。

5.1.1.4 生态流量满足程度分析

根据下水库坝址1959年～2019年逐月系列进行分析，能满足生态流量泄放要求的月份共641个月，生态流量达标率为87.57%；不达标月份共91个，均属于天然来流小于生态流量泄放要求的情况，生态流量未达标率为12.43%，其中12月～次年2月不达标月份最多，总计67个，占不达标月份总数的73.6%。除去天然来流小于生态流量泄放要求的91个月，实际生态流量满足程度为100%。根据工程设计，工程预留了101万m^3的水损备用库容，水损备用库容主要包括了蒸发渗漏损失水量和生产生活用水量并留有部分余量，建议工程运行调度过程中利用水损备用库容中的部分余量适宜补充枯水时段来留不足时的生态流量下泄，进一步提高生态流量保证率。

5.1.2 施工期对水文情势影响分析

5.1.2.1 施工导流对水文情势的影响

a）上水库

上水库位于那尔轰河右侧新开河谷沟首，开挖筑坝成库。上水库坝址集水面积较小，根据水文气象资料计算，上水库10年一遇24小时洪量为22.5万m^3，20年一遇24小时洪量为27.8万m^3，洪量不大。根据施工总布置，上库采用库周截排水沟、库内机械抽排相结合的导流方式。施工期上水库上游来水基本全部下泄至下游河床，对水文情势造成影响较小。

b）下水库

下水库位于头道松花江一级支流那尔轰河三脚窝石村下游 1.3km，坝址位于那尔轰河上游垭口处，拦河筑坝形成下水库。坝址以上流域面积 234.4km^2。根据坝址区地形条件，结合水工枢纽布置，施工导流采用分两期导流方式。即一期围左岸，利用右岸滩地开挖的导流明渠过流；二期围右岸，利用一期建成的永久泄流底孔过流。由于通过导流明渠和永久泄流底孔下泄来水，由于导流明渠和永久泄流底孔过水断面较窄，将导致该处流速较天然河道流速增大，但出口下游河道流速和流态较天然状态无差别。施工期间，那尔轰河河道不断流，下游河道水文情势变化不大。

5.1.2.2 施工用水对水文情势的影响

a）施工用水需求

本工程总工期共计 76 个月（不含筹建期），根据施工进度安排，采用指标法并考虑未见水量及渗漏因素后，工程施工用水总量 436.05 万 m^3，施工用水高峰年出现在第 4 年为 177.53 万 m^3，高峰小时用水量 420.52m^3/h。施工期用水情况见表 5.1-6。

表 5.1-6 施工期用水量一览 单位：万 m^3

施工期	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
筹建期							0.31	0.42	0.42	0.45	0.48	0.52	2.61
第 1 年	0.48	0.48	0.48	0.49	0.55	0.44	0.44	0.44	0.45	2.06	1.98	0.58	8.87
第 2 年	0.53	0.53	1.14	3.05	7.44	7.45	7.76	9.97	9.63	8.72	0.67	0.70	57.58
第 3 年	0.60	0.60	1.29	11.20	8.90	10.03	11.29	12.93	10.75	8.72	0.70	0.84	77.84
第 4 年	0.81	6.77	6.77	13.01	17.07	23.17	25.23	25.01	21.56	19.71	9.21	9.21	177.53
第 5 年	9.21	8.56	2.90	4.06	14.82	17.33	14.89	13.87	7.76	3.48	2.19	1.94	101.00
第 6 年	1.99	1.99	1.76	1.95	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.18	0.18	0.18	10.13
第 7 年	0.13	0.13	0.13	0.1									0.49
总计													436.05

根据上表可知，工程施工用水总量 436.05 万 m^3，施工用水高峰年出现在第 4 年为 177.53 万 m^3，高峰小时用水量 420.52m^3/h。

b）施工取水对水文情势的影响分析

根据枢纽布置及施工总布置规划，本工程共设置一套供水系统，划分下水库供水

区、中部供水区及上水库供水区等 3 个供水分区。施工期上水库不取水，施工取水来自下水库，在下水库坝右岸下水库进/出水口上游侧设集水井，集水井设计底板高程为492.0m，集水井容量 800m^3，井内配备 2 台潜水泵进行取水，施工高峰年取水量为 177.53 万 m^3。上水库集水面积较小，无明显地表径流，且施工用水未从上水库取用，只需考虑取水对下水库坝址下游水文情势的影响。

为分析施工期因施工用水对下水库坝下河段水文情势的影响，以施工期下水库坝址断面 50%、75%、95%保证率的来水条件和施工高峰年为代表工况，计算分析下水库在满足坝下河段生态流量的前提下，施工高峰期用水的满足程度，据此分析工程施工高峰年对坝下水文情势的影响。施工取水点可利用水量计算成果见表 5.1-7～表 5.1-9 和图 5.1-3。

50%、75%保证率来水年情况下，在满足坝址下游生态用水的基础上，剩余水量完全能够满足施工期总用水需求，施工高峰年用水不会挤占坝下河段生态用水；每月下泄水量占天然来水量的比值均大于 90%。95%来水条件下，坝址上游来水量 3455.59 万 m^3，施工高峰年取水量为 177.53 万 m^3，仅占来水量的 5.14%；由于年内来水不均，1 月、2 月、5 月、9 月和 12 月来水不能满足生态流量要求，来水全部下泄，需提前一年在水库围堰前蓄存，以满足施工用水要求；各月下泄水量占来水量的比值除 8 月份为 82.14%外，其余月份均大于 90%。综上，施工期取水对下游水文情势影响较小。

表 5.1-7　　50%保证率来水条件下施工取水点可利用水量分析一览表 单位：万 m^3

时间	天然来水量	生态需水量	可利用水量	施工高峰期用水量	剩余水量	可下泄水量	可下泄/天然（%）
1 月	136.60	68.83	67.77	0.81	66.96	135.79	99.41
2 月	68.95	62.17	6.78	6.77	0.01	62.18	90.18
3 月	358.91	68.83	290.08	6.77	283.31	352.14	98.11
4 月	1461.89	199.84	1262.05	13.01	1249.04	1448.88	99.11
5 月	910.66	206.5	704.16	17.07	687.09	893.59	98.13
6 月	261.79	199.84	61.95	23.17	38.78	238.62	91.15
7 月	626.75	206.5	420.25	25.23	395.02	601.52	95.97
8 月	1213.32	206.5	1006.82	25.01	981.81	1188.31	97.94
9 月	1562.98	199.84	1363.14	21.56	1341.58	1541.42	98.62
10 月	372.30	68.83	303.47	19.71	283.76	352.59	94.71
11 月	321.41	66.61	254.80	9.21	245.59	312.20	97.13
12 月	102.31	68.83	33.48	9.21	24.27	93.10	91.00
年值	7397.84	1623.12	5774.72	177.53	5597.19	7220.31	97.60

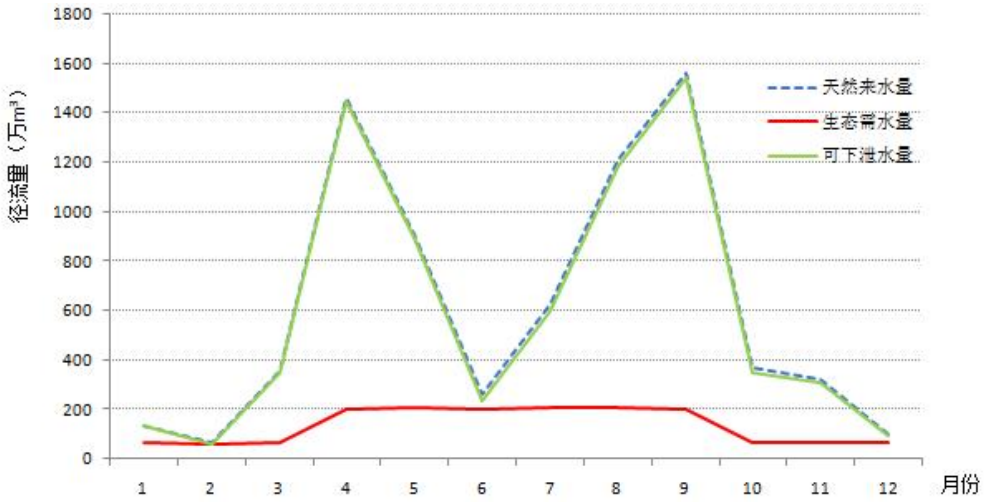
表 5.1-8 75%保证率来水条件下施工取水点可利用水量分析一览表 单位：万 m^3

时间	天然来水量	生态需水量	可利用水量	施工高峰期用水量	剩余水量	可下泄水量	可下泄/天然（%）
1 月	128.56	68.83	59.73	0.81	58.92	127.75	99.37
2 月	106.49	62.17	44.32	6.77	37.55	99.72	93.64
3 月	883.87	68.83	815.04	6.77	808.27	877.10	99.23
4 月	531.36	199.84	331.52	13.01	318.51	518.35	97.55
5 月	696.38	206.5	489.88	17.07	472.81	679.31	97.55
6 月	1135.30	199.84	935.46	23.17	912.29	1112.13	97.96
7 月	891.91	206.5	685.41	25.23	660.18	866.68	97.17
8 月	308.02	206.5	101.52	25.01	76.51	283.01	91.88
9 月	303.26	199.84	103.42	21.56	81.86	281.70	92.89
10 月	313.37	68.83	244.54	19.71	224.83	293.66	93.71
11 月	272.16	66.61	205.55	9.21	196.34	262.95	96.62
12 月	243.73	68.83	174.90	9.21	165.69	234.52	96.22
年值	5814.42	1623.12	4191.30	177.53	4013.77	5636.89	96.95

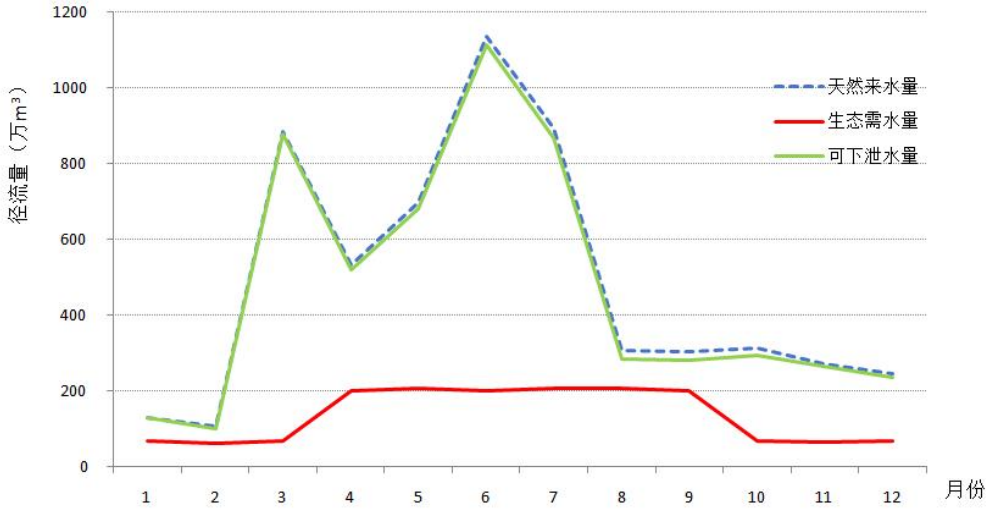
表 5.1-9 95%保证率来水条件下施工取水点可利用水量分析一览表 单位：万 m^3

时间	天然来水量	生态需水量	可利用水量	施工高峰期用水量	剩余水量	围堰取水量	可下泄水量	可下泄/天然（%）
1 月	65.89	68.83	0.00	0.81	0.00	0.81	65.89	100.00
2 月	57.09	62.17	0.00	6.77	0.00	6.77	57.09	100.00
3 月	100.71	68.83	31.88	6.77	25.11	0.00	93.94	93.28
4 月	357.70	199.84	157.86	13.01	144.85	-7.58	337.11	94.24
5 月	133.12	206.5	0.00	17.07	-17.07	17.07	133.12	100.00
6 月	466.56	199.84	266.72	23.17	243.55	0.00	443.39	95.03
7 月	715.13	206.5	508.63	25.23	483.40	-17.07	672.83	94.09
8 月	1183.85	206.5	977.35	25.01	952.34	-21.56	1137.28	96.07
9 月	98.50	199.84	0.00	21.56	-21.56	21.56	98.50	100.00
10 月	110.35	68.83	41.52	19.71	21.81	-2.65	90.64	82.14
11 月	93.31	66.61	26.70	9.21	17.49	-2.00	84.10	90.13
12 月	73.39	68.83	4.56	9.21	0.00	4.65	68.83	93.79
年值	3455.59	1623.12	2015.22	177.53	1849.92	0.00	3282.72	95.00

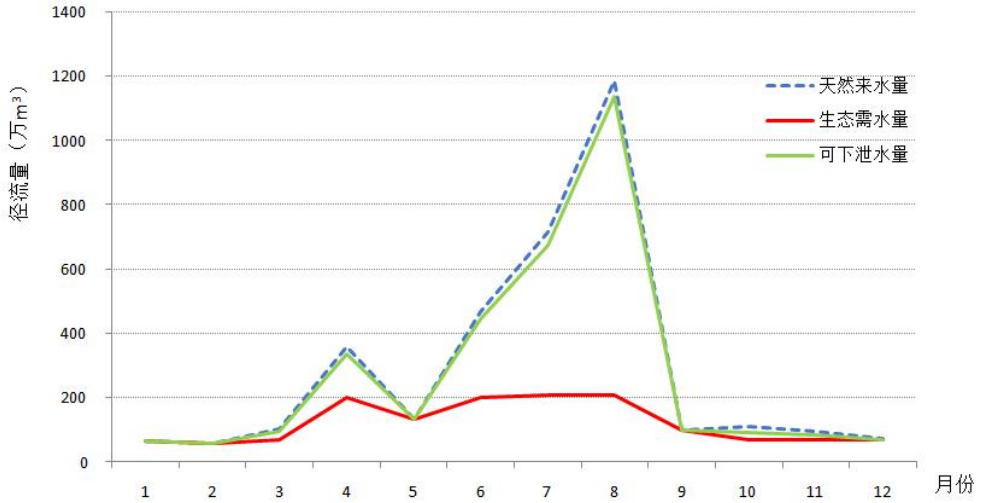
注：1 月、2 月、5 月、9 月、12 月施工用水在施工围堰内取水。



（a）P=50%来水条件下高峰年施工取水后下水库坝址下泄径流量示意图



（b）P=75%来水条件下高峰年施工取水后下水库坝址下泄径流量示意图



（c）P=95%来水条件下高峰年施工取水后下水库坝址下泄径流量示意图

图 5.1-3 不同来水条件下施工取水后下水库坝址下泄径流量示意图

5.1.3 初期蓄水对水文情势影响分析

5.1.3.1 初期蓄水计划

根据施工组织设计安排，本工程计划于施工期第 5 年 4 月开始蓄水，第 6 年 5 月初进行首台机组无水调试、有水调试和试运行，第 6 年 9 月末首台机组投产发电，之后分别于第第 6 年 12 月、第 7 年 3 月投产第二、三台机组，随后每隔两个月投产一台机组，并在第 7 年 9 月初底全部发电，本工程共经历 30 个月蓄水期。工程蓄水所需水量均来自下水库所在的那尔轰河，上水库所需水量通过电站自身机组从下水库抽取。

5.1.3.2 初期蓄水量的确定

a）首台机组调试前蓄水量

首台机组调试时，水库蓄水量包括上、下水库死库容和一台机组调试所需水量、单条输水系统充水量。上水库死库容为 127.0 万 m^3，下水库死库容为 348.1 万 m^3，一台机组调试需水量 230.3 万 m^3，单条输水系统充水量 16.0 万 m^3。电站首台机组调试时上、下水库需蓄水量合计 721.4 万 m^3。

b）电站各台机组投产蓄水要求

各台机组投产之前，水库应蓄入满足每台机组发电的用水量，同时保证各台机组运行所需要的冰库容。吉林省靖宇抽水蓄能电站初期蓄水需水量见表 5.1-10。

表 5.1-10 吉林省靖宇抽水蓄能电站各台机组投产所需水量表

序号	项目	单位	水量						
1	投产台数	台	调试	1	2	3	4	5	6
2	需水量		721.4	0	419.4	266.7	230.3	246.3	297.9
2.1	上水库死库容	10^4m^3	127.0						
2.2	下水库死库容	10^4m^3	348.1						
2.3	冰冻备用库容	10^4m^3			189.1	20.4			67.6
2.4	输水管道充水量	10^4m^3	16.0			16.0		16.0	
2.5	单机发电水量	10^4m^3	230.3		230.3	230.3	230.3	230.3	230.3
3	累计需水量	10^4m^3	721.4	721.4	1140.7	1407.4	1637.7	1883.9	2181.8
4	调试/投产时序		第 6 年 5 月初	第 6 年 9 月末	第 6 年 12 月末	第 7 年 3 月末	第 7 年 5 月末	第 7 年 7 月末	第 7 年 9 月末

5.1.3.3 初期蓄水过程对坝址下游水文情势影响分析

本工程上水库利用地形开挖筑坝成库，所在沟道无明显地表径流，主要来水为大气降水，无经常性地表径流，主要为天然降水形成的暴雨径流，运行期天然径流不入上水库，不作为电站施工期、初期蓄水和永久补水水源，经库周排水设施汇流至下游沟道，因此工程建设基本不对上水库坝址下游所在沟道的水文情势产生影响。

根据优化后的初期蓄水计划，初期蓄水期 30 个月，所需水量完全来自于下水库所在那尔轰河，在满足下水库坝址下游生态流量的前提下进行蓄水，当天然来水量不能满足最小生态流量要求时，来水量全部下泄至下游河道，用于保证下游河道生态系统的稳定。

本工程初期需水量为 2181.82 万 m^3，根据初期蓄水计划，在下水库坝址断面 50%、75%保证率的来水条件对蓄水期可蓄水量进行计算。水库进行初期蓄水期间水量平衡情况见表 5.1-11～5.1-12，图 5.1-4。

初期蓄水期间对下水库坝址下游水文情势有一定的影响，本工程通过优化蓄水过程，优先满足下游生态用水需求，当来流量不足时，通过水库已蓄水量补充生态用水，施工用水、蒸发渗漏损失水量由水库已蓄水量进行补充，经计算在 50%、75%保证率条件下，下水库坝址断面月均下泄量占天然来流量的比值分别为 86.06%～102.38%、81.00%～225.47%，且水库渗漏损失水量最终将回归于河道，可减轻对下水库坝址下游水文情势的影响。

表 5.1-11　　50%保证率下初期蓄水期需水量分析一览表　　单位：万 m^3

时间		投产计划	累积需水量	可供水量			施工期用水量	损失水量		可蓄水量	水库蓄水		盈余水量	实际下泄水量	下泄水量/天然来水量（%）
年	月			天然来水量	生态需水量	可供水量		蒸发损失	渗漏水量		实际蓄水量	累积蓄水量			
第5年	4			1899.94	199.84	1700.10	4.06	1.05	1.41	1693.57	250.00	250.00	1443.57	1643.41	86.50
	5			2070.40	206.50	1863.90	14.82	1.80	2.67	1844.60	260.00	510.00	1584.60	1791.11	86.51
	6			559.87	199.84	360.03	17.33	2.28	4.34	336.07	45.00	555.00	291.07	490.91	87.68
	7			3749.76	206.50	3543.26	14.89	2.64	5.17	3520.56	500.00	1055.00	3020.56	3227.06	86.06
	8			1797.21	206.50	1590.71	13.87	2.97	6.98	1566.89	210.00	1265.00	1356.89	1563.39	86.99
	9			409.54	199.84	209.70	7.76	2.85	7.62	191.47	35.00	1300.00	156.47	356.31	87.00
	10			420.51	68.83	351.68	3.48	1.94	7.96	338.30	35.00	1335.00	303.30	372.13	88.50
	11			406.94	66.61	340.33	2.19	0.65	8.26	329.22	35.00	1370.00	294.22	360.84	88.67
	12			266.50	68.83	197.67	1.94	0.32	8.16	187.24	15.00	1385.00	172.24	241.08	90.46
第6年	1			128.56	68.83	59.73	1.99	0.28	8.07	49.39	5.00	1390.00	44.39	113.22	88.07
	2			102.82	62.17	40.65	1.99	0.47	7.97	30.22	0.00	1390.00	30.22	92.39	89.86
	3			883.87	68.83	815.04	1.76	1.13	8.58	803.57	105.00	1495.00	698.57	767.40	86.82
	4			531.36	199.84	331.52	1.95	2.90	10.40	316.27	55.00	1550.00	261.27	461.11	86.78
	5	月初首台机调试	721.37	696.38	206.50	489.88	0.38	3.54	12.40	473.55	75.00	1625.00	398.55	605.06	86.89
	6			1135.30	199.84	935.46	0.38	3.72	13.55	917.80	140.00	1765.00	777.80	977.64	86.11
	7			891.91	206.50	685.41	0.38	5.35	24.28	655.39	90.00	1855.00	565.39	771.89	86.54
	8			308.02	206.50	101.52	0.38	5.69	25.58	69.87	10.00	1865.00	59.87	266.38	86.48
	9	月末首台机调试	721.37	303.26	199.84	103.42	0.38	5.60	27.03	70.41	5.00	1870.00	65.41	265.26	87.47
	10			313.37	68.83	244.54	0.18	3.79	27.42	213.14	10.00	1880.00	203.14	271.98	86.79
	11			272.16	66.61	205.55	0.18	1.27	27.67	176.43	5.00	1885.00	171.43	238.04	87.46

续表 5.1-11（完）　　50%保证率下初期蓄水期需水量分析一览表　　单位：万 m^3

时间		投产计划	累积需水量	可供水量			施工期用水量	损失水量		可蓄水量	水库蓄水		盈余水量	实际下泄水量	下泄水量/天然来水量（%）
年	月			天然来水量	生态需水量	可供水量		蒸发损失	渗漏水量		实际蓄水量	累积蓄水量			
第6年	12	月末第二台机组发电	1140.74	243.73	68.83	174.90	0.18	0.61	27.41	146.69	0.00	1885.00	146.69	215.52	88.43
第7年	1			107.40	68.83	38.57	0.13	0.54	27.16	10.74	-15.00	1870.00	25.74	94.58	88.06
	2			75.24	62.17	13.07	0.13	0.89	26.90	0.00	-14.86	1855.14	14.86	77.03	102.38
	3	月末第三台机组发电	1407.40	541.04	68.83	472.21	0.13	2.08	26.64	443.36	45.00	1900.14	398.36	467.20	86.35
	4			1194.91	199.84	995.07	0.10	5.12	27.81	962.03	130.00	2030.14	832.03	1031.88	86.36
	5	月末第四台机组发电	1637.67	530.32	206.50	323.82	0.00	5.72	27.81	290.28	40.00	2070.14	250.28	456.79	86.13
	6			539.14	199.84	339.30	0.00	5.72	27.81	305.77	40.00	2110.14	265.77	465.61	86.36
	7	月末第五台机组发电	1883.94	508.90	206.50	302.40	0.00	6.19	27.81	268.39	35.00	2145.14	233.39	439.89	86.44
	8			1462.41	206.50	1255.91	0.00	6.22	27.81	1221.87	30.68	2175.82	1191.19	1397.70	95.58
	9	月末第六台机组发电	2181.82	336.96	199.84	137.12	0.00	5.77	27.81	103.54	6.00	2181.82	97.54	297.38	88.25

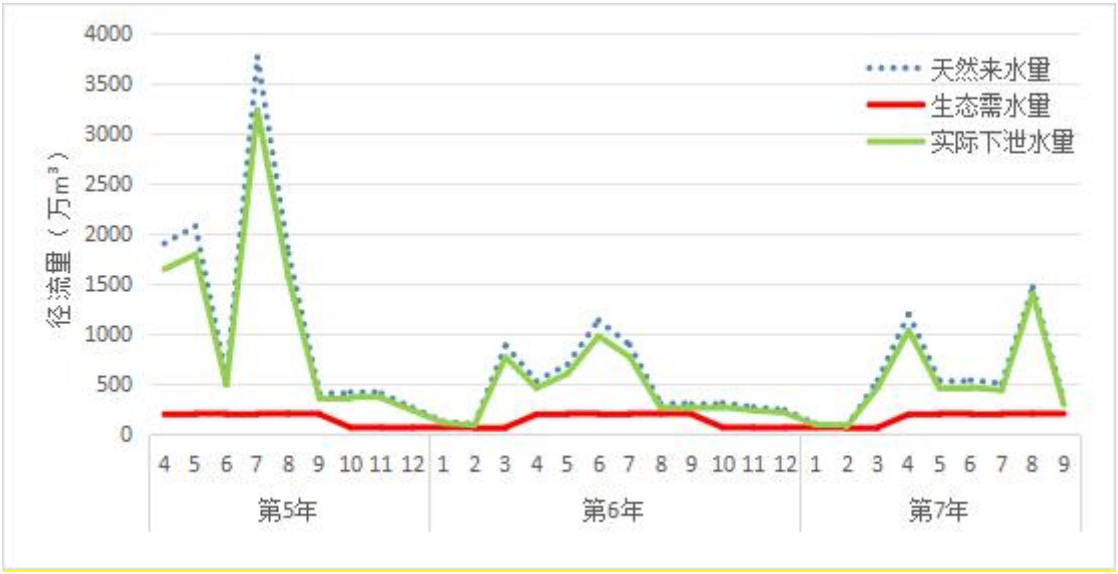
表 5.1-12　　75%保证率下初期蓄水期需水量分析一览表　　单位：万 m^3

时间		投产计划	累积需水量	可供水量			施工期用水量	损失水量		可蓄水量	水库蓄水		盈余水量	实际下泄水量	下泄水量/天然来水量（%）
年	月			天然来水量	生态需水量	可供水量		蒸发损失	渗漏水量		实际蓄水量	累积蓄水量			
第5年	4			772.42	199.84	572.58	4.06	1.05	1.41	566.05	140.00	140.00	426.05	625.89	81.03
	5			688.35	206.50	481.85	14.82	1.80	2.67	462.55	111.00	251.00	351.55	558.06	81.07
	6			912.38	199.84	712.54	17.33	2.28	4.34	688.58	149.00	400.00	539.58	739.42	81.04
	7			452.65	206.50	246.15	14.89	2.64	5.17	223.45	63.00	463.00	160.45	366.95	81.07
	8			988.33	206.50	781.83	13.87	2.97	6.98	758.01	164.00	627.00	594.01	800.51	81.00
	9			347.33	199.84	147.49	7.76	2.85	7.62	129.26	47.00	674.00	82.26	282.10	81.22
	10			190.17	68.83	121.34	3.48	1.94	7.96	107.96	22.00	696.00	85.96	154.79	81.40
	11			162.00	66.61	95.39	2.19	0.65	8.26	84.28	19.00	715.00	65.28	131.90	81.42
	12			56.25	68.83	0.00	1.94	0.32	8.16	0.00	-23.01	691.99	0.00	68.83	122.37
第6年	1			36.43	68.83	0.00	1.99	0.28	8.07	0.00	-42.74	649.25	0.00	68.83	188.95
	2			44.03	62.17	0.00	1.99	0.47	7.97	0.00	-28.57	620.68	0.00	62.17	141.21
	3			329.44	68.83	260.61	1.76	1.13	8.58	249.14	51.00	671.68	198.14	266.97	81.04
	4			995.33	199.84	795.49	1.95	2.90	10.40	780.24	173.00	844.68	607.24	807.08	81.09
	5	月初首台机调试	721.37	1095.47	206.50	888.97	0.38	3.54	12.40	872.64	191.00	1035.68	681.64	888.15	81.07
	6			627.26	199.84	427.42	0.38	3.72	13.55	409.76	101.00	1136.68	308.76	508.60	81.08
	7			2528.41	206.50	2321.91	0.38	5.35	24.28	2291.89	450.00	1586.68	1841.89	2048.39	81.02
	8			707.10	206.50	500.60	0.38	5.69	25.58	468.95	102.00	1688.68	366.95	573.46	81.10
	9	月末首台机调试	721.37	793.15	199.84	593.31	0.38	5.60	27.03	560.30	117.00	1805.68	443.30	643.15	81.09
	10			216.95	68.83	148.12	0.18	3.79	27.42	116.72	9.00	1814.68	107.72	176.56	81.38
	11			134.01	66.61	67.40	0.18	1.27	27.67	38.28	-4.00	1810.68	42.28	108.89	81.26

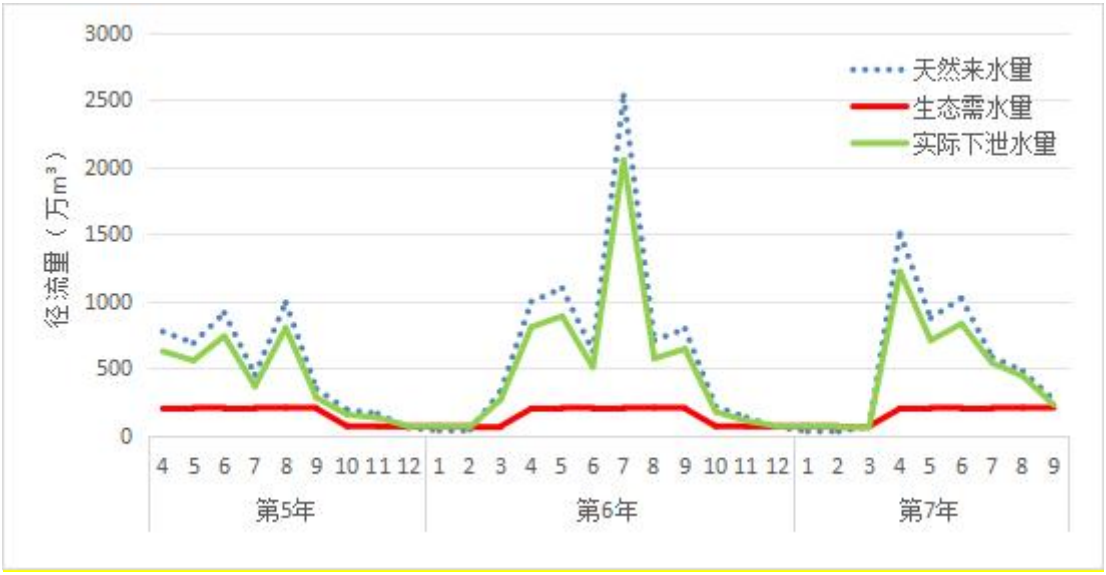
续表 5.1-12（完）　　75%保证率下初期蓄水期需水量分析一览表　　单位：万 m^3

时间		投产计划	累积需水量	可供水量			施工期用水量	损失水量		可蓄水量	水库蓄水		盈余水量	实际下泄水量	下泄水量/天然来水量（%）
年	月			天然来水量	生态需水量	可供水量		蒸发损失	渗漏水量		实际蓄水量	累积蓄水量			
第6年	12	月末第二台机组发电	1140.74	62.41	68.83	0.00	0.18	0.61	27.41	0.00	-34.63	1776.04	0.00	68.83	110.29
第7年	1			30.53	68.83	0.00	0.13	0.54	27.16	0.00	-66.13	1709.92	0.00	68.83	225.47
	2			29.82	62.17	0.00	0.13	0.89	26.90	0.00	-60.28	1649.64	0.00	62.17	208.50
	3	月末第三台机组发电	1407.40	68.57	68.83	0.00	0.13	2.08	26.64	0.00	-29.11	1620.53	0.00	68.83	100.39
	4			1503.36	199.84	1303.52	0.10	5.12	27.81	1270.48	252.00	1872.53	1018.48	1218.33	81.04
	5	月末第四台机组发电	1637.67	873.16	206.50	666.66	0.00	5.72	27.81	633.12	132.00	2004.53	501.12	707.63	81.04
	6			1021.25	199.84	821.41	0.00	5.72	27.81	787.88	157.29	2161.82	630.59	830.43	81.31
	7	月末第五台机组发电	1883.94	583.89	206.50	377.39	0.00	6.19	27.81	343.38	10.00	2171.82	333.38	539.88	92.46
	8			479.43	206.50	272.93	0.00	6.22	27.81	238.89	5.00	2176.82	233.89	440.40	91.86
	9	月末第六台机组发电	2181.82	266.98	199.84	67.14	0.00	5.77	27.81	33.56	5.00	2181.82	28.56	228.40	85.55

注：当天然来水量不能满足生态流量要求时，通过水库已蓄水量进行补充，以满足生态用水需求，施工用水、蒸发渗漏水量通过已蓄水量进行补充。



（a）P=50%来水条件下初期蓄水期下水库坝址下泄径流量示意图



（b）P=75%来水条件下初期蓄水期下水库坝址下泄径流量示意图

图 5.1-4 不同来水条件下初期蓄水期下水库坝址下泄径流量示意图

5.1.4 运行期对水文情势影响分析

5.1.4.1 对库区水文情势的影响分析

本工程建成后上、下水库均为中型水库。上水库正常蓄水位 883.00m，总库容为 1618 万 m^3，下水库正常蓄水位 513.00m，总库容为 2467 万 m^3。

a）水域形态、水量及水库水位变化分析

由于新建水库，上、下水库库区的水文情势较原来天然状态发生了变化，水位大幅升高，水深加大，水域面积增加，水面蒸发量增大。电站正常运行期耗水量大部分

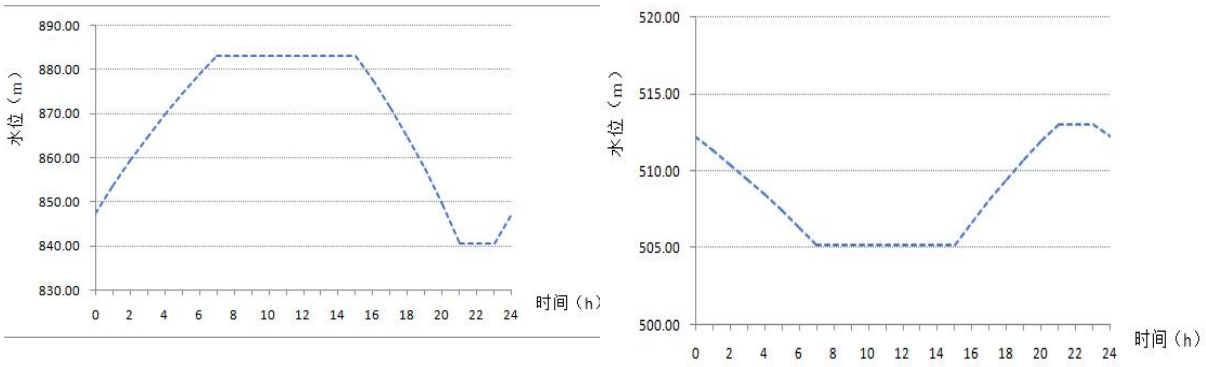
为蒸发、渗漏损失，上、下水库年总蒸发损失量为 44.15 万 m^3，年渗漏量损失为 337.06 万 m^3，还有少量生活用水 0.51 万 m^3。

本工程为日调节电站，根据电站运行调度方式，一般用电高峰时放水发电，用电低谷时抽水蓄能，连续满发小时数为 6h。调节水量在上、下水库中循环使用，除蒸发渗漏损失外，水量损耗较小。电站处于发电工况和抽水工况时，上、下水库水位和库容均相应产生变化，每一时段水库水位的变化随该时段发电量的大小而定，同时也与水库当时的蓄水量有关。

抽水蓄能电站的运行对上、下水库的水位将会产生一定的影响，电站抽水时，上水库水位抬高、水域面积增大，相应的下水库水位下降、水域面积减少，发电时则相反。上水库运行水位在 836.0m～883.0m 之间变化，水深最大变化为 47m；下水库运行水位在 513.0m～500.0m 之间变化，水深最大变化为 13m。此外抽水蓄能电站运行对库区水流流向会产生一定的影响，但主要集中在进/出水口附近水域。由于上水库、下水库日内完成一次或多次水量更新交换，因此库区水面面积、水量、水位、水深、水面宽日内变化较大，含沙量沉积可能性较小。

表 5.1-13 吉林省靖宇抽水蓄能电站典型日 24h 上下水库水位消落过程

时间	上水库水位（m）	下水库水位（m）	时间	上水库水位（m）	下水库水位（m）
0h	847.31	512.20	13h	883.00	505.14
1h	853.54	511.32	14h	883.00	505.14
2h	859.29	510.42	15h	883.00	505.14
3h	864.67	509.47	16h	877.55	506.66
4h	869.78	508.46	17h	871.41	508.13
5h	874.54	507.40	18h	864.67	509.47
6h	879.00	506.30	19h	857.42	510.72
7h	883.00	505.14	20h	849.44	511.93
8h	883.00	505.14	21h	840.58	513.00
9h	883.00	505.14	22h	840.58	513.00
10h	883.00	505.14	23h	840.58	513.00
11h	883.00	505.14	24h	847.31	512.20
12h	883.00	505.14			



（a）上水库 （b）下水库

图 5.1-5 上、下水库水位典型日内变化过程

5.1.4.2 下水库进/出水口水文情势变化分析

抽水蓄能电站运行对库区水流流向会产生一定的影响，但主要集中在进/出水口附近水域。

本工程下水库进/出水口布置在右岸山坡上，距坝址约 1000m，共三座，采用侧式进/出水口的布置型式，三个进/出水口体型相同，并排布置，中心轴线间距 33.30m，底板高程为 480.00m，沿抽水水流方向依次布置为：拦砂坎、反坡段、沉沙池、防涡梁段、拦污栅段、扩散（收缩）段、标准段、闸门井段及闸后渐变段。

本次采用 Flow-3D 软件构建三维水动力学模型分析对下水库进/出水口附近流速流场的影响，具体如下：

a）计算范围

在下水库进/出口单体数值模拟过程中，计算范围除包括进/出水口段、引水明渠段外，还包括部分尾水隧洞段和库区段。其中，尾水隧洞段模拟长度约为 400m～420m，库区模拟范围取为距进/出水口外缘 200m 以内区域。

b）边界条件及网格剖分

发电工况时，水体由尾水隧洞段流向水库。尾水隧洞外断面为入流边界，给定发电流量；库区外边界为压强边界，设定库水位；固壁边界采用无滑移条件；液面为自由表面。

抽水工况时，水体由水库流向尾水隧洞。尾水隧洞外断面为出流边界，给定抽水流量；库区外边界为压强边界，设定库水位；固壁边界采用无滑移条件；液面为自由表面。

采用六面体网格剖分计算区域，进/出水口段网格尺寸为 0.35m，尾水隧洞段网格尺寸为 0.35m～0.6m，库区网格尺寸为 0.6m～0.8m，共剖分网格单元 600 余万。

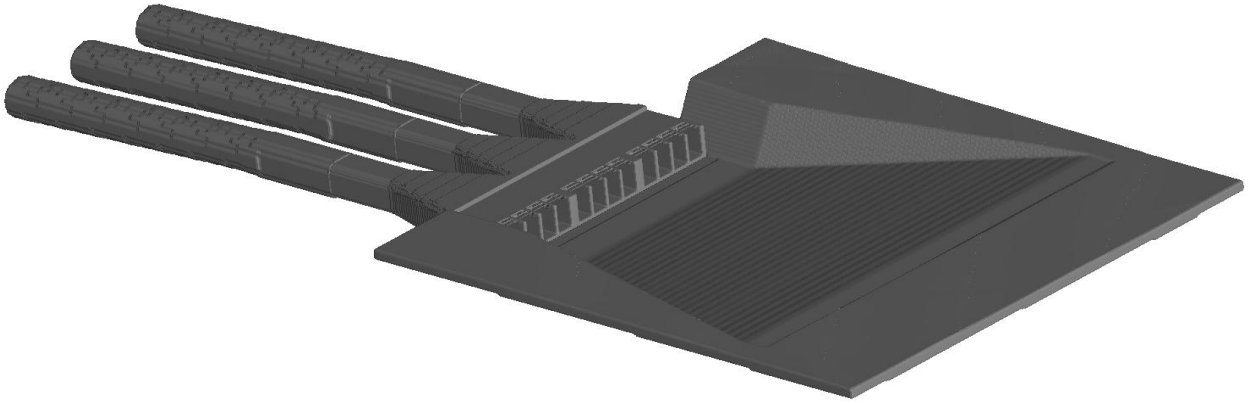


图 5.1-6　几何建模示意图

c）发电工况预测成果分析

工况：六机发电，单机流量 99.99m^3/s，死水位 500.00m。

在进/出水口拦污栅断面提取流速。进/出水口拦污栅断面为拦污栅槽中心线处断面，如图 5.1-7 中 L-L 所示。流速数值的提取是在每个孔口（例如，尾水隧洞对应的进/出水口，四个孔口分别标记为 1-1，1-2，1-3，1-4）断面和拦污栅断面上沿垂线进行的，同一孔口提取了左、中、右三条垂线上的流速（例如，1-2 孔口对应的三条垂线分别标记为 1-2 左、1-2 中、1-2 右）。

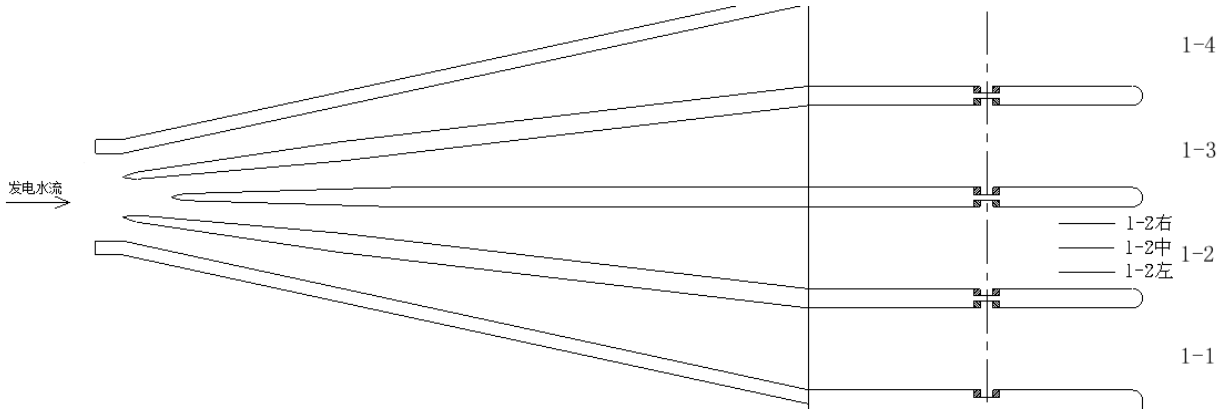


图 5.1-7　进/出水口孔口编号及流速提取断面图

图 5.1-8 为六机发电工况进/出水口拦污栅断面流速分布。拦污栅断面平均流速为 0.76m/s～0.92m/s，最大流速 1.36m/s～1.77m/s，流速不均匀系数为 1.78～1.97，具体数据列于表 5.1-14。

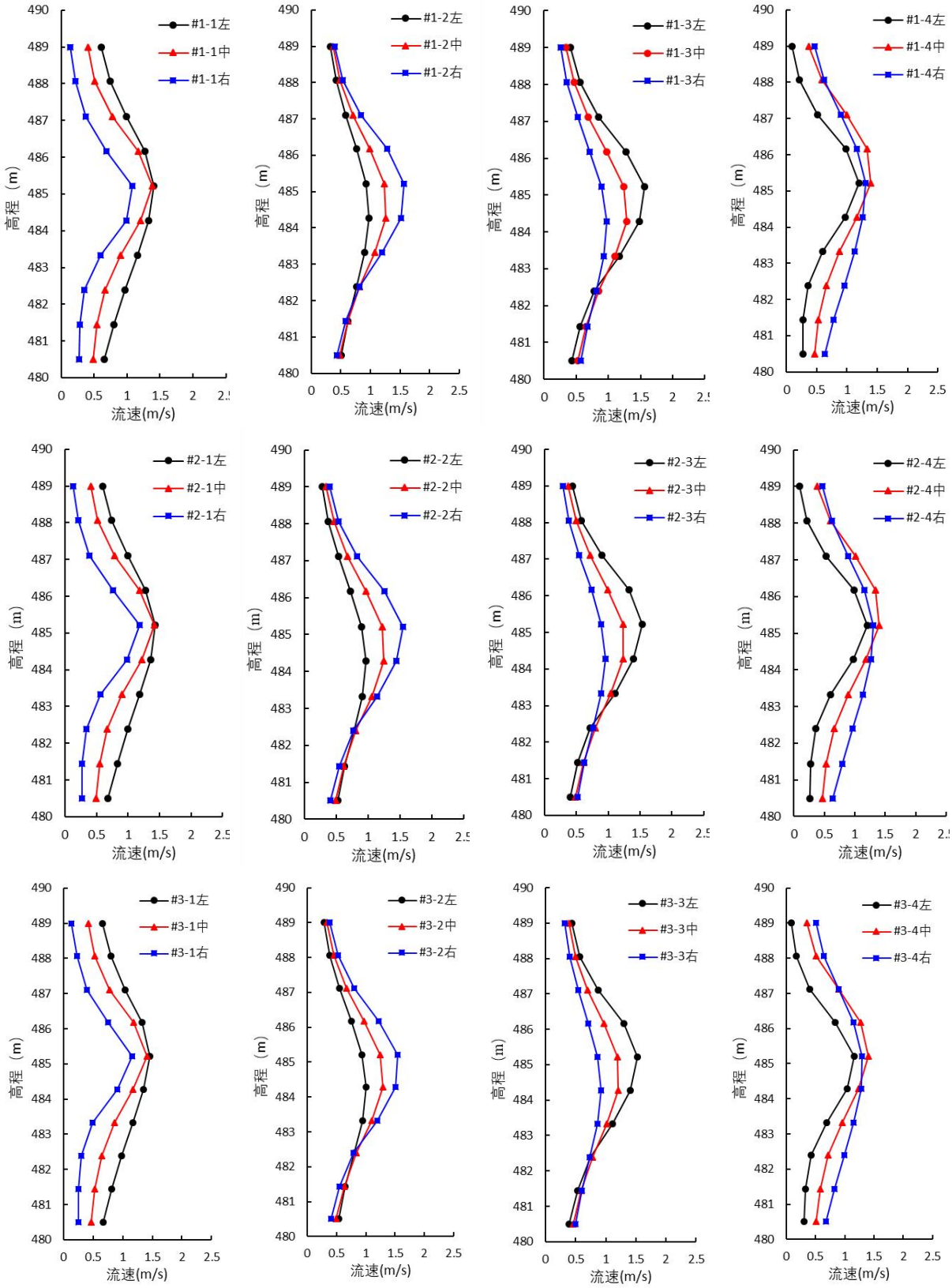


图 5.1-8 优化方案拦污栅断面流速垂向分布图（三洞六机运行、库水位 500m）

表 5.1-14 优化方案发电工况拦污栅断面流速不均匀系数计算成果表

运行工况	孔口编号	平均流速（m/s）	最大流速（m/s）	流速不均匀系数
三洞六机运行库水位 500m	#1-1	0.77	1.41	1.84
	#1-2	0.83	1.57	1.89
	#1-3	0.82	1.56	1.90
	#1-4	0.77	1.39	1.81
	#2-1	0.77	1.42	1.84
	#2-2	0.83	1.55	1.87
	#2-3	0.82	1.54	1.88
	#2-4	0.76	1.38	1.81
	#3-1	0.76	1.46	1.92
	#3-2	0.82	1.54	1.88
	#3-3	0.83	1.54	1.86
	#3-4	0.76	1.40	1.84

典型工况口门及引渠流速分布见图 5.1-9～图 5.1-13 所示。各工况下扩散段虽然局部仍有回流，但拦污栅断面无反向流速出现；引渠底部流速大于表层，在底流的带动作用下，进出口上层水体形成一个逆时针方向的涡旋，涡旋强度较小，不会影响进水口出流。三洞六机发电时，引渠底部最大流速约增加至 0.56m/s，同时引渠内漩涡强度有所增强。

库区口门附近无影响进水口出流的大尺度环流出现，主要为主流带动下的小范围环流，环流强度较小，主流主要沿引渠平顺入库。三洞六机死水位运行时库区流速最大，表层（499m 高程）流速一般在 0.2m/s～0.5m/s，沿入库水流方向因水深变浅，流速沿程逐渐增大，在拦砂坎顶部位流速增大至 0.8m/s～1.4m/s，在引渠尾部左侧坡顶部位地势较高，水流较浅，流速也相应较大，最大流速约 2.67m/s。

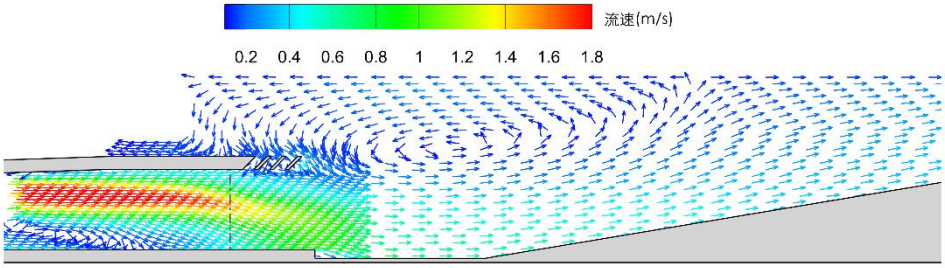


图 5.1-9 优化方案三洞六机死水位发电 1-1 中孔道纵向流速分布图

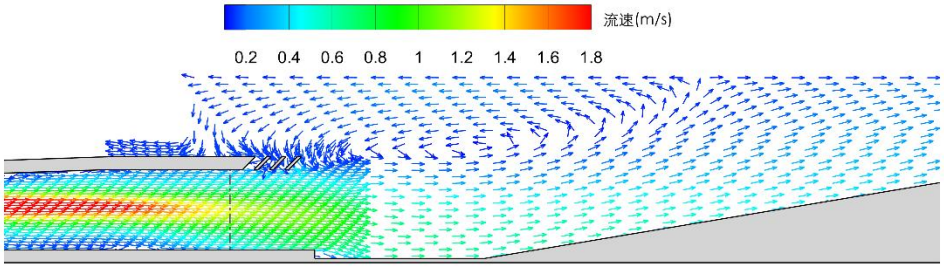


图 5.1-10 优化方案三洞六机死水位发电 1-2 中孔道纵向流速分布图

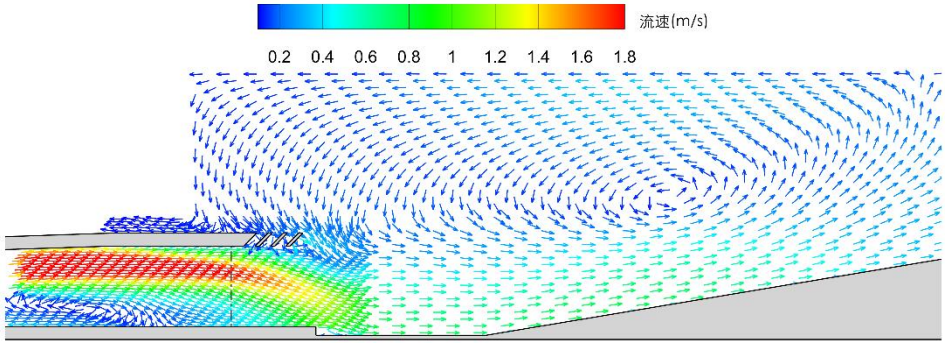


图 5.1-11 优化方案三洞六机额定流量发电 1-1 中孔道纵向流速分布图

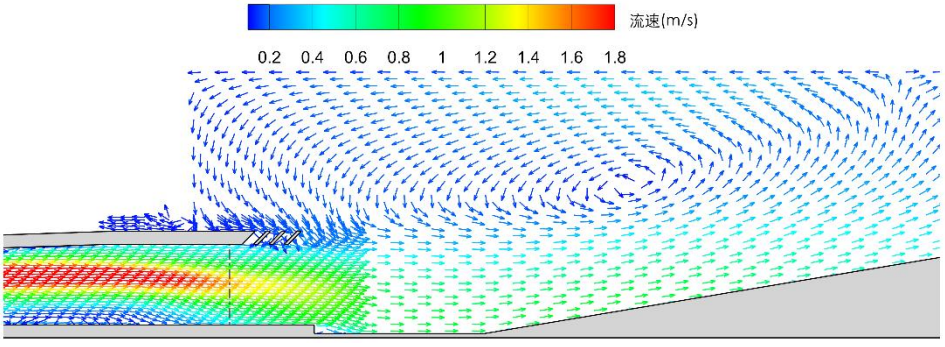


图 5.1-12 优化方案三洞六机额定流量发电 1-2 中孔道纵向流速分布图

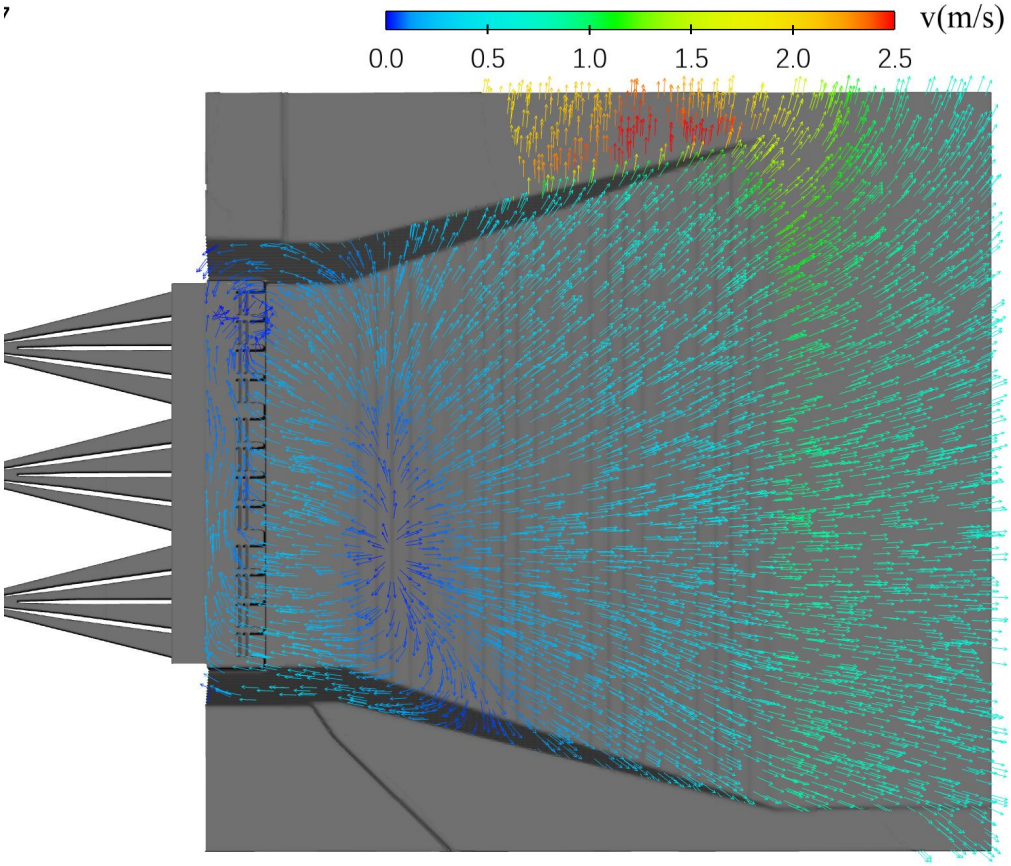


图 5.1-13 优化方案三洞六机死水位发电引渠表层流速分布图（z=499m）

d）抽水工况预测成果分析

工况：六机抽水，流量 66.96m^3/s，死水位 500.00m。

三洞六机抽水运行时，进/出水口拦污栅断面流速分布见图 5.1-14。各孔道平均流速为 0.50m/s～0.87m/s，最大流速 0.54m/s～0.94m/s，流速不均匀系数为 1.05～1.20。具体数据详见表 5.1-15。

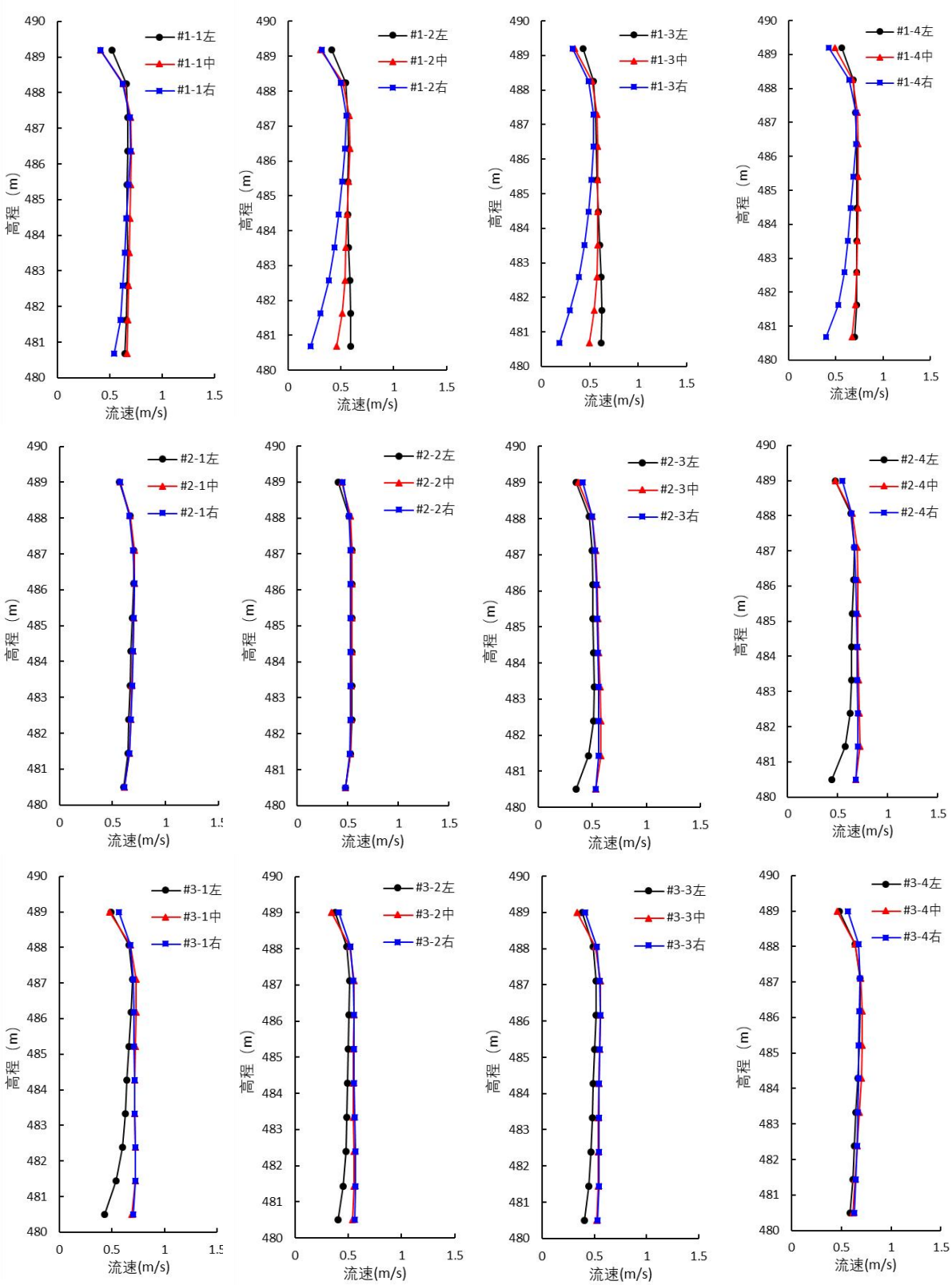


图 5.1-14 优化方案拦污栅断面流速垂向分布图（三洞六机运行、库水位 500m）

表 5.1-15 优化方案抽水工况拦污栅断面流速不均匀系数统计表

运行工况	孔口编号	平均流速（m/s）	最大流速（m/s）	流速不均匀系数
三洞六机运行库水位 500m	#1-1	0.64	0.70	1.10
	#1-2	0.52	0.60	1.14
	#1-3	0.52	0.62	1.20
	#1-4	0.66	0.74	1.11
	#2-1	0.66	0.71	1.07
	#2-2	0.52	0.54	1.05
	#2-3	0.51	0.58	1.14
	#2-4	0.65	0.72	1.11
	#3-1	0.66	0.73	1.10
	#3-2	0.51	0.57	1.12
	#3-3	0.51	0.56	1.10
	#3-4	0.65	0.71	1.10

典型运行工况口门及引渠流速分布见图 5.1-15～图 5.1-20 所示。各运行工况下，受进水口引水影响，在主流的带动下，库区均会产生一定程度的环流，但强度不大，且随着库水位的上升而逐渐减弱，引渠内水流流速表层大于底部。

三洞六机死水位运行时，引渠内水流流态不良，因引渠坡顶地势较高，两侧来流受到挤压偏向中部，导致引渠两侧出现较大尺度的环流，环流中心位于#1 出口和#3 出口的沉沙池部位。三洞六机运行时，环流最大流速 0.46m/s；受此影响，#1 和#3 进水口前缘引渠内流速小于#2 进水口，同时还导致#1 和#3 进水口拦污栅断面流速不均匀系数略大于#2 进水口；#2 进水口前沿两侧环流之间的流束表层流速为 0.63m/s～0.88m/s，拦砂坎顶部表层流速为 0.82m/s～1.01m/s，库区最大流速出现在引渠左侧坡顶与拦砂坎相交处附近，此处水流较浅，流速增大，最大流速为 1.23m/s。

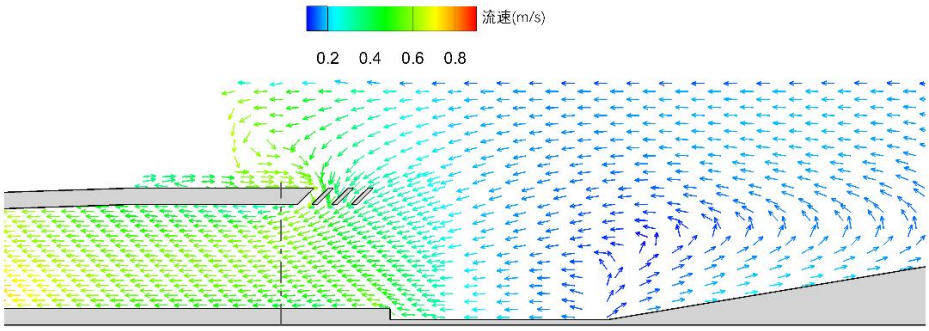


图 5.1-15 优化方案三洞六机死水位抽水 1-2 中孔道纵向流速分布图

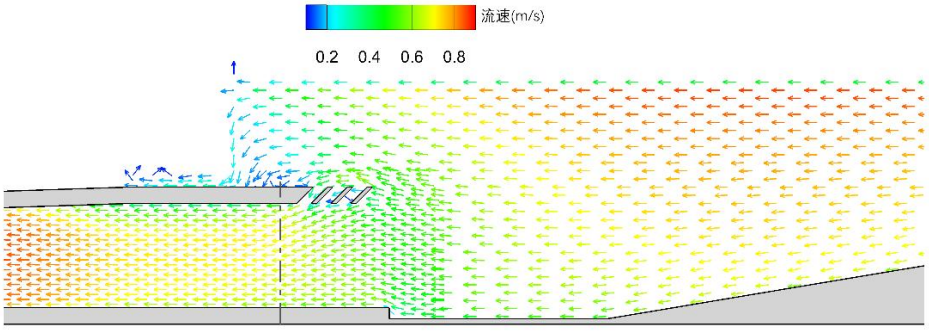


图 5.1-16 优化方案三洞六机死水位抽水 2-1 中孔道纵向流速分布图

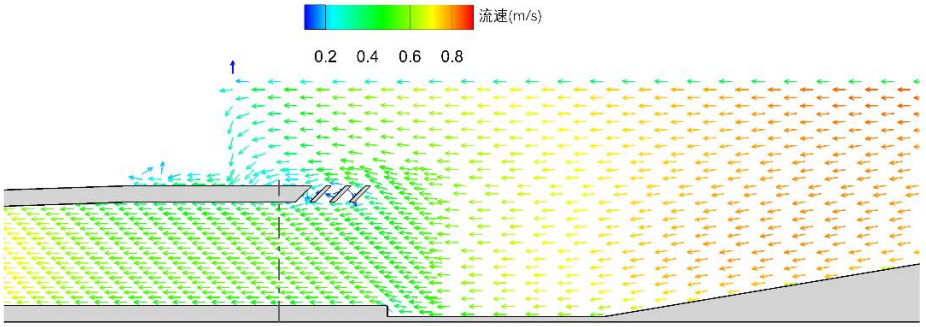


图 5.1-17 优化方案三洞六机死水位抽水 2-2 中孔道纵向流速分布图

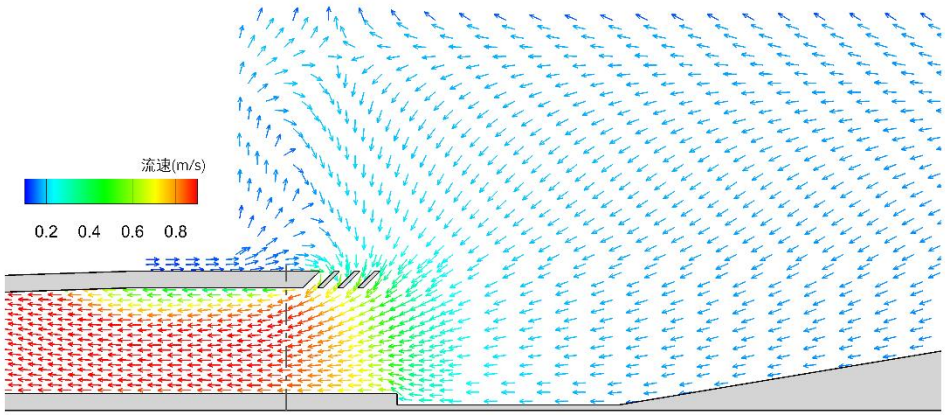


图 5.1-18 优化方案三洞六机正常水位抽水 1-1 中孔道纵向流速分布图

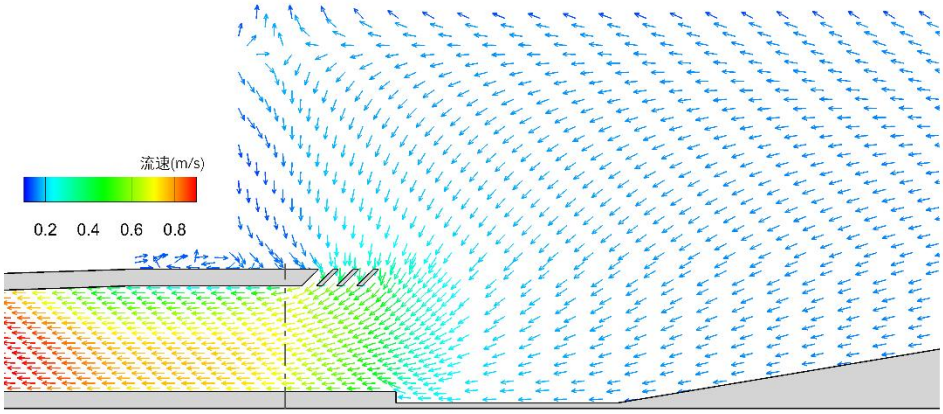


图 5.1-19　优化方案三洞六机正常水位抽水 1-2 中孔道纵向流速分布图

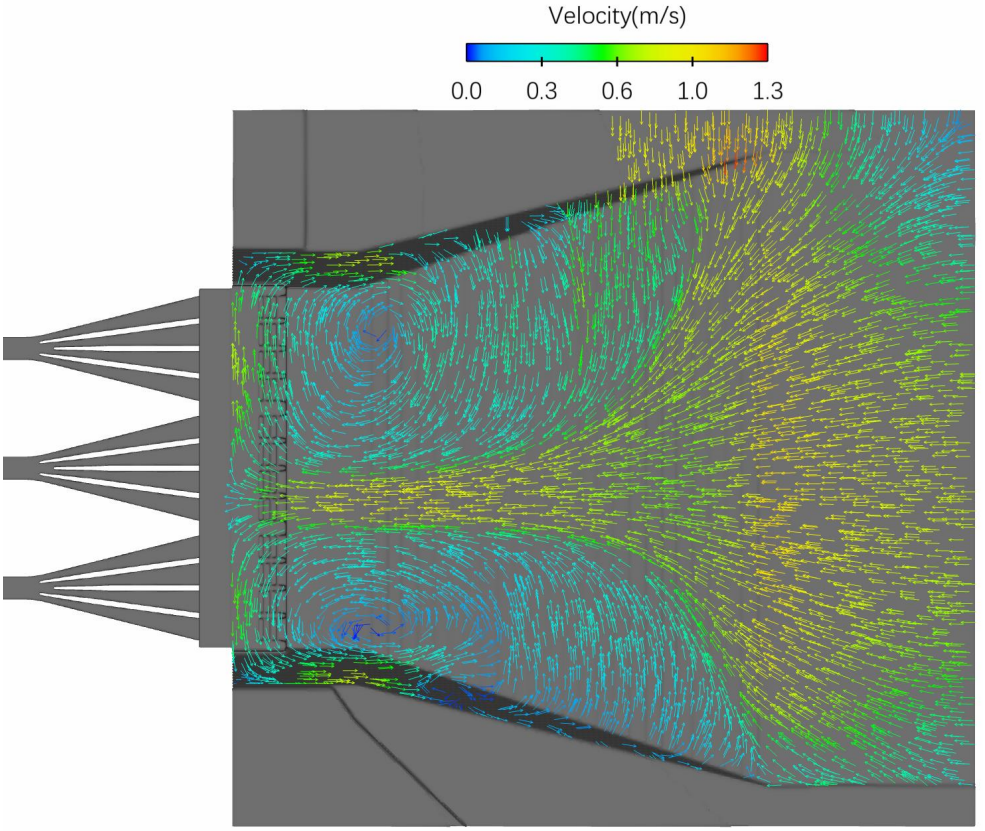


图 5.1-20　优化方案三洞六机死水位抽水库区表层流速分布图（z=499m）

5.1.4.3　典型日水文过程分析

根据《抽水蓄能电站水库运行管理规范》（DL/T 2425-2021）规定，水库总蓄水量应根据运行要求和设计功能确定，应及时利用泄放、补水措施，使水库的运行水位符合相关设计要求。本电站设计功能为发电调峰，设计的水库总蓄水量包括两个水库的死库容。当上、下水库水量之和未超出设计的水库总蓄水量时，下水库一般只有生

态流量下泄；当水库水量超出设计总蓄水量时，下水库将及时开启泄洪放水钢管，在一定时间内泄放至设计总蓄水量，即将泄流期间的天然来水流量和之前蓄积的多余水量一并泄放，控泄流量将略大于天然来水流量，一般不超过天然来水流量的2倍。因此，下水库坝址下泄流量将出现一定程度的日内波动，但对日均流量影响较小。电站运行期间，可研究适当增大通过生态流量管或径流管下泄的流量（可按接近枯水年天然来水逐月流量，针对丰、平、枯水期分别确定下泄流量），水库水量超出设计总蓄水量时的控泄流量也会相应变小，下泄流量的日内波动范围可得到有效缓解。

下水库为那尔轰河，下泄流量波动影响范围主要为那尔轰河从下水库坝址至汇入白山水库处。白山水库控制流域面积 19000km^2，坝址多年平均流量 235m^3/s，远大于那尔轰河。因此，可不考虑其受电站下水库下泄流量波动的影响。

5.1.4.4 运行期坝址下游河道水文情势影响分析

本工程上库开挖筑坝成库，下水库在那尔轰河上筑坝成库。运行期仅有少量蒸发和渗漏损失水量需要及时补充，年补水量约 377.20 万 m^3，生活用水量 0.51 万 m^3，总用水量为 377.71 万 m^3，占下水库坝址多年平均径流量 8103 万 m^3 的 4.66%。

本工程为日调节型电站，运行期补水量和生活用水量较小，并进行均衡补水，运行期各保证率下下水库坝下月均径流量未发生明显变化。50%保证率下，月均径流量减少幅度为 2.03～9.83%，年均径流量减少幅度为 5.11%；75%保证率下，月均径流量减少幅度为 4.87～11.83%，年均径流量减少幅度为 6.50%；95%保证率下，月均径流量减少幅度为 0～12.54%，年均径流量减少幅度为 8.19%。水库正常运行时，动态保持上、下库死水位以上的总水量等于调节库容，多余水量按先泄流底孔后泄流表孔的次序尽快泄放；95%保证率下，当上游天然来水量不能满足生态流量要求时全部下泄，蒸发渗漏和生活用水所需水量由水损备用库容（101 万 m^3）补充。运行期间下水库坝址下游的径流过程与天然节律基本保持一致，且下水库渗漏水量最终回归到坝址下游河道，因此总体来看运行期整体对坝址下游河道水文情势影响较小。

表 5.1-16 典型平水年（P=50%）运行期水量平衡成果一览表 单位：万 m^3

时间	可供水量			电站需水量			盈余水量	备用库容补充	实际下泄水量	实际下泄/天然（%）	下泄减少幅度（%）
	天然来水量	生态需水量	可利用水量	蒸发渗漏	生活用水	小计					
1 月	136.60	68.83	67.77	28.73	0.043	28.77	39.00	-26.00	133.83	97.97	-2.03
2 月	68.95	62.17	6.78	26.97	0.039	27.00	0.00	-20.23	62.17	90.17	-9.83
3 月	358.91	68.83	290.08	30.34	0.043	30.38	259.70	0.00	328.53	91.54	-8.46
4 月	1461.89	199.84	1262.05	32.60	0.042	32.64	1229.41	46.23	1383.02	94.60	-5.40
5 月	910.66	206.5	704.16	33.89	0.043	33.93	670.23	0.00	876.73	96.27	-3.73
6 月	261.79	199.84	61.95	33.18	0.042	33.22	28.73	-20.00	248.57	94.95	-5.05
7 月	626.75	206.5	420.25	34.37	0.043	34.41	385.84	0.00	592.34	94.51	-5.49
8 月	1213.32	206.5	1006.82	34.39	0.043	34.43	972.39	45.00	1133.89	93.45	-6.55
9 月	1562.98	199.84	1363.14	33.22	0.042	33.26	1329.87	0.00	1529.71	97.87	-2.13
10 月	372.30	68.83	303.47	32.02	0.043	32.06	271.41	0.00	340.24	91.39	-8.61
11 月	321.41	66.61	254.80	28.73	0.042	28.77	226.03	0.00	292.64	91.05	-8.95
12 月	102.31	68.83	33.48	28.79	0.043	28.83	4.66	-25.00	98.49	96.26	-3.74
年值	7397.84	1623.12	5774.72	377.20	0.51	377.71	5397.02	0.00	7020.14	94.89	-5.11

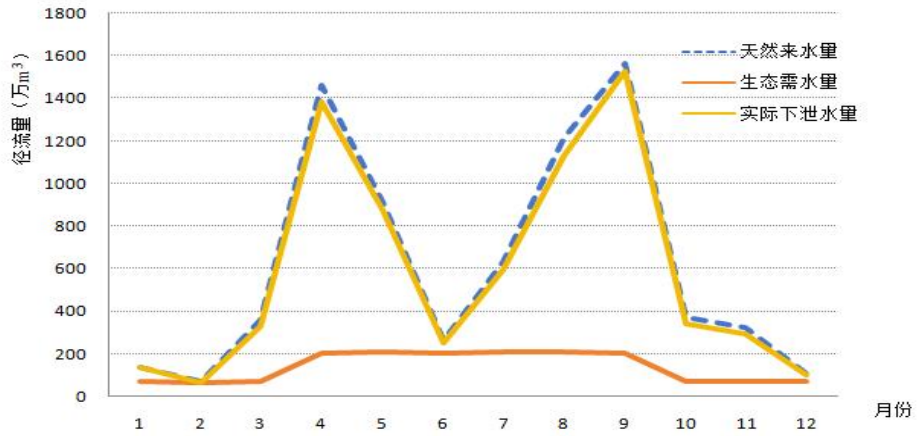
表 5.1-17 典型偏枯水年（P=75%）运行期水量平衡成果一览表 单位：万 m^3

时间	天然来水量	生态需水量	可利用水量	电站需水量			盈余水量	备用库容补充	实际下泄水量	实际下泄/天然（%）	下泄减少幅度（%）
				蒸发渗漏	生活用水	小计					
1 月	128.56	68.83	59.73	28.73	0.043	28.77	30.96	-20.00	119.79	93.18	-6.82
2 月	106.49	62.17	44.32	26.97	0.039	27.00	17.31	-20.00	99.48	93.42	-6.58
3 月	883.87	68.83	815.04	30.34	0.043	30.38	784.66	40.00	813.49	92.04	-7.96
4 月	531.36	199.84	331.52	32.60	0.042	32.64	298.88	0.00	498.72	93.86	-6.14
5 月	696.38	206.5	489.88	33.89	0.043	33.93	455.95	0.00	662.45	95.13	-4.87
6 月	1135.30	199.84	935.46	33.18	0.042	33.22	902.23	30.00	1072.07	94.43	-5.57
7 月	891.91	206.5	685.41	34.37	0.043	34.41	651.00	10.00	847.50	95.02	-4.98
8 月	308.02	206.5	101.52	34.39	0.043	34.43	67.09	-10.00	283.59	92.07	-7.93
9 月	303.26	199.84	103.42	33.22	0.042	33.26	70.16	-10.00	280.00	92.33	-7.67
10 月	313.37	68.83	244.54	32.02	0.043	32.06	212.48	-10.00	291.31	92.96	-7.04
11 月	272.16	66.61	205.55	28.73	0.042	28.77	176.78	-10.00	253.39	93.10	-6.90
12 月	243.73	68.83	174.90	28.79	0.043	28.83	146.07	0.00	214.90	88.17	-11.83
年值	5814.42	1623.12	4191.30	377.20	0.51	377.71	3813.59	0.00	5436.71	93.50	-6.50

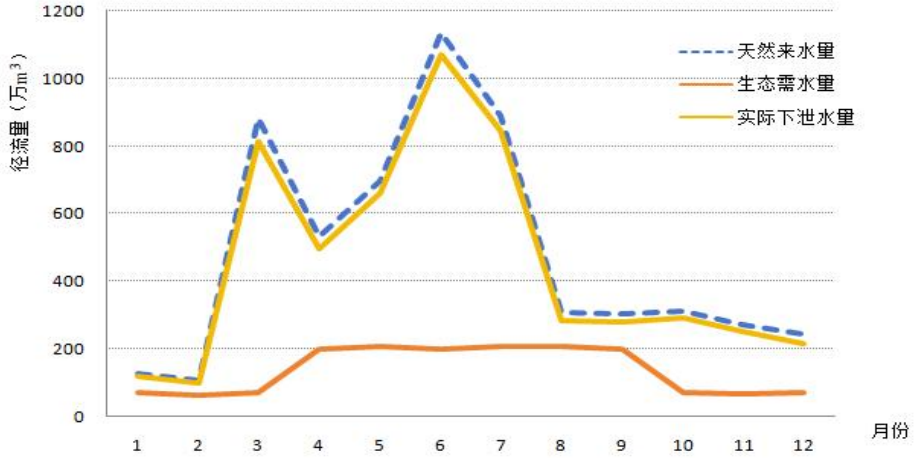
表 5.1-18　　典型特枯水年（P=95%）运行期水量平衡成果一览表　　单位：万 m^3

时间	天然来水量	生态需水量	可利用水量	电站需水量			盈余水量	备用库容补充	实际下泄水量	实际下泄/天然（%）	下泄减少幅度（%）
				蒸发渗漏	生活用水	小计					
1 月	65.89	68.83	0.00	28.73	0.043	28.77	0.00	-28.77	65.89	100.00	0.00
2 月	57.09	62.17	0.00	26.97	0.039	27.00	0.00	-27.00	57.09	100.00	0.00
3 月	100.71	68.83	31.88	30.34	0.043	30.38	1.50	-18.00	88.33	87.71	-12.29
4 月	357.70	199.84	157.86	32.60	0.042	32.64	125.21	12.00	313.05	87.52	-12.48
5 月	133.12	206.5	0.00	33.89	0.043	33.93	0.00	-33.93	133.12	100.00	0.00
6 月	466.56	199.84	266.72	33.18	0.042	33.22	233.50	15.00	418.34	89.66	-10.34
7 月	715.13	206.5	508.63	34.37	0.043	34.41	474.22	40.00	640.72	89.60	-10.40
8 月	1183.85	206.5	977.35	34.39	0.043	34.43	942.92	40.70	1108.72	93.65	-6.35
9 月	98.50	199.84	0.00	33.22	0.042	33.26	0.00	-33.26	98.50	100.00	0.00
10 月	110.35	68.83	41.52	32.02	0.043	32.06	9.46	-20.00	98.29	89.07	-10.93
11 月	93.31	66.61	26.70	28.73	0.042	28.77	0.00	-15.00	81.61	87.46	-12.54
12 月	73.39	68.83	4.56	28.79	0.043	28.83	0.00	-24.27	68.83	93.79	-6.21
年值	3455.59	1623.12	2015.22	377.20	0.51	377.71	1637.51	-92.54	3172.49	91.81	-8.19

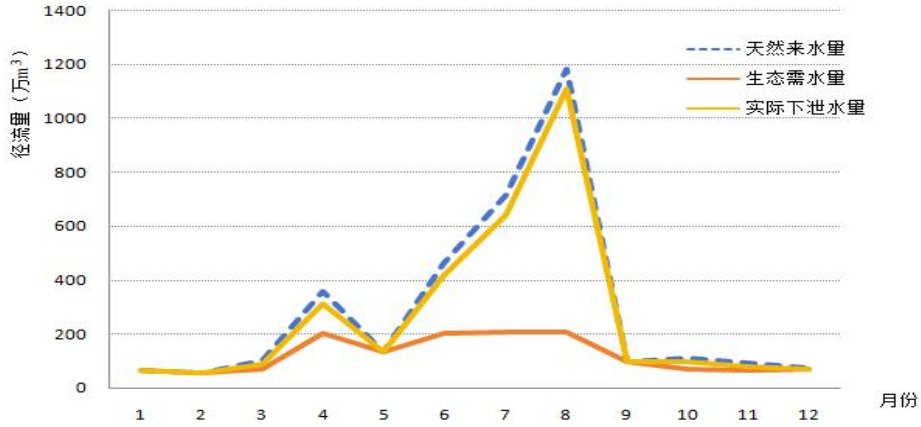
注：当天然来流量不能满足生态流量需求时，全部下泄；蒸发渗漏和生活用水由水损备用库容补充。



（a）运行期 P=50%保证率下，下水库坝址下泄径流量示意图



（b）运行期 P=75%保证率下，下水库坝址下泄径流量示意图



（c）运行期 P=95%保证率下，下水库坝址下泄径流量示意图

图 5.1-21 运行期不同来水条件下下水库坝址下泄径流量示意图

5.1.5 工程建设前后典型断面水文情势预测分析

5.1.5.1 典型断面的选取

选取天合兴电站库尾及湖北村桥共 2 个断面，分析本工程建设运行对下游河道水文情势的影响，断面情况见表 5.1-19 和图 5.1-22。

表 5.1-19 下水库坝址下游水文情势影响分析断面

序号	断面名称	河流名称	备注
#1	天合兴电站库尾	那尔轰河	吉林省松花江三湖保护区内
#2	湖北村桥	那尔轰河	吉林松花江三湖国家级自然保护区内

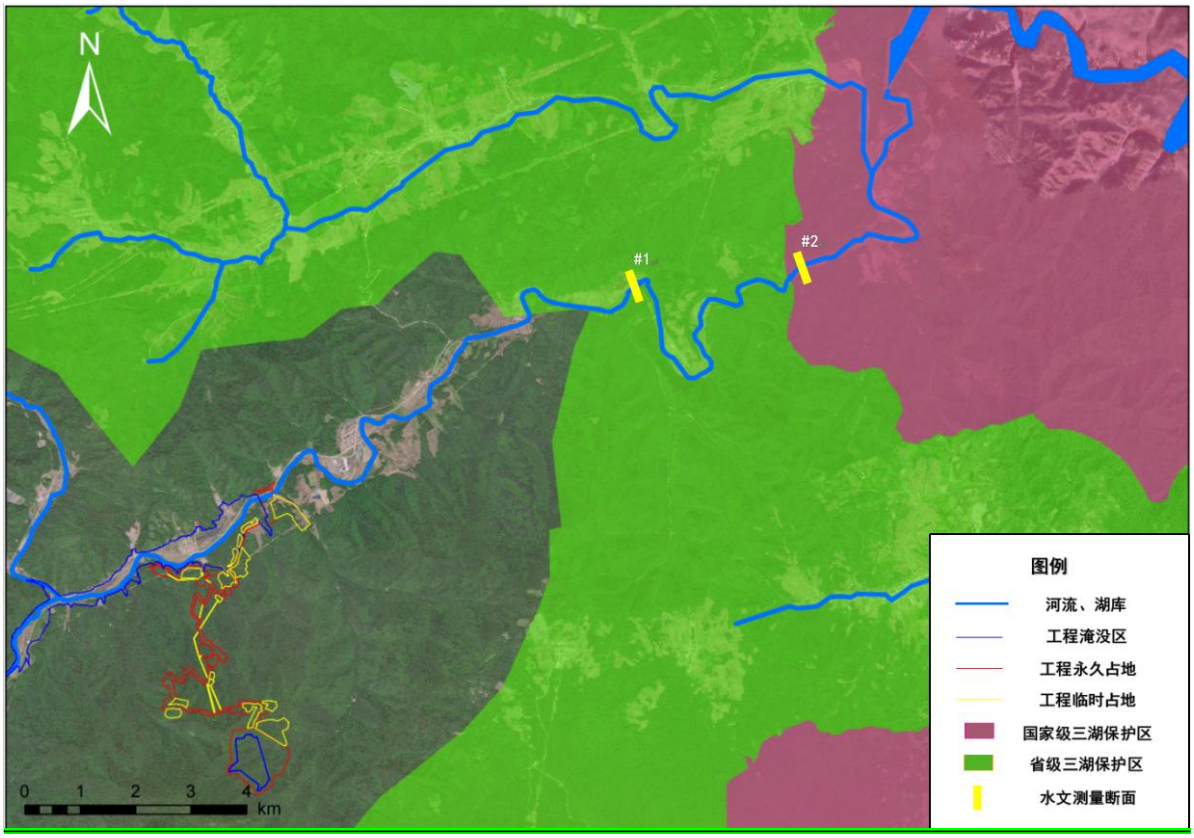


图 5.1-22 下水库坝址下游水文情势影响分析断面分布示意图

5.1.5.2 施工期水文情势影响分析

以施工高峰年为代表年，分别以 50%、75%、95%天然来水条件为代表工况，分析本工程下水库坝址下游典型断面的水文情势变化情况。

a）径流量变化

1）天合兴电站库尾

天合兴电站库尾断面径流量变化情况见表 5.1-20。P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，除 P=95%来水条件下 1 月、2 月、5 月和 9 月外，其余月份径流量均出现不同程度的下降。其中，P=50%来水条件下，12 月份径流量降幅最大，为 7.48%；P=75%来水条件下，8 月份径流量降幅最大，为 6.73%；P=95%来水条件下，10 月份径流量降幅最大，为 16.87%。

表 5.1-20 天合兴电站库尾断面径流量变化 单位：万 m^3

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	施工取水后	变化率（%）	施工取水前	施工取水后	变化率（%）	施工取水前	施工取水后	变化率（%）
1	164.31	163.50	-0.49	154.54	153.73	-0.52	79.01	79.01	0.00
2	83.05	76.28	-8.15	123.62	116.85	-5.48	68.71	68.71	0.00
3	430.45	423.68	-1.57	1064.13	1057.36	-0.64	121.06	114.29	-5.59
4	1758.27	1745.26	-0.74	638.15	625.14	-2.04	431.05	410.46	-4.78
5	1095.37	1078.3	-1.56	838.87	821.80	-2.03	160.17	160.17	0.00
6	315.53	292.36	-7.34	1364.95	1341.78	-1.70	559.87	536.70	-4.14
7	754.67	729.44	-3.34	1071.63	1046.40	-2.35	860.84	818.54	-4.91
8	1459.7	1434.69	-1.71	371.76	346.75	-6.73	1424.11	1377.54	-3.27
9	1878.99	1857.43	-1.15	363.40	341.84	-5.93	118.71	118.71	0.00
10	448.77	429.06	-4.39	375.51	355.80	-5.25	132.58	110.22	-16.87
11	386.43	377.22	-2.38	326.07	316.86	-2.82	112.49	101.28	-9.97
12	123.09	113.88	-7.48	293.02	283.81	-3.14	88.39	83.83	-5.16

2）湖北村桥

湖北村桥断面径流量变化情况见表 5.1-21。P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，除 P=95%来水条件下 1 月、2 月、5 月和 9 月外，其余月份径流量均出现不同程度的下降。其中，P=50%来水条件下，12 月份径流量降幅最大，为 6.95%；P=75%来水条件下，8 月份径流量降幅最大，为 6.25%；P=95%来水条件下，10 月份径流量降幅最大，为 15.66%。

表 5.1-21 湖北村桥断面径流量变化 单位：万 m^3

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	施工取水后	变化率（%）	施工取水前	施工取水后	变化率（%）	施工取水前	施工取水后	变化率（%）
1	176.76	175.95	-0.46	166.33	165.52	-0.49	85.17	85.17	0.00
2	89.35	82.58	-7.58	133.06	126.29	-5.09	73.79	73.79	0.00
3	463.1	456.33	-1.46	1145.02	1138.25	-0.59	130.17	123.40	-5.20
4	1891.61	1878.6	-0.69	686.62	673.61	-1.89	463.71	443.12	-4.44
5	1178.43	1161.36	-1.45	902.62	885.55	-1.89	172.22	172.22	0.00
6	339.46	316.29	-6.83	1468.37	1445.20	-1.58	602.38	579.21	-3.85
7	811.9	786.67	-3.11	1152.78	1127.55	-2.19	926.19	883.89	-4.57
8	1570.39	1545.38	-1.59	400.15	375.14	-6.25	1532.04	1485.47	-3.04
9	2021.48	1999.92	-1.07	390.87	369.31	-5.52	127.53	127.53	0.00
10	482.8	463.09	-4.08	403.90	384.19	-4.88	142.76	120.40	-15.66
11	415.74	406.53	-2.22	350.96	341.75	-2.62	120.79	109.58	-9.28
12	132.43	123.22	-6.95	315.25	306.04	-2.92	95.08	90.53	-4.79

b）水位变化

1）天合兴电站库尾

天合兴电站库尾断面水位变化情况见表 5.1-22。P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，除 P=95%来水条件下 1 月、2 月、5 月和 9 月外，其余月份水位均出现不同程度的下降。其中，P=50%来水条件下，12 月份水位降幅最大，为 0.057m；P=75%来水条件下，8 月份水位降幅最大，为 0.065m；P=95%来水条件下，10 月份水位降幅最大，为 0.139m。

表 5.1-22 天合兴电站库尾断面水位变化 单位：m

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	施工取水后	变化值	施工取水前	施工取水后	变化值	施工取水前	施工取水后	变化值
1	454.1022	454.1017	-0.0005	454.0962	454.0957	-0.0005	454.0492	454.0492	0.0000
2	454.0572	454.0526	-0.0047	454.0852	454.0805	-0.0047	454.0473	454.0473	0.0000
3	454.2285	454.2267	-0.0018	454.3696	454.3683	-0.0013	454.0753	454.0711	-0.0042
4	454.4915	454.4894	-0.0021	454.2883	454.2847	-0.0035	454.2324	454.2268	-0.0056
5	454.3756	454.3723	-0.0033	454.3260	454.3227	-0.0033	454.0997	454.0997	0.0000
6	454.2012	454.188	-0.0132	454.4291	454.4254	-0.0037	454.2671	454.2609	-0.0063
7	454.3097	454.3048	-0.0049	454.3710	454.3662	-0.0049	454.3303	454.3221	-0.0082
8	454.4366	454.4328	-0.0038	454.2131	454.2066	-0.0065	454.4312	454.4240	-0.0072
9	454.5088	454.506	-0.0028	454.2141	454.2083	-0.0058	454.0763	454.0763	0.0000
10	454.2333	454.2281	-0.0051	454.2141	454.2090	-0.0051	454.0825	454.0686	-0.0139
11	454.2203	454.2179	-0.0025	454.2041	454.2016	-0.0025	454.0723	454.0651	-0.0072
12	454.0766	454.0709	-0.0057	454.1823	454.1766	-0.0057	454.0550	454.0522	-0.0028

2）湖北村桥

湖北村桥断面水位变化情况见表 5.1-23。P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，除 P=95%来水条件下 1 月、2 月、5 月和 9 月外，其余月份水位均出现不同程度的下降。其中，P=50%来水条件下，12 月份水位降幅最大，为 0.0091m；P=75%来水条件下，2 月份水位降幅最大，为 0.0074m；P=95%来水条件下，10 月份水位降幅最大，为 0.0221m。

表 5.1-23 湖北村桥断面水位变化 单位：m

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	施工取水后	变化值	施工取水前	施工取水后	变化值	施工取水前	施工取水后	变化值
1	429.1947	429.1939	-0.0008	429.1844	429.1836	-0.0008	429.1042	429.1042	0.0000
2	429.1178	429.1104	-0.0074	429.1656	429.1582	-0.0074	429.1007	429.1007	0.0000
3	429.2807	429.2787	-0.0019	429.4208	429.4197	-0.0011	429.1486	429.1420	-0.0067
4	429.5449	429.5431	-0.0019	429.3368	429.3340	-0.0028	429.2853	429.2792	-0.0061
5	429.4263	429.4235	-0.0028	429.3764	429.3729	-0.0035	429.1902	429.1902	0.0000
6	429.2484	429.2416	-0.0069	429.4818	429.4779	-0.0039	429.3189	429.3140	-0.0049
7	429.3578	429.3526	-0.0052	429.4221	429.4180	-0.0041	429.3812	429.3725	-0.0087
8	429.4905	429.4864	-0.0041	429.2626	429.2554	-0.0072	429.4842	429.4766	-0.0076
9	429.5634	429.5604	-0.0031	429.2637	429.2573	-0.0064	429.1502	429.1502	0.0000
10	429.2864	429.2807	-0.0057	429.2637	429.2580	-0.0057	429.1611	429.1390	-0.0221
11	429.2711	429.2683	-0.0027	429.2518	429.2491	-0.0027	429.1434	429.1319	-0.0114
12	429.1509	429.1418	-0.0091	429.2382	429.2356	-0.0026	429.1140	429.1095	-0.0045

c）流速变化

1）天合兴电站库尾

天合兴电站库尾断面流速变化情况见表 5.1-24。P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，其中 P=50%来水条件下 1 月、2 月和 12 月，P=75%来水条件下 1 月、2 月和 12 月以及 P=95%来水条件下 1 月、2 月、3 月、5 月和 9 月至 11 月流速不发生变化，其余月流速均出现不同程度的变化。其中，P=50%来水条件下，10 月份流速降幅最大，为 1.63%；P=75%来水条件下，8 月份流速降幅最大，为 2.84%；P=95%来水条件下，4 月份流速降幅最大，为 1.79%。

表 5.1-24 天合兴电站库尾断面流速变化 单位：m/s

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	施工取水后	变化率（%）	施工取水前	施工取水后	变化率（%）	施工取水前	施工取水后	变化率（%）
1	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00
2	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00
3	0.450	0.448	-0.59	0.602	0.601	-0.18	0.400	0.400	0.00
4	0.714	0.713	-0.22	0.517	0.514	-0.57	0.456	0.448	-1.79
5	0.607	0.604	-0.44	0.559	0.556	-0.69	0.277	0.277	0.00
6	0.403	0.400	-0.63	0.658	0.655	-0.60	0.497	0.491	-1.30
7	0.539	0.533	-1.22	0.603	0.599	-0.67	0.564	0.555	-1.66
8	0.666	0.662	-0.59	0.425	0.413	-2.84	0.661	0.653	-1.16
9	0.729	0.727	-0.38	0.427	0.417	-2.48	0.400	0.400	0.00

续表 5.1-24（完） 天合兴电站库尾断面流速变化 单位：m/s

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	施工取水后	变化率（%）	施工取水前	施工取水后	变化率（%）	施工取水前	施工取水后	变化率（%）
10	0.457	0.450	-1.63	0.427	0.418	-2.18	0.400	0.400	0.00
11	0.438	0.434	-0.94	0.408	0.403	-1.23	0.400	0.400	0.00
12	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00

2）湖北村桥

湖北村桥断面流速变化情况见表 5.1-25。P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，其中 P=50%来水条件下 1 月、2 月和 12 月，P=75%来水条件下 1 月和 2 月以及 P=95%来水条件下 1 月、2 月、3 月、5 月和 9 月至 11 月流速不发生变化，其余月份流速均出现不同程度的下降。其中，P=50%来水条件下，6 月份流速降幅最大，为 2.60%；P=75%来水条件下，8 月份流速降幅最大，为 2.18%；P=95%来水条件下，6 月份流速降幅最大，为 1.74%。

表 5.1-25 湖北村桥断面流速变化 单位：m/s

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	施工取水后	变化率（%）	施工取水前	施工取水后	变化率（%）	施工取水前	施工取水后	变化率（%）
1	0.309	0.309	0.00	0.309	0.309	0.00	0.309	0.309	0.00
2	0.309	0.309	0.00	0.309	0.309	0.00	0.309	0.309	0.00
3	0.453	0.451	-0.45	0.642	0.641	-0.23	0.309	0.309	0.00
4	0.777	0.775	-0.25	0.537	0.533	-0.79	0.458	0.452	-1.35
5	0.649	0.646	-0.55	0.588	0.584	-0.68	0.309	0.309	0.00
6	0.413	0.403	-2.60	0.708	0.705	-0.51	0.508	0.499	-1.74
7	0.566	0.559	-1.20	0.644	0.638	-0.84	0.594	0.584	-1.64
8	0.716	0.712	-0.50	0.433	0.423	-2.18	0.710	0.703	-0.98
9	0.796	0.793	-0.38	0.434	0.426	-1.90	0.309	0.309	0.00
10	0.459	0.453	-1.24	0.434	0.427	-1.68	0.309	0.309	0.00
11	0.443	0.440	-0.72	0.418	0.414	-0.95	0.309	0.309	0.00
12	0.309	0.309	0.00	0.397	0.392	-1.16	0.309	0.309	0.00

综上所述，施工期在施工取水后，下水库坝址下游各典型断面的径流量、水位、流速基本呈现下降趋势。但当上游天然来水不满足生态流量要求时，通过在已提前蓄存水量的施工围堰内取用施工用水，可保证上游天然来水全部下泄，降低施工用水对下游河道水文情势的影响。

5.1.5.3 初期蓄水期水文情势影响分析

本工程以50%、75%天然来水条件为代表工况，分析下水库坝址下游典型断面的水文情势变化情况。

a）径流量变化

1）天合兴电站库尾

天合兴电站库尾断面径流量变化情况见表5.1-26。除P=75%来水条件下第5年12月～第6年2月、第6年12月～第7年3月断面径流量增加外，P=50%和P=75%来水条件下其余月份径流量均出现不同程度的减少，上述月份径流量增加主要是由于当月来水不满足生态流量要求，通过水库已蓄水量补充生态流量所致。其中，P=50%来水条件下，第5年7月份径流量减幅最大，为11.59%；P=75%来水条件下，第5年8月份径流量减幅最大，为15.80%；P=75%来水条件下，第7年1月增幅最大，为104.29%。

表5.1-26 天合兴电站库尾断面径流量变化 单位：万 m^3

时间		P=50%			P=75%		
年	月	初期蓄水前	初期蓄水后	变化率（%）	初期蓄水前	初期蓄水后	变化率（%）
第5年	4	2285.37	2028.84	-11.22	929.11	782.58	-15.77
	5	2490.42	2211.13	-11.21	827.99	697.70	-15.74
	6	673.45	604.49	-10.24	1097.48	924.52	-15.76
	7	4510.46	3987.76	-11.59	544.48	458.78	-15.74
	8	2161.80	1927.98	-10.82	1188.83	1001.01	-15.80
	9	492.62	439.39	-10.80	417.79	352.56	-15.61
	10	505.82	457.44	-9.56	228.74	193.36	-15.47
	11	489.50	443.40	-9.42	194.86	164.76	-15.45
	12	320.57	295.15	-7.93	67.66	80.24	18.60
第6年	1	154.64	139.30	-9.92	43.82	76.22	73.95
	2	123.67	113.24	-8.43	52.96	71.10	34.26
	3	1063.18	946.71	-10.95	396.28	333.81	-15.76
	4	639.16	568.91	-10.99	1197.25	1009.00	-15.72
	5	837.66	746.34	-10.90	1317.70	1110.38	-15.73
	6	1365.61	1207.95	-11.54	754.52	635.86	-15.73
	7	1072.85	952.83	-11.19	3041.34	2561.32	-15.78
	8	370.50	328.86	-11.24	850.54	716.90	-15.71
	9	364.79	326.79	-10.42	954.06	804.06	-15.72
	10	376.95	335.56	-10.98	260.96	220.57	-15.48
	11	327.37	293.25	-10.42	161.19	136.07	-15.58
	12	293.18	264.97	-9.62	75.07	81.49	8.56

续表 5.1-26（完） 天合兴电站库尾断面径流量变化 单位：万 m^3

时间		P=50%			P=75%		
年	月	初期蓄水前	初期蓄水后	变化率（%）	初期蓄水前	初期蓄水后	变化率（%）
第7年	1	129.19	116.37	-9.93	36.73	75.03	104.29
	2	90.50	80.43	-11.12	35.87	68.22	90.20
	3	650.80	576.96	-11.35	82.48	82.74	0.32
	4	1437.32	1274.29	-11.34	1808.34	1523.31	-15.76
	5	637.91	564.38	-11.53	1050.29	884.76	-15.76
	6	648.51	574.98	-11.34	1228.43	1037.61	-15.53
	7	612.13	543.12	-11.27	702.34	658.33	-6.27
	8	1759.08	1691.37	-3.85	576.69	537.66	-6.77
	9	405.32	365.74	-9.77	321.14	282.56	-12.01

2）湖北村桥

湖北村桥断面径流量变化情况见表 5.1-27。除 P=75%来水条件下第 5 年 12 月~第 6 年 2 月、第 6 年 12 月~第 7 年 3 月断面径流量增加外，P=50%和 P=75%来水条件下其余月份径流量均出现不同程度的减少，上述月份径流量增加主要是由于当月天然来水不满足生态流量要求，通过水库已蓄水量补充生态流量所致。其中，P=50%来水条件下，第 5 年 7 月份径流量减幅最大，为 10.77%；P=75%来水条件下，第 5 年 8 月份径流量减幅最大，为 14.68%；P=75%来水条件下，第 7 年 1 月增幅最大，为 96.95%。

表 5.1-27 湖北村桥断面径流量变化 单位：万 m^3

时间		P=50%			P=75%		
年	月	初期蓄水前	初期蓄水后	变化率（%）	初期蓄水前	初期蓄水后	变化率（%）
第5年	4	2458.67	2202.14	-10.43	999.57	853.04	-14.66
	5	2679.27	2399.98	-10.42	890.78	760.49	-14.63
	6	724.52	655.56	-9.52	1180.70	1007.74	-14.65
	7	4852.50	4329.80	-10.77	585.77	500.07	-14.63
	8	2325.73	2091.91	-10.05	1278.98	1091.16	-14.68
	9	529.97	476.74	-10.04	449.47	384.24	-14.51
	10	544.17	495.79	-8.89	246.09	210.71	-14.38
	11	526.62	480.52	-8.75	209.64	179.54	-14.36
	12	344.87	319.45	-7.37	72.79	85.37	17.29
第6年	1	166.37	151.03	-9.22	47.14	79.54	68.74
	2	133.05	122.62	-7.84	56.98	75.12	31.84
	3	1143.80	1027.33	-10.18	426.33	363.86	-14.65
	4	687.62	617.37	-10.22	1288.04	1099.79	-14.62

续表 5.1-27（完） 湖北村桥断面径流量变化 单位：万 m^3

时间		P=50%			P=75%		
年	月	初期蓄水前	初期蓄水后	变化率（%）	初期蓄水前	初期蓄水后	变化率（%）
第6年	5	901.18	809.86	-10.13	1417.62	1210.30	-14.62
	6	1469.17	1311.51	-10.73	811.73	693.07	-14.62
	7	1154.20	1034.18	-10.40	3271.97	2791.95	-14.67
	8	398.60	356.96	-10.45	915.04	781.40	-14.61
	9	392.45	354.45	-9.68	1026.40	876.40	-14.61
	10	405.53	364.14	-10.21	280.75	240.36	-14.39
	11	352.20	318.08	-9.69	173.42	148.30	-14.48
	12	315.41	287.20	-8.94	80.76	87.18	7.96
第7年	1	138.99	126.17	-9.23	39.51	77.81	96.95
	2	97.36	87.29	-10.34	38.59	70.94	83.84
	3	700.15	626.31	-10.55	88.73	88.99	0.30
	4	1546.31	1383.28	-10.54	1945.47	1660.44	-14.65
	5	686.28	612.75	-10.71	1129.94	964.41	-14.65
	6	697.69	624.16	-10.54	1321.58	1130.76	-14.44
	7	658.55	589.54	-10.48	755.60	711.59	-5.82
	8	1892.47	1824.76	-3.58	620.43	581.40	-6.29
	9	436.05	396.47	-9.08	345.49	306.91	-11.17

b）水位变化

1）天合兴电站库尾

天合兴电站库尾断面水位变化情况见表 5.1-28。除 P=75%来水条件下第 5 年 12 月~第 6 年 2 月、第 6 年 12 月~第 7 年 3 月断面水位增高外，P=50%和 P=75%来水条件下其余月份水位均出现不同程度的下降，上述月份水位增加主要是由于当月天然来水不满足生态流量要求，通过水库已蓄水量补充生态流量所致。其中，P=50%来水条件下，第 5 年 7 月份水位降幅最大，为 0.049m；P=75%来水条件下，第 6 年 7 月份水位降幅最大，为 0.054m；P=75%来水条件下，第 7 年 1 月增幅最大，为 0.048m。

表 5.1-28 天合兴电站库尾断面水位变化 单位：m

时间		P=50%			P=75%		
年	月	初期蓄水前	初期蓄水后	变化量	初期蓄水前	初期蓄水后	变化量
第 5 年	4	454.562	454.528	-0.034	454.349	454.320	-0.029
	5	454.579	454.543	-0.035	454.324	454.298	-0.026
	6	454.298	454.279	-0.019	454.383	454.349	-0.035
	7	454.786	454.737	-0.049	454.258	454.236	-0.022
	8	454.537	454.507	-0.030	454.394	454.357	-0.036
	9	454.249	454.235	-0.014	454.229	454.211	-0.018
	10	454.248	454.236	-0.013	454.142	454.120	-0.022
	11	454.248	454.236	-0.012	454.125	454.106	-0.019
	12	454.199	454.184	-0.016	454.042	454.058	0.016
第 6 年	1	454.096	454.087	-0.010	454.027	454.068	0.040
	2	454.085	454.078	-0.007	454.036	454.061	0.025
	3	454.369	454.347	-0.023	454.220	454.203	-0.016
	4	454.289	454.270	-0.019	454.402	454.365	-0.037
	5	454.326	454.308	-0.018	454.415	454.379	-0.036
	6	454.429	454.404	-0.025	454.315	454.288	-0.027
	7	454.371	454.348	-0.023	454.641	454.588	-0.054
	8	454.213	454.202	-0.011	454.328	454.302	-0.026
	9	454.215	454.204	-0.010	454.354	454.324	-0.030
	10	454.013	454.012	-0.001	454.009	454.008	-0.001
	11	454.204	454.189	-0.016	454.104	454.088	-0.016
	12	454.182	454.165	-0.018	454.047	454.055	0.008
第 7 年	1	454.080	454.072	-0.008	454.023	454.071	0.048
	2	454.062	454.055	-0.006	454.025	454.069	0.045
	3	454.286	454.267	-0.019	454.051	454.052	0.001
	4	454.441	454.415	-0.026	454.499	454.454	-0.045
	5	454.283	454.263	-0.019	454.367	454.335	-0.032
	6	454.291	454.271	-0.020	454.407	454.400	-0.007
	7	454.276	454.258	-0.018	454.299	454.287	-0.012
	8	454.483	454.472	-0.008	454.267	454.256	-0.010
	9	454.225	454.215	-0.011	454.203	454.182	-0.021

2）湖北村桥

湖北村桥断面水位变化情况见表 5.1-29。除 P=75%来水条件下第 5 年 12 月~第 6 年 2 月、第 6 年 12 月~第 7 年 3 月断面水位增高外，P=50%和 P=75%来水条件下其余月份水位均出现不同程度的下降，上述月份水位增加主要是由于当月天然来水不满足生态流量要求，通过水库已蓄水量补充生态流量所致。其中，P=50%来水条件下，第 5 年 7 月份水位降幅最大，为 0.049m；P=75%来水条件下，第 6 年 7 月份水位降幅最

大，为 0.055m；P=75%来水条件下，第 7 年 1 月增幅最大，为 0.076m。

表 5.1-29 湖北村桥断面水位变化 单位：m

时间		P=50%			P=75%		
年	月	初期蓄水前	初期蓄水后	变化量	初期蓄水前	初期蓄水后	变化量
第 5 年	4	429.622	429.589	-0.033	429.402	429.372	-0.030
	5	429.638	429.605	-0.032	429.374	429.347	-0.027
	6	429.345	429.330	-0.015	429.433	429.404	-0.029
	7	429.865	429.817	-0.049	429.311	429.291	-0.020
	8	429.596	429.564	-0.032	429.443	429.412	-0.031
	9	429.304	429.289	-0.014	429.281	429.262	-0.019
	10	429.303	429.290	-0.013	429.218	429.208	-0.010
	11	429.303	429.290	-0.013	429.210	429.201	-0.009
	12	429.247	429.239	-0.007	429.092	429.117	0.025
第 6 年	1	429.184	429.169	-0.015	429.067	429.131	0.064
	2	429.166	429.154	-0.011	429.082	429.122	0.040
	3	429.421	429.402	-0.019	429.270	429.252	-0.018
	4	429.337	429.322	-0.015	429.451	429.419	-0.032
	5	429.376	429.357	-0.019	429.465	429.432	-0.034
	6	429.482	429.455	-0.027	429.363	429.338	-0.025
	7	429.422	429.403	-0.020	429.706	429.651	-0.055
	8	429.262	429.250	-0.012	429.379	429.352	-0.027
	9	429.264	429.253	-0.011	429.407	429.377	-0.030
	10	429.043	429.040	-0.002	429.036	429.033	-0.002
	11	429.252	429.242	-0.010	429.197	429.171	-0.026
	12	429.238	429.230	-0.008	429.100	429.113	0.013
第 7 年	1	429.157	429.145	-0.013	429.059	429.135	0.076
	2	429.127	429.118	-0.009	429.062	429.133	0.071
	3	429.335	429.320	-0.015	429.108	429.108	0.001
	4	429.495	429.467	-0.028	429.553	429.512	-0.041
	5	429.332	429.317	-0.015	429.418	429.389	-0.029
	6	429.339	429.324	-0.016	429.457	429.449	-0.008
	7	429.326	429.312	-0.014	429.346	429.337	-0.009
	8	429.536	429.529	-0.008	429.318	429.310	-0.008
	9	429.277	429.265	-0.012	429.250	429.239	-0.011

c）流速变化

1）天合兴电站库尾

天合兴电站库尾断面流速变化情况见表 5.1-30。P=50%来水条件下，第 5 年 12 月~第 6 年 2 月、第 6 年 10 月、第 6 年 12 月~第 7 年 2 月流速不变；P=75%来水条件下，第 5 年 10 月~第 6 年 2 月、第 6 年 10 月~第 7 年 3 月流速不变；P=50%和 P=75%来水

条件下其余月份流速均出现不同程度的下降。其中，P=50%来水条件下，第 6 年 8 月份流速降幅最大，为 4.89%；P=75%来水条件下，第 6 年 3 月份流速降幅最大，为 6.80%。

表 5.1-30 天合兴电站库尾断面流速变化 单位：m/s

时间		P=50%			P=75%		
年	月	初期蓄水前	初期蓄水后	变化率（%）	初期蓄水前	初期蓄水后	变化率（%）
第5年	4	0.775	0.748	-3.52	0.584	0.553	-5.39
	5	0.787	0.760	-3.39	0.557	0.525	-5.81
	6	0.524	0.509	-2.95	0.613	0.583	-4.81
	7	0.933	0.903	-3.22	0.488	0.461	-5.60
	8	0.755	0.728	-3.59	0.620	0.591	-4.66
	9	0.478	0.459	-3.87	0.451	0.422	-6.40
	10	0.477	0.460	-3.41	0.400	0.400	0.00
	11	0.477	0.461	-3.35	0.400	0.400	0.00
	12	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00
第6年	1	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00
	2	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00
	3	0.602	0.582	-3.36	0.436	0.407	-6.80
	4	0.517	0.500	-3.31	0.628	0.598	-4.67
	5	0.559	0.537	-3.92	0.643	0.609	-5.22
	6	0.659	0.630	-4.36	0.546	0.516	-5.40
	7	0.603	0.583	-3.42	0.835	0.793	-5.11
	8	0.425	0.404	-4.89	0.562	0.529	-5.80
	9	0.428	0.409	-4.46	0.589	0.558	-5.27
	10	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00
	11	0.409	0.400	-2.20	0.400	0.400	0.00
	12	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00
第7年	1	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00
	2	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00
	3	0.515	0.497	-3.46	0.400	0.400	0.00
	4	0.670	0.642	-4.14	0.720	0.683	-5.12
	5	0.512	0.494	-3.57	0.600	0.569	-5.07
	6	0.519	0.501	-3.39	0.634	0.625	-1.40
	7	0.506	0.488	-3.58	0.526	0.516	-1.82
	8	0.708	0.699	-0.96	0.497	0.486	-2.17
	9	0.446	0.428	-3.92	0.406	0.400	-1.39

2）湖北村桥

湖北村桥断面流速变化情况见表 5.1-31。P=50%来水条件下，第 6 年 1 月~2 月、第 6 年 10 月、第 7 年 1 月~2 月流速不变；P=75%来水条件下，第 5 年 12 月~第 6 年 2 月、第 6 年 10 月~第 7 年 3 月流速不变；P=50%和 P=75%来水条件下其余月份流速均

出现不同程度的下降。其中，P=50%来水条件下，第 7 年 5 月份流速降幅最大，为 4.78%；P=75%来水条件下，第 5 年 11 月流速降幅最大，为 7.46%。

表 5.1-31 湖北村桥断面流速变化 单位：m/s

时间		P=50%			P=75%		
年	月	初期蓄水前	初期蓄水后	变化率（%）	初期蓄水前	初期蓄水后	变化率（%）
第5年	4	0.855	0.820	-4.06	0.617	0.583	-5.37
	5	0.872	0.836	-4.18	0.586	0.552	-5.76
	6	0.549	0.527	-4.01	0.657	0.619	-5.90
	7	1.080	1.036	-4.07	0.494	0.464	-6.12
	8	0.826	0.797	-3.55	0.669	0.630	-5.75
	9	0.479	0.462	-3.55	0.454	0.432	-4.88
	10	0.477	0.463	-3.08	0.358	0.333	-7.02
	11	0.477	0.463	-3.04	0.337	0.312	-7.46
	12	0.411	0.399	-2.85	0.309	0.309	0.00
第6年	1	0.309	0.309	0.00	0.309	0.309	0.00
	2	0.309	0.309	0.00	0.309	0.309	0.00
	3	0.642	0.615	-4.14	0.442	0.419	-5.21
	4	0.537	0.513	-4.46	0.678	0.640	-5.59
	5	0.588	0.566	-3.84	0.693	0.656	-5.37
	6	0.708	0.682	-3.67	0.573	0.539	-5.96
	7	0.644	0.617	-4.21	0.937	0.886	-5.45
	8	0.432	0.416	-3.76	0.591	0.558	-5.65
	9	0.435	0.420	-3.43	0.623	0.589	-5.47
	10	0.309	0.309	0.00	0.309	0.309	0.00
	11	0.419	0.403	-3.67	0.309	0.309	0.00
	12	0.397	0.382	-3.68	0.309	0.309	0.00
第7年	1	0.309	0.309	0.00	0.309	0.309	0.00
	2	0.309	0.309	0.00	0.309	0.309	0.00
	3	0.534	0.509	-4.65	0.309	0.309	0.00
	4	0.720	0.695	-3.48	0.785	0.739	-5.86
	5	0.529	0.504	-4.78	0.639	0.602	-5.76
	6	0.540	0.516	-4.57	0.684	0.676	-1.18
	7	0.520	0.495	-4.77	0.551	0.537	-2.50
	8	0.768	0.759	-1.11	0.507	0.492	-2.89
	9	0.450	0.436	-2.99	0.416	0.398	-4.33

综上所述，初期蓄水后，下水库坝址下游各典型断面的径流量、水位、流速基本呈现下降趋势，对下游河道水文情势有一定影响，但通过当上游天然来水量不满足生态流量要求时利用水库已蓄水量补充生态流量，可使得下水库坝址下游各典型断面径流量、水位呈现增加和升高趋势，减轻对下游河道水文情势的影响。

5.1.5.4 运行期水文情势影响分析

a）径流量变化

1）天合兴电站库尾

天合兴电站库尾断面径流量变化情况见表 5.1-32。P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，除 P=95%来水条件下 1 月、2 月、5 月和 9 月外，其余月份径流量均出现不同程度的下降。其中，P=50%来水条件下，2 月份径流量降幅最大，为 8.16%；P=75%来水条件下，12 月份径流量降幅最大，为 9.84%；P=95%来水条件下，11 月份径流量降幅最大，为 12.24%。

表 5.1-32 天合兴电站库尾断面径流量变化 单位：万 m^3

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	运行期	变化率（%）	施工取水前	运行期	变化率（%）	施工取水前	运行期	变化率（%）
1	164.31	161.53	-1.69	154.54	145.77	-5.67	79.01	79.01	0.00
2	83.05	76.28	-8.16	123.62	116.62	-5.67	68.71	68.71	0.00
3	430.45	400.07	-7.06	1064.13	993.75	-6.61	121.06	108.68	-10.23
4	1758.27	1679.40	-4.49	638.15	605.51	-5.12	431.05	386.41	-10.36
5	1095.37	1061.43	-3.10	838.87	804.95	-4.04	160.17	160.17	0.00
6	315.53	302.31	-4.19	1364.95	1301.73	-4.63	559.87	511.65	-8.61
7	754.67	720.25	-4.56	1071.63	1027.22	-4.14	860.84	786.43	-8.64
8	1459.70	1380.26	-5.44	371.76	347.33	-6.57	1424.11	1348.98	-5.28
9	1878.99	1845.73	-1.77	363.40	340.14	-6.40	118.71	118.71	0.00
10	448.77	416.71	-7.14	375.51	353.45	-5.87	132.58	120.52	-9.10
11	386.43	357.66	-7.45	326.07	307.30	-5.76	112.49	98.72	-12.24
12	123.09	119.26	-3.11	293.02	264.19	-9.84	88.39	83.83	-5.16

2）湖北村桥

湖北村桥断面径流量变化情况见表 5.1-33。P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，除 P=95%来水条件下 1 月、2 月、5 月和 9 月外，其余月份径流量均出现不同程度的下降。其中，P=50%来水条件下，2 月份径流量降幅最大，为 7.58%；P=75%来水条件下，12 月份径流量降幅最大，为 9.15%；P=95%来水条件下，11 月份径流量降幅最大，为 11.40%。

表 5.1-33 湖北村桥断面径流量变化 单位：万 m^3

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	运行期	变化率（%）	施工取水前	运行期	变化率（%）	施工取水前	运行期	变化率（%）
1	176.76	173.99	-1.57	166.33	157.56	-5.27	85.17	85.17	0.00
2	89.35	82.58	-7.58	133.06	126.05	-5.26	73.79	73.79	0.00
3	463.10	432.71	-6.56	1145.02	1074.64	-6.15	130.17	117.79	-9.51
4	1891.61	1812.73	-4.17	686.62	653.98	-4.75	463.71	419.07	-9.63
5	1178.43	1144.50	-2.88	902.62	868.69	-3.76	172.22	172.22	0.00
6	339.46	326.23	-3.90	1468.37	1405.15	-4.31	602.38	554.16	-8.01
7	811.90	777.48	-4.24	1152.78	1108.37	-3.85	926.19	851.78	-8.03
8	1570.39	1490.95	-5.06	400.15	375.72	-6.11	1532.04	1456.92	-4.90
9	2021.48	1988.21	-1.65	390.87	367.61	-5.95	127.53	127.53	0.00
10	482.80	450.74	-6.64	403.90	381.84	-5.46	142.76	130.70	-8.45
11	415.74	386.97	-6.92	350.96	332.19	-5.35	120.79	107.02	-11.40
12	132.43	128.59	-2.89	315.25	286.42	-9.15	95.08	90.53	-4.79

b）水位变化

1）天合兴电站库尾

天合兴电站库尾断面水位变化情况见表 5.1-34。P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，除 P=95%来水条件下 1 月、2 月、5 月和 9 月外，其余月份水位均出现不同程度的下降。其中，P=50%来水条件下，4 月份水位降幅最大，为 0.013m；P=75%来水条件下，12 月份水位降幅最大，为 0.018m；P=95%来水条件下，7 月份水位降幅最大，为 0.014m。

表 5.1-34 天合兴电站库尾断面水位变化 单位：m

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	运行期	变化值	施工取水前	运行期	变化值	施工取水前	运行期	变化值
1	454.102	454.101	-0.002	454.096	454.091	-0.005	454.049	454.049	0.000
2	454.057	454.053	-0.005	454.085	454.080	-0.005	454.047	454.047	0.000
3	454.228	454.221	-0.008	454.370	454.356	-0.014	454.075	454.068	-0.008
4	454.492	454.479	-0.013	454.288	454.279	-0.009	454.232	454.220	-0.012
5	454.376	454.369	-0.007	454.326	454.319	-0.007	454.100	454.100	0.000
6	454.201	454.188	-0.013	454.429	454.419	-0.010	454.267	454.254	-0.013
7	454.310	454.303	-0.007	454.371	454.362	-0.009	454.330	454.316	-0.014
8	454.437	454.424	-0.012	454.213	454.207	-0.006	454.431	454.420	-0.012
9	454.509	454.504	-0.004	454.214	454.208	-0.006	454.076	454.076	0.000
10	454.233	454.225	-0.008	454.214	454.208	-0.006	454.083	454.075	-0.008
11	454.220	454.213	-0.008	454.204	454.198	-0.006	454.072	454.063	-0.009
12	454.077	454.074	-0.002	454.182	454.164	-0.018	454.055	454.052	-0.003

2）湖北村桥

湖北村桥断面水位变化情况见表 5.1-35。P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，除 P=95%来水条件下 1 月、2 月、5 月和 9 月外，其余月份水位均出现不同程度的下降。其中，P=50%来水条件下，8 月份水位降幅最大，为 0.013m；P=75%来水条件下，1 月份水位降幅最大，为 0.09m；P=95%来水条件下，7 月份水位降幅最大，为 0.015m。

表 5.1-35 湖北村桥断面水位变化 单位：m

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	运行期	变化值	施工取水前	运行期	变化值	施工取水前	运行期	变化值
1	429.195	429.192	-0.003	429.184	429.176	-0.009	429.104	429.104	0.000
2	429.118	429.110	-0.007	429.166	429.158	-0.007	429.101	429.101	0.000
3	429.281	429.272	-0.009	429.421	429.420	-0.001	429.149	429.136	-0.012
4	429.545	429.534	-0.011	429.337	429.334	-0.003	429.285	429.272	-0.013
5	429.426	429.421	-0.006	429.376	429.373	-0.004	429.190	429.190	0.000
6	429.248	429.245	-0.004	429.482	429.478	-0.004	429.319	429.309	-0.010
7	429.358	429.351	-0.007	429.422	429.418	-0.004	429.381	429.366	-0.015
8	429.490	429.477	-0.013	429.263	429.255	-0.007	429.484	429.472	-0.012
9	429.563	429.559	-0.005	429.264	429.257	-0.006	429.150	429.150	0.000
10	429.286	429.277	-0.009	429.264	429.258	-0.006	429.161	429.149	-0.012
11	429.271	429.263	-0.009	429.252	429.249	-0.003	429.143	429.129	-0.014
12	429.151	429.147	-0.004	429.238	429.236	-0.003	429.114	429.109	-0.005

c）流速变化

1）天合兴电站库尾

天合兴电站库尾断面流速变化情况见表 5.1-36。P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，其中 P=50%来水条件下 1 月、2 月和 12 月，P=75%来水条件下 1 月、2 月和 12 月以及 P=95%来水条件下 1 月、2 月、3 月、5 月和 9 月至 11 月流速不发生变化，其余月流速均出现不同程度的变化。其中，P=50%来水条件下，11 月份流速降幅最大，为 3.03%；P=75%来水条件下，8 月份流速降幅最大，为 2.77%；P=95%来水条件下，4 月份流速降幅最大，为 4.02%。

表 5.1-36 天合兴电站库尾断面流速变化 单位：m/s

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	运行期	变化率（%）	施工取水前	运行期	变化率（%）	施工取水前	运行期	变化率（%）
1	0.40	0.40	0.00	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00
2	0.40	0.40	0.00	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00
3	0.45	0.44	-2.74	0.602	0.590	-1.96	0.400	0.400	0.00
4	0.71	0.70	-1.36	0.517	0.509	-1.47	0.456	0.438	-4.02
5	0.61	0.60	-0.88	0.559	0.552	-1.39	0.277	0.277	0.00
6	0.40	0.40	-0.63	0.658	0.647	-1.67	0.497	0.484	-2.79
7	0.54	0.53	-1.68	0.603	0.596	-1.20	0.564	0.547	-3.01
8	0.67	0.65	-1.93	0.425	0.414	-2.77	0.661	0.648	-1.90
9	0.73	0.73	-0.59	0.427	0.416	-2.68	0.400	0.400	0.00
10	0.46	0.44	-2.70	0.427	0.417	-2.45	0.400	0.400	0.00
11	0.44	0.42	-3.03	0.408	0.400	-2.03	0.400	0.400	0.00
12	0.40	0.40	0.00	0.400	0.400	0.00	0.400	0.400	0.00

2）湖北村桥

湖北村桥断面流速变化情况见表 5.1-37。P=50%、P=75%和 P=95%来水条件下，其中 P=50%来水条件下 1 月、2 月和 12 月，P=75%来水条件下 1 月和 2 月以及 P=95%来水条件下 1 月、2 月、3 月、5 月和 9 月至 12 月流速不发生变化，其余月份流速均出现不同程度的下降。其中，P=50%来水条件下，6 月份流速降幅最大，为 2.31%；P=75%来水条件下，12 月份流速降幅最大，为 3.77%；P=95%来水条件下，6 月份径流量降幅最大，为 3.70%。

表 5.1-37 湖北村桥断面流速变化 单位：m/s

月份	P=50%			P=75%			P=95%		
	施工取水前	运行期	变化率（%）	施工取水前	运行期	变化率（%）	施工取水前	运行期	变化率（%）
1	0.310	0.310	0.00	0.309	0.309	0.00	0.309	0.309	0.00
2	0.310	0.310	0.00	0.309	0.309	0.00	0.309	0.309	0.00
3	0.450	0.440	-2.08	0.642	0.626	-2.43	0.309	0.309	0.00
4	0.780	0.770	-1.58	0.537	0.526	-2.01	0.458	0.444	-3.05
5	0.650	0.640	-1.10	0.588	0.580	-1.36	0.309	0.309	0.00
6	0.410	0.410	-1.45	0.708	0.698	-1.40	0.508	0.489	-3.70
7	0.570	0.560	-1.65	0.644	0.634	-1.50	0.594	0.576	-2.95
8	0.720	0.700	-1.62	0.433	0.424	-2.13	0.710	0.699	-1.60
9	0.800	0.790	-0.59	0.434	0.425	-2.06	0.309	0.309	0.00
10	0.460	0.450	-2.05	0.434	0.426	-1.88	0.309	0.309	0.00
11	0.440	0.430	-2.31	0.418	0.410	-1.97	0.309	0.309	0.00
12	0.310	0.310	0.00	0.397	0.382	-3.77	0.309	0.309	0.00

综上所述，运行期下水库坝址下游各典型断面的径流量、水位、流速基本呈现下降趋势。当上游天然来水量不能满足生态流量要求时全部下泄，蒸发渗漏和生活用水所需水量由水损备用库容（101 万 m^3）补充，且下水库渗漏水量最终回归到坝址下游河道，因此总体来看运行期整体对坝址下游河道水文情势影响较小。

5.2 地表水环境影响预测与评价

5.2.1 水库水温影响评价

5.2.1.1 水温结构判别

a）判别方法

吉林省靖宇抽水蓄能电站为日调节电站，工程建成后，水体在上、下水库之间不断抽水、泄放，交换频繁，运行时每天交换 1 次，上、下水库每日循环平均水量为 1295.87 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：

$$\alpha = \frac{w}{v}，\ \beta = \frac{w_c}{v} \tag{5.2-1}$$

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，*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*α*≤10 时，为水温稳定分层型；*α*≥20 时，为混合型；10<*α*<20 时，为过渡型。若*β*>1，则水库水温为临时混合型；若*β*<0.5，则水库仍为稳定分层型；0.5<*β*<1，则洪水的影响介于前二者之间。

上水库为新建水库，地表径流较小，上水库不存在受影响的地表水域；取水量为 0 万 m^3；按照多年平均年径流量 177750.2 万 m^3（含上、下水库的循环水量）计算 α=109.86，表明上水库为混合型。

下水库为新建水库，多年平均年径流量 185853.2 万 m^3（含上、下水库的循环水量），运行期年平均取水量为 377.71 万 m^3，计算α为 75.34，则下水库为混合型。

根据以上分析，上、下水库均为混合型水库。抽水蓄能电站运行过程中，由于库水日内频繁混动，水体交换频繁，水库水温与天然水温一样受水域周边气温的变化而

变化，运行后上、下水库水温不会明显改变。且库水仅在上、下水库交换而不下泄，对下游水体水温基本没有影响。

5.2.1.2 水温对下游水生生态的影响

根据水温判别，上、下水库均为混合型水库，本工程建成后不会产生水库水温分层现象，下泄水温不会对坝址下游水生生态产生不利影响。

5.2.2 施工期地表水水质影响评价

5.2.2.1 施工对河流水质影响分析

项目中涉水工程主要为施工过程中施工围堰等挡水措施，本工程采用了分期导流，一期导流自第 1 年 9 月一期导流明渠开挖开始，到第 3 年 10 月一期围堰拆除结束，该时段内主要进行河床#17～#24 坝段（包含 1 孔泄流底孔、2 孔泄流表孔以及门库坝段等建筑物）的施工，二期导流自第 3 年 10 月初二期围堰填筑开始，到第 5 年 5 月末二期围堰拆除结束，二期进行右岸河床#1～#16 混凝土坝段的施工。施工作业均在围堰内开展，不直接接触地表水体，因此工程施工对水质的影响主要是围堰填筑对水质的影响，类比同类项目，围堰造成悬浮物增加的影响长度一般不会超过 500m，500m 以外的水质基本不会受到影响。

5.2.2.2 施工废污水影响分析

a）正常情况

本工程施工废污水主要包括砂石加工系统废水、混凝土生产系统废水、机械修配系统含油废水、洞室排水和基坑排水，以及施工人员生活污水。其中砂石加工系统废水、混凝土生产系统废水处理后分别回用于砂石加工系统和混凝土生产系统；机械修配含油废水、基坑排水经处理后回用于道路、场地洒水抑尘；洞室排水经处理后回用于工程施工或洒水降尘；生活污水经处理后回用于场地洒水或绿化等。

因此，本工程施工期正常情况下废污水均可经处理后进行合理回用，不会对下游河道水质产生影响。

b）事故排放

根据对施工期各类废污水情况的分析，其中砂石加工系统运行周期长，冲洗废水量较大，上水库垫层料加工系统废水高峰期约为 76.0m^3/h，下水库混凝土骨料加工系

统废水高峰期约为 100.0m³/h。根据本工程砂石料加工特征及其他工程实测结果，砂石加工系统废水中的 SS 浓度一般在 10000～20000mg/L，平均为 15000mg/L 左右，具有废水量大、SS 浓度高的特点。砂石加工系统废水经处理后 SS 浓度可降至 100mg/L 以下，满足《水电工程施工组织设计规范》（NB/T 10491-2021）中的施工用水标准。若发生事故排放，砂石加工系统废水排放至河流，对其水质产生不利影响。

上水库垫层料加工系统布置在上水库东北侧山顶处，沿#Y1 永久道路布设，下水库混凝土骨料加工系统布置在下水库进/出水口东侧，紧邻混凝土骨料暂存场布置。依托天然地形，下水库混凝土骨料加工系统和常态、碾压混凝土生产系统分 530m、540m 及 550m 多级台阶布置。废污水事故排放情况下，下水库混凝土骨料加工系统废水有可能影响那尔轰河水质，因此主要对下水库混凝土骨料加工系统废水事故排放情况下的影响进行分析。分析时考虑下水库混凝土骨料加工系统废水未经处理直接排放至那尔轰河道的污染情况，事故排放量按 1h 高峰期废水量计，约 100.0m³/h。

1）预测因子

砂石加工系统废水中主要污染因子为 SS，因此预测因子为 SS。

2）预测工况

砂石加工系统废水处理前、处理后两种工况。

3）预测模式

采用河流完全稀释混合模式，公式如下：

$$c=\left(c_pQ_p+c_hQ_h\right)/\left(Q_p+Q_h\right) \quad (5.2\text{-}2)$$

式中：c—完全混合后的污染物浓度，mg/L；

c_p—废水污染物浓度，mg/L；

Q_p—废水排放量，m³/s；

c_h—河水污染物浓度，mg/L；

Q_h—河水流量，m³/s。

4）预测参数

根据下水库混凝土骨料加工系统的布置，系统冲洗废水在事故情况下可能排至下游的那尔轰河，下水库坝址处 95%来水条件下最枯月均流量为 0.09m³/s，那尔轰河下

水库坝址处枯水期 SS 浓度现状监测平均值为 11.3mg/L。下水库混凝土骨料加工系统废水产生量为 100.0m³/h，废水中 SS 浓度为 15000mg/L 左右。根据废水回用标准要求，处理后的回用水中 SS 浓度取值为 100mg/L。

5）预测结果及评价

施工期下水库混凝土骨料加工系统废水事故排放预测结果见表 5.2-1。

表 5.2-1 施工期下水库混凝土骨料加工系统废水事故排放污染物浓度计算

事故排放工况	单位	未处理	处理后
那尔轰河 95%保证率最枯月均流量	m^3/s	0.088	
水体 SS 本底浓度	mg/L	11.3	
废水水量	m^3/s	0.028	
污染物 SS 浓度	mg/L	15000	100
混合时浓度	mg/L	3567.94	32.35

下水库混凝土骨料加工系统废水在未经处理的情况下事故排放造成水体中 SS 浓度较大幅度提高，对那尔轰河水质产生较大影响，废水经过处理后发生事故排放则对那尔轰河水质影响相对较小。因此，工程施工期必须对砂石加工系统废水进行处理并回用，工程施工中应当采取严格管理措施，配置应急事故水池、污水泵等设备，防止事故排放的发生。

5.2.2.3 施工区面源污染

若遇雨季，雨水会冲刷裸露的施工场地，可能产生泥土随雨水进入地表水体，导致水体浊度和悬浮物浓度增大。

施工期各施工临建设施区因地表裸露，易受运输车辆、施工机械等跑、冒、漏、滴油污染，从而对土壤和下游河道及水库水质造成影响。本工程骨料暂存场、表土暂存场、公路、施工辅助设施场地等在施工过程中均设计采取施工临时防护措施，如临时挡护、遮盖、截排水等，这些措施可有效降低施工新增水土流失量，水体浊度和悬浮物浓度增加幅度与自然状态相比差别不会太大，基本不会对地表水体产生较大影响。

5.2.3 初期蓄水及运行期对地表水环境的影响

5.2.3.1 初期蓄水对水质影响分析

水库蓄水初期，上、下水库淹没区残留的腐烂物质（如杂草、树木和枝叶等）、土壤和回填均会分解释放出有机质，有机质分解使水体中BOD_5、COD、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，可能导致水库库底层水质发臭恶化。根据以往水库蓄水经验，初期蓄水的水质一般相对较差，尤其是库底清理不彻底，库底浸出物较多的情况下，水质会更差。水库蓄水后土壤中蓄积的污染物通过水-土间的界面反应和物质交换释放出来，对水质有一定影响，蓄水期结束后，经过蓄、放水次数的增加，库区水质影响逐渐减弱，可维持蓄水前水平。初期蓄水完成、进入正常运行阶段以后，随着库内污染物逐渐降解完成、库内水体不断流动和更新，水质将会逐渐好转。

本工程位于山区，上水库及坝址上游汇水范围内无工业企业分布，现状周边主要为林地，因此上水库现状主要污染源为林地的面源污染。下水库坝址上游及汇水范围内无工业企业分布，现状主要污染源为周边村庄的生活污染源、周边林地、农田面源污染。初期蓄水期，水库淹没三脚窝石村和杨岔河村等部分居民点及部分土地，生活污染源和农业面源污染将减少，库周也无工业污染源，蓄水期库周来水水质将好于现状监测结果，因此只要蓄水前清库彻底，控制好库区上游农村生活污染源、农业面源污染的排入，蓄水初期上、下水库坝下水质较建库前差异不大。

5.2.3.2 运行期对库区水质的影响分析

a）污染源分析

本工程上、下水库及周边区域无工业污染源，也无规模化畜禽养殖场。下水库库区周边主要以林地为主，有少量农田、村庄分布，产生的生活污染源和农业面源污染较小。工程运行期的管理营地设置在下水库，厂区内配备工作人员 139 人，生活污水产生量为 12.23m^3/d，生活污水中 BOD_5 浓度约 200mg/L，COD 浓度约 400mg/L；由于电站运行期管理区生活污水排放量极小，在采取相应处理措施回用后，对那尔轰河水质无影响。机组检修期间少量废油洒落地面后，冲洗地面产生的少量含油废水经处理达标回用后，对那尔轰河水质无影响。

b）库区水质预测

工程上水库在库周设置截排水措施，因降雨形成的径流不会进入库区，不会对上水库水质产生影响；下水库上游来水不断汇入水库，对库区水体进行交换，将有效改善水库水质。

电站运行本身不产生悬浮物，在电站抽水和发电运行时，进/出水口的流态为辐射状，局部水位有所壅高或降低，但上、下水库进/出水口水流分布基本均匀，流态平稳，对库底没有冲刷影响，不会造成库区水体浑浊。水体在上、下水库间循环往复，水体水质具有相同的变化趋势。电站运行后，库区污染源基本未发生改变，水质主要受那尔轰河上游水质的影响，上、下水库间水体交换频繁，水力停留时间较短，有效改善库区静水状态，从而有利于有机物的降解，增大污染物降解速度，因此可以判断，本工程建成运行后，上下水库水体交换频繁，能维持现有的水质现状，不会产生水质恶化的趋势。

5.2.3.3 水库富营养化影响分析

a）评价方法

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（∑），并用 0～100 的一系列连续数字对湖泊（水库）营养状态进行分级：

TLI（∑）＜30	贫营养
30≤TLI（∑）≤50	中营养
TLI（∑）>50	富营养
50＜TLI（∑）≤60	轻度富营养
60＜TLI（∑）≤7	中度富营养
TLI（∑）>70	重度富营养

b）综合营养状态指数

综合营养状态指数计算公式如下：

$$TLI(\Sigma)=\Sigma_{j=1}^{m}W_j\cdot TLI(j)$$

式中：TLI（Σ）——综合营养状态指数；

Wj——第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

TLI（j）——代表第 j 种参数的营养状态指数。

以 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 chla 的相关系数；

m——评价参数的个数。

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 5.2-2

表 5.2-2 中国湖泊（水库）部分参数与 chla 的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 值

参数	chla	TP	TN	SD	COD_{Mn}
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

c）各项目营养状态指数计算公式

TLI(chla)=10（2.5+1.086lnchla）

TLI(TP)=10（9.436+1.624lnTP）

TLI(TN)=10（5.453+1.694lnTN）

TLI(SD)=10（5.118-1.94lnSD）

$TLI(COD_{Mn})$=10（0.109+2.6611lnCOD_{Mn}）

式中：chla 单位为 mg/m^3，SD 的单位为 m，其他指标单位均为 mg/L。

d）评价结果

本项目各参数取值如表所示：

表 5.2-3 本项目参数取值表

参数	chla	TP	TN	SD	COD_{Mn}
上水库	1	0.08	0.67	19.9	3.67
下水库	1	0.08	0.67	4.3	3.67

注：chla 取检出限的一半，TP、TN、COD_{Mn} 检出的最大值，SD 取平均水深的一半。

通过计算，靖宇抽水蓄能电站上、下水库综合营养状态指数分别为 30.52 和 35.97，为中营养。综合分析，本电站上、下水库周边没有工业污染源，农业污染源很少，加

之电站运行时上、下水库水体交换频繁，同时工程区气温较低，水体水温也偏低，因此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极小。

5.2.3.4 对下游水质的影响分析

依据 5.1.1.3 小节，本工程保障 10 月～翌年 3 月、4 月～9 月分别下泄 0.257m^3/s、0.771m^3/s 的生态流量，该生态流量满足维持河流水体功能的水量的要求。

根据《水域纳污能力计算规范》（SL 348-2006）中完全混合模型计算本工程下水库坝址下游河段水体纳污能力。计算结果见表 5.2-4。

$$M=(C_s-C_0)*（Q+Q_p）$$

式中：M——水域纳污能力，g/s；Cs——水质目标浓度值，mg/L；C_0——初始断面污染物浓度，mg/L；Q——初始断面的入流流量，m^3/s；Q_p——废污水排放流量，m^3/s。

表 5.2-4 本工程下水库坝址下游河段水体纳污能力

指标	时期	C_0(mg/L)	Q（m^3/s）	Cs(mg/L)	纳污能力 M	
					（kg/s）	（t/a）
COD	枯水期	9.67	0.257	15	0.00136981	78.37
	丰水期	10.33	0.771	15	0.00360057	
氨氮	枯水期	0.19	0.257	0.5	0.00007967	6.00
	丰水期	0.11	0.771	0.5	0.00030069	

因此工程建设生产废水处理后回用不外排情况下，工程初期蓄水期间对坝址下游河段水质无影响。电站运行期废污水主要是生产管理人员生活污水及地下厂房机组检修含油废水，经处理后回用于洒水降尘、绿化，不排入河道；且水库淹没部分村庄和耕地，面源污染物减少；工程运行未新增污染源和污染物量。

运行期主要是按照电网运行要求，库水量在上、下库之间往复交换，工程本身并不消耗水量。下水库坝址各月来水量除补充上、下水库蒸发、渗漏损失外，其余多余水量均通过下水库设置的生态流量管及下水库径流管泄放至下水库坝址下游，坝下河段水质将与来水水质保持一致，下水库运行对坝下水质基本没有影响。

5.3 地下水环境影响预测与评价

5.3.1 地下水水质影响

施工期废污水主要包括砂石加工系统废水、混凝土生产系统废水、基坑排水、修配系统废水、洞室排水等生产废水和施工人员的生活污水，处理后全部回用，不会对地下水水质产生的明显的影响。

工程运行期间产生的废污水主要是运行管理人员的生活污水及机组检修产生的少量含油废水，生活污水和含油废水经处理后全部回用于厂区绿化或地面洒水，不外排。因此，工程运行期产生的各类废污水不会对地下水水质产生明显的影响。

5.3.2 地下水位影响

本工程对地下水影响主要为工程施工期间可能造成地下水水位发生变化，主要为上水库、输水发电系统（包括输水发电系统和地下厂房）、下水库等工程。

5.3.2.1 上水库

上水库区地下水按埋藏条件主要为第四系覆盖层孔隙潜水和基岩裂隙水，接受大气降水的补给，向沟谷、河流排泄。

覆盖层孔隙潜水分布于山间沟谷地带处，含水层厚度 3m～5m。水位埋深不一，水量不大，水位、水量随季节变化明显。

基岩裂隙水分布于坚硬岩石的裂隙带内，近场区主要为鞍山群花岗片麻岩裂隙水，其分布较广，基岩构造裂隙和风化裂隙均发育。这一类型的地下水，富水性比较均一，水位埋藏浅，泉水露头多，但水量有限。主要受降水补给，向沟谷、河流排泄。

上水库三面环山，库区未发现切穿山体连通库内外的大规模地质构造发育，岩石主要为花岗片麻岩，岩性单一。中等透水岩体（q>10Lu）13 段，占比 11.2%，主要分布于埋深 25m 以上；弱透水岩体（3Lu≤q<10Lu）19 段，占比 16.4%，最大埋深 50m；弱透水岩体（1Lu≤q<3Lu）20 段，占比 17.2%，主要分布于埋深 10m 以下；微透水岩体（q<1Lu）64 段，占比 55.2%，主要分布于埋深 10m 以下。库底、库周均不存在渗漏问题，坝址仅存在坝基和绕坝渗漏问题。

本工程上水库采用局部垂直防渗，防渗帷幕沿趾板布置，根据《碾压式土石坝设计规范》（NB/T 10872-2021）和《混凝土面板堆石坝设计规范》（NB/T 10871-2021）

的规定，1 级、2 级坝及高坝灌浆帷幕的透水率宜为 3～5Lu 区域内 5m。上水库库周封闭条件较好，库内地表见常年流水，不存在集中渗漏通道，本阶段上水库防渗灌浆帷幕按 3Lu 标准进行控制，即低于 3Lu 视为相对不透水层，防渗帷幕要求深入相对不透水层以下 5m。沿趾板线及坝肩进行帷幕灌浆防渗，帷幕灌浆孔设一排，孔距为 2m，在有断层破碎带位置设两排，孔距为 1m，帷幕灌浆深度不小于 20m，左右岸帷幕均延伸至正常蓄水位与地下水位相交处。左岸帷幕灌浆延伸长度为 210m，右岸帷幕灌浆延伸长度为 90m。

经采取措施后，上水库坝址不存在渗漏问题，对库岸边坡稳定影响不大。

5.3.2.2 输水发电系统

a）输水发电系统和地下厂房布置

1）输水发电系统

输水系统布置在那尔轰河三脚窝石村和五斤顶子山之间的山体内，输水系统总长 3491.14m，其中引水系统长 1793.15m，尾水系统长 1697.99m。枢纽共布置三套独立的输水系统，每套输水系统由引水系统和尾水系统两部分组成，引水、尾水系统均采用一洞两机的布置形式。引水系统由上水库进/出水口、引水隧洞、引水调压室、压力管道、高压引水岔管及高压引水支管等建筑物组成；尾水系统由尾水支管、尾水事故闸门室、尾水岔管、尾水调压室、尾水隧洞、下水库进/出水口等建筑物组成。

4）地下厂房

地下厂房采用中部布置方式，距上水库进/出水口闸门井水平距离约 1457m，埋深 250m～270m。地下厂房纵轴线 N75°W，输水线路成 64°进出厂房。厂区建筑物主要由地下厂房洞、主变洞、母线洞、交通洞、通风洞、尾闸洞、出线平洞、出线竖井、排风平洞、排风竖井、排水廊道和地面 GIS 开关站等建筑物组成。

主厂房洞开挖尺寸 245.0m×26.4m×59.4m（长×宽×高），发电机层高程为 441.90m，机组安装高程为 425.00m。主变洞开挖尺寸为 236.0m×21.8m×24.80m（长×宽×高），底板高程 441.90m。厂房与主变洞之间设 6 条母线洞、1 条主变洞和 1 条交通电缆洞。尾闸室洞开挖尺寸为开挖尺寸 210.5m×11.9m×39.70m（长×宽×高）。主厂房由主机间、安装间和副厂房组成，呈“一”字形布置，安装间布置在主机间左端，副厂房布置在

主机间右端。

b）地下水影响预测评价

1）输水发电系统

输水发电系统沿线属中低山地貌，山坡地形整体坡度约 10°，沟谷较发育，规模较大、切割较深，地表径流条件好，大多常年流水。大气降水是工程区地下水的主要补给源，最终汇入那尔轰河。

根据地下水赋存条件，输水发电系统地下水类型主要为基岩裂隙水和第四系孔隙潜水。基岩节理含水层分布较广，厚度大，赋存于基岩节理、断层破碎带中，其补给来自大气降水和地表径流，排泄于临近沟谷和那尔轰河，含水性和透水性受构造发育程度控制，一般随深度增加而减弱。孔隙潜水主要分布于覆盖层或全～强风化带内，直接受大气降水的补给，埋藏深浅不一，部分沿基岩面渗出。

地下水位总体上随地势的升高而抬高。根据输水发电系统区长期水位观测孔数据显示，引水隧洞附近地下水位埋深一般 3.0m～17.5m，最深达 55.0m；尾水隧洞附近地下水位埋深一般 6.0m～19.0m，最深达 31.8m。工程区钻孔压水试验表明上水库进/出水口及输水隧洞部位以微透水岩体为主，少量弱、中等透水岩体；下水库进/出水口部位以弱透水岩体为主，少量微透水岩体。输水隧洞开挖后，可能引起沿线局部地下水位下降，一般不存在危害性用水问题。

2）地下厂房区

地下厂房部位存在承压水，承压水高出地面约 0.15m，属微承压水。

地下厂房岩性单一，ZKy205 钻孔新鲜岩体压水试验透水率多<1Lu，多属微透水岩体；未见较大的断层破碎带穿过厂房，见 3 组优势节理，是主要的富水结构面，亦是主要的导水裂隙，与上、下水库结构面追踪连通的可能性不大，该组节理有可能以局部较发育的形式出现，厂房局部若出现节理较发育状况，可能出现局部集中渗流。

地下厂房区内有多个钻孔进行压水试验，据钻孔压水试验资料，对厂房区岩体渗透系数进行分析计算，计算公式采用《水电水利工程钻孔压水试验规程》附录 D：

$$k = \frac{Q}{2\pi HL} \ln \frac{L}{r_0}$$

式中：k——岩体渗透系数（m/d）；

Q——压入流量（m^3/d）；

H——压水试验水头（m）；

L——试验段长度（m）；

r_0——试验孔半径（m）。

厂房新鲜岩体透水率一般在 0.2Lu～5.0Lu 之间，根据上述公式计算，渗透系数 k 一般在 0.003m/d～0.083m/d 之间，属于微～弱透水岩体，渗透系数最大值为 k=0.083m/d，大值平均值为 k=0.039m/d。

①采用《水力发电工程地质手册》经验公式法估算最大涌水量：

$$Q_0=0.255+1.9224KH$$

式中：Q_0——洞身通过含水体单位长度可能最大涌水量，m^3/d；

K——岩体渗透系数，m/d；

H——静止水位至洞底距离；

渗透系数采用大值平均值 K=0.039m/d 时，厂房长度 L=226.0m，H=320m，$Q=5560m^3/d$。

②采用《水力发电工程地质手册》经验公式法估算稳定涌水量：

$$Q_0=KH（0.676-0.06K）$$

式中：Q_0——隧洞单位长度长期稳定涌水量，m^3/d；

K——含水体的渗透系数，m/d；

L——隧洞通过含水体的长度，m；

H——洞底以上潜水含水体厚度，m。

渗透系数采用大值平均值 K=0.039m/d 时，厂房长度 L=226.0m，H=320m，$Q=1930m^3/d$。

预测结果表明，地下厂房洞室开挖过程中可能出现涌水现象，厂房开挖时须做好排水措施。

地下洞室开挖后，可能引起沿线局部地下水位的下降，并在洞室附近范围内形成一个以开挖底板为基准的新的地下水排泄面。地下厂房岩性主要为花岗岩，属微透水

岩层，厂房附近发育有 8 条断层，其 Fd38 发育规模较大，属II级结构面；其余 7 条多为裂隙型断层，宽度为 0.1～0.5cm，规模小，为III～IV级结构面。厂房区断层多为陡倾角断层，裂隙较发育。构造发育部位会出现线状流水、喷水、甚至是集中涌水的问题，可能会引起地下水水位下降，对工程区地下水环境有一定的影响。

厂区地下水丰富，为降低地下水位，引排围岩渗水，环绕主厂房洞、主变洞和尾闸洞周边设置三层排水廊道。上层排水廊道设在地下厂房顶拱高程附近，与引水下平洞排水廊道、通风洞、主变通风洞等洞室连通；中层排水廊道设在厂房发电机层高程附近，与进厂交通洞、主变交通洞及通往主副厂房、变副厂房的廊道连通；下层排水廊道设在主机间尾水管层高程附近，与厂房底部管道廊道及尾闸副厂房底部的渗漏集水井连通。主厂房洞、主变洞及尾闸洞顶拱施打“人”字形排水孔，三层排水廊道之间设置垂直向排水孔，形成地下“三大洞室”排水幕；在主厂房洞、主变洞及尾闸洞围岩中设置系统排水孔，以排出围岩的渗水。排水廊道断面净尺寸 3.0m×3.0m（宽×高），总长约 2854m。本工程不具备设置自流排水洞的条件，厂区所有渗漏水和尾水管检修排水汇流至渗漏集水井，由排水泵排出厂外，由洞室排水处理系统收集处理。

5.3.2.3 下水库

下水库坝址区处于那尔轰河的中上游，地表径流主要有那尔轰河、杨岔河以及山体沟谷各溪流。水主要来源于大气降水、降雪补给，水量受季节性控制明显，以蒸发和渗流方式排泄。坝址区内地下水按埋藏条件主要为第四系覆盖层孔隙潜水和基岩裂隙水。均接受大气降水的补给，向沟谷、河流排泄。

下水库库区两岸山体雄厚，无低矮垭口，库区以弱～微透水岩体为主，两岸地下水分水岭相对较高，水库蓄水后不会向两岸邻谷产生渗漏。区域性断层（F31）组成物已经胶结成岩，结构紧密，断层岩体属于弱～微透水，区域性断层（F31）不会在库底形成渗透通道。

下水库地下水总体上随地势而变化，钻孔观测资料表明：河漫滩、阶地处地下水位埋深一般 0.5m～5.0m，最深达 7.50m，地下水位高程一般与河水位一致；山坡处地下水位埋深一般 5.0m～20.0m，左坝肩水位较深，达 26.5m。

库周山体雄厚，无低矮垭口，库周不存在渗漏问题。左岸坝肩地下水低于正常蓄

水位，存在绕坝渗漏问题。大坝基础通过设在坝体底部的基础灌浆排水廊道进行灌浆，两岸坝头通过在开挖边坡上搭建临时灌浆平台进行灌浆。坝基相对不透水层标准采用5Lu，设一排帷幕，深入相对不透水层距离不小于 5.0m，帷幕灌浆深度 15.0m～31.0m，孔距 2m。坝基帷幕下游侧设置一排排水孔，孔深为主帷幕灌浆深度的 0.5 倍，且不小于 10.0m，孔距 2.0m，并倾向下游 7°。为增强基岩的整体性，对坝基进行固结灌浆，固结灌浆深度帷幕上游侧为 8m，帷幕下游侧及消力池基础为 6m，间、排距均为 3m。

经采取措施后，下水库坝址不存在渗漏问题，对库岸边坡稳定影响不大。

5.3.3 对周边环境的影响

5.3.3.1 地下水水位变化对取用水的影响

根据调查，本工程地下水评价范围内无集中利用地下水要求、无重要价值泉眼及特殊地下水资源保护区等分布，工程施工期间基本不造成局部地下水位、水质变化，因此，不会对周边取水产生影响。

5.3.3.2 对生态环境的影响分析

地下水变化对植被的影响主要为间接影响，这种影响取决于土层中水文地质条件、天然地下水位的高度和上层滞水等。但植物生长不取决于溶隙—裂隙性地下水，因为根系既需要水分又需要氧气，而且往往在浅层中扩展，因而土壤结构的特征与水分的多少更重要，土壤水分是决定植被分布和植物生长的一个重要控制生态因子。由于本区在自然状态下地下水位埋深都较大，大气降水是其主要的补给途径，工程施工期间开挖虽然会在一定范围内降低或提高地下水位，但对表层土壤中的孔隙水潜水面的影响较小，不致影响地表土壤中的水分，开挖不会对地表植被的生长产生不利影响。

根据现场调查，评价范围内的珍稀保护动物以鸟类为主，由于鸟类活动范围较大，且地下水变化对评价区植被影响较小，因此对陆生动物影响相对较小。

5.4 陆生生态环境影响评价

5.4.1 评价区生态影响因子和对象分析

5.4.1.1 施工期生态影响因子及对象分析

a）施工期生态影响因子识别

工程施工期生态影响因子主要有征地拆迁、库盆清理、工程占地、隧洞工程施工、水土流失、人为活动干扰及施工活动产生的废水、废气、弃渣、扬尘、噪声、振动等。施工期生态影响因素识别详见表 5.4-1。

表 5.4-1 评价区项目施工期生态影响因素识别一览表

影响因素	影响对象	影响途径	影响性质	程度
征地拆迁	动植物多样性、生态系统、景观	拆迁活动产生建筑垃圾	可逆影响、短期影响	较小
库盆清理	生物多样性及其栖息地、生态系统	表面腐殖土清理、库盆土方开挖	不可逆影响，长期影响	较大
施工占地	景观	坝址、永久施工道路、业主营地等新景观形成	直接影响、不可逆影响，长期影响	较大
		施工活动、临时施工道路、临时施工场地等	可逆影响，短期影响	一般
	生态系统完整性	坝址、业主营地、永久施工道路等	直接影响、不可逆影响、长期影响	一般
	动植物多样性及其栖息地	永久临时占地、施工活动、弃渣、废水、振动、噪声、扬尘等	可逆影响、短期影响	较小
		永久占地	可逆影响、短期影响	较小
隧洞工程施工	动植物多样性及其生境、景观	隧洞口、支洞口等占地	不可逆影响、长期影响	较小
		弃渣、废水、固废等	可逆影响、短期影响	较小
水土流失	生物多样性及其栖息地、自然景观	工程开挖、弃渣等	直接或间接影响、短期影响、可逆影响	较小
水污染	生物多样性及其栖息地、生态系统	生产废水和生活污水等	直接影响、短期影响、可逆影响	较小
施工扬尘	生物多样性及其栖息地	土石方调配，运输作业扬尘等	直接影响、短期影响、可逆影响	一般
施工废气	动植物多样性	燃油机械的尾气、废气等	直接影响、短期影响	较小
弃渣	动植物多样性及其栖息地、景观等	工程开挖等	直接影响、短期影响、可逆影响	一般
施工噪声、振动等	动物分布	开挖、爆破等	直接影响、短期影响、可逆影响	较小
人为活动	动植物多样性及其生境、景观	施工人员等	直接影响、短期影响、可逆影响	较小

b）影响对象分析

1）拆迁活动：工程拆迁活动会产生建筑垃圾等污染环境。建设征地涉及直接搬迁人口 161 户 319 人，各类结构房屋 26361m^2；涉及村委会 1 个、个体工商户 8 个，林下种植人参 0.57hm^2、林蛙养殖 5 户。

影响对象：动植物多样性及其生境、生态系统、景观等。

2）施工占地：本项目总占地面积 504.49hm^2（包括枢纽建设区永久占地 147.70hm^2、淹没占地 274.01hm^2、临时占地 82.78hm^2）。施工占地扰动原地表生态景观，会改变占地区土地利用现状，植物个体损失，植被生物量减少，动物生境破坏，评价区农业生产、林业经营受到一定影响。施工占地包括永久性占地和临时性占地两类。永久占地为不可逆影响，直接破坏动植物多样性及其生境；临时占地为可逆影响，施工期将暂时破坏动植物多样性及其生境。

影响对象：生态系统、动植物多样性及其栖息地、自然景观。

3）隧洞工程施工：本工程施工支洞、通风兼安全洞、进厂交通洞隧洞工程等，隧洞工程对生态环境的影响主要为隧洞口施工破坏占地区动植物多样性及生境，对景观也会产生一定影响；隧洞进行爆破会影响施工区周边动物活动及分布，隧洞开挖可能会间接影响地表植物生命活动，隧洞施工产生的弃渣、废水、固废等可能会影响周边动植物多样性及其生境。

影响对象：动植物多样性及其栖息地、生态系统、自然景观。

4）水土流失：施工期，工程占地区开挖、建设等，将破坏地表植被，使其失去或减弱固土防冲的能力，易诱发水土流失。临时施工场地平整、临时施工便道修筑等工程行为，使土壤裸露、地表扰动、局部地貌改变、原稳定体失衡，易产生水蚀，对生态环境将造成不利影响。

影响对象：生态系统、生物多样性及其栖息地、自然景观。

5）施工活动：工程施工活动中人为干扰及施工活动产生的废水、固废、扬尘、噪声、振动等会对评价区生态环境将产生不利影响。

（1）人为干扰：在施工期施工人员增多，施工活动会破坏施工区及周边植物资源，使植物个体损失，植被生物量减少，动物生境面积减少。此外，人为干扰还会驱散施

工区及周边动物，施工活动会对评价区景观产生一定影响。

影响对象：植物及植被、动物、景观等。

（2）废水：施工期废水主要包括生产作业废水、生活污水、车辆冲洗废水、施工机械维修废水、下雨时冲刷浮土及建筑泥沙等产生的地表径流污水等，生产作业废水主要为施工作业产生的泥浆水，主要有围堰废水、大坝施工废水、加工系统废水、机械含油废水等。施工废水会破坏地表及水域环境，影响动植物正常生命活动。

影响对象：湿地生态系统、动植物生境等。

（3）固废：施工期固废主要包括拆迁活动、主体工程施工产生的建筑垃圾，施工人员生活产生的生活垃圾等。施工产生的固废会影响区域动植物多样性及其生境，对区域景观也会产生一定影响。

影响对象：动物植物多样性及其生境、景观等。

（4）扬尘：施工过程中爆破作业、加工系统、车辆运输等会产生扬尘，施工产生的扬尘会影响施工区动植物及其生境，本工程扬尘主要来自暂存场、施工道路等区域。

影响对象：动植物及其生境、景观等。

（5）噪声：施工期噪声主要来自交通运输、材料加工及施工区开挖、钻孔、爆破等施工活动，主要有施工机械噪声、车辆运输噪声、隧洞爆破等产生的噪声。施工噪声会驱散施工区附近动物。

影响对象：动物分布等。

（6）振动：施工期振动主要为各种施工机械施工、车辆运输作业及开挖、钻孔、爆破等施工活动产生的振动，振动对动物具有驱散作用。

影响对象：动物分布等。

5.4.1.2 运行期生态影响因子及对象分析

a）运行期生态影响因子识别

运行期生态影响因子主要有库区蓄水、坝址下游河段减水、库区水分条件改变、生产及生活污水、大坝及永久道路等建筑物的阻隔效应等。运行期生态影响因素识别详见表 5.4-2。

表 5.4-2 工程运行期生态影响因素识别一览表

影响因素	影响对象	影响途径	影响性质	程度
库区蓄水	动植物多样性及其生境、生态系统、景观	库区蓄水淹没，水分条件改变等	直接影响、不可逆影响、长期影响	一般
坝下河段减水	生态系统、动植物多样性及其生境、景观	减水河段沿岸水分条件改变	直接影响、不可逆影响、长期影响	一般
运营期废水等	动植物多样性及其生境、景观	业主营地等	间接或直接影响、可逆影响	较小
人为干扰	动植物多样性及其生境	业主营地等	直接影响、可逆影响	较小
阻隔	动植物、生态系统、景观	大坝阻隔、道路阻隔	直接影响、长期影响	一般
水分条件改变	动植物多样性及生境、生态系统	库区水面积变化	直接影响、长期影响	较小
新景观的形成	生态系统、动植物栖息地、自然景观	大坝、库区水面积增加、坝下河段减水等	直接影响长期影响、不可逆影响	一般

b）影响对象分析

1）库区蓄水：根据工程布置，上下库水库淹没区总面积 274.01hm^2。淹没区土地类型主要包括乔木林地、旱地和河流水面等，库区蓄水将改变枢纽工程评价区土地利用格局，破坏淹没区内动植物及其生境，对淹没区农业及林业生产也会产生一定影响。

影响对象：土地类型、生态系统、动植物多样性及其生境、景观等。

2）坝下河段减水：评价区减水河段主要为坝址下游。运营期库区蓄水，减水河段河岸水分条件改变，植物生境条件改变，湿地植被面积较少，湿地动植物种类减少。

影响对象：生态系统、动植物多样性及其生境。

3）废污水、固废等：运营期废污水、固废主要来源于业主营地区，运营期生产生活区产生的废水、固废等会影响区域动植物生命活动，需要集中处理或纳入废污水管网系统。

影响对象：动植物多样性及其生境。

4）水分条件改变：运营期库区蓄水，库区水域面积增加，库区及周边区域地下水得到补充，土壤湿度增大，可促进湿地植被的发育。

影响对象：湿地生态系统、动植物多样性及其生境等。

5）阻隔：运营期工程对评价区动植物的阻隔主要是由于大坝等建筑物引起的，主要为大坝、进场道路等对动植物生境的阻隔影响。

影响对象：动植物多样性、生态系统、景观等。

6）景观影响：本工程拦河坝修建、枢纽区建筑物等使占地区原有景观改变，代之以人为景观，将改变评价区自然景观格局。

影响对象：土地类型、景观等。

5.4.2 土地利用类型变化

工程建设后，评价区内土地利用格局发生变化，主要表现为工程建设占用的乔木林地面积（1699.46hm^2）和旱地面积（163.29hm^2）减少，上水库、下水库区建成后，评价区的水域面积增加 274.01hm^2，坝址区域、业主营地、道路等永久构筑物等将使得水工建筑面积增加 147.70hm^2，其它各拼块类型因工程占用面积有所减少。临时工区占地类型主要为林地和旱地，分别为 73.19hm^2 和 9.11hm^2，临时占地区在工程建设完成后会进行采取植被恢复等水土保持措施，将恢复该区域植被类型或改种本土植被。

表 5.4-3 评价区土地利用变化情况预测表

一级分类	二级分类	现状		建设后		变化值		临时用地面积（hm^2）
		面积（hm^2）	比例（%）	面积（hm^2）	比例（%）	永久占地面积（hm^2）	比例（%）	
耕地	水田	2.58	0.13	0.00	0.00	-2.58	-0.12	0.00
	旱地	163.29	8.30	63.70	3.24	-99.58	-5.06	9.11
园地	果园	2.69	0.14	0.97	0.05	-1.72	-0.09	0.00
	其它园地	1.20	0.06	1.16	0.06	-0.04	0.00	0.00
林地	乔木林地	1699.46	86.40	1409.89	71.67	-289.57	-14.72	73.19
	灌木林地	2.29	0.12	1.11	0.06	-1.18	-0.06	0.00
	其它林地	30.87	1.57	26.56	1.35	-4.31	-0.22	0.36
草地	其它草地	0.35	0.02	0.04	0.00	-0.31	-0.02	0.00
工矿仓储用地	采矿用地	5.87	0.30	5.87	0.30	0.00	0.00	0.00
	工业用地	3.68	0.19	0.13	0.01	-3.55	-0.18	0.00
住宅用地	农村宅基地	8.11	0.41	1.01	0.05	-7.10	-0.36	0.00

续表 5.4-3（完） 评价区土地利用变化情况预测表

一级分类	二级分类	现状		建设后		变化值		临时用地面积（hm^2）
		面积（hm^2）	比例（%）	面积（hm^2）	比例（%）	永久占地面积（hm^2）	比例（%）	
公共管理与公共服务用地	机关团体用地	1.90	0.10	1.56	0.08	-0.34	-0.02	0.00
	公共设施用地	0.28	0.01	0.12	0.01	-0.16	-0.01	0.00
交通运输用地	城镇村道路用地	2.57	0.13	1.08	0.06	-1.48	-0.08	0.00
	公路用地	7.61	0.39	4.88	0.25	-2.73	-0.14	0.00
	农村道路	10.67	0.54	7.85	0.40	-2.82	-0.14	0.11
水域及水利设施用地	河流水面	17.43	0.89	14.56	0.74	-2.87	-0.15	0.00
	水库水面	0.00	0.00	274.01	13.93	274.01	13.93	0.00
	坑塘水面	2.70	0.14	2.27	0.12	-0.43	-0.02	0.00
	内陆滩涂	0.19	0.01	0.00	0.00	-0.19	-0.01	0.00
	沟渠	0.21	0.01	0.21	0.01	0.00	0.00	0.00
	水工建筑用地	0.00	0.00	147.70	7.51	147.70	7.51	0.00
其他用地	设施农用地	3.13	0.16	2.39	0.12	-0.75	-0.04	0.00
总计		1967.08	100.00	1967.08	100.00	0.00	0.00	82.78

5.4.3 对生态系统的影响分析

5.4.3.1 对生态系统组成的影响

评价区内生态系统由自然生态系统和人工生态系统组成，包括森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和城镇生态系统。评价范围总面积 1967.08hm^2，工程总占地面积 504.49hm^2（包括枢纽建设区永久占地 147.70hm^2、淹没占地 274.01hm^2、临时占地 82.78hm^2），永久占地区域转变为城镇生态系统，淹没区将转变为湿地生态系统，临时占地区域会进行植被恢复，多转变为森

林生态系统、灌丛生态系统。

表 5.4-4 工程建设前后评价区生态系统类型变化

I级代码	I级分类	II级分类	现状		建设后		变化值		
			面积（hm^2）	比例(%)	面积（hm^2）	比例(%)	面积（hm^2）	比例(%)	临时占地面积（hm^2）
1	森林生态系统	阔叶林	1081.69	54.99	964.14	49.01	-117.55	-5.98	29.42
		针叶林	648.64	32.97	472.31	24.01	-176.33	-8.96	44.13
		小计	1730.33	87.96	1436.45	73.02	-293.88	-14.94	73.56
2	灌丛生态系统	阔叶灌丛	2.29	0.12	1.11	0.06	-1.18	-0.06	0.00
3	草地生态系统	草丛	0.35	0.02	0.04	0.00	-0.31	-0.02	0.00
4	湿地生态系统	河流	20.53	1.04	17.04	0.87	-3.49	-0.18	0.00
		湖泊	0	0	274.01	13.93	274.01	13.93	0.00
		小计	20.53	1.04	291.05	14.80	270.52	13.75	0.00
5	农田生态系统	耕地	165.86	8.43	63.70	3.24	-102.16	-5.19	9.11
		园地	3.88	0.20	2.13	0.11	-1.76	-0.09	0.00
		小计	169.75	8.63	65.83	3.35	-103.92	-5.28	9.11
6	城镇生态系统	居住地	10.30	0.52	2.69	0.14	-7.60	-0.39	0.00
		工矿交通	30.40	1.55	167.52	8.52	137.12	6.97	0.11
		小计	40.70	2.07	170.21	8.65	129.52	6.58	0.11
7	其他生态系统		3.13	0.16	2.39	0.12	-0.75	-0.04	0.00
	总计		1967.08	100.00	1967.08	100.00	0.00	0.00	82.78

5.4.3.2 对生态系统结构和功能的影响

生态系统结构主要包括组分结构、时空结构和营养结构三个方面。

a）组分结构

组分结构主要讨论的是生物群落的种类组成及各组分之间的量比关系。通过对比

施工前后土地利用类型和生态系统类型变化可知，评价区内森林生态系统在工程建设前（1730.33hm^2，87.96%）和建设后（1436.45hm^2，73.02%）均占优势，建设后林地变化幅度为-14.94%，农田面积变幅为-5.28%。而由于工程上下水库蓄水运行的影响，区域水域面积增加幅度较大，湿地生态系统面积从 20.53hm^2 增加到 291.05hm^2，变化幅度为 13.75%。建成后枢纽区永久占地 147.70hm^2 转变为城镇生态系统-工矿交通，城镇生态系统面积从 40.70hm^2 增加到 170.21hm^2，变幅为 6.58%。

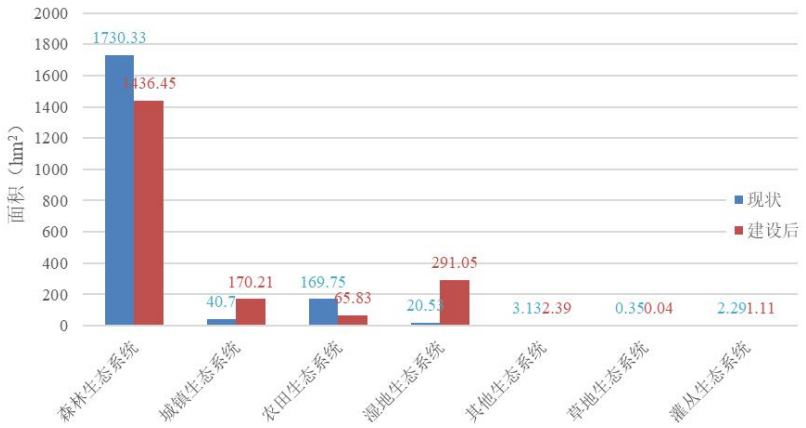


图 5.4-1 评价区生态系统组分结构建设前后对比

b）时空结构

时空结构包括水平分布上的镶嵌性、垂直分布上的成层性和时间上的发展演替特征，即水平结构、垂直结构和时空分布格局。

水平结构：生态系统的水平结构是指在一定生态区域内生物类群在水平空间上的组合与分布，主要受地形、水文、土壤、气候等环境因子的影响。评价区内植被的水平分布的差异性来源于上下库地形地貌差异和人为干扰强度不同。上水库位于那尔轰河右侧新开河谷沟首，山体雄厚，该区域植被茂密，植被较发育，库区主要为森林生态系统，植被类型有山杨林、白桦林和胡桃楸林等林地，人为干扰相对较小，植被覆盖度相对较高，输水隧洞沿线自然植被分布较为连续，森林生态系统发育较好，土地利用类型以林地为主，常见植被有白桦林、山杨林、水曲柳林和胡桃楸林等，群落结构组成相对多样。下水库位于景山镇西北侧亮甸子村侧方顶子，下水库为那尔轰河河流区域，河床及两岸阶地区域地形平坦，受人为活动干扰较大，包含有灌丛生态系统、草地生态系统和农田生态系统，土地利用类型以灌木林地、草地、耕地为主，常见植

被有柳属灌丛、珍珠梅灌丛和五月艾灌草丛，耕地主要为农田和少量苗圃。河谷两侧山坡区域植被茂密，以森林生态系统为主，零星分布有灌丛生态系统和草地生态系统，右岸区域植被类型为水曲柳林、白桦林、红松林、日本落叶松林、胡桃楸林和少量山杨林，在林地、道路边缘还零星分布珍珠梅灌丛、五月艾灌草丛等，左岸区域常见植被类型有红松林、日本落叶松林、胡桃楸林、柳属灌丛、珍珠梅灌丛和五月艾灌草丛等。

垂直结构：不同类型生态系统在海拔高度不同的生境上的垂直分布和生态系统内部不同类型物种及不同个体的垂直分层两个方面。上水库区间海拔处于 750m～950m，下水库区间海拔处于 500m～750m，下水库区域由于受到人为活动的干扰，河床区域分布有农田、灌丛和灌草丛，河谷两岸区域植被丰富，常见植被类型有水曲柳林、白桦林、红松林、日本落叶松林、胡桃楸林和少量山杨林，输水管线及上库区域受人为活动干扰较小，植被发育，主要以山杨林、白桦林和胡桃楸林等林地组成的森林生态系统为主。

工程布置会占用森林生态系统、灌丛生态系统等会造成区域植被群落面积减少。上水库蓄水主要淹没林地和园地，下水库蓄水主要淹没林地和草地，水位的升高使得原持水量较低的土壤水分增加，改变了影响生态系统垂直分布的重要因子，陆生生境变为库塘或近水生境，上水库库区和下水库库区周边水热条件变化，可能会促进山顶林地的演替。

时空分布格局：生态系统的时空分布格局表现为生态系统的演替。工程建设影响的范围较小，影响到的植被类型在评价区内较为常见，对生态系统在水平结构和垂直结构上的影响均较小。

c）营养结构

营养结构是指生态系统中生物与生物之间，生产者、消费者和分解者之间以食物营养为纽带所形成的食物链和食物网。生产者是生态系统营养结构的基础，也是本工程建设的直接影响对象。评价区内的生产者包括乔木、灌木、草本、农作物等能进行光合作用的生物类群，消费者为栖息于植物群落中的人类和动物等，工程建设占用了部分陆生植物和动物的生境，但建设完成后的植被恢复，以及水库淹没使得水域面积

增加，在一定程度上将原有的陆生生境变为水生或湿生环境。

5.4.3.3 对生态系统服务功能的影响

据《全国生态功能区划》（环境保护部，2015），评价区主要的生态系统服务功能为水源涵养、水土保持、生物多样性维持等。根据《中国生物多样性保护优先区域范围》，靖宇县景山镇属于长白山生物多样性保护优先区域，保护重点为温带落叶阔叶林生态系统以及红松、东北红豆杉、松茸、东北虎等重要物种及其栖息地。

a）对水源涵养功能的影响

森林生态系统水源涵养功能是森林生态系统服务的重要组成部分，是森林与水的相互作用在生态系统服务领域的集中体现。森林水源涵养功能的具体效应主要包括森林产水、净水、拦洪、补枯等方面，是包含了供给淡水、调节水文、净化水质、调节气候、减少水蚀等多重供给服务与调节服务的综合体，直接或间接作用于生态系统的各要素，并对生态-社会-经济复合体产生重要的影响。

施工占地或施工活动会导致工程建设区域内的林木被砍伐或清除，从而破坏了原有的森林植被。这种破坏会使植被变得稀疏，森林植被出现破碎化，地表水和地下水环境也会因水库蓄水运行而发生改变。这些变化都对区域的水源涵养功能产生不利影响。具体来说，施工活动会减少森林对降水的拦蓄能力，影响森林的蒸腾作用，还可能改变森林对径流的调节作用。此外，施工还可能对土壤造成扰动，影响土壤的水分入渗和储存能力，从而影响地下水的补给。同时，施工活动还可能对水质产生影响，比如施工废水和固体废弃物若未得到妥善处理，会对水体造成污染。

b）对水土保持功能的影响

水土保持功能是指在某一区域内水土保持设施所发挥或蕴藏的有利于保护水土资源、防灾减灾、改善生态、促进社会经济发展等方面的作用。本区域以森林生态系统为主，森林生态系统对土壤保持、蓄水保水、防风固沙、水质维护、拦沙减沙等水土保持功能方面起着主导作用。本工程建设中的一系列施工活动如开挖、填筑和运输等会扰动地表土壤，从而降低了土壤的抗侵蚀能力，并增加了水土流失的风险。此外，施工过程中可能需要清除地表植被，这不仅减少了土壤的保护层，还可能破坏区域的水源涵养和生态平衡。裸露的地表在降雨时特别容易遭受水土流失，特别是在雨季，

这一问题会变得更加严重。施工期间还可能产生废水和固体废弃物，如果这些废物未能得到妥善处理，就可能对周边水体造成污染。此外，施工活动还可能干扰和分割周边的自然生态系统，影响生物多样性和生态服务功能。因此，施工期对水土保持功能的影响是多方面的，需要采取相应的水土保持措施来减轻负面影响，并促进生态系统的恢复与保护。工程建设期间后对临时施工布置区域（暂存场、施工辅助企业、混凝土加工系统等）进行水土保持工程措施，施工结束后会开展土地平整、植被恢复等措施，对于道路边坡，尽量做好水土保持，减少工程建设和运行对水土保持的影响。

c）生物多样性功能的影响

本工程评价区内自然植被属于长白植物区系，从资料和现场调查来看，评价区主要群系有胡桃楸林、山杨林、白桦林、水曲柳林、红松林、日本落叶松林等。

区域植被主要有蒙胡桃楸林、山杨林、白桦林、水曲柳林、红松林、日本落叶松林、柳属灌丛、珍珠梅灌丛、五月艾灌草丛等种类。评价区海拔区间 485m～1039m，区域内植被种类组成以壳斗科、松科、杨柳科、桦木科、槭树科、蔷薇科、禾本科植物为主，群落间种类组成差异不大，群落结构多为在 1 层～3 层，乔木层和草本层较发育，灌木层发育程度低，未呈现复杂的群落结构特征。此外，区域内常见的乔木层植物有蒙古栎、紫椴、黄檗、硕桦、裂叶榆、春榆、元宝槭、花楷槭、紫花槭、青楷槭等，灌木丛主要为刺五加、瘤枝卫矛、东北山梅花、珍珠梅、接骨木等，草本层植物种类以荨麻叶龙头草、薹草属、山茄子、野芝麻、白花碎米荠、短果茴芹、大齿山芹等较为常见，层间植物常见多以藤本植物为主，有软枣猕猴桃、五味子、山葡萄等；工程建设和影响范围内发现的国家重点保护野生植物，采取异地移栽措施，保护区域物种多样性。

在施工期间，对生物多样性的影响是多方面的。施工活动可能会破坏当地动植物的自然栖息地，导致物种的生存空间减少。施工机械和人员的活动可能干扰动物的繁殖和觅食行为，同时影响植物的正常生长周期，造成生态干扰。施工过程中施工噪音和夜间照明还可能扰乱动物的生活习性，尤其是夜间活动的物种，形成噪音和光污染。施工材料的运输可能无意中引入外来物种，对当地生态系统构成威胁。这些因素共同作用，可能对生物多样性维持造成不利影响。

本工程实施后，采取临时占地植被恢复措施，在植被恢复时选用适应性强、生长快、自我繁殖和更新能力强的乡土植物，同时为提高区域生物多样性，应适当引进新的优良植物，在恢复物种选择时应防止外来入侵种的扩散。综上，本工程对区域生物多样性影响较小。

5.4.4 对景观生态体系完整性的影响分析

工程对评价区自然体系生态完整性的影响是由工程占地引起的，本工程的建设占用土地，改变区域土地类型，切割原有完整的生态空间，对区域生态完整性有一定不利影响。由于拟建工程占地区域，主要包括上水库、输水系统、厂房系统和下水库等建筑物工程。工程占地以占用林地为主，工程建成后，各种拼块类型面积发生变化导，致区域自然生态体系生产能力和稳定状况的发生改变，可能对本区域生态完整性具有一定影响。

5.4.4.1 对植被生物量的影响

工程区施工占地破坏原有地貌结构，扰动地表，改变土地利用类型，破坏占地区植物及植被，使评价区内植被面积减少，植被覆盖率降低，评价区植被生物量减少，植被生产能力减弱。评价区植被类型与生物量变化详见下表。

工程建成后，评价区工程永久占地损失生物量减少 42549.18t，占评价区总生物量的 12.70%。工程占地使生物量减少的植被以林地为主，从生物量变化幅度和变化后的情况判断，工程建设对生物量的影响程度位于评价区生态系统能够接受的范围之内。此外，拟建工程施工结束后，将对临时工程占地区域采取栽植乔木、灌木进行防护，临时用地使用完成后根据实际情况进行绿化。只要按照植被正向演替规律选择植被物种，就能尽快提高植被覆盖率和生产力，减少生物量损失，同时还可有效改善本工程对生态环境的影响，绿化美化环境。因此，本工程对生物量的影响是可接受的。

表 5.4-5　　评价区生物量变化情况表

植被类型	代表植物	现状		水库淹没区				枢纽工程区				小计	
		生物量（t）	占比（%）	上水库（hm^2）	下水库（hm^2）	淹没区变化（hm^2）	生物量变化（t）	永久占地变化（hm^2）	生物量、变化（t）	临时占地（hm^2）	生物量变化（t）	永久占地生物量变化（t）	临时占地生物量变化（t）
阔叶林	水曲柳、山杨、白桦	218501.38	65.23	15.43	45.15	60.59	12238.44	56.97	11507.32	29.42	5943.30	18181.74	5943.30
针叶林	日本落叶松、红松	116106.56	34.66	23.15	67.73	90.88	16267.43	85.45	15295.62	44.13	7899.88	24167.31	7899.88
阔叶灌丛	珍珠梅等	155.78	0.05	0.00	1.18	1.18	80.38	0.00	0.00	0.00	0.00	80.38	0.00
草丛	五月艾等	0.56	0.00	0.00	0.31	0.31	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
农作物	玉蜀黍	182.45	0.05	0.00	97.54	97.54	107.30	4.62	5.08	9.11	10.02	117.32	10.02
经济作物	豆类、蓝靛果等	4.27	0.00	0.00	1.76	1.76	1.93	0.00	0.00	0.00	0.00	1.93	0.00
总计		334951.0	99.99	38.58	213.67	252.26	28695.98	147.04	26808.02	82.66	13853.20	42549.18	13853.20

注：评价区总生物量 334951.0t；表中未包括居住地、工矿交通和其他生态系统。

5.4.4.2 景观生态体系质量综合评价

a）恢复稳定性和阻抗稳定性分析

生态体系的稳定状况包括两个特征，即恢复和阻抗。恢复稳定性与高亚稳定元素（如植被）的数量和生产能力较为密切，植被生产力越高，其恢复稳定性越强，反之则弱。阻抗稳定性与景观异质性关系紧密。

工程建成后，评价区各种土地利用类型发生了变化，林地、园地、耕地面积减少，建筑和水域面积（主要是上下水库坝址、道路、业主营地、上下水库库区等占地）增加。评价区土地利用类型中除针叶林、耕地、阔叶林下降幅度稍大外，其它各种植被类型的面积和比例与现状基本相同，模地依然是林地，评价区内生态系统保持不变，主要以森林生态系统为主。工程施工过程中虽然占用了林地，破坏了部分植被，但由于工程为点状分布，避免了工程对自然植被的破坏。故本工程对生态系统内的生物组分破坏较小，系统内的阻抗稳定性变化较小。

工程建设造成评价范围生态系统生物量减少，工程建成后林地、耕地和水域面积减少，工程永久占地损失生物量减少 42549.18t，占评价区总生物量的 12.70%，恢复稳定性受一定影响。

工程建设不可避免的占用沿线部分土地，但对土地利用格局的影响不大，对土地生产力及生物量的影响较小，生态系统的恢复稳定性和阻抗稳定性不会发生明显改变，不会影响生态系统的自我调节能力，随着施工结束后，绿化复垦等植被恢复措施的实施，生态系统的生产能力和生物量将逐步得到恢复，工程对系统内阻抗稳定性和恢复稳定性影响较小。

b）景观生态体系质量综合评价

工程实施后的各土地类型优势度值计算结果见下表。

表 5.4-6 工程实施前后主要拼块类型优势度值

景观指数	工程阶段	森林景观	湿地景观	灌草地景观	农田景观	城镇景观
斑块数 NP（个）	现状	105	27	4	227	149
	建设后	91	21	1	158	170
斑块平均面积 MPS（hm^2）	现状	16.48	0.76	0.66	0.75	0.29
	建设后	15.79	13.86	1.15	0.42	1.02
斑块总面积 CA（hm^2）	现状	1730.33	20.53	2.64	169.75	43.83
	建设后	1436.45	291.05	1.15	65.83	172.60
斑块密度 R_d（%）	现状	20.51	5.27	0.78	44.34	29.10
	建设后	20.63	4.76	0.23	35.83	38.55
斑块频度 R_f（%）	现状	54.71	2.58	10.39	18.75	13.56
	建设后	52.94	6.12	12.42	13.09	15.43
景观比例 L_p（%）	现状	87.96	1.04	0.13	8.63	2.23
	建设后	73.02	14.80	0.06	3.35	8.77
优势度值（D_o）（%）	现状	62.79	2.49	2.86	20.09	11.78
	建设后	54.91	10.12	3.19	13.90	17.88
香农多样性指数（SHDI）	现状	0.47				
	建设后	0.84				
香农均匀度指数（SHEI）	现状	0.29				
	建设后	0.52				
斑块破碎度指数（F）	现状	0.08				
	建设后	0.09				

从表中可以看出，工程建成后评价区土地利用格局将发生一定变化，其中城镇景观拼块因坝址、业主用地、施工营地、道路等工程的修建使其重要性提高，其优势度值由工程建成前的 11.78%上升到 17.88%；湿地景观因上下库水库蓄水，其优势度值由工程建成前的 2.49%上升到 10.12%；作为模地的森林景观其优势度值从 62.79%降低到 54.91%，优势度减小 7.88%，森林景观的优势度值仍然远远高于其它拼块的优势度值，仍然作为评价区内的模地。

经计算，工程建设后，评价区景观香农多样性指数将由 0.47 提升至 0.84，区域内原本优势度较低的湿地景观、城镇景观优势度增加，各景观类型的均匀度升高。综上所述，工程施工造成的区域土地利用格局的变化，将对评价范围自然体系产生一定的影响。

5.4.5 对陆生植物的影响分析

5.4.5.1 施工期对评价区植物及植被的影响

本工程施工期主要有征地拆迁、土石方开挖施工等工程活动，施工期对评价区的影响主要有施工占地、隧道工程施工、施工活动等。

a）施工占地对植物及植被的影响

工程占地不可避免的破坏占地区植物及植被。其中，永久占地是长期的、不可逆的，临时占地是暂时的、可恢复的。根据工程布置，枢纽建设区永久占地 147.70hm^2、淹没占地 274.01hm^2、临时占地 82.78hm^2，工程总占地 504.49hm^2。

表 5.4-7 工程占地类型表 单位：hm^2

序号	项目	水库淹没影响区		枢纽工程建设区		总计
		上水库	下水库	永久占地	临时占地	
1	林地	38.58	114.07	142.42	73.55	368.62
2	草地	0	0.31	0	0	0.31
3	耕地	0	97.55	4.62	9.11	111.28
4	园地	0	1.76	0	0	1.76
5	水域及水利设施用地	0	3.12	0.36	0	3.49

注：其中不包括占用住宅和交通运输用地。

1）永久占地对植物的影响

永久占地对植物的影响是长期的、不可逆的。永久占地区面积为 421.71hm^2，（包含枢纽建设区永久占地 147.70hm^2 和淹没占地 274.01hm^2）为总占地面积的 83.59%。结合具体工程布置和现场调查，工程永久占地区主要以上、下库区及周边配套工程为主。永久占地区施工将使区域内土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少。枢纽工程永久占地面积 147.70hm^2，其中占用林地 142.42hm^2，占用耕地面积为 4.62hm^2。枢纽工程永久占地类型以林地为主。

上水库工程区永久占地区植被以林地为主，主要植被群系为山杨林、白桦林和胡桃楸林，常见植物有蒙古栎、硕桦、裂叶榆、春榆、红松、三花槭、青楷槭、紫花槭，林下灌木主要有刺五加、瘤枝卫矛、东北山梅花，林下草本植物有短果茴芹、荨麻叶龙头草、山尖子、草芍药、红毛七、荷青花、野芝麻、东北风毛菊、东北百合、小玉

竹、中华蹄盖蕨、宽叶荨麻、蔓孩儿参、类叶升麻等。

下水库工程区永久占地土地利用类型以林地为主，主要为位于河道两侧的乔木林地和灌木林地，其次为耕地、水域及水利设施用地，常见植被白桦林、水曲柳林、胡桃楸林、柳属灌丛、珍珠梅灌丛和五月艾灌草丛，常见植物有山杨、暴马丁香、紫椴、裂叶榆、元宝槭、花楷槭、紫花槭、茶条槭、刺五加、东北山梅花、瘤枝卫矛、山茄子、荨麻叶龙头草、蚊子草、白花碎米荠、荷青花、野芝麻、短果茴芹、小玉竹、白屈菜、芦苇、水金凤、狭叶荨麻、异穗薹草、双花堇菜等。

评价区各植被总生物量为 334951.0t，根据评价区内各植被类型平均生物量，工程永久占地区植被损失的生物量约 42549.18t，占评价区总生物量的 12.70%，相对整个评价区植被总生物量，永久占地减少的植被生物量所占比例较小。

综上所述，受上下水库工程永久占地影响的植被均为常见类型，物种均为常见种，因此上、下水库工程永久占地对植被及植物影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少。因此，工程建设永久占地对占地区植物种类、植被类型的影响较小。

2）临时占地对植物及植被的影响

工程建设区临时占地对占地区植物及植被的影响是暂时的、可恢复的。工程临时占地面积为 82.78hm^2，占总占地面积的 16.41%，其中，占用林地面积为 73.55hm^2，占用耕地面积为 9.11hm^2。结合具体工程布置，工程临时占地区主要分布有下水库库区右岸和上水库库区周边区域，依据现场调查，下水库库区右岸土地利用类型以林地和耕地为主，主要植被为白桦林、水曲柳林和胡桃楸林，常见植物有紫椴、暴马丁香、朝鲜槐、三花槭、元宝、山杨、紫花槭、瘤枝卫矛、珍珠梅、石蚕叶绣线菊、东北山梅花、刺五加、荨麻叶龙头草、白花碎米荠、异穗薹草、短果茴芹、宽叶薹草、中华蹄盖蕨、短鳞薹草、落新妇、蚊子草等。耕地主要为农田，主要农作物有玉蜀黍、豆类、蓝靛果、笃斯越橘和人参。上水库工程区临时用地区土地利用类型以林地为主，土地利用类型为林地，主要植被为山杨林、白桦林、日本落叶松林、红松林，常见植物有蒙古栎、硕桦、紫花槭、花楷槭、茶条槭、青楷槭、东北山梅花、刺五加、尖叶茶藨子、美丽绣线菊、荨麻叶龙头草、白花碎米荠、狭叶荨麻、东北百合、大齿山芹、山尖子、木贼、野芝麻、东北风毛菊、东方荚果蕨、异穗薹草、蔓孩儿参、小玉竹等。

受工程区临时占地影响的植被均为常见类型，物种均为常见种，因此上、下水库工程区临时占地对植被和植物影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，随着施工结束，临时施工区植物及植被在适宜条件下可迅速得到恢复，因此，工程临时占地对占地区植被类型、植物种类影响较小。此外，工程施工结束后，对临时占地区土地平整、植被恢复和复耕，可使临时占地区植物种类多样性、植被类型及生物量均有所增加。

b）隧洞工程施工对植物及植被的影响

根据工程布置，输水洞线位于那尔轰河右岸山体内，总体走向 NW～NE，输水系统总长 3491.14m，其中引水系统长 1793.15m，尾水系统长 1697.99m。隧洞工程对植物及植被的影响主要有隧洞主体施工、隧洞口施工、隧洞弃渣及施工废水等。隧洞主体施工可能会导致地表塌陷、地表水漏失及地下水的径流改变，进而影响隧洞上方植物生命活动；隧洞口施工会扰动占地区及周围地表，破坏隧洞口占地区原有植物及植被；隧洞弃渣会压覆地表植物及植被，隧洞施工产生的弃渣、废水等还会影响植物的生命活动及其生长环境。

1）隧洞主体工程施工对植物及植被的影响

（1）地表塌陷对植物及植被的影响

隧洞主体工程施工工程中，煤层、断层软弱带、岩溶等地质问题及以造成地表塌陷，将对隧洞上方生长的植物产生一定的影响，主要表现在地表塌陷使植物根系被撕扯拉断、影响了土壤物化性质、塌陷区地下水位下降等对植物产生间接的影响。根据工程地质勘测结果，输水线路区域岩体主要为花岗片麻岩、少量闪长岩脉，未见较大断层通过。输水隧洞围岩岩质新鲜坚硬，岩体多较完整，主要以II~III类围岩为主，成洞条件较好；地下厂房区域围岩岩质新鲜坚硬，岩体多较完整，成洞条件较好。因此，在主体隧洞和地下厂房建设过程中不会存在地表塌陷的风险。

（2）地表径流漏失及地下水分布改变对植物的影响

隧洞工程在建设过程中可能会对地表径流和地下水分布情况产生一定的影响，地表水、地下水分布及含量与地表植物生命活动关系密切，由于植物及环境的相互作用、相互影响，评价区植物多已适应该区域水分条件。依据对隧洞区域水文地质分布情况

的勘探，隧洞区域地下水位的埋深多集中在 5m～15m 之间，引水隧洞上平段埋深较深，依据工程布置情况，隧洞工程区域地下水埋深高出隧洞顶的多在 60m 以上，仅尾水隧洞（尾II0+915.00～尾II1+721.80）在 30m～110m，总体上埋深与地下水位距离较远，隧洞周边围岩为微～弱透水岩体，工程隧洞对地表径流和地下水分布的影响较小。另外，根据对输水隧洞区域水文地质的调查，地下水的主要补给源为大气降水，评价区属温带大陆性季风气候，冬季寒冷、干燥；夏季湿热、多雨，植被生长集中在夏季，隧洞区域主要以林地为主，常见植物有山杨、白桦、水曲柳、红松、蒙古栎、暴马丁香、春榆、青楷槭、紫花槭、三花槭、接骨木、东北山梅花、尖叶茶藨子、荨麻叶龙头草、中华蹄盖蕨、东方荚果蕨、珠芽艾麻、戟叶耳蕨、大齿山芹、掌叶铁线蕨、尾叶香茶菜等，上述植物多为适应性较广的种类，在夏季主要的生长季节，依靠大气降水能够满足植被旺盛生长季节的需水要求。因此，地表径流漏失及地下水分布改变对植物的影响有限。

表 5.4-8　　隧洞工程各段分布情况一览表

隧洞名称	地下水位埋深	与洞顶的高差	围岩分类情况
引水隧洞上平段	5m～55m	60m～120m	微～弱透水岩体
引水隧洞上斜段	5m～10m	65m～320m	微～弱透水岩体
引水隧洞下平段	5m～10m	300m～340m	微～弱透水岩体
尾水支管	5m～15m	290m～305m	微～弱透水岩体
尾水隧洞（尾II0+025.00～尾II0+915.00）	5m～10m	110m～280m	微～弱透水岩体
尾水隧洞（尾II0+915.00～尾II1+721.80）	5m～20	30m～110m	微～弱透水岩体

2）隧洞弃渣、隧洞施工废水对植物及植被的影响

隧洞施工过程中，会产生大量弃渣和施工废水，弃渣主要为岩石碎块或风化岩类及泥土的混合物，弃渣的理化性质较复杂，无法直接作用种植土利用，废水多为已被油脂污染或带有强碱性污染物的废水。弃渣如就地堆积，在直接压盖地表植被的同时

还有可能改变土壤理化性质，污染土壤，废水如任其排放，会污染土壤，改变土地理化性质，进而会对区域植物生长及生存产生不利影响。

根据工程施工布置，本工程隧洞渣料在经过处理后主要供应上水库挡水建筑物填筑垫层料，其余均用于坝后压坡体利用或施工场地平整。隧洞施工产生的废水会收集后进行相应处理，在相关措施得到落实后，本工程隧洞弃渣、隧洞施工废水对植物及植被的影响较小。

c）施工活动对植物及植被的影响

施工活动对植物和植被的影响主要存在于上、下水库及周边的临时施工布置区及上、下库连接道路区，施工期施工活动对植物的影响方式，可分为直接影响及间接影响，直接影响主要是指人员活动、车辆碾压等会使周边植物个体损失，植被生物量减少，通过划定严格的征地范围和加强施工管理可将人员活动和车辆碾压产生的直接影响减小；间接影响主要是指施工过程中产生的废气、废水、弃渣、固废、扬尘等会使周边植物的生命活动受阻。

1）废气主要来源于渣土车、挖掘机、装载机等燃油机械的尾气，其主要污染物为SO_2、NO_2、CO 等。废气通过植物叶片的气孔进入后破坏叶绿体的结构，影响植物的生理作用，使叶脉间或边缘出现不规则水渍状，导致叶片逐渐坏死，物的生长发育受阻，生长发育变缓。工程上、下水库及配套工程相对集中，废气排放量有限，同时施工期机械尾气属移动线源排放，河谷区域空旷，常年有风，废气容易被及时吹散和稀释，因此施工期废气对区域植物及植被的影响较小。

2）施工期废水分为生活污水和生产废水，生活污水主要是施工人员生活产生的废水等，生产废水主要来源于施工基坑废水、砂石料冲洗废水和机械检修场含油废水等。废水对植物的影响主要是改变土壤理化性质，影响植物根部的生命活动，进而影响植物的正常生长发育，根据工程布置情况对生产废水将参照《水电工程施工组织设计规范》（NB/T 10491-2021）的有关规定进行处理后回用系统施工用水，产生的沉渣需经浓缩、调质、脱水处理后送至坝后压坡或场地平整综合利用。生活污水和含油废水参照《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）进行处理后回用。

3）弃渣主要来源于工程基础开挖、隧洞施工、库盆清理、施工场地以及施工道路

建设等，弃渣的随意堆放不仅会压覆区域内植物及植被，改变区域生境条件，还可能导致局部区域的水土流失。根据工程布置，本工程不设置弃渣场，上水库工程弃渣运至坝后压坡体利用，下水库工程弃渣用做下水库施工场地平整利用。上下库连接路渣料弃至上下库连接路场地平整。

4）扬尘主要来源于土石方开挖、土石方调运、建筑物施工及工程竣工后场地清理、恢复等诸多工程，其中以土石方调运过程中运输车辆运行引起的二次扬尘影响时间最长，对周围植物及植被影响最严重。扬尘粗颗粒随风飘落到附近地面或植物叶、茎、花表面，影响植物的光合作用和呼吸作用，因此要对工程区加大洒水量、开挖料加盖土工布苫盖、运输车辆顶棚封闭等措施减轻扬尘对周围植物的影响。

d）人为干扰对植物及植被的影响

施工期人为干扰对植物及植被的影响因素主要有人为砍伐、践踏和机械随意停放占压和机械剐蹭等。

1）施工期工程区人员增多，施工人员砍伐、践踏会破坏区域内植物及其生境，会影响群落结构及种类组成；

2）施工机械随意停放碾压会对植物地上部分造成机械性伤害，影响植物的生长发育；

3）施工车辆的剐蹭等人为活动导致植物形成创伤，伤口暴露后易导致病虫害，进而会影响其生长发育。

本工程占地面积不大，占地区集中，施工期人为干扰等可通过加强宣传教育活动，加强施工管理和监理，划定施工范围，规范施工人员活动等进行缓解，在相关管理措施落实后，人为干扰对植物及植被的影响可以降至最低。

e）征地移民对植物及植被的影响

根据移民安置规划，下水库淹没区范围内的三脚窝石村、杨岔河村涉及淹没拆迁，并在景山镇新建景山村安置点。居民点的拆迁及建设会产生建筑垃圾、扬尘等污染环境，对区域植物及植被会产生一定影响。根据对现场的调查，三脚窝石村及新建安置点场址区现状周边主要为耕地，主要是以玉米为主的农田，同时还种植马铃薯、豆类等蔬菜，受工程征地及安置影响的植物多为常见种，植被多为常见类型，因此工程征

地移民对植物及植被的影响较小。

5.4.5.2 运行期对评价区植物及植被的影响

本工程运行期对植物及植被的影响因子主要有库区蓄水、库区水分条件改变、业主营地区生产生活等。

a）库区蓄水对植物及植被的影响

水库蓄水前，将对水库淹没区内的植物及植被进行清理，生长于下水库库区正常蓄水位以下的植物将直接受到破坏。根据工程布置情况和现场调查，上水库库区土地利用类型为林地、园地、耕地、住宅用地、交通运输用地、草地、水域及水利设施用地，区域植被为白桦林、水曲柳林、胡桃楸林、柳属灌丛、珍珠梅灌丛和五月艾灌草丛，常见植物有山杨、暴马丁香、紫椴、裂叶榆、元宝槭、花楷槭、紫花槭、茶条槭、刺五加、东北山梅花、瘤枝卫矛、山茄子、荨麻叶龙头草、蚊子草、白花碎米荠、荷青花、野芝麻、短果茴芹、小玉竹、白屈菜、芦苇、水金凤、狭叶荨麻、异穗薹草、双花堇菜等。园地主要种植红松、水曲柳、白桦等小苗苗圃，另有葡萄、蓝靛果果园，住宅用地及交通运输用地为库区内村落及道路。耕地主要为农田，种植玉蜀黍、豆类等农作物，水域及水利设施用地主要为那尔轰河河道。受工程淹没影响的植物均为常见种，植被均为常见类型且在水库库区淹没线以上均有分布，工程蓄水对淹没区内植物及植被影响较小，因此，淹没区占地对区域植物及植被的影响较小，不会影响植物区系的组成。

b）库区水分条件改变对植物及植被的影响

本工程运行期，上、下水库库区蓄水，水域面积增加，上水库现有林地将转变为水域，下水库那尔轰河河道在蓄水后转变为库塘型水库，下垫面性质改变，水域面积增加，将会对上、下水库及周边空气湿度产生一定的有利影响，但考虑到上、下水库库区水域面积较小，影响有限。

c）废污水、固废对植物及植被的影响

运行期电站机组检修产生的含油废水、业主营地和厂房值班人员产生的生活污水、生活垃圾、人为干扰等，将会对评价范围内植物及植被产生一定的影响。

运行期含油废水经处理达标后回用于绿化，浮油由专业单位回收处理。业主营地

和厂房值班人员产生的生活污水经处理达标后回用于绿化或洒水降尘；冬季无降尘、绿化用水需求时短暂储存后外运至靖宇县污水处理厂进行处置。生活垃圾经生活区放置的垃圾桶收集后，由环卫部门外运至靖宇县生活垃圾填埋场进行无害化处理。

综上，本工程运行期对植物及植被的影响较小。

5.4.5.3 对重点保护植物及古树名木的影响

根据现场调查，结合林业勘察资料，工程占地区域涉及国家重点保护植物主要有红松、紫椴、水曲柳、黄檗、野大豆和软枣猕猴桃共 64321 株，其中红松 9830 株、紫椴 22851 株、水曲柳 15694 株、黄檗 15916 株、野大豆 15 株、软枣猕猴桃 15 株，上述国家重点保护植物在工程区域分布广泛，工程对其影响较小。在设计前期阶段，已优化工程布置，尽量减少工程占用林地，尽量避让重点保护植物。在工程建设过程中，严格控制施工作业范围，严禁对占地范围外的植物及植被造成破坏；对影响到的国家重点保护植物根据国家保护植物物种的要求，选择就近异地移植，结合工程植被恢复措施，减少对重点保护植物的不利影响。

本次野外调查中，在陆生生态调查范围内没有记录到符合条件的古树名木。因此本工程对于古树名木无影响。

5.4.5.4 外来入侵物种的影响

根据现场调查，评价区外来入侵植物主要有小蓬草、一年蓬、豚草、鬼针草和圆叶牵牛等。区域内常见的造成危害较大的外来入侵物种主要为小蓬草和一年蓬，多布于林缘、道路边缘，呈群落状分布。

评价区入侵植物种类小蓬草、一年蓬、豚草和鬼针草均为菊科植物，适应性广，抗逆性强的特点，还具有一定的化感作用，在评价区内扩散方式均为以交通运输、人类农业生产活动扩散或随水流及风力传播的特点，评价区土壤肥沃、气候条件适宜，为外来入侵物种提供了适宜生长的条件。

本工程下水库库区人为活动频繁，施工期开挖面积较大，区域人流、车流量加大，人员活动及材料的运输等传播途径可能带来一些外来入侵物种，由于大部分外来入侵物种具有生长速度快，且部分具有化感作用，在施工占地区开挖区域外来物种在一定范围内极易形成优势群落，将对本地物种产生一定的影响，使区域内植被类型受到一

定的影响，改变区域植物群落或生态系统的结构和功能，破坏当地生态。

5.4.5.5 对天然林保护工程的影响

天然林又称自然林，包括自然形成与人工促进天然更新或萌生所形成的森林。其特点是环境适应力强，森林结构分布较稳定，但成长时间较长，按其退化程度可以大致分为原生林、次生林和疏林。中国的天然林主要分布在东北、内蒙古和西南等重点国有林区。2000 年，天然林保护工程（简称“天保工程”）正式实施。2017 年 3 月，中国国家林业局宣布，中国全国范围内已经实现了全面停止天然林商业性采伐。截至 2018 年，天保工程累计完成公益林建设任务 2.75 亿亩，中幼龄林抚育任务 1 亿亩，使 19.32 亿亩天然林得以休养生息。

吉林省作为国家重点国有林区，自 1998 年开始在长白山重点国有林区的 18 个林业局、4 个森林经营局和长白山国家级自然保护区范围内，启动实施了天然林资源保护工程，总经营面积 401.6 万 hm^2，其中天然林面积 311.2 万 hm^2。吉林省天然林保护工程区地处长白山林区腹部，是东北三大林区之一，该区东起和龙市市北、珲春市、安图县东部，向西绵延 500 余里至临江市西部，包括临江、三岔子、松江河、泉阳、露水河、白石山、红石、黄泥河、敦化、大石头、八家子、和龙、汪清、大兴沟、天桥岭、白河、珲春 18 个林业局和上营、辉南、安图、长白 4 个森林经营局以及长白山国家级自然保护区，工程区总面积 394.7 万 hm^2，其中商品林经营区 106.1 万 hm^2。

从 1998 年到 2010 年吉林省实施了天然林保护一期工程，到天保一期工程结束，吉林省累计调减木材产量 1883.7 万 m^3，完成人工造林 174 万亩，封山育林 481.1 万亩，中幼林抚育 296.5 万亩，森林资源逆向演替趋势得到有效遏制，林地面积和森林蓄积实现双增长。从 2011 年起到 2020 年，吉林省计划实施天保二期工程建设，5 年内吉林省要在一期定产每年 217.5 万 m^3 的基础上，分三年调减到每年产量 134 万 m^3，下调 38.4%，10 年累计调减木材产量 787.5 万 m^3。

吉林省靖宇抽水蓄能电站工程建设涉及占用天然次生林地，属于天然林保护工程的范围内。根据《天然林资源保护工程管理办法》，“天保工程的建设目标是，停伐或调减木材产量，保护好现有天然林，加快宜林荒山荒地造林种草，加强森林管护，妥善安置富余人员，缓解企业社会负担，为林区发展和改善生态环境创造条件”、“在

距大江大河干流和一、二级支流第一层山脊两侧 500m 的范围内不得从事可能对林下植被造成破坏的一切经营活动；未经批准，不得砍伐禁伐区的乔木、灌木，不得毁林毁草开垦，禁止在幼林地、封山育林和未成林造林地内从事放牧活动；不得随意开挖土石方和修筑建筑物；需征占用林地的，必须按照《中华人民共和国森林法实施条例》和国家林业局《占用征用林地审核审批管理办法》的规定报批。”本工程占用天然林 193.86hm^2，工程已最大限度考虑对林地的保护，对于工程占用的林地，在开工前按照国家有关规定办理林地征用手续，在项目设计和施工过程中，应严格控制施工范围，最大限度减少占用林地，保护林业设施；做好林地生态补偿、植被恢复工作，对天然林造成的负面影响在落实保护方案后将得到缓解。

5.4.6 对陆生动物的影响分析

5.4.6.1 施工期对陆生动物的影响

本工程施工期对陆生动物的影响主要有以下几个方面：①工程占地、②施工干扰（包括噪声、废水、灯光、人为捕捉等）、③交通影响。影响范围主要为上水库、输水系统、厂房系统、下水库、场内道路、临时工程如临时占地范围包括骨料暂存场、临时道路、施工营地及临时仓库等。料场、表土暂存场等及施工场地及周边地区。

a）对两栖类和爬行类动物的影响

1）工程占地影响

本工程占地总面积 504.49hm^2，包括永久建筑占地 147.70hm^2，如上水库大坝、下水库大坝、库岸、进场公路、上下库连接公路用地等；上下水库淹没占地 274.01hm^2；临时占地 82.78hm^2，布置有骨料暂存场、临时道路、施工营地及临时仓库等。

根据现场调查，评价区的两栖爬行多分布林地和溪流生境，如那尔轰河周边、上水库河谷附近，评价区内山谷之间的溪流生境等。上水库水面呈近似椭圆形，约 1000m×630m，正常蓄水位水面面积约 39hm^2，工作水位 47m。上水库的建设、清理库盆会迫使原分布于库盆内以及库盆周边的两栖爬行迁移，影响局部区域两栖爬行的分布格局。下水库坝址到最远库尾约 6000m，正常蓄水位水面面积约 225hm^2，工作水位 13m。相较于上水库，下水库的库盆清理范围较大，清理活动对两栖爬行的物种多样性影响较大。

根据工程征地计划，工程永久和临时占用的林地、农田生境较多，占用面积分别为368.62hm^2、111.28hm^2。建设后林地变化幅度为-14.94%，农田面积变幅为-5.28%，建设后湿地生境增加，增加至291.05hm^2，变化幅度为13.75%。评价区除占地区外相似的适宜生境丰富，区域内两栖爬行都有一定的趋避能力，因此，工程永久占地的影响较为有限。临时占地区多集中在下水库坝址和上水库坝址周边，临时占地在施工期占用破坏其生境，且工程施工时间较久，在施工期间存在一定的干扰。但随着施工结束后的植被恢复和水土保持措施的实施，临时占地区的影响会逐渐减小。另外，工程施工过程中地表开挖、渣料及建筑材料的堆放也可能直接造成两栖爬行类动物个体伤亡，在现场施工过程中如遇两栖或爬行动物，应尽量避开或人工辅助迁移，将其移至其它类似生境，远离工区，并上报环保监理进行登记记录。

2）施工干扰（包括噪声、废水、粉（扬）尘、灯光、人为捕捉等）

施工期间产生的噪声、废水、灯光等也会对两栖爬行类动物产生一定的影响。爆破、施工机械及车辆噪声会对两栖爬行类动物的产生惊扰，迫使其远离工程影响区域；施工过程中机械滴漏的含油废水、施工人员生活污水等未经处理或者处理不达标排放会对两栖爬行类生境造成污染，从而劣化其生境；夜间施工灯光会对两栖爬行类正常的栖息觅食甚至繁殖活动产生干扰。以上施工干扰都会使得工程影响区域内的两栖类、爬行类动物向工程干扰较小或未受影响的周边区域扩散，造成分布格局的改变。由于评价区适宜生境丰富，这种影响不会造成整个评价区两栖、爬行类种类的锐减，对评价区内两栖和爬行动物造成的影响为临时性影响，随着施工进程的推移和施工结束后的恢复措施开展，这种临时性的影响将减弱至较低水平。

3）交通影响

公路建设期间的影响主要是为占地及施工干扰，如道路占用动物生境、施工开挖对动物的个体伤害、机械噪声对动物的惊扰等，建成后的主要影响有道路阻隔以及施工期车辆通行直接碾压的影响。

本工程占地、施工干扰及交通影响对区域内的两栖爬行动物存在一定的不利影响。两栖动物和爬行动物都具有一定的迁移能力，而且工程区外围地带分布有充足的适宜生境，为避开不利影响，它们一般会向附近适宜生境中迁移。随着上下水库蓄水，新

的库塘生境的形成将吸引喜水库及周边活动的两栖爬行类的聚集，将减缓占用对两栖爬行的影响。随着工程直接影响区的植草绿化、水土保持生物措施等工程的实施，将逐步形成两栖爬行新的栖息地。此外，本工程进场的施工时间严格按照环境要求划定，施工机械也都保持最优运转状态，且工程也会配备专业的施工监理单位，施工干扰影响是可以控制在最低程度的。

因此，工程建设对两栖动物和爬行动物的影响主要是导致其在施工区及外围地带的分布及种群数量的临时性变化，不会改变该区域物种种群规划大幅度的变化。

b）对鸟类的影响

1）工程占地影响

上水库周边生境以阔叶林为主，林下光线较暗，分布的鸟类主要为雀形目鸟类，如黄喉鹀、沼泽山雀、北长尾山雀等。下水库分布在那尔轰河上，周边有国道 G222 和村庄、农田，鸟类生物多样性较高，多为常见鸟类和伴人生活的种类，如山斑鸠、麻雀、家燕、渡鸦等。

下水库上空也多次记录到猛禽，那尔轰河内和岸边也多次记录到雁鸭类和鸻鹬类。鸟类具有迁移能力强、活动范围广及食物来源多样化的特点，工程占地区周围分布有较多的可成为其替代生境的林地等，且工程完工后永久占地及临时占地区会及时进行绿化或植被恢复，受影响迁移的鸟类可重新回到原生境活动或到周边类似生境活动。

工程施工永久占地会占用这些生境，使得评价区内分布在以上区域的鸟类丧失了部分栖息、活动、觅食环境。根据现场调查，三角窝石村有大量家燕和金腰燕繁殖，在 9 月调查期间，在三角窝石村上空有较多数量的家燕、金腰燕活动。而三角窝石村位于淹没范围内，施工前进行搬迁和建筑物清理，家燕、金腰燕、麻雀繁殖点将丧失，家燕和金腰燕种群将分散在周边村庄或其他繁殖点。

2）施工干扰（包括噪声、废水、粉（扬）尘、灯光、人为捕捉等）

施工期间的施工干扰，如施工噪声、废水、灯光及人为捕捉等对鸟类也会造成一定的不利影响。

大部分鸟类对噪音较为敏感，施工过程中的机械及车辆运行噪声尤其是施工过程中的爆破噪声等会对施工区周边的鸟类造成一定的惊扰，迫使其迁往噪声影响相对较

小的区域生存，同时突发的高噪声活动容易影响繁殖期鸟类的繁殖习性，如弃巢等。

施工期的废水主要是施工机械跑冒滴漏的含油废水、施工人员生活污水、上下水库施工生产废水等，以上废水如不处理直接排放会污染土壤或水域，进而对植被造成影响，导致鸟类栖息地及觅食地被污染，影响鸟类的栖息及觅食，造成该区域鸟类的被迫迁移。

枢纽工程区建筑物、场内道路等施工、石料场、砂石加工系统、混凝土系统及运输道路上产生的扬尘、粉尘等对也会劣化鸟类生境，对工程影响区内的鸟类造成影响；另外夜间灯光也会对鸟类的繁殖造成一定影响。因此施工期间应合理安排施工时间，减少晨昏进行高噪声的爆破作业，减少夜间高噪声施工，严格管理废水污水的处理，定期洒水抑尘，以减小施工活动对鸟类产生的不利影响。

人为活动主要影响部分有食用价值、经济价值、观赏价值以及研究价值的鸟类如环颈雉、花尾榛鸡等，容易遭受施工人员的捕捉、捕杀等，从而造成个体数量的降低、有可能间接地影响该种鸟类的种群繁殖。施工期间应加强宣传和管理，以避免人为活动对鸟类造成影响。

3）交通影响

电站建设场内运输任务主要包括：工程施工期开挖弃渣、坝体填筑堆石料、混凝土骨料及成品料、钢筋钢材、施工设备、金属结构等生产及外来生活物资的运输，通行的车辆仅在施工高峰期较频繁。但由于施工期多为材料及人员输送车辆，行车速度较缓，且鸟类的飞行能力较强，因此出现鸟撞事件的概率较低，对鸟类直接伤害影响较小。评价区内 G222 两侧未发现明显的鸟类低空迁飞、迁徙路线，且车辆运行噪声对鸟类也有一定影响，鸟类有一定的避趋能力，因此 G222 出现鸟撞事件的概率较低。鸟类对长期无害的噪声有较强的适应能力，因此施工车辆噪声对其影响也较为有限。

综上所述，由于鸟类活动和觅食范围较广，规避风险能力和适应能力较强，且工程施工影响范围较小，施工区外围仍有大量林地、草地、荒地等适宜生境，它们在受到施工活动影响后一般会自动向周边适宜生境迁移，规避施工活动造成的不利影响。工程完工后，随着施工迹地恢复和环境改善，施工区域动物种群数量将逐渐得到恢复。因此鸟类受工程施工干扰影响较小。

c）对兽类的影响

1）工程占地影响

根据现场调查可知，评价区的兽类食肉目动物种类最多，有 7 种，而鲸偶蹄目（3 种）如野猪、狍和啮齿目（5 种）的鼠科和松鼠科数量最多。评价区中大型内哺乳类与人直接相遇率较低，主要为红外相机记录，小型哺乳类多为访问调查记录到。工程施工期间，随着施工场地、施工营地等建设，施工人员的进驻，以上区域的鼠科动物如褐家鼠、小家鼠等可能会逐步增加。评价区其它兽类多为森林、灌丛等生境中分布的物种，如野猪、狍、赤狐等，工程占地对其影响主要是占用其栖息、活动、觅食的场地，但由于评价区内相似生境丰富，且其活动范围相对广，占地面积相对于评价区面积较小，因此占地的影响相对有限。

2）施工干扰（包括噪声、废水、粉（扬）尘、灯光、人为捕捉等）

除占地对兽类的影响外，施工期间的机械噪声、灯光污染以及车辆行驶和人为活动等各方面对环境的扰动，都对附近的兽类产生了一定的驱赶，兽类也会主动远离工程影响区。

3）交通影响

施工期，交通的影响主要体现在对外及对内道路上行驶车辆对小型兽类的碾压影响。由于施工期道路多是材料运输车辆通行，施工车辆产生的地面震动使得兽类在较远距离外就能注意到车辆，兽类也有较强的活动能力，因此直接碾压的概率较小，行驶车辆造成兽类个体伤亡的影响有限。

工程完工后，随着施工迹地恢复和环境改善，施工区域动物种群数量将逐渐得到恢复。因此，工程占地、施工干扰及交通影响等对其影响相对较小。

5.4.6.2 初期蓄水对陆生动物的影响

初期蓄水对陆生动物的影响主要为下水库坝下河段蓄水期径流量减小导致的湿生植被的变化，进而影响依赖于该生境的动物。本工程初期蓄水阶段，在 50%、75%保证率条件下，下水库坝址断面月均下泄量占天然来流量的比值在 85.02%～100%、81.02%～225.45%之间，减水的影响使得下游河段湿生植被经过一段时间的演替后，会被更多耐受干旱的灌丛所替代，或出现面积缩减。但蓄水期间通过已蓄水库补充枯

水期生态水量，水库渗漏水量也最终回归于河道，可进一步减轻对下游湿生植被的影响。因此，初期蓄水阶段，下水库坝下河段径流量减小对坝下河段分布的陆生动物影响较小。

5.4.6.3 运行期对陆生动物的影响

1）对两栖类和爬行类动物的影响

根据现场调查，评价区内的两栖类和爬行类动物主要分布在上下水库所在的山溪沟、林下有靠近水源的生境。

本工程蓄水后，上下水库库区内原有的冲沟或河流被取代，虽然部分两栖爬行类的生境被淹没，但由于建库形成了新的库区静水水域，为静水型两栖动物如黑斑侧褶蛙等以及林栖傍水型爬行类动物的活动提供了更加适宜、广阔的生境。库区周边潮湿的环境有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的动物摄食较为有利，为其带来一种安定的生活环境，可能导致库区周边一定范围两栖类和爬行类动物种类和数量增加。经过一段时间的调节后，其种群密度将达到生态平衡状态。在评价区内分布的两栖动物和爬行动物为常见物种，在评价区内和评价区外均为常见种。工程永久占地较为集中，主要占用上水库和下水库。占用面积相较于评价区占比较小，不涉及两栖动物和爬行动物主要和集中分布地，工程建设后不会改变该区域两栖动物和爬行动物区系类型。

本工程新建道路可能会阻碍道路两岸的两栖类和爬行类动物的交流。区域内的两栖爬行类多为常见种，库区内现状道路以及车辆影响对区域内两栖和爬行动物的影响已经存在，且两栖和爬行动物具有一定规避危险的本能。因此道路的阻隔以及车辆运行的碾压对两栖类和爬行类影响有限。

2）对鸟类的影响

上水库淹没范围较小，淹没植被类型为林地。影响的主要鸟类为雀形目鸟类，如沼泽山雀、北长尾山雀、黑枕黄鹂、普通鸭等。栖息在该区域的鸟类将随着蓄水活动开展迁往周边区域活动和栖息。上水库分布的鸟类主要为常见鸟类，在上水库周边区域以及下水库均有分布。上水库蓄水不会对该区域鸟类造成较大影响。

下水库蓄水将淹没农田、林地、建设用地等，使原来在此栖居、营巢的鸟类失去

取食地及繁殖场所，迫使其迁往它处。利用淹没区内农田生态系统繁殖的鸟类较少，主要为利用农田生境觅食，如黄喉鹀、沼泽山雀、黄眉柳莺等。栖息在林区鸟类主要为雀形目鸟类，如渡鸦、沼泽山雀、普通鸮、棕头鸦雀等，栖息在该区域的鸟类将随着蓄水活动开展迁往周边区域活动和栖息。下水库淹没原有那尔轰河河道，在蓄水形成水库后，水库面积增加，将为游禽、涉禽鸟类提供更为广阔的栖息觅食环境，有利于吸引鸟类到此聚集，使得该区域湿地鸟类的种类和数量增加。

3）对兽类的影响

评价区的兽类以森林、灌丛等生境中分布的物种如野猪、狍、黄鼬和东北兔为主，水库蓄水将淹没部分森林、灌丛生境。评价区内森林、灌丛主要分布在上水库、下水库枢纽工程附近、下水库淹没线以上区域。受施工期影响，该区域的兽类将被迫远离工程影响区，因此蓄水淹没对其个体伤害影响有限。此外，电站蓄水淹没的森林灌丛生境面积较小，且评价区内相似生境丰富，兽类警惕性较强，蓄水淹没对其影响有限。在运行期后，上下水库周边形成新的生态景观，将会吸引部分兽类。

此外，电站建成后，随着电站人员的进驻，小型啮齿动物如小家鼠和褐家鼠等可能会在营地周边聚集，运行期需要注意保持区域环境卫生。

综上所述，工程实施后库区野生动物的分布及种类数量将发生一定变化，但对野生动物影响较小。

4）道路交通对陆生动物的影响

本工程永久道路行驶车辆、人类活动会对野生动物产生干扰。由于这种阻隔使得一些动物穿越造成阻隔的道路时，会导致碰撞和碾压伤害这种情况，对于两栖类爬行动物较为明显。永久道路会限制野生动物的活动，间接产生的阻隔效应，使动物生活的生境破碎化，对动物觅食的有一定影响，代表类群为林地中兽类。由于鸟类具有飞翔能力和趋避本能，碾压和阻隔影响对鸟类的影响较小。

运行期车辆排放的废气、噪声、振动及路面径流污染物对动物也造成一定的不利影响，迫使动物寻找其他的活动和栖息场所。交通噪声和夜间车辆行驶时灯光会影响动物的栖息和繁殖，其中噪声污染比较显著。但由于库区内原有 G222 国道，这种不利影响已经存在，周边陆生动物对这种车辆造成、车辆灯光、人为活动具有一定的耐

受性和适应性。因此本工程永久道路建设对野生动物的影响不大。

5.4.6.3 对重点保护动物的影响

根据现场调查、访问调查及相关文献资料，评价区内陆生脊椎动物中濒危（EN）物种 2 种，易危（VU）物种 4 种，有近危（NT）物种 16 种，LC（无危）88 种。评价区有国家一级保护野生动物 1 种，国家二级保护野生动物 17 种；吉林省省级重点保护野生动物 61 种。

a）对国家重点保护动物的影响

评价区有国家一级保护动物 1 种（哺乳类），国家二级保护动物 17 种（鸟类 11 种，哺乳类 6 种）。

11 种保护鸟类中有游禽 1 种，为鸳鸯。动物实地调查期间，在三角窝石村河边（与上述为同一点位）记录到 1 只鸳鸯雌性个体带 1 只亚成体。由于成年鸳鸯营巢于紧靠水边老龄树的天然树洞中，距地高 10m～18m，因此推测距离河边不远的林中有鸳鸯繁殖。由于下水库库区周边林地较多，适合鸳鸯繁殖的树种和生境较丰富，因此工程建设对鸳鸯影响为可接受范围内，但应注意控制施工期爆破等高噪声活动时间，避开夜间和晨昏高噪声施工活动。

陆禽 1 种为花尾榛鸡，体型似鸽，本地人俗称飞龙、飞龙鸟。现场红外相机在上水库进出水口记录到 2 只个体活动，访问调查在评价区下水库库区周边林地活动。电站建设对花尾榛鸡的影响主要为栖息地破坏、噪音干扰和施工干扰。花尾榛鸡在评价区内为常见种，项目建设会占用小部分栖息环境。评价区周边林地生境丰富，可替代生境多，电站建设不会导致本地花尾榛鸡数量较大幅度变动，对其的驱赶作用为生态可接受范围内。雄性个体体羽较为为鲜艳，特别是在春季的求偶期，雄鸟眼睛上部有鲜红的眼睑，具有一定的观赏性和经济价值。施工期间由于人流量的临时性增加，可能会出现人为捕捉等情况发生，因此在施工要对施工人员做好野生动物保护的宣传和普法教育，避免人为伤害和捕捉。

猛禽 8 种，为灰脸鵟鹰、松雀鹰、普通鵟、雀鹰、凤头蜂鹰、红隼、燕隼、红脚隼。猛禽类活动范围大，飞行能力强，现场调记录到灰脸鵟鹰、普通鵟、凤头蜂鹰、红隼等，主要出现在下水库周边的林地及下水库农田上空。猛禽类活动范围较大，领

域性较强，因此数量较少。在评价范围内遇见率较低，飞行高度高，工程对猛禽的影响主要是施工期间噪声、灯光等对施工区周围环境产生干扰，从而影响鸟类的栖息。但猛禽类有很强的飞行能力，且栖息生境多样，有一定的抗干扰能力，在环境受到干扰时会迅速迁移到其他相同或相似生境中，工程对其影响较小。

红胁绣眼鸟为雀形目鸟类，国家二级保护动物，主要分布在评价范围内的林区。6月份现场调查时，在下水库坝下、下水库库尾、上水库坝下均记录到。水库建设对其红胁绣眼鸟的影响主要为施工噪声影响，但雀形目鸟类善飞翔，容易找到其它适宜栖息的生境，也更容易找到食物，因而对其影响甚小。

梅花鹿为国家一级保护动物，靖宇县范围内有梅花鹿养殖产业，且在评价区内和评价区周边均有梅花鹿养殖场，可能出现梅花鹿逃逸情况。养殖动物在野外情况下繁殖超过三代可认定为野生种群，因此评价区范围内推测有梅花鹿存在。梅花鹿生长在森林、山地、草原等环境中，会根据季节更换栖息地。生性机警胆小，善奔跑、跳跃，喜集群生活。项目区设立在道路、农田周边，有一定的人为干扰，且通过访问调查，工程区周边未发现梅花鹿。因此工程建设对野生梅花鹿几乎无影响。

马鹿是国家二级保护动物，体型较大。马鹿曾广泛分布在东北地区。根据2000年长白山马鹿的调查资料，马鹿在吉林省的分布范围被划分为3个一级区和8个二级区。经统计，靖宇和辉南地区的马鹿种群数量合计约为390±130只，密度为3.9±1.3只/hm^2，主要分布于靖宇的三岔子林场和辉南的红旗林场与四岔林场。在无人为干扰时，马鹿的栖息地分布较为均匀，完整性较高。而在人为干扰下，其栖息地破碎化加重，道路和人类集中活动区对马鹿分布的影响较大。马鹿生性机警胆小，善于奔跑、跳跃，喜欢集群生活。经访问周边村民和咨询相关部门，评价区内可能有马鹿分布，但较为罕见。评价区内施工占用地主要集中在有人为活动的道路周边、农田周边，有一定的人为干扰，因此工程建设对马鹿几乎没有影响。

豹猫、赤狐、貉、黄喉貂为地面生活型的食肉类动物。总体上种群数量较为稀少，评价范围内较为少见。大部分活动于淹没范围之外的林地和灌丛等环境，项目实施对其影响不大。对以上动物的影响主要为施工期的噪声。噪声影响范围有限。在近施工占地周边的个体会因施工的干扰而被迫迁离，但不会造成个体伤亡等情况，总体上影

响基本是可控的。

亚洲黑熊是熊科食肉类动物，评价范围内较为少见。主要栖息于海拔 1000m～4000m 左右的山地森林林都有栖息，夏季栖息在高山，有冬眠的习性，入冬前从高地逐渐转移到海拔较低处，可能出现在评价区偷食农作物、瓜果等，活动范围较大。因此在秋季施工时，工程产生的噪声和振动对黑熊的觅食会造成惊扰。同时应注意施工时避免被黑熊攻击。

b）对省级重点保护动物的影响

根据调查结果，评价范围内省级重点保护动物较多，分别为东方铃蟾、花背蟾蜍、黑斑侧褶蛙、黑龙江草蜥、丽斑麻蜥、北草蜥、白条锦蛇、棕黑锦蛇、鹌鹑、东北兔、北松鼠、东北刺猬、野猪、狍、黄鼬等共 61 种。

工程对省级重点保护两栖和爬行类的影响主要是占地以及施工废水等的影响。工程在实施期间对其正常觅食和栖息造成一定干扰，运行期，库区水面将有一定的增长，对蛙类的栖息活动有利。但应注意加强施工人员的保护动物意识，避免施工人员对这些种类的捕捉。由于中介蝮、虎斑颈槽蛇为毒蛇，应在施工期间避免与其直接接触，禁止猎杀和捕捉。上下水库开始蓄水后，对两栖和爬行类影响逐渐减弱，但随着施工干扰消除和电站环境的稳定，部分会回归到工程周边，也可能会有新的个体来此栖息。

评价范围内的省级重点保护鸟类以林鸟和水鸟为主。对工程对林鸟影响主要是施工期间爆破的瞬间产生的噪声和震动对其的惊扰，在繁殖期间实施爆破还会对其繁殖产生不利影响。评价范围内有斑嘴鸭、小鸊鹈、扇尾沙锥、苍鹭等水鸟为省级保护鸟类，主要分布在那尔轰河以及两岸。工程在实施期间对其正常栖息、觅食造成一定干扰，运行期，下水库库区蓄水后水域面积扩大，对雁鸭类、鸻鹬类栖息活动有利，对水鸟一定的积极影响，可能会吸引其他水鸟来此区域活动。

北松鼠、野猪、黄鼬、狍、东北兔栖息在森林里，黄鼬、野猪、东北兔等也会活动于村庄附近、农田等地带。工程对其影响主要为施工对其栖息地的占用以及施工噪声的影响，由于东北兔、野猪、狍等哺乳类在民间可能会被食用，因此应注意对施工人员的宣传教育，避免施工人员猎杀。项目实施期间和以后的一段时间，它们可能离开，但随着干扰消除，环境的稳定，部分可能会回归，也可能会有新的个体来此栖息。

c）对珍稀物种和特有物种的影响

评价区有濒危（EN）物种 2 种，易危（VU）物种 4 种，中国特有物种 2 种，分别为马鹿、梅花鹿、棕黑锦蛇、豹猫、亚洲黑熊、黄喉貂、黑龙江草蜥、黄腹山雀。有 1 种未列入国家级或者吉林省级保护名录中，为黄腹山雀。因此本节对黄腹山雀进行影响评价。

黄腹山雀是雀形目山雀科山雀属鸟类。黄腹山雀分布于中国大部分地区。栖息于海拔 500m～2000m 的山地。常结群活动于高大的针叶树和阔叶树上，或穿梭于灌丛间，有时与大山雀混群。工程对其影响主要是噪声的驱赶和震动对其的惊扰。雀形目鸟类善飞翔，容易找到其它适宜栖息的生境，也更容易找到食物，因而对其影响甚小。

5.4.7 对湿地的环境影响分析

评价区内的湿地生态系统主要位于那尔轰河。本工程初期蓄水时长为 30 个月，所需水量完全来源于下水库所在的那尔轰河。初期蓄水期在保障生态流量的前提下，余水用于库容的充蓄。至第 7 年 9 月末，水库蓄水量达到所有机组发电所需的水量。若上游来水量不能满足生态流量泄放的需求，全部来水将进行下泄，确保下游断面的水量、水位和流速与天然来水保持一致，从而有效保护了下游河道的湿地生态环境。运行期间几乎不消耗水资源，坝下的径流过程与天然节律基本保持一致，考虑到运行期下水库渗漏水量最终回归到坝址下游，因此总体来看运行期整体对坝下河道水文情势影响较小。

根据工程布置，本工程下水库淹没区占用了 0.1867hm^2 湿地（内陆滩涂），均为一般湿地。根据吉林省湿地图斑矢量数据可知，评价范围内湿地面积共 20.53hm^2，本工程占用评价范围内湿地比例约 0.91%，占比很小，且工程占用湿地为该区域零散分布的单独湿地，工程占用湿地后，不会阻断区域集中连片湿地之间的水力联系，对区域湿地的整体结构及生态功能影响很小。建设单位根据相关法律规定，取得了靖宇县自然资源局同意工程建设的意见，本工程占用的一般湿地将在县内统筹调剂补充。本工程建成后，下水库库区在回水区与陆域交接的位置，形成新的滩涂地，产生新的湿地生境，从而增加了区域湿地面积，整体上不会降低区域湿地的面积。

在湿地生态类型方面，工程建设前评价区内的湿地生态系统主要是河流型的。建

设完成后，下水库蓄水使得湿地生态系统由河流型转化为库塘型。库塘型湿地生态对鸟类中的游禽类具有积极影响。由于下水库水面辽阔且水深较浅，在水位下降时会露出较多的滩涂，这对涉禽类的觅食和栖息产生了一定的有利影响。

5.4.8 工程的累积性影响

本工程的实施对项目区的影响主要发生在施工期，施工期结束后影响逐渐减弱甚至消失。施工期工程建设导致局部水土流失，动物栖息地减少，占地范围内的生物多样性减少，但随着施工结束后，上、下水库库区形成新的水面，将为动物提供更大的饮水地，有利于亲水生物的生存繁衍。

流域现状生态环境较好，抽水蓄能电站是在生态环境保护中适当开发水资源，项目临时占地恢复后，永久占地得到补偿后，水保设施也将发挥作用，项目建设对流域生态环境影响较小，不会对流域的水源涵养、生物多样性维护等重要生态功能带来长远不利影响。

5.4.9 工程建设碳排放影响分析

根据《森林生态系统碳储量计算指南》（LY/T 2988-2018）中森林生态系统乔木地上部分碳储量计算公式，按项目区砍伐树木以栎类计算，得到项目永久占地区森林生态系统碳储量约为 13.8 万 t，本工程建设将导致 13.8 万 t 的碳储量永久损失。

吉林省靖宇抽水蓄能电站投产后，可使吉林电网每年节约标煤 132.27 万 t，折合原煤 185.17 万 t，相应每年可减少二氧化碳排放量约 346.54 万 t，因此，电站投产当年的碳减排效益即可弥补项目占用森林导致的碳储量损失，电站运行后，每年的碳减排效益将持续发挥作用，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展。

5.5 水生生态环境影响评价

5.5.1 对浮游植物的影响

a）施工期

施工期由于大坝及上、下游围堰，施工开挖、爆破、围堰截流等施工过程不可避免地扰动水体，将导致局部水域悬浮物升高。悬浮的泥沙在水流扩散等因素的作用下，在一定范围内将导致水质泥沙含量增大，除具有坚硬硅质外壳的藻类（如硅藻）外，

大多数细胞壁很薄或者无细胞壁的藻类经受不住悬浮物颗粒的摩擦和冲撞而死亡。由于悬浮物颗粒的对光的折射和色散等作用，水体中的透光率降低，浮游植物的光合作用也在一定程度上受到不利影响，进而抑制浮游植物的细胞分裂和生长，降低浮游植物的生物量和库区的初级生产力，水体溶解氧进一步降低。同时，施工废水的不合理排放也可能对浮游植物造成一定破坏。

b）运行期

大坝建成后，原有的河流将变成河谷型水库，水体环境由河流生态型向水库生态型转化，水面增大，水流速度减缓，水体营养物质滞流时间延长，泥沙沉降，平水期、枯水期水体透明度有所增大，被淹没区域土壤内营养物质渗出，水中有机物质及营养盐将增加，这些条件的变化均有利于浮游生物的生长繁殖。工程完工后，浮游植物种类和现存量会发生变化。下水库库区内硅藻门的种类和细胞密度所占比例可能会下降，而绿藻和蓝藻门的种类和数量则会明显增多。因不同区域水文情势和生态环境的不同，浮游植物种类的变化存在一定的差异。总体看电站运行后，库区河段浮游植物种类和现存量会有所增加，但由于电站按日调节运行，上下库水体交换频繁，尤其是下水库取水口产生的卷吸效应不可避免地对部分浮游植物造成机械损伤，且工程对库区的水质影响较小，浮游植物的增加幅度有限。

工程实施后，下水库坝址将按照生态流量要求下泄流量，不会形成干涸和断流的情况，由于河流水量部分减少，浮游生物有效栖息空间将部分缩小，浮游植物生物量下降，浮游生物密度和生物量因此也会因为生存空间变小和饵料生物减少而下降。

5.5.2 对浮游动物的影响

a）施工期

根据对现场采样结果的分析，发现调查水域浮游动物经鉴定共计 4 类 19 属 26 种。其中轮虫的种类最多为 10 属 16 种，占总数的 61.5%；原生动物次之，为 7 属 8 种，占总数的 30.8%；枝角类和桡足类的种类最少，均为 1 种属，分别占 3.85%。水域中的浮游动物是幼鱼的重要饵料，与浮游植物一样，在施工期，因施工产生的悬浮物可能粘附在浮游动物体表，因而使其运动、摄食等活动受到影响，过量的悬浮物会堵塞桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，对其存活和繁殖有抑制作用，从而使局部水

域内浮游动物数量减少。施工废水的不合理排放和围堰施工也会对浮游动物产生一定的影响。

由于受到施工期间的运输车辆行驶产生的扬尘影响，位于工程附近的混凝土加工、土石料开挖产生的粉尘飘落到水体导致河流水体悬浮物颗粒增加，悬浮物含量增多同时对浮游动物尤其是滤食性的浮游动物带来不利影响，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。过量悬浮物使其食物过滤系统和消化器官堵塞，大量的悬浮颗粒黏附在动物的体表，干扰其正常呼吸等生理功能，再加上悬浮物抑制浮游植物的生长导致初级饵料的减少不利于滤食性浮游动物的摄食，工程的开展会造成下水库施工区域内浮游动物生物量降低。

b）运行期

电站运行后，水中产生的悬浮物颗粒逐渐沉降，水体透明度提高，光照条件进一步改善，有利于浮游植物物的生长和繁殖。随着浮游植物的增加，以浮游植物为食的浮游动物将相应增加，其变化趋势与浮游植物相似。随着上、下水库水体交换，浮游生物的种类组成逐渐相似。浮游动物的种类和数量将逐渐增加，将逐渐以原生动物和轮虫为优势类群。如在多样的河道缓流水域中，原生动物砂壳虫及钟形钟虫等的数量会逐渐增加，并成为优势种，此外，枝角类、桡足类等浮游动物有一定的发展，这些浮游生物可为鱼类提供优质的天然饵料。总体看电站运行后，库区河段浮游动物种类和现存量会有所增加，但由于电站按日调节运行，上下库水体交换频繁，尤其是下水库取水口产生的卷吸效应不可避免地对部分浮游动物造成机械损伤，浮游动物的增加幅度有限。

运行期，下水库坝下河段进行生态流量下泄以保证河流不断流，对坝址下游河道水文情势、水质影响较小，因此工程运行对下游内浮游动物影响较小。

5.5.3 对底栖动物的影响

a）施工期

水生昆虫栖息于河床的巨石、砾石和卵石，水生昆虫大多以扁形和流线形种为主，可利用体表、附肢上的结构，钩挂、贴附在石面上，以适应激流水体环境。水体的 pH 为 6.8～7.2，是大多数水生昆虫代谢和发育的最佳范围。全年平均水温 7℃～9℃以下，

低温能够刺激和完成水生昆虫生活周期的发育，同时低温又增加了水体溶解氧含量，有利于水生昆虫用表皮和鳃在水中进行气体交换。那尔轰河是典型的山谷型河流，底质为砂砾和沙泥，水质良好，水流畅，为底栖动物生长、繁殖提供了良好的环境。大坝围堰施工期间，在河道内施工，大坝所占河道内的底栖生物将永久消失。围堰施工期间，将对水域环境和岸边自然植被造成破坏，施工水域水体的泥沙含量升高，造成河水浑浊，泥沙沉淀，河底原有的鹅卵石、砂砾、沙泥底质被覆盖，改变了河流底质的原生态，不利于底栖动物的正常呼吸、摄食、攀附、生长和繁殖。但这部分底栖动物的影响限于施工区域，随着工程的结束，经过一段时间将会恢复到原生态状态。

b）蓄水期

下水库库区水体流速明显减缓，水深增加，水域面积扩大，库尾及沿岸形成大面积新的淹没区，将成为新的适宜底栖动物生存的环境。上游河流夹带泥沙沉降，库区底质由砾石型为主逐步向泥沙型、淤泥型发展。这些条件的改变都将对底栖动物的生长与繁殖产生影响，水生底栖种类将由以流水型为主转为以静水型为主，适应于静缓流生境的软体动物将增多，密度和生物量进一步增大。

c）运行期

电站建成后，库区水体流速明显减缓，水深增加，水面积扩大，泥沙沉降，这些条件的改变都将对底栖动物的生长与繁殖产生影响。水生昆虫的蜉蝣目等的种类在库区内将发生变化，种类将由以流水型为主转为以静水型为主，在库岸浅水处，适应于静缓流生境的底栖动物将增多，密度和生物量将增大。运行时上、下水库频繁的抽放水形成的消减区压缩了底栖生物的栖息空间，消落带区域的频繁的抽放水也增加了水库的水体流动性，因此受水位频繁变动影响，消落带区域的底栖生物会比较匮乏。

坝下河段因流量部分减少，流速也相对降低，坝下河段原有的底栖动物除节肢动物和部分软体动物会随水位变化迁移外，大部分环节动物会因水位下降、生物量出现下降。

5.5.4 对水生维管束植物的影响

a）施工期

本工程施工期对水生维管束植物的影响主要集中在上、下水库的坝址、进/出水口

等有限的工程区域。工程建设占用土地可能会直接造成水生维管植物个体及其生境的损失，导致其覆盖面积和生物量下降；此外围堰施工活动扰动水底和河岸土地会使施工区及其附近水体悬浮物颗粒浓度升高，破坏周边水生维管植物生境，影响部分维管束植物光合作用。根据现场调查，下水库坝址处及坝下减水河段两岸边坡覆盖度较高，两岸边坡分布有乔木、灌木，河叉、河心滩分布有乔木柳树及湿生植物，施工区外这类植物受施工影响较小，工程建设结束后沿岸植被恢复较快。

b）蓄水期

初期蓄水，上、下水库水位上涨，形成大量新的淹没区，水域面积扩大，由于大坝截流，水流速度减缓，营养物质滞留并逐渐积累。施工期扰动产生的颗粒悬浮物逐渐沉降，光照条件逐渐得到改善，消落带及新的水库淹没区土壤中营养物质释放，饵料生物将得到较好发展。

c）运行期

电站建成运行后，上、下水库将形成新的淹没区，由于电站上、下水库间水体交换频繁，库区沿岸将形成明显消落带，对水生维管束植物的分布有较显著负面影响，无法形成稳定的水生植被群落。

现场调查发现，下水库坝址处及坝下减水河段两岸边坡覆盖度较高，两岸边坡分布有乔木、灌木，河叉、河心滩分布有乔木柳树及湿生植物。运行期随着施工活动影响的消减，除受水位频繁变化的消落带外，工程临时占地区植被可逐渐恢复并发展起来，因此电站的运行对坝址下游河道水生维管植物影响范围有限。

5.5.5 对鱼类的影响

a）施工期

本工程施工涉及的水域主要以小型鱼类为主，经对那尔轰河流域进行现状调查显示，施工水域上游至下游分布鱼类相似，生境相似。下水库大坝的修筑对那尔轰河水体产生悬浮物等直接影响，破坏鱼类的生存环境，施工机械产生的噪声和振动、水量变化对鱼类的摄食、繁殖、栖息、生长和越冬等生活习性产生一定的不利影响，但影响范围仅限于工程上、下游 200m 范围内，施工结束后，影响不复存在。

1）对鱼类区系组成的影响

本工程施工期对鱼类的主要影响为施工机械产生的噪声、振动，以及短时间的悬浮物增加，不会造成鱼类种类的消失和灭绝，而且工程影响区域的上游至下游生境相似，上游至下游鱼类区系组成基本相同，因此鱼类区系组成不会发生直接的变化，对鱼类区系组成不会产生明显的影响。

2）对鱼类种群结构的影响

本工程施工机械产生的噪声和振动对鱼类的生活习性产生一定的不利影响。鱼类种群结构发生一定的变化，特别是仔稚鱼会产生趋避效应，远离施工区域，对鱼类的种群结构产生一定的不利影响。

3）对鱼类资源的影响

本工程施工短期内造成影响水域及其上下游水域鱼类活动减弱，特别是对噪声较为敏感的仔稚鱼及鳅科鱼类影响较为明显，造成施工区域鱼类资源下降。

4）对鱼类重要栖息地的影响

鱼类对外界各种声音的反应十分敏感，当噪声达到一定程度时，会使鱼类产生背离性行为，逃避开噪声源；如果被迫接受噪声污染，则对鱼类的生理机能造成不利的影响。当声音达到 20 分贝时，鲤就会避开声音干扰而游向其他地方；对鲑科鱼类的噪声驱赶作用的试验发现，不同频率、声强的噪声驱赶效果不同。那尔轰河主要鱼类均无洄游产卵的习性，无固定的产卵地。本工程所处位置在那尔轰河上游，施工期间所产生一定强度的噪声，对鱼类的产卵产生一定的影响，那尔轰河符合鱼类产卵条件的水域有多处，可避开噪声区域寻找繁殖场所，随着工程的结束随之消失。

那尔轰河三脚窝石村以下河段河宽且水温相对较高，饵料生物资源包括浮游动物、底栖动物含量丰富，且河道分布有较大的石砾和卵石为摄食中的鱼类提供了天然的庇护场所。工程影响河段主要鱼类索饵场所位于那尔轰河景山镇至阳岔河村之间及新胜村至小营子之间的缓流水域。工程施工期间，景山镇与阳岔河村之间的索饵场所位于施工区的上游，不受其影响；下水库坝址下游及新胜村和小营子村段河流水位、流量、流速均有所降低，但幅度很小，对饵料生物的种类和生物量影响不大，因此施工取水对工程下游鱼类索饵的影响很小。在施工影响区域以外的水域，有多处索饵场所分布，且距离较远，噪声影响不会对鱼类索饵场所产生影响。初期蓄水期间，索饵场断面的

水位、流量和流速受到一定影响，因此对下游鱼类索饵受到一定的影响。

工程影响河段主要鱼类的越冬场所位于天合兴电站库区，库区内水深且宽，在施工期以及初期蓄水期均能满足越冬条件。

5）对鱼类摄食、生长影响

那尔轰河以小型鱼类为主，大多数鱼类多喜欢集群于水流较缓、水较浅的水域，同时也喜欢小型饵料鱼和饵料比较丰富的水域进行摄食生长，这样的环境除了能满足鱼类的正常生活环境外，也能为其提供丰富而可口的食物，以保证正常的生活和生长。施工期间产生一定强度的噪声，对河道里鱼类的正常生存产生一定的干扰和影响，当施工噪声音超过水生生物耐受界限时，鱼类会产生背离性行为，离开原有生态环境。这种影响将随着工程的结束随之消失。

6）对鱼类产卵行为的影响

根据历史资料和现场调查结果，那尔轰河鱼类无洄游产卵的习性，说明主要鱼类无固定的产卵地。而且，那尔轰河分布的鱼类喜在一些急流水湾处产黏性卵。施工区域位于那尔轰河的中游，施工产生的噪声对鱼类的繁殖行为产生一定的影响。处于繁殖期间的鱼类对外界的刺激比较敏感，外界的干扰会影响成熟鱼类的正常繁殖行为，鱼类的繁殖群体会采取趋离性行为；如果鱼类正在产卵繁殖期间产生噪声干扰，则会对鱼类产生惊吓而停止产卵行为或逃离现场。工程影响河段主要分布鱼类以小型冷水鱼类为主，产卵期大多在 5 月～6 月，工程应尽量避让 5 月～6 月进行涉水施工。工程施工结束其影响随之消失。

7）对鱼类仔幼鱼庇护与生长的影响

施工过程中在施工水域由于挖掘、运输、淤泥等原因，将造成邻近河道水域水体悬浮物的增加，透明度下降，饵料密度减少、植被破坏，影响产粘性鱼类的繁殖行为。同时，当水中悬浮物浓度增大时，水质混浊降影响鱼类的视力，捕获食物将变得困难。由于施工区域的植被破坏，不但饵料减少，仔稚鱼庇护场所减少。由于生境的变化，仔稚鱼会游离到其到它水域。因此，施工期间对仔稚鱼的生长有一定影响的，但这种影响是局部、暂时的，随着工程的结束，影响将会消失或减少。

8）对珍稀、濒危物种的影响

那尔轰河列入《中国物种红色名录》和《中国濒危动物红皮书·鱼类》的国家二级保护鱼类为东北七鳃鳗 1 种。在施工期间，由于水文情势改变、施工噪声等会对东北七鳃鳗的生长产生一定的影响。当施工噪声超过水生生物耐受界限时，小型鱼类就会产生背离性行为，离开原有生态环境，向施工区上游或下游迁移，由于那尔轰河上游至下游生境相似度较高，均能满足东北七鳃鳗的生长需求。据调查，东北七鳃鳗主要分布于那尔轰河下游小营子村段，是东北七鳃鳗的主要栖息地，施工段与其有一定的距离，因此施工产生的噪声及振动对东北七鳃鳗幼鱼生长影响很小，施工取水对下游东北七鳃鳗的影响很小。工程结束后，此种状态随之减少或消失，影响仅存在于施工期间。

b）运行期

工程运行期对鱼类的主要影响为下水库建设导致那尔轰河上游和下游阻隔，下游河道水量减少，导致水文情势变化等影响因素对鱼类及其生境的影响。同时，工程取水产生的卷吸效应对鱼类产生一定的不利影响。

1）大坝阻隔的影响

本工程建成后将在那尔轰河流域新增 1 座拦河建筑物，由于大坝的阻隔，原有河流环境被分割成不同的片段，鱼类生境的片段化导致形成大小不同的异质种群。那尔轰河流域鱼类均属于小型冷水性鱼类，且没有具有洄游习性的鱼类，那尔轰河上、下游生境相似性较高，均能够满足该水域鱼类的生长条件。

本工程建成蓄水运行后，那尔轰河鱼类可分为两个部分，一是坝址以上鱼类种群，二是坝址以下那尔轰河下游鱼类种群。首先，大坝的建设运行对那尔轰河上游溪流水域冷水性鱼类，即库区以上鱼类种类组成上总体格局不会有大的变化，冷水性鱼类的分布向上游退缩，库区将为冷水性鱼类提供大面积的越冬场。其二，那尔轰河下游鱼类种群，由于上、下游生境条件相似，鱼类种群不会受到影响，工程蓄水和补水期间造成下游河道水量减少，也不会造成鱼类种类的消失和灭绝，鱼类区系组成不会发生明显的变化。为保证坝下河段流水生境不断流，下水库坝下考虑下泄生态流量措施满足下游鱼类生存所流水环境，维持鱼类基本生存环境；坝址下游约 20km 左右有西南岔河汇入，而后汇入白山水库。总体来说大坝阻隔对上下游鱼类基因交流有一定的影

响，在采取增殖放流措施后，对主要鱼类资源的影响较小。

2）水文情势变化对鱼类的影响

工程运行时，抽水-发电循环所需的水量是在上、下水库中重复循环使用的，除运行过程中的蒸发渗漏损失和少量生活用水外，不消耗水资源。

本工程蓄水和补水期间造成那尔轰河下游河道水量减少，但水量变化占原有水量比例较小，不会造成明显影响。抽水蓄能电站运行期间，除补充蒸发、渗漏等水量外，其余来水均进入河道，对下水库大坝下游河道流量影响较小，不会改变大坝下游的水文情势和河道内的现有水生生境，电站正常运行后，将基本不会产生影响。洪水期下泄流量不大于已出现的入库最大洪水流量，避免造成人造洪水，下水库坝址下游仍然保持着洪峰条件，与原来的环境相似，对下游鱼类产生的影响较小。

3）电站抽水的卷吸效应对鱼类的影响

工程运行期，下水库进/出水口运转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。卷吸效应一般包括 2 类：取水卷载和卷塞，卷载指可通过拦污栅的鱼卵、鱼苗等小型水生生物（如北方须鳅、东北七鳃鳗）、游泳能力不强的底栖生物被动携带随水一同进入取抽水系统的过程，被卷载的生物在高压、高温或杀生剂的作用下易导致伤害或死亡；卷塞指下水库水进入抽水系统时被滤网等过滤装置拦截，导致生物伤害或死亡的物理现象。卷塞对象包括被滤网收集或被拦污网截留的生物，一般个体较大。

抽水蓄能电站抽水卷载程度涉及多个因素，一方面其易受抽水量影响，抽水蓄能电站运行时，下水库进/出水口抽水量越大则卷吸影响越大；另一方面，在抽水量一定条件下，抽水流速越大则抽水卷吸影响也越大。此外，下水库进/出水口所处位置其水域生物资源越丰富，卷吸影响也越严重。工程影响河段分布鱼类多为产黏性卵类型，一般沉入砾石缝或附着在水生维管束植物等处孵化，刚孵出的鱼苗无主动游泳能力，部分滞留在浅滩或回水中，部分可能顺水而下，因此引水可能带走部分鱼苗。这类鱼繁殖期集中在 4 月～7 月，工程运行可能会有部分仔稚鱼进入下水库进/出水口内。

本工程下水库进/出水口附近均未发现成规模鱼类产卵场分布。下水库正常蓄水位 513.00m，死水位 500.00m，进/出水口底板高程为 480.00m，较正常蓄水位低 33m，较

死水位低 20m。通常鱼类早期资源在水体上层水体分布较深层水体多，数量密度更大，运行期下水库取水不取表层水体，降低了进/出水口取水对表层鱼类早期资源的影响。

4）对鱼类繁殖及幼鱼生长的影响

本工程蓄水和补水期间造成那尔轰河下游水量减少，导致鱼类生境减少，特别是库湾、河湾、潜水草滩等裸露，下游的鱼类的繁殖生境减少，幼鱼的活动空间缩小，造成一定的影响。

5）对珍稀、濒危物种的影响

东北七鳃鳗喜生活于有微流、砂质底的山区河流，喜在水底层，产卵于石缝中。据调查，东北七鳃鳗主要分布于那尔轰河下游小营子村段，距离下水库坝址河道距离约 7km，在调查期间于该处发现多尾幼鱼，在其他调查点位未发现东北七鳃鳗。小营子村下游为天合兴电站，经调查，天合兴电站库区也可作为东北七鳃鳗的越冬场，因此东北七鳃鳗在小营子村至天合兴电站范围内可完成整个生活史。本工程蓄水和运行期间对鱼类主要影响为河道水量的减少，由于蓄水和补水期间取水量占河道水量比例较小，且能保证生态需水的水量，该段河道水流不会发生明显改变，因此对东北七鳃鳗的影响不大。

5.5.6 本工程下水库坝址下游河段恢复连通性的必要性与可行性分析

根据《水利部 发展改革委 自然资源部 生态环境部 农业农村部 能源局 林草局关于进一步做好小水电分类整改工作的意见》“第二条：位于自然保护区核心区、缓冲区（未分区的自然保护区视为核心区和缓冲区）的小水电列为退出类”，天合兴电站位于吉林省松花江三湖保护区的远湖区，不在吉林松花江三湖国家级自然保护区内，无退出要求；《靖宇县水利局关于靖宇县农村小水电站整改分类情况的报告》提出，天合兴电站属整改类，无退出要求。

目前由于本工程下水库坝址下游天合兴电站大坝的阻隔，那尔轰河天合兴村至双桥村河段不定期出现脱水情况，使天合兴村至双桥村段河水水质下降，河道的生态环境变差。若能够实现连通，那尔轰河天合兴村至双桥村段河段水体水量增加，水资源的更新和持续性能够改善局部气候，同时水体中水生生物种类增加，可提高水生生物多样性，改善由于阻隔引起的上、下游鱼类种群间出现的遗传分化，提高鱼类的遗传

多样性。另外河段水质与生态环境的改善有助于提升周边区域旅游价值和经济收益，也提高了水资源利用效率。

本工程下水库坝址下游河段恢复连通性在生态保护上是必要的，也具有一定的经济效益和社会价值，且天合兴电站无防洪、灌溉、供水等功能。因此本环评建议天合兴电站退出，使本工程下水库坝址下游河段恢复连通性。天合兴电站建成时间较长，建议编制退出方案，合理确定工期，落实安全等措施，避免造成新的生态环境破坏和安全风险。在实施过程中应遵循科学规划、精细管理和持续监督，并要耐心细致地做好建设单位思想工作，妥善安置人员，依法依规给予合理补偿，必要时应开展社会风险评估。

5.6 生态敏感区影响分析

5.6.1 长白山生物多样性保护优先区域

a）对水源涵养功能的影响

森林生态系统水源涵养功能是森林生态系统服务的重要组成部分，是森林与水的相互作用在生态系统服务领域的集中体现。森林水源涵养功能的具体效应主要包括森林产水、净水、拦洪、补枯等方面，是包含了供给淡水、调节水文、净化水质、调节气候、减少水蚀等多重供给服务与调节服务的综合体，直接或间接作用于生态系统的各要素，并对生态-社会-经济复合体产生重要的影响。

工程的施工占地、施工活动会对工程建设区域的林木进行砍伐、清除，破坏区域森林植被，天然植被的减少，使得植被稀疏，工程建设区域的森林植被碎片化，以及上、下水库的蓄水运行，对森林植被的淹没与占用，对库盆区域地表水及地下水环境的改变，都会对区域水源涵养功能产生不利影响。

b）对水土保持功能的影响

水土保持功能是指在某一区域内水土保持设施所发挥或蕴藏的有利于保护水土资源、防灾减灾、改善生态、促进社会经济发展等方面的作用。本区域以森林生态系统为主，森林生态系统对土壤保持、蓄水保水、防风固沙、水质维护、拦沙减沙等水土保持功能方面起着主导作用。本工程建设将造成森林生态系统面积永久损失293.88hm^2，此外，场内交通道路将造成区域内自然生态系统的分割，道路边坡两侧坡

面裸露，成为水土流失的易发区。工程建设期间后对临时施工布置区域（暂存场、施工辅助企业、混凝土加工系统等）进行水土保持工程措施，施工结束后会开展土地平整、植被恢复等措施，对于道路边坡，尽量做好水土保持，减少工程建设和运行对水土保持的影响。

c）对生物多样性功能的影响

本工程评价区内自然植被属于长白植物区系，红松林、日本落叶松林、水曲柳林、胡桃楸林、白桦林、山杨林、柳属灌丛、珍珠梅灌丛、五月艾灌草丛等种类。评价区海拔区间 400m～1000m，区域内植被种类组成以桦木科、壳斗科、松科、杨柳科、蔷薇科、禾本科植物为主，群落间种类组成差异不大，群落结构多为在 1 层～3 层，未呈现复杂的群落结构特征。此外，区域内常见的乔木层植物有花楷槭、紫花槭、青楷槭、元宝槭、裂叶榆、蒙古栎等，灌木层植物种类以瘤枝卫矛、石蚕叶绣线菊、东北山梅花、牛叠肚、刺五加、柳属和珍珠梅等，草本层植物种类以薹草属、荨麻叶龙头草、蚊子草、东北南星、舞鹤草、白花碎米荠、东北百合、粟草等较为常见，层间植物常见为裂瓜、穿龙薯蓣、两色乌头、茜草等；工程建设和影响范围内发现的国家重点保护野生植物，采取异地移栽措施，保护区域物种多样性。

本工程实施后，临时占地采取植被恢复措施，在植被恢复时选用适应性强、生长快、自我繁殖和更新能力强的乡土植物，如红松、水曲柳、黄檗、紫椴、蒙古栎等，同时为提高区域生物多样性，应适当引进新的优良植物，在恢复物种选择时应防止外来入侵种的扩散。综上，本工程对区域生物多样性影响较小。

本工程占用林地 368.62hm^2，项目严格按照相关法律法规要求，履行相关征占林地手续，按照规定编制林地恢复方案；临时占地施工结束后采取植被恢复措施，植被恢复时应遵循“适地适树、适地适草”的原则，并根据工程分区进行植被恢复，选择的植物种类均是当地常见种，如落叶松、胡枝子等，有效增加工程区域物种的多样性。项目占地区涉及的国家保护植物包括黄檗、紫椴、红松和水曲柳，按林业部门相关要求，对国家重点保护树种予以就近异地移植，不会减少重点保护植物的种群数量，有利于工程周边临近地区的植物和植被演替，可增加周边地区的植物种类。

综上，通过采取相应的环保措施后，本工程对长白山生物多样性保护优先区域影

响较小。

5.6.2 吉林松花江三湖国家级自然保护区

本工程下水库所在河流那尔轰河汇入吉林松花江三湖国家级自然保护区的白山水库，下水库坝址距保护区实验区边界最近河道长度约为16.2km。白山水库坝址多年平均径流量74.03亿m^3，本工程运行期年取水量为377.71万m^3，仅占白山水库坝址多年平均径流量的0.05%，加之本工程未在该自然保护区内布置临时措施和永久措施，不会影响该自然保护区的结构和功能。

本工程施工取水及蓄水均来自那尔轰河，为分析工程建设及运行对吉林松花江三湖国家级自然保护区的水文情势影响，选取湖北村桥断面（#2断面）作为保护区内典型断面（位置详见图5.1-22）。

a）施工期

以施工高峰年为代表年，分别以50%、75%、95%保证率的来水条件为代表工况分析本工程施工期对保护区内断面的水文情势影响。

1）径流量变化

50%来水条件下，#2断面径流量年值为9573.45万m^3；工程施工取水后，#2断面径流量年值为9395.92万m^3，降低1.85%；75%来水条件下，#2断面径流量年值为7515.93万m^3；工程施工取水后，#2断面径流量年值为7338.4万m^3，降低2.36%。95%来水条件下，#2断面径流量年值为4471.83万m^3；工程施工取水后，#2断面径流量年值为4294.31万m^3，降低3.97%。

2）水位变化

50%来水条件下，#2断面平均水位为429.3277m；工程施工取水后，#2断面平均水位为429.3235m，降低0.0042m；75%来水条件下，#2断面平均水位为429.3057m；工程施工取水后，#2断面平均水位为429.3016m，降低0.0041m；95%来水条件下，#2断面平均水位为429.2152m；工程施工取水后，#2断面平均水位为429.2092m，降低0.0060m。

3）流速变化

50%来水条件下，#2断面平均流速为0.52m/s；工程施工取水后#2断面平均流速

为 0.51m/s，降低 0.65%；75%来水条件下，#2 断面平均流速为 0.49m/s；工程施工取水后，#2 断面平均流速为 0.48m/s，降低 0.89%；95%来水条件下，#2 断面平均流速为 0.40m/s；工程施工取水后，#2 断面平均流速为 0.39m/s，降低 0.67%。

综上，本工程施工期对下游吉林松花江三湖国家级自然保护区断面的水文情势影响较小。

b）初期蓄水

以 50%、75%保证率的来水条件为代表工况分析本工程初期蓄水对保护区内断面的水文情势影响。

1）径流量变化

50%来水条件下，#2 断面蓄水前径流量为 29359.75 万 m^3；工程蓄水后#2 断面径流量为 26477.35 万 m^3，降低 9.82%；75%来水条件下，#2 断面蓄水前径流量为 21995.31 万 m^3；工程蓄水后#2 断面径流量为 19112.88 万 m^3，降低 13.10%。

2）水位变化

50%来水条件下，#2 断面蓄水前平均水位为 429.3531m；工程蓄水后#2 断面平均水位为 429.3362m，降低 0.0169m；75%来水条件下，#2 断面蓄水前平均水位为 429.2953m；工程蓄水后#2 断面平均水位为 429.2872m，降低 0.0081m。

3）流速变化

50%来水条件下，#2 断面蓄水前平均流速为 0.54m/s；工程蓄水后#2 断面平均流速为 0.52m/s，降低 2.87%；75%来水条件下，#2 断面蓄水前平均流速为 0.49m/s；工程蓄水后#2 断面平均流速为 0.47m/s，降低 4.22%。

综上所述，工程蓄水期利用那尔轰河作为初期蓄水水源，坝下河道的水量、流速会有所减降低，随着坝下那尔轰河汇水增加，降低的幅度逐渐减少；蓄水期间，当上游来水量不满足生态流量泄放需求时，来水全部下泄，下游断面的水量、水位和流速与天然来水一致，有效维护了下游河道的水生生态环境。本工程初期蓄水对下游吉林松花江三湖国家级自然保护区断面的水文情势影响较小。

c）运行期

以 50%、75%、95%保证率的来水条件为代表工况分析本工程运行期对保护区内

断面的水文情势影响。

1）径流量变化

50%来水条件下，#2 断面径流量年值为 9573.45 万 m^3；工程运行取水后，#2 断面径流量年值为 9195.68 万 m^3，降低 3.95%；75%来水条件下#2 断面径流量年值为 7515.93 万 m^3；工程运行取水后，#2 断面径流量年值为 7138.22 万 m^3，降低 5.03%；95%来水条件下，#2 断面径流量年值为 4471.83 万 m^3；工程运行取水后，#2 断面径流量年值为 4186.68 万 m^3，降低 6.38%。

2）水位变化

50%来水条件下，#2 断面平均水位为 429.3277m；工程运行取水后，#2 断面平均水位为 429.3207m，降低 0.0050m；75%来水条件下，#2 断面平均水位为 429.3058m；工程运行取水后，#2 断面平均水位为 429.301m，降低 0.0048m；95%来水条件下，#2 断面平均水位为 429.2151m；工程运行取水后，#2 断面平均水位为 429.2073m，降低 0.0078m。

3）流速变化

50%来水条件下，#2 断面平均流速为 0.52m/s；工程运行取水后，#2 断面平均流速为 0.51m/s，降低 1.45%；75%来水条件下，#2 断面平均流速为 0.49m/s；工程运行取水后，#2 断面平均流速为 0.48m/s，降低 1.78%；95%来水条件下，#2 断面平均流速为 0.40m/s；工程运行取水后，#2 断面平均流速为 0.39m/s，降低 1.31%。

工程运行时，抽水-发电循环所需的水量是在上、下水库中循环使用的，除运行过程中的蒸发渗漏损失外，基本不消耗水资源；在满足下水库坝下生态流量的前提下，充分利用下水库的水损备用库容进行补水，工程建设前后，对下游吉林松花江三湖国家级自然保护区断面的水文情势影响较小。

综上所述，本工程运行期基本不消耗水资源量，且蓄水期和运行期均按要求下泄生态流量，对吉林松花江三湖国家级自然保护区水文情势影响较小。加之保护区内水系发达，保护区内水域生态系统所需天然水量能够得到保证。

5.6.3 吉林省松花江三湖保护区

a）对保护区结构和功能的影响

吉林省松花江三湖保护区地处长白山西北麓，松花江中、上游的源头区。本工程距保护区远湖区边界最近直线距离约为 1.3km，工程影响河段虽然穿越了该保护区，但因河道两岸有道路伴行和村庄分布，加之本工程未在保护区内布设永久设置和临时设施，加之本工程未在该保护布设永久和施工临时设施，对保护区功能和结构基本没有影响。

b）对保护区内水文情势的影响

本工程施工取水及蓄水均来自那尔轰河，为分析工程建设及运行对吉林省松花江三湖保护区的水文情势影响，选取天合兴水库库尾断面（#1 断面）作为保护区内典型断面（位置详见图 5.1-22）。

1）施工期

以施工高峰年为代表年，分别以 50%、75%、95%保证率的来水条件为代表工况分析本工程施工期对保护区内断面的水文情势影响。

（1）径流量变化

50%来水条件下，#1 断面径流量年值为 8898.63 万 m^3；工程施工取水后，#1 断面径流量年值为 8721.1 万 m^3，降低 2.00%；75%来水条件下，#1 断面径流量年值为 6985.65 万 m^3；工程施工取水后，#1 断面径流量年值为 6808.12 万 m^3，降低 2.54%；95%来水条件下，#1 断面径流量年值为 4156.99 万 m^3；工程施工取水后，#1 断面径流量年值为 3979.46 万 m^3，降低 4.27%。

（2）水位变化

50%来水条件下，#1 断面平均水位为 454.2701m；工程施工取水后，#1 断面平均水位为 454.2659m，降低 0.0042m；75%来水条件下，#1 断面平均水位为 454.2494m；工程施工取水后，#1 断面平均水位为 454.2455m，降低 0.0039m；95%来水条件下，#1 断面平均水位为 454.1516m；工程施工取水后，#1 断面平均水位为 454.1469m，降低 0.0047m。

（3）流速变化

50%来水条件下，#1 断面平均流速为 0.52m/s；工程施工取水后，#1 断面平均流速为 0.51m/s，降低 0.52%；75%来水条件下，#1 断面平均流速为 0.49m/s；工程施工取水后，#1 断面平均流速为 0.48m/s，降低 0.86%；95%来水条件下，#1 断面平均流速为 0.44m/s；工程施工取水后，#1 断面平均流速为 0.44m/s，降低 0.59%。

综上，本工程施工期对下游吉林省松花江三湖保护区内断面的水文情势影响较小。

2）初期蓄水

以 50%、75%保证率的来水条件为代表工况分析本工程初期蓄水对保护区内断面的水文情势影响。

（1）径流量变化

50%来水条件下，#1 断面蓄水前径流量为 27290.33 万 m^3；工程蓄水后#1 断面径流量为 24407.93 万 m^3，降低 10.56%；75%来水条件下，#1 断面蓄水前径流量为 20444.94 万 m^3；工程蓄水后#1 断面径流量为 17562.51 万 m^3，降低 14.10%。

（2）水位变化

50%来水条件下，#1 断面蓄水前平均水位为 454.2975m；工程蓄水后#1 断面平均水位为 454.2796m，降低 0.0179m；75%来水条件下，#1 断面蓄水前平均水位为 454.2428m；工程蓄水后#1 断面平均水位为 454.2297m，降低 0.0131m。

（3）流速变化

50%来水条件下，#1 断面蓄水前平均流速为 0.52m/s；工程蓄水后#1 断面平均流速为 0.51m/s，降低 2.72%；75%来水条件下，#1 断面蓄水前平均流速为 0.50m/s；工程蓄水后#1 断面平均流速为 0.49m/s，降低 3.16%。

综上所述，工程蓄水期利用那尔轰河作为初期蓄水水源，坝下河道水量将减少，流速会有所降低，随着坝下那尔轰河汇水增加，降低的幅度逐渐减少；蓄水期间，当上游来水量不满足生态流量泄放需求时，来水全部下泄，下游断面的水量、水位和流速与天然来水一致，有效维护了下游河道的水生生态环境。本工程初期蓄水对下游吉林省松花江三湖保护区断面的水文情势影响较小。

3）运行期

以 50%、75%、95%保证率的来水条件为代表工况分析本工程运行期对保护区内

断面的水文情势影响。

（1）径流量变化

50%来水条件下，#1 断面径流量年值为 8898.63 万 m^3；工程运行取水后，#1 断面水量年值为 8520.89 万 m^3，降低 4.24%；75%来水条件下，#1 断面径流量年值为 6985.65 万 m^3；工程运行取水后，#1 断面径流量年值为 6607.96 万 m^3，降低 5.41%；95%来水条件下，#1 断面径流量年值为 4156.99 万 m^3；工程运行取水后，#1 断面径流量年值为 3871.82 万 m^3，降低 6.86%。

（2）水位变化

50%来水条件下，#1 断面平均水位为 454.2702m；工程运行取水后，#1 断面平均水位为 454.2628m，降低 0.0074m；75%来水条件下，#1 断面平均水位为 454.2493m；工程运行取水后，#1 断面平均水位为 454.2409m，降低 0.0084m；95%来水条件下，#1 断面平均水位为 454.1514m；工程运行取水后，#1 断面平均水位为 454.145m，降低 0.0064m。

（3）流速变化

50%来水条件下，#1 断面平均流速为 0.52m/s；工程运行取水后，#1 断面平均流速为 0.51m/s，降低 1.61%；75%来水条件下，#1 断面平均流速为 0.49m/s；工程运行取水后，#1 断面平均流速为 0.48m/s，降低 1.46%；95%来水条件下，#1 断面平均流速为 0.44m/s；工程运行取水后，#1 断面平均流速为 0.43m/s，降低 1.16%。

工程运行时，抽水-发电循环所需的水量是在上、下水库中循环使用的，除运行过程中的蒸发渗漏损失外，基本不消耗水资源；在满足下水库坝下生态流量的前提下，充分利用下水库的水损备用库容进行补水，工程建设后，对下游吉林省松花江三湖保护区断面的水文情势影响较小。

综上所述，本工程运行期基本不消耗水资源量，且蓄水期和运行期均按要求下泄生态流量，对吉林省松花江三湖保护区水文情势影响较小。

c）施工粉尘对保护区的影响

根据本工程施工布置与吉林省松花江三湖保护区的位置关系，本工程施工期对吉林省松花江三湖保护区可能产生影响的大气污染物主要为粉尘，施工区大气污染物产

生及排放情况详见表 5.6-1。

表 5.6-1 本工程施工区施工期废气产生及排放情况一览表

污染物		产生量	拟采取的措施及除尘效率	排放量	排放方式
堆场和暂存场粉尘	颗粒物	少量	防尘网苫盖、洒水降尘	少量	无组织
上水库施工作业面粉尘	颗粒物	4.5kg/h	湿法作业、洒水降尘，除尘效率为 80%	0.9kg/h	无组织
上水库垫层料加工系统粉尘	颗粒物	1.12kg/h	湿法加工，采用喷水、喷雾和洗砂等措施进行除尘；全封闭式生产车间，配备布袋除尘措施	0.0022kg/h	20m 高排气筒排放
上水库混凝土生产系统筒仓粉尘	颗粒物	3.10kg/h	袋式除尘器、密闭连接	0.0062kg/h	无组织
上水库混凝土生产系统无组织粉尘	颗粒物	3.36kg/h	密闭搅拌楼、除尘器、收尘装置	0.034kg/h	无组织
道路扬尘	颗粒物	少量	洒水降尘	少量	无组织
车辆及其燃油废气	SO_2、NOx	少量	使用符合国家标准的施工机械	少量	无组织

根据估算模型，针对本工程距离吉林省松花江三湖保护区较近的上水库施工作业面、上水库混凝土生产系统的预测结果如下表 5.6-2。

表 5.6-2 施工废气对自然保护区的影响预测结果

排放源	污染物名称	下风向最大落地浓度（μg/m³）	最大浓度处距源中心的距离（m）	一类区标准限值（μg/m³）	是否达标	备注
上水库施工作业面	TSP	6.8885	82.0	360	达标	以日均浓度的 3 倍计
上水库垫层料加工系统粉尘	PM_{10}	5.8859	128.0	360	达标	
上水库混凝土生产系统筒仓粉尘	PM_{10}	0.7781	94.0	150	达标	
上水库混凝土生产系统无组织粉尘	TSP	6.8885	82.0	360	达标	

从上表可知，本工程上水库施工作业面颗粒物、上水库垫层料加工系统粉尘、上水库混凝土生产系统粉尘最大落地浓度均不在吉林省松花江三湖保护区范围内，且下风向最大落地浓度满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）一类标准限值。因此，通过采取湿法作业、场地及时清理及洒水降尘、袋式除尘设备等措施后，对吉林省松花江三湖保护区的影响较小。

5.6.4 陆生动物重要栖息地

本工程周边分布有吉林松花江三湖湿地候鸟重要栖息地，范围与吉林松花江三湖国家级自然保护区一致，主要保护对象为大鸨、白鹤、丹顶鹤、白头鹤、东方白鹳、白尾海雕等，多为冬候鸟或旅鸟。其中大鸨主要栖息于开阔的平原、干旱草原、稀树草原和半荒漠地区，在冬季和迁徙季节也出现于河流、湖泊沿岸和邻近的干湿草地；白鹤主要栖息于开阔平原沼泽草地、苔原沼泽和大的湖泊岸边及浅水沼泽地带；丹顶鹤主要栖息于开阔平原、沼泽、湖泊、草地、海边滩涂、芦苇以及河岸沼泽地带；白头鹤主要栖息于河流、湖泊的岸边泥滩、沼泽和芦苇沼泽及湿草地中；东方白鹳主要栖息于湖泊、水库、池塘等边缘的浅水区或水田中，有时也飞回到树上停栖；白尾海雕主要栖息于近水而开阔的高原草甸、湖泊、沼泽等生境，也见于河流附近。

本工程未在该栖息地内布设永久措施和临时措施，工程下水库所在河流那尔轰河汇入该栖息地内的白山水库，距该栖息地最近河道长度约为 16.2km。

水位过程变化是影响候鸟越冬的重要因素，根据吉林松花江三湖国家级自然保护区内典型断面分析结果，工程施工高峰年取水后保护区内断面平均水位较 50%、75%、95%来水条件下的平均水位分别降低 0.0042m、0.0041m、0.0060m；工程蓄水后保护区内断面平均水位较 50%、75%来水条件下的平均水位分别降低 0.0169m、0.0081m；工程运行取水后保护区内断面平均水位较 50%、75%、95%来水条件下的平均水位分别降低 0.0050m、0.0048m、0.0078m。可以看出，本工程施工期、初期蓄水及运行期对水位影响变幅较小，栖息地内主要湿地类型及面积基本不会发生变化，对栖息地内主要保护对象栖息和觅食生境影响较小。根据陆生生态调查，工程区周边也未发现该重要栖息地主要保护对象分布和活动记录。

综上，本工程建设对吉林松花江三湖湿地候鸟重要栖息地影响较小。

5.6.5 长白山国家级水土流失重点预防区

项目区所在靖宇县属于长白山国家级水土流失重点预防区。工程建设过程中，由于土石方作业，损坏和占压植被，不同程度的扰动地表，损坏地表土体结构，使原有的水土保持功能丧失，加剧水土流失危害。施工期水土流失影响因素以人为活动为主导因素，表土剥离、场地平整、土石方开挖、施工机械碾压等活动，改变了项目区地形地貌，扰动地表，破坏植被，均会造成不同程度的水土流失，同时土方开挖、堆置等施工活动在降雨影响下加剧水土流失；自然恢复期，扰动地表的各项施工活动已经停止，水土流失量将较施工期明显减少，并逐渐趋于原地貌水平，但在植被逐年恢复的过程中仍有一定的水土流失。经预测本工程建设可能造成的土壤流失总量为 4.23 万 t，其中施工期 3.55 万 t，自然恢复期 0.68 万 t；新增土壤流失总量 3.60 万 t。

按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）的规定，本工程水土流失防治执行东北黑土区一级标准，将截排水标准提高一级，并将林草覆盖率提高 2%，部分施工场地依据地形进行台阶式布置，减少土石方开挖量；并合理安排施工时序，将部分施工临建和施工道路布置在工程永久占地范围内，将骨料转存场布设在下水库淹没区内，既满足主体施工组织设计要求、也节约施工临时占地，减少了工程建设扰动面积，提高了工程占地利用率，也在一定程度上减少了建设过程产生的水土流失影响。在施工期间，对施工开挖、填筑的裸露区域均采取了临时拦挡、排水和苫盖等防护措施，符合水土保持要求。经分析计算，在本工程水土保持措施实施后，水土流失治理度为 99.43%，土壤流失控制比为 1.0，渣土防护率为 99.02%，表土保护率 98.20%，林草植被恢复率 99.11%，林草覆盖率 52.43%，六项指标均达到目标值。

综上，在本工程水土保持方案实施后，本工程防治责任范围内因工程建设造成的新增水土流失能得到有效控制。施工中破坏的植被采取了水土保持措施后将逐步恢复，植物种类得以改善，整个生态系统将更趋稳定，保水保土能力将有所提高。本工程的建设符合长白山国家级水土流失重点预防区水土保持要求。

5.7 大气环境影响预测与评价

5.7.1 施工期环境空气影响分析

施工期大气污染主要来自于炸药爆破废气、施工作业面粉尘、砂石加工系统粉尘、

混凝土生产系统粉尘、机动车辆和施工机械排放的燃油尾气以及施工交通道路扬尘等，主要污染物为 TSP、二氧化硫、氮氧化物等。其影响性质与程度和当地的气象条件、施工强度、工区地形等因素有关。

5.7.1.1 敏感点分布

根据施工总布置，本工程环境空气保护目标为距下水库坝址下游约 1200m 的新胜村及评价范围内的吉林省松花江三湖保护区。

5.7.1.2 砂石加工系统粉尘影响分析

a）污染源分析

本工程布置 2 套砂石加工系统，分别为上水库垫层料加工系统和下水库混凝土骨料加工系统。

根据《逸散性工业粉尘控制技术》，本工程逸散尘的排放系数取值为 0.04kg/t 破碎料。本工程上水库垫层料加工系统和下水库混凝土骨料加工系统粉尘最大产生量分别为 1.12kg/h 和 7.89kg/h。在切实采用多种除尘措施后，颗粒物的去除量可达 99.8%，则砂石加工系统粉尘产生浓度分别为 0.45mg/m^3 和 3.16mg/m^3，产生速率分别为 0.0022kg/h 和 0.0158kg/h。

b）预测模型及预测结果

1）预测模型

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018），采用 AERSCREEN 估算模型计算项目有组织排放下风向影响程度进行预测，估算模型参数见表 5.7-1。

表 5.7-1 估算模型参数一览表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数（城市人口数）	/
最高环境温度		35.7
最低环境温度		-42.2
土地利用类型		阔叶林
区域湿度条件		潮湿
是否考虑地形	考虑地形	是
	地形数据分辨率（m）	90

续表 5.7-1（完） 估算模型参数一览表

参数		取值
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	否
	岸线距离/m	/
	岸线方向/°	/

2）预测结果

估算模型计算结果见表 5.7-2。

表 5.7-2 估算模型计算结果表

排放源	污染物名称	下风向最大落地浓度（μg/m³）	标准（μg/m³）	最大浓度处距源中心的距离（m）	最大地面浓度占标率（%）	评价等级
上水库垫层料加工系统	PM_{10}	5.8859	450	128.0	1.3080	二级
下水库混凝土骨料加工系统	PM_{10}	25.9060	450	182.0	5.7569	二级

c）污染物排放量核算

上水库垫层料加工系统在主体工程施工期运行 53 个月，下水库混凝土骨料加工系统在主体工程施工期运行 44 个月，其排放粉尘量核算详见 5.7-3。

表 5.7-3 大气污染物有组织排放量核算表

产污系统	污染物	主要污染防治措施	执行标准	浓度限值（mg/m³）	排放量（t）
上水库垫层料加工系统	PM_{10}	湿法加工，采用喷水、喷雾和洗砂等措施进行除尘；全封闭式生产车间，配备布袋除尘措施	《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表 2 中二级	120	0.21
下水库混凝土骨料加工系统	PM_{10}				1.21

通过模型预测可知，砂石加工系统通过采取湿法加工、封闭车间、除尘器等措施后，有组织排放粉尘最大落地浓度为 25.9060μg/m³，因此砂石加工系统厂界外无浓度超标点。故在落实本环评提出的措施后，对周边环境空气质量影响有限。且项目周围无大的障碍物，通风条件良好，有利于扬尘的扩散。建议定期对喷淋系统和密闭设备进行检修，一旦发现设备有损坏，则应立即停产，待废气处置恢复正常运行后再行生产。

此外，砂石加工系统施工区距离吉林省松花江三湖保护区及新胜村均超过 1km，砂石加工系统粉尘对敏感点影响较小。加之施工区通风条件良好，对粉尘的扩散较为有利。因此砂石加工系统对周边环境空气总体影响有限。

5.7.1.3　混凝土生产系统粉尘影响分析

a）污染源分析

本工程上、下水库施工区各设置 1 套混凝土生产系统。每套混凝土生产系统均设置水泥罐和粉煤灰罐，粉煤灰，水泥、粉煤灰在密闭的管道内进行输送，筒仓内的空气从筒仓顶部呼吸孔排出，筒仓排气过程中会产生一定量的粉尘。经除尘设施处理后，上、下水库混凝土生产系统筒仓粉尘排放浓度分别为 4.13mg/m^3 和 14.26mg/m^3，排放速率分别为 0.0062kg/h 和 0.0276kg/h；上、下水库混凝土生产系统搅拌楼无组织粉尘排放量分别为 0.89t 和 2.14t，排放速率分别为 0.034kg/h 和 0.116kg/h。

b）预测结果

根据《环境影响评价技术导则　大气环境》（HJ 2.2-2018），采用面源估算模型对混凝土生产系统粉尘进行预测，预测结果如下表 5.7-4。

表 5.7-4　　面源估算模型计算结果表

排放源	污染物名称	下风向最大落地浓度（μg/m^3）	标准（μg/m^3）	最大浓度处距源中心的距离（m）	最大地面浓度占标率（%）	评价等级
上水库混凝土生产系统筒仓粉尘	PM_{10}	0.7781	450	94.0	0.1729	三级
上水库混凝土搅拌楼无组织粉尘	TSP	6.8885	900	82.0	0.7654	三级
下水库混凝土生产系统筒仓粉尘	PM_{10}	3.5262	450	79.0	0.7836	三级
下水库混凝土搅拌楼无组织粉尘	TSP	19.9980	900	104.0	2.2220	二级

c）污染物排放量核算

上水库混凝土生产系统在主体工程施工期运行 53 个月，下水库混凝土生产系统在主体工程施工期运行 37 个月，其排放粉尘量核算详见 5.7-5。

表 5.7-5 大气污染物无组织排放量核算表

产污系统	污染物	主要污染防治措施	标准名称	浓度限值（mg/m³）	排放量（t）
上水库混凝土生产系统筒仓粉尘	PM_{10}	袋式除尘器、密闭连接	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）	0.5	0.16
下水库混凝土生产系统筒仓粉尘	PM_{10}				0.40
上水库混凝土搅拌楼无组织粉尘	TSP	密闭搅拌楼、除尘器、收尘装置	《大气污染物综合排放标准》（GB1 6297-1996）	1.0	0.89
下水库混凝土搅拌楼无组织粉尘	TSP				2.14

通过模型预测可知，混凝土生产系统无组织排放粉尘最大落地浓度为19.9980μg/m³，因此混凝土生产系统厂界外无浓度超标点。故在落实本环评提出的措施后，对周边环境空气质量影响有限。且项目周围无大的障碍物，通风条件良好，有利于扬尘的扩散。

此外，混凝土生产系统施工区距离吉林省松花江三湖保护区及新胜村均超过 1km，混凝土生产系统粉尘对敏感点影响较小，加之施工区通风条件良好，对粉尘的扩散较为有利。因此混凝土生产系统对周边环境空气总体影响较小。

5.7.1.4 机械及车辆燃油尾气影响

本工程的燃油机械及车辆产生的 SO_2、NO_x、CO 等污染物对周边大气环境将有所影响，但此类污染物排放量不大，且表现为间歇特征；目前国家已经对出厂及正在投入行驶的各类机动车辆制定了严格的检测、限制要求，施工期使用的运输车辆应达到相应国家标准的要求，并且 CO、NO_2、SO_2 等主要污染物在空气中会发生沉降及大气扩散迁移，从而使空气中的污染物浓度大大降低，总体上施工机械及运输车辆废气对工程区域的空气环境质量影响较小。

5.7.1.5 开挖与爆破粉尘、废气影响

工程开挖、爆破作业主要在上、下水库库盆明挖区及地下系统洞挖区，开挖、爆破粉尘粒径较大，易于沉降，污染范围有限。洞挖在地下进行，粉尘对地面基本无影响，工程开挖区周边无居民点分布，且上、下水库库盆明挖区距施工生活区也较远，因此，开挖、爆破粉尘主要影响对象是现场施工人员。可采取洒水措施降低现场粉尘。

5.7.1.6 施工作业面粉尘影响

工程上水库施工区、下水库施工区、地下输水系统、土石料场开挖，坝后压坡体、表土暂存场、料场暂存场等施工作业面会产生粉尘，粉尘产生量和施工方法、作业面大小、施工机械、天气状况及洒水频率等都有关系。根据施工总布置，本工程施工作业面距离吉林省松花江三湖保护区及新胜村均超过 1km，对敏感点影响较小，在采取洒水降尘措施后，基本不会对区域大气环境产生影响。

5.7.1.7 交通运输扬尘影响

本工程场内道路附近无居民区。

车辆在行驶过程中产生的扬尘，在完全干燥的情况下，可按下列经验公式计算：

$$Q = 0.123\left(\frac{V}{5}\right)\left(\frac{W}{6.8}\right)^{0.85}\left(\frac{P}{0.5}\right)^{0.75} \quad (5.7\text{-}1)$$

式中：Q—汽车行驶的扬尘，kg/km.辆；

V—汽车速度，km/h；

W—汽车载重量，t；

P—道路表面粉尘量，kg/m^2。

根据公式可知，在同样的路面条件下，车速越快，扬尘量越大；在同样的车速情况下，路面越脏，扬尘量越大。因此，施工期间应对车辆限速、保持路面的清洁并采取洒水降尘措施以减少运输车辆扬尘对工程区域大气环境的影响。

本工程永久道路为混凝土路面，临时道路为混凝土路面及碎石路面，在采取及时清理道路路面、定时洒水等措施后，道路交通运输扬尘对工程周边的大气环境影响很小。

5.7.2 运行期环境空气影响分析

运行期抽水蓄能电站无生产废气产生，项目区排放的废气主要是生产生活区产生的食堂油烟。

食堂油烟根据预测计算可知，在加装去除效率不低于 75%的油烟净化设施后，油烟排放浓度为 $1.97mg/m^3$，满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB 18483-2001）中型规模（$2.0mg/m^3$）的要求，对环境空气影响较小。

5.8 声环境影响预测与评价

5.8.1 施工期噪声影响预测

5.8.1.1 声环境敏感目标

施工期因施工活动产生的噪声源主要为固定点源和流动源两大类，其中固定点源主要为施工区机械噪声、施工附属工厂、施工爆破等，流动声源主要为施工车辆运输噪声。根据施工总布置规划，经现场调查与复核，根据施工总布置，本工程的声环境评价范围内没有敏感目标。

5.8.1.2 固定噪声影响预测

a）预测模型

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），固定源噪声计算采用无指向性点源户外声传播衰减模式，用声能叠加求出各类噪声源预测点的综合噪声级。

（1）无指向性点源几何发散衰减公式：

$$L_A（r）=L_A（r_0）-20lg（r/r_0）\quad（5.8\text{-}1）$$

式中：$L_A（r）$——距离声源 r 处的 A 声级；

$L_A（r_0）$——参考位置 r_0 处的 A 声级；

r——预测点距离声源的距离，m；

r_0——参考位置距离声源的距离，m。

（2）噪声叠加综合预测公式：

$$L_{总}=10\lg\left(\sum_{i=1}^{n}10^{0.1Li}\right)\quad（5.8\text{-}2）$$

式中：$L_{总}$——预测声级，dB(A)；

L_i——各叠加声级，dB(A)；

n——n 个声压级。

b）固定噪声源强及作业时间

根据施工机械噪声源强及类比同类工程施工噪声源强，本工程主要固定噪声源情况及作业时间详见表 5.8-1。

表 5.8-1 固定噪声源强及作业时间

施工场地名称	涉及设备噪声范围 dB(A)	计算源强 dB(A)	备注	200m 范围内声环境保护目标
砂石加工系统	94～110	102	2 班制生产，施工高峰期可能昼夜施工	无
混凝土生产系统	85～105	99	3 班制生产，施工高峰期可能昼夜施工	无
综合加工厂	75～85	80	施工高峰期可能昼夜施工	无
机械修配站	75～85	80	施工高峰期可能昼夜施工	无
表土暂存场	75～91	83	施工高峰期可能昼夜施工	无
施工场	75～91	83	施工高峰期可能昼夜施工	无

c）影响预测分析

根据工程分析中的噪声源源强数据，计算各固定声源施工区边界噪声值，结果详见表 5.8-2，各施工工厂主要在昼间施工，因此场界噪声可以满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）中昼间标准 70dB(A)限值。

表 5.8-2 各施工区噪声预测值一览表

噪声源	源强 dB(A)		与声源不同距离的噪声值 dB(A)					最近边界距离（m）	最近场界距离处噪声值 dB(A)	背景值 dB(A)	场界噪声预测值 dB(A)
	处理前	处理后	20m	50m	100m	200m	500m				
砂石加工系统	102	87	75	67	61	55	47	40	68.9	36.4	68.9
混凝土生产系统	99	84	72	64	58	52	44	33	67.6	36.4	67.6
综合加工厂	80	80	68	60	54	48	40	23	66.7	36.4	66.7
机械修配站	80	80	68	60	54	48	40	27	65.4	36.4	65.4
表土暂存场	83	83	71	63	57	51	43	152	53.3	36.4	53.3
施工区	83	83	71	63	57	51	43	110	56.2	36.4	56.2

5.8.1.3 交通噪声影响预测

工程施工期交通车辆以大型载重汽车为主，主要为承担工程施工材料、弃料、砂石骨料及混凝土运输任务的自卸运载车。交通噪声源呈线形分布，源强与行车速度、车流量及路况等密切相关。

a）施工期交通噪声预测模型

根据《环境影响评价技术导则　声环境》（HJ 2.4-2021），采用公路交通运输噪声预测模型来预测本工程施工期交通噪声。

1）公路交通噪声预测模型

（1）某一类车辆的小时等效声级

$$L_{eq}(h)_i=(\overline{L_{OE}})_i+10lg\left(\frac{N_i}{V_iT}\right)+\Delta L_{距离}+10lg\left(\frac{\Psi_1+\Psi_2}{\pi}\right)+\Delta L-16 \quad (5.8\text{-}3)$$

式中：Leq（h）i——第 i 类车的小时等效声级，dB(A)；

$(\overline{L_{OE}})_i$——第 i 类车速度为 Vi，km/h；水平距离为 7.5m 处的能量平均 A 声级，dB(A)；

Ni——昼间，夜间通过某个预测点的第 i 类车平均小时车流量，辆/h；

Vi——第 i 类车的平均车速，km/h；

T——计算等效声级的时间，1h；

$\Delta L_{距离}$——距离衰减量，dB(A)，小时车流量大于等于 300 辆/小时：$\Delta L_{距离}$=10lg（7.5/r），小时车流量小于 300 辆/小时：$\Delta L_{距离}$=15lg（7.5/r）；

r——从车道中心线到预测点的距离，m；

ψ1、ψ2——预测点到有限长路段两端的张角，rad。

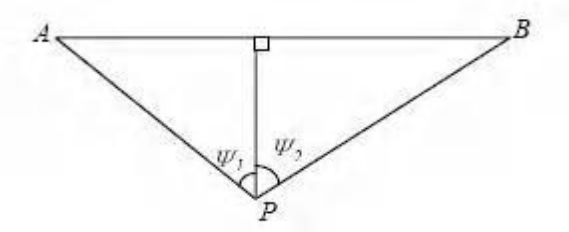


图 5.8-1　有限路段的修正函数，A～B 为路段，P 为预测点

由其他因素引起的修正量（ΔL）可按下式计算：

$$\Delta L=\Delta L_1-\Delta L_2+\Delta L_3 \quad (5.8\text{-}4)$$

$$\Delta L_1=\Delta L_{坡度}+\Delta L_{1\,路面} \quad (5.8\text{-}5)$$

$$\Delta L_2=A_{atm}+A_{gr}+A_{bar}+A_{misc} \quad (5.8\text{-}6)$$

式中：ΔL_1——线路因素引起的修正量，dB(A)；

$\Delta L_{坡度}$——公路纵坡修正量，dB(A)；

$\Delta L_{路面}$——公路路面引起的修正量，dB(A)；

ΔL_2——声波传播途径中引起的衰减量，dB(A)；

ΔL_3——由反射等引起的修正量，dB(A)；

A_{atm}——大气吸收引起的衰减量，dB(A)；

A_{gr}——地面效应引起的衰减量，dB(A)；

A_{bar}——障碍物屏蔽引起的衰减量，dB(A)；

A_{misc}——其他方面效应引起的衰减量，dB(A)。

（2）总车流量等效声级

$$L_{eq}（T）=10\lg[10^{0.1Leq（h）大}+10^{0.1Leq（h）中}+10^{0.1Leq（h）小}] \quad （5.8\text{-}7）$$

式中：L_{eq}（T）——总车流等效声级，dB(A)；

L_{eq}（h）大、L_{eq}（h）中、L_{eq}（h）小——大、中、小型车的小时等效声级，dB(A)。

2）预测模式中参数确定

（1）车型比

车型分为小、中、大三种，车型分类标准见下表。车型比按本工程可行性研究报告中提供的交通量确定。

表 5.8-3　　车型分类标准

车型	小型车（s）	中型车（m）	大型车（L）
汽车总质量	3.5t 以下	3.5t～12t	12t 以上

注：小型车一般包括小货、轿车、商务旅游车、小面包、7 座（含 7 座）以下等；
大型车一般包括集装箱车、拖挂车、工程车、大客车（40 座以上）、大货车等；
中型车一般包括中货、中客（7 座～40 座）、农用三轮、四轮等大型车和小型车以外的车辆，可按相近归类。

（2）车速

设计车速为 30km/h。

（3）单车行驶辐射噪声级 Loi

本工程汽车行驶辐射噪声级按《公路建设项目环境影响评价规范》（JTGB 03-2006）中附录 B 公式计算。

①第 i 种车型车辆在参照点（7.5m 处）的平均辐射噪声级（dB）Loi 按下式计算：

$$小型车\ L_{oS}=12.6+34.73\lg V_S+\triangle L_{路面} \quad （5.8\text{-}8）$$

$$中型车\ L_{oM}=8.8+40.48\lg V_M+\triangle L_{纵坡} \quad （5.8\text{-}9）$$

$$大型车\ L_{oL}=22.0+36.32\lg V_L+\triangle L_{纵坡} \quad （5.8\text{-}10）$$

式中：右下角注 S、M、L——分别表示小、中、大型车；

V_i——该车型车辆的平均行驶速度，km/h。

②源强修正

公路纵坡引起的交通噪声源强修正量△L 纵坡计算按表 5.8-4 取值。

表 5.8-4 路面纵坡噪声级修正值

纵坡（%）	噪声级修正值（dB）
≤3	0
4～5	+1
6～7	+3
>7	+5

注：本表仅对大型车和中型车修正，小型车不作修正。

根据施工组织设计，本工程场内交通道路平均纵坡为 5‰，故修正量△$L_{纵坡}$为 0。

公路路面引起的交通噪声源强修正量△$L_{路面}$取值按表 5.8-5 取值。

表 5.8-5 常规路面修正值△$L_{路面}$

纵坡（%）	△$L_{路面}$
沥青混凝土路面	0
水泥混凝土路面	+1～2

注：本表仅对小型车修正，大型车和中型车不作修正。

根据工程特点及施工机械可知，本工程运输车辆为中型和大型车，本次预测不计算小型车，故对常规路面不作修正。

③计算结果

经公式 5.8-9 和 5.8-10 计算结果见表 5.8-6。

表 5.8-6 车辆行驶辐射平均噪声级

项目		小型车	中型车	大型车
源强（施工期）/dB(A)	昼间	-	68.6	76.1
	夜间	-	-	-

（4）预测情景

本工程噪声影响预测采用平路基前提，不考虑新增降噪措施的情景下预测本工程噪声影响。

b）施工期道路交通噪声预测结果

本次工程夜间不进行施工运输，运输噪声仅发生在昼间，在不考虑其他声环境减缓措施作用情况下，预测距离地面 1.2m 处交通噪声值，对交通噪声贡献值预测结果见表 5.8-7。

表 5.8-7 交通噪声贡献值预测结果 单位：dB(A)

时段	距离（m）	20	40	50	80	100	150	200
施工期	中型车	49.5	43.3	41.5	38	36.5	33.7	31.7
	大型车	48.6	42.4	40.6	37.1	35.6	32.8	30.8
	叠加值	52.1	45.9	44.1	40.6	39.1	36.3	34.3

c）施工期交通噪声影响分析

根据施工组织设计，施工区新建的场内公路主要集中在工程上、下水库及施工区周边，交通道路评价范围内无声环境敏感点，交通噪声影响仅局限在施工区内。从上述预测结果可知，场内交通噪声在道路两侧 18m 处即可达到 1 类声环境功能区限值（昼间 55dB(A)），工程区域位于山区，较为空旷，且周围没有声环境敏感保护目标，因此，本工程交通噪声对区域声环境质量影响较小。

5.8.1.4 施工爆破噪声影响预测

a）爆破作业面分布及爆破噪声源强

施工爆破噪声主要产生于大坝开挖、隧洞施工等施工作业面，爆破产生的噪声源强跟使用炸药的当量有关，噪声源强较大。爆破噪声具有间歇性，相对于连续作业的固定声源和流动声源，其影响时间段较短。类比其它工程露天爆破实测资料，爆破噪

声值一般在 100～120dB(A)之间，但施工爆破噪声为瞬间点声源，爆破过后影响很快会消失。声源源强根据爆破声压级计算约为 110dB(A)。

b）敏感目标

工程下水库大坝、输水系统施工、地下厂房系统施工等作业区周边 200m 涉及的居民全部搬迁，无声环境敏感目标。

c）预测结果

根据施工总布置，施工爆破时，露天爆破声强较大，声音传播距离较远，工程下水库大坝、输水系统施工、地下厂房系统等爆破施工作业区周边居民全部搬迁，因此噪声影响较小。

根据点声源预测，满足 1 类区昼间 55dB(A)的控制标准的距离为 600m，工程区周边居民全部搬迁。施工区爆破施工工程量有限，且爆破噪声为瞬时发生，具有瞬时性、突发性，仅对周围区域的声环境会产生瞬时、短暂的影响，噪声影响也将随距离逐步减弱。由以上分析可知，施工爆破噪声对工程区周边声环境影响很小。

5.8.1.5 爆破振动与飞石的影响

a）爆破振动

根据国家爆破安全规程，提出如下的爆破振动安全振速，作为评定施工爆破安全范围，特别是进行爆破设计的依据。

I、钢筋混凝土闸、坝及交通、施工隧洞 10cm/s

II、钢筋混凝土框架建筑物 5.0cm/s

III、一般非抗震性浆砌砖木结构、普通民居 2.0cm/s

IV、电力控制设备、工厂精密仪器设备 0.5cm/s

类比同类工程金沙江向家坝水电站工程所做的爆破试验（引自《金沙江向家坝水电站环境影响报告书专题报告——工程施工环境影响评价及对策措施专题报告》中国水电顾问集团中南勘测设计研究院，2005 年 7 月），采用了 3 组爆源单响药量为 5kg、7.5kg、10kg、12.5kg、15kg、30kg、60kg，共进行了 7 场次的现场爆破和测试。其振动速度汇总见表 5.8-8。

表 5.8-8 开挖爆破引起的建筑物振动速度汇总表

药量（kg）	距离（m）	高差（m）	振动速度（cm/s）
100	50	-10	1.26
	1000	-10	0.002
122.5	550	-10	0.060
	1200	-10	0.018
276.5	850	0	0.047
	1500	0	0.020
300	250	50	0.094
	1000	50	0.005

由此推算出四类保护对象的爆破震动安全范围的计算值如下表 5.8-9。

表 5.8-9 安全距离计算一览表

爆破振动源	各类保护对象的震动安全距离（m）			
	I（10cm/s）	II（5cm/s）	III（2cm/s）	IV（0.5cm/s）
50kg	14.7	20.4	31.6	61.2
100kg	18.5	25.7	39.8	77.1
200kg	23.3	32.4	50.2	97.1
300kg	26.7	37.1	57.4	111.1
500kg	31.6	44.0	68.0	131.7

在水利水电工程施工过程中，不仅存在行业规范方面的限制，更是受工程自身岩石高边坡、地下洞室、机电设备、基础灌浆系统、电站厂房、大坝主体建筑物及新浇筑混凝土等爆破振动安全的严格要求，在满足工程进度的前提下，均可以采用相关技术（如毫秒微差起爆网路）对单响最大药量控制。按最大的单响药量 500kg，混凝土大坝的安全振动速度指标为 10cm/s、民居的安全振速指标 2.0cm/s 进行计算，爆破振动的安全距离分别不超过 31.6m 和 68m。本项目声环境评价范围内无环境敏感点，因此本项目震动安全是没有问题的。

b）爆破飞石

爆破过程中，绝大多数爆落的岩块沿临空方向抛掷形成爆堆，而少量岩块会脱离爆堆而飞散，形成飞石。为了确保安全，通常应根据工地的具体条件，针对人或机械

设备等不同的保护对象，在爆区周围划定飞石安全警戒范围。爆破时，施工人员及设备必须撤至安全区，对那些无法撤离的设备和其他需保护的对象则进行合理的防护。

为防止个别飞石对人员、设备和建筑物带来损伤，在爆破设计中必须对飞石安全距离进行计算或确定。

1）抛掷爆破的个别飞石安全距离按下式计算：

$$R_F=20K_Fn^2W \quad （5.8\text{-}11）$$

式中：R_f——个别飞石对人员的安全距离，m；

W——最大一个药包的最小抵抗线，取 2.5m；

n——爆破作用指数，取 0.75；

K_F——安全系数，取 2.0。

经计算，$R_F=20\times2.0\times0.75^2\times2.5=56.25$m。

2）按瑞典爆轰基金会研究深孔爆破飞石的经验公式，飞石安全距离按下式计算：

$$R_F=260d^{1/3} \quad （5.8\text{-}12）$$

式中：Rf——个别飞石对人员的安全距离，m；

d——炮孔直径，取 0.1m。

经计算，RF=260×0.11/3=56.02m。

另外，由于爆破所处的地形存在高差影响，沿上坡或山顶爆破的飞石向下坠落所增加的距离 X，忽略空气阻力的影响可按下式计算：

$$\triangle X= R_f[2\cos2\alpha（\mathrm{tg}\alpha+\mathrm{tg}\beta）-1] \quad （5.8\text{-}13）$$

式中：α——最小抵抗线与水平的夹角，取 5°；

β——山坡坡角，取 30°。

通过上述公式对前两个计算结果进行修正，分别为 74.23m 和 73.92m。

3）爆破安全规程确定个别飞石安全距离

《爆破安全规程》（GB 6722-2014）对飞石安全距离仅规定了最小值，见表 5.8-10。

根据计算和《爆破安全规程》（GB 6722-2014）对个别飞石安全距离的规定，确定个别飞石对人员的安全距离为 300m。本项目评价范围内无声环境敏感目标，工程附近敏感点均距离较远，不会受到爆破飞石的影响。

表 5.8-10 露天岩土爆破个别飞石对人员安全允许距离

爆破方法	个别飞石最小安全距离（m）
浅孔破爆法破大块	300
浅孔台阶爆破	200（复杂地质条件下或未形成台阶工作面时不小于 300）
洞室爆破	按设计，但不小于 300

大规模岩体开挖中的飞石控制不同于一般意义上的控制爆破情况，其飞石控制措施必须满足大规模快速岩体开挖爆破作业的要求。

由于爆破飞石的飞散距离受诸如爆破方式、装药结构、爆区的地形地质以及爆破时的风速、风向等因素的影响，个别飞石的飞散必然带有一定的随机性。但个别飞石的随机性，并不意味着爆破飞石的飞散完全无规律可循。实践证明，只要充分掌握爆破地形地质、爆破器材基本性能等基本资料，精心设计、精心施工，就完全能控制大部分飞石的飞散距离，并且做到个别飞石也不至于飞散到安全警界范围以外。

因此，在施工爆破前，充分掌握地形地质情况、需防护对象的相对位置及爆破材料特性参数等基本资料，合理确定爆破参数、装药结构、起爆顺序，使得飞石控制在安全范围内，避免对施工人员、施工设备及周边敏感点造成不利影响。

5.8.2 运行期噪声影响预测

本工程运行期噪声源主要是地下厂房水泵水轮机、开关站运行噪声以及场内新建公路噪声。

a）厂界噪声影响分析

根据本项目的建设内容，本次产生噪声的场地包括地下厂房、开关站及业主办公场所，其中地下厂房噪声源主要是水泵水轮机，噪声源强在 80～90dB(A)左右，地下厂房埋深在 250m～290m 左右，按照每 50m 隔声 20dB(A)计算，本工程地下厂房地面噪声基本无贡献值。

开关站噪声源主要为风机噪声，噪声源强在 40～50dB(A)左右，考虑开关站密闭间的噪声衰减值达到 15dB(A)左右，厂界噪声贡献值在 28～38dB(A)，达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）的 1 类标准（昼间 55dB(A)、夜间 45dB(A)）要求。

b）交通噪声

工程建成运行后，场内公路车流量远远小于施工期，对周边声环境基本无影响。

5.9 固体废物影响预测与评价

5.9.1 施工期固体废物的影响

5.9.1.1 生活垃圾的影响

上、下水库施工营地施工期高峰施工人数分别为1450人和1500人，机电安装高峰施工人数500人，施工期业主营地300人，经计算，上水库、下水库施工营地、机电安装、施工期业主营地高峰期日产生量分别为1.45t/d、1.5t/d、0.5t/d、0.3t/d，本工程施工期共产生生活垃圾7682t。施工人员生活垃圾中有机质等多种复杂成分，如不及时清理，垃圾中有机质会变质腐烂，发生恶臭，污染空气，招引和孳生苍蝇，繁殖老鼠，垃圾中的病原微生物就会随着雨水淋洗，污染水质，也会随着飘尘污染大气，造成疾病传染和流行。为了预防生活垃圾对环境的影响，防止垃圾随意向河道倾倒，在施工过程中生活垃圾要用垃圾箱收集，集中收集后用全封闭垃圾转运车外运至靖宇县二期生活垃圾填埋场处理，其位于靖宇县营抚公路北约2km处，距本工程区约30km，日处理能力为150t。在采取以上措施后对施工区环境影响很小。

5.9.1.2 建筑垃圾的影响

建筑垃圾尽量实现废物减量化，不仅可以减少运输费用，简化处置工艺，而且可以降低处置成本。首先对建筑垃圾进行分类收集和存放，做到木料、混凝土、砖瓦、废旧钢铁、其他生活垃圾等分开堆放。其中木料及废旧钢铁等可以回收利用，其它的建筑垃圾根据所处位置分别则运至附近的坝后压坡体综合利用。

5.9.1.3 土石弃料的影响

经土石方平衡计算，本工程无弃渣，工程开挖料将按照主体工程设计要求作为填筑料用于上、下水库大坝坝后压坡体或场地平整，并采取相关的工程措施和植物措施防止水土流失，设计水土保持要求。

5.9.1.4 危险废物的影响

本工程车辆、机械修配系统及设备检修产生的废油、废发动机油、齿轮油等废润滑油，以及施工机械维护维修时产生的废油，工程拟在各机械修配厂设置油水分离设

施进行处理，分离后的废油使用专门的贮存容器贮存，将容器集中存放在危废暂存间，容器外做好危险废物类型的标记，并按要求贴好相应的危险警示标志，建立危险废物收集、贮存、运输等管理制度，委托有危废处理资质的单位进行处置，基本不会对周围环境产生影响。

5.9.2 运行期固体废物的影响

项目运行期间固体废物主要为电站运维管理区及业主营地工作人员生活垃圾和机组检修含油废水分离出的废油。

生活垃圾主要是食物残渣、卫生清扫物、废旧包装袋、瓶、罐等，经收集后委托环卫部门定期清运，基本不会对周围环境产生影响。

本工程运行期发电厂房机组运行过程产生少量的废机油、废透平油废油，属于《国家危险废物名录》中的 HW08 废矿物油与含矿物油废物。运行期产生的危险废物应分类收集临时贮存，定期交由相关资质单位进行处置后，对周围环境影响不大。

5.10 土壤环境影响预测与评价

5.10.1 施工期土壤环境影响

工程施工期各类废污水处理达标后回用，生活垃圾外运至景山镇生活垃圾中转站处理，机械修配厂运行过程中将产生一定量的含油废水和机油，其中废机油、修配系统废水处理设施产生的废油、含油污泥均为危险废物，交由有资质的单位进行处置，不对外排放。在采取上述措施后，施工期各类污染物对工程区土壤环境污染影响很小。

施工期施工作业产生的表土扰动、堆渣等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利影响，因此，应对扰动区表土进行收集并单独存放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复，减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

5.10.2 运行期土壤环境影响

工程运行期主要污染物为管理用房生活污水和厂房油污水，经处理达标后回用，对周边土壤环境污染影响很小，也不会引起土壤的盐化、酸化、碱化。

本工程为土壤生态影响型项目，运行期水库蓄水后可能造成周边土壤的盐化现象，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）》（HJ 964-2018）中的附录 F“土壤盐化综合评分预测方法”进行预测评价。

a）土壤盐化综合评分法

采用公示 5.11-1 计算土壤盐化综合评分值（Sa），具体如下：

$$Sa = \sum_{i=1}^{n} Wx_i \times Ix_i \quad (5.10\text{-}1)$$

式中：*n*—影响因素指标数目；

Ix_i—影响因素 *i* 指标评分；

Wx_i—影响因素 *i* 指标权重。

b）土壤盐化影响因素赋值

根据《环境影响评价技术导则　土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），土壤盐化影响因素赋值情况见表 5.10-1。

表 5.10-1　　土壤盐化影响因素赋值表

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/kg）	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

本工程上水库库（坝）区地下水位埋深较大，根据钻孔地下水位，上水库库（坝）区地下水位埋深一般 5m～38m，水库蓄水完成后，库区内地下水位将升高，水库不存在永久渗漏问题，不会造成库区两侧土壤地下水水位明显提升，工程建成后库区两侧地下水埋深仍将大于 2.5m，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据气象统计资料，多年平均水面蒸发量为 616.0mm，多年平均降雨量为 776.2mm，经计算干燥度（蒸降比值）（EPR）为 0.79<1.2，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据土壤环境质量监测结果，工程区土壤含盐量为 0.3g/kg～0.9g/kg，土壤本底含盐量（SSC）<1g/kg，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据地下水水质监测结果，工程区地下水溶解性总固体含量在 0.311g/L～0.482g/L 之间，地下水溶解性总固体（TDS）<1g/L，土壤盐化影响赋值为 0 分。

工程区域土壤主要为壤土，土壤盐化影响赋值为 4 分。

c）土壤盐化影响预测

据本项目土壤盐化影响因素赋值及权重，本项目的上库区土壤盐化综合评分值 Sa=4×0.10=0.4<1。根据《环境影响评价技术导则　土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）中附录 F 的表 F.2 土壤盐化预测表（见表 5.10-2），本项目建成后库区周边土壤不会发生盐化现象。

表 5.10-2　　土壤盐化预测表

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结果	未盐化	轻度盐化	中度盐化	重度盐化	极重度盐化

5.11　人群健康影响预测与评价

5.11.1　环境卫生现状

a）卫生环境状况

本工程地处山区，上水库和下水库周边居民相对较少，周围环境卫生相对良好。

b）医疗卫生技术水平

本工程距离靖宇县公路里程约 18km。一般疾病可在靖宇县就医，医疗卫生技术水平基本可满足群众日常需要。

c）饮用水水质

根据施工规划，施工生活用水取自那尔轰河，须经净化处理后饮用。工程施工期间应加强管理，保障饮用水水质安全。

5.11.2　病媒生态的预测

传染病是病原微生物作用于人体而引起传播流行的。能作为疾病传染源或病原微生物中间宿主的病媒生物，由于工程建设而发生迁移、改变的主要是老鼠和蚊子。本工程水库淹没影响面积不大，未发现有集中的鼠类分布区，工程建设不会导致库周鼠密度和鼠种发生较大的改变。同时水库运行后水位变幅较大，不具备蚊子孳生的洼地，

因此工程建设也不会带来蚊子密度的升高和蚊类构成比的变化。

5.11.3 人群健康影响分析

a）自然疫源性疾病

工程区近年来均未出现血吸虫和鼠疫病例，也无血吸虫和鼠疫流行史。工程水库淹没面积不大，不会导致库周鼠密度和鼠种发生较大的改变，从而也不会迅速扩大自然疫源地，不会强化自然疫源性疾病在人群间流行，但需结合水库管理，做好灭鼠工作。

b）介水传染病

从调查来看，介水传染病在地区传染病中占主导地位，主要有感染性腹泻等。需要加强饮用水消毒、传染病隔离，同时搞好食品卫生的管理，加强施工期间流动人员的管理，排除外来人员传染病出现的可能，介水传染病可得到有效控制。

c）虫媒传染病

虫媒传染病的发病情况与媒介动物的种群、密度以及季节消长有密切关系。传播媒介主要是蚊子，常见传染病主要有乙脑、疟疾等。工程区近年未发现乙脑和疟疾发病例，在定期作好消毒消灭工作后影响不大。

5.12 其他环境影响

5.12.1 建设征地与移民安置

5.12.1.1 环境容量分析

a）移民搬迁安置环境容量分析

本工程建设征地范围规划水平年（2026 年）搬迁安置人口 121 户 404 人，全部位于下水库淹没区，搬迁人口涉及三脚窝石村、杨岔河村。为使移民能够得到妥善安置，逐步改善移民生产、生活条件，并与地方经济发展相适应，在充分征求移民意愿和地方政府意见的基础上，采取集中安置与分散安置相结合的方案，其中集中安置 63 户 238 人，分散安置 58 户 166 人。

选取景山镇居民点、景山村居民点、景山苗圃居民点、新胜林场居民点 4 个方案进行比较，各居民点可利用土地面积均为 120 亩。结合居民点选点工作、移民意愿征询情况及政府各部门意见，经过认真研究讨论，推荐“景山村居民点”作为移民集中

搬迁安置方案。

b）移民生产安置环境容量分析

按照遵循本地安置与异地安置、政府安置与移民自找门路安置相结合，尽可能尊重移民意愿的原则，考虑到移民长远的发展和社会的稳定，结合地方政府对移民安置方式的意见，推荐自行安置方案作为移民生产安置规划方案。

经分析，自行调剂土地环境容量 515 人，养老保险环境容量 111 人，二三产业安置环境容量 66 人，一次性补偿环境容量 44 人，共计环境容量 736 人。可满足规划设计水平年（2026 年）生产安置人口 402 人的要求。

根据拟定的环境容量分析原则以及考虑移民安置意愿等实际情况，自行安置方式可满足移民安置环境容量要求。

5.12.1.2 安置点环境适宜性分析

a）环境敏感性分析

本工程集中安置 63 户 238 人，经过对集中居民点进行现场踏勘，集中安置点选定为景山村安置点，位于景山镇政府南侧，整体地势起伏较小，有汽车便道与国道 G222 相连。现状有供电线路通过，通讯条件有外部经过的移动、联通、广电等网络经过，通讯条件良好。安置点西南角 150m 处为现有深井供水泵房，负责景山镇区供水，水量充足。不涉及风景名胜区、自然保护区、生态保护红线等环境敏感区。

b）环境影响

施工期对环境的影响主要是土地开发、集中房建过程中产生的施工废水、废气和噪声对生态环境的影响，施工人员可以租用景山镇民居、宾馆等，不额外产生污染，对环境影响较小。安置点建成后对环境的影响主要是安置点居民生活污水、生活垃圾对周围环境的影响。

1）水环境影响分析

景山村安置点建设工程规模较小，施工期较短，施工期产生废水量很小，在施工区设置小型沉淀池，处理后回用于施工生产。施工期施工人员住在外租住地，无需新建营地，生活污水依托住地设施处理。施工区内设置小型防渗厕所，生活粪便定期清掏清运至附近农田作为农田肥料利用，污水不外排。

运行期生活污水主要来源于居民的日常生活，至规划水平年（2026 年）安置点人口规模为 63 户 238 人，居民人均生活用水定额取 90L/人·d，排污系数按 80%计算，生活污水日产生量约为 17.14m^3/d。运行期生活污水利用安置点自建污水处理系统收集并处理，达标回用，不外排。

综上所述，集中安置点建设工程施工废水和生活污水拟处理后回用和综合利用，不排入河道，对地表水环境基本不产生影响。

2）固体废物影响分析

景山村安置点建设工程规模较小，施工期较短，施工期产生固体废物较少，设置垃圾桶及垃圾中转箱，由清洁人员集中收集到垃圾收集点，再由景山镇环卫部门统一收集处理。

运行期生活垃圾以居民厨余垃圾、农业废弃物等有机物为主，根据现场调查结果并类比同类工程，农村居民生活垃圾人均产量约 0.9kg/（人·d）。安置点建成后人口规模为 238 人，则生活垃圾日产生量为 214.2kg/d。安置点内设置垃圾收集桶，垃圾由专人集中收集清运至生活垃圾处理场，对环境影响很小。

3）生态环境影响分析

在移民安置过程中的房屋及各种配套设施建设等活动，将会在一定程度上使原地表受到扰动，植被遭到破坏，表层土裸露，失去原有植被的防冲、固土能力，由此可能发生冲刷、垮塌现象，增加新的水土流失。此外工程开挖、回填等施工活动虽可能造成新增水土流失和景观破坏，在采取水土保持等措施后，对环境的影响很小。

4）环境空气影响

农村移民搬迁安置对环境空气的影响源主要是工程开挖、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有：施工机械排放的废气，施工开挖产生的粉尘，车辆运行产生的扬尘等。影响时段为施工期，时间较短。

由于工程开挖量较小，其产生的废气量也较小，且施工场地比较分散，施工工期也不集中，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，对环境空气影响将进一步降低。

5）声环境影响

本工程移民安置施工量相对较小，规模有限，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、装载机、压路机、挖掘机和自卸卡车等。施工噪声主要将对景山镇和施工现场作业人员造成影响。安置点交通运输主要依靠景山村四级公路，交通运输噪声会对沿线居民造成一定影响。

6）人群健康影响分析

工程区域近几年来居民健康状况良好，传染病流行强度并不高，无地方病史，未发生有重大传染病疫情，且传染病发病率较低，无传染病死亡病例。为确保安置点卫生环境，在移民搬迁安置前，对安置点进行卫生清理，预防和控制安置点传染性疾病和自然疫源性疾病的流行，安置点应定期进行灭鼠、灭蟑螂、灭蚊和灭蝇工作，灭杀工作应经常进行，每年至少两次。对有关疾病传染源和传播媒介进行杀灭，降低虫媒传染性疾病的发病率。在此基础上基本不会对人群健康产生影响。

5.12.1.3 专业项目复建环境影响

本工程涉及专业项目复建包括二级公路（国道 G222）7.15km、四级公路（乡道 Y021）0.96km、机耕路 3.261km、汽车便道 681.794m、66kV 线路 8.5km、10kV 线路 8.77km 及电信广播电视线路等。

其中 G222 国道受本工程建设征地影响的为新胜村至景山苗圃路段，位于工程征地范围及下水库淹没区中，现状为沥青混凝土路面，路基宽度 9.5m，路面宽度 8m，设计时速 60km/h，影响长度 6.5km。遵循原规模、原标准、恢复原功能的原则，复建路依旧为二级公路，路线起于电站淹没区东侧，位于靖宇县景山镇新胜村西约 1.5km 处，起点对应老路桩号 K1142+650（设计桩号与老路相同），终点位于淹没区西侧，终点向西距靖宇景山苗圃东约 1km，终点对应老路桩号为 K1149+900，终点对应设计桩号为 K1149+800。路线由起点向右偏离老路以隧道形式穿越于坝体北侧山体，之后路线沿库区北岸行进，经过三脚窝石村北、杨岔河南后到达景山苗圃东跨过那尔轰河后与老路相接，贯通方案路线长 7.16km。复建工程将单独立项，其环境影响另行单独评价。

专业项目复建工程环境影响主要是施工过程中对水土流失、生态环境、环境空气、声环境、地表水环境的影响，施工结束后这些影响也将随之消失。

道路复建工程施工期间将产生机械噪声及扬尘污染，应做好定期洒水降尘、苫盖物料、采用低噪声机械等措施；电力、通信及广电工程在复建过程中先建后拆，在建设过程中应与各主管部门进行妥善沟通，合理安排修复和新建计划，减小对周边群众生产、生活的影响。复建工程施工过程将产生少量混凝土拌和废水、机械冲洗废水以及少量施工人员生活污水，废水经处理后全部回用或综合利用，不外排，因此复建工程不会对地表水产生影响。专项复建工程占地较小，对地表植被影响较小。施工期在杆塔架设、缆线敷设时挖、填方引起水土流失，应及时做好场平和植被恢复；电力线路运行期对周围会有一定的电磁干扰，选线时与居民点和其他敏感设施应保持一定的距离。

5.12.2 水库浸没及地质灾害影响分析

a）上水库

上水库库区范围内山坡覆盖层一般小于 3m，开挖后大部分库岸由弱风化岩石构成，不存在大规模塌岸问题，局部自然边坡可能会发生小规模塌岸，需采取浆砌石或混凝土等护坡措施及锚喷支护措施。上水库库区植被发育，主要为林地，无农田及民宅分布，不存在库区浸没问题。上水库汇水面积约 1.88km^2，冲沟口未见泥石流堆积物，历史上未发生过泥石流灾害，发生泥石流的可能性不大。

b）下水库

下水库库区两岸山坡地形一般较陡峻，坡度 12°～30°，局部 35°～47°。地表植被发育，林木茂密，无滑坡、崩塌及泥石流等不良地质现象发育，下水库自然边坡整体稳定性好。在正常蓄水位至死水位变动区，库岸覆盖层及全强风化岩体在库水的冲刷下，局部可能会产生塌落。预测塌岸宽度一般 15m～20m，总长度约 1380m，总面积 26986m^2，塌岸面积相对较大，会对水库运行产生一定影响，对塌岸岸坡采取浆砌石或混凝土等防护措施。

下水库区那尔轰河两岸冲沟沟口处有少量农田和房屋，库水位上升后存在浸没现象，库尾那尔轰河右岸见大面积耕地，为水库主要浸没区，浸没影响耕地面积 23493m^2。无集中连片地块用于抬填，对浸没影响的耕地及房屋，按永久占地补偿进行处理。

5.12.3 对下游规划和在建水电站的影响

本工程下游除天合兴电站和双桥电站外，无其他规划电站。天合兴电站为已建电站，坝址距离本工程下水库坝址河道距离约 10km。双桥电站为在建电站，但至今一直处于停滞状态，属于[2021]397 号文中原则上不再新建和退出类小水电项目。

5.12.3.1 水文情势影响

a）施工期

以施工高峰年为代表年，分别以 50%、75%、95%保证率的来水条件为代表工况分析本工程施工期对下游天合兴电站的水文情势影响。

1）径流量变化

50%来水条件下，天合兴电站断面径流量年值为 8898.63 万 m^3；工程施工取水后，天合兴电站断面径流量年值为 8721.1 万 m^3，降低 2.00%；75%来水条件下，天合兴电站断面径流量年值为 6985.65 万 m^3；工程施工取水后，天合兴电站断面径流量年值为 6808.12 万 m^3，降低 2.54%；95%来水条件下，天合兴电站断面径流量年值为 4156.99 万 m^3；工程施工取水后，天合兴电站断面径流量年值为 3979.46 万 m^3，降低 4.27%。

2）水位变化

50%来水条件下，天合兴电站断面平均水位为 454.2701m；工程施工取水后，天合兴电站断面平均水位为 454.2659m，降低 0.0042m；75%来水条件下，天合兴电站断面平均水位为 454.2494m；工程施工取水后，天合兴电站断面平均水位为 454.2455m，降低 0.0039m；95%来水条件下，天合兴电站断面平均水位为 454.1516m；工程施工取水后，天合兴电站断面平均水位为 454.1469m，降低 0.0047m。

3）流速变化

50%来水条件下，天合兴电站断面平均流速为 0.52m/s；工程施工取水后，天合兴电站断面平均流速为 0.51m/s，降低 0.52%；75%来水条件下，天合兴电站断面平均流速为 0.49m/s；工程施工取水后，天合兴电站断面平均流速为 0.48m/s，降低 0.86%；95%来水条件下，天合兴电站断面平均流速为 0.44m/s；工程施工取水后，天合兴电站断面平均流速为 0.44m/s，降低 0.59%。

综上，本工程施工期对下游天合兴电站断面的水文情势影响较小。

b）初期蓄水

以50%、75%保证率的来水条件为代表工况分析本工程初期蓄水对天合兴电站断面的水文情势影响。

（1）径流量变化

50%来水条件下，天合兴电站断面蓄水前径流量为27290.33万m^3；工程蓄水后天合兴电站断面径流量为24407.93万m^3，降低10.56%；75%来水条件下，天合兴电站断面蓄水前径流量为20444.94万m^3；工程蓄水后天合兴电站断面径流量为17562.51万m^3，降低14.10%。

（2）水位变化

50%来水条件下，天合兴电站断面蓄水前平均水位为454.2975m；工程蓄水后天合兴电站断面平均水位为454.2796m，降低0.0179m；75%来水条件下，天合兴电站断面蓄水前平均水位为454.2428m；工程蓄水后天合兴电站断面平均水位为454.2297m，降低0.0131m。

（3）流速变化

50%来水条件下，天合兴电站断面蓄水前平均流速为0.52m/s；工程蓄水后天合兴电站断面平均流速为0.51m/s，降低2.72%；75%来水条件下，天合兴电站断面蓄水前平均流速为0.50m/s；工程蓄水后天合兴电站断面平均流速为0.49m/s，降低3.16%。

综上所述，工程蓄水期利用那尔轰河作为初期蓄水水源，坝下河道的水量、流速会有所减降低，随着坝下那尔轰河汇水增加，降低的幅度逐渐减少；蓄水期间，当上游来水量不满足生态流量泄放需求时，来水全部下泄，下游断面的水量、水位和流速与天然来水一致。本工程初期蓄水对下游天合兴电站断面的水文情势影响较小。

c）运行期

以50%、75%、95%保证率的来水条件为代表工况分析本工程运行期对天合兴电站断面的水文情势影响。

1）径流量变化

50%来水条件下，天合兴电站断面径流量年值为8898.63万m^3；工程运行取水后，天合兴电站断面水量年值为8520.89万m^3，降低4.24%；75%来水条件下，天合兴电

站断面径流量年值为 6985.65 万 m^3；工程运行取水后，天合兴电站断面径流量年值为 6607.96 万 m^3，降低 5.41%；95%来水条件下，天合兴电站断面径流量年值为 4156.99 万 m^3；工程运行取水后，天合兴电站断面径流量年值为 3871.82 万 m^3，降低 6.86%。

2）水位变化

50%来水条件下，天合兴电站断面平均水位为 454.2702m；工程运行取水后，天合兴电站断面平均水位为 454.2628m，降低 0.0074m；75%来水条件下，天合兴电站断面平均水位为 454.2493m；工程运行取水后，天合兴电站断面平均水位为 454.2409m，降低 0.0084m；95%来水条件下，天合兴电站断面平均水位为 454.1514m；工程运行取水后，天合兴电站断面平均水位为 454.145m，降低 0.0064m。

3）流速变化

50%来水条件下，天合兴电站断面平均流速为 0.52m/s；工程运行取水后，天合兴电站断面平均流速为 0.51m/s，降低 1.61%；75%来水条件下，天合兴电站断面平均流速为 0.49m/s；工程运行取水后，天合兴电站断面平均流速为 0.48m/s，降低 1.46%；95%来水条件下，天合兴电站断面平均流速为 0.44m/s；工程运行取水后，天合兴电站断面平均流速为 0.43m/s，降低 1.16%。

工程运行时，抽水-发电循环所需的水量是在上、下水库中循环使用的，除运行过程中的蒸发渗漏损失外，基本不消耗水资源；在满足下水库坝下生态流量的前提下，充分利用下水库的水损备用库容进行补水，工程建设后，对下游天合兴电站断面的水文情势影响很小。

5.12.3.2 发电损失影响

本工程对下游天合兴电站发电损失影响因素主要为发电水量。本工程施工期总取水量为 436.05 万 m^3；初期蓄水期影响水量为 2526.41 万 m^3；运行期产生蒸发增损 44.15 万 m^3/年，对天合兴电站产生发电损失影响。运行期水库渗漏损失直接回归河道，对天合兴电站不产生发电损失。

施工期及初期蓄水期取水总损失水量为 2962.46 万 m^3，按照损失水量全部用于天合兴电站发电考虑，估算初期蓄水期影响天合兴电站发电损失 102.6 万 kW·h；正常运行期抽蓄电站有相应的径流及洪水泄放设备，且径流泄放设备泄流能力（5m^3/s）大于

天合兴电站的机组额定流量（4.4m^3/s），不改变径流特性，每年损失蒸发增损 44.15 万 m^3，按照损失水量全部用来发电考虑，估算正常运行期影响天合兴电站发电损失 1.53 万 kW·h/年。

经分析，本工程对天合兴电站发电损失影响较小，可采用一次性经济补偿方式补偿。2024 年 5 月 11 日，本工程建设单位华电靖宇抽水蓄能有限公司与天合兴电站相关人员就天合兴电站发电损失的补偿事宜进行了洽商，并签订《吉林省靖宇抽水蓄能电站对天合兴电站发电损失补偿协议书》（详见附件 17）。经过洽商双方同意按照分两阶段补偿方式即：

1）靖宇抽水蓄能电站施工期及初期蓄水期采用一次性经济补偿损失电量，正常运行期采用按年度经济补偿方式补偿电量损失；

2）靖宇抽水蓄能电站在施工、初期蓄水期补偿费用暂估为 39.68 万元，按照一次性经济补偿的方式进行补偿（该补偿费用暂按天合兴电站当前的上网电价取值计算，补偿阶段再按照实际上网电价情况取平均值进行计算）；

3）靖宇抽水蓄能电站在发电运行期以 173.7 万 kW·h 作为年发电量计算基数，按年度补偿天合兴电站损失的差额电量补偿（损失电价为补偿年度的天合兴电站电站上网电价的平均值）。

6 环境保护措施及其可行性论证

工程环境保护措施包括：水环境保护措施、大气环境保护措施、声环境保护措施、固体废物处置措施、生态环境保护措施、土壤环境保护措施、人群健康保护措施等。

6.1 水环境保护措施

6.1.1 施工期水环境保护措施

6.1.1.1 废污水处理总体方案

根据《靖宇县那尔轰河流域综合规划》中水污染防治措施要求，那尔轰河源头至河口属于那尔轰河松花江三湖保护区，水质目标为II类水体，应加强排污口管理，禁止设置排污口。本工程生产生活废污水应严格执行处理措施，所有废污水处理达标后回用或综合利用，不外排。冬季 12 月～次年 3 月因天气寒冷，露天施工不能进行，混凝土生产系统、砂石加工系统不生产，因此无此类废水产生。冬季产生的少量生活污水，处理后将未利用的中水储存于冬季储水池，气温回升后使用。

根据工程分析确定的施工期废污水主要污染物特征，对不同的废污水采取因地制宜、分别治理的方式，在各废污水排放口分别设置水处理系统，废污水处理系统设置情况见表 6.1-1。

表 6.1-1　　施工期废污水处理系统设置情况一览表

名称	废污水来源	处理系统位置	废处理后去向	执行标准
砂石加工废水	上水库垫层料加工系统 下水库混凝土骨料加工系统	系统占地区内	回用于砂石加工系统自身	《水电工程施工组织设计规范》，SS≤100mg/L
混凝土生产系统废水	上水库混凝土生产系统 下水库混凝土生产系统	系统占地区内	回用于混凝土生产系统自身	
修配系统废水	上水库机械修配系统 下水库坝后机械修配系统 下水库机械修配系统	系统占地区内	用于洒水降尘	《城市污水再生利用　城市杂用水水质》
基坑排水	围堰截留、围堰渗水等	围堰附近	用于洒水降尘	《城市污水再生利用　城市杂用水水质》
洞室排水	地下系统施工	#1 施工支洞、交通洞、通风洞洞口附近建设征地区内	用于施工或洒水降尘	《城市污水再生利用　城市杂用水水质》

表 6.1-1　　施工期废污水处理系统设置情况一览表

名称	废污水来源	处理系统位置	废处理后去向	执行标准
生活污水	上水库施工营地	生活区占地区内	用于洒水降尘、场区绿化	《城市污水再生利用　城市杂用水水质》
	下水库施工营地	生活区占地区内		
	业主营地	业主营地占地区内		

6.1.1.2　砂石料加工废水

a）设计水量水质

本工程布置 2 个砂石加工系统，上水库垫层料加工系统布置于上水库东北侧山顶处，沿#Y1 永久道路布设，处理能力为 95t/h，废水产生量为 76.0m^3/h；下水库混凝土骨料加工系统布置于下水库进出水口东侧，紧邻混凝土骨料暂存场布置，系统处理能力为 551t/h，废水产生量为 100.0m^3/h。

根据水电工程的施工特点及其它工程的经验分析，砂石料加工废水主要来自砂石料冲洗，其主要污染物为 SS，一般在 20000mg/L～90000mg/L，具有废水量大、SS 浓度高的特点。砂石料加工过程中除 SS 外基本不产生其它污染物，因此只考虑 SS 一项指标。设计废水 SS 浓度可达 20000mg/L 以上。

b）处理目标

砂石料加工废水水质简单，主要污染物为悬浮物，废水处理后回用于系统自身，根据《水电工程施工组织设计规范》的有关规定：“砂石加工、混凝土生产的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超过 100mg/L”因此，废水处理目标为 SS≤100mg/L。

c）处理工艺选择

1）处理方案比选

根据砂石料加工废水特点和施工区的地形条件，拟定 3 种处理方案进行比选。

方案 1：自然沉淀法，即废水进入沉淀池进行自然沉淀，上清液回收，见流程图 6.1-1。该方案的处理流程简单，运行简便，基建、运行费用较少，但沉淀池的规模大，且由于沉渣的含泥量高，沉渣的清淘将较困难。

方案 2：混凝沉淀法，即废水先经沉砂池除去粗砂，在混合池中与混凝剂充分混合后进入沉淀池，见流程图 6.1-2。该方案占地较少；该方案处理效果较好，但需增加

投药设备及其运行费用。

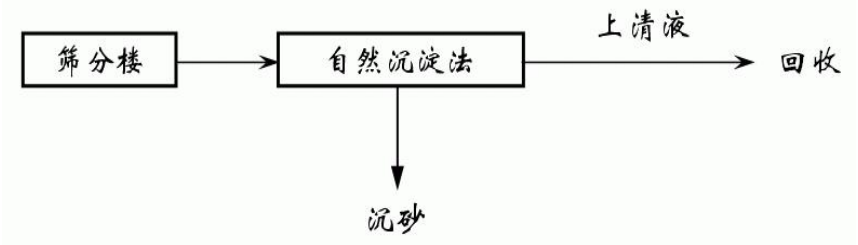


图 6.1-1 自然沉淀法处理工艺流程图

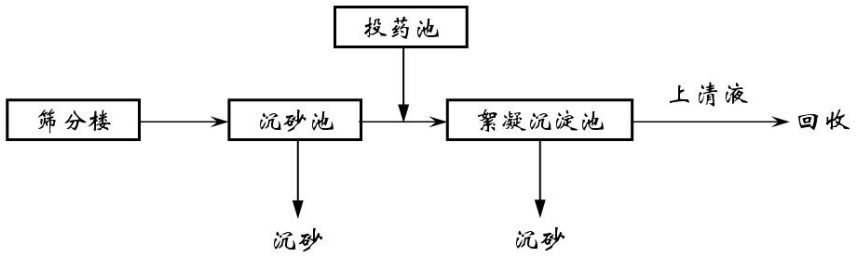


图 6.1-2 混凝沉淀法处理工艺流程图

方案 3：高效旋流净化法，其利用直流混凝、微絮凝造粒、离心分离、动态把关过滤和压缩沉淀的原理，将废水净化中的混凝反应、离心分离、重力沉降、动态过滤、沉渣（泥浆）浓缩等处理技术有机组合集成在一起，在同一罐体内短时间（20～30 分钟）完成废水的多级净化。此方法已在煤炭行业的废水治理中广泛应用，可以处理悬浮物高达 30000mg/L～60000mg/L 的煤泥水，处理效果好。经现场测试，测试进水悬浮物浓度为 19900mg/L～84500mg/L，出水悬浮物浓度仅为 20mg/L，处理效率达 99.9%以上，完全满足达标回用的要求。处理后的废水储存于回用水池，用水泵抽送至砂石料筛洗车间，回用于砂石料冲洗，实现废水的循环回用。其工艺流程如图 6.1-3。

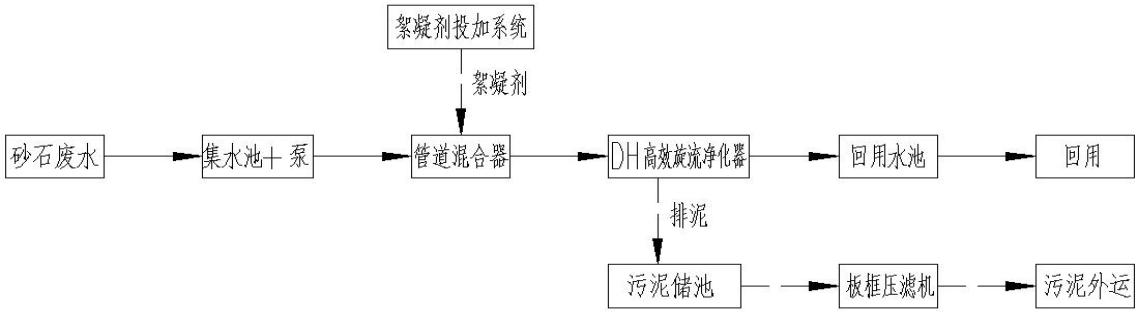


图 6.1-3 高效旋流净化法处理工艺流程图

上述三个方案的优劣对比见表 6.1-2，经综合比较，推荐采用方案 3 作为砂石料加工废水处理方案。

表 6.1-2 砂石料加工废水处理工艺方案对比分析表

项目	方案 1	方案 2	方案 3	结论
处理效果	差	较好	好	方案 3 优于方案 1、2
处理负荷潜力	小	较大	大	方案 3 优于方案 1、2
建设和运行费用	低	较高	高	方案 1 优于方案 2、3
占地面积	大	较小	小	方案 3 优于方案 1、2
施工难度	低	低	低	方案 1、3 优于方案 2
土建工程量	大	较小	小	方案 3 优于方案 1

2）推荐处理方案工艺流程设计

生产废水首先汇入集水池（兼事故池），集水池废水提升至高效旋流净化器中，在废水提升泵出口管道上设置管道混合器，在管道混合器投加絮凝药剂和助凝药剂，在管道中完成直流混凝反应，然后进入净化器中，经离心分离、重力分离及污泥浓缩等过程从净化器顶部排出经处理后的清水，清水进入回用水池后回用。从净化器底部排出的浓缩污泥排入污泥池中，用污泥泵提升至污泥处理装置将污泥脱水干化，泥饼就近运至坝后压坡体进行堆存。上水库、下水库砂石加工系统场地占地面积分别约为20000m^2、36000m^2，处理系统布置在砂石加工系统占地区内，占地面积分别约为 800m^2、1000m^2。

主要构筑物设计参数、工艺参数及主要设备见表 6.1-3～表 6.1-4。

表 6.1-3 砂石料加工废水处理系统构筑物设计参数

构筑物名称	主要工艺参数
集水池（兼事故池）	停留时间 8h
污泥池	每天清掏三次
污泥泵池	
回用水池	停留时间 8h
成套设备	高效旋流净化器，2 套，处理规模均为 100m^3/h

表 6.1-4　　砂石料加工废水处理主要工艺参数表

位置	名称	数量（座）	单池净尺寸（m）			结构	备注
			长	宽	高		
上水库垫层料加工系统	集水池（兼事故池）	1	20.00	10.00	4.00	钢混	容积 800m³，有效水深 3.7m
	污泥池	1	8.00	6.00	3.00	钢混	容积 800m³，有效水深 2.4m
	污泥泵池	1	8.00	3.00	5.00	钢混	容积 120m³
	回用水池	1	20.00	10.00	4.00	钢混	容积 800m³，有效水深 3.4m
下水库混凝土骨料加工系统	集水池（兼事故池）	1	20.00	12.00	4.00	钢混	容积 960m³，有效水深 3.7m
	污泥池	1	10.00	6.00	3.00	钢混	容积 180m³，有效水深 2.4m
	污泥泵池	1	8.00	3.00	5.00	钢混	容积 120m³
	回用水池	1	20.00	12.00	4.00	钢混	容积 960m³，有效水深 3.4m

（3）主要土建工程量

砂石加工废水处理系统的主要土建工程量见表 6.1-5。

表 6.1-5　　砂石加工废水处理土建工程量表

项目	土方开挖	石方开挖	土石方回填	C25混凝土	钢筋	砂砾石垫层	M7.5防渗砂浆	彩钢板房
	m³	m³	m³	m³	t	m³	m²	m²
上水库	3780.42	945.10	2381.34	471.42	47.14	85.75	1249.14	1000
下水库	4213.29	1053.32	2504.37	519.03	51.90	101.38	1397.38	1000
合计	7993.71	1998.43	4885.71	990.44	99.04	187.12	2646.52	2000

d）运行管理

按照环境保护“三同时”的要求，砂石加工废水处理系统应与砂石加工系统同时建成并投入运行。为保证砂石加工废水处理站的有效运行，建设单位应把废水处理站的建设与有效运行作为合同条款纳入工程承包合同，并进行达标验收。

砂石加工废水处理后回用于砂石加工系统，不外排，地方环境保护主管部门应定期对处理站的运行进行监督检查，掌握废水处理站运行情况，对不良情况提出书面或口头整改意见。

废水处理站的费用应专款专用，以保证废水处理站的正常运行。

由于废水处理主体工艺采用高效旋流净化法，机械化和自动化程度较高，对管理

人员有一定技术要求，废水处理站的管理维护人员在上岗前应接受专项技术培训，以便正确地操作与维护电气仪表及相关设备，并制订操作规程，以保证废水处理站的良好运行。

砂石加工废水处理系统产生的泥饼量较大，须及时清理，运至坝后压坡体或平整场地进行堆存，具体清运时机及堆存地点由环境监理确定。

6.1.1.3　混凝土生产系统废水

a）设计水量水质

本工程布置 3 个混凝土生产系统，上水库混凝土生产系统布置于上水库左坝头附近，紧邻#Y1 永久道路；下水库常态混凝土生产系统和碾压混凝土生产系统布置在下水库混凝土骨料加工系统东侧，与下水库混凝土生产系统废水合并处理，冲洗用水强度为 20L/s，每次冲洗 10 分钟，每班结束冲洗 1 次，共三班制。废水主要来自混凝土拌和罐、混凝土罐车和自卸汽车的清洗，废水量较少。

表 6.1-6　　混凝土拌和冲洗废水排放量一览表

位置		拌和废水		冲洗废水				排放量（m^3/h）	排放量汇总（m^3/h）
		用水量（m^3/h）	排放量（m^3/h）	冲洗强度（L/s）	冲洗时间（min）	冲洗次数	排放量（m^3/h）		
上水库		18	1.8	20	10	3	12.0	13.8	13.8
下水库	常态	18	1.8	20	10	3	12.0	13.8	27.6
	碾压	18	1.8	20	10	3	12.0	13.8	

混凝土生产系统废水一般呈碱性，pH 值在 9~12，悬浮物 SS 为主要污染物，浓度在 1500mg/L~2500mg/L 之间。

b）处理目标

由于混凝土生产系统冲洗废水属间歇性排放，且水量少，可用于废水沉降处理的时间较长，处理后的出水全部回用于混凝土生产系统，根据《水电工程施工组织设计规范》规定，SS≤100mg/L 即可满足混凝土生产系统冲洗要求。因此，废水处理目标为 SS≤100mg/L。

c）处理工艺选择

1）处理方案比选

根据混凝土生产系统废水水量少、间断短时排放的特点，拟定两种处理方案进行比选：

方案 1：竖流式沉淀池法，其占地面积小，但是池子要求较深，施工难度大，对冲击负荷适应性较差，造价较高。

方案 2：混凝沉淀法，即每台班末的冲洗废水排入池内，静置沉淀到下一班末放出，见流程图 6.1-4。

比较以上两个方案，方案 2 土建施工简单，建设费用低，泥渣可定期人工清理，对冲击负荷适应性较好。因此，拟采用方案 2 作为本工程的混凝土生产系统废水处理的推荐方案。

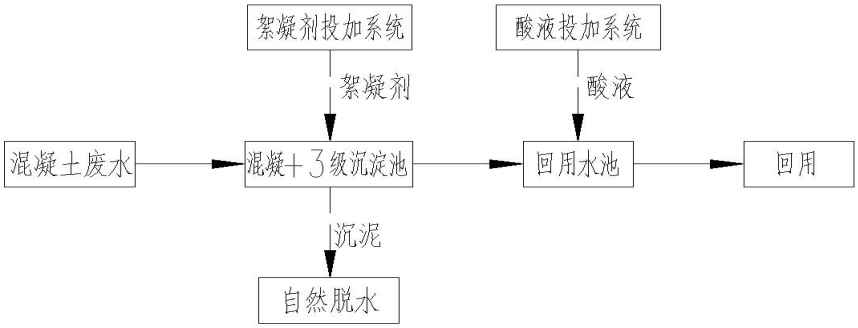


图 6.1-4 混凝土生产系统废水处理工艺流程简图

2）推荐处理方案工艺流程设计

拌和楼的冲洗废水排入三级沉淀池，必要时加酸中和或投加絮凝剂，处理效率可达 98%以上，沉淀池上清液回用于混凝土冲洗，不外排。上水库、下水库混凝土生产系统场地占地面积分别约为 10000m^2、8000m^2，处理系统布置在混凝土生产系统占地区内，占地面积分别约为 800m^2、1000m^2。主要构筑物设计参数、工艺参数见表 6.1-7～6.1-8。

表 6.1-7 混凝土生产废水处理系统构筑物设计参数

构筑物名称	主要工艺参数
混凝沉淀池	三级沉淀
回用水池	停留时间 8h

表 6.1-8　　混凝土生产系统废水处理主要工艺参数表

位置	构筑物	数量（座）	单池净尺寸（m）			结构	备注
			长	宽	高		
上水库	混凝沉淀池	1	18.60	4.60	2.30	钢混	三级沉淀，容积 196m³，有效水深 1.5m
	回用水池	1	10.00	6.00	3.00	钢混	容积 180m³，有效水深 1.9m
下水库	混凝沉淀池	1	18.60	4.60	2.30	钢混	三级沉淀，容积 196m³，有效水深 1.5m
	回用水池	1	15.00	9.00	3.00	钢混	容积 180m³，有效水深 1.9m

d）主要土建工程量

估算的主要土建工程量见表 6.1-9。

表 6.1-9　　混凝土生产系统废水处理土建工程量表

项目	土方开挖	石方开挖	土方回填	C25混凝土	钢筋	砂砾石垫层	M7.5防渗砂浆	彩钢板房
	m^3	m^3	m^3	m^3	t	m^3	m^2	m^2
上水库	793.29	198.32	484.78	147.69	14.77	27.76	379.63	500
下水库	1098.74	274.69	592.60	194.39	19.44	40.81	513.70	500
合计	1892.03	473.01	1077.39	342.08	34.21	68.57	893.32	1000

e）建设与管理

各混凝土生产系统废水处理系统分别布置在相应的混凝土生产系统施工征地范围内，并根据工程分标方案由每个混凝土生产系统标的承包人负责建设与管理。该废水处理系统管理的主要内容包括：及时清理沉淀池内沉淀物，根据工程弃渣规划情况，上水库混凝土生产系统废水处理系统清理出来的沉渣宜就近运至上水库坝后压坡综合利用，下水库混凝土生产系统废水处理系统清理出来的沉渣宜就近运至下水库坝后进行场地平整。

6.1.1.4　修配系统废水

a）设计水量水质

本工程布置 3 个机械修配系统，上水库机械修配系统布置于垫层（砂石）料加工系统南侧，紧邻 L10 临时路，修配系统废水量 96m³/d；下水库坝后机械修配系统布置于坝后压坡体，修配系统废水量 72m³/d；下水库机械修配系统位于下水库坝轴线上游 650m 处，紧邻 Y2 永久路，修配系统废水量 64m³/d。机械修配系统主要承担各施工区施工机械设备、各种汽车的二级保养、小修、零星配件加工任务，废水量较少。废水

中主要污染物为石油类、COD_{Cr}和 SS。一般情况下石油类浓度为 10mg/L～30mg/L，COD_{Cr}为 25mg/L～200mg/L，SS 为 500mg/L～2000mg/L。

b）处理目标

由于各修配系统废水量较小，出水可回用于洒水降尘，处理后的水质应满足《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中相应标准。

c）处理工艺选择

1）处理方案比选

修配系统废水处理有以下几种方案可供选择：

方案 1：隔油—沉淀法，具体工艺流程见图 6.1-5，处理效果比较好，但其占地面积较大。

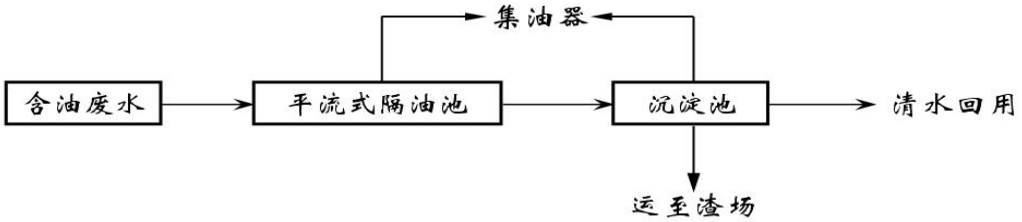


图 6.1-5　隔油—沉淀池法工艺流程图

方案 2：气浮除油法，即废水用压缩空气加压到 0.34～4.8MPa，使溶气达到饱和。当被压缩过的气液混合物被置于正常大气压下的气浮设备中时，微小的气泡从溶液中释放出来，油珠即可在这些小气泡作用下上浮，结果使这些物质附着在絮状物中。气固混合物上升到池表面，即被撇出。此方法处理效果好，但需要在处理前投加混凝剂，还必须有空气压缩缸压缩空气，增加了一定的动力和设备，投资大，对于临时的修配站废水处理不太适合。

方案 3：采用成套设备。此法处理效果好。

比较以上三个方案，方案 3 土建施工简单，建设费用较低，废水处理效果好，处理效率可达 98%以上。因此，拟采用方案 3 作为本工程的修配系统废水处理的推荐方案。

2）推荐处理方案工艺流程设计

选择成套油水分离器进行处理，流程见图 6.1-6。为收集含油废水，需在系统进水

口前设置 1 个隔油池，隔油池同时还具有一定的沉砂作用，隔油池出水进入油水分离器，处理完的废水进入回用水池，用于洒水降尘等，修配系统废水处理工艺产生的污泥脱水后含水率为 60%，脱水污泥、隔油池浮油和油水分离器分离油用专门的容器储存，并做好标记，将容器集中存放在危废暂存间，交有相应资质的单位或机构进行处置，不得私自处置。上、下水库机械汽修站占地面积分别约为 5000m²、5000m²、10000m²，修配系统含油废水处理系统布置在机械汽修站占地区内，占地面积分别约为 400m²、400m²、600m²。

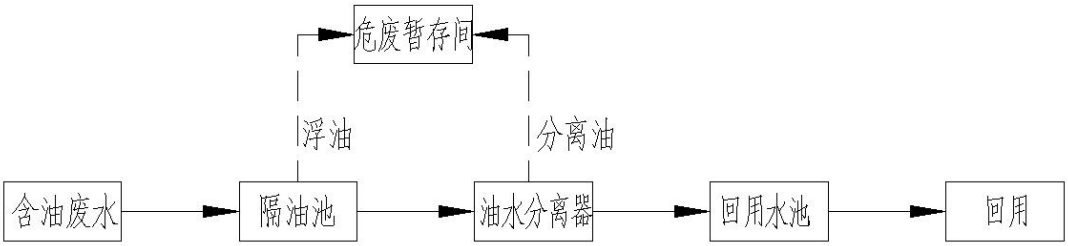


图 6.1-6　修配系统废水处理工艺流程图

主要构筑物设计参数、工艺参数及设备见表 6.1-10～6.1-11。

表 6.1-10　　修配系统处理系统构筑物设计参数

构筑物名称	主要工艺参数
调节池	停留时间 10min，04S519 标准图集
成套油水分离设备	3 套，出水石油类可达 1mg/L 以下
回用水池	停留时间 8h

表 6.1-11　　修配系统废水处理主要工艺参数表

位置	构筑物	数量（座）	单池净尺寸（m）			结构	备注
			长	宽	高		
上水库	调节池	1	4.00	1.20	2.70	钢混	容积 12.96m³，有效水深 1.5m
	回用水池	1	10.00	6.00	3.00	钢混	容积 180m³，有效水深 1.6m
下水库坝后	调节池	1	4.00	1.20	2.70	钢混	容积 12.96m³，有效水深 1.5m
	回用水池	1	8.00	6.00	3.00	钢混	容积 144m³，有效水深 1.6m
下水库	调节池	1	4.00	1.20	2.70	钢混	容积 12.96m³，有效水深 1.5m
	回用水池	1	8.00	6.00	3.00	钢混	容积 144m³，有效水深 1.6m

d）主要土建工程量

主要土建工程量见表 6.1-12。

表 6.1-12　　修配系统废水处理土建工程量表

项目	土方开挖	石方开挖	土石方回填	C25混凝土	钢筋	砂砾石	M7.5防渗砂浆	彩钢板房
	m^3	m^3	m^3	m^3	t	m^3	m^2	m^2
上水库	462.19	115.55	335.36	57.43	5.74	12.03	205.88	200
下水库坝后	409.06	102.27	311.50	50.06	5.01	9.94	179.72	200
下水库	409.06	102.27	311.50	50.06	5.01	9.94	179.72	200
合计	1280.32	320.08	958.37	157.55	15.76	31.92	565.32	600

e）建设与管理

修配系统废水处理系统分别布置在相应的修配系统施工征地范围内，并根据工程分标方案由其所属标的承包人负责建设与管理。该废水处理系统管理的主要内容包括：废水处理系统中水泵等相关设备的检修；及时清理调节池内沉淀物，脱水污泥应将容器集中存放在危废暂存间，暂存间位于系统占地范围内，须有相应标志及防护措施。脱水污泥交有相应资质的单位或机构进行处置，不得私自处置。

6.1.1.5　基坑排水

a）基坑水量水质

基坑排水主要是包括初期排水和经常性基坑排水，由于上水库一般情况下没有地表径流产生，围堰填筑基本可以在干地施工，因此上水库大坝基坑不考虑初期排水，仅考虑经常性排水。上水库基坑经常性排水总时长为 44 个月，计算经常性抽水总排水量 $3.74\times10^4m^3$；上水库进/出水口围堰基坑经常性排水总时长为 42 个月，计算经常性抽水总排水量 $4.52\times10^4m^3$；下水库一期围堰基坑经常性排水总时长为 15 个月，计算经常性抽水总排水量 $1.13\times10^4m^3$；下水库一期围堰基坑经常性排水总时长为 7 个月，计算经常性抽水总排水量 $0.40\times10^4m^3$；下水库进/出水口基坑经常性排水总时长为 17 个月，计算经常性抽水总排水量 $0.89\times10^4m^3$。

初期排水包括围堰截留的河水、基坑积水和降雨形成的地表径流，水质污染物及浓度与工程河段水体基本相同；而经常性基坑排水主要是围堰渗水、混凝土养护废水和大气降水等，污染物主要是 SS，其浓度为 500mg/L~3000mg/L。

b）处理目标

基坑排水处理后回用于施工场地洒水降尘，水质应满足《城市污水再生利用　城

市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中相应标准。

c）处理设计方案

初期排水水质与河流水质基本相似，可直接排放；根据目前已建和在建水电工程对经常性基坑排水的处理经验，对经常性基坑排水不采用特殊的处理设施，仅向基坑投加絮凝剂，静置、沉淀 2h 后，满足循环利用或综合利用的水质标准要求，全部回用，剩余污泥定时人工清理。水泵由主体施工配备。

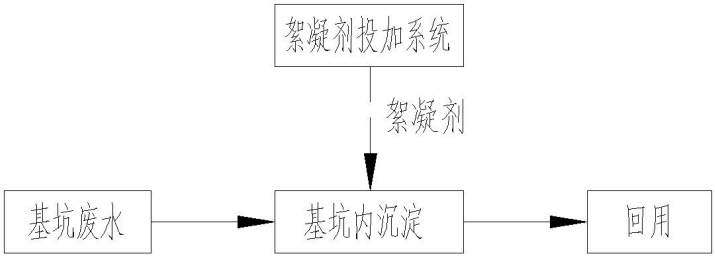


图 6.1-7　基坑排水处理工艺流程示意图

6.1.1.6　洞室排水

a）设计水量水质

地下系统施工排水主要由隧洞施工废水和洞室渗水组成。隧洞施工废水主要包括石方开挖、混凝土养护、灌浆等废水，这部分水量比较固定，废水中主要污染物为 SS，SS 浓度为 1500~3000mg/L。工程区地下水较为丰富，地下系统施工过程中会产生大量的洞室渗水，洞室渗水水质好，与少量隧洞施工废水混合后，污染物浓度降低，主要污染物还是 SS，其浓度与岩石特性、工程施工强度、施工工艺及涌水量等许多因素有关。

根据施工布置，施工期间#1 施工支洞、交通洞和通风洞会有涌水和施工用水排放，根据地下水富含程度和各洞室的施工用及排水强度估算，#1 施工支洞、通风洞、交通洞洞室排水处理规模分别为 59.4m^3/h、116.9m^3/h 和 100.8m^3/h。

b）处理目标

洞室排水处理后回用于施工或洒水降尘，水质应满足《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中相应标准。

c）处理方案

施工期地下渗水和隧洞施工废水工程上已考虑采用洞内设排水沟或集水井、水泵

分级抽出的方法，将洞内积水从各施工通道口抽出。在各洞口设集水池（兼事故池），集水池废水提升至高效旋流净化器中，在废水提升泵出口管道上设置管道混合器，在管道混合器投加絮凝药剂和助凝药剂，在管道中完成直流混凝反应，然后进入净化器中，经离心分离、重力分离及污泥浓缩等过程从净化器顶部排出经处理后的清水，清水进入回用水池后回用。从净化器底部排出的浓缩污泥排入污泥池中，用污泥泵提升至污泥处理装置将污泥脱水干化，泥饼就近运至坝后压坡体进行堆存。废水处理系统布置在各洞口附近工程建设征地范围内。工艺流程见图 6.1-8。

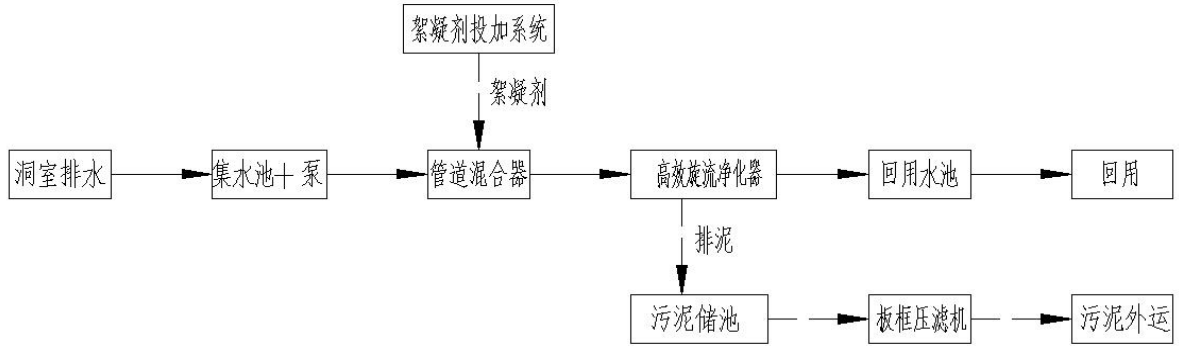


图 6.1-8　洞室排水处理工艺流程图

主要构筑物设计参数、工艺参数及设备见表 6.1-13～6.1-14。

表 6.1-13　　洞室排水处理系统构筑物设计参数

构筑物名称	主要工艺参数
集水池（兼事故池）	停留时间 8h
污泥池	每天清掏一次
污泥泵池	
回用水池	停留时间 8h
成套设备	高效旋流净化器，3 套，处理规模为 60m³/h、120m³/h、120m³/h

表 6.1-14　　洞室排水处理主要工艺参数表

位置	名称	数量（座）	单池净尺寸（m）			结构	备注
			长	宽	高		
#1 施工支洞	集水池（兼事故池）	1	16.00	9.00	4.00	钢混	容积 576m³，有效水深 3.7m
	污泥池	1	5.00	4.00	3.00	钢混	容积 60m³，有效水深 2.4m
	污泥泵池	1	8.00	3.00	5.00	钢混	容积 120m³
	回用水池	1	16.00	9.00	4.00	钢混	容积 576m³，有效水深 3.4m

续表 6.1-14（完）　　洞室排水处理主要工艺参数表

位置	名称	数量（座）	单池净尺寸（m）			结构	备注
			长	宽	高		
交通洞	集水池（兼事故池）	1	24.00	12.00	4.00	钢混	容积 1152m³，有效水深 3.7m
	污泥池	1	8.00	5.00	3.00	钢混	容积 120m³，有效水深 2.4m
	污泥泵池	1	8.00	3.00	5.00	钢混	容积 120m³
	回用水池	1	24.00	12.00	4.00	钢混	容积 1152m³，有效水深 3.4m
通风洞	集水池（兼事故池）	1	20.00	12.00	4.00	钢混	容积 960m³，有效水深 3.7m
	污泥池	1	8.00	4.00	3.00	钢混	容积 96m³，有效水深 2.4m
	污泥泵池	1	8.00	3.00	5.00	钢混	容积 120m³
	回用水池	1	20.00	12.00	4.00	钢混	容积 960m³，有效水深 3.4m

d）主要土建工程量

主要土建工程量见表 6.1-15。

表 6.1-15　　洞室排水处理土建工程量表

项目	石方开挖	土石方回填	C25混凝土	钢筋	砂砾石	M7.5防渗砂浆	彩钢房
	m^3	m^3	m^3	t	m^3	m^2	m^2
#1 施工支洞	3803.20	2099.23	373.32	37.33	61.38	976.64	1000
交通洞	5782.20	2638.84	568.40	56.84	114.29	1530.36	1000
通风洞	5109.34	2451.48	499.28	49.93	96.41	1340.70	1000
合计	14694.74	7189.55	1441.00	144.10	272.08	3847.70	3000

e）建设与管理

洞室排水处理系统应布置在洞口出口附近的施工征地范围内，该废水处理系统视工程分标方案通过招投标的方式进行委托承包，中标的承包人负责废水处理系统的建设与管理。该废水处理系统管理的主要内容包括：废水处理系统中水泵等相关设备的检修；及时清理调节池内沉淀物，清理出来的泥渣的清运地点和处理方式由环境监理指定。

6.1.1.7　生活污水

a）水量、水质

根据最新的施工组织设计，电站施工高峰时段劳动力 3450 人。施工区人均生活用

水量按 100L/人·d 计，污水排放系数取 0.8，调整系数 1.1，上水库生活区施工期高峰施工人数 1450 人，高峰污水排放量为 127.60m^3/d；下水库生活区施工期高峰施工人数 1500 人，高峰污水排放量为 132.0m^3/d，机电安装标施工期高峰人数 500 人，高峰污水排放量为 44.0m^3/d。

根据施工期平均施工人数规模，施工期生活污水排放总量为 61.34×10^4m^3，其中上水库生活区生活污水排放总量为 20.29×10^4m^3、下水库生活区生活污水排放总量为 36.83×10^4m^3、机电安装标生活污水排放总量为 4.22×10^4m^3，处理规模分别为 127.60m^3/d（6m^3/h）、132.0m^3/d（6m^3/h）和 44.0m^3/d（2m^3/h）。

施工期业主营地现场综合楼人数规模约为 300 人，人均生活用水量按 100L/人·d 计，污水排放量为 26.4m^3/d。业主营地生活污水处理设施为永久设施，已计入永久生活污水处理投资，不计入环保临时措施设计及投资。

生活污水主要污染指标为 COD_{Cr}、BOD_5、SS、总氮和总磷等，其浓度一般分别为 350mg/L~500mg/L 、 150mg/L~300mg/L 、 200mg/L~300mg/L 、 20mg/L~85mg/L 和 3mg/L~8mg/L。

b）处理目标

施工区的生活污水处理后回用于洒水降尘、场区绿化，处理后的水质应满足《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中相应标准。

c）处理工艺选择

1）处理方案比选

方案 1：采用化粪池，即施工期生活污水经过化粪池初步处理后便可向外排放。由于其具有造价低、运行费用低等特点，但是其处理效果差。

方案 2：采用生活污水一体化处理设备，该设备采用接触氧化法处理工艺，设调节池调节污水水质、水量。此方法设备体积小，处理效果好，操作维护简便。

方案 1 投资较少，但处理效果差，不能做到达标排放；方案 2 建设和运行费用稍高，但处理效果好，且占地面积小、操作维护方便。推荐采用方案 2 作为生活污水的处理方案。

2）推荐处理方案工艺流程设计

污水先经调节池内的提篮格栅截留较大的悬浮物或漂浮物，栅渣定期清理送至坝后压坡体，再由潜水泵提升至一体化处理设备进行污水生化处理与深度处理，处理效率可达 98%以上，一体化处理设备出水进入回用水池，由潜水排污泵提升后回用。生活污水处理后回用的主要用途是洒水降尘和绿化，利用洒水车装运后进行施工道路及场地洒水。因工程地处寒冷山区，冬季户外无法施工，仅洞室内有少量人员施工作业，根据施工进度安排，冬季施工人数仅占施工高峰期人数的 10%左右，生活污水产生量较少，且每年冬季 12 月～次年 3 月无降尘、绿化用水，处理以后的中水排入冬季储水池进行储存，各生活营地冬季储水池最大容积按停留时间 90d 计算，春季开始浇灌施工场地植被绿化、洒水降尘。

一体化生活污水处理设备主体工艺流程图详见图 6.1-9。

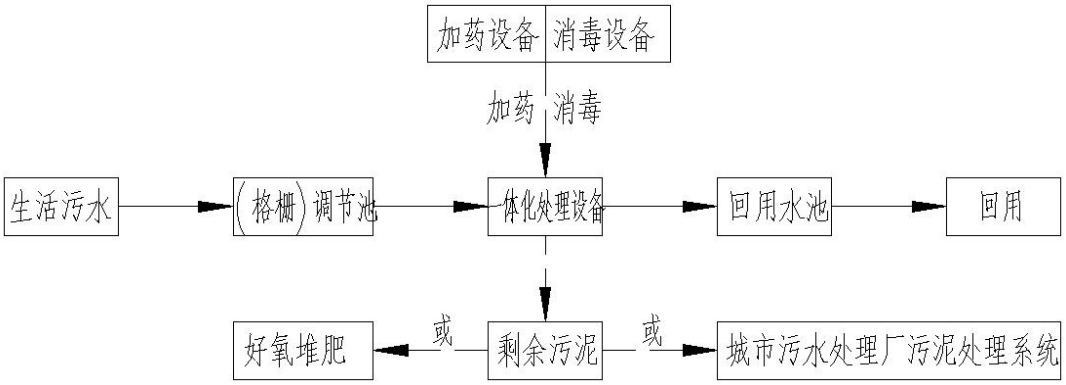


图 6.1-9　生活污水处理系统工艺流程图

主要构筑物设计参数、工艺参数及设备见表 6.1-16～6.1-17。

表 6.1-16　　生活污水处理系统构筑物设计参数

构筑物	主要工艺参数
调节池	停留时间 10h
回用水池	停留时间 10h
冬季储水池/事故池	停留时间 90d
一体化生活污水处理设备	3 套，一体化地埋式生活污水处理设备，分别为 KQWT-A-100、KQWT-A-100、KQWT-A-40

表 6.1-17 生活污水处理主要工艺参数及设备表

位置	构筑物	数量（座）	单池净尺寸（m）			结构	备注
			长	宽	高		
上水库	调节池	1	6.00	4.00	3.00	钢混	容积 72m³，有效水深 2.5m
	回用水池	1	6.00	4.00	3.00	钢混	容积 72m³，有效水深 2.7m
	冬季储水池/事故池	1	22.80	11.40	4.00	钢混	有效水深 3.8m，容积为 1000m³
	一体化设备	1	13.80	2.80	3.20	钢混	KQWT-A-100
	立式蝶阀井	4	1.10	1.20	2.50	钢混	4 座
下水库	调节池	1	6.00	4.00	3.00	钢混	容积 72m³，有效水深 2.5m
	回用水池	1	6.00	4.00	3.00	钢混	容积 72m³，有效水深 2.7m
	冬季储水池/事故池	1	22.80	11.40	4.00	钢混	有效水深 3.8m，容积为 1000m³
	一体化设备间	1	13.80	2.80	3.20	钢混	KQWT-A-100
	立式蝶阀井	4	1.10	1.20	2.50	钢混	4 座
机电安装标	调节池	1	4.00	2.00	3.00	钢混	容积 72m³，有效水深 2.5m
	回用水池	1	4.00	2.00	3.00	钢混	容积 72m³，有效水深 2.7m
	冬季储水池/事故池	1	22.80	11.40	4.00	钢混	有效水深 3.8m，容积为 1000m³
	一体化设备间	1	10.20	2.80	3.20	钢混	KQWT-A-40
	立式蝶阀井	4	1.10	1.20	2.50	钢混	4 座

d）主要土建工程量

主要土建工程量见表 6.1-18。

表 6.1-18 生活污水处理系统土建工程量表

项目	土方开挖	石方开挖	土石方回填	C25混凝土	钢筋	砂砾石	M7.5防渗砂浆	彩钢
	m³	m³	m³	m³	t	m³	m²	m²
上水库	4318.59	1079.65	3200.86	337.81	33.78	62.97	1209.99	100
下水库	4318.59	1079.65	3200.86	337.81	33.78	62.97	1209.99	100
机电安装	3789.92	947.48	2809.13	287.79	28.78	54.64	1029.22	100
合计	12427.11	3106.78	9210.86	963.42	96.34	180.57	3449.20	300

e）建设与管理

电站工程生活污水处理系统的建设，将通过招投标的方式进行委托承包，中标的承包人将负责建设污水处理系统。每个施工生活区的污水系统应由具有生活污水运行管理资质的单位负责管理，业主营地的污水处理系统为永久设施，施工期结束后，交由业主单位负责运行管理。

运行管理的主要内容包括：设备的维护，主要是水泵和风机的检修；不定期清除

剩余污泥，根据工程弃渣规划情况，工程施工生活区的剩余污泥清运至靖宇县生活垃圾填埋场。

6.1.1.8 废污水回用的可行性及合理性分析

a）初期排水合理性分析

基坑排水主要是包括初期废水和经常性基坑排水，由于上水库一般情况下没有地表径流产生，围堰填筑基本可以在干地施工，因此上水库大坝基坑不考虑初期排水。

下水库初期排水包括围堰截留的河水、基坑渗水和降雨形成的地表径流，水量较小，水质情况与工程河段水体基本相同，无新增污染物进入水体，不属于真正意义上的施工废污水，排入工程所在河道是具有合理性的。

b）施工期废污水

1）砂石料加工废水处理措施

施工期废污水产生量最大的为砂石料加工废水，高峰期废水产生量为 176.0m^3/h，其中砂石料加工废水主要来自砂石骨料冲洗，具有悬浮物浓度高，废水量大的特点。结合国内同类工程砂石料加工废水处理经验，采取高效旋流污水净化法对废水进行处理，该法具有处理效果好、处理效率高、占地面积小、投资相对较高等特点，该方法最高设计处理悬浮物浓度可达到 100000mg/L，满足处理需求。根据澜沧江糯扎渡水电站施工期实测数据，采用高效旋流污水净化法处理后出水悬浮物平均浓度为 80mg/L～95mg/L 之间。根据金沙江向家坝水电站实测数据，经处理后出水悬浮物浓度在 50mg/L 以下。出水悬浮物浓度可以满足《水电工程施工组织设计规范》（NB/T 10491-2021）的回用要求。此外，砂石加工系统用水量较大，施工期总废水量约 294.98 万 m^3，废水处理后可以在本系统内消纳。砂石料加工废水处理设施按照系统废水最大生产量设计了集水池（兼事故池）、污泥池和回用水池，并按照处理工艺、停留时间设计了各池容积规模，若废水处理设施发生故障可紧急停止砂石料生产系统，将水预存于事故池中。因此，砂石料加工废水处理后能够满足回用标准，具有可行性。

2）洞室排水处理措施

工程地下系统施工废水量较大，洞室排水高峰期约为 277.10m^3/h，主要污染物为悬浮物，前期洞室开挖中悬浮物浓度较高，后期洞室稳定并完成衬砌后，悬浮物浓度

较低。前期悬浮物浓度一般低于砂石料加工废水，采取高效（旋流）污水净化法处理后存于回用水池，用泵抽取回用于施工或洒水降尘，根据施工进度安排，优先用于离洞口近的施工部位，主要回用于各洞室施工过程中混凝土养护、隧洞帷幕灌浆、隧洞固结灌浆和隧洞接触灌浆用水等。也可根据工期安排，回用于砂石加工系统、混凝土生产系统等用作生产用水；多余水量也可进行施工场区内、交通道路等洒水降尘，可见，本工程施工过程中可充分利用洞室排水，有效减少工程河道取水量。

洞室排水处理设施按照系统废水最大生产量设计了集水池（兼事故池）、污泥池和回用水池，并按照处理工艺、停留时间设计了各池容积规模，若废水处理设施发生故障可紧急停止地下系统施工，将水预存于事故池中。因此，地下系统废水处理后能够满足回用标准，事故情况也不会向外排放废水，具有可行性。

3）施工期生活污水处理措施

工程施工期施工营地生活污水均采用采用一体化处理设备进行处理，具有处理效率高、出水水质好、设备紧凑、占地面积小、易实现自动控制、运行管理简单等特点。该方法 COD 去除率可达 88%，BOD_5 去除率可达 97.5%，悬浮物去除率可达 99%。生活污水中污染物 BOD_5 浓度约为 150mg/L、COD_{Cr} 浓度约为 250mg/L、悬浮物浓度约为 250mg/L。经处理后可满足《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中相应的道路清扫、绿化等用水标准，在施工场地内洒水降尘，并在场区内结合临时水保植被措施，进行绿化洒水。

生活污水处理设施按照高峰期人员最大数量设计了调节池、回用水池和冬季储水池/事故池，并按照处理工艺、停留时间设计了各水池的容积规模，12 月～次年 3 月无降尘、绿化用水时，处理以后的中水排入冬季储水池进行储存。若处理设施发生故障可将水预存与事故池中。因此，生活污水处理后能够满足回用标准，事故情况也不会向外排放废水。

4）其他废水处理措施

其他废水包括混凝土加工系统废水、机械修配系统废水等，产生量较小，处理工艺相对成熟，处理后的废水能够满足回用或综合利用水质要求。各项废污水措施的建设周期一般在 3 个月到 6 个月，相对主体工程建设周期来说较短，按本报告提出的各

项废污水处理措施要求得到落实，与主体工程同时设计，同时施工，同时投入使用，均能够满足施工期废污水处理的需求。

5）施工期废水全部回用的可行性

电站施工期砂石料加工废水、混凝土生产系统废水、修配系统废水、洞室排水、基坑排水等生产废水高峰日共产生废水量 9714m^3/d。砂石料加工废水、混凝土生产系统废水经处理后回用于系统本身，洞室排水用于施工或洒水降尘，基坑排水用于洒水降尘，修配系统废水处理满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（18918-2002）一级标准（石油类≤5mg/L）和《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相应标准后，用于洒水降尘。生活污水高峰日产生量 303.60m^3/d，经处理后达到《城市污水再生利用　城市杂用水水质》中道路清扫、城市绿化用水水质控制指标后回用。

上水库、下水库各施工生活区生活污水经处理后回用于场区绿化，回用水量为 242.90m^3/d；工程区各生活营地、业主营地、暂存场及交通道路两侧的水保植被措施，可进行洒水绿化，需水量为 243.2m^3/d，可消纳该部分生活污水量，达到回用绿化用水的水量平衡，详见表 6.1-19 和表 6.1-20。

根据计算，施工期施工道路、暂存场及施工工厂等洒水降尘需水量为 5720.8m^3/d，生产废水量达标排放量共计 7771.2m^3/d，其中砂石加工系统、混凝土生产系统等回用水量为 2144m^3/d，洞室排水、基坑排水、修配系统达标排放量为 5627.2m^3/d，可见排水量均可回用。

因此，施工期间的场地洒水可消纳该部分污水量，达到回用水的水量平衡，详见表 6.1-20。施工期水平衡图详见图 6.1-10。

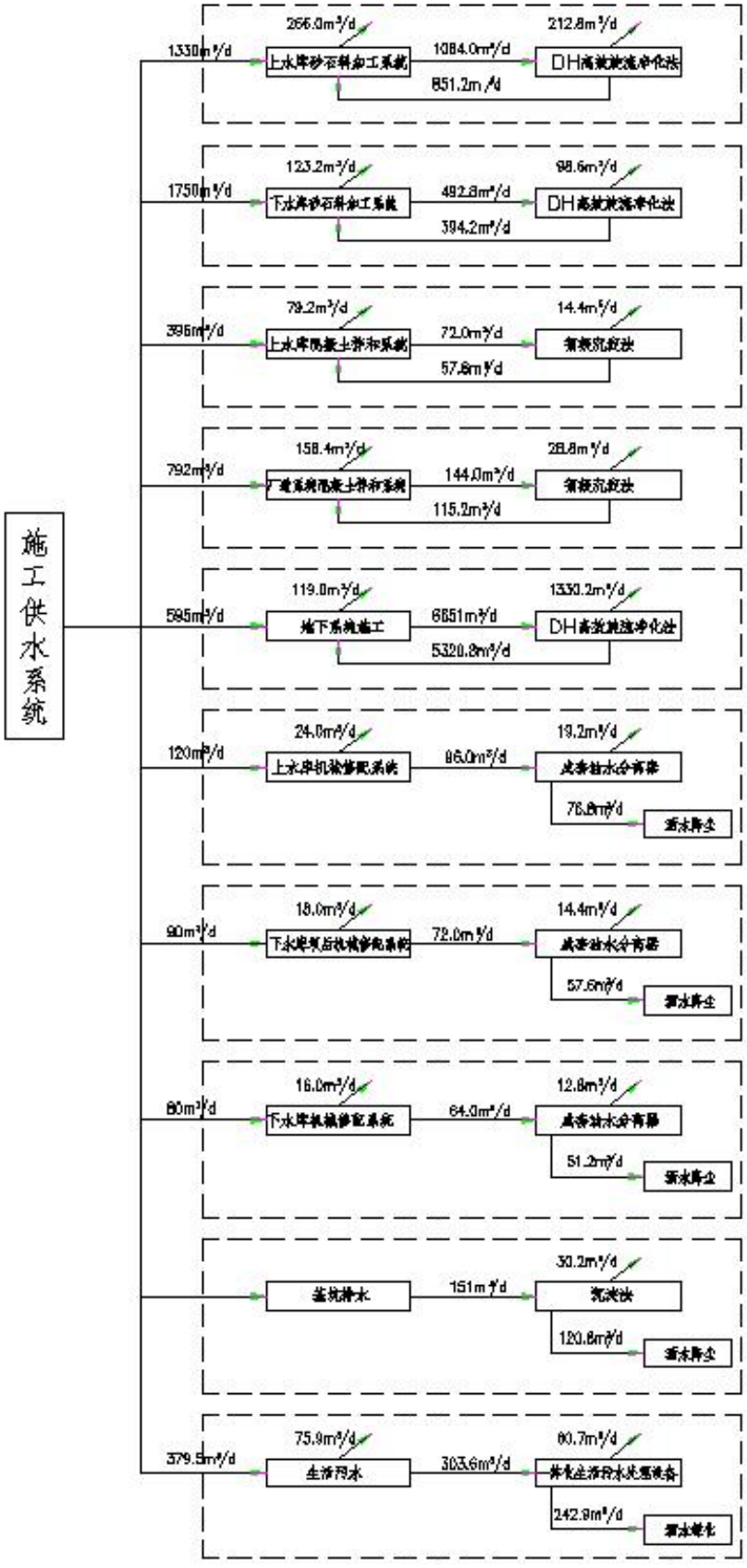


图 6.1-10　施工期水平衡图

表 6.1-19　　施工期废污水日平衡及回用规划表

污废水产生位置		设计用水量(m^3/d)	用水损耗水量(m^3/d)	高峰污水产生量(m^3/d)	废水损耗水量(m^3/d)	回用水量(m^3/d)	回用后需新增水量(m^3/d)	处理工艺	回用去向	处理标准
砂石加工系统废水	上水库	1330.0	266.0	1064.0	212.8	851.2	478.8	高效旋流净化法	回用于砂石加工系统自身	《水电工程施工组织设计规范》，SS≤100mg/L
	下水库	1750.0	350.0	1400.0	280.0	1120.0	630.0			
混凝土生产系统废水	上水库	396.0	79.2	72.0	14.4	57.6	93.6	混凝沉淀法	回用于混凝土生产系统自身	《水电工程施工组织设计规范》，SS≤100mg/L
	下水库	792.0	158.4	144.0	28.8	115.2	187.2			
修配系统废水	上水库	120.0	24.0	96.0	19.2	76.8	120.0	成套油水分离器	洒水降尘	《城市污水再生利用　城市杂用水水质》及石油类≤5mg/L
	下水库坝后	90.0	18.0	72.0	14.4	57.6	90.0			
	下水库	80.0	16.0	64.0	12.8	51.2	80.0			
洞室排水	#1 施工支洞	231.25	46.3	1426.0	285.2	1140.8		高效旋流净化法	回用于施工或洒水降尘	《城市污水再生利用　城市杂用水水质》中洒水抑尘用水水质控制指标
	通风洞	291.25	58.3	2805.0	561.0	2244.0				
	交通洞	72.5	14.5	2420.0	484.0	1936.0				
基坑排水	上水库基坑			34	6.8	27.2		沉淀法	洒水降尘	《城市污水再生利用　城市杂用水水质》中洒水抑尘用水水质控制指标
	上水库进/出水口			43	8.6	34.4				
	下水库一期			30	6.0	24.0				
	下水库二期			23	4.6	18.4				

续表 6.1-19（完）　　施工期废污水日平衡及回用规划表

污废水产生位置		设计用水量(m^3/d)	用水损耗水量(m^3/d)	高峰污水产生量(m^3/d)	废水损耗水量(m^3/d)	回用水量(m^3/d)	回用后需新增水量(m^3/d)	处理工艺	回用去向	处理标准
基坑排水	下水库进/出水口			21	4.2	16.8		沉淀法	洒水降尘	《城市污水再生利用　城市杂用水水质》中洒水抑尘用水水质控制指标
生产废水小计		5153.0	1030.6	9714.0	1942.8	7771.2	1679.6			
生活污水	上水库	159.5	31.9	127.6	25.5	102.1	159.5	一体化生活污水处理设备	洒水降尘、绿化	《城市污水再生利用　城市杂用水水质》中道路清扫、城市绿化用水水质控制指标
	下水库	165.0	33.0	132.0	26.4	105.6	165.0			
	机电安装标	55.0	11.0	44.0	8.8	35.2	55.0			
生活污水小计		379.5	75.9	303.6	60.7	242.9	379.5			
共计		5532.5	1106.5	10017.6	2003.5	8014.08	2059.1			

注：1.表中设计用水量包括系统回用水量和回用后需新增水量；

2.废污水处理系统损耗水量按 20%计，回用水量为污废水产生量的 80%；

3.损耗水量包括生产系统损耗量和废污水处理系统损耗量；

4.修配系统废水以及生活污水处理后用于洒水降尘或绿化，故新增水量即为设计用水量；

5.业主营地施工期废水处理后回用于业主营地的洒水降尘和绿化，不参与其他系统。

表 6.1-20　　施工期洒水绿化用水量估算表

回用项目	项目区	场地	定额 L/（m^2·d）	面积（m^2）	用量（m^3/d）
洒水降尘	道路	场内路	6	304103	1824.6
	暂存场	上水库表土暂存场	6	34500	207.0
		下水库表土暂存场	6	48000	288.0
		下水库骨料暂存场	6	60000	360.0
		下水库库内骨料暂存场	6	108000	648.0
	生活营地	业主营地	6	58365	350.2
		上水库施工区	6	30000	180.0
		下水库施工区	6	60000	360.0
	施工工厂	砂石加工系统	6	84000	504.0
		混凝土生产系统	6	39000	234.0
		钢筋及木材加工厂	6	22500	135.0
		机修及汽修站	6	22500	135.0
		混凝土预制件厂	6	6000	36.0
		钢管加工厂	6	27000	162.0
		金属结构拼装厂	6	24000	144.0
		机械设备停放场	6	25500	153.0
	小计				5720.8
绿化用水	施工生活营地绿化	施工生活营地绿化	1.5	79128	118.7
	可采取绿化面积	其它可采取绿化的区域	1.5	83000	124.5
	小计				243.2
合　计					5964.0

6.1.2　蓄水前水环境保护

为保障工程运行安全，需在初期蓄水前对水库进行库底清理。库底清理由地方政府负责组织实施并完成验收工作，应符合卫生、环保、劳动安全等行业部门的相关要求。库底清理前应根据建库前的生态调查成果，对库区内重点保护植物、古树进行复核，确保库内的重要植物资源不受影响。该项费用计列在建设征地移民安置补偿费用中的水库库底清理费用。

根据水电工程水库淹没影响范围、淹没特点以及水库运行方式，确定库底清理范围。根据《水电工程水库库底清理设计规范》（NB/T 10803-2021），库底清理范围分为一般清理范围和专项清理范围。本工程枢纽工程建设区与水库淹没区重叠部分为水库库底清理范围。

水库库底清理分为一般清理和专项清理。一般清理包括建（构）筑物清理、林木清理；专项清理为一般污染源清理。

6.1.2.1 水库库底清理技术要求

a）一般清理

1）建筑物、构筑物清理

（1）清理方法

①钢筋混凝土结构和钢结构的房屋宜采用爆破或机械方式拆除。

②围墙、线杆、高出地面的水池等，宜采用人工、机械或爆破方式拆除。

③水库水位消落区的水井、坑等地下建筑物，应根据库区地质情况和水库水域利用要求，采取填塞、封堵、覆盖或其他措施处理。

④建筑物、构筑物密集区采用爆破方式拆除时应考虑对居民迁移线以外房屋及设施的影响，必要时应采用定向爆破方式拆除。

⑤按照行业要求需要进行保护的建筑物、构筑物，应按照行业要求另行处理。

（2）清理技术要求

建筑物和构筑物拆除后的木质门窗、木檩椽、木质杆材等，应及时运出库外或尽量利用，临时库外堆放应加以固定，防止洪水冲入水库。建筑物、构筑物清理应满足下列要求：

①建筑物、构筑物清理后，拆除的线材、木杆不应残留库区。

②对库岸稳定性有利的建筑物基础、挡土墙等可不拆除。

③确难清理的较大建筑物、构筑物，应设置蓄水后可见标志，并在地形图上注明其位置和标高。

2）林木清理

（1）清理对象

林木清理对象应包括清理范围内林地中的各类林木，零星树木及其残余的易漂浮物。

（2）清理方法

林木清理方法应为砍伐，砍伐的林木应按当地政府规定进行处理。需要保护的植

物应按要求另行处理。

（3）清理技术要求

树木砍伐残余的枝丫、枯木、灌木丛、秸秆以及柴草等易漂浮物应及时运出库外或采取防漂措施。

b）专项清理

1）清理对象

包括化粪池、沼气池、粪池、公共厕所、牲畜栏、污水池、普通坟墓等。

2）清理方法

（1）化粪池、沼气池、粪池、公共厕所、牲畜栏、污水池的清理应分为粪便、污泥的处理和坑穴处理。清理方法应符合下列规定：

①化粪池、沼气池、粪池、公共厕所、牲畜栏、污水池的粪便、污泥应清掏运出至库外，并进行无害化处理和资源化利用；其难以清掏的残留物，应加等量生石灰或按 1kg/m^2 撒布漂白粉混匀消毒处理。

②化粪池、沼气池、粪池、牲畜栏、污水池的坑穴宜用生石灰或有效氯含量大于20%的漂白粉按 1kg/m^2 撒布、浇湿后，用农田土壤或建筑渣土填平、压实。公共厕所地面和坑穴表面宜用 4%漂白粉上清液按 1kg/m^2～2kg/m^2 喷洒。

（2）普通坟墓的清理应当尊重当地的丧葬习俗。清理方法应符合下列规定：

①有主坟墓应限期迁出库区，埋葬 15 年以内的无主坟墓，应将尸体挖出焚烧。

②埋葬 15 年以内的墓穴及周围土应摊晒，或直接用 4%漂白粉上清液按 1kg/m^2～2kg/m^2 或生石灰 0.5kg/m^2～1kg/m^2 处理后，回填压实。

③埋葬超过 15 年的无主坟墓应压实处理。

6.1.2.2 水库库底清理工程量

根据实物指标调查成果，结合本工程库底清理范围及按《水电工程建设征地移民安置补偿费用概（估）算编制规范》（NB/T 10877-2021）对规划水平年（2026 年）各类指标推算方法，确定库底清理工程量。

参考《抽水蓄能电站建设征地移民安置规划设计规范》（NB/T 11173-2023），库盆开挖部分不纳入水库库底清理范围。

表 6.1-21 库底清理工程量表

序号	项目	单位	数量
一	一般清理		
1	建筑物、构筑物清理		
1.1	房屋		
1）	主房	m^2	11548.8
2）	杂房	m^2	7765.62
1.2	门斗	m^2	3109.93
1.3	堆货棚	m^2	8833.65
1.4	玉米楼	m^2	1968.22
1.5	畜舍	m^2	25375.86
1.6	禽舍	个	104
1.7	参棚	m^2	34750.7
1.8	围墙	m^2	13549.52
1.9	围栏	m^2	5312.12
1.10	厕所	个	119
1.11	地窖	个	24
1.12	水井	个	74
1.13	大门	个	125
1.14	路灯	盏	94
1.15	牌坊	个	1
1.16	凉亭	座	1
1.17	烟囱	个	1
1.18	水泥杆	个	8
1.19	木杆	个	9
1.20	易漂浮物	户	121
1.21	桥梁	km	0.135
1.22	电力线路	km	16.18
1.23	通讯线路	km	54.5
2	林木清理		
2.1	零星树木	株	32290
2.2	林地林木	m^3	10626.69
2.3	易漂浮物	亩	1737.34

续表 6.1-21（完） 库底清理工程量表

序号	项目	单位	数量
二	专项清理		
1	一般污染源清理		
1.1	厕所	个	119
1.2	畜舍	m^2	25375.86
1.3	禽舍	个	104
1.4	普通坟墓清理		
	墓穴消毒	座	69.00
	墓穴回填	座	106.00
2	传染性污染源		
2.1	卫生室	处	1
2.2	居住区灭鼠	户	121
2.3	耕作区灭鼠	亩	1463.16

从环境的角度分析，库底清理是为了保护蓄水初期和运行期的水库水质，在严格执行清库方案所采用方法且清库彻底的情况下，库区水质从蓄水期就将得到有效的保护，方案是合理的。蓄水前完成库底清理专项验收工作。

6.1.3 运行期水环境保护措施

6.1.3.1 水质保护

a）库区水质保护

电站库区上游的枯枝树叶等易随径流进入库区，影响水库水质。运行期电站需对库内的枯枝树叶进行定期打捞和清理，确保水库水质良好。

b）库周环境管理

加强库周环境管理和宣传教育工作，保护库周植被，涵养水源，控制水土流失，保证库区水质良好。

c）加强库区及上游自然环境的保护和生态建设，禁止滥砍滥伐，减少水土流失。

6.1.3.2 电站污废水处理设施

a）生活污水处理

1）设计水量、水质

工程运行期只有业主营地和厂房值班人员产生的少量生活污水。业主营地人员按139人，生活用水按100L/人·d计，生活污水排放系数取0.8，调整系数1.1，则污水产生量为12.23m^3/d。厂房值班人员高峰期为机组检修时，高峰人数50人，生活用水按100L/人·d计，生活污水排放系数取0.8，调整系数1.1，则污水产生量为4.40m^3/d。

生活污水主要污染指标为COD_{Cr}、BOD_5、SS、总氮和总磷等，其浓度一般分别为350mg/L~500mg/L、150mg/L~300mg/L、200mg/L~300mg/L、20mg/L~85mg/L和3mg/L~8mg/L。

2）处理目标

生活污水处理后回用于洒水降尘、绿化，处理后的水质应满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中相应标准。

3）处理工艺

业主营地生活污水处理采用施工期业主营地生活污水处理设备进行处理，地下厂房内设一套0.5m^3/h的一体化生活污水处理设备，用于处理地下厂房值班人员和检修期工作人员产生的少量生活污水。

4）建设与管理

运行管理的主要内容包括：设备的维护，主要是水泵和风机的检修，以及定期清除沉淀池的剩余污泥。运行期生活污水处理费用计入电站运行成本。

5）运行期生活污水回用的可行性

运行期生活污水总回用水量13.30m^3/d，经处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》中道路清扫、城市绿化用水水质控制指标后回用。其中，业主营地回用水量为9.8m^3/d，绿化需水量31.1m^3/d；地下厂房回用水量为3.5m^3/d，绿化需水量6.0m^3/d，通过洒水绿化可消纳该部分生活污水量，达到回用平衡。运行期洒水绿化用水量估算表详见表6.1-21。

表6.1-21 运行期洒水绿化用水量估算表

回用项目	项目区	定额L/（m^2·d）	面积（m^2）	用水量（m^3/d）
绿化用水	业主营地	1	31128	31.1
	地下厂房周边	1	6000	6.0

运行期业主营地生活污水处理设施沿用施工期业主营地生活污水处理设备，生活污水产生量较施工期少，因每年冬季 12 月～次年 3 月无降尘、绿化用水，处理以后的中水排入冬季储水池（位于回用水池之后，布置于地下）进行储存，冬季储水池最大容积按停留时间 120d 计算，有效容积约 1500m^3；地下厂房内冬季储水池位于生活污水处理设备间内，按停留时间 120d 计算，有效容积约 300m^3。处理后中水短暂储存后定期外运至靖宇县污水处理厂进行处置。

本工程距靖宇县污水处理厂公路里程约 30km。靖宇县污水处理厂一期处理规模为 2.5 万吨/日，二期处理规模为 5 万吨/日，采用改良 A^2/O 处理工艺，污水经处理后执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 排放标准。

据调查，目前靖宇县污水处理厂设备运行正常，污水处理后能够达到设计排放标准，且处理规模尚有余度，可满足接收本工程运行期生活污水的处理能力。现状交通便利、运输距离较近，具有可靠性。

b）含油废水处理

电站 6 台机组分年度检修，每年检修 1 台机组。机组检修前，先将透平油抽至透平油罐室的运行油罐中，利用油处理设备进行净化处理，处理后产生的少量废油收集至集油桶中。机组运至备有隔油毡及棉布的空地，检修过程中用棉布擦拭机组零件上的油污。检修完成后，将装有废油的集油桶与沾有油污的棉布及隔油毡统一交由有资质单位处理。同时，对厂内各部位运行、维护和检修等产生的含油污水进行收集，排入油污集水井，通过油水分离器处理，处理后的水回用于绿化浇灌，不排放，浮油由专业单位回收处理。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。

6.1.4 生态流量保障措施

6.1.4.1 生态流量泄放要求

本工程上水库库盆为开挖形成，沟口筑坝成库，集水面积 1.88km^2，主要来水为大气降水，无经常性地表径流，主要为天然降水形成的暴雨径流，多年平均流量仅为 0.021m^3/s，仅在雨季可能发生季节性洪水。运行期天然径流不入上水库，不作为电站施工期、初期蓄水和永久补水水源，经库周排水设施汇流至下游沟道。

下水库坝下生态流量应满足坝址下游生态需水，4 月~9 月按照下水库河道多年平

均流量的 30%（即 0.771m³/s）下泄，10 月~翌年 3 月按照下水库河道多年平均流量的 10%（即 0.257m³/s）下泄，当天然来水量小于规定下泄的最小生态流量时，电站下泄生态流量按坝址处天然实际来流量下放，用于保证下游河道内水生生态系统稳定。

6.1.4.2 生态流量泄放设施

a）施工期

本工程下水库采取分期导流方式，一期导流围护左岸泄流坝段、重力坝段等，由右岸开挖明渠泄流；二期导流围护右岸重力坝段，由一期建设完成的泄流底孔与溢流坝段内预留的导流底孔联合泄流。施工期下水库所在河道不断流，满足生态放流需求。

b）初期蓄水

本工程下水库泄水建筑物中的泄流底孔兼有生态流量保障功能，设于两个泄流表孔中间，进口底板高程为 493.00m，下泄水流出口采用底流消能后汇入下游河道，从而保证下水库坝址下游河段生态环境需水要求。但泄流底孔无法满足长期不间断小流量放流的要求，当来水量小于 5m³/s 时通过埋设于#20 号坝段坝体内部的生态放流管及径流放流管泄放流量。径流放流管进口前段设置固定式拦污栅，管口中心高程为 497.00m，在距进口 6.25m 的位置分出 90°岔管连接生态放流管，随后两管在坝体内平行布置，接入坝后放流阀室中，两管中心线间距为 4m。坝后放流阀室尺寸为 8m×12.5m（长×宽），通过活塞式流量调节阀来控制泄放流量，生态放流管流量变幅为 0.257m³/s～1m³/s，径流放流管流量变幅为 1m³/s～4m³/s，总计最大流量为 5m³/s。

本工程初期蓄水由第 5 年 4 月开始，下水库建库后库底高程为 491m，通过计算分析，75%来水条件下蓄水 8d 可达到泄流底孔底板高程，蓄水 24d 可达到生态放流管中心高程。为防止下水库坝址下游出现断流，因此考虑在此期间利用潜水泵（Q≥0.8m³/s，H≥2m）按照生态流量泄放要求抽水下泄至下水库坝址下游。当库内水位达到泄流底孔底板高程 493.00m 后，利用泄流底孔泄放生态流量。当库内水位达到生态放流管中心高程 497.50m 后，利用生态放流管泄放生态流量。

c）运行期

本工程下水库运行期采用生态放流管泄放生态流量，生态放流管在左岸距尾坎约 30m 的位置穿过挡墙进入消力池内消能后流入下游，出口高程为 493.00m。

6.1.4.3 生态流量在线监测

为了保证下游河道生态用水量，在下水库生态流量放流阀室设置 1 套在线监控设施，初拟选择超声波流量计，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 0～30m/s 的液体，可测量 15mm～6000mm 的钢、铸铁、水泥等管道，可安装于放流阀室内生态放流管上。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，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。

6.1.5 地下水环境保护措施

地下水环境保护措施主要针对地下洞室开挖施工的影响，其保护措施如下：

a）施工方案应贯彻“以堵为主、限量排放、有效利用”的原则。

b）防水施工，超前预报，尽量减少对地下饮用水取水点的影响。

c）严格管理施工期和运行期的污水收集、处理、回用系统，做到废污水优先回用或综合利用，杜绝废污水未经处理直接排放，避免对地下水水质造成影响。加强废污水处理系统的风险管理及风险防范措施。

d）根据 H610-2016，将施工期含油污水处置设施及危废暂存间、运行期厂房内事故油池、油水分离设施及危废暂存间划分为重点污染防渗区、其他污水处理设施划分为一般污染防渗区，其他区域设为简单防渗区。

针对不同的防渗区域采用典型防渗措施如下，在具体设计中应根据实际情况在满足防渗标准的前提下作必要的调整。

1）重点污染防治区重点污染防治区防渗层的防渗性能应等效于不小于 6m 厚渗透系数为 1.0×10^{-7}cm/s 的粘土层的防渗性能。

2）一般污染防治区

一般污染防治区防渗层的防渗性能应等效于 1.5m 厚渗透系数为 1.0×10^{-7}cm/s 的粘土层的防渗性能。

3）简单污染防治区

除重点污染防治区和一般污染防治区以外的其它建筑区，防渗性能应不大于

1.0×10^{-6}cm/s。

6.2 生态环境保护措施

6.2.1 生态系统保护措施

a）优化工程布置，施工占地区尽量避免占用评价区自然体系生态系统区域，临时施工占地要采取“永临结合”的方式，尽量缩小范围，减少对林地的占用。

b）施工前划定施工活动范围，不越界施工，避免对占地区外生态系统产生不利影响。

c）预防森林火灾，施工期应加强森林防护，如在施工区、临时施工生产生活区及周围林地附近竖立防火警示牌，划出可生火范围、巡回检查、做好消防队伍及设施的建设工作等，以预防和杜绝森林火灾发生。

d）适时开展生态恢复工作，施工结束后应及时修复损毁的林地，对破坏的植被进行恢复，修复中应注重遵循自然规律，尊重自然选择，尽可能采用乡土植物，修复生态系统，加快恢复沿线林缘景观。

e）对占用的林地应先保留表层土壤，用作植被恢复时的改良土壤。

f）在下水库附近施工时应做好施工废水、固废、建筑垃圾的收集工作，对建筑材料等应铺盖防尘网做好防水、防风等工作，对施工区定期洒水抑尘，并做好水土保持工作。

g）对占用及淹没的耕地应先保留表层土壤，用作植被恢复时的改良土壤。

h）表土堆存过程中做到先挡后弃，防止表土流失。

i）对施工运输车辆采取遮挡措施，尽量避免粉末类材料等对农业土壤和灌溉水体的影响。

j）加强对环境保护和生物多样性保护的宣传教育，特别是有关法规等。

k）在村镇周边施工时，应安装洒水喷雾装置以及降噪隔音装置，减少施工建设、电站运行对城镇居民、牲畜的影响。

6.2.2 陆生生态保护措施

6.2.2.1 陆生植物保护措施

a）避让措施

优化工程布置和施工方案，工程选址应尽量避免占用区域林地，应尽量选择荒地、未利用地和水库淹没用地，减少对区域自然生态和植被的破坏；施工时应最大限度上做到挖填平衡，减少土石方远距离调运，尽可能地减轻在施工过程中因土石方运输造成的扬尘污染以及雨季施工潜在的水土流失等对植被的破坏。

b）减缓措施

1）加强宣传教育，保护现有生态。施工前印发生态保护手册、张贴国家重点保护植物宣传画、制定乡规民约等形式，加强对施工人员和当地群众的生态保护意识；也可运用媒体、墙报等多种宣传形式，教育施工人员和当地群众自觉保护。

2）加强施工管理，设置警示标志。严格控制施工作业范围，严禁施工人员和机械超出施工区域对工地周边的植被、植物物种造成破坏。施工期间，在上水库坝址、隧洞进出水口、砂石料加工系统等主要施工区区域和施工道路沿线植被较好的路段设置生态保护警示牌。

3）严格按照施工设计占地，不增加新的占地，减小植被受影响面积。严格控制施工作业范围，严禁施工人员和机械超出施工区域对工地周边的植被、植物物种造成破坏。

4）加强森林防火工作。工程占地区域及周边土地类型主要为林地，施工期间，应加强对施工人员和周边居民的宣传教育，严禁携带火种进山，避免对林地的损毁。

5）防止外来物种入侵。施工过程中，应加大宣传教育，向施工人员宣传外来入侵植物的危害及传播途径；进行迹地生态恢复时，应严防外来植物入侵。

6）加强植物检疫。本工程占地范围及周边主要为林地，在施工建设过程中要加强包装材料的检疫工作，防止森林病虫害的爆发。

c）森林植被占补平衡措施

针对本工程占用林地较多的问题，按照国家财政部、国家林业局《关于调整森林植被恢复费征收标准引导节约集约利用林地的通知》（财税[2015]122 号），委托有资质的单位编制“吉林省靖宇抽水蓄能电站占用林地可行性研究报告”。按照国家林业和草原局的审批程序，在工程可行性研究报告批复后，对该占用林地可行性研究报告进行审查审批，建设单位按照规定编制林地恢复方案。

d）植被恢复措施

1）植被恢复原则

施工结束后，在施工临时占地区、暂存场地及公路两侧，从恢复和提高其生态、景观功能的角度出发，结合植被自然恢复能力，实施生态修复措施。对临时占地林地区应进行场地清理、土地整治后采取抚育的方式恢复生境。植被恢复时应选择当地的乡土树种，因地制宜，并根据工程分区进行植被恢复。在植被恢复措施中应注意的技术要点如下：

（1）保护原有生态系统

在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，尽量发展以森林植被为主体的生态系统。

（2）选择适宜的恢复物种

在植被恢复时应尽量选用适应性强、生长快、自我繁殖和更新能力强的乡土植物，同时为提高区域生物多样性，在恢复物种选择时应防止外来入侵种的扩散。

（3）根据立地条件进行植被恢复

植被恢复应根据恢复区立地条件，主要依靠优势生活型植物种类进行乔灌草的合理配置，建立起植被与生境条件的群系生态关系。施工结束后，应结合水土保持措施，按照工程分区对各类施工迹地实施陆生生态的修复措施。

2）植被恢复措施体系布设

植被恢复措施包括施工迹地植被恢复和工程施工创伤面两大方面：施工迹地植被恢复以水土保持林和景观园林绿化等模式为主，其中水土保持考虑成片规划在暂存场、施工交通（临时道路）、施工生产生活区及业主营地迹地恢复；景观园林绿化主要规划在永久业主营地、开关站及其他永久建筑物等周边。

工程施工创伤面主要包括开挖边坡、填筑边坡、平台迹地、堆渣区等，这些区域边坡往往较陡，土壤质地较差，加上工程区自然条件相对恶劣，植被恢复难度较大。针对本工程特殊的立地条件，施工创伤面后期植被恢复措施不能简单得采取种植乔灌草进行复绿，而是需要根据不同扰动单元、扰动方式进行分析，并充分考虑周边自然条件进行系统的生态修复。

工程施工挖填边坡根据土壤基质类型可划分为土质、土石质和岩质边坡，按坡度可划分为缓坡、陡坡、急坡、险坡、崖坡等，按高度可划分低边坡、中边坡和高边坡等，针对不同类型的边坡应采取不同的植被恢复措施才能达到最好的复绿效果。如公路开挖边坡局部属于岩质高陡边坡，常规种植灌木草本很难生长，因此可在各级马道修筑种植槽，在种植槽内栽植适生攀援植物及其他灌草，对开挖面进行植被恢复。交通道路和施工场地挖填边坡应根据各边坡类型采取相应的植被恢复措施，如一般挖方土质边坡可采取撒播草籽的方式,回填土石边坡可采取三维植被网及土工格室+播撒草籽的方式，高陡岩质及土石质边坡可采取喷播植草护坡，坡度较陡岩质矮边坡可采取生态袋护坡。

工程施工创伤面植被恢复措施包括营造水土保持林、种植槽栽植缘援植物和灌草绿化、喷播植草护坡、撒播草籽护坡、生态护坡、园林景观绿化等。

3）植被恢复方案

根据不同恢复区的特点和植被现状，对每个恢复区实行不同的恢复方案；各区域植被恢复措施详见表 6.2-1。

表 6.2-1　　植被恢复措施一览表

编号	施工区域		植被恢复措施
1	枢纽工程区	下水库坝后管理区、上水库坝后压坡体平台	1）下水库坝后管理区景观绿化，主要包括栽植乔木（胸径≥10cm）、灌木（高度>1.2m）；2）对上水库坝后压坡体平台进行乔草灌绿化，乔木选择樟子松，株行距 2m×2m，林下撒播灌草籽，灌草种子选择草木犀、野牛草、早熟禾、紫穗槐和胡枝子进行混播。
		上下水库大坝坝肩、上下水库进出水口、开关站、通风洞洞口、交通洞洞口、上水库库盆等开挖边坡、马道	1)开挖土质边坡采取三维植被网+客土喷播进行绿化；2）开挖石质边坡采取厚层基质喷附绿化；3）上水库坝后压坡体填方边坡采用蜂格网植草护坡；4）马道种植槽覆土后栽植连翘、五叶地锦进行绿化。
2	暂存场区	场地清理、表土回覆	场地清理，覆土完成后，对暂存场恢复林地的区域进行全面整地，采取乔灌草相结合的植物措施，乔木选择樟子松，林下撒播灌草籽，灌草种子选择草木犀、野牛草、早熟禾、紫穗槐和胡枝子进行混播。表土堆存达到最终设计量后，堆土表面按 1:1 混合撒播紫花苜蓿、三叶草进行临时绿化，防止表土暂存场的水土流失。
3	交通设施区	永久道路边坡、马道	1）土质边坡采取三维植被网+客土喷播绿化；2）填方边坡采取蜂格网植草护坡；3）石质边坡采取厚层基质喷附绿化；4）开挖边坡马道种植槽栽植连翘、五叶地锦进行绿化；碎落台栽植侧柏绿化。

续表 6.2-1（完） 植被恢复措施一览表

编号	施工区域		植被恢复措施
3	交通设施区	临时道路	对临时道路进行整地后植被恢复，栽植乔木选择侧柏和樟子松，林下撒播灌草籽，灌草种子选择草木犀、野牛草、早熟禾、紫穗槐和胡枝子进行混播。
4	施工生产活区	业主营地、施工生产生活区	1）业主营地绿化主要选择栽植乔木（胸径≥10cm），亚乔木（地径≥15cm）灌木（高度>1.2m）以及植物剪篱、地被花卉和草坪；2）施工生产生活区施工完毕后进行迹地恢复，采取乔灌草相结合的植物措施，乔木树种选择樟子松，林下撒播灌草籽，灌草种子选择草木犀、野牛草、早熟禾、紫穗槐和胡枝子进行混播；填方边坡采取蜂格网植草护坡，撒播灌草籽进行防护。
5	移民安置及专项设施改建区	集中安置点	绿化区覆土后栽侧柏、樟子松、连翘、丁香，空地区域撒播草籽绿化，草种选择早熟禾、白三叶。
		专项设施改建区	专项设施改建区临时占地选择撒播灌草的方式进行植被恢复，灌草种子选择草木犀、野牛草、早熟禾、紫穗槐和胡枝子进行混播。

4）植被恢复措施可行性分析

（1）类比对象及可行性分析

本次植被恢复措施可行性类比对象为同属于东北地区的黑龙江荒沟抽水蓄能电站，该电站位于黑龙江省海林市境内，是目前已建纬度最高的抽水蓄能电站；电站属一等大（1）型工程，安装 4 台 300MW 机组，总装机容量 1200MW，年发电量 18.36 亿 kW·h，抽水电量 24.09 亿 kW·h，为日调节型纯抽水蓄能电站。荒沟抽水蓄能电站主体工程于 2014 年 5 月正式开工，2022 年 6 月四台机组投入运行；目前永久道路工程和渣场区边坡已完成植被恢复，正在开展渣场顶面复垦工作。

吉林省靖宇抽水蓄能电站植被恢复措施与类比对象的可比性分析表 6.2-2。

表 6.2-2 吉林省靖宇抽水蓄能电站植被恢复措施与类比对象的可比性分析

项目	本工程	荒沟抽水蓄能电站（类比对象）	可比性分析
所在地区	吉林省靖宇县境内	黑龙江省林海市境内	/
气候条件	温带大陆性季风气候	温带大陆性季风气候	相同
≥10℃活动积温	2600℃	2500℃	优于类比对象
多年平均降雨量/蒸发量	776.2mm/669.7mm（E601蒸发皿）	572.7mm/550.4mm（E601 蒸发皿）	相似
植物生长期	4 月末～10 月末	4 月末～9 月末	优于类比对象
多年平均温度	3.3℃	3.2℃	优于类比对象
立地条件	永久道路路肩及边坡由开挖或填筑形成，部分开挖范围内地表主要为崩坡积混合土块石和崩积块石。	永久道路路肩及边坡由开挖或填筑形成，扰动后的坡面全部为全风化、强风化物，且局部有块石、碎石。	相似
植被恢复措施	平面撒播草籽绿化，一般坡面植被恢复以三维植被网为主，局部高陡岩石边坡使用厚层基质喷附技术。	平面撒播草籽绿化，一般坡面植被恢复以三维植被网为主，局部高陡岩石边坡使用厚层基质喷附技术。	相同
植被恢复物种选择	选用适应性强、生长快、自我繁殖和更新能力强的乡土植物，主要有草木犀、早熟禾、野牛草、胡枝子、紫穗槐、连翘、五叶地锦、樟子松、刺槐、侧柏等。	当地抗性强、易购易成活的品种，主要有紫花苜蓿、紫羊茅、扁穗冰草、胡枝子、紫穗槐、卫茅、花楸、山槐、金雀锦鸡、沙棘、五味子、皂荚等。	以乡土物种为主

根据上表可知，本工程与荒沟抽水蓄能电站永久道路的立地条件、降雨量基本相似，植被恢复措施相同，但荒沟抽水蓄能电站多年平均温度、植物生长周期等都要比本工程小，植被的生长条件相对更差，更具保守性。因此，荒沟抽水蓄能电站永久道路的植被恢复与本工程具有较好的可比性。

（2）类比可行性分析

荒沟抽水蓄能电站永久道路工程和弃渣场植被恢复于 2018 年 4 月开始实施，对于一般坡面植被恢复以三维植被网为主，局部高陡岩石边坡使用厚层基质喷附技术恢复植被，均能达到良好的生态修复效果及植被覆盖度，当年植被覆盖度可达到 80%，次年即可达到 95%以上。综上，本工程所在区域植被生长条件要优于荒沟抽水蓄能电站，采取类似植被恢复措施后能达到良好的植被恢复效果。

荒沟抽水蓄能电站植被恢复情况详见下图 6.2-1。


上下库连接路土质边坡植被恢复前


上下库连接路土质边坡植被恢复两年后


上下库连接路土石质边坡植被恢复前


上下库连接路土石质边坡植被恢复两年后


上下库连接路土质边坡植被恢复前


上下库连接路土质边坡植被恢复两年后

图 6.2-1 荒沟抽水蓄能电站植被恢复情况

e）重点保护野生植物和古树名木的保护措施

根据陆生生态现场调查，工程占地范围内未发现古树名木。

1）国家重点保护野生植物

根据林业调查数据及现场踏勘，拟建项目在施工过程中影响国家重点保护野生植物有 6 种，分别为红松、紫椴、黄檗、水曲柳、野大豆、软枣猕猴桃，其中红松 9830 株、紫椴 22851 株、水曲柳 15694 株、黄檗 15916 株、野大豆 15 株、软枣猕猴桃 15 株。详见表 6.2-3。

表 6.2-3 本项目占地范围内国家重点保护野生植物统计表

序号	树种/株数	径级（cm）								
		≤5	6~10	12	14~20	20~24	24~30	30~34	≥34	合计
1	红松	2356	2386	886	2360	817	501	204	320	9830
2	紫椴	6213	7640	2114	4486	894	579	267	658	22851
3	水曲柳	1708	2916	1420	6133	2000	978	294	245	15694
4	黄檗	605	2502	1841	8263	2080	500	86	39	15916
5	野大豆	15								15
6	软枣猕猴桃	15								15
合 计		10912	15444	6261	21242	5791	2558	851	1262	64321

对项目工程涉及并影响到的红松、紫椴、水曲柳、黄檗、软枣猕猴桃 5 种国家保护植物，就近择地移植，以期达到保护工程区域内保护树种的目的。野大豆可采用采种扩繁的方式进行种质资源的保存。

（1）移栽的可行性

软枣猕猴桃：落叶木质藤本，在本地区是广泛栽培的经济类水果，现阶段移栽和栽培技术比较成熟，在对该物种进行移栽的过程中，同时使用修剪掉的枝条进行扦插繁殖，可以避免母株移栽过程中死亡造成的种质资源损失。工程建设和运行阶段可采取迁地移栽的保护措施，减轻工程建设和运行对软枣猕猴桃种质资源的影响。

红松：常绿针叶林，在本地区是较为常见绿化树种和造林树种，是区域内的苗圃常见的商品树种，现阶段移栽和栽培技术较为成熟，工程建设和运行阶段可采取迁地移栽的保护措施，减轻工程建设和运行对红松种质资源的影响。

水曲柳、紫椴、黄檗：落叶阔叶树种，为本地区常见绿化树种和造林树种，现阶段移栽和栽培技术比较成熟，城镇绿化过程中经常见到水曲柳、紫椴、黄檗 3 个物种。工程建设和运行阶段可采取迁地移栽的保护措施，减轻工程建设和运行对水曲柳、紫椴、黄檗种质资源的影响。

（2）移栽与补植

根据《吉林省林业和草原局关于进一步加强国家重点保护野生植物采集管理的通知》（吉林护[2022]483 号）的有关规定：“九、采集国家重点保护野生植物应按照胸

径划分，胸径 12cm（含）以下的，应按照“能移尽移”的原则开展移植工作，因立地条件受限，确需采伐的应说明原因；胸径 12cm 以上的，原则上可以进行采伐。十、采集国家重点保护野生植物需要移植、补植的，应按照最新的《造林技术规程》开展移植、补植工作。移植应按照“适地适树”的原则，科学选择移植地块；补植应选择郁闭度在 0.5（含）以下的地块，按原树种不低于 1：2 的比例进行异地补植”，结合林业调查研究，对吉林省靖宇抽水蓄能电站使用林地中涉及的红松、紫椴、水曲柳、黄檗，采取移植、异地补植等方式进行保护。根据规定，5cm 以下幼树、6cm~12cm 保护树木进行移植保护；14cm 以上保护树木可进行采伐并异地按 1：2 的比例进行恢复补植。

通过初步统计计算，本工程国家重点保护野生植物树种移栽和补植的数量详见表 6.2-4。

表 6.2-4 本工程国家重点保护野生植物树种移植数量统计表

序号	树种名称	移植数量（株）	补植数量（株）	小计（株）
1	红松	5628	8404	14032
2	紫椴	15967	13768	29735
3	水曲柳	6044	19300	25344
4	黄檗	4948	21936	26884
5	软枣猕猴桃	15	90（扦插）	105
合计		32602	63498	96100

①拟移植地点选择

根据三岔子林业局提供的工程区附近林场的地理位置及立地条件，结合区域重点保护物种的特性，拟选取距离工程区较近的新胜林场的疏林地进行红松、紫椴、水曲柳、黄檗的移植和补植，补植位置位于新胜林场 130 林班 5、21、23、28、29、30 小班，共 60hm^2；移植位置位于新胜林场 105 林班 11、14、15 小班和 104 林班 17 小班，共 41hm^2。选取业主营地景观绿化区进行软枣猕猴桃的移植和扦插。

②移植密度

根据三岔子林业局提供的立地条件、移植林班面积及以往植树造林相关经验，为合理利用林地资源，确保林木有足够的生长、生存空间，保证成活率及保存率，本次

设计栽植造林密度拟选择 1111 株/hm^2，具体移植密度可根据实施方案进行调整。

③移植责任主体

建设单位为移植责任主体，承担珍稀保护树种的移植费用，可以委托林业部门开展移栽及补植工作，并通过验收。

④移植技术流程

重点保护野生植物移植作业工序包括起挖、土球包扎、场内运输、运输、倒运、整地、栽植、支架、封土、浇水、抚育、管护等。

I.前期工作

在进行移植施工前，要对需移植林木进行现场排查，确定移植林木的位置，并做好标记，对每株林木周边情况进行调查分析，进行施工作业面范围内影响施工作业的林木枝丫、灌木、腐木、石块等阻碍施工的杂物清理及运输路径的合理选择。

II.修建临时道路

由于项目移植为国家重点保护野生植物，林木分布较分散，且林区地形复杂，不利于大型机械作业，因此，需修建临时移植道路。

III.移植林木起挖

移植林木起挖方式根据移植林木的胸径大小、立地条件、天气情况确定为人工或机械，为提高施工效率，可采用人工和机械同时进行，即胸径 5cm 以下可采用人工起挖、胸径 5cm 以上采用机械起挖。在起挖的过程中，要保证土球的完好性，以胸径的 8~10 倍确定土球直径大小。以树干作为中心，按照规定的直径划出土球的范围，沿着线外边缘进行土球起挖。在起挖的时候要先除去表土，然后再下挖，在挖的过程中对主根系必须要进行修剪、切根，按照 45°修整创口，涂抹涂膜剂，以减少水分流失和病毒侵入，处理好创口损伤面，以保证移植林木的成活率。防止土球散乱，影响植株成活，使用草绳或草帘对土球进行包扎。

IV.移植林木栽植

移植林木运输到造林地后即刻进行栽植，避免长时间存放，造成林木水分流失，影响造林成活率。运输过程中，应轻拿轻放，注意对土球的保护，同时还应注意对树冠和树枝的保护，减少对枝叶的破坏，减少对树皮的磕碰。

i.整地

根据三岔子林业局提供的移植造林地的立地条件确定移植造林整地采用穴状整地，根据移植林木土球大小确定造林整地规格，一般为长、宽为土球直径的 1.5 倍，深度为土球高度的 1.5 倍。根据林木移植的特殊性要求，做到随整地随栽植的方法一次性完成。整地方式采用人工或机械方式进行。

ii.栽植

移植林木造林栽植方式采用人工或机械，并在整个植苗过程中采用新型保水、保活技术。栽植时，应保证树干直立，轻轻放入栽植穴中。栽植前在栽植穴内应先铺设 15cm~25cm 厚清除石块、沙砾的松土，土球完好落立于铺设的松土上，以减少缝隙。对栽植林木进行封土，封土前应剪断草绳或草帘。封土要分层进行，每 30cm 为一层，边封土，边踩实。

iii.移植林木浇水、松土

林木移植后应及时浇水，浇水前要在栽植穴的外围开挖一圆形围堰，围堰埂高 20cm~25cm，第一次浇水要求浇透浇足，即水分充分渗透到栽植穴土壤及周围土壤内，一方面可增加土壤含水量，给树木生长提供充足的水分，另一方面可以使树木根系与土壤紧密接触，有利于根系对养分和水分的吸收。在第一次浇水后，一般隔 3~5 天浇灌第二次水，再隔 7~10 天浇第三次水。要根据不同树种、不同地势及不同土壤条件及天气情况对浇水的时间和频次作一定的调整，做到适时浇水。在每次浇水之后，待水分完全渗透后，要进行松土作业，根据林木栽植穴周围浇水面积内的土壤疏松情况进行，避免土壤产生龟裂、板结等导致水分蒸发及影响透气性等现象的发生。

iv.支架安装

移植林木胸径较大、树高较高、树冠较大及根系修剪后损伤，导致造林林木容易产生倾斜或倾倒需要对造林林木进行安装支架。

支架安装采用以下两种方式，可根据林木及地形实际情况进行合理选择。三角形支撑：三根木桩均匀分布在树干周围，树干上部于树干捆绑扎牢，木桩下部紧密接触地表避免陷入；井字形支撑：也叫四角支撑，在树干周围均匀固定四根木桩，顶部向树干倾斜，然后在支柱上部用短木棒两两连接木桩，合围形成四边形，与树干固定即

可。

v.输入营养液

结合移植林木个体的实际情况，对移植林木成活难度较大的林木，即原长势不好、有病虫害及局部病害林木，栽植后应及时补充营养液和防治药物，补充林木生长所需的各种营养成分及药物成分。

vi.抚育、管护

抚育内容：浇水、松土、除草、封土、割灌、修枝等。

抚育要求：林木定株与补植：栽植造林后一个生长季或一年内，应根据移植林木成活情况及时补植。补植应在造林季节进行，补植苗木不应影响林地上的苗木生长发育。

浇水：栽植、造林后可根据天气、土壤墒情、苗木生长发育状况等进行适时浇水；尽量采用节水浇灌技术，限制采用漫灌方式。造林作业时可根据造林地面积和分布、所在区域的地形地势、水资源等状况，配备浇水车、移动喷灌等移动浇水设备。

松土：因土壤板结等严重影响苗木生长发育甚至成活时，宜及时松土。松土应在苗木周围 50cm 范围内进行，并做到里浅外深，不伤害苗木根系。

除草：杂灌杂草影响苗木生长发育时，宜进行割灌除草、除蔓，除去苗木周边 1m 以内的杂灌杂草和藤蔓。采用化学药剂的，应执行 GB/T 15783 的规定。

封土：在林木栽植时封土的基础上，根据实际情况进行再次封土、扶正、踩实倾斜苗木，做到不伤根、伤苗。

修枝：林木在生长过程中，会产生枯死、病腐及影响林木生长的枝条，要做到及时清理和剪除。

抚育次数及时间：红松（针叶）抚育 3 年 5 次，即造林第一年 6 月上旬、8 月上旬各抚育一次，造林第二年 6 月上旬、8 月上旬各抚育一次，造林第三年 7 月抚育一次；黄檗、水曲柳、紫椴抚育 5 年 7 次，即造林第一年 6 月上旬、8 月上旬各抚育一次，造林第二年 6 月上旬、8 月上旬各抚育一次，造林第三年 6 月上旬、8 月上旬各抚育一次、造林第三年 7 月抚育一次。

管护：移植林木的管护是保证林木成活率、保存率的关键条件，具体是安排专职

管护人员进行造林地的管护、巡护，防止人为、牲畜等造成的对造林地及造林林木的损伤及破坏，保证移植栽植造林成果并达到郁闭成林。

（2）野大豆采种和扩繁

针对野大豆拟采用采种扩繁的方式进行种质资源的保存。在秋季野大豆豆荚成熟时，摘取豆荚晾干后剥取种子，使用编织网袋装好后挂在干燥阴凉通风处保藏。选择平坦、向阳、水肥条件较好的地段进行播种，为保证野生种的抗逆性，尽量不使用肥料，土地平整好后将种子撒播，撒播后进行覆土，发芽后及整个生长期注意病虫害防治和排水浇水即可。当季收获的种子一部分用于来年播种，另一部分撒播于评价区不受工程影响的区域，以扩大野外种群。

（3）软枣猕猴桃扦插

针对软枣猕猴桃拟采取扦插方式进行扩繁，每株剪取 6 个插穗。

①扦插前处理：对采集的插穗基部离芽约 1.5cm 处用刺刀斜切，切面要求光滑，在扦插前对根部使用植物生长调节剂（吲哚丁酸等）进行处理，促进根系萌发。

②扦插准备：选择避风、排水良好、土壤质地疏松、通透性好、有一定保水能力的砂质土壤区域作为扦插区域，在整地完成后使用地膜进行覆盖，以提高土壤温度，促进根系生长，保证成活，同时后期还可以防止杂草生长。

③扦插：将插穗斜向插入土壤中，同时注意不要颠倒枝条的方向，插深以露出上端腋芽和叶片为度，然后稍压实四周土壤。

④插后管理：前期进行遮阴减少蒸发，提高成活率，后期待植株生长旺盛后及时拆除，搭建棚架。同时注意病虫害防治和水肥管理。

成活的接穗在业主营地等工程区域进行绿化时可以作为攀缘植物移植于业主营地周边区域，丰富植被恢复物种的选择性。

本工程在招标设计阶段应开展项目涉及国家重点保护植物调查与保护方案专题设计。

2）珍稀濒危植物

根据现场调查，根据现场调查评价区内珍稀濒危植物共 6 种，其中极危物种人参 1 种、濒危物种牡丹草 1 种，易危物种 8 种。依据工程布置和现阶段调查结果，现场

调查到的 4 种在工程占地区有发现，将受工程建设直接影响，现场调查到的珍稀濒危植物紫椴、黄檗均属国家重点保护野生植物，保护措施参考对国家重点保护野生植物保护措施章节，现场调查到的细辛、猪牙花均为林内草本植物，在吉林省中地山地丘陵地区为常见物种，工程建设和运行仅能使植株个体产生损失，对其种质资源产生的影响较小，建议结合工程设计尽量减少占用林地；采取“永临结合”的方式减少临时施工占地；划定施工活动范围减少对植被的破坏。

3）中国特有植物

评价区内包含有中国特有植物 13 种，其中现场调查到 8 种，依据工程布置和现阶段调查结果，现场调查到的 8 种中国特有植物在工程占地区域均有发现，现场调查到的中国特有植物均受到直接影响。依据工程布置和现阶段调查结果，现场调查到的 8 种中国特有植物在工程占地区域均有发现，现场调查到的中国特有植物均受到直接影响，评价区内存在的中国特有植物多生长在工程占地区林下，建议结合工程设计尽量减少占用林地；采取“永临结合”的方式减少临时施工占地；划定施工活动范围减少对植被的破坏；同时使用黄刺玫、接骨木、花楸树、栓翅卫矛、中华蹄盖蕨等物种对临时占地区及时进行植被恢复。

6.2.2.2 陆生动物保护措施

a）避让措施

对永久占地和临时占地工程范围的动物采取避让措施，具体方法如下：

1）加强管理，严格控制施工作业范围，施工活动不得超越征地范围，避免对征地范围外的林地、耕地等的占用，减少对野生动物及其栖息地的直接和间接破坏，严格落实工程建设范围内动物个体和种群的保护。

2）合理安排大型施工作业和爆破时间，减少对动物的惊扰。大型施工作业及爆破活动等避开野生动物活动的高峰期，如晨昏等。

3）减少夜间灯光的使用，尤其是在鸟类迁徙期高峰期间（每年的 5～6 月、7～9 月）；蛙类有驱光性，其成体有向光源聚拢的习性，易被施工车辆误伤；鸟类有夜间迁徙的种类，明亮的灯光易让鸟类以为是水面而发生“鸟撞”、兽类中的夜行物种对灯光较为敏感，会影响其捕食效果近而影响其生理活动。因此施工尽量安排在白天进

行，避免夜间施工对野生动物正常栖息生活造成影响。同时禁止高噪声设备在晨昏和夜间运行，减少噪声对动物生理活动的干扰。

4）施工场地平整前，采取鸣笛敲鼓等办法进行驱逐野生动物，应以施工地点为中心，循序渐进，结合工程施工进度，逐渐增大驱赶的面积，保证其顺利迁移；水库蓄水尽量避开两栖、爬行及兽类的冬眠期，避免由于水面上升造成的藏身地淹没而引起的冬眠期动物个体的直接伤亡。

b）减缓措施

对工程占地范围内部分生境受到影响的动物采取减缓措施，具体如下：

1）加强动物保护宣传，提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。施工前要对施工人员进行保护动物的宣传教育，以宣传册、标志牌等形式宣传到每个人，加强周边各种陆生动物尤其是重点保护动物基本情况的宣传，增强施工人员的生态保护意识。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，建立生态破坏惩罚制度，严禁施工人员非法捕猎野生动物。

2）施工期应加强废污水处理设施、施工场地和业主营地的卫生管理工作，保障废污水处理设施的正常运行，避免对水体产生污染；生活垃圾收集后及时清运，避免蚊蝇滋生、鼠类聚集。

3）各类土石料暂存场、表土暂存场等应做好防护，加盖防尘布，设置截排水沟，防止灰尘飞扬、雨水冲刷造成水土流失对野生动物生境的间接破坏。

4）设置警示牌，严格控制车速，避免对两栖类、爬行类及小型兽类造成碾压。

5）施工期间加强施工人员的进出管理，规范工程用火，严禁野外私自用火，防止火灾意外的发生。

6）施工误伤的野生动物，及时上报林业主管部门，并立即送往当地动物医疗机构进行救治。

c）恢复措施

对临时占用区域的动物生境采取快速恢复措施，恢复以林地、灌木和草地为主，采用工程区域常见物种，以达到栽培成活率高、同时避免引入生物入侵、动物种群恢复效果好的目的。

工程施工结束后，采取一些人工辅助的生态恢复措施，对临时占地区及时进行植被恢复，采用工程区域常见物种，对永久占地区进行人工绿化，尽快恢复占地区的植被，以利于野生动物栖息繁殖。

d）重点保护野生动物保护措施

根据本工程对国家重点保护动物的影响分析可知，工程对重点保护动物的影响主要是生境占用、噪声的驱赶等，因此，针对重点保护动物的措施主要严格控制征地范围，及时对临时占地进行恢复，对永久占地进行绿化；选用低噪音设备，禁止正午和晨昏进行高噪声活动，做好施工爆破方式、数量、时间的计划，减少爆破对重点保护动物的影响。运行期，加强对动物的监测，及时掌握重点保护动物分布范围、数量、种类、栖息生境等，开展全生命周期监测，开展跟踪评价。

1）对国家重点保护野生动物的保护措施

国家重点保护野生动物中猛禽有 8 种，其活动范围大，飞行能力强，现场调查主要出现在评价区内的森林及农田上空，数量较少，出现频次低。工程对其的影响主要是噪声的驱赶。对猛禽类采取的保护措施主要为避免人为捕杀，避免在繁殖期破坏鸟巢等行为；选用低噪音设备，禁止晨昏和夜间进行高噪声活动，做好施工爆破方式、数量、时间的计划，减少爆破对野生动物的影响；占用的林地及时进行植被恢复措施。

鸳鸯为游禽类，栖息于池塘、河流、水库水面上。应注意施工期间施工废水的处理，避免直排进入那尔轰河。鸳鸯在三角窝石村附近那尔轰河河边及库区周边的林中可能有繁殖个体，如遇繁殖在占地区内的树洞中的，需避开此树以及周边树木，减少破坏该个体栖息环境，或待幼鸟离巢后再进行施工，同时应上报环保监理进行登记并报至靖宇县林业局。

红胁绣眼鸟和花尾榛鸡是典型的森林鸟类，主要分布在评价范围内的林区。工程对其的影响主要是噪声的驱赶。对其采取的措施主要为避免人为捕捉，以及避免在繁殖期破坏鸟巢等行为；选用低噪音设备，禁止晨昏和夜间进行高噪声活动，做好施工爆破方式、数量、时间的计划，减少爆破对野生动物的影响；占用的林地及时进行植被恢复措施。

梅花鹿为国家一级保护动物，推测评价区以及周边林区有养殖逃逸后代。工程建

设对其几乎无影响。豹猫、赤狐、貉、黄喉貂为地面生活型的食肉类动物。总体上种群数量较为稀少，评价范围内较为少见。亚洲黑熊是熊科食肉类动物，评价范围内较为少见。对其保护措施主要为预防措施。设立野生动物保护宣传栏，展板上应提供环境监理电话以及林业局电话。在施工期间遇到后应主动报告环境监理和林业局进行登记，不可擅自进行捕捉、伤害。

2）对省级重点保护动物的保护措施

评价范围内省级重点保护动物较多，包括东方铃蟾、花背蟾蜍、黑斑侧褶蛙、黑龙江草蜥、丽斑麻蜥、北草蜥、白条锦蛇、棕黑锦蛇、鹌鹑、东北兔、北松鼠、东北刺猬、野猪、狍、黄鼬等共 61 种。

工程对省级重点保护两栖和爬行类的影响主要是占地以及施工废水等的影响。主要措施为严格划定施工范围，禁止越界施工；生产生活废污水处理达标后回用，不得外排；及时对占地区进行植被恢复，恢复生境。由于中介蝮、虎斑颈槽蛇为毒蛇，应在施工期间避免与其直接接触，需在施工现场应配备有蛇药，以备不时之需。也应注意避免直接接触，禁止猎杀和捕捉。库盆清理、水库蓄水应避开两栖、爬行类的冬眠期，避免对冬眠期间的动物个体造成直接伤亡。在清理期间如遇到行动缓慢、迁移能力差的物种，可在保证自身安全和物种安全的前提下，人工帮助其迁移，选择工程周边相似生境进行放生。对受伤个体应给予必要的救助。

评价范围内的省级重点保护鸟类以林鸟和水鸟为主，对工程对林鸟影响主要是施工期间爆破的瞬间产生的噪声和震动对其的惊扰，在繁殖期间实施爆破还会对其繁殖产生不利影响。其措施主要是选择低噪声设备，禁止在晨昏使用高噪声设备，减少对鸟类的惊扰。评价范围内有斑嘴鸭、小鸊鹈、扇尾沙锥、苍鹭等水鸟为省级保护鸟类，主要分布在那尔轰河以及两岸。工程对其影响主要是噪声的驱赶，影响程度较小。其措施主要是选择低噪声设备，禁止在晨昏使用高噪声设备，减少对鸟类的惊扰。由于其主要依赖于湿地水域环境，应注意施工废水的处理，避免直排进入那尔轰河。同时需要加强施工人员的野生动物保护知识，避免人为捕捉，以及避免在繁殖期破坏鸟巢等行为。

北松鼠、野猪、黄鼬、狍、东北兔栖息在森林里，黄鼬、野猪、东北兔等也会活

动于村庄附近、农田等地带。工程对其影响主要为施工对其栖息地的占用以及施工噪声的影响，由于东北兔、野猪、狍等哺乳类在民间可能会被食用，因此应注意对施工人员的宣传教育，避免施工人员猎杀。施工区夜晚减弱噪声、施工灯光对动物的影响。

3）对中国特有种和珍稀濒危物种的保护措施

评价区有濒危（EN）物种 2 种、易危（VU）物种 4 种、中国特有物种 2 种，分别为马鹿、梅花鹿、棕黑锦蛇、豹猫、亚洲黑熊、黄喉貂、黑龙江草蜥、黄腹山雀；评价区有 1 种未列入国家级或者吉林省级保护名录，为黄腹山雀，工程对其影响主要是噪声的驱赶和震动对其的惊扰。雀形目鸟类善飞翔，容易找到其它适宜栖息的生境，也更容易找到食物，因而对其影响甚小。对其保护措施主要是选择低噪声设备，禁止在晨昏使用高噪声设备，减少对鸟类的惊扰。

6.2.3 水生生态保护措施

6.2.3.1 施工期水生生态保护措施

a）运输车辆行驶及施工区混凝土加工、土石料开挖产生大量粉尘，可能飘落至附近水面，导致水体中悬浮物颗粒增加。受施工区地形的限制，下水库施工布置沿那尔轰河右岸布置，为避免粉尘飘落、工程弃料对水环境和水生生物的影响，应制定合理的洒水降尘计划。

b）坝后压坡体周围应该设置较为完善的挡渣墙、截水沟和排水沟，最大限度降低对水质污染和水生生物栖息环境的影响。

c）下水库进/出水口施工前采取围堰措施，施工中进行土石方开挖时需做好边坡防护工作，尽量减少泥沙排入下游水体，减少对区域内水生生物的影响程度，将工程施工对水生生物的影响降到最低，减少施工期对水生生物造成的损失。

d）妥善处理废污水和生活垃圾：施工期废污水经处理后回用，避免其直接排入河道，污染水体。加强施工人员各类卫生管理（如个人卫生、粪便），生活垃圾进行收集，定期集中处理。

e）水下施工时应尽量避免鱼类收到机械性损伤而死亡，减少水下施工时间，最大限度降低对鱼类的干扰和惊吓，保证鱼类生境稳定安全。

f）加强对施工活动和施工人员的管理。施工过程中，加强人员活动的管理，禁止

施工人员对工程附近水域水生植被的破坏和水体的污染，禁止滥捕鱼类资源，严格限制施工人员在施工现场的活动范围，防止破坏沿线涉及水域的生态环境。

g）设立生态影响管理机构，明确相关人员具体职责和工作范围，加强对工程建设过程中生态环境保护工作的领导和监督。

h）在鱼类生物学方面，施工爆破尽量避开鱼类的主要产卵季节（4～6 月）及产卵高峰期如黎明、黄昏等敏感时间段。

i）开展施工期水生生态监测与调查，实时掌握工程施工对评价范围内水生生物的影响程度。

6.2.3.2 运行期水生生态保护措施

a）增殖放流措施

根据那尔轰河流域自然环境以及鱼类水域的分布情况，结合本工程对鱼类资源的影响，提出开展鱼类增殖放流措施。采取人工增殖放流，不仅可以对那些种群数量已经减少或面临各种影响将大量减少的鱼类进行人工增殖，补充其资源量，在一定程度上可以缓解电站工程对鱼类资源的不利影响。

为了减少工程建设对那尔轰河鱼类等水生生物资源的影响，结合《农业部关于进一步规范水生生物增殖放流活动的通知》（2017.7）和《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》及其附件，本工程放流的主要对象为受工程建设影响的鱼类。

1）放流对象选取原则

增殖放流对象的选择应遵循以下原则：

（1）在鱼类综合保护方案的前提下，结合鱼类亲本的可获得性、人工驯养繁殖技术成熟与否以及放流水域生境条件，合理确定放流对象；

（2）统筹兼顾流域鱼类资源保护需求，优先选择珍稀濒危、特有鱼类以及受影响程度大且难以形成自然种群的鱼类，其次考虑的是主要经济鱼类；

（3）应根据放流对象人工驯养繁殖技术研究进展、放流效果监测结果，逐步调整增殖放流对象。

2）放流对象

从重要性的角度考虑，通常按照以下顺序进行放流对象的选择：列入国家级或省级保护动物名录的鱼类、濒危程度高的鱼类、地域性特有鱼类、水域生态系统中的关键物种、重要经济鱼类；从受工程影响程度考虑，分布区域狭窄、抗逆能力差、生境受损程度高、与工程影响水域生态环境适应性强的鱼类优先选择；依鱼类资源现状考虑，按濒危、易危、近危的顺序选择；从鱼类生活史考虑，生活史复杂、繁殖条件要求高、生长繁育缓慢、性成熟年龄和繁殖周期、繁殖力低的鱼类优先考虑。

《靖宇县那尔轰河流域综合规划环境影响报告书》中建议选择洛氏鱥、杂色杜父鱼实施增殖放流。根据规划环评对那尔轰河流域的水生生态调查，流域内杂色杜父鱼的分布位于天合兴电站坝下水域及西南岔河，本次调查中未现场捕获到杂色杜父鱼，本工程的建设对其分布及资源影响较小，且杂色杜父鱼的人工繁育及大规模苗种培育技术尚不成熟。洛氏鱥属于小型冷水性鱼类，环境适应性较强，属于北方土著鱼类，喜居在水温偏低、水质澄清、水流平缓山涧溪流，常栖身于树根、草丛等遮蔽物内，食性为杂食性，摄食藻类、植物碎屑、甲壳类浮游动物、水生昆虫及其幼虫。根据现场调查，本工程影响水域鱼类群落结构中洛氏鱥所占比重较大，除了东北七鳃鳗以外，其他鱼类与洛氏鱥属于生态习性相似的鱼类，因此放流洛氏鱥不会对原有鱼类群落结构产生影响。2018 年 11 月吉林省发布《洛氏鱥苗种培育技术操作规程》（DB22/T 2898-2018）地方标准，洛氏鱥在吉林省已实现全人工繁殖技术，具有稳定的苗种供应。故根据水生生态现状调查结果并结合那尔轰河流域规划环评要求，本工程拟定放流对象为洛氏鱥。

根据水生生态现状调查，那尔轰河流域主要以小型冷水性鱼类为主，主要的珍稀物种为东北七鳃鳗。东北七鳃鳗为国家二级保护鱼类，东北七鳃鳗营变态发育，幼鱼体细长，口呈马蹄形，无齿；眼埋于皮下；鳃孔位于头部两侧直行的裂隙内，幼鱼栖息于底质疏松、腐殖质丰富的江河缓水区淤泥内，经 3～4 年变态发育为成鱼。2022 年 10 月 30 日吉林省发布了《东北七鳃鳗人工繁育技术规范》（DB22/T 3391-2022）地方标准，但鉴于东北七鳃鳗变态发育的特征及幼体生活的特殊性，其在幼体阶段开展人工增殖放流幼体将大量死亡，目前尚未有成功的人工养殖技术。经过现场调查，东北七鳃鳗主要分布于那尔轰河下游，蓄水和补水期间取水量占河道水量比例较小，

因此对下游东北七鳃鳗生长繁殖影响较小。建议开展人工苗种养殖科学技术研究，待繁育技术成熟后，再进行增殖放流活动。

3）放流标准

放流种苗供应单位应选择信誉良好、管理规范、具备相应的技术力量的国家级或省级水产原良种场和良种繁育场、渔业资源增殖站、野生水生生物驯养繁殖基地或救护中心以及其他具有相关资质的种苗生产单位。按照2009年农业部发布的《水生生物增殖放流管理规定》，用于增殖放流的亲体、苗种等水生生物应当是本地种。苗种应当是本地种的原种或者子一代，确需放流其他苗种的，应当通过省级以上渔业行政主管部门组织的专家论证；用于增殖放流的人工繁殖的水生生物物种，应当来自有资质的生产单位。其中，属于经济物种的，应当来自持有《水产苗种生产许可证》的苗种生产单位；属于珍稀、濒危物种的，应当来自持有《水生野生动物驯养繁殖许可证》的苗种生产单位”。放流的苗种必须是无伤残和病害、体格健壮。

4）放流周期与时间

洛氏鱥增殖放流周期为6年，自蓄水期第一年开始，为期3年，并包括运行期前3年。根据所选定放流鱼类的繁殖特性和生活习性，洛氏鱥繁殖期一般在5～6月份，主要生活于水温偏低、水质澄清的河流。故本工程河段增殖放流时间选择为9～10月份，放流后水体温度逐渐降低，进入越冬阶段，且冬季水面结冰，人类捕捞活动对其影响较低，同时又能保护放流鱼苗至第二年夏季进行繁殖活动，对鱼类的资源量进行补充，也有利于提高放流的成活率。

东北七鳃鳗增殖放流周期为5年，首先开展人工繁育科学技术研究，待繁育技术成熟后，再进行增殖放流活动，放流规模可以按表6.2-5要求进行，也可根据科研成果再行确定。增殖放流时间选择为5～6月份。

5）放流苗种数量和规格

增殖放流数量应当根据增殖放流目标，与放流水体自然环境、水文气候、理化性质、饵料生物资源、鱼类资源现状、种群结构特点以及放流对象生物学特性、规格大小与质量、放流频次和时间等相关联。增殖放流数量还与工程建设对鱼类资源的影响范围和程度紧密联系。那尔轰河工程影响水域主要以小型冷水性鱼类为主，原有资源

量较低，因此放流数量不宜过高，以免破坏原有鱼类群落结构，以种群恢复及保护生物多样性为主要目的。

放流苗种的个体大小对放流效果影响很大。放流苗种太小，抵抗风浪等自然环境影响的能力差，活动力弱，易被凶猛性鱼类捕食因而存活率低，直接影响到放流效果。但放流苗种过大，则需要增加更多的经济投入。

根据工程所在流域土著鱼类的分布和水域环境容量，拟计划放流数量和规格如表6.2-5 所示。

表 6.2-5 本工程增殖放流目标情况一览表

序号	种类	放流规格（cm））	数量（尾）	总计（尾）
1	洛氏鱘	5~8	10000	60000
2	东北七鳃鳗	5~8	1000	5000

6）放流地点

为便于操作，放流地点应选择在较为开阔的地带。由于鱼苗、鱼种游泳能力相对较弱，要尽量避开水流相对较湍急的河段，同时，还应注意放流水域水质和天然饵料丰富情况。

根据那尔轰河流域自然环境以及鱼类水域的分布情况，拟在杨岔河上游及那尔轰河下游小营子村附近投放洛氏鱘鱼苗。杨岔河是那尔轰河的主要支流，位于工程下水库坝址上游，水流充足，水质清澈，水底是砾石底质，两岸柳树密集，可为鱼苗提供较隐秘的生长场所，此放流地点可补充工程下水库坝址上游鱼苗，以恢复下水库上游土著鱼类资源；那尔轰河下游小营子村水域位于工程下水库坝址下游，该水域水质清澈，水质清澈，水深可达 1m 以上，水底是砾石底质，两岸柳树密集，饵料资源丰富，可为鱼苗提供较隐秘的生长场所，此放流地点可补充工程下水库坝址下游鱼苗，以恢复下水库下游土著鱼类资源。

7）放流效果监测与评估

结合工程施工期及运行期水生生态调查，主要工程影响河段增殖放流情况、鱼类种质与遗传多样性、鱼类生态习性、放流鱼类增殖效果。了解鱼类的种类组成与比例、种群结构、时空分布、资源现状及累积变化效应。根据调查结果，分析种群动态及群

落构成的变化趋势，研究支流与干流鱼类种类的重现度变化趋势，以此分析评价增殖放流效果。

8）放流责任主体

建设单位为放流责任主体，承担放流费用，可以委托渔业主管部门或具有放流能力的专业机构开展放流工作。

9）放流活动监管

根据《吉林省实施〈中华人民共和国渔业法〉办法》，天然水域鱼类资源的人工增殖放流，应当在县级以上人民政府渔业行政主管部门的监督指导下进行。因此，建议业主单位在靖宇县渔政主管部门的管理和监督下实施人工放流任务。

b）生态流量保障措施

详见 6.1.4 章节。

c）下水库进/出水口拦鱼措施

下水库进/出水口位于下水库那尔轰河右侧#5 冲沟、#6 冲沟之间的山梁部位，周边水域水体流态呈流水型，主要分布鱼类类群为适宜流水型的定居性鱼类，常见种类包括麦穗鱼、北方须鳅、棒花鱼、大头鮈、湖鳟、洛氏鳟、北方花鳅、真鳟等。进/出水口附近个体较小的鱼类通过拦污栅进入进/出水口将受到机械损伤。为减轻工程取水的卷载效应，拟考虑设置拦鱼设施防止鱼类进入进/出水口。

根据工程建设方案，工程进/出水口均设置有拦污栅，对中型以上个体有一定的拦截作用，但无法拦阻小型个体。一般拦鱼设施分为机械和电器两种，前者又分网拦和栅拦两类。

网拦防逃是我国目前大中型水库溢洪道使用最广泛的拦鱼设施，具有对拦鱼断面变化适应性强，有针对性的设计网目，抗旱强度高，防逃效果好，结构简单，一次性投资较为经济等优点。如果设计巧妙，不仅拦鱼防逃，还能拦截一部分漂浮物。但其使用周期一般 3～5 年，网片易破损，尤其水下部分更换比较麻烦，难以通过大型漂浮物，易引起水流雍塞，影响流速和流量，因此后期的维护和投资较大。

电拦设施一般用拦鱼电栅，是有效、安全且先进的拦鱼设施，即在水中按照一定间距布置一些电极，通以电流，在水中形成一定强度的电场，利用电场对鱼类的恐吓

和驱赶效应，达到拦鱼的目的。与以往为解决大量鱼类通过各种进水口、出水口而采用竹箔、网具和格栅等方式不同，采用拦鱼电栅不会形成较大的阻水面积，避免了污物垃圾的堵塞，影响正常的抽水、放水。通过布置电栅而产生无形的水下电场，能从根本上克服有形机械性拦鱼设施的局限性。将电驱鱼技术与拦鱼电栅结合，以水中设置的电极作为电流载体，形成水中电场，从而达到驱鱼和导鱼的效果，既可用于水库鱼类防逃管理，又能够引导鱼类远离取水口等危险区域。

实践表明，拦鱼电栅是一种有效的拦截鱼类的方法，不仅可防止鱼类随水流流走，而且不影响电站正常的拦污、泄洪，维修也极为方便。目前国内已有一些电站过鱼工程中采用了拦鱼电栅用于辅助诱鱼集鱼，如新疆西水东引一期工程山口枢纽过鱼机系统、云南大华侨水电站升鱼机系统、贵州夹岩升鱼机系统均采用了拦鱼电栅，对诱鱼集鱼起到了一定的效果。因此，本工程拟采取拦鱼电栅形式进行拦鱼。

拦鱼电栅位置选择主要遵从如下原则：

1）拦阻断面处的平均流速不能超过鱼的适宜游速。对体长 30cm 以上的成鱼，流速不应超过 0.7m/s，对体长 10cm 以上的鱼种，流速不应超过 0.5m/s。

2）拦阻断面应选在较宽阔的喇叭口处。这样，既可保证拦栅处的平均流速以满足要求，又可使鱼受到刺激后回逃时有适宜地方回旋、返游，可大大提高拦鱼效果。

3）使拦阻断面与鱼的来向（即顺水流方向）成一定角度（45°～60°）为最佳。可充分发挥电场的效能，并能增加鱼回转的时间和空间，使之更易逃出电场区。

拦栅断面处地势应相对平坦。一则使水深相对平均，电场强度相当；二则施工、运行管理方便。本工程拦鱼电栅拟设置在进/出水口外围 10m 位置。

工程需根据地形、水深、水宽、流速、电导率及拦鱼种类、大小、分布水层等对具体拦鱼电栅方案进行设计。

d）栖息地保护措施

本流域水体清澈，底质主要以砾石、砂砾为主，河流多处有水深较浅的沿岸带、水流较缓的河湾处，以及水温较高、透明度较好且光合作用剧烈的水域，饵料生物丰富，为鱼类生长提供了良好的生长条件。本工程施工破坏沿岸水生植被和陆生植被，对周围水环境和水生生物的有一定影响，因此在下水库坝址下游主要影响河段采取栖

息地保护措施。

下水库坝址至那尔轰河入白山水库汇合口河段长约 34km，河道较宽，平均约为 15m～20m 之间，水深约为 0.8m～1m 之间，河道基质为巨砾，水温约为 0℃～20℃，适合洛氏鱒、北方须鳅、湖鱒、大头鮈等鱼类产卵及索饵，划定为栖息地保护河段，保护措施如下：

1）环境综合整治

设置栖息地保护标识，加大环保巡查力度。维护栖息地保护河段周边的自然环境，避免人为干扰对栖息地保护河段水生生境的破坏。保护该河段水质，维持良好的鱼类栖息生境条件。

2）强化渔政管理

建议当地渔政部门加强渔政管理力量，加强宣传，严格执行渔业法规，强化渔政管理力度，禁止开展大规模的渔业生产活动，特别是要禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等违法捕鱼行为。

3）开展长期的水质、鱼类和水生生物等生态环境监测，为掌握栖息地鱼类资源的变化情况提供依据。

4）建议天合兴电站退出，栖息地保护范围内不再规划和新建水利水电开发项目，使得本工程下水库坝址下游河段恢复联通性。栖息地保护河段禁止新建排污口，禁止进行采砂等相关活动。

5）开展栖息地保护宣传教育，提高当地群众生态保护意识。

那尔轰河汇入白山水库前河道宽阔，水流较缓，主要分布有鱒、麦穗鱼、棒花鱼、翘嘴鲌、蒙古鲌、鲤、鲫、鲇、黄颡鱼、乌苏拟鲿等产黏性卵鱼类，在鱼类繁殖期（5 月～7 月）选择河湾处布置人工鱼巢，为产黏性卵鱼类繁殖提供条件，降低对产黏性卵鱼类繁殖场的影响，以恢复及增加其种群数量。

制作人工鱼巢的材料很多，常见的有棕榈皮、水草和柳树根等，其中以棕榈皮和柳树根最好。人工鱼巢具有无毒、耐用、不易腐烂、附着面积大、便于鱼卵粘附、来源广等特征。根据那尔轰河水文现状，建议选择面积较小、铺设方便、机动性强的人工鱼巢，一般单片规格为 1m×2m，间隔 2m 铺设 1 片，砾石较多的河段铺设密度可酌

情增加。人工鱼巢布设完后要根据河道水位的变化定期调整鱼巢位置，使其始终保持在水面以下，确保粘附鱼卵能正常孵化。按照那尔轰河实际情况，建议每年在那尔轰河汇入白山水库前河段布设 40 个人工鱼巢，连续 5 年布设。后续根据水生生态监测和实施效果，研究判定本措施是否延续。

e）管理措施

1）加强鱼类资源保护宣传力度，提高电站职工保护水生生物（主要是鱼类）的意识，为切实做好鱼类的保护工作打下坚实基础；

2）电站认真贯彻落实渔政部门禁渔期、禁渔区制度，运行期间，加大管理力度，严禁施工人员和电站职工电鱼、炸鱼、毒鱼等违法捕鱼行为；

3）电站积极配合环保、渔政部门开展鱼类保护工作，协助环保、渔政部门开展鱼类执法检查工作。

f）过鱼设施可行性分析

根据《中华人民共和国渔业法》第四章第三十二条规定，“在鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施”。

2006 年 1 月 9 日国家环境保护总局办公厅下发了《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》（环办函[2006]11 号），会议纪要要求“在珍稀保护、特有、具有重要经济价值的鱼类洄游通道建闸、筑坝，须采取过鱼措施。对于拦河闸和水头较低的大坝，宜修建鱼道、鱼梯、鱼闸等永久性的过鱼建筑物；对于高坝大库，宜设置升鱼机，配备鱼泵、过鱼船，以及采取人工网捕过坝措施”。

通过水生生态现状调查分析，那尔轰河流域无长距离洄游性及重要经济性鱼类，主要以小型冷水性鱼类为主，包括国家二级保护鱼类东北七鳃鳗，以及洛氏鱥、湖鱥、大头鮈、北方须鳅等，属于冷水溪流里的广泛物种，不进行特定水域溯河洄游产卵，在适应生境里均能繁殖生长。调查显示，那尔轰河各种鱼类个体体长最长为东北七鳃鳗，其他鱼类体长均在 10cm 以内，鱼类在那尔轰河上下游分布较均匀，上游、下游鱼类种类及数量无明显差异。

那尔轰河水域鱼类属于体型小，游泳能力较差，过鱼通道的长度、坡度、流速等因素会导致鱼类无法正常通过该设施。另外，通过预测分析，大坝阻隔使那尔轰河上游和下游鱼类形成两个种群，上游鱼类种群上游可以完成生活史，下游鱼类种群也可满足生存条件，其他支流也可满足冷水性鱼类的产卵条件。国家二级保护鱼类东北七鳃鳗主要分布在那尔轰河坝下7km处的小营子村及天合兴电站库区在上游以及下游均能满足产卵、索饵等生活史需求，而下水库库区以上底质类型以巨砾、基岩为主，不能够满足东北七鳃鳗的幼体生长要求。江鳕主要分布在白山水库湖区，属于江河洄游性鱼类，产卵期为11月到翌年3月，水温接近0℃，江鳕成鱼集群于水深2m的沙砾处进行产卵，经调查白山水库的主要产卵场分布于二道松花江，那尔轰河水域水深较浅，不能够满足江鳕繁殖要求。

综上所述，本工程不需要建设过鱼设施。

6.3 大气环境保护措施

6.3.1 道路扬尘的消减与控制

a）成立公路养护、清扫专业队伍，保持道路清洁、平整。

b）施工阶段对运输车辆行驶路面应经常洒水，每天3～4次，可以收到很好的降尘效果。因此，采用洒水车在无雨日1天洒水3次～4次，在干燥大风情况下增加洒水频率，应同时在车辆出入口竖立减速标牌，限制行车速度不超过30km/h，减少行车时产生大量扬尘。

c）在物资运输过程中注意防止扬尘污染。装载多尘物料时，应对物料适当加湿或用帆布覆盖，运送散装水泥车辆的储罐应保持良好密封状态，经常清洗运输车辆。运输车辆驶出施工区时，应对车辆轮胎、底盘等容易夹带泥土的部位进行冲洗。

d）做好公路绿化，根据不同路段情况，栽植乔木和灌木。道路两侧的行道树或绿化带不但起着防眩、吸音、隔离、丰富道路景观、美化环境的作用，还有吸尘的作用。

e）施工车辆途经敏感点附近的地方设置限速标志，防止车速过快产生扬尘污染环境，影响居民健康和正常生活。

6.3.2 开挖爆破粉尘和废气的消减与控制

a）施工工艺

1）结合爆破减震要求，工程爆破优先运用预裂爆破、光面爆破、缓冲爆破技术、深孔微差挤压爆破技术等，控制单次爆破区域面积，减少炸药装填量，爆破时应尽量采用草袋覆盖爆破面，以控制粉尘浓度。另外，爆破粉尘可采取洒水降尘处理，可在爆破前向预爆体表面洒水湿润表面，在预爆区钻孔进行高压注水，配备洒水车，在开挖、爆破高度集中的区域进行洒水。

2）尽量采用凿裂法施工；凿裂和钻孔尽量采用湿法作业，以降低粉尘。

3）采用带有捕尘罩的浅孔钻进行钻孔，禁止把岩粉作为炮孔的堵塞炮泥；选用带收尘设备的施工机械以降低施工产生的粉尘量。

b）降尘、有害气体防护

1）地下厂房、引水发电隧洞、施工支洞开挖爆破时需注意洞内通风，保持空气流畅；同时，施工人员根据需要佩戴防尘口罩或防毒面具。

2）在库盆、坝基、隧洞出口等开挖现场的多粉尘作业面以及堆积和中转料场，安排专人，采用人工控制定期洒水。施工期无雨期间每隔 4 个小时洒水一次。

6.3.3 暂存场和弃料堆放扬尘的消减与控制

a）物料堆积过程中，堆积边坡的角度不宜过大，堆弃料应夯实；晴朗多风天气应对露天临时堆放的土石料适当加湿或表面覆盖，减少风力起尘量。必要时加装防风抑尘墙。

b）施工弃土、弃料等及时清运至暂存场或坝后堆放处理，及时做好坝后压坡体、坝后场地的水土保持措施，并在无雨日每天洒水 3～5 次，洒水面积需尽量覆盖所有干燥裸露面。

c）合理安排施工时间，禁止在大风天气进行产生扬尘的施工。

d）暂存场要求临时堆放时其上方加盖防尘覆盖网、长时间堆放需进行绿化，利用雾炮机喷雾装置，结合场内洒水降尘，除尘效率可达 95%，可大大减少无组织的扬尘量。

6.3.4 砂石加工系统粉尘的消减与控制

a）施工工艺

砂石加工系统筛分车间应尽量选用湿法生产；破碎车间优先采用湿法破碎的低尘

工艺，并且降低砂石原料转运落差；成品骨料、半成品骨料在移送过程中采用封闭式输送方式。

b）降尘措施

1）砂石料加工系统设置 2 套收集除尘系统，分别在破碎、筛分和制砂设备区域应安装集气罩，经收集的粉尘采用布袋除尘器处理后达标排放。

2）在砂石料加工区域的厂界围挡、主要产尘装置、砂料堆场及传送带等区域设置喷雾装置，持续喷雾达到降尘效果。

3）为避免砂石料加工系统在卸料、砂石料装车机场地内汽车行驶等过程中会产生粉尘，需在场地内定期洒水，并加强洒水频率，施工期无雨日每天洒水降尘 3～5 次，洒水量取 1.2L/m^2，洒水面积需尽量覆盖所有干燥裸露面。

4）结合水保措施在砂石加工系统施工区外围种植植物，以降低粉尘污染影响的程度和范围。

6.3.5 混凝土生产系统粉尘的消减与控制

a）施工工艺

混凝土生产系统内的拌和楼拌和作业、水泥、粉煤灰等粉状物的运输、装卸及进料过程中会产生一定量的粉尘。

b）降尘措施

1）采用全封闭拌和楼系统，以减少作业过程中的粉尘污染。混凝土拌和过程中，应在拌和楼内进行，袋式除尘器与拌和楼同时运行，加强对除尘器的维护保养，使其始终处于良好的工作状态。

2）水泥、粉煤灰等粉状物采用封闭式输送及运输的方式，管道接口密封，运输容器密闭良好，避免在输送及运输过程中的粉尘污染。

3）各个混凝土生产系统施工区内采用人力车定期进行洒水降尘，洒水量取 1.2L/m^2，施工期无雨日每天洒水降尘 3～5 次。

4）结合水土保持措施在混凝土生产系统施工区外围种植植物，以降低粉尘污染影响的程度和范围。

6.3.6 施工机械废气控制措施

a）加强大型施工机械和车辆的管理，定期检查维护。选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输车辆，承包商所有燃油机械和车辆尾气排放应执行《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB 20891-2014）及修改单和《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB 17691-2018）的要求，使其排放的废气能够达到国家标准；同时施工机械使用优质燃料。

b）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，要及时更新；按《汽车排污监管办法》和《汽车排放监测制度》要求，对运输车辆进行监督管理，定期和不定期对运输车辆排放的尾气进行监测，对未达标的车辆实施处罚措施并禁止其在施工区的使用。

6.3.7 燃煤废气控制

施工期优先采用液化气或电能等清洁能源，如食堂采用液化气，取暖采用电取暖，减轻煤炭燃烧污染物对大气环境的影响。

6.3.8 其他控制措施

a）营地食堂油烟须经油烟净化装置处理，其排放浓度须满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB 18483-2001）中相关标准要求后，经专用烟道排放。

b）禁止露天燃烧生活垃圾、建筑垃圾。

6.4 声环境保护措施

6.4.1 施工机械和加工企业噪声控制

a）噪声源控制

进场施工机械的噪声应选择符合国家环境保护标准的施工机械。设备选型时，应选用高效率、低噪声系列设备；尽量缩短高噪声设备的使用时间；对泵房等噪声应在车间内设置控制室或值班室，保证运行人员的身体健康，减少噪声对周围环境的污染；噪声、振动大的设备应安装隔振垫、隔声罩及消声器等，把声源和振源控制在局部范围内；施工中加强各种机械设备的维修和保养，保持机械润滑，降低运行噪声；做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态；合理安排施工时间，所有敏感点

附近夜间（22：00～6：00）及午休时间（12：00～14：00）禁止施工。

b）传播途径控制措施

1）砂石加工系统针对破碎机、筛分机等高噪声设备尽量安装消声器或采用局部消声罩；

2)砂石加工系统可将砂石筛分车间传统的钢板筛改为聚氨酯筛，降低噪声发生量；

c）劳动保护措施

施工人员每天连续接触噪声的工作时间不宜过长，应实行定时轮换岗制度。尽量提高作业的自动化程度，实现远距离的监视操作。接触噪声的施工人员进场时，应佩带耳塞、耳罩等劳保用品进行防护，具体的防护工具根据不同岗位择优选取使用。

6.4.2 施工交通噪声控制

a)机动车辆、运载车等车辆噪声应符合《机动车辆允许噪声标准》(GB 1495-2002)。合理安排运输时间，所有运输道路敏感点附近夜间（22：00～6：00）及午休时间（12：00～14：00）禁止行驶大型车辆。

b）逐步完善和提高机动车噪声的排放标准。实行定期检测机动车噪声的制度，对车辆进行维修，安装高效能消声器，以降低引擎和排气噪声，直至噪声达标后才允许上路行驶，淘汰噪声较大的车辆。

c）做好路面的维修保养，对受损路面应及时修复。同时，为防止施工场内交通混乱，应在车流量高的路段设置交通岗或交通员，疏导交通，并加强交通运输管理。

d）为减轻交通噪声的干扰，在车流量高及人群密集处设置警示牌，限制车速，禁止鸣笛。在村庄等人口聚集地及其他敏感目标附近设置汽车禁鸣标志和限速标志牌。运输车辆在经过道路沿线的敏感点时，不得鸣笛；行驶速度不超过 30km/h。

6.4.3 爆破噪声控制

a）在施工爆破过程中，优先采用先进的爆破技术，如采用延时爆破、微差松动爆破可降低噪声 3dB～10dB。

b）合理安排施工时间，夜间（20:00～次日 6:00）禁止爆破施工。建议爆破时间选择在下午 17:00～17:30，并且每一次爆破尽量减少爆破历时。每次爆破前 15 分钟应鸣警笛，提示警戒，划定安全范围，防止爆破飞石伤害。

6.4.4 噪声敏感目标防护措施

a）施工运输道路经过村屯时，在居民区前 50m 处设置限速标志，控制车速不得超过 20km/h，并禁止鸣笛，同时尽量避免在居民午休时间及夜间进行运输活动。

b）施工噪声对敏感目标有影响的区域夜间 22:00～次日 8:00（应根据当地居民实际作息时间和习惯进行调整）严禁任何施工作业。

6.5 固体废物处置措施

6.5.1 生活垃圾处置措施

由于施工区人员居住集中，生活垃圾来源比较简单，施工期施工人员产生的生活垃圾主要成分有废纸、塑料、废瓶、沙土及有机物等，其中有机物成份占 25%～35%左右。根据施工布置，工程共布置施工营地 2 个，业主营地 1 个，上水库、下水库施工营地、业主营地高峰期日产生量分别为 1.45t/d、2.0t/d、0.30t/d，施工期共产生生活垃圾 7682t。拟为各个生活营地配置 240L 容量的垃圾桶，共需配置 42 个，并设置 8m^3 垃圾中转箱 4 个。本工程生活垃圾经收集后可由封闭式垃圾收集车运至靖宇县二期生活垃圾填埋场处理，其位于靖宇县营抚公路北约 2km 处，距本工程区约 30km，日处理能力为 150t。餐厨垃圾分类收集后，统一处理。

根据施工规划，本工程施工区可划分为若干相对独立的施工区块，每个施工区域设置临时移动厕所 1 座，共设置 30 座，由专人负责定期通过吸粪车清运至附近的施工营地一体化生活污水处理设施统一处理。

运行期业主营地和电站管理人员生活垃圾日产生量约 139kg，由生活区放置垃圾桶收集后，委派专人每天清理，禁止随意堆放和倾倒，生活垃圾收集后由环卫部门外运至靖宇县生活垃圾填埋场进行无害化处理。

6.5.2 危险废物处理措施

工程施工期产生的危险废物主要为机械修配厂内产生的废油和修配系统废水中油水分离后产生的污泥，为避免废油和含油废水处理后的污泥对周围环境造成不利影响，修配厂内需制定相关管理规定，加强管理，杜绝乱排乱放而造成的环境污染和浪费。本工程共设置修配厂 3 处，设置 12 个危废收集桶和 3 处危废暂存间（机械修配厂废水处理旁空地）。

根据类似工程经验，施工过程中废油主要产生于机械车辆废机油，废油平均产生量约为100L/月，在暂存间内暂时储存，平均半年转交由具有危险废物处理经营许可证的单位进行妥善处理，不外排。

工程运行期，电站机组检修每年一次，过程中将产生约60kg的废油、废油渣及废油抹布等。地下厂房设危险废物暂存间1处（布置在油污水处理室旁，尺寸为2.8m×6.7m），危废收集桶2个，最终交由具有危险废物处理经营许可证的单位进行妥善处理，不外排。

本工程危险废物暂存间应采取如下控制及管理措施：

a）危险废物的盛装容器建议严格执行国家标准。

b）贮存容器应具有耐腐蚀、耐压、密封和不与所贮存的废物发生反应等特性。

c）贮存容器保证完好无损并具有明显标志。

d）不相容的危险废物应分开存放，并设有隔离间隔断。

e）设有专人专职对本工程产生的危险废物的收集、暂存和保管进行管理。

f）按照《危险废物转移管理办法》进行危险废物管理。

在采取上述控制与管理措施后，本工程项目危险废物的收集、暂存和保管能够符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）要求。

6.5.3 工程弃料和建筑垃圾处理措施

a）工程弃料

根据施工布置，本工程不设置弃渣场，上水库开挖弃料用于上水库坝后压坡体回填；下水库弃料用于下水库场地平整。工程弃料必须堆放至规定的地点，施工中严禁随意堆弃。为避免堆渣滑塌产生新增水土流失，针对坝后压坡体的特点，采取工程措施与植物措施相结合的方法，对坝后压坡体进行防护。

b）布袋除尘器收集的粉尘

本工程施工期砂石加工系统及混凝土生产系统均设置布袋除尘器，收集的粉尘可作为施工原料综合利用。

c）建筑垃圾

建筑垃圾尽量实现废物减量化，不仅可以减少运输费用，简化处置工艺，而且可

以降低处置成本。首先对建筑垃圾进行分类收集和存放，做到木料、混凝土、砖瓦、废旧钢铁、其他生活垃圾等分开堆放。其中木料及废旧钢铁等可以回收利用，其它的建筑垃圾根据所处位置分别则运至附近的坝后压坡体综合利用。

6.6 土壤环境保护措施

a）施工期和运行期各类污废水、固体废弃物应按照本报告书制定的水环境保护措施和固体废物处置措施进行处理和处置，避免污染工程周边土壤环境。

b）对工程区内林地、草地和耕地等区域进行表土剥离，运往表土暂存场集中堆置防护，用于后期植被恢复。

c）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。

d）加强水库库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土壤盐化现象，应采取排水排盐或降低地下水位的措施。

6.7 人群健康保护措施

6.7.1 卫生检疫

施工人员进入现场前，必须到经环境监理工程师认可的卫生防疫部门进行体检，检查合格者发放“作业人员健康许可证”，否则不允许进入工区。不合格者不得入场。各承包商每年需对其雇员进行一次体检，并建立个人卫生档案。建档及疫情普查项目为：肺结核、传染性肝炎等，外来施工人员还应检查来源地传染病等。

6.7.2 疫情监控

6.7.2.1 疫情抽查

在施工期内，根据疫情普查情况定期进行疫情抽样检疫。疫情抽查的内容主要为当地易发的肝炎、痢疾等消化道传染病、肺结核等呼吸道疾病以及其它疫情普查中常见的传染病，发现病情应及时进行隔离和治疗。

按施工期每年秋季检疫一次，检疫人数按施工人员的 10%计。

6.7.2.2 疫情监控和应急措施

在各施工营地处设疫情监控点，落实责任人，按当地政府制定的疫情管理及报送制度进行管理。一旦发现疫情，及时采取隔离、观察、治疗等措施，对易感人群提出

预防措施。此项工作建议采用合同管理方式，委托当地卫生防疫机构承担。施工区及影响区一旦发生传染病流行，应按疫情上报制度及时上报并采取治疗、抢救、隔离措施，对易感人群采取预防措施。由于施工区医疗条件所限，应与地方有关医院保持经常联系，做到有备无患。工区应有一定量的应急药品储备。

6.7.3 疾病防治及管理措施

6.7.3.1 疾病防治

a）自然疫源性疾病防治

鼠疫、流行性出血热均为由鼠类传播的自然疫源性疾病，其防制对策及措施主要采取以灭鼠、灭蚤为重点的综合性防治方法。灭鼠应与防鼠紧密结合。搞好环境卫生及卫生整顿，清除鼠类栖息活动的隐蔽场所，综合采用器械灭鼠法、毒饵灭鼠法等方法，在施工生活区开展经常性灭鼠和疫源地针对性灭鼠。施工人员的床、地面等要实施灭蚤，对鼠洞、家鼠或家禽窝及其他蚤类孳生场所也分别予以灭蚤，以消灭传播媒介。一般应在蚤类繁殖高峰之前进行，经 1 次灭蚤后效果可维持 3 个月之久。药物灭蚤主要使用有机磷和拟除虫菊酯等地面滞留喷洒。

历史上工程所在区域属于肺吸虫病的流行区域。为防止施工人员感染肺吸虫病，应对施工人员进行各式各样肺吸虫防治知识的宣传教育，使施工人员了解肺吸虫病的有关知识，提高自我防疫能力。发现中间宿主，及时采取措施。

b）虫媒传染病防治

加强外来施工人员疾病预防控制。工程施工期间对外来施工人员要做好疟疾的疫情监测，凡出现不明原因的发热病例，要认真做好虐原虫血检，阳性者给予疟疾正规根治。同时，要搞好施工区环境卫生，加强个人防护，裸露皮肤涂抹避蚊剂，减少人蚊接触。

预防乙脑和疟疾必须采取综合性的预防措施，关键是做好灭蚊和防蚊工作。采用环境防制、化学防制等有效手段，在不同场所实施相应措施：生活区采用环境改造和环境处理、化学灭蚊；野外则进行环境清理，清除地面积水，修整沟渠，去除杂草，填平坑凹，消除蚊虫孳生地；进行化学灭蚊。

c）介水传染病

工程涉及区域的介水传染病以细菌性痢疾为主，预防措施为：大力开展健康教育，普及卫生防病知识，提高自我保健意识。做到食熟食，喝开水，饭前便后洗净手；开展三管一灭（管水、管粪、管饮食、消灭苍蝇）的综合性防治措施，把好病从口入关；严格执行食品卫生法，对饮食从业人员每年进行食品卫生知识的培训，坚持持证上岗。大力开展健康教育，普及卫生防病知识，提高自我保健意识。

6.7.3.2 卫生清理

为了确保施工区的卫生环境，降低施工区各种病源微生物及虫媒动物的密度，预防和控制施工区传染性疾病和自然疫源性疾病的流行，应采取以下措施：

a）各类临时用地在开挖、平整、建筑等施工前，选用石碳酸药物用机动喷雾器进行消毒，对废弃物进行清理后利用。重点考虑原有的厕所、粪坑、畜圈、垃圾堆放点、仓库、食堂用地等。

b）施工生活区内应定期进行灭鼠、灭蟑螂、灭蚊和灭蝇工作。灭鼠工作原则上每年进行两次，也可根据实际情况增加频率。对蟑螂、蚊、蝇等虫媒动物的灭杀工作应经常进行。

6.7.3.3 食品卫生和环境卫生管理

a）施工期加强对各施工人员生活区、办公区、业主营地饮用水源、公共餐饮场所、垃圾堆放点、公共厕所等地的环境卫生管理，定期进行卫生检查，除日常清理外，每月至少集中清理 2 次。

b）定期对各生活区和业主营地的饮用水进行监测，以保证饮用水水质达标。

c）从事餐饮工作的人员必须取得卫生许可证，并定期进行体检，有传染病带菌者要撤离其岗位。

d）成立专门的清洁队伍，负责施工区、办公区、生活区的清扫工作，并根据办公生活区的布置，分设垃圾桶（箱）。

e）公共卫生设施应达到国家卫生标准和要求。

6.8 建设征地移民安置环境保护措施

6.8.1 移民安置点环境保护措施

a）水环境保护措施

居民点距离景山镇很近，可利用镇内的机械修配厂，不会单独产生机械含油废水，施工所需混凝土可直接利用主体工程混凝土生产系统。为处理施工过程中产生的零星施工废水，拟在施工区设置 2 座小型沉淀池，处理后回用于施工生产。

施工期较短，施工期施工人员住在外租住地，无需新建营地，生活污水依托住地设施处理。施工区内设置 2 座小型环保防渗厕所，生活粪便定期清掏清运至附近农田作为农田肥料利用，污水不外排。运行期生活污水利用居民点自建污水处理系统收集并处理达标回用，不外排。

b）环境空气保护措施

对环境空气的影响主要在施工期，为使建设项目在施工期对周围环境空气的影响减少到最小限度，工程建设过程中应达到以下要求：

1）运输泥土及建筑材料的车辆应配置防散落装备，装载不宜过满、防止被大风吹起，以免沿途洒漏；并规划好运输路线与时间，尽量减少对环境的影响。

2）运输车辆对运输过程中落在路面上的泥土要及时清扫，以减少运行过程中的扬尘。

3）在开挖和拆迁过程中，无雨日应洒水使施工区域保持一定的湿度。回填土方应落实表面压实，不需要的泥土、建筑废物及弃渣应及时运走，不宜长时间堆积，将水泥及易产生扬尘的建材堆放于临时库房或采取遮盖措施。

4）施工车辆必须定期检查，破损的车厢应及时修补，减少车辆在行驶中沿途散落建筑材料及建筑废料。

5）施工过程中受大气污染影响严重的是施工人员，应着重对施工人员采取防护措施，如佩戴防尘口罩等。

6）设置 1 辆洒水车，对居民点施工场地和交通沿线洒水降尘，减少粉尘污染。

c）固体废物处理处置

根据调查，景山镇没有已建或规划的垃圾处理场，距离最近的垃圾处理设施位于靖宇县。

居民点内设置垃圾收集点 1 处。收集设施应防雨、防渗、防漏，避免污染周围环境。收集点内的垃圾由清洁人员集中收集到景山镇垃圾收集点，再由靖宇县环卫部门

统一处置。

d）生态环境保护措施

1）施工期生态环境保护措施

（1）合理规划，尽可能减少临时施工占地。

（2）加强宣传与教育，培养施工人员的环保意识，严禁破坏施工区外的植被。

（3）合理安排施工进度，缩短临时占地使用时间。

（4）强化管理措施，在施工期间对施工人员宣传教育，以公告、宣传册发放等形式，教育施工人员，严禁施工人员非法猎捕野生动物，禁止施工人员捕食蛇类、鸟类、兽类，以减轻施工对当地陆生动植物的影响，并采取有效措施抑制鼠类的危害。施工阶段，合理规划施工布置，减少临时占地；加强施工管理，做好土石方的纵向调运。

2）运行期生态环境保护措施

对迁入的安置居民集中进行 1 次环境保护宣传教育，提高居民环保意识。

e）人群健康保护

人群健康保护措施主要包括卫生检疫、疫情监控、疾病防治、卫生清理等。

1）卫生检疫

搬迁后定期对居民点居民进行疫情抽样检疫。疫情抽查的内容主要为肝炎、痢疾等消化道传染病和肺结核等呼吸道疾病等，发现病情及时进行治疗。

2）疾病防治

搬迁后定期对居民采取预防性服药、疫苗接种等预防措施，尤其要加强对肝炎的防疫。

3）卫生清理

搬迁后居民点应定期进行灭鼠、灭蟑螂、灭蚊和灭蝇工作，灭杀工作应经常进行，每年至少两次。对有关疾病传染源传播媒介进行杀灭，降低虫媒传染性疾病的发病率。

6.8.2 专项设施复建环境保护措施

a）水环境保护措施

本工程专项复建工程施工期均较短。由于专项工程距离主体工程下水库施工场地较近，可利用下水库布置的机械修配厂，不会单独产生机械冲洗废水，施工所需混凝

土可直接利用下水库混凝土生产系统或外购商品混凝土。拟在专项复建工程施工区设置 1 座小型沉淀池，处理施工期产生的零星废污水，处理后回用于施工生产。由于施工期较短，施工人员数量少，无新建营地，因此施工过程中不存在生活污水集中排放问题。利用移动式防渗厕所统一收集粪便后外运，不外排。

b）大气环境保护措施

对大气环境的影响主要在施工期，为使建设项目在施工期对周围大气环境的影响减少到最小限度，工程建设过程中应达到以下要求：

1）运输泥土及建筑材料的车辆应配置防散落装备，装载不宜过满、防止被大风吹起，以免沿途洒漏；并规划好运输路线与时间，尽量减少对环境的影响。

2）运输车辆对运输过程中落在路面上的泥土要及时清扫，以减少运行过程中的扬尘。

3）对施工场地内松散、干涸的表土，无雨日应该经常洒水以防扬尘。回填土方应落实表面压实，不需要的泥土、建筑废物及弃料应及时运走，不宜长时间堆积，将水泥及易产生扬尘的建材堆放于临时库房或采取遮盖措施。

4）施工车辆必须定期检查，破损的车厢应及时修补，减少车辆在行驶中沿途散落建筑材料及建筑废料。

5）施工过程中受大气污染影响严重的为施工人员，应着重对施工人员采取防护措施，如佩带防尘口罩等。

c）声环境保护措施

工程对环境噪声的影响主要在施工期，为使建设项目在施工期对周围环境噪声的影响减少到最小限度，工程建设过程应达到以下要求：

1）对施工现场进行合理布局，将现场固定噪声、振动源相对集中，缩小噪声振动干扰的范围。在敏感点附近施工时，尽可能地将大噪声的施工机械设备布置于远离居民点。

2）在保证施工进度的前提下，合理安排作业时间，将高噪声、高振动的施工作业安排在白天进行；具强噪声和振动污染的施工机械夜间停止作业。夜间禁止爆破。

3）采用低噪声的施工设备，并定期保养、维护机械设备，减少对周围环境的影响。

d）生活垃圾处理措施

施工区设置垃圾桶，垃圾桶内的垃圾由环卫部门定期清运至靖宇县生活垃圾填埋场进行处理。

e）生态保护措施

1）施工期生态环境保护措施：合理规划，尽可能减少临时施工占地；加强宣传与教育，培养施工人员的环保意识，严禁破坏施工区外的植被；合理安排施工进度，缩短临时占地使用时间；优化施工工艺，严格按照设计进行取弃土，并及时进行取弃土场的环境保护及恢复工作；在挖掘时，应将表层土皮（30cm）保留，施工完毕后，再回填，降低对生态环境的影响；取弃土场等临时占用的土地施工结束后应进行生态修复或复耕。

2）管理措施

在施工期间对施工人员和附近居民加强生态保护的宣传教育，以公告、宣传册发放等形式，教育施工人员，严禁施工人员非法猎捕野生动物，禁止施工人员捕食蛇类、鸟类、兽类，以减轻施工对当地陆生动植物的影响，并采取有效措施抑制鼠类的危害。加强施工管理和施工人员环保意识教育，不乱砍伐树木。

6.9 水库浸没保护措施

本工程水库影响区包括因水库蓄水引起的滑坡、塌岸、浸没、变形库岸、内涝、水库渗漏及其它受水库蓄水影响的区域。根据工程地质及水文地质条件综合分析，本工程不涉及滑坡、变形库岸、内涝、水库渗漏等受水库蓄水影响的区域，仅涉及下水库浸没问题。

根据移民实物指标调查成果，下水库浸没面积 38355m^2，对其影响的耕地及房屋，按永久占地补偿进行处理。

6.10 文物保护处理措施

根据吉林省文物考古所编制的《吉林省靖宇抽水蓄能电站项目文物影响调查报告》，建设征地涉及县级文物 1 处，为新开河木场战斗址。遗址位于景山镇东北阳岔村三队东 1km，1940 年 2 月 4 日，为保持部队战斗力，解决给养，杨靖宇率部攻打新开河木场，在运粮途中和敌人遭遇，背粮的 30 名战士被敌军冲散。此时，杨靖宇身边

只剩下 15 名战士了，抗联战士经过一天多的努力巧妙的摆脱了敌人追击，将所有给养安全的送到了部队。此遗址对研究东北抗联史具有一定的意义。

新开河木场战斗址属于战斗发生地（战迹地）类型，处于靖宇县景山镇的自然荒野环境中，是杨靖宇率部攻打新开河木场，运粮过程中的战斗遗迹。当年在此地发生的战斗，为临时发生，是依托有利地形地貌开展的小规模战斗，未修建战斗工事，战斗过程相对清晰，无后续使用。是在自然环境条件下选择的临时性战斗地点，遗址的核心价值主要体现在战斗发生地选址的历史环境特色。遗址是抗联战斗址，战斗均为依托地形地貌开展，未形成埋藏于地下的文化层。遗址地表现为林地及少量耕地，土壤层较薄，不适宜开展考古勘探及发掘工作，地表不见遗迹及遗物。

根据《吉林省靖宇抽水蓄能电站项目文物影响评估报告》，对建设征地影响的新开河木场战斗址，采取地形测绘、综合制图、留存照片视频等全面信息采集措施进行处理。吉林省文化和旅游厅、白山市文化广播电视和旅游局、靖宇县人民政府分别以《关于对吉林省靖宇抽水蓄能电站项目文物考古调查工作的意见》吉文旅审[2023]356 号文件、《关于新开河木场战斗址保护范围及建设控制地带内建设靖宇县抽水蓄能电站请示的批复》白山文广旅发[2023]143 号文件、《关于新开河木场战斗址保护范围及建设控制地带内拟建设靖宇县抽水蓄能电站的批复》靖政函发[2023]151 号进行批复，同意文物处理措施，可以组织吉林省靖宇抽水蓄能电站项目建设。

6.11 环境保护措施效果分析

本工程施工活动、电站运行期均会对周围环境带来不同的影响。为避免本工程对周围环境造成影响，在措施设计中充分考虑措施的可行性和措施的效果。通过对环境保护措施采取前后的效果分析，本工程环境保护措施实施后，可以最大限度的减免工程兴建对环境的不利影响。吉林省靖宇抽水蓄能电站建设期间环境保护措施效果分析见表 6.11-1。

表 6.11-1　　环境保护措施效果分析表

环境类别	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	环境效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	环境影响
水环境	那尔轰河	砂石加工废水会增加那尔轰河的 SS、pH	-2S	高效旋流净化法	上水库和下水库施工区砂石加工系统	筹建期～第 5 年	及时清渣、保证资金到位，注意废水监测频次	施工废（污）水经处理后回收利用，不会改变那尔轰河水质	0
		混凝土生产系统废水会增加那尔轰河 SS、pH		混凝沉淀法	上水库和下水库施工区混凝土生产系统	筹建期～第 5 年			
		含油废水排放增加那尔轰河的石油类浓度		成套油水分离器	上水库和下水库施工区机械修配厂	筹建期～第 5 年			
		洞室排水增加那尔轰河的 SS		高效旋流净化法	#1 施工支洞、交通洞、通风洞	筹建期～第 5 年			
		施工生活污水会增加那尔轰河 BOD_5、COD_{Cr} 浓度	-2S	一体化设备	上水库和下水库施工营地、业主营地	筹建期～第 7 年	沉渣及时清运、保证资金到位，注意污水监测频次		
陆生生态环境	植物及景观	水库淹没、工程施工导致植被的损失	-3S	采取水土保持措施，进行生态补偿和景观修复措施	上水库和下水库施工区	筹建期～第 7 年	确保资金专款专用，落实生态补偿及生态景观修复与建设措施	避免水库淹没工程施工等对生态环境的负面影响	-1S
	陆生动物	工程施工影响陆生动物	-2S	控制爆破时间，进行生态恢复	上水库和下水库施工区	筹建期～第 7 年	避中午、傍晚爆破，对到位的生态补偿资金要进行措施实施	保护动物生境	-1S

续表 6.11-1　　环境保护措施效果分析表

环境类别	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	环境效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	环境影响
水生生态环境	水生生物	工程施工影响水生动物	-2S	规范施工、挡水降尘	下水库施工区	筹建期～第 7 年	加强施工管理、垃圾及时清运、洒水要全面、资金到位	保护水生生物生境	-1S
		大坝阻隔造成鱼类资源减少	-2S	增殖放流、栖息地保护	影响河段	蓄水期～运行期前 3 年	资金到位，及时开展	补偿鱼类资源，保护栖息环境	-1S
大气环境	居民户及施工人员	大气中粉尘含量高，影响施工人员身体健康	-2S	洒水	上水库和下水库施工区及施工道路	筹建期～第 7 年	洒水要全面、资金到位	减少粉尘对施工区大气环境的污染	-1S
		开挖、爆破及设备产生有害气体，影响施工人员的身体健康	-2S	购买环保车辆				减少废气对施工区环境的污染	-1S
声环境	居民户及施工人员	噪声对施工人员及征地范围外居民影响	-2S	禁鸣、限速；为施工人员配备噪声防护用品	施工场地边、下库进场公路	筹建期～第 7 年	加强施工管理，控制爆破时段，合理布置加工系统	减少对施工人员及附近居民户的影响	-1S
社会环境	自然景观	施工影响自然景观现状	-2L	结合水土保持、植物绿化进行恢复	上、下水库临时征地	—	根据相关单位批复的保护计划进行实施	保护景观原貌不致因工程导致破坏	-1S
人群健康	那尔轰河水质及生活环境	生活垃圾可能影响附近水体水质、病媒动物孳生地	-2S	垃圾收集并交当地环卫部门进行处理	上水库和下水库施工区、生活区	筹建期～第 7 年	垃圾及时清理外运，施工人员不能随意丢弃生活垃圾和随地大小便	保护附近水体水质	=S

续表 6.11-1（完）　　环境保护措施效果分析表

环境类别	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	环境效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	环境影响
人群健康	人群健康	卫生设施及检疫若处理不当，可能导致施工区外源性传染病的流行	-1S	卫生清理设厕所，进行疾病预防	上水库和下水库施工区	筹建期～第 7 年	开展卫生清理与疾病防疫	防止施工区传染病、地方病的爆发、流行	=S
其他	减少工程对环境现状的破坏	若不制定严谨的环境管理制度，设计的环境保护措施将得不到落实	-2L	加强工程的环境监测、监理和环境管理	工程建设影响区	筹建期～第 7 年	资金落实到位	保持工程地区环境质量的良好状态，保证工程环保工作的长期顺利进行	+3L

备注：“一、+、=”分别代表环境性质为：不利、有利、中性；

“L、S”分别代表影响时间为：长期、短期；“0、1、2、3”分别代表影响程度为：无影响、弱、中、强。

7 环境风险评价

7.1 环境风险评价目的

根据《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77号）的要求，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2018），通过风险调查、风险识别、风险事故分析和环境风险管理等开展环境风险评价，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

根据本工程可研阶段施工总布置，本工程施工区不设炸药库、油库。根据施工及运行特点、周围环境特点以及工程与周围环境之间的关系，本工程存在的潜在事故风险和环境风险主要包括施工期油料及炸药运输风险、加油点事故风险、森林火灾风险和施工期废污水事故排放风险等。

7.2 环境风险潜势初判

7.2.1 环境风险源识别

a）施工期

1）火工材料和油料运输风险

本项目风险主要为炸药和雷管运输风险、油料运输风险。根据施工总体布置，本电站施工征地范围内不设置炸药库、油库和加油站，炸药由附近具有危险品运营资质的民爆企业按当天需求负责运送。民爆企业应严格遵守《民用爆炸物品安全管理条例》等相关要求进行操作，运输风险由民爆公司承担。炸药类型为乳化炸药（70%为硝酸铵），最大运输量为20t。柴油、汽油等油料，由当地石油公司供应，采用公路运输直接运抵施工区，最大运输量为30t，运输风险由石油公司承担。火工材料和油料运输可能出现的环境风险类型是交通事故、火灾和爆炸。

2）其它环境风险源

工程施工期其它环境风险源主要为施工附属企业事故情况下废污水排放，主要包括砂石料加工系统、混凝土生产系统废水事故排放和生活污水处理系统事故排放等。

b）运行期

工程运行期风险源主要是地下厂房内透平油和主变洞内主变绝缘油泄漏。根据目

前抽水蓄能情况，电站内一般不储备透平油、绝缘油，当需要更换或补充时，其直接通过外购补充。在检修、补充透平油和绝缘油过程中，机器内的油品会抽出至检修油桶中，检修完毕后再将油品抽回至机组内，因此其一般不会发生泄漏。但操作过程一旦发生泄漏事故，可能会引起电站下水库的水质污染，甚至还可能在厂房内发生火灾。

7.2.2 风险潜势初判

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 C，危险物质数量与临界量的比值（Q）按下式进行计算：

$$Q=\frac{q_1}{Q_1}+\frac{q_2}{Q_2}+\cdots\frac{q_n}{Q_n} \quad (7.2\text{-}1)$$

式中：q1、q2、qn——每种危险物质实际存在量，t；

Q1、Q2、Qn——各危险物质相对应的生产场所或贮存区临界量，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：①1≤Q＜10；②10≤Q＜100；③Q≥100。

本工程危险物质数量与临界量的比值 Q 计算如表 7.2-1。由于 Q＜1，该项目环境风险潜势为 I。

表 7.2-1 本工程危险物质数量与临界量比值（Q）计算表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存储量/t	临界量/t	该种危险物质 Q 值
1	油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）	/	30	2500	0.012
2	乳化炸药（70%为硝酸铵）	6484-52-2	20	50	0.28
项目 Q 值∑					0.292

注：本工程不设置炸药库。

7.3 影响途径

本项目风险潜势为 I，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）评价工作等级划分要求，确定本项目环境风险进行简要分析。危险物质在事故情形下的环境影响途径主要为大气和地表水。

表 7.3-1 环境风险评价工作等级划分表

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。				

7.4 环境风险评价及防范措施

7.4.1 上水库库盆爆破风险评价

a）风险识别

本工程库盆开挖时需要爆破作业，爆破作业委托当地专业爆破公司进行。上水库库区周边无居民，其开挖爆破产生的风险影响较小。

b）源项分析

上水库库盆土石方开挖自自上而下分层施工，土方利用推土机或反铲剥离集料，石方开挖采用潜孔钻配手风钻钻孔，石渣利用推土机集渣，挖掘机装 20t 自卸汽车出渣。

c）后果估算

上水库库（坝）区周边 1km 以内均没有敏感点，因此本工程上水库库盆开挖爆破产生的震动、飞石等对居民的生命安全和居住设施影响较小。

d）风险评价

上水库库（坝）区爆破时段有限，且采用松动爆破，潜孔钻和手持式风钻钻孔爆破，由于工程区周边无居民点，施工爆破对周边居民的生命伤害和居住设施安全影响概率很小。

e）风险防范措施

虽然上水库库盆爆破安全性较高，产生的危险较小，但仍需做好以下防范措施：

1）控制炸药用量，小范围局部爆破；

2）限定爆破时段，禁止夜间爆破；

3）爆破时安排专人进行巡逻，防止附近居民误入爆破现场；

4）爆破时坝址下游侧做好施工围护，防止爆破产生的飞石飞向周边居民。

7.4.2 油料运输、加油过程风险评价

a）风险识别

油料运输风险类型主要为油料在运输和加油过程中的泄漏、火灾和爆炸，危害因素主要为静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、储罐冒罐等。

b）源项分析

油料发生事故可能出现的环境危害的风险类型是泄漏、火灾和爆炸。油品在加油过程中，若流速过大易产生静电，在雷电等条件下可能引发火灾燃烧，或由于操作人员的工作失误导致原油外溢，遇到火源易引发火灾燃烧事故。一旦泄漏或爆炸，对周边居民点和那尔轰河等水体水质具有潜在危险。

c）后果估算

本工程不设油库和加油站，由当地石油公司负责油料供应，主要存在施工区临时加油的风险，油料运输、加油过程和事故风险的油料泄漏对周边水体的有一定影响。

d）风险评价

临时加油点是电站施工期的安全、消防重点管理区，建立有严格的安全管理制度。根据以往水利水电工程施工情况，油料运输、加油过程中发生事故的可能性较小。

e）风险防范措施

石油公司对油料运输建立有严格的安全管理制度，发生事故的可能性很小。为防止油料运输和加油过程中操作人员的工作失误导致原油外溢事故的发生，在事故情况下避免泄漏油料、消防水污染水体，可采取事故防范措施：

1）在加油区域周围修建截油沟，并修建事故应急池，收集事故情况下泄漏的油料及暴雨情况下冲刷地表造成的跑冒漏滴油污水，以及消防冲洗水的收集，收集后的废水交专业机构处置。事故应急池不得对外设置排放口。

2）制定严格健全的加油区域安全管理制度和相关人员的培训制度，规范油料运输、使用的整个过程。

3）做好加油区域的火源管理工作，严禁烟火，并定期检查可能导致火灾的火源情况，如电线等；在油品加油时应做好巡查工作，防止抽烟等情况的发生。

4）加油区域的作业人员须穿戴抗静电工作服和具有导电性能的工作鞋。

5）加油区域应配备一定的溢油控制应急设备和器材，如堵漏器材（管箍、管卡等），防爆的抽油泵和贮油容器，挖沟用阻隔工具，应急修补的专用工具和器材等，溢油检漏专用仪器和设备等。

7.4.3 森林火灾风险评价

a）风险识别

工程周围森林植被较好，在非雨季的季节很容易发生火灾，因此火灾的主要危害因素是雷电、静电、电气火花、自燃、人为因素等。

b）源项分析

引起森林火灾的最主要危害因素为雷电和人为因素，其中雷电为自然不可抗力，人为因素主要是在林区吸烟、野外生活等。另外，工程施工期爆破作业的不规范，也可能引起森林火灾。

c）后果估算

工程库周森林植被较好，现有植被多为次生植被和人工植被，材积量较高，因此工程区一旦发生事故引发森林火灾，将造成较大的损失，并对景观造成较大影响。

d）风险评价

工程施工期间，不允许施工人员进入施工区占地范围外的林区，工程施工征地范围内不设置炸药库、油库和加油站，工程施工的人为行为引起森林火灾的概率也较小。

e）风险防范措施

在工程施工过程中，必须采取相应的防范措施，从源头上杜绝火灾发生的可能。

1）严格执行野外用火和爆破的相关报批制度；

2）严禁施工人员私自野外用火；

3）严格控制易燃易爆器材的使用；

4）制定和执行严格的爆破规程，爆破时采取有效隔离措施。

7.4.4 施工期污废水事故排放风险评价

a）风险识别

施工期主要污废水为砂石料加工废水、混凝土生产系统废水、基坑废水、洞室排水、修配系统废水和施工生活污水等。工程建设期间各类污废水均进行处理并尽可能

回用，不能回用时应设置应急事故池，在各处理系统正常运行情况下对那尔轰河及下游水体水质不会造成影响，但施工过程中可能因回用水泵或各污废水处理设施故障等情况造成污废水处理不及时，而发生事故排放，在汛期暴雨冲刷施工开挖面和施工场地时，会造成水土流失，从而对水体水质造成影响。

b）源项分析

工程建设期间各类污废水均进行处理回用，不能回用时应设置应急事故池，在各处理系统正常运行情况下对那尔轰河及下游水质不会造成影响，但在系统事故排放情况下可能对水体水质造成影响。

在暴雨径流期间，施工开挖面和各临时占地的汇流将携带大量的悬浮物，使河道内的悬浮物浓度大幅度提高，进而影响到下游水质。工程建设期间最大的废水来源为砂石料加工废水，施工期砂石料加工废水事故排放的可能原因主要有：

1）设备及电力原因导致的可能性

根据工程环保规划，砂石料加工废水处理系统搅拌器和压滤机等均为单套设备，故障时可能发生系统设备安全瘫痪导致事故排放。系统设有集水池，事故排放情况下，可作为临时短期的事故废水贮存池，由于砂石料加工废水中主要污染物为 SS，其在集水池中停留一定时间后，出水 SS 浓度将有所降低。事故废水贮存池不得对外设置排放口。

电站施工期的砂石料加工系统为施工区主要的用电设施之一，属较重要的供电对象，根据施工供电规划，在电力供应和维护上具有较高的保证。

2）进水水质原因导致的可能性

工程环保设计中高效净化器对砂石料加工废水进行处理，该处理工艺效果好，砂石料冲洗所需的单位用水量也较为稳定，因此生产废水中 SS 浓度变化不大，即进水水质负荷变化不大。

因此，从进水水质角度分析，在设备正常运行的情况下，其导致的事故排放可能性不大。

3）运行管理原因导致的可能性

电站建设单位将成立专门的施工期环保管理部门，并设置专/兼职和专业人员，开

展施工期环境监理，负责和落实环保管理工作，检查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。

砂石料加工废水处理系统采用机械设备有一定的运行维护要求，因此存在由于运行管理不善而导致污废水事故排放的可能性。

c）后果估算

在下水库混凝土骨料加工系统废水未经处理直接排放至那尔轰河道的污染情况下，事故排放量按 1h 高峰期废水量计，约 100.0m^3/h。

1）预测因子

砂石加工系统废水中主要污染因子为 SS，因此预测因子为 SS。

2）预测工况

砂石加工系统废水处理前、处理后两种工况。

3）预测模式

采用河流完全稀释混合模式，公式如下：

$$c=\left(c_pQ_p+c_hQ_h\right)/\left(Q_p+Q_h\right) \quad (5.2\text{-}2)$$

式中：c—完全混合后的污染物浓度，mg/L；

c_p—废水污染物浓度，mg/L；

Q_p—废水排放量，m^3/s；

c_h—河水污染物浓度，mg/L；

Q_h—河水流量，m^3/s。

4）预测参数

根据下水库混凝土骨料加工系统的布置，系统冲洗废水在事故情况下可能排至下游的那尔轰河，下水库坝址处 95%来水条件下最枯月均流量为 0.09m^3/s，那尔轰河下水库坝址处枯水期 SS 浓度现状监测平均值为 11.3mg/L。下水库混凝土骨料加工系统废水产生量为 100.0m^3/h，废水中 SS 浓度为 15000mg/L 左右。根据废水回用标准要求，处理后的回用水中 SS 浓度取值为 100mg/L。

5）预测结果及评价

施工期下水库混凝土骨料加工系统废水事故排放预测结果见表 7.4-1。

表 7.4-1 施工期下水库混凝土骨料加工系统废水事故排放污染物浓度计算

事故排放工况	单位	未处理	处理后
那尔轰河 95%保证率最枯月均流量	m^3/s	0.088	
水体 SS 本底浓度	mg/L	11.3	
废水水量	m^3/s	0.028	
污染物 SS 浓度	mg/L	15000	100
混合时浓度	mg/L	3567.94	32.35

下水库混凝土骨料加工系统废水在未经处理的情况下事故排放造成水体中 SS 浓度较大幅度提高，对那尔轰河水质产生较大影响，废水经过处理后发生事故排放则对那尔轰河水质影响相对较小。因此，工程施工期必须对砂石加工系统废水进行处理并回用，工程施工中应当采取严格管理措施，配置应急事故水池、污水泵等设备，防止事故排放的发生。

d）风险评价

工程区针对各类污废水都设置了废水处理措施，从而有效地控制污废水排放，有利于减缓对周边水体的水质影响。

e）风险防范措施

1）为防范施工污废水事故排放，应加强施工管理，砂石料加工废水、混凝土生产系统废水、修配系统废水、洞室排水、生活污水等经处理后分别纳入相应的回用水池，并尽可能回用。一旦发生暴雨或污废水事故排放，应立即停止碎石加工等各施工生产，从源头上控制污废水的产生，待环保设施恢复正常后才可进行施工。污水处理系统运行管理人员应加强对处理系统的巡视和水质监控，及时发现问题，立即查清事故排放源，并启动应急预案。

2）砂石料加工废水含沙量高、水量大，处理后污泥产生量较大，因此，应对各废水处理设施产生的污泥做到及时清运处理，以保证良好的处理效果。

3）每套污废水处理设施设专人负责。根据各废水处理系统处理工艺、规模以及运行管理要求，分别配置操作人员。负责人主要担任该区块废水处理系统的巡视、人员调度、管理及运行状况记录等工作，操作人员主要担任机械设备的操作、清运污泥及

运载药剂等工作，使发生事故风险的概率降到最低。同时，加强环保设施的日常维护和保养，降低发生运行故障的风险。

7.4.5 地下厂房溢油风险评价

a）风险识别

工程运行期风险源主要是地下厂房内透平油泄漏、主变洞内的变压器等设备事故及检修期间产生的废弃变压器油和含油污水排放，一旦发生泄漏事故，可能会引起电站下水库的水质污染，甚至还可能在厂房内发生火灾。

b）源项分析

1）电站地下厂房布置有透平油罐室，按照存贮一台机组 110%用油量，同时满足一台机组检修时存油进行设计。

2）单台主变压器用油量约为 85t。

3）厂内渗漏排水在实际运行中可能会存在微量含油污水。

c）后果估算

1）本工程电站厂房位于地下，透平油罐室和油处理室设于地下厂房水轮机层。机组正常运行期时应无甩油、溢油现象，液压操作元件的少量漏油，经油系统管路流入漏油箱后循环使用。

2）根据国内已建成运行的 500kV 变电站主变压器的运行情况，除非设备年久失修老化，主变事故漏油发生概率极小。一旦发生事故，变压器油经事故排油管路全部排入公共事故油池，消防水经主变集油坑排入公共事故油池。事故油池的容量可满足最大事故油量要求，不会外溢。

3）厂内渗漏集水井设置在厂房最低处，设置有一级油水分离井，并设置含油污水处理装置，将含油污水进行油水分离后回用。

因此，正常运行时不存在机组透平油泄漏和含油污水排放。根据以往水电站运行管理情况，透平油系统和主变压器发生重大漏油事件和火灾的可能性很小，厂内渗漏水污染下游水质的可能性很小。

d）风险评价

1）透平油系统油罐室设有挡油坎，油处理室地面下设有透平油事故油池，火灾发

生时，可通过连接管路将透平油罐内的油排至事故油池，防止漏油溢出，避免事故扩大。地面采取防渗措施，透平油一旦外溢，不会渗入地下水系统。电站透平油系统不会造成显著影响。

2）当主变压器发生事故导致变压器油泄露时，将全部流入公共事故油池，对废油、含油废水和废渣交由有危废处置资质的单位进行妥善处置；主变压器检修时产生的废油交由有危废处置资质的单位进行妥善处置。主变压器底部周边范围、事故油池及专用集油管道均应按相关规范进行防腐、防渗、防漏处理。公共事故油池无对外排放口。因此，主变压器漏油不会造成显著影响。

3）厂内渗漏水经一级油水分离井收集，由含油污水处理装置处理后用于洒水绿化，不会造成显著影响。

e）风险防范措施

1）针对本工程主要风险源透平油系统存在的风险，透平油罐室及油处理室门口设置醒目的管理规定，应按照规定严格执行管控措施，预防事故发生。

2）透平油系统油罐室设有挡油坎，可避免漏油溢出。地面采取防渗措施，避免溢油渗入地下水系统。发生的事故漏油纳入事故油池，事故油池位于油处理室地面以下，透平油罐室内正常情况下有 2 座运行油罐和 2 座净油罐储油，单座容量均为 30m^3，共计 60m^3，考虑不小于 5%的空气容积，所以事故池有效容积约为 65m^3。排入事故油池的废油、废水、废渣等交由有危废处置资质的单位进行妥善处置。事故油池不得对外设置排放口。

3）本工程 6 台主变布置于地下厂房主变洞内，正常情况下无油污产生，仅当主变发生事故漏油时，会向公共事故油池内排油。产生的废油、含油废水和废渣交由有危废处置资质的单位进行妥善处置，不得外排。针对本工程主要风险源主变压器存在的风险，应建立报警系统，主变压器设专门摄像头，与监控设施联网，一旦发生主变事故漏油，监控人员便启动报警系统，实施既定环境风险应急预案。

根据《水电工程设计防火规范》（GB 50872-2014）中第 11.2.5 条的规定，主变压器消防灭火水量按 0.4 小时消防用水量确定，根据《水电工程设计防火规范》（GB 50872-2014）中第 7.0.11 条的规定：“公共事故油池容积按最大一台充油设备的全部

油量和灭火水量之和确定入的油量最大一台设备确定”，本电站设置 1 个公共事故油池，公共事故油池有效容积约为 300m^3，可满足设计规范的相关要求。同时在后续设计中，根据主变型式及油量复核事故油池有效容积，确保有效容积满足变压器油不外溢的要求。

4）渗漏集水井设置一级油水分离井，并设置含油污水处理装置，定期启动检验，含油量超标时及时进行处理。少量不能回收利用的含油废水和废渣等，交由有危废处置资质的单位进行妥善处置。含油污水不得直接排至电站下水库。

5）对于透平油系统和厂内渗漏排水系统产生的废油、少量不能回收利用的含油废水和废渣等，应在厂区内设置危废暂存间、专门贮存容器，暂存间设置围堰，地面进行防渗处理，设置专门的容器分类存放电站产生的危险废物，并按危险废物管理要求设置标识，危险废物交由有资质的单位进行处置。

f）环境风险应急预案

考虑到电站厂房事故漏油可能造成的后果，建立快速科学有效的漏油应急反应体系是非常必要的。漏油事故的应急防治主要落实于应急计划的实施，事故发生后，能否迅速有效的做出漏油应急反应，对于控制污染、减少污染对环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性作用。电站厂房事故漏油的应急反应体系包括以下几方面的内容：

1）建立健全的应急组织指挥系统，制定应急预案

制定运行期电站环境风险应急预案，成立应急小组，应急组织指挥系统职责明确。

2）指定专门的应急防护人员，加强应急处理训练

为了保证应急预案的落实，对有关应急人员进行培训和演习，检验反应速度，提高反应质量。根据应急预案，针对可能发生的环境事故定期进行演练，提高应急反应和处置能力，并根据演练的实际情况进行评审和修订，以保证应急预案的有效性。在演练中加强应急设备的检修和维护，以确保应急设备处于良好的备用状态。

3）加强设施的日常维护和管理，定期巡视，防止事故发生

运行期，加强透平油系统和厂内渗漏排水系统的日常维护和管理，由专责人员负责定期巡视，第一时间发现漏油，以便及时进行废油的收集和处理，防止废油流入水

体，把环境风险事故发生的概率降到最低。

4）人员教育和信息

一方面加强对电站工作人员的规章制度学习，严格按照安全技术规程操作，避免因人为操作不当造成漏油事故。另一方面进行一定应急知识的培训，根据计划定期进行应急演练。

7.4.6 危险废物暂存风险评价

a）风险识别

工程施工期产生的危险废物主要为机械修配厂内产生的废油和修配系统废水中油水分离后产生的污泥；工程运行期，电站机组检修每年一次，过程中将产生废油、废油渣及废油抹布等。

b）源项分析

施工期两个机械修配厂各设置 1 处危废暂存间;地下厂房内设危险废物暂存间 1 处，布置在油污水处理室旁，地面高程 419.6m，尺寸为 2.8m×6.7m。

c）风险评价

本工程在废油贮存过程中，由于人为不小心破坏、异常操作造成等原因泄漏，泄露后可能会污染土壤及地下水；存储场所选址不当、保存不当及违规动火等原因可能发生火灾。但只要按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）进行贮存和操作，其环境风险发生概率很小。

d）风险防范措施

1）危险废物暂存间采取控制及管理措施

（1）危险废物的盛装容器建议严格执行国家标准；

（2）贮存容器应具有耐腐蚀、耐压、密封和不与所贮存的废物发生反应等特性；

（3）贮存容器保证完好无损并具有明显标志；

（4）不相容的危险废物应分开存放，并设有隔离间隔断；

（5）设有专人专职对本工程产生的危险废物的收集、暂存和保管进行管理。采取上述控制与管理措施后，本工程项目危险废物的收集、暂存和保管能够符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）的要求；

（6）按照《危险废物转移管理办法》进行危险废物管理。

（7）根据具体情况选择密封类型、确定密封圈的材料。定期更换密封圈，特别是不好处理的狭窄地方和处理时要耽误很长时间的地方，必须利用检修时间周期性地更换密封件。

（8）加强巡检力度，做到有漏必除，绝不拖延。

（9）配备好应急材料：足够的破布或棉纱，大小油桶。

（10）在检修系统工作过程中，监视和控制设备操作，避免发生意外泄漏。

（11）尽可能切断泄漏源，封闭下水道、雨水口和一切危险废物可能泄漏的路径。

2）防渗设施

将施工期含油污水处置设施及危废暂存间、运行期含油废水处理设施及危废暂存间划分为重点污染防渗区、其他污水处理设施划分为一般污染防渗区，其他区域设为简单防渗区。

针对不同的防渗区域采用典型防渗措施如下，在具体设计中应根据实际情况在满足防渗标准的前提下作必要的调整。

（1）重点污染防治区重点污染防治区防渗层的防渗性能应等效于不小于 6m 厚渗透系数为 1.0×10^{-7}cm/s 的粘土层的防渗性能。

（2）一般污染防治区

一般污染防治区防渗层的防渗性能应等效于 1.5m 厚渗透系数为 1.0×10^{-7}cm/s 的粘土层的防渗性能。

（3）简单污染防治区

除重点污染防治区和一般污染防治区以外的其它建筑区，防渗性能应不大于 1.0×10^{-6}cm/s。

7.5 环境风险应急预案

整个工程施工期间涉及开挖爆破、加油区域、油料和火工材料运输、森林火灾、废污水事故排放等引起的事故风险，因此须制定一个统一的施工期应急预案体系，使施工期一旦发生风险事故，能够得到妥善的应急处理。本工程施工期制定突发环境事件应急预案，主要如下：

a）应急计划区

施工期风险应急计划区包括整个施工区，主要包括施工爆破区、加油区域、交通运输道路、施工区周边林区、废污水处理区等。应急事件包括火灾、爆炸、废污水事故排放等。

b）应急组织机构、人员

建立吉林省靖宇抽水蓄能电站施工期安全风险应急领导小组，由电站施工期管理机构的正职领导为小组组长，下设应急处置小组，包括爆破安全应急组、加油站安全应急组、交通运输安全组、废污水事故排放应急组、森林火灾应急组，每组都设有通讯、监测、警戒、安全保护处置、设备保障等人员和设施，当发生某种风险事故时，各处置小组可互相协助。

c）预案分级响应

事故分以下 4 个等级：特别重大（I 级）、重大（II 级）、较大（III 级）、一般（IV 级）。针对不同事故等级，实行分级响应。发生不同级别事故时启动相应应急预案，超出本级应急处置能力时，应急时请求上一级应急救援指挥机构启动上一级应急预案。值班应急小组成员接到紧急报警电话后立即赶赴操作间集合，小组组长接到应急报警电话立即向厂长通报；应急救援人员未到达前，现场工作人员应紧急停产等措施防止事故恶化。

d）应急救援保障

确保应急队伍，包括抢险、现场救护、交通管理、抢修、通讯、供应、输送等；配备应急设备、器材、物资等。

油类、爆破材料等危险品火灾和爆炸事故应急设备主要包括专用消防水池、消火栓、灭火器、防火堤、消防车、消防水收集系统、溢油控制应急设备和器材等。

e）报警、通讯联络方式

事故发现者应该根据事故险情的大小向不同级别的应急组织报警（各岗位应设有值班电话）。

f）应急环境监测、抢险、救援及控制措施

环境监测组负责人带领环境监测人员及应急查询资料到达现场，对事故原因、性

质进行初步分析、取样、送样、并做好样品快速检测工作，及时提供监测数据、污染物种类、性质、控制方法及防护、处理意见，并发布应急监测简报，对事故出现后周围的安全防护距离、应急人员进出现场的要求、群众的疏散范围和路线等提供科学依据，确保群众和救援人员的安全防护。

g）应急防护措施

危险源控制组和消防组对事故现场进行调查取证，对事故类型、发生时间、污染源、主要污染物、影响范围和程度等进行调查分析，形成初步意见，反馈现场指挥和应急领导机构。安全警戒组在事故区域设置警戒标识，禁止无关人员进入。各小组协作，由专业人员负责，及时控制危险源，切断其传播途径，控制防火、防爆区域，对污染源及时进行处置，防止污染扩散，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

h）事故应急救援关闭与恢复

整个应急处置和救援工作完成后，即事件现场得到控制，事件条件已经消除；污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内；事件所造成的危害已被彻底消除，无续发可能；事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要；采取了必要的防护措施已能保证公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。经现场指挥提议、领导小组批准，由现场指挥宣布解除应急状态，并发布有关信息。建设单位协同有关部门做好现场清洁与清理，消除危害因素。善后处理组针对事故对人体、动植物、土壤、水体、空气造成的现实危害和可能的危害，提供处置建议等相关技术支持，并对事故现场和周边环境进行跟踪监测，直至符合国家环境保护标准。做好事故调查处理。

i）应急培训计划

必须预先对计划中所涉及的人员、设备器材进行训练和保养，使参加应急行动的每一个人都能做到应知应会、熟练掌握。每年定期组织应急人员培训，使受培训人员能掌握使用和维护、保养各种应急设备和器材，并具有在指挥人员指导下完成应急反应的能力。定期进行一次应急演习，在模拟的事故状态下，检查应急机构，应急队伍，应急设备和器材，应急通讯等各方面的实战能力。通过演习，发现工作中薄弱环节，并修改、完善应急计划。

j）公众教育和信息

对可能发生事故的附近区域施工人员、周边居民进行宣传教育，并及时发布相关信息。

7.6 环境风险简单分析内容表

项目环境风险简单分析内容表见表 7.6-1。

表 7.6-1 项目环境风险简单分析内容表

建设项目名称	吉林省靖宇抽水蓄能电站
建设地点	吉林省白山市靖宇县
地理坐标	北纬 42.54928654°，东经 126.85535431°
主要危险物质及分布	废机油存放于危废暂存间；油品位于水轮机组、变压器及油品储存间；消防废水位于公共事故油池。
环境影响途径及危害后果（大气、地表水、地下水等）	施工期产生的废机油泄漏后遇明火发生火灾、爆炸污染大气环境；油品泄漏遇明火会发生火灾甚至爆炸；消防废水泄漏会渗入地下，导致地表水及地下水污染。
风险防范措施要求	定期维修设备，保证设备正常运行；制定应急预案等。

7.7 风险评价结论

本项目虽然存在环境风险的可能性，但建设单位只要按照风险防范要求进行操作，并认真执行评价所提出的各项综合风险防范措施后，可把事故发生的几率降至最低，另外采取有效的环境风险应急预案，将工程风险事故的环境影响控制在可接受范围内。

8 环境管理与监测计划

8.1 环境管理

按工程特点，本项目按施工期和运行期两个阶段进行管理。

8.1.1 环境管理体系

电站工程环境管理分为外部管理和内部管理两部分。

外部管理由地方环境保护行政主管部门实施，以国家和地方相关法律、法规为依据，确定建设项目环境保护工作需达到的相应标准与要求，负责工程各阶段环境保护工作不定期监督、检查。

内部管理分施工期和运行期两个阶段。施工期由建设单位负责，对工程施工期环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家和地方对建设项目环境保护的要求。施工期内部环境管理体系由建设单位、施工单位分级管理，分别成立专职环境管理机构。运行期由工程运行管理单位负责组织实施，对工程运行期的环境保护规划、保护措施进行优化、组织和实施。

8.1.2 环境管理职责

8.1.2.1 施工期

a）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“工程环境保护办公室”。

“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。

“工程环境保护办公室”为工程施工期“环境保护领导小组”的常设办事机构。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、规定和方法，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，不定期向上级环境保护行政主管部门汇报工作；

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；

8）检查督促环境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，作好档案资料的收集、整理等工作。

b）施工单位

施工期的废污水处理、声环境保护、大气环境保护、固体废物处理、生态环境保护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”，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。主要包括以下内容工作：

1）制定环境保护年度工作计划和编写环境保护工作月、季及年度工作报告；

2）检查所承担的环保设施的建设进度、质量、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。

8.1.2.2 运行期

工程建成运行后，设置“环境管理部门”，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：

a）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；

b）负责落实环保经费及环境监测工作的正常实施，做好环境信息统计；

c）协调处理运行期工程影响区出现的各项环境问题。

8.1.3 环境管理制度

a）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，并将检查结果上报工程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。

b）监测制度

环境监测是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。建议采用合同管理的方式，委托具备相应监测资质的单位，对工程施工区及周围的环境质量按环境监测计划要求进行定期监测。并对监测成果实行季度报、年报和定期编制环境质量报告书的制度。同时，应根据环境监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合国家标准和地方确定的功能区划要求。

c）“三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的污染防治设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。有关“三同时”项目必须按合同规定，经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

d）突发事故处理制度

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部门与地方环境保护行政主管部门，接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，

移交司法部门处理。并防止以后类似事故的发生。

e）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境保护办公室和环境监理部提交环境月、半年及年报，涉及环境保护各项内容的实施执行情况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境保护办公室报告施工区环境保护状况和监理工作进展，提交监理月、半年及年报。环境监测单位定期向工程建设环境保护办公室提交环境监测报告。

f）环境信息公开制度

根据《国家重点监控企业自行监测及信息公开办法（试行）》（环发[2013]81 号）相关要求。建设单位应当依法公开环境信息，自觉履行企业环境责任，主动接受公众的监督。通过媒体、互联网等方式依法公开工程建设相关环境信息，或者通过公布企业年度环境报告的形式向社会公开。

公开主要内容包括：①基础信息：企业名称、法人代表、所属行业、地理位置、生产周期、联系方式、委托监测机构名称等；②自行监测方案及监测结果；③污染源监测年度报告等。

8.1.4 污染物排放管理要求

本工程施工期、运行期产生的废污水处理后，均实现回用或综合利用，不排入河道。施工期环境空气污染源主要为粉尘，包括有组织和无组织排放；运行期管理区冬季取暖均采用电取暖，不使用煤炭，不产生大气污染物。因此，根据抽水蓄能电站项目生产工艺特点及排污特征，本工程污染物排放清单见表 8.1-1。

8.1.5 工程“三同时”管理要求

《环境保护法》第 41 条规定：“建设项目中防治污染的设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。防治污染的设施应当符合经批准的环境影响评价文件的要求，不得擅自拆除或者闲置”。因此，本工程施工期、运行期设计的生态环境保护措施应于电站主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，本工程“三同时”内容见表 8.1-2。

表 8.1-1　　本工程污染物排放清单

污染源		污染物产生量	主要污染物质及产生浓度	治理措施	执行标准	污染物排放量	总量指标	处理效率
水污染源	施工期							
	砂石加工系统	294.98 万 m^3	SS：20000mg/L～90000mg/L	高效旋流净化法	SS≤100mg/L	0	0	100%
	混凝土生产系统	22.86 万 m^3	SS：1500mg/L~2500mg/L、pH：9~12	絮凝沉淀法	SS≤100mg/L	0	0	100%
	机械修配系统	28.74 万 m^3	SS：500mg/L～2000mg/L、COD_{Cr}：25mg/L～200mg/L、石油类：10mg/L～30mg/L	成套油水分离器	BOD_5≤10mg/L 石油类≤5mg/L	0	0	100%
	地下系统开挖、混凝土养护	866.83 万 m^3	SS：1500mg/L～3000mg/L	高效旋流净化法	BOD_5≤10mg/L	0	0	100%
	基坑排水	10.68 万 m^3	SS：500mg/L～3000mg/L	沉淀法	BOD_5≤10mg/L	0	0	100%
	施工营地	61.34 万 m^3	BOD_5：150mg/L～300mg/L、CODcr：350mg/L～500mg/L、SS：200mg/L～300mg/L、总氮 20mg/L~85mg/L、总磷 3mg/L~8mg/L	一体化生活污水处理设备	BOD_5≤10mg/L	0	0	100%
	运行期							
	业主营地、厂房管理区	16.63m^3/d	BOD_5：150mg/L～300mg/L、CODcr：350mg/L～500mg/L、SS：200mg/L～300mg/L、总氮 20mg/L~85mg/L、总磷 3mg/L~8mg/L	施工营地利用施工期设置的污水处理设施，地下厂房内设一套 0.5m^3/h 的一体化生活污水处理设备	BOD_5≤10mg/L	0	0	100%

续表 8.1-1 **本工程污染物排放清单**

污染源				污染物产生量	主要污染物质及产生浓度	治理措施	排放方式	污染物排放量	总量指标	处理效率
环境空气污染源	施工期									
	砂石加工系统		上水库	粉尘：1.12kg/h	0.04kg/t	湿法作业、除尘设备、洒水	20m 排气筒	粉尘：0.0022kg/h	0	99.8%
			下水库	粉尘：7.89kg/h			20m 排气筒	粉尘：0.0158kg/h		
	混凝土生产系统	筒仓粉尘	上水库	粉尘：3.10kg/h	0.12kg/t-产品	除尘设备	15m 排气筒	粉尘：0.062kg/h		99.8%
			下水库	粉尘：10.70kg/h			15m 排气筒	粉尘：0.0214kg/h		
		搅拌粉尘	上水库	粉尘：3.36kg/h	0.13kg/t-产品	集尘装置，除尘器	无组织	粉尘：0.034kg/h		95%
			下水库	粉尘：11.59kg/h				粉尘：0.116kg/h		
	爆破废气		上水库	CO：39.17kg/d NOx：348.16kg/d	CO：3.6kg/t NOx：32kg/t	/	无组织	CO：39.17kg/d NOx：348.16kg/d		-
			下水库	CO：28.91kg/d NOx：256.96kg/d				CO：28.91kg/d NOx：256.96kg/d		-
	工程爆破与开挖		上水库	颗粒物：93.24kg/d	颗粒物：8.57kg/t 炸药	采用先进爆破技术、湿法作业、洒水降尘	无组织	颗粒物：18.65kg/d		80%
			下水库	颗粒物：68.62kg/d				颗粒物：13.76kg/d		
	施工作业面粉尘		钻孔粉尘	粉尘：2.5kg/h	0.5kg/（台·h）	喷雾降尘	无组织	粉尘：0.5kg/h		80%
			采装粉尘	粉尘：2.0kg/h	0.4kg/（台·h）	喷雾降尘	无组织	粉尘：0.4kg/h		80%
			堆场和暂存场粉尘	少量	-	洒水降尘	无组织	少量		-

续表 8.1-1（完）　　本工程污染物排放清单

污染源		产生量	主要污染物质及产生浓度	治理措施	排放方式	污染物排放量	总量指标	处理效率
环境空气污染源	交通运输	少量扬尘	-	封闭运输、洒水降尘、道路清扫、绿化	无组织	少量		80%
	运行期							
	食堂油烟	34.46kg/a	耗油系数为 8g/人·餐	油烟净化设施	烟囱	油烟：8.61kg/a	0	75%
固体废弃物污染源	施工期生活垃圾	7682t	一般固体废物	各施工营地设置垃圾桶，垃圾中转箱，定期清运		0	0	100%
	污水处理污泥	230.03t		定期外运无害化处置		0	0	100%
	施工期危险废物	4.6t	危险废物	危废收集桶 12 个、危废暂存间 3 处		0	0	100%
	运行期生活垃圾	50.74t/a	一般固体废物	设置垃圾桶、定期清运		0	0	100%
	运行期危险废物	60kg/a	危险废物	危废收集桶 2 个、危废暂存间 1 处		0	0	100%
噪声源	交通噪声	82～90dB（A）	噪声	设立减速禁鸣标志		达标排放	-	-
	砂石加工系统噪声	102dB（A）	噪声	隔声罩、消声器、隔振垫		达标排放	-	-
	混凝土生产系统噪声	99dB（A）	噪声	隔声罩、消声器		达标排放	-	-
	综合加工厂	80dB（A）	机械噪声	隔声罩、消声器		达标排放	-	-
	机械修配厂	80dB（A）	机械噪声	消声器、隔声罩、隔振垫		达标排放	-	-
	表土暂存场	83dB（A）	机械噪声	消声器、隔声罩		达标排放	-	-
	施工场地	83dB（A）	机械噪声	消声器、隔声罩、隔振垫		达标排放	-	-
	施工爆破	100～120dB（A）	噪声	先进的爆破技术、合理安排施工时间		达标排放	-	-

表 8.1-2　　本工程“三同时”内容一览表

项目	内容	主要环境保护措施	竣工验收清单
生态环境保护措施	陆生生态保护措施	（1）生态保护宣传：施工前印发生态保护手册、张贴国家重点保护植物宣传画、制定乡规民约等形式，加强对施工人员和当地群众的生态保护意识；也可运用媒体、墙报等多种宣传形式，教育施工人员和当地群众自觉保护，设置生态保护警示牌。 （2）严格按照施工设计占地，不增加新的占地，减小植被受影响面积。严禁施工人员和机械超出施工区域对工地周边的植被、植物物种造成破坏。 （3）进行表土剥离。在开挖过程中，保留被破坏植被区域的表层土壤，用于临时性占地植被恢复。 （4）施工结束后，应督促施工单位及时拆除临时建筑物，妥善处理建筑和生活垃圾，清理和平整场地，对裸露的地面必须及时采取人工辅助措施恢复植被覆盖。 （5）为确保各项环保措施落实到位，建立工程环境监理制度，环境监理负责检查和监督工程环境保护设计中有关生态保护和生态恢复的各项措施落实到位。 （6）国家重点保护野生植物移栽、补植等措施。	植被恢复记录、复耕记录。动植物保护满足环评报告及生态保护要求。
	水生生态保护措施	（1）电站初期蓄水期和运行期，确保下水库坝下河道下泄生态流量。 （2）施工生产废水和生活污水处理后回用或综合利用，严禁直接排入那尔轰河，以免造成水体污染。 （3）涉水施工时应尽量避免鱼类受到机械性损伤而死亡，减少涉水施工时间，最大限度降低对鱼类的干扰和惊吓，保证鱼类生境稳定安全。 （4）下水库进/出水口施工前采取围堰措施，施工中进行土石方开挖时需做好边坡防护工作，尽量减少泥沙排入下游水体，减少对区域内水生生物的影响程度，将工程施工对水生生物的影响降到最低，减少施工期对水生生物造成的损失。 （5）开展施工期水生生物监测工作，及时掌握水生生物变动状况，为保护水生生态环境提供科学依据。 （6）运行期下水库进/出水口设置拦鱼设施。 （7）采取鱼类增殖放流措施。 （8）开展栖息地保护措施。	拦鱼设施建设情况记录。水生生态保护措施满足环评报告要求。

续表 8.1-2　　本工程“三同时”内容一览表

项目	内容	主要环境保护措施	竣工验收清单
水环境保护措施		根据不同产污环节废污水主要污染物特征，对不同的污废水采取因地制宜、分别治理的方式，砂石料加工废水采用高效旋流净化法，混凝土生产系统废水设置沉淀池沉淀处理，机械修配含油废水设置成套油水分离器处理，交通洞、通风洞、#1 施工支洞处洞室排水采用高效旋流净化法处理，在上水库、下水库施工营地分别设置一体化生活污水处理设备。电站施工期和运行期废污水处理达标后综合利用，不外排。	废水处理记录、废污水处理系统设计资料、废污水回用记录
大气环境保护措施		（1）使用经吉林省污染物排放检验合格的运输车辆；施工现场的机械及运输车辆使用国家标准和吉林省要求的燃油；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、排放尾气超标的老、旧车辆，及时更新；按《汽车排污监管办法》和《汽车排放监测制度》要求，对运输车辆进行监督管理，定期和不定期对运输车辆排放的尾气进行监测，对未达标的车辆实施处罚措施并禁止其在施工区的使用。 （2）优先运用预裂爆破、光面爆破、缓冲爆破技术、深孔微差挤压爆破技术等，以控制粉尘浓度。另外，爆破粉尘可采取洒水降尘处理，可在爆破前向预爆体表面洒水湿润表面，在预爆区钻孔进行高压注水，配备洒水车，在开挖、爆破高度集中的区域进行洒水。 （3）在大坝、库盆、隧洞口、开关站等多粉尘作业面配备人员及设备，非冬季节、非雨日每日洒水降尘，加速粉尘沉降，减小粉尘影响时间与范围。 （4）砂石加工系统筛分车间应尽量选用湿法生产；破碎车间优先采用湿法破碎的低尘工艺，并且降低砂石原料转运落差；成品骨料、半成品骨料在移送过程中采用封闭式输送方式；混凝土生产系统内的拌和楼拌和作业、水泥、粉煤灰等粉状物的运输、装卸及进料过程中会产生一定量的粉尘。水泥、粉煤灰等粉状物采用封闭式输送及运输的方式，管道接口密封，运输容器密闭良好，避免在输送及运输过程中的粉尘污染。 （5）施工阶段对运输车辆行驶路面应经常洒水，在干燥大风情况下增加洒水频率，应同时在车辆出入口竖立减速标牌，限制行车速度不超过 30km/h，减少行车时产生大量扬尘。施工车辆途经敏感点附近的地方设置限速标志，防止车速过快产生扬尘污染环境，影响居民健康和正常生活。水泥、粉灰等颗粒较小的材料采用封闭运输，保证运输容器的良好密闭状态，有效减少运输过程中的粉尘产生，在运输时用毡布覆盖。	洒水车运行记录、公众投诉记录等。按照要求除尘、洒水，除尘设施满足除尘效果。

续表 8.1-2（完）　　本工程“三同时”内容一览表

项目	内容	主要环境保护措施	竣工验收清单
声环境保护措施		（1）选用低噪声机械设备，设备选型时，应选用高效率、低噪声系列设备；尽量缩短高噪声设备的使用时间，从根本上降低噪声源强；选用符合国家有关环保标准的施工车辆。 （2）优化施工布置，高噪声设备尽量远离居民点布置。 （3）在施工爆破过程中，优先采用先进的爆破技术，合理安排施工时间，工程爆破作业尽量安排在昼间进行. （4）在车流量高及人群密集处设置警示牌，限制车速，禁止鸣笛。在村庄等人口聚集地及其他敏感目标附近设置汽车禁鸣标志和限速标志牌。运输车辆在经过道路沿线的敏感点时，不得鸣笛；行驶速度不超过 30km/h。 （5）施工运输道路经过村屯时，在居民区前 50m 处设置限速标志，控制车速不得超过 30km/h，并禁止鸣笛；尽量避免在居民午休时间及夜间进行运输活动。	施工期间噪声防护记录、公众投诉记录
固废处置		生活垃圾应该集中定点堆放；放置垃圾分类收集桶，定期清运。	垃圾收集设备清单、垃圾处理记录
人群健康保护		（1）安排专人负责营地的卫生防疫工作； （2）随机选取施工高峰年人数 10%的进施工人员和管理人员进行卫生检疫和健康检查； （3）公共卫生设施应达到国家卫生标准和要求。	生活饮用水检测报告、体检记录
土壤环境保护		（1）施工期和运行期各类污废水，固体废弃物按照本报告书制定的水环境保护措施和固体废物处置措施进行处理和处置，避免污染工程周边土壤环境。 （2）对工程区内耕地、园地、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。 （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）加强运行期调蓄上库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土壤盐化现象，应采取排水排盐或降低地下水位的措施。	垃圾处理记录、施工机械维护记录
环境监测		施工期环境监测包括水质（地表水、地下水、废污水）、大气环境、声环境、生态（陆生、水生生态调查）、人群健康监测。	施工期环境检测报告
环境监理		环境监理机构的设置情况、人员进场情况、环境监理月报和年报的编制情况。	施工期环境监理报告

8.2 环境监理

电站工程施工期较长、环境影响涉及因素较多，工程施工期应实施环境监理制度，以便对各项环保措施的实施进度、质量及实施效果等进行监督控制，及时处理和解决可能出现的环境污染和生态破坏事件。环境监理主要依据《水电工程环境监理规范》（NB/T 35063-2015）实施。

8.2.1 监理原则

a）客观、公正原则：以事实为依据，以法律和有关合同为准绳，在维护建设单位的合法权益的同时不损害承建单位和公众的权益。

b）“三同时”和“及时性”原则：坚持环保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行的原则。结合电站主体工程施工进度及其带来的环境影响按设计要求及时采取减免措施，在环保设施的招标、施工及运行阶段监理及时参与。

c）协调性原则：环保措施进度计划的制定和检查落实，必须与主体施工进度协调。

8.2.2 监理职责

环境监理应遵循国家及当地政府关于环境保护的方针、政策、法令和法规，按照监理技术规范要求及环境监理的各项依据开展工作，其主要职责为：

a）受建设单位委托，全面负责监督、检查项目影响区的环境保护工作。

b）监督检查施工过程的环保措施的“三同时”，使防治环境污染和生态破坏的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

c）参加审查会议，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出环保方面的改进意见，以保证环保措施的落实和项目的顺利进行。并审查环保措施的技术和经济可行性。

d）协调建设单位和承包商的关系，处理合同中有关环保部分的违约事件。

e）与工程监理一起参加工程验收，对承包商施工过程及竣工后的现场就环境保护内容进行监督与检查。工程质量认可包括环境质量认可、单元工程验收。

f）对检查中发现的问题，以通知单的形式下发给承包商，要求限期处理。

g）环境监理工程师每月向业主提交一份监理月报告，半年提交一份进度评估报告及年度监理报告，并整理归档有关资料。

8.2.3 监理范围

本工程环境监理应包括工程建设区等所有可能造出环境污染和生态破坏的区域。根据本工程的建设特点，监理工作范围应包括上、下水库施工区。

8.2.4 监理机构设置

建设单位应当在建设项目开工建设前，通过招标方式或委托有资质的监理的单位完成相应的各种监理工作。环境监理必须由具有相应专业知识和工作经验的专业人员承担。

根据工程规模和施工规划，施工期环境监理部门拟设专职监理人员 3 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治理，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。

工作机构设置及工作程序见图 8.2-1。

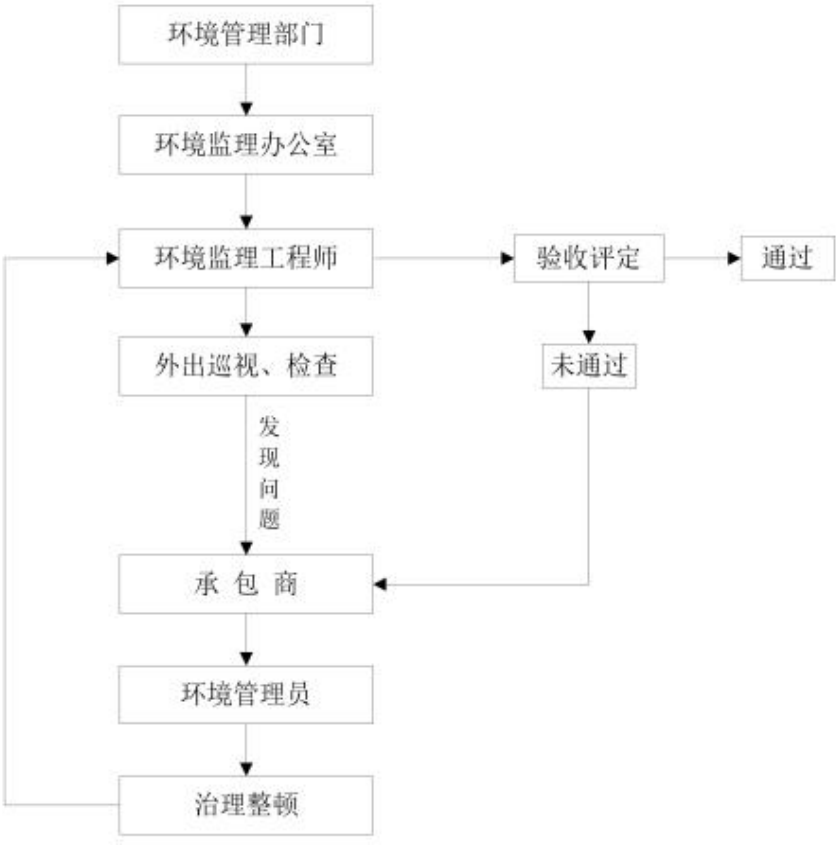


图 8.2-1 环境监理工作程序图

8.2.5 监理工作制度

a）工作记录制度

环境监理工程师每天根据工作情况作出工作记录（监理日志），重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，当时发生的主要环境问题，问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，以及监理工程师对问题的处理意见。

b）报告制度

监理部每月向工程建设环境保护管理办公室提交一份环境监理月报，概述该月的环境监理工作情况，说明施工区的环境状况，指出主要的环境问题，提出处理意见，检查与监督处理结果。每半年提交阶段性评估报告，对半年的环境监理工作进行总结。

c）函件来往制度

环境监理工程师与承包商双方需要办理的事宜都是通过函件进行传递或确认的。监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，都是通过下发问题通知单的形式，通知承包商需要采取的纠正或处理措施。

d）环境例会制度

环境监理不定期会同工程建设环境保护管理办公室、设计单位、承包商环境保护管理办公室召开环境例会。通过环境例会，承包商对本标的环境保护工作进行回顾总结，监理工程师对该月各标的环境保护工作进行全面评议，肯定工作中的成绩，提出存在的问题及整个要求。每次会议都要形成会议纪要。

8.2.6 监理工作内容

环境监理包括建设项目设计文件环保核查、施工期环境监理。

a）设计文件环保核查

设计文件环保核查是对建设项目的设计文件符合环境影响评价及其批准文件要求情况的检查。在项目开工建设前环境监理需完成设计文件环保核查并及时向项目建设单位提交设计文件环保核查报告；建设单位应当在建设项目开工建设时，向环境保护行政主管部门报告并提交环境监理机构关于建设项目设计文件环保核查报告。

b）施工期环境监理

施工期环境监理的工作范围包括施工区、场内公路及所有因工程建设可能造成环

境污染和生态破坏的区域。施工环境监理的主要职责为：

1）依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以经过审批的工程环境影响报告书、环境保护设计及施工合同中环境保护相关条款为依据，监督、检查承包商或环保措施实施单位对施工区环保措施的实施进度、质量及效果。

2）指导、检查、督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行。

3）根据实际情况，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出环境保护方面的改进意见，以保证方案满足环保要求。

4）审查承包商提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标。

5）加强现场的监控，重点监督检查生产废水、生活污水收集和处理系统的施工质量、运行情况。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

6）对承包商施工过程及施工结束后的现场，依据环境保护要求进行检查和质量评定。

环境监理主要内容及计划见表 8.2-1。

表 8.2-1 环境监理内容及计划一览表

阶段	监理环节		环保措施	监理内容
施工期	污水处理措施	生活污水	每个生活营地内设置生活污水处理系统，污水经处理后回用于洒水降尘、绿化	每个生活营地内设置生活污水处理系统，污水经处理后回用于洒水降尘、绿化，不外排
		修配系统废水	设置成套油水分离器，处理后水回用洒水降尘	设置成套油水分离器，处理后水回用于洒水降尘，不外排
		混凝土生产系统废水	在每处混凝土生产系统附近设置一座混凝沉淀池，必要时加絮凝剂，废水处理后排入回用水池并回用于系统自身	建设混凝沉淀池和回用水池，施工产生的混凝土生产系统废水经沉淀处理后回用于自身，不外排
		砂石加工废水	采用高效旋流净化法进行处理。处理后出水排入回用水池并回用于系统自身	采用高效旋流净化法处理后回用于自身，不外排
		洞室排水	采用高效旋流净化法处理后回用于施工或洒水降尘	采用高效旋流净化法处理后回用于施工或洒水降尘，不外排
		基坑排水	采用沉淀法处理，出水回用于洒水降尘等	采用沉淀法处理，出水回用于洒水降尘

续表 8.2-1（完） 环境监理内容及计划一览表

阶段	监理环节		环保措施	监理内容
施工期	废气	开挖爆破	采用先进爆破技术、湿法作业、洒水降尘。	采用湿法作业，配备洒水车，洒水降尘
		砂石及混凝土系统扬尘	砂石料采用湿法加工、除尘设备、洒水降尘等；混凝土生产系统采用全封闭形式，洒水降尘等；施工人员个人防护。	采用湿法破碎工艺，建设破碎闭路循环及混凝土系统配置除尘器
	废气	施工交通扬尘	封闭运输；保持车辆进出施工场地路面清洁，运输车辆应当在除泥、冲洗干净后，方可驶出施工工地；在无雨天每日对施工运输经过的环境敏感地段附近进行洒水，并及时清扫道路。	配备洒水车，洒水降尘；运输的材料要用挡板和蓬布封闭，保持车辆进出施工场地的路面和车辆清洁，控制车速
		土石方开挖	非雨日采取洒水措施（主要针对开挖弃料装载场地）以加速粉尘沉降。	配置洒水车及覆盖苫布
		燃油废气	及时更换老旧车辆，机械设备定时保养等	车辆新旧状况以及机械设备保养记录
	噪声	运输车辆	敏感地段设置减速禁鸣标志，尽量减少夜间运输和爆破	敏感路段限速禁鸣，设置指示牌
		施工机械	高噪声设备设置隔声罩	高噪声设备设置隔声罩
	固废	生活垃圾	各施工营地配备垃圾桶、垃圾中转箱，集中收集后纳入当地垃圾处理体系处理	各施工营地配备垃圾桶、垃圾中转箱，集中收集后纳入当地垃圾处理体系处理
		工程弃料	综合利用，进行坝后压坡或场地平整	及时清运，不乱堆乱弃
		废油、含油污泥	交由危废处理资质单位进行处理	禁止随意处理，由危废处理资质单位进行处理
	生态环境	其它临时占地	生态保护宣传教育，设置生态保护警示牌，施工结束后及时进行生态恢复等	生态保护宣传教育，设置生态保护警示牌，施工结束后及时进行生态恢复等

8.3 环境监测

8.3.1 监测目的

环境监测是获取工程建设及运行各阶段环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。通过对工程建设前后相关地区开展环境监测，为工程的环境保护提供基础资料，为类似工程的环境保护工作提供可靠的数据，并为环保措施的优化提供基础依据。

8.3.2 监测机构

由建设单位以委托或招标的方式选择具备相应资质的环境监测单位，承担本工程

的环境监测任务。

8.3.3 监测规划

8.3.3.1 水环境监测

a）施工期水环境监测

1）施工废污水监测

为掌握电站施工期处理设施的运行情况及处理效果，并为工程环境保护蓄水阶段及竣工验收提供基础资料，需进行施工废污水监测。施工废污水的监测技术要求见表8.3-1。

各监测项目的分析方法执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）、《污水监测技术规范》（HJ 91.1-2019）中的相关规定，其中悬浮物的分析方法执行《水质悬浮物的测定重量法》（GB 11901-1989）的规定。

表 8.3-1 施工废污水监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
上水库、下水库砂石加工废水水质	2 处砂石加工废水处理设施进、出水口，共 4 个点	悬浮物	系统生产期	每季度监测 1 次，每次监测 3 天
上水库、下水库混凝土生产系统废水水质	2 处混凝土生产系统废水处理设施进、出水口，共 4 个点	悬浮物、pH	系统生产期	同上
上水库、下水库修配系统废水水质	3 处修配系统废水处理设施进、出水口，共 6 个点	悬浮物、石油类、COD	施工期	同上
洞室排水水质	3 处洞室排水处理设施站进、出水口（#1 施工支洞、交通洞和通风洞），共 6 个点	悬浮物、pH	地下系统施工期	同上
基坑排水水质	5 处基坑排水（上水库大坝围堰，下水库一期、二期围堰，上、下水库进出水口），共 5 个点	悬浮物	施工期	同上
施工营地和施工期业主营地生活污水水质	4 处生活污水处理站进、出水口，共 8 个点	pH、BOD_5、COD、悬浮物、氨氮、总氮、总磷、粪大肠菌群、石油类、阴离子表面活性剂共 10 项	营地使用期	同上

2）地表水监测

为掌握工程施工对地表水的影响程度和影响范围，并为工程环境保护蓄水阶段及竣工验收提供基础资料，应对地表水水质进行监测。地表水监测技术要求见表 8.3-2。各监测项目的分析方法执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）、《地表水环境质量监测技术规范》（HJ 91.2-2022）中的相关规定，其中悬浮物的分析方法执行《水质悬浮物的测定重量法》（GB 11901-1989）的规定。

表 8.3-2 地表水监测技术要求

监测断面	监测项目	监测时段	监测频次
下水库坝址、下水库回水末端外延 1km、天合兴电站坝上、杨岔河回水末端外延 1km，共 4 个断面	水温、pH 值、溶解氧、高酸盐指数、化学需氧量(COD)、五日生化需氧量(BOD_5)、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群，共 24 项。	整个施工期和竣工验收前	每个季度监测 1 期，每期监测 3 天，每天采样 1 次；在施工高峰期可增加监测频次

3）地下水监测

为掌握工程施工对项目周边地下水的影响程度和影响范围，应对地下水水质进行监测。选取杨岔河村三组（关门岔屯）饮水井作为监控井，对工程建设引起的周边分散式饮用水源的覆盖层潜水水位情况进行监测。地下水监测技术要求见表 8.3-3。

表 8.3-3 地下水监测技术要求

监测点	监测项目	监测时段	监测频次
杨岔河村三组（关门岔屯）饮水井	水位	整个施工期和竣工验收前	每季度监测 1 次

4）生活饮用水监测

为掌握工程施工区生活饮用水源安全，应对饮用水水质进行监测。选取上水库、下水库那尔轰河取水净化出水口作为监测点，对工程施工区生活饮用水进行监测。按照《生活饮用水标准检验方法》（GB/T 5750-2023）规定的方法进行监测，评价标准为《生活饮用水卫生标准》（GB 5479-2022）。饮用水水质监测技术要求详见表 8.3-4。

表 8.3-4 饮用水水质监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
上、下水库施工营地和业主营地生活饮用水水质	3 个生活饮用水供水出水口，共 3 个点	色度、浑浊度、嗅和味、pH、铝、铁、锰、铜、锌、氯化物、硫酸盐、溶解性总固体、总硬度、高锰酸盐指数、氨、总大肠菌群、菌落总数、氟化物、硝酸盐、氰化物等 20 项。	整个施工期和竣工验收前	每年监测 1 次。

b）运行期水环境监测

为了解运行期上、下水库水质的变化情况，掌握工程抽水发电对上、下水库水质的影响，在运行期对上、下水库水质进行监测。各监测项目的分析方法执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）、《地表水环境质量监测技术规范》（HJ 91.2-2022）中的相关规定，监测要求见表 8.3-5。

表 8.3-5 运行期地表水监测技术要求

监测对象	监测断面	监测项目	监测时段	监测频次
上水库水质	上水库进/出水口附近	水温、pH 值、溶解氧、高酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD_5）、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、叶绿素 a、透明度，共 26 项。	电站正常运行期前 3 年	丰、枯水期各 1 期，每期监测 3 天，每天采样 1 次
下水库水质	下水库进/出水口附近			

8.3.3.2 大气环境监测

为掌握工程施工对区域环境空气质量的影响情况，验证环境影响预测结果，有必要进行大气环境监测。监测技术要求见表 8.3-7。

表 8.3-7 环境空气质量监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次	执行标准
环境质量	新胜村	TSP、PM_{10}、SO_2、NO_x、CO	整个施工期	每季度监测 1 次，确保施工高峰期 1 次，每次连续监测 7 天。	《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）
	上水库施工营地				
	下水库施工营地				
	业主营地				
污染源	上水库垫层料加工系统	TSP、SO_2、NO_x			《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）
	下水库混凝土骨料加工系统				
	上水库混凝土生产系统				

8.3.3.3 声环境监测

为掌握工程施工对工程区声环境质量的影响情况，验证环境影响预测结果，有必要进行声环境监测。监测技术要求见表 8.3-8。

表 8.3-8 声环境质量监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次	执行标准
枢纽区	上水库垫层料加工系统	等效连续 A 声级	整个施工期	每季度监测 1 期，每期监测 2 天，每天分昼、夜各监测 1 次	《声环境质量标准》（GB 3096-2008）
	下水库混凝土骨料加工系统				
	上水库混凝土生产系统				
生活区	上水库施工营地				《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）
	下水库施工营地				
	业主营地				

8.3.3.4 生态监测与调查

a）陆生生态监测

1）监测目的

通过对陆生野生动植物的监测，了解工程施工和建成运行对陆生生态的影响，掌握陆生生态修复及其它保护措施的实际效果，加强对生态的管理，使区域生态环境向良性或有利方向发展。

2）监测点位

共设 12 个监测样点（线）：上、下水库坝址各 1 个、上、下水库表土暂存场各一个、业主营地 1 个、生活营地 1 个、场内交通沿线 2 个、进场道路沿线 1 个、上水库坝后压坡体 1 个、下水库场地平整 1 个、地下厂房周围 1 个。

3）监测因子

区域植被类型与特征，不同类型植被的生长特征，报告书编制阶段调查范围内的植物多样性现状，包括区域植物种类、区系特征。国家重点保护植物的保护效果。

野生动物区系组成、种类和特点，种类的不同生境类型、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。

工程建设后评价区域的生态景观拼块类型、分区、面积等情况。

4）监测方法

（1）遥感监测

利用 ArcGIS Engine 技术和 Visual Basic 开发平台，以基础地理信息、生态专业数据和属性信息为基础建立数据库，依托 GIS 的空间分析性能进行监测成果的分析，得到生物丰度指数、植物盖度指数、景观多样性值和优势度值等，来判断植物和植被的变化。

（2）植物监测

①植被：调查区域内的植被类型及其优势种、建群种、植被覆盖率，应采用样地调查法对各生态系统分别调查 1~2 个样地，样方面积可按乔木群落 100m×100m、灌木群落 10m×10m、草本群落 1m×lm。主要在重点调查范围内采集样方。样方数量视群落面积大小而定，一般取 3~5 个样方。

②植物多样性：调查区域内的主要植物资源及其分布特点，国家重点保护野生植物等。

③土地利用现状：根据遥感卫星影像判读植被类型和土地利用类型，结合现场调查结果进行核实。

（3）动物监测

①两栖类和爬行类样方：采用抓捕法、陷阱法、访问法调查两栖类和爬行类动物种类、数量、分布特征等。

②小型兽类样方：采用夹日法、夹夜法、陷阱法调查小型兽类动物种类、数量、分布特征等。

③鸟类样方：采用样线和样点法、同时针对鸡形目鸟类采用社区访问法调查鸟类种类、数量、分布特征等。

5）监测时间与频次

开展全生命周期生态监测。施工期监测 1 期，蓄水后、竣工环保验收前以及电站建成运行第 3 年、10 年、20 年及退役前各进行 1 期陆生生态调查，共监测 7 期。

b）水生生态监测

1）监测目的

为及时了解本电站的建设对那尔轰河水生生物的影响程度，掌握鱼类种群的变化趋势，并检验水生保护措施的有效性，预警预报工程施工期、运行期出现的突发事件，科学指导鱼类资源保护工作，对鱼类资源和水生生态进行跟踪监测。

2）监测内容

（1）水生生态要素监测

对工程涉及河段及上水库、下水库浮游植物、浮游动物、水生维管束植物、底栖动物的种类组成、现存量（密度和生物量）与水文及流态的变化关系进行监测。

（2）鱼类种群动态及群落组成变化

对工程涉及河段及上水库、下水库鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化情况进行监测。

（3）鱼类“三场”监测

对工程涉及河段的鱼类“三场”的分布与规模变化、繁殖时间和繁殖种群的规模、环境条件及重点保护鱼类活动情况进行监测。

（4）鱼类早期资源

在施工期和运行期间，对鱼类早期资源的时空分布进行监测，建立苗汛监测与取水调度联动机制，避免苗汛高峰期取水，缓解卷载效应的影响，并通过早期资源的调查，掌握栖息地保护措施的有效性。

（5）增殖放流效果监测

在放流河段进行放流标记鱼类回捕，评价放流效果。回捕监测点位包括杨岔河、下水库、小营子村、天合兴电站库区。回捕时间为放流后的第二年开始进行，每年两次，春、秋各一次。评估鱼类种类组成、种群结构，并进行对比分析。根据监测结果进行专家评估后可适当调整放流对象及放流规模，并拟下一步鱼类增殖放流工作计划。

3）监测断面和范围

监测断面的设置在杨岔河、下水库库区、上水库库区、小营子村、天合兴电站库区、那尔轰河汇入白山水库前。监测范围为那尔轰河涉及河段及其支流杨岔河。

水生生态监测断面可以根据实际情况做适当调整，但是调查结果必须能够反映工程影响区内的鱼类资源现状及其变化趋势，并能够根据监测结果提出水生生物保护

措施的改进意见和建议。

4）监测时间与频次

开展全生命周期生态监测，自项目开工之日起，长期进行每年监测。包括整个施工期及运行期计划前五年，后续根据实测情况增加或减少频次。监测要涵盖鱼类繁殖期、育肥期和仔幼鱼庇护期。

5）调查监测方法

调查监测按照《内陆水域渔业自然资源调查手册》及《淡水渔业资源调查规范 河流》（SC/T 9429-2019）的方法进行。项目调查监测承担单位应及时将监测结果反馈到渔业管理部门，以便及时安排和调整保护工作。

6）资料整编及保存

原始监测资料及整编成果交委托部门存档。

7）监测机构

本项监测专业性较强，需委托有专业技术水平的单位承担。

8.3.4 监测方案实施

施工期环境监测工作于工程筹建期前期开始准备，进行监测外委工作，自工程开工后开始监测至工程施工期结束。运行期环境监测工作于工程竣工前开始准备，进行监测外委工作，自工程正式运行后开始监测，水库水质初步计划监测至电站正常运行后 3 年，届时可根据实际的监测结果，适当地增减监测项目或调整监测计划。

8.3.5 监测成果报送

施工期水质、环境空气、声环境、生态监测成果由监测单位整编后，报送工程建设单位、环境监理单位。运行期水质监测成果由监测单位整编后，报送工程建设单位。

8.4 环境保护验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）规定，吉林省靖宇抽水蓄能电站蓄水阶段及竣工验收前，需要对工程环境保护进行专项验收，编制环境保护验收调查报告。蓄水验收及竣工验收有关环保措施一览表见表 8.4-1、表 8.4-2。

表 8.4-1 吉林省靖宇抽水蓄能电站蓄水阶段环境保护验收一览表

环境要素	主要环境保护措施		验收规模	验收标准	实施者
水环境	砂石加工系统	采用高效旋流净化法处理，处理后回用于系统本身。	上水库、下水库施工区各 1 套	处理后的废水 SS≤100mg/L，回用于系统自身	砂石加工系统承包商
	混凝土生产系统废水	采用混凝沉淀法处理，处理后回用于系统本身。	上水库、下水库施工区各 1 套	处理后的废水 SS≤100mg/L，回用于系统自身	混凝土生产系统承包商
	修配系统废水	采用成套油水分离器处理，处理后回用于洒水降尘	上水库 1 套、下水库 2 套	处理后的废水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相应标准，回用于洒水降尘	机械修配系统承包商
	洞室排水	采用高效旋流净化法处理，处理后回用于施工或洒水降尘	交通洞、通风洞和#1 施工支洞洞口各设置 1 套	处理后的废水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相应标准	地下系统承包商
	基坑排水	采用沉淀法处理，出水用于洒水降尘等	上、下水库大坝施工围堰、下水库进/出水口各设置 1 套	处理后的废水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相应标准，回用于洒水降尘	随主体施工承包商招标
	施工生活区和业主营地生活污水	采用一体化处理系统处理，处理后用于洒水降尘、绿化	分别在各生活营地设置，共 4 套	处理后的废水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020），回用于洒水降尘、场区绿化等	业主、承包商
生态环境	陆生生态保护	生态保护宣传教育，设置生态保护警示牌，施工期严格控制施工作业范围，及时对使用结束的临时占地进行植被恢复，以及其他生态影响的避免、消减、补偿、生态修复措施	生态保护宣传教育，设置生态保护警示牌	降低工程建设对生态环境的不利影响	业主、承包商
	水生生态保护	生态保护宣传教育，施工减少泥沙排入下游水体，废污水回用不外排；生态流量保障措施	生态保护宣传教育、规范施工；配套生态流量在线监测系统	降低工程建设对生态环境的不利影响；满足生态流量泄放条件	业主、承包商

续表 8.4-1（完） 吉林省靖宇抽水蓄能电站蓄水阶段环境保护验收一览表

环境要素	主要环境保护措施		验收规模	验收标准	实施者
环境空气	施工工厂粉尘	砂石料采用湿法加工、除尘设备、洒水降尘等；混凝土生产系统采用全封闭形式，洒水降尘等；施工人员个人防护	砂石料加工系统、混凝土骨料加工系统等安装除尘设施	降低施工粉尘和道路扬尘对工程区环境空气质量、施工人员的影响，大气监测数据达标	承包商
	开挖爆破粉尘	采用先进爆破技术、湿法作业、洒水降尘			
	道路扬尘	封闭运输、洒水降尘、道路清扫、绿化			
	燃油废气	及时更换老旧车辆、机械车辆定时保养等			
声环境	选择低噪设备，合理安排施工时间，设立减速禁鸣标志，施工人员个人防护等		减速禁鸣标志，高噪声设备隔声罩	降低施工噪声和交通噪声对工程区声环境质量、施工人员的影响，声环境监测达标	业主、承包商
固体废物	工程弃料	综合利用，并采用水土保持工程措施和植物措施进行处理	场地平整完成后全部完成植被恢复	满足水土保持要求	承包商
	生活垃圾	垃圾桶内的垃圾聘用专职清洁人员集中收集至垃圾中转箱，定期收运至靖宇县生活垃圾填埋场处理，垃圾运输配备封闭式垃圾收集车。	垃圾桶 42 个，垃圾中转箱 4 个	妥善处理，对环境影响降至最低	业主、承包商
	移动式防渗厕所	专人负责定期通过吸粪车清运至附近的施工营地一体化生活污水处理设施统一处理。	移动式防渗厕所 30 个		承包商
	废油、含油污泥	交由有危废处置资质单位处理	危废收集桶 12 个、危废暂存间 3 处		承包商
人群健康	环境卫生防疫、健康检查、环境卫生管理等		已开展疾控防治	保护施工、管理人员人群健康	业主、承包商
环境监测	包括水质（地表水、地下水、废污水、饮用水）、环境空气、声环境、生态环境、土壤环境、人群健康		已开展环境监测	掌握工程施工阶段环境质量状况	委托或招标
环保监理	对施工期各项环保、水保措施的实施进度、质量及实施效果等进行监督检查		已开展环境监理	确保各项环保措施得到有效实施	委托或招标

表 8.4-2 吉林省靖宇抽水蓄能电站竣工环境保护验收一览表

环境要素	主要环境保护措施		验收规模	验收标准	实施者
水环境	业主营地、地下厂房生活污水	采用一体化设备处理，处理后用于洒水降尘、场区绿化	施工营地利用施工期设置的污水处理设施，地下厂房内设一套 0.5m³/h 的一体化生活污水处理设备	处理后的废水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920-2020）回用标准	业主、承包商
空气环境	业主营地食堂油烟	设置油烟净化设施	业主营地食堂设置油烟净化设施	油烟排放满足最高允许排放浓度限值	业主、承包商
生态环境	陆生生态保护	生态保护宣传教育，对临时占地完成植被恢复	暂存场、表土堆放场等临时占地完成植被恢复	降低工程建设对生态环境的不利影响	业主、承包商
	水生生态保护	生态保护宣传教育；定期增殖放流；生态流量保障措施；栖息地保护措施	每年放流 1.0 万尾洛氏鱒幼苗；配套生态流量在线监测系统；栖息地保护措施	满足放流数量；满足生态流量泄放条件；满足栖息地保护要求	业主、承包商、地方政府
固体废物	工程弃料	综合利用，运至坝后压坡或场地平整，并采用水土保持工程措施和植物措施进行处理	场地平整完成后全部完成植被恢复	满足水土保持要求	承包商
	生活垃圾	垃圾桶内的垃圾聘用专职清洁人员集中收集至垃圾中转箱，定期收运至靖宇县生活垃圾填埋场处理，垃圾运输配备封闭式垃圾收集车。	垃圾桶 4 个，垃圾中转箱 1 个	妥善处理，对环境影响降至最低	业主
环境监测	包括水质（地表水、地下水、废污水、饮用水）、环境空气、声环境、生态环境、土壤环境、人群健康		环境监测总结报告	掌握工程施工和运行阶段环境质量状况	委托或招标
环境监理	对各项环保、水保措施的实施进度、质量及实施效果等进行监督检查		环境监理总结报告	确保各项环保措施得到有效实施	委托或招标

注：竣工环境保护验收内容包括蓄水阶段环境保护验收内容，表 8.4-1 计列内容，此表简化未计列。

9　环境保护投资概算与环境影响经济损益分析

9.1　环境保护投资概算

9.1.1　编制原则

a）“谁污染、谁负责，谁开发、谁保护”原则。对于既保护环境又为主体工程服务，以及为减轻或消除因工程新建对环境造成的不利影响等，需采取的环境保护、环境监测和环境工程管理等措施，其所需的投资，应根据其项目的依附性质，列入工程环境保护投资。

b）“突出重点”原则。对项目影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护，在经费上予以优先考虑。

c）“功能恢复”原则。对于因工程新建对环境造成不利影响需采取的补偿措施；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模增加的投资，应由地方政府或有关部门、产权所有者自行承担。

d）“一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。

e）“一致性”原则。环境保护工程与主体工程同时设计、同时施工、同时运行。

9.1.2　编制依据

a）《水电工程设计概算编制规定（2013 年版）；

b）《水电工程费用构成及概（估）算费用标准（2013 年版）；

c）《水电设备安装工程概算定额》（2003 年版）；

d）《水电建筑工程概算定额（2007 年版）；

e）《水电工程施工机械台时费定额》（2004 年版）；

f）《水电工程投资估算编制规定》（NB/T 35034-2014）；

g）《水电工程环境保护专项投资编制细则》（NB/T 35033-2014）；

h)《水电工程建设征地移民安置补偿费用概(估)算编制规范》(NB/T 10877-2021)；

i）《水电工程勘察设计费计算标准》（NB/T 10968-2022）；

j）环保设备采用市场现行价；

k）环境保护措施设计资料，本阶段的设计工程量、设计图纸、施工方法、施工总进度等资料。

9.1.3 投资项目划分

根据《水电工程环境保护专项投资编制细则》（NB/T 35033-2014），水电工程环境保护总投资包括环境保护专项投资、水土保持工程专项投资以及具有环境保护功能和水土保持功能的工程投资。本章环境保护投资概算仅计算环境保护专项投资，水土保持工程专项投资纳入《吉林省靖宇抽水蓄能电站水土保持方案报告书》，本报告不再计列。

环境保护专项投资由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、独立费用、基本预备费四部分构成。

枢纽工程环境保护专项工程项目划分为：水环境保护工程、大气环境保护工程、声环境保护工程、固体废物处置工程、土壤环境保护工程、陆生生态保护工程、水生生态保护工程、人群健康保护措施、景观保护工程、环境监测（调查）等。

独立费用包括项目建设管理费、科研勘察设计费、其他税费。

9.1.4 基础资料

9.1.4.1　基础单价

a）人工预算单价

工程措施及临时措施人工预算单价与主体工程保持一致。

b）主要材料预算单价

工程措施材料与主体工程一致，主体工程中没有明确规定的，采用当地现行价格价。植物措施材料单价以工程所在地市场价格为准。

9.1.4.2　独立费用

a）项目建设管理费

1）环境管理费：按枢纽工程环境保护专项投资和建设征地移民安置环境保护专项投资合计的 3%计算；

2）环境监理费：按 120 万元/年计算；

3）咨询服务费：包括环境影响报告书、验收调查报告和环境影响后评价报告等编制费及咨询所需的费用；

4）项目技术经济评审费：按枢纽工程环境保护专项投资和建设征地移民安置环境保护专项投资合计的0.5%计算；

5）项目验收费：包括蓄水阶段环境保护验收和竣工环境保护验收等所需的费用，按枢纽工程环境保护专项投资和建设征地移民安置环境保护专项投资合计的0.9%计算。

b）科研勘察设计费

科研勘察设计费：按枢纽工程环境保护专项投资和建设征地移民安置环境保护专项投资合计的8%计算；

9.1.4.3　基本预备费

基本预备费按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和独立费用三部分投资合计的6%计算。

9.2　环境保护专项投资

本工程环境保护专项投资13628.50万元，其中枢纽工程环境保护专项投资9528.66万元，占环境保护专项投资比例的69.92%；建设征地移民安置环境保护专项投资21.10万元，占环境保护专项投资比例的0.15%；水土保持工程专项投资14138.42万元纳入《吉林省靖宇抽水蓄能电站水土保持方案报告书》，本报告不再计列。独立费用投资3307.31万元，占环境保护专项投资比例的24.27%；基本预备费771.42万元，占环境保护专项投资比例的5.66%。环境保护专项投资汇总详见表9.2-1。

表9.2-1　　环境保护专项投资汇总表

编号	工程或费用名称	投资（万元）	占环境保护专项投资比例（%）
I	枢纽工程环境保护专项投资	9528.66	69.92
II	建设征地移民安置环境保护专项投资	21.10	0.15
III	独立费用	3307.31	24.27
IV	基本预备费	771.42	5.66
V	环境保护专项投资（静态）	13628.50	100.00

9.2.1 枢纽工程

a）枢纽工程环境保护专项投资汇总

枢纽工程环境保护专项投资汇总见表 9.2-2。

表 9.2-2　　枢纽工程环境保护专项投资汇总表

编号	工程或费用名称	投资（万元）	占投资合计比例（%）
一	水环境保护工程	**4070.13**	**45.55**
1	砂石加工废水处理工程	1167.93	13.04
2	混凝土生产系统废水处理工程	149.52	1.86
3	修配系统废水工程	181.23	2.03
4	基坑排水处理工程	10.68	0.11
5	洞室废水处理工程	2035.70	22.36
6	生活污水处理工程	525.08	6.15
二	大气环境保护工程	**273.60**	**2.88**
三	声环境保护工程	**18.75**	**0.72**
四	固体废物处置工程	**339.55**	**3.74**
五	生态保护工程	**3486.61**	**36.67**
六	人群健康保护措施	**162.30**	**1.71**
七	环境风险防范工程	**25.00**	**0.26**
八	环境监测	**805.95**	**8.48**
1	水环境监测	441.31	4.64
2	环境空气质量监测	147.84	1.55
3	声环境质量监测	16.80	0.18
4	生态监测与调查	200.00	2.10
合　计		**9507.56**	**100.00**

b）枢纽工程环境保护专项投资计算

枢纽工程环境保护专项投资计算见表 9.2-3。

表 9.2-3　　枢纽工程环境保护专项投资计算表

编号	工程或费用名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）	备注
一	水环境保护工程				**4070.13**	
1	砂石加工废水处理				1167.93	
2	混凝土生产系统废水处理				149.52	
3	修配系统废水处理				181.23	
4	基坑排水处理				10.68	
5	洞室排水处理				2035.70	

续表 9.2-3　　枢纽工程环境保护专项投资计算表

编号	工程或费用名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）	备注
6	生活污水处理				525.08	
二	大气环境保护				273.60	
1	道路清扫	人·月	178	4000	71.20	2 人
2	洒水车	辆	3	200000	60.00	
3	洒水车运行费	人·月	178	8000	142.40	2 人，含车辆保养维修及人员工资
三	声环境保护				18.75	
1	限速牌	个	30	500	1.50	
2	个人防护用品	套	3450	50	17.25	
四	固体废物处置				339.55	
1	垃圾桶	个	42	300	1.26	
2	垃圾中转箱（8m^3）	个	4	80000	32.00	
3	危废收集桶	个	12	500	0.60	
4	危废暂存间	个	3	80000	24.00	
5	移动式防渗厕所	座	30	5000	15.00	
6	垃圾处理费	t	7682	300	230.45	包括运输和处理
7	危废处理费	年	7.5	50000	37.50	包括运输和处理
五	生态保护				3486.61	
1	植被恢复措施费	项	1		4836.57	计入水保投资
2	森林植被恢复费补偿	项	1		4393.02	计入建设征地与移民安置投资
3	生态保护宣传	年	7.5	20000	15.00	
4	宣传教育画册	册	5000	10	5.00	
5	生态保护警示牌	个	50	500	2.50	
6	国家重点保护野生植物保护				2774.11	
6.1	移植	株	32602	600	1956.12	
6.2	补植	株	63498	50	317.49	
6.3	野大豆采种扩繁	项	1	200000	20.00	
6.4	养护费用	项	96100	50	480.50	
7	补偿性增殖放流				150.00	
7.1	购买鱼苗				30.00	
	洛氏鱘	尾	60000	5	30.00	
7.2	放流效果监测评估	年	5	150000	75.00	放流第二年开展
7.3	科研费用	项	1	1500000	150.00	东北七鳃鳗人工繁育技术科学研究及放流
7.4	放流费用	年	5	200000	100	
8	生态流量泄放措施	项	1		64.00	计入主体工程
9	生态流量在线监测系统	套	1	250000	25.00	

续表 9.2-3　　枢纽工程环境保护专项投资计算表

编号	工程或费用名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）	备注
10	电拦鱼设施				150.00	
10.1	拦鱼电栅系统设备	套	2	438000	87.6	AFJ-DL01A
10.2	监测模块	套	31	3200	9.92	AFJ-M01
10.3	电极	根	31	5868	18.19	不锈钢φ38×2
10.4	母线	m	600	28	1.68	2×6M2
10.5	电极引导线	m	62	28	0.17	5×1.0M2
10.6	监测模块数据线	m	600	16	0.96	4×1.0M2
10.7	热镀锌钢丝绳卡	个	200	15	0.30	20
10.8	热镀锌钢丝绳	m	260	20	0.52	Φ20
10.9	热镀锌钢丝绳	项	1	5000	0.50	收紧器、绝缘胶带、电工胶带、线鼻、配电箱、绝缘子等
10.10	辅材	m	100	16	0.16	3×6M2 国标
10.11	土建	项	1	300000	30.00	
11	栖息地保护	套			140.00	
11.1	人工鱼巢	项	1	200000	20.00	5 年
11.2	管理维护	项	1	1200000	120.00	
六	人群健康				162.30	
1	进场前卫生检疫与建档	人	3450	200	69.00	
2	施工生活区消毒	年	7.5	20000	15.00	
3	环境卫生管理	年	7.5	20000	15.00	
4	环卫药品	项	7.5	20000	15.00	
5	人群健康监测	次·人	2415	200	48.30	
七	风险防范工程				25.00	
1	灭火器	个	100	500	5.00	
2	溢油控制应急设备和器材	套	10	20000	20.00	
八	环境监测				**805.95**	
1	水环境监测				441.31	
1.1	施工期水环境监测				395.26	
1.1.1	废污水监测	次·点·项	3692	320	118.14	
1.1.2	地表水监测	次·点·项	8640	320	276.48	
1.1.3	地下水监测	次·点·项	32	200	0.64	
1.2	运行期地表水监测		936	320	29.95	
1.3	饮用水环境监测	次·点·项	503	320	16.10	
2	环境空气质量监测	次·点·项	6720	220	147.84	
3	声环境质量监测	次·点·项	840	200	16.80	
4	生态监测与调查				200.00	

续表 9.2-3（完）　　枢纽工程环境保护专项投资计算表

编号	工程或费用名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）	备注
4.1	陆生生物调查	期	4	250000	100.00	运行期前 3 年
4.2	水生生物监测与调查	期	4	250000	100.00	运行期前 3 年

9.2.2　建设征地移民安置

a）建设征地移民安置环境保护专项投资汇总

建设征地移民安置环境保护专项投资汇总见表 9.2-4。

表 9.2-4　　建设征地移民安置环境保护专项投资汇总表　　单位：万元

序号	工程或费用名称	投资（万元）	占投资合计比例（%）	备注
一	水环境保护	12.60	59.72	
二	大气环境保护	6.00	28.44	
三	固体废物处置	0.80	3.79	
四	生态保护	0.70	3.32	
五	人群健康保护	1.00	4.74	
合　计		21.10	100.00	

b）建设征地移民安置环境保护专项投资计算

建设征地移民安置环境保护专项投资计算见表 9.2-5。

表 9.2-5　　建设征地移民安置环境保护专项投资计算表　　单位：万元

编号	工程或费用名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）	备注
I	**专项复建**				3.80	
一	水环境保护				2.20	
1.1	小型沉淀池	项	1	20000	2.00	
1.2	防渗厕所	座	1	2000	0.20	
二	大气环境保护				0.50	
1	施工期洒水降尘	项	1	5000	0.50	
三	固体废物处置				0.10	
1	垃圾桶	个	2	500	0.10	
四	生态保护				0.50	
1	生态宣传教育	项	1	5000	0.50	
五	人群健康保护				0.50	
1	施工人员卫生防疫与施工生活区消毒	项	1	5000	0.50	
II	**移民安置点**				17.30	
一	水环境保护				10.40	
1.1	小型沉淀池	项	2	50000	10.00	
1.2	防渗厕所	座	2	2000	0.40	

续表 9.2-5（完）　建设征地移民安置环境保护专项投资计算表　　单位：万元

编号	工程或费用名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）	备注
二	大气环境保护				5.50	
1	施工期洒水降尘	项	1	15000	1.50	
3	小型农用洒水车	辆	1	40000	4.00	
三	固体废物处置				0.70	
1	垃圾中转箱	个	1	5000	0.50	
2	垃圾桶	个	4	500	0.20	
四	生态保护				0.20	
1	生态宣传教育	项	1	2000	0.20	
五	人群健康保护				0.50	
1	施工人员卫生防疫与施工生活区消毒	项	1	5000	0.50	
共计					**21.10**	

9.2.3　独立费用

独立费用计算表见表 9.2-6。

表 9.2-6　　独立费用计算表

编号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
一	项目建设管理费				2545.02	
1	环境管理费	项	1	2858598	285.86	按环境保护专项投资直接费的 3%计算
2	环境监理费	年	7	1200000	840.00	按 120 万元/年计算
3	咨询服务费			12000000	1200	
3.1	环境影响报告书编制及咨询费	项	1	6000000	600	
3.2	蓄水阶段环保验收调查报告编制及咨询费	项	1	2000000	200	
3.3	竣工环保验收调查报告编制及咨询费	项	1	2000000	200	
3.4	环境影响后评价报告编制及咨询费	项	1	2000000	200	
4	项目技术经济评审费	项	1	476433	47.64	按环境保护专项投资直接费的 0.5%计算
5	项目验收费	项	2	857579	171.52	按环境保护专项投资直接费的 0.9%计算
二	科研勘察设计费				762.29	
1	环境保护工程勘察设计费	项	1	7622928	762.29	按环境保护专项投资直接费的 8%计算
合　计					3307.31	

9.3 环境影响经济损益分析

根据吉林省靖宇抽水蓄能电站环境影响评价和工程环境保护措施经济论证结果，对本工程建设的环境影响进行经济损益分析。分析计算中，考虑了本工程建设与生态效益、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展的条件，按照等效、替代原则计算环境效益；以减免不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需的费用计算环境损失。

9.3.1 环境效益分析

从保护工程建设区域生态环境、促进区域社会经济发展的角度，吉林省靖宇抽水蓄能电站建设的环境效益由经济效益、社会效益、水电清洁能源效益和生态效益构成。

9.3.1.1 经济效益

抽水蓄能机组的良好备用作用和动态响应特性，有利于消纳区外来电，将为吉林电网的稳定运行提供有力的安全保障。抽水蓄能电站运行灵活、启停快速，可为电网提供调频、调相和紧急事故备用容量、也是电网出色的频率调节和电压稳定电源。提高电网供电质量的同时，有利于电力系统的安全稳定运行。吉林省靖宇抽水蓄能电站主要承担吉林电网的调峰、填谷、储能、调频、调相及紧急事故备用等任务。电站建成后可缓解吉林省火电机组启停、压负荷调峰压力，还可以有效改善火电运行工况，优化系统电源结构，显著提高系统的整体经济性。电站建设周期长，投资大，可使靖宇县当地的劳动力资源得到大量利用，增加地方就业机会的同时，还将增加建筑材料、工程机械和日常生活用品等物资的需求，对工程所在地经济有较大的拉动作用，电站经济效益显著。

9.3.1.2 社会效益

随着吉林省靖宇抽水蓄能电站的建设，可部分解决吉林电网调峰问题，有利于吉林经济的良好发展，该部分效益难以货币化，暂不计列。

电站总工期 76 个月，期间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，将极大促进地方农业、餐饮业和其它服务业的发展，有利于地方农业产业结构调整和第三产业的快速发展，增加地方就业机会，工程建成后还会增加地方税收。工程本身形成的新的景观，为当地旅游业的发展提供新的契机。

9.3.1.3　水电清洁能源效益

吉林省靖宇抽水蓄能电站投产后，每年可减少系统火电标准煤耗 132.27 万 t，减少二氧化碳排放量约 346.54 万 t，减少二氧化硫排放量约 1.12 万 t，因此，电站的建设可在一定程度上防止非再生能源的消耗及其带来的环境污染，具有较大的清洁能源效益，符合可持续发展要求。

9.3.1.4　生态效益

工程生态保护措施及水土保持方案的实施将产生一定的生态效益，具体体现在保水效益上。

保水效益的实现体现在植物措施的实施上。首先，整地工程改变了微地形，减短了坡长，减小了坡度，最终使坡面汇流速度降低，水分有充足的时间入渗。其次，地表植物覆盖度的提高对降雨起到再分配的作用，即雨水从林草冠层向下运动的过程中将被重新分配，总的趋势是到达土壤表面的降雨有所减少，其中一部分被植物冠层和枯枝落叶层所截留，通过蒸发又可增加大气湿度，从而抑制林木蒸发和地表土壤的水分蒸发，使进入土壤的水分有充足的时间在土壤内进行重新再分配，进而增加土壤入渗。第三，除具有降水再分配的作用，植物措施还有改良土壤的作用。随着林草植被的生长发育，土壤的水热条件、理化性质和生物活动状况逐渐改善，肥力不断提高，土壤团粒数增加，进而持水能力和入渗能力增强，植被生长的环境条件也不断得到改善，形成了生态系统的良性循环。

因此，吉林省靖宇抽水蓄能电站的兴建，可在一定程度上减少化石能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

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环境影响损失大小的尺度，计算其损失值。在吉林省靖宇抽水蓄能电站建设所带来的各类损失中，可以货币化体现的主要为环境保护措施及补偿费用。

为减免、恢复或补偿吉林省靖宇抽水蓄能电站工程建设和运行所带来的不利环境影响，拟采取的环境保护措施主要包括：施工期污废水处理及回用、大气污染防治、噪声污染防治、固体废弃物处置；运行期水环境保护；生态保护和水土流失防治；人

群健康保护等。在进行技术经济分析及方案比选的基础上，提出了各项环保措施推荐方案及其费用估算，主要采用“恢复费用法”对所需费用进行计算。吉林省靖宇抽水蓄能电站环保专项投资合计为13628.50万元。

9.3.3 环境影响损益分析

采用费用-效果分析法进行环境影响经济损益分析。详见表9.3-1。

表9.3-1　　环保措施费用-效果分析表

环境要素	采取措施前的环境影响		环保措施		采取措施后的环境影响	
	影响分析	环境效果	措施内容	直接费用（万元）	效果分析	环境效果
水环境	施工期生产废水、生活污水对地表水产生影响	-2S	生产废水、生活污水经处理后回用或综合利用，不外排	4070.13	生产废水、生活污水对地表水质基本不产生影响	0
环境空气	大气污染物对环境及施工人员产生不利影响	-2S	现场除尘、洒水等	273.60	大气污染物对环境和现场施工人员的影响减小	-1S
声环境	噪声对施工人员及附近居民产生不利影响	-2S	树立限速牌、设置隔声屏障等	18.75	噪声对施工人员及附近居民的影响减小	-1S
生活垃圾	生活垃圾污染、水、土壤和大气，还可能传播疾病	-2S	生活垃圾收集清运至靖宇县生活垃圾填埋场处理	339.55	满足环境卫生要求，不产生污染	0
生态环境	建设征地和施工活动对保护动植物产生影响、河流水量影响	-2S	植被恢复、生态流量泄放	3486.61	减小对生态环境的影响	-1S
人群健康	施工区人口增多，增加疾病的传播机率	-1S	卫生检疫、环境卫生和食品卫生管理	162.30	减少对人群健康的不利影响，控制疾病流行	=S
环境风险防范	发生溢油、漏油等事故对环境及人员的影响	-1S	溢油控制应急设备和器材	25.00	减轻事故的蔓延	-1S
其它	不了解污染源总体排放情况，不能掌握突发性污染事件原因及污染程度，难以指导环境管理及环境保护工作	-2R	施工期环境监测、环境管理、环境监理	1931.81	随时掌握污染物排放情况，及时处理污染事件，保证施工区环境质量的良好状态	+2R

注：“-、＋、=”分别表示环境影响性质为：不利、有利、中性；
“S、R”分别表示影响类别为：不可逆、可逆；
“0、1、2、3”分别表示影响程度为：无影响、弱、中、强。

通过表9.3-1中环保措施采取前后的环境效果对比可看出，如不采取环保措施，各环境要素都将受到中等程度以上的不利影响，而环保措施的实施，可以最大限度地减免工程兴建对环境的不利影响，其费用产生的环境效果明显，可避免因环境损失而造成的潜在经济损失。因此，本工程的环境保护费用在经济上具有合理性和可行性。

总之，电站建设将产生相当的经济效益、社会效益和环境效益，而电站建设对环境带来的不利影响，可以通过环境保护措施的实施，即通过投入相当数量的资金用于实施环境工程措施、环境监测、水土流失防治等而得到减免。

因此，从环境经济损益分析角度，本工程的建设是合理可行的。

10 结论

10.1 工程概况

吉林省靖宇抽水蓄能电站位于吉林省白山市靖宇县境内，距白山市 80km，距长春市直线距离 184km。工程任务主要是承担吉林电网调峰、填谷、储能、调频、调相及紧急事故备用等任务。电站装机容量 1800MW，单机容量 300MW，为一等大（1）型工程。电站工程建筑物主要有上水库、下水库、输水系统、地下厂房及地面开关站等组成。

上水库位于那尔轰河右侧最高峰五斤顶子东北侧新开河谷沟首，通过开挖筑坝成库，集水面积为 1.88km^2，上水库采用混凝土面板堆石坝，坝顶长 870.00m，最大坝高 104.00m，正常蓄水位 883.00m，死水位 836.00m，总库容 1618 万 m^3，调节库容 1426 万 m^3，死库容 127 万 m^3，工作水深 47m。上水库不设泄洪放空设施，洪水全部蓄存于库内。

下水库位于那尔轰河景山镇三脚窝石村下游 1.3km，坝址以上流域面积为 234.4km^2；下水库采用碾压混凝土重力坝，坝顶长 480.00m，最大坝高 40.00m，正常蓄水位为 513.00m，死水位 500.00m，总库容 2467 万 m^3，调节库容 1882 万 m^3，死库容 348 万 m^3，工作水深 13m。

输水系统布置在那尔轰河三脚窝石村和五斤顶子山之间的山体内，总长 3491.14m，其中引水系统长 1793.15m，尾水系统长 1697.99m，距高比为 9.5。枢纽共布置三套独立的输水系统，每套输水系统由引水系统和尾水系统两部分组成，引水、尾水系统均采用一洞两机的布置形式。

地下厂房采用中部布置方式，距上水库进/出水口闸门井水平距离 1165m。厂区建筑物主要由地下厂房、主变洞、母线洞、交通洞、通风洞、尾闸洞、出线平洞、排风平洞、排风竖井、排水廊道和地面 GIS 开关站等建筑物组成。

正常运行时，上水库水位在 836.00m～883.00m 之间变化，下水库水位在 500.00m～513.00m 之间变化，当用电需求少时，利用余电将下水库的水通过输水管道抽到上水库，将电力转化为势能蓄存；在用电高峰期，将上水库的水下放，利用上下水库之间

的落差，冲击水轮机，带动机组发电。

施工总布置分为上水库施工区、下水库施工区 2 个区域，设置 2 套砂石加工系统、3 套混凝土生产系统、4 个暂存场、2 个施工营地、1 个业主营地，并设置了机械修配厂及汽车保养站、钢筋及木材加工厂、钢管加工厂、金属结构拼装厂等施工辅助企业。场内新建公路 30.43km（其中永久公路 14.77km，临时道路 15.66km）。工程施工高峰人数 2900 人，工程建设总工期为 76 个月。

10.2 工程分析结论

吉林省靖宇抽水蓄能电站是《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035）》确定的“十四五”重点实施项目之一，为《吉林省抽水蓄能中长期发展规划 2024-2028 年项目布局优化调整报告》中已纳入中长期规划调增项目之一。工程建设不涉及生态保护红线及永久基本农田，符合那尔轰河流域规划及规划环评、吉林省“三区三线”划定方案及“三线一单”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。工程在设计过程中对枢纽布置格局、正常蓄水位选择、施工总布置等进行了方案比选和优化，最终选择的方案均是环境影响相对较小的方案，体现了工程设计中的环保设计理念，环境是可行的、合理的。

工程建设的环境影响主要集中在施工期，主要影响包括：施工期生产废水、生活污水、废气、生活垃圾、噪声对环境的影响；建设征地对地表植被、陆生动物等生态环境的影响以及工程开挖与土石方堆放造成水土流失影响等。

抽水蓄能电站运行过程是在电网用电高峰期，将水从上水库放至下水库，利用水的势能发电；在电网用电低谷时，电站吸收电网的电能，将水从下水库抽至上水库备用。电站的运行生产属清洁生产，运行期基本不排放污染物，对环境影响较小。运行期对环境的影响主要包括：管理人员生活污水、生活垃圾对环境的影响，以及初期蓄水和运行期补水可能对下水库库区水文情势会产生影响。

10.3 主要环境影响及对策措施

10.3.1 水文情势

a）生态流量

本工程上水库库盆为开挖形成，沟口筑坝成库，集水面积 1.88km^2，无明显地表径流，无经常性地表径流，主要为天然降水形成的暴雨径流，运行期天然径流不入上水库，不作为电站施工期、初期蓄水和永久补水水源，经库周排水设施汇流至下游沟道，因此，上水库不需考虑下泄生态流量。

下水库坝址 4 月～9 月按坝址处多年平均流量的 30%下泄生态基流需求，10 月～翌年 3 月按坝址处多年平均流量的 10%下泄生态基流需求，即 4 月～9 月、10 月～翌年 3 月需分别下泄 0.771m^3/s、0.257m^3/s 的生态流量；当天然来水量小于规定下泄的最小生态流量时，电站下泄生态流量按坝址处天然实际来流量下放。

b）对下游水文情势的影响分析

1）施工期

施工期上水库不取水，施工取水来自下水库，在下水库坝右岸下水库进/出水口上游侧设集水井，集水井设计底板高程为 492.0m，集水井容量 800m^3，井内配备 2 台潜水泵进行取水，施工高峰年取水量为 177.53 万 m^3。只需考虑取水对下水库坝址及下游水文情势的影响。

施工期在各保证率下，下水库下泄流量占天然来水流量的比值波动较小，变化趋势不显著，对下水库坝址以下河段水文情势影响较小。对那尔轰河而言，施工期的取水流量取施工高峰年相应月份对应值。在不同保证率的来水条件下那尔轰河取水处可利用水总量均可满足施工期用水需求，除 95%来水保证率的 1、2、5、9、12 月无法满足生态流量，来水全部下泄，其余月份均能满足坝址下游的生态需水。在施工期各月下泄水量占来水量的比值除 95%来水保证率的 8 月份为 82.14%外，其余月份均大于 90%，从整个施工周期看，施工期取水对下水库坝址下游的水文情势影响较小。

2）蓄水期

根据优化后的初期蓄水计划，本工程初期蓄水期 30 个月，所需水量完全来自于下水库所在那尔轰河，在满足下水库坝址下游生态流量的前提下进行蓄水，当天然来水量不能满足最小生态流量要求时，来水量全部下泄至下游河道，用于保证下游河道生态系统的稳定，施工用水、蒸发渗漏损失水量由水库已蓄水量进行补充。经计算在 50%、75%保证率条件下，下水库坝址断面月均下泄量占天然来流量的比值分别为 86.06%～

102.38%、81.00%～225.47%，且水库渗漏损失水量最终将回归于河道，可减轻对下水库坝址下游水文情势的影响。

3）运行期

抽水蓄能电站的运行对上、下水库的水位将会产生一定的影响，电站抽水时，上水库水位抬高、水域面积增大，相应的下水库水位下降、水域面积减少，发电时则相反。上水库运行水位在 836.0m～883.0m 之间变化，水深变化 47m；下水库运行水位在 513.0m～500.0m 之间变化，水深变化 13m。此外抽水蓄能电站运行对库区水流流向会产生一定的影响，但主要集中在进/出水口附近水域。由于上水库、下水库日内完成一次或多次水量更新交换，因此库区水面面积、水量、水位、水深、水面宽日内变化较大，含沙量沉积可能性较小。

运行期，水库蓄水需满足生态需水、水库蒸发渗漏和工作区生活用水需求，在 50%来水保证率下，月均径流量减少幅度为 2.03～9.83%，年均径流量减少幅度为 5.11%；75%来水保证率下，月均径流量减少幅度为 4.87～11.83%，年均径流量减少幅度为 6.50%；95%来水保证率下，月均径流量减少幅度为 0～12.54%，年均径流量减少幅度为 8.19%。水库正常运行时，动态保持上、下库死水位以上的总水量等于调节库容，多余水量按先泄流底孔后泄流表孔的次序尽快泄放；95%来水保证率下，当天然来水量不能满足生态流量要求时，全部下泄，蒸发渗漏和生活用水所需水量由水损备用库容（101 万 m^3）补充。运行期间坝下的径流过程与天然节律基本保持一致，且下水库渗漏水量最终回归到坝址下游河道，因此总体来看运行期整体对坝下河道水文情势影响较小。

本工程下水库设置 101 万 m^3 的水损备用库容，50%、75%、95%来水条件下由水损备用库容最大补充水量分别为 46.23 万 m^3、40.00 万 m^3 和 92.53 万 m^3，完全满足工程运行所需水量。

本电站运行时，除运行过程中的蒸发渗漏损失及少量生活用水外，基本不消耗水资源；结合电站运行方式，抽水时坝址下泄流量减少，其他时段维持在固定的流量，与坝址处天然来水流量过程趋势基本一致，减少了对下游水文情势的影响。电站运行期在满足坝下生态流量和其他用水的前提下，充分利用下水库的水损备用库容进行补

水，工程建成后对下游河道的水文情势产生的影响较小。

10.3.2 水环境

10.3.2.1 环境现状

a）地表水

本工程所在那尔轰河流域无常规地表水环境监测断面。本工程地表水监测断面共设 4 个，分别为 W1（下水库坝址）、W2（那尔轰河自回水末端上延 1km 处）、W3（那尔轰河入白山水库前）、W4（杨岔河自回水末端上延 1km 处）。根据工程区域地表水环境现状监测结果，枯水期 W2 断面（那尔轰河回水末端外延）COD_{cr}、氨氮存在超标，最大超标倍数分别为 1.02、1.11，其余断面各指标均能满足II类水域水质标准要求；平水期各断面指标均满足II类水域水质标准要求；丰水期 W2 断面（那尔轰河回水末端外延）总磷、高锰酸盐指数存在超标，最大超标倍数分别为 1.07、1.15，W3 断面（那尔轰河入白山水库前）COD_{cr}、BOD_5 存在超标，最大超标倍数分别为 1.02、1.09，其余断面各指标均能满足II类水域水质标准要求。分析超标原因为 W2、W3 断面周边分布有农村居民点，存在生活污水散排情况，且流域内次生林生长茂密，存在采伐剩余物以及自然凋零的林木枯叶，受天然降水、风力吹动、地表径流的冲刷和淋溶作用被带入河中，造成河流水体中的有机物及氮、磷等元素浓度升高。

b）地下水

根据吉林省和鑫检测技术咨询有限公司于 2023 年 5 月 9 日开展的区域内地下水环境质量监测结果，各监测点水质均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准的要求。

10.3.2.2 环境影响

a）地表水

工程施工期施工用水将产生一定的废污水，主要包括：砂石料加工废水、混凝土生产系统废水、机械修配系统废水、洞室废水、施工和管理人员的生活污水。施工废污水拟处理后回用或综合利用，对地表水水质基本不产生影响。运行期少量的生活污水、厂房机组检修和地面冲洗废水经处理后回用或综合利用，不会对地表水质造成影响。

电站运行本身不产生悬浮物，在电站抽水和发电运行时，进/出水口的流态为辐射状，水流分布基本均匀，对库底没有冲刷影响，不会造成库区水体浑浊。水体在上、下水库间循环往复，水体水质具有相同的变化趋势。靖宇抽水蓄能电站运行后，库区污染源未发生改变，上、下水库间水体交换频繁，水力停留时间较短，有效改善库区静水状态，从而有利于有机物的降解，增大污染物降解速度，因此运行期上、下库区水质总体将较好，不会产生水质恶化的趋势。

b）地下水

本工程废污水经处理后回用，不会对地下水水质产生不利影响。在上水库库盆采取全防渗情况下，地下水位变化均不会造成库周浸没和渗漏问题。由于本工程所在区域在自然状态下地下水位埋深都较大，大气降水是其主要的补给途径，工程施工以及运行期间开挖虽然会在一定范围内降低或提高地下水位，但对表层土壤中的孔隙水潜水面的影响较小，即不致影响地表土壤中的水分，因此不会对该区域的生态环境造成影响。

10.3.2.3 对策措施

a）地表水

工程施工废污水处理后用于施工、绿化或洒水降尘等，其中砂石加工废水、混凝土生产系统废水分别经高效旋流净化法、混凝沉淀法处理后，回用于系统自身；洞室排水经沉淀法处理后回用于施工或洒水降尘；修配系统废水、基坑排水经成套油水分离器、沉淀法处理后用于洒水降尘，各生活区营地生活污水经一体化生活污水处理设备处理后用于洒水降尘和绿化等。运行期生活污水处理后用于营地内洒水降尘和绿化等。

b）地下水

积极优化施工方案及措施，尽量降低地下洞室开挖对地下水位影响。严格管理施工期和运行期的污水收集、处理、回用系统，不外排。

10.3.3 生态环境

10.3.3.1 环境现状

a）陆生生态现状

项目评价区森林生态系统为主要生态系统类型，面积为1730.33hm^2，占评价区总面积的87.96%；其次是农田生态系统，面积为169.75hm^2，占评价区总面积8.63%；城镇生态系统面积为40.70hm^2，占评价区总面积2.07%；灌丛、草地、湿地和其他生态系统类型面积较小，总占比为1.34%。

项目评价区共有野生维管束植物88科304属470种，包括蕨类植物12科19属22种；种子植物76科285属448种。评价区野生维管束植物占全国维管束植物总科数的27.16%、总属数8.29%、总种数的1.32%。

评价区内共有陆生脊椎动物21目50科109种，其中两栖动物1目4科6种；爬行动物1目3科7种；鸟类14目32科78种；哺乳动物5目11科18种。

评价区内共有国家一级保护野生动物1种，为梅花鹿（*Cervus nippon*）；国家二级保护野生动物17种，其中包括鸟类11种、哺乳类6种；吉林省级保护野生动物61种，其中包括爬行类5种、两栖类3种、鸟类47种、哺乳类6种。

b）水生生态现状

1）浮游植物

调查河段浮游植物经鉴定共计6门30属49种，其中硅藻门12属29种，绿藻门9属10种，甲藻门1属1种，蓝藻门5属6种，裸藻门2属2种，隐藻门1属1种。

2）浮游动物

调查河段浮游动物经鉴定共计4类19属26种，其中轮虫10属16种、枝角类2属2种、原生动物7属8种、桡足类3属3种。

3）底栖动物

调查河段底栖动物经鉴定共计4门6纲13目31科50种，其中线形动物门1目1科1种、环节动物门3目3科4种、软体动物门1目2科4种、节肢动物门8目25科41种。

4）水生维管束植物

现场调查发现下水库所在河流沿岸以泥土和砂砾石为主，水生植被种类组成较单一，但分布范围较广泛。近岸区有芦苇、艾蒿、菹草等植物。

5）鱼类

根据现场调查结果、历史资料记载及对当地渔民访谈得知，调查区域共有鱼类 7 目 10 科 28 种，其中七鳃鳗目有 1 科 1 种，占总种数的 3.57%；鲤形目有 2 科 19 种，占总种数的 67.86%；鲇形目 2 科 3 种，占比 10.71%；鲑形目 1 科 1 种，占比 3.57%；鲈形目 2 科 2 种，占总种数的 7.17%；鳕形目 1 科 1 种，占比 3.57%；鲉形目 1 科 1 种，占比 3.57%。

调查河段现场调查中发现国家重点保护水生野生动物二级保护动物 1 种，即东北七鳃鳗；吉林省省级保护鱼类 1 种，即东北七鳃鳗。

6）鱼类“三场”

工程区河段未发现比较集中且大规模的的产卵场、索饵场、越冬场。

c）环境敏感区

本工程建设征地范围不占用吉林省生态保护红线、永久基本农田、国家公园、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区、基本草原、自然公园、重要湿地，不涉及重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；涉及天然林 193.86hm^2；涉及县级文物 1 处，为新开河木场战斗址；项目区所在靖宇县属于长白山国家级水土流失重点预防区及长白山生物多样性保护优先区域。

10.3.3.2 环境影响

a）陆生生态

工程建设后，评价区内土地利用格局发生变化，主要表现为工程建设占用的乔木林地面积（1699.46hm^2）和旱地面积（163.29hm^2）减少，上水库、下水库区建成后，评价区的水域面积增加 274.01hm^2，坝址区域、业主营地、道路等永久构筑物等将使得水工建筑面积增加 147.70hm^2，其它各拼块类型因工程占用面积有所减少。临时工区占地类型主要为林地和旱地，分别为 73.56hm^2 和 9.11hm^2，临时占地区在工程建设完成后会进行采取植被恢复等水土保持措施，将恢复该区域植被类型或改种本土植被。

工程建设造成评价范围生态系统生物量减少，工程建成后林地、耕地和水域面积减少，工程永久占地损失生物量减少 42549.18t，占评价区总生物量的 12.70%，恢复稳定性受一定影响。

工程区不存在古树名木，但征地范围内分布有一定数量的国家保护植物，主要为

黄檗、水曲柳、紫椴、红松、野大豆和软枣猕猴桃，根据国家保护植物物种的要求，对于保护树种采取异地移植措施。工程涉及的植物种类在工程区域周围都有广泛分布，因此，工程建设不会对评价范围内植物种群数量及物种多样性造成明显影响。

工程建设对兽类、鸟类两栖动物、爬行动物的影响很小。评价区内动物资源较为丰富，工程建设占地将涉及部分珍稀保护动物。工程建设将破坏该区域部分动物的栖息环境，但由于动物的活动性较大，适应能力强，且周围有较广的适生环境，将会自动迁移至周围地区，不会对其生存带来灭绝性影响。为尽量减小对珍稀保护动物的影响，需对施工人员进行野生动物保护教育，提高环保意识，严禁在施工期间捕杀猎物。

运行期电站上、下水库蓄水将增加该地区的水域面积，会为鸟类提供了休息觅食的场所，可增加本地区鸟类的种类和数量；对兽类基本没有不利影响，甚至有利于它们的繁殖生存；对两栖爬行类有利，可增加它们的种群数量。

b）水生生态

施工过程中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，悬浮颗粒的增加，造成水质的浑浊，水体透明度下降，对浮游植物的光合作用产生不利的影响，进而抑制浮游植物的细胞分裂和生长，降低浮游植物的生物量和库区的初级生产力，水体溶解氧进一步降低。运行期水库蓄水对水文情势产生的影响有限，浮游植物有效生存空间基本不变，其密度及生物量变化相对有限，工程运行不会对该河段浮游生物造成新的显著影响。

电站运行后，水中产生的悬浮物颗粒逐渐沉降，水体透明度提高，光照条件进一步改善，有利于浮游植物物的生长和繁殖。随着浮游植物的增加，以浮游植物为食的浮游动物将相应增加，其变化趋势与浮游植物相似。

工程建设中拦断河床修建水库占用部分底质的影响是永久性的，而导流及局部冲刷、废水排放等产生的影响集中在施工期阶段，具有暂时性的特点，随着工程建设的完成，这部分影响将逐渐消失，形成利于底栖动物正常生存的新生境。

工程下水库坝址处及坝下河段两岸边坡覆盖度较高，两岸边坡分布有乔木、灌木，河叉、河心滩分布有乔木柳树及湿生植物，施工区外这类植物受施工影响较小，工程建设结束后沿岸植被恢复较快。

工程施工时，鱼类有趋避性，会离开该区域，躲避不利因素，因此施工期鱼类种群分布会有局部改变，但群落结构基本不会发生较大改变。那尔轰河符合鱼类产卵条件的水域有多处，可避开施工影响区域寻找繁殖场所，工程施工结束其影响随之消失。

c）环境敏感区

本工程不涉及生态保护红线；不占用吉林松花江三湖国家级自然保护区、吉林省松花江三湖保护区，对环境敏感区无直接影响。工程距离保护区较远，施工过程中产生的噪声、扬尘、废气、污水等污染物也不会对保护区造成影响。且工程蓄水期和运行期均按要求下泄生态流量，保障下游所需生态水量。因此，本工程建设不会影响保护区的结构和功能。

10.3.3.3 对策措施

a）陆生生态

本工程优先从优化工程布置和施工方案出发采取避让措施，并加强宣传教育活动，树立生态绿色施工理念，尽量减少工程扰动范围和面积，减缓工程建设对区域生态环境的影响，同时防止外来入侵种的扩散，加强植物检疫。施工结束后，对临时占用的林地、耕地及草地区应进行场地清理、土地整治后采取复垦或者抚育的方式恢复生境。严格落实重点保护植物移植措施方案。

工程施工期，各类动物随着工程的进度会自动迁移至周围适生环境，对各种动物的影响不大。导致各类动物濒危主要因素是人为的捕杀，为了减少对其影响，需对施工人员进行珍稀保护动物的教育，提高环保意识，杜绝施工期的捕杀行为，保证其顺利迁移。施工人员和施工机械进场前，加强环境保护宣传教育，严令禁止到非施工区域活动，非施工区严禁烟火、严禁施工人员非法猎捕野生动物。针对重点保护动物的措施主要严格控制征地范围，及时对临时占地进行恢复，对永久占地进行绿化；选用低噪音设备，禁止正午和晨昏进行高噪声活动，做好施工爆破方式、数量、时间的计划，减少爆破对重点保护动物的影响。

b）水生生态

施工期，为避免粉尘飘落、工程弃料对水环境和水生生物的影响，应制定合理的洒水降尘计划，坝后压坡体周围应该设置较为完善的挡渣墙、截水沟和排水沟，最大

限度降低对水质污染和水生生物栖息环境的影响；妥善处理废污水和生活垃圾，避免污染附近水体；水下施工时应尽量避免鱼类收到机械性损伤而死亡，减少水下施工时间，最大限度降低对鱼类的干扰和惊吓，保证鱼类生境稳定安全。

从蓄水期开始，连续 6 年在杨岔河上游及那尔轰河下游小营子村附近位置进行鱼类增殖放流措施。运行期加强宣传，避免人为干扰生态环境；利用生态流量泄放管下泄河道内生态流量；下水库进/出水口设置拦鱼措施，解决其引水过程中鱼类通过卷吸效应卷入引水管的问题；开展鱼类栖息地保护等措施。

10.3.4 环境空气

10.3.4.1 环境现状

根据环境空气监测成果，评价范围内 4 个监测点位各监测指标均分别能满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）一级、二级标准的要求。可见工程区域环境空气质量总体良好。

10.3.4.2 环境影响

施工机械、运输车辆废气对工程区的空气环境质量影响较小。工程开挖、爆破粉尘主要影响对象是现场施工人员，可采取洒水措施降低现场粉尘。砂石加工、混凝土生产系统周边 1km 范围内没有居民点，且有地形阻挡，系统生产粉尘主要对现场是施工人员产生影响，采取湿法工艺，安装除尘设备，并辅以洒水降尘，以降低现场粉尘。

10.3.4.3 对策措施

砂石加工系统、混凝土生产系统安装除尘设备；运输水泥、粉煤灰等材料时采取储罐、密封运输方式，运送渣土采取遮盖运输；及时清扫道路，非冬季节无雨日对施工现场和道路洒水降尘。

10.3.5 声环境

10.3.5.1 环境现状

根据声环境监测成果，各监测点位的昼、夜间等效声级均可满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 1 类标准，工程区域声环境质量较好。

10.3.5.2 环境影响

工程对区域声环境的影响主要集中在施工期，施工噪声源主要包括各类施工机械、

交通噪声、爆破噪声等。爆破噪声为瞬时发生，具有瞬时性、突发性，对周围区域的环境会产生瞬时、短暂的影响。根据施工场地布置，较大的噪声源主要分布在砂石加工系统、混凝土生产系统、坝基、施工主干道等地方。

10.3.5.3 对策措施

选用低噪声机械设备，加强施工设备的维护和保养，对振动大的机械设备使用减振基座或减振垫。优化施工布置，高噪声设备尽量远离居民点布置。在保证施工进度的前提下，合理安排施工时间。在村庄附近设置减速禁鸣标志。

10.3.6 固体废物

a）施工期

本工程固体废物主要是施工生活垃圾、建筑垃圾和生产垃圾等，不及时处理将会对周围环境及作业人员造成不利影响。

生活垃圾集中收集后委托环卫部门定期清运至靖宇县二期生活垃圾填埋场进行处理。对建筑垃圾进行分类收集和存放，做到木料、混凝土、砖瓦、废旧钢铁、其他生活垃圾等分开堆放。其中木料及废旧钢铁等可以回收利用，其它的建筑垃圾根据所处位置分别则运至附近的坝后压坡体综合利用。废机油、修配系统废水处理设施产生的废油、废油漆桶等属于危险废物，需设置危废贮存设施，建立危险废物收集、贮存、运输等管理制度，委托有危废处理资质的单位进行处置。

综上所述，本工程施工期产生的固体废物均得到有效处置，对环境影响较小。

b）运行期

工程运行期间固体废物主要为生活垃圾和机组检修含油废水分离出的废油。

生活垃圾收集后委托环卫部门定期清运。电站机组检修含油废水分离出的废油为危险废物，委托有资质的单位进行处置。

建设项目固废经上述处理措施处理后对周围环境基本无影响。

10.3.7 土壤环境

10.3.7.1 环境现状

根据土壤环境监测成果，监测点位按照地类不同分别满足《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）中第二类用地筛选值标准、

《土壤环境质量　农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中的风险筛选值，项目所在地的土壤环境质量良好。

10.3.7.2　环境影响

工程施工期各类废污水处理后回用，生活垃圾外运处置，危险废物交由有资质单位进行处置，在采取上述措施后，施工期各类污染物对工程区土壤环境污染影响很小。施工期施工作业产生的表土扰动、堆放等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利影响。

工程运行期土壤环境影响主要为盐化与酸碱化影响，经预测本项目建成后水库周围土壤不会发生盐化现象，本工程不向土壤环境排放酸碱废水，库周土壤中地下水水位变化不大，基本不会影响土壤表层的酸碱度，因此本工程施工期及运行期做好废污水处理情况下，不会对土壤酸碱程度产生影响。

10.3.7.3　对策措施

施工期和运行期各类废污水，固体废弃物按照本报告书制定的水环境保护措施和固体废物处置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。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。加强运行期上库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土壤盐化现象，应采取排水排盐或降低地下水位的措施。

10.3.8　人群健康

施工期因环境卫生、人群密度等方面的变化可能对施工人员人群健康产生影响。施工生活区应定期进行虫媒灭杀等环境卫生防疫工作，对进入施工区的施工人员和管理人员进行卫生检疫和定期健康检查，加强食品卫生和环境卫生的管理工作。

10.3.9　移民安置

本工程建设征地范围规划水平年（2026 年）搬迁安置人口 121 户 404 人，采取集中安置与分散安置相结合的方案，其中集中安置 63 户 238 人，分散安置 58 户 166 人。集中安置点选定为景山村安置点，位于景山镇政府南侧，现状交通、供水、供电、通讯条件良好。安置点建设规模较小，施工期较短，施工期废水经小型沉淀池处理后回

用于生产，生活污水依托施工人员租住住地设施处理，对环境的影响较小；运行期生活污水及生活垃圾均利用安置点新建污水处理系统及垃圾桶收集处理，对环境影响较小。

本工程涉及专业项目复建包括二级公路（国道 G222）7.15km，四级公路（乡道 Y021）0.96km，机耕路 3.261km，汽车便道 681.794m，66kV 线路 8.5km，10kV 线路 8.77km 及电信广播电视线路等。专业项目复建工程环境影响主要是施工过程中对水土流失、生态环境、环境空气、声环境、地表水环境的影响，施工结束后这些影响也将随之消失。

10.3.10 环境风险

电站建设和运行过程中可能产生的环境风险包括炸药和燃油风险、水质污染风险、中间油罐漏油风险等。针对各环境风险，工程从设计、运行、管理等方面，提出了相应的环境风险防范措施，制定突发环境事件应急预案。针对火灾风险采取加强管理及宣传教育，制定和执行严格的爆破规程，爆破时采取有效隔离措施等；针对施工期水质污染风险，制定应急处理预案，设置事故池，一旦发生事故，立即停止生产，废水暂时排入事故池内，待检修完毕恢复正常处理后，方可继续生产。

10.4 环境管理与监测计划

环境监测计划包括施工期地表水、施工废污水的水质监测、环境空气监测、声环境监测、生态调查和运行期的地表水质监测、生态调查等。

电站工程外部管理由地方环境保护行政主管部门实施，负责工程各阶段环境保护工作不定期监督、检查。内部环境管理施工期由建设单位负责，建设单位和施工单位分级管理，并实施环境监理制度。运行期由工程运行管理单位负责组织实施，对工程运行期的环境保护规划、保护措施进行优化、组织和实施。

10.5 公众参与

2023 年 10 月 13 日，建设单位在靖宇县人民政府门户网站首次公开了本项目环境影响评价信息。2024 年 3 月 25 日，在征求意见稿编制完成后，建设单位在靖宇县人民政府门户网站上进行第二次公示，公示了本项目环境影响评价的主要内容和结论，并提供了报告书征求意见稿的电子版；同时在《长白山日报》上公示了本项目环境影

响评价的相关情况，在建设项目所在地公众易于知悉的场所也张贴了公告。

公示过程符合《环境影响评价公众参与办法》中的相关要求，根据建设单位反馈，征求意见稿公示期间，未收到公众填写提交的公众意见调查表，也未收到公众针对本项目环境影响提出的相关意见或建议。

10.6 环保投资与环境影响经济损益分析

本工程静态投资 983211 万元，环境保护专项投资 13628.50 万元，其中枢纽工程环境保护专项投资 9528.66 万元，占环境保护专项投资比例的 69.92%；建设征地移民安置环境保护专项投资 21.10 万元，占环境保护专项投资比例的 0.15%；水土保持工程专项投资 14138.42 万元纳入《吉林省靖宇抽水蓄能电站水土保持方案报告书》，本报告不再计列。独立费用投资 3307.31 万元，占环境保护专项投资比例的 24.27%；基本预备费 771.42 万元，占环境保护专项投资比例的 5.66%。电站的建设将产生相当的经济效益、社会效益、清洁能源效益、生态效益等环境效益，而电站建设对环境带来的不利影响，可以通过环境保护措施的实施，即通过投入相当数量的资金用于实施环境工程措施、环境监测等而得到减免。

10.7 综合评价结论

吉林省靖宇抽水蓄能电站是“十四五”重点实施的能源项目，是提高吉林省乃至东北电网调峰能力的重要组成部分。项目选址、规模、任务等符合《靖宇县那尔轰河流域综合规划》、《靖宇县那尔轰河流域综合规划环境影响报告书》及其审查意见，工程建设符合国家法律法规、产业政策，与相关规划协调一致，具有明显的社会效益、经济效益和环境效益。

本工程占地不涉及自然保护区、森林公园、地质公园、湿地公园、饮用水源保护区等环境敏感区，不涉及生态保护红线，符合吉林省及白山市“三线一单”的管控要求。

工程建设期和运行期将会对区域环境产生一定的不利影响，在落实本报告书提出的各项环保措施后，可以最大程度地减免不利影响。因此，在落实环评报告书提出的各项环保措施后，本工程建设在环境上是可行的。

10.8 建议

为减少项目建设对环境的不利影响，促进项目建设和当地环境保护协调发展，提出以下建议：

a）建设单位在项目建设期要切实落实环境保护管理机构职能，保证机构的正常运转，加强对区域生态环境的保护管理，杜绝破坏生态环境事件的发生。

b）建设单位在后续项目实际建设中，要最大限度节省用地、优化施工方案，全力做好项目附近生态环境保护工作。

c）建议结合工程实际进度及时开展环保措施技施设计工作，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，确保各项环保措施的实施；建设期应尽早委托相关单位开展施工期环境监测和环境监理工作。

d）建议按照《环境影响评价法》、《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》相关要求，本项目运行满 5 年，应按要求开展环境影响后评价工作。