

新疆高昌抽水蓄能电站

环境影响报告书

建设单位：吐鲁番清源抽水蓄能电站有限公司

评价单位：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

二〇二五年十月
(版权所有 翻印必究)

新疆高昌抽水蓄能电站

环境影响报告书

建设单位：吐鲁番清源抽水蓄能电站有限公司

评价单位：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司



打印编号: 1761874994000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	wax14j		
建设项目名称	新疆高昌抽水蓄能电站		
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)	吐鲁番清源抽水蓄能电站有限公司		
统一社会信用代码	91650402MABJJAU90		
法定代表人 (签章)	杨鑫平		
主要负责人 (签字)	杨鑫平		
直接负责的主管人员 (签字)	杨鑫平		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司		
统一社会信用代码	91610000623755629P		
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
牛乐	11356143507610170	BH012662	牛乐
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
刘睿	土壤和地下水环境影响预测与对策措施、环境保护投资及结论	BH017362	刘睿
刘茂森	环境管理与监测计划	BH062112	刘茂森
王琪	工程分析、水文情势与地表水环境现状调查、影响预测与对策措施、大气环境现状调查、影响预测与对策措施、声环境现状调查、影响预测与对策措施	BH017389	王琪

米海存	总则、工程概况	BH034277	米海存
李平	环境现状调查与评价、环境风险评价	BH076879	李平
燕炳成	生态环境现状调查、影响预测与对策 措施、制图	BH078524	燕炳成

目 录

概 述.....	I
一、项目背景	I
二、项目概况及特点	II
三、环境影响评价的工作过程	IV
四、法律法规符合性分析	V
五、主要环境问题及环境影响	V
六、环境影响评价的主要结论	VII
七、致谢	VII
1 总则.....	1
1.1 任务由来	1
1.2 评价目的	1
1.3 评价原则	2
1.4 评价依据	3
1.5 评价标准	7
1.6 评价等级	14
1.7 评价范围	21
1.8 评价水平年	22
1.9 环境影响因素识别及评价因子筛选	23
1.10 环境保护目标	25
1.11 评价重点	27
1.12 环境影响评价工作过程及程序	28
2 工程概况.....	29
2.1 规划概况	29
2.2 流域概况及开发情况	32
2.3 工程建设必要性	35
2.4 工程开发任务	41
2.5 地理位置	41

2.6 工程规模及特性	42
2.7 工程项目组成	46
2.8 枢纽工程	48
2.9 施工组织设计	56
2.10 运行方式	104
2.11 建设征地与移民安置	108
2.12 工程投资	110
3 工程分析	112
3.1 与相关政策符合性分析	112
3.2 与相关规划、规定的一致性、符合性及协调性分析	115
3.3 工程方案环境合理性分析	127
3.4 施工期影响源分析	136
3.5 运行期影响源分析	146
3.6 建设征地及移民安置环境影响源分析	149
3.7 工程分析结论	149
4 环境现状调查与评价	151
4.1 自然环境	151
4.2 陆生生态环境	165
4.3 水生生态环境	205
4.4 环境质量现状及评价	223
4.5 主要环境问题	239
5 环境影响预测与评价	240
5.1 水文情势影响预测	240
5.2 地表水环境影响评价	251
5.3 地下水环境影响评价	253
5.4 陆生生态环境影响评价	256
5.5 水生生态环境影响评价	269
5.6 环境空气影响评价	277

5.7 声环境影响评价	281
5.8 固体废弃物影响评价	282
5.9 土壤环境影响评价	283
5.10 移民安置影响评价	286
6 环境风险评价	287
6.1 评价目的	289
6.2 风险源和环境敏感目标调查	289
6.3 环境风险评价等级和评价范围	291
6.4 环境风险预测及评价	292
6.5 环境风险防范措施	295
6.6 风险事故应急预案	299
6.7 地质灾害防范措施及应急预案	302
6.8 环境风险评价结论与建议	303
7 环境保护措施及其可行性论证	304
7.1 环境保护措施设计原则	304
7.2 环境保护措施总体布置	304
7.3 水环境保护措施	305
7.4 陆生生态保护措施	341
7.5 水生生态保护措施	349
7.6 大气环境保护措施	341
7.7 声环境保护措施	352
7.8 固废处理措施	354
7.9 景观修复及提升工程	356
7.10 土壤环境保护措施	358
7.11 人群健康	358
7.12 环保措施实施的保障措施和技术经济分析	359
7.13 环保措施实施进度安排	361
8 环境管理与监测计划	363

8.1 环境管理计划.....	363
8.2 环境监理	368
8.3 环境监测计划	371
8.4 竣工环境保护验收计划	380
8.5 环境影响后评价	384
9 环境保护投资与经济效益分析	386
9.1 环境保护投资概算	386
9.2 环境影响经济效益分析	415
10 评价结论及建议	417
10.1 工程分析结论	417
10.2 环境现状调查评价结论	417
10.3 环境影响预测评价结论	418
10.4 环保措施及投资结论	421
10.5 公众参与	424
10.6 综合评价结论	424
10.7 建议	425

附 件

附件 1：新疆高昌抽水蓄能电站项目环境影响评价委托函；

附件 2：《国家能源局关于印发〈抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）〉的通知》（国能发新能〔2021〕39 号）；

附件 3：《建设项目用地预审与选址意见书》（吐鲁番市自然资源局 2025 年 3 月 19 日）；

附件 4：关于报送《新疆高昌抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局比选专题咨询报告》的函（水电咨水工〔2023〕299 号）；

附件 5：关于印送《新疆高昌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〔2024〕8 号）；

附件 6：关于印发《新疆高昌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〕271 号）；

附件 7：《关于印发新疆高昌抽水蓄能电站工程建设征地移民安置规划报告审核意见的通知》（新水办〔2025〕122 号）；

附件 8：《自治区发展改革委关于新疆高昌抽水蓄能电站项目核准的批复》（新发改批复〔2025〕103 号）；

附件 9：关于《新疆吐鲁番市高昌区五河流域规划环境影响报告书》的审查意见（吐环函〔2024〕1 号）；

附件 10：《关于恳请排查新疆高昌区抽水蓄能电站建设外部制约因素的请示的复函》（吐鲁番市自然资源局高昌区分局 2023 年 3 月 20 日）；

附件 11：新疆高昌抽水蓄能电站选址范围内暂未设立饮用水水源地的复函（吐鲁番市生态环境局高昌区分局 2023 年 3 月 16 日）；

附件 12：《新疆高昌抽水蓄能电站环境质量现状监测报告》（核工业二一六大队检测研究院 2023 年 9 月 26 日）。

附 图

图 号	图名
附图 1	新疆高昌抽水蓄能电站地理位置图
附图 2	新疆高昌抽水蓄能电站流域水系图
附图 3	新疆高昌抽水蓄能电站枢纽总平面布置图
附图 4	新疆高昌抽水蓄能电站施工总平面布置图
附图 5	新疆高昌抽水蓄能电站取水设施平面布置图
附图 6	新疆高昌抽水蓄能电站陆生生态环境影响评价范围图
附图 7	新疆高昌抽水蓄能电站评价区土地利用现状分布图
附图 8	新疆高昌抽水蓄能电站评价区植被类型分布图
附图 9	新疆高昌抽水蓄能电站评价区植被覆盖度空间分布图
附图 10	新疆高昌抽水蓄能电站工程评价区生态系统类型图
附图 11	新疆高昌抽水蓄能电站评价区陆生重点保护动物分布图
附图 12	新疆高昌抽水蓄能电站评价区陆生植被调查线路及样方分布图
附图 13	新疆高昌抽水蓄能电站水生生态评价范围图及调查点位布置图
附图 14	新疆高昌抽水蓄能电站环境保护措施总体布局图
附图 15	新疆高昌抽水蓄能电站生态监测总体布局图
附图 16	新疆高昌抽水蓄能电站砂石料加工系统废水处理工艺流程图
附图 18	新疆高昌抽水蓄能电站上库砂石料加工废水处理系统平面布置图
附图 19	新疆高昌抽水蓄能电站下库砂石料加工废水处理系统平面布置图
附图 20	新疆高昌抽水蓄能电站混凝土拌和废水处理平面布置图
附图 21	新疆高昌抽水蓄能电站机修废水处理平面布置图
附图 22	新疆高昌抽水蓄能电站生活污水处理系统工艺流程图
附图 23	新疆高昌抽水蓄能电站业主营地生活污水处理系统平面布置图
附图 24	新疆高昌抽水蓄能电站上库营地生活污水处理系统平面布置图
附图 25	新疆高昌抽水蓄能电站下库营地生活污水处理系统平面布置图
附图 26	新疆高昌抽水蓄能电站洞室排水处理设施平面布置图

附 录

附录 1 评价区陆生植物名录

附录 2 评价区陆生植物调查样方记录表

附录 3 评价区陆生植物调查样线记录表

附录 4 评价区陆生动物名录

附录 4-1 评价区两栖动物名录

附录 4-2 评价区爬行类名录

附录 4-3 评价区鸟类名录

附录 4-4 评价区兽类名录

附录 5 评价区陆生动物样线调查记录表

概 述

一、项目背景

新疆电网以火电为主，随着经济社会跨越式发展、用电需求增加和供电质量要求提高，新疆电网调峰及保安问题越来越突出。新疆风能、太阳能资源十分丰富，随着风电、光电的大规模开发，对保证新疆电网及风光电远距离外送通道安全稳定、经济运行提出了新的要求。此外，为实现全国 2030 年碳达峰及 2060 年碳中和目标，火电建设整体趋缓，光伏、风电等新能源加速发展，电力系统电源结构将发生较大变化。新疆已建火电除承担电力系统调峰外，还承担冬季供暖的任务，调峰能力受限。抽水蓄能是目前技术最为成熟的大规模储能方式，对优化电网电源结构、缓解电网调节压力、提高当地风电光伏等新能源消纳具有重要作用，大规模发展抽水蓄能电站是未来新疆电网发展的必然选择。

2020 年 5 月 17 日，中共中央、国务院印发了《关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》。意见指出“.....。加强电网调峰能力建设，**有效解决弃风弃光弃水问题。**” 2020 年 9 月 22 日，习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话指出“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 12 日，习近平总书记在气候雄心峰会上通过视频发表题为《继往开来，开启全球应对气候变化新征程》的重要讲话，提出到 2030 年，我国非化石能源占一次能源的比重达 25%左右，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿 kW 以上。

为贯彻落实习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出的我国应对全球气候变化国家自主贡献目标，以及在气候雄心峰会上宣布的一系列新举措，履行二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和的国际承诺，以及 2030 年非化石能源占一次能源消费比重达到 25%左右，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿 kW 以上的目标，满足“十四五”及未来电力系统对抽水蓄能的需求，2020 年 12 月，国家能源局综合司启动了全国新一轮抽水蓄能中长期规划编制工作。

2020 年 12 月 18 日，国家能源局印发了《关于开展全国新一轮抽水蓄能中长

期规划编制工作的通知》（国能综通新能〔2020〕138号）。按照通知要求，2021年1月20日，新疆维吾尔自治区发展改革委委托中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司（以下简称“西北院”）开展新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划研究工作。西北院结合新疆维吾尔自治区新能源资源、电力系统需求、地形地质条件、水源水质、工程布置、施工、环境影响、水库淹没等因素以及与新能源基地、负荷中心距离等因素的进一步比较筛选，选择高昌、和静、达坂城、高昌、阜康东、若羌、鄯善等22个站点作为新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划站点。2021年6月，西北院完成并向新疆维吾尔自治区发展和改革委员会提交了《新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划》，由新疆维吾尔自治区发展改革委将规划报告上报国家能源局。

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）》，要求加快抽水蓄能电站核准建设，各省（区、市）能源主管部门根据中长期规划，结合本地区实际情况，统筹电力系统需求、新能源发展等，按照能核尽核、能开尽开的原则，在规划重点实施项目库内核准建设抽水蓄能电站。根据《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035年）》，新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划重点实施项目16个，规划总装机2180万kW，其中，“十四五”重点实施项目包括高昌、阜康东、阿克陶、高昌、伊州榆树沟、和静、额敏、若羌、达坂城、塔什库尔干等10个站点，总装机规模1380万kW；“十五五”重点实施项目包括哈密西、鄯善、乌恰、二道沟、榆树沟东、高昌西等6个站点，总装机规模800万kW。

高昌抽水蓄能电站作为国家能源局《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035年）》中推荐的近期实施站点，2023年5月，水电水利规划设计总院在乌鲁木齐主持召开了《新疆高昌抽水蓄能电站预可行性研究报告》审查会议。2023年10月，水电水利规划设计总院审查通过了《新疆高昌抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》《新疆高昌抽水蓄能电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》，《新疆高昌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》也通过了中资公司的咨询，基本确定了可研阶段工程建设内容及规模。

二、项目概况及特点

抽水蓄能电站是一种具有调峰填谷、调频、调相、事故备用、启动同时具有储能功能的特殊电源，兼有发电与储能的双重特性。工程组成一般包括上下水库、

输水和发电系统。其运行方式为，当用电低谷时作抽水蓄能，将水从下库抽到上库；当用电高峰时作发电运行，将水从上库放到下库。与其他发电方式相比，抽水蓄能的调峰能力最大，启动速度最快，是各类电源中运行方式最灵活的发电方式，也是目前电力系统中最成熟、最实用的大规模调峰和储能方式。抽水蓄能电站对水资源的消耗少，运行期除蒸发和渗漏外基本不耗水，发电用水在上、下库间循环利用。

新疆高昌抽水蓄能电站位于新疆维吾尔自治区吐鲁番市高昌区境内，距高昌区约35km，距吐鲁番市直线距离约50km，距乌鲁木齐市直线距离约210km。周边有连霍高速G30、国道312、省道S202、S301可利用，交通条件相对便利。目前下水库有塔尔朗渠边便道可到达，无去上库道路，需要新建上、下库连接路约12km。工程距离乌鲁木齐较近，地理位置较优越。

高昌抽水蓄能电站上水库位于塔尔朗河左岸山顶冲沟型缓坡处，下水库布置于塔尔朗河出山口左岸山前宽缓阶地上，工程拟从塔尔朗河引水。电站总装机容量1400MW（4×350MW），枢纽工程主要建筑物由上水库、下水库、输水系统、发电厂房、地面开关站及补水系统等建筑物组成。上水库正常蓄水位1931m，死水位1899m，调节库容620万m³。挡水建筑物为沥青混凝土面板堆石坝，坝顶高程1936m，坝顶宽度10m，最大坝高63m。下水库正常蓄水位1284m，死水位1255m，调节库容618万m³。下水库大坝采用沥青混凝土面板砂砾石坝，坝顶高程1289m，最大坝高57m。输水系统布置于上、下库之间的山体内部，选择“两洞四机”布置形式。厂房系统建筑物包括地下厂房系统和地面开关站，厂房采用中部偏尾部式地下厂房，地面开关站位于下水库东侧环库路旁。

高昌抽水蓄能电站设计年平均发电量为17.5亿kWh，电站连续满发小时数6h，额定水头638m。上、下水库工程场地50年超越概率10%的类场地震动峰值加速度分别为220gal和190gal，相应地震基本烈度为VIII度。工程首台机发电工期63个月，总工期72个月。

高昌抽水蓄能电站建设征地不涉及搬迁人口，未压覆已查明的重要矿产资源，不涉及文物古迹。涉及各类土地面积5772.68亩，其中永久占地4102.47亩，临时占地1670.21亩。工程永久、临时占地范围不涉及新疆维吾尔自治区生态保护红线、国家公园、自然保护区、饮用水源保护区、森林公园、地质公园、湿地等环境敏

感区。工程选址不占用河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。

高昌抽水蓄能电站工程塔尔朗河干流水源作为初期蓄水及运行期补水水源。永久取水口距下游已建塔尔朗引水渠首 0.6km，距下游正在建设的塔尔朗水库大坝 2.9km。根据已审查通过的《高昌抽水蓄能电站项目水资源论证报告》结论，取水指标来源于回购农业高效节水水量改造通过水权转让的方式获得用水指标，取水不新增河道用水。自治区水利厅、高昌区人民政府、吐鲁番市高昌区水利局分别出具的项目取水支撑性函件，项目业主与高昌区人民政府签订《高昌区人民政府与吐鲁番清源抽水蓄能电站有限公司水权转让协议书》，工程取水有保障。

高昌抽水蓄能电站建成投产后，供电范围为新疆电网，同时服务于新能源消纳，主要承担电力系统调峰、填谷、储能、调频、调相和紧急事故备用等任务。可缓解电网缺少调峰容量的问题，提高风、光电开发利用率，保证输电平台安全稳定运行。同时通过提高风、光电电量利用率，每年可为系统节约煤耗约 121.3 万 t，减少 CO₂ 排放约 327 万 t，可减少烟尘排放量、CO、SO₂、NO_x 和其他有害物质排放量，经济和环境效益明显。

三、环境影响评价的工作过程

2023 年 6 月，西北院开始进行新疆高昌抽水蓄能电站可研阶段勘察设计工作，为同步做好项目环境保护工作，吐鲁番清源抽水蓄能电站有限公司（以下简称“建设单位”）要求西北院在开展主体工程设计时同步开展了项目区环境调查研究工作。2025 年 3 月正式发函委托西北院开展工程环境影响评价工作（见附件 1）。可行性研究阶段主体工程设计工作时，环保专业参与了坝址坝型比选、正常蓄水位选择、施工总布置规划，并从环保角度提出了优化调整建议，调整后的方案从环保角度可行。

环境影响评价工作期间，西北院环评技术人员多次深入项目所在地，对评价区的自然环境、社会环境进行了细致的调查和资料收集工作。同时委托山西绿典环保科技有限公司开展了项目区域陆生生态、水生生态现状调查及影响预测专题研究，委托核工业二一六大队检测研究院开展了工程区地表水、地下水、声环境、环境空气和土壤环境现状监测。

在环境现状监测、专题调查研究、工程分析的基础上，西北院进行了评价区各环境要素的现状分析、预测评价、环境保护对策措施、环境保护投资概算等工作，并配合建设单位开展了公众参与工作，于西北院于 2025 年 9 月编制完成了《新疆高昌抽水蓄能电站工程环境影响报告书》。

高昌抽水蓄能电站建设 750kV 地面开关站一座，根据《新疆维吾尔自治区建设项目环境影响评价文件分级审批目录（2024 年本）》，地面开关站环境影响属于核与辐射范畴，330kV 以上的输变电工程由自治区生态环境厅核与辐射安全管理处负责审批。因 750kV 地面开关站工程作为本工程的组成部分，其土建内容纳入主体工程统一施工，为此，本次工作将其施工期环境影响纳入本工程一并评价，开关站输变电设备安装及运行期环境影响由建设单位另行委托评价，不纳入本次环评工作范畴。

四、法律法规符合性分析

新疆高昌抽水蓄能电站属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》中电力行业中鼓励类产业—电力基础设施建设，符合国家产业政策。工程建设符合相关法律法规要求，与国家、新疆维吾尔自治区国民经济和社会发展规划、国家抽水蓄能中长期发展规划一致，与主体功能区划、生态功能区划、能源发展规划等相关管控要求相协调。工程开发范围不涉及新疆生态保护红线范围，满足河段Ⅰ类水域环境质量底线要求，工程占用规模较小，留存的生态空间满足其余生态环境的功能和需求，工程建设符合资源利用上线要求，工程开发建设基本符合“三线一单”的管控要求。

工程征占地范围不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区、森林公园、湿地公园、沙漠公园、草原公园等环境敏感区，不涉及重要物种的天然集中分布区、栖息地，重要水生生物的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道等重要生境。不存在环境敏感限制性因素，符合水电建设项目环境影响评价审批原则。

五、主要环境问题及环境影响

工程上水库位于塔尔朗河左岸山顶冲沟型缓坡处，下水库布置于塔尔朗河出口左岸山前宽缓阶地上。上水库、下水库均为新建水库，均无天然径流。地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅰ类标准。工程建设区及施工布

置不涉及饮用水水源保护区。工程施工期及运行期产生的污水均经处理后回用不排放，工程建设符合《中华人民共和国水污染防治法》。

工程区域生态系统以自然的荒漠生态系统为主，评价区所属植被区域为泛北极植物区——欧亚荒漠亚区——天山地区，评价区内有维管植物 16 科 35 属 43 种，其中蕨类植物 1 科 1 属 1 种；裸子植物 1 科 1 属 1 种；被子植物 14 科 33 属 41 种。植物区系地理成分以温带性质为主，并含有较丰富的热带成分，同时具有古老植物区系成分。评价区自然植被划分为 2 个植被型组，2 个植被型，3 个植被亚型，4 个群系；植被水平分布和垂直分布特征不明显。评价区未发现国家级、新疆维吾尔自治区重点保护野生植物和古树名木，未发现珍稀濒危植物分布、中国特有种野生植物、极小种群野生植物、外来入侵植物分布。

评价区内动物区划属于古北界——中亚亚界——蒙新区（Ⅲ）——天山山地亚区（Ⅲc）——天山山地省（Ⅲc₁）——山地荒漠、草原动物群。评价区内共有陆生脊椎动物 4 纲 9 目 20 科 31 种。其中国家二级重点保护野生动物 2 种（北山羊、沙狐），自治区一级重点保护野生动物 1 种（沙狐），无《中国生物多样性红色名录》评级为极危（CR）、濒危（EN）或易危（VU）的动物，无中国特有种野生动物。鸟类以栖息于山地荒漠的种类居多，动物种类相对单一，均是当地广泛分布的种类，未见到大型野生动物。施工期爆破、各类机械运行噪声和人为活动将对其产生干扰。对于鸟类、哺乳类等迁徙能力较强的动物，活动范围较广，迁移能力较强，随着工程建设，活动于库区内的这些动物会自行迁移至周边生境相似的区域，工程建设不会对其产生较大的影响。

已建塔尔朗河引水枢纽拦河设施，已造成塔尔朗河生境切割、破碎化，根据文献记录及现场调查结果，引水枢纽以下河段已无鱼类资源分布。本次现场调查在引水枢纽以上河段结合历史资料整理出评价区有鱼类 3 种，均为鳅科。其中两次现场共采集到鱼类 1 种，为新疆高原鳅。根据《国家重点保护野生动物名录》（2021）、《新疆维吾尔自治区重点保护水生野生动物名录》（2022）和《中国生物多样性红色名录——脊椎动物卷》（2020）等资料，评价区未发现国家级、自治区级保护鱼类以及极危、濒危、易危鱼类。未发现集中式鱼类产卵场、索饵场及越冬场。

结合项目特点及其所处的环境特点，本项目重点关注的环境影响包括：初期

蓄水及运行期对塔尔朗河水资源分配及开发利用现状的影响；施工期、运行期对地表水水质的影响；水库开挖和施工占地对陆生生态环境的影响，以及施工期“三废一噪”的排放对环境质量的影响。报告针对废污水、施工扬尘、固体废物处理、施工噪声、生态环境保护等制定了相应的环境保护措施，能够有效地减缓工程建设对环境造成的不利影响。

六、环境影响评价的主要结论

经综合分析评价，新疆高昌抽水蓄能电站建设符合国家相关法律法规、产业政策及规划要求，符合国家抽水蓄能中长期规划要求。项目开发建设有利于保障地区电力供应和电网安全，有利于改善地方新能源并网条件，有利于促进地区经济发展和社会团结稳定。项目不涉及新疆维吾尔自治区生态保护红线，不涉及世界遗产、风景名胜区、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域。工程建设产生的不利环境影响主要是开挖和淹没对陆生生态影响和取水对河道水文情势的影响，水文情势变化对下游水生生态的影响，以及施工期“三废”及噪声排放影响。施工期影响可通过采取措施予以减免且随着施工结束消失；运行期影响可通过监测取水口断面生态流量、结合水土保持植物措施对占地区植被进行恢复和植被修复等予以减缓。从环境保护角度分析，项目建设虽然会对区域环境带来一定的不利影响，但在采取相应的措施后，对区域自然环境不会产生大的不利影响，不会改变当地生态功能结构及其发展趋势，项目对各种生物资源的干扰均在可控范围之内，只要认真落实各项环境保护措施和环境监测方案，加强环境保护管理和监督，在建设和运行过程中注重生态环境保护，本工程无重大环境制约因素，工程建设可行。

七、致谢

在新疆高昌抽水蓄能电站项目环境影响评价工作开展过程中，得到了新疆维吾尔自治区发展和改革委员会、生态环境厅、自然资源厅、林业和草原局，吐鲁番市人民政府、发展和改革委员会、生态环境局、自然资源局、林业和草原局、吐鲁番生态环境局高昌区分局等单位的大力支持，同时也得到了建设单位以及专题研究单位的大力协助，在此一并表示感谢！

1 总则

1.1 任务由来

2021年8月，国家能源局印发《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035）》（国能发新能〔2021〕39号），其中新疆高昌抽水蓄能电站列入“十四五”重点实施项目。

2023年初，新疆高昌抽水蓄能电站先后启动了预可研阶段勘测设计工作。2023年7月15日，水电水利规划设计总院以“水电规规〔2023〕346号”文签发了《关于印送〈新疆高昌抽水蓄能电站预可行性研究报告审查意见〉的函》。2023年11月、12月及2024年1月水电总院陆续印发了可行性研究阶段枢纽布置格局比选、正常蓄水位选择、施工总布置规划专题咨询或审查意见。2025年6月，新疆高昌抽水蓄能电站项目取得新疆维吾尔自治区发展和改革委员会的核准批复。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》，建设单位委托中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司开展新疆高昌抽水蓄能电站环境影响评价工作。根据《建设项目环境保护管理条例》《建设项目环境影响评价分类管理名录》等规定，新疆高昌抽水蓄能电站需编制环境影响报告书。

1.2 评价目的

根据工程特性及所在区域环境特点，按照国家法律法规和相关规划要求，确定本工程环境影响评价目的如下：

（1）将生态文明建设融入经济建设全过程，全面落实抽水蓄能电站开发的生态环境保护要求，贯彻“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”的方针，分析工程与相关政策、区划及规划的符合性，明确新疆高昌抽水蓄能电站与周围各类环境敏感区的区位关系以及是否存在制约项目建设的重大外环境因素。并与吐鲁番市“三线一单”成果相关要求对照，作为开展鄯善抽水蓄能电站环境影响评价工作的前提和基础。

（2）调查项目涉及区域的水环境、生态环境、环境空气和声环境现状、区域环境功能及其存在的主要环境问题。

（3）分析项目施工、运行、移民安置可能产生的环境问题，对可能引发重大

环境问题的设计方案、施工布置等提出环保优化意见或控制要求；预测、评价项目施工、运行及淹没占地等活动对评价区环境造成的影响。

（4）针对工程建设、运行阶段的不利环境影响，制定切实可行的环境保护对策措施，减轻项目的不良环境影响。

（5）拟定施工及运行期环境监测方案，动态掌握工程建设与运行中产生的环境影响，并及时做出反馈；制定环境监理、环境管理计划，明确各方的责任和任务，为环境保护措施的落实提供制度保证；估算环境保护投资，将环保投资纳入项目总投资，并提出分年度使用计划，为环保措施的顺利实施提供资金保障。

（6）明确在采取环境保护措施后，项目涉及区域环境的总体变化趋势。从环境影响角度明确电站建设的可行性，为项目方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

1.3 评价原则

本项目环境保护工作遵循原则如下：

（1）生态优先原则。在保护生态的基础上开发抽水蓄能电站，维护区域生态完整性和生态功能。做好生物多样性保护，为重要保护物种保留充足和必要的栖息环境。针对项目占地产生的生态影响，做到源头预防和过程控制，强化后期生态恢复，尽量避免和减少项目建设对生态造成的破坏和影响。

（2）全程介入原则。在项目设计及方案比选的前期工作中，从环境保护的角度对坝址选址、正常蓄水位选择、施工布置等方案提出优化的意见或控制的要求。

（3）统筹兼顾原则。在评价中统筹考虑项目的生态效益和经济效益，综合考虑环境保护措施。分析论证项目建设与国家产业政策、环境政策的符合性，确保项目满足政策要求。同时，项目建设要与项目区域其他行业规划相协调，避免与其他规划发生冲突。

（4）突出重点原则。在评价中重点突出项目建设的生态影响及周边环境敏感对象的影响，确保项目建设中区域生态系统功能和结构得到维护，维持区域生态系统的稳定和健康发展。

除此之外，本环境影响报告书的编制还须遵守环境影响评价的科学、客观、公正等基本原则。

1.4 评价依据

1.4.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）；
- (3) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日）；
- (5) 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年 1 月 1 日）；
- (6) 《中华人民共和国草原法》（2021 年 4 月 29 日）；
- (7) 《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月 28 日）；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日）；
- (9) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2023 年 5 月 1 日）；
- (10) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月 7 日修改）
- (10) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日）；
- (11) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日）；
- (12) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2021 年 12 月 24 日）；
- (13) 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日）；
- (14) 《中华人民共和国防洪法》（2016 年 7 月 2 日）；
- (15) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）；
- (16) 《中华人民共和国河道管理条例》（2018 年 3 月 19 日）；
- (17) 《土地复垦条例》（2011 年 2 月 22 日）；
- (18) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016 年 2 月 6 日）；
- (19) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月 7 日）；
- (20) 《新疆维吾尔自治区环境保护条例》（2018 年 9 月 21 日）；
- (21) 《新疆维吾尔自治区野生植物保护条例》（2018 年 9 月 21 日）；
- (22) 《新疆维吾尔自治区大气污染防治条例》（2018 年 11 月）。

1.4.2 部门规章及地方性法规

- (1) 《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）；
- (2) 《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环发〔2014〕

65 号)；

(3) 《国务院关于水污染防治行动计划的通知》(国发〔2015〕17 号)；

(4) 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》(国发〔2016〕31 号)；

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

(6) 《关于印发水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)的函》(环评函〔2006〕4 号)；

(7) 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2013〕86 号)；

(8) 关于印发《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》的通知(环发〔2015〕162 号)；

(9) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部第 4 号, 2019 年 1 月 1 日)；

(10) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2012〕98 号)；

(11) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号)；

(12) 《西部地区鼓励类产业目录(2020 年本)》(国家发展和改革委员会令 第 40 号)；

(13) 《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, 2021 年 2 月 1 日)；

(14) 《国家重点保护野生植物名录》(国家林业和草原局 农业农村部 2021 年第 15 号, 2021 年 9 月 7 日修正)；

(15) 《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, 公告 2023 年第 15 号, 2023 年 5 月 19 日)；

(16) 《中国生物多样性红色名录—高等植物卷(2020)》(生态环境部、中国科学院, 公告 2023 年第 15 号, 2023 年 5 月 19 日)。

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

(18) 《全国生态功能规划(修编版)》(2015 年 11 月)；

(19) 《关于印发新疆维吾尔自治区水污染防治工作方案的通知》(新政发

〔2016〕〕21号〕；

（20）《新疆维吾尔自治区土壤污染防治工作方案》（新政发〔2017〕25号）；

（21）《新疆维吾尔自治区主体功能区划》（新政发〔2012〕107号）；

（22）《新疆生态功能区划》（新疆维吾尔自治区环境保护厅，2005年7月）；

（23）《新疆水环境功能区划》（新疆维吾尔自治区环境保护厅，2003年10月）；

（24）《新疆维吾尔自治区重点保护野生植物名录》（新〔2023〕63号）；

（25）《新疆维吾尔自治区重点保护野生动物名录（修订）》（新〔2022〕75号）；

（26）《关于进一步加强我区水利水电开发项目环境管理工作的通知》（新环发〔2014〕349号）；

（27）《新疆维吾尔自治区“三线一单”生态环境分区管控方案》（新政发〔2021〕18号）；

（28）《新疆维吾尔自治区七大片区“三线一单”生态环境分区管控要求》（新环环评发〔2021〕162号）；

（29）《关于印发新疆维吾尔自治区“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（新政发〔2021〕18号）及生态环境部出具的备案回执（2024年2月2日）；

（30）《关于印发吐鲁番市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（吐政办〔2021〕24号）；

（31）《新疆维吾尔自治区国土空间规划（2021-2035年）》（国函〔2024〕70号）。

1.4.3 导则及技术规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T88-2003）；

（3）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；

（4）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

（5）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；

（6）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；

（7）《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；

- (8) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (10) 《地表水环境质量监测技术规范》（HJ/T91.2-2022）；
- (11) 《污水监测技术规范》（HJ/T91.1-2019）；
- (12) 《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ194-2017）；
- (13) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；
- (14) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2020）；
- (15) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- (16) 《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；
- (17) 《水电工程水生生态调查与评价技术规范》（NB/T10079-2018）；
- (18) 《水电工程陆生生态调查与评价技术规范》（NB/T10080-2018）；
- (19) 《全国植物物种资源调查技术规定（试行）》（环境保护部公告 2010 年第 27 号，2010 年 3 月 4 日）；
- (20) 《全国动物物种资源调查技术规定（试行）》（环境保护部公告 2010 年第 27 号，2010 年 3 月 4 日）；
- (21) 《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》（HJ710.1-2014）；
- (22) 《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（HJ710.3-2014）；
- (23) 《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ710.4-2014）；
- (24) 《生物多样性观测技术导则 爬行动物》（HJ710.5-2014）；
- (25) 《生物多样性观测技术导则 两栖动物》（HJ710.6-2014）；
- (26) 《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》（HJ710.7-2014）；
- (27) 《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物》（HJ 710.8-2014）；
- (28) 《生物多样性观测技术导则 水生维管植物》（HJ710.12-2016）；
- (29) 《生物多样性观测技术导则 爬行动物》（HJ710.5-2014）；
- (30) 《生物多样性（陆域生态系统）遥感调查技术指南》（HJ1340-2023）；
- (31) 《生物多样性观测技术导则 红外相机技术》（HJ710.15-2023）；
- (32) 《淡水浮游生物调查技术规范》（SL733-2015）；
- (33) 《淡水鱼类资源调查技术规范》（SL738-2016）；

- (34) 《水电工程环境保护设计规范》（NB/T10504-2021）；
- (35) 《抽水蓄能电站环境影响评价技术规范》（NB/T11411-2025）
- (36) 《抽水蓄能电站环境保护设计规范》（NB/T11795-2025）；
- (37) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；
- (38) 《水电工程环境保护专项投资编制细则》（NB/T35033-2014）。

1.4.4 技术资料及文件

- (1) 《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》，（2021 年 8 月）；
- (2) 《新疆高昌抽水蓄能电站工程预可行性研究报告》，（西北院，2023 年 7 月）；
- (3) 《新疆高昌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》，（西北院，2023 年 11 月）；
- (4) 《新疆高昌抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》，（西北院，2023 年 12 月）；
- (5) 《新疆高昌抽水蓄能电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》，（西北院，2024 年 1 月）；
- (6) 《新疆高昌抽水蓄能电站建设征地移民安置规划专题报告》，（西北院，2025 年 4 月）；
- (7) 《新疆高昌抽水蓄能项目水资源论证报告》（西北院，2025 年 8 月）。

1.5 评价标准

1.5.1 环境质量标准

(1) 水环境

本项目引用塔尔朗河河水，永久取水口位于塔尔朗河引水渠渠首上游约 0.6km 处，根据《新疆水环境功能区划》，塔尔朗河属于新疆维吾尔自治区Ⅰ类水域功能区。因此地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的Ⅰ类水域水质标准，指标值见表 1.5.1-1

表 1.5.1-1 水环境质量标准值一览表 单位: mg/L (pH 除外)

名 称	标 准	等级	指标及限值	
地表水环境 质量标准	GB3838-2002	I类	水温	周平均最大温升 ≤ 1 , 周平均最大温降 ≤ 2
			pH (无量纲)	6~9
			DO	$\geq$ 饱和率 90%或 7.5
			高锰酸盐指数	≤ 2
			COD	≤ 15
			BOD ₅	≤ 3
			氨氮 (NH ₃ -N)	≤ 0.15
			总磷 (以 P 计)	≤ 0.02 (湖、库 0.01)
			总氮 (湖、库以 N 计)	≤ 0.02
			铜	≤ 0.01
			锌	≤ 0.05
			氟化物	≤ 1.0
			硒	≤ 0.01
			砷	≤ 0.05
			汞	≤ 0.00005
			镉	≤ 0.001
			铬 (六价)	≤ 0.01
			铅	≤ 0.01
			氰化物	≤ 0.005
			挥发酚	≤ 0.002
			石油类	≤ 0.05
			阴离子表面活性剂	≤ 0.2
			硫化物	≤ 0.05
			粪大肠菌群	≤ 200

(2) 地下水环境

工程所在区域未开展地下水环境功能区划分。根据《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)地下水分类方法,工程所在区域地下水质量适用于集中式生活饮用水水源及工农业用水,为III类水域功能区,执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类标准,指标值见表1.5.1-2。

表 1.5.1-2 地下水质量标准（摘录） 单位：mg/L（pH、总大肠菌群除外）

序号	项 目	标准值	单位	序号	项目	标准值	单位
1	pH	6.5~8.5	无量纲	12	挥发性酚类	0.002	mg/L
2	总硬度	450	mg/L	13	铬（六价）	0.05	mg/L
3	耗氧量	3.0	mg/L	14	砷	0.01	mg/L
4	溶解性总固体	1000	mg/L	15	汞	0.001	mg/L
5	氨氮	0.50	mg/L	16	铅	0.01	mg/L
6	硝酸盐	20.0	mg/L	17	镉	0.005	mg/L
7	亚硝酸盐	1.00	mg/L	18	铁	0.3	mg/L
8	氰化物	0.05	mg/L	19	锰	0.10	mg/L
9	氟化物	1.0	mg/L	20	氯化物	250	mg/L
10	硫酸盐	250	mg/L	21	总大肠菌群数	3.0	CFU/100mL
11	钠	200	mg/L	22	细菌总数	100	CFU/mL

（3）大气环境

工程区不涉及自然保护区等敏感区域，为二类环境空气功能区，环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二类标准。项目执行的环境空气质量标准具体指标及限详见表 1.5.1-3。

表 1.5.1-3 大气环境质量标准值一览表

项目	标准限值		单位	标准来源
	1小时平均	24小时平均		
SO ₂	500	150	μg/m ³	《环境空气质量标准》 （GB3095-2012）二级标准
NO ₂	200	80		
PM ₁₀	—	150		
PM _{2.5}	—	75		
苯并[a]芘 (BaP)	—	0.0025	μg/m ³	
TSP	—	300	μg/m ³	

(4) 声环境

工程位于塔尔朗河山区河段，人烟稀少，无工矿企业，属于农村地区。执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准，项目执行的声环境质量标准具体指标及限值详见表 1.5.1-4。

表 1.5.1-4 声环境质量标准值一览表

名 称	标 准	等级	指标及限值
声环境质量标准	GB3096-2008	2 类	昼间 60dB（A），夜间 50dB（A）

(4) 土壤环境

项目评价区建设用地区域土壤执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；评价区非建设用地区域土壤执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）。

表 1.5.1-5 土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（基本项目摘录）

序号	污染物项目	第二类用地筛选值	第二类用地管控值
重金属和无机物			
1	砷	60	140
2	镉	65	172
3	铬（六价）	5.7	78
4	铜	18000	36000
5	铅	800	36000
6	汞	38	82
7	镍	900	2000
挥发性有机物			
8	四氯化碳	2.8	36
9	氯仿	0.9	10
10	氯甲烷	37	120
11	1,1-二氯乙烷	9	100
12	1,2-二氯乙烷	5	21
13	1,1-二氯乙烯	66	200
14	顺-1,2-二氯乙烯	596	2000
15	反-1,2-二氯乙烯	54	163
16	二氯甲烷	616	2000
17	1,2-二氯丙烷	5	47
18	1,1,1,2-四氯乙烷	10	100
19	1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	50
20	四氯乙烯	53	183
21	1,1,1-三氯乙烷	840	840
22	1,1,2-三氯乙烷	2.8	15
23	三氯乙烯	2.8	20
24	1,2,3-三氯丙烷	0.5	5

序号	污染物项目	第二类用地筛选值	第二类用地管控值
25	氯乙烯	0.43	4.3
26	苯	4	40
27	氯苯	270	1000
28	1,2-二氯苯	560	560
29	1,4-二氯苯	20	200
30	乙苯	28	280
31	苯乙烯	1290	1290
32	甲苯	1200	1200
33	间-二甲苯+对-二甲苯	570	570
34	邻-二甲苯	640	640
半挥发性有机物			
35	硝基苯	76	760
36	苯胺	260	663
37	2-氯酚	2256	4500
38	苯并[a]蒽	15	151
39	苯并[a]芘	1.5	15
40	苯并[b]荧蒽	15	151
41	苯并[k]荧蒽	151	1500
42	蒽	1293	12900
43	二苯并[a,h]蒽	1.5	15
44	茚并[1,2,3-cd]芘	15	151
45	萘	70	700

表 1.5.1-6 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（基本项目摘录）

污染物项目	农用地土壤污染风险筛选值			
	pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
Cd	0.3	0.3	0.3	0.6
Hg	1.3	1.8	2.4	3.4
As	40	40	30	20
Pb	70	90	120	170
Cr	150	150	200	250
Cu	50	50	100	100
Ni	60	70	100	190
Zn	200	200	250	300
污染物项目	农用地土壤污染风险管控值			
	pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
Cd	1.5	2.0	3.0	4.0
Hg	2.0	2.5	4.0	6.0
As	200	150	120	100
Pb	400	500	700	1000
Cr	800	850	1000	1300

表 1.5.1-7 土壤盐化分级标准（表 D.1）

分级	土壤含盐量（SSC）/（g/kg）
	干旱、半荒漠和荒漠地区
未盐化	SSC<2
轻度盐化	2≤SSC<3
中度盐化	3≤SSC<5
重度盐化	5≤SSC<10
极重度盐化	10≤

注：根据区域自然背景状况适当调整。

表 1.5.1-8 土壤酸化、碱化分级标准（表 D.2）

土壤 pH 值	土壤酸化、碱化强度
pH<3.5	极重度酸化
3.5≤pH<4.0	重度酸化
4.0≤pH<4.5	中度酸化
4.5≤pH<5.5	轻度酸化
5.5≤pH<8.5	无酸化或碱化
8.5≤pH<9.0	轻度碱化
9.0≤pH<9.5	中度碱化
9.5≤pH<10.0	重度碱化
pH≥10.0	极重度碱化

注：土壤酸化、碱化轻度指受人为影响后呈现的土壤 pH 值，可根据区域自然背景状况适当调整。

（5）生态环境

以不减少区域内重要动植物和不破坏生态环境系统完整性为标准；水土流失以不改变土壤侵蚀类型为标准。

生态系统结构与功能评价：参照《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）、《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统质量评估》（HJ 1172-2021），评价区域生态环境状况及变化趋势评价，以不破坏区域生态系统完整性维护状况为目标。

水土流失控制标准执行《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）相应标准。

1.5.2 污染排放控制标准

（1）废污水：项目评价河段地表水环境质量执行Ⅰ类标准，根据《污水综合排放标准》（GB 8978-1996），Ⅰ类水域中禁止新建排污口，因此，工程生产废水和生活污水经处理后回用或综合利用，禁止排放。

施工期砂石料加工系统废水处理目标执行《水电工程砂石料加工系统设计规范》（NB/T 10488-2021）中表 F 砂石加工用水水质标准后（SS≤100mg/L）回用于系统本身；混凝土拌和系统废水处理目标执行《水电工程混凝土生产系统设计规范》（NB/T35005-2021）中表 D 混凝土拌和用水水质标准，作为拌和站地面及搅拌仓的清洗用水；其他废污水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中表 1 城市绿化、道路清扫要求后，经过消毒用于绿化、降尘洒水等。

运行期生活污水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中表 1 城市绿化、道路清扫要求后，经过消毒用于绿化、降尘洒水等。

表 1.5.2-1 废污水排放控制标准值一览表

废污水类别	名 称	标 准	指标及限值	
砂石料加工系统废水	《水电工程砂石加工系统设计规范》	NB/T10488-2021	pH	4~9
			SS	≤100mg/L
			可溶物	≤10000mg/L
			氯化物（以 Cl ⁻ 计）	≤3500mg/L
			硫酸盐（以 SO ₄ ²⁻ 计）	≤2700mg/L
混凝土拌和系统废水	《水电工程混凝土生产系统设计规范》	NB/T35005-2021	pH	≥4.5
			不溶物	≤2000mg/L
			可溶物	≤5000mg/L
			氯化物（以 Cl ⁻ 计）	≤1200mg/L
			硫酸盐（以 SO ₄ ²⁻ 计）	≤2000mg/L
其他废污水	《城市污水再生利用 城市杂用水水质》	GB/T18920-2020	碱含量	≤1500mg/L
			pH	6~9
			浊度/NTU	≤10 mg/L
			BOD ₅	≤10 mg/L
			NH ₃ -N	≤8 mg/L
			LAS	≤0.5 mg/L

（2）大气污染物：施工期扬尘排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值；运行期间无生产废气排放。

表 1.5.2-2 大气污染物综合排放标准（摘录）

污染物	最高排放浓度 mg/m ³	最高容许速率 kg/h	无组织排放监控浓度限制	
			监控点	浓度 mg/m ³
二氧化硫	550	2.6	周界外浓度最高点	0.40
氮氧化物	240	0.77		0.12
颗粒物	120	3.5		1.0
沥青烟	75	0.18	生产设备不得有明显的无组织排放存在	

（3）噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值，施工过程中厂界环境噪声昼间不得超过 70dB，夜间不得超过 55dB；运行期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）声环境 2 类功能区噪声排放限值，企业厂界环境噪声昼间不得超过 60dB，夜间不得超过 50dB。

表 1.5.2-3 噪声排放控制标准值一览表

名 称	标 准	标准等级	指标及限值	
工业企业厂界环境 噪声排放标准	GB12348-2008	限 值	昼间 dB（A）	夜间 dB（A）
			60	50
建筑施工场界环境 噪声排放标准	GB12523-2011	限 值	昼间 dB（A）	夜间 dB（A）
			70	55

（4）固体废弃物：执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

1.6 评价等级

根据新疆高昌抽水蓄能电站工程特性及区域环境特征，按照《环境影响评价技术导则》中有关环境影响评价等级的划分原则，确定地表水环境、地下水环境、环境空气、声环境、土壤环境、生态环境及环境风险的评价等级。

1.6.1 地表水环境

新疆高昌抽水蓄能电站为日调节纯抽水蓄能电站，工程施工期废污水主要为砂石料冲洗水、混凝土拌和系统废水、机修废水、洞室开挖排水、生活污水等，生产废水主要污染物为 SS，处理后全部回用不外排。生活污水产生量很少，主要

为非持久性污染，污废水水质复杂程度为简单，处理后综合利用不外排。

运行期污水主要为电站管理人员生活污水，产生量很少，污水水质复杂程度为简单，处理回用不外排。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ/T 2.3-2018），本项目地表水环境影响属于水污染影响型和水文要素影响型两者兼有的复合影响型。

（1）水污染影响型评价等级判定

施工高峰期废水污染物主要为 SS；生活污染物主要为 BOD₅、COD。施工期污废水污染物性质简单，且项目所在河段执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅰ类水域标准，工程位于水资源匮乏区，本次评价提出工程施工期及运行期废污水均应处理达标后回用或综合利用，禁止外排。根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ/T 2.3-2018）水污染影响型建设项目评价等级判定依据“水污染影响型建设项目评价等级判定依据，建设项目生产工艺中有废水产生，但作为回水利用，不排放到外环境的，按三级 B 评价”，因此确定本工程地表水环境评价工作等级为三级 B。

（2）水文要素影响型评价等级判定

工程为日调节纯抽水蓄能电站，本工程上库位于塔尔朗沟左岸山顶宽缓沟道处，库外山梁发育，沟谷深切，下库位于塔尔朗沟左岸高阶地上。上水库、下水库均为新建水库，均无天然径流。

径流：工程初期蓄水以及运行期补水均引自塔尔朗河。取水口处塔尔朗河多年平均径流量为 7472 万 m³，工程初期蓄水（含施工用水）总取水量约 890.18 万 m³。施工期高峰年最大年用水量 137.32 万 m³；施工期第 6 年开始进行水库蓄水，年取水量最大，为 674.25 万 m³，运行期年取水量为 131.82 万 m³。因此，从径流判断，评价等级为三级。

受影响地表水域：根据工程设计，取水口在塔尔朗河，根据《新疆高昌抽水蓄能项目水资源论证报告》，高昌抽水蓄能利用高效节水项目已节出水量置换农业用水，通过水权交易获取工业用水指标及水权，不新增塔尔朗河河道取水，取水方案已考虑河道生态流量，对河道水文情势影响很小。上、下水库布设在山顶和山前，无拦河筑坝。因此，本项目无地表水影响水域。

综上，本项目水文要素影响评价等级为三级。各类要素判定结果见表 1.6.1-1。

表 1.6.1-1 水文要素影响型评价等级判定结果

各项参数			评价等级
年径流量	7472 万 m ³		/
调节性能	完全日调节		
取水量	施工高峰年用水量 137.31 万 m ³ 初期蓄水年最大取水量（含施工用水）：674.25 万 m ³ 运行期年取水量：131.82 万 m ³		/
径流	取水量占多年平均径流量百分比 γ	1.8<10 （施工期高峰年）	三级
		9.0<10 （初期蓄水及施工用水）	三级
		1.8<10 （运行期）	三级
本项目判定	三级		

1.6.2 地下水环境

工程施工期和运行期生产废水及生活废污水均经处理后回用或综合利用，不会对地下水水质造成污染。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），工程属于地下水环境影响评价项目类别的Ⅲ类建设项目，地下水环境影响评价行业分类见表 1.6.2-1。

表 1.6.2-1 地下水环境影响评价行业分类（附录 A 摘录）

环评类别 行业类别	报告书	报告表	地下水环境影响评价项目类别	
			报告书	报告表
E 电力				
31.水力发电	总装机 1000kW 以上； 抽水蓄能电站 ；涉及环境敏感区	其他	Ⅲ类	Ⅳ类

建设项目所在区域不属于生活供水水源地保护区、不属于热水、矿泉水、温泉等特殊地下水源保护区，也不属于补给径流区，项目运行期不排放污染物，建设期生产废水和生活污水处理后回用，不会对地下水水质造成污染。本工程不存在永久渗漏的地形、地质条件，水库封闭条件良好，不存在永久渗漏问题，工程修建后造成的环境水文地质问题级别为弱。根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ 610-2016）中的地下水环境敏感程度分级表（表 1.6.2-2），本工程地下水环境影响敏感程度属于不敏感区。

表 1.6.2-2 地下水环境敏感程度分级表

敏感程度	地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区a。
不敏感	上述地区之外的其它地区。
注：a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。	

本工程地下水环境影响评价项目类别为Ⅲ类，地下水环境敏感程度为不敏感，综合确定工程地下水环境影响评价工作等级为三级。

表 1.6.2-3 地下水评价工作等级分级表

项目类别 环境敏感程度	I类项目	II类项目	III类项目
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三
本项目判定	三级		

1.6.3 大气环境

高昌抽水蓄能电站工程区域，人烟稀少，无环境空气敏感点分布。工程建设对环境空气的影响主要发生在施工期，施工期无组织污染源主要有砂石料加工系统、土石方开挖、爆破、机械燃油、机动车运输等，产生的污染物有扬尘（TSP）、NO₂、SO₂等，有分布较分散、间断性、移动排放等特性。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），采用 AERSCREEN 模式计算项目砂石料加工系统扬尘的最大地面空气质量浓度占标率，经计算，项目最大地面空气质量浓度占标率最大值 P_{max} 为 0.39%，小于 1%，因此，本项目大气环境影响评价为三级评价。

项目运行期无大气污染物排放，因此运行期环境空气不作评价。

1.6.4 声环境

工程运行期噪声污染源主要为电站厂房发电机组和输水系统，由于电站厂房和输水系统均深埋于地下，且周边无声环境敏感目标，工程运行对声环境基本无影响。声环境影响主要集中在施工建设期，来源于土石方开挖、施工机械运行和爆破，评价范围内没有常住居民，地形起伏较大，项目施工结束后噪声影响即消失，根据《声环境质量标准》（GB3096-2008），工程区属于2类声环境功能区。工程建设产生的噪声主要集中在施工期，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》（HJ2.4-2021），“建设项目所处的声环境功能区为GB3096规定的1类、2类地区，或建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量达3dB(A)~5dB(A)[含5dB(A)]，或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价”，施工期声环境影响评价等级为二级。

工程运行期噪声污染源主要为电站厂房发电机组和输水系统，由于电站厂房和输水系统均深埋于地下，且周边无声环境敏感目标，工程运行对周边声环境基本无影响。因此，运行期间声环境影响不作预测评价。

1.6.5 土壤环境

本项目属于生态影响型建设项目，在项目类别上属II类项目。工程区域平均降水量为68.5mm、多年平均水面蒸发量为2088.3mm，干燥度为30.46（大于2.5）。根据钻孔试验揭示，上、下水库（坝）区和地下厂房部位常年地下水位一般埋深大于100m，工程属于山区，按照敏感程度分级，属于较敏感。根据工程影响区土壤环境质量现状监测点位全盐量为0.2~0.6g/kg小于2g/kg、pH值在7.69~8.97之间，按照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），土壤未盐化，无酸化，个别区域轻度碱化。对照《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018）中生态影响型敏感程度分级表（表1.4-5），土壤环境的敏感程度为较敏感。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》判定，初步判断土壤环境影响评价等级为二级。

表 1.6.5-1 建设项目所在地生态影响型敏感程度判定

分级标准				本项目		
敏感程度	敏感	较敏感	不敏感	土壤环境质量现状		判定结果
盐化	干燥度 $a>2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $<1.5\text{m}$ 的地势平坦区域；或土壤含盐量 $>4\text{g/kg}$ 的区域	干燥度 $a>2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $\geq 1.5\text{m}$ 的，或 $1.8<\text{干燥度}\leq 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $<1.8\text{m}$ 的地势平坦区域；建设项目所在地干燥度 $^{\circ}>2.5$ 或常年地下水位平均埋深 $<1.5\text{m}$ 的平原区；或 $2\text{gkg}<\text{土壤含盐量}\leq 4\text{g/kg}$ 的区域	其他	干燥度 $^{\circ}$	30.46	较敏感
				地下水埋深（m）	>100	
				全盐量（g/kg）	$0.2\sim 0.6$	
酸化	$\text{pH}\leq 4.5$	$4.5<\text{pH}\leq 5.5$	$5.5<\text{pH}<8.5$	7.69~8.97		不敏感
碱化	$\text{pH}\geq 9.0$	$8.5\leq \text{pH}<9.0$				较敏感
a 是指采用 E601 观测的多作平均水面蒸发量与降水量的比值，即蒸降比值。						

表 1.6.5-2 生态影响型评价工作等级划分表

项目类别 环境敏感程度	I 类	II 类	III 类
敏感	一级	二级	三级
较敏感	二级	二级	三级
不敏感	二级	三级	—
本项目判定	二级		

1.6.6 生态环境

参照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）的相关规定，确定本项目生态环境要素评价等级如下：

本工程不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境，不涉及自然公园以及生态保护红线范围，地下水水位或土壤影响范围内也不涉及天然林、公益林、湿地等生态保护目标。另外，本项目为抽水蓄能电站，拟从塔尔朗河取水，地表水评价等级为三级；工程占地总面积 $< 20\text{km}^2$ 。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》6.1.4 条，建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。

陆生生态：陆生生态评价区位于新疆吐鲁番盆地干旱荒漠带，确定陆生生态评价等级为三级。

水生生态：本项目水生评价范围无水源涵养、生物多样性维护等重要功能，生态系统服务功能为“一般重要”；不涉及生态敏感区，无珍稀濒危及重点保护

鱼类及洄游通道分布，上、下水库无水生生境，为新建水库。本工程主要为水文要素影响型项目，地表水评价等级为三级，因此水生生态评价等级为三级。生态评价等级判定表见 1.6.6-1

表 1.6.6-1 本工程生态环境评价等级判定表

序号	基本原则	本工程	评价等级
1	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境	占地及评价范围均不涉及	三级
2	涉及自然公园	不涉及	三级
3	涉及生态保护红线	不涉及	三级
4	水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级	地表水三级	三级
5	影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标	不涉及	三级
6	工程占地规模大于 20 km ²	总占地 3.83km ²	三级
注：陆生生态评价等级判定为三级，实际工作中按二级评价			
综合判定：本项目陆生生态环境影响评价等级为三级；水生生态环境影响评价等级三级。			

1.6.7 环境风险

下库施工场地布置炸药库 1 处。炸药库塔尔朗沟右侧高阶地上，周边 1km 没有环境敏感保护目标。

炸药库贮存规模约 45t，属于易燃易爆物质，主要成分为硝酸铵，临界量 50t。工程突发环境事件风险物质主要为硝酸铵，存量较小，总量与其临界值的比值 $Q=0.212<1$ ，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目环境风险潜势为I。环境风险评价工作等级为简单分析。

表 1.6.7-1 环境风险物质贮存规模及临界量（摘录）

物质名称	贮存规模/t	临界量/t
硝酸铵	10	50

表 1.6.7-2 风险评价工作级别划分

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
本工程判定	简单分析			

1.7 评价范围

根据高昌抽蓄工程特性、区域环境特征、各环境要素的评价等级，按照《环境影响评价技术导则》中有关环境评价范围的划分原则，确定地表水环境、地下水环境、环境空气、声环境、土壤环境、陆生生态、水生生态环境的评价范围。

1.7.1 地表水环境

高昌抽水蓄能电站上、下水库为新建水库，现状条件下，上、下水库库盆均无天然径流。工程取水口距下游塔尔朗引水枢纽 0.6km，塔尔朗引水枢纽始建于 1969 年，为底栏栅式枢纽，设计引水流量 15m³/s，下游干渠总长 23.7km，多年平均引水量为 4631 万 m³，控制下游灌溉面积 9.45 万亩。塔尔朗引水枢纽下游区域河道已人工化，非天然河道。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）中地表水环境影响评价范围确定原则，确定工程地表水环境影响评价范围为：塔尔朗引水枢纽～取水口以上 1km 之间长约 1.6km 河段。

1.7.2 地下水环境

根据水文地质环境调查，建设项目所在区域上、下水库库岸区及下游未发现集中或分散地下水饮用水水源地，无矿泉水、温泉等其它地下水敏感目标。

环境影响主要涉及上、下水库库区及影响区、输水系统影响区及弃（堆）渣场影响区等。考虑工程布置、水库淹没及水文地质单元完整性，拟定本工程地下水评价范围主要为上水库、下水库占地范围、输水发电系统地下水位影响区所在的相对完整的水文地质单元。

1.7.3 环境空气

环境空气影响评价时段主要为施工期，主要固定的排放源为砂石料加工系统、混凝土拌和站等，大气评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），不设置评价范围。

1.7.4 声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），声环境评价范围为施工区场界外围 200m 范围，施工公路中心线两侧各 200m 范围。重点评价范围为施工区开挖、爆破工作面及砂石料加工系统、混凝土拌和系统场地等区域。

1.7.5 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018），本工程土壤环境影响评价范围为工程枢纽占地区等受工程影响区域以及占地范围外 2km 范围内受项目影响区域。

1.7.6 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）的有关规定，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。抽水蓄能项目评价范围应涵盖枢纽工程建筑物、水库淹没、移民安置等永久占地、施工临时占地等。

（1）陆生生态

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），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。因此评价范围确定为：上、下水库库盆、施工布置区以及临时占地区等向外扩展 1km，施工道路以中心线两侧 300m 的区域，评价面积 5710.39hm²，重点调查区域为上下库库盆与施工布置区等。

（2）水生生态

由于已建塔尔朗引水枢纽区域河道已人工化，非天然河道，无常流水，水生生态评价范围为上水库和下水库以及塔尔朗引水枢纽以上河段，重点为塔尔朗引水枢纽～取水口以上 1km 之间长约 1.6km 河段。

1.8 评价水平年

环境现状评价水平为 2023 年—2024 年，并注重历史调查监测资料的使用。

环境影响预测水平年为：施工期预测水平年为施工高峰年；运行期预测水平年为项目竣工后的第 3 年。

1.9 环境影响因素识别及评价因子筛选

1.9.1 环境影响因素识别

结合高昌抽水蓄能电站建设和运行特点、实际环境影响特征以及环境保护相关要求，采用矩阵法对项目环境影响因素进行初步识别分析，筛选确定不同评价时段的环境影响评价因子，详见表 1.9.1-1。

表 1.9.1-1 高昌抽水蓄能电站环境影响评价因素识别表

环境要素	环境因子	影响源			识别结果
		工程施工	工程运行	移民安置及 专项复建	
生态环境	陆生生态	-2L	±1L	0	-2L
	水生生态	-1L	-1L	0	-1L
	水土流失	-2L	±1L	0	-2L
地表水环境	水文情势	-1L	-1L	0	-1L
	水 温	0	0	0	0
	水 质	-1R	0	0	-1R
地下水环境	水 质	0	0	0	0
	水 位	-1R	0	0	-1R
土壤环境	土 壤	-1R	0	0	-1R
环境空气	环境空气	-1R	0	0	-1R
声环境	噪 声	-1R	0	0	-1R
固体废物	生活垃圾	-1R	-1R	0	-1R
	工程弃渣	-1L	0	0	-1L
	危险废物	-1L	-1L	0	-1L

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

由上表分析结果，可筛选出本工程主要环境影响因子是陆生生态、水生生态、水土流失，影响较小的环境因子是地表水环境、地下水环境、土壤环境、声环境、环境空气、固体废物等。

1.9.2 环境影响评价因子筛选

结合高昌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 1.9.2-1。

表 1.9.2-1 高昌抽水蓄能电站环境影响评价因子汇总表

环境要素	评价时段		评价因子
生态环境	现状评价		陆生生态：植被类型、珍稀动植物及景观生态体系
			水生生态：水生生境、饵料生物、鱼类及其“三场”
	预测评价	施工期	陆生生态：施工占地区植被类型与面积、动植物
			水生生态：水生生境、饵料生物、鱼类资源
		运行期	陆生生态：植被类型与面积、动植物、景观生态体系
水生生态：水生生境、饵料生物、鱼类资源			
地表水环境	现状评价		水资源：水量及径流过程
			泥沙：含沙量、输沙量
			水质：反映河流水质情况的基本指标
	预测评价	施工期	水资源：水量及径流过程
			水质：废水流量、SS 等
		运行期	水资源：水量及径流过程
水质： 库区富营养化情况			
地下水环境	现状评价		地下水赋存条件、水位、径流补排条件
	预测评价	施工期	施工隧洞、地下厂房周边水位变化情况
		运行期	库区渗漏、输水发电系统周边水位变化情况
土壤环境	现状评价		反映土壤环境质量的基本指标
	预测评价	施工期	土壤破坏、污染情况
声环境	现状评价		昼间与夜间等效连续 A 声级（Leq）
	预测评价	施工期	源强与衰减量、环境敏感对象等效连续 A 声级（Leq）
环境空气	现状评价		TSP、PM ₁₀ 等
	预测评价	施工期	颗粒物等
固体废物	预测评价	施工期	生活垃圾、废油泥、弃渣等
		运行期	生活垃圾、废油泥等

1.10 环境保护目标

1.10.1 环境敏感区

新疆高昌抽水蓄能电站工程影响范围不涉及新疆维吾尔自治区生态保护红线，不涉及国家公园、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、风景名胜区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，重要水生生物的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，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。

1.10.2 环境保护目标

(1) 地表水

保护对象：库区水质、塔尔朗河水质。

保护要求：施工期处理并回用各类污水，禁止排放，使评价区域水质达到功能区划要求的《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）I类水质标准。对涉及的高昌河段水文情势和水量不造成大的不利影响。

(2) 地下水

保护对象：项目影响区域地下水

保护要求：项目所在区域水质目标为III类，评价范围无特殊地下水资源保护区等敏感对象，地下水环境保护要求是水质不低于现状，不造成水位大的不利影响。

根据现场调查和地下水评价原则，本工程地下水保护目标主要为工程区浅部松散岩类孔隙性潜水和基岩裂隙水的水位及水质。

(3) 环境空气、声环境和土壤环境

保护对象：项目枢纽及施工生产生活区

保护要求：加强施工管理和污染控制使区域大气环境质量达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，施工期扬尘等主要污染物排放达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新建无组织排放标准要求。

维护评价区的2类声环境功能要求，通过降噪措施，使区域声环境质量达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应的环境噪声限值要求，施工场界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值。

保护项目建设及淹没影响区土壤环境，不因项目建设造成土壤环境质量的下降，维持地表植被生长所需的基本条件。

(3) 生态环境

保护对象：评价区陆生、水生动植物及生态系统

保护要求：维护项目评价区域生态系统的完整性和稳定性；保护生物多样性；减少对原有地貌和植被的破坏，规范施工行为，限定施工区范围，尽量减轻施工活动对当地陆生、水生生物的影响，确保评价区范围内水、土地资源不出现理化性质的改变。

主要环境保护目标情况见表 1.10.1-1。

表 1.10.1-1 环境保护对象与目标

环境要素	环境保护对象		与工程的位置关系	项目行为可能造成的影响	环境保护要求
水环境	库区水质、塔尔朗河水质		枢纽工程不涉及塔尔朗河	工程取水可能对塔尔朗河水量造成影响，工程施工可能对塔尔朗河水质造成影响进而影响其主要功能	不对塔尔朗河水质造成影响，不造成河段水文情势不利影响
陆生生态	工程区自然植被及陆生野生动物		/	工程施工活动对陆生生态产生一定的影响	保证工程区域的功能和结构完整，避免对动植物的不利影响；严格控制施工活动，控制水土流失
	重点保护野生植物	无		工程施工活动及其工程占地造成植被破坏和土地类型改变，影响动植物的生存环境，进而影响陆生生态环境	保护动物栖息生境
	重点保护野生动物	1.国家二级保护野生动物：北山羊、沙狐； 2.自治区一级保护野生动物：沙狐	工程占地区未发现活动踪迹，仅偶尔游荡至评价区周边		
水生生态	鱼类及水生生境		/	工程施工活动及取水可能对水生生物产生一定影响	在保证下游河道生态基流的前提下进行取水；确保下游河道水质不降低
大气环境	区域环境空气质量		/	施工扬尘等可能造成工程区域环境空气质量降低	维护工程区域环境空气质量不降低，避免对其环境空气影响
声环境	声环境质量		/	施工噪声可能造成工程区域声环境质量降低	维护工程区域声环境质量不降低，避免对其声环境影响

1.11 评价重点

根据工程分析，结合环境保护目标，本项目环境影响评价的重点主要是施工期和运行期对水环境、生态环境的影响：

- (1) 施工用水、水库蓄水及运行期对水资源的影响；
- (2) 水库淹没及施工占地对陆生生态环境的影响；
- (3) 水库蓄水及电站运行对水生生态环境的影响。

1.12 环境影响评价工作过程及程序

按照《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》的要求，本次环境影响评价工作按照三个阶段开展。

第一阶段：前期准备、调研和工作方案阶段。查勘现场，完成环境状况初步调查工作，落实项目拟建范围与敏感对象的关系。积极与有关部门沟通，在收集资料的基础上，通过工程初步分析，明确评价重点和环境保护目标，确定评价等级、评价范围和评价标准；拟定环境影响评价工作的内容、方法与计划。建设单位开展首次公示。

第二阶段：分析论证和预测评价阶段。对项目施工期、运行期的全过程的环境影响因素、影响特征、程度等进行分析与说明，并从环境保护目标出发，分析工程方案的环境合理性；开展各环境要素特别是水环境、水生生态环境、陆生生态的环境现状调查与评价工作；完成各环境要素在施工期和运行期的影响分析、预测与评价。

第三阶段：环境影响评价文件编制阶段。针对不利影响提出相应的环境保护措施；制定环境监测、环境监理及环境管理计划；进行环保投资概算及经济损益分析；建设单位开展二次公众参与工作；给出建设项目环境可行性的评价结论；编制完成《新疆高昌抽水蓄能电站环境影响报告书》。

2 工程概况

2.1 抽水蓄能规划概况

2020 年 12 月 18 日，国家能源局印发了《关于开展全国新一轮抽水蓄能中长期规划编制工作的通知》（国能综通新能〔2020〕138 号），要求由各省能源主管部门组织提出本省（自治区、直辖市）新一轮抽水蓄能中长期规划需求，并于 2021 年 6 月 30 日上报国家能源局（新能源司）。

按照国能综通新能〔2020〕138 号通知要求，2021 年 1 月 20 日，新疆维吾尔自治区发展改革委委托西北院开展新疆维吾尔自治区新一轮抽水蓄能中长期规划工作。西北院结合新疆维吾尔自治区新能源资源、电力系统需求、地形地质条件、水源水质、工程布置、施工、环境影响、水库淹没等因素，进一步开展抽水蓄能电站站点比选。2021 年 6 月，西北院完成并向新疆维吾尔自治区发展改革委提交了《新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划》，由新疆维吾尔自治区发展改革委将规划报告上报国家能源局。

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）》，要求加快抽水蓄能电站核准建设，各省（区、市）能源主管部门根据中长期规划，结合本地区实际情况，统筹电力系统需求、新能源发展等，按照能核尽核、能开尽开的原则，在规划重点实施项目库内核准建设抽水蓄能电站。根据《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》，新疆维吾尔自治区共纳入重点实施项目 16 个，总装机规模 2180 万 kW，其中：“十四五”重点实施项目包括阜康东、高昌、阿克陶、高昌、伊州榆树沟、和静、额敏、若羌、达坂城、塔什库尔干等 10 个站点，总装机规模 1380 万 kW；“十五五”重点实施项目包括哈密西、鄯善、乌恰、二道沟、榆树沟东、高昌西等 6 个站点，总装机规模 800 万 kW。

2.2 流域规划概况

高昌抽水蓄能电站位于塔尔朗河流域。塔尔朗河流域位于吐鲁番高昌区境内，属艾丁湖水系，发源于博格达山南坡。流域东、西分别与煤窑沟河和大河沿河接壤，北以博格达山脊为界，与奇台县境内的达坂河和吉木萨尔白杨河毗邻，流域地理位置为 E89°01′~89°23′，N44°13′~43°34′。河源位于博格达山脊附近的冰川

地带，流域最高海拔 4293m，源区有现代冰川 15 条，河流自源头由东北向西南流程 28km，途中右岸接纳较大支流阿勒吞鲁克和琼喀拉郭勒河后转向南流，约 17km 后流出山口进入低山丘陵区，出山口以上河长 45.2km，山前冲积扇至平原大部分为荒漠戈壁。

2.2.1 规划及审批情况

(1) 《新疆维吾尔自治区吐鲁番市“五河”流域规划报告》（1998 版）

“五河”流域规划报告的设计范围包括：大河沿河、塔尔朗河、煤窑沟河、黑沟河、恰勒坎河五河流域和吐鲁番市所管辖的山区和平原。

“五河”为天山南坡山溪性小河，均发源于吐鲁番盆地北部、天山山脉东部的博格达山南侧，自西向东依次为大河沿河、塔尔朗河、煤窑沟河、黑沟河、恰勒坎河，河流走向均呈北至南向，3000m 以上高山区有冰川发育，中、低山带植被稀少，近乎秃山。

《新疆维吾尔自治区吐鲁番市“五河”流域规划报告》于 1998 年由吐鲁番地区水利水电勘测设计研究院和新疆水利水电勘测设计研究院共同编制完成，同年经过自治区规设局审查，并以新水规设〔1998〕83 号文取得批复。1999 年 3 月吐鲁番市以吐地行办字〔1999〕26 号文对该规划报告进行了批复。

规划的基准年为 1995 年，近期水平年为 2010 年，远期水平年为 2020 年。“五河”流域规划报告在分析了流域存在的主要问题、水资源分析以及社会经济发展预测的基础上，分别确定了“五河”各自的治理开发任务，并制定了流域灌溉规划、石油用水规划、渔业规划、防洪规划、山区水电规划、重要枢纽规划等。

(2) 《新疆吐鲁番市高昌区“五河”流域规划报告（2020-2040）》

2022 年 1 月，吐鲁番市高昌区水利局委托吐鲁番市清源水利水电勘测设计研究院有限公司（原吐鲁番市水利水电勘测设计研究院）开展“五河”流域规划工作，2022 年 6 月，吐鲁番市水利局对《新疆吐鲁番市高昌区“五河”流域规划报告（2020-2040）》，进行了审查，并以吐市水〔2022〕60 号文出具了审查意见，2022 年 7 月吐鲁番市高昌区以高区政复〔2022〕87 号文对该规划报告进行了批复。

《新疆吐鲁番市高昌区“五河”流域规划报告（2020-2040）》规划范围为：大河沿河、塔尔朗河、煤窑沟河、黑沟河、恰勒坎河全流域，“五河”集水面积 1952km²。高昌区“五河”流域面积为 13589km²。

流域规划现状基准年为 2020 年，近期水平年为 2030 年，远期水平年为 2040 年。

流域规划流域治理开发的总目标为：规划年 2030 年减少灌溉面积至 49.82 万亩（现状年 2020 年灌溉面积为 61.62 万亩），新增高效节水灌溉面积至 39.21 万亩，增加高效节水灌溉 2.0 万亩，灌溉水利用系数 0.690，农业用水大幅下降，水资源超载局面得到有效控制。规划年 2040 年减少灌溉面积至 47.21 万亩，新增高效节水灌溉面积至 41.21 万亩，增加高效节水灌溉 2.0 万亩，灌溉水利用系数 0.701，农业用水大幅下降，水资源超载局面得到有效控制。

到规划年基本完成防洪工程建设，基本达到乡村段 10 年一遇，县城段近期 20 年一遇，远期 30 年一遇的防洪标准，确保防洪安全；合理配置水资源，保证城镇、农村饮水安全和灌溉、工业用水；建成塔尔朗水库、黑沟水库和恰勒坎水库等骨干水利工程，解决灌区季节性缺水问题，提高灌溉供水保证率；保证流域控制断面生态基流、河谷林草湿地生态水量 4749 万 m^3 ；完成流域综合管理规章制度和有关法律法规建设，完善流域与区域水利管理体制与机制，依法治河。

本次规划确定的重大水工程为 3 座水库工程，拟在塔尔朗河修建塔尔朗水库、黑沟河修建黑沟水库、恰勒坎河修建恰勒坎水库。

2.2.2 规划环评及审批情况

《新疆维吾尔自治区吐鲁番市“五河”流域规划报告》（1998 版）未开展规划环评工作。

《新疆吐鲁番市高昌区“五河”流域规划报告（2020-2040）》的规划环评开展及审批情况如下：2023 年 10 月，受吐鲁番高昌区葡城水利建设管理有限公司委托，新疆盛源祥和环保工程有限公司承担了新疆吐鲁番市高昌区“五河”流域规划的环境影响评价工作。接受委托后，新疆盛源祥和环保工程有限公司项目组人员赴现场进行实地踏勘，对评价区域内的自然环境、社会环境、人口分布情况进行了调查，收集了当地的水文、地质、气象以及环境现状等资料。在此基础上遵循有关环评规定以及相关的导则、规范要求，2024 年 1 月编制完成了新疆吐鲁番市高昌区“五河”流域规划环境影响报告书。

吐鲁番市生态环境局于 2024 年 1 月 12 日主持召开了《新疆吐鲁番市高昌区“五河”流域规划环境影响报告书》；2024 年 2 月，吐鲁番市生态环境局以吐环

函〔2024〕1 号文出具了规划环境影响报告书审查意见。

流域规划环评报告中对生态保护的要求如下：

（1）布设在线监测系统进行水文实时在线监控，避免超额引水，保证生态流量足额下泄，减缓库区蓄水等开发造成减脱水等生态问题。

（2）加强流域生产成活废（污）水的综合治理，确保流域水质满足水环境功能要求。

（3）确保主要断面下泄生态流量，改善和维持水生生境；开展水生生态跟踪监测。

（4）开展环境影响评价时，应结合规划环评提出的指导意见，深入论证建设项目可能产生的陆生生态、水环境影响及其对环境敏感对象的影响，制定切实可行的生态保护方案，预防和减轻项目实施可能产生的不良环境影响。

高昌抽水蓄能电站拟从塔尔朗河取水，工程施工期、运行期污水均回收利用不外排，从而保障塔尔朗河水质满足水功能区划要求，同时进行运行期水质监测，尽可能减少对流域自然生态系统的干扰。

高昌抽水蓄能电站可以优化电力资源以提升优质电力品质，符合水电开发和国家清洁能源开发的总体政策；和流域规划报告、流域规划环境影响报告书要求无冲突，与流域开发和保护的原则总体协调。

2.3 流域开发情况

（1）塔尔朗引水枢纽工程

塔尔朗河已建有塔尔朗引水枢纽工程，工程位于塔尔朗河干流上，始建于 1969 年。工程上游集水面积 427km²，为底栏栅式枢纽，设有引水廊道，泄洪设施等，设计引水流量 15m³/s，下游干渠总长 23.7km，沿途向红柳河园艺场支渠，桃儿沟渠等渠道分水，主要灌溉亚尔乡农田，控制下游灌区灌溉面积 9.45 万亩。

（2）塔尔朗水库工程

在建塔尔朗水库工程位于吐鲁番市高昌区北西部塔尔朗河中下游峡谷区河段，水库坝址控制集水面积 456km²，总库容 2569 万 m³，水库兴利库容 1875 万 m³，死库容为 450 万 m³，为Ⅲ等中型工程，设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇。该工程主要由挡水大坝、溢洪洞、导流兼放空冲沙洞及灌溉洞组成，是一座具有生活供水、农业灌溉及工业供水、兼顾防洪等综合利用的水利枢

组工程，向下游居民生活年供水 210 万 m^3 ，向在建的湘疆工业园区年供水 963 万 m^3 ，水库建成后，塔尔朗引水枢纽工程废弃，水库控制下游灌区灌溉面积与原引水枢纽一致。

2025 年 2 月 11 日塔尔朗水库工程正式开工建设。

高昌抽水蓄能电站无拦河建筑物，无新增河道用水，塔尔朗引水枢纽、塔尔朗水库与本工程无直接关联关系。工程下水库与塔尔朗河水库库区直线距离为 200m，相对高差 130m。工程取水口位于塔尔朗引水渠首上游 0.6km。本工程与塔尔朗引水枢纽、塔尔朗水库位置关系见图 2.1.1-1。

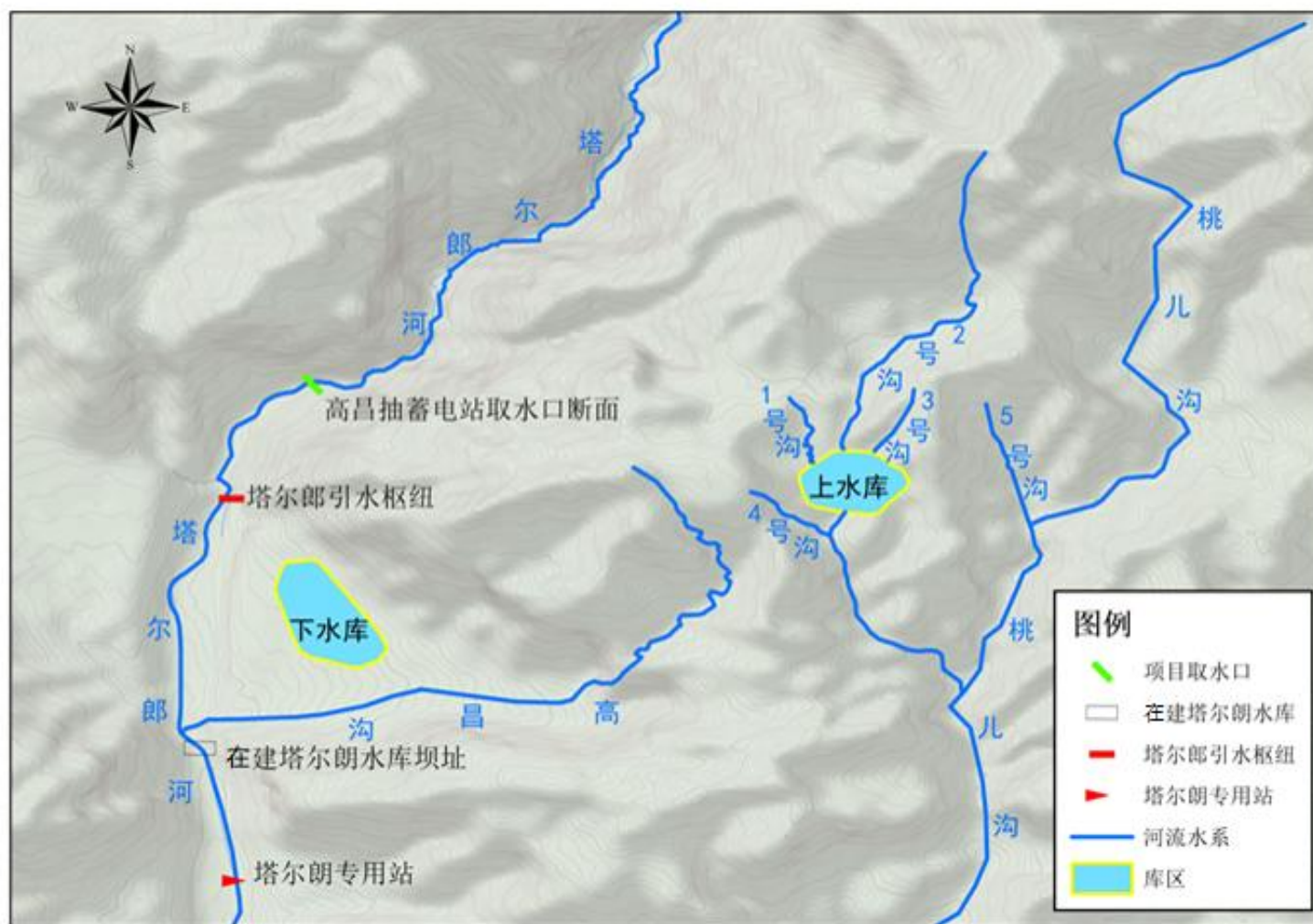


图 2.1.1-1 高昌抽水蓄能电站位置示意图

2.4 工程建设必要性

2.4.1 是助力新疆实现社会稳定和长治久安总目标、促进社会稳定向好发展的重要保障

习近平总书记在第三次中央新疆工作座谈会上指出“发展是新疆长治久安的重要基础，要推动工业强基增效和转型升级，培育壮大新疆特色优势产业”。能源是经济社会发展的重要物质基础和动力，新疆经济将进入高质量发展阶段，能源也进入了转变发展方式、调整能源结构、转换增长动力的高质量发展阶段。

新疆社会稳定和长治久安，关系全国改革发展稳定大局，关系祖国统一、民族团结、国家安全，关系中华民族伟大复兴。一直以来，改革发展稳定是我国社会主义现代化建设的三个重要支点。改革是经济社会发展的强大动力，发展是解决一切经济社会问题的关键，稳定是改革发展的前提。安全和发展是一体之两翼、驱动之双轮。坚持把稳定作为新疆繁荣发展的基本前提，把发展作为新疆长治久安的重要基础，坚持从稳疆安疆的战略高度出发，正确处理改革发展稳定的关系，坚持稳中求进工作总基调，在保持社会稳定中推进改革发展，通过改革发展促进社会稳定，努力实现高质量发展和高水平安全良性互动。

在发展方面，新疆是中央确定建设的“三基地一通道”及综合能源基地，在全国资源开发中具有重要的战略地位。积极推进新疆能源产业高速发展是完整准确贯彻新时代党的治疆方略，牢牢扭住新疆工作总目标，依法治疆、团结稳疆、文化润疆、富民兴疆、长期建疆，以推进治理体系和治理能力现代化为保障，多谋长远之策，多行固本之举，努力建设团结和谐、繁荣富裕、文明进步、安居乐业、生态良好的新时代中国特色社会主义新疆的具体表现。

高昌抽水蓄能电站建设不仅对优化地区电源结构、改善电网运行条件、保障电力系统安全稳定运行等具有重要作用。同时，工程建设将带动新能源产业发展、拉动地区经济持续快速发展，优化区域经济结构，促进经济协调发展；增加就业、提高当地人民群众整体生活水平，电站建设期间发生大量的人力、物力及资金投入，对区域经济拉动效益显著；建设期间及投入运行后增加地方财政、税收收入。此外，通过抽水蓄能电站建设，将推动当地建材、电力等第二产业的发展，以及餐饮、交通、租赁等服务业的发展，促进经济转型升级；改善道路等基础设施条件，增强地方经济实力；同时结合高昌抽水蓄能电站建设，还可以开展水利风景

区建设，形成区域经济新的增长点，带动各项产业发展，对促进社会经济高质量发展具有积极作用，更好地推动新疆社会稳定和长治久安。

2.4.2 是落实“30·60”“双碳”目标，构建现代能源体系和新型电力系统、促进能源结构优化调整、亟须加快建设的重要工程

能源关系国家经济发展、社会稳定和国家安全。当前全球气候变化、生态环境破坏和能源资源紧缺，深刻影响着人类社会的生存和发展。发展低碳经济成为世界的共识，建设发展安全绿色可靠的低碳能源已成为世界能源发展的潮流和方向，这也是我国未来能源发展的重要战略。习近平总书记在党的十九大报告中提出：加快生态文明体制改革，建设美丽中国。壮大清洁能源产业，推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，要提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要。2020年9月22日，习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话指出，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12日，习近平总书记在气候雄心峰会上通过视频发表题为《继往开来，开启全球应对气候变化新征程》的重要讲话，提出到2030年，我国非化石能源占一次能源的比重达25%左右，风电、太阳能发电总装机容量达到12亿kW以上。

2021年3月，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》发布，文件要求推进能源革命，建设清洁低碳、安全高效的能源体系，提高能源供给保障能力。2022年1月30日，国家发展改革委、国家能源局印发《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》提出，“十四五”时期，基本建立推进能源绿色低碳发展的制度框架，形成比较完善的政策、标准、市场和监管体系，构建以能耗“双控”和非化石能源目标制度为引领的能源绿色低碳转型推进机制。

截至2020年底，新疆电网联网运行的发电装机容量11071万kW，其中：火电装机容量6492万kW，占装机总容量的58.6%，新疆电网以火电为主。在“双碳”目标及构建以清洁低碳能源为主体的现代能源体系等新形势新要求下，大规模发展新能源是新疆能源结构调整的必由之路，也是实现“双碳”目标的重要举措。经预测，到2030年，新疆电网和兵团新能源总规模将达到16382万kW。

由于新能源出力具有随机性、间歇性和波动性，其发电出力与电网负荷需求特性存在一定不匹配，需要有调节能力的电源与之配合运行，平滑新能源出力过程，保障系统安全稳定运行。

为了应对新能源大规模高比例并网，电力系统灵活调节电源、储能蓄能电源、电网送出工程必将大规模增加，从而会不断提升电力系统成本。

抽水蓄能电站参与调峰的系统总费用现值低于仅靠煤电进行调峰的电源方案，表明在系统中增加一定规模的抽水蓄能电站有利于优化电力系统的经济性。抽水蓄能电站可将系统多余电量或者负荷低谷电量，转换为系统负荷高峰电力电量，是将系统价值低的电力电量转换为高峰时期价值高的电力电量。在电网调峰困难时，抽水蓄能电站可减少系统中火电开机规模，降低煤电调峰幅度，从而节省系统投资和运行费用。抽水蓄能可以提高电力系统接纳新能源发电的能力，提升新能源利用率，提高新能源开发建设经济性。同时，抽水蓄能电站可以减小新能源电源对电力系统的冲击和影响，保障电源电力供应可靠度，从而降低电力系统备用容量，优化电力系统运行方式。

因此，在构建以清洁低碳能源为主体的新型电力系统中，需要尽可能地选择经济性较优的灵活性调节电源。抽水蓄能电站具有启停迅速，升荷、卸荷速度快，运行灵活可靠，既能削峰填谷又可储能，能够很好地适应电力系统负荷变化，改善系统火电机组运行条件，提高电网经济效益，亦可作为调频调相、紧急事故备用、黑启动电源，提高电网供电可靠性，是当前技术成熟、经济性优且最具大规模开发的储能品种，也是全球公认的理想调峰电源之一。高昌抽水蓄能电站是落实“30·60”“双碳”目标，构建现代能源体系和新型电力系统、促进新疆能源结构优化调整、亟须加快建设的重要工程。

2.4.3 是保障新型电力系统下新疆电网电力需求、调峰容量需求、电力系统安全稳定运行和促进新能源外送消纳的重要工具

根据《新疆维吾尔自治区“十四五”电力发展规划》，到2025年新疆最大负荷5680万kW，需电量4220亿kWh，到2030年新疆最大负荷7020万kW，需电量5130亿kWh。叠加外送通道负荷后最大负荷、需电量可达11059万kW、7508亿kWh，考虑已建、在建及明确的电源项目后，新疆电网2030年电力缺口为672万kW~2149万kW，电量缺口最大为349亿kWh~838亿kWh，有较大的

电力电量空间。未来新能源大规模、高比例发展将是新疆能源发展的主攻方向，新能源主要为系统提供电量，系统电力空间缺口大，需要解决电力缺口问题。

新疆电网属于以燃煤火电为主的电网，系统调峰主要依靠火电。在“双碳”目标及构建现代能源体系等目标下，新疆能源发展绿色低碳转型任务迫切。在“双碳”减排目标及构建以清洁低碳能源为主的现代能源体系下，考虑风、光电反调峰后，2030 年新疆电网 8 月、12 月峰谷差分别为 7692 万 kW、7833 万 kW，大规模新能源并网后需要电力系统提供更大的调峰能力。

随着新疆新能源大规模发展，2030 年仅靠现有在建的抽水蓄能、新型储能及调峰电源新能源弃电率 14.8%；当抽水蓄能规模达到 1500 万 kW~2000 万 kW 时，新能源弃电率分别为 10.3%~9.3%。

抽水蓄能电站是当前最具规模化和最经济的“储能”方式，通过抽水工况和发电工况，在系统中既可作为电源又能作为负荷，把风电、光伏输出功率进行“时间”和“空间”上的再分配，以利于消纳更多新能源。

新疆东疆区域紧抓国家“疆电外送”的机遇，加快推进各等级电网建设步伐，打造坚强智能送端电网，逐步将东疆区域电网建设成为火电、风电、光电集群发电，交直流混合运行，各等级电网协调发展的能源输送枢纽和基地。

考虑到 2030 年，东疆区域已建有哈密~郑州直流，未建有哈密北—重庆，以及规划两条外送通道，在东疆区域准东地区的大型风电、光电基地附近，配套建设一定规模的抽水蓄能电站，构建“多能互补”平台和坚强送端电网，可显著提高送端电网的安全性和稳定性。

同时，风电并网对输电系统的影响主要体现在对直流系统启动、频率控制、电压调节等方面。直流输电系统要求输送连续电流不能小于最小直流电流，最小直流电流约为输电系统额定电流的 10%，由于风电出力随机波动，且发电出力在装机容量 10% 以下出现概率较高，当出力在装机容量 10% 以下时，便会导致输电系统输送电流小于最小直流电流，造成输电系统闭锁，电力电量不能外送，风力发电量损失较大。风电出力频繁波动，则无功补偿装置承担无功也频繁调整，无功补偿装置运行条件较差，导致使用寿命降低。风电发电出力频繁波动，导致直流输电系统的频率频繁调整，会对滤波器产生影响，从而产生谐波分量，影响风电机组的正常运行。

配套打捆一定容量的煤电，可解决特高压直流最小输电出力要求。配置一定

容量的抽水蓄能电站，既可保证输电系统的稳定运行，又可缓解风电对输电系统无功电压和系统频率稳定性的影响。

要解决未来新疆电网电力需求、调峰需求、安全稳定经济运行及新能源消纳的问题，需立足新疆电网自身电源优化配置，调整电源结构，特别是加大负荷中心附近快速反应的清洁调节电源建设以及外送通道建设。抽水蓄能电站是世界公认的理想调节电源之一，其主要特点是具有启停迅速，升荷、卸荷速度快，运行灵活可靠。目前，新疆无已投产的抽水蓄能电站，在建的阜康抽水蓄能电站、哈密抽水蓄能电站，装机容量共 240 万 kW，远不能满足电力负荷快速增长、新能源大规模发展的需要。经研究，根据新疆抽水蓄能需求规模分析，2030 年新疆电网抽水蓄能电站合理需求规模在 1500 万 kW~2000 万 kW 之间。因此，2030 年左右建成高昌抽水蓄能电站是保障新型电力系统下新疆电网电力需求、调峰容量需求、电力系统安全稳定运行和促进新能源外送消纳的重要工具。

2.4.4 是落实国家发展战略、促进当地经济社会发展的重要抓手

新疆是中央确定建设的“三基地一通道”及综合能源基地，在全国资源开发中具有重要的战略地位。习近平总书记在第三次中央新疆工作座谈会上指出“发展是新疆长治久安的重要基础，要推动工业强基增效和转型升级，培育壮大新疆特色产业优势产业”。新能源产业具有资源消耗低、清洁程度高、潜在市场大、产业链长、带动能力强、综合效益好等优势，是促进新疆经济社会发展的重要引擎。

高昌抽水蓄能电站建设不仅对优化地区电源结构、改善电网运行条件、保障电力系统安全稳定运行等具有重要作用。同时，工程建设将带动新能源产业发展、拉动地区经济持续快速发展，本项目投产，可直接增加当地固定资产投资 892806 万元，年税收总额 16333 万元，地方税收 7641 万元。

高昌抽水蓄能项目的实施，可进一步优化区域经济结构，促进经济协调发展；增加就业、提高当地人民群众整体生活水平，电站建设期间发生大量的人力、物力及资金投入，对区域经济拉动效益显著；建设期间及投入运行后增加地方财政、税收收入。此外，通过抽水蓄能电站建设，将推动当地建材、电力等第二产业的发展，以及餐饮、交通、租赁等服务业的发展，促进经济转型升级；改善道路等基础设施条件，增强地方经济实力；同时结合高昌抽水蓄能电站建设，还可以开展水利风景区建设，形成区域经济新的增长点，带动各项产业发展，对促进社会

经济高质量发展具有积极作用。

2.4.5 有利于改善生态环境，促进地区节能减排

现阶段新疆电网仍以火电为主，高昌抽水蓄能电站装机容量 140 万 kW，不仅能够按容量效益替代，减少 140 万 kW 的火电装机，并且具有调峰填谷的双倍调峰作用，可明显减少电网峰谷差，可提高新疆电网系统中新能源消纳电量占比、改善火电运行工况，降低运行煤耗，减少火电碳排放。根据估算，高昌抽水蓄能投产后替代火电节省煤耗约 96.92 万 t，减少 CO₂ 排放约 218.65 万 t、SO₂ 约 8141.28 t、CO 约 191.17 t、NO₂ 约 8402.96 t、烟尘 9834.96t。

高昌抽水蓄能电站的投入将提高风、光电电量利用率，减少电网煤炭消耗量，从而有利于缓解电力行业面临的 CO₂、SO₂ 等排放限制压力，有利于环境保护。

2.4.6 建设条件及地理位置较优，是“十四五”重点实施项目

为推进抽水蓄能快速发展，适应新型电力系统建设和大规模高比例新能源发展需要，助力实现碳达峰、碳中和目标，2021 年 9 月国家能源局发布《抽水蓄能中长期发展规划（2021 年—2035 年）》，新疆维吾尔自治区纳入重点实施项目 16 个，其中高昌站点为“十四五”重点实施项目。

高昌抽水蓄能工程距吐鲁番市直线距离约 35km，公路里程约 50km，距乌鲁木齐市公路里程约 210km。电站枢纽建筑物主要由上、下水库沥青混凝土面板坝及全库盆沥青混凝土面板防渗系统、上、下水库电站进/出水口、输水隧洞、高压管道、地下厂房和地面开关站及补水系统等建筑物组成。上、下水库均为新建水库，上水库正常蓄水位 1931m，死水位 1899m，调节库容 620 万 m³，挡水建筑物为沥青混凝土面板堆石坝，最大坝高 63m；下水库正常蓄水位 1284m，死水位 1255m，调节库容 618 万 m³，下水库挡水建筑物采用沥青混凝土面板砂砾石坝，最大坝高 57m。高昌抽水蓄能电站工程上、下水库为抽水蓄能专用水库，无其他综合利用要求。工程首台机发电工期 63 个月，总工期 72 个月。设计概算采用 2025 年二季度价格水平编制，工程静态投资 893314.28 万元，总投资 1053562.37 万元，单位千瓦静态投资 6380.82 元/kW。

高昌抽水蓄能电站地理位置较优，位于新疆新能源较为丰富的东疆区域，距离新能源基地较近，为保证新能源电量安全稳定送出，东疆区域有必要建设抽水蓄能电站。结合地理位置、装机规模、区域负荷分布以及对抽水蓄能电站容量需

求等，高昌抽水蓄能电站供电范围为新疆电网，同时服务于新能源消纳。

综上所述，高昌抽水蓄能电站建成投产后可承担电网及外送通道调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用等任务。从“2030 碳达峰、2060 碳中和”目标实现、促进区域发展战略实现、构建新型电力系统、保障送端电网及送电平台安全稳定运行、改善生态环境、优化电力系统经济性、促进打造东疆区域清洁能源外送基地、工程建设条件等方面综合分析，建设高昌抽水蓄能电站是十分必要的。

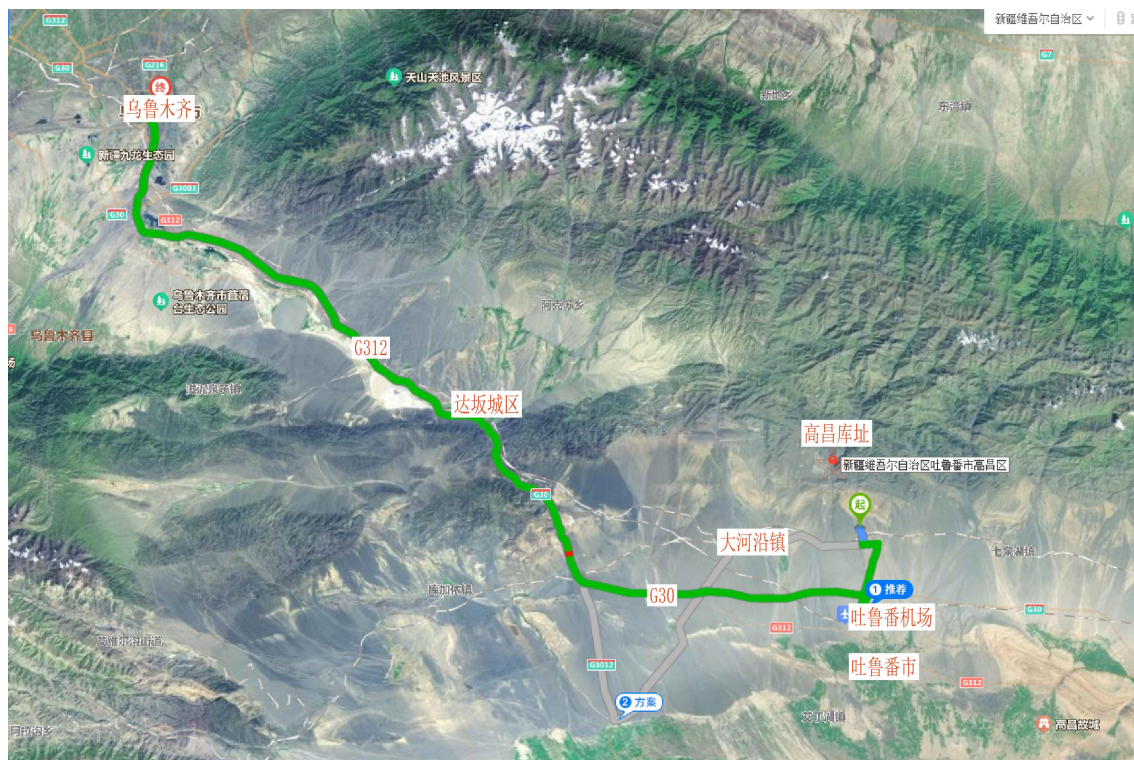
2.5 工程开发任务

随着新疆经济社会的发展，电力系统规模不断扩大，用电负荷和峰谷差持续加大，电力用户对供电质量要求不断提高。为实现“30·60”“双碳”目标，未来新疆电网将迎来风电、光伏发电等新能源的高速发展，电源结构调整带来的系统调峰问题也越发突出，对抽水蓄能电站的需求更加迫切。

高昌抽水蓄能电站建成投产后，供电范围为新疆电网，同时服务于新能源消纳，主要承担电力系统调峰、填谷、储能、调频、调相和紧急事故备用等任务。

2.6 地理位置

高昌抽水蓄能电站位于新疆维吾尔自治区吐鲁番地区高昌区亚尔镇亚尔果勒村境内，电站周边地区有连霍高速 G30、国道 312、省道 S202、S301 可利用，交通条件相对便利。目前下水库有无名路可到达，距吐鲁番市直线距离约 35km，公路里程约 50km，距乌鲁木齐市公路里程约 210km。对外交通条件相对便利，地理位置较优越。



2.7 工程规模及特性

高昌抽水蓄能电站装机容量 1400MW，工程为一等大（1）型工程。上水库正常蓄水位 1931m，正常蓄水位以下水库容 636 万 m^3 ，大坝为沥青混凝土面板堆石坝，最大坝高 63m；下水库正常蓄水位 1284m，正常蓄水位以下水库容 635 万 m^3 ，大坝为沥青混凝土面板砂砾石坝，最大坝高 57m。

根据《防洪标准》（GB50201-2014）及《水电工程等级划分及洪水标准》（NB/T11012-2022）的规定，本工程按其装机容量确定工程等级，属于一等大（1）型工程，上水库大坝、库盆防渗系统、上水库库周宽顶堰、输水系统、地下厂房及地面开关站、下水库大坝、应急放空管等主要永久性建筑物按 1 级建筑物设计，补水设施等次要永久性建筑物按 3 级建筑物设计，临时性建筑物为 4 级建筑物。

主要工程技术特性详见表 2.7-1。

表 2.7-1 主要工程技术特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
(一) 上水库			
1. 流域面积	km ²	3.26	特小流域
库周面积	km ²	3.01	
库面面积	km ²	0.25	
2. 利用的水文系列	年	66	煤窑沟水文站、塔尔朗专用站
3. 设计 24h 洪量 (P=0.5%)	万 m ³	31.7	
4. 校核 24h 洪量 (P=0.1%)	万 m ³	25.5	
(二) 下水库			
1. 流域面积	km ²	0.86	特小流域
库周面积	km ²	0.59	
库面面积	km ²	0.27	
2. 利用的水文系列	年	66	煤窑沟水文站、塔尔朗专用站
3. 设计 24h 洪量 (P=0.5%)	万 m ³	2.52	
4. 校核 24h 洪量 (P=0.1%)	万 m ³	3.13	
二、工程动能特性			
1. 装机容量	MW	1400	
2. 连续满发小时数	h	6	
3. 调节性能		日调节	
4. 电量			
平均年发电量	亿 kWh	17.5	
平均年抽水耗电量	亿 kWh	23.3	
5. 利用小时数			
年发电利用小时数	h	1250	
年抽水利用小时数	h	1667	
6. 电站循环效率	%	75	
三、主要建筑物及金属结构设备			
(一) 上水库			
1. 库水位			
校核洪水位	m	1932.26	
设计洪水位	m	1932.01	
正常蓄水位	m	1931.00	
死水位	m	1899.00	
2. 正常蓄水位水库面积	万 m ²	24.46	
3. 水库库容			

序号及名称	单位	数量	备注
总库容	万 m ³	668	
正常蓄水位以下库容	万 m ³	636	
死库容	万 m ³	16	
调节库容	万 m ³	620	
水损备用库容	万 m ³	24	
4.库盆防渗型式		沥青混凝土全库盆防渗	
5.挡水建筑物			
地基特性		基岩	
地震基本烈度/设防烈度	度	VIII/IX	
设计水平地震动峰值加速度	gal	480	100 年 2%
坝型		沥青混凝土面板堆石坝	
坝顶高程	m	1936	
最大坝高	m	63	
坝顶长度	m	762	
6.环库公路			
长度	m	1896	
宽度	m	10	
7.泄洪建筑物			
型式		库周宽顶堰	
围岩特性		安山玢岩	
堰顶高程	m	1931.50	
单孔宽度/孔数		单孔宽度 8m/共 2 孔	
单宽流量	m ³ /s.m	3.57	
消能方式		底流消能	
设计泄洪流量 (2#)	m ³ /s	39	
校核泄洪流量 (2#)	m ³ /s	57.1	
(二) 下水库			
1.库水位			
校核洪水位	m	1284.00	
设计洪水位	m	1284.00	
正常蓄水位	m	1284.00	
死水位	m	1255.00	
2.正常蓄水位水库面积	万 m ²	26.03	
3.水库库容			
总库容	万 m ³	635	
正常蓄水位以下库容	万 m ³	635	
死库容	万 m ³	17	
调节库容	万 m ³	618	

序号及名称	单位	数量	备注
水损备用库容	万 m ³	24	
4.库盆防渗型式		沥青混凝土全库盆防渗	
5.挡水建筑物			
地基特性		土层	
地震基本烈度/设防烈度	度	VIII/IX	
设计水平地震动峰值加速度	gal	565	100 年 2%
5.1 下水库挡水坝（主坝）			
坝型		沥青混凝土面板砂砾石坝	
坝顶高程	m	1289	
最大坝高	m	57	
坝顶长度	m	1202	
6.环库公路			
长度	m	2103	
宽度	m	10	
7.泄水建筑物			
型式		廊道内置钢管	
进/出口高程	m	1237.0/1094.5	
长度	m	2065	
最大流量	m ³ /s.m	11.93	
消能方式		底流消能	
（三）输水系统			
1.上水库进/出水口			
型式		侧式	
地基特性		岩基	
拦污栅型式		平面滑动	
拦污栅尺寸（宽×高）/孔数	m×m/个	6.0×9.0/8	
7.下水库进/出水口			
型式		侧式	
地基特性		岩基	
拦污栅型式		平面滑动	
拦污栅尺寸（宽×高）/孔数	m×m/个	5.5×10.0/8	
9.输水系统距高比		5.1	
（四）厂房			
1.布置型式		尾部式地下厂房	
2.地基或围岩特性		凝灰砂砾岩	
3.主厂房开挖尺寸（长×宽×高）	m×m×m	188.5×26.1×58.8	
4.水轮机			
型式、型号		立轴单级混流式水泵水轮机	

序号及名称	单位	数量	备注
台数	台	4	
5.进场交通洞、通风兼安全洞	m	1934/1500	
6.开关站			
地基		岩基	
面积（长×宽）	m×m	150×75	
五、施工组织设计			
1.主体工程量			
土方明挖	万 m³	656.98	
石方明挖	万 m³	533.01	
石方洞挖及井挖	万 m³	180.76	
2.施工工期			
准备工期	月	24	
第一台机组发电工期	月	63	
总工期	月	72	
六、建设征地移民安置			
草地	亩	1809.87/1164.22	永久/临时
耕地	亩	/	
林地	亩	2.58	永久
搬迁安置人口	人	/	
生产安置人口	人	/	
拆迁房屋	万 m²	/	
七、环境保护措施			
陆生生态保护措施	植被恢复；野生动物救助；加强施工管理；做好水土保持措施		
水生生态保护措施	卷载效应减缓措施、管理措施		
施工期环境保护措施	生产废水及生活污水处理后回用或综合利用；降尘洒水、车辆冲洗等粉尘削减措施。		
生活垃圾处理	施工期、运行期生活垃圾外运至大河沿垃圾填埋场；		
危险废物	建设危险废物暂存间，委托有危废处理资质的单位进行外运处置		
八、经济指标			
工程静态投资	万元	893314.28	
工程总投资	万元	1053562.37	

2.8 工程项目组成

高昌抽水蓄能电站主要由主体工程、施工辅助工程、建设征地及移民安置工程、环境保护工程四部分组成。各部分组成详见表 2.8-1。

表 2.8-1 工程组成表

项目		工程组成
主体工程	挡水工程	上水库沥青混凝土面板堆石坝、库盆防渗系统、环库公路、库周排水系统
		下水库沥青混凝土面板堆石坝、库盆防渗系统、环库公路、水库应急放空设施
	输水工程	引水系统：上水库侧式进/出水口、引水事故闸门井、引水上平洞、引水调压井、压力钢管上斜井、中平段、下斜井、下平段、引水高压钢岔管及引水高压钢支管 尾水系统：尾水支管、尾水事故闸门井、尾水钢筋混凝土岔管、尾水调压室、尾水隧洞及下水库侧式进/出水口
	发电工程	地下主副厂房、主变洞、母线洞、尾闸洞、附属洞室、地面开关站；厂房安装 4 台单机容量 350MW 的混流可逆式水泵水轮机组
辅助工程	施工导流	上水库导流： 支沟拦挡坝导流：拦挡坝位于库盆西北侧 1 号、2 号支沟内，支沟常年为干地条件，仅受支沟暴雨汇水影响，导流方式采用编织袋堆土围堰挡水+排洪洞过流的方式进行导流 上库大坝导流：库周截排水沟+坝前围堰挡水+水泵机械抽排 下水库导流： 坝顶高程以上部分采用边坡顶部截排水沟进行导流，坝顶高程以下库盆导流采用预留土坎挡水，设置集水坑汇水，水泵抽排
	施工附属企业	上、下水库区各 1 套砂石加工系统、混凝土拌和系统、钢筋加工厂、木材加工厂、机械停放及修配厂；下水库区有钢管加工、金属结构拼装场等
	公用工程	业主营地： 布置于下水库南侧坡地上，规划总人数约 125 人，总占地面积 3.5 万 m ² ； 上水库承包商营地： 布置上库综合加工厂附近缓坡地，距上水库坝址约 0.7km，占地面积约 1.37 万 m ² ； 下水库承包商营地： 布置于下库坝址附近缓坡地，距坝址约 0.2km，占地面积约 3 万 m ² ； 供水： 上下库初期蓄水、运行期补水及施工期供水从塔尔朗河取水； 供电： 由交河 220kv 变电站的 110kV 母线侧接引一回 110kv 线路，送电距离约 40km。另配备柴油发电机组，作为应急电源 供风： 采用固定加移动相结合的方式
	场内交通工程	场内永久道路有： Y1 号路（永久进厂道路）、Y2 号路（上下库连接路）、Y3 号路（去取水口道路）、Y4 号路（去业主营地道路）、Y5 号路（去中平段施工支洞道路）、Y6 号路（去放空洞出口道路）、Y7 号路（去引水调压井道路）、Y8 号路（去上库排水廊道道路）； 场内临时道路有： L1 号路（去进厂交通洞临时道路）、L2 号路（去下

项目		工程组成
		库炸药库道路）、L3 号路（去下库弃渣场道路）、L4 号路（去下库库盆开挖填筑道路）、L5 号路（去下库库顶开挖道路）、L6 号路（去下库沥青混凝土拌和系统道路）、L7 号路（去下库承包商营地道路）、L8 号路（去上库库盆开挖填筑道路）、L9 号路（去上库库顶开挖道路）、L10 号路（去上库施工工厂设施道路）、L11 号路（去上库承包商营地道路）、L12 号路（去 2 号施工支洞道路）、L13 号路（去下库弃渣场前期道路）、L14 号路（上下库连接路 1 号施工便道）、L15 号路（上下库连接路 2 号施工便道）； 永久交通道路总长 21.18km，其中明线 15.46km，洞线 5.52km，桥梁 0.2km 临时道路总长 22.8km，全部为明线
	料场	不设置料场。上库开挖强弱风化料可满足上库填筑、垫层料、反滤料及混凝土骨料使用要求；下库区开挖的碎石土料可满足下库填筑要求，筛分加工后也可以作为垫层、反滤料使用；输水发电系统开挖的弱风化块石料可满足下库排水、护坡料等使用要求，高阶地前缘开挖的砂砾石料可满足下库区混凝土骨料使用要求
	任意料堆放场及中转料场	上、下库库内中转料场，位于库盆内； 上库毛料堆存场，位于上库北侧沟道底部； 上库坝后压坡体，位于上库大坝坝后； 下库有用料转存场，位于下库库盆南侧
	渣场	下库弃渣场，塔尔朗河右岸高阶地上
建设征地及移民安置工程		项目征占地 5772.68 亩； 无搬迁安置、生产安置人员
环境保护工程		植被恢复；野生动物救助；加强施工管理；做好水土保持措施
		卷载效应减缓措施、管理措施
		水环境、环境空气、声环境保护措施
		生活垃圾收集外运处理；项目弃渣及其它建筑垃圾等运往弃渣场；废旧包装、木材等随生活垃圾外运处理
		建设危险废物暂存间暂存废油等危废，委托有危废处理资质的单位进行外运处置

2.9 枢纽工程

2.9.1 工程等别

高昌抽水蓄能电站装机容量 1400MW。根据国家《防洪标准》（GB50201-2014）及《水电工程等级划分及洪水标准》（NB/T11012-2022）的规定，本工程按其装

机容量确定工程等级，属于一等大（1）型工程。

各建筑物级别如下：

（1）永久性建筑物：上水库大坝、库盆防渗系统、上水库库周宽顶堰、输水系统、地下厂房及地面开关站、下水库大坝、应急放空管等主要永久性建筑物均为 1 级建筑物；补水设施等次要永久性建筑物等级为 3 级；

（2）临时性建筑物：为 4 级建筑物。

高昌抽水蓄能电站枢纽布置见附图。

2.9.2 地震烈度

根据中国地震局地质研究所完成的《新疆高昌抽水蓄能电站工程场地地震安全性评价报告》和《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），工程区地震基本烈度为Ⅷ度。

2.9.3 上水库工程

上水库位于塔朗河左岸山顶冲沟型缓坡处，在沟口筑坝，四周扩挖成库。水库正常蓄水位 1931m，死水位 1899m，调节库容 618 万 m^3 。库址区地表无泉水出露，各冲沟内无常年流水，根据本阶段勘察成果，上水库库址区地下水埋藏较深，库周钻孔揭露的地下水位埋深为地表以下 75.0m~115.8m，采用全库盆沥青混凝土防渗方案。上水库主要建筑物包括：沥青混凝土面板堆石坝、库盆防渗系统、上水库进出水口、环库公路及库周排水系统等。

（1）挡水建筑物

上水库挡水坝采用沥青混凝土面板堆石坝，坝顶长 762m。坝顶高程 1936m，最大坝高 63m，坝顶宽 10m，坝顶上游设“L”型防浪墙，墙顶高程 1937.2m。上游坝坡 1:1.7，下游坝顶以下第一级坝坡为 1:1.7，其他级为 1:1.5，每 20m 设一级马道，马道宽 5m。坝体分区从上游至下游为：沥青混凝土防渗面板、垫层料区、过渡料区、上游堆石料区和下游堆石料区。下游坝坡后设坝后任意料区，压坡体顶高程 1916m，坡比为 1:2.0，下游坡设“之”字路。下游坝坡采用浆砌石+干砌石护坡，压坡体下游坡采用干砌石护坡。

（2）库盆防渗系统

上水库需采用全库盆防渗，经比选采用全库盆沥青混凝土防渗方案，库盆防渗总面积 27.86 万 m^2 ，其中库岸 12.17 万 m^2 ，库底 15.69 万 m^2 。

(3) 环库公路

库岸顶部设环库公路高程为 1936m，环库轴线总长度 1883m。

(4) 防洪措施

上水库无天然径流，也不存在地下水补给，洪水主要由暴雨形成。1#、3#支沟洪水较小且库外天然库容较大，本阶段对 1#及 3#支沟采用将沟道泥石流及洪水拦蓄在库外，将支沟洪水拦蓄在库外，不入库，并在 1#及 3#沟回填体下游坡设土工膜进行防渗的治理方案；2#支沟洪水入库，采用拦挡坝+引渠+宽顶堰方案，在支沟内布设柔性防护网，拦截固体物质，并在防护网下游布设引渠，库周布设宽顶堰，洪水经引渠汇至库周宽顶堰进入上水库。2#支沟及库面降雨洪量入库后通过坝顶超高满足防洪要求。

上水库平面布置见图 2.9.3-1。

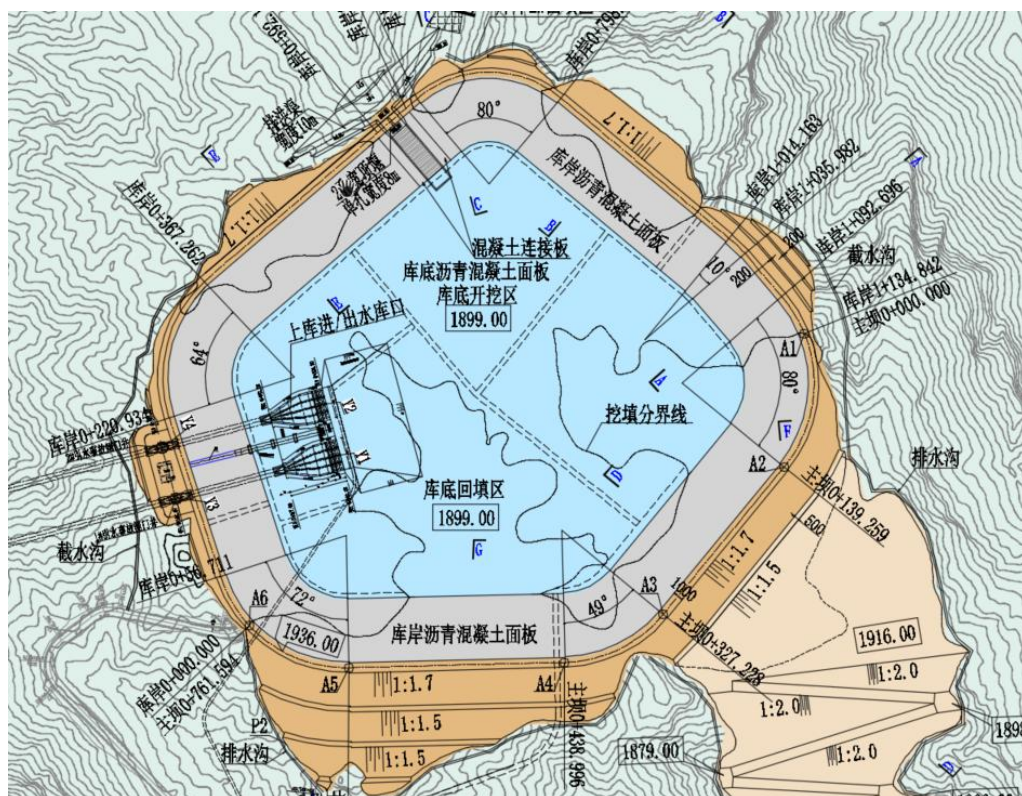


图2.9.3-1 上水库平面布置图

2.9.4 下水库工程

下水库位于塔尔朗河沟口左岸山前台地缓坡上，正常蓄水位 1284m，死水位 1255m，调节库容 618 万 m^3 。本阶段在库区钻孔 90m 深度范围内未揭露出地下水，地下水位埋藏深，采用全库盆沥青混凝土防渗方案。枢纽建筑物主要包括：

下水库沥青混凝土面板砂砾石坝、库盆防渗系统、水库应急放空设施、环库公路及库周排水系统等。

(1) 挡水建筑物

挡水坝采用沥青混凝土面板砂砾石坝，为顺应地形及与相邻建筑物连接需要，主坝坝轴线中间为直线段、两端为弧线方式布置，两端圆弧半径为 130.00m，坝顶高程 1289m，最大坝高 57m，坝顶长 1202m。坝顶宽 10m，坝体上游坡比采用 1:1.7，下游坝坡采用 1:1.7，每 20m 设一级马道，马道宽 5m。坝体填筑材料分区由上游向下游分为：沥青混凝土防渗面板、垫层料区、过渡料区、排水料、砂砾石堆石区组成。

(2) 库盆防渗系统

下水库需采用全库盆防渗，经比选采用沥青混凝土面板全库盆防渗。库盆防渗总面积 29.64 万 m²，其中库岸 13.01 万 m²，库底 16.64 万 m²。

(3) 环库公路

库岸顶部设环库公路高程为 1289m，环库轴线总长度 2103m。

(4) 防洪措施

下水库无天然径流，也不存在地下水补给，洪水主要由暴雨形成，因此本阶段下水库后缘岸坡形成的库周洪水不入库，采用开挖边坡外的截水沟以及坝顶排水沟排导坡面洪水，仅允许库面洪水入库，通过应急放空管排洪。

下水库平面布置见图 2.9.4-1。

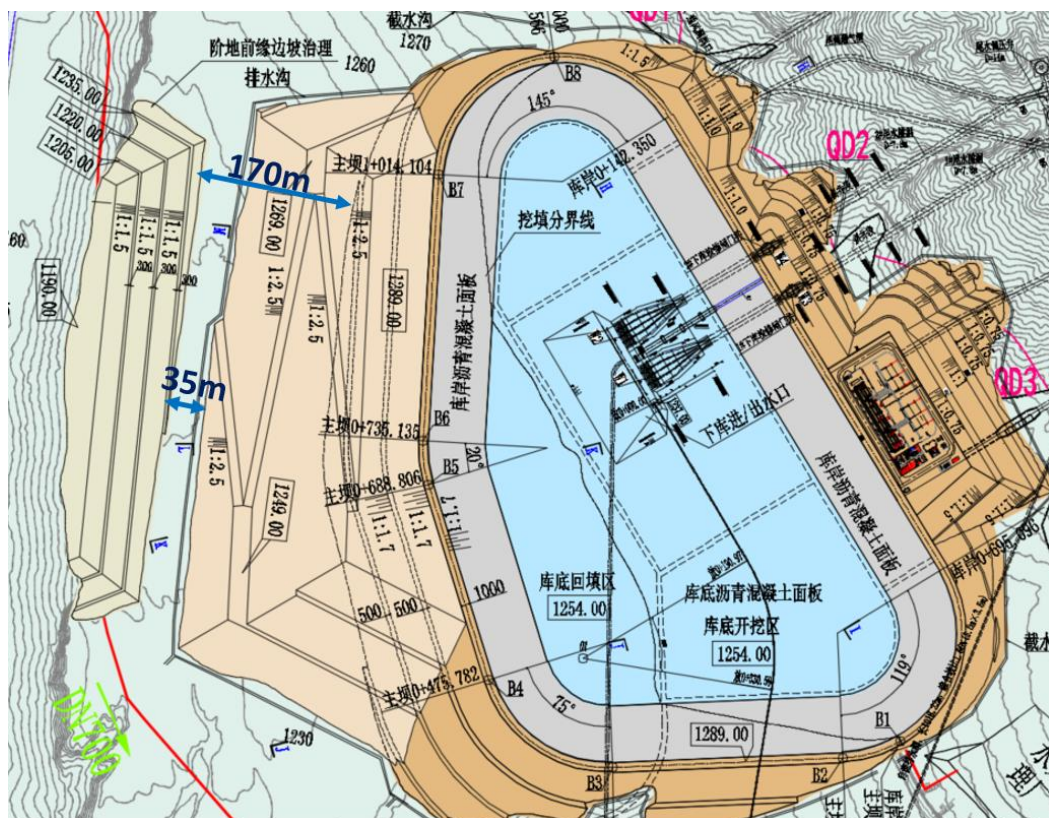


图2.8.2-1 下水库平面布置

2.9.5 输水发电系统

输水系统分为引水系统和尾水系统两部分，布置在上、下水库间山体内，引水系统平面上呈直线布置，尾水系统平面上呈折线布置。引水系统主要由上水库侧式进/出水口、引水事故闸门井、引水上平洞、引水调压井、压力钢管上斜井、中平段、下斜井、下平段、引水高压钢岔管及引水高压钢支管等建筑物构成；尾水系统主要由尾水支管、尾水事故闸门井、尾水钢筋混凝土岔管、尾水调压室、尾水隧洞及下水库侧式进/出水口等建筑物构成。输水系统总长约3495.57m/3509.98m（1# / 2#），其中引水系统长2777.94m，尾水系统长717.63m/732.04m，距高比为5.1。

地下厂房位于输水系统的中部偏尾部，厂房内安装 4 台 350MW 混流可逆式水泵水轮机组。地下厂房洞室群主要由主副厂房洞、主变洞、尾闸洞三大主洞室及进厂交通洞、通风兼安全洞、母线洞、750kV 出线竖井+平洞、排风竖井、排水廊道等辅助洞室组成。地下厂房采用引水和尾水系统正进正出布置方式，主副厂房洞、主变洞和尾闸洞三大主洞室平行布置的方式。

主副厂房洞开挖尺寸为 $188.5\text{m} \times 26.1\text{m}(27.5\text{m}) \times 58.8\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 高），主变洞开挖尺寸为 $159\text{m} \times 22.7\text{m} \times 27.7\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 高）。厂房与主变洞间设 4 条母线洞、1 条主变交通洞和 1 条交通电缆洞。尾闸洞开挖尺寸为 $120.0\text{m} \times 10.0\text{m}(12.0\text{m}) \times 42.1\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 高）。主副厂房洞与主变洞之间岩柱厚度为 45m ，为两洞平均跨度的 1.84 倍，主变洞与尾闸洞之间岩柱厚度为 36m ，为两洞平均跨度的 2.20 倍。地下厂房机组安装高程 1160.0m ，发电机层楼板高程 1176.60m 。

进厂交通洞从主厂房右端墙进入，进口布置在下水库东北侧库岸边坡上，洞口地面高程 1289.00m ，与环库路相接，洞内末端同发电机层高程 1176.60m 。进厂交通洞全长约 1934.17m ，综合纵向坡度 5.81% 。进厂交通洞为城门洞型，净断面尺寸为 $8.5\text{m} \times 8.5\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。

通风兼安全洞是厂房通风及人员安全疏散通道，在施工期为厂房顶部开挖施工通道，进洞点和进厂交通洞并排布置在于下水库东北侧库岸边坡上，洞口高程 1289.00m ，通风兼安全洞与地下副厂房上部左端相连。通风兼安全洞总长约 1500.67m ，综合纵坡 6.26% ，断面尺寸考虑运行期通风、紧急情况下疏散，兼顾施工期出渣运输需要，净空尺寸 $7.5\text{m} \times 7.5\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。

开关站布置在下水库东侧环库路旁开挖形成的台地上，地面高程 1289.00m 。开关站平面尺寸为 $150\text{m} \times 75\text{m}$ （长 $\times$ 宽），由继保楼、GIS 室、出线场和柴发室等组成。户外开关站通过高压电缆竖井和平洞与主变室相连。继保楼和 GIS 室均采用钢筋混凝土框架结构，继保楼主要布置水处理设备室、通信设备室、中控室及计算机室等。

2.9.6 补水建筑物

本电站永久补水系统与上下水库初期蓄水及施工供水系统采取永临结合的布置形式，永久补水系统将利用电站施工供水系统已建成的取水泵站、给水处理站及至下水库输水管路，取水泵站从塔尔朗河干流取水加压至给水处理站，来水经给水处理站沉淀处理后自流至下水库进行补水，以解决上、下水库蒸发、渗漏及电站生产、生活用水等损耗。

永久补水系统及临时取水口总平面布置见下图。

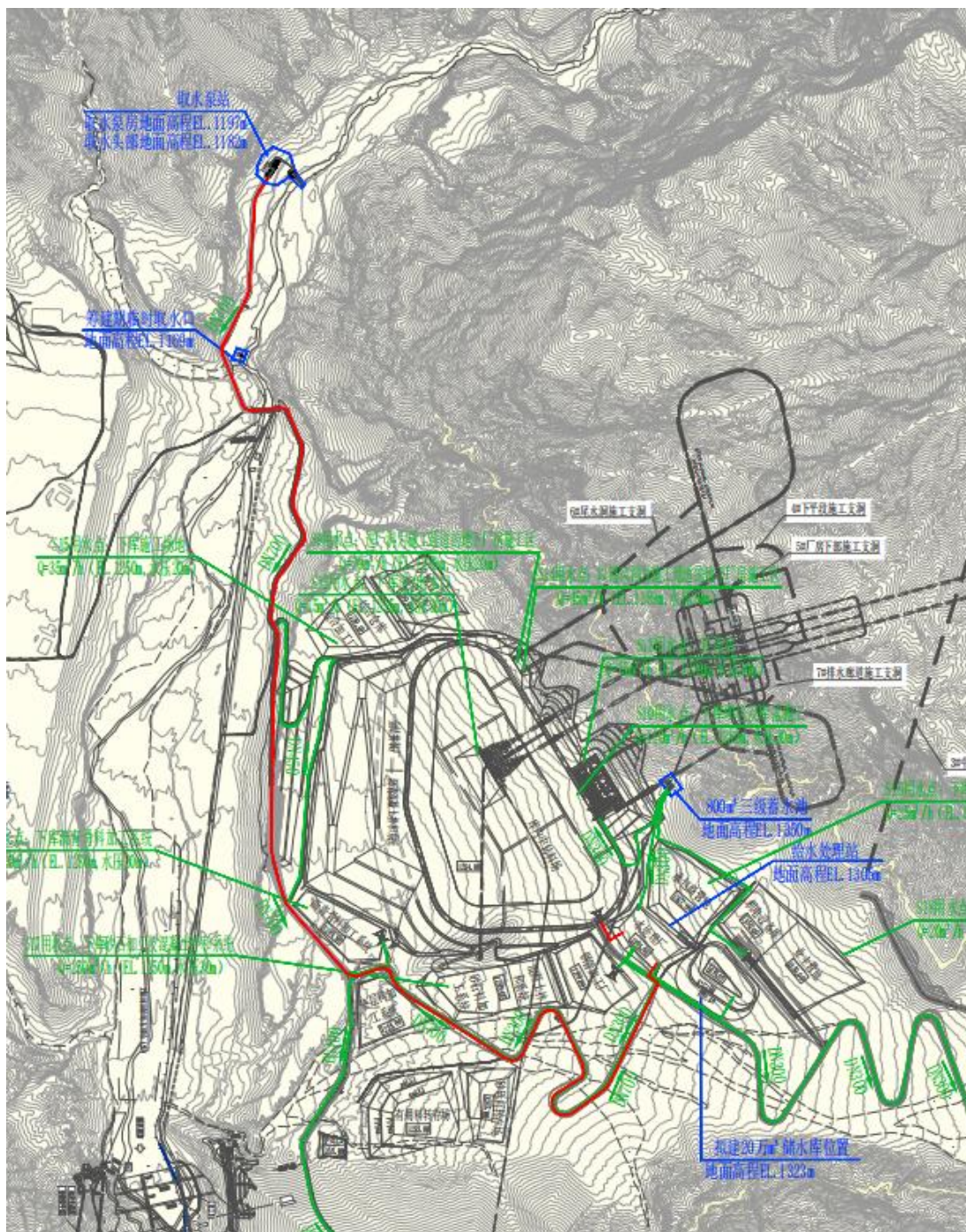


图 2.9.7-1 永久补水系统总平面布置图

2.9.6.1 取水泵站

取水泵站位于塔尔朗引水渠首上游约 0.6km 的塔尔朗河干流右岸上, 泵站由取水头部及取水泵房两部分组成。

取水头部采用底栏栅取水形式，由底栏栅取水构筑物 and 预沉池组成，底栏栅取水构筑物布置于河床中，预沉池布置于塔尔朗河右岸。底栏栅取水构筑物由引水廊道组成，底栏栅取水构筑物长约 27m，横截面尺寸为 1.00m×1.60m（宽×高），

底拦栅取水构筑物末端接入预沉池。预沉池完成地面高程约为 1185.50m，尺寸约为 13.00m×10.00m×7.00m（长×宽×高），预沉池内设有一组潜水泵和一组耐磨抽沙泵，潜水泵将预沉池内来水加压提升至取水泵房蓄水池，耐磨抽沙泵用于河道汛期时预沉池的排沙清理。

取水泵房布置于取水头部西侧的天然台地上，完成地面高程约为 1197.00m。由 800m³蓄水池、水泵室和配电用房组成，其中 800m³蓄水池为钢筋混凝土埋地水池，水池顶板覆土高度为 0.5m；水泵室和配电用房为地上一层构筑物，平面尺寸约为 50m×10m×7.90m（长×宽×高）。根据电站初期蓄水规模，泵房内设置 4 台中开卧式离心泵，单台水泵参数：Q=770m³/h，H=137m，N=500kW，电压等级 10kV。电站建设期，4 台中开卧式离心泵采用 1 用 1 备，初期蓄水时 4 台中开卧式离心泵采用 3 用 1 备，电站运行期永久补水时仅保留 2 台中开卧式离心泵，采用 1 用 1 备。水泵机组单排布置，相邻水泵机组布置净距为 1.8m。水泵启停取水泵房内的 800m³蓄水池或给水处理站内的两座 800m³蓄水池中水位计发出信号自动控制和人工手动控制。电站运行期塔尔朗河来水经取水泵站取水加压提升送至给水处理站。

综上所述，电站运行期永久补水水泵采用两台中开卧式离心泵（1 用 1 备），单台水泵参数：Q=770m³/h，H=153m，N=560kW，电压等级 10kV。塔尔朗河来水经取水泵站取水加压提升送至给水处理站。

2.9.6.2 临时取水口

临时取水口位于塔尔朗引水渠首上游约 0.15km 的塔尔朗河干流处，河道右岸岸边，地面高程约为 1169.00m，设计取水量约为 320m³/h。临时取水口由引水渠、集水井及配电室组成。引水渠长约 5m，横截面尺寸为 1.00m×1.00m（宽×高），末端接入集水井，集水井尺寸约为 5.00m×5.00m×4.00m（长×宽×高），内设有一组潜水泵，为筹建期提供临时施工用水。当工程进入主体施工期，永久取水口投运后，此临时取水口拆除。

2.9.6.3 给水处理站

给水处理站设置于紧邻下水库东南侧，地面高程为 1305.00m，平面尺寸为 130m×100m（长×宽），设计规模为 800m³/h，水源年平均含沙量为 0.968kg/m³，给水处理站处理后的水质满足含沙量不大于 30mg/L。给水处理站内水处理设计主要包括净水处理设计和污泥处理设计，净水处理主要为生产、生活用水的处理，

污泥处理主要为净水处理过程中产生排泥水的处理。

本次设计净水处理工艺采用斜管沉淀池一级沉淀处理工艺，净水处理系统设置 1 座分水阀门井、2 座斜管沉淀池（单座设计规模为 $400\text{m}^3/\text{h}$ ）、2 座 800m^3 蓄水池、1 座加药间、1 座二级泵房（临时设施）和 1 座综合楼，斜管沉淀池由絮凝池和斜管沉淀池组成，絮凝池内设置絮凝搅拌器，加药间内设置聚合氯化铝加药设备和聚丙烯酰胺加药设备，二级泵房内设置两组施工供水临时加压泵和一套生活变频供水设备，综合楼内设置值班室、办公室、电气室、卫生间等。取水来水经一级泵站加压提升至给水处理站，来水经斜管沉淀池沉淀处理后自流进入蓄水池，蓄水池中水一部分自流或加压供给到各个施工用水点，另一部分水自流供给至下水库进行永久补水。

给水处理站内污泥主要来源于净水处理工艺中平流沉淀池以及斜管沉淀池的排泥水，污泥处理工艺采用板框压滤机进行脱水。污泥处理系统由调节、浓缩、脱水及泥饼处置四道工序组成，本电站给水处理站污泥处理系统设置 1 座排泥池（设计容积为 200m^3 ）和 1 座污泥脱水间，排泥池内设置 2 台潜水渣浆泵和 1 台搅拌器，污泥脱水间内设置一套高效浓缩罐（设计容积为 150m^3 ）、2 台压滤机专用进料泵、2 套高压隔膜板框压滤机（单套过滤面积 300m^2 ）和聚丙烯酰胺加药设备。

斜管沉淀池排泥水自流进入排泥池进行调节，排泥池中排泥水经全自动加药设备加药混合后进入高效浓缩罐浓缩，浓缩后污泥由压滤机专用进料泵加压提升送至板框压滤机进行脱水形成泥饼，最终外运至大河沿生活垃圾填埋场进行填埋处置，工程区距离约 30km。

2.9.6.4 输水管路

本电站永久输水管路主要包括：取水泵站～给水处理站～下水库的沿途输水管道及管道上的附属设施。取水头口至取水泵房输水管道采用焊接钢管，管径为 DN700，长度约为 0.14km；取水泵房至给水处理站输水管道采用焊接钢管，管径为 DN700，长度约为 4.00km；给水处理站至下水库输水管道采用焊接钢管，管径为 DN450，长度约为 0.10km，输水管道均沿河岸及道路进行埋地敷设，埋地敷设管顶覆土厚度不小于 0.8m，管道基础采用 180° 和 150mm 厚中、粗砂基础。

在输水线路上设置隔断检修阀，间距不大于 1000m，并在输水管线高点设置排气阀，低点设置排泥阀，在水平方向转角 $\geq 45^\circ$ 及竖直方向转角 $\geq 22.5^\circ$ 的转角处

设置镇墩。管道穿越活动断裂带时设置管沟，管道连接采用柔性连接（柔性接头或波纹管），并在断裂带两侧设置隔断阀门。

2.10 施工组织设计

2.10.1 施工总布置

根据工程枢纽布置及施工特性，高昌抽水蓄能电站枢纽建筑物布置特点及施工场地条件，施工总布置按上库区、下库区分别进行布置，以下库施工区为主，上库施工区为辅，两个施工区具体布置如下：

2.10.1.1 下水库区施工总布置

下水库位于高昌沟山前缓坡冲洪积阶地上，地面高程 1260m~1380m 之间，坡度较缓，坡角一般 30°~40°，总体北陡南缓。坡后山顶高程 1760m~1870m，相对高差 300m~450m。利用山前坡地并结合上下库连接道路进行施工场地布置。

（1）下库区生产设施布置

下水库工程施工项目主要有下水库大坝、放空管、输水系统、地下厂房系统、尾水工程、附属洞室、开关站及施工支洞等，下库区布置的项目主要有：下库砂石料加工及混凝土拌和系统、垫层料加工系统、沥青骨料加工系统、沥青混凝土拌和系统、综合仓库、综合加工厂、钢管加工厂、金属结构拼装场、机械停放及修配厂、机电设备库、变电站等。

下库推荐方案施工场地布置见图 2.10.1-2。

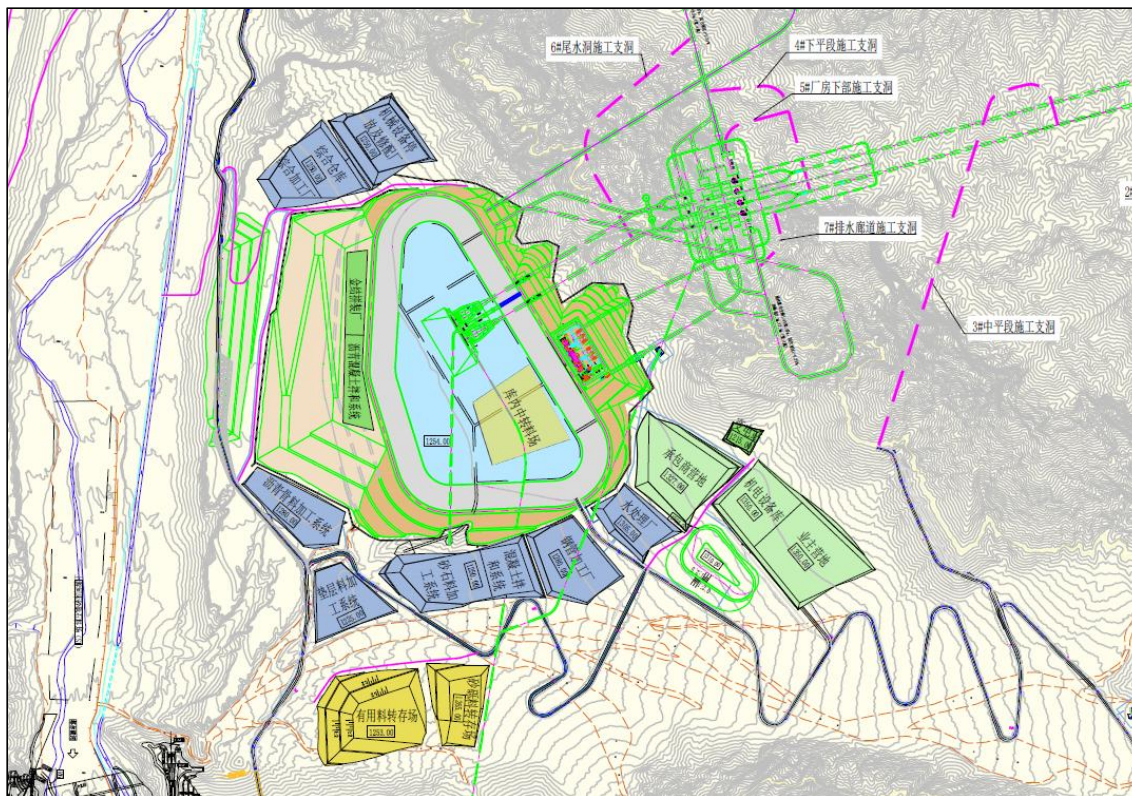


图 2.10.1-2 下库推荐方案主要施工场地布置图

(2) 下库中转料场、弃渣场布置

1) 下库库内中转料场

下库库内中转料场位于下库库盆内，转存可用料约 44.34 万 m^3 (松方)，下库库内中转料场容量约 46.56 万 m^3 ，占地约 5.31 万 m^2 ，主要堆存前期下库大坝填筑可利用开挖料。

2) 下库有用料转存场

下库洞挖料转存场位于下库库盆南侧，转存可用料约 41.76 万 m^3 (松方)，转存场容量约 43.85 万 m^3 ，占地约 5.94 万 m^2 ，主要转存引水发电系统地下洞挖块石可利用料。

3) 下库砂砾石料堆存场

下库洞挖料转存场位于下库库盆南侧，转存可用料约 15.25 万 m^3 (松方)，转存场容量约 16.01 万 m^3 ，占地约 3.5 万 m^2 ，主要转存高阶地放坡开挖的混凝土骨料。

4) 下库弃渣场

下库弃渣场位于下库塔尔朗河右岸高阶地上，堆渣约 181.06 万 m^3 (松方)，下库弃渣场容量约 190.11 万 m^3 ，占地约 17.09 万 m^2 ，主要用于堆存下库区及引

水发电系统工程弃渣。

5) 下库坝后压坡体

下库坝后压坡体位于下库大坝坝后，堆渣约 250.44 万 m^3 （松方），下库坝后压坡体容量约 262.96 万 m^3 ，主要用于堆存下库区工程开挖未利用料。

6) 下库表土堆存场

下库弃渣场位于下库塔尔朗河右岸高阶地上，堆渣约 1.01 万 m^3 （松方），表土堆存场容量约 1.06 万 m^3 ，占地约 1 万 m^2 ，主要用于堆存工程剥离的表土。

(3) 料场

下库大坝垫层料、反滤采用下库盆开挖的碎石土料经下库垫层料加工系统加工后的级配垫层料掺配而成；坝壳料采用下库盆开挖的碎石土料直接或转存上坝；过渡兼排水垫层料采用输水发电系统洞挖的弱风化块石料控制爆破上坝；护坡块石料采用输水发电系统洞挖料中满足尺寸要求的弱风化料块石料直接或转存上坝。库底堆石料填筑主要采用下库库盆开挖的砂砾石料直接或转存上坝；过渡兼排水垫层料采用输水发电系统洞挖的弱风化块石料控制爆破上坝；

下库区开挖料弱风化料可满足下库区设计使用需求量及规划开采量，碎石土料、砂砾石料满足设计使用要求，不满足规划备用要求。扩挖下库库底作为碎石土规划备用料场，开挖下库高阶地放坡作为砂砾石备用料场。

(4) 下库承包商营地

承包商营地位于下库盆南侧，该处地形为缓坡地，场平后承包商营地高程 1276m，由上下库连接路可连接交通。

(5) 场内交通道路

下库区主要有 Y4 号路（上、下库连接路）、Y3 号路（去取水口道路）、L3 号路（去弃渣场道路）、L4 号路（下库库盆开挖路）等，详见第 5 章场内交通规划。

详见第 2.10.4.2 场内交通规划。

2.10.1.2 上水库区施工总布置

上水库位于塔尔朗河左岸山顶冲沟型缓坡处，库盆 2 号支沟有较为宽阔沟底，高程在 1960m~2025m。上库可利用施工场地相对有限，上水库库周北侧干沟平缓地带、支沟顶部平坡地经场地平整后可以利用布置施工临时设施布置场所。

(1) 上库区施工生产设施布置

在库盆 2 号支沟以北约 700m 处宽阔沟底集中布置承包商营地、机械设备停放及修配厂、综合仓库及综合加工厂；在支沟西侧顶部平坡地处集中布置混凝土拌和系统、砂石料加工系统及有用料堆存场；在库盆北部低洼处布置库内中转料场，在坝后压坡体顶部布置金结拼装厂及沥青混凝土拌和系统；利用上下库连接路开挖料进行场地平整布置上下库连接路混凝土拌和站。

推荐方案上库施工场地布置见图 2.10.1-1。

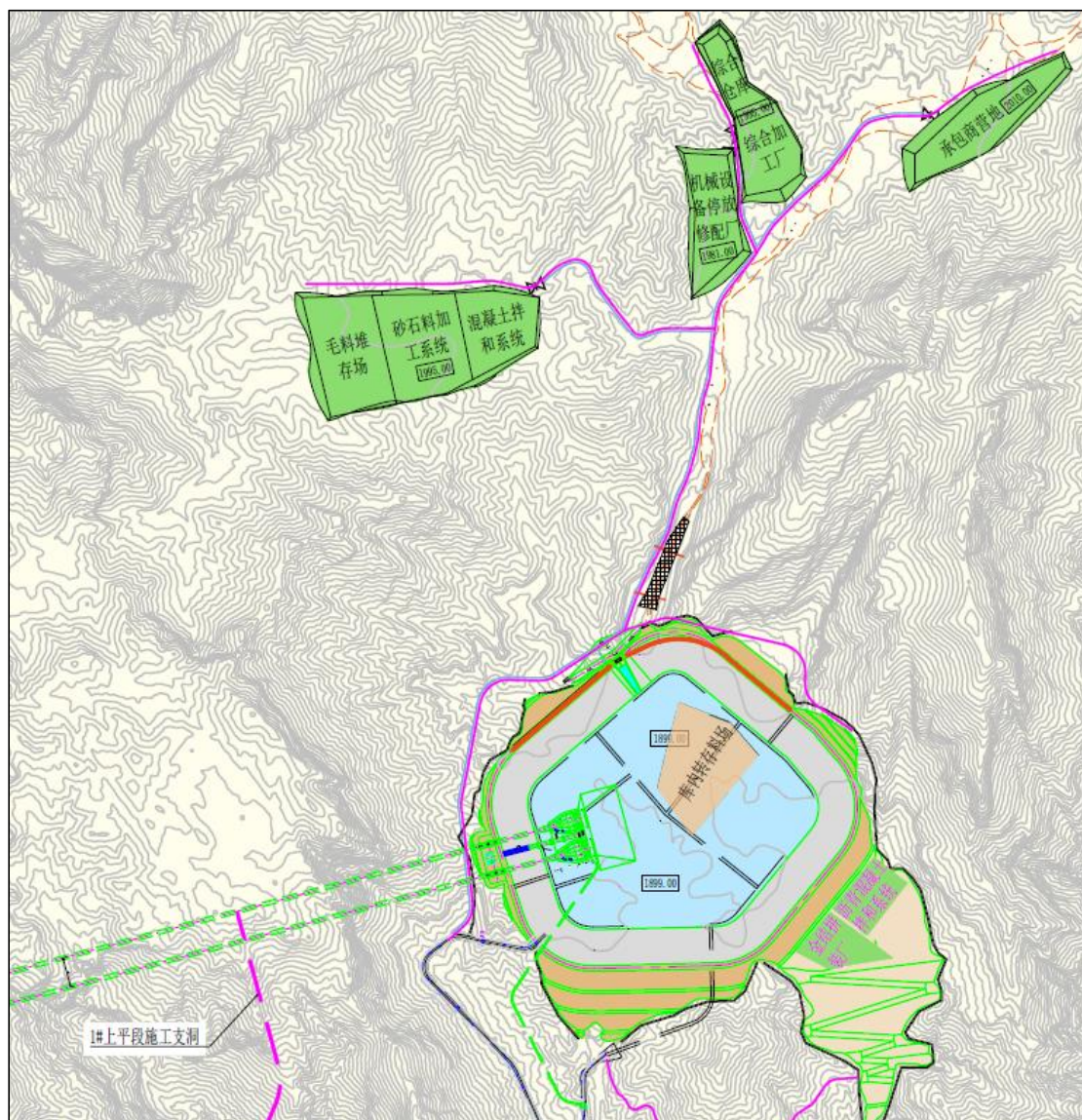


图 2.10.1-1 上库推荐方案施工场地布置图

(2) 上库中转料场、弃渣场布置

1) 上库库内中转料场

根据进度安排，上库需要在库盆内设置中转料场，转存可用料约 37.04 万 m^3 （松方），上库库内中转料场容量约 38.89 万 m^3 ，占地约 4.17 万 m^2 ，主要堆

存前期上库库盆石方开挖料。

2) 上库毛料堆存场

上库毛料堆存场位于上库北侧沟道底部，转存可用料约 20.38 万 m^3 (松方)，上库毛料堆存场容量约 21.40 万 m^3 ，占地约 3.43 万 m^2 ，主要堆存上库盆开挖可利用料用于加工上库垫层料。

3) 上库坝后压坡体

上库坝后压坡体位于上库大坝坝后，堆渣约 167.46 万 m^3 (松方)，上库坝后压坡体容量约 175.83 万 m^3 ，占地约 13.73 万 m^2 ，主要用于堆存上库区工程开挖未利用料。

(3) 料场

本工程过渡料、堆石料、排水料采用上水库库盆开挖料直接或倒运上坝填筑。上库垫层料、反滤料采用上库库盆开挖弱风化料经上水库砂石料加工系统加工后上坝填筑。上库工程开挖料满足上库坝体堆石料填筑设计需要量的要求，弱风化规划备用料采用扩挖库底进出水口处作为料源。

(4) 上库承包商营地

因场地条件有限，承包商营地考虑以下库为主、上库为辅的布置方式。为避免施工工厂噪声污染等，上库承包商营地布置于场地支沟的上游，该场区经平整后形成平台，高程 2010.00m，上库承包商营地建筑面积约 1.20 万 m^2 ，占地面积约 2.0 万 m^2 。由经过场区北侧的施工临时路沟通交通。上库有部分生产人员生活营地可与下库承包商营地结合布置。

(5) 场内交通道路

上库区主要有 Y2 号路（上下库连接路）、Y7 号路（去引水调压井道路）、L8 号路（上库库盆开挖填筑道路）、L10 号道路（去上库施工工厂设施）等主干线，详见第 5 章场内交通规划。

详见 2.10.4.2 节场内交通。

2.10.2 施工占地

本项目施工占地区包括枢纽工程区、生产生活区、料场、施工工厂设施、坝后压坡体（任意料堆存区）区、库内外转存料场布置及施工道路等。主要分为上库施工区和下库施工区。根据施工总布置图，施工分区占地面积汇总表见表

2.10.2-1。

表 2.10.2-1 上、下库区施工设施用地面积汇总表

设施名称		建筑面积 (m ²)	占地面积 (m ²)	占地 永临 类型	备注
上库施 工区	上库承包商营地	12000	20000	临时	
	混凝土拌和系统	900	15000	临时	
	砂石料加工系统	1200	25000	临时	
	毛料堆存场		25000	临时	
	综合加工厂	700	10000	临时	
	综合仓库	1500	10000	临时	
	机械设备停放及修配厂	750	16000	临时	
	库内中转料场		45000	临时	位于上库库内， 与枢纽占地面积 重叠
	沥青混凝土拌和系统	600	10000	临时	位于坝后压坡体 顶部
	金结拼装厂		8000	临时	位于坝后压坡体 顶部
	上下库连接路混凝土拌 和系统		35000	临时	利用上下库连接 路弃渣场平
	风水电及其他	1000	8000	临时	
	枢纽建筑物		655399	永久	
	永久道路		179985	永久	
	临时道路及其他		261726	临时	
	小计	18650	1261110		
下库施 工区	业主营地	18350	30000	永久	
	机电设备库	3200	15000	永久	
	下库承包商施工营地	24000	25000	临时	
	综合仓库	3000	15000	临时	
	砂石加工系统及混凝土 拌和系统	2300	30000	临时	
	垫层料加工系统	2300	17000	临时	
	沥青骨料加工系统	600	20000	临时	
	沥青混凝土拌和系统	1000	10000	临时	位于坝后压坡体 顶部
	综合加工厂	750	10000	临时	
	金属结构拼装厂	2000	10000	临时	位于坝后压坡体 顶部
	风水电系统	500	18000	永久	永久水厂
	钢管加工厂	4000	25000	临时	
	机械设备停放场	1500	17000	临时	
	施工变电站	300	4000	永久	永临结合
	炸药库	600	30000	临时	
	库内中转料场		55000	临时	位于下库库内， 与枢纽占地面积

设施名称		建筑面积 (m ²)	占地面积 (m ²)	占地 永临 类型	备注
					重叠
	下库毛料堆存场		90000	临时	
	弃渣场		154712	临时	
	表土堆存场		10000		
	枢纽建筑物		840820	永久	
	永久道路及其他		597437	永久	
	临时道路及其他		619630	临时	
	小计	65400	2568600		

2.10.3 施工导流

2.10.3.1 上库施工导流

上水库位于塔尔朗河左岸山顶宽缓沟道内，利用山顶开挖围填形成上库。地表径流主要由大气降水和地表渗流形成，平时无地表径流，库周主要分布有 3 条支沟。支沟存在 1#、3#支沟洪量小、拦蓄库容较大，2#支沟洪量大、拦蓄库容较小的特点。其中，1#支沟 20 年一遇 24h 洪量为 1.49 万 m³，3#支沟 20 年一遇 24h 洪量为 1.00 万 m³，洪水总量较小，支沟治理采用在 1#、3#支沟回填区下游坡设土工膜进行防渗的治理方案。施工导流利用枯水期沟道干地条件，将回填体施工完成，回填体前库容可满足 20 年一遇 24h 洪量储存需求。考虑沟内水量蒸发、施工用水利用等，不另行设置洪水抽排措施。

(1) 导流方式

上库盆利用山顶开挖围填形成上库，结合上水库枢纽布置特点、水文条件、施工特点，经综合比较分析，本阶段上库初期导流采用库周截排水沟+坝前围堰挡水+水泵机械抽排的方式进行导流。

(2) 导流标准

本工程属 I 等大(1)型工程，相应的上水库大坝和电站进水口为 1 级建筑物。根据本工程规模和永久建筑物等级，按照《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)和《水电工程施工导流设计规范》(NB/T35041-2014)的规定，导流建筑物的级别按其保护对象、失事后果、使用年限和围堰工程规模四项指标确定。根据上述标准，确定导流建筑物为 4 级建筑物。

1) 初期导流标准

导流建筑物为 4 级建筑物，其相应的土石围堰洪水设计标准为 10 年～20 年一遇，考虑 10 年和 20 年一遇洪水标准差别不大，导流建筑物初期导流标准均采用全年 20 年一遇洪水。本工程上水库初期导流主要为库盆内坝前设置两道围堰挡水，机械抽排，导流标准采用 20 年一遇 24h 洪量，西侧围堰拦挡约库面一半的洪量，即 0.75 万 m^3 ，东侧围堰拦挡 2 号支沟+库面一半的洪量，即 10.84 万 m^3 。

2) 中期度汛标准

当坝体（含副坝）填筑高程高于其围堰高程时，由大坝及副坝临时断面挡水度汛，由于施工期大坝及副坝拦蓄库容均小于 0.1 亿 m^3 ，度汛标准采用全年 50 年一遇洪水，大坝临时断面 24h 洪量 14.01 万 m^3 。

3) 后期度汛标准

后期度汛标准采用全年 200 年一遇洪水标准，24 小时相应洪量 25.49 万 m^3 ，库面洪水采用坝顶超高储存。

(3) 导流程序

1) 初期导流：第 2 年 11 月～第 4 年 5 月底，共 19 个月。主要进行库盆、坝基及坝肩开挖施工，采用围堰挡水、配合水泵将洪水抽排至库外的方式进行导流。初期导流标准为全年 20 年一遇标准，24 小时洪量为 0.75 万 m^3 /10.84 万 m^3 ，上游挡水水位为 1893m/1896m。

2) 中期：第 4 年 6 月～第 6 年 5 月底，共 24 个月，本期主要进行库盆开挖、坝体填筑及库盆混凝土浇筑。坝体填筑超过 1897.5m，库内汇积雨水和施工废水利用坝体临时断面挡水，库底排水廊道未形成前由水泵抽排。库底排水廊道施工完成后，通过库底排水廊道排出库外。本阶段坝体度汛标准采用全年 50 年一遇标准，24 小时洪量 14.01 万 m^3 。

3) 后期：第 6 年 6 月下闸蓄水至工程完工，此时上水库坝体及库盆已经施工完毕，上水库进/出水口闸门已下闸，主要进行首台机组发电前水库初期蓄水，库盆内天然来水全部蓄入库内。本阶段坝体度汛标准采用全年 200 年重现期 24 小时洪量 25.49 万 m^3 ，叠加首台机发电前上水库初期蓄水量小于上水库总库容，满足度汛要求。

高昌抽水蓄能电站上库导流程序及建筑物特性见表 2.10.3-1 和 2.10.3-2。

表 2.10.3-1 上水库导流程序一览表

导流	导流时段	标准			挡水建筑物	泄水建筑物	施工项目
		频率 (%)	流量 (m³/s)	洪量(万 m³)			
初期 导流	第2年11 月~第4 年5月	5	/	0.75	库盆西侧围堰	水泵抽排	副坝施工、库 盆、坝基及坝 肩开挖施工、 坝体填筑等
			/	10.84	库盆东侧围堰	水泵抽排	
中期 度汛	第4年6 月~第6 年5月	2	/	14.01	大坝临时断面	水泵抽排 或库底排 水廊道	库盆开挖、坝 体填筑、沥青 混凝土面板施 工等
后期 度汛	第6年6 月~工程 完工	0.5	/	25.49	大坝		上水库初期蓄 水

表 2.10.3-2 上水库导流建筑物特性表

项目	单位	指标	备注
导流建筑物级别	级	4	
导流标准	%	5	初期导流
24 小时洪量	万 m³	11.59	库内
堰顶高程	m	1894.50/1897.50	
最大堰高	m	8/11	
堰顶宽度	m	8	

2.10.3.2 下库施工导流

下水库位于塔尔朗河左岸阶地上，施工期不受塔尔朗河道影响，下水库施工导流主要为下水库库盆施工导流。

(1) 导流方式

结合本工程下水库枢纽布置特点、水文条件、施工特点，库盆初期导流方式，经综合比较，本阶段下库库盆导流采用机械抽排的导流方式。

施工导流分两部分进行，坝顶高程以上部分采用边坡顶部截排水沟进行导流，坝顶高程以下库盆导流采用预留土坎挡水，设置集水坑汇水，水泵抽排至库外。

(2) 导流标准

本工程属一等大（1）型工程，相应的下水库大坝和电站进/出水口为 1 级建筑物。根据本工程规模和永久建筑物等级，按照《水电工程施工组织设计规范》（NB/T10491-2021）和《水电工程施工导流设计规范》（NB/T35041-2014）的

规定，导流建筑物的级别按其保护对象、失事后果、使用年限和围堰工程规模四项指标确定。根据上述标准，确定导流建筑物为 4 级建筑物。

1) 初期导流标准

对于开挖围填形成的抽水蓄能电站库盆工程，临时挡泄水建筑物的洪水设计标准应选用 5 年～20 年重现期的 24 小时洪量，考虑到下库 5 年～20 年重现期的 24 小时洪量差别不大，下水库初期导流标准初拟采用全年 20 年一遇洪水，24 小时洪量为 1.64 万 m^3 。

2) 中期度汛标准

对于开挖围填形成的抽水蓄能电站库盆工程，坝体施工期临时度汛洪水设计标准应选用 20 年～100 年重现期的 24 小时洪量，下水库中期度汛标准初拟采用全年 50 年一遇洪水，24 小时洪量为 1.99 万 m^3 。

3) 后期度汛标准

下水库后期度汛标准采用全年 200 年一遇洪水，24 小时洪量为 2.52 万 m^3 。

(3) 导流程序

1) 初期导流（第 2 年 11 月～第 4 年 5 月）：主要进行库盆、坝基及坝肩开挖和大坝填筑等施工，采用坝前预留土坎挡水，水泵抽排至大坝外侧。初期导流标准采用全年 20 年一遇洪水标准，24 小时洪量为 1.64 万 m^3 。

2) 中期度汛

中期度汛（第 4 年 6 月～第 6 年 3 月）：主要进行库盆开挖、坝体填筑、沥青混凝土面板摊铺等施工。库内汇集雨水和施工废水利用坝体临时断面挡水，库底排水廊道未形成前由水泵抽排。库底排水廊道施工完成后，通过预留缺口的库底排水廊道排出库外。本阶段坝体临时度汛标准采用全年 50 年一遇洪水标准，24 小时洪量 1.99 万 m^3 ，上游挡水水位为 1256.15m。

3) 后期度汛

后期度汛（第 6 年 4 月～第 6 年 9 月）：本阶段下水库已完成消缺和下闸蓄水验收，下水库进/出水口闸门已下闸，主要进行首台机组发电前水库初期蓄水。库面洪水由坝体断面挡水，下水库初期蓄水采用分年分期蓄水，本时段内下水库蓄水位远低于正常蓄水位，满足度汛要求。

高昌抽水蓄能电站下水库导流程序和建筑物特性见表 2.10.3-3 和 2.10.3-4。

表 2.10.3-3 下水库导流程序一览表

导流	导流时段	标准		挡水建筑物	泄水建筑物	施工项目
		频率 (%)	洪量 (万 m ³)			
初期导流	第 2 年 11 月～ 第 4 年 5 月	5	1.64	预留土坎	水泵抽排	库盆、坝基及坝肩开挖施工、坝体填筑等
中期度汛	第 4 年 6 月～ 第 6 年 3 月	2	1.99	坝体临时断面	水泵抽排或库底排水廊道	库盆开挖、坝体填筑、沥青混凝土面板摊铺施工等
后期度汛	第 6 年 4 月～ 工程完工	0.5	2.52	坝体	放空管	下水库初期蓄水

表 2.10.3-4 下库导流建筑物特性表

项目	单位	指标	备注
导流建筑物级别	级	4	
导流标准	%	5	初期导流
导流洪量	万 m ³	1.64	
预留土坎顶高程	m	1257.60	
洪水水位	m	1256.10	
土坎高度	m	1.60	
土坎顶宽度	m	5.0	
土坎顶长度	m	725	
集水坑尺寸	m	5×5×2	长×宽×高

2.10.3.3 上、下水库进/出水口施工导流

(1) 上水库进/出水口施工导流

1) 导流方式

在上库进/出水口闸门不具备挡水条件前，上库进/出水口导流采用预留岩坎挡水，闸门具备挡水条件后，采用进/出水口闸门挡水，机械抽排，基坑全年施工的导流方式。

2) 导流标准

上库进/出水口为 1 级建筑物，根据《水电工程施工组织设计规范》（NB/T10491-2021）和《水电工程施工导流设计规范》（NB/T 35041-2014）规定，导流建筑物为 4 级。

在引水系统与地下厂房未贯通前，上库进/出水口导流标准初拟采用全年 20

年一遇洪水，24 小时洪量为 11.59 万 m³。

在引水系统与地下厂房贯通后，上库进/出水口度汛标准拟采用全年 100 年一遇洪水，24 小时洪量为 22.85 万 m³。

3) 导流程序

根据施工进度安排，将上库大坝导流时段划分为两个阶段。

第 2 年的 1 月～第 3 年的 10 月，在引水系统与地下厂房未贯通前，上库进/出水口采用预留岩坎挡水，主要进行上库进/出水口及引水系统的开挖和混凝土浇筑施工。

第 3 年的 11 月～第 6 年的 9 月，引水系统与厂房洞室群贯通后，厂房洞室群度汛采用 100 年一遇的 24 小时洪量，相应洪量 22.85 万 m³，对应上水库洪水水位 1899.15m，在上库进/出水口闸门不具备下闸条件前，利用上库进/出水口预留岩坎挡水；在上库进/出水口闸门具备下闸条件后，利用上库进/出水口闸门挡水。本期主要进行进/出水口的混凝土浇筑、引水系统混凝土衬砌、压力管道钢管安装、混凝土回填等工作。

上库进/出水口导流建筑物特性表如表 2.10.3-5 所示。

表 2.10.3-5 上库进/出水口导流建筑物特性表

项目	单位	指标	备 注
导流建筑物级别	级	4	
导流标准	%	5/1	
导流洪量	万 m ³	11.59/22.85	
预留岩坎顶高程	m	1900.65	
洪水水位	m	1899.15	
预留岩坎高度	m	1.65	
预留岩坎顶宽度	m	3.0	
预留岩坎顶长度	m	482	

(2) 上水库进/出水口施工导流

1) 导流方式

在下库进/出水口闸门不具备挡水条件前，下库进/出水口导流采用粘土编织袋围堰挡水，闸门具备挡水条件后，采用进/出水口闸门挡水，机械抽排，基坑全年施工的导流方式。

2) 导流标准

下库进/出水口为 1 级建筑物，根据《水电工程施工组织设计规范》

（NB/T10491-2021）和《水电工程施工导流设计规范》（NB/T35041-2014）规定，导流建筑物为 4 级。

在尾水系统与地下厂房未贯通前，下库进/出水口导流标准初拟采用全年 20 年一遇洪水，24 小时洪量为 1.64 万 m³。

在尾水系统与地下厂房贯通后机组安装时，下库进/出水口度汛标准拟采用全年 100 年一遇洪水，24 小时洪量为 2.25 万 m³。

3) 导流程序

第 2 年的 4 月～第 4 年的 2 月，在尾水系统与地下厂房未贯通前，进/出水口导流标准选用 20 年一遇洪水，相应 24 小时洪量 1.64 万 m³，采用粘土编织袋围堰挡水，主要进行下库进/出水口及尾水系统的开挖及混凝土浇筑施工。

第 4 年的 2 月～第 6 年的 9 月，尾水系统至厂房洞室群贯通后，厂房洞室群度汛采用 100 年一遇洪水，相应小时洪量 2.25 万 m³，对应下水库洪水位 1254.15m，在下库进/出水口闸门具备下闸条件前，利用下库进/出水口粘土编织袋围堰挡水；在下库进/出水口闸门具备下闸条件后，利用下库进/出水口闸门挡水。本期主要进行进/出水口的混凝土浇筑、尾水系统混凝土衬砌等工作。

下库进/出水口导流建筑物特性表如表 2.10.3-6 所示。

表 2.10.3-6 下库进/出水口导流建筑物特性表

项目	单位	指标	备注
导流建筑物级别	级	4	
导流标准	%	5/1	
导流洪量	万 m ³	1.64/2.25	
编织袋顶高程	m	1255.65	
洪水位	m	1254.20	
编织袋高度	m	1.65	
编织袋顶宽度	m	3.0	
编织袋顶长度	m	375	
黏土编织袋工程量	m ³	2370	

2.10.3.4 截流与基坑排水

(1) 上、下库截流

由于本工程上水库所在支沟无常年流水，来水主要由降雨融雪产生，上水库在非汛期进行围堰施工，上库无需截流。

下水库位于塔尔朗河左岸阶地上，施工期不受塔尔朗河影响，所以下水库也无需截流。

（2）基坑排水

上、下库库区平时均无地表水径流，施工期雨水及施工弃水，结合导流抽排设施抽排。

2.10.4 施工交通

2.10.4.1 对外交通

（1）公路

高昌抽水蓄能电站位于吐鲁番市高昌区北部区直辖地内，下水库位于塔尔朗沟左岸高台地上，上水库位于塔尔朗沟左岸山顶宽缓沟道处，距吐鲁番市直线距离约 35km，公路里程约 50km，距乌鲁木齐市公路里程约 210km。目前下水库有无名路可到达，后期需要新建对外交通，下库距最近的国道 G312 直线距离约 15km。无去上库道路，需要新建上、下库连接路约 12km。电站周边地区有高速 G30、高速 G7、国道 312、省道 S202、S301 可利用，对外交通条件相对便利。

（2）铁路

吐鲁番站位于中国新疆维吾尔自治区吐鲁番市，是中国铁路乌鲁木齐局集团有限公司管辖的铁路车站，建于 1960 年，为南疆铁路的起点站。吐鲁番站离兰州站 1749 公里，离乌西站 163 公里（兰新线）离喀什站 1446 公里（南疆线）。吐鲁番站可办理整车、零担、集装箱货物发到，整车货物承运前保管等业务；吐鲁番站现有 9 条货场专用线，每天货运量达 350 吨。吐鲁番站最大吊装能力为 35t，基本满足常规货物起吊，重大件起吊需租赁专业起吊设备。吐鲁番站距离项目下库公路里程约 54km，为二等站，根据物资来源，对现有公路、铁路的通行条件调查研究，将吐鲁番站作为本工程的铁路转运站。

（3）航空

吐鲁番交河机场位于吐鲁番市高昌区西北郊，东南距吐鲁番市中心 10.5 千米，为 4E 级国内支线机场，是乌鲁木齐地窝堡国际机场的主备降机场、乌鲁木齐国际航空枢纽第二机场。距下库址公路里程约 30km。

（4）水运

高昌抽蓄电站所在局域不具备通航条件，无航道运输。

综上所述，本工程对外交通条件较好。考虑到施工期外来物资来源较分散，而至工区的公路运输、铁路运输均十分方便，本电站建设所需的大宗外来物资运输采用以公路运输为主、公路和铁路联合运输为辅的运输方案。

2.10.4.2 场内交通

根据上述情况及工程枢纽布置、施工工厂设施布置条件，并结合电站运行要求，按照各公路的作用及功能规划场内公路，本工程场内交通道路以上、下库分别布置，通过 Y2 号路（上下库连接路）连接。

经初步规划场内交通道路布置按永久和临时分述如下：

（1）永久道路

Y1 号路（永久进厂道路）：起点与新建对外交通相接，终点接下水库南侧环库路，路线长约 3.76km。路线走廊为在塔尔朗水库大坝下游设置桥梁从右岸跨到左岸，接着以隧道穿越左岸山体，然后明线向东沿高昌沟展线到达下水库紧南侧。道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要承担库盆坝肩开挖、混凝土浇筑的运输任务，为电站进厂区及到达上库的必经之地。

Y2 号路（上下库连接路）：起点接下库环库路，终点接上库环库路，路线长约 12.00km。路线走向为沿高昌沟一直向东展线，到达高点设置隧道穿越山体，向南向东展线，最后迂回向西向北，整个展线靠明线和洞线结合完成。道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要承担生活物资运输、引水系统施工运输等任务，最大行驶车辆为 25t 自卸汽车。

Y3 号路（取水口道路）：起点接永久进厂道路，沿河岸左侧布线，于塔尔朗水库库尾设桥梁跨越右岸，左岸及桥梁为双车道，兼顾塔尔朗水库蓄水后去右岸弃渣的通道，桥梁后为单车道，止于取水口，路线长约 2.35km。道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，前段 1.72km 双车道，路基路面宽度 7.5/6.5m，后段单车道，路基路面宽度 5.0/4.0m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要承担取水口的开挖及混凝土浇筑及运行期的检修任务，同时也是塔尔朗水库蓄水后的弃渣通道。

Y4 号路（业主营地道路）：起点接上下库连接路，终点到业主营地，路线长约 0.40km。道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要承担业主营地的人员及物资运输任务。

Y5 号路（中平段施工支洞道路）：起点接上下库连接路，终点到施工支洞洞口，路线长约 0.55km。道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要承担中平洞开挖，混凝土浇筑及压力钢管运输任务。

Y6 号路（放空洞出口道路）：起点接永久进厂道路，终点到放空洞出口闸门，路线长约 0.05km。道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 5.0/4.0m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要承担放空洞出口闸门检修等运输任务。

Y7 号路（引水调压井道路）：起点接上下库连接路，洞线穿越山体后向西北侧布线，终点到达调压井平台高程处，路线长约 1.95km。道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要承担前期调压井及 1 号施工支洞的开挖及混凝土浇筑任务，后期运行承担调压井的检修任务。

Y8 号路（去上库排水廊道道路）：起点接上下库连接路，终点到达上库排水廊道出口，路线长约 0.40km。道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 5.0/4.0m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要承担运行期排水廊道的检修任务。

（2）临时道路

L1 号路（进厂交通洞临时道路）：起点接永久进厂道路，绕下库西北侧到达进厂交通洞，路线长约 1.20km。道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要为前期进厂交通洞及尾调通气洞施工运输服务。

L2 号路（下库炸药库道路）：起点接去下库弃渣场道路，终点到达炸药库，路线长约 0.50km。道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 5.0/4.0m，路面结构类型采用水泥稳定碎石路面。主要为存放运送炸药的主要通道。

L3 号路（下库弃渣场道路）：起点在去取水口道路桥梁处相接，河岸右侧一直展线，终点到达弃渣场，路线长约 2.00km。道路等级为场内三级，设计速

度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥稳定碎石路面。为弃渣运输的主要通道。

L4 号路（下库库盆开挖填筑道路）：路线长约 1.50km，道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 9.0/8.0m，路面结构类型采用泥结碎石路面。主要承担下库库内开挖填筑、中转料转运等施工车辆的通行任务。

L5 号路（下库库顶开挖道路）：路线长约 1.50km，道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用泥结碎石路面。主要承担下库库周开挖填筑、中转料转运、进出水口边坡开挖和拦挡坝等施工车辆的通行任务。

L6 号路（下库沥青混凝土拌和系统道路）：路线长约 0.50km，道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要为沥青混凝土运输通道。

L7 号路（下库承包商营地道路）：路线长约 0.50km，道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要为承包商人员运输通道。

L8 号路（上库库盆开挖填筑道路）：路线长约 1.50km，道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 9.0/8.0m，路面结构类型采用泥结碎石路面。主要承担上库库内开挖填筑、中转料转运等施工车辆的通行任务。

L9 号路（上库库顶开挖道路）：路线长约 2.00km，道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用泥结碎石路面。主要承担上库库周开挖填筑、中转料转运、进出水口边坡开挖和拦挡坝等施工车辆的通行任务。

L10 号路（上库施工工厂设施道路）：路线长约 2.50km，道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要连接上库与施工工厂。

L11 号路（上库承包商营地道路）：路线长约 1.50km，道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥混凝土路面。主要为承包商人员运输通道。

L12 号路（2 号施工支洞道路）：路线长约 0.75km，道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥稳定碎石路面。主要为 2 号施工支洞开挖运输服务。

L13 号路（下库弃渣场前期道路）：路线长约 1.20km，道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 7.5/6.5m，路面结构类型采用水泥稳定碎石路面。塔尔朗水库蓄水前的弃渣运输通道，结合砂砾料场取料修建。

L14 号路（上下库连接路 1 号施工便道）：路线长约 1.20km，道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 5.0/4.0m，路面结构类型采用水泥稳定碎石路面。确保上下库连接路向上库方向尽早施工。

L15 号路（上下库连接路 2 号施工便道）：路线长约 1.45km，道路等级为场内三级，设计速度 20km/h，路基路面宽度 5.0/4.0m，路面结构类型采用水泥稳定碎石路面。确保上下库连接路关键控制性工程 1 号隧道双向掘进。

其他道路：考虑上下库各施工区内道路及营地内部道路，本阶段初列 3.0km 道路。拟采用场内三级标准，单车道，路基路面宽度 4.0/5.0m，水泥稳定碎石路面。

交通道路主要技术指标见表 2.10.4-1。

表 2.10.4-1 交通道路主要技术指标表

序号	道路编号			道路名称	道路标准	路面形式	宽度 (m)	长度 (km)			备注
							路面/路基	明线	隧道	桥梁	
1	场外道路	永久道路	Y0 号路	对外交通专用公路	IV级专用公路	沥青混凝土	6.5/7.5	11.97			改扩建
2		临时道路	L0 号路	重大件运输临时便道	单车道IV级专用公路	泥结碎石	3.5/5.0	10.26			新建
3	场内道路	永久道路	Y1 号路	永久进厂道路	水电三级	水泥混凝土	6.5/7.5	2.04	1.60	0.12	新建
4			Y2 号路	上下库连接路	水电三级	水泥混凝土	6.5/7.5	8.55	3.57		新建
5			Y3 号路	取水口道路	水电三级	水泥混凝土	6.5/7.5 4.0/5.0	2.27		0.08	新建
6			Y5 号路	业主营地道路	水电三级	水泥混凝土	6.5/7.5	0.40			新建
7			Y6 号路	中平段施工支洞道路	水电三级	水泥混凝土	6.5/7.5	0.55			新建
8			Y7 号路	放空洞出口道路	水电三级	水泥混凝土	4.0/5.0	0.05			新建
9			Y8 号路	引水调压井道路	水电三级	水泥混凝土	6.5/7.5	1.60	0.35		新建
10			Y9 号路	去上库排水廊道道路	水电三级	水泥混凝土	4.0/5.0	0.40			新建
11			小计					15.46	5.52	0.20	
12		临时道路	L1 号路	进厂交通洞临时道路	水电三级	水泥混凝土	6.5/7.5	1.20			新建
13			L2 号路	下库炸药库道路	水电三级	水泥稳定碎石	4.0/5.0	0.50			新建
14			L3 号路	下库弃渣场道路	水电三级	水泥稳定碎石	6.5/7.5	2.00			新建
15			L4 号路	下库库盆开挖填筑道路	水电三级	泥结碎石	8.0/9.0	1.50			新建
16			L5 号路	下库库顶开挖道路	水电三级	泥结碎石	6.5/7.5	1.50			新建
17			L6 号路	下库沥青混凝土拌和系统道路	水电三级	水泥混凝土	6.5/7.5	0.50			新建
18			L7 号路	下库承包商营地道路	水电三级	水泥混凝土	6.5/7.5	0.50			新建
19			L8 号路	上库库盆开挖填筑道路	水电三级	泥结碎石	8.0/9.0	1.50			新建
20			L9 号路	上库库顶开挖道路	水电三级	泥结碎石	6.5/7.5	2.00			新建

序号	道路编号			道路名称	道路标准	路面形式	宽度（m）	长度（km）			备注	
							路面/路基	明线	隧道	桥梁		
21			L10 号路	上库施工工厂设施道路	水电三级	水泥混凝土	6.5/7.5	2.50			新建	
22			L11 号路	上库承包商营地道路	水电三级	水泥混凝土	6.5/7.5	1.50			新建	
23			L12 号路	2 号施工支洞道路	水电三级	水泥稳定碎石	6.5/7.5	0.75			新建	
24			L13 号路	下库弃渣场前期道路	水电三级	水泥稳定碎石	6.5/7.5	1.20			新建	
25			L14 号路	上下库连接路 1 号施工便道	水电三级	水泥稳定碎石	4.0/5.0	1.20			新建	
26			L15 号路	上下库连接路 2 号施工便道	水电三级	水泥稳定碎石	4.0/5.0	1.45			新建	
27				其他临时道路	水电三级	水泥稳定碎石	4.0/5.0	3.00			新建	
28			小计						22.80	0.00	0.00	
29			合计						38.26	5.52	0.20	

2.10.5 隧洞施工方法

1号~6号施工支洞的开挖采用多臂钻进行钻孔爆破，辅以手风钻，全断面掘进，周边光面爆破，3m³侧卸式装载机配20t自卸汽车出渣，洞内视地质条件确定喷锚支护参数。7号施工支洞开挖采用手风钻钻孔爆破，全断面开挖，1.5m³侧卸式装载机装，配10t自卸汽车出渣，洞内视地质条件确定喷锚支护参数。

在施工支洞的进出口洞段和地质条件不良洞段需进行混凝土衬砌，采用人工搭架立模，混凝土泵送入仓，人工振捣。除5号施工支洞外，1号~7号施工支洞需在机组有水调试前完成封堵工作，封堵采用6m³混凝土搅拌车运输，泵送入仓。

引水系统上平段、中平段、下平段的施工通道分别为1号、2号、3号和4号施工支洞。输水平洞开挖采用全断面开挖，三臂凿岩台车钻孔，周边光面爆破，3m³侧卸式装载机配20t自卸汽车出渣，上平段洞挖料由20t自卸汽车运至上库库内转存料场或直接上坝填筑，中平段、下平段开挖无用料运至下库弃渣场。输水平洞在开挖过程中支护随开挖进度逐段及时进行喷锚。

引水隧洞岔管段施工由引水隧洞下平段施工支洞经引水隧洞下平段进入，岔管段开挖由引水主管向支管段方向进行，岔管部位结构复杂，为减轻开挖时对其围岩产生振动破坏，采用短进尺、多循环、密布周边孔、小药卷间隔装药的方法施工，以确保周边光面爆破的效果和减少对保留岩体破坏，开挖时其锚喷工作应滞后开挖面三次进尺的距离紧跟进行，以确保围岩的稳定。对分岔口及其起始段掘进时，周边采取打防震孔施工，减少对围岩震动，并且在岔口开挖前，待周边锁口锚杆施工完成后再进行开挖。

岔管后的4条高压支管的石方开挖采用间隔分组的开挖方式，1#、3#引水支管领先开挖和支护，2#、4#引水支管开挖和支护滞后跟进，手风钻钻孔，光面爆破，全断面掘进，1.5m³侧卸式装载机运渣至岔管处装15t自卸汽车经3号施工支洞出渣。在开挖支管下游端的收缩段时，采用先楔形掏槽后扩挖的顺序小药量浅孔爆破开挖，支管与厂房上游侧边墙相交部位的锁口，采用锚喷支护，防止厂房开挖时破坏支管部位的围岩

2.10.6 料场规划

上库大坝施工前期，利用库盆和库外转存料场作为转存料场，库盆开挖的可用石料堆放在转存料场内，待大坝开挖完成后开始填筑，由转存料场回采石料填

筑大坝，上库其他石方开挖随着坝体上升配套进行，以便开挖石料直接上坝，其余利用料自转存料场转存上坝，上库转存料场内石料需要时采用 3m^3 反铲配 20t 自卸汽车回采运输至填筑工作面。

下库大坝及库底填筑主要利用下库库盆、高阶地放坡开挖、输水发电系统开挖料，下库大坝施工前期，利用库盆作为转存料场，库盆处理开挖的可用料堆放在库盆转存料场内，待大坝开挖完成后开始填筑，由库盆转存料场回采料填筑大坝，下库其他土石方开挖随着坝体上升配套进行，以便开挖料直接上坝。下库库盆内料需要时采用 3m^3 反铲配 20t 自卸汽车回采运输至填筑工作面。

高昌抽水蓄能电站主要建筑物由上水库、下水库、输水发电系统及永久补水系统等组成，上下水库高差大、运距远，施工总布置考虑分上、下库区布置。为减少建设期上、下库施工相互干扰，加大开挖料利用率，减少工程弃渣，工程的料源选择也以上、下库各自平衡考虑。

上库开挖石料岩性为安山玢岩，强弱风化料可满足上库填筑、垫层料、反滤料及混凝土骨料使用要求；下库区开挖的碎石土料可满足下库填筑要求，冲洗、加工后也可以作为垫层、反滤料使用，输水发电系统开挖的弱风化块石料可满足下库排水、护坡料等使用要求，高阶地前缘开挖的砂砾石料可满足下库区混凝土骨料使用要求。

(1) 上库垫层料、混凝土骨料

根据勘察试验成果，上库库盆开挖的弱风化安山玢岩能满足上库混凝土骨料、垫层反滤料使用要求；下库高阶地开挖砂砾石料能满足下库混凝土骨料使用要求，下库盆开挖的碎石土料能满足下库区垫层、反滤料使用要求。本工程常态混凝土总量约 88.69 万 m^3 。其中：上库 28.76 万 m^3 ，下库 59.92 万 m^3 ；上库大坝、库盆垫层料 25.40 万 m^3 ，下库大坝、库盆垫层、反滤料 56.59 万 m^3 。

从混凝土骨料料源概况来看，工程区上库开挖的块石料、下库高阶地砂砾石料均能满足混凝土质量要求。为减小建设期上、下库施工相互干扰，加大上库区开挖料利用率，减少工程弃渣，工程上库混凝土骨料选用上库区开挖的弱风化块石料加工而成，上库开挖的弱风化块石料能满足上库区使用要求。

工程下库区混凝土骨料选用下库高阶地开挖的天然砂砾石料，开挖位于下库盆西侧、交通方便，砂砾石料易于加工，砂砾石料储量能满足工程混凝土骨料使

用要求，因此本阶段采用下库高阶地开挖的天然砂砾石料作为下库区混凝土骨料料源。

（3）上库区坝体填筑料

上库开挖主要为块石料，岩性为安山玢岩，开挖部位主要源于北侧库底开挖、东侧库周边坡开挖、西侧进水口及闸门井、两条输水洞上平段、引水调压井开挖。开挖石料由强风化、弱风化及微新岩体组成。

强风化中表层较为破碎、强度较低，上库强风化开挖料利用率考虑为 70%；弱风化块石料考虑地质及施工开挖不可利用的部分后，弱风化及微新岩体料利用率为 90%。上库工程区开挖强、弱风化料可以满足上库大坝填筑及库底回填设计需要量要求，扩挖上库库底作为规划备用料场。

表 2.10.6-1 上库区工程填筑料来源表

填筑料分区	填筑料来源
大坝上游堆石料	上库库盆、进出水口开挖弱风化料
大坝下游堆石料	上库库盆开挖的强风化料
大坝垫层料	上库库盆开挖弱风化料经上库砂石料加工系统加工掺配
大坝过渡料	上库库盆控制爆破开挖弱风化料
大坝下游护坡	上库库盆开挖弱风化料
库盆堆石料	上库库盆开挖强风化料
库盆垫层料	上库库盆开挖弱风化料经上库砂石料加工系统加工掺配
库盆过渡料	上库库盆控制爆破开挖弱风化料
上库导流围堰填筑	上库库盆开挖弱风化料（围堰不拆除，同库底回填）

（4）下库区坝体填筑料

本工程下库区主要开挖部位有大坝、库盆处理、输水发电系统及其附属洞室、下库放空管及施工支洞等。下库区开挖主要为下库盆开挖碎石土、输水发电系统（除上平段、引水调压井）开挖的块石料和台地前缘开挖的砂砾石料。考虑地质及施工开挖不可利用的部分后，碎石土料、砂砾石料利用率为 90%，输水发电系统洞挖料强风化料考虑为不可利用，弱风化料为 65%。

下库区开挖料弱风化料可满足下库区设计使用需求量及规划开采量，扩挖下库库底进出水口处作为碎石土规划备用料场，开挖下库高阶地放坡作为砂砾石备用料场。

表 2.10.6-2 下库区工程填筑料来源表

填筑料分区	填筑料来源
大坝坝壳料	采用下库盆开挖的碎石土料直接或转存上坝
大坝过渡兼排水料	采用输水发电系统洞挖的弱风化块石料控制爆破上坝
大坝垫层料、反滤料	采用下库盆开挖的碎石土料经下库垫层料加工系统加工后的级配料掺配而成
大坝护坡料	输水发电系统洞挖弱风化石料
库盆填筑料	采用下库盆开挖的碎石土料直接或转存上坝
库盆过渡兼排水料	采用输水发电系统洞挖的弱风化块石料控制爆破上坝
库盆垫层料	采用下库盆开挖的碎石土料经下库垫层料加工系统加工后的级配料掺配而成

2.10.7 施工辅助设施

2.10.7.1 砂石料加工系统

(1) 上库砂石料加工系统

上库砂石加工系统主要承担上库常态混凝土骨料及上库垫层料的生产任务，上库常态混凝土骨料、上库垫层料均采用上库库盆开挖的弱风化块石料进行加工，原料岩性为安山玢岩，饱和抗压强度平均为 68.7MPa。

根据工程施工总进度安排，上库混凝土浇筑总量 25.01 万 m³，上库垫层料总量 26.69 万 m³。施工高峰强度时间持续时间为 2 个月，混凝土高峰时段月平均浇筑强度 1.18 万 m³，此时段垫层料高峰时段月平均强度 1.91 万 m³。系统的生产能力确定为 240t/h，考虑加工、运输等综合损耗，系统处理能力为 290t/h。

系统按每月生产 25d，每天生产 14h 计算，生产班制为 2 班制。

上库砂石加工系统布置于上库盆西北侧。上库砂石加工系统主要由粗碎卸料平台、粗碎车间、半成品料堆、第一筛分车间、中细碎车间、第二筛分车间、制砂车间、除尘系统、成品料堆、配电室及值班室等组成，与上库常态混凝土拌和系统联合布置，占地面积约 2.5 万 m²。料场至卸料平台采用自卸汽车运输，其余各车间采用胶带机连接。

上库砂石料加工系统主要技术指标见表 2.10.7-1，上库砂石加工系统主要设备见表 2.10.7-2。

表 2.10.7-1 上库砂石加工系统主要技术指标表

序号	项目	单位	指标	备注
1	系统处理能力	t/h	290	

序号	项目	单位	指标	备注
2	系统生产能力	t/h	240	
3	粗碎车间处理能力	t/h	290	
4	第一筛分车间处理能力	t/h	613	
5	中碎车间处理能力	t/h	170	
6	第二筛分车间处理能力	t/h	319	
7	细碎车间处理能力	t/h	153	
8	制砂车间处理能力	t/h	164	
9	生产班制	班/日	2	
10	用水量	t/h	80	补水 12t/h
11	用电量	kW	2800	
12	建筑面积	m ²	600	
13	占地面积	万m ²	2.5	

表 2.10.7-2 上库砂石加工系统主要设备表

序号	设备名称	型号规格	单位	数量	参考功率 (kW)	备注
1	棒条式振动给料机	HPF1360(S)	台	1	30	
2	颚式破碎机	JC1200	台	1	160	
3	圆锥破碎机	CC200S	台	1	160	
4	圆锥破碎机	MC300	台	1	250	
5	圆振动筛	3YKR3060H	台	2	45	
6	圆振动筛	2YKR3675	台	2	2×45	
7	圆振动筛	2YKR2060	台	1	22	
8	立轴式破碎机	VS1400R	台	1	250	
9	选粉机	100t/h	台	1	132+37	
10	直线脱水筛	ZDS1237	台	2	2×3.7	
11	振动给料机	GZG125-4	台	6	2×1.5	
12	振动给料机	GZG100-4	台	13	2×1.1	
13	电动弧门	QHM800×800	台	5	2×1.1	
14	胶带机	B=650-1000mm	条	31	750 (总)	

(2) 下库砂石料加工系统

下库砂石加工系统主要承担下库常态混凝土骨料的生产任务，采用下库高阶地开挖的砂砾石料进行加工。

根据工程施工总进度安排，下库混凝土浇筑总量 61.23 万 m³。施工高峰强度时间持续时间为 4 个月，混凝土高峰时段月平均浇筑强度 1.73 万 m³。系统的生产能力确定为 150t/h，考虑加工、运输等综合损耗，系统处理能力为 180t/h。

系统按每月生产 25d，每天生产 14h 计算，生产班制为 2 班制。

下库砂石加工系统布置于庙坪村东侧，库盆东南侧，紧邻下库常态混凝土拌和系统。下库砂石加工系统主要由粗碎卸料平台、粗碎车间、第一筛分车间、中细碎车间、第二筛分车间、制砂车间、除尘系统、成品料堆、配电室及值班室等组成，与下库常态混凝土拌和系统联合布置，占地面积约 3.5 万 m²。料场至卸料平台采用自卸汽车运输，其余各车间采用胶带机连接。

下库砂石料加工系统主要技术指标见表 2.10.7-3，下库砂石加工系统主要设备见表 2.10.7-4。

表 2.10.7-3 下库砂石料加工系统主要技术指标表

序号	项目	单位	指标	备注
1	系统处理能力	t/h	180	
2	系统生产能力	t/h	150	
3	粗碎车间处理能力	t/h	180	
4	第一筛分车间处理能力	t/h	330	
5	中碎车间处理能力	t/h	67	
6	第二筛分车间处理能力	t/h	236	
7	细碎车间处理能力	t/h	83	
8	制砂车间处理能力	t/h	78	
9	生产班制	班/日	2	
10	用水量	t/h	180	补水 25t/h
11	用电量	kW	1600	
12	建筑面积	m ²	600	
13	占地面积	万 m ²	3.5	

表 2.10.7-4 下库砂石料加工系统主要设备表

序号	设备名称	型号规格	单位	数量	参考功率 (kW)	备注
1	棒条式振动给料机	HPF1040(S)	台	1	15	
2	颚式破碎机	JC0850	台	1	75	
3	圆锥破碎机	CC200S	台	1	160	
4	圆锥破碎机	CC200	台	1	160	
5	高压对辊机	2PG1206	台	1	160	
6	圆振动筛	2YKR3075H	台	1	2×37	
7	圆振动筛	3YKR3675	台	1	2×45	
8	直线脱水筛	ZDS1237	台	2	2×3.7	
9	洗砂细砂回收一体机	XFS100	台	1	50.5	
10	给料机	GZG110×150	台	16	2×1.5	
11	电动弧门	QHM800×800	台	5	2×1.5	
12	胶带机	B=650-800mm	条	24	560 (总)	
13	除尘系统		项	1	200 (总)	

(3) 垫层料加工系统

垫层料加工系统主要承担垫层料的生产任务，料源来自下库区开挖的碎石土料。

根据工程施工总进度安排，垫层料总量 57.47 万 m³。施工高峰强度持续时间为 8 个月，高峰时段月平均填筑强度 4.11 万 m³。系统的生产能力确定为 300t/h，考虑生产加工、运输等综合损耗，系统处理能力为 360t/h。

系统按每月生产 25d，每天生产 14h 计算，生产班制为 2 班制。

垫层料加工系统布置于下库盆南侧。垫层料加工系统主要由汽车受料仓、第一筛分车间、破碎车间、第二筛分车间、除尘系统、成品料堆、配电室及值班室等组成，占地面积约 1.7 万 m²。料场至卸料平台采用自卸汽车运输，其余各车间采用胶带机连接。

垫层料加工系统主要技术指标见表 2.10.7-5，垫层料加工系统主要设备见表 2.10.7-6。

表 2.9.7-5 垫层料加工系统主要技术指标表

序号	项目	单位	指标	备注
1	系统处理能力	t/h	360	
2	系统生产能力	t/h	300	
3	第一筛分车间处理能力	t/h	360	
4	破碎车间处理能力	t/h	105	
5	第一筛分车间处理能力	t/h	105	
6	生产班制	班/日	2	
7	用水量	t/h	5	
8	用电量	kW	750	
9	建筑面积	m ²	400	
10	占地面积	万 m ²	1.7	

表 2.10.7-6 垫层料加工系统主要设备表

序号	设备名称	型号规格	单位	数量	参考功率 (kW)	备注
1	反击式破碎机	HS1311S	台	1	160	
2	圆振动筛	2YKR3060H	台	2	45	
3	圆振动筛	YKR2460H	台	1	30	
4	振动给料机	GZG100-4	台	3	2×0.75	
5	胶带机	B=650-1000mm	条	12	260 (总)	
6	除尘系统		项	1	200 (总)	

(3) 沥青骨料加工系统

沥青骨料加工系统主要承担上水库大坝、库盆沥青混凝土及下水库大坝、库盆沥青混凝土骨料的供应，系统料源采用外购。

根据工程施工总进度安排，上水库沥青混凝土浇筑总量 7.56 万 m³，下水库沥青混凝土浇筑总量 7.43 万 m³，沥青混凝土浇筑总量 14.99 万 m³。施工高峰强度持续时间为 4 个月，上水库及下水库沥青混凝土叠加高峰时段月平均浇筑强度 1.48 万 m³。系统的生产能力确定为 100t/h，考虑生产加工、运输等综合损耗，系统处理能力为 120t/h。

系统按每月生产 25d，每天生产 14h 计算，生产班制为 2 班制。

沥青骨料加工系统主要由粗碎卸料平台、粗碎车间、半成品料堆、第一筛分车间、中碎车间、第二筛分车间、制砂车间、选粉车间、除尘系统、成品料堆、配电室及值班室等组成，占地面积约 2 万 m²。料场至卸料平台采用自卸汽车运输，其余各车间采用胶带机连接。

沥青骨料加工系统主要技术指标见表 2.10.7-7，沥青骨料加工系统主要设备见表 2.10.7-8。

表 2.9.7-7 沥青骨料加工系统主要技术指标表

序号	项目	单位	指标	备注
1	系统处理能力	t/h	120	
2	系统生产能力	t/h	100	
3	粗碎车间处理能力	t/h	120	
4	中碎车间处理能力	t/h	142	
5	第一筛分车间处理能力	t/h	142	
6	制砂车间处理能力	t/h	45	
7	第二筛分车间处理能力	t/h	125	
8	选粉车间处理能力	t/h	38	
11	生产班制	班/日	2	
12	用水量	t/h	10	
13	用电量	kW	1400	
14	建筑面积	m ²	600	
15	占地面积	m ²	20000	

表 2.10.7-8 沥青骨料加工系统主要设备表

号	设备名称	型号规格	单位	数量	参考单机功率	备注
1	棒条式振动给料机	HPF1040S	台	1	15	
2	反击式破碎机	HS1211P	台	1	160	
3	反击式破碎机	HS1315S	台	1	200	
4	圆振动筛	3YKR2460H	台	1	45	
5	立轴冲击式破碎机	VS1300R	台	1	90	
6	选粉机	50t/h	台	1	55+15	
7	圆振动筛	3YKR3060	台	1	45	
8	惯性振动给料机	GZG110×150	台	2	2×1.5	
9	胶带机	B=650-800mm	条	20	450（总）	

号	设备名称	型号规格	单位	数量	参考单机功率	备注
10	除尘系统				400	

2.10.7.2 混凝土拌和系统

(1) 上库常态混凝土拌和系统

上库常态混凝土拌和系统主要为上库导流及泄水、上库大坝及库盆、上库进出水口、引水上平段及上斜井、1、2号施工支洞等工程生产常态混凝土，根据混凝土施工强度要求，混凝土高峰月浇筑强度为1.48万m³。拌和系统设计生产能力为45m³/h，系统按25d/月，20h/d进行设计，混凝土拌和系统选用HZS90-IQ1500型拌和站1座，铭牌生产能力为90m³/h。系统所需成品骨料由上库砂石加工系统向混凝土搅拌站供应骨料，骨料采用胶带机输送。

上库常态混凝土拌和系统由混凝土搅拌站、胶凝材料罐、空压机房、外加剂间、锅炉房、试验办公室及值班室等组成，与上库砂石加工系统联合布置，占地面积约为1.5万m²。

本工程所需的水泥、粉煤灰以散装为主，采用散装水泥罐车运输。系统设600t水泥罐2座，600t粉煤灰罐1座，可满足7天以上的胶凝材料用量。

系统内设专用的空气压缩机房，压缩空气供混凝土拌和楼气动操作设备及外加剂间、散装水泥输送之用，供风能力为60m³/min。系统所需水、电集中供应。

上库常态混凝土拌和系统主要设备表2.10.7-9，上库常态混凝土拌和系统主要技术指标表2.10.7-10。

表 2.10.7-9 上库常态混凝土拌和系统主要设备表

序号	名 称	规 格	单位	数量	备注
1	拌和站	HZS90-IQ1500	座	1	
2	空压机	30m ³ /min	座	2	
3	化工流程泵	10m ³ /h	台	2	
4	胶凝材料储罐	600t	个	3	
5	气化射流泵	QPB 4.0	台	3	
6	清水泵	20m ³ /h	台	2	
7	地衡	100t	台	1	
8	袋式除尘器	80 m ²	台	3	

表 2.10.7-10 上库混凝土拌和系统主要技术指标表

序号	项 目	单 位	指 标	备 注
1	设计生产能力	m ³ /h	45	
2	铭牌生产能力	m ³ /h	90	
3	生产班制	班/日	3	
4	用水量	t/h	40	
5	用气量	m ³ /min	60	
6	用电量	kW	1000	
7	建筑面积	m ²	400	

(2) 下库常态混凝土拌和系统

下库常态混凝土拌和系统主要为下库导流、下库大坝及库盆、下库泄洪工程、厂房引水发电系统、施工支洞等工程生产常态混凝土，根据混凝土施工强度要求，混凝土高峰月浇筑强度为 2.16 万 m³。拌和系统设计生产能力为 65m³/h，系统按 25d/月，20h/d 进行设计，混凝土拌和系统选用 HZS150-1Q3000 型拌和站座，铭牌生产能力为 150m³/h。系统所需成品骨料由下库砂石加工系统提供，拌和系统离砂石加工系统较近，骨料采用胶带机输送。

下库常态混凝土拌和系统由混凝土搅拌站、胶凝材料罐、空压机房、外加剂间、锅炉房、试验办公室及值班室等组成，与下库砂石加工系统联合布置，占地面积约为 1.4 万 m²。

本工程所需的水泥、粉煤灰以散装为主，采用散装水泥罐车运输。系统设 800t 水泥罐 2 座，800t 粉煤灰罐 1 座，可满足 7 天以上的胶凝材料用量。

系统内设专用的空气压缩机房，压缩空气供混凝土拌和楼气动操作设备及外加剂间、散装水泥输送之用，供风能力为 60m³/min。系统所需水、电集中供应。

下库常态混凝土拌和系统主要技术指标表 2.10.7-11，下库常态混凝土拌和系统主要设备表 2.10.7-12。

表 2.10.7-11 下库常态混凝土拌和系统主要设备表

序号	名 称	规 格	单 位	数 量	备 注
1	拌和站	HZS150-1Q3000	座	1	
2	空压机	30m ³ /min	座	2	
3	化工流程泵	10m ³ /h	座	2	
4	胶凝材料储罐	800t	台	3	
5	气化射流泵	QPB4.0	个	3	
6	清水泵	20m ³ /h	台	2	
7	地衡	100t	台	1	
8	袋式除尘器	80 m ²	台	3	

表 2.10.7-12 下库常态混凝土拌和系统主要技术指标表

序号	项 目	单 位	指 标	备 注
1	设计生产能力	m ³ /h	65	
2	铭牌生产能力	m ³ /h	150	
3	生产班制	班/日	3	
4	用水量	t/h	40	
5	用气量	m ³ /min	60	
6	用电量	kW	1000	
7	建筑面积	m ²	400	
8	占地面积	万 m ²	1.4	

(3) 上库沥青混凝土拌和系统

上库沥青混凝土拌和系统主要为上水库大坝及库盆等工程生产沥青混凝土，混凝土总量 7.56 万 m³。根据混凝土施工强度要求，混凝土高峰月浇筑强度为 1.04 万 m³。拌和系统设计生产能力为 170t/h，系统按 25d/月，8h/d 进行设计，沥青混凝土拌和站选用 4000 型 1 座，铭牌生产能力为 320t/h。由设置在上水库的沥青混凝土骨料加工系统生产，通过自卸汽车运输至骨料仓堆存。

沥青混凝土拌和系统由混凝土搅拌站、粉料仓、矿粉罐、沥青罐、配料系统、干燥筒、成品料堆、空压机房、试验办公室及值班室等组成，占地面积约为 10000 m²。矿粉材料的储存选用 1 个 1000t 钢制罐，可以满足 7 天以上用量

上库沥青混凝土拌和系统主要技术指标表 2.10.7-13，上库沥青混凝土拌和系统主要设备表 2.10.7-14。

表 2.10.7-13 上库沥青混凝土拌和系统主要设备表

序号	名 称	规 格	单 位	数 量	备 注
1	沥青搅拌站	4000 型	座	1	
2	矿粉材料罐	1000 t	座	1	
3	袋式除尘器	30m ²	台	1	
4	空压机组	10m ³ /min	座	1	

表 2.10.7-14 上库沥青混凝土拌和系统主要技术指标表

序号	项 目	单 位	指 标	备 注
1	设计生产能力	t/h	162	
2	铭牌生产能力	t/h	320	
3	生产班制	班/日	1	
4	矿粉材料储量	t	1200	
5	用电量	kW	1600	
6	建筑面积	m ²	400	

(4) 下库沥青混凝土拌和系统

下库沥青混凝土拌和系统主要为上水库大坝及库盆等工程生产沥青混凝土，混凝土总量 7.56 万 m³。根据混凝土施工强度要求，混凝土高峰月浇筑强度为 1.04 万 m³。拌和系统设计生产能力为 170t/h，系统按 25d/月，8h/d 进行设计，沥青混凝土拌和站选用 4000 型 1 座，铭牌生产能力为 320t/h。由设置在下水库的沥青混凝土骨料加工系统生产，通过自卸汽车运输至骨料仓堆存。

沥青混凝土拌和系统由混凝土搅拌站、粉料仓、矿粉罐、沥青罐、配料系统、干燥筒、成品料堆、空压机房、试验办公室及值班室等组成，占地面积约为 10000 m²，矿粉材料的储存选用 1 个 1000t 钢制罐，可以满足 7 天以上用量。

下库沥青混凝土拌和系统主要技术指标表 2.10.7-15，下库沥青混凝土拌和系统主要设备表 2.10.7-16。

表 2.10.7-15 下库沥青混凝土拌和系统主要设备表

序号	名 称	规 格	单 位	数 量	备 注
1	沥青搅拌站	4000 型	座	1	
2	矿粉材料罐	1000 t	座	1	
3	袋式除尘器	60 m ²	台	1	
4	空压机组	10m ³ /min	座	1	

表 2.10.7-16 下库沥青混凝土拌和系统主要技术指标表

序号	项 目	单 位	指 标	备 注
1	设计生产能力	t/h	131	
2	铭牌生产能力	t/h	320	
3	生产班制	班/日	1	
4	矿粉材料储量	t	1000	
5	用电量	kW	1600	
6	建筑面积	m ²	400	

2.10.7.3 施工供风系统

本工程石方开挖总量约为 713.77 万 m³，其中石方明挖约 533.01 万 m³，石方洞挖约 180.76 万 m³。石方明挖高峰月时段平均强度为 31.45 万 m³/月，石方洞挖高峰月时段平均强度为 7.76 万 m³/月。

压缩空气主要供应上、下水库坝基、库盆、输水系统、地下厂房系统、开关站、下水库进/出水口等石方明挖用风。高峰期设计供风量为 1200m³/min。根据工程各部位开挖强度，本工程施工供风采用固定加移动相结合的方式。

其中上库工程施工用风高峰为 340m³/min，分别在上库库盆、上库进/出水口、上库大坝坝基等部位共布置 13 台固定式压缩机供风站，主要供上库大坝左右岸坝肩、库盆及电站进出水口等部位的开挖用风；

地下厂房系统土建工程高峰用风量为 320m³/min，采用固定式及移动式供风站，分别在通风兼安全洞洞口、进厂交通洞、排风排烟洞洞口等布置 8 台固定式压缩机、8 台移动式供风站等，供地下厂房系统开挖用风；

下库工程高峰用风量为 370m³/min，分别在库盆左岸、右岸、电站进出水口、蓄水池、排洪槽等部位共布置 9 台固定式压缩机、7 台移动式供风站等，主要供上

库大坝左右岸坝肩、库盆、电站进出水口以及排洪槽等部位的开挖用风。

输水系统土建工程高峰用风量为 $170\text{m}^3/\text{min}$ ，采用固定式及移动式供风站，分别在尾水调压井通气洞洞口、1 号施工支洞洞口、2 号施工支洞洞口等布置 4 台固定式压缩机、5 台移动式供风站等，供输水系统开挖用风。

2.10.7.4 施工供电系统

经与地方电网初步确定，施工电源由大河沿 110kV 变电站的 350kV 母线侧接引一回 350kV 线路约 20km 至工地，大河沿 110kV 变电站剩余负荷及接线间隔可满足本工程使用需求。经施工变电站主变降压至 10kV 后供各施工用电点使用。在施工电源停电时，考虑由各施工区上、下库各自备 500kW 柴油发电机组作为应急电源，为地下厂房洞内照明、排水、通风及基坑排水等重要施工用电负荷供电。

根据新疆高昌抽水蓄能电站施工布置和施工负荷特性，110kV 施工变电站设有 10kV 出线间隔 11 个，其中在施工期从施工变引出 5 回 10kV 线路，供给各工区施工用电需要，1 个间隔作为施工用电备用，2 个间隔为站用电，1 个间隔作为柴油发电机组，2 个间隔为无功补偿。引出 10kV 线路供至设于各区的分区变，场内需架设 10kV 电力线长约 30km，电缆线路 1km。

2.10.7.5 施工供水系统

（1）用水类型及部位

根据电站施工组织情况，本电站用水类型包括上下水库初期蓄水和施工用水，施工用水类型包括施工生产用水、生活用水及消防用水，其中施工生产用水主要包括：土石方机械施工用水、土料填筑碾压洒水用水、骨料冲洗用水、混凝土拌和及养护用水、灌浆用水、施工机械用水、施工工厂设施生产用水等。

根据电站施工总体布置，本电站施工用水部位见下表。

（2）用水量

根据电站枢纽布置、施工总布置和施工总进度安排，本电站各施工生产区的需水强度和高昌抽蓄分年度实际施工生产生活用水量见下列表。

表 2.9.7-17 用水量、用水点高程及水压

编号	供水点位置	用水量 (m ³ /h)	高程 (m)	水压 (MPa)	备注
用水点 S1	上库承包商营地	15	1980	0.2	
用水点 S2	上库坝区及库盆施工	100	1936	0.3	
用水点 S3	1 号施工支洞口	40	1850	0.2	
用水点 S4	上库施工场地	25	1990	0.2	
用水点 S5	上库砂石料加工及混凝土拌和系统	130	2000	0.3	
用水点 S6	引水调压井	35	1960	0.2	
用水点 S7	上下库连接路交通洞	20	1865	0.2	
用水点 S8	放空管出口	15	1100	0.2	
用水点 S9	以进厂洞为施工通道的地下厂房施工区	70	1289	0.2	
用水点 S10	下库坝区及库盆施工	110	1289	0.3	
用水点 S11	下库沥青骨料加工系统	10	1225	0.3	
用水点 S12	下库进/出水口	15	1255	0.3	
用水点 S13	开关站	15	1289	0.3	
用水点 S14	以通风洞为施工通道的地下厂房施工区	45	1289	0.2	
用水点 S15	下库施工场地	35	1310	0.2	
用水点 S16	下库承包商营地	25	1280	0.2	
用水点 S17	下库砂石加工及混凝土拌和系统	250	1245	0.3	
用水点 S18	业主营地	20	1325	0.2	
合计		975			

表 2.9.7-18 高昌抽蓄分年度实际施工生产生活用水量表 单位: 万 m³

年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	小计
筹建期第一年							0.61	0.24	0.27	0.27	0.27	0.03	1.67
筹建期第二年	0.03	0.03	0.03	0.40	0.59	0.49	0.51	0.49	0.51	0.52	0.52	0.43	4.54
筹建期第三年及施工期第1年	0.43	0.43	0.43	0.59	0.78	0.61	7.06	0.85	0.85	1.42	1.47	1.49	16.41
施工期第2年	2.03	1.94	2.01	1.64	3.09	2.98	10.48	5.70	5.70	5.73	1.21	1.18	43.68
施工期第3年	2.00	1.97	1.85	3.38	19.28	19.31	22.30	15.92	19.08	18.48	3.06	2.27	128.90
施工期第4年	1.15	1.15	3.85	4.85	17.58	17.89	24.77	18.21	17.85	17.55	2.44	2.93	130.21
施工期第5年	2.43	2.43	1.77	1.51	2.55	2.55	6.21	4.22	5.02	5.30	1.45	0.75	36.20

施工期第 6 年	0.75	0.75	0.77	1.06	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.52	0.29	0.27	7.88
施工期第 7 年	0.27	0.27	0.29	0.29	0.29	0.29							1.69
小计													371.17

(3) 水源

新疆高昌抽水蓄能电站下水库位于塔尔朗河出山口左岸附近的阶地上。考虑永久补水系统水源取水的保证率，结合工程区内稳定水源的情况，本电站永久补水系统取水水源采用塔尔朗河水。

(4) 供水系统规划

本电站上、下水库初期蓄水及施工供水所属的临时供水系统与永久补水系统采取永临结合的布置形式，电站统一设置一套永久及临时供水系统，兼顾电站施工供水、上下水库初期蓄水及下水库永久补水功能。本电站永久及临时供水系统由取水泵站、给水处理站、三级泵站、四级泵站、三级蓄水池、五级蓄水池和输水管路组成，其中取水泵站至下水库沿线的取水泵站、给水处理站及沿线输水管路将作为电站永久补水设施，其余建（构）筑物及输水管路将在电站施工及蓄水完毕后进行拆除并恢复原始地貌。

取水泵站位于塔尔朗引水渠首上游约 0.6km 的塔尔朗河干流右岸上，泵站由取水头部及取水泵房两部分组成。取水头部采用底栏栅取水形式，由底栏栅取水构筑物 and 预沉池组成，底栏栅取水构筑物布置于河床中，预沉池布置于塔尔朗河右岸，预沉池完成地面高程约为 1185.50m，尺寸约为 13.00m×10.00m×7.00m（长×宽×高）。取水泵房布置于取水头部西侧的天然台地上（地面高程为 1197.00m，设计规模为 2300m³/h），由 800m³蓄水池、水泵室和配电用房组成。在东南侧附近设置给水处理站（地面高程为 1305.00m，平面尺寸为 130m×100m（长×宽），设计规模为 800m³/h），水源年平均含沙量为 0.968kg/m³，水处理采用斜管沉淀池一级沉淀处理工艺，出水水质满足含沙量不大于 30mg/L。根据环保要求，沉淀池排泥水需进行干化处理，经泥水浓缩、板框压滤机脱水干化处理后，制成含水率不大于 70%的泥饼，外运处置；在给水处理站东南侧约 0.25km 地面高程为 1323.00m 处附近，设置一座 20 万 m³临时储水池，以解决 11 月至翌年 4 月河道无可利用水量问题；在开关站东侧设置三级蓄水池（地面高程为 1350.00m，设计规模为 800m³）；

在 3 号施工支洞进口东南侧约 0.40km 处设置三级泵站（地面高程为 1430.00m，设计规模为 380m³/h）；在上下库连接路混凝土拌和站厂西侧约 0.5km 处设置四级泵站（地面高程为 1760.00m，设计规模为 380m³/h）；在 1 号施工支洞口东南侧约 0.50km 处设置五级蓄水池（地面高程为 2020.00m，设计规模为 800m³）。

（1）施工供水

电站建设施工用水期间，取水头部从塔尔朗河取水，通过一根 DN700 焊接钢管加压提升至取水泵房的 800m³蓄水池；蓄水池中水由取水泵房内的 4 台中开卧式离心泵（3 用 1 备）加压通过一根 DN700 焊接钢管供给至给水处理站、下水库及 20 万 m³储水库，枯水期时通过储水库设置的 2 台潜水泵（1 用 1 备）加压供至给水处理站；来水经给水处理站沉淀处理后储存于站内的 2 座 800m³蓄水池中，S8、S11、S15、S16、S17 及下水库永久补水由蓄水池自流供给，给水处理站内的二级泵房设置两组加压水泵，一组水泵将 2 座 800m³蓄水池中水加压供至三级蓄水池，S9、S10、S12、S13、S14 和 S18 施工用水由三级蓄水池自流供给，另一组水泵联合三四级泵站将水加压供至五级蓄水池，S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7 施工用水以及上水库初期蓄水均由五级蓄水池自流供给。

（2）上下水库初期蓄水

电站初期蓄水期间，取水头部从塔尔朗河取水，通过一根 DN700 焊接钢管加压提升至取水泵房的 800m³蓄水池；蓄水池中水由取水泵房内的 4 台中开卧式离心泵（3 用 1 备）加压通过一根 DN700 焊接钢管供给至下水库进行初期蓄水，上水库初期蓄水由已建成的施工供水系统中的五级蓄水池进行自流供给。

（3）生活供水

生活区生活用水应满足《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）要求，本电站施工供水系统为生活区预留取水口，后续给水处理系统由生活区自行设计。

（4）消防供水

本电站施工生产区同一时间内火灾次数为一次，一次灭火用水量为 20L/s，火灾延续时间按 2 小时计，一次灭火用水量为 144m³。在各供水区高位水池中均储备消防用水量，消防供水管与生产供水管合用。本电站临时供水系统为生活营地预留取水口，生活营地消防供水应根据《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）和《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）中相

关规定进行自行设计。

根据电站施工组织情况，本电站用水类型包括上下水库初期蓄水和施工用水，施工用水类型包括施工生产用水、生活用水及消防用水，其中施工生产用水主要包括：土石方机械施工用水、土料填筑碾压洒水用水、骨料冲洗用水、混凝土拌和及养护用水、灌浆用水、施工机械用水、施工工厂设施生产用水等。

2.10.7.6 辅助加工厂设施

根据本工程施工需要及施工布置情况和当地的机械加工能力，经分析确定本工程设置的辅助企业主要包括：钢筋加工厂、木材加工厂、钢管加工厂、机械修配和保养厂和机电及金属结构拼装厂等。机械修配、保养厂主要承担工地上施工机械设备和汽车等中、小修及一、二级保养任务。

综合加工厂包括钢筋加工厂、木材加工厂，按照上、下库施工需要，综合加工厂分上下库布置，上库布置在上水库北侧支沟，下库布置在库盆北侧缓坡地上。

主要指标见表 2.10.6-19 和表 2.10.7-20。

表 2.9.7-19 上库辅助加工厂主要指标表

序号	项目	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	工棚 (m ²)	用电量	用水量	用风量	工作班制
					(kW)	(t/h)	(m ³ /min)	(班/日)
1	钢筋加工厂	5500	300	240	120	2	4	两班制
2	木材加工厂	2500	150	120	90	3	3	两班制
3	合计	8000	450	360	210	5	7	

表 2.9.7-20 下库辅助加工厂主要指标表

序号	项目	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	工棚 (m ²)	用电量	用水量	用风量	工作班制
					(kW)	(t/h)	(m ³ /min)	(班/日)
1	钢筋加工厂	6000	650	350	120	2	5	两班制
2	木材加工厂	4000	350	150	90	3	3	两班制
3	钢管加工厂	25000	4000		350	2	20	两班制
4	机械停放及修配厂	17000	400	300	295	5	20	
5	金属结构拼装场	10000	1200		300	2	20	
6	合计	62000	6600	800	1155	14	68	

2.10.7.7 施工营地

根据本工程施工期及电站运行期使用条件，结合上、下库地形地质条件，上水库位于塔尔朗河左岸山顶冲沟型缓坡处，在库盆 2 号支沟以北约 700m 处宽阔沟

底布置承包商营地。下水库位于高昌沟山前缓坡冲洪积阶地上，地势平缓、地形开阔，在库盆南侧布置业主营地及下库承包商营地。

(1) 业主仓储区

业主营地仓储区（机电设备库）占地面积为 15000m²，为永久仓库，拟建恒温仓库、封闭仓库、车库和消防站，均为钢筋混凝土框架结构的单层建筑，总建筑面积 3200m²。封闭仓库为永久运行及施工期间堆放备品备件等机电设备，建筑面积为 1200m²；恒温仓库用于存放精密设备、仪器、仪表等，建筑面积为 800m²。

表 2.9.7-21 仓储区建筑物一览

序号	项目	建筑结构	幢数	层数	建筑面积（m ² ）
1	恒温仓库	钢筋混凝土框架	1	1	800
2	封闭仓库	钢筋混凝土框架	1	1	1200
3	车库	钢筋混凝土框架	1	1	600
4	消防站	钢筋混凝土框架	1	1	600

(2) 业主营地管理区

业主营地是工程建设期间各参建方办公生活区及电站投入使用后的永久办公区，规划总人数约 125 人（包含业主管理人员、运维人员）。

根据建设单位施工期及运行管理需要，本工程在工程区现场布置业主营地及机电设备库，以满足业主及相关管理人员筹建期、运行期等的生产生活需求。业主营地规划在下库区，北侧靠近钢管加工厂，南侧有进场道路相连，交通十分方便。业主营地及机电设备库总占地面积 45000m²，其中业主营地占地面积 30000m²，机电设备库占地面积 15000 平方米。总建筑面积 21550m²，用地接近长方形，原始高程 1335~1375m。

表 2.10.7-22 业主营地建筑技术经济指标表

项目		面积	单位	备注
总用地面积		45000	m ²	
总建筑面积		21550	m ²	
办公用房		3500	m ²	
其中	综合办公楼	3500	m ²	
值班公寓及附属设施		8750	m ²	
其中	食堂、文化活动中心	2700	m ²	
	职工公寓	5400	m ²	
	其中 领导公寓	600	m ²	10 套
	其中 中层公寓	1100	m ²	20 套

		员工公寓	3150	m²	75 套
		双职工公寓	550	m²	10 套
	锅炉房		600	m²	
	门卫		50	m²	
动力中心			1000	m²	
中控楼			1350	m²	
临时建筑			3750	m²	
其中	实验室		900	m²	
	设代监理办公楼		1250	m²	
	设代监理人员宿舍		1600	m²	
机电设备库			3200	m²	
其中	恒温仓库		800	m²	
	封闭仓库		1200	m²	
	车库		600	m²	
	消防站		600	m²	
基底面积			15000	m²	
建筑密度			33%		
容积率			0.48		

(3) 承包商营地布置

本工程承包商营地分上、下水库区分别布置，各承包商营地距各自的工作面较近，有利于工程施工、组织管理。本工程施工期高峰人数约 2900 人（不含业主营地），其中上水库施工期高峰人数约 1000 人，下水库施工期高峰人数约 1900 人。

1) 上水库承包商营地

根据上水库区枢纽布置特点、交通及地形条件，上水库承包商营地布置在上水库综合加工厂附近缓坡地，距上水库坝址约 0.7km，地面高程约 1960m~1990m，占地面积约 2.00 万 m²。

上水库承包商营地场地设计东高西低，高差明显，考虑在场地内用一条环路贯穿，东西方向为台地有高差，并同时南北方向用坡度连接，为减少工程量，建筑物沿等高线布置，建筑单体位置应为挖方区，回填区可作为道路场地和绿化用地。道路与建筑物平行布置，一方面便于人流交通的组织，同时也充分地考虑到地形地貌，道路与建筑连接时有高差使用台阶出入建筑，真正体现了因地制宜的设计原则，使每个承包商营地内的建筑排列因地而移，因势而变，使总平面布

局简洁。道路设计为一条 4 米主干道，旁边辅以 2m 宽人行道。上库承包商营地面积见表 2.10.7-23。

表 2.10.7-23 上库承包商营地面积一览表

序号	项目	建筑结构	幢数	层数	建筑面积 m ²	
1	办公楼	钢筋混凝土框架	1	2	680	12000
2	管理人员宿舍	钢筋混凝土框架	1	2	1000	
3	食堂	钢筋混凝土框架	1	1	450	
4	民工宿舍	钢筋混凝土框架	5	3	7600	
5	民工食堂	钢筋混凝土框架	2	1	750	
6	锅炉房	钢筋混凝土框架	1	1	220	
7	公共浴室	钢筋混凝土框架	1	1	150	
8	公厕	钢筋混凝土框架	1	1	150	

2) 下水库承包商营地

下水库承包商营地位于下库坝址附近缓坡地，距坝址约 0.2km，地面高程约 1260m~1290m，占地面积约 2.5 万 m²。

下水库承包商营地地势较上水库营地稍平缓些，用地面积较大，建筑设计考虑将道路引入，与场地永久道路形成环形闭合道路，道路在场地内环绕，同时将场地分为三部分，办公生活区、管理区、民工生活区。建筑尽量顺应等高线布置，道路为 4m 主干道，下库承包商营地面积见表 2.10.7-24。

表 2.10.7-24 下库承包商营地面积一览表

序号	项目	建筑结构	幢数	层数	建筑面积 m ²	
1	办公楼	钢筋混凝土框架	2	3	2300	19000
2	管理人员宿舍	钢筋混凝土框架	3	3	2000	
3	食堂	钢筋混凝土框架	1	3	780	
4	锅炉房	钢筋混凝土框架	1	1	500	
5	民工宿舍	钢筋混凝土框架	5	3	13780	
6	民工食堂	钢筋混凝土框架	1	2	1800	
7	公共浴室	钢筋混凝土框架	1	1	600	
8	公厕	钢筋混凝土框架	1	1	240	

2.10.8 土石方平衡及渣场规划

本工程上、下库区土石方开挖（包括永久工程及临时工程等）共计 1370.76 万 m³（自然方，下同），其中土方开挖 572.59 万 m³，砂砾石开挖 84.70 万 m³，石方

明挖 533.01 万 m³，石方洞挖、井挖 180.76 万 m³。

上、下库工程石方填筑总量约 832.87 万 m³，其中上库区工程石方填筑量为 293.67 万 m³；下库区及引水发电系统工程石方填筑量约 539.20 万 m³。本工程上库常态混凝土骨料量为 26.71 万 m³，下库常态混凝土骨料量为 76.23 万 m³。

上、下水库大坝填筑尽量以挖填平衡为原则，充分利用建筑物开挖料作为坝体填筑材料。考虑到工程区附近气温及地质等条件，本工程大坝及库底填筑主要利用库盆开挖料，下库混凝土骨料采用下库高阶地放坡开挖的砂砾石料。

2.10.8.1 上库土石方平衡

考虑开挖、运输、转存等损耗后，上库填筑料弱风化料设计需要量为 237.49 万 m³（自然方，下同），强风化料设计需要量为 82.90 万 m³。填筑料规划开采量取设计需要量的 1.15 倍，加工料规划开采量取设计需要量的 1.2 倍，则上库弱风化料源相应的规划开采量为 275.90 万 m³，强风化料源相应的规划开采量为 95.34 万 m³。

上库区开挖料可利用总量为 329.73 万 m³，其中强风化料 83.31 万 m³，弱风化料 246.42 万 m³，主要以安山玢岩为主。

上库工程区开挖强、弱风化料可以满足上库大坝填筑及库底回填设计需要量要求，不满足规划使用要求，扩挖上库库底作为规划备用料场。

本工程上库各建筑物开挖料利用量见表 2.10.8-1 上库土石方平衡表。

表 2.10.8-1 上库土石方平衡表

供料区												受料区																								
项	目	开挖量	覆盖层	强风化	弱风化	可利用强风化量(70%)	可利用弱风化量(90%)	系数换算		强风化利用量	弱风化利用量	弃渣量		上库大坝利用量(压实方)										上库库盆利用量(压实方)					上库围堰填筑(压实方)				进/出水口石渣回填(压实方)	上库常态混凝土骨料(自然方)	上库坝后任意料区(松方)	
		(自然方)	(自然方)	(自然方)	(自然方)	(自然方)	(自然方)			垫层料	过渡料	上游堆石料		下游堆石料(强)	下游堆石料(弱)	砌石护坡	排水料	坝顶路面垫层	小计	垫层料	过渡料	堆石料(弱)	堆石料(强)	小计	墙体填筑(同库底)	过渡料	干砌石	小计								
单	位	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	松方	压实方		(自然方)	(自然方)	压实方	8.66	22.89	162.51	71.19	0.00	7.44	0.00	1.59	274.28	16.44	12.04	0.00	15.39	43.88	4.70	0.42	0.38	5.50	3.53	25.01	万m³		
上库大坝	土方明挖	16.85	16.85					1.30	0.85			16.85																					21.91			
	石方明挖	5.72		5.72		4.00		1.40	1.25	4.00		1.72				4.00																	2.40			
	土方明挖	22.21	22.21					1.30	0.85			22.21																					28.87			
	石方明挖	333.60		99.71	233.89	69.80	210.50	1.40	1.25	69.80	210.50	53.30		9.44	20.45	117.14	56.21	0.00	6.32	0.00	1.73		17.94	10.76	0.00	13.59						26.71	74.62			
上库库盆	石方洞挖	1.49		1.49		1.04		1.40	1.25	1.04		1.49				1.04																	2.09			
	土方明挖	21.07		4.73	16.34	3.31	14.71	1.40	1.25	3.12	14.71	3.24				14.71														3.12		4.54				
	土方明挖	14.59			14.59		13.13	1.40	1.25		11.58	3.01				11.58																4.21				
	石方井挖	5.86		1.12	4.74	0.79	4.26	1.40	1.25	0.79		5.86				0.79																8.20				
上水库导流、泄水、支沟	土方明挖	3.49	3.49					1.30	0.85			3.49																					4.54			
	石方明挖	6.23		6.23		4.36		1.40	1.25	4.15		6.23													4.15							8.73				
	土方明挖	0.14	0.14					1.30	0.85			0.14																				0.18				
	石方明挖	1.09		1.09				1.40	1.25			1.09																				1.53				
1号/2号施工支洞	石方洞挖	4.72		0.47	4.25		3.82	1.40	1.25		0.70	4.02															0.38	0.32				5.63				
	土方明挖	24.34		24.34				1.40	1.25			24.34																								
合 计		437.07	42.69	120.57	273.80	83.31	246.42				82.90	237.49	122.66																			167.45				

2.10.8.2 下库土石方平衡

考虑开挖、运输、转存、作业面等损耗后，下库填筑料弱风化料设计需要量为 71.47 万 m^3 （自然方，下同），碎石土料设计需要量为 467.72 万 m^3 ，砂砾石料设计需要量为 76.23 万 m^3 。

下库填筑料规划开采量取设计需要量的 1.15 倍，加工料取设计需要量的 1.2 倍，则下库弱风化料源相应的规划开采量为 82.19 万 m^3 ，碎石土料源相应的规划开采量为 542.78 万 m^3 ，砂砾石料源相应的规划开采量为 91.48 万 m^3 。

下库区开挖料可利用总量为 642.85 万 m^3 ，其中弱风化料 90.29 万 m^3 ，碎石土料 476.33 万 m^3 ，砂砾石料 76.23 万 m^3 。

可见，下库区开挖料弱风化料可满足下库区设计使用需求量及规划开采量，碎石土料、砂砾石料满足设计使用要求，不满足规划备用要求。扩挖下库库底进出水口处作为碎石土规划备用料场，开挖下库高阶地放坡作为砂砾石备用料场。

本工程下库各建筑物开挖料利用量见表 2.10.8-2 下库土石方平衡表。

表 2.10.8-2 下库土石方平衡表

项 目		开挖量	碎石土	砂砾石	强风化	弱风化	可利用砂砾石量(90%)	可利用碎石土量(90%)	可利用弱风化量(55%)	系数换算		弱风化利用量	砂砾石利用量	碎石土利用量	弃渣量	下库大坝利用量（压实方）						下库库盆处理（压实方）				下库导流利用量		高坝地护坡格宾石笼	下库常态混凝土骨料（自然方）	沥青混凝土骨料（自然方）	弃渣场及坝后压坡体（松方）			
		自然方	自然方	自然方	自然方	自然方	自然方	自然方	自然方	松方	压实方	自然方	自然方	自然方		自然方	自然方	垫层料	反滤料	坝壳料	过渡料、排水料	块石护坡	小计	垫层料	过渡料	坝壳料	小计	碎石土	块石料					
单 位	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³			万m³	万m³	万m³	万m³	压实方	折方系数	压实方	11.22	24.76	290.74	56.53	11.49	394.75	21.49	11.38	15.78	48.65	0.32	1.95	61.23	14.99		
																		14.35	31.68	317.69	45.01	8.84	417.57	27.50	9.06	17.24	53.80	0.35	1.56	57.30	14.03			
																		1.33	1.33	1.10	1.11	1.11	1.33	1.11	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.33	1.11	1.33	1.33	
																		19.09	42.15	350.49	49.90	9.80	471.44	36.59	10.05	19.02	65.65	0.38	1.73	76.23	18.67			
下库大坝	土方开挖	33.77	33.77					30.40		1.20	0.78			30.40	3.38					10.99												4.05		
下库库盆	土方开挖	449.15	449.15					404.23		1.20	0.78			404.23	44.91			19.09	42.15	306.40				36.59								53.90		
	石方开挖	68.07			68.07					1.40	1.25				68.07																	95.30		
高阶地放坡开挖	砂砾石开挖	84.70		84.70			76.23			1.20	0.78		76.23		8.47														76.23			10.16		
输水系统（除上平、引调）	石方洞挖、井挖	15.64				15.64		12.09		1.40	1.25	12.09			3.55					12.09												4.97		
尾水系统（至下库进出水口）	土方开挖	13.58	13.58					12.22		1.20	0.78			12.22	1.36					12.22												1.63		
	石方明挖	28.98			28.98					1.40	1.25				28.98																	40.58		
	石方洞挖、井挖	25.91			9.65	16.26		11.37		1.40	1.25	11.37			14.54					11.37												20.36		
发电建筑物（含主厂及其附属洞室）	石方明挖	1.61				1.61				1.40	1.25				1.61																	2.25		
	石方洞挖、井挖	52.08			2.99	49.10		31.91		1.40	1.25	28.18			23.91					26.45								1.73				33.47		
升压变电建筑物（主变、出线、开关站等）	土方开挖	31.78	31.78					28.60		1.20	0.78			20.88	10.90					20.88												13.08		
	石方明挖	49.79			49.79					1.40	1.25				49.79																	69.70		
	石方洞挖、井挖	20.41			1.05	19.36		12.58		1.40	1.25	12.58			7.82					9.80			2.79									10.95		
地下厂房交通工程	土方开挖	0.14	0.14							1.20	0.78				0.14																	0.17		
	石方明挖	14.12			14.12					1.40	1.25				14.12																	19.77		
	石方洞挖、井挖	20.90			0.88	20.03		15.02		1.40	1.25	7.26			13.64									7.26								19.10		
下库放空建筑物	土方开挖	0.98	0.98					0.88		1.20	0.78				0.98																	1.18		
	石方明挖	2.18			2.18					1.40	1.25				2.18																	3.05		
	石方洞挖	3.07			3.07					1.40	1.25				3.07																	4.30		
下库导流	土方开挖	0.12	0.12							1.20	0.78				0.12																	0.14		
下库施工支洞	土方开挖	0.07	0.07							1.20	0.78				0.07																	0.09		
	石方明挖	0.55			0.55					1.40	1.25				0.55																	0.76		
	石方洞挖	16.09			4.83	11.26		7.32		1.40	1.25	0.00			16.09																	22.53		
小 计		933.69	529.59	84.70	186.14	133.26	76.23	476.33	90.29			71.47	76.23	467.72	318.26			19.09	42.15	350.49	49.90	9.80	0.00	36.59	10.05	19.02	0.00	0.38	1.73	76.23		431.49		
沥青混凝土骨料（外购）		18.67								1.20	0.90			18.67	0.00															18.67		0.00		
合 计		933.69	529.59		186.14	133.26		476.33	90.29				486.39	318.26				19.09		350.49		9.80	0.00	36.59	10.05	19.02	0.00	0.38		76.23		431.49		

2.10.8.3 上库区中转料场、任意料堆存

1) 上库库内中转料场

根据进度安排，上库需要在库盆内设置中转料场，转存可用料约 37.04 万 m^3 （松方），上库库内中转料场容量约 38.89 万 m^3 ，占地约 4.17 万 m^2 ，主要堆存前期上库库盆石方开挖料。

2) 上库毛料堆存场

上库毛料堆存场位于上库北侧沟道底部，转存可用料约 20.38 万 m^3 （松方），上库毛料堆存场容量约 21.40 万 m^3 ，占地约 3.43 万 m^2 ，主要堆存上库盆开挖可利用料用于加工上库垫层料。

3) 上库坝后压坡体

上库坝后压坡体位于上库大坝坝后，堆渣约 167.46 万 m^3 （松方），上库坝后压坡体容量约 175.83 万 m^3 ，占地约 13.73 万 m^2 ，主要用于堆存上库区工程开挖未利用料。

2.10.8.4 下库区中转料场、弃渣场布置

(1) 下库库内中转料场

下库库内中转料场位于下库库盆内，转存可用料约 44.34 万 m^3 （松方），下库库内中转料场容量约 46.56 万 m^3 ，占地约 5.31 万 m^2 ，主要堆存前期下库大坝填筑可利用开挖料。

2) 下库有用料转存场

下库洞挖料转存场位于下库库盆南侧，转存可用料约 41.76 万 m^3 （松方），转存场容量约 43.85 万 m^3 ，占地约 5.94 万 m^2 ，主要转存引水发电系统地下洞挖块石可利用料。

3) 下库砂砾石料堆存场

下库洞挖料转存场位于下库库盆南侧，转存可用料约 15.25 万 m^3 （松方），转存场容量约 16.01 万 m^3 ，占地约 3.5 万 m^2 ，主要转存高阶地放坡开挖的混凝土骨料。

4) 下库弃渣场

下库弃渣场位于下库塔尔朗河右岸高阶地上，堆渣约 181.06 万 m^3 （松方），下库弃渣场容量约 190.11 万 m^3 ，占地约 17.09 万 m^2 ，主要用于堆存下库区及引水

发电系统工程弃渣。

5) 下库坝后压坡体

下库坝后压坡体位于下库大坝坝后，堆渣约 250.44 万 m^3 （松方），下库坝后压坡体容量约 262.96 万 m^3 ，主要用于堆存下库区工程开挖未利用料。

6) 下库表土堆存场

下库弃渣场位于下库塔尔朗河右岸高阶地上，堆渣约 1.01 万 m^3 （松方），表土堆存场容量约 1.06 万 m^3 ，占地约 1 万 m^2 ，主要用于堆存工程剥离的表土。

2.10.9 施工进度

本工程施工工期按工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期四个阶段安排。工程准备期为工程开工至关键线路上主体工程开工前这一时段，指工程开工至厂房顶拱准备开挖这一时段；主体工程施工期与准备工程部分工作交错进行，主体工程施工期从厂房顶拱开挖开始至首台机组发电。

本工程施工总工期 72 个月，施工准备期 6 个月，主体工程施工期 57 个月，完建期 9 个月。首台机发电工期 63 个月（第 6 年 9 月底），施工筹建期安排 24 个月。

控制本工程施工进度的关键线路为：厂房顶部通风兼安全洞开挖→主厂房开挖→厂房混凝土浇筑→机组安装→机组调试→第一台机组发电→后续机组发电。

2.10.10 施工人数

根据进度和强度安排，本工程业主管理人员约 125 人，施工高峰期施工人数约为 2900 人，其中上库承包商营地区为 1000 人，下库承包商营地区为 1900 人。

2.10.11 施工区封闭管理

根据工程枢纽布置、场内外交通和施工场地条件，为便于施工及管理，施工工厂及临时设施布置将采用分区与相对集中相结合的布置方案，形成上水库工程区和下水库工程区两个大的施工区域进行综合规划布置。

上水库库周无居民，上水库主要施工工厂布置区与大坝施工区、承包商营地主要通过上下库连接路连通，上库生产生活设施与上下库连接路、上库大坝库盆施工区距离较近，具备封闭管理条件，上库区施工区域可进行全封闭式管理。

下水库位于高昌沟山前缓坡冲洪积阶地上，在高阶地上集中布置各施工场地。

下水库主要工作面位于进厂交通洞内和下水库库盆，可通过在进厂交通洞洞口、道路起点等处设置岗哨，对各施工区进行局部封闭管理，以创建一个相对安全、独立、互不干扰的施工环境。

2.11 运行方式

2.11.1 电站运行方式

本电站为日调节纯抽水蓄能电站，主要承担电力系统调峰填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用等任务。电站装机容量 140 万 kW，连续满发小时数为 6h。

（1）调峰填谷

高昌抽水蓄能电站距新疆负荷中心距离较近，电站运行灵活、启动快、动态效益显著，其填谷调峰的双重功效，是电网不可多得的调峰电源，它的投入运行将缓解电网缺少调峰容量的局面。按日调节库容设置，抽水、发电运行随电力系统负荷图变化，一般在低谷时段抽水工况运行填谷，在用电高峰时段作发电工况运行调峰。

（2）储能

高昌抽水蓄能电站运行灵活、调节能力强，可与风光电站进行日内互补运行，在新能源大发、负荷低谷等存在弃电的情况下通过抽水来储存电能，并且在电网负荷高峰及其他不能满足送电需求时段发电，平抑新能源在时段间的大幅波动，提高电力供应稳定性，是新疆电网理想的储能电源。

（3）调频、调相运行

电站可根据供电对象和电站的实际情况进行调频、调相，运行时间由调度部门根据电网要求进行安排。

（4）紧急事故备用

当高昌抽水蓄能电站在抽水工况运行，系统发生事故时，可以改变机组运行工况，由抽水工况变为发电工况，最大可为系统提供两倍于电站装机容量的备用容量，提高电网供电质量和系统安全稳定运行水平，增强电网快速响应能力。

2.11.2 水库运行方式

2.11.2.1 水库补水运行方式

高昌抽水蓄能电站上水库位于塔尔朗河支流桃儿沟右岸支沟沟脑通过围挖形

成，坝址以上集水面积仅 3.26km^2 ，下水库位于塔尔朗河出山口左岸附近的阶地上，通过开挖形成，库面及库周坡面总集水面积仅 0.86km^2 。水库补水水源为塔尔朗河水。高昌抽水蓄能电站初期蓄水总需水量 876万 m^3 ，正常运行期水库蒸发、渗漏损失水量合计为 122.5万 m^3 ，正常运行期补水时间为每年 5 月至 10 月。

本电站永久补水系统与施工供水系统、上下水库初期蓄水系统采用永临结合的布置形式，电站统一设置一套永久及临时供水系统，兼顾电站施工供水、上下水库初期蓄水及下水库永久补水功能。永久及临时供水系统由取水口、一级泵站、给水处理站、三级蓄水池、三级泵站、四级泵站、五级蓄水池、五级泵站及沿线输水管路组成。其中取水口、一级泵站、给水处理站及至下水库的输水管线按永久建（构）筑物设计，作为下水库永久补水设施，其余建（构）筑物及管道按临时建（构）筑物设计。

初期蓄水和运行期补水期间，通过预埋的焊接钢管从现状塔尔朗河取水口取水，取水口由底拦栅取水构筑物、预沉池组成，底拦栅取水构筑物布置于河床中，预沉池布置于塔尔朗河左岸。来水经取水口汇集后通过焊接钢管，自流送至一级泵站内的吸水池内，再由一级泵房加压提升送至给水处理站，经斜管沉淀池沉淀处理后，自流至下水库进行永久补水。

上水库初期蓄水采用施工期供水系统完成，运行期补水通过机组从下水库抽水补给。

2.11.2.2 防洪运行方式

（1）上水库

上水库采用预留坝顶超高储存 24h 洪量（库面）的方式确定设计洪水位，即上水库正常蓄水位时，不考虑机组发电、抽水的情况下，将计入上水库 200 年一遇设计洪水和 1000 年一遇校核洪水 24h 洪量后的水库水位分别作为上水库设计、校核洪水位。

根据洪水成果，上水库 24h 设计（ $P=0.5\%$ ）、校核（ $P=0.1\%$ ）入库洪量分别为 25.5万 m^3 、 31.7万 m^3 ，经计算，上水库设计洪水位 1932.01m ，校核洪水位 1932.26m 。暴雨形成的洪水可暂时储存在上水库，在洪水过后，通过电站机组发电后排放至下水库。电站抽水量受上水库正常蓄水位控制，上水库水位达到正常蓄水位 1931m 后，停止抽水运行。

在发生地震及特殊情况下，为保证水库及整个枢纽的永久运行安全，将上水库水放空至下水库并通过放空管放空水库。

（2）下水库

下水库位于塔尔朗河出山口左岸宽缓阶地上，结合地形条件采用半挖半填形式成库。按照设计标准，下水库库周支沟校核标准 1000 年一遇以下洪水不入库，仅库面洪水入库。

下水库的洪水主要来自暴雨，根据水文计算成果，下水库设计（ $p=0.5\%$ ）洪峰洪量 $4.15\text{m}^3/\text{s}$ ，校核（ $p=0.1\%$ ）洪峰洪量 $5.43\text{m}^3/\text{s}$ 。当下水库发生洪水时，通过放空管下泄洪水，维持水库水位不超过 1284m。

根据国内外已建抽蓄电站的运行经验，在紧急状况或检修水库大坝等情况下，需要对上、下水库进行放空检查，一般情况下的检查可通过机组分别实行上下水库的放空，即上水库库水通过输水发电系统放至下水库储存，保证上水库具备放空检修条件；下水库通过水泵工况，将库水抽至上水库，保证下水库具备放空检修条件。在极端工况下，如超标准地震等极端灾害情况下，在不能启动机组工作，需对水库进行放空的条件下，上水库可通过输水系统自流放空至下水库，下水库通过放空管，将下水库放空。

2.11.2.3 水库防排沙运行方式

高昌抽水蓄能电站上水库主要支沟洪水入库，集水面积 3.26km^2 ，根据大河沿专用站的输沙模数 $167.4\text{t}/\text{km}^2$ ，计算得上水库天然条件下多年平均悬移质输沙量为 0.05 万 t，采用拦挡坝+排洪渠+宽顶堰方案，在支沟内布设柔性防护网，拦截固体物质，并在防护网下游布设排洪渠，库周布设宽顶堰，洪水经排洪渠从库周宽顶堰进入上水库，推移质不入库。

下水库位于塔尔朗河出山口左岸附近的阶地上，通过挖填形成，下水库在边坡开口线以外设置截水沟、沿环库公路设置截水（洪）沟，将含沙洪水排出库外，基本无泥沙入库。水库补水通过设置水处理站，对水质进行处理，满足含沙量要求。

因此，高昌抽水蓄能电站防排沙运行仅针对瞬时暴雨时，上库洪水携带悬移质沙量入库的情况，此时可通过短时停机运行，将泥沙沉降。

2.11.2.4 水库防冰冻运行方式

高昌抽水蓄能电站上、下水库可能形成冰盖的厚度分别约 0.40m、0.31m。水库高昌抽水蓄能电站上、下水库可能形成冰盖的厚度分别约 0.40m、0.31m。水库形成后，由于水库水体蓄能及水位的经常快速大幅变化，实际形成的冰厚可能小于计算值。

冬季如果机组停机时间过长，将导致水库表面全部结冰，开机运行后将会造成水库已经形成的冰盖下脱空，冰层强度不足以维持自身重力时，冰盖周围将会破碎形成碎冰，碎冰有可能随着水流的流动进入到输水系统，从而影响机组稳定运行。另外水库冰盖形成后随着水库水位降落，可能对混凝土防渗面板水位变幅区的表层止水产生破坏，另外对处于水位变幅区的混凝土面板可能产生冻融破坏。

因此，高昌抽水蓄能电站冬季保证至少一台机组发电运行，利用逐日往复水位升降形成水流的紊动，防止整个水库表面形成完整的冰盖。

2.12 建设征地与移民安置

2.12.1 枢纽工程征占地面积

新疆高昌抽水蓄能电站枢纽工程建设区在满足施工总体布置需要的前提下，本着节约用地、尽量减少移民的原则，同时考虑环保水保的要求来合理确定。根据施工总布置方案确定的枢纽工程建设区范围，包括枢纽工程区、生产生活区、渣场及施工道路等，枢纽工程建设区占地分区主要分为 11 个区域。按用途确定用地属性，分为永久占地区和临时用地区，枢纽工程建设区总面积为 5772.68 亩，其中永久占地 4102.47 亩，临时占地 1670.21 亩。占地情况见表 2.11.1-1。

表 2.11.1-1 枢纽工程建设区占地面积汇总表

序号	用地名称	单位	永久占地	临时占地	合计
1	A 区（上水库枢纽建筑物）	亩	1073.69		1073.69
2	B 区（上库永久路）	亩	286.98		286.98
3	C 区（上库生产生活区）	亩		454.37	454.37
4	D 区（上库临时道路）	亩		193.11	193.11
5	E 区（下水库枢纽建筑物）	亩	1215.30		1215.30
6	F 区（下库永久路）	亩	501.09		501.09
7	G 区（对外路）	亩	899.03	17.32	916.34
8	H 区（下库生产生活区）	亩		853.00	853.00
9	I 区（下库临时道路）	亩		152.42	152.42

序号	用地名称	单位	永久占地	临时占地	合计
10	J区（业主营地、机电设备仓库等）	亩	126.38		126.38
11	总计	亩	4102.47	1670.21	5772.68

2.12.2 建设征地实物指标

新疆高昌抽水蓄能电站建设征地范围涉及吐鲁番市高昌区亚尔镇亚尔果勒村共计1个市1个区1个镇1个村。

新疆高昌抽水蓄能电站工程建设占地总面积5772.68亩，其中永久占地4102.47亩（园地5.76亩、林地2.58亩、草地1809.87亩、交通运输用地0.97亩、水域及水利设施用地337.32亩、其他土地1945.97亩），临时占地1670.21亩（草地1164.22亩、水域及水利设施用地2.22亩、其他土地503.78亩），涉及土地均为国有土地。建设征地不涉及搬迁安置人口。

专业项目涉及塔尔朗干渠检修路12km。

建设征地处理范围内不涉及永久基本农田、基本草原，不涉及I、II级保护林地，不涉及已查明的文物古迹、军事设施、旅游景区。

工程建设区实物指标详见表2.11.2-1。

表 2.11.2-1 枢纽工程建设区实物指标表

序号	项目	单位	水库淹没影响区	枢纽工程建设区	合计
一	土地面积（三大类）	亩	742.51	5030.17	5772.68
1	农用地	亩	355.3	2686.02	3041.32
	果园	亩		5.76	5.76
	乔木林	亩		2.58	2.58
	天然牧草地	亩	355.3	2618.79	2974.09
	沟渠	亩		58.89	58.89
2	建设用地	亩		14.16	14.16
	公路用地	亩		0.97	0.97
	水工建筑用地	亩		13.19	13.19
3	未利用地	亩	387.21	2329.99	2717.2
	河流水面	亩		241.9	241.9
	内陆滩涂	亩		25.55	25.55
	裸岩石砾地	亩	387.21	1687.44	2074.65
	裸土地	亩		375.1	375.1
二	土地面积（土地利用现状）		742.51	5030.17	5772.68
1	园地			5.76	5.76
	果园	亩		5.76	5.76

序号	项目	单位	水库淹没影响区	枢纽工程建设区	合计
2	林地			2.58	2.58
	乔木林	亩		2.58	2.58
3	草地		355.3	2618.79	2974.09
	天然牧草地	亩	355.3	2618.79	2974.09
4	交通运输用地			0.97	0.97
	公路用地	亩		0.97	0.97
5	水域及水利设施用地			339.54	339.54
	沟渠	亩		58.89	58.89
	水工建筑用地	亩		13.19	13.19
	河流水面	亩		241.9	241.9
	内陆滩涂	亩		25.55	25.55
6	其他土地		387.21	2062.54	2449.75
	裸岩石砾地	亩	387.21	1687.44	2074.65
	裸土地	亩		375.1	375.1
3	专业项目				
	交通运输工程				
	塔尔朗干渠检修路	km		12	12

2.12.3 移民安置规划

2.12.3.1 搬迁安置初步规划

根据实物指标调查成果，本工程建设征地范围内不涉及搬迁安置人口。

2.12.3.2 生产安置初步规划

根据实物指标调查成果，本项目涉及草地均为国有土地，因此不涉及生产安置人口。

2.12.3.3 专业项目处理

本工程建设征地涉及专业项目仅为塔尔朗干渠检修路。

塔尔朗干渠检修路将结合本工程永久对外路进行处理，具体投资费用计入主体工程。

2.13 工程投资

工程静态投资 893314.28 万元，总投资 1053562.37 万元，单位千瓦静态投资 6380.82 元/kW，单位千瓦总投资 7525.44 元/kW。

3 工程分析

3.1 与相关政策符合性分析

3.1.1 与国家产业政策的符合性分析

本项目属于抽水蓄能电站，根据国家发展改革委《产业结构调整指导目录（2024年本）》，项目属于我国电力行业中鼓励类产业。

本项目建成后，承担电力系统调峰、紧急事故备用、填谷、储能、调频、调相等任务。电站投运后，可缓解电网缺少调峰容量的问题，改善风电、光电等新能源并网条件，提高电网供电质量和系统安全稳定运行水平。

高昌抽水蓄能电站的投入将提高风、光电电量利用率，减少电网煤炭消耗量，从而有利于缓解电力行业面临的CO₂、SO₂、NO_x等排放限制压力，具有积极的环境保护作用。此外，由于电站的调峰作用，可以优化以火电为主的电网结构，还可以减少系统的火电煤耗，从而减少燃煤大气污染物的排放，也有利于环境保护。因此，高昌抽水蓄能电站的建设符合国家发展清洁能源的产业政策。

3.1.2 与国家能源政策的符合性分析

2010年4月1日修订实施的《中华人民共和国可再生能源法》确立了可再生能源优先发展的战略地位。《中华人民共和国可再生能源法》第二条规定“本法所称可再生能源，是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源”。

国家《“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”。

根据《国家能源局综合司关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》（国能综通新能〔2020〕29号），明确了可再生能源发展“十四五”规划重点。优先开发当地分散式和分布式可再生能源资源，大力推进分布式可再生电力、热力、燃气等在用户侧直接就近利用，结合储能、氢能等新技术，提升可再生能源在区域能源供应中的比重。在电源侧研究水电扩机改造、抽水蓄能等

储能设施建设、火电灵活性改造等措施，提升系统调峰能力。

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)》，新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划重点实施项目中，“十四五”重点实施项目包括阜康东、高昌、阿克陶、高昌、伊州榆树沟、和静、额敏、若羌、达坂城、塔什库尔干等10个站点，总装机规模1380万kW。

高昌抽水蓄能电站符合国能新能〔2011〕242号“国家能源局关于进一步做好抽水蓄能电站建设的通知”、发改能源〔2014〕2482号“国家发展改革委关于促进抽水蓄能电站健康有序发展有关问题的意见”和国能综纪新能〔2017〕10号“关于抽水蓄能电站选点规划工作推进会的会议纪要”之相关要求。

新疆高昌抽水蓄能电站作为国家及新疆“十四五”重点实施项目，作为优质的水电资源和可再生能源，项目建成后，承担北疆区域电网调峰、填谷、储能、调频、调相等多种任务，对于平抑风光电出力波动、提高新能源电力就地消纳、保障送出系统安全稳定运行，特别是对新疆维吾尔自治区新能源产业持续健康、规模化发展都具有重要意义，是与国家能源相关政策相符的。

3.1.3 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。”。

2020年9月我国首次向国际明确，力争二氧化碳排放于2030年前达到峰值、2060年前实现“碳中和”，2020年12月中央经济工作会议也明确指出“做好碳达峰、碳中和工作”是2021年重点任务之一。做好碳达峰、碳中和工作有：1、要抓紧制定2030年前碳排放达峰行动方案，支持有条件的地方率先达峰；2、要加快调整优

化产业结构、能源结构，推动煤炭消费尽早达峰；3、大力发展新能源，加快建设全国用能权、碳排放权交易市场，完善能源消费双控制度；4、要开展大规模国土绿化行动，提升生态系统碳汇能力。

水能是清洁的可再生能源，具有技术成熟、成本低廉、运行灵活的特点。开发利用水能资源是推动能源生产和利用方式变革、有效增加清洁能源供应、优化能源结构，应对气候变化、实现可持续发展的重要措施。

本工程装机容量 1400MW，不仅能够按容量效益替代，减少 1400MW 的火电装机，还能削峰填谷和储能，能够较好地适应电力系统负荷变化，改善系统火电机组运行条件，提高电网经济效益，提高系统中新能源消纳电量占比，降低运行煤耗，减少火电碳排放。

因此，本工程建设符合“碳达峰碳中和”相关政策要求。

3.1.4 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”。《可再生能源发展“十四五”规划》中针对可再生能源的占比规划为“2025年可再生能源电力总量消纳责任权重33%”，同时强调“提升可再生能源存储能力，加快推进抽水蓄能电站建设”，要求依据全国抽水蓄能电站中长期规划，积极推进纳规项目前期工作，加快推进具备条件的项目开工建设，高昌站点作为全国抽水蓄能中长期规划“十四五”重点实施项目，应加快推进建设。

新疆高昌抽水蓄能电站建成后，通过参与联合运行可提高风、光电电量利用率，为系统节省煤耗约121.3万t，减少SO₂排放1.36万t，减少CO排放0.03万t，减少CO₂排放327万t，减少NO₂排放1.36万t，减少烟尘排放1.64万t。减排效果明显，符合我国环境保护政策的要求。

3.1.5 与国家支持西部地区工作政策的符合性分析

2020年5月《中共中央 国务院关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》指出，“西部地区发展不平衡不充分问题依然突出，巩固脱贫攻坚任务依然艰巨，与东部地区发展差距依然较大，维护民族团结、社会稳定、国家安全工作依然繁重。新时代继续做好西部大开发工作，对于增强防范化解各类风险能力，

促进区域协调发展，决胜全面建成小康社会，开启全面建设社会主义现代化国家新征程，具有重要现实意义和深远历史意义……推动西部地区高质量发展……加强可再生能源开发利用，培育一批清洁能源基地。加快风电、光伏发电就地消纳。继续加大西电东送等跨省区重点输电通道建设，提升清洁电力输送能力。加强电网调峰能力建设，有效解决弃风弃光弃水问题……”。

新疆高昌抽水蓄能电站的建设，将改善地区风、光电并网条件，提高特色资源利用水平，提高电网供电质量和运行安全，保障地区社会经济发展所需的电力供应，促进社会经济发展，符合国家支持西部地区工作的有关精神。

3.2 与相关规划、规定的一致性、符合性及协调性分析

3.2.1 与《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》《新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划》符合性分析

2020 年 12 月 18 日，国家能源局印发了《关于开展全国新一轮抽水蓄能中长期规划编制工作的通知》（国能综通新能〔2020〕138 号）。按照通知要求，2021 年 1 月 20 日，新疆维吾尔自治区发展改革委委托中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司开展新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划研究工作。西北院结合新疆维吾尔自治区新能源资源、电力系统需求、地形地质条件、水源水质、工程布置、施工、环境影响、水库淹没等因素以及与新能源基地、负荷中心距离等因素的进一步比较筛选，选择高昌、和静、达坂城、高昌、阜康东、若羌、鄯善等 22 个站点作为新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划站点。2021 年 6 月，西北院完成并向新疆维吾尔自治区发展和改革委员会提交了《新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划》，由新疆维吾尔自治区发展改革委将规划报告上报国家能源局。

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）》，要求加快抽水蓄能电站核准建设，各省（区、市）能源主管部门根据中长期规划，结合本地区实际情况，统筹电力系统需求、新能源发展等，按照能核尽核、能开尽开的原则，在规划重点实施项目库内核准建设抽水蓄能电站。到 2025 年，抽水蓄能投产总规模较“十三五”翻一番，达到 6200 万 kW 以上；到 2030 年，抽水蓄能投产总规模较“十四五”再翻一番，达到 1.2 亿 kW 左右；到 2035 年，形成满足新能源高比例大规模发展需求的，技术先进、管理优质、国际竞争

力强的抽水蓄能现代化产业，培育形成一批抽水蓄能大型骨干企业。

新疆维吾尔自治区规划重点实施项目 16 个，规划总装机 2180 万 kW，其中，“十四五”重点实施项目包括阜康东、布尔津、阿克陶、高昌、伊州榆树沟、和静、额敏、若羌、达坂城、塔什库尔干 10 个站点，总装机规模 1380 万 kW，其中高昌站点规划装机 1400MW。本阶段，高昌抽水蓄能电站装机容量 1400MW，与规划阶段保持一致，工程建成后将承担新疆电网调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用等任务。

《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》的第六节“环境影响和综合效益分析”章节进行了环境影响初步分析，即“抽水蓄能是生态环境友好型工程，中长期规划实施支持新能源大规模发展和消纳利用，减少化石能源消耗，降低二氧化碳、二氧化硫和氮氧化物的排放，有利于应对气候变化和生态环境保护。规划编制过程中坚持生态优先、绿色发展理念，结合区域资源环境承载能力，识别项目环境敏感因素，纳入规划的重点实施项目不涉及生态保护红线等环境制约因素。规划项目实施过程中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”，综合效益分析章节提出“抽水蓄能电站建设和运行，将增加地方税收、改善基础设施、拉动就业、巩固脱贫攻坚成果，促进地方经济社会可持续发展 ”。

高昌站点位于新疆吐鲁番市高昌区境内，上、下水库均为新建水库，项目自然条件和建设条件较好，电站建成投产后将承担新疆电网调峰、紧急事故备用、储能、调频、调相等任务，提高电网供电质量和系统安全稳定运行水平，是电网稳定运行的重要保障项目。该站点为《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》

《新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划》中新疆“十四五”规划重点实施项目，是提高电网供电质量和系统安全稳定运行水平的重要基础设施保障项目。工程征占地范围不涉及新疆维吾尔自治区生态保护红线、国家公园、自然保护区、饮用水源保护区、森林公园、地质公园等环境敏感区。工程实施过程中不可避免的对大气环境、水环境、声环境等不良影响，但工程采取了切实可行的工程措施、管理措施和技术手段进行预防和减缓，在落实好环评提出的各项环保措施后，将工程建设对周边环境的影响降低，可确保工程建设不会对项目区周边环境产生重大不利影响，是能够做到抽水蓄能与生态环境保护协调发展的。

因此，本项目与《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》和《新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划》相关要求相符。

3.2.2 与《新疆维吾尔自治区国土空间规划（2021-2035 年）》符合性分析

高昌抽水蓄能电站与《新疆维吾尔自治区国土空间规划（2021-2035 年）》的核心战略和空间布局原则高度契合。它不仅符合国家能源安全、绿色发展、“双碳”目标等宏观战略，也与新疆打造国家大型清洁能源基地、优化能源结构、促进区域协调发展等具体目标深度匹配。

根据《新疆维吾尔自治区国土空间规划（2021-2035 年）》，“国家与新疆国土空间规划均强调要保障能源资源安全，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系，落实‘碳达峰、碳中和’目标。”。抽水蓄能是目前技术最成熟、容量最大、经济性最好的大规模储能方式。高昌抽水蓄能电站能有效平抑风电、光伏等间歇性、波动性新能源的出力，极大提高新疆（尤其是东疆地区）新能源的消纳能力和外送电质量，是构建新型电力系统的关键一环，直接服务于国家能源安全和“双碳”战略。

《新疆维吾尔自治区国土空间规划（2021-2035 年）》要求“规划坚持生态优先，推动绿色发展，要求重大项目必须严守生态保护红线，并促进资源节约集约利用。”。高昌抽水蓄能电站可支撑更多新能源并网，替代火电，实现巨大的二氧化碳和污染物减排效应。工程在选址、设计、建设和运行全过程中，执行最严格的环保和水保标准，最大限度减少对周边生态环境的影响，电站运行本身不排放污染物，符合绿色产业导向。工程选址阶段已主动避让了生态保护红线、自然保护区等禁止和限制开发区域。高昌抽水蓄能电站从选址到运行的核心前提和底线是严守“三区三线”，确保不占用生态保护红线和永久基本农田；严格落实水资源刚性约束，确保取水合法、用水高效、影响可控；全面落实生态环境保护措施，将项目对环境的负面影响降至最低。

综上，高昌抽水蓄能电站与《新疆维吾尔自治区国土空间规划（2021-2035 年）》相关要求是相符的。

3.2.3 与全国、新疆维吾尔自治区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》将我国国土空间按开发方式，分为：（1）优化开发区域：是优化进行工业化城镇化开发的城市化地区；（2）重点开发区域：是重点进行工业化城镇化开发的城市化地区；（3）限制开发区域：包括农产品主产区限制开发区域和重点生态功能区限制开发区域，是限制进行大规模高强度工业化城镇化开发的地区；（4）禁止开发区域：是禁止进行工业化城镇化开发的重点生态功能区。

根据《全国主体功能区规划》《新疆维吾尔自治区主体功能区规划》分析，高昌抽水蓄能电站所在位置不涉及世界文化自然遗产、国家级自然保护区、国家级风景名胜区、国家森林公园、国家地质公园等国家层面禁止开发区。

对照《全国主体功能区规划》和《新疆维吾尔自治区主体功能区规划》，工程所在的吐鲁番市被划入国家级限制开发区（农产品主产区），该功能区具体要求详见表3.2.2-1。

表3.2.2-1 新疆主体功能区规划表（摘录）

行政区划	功能区	级别	功能定位	发展方向和开发原则
高昌区	限制开发区（农产品主产区）	国家级	保障农牧产品供给安全的重要区域，农牧民安居乐业的美好家园，社会主义新农村建设的示范区	位于农产品主产区的点状能源和矿产资源基地建设，必须进行生态环境影响评估，并尽可能减少对生态空间和农业空间的占用，同步修复生态环境。

根据《全国主体功能区规划》，“限制开发，不是限制所有开发活动，不是限制发展，是为了更好地保护这类区域的农业生产力和生态产品生产力，实现科学发展”。“开发”指的是“进行大规模高强度工业化城镇化开发”，是一种面状的开发。《全国主体功能区划》指出，“在限制开发区允许适度开发能源和矿产资源，实行点上开发，面上保护”。抽水蓄能电站建设为点状开发，且不属于“大规模高强度工业化城镇化开发”，对区域的功能不会产生明显影响。

本工程不拦河筑坝，且工程本身不耗水，仅运行期需要补充电站蒸发渗漏损失水量，取水对塔尔朗河水文情势影响较小。且工程取水采用高效节水项目已节出水量置换农业用水，通过水权交易获取工业用水指标及水权，不新增河道用水，对河道水生生态的影响很有限；工程主要占用的草地及林地工程在工程区周边广泛分布，未占用珍稀保护野生动物通道，在采取切实可行的生态保护及恢复措施后对

陆生生态影响较小。本工程运行后可提高风、光电开发利用率，降低电网系统煤耗，减少温室气体以及 SO₂、CO、NO_x 等有害气体排放，有利于区域环境空气质量的提升。工程建设虽会造成一定水土流失，但可通过采取相应的水土保持对策措施加以防治。因此工程建设不会对区域生态环境造成重大不利影响，不违背主体功能定位，不会造成区域水源涵养降低，在采取水土保持措施后，不会加剧区域水土流失。

本工程为纯抽水蓄能电站，属于点状能源建设项目，工程占地主要以荒漠草地和灌木林地为主，不涉及耕地，占地虽会造成部分天然林草资源损失，但对于功能区而言工程占地范围有限，对区域生态空间占用也有限；另外，本次环评工作开展过程中，委托专业机构对工程区生态环境现状进行了详实调查，对工程施工期和运行期产生的生态环境影响进行了深入预测分析，并据此提出了施工结束后结合水土保持措施对占地区植被进行恢复和生态修复等措施，可减缓工程建设对区域生态系统的影响。

综合以上分析，本项目电站投运后，可缓解电网缺少调峰容量的问题，提高特色资源利用水平，提高区域电网供电质量和运行安全，保障地区社会经济发展所需的电力供应，促进社会经济的可持续发展；同时可以减少电网系统的火电煤耗，从而减少燃煤大气污染物的排放，有利于环境保护。因此，本项目与《全国主体功能区规划》与《新疆维吾尔自治区主体功能区规划》也是协调的。

3.2.4 与全国、新疆维吾尔自治区生态功能区划的符合性分析

《全国生态功能区划》（修编版）共包括 242 个生态功能区，其中确定了 63 个全国重要的生态功能区域，新疆高昌抽水蓄能电站位于天山水源涵养和生物多样性保护重要生态功能区。该区主要生态问题为：山地天然林和谷地胡杨林等植被破坏较严重，水源涵养功能下降；草地植被呈现不同程度的退化，并导致水土流失加剧。生态保护主要措施为：加大天然林保护力度；实施以草定畜，划区轮牧，对草地严重退化区要结合生态建设工程，认真组织重建与恢复；对已超出生态承载力的区域要实施生态移民，有效遏制生态退化趋势；严格水利设施管理；加大矿产资源开发监管力度；改变粗放的生产经营方式；发展生态旅游和特色产业。

根据《新疆生态功能区划》（原新疆环保局，2003年9月），工程区位于天山

山地温性草原、森林生态区，天山南坡草原牧业、绿洲农业生态亚区，天山南坡东段土壤侵蚀敏感生态功能区，其主要生态服务功能、主要生态环境问题、保护目标、保护措施及发展方向见表3.2.3-1。

表3.2.3-1 项目区生态功能区划（《新疆生态功能区划》）

生态功能分区单元			主要生态服务功能	主要生态环境问题	生态敏感因子敏感程度	主要保护目标	保护措施	发展方向
生态区	生态亚区	生态功能区						
天山山地温性草原、森林生态区	天山南坡草原牧业、绿洲农业生态亚区	天山南坡东段土壤侵蚀敏感生态功能区	荒漠化控制、土壤保持	草原过牧退化、土壤侵蚀	生物多样性及其生境、土壤侵蚀中度敏感	保护草地、保护零星河谷林和山地林	草地退牧、森林禁伐	维护自然生态平衡，发挥综合生态效益

工程上、下水库淹没、占地区地表植被以荒漠灌丛为主，且覆盖度较低，工程建设对生态环境的影响主要表现为占地与施工引发的水土流失等，工程占地面积小、影响范围有限，且高昌抽水蓄能电站建设占地涉及的主要植被均在工程区周边广泛分布，项目建设占地面积总体不大，不会造成区域生态功能的退化；施工占地及水库开挖将使评价区植被部分损失，但可以通过完工后进行植被恢复及补偿，有效减少对生态系统和景观的影响。只要在项目建设期和运行期能够加强生态保护、水土保持措施和管理，不会使区域生态环境恶化，水土流失加重，也不会影响区域的生态服务功能和作用的发挥。

综上所述，工程建设运行虽然会对区域生态环境产生不利影响，但通过采取相应环境保护措施，将上述影响降至区域环境可接受的程度，因此，新疆高昌抽水蓄能电站建设符合《全国生态功能区划》《新疆维吾尔自治区生态功能区划》的要求。

3.2.5 与国家、新疆维吾尔自治区及地方国民经济和社会发展规划纲要符合性分析

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》第十一章“建设现代化基础设施体系”中第三节“构建现代能源体系”指出，“……加快发展非化石能源，坚持集中式和分布式并举，大力提升风电、光

伏发电规模.....提升清洁能源消纳和存储能力，提升向边远地区输配电能力，推进煤电灵活性改造，加快抽水蓄能电站建设.....”。

《新疆国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出大力发展新能源。落实国家能源发展战略，围绕国家“三基地一通道”定位，加快煤电油气风光储一体化示范，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，保障国家能源安全供应。建设国家新能源基地，.....推进风光水储一体化清洁能源发电示范工程，开展智能光伏、风电制氢试点.....建设国家能源资源陆上大通道，扩大疆电外送能力，建成“疆电外送”第三通道，积极推进“疆电外送”第四通道.....，

《吐鲁番市国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要和 2035 年远景目标纲要》提出绿色低碳发展。按照国家“碳达峰”“碳中和”目标，扩大清洁能源装机规模，建成新疆重要的清洁能源供应基地。

高昌抽水蓄能电站被列为国家抽水蓄能中长期规划的重点实施项目，也是新疆维吾尔自治区“十四五”规划重点实施项目。水能是清洁可再生的绿色能源，水力发电不排放有毒气体、烟尘和灰渣，没有核辐射污染，发电效率高，同时项目建设可提高风、光电并网消纳能力，有利于发展新能源，又有利于电网稳定运行。电站的建设符合全国、自治区及地方“十四五”国民经济和社会发展规划，有助于新疆维吾尔自治区的高质量发展。

3.2.6 与《新疆生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

《新疆生态环境保护“十四五”规划》的基本原则之一为“坚持绿色引领。充分发挥生态环境保护对经济发展的优化促进作用，深入实施可持续发展战略，优化调整产业结构、能源结构、交通运输结构，形成节约资源和保护环境的生产生活方式，**推进碳达峰、碳中和**，以生态环境高水平保护推动经济社会发展全面绿色转型”。规划目标之一为：“生产生活方式绿色转型效果显著。国土空间开发保护格局得到优化，能源开发利用效率大幅提升，能耗和水资源消耗、建设用地、**碳排放强度得到有效控制**，简约适度、绿色低碳的生活方式加快形成。”。

“第三节建设清洁低碳能源体系—大力发展清洁能源。进一步壮大清洁能源产业，着力转变能源生产和消费模式，推动化石能源转型升级。加快非化石能源发展，推进风电和太阳能发电基地建设，积极开发分布式太阳能发电和分散式风电，支持可再生能源与工业、建筑、交通、农业、生态等产业和设施协同发展，

配套发展储能产业，**推进抽水蓄能电站建设**，加快新型储能示范推广应用。积极发展可再生能源微电网、局域网，提高可再生能源的推广和消纳能力。”。

考虑到 2030 年，东疆区域已建有哈密～郑州直流，未建有哈密北—重庆，以及规划两条外送通道，在东疆区域准东地区的大型风电、光电基地附近，配套建设一定规模的抽水蓄能电站，构建“多能互补”平台和坚强送端电网，可显著提高送端电网的安全性和稳定性，提高远距离送电的经济性，对于西北地区新能源开发利用具有促进作用。本电站建设属于开发利用清洁能源，是我国电力行业中鼓励类产业，不属于高耗水工业和污染企业，对促进地方风电、光电等新能源消纳、优化能源结构将起到很好的作用，其在保护好生态环境的前提下开发，是推动实现碳达峰、碳中和，绿色低碳发展的具体行动。工程开发建设对落实“30·60”“双碳”目标，构建现代能源体系和新型电力系统、促进新疆能源结构优化调整具有重要意义，工程建成后将提高风、光电电量利用率，减少电网煤炭消耗量，有利于缓解电力行业面临的 CO₂、SO₂ 等排放限制压力，有利于环境保护。本项目不涉及环境敏感区，本项目针对工程建设对水环境、生态环境的影响开展了细致全面的分析评价，并提出了相应的环境保护措施，污废水处理综合利用，影响的生态环境进行恢复，可在很大程度上避免或减缓对环境的不利影响。

该规划第五章要求，加强协同控制，巩固改善大气环境。本项目运行期无生产废气排放，针对施工期产生的废气配备了除尘措施，对施工产生的废气进行了有效的收集、处理，区域无组织排放粉尘量小，有组织排放废气均能达标排放，对周边大气环境影响小。

综上，本项目的建设符合《新疆生态环境保护“十四五”规划》要求是相符的。

3.2.7 与《新疆水环境功能区划》协调性分析

根据《新疆水环境功能区划》，塔尔朗河全河段水质目标为Ⅰ类。工程建设对水质的主要影响源是施工期的生产废水、各承包商营地和业主营地生活污水。工程施工期砂石料加工系统生产废水采用高效深锥反应器处理、混凝土拌和系统废水采用板框压滤工艺处理，机修含油废水采用隔油沉淀法处理，隧洞开挖废水采用混凝加药+高效沉淀+过滤工艺处理，生活污水采用成套地埋式一体化处理设备进行处理，处理后回用或用于周边荒漠植被绿化或洒水降尘，均不外排；运行期生活污水沿用施工期业主营地成套污水处理设备处理后，用于营地绿化及降尘洒

水。采取以上废污水处理措施后可保证废污水不进入河道对河流水质产生影响。

另外，工程运行后仅每年 5~10 月份取水，最不利情况 95%来水频率下，年取水量占年径流量比例为 2.64%，占比较小，加之工程影响河段无入河排污口、面源污染亦很少，现状河段水质良好，因此，工程运行基本不会对影响河段水质产生不利影响。

综上所述，在做好施工期废污水和运行期生活污水处置的前提下，本工程建设可以满足河段水环境功能区划要求。

3.2.8 与新疆维吾尔自治区“三线一单”符合性分析

生态保护红线：项目征地范围不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区等环境敏感区。根据 2023 年 4 月自然资源部自然资办函〔2023〕693 号批复的新疆“三区三线”划定成果，经新疆维吾尔自然资源厅核查，项目征地范围不涉及生态保护红线，距生态保护红线直线距离为 2km。

工程周边生态保护红线为天山水源涵养与生物多样性维护生态保护红线区，属于自然保护地以外区域。本项目已制定多种减缓项目建设对生态环境影响的措施，对周边动植物及生态景观在不同时期均采取有效可行的保护措施，可以将项目建设对区域生态环境带来的影响降到最低，且工程距离生态保护红线 2km，经分析，高昌抽水蓄能电站工程建设对周边的生态保护红线范围内的水源涵养和生物多样性维护的功能没有影响。

资源利用上线：本工程地处西北内陆地区，降水极少，上、下水库无天然径流，工程已采取了水库防渗漏措施。工程施工期和运行期用水均取自塔尔朗河干流，施工期高峰期最大取水量 137.32 万 m³，初期蓄水期最大年取水量 675.92 万 m³（包括施工期用水），运行期年取水量 131.82 万 m³。根据水资源论证成果，本工程施工期和运行期用水采用已实施的高效节水项目已节出水量置换农业用水，通过水权交易获取工业用水指标及水权，不新增河道取水，不涉及流域水资源重新配置和开发利用。工程施工期、运行期产生的污废水均处理后进行综合利用。2025 年 7 月新疆维吾尔自治区水利厅已审查通过本项目水资源论证报告，取水河段可供水量满足电站运行期抽水及发电过程的用水要求，取水水量可靠，项目取水符合区域用水总量控制要求。因此，项目建设符合资源利用上线要求。

环境质量底线：本工程仅施工期短暂产生大气污染物，主要污染物指标为 TSP，

通过洒水抑尘等可减缓其影响；运行期电站本身无大气污染物产生。

塔尔朗河水质目标为I类，禁止排污。依据现状水质监测成果，取水口所在的塔尔朗河段水质良好，无工业、生活入河点源分布，高昌抽水蓄能电站本身不会新增入河污染物，工程施工期混凝土拌和废水采用板框压滤工艺处理后综合利用，机修含油废水和生活污水分别采用隔油沉淀池、一体化污水处理设备处理后用于周边荒漠植被绿化或洒水降尘；砂石料加工系统废水经高效污水净化器处理后回用于砂石料加工系统，隧洞排水采用高效沉淀+过滤工艺及一体化污水处理设备处理后，用于周边荒漠植被绿化或洒水降尘，均不外排；运行期生活污水沿用施工期业主营地成套污水处理设备处理后，用于营地绿化及降尘洒水，冬季非灌溉期不需绿化时，将未利用完的出水储存于清水池，待春季使用。在做好以上施工期和运行期各类废污水收集处理后，不会对河流水质产生不利影响。

工程占地区和占地区范围外土壤环境现状监测结果表明，区域土壤环境质量较好，各项监测指标满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地风险筛选值和《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的风险筛选值。经预测，工程建设后不会导致土壤盐碱化、潜育化和沼泽化，永久建构筑物占地区土壤的生产能力将丧失、结构和理化性质将发生改变，临时占地区在施工结束后地表会逐渐恢复，工程建设运行不会影响区域土壤环境质量。综上所述，本工程建设满足环境质量底线要求。

准入清单：本项目为抽水蓄能电站，不同于常规水电站，不属于高污染、高耗能、高排放的“三高”项目。根据国家发展改革委 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，项目属于我国电力行业中鼓励类产业，不在负面清单内。

高昌抽水蓄能电站为纯抽水蓄能电站，电站装机 1400MW，建成投产后，将承担新疆电网调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用等任务，提高电力系统的调峰能力和快速反应能力，维护电网安全、稳定、经济运行，有效缓解风光发电与用电负荷的不匹配、降低弃风弃光率，是新型电力系统的调节器和稳定器，其开发建设可以有效地保障以新能源为主体的新型电力系统建设的安全性、稳定性及经济性，促进新疆新能源消纳，优化地区能源资源配置。综上所述，本

工程建设满足吐鲁番市环境准入清单要求。

3.2.9 与《新疆维吾尔自治区“三线一单”生态环境分区管控的意见》符合性分析

根据《新疆维吾尔自治区“三线一单”生态环境分区管控方案》（新政发〔2021〕18号），自治区共划定环境管控单元1323个，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类，实施分类管控。

优先保护单元。共465个，主要包括生态保护红线区和生态保护红线区以外的饮用水水源保护区、水源涵养区、防风固沙区、土地沙化防控区、水土流失防控区等一般生态空间管控区。生态保护红线区执行生态保护红线管理办法的有关要求，一般生态空间管控区将以生态环境保护优先为原则，开发建设活动严守生态环境质量底线，确保生态功能不降低。

重点管控单元。共699个，主要包括城镇建成区、工业园区和开发强度大、污染物排放强度高的工业集聚区等。此单元将有针对性地加强污染物排放管控和环境风险防控，解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题。

一般管控单元。共159个，指优先保护单元和重点管控单元之外的其他区域。此单元落实生态环境保护基本要求，推动区域环境质量持续改善。

根据《新疆维吾尔自治区“三线一单”生态环境分区管控方案》，本工程位于优先保护单元和一般管控单元。本工程不涉及新疆生态保护红线，不涉及国家公园、风景名胜区、饮用水水源保护区等环境敏感区，不涉及基本农田等优先保护区域。在项目设计、项目建设以及后期运行阶段注重生态保护理念，强化保护管理措施，其影响可以得到有效控制并降到最低。综合考虑，项目对生态系统、生物群落及生物安全影响较小，对物种、主要保护对象及社会因素影响甚微，项目的建设对区域生物多样性的影响较小。在工程建设期通过采取各项污染物处理措施，严格执行各项污染物排放标准，可保证工程建设污染物排放不超过国家和地方规定的污染物排放标准。因此工程建设符合优先管控单元的要求。

高昌抽水蓄能电站项目是非污染类清洁能源项目，对实现“双碳”目标具有重要意义。工程建设过程中严格落实各项环境保护要求，可确保对区域自然环境不会产生大的不利影响，实现区域生态环境质量持续改善和区域经济社会可持续发展，工程建设符合一般管控单元的要求。

因此，工程建设与《新疆维吾尔自治区“三线一单”生态环境分区管控方案》要求是相符的。

3.2.10 与《吐鲁番市“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

根据《吐鲁番市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（吐政办〔2021〕24号），吐鲁番市共划定环境管控单元64个，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类，实施分类管控。管控单元的要求与《新疆维吾尔自治区“三线一单”生态环境分区管控方案》中的要求一致。

本工程位于《吐鲁番市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》中的优先保护单元中的一般生态空间管控区和一般管控单元。优先保护单元管控要求为“生态保护红线区执行生态保护红线管理办法的有关要求，一般生态空间管控区将以生态环境保护优先为原则，开发建设活动严守生态环境质量底线，确保生态功能不降低。”。意见对一般管控区的要求为“主要落实生态环境保护基本要求，推动区域环境质量持续改善”。

新疆高昌抽水蓄能电站是国家“十四五”重点项目。该电站建成后将发挥调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用等功能，对于改善电网运行条件、减轻调峰压力、提高系统运行经济性和安全可靠，促进风电等新能源的消纳和推进“双碳”目标的实施具有重要作用。工程属于点状开发，不属于大规模的城镇化面状开发，不属于大规模、高强度的开发建设活动，电站运行主要以发电为主，无工业废气、废水产生，水电站对周边环境的影响主要是噪声及固废，通过采取各项污染防治措施保证各类污染物达标排放，固废妥善处理，去向明确，不会导致生态功能降低，同时电站运行期间在厂区及周边进行绿化，能够推动区域生态环境质量改善及区域经济可持续发展。

工程开发建设符合吐鲁番市“三线一单”的管控要求。

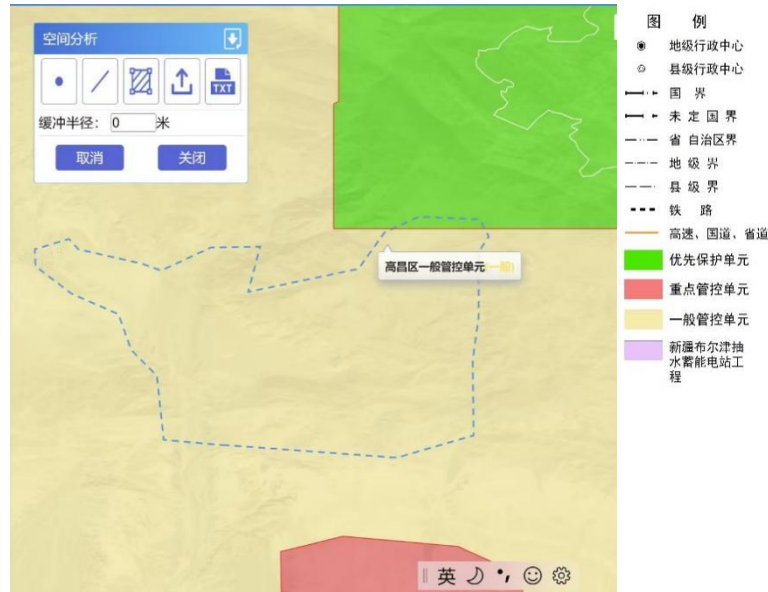


图 3.2.10-1 高昌抽蓄工程占地与“三线一单”生态环境分区位置关系图

3.3 工程方案环境合理性分析

在电站可研设计过程中，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等设计方案的比选与优化，切实预防和减轻不利环境影响。

3.3.1 项目方案环保优化过程

在电站库址选择阶段，从环保角度出发，避开新疆生态保护红线、自然保护地、自然公园等环境敏感区。

在施工布置规划设计阶段，从环保角度出发，合理控制施工边界，施工辅助设施集中布置；推荐渣场与施工道路优化布置；通过施工布置优化减小了工程占地面积，减少工程占地对地表植被破坏的影响；上、下库承包商营地及业主营地靠近道路，使营地生活污水和生活垃圾更便于管理，降低污水和垃圾造成环境污染的风险。同时，主体工程为响应环保要求，减少弃渣量和弃渣场占地，重新调整主体设计，最大程度利用了土石方开挖料作为坝体填筑、坝坡压脚和场地平整。

综上，本项目可研阶段设计过程中充分考虑了项目的环境影响，通过环保优化工程设计，减小项目对生态环境造成的不利影响；结合本次环评提出的环境保护措施，消除和减缓项目的不利环境影响；另外，上、下水库形成后对项目区水域面积增加，有利于增加区域鸟类种类和数量。总体来讲，本项目方案设计过程中体现了“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”的开发原则。

3.3.2 库址选择环境合理性分析

工程库址选择从环保角度出发，避开了国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等法定生态保护区，保证工程占地范围内无法定生态环保区。

工程区位于博格达山南麓，为天山山脉向吐鲁番盆地过渡地带，区内山势陡峻，冲沟发育，沟梁之间地形起伏差大，具有较好布置抽水蓄能电站的地形条件。工程区内山体呈东西走向，海拔 2500m~900m，总体地势北高南低，属中山侵蚀地貌，受吐鲁番盆地特有的干旱、高温、多风、蒸发量大的气候影响，“沟壑纵横、荒山秃岭”是本区内山体的显著特征，山体坡表基本无植被覆盖。

塔尔朗河常年有水，且为深山峡谷，河道深切山体，两岸山体高陡，冲沟发育。在塔尔朗河上修建塔尔朗河水库工程，此工程已开工建设。

本阶段在避开塔尔朗河水库工程影响前提下，通过现场踏勘和分析，结合地形地质条件、利用水头、工程布置及环境敏感因素等，经过上下水库库址初步筛选，上水库选上水库库址 1 作为代表库址，下水库选下水库库址 1 及下水库库址 2 两个库址。下水库库址 1 采用半挖半填成库，下水库库址 2 采用拦河筑坝成库。结合库址初步筛选结果，最终拟定库址比选方案为：

方案 1：上水库库址 1 + 对应输水洞线及地下厂房 + 下水库库址 1（台地库址）；

方案 2：上水库库址 1 + 对应输水洞线及地下厂房 + 下水库库址 2（河道库址）。

具体方案见下图 3.3.2.1。

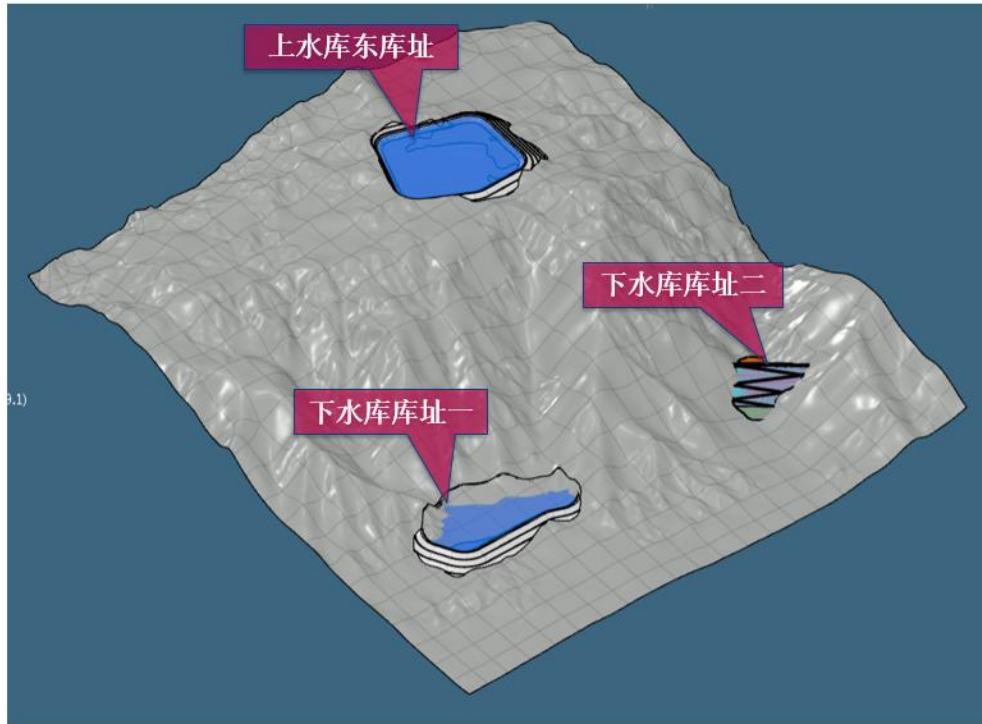


图 3.3.2.1 库址比选位置布置图

方案 1 与方案 2 共用一个上水库，方案 1 下水库位于塔尔朗河左岸台地，方案 2 下水库位于塔尔朗河河道，通过现场踏勘和分析，下水库两库址基本地形地质条件虽有差别，均不存在制约库坝成立的重大地质问题。但下水库 2 边坡高陡，河床覆盖层深厚，大坝较高，存在高边坡、坝基变形渗漏等问题；且库区 80% 为覆盖层岸坡，主要分布在坝前至库中段覆盖层天然库岸，蓄水后坍岸问题突出，不可预测因素较多，综合比较方案 1 台地下库址地形地质条件较优。两个方案施工场地布置、施工条件、施工方法基本相同，永久补水水源为塔尔朗河取水，方案 1 较方案二提升高度更高，水厂位于下水库台地附近，施工更方便。对水环境和水生态的影响方案 2 大于方案 1。两方案均不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜區、世界自然遗产地等生态环境敏感区域，不涉及基本农田保护区、国家公益林等，选址充分避让了生态保护红线范围，且占地类型无显著差别，指标差异较小，不构成选择的环境制约性因素。主体设计从枢纽布置、施工条件、工程量、投资估算、环境影响、综合效益等方面进行综合比较后，推荐方案 1 是合理的。

3.3.3 装机容量方案合理性分析

高昌抽水蓄能电站装机容量初拟 1200MW、1400MW、1600MW 等三个方案，各方案的施工布置及枢纽布置格局基本相同，对生态环境的影响主要表现为占地

面积不同造成扰动地表植被面积和生物量的差异。施工期对陆生生态影响的差别主要表现为施工临时占地及施工活动对陆生生态的影响，不同方案扰动地表植被，随着装机容量增大，扰动地表植被面积逐渐增大，各方案随着装机容量增加，施工占地及施工活动相应增加，施工占地不涉及基本农田、公益林等，各方案对陆生生态系统影响差别不明显。

受水库淹没及施工占地影响的荒漠草地和灌丛在周边广泛分布，工程建设使工程区域部分种类的植物数量和生产力有所减少，生态效益方面有一定的损失，但工程采取施工临时占地的植被恢复、水土保持等措施后，工程建设对陆生植被影响较小。

不同装机容量比较方案对生态系统的影响随着装机容量增大逐渐增加，但不制约方案比选，各方案均不涉及新疆生态保护红线、满足环境质量底线、符合资源利用上线及准入清单要求。

综合分析，不同装机容量比较方案随着装机容量的增大对陆生植被的不利影响逐渐增加，但不制约方案比选，没有本质的区别。

3.3.4 正常蓄水位方案合理性分析

高昌抽水蓄能电站上水库正常蓄水位比选初拟 3 个方案（1929m、1931m、1933m），下水库正常蓄水位比选初拟 3 个方案（1282m、1284m 和 1286m），各方案的施工布置及枢纽布置格局基本相同。

各方案的施工布置及枢纽布置格局基本相同，正常蓄水位比选方案对水环境、生态环境的影响基本一致，对生态环境的影响主要表现为占地面积不同造成扰动地表植被面积和生物量的差异。比选方案占地面积变化不大，可能造成的陆生生态影响差异不显著。

正常蓄水位比选各方案均不涉及国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等法定生态保护区，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。均不涉及生态保护红线、满足环境质量底线、符合资源利用上线及环境准入清单要求。

上、下水库各正常蓄水位方案随着水位增加，库容略有增加，各方案组之间的变化不大。水库淹没影响的荒漠灌丛在周边广泛分布，野生动物具有迁徙本能，

在施工活动干扰下可自行迁徙至适宜生境，加之工程建设影响范围相对较小，且该影响主要表现在施工期，随着工程施工结束，该影响将逐渐消除。因此各方案对区域陆生植被种类及物种多样性产生的影响基本相当，且不会对区域生态系统结构和功能产生明显影响，不构成上、下水库正常蓄水位方案选择的制约因素。

正常蓄水位比较方案相差 2m，而且淹没的植被类型以荒漠灌丛为主，植被类型简单，影响的陆生动物多以小型动物为主，各方案对陆生动植物的影响相对较小，不制约各正常蓄水位比选。

3.3.5 施工布置合理性分析

3.3.5.1 施工场地选址环境合理性分析

施工布置采取场地布置与场内和对外交通线路相结合，生活区与生产区分散与集中相结合的布置原则，合理利用地形、场地，尽量利用荒地、滩地，不仅减少占用土地，避免重复运输，节约能源，还减缓施工生产对周边环境的影响，符合国家节约用地的方针政策。另外，根据陆生生态调查结果及现场查勘，施工区范围内土地类型以荒漠灌丛为主，施工过程中要严格控制施工范围，禁止扰动施工区范围外土地，施工结束后需做好恢复，使施工区生态环境不劣于施工前。

3.3.5.2 推荐施工总布置方案的环境合理性

施工总布置各功能区均围绕上、下水库主体工程区就近布设，布局紧凑合理，有利于减少施工占地面积，降低对地表植被的影响。从环境角度分析，施工总布置方案不涉及环境敏感区及生态红线，符合环境保护的要求。

3.3.5.3 施工区内各功能分区布置环境合理性分析

（1）施工营地

业主营地、承包商营地布置远离料场、混凝土拌和系统、综合加工厂等施工区域，实现闹静分离，有利于降低施工活动和施工风险事故对生活区的影响。施工营地的布置从环保角度考虑是合理的。

（2）料场、渣场、堆存场

本工程不单独设置料场，减少了区域水土流失、植被影响及降低了运输引起的扬尘影响。上库开挖强弱风化料可满足上库填筑、垫层料、反滤料及混凝土骨料使用要求；下库区开挖的碎石土料可满足下库填筑要求，筛分加工后也可以作为垫层、反滤料使用；输水发电系统开挖的弱风化块石料可满足下库排水、护坡

料等使用要求，高阶地前缘开挖的砂砾石料可满足下库区混凝土骨料使用要求。

工程布设 1 个渣场，位于塔尔朗河右岸的高阶地上，区域无公共设施、工业企业、居民点等。高阶地高于河道约 65m，渣场距阶地边缘约 80m，背靠山坡，不受河道洪水影响。工程利用坡地设置弃渣场，有效地减少了工程占地对地表的占压破坏，同时也考虑了出渣、运输、堆放及治理的综合环境因素，为下一步水土保持措施设计和实施奠定了良好基础。工程对弃渣方案进行比选，经场平填筑和坝后压坡体填筑综合利用，最大限度地减少了工程弃渣规模，减少弃渣场占地面积，减轻了工程建设及工程弃渣带来的生态环境破坏。

综上所述，在做好上游洪水排导及弃渣场拦挡措施的基础上，弃渣场规划布置不会对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全产生重大影响，不会影响工矿企业、居民区、交通干线或其他重要基础设施的安全；弃渣场未设置在河道、湖泊和建成水库管理范围内，不会影响河流、沟谷的行洪安全；不涉及二级公益林地；弃渣场的布设避开了滑坡体等不良地质条件的地段，未设置在泥石流易发区；工程综合考虑了上、下水库场地支沟、垫地、常规地平整、坝后压坡体填筑等因素，减少了弃渣堆放新增扰动面积以及弃渣拉运造成的新增水土流失。综上所述，从节约土地、保护水土资源、减少对环境的影响等方面考虑，弃渣场选址是合理的。

本工程共设置了 3 个转存料场，均不涉及公共设施、基础设施、工业企业、居民点等区域，堆渣不会对重要基础设施、人民群众生命财产安全产生重大影响；不涉及滑坡体等不良地质条件，不涉及泥石流易发区；上、下库中转料场以及有用料转存场，均位于各自库盆范围内，可减少工程临时占地面积及中转料场占压对地表植被的破坏，符合环境保护要求，运距小，能够及时满足库盆开挖料堆存和大坝填筑需求，可减轻开挖料来回运输过程中洒落造成的水土流失。库外转存料场使用完毕后，综合考虑应尽可能对渣场占地进行迹地恢复。转存料场的设置，对需要中转利用的开挖料采用先拦后弃的方式进行了防护，减少了转存料临时堆放产生的水土流失。库内转存料场利用本工程已有占地进行倒运，减少原地貌重塑，减少新增占地面积，减少了对天然植被的扰动和破坏，预防和控制工程建设过程中的水土流失，保护区域生态环境。

各弃渣场、堆存场及中转料场占地区内主要为荒漠灌丛，无当地居民的生产

生活设施，附近亦无居民点等环境敏感目标分布，不会对当地居民的生活造成影响。各弃渣场、堆存场及中转料场施工活动不可避免占压损坏一定数量植物，可通过后期土地平整、结合水土保持植物措施和生态修复措施予以恢复。上、下库中转料场可减少工程临时占地面积及中转料场占压对地表植被的破坏，符合环境保护要求。综上所述，工程弃渣场、堆存场、中转料场在做好施工期防护、后期恢复等措施后，符合环保要求，从环保角度分析，弃渣场、堆存场和中转料场施工布置是合理的。

（3）砂石料加工系统、混凝土拌和系统

砂石料加工系统和混凝土拌和系统集中布设，可减少工程占地面积，避免了加工用水大量向高地输送，也便于砂石加工系统废水、废气的处理和管理；砂石料加工系统与料场就近布设，也便于生产废水的集中处理。另外，施工布置合理地利用上、下库盆、厂房等工程的开挖料，减少弃渣；并在库区设置了中转料场，减少了土石料的重复运输。

本工程砂石料加工系统和混凝土拌和系统布设尽可能考虑了环境保护的需要，本次评价要求施工期砂石料冲洗废水和混凝土拌和系统生产废水处理达标后回用于生产，均不得外排；并加强施工人员教育、严格管理、建立惩罚制度，确保不对工程区域水质产生不良影响；此外，对于砂石料加工系统和混凝土拌和系统占压破坏的地表植被，可通过后期土地平整、结合水土保持植物措施和生态修复措施予以恢复。综上所述，在采取相应保护措施的前提下，因此，从环保角度分析，砂石料加工系统、混凝土拌和系统的施工布置是合理的。

（4）施工道路

根据场内施工布置情况，施工道路在布设时尽量实现了各施工区道路共用，缩短了道路总长度；同时上、下库连接道路采用了道路与隧道相结合的方式，大大降低了地面盘山道路的设置。地面道路长度的减少，降低了道路修建对地表植被的破坏。

经现场调查，新建施工道路占地区道路沿线均无环境敏感目标分布。其次，道路布设采用永临结合，既兼顾了施工期物资运输及各作业面施工的需要，又避免了重复建设，有效减少了对地形地貌、植被的影响，减轻了工程建设对地表的扰动和水土流失危害。施工道路占地区不是大型野生动物栖息地，未见鸟类营巢，

无保护动物栖息，施工道路修筑基本不会新增对野生动物的阻隔影响，且该类动物周边适生生境分布广泛，且多具较强的适应及迁徙能力，故施工道路修建不会对其栖息生存产生明显不利影响。上、下库连接道路采用了道路与隧道相结合的方式，大大降低了地面盘山道路的设置。此外，对于临时施工道路，施工期间还应结合水土保持方案进行临时防护，施工结束后做好迹地恢复。

综上所述，推荐方案施工区内各功能分区布置从环境保护角度分析是合理的。

（5）临时占地合理性分析

施工设施中包括混凝土拌和系统、砂石料加工系统、综合加工厂、综合仓库、综合加工厂、钢管加工厂、机械修配厂及上、下库承包商营地、渣场、堆存场等均为临时用地。临时占地区主要为荒漠灌丛，合理利用地形，合理使用场地，结合本工程枢纽布置特点及场区地形地质条件，采取集中与分散布置相结合，上、下水库分区布置，有利生产，方便生活，安全可靠，经济合理，易于管理。重要施工企业设施尽量靠近施工现场布置。各种施工设施的布置应能够满足主体工程施工工艺要求，综合考虑外来物资与施工区内外物流，尽量避免物流倒运，以减少能源消耗。弃渣场规划充分考虑施工区环境保护和水土保持。根据施工进度安排，合理进行土石方平衡设计，充分利用主体建筑物自身开挖渣料，合理地布置土石料转运场和弃渣场地，以减少料场开采量和弃渣用地，减少因开采天然建材和工程弃渣料对环境的影响。临时占地布置避开环境社会敏感区域，滑坡、泥石流、山洪、雪崩、泥石流危害和不良地质区域。综合分析，本工程占地区域布置符合环境保护要求。

3.3.6 取水口合理性分析

取水水源：考虑施工供水系统水源取水的保证率，结合工程区内稳定水源的情况，本电站供水系统取水水源可采用塔尔朗沟干流地表水。

取水地点：永久取水口位于塔尔朗引水渠首上游 0.6km 塔尔朗河干流上，新建底栏栅式取水。临时取水口位于塔尔朗引水渠首上游约 0.15km 的塔尔朗河干流处，内设有一组潜水泵，为筹建期提供临时施工用水。主体施工第一年，永久取水口投运后，临时取水口拆除。塔尔朗水库计划 2028 年 11 月下闸蓄水（即本项目主体施工期第一年），塔尔朗水库库尾在塔尔朗渠首上游约 400m 处，本项目永久取水口及临时取水口不会对塔尔朗水库回水造成影响，两项工程亦无蓄水计划

及取用水时序制约性矛盾问题。

工程取水设施不涉及生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。取水河段较为稳定，泥沙淤积不会对工程取水造成影响，取水不影响水功能区划的水质目标，区域地质条件较好，且此处地形平缓，开挖量相对较小。高昌抽水蓄能电站建设不会造成其他影响，取水站位置合理。

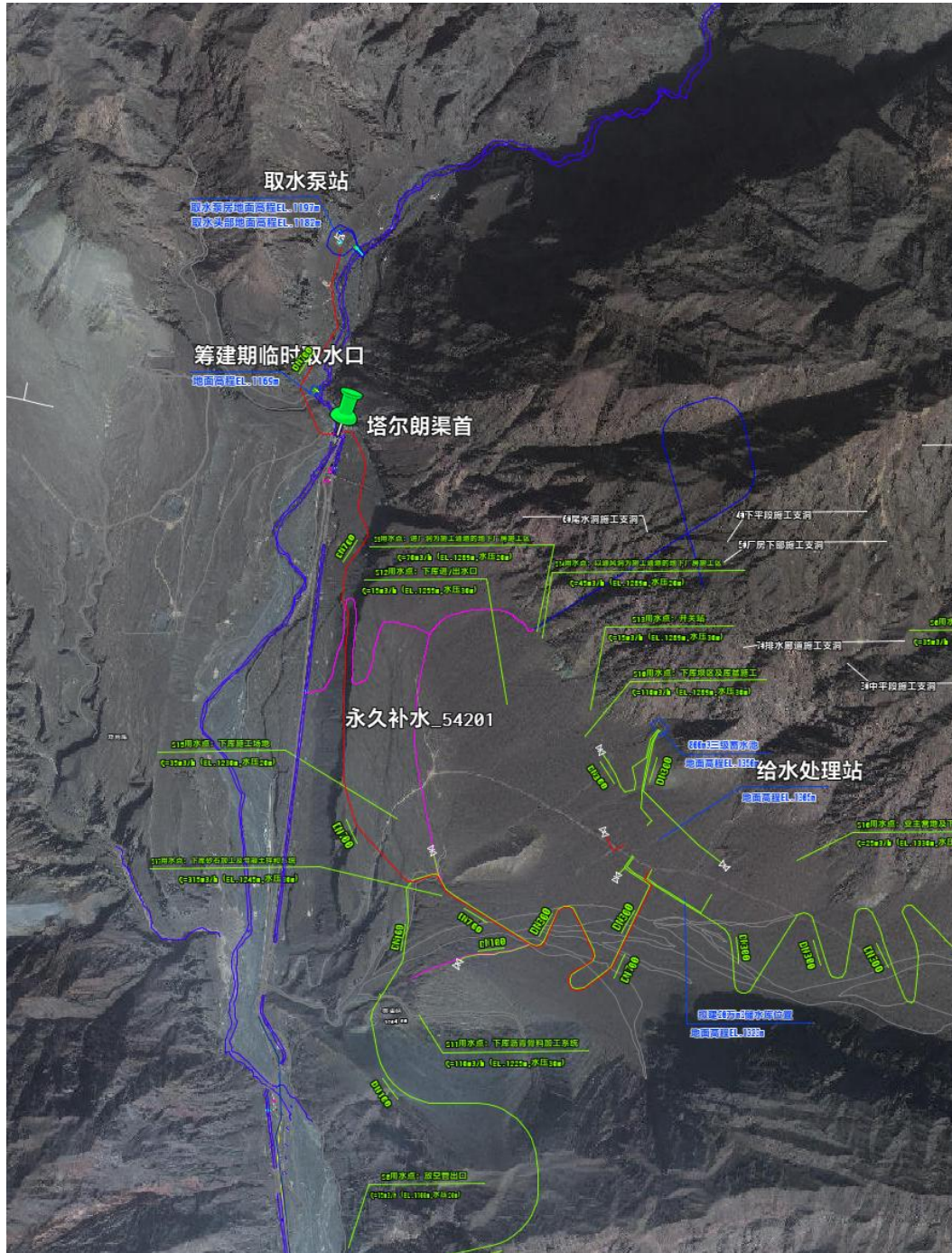


图 3.3.6-1 高昌抽水蓄能电站取水口位置示意图

3.4 施工期影响源分析

3.4.1 水文情势

根据总进度安排，施工总工期 72 个月，施工准备期 6 个月，主体工程施工期 57 个月，完建期 9 个月。高昌抽水蓄能电站上水库位于塔尔朗河左岸山顶冲沟型缓坡处，下水库布置于塔尔朗河出山口左岸山前宽缓阶地上，均无天然地表径流，上、下水库无用水及生态环境需水要求，因此，工程运行期上水库、下水库不考虑生态流量泄放。结合地理位置及水文地质条件，施工期用水、初期蓄水与运行期补水均考虑从塔尔朗河取水。

施工用水高峰期（施工期第 3 年）年取水量 137.32 万 m^3 ，50%、95%来水频率下，年内月取水量占取水口断面年径流量的比例分别为 1.87%、2.75%。

初期蓄水为施工期第 6 年、第 7 年进行，其中第 6 年取水量最大，年取水量 675.92 万 m^3 （包含施工用水），第 7 年取水量 206.81 万 m^3 （包含施工用水）。50%、75%来水频率下，初期蓄水第 6 年、第 7 年取水量占取水口断面年径流量的比例分别为 9.19%、10.72%和 2.81%、3.28%。

本工程建设期拟用已实施高效节水项目指标置换的农业用水，通过水权交易获取工业用水指标及水量。综上，工程建设期用水不新增从塔尔朗河取水量，不占用河道生态流量，对塔尔朗河水文情势影响较小。

3.4.2 水环境

3.4.2.1 生产废水

（1）砂石料加工系统废水

依据施工总体布置及安排，本项目设置 4 套砂石料加工系统，其中上库设置 1 套砂石加工系统，供应上库常态混凝土骨料及上库垫层料，下库设置 1 套砂石加工系统、1 套垫层料加工系统以及 1 套沥青混凝土骨料加工系统，分别供应下库常态混凝土骨料、下库垫层料以及上、下库沥青混凝土骨料。因垫层料加工系统和沥青混凝土骨料加工采用干法作业，无废水产生。因此，主要考虑上、下库砂石骨料加工系统产生废水。

上、下库砂石料加工系统按每月生产 25d，每天生产 14h 计算，生产班制为 2

班制。上、下库砂石料加工系统用水量为 $92\text{m}^3/\text{h}$ 和 $205\text{m}^3/\text{h}$ ，产污系数按 0.85 考虑，则上、下库砂石料冲洗废水产生量分别为 $78.2\text{m}^3/\text{h}$ 和 $174.3\text{m}^3/\text{h}$ 。

砂石料加工系统废水中主要污染物为悬浮物，浓度约为 $20000\text{mg/L} \sim 40000\text{mg/L}$ 。

砂石加工系统废水产生量详见表 3.4.2-1。

表 3.4.2-1 砂石加工系统废水产生量一览表

指标	用水量 (m^3/h)	产污系数	产生量 (m^3/h)
上库砂石加工系统	92	0.85	78.2
下库砂石料系统	205	0.85	174.3

(2) 混凝土拌和系统废水

根据施工布置，本项目在上、下水库共布设 4 套混凝土拌和系统，在上水库设置常态及沥青混凝土拌和系统各一套，在下水库设置常态及沥青混凝土拌和系统各一套。沥青混凝土拌和系统为干法作业，不产生冲洗废水。

结合新疆已经建成的阜康抽水蓄能电站及正在建设哈密抽水蓄能电站现场施工情况，混凝土拌和系统废水主要来自拌和楼搅拌罐及运输罐车的冲洗，间歇式产生，其中料罐冲洗废水量约为 $14\text{m}^3/\text{d}$ ，车辆冲洗废水量约 $36\text{m}^3/\text{d}$ 。则高昌上、下库混凝土拌和系统生产废水分别为 $50\text{m}^3/\text{d}$ 、 $50\text{m}^3/\text{d}$ ，日产生的废水共 $100\text{m}^3/\text{d}$ 。

混凝土拌和系统废水呈碱性，pH 值一般大于 10，悬浮物浓度较高，一般为 $2000\text{mg/L} \sim 5000\text{mg/L}$ 。废水产生量详见表 3.4.2-2。

表 3.4.2-2 混凝土拌和系统废水产生量一览表

混凝土拌和站	搅拌罐冲洗次数 (次/天)	运输罐车冲洗次数 (次/天)	单次冲洗水量 ($\text{m}^3/\text{次}$)	废水产生量 (m^3/d)
上库施工区	7	18	2	50
下库施工区	7	18	2	50
合计				100

(3) 机械维修保养废水

根据施工组织设计，本工程上下库各设置 1 处机械修配及停放场，机械维修、车辆保养冲洗过程中会产生一定废水。机修废水量一般较少，上、下库机修厂用水量各为 $5\text{m}^3/\text{h}$ ，产污系数以 0.85 计，则废水产生量各为 $4.25\text{m}^3/\text{h}$ ，废水中主要污

染物为 SS 和石油类，SS 浓度在 500mg/L 左右，石油类浓度在 20mg/L~40mg/L 之间。

(4) 隧洞开挖排水

本工程上水库及下水库地下水位埋深大，坝址边坡及库周边坡开挖，整体处于地下水位以上，对库周天然地下水位不会产生明显影响。输水发电系统部分上平段、部分下斜井、下平段、地下厂房及部分尾水段位于地下水位以下，推测地下水水量总体不丰沛。洞室开挖排水仅影响局部区域，对地下水影响范围不大，对地下水水质亦无明显影响。厂房区洞室总体位于输水系统洞室群最低处，周边均为逆坡洞，地下水易汇聚，施工需充分考虑地下水排、导措施。

3.4.2.2 生活污水

生活污水主要来自施工生活区，本工程业主管理人员约 125 人，施工高峰期施工人数约 2900 人，其中上库承包商营地地区为 1000 人，下库承包商营地地区为 1900 人。生活用水量按 0.1m³/d·人，废水排放量按 85%计，则业主营地、上库承包商营地、下库承包商营地废水排放量分别为 11m³/d、85m³/d、187m³/d。上、下库施工营地及业主营地生活污水产生量详见表 3.4.2-3。

表 3.4.2-3 施工期生活污水产生量一览表

区域	人数 (人)	用水量 (m ³ /d.人)	产生量 (m ³ /d)
上库施工营地	1000	0.1	85
下库施工营地	1900	0.1	161.5
业主营地	125	0.1	11
合计	3025		157.5

生活污水中的污染物主要是有机物，未经处理的生活污水中有机污染物浓度均较高，COD_{Cr}、BOD₅ 浓度分别为 200mg/L~400mg/L 和 100mg/L~300mg/L 左右。生活污水未经处理随意排放会对项目区水环境质量造成影响。

3.4.3 生态环境

(1) 陆生生态

项目施工对生态环境的影响主要来源于施工占地对植被和植物的影响、施工活动对野生动物的影响。

项目施工对陆生植被的影响来自于基础及边坡开挖、料场开采、道路建设、

工程永久及临时建筑物压占等活动，将破坏和影响施工区原有地面植被。施工期占地范围植被覆盖率低，属典型的荒漠灌丛植被，野生植物分布的种类贫乏。陆生动物多以在荒漠生境活动的鸟类为主，动物种类相对单一，均是当地广泛分布的种类，未见到大型野生动物。施工期占地范围内地表荒漠植被及土壤被破坏，区内生物量下降；在土石方开挖时，易产生水土流失，并对项目区域内景观有一定影响。

项目施工占地迫使原来栖息在该区域中的动物迁往他处，导致其栖息地面积和活动范围缩小。在工程施工过程中建设人员及施工机械的出入、施工中的噪声和施工人员活动干扰等对野生动物有一定的影响。随着施工的结束，陆生植被逐步恢复，野生动物会重新找到适宜栖息地，并逐渐恢复其种群数量，野生动物群落结构不会发生明显的变化。

水库蓄水后，水域面积增加有利于鸟类的生存，施工期受影响而远离施工区的鸟类种群很快会得到恢复；由于水域面积扩大，有可能吸引更多种类和数量的水禽来此觅食和繁殖，从而增加库区鸟类群落的物种多样性。

（2）水生生态

本工程不拦河筑坝，不会对河流产生阻隔影响，工程上、下水库无地表径流，无鱼类资源分布。

塔尔朗河历史上记载无重点保护鱼类，现场调查取水口区域无鱼类重要“三场”分布。工程取水口施工，如边坡开挖等施工作业造成的噪声、粉尘和水体扰动等，将对施工区局部河道水生生态产生一定的不利影响。来源于回购农业高效节水水量改造通过水权转让的方式获得用水指标，取水不新增河道用水，对河道水文情势影响极小，对水生生态影响有限。

3.4.4 大气污染物

施工期大气污染主要来自炸药爆破废气、施工作业面粉尘、砂石料加工系统粉尘、混凝土拌和系统粉尘、混凝土拌和系统产生的粉尘、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。

3.4.4.1 爆破粉尘、废气

爆破污染源主要位于上、下水库大坝作业区、隧洞洞口。本项目施工使用炸药，

爆破过程会产生含 CO、NO_x 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，施工高峰日用量约 5.3t，其中上库施工高峰日用量约 3.5t，下库大坝施工高峰日用量约 1.8t。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

CO 和 NO₂ 为有毒有害气体，产生量与炸药使用量等有关。微差爆破炮烟中 NO₂、CO 的产生量分别按 1.5g/kg、10.4g/kg 炸药估算。施工期上库区爆破高峰日 NO₂、CO 产生量分别约为 5.25kg/d、36.4t/d，下库区爆破高峰日 NO₂、CO 产生量分别约为 2.7kg/d、18.72kg/d。

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

爆破时粉尘产生量与爆破强度、面积、时间、岩石的湿度、硬度等有关，由张兴凯、李怀宇发表于《金属矿山》上的《露天矿爆破粉尘排放量的计算分析》文章可知，当一次爆破用炸药量为 10t 时爆破粉尘的排放量为 542kg，本项目上水库、下水库高峰日粉尘的产生量分别为 189.7kg、97.56kg。项目在爆破区设置雾炮进行降尘，抑尘效率达 70%，因此本项目爆破时上水库、下水库高峰日粉尘排放量约为 56.91kg/d、29.27kg/d。

3.4.4.2 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场开挖，弃渣场、表土堆存场、中转料场堆放等，在干燥的天气情况下，特别在大风时容易产生扬尘。

工程料场开采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。本工程上、下水库日最大工作钻机数均计划为 5 台，平均钻机工作数量为 2 台，钻机日实际工作时间为 6 小时，每年工作时间按 280 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 1.68t/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 0.34t/a。

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

上的和摩擦、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，会产生粉尘。本项目上、下水库日最大工作挖机数均为 7 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 $0.4\text{kg}/(\text{台}\cdot\text{h})$ ，日工作时间 6 小时、年工作时间 280 天计，采装粉尘排放量约为 2.02t/a 。最大粉尘产生速率为 2.8kg/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 0.56kg/h ，粉尘排放量为 0.404t/a 。弃渣场（坝后压坡体）、表土堆存场、中转料场的扬尘源排放量是装卸、运输引起的扬尘。根据《扬尘源颗粒物排放清单编制技术指南》，堆场的扬尘源排放量计算公式如下：

$$W_Y = \sum_{i=1}^m E_h \times G_{Yi} \times 10^{-3} + E_w \times A_Y \times 10^{-3}$$

式中：

WY：为堆场扬尘源中颗粒物总排放量，t/a。

Eh：为堆场装卸运输过程的扬尘颗粒物排放系数，kg/t。

M：为每年料堆物料装卸总次数。

GYi：为第 i 次装卸过程的物料装卸量，t。

Ew：为料堆受到风蚀作用的颗粒物排放系数，kg/m²。

AY：为料堆表面积，m²。

装卸、运输物料过程扬尘排放系数的估算

$$E_h = k_i \times 0.0016 \times \frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} \times (1 - \eta)$$

Eh 为堆场装卸扬尘的排放系数，kg/t。

ki 为物料的粒度乘数，取值 0.74。

u 为地面平均风速，m/s，取值 2.2m/s。

M 为物料含水率，%，取值 2.1%。

η 为污染控制技术对扬尘的去除效率，%，洒水取值 74%。

本项目堆放场地和弃渣场需定期洒水，保持土堆的湿度，抑制粉尘的产生，堆场和弃渣场要求上方加盖篷布，本次不考虑堆积存放期间风蚀扬尘。根据公式计算， $E_h=0.00097\text{kg/t}$ ，本工程石方明挖高峰时段强度约 2 万 m³/d（含石料场），

按每天开挖 8 个小时估算，施工高峰期弃渣场、表土堆存场、中转料场的粉尘源排放量约为 0.24kg/h。

3.4.4.3 砂石料加工系统粉尘

砂石料加工系统在砂石破碎筛分过程中将产生粉尘，属于连续源。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，减少了潜在的逸散尘量，减少量在 80%以上，故本工程逸散尘的排放系数取值为 0.02kg/t 破碎料。

上、下库砂石料加工系统处理能力分别为 290t/h 和 180t/h，则上、下库砂石料加工系统颗粒悬浮物最大产生量分别为 5.8kg/h、3.6kg/h。砂石料加工产生的颗粒悬浮物大部分粒径较大，容易沉降，本工程砂石料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，在切实采用多种除尘措施后，颗粒物的去除量可达 99%，上、下砂石料加工系统颗粒悬浮物产生量为 0.058kg/h、0.036kg/h。

混凝土拌和站粉尘主要产生在水泥的运输和装卸及进料过程中，根据《第二次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》，混凝土和水泥制品混合搅拌环节颗粒物产污系数为 0.166kg/t，采用袋式除尘工艺处理后，去除效率可达 99.7%。根据施工布置，本工程在上库和下库施工区各布置了 1 个混凝土拌和站，系统处理能力分别为 45m³/h、65m³/h，1 方混凝土约 2.2t~2.4t，本次评价取 2.3t，每月均生产 25d、每天 20h、三班制，因此，本工程上、下库混凝土拌和站粉尘年排放总量分别为 0.31t、0.45t。

据调查，上述砂石料加工系统和混凝土拌和系统附近无环境空气保护目标分布，砂石料加工和混凝土拌和粉尘的影响对象为现场操作人员。

3.4.4.4 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，本工程交通运输量较小，不会对环境造成明显影响。

3.4.4.5 道路扬尘

场内道路建设施工会对周边区域产生环境空气影响，主要为施工扬尘。交通

扬尘主要来源于施工车辆行驶，可占施工总扬尘量的 60%以上，扬尘量与路面形式、清洁程度和车速有关。一般情况车辆行驶产生的扬尘在同样路面清洁程度下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速下，路面越脏扬尘量越大。主体工程施工道路大部分考虑采用混凝土路面，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。

根据现场调查，周边无环境敏感点分布，影响对象主要是场内道路两侧 200m 范围内的生产生活营地。

3.4.4.6 沥青混凝土拌和系统沥青烟

沥青拌和过程中产生的废气主要包括矿粉筒仓排气口废气、骨料烘干、筛分系统废气、沥青储运、拌和系统废气以及导热油炉产生的柴油燃烧废气，主要污染物为烟尘和沥青烟，主要污染因子为颗粒物、SO₂、NO_x、苯并[a]芘。经调查，上、下库沥青混凝土拌和系统周边均无居民点分布，主要影响对象为现场施工人员。

3.4.5 声环境

施工产生的噪声包括：施工机械设备噪声；短时、定时爆破噪声；运输车辆流动噪声，施工噪声随施工活动的结束而消失。根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）及其他相关资料，施工机械噪声源强见表 3.4.5-1。

表 3.4.5-1 工程施工机械噪声值统计表

序号	工区	噪声源		距声源5m 源强dB（A）
1	上库施工区 下库施工区	推土机		88
		挖掘机		90
		装载机		95
2	施工道路区	载重汽车		90
3	大临工程	砂石料加工系统	砂石料搅拌机	115
			振动筛	93
			破碎机	85
			制砂机	80
4		混凝土拌和系统	混凝土拌和楼	104
			空压机	85
5		中转料堆存场/弃渣场	推土机、装载机	85
6		综合加工厂 钢管组装厂	切断机	70~90
			钢筋弯曲机	

(1) 混凝土拌和站噪声

混凝土拌和系统为固定、连续式噪声污染源。

上库区和下库区混凝土拌和系统生产高峰时段，塔尔朗水库已建成，则噪声主要影响对象为现场操作人员。根据混凝土拌和系统的生产班制，每天三班，每班 7 小时，则每班工人受混凝土拌和机械噪声影响长达 7 小时。

（2）砂石加工系统噪声

根据砂石料加工系统生产工艺，噪声产生自砂石毛料撞击机械，以及振动筛、粉碎机、制砂机、洗砂机等设备电机运转过程中。

砂石料加工系统生产高峰时段，塔尔朗水库已建成。上库砂石料加工系统和下库砂石料加工系统噪声主要影响对象为现场操作人员。

（3）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，根据相关工程经验，作业面源强一般为 85dB(A) 左右。据调查，工程上、下库枢纽施工区附近均无声环境敏感点分布，噪声影响对象为现场施工人员。

（4）交通噪声

交通噪声源强与运输车辆载重类型、汽车流量和行驶速度密切相关。工程主要采用重型运输车辆，其噪声高达 90dB(A)，声源呈线性分布，昼间车辆通行密度 23 辆/h、运行速度 20km/h。据调查，工程对外路和场内交通区无声环境敏感点分布，施工期间主要对施工人员产生影响。

（5）爆破噪声

工程上、下库盆和输水发电系统施工需爆破，采用微差爆破方式，其爆破噪声源强可达 110dB(A)，属间歇性、瞬时噪声，剧烈的噪声将对现场施工人员产生影响。

3.4.6 固体废弃物

施工期的固体废弃物主要包括建筑垃圾、危险废物和施工人员的生活垃圾。

（1）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、碎金属、竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料和其他废弃物。这些建筑垃圾主要来源于大坝砌筑、道路铺设和其他施工现场、建筑工地。施工工厂也有一些建筑垃圾产生，

如钢管加工厂和钢筋加工厂产生废金属、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，不能满足回收要求的统一运送至指定垃圾填埋场。

（2）含油废物

施工期机械修配厂、汽车保养站内进行车辆维修和保养产生的废油、含油废纸、废布、油桶，以及含油废水处理产生的浮油和含油污泥均为危险废物，废物类别为《国家危险废物名录》（2021 版）中的 HW08（废矿物油与含矿物油废物），废物代码为 900-210-08（油/水分离设施产生的废油、油泥及废水处理产生的浮渣和污泥）。需要委托有危险废物处置资质的单位进行处理，危险废物不规范处理会带来大气、水源、土壤等污染，随意排放、贮存的危废在雨水的长期渗透、扩散作用下，会污染水体和土壤，降低地区的环境功能等级。

（3）水处理站污泥

施工期给水处理厂内斜管沉淀池产生的排泥水，进入污泥脱水车间经浓缩后，再通过板框压滤机压成泥饼，因处理过程中仅投加絮凝剂和助凝剂，不添加其他物质，泥饼不具有危害性。水处理站沉淀淤泥经脱水干化后泥饼含水量可降至 60% 以下。经估算施工期共产生泥饼 122.5t，可运至大河沿生活垃圾填埋场处置。

（4）生活垃圾

施工期生活垃圾主要为食物残渣、废纸、废塑料、煤灰渣等。本工程施工高峰期施工人数约为 2900 人，施工总工期 72 个月，每人每天生活垃圾按 1.0kg 计，高峰日产垃圾量为 2.9t/d，年产生活垃圾 1058.5t，施工期产生生活垃圾总量 6351t。若随意丢弃、堆放生活垃圾，会对工程区域的水环境、大气环境、人群健康及景观等产生一定不利影响。

3.4.7 人群健康

本项目施工高峰期施工人数约为 2900 人，均居住在施工营地。施工期间工程区域人员骤增，人群来自全国各地，进出频繁，居住集中，会增加传染性疾病的传播几率。

3.5 运行期影响源分析

3.5.1 水文情势

3.5.1.1 运行期影响分析

高昌抽水蓄能电站发电用水在上、下水库间循环利用，基本不消耗水量，仅需补充水库蒸发和渗漏的水量损失。经计算，工程运行期年均补水量为 131.82 万 m^3 ，占塔尔朗河 50%保证率河道天然来水量的 1.79%，占 95%保证率河道天然来水量的 2.64%，总体而言对水文情势影响有限。另外，运行期补水拟用已实施高效节水项目指标置换的农业用水，通过水权交易获取工业用水指标及水量，不新增塔尔朗河河道用水，无新增水资源利用影响。

3.5.1.2 电站日常运行影响分析

高昌抽水蓄能电站为日调节抽水蓄能电站。

(1) 上水库

上库建成后水面面积 24.46 万 m^2 ，库区由山顶自然沟壑开挖变为水库。根据新能源短期（24h）预报有计划安排抽水及发电时间，在电网负荷低谷或者新能源出力超出输电能力时抽水，在电网负荷高峰时配合电网调峰运行。水库运行期，在每天抽水工况运行下，上水库水位由 1899m 上升至 1931m；每天发电工况运行下，上库水位由 1931m 下降至 1899m。上库水位每日变幅在 32m 左右。

(2) 下水库

下库建成后水面面积 26.03 万 m^2 ，库区由山区山前阶地开挖变为水库。水库运行期，在每天抽水工况运行下，下水库水位由 1284m 下降至 1255m；每天发电工况运行下，下库水位由 1255m 上升至 1284m。下库水位每日变幅在 29m 左右。

(3) 附近河段

在高昌抽水蓄能电站抽水和发电运行过程中，库水仅在上、下库之间抽放，电站本身不损耗水量，上、下库不涉及塔尔朗河河道，不影响塔尔朗河水文情势、水生生态环境及用水。

3.5.2 水环境

3.5.2.1 水库水质

高昌抽蓄上、下水库均为开挖库，取水水源为塔尔朗河河水，水源水质相对

较好，泥沙含量相对较低。结合抽水蓄能电站的运行特点，上、下水库日内水量交换频繁，水力停留时间较短，有利于有机物降解，运行期上、下库区水质总体将较好，不会产生水质恶化和富营养化趋势。水库水质有保障，不会出现水体富营养化的情况，可满足运行要求。

3.5.2.2 污废水

电站建成运行本身不产生水污染物，运行期厂房产生的污废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、含碱废水及主变事故产生的绝缘油污水，除此之外即为各区域电站工作人员的日常生活污水。

运行期业主营地管理运行人员 125 人，产污系数以 0.85 计，生活污水产生量为 11m³/d，沿用施工期建设的地埋式一体化处理设备处理生活污水。

发电厂房正常运行期值班人员较少，按 15 人计，生活污水产生量为 1.3m³/d，生活污水量较小，通过运输车收集污水运送至业主营地，用于营地绿化灌溉及降尘洒水，不外排。

生活污水主要包含食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为 BOD₅、COD_{Cr}、SS、氨氮等。各种污水混合后，BOD₅ 约 200mg/L、COD_{Cr} 约 400mg/L、SS 约 220mg/L、氨氮约 25mg/L。

电站运行期在机组检修时，会产生一定的含油废水，工程在地下厂房四周设置排水沟，收集油污水，收集后排入集水井前通过油水分离器处理，浮油为危险废物，需委托有资质的范围妥善处理。

运行期污废水量较小，但若不经处理排放，会对周边水环境以及人群健康产生影响。

3.5.3 生态环境

本项目永久占地 234.06hm²，其中，占地区以荒漠为主，植被覆盖度较低且较为单一。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，主要体现为荒漠草地景观将缩小，水体景观将增加，工程的建设对区域生态系统有一定的改变，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趋于稳定。

根据生态现状调查，工程取水口附近不涉及鱼类重要“三场”。运行期补水为置换农业用水，不新增河道用水，对塔尔朗河水文情势影响极小，对塔尔朗河水生生态基本无影响。

3.5.4 环境空气

运行期进场公路的车流量很小，年平均日交通量小于 1000PCU，周边无环境空气敏感目标，对环境空气基本无影响。

3.5.5 声环境

运行期噪声源主要为取水泵站的水泵及发电厂房内的发电（水轮机）机组，设备噪声源强约 90~108dB（A），具体噪声源强见表 3.5.2-1。由于机组位于地面以下，地下厂房顶部无声环境保护目标分布，不会影响地面声环境质量。

表 3.5.5-1 运行期主要设备噪声源强统计表

名 称		源强 dB(A)	排放规律	备注
取水泵站	水泵	90	连续	室内设置
发电厂房	水轮机组	108		地下

3.5.6 固体废弃物

（1）生活垃圾

项目运行期可能产生的污染种类为生活污水、生活垃圾等。高昌抽水蓄能电站运行期运行及管理人员规划约 125 人。每人每天生活垃圾按 1.0kg 计，生活垃圾日产生量为 0.125t。污水量和垃圾量较小，但若不经处理仍会对周边水环境、环境空气以及人群健康产生影响。

（2）机组检修废油

运行期检修机组和变压器时排出的机组用油和绝缘油，经滤油机过滤后分别回用于机组和变压器，不外排。产生的污染物主要为滤油机过滤机组用油和绝缘油时产生的油泥，每年约 5m³，为危险废物，需设置危废贮存设施，临时贮存后，填写危险废物五联单，应委托有危险废物处置资质的单位进行处置，禁止对外排放，运输时应保证容器密封性。

（3）水处理站污泥

运行期延用施工期供水系统，水处理站沉淀淤泥经脱水干化后泥饼含水量可降至 60%以下。经估算运行期共产生泥饼 5.27t，可运至大河沿生活垃圾填埋场处置。

3.6 建设征地及移民安置环境影响分析

新疆高昌抽水蓄能电站建设征地范围涉及吐鲁番市高昌区亚尔镇亚尔果勒村共计 1 个市 1 个区 1 个镇 1 个村。

新疆高昌抽水蓄能电站工程建设占地总面积 5772.68 亩，其中永久占地 4102.47 亩，临时占地 1670.21 亩。工程征占用土地均为国有土地，不涉及永久基本农田、基本草原及Ⅰ、Ⅱ级保护林地不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、生态保护红线、饮用水水源保护区，不涉及已查明的文物古迹和重要矿产资源。工程建设征地不涉及生产安置和搬迁安置人口。

涉及的塔尔朗干渠检修路将结合本工程永久对外路进行处理，具体投资费用计入主体工程。

综上所述，电站工程的建设未对当地的农牧业或者其他产业结构产生较大的影响，相反，由于工程的开工建设可持续释放经济带动力，创造就业机会，增加地方税收，显著改善当地生态环境、出行条件和就业状况，促进地区经济发展，提升区域综合实力，让区域将有更多机会在农村工业、建筑业和餐饮业等方面得以发展，便于居民收入来源的逐渐多元化。

3.7 工程分析结论

高昌抽水蓄能电站属于鼓励类项目，是《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035 年）》推荐“十四五”期间的重点实施项目，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的鼓励类项目，符合国家相关能源政策等有关政策。与国家和地方国民经济和社会发展规划、国家、新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划一致；与全国、新疆维吾尔自治区主体功能区划、生态功能区划、能源发展相关规划、环境保护相关规划等的相关要求能够协调。

在项目枢纽布置、正常蓄水位、施工总布置等专题设计过程中，均开展了相应的环境影响分析工作，并根据环保专业意见对设计方案进行了调整。推荐的方案能够满足环境保护的要求，不存在重大的环境问题。

施工期主要环境影响表现为生产废水和生活污水对水环境的影响；燃油尾气、粉尘、扬尘对大气环境的影响；机械施工、车辆运行、爆破和其他活动等对区域声环境的影响；施工占地对生态环境的影响和破坏；固体废弃物（工程弃渣、生

活垃圾等）对环境的影响等。虽然前述此类影响范围一般限于项目直接影响区或间接影响，但从保护环境角度出发，需采取相应的保护和处理措施，真正实现“在保护中开发，在开发中保护”的良性发展。

电站的运行生产属于清洁生产，基本不排放污染物，运行期对环境的影响主要表现在水库初期蓄水、补水对塔尔朗河及下游水文情势以及对水生生态的影响，通过采取相应的措施，可使生态环境功能得以维持和良性发展。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境

4.1.1 流域环境概况

高昌抽水蓄能电站位于塔尔朗河流域。塔尔朗河流域位于吐鲁番高昌区境内，发源于博格达山南坡。流域东、西分别与煤窑沟河和大河沿河接壤，北以博格达山脊为界，与奇台县境内的达坂河和吉木萨尔白杨河毗邻，流域地理位置为 $E89^{\circ}01' \sim 89^{\circ}23'$ ， $N44^{\circ}13' \sim 43^{\circ}34'$ 。河源位于博格达山脊附近的冰川地带，流域最高海拔 4293m，源区有现代冰川 15 条，河流自源头由东北向西南流程 28km，途中右岸接纳较大支流阿勒吞鲁克和琼喀拉郭勒河后转向南流，约 17km 后流出山口进入低山丘陵区，出山口以上河长 45.2km，山前冲积扇至平原大部分为荒漠戈壁。

4.1.2 区域地形地貌

从区域地质单元上，本区位于天山山系，天山山系呈东西向绵延，山势宏伟，由北天山、中天山及南天山三列山脉组成，工程区域所在的博格达山属北天山山脉。区域地貌上涵盖了准噶尔盆地、博格达山、吐鲁番盆地等多个特征显著的不同地貌单元（图 4.1.2-1）。

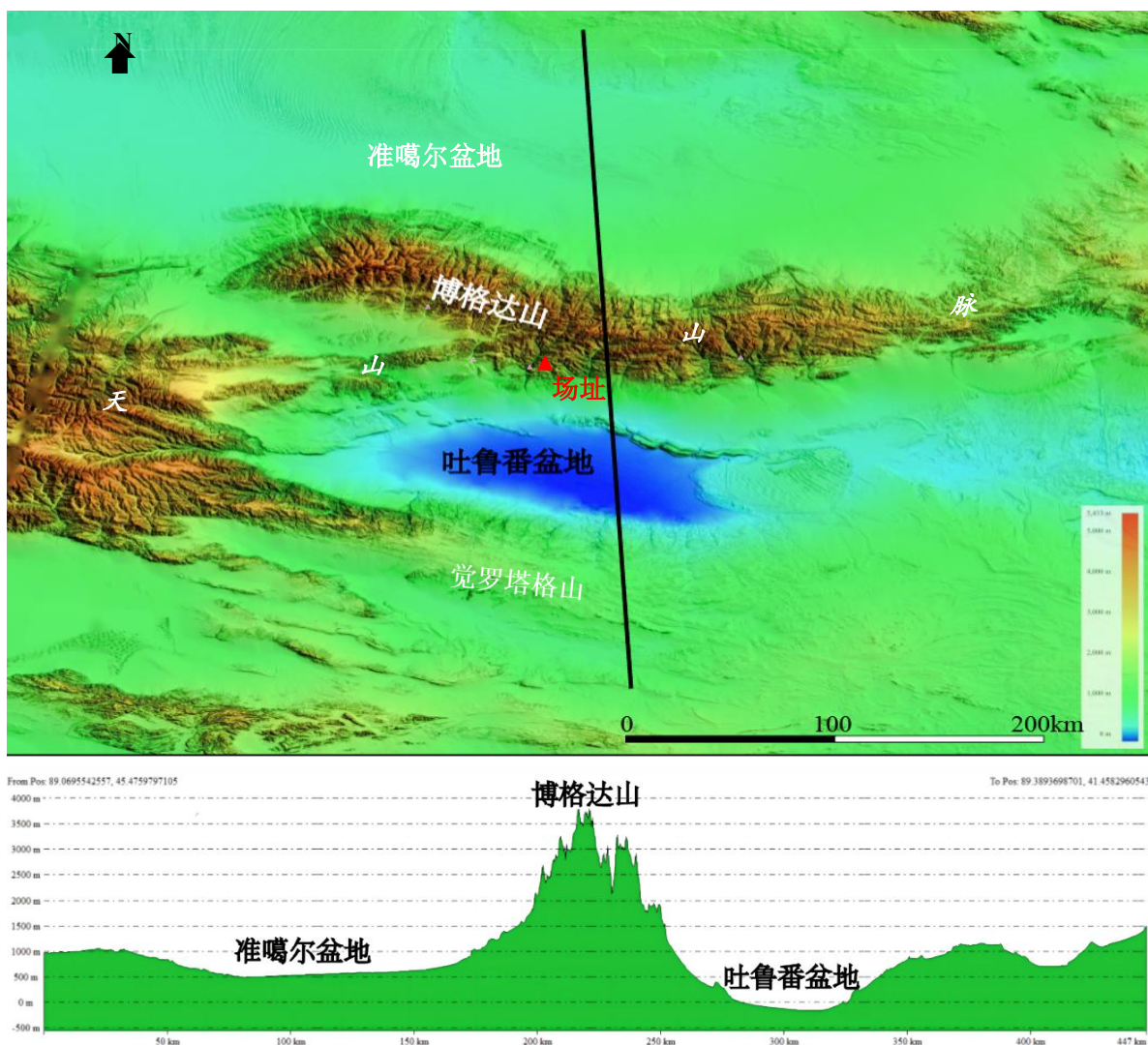


图4.1.2-1 区域地貌特征DEM图

博格达山脉山势高耸陡峻，西段总体呈北西西向，平均海拔约 4000m，东段近东西向，平均海拔约 3500m，以博格达山为界，区域北侧为准噶尔盆地，南侧为吐鲁番盆地。工程近场区位于博格达山南坡，在地貌轮廓上呈折线形自北向南由山区向吐鲁番盆地过渡，地貌类型大致分为博格达中高山区、山前冲洪积倾斜平原区和吐哈盆地平原区三个地貌单元，区内最高峰为博格达峰，海拔 5445m，最低点为盆地内艾丁湖，湖面海拔约在海平面以下 154m。区内主要发育有大河沿河、塔尔朗河、煤窑沟河、黑沟河、恰勒坎沟等 5 条河流，均源于博格达山高山融雪水，本工程场区位于塔尔朗河流域。

塔尔朗河东邻煤窑沟河，西邻大河沿河，河谷两岸发育有 I~IV 级阶地，均为基座阶地，各级阶地与河床面高差分别为 I 级：5m~10m，II 级：20m~30m，

III级：50m~80m，IV级：80m~150m。其中I、II级发育不连续，仅零星分布，III~IV级阶地两岸有连续分布，阶面宽度大于200m，沿河形成高80m~120m陡坎。

4.1.2.1 工程区地形地貌

工程区位于博格达山南麓，为山脉向吐鲁番盆地过渡地带，区内山势陡峻，冲沟发育，沟梁之间地形起伏差大。山体呈东西走向，海拔2500m~900m，总体地势北高南低，属中山侵蚀地貌，受吐鲁番盆地特有的干旱、高温、多风、蒸发量大的气候影响，“沟壑纵横、荒山秃岭”是本区内山体的显著特征，山体坡表基本无植被覆盖。

上水库位于高程2010~1880m之间的山间冲沟型洼地上，水库平面形态近似呈五边形，采用挖填结合，形成基岩库盆。库周两侧发育有连续的山梁，库盆中间发育有2条冲沟，无常年流水，从地形条件上分析，上水库具备较好的库盆封闭条件。

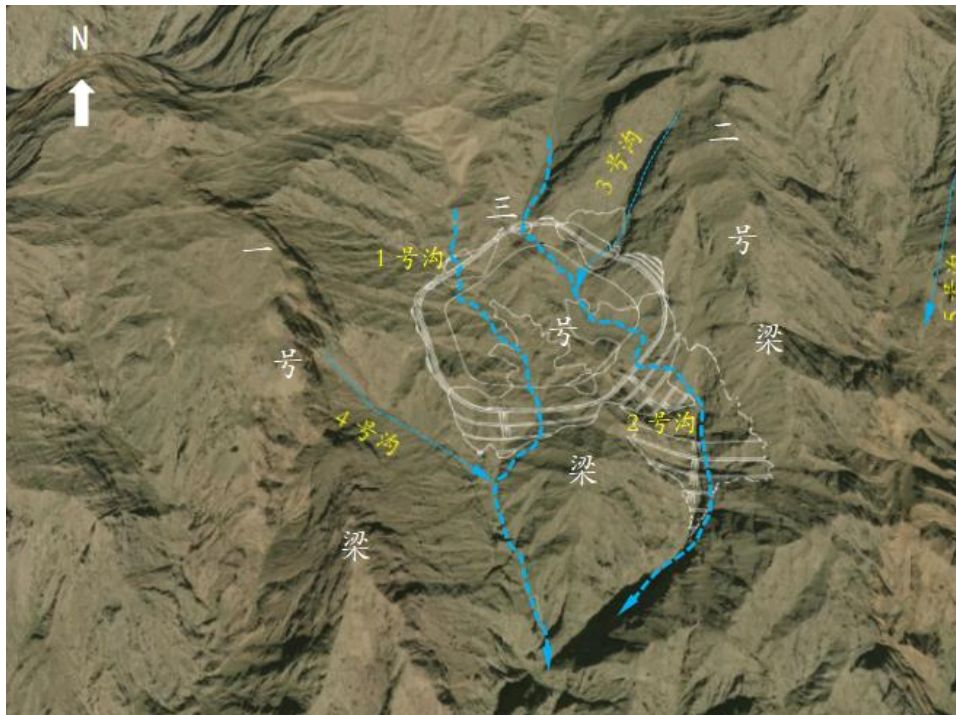


图4.1.2-1 上水库地形地貌特征

下水库位于塔尔朗河左岸山前缓坡台地上，该台地为塔尔朗河多级阶地堆积形成，阶地现状地面高程1315~1225m，向南倾斜，天然坡度10~15°，阶地前缘边坡陡立，局部受水流冲刷破坏，沟壑发育。下水库沿山坡脚呈长方形布置，

需挖填结合围坝成库，水库北侧为开挖区，南侧为填筑区，库盆主要为覆盖层地基。

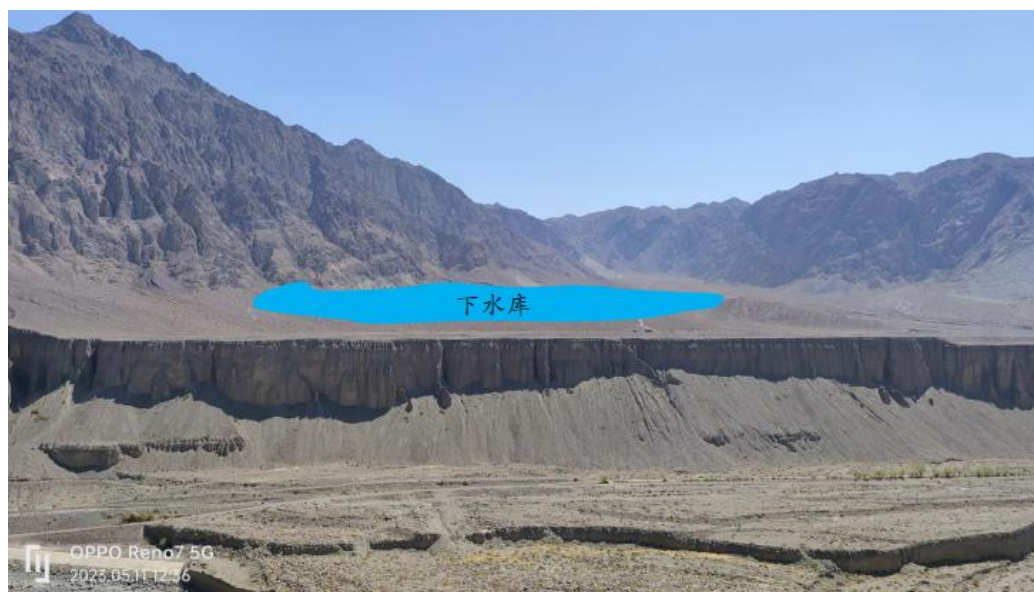


图4.1.2-2 下水库地形地貌特征

输水发电系统布置在左岸山体内部，沿线无大的冲沟跨越，厂房为尾部式地下厂房。地下厂房洞室群竖向埋深 343~526m，靠塔尔朗沟水平侧向埋深约 900m，靠高昌沟侧水平侧向埋深约 1600m，为深埋地下洞室。地下厂房洞室群岩性为凝灰砂（角）砾岩夹安山玢岩、凝灰岩等，岩性复杂，岩石强度不均，以中硬岩为主，局部属软质岩。

4.1.2.2 工程区地质构造

受博格达山强烈断块隆升影响，工程区地质构造复杂，区内地质构造总体受博格达南缘断裂由北向南的挤压逆推作用影响明显，基岩地层遭受较强的褶皱和逆断裂构造变形，形成一系列的短轴褶皱和倾角较陡的逆断层。

工程区总体主构造线方向为 NWW 向，主要发育的小规模断层、节理多与区域构造线展布方向一致，部分断层、裂隙与区域构造线大角度相交，长度数米到数百米，充填角砾岩、碎裂岩等，大部分断层带都干燥，胶结较好，对边坡岩体的完整性和边坡稳定性有不同程度的影响。

上水库岩性以安山玢岩为主，岩体呈块状，但由于成岩周期较长及火山多期次喷发原因，在成岩过程中安山岩与火山碎屑岩呈互层产出，岩体内部多保留有成岩时期的原生接触面，使上水库表现为“层火山”的显著特点，似层面原生构造

为上水库的主要地质构造。

下水库基岩主要在库盆北侧边坡出露，为层状沉积岩，主要结构面为层面，正常岩层产状 NW320~330°，倾向 NE，倾角 80~85°，由于岩体强度较低，表部岩层倾倒变形较严重，岩层走向基本无明显变化，岩层普遍向坡外弯折，倾角变缓为 45~55°

4.1.3 气象气候

吐鲁番地区属温带大陆性气候，夏季炎热，冬季寒冷，热量丰富，日照充足，昼夜温差大，无霜期长。流域内降水极少，分布不均，山区及山前冲积扇多，平原区少。降水年际变化不大，季节变化明显。降水集中在夏季，占年降水量的70%，春季基本不降水，春旱较为严重。流域内蒸发强烈，风力强盛。

本工程附近有煤窑沟水文站和高昌气象站。煤窑沟水文站与工程下水库直线相距24.2km，测站高程940m，有1958年—2021年气温观测资料，1978年—2021年降雨、蒸发气象观测资料。高昌区气象站与工程直线距离约53km，海拔高程34.5m，为国家基本气象站，观测项目齐全，其中，降雨、风速等气象要素资料观测年限为1952年—2021年，气温、极端最低气温、蒸发量、最大冻土深度等气象要素资料年限为1970年—2021年。工程所在区域山区和平原区气温、降水量、水面蒸发量差异较大，煤窑沟水文站测验项目不全，因此，本阶段气温、降水量及水面蒸发量参考煤窑沟水文站统计成果，最大冻土深度、风速等气象要素成果参考高昌气象站统计成果。

根据煤窑沟水文站1958年—2021年气象资料统计成果，多年平均气温11.3℃，7月平均气温25.4℃，1月平均气温-9℃，气温年较差34.4℃。最高气温41.5℃，最低气温-28.5℃。多年平均降雨量68.5mm，60%集中在6月—9月。多年平均蒸发量2088.3mm（φ20蒸发器），6月份蒸发量最大，为347.4mm，1月份蒸发量最小，为18.1mm。

根据高昌气象站1952年—2021年气象资料统计，多年平均最大风速为23.5m/s，常见风向为E，历年瞬时最大风速40m/s，历年最大冻土深度41.5cm。具体见表4.1.4-1~表4.1.4-2。

上下库气温资料参考煤窑沟水文站气象成果，按海拔每升高100m气温下降0.6℃考虑，折算后上、下水库气温成果表见表4.1.4-3。

鉴于工程为山区，气象条件与平原区差异较大，为准确掌握工程区降雨、气温、蒸发、湿度、风速风向等要素变化规律，2023 年 7 月中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司已分别在高昌抽水蓄能电站上、下水库设立专用气象站。考虑到资料较短，仅有 2023 年 9 月—2024 年 12 月的观测数据（见表 4.1.4-4～表 4.1.4-5）本阶段仍采用同预可研阶段煤窑沟水文站气象资料。待积累一定资料后，对高昌抽水蓄能电站上、下水库气象成果进行复核。

表 4.1.4-1 煤窑沟水文站 1978 年—2021 年气象要素统计表

项目	单位	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
平均气温	℃	-9	-2.4	6.4	14.9	20.9	24.9	27	25.4	19.6	10.8	3.7	-6.7	11.3
极端最低气温	℃	-28.5	-21.5	-12.4	-4.3	3	8.3	11.3	9.5	0.7	-5.5	-21.2	-23.5	-28.5
平均降水量	mm	2.5	2.6	2.9	3.4	4.2	12.9	15.6	10.3	5.6	3.2	2.9	2.4	68.5
平均蒸发量 (φ20 蒸发器)	mm	18.1	39.8	113.5	212.1	312	347.4	345.2	307.5	207.5	118.3	48	18.9	2088.3

表 4.1.4-2 高昌区气象站 1952 年—2021 年气象要素统计表

项目	单位	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
平均气温	℃	-7.4	0.2	10.6	20	26.4	31.2	32.8	30.8	24	13.9	3.5	-5.3	15.1
极端最低气温	℃	-18.3	-16.1	-9	2.4	9.9	13.3	17.2	13.4	7.6	-1.8	-17.8	-25.2	-25.2
平均降水量	mm	1	0.4	1.1	0.6	0.8	3.1	1.9	2.3	1.4	1.2	0.6	1	15.4
平均蒸发量 (φ20 蒸发器)	mm	19	51	155.7	283.8	389.9	445.1	448.9	374.1	241.3	124.6	51.1	18.5	2603
多年最大风速	m/s	15.8	21.6	34	30	29.9	40	36.8	28	34	21.7	24	17.4	40
最大冻土深度	cm	72	80	11	0	0	0	0	0	0	3	25	58	41.5

表 4.1.4-3 折算上、下水库平均气温成果表

项目	单位	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
上水库	℃	-14.9	-8.3	0.5	9.0	15.0	19.0	21.1	19.5	13.7	4.9	-2.2	-12.6	5.4
下水库	℃	-11.0	-4.4	4.4	12.9	18.9	22.9	25.0	23.4	17.6	8.8	1.7	-8.7	9.3

表 4.1.4-4 高昌抽水蓄能电站上水库专用气象站观测成果表

项目	单位	年份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平均本站气压	Hpa	2023									814	817	817	815
		2024	815	813	813	813	814	812	810	813	816	817	818	816
平均气温	℃	2023									15.0	9.6	-0.7	-8.4
		2024	-8.3	-8.7	1.6	8.8	18.3	21.1	22.0	21.5	13.8	7.3	-1.2	-11.1
极端最高气温	℃	2023									27.9	27.4	11.4	4.6
		2024	3.8	3.8	17.8	19.8	28.7	32.5	33.6	31.6	23.6	17.2	12.6	3.4
极端最低气温	℃	2023									1.6	-1.4	-9.5	-23.5
		2024	-19.6	-19.9	-13.0	-2.3	6.6	7.6	0.1	11.7	-1.8	-3.1	-11.7	-19.4
平均相对湿度	%	2023									43.7	41.2	49.5	61.6
		2024	56.6	52.2	38.1	35.0	30.1	29.4	40.6	40.2	45.0	51.3	61.3	68.9
降雨量	mm	2023									16.4	0.0	3.8	1.2
		2024	0.8	0.2	0.0	2.0	18.4	27.2	42.2	34.2	34.2	14.0	2.2	0.8
平均风速	m/s	2023									1.1	1.0	0.7	0.4
		2024	0.5	0.5	0.9	1.1	1.3	1.5	1.3	1.3	1.1	0.9	0.8	0.6
最大风速	m/s	2023									7.5	4.9	7.5	2.5
		2024	2.9	7.1	4.7	6.4	6.3	6.3	6.7	6.3	5.1	3.8	4.2	2.4

表 4.1.4-5 高昌抽水蓄能电站下水库专用气象站观测成果表

项目	单位	年份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平均本站气压	Hpa	2023									862	867	869	864
		2024	867	866	864	862	861	859	857	860	865	867	870	867
平均气温	℃	2023									19.2	13.6	1.4	-5.5
		2024	-6.7	-5.7	5.5	13.2	22.7	25.7	26.8	26.1	15.7	8.2	1.4	-11.6
极端最高气温	℃	2023									32.6	22.7	14.9	0.9
		2024	5.0	4.7	21.5	25.7	32.5	36.9	37.6	36.2	28.4	21.3	12.1	1.8
极端最低气温	℃	2023									4.7	4.3	-5.2	-14.1
		2024	-14.8	-17.2	-8.6	2.1	10.0	13.1	15.8	14.3	-4.7	-1.1	-9.9	-21.1
平均相对湿度	%	2023									36.4	34.2	44.2	66.7
		2024	62.0	44.1	31.2	28.2	25.3	23.8	32.2	32.9	36.3	43.2	55.8	61.7
降雨量	mm	2023									7.0	0.2	1.8	0.0
		2024	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	9.4	16.0	16.0	24.5	11.9	0.8	0.4
平均风速	m/s	2023									2.1	1.7	1.4	0.7
		2024	1.0	1.2	1.8	2.4	2.4	2.9	2.6	2.5	2.0	1.7	1.3	0.9
最大风速	m/s	2023									9.3	8.3	9.6	3.1
		2024	3.0	5.7	7.2	15.6	12.4	9.9	11.4	10.1	14.4	7.1	4.7	3.5

4.1.4 水文泥沙

上水库位于塔尔朗河支流桃儿沟右岸支沟沟脑通过围挖形成，坝址以上集水面积 3.26km²，为干沟，下水库位于塔尔朗河出山口左岸附近的阶地上，通过开挖形成，无天然径流汇入。故上、下水库库盆均无天然径流。

本工程施工期用水、初期蓄水和运行期补水均取自塔尔朗河河水，建设期、初期蓄水、正常运行期补水拟采用已实施高效节水项目指标置换的农业用水，通过水权交易获取工业用水指标及水量，通过水权交易获取工业用水指标及水权，不新增河道用水。

4.1.4.1 径流

塔尔朗流域发源于天山以南，源头分布有冰川，径流补给来源主要为降雨、冰川融雪水和地下水补给。塔尔朗流域中高山区降水量在150mm~700mm之间，平原区的降水量约在50mm。塔尔朗专用站以上集水区平均径流深为163mm，径流深分布趋势自高山区向低山区递减，出山口以下平原区平均径流深约5mm左右，基本不产流，河流出山口后水量大部分通过渠道被引入灌区，剩余水量流经山前砾石戈壁带，水量大量渗漏，最终散失于下游平原和盆地。

塔尔朗流域径流年际变化较小。径流年内分配不均匀，4月后，随着气温升高融雪补给量增加，并与夏季降水叠加共同形成径流量集中补给时段。径流量集中在5月~9月。最大月径流量出现在6月~8月，占年径流量的70%左右；最小月径流量多出现在1月~4月，占年径流量的4%左右；连续最大4个月（6月~9月）径流量占年径流量的80%左右。

本项目取水断面上游为原始天然河道，下游2.7km为拟建的塔尔朗水库大坝。根据自治区已批复的《塔尔朗水库工程初步设计报告》（湖南省水利水电勘测设计规划研究总院有限公司），该工程所采用的径流系列资料一致，计算方法一致，多年平均径流量计算成果相同，天然状态下，塔尔朗河多年平均径流量7472亿 m³，多年平均流量2.37m³/s。

本电站取水断面与塔尔朗水库位置相近，集水面积相近，来水条件基本相同。塔尔朗水库可行性研究报告已通过水利部黄河水利委员会审查，塔尔朗水库初步设计报告已获自治区发改委批复，其可研与初设阶段径流设计成果相同，考虑设计径流成果协调性，本次取水口断面设计径流成果直接采用塔尔朗水库已批复成

果，成果见表4.1.5-1。

表4.1.5-1 取水口断面设计代表年年内分配成果表 单位: 万m³、 m³/s

频率 月份	P=50%		P=75%		P=95%	
	径流量	流量	径流量	流量	径流量	流量
1月	75.7	0.28	175	0.65	76.3	0.28
2月	62.5	0.26	112	0.46	48.9	0.20
3月	50	0.19	72.5	0.27	37.9	0.14
4月	52.9	0.20	71.3	0.28	39.4	0.15
5月	534	1.99	457	1.71	226	0.84
6月	1305	5.03	827	3.19	662	2.55
7月	2202	8.22	1292	4.82	1482	5.53
8月	1342	5.01	1576	5.88	1430	5.34
9月	935	3.61	827	3.19	494	1.91
10月	451	1.68	430	1.61	240	0.90
11月	252	0.97	267	1.03	145	0.56
12月	89.7	0.33	199	0.74	107	0.40
年	7351	2.33	6307	2.00	4989	1.58

4.1.4.2 洪水

(1) 洪水特性

在大气环流影响下，新疆天山以南地区降雨主要由副高和东南低空急流携带水汽后在天山和盆地作用下形成降雨，夏季气温高同时伴有融雪型洪水。塔尔朗流域位于天山南麓，吐鲁番盆地北部，受地形影响平原区降水量极少，山区暴雨大。流域暴雨主要在中、高山带，暴雨历时短，量值高，常常造成峰高量小的洪水，洪水过程尖瘦。

塔尔朗流域洪水类型有暴雨型洪水、冰雪消融型洪水和暴雨融雪混合型洪水。流域上游高山区发育有冰川和积雪，每年夏季，随着气温的上升，每次大的升温，上游山区大量冰雪消融，形成融雪型洪水，该型洪水主要发生在6月~8月。6月~8月也是塔尔朗流域的暴雨多发期，受天气系统的影响，流域内海拔在1500m~3500m地区容易产生大范围或局部暴雨，形成暴涨暴落、峰高量小的暴雨洪水。且7月中旬至8月上旬流域气温高，叠加融雪洪水出现较大的洪水过程。

塔尔朗流域大洪水主要是由暴雨所形成，具有局地性，突发性，短历时，高强度，陡涨陡落，破坏性极大的特点。

(2) 设计洪量

新疆高昌抽水蓄能电站上、下水库通过挖填形成，上水库库周有3条支沟，

下水库临近高昌沟，均无天然径流，上、下水库库周支沟集水面积均不足10km²。

高昌抽水蓄能电站建成后，上游支沟集水面积较小，上游支沟洪水通过布设拦挡坝、排洪隧洞及截排水沟导排至下游，洪水、泥沙均不入库。下水库位于塔尔朗河出山口左岸附近的阶地上，通过开挖形成。为了防止降雨期间水库后缘天然岸坡水土流失产生的泥沙进入库盆，采用开挖边坡外的截水沟以及坝顶排水沟导排坡面洪水，将含沙洪水拦在库外。仅有库盆区降水直接形成洪量（清水）拦蓄在库中。因此上、下水库24小时入库洪量即为库盆设计洪量，计算成果见表4.1.5-2。

表 4.1.5-2 高昌抽蓄电站上、下水库库盆设计洪量成果表 单位：万 m³

水库	集水面积	设计洪量							
		0.10%	0.20%	0.50%	1%	2%	5%	10%	20%
上水库	0.25	2.83	2.58	2.27	2.04	1.8	1.48	1.24	0.99
下水库	0.27	3.13	2.86	2.52	2.25	1.99	1.64	1.37	1.09
下水库东北侧坡面	0.59	6.73	6.14	5.4	4.84	4.28	3.52	2.94	2.35

4.1.4.3 泥沙

（1）流域产沙概况

塔尔朗流域属干旱区域，植被差，地表裸露，土壤松散，河道纵坡较大，中上游河段水流流速较大，山体切割破碎，当山区发生大降水时，松散的土壤很容易被地面径流侵蚀带入河槽，增加水流中挟带的泥沙，含沙量从高山区到低山区有逐渐增大的趋势。当河流出现洪水时，泥沙含量迅速增加。

（2）工程取水断面泥沙分析

取水断面控制集水面积 420km²，采用修正后大河沿站输沙模数计算取水断面年天然悬移质输沙量为 7.01 万 t，计算多年平均悬移质含沙量为 0.968kg/m³。对于山区河流，推悬比一般取 0.15~0.30 之间，结合塔尔朗河山区植被及下垫面条件，本次设计取 0.25，计算得到取水断面推移质输沙量为 1.75 万 t。

4.1.4.4 蒸发

煤窑沟水文站与工程位置属于相邻流域，且距离较近，采用该站多年平均蒸发量计算上、下水库水面蒸发量。煤窑沟水文站蒸发量采用口径为 20 厘米的小型蒸发皿测量，本次设计采用的资料统计年限为 1978 年—2021 年。

本次Φ20 与 E-601 型蒸发器折算系数采用《新疆地表水资源研究》（2008 年版）中煤窑沟站折算系数。E-601 型蒸发器与大水体折算系数采用《水电工程水文设计规范》(NB/T 10233-2019)附录 B 中哈地坡站折算系数,成果见表 4.1.5-4。

表 4.1.5-4 高昌抽水蓄能电站水库水面蒸发量成果表 单位: mm

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	全年
平均蒸发量 (Φ20 蒸发器)	18.1	39.8	114	212	312	347	345	308	208	118	48	18.9	2088.3
折算至 E601 系数	0.616	0.616	0.616	0.527	0.583	0.598	0.633	0.625	0.661	0.751	0.616	0.616	
折算至大水体 系数	11.1	24.5	69.9	112	182	208	219	192	137	88.8	29.6	11.6	1284.9
水面蒸发量 (大水体)	0.82	0.82	0.82	0.82	0.8	0.81	0.82	0.84	0.85	0.91	0.91	0.91	

高昌抽水蓄能电站建成后,由于上、下水库均为独立水库,均不与水库库面以外的外水进行水量交换,因此,上、下水库蒸发损失采用水面蒸发量。

4.1.4.5 冰情

塔尔朗河无冰情实测资料,经调查工程临近煤窑沟河已建煤窑沟水库冬季库面结冰厚约 0.6m~0.65m。

工程煤窑沟水文站相距较近,以煤窑沟水文站实测气象资料统计值作为设计依据。根据煤窑沟水文 1958 年—2021 年逐日气温资料统计,参照与本工程纬度接近的东北地区,本次计算中 k 取 2.2, α 取 0.53。将各参数代入公式,计算得到高昌抽水蓄能电站上、下水库天然冰厚为 0.92m、0.73m。计算下水库最大冰厚为 0.73m,调查煤窑沟水库最大冰厚为 0.6~0.65m,本次计算冰厚成果合理,可作为计算运行期冰厚的依据。

抽水蓄能电站水库最大冰厚主要受气温、水库运行次数、运行时间、水位日变幅等因素影响。当上下水库建成,水库每日运行次数、时间和水库消落深度,再次影响水库结冰厚度。《抽水蓄能电站设计规范》(NB/T10072-2018)对我国已建成并运行的 5 座抽水蓄能电站进行冰情调查,涉及的水库有呼和浩特抽蓄电站、辽宁蒲石河抽蓄电站、山西西龙池抽蓄电站、河北张河湾抽蓄电站、北京十三陵抽蓄电站,调查运行年限为 2014 年—2016 年。对于人工挖筑的水库,据统计资料,各水库冰厚/河道冰厚约为 0.05~0.43,水库冰厚不及河道冰厚的一半,平均占比 0.43,即正常运行期上、下水库冰厚分别为 0.40m 和 0.31m。如遇冬季临时停机、检修等特殊情况,机组不能正常运行,长时间停机会引起库面结冰,上、下水库冰厚参照天然冰厚,分别为 0.92m 和 0.73m。

4.1.5 水文地质条件

工程区未发现无可溶岩地层分布,地下水的类型主要有第四系孔隙潜水和基岩裂隙潜水两类。地下水的主要补给来源为降雨入渗补给,地下水主要赋存在第四系地层的孔隙以及基岩的裂隙或断层的破碎带中,无规律的导水通道。地下水在重力作用下,沿覆盖层的孔隙或岩体内裂隙流动,最终排泄至本区的最低面—塔尔朗河。

上水库岩体开挖后,揭露的地下水主要为基岩裂隙水,表现为沿岩体的结构面渗水、滴水,整体渗出水量有限。库周钻孔揭露的地下水位埋深为地表以下 75.0m~115.8m,库盆内钻孔揭露的地下水位埋深为 36.6m~43.5m,库周及库盆内地下水位均低于库底高程。

下水库地下水主要为覆盖层中的孔隙潜水，局部覆盖层透水性差的部位存在上层滞水，但水量有限，多在雨季存在，干旱季节消失。本阶段在库区钻孔 90m 深度范围内未揭露出地下水，判断库址区地下水位埋藏深。

4.1.6 土壤及水土流失

流域受干旱荒漠气候侵袭影响，其土壤垂直带向上推移，自下而上呈现规律性变化。流域地貌类型多样、水分条件各异，土壤类型也较丰富。流域平原灌区周边植被稀疏，气候干燥，降水少，风力强劲，流域地层从上到下由山地钙土——山地棕钙土——山地棕漠土——风沙土——灌淤土潮土组成。

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持区划（试行）〉的通知》（办水保〔2012〕512 号）文件，项目区属Ⅱ北方风沙区（新甘蒙高原盆地区）—Ⅱ-3 北疆山地盆地区—Ⅱ-3-4wf 吐哈盆地生态维护防沙区。经过查阅资料及现场踏勘，初步判断项目区土壤侵蚀类型以风力侵蚀为主，土壤侵蚀强度以轻度为主，容许土壤流失量 $1000t/(km^2 \cdot a)$ ，项目区土壤侵蚀模数背景值约为 $1300t/(km^2 \cdot a)$ 。

4.2 陆生生态环境

4.2.1 调查时间及范围

4.2.1.1 调查时间

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）结合本项目的评价等级，西北院委托山西绿典环保科技有限公司于 2023 年 7 月 29 日至 8 月 4 日、2023 年 11 月 20 日至 11 月 25 日两次在植物的生长旺盛期，花期及果期、动物繁殖期按照相关技术规范及导则要求对评价范围的植被及动植物进行了现场调查。

4.2.1.2 调查范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）的有关原则，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。新疆高昌抽水蓄能电站陆生生态评价范围为上、下水库库盆、施工布置区以及临时占地区等向外扩展 1km，施工道路以中心线两侧 300m 的区域，评价面积 $5710.39hm^2$ ，重点调查区域为上下库库盆与施工布置区等。

4.2.2 调查方法

4.2.2.1 基础资料收集

收集整理评价区及邻近地区的现有生物多样性资料,在综合分析现有资料的基础上,确定实地考察的重点区域及考察路线。搜集的资料主要有:《吐鲁番市古树名木清单》等。报告编写过程中参考了《中国植物志》(科学出版社,2004)、《新疆植物志》(新疆人民出版社,2001)、《中国植物区系与植被地理》(科学出版社,2015)、《中国两栖动物彩色图鉴(野外版)》(河南科学技术出版社,费梁,2020年)、《中国两栖、爬行动物更新名录》(王凯等《生物多样性》2020年第02期)、《中国鸟类分类与分布名录(第四版)》(科学出版社,2023年)、《中国兽类名录(2024版)》(《兽类学报》,魏辅文等,2025年)、《中国兽类野外手册》(史密斯,解焱湖南教育出版社2009年)、《新疆阿勒泰地区爬行动物区系及多样性海拔分布格局》(陶夏秋等,2018)等专业著作及相关资料。

4.2.2.2 实地调查

(1) 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,进行现场调查。实地调查采取样线调查与样方调查相结合的方法,确定评价区的植物种类、植被类型等,对国家重点保护野生植物调查采取野外调查和访问相结合的方法进行。

1) 样方、样点布设原则

植被调查取样的目的是要通过样方的研究准确地推测评价范围植被的总体,所选取的样方具有代表性,能通过尽可能少的抽样获得较为准确的有关总体的特征。在对评价范围的植被进行样方调查中,采取的原则是:

①尽量在重点施工区域以及植被良好的区域设置样点,并考虑评价区布点的均匀性。

②所选取的样点植被为评价区分布比较普遍的类型。

③尽量避免非取样误差,避免只选择路边易到之处,两人以上进行观察记录,消除主观因素。

以上原则保证了样点的布置具有代表性,调查结果中的植被应包括评价区分布最普遍、最主要的植被类型。

2) 调查方法

参考《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》（HJ 710.1-2014）、《全国植物物种资源调查技术规定（试行）》等，主要采用样线、样方调查。

①样线/样带调查法

根据评价区地形地貌、坡度、坡向、坡位、海拔等特点，结合卫星遥感图片、地形图、林相图等资料，按照施工布置确定调查点位，在调查时采取随机样方法调查植物群落状况。力求这些调查点和调查线路基本代表评价区内的所有生境，确保调查数据和采集标本的真实可靠。水平样线的调查内容包括记录沿线的植被类型、生境概况、植物种类及其个体数目和人为干扰现状，记录方式有现场调查、咨询记录、数码拍摄记录等。通过沿线踏勘选择合适的垂直样线，并为样地调查提供参考。根据选定的垂直样线，顺着山坡垂直向上，沿线记录物种分布及植被类型的变化，同时选择典型的群落样地，进行样方调查。

表 4.2.2-1 评价区植物样线设置一览表

序号	样线名称	区域		经度	纬度	样线长度 (m)
1	GC01	重大件运输临时便道	起点	89°10'06.3867"	43°09'44.8997"	2019
			终点	89°08'55.6098"	43°09'21.3376"	
2	GC02	重大件运输临时便道	起点	89°06'34.9590"	43°08'43.8782"	1188
			终点	89°05'43.1160"	43°08'44.3765"	
3	GC03	对外路	起点	89°03'36.4554"	43°10'21.6915"	1833
			终点	89°03'36.2036"	43°11'20.1290"	
4	GC04	下库弃渣场至炸药库	起点	89°03'41.8148"	43°15'53.7920"	1665
			终点	89°03'51.1432"	43°15'15.4723"	
5	GC05	取水口附近	起点	89°04'16.8922"	43°15'48.8771"	1661
			终点	89°05'03.7178"	43°16'19.1760"	
6	GC06	上库施工布置区	起点	89°05'49.0379"	43°16'24.0809"	1925
			终点	89°06'59.7701"	43°16'15.0793"	
7	GC07	上库施工布置区	起点	89°07'11.9501"	43°16'06.2735"	963
			终点	89°07'29.8356"	43°16'23.1340"	
8	GC08	上库库盆附近	起点	89°07'31.1331"	43°15'50.3823"	611
			终点	89°07'21.1745"	43°15'42.1394"	
9	GC09	上下库连接路	起点	89°07'38.8951"	43°13'51.0450"	1477
			终点	89°07'14.0645"	43°13'59.4608"	
10	GC10	上下库连接路	起点	89°07'45.8176"	43°14'26.8680"	1297
			终点	89°06'58.6354"	43°14'27.3008"	

②样方调查法

样方调查采用典型样方记录法，灌木样方为 5m×5m，记录样方内的所有植物种类，并利用 GPS 确定样方位置。样方调查内容包括：样地的地理位置（包括地理名称、经纬度、海拔和部位等），坡形、坡度、坡向；土壤类型、生境特征；群落的名称，群落外貌特征和郁闭度；乔木层植物进行每木调查，分别记录乔木植株的种名、树高、胸围和冠幅；灌木层记录灌木的种名、高度、盖度和株数（丛数），草本植物和层间植物的种名、高度和分布均匀度。另外，对样地受干扰现状、程度和原因，林内植物死亡状况，分别作为备注进行记载。

表 4.2.2-2 评价区植物主要群系样方设置一览表

序号	样方优势种名称	样方位置	经度	纬度	海拔 (m)	样方大小 (m ²)	调查人员
1	密花怪柳	取水口附近	89°04'17.6114"E	43°15'56.2615"N	1220	5×5	兰德庆、肖锦
2		对外路	89°04'19.9674"E	43°12'39.7186"N	1017	5×5	兰德庆、肖锦
3		对外路桥梁	89°04'17.0320"E	43°14'10.0349"N	1092	5×5	兰德庆、肖锦
4	膜果麻黄	下库施工布置区	89°05'31.1897"E	43°15'02.3388"N	1429	5×5	兰德庆、肖锦
5		上下库连接公路	89°06'03.3486"E	43°14'44.7747"N	1455	5×5	兰德庆、肖锦
6		上库库盆	89°07'12.8476"E	43°15'46.1924"N	1904	5×5	兰德庆、肖锦
7		上下库连接公路	89°05'31.4987"E	43°14'47.3438"N	1355	5×5	兰德庆、肖锦
8		上库施工布置区附近支沟	89°06'59.0782"E	43°16'14.4648"N	1999	5×5	兰德庆、肖锦
9		上库施工布置区	89°07'19.7419"E	43°16'20.8557"N	1985	5×5	兰德庆、肖锦
10		下库施工布置区	89°04'47.5062"E	43°14'43.1800"N	1258	5×5	兰德庆、肖锦
11		下库库盆	89°04'46.6774"E	43°15'15.9761"N	1275	5×5	兰德庆、肖锦
12		下库施工布置区	89°04'34.5168"E	43°15'25.6836"N	1265	5×5	兰德庆、肖锦
13		上下库连接公路	89°06'41.8941"E	43°15'23.3507"N	1875	5×5	兰德庆、肖锦
14		上下库连接公路	89°07'08.0405"E	43°14'25.9999"N	1705	5×5	兰德庆、肖锦

序号	样方优势种名称	样方位置	经度	纬度	海拔(m)	样方大小(m ²)	调查人员
15		上下库连接公路	89°07'17.8731"E	43°14'08.1157"N	1609	5×5	兰德庆、肖锦
16	沙拐枣	上下库连接公路	89°05'40.3049"E	43°14'48.8068"N	1385	5×5	兰德庆、肖锦
17		下库施工布置区	89°04'57.5098"E	43°14'53.4488"N	1273	5×5	兰德庆、肖锦
18		下库库盆	89°04'49.2056"E	43°15'02.9858"N	1260	5×5	兰德庆、肖锦
19	圆叶盐爪爪	重大件运输临时便道	89°09'54.6427"E	43°09'38.8479"N	825	5×5	兰德庆、肖锦
20		重大件运输临时便道	89°06'15.6071"E	43°08'47.7209"N	841	5×5	兰德庆、肖锦
21		弃渣场	89°03'45.0515"E	43°15'53.0552"N	1289	5×5	兰德庆、肖锦
22		下库施工布置区	89°04'41.9830"E	43°15'28.3595"N	1303	5×5	兰德庆、肖锦
23		上库施工布置区	89°07'29.1275"E	43°16'23.3796"N	2009	5×5	兰德庆、肖锦
24		对外路	89°03'33.6961"E	43°10'42.6097"N	925	5×5	兰德庆、肖锦
25		上库库盆	89°07'10.0281"E	43°15'40.6796"N	1894	5×5	兰德庆、肖锦
26		上下库连接公路	89°06'52.1452"E	43°14'58.2033"N	1831	5×5	兰德庆、肖锦
27		上下库连接公路	89°06'36.1646"E	43°14'50.4034"N	1766	5×5	兰德庆、肖锦
28		炸药库附近	89°03'56.0207"E	43°15'21.4397"N	1246	5×5	兰德庆、肖锦
29		下库库盆	89°04'56.4200"E	43°15'07.1400"N	1290	5×5	兰德庆、肖锦
30		上下库连接公路	89°05'16.7058"E	43°14'47.1750"N	1319	5×5	兰德庆、肖锦



图 4.2.2-1 陆生植物调查现场工作照

(2) 陆生动物调查

1) 调查样线、样点、样方的选择

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）二级评价的要求：“二级评价每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于 3 条”，2023 年 7 月，11 月，项目专业技术人员对评价区开展了陆生动物调查共设置 15 条动物调查样线，涵盖 4 类动物生境类型，各类型样线数量均不少于 3 条。

样线布设考虑陆生野生动物的栖息地类型、活动范围、生态习性、透视度和所使用的交通工具，采用 GIS 在 1/10000 或 1/50000 的电子地形图上分层随机抽样。各地理单元样线长度以 1km 左右为宜，样线单侧宽度根据生境类型和调查对象而定。一般情况下，两栖爬行类 2~5m、鸟类 50~200m、兽类 50~200m。各调查样区的样线数（ n_i ）是根据调查样区的总面积（ A_i ）、抽样强度（ Q_i ）和预设样线面积（ M_i ）来确定的（计算公式为： $n_i = A_i \times Q_i / M_i$ ）在实际操作时，根据可行走性，在理论样线起点附近使用 GPS 定位，该点为实际起点（实际起点与理论起点之间的距离应小于两个邻近理论起点间距的 1/4），在整个调查过程中开启路径记录功能，直至达到理论样线长度结束并使用 GPS 定位，该点位置为实际终点，该样线称为实际样线。当天样线的 GPS 信息于当天导入电脑保存。

现场调查中的样地偏移符合地形地貌及野生动物调查的实际需要，偏移后同类型样地不应有交叉，从总体上不应打破均匀分布的格局。调查人员使用大比例尺地形图、GPS 或借助荒漠资源调查固定样地的标桩等，进行样地定位。找到起始点后，依照预设方向行进，按照野生动物野外调查方法的技术要求，开展外业调查。

15 条动物调查样线中，上库 4 条，下库 4 条，施工区 7 条。各生境类型动

物调查样线数量统计详见表 4.2.2-1，动物调查样线信息见表 4.2.2-2 和表 4.2.2-3。



图 4.2.2-2 陆生动物调查现场工作照

表 4.2.2-3 各生境类型动物调查样线数量统计表

生境类型	施工区	上库	下库	小计
灌丛	0	3	1	4
荒漠	0	1	3	4
水域	4	0	0	4



建设用地/居民点	3	0	0	3
合计	7	4	4	15

表 4.2.2-2 动物调查样线一览表

序号	区域	样线名称	经纬度		样线长度 (m)	主要生境
			起点	终点		
1	上库施工布置区外围	上库 1	89°5'25.67"E,43°16'27.62"N	89°6'17.44"E,43°16'34.69"N	1230	荒漠
2	上库施工布置区外围	上库 2	89°5'55.30"E,43°15'57.53"N	89°6'43.69"E,43°16'10.12"N	1171	灌丛
3	上库库盆	上库 3	89°6'58.47"E,43°15'47.42"N	89°7'23.36"E,43°16'11.84"N	1106	灌丛
4	上库施工布置区	上库 4	89°7'25.52"E,43°16'20.53"N	89°7'57.00"E,43°16'42.13"N	1035	灌丛
5	下库库盆	下库 1	89°4'54.62"E,43°15'22.70"N	89°5'10.39"E,43°15'2.04"N	806	荒漠
6	下库施工布置区	下库 2	89°4'53.46"E,43°14'54.12"N	89°5'44.21"E,43°15'19.69"N	1648	荒漠
7	上下库连接路	下库 3	89°6'19.75"E,43°14'52.40"N	89°7'11.47"E,43°14'51.76"N	1231	灌丛
8	下库施工布置区	下库 4	89°7'4.06"E,43°14'34.97"N	89°7'57.76"E,43°14'34.30"N	1365	荒漠
9	取水点	施工区 1	89°4'31.08"E,43°15'47.25"N	89°4'18.93"E,43°14'58.34"N	1734	建设用地/居民点
10	对外路	施工区 2	89°4'21.17"E,43°14'49.28"N	89°4'26.78"E,43°14'18.93"N	1055	水域
11	对外路	施工区 3	89°4'26.28"E,43°14'18.05"N	89°4'22.76"E,43°13'41.29"N	1151	水域
12	下库弃渣场、炸药库等	施工区 4	89°4'24.42"E,43°13'38.03"N	89°4'31.30"E,43°13'2.09"N	1163	水域
13	上下库连接路	施工区 5	89°3'42.97"E,43°15'47.72"N	89°4'13.94"E,43°15'52.45"N	1080	建设用地/居民点
14	对外路	施工区 6	89°4'28.14"E,43°15'55.19"N	89°4'53.31"E,43°16'19.80"N	1017	水域
15	对外路	施工区 7	89°4'30.60"E,43°15'37.31"N	89°4'21.73"E,43°14'53.01"N	1408	建设用地/居民点

2) 各类群开展样线调查法

①两栖动物调查方法

两栖动物调查最适宜的调查季节为出蛰后的 1~5 个月内。最适宜的调查时间为晚上（日落前 0.5 小时至日落后 4 小时）。由于自然环境因子具有梯度变化特征，因此两栖动物的分布易呈现梯度变化趋势，样线法适用于比较物种与环境因子之间的梯度变化关系。调查人员沿着样线或样带记录一定距离内所观察到的物种和数量，调查时行进速度应保持在 2 km/h，行进期间以记录物种和个体数量为主，不宜拍照和采集。每组样线由 2 人合作，1 人观察报道物种种类和数量，另 1 人填表登记。根据两栖动物分布状态与生境因素变化的关系，如海拔梯度、植被类型和水域状态等确定样线。在生境较复杂的山区，多条短样线（50~100m）的效果更好。样线的宽度一般为 2~10m，视视野情况而定。在水边调查两栖动物可以在水陆交汇处行走，水陆地各 1m 宽。利用 GPS 对样线的起点和终点进行定位，开启手持 GPS 的线路功能，将调查线路附加到地图上。

②爬行动物调查方法

爬行动物调查方法最适宜的调查季节是出蛰后的 1~5 个月内，最适宜的调查时间为日出后 2~4 小时及日落前 2~4 小时。选定样线后，用 GPS 定位仪定位坐标，在地图上标明样线的线路。调查时以 2 km/h 左右的速度缓慢前行，记录沿样线左右各 3~5m、前方 3~5m 范围内见到的爬行动物的种类和数量。行进期间，不宜采集标本或拍照。不重复计数同一只个体，不计数身后的爬行动物。每组样线由 2 人合作，1 人观察、报告种类和数量，另 1 人填表、登记。

4) 鸟类调查方法

根据鸟类生活习性，选择早、晚（日出后和日落前）各沿样线行走，观察、拍摄和记录样线两侧所见到的动物。采用分层随机抽样法，按每个调查点的几种主要生境，每种生境抽取若干样线。每条样线长 500~1000m 左右。如遇悬崖或江河阻隔，在一定时间内可绕过后应继续保持原方向前进。实际样线长度应与理论样线相等。步行速度 1.5~2km/h，观察鸟类时，对样线两侧 50m 范围内的鸟类进行调查和记录，对于看到实体、听到叫声或者从高空飞过的鸟类均记录，对于家燕等集群且来回飞行的鸟类用最大计数法。

5) 哺乳动物调查方法

固定宽度样线法调查时只记录样线一定宽度内的个体数，不需测量动物与样线的距离，但必须通过预调查确定合适的样线宽度，保证样线内的所有个体都被发现。

航线宽度的确定应考虑哺乳动物活动范围、景观类型、透视度和交通工具等因素。在荒漠中一般为 5~50m，在草原和荒漠中为 500~1000m。

固定宽度内调查目标的种群密度（ D_i ）按下式计算：

$$D_i = \frac{N_i}{2LW}$$

式中：L——样线长度；

W——样线单侧宽度；

N_i ——样线内观察到的动物个体数。

6) 数据分析方法

①分布面积

如果某种动物在调查样区各层均有分布，则调查样区面积即为动物的分布面积。如果某种动物在调查样区内仅分布于特定的栖息地，则该栖息地面积为该种动物的分布面积。

②栖息地面积

根据文献资料、野生动物的栖息地记录，确定野生动物的栖息地类型，根据荒漠资源二类调查数据、遥感数据等有关资料，用 GIS 确定各种类型栖息地的面积，各类型栖息地面积之和即为该种动物在调查区域内的栖息地面积。

③种群数量

a.样线法

每一物种的种群密度（ D_i ）按下式计算：

$$D_i = \frac{N_i}{L \times B}$$

式中： N_i ——样线内物种 i 的个数；

L——样线的长度

B——样线总的宽度。

样线内每一物种相对种群密度（ RD_i ）按下式计算：

$$RD_i = \frac{D_i}{\sum D_k}$$

式中： $\sum D_k$ ——样线内所有物种种群密度的总和。

每一物种的平均种群密度按下式计算：

$$D' = \frac{\sum D_i}{n}$$

式中： n ——该物种分布总体内所含的样线数量。

种群数量（ M ）按下式计算：

$$M = D' \times A$$

式中： A ——该物种的分布区面积。

b. 数据分析

辛普森指数（ D ）按下式计算：

$$D = 1 - \sum P_i^2$$

式中： P_i ——物种 i 的个体数占群落内总个体数的比例， $i=1, 2, \dots, S$ 。

S ——物种种类总数，个。

香农-维纳指数（ H' ）按下式计算：

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

均匀度指数（ J ）按下式计算：

$$J = - \sum P_i \ln P_i / \ln S$$

4.2.2.3 专家和公众咨询法

通过咨询有关专家，收集公众、社会团体和相关管理部门对项目的意见，发现现场踏勘中遗漏的相关信息。

4.2.2.4 遥感调查法

主要利用卫星遥感方法，具体流程为：

（1）遥感数据：收集获取待解译区域的多源遥感影像数据。

(2) 地面调查数据：获取野外调查样本和地面采集数据等。

(3) 其他数据：收集区域内自然地理、地形地貌等资料。

(4) 数据预处理：通过对获取的遥感数据进行波段合成、辐射校正、几何精校正、图像配准、图像增强、拼接与裁剪等一系列处理，形成适用于开展解译的影像数据。

(5) 植被类型解译结果：经过人机交互遥感解译、野外核查和精度验证等步骤，最终获得质量合格的植被类型解译结果数据，解译结果为植被评估等提供数据依据。

4.2.3 评价区生态系统现状与评价

评价区生态系统以《中国植被》提出的植物群落分类系统为基础，参考《中国生态系统》的分类原则及方法，根据对建群种生活型、群落外貌、土地利用现状的分析，结合动植物分布和生物量的调查，对评价区生态现状进行生态系统划分，可分为荒漠生态系统、灌草丛生态系统、农田生态系统、湿地生态系统及城镇/村落生态系统。评价区各生态系统类型及面积见表 4.2.3-1。评价区自然环境良好，区域生态系统以自然的荒漠生态系统为主，面积为 5619.82hm²，占评价区总面积的 98.41%；其次为灌丛生态系统，占评价区总面积的 1.42%；湿地生态系统、城镇/村落生态系统占评价区面积较小。

表 4.2.3-1 评价区各生态系统面积及比例

类型	面积 hm ²	比例
荒漠生态系统	5619.82	98.41%
灌丛生态系统	81.33	1.42%
湿地生态系统	3.03	0.05%
城镇/村落生态系统	6.21	0.11%
合计	5710.39	100.00%

4.2.3.1 荒漠生态系统

评价区处于新疆中部东疆区域，此区域主要以荒漠生态系统为主。根据现场调查及卫片解译，评价区荒漠生态系统面积为 5619.82hm²，占评价区总面积 98.41%。

(1) 生物群落组成

荒漠生态系统内植被型为温带荒漠，主要分布物种以膜果麻黄 (*Ephedra przewalskii*)、圆叶盐爪爪 (*Kalidium schrenkianum*) 等为主。常见的动物有石

鸡、巨嘴沙雀、漠鹀、荒漠伯劳、吐鲁番麻蜥等。

(2) 生态系统服务功能

评价区内荒漠生态系统在植被组成上来看，以灌木荒漠和半灌木荒漠为主，广泛分布于评价区。荒漠生态系统相比灌丛生态系统的空间结构和营养链式结构简单，由于水分缺乏，植被极其稀疏，甚至有大片的裸露土地，植物种类单调，生物生产量很低，能量流动和物质循环缓慢。其生态服务功能主要有固定流沙、减弱风蚀、改善环境等几个方面。

4.2.3.2 灌丛生态系统

根据现场调查结合卫片解译，评价区的灌丛生态系统分布小。根据解译，评价区灌丛生态系统面积为 81.33hm^2 ，占评价区总面积的 1.42%。

(1) 生物群落组成

灌丛生态系统内植被型为温性落叶阔叶灌丛，主要分布物种以密花怪柳 (*Tamarix arceuthoides*) 为主。常见的动物有欧亚大山雀、欧亚喜鹊、漠鹀、沙狐等。

(2) 生态系统服务功能

评价区内灌丛生态系统形态结构及营养结构相对简单，分布范围广，适应性强。其生态服务功能主要有水土保持、防风固沙等方面。

4.2.3.3 湿地生态系统

评价区的湿地生态系统主要包括塔尔朗河，区域内湿地生态系统分布面积较小，根据解译结果，评价区湿地生态系统面积为 3.03hm^2 ，占评价区总面积的 0.05%。

(1) 生物群落组成

湿地生态系统内植物以喜湿植物为主，主要有密花怪柳 (*Tamarix arceuthoides*)、问荆 (*Equisetum arvense*)、细叶针茅 (*Stipa lessingiana*)、芨芨草 (*Achnatherum splendens*) 等。常见的动物有塔里木蟾蜍、褐河乌、白鹡鸰等。

(2) 生态系统服务功能

评价区内湿地生态系统服务功能不仅包括提供大量资源产品，而且具有很大的环境调节功能和环境效益，在调蓄洪水、调节气候、控制土壤等多方面发挥着

重要作用。同时，湿地还是重要的遗传基因库，拥有较为丰富的动植物资源。

4.2.3.4 城镇/村落生态系统

根据现场调查结合卫片解译，评价区城镇/村落生态系统较为分散。根据卫片解译，评价区城镇/村落生态系统面积为 6.21hm²，占评价区总面积的 0.11%。

(1) 生物群落组成

城镇/村落生态系统内植被以人工栽培植物为主。常见的动物有欧亚喜鹊、秃鼻乌鸦、麻雀、白鹡鸰等。

(2) 生态系统服务功能

城镇/村落生态系统是一个高度复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别。评价区内城镇生态系统服务功能为提供生产物质的功能，主要体现为生活生产。



图 4.2.3-1 评价区内典型生态系统现状

4.2.4 陆生植物现状与评价

相关技术人员于 2023 年 7 月、11 月对评价区的陆生植物多样性进行了调查

和分析。通过对评价区所涉及的植物资源的实地调查，参照的分类系统包括：蕨类植物分类系统参照秦仁昌系统，裸子植物分类系统参照郑万钧系统，被子植物分类系统参照恩格勒系统，并结合当地植物区系资料的系统整理，得出评价区有维管植物 16 科 35 属 43 种，其中蕨类植物 1 科 1 属 1 种；裸子植物 1 科 1 属 1 种；被子植物 14 科 33 属 41 种。评价区维管植物总科数、总属数和总种数分别占新疆维吾尔自治区维管植物总科数、总属数和总种数 13.68%、4.72%和 1.23%，占全国维管植物总科数、总属数和总种数 3.81%、1.02%和 0.14%。评价区维管植物统计详见表 4.2.4-1。

表 4.2.4-1 评价区维管植物统计表

项目	蕨类植物			裸子植物			被子植物			维管植物		
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	1	1	1	1	1	1	14	33	41	16	35	43
新疆	16	23	54	4	10	43	97	709	3409	117	742	3506
全国	63	224	2600	11	36	5	346	3184	28500	420	3444	31290
评价区占新疆%	6.25	4.35	1.85	25.00	10.00	2.33	14.43	4.65	1.20	13.68	4.72	1.23
评价区占全国%	1.59	0.45	0.04	9.09	2.78	20.00	4.05	1.04	0.14	3.81	1.02	0.14

4.2.4.1 植物区系

(1) 植物属的分布区类型

植物分布区是指某一植物分类单位——科、属或种分布的区域，它是由于植物物种的发生历史对环境的长期适应，以及许多自然因素对它们影响的结果。从植物地理学观点看，属比科能够更具体地反映植物的系统发育、进化分异情况及地理特征，更能反映物种在不同水平上的亲缘关系，属的分类学特征也相对稳定，占有比较稳定的分布区，同时在其进化过程中，随着地理环境的变化发生分异，而有比较明显的地区性差异。因此，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。属的分布区指某一属在地表分布的区域，统计分析评价区野生维管植物属的地理成分具有重要意义。

根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等，2011 年），评价区所属的植被区域为 I 泛北极植物区——1A 欧亚荒漠亚区——1A₃ 天山地区。评价区有维管植物 16 科 35 属 43 种，均为野生植物。根据吴征镒（1991）关于中国种子植物分布区类型的划分将评价区 35 属野生植物分为 15 个分布区类型，见表 4.2.4-2。将评价区维管植物的分布区类型归并为世界分布（第 1 类）、热带分布（第 2~7

类)、温带分布(第8~14类)和中国特有分布(第15类)4个大类。

表 4.2.4-2 评价区野生植物属的分布区类型

分布区类型	属数	占属总数(%)
1.世界分布	-	-
2.泛热带分布	4	11.43
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	2	5.71
4.旧世界热带分布	2	5.71
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	1	2.86
6.热带亚洲至热带非洲分布	1	2.86
7.热带亚洲分布	6	17.14
第 2-7 项热带分布	16	45.71
8.北温带分布	5	14.29
9.东亚和北美洲间断分布	3	8.57
10.旧世界温带分布	5	14.29
11.温带亚洲分布	1	2.86
12.地中海、西亚至中亚分布	1	2.86
13.中亚分布	0	0.00
14.东亚分布	3	8.57
第 8-14 项温带分布	18	51.43
15.中国特有分布	1	2.86
总计	35	100

(2) 植物区系特征

1) 植物区系地理成分以温带性质为主，并含有较丰富的热带成分

调查区野生维管植物属的 15 个分布区类型中，温带性质的属共有 18 属，占调查区非世界分布属数的 51.43%；其中又以北温带分布属和旧世界温带分布属最多，共有 10 属，其属数占调查区非世界分布属数的 28.57%。热带性质的属有 16 属，占调查区非世界分布属数的 45.71%；并以热带亚洲分布属为主，有 6 属，占调查区非世界分布属数的 17.14%。说明评价区内植物在植物区系上有着明显的温带起源，同时也间杂了较为丰富的热带起源类型，具有亚热带向暖温带过渡的特点。

2) 具有古老植物区系成分

监测区处于泛北极植物区的天山地区，在悠久的地质历史变迁中，植物种类组成上具有古老植物，汇成了区域古老复杂的植物区系特点，植物种类组成中有产于第三纪的藜科、麻黄科植物，有渐新世纪逐渐定居的柞柳科、豆科、菊科等植物，这些早期就存在的植物，可以充分说明监测区域植物区系的起源是较为古

老。

4.2.4.2 植被类型

（1）植被分区原则

依据《中国植被》（1980）和《新疆植被及其应用》（1978）中采用的植被分类系统，遵循群落学—生态学的分类原则，按植物群落的种类组成、群落结构、群落外貌、动态和生态地理分布等对监测区内现状植被进行合理的分类。本报告采用 4 个主级分类单位，即植被型组、植被型、植被亚型和群系

（2）主要植被类型

依据《中国植被》和《新疆植被及其应用》中的植被分区，项目监测区植被区划属于：干旱荒漠带——暖温带荒漠区域——暖温带西部极端干旱灌木、半灌木荒漠区——天山南麓—西昆仑山地半灌木荒漠、草原区。

结合对评价区内现状植被中群落组成的建群种与优势种的外貌，以及群落的环境生态与地理分布特征等分析，将评价区自然植被划分为 2 个植被型组，2 个植被型，3 个植被亚型，4 个群系。评价范围内自然植被植物群落调查结果统计情况见表 4.2.4-3，4 个群系类型见下图 4.2.4-1。

	
圆叶盐爪爪群系 拍摄于：上库库盆 经纬度：89°07'25.0141"E;43°15'54.0256"N	沙拐枣群系 拍摄于：上下库连接路 经纬度：89°05'40.3049"E;43°14'48.8068"N

	
膜果麻黄群系 拍摄于：下库库盆 经纬度：89°04'50.42"E;43°15'27.86"N	密花怪柳群系 拍摄于：取水口附近 经纬度：89°04'17.6114"E;43°15'56.2615"N

图 4.2.4-1 代表性群系现场照片

表 4.2.4-3 植物群落调查结果统计表

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占用情况	
					占用面积 (hm ²)	占用比例 (%)
I.灌丛	一、温性落叶阔叶灌丛	(一)河谷落叶阔叶灌丛	1.密花怪柳群系 Form. <i>Tamarix arceuthoides</i>	取水口与对外路两侧附近	0.4	0.49
II.荒漠	二、温带荒漠植被	(二)灌木荒漠	2.膜果麻黄群系 Form. <i>Ephedra przewalskii</i>	上库库盆、上库施工布置区、下库库盆、下库施工布置区、上下库连接路等	26.81	1.79
			3.沙拐枣群系 Form. <i>Calligonum mongolicum</i>	下库库盆、下库施工布置区、上下库连接路等	29.25	1.95
		(三)半灌木、小半灌木荒漠	4.圆叶盐爪爪群系 Form. <i>Kalidium schrenkianum</i>	广布于评价区范围内	72.66	2.77

(3) 主要植被类型描述

根据现场对评价区内植被的实地调查,利用样方调查法,参照《中国植被》的分类原则对评价区植被中主要植物群落的分布及特征进行描述,具体分述如下:

1) 灌丛——温性落叶阔叶灌丛

①河谷落叶阔叶灌丛

河谷落叶阔叶灌丛是干旱地区极其典型的一种植被类型,该类型灌丛通常沿着河流或季节性洪水线呈带状分布,是干旱区河流的生命脉络。

a.密花怪柳群系 (Form. *Tamarix arceuthoides*)

密花怪柳 (*Tamarix arceuthoides*), 怪柳科怪柳属灌木, 绿色营养枝之叶鳞绿色, 几抱茎, 卵形、卵状披针形或近三角状卵形, 木质化生长枝之叶长卵形, 小枝红紫色; 春季总状花序组成复总状侧生去年老枝, 夏秋季花序生于当年生枝顶组成圆锥花序, 苞片卵状钻形或条状披针形, 花瓣倒卵形或椭圆形, 粉红、紫红或粉白色, 早落; 蒴果长 3~4 mm。密花怪柳在我国主要分布于新疆 (天山及山前)、甘肃 (河西祁连山山前) 的山地和山前河流两旁的沙砾戈壁滩上及季节性流水的干砂、砾质河床上, 地下水为埋藏不深的淡水区域, 在评价区内主要分布于取水口、对外路附近区域。

群落外观稀疏, 灌木层盖度 35%~50%, 层高约 0.7m, 以密花怪柳为优势种, 盖度 35%~50%, 高约 1.2~1.9m, 伴生种类较少, 常见的伴生种有膜果麻黄 (*Ephedra przewalskii*)、红砂 (*Reaumuria songarica*)、沙拐枣 (*Calligonum mongolicum*) 等。草本层盖度约 5%~15%, 层高约 0.1~0.2m, 优势种不明显, 主要有芨芨草 (*Achnatherum splendens*)、骆驼蓬 (*Peganum harmala*)、针茅 (*Stipa capillata*) 等。

2) 荒漠——温带荒漠植被

①灌木荒漠

灌木荒漠由超旱生灌木建群, 群落结构极其简单, 植被盖度低, 但植物具有一系列非凡的旱生适应结构, 顽强地生存在严酷的干旱环境中, 发挥着不可替代却又十分脆弱的生态功能。评价区主要为温带灌木荒漠, 代表性群系为膜果麻黄群系、沙拐枣群系。

a.膜果麻黄群系 (Form. *Ephedra przewalskii*)

膜果麻黄 (*Ephedra przewalskii*), 麻黄科麻黄属灌木植物, 小枝节间粗长, 叶 2/3 以下合生, 裂片三角形或长三角形, 球花通常无梗, 多数密集成团状的复穗花序, 对生或轮生于节上; 苞片膜质, 淡黄棕色, 中央有绿色纵肋, 雌球花成熟时苞片增大成无色半透明的膜质, 胚珠顶端常窄缩成颈状, 种子暗褐红色, 长卵圆形, 在我国主要广泛分

布于新疆，在评价区内上库库盆、上库施工布置区、下库库盆、下库施工布置区、上下库连接路等广泛分布。

群落外观稀疏，灌木层盖度 30%~65%，层高 0.5~0.8m，优势种为膜果麻黄，盖度 30%~65%，高度 0.5~0.8m，伴生种类较少，常见伴生种为圆叶盐爪爪（*Kalidium schrenkianum*）、沙拐枣（*Calligonum mongolicum*）、骆驼刺（*Alhagi camelorum*）等。草本层盖度 0%~10%，层高 0.1~0.2m，无明显优势种，常见伴生种有土大戟（*Euphorbia turczaninowii*）、盐生草（*Halogeton glomertus*）和驼绒藜（*Ceratoides latens*）等。

b.沙拐枣群系（Form. *Calligonum mongolicum*）

沙拐枣（*Calligonum mongolicum*），灌木，高 25~150cm。老枝灰白色或淡黄灰色，开展，弯曲；花白色或淡红色，通常 2~3 朵，簇生叶腋；花梗细弱，长 1~2mm，下部有关节；花被片卵圆形，长约 2mm，果时水平伸展。花期 5-7 月，果期 6-8 月，在新疆东部，8 月出现第二次花果。产内蒙古中部西部、甘肃西部及新疆东部。生于流动沙丘、半固定沙丘、固定沙丘、沙地、沙砾质荒漠和砾质荒漠的粗沙积聚处，海拔 500~1800m。评价区内主要分布于下库库盆、下库施工布置区、上下库连接路等。

灌木层盖度 40%~60%，层高 0.4~0.7m，优势种为沙拐枣，盖度 40%~60%，高度 0.4~0.7m，伴生种类较少，常见伴生种为膜果麻黄、沙拐枣。草本层盖度 0%~10%，层高 0.1~0.2m，无明显优势种，常见伴生种有盐生草（*Halogeton glomertus*）、细叶早熟禾（*Poa pratensis* subsp. *angustifolia*）和驼绒藜（*Ceratoides latens*）等。

②半灌木荒漠植被

半灌木荒漠植被型是以超旱生半灌木和小半灌木为主体组成的稀疏植物群落。评价区半灌木主要为温带半灌木荒漠，特点为茎下部木质化，而上部枝条是草质的，在寒冷或干旱季节会枯萎脱落，这种结构非常适合在严酷的荒漠环境中生存，代表性半灌木荒漠群系为圆叶盐爪爪群系。

a.圆叶盐爪爪群系（Form. *Kalidium schrenkianum*）

圆叶盐爪爪（*Kalidium schrenkianum*），苋科盐爪爪属小灌木，茎自基部分枝，枝外倾，小枝纤细，易折断；叶片不发育，瘤状，顶端圆钝，小枝上的叶片基部狭窄；花序穗状，圆柱形，卵形或近于球形，花被上部扁平成盾状，盾片五角形；种子近卵形，种皮红褐色，密生乳头状小突起。圆叶盐爪爪在我国主要分布于新疆盐碱地、盐湖边，在评价区广泛分布。

灌木层层盖度 40%~65%，层均高 0.2~0.4m，优势种为圆叶盐爪爪，盖度 40%~65%，高度 0.2~0.4m，伴生种类较少，常见伴生种为红砂、膜果麻黄、骆驼刺（*Alhagi camelorum*）。草本层盖度 0%~10%，层高 0.1~0.2m，无明显优势种，常见伴生种有藜（*Chenopodium album*）、盐生草（*Halogeton glomertus*）和驼绒藜（*Ceratoides latens*）等。

（4）植被分布特点

评价区植被水平分布特征不明显，垂直分布较明显。评价区植被以荒漠植被为主，以上植被类型在评价区内广泛分布。评价区海拔范围介于 1000~2100m 之间，密花怪柳群系主要分布于海拔 1000~1200m 左右的低海拔河谷区域，沙拐枣群系主要分布于海拔 1200~1500m 左右的坡地、台地区域；膜果麻黄群系主要分布于海拔 1200~2000m 左右的坡地、台地区域；圆叶盐爪爪群系在整个评价海拔范围内均匀分布。

4.2.4.3 植物多样性指数

通过对比香农威纳多样性指数，评价区植物多样性指数为 1.558，其中灌木层为 0.923，草本层为 1.170，表明评价区植物生物多样性较低。

通过对比均匀度指数，评价区植物均匀度指数为 0.709，灌木层均匀度指数为 0.666，草本层均匀度指数为 0.727，由此可见草本层全部物种个体数目的分配状况较为均匀。

通过对比 Simpson 优势度指数，评价区植物 Simpson 优势度为 0.276，灌木层 Simpson 优势度为 0.458，草本层 Simpson 优势度为 0.381，呈现灌丛植物>草本层植物，与各层均匀度指数变化趋势吻合。

表 4.2.4-4 评价区陆生植物多样性指数统计表

层次	香农-威纳多样性指数	均匀度指数	Simpson 优势度指数
灌木层	0.923	0.666	0.458
草本层	1.170	0.727	0.381
总群落	1.558	0.709	0.276

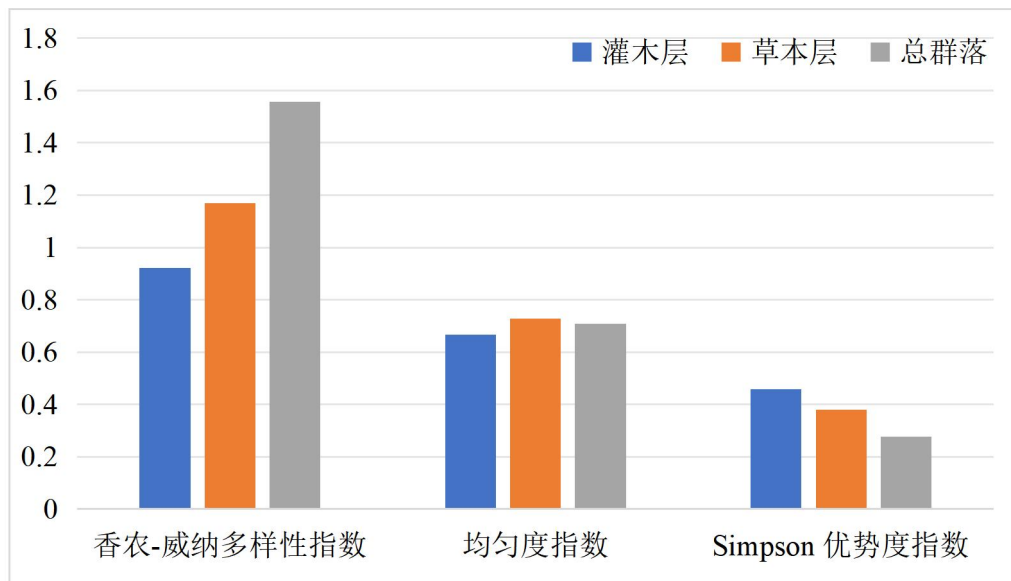


图 4.2.4-5 评价区总群落及各层次陆生植物多样性指数

4.2.4.4 植被覆盖度

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状，采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度，其估算模型为：

$$FVC = (NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s)$$

式中：FVC——所计算像元的植被覆盖度；

NDVI——所计算像元的 NDVI 值；

NDVI_v——纯植物像元的 NDVI 值；

NDVI_s——完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

本次依据评价范围内影像特征取-1；NDVI_{veg} 为代表完全被植被所覆盖的像元的 NDVI 值，即纯植被像元的 NDVI 值，本次取评价区域影像中的 NDVI 最大值 1，统计分布见表 4.2.4-5。

由表可知，评价区植被盖度在 0.1~1 之间，且高度集中于 0.9~1，评价区以荒漠为主，覆盖度较大，植物生长状况一般。

表 4.2.4-5 评价区植被覆盖度表

植被覆盖度	面积（hm ² ）	比例
0-0.1	2170.16	38.00%
0.1-0.3	3521.83	61.67%
0.3-0.5	17.37	0.30%
0.5-0.7	0.89	0.02%
0.7-1	0.14	0.003%

合计	5710.39	100.00%

由上表可知，评价区内植被覆盖度低，99.67%的区域植被覆盖度低于0.3，植被覆盖度多集中于0.1~0.3，处于此覆盖度下的植被区域占比达到了61.67%，其次为植被覆盖度在0-0.1的区域，占比为38.00%。

4.2.4.5 保护植物、古树名木、珍稀濒危及特有种

（1）国家重点保护野生植物

通过现场调查，文献查阅，结合《国家重点保护野生植物名录》《新疆国家重点保护野生植物名录》及本项目所在行政区内其他关于国家及自治区重点保护野生植物及其分布的相关资料，现阶段在评价区未调查到国家重点保护野生植物分布。

（2）自治区重点保护野生植物

依据《新疆维吾尔自治区重点保护野生植物名录》，结合现场实地调查，在评价区内未发现新疆维吾尔自治区重点保护野生植物分布。

（3）珍稀濒危及特有种

依据《中国生物多样性红色名录—高等植物卷》（2020年），依据调查结果，评价区内无珍稀濒危物种分布；无中国特有种野生植物分布。

（4）古树名木

根据对评价区所在区域涉及的林草局等部门及附近村民进行访问调查，结合现场调查，在评价区内未发现古树名木分布。

4.2.5 陆生脊椎动物现状与评价

2023年7月、11月，项目组专业技术人员对评价区进行了实地调查。在调查过程中，根据工程特点，选择典型生境进行考察分析，采用样线法和调查访问法对陆生动物进行观察记录。在此基础上查阅并参考相关文献、著作，对评价区的动物资源现状得出综合结论。

4.2.5.1 动物区系

根据《中国动物地理》（张荣祖主编，科学出版社，2011）中的中国动物地理区划，对评价区所涉及的区域进行分析得出：评价区内动物区划属于古北界——中亚亚界——蒙新区（Ⅲ）——天山山地亚区（Ⅲ_C）——天山山地省（Ⅲ_{C1}）——山地荒漠、草原动物群。天山山地亚区内主要为新疆的天山山系，山地环境比较湿润，动物区系与盆地有明显的差别。

4.2.5.2 陆生脊椎动物种类组成

根据实地考察及对相关资料进行综合分析，评价区内共有陆生野生脊椎动物 4 纲 9 目 20 科 31 种。评价区内未记录到国家一级重点保护野生动物，记录到国家二级重点保护野生动物 2 种；记录到自治区一级重点保护野生动物 1 种；未记录到《中国生物多样性红色名录》评级为极危（CR）、濒危（EN）或易危（VU）的动物；未发现中国或地方特有种。评价区两栖类、爬行类、鸟类、兽类的种类组成、区系、保护等级、濒危等级和特有种见表 4.2.5-1。

表 4.2.5-1 评价区陆生脊椎动物统计表

种类组成				动物区系			保护级别				濒危等级			特有种
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家一级	国家二级	自治区一级	自治区二级	极危 (CR)	濒危 (EN)	易危 (VU)	
两栖纲	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
爬行纲	1	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
鸟纲	3	12	22	1	15	6	0	0	0	0	0	0	0	0
兽纲	4	4	5	0	5	0	0	2	1	0	0	0	0	0
合计	9	20	31	1	24	6	0	2	1	0	0	0	0	0

（1）两栖类

1）物种组成

在现场调查中主要使用样线法，在夜间通过规划好的样线，对两栖类开展专项调查，在白天进行鸟类样线法调查时遇到适合两栖类生存的生境，如河流、水坑、潮湿的草地等处，仔细寻找，检视是否存在两栖类个体。根据现场调查、区域文献及相关资料，评价区内有两栖类 1 目 1 科 1 种，即塔里木蟾蜍（北疆亚种）（*Bufo pewzowi strauchi*）。评价区域内未发现国家一级、二级重点保护两栖类；未发现自治区重点保护两栖类；未发现《中国生物多样性红色名录》评级为极危（CR）、濒危（EN）或易危（VU）的两栖类；未发现中国特有的两栖类。评价区内自然条件恶劣，唯一的两栖类塔里木蟾蜍（北疆亚种）虽有分布，但数量较少。

2）生态类型

根据生活习性的不同，评价区内的两栖动物仅 1 类，即陆栖型（在陆地上活动觅食）：主要生活在塔尔朗河及其附近潮湿的灌丛附近。

3）区系类型

按区系类型，仅有的 1 种两栖类为古北种。评价区处于古北界，两栖类迁移能力弱，受地理隔离的作用明显，因此评价区内两栖动物区系为古北界成分，这与评价区所处的地理位置是吻合的。

（2）爬行类

1) 物种组成

主要通过现场调查，采用样线法，在夜间通过规划好的样线，对爬行类开展调查，在白天进行鸟类样线法时，采取随机抽样的形式，翻开石块等覆盖物检视其下是否存在爬行类个体。通过调查，评价区域共分布有爬行类 1 目 3 科 3 种。评价区分布的爬行类中未记录到国家重点保护爬行类；未记录到自治区重点保护爬行类；未发现《中国生物多样性红色名录》评级为极危（CR）、濒危（EN）或易危（VU）的爬行类；未记录到中国特有的爬行类。

2) 生态类型

按照生活习性，评价区内 3 种爬行类属于 1 种生态类型，即灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：包括快步麻蜥（*Eremias velox*）、吐鲁番麻蜥（*Eremias roborowskii*）、叶城沙蜥（*Phrynocephalus axillaris*）3 种。它们主要分布在评价区内荒漠或荒漠灌丛中，主要在荒漠、荒漠灌丛下的土块、石缝、石块下活动。

3) 区系类型

按区系类型划分，评价区内分布的 3 种爬行类均为古北种。与两栖类类似，爬行类的迁移能力亦不强，评价区地处古北界内，爬行类受地理隔离的作用明显，因此评价区内爬行动物区系全为古北界成分，这与评价区所处的地理位置是吻合的。

（3）鸟类

1) 种类组成

现场采用样线法，通过规划好的 15 条样线（其中上库 4 条，下库 4 条，施工占地 7 条），对鸟类开展了实地调查。通过实地调查结合历史资料，评价区内共分布有鸟类 3 目 12 科 22 种。这 22 种鸟类中，未记录到国家一、二级重点保护鸟类；未记录到自治区一、二级重点保护鸟类；未发现《中国生物多样性红色名录》评级为极危（CR）、濒危（EN）或易危（VU）的鸟类；未记录到中国特有鸟类。

2) 生态类型

根据生活习性的不同，可将评价区内分布的 22 种鸟类可分为以下 2 种生态类型：

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）。有石鸡

(*Alectoris chukar*)、原鸽(*Columba livia*)、灰斑鸠(*Streptopelia decaocto*)、棕斑鸠(*Streptopelia senegalensis*) 4 种。主要分布于评价区荒漠、荒漠灌丛中。

鸣禽(鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小,体态轻捷,活泼灵巧,善于鸣叫和歌唱,且巧于筑巢)。雀形目鸟类为鸣禽,评价区域共分布有 18 种,它们在评价区内广泛分布,主要生境为荒漠、荒漠灌丛、河岸、施工占地区域等,部分种类如白鹡鸰(*Motacilla alba*)、麻雀(*Passer montanus*)、秃鼻乌鸦(*Corvus frugilegus*)、欧亚喜鹊(*Pica pica*)等常活动于人类活动的区域及其周边。

3) 居留型

鸟类迁徙是鸟类随着季节变化进行的,方向确定的,有规律的和长距离的迁居活动。根据鸟类迁徙的行为,可将评价区内的鸟类分成以下 3 种居留型。

留鸟:终年留居在出生地(繁殖区),不发生迁徙。评价区内共 14 种,占鸟类总种数的 63.64%。

夏候鸟:夏季飞来繁殖,冬季南去越冬的鸟类。评价区内共 7 种,占鸟类总种数的 31.81%。

旅鸟:仅仅是在迁徙过程中规律性地路过的鸟类。评价区内共 1 种,占鸟类总种数的 4.55%。

综上所述,重点评价区内的鸟类中,在评价区内繁殖(包括留鸟和夏候鸟)的鸟类占的比例很大(94 种,占 95.45%),评价区内的鸟类绝大部分种类都在评价区内繁殖。

4) 区系类型

评价区内分布的 22 种鸟类中,东洋种 1 种,占总种数的 4.55%;古北种 15 种,占总种数 68.18%;广布种 6 种,占总种数 27.27%。评价区内的鸟类以古北界成分占绝对优势,这与评价区地处古北界的地理位置一致。评价区内鸟类东洋种有一定的比例,主要是由于鸟类的迁移能力极强,又有季节性迁徙的特点,呈现出古北界成分向东洋界渗透的趋势,但这种趋势不明显。

(4) 兽类

1) 物种组成

通过实地调查、调查访问和查阅相关资料,评价区的兽类共有 4 目 4 科 5 种。评价区内未记录到国家一级重点保护兽类,记录到国家二级重点保护兽类 2 种,即北山羊(*Capra sibirica*)和沙狐(*Vulpes corsac*),记录到自治区一级重点保护兽类 1 种,即沙狐,未记录到自治区二级重点保护兽类;未发现《中国生物多样性红色名录》评级为

极危（CR）、濒危（EN）或易危（VU）的兽类；未记录到中国特有的兽类。

2) 生态类型

按生活习性来分，可以将评价区内的 5 种兽类分为以下 2 种生态类型：

半地下生活型（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）：包括郑氏沙鼠（*Meriones chengi*）、子午沙鼠（*Meriones meridianus*）和大耳猬（*Hemiechinus auritus*），共 3 种。它们在评价区内主要分布在荒漠与荒漠灌丛。

地面生活型（主要在地面上活动、觅食）：有 2 种，即北山羊和沙狐。它们主要分布于评价区内远离人类活动干扰的河岸或荒漠中，如塔尔朗河河岸及其两岸山坡或荒漠中。

3) 区系类型

评价区内分布的 5 种兽类中，均为古北种。评价区处于古北界，兽类的迁移能力较强但弱于鸟类，评价区内兽类区系特征与评价区所处的地理位置相吻合。

4.2.5.3 动物多样性指数

由于实地调查中，两栖类、爬行类和兽类的数量很少，实地调查获取的数据量不足以支撑多样性指数分析，鸟类在实地调查中易于观测和统计，因此仅使用鸟类多样性指数分析动物的物种多样性。

根据 2023 年 7 月、11 月的实地调查，现场目击鸟类 2 目 7 科 8 种，共观测 34 只、19 次。评价区鸟类香农威纳（Shannon-Wiener）多样性指数为 1.8707；Pielou 均匀度指数为 0.8996；Simpson 优势度指数为 0.8131。

按生态系统划分，荒漠生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统和城镇/村落生态系统的香农-威纳多样性指数分别为 0.9831、1.3518、0.6730 和 1.3138，灌丛生态系统动物多样性最高，其次为城镇/村落生态系统，湿地生态系统多样性最低；均匀度指数分别为 0.7091、0.9751、0.9710、和 0.9477，灌丛生态系统动物均匀度最高，其次为湿地生态系统，荒漠生态系统均匀度最低；优势度指数分别为 0.5139、0.7347、0.4800 和 0.7200，灌丛生态系统动物优势度最高，其次为城镇/村落生态系统，湿地生态系统优势度最低。评价区陆生动物多样性指数统计见表 4.2.5-2、图 4.2.5-1。

表 4.2.5-2 评价区陆生动物多样性指数统计表

类型	香农-威纳多样性指数	均匀度指数	优势度指数
整个评价区	1.8707	0.8996	0.8131
荒漠生态系统	0.9831	0.7091	0.5139
灌丛生态系统	1.3518	0.9751	0.7347

湿地生态系统	0.6730	0.9710	0.4800
城镇/村落生态系统	1.3138	0.9477	0.7200

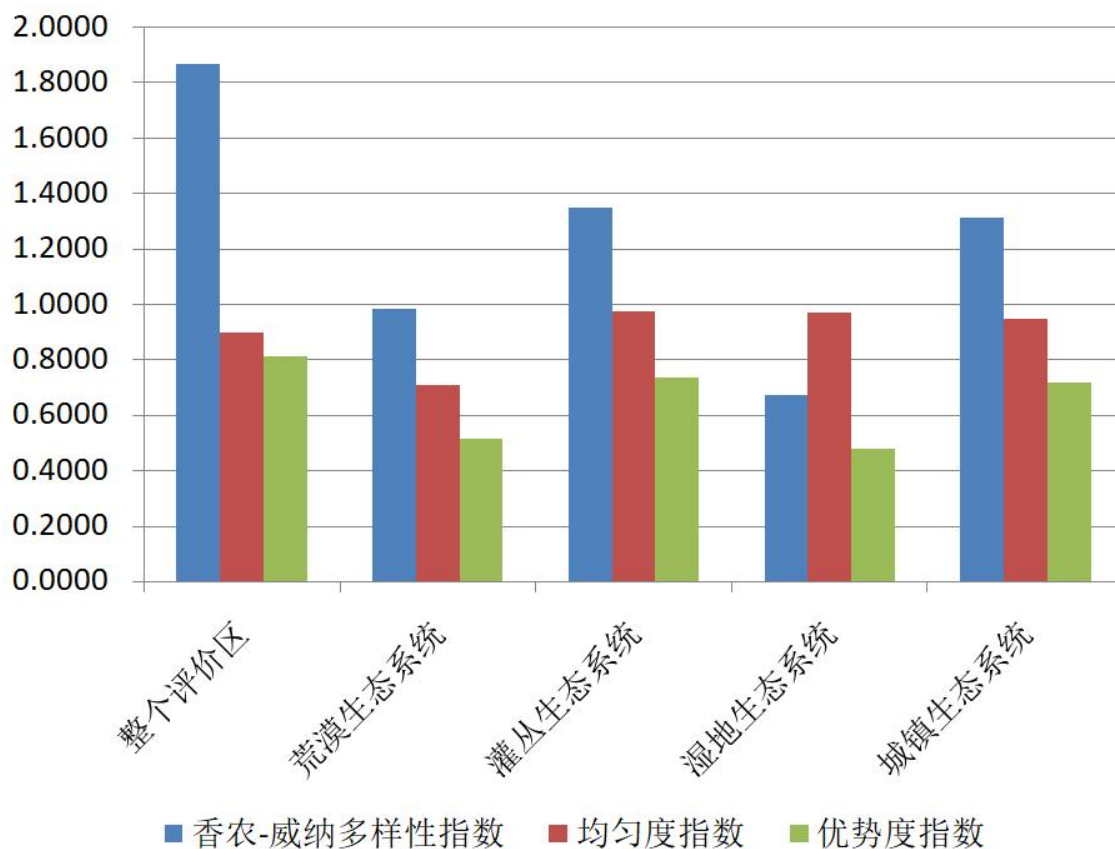


图 4.2.5-1 评价区陆生动物多样性指数示意图

4.2.5.4 重要物种

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），重要动物物种包括：在生态影响评价中需要重点关注、具有较高保护价值或保护要求的物种，包括国家及地方重点保护野生动植物名录所列的物种，《中国生物多样性红色名录》中列为极危（CR）、濒危（EN）和易危（VU）的物种，国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种，特有种等。

根据查询历史文献及本次调查结果，对比《国家重点保护野生动物名录》（2021）、《新疆维吾尔自治区重点保护野生动物名录》（2022）和《中国生物多样性红色名录》等资料，评价区内未发现国家一级重点保护野生动物，有国家二级重点保护野生动物 2 种；有自治区一级重点保护野生动物 1 种，未发现自治区二级重点保护野生动物；未记录到《中国生物多样性红色名录》评级为极危（CR）、濒危（EN）或易危（VU）的动物；未发现中国及地方特有的动物。评价区内重要野生动物调查结果见表 4.2.5-3。

表 4.2.5-3 评价区重要野生动物调查结果统计表

编号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
1	北山羊 <i>Capra sibirica</i>	国家二级	NT	否	栖息于高原裸岩和山腰碎石嶙峋的地带	目击	不占用栖息地， 仅占用部分觅食地
2	沙狐 <i>Vulpes corsac</i>	国家二级 自治区一级	NT	否	栖息于荒漠和半荒漠地带	资料	

北山羊 (*Capra sibirica*) 国家二级

经纬度: 89°04'18.8087", 43°16'02.9552"

拍摄人: 王培杰 拍摄时间: 2023 年 8 月 3 日

石鸡 (*Alectoris chukar*)

经纬度: 89°04'08.8438", 43°14'25.9046"

拍摄人: 舒实 拍摄时间: 2023 年 11 月 24 日

荒漠伯劳 (*Lanius isabellinus*)

经纬度: 89°04'14.9463", 43°14'07.7837"

拍摄人: 舒实 拍摄时间: 2023 年 7 月 29 日

欧亚喜鹊 (*Pica pica*)

经纬度: 89°03'51.2699", 43°15'21.8054"

拍摄人: 舒实 拍摄时间: 2023 年 11 月 24 日

褐河乌 (*Cinclus pallasii*)

经纬度: 89°04'36.8847", 43°16'10.3799"

拍摄人: 舒实 拍摄时间: 2023 年 11 月 25 日



漠鹀 (*Oenanthe deserti*)
经纬度: 89°07'25.2072", 43°16'21.7415" 拍摄人: 舒实 拍摄时间: 2023 年 7 月 29 日

白顶鹀 (*Oenanthe pleschanka*)
经纬度: 89°06'43.1845", 43°16'09.5925" 拍摄人: 舒实 拍摄时间: 2023 年 7 月 29 日

图 4.2.5-2 陆生动物现场照片

4.2.6 生态质量现状

为深入认识评价区内生态质量特点, 运用景观生态学的原理和方法来研究评价区生态体系的组成、特征、生产力及其稳定性。

4.2.6.1 自然体系生物量现状

根据现场调查, 卫片解译, 结合评价区地表植被覆盖现状和植被立地情况, 将评价区植被类型划分为 2 类。评价区各植被类型生物量见表 4.2.6-1。

表 4.2.6-1 评价区主要野生植被类型的生物量

景观类型	代表植物	面积(hm ²)	占评价区总面积(%)	平均生物量(t/hm ²)	生物量(t)	占总生物量(%)
灌丛	密花怪柳	81.33	1.42	5.11	415.5963	1.82
荒漠	圆叶盐爪爪、膜果麻黄、沙拐枣等	5619.82	98.41	3.98	22366.8836	98.18
湿地	/	/	/	/	/	/
城镇/村落	/	/	/	/	/	/
合计		5701.15	—	—	22782.4799	100

经计算, 评价区总生物量约 22782.4799t, 生物量最大的是荒漠植被, 其次是灌丛植被, 分别为 22366.8836t 与 415.5963t。从生产力数值看, 荒漠植被为评价区的主要类型, 对生态系统的稳定 and 变化起到相对重要的作用。

4.2.6.2 景观生态体系质量现状

景观生态质量现状由生态评价区域内的自然环境、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。

依据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），大中型水利水电建设项目景观生态学评价方法可采用斑块类型面积（CA）、斑块所占景观面积比例（PLAND）、最大斑块指数（LPI）、香农多样性指数（SHDI）、蔓延度指数（CONTAG）、散布与并列指数（IJI）与聚集度指数（AI）进行评价，运用上述参数计算本项目生态评价区各景观质量体系值，其结果见表 4.2.6-1。

表 4.2.6-1 评价区景观质量体系值表

景观指数		灌丛景观	荒漠景观	湿地景观	城镇/村落景观
斑块数（NP）/个	建设前	24	2234	2	10
斑块类型面积（CA）	建设前	81.33	5619.82	3.03	6.21
斑块所占景观面积比例（PLAND）	建设前	1.42%	98.41%	0.05%	0.11%
最大斑块指数（LPI）	建设前	0.09%	2.75%	0.03%	0.02%
散布与并列指数（IJI）	建设前	65.26%	49.83%	92.36%	81.25%
聚集度指数（AI）	建设前	83.59%	88.17%	91.36%	91.26%
香农多样性指数（SHDI）	建设前	0.09			
蔓延度指数（CONTAG）	建设前	62.59			

根据上表分析表明：

（1）斑块数（NP）分析

灌丛景观斑块数为 24，荒漠景观斑块数为 2234，湿地景观斑块数为 2，城镇/村落景观斑块数为 10，表明荒漠景观的破碎化程度最高，由大量小斑块组成（2234 个）。湿地景观最为完整，仅由 2 个大斑块构成。灌丛和城镇/村落斑块数适中，但城镇/村落的斑块数少于灌丛，暗示可能已有一定的聚集发展。

（2）斑块类型面积（CA）与斑块所占景观面积比例（PLAND）分析

在评价区内各景观类型中，荒漠景观的斑块所占景观面积比例（PLAND）值最高，达到 98.41%，灌丛景观的 PLAND 值为 1.42%，湿地景观的 PLAND 值为 0.05%，城镇/村落景观的 PLAND 值为 0.02%，说明荒漠是评价区域内控制作用的景观，其他景观值均较低且接近，是较为次要的景观类型。

（3）最大斑块指数（LPI）分析

最大斑块指数（LPI）最大值出现在荒漠景观，数值为 2.75%<0.03，说明荒漠

景观中具有评价区内最大的斑块，但即使是占绝对面积优势的荒漠景观，其内部也是高度破碎的，由大量小斑块组成，没有一个能主导景观进程的大斑块。

（4）散布与并列指数（IJI）分析

湿地（92.36%）> 城镇/村落（81.25%）> 灌丛（65.26%）> 荒漠（49.83%），湿地和城镇/村落景观的 IJI 值很高，说明它们的斑块与多种其他景观类型交错分布，边界复杂，分布分散。荒漠的 IJI 值最低，说明荒漠斑块主要与其他荒漠斑块相邻，自身构成了广阔的基底。

（5）聚集度指数（AI）分析

由表可知所有景观类型的 AI 值均很高（>0.83），说明所有景观类型的内部像元都高度聚集，其意味着荒漠面积虽大且破碎（NP 高），但小斑块自身是紧凑的，湿地、城镇/村落景观的斑块数量虽少，但每个斑块内部的连接性非常好，形态紧凑。

（6）香农多样性指数（SHDI）与蔓延度指数（CONTAG）分析

SHDI 极低，仅为 0.09，表明整个景观的多样性极低，几乎由单一景观类型（荒漠景观）垄断。

CONTAG 值中等（62.59）：表明景观中存在一定的团聚性。这是由于荒漠作为优势基底，形成了连接度较高的背景，导致 CONTAG 值没有因为其他类型的分散而降到低。

（7）评价区景观现状总体质量现状

①荒漠基底，高度破碎。评价区是一个典型的以荒漠为绝对主导的生态系统。这片荒漠并非一个完整的整体，而是由数千个小而紧凑的荒漠斑块拼凑而成，破碎化较为严重。②边缘分布，交错带明显。灌丛、湿地和城镇/村落景观作为次要景观，其斑块数量少、面积小，但自身结构紧凑（AI 高）。它们零星散布在广阔的荒漠背景中，与荒漠形成了广泛的边界（IJI 高），主要分布在荒漠的边缘或镶嵌其中。③低多样性，高聚集性。整体景观多样性很低，优势度高度集中。但同时，各种景观类型内部都呈现出高度的聚集状态，斑块形态较为规整。

4.2.7 典型工程区生态环境现状

4.2.7.1 上水库盆地

上水库布置在塔尔朗河左岸山顶冲沟型缓坡处，天然库容不能满足需求，通

过在沟口筑坝，四周扩挖形成上水库成库。上库库盆的工程布置包括库内转存料场、上库围堰、沥青混凝土拌和系统、金结拼装厂。

该区域植物物种稀少，植被覆盖度低，植被类型以荒漠为主，常见群系有圆叶盐爪爪荒漠和膜果麻黄等。区域常见动物有白顶鸚、石鸡等。

表 4.2.7-1 上库库盆主要施工场地生态环境现状

序号	工程区	主要植被	主要动物	现场照片
1	上库库内转存料场	圆叶盐爪爪、膜果麻黄等	白顶鸚、石鸡	
2	上库围堰+上库沥青混凝土拌和系统+金结拼装厂	圆叶盐爪爪	白顶鸚、石鸡	

图 4.2.8-1 上水库盆地生态环境现状

4.2.7.2 上库施工占地区

上水库布置的施工设施及场地主要有上库库盆周边的毛料堆存场、砂石料加工系统、混凝土拌和系统、机械设备停放修配厂、综合仓库、综合加工厂、承包商营地。

该区域植物物种稀少，植被覆盖度低，植被类型以荒漠为主，常见群系有圆叶盐爪爪荒漠和膜果麻黄等。区域常见动物有漠鸚、欧亚大山雀等。

表 4.2.7-2 上库施工占地区主要施工场地生态环境现状

序号	工程区	主要植被	主要动物	现场照片
1	毛料堆存场+砂石料加工系统+混凝土拌和系统	圆叶盐爪爪、膜果麻黄等	漠鹀、欧亚大山雀	
2	机械设备停放修配厂+综合仓库+综合加工厂	膜果麻黄、圆叶盐爪爪等	漠鹀、欧亚大山雀	
3	承包商营地	圆叶盐爪爪	漠鹀、欧亚大山雀	

4.2.7.3 下水库区

下水库位于塔尔朗河出山口左岸宽缓阶地上，结合地形条件采用半挖半填形式成库。下水库库址现状为荒滩，无居民及建筑物分布，总体地势开阔，地形平缓。下库库盆布置的工程主要有下库库内中转料场。

该区域植物物种稀少，植被覆盖度低，植被类型以荒漠为主，常见群系有圆叶盐爪爪荒漠和膜果麻黄等。常见动物有白顶鹀、石鸡和漠鹀等。

表 4.2.7-3 下水库区主要施工场地生态环境现状

序号	工程区	主要植被	主要动物	现场照片
1	下库库内中转料场	圆叶盐爪爪、膜果麻黄等	无	
2	下库围堰	圆叶盐爪爪	白顶鹇、石鸡	
3	沥青混凝土拌和系统+金结拼装厂	圆叶盐爪爪	漠鹇	

4.2.7.4 下库施工占地区

下水库施工区需要布置的施工设施及场地主要有：沥青骨料加工系统、垫层料加工系统、钢管加工厂、混凝土拌和系统、砂石料加工系统、承包商营地、水处理厂、机电设备库、业主营地、变电站、机械设备停放修配厂、综合仓库、综合加工厂等。

根据现场调查结果，该区域植物物种稀少，植被覆盖度低，植被类型以荒漠为主，常见群系有圆叶盐爪爪荒漠和膜果麻黄等。区域常见动物有漠鹇、白顶鹇、欧亚喜鹊等。

表 4.2.7-4 下水库施工占地区主要施工场地生态环境现状

序号	工程区	主要植被	主要动物	现场照片
1	沥青骨料加工系统+垫层料加工系统+有用料转存场+砂砾料转存场	圆叶盐爪爪、膜果麻黄等	漠鹀、白顶鹀、欧亚喜鹊	
2	钢管加工厂+混凝土拌和系统+砂石料加工系统	圆叶盐爪爪、膜果麻黄等	漠鹀、白顶鹀、欧亚喜鹊	
3	承包商营地+水处理厂+机电设备库+业主营地+变电站	圆叶盐爪爪、膜果麻黄等	漠鹀、白顶鹀、欧亚喜鹊	
4	机械设备停放修配厂+综合仓库+综合加工厂	膜果麻黄、圆叶盐爪爪等	漠鹀、白顶鹀、欧亚喜鹊	
5	弃渣场+表土堆存场	圆叶盐爪爪	漠鹀	
6	炸药库	圆叶盐爪爪	荒漠伯劳	

4.2.7.5 上下库连接路区

上下库连接路区需要布置的施工设施及场地主要有上下库连接路、上下库连

接路拌合系统。

根据现场调查结果，该区域植物物种稀少，植被覆盖度低，植被类型以荒漠为主，常见群系有圆叶盐爪爪、膜果麻黄和沙拐枣等。区域常见动物有白鹡鸰和荒漠伯劳等。

表 4.2.7-5 上下库连接路区主要占地区生态环境现状

序号	工程区	主要植被	主要动物	现场照片
1	上下库连接路拌和系统	膜果麻黄、圆叶盐爪爪	白鹡鸰	
2	上下库连接路	圆叶盐爪爪、膜果麻黄、沙拐枣	荒漠伯劳	

4.2.7.6 输出水发电系统

输水发电系统主要包括地下厂房、上下库引水隧洞等。

根据现场调查结果，该区域植物物种稀少，植被覆盖度低，植被类型以荒漠为主，常见群系有圆叶盐爪爪、膜果麻黄和密花怪柳等。区域常见动物有白鹡鸰和白顶鹇等。

表 4.2.7-6 引水发电系统主要施工占地区生态环境现状

序号	工程区	主要植被	主要动物	现场照片
1	地下厂房	圆叶盐爪爪、膜果麻黄	白鹡鸰	
2	上水库引水隧洞	圆叶盐爪爪、膜果麻黄	白顶鹇	

3	下水库引水隧洞	圆叶盐爪爪、密花怪柳	白鹡鸰	

4.2.7.7 对外路与重大件临时运输便道

对外路不占用塔尔朗河道，主要布置位于塔尔朗河两侧。

根据现场调查结果，该区域植物物种稀少，植被覆盖度低，植被类型以荒漠为主，常见群系有圆叶盐爪爪、膜果麻黄和密花怪柳等。区域常见动物有白鹡鸰、欧亚喜鹊和漠鹀等。

表 4.2.7-7 对外路与重大件临时运输便道生态环境现状

序号	工程区	主要植被	主要动物	现场照片
1	对外路	密花怪柳、膜果麻黄、圆叶盐爪爪	白鹡鸰、欧亚喜鹊、漠鹀	
2	重大件运输临时便道	圆叶盐爪爪、密花怪柳	白鹡鸰、漠鹀	

4.2.8 评价区土地利用现状

4.2.8.1 评价区土地现状

评价区土地利用现状是在卫片解译的基础上，参考《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）中有关分类标准，结合现有资料，运用景观生态法（即以植被作为主导因素），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林地、草地、交通运输用地、住宅用地、水域及水利设施用地及其它土地 6 种类型。根据卫片解译结果，评价区总面积为 5710.39hm²，评价区土地利用现状见表 4.2.8-1。

表 4.2.8-1 评价区土地利用现状

一级分类	二级分类	斑块数	占评价区比例	面积 (hm ²)	占评价区比例
林地	乔木林地	3	1.11%	2.25	0.04%
	灌木林地	21	7.78%	79.08	1.38%
草地	其他草地	103	38.15%	3557.73	62.30%
交通运输用地	农村道路	4	1.48%	3.15	0.06%
	公路用地	1	0.37%	1.89	0.03%
住宅用地	农村宅基地	5	1.85%	1.17	0.02%
水域及水利设施用地	河流水面	2	0.74%	3.03	0.05%
其他土地	其他建设用地	9	3.33%	16.66	0.29%
	裸岩石砾地	122	45.19%	2045.43	35.82%
总计		270	100%	5710.39	100%

由上表可知，评价区土地利用类型以其他土地与草地为主，分别占评价区总面积的 35.82%和 62.30%，林地、交通运输用地、住宅用地及水域及水利设施用地面积相对较小。

4.2.8.2 生态公益林

本工程位于新疆维吾尔自治区高昌市境内，根据对省级公益林资料的搜集，通过使用 ArcGIS 软件将拟建工程布置图叠加在生态公益林分布图上进行分析可知，本工程不占用生态公益林。

4.2.8.3 基本农田

根据对评价区基本农田资料的搜集，通过使用 ArcGIS 软件将拟建工程布置图叠加在基本农田分布图上进行分析可知，本工程建设不占用基本农田。

4.3 水生生态环境

4.3.1 调查时间

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）结合本项目的评价等级，西北院委托山西绿典环保科技有限公司于 2023 年 7 月上旬及 2023 年 10 月下旬全面评价工程影响范围内水生生物现状，根据工程布置和水系分布，以整体性、代表性为原则，对评价区域设置多个采样点进行水生生态现场调查工作。

4.3.2 调查范围及调查点位、断面设置

本次水生生态评价范围为上水库和下水库以及塔尔朗引水枢纽以上河段，重点为取水点上游 1km 至塔尔朗引水枢纽之间长约 1.6km 河段。其中上水库位于塔

尔朗河左岸山顶冲沟型缓坡，下水库位于塔尔朗河出山口左岸宽缓阶地，上、下水库常年无流水；同时，引水枢纽下游河段在两次调查期间均处于干涸状态。故水生生态调查采样点布设在塔尔朗河干流引水枢纽以上河段，分别于塔尔朗河上游（S1）、永久取水口（S2）及引水工程枢纽（S3），共计布设 3 个调查断面。



图 4.3.2-1 新疆高昌抽水蓄能电站水生生态现状调查采样点分布图

4.3.3 调查方法

4.3.3.1 资料收集法

收集整理评价区及邻近地区的现有生物多样性资料，在综合分析现有资料的基础上，确定实地考察的重点区域及考察路线。报告编写过程中参考了《新疆鱼类志》（郭焱，2012）、《中国鲤科鱼类志》（上下卷）（伍献文，曹文宣等，1982）、《淡水浮游生物图谱》（农业出版社，1980）、《浙江省主要常见淡水浮游动物图集：饮用水水源》（中国环境出版社，2013 年）、《阿什河底栖动物图谱》（中国环境出版社，2017 年）、《淡水微型生物与底栖动物图谱（第三版）》（化学工业出版社，2020 年）等专业著作及相关资料。

4.3.3.2 现场调查

（1）浮游植物

1) 采集、固定及沉淀

浮游植物的采集包括定量采集和定性采集。定量采集是采用有机玻璃采水器

进行表层水采集，加入鲁哥氏液固定，经过 48h 静置沉淀，浓缩至 30ml~50 ml，保存待检。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。一般同断面的浮游植物与原生动物、轮虫共用一份定性、定量样品。以下为定量采集的详细介绍：

①采样层次

采集表层水样（0.5m 深处）。

②水样固定

计数用水样应立即用鲁哥氏液加以固定（固定剂量为水样的 1%）。需长期保存样品，再在水样中加入体积分数为 40% 的福尔马林（用量为水样体积的 4%）。定性采集的样品转移至 100 ml 标本瓶，加福尔马林固定后带回实验室进行分析。

③沉淀和浓缩

沉淀和浓缩需要在筒形分液漏斗（浮游生物沉降器）中进行，将浮游生物样品倒入沉降瓶中，盖上瓶盖；沉降 24 h~48 h 之后，打开瓶盖，用虹吸管抽掉上清液，保留下方 100 ml 左右的沉淀物；将剩余的沉淀物进行摇晃，打开阀门，接入到 100ml 的样品瓶中，再在沉降管中加入少量蒸馏水，将残留在管壁上的样品洗入样品瓶中。再静置沉淀 24 h，吸去部分上清液。使水样浓缩到 30 ml~50 ml。然后仔细保存，并在样品瓶上写明采样日期、采样点、采水量等信息。

2) 样品鉴定及计数

按浮游植物种类鉴定的常规方法操作，要求优势种鉴定到种，一般到属。疑难种类要保存标本以备进一步鉴定。

浮游植物的计数方法采用目镜视野法进行，使用 0.1ml 浮游生物计数框对浮游植物进行计数。先将样品浓缩、定量至 30ml~50ml，摇匀后吸取 0.1ml 样品置于计数框内，计数的视野应均匀分布在计数框内，视野数目一般为 100 个，所计细胞总数不低于 300 个，否则应增加视野数。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。

根据取样体积、视野面积和所测视野数计算水样中的浮游植物细胞密度。同时，每个浮游植物种类至少测量足够数量的个体（一般 30 个）的长、宽、厚，根据浮游植物的体形，按最近似的几何图形测量其体积，形状特殊的种类分解为几个部分测量，然后结果相加，从而计算出平均体积。因藻类的比重接近于 1，所以

由体积可直接换算为湿重，根据计数所得细胞密度（ 10^6 ind./L）换算为生物量（mg/L）。

浮游植物种类鉴别主要参考《中国淡水藻类—系统、分类及生态》（胡鸿钧、魏印心），《中国淡水藻志》（朱浩然，1991；齐雨藻，1995；黎尚豪、毕列爵，1998；施之新，1999；魏印心，2003；毕列爵、胡征宇，2004；齐雨藻、李家英，2004；施之新，2004），《The diatoms of Europe》（Krammer）等。

（2）浮游动物

1）采集、固定及沉淀

浮游动物中原生动物和轮虫定量及定性样品的采集、沉淀和浓缩流程同浮游植物。

定量样品用有机玻璃采水器取 20 L 水样经 25 号浮游生物网过滤后，收集于 100 ml 标本瓶中，加福尔马林保存，带回实验室鉴定及计数。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 50 ml 样品瓶中，加福尔马林进行固定。以下为定量采集的详细介绍：

①采样层次

采集表层（0.5m 深处）水样。

②采样方法

枝角类和桡足类的定量采集，是将上述各采样点的混合水样 20 L，倒入漂净的 13 号浮游生物网中过滤，再转移至标本瓶中。并对标本编号，注明采水量，贴好标签，记录采集地点、采集时间以及周围环境等。枝角类和桡足类的定性采集，采用 13 号筛绢制成的浮游生物网在水体的表层来回拖曳采集 3~5 分钟。

③水样固定

水样应立即用福尔马林加以固定（固定剂量为水样的 4%）。需长期保存样品，再在水样中加入约 2 ml 甘油，并用石蜡封口。

2）样品鉴定及计数

按鉴定浮游动物种类常规方法鉴定样品的种类，优势种类鉴定到种，一般种类鉴定到属，一些疑难种类应保存好标本，以待进一步鉴定。

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 30 ml-50 ml，摇匀后取 0.1ml

置于以 0.1 ml 的计数框中，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于 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 30 ml-50 ml，摇匀后取 1 ml 置于 1 ml 的计数框中，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于 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 10 ml，摇匀后取 1 ml 置于 1 ml 的计数框中，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 10 ml，摇匀后取 1 ml 置于 1 ml 的计数框中，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。

浮游动物种类鉴别主要依据《中国淡水轮虫志》（王家楫），《中国动物志—淡水枝角类》（蒋燮治、堵南山），《中国动物志—淡水桡足类》（沈嘉瑞等），《长江流域的枝角类》（向贤芬等），《微型生物监测新技术》（沈韞芬等）等。

（3）底栖动物

1) 样品采集、处理和固定

底栖动物定量样品用彼得森采泥器采集，采泥 1~4 次，采集的底泥倒入一个塑料采样箱中，再倒入手抄网中在水中摇晃筛洗，洗去大部分污泥后，将留在网中的滤出物全部装入塑料自封袋中，贴上标签，缚紧袋口。底栖动物定性标本采用手抄网或采泥器在各类小生境中采集。砾石底质无法用采泥器挖取的，捞取砾石用 60 目筛绢网筛洗或直接翻起石块在水流下方用筛绢网捞取。

回实验室后立即将带回的样品从样品袋或样品瓶倒入瓷盘内。若样品沾有污

泥，则需将样品倒入 60 目网筛内，用自来水清洗，直至污泥完全洗净。再将洗净的样品倒入瓷盘中。

向瓷盘中加入少许清水，用圆头镊或眼科镊、解剖针、吸管拣选，拣出各类底栖大型无脊椎动物。必要时需借助体视显微镜进行拣选。个体柔软、体型较小的动物也可用毛笔分拣，避免损伤虫体。分检出的样品可放入广口标本瓶中。

用适量的乙醇溶液（至终浓度 70%左右）或乙醇-福尔马林（由 90%的乙醇溶液和 40%的福尔马林按 9:1 混合配制）保存待检。

2) 样品鉴定及计数

软体动物和水栖寡毛类的优势种应鉴定到种，水生昆虫（除摇蚊幼虫）至少到科；其他寡毛类和摇蚊幼虫至少到属。按种类计数（损坏标本一般只统计头部），再换算成 ind./m²。软体动物用电子秤称重，水生昆虫和寡毛类用扭力天平称重，再换算成 mg/m²。

底栖动物标本鉴定主要参考资料有《中国小蚓类研究》（王洪铸），《中国经济动物志》（刘月英等），《中国经济昆虫志》（陈世骧等），《中国动物图谱——软体动物》（第 4 册）（齐钟彦等），《底栖动物与河流生态评价》（段学花等）。

（4）水生维管束植物

水生维管植物根据生活型不同，分为挺水植物、浮叶植物、漂浮植物和沉水植物。类型不同，其采集方法不同。没有水生维管植物分布的区域可不设采样点。

挺水植物选取 2m×2m（或 1m×1m）样方，将样方内的植株连根拔起，称量后装入样品袋中，带回室内烘干。浮叶植物和漂浮植物可使用特定木制框架进行采集。沉水植物定量采集主要使用铁钎，采集 2~3 次。定性采集是尽可能在多种小生境采集，记录所有植物的种类。

（5）鱼类

1) 鱼类区系组成

根据鱼类区系研究方法，在不同河段设置点位，对调查范围内的鱼类资源进行全面调查。采取捕捞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

通过收集历史资料，并结合现场捕捞渔获物统计分析和走访相结合，对标本进行分类鉴定，对资料的分析整理，编制出鱼类种类组成名录。采用现场捕捞调查和统计表调查方法，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。

4.3.4 水生生境

上水库所在的支沟规模较小，位于高程 2010~1880m 之间的左岸山顶冲沟型缓坡上。下水库位于塔尔朗河左岸山前缓坡台地上，沟壑发育。上、下水库常年无流水。

塔尔朗流域东、西分别与煤窑沟河和大河沿河接壤，北以博格达山脊为界，与奇台县境内的达坂河和吉布库河毗邻。河源位于博格达附近的冰川地带，流域最高海拔 4293m。河流自源头由东北向西南流程 28km，途中右岸接纳较大支流阿勒吞鲁克和琼喀拉郭勒河后转向南流，约 17km 后流出山口进入低山丘陵区，出山口以上河长 45.2km，河道比降 54.5‰。评价区范围的塔尔朗河宽约为 0.5~10m，水深 0.05~1m，流速 0.1~0.5m/s，河段大多为泥沙、砾石及大石。

各采样点环境因子见表 4.3.4-1 及表 4.3.4-2，各采样点生境照见图 4.3.4-1。

表 4.3.4-1 水生生物调查样点环境因子表（2023 年 7 月）

调查点位名称	编号	水温 (°C)	流速 (m/s)	pH	透明度 (cm)	水深 (cm)	底质
塔尔朗河上游	S1	21.2	0.3	7.5	见底	50	泥沙、砾石及大石
取水口	S2	20.2	0.3	7.5	见底	40	泥沙、砾石及大石
引水枢纽	S3	21.4	0.2	7.8	见底	30	泥沙、砾石及大石

表 4.3.4-2 水生生物调查样点环境因子表（2023 年 10 月）

调查点位名称	编号	水温 (°C)	流速 (m/s)	pH	透明度 (cm)	水深 (cm)	底质
塔尔朗河上游	S1	10.0	0.2	8.0	见底	30	泥沙、砾石及大石
取水口	S2	10.5	0.2	8.0	见底	30	泥沙、砾石及大石
引水枢纽	S3	11.0	0.1	8.5	见底	20	泥沙、砾石及大石



图 4.3.4-1 各点位生境照

4.3.5 浮游植物

4.3.5.1 种类组成

评价区共检出浮游植物 4 门 41 种，其中硅藻门最多，有 20 种，占总种类数的 48.8%；其次为绿藻门有 13 种，占比 31.7%；蓝藻门 7 种，占比 17.1%；甲藻门 1 种，占 2.4%。常见种类为绿藻门中的水绵（*Ulothrix oscillarina*）和硅藻门中的菱形藻（*Nitzschia denticula*）和小环藻（*Cyclotella* sp.）等。评价区浮游植物种类及分布见表 4.3.5-1。

表 4.3.5-1 评价区浮游植物名录

种名	拉丁学名	点位					
		S1		S2		S3	
I.蓝藻门	Cyanophyta	7月	10月	7月	10月	7月	10月
1.席藻	<i>Anabaenopsis</i> sp.	+	+	+	+	+	+
2.假鱼腥藻	<i>Pseudoanabaena</i> sp.					+	
3.鱼腥藻	<i>Anabaena</i> sp.		+	+	+	+	
4.小颤藻	<i>Oscillatoria tenuis</i>	+					
5.束丝藻	<i>Aphanizomenon</i> sp.	+					
6.绿色微囊藻	<i>Oscillatoria.elegans</i>			+			
7.色球藻	<i>Chroococcus</i> sp.	+				+	+
II.绿藻门	Chlorophyta						
8.小球藻	<i>Chlorella vulgaris</i>	+		+	+	+	+
9.衣藻	<i>Chlamydomonas</i> sp.	+			+		
10.纤维藻	<i>Lygnema</i> sp.		+	+	+	+	
11.集星藻	<i>Closterium</i> sp.	+	+	+			+
12.新月藻	<i>Spirogyra communis</i>	+			+	+	+
13.水绵	<i>Ulothrix oscillarina</i>	+	+	+	+	+	+
14.羽枝竹枝藻	<i>Spirogyra communis</i>	+		+	+		
15.四尾栅藻	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	+		+	+	+	+
16.盘藻	<i>Gonium</i> sp.		+		+		
17.单角盘星藻	<i>Schroederia spiralis</i>					+	
18.二角盘星藻	<i>Ankistrodesmus duplex</i>	+					
19.卵囊藻	<i>Oocystis</i> sp.		+				
20.空球藻	<i>Eudorina elegans</i>					+	
III.硅藻门	Bacillariophyta						
21.小环藻	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	+	+	+	+	+
22.颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>						
23.尖针杆藻	<i>Synedra acusvar</i>	+		+			+
24.肘状针杆藻	<i>Synedra ulna</i>	+	+				+
25.钝脆杆藻	<i>Fragilaria capucina</i>	+		+	+	+	
26.中型脆杆藻	<i>Fragilaria intermediate</i>			+		+	
27.普通等片藻	<i>Diatoma vulgare</i>		+				
28.菱形藻	<i>Nitzschia denticula</i>	+	+	+	+	+	+
29.羽纹藻	<i>Pinnularia</i> sp.	+			+		
30.喙头舟形藻	<i>Navicula rhynchocephala</i>		+	+		+	
31.系带舟形藻	<i>Navicula cincta</i>			+			
32.弧形蛾眉藻	<i>Ceratoneis arcus</i>		+	+		+	

33.细布纹藻	<i>Opephora</i> sp.	+					
34.粗糙桥弯藻	<i>Fragilaria capucina</i>	+		+			+
35.箱形桥弯藻	<i>Cymbella cistula</i>		+	+			
36.纤细异极藻	<i>Gomphonema gracile</i>				+	+	
37.扁圆卵形藻	<i>Frustulia vulgaris</i>	+		+			
38.双生双楔藻	<i>Didymosphenia geminata</i>	+				+	+
39.双菱藻	<i>Surirella</i> sp.	+		+			
40.卵形藻	<i>Cocconeis</i> sp.			+			
IV.甲藻门	Pyrrophi						
41.飞燕角甲藻	<i>Ceratium hirundinella</i>	+	+	+	+	+	

4.3.5.2 密度和生物量

通过对各采样点浮游植物的定量统计，得出评价区浮游植物密度变化范围是 $9.540-21.088 \times 10^4$ cells/L，7 月份平均密度为 19.581×10^4 cells /L，10 月份平均密度为 11.046×10^4 cells /L，其中 S3 引水枢纽断面 7 月份浮游植物密度最大。

评价区浮游植物生物量范围是 0.0902- 1.1514mg/L，7 月份平均生物量为 0.7312mg/L，10 月份平均生物量为 0.3109mg/L，其中 S1 断面塔尔朗河上游 7 月份浮游植物生物量最高。

表 4.3.5-2 评价区浮游植物密度 ($\times 10^4$ cells/L) 和生物量 (mg/L)

点位	类别	蓝藻门	硅藻门	绿藻门	甲藻门	总计
S1	密度 (7 月)	2.510	7.531	7.029	2.008	19.079
	密度 (10 月)	1.004	3.515	4.017	1.004	9.540
	生物量 (7 月)	0.0016	0.1170	0.0286	1.0042	1.1514
	生物量 (10 月)	0.0010	0.0362	0.0211	0.5021	0.5603
S2	密度 (7 月)	2.008	9.540	6.025	1.004	18.577
	密度 (10 月)	1.506	2.510	6.527	0.502	11.046
	生物量 (7 月)	0.0016	0.1100	0.0168	0.5021	0.6305
	生物量 (10 月)	0.0015	0.0023	0.0274	0.2510	0.2822
S3	密度 (7 月)	3.013	8.033	9.540	0.502	21.088
	密度 (10 月)	1.004	4.017	7.531	0.000	12.552
	生物量 (7 月)	0.0026	0.1245	0.0334	0.2510	0.4116
	生物量 (10 月)	0.0006	0.0653	0.0244	0.0000	0.0902
平均	密度 (7 月)	2.510	8.368	7.531	1.171	19.581

	密度（10月）	1.171	3.347	6.025	0.502	11.046
	生物量（7月）	0.0019	0.1172	0.0263	0.5858	0.7312
	生物量（10月）	0.0010	0.0346	0.0243	0.2510	0.3109

4.3.5.3 多样性指数

生物多样性是生态系统中生物组成和结构的重要指标，它不仅反映生物群落的组织化水平，而且可以通过结构与功能的关系反映群落的本质属性。浮游植物生物多样性采用 Shannon-Wiener 指数、Pielou 均匀度指数和 Simpson 优势度计算公式，调查水域各断面浮游植物多样性指数见下表 4.3.5-3。

表 4.3.5-3 评价区各断面浮游植物多样性指数

采样点	多样性指数 (H)		均匀度指数 (J)		优势度指数 (D)	
	7月	10月	7月	10月	7月	10月
S1	2.72	2.63	0.75	0.89	0.04	0.30
S2	2.86	3.11	0.79	1.00	0.05	0.11
S3	2.86	2.32	0.76	0.72	0.07	0.17

4.3.6 浮游动物

4.3.6.1 种类组成

评价区共检出浮游动物 3 大类 13 种（属），轮虫最多，有 6 种，占总种类数的 46.2%；其次为原生动物有 5 种，占比 38.5%；桡足类 2 种，占比 15.4%。常见种类为轮虫中的螺形臂围轮虫（*Keratella cochlearis*）及曲腿龟甲轮虫（*Keratella valga*）等。评价区浮游动物名录及分布见表 4.3.6-1。

表 4.3.6-1 评价区浮游动物名录

种名	拉丁文名	点位					
		S1		S2		S3	
		7月	10月	7月	10月	7月	10月
I原生动物	Protozoa						
1.表壳虫	<i>Arcella gibbosa</i>			+		+	+
2.瘤棘砂壳虫	<i>Diffugia tuberspinifera</i>					+	
3.瓶砂壳虫	<i>Diffugia urceolata</i>	+	+				
4.球砂壳虫	<i>Diffugia globulosa</i>	+					
5.拟铃壳虫	<i>Tintinnopsis</i> sp.			+			
II轮虫	Rotifera						

种名	拉丁文名	点位					
		S1		S2		S3	
		7月	10月	7月	10月	7月	10月
6.曲腿龟甲轮虫	<i>Keratella valga</i>			+		+	
7.螺形臂尾轮虫	<i>Keratella cochlearis</i>	+		+	+	+	+
8.萼花臂尾轮虫	<i>Brachionus calyciflorus</i>	+	+				+
9.等刺异尾轮虫	<i>Trichocerca stylata</i>	+					
10.须足轮虫	<i>Euchlanis dilatata</i>		+				
11.晶囊轮虫	<i>Asplanchna</i> sp.	+		+		+	+
III桡足类	Copepoda						
12.无节幼体	Nauplius	+	+	+		+	
13.透明温剑水蚤	<i>Thermocyclops hyalinus</i>	+					

4.3.6.2 密度和生物量

通过对各采样点浮游动物的定量统计,得出浮游动物密度范围是 46.40-112.00 ind./L, 7 月份平均密度为 87.47 ind./L, 10 月份平均密度为 48.40 ind./L。其中 7 月份 S1 断面浮游动物密度最高。

评价区浮游动物生物量范围是 0.013~0.226mg/L, 7 月份平均生物量为 0.096mg/L, 10 月份平均生物量为 0.008mg/L。其中 7 月份 S3 断面处生物量最高。评价区浮游动物的密度和生物量见表 4.3.6-2。

表 4.3.6-2 评价区域浮游动物的密度 (ind./L) 和生物量 (mg/L)

点位	类别	原生动物	轮虫	桡足类	总计
S1	密度 (7 月)	33.60	78.40	-	112.00
	密度 (10 月)	22.40	22.40	-	44.80
	生物量 (7 月)	0.010	0.021	-	0.031
	生物量 (10 月)	0.007	0.006	-	0.013
S2	密度 (7 月)	54.00	27.00	2.70	83.70
	密度 (10 月)	21.60	32.40	-	54.00
	生物量 (7 月)	0.015	0.007	0.194	0.217
	生物量 (10 月)	0.005	0.009	-	0.014
S3	密度 (7 月)	23.20	40.60	2.90	66.70
	密度 (10 月)	11.60	34.80	-	46.40
	生物量 (7 月)	0.006	0.011	0.209	0.226
	生物量 (10 月)	0.003	0.010	-	0.013
平均	密度 (7 月)	36.93	48.67	1.87	87.47
	密度 (10 月)	18.53	29.87	-	48.40
	生物量 (7 月)	0.007	0.009	0.081	0.096
	生物量 (10 月)	0.003	0.005	-	0.008

4.3.6.3 多样性指数

生物多样性是生态系统中生物组成和结构的重要指标，它不仅反映生物群落的组织化水平，而且可以通过结构与功能的关系反映群落的本质属性。浮游动物生物多样性采用 Shannon-Wiener 指数、Pielou 均匀度指数和 Simpson 优势度计算公式，调查水域各断面浮游动物多样性指数见下表 4.3.6-3。

表 4.3.6-3 评价区各断面浮游动物多样性指数

采样点	多样性指数 (H)		均匀度指数 (J)		优势度指数 (D)	
	7 月	10 月	7 月	10 月	7 月	10 月
S1	1.91	1.39	0.77	1.00	0.19	0.25
S2	2.15	1.33	0.89	0.74	0.12	0.16
S3	1.77	0.56	0.74	0.41	0.21	0.63

4.3.7 底栖动物

评价区共检出底栖动物 1 门 1 纲 1 科 5 种（属），均属节肢动物门。常见种类为粗腹摇蚊（*Pelopia* sp.），底栖动物名录及分布见表 4.3.7-1。评价区域塔尔朗河水浅、流急，底质以泥沙、砾石及大石为主，一般水深 0.5m 左右，枯水期更浅。本次现状调查阶段仅在 7 月份调查到 5 种底栖动物，河道内底栖动物现存量极少，本次底栖动物调查不做密度、生物量及生物多样性统计分析。

表 4.3.7-1 评价区底栖动物名录

类别	点位					
	S1		S2		S3	
	7 月	10 月	7 月	10 月	7 月	10 月
节肢动物门 Arthropoda						
前突摇蚊 <i>Procladius</i> sp.	+					
寡角摇蚊 <i>Diamesa</i> sp.			+		+	
粗腹摇蚊 <i>Pelopia</i> sp.	+		+		+	
石蚕 <i>Phryganea</i> sp.			+			
四节蜉 <i>Baetis</i> sp.					+	

4.3.8 水生维管束植物

塔尔朗河水浅、流急，底质以泥沙、砾石及大石为主，一般水深 0.1~0.5m 左右，不同季节水位变化明显，生境不适于水生维管束植物生存。本年度现状调查

阶段，未在评价区范围内调查到水生维管束植物分布。

4.3.9 鱼类

4.3.9.1 种类组成

为了解本工程影响范围内鱼类资源现状，2023 年 7 月及 2023 年 10 月，专业评价人员在高昌抽水蓄能电站工程影响范围内的塔尔朗河流域进行鱼类资源状况现场调查，上、下水库常年无流水。已建塔尔朗河引水枢纽拦河设施，已造成塔尔朗河生境切割、破碎化，根据文献记录及现场调查结果，引水枢纽以下河段已无鱼类资源分布。根据《新疆维吾尔自治区吐鲁番市五河流域规划环境影响报告书》（2022 年）以及《新疆吐鲁番市高昌区“五河”流域规划报告（2020—2040 年）》，塔尔朗河鱼类仅分布在出山口以下河段，共有鱼类 3 种。

本次现场调查，两次现场调查仅于 7 月份在引水枢纽上游 2km 河段采集到鱼类 1 种，为新疆高原鳅（*Triplophysa strauchii*）。结合历史资料及现场调查结果，统计塔尔朗河共有鱼类 1 目 1 科 3 种，均为鳅科鱼类。根据《国家重点保护野生动物名录》《新疆维吾尔自治区重点保护水生野生动物名录》和《中国生物多样性红色名录》等资料可知，评价区未分布国家级、自治区保护鱼类以及极危、濒危、易危鱼类。评价区域鱼类名录详见表 4.3.9-1。

表 4.3.9-1 评价区鱼类名录

目	科	种	现状调查	历史记录
鲤形目	鳅科 Cobitidae	新疆高原鳅 <i>Triplophysa strauchii</i>	+	☆
		小眼须鳅 <i>Barbatula microphthalmia</i>		☆
		泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>		☆

注：“+”表示现场调查，“☆”表示历史记录。

4.3.9.2 区系组成

根据地理起源和生长发育环境的相似性，可将鱼类划分为若干区系复合体，同一区系复合体内鱼类其形态特征或生活习性有较多相似性。根据史为良《鱼类动物区系复合体学说及其评价》中关于鱼类动物区系复合体学说的评价，工程评价区内分布鱼类区系组成大体可分为以下 2 类：

中亚高山复合体：本复合体种类以裂腹鱼亚科的所有种类和条鳅亚科的某些种类为主。评价区新疆高原鳅及小眼须鳅属于该区系。该类群以耐寒、耐碱、性成熟晚、生长慢、食性杂为其特点，其生殖腺有毒。是中亚高寒地带的特有鱼类。

分布于我国西部高原、新疆维吾尔自治区以及印度、巴基斯坦、阿富汗、塔吉克斯坦等西部毗邻地区，是随喜马拉雅山的隆起由鲃亚科鱼类分化出来的种类。

晚第三纪早期区系复合体：评价区有泥鳅。该动物区系复合体被分割成若干不连续的区域，有的种类并存于欧亚，但在西伯利亚已绝迹，故这些鱼类被看作残遗种类。它们共同特征是视觉不发达，嗅觉发达，以底栖生物为食者较多，适应于当时浑浊的水中生活。

4.3.9.3 食性类型

根据评价区成鱼的摄食对象，可以将该水域鱼类划分为 2 类：

（1）肉食性鱼类

肉食性鱼类有的以底栖无脊椎动物如水生昆虫、螺类为食，有的摄食其他小型脊椎动物如鱼类等，评价区水域此类群鱼类有小眼须鳅，小眼须鳅主要以底栖无脊椎动物为食。

（2）杂食性鱼类

该类鱼食谱广，包括小型动物、植物及其碎屑，其食性在不同环境水体和不同季节有明显变化。评价区水域此食性类群的鱼类有新疆高原鳅等。

4.3.9.4 产卵类型

根据产卵习性的差异性，评价区鱼类均为产粘沉性卵类群。其产卵季节多为春夏间，也有部分种类晚至秋季，且对产卵水域流态底质有不同的适应性，多数种类都需要一定的流水刺激。产出的卵或黏附于石砾发育，或落于石缝间在激流冲击下发育。少数鱼类产卵时不需要水流刺激，可在静缓流水环境下繁殖，产粘性卵，有的黏附于砾石，如新疆高原鳅等。

4.3.9.5 栖息类型

根据水域流态特征及鱼类的栖息特点，评价区内鱼类均属流水类群，

此类群主要或基本生活在江河流速环境中，体长形，略侧扁，游泳能力强，适应于流水生活。它们或以水底砾石等物体表面附着藻类为食，或以有机碎屑为食，或以底栖无脊椎动物为食，或以软体动物为食，或主要以水草为食，或主要以鱼虾类为食，甚或为杂食性；或以浮游动植物为食。

4.3.9.6 渔业资源调查及渔获物组成

2023 年 7 月及 2023 年 10 月，我单位在评价范围内塔尔朗河范围开展了鱼类

资源调查，为期 2 次，渔获物主要采集方式为地笼网（规格为 5m 长，宽×高：25cm×25cm），每河段适宜生境布设地笼网 2 个，共计布设 6 个/天，调查时长 15 天，现场对渔获物进行种类鉴定，记录数量、体长和体重等。

两次调查仅于 2023 年 7 月塔尔朗河引水枢纽上游 2km 处共采集到鱼类 1 种，为新疆高原鳅，共计 4 尾，48.0g。结合塔尔朗河实际生境状况及访问牧民调查，塔尔朗河现今鱼类资源匮乏，河道内鲜有鱼类分布，现场调查结果与访问调查结果基本一致。

表 4.3.9-2 2023 年 7 月塔尔朗河上游现场调查鱼类资源调查表

种类	体长（mm）		体重（g）		尾数		重量	
	范围	平均	范围	平均	尾	百分比	克	百分比
新疆高原鳅	105-112	108	9.2-14.6	12.0	4	100%	48.0	100%
								
新疆高原鳅 <i>Triplophysa strauchii</i> (2023 年 7 月)								
								
鱼类资源现场调查								

图 4.3.9-1 鱼类资源现场调查

4.3.9.7 珍稀濒危及重点保护鱼类

查询历史文献及本次调查结果，对比《国家重点保护野生动物名录》（2021）、《新疆维吾尔自治区重点保护水生野生动物名录》（2022）和《中国生物多样性红色名录》等资料，评价区未发现国家级、自治区级保护鱼类以及极危、濒危、

易危鱼类。

4.3.9.8 鱼类重要生境

(1) 产卵场

根据产卵习性的差异性，评价区鱼类均为产粘沉性卵类群。本次现状调查主要渔获物新疆高原鳅产粘沉性卵，无长距离洄游习性，繁殖期集中在 4-6 月，在砾石底，水体清澈，溶氧高且流速小于 $1.5\text{m}^3/\text{s}$ 的浅滩上产卵，刚产出的卵遇水具有微粘性，被流水冲到砾石的间隙处，在那里进行胚胎发育。

根据《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》（HJ701.7-2014）中关于产粘沉性卵鱼类早期资源调查方法的要求，2023 年 7 月上旬及 2023 年 10 月下旬调查人员两次于评价区水域开展鱼类早期资源现场调查，调查选在适宜其产卵生境水域进行，利用抄网（网孔径 $0.50\text{mm}\sim 1.00\text{mm}$ ）等网具在适宜其产卵生境进行采集。评价区鱼类均为以浅水砾石为产卵基质的种类，直接在砾石上进行采集。现场调查并未采集到鱼卵及仔稚鱼标本。

塔尔朗河河流比降较大，存在的河汊回水湾等较多，无大型河汊回水湾分布，仅分布一些小型的河汊、散流、回水湾，水流相对静缓，评价区鱼类产卵要求的水文条件较低，适宜产卵生境于永久取水口上游零星分布，未发现集中式鱼类产卵场。



图 4.3.9-2 永久取水口上游适宜产卵生境

(2) 索饵场

索饵或育幼场，常取决于鱼类食性，通常分布在产卵场附近，有利于幼鱼索饵。评价区鱼类以着生藻类和水生昆虫为主要食物，其中现场调查的鱼类新疆高原鳅属杂食性种类，此类鱼食谱较广，兼有动物和植物食性，食物主要包括浮游

动物、植物及有机碎屑，其食性在不同环境水体和不同季节有明显变化，索饵场所通常较分散。评价区域饵料生物资源量较低，结合现场鱼类资源调查结果，未发现集中的鱼类索饵场。

（3）越冬场

冬季气温和水温逐渐降低，鱼类活动能力减弱，部分鱼类为保证在寒冷季节有适宜的栖息条件，往往由支流和浅水区进入干流、深潭和湖库深水区越冬。鱼类的越冬场主要分布于河道的深槽或坑穴中，一般水深 3~4 m 以上，多为河槽、湖库区深潭等，底质主要为乱石或礁石。经现场考察，塔尔朗河无成规模鱼类越冬场，评价区鱼类于流域范围内零星分布的河沱、河槽及湾沱等区域越冬。

4.4 环境质量现状及评价

4.4.1 地表水环境质量

4.4.1.1 流域水环境质量

根据《新疆水环境功能区划》，塔尔朗河全河段均为I类水体，水质目标为I类，现状使用功能为源头水，根据现场调查和搜集相关资料，工程所在河段无入河点污染源，污染源仅为少量面源污染，主要为山区少量牧民放牧活动产生。由于本工程所在地位于塔尔朗河山区峡谷段，受地形条件和植被条件制约，在该地区进行放牧活动的牧民较少，产生的牧业面源污染有限，随融雪水、降雨或洪水形成的地表径流入河的面源污染对工程影响河段河流水质影响程度有限，不会导致河流水质劣变。

结合《新疆吐鲁番市高昌区塔尔朗水库工程环境影响报告书》，塔尔朗河 2023 年现状水质检测结果塔尔朗河检测断面现状水质除氨氮为II类外，其余水质检测标准均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）I类标准要求，区域水质状况基本良好。

4.4.1.2 评价区水环境质量

（1）监测时间及断面

为了解工程评价区河段水质情况，西北院委托核工业二一六大队检测研究院有限公司分别于 2023 年 7 月 14 日—16 日、10 月 9 日—11 日对评价范围内的 2 个点位进行了监测，监测点位分别是：①工程取水口、②取水口上游支流汇入口。

（2）监测因子

监测指标 25 项，包括：水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD₅、氨氮、总磷、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油、LAS、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物、含盐量。

（3）监测频率

丰水期、枯水期各监测 1 次，监测频率为 1 次/天，连续监测 3 天。

（4）监测数据分析

采用《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）附录 D 中的水质指数法对监测数据进行评价。

水质现状评价采用单因子指数法，选用标准指数计算模式对工程评价河段的水质现状进行评价，其数学模式如下：

1) 一般水质因子

$$Pi = Ci / Si$$

式中：Pi=水质的污染物 i 的指数；

C_i=污染物 i 的监测浓度；

S_i=污染物 i 的环境质量标准，选用《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准。

2) 溶解氧（DO）

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

式中：S_{DO,j}—溶解氧的标准指数，大于 1 表示水质因子超标；

DO_j—溶解氧在 j 点实测统计代表值，mg/L；

DO_s—溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f—饱和溶解氧浓度，mg/L；

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

T—水温；℃。

3) pH 值

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

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

式中： $S_{pH,j}$ ——pH 的标准指数；

pH_j ——pH 实测值；

pH_{sd} ——地表水质标准中规定的 pH 值下限（pH=6）；

pH_{su} ——地表水质标准中规定的 pH 值上限（pH=9）。

地表水水质监测数据及水质指数评价见表 4.4.1-1~4.4.1-4。

表 4.5.1-1 2023 年 7 月取水口水质现状监测数据及评价表

监测指标	标准值	单位	工程取水口 43°16'8.55", 89°4'35.50"					
			监测结果			水质指数		
			7/14	7/15	7/16	7/14	7/15	7/16
温度	/	°C	19.2	19.6	19.8	/	/	/
pH	6~9	/	8.0	7.8	7.9	0.5	0.45	0.45
高锰酸盐指数	≤2	mg/L	0.7	0.7	0.6	0.35	0.35	0.3
硫化物	≤0.05	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	/	/	/
氟化物（以 F ⁻ 计）	≤1.0	mg/L	0.175	0.164	0.156	0.18	0.17	0.16
氰化物	≤0.005	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	/	/	/
氨氮	≤0.15	mg/L	0.048	0.085	0.085	0.320	0.567	0.567
石油类	≤0.05	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	/	/	/
化学需氧量	≤15	mg/L	9	9	8	0.60	0.53	0.53
五日生化需氧量	≤3	mg/L	2.5	2.5	2.3	0.83	0.80	0.77
挥发酚	≤0.002	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	/	/	/
溶解氧	≥饱和率 90% （或 7.5）	mg/L	9.24	8.96	9.11	0.02	0.84	0.00
含盐量	5	mg/L	156	142	154	/	/	/
六价铬	≤0.01	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	/	/	/
砷	≤0.05	mg/L	0.00082	0.00071	0.00096	0.016	0.027	0.019
硒	≤0.01	mg/L	0.0006	0.0006	<0.41	0.06	0.061	/
总磷	≤0.02 （湖库≤0.01）	mg/L	0.02	0.01	0.02	1	0.5	1
镉	≤0.001	mg/L	<0.00005	<0.00005	<0.00005	/	/	/
铜	≤0.01	mg/L	0.0008	0.0004	0.0003	0.0770	0.0350	0.0270
汞	≤0.00005	mg/L	<0.00004	0.00004	<0.00004	/	/	/
铅	≤0.01	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	/	/	/
锌	≤0.05	mg/L	0.0034	<0.00067	<0.00067	0.0034	/	/
粪大肠菌群	≤200	MPN/L	<20	<20	<20	/	/	/
阴离子表面活性剂	≤0.2	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	/	/	/
悬浮物	——	mg/L	3	4	2	/	/	/

表 4.5.1-2 2024 年 7 月取水口上游水质现状监测数据及评价表

监测指标	标准值	单位	取水口上游 12km 处（43°20′43.77″， 89°8′25.40″）					
			监测结果			水质指数		
			7/14	7/15	7/16	7/14	7/15	7/16
温度	/	℃	18.8	18.6	19.1	/	/	/
pH	6~9	/	7.9	8.1	7.9	0.45	0.4	0.45
高锰酸盐指数	≤2	mg/L	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3
硫化物	≤0.05	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	/	/	/
氟化物 （以 F ⁻ 计）	≤1.0	mg/L	0.169	0.157	0.057	0.17	0.16	0.06
氰化物	≤0.005	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	/	/	/
氨氮	≤0.15	mg/L	0.097	0.063	0.104	0.647	0.420	0.693
石油类	≤0.05	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	/	/	/
化学需氧量	≤15	mg/L	8	8	11	0.53	0.60	0.73
五日生化需氧量	≤3	mg/L	2.4	2.2	2.3	0.80	0.83	0.77
挥发酚	≤0.002	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	/	/	/
溶解氧	≥饱和率 90% （或 7.5）	mg/L	9.58	9.66	9.44	0.16	0.32	0.12
含盐量	5	mg/L	151	157	150	/	/	/
六价铬	≤0.01	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	/	/	/
砷	≤0.05	mg/L	0.00133	0.00117	0.72	0.027	0.023	14.400
硒	≤0.01	mg/L	0.0007	0.0004	0.0041	0.071	0.044	0.41
总磷	≤0.02 （湖库≤0.01）	mg/L	0.02	0.01	0.02	1	0.5	1
镉	≤0.001	mg/L	<0.00005	<0.00005	<0.00005	/	/	/
铜	≤0.01	mg/L	0.0003	0.00019	0.0003	0.0270	0.0190	0.0310
汞	≤0.00005	mg/L	<0.00004	<0.00004	<0.00004	/	/	/
铅	≤0.01	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	/	/	/
锌	≤0.05	mg/L	0.0049	0.0022	<0.00067	0.0976	0.0444	/
粪大肠菌群	≤200	MPN/L	<20	<20	<20	/	/	/
阴离子表面活性剂	≤0.2	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	/	/	/
悬浮物	——	mg/L	4	5	4	/	/	/

表 4.5.1-3 2023 年 10 月工程取水口水质现状监测数据及评价表

监测指标	标准值	单位	工程取水口 43°16'8.55", 89°4'35.50"					
			监测结果			水质指数		
			10/9	10/10	10/11	10/9	10/10	10/11
温度	/	℃	13.9	14.2	14.4	/	/	/
pH	6~9	/	7.9	8.1	8.0	0.45	0.55	0.5
高锰酸盐指数	≤2	mg/L	1.0	1.0	0.9	0.5	0.5	0.45
硫化物	≤0.05	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	/	/	/
氟化物 (以 F ⁻ 计)	≤1.0	mg/L	0.152	0.175	0.177	0.15	0.18	0.18
氰化物	≤0.005	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	/	/	/
氨氮	≤0.15	mg/L	0.381	0.377	0.389	2.540	2.513	2.593
石油类	≤0.05	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	/	/	/
化学需氧量	≤15	mg/L	9	9	7	0.60	0.60	0.47
五日生化需氧量	≤3	mg/L	2.4	2.3	2.4	0.80	0.77	0.80
挥发酚	≤0.002	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	/	/	/
溶解氧	≥饱和率 90% (或 7.5)	mg/L	9.41	9.27	9.49	0.80	0.81	0.79
含盐量	5	mg/L	283	280	286	/	/	/
六价铬	≤0.01	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	/	/	/
砷	≤0.05	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.024	0.024	0.026
硒	≤0.01	mg/L	<0.00041	<0.00041	<0.00041	/	/	/
总磷	≤0.02 (湖库≤0.01)	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	/	/	/
镉	≤0.001	mg/L	<0.00005	<0.00005	<0.00005	/	/	/
铜	≤0.01	mg/L	0.0003	0.0003	0.0003	0.0340	0.0340	0.0320
汞	≤0.00005	mg/L	<0.00004	<0.00004	<0.00004	/	/	/
铅	≤0.01	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	/	/	/
锌	≤0.05	mg/L	0.004	0.003	0.003	0.0702	0.0674	0.0596
粪大肠菌群	≤200	MPN/L	<20	<20	<20	/	/	/
阴离子表面活性剂	≤0.2	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	/	/	/
悬浮物	——	mg/L	3	4	3	/	/	/

表 4.5.1-4 2024 年 10 月工程取水口上游水质现状监测数据及评价表

监测指标	标准值	单位	取水口上游 12km 处（43°20′43.77″，89°8′25.40″）					
			监测结果			水质指数		
			7/14	7/15	7-16	7-14	7-15	7-16
温度	/	℃	13.6	13.4	13.8	/	/	/
pH	6~9	/	8.2	8.1	8.2	0.6	0.55	0.5
高锰酸盐指数	≤2	mg/L	0.9	0.9	0.8	0.5	0.5	0.4
硫化物	≤0.05	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	/	/	/
氟化物 （以 F ⁻ 计）	≤1.0	mg/L	0.173	0.174	0.179	0.173	0.174	0.177
氰化物	≤0.005	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	/	/	/
氨氮	≤0.15	mg/L	0.423	0.426	0.434	2.820	2.840	2.893
石油类	≤0.05	mg/L	<0.01	0.01	0.01	/	0.2	0.2
化学需氧量	≤15	mg/L	8	8	10	0.53	0.53	0.47
五日生化需氧量	≤3	mg/L	2.4	2.4	2.3	0.8	0.8	0.77
挥发酚	≤0.002	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	/	/	/
溶解氧	≥饱和率 90% （或 7.5）	mg/L	9.73	9.54	9.82	0.77	0.79	0.76
含盐量	5	mg/L	276	279	275	/	/	/
六价铬	≤0.01	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	/	/	/
砷	≤0.05	mg/L	0.00112	0.00118	0.00121	0.022	0.024	0.026
硒	≤0.01	mg/L	<0.00041	<0.00041	<0.00041	/	/	/
总磷	≤0.02 （湖库≤0.01）	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	/	/	/
镉	≤0.001	mg/L	<0.00005	<0.00005	<0.00005	/	/	/
铜	≤0.01	mg/L	0.0006	0.0006	0.0005	0.061	0.055	0.053
汞	≤0.00005	mg/L	<0.00004	0.00004	<0.00004	/	0.8	/
铅	≤0.01	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	/	/	/
锌	≤0.05	mg/L	0.003	0.003	0.003	0.0612	0.0542	0.053
粪大肠菌群	≤200	MPN/L	<20	<20	<20	/	/	/
阴离子表面活性剂	≤0.2	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	/	/	/
悬浮物	——	mg/L	2	3	4	/	/	/

由本次评价结果可以看出，在采样的 2 个点位中，塔尔朗河监测断面现状水质除氨氮为Ⅱ类外，其余水质检测标准均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅰ类标准要求，水质状况良好。结合当地污染源分布情况，分析该时段氨氮超标主要原因是可能有牲畜粪便进入河道水体造成河道水体污染，导致氨氮、总磷超标。

4.4.2 大气环境质量

4.4.2.1 项目所在区域达标判断

根据新疆维吾尔自治区生态环境厅发布的《2024年10月和1—10月96县(市、区)环境空气质量状况及排名》及2024年吐鲁番市生态环境局发布的吐鲁番市生态环境质量状况数据,吐鲁番市高昌区2023年1月—10月环境空气质量优良天数比例66.4%,2024年1月—10月优良天数比例68.9%,细颗粒物平均浓度31微克/立方米,同比下降6.1%。

4.4.2.2 环境空气质量补充监测与评价

为进一步了解评价区环境空气质量现状,西北院委托核工业二一六大队检测研究院于2023年7月14日—20日对评价范围内的2个点位进行了监测。

(1) 监测点布设

在上库施工区下风向区域和下库施工区下风向区域各布置1个监测点。监测点位信息见表4.5.2-1。

表 4.5.2-1 大气环境监测点位一览表

编号	点位	坐标	监测目的
1#	上库施工区下风向区域	88°11'25.65"E,38°42'2.50" N	质量现状
2#	下库施工区下风向区域	88°9'24.48"E,38°4'50.20" N	质量现状

(2) 监测内容

监测项目主要为: TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂、SO₂、BaP 的小时均值及日均值。

(3) 监测频次

监测一期,每期监测应取得连续7天有效数据,SO₂、NO₂1小时平均浓度,每小时至少有45分钟的采样时间;BaP、TSP日平均浓度每日采集1次,采样连续24小时。SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}日平均浓度每日采集1次,至少有20个小时平均浓度值或采样时间。监测期间同步监测和记录风速、风向、气温、气压等气象条件。

(4) 监测方法及结果分析

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)第6.4节“评价内容与方法”相关要求,对监测点位TSP的短期浓度进行环境质量现状评价,如果超标,计算其超标倍数和超标率。

(5) 环境空气质量现状评价

环境空气质量现状监测结果及现状评价结果见表 4.5.2-2、4.5.2-3。

表 4.5.2-2 上库下风向环境空气质量现状监测结果及现状评价结果表

监测项目	采样时间	上库下风向 89°7'1.91"E, 43°15'52.50"N—监测结果 (mg/m ³)							标准 mg/m ³	最大 浓度 占标 率	达标 情况
		7 月 14 日	7 月 15 日	7 月 16 日	7 月 17 日	7 月 18 日	7 月 19 日	7 月 20 日			
SO ₂ (一小时 平均)	2:00-4:00	0.025	0.031	0.019	0.014	0.017	0.021	0.019	0.5	6%	达标
	8:00-10:00	0.043	0.049	0.016	0.031	0.033	0.009	0.032	0.5	10%	达标
	14:00-16:00	0.048	0.026	0.059	0.026	0.013	0.013	0.015	0.5	12%	达标
	20:00-22:00	0.032	0.038	0.054	0.039	0.026	0.008	0.023	0.5	11%	达标
NO ₂ (一小时 平均)	2:00-4:00	0.019	0.028	0.033	0.019	0.009	0.014	0.027	0.2	17%	达标
	8:00-10:00	0.035	0.044	0.04	0.026	0.022	0.008	0.033	0.2	22%	达标
	14:00-16:00	0.041	0.032	0.028	0.029	0.015	0.018	0.022	0.2	21%	达标
	20:00-22:00	0.028	0.026	0.036	0.022	0.029	0.012	0.016	0.2	18%	达标
SO ₂ (日均)	14:00 — 次日 14:00	0.019	0.027	0.024	0.016	0.013	0.01	0.017	0.15	18%	达标
NO ₂ (日均)		0.014	0.024	0.024	0.018	0.01	0.008	0.019	0.08	30%	达标
TSP (日均)		0.086	0.099	0.104	0.116	0.111	0.095	0.079	0.3	39%	达标
PM ₁₀ (日均)		0.051	0.069	0.081	0.092	0.078	0.074	0.053	0.15	61%	达标
PM _{2.5} (日均)		0.028	0.034	0.046	0.05	0.044	0.038	0.029	0.075	67%	达标
苯并[a]芘 (ng/m ³)		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0025 (μg/m ³)	/	达标

表 4.5.2-2 下库下风向环境空气质量现状监测数据及评价表

监测项目	采样时间	下库下风向 89°4'30.43"E, 43°15'14.96"N—监测结果(mg/m³)							标准 mg/m³	最大 浓度 占标 率	达 标 情 况
		7 月 14 日	7 月 15 日	7 月 16 日	7 月 17 日	7 月 18 日	7 月 19 日	7 月 20 日			
SO ₂ (一小时 平均)	2:00-4:00	0.021	0.018	0.023	0.011	0.021	0.018	0.025	0.5	5%	达标
	8:00-10:00	0.035	0.056	0.034	0.043	0.038	0.012	0.017	0.5	11%	达标
	14:00-16:00	0.039	0.041	0.052	0.031	0.028	0.016	0.021	0.5	10%	达标
	20:00-22:00	0.029	0.047	0.041	0.022	0.015	0.009	0.029	0.5	9%	达标
NO ₂ (一 小时平 均)	2:00-4:00	0.022	0.018	0.021	0.016	0.017	0.01	0.023	0.2	12%	达标
	8:00-10:00	0.038	0.036	0.032	0.039	0.011	0.021	0.018	0.2	20%	达标
	14:00-16:00	0.045	0.048	0.024	0.031	0.027	0.013	0.008	0.2	24%	达标
	20:00-22:00	0.032	0.029	0.029	0.024	0.021	0.015	0.013	0.2	16%	达标
SO ₂ (日均)	14:00 一次 日 14:00	0.023	0.025	0.028	0.019	0.016	0.012	0.021	0.15	19%	达标
NO ₂ (日均)		0.017	0.021	0.026	0.022	0.013	0.011	0.015	0.08	33%	达标
TSP (日均)		0.078	0.091	0.112	0.119	0.103	0.085	0.068	0.3	40%	达标
PM ₁₀ (日均)		0.046	0.064	0.088	0.097	0.071	0.059	0.038	0.15	65%	达标
PM _{2.5} (日 均)		0.024	0.031	0.056	0.059	0.039	0.031	0.02	0.075	79%	达标
苯并[a]芘 (ng/m³)		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0025(μg/m³)	/	达标

由上表可知，工程区监测时段 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂ 最大浓度占标率均小于 1，均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，项目所在区域环境空气质量总体良好，当遇到风沙天气时，大气环境质量可能出现超标。

4.4.3 声环境质量

工程区处于农村地区，区内及周边无固定工矿噪声源分布。声环境为自然本底值，声质量现状良好。为进一步了解项目区声环境现状质量，西北院委托核工业二一六大队检测研究院于 2024 年 7 月 15 和 7 月 16 日对工程区声环境质量进行监测。

(1) 监测点布设、监测项目及监测频率

声环境质量设 3 个监测点位，上库承包商营地、下库承包商营地和上下库连

接路外围各设置 1 个监测点。监测项目为等效连续 A 声级 L_{Aeq} 指标。监测时间及频次：连续监测 2 天，昼间（06:00-22:00）、夜间（22:00-6:00）各监测 1 次。监测点位信息见表 4.4.3-1。

编号	点位	坐标	监测目的
1#	上库承包商营地	89°7'29.429"东 43°16'25.902"北	质量现状
2#	下库承包商营地	89°4'36.261"东 43°14'42.669"北	质量现状
3#	上下库连接路外围	89°6'19.153"东 43°13'48.952"北	质量现状

表 4.4.3-1 声环境监测点位表

（2）声环境质量现状评价

声环境质量监测结果见表 4.4.3-2。

表 4.4.3-2 声环境监测结果

	测点 编号	监测点位置	主要 声源	检测时间	昼 间	检测时间	夜 间
2024.7.15	1	下库承包商营地 E89°4'47.15"N43°14'48.93"	环境	12:02-12:12	44	22:01-22:11	40
	2	上下库连接路外围 E89°6'30.18"N43°13'55.10"	环境	13:14-13:24	45	23:06-23:16	43
	3	上库承包商营地 E89°7'40.27"N43°16'32.10"	环境	15:21-15:31	44	00:13-00:23	42
2024.7.16	1	下库承包商营地 E89°4'47.15"N43°14'48.93"	环境	11:58-12:08	43	22:02-22:12	39
	2	上下库连接路外围 E89°6'30.18"N43°13'55.10"	环境	13:07-13:17	47	23:04-23:14	42
	3	上库承包商营地 E89°7'40.27"N43°16'32.10"	环境	15:09-15:19	46	00:18-00:28	40

由上表可知，项目区所有监测点在监测时段内声环境质量均达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类声环境功能区标准，声环境质量良好。

4.4.4 土壤环境质量

为了解项目所在区域土壤环境质量现状，西北院委托核工业二一六大队检测研究院于 2023 年 7 月 14 日开展了土壤环境监测。

（1）监测点布设

共布设 7 个土壤监测点，其中占地范围内 3 个表层样，占地范围外 4 个表层样，均为表层样点，监测点位见表 4.4.4-1。

表 4.4.4-1 土壤监测点位

序号	监测点位		坐标	监测目的
1	建设用地	上库监测点	89°7'11.802"东 43°15'43.456"北	质量现状
2		下库监测点	89°4'51.329"东 43°15'3.804"北	质量现状
3		水处理厂	89°4'26.052"东 43°15'37.418"北	质量现状
4	非建设用地	上库上游	89°7'27.93"东 43°15'54.279"北	质量现状
5		上库下游	89°6'51.88"东 43°15'41.999"北	质量现状
6		下库上游	89°5'5.522"东 43°15'14.721"北	质量现状
7		下库下游	89°4'30.258"东 43°15'5.692"北	质量现状

(2) 监测内容

监测 pH 值、含盐量确定评价等级，除此之外，建设用地执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的 45 个基本项目+石油烃，非建设用地执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的 8 个基本项目+石油烃。

(3) 监测频次

监测一期。

(4) 监测结果

表 4.4.4-2 建设用土地壤监测结果

序号	监测参数	单位	取样地点 (2023.07.14)			第二类风险筛选值	第二类风险管制值	达标情况
			上库监测点	下库监测点	水处理厂			
1	pH	-	8.78	8.97	8.86	-	-	-
2	砷	mg/kg	10.5	7.96	10.2	60	140	达标
3	镉	mg/kg	0.176	0.166	0.183	65	172	达标
4	六价铬	mg/kg	<0.5	0.7	<0.5	5.7	78	达标
5	铜	mg/kg	53.4	46.6	50.4	18000	36000	达标
6	铅	mg/kg	15.6	14.4	14.7	800	2500	达标
7	汞	mg/kg	0.028	0.038	0.024	38	82	达标
8	镍	mg/kg	33.1	25.3	27.8	900	2000	达标
9	全盐量	g/kg	0.5	0.2	0.2	-	-	-
10	四氯化碳	mg/kg	<0.0013	<0.0013	<0.0013	-	-	达标
11	氯仿	mg/kg	<0.0011	<0.0011	<0.0011	-	-	达标
12	氯甲烷	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	-	-	达标
13	1,1-二氯乙烷	mg/kg	<0.0012	<0.0012	<0.0012	-	-	达标
14	1,2-二氯乙烷	mg/kg	<0.0013	<0.0013	<0.0013	-	-	达标
15	1,1-二氯乙烯	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	-	-	达标
16	顺1,2-二氯乙烯	mg/kg	<0.0013	<0.0013	<0.0013	-	-	达标
17	反1,2-二氯乙烯	mg/kg	<0.0014	<0.0014	<0.0014	-	-	达标
18	二氯甲烷	mg/kg	<0.0015	<0.0015	<0.0015	-	-	达标
19	1,2-二氯丙烷	mg/kg	<0.0011	<0.0011	<0.0011	-	-	达标
20	1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	<0.0012	<0.0012	<0.0012	-	-	达标
21	1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	<0.0012	<0.0012	<0.0012	-	-	达标
22	四氯乙烯	mg/kg	<0.0014	<0.0014	<0.0014	-	-	达标
23	1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	<0.0013	<0.0013	<0.0013	-	-	达

								标
24	1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	<0.0012	<0.0012	<0.0012	-	-	达标
25	三氯乙烯	mg/kg	<0.0012	<0.0012	<0.0012	-	-	达标
26	1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	<0.0012	<0.0012	<0.0012	-	-	达标
27	氯乙烯	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	-	-	达标
28	苯	mg/kg	<0.0019	<0.0019	<0.0019	-	-	达标
29	氯苯	mg/kg	<0.0012	<0.0012	<0.0012	-	-	达标
30	1,2-二氯苯	mg/kg	<0.0015	<0.0015	<0.0015	-	-	达标
31	1,4-二氯苯	mg/kg	<0.0015	<0.0015	<0.0015	-	-	达标
32	乙苯	mg/kg	<0.0012	<0.0012	<0.0012	-	-	达标
33	苯乙烯	mg/kg	<0.0011	<0.0011	<0.0011	-	-	达标
34	甲苯	mg/kg	<0.0013	<0.0013	<0.0013	-	-	达标
35	间二甲苯+对二甲苯	mg/kg	<0.0012	<0.0012	<0.0012	-	-	达标
36	邻二甲苯	mg/kg	<0.0012	<0.0012	<0.0012	-	-	达标
37	硝基苯	mg/kg	<0.09	<0.09	<0.09	-	-	达标
38	苯胺	mg/kg	<0.15	<0.15	<0.15	-	-	达标
39	2-氯苯酚	mg/kg	<0.06	<0.06	<0.06	-	-	达标
40	苯并[a]蒽	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	-	-	达标
41	苯并[a]芘	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	-	-	达标
42	苯并[b]荧蒽	mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2	-	-	达标
43	苯并[k]荧蒽	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	-	-	达标
44	蒽	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	-	-	达标
45	二苯并[a, h]蒽	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	-	-	达标
46	茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	-	-	达标
47	萘	mg/kg	<0.09	<0.09	<0.09	-	-	达标

表 4.4.4-3 非建设用地土壤监测结果

序号	监测参数	单位	取样地点（2023.07.14）				风险筛选值	达标情况
			上库上游	上库下游	下库上游	下库下游		
1	pH	/	8.20	8.94	8.97	7.69	-	-
2	砷	mg/kg	12.8	12.9	7.61	12.4	25	达标
3	镉	mg/kg	0.214	0.195	0.170	0.289	0.6	达标
4	铜	mg/kg	69.0	66.8	44.7	48.2	100	达标
5	铅	mg/kg	15.2	16.8	13.7	11.2	170	达标
6	汞	mg/kg	0.025	0.059	0.078	0.106	3.4	达标
7	镍	mg/kg	35.4	32.4	28.4	32.3	190	-
8	锌	mg/kg	126	115	101	97.5	300	达标
9	铬	mg/kg	95	100	54	63	250	达标
10	全盐量	g/kg	0.5	0.1	0.2	0.6	-	-

从上表监测结果可以看出，项目占地区中上库库区、下库库区、水处理厂土壤质量监测指标均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地风险筛选值，项目占地区土壤环境质量良好。

项目占地范围外 4 个监测点土壤质量监测指标均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的风险筛选值，项目占地区周边区域土壤环境质量良好。

根据上述监测结果，评价区土壤含盐量在 0.1~0.6g/kg 之间，属于未盐化；pH 值在 7.69~8.97 之间，部分采样点轻度碱化。总体来说，评价区域土壤环境质量总体良好。

4.4.5 地下水环境质量

为了解项目所在区域土壤环境质量现状，西北院委托核工业二一六大队检测研究院于 2023 年 7 月 14 日开展了地下水环境监测。

（1）监测点位

本次监测在上库区、下库区和下库下游分别布置一个地下水质量监测点，主要监测因子为：pH、高锰酸盐指数、氨氮、总硬度、六价铬、氯化物、氟化物、硝酸盐、挥发酚、砷、汞、镉、铅、氰化物、铁、锰、硫酸盐、亚硝酸盐、溶解性总固体、矿化度、总大肠菌群、细菌总数、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 及水位。监测点位信息见表 4.4.5-1。

表 4.4.5-1 地下水环境监测点位表

编号	点位	坐标	监测目的
1#	上库区	89°7'9.581"东 43°15'47.388"北	水质
2#	下库区	89°4'43.74"东 43°15'9.419"北	水质
3#	下库下游	89°4'14.249"东 43°14'43.202"北	水质

(2) 评价方法

采用单因子污染指数法，计算公式为： $P_i = C_i/C_{is}$

式中： P_i —监测点某因子的污染指数；

C_i —监测点某因子的实测浓度，mg/L；

C_{is} —某因子的环境质量标准值，mg/L。

pH 值评价采用如下模式：

当实测 pH 值 ≤ 7.0 时， $S_{pHi} = (7.0 - pH_i) / (7.0 - pH_{smin})$

当实测 pH 值 > 7.0 时， $S_{pHi} = (pH_i - 7.0) / (pH_{smax} - 7.0)$

式中： S_{pHi} —监测点 pH 值的污染指数；

pH_i —监测点 pH 值的实测值；

pH_{smin} —pH 值的环境质量标准值下限；

pH_{smax} —pH 值的环境质量标准值上限。

(3) 监测结果及评价

表 4.4.5-2 地下水环境监测结果

项目	单位	监测值			标准值	水质指数		
		上库区	下库区	下库下游		上库区	下库区	下库下游
pH	/	8.0 /14.8 °C	8.1 /14.2 °C	7.9 /15.4°C	6.5~8.5	0.94	0.95	0.93
溶解性总固体	mg/L	143	150	159	1000	0.14	0.15	0.16
氰化物	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	0.05	/	/	/
六价铬	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	0.05	/	/	/
氯化物（以Cl ⁻ 计）	mg/L	5.23	4.71	4.49	250	0.02	0.02	0.02
硫酸盐（以SO ₄ ²⁻ 计）	mg/L	0.596	0.589	0.572	250	0.002	0.002	0.002
硝酸盐（以N计）	mg/L	0.499	0.689	0.718	20	0.02	0.03	0.04
亚硝酸盐（以N计）	mg/L	0.084	0.092	0.088	1	0.08	0.09	0.09
氟化物（以F ⁻ 计）	mg/L	0.091	0.196	0.167	1	0.09	0.20	0.17
高锰酸盐指数	mg/L	0.6	0.6	0.6	/	/	/	/
HCO ₃ ⁻	mg/L	173	185	179	/	/	/	/
CO ₃ ²⁻	mg/L	25	13	19	/	/	/	/
菌落总数	CFU/mL	36	27	43	100	0.36	0.27	0.43

总大肠菌群	MPN/100 mL	<2	<2	<2	3	/	/	/
砷	μg/L	0.94	0.79	1.03	10	0.09	0.08	0.10
镉	μg/L	<0.05	<0.05	<0.05	50	/	/	/
铁	μg/L	143	141	146	300	0.48	0.47	0.49
汞	μg/L	<0.04	0.04	<0.04	1	/	0.04	/
锰	μg/L	<0.12	<0.12	<0.12	100	/	/	/
铅	μg/L	<0.09	<0.09	<0.09	50	/	/	/
钾	mg/L	0.639	0.517	0.636	/	/	/	/
钙	mg/L	40.1	40.0	38.5	/	/	/	/
钠	mg/L	10.0	8.69	7.41	200	0.05	0.04	0.04
镁	mg/L	8.38	8.17	7.80	/	/	/	/
氨氮	mg/L	0.066	0.097	0.089	0.5	0.13	0.19	0.18
挥发酚	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.002	/	/	/
总硬度	mg/L	128	131	117	450	0.28	0.29	0.26
矿化度	mg/L	228	243	250	/	/	/	/

由监测结果可知，地下水监测点位监测因子指标均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准限值，区域地下水环境质量基本良好。

4.5 主要环境问题

（1）本项目区域植被类型较少，植被类型以荒漠灌丛为主，植物结构单一，生态系统比较脆弱。工程设计和施工过程中应考虑工程合理布置，尽量减少对天然地表植被的破坏，施工结束后应做好植被恢复和厂区绿化。

（2）水土流失

流域内有较大规模的荒漠面积，含半固定风沙土、固定风沙土、灌耕风沙土，由于水量不足，流域内天然植被分布稀疏，种群结构简单，植被覆盖度较低，生态系统调节能力较弱，水土流失现象也较为严重。

5 环境影响预测与评价

5.1 水文情势影响预测

5.1.1 取水水源及取水量

本工程上水库位于塔尔朗河左岸山顶冲沟型缓坡处，在沟口筑坝，四周扩挖成库，下水库位于塔尔朗河沟口左岸山前阶地缓坡上，半挖半填成库；上、下水库基本无径流入库。上、下水库库盆均无天然径流。

塔尔朗流域发源于天山以南，源头分布有冰川，径流补给来源主要为降雨、冰川融雪水和地下水补给。塔尔朗流域中高山区降水量在 150mm~700mm 之间，平原区的降水量约在 50mm。塔尔朗专用站以上集水区平均径流深为 163mm，径流深分布趋势自高山区向低山区递减，出山口以下平原区平均径流深约 5mm 左右，基本不产流，河流出山口后水量大部分通过渠道被引入灌区，剩余水量流经山前砾石戈壁带，水量大量渗漏，最终散失于下游平原和盆地。

塔尔朗流域径流年际变化较小。径流年内分配不均匀，4 月后，随着气温升高融雪补给量增加，并与夏季降水叠加共同形成径流量集中补给时段。径流量集中在 5 月~9 月。最大月径流量出现在 6 月—8 月，占年径流量的 70%左右；最小月径流量多出现在 1 月—4 月，占年径流量的 4%左右；连续最大 4 个月（6 月~9 月）径流量占年径流量的 80%左右。

根据水资源专题报告论证成果，经与当地政府水主管部门沟通联合调研，塔尔朗灌区葡萄高效节水实施后可节约水量 1199.85 万 m^3 ，高昌抽水蓄能电站正常运行期毛需水量 131.82 万 m^3 ；施工期总用水量 389.95 万 m^3 ，施工高峰期年最大取水量约 137.31 万 m^3 ；初期蓄水两年（包括施工用水）取水量为 882.73 万 m^3 ，高效节水可节约水量可以满足本项目初期蓄水期用水需求。

高昌抽水蓄能电站已于 2025 年 6 月完成《新疆高昌抽水蓄能电站水资源论证报告书》，7 月 2 日新疆维吾尔自治区水利厅组织对该报告进行了技术审查，下发了《新疆高昌抽水蓄能电站水资源论证报告书技术审查意见》，核定合理取用水量与可研阶段一致，工程取水时段内考虑了下游各用户用水量，优先保证生态用水不被削减占用，取水指标来源于回购农业高效节水水量改造通过水权转让的方式获得用水指标，工程取水有保障。自治区水利厅、高昌区人民政府、吐鲁

番市高昌区水利局分别出具的项目取水支撑性函件,项目业主与高昌区人民政府签订《高昌区人民政府与吐鲁番清源抽水蓄能电站有限公司水权转让协议书》。

因此,通过取用塔尔朗河地表水是合适的。

5.1.1.1 施工期用水

(1) 施工用水

根据施工组织设计,本电站施工期(含筹建期)用水量为 439.73 万 m^3 ,其中回用水量 68.56 万 m^3 ,需新水量 371.17 万 m^3 。项目区管网损失 2%,水厂自用水损失水量 3%,施工期从塔尔朗河取地表水总量为 389.95 万 m^3 。

考虑本工程取水口无调节功能,因此施工期考虑在工程区给水处理站附近设计一座容量约为 20 万 m^3 的临时储水库,以满足施工期连续用水的过程要求。每年 7 月为最大丰水月,施工期间在每年 7 月将塔尔朗河来水提前取至临时储水库,以保障本年 11 月至次年 4 月施工用水的连续性。工程筹建期和施工期年用水情况统计见表 5.1.1-1。

表 5.1.1-1 高昌抽水蓄能电站建设期年度用水量统计表 单位: 万 m^3

年份	1 月-4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月-12 月	小计
筹建期第 1 年	0	0.00	0.00	1.45	0.25	0.28	0.28	0	2.26
筹建期第 2 年	0	0.62	0.51	3.52	0.51	0.54	0.55	0	6.25
筹建期第 3 年 及 施工期第 1 年	0	0.82	0.64	18.5 4	0.89	0.89	1.49	0	23.26
施工期第 2 年	0	3.25	3.13	23.1 9	5.98	5.99	6.02	0	47.56
施工期第 3 年	0	20.26	20.2 9	40.5 9	16.7 2	26.3 5	13.1 1	0	137.31
施工期第 4 年	0	18.47	18.7 9	40.2 2	19.1 3	24.0 0	13.1 8	0	133.80
施工期第 5 年	0	2.68	2.68	12.3 4	4.44	5.28	5.57	0	32.97
施工期第 6 年	0	0.73	0.73	2.48	0.73	0.73	0.54	0	5.94
施工期第 7 年	0	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.61
小计									389.95

(2) 初期蓄水

初期蓄水按两年计划，上、下水库在首台机组调试前至少蓄水共计约 230 万 m³；首台机调试至首台机组发电期间上、下水库至少累计蓄水 425 万 m³；首台机组发电投产至第二台机组发电期间上、下水库至少累计蓄水 470 万 m³；第二台机组发电投产至第三台机组发电期间上、下水库至少累计蓄水 657 万 m³；第三台机组发电投产至第四台机组发电期间上、下水库至少累计蓄水 859 万 m³。考虑项目区管网损失 2%，从取水口取水总量为 876.18 万 m³。高昌抽水蓄能电站初期蓄水期需水量及取水量统计分别见表 5.1.1-2、表 5.1.1-3。

表 5.1.1-2 高昌抽水蓄能电站初期蓄水取水量统计表 单位：万 m³

年份	需水量	取水量
施工期第六年	656.84	669.98
施工期第七年	202.16	206.20
合计	859	876.18
注：工程区管网损失按 2%计		

工程施工期和初期蓄水期各年逐月取水量见表 5.1.1-3。

表 5.1.1-3 高昌抽水蓄能电站施工期和初期蓄水期各年逐月取水量统计表 单位: 万 m³

年份		工期	取水量													
			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	
1	筹建期第 1	筹建期用水							1.45	0.25	0.28	0.28			2.26	
2	筹建期第 2						0.62	0.51	3.52	0.51	0.54	0.55			6.25	
3	施工期第 1	施工期用水					0.82	0.64	18.54	0.89	0.89	1.49			23.26	
4	施工期第 2						3.25	3.13	23.19	5.98	5.99	6.02			47.56	
5	施工期第 3						20.26	20.29	40.59	16.72	26.35	13.11			137.31	
6	施工期第 4						18.47	18.79	40.22	19.13	24.00	13.18			133.80	
7	施工期第 5						2.68	2.68	12.34	4.44	5.28	5.57			32.97	
8	施工期第 6 年	初期蓄水 （含施工用水）					135.07	135.07	136.82	135.07	114.97	18.90			675.92	
9	施工期第 7 年	初期蓄水 （含施工用水）					103.41	103.41							206.81	
总取水量																1266.13

5.1.1.2 运行期用水

工程运行期用水包括水库蒸发补水量、水库渗漏补水量、厂房输水系统损失补水量、业主营地生活用水和绿化、道路浇洒用水共计 5 部分水量。

电站在运行期年净用水量为 125.48 万 m^3 ，运行期内本工程上、下水库总蒸发补水量为 44.81 万 m^3 ，上、下水库总渗漏补水量为 47.64 万 m^3 ，厂房发电系统渗漏补水量为 30 万 m^3 ，生活用水为 0.5 万 m^3 ，绿化用水 2.53 万 m^3 （已扣除生活污水处理后的中水）。项目区管网损失 2%，水厂自用损失 3%。电站运行期从塔尔朗河取地表水总量为 131.82 万 m^3 。

高昌抽水蓄能电站运行期年取水量及取水过程统计分表见表 5.1.1-4、表 5.1.1-5、5.1.1-6。

表 5.1.1-4 运行期年需水量过程表

序号	项目	单位	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
1		天数	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
2	蒸发量	万 m ³	0.39	0.85	2.4	3.85	6.11	7.06	7.52	6.77	4.89	3.39	1.14	0.44	44.81
	渗漏量	万 m ³	4.04	3.66	4.04	3.92	4.04	3.92	4.04	4.04	3.92	4.04	3.92	4.04	47.62
	输水系统渗漏量	万 m ³	2.55	2.3	2.55	2.47	2.55	2.46	2.55	2.55	2.46	2.55	2.46	2.55	30
	小计	万 m ³	6.98	6.81	8.99	10.24	12.7	13.44	14.11	13.36	11.27	9.98	7.52	7.03	122.43
3	生活用水量	万 m ³	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.50
	绿化用水量	万 m ³				0.42	0.43	0.42	0.43	0.44	0.40				2.53
	小计	万 m ³	0.04	0.04	0.04	0.46	0.47	0.46	0.47	0.48	0.44	0.04	0.04	0.04	3.04
小计		万 m ³	7.02	6.85	9.03	10.70	13.17	13.90	14.58	13.84	11.71	10.02	7.56	7.07	125.47
4	管网漏损和水厂损失水量	万 m ³	0.36	0.35	0.46	0.54	0.67	0.70	0.74	0.70	0.59	0.51	0.38	0.36	6.35
合计		万 m ³	7.38	7.20	9.49	11.24	13.84	14.61	15.32	14.54	12.31	10.53	7.94	7.43	131.82

表 5.1.1-5 工程运行期年需水量及取水量统计表 单位: 万 m³

序号	用水类型	需水量	备注
1	水库蒸发补水量	44.81	
2	水库渗漏补水量	47.62	
3	厂房输水系统损失	30	
小计		122.43	
4	生活用水量	0.50	
5	绿化及道路浇洒用水	2.53	
小计		3.04	
合计		125.47	
6	电站运行期从取水口取水量	131.82	考虑项目区输水损失 2%，水厂自用水损失 3%

表 5.1.1-6 高昌抽水蓄能电站运行期年内取水过程统计表 单位: 万 m³

项 目	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	全年
取水量	23.96	23.96	23.96	23.96	23.96	12.02	131.82

5.1.2 水文情势影响分析

5.1.2.1 施工期取水影响分析

从前文表 5.1.1-1 可知，在只考虑施工用水的情况下，工程施工用水高峰期 为施工期第 3 年，年取水量为 137.31 万 m³；从整个施工期来看，施工高峰年集中在施工期第 3 年～第 4 年，相应的施工用水相对较大，对应年取水量分别为 137.31 万 m³、131.80 万 m³。为反映施工期取水对下游河段水文情势的影响，本次评价对施工用水高峰年（施工第 3 年～第 4 年）年内 5 月～10 月份逐月取水过程进行分析，具体见下表 5.1.2-1。

由表 5.1.2-1 可以看出，施工用水高峰期（施工期第 3 年）年取水量 137.31 万 m³，50%来水频率下，年取水量占引水口断面径流量的 1.87%，月取水强度介于 1.25%～3.79%，取水强度最大月份为 5 月；95%来水频率下，年取水量占引水口断面径流量的 2.75%，月取水强度介于 1.17%～8.96%，取水强度最大月份为 5 月。

从施工用水高峰年（施工期第 3 年～第 4 年）年内逐月取水量来看，50%来

水频率下，月取水强度介于 1.25%~3.79%，强度最大的月份为施工期第 3 年 5 月；95%来水频率下，各月取水强度介于 1.17%~8.96%，强度最大的月份亦为施工期第 3 年 5 月。

综上，50%和 95%来水频率下，施工高峰年（施工期第 3 年~第 4 年）取水量占取水口断面径流量的最大比例为 2.75%（95%来水频率下施工期第 3 年），年内月取水量占月径流量最大比例为 8.96%（95%来水频率下施工期第 4 年 5 月）。根据《新疆高昌抽水蓄能电站工程水资源论证报告书》取水方案，本项目取水为农业高效节水指标，不新增河道用水，对塔尔朗河水文情势影响极小。

表 5.1.2-1 本工程施工高峰年（施工期第 3 年～第 4 年）逐月取水强度统计表

月份	高峰年（施工期第 3 年）			高峰年（施工期第 4 年）		
	取水量（万 m ³ ）	P=50%	P=95%	取水量（万 m ³ ）	P=50%	P=95%
5 月	20.26	3.79%	8.96%	18.47	3.46%	8.17%
6 月	20.29	1.55%	3.06%	18.79	1.44%	2.84%
7 月	40.59	1.84%	2.74%	40.22	1.83%	2.71%
8 月	16.72	1.25%	1.17%	19.13	1.43%	1.34%
9 月	26.35	2.82%	5.33%	24	2.57%	4.86%
10 月	13.11	2.91%	5.46%	13.18	2.92%	5.49%
合计	137.31	1.87%	2.75%	133.80	1.82%	2.68%

5.1.2.2 初期蓄水期对河段水文情势的影响

本工程初期蓄水期总取水量为 890.18 万 m^3 （含此时段施工用水），其中第 6 年取水 674.25 万 m^3 ，第 7 年取水 210.93 万 m^3 。

根据施工总进度安排，本工程初期蓄水，叠加施工用水后，施工期第 6 年、第 7 年总取水量分别占 50%来水频率下引水口断面年径流量的 9.17%、2.94%，占 75%来水频率下取水口断面年径流量的 10.69%、3.42%。

初期蓄水期间，叠加施工用水后，5~10 月取水强度统计见表 5.1.2-2。

表 5.1.2-2 初期蓄水期逐月取水强度统计表

月份	初期蓄水期（施工期第 6 年）			初期蓄水期（施工期第 7 年）		
	取水量（万 m^3 ）	P=50%	P=75%	取水量（万 m^3 ）	P=50%	P=75%
5 月	134.86	25.25%	29.56%	103.88	19.37%	22.63%
6 月	134.86	10.35%	16.33%	103.88	7.92%	12.50%
7 月	136.61	6.21%	10.59%			
8 月	134.86	10.06%	8.75%			
9 月	114.97	12.30%	13.90%			
10 月	18.09	4.19%	4.40%			
合计	675.92	9.19%	10.72%	206.81	2.94%	3.42%

①初期蓄水期间（含此时段施工用水），施工期第 6 年总取水量分别占 50%、75%来水频率取水口断面多年平均年径流量的 9.19%、10.72%，施工期第 7 年总取水量分别占 50%、75%来水频率下断面年径流量的 2.81%、3.28%；

②从年内各月来看，初期蓄水期间，50%来水频率下，月取水强度介于 4.19%~25.29%，强度最大月份出现在施工期第 6 年 5 月；75%来水频率下介于 4.40%~29.56%，强度最大月份出现在施工期第 6 年 5 月。

按照《新疆高昌抽水蓄能电站工程水资源论证报告书》取水方案，针对项目初期蓄水需水量大及用水时段相对较短的特点，初期蓄水取水为农业高效节水指标，不新增河道用水，初期蓄水不新增河道用水，对河段水文情势影响极小。

5.1.2.3 运行期对河段水文情势的影响

电站进入正常运行期后，发电本身不消耗水量，每年只需少量补充水库蒸发、渗漏水量损失。

根据前文工程运行期用水量计算分析，电站运行期上、下水库年补水量为取水量共计 131.82 万 m^3 ，均占 50%、95%来水频率下引水口断面年径流量的 1.79%、2.64%；5~10 月取水量在 12.02 万 m^3 ~23.96 万 m^3 ，占 50%来水频率下引水口断面月径流量比例为 1.09%~4.49%，占 95%来水频率下取水口断面月径流量比例为 1.62%~10.60%，总体来看，运行期取水对引水口以下河段水文情势影响很小。按照《新疆高昌抽水蓄能电站工程水资源论证报告书》取水方案，运行期取水为农业高效节水指标，不新增河道用水，对塔尔朗河水文情势影响极小。

表 5.1.2-3 不同频率下本工程运行期取水强度统计表

月份	取水量	P=50%	P=95%
	水量 (万 m^3)	占比	占比
5	23.96	4.49%	10.60%
6	23.96	1.84%	3.62%
7	23.96	1.09%	1.62%
8	23.96	1.79%	1.68%
9	23.96	2.56%	4.85%
10	12.02	2.67%	5.01%
全年	131.82	1.79%	2.64%

5.1.2.4 生态流量满足情况分析

(1) 生态流量分析

根据工程布置，上、下水库均为新建水库，无拦河筑坝工程，现状条件下，上、下水库库盆均无天然径流。因此，本工程不存在下泄生态流量的需求。

2) 生态流量满足程度分析

根据《新疆吐鲁番市高昌区“五河”流域规划环境影响报告书》，为保证塔尔朗河生态用水，要求丰水期最小下泄生态流量为 0.71 m^3/s ，枯水期最小下泄生态流量为 0.24 m^3/s 。

将工程施工高峰年（施工第 3 年）、初期蓄水期（施工第 6 年）和运行期不同来水频率下取水断面下泄流量过程与生态流量进行比对，判断生态流量满足情况，具体见表 5.1.2-1。

表 5.1.2-1 生态流量满足情况评价表 单位： m^3/s

月份	施工高峰年(施工第 3 年)	初期蓄水期(施工第 6 年)	运行期	生态流

	P=95%		P=75%		P=95%		量
	下泄流量	满足情况	下泄流量	满足情况	下泄流量	满足情况	
5月	0.77	满足	1.20	满足	0.75	满足	0.71
6月	2.48	满足	2.67	满足	2.46	满足	0.71
7月	5.38	满足	4.31	满足	5.44	满足	0.71
8月	5.28	满足	5.38	满足	5.25	满足	0.71
9月	1.80	满足	2.75	满足	1.82	满足	0.71
10月	0.85	满足	1.53	满足	0.85	满足	0.24

从上表可以看出：不同来水频率下，高昌抽水蓄能电站施工高峰年（施工第3年）取水口断面5月~10月下泄流量为0.77 m³/s~5.38m³/s，初期蓄水期（施工第6年）5月~10月下泄流量为1.2 m³/s~5.38m³/s，运行期下泄流量为0.75 m³/s~5.44m³/s，均大于各时段生态流量要求，断面生态流量均可得到满足。

根据水资源论证报告成果，施工期和运行期补水拟采用已实施高效节水项目指标置换的农业用水，通过水权交易获取工业用水指标及水量。工程施工期、初期蓄水期和运行期均不新增塔尔朗河河道用水，对塔尔朗河水文情势无新增影响。

5.2 地表水环境影响评价

5.2.1 施工期对地表水质的影响评价

5.2.1.1 施工对河流水质影响分析

新疆高昌抽水蓄能电站上水库位于塔尔朗河左岸山顶冲沟型缓坡处，下水库位于塔尔朗河出山口左岸山前宽缓阶地上。下水库位于塔尔朗河出山口左岸山前宽缓阶地上，结合地形条件采用半挖半填形式成库。

主体工程施工全部在山地及阶地封闭范围内进行，主体施工活动不会对区域水质产生影响。取水工程施工扰动塔尔朗河床及水体，但影响范围较小，仅限于取水口附近，随着悬浮物在水体中自然沉降，水体会逐渐恢复自然状况，且取水口施工结束后，影响即会消失。

5.2.1.2 施工期废污水影响分析

根据高昌抽水蓄能电站的项目特点及其它项目的经验，项目施工期生产、生活废污水主要来自于砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌和站冲洗废水、机修废水、隧洞疏干水及业主营地、施工营地生活污水等，其产生量、主要污染物及浓度见3.4小节。

工程区及其附近无天然水体分布，塔尔朗河地表水体按照Ⅰ类水环境功能区进行管理，生产废水、生活污水处理后全部回用或综合利用，禁止外排，对周边塔尔朗河基本无影响。

5.2.1.3 初期蓄水期水质影响分析

工程上、下水库无天然径流分布，水源为塔尔朗河干流，蓄水期间来水水质相对较好，且经过水厂处理；库盆进行全库盆防渗处理，上、下库区周边汇水范围内无工业企业、农业、居民区分布，无污染源汇入，因此无有机质浸出，不会对库区水质产生影响。根据水库清理规范，蓄水前要求彻底清库消毒，蓄水后水质不会有明显变化。

5.2.2 运行期对地表水质的影响评价

（1）库区水质影响

本项目建库后上、下水库库区周边汇水范围内无工业企业、农业、居民区分布，无污染源汇入。由于抽水蓄能电站的运行特点，日内反复的抽水和发电放水，使得上、下水库水量交换频繁，水力停留时间较短，有效改善库区静水状态，水体的循环混合加强有利于从而有利于有机物的降解，增大污染物降解速度，有利于库区水质的改善，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）库区富营养化影响

由于电站补水水源水质相对较好，且经过水厂处理，正常运行时上、下库水体交换频繁，水体的循环混合及复氧作用加强促进了污染物质的降解，较高的溶氧水平也抑制了氮、磷营养盐的释放，水库发生富营养化的可能性很小。从国内已建成运行的抽水蓄能电站实际运行情况来看，至今尚未出现抽水蓄能电站水库发生富营养化的现象。且本项目所在地区为中山地带，温度较低，因此运行期基本不会发生水库富营养化。

（3）对下游河段水质影响

根据电站运行方式，运行期上、下水库水体在上下水库内循环运动，不向下游排放，对下游水质没有影响。

（4）废污水影响

工程运行期产生的生活污水主要为业主营地和电站厂房工作人员日常产生的

生活污水，废水主要为临时性的含油机修废水。

生活污水经生化处理设备处理后的生活污水用于业主营地绿化灌溉，不得以任何方式排入河道。污泥定期清运，同生活垃圾一起运往当地生活垃圾填埋场，因此生活污水不会对地表水体水质和周边的土壤造成污染。

电站运行期间仅有临时性的含油机修废水，排量少，经隔油处理后废水进入电站生活污水处理系统处理后回收，不会对水体水质产生影响。

（5）高盐水、地下水、土壤的影响

针对库区水体长期运行是否可能形成的高盐水影响，因电站上、下水库全采用全防渗封闭型水库，全库盆沥青混凝土防渗方案与沥青混凝土面板堆石坝共同形成水库防渗体系，水库泄漏较小，加之水体污染物和含盐量较小，水库水体对周边土壤影响较小；且库区及周边区域地下水埋深较深，少量下渗水体与地下水无直接水力联系，对区域地下水水质影响不大。

综上所述，上下水库均采用全防渗封闭型水库，渗水量很小，对区域土壤和地下水影响较小。

5.3 地下水环境影响评价

高昌抽水蓄能电站枢纽由上水库、下水库、输水系统、地下厂房等建筑物组成。工程区位于博格达山南麓，为山脉向吐鲁番盆地过渡地带，区内山势陡峻，冲沟发育，沟梁之间地形起伏差大。山体呈东西走向，海拔 900~2500m，总体地势北高南低，属中山侵蚀地貌，受吐鲁番盆地特有的干旱、高温、多风、蒸发量大的气候影响，“沟壑纵横、荒山秃岭”是本区内山体的显著特征，山体坡表基本无植被覆盖。库址区地表无泉水出露，各冲沟内无常年流水，地表径流以降雨时坡面流为主，大部分坡面流水汇集到沟谷，形成短时地表水，顺沟道排出，少量坡面流水渗流至地下，补给地下水。现场地质测绘中，未发现各沟道有明显淤塞现象，表明降雨形成的短时地表径流排泄通道顺畅。因此不会产生土地沙漠化、盐渍化、沼泽化等环境水文地质问题。工程建设期及运行期对地下水的影响主要体现在地下水位的变化而产生的环境问题。

5.3.1 建设期对地下水环境影响预测与评价

项目区位于中山区，周边无居民点，地表水和地下水基本为未受人为活动影

响的天然状态；区域植被覆盖度较低，土壤侵蚀较敏感。现对上水库、下水库及输水发电系统施工期对地下水环境的影响进行分别预测和评价。鉴于施工期基本无污水排放，对工程区地下水水质无影响，故本节不作水质影响评价，主要评价施工对地下水位的影响。

5.3.1.1 上水库

根据设计方案，拟建上水库位于塔尔朗河左岸 1880~2110m 之间山坡夷平面上，受长期风化剥蚀及后缘坡面流水冲刷等综合营力作用，该夷平面呈四周略高，中间偏低的洼地形态，拟利用天然地形挖填结合，筑坝成库。水库地下水位埋深大，坝址边坡及库周边坡开挖，整体处于地下水位以上，对库周天然地下水位不会产生明显影响。

5.3.1.2 输水发电系统

地下厂房洞室群施工开挖后，洞室空腔将形成渗流通道，有利于地下水的排泄，洞室所在部位也成为自然排泄区。开挖后整个渗流场发生了较大的变化，洞室及其附近，整个模型区也使得地下水位整体下降。经过开挖后地下洞室位置等势线变化明显。由于开挖作用，原本“均匀”并且饱水的岩体、在开挖处形成“空腔”，地下水由原来的从高高程向低高程均匀流动转变为从高高程向低高程开挖处垂向上向流动，最后形成漏斗状形态。

采用《水利水电工程水文地质勘察规范》（SL373-2007）古德曼公式计算隧洞涌水量：

$$Q = L \frac{2\pi KH}{\ln \frac{4H}{d}} \quad (4.2.2.1)$$

式中：Q—隧洞通过含水体时地段的最大用水量（m³/d）；

K—含水体渗透系数（m/d）；

H—静止水位至洞身横截面等价圆中心的距离（m）；

d—洞身横截面等价圆直径（m）；

L—隧洞通过含水体长度（m）。

涌水量计算中涉及的参数选取过程如下：

①静止水位至洞身横截面等价圆中心的距离（H）：根据水位观测成果，地下水位在地下厂房、主变洞位置至洞身横截面等价圆中心的距离分别为 98m、78m。

②洞身横截面等价圆直径(d): 厂房、主变洞横截面尺寸分别为 28.4m×58.8m、23.8m×56.7m, 对应横断面面积为 1759.68m²、464.1m², 折算成等价圆直径为 46.12m、41.46m。

根据以上确定的计算参数, 计算得出地下厂房、主变洞渗漏涌水量计算值, 详见表 5.3.1-1。为保证施工安全和运行安全, 建议设计施工的涌水量抽排布设按 2.5 倍安全储备考虑。

表5.3.1-1 地下厂房洞室群渗漏涌水量计算值

位置	H(m)	d(m)	L(m)	K(m/d)	Q(m ³ /d)
厂房	98	46.12	197	0.05	2832
主变室	78	41.46	159	0.05	1937
尾闸室	82	23.13	120	0.05	1166

输水发电系统深埋地下, 沿线未跨越深切沟谷。输水线路竖向埋深 10m~600m, 沿线穿越地层主要有安山玢岩、凝灰质角砾岩夹安山玢岩、砂砾岩、互层状砂泥岩等, 从上库进水口至下库进水口岩石强度逐渐降低。沿线地下水位总体埋深较大, 但推测地下水不丰沛。厂房区洞室总体位于输水系统洞室群最低处, 周边均为逆坡洞, 地下水易大量汇聚, 施工及运行期需充分考虑地下水排、导措施。

5.3.1.3 下水库

下水库区地下水来源主要为大气降水以及地下水径流, 塔尔朗河是本区地下水的最低排泄基准面, 台地水库位于高昌沟山前缓坡冲洪积台地上, 现状为荒滩, 无居民及建筑物分布。台地面总体地势开阔, 地形平缓, 地面高程 1225~1315m, 自后缘山坡向阶地前缘逐渐降低, 天然坡度 10°~15°。拟建水库沿山坡脚呈长方形布置, 挖填结合成库, 开挖区位于水库东北侧, 填筑区位于西南侧, 根据初步的库底开挖高程, 下库盆地基土主要为第四系覆盖层。

本阶段在库区钻孔 90m 深度范围内未揭露出地下水。挡水坝坝肩边坡开挖、排洪槽开挖, 都处于地下水位以上。初步判断库址区地下水位埋藏深, 库盆开挖过程中揭露出的有连续自由水面地下水的可行性小, 局部可能揭露出上层滞水, 但水量不丰沛, 对工程区地下水水位没有影响。

5.3.2 运行期地下水环境影响预测与评价

电站运行期管理人员约 125 人, 生活污水产生量较小, 经过处理全部利用,

不外排，不会对周边水环境产生影响，对地下水水质影响不大，因此本节主要预测工程运行对地下水位的影响。

5.3.2.1 库盆渗漏对地下水环境影响预测与评价

考虑抽水蓄能电站的运行特点，上、下水库蒸发和渗漏水量按照死库容+1/2的调节库容对应水位工况计算成果。上、下水库均为全库盆防渗，日渗漏量按库容的0.2‰估算，厂房、水道及进出水口日渗漏量按厂房专业提供的30万m³/年计算。经计算上、下水库年渗漏损失水量约47.64万m³。考虑厂房发电系统渗漏水量30万m³/年，工程运行期渗漏水量合计约77.64万m³。

水库渗漏量相对较小，蓄水运行不会改变区域的地下水环境现状，水库运行对地下水环境影响很小。

5.3.2.2 输水发电系统渗漏对地下水环境影响预测与评价

根据国内外有关抽水蓄能水电站地下厂房建设经验，地下厂房区洞室围岩的渗控措施主要以“厂外堵排为主、厂内排水为辅”的设计原则，设计中采用设置厂区外围排水洞，排水廊道和防渗帷幕相结合的渗控措施。

工程运行期前地下厂房洞室群开挖施工完成，并进行全面、系统防渗帷幕处理。运行期洞室在进行防渗封堵处理条件下，输水发电系统区岩体中原来受施工影响的地下水渗流场会逐渐恢复，一段时间后会基本恢复到天然条件下的地下水位状态。同时运行期因防渗措施输水隧洞内的水和周边地下水无联系，因施工引起降低的周边地下水位也将逐渐恢复到自然状态。因此，输水发电系统不会对该区地下水环境产生明显影响。

5.4 陆生生态环境影响评价

5.4.1 评价区生态影响因子及对象分析

高昌抽水蓄能电站工程的施工及运行不可避免地会对评价区生态环境产生不利影响。后文将从对土地利用、生态系统、陆生生态、生态体系完整性等方面分别详细阐述影响。

5.4.1.1 评价区施工期生态影响因子及对象分析

评价区项目施工期生态影响因素识别如表5.4.1-1所示。

表 5.4.1-1 评价区项目施工期生态影响因素识别一览表

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	工程占地、施工活动、蓄水（上下水库）；	短期、可逆	弱
		直接生态影响/间接生态影响		
生境	生境面积、质量、连通性等	工程占地、施工活动、蓄水（上下水库）；	短期、可逆	弱
		直接生态影响/间接生态影响		
生物群落	物种组成、群落结构等	工程占地、施工活动、蓄水（上下水库）；	短期、可逆	弱
		直接生态影响/间接生态影响		
生物系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	工程占地、施工活动、蓄水（上下水库）；	短期、可逆	弱
		直接生态影响/间接生态影响		
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	工程占地、施工活动、蓄水（上下水库）；	短期、可逆	弱
		直接生态影响/间接生态影响		
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	无影响	/	/
自然景观	景观多样性、完整性等	无影响	/	/
自然遗迹	遗迹多样性、完整性等	无影响	/	/

5.4.1.2 评价区运行期生态影响因子及对象分析

评价区项目运行期生态影响因素识别如表 5.4.1-1 所示。

表 5.4.4-2 工程运行期生态影响因素识别一览表

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	工程永久占地、电站运行；	长期、不可逆	弱
		直接生态影响/间接生态影响		
生境	生境面积、质量、连通性等	工程永久占地、电站运行；	长期、不可逆	弱
		直接生态影响/间接生态影响		
生物群落	物种组成、群落结构等	工程永久占地、电站运行；	长期、不可逆	弱
		直接生态影响/间接生态影响		
生物系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	工程永久占地、电站运行；	长期、不可逆	弱
		直接生态影响/间接生态影响		
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	工程永久占地、电站运行；	长期、不可逆	弱
		直接生态影响/间接生态影响		
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	无影响	/	/
自然景观	景观多样性、完整性等	无影响	/	/
自然遗迹	遗迹多样性、完整性等	无影响	/	/

5.4.2 土地利用变化

工程建设后，各土地利用类型面积及斑块数发生了变化，变化幅度最大的是水域及水利设施用地，面积增加 146.59hm²，其次为其他土地面积减少 130.09hm²，草地面积减少 95.9hm²，交通运输用地增加 67.69hm²，住宅用地增加 10.54hm²以及林地增加 1.17hm²。评价区各土地利用类型面积及斑块数目变化主要是由于工程永久占地，工程建设对土地利用类型影响较大。工程建设前后各土地利用类型的斑块数量以及面积的变化详见 5.4.2-1。

表 5.4.2-1 工程建设前后评价区土地利用类型变化

土地利用类型	工程建设前		工程建设后		变化情况	
	斑块数	面积 (hm ²)	斑块数	面积 (hm ²)	斑块数	面积 (hm ²)
林地	24	81.33	33	82.5	9	1.17
草地	1103	3557.73	1117	3461.83	14	-95.9
交通运输用地	5	5.04	11	72.73	6	67.69
住宅用地	5	1.17	14	11.71	9	10.54
水域及水利设施用地	2	3.03	12	149.62	10	146.59
其他土地	1131	2062.09	1126	1932	-5	-130.09
总计	2270	5710.39	2313	5710.39	43	0

5.4.3 对生态系统的影响

评价区位于吐鲁番市高昌区，属于典型的极端干旱区大陆性荒漠气候，年均降水量低下，干旱程度高，荒漠性强，区域生态系统以荒漠生态系统为主。

5.4.3.1 对生态系统组成的影响

工程建设后，各生态系统类型未发生变化，但面积及斑块数发生了变化，其中荒漠生态系统面积有所减少，灌丛、湿地与城镇/村落生态系统面积均有所增加。评价区各生态系统类型面积及斑块数目变化主要是由于永久占地，工程建设对生态系统类型影响较小。工程建设前后各生态系统类型的斑块数量以及面积的变化详见表 5.4.3-1。

表 5.4.3-1 工程建设前后评价区生态系统变化

生态系统类型	建设前			建设后			变化量情况			
	拼块	面积 hm ²	比例 (%)	拼块	面积 hm ²	比例 (%)	拼块	变化比 例(%)	面积 hm ²	变化比 例(%)
灌丛生态系统	24	81.33	1.42	33	82.5	1.44	9	37.50	1.17	1.44
荒漠生态系统	2234	5619.82	98.41	2243	5393.83	94.46	9	0.40	-225.99	-4.19
湿地生态系统	2	3.03	0.05	4	40.93	0.77	2	100	40.93	1350.83
城镇/村落生态系统	10	6.21	0.11	33	190.1	3.33	23	230.00	183.89	2961.19
合计	2270	5710.39	100	2313	5710.39	100	43	1.89	0	1.44

由上表数据可知，受项目征占地影响的生态系统主要为荒漠生态系统，减少面积为 225.99hm²，减少比例为 4.19%；灌丛生态系统增加 1.17hm²，增加比例为 1.44%；湿地生态系统面积增加 40.93hm²，增加比例为 1350.83%；城镇生态系统面积增加 183.89hm²，增加比例为 2961.19%。

5.4.3.2 对生态系统结构的影响

对生态系统结构的影响主要包括生态系统的组分结构、时空结构以及营养结构三个方面。

(1) 组分结构

组分结构主要是生物群落的种类组成及各组分之间的量比关系，即通过对比施工前后生态系统类型变化可知，评价区内荒漠生态系统有所减少，减幅比例为 4.19%，但在工程建设前后均占主要优势。评价区内的生态系统组分结构发生的变化幅度较小，表现为部分荒漠生态系统转变为湿地生态系统、城镇/村落生态系统以及灌丛生态系统。

(2) 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。

1) 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来源于人为干扰强度不同及上下库地形地貌差异。

2) 垂直结构

不同类型生态系统在海拔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。

上水库布置在塔尔朗河左岸山顶冲沟型缓坡处，主要为以圆叶盐爪爪、膜果麻黄等超旱生植物为主构成的荒漠生态系统；下水库位于塔尔朗河出山口左岸宽缓阶地上，结合地形条件采用半挖半填形式成库，下库占地区现状以圆叶盐爪爪、膜果麻黄、沙拐枣等超旱生植物为主构成的荒漠生态系统；上下库连接路现状以圆叶盐爪爪、膜果麻黄、沙拐枣等为主的超旱生植物为主构成的荒漠生态系统；对外路现状以圆叶盐爪爪、膜果麻黄等超旱生植物为主构成的荒漠生态系统，以及零星以密花怪柳为主构成的灌丛生态系统；重大件临时运输路现状以圆叶盐爪爪为主构成的荒漠生态系统。

综上，工程上下库、对外路以及重大件临时运输路占用生态系统类型为以荒漠生态系统为主，是评价区的主要类型，工程建设不改变上下库区生态系统垂直结构的主要特征。

3) 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。

①工程布置占用荒漠生态系统会造成区域内的荒漠生态系统面积减少，建成后临时工程恢复为区域常见的荒漠生态系统与灌丛生态系统，整体减少面积 225.99hm^2 ，减少面积比例较低，为 4.19%，可见本工程建设对荒漠生态系统影响较小。

②水库建成蓄水后水位升高，改变了生态系统垂直分布的重要影响的因子，部分荒漠生态系统转变为湿地生态系统，面积增加 40.93hm^2 ，增加比例为 1350.83%。同时上下库区周边生境随之变化，可能会促进局部植被的演替。工程建设在一定程度上有利于评价区湿地生态系统的发展。

③工程永久占地区主要由原有的荒漠生态系统和转变为城镇生态系统，增加面积为 183.89hm^2 ，会一定程度上削弱评价区的自然生态系统完整性。但城镇生态系统增加面积占评价区总面积比例为 3.33%，且增加区域分布比较集中，整体对生态系统在时空分布格局的影响有限。

(3) 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。一方面，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。评价区内的生产者主要包括灌木、草本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。

另一方面，上下水库蓄水使得水域面积增加，将原有的陆生生境变为水生或湿生环境，水域面积增加 73.97hm^2 ，增加比例为 238.61%，局部水汽微环境的形成可有效改善区域内的荒漠生境，加快植被演替，有利于区域内灌木、草本等生产者的积累。植被演替第一阶段为荒漠中间演变为草地，其主要是由于地下水位抬升到一定深度（例如，对于草本植物根系可达的深度），土壤表层有效水分增加。原本在荒漠中零星分布的耐旱草本植物（如骆驼蓬等）获得了更充足的水分，开始大量萌发、生长和扩散。它们的生命周期短，对水分响应快，能迅速占据生态位。同时，原有的灌木也因为水分条件的改善而生长得更加茂盛。第二阶段为草地逐步湿地，在地下水位持续抬升或地表有季节性积水/永久性积水的区域，演替进入下一阶段。中生乃至湿生的植物种类逐步成为优势种。

总体来说，工程建设对评价区内生态系统的营养结构影响较小。

5.4.3.3 对生态系统主要服务功能的影响

根据《新疆生态功能区划（修编版）》，评价区主要的生态系统功能主要为水土保持。

评价区内生态系统由自然生态系统和人工生态系统组成，具体包括荒漠生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统和城镇/村落生态系统。其中以荒漠生态系统面积为 5619.82hm^2 ，占比面积最大，荒漠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。

本工程建设完成后，将造成 42.1hm^2 荒漠生态系统转变为水土保持能力更强的灌丛生态系统（面积增加 1.17hm^2 ）、湿地生态系统（面积增加 40.93hm^2 ），新增的湿地生态系统主要为人工湿地，植物群落物种主要为人工种植的芦苇。此外， 183.89hm^2 转变为城镇/村落生态系统，该类生态系统属于人工生态系统，通过合理设计，如搭配乡土植被绿化、科学滴灌等措施，该类生态系统可实现较强的水土保持功能，因此工程建设对评价区生态系统功能产生的影响较小。

5.4.3.4 对荒漠生态系统的影响

评价区荒漠生态系统面积为 5619.82hm^2 ，占评价区总面积 98.41% ，荒漠生态系统在评价区广泛分布。根据工程布置，本工程将占用荒漠生态系统 309.25hm^2 ，工程的启动将改变原来的地形地貌，同时使现存的相对稳定的生物群落遭到破坏，尤其对荒漠生态系统影响最大，例如：①施工扬尘、废污水排放、弃渣堆放等会直接破坏荒漠生长环境和动物栖息环境；②可能遇到地表塌陷或地表沉降等问题，地表塌陷使植物根系被撕扯拉断，影响植物生长发育。但评价区荒漠生态系统内受工程影响的植物均为常见种，其对环境适应性强、抗逆性强、具有易恢复等特点，且临时占地在施工结束后将采取一定的植被恢复措施，永久占地破坏的植被将采取种树等方式进行生态补偿，在相关植被保护措施落实后，本工程建设将对评价区荒漠生态系统内植物及植被的影响减小。另外，施工干扰等虽然会驱使动物向其他地区迁移，导致施工区域附近动物分布的变化，也不会造成动物个体死亡，更不会使评价区荒漠生态系统中动物的种类组成和区系发生改变，故本工程建设对评价区荒漠生态系统影响较小。

5.4.3.5 对灌丛生态系统的影响

评价区灌丛生态系统面积为 81.33hm^2 ，本工程建设将占用灌丛生态系统面积 0.4hm^2 ，本工程对灌丛生态系统的影响主要为：①施工活动产生的废水、灰尘、废气等垃圾会影响灌丛生态系统内动植物活动；②工程占地会直接影响和破坏灌丛生态系统；③水土流失亦会对评价区灌丛生态系统产生影响；④人为干扰例如踩踏、砍伐也会对灌丛生态系统产生一定影响。但工程区灌丛生态系统内植物主要以柽柳为主，其生长速度快、适应性强，随着施工结束，采取一定的植被恢复措施后将得到恢复，故本工程对评价区灌丛生态系统影响较小。

5.4.3.6 对湿地生态系统的影响

根据工程布置，本工程建设用地永久占用水域和水利设施 0.02hm^2 ，临时占用 0.06hm^2 。工程完工后，评价区湿地生态系统面积将增加 40.93hm^2 。工程对湿地生态系统的影响主要有以下几点：①湿地附近植被以密花柽柳灌丛为主，施工活动产生的弃渣、废水、灰尘等会污染湿地生态系统内水质，对水生动植物造成一定影响；②施工过程中噪声、振动、灯光等会干扰湿地生态系统内的动物。但本工程建设使评价区水域面积增加，湿地面积变大，在一定程度上可为傍水生活的

鸟类提供了更广阔的栖息空间。故本工程对评价区湿地生态系统影响较小。

5.4.3.7 对城镇/村落生态系统的影响

根据工程布置，本工程涉及征用各类住宅用地和交通运输用地共 2.27hm^2 （其中农村部分永久占用住宅用地 0.07hm^2 ，交通运输用地 1.88hm^2 ），不涉及移民安置。工程的建设运行不可避免地带来建设征地的不利影响，但本工程占用城镇/村落生态系统面积较小，因此本工程的建设对城镇/村落生态系统的影响较小。

5.4.4 对陆生植物的影响

5.4.4.1 施工期影响

本工程施工期主要有土石方施工等工程活动，施工期对评价区的影响主要有施工占地、渣料场使用、施工活动等。

（1）施工占地对植物及植被的影响

工程占地不可避免地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，评价区永久占地占用不同植被类型的总面积为 225.99hm^2 。

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。结合具体工程布置，根据现场调查，上下水库永久占地区植被以荒漠和草地为主，常见的植物群系有圆叶盐爪爪群系、沙拐枣群系、膜果麻黄群系等。受上下水库工程永久占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，因此，工程永久占地对植物影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少。综上所述，工程建设永久占地对占地区植物种类、植被类型及生物量的影响较小。

2) 临时占地对植物的影响

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。结合具体工程布置，根据现场调查，根据现场调查，上下水库临时占地区植被以荒漠和草地为主，常见的植物群系有圆叶盐爪爪群系、沙拐枣群系、膜果麻黄群系等；常见的植物有密花怪柳、膜果麻黄、圆叶盐爪爪、沙拐枣、石生老鹳草、驼绒藜、细叶早熟禾、盐生草、芨芨草、骆驼蓬等。受工程区临时占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，因此上下水库工程区临时占地对植物影响较小，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，综上所述，工程临时占地对占地区植物种类、植被类型影响较小。此外，工程施工结束后，对临时占地区土地平整、植被恢复，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。

（2）渣料场使用对植物的影响

本工程在下水库有设置渣料场。渣料场的使用对植物及植被的影响主要为破坏地表植被，造成地表裸露，受雨水冲击时易造成水土流失，将对植物及其生境造成不利影响，这种影响可通过及时进行植被恢复措施得到缓解，对植物的影响较小。

（3）施工活动对植物及植被的影响

施工期施工活动对植物及植被的影响因素主要有施工活动产生的废气、废水、弃渣、扬尘及人为干扰等。依据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；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：施工期废气主要来源于燃油机械的尾气，其主要污染物为 SO_2 、 NO_2 、 CO 等。废气对植物的影响主要是在叶脉间或边缘出现不规则水渍状，导致叶片逐渐坏死，植物光合生产受阻，生长发育变缓。由于混凝土系统、施工生产生活区距离较近，燃油机械的废气排放量相对较低，再加上施工期机械尾气属移动线源排放，因此施工期废气对植物及植被的影响较小。

2) 废水和污水：施工期废水分为生产废水和生活污水，生产废水主要来源于基坑废水、砂石料冲洗废水和机械检修场含油废水等，生活污水主要是工程施工时施工人员的生活昌盛的污水等。废水对植物的影响主要是废水的随意排放会改变土壤理化性质，改变植物生长发育环境，进而影响其正常生命活动。但这种影响可通过在施工区及生产生活区布置污水处理系统等进行缓解。

3) 弃渣：弃渣主要来源于基坑开挖、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。但这种影响可通过对弃渣等进行统一调配与处理等措施进行缓解。

4) 扬尘：扬尘主要来源于开辟施工便道，土石方调配，建筑物施工，直至工

程竣工后场地清理、恢复等诸多工程，其中以运输车辆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，会使其生命活动受到一定影响。施工期如能采取洒水抑尘等措施，可有效减轻扬尘对周围植物及植被的影响。

5) 工程开挖：工程开挖如引水隧洞开挖等施工活动会直接导致一部分植被的破坏，其影响因施工便道的长度而不同。引水隧洞上方生长的植被主要为圆叶盐爪爪，是典型的超旱生灌木，其具深根系特性，深层水分可能是其重要水分来源。引水隧洞施工如果打穿的含水层为隧洞山体上部植被赖以生存的水源，且涌水后又难以封堵时，将可能造成植被生长用水大量流失，从而可能造成隧洞上方植被因水分不足而死亡，对项目区生态环境造成破坏。以上这种影响可通过做好防护工程设计，避免隧洞弃渣顺坡而下破坏周围植被等措施进行缓解。

6) 人为干扰：本工程人为干扰对植物及植被的影响因素主要有人为踩踏、运输作业等。人为干扰对植物及植被的影响主要有：①施工期工程区人员增多，施工人员清除植物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施工期施工人员践踏、施工机械碾压会对植物地上部分造成机械性伤害，从而影响植物的生长发育，同时践踏等造成的土壤结构变化会间接影响区域内植物的生长发育；③施工期运输作业方便种子的传播可能导致评价区外来物种入侵，破坏原区域内植物及其生境。

由于本工程占地面积不大，占地区相对集中，施工期人为干扰等可通过加强宣传教育活动，加强施工监理，在施工前划定施工范围，规范施工人员活动等进行缓解，在相应措施得到落实后，人为干扰对植物及植被的影响较小。

5.4.4.2 运行期影响

本工程运行期主要有库区蓄水与人为干扰等活动，运行期工程对植物及植被的影响因子主要有上下库区水分条件改变、业主营地区生产生活等。

(1) 上下库区水分条件改变对植物及植被的影响

电站上库区周边主要分布有圆叶盐爪爪群系、膜果麻黄群系，下库区周边主要分布的植物群系主要为圆叶盐爪爪群系、沙拐枣群系与膜果麻黄群系，上下库区分布的植物群系在评价区内均广泛分布。等上下库区蓄水后，水域面积增加，形成局地小气候，增加空气和土壤湿度，巨大的水体蒸发会增加库区周围的空气湿

度，在一定程度上可以减缓植物的蒸腾作用压力，为一些耐旱植物提供更有利的生长条件，对生物的分布、生境改良等影响趋于有利。

(2) 废水、固废对植物及植被的影响

运行期由于业主营地运行等，会对评价区植物及植被产生一定影响。主要影响因子为业主营地运行产生的生活污水、生活垃圾、人为干扰等。由于运行期业主营地生产的废水、固废等可通过集中处理，业主营地区植物以栽培种为主，因此，本工程运行期对植物及植被的影响较小。

5.4.4.3 对重要物种的影响

(1) 对重点保护野生植物的影响

根据现场调查，评价区未发现国家级和新疆维吾尔自治区重点保护野生植物。因此工程在施工期和运行期对重点保护野生植物无影响。

(2) 对古树名木的影响

评价区内无古树名木分布，因此工程在施工期和运行期对古树名木无影响。

(3) 对珍稀、濒危及特有种植物的影响

评价区无珍稀、濒危及中国特有种野生植物，因此，项目实施对珍稀、濒危及中国特有种野生植物基本无影响。

5.4.5 对陆生动物影响

5.4.5.1 施工期对陆生动物的影响

工程总占地总面积约 382.97hm^2 ，其中永久征地面积 234.06hm^2 ，临时占地面积 148.91hm^2 ，征占地区以荒漠为主，植被覆盖度较低且较为单一。工程施工对陆生动物的影响主要包括临时占用活动区域、水体污染、施工噪声、固体废弃物、人类活动驱赶等；工程运行对陆生动物的影响主要包括栖息地占用和水位变化等。工程施工及运行对陆生动物的影响见下表。

表 5.4.5-1 陆生动物影响因子一览表

阶段	工程内容	影响因子	造成结果	影响程度	持续时间
施工期	临时占地	涉及活动区域	栖息地减少	小	临时, 可逆
	初期蓄水	初期蓄水, 塔朗河水位变化	塔朗河水位降低, 生境变化	小	临时, 可逆
	施工机械、车辆产生的噪声	施工噪声	动物被驱赶至附近适宜生境	中	临时, 可控、可逆
	施工人员活动	人类活动		中	临时, 可控、可逆
	施工人员生活垃圾	固体废弃物	生境劣化	小	临时, 可控、可逆
运行期	永久占地	栖息地占用	栖息地丧失	中	永久, 不可逆

根据动物现状, 评价区分布的陆生动物按生态类型划分, 两栖类有陆栖型 1 种, 爬行类有灌丛石隙型 1 种, 鸟类有陆禽和鸣禽 2 种, 哺乳类有半地下生活型和地面生活型 2 种。工程施工、运行期各影响因子影响到的动物生态类型对应关系见下表。

表 5.4.5-2 影响因子与生态类型对应关系表

影响因子 影响类群		施工期					运行期	
动物类群	生态类型	涉及活动区域 (临时)	水体污染	施工噪声	人类活动	固体废弃物	栖息地占用 (永久)	塔朗河水位变化
两栖类	陆栖型	/	○	●	●	/	/	○
爬行类	灌丛石隙型	○	/	●	●	○	○	/
鸟类	陆禽	○	/	●	●	○	○	/
	鸣禽	○	△	●	●	△	△	△
哺乳类	半地下生活型	○	/	●	●	○	○	/
	地面生活型	/	/	●	●	/	/	/

注: “/”表示无显著的不利影响; “○”表示对该类群有不利影响, 影响程度小, “●”表示影响程度中等; “△”表示仅对该类群中部分种类有不利影响, 影响程度较小。

根据上述影响因子分析, 工程施工对陆生动物的影响主要有栖息地占用、水体污染、施工噪声和人类活动干扰、固体废弃物等。

(1) 涉及活动区域

料场、弃渣场、施工临时道路、临时营地等临时施工场地会占用灌丛、草地等, 占用部分动物的活动场所, 这部分动物种类主要包括陆灌丛石隙型爬行类, 鸟类中的陆禽、鸣禽, 半地下生活型兽类等。

施工活动暂时占用了上述这些动物的活动场所, 迫使它们迁移至附近适宜区

域。由于工程整体施工规模较小，评价区周边环境相似，适宜区域面积较大，占地的影响程度较小。工程结束临时占地植被恢复后，它们可选择回到原有活动区域。

（2）水体污染

工程施工时，施工机械若产生油污的跑、冒、滴、漏，以及水体附近施工对水体的扰动产生的悬浮物，会对水体水质产生影响，造成部分动物生境劣化，受影响的类群包括陆栖型两栖类，鸟类中部分傍水生活的鸣禽，如褐河乌、白鹡鸰等。由于工程规模不大，对水体污染的程度甚微，且以上影响为可控与可逆的，在实行污染源控制、净化、隔离防护、修复等措施后，对动物的影响可控制在较小的范围。

（3）施工噪声及人类活动

在施工过程中，施工车辆、施工机械产生的噪声，施工人员的活动会对施工区及附近的动物产生驱赶的影响，该种影响同样会迫使部分动物远离原活动区域，到附近的替代生境。由于涉及到动物活动区域，因此对施工区及其附近动物均会产生影响，在施工期间施工区域及其附近部分动物迁移至他处导致数量下降，而对噪声及人类活动耐受程度较高的种类数量增加，从而导致动物群落结构的改变。这种影响的程度对陆生动物而言较为明显，但施工结束植被恢复后部分迁出的动物会回迁，此类影响为暂时的和可逆。此类影响也是可控的，通过选择低噪声设备和工艺、临时设置隔声屏、车辆禁鸣限速、施工人员划定活动范围等措施可部分缓解上述影响。

（4）固体废弃物

施工人员的生活垃圾若随意堆放会导致动物生境的劣化，影响动物的分布格局。受此类影响的动物类群主要有灌丛石隙型爬行类，鸟类中的陆禽和部分傍人生活的鸣禽，半地下生活型哺乳类等。此项影响为可控的，通过垃圾收集和清运等处理可将影响控制在较小的范围。

5.4.5.2 运行期对陆生动物的影响

根据上述影响因子分析，工程运行对陆生动物的影响主要有栖息地占用和塔尔朗河水位变化。

（1）栖息地占用

工程运行后，上下库、输水发电系统、业主营地、永久道路等占地为永久占地。评价区永久占地主要占用荒漠草地，这使得部分动物栖息地丧失，受此类影响的动物类群主要包括灌丛石隙型爬行类，鸟类中的陆禽、鸣禽，半地下生活型哺乳类等。

这些栖息地的丧失为永久且不可逆的影响，由于工程永久占地面积相对较小且占地区植被类型在该区域为普遍类型并非特有或稀有类型，此种影响程度较小。

(2) 塔尔朗河水位变化

根据可研报告，工程新建底栏栅式取水，取水口无调节功能，初期蓄水用回购下游已建设农业高效节水工程项目节出的水量指标置换农业用水，通过水权交易获取工业用水指标及水权。初期蓄水阶段及运行期取水对塔尔朗河天然河道水位影响极小。因此对栖息在塔尔朗河取水口下游水域附近生活的动物，包括两栖类、鸟类中部分傍水生活的鸣禽无明显不利影响。

5.4.5.3 对重要野生动物的影响

根据陆生动物现状，评价区内分布有国家二级重点保护野生动物 2 种；有自治区一级重点保护野生动物 1 种；未记录到《中国生物多样性红色名录》评级为极危（CR）、濒危（EN）或易危（VU）的动物；未记录到中国或地方特有种。

评价区分布的 2 种国家二级保护野生动物，均为兽类，分别为北山羊及沙狐，其中沙狐亦为自治区一级重点保护野生动物。它们在山谷间活动，活动敏捷，可轻松避开施工活动产生的干扰。另外，根据现场样线调查、红外相机拍摄并结合访问调查，它们栖息地不在占地范围内，仅觅食时偶尔游荡到评价区范围内。因此，施工期工程建设对上述国家二级保护动物影响较小。陆生动物重要物种的影响见表 5.4.5-3。

表 5.4.5-3 陆生动物重要物种的影响一览表

编号	物种名称 (中文名/拉丁名)	保护级别	濒危等级	特有种 (是/否)	分布范围	影响
1	北山羊 <i>Capra sibirica</i>	国家二级	NT	否	栖息地不在占地范围内，仅觅食时偶尔游荡到评价区	施工期人类活动、噪声驱赶；觅食范围减少，但不占用栖息地
2	沙狐 <i>Vulpes corsac</i>	国家二级 自治区一级	NT	否		

5.4.6 对景观生态体系完整性的影响分析

工程对评价区景观生态完整性的影响主要由工程占地引起，改变区域土地类

型，切割原有生态空间，对区域生态完整性有一定不利影响。拟建工程占地区域主要包括上水库、输水系统、厂房系统、下水库等建筑物工程以及上下库连接路、对外路等线性工程。上述工程占地以荒漠生态系统为主，工程建成后荒漠生态系统面积减少 225.99hm²，湿地生态系统、城镇生态系统、灌丛生态系统面积均有所增加。

5.4.6.1 生物量变化影响预测

工程永久占地将损毁原有植被类型，导致评价区植被生物量发生了变化，占地区各生态类型面积及生物量变化见表 5.4.6-1。损失的植被总生物量为 895.2356t；其中荒漠植被损失的生物量最大，为 893.1916t；其次是灌丛植被，损失的生物量为 2.044t。随着植被恢复措施的实施，损失的生物量将得到弥补，影响较小。

表 5.4.6-1 生物量变化

景观类型	代表植物	面积 (hm ²)	占评价 区总面 积 (%)	平均生物量 (t/hm ²)	生物量 (t)	占损失总 生物量 (%)
灌丛	密花怪柳	0.4	0.01	5.11	2.044	0.23
荒漠	膜果麻黄、圆叶盐 爪爪、沙拐枣等	224.42	3.93	3.98	893.1916	99.77
湿地	/	3.03	/	/	/	/
城镇/村落	/	6.21	/	/	/	/
合计		234.06	3.94	——	895.2356	100

综上，工程建设后，未出现景观类型消失情况，评价区仍以荒漠景观为主。生物量减少了 895.2356t，占整个评价区总生物量的 3.93%，减少幅度较小，在可承受的范围之内。总体而言，工程建设对景观生态体系完整性的影响较小。

5.4.6.2 对景观生态体系的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。

工程建设前评价区优势景观为荒漠景观，其斑块所占景观面积比例（PLAND）值为 98.41%，工程建成后，评价区景观类型发生了较小变化，表现为荒漠景观面积减少，灌丛、湿地以及城镇/村落景观（主要是上下库、上下库连接公路、对外路以及部分绿化用地等占地）增加，但评价区主体景观格局未发生变化，优势景观仍为荒漠景观，斑块所占景观面积比例（PLAND）值为 94.46%，与现状相差较

小，评价区内主体景观保持不变，仍以荒漠为主。故本工程对评价区景观构成破坏较小，系统内的阻抗稳定性变化较小。

工程建设造成评价区生物量减少 895.2356t，占评价区总生物量的 3.93%，生产力与工程建设前相对减少，生态系统的恢复能力受影响较小，恢复稳定性受影响轻微。

通过以上分析，工程建设不可避免的占用荒漠景观，但对总体景观格局的影响不大，对生产力及生物量的影响较小，其恢复稳定性和阻抗稳定性不会发生明显改变，不会影响评价区内景观生态体系的自我调节能力，随着施工结束后，临时占地区在自然结合人工干预恢复下，评价区内的生产力和生物量将逐步得到恢复，工程对生态体系阻抗稳定性和恢复稳定性影响较小。

5.4.6.3 对景观生态体系质量的影响分析

①荒漠景观的斑块所占景观面积比例在建设前后都占主导地位均大于 90%，工程建设前后未改变以荒漠景观为主，灌丛、湿地、城镇/村落景观为辅的景观格局体系。②工程建设后，评价区荒漠景观的最大斑块指数（LPI）减少了 1.18%，散布与并列指数（IJI）增加了 1.94%，湿地景观最大斑块指数（LPI）增加 0.40%，散布与并列指数（IJI）增加了 3.47%，表明两类景观破碎度加重。灌丛景观与城镇/村落景观（IJI）值分别降低了 0.87%与 1.92%，说明，工程建设完成后灌丛景观与城镇/村落景观交错降低。③工程建设后，城镇/村落景观的聚集度指数（AI）变化显著，增加了 13.39%。这是由于评价区原有的城镇/村落景观斑块数量少且面积小，工程完工后新增的业主营地、对外路、上下库连接路等建筑、道路极大地丰富了评价区的城镇/村落景观。④香农多样性指数（SHDI）从 0.09 增加到 0.2657，表明景观多样性有所提高。⑤工程建设后，评价区景观体系的蔓延度指数（CONTAG）减少了 4.31，减少比例为 6.89%，表明工程建设使得评价区的景观破碎化程度变高，但变化程度较小。

综上所述，工程建设将对评价范围景观生态体系产生一定影响，荒漠面积存在减少和破碎化，其景观的控制力下降，但总体景观格局仍以荒漠基底。但景观多样性提升，打破了单一荒漠景观的垄断，形成了更多元的生态系统，能够支持更多的生物多样性。此外，湿地系统增强，湿地的扩张和连通性增加是巨大的生态收益，有助于涵养水源、改善局部小气候和提供新的生物栖息地。通过人工恢

复结合景观生态体系的自我调节，评价区景观生态体系的性质和功能将得到恢复，总体而言工程建设对景观生态体系完整性影响较小。

表 5.6.3-2 工程实施前后评价区景观质量体系变化统计表

景观指数		灌丛景观	荒漠景观	湿地景观	城镇/村落景观
斑块数 (NP) /个	建设前	24	2234	2	10
	建设后	33	2243	4	33
斑块类型面积 (CA)	建设前	81.33	5619.82	3.03	6.21
	建设后	82.5	5393.83	43.96	190.1
斑块所占景观面积比例 (PLAND)	建设前	1.42%	98.41%	0.05%	0.11%
	建设后	1.44%	94.46%	0.77%	3.33%
最大斑块指数 (LPI)	建设前	0.09%	2.75%	0.03%	0.02%
	建设后	0.10%	1.57%	0.43%	0.09%
	变化量	0.01%	-1.18%	0.40%	0.07%
散布与并列指数 (IJI)	建设前	65.26%	49.83%	92.36%	81.25%
	建设后	64.39%	51.77%	95.83%	79.33%
	变化量	-0.87%	1.94%	3.47%	-1.92%
聚集度指数 (AI)	建设前	83.59%	88.17%	92.36%	81.26%
	建设后	84.38%	85.29%	94.94%	94.65%
	变化量	0.79%	-2.88%	2.58%	13.39%
香农多样性指数 (SHDI)	建设前	0.09			
	建设后	0.27			
	变化量	0.18			
蔓延度指数 (CONTAG)	建设前	62.59			
	建设后	58.28			
	变化量	-4.31			

5.5 水生生态环境影响评价

5.5.1 施工期对水生生态的影响

5.5.1.1 对水生生态的影响

本电站上水库布置在塔尔朗河左岸山顶平台冲沟内，采用挖填的方式形成上水库，下水库坝址区位于塔尔朗河左岸台地，结合地形条件采用半挖半填形成。上下水库位置均无径流，因此，本工程施工期间上、下水库工程不会对水生生态造成影响。

本工程施工期间，对水生生态产生影响的工程主要为取水设施。工程施工过程中产生的噪声、振动以及施工过程中对水体的占用、扰动等，对区域内水域生境产生影响。

5.5.1.2 对浮游生物的影响

本工程临时取水口及泵站施工扰动水域，导致河流水体悬浮物增加，水体透明度下降，光照强度下降，溶解氧降低。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初级生产力。

同时，悬浮物含量增多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、桡足类等浮游动物生命活动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。

工程取水工程建设时间短，影响仅局限于施工期，在施工结束后将自动消失。

5.5.1.3 对底栖动物的影响

本工程临时取水口及泵站施工产生的悬浮物随着水流的流场的变化扩散，会形成一定范围的悬浮物高浓度分布区。项目施工带来的河流底质搅动会直接伤害底栖动物，破坏其栖息生境，降低其密度和生物量；悬浮物和泥沙的增加会影响底栖动物的摄食、繁殖等活动。在施工结束后，搅动悬浮的泥沙会由于自身重力及水流动力不断下沉、稀释，影响大幅减弱；且因施工作业带的范围较小，底栖动物种类均为广布种，待工程施工结束后，其他河段底栖动物会对影响河段进行补充，因此工程施工对底栖生物的影响相对有限。

5.5.1.4 对水生维管束植物的影响

根据现场调查，其中评价区域未发现水生维管植物分布，因此本工程施工对该区域水生维管植物影响甚微。

5.5.1.5 对鱼类的影响

本工程对评价区鱼类的直接影响范围主要在取水口附近水域。施工期扰动水体对该河段鱼类形成惊扰，迫使原栖息在此的鱼类逃离该河段，进入其他河段栖息。但上述影响仅局限于施工期，在施工结束后将消失。同时，根据 2023 年度两次现场调查结果，评价区鱼类资源匮乏。因此，本工程施工对鱼类影响有限。

5.5.1.6 对鱼类重要生境的影响

本工程运行期对鱼类重要生境的影响与蓄水期的影响类似。工程运行未对原有河道水文情势未产生新增影响，河道生境未发生改变，因此，本工程运行期间

对取水口上游鱼类重要生境几乎没有影响。

根据现场调查，取水口区域未发现集中式鱼类索饵场及产卵场，无成规模鱼类越冬场。总体来看，本工程运行期间对鱼类重要生境影响极微。

5.5.2 蓄水初期对水生生态的影响

本项目取水为农业高效节水指标，不新增河道用水，由于已建引水枢纽下游河道干涸，因此，本工程蓄水初期对永久取水口上游及引水枢纽下游塔尔朗河水生生态的影响可以忽略不计。

蓄水初期取水导致塔尔朗河取水口断面至下游引水枢纽长 0.6km 河段水体水量有所减少，对取水口处塔尔朗河多年平均径流量为 7472 万 m^3 ，本工程初期蓄水期+施工用水总取水量 882.73 万 m^3 ，其中第一次取水 675.92 万 m^3 ，第二次取水 206.81 万 m^3 。初期蓄水两次取水量占取水口占多年平均年径流量的 9.05%、2.77%，且取水指标不新增河道用水，故本工程蓄水初期对河段水生生态的影响有限。

初期蓄水，拟建上、下水库由荒漠生境转变为比较稳定的库区生境，群落结构逐渐发展为湖库类群。浮游生物将由无到有，对比塔尔朗河，其浮游生物种群结构将会改变，绿藻和蓝藻种类和数量会因生境产生变化而有所增加，进而促进枝角类等滤食性浮游动物种类和数量的增加。

5.5.2.1 对水生生境的影响

由于已建引水枢纽下游河道干涸，初期蓄水取水对永久取水口上游水文情势无影响，本工程蓄水初期对永久取水口上游及引水枢纽下游塔尔朗河水生生境的影响可以忽略不计，本项目蓄水初期对塔尔朗河水生生境的影响范围在引水枢纽上游至永久取水口之间 0.6km 河段。主要影响是取水影响，具体表现在该河段水生生物栖息生境受到一定程度挤压，根据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712-2021），本工程蓄水初期取水量占多年平均年径流量的 9.05%、2.77%，小于多年平均径流量的 20%，满足水生生物栖息要求。且取水指标不新增河道用水，故本工程初期蓄水对该河段水生生物栖息生境影响有限。

5.5.2.2 对浮游生物的影响

本项目蓄水初期对浮游生物的影响范围在引水枢纽上游至永久取水口之间 0.6km 河段。主要影响是取水影响，具体表现在该河段适宜浮游生物资源量有所下

降，因本工程蓄水初期取水量不大，小于多年平均径流量的 20%，故本工程初期蓄水对该河段浮游生物的影响有限。

5.5.2.3 对底栖动物的影响

初期蓄水期间，根据初期蓄水期水文情势影响分析，永久取水口下游至引水枢纽 0.6km 河段水位有所降低，该河段底栖动物栖息生境受到一定程度的挤压。但根据现场调查结果，该河段底栖动物种类均为广布种且资源量较低，整体上看本工程蓄水初期对塔尔朗河底栖动物的影响有限。

5.5.2.4 对水生维管束植物的影响

根据现场调查，评价区域未发现水生维管植物分布，因此本工程初期蓄水对该区域水生维管植物影响甚微。

5.5.2.5 对鱼类的影响

（1）水文情势变化对鱼类的影响

本项目不拦河筑坝，未对河流产生阻隔；上下水库均为新建水库，常年无流水，均无鱼类资源分布；同时，本工程蓄水初期取水未改变永久取水口上游河段水文情势，因此，本工程蓄水初期对鱼类的影响主要在引水枢纽上游至永久取水口 0.6km 之间河段，该河段水量会有所减少，但工程取水导致的下游水量减少和水位下降较小。同时结合现场调查结果，该河段无鱼类资源分布，本工程蓄水初期对该河段鱼类资源影响很小。

（2）卷载效应对鱼类的影响

本项目采用底栏栅取水形式，无大功率水泵、无高速水流卷吸。由于底栏栅式取水结构特殊，目前尚缺乏针对其卷载效应的实验性研究，现有结论主要基于已建工程环评报告：《凉山州木里县盐塘沟水电站环境影响报告书》（2010）及《九龙县猪鼻沟二级水电站环境影响报告书》（2009）均指出，该类取水方式无泵吸、低流速、栅条拦截，未发现鱼卵或仔鱼被卷入引水系统的证据，本次协同给排水专业拟建过滤措施具有拦鱼功能，则卷载效应对鱼类的影响可忽略。

5.5.2.6 对鱼类重要生境的影响

本工程初期蓄水对取水口上游河段的水文情势无影响，对下游取水口至引水枢纽 0.6km 河段的水文情势影响较小，对该河段水位影响不大。同时，评价区鱼类为产粘沉性卵种类，它们对产卵环境要求不严苛。此外，根据现场调查，该河

段未发现集中式鱼类索饵场及产卵场，无成规模鱼类越冬场。因此，本工程蓄水初期对鱼类重要生境影响较小。

5.5.3 运行期对水生生态的影响

本工程取水为农业高效节水指标，不新增河道用水，对永久取水口上游水文情势无影响，同时，由于已建引水枢纽下游河道干涸，因此，本工程运行对永久取水口上游及引水枢纽下游塔尔朗河水生生态的影响可以忽略不计，影响河段主要在永久取水口断面至下游引水枢纽长 0.6km 河段，主要影响是取水影响，具体表现在该河段适宜水生生物栖息生境受到一定程度挤压，根据运行期对河段水文情势的影响分析结论，本工程运行期取水对该河段水文情势影响较小，故本工程运行期对该河段适宜水生生物栖息生境影响极微。

5.5.3.1 对浮游生物的影响

本项目运行期对浮游生物的影响范围在引水枢纽上游至永久取水口之间 0.6km 河段。主要影响是补水影响，具体表现在该河段适宜浮游生物资源量有所下降，因本工程运行期取水量较少，仅占多年平均径流量的 1.76%，故本工程运行期对该河段浮游生物的影响很小。

对于上、下水库而言，浮游生物从无到有，从塔尔朗河取水，首次蓄水后 1-3 个月内，浮游生物随补水水源进入，初步形成群落，1~2 年后趋于以硅藻-绿藻-轮虫为主的中营养型水库典型结构。

5.5.3.2 对底栖动物的影响

本项目运行期对塔尔朗河底栖动物影响与蓄水初期相似，工程运行期间，永久取水口下游至引水枢纽 0.6km 河段水位有所降低，该河段底栖动物栖息生境受到一定程度的挤压。但根据现场调查结果，该河段底栖动物种类均为广布种且资源量较低，整体上看本工程运行期对塔尔朗河底栖动物的影响较小。

对于上下水库而言，底栖动物自然迁入速度较慢，早期以昆虫幼虫和外来物种为主，2~3 年后才出现寡毛类、摇蚊幼虫等。

5.5.3.3 对水生维管束植物的影响

根据现场调查，评价区域未调查到水生维管植物分布。因此本工程运行期对水生维管束植物影响程度甚微。

5.5.3.4 对鱼类的影响

(1) 水文情势变化对鱼类的影响

本项目不拦河筑坝，未对河流产生阻隔；上下水库均为新建水库，常年无流水，均无鱼类资源分布；同时，本工程运行期取水未改变永久取水口上游河段水文情势，因此，本工程运行期对鱼类的影响主要在引水枢纽上游至永久取水口 0.6km 之间河段，该河段水量会有所减少，但工程补水导致的下游水量减少和水位下降很小。同时结合现场调查结果，该河段无鱼类资源分布，本工程运行期对该河段鱼类资源基本无影响。

(2) 卷载效应对鱼类的影响

本项目采用底栏栅取水形式，无大功率水泵、无高速水流卷吸。由于底栏栅式取水结构特殊，目前尚缺乏针对其卷载效应的实验性研究，现有结论主要基于已建工程环评报告：《凉山州木里县盐塘沟水电站环境影响报告书》（2010）及《九龙县猪鼻沟二级水电站环境影响报告书》（2009）均指出，该类取水方式无泵吸、低流速、栅条拦截，未发现鱼卵或仔鱼被卷入引水系统的证据，在采取相应的措施后，本项目蓄水初期卷载效应对于鱼类的影响可忽略。

5.5.3.5 对鱼类重要生境的影响

本工程运行期对鱼类重要生境的影响与蓄水期的影响类似。工程运行未对永久引水口上游原有河道水文情势产生影响，河道生境未发生改变，因此，本工程运行期间对永久引水口上游鱼类重要生境几乎没有影响。

工程运行后，永久取水口下游至引水枢纽 0.6km 河段水量会有所减少，但工程引水导致的水量减少和水位下降有限，影响较小。根据现场调查，该河段未发现集中式鱼类索饵场及产卵场，无成规模鱼类越冬场。总体来看，本工程运行期间对鱼类重要生境影响极微。

5.6 环境空气影响评价

施工期大气污染主要来自炸药爆破废气、施工作业面粉尘、砂石料加工系统粉尘、混凝土拌和系统粉尘、混凝土拌和系统产生的粉尘、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。

5.6.1 砂石料加工等系统粉尘影响

(1) 污染源分析

砂石料加工系统在产生过程中将产生粉尘，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 80% 以上，故本工程逸散尘的排放系数取值为 0.02kg/t 破碎料。砂石料加工产生的颗粒悬浮物大部分粒径较大，容易沉降，本工程砂石料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，在切实采用多种除尘措施后，颗粒物的去除量可达 99%，上、下砂石料加工系统颗粒悬浮物产生量为 0.058kg/h 、 0.036kg/h 。

(2) 预测模式

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)，采用 AERSCREEN 估算模式计算项目无组织排放下风向影响程度进行预测，估算模型参数见表 5.7.1-1。

表 5.7.1-1 大气污染物估算模型参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数 (城市选项时)	/
最高环境温度/ $^{\circ}\text{C}$		49
最低环境温度/ $^{\circ}\text{C}$		-28
土地利用类型		荒漠
区域湿度条件		干燥
是否考虑地形	考虑地形	是
是否考虑安闲熏烟	考虑岸线熏烟	否
	岸线距离/m	/
	岸线方向/ $^{\circ}$	/

根据估算模型计算结果显示，在正常工况下，项目砂石加工系统无组织排放大气污染物颗粒物的最大落地浓度为 $1.7711\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，相应的占标率为 0.39% ($<10\%$)，由此判定本项目大气环境影响评价等级为三级评价。

砂石加工系统设计中提出湿法破碎、密闭传输及场内洒水降尘等措施，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。

混凝土拌和系统粉尘产生主要是在水泥开包过程中，由于工程设计采用水泥罐进行储存，可满足 7 天的水泥用量，因此水泥开封产生的粉尘量有限且非持续性。

此外，砂石料加工、混凝土拌和系统施工区周边 1km 范围内无居民点，加之施工区通风条件良好，对粉尘的扩散较为有利。因此砂石料加工、混凝土拌和周边环境空气总体影响有限。

5.6.2 施工爆破和燃油废气影响

本项目露天爆破及开挖主要集中在高昌抽水蓄能电站上、下库坝址处，由于项目选择风钻钻孔、毫秒电雷管爆破，爆破产生的粉尘量较少；施工区的燃油设备主要是施工机械和运输车辆，其排放的尾气在施工期间对施工作业点和交通道路附近的局部环境空气会造成一定程度的污染。总体来说，施工爆破及燃油过程中将产生含 NO_x 、CO、THC、 SO_2 及粉尘的废气，这些污染源排放具有流动性、间歇性特点，日排放量不大。

由于本项目工区范围较大，施工机械布置也较为分散，且全部机械并非同时使用，而是根据施工进度，分时段分区域地开展施工作业。施工区域周边大气扩散条件较好，有利于污染物的扩散。施工过程中，燃油和爆破废气均为近地表排放，排放强度较小，总体上燃油和爆破废气对大气环境的影响仅限于施工现场及邻近区域，具有污染范围小、程度轻的特点，施工期使用符合环保标准机械设备，并加强对施工机械及车辆的维护保养，使之处于良好的工作状态，燃油和爆破废气对工程区空气环境质量总体影响不大。

5.6.3 交通运输扬尘影响

项目施工期的场内公路多为泥结碎石路面，在干燥天气情况下，车辆行驶容易产生扬尘。扬尘在道路两侧扩散，最大起尘浓度出现在道路两侧，随离散距离的增加浓度逐渐降低，最终可达背景值。

根据交通运输扬尘相关研究，交通运输扬尘不会在大范围内平均分布，但在小空间内浓度较高，在道路局部地段积尘较多的地方，载重车辆经过时会掀起浓密的扬尘，根据同类工程经验，在同样路面情况下，车速越快，扬尘量越大；在同样车速情况下，路面清洁度越差，则扬尘量越大。一般情况下，施工交通道路

在自然风作用下产生的扬尘影响的范围在100m以内。如果在施工期间对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，可有效防止施工扬尘的污染。实施每天洒水4~5次进行抑尘，可有效地控制施工扬尘，可将TSP污染的影响范围缩小到20m~50m。因此，通过限速行驶及保持路面清洁，同时适当洒水可有效减少汽车扬尘。

5.6.4 施工场地风日扬尘影响

项目施工期开挖和土石运输等活动容易造成厂区地表土裸露，土壤颗粒间引力减小，在干燥起风日容易形成扬尘。风日扬尘造成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。一般情况下晴日风速和地面尘土量均较大时，产生的扬尘较大，雨日则无扬尘。扬尘产生的区域主要集中在开挖面、砂、石料场、弃渣场、道路沿线和其他地表裸露区域。

由于项目开工后施工区域无居民点分布，施工作业区的扬尘危害对象主要是施工现场人员，对作业区外其他大气环境不会造成明显污染影响。在施工期应采取洒水降尘及其它劳动保护措施来缓解扬尘对施工人员的影响。

5.6.5 沥青混凝土拌和系统沥青烟影响

沥青混凝土拌和站生产过程主要污染物为烟尘和沥青烟，主要污染因子为颗粒物、SO₂、NO_x、苯并[a]芘。根据施工布置，工程所需沥青总量为1.056万t。

参考前苏联拉扎列夫主编的《工业生产中的有害物质手册（第一卷）》（化学工业出版社，1987年12月出版）及《有机化合物污染化学》（清华大学出版社，1980年8月出版），每吨石油沥青在加热过程中产生苯并[a]芘气体约0.10g~0.15g、沥青烟562.5g，产生苯并[a]芘约0.10g至0.15g，本次环评取值0.125g。上、下库沥青混凝土拌和系统沥青每年用量为1.056万t，则沥青混凝土拌和系统废气中沥青烟年产生量为5.94t，苯并[a]芘年产生量为1320g。

经调查，上、下库沥青混凝土拌和系统周边均无居民点分布，主要影响对象为现场施工人员。为降低系统粉尘影响，各沥青混凝土生产系统在矿粉筒仓顶部均配备有脉冲袋式除尘器，可实现筒仓粉尘达标排放。

生产过程中各沥青混凝土拌和系统出料废气（经集气罩收集，收集率90%）与沥青罐排气口呼吸废气、沥青混凝土搅拌系统废气（产生于密闭空间内，废气收集率100%），经引风机引入系统配套的沥青烟处理装置，采取电捕焦油器+活性炭吸附+密闭运输后（沥青烟气、苯并[a]芘综合处理效率按99%计），由15m排

气筒有组织高空排放，沥青烟、苯并芘排放浓度及排放速率均满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求；沥青混凝土拌和系统骨料烘干及柴油燃烧废气采用低氮燃烧，废气收集后经布袋除尘器处理，颗粒物、SO₂、NO_x排放浓度及排放速率均满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求。

5.7 声环境影响评价

本工程的发电机组位于上、下水库之间山体的岩层中，机组运行产生的噪声不会影响到地表的声环境。工程建设带来的噪声影响主要发生在施工期间，施工期的噪声主要来源于施工开挖、钻孔、短时和定时爆破，砂石粉碎，交通运输等。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。经现场调查，工程声环境影响评价范围内无环境敏感点。

声环境污染源主要是开挖爆破和施工机械设备运转。施工噪声源分为固定源和流动线源两种：一是属固定点源的钻孔、爆破与施工机械噪声，来自于土石方开挖、砂石料加工和混凝土拌和系统等区域，具有声源强、声级起伏大的特点；二是流动线源的运输、施工车辆的引擎声和喇叭声等，具有远强较大、流动性强等特点。

（1）施工开挖与填筑

工程区噪声值最大的是工程爆破噪声，参考 5kg 炸药在爆破点 40m 处的最大噪声值可达到 89dB。本工程爆破量小，但开挖和填筑工程量较大，施工过程中机械设备钻孔、挖装、填筑将产生噪声，设备运行噪声值可达 95dB。根据现场调查，工程区影响范围无噪声敏感对象。

（2）砂石料加工和混凝土拌和

参照已建水电工程的砂石料加工与混凝土拌和设备噪声实测资料，把砂石料加工系统、混凝土拌和系统作为点声源，在所有设备同时运行时，砂石料加工系统、混凝土拌和系统声级可分别达到 115dB、104dB。根据现场调查，砂石料加工系统与混凝土拌和系统 1km 范围内无居民住宅分布，评价范围无噪声敏感对象分布，不受砂石加工与混凝土拌和设备运行产生的噪声影响。

（3）交通运输

工程对外交通主要依靠高速 G30、高速 G7、国道 312、省道 S202、S301，场内交通道路两侧 200m 范围内无居民住宅分布，评价范围无噪声敏感对象分布。

5.8 固体废弃物影响评价

5.8.1 施工期固体废物影响

施工期的固体废弃物主要包括工程弃渣、建筑垃圾、危险废物和施工人员的生活垃圾。

（1）施工弃渣

根据土石方平衡，工程只设置下库弃渣场，位于塔尔朗河右岸高阶地上。堆存容量约 181.06 万 m^3 ，弃渣场容量约 190.11 万 m^3 ，占地约 17.09 万 m^2 。在采取相应的水土保持措施后，弃渣可得到妥善处理，对生态环境和水土流失的影响在可控制范围内。

（2）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、碎金属、竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料和其他废弃物。这些建筑垃圾主要来源于大坝砌筑、道路铺设和其他施工现场、建筑工地。施工工厂也有一些建筑垃圾产生，如钢管加工厂和钢筋加工厂产生废金属、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与弃渣一同用于水库压坡体。

（3）含油废物

施工期机械修配厂、汽车保养站内进行车辆维修和保养产生的废油、含油废纸、废布、油桶，以及含油废水处理产生的浮油和含油污泥均为危险废物，废物类别为《国家危险废物名录》（2021 版）中的 HW08（废矿物油与含矿物油废物），废物代码为 900-210-08（油/水分离设施产生的废油、油泥及废水处理产生的浮渣和污泥）。需要委托有危险废物处置资质的单位进行处理，危险废物不规范处理会带来大气、水源、土壤等污染，随意排放、贮存的危废在雨水的长期渗透、扩散作用下，会污染水体和土壤，降低地区的环境功能等级。

（4）生活垃圾

施工期生活垃圾主要为食物残渣、废纸、废塑料、煤灰渣等。本工程施工高峰期人数约为 2900 人，施工总工期 72 个月，每人每天生活垃圾按 1.0kg 计，高峰

日产垃圾量为 2.9t/d，年产生生活垃圾 1058.5t，施工期产生生活垃圾总量 6351t。若随意丢弃、堆放生活垃圾，会对工程区域的水环境、大气环境、人群健康及景观等产生一定不利影响。

（5）给水处理厂污泥

水处理站内产生的排泥水，进入污泥脱水车间经浓缩后，再通过板框压滤机压成泥饼，泥饼含水量可降至 60%以下，泥质不具有危害性。经估算，施工期共产生泥饼 122.5t。

5.8.2 运行期固体废物影响

运行期固体废物主要由生活垃圾和废油泥等组成。

（1）生活垃圾

项目运行期可能产生的污染种类为生活污水、生活垃圾等。高昌抽水蓄能电站运行期运行及管理人员规划约 125 人。生活垃圾日产生量为 0.125t。管理机构内设置垃圾桶收集生活垃圾，收集的垃圾由环卫部门定期清运至垃圾处理厂处理，对环境的影响较小。

（2）废油泥

项目运行期，检修机组和变压器时排出的机组用油和绝缘油，经滤油机过滤后分别回用于机组和变压器，不外排。产生的污染物主要为滤油机过滤机组用油和绝缘油时产生的油泥。经计算，电站平均每年产生油泥约 5m³，油泥采用 200L 铁桶盛装，放置于危废暂存间，定期交由具有危废处置资质的单位外运处置。危废暂存间满足防渗要求。

（3）给水处理厂污泥

运行期延用施工期供水系统，水处理站沉淀淤泥经脱水干化后泥饼含水量可降至 60%以下，泥质不具有危害性，经估算运行期每年产生泥饼 5.27t。

5.9 土壤环境影响评价

5.9.1 施工期土壤环境影响分析

施工期对土壤环境的影响主要表现在两方面，一是施工期工程开挖、剥离表土，引起表层土壤破坏和土地物质的移动、流失。本项目库盆开挖、永久建筑物占地等剥离表土，直接导致这些区域表土丧失，而表土经过运输、机械翻动、堆

存，土壤的结构、孔隙率等均发生变化。但类比同类水利水电工程项目，施工期产生的临时表土仍可用于绿化覆土，采取土地平整、沟槽改造及撒播草种等措施后进行植被恢复。二是施工期生产物料流失、生产生活污水处理设施渗漏、机械设备跑冒漏滴等导致 pH、COD、氨氮、总磷、石油类进入土壤表层，主要发生在施工生产生活区局部，类比同类水利水电工程项目，通过场地硬化、加强施工物料的防流失和污水处理池防渗，以及机械设备的检修和正确使用，上述因施工生产导致的浅层地表土壤污染可以得到减免。

5.9.2 运行期土壤环境影响分析

抽水蓄能电站属于生态影响型项目，工程建设对土壤环境的影响主要是水库的建设影响地下水位，通过地下水位的波动从而间接影响上层土壤的理化性质。

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，经处理达标后回用或外排，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。

运行期水库蓄水后，对水库蓄水可能引起的盐化影响采用《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中的附录 F“土壤盐化综合评分预测方法”进行预测评价。

（1）土壤盐化综合评分法

采用公式 5.10.1 计算土壤盐化综合评分值（Sa），具体如下：

$$Sa = \sum_{i=1}^n Wx_i \times Ix_i \quad (5.10.1)$$

式中：n—影响因素指标数目；

Ixi—影响因素 i 指标评分；

Wxi—影响因素 i 指标权重。

（2）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）》（HJ964-2018），土壤盐化影响因素赋值情况见表 5.10.2-1。

表 5.10.2-1 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

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
干燥度（蒸降比值） （EPR）	$EPR < 1.2$	$1.2 \leq EPR < 2.5$	$2.5 \leq EPR < 6$	$EPR \geq 6$	0.25
土壤本底含盐量 （SSC）/（g/kg）	$SSC < 1$	$1 \leq SSC < 2$	$2 \leq SSC < 4$	$SSC \geq 4$	0.15
地下水溶解性总固体 （TDS）/（g/L）	$TDS < 1$	$1 \leq TDS < 2$	$2 \leq TDS < 5$	$TDS \geq 5$	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、 砂粉土	0.10

本项目库区地下水位埋深较大，根据钻孔地下水位，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，地下水位埋深影响赋值为 0 分。

根据气象统计资料，项目区多年平均蒸发量为 2088.3mm，多年平均降水量为 68.5mm，干燥度（蒸降比值）（EPR）为 30.49（大于 6），干燥度影响赋值为 6 分。

根据土壤环境质量监测结果，工程区土壤含盐量为 0.1~31.0g/kg，土壤盐化影响赋值为 6 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为 0.39~0.40g/L，地下水溶解性总固体（TDS）<1g/L，地下水溶解性总固体影响赋值为 0 分。

根据土壤理化特性调查结果，工程区域土壤有：山地草甸土、栗钙土等。土壤总的特点是土层薄，粗骨性强，有机质含量低，土壤质地影响赋值为 2 分。

（3）土壤盐化影响预测

根据本项目土壤盐化影响因素赋值及权重，本项目的土壤盐化综合评分值 $Sa = 0 \times 0.35 + 6 \times 0.25 + 6 \times 0.15 + 0 \times 0.15 + 2 \times 0.1 = 2.6$ ，介于 2~3 之间。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中附录 F 的表 F.2 土壤盐化预测表，如果库区不采取防渗措施，本项目建成后库区周边土壤可能会发生中度盐化现象。由于上下水库采用全库盆防渗，库区衬砌基本不会发生库区侧向渗漏，不会发生地下水位上升现象。工程建成后，永久占地区域内的土壤将被建筑取代，

使土壤无生产能力，土壤的结构和理化性质完全改变。因此，本项目建成后库区周边土壤不会盐化，对土壤影响较小。

5.10 移民安置影响评价

本项目建设征地不涉及移民搬迁安置及生产安置，因此不会产生安置活动的植被破坏、水土流失、污水、垃圾和社会环境等影响。

6 环境风险评价

6.1 评价目的

根据原环境保护部环发〔2012〕77号文《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》和环发〔2012〕98号文《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》的要求，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/169-2018）和《外来物种环境风险评估技术导则》（HJ624-2011），通过风险调查、风险识别、风险事故分析和风险预测与评价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。

6.2 风险源和环境敏感目标调查

6.2.1 风险调查

工程建设对环境的影响主要为非污染生态影响，运行期基本无“三废”排放。根据本项目施工特点、周围环境特点以及工程与周围环境之间的关系，存在的潜在事故风险和环境风险包括：油料泄漏、爆炸及运输事故风险，炸药库火灾、爆炸及运输事故风险、废污水事故排放污染风险、地下厂房和主变溢油风险以及生态风险。

（1）炸药库

工程施工期设炸药库1处，炸药库布置在塔尔朗沟右侧高阶地上，施工期由L1号路（去下库炸药库道路）沟通交通。其建筑面积为600m²，占地面积为30352m²，周边1km范围内无居民点。火工材料主要由吐鲁番市火工材料部门统一供应，通过公路运输至工地。

工程炸药库设计最大存放总量为50t，风险类型为爆炸，致危因素主要为雷电、静电、电气火花、人为因素等。炸药库选址远离施工区，周围不涉及居民点等敏感目标。炸药库若发生爆炸，塔尔朗沟右侧高阶地上植被稀疏，区域发生火灾的可能性相对较小，产生的环境风险主要是爆炸产生的烟尘及碎石对塔尔朗河水环境造成一定影响。

（2）油料

工程施工期不设置油库，所需油料就近在吐鲁番市采购，油料主要包括施工机械所用的柴油、汽油及润滑油等，通过公路运输至工地，其运输过程存在一定环境风险。

柴油属低毒类，主要是由烷烃、烯烃、环烷烃、芳香烃、多环芳烃与少量硫（2~60g/kg）、氮（<1g/kg）及添加剂组成的混合物。遇热、明火易燃，燃烧分解产物主要为 CO、CO₂ 和硫氧化物；汽油属低毒类，遇明火、高热极易燃烧爆炸，燃烧分解产物为 CO、CO₂。

油料在运输过程中可能发生的环境风险主要为泄漏、爆炸、运输事故，致危因素主要为雷电、静电、电气火花等，主要可能产生的环境风险是运输事故造成危险品泄漏进入沿线水体。

（3）污废水事故排放

施工期污水主要包括施工生产废水（如砂石料加工系统废水、混凝土拌和系统冲洗废水、洞室开挖排水、机修废水等）和生活污水两大部分。各类生产废水和生活污水经处理后全部综合利用或回用，不外排，在废水处理系统正常运行情况下对环境不会造成影响，但施工过程中可能会因回用水泵或废水处理设施故障等造成污废水事故性排放，对环境造成影响。生产废水以砂石料加工系统废水和隧洞开挖废水为主，其他废水量很小。

冲洗废水主要含 SS，生活污水主要含有机物，均不含毒性物质；机修废水因含有石油类，若外排可能会对土壤环境有一定影响。

（4）变压器油

工程在地下厂房主变洞内布置了 4 台主变压器，运行过程中可能产生环境风险的物料为变压器油。变压器油是石油的分馏产物，其主要成分是烷烃、环烷族饱和烃及芳香族不饱和烃等化合物，具有绝缘、冷却、散热、灭弧等作用。

事故漏油一般在主变压器出现事故时产生，若不能得到及时、合适处理，一旦发生泄漏事故，可能会引起区域水质污染，甚至还可能在厂房内发生火灾。

（5）生态风险

工程施工结束后将采取生态恢复措施，针对施工迹地、道路及营地区进行绿化，需种植苗木或撒播草籽。本工程植被恢复人工种植的植物种类中若有入侵物种，将对区域生态系统产生一定的生产风险。

6.2.2 环境敏感目标

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）对环境空气、地表水、地下水环境敏感程度及敏感特征进行判别。经调研，本项目厂界周边 5km 环境风险调查范围内的主要环境敏感目标如下：

表 6.2.2-1 高昌抽水蓄能电站环境敏感目标

类别	环境敏感特征	
环境空气	厂址周边 500m 范围内口人数	小于500人
	厂址周边 5km 范围内口人数	小于1万人
地表水	敏感目标名称	环境敏感特征
	无	塔尔朗河
地下水	敏感目标名称	环境敏感特征
	无	/

6.3 环境风险评价等级和评价范围

建设项目环境风险潜势划分为 I、II、III、IV/IV+级，根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169—2018）要求确定危险物质及工艺系统危险性（P）以及环境敏感程度分级（E）后，判定环境风险潜势。

其中，P 值需依据危险物质数量与临界量的比值 Q 和所属行业及生产工艺特点 M 进行判别。计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在附录 B 中对应临界量的比值 Q。在不同厂区的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算。对于长输管线项目，按照两个截断阀室之间管段危险物质最大存放总量计算。当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；当存在多种危险物质时，则按式（C.1）计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$\frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} \geq 1$$

式中： $q_1, q_2, \dots, q_n$ ——每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——每种危险物质的临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为I。

当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为： $1 \leq Q < 10$ ； $10 \leq Q < 100$ ； $Q \geq 100$ 。

对照高昌水蓄能电站使用危险化学品的情况进行分析，将炸药库作为一个单元进行辨识，详见 6.3.1-1。

表 6.3.1-1 环境风险物质与临界量的比值结果

序号	危险品名称	最大存放量 (t)	临界量 (t)	q/Q
1	炸药（主要为硝酸铵）	<50	50	<1
Q值合计				<1

本工程突发环境事件风险物质主要为炸药，炸药的主要成分包括硝酸铵及其他火工材料。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），硝酸铵存放临界量为 50t，本项目炸药库设计最大存放量为 50t，除去其他火工材料占比后，硝酸铵存放量低于 50t，且本工程的炸药使用过程中分多批次存放，炸药库单次的存放量小于 50t，因此风险物质存放总量与临界值的比值 $Q < 1$ ，依据表 6.3.1-2 判定环境风险潜势为I，环境风险评价可做简要分析。

表 6.3.1-2 风险评价工作级别划分

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说明。见附录 A。				

6.4 环境风险预测及评价

6.4.1 炸药库火灾及爆炸事故风险预测及评价

（1）风险识别

本工程施工期布置 1 处炸药库，规模约 50t，属于易燃易爆物质，主要成分为硝酸铵，如果管理不当，爆炸引发的火灾以及有毒气体会危害周围植被、大气以及人员安全。

（2）风险分析

炸药库远离居民点，炸药库塔尔朗沟右侧高阶地上，周边无施工区域。炸药库事故风险主要来自于施工人员，如管理人员违反规定，违章吸烟或未按有关规

定操作造成火种，引燃炸药或触发雷管；静电作用而造成炸药爆炸。此外，雷电条件也可引发电火花而引燃炸药。

爆破材料库设计已考虑的安全措施包括：各类消防设施；设置避雷设施和防静电设施；各类建筑物安全防护距离；设置事故报警系统；按照《水电水利工程爆破施工技术规范》《爆破安全规程》等有关规范，制定严格操作规程。爆破材料库是整个工程施工中的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，从已有工程经验看，发生爆炸事故概率小。

（3）风险评价

炸药库属特殊仓库，远离施工区及村庄，按照集中布置方式建设。炸药库布置远离人群建筑物并保证交通道路安全，周边围墙防护，并做好排水措施。

炸药库附近无居民点分布，如发生爆炸事故，危险性较小；材料库周边设置围墙，占地范围内的植被进行清除，因事故而引发周边火灾的可能性较小。炸药库作为安全、消防的重点管理区，在设计、施工以及运行过程中，须采取有效的风险防范措施，避免对周围环境造成不利影响。

6.4.2 施工危险品运输事故风险

（1）源项分析

本工程施工期间危险品运输主要环境危害为油料、炸药或雷管在运输过程中由于交通事故造成爆炸，消防水进入沟道污染水质，以及事故发生爆炸引起火灾。

（2）后果估算

电站位于山区，危险品运输事故如若引发火灾，会对工程区植被造成一定的破坏，甚至可能影响周边野生动物；如炸药和雷管在运输过程中由于交通事故造成爆炸，对周围陆生生态造成一定影响。

（3）风险评价

本工程施工期间的物资运输相对一般公路而言运输量较小，因此发生事故的的概率很小。危险品运输是施工安全管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据其它水电工程施工情况，因交通事故发生爆炸或倾倒入水体的事故的的概率很小。

6.4.3 工程施工期污水排放事故风险

（1）源项分析

本次环评对施工期、运行期各项生产生活废污水均提出了处理后回用或综合利用的措施，并设置了相关处理设施，项目建设期间各类污废水均进行处理，不外排，在各处理系统正常运行情况下对塔尔朗水质不会造成影响。但在系统事故情况下废水进入塔尔朗河，可能对水体水质造成影响。项目建设期间最大的废水来源是砂石料系统冲洗废水，机修废水水量小但含石油类，因此砂石料系统冲洗废水事故情况下对水体水质的影响较大，机修废水也可能对水质产生影响。此外还包括消防废水事故性排放等。

施工期砂石料系统冲洗废水和机修废水事故排放的可能原因主要有：水处理设备故障时，处理设施无法正常运行；废水进水水质异常，而处理系统抗负荷冲击能力差；水处理系统运行管理不善等。

（2）后果估算

本工程下库砂石料加工系统、混凝土拌和废水处理系统、机械设备停放修备场位于塔尔朗河左岸台地上，施工过程均有事故废水排放进入河道的风险。根据工程分析，工程下库砂石料加工系统高峰期废水排放量为 $4165\text{m}^3/\text{d}$ ，废水中 SS 平均浓度约为 30000mg/L ；上下库混凝土拌和系统中每个混凝土拌和系统高峰期废水产生量约 $30\text{m}^3/\text{d}$ ，废水中 pH 值一般大于 10，SS 浓度介于 $2000\text{mg/L} \sim 5000\text{mg/L}$ ；上下库机修废水高峰期产生量约为 $10\text{m}^3/\text{h}$ ，废水中主要污染物为石油类，平均浓度 30mg/L 。工程区域水体目标水质均执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）I 类标准，一旦发生污废水事故泄漏排放对周边水体水质造成一定影响。

6.4.4 地下厂房和主变溢油风险

（1）源项分析

工程运行期风险源主要是由于设备年久失修老化，地下厂房内透平油和主变洞内主变压器油泄漏。变压器油是电气绝缘用油的一种，是石油的一种分馏产物，其主要成分是烷烃、环烷族饱和烃及芳香族不饱和烃等化合物，具有绝缘、冷却、散热、灭弧等作用。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。

（2）后果估算

电站地下厂房布置有中间油罐室，设2只运行油罐，2只净油罐。主变有极小概率会发生事故漏油，同时在发生事故或设备检修时会产生含油污水。本工程电站厂房位于地下，油罐室系统设置在独立的房间内，根据以往水电站运行管理情况，中间油罐发生重大漏油事件和火灾的可能性很小。

油罐室内采用下沉式设计，可防止火灾时漏油溢出，避免事故影响扩大。地面采取防渗措施，透平油一旦外溢，不会渗入地下水系统。电站透平油系统溢油不会造成显著影响。主变事故漏油一旦外溢，将进入集油坑，并统一纳入事故油池收集。若产生事故油池池壁渗漏，可能对周边的水环境造成一定影响，但事故油池底部混凝土层厚度较厚，基岩透水性弱。因此，事故油池渗漏不会造成显著影响。

6.4.5 生态风险分析

（1）陆生动植物

若对施工人员宣传教育不力，施工人员的大量进驻，会携带养殖一些外来物种，病虫害、外来物种或有害生物会无意间随交通工具、包装材料、树苗草皮等的运输传入，有引发病虫害暴发的潜在可能性和外来物种或有害生物的散布和入侵的可能性，增加了当地生态系统风险。

（2）水生生物

施工人员食用的鱼类，若因管理不善，将一些非本河段土生土长的鱼类放生至工程河段，该河段鱼类生存条件良好，外来鱼种若没有天敌，则会大量繁殖，对当地特有鱼类造成生存压力。

6.5 环境风险防范措施

6.5.1 油类运输预防措施

（1）在临时加油点周围修建截油沟，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；

（2）制定严格健全的临时加油点安全管理制度和相关人员的培训制度，规范油料运输、储存和使用的整个过程；

(3) 做好临时加油点的火源管理工作，严禁烟火，并定期检查可能导致火灾的火源情况，如电线等；在油品卸装时、汽车加油时均应做好巡查工作，防止抽烟等情况的发生；

(4) 临时加油点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，现场作业人员须穿戴抗静电工作服和具有导电性能的工作鞋。

6.5.2 爆破材料爆炸事故预防措施

除工程设计中已考虑采取一定的风险防范措施外，还应采取以下预防措施：

(1) 施工单位把防止火灾爆炸事故工作列入重要议事日程，指定责任人，建立各项防火防爆制度，健全消防机构；开展定期和不定期防火安全检查，消灭火灾隐患；

(2) 施工单位根据防火需要，配备一定数量的消防器材和设备，存放地点应明显，易于取用。消防器材及设备附近严禁堆放其他物品，均应妥善管理，严禁挪作他用。爆破器材必须储存于专用仓库内，不得任意存放。严禁将爆破器材分发给承包户或个人保存；

(3) 对爆破器材的申购、运输、贮存保管和使用，须按照《民用爆炸物品安全管理条例》执行；

(4) 在宿舍、办公室、休息室内严禁存放易燃易爆物品；

(5) 工作时严禁吸烟，禁止携带火种、穿带钉皮鞋等进入易燃易爆区，严禁钢质工具敲打、撞击、抛掷；在易燃易爆区和较高建筑物附近安装避雷装置；炸药和油料的运输需要专用运输单位并使用专用设备进行运输；

(6) 进行施工消防、人员疏散、搜救、急救演习。

6.5.3 危险品运输安全防护措施

(1) 油品运输过程中严格遵守危险货物运输的有关规定，运送油料的运输车辆必须采用密闭性能良好的储油罐，确保不造成环境危害。

(2) 炸药运输须由合格专用的运输车辆及专业人员进行，运输过程中须严格执行爆破材料运输管理要求。

(3) 施工单位根据防火需要, 配备一定数量消防器材和设备, 存放地点应明显, 易于取用。消防器材及设备附近严禁堆放其他物品, 均应妥善管理, 严禁挪作他用。爆破器材须储存于专用仓库内, 不得任意存放。严禁将爆破器材分发给承包户或个人保存;

(4) 对爆破器材的申购、运输、贮存保管和使用, 须按照《民用爆炸物品安全管理条例》执行;

(5) 在宿舍、办公室、休息室内严禁存放易燃易爆物品;

(6) 工作时严禁吸烟, 禁止携带火种、穿带钉皮鞋等进入易燃易爆区, 严禁钢质工具敲打、撞击、抛掷; 在易燃易爆区和较高建筑物附近安装避雷装置; 炸药和油料的运输需要专用运输单位并使用专用设备进行运输;

(7) 进行施工消防、人员疏散、搜救、急救演习。

6.5.4 废水事故排放防范措施

(1) 为防范施工污废水事故排放, 应加强施工管理, 砂石料系统和混凝土系统冲洗废水经处理后均纳入回用水池(即清水池), 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) 砂石料系统冲洗废水含沙量高、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。

(4) 厂区消防废水事故性排放, 消防废水较少, 事故状态下可将废水排入事故水池, 不会造成废水溢流, 不会对周围环境造成污染。要求企业必须加强管理, 确保事故状态下的消防废水全部纳入事故水池作为生产用水循环利用, 不得向地表水体排放。

6.5.5 地下厂房和主变溢油防范措施

(1) 针对本工程主要风险源中间油室存在的风险，门口设置醒目的管理规定，预防事故发生。

(2) 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。

(3) 中间油罐室内采用下沉式设计，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。在发生主变事故漏油的情况下，事故油经收集后引排入事故油池，池壁及底部进行混凝土防渗处理。事故油池含油废水经油水分离后回收利用，对少量不能回收利用的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。

(4) 对于中间油室系统产生的废油、油抹布等，应在厂区内设置危险废物暂存间，暂存间设置挡油坎，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。

(5) 设置环境风险应急预案。

6.5.6 外来物种防范措施

(1) 植被恢复选用本区原有并适生的地方种；

(2) 相关部门要严格管理、加强检疫工作。对运输工具要进行消毒处理，对包装物、树苗、草皮按照相关要求，由森检部门进行检查、检疫。

(3) 协商当地水产养殖主管部门，加强水产养殖管理与执法力度，明文禁止在库区进行人工养殖外来引进物种，严格取缔库区非法养殖；

(4) 协商当地渔政管理执法部门，对捕获的外来种进行消除处理，不得放入塔尔朗河及支流等自然水域；

(5) 协同当地渔政管理执法部门，开展外来物种入侵危害性及防范措施宣传教育，在相关区域设置宣传牌，禁止当地群众购买外来物种放生。

6.6 风险事故应急预案

6.6.1 事故应急预案的体系定位及应急处置程序

根据国务院《国家突发公共事件总体应急预案》和《新疆维吾尔自治区突发事件总体应急预案》确定的突发公共事件应急预案体系的划分原则，本工程应急预案体系主要包括以下 4 个方面：

（1）信息报告

特别重大、重大突发事件信息要报国务院及有关部门，重大、较大突发事件信息要报省政府及专项机构、工作机构。按照国家有关规定，最迟不得超过 3 小时。应急处置过程中，要及时续报有关情况。

（2）先期处置

突发公共事件发生后，在报告特别重大、重大突发公共事件信息的同时，要根据职责和规定的权限启动相关应急预案，及时、有效地进行处置，控制事态。

（3）应急响应

对于先期处置未能有效控制事态的特别重大突发公共事件，要及时启动相关预案，由上一级应急指挥机构统一指挥或指导有关地区部门开展处置工作。

现场应急指挥机构负责现场的应急处置工作。

需要多个部门共同参与处置的突发公共事件，有该类突发公共事件的业务监管部门牵头，其他部门予以协助。

（4）应急结束

特别重大突发公共事件应急处置工作结束，或者相关危险因素消除后，现场应急指挥机构予以撤销。

6.6.2 事故应急预案

工程建设和运行过程中一旦发生环境风险事故或自然灾害事故，需要采取应急防范措施，控制和减少事故或灾害危害，并需制定应急预案，实施相关措施。

本工程位于吐鲁番市高昌区北部区直辖地内，根据相关要求和说明，本工程事故应急应纳入新疆维吾尔自治区突发事件应急预案体系中，并据此确定本工程应急预案。

（1）应急计划区

本工程应急计划区包括：危险品运输、运输道路沿线居民区等。应急事件包括火灾、爆炸、废污水事故排放及地震、洪水、滑坡、泥石流等自然灾害。

（2）应急组织机构

应急领导机构为吐鲁番市人民政府突发公共事件应急委员会，由其作为协调指挥机构，统一领导突发公共事件的应急处置工作。

地区应急领导机构应包括吐鲁番市分管环保领导、生态环境局及其他相关部门负责人组成。

现场应急领导机构由建设单位分管环保的领导、环境保护管理办公室负责人、承包商单位分管环保的领导组成。

由应急领导机构指定现场指挥，火灾、爆炸时一般由消防队长担任现场指挥负责指挥应急行动的全过程。

（3）应急救援人员

应急救援人员包括：危险源控制组、伤员抢救组、医疗救护组、消防组、安全疏散组、安全警戒组、物资供应组、环境监测组、专家咨询组、综合协调组、善后处理组等，协作开展事故应急救援，由当地政府各相关部门、建设单位、承包商以及当地各部门技术专家等组成。

（4）预案分级响应

事故分为以下 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。事故发生时，立即启动并实施本部门应急预案，

Ⅰ级、Ⅱ级响应：现场指挥在事故应急领导机构的统一领导下，具体安排组织重特大事故应急救援预案的组织和实施；组织所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作；根据事故险情，对应急工作中发生的争议采取紧急处理措施；根据预案实施过程中存在的问题和险情的变化，及时对预案进行调整、修订、补充和完善，确保人员各尽其职、救援工作灵活开展；根据现场险情，在技术支撑下，科学组织人员和物资疏散工作；现场应急指挥部与应急领导机构要保持密切联系，定期通报事故现场的态势，配合上级部门进行事故调查处理工作，做好稳定社会秩序和伤亡人员的善后及安抚工作，适时发布公告，将危机的原因责任及处理决定公布于众，接受社会的监督。

III级、IV级响应：各相关职能部门按照各自职责开展应急处置工作，防止事故扩大、蔓延，保证信息渠道畅通，及时向领导机构通报情况。因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点，现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。

（5）应急救援保障

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。

（6）报警、通讯联络方式

A.报警方式：在施工封闭管理区内设置专线报警电话，设置施工区火灾警报器；当地火警电话 119。

B.应急通讯：应急领导机构与现场指挥通过对讲机、电话进行联系；现场指挥与应急救援人员通过对讲机进行联系；应急过程中对讲机均使用统一频道（消防频道）；如无线通讯中断，应急领导机构和现场指挥可组织人员进行人工联络。

C.信息报送程序：发生环境风险事故或地质灾害、自然灾害时，必须及时上报，按程序报建设单位环境保护管理办公室和安全监督部门后，报告应急领导机构和其他相关部门、上级部门，报送方式可采用电话、传真、直接派人、书面文件等。

（7）应急监测、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。

（8）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示标识，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。

（9）事故应急救援关闭程序与恢复措施

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。

（10）应急培训计划

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，使受培训人员能够掌握使用和维护、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。

（11）公众教育和信息

对可能发生事故的附近区域居民和施工人员进行宣传教育，并及时发布相关信息。

6.7 地质灾害防范措施及应急预案

6.7.1 应急组织体系

（1）成立地质灾害应急救援领导小组

高昌抽水蓄能电站成立地质灾害应急救援领导小组，组长由项目经理担任，副组长由项目副经理担任，其余项目人员为组员。领导小组设在项目部驻地，负责统一指挥、应急决策、协调地质灾害造成的各类事故的应急救援工作。灾情发

生后由领导小组组织进行自救，仍不能缓解时由领导小组组长向当地政府联系请求支援。

(2) 领导小组权力与职责

组长：应急救援工作诸事项的决断权，所有资源的调配权，申请外部应急资源的决断权。

副组长：根据组长授权，指挥分管的救援队伍，开展相应工作；对应急决策的建议权。

组员：①快速制定救护行动计划和安全技术措施；组织指挥救灾及伤员转送；合理组织和调动战斗力量，保证救护任务的完成。②负责事故信息发布工作，按照领导小组提供的事故救援信息向业主单位及上级政府部门汇报现场救援工作。③负责事故中遇险人员的妥善安置；负责事故伤亡人员亲属的安抚接待、抚恤等善后处理工作。

6.7.2 防范措施

(1) 加强人工边坡、地下洞室的巡视，发现喷护混凝土出现裂缝迹象时加强监测，有变形加剧迹象时尽快停止施工，疏散现场作业人员，对不稳定段进行二次加固。

(2) 在雨季来临前，建立防泥石流、滑坡、塌方防汛值班制度，对易发生泥石流、滑坡、塌方的危险源进行巡视。值班成员每天 24 小时不得关闭手机，必须保证正常的通讯联络，发现险情及时汇报，保证施工机械及人员的安全，确保防泥石流、滑坡、塌方工作顺利开展。

(3) 设备物资储备

①做好施工生活用电线路的检查工作，确保雨季期间施工及生活用电的正常使用。

②准备好防滑坡、泥石流、塌方的机械设备，做好机械设备的检修工作，使防泥石流工作有序进行。

③做好物资准备工作。提前准备编织袋、雨布、雨衣、铁锹及其他防护用品。

④为防止泥石流、滑坡等造成设备损伤和人员伤亡，组织人员和机械设备转移至宽阔、平整且地势较高的地段，并做好设备的检修和保养。

6.7.3 监测和预警预报

(1) 各施工组要积极配合开展地质灾害调查，编制地质灾害防治规划，建设地质灾害群测群防网络，形成覆盖工程区的地质灾害监测网络。

(2) 加强地质灾害险情巡查。进行定期和不定期的检查，加强对地质灾害重点地区的监测和防范，发现险情时，要及时向项目部报告，组织职工转移避让或采取排险防治措施，并在危险区域设置警示标志。

(3) 建立健全灾情速报制度，保障突发性地质灾害紧急信息报送渠道畅通。接到地质灾害险情报告后，要立即摸清情况，并按照有关规定向上级有关部门报告。

(4) 任何班组和个人不得擅自向社会发布地质灾害预报。禁止隐瞒、谎报或者授意他人隐瞒，谎报险情灾情。

6.7.4 应急救援预案

(1) 当施工现场出现塌方、滑坡、泥石流等险情，发生作业人员、机械设备被堵被困情况时，地质灾害应急救援领导小组立即介入，指挥协调各部门的救援行动。

(2) 责任工区立即组织人员、机械赶赴灾害发生现场。安排人员对现场进行警戒，防止人员、车辆进入灾害影响范围受到伤害。对现场交通进行指挥疏导，对被堵塞车辆、人员进行安抚、劝导，防止出现大规模交通堵塞及混乱。保证项目部及其他工区到事发地点的交通的通畅及灾害现场的秩序。

(3) 现场救援指挥小组对现场灾害情况进行评估，结合现场情况制定抢险措施，指挥抢险人员实施，防止灾害的进一步扩大。

(4) 当灾害造成人员受伤需送往医院治疗时，由项目部办公室联合施工队伍，在对伤员进行初步处理后，调配车辆送医院进行紧急救治。

(5) 险情发生地段工区负责人向周边群众及其他施工单位发出紧急通告，告知事故性质，对生活的影响、自我保护措施、注意事项等，以保证公众和其他施工单位能够做出及时自我防护响应。

6.7.5 应急物资与装备保障

由地质灾害应急救援领导小组负责应急救援物资的购置，按照应急救援预案计划备齐备足应急救援物资和设备，设立专门仓库。

表 6.7.5-1 地质灾害物资设备配备表

序号	名称	单位	数量	备注
1	值班车	辆	1	
2	15T自卸汽车	辆	6	
3	装载机50型	辆	2	
4	反铲（CAT320D）	辆	1	
5	挖掘机	辆	2	
6	对讲机	对	10	
7	急救箱	个	1	
8	麻袋	个	200	
9	污水泵	台	2	
10	铁锹	把	30	
11	橡胶排水管	米	200	
12	担架	个	2	
13	塑料布	m ²	200	

地质灾害防范措施及应急物资与装备相关费用计入项目地质工程相关费用，不列入环境保护投资。

6.8 环境风险评价结论与建议

本项目虽然存在事故风险的可能性，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，可把事故发生的概率降至最低，另外采取有效的风险应急预案，对工程风险事故的环境影响控制在可接受范围内。

评价要求建设单位制定合理可行的突发性事故应急预案，并上报环保、安全部门备案；工程投产前，应委托具有相应安全评价资质的评价机构进行安全评价，报请主管部门验收审批后，方可正式投入正常生产。

7 环境保护措施及其可行性论证

7.1 环境保护措施设计原则

新疆高昌抽水蓄能电站环境保护措施规划设计拟遵循以下原则：

(1) 预防为主和环境影响最小化原则

在方案设计时，借鉴成熟的经验和科学知识，预防为主，防治结合，防止不利影响的产生，并对环境的不利影响降低到最低；

(2) 全局性和协调性原则

各项措施与工程建设紧密衔接、相互促进，结合项目可能出现的环境问题，有针对性制定各项措施，同时，各项环境保护措施还应与所在地生态环境保护规划协调一致；

(3) 资源循环利用原则

在方案设计时，根据项目特点，尽可能利用开挖的弃土弃石作为筑坝填筑料，收集废污水循环利用、综合利用；

(4) “三同时”原则

环保措施布局与项目设计已有的环保措施相衔接，在设计深度和实施进度安排上与主体工程相适应，各项措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

7.2 环境保护措施总体布置

为了在最大程度上避免、减缓新疆高昌抽水蓄能电站项目建设对周边环境的不利影响，针对水环境、生态环境、水土保持、环境空气、声环境、固体废物及人群健康等方面提出环境保护对策措施，总体布置如下：

(1) 在砂石料加工区及混凝土拌和区、汽车机械维修冲洗区、施工营地和业主营地区，分别设置相应的水处理设施，对生产废水、生活污水进行处理，达到回用标准后回用，禁止外排；

(2) 对开挖、爆破等施工活动，砂石料加工和混凝土拌和过程以及交通运输中产生的粉尘、扬尘采取封闭运输、洒水降尘等措施加以控制，并对施工人员采取劳动保护措施；

(3) 通过选用低噪设备、加强设备维护、避免夜间爆破、限制车速、设立

警示标志牌及加强施工人员的劳动保护等方式降低工程施工产生的噪声影响；

(4) 生活垃圾采取集中收集，外运至大河沿生活垃圾填埋场进行处理；

(5) 加强施工区环境保护宣传教育，采取措施保护施工区生态环境，对临时征用的土地在施工结束后及时恢复；

(6) 针对项目施工期及运行期对水生生态的影响，采取取水口增设卷载效应减缓措施，加强监督管理及水生生态跟踪监测等措施；

(7) 针对施工区弃渣场、场内道路及施工生活区提出挡、护、排及植被恢复等水土流失防治措施；

(8) 对施工人员进行健康检查，对饮用水、食堂采取卫生防护措施；

(9) 对地下水环境加强监测，必要时采取工程措施；

(10) 加强施工管理，禁止废水乱排、废物乱放。

环境保护措施总体布局及水土保持措施总体布局见附图。

7.3 水环境保护措施

7.3.1 生态流量保障措施

(1) 根据《新疆吐鲁番市高昌区“五河”流域规划环境影响报告书》，为保证塔尔朗河生态用水，要求丰水期最小下泄生态流量为 $0.71\text{m}^3/\text{s}$ ，枯水期最小下泄生态流量为 $0.24\text{m}^3/\text{s}$ 。

(2) 高昌抽水蓄能电站工程施工期及运行期取水时间基本为丰水期，即每年5月至10月，50%来水频率下，此时段来水量占全年水量的92%。

(3) 2025年7月2日《新疆高昌抽水蓄能电站水资源论证报告书》通过新疆维吾尔自治区水利厅技术审查，报告明确工程取水优先保证生态用水不被削减占用，取水指标来源于回购农业高效节水水量改造通过水权转让的方式获得用水指标，取水不新增河道用水。自治区水利厅、高昌区人民政府、吐鲁番市高昌区水利局分别出具的项目取水支撑性函件，项目业主与高昌区人民政府签订《高昌区人民政府与吐鲁番清源抽水蓄能电站有限公司水权转让协议书》，工程取水有保障。

(4) 为保证补水工程取水口断面来流量小于生态流量时工程不取水及保障下游生态流量，在工程取水口上游约100m和下游约100m处各设置一套生态流量在线自动监测系统。

7.3.2 废污水处理措施

考虑区域地表水环境和相关生态保护要求,施工期严格执行污废水处理措施,所有污废水处理全部回用或综合利用。每年冬季 11 月至次年 2 月因天气寒冷,露天施工不能进行,砂石料加工系统、混凝土拌合站不生产,因此无此类废水产生。冬季产生的少量生活污水,处理后将未利用的澄清清水储存于清水池,气温回升后使用。

本工程施工期废污水包括砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、机修含油废水、隧洞施工排水、承包商营地和业主营地生活污水。

为避免重复建设,造成浪费,业主营地生活污水处理设施采取永临结合的布置方式;砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、机修含油废水、隧洞开挖废水、承包商营地生活污水处理设施均在施工结束后拆除,并及时进行迹地恢复。

7.3.2.1 砂石料加工系统废水处理

(1) 废水特性

工程拟在上、下水库施工区各布设 1 套砂石料加工系统。根据砂料加工系统生产能力分析,施工高峰期上、下库砂石料加工系统废水产生量分别为 $174.3\text{m}^3/\text{h}$ 、 $78.2\text{m}^3/\text{h}$,废水中的主要污染物为 SS,平均浓度约为 $40000\sim 60000\text{mg/L}$ 。

(2) 处理目标

砂石料加工系统废水处理目标按《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)中对砂石加工废水的要求确定——“砂石加工产生的废水应进行适当处理后回收利用或排放,回收利用的悬浮物含量不应超过 100mg/L ,处理后排放水体应达到国家现行有关排放标准”。) 塔尔朗河执行 I 类水质标准,废水须经处理达标后回用,且从节约水资源角度考虑,废水经收集处理后全部回用,以减少取水成本、降低排污影响。

(3) 处理方案

方案一:采用自然沉淀法,处理工艺流程见图 7.3.2-1。砂石料加工系统排放的高浓度悬浮物废水经收集后首先进入预沉池,以除去水中粒径较大的悬浮物,之后进入沉淀池中进一步沉淀,以除去水中粒径相对较小的悬浮物,出水流入清水池储存并回用。该处理工艺的优点是工艺流程简单,土建技术要求不高,操作管理简单,运行费用低。该工艺缺点是为达到较好的处理效果,需要较长的停留

时间，水池的占地面积大；处理效率低，处理效果相对较差；产生的泥渣含水率高，体积大，不便于后续清运处置，给系统正常生产带来一定风险。

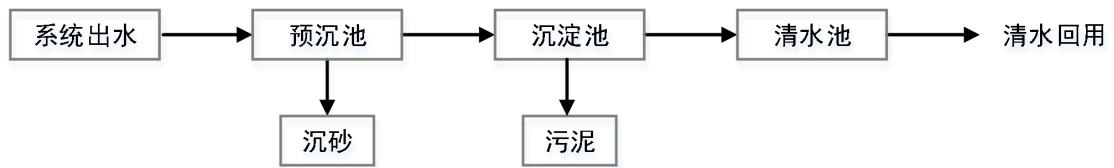


图 7.3.2-1 自然沉淀法工艺流程图

方案二：采用混凝沉淀法，处理工艺流程见图 7.3.2-2。砂石料加工系统排放的高浓度悬浮物废水经收集后首先进入预沉池，以除去水中粒径较大的悬浮物；预沉池出水流经管道混合器，同时向水中投加混凝剂和助凝剂，使药剂与废水充分混合，出水进入沉淀池；在沉淀池中，水中的细小悬浮物、胶体等凝聚成絮团，沉入沉淀池底部成为泥浆，沉淀池上部的清液则流入清水池储存并回用。预沉池和沉淀池内产生的泥渣经污泥泵抽至压滤机进行机械脱水，脱水后的污泥运至弃渣场处理。该处理工艺成熟，对悬浮物去除效率相对较高，土建技术要求不高，操作管理简单；但预沉池、沉淀池及污泥池仍需要较大的占地面积；处理效果受来水量、温度等影响较大，运行稳定性相对较差；污泥浓缩程度较低，需要脱水的污泥量大

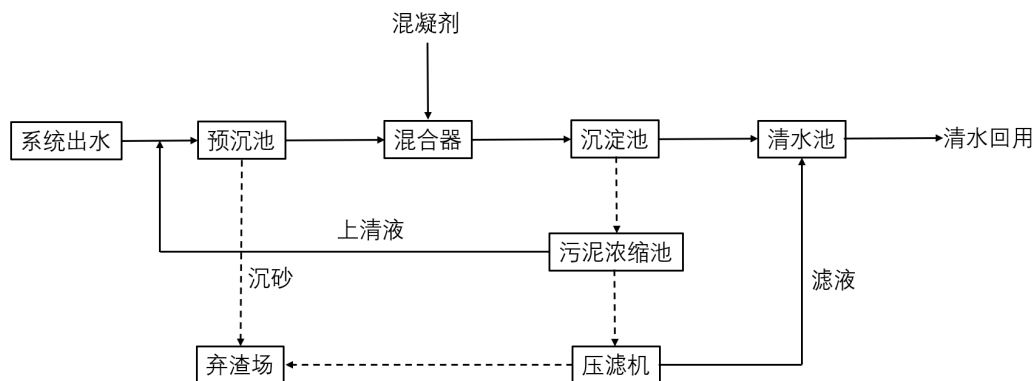


图 7.3.2-2 预沉+混凝沉淀法工艺流程图

方案三：采用高效深锥反应器处理，处理工艺流程见图 7.3.2-3。高效深锥反应器广泛应用于矿山开采、冶金、化工及环保等行业的泥浆、砂浆处理。与 DH 高效沉淀器类似，该工艺设备集絮凝沉降、动态过滤和重力浓缩于一体，采用较大的高径比，整体呈立式锥桶形，处理能力比传统浓缩设备高 3-8 倍，底流污泥浓度可达 300~800g/L。废水经管道收集后首先进入调节池，经水泵提升后进入高效深锥反应器，同时向水中加入絮凝剂、助凝剂；在反应器混合区内，废水中

的悬浮颗粒与投加的絮凝剂、助凝剂充分混合形成较大的絮状体并在重力作用下不断下沉进入沉积区。在沉积区废水自下向上流动，随着反应过程不断进行，当沉积区的污泥絮体数量增大到一定浓度时就会形成一个理想的浓相层，在浓相层上部是厚度较大且处于悬浮状态的絮团，它们形成了一个浮动的过滤介质层，对随水流上升的细小颗粒具有十分有效的过滤拦截作用。同时，在反应器中上部设置斜管填料区，以进一步提高对细小悬浮颗粒的处理效果，经过处理后的清液从反应器顶部排出至清水池储存并回用。在沉积区浓相层下部沉淀的污泥，在较大水压和物料重力的共同作用下可获得较大的压力，从而在反应器下部形成高浓度的浓缩污泥，产生的污泥直接通过污泥泵抽至压滤机进行机械脱水，脱水后的污泥运至弃渣场处理。相对于 DH 高效沉淀器，该设备内部结构相对简单，不易堵塞，故障率低；产生的污泥浓缩度高，污泥处理量小，且无须设置污泥贮存池，节省占地；设备自动化程度高，操作管理相对简单；整套设备投资相对于 DH 高效沉淀器较低。

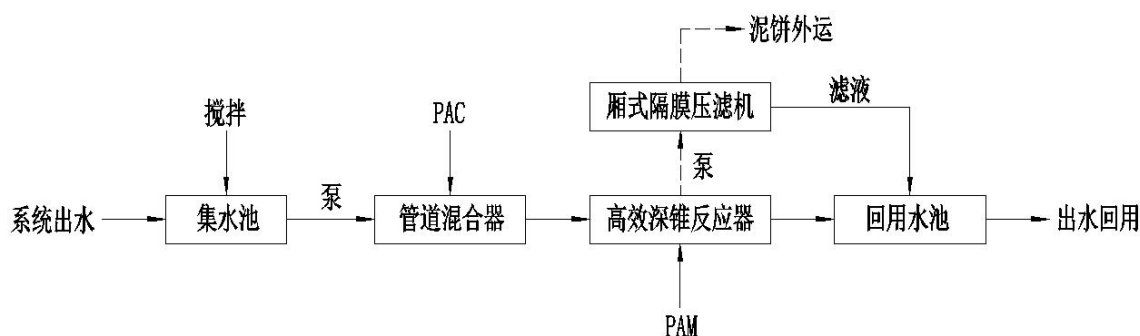


图 7.3.2-3 高效深锥反应器处理工艺流程图

综合考虑以上各处理工艺特点，结合本项目实际情况，推荐采用方案三高效深锥反应器作为砂石料加工系统废水处理设计工艺。

（4）处理方案平面布置

根据项目特性，将废水处理系统纳入砂石料加工系统布置中统一考虑，构筑物利用加工系统附近空地进行布置。

（5）主要构筑物及设备

根据本项目砂石料加工系统实际位置、废水产生量、运行和维修条件，在上、下库设置砂石料加工系统废水处理设施 1 套，处理能力为 100 m³/h 、200m³/h。处理系统主要单元包括集水池、高效深锥反应器、回用水池、污泥脱水间等，系统主要构筑物及其尺寸、工程量见表 7.3.2-1，主要设备见表 7.3.2-2。

表 7.3.2-1 砂石料加工系统水处理主要构筑物尺寸及工程量

序号	名称	结构尺寸 (m)	结构形式	单位	数量
1	上库砂石料加工系统				
1.1	调节池及回用水池	15.9×7.6×4.0	钢筋混凝土	座	1
	土方开挖			m ³	1222.39
	土方回填			m ³	586.59
	池体 C30 砼 抗渗等级 W6			m ³	143.37
	基础垫层 C15 砼			m ³	17.44
	钢筋制作及安装			t	22.51
1.2	高效深锥反应器基础	Φ8.0×0.6	钢筋混凝土	座	1
	土方开挖			m ³	38.17
	土方回填			m ³	7.71
	设备基础 C25 砼			m ³	36.19
	基础垫层 C15 砼			m ³	6.34
	钢筋制作及安装			t	4.26
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ²	60.32
1.3	压滤机平台及污泥脱水间	16.4×11.9×9.5	钢筋混凝土	座	1
	土方开挖			m ³	245.53
	土方回填			m ³	29.32
	压滤机平台 C25 砼			m ³	278.40
	基础垫层 C15 砼			m ³	27.67
	钢筋制作及安装			t	32.78
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ²	200.40
	污泥脱水间 轻钢结构			m ²	234.19
1.4	设备控制间	12.0×6.0×4.5	轻钢结构	座	1
	土方开挖			m ³	4.80
	土方回填			m ³	3.84
	立柱基础 C25 砼			m ³	0.92
	基础垫层 C15 砼			m ³	0.35
	设备基础 C25 砼			m ³	1.14
	设备间砼地坪 C25 砼			m ³	21.53
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ²	109.20
	设备间 轻钢结构			m ²	86.40
2	下库砂石料加工系统				

序号	名称	结构尺寸 (m)	结构形式	单位	数量
2.1	调节池及回用水池	15.9×10.6×4.5	钢筋混凝土	座	1
	土方开挖			m ³	1764.46
	土方回填			m ³	779.89
	池体 C30 砼 抗渗等级 W6			m ³	191.50
	基础垫层 C15 砼			m ³	23.52
	钢筋制作及安装			t	30.07
2.2	高效深锥反应器基础	Φ8.0×0.6	钢筋混凝土	座	1
	土方开挖			m ³	38.17
	土方回填			m ³	7.71
	设备基础 C25 砼			m ³	36.19
	基础垫层 C15 砼			m ³	6.34
	钢筋制作及安装			t	4.26
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ²	60.32
2.3	压滤机平台及污泥脱水间	16.9×16.4×9.5	钢筋混凝土	座	1
	土方开挖			m ³	333.85
	土方回填			m ³	34.00
	压滤机平台 C25 砼			m ³	385.75
	基础垫层 C15 砼			m ³	38.23
	钢筋制作及安装			t	45.42
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ²	280.75
	污泥脱水间 轻钢结构			m ²	332.59
2.4	设备控制间	12.0×6.0×4.5	轻钢结构	座	1
	土方开挖			m ³	4.80
	土方回填			m ³	3.84
	立柱基础 C25 砼			m ³	0.92
	基础垫层 C15 砼			m ³	0.35
	设备基础 C25 砼			m ³	1.14
	设备间砼地坪 C25 砼			m ³	21.53
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ²	109.20
	设备间 轻钢结构			m ²	86.40

表 7.3.2-2 砂石料废水处理系统主要设备

序号	名称	规格/型号	单位	数量	备注

序号	名称	规格/型号	单位	数量	备注
1	上库砂石料加工系统				
1	调节池提升泵	潜水渣浆泵，流量：120m ³ /h，扬程：18m，功率 15.0kW，铸铁材质	台	2	1 用 1 备
2	调节池潜水搅拌机	叶轮直径：620mm，转速：480r/min，功率：5.0kW，推力：1800N，不锈钢 304 材质	台	2	
3	调节池静压液位计	投入式，电缆长度：0~5m，测量精度：±0.5%，信号输出：4~20mA，接液材质：SUS304	台	1	
4	电磁流量计	DN125，一体式，流量范围：0~250m ³ /h，信号输出：4~20mA，衬里材质：氯丁橡胶	台	1	
5	高效深锥反应器	处理能力：120m ³ /h，配套爬梯及检修平台辅助设施，碳钢防腐	套	1	
6	回用水泵	潜污泵，流量：120m ³ /h，扬程：25m，功率：15kW，带自耦装置，铸铁材质	台	2	1 用 1 备
7	回用水池静压液位计	投入式，电缆长度：0~5m，测量精度：±0.5%，信号输出：4~20mA，接液材质：SUS304	台	1	
8	压滤机给料泵	流量：25m ³ /h，扬程：80m，功率：22 kW，铸铁材质	台	2	1 用 1 备
9	厢式隔膜压滤机	过滤面积：350m ² ，滤板尺寸：1500×1500，工作压力：1.0Mpa，隔膜压榨，配套空压机、清洗泵、清洗水箱、控制系统等辅助设备。	套	2	
10	PAC 加药装置	加药罐容积：1500L，PE 材质；计量泵 流量：240L/h，压力：0.5MPa，功率：0.37kW，泵头材质 PVC；搅拌机：转速：80rpm，功率：1.1kW，SUS304	套	1	2 罐 3 泵 2 机，配套管道、阀门、液位计等
11	PAM 加药装置	干粉加药机 制备能力：2000L/h，不锈钢材质；加药泵（螺杆泵） 流量：600L/h，压力：0.6MPa，功率：0.55kW，2 台	套	1	配套管道、阀门、液位计等
1.12	CD1 型电动葫芦	起吊重量：1.0T，起吊高度：9m	个	2	
1.13	工艺管道阀门	与处理系统配套	批	1	

序号	名称	规格/型号	单位	数量	备注
1.14	电气控制系统	含控制柜及电线电缆，采用 PLC 自控系统	套	1	
2	下库砂石料加工系统				
2.1	调节池提升泵	潜水渣浆泵，流量：200m ³ /h，扬程：22m，功率 22.0kW，铸铁材质	台	2	1 用 1 备
2.2	调节池潜水搅拌机	叶轮直径：620mm，转速：480r/min，功率：5.0kW，推力：1800N，不锈钢 304 材质	台	2	
2.3	调节池静压液位计	投入式，电缆长度：0~5m，测量精度：±0.5%，信号输出：4~20mA，接液材质：SUS304	台	1	
2.4	电磁流量计	DN250，一体式，流量范围：0~400m ³ /h，信号输出：4~20mA，衬里材质：氯丁橡胶	台	1	
2.5	高效深锥反应器	处理能力：200m ³ /h，配套爬梯及检修平台辅助设施，碳钢防腐	套	1	
2.6	回用水泵	潜污泵，流量：200m ³ /h，扬程：22m，功率：22kW，带自耦装置，铸铁材质	台	2	1 用 1 备
2.7	回用水池静压液位计	投入式，电缆长度：0~5m，测量精度：±0.5%，信号输出：4~20mA，接液材质：SUS304	台	1	
2.8	压滤机给料泵	流量：50m ³ /h，扬程：80m，功率：22kW，铸铁材质	台	2	1 用 1 备
1.9	厢式隔膜压滤机	过滤面积：400m ² ，滤板尺寸：1500×1500，工作压力：1.0Mpa，隔膜压榨，配套空压机、清洗泵、清洗水箱、控制系统等辅助设备	套	3	
2.10	PAC 加药装置	加药罐容积：1500L，PE 材质；计量泵 流量：400L/h，压力：0.5MPa，功率：0.37kW，泵头材质 PVC；搅拌机：转速：80rpm，功率：0.75kW，SUS304	套	1	2 罐 2 泵 2 机，配套管道、阀门、液位计等
2.11	PAM 加药装置	加药罐容积：1500L，PE 材质；计量泵 流量：400L/h，压力：0.5MPa，功率：0.37kW，泵头材质 PVC；搅拌机：转速：80rpm，功率：0.75kW，SUS304	套	1	2 罐 2 泵 2 机，配套管道、阀门、液位计等
2.12	CD1 型电动葫芦	起吊重量：1.0T，起吊高度：	个	2	

序号	名称	规格/型号	单位	数量	备注
		9m			
2.13	工艺管道阀门	与处理系统配套	批	1	
2.14	电气控制系统	含控制柜及电线电缆，采用 PLC 自控系统	套	1	

(6) 运行管理与维护

1) 按照“三同时”要求，为了保证废水处理系统有效运行，建设单位应把废水处理设施的建设与有效运行作为合同的条款之一纳入工程承包合同，进行达标验收。

2) 工程环境管理部门应定期对处理设施的管理运行进行监督检查，掌握废水处理设施运行情况，对不良情况提出口头和书面的整改意见。

3) 运行管理费应专款专用，特别是运渣费和管理费，以保证废水处理站的正常运行。

4) 由于废水处理工艺的自动化程度较高，对管理人员有一定技术要求，所以应组织废水处理设施的管理维护人员在上岗前接受专项技术操作培训后，才能对电气仪表设备进行科学的操作与维护，并严格制订操作规程，以保证废水处理设施的良好运行。

7.3.2.2 混凝土拌和系统废水处理

(1) 废水特性

高昌抽水蓄能电站分别在上库施工区和下库施工区各设置 1 套混凝土拌和系统，每日 3 班生产。混凝土拌和系统废水主要来自拌和楼搅拌罐和运输罐车的冲洗，间歇式产生。根据工程分析计算结果，上、下库混凝土拌和系统生产废水分别为 50m³/d、50m³/d，其中料罐冲洗废水量约为 14m³/d，车辆冲洗废水量约 36m³/d。混凝土拌和系统废水呈碱性，pH 值一般大于 10，悬浮物浓度较高，一般为 2000mg/L~5000mg/L。

(2) 处理目标

工程区及其附近无天然水体分布，从节约水资源角度考虑，混凝土拌和废水经收集处理达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)后(SS≤100 mg/L)，用作拌合站地面及搅拌仓的清洗用水。根据同类工程混凝土拌和废水

处理经验，经沉淀池处理后 SS 浓度预计可低于 100mg/L，出水可用于拌合站地面及搅拌仓的清洗。

（3）处理方案

混凝土拌和系统废水处理常用有自然沉淀和板框压滤两种工艺。

方案一：自然沉淀法

采用三级沉淀池对冲洗废水进行自然沉淀处理，同时向水中投加一定量的酸液以调节废水的 pH 至 7 左右，产生的上清液可回用于拌和罐冲洗或场地冲洗，干化的泥渣运往坝后任意料区填筑。该工艺运行管理简单方便，仅适用于处理规模小且为间歇性排放的场合，当废水处理量大时处理效果不佳。简易自然沉淀工艺流程如图 4.2.2-4。

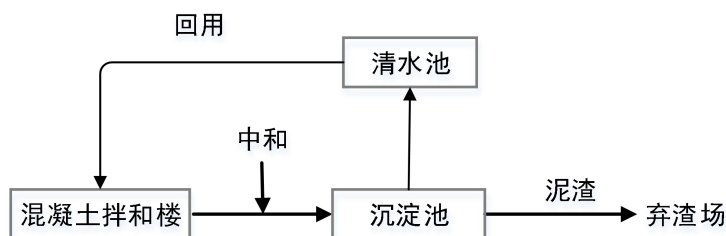


图 7.3.2-4 自然沉淀法工艺流程图

方案二：板框压滤工艺

混凝土拌和站排放的冲洗废水通过排水渠首先进入废水处理设施内的沉淀池，以沉淀废水中夹带的混凝土块状颗粒物等粒径较大的杂物。沉淀池出水自流进入集水池，在集水池内设置提升泵，将废水提升至 pH 调节池。为保证废水的 pH 在合适的范围内，并满足后续混凝反应正常进行需要，向 pH 调节池内投加一定量的草酸溶液，控制废水的 pH 在 7 左右，同时向池内依次投加一定量 PAC、PAM，通过搅拌使之与废水充分混合反应。pH 调节池出水通过螺杆泵输送至板框压滤机进行过滤以截留水中的悬浮颗粒物，经过滤后的清液自流至回用水内贮存并回用于料罐冲洗及场地洒水降尘，不外排。板框压滤机过滤脱水产生的泥饼则每天清运处理。该处理工艺成熟可靠，可处理水量大、浓度高的废水，具有悬浮物去除效率高，耐冲击负荷，可进行连续处理，运行稳定性好，设备化程度高等特点，处理后的出水水质优于自然沉淀工艺。相对于自然沉淀法，该处理工艺设备较多，占地面积大，系统运行费用高，对人员操作管理要求高。板框压滤处理工艺流程如图 4.2.2-5。

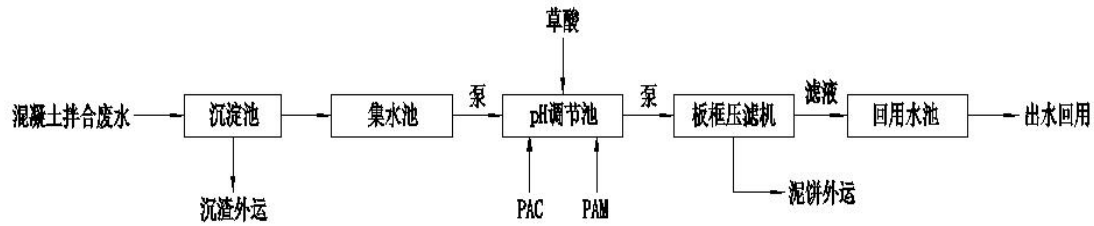


图 7.3.2-5 板框压滤处理工艺流程图

综合考虑以上工艺特点，结合本项目实际情况，推荐采用方案二板框压滤工艺作为混凝土拌和废水处理设计工艺，以确保处理后的出水水质始终稳定满足回用要求。

(4) 平面布置

根据本项目施工总体布置方案，考虑在拌和楼附近设置沉渣池、集水池、pH调节池等构筑物，以便于对废水进行收集、预处理和回用。

(5) 主要构筑物尺寸及工程量混凝土废水处理系统主要构筑物尺寸见表 7.3.2-3，主要设备见表 7.3.2-4。

表 7.3.2-3 单套混凝土拌和系统水处理主要构筑物尺寸

序号	名称	结构尺寸 (m)	结构形式	单位	数量
1	沉淀池、集水池及回用水池	7.75×7.0×3.0	钢筋混凝土	座	1
	土方开挖			m ³	474.78
	土方回填			m ³	257.48
	池体 C30 砼 抗渗等级 W6			m ³	61.75
	基础垫层 C15 砼			m ³	8.36
	钢筋制作及安装			t	9.70
	砖砌体			m ³	16.34
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ²	20.70
2	pH 调节池基础	4.4×2.4×0.2	钢筋混凝土	座	1
	水池基础 C25 砼			m ³	5.07
	钢筋制作及安装			m ²	0.60
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ³	12.67
3	设备基础			项	1.00
	设备基础 C25 砼			m ³	3.28
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ³	3.62
4	设备间	9.0×8.0×5.0	轻钢结构	座	1
	土方开挖			m ³	5.40
	土方回填			m ³	4.32

序号	名称	结构尺寸 (m)	结构形式	单位	数量
	立柱基础 C25 砼			m ³	1.04
	基础垫层 C15 砼			m ³	0.39
	设备间砼地坪 C25 砼			m ³	21.60
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ²	108.00
	设备间 轻钢结构			m ²	86.40
	设备间 轻钢结构			m ²	86.40

表 7.3.2-4 单套混凝土拌和系统水处理主要构筑物工程量

序号	名称	规格型号	单位	数量	备注
1	集水池潜污泵	流量: 15m ³ /h, 扬程: 10m, 功率: 1.1kW, 铸铁, 带自耦装置	台	2	1 用 1 备
2	集水池静压液位计	电缆长度: 0-5m, 信号输出: 4~20mA, 接液材质不锈钢 304	套	1	
3	pH 调节池	池长 4.0m, 池宽 2.0m, 池高 2.5m, 壁板厚度 6mm, Q235 钢制防腐, 加强钢支撑	座	1	
4	pH 在线监测仪	测量范围: pH 0~14, 信号输出 4~20mA, 电极材质: 玻璃电极	套	1	
5	pH 调节池搅拌机	桨叶直径: 1000mm, 转速: 42r/min, 功率: 2.2kW, 轴长度 2.0m, 碳钢衬塑材质	台	2	
6	pH 调节池静压液位计	电缆长度: 0-3m, 信号输出: 4~20mA, 接液材质不锈钢 304	套	1	
7	草酸加药装置	加药罐容积: 500L, PE 材质; 计量泵 流量: 120L/h, 压力: 0.7MPa, 功率: 0.25kW, 泵头材质 PVC; 搅拌机: 转速: 80rpm, 功率: 0.55kW, 材质 SUS304; 配套液位计、管道、阀门及电控箱等	套	1	1 罐 2 泵 1 机
8	PAC 加药装置	加药罐容积: 500L, PE 材质; 计量泵 流量: 85L/h, 压力: 0.7MPa, 功率: 0.25kW, 泵头材质 PVC; 搅拌机: 转速: 80rpm, 功率: 0.55kW, 材质 SUS304; 配套液位计、管道、阀门及电控箱等	套	1	1 罐 2 泵 1 机
9	PAM 加药装置	加药罐容积: 500L, PE 材质; 计量泵 流量: 85L/h, 压力: 0.7MPa, 功率: 0.25kW, 泵头材质 PVC; 搅拌机: 转速: 80rpm, 功率: 0.55kW, 材质 SUS304; 配套液位计、管道、阀门及电控箱等	套	1	1 罐 2 泵 1 机
10	压滤机进料泵	流量: 12.5m ³ /h, 扬程: 80m, 功率: 11.0kW, 铸铁材质	台	2	1 用 1 备
11	厢式压滤机	过滤面积: 50m ² , 滤板尺寸: 800×800, 工作压力: 1.0Mpa, 暗流	台	1	

序号	名称	规格型号	单位	数量	备注
		式，自动拉板，配套污泥斗、液压站及电控箱等辅助设备。			
12	污泥皮带输送机	与板框压滤机配套，由压滤机厂家提供	台	1	
13	压滤机平台	钢结构操作平台，与压滤机配套	座	1	
14	回用水池潜污泵	Q=15m ³ /h，H=20m，N=2.2kW，铸铁，带自耦装置	台	2	1用1备
15	回用水池静压液位计	电缆长度：0-5m，信号输出：4~20mA，接液材质不锈钢 304	套	1	
16	工艺管道阀门	与处理系统配套	批	1	
17	电气控制系统	含电控柜、电线电缆等	套	1	

(6) 运行管理与维护

1) 为收集搅拌罐和运输罐冲洗中散落的水，需在作业区周边设截水沟，将散落水集排入处理系统。

2) 在运行过程中要注意定期及时清理沉淀池中的泥渣，确保后续设备能够安全稳定运行。

7.3.2.3 机修废水处理

(1) 废水特性

根据施工组织设计，本工程上、下库各设置 1 处机械修配及停放场，机械维修、车辆保养冲洗过程中会产生一定废水。上、下库机修厂用水量分别为 5m³/h，产污系数以 0.85 计，则废水产生量分别为 4.25m³/h，废水中主要污染物为 SS 和石油类，SS 浓度在 500mg/L 左右，石油类浓度在 20mg/L~40mg/L 之间。

(2) 处理目标

对含油废水进行油水分离，收集的废油全部存储于危废间。参考《水电工程环境保护设计规范》（NB/T10504-2021）、《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）和《污水综合排放标准》（GB8978-1996）相关规程标准要求，结合本工程实际情况，确定废水处理目标为 SS≤70mg/L、石油类≤10mg/L。机修废水处理后就近用于周边荒地或施工区场地洒水降尘，禁止外排。

(3) 废水处理方案

由于本工程机修废水处理量较少，且为间歇性排放，参考《水电工程环境保护设计规范》（NB/T10504-2021）相关规定，采用隔油沉淀工艺对机修废水进行处理。机修含油废水进入隔油沉淀池内，由于废水的流速减慢，使得水中密度较

小的油污颗粒逐渐漂浮在水面上形成一层油膜。同时，水中的密度较大颗粒物则会因为重力作用而沉淀到池底，从而实现废水中漂浮的石油类物质、大块颗粒物的分离。隔油沉淀池内部结构较为简单，易于安装和维护，且运行成本低。隔油沉淀工艺流程如图 7.3.2-6 所示。

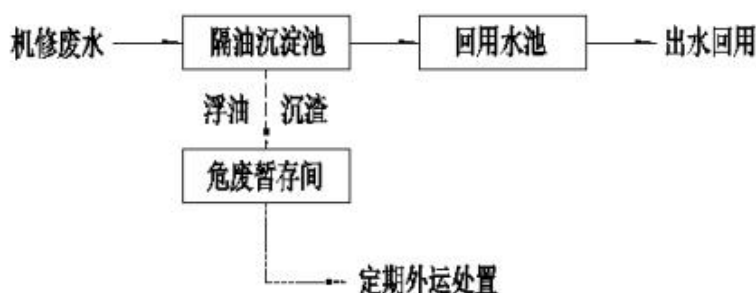


图 7.3.2-6 机修含油废水处理工艺流程

本工程机修废水中污染物为 SS 和石油类，SS 浓度为 500mg/l，石油类浓度在 20mg/l~40mg/l 之间，经过隔油沉淀池处理，可以刮除废水中密度较小的石油类污染物，并进行沉淀，出水达到标准要求后的清水用作场地洒水降尘。隔油后收集的浮油和含油污泥属于危险废物，需在“防渗、防雨、防晒、防风”的危废贮存间贮存，最终由有危废处置资质的单位进行外运处置。

（4）平面布置

将废水处理系统纳入辅助企业系统布置中统一考虑，构筑物利用机修厂附近空地布置，并设置排水收集沟。

（5）主要构筑物尺寸及工程量

根据废水产生量，确定在上、下库区机械设备停放及修配厂各修建 1 座 GG-2F 型隔油池。隔油池平剖面图参见《小型排水构筑物》（04S519）。根据隔油池有效容积选定隔油沉淀池尺寸为 2.0m×1.0m×1.55m（长×宽×高），清水池尺寸为 3.0m×4.0m×3.0m（水力停留时间为 6h）。主要构筑物尺寸见表 7.3.2-5，工程量见表 7.3.2-6。沉淀后的废水，除自然挥发外，其余废水可回用。

表 7.3.2-5 机修厂污水处理设施主要构筑物尺寸

序号	构筑物名称		数量 (座/ 间)	净尺寸 (m)		
				长	宽	高
1	上库施工区	隔油池	1	2.0	1.0	1.55
2		清水池	1	3.0	4.0	3.0
3		贮存车间	1	5.0	7.0	3.5

序号	构筑物名称		数量 (座/ 间)	净尺寸 (m)		
				长	宽	高
3.1		浮油贮存池	1	2.5	1.0	1.5
3.2		含油污泥贮存池	1	2.5	2.5	1.5
1	下库施工区	隔油池	1	2.0	1.0	1.55
2		清水池	1	3.0	4.0	3.0
3		贮存车间	1	5.0	7.0	3.5
3.1		浮油贮存池	1	2.5	1.0	1.5
3.2		含油污泥贮存池	1	2.5	2.5	1.5

表 7.3.2-6 主要构筑物工程量

项目		单位	工程量	项目		单位	工程量
一、土建工程量							
(一) 上库施工区				(一) 下库施工区			
隔油池	土方开挖	m³	14.0	隔油池	土方开挖	m³	14.0
	土方回填	m³	4.7		土方回填	m³	4.7
	C20 砼垫层	m³	1.35		C20 砼垫层	m³	1.35
	C25 混凝土池体	m³	6.1		C25 混凝土池体	m³	6.1
	钢筋	t	0.6		钢筋	t	0.6
清水池	土方开挖	m³	90	清水池	土方开挖	m³	90
	土方回填	m³	30		土方回填	m³	30
	C20 砼垫层	m³	4.5		C20 砼垫层	m³	4.5
	C25 混凝土池体	m³	24		C25 混凝土池体	m³	24
	钢筋	t	2.4		钢筋	t	2.4
贮存车间	基础开挖	m³	179.3	贮存车间	基础开挖	m³	179.3
	回填	m³	90.95		回填	m³	90.95
	C20 混凝土垫层	m³	21.75		C20 混凝土垫层	m³	21.75
	2mm 厚高密度聚乙烯	m²	120.5		2mm 厚高密度聚乙烯	m²	120.5
	砖	m³	21		砖	m³	21
	C25 混凝土	m³	30.14		C25 混凝土	m³	30.14
	钢筋	t	3.92		钢筋	t	3.92
	浆砌石	m³	29.7		浆砌石	m³	29.7
	三合土	m³	21.75		三合土	m³	21.75
浮油贮存池	土方开挖	m³	11.25	浮油贮存池	土方开挖	m³	11.25
	土方回填	m³	3.75		土方回填	m³	3.75
	C20 砼垫层	m³	3		C20 砼垫层	m³	3
	C25 混凝土池体	m³	13.5		C25 混凝土池体	m³	13.5
	钢筋	t	1.35		钢筋	t	1.35

项目		单位	工程量	项目		单位	工程量
含油 污泥 贮存 池	土方开挖	m³	28.5	含油 污泥 贮存 池	土方开挖	m³	28.5
	土方回填	m³	9.5		土方回填	m³	9.5
	C20 砼垫层	m³	5.5		C20 砼垫层	m³	5.5
	C25 混凝土池体	m³	20		C25 混凝土池体	m³	20
	钢筋	t	2		钢筋	t	2
二、设备							
(一) 上库施工区				(一) 下库施工区			
泵		台	2	泵		台	2
进出水管件及通气管		套	1	进出水管件及通气管		套	1
预制井盖井圈及支座		套	1	预制井盖井圈及支座		套	1

7.3.2.4 隧洞开挖排水处理措施

(1) 产生情况及水质特性

根据区域水文地质条件，本工程输水发电系统的地下厂房、下平段和尾水段位于地下水位以下，排水点为进厂交通洞和通风兼安全洞。根据隧洞开挖施工工艺分析，洞室排水主要污染物为悬浮物，浓度约为 1500~3000mg/L，高峰产生量约为 125m³/h。

(2) 处理目标

工程区地表水 I 类功能区，禁止排放。通过清水沟排出的清水接入砂石料拌和系统回用水池，优先应用于砂石料加工系统，多余的水量用于各施工支洞口、隧洞作业面附近道路、场区洒水降尘。污水沟引出的污水经收集处理后，用于各施工支洞口、隧洞作业面附近道路、场区洒水降尘。

(3) 处理方案

由于隧洞排水水量水质波动大，且排放无规律，因此处理难度较大。开展隧洞排水清污分流，分别引排清水和施工废水可以有效减少废水处理量，降低洞室排水处理难度，提高水处理效率。

根据本项目抽水蓄能电站设计方案，电站主厂房所在高程较低，进厂交通洞、通风兼安全洞等洞室均为反坡隧洞，施工开挖过程中产生的天然涌水最终均汇集至掌子面附近。为最大限度实现清污分流，施工期在隧洞底板区域道路两侧设置临时性清水沟和污水沟。为便于路面水收集，道路横断面应设置不小于 2%单面坡；横断面低端处应设置两条排水沟，其中靠边墙侧为清水沟，靠中线侧为污水沟；横断面高端处应设置一条排水沟作为清水沟，必要时可增设污水沟。隧洞内

清污分流平面示意图见图 7.3.2-7 所示，断面示意图见图 7.3.2-8 所示。

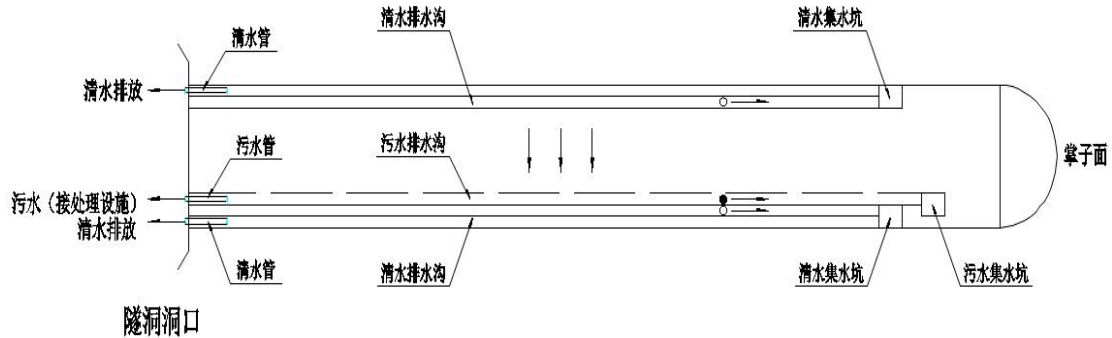


图 7.3.2-7 反坡隧洞清污分流平面示意图

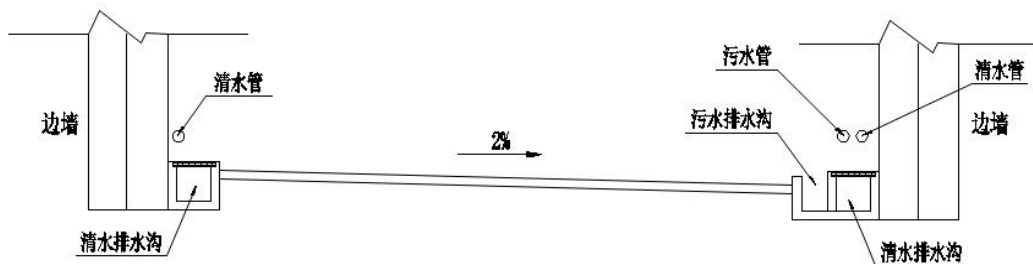


图 7.3.2-8 反坡隧洞清污分流断面示意图

临时清水沟及污水沟末端分别设置临时集水坑，位置可根据现场实际情况设置在掌子面附近 50m~100m 处。清水收集后，在集水坑内设置清水泵，根据施工现场排水量大小设置选择合适的流量及扬程，将收集的清水抽排至就近的清水箱，再沿隧洞逐级抽排至洞外。掌子面及初支段施工废水自流或抽排进入至集水坑，路面漫流或冲洗废水通过道路一侧的污水沟收集最终流入污水集水坑，从集水坑抽排至就近的污水箱，就近的隧洞排水处理系统。抽排清水与废水的管道可分别沿两侧的临时沟渠布设，沿途设中继水箱分级抽排。清污分流设施实例见图 7.3.2-9 所示。



图 7.3.2-9 隧洞清污分流设施实例图

为提高清污分流收集废水效果，提出以下设计要求。

1) 将地下洞室沿边墙和底板涌出的具备收集条件的部分地下渗水进行分段集中收集，逐级导排，减少混入施工废水中的地下渗水（清水）的排量，降低施工废水处理规模，提高废水中悬浮物含量。

2) 建议回用水池按照一用一备原则布设，满足后期回用水储存需要，确保处理系统正常运转。

3) 项目位于寒冷地区，为防止停工期间废水沉淀池内存水结冻，可考虑在沉淀池内临时安装潜污泵，使池内废水处理循环流动，防止结冰。

4) 在沉淀池附近设置钢制污泥干化池, 用于收集存放沉淀池内清掏出的泥渣, 待污泥干化结块后清理外运至弃渣场填埋。废水处理站内适当位置处规划污泥堆料区, 用于专门堆存板框压滤机脱水泥饼, 以便于清理外运, 并在四周设置截排水沟, 防止泥饼内的残留水污染周边场地。

5) 对场地内地面进行硬化, 场地四周设置截排水沟和围栏; 对废水处理系统内的设备和构建筑物建立标识标牌和管道走向标志。

(4) “清污分流”措施设计方案

1) 地下洞室群排水总体设计

地下洞室群周边均设置完备的防渗排水系统。防渗排水系统设计遵循“堵排结合、以排为主、完全自流”的设计原则。在引水钢管上下平段、环绕主副厂房、主变洞和尾闸室周边设有三层排水廊道。为消除或减少作用在洞室混凝土衬砌及喷层上的外水压力, 防止地下水无规律地在衬砌表面出流, 在主厂房、主变洞周边均设有系统排水孔, 孔径 50mm, 间排距 $4.5\text{m} \times 4.5\text{m}$, 孔深 5m; 在渗水量比较集中的部位增设随机排水孔。厂区渗漏水经各层排水廊道和排水孔截排至下层排水廊道, 经下层排水廊道进入自流排水洞排出洞外。

2) 清水收集形式:

a) 初支段股状清水可通过植入钢管、PVC 管、排水软管等方式进行引排, 并牢固固定于边墙, 避免因涌水压力大等造成脱落。

b) 初支段散状清水可通过设置地面移动水箱、铺设防水板、边墙悬挂水槽等方式进行引排。

c) 二衬完成段清水通过防排水板、盲管及泄水管等排至清水沟, 股状水可增设环向、横向盲管。

经分离后收集的地下清水就近排入附近设置的临时清水箱, 通过水泵逐级抽排至洞内外的回用水池进行回用或拉运至指定的环保储水池存储。

3) 废水收集形式:

a) 洞室爆破清渣生产作业时尽量将施工活动范围控制在掌子面 100~150m 范围内, 减少由于施工活动产生的废水量。

b) 在掌子面附近设置临时集水坑, 坑内废水通过临时移动泵, 抽排至交通洞或通风洞内废水处理泵站进行处理。

c) 已硬化路面漫流或冲洗废水可通过横、纵向排水坡流入就近设置的临时

废水集水坑内，通过水泵抽排至交通洞或通风洞内废水处理泵站进行处理。

d) 每次循环出渣时应修整或挖设临时水沟，使废水自然汇集于后方积水坑或集水箱内。

e) 集水箱、集水坑及水泵应采取必要的保护措施，避免爆破开挖、喷砼支护过程中遭到破坏。

(5) 废水处理方案

结合本工程洞室废水排水情况及出水水质要求，拟定了自然沉淀和混凝加药+高效沉淀+过滤工艺两种处理方案。

方案一：自然沉淀法

采用三级沉淀池对隧洞施工废水进行自然沉淀处理，当废水 pH 呈碱性时，向水中投加一定量的酸液以调节废水的 pH 至 7 左右，产生的上清液一部分用于洞室开挖作业生产降尘，其余部分用于施工隧洞及周边场地洒水降尘和绿化，不外排。清理的泥渣则运往坝后任意料区填筑综合利用。该工艺运行管理简单方便，仅适用于处理规模小且为间歇性排放的场合，当废水处理量大时处理效果不佳。自然沉淀工艺流程如图 4.2.2-8 所示。

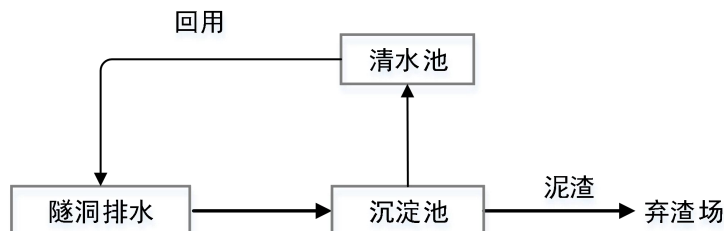


图 7.3.2-8 自然沉淀法工艺流程图

方案二：混凝加药+高效沉淀+过滤工艺

隧洞施工排水经排水管道输送首先排入废水处理设施预沉池内，在预沉池内静置停留一定时间以沉淀水中粒径较大的颗粒物，减轻后续处理单元负荷。预沉池出水进入调节池，在调节池内设置潜水搅拌机对水质水量进行均质调节。调节池出水通过提升泵进入混合反应器，同时向废水中加入草酸溶液以调节废水 pH 至 7 左右，之后再向废水中依次投加混凝剂 PAC、PAM，使两种药剂与废水充分混合反应。混合反应器出水进入高效沉淀器，废水自下而上流动，水中的绝大部分悬浮物在重力、离心力等的共同作用下从水中分离出来，出水从沉淀器顶部排出至中间水池。在中间水池内设置过滤提升泵，将废水输送至后续过滤器内进

行过滤。过滤器采用改性多介质过滤器，通过内部石英砂、无烟煤等滤料进一步过滤、吸附和拦截水中残余的细小颗粒物、石油类、胶体等杂质，并对水中 COD_{Cr} 、 BOD_5 也有一定的去除效果，出水指标可达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中表 1 城市绿化、道路清扫、建筑施工要求后，满足回用要求。多介质过滤器出水自流至回用水池存储。经处理后的回用水一部分用于洞室开挖作业生产降尘，其余部分用于施工隧洞及周边场地洒水降尘和绿化，不外排。

集水池、高效沉淀器内产生的污泥定时或连续排至污泥浓缩池中，在污泥池内停留一定的时间进行重力浓缩，经浓缩后的污泥通过压滤机进料泵输送至板框压滤机进行脱水，经脱水后的泥饼运送至坝后任意料区填筑处理。压滤机脱水产生的清液则排至回用水池收集。

该处理工艺成熟可靠，可处理水量大、浓度高的废水，具有污染物去除效率高，耐冲击负荷，可进行连续处理，运行稳定性好，设备化程度高等特点，处理后的出水水质优于自然沉淀工艺。相对于自然沉淀法，该处理工艺设备较多，占地面积大，系统运行费用高，对人员操作管理要求高。混凝加药+高效沉淀+过滤工艺流程如图 7.3.2-9 所示。

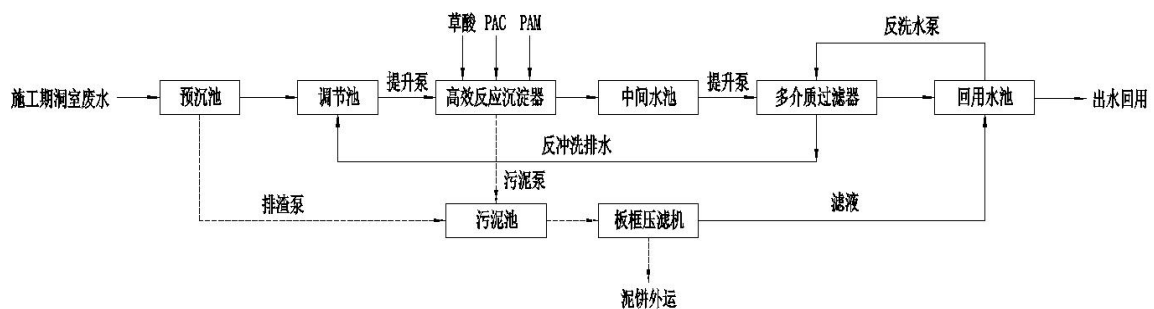


图 7.3.2-9 混凝加药+高效沉淀+过滤工艺流程图

综合考虑以上工艺特点，结合本项目实际情况，推荐采用方案二混凝加药+高效沉淀+过滤工艺作为隧洞开挖排水处理设计工艺，以确保处理后的出水水质始终稳定满足回用要求。

（4）主要构筑物

根据本项目施工总平面布置，考虑在进厂交通洞、通风兼安全洞洞口处分别设置集中式废水处理系统 1 套。集中式废水处理系统主要包括预沉池、调节池、高效反应沉淀器、中间水池、多介质过滤器、回用水池及污泥脱水间等，处理

系统主要构建筑物尺寸及工程量见表 7.3.2-7，主要设备见表 7.3.2-8。

表 7.3.2-7 隧洞开挖废水处理设施尺寸及工程量

序号	名称	尺寸 (m)	结构形式	单位	数量
1	进场交通洞				
1.1	预沉池、调节池、中间水池及回用水池	16.0×15.0×4.5	钢筋混凝土	座	1
	土方开挖			m ³	572.76
	石方开挖			m ³	1725.21
	土方回填			m ³	899.53
	池体 C30 砼，抗渗等级 W6			m ³	289.41
	基础垫层 C15 砼			m ³	32.64
	钢筋制作及安装			t	45.44
	水池护栏			m	74.40
1.2	高效沉淀器基础	Φ5.2×0.6	钢筋混凝土	座	2
	土方开挖			m ³	36.23
	土方回填			m ³	10.34
	设备基础 C25 砼			m ³	30.58
	基础垫层 C15 砼			m ³	5.50
	钢筋制作及安装			m ²	3.60
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ³	50.97
1.3	多介质过滤器基础	Φ4.0×0.5	钢筋混凝土	座	2
	土方开挖			m ³	18.85
	土方回填			m ³	6.48
	设备基础 C25 砼			m ³	15.08
	基础垫层 C15 砼			m ³	3.33
	钢筋制作及安装			m ²	1.78
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ³	30.16
1.4	污泥浓缩池	Φ6.0×5.0	钢筋混凝土	座	1
	土方开挖			m ³	69.71
	石方开挖			m ³	69.55
	土方回填			m ³	54.39
	池体 C30 砼，抗渗等级 W6			m ³	56.75
	基础垫层 C15 砼			m ³	5.98
	钢筋制作及安装			t	6.68
	水池护栏			m	72.00
1.5	污泥脱水间	12.0×12.0×6.0	轻钢结构	座	1
	土方开挖			m ³	50.40

序号	名称	尺寸 (m)	结构形式	单位	数量
	土方回填			m ³	99.57
	独立基础 C25 砼			m ³	10.14
	基础圈梁 C25 砼			m ³	3.89
	砖墙基础			m ³	15.71
	基础垫层 C15 砼			m ³	11.09
	设备基础 C25 砼			m ³	4.58
	钢筋制作及安装			t	2.01
	污泥脱水间砼地坪 C25 砼			m ³	39.00
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ²	195.00
	污泥脱水间 轻钢结构			m ²	172.80
1.6	控制间及加药间	18.0×6.0×4.0	轻钢结构	座	1
	土方开挖			m ³	46.80
	土方回填			m ³	63.85
	独立基础 C25 砼			m ³	5.07
	基础圈梁 C25 砼			m ³	2.98
	砖墙基础			m ³	12.05
	基础垫层 C15 砼			m ³	7.85
	钢筋制作及安装			t	0.95
	污泥脱水间砼地坪 C25 砼			m ³	29.64
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ²	148.20
	污泥脱水间 轻钢结构			m ²	129.60
2	通风兼安全洞				
2.1	预沉池、调节池、中间水池及回用水池	16.0×15.0×4.5	钢筋混凝土	座	1
	土方开挖			m ³	572.76
	石方开挖			m ³	1725.21
	土方回填			m ³	899.53
	池体 C30 砼, 抗渗等级 W6			m ³	289.41
	基础垫层 C15 砼			m ³	32.64
	钢筋制作及安装			t	45.44
	水池护栏			m	74.40
2.2	高效沉淀器基础	Φ5.2×0.6	钢筋混凝土	座	2
	土方开挖			m ³	36.23
	土方回填			m ³	10.34
	设备基础 C25 砼			m ³	30.58
	基础垫层 C15 砼			m ³	5.50
	钢筋制作及安装			m ²	3.60

序号	名称	尺寸 (m)	结构形式	单位	数量
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ³	50.97
2.3	多介质过滤器基础	Φ4.0×0.5	钢筋混凝土	座	2
	土方开挖			m ³	18.85
	土方回填			m ³	6.48
	设备基础 C25 砼			m ³	15.08
	基础垫层 C15 砼			m ³	3.33
	钢筋制作及安装			m ²	1.78
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ³	30.16
2.4	污泥浓缩池	Φ6.0×5.0	钢筋混凝土	座	1
	土方开挖			m ³	69.71
	石方开挖			m ³	69.55
	土方回填			m ³	54.39
	池体 C30 砼, 抗渗等级 W6			m ³	56.75
	基础垫层 C15 砼			m ³	5.98
	钢筋制作及安装			t	6.68
	水池护栏			m	72.00
2.5	污泥脱水间	12.0×12.0×6.0	轻钢结构	座	1
	土方开挖			m ³	50.40
	土方回填			m ³	99.57
	独立基础 C25 砼			m ³	10.14
	基础圈梁 C25 砼			m ³	3.89
	砖墙基础			m ³	15.71
	基础垫层 C15 砼			m ³	11.09
	设备基础 C25 砼			m ³	4.58
	钢筋制作及安装			t	2.01
	污泥脱水间砼地坪 C25 砼			m ³	39.00
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ²	195.00
	污泥脱水间 轻钢结构			m ²	172.80
2.6	控制间及加药间	18.0×6.0×4.0	轻钢结构	座	1
	土方开挖			m ³	46.80
	土方回填			m ³	63.85
	独立基础 C25 砼			m ³	5.07
	基础圈梁 C25 砼			m ³	2.98
	砖墙基础			m ³	12.05
	基础垫层 C15 砼			m ³	7.85

序号	名称	尺寸 (m)	结构形式	单位	数量
	钢筋制作及安装			t	0.95
	污泥脱水间砼地坪 C25 砼			m ³	29.64
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm			m ²	148.20
	污泥脱水间 轻钢结构			m ²	129.60

注：隧洞出口排水处理设施尺寸后续可根据实际出水量情况调整。

表 7.3.2-8 隧洞开挖排水处理系统主要设备

序号	名称	规格/型号	单位	数量	备注
1	进场交通洞				
1.1	预沉池排渣泵	潜水渣浆泵，流量：25m ³ /h，扬程：30m，功率：7.5kW，铸铁	台	2	1 用 1 备
1.2	调节池潜污泵	流量：150m ³ /h，扬程：20m，功率：15.0kW，铸铁，带自耦装置	台	2	1 用 1 备
1.3	调节池潜水搅拌机	叶轮直径：400mm，转速：980r/min，功率：4.0kW，推力：1200N，配套起吊装置，导杆长度 4.5m，不锈钢 304 材质	套	2	
1.4	调节池静压液位计	电缆长度：0-5m，信号输出：4~20mA，接液材质不锈钢 304	套	1	
1.5	电磁流量计	DN200，一体式，流量范围：35~300m ³ /h，信号输出：4~20mA，衬里材质：氯丁橡胶	台	1	
1.6	pH 在线监测仪	测量范围：pH 0~14，信号输出 4~20mA，电极材质：玻璃电极	套	1	
1.7	管道混合器	DN200，材质不锈钢 304	台	2	
1.8	高效沉淀器	竖流式沉淀器，处理能力：75m ³ /h，含斜管填料，配套刮泥机，爬梯及检修平台，碳钢防腐	台	2	
1.9	中间水池提升泵	流量：80m ³ /h，扬程：35m，功率：18.5kW，铸铁，带自耦装置	台	3	2 用 1 备
1.10	中间水池静压液位计	电缆长度：0-5m，信号输出：4~20mA，接液材质不锈钢 304	套	1	
1.11	多介质过滤器	处理能力 75m ³ /h，配套进出水控制阀门、压差开关等，碳钢防腐，	台	2	
1.12	反洗风机	风量：7.70m ³ /min，风压：53.9KPa，功率：15kW	台	2	1 用 1 备
1.13	回用水泵	流量：120m ³ /h，扬程：25m，功率：15.0kW，铸铁，带自耦装置	台	3	2 用 1 备，兼做反洗水泵
1.14	回用水池静压液位计	电缆长度：0-5m，信号输出：4~20mA，接液材质不锈钢 304	套	1	
1.15	草酸加药装置	加药罐容积：2000L，PE 材质；计量泵 流量：170L/h，压力：0.7MPa，功率：0.37kW，泵头材质 PVC；搅拌机：转速：80rpm，功率：	套	1	2 罐 2 泵 2 机

序号	名称	规格/型号	单位	数量	备注
		1.1kW, 材质 SUS304			
1.16	PAC 加药装置	加药罐容积: 2000L, PE 材质; 计量泵 流量: 320L/h, 压力: 0.5MPa, 功率: 0.55kW, 泵头材质 PVC; 搅拌机: 转速: 80rpm, 功率: 1.1kW, 材质 SUS304	套	1	2 罐 2 泵 2 机
1.17	PAM 加药装置	三槽式干粉泡药机, 药液制备能力: 2000L/h, 材质不锈钢 304; 加药泵流量: 320L/h, 压力: 0.5MPa, 功率: 0.55kW, 泵头材质 PVC, 2 用 1 备	套	1	
1.18	污泥泵	渣浆泵, 流量: 30m ³ /h, 扬程: 15m, 功率: 15kW, 铸铁材质	台	2	1 用 1 备
1.19	污泥浓缩机	适用池径 6.0m, 池深 5.0m, 提耙高度 0.2m, 液下材质不锈钢 304	台	1	
1.20	压滤机专用进料泵	流量: 25m ³ /h, 扬程: 80m, 功率: 15kW, 铸铁材质	台	2	1 用 1 备
1.21	厢式压滤机	过滤面积: 120m ² , 滤板尺寸: 1250×1250mm, 工作压力: 1.0Mpa, 暗流式, 自动拉板, 配套污泥斗、液压站及电控箱等辅助设备。	台	2	
1.22	压滤机平台	钢结构操作平台, 与压滤机配套	座	1	
1.23	污泥皮带输送机	与板框压滤机配套, 由压滤机厂家提供	套	3	
1.24	污泥加药泵	计量泵, 流量: 85L/h, 压力: 0.7MPa, 功率: 0.37kW, 泵头材质 PVC, 2 用 1 备	台	2	1 用 1 备
1.25	CD1 型电动葫芦	起吊重量: 1.0T, 起吊高度: 9m	个	3	
1.26	工艺管道阀门	与处理系统配套	批	1	
1.27	电气控制系统	含电控柜、电线电缆等	套	1	
2	通风兼安全洞				
2.1	预沉池排渣泵	潜水渣浆泵, 流量: 25m ³ /h, 扬程: 30m, 功率: 7.5kW, 铸铁	台	2	1 用 1 备
2.2	调节池潜污泵	流量: 150m ³ /h, 扬程: 20m, 功率: 15.0kW, 铸铁, 带自耦装置	台	2	1 用 1 备
2.3	调节池潜水搅拌机	叶轮直径: 400mm, 转速: 980r/min, 功率: 4.0kW, 推力: 1200N, 配套起吊装置, 导杆长度 4.5m, 不锈钢 304 材质	套	2	
2.4	调节池静压液位计	电缆长度: 0-5m, 信号输出: 4~20mA, 接液材质不锈钢 304	套	1	
2.5	电磁流量计	DN200, 一体式, 流量范围: 35~300m ³ /h, 信号输出: 4~20mA, 衬里材质: 氯丁橡胶	台	1	
2.6	pH 在线监测仪	测量范围: pH 0~14, 信号输出 4~20mA, 电极材质: 玻璃电极	套	1	

序号	名称	规格/型号	单位	数量	备注
2.7	管道混合器	DN200, 材质不锈钢 304	台	2	
2.8	高效沉淀器	竖流式沉淀器, 处理能力: 75m ³ /h, 含斜管填料, 配套刮泥机, 爬梯及检修平台, 碳钢防腐	台	2	
2.9	中间水池提升泵	流量: 80m ³ /h, 扬程: 35m, 功率: 18.5kW, 铸铁, 带自耦装置	台	3	2 用 1 备
2.10	中间水池静压液位计	电缆长度: 0-5m, 信号输出: 4~20mA, 接液材质不锈钢 304	套	1	
2.11	多介质过滤器	处理能力 75m ³ /h, 配套进出水控制阀门、压差开关等, 碳钢防腐,	台	2	
2.12	反洗风机	风量: 7.70m ³ /min, 风压: 53.9KPa, 功率: 15kW	台	2	1 用 1 备
2.13	回用水泵	流量: 120m ³ /h, 扬程: 25m, 功率: 15.0kW, 铸铁, 带自耦装置	台	3	2 用 1 备, 兼做反洗水泵
2.14	回用水池静压液位计	电缆长度: 0-5m, 信号输出: 4~20mA, 接液材质不锈钢 304	套	1	
2.15	草酸加药装置	加药罐容积: 2000L, PE 材质; 计量泵 流量: 170L/h, 压力: 0.7MPa, 功率: 0.37kW, 泵头材质 PVC; 搅拌机: 转速: 80rpm, 功率: 1.1kW, 材质 SUS304	套	1	2 罐 2 泵 2 机
2.16	PAC 加药装置	加药罐容积: 2000L, PE 材质; 计量泵 流量: 320L/h, 压力: 0.5MPa, 功率: 0.55kW, 泵头材质 PVC; 搅拌机: 转速: 80rpm, 功率: 1.1kW, 材质 SUS304	套	1	2 罐 2 泵 2 机
2.17	PAM 加药装置	三槽式干粉泡药机, 药液制备能力: 2000L/h, 材质不锈钢 304; 加药泵流量: 320L/h, 压力: 0.5MPa, 功率: 0.55kW, 泵头材质 PVC, 2 用 1 备	套	1	
2.18	污泥泵	渣浆泵, 流量: 30m ³ /h, 扬程: 15m, 功率: 15kW, 铸铁材质	台	2	1 用 1 备
2.19	污泥浓缩机	适用池径 6.0m, 池深 5.0m, 提耙高度 0.2m, 液下材质不锈钢 304	台	1	
2.20	压滤机专用进料泵	流量: 25m ³ /h, 扬程: 80m, 功率: 15kW, 铸铁材质	台	2	1 用 1 备
2.21	厢式压滤机	过滤面积: 120m ² , 滤板尺寸: 1250×1250mm, 工作压力: 1.0Mpa, 暗流式, 自动拉板, 配套污泥斗、液压站及电控箱等辅助设备。	台	2	
2.22	压滤机平台	钢结构操作平台, 与压滤机配套	座	1	
2.23	污泥皮带输送机	与板框压滤机配套, 由压滤机厂家提供	套	3	
2.24	污泥加药泵	计量泵, 流量: 85L/h, 压力: 0.7MPa, 功率: 0.37kW, 泵头材	台	2	1 用 1 备

序号	名称	规格/型号	单位	数量	备注
		质 PVC, 2 用 1 备			
2.25	CD1 型电动葫芦	起吊重量: 1.0T, 起吊高度: 9m	个	3	
2.26	工艺管道阀门	与处理系统配套	批	1	
2.27	电气控制系统	含电控柜、电线电缆等	套	1	

7.3.2.5 生活污水处理措施

(1) 污水特性

根据工程分析, 施工期上、下库承包商营地及业主营地生活污水产生量分别为 85m³/d、161.5m³/d、11m³/d。主要污染物是 COD_{Cr}、BOD₅, 浓度分别在 200mg/L~400mg/L 和 100mg/L~300mg/L 之间。

(2) 处理目标

从节约水资源角度考虑, 处理后的污水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020) 中表 1 城市绿化、道路清扫要求后, 用于营地绿化和洒水降尘。

(3) 方案选择

施工区生活污水处理常用的方法有化粪池和生活污水成套处理设备。修建化粪池投资少, 管理方便但处理不彻底, 易产生二次污染, 同时处理后难以达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020) 中绿化用水水质标准。

目前的生活污水成套处理设备运行安全可靠, 处理效果好, 可以重复利用, 但需要专业人员维护。

本工程施工期较长, 工程区附近无天然水体分布, 从节约水资源角度考虑, 生活污水需处理达标后综合利用, 故推荐采用成套生活污水处理设备进行处理。常见的一体化设备工艺有多级生物接触氧化反应器工艺、A²/O、MBR 膜处理一体化工艺。

1) 多级生物接触氧化反应器工艺

多级生物接触氧化反应器工艺是结合了传统生物接触氧化工艺和 A/O 工艺的优点, 并在其基础上改进的工艺技术。该工艺在 A/O 工艺的 A 段和 O 段布置生物填料, 大幅增加了反应器中的生物量, 并对气泡具备良好的切割作用; 对好氧池的结构进行改良, 改善了水流状态和水力条件, 提高了反应效率。该工艺水力停留时间短, 有利于构筑物小型化、设备一体化, 减小了施工难度, 但该工艺

在脱氮效果上表现较差。

2) A^2/O + MBR 膜处理一体化工艺

A^2/O 系统的核心是生化部分，包括厌氧池、缺氧池、好氧池。以上工艺主要涵盖了水解、硝化、反硝化、吸磷、释磷等。系统能去除 COD、BOD 外，更主要的是能适应目前对磷和氮要求，效果明显优于目前常规的处理工艺。

系统的脱氮、除磷原理：系统的脱氮过程包括硝化与反硝化工艺。生物硝化作用是利用化能自养微生物将氨氮氧化成硝酸盐的一种生化过程，硝化作用由两类自养菌参与，亚硝化单胞菌首先将氨氮氧化成亚硝酸盐，硝化杆菌再将亚硝酸盐氧化成硝酸盐。硝化细菌的世代期长，生物硝化过程为低负荷工艺。生物反硝化是指在缺氧条件下，硝酸盐被还原为氮气的过程，参与这一生化反应的微生物是反硝化细菌，这是一类大量存在于活性污泥中的兼性异养菌，在无分子氧但存在硝酸盐的条件下，反硝化细菌能利用硝态氧继续分解代谢有机污染物，去除 BOD，同时将 NO_3^- 中的氮转化为氮气。

MBR 膜处理工艺用具有独特结构的 MBR 平片膜组件置于曝气池中，经过好氧曝气和生物处理后的水，由泵通过滤膜过滤后抽出。MBR 污水处理与传统污水处理方法具有很大区别，通过膜分离装置代替传统工艺中的二沉池和三级处理工艺。从而得到优质的出水，解决了传统环保设备进行污水处理的出水水质达不到中水回用要求的问题。MBR 污水处理后的水可直接作为市政用水或进一步处理作各种工业用水。

由于 MBR 膜的存在大大提高了系统固液分离的能力，从而使 MBR 膜生物反应器的出水，水质和容积负荷都得到大幅度提高，经膜处理后的水水质标准高，经过消毒，最后形成水质和生物安全性高的优质再生水，可直接作为新生水源。由于膜的过滤作用，微生物被完全截留在 MBR 膜生物反应器中，实现了水力停留时间与活性污泥泥龄的彻底分离，消除了传统活性污泥法中污泥膨胀问题。

本工程污水处理工艺选择需考虑抗冲击负荷能力、操作简便性、维护管理量少，运行稳定等特点，优先选用水质能达标且运维便利的污水处理工艺。根据对上述两种处理工艺的分析可知，“ A^2/O +MBR”工艺具有良好的脱氮除磷效果，系统运行稳定，出水水质好，出水可直接进行回用；污水处理系统自动化程度高，便于操作管理。因此，本工程生活污水处理选择“ A^2/O +MBR”工艺。

为避免重复建设，造成浪费，本工程业主营地建设采取永临结合的布置方式，

施工期间对业主营地生活污水的处理需兼顾运行期值班人员生活污水处理的需求。

（4）处理方案

根据工程施工区总体布局 and 施工人员分布情况，拟对各营地生活污水进行集中收集和处理，具体处理方案如下：

1) 在人员生活集中的上库承包商营地、下库承包商营地和业主营地分别设置水电工程比较常用的地埋式一体化处理设备，处理能力分别为 $100\text{m}^3/\text{d}$ 、 $200\text{m}^3/\text{d}$ 、 $20\text{m}^3/\text{d}$ 。处理后的出水作为各施工区绿化用水和道路洒水，全部综合利用。

考虑到项目所在地冬季气温低，因此需要做好冬季保温措施。格栅渠、调节池、回用水池等构筑物应采用地埋方式设置，保证池内水位处于冻土层深度以下，同时室外管道埋深也应位于当地冻土层以下，以防止水池及管道冬季结冻。对于无法埋设在冻土层以下的管道，采用安装橡塑保温管或电伴热等方式进行保温。为保证污水处理系统冬季能够正常运行，考虑设置污水处理设备间，将一体化污水处理设备及其配套设施放置于设备间内。污水处理设备间采用单层框架保温结构，并设置专用供暖管道对设备间供暖，以维持冬季室内温度在 20°C 左右，确保污水处理系统正常运转。

2) 在施工人员活动比较密集的场所（上库枢纽区、上库综合加工厂、施工支洞、下库钢管加工厂、下库枢纽区、下库综合加工厂等）初步规划设置 10 个移动厕所，收集的粪便就近运至生活污水集中处理区。

（5）处理工艺流程

营地产生的生活污水经管道收集后首先进入格栅渠，经格栅拦截水中的大块漂浮物后自流进入调节池，在调节池内设置潜污泵和液位计，当池内水位达到设定的高液位时水泵启动，将污水提升到后续处理单元，当池内水位达到设定的低液位时，水泵停止工作；在调节池中安装有搅拌装置，对池内污水进行搅拌以防止杂物沉淀。调节池出水进入一体化污水处理设备中的厌氧池，在厌氧池前端与从缺氧池回流的活性污泥混合，水中的聚磷菌利用聚磷水解提供的能量吸收降解部分有机物，使污水中的 BOD_5 含量降低，同时向水中释放一定量的磷。经厌氧池处理后的污水自流进入缺氧池，在缺氧池与从好氧池回流的经过硝化的混合液充分混合进行反硝化，活性污泥中的反硝化细菌以水中有机碳源作为氢电子供体，

以硝态氮作为电子受体,使回流混合液中的硝态氮及亚硝态氮中的氮被还原成氮气从水中逸出,从而达到脱氮的目的。同时水中的兼性厌氧菌可将好氧菌难以降解的大分子有机物氧化分解成易于降解的小分子有机物,提高其可生化性,为好氧生化创造有利条件。缺氧池出水依次自流进入好氧池及 MBR 膜池,在好氧池及 MBR 膜池内活性污泥中的好氧菌对水中含碳有机物进行充分降解,以进一步降低水中 COD_{Cr} 、 BOD_5 的浓度;在硝化菌的作用下将水中大部分含氮有机物转化成亚硝酸盐和硝酸盐,降低水中氨氮的同时将其回流到缺氧池进行脱氮处理;聚磷菌从污水中吸收大量的磷,以聚磷酸盐的形式储存起来,通过剩余污泥排出系统,进而将细菌摄入的磷一同排出,从而达到去除磷的目的。最终,污水通过 MBR 膜抽吸泵将净化后的水从膜池中抽出排入回用水池。在抽吸泵出水管道上安装有紫外线消毒器,同时向出水管道中投加一定量的次氯酸钠消毒液,通过此两种消毒方式彻底杀灭水中的残余的各类病毒细菌,并使回用水管道内保持一定的余氯量。回用水池出水通过潜水排污泵送到回用水点。

处理系统产生的少量污泥排入污泥沉淀池中进行沉淀,定期向沉淀池中通入适量的空气对池内污泥进行减量好氧消化。污泥池每年清理 1 次~2 次,清理的污泥可运至高昌区生活污水处理厂进行处理。

生活污水处理工艺流程如图 7.3.2-10 所示。

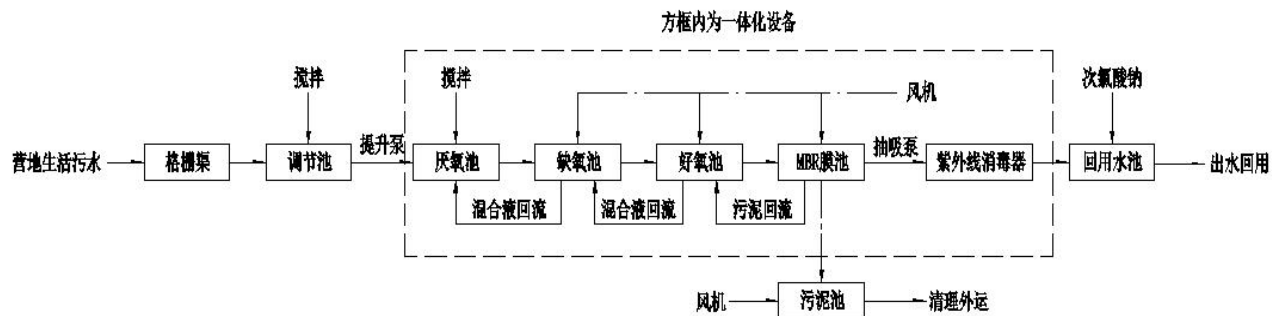


图 7.3.2-10 生活污水处理工艺流程图

(6) 主要构筑物、设备及工程量

生活污水处理构筑物工程量及设备见表 7.3.2-9。

表 7.3.1-9 生活污水处理工程量

序号	名称	净尺寸 (长×宽×深)	单位	数量
一	土建工程			
1	上库承包商营地			
1.1	格栅渠	2m×0.8m×3m	个	1
	土方开挖		m ³	7.5
	土方回填		m ³	2.5
	C20 混凝土垫层		m ³	1.5
	C25 混凝土		m ³	10
	钢筋制作及安装		t	1
1.2	调节池	4m×4m×3m	个	1
	土方开挖		m ³	72
	土方回填		m ³	24
	C20 混凝土垫层		m ³	5.6
	C25 混凝土		m ³	27.8
	钢筋制作及安装		t	2.78
1.3	回用水池	8m×4m×3m	个	1
	土方开挖		m ³	144
	土方回填		m ³	48
	C20 混凝土垫层		m ³	10.1
	C25 混凝土		m ³	43.6
	钢筋制作及安装		t	4.4
1.4	成套设备安装底座	13.5m×3.4m×0.25m	个	1
	土方开挖		m ³	17.2
	土方回填		m ³	5.7
	C20 混凝土垫层		m ³	14.4
	C25 混凝土		m ³	24.5
	钢筋制作及安装		t	2.45
1.5	污泥池	4m×2m×3m		
	土方开挖		m ³	36
	土方回填		m ³	12
	C20 混凝土垫层		m ³	3.5
	C25 混凝土		m ³	20
	钢筋制作及安装		t	2
1.6	污水处理设备间	16.0m×8.0m×5.0m	间	1
	土方开挖		m ³	96.0
	土方回填		m ³	54.8
	C20 混凝土垫层		m ³	27.0

序号	名称	净尺寸 (长×宽×深)	单位	数量
	水处理车间		m ²	128
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm		m ²	121.6
2	下库承包商营地			
2.1	格栅渠	3.0m×0.8m×3m	个	1
	土方开挖		m ³	10.8
	土方回填		m ³	3.6
	C20 混凝土垫层		m ³	1.8
	C25 混凝土		m ³	13.2
	钢筋制作及安装		t	1.3
2.2	调节池	6m×5m×3.6m	个	1
	土方开挖		m ³	162
	土方回填		m ³	54
	C20 混凝土垫层		m ³	11.3
	C25 混凝土		m ³	48.5
	钢筋制作及安装		t	4.8
2.3	回用水池	10m×6m×3.6m	个	1
	土方开挖		m ³	324
	土方回填		m ³	108
	C20 混凝土垫层		m ³	20.8
	C25 混凝土		m ³	76.6
	钢筋制作及安装		t	7.7
2.4	成套设备安装底座	18.5m×4m×0.3m	个	1
	土方开挖		m ³	33.3
	土方回填		m ³	11.1
	C20 混凝土垫层		m ³	26.4
	C25 混凝土		m ³	43.8
	钢筋制作及安装		t	4.4
2.5	污泥池	6m×5m×3.6m		
	土方开挖		m ³	162
	土方回填		m ³	54
	C20 混凝土垫层		m ³	11.4
	C25 混凝土		m ³	48.6
	钢筋制作及安装		t	4.9
2.6	污水处理设备间	22.5m×8.0m×5.0m	间	1
	土方开挖		m ³	128.1
	土方回填		m ³	78.66
	C20 混凝土垫层		m ³	36.75

序号	名称	净尺寸 (长×宽×深)	单位	数量
	水处理车间		m ²	180
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm		m ²	171
3	业主营地			
3.1	格栅渠	2m×0.8m×1m	个	1
	土方开挖		m ³	2.5
	土方回填		m ³	0.8
	C20 混凝土垫层		m ³	0.5
	C25 混凝土		m ³	3.3
	钢筋制作及安装		t	0.3
3.2	调节池	2m×1.5m×1m	个	1
	土方开挖		m ³	4.5
	土方回填		m ³	1.5
	C20 混凝土垫层		m ³	0.6
	C25 混凝土		m ³	4
	钢筋制作及安装		t	0.4
3.3	回用水池	3m×2m×1m	个	1
	土方开挖		m ³	9
	土方回填		m ³	3
	C20 混凝土垫层		m ³	0.9
	C25 混凝土		m ³	5.6
	钢筋制作及安装		t	0.56
3.4	成套设备安装底座	5.5m×3.5m×0.08m	个	1
	土方开挖		m ³	2.4
	土方回填		m ³	0.8
	C20 混凝土垫层		m ³	2.2
	C25 混凝土		m ³	3.7
	钢筋制作及安装		t	0.4
3.5	污泥池	2m×1m×1m		
	土方开挖		m ³	3
	土方回填		m ³	1
	C20 混凝土垫层		m ³	0.5
	C25 混凝土		m ³	3.3
	钢筋制作及安装		t	0.3
3.6	污水处理设备间	12.0m×8.0m×5.0m	间	1
	土方开挖		m ³	42
	土方回填		m ³	22.67
	C20 混凝土垫层		m ³	21

序号	名称	净尺寸 (长×宽×深)	单位	数量
	水处理车间		m ²	96
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm		m ²	91.2
二	设备			
1	一体化污水处理设备	处理能力 100m ³ /d	套	1
2	一体化污水处理设备	处理能力 200m ³ /d	套	1
3	一体化污水处理设备	处理能力 20m ³ /d	套	1
4	污水提升泵 50QW10		台	6
5	清水泵		台	3
序号	名称	净尺寸 (长×宽×深)	单位	数量

(7) 运行管理与维护

生活污水处理系统自动化程度高，管理操作简单，设备维修量小。各处理站设置技术人员各 1 人，负责处理系统进行管理运行和出水回用操作。

7.3.2.6 运行期废污水处理措施

运行期业主营地管理运行人员 125 人，产污系数以 0.85 计，生活污水产生量为 11m³/d，沿用施工期建设的地理式一体化处理设备处理生活污水。

发电厂房正常运行期值班人员较少，按 15 人计，生活污水产生量为 1.3m³/d，生活污水量较小，通过运输车收集污水运送至业主营地，用于营地绿化灌溉及降尘洒水，不外排。

运行期污泥产生量少，每年清理 1 次~2 次，清理的污泥同生活垃圾一同运往当地生活垃圾填埋场。

7.3.3 地下水环境保护措施

项目设计中已经考虑采取的措施如下：

(1) 施工期及运行期生产废水、生活污水全部处理达标后回用或者综合利用，不会对工程区域地下水水质造成影响

(2) 上、下水库均采用全库盆防渗方案，水库与原地下水系统基本上隔绝，不会对上、下水库地下水位和水质产生大的影响。

(3) 对地下厂房洞室围岩进行防渗处理。设计中采用设置厂房外围排水洞、排水廊道和防渗帷幕相结合的渗控措施。项目运行期前地下厂房洞室群开挖施工完成、并进行全面、系统防渗处理。

当出现工程建设过程中遇到隧洞突水问题时，应尽可能地采取堵断措施，以确保工程建设对地下水量的影响程度减至最小。

7.3.4 水质保护措施

（1）库区水质保护措施

本工程上、下水库均为全封闭式，库区水质保护措施主要是水库水体外源排入管理。具体措施如下：

1) 为防止新污染物进入水库水体，上、下库坝顶道路两侧设置排水沟，避免道路面源污染物随雨水进入库区；禁止向上、下水库内排放任何废污水或倾倒垃圾，禁止在坝顶道路及库区堆放生活垃圾，确保库区水质。

2) 为了掌握水库水体水质运行状况，拟在上、下库库区设置水质监测断面，及时掌握水库水质变化情况。

（2）河流水质保护措施

1) 严格控制取水口及地埋取水管道施工场界范围，禁止超界施工。

2) 加强废污水处理措施，严禁废污水入河

水环境保护措施结合生产废水特点和施工区布置，对砂石料加工系统生产废水采用高效深锥反应器处理、混凝土拌和系统废水采用板框压滤工艺处理，机修含油废水采用隔油沉淀法处理，隧洞开挖废水采用混凝加药+高效沉淀+过滤工艺处理，生活污水采用成套地埋式一体化处理设备进行处理，各废污水处理后回用或综合利用，严禁排入塔尔朗河。

3) 施工前应建设材料防护设施，避免水泥、砂石、水泥等材料进入水体。施工期间产生的固体废弃物要及时清理。

4) 加强对各废污水处理措施的巡视和水质监控。

7.3.5 水资源保护措施

合理开发利用水资源，提高用水效率，根据本工程的实际情况，主要措施有：

（1）在电站的设计、施工及运行过程中采用必要的防渗防漏措施及先进的防渗技术，最大限度减少渗漏损失；

（2）加强施工用水的管理，采取合理措施，做到一水多用；

（3）建立节水制度，加强节水意识，实行计划用水，提高水的重复利用率，合理利用水资源。

7.4 陆生生态保护措施

7.4.1 对生态系统的保护措施

7.4.1.1 对灌丛生态系统的保护措施

(1) 本工程取水口以及对外路附近分布有一定数量的密花怪柳灌丛，建议施工前严格划定施工活动范围，严禁越界施工，避免对占地区外的灌丛生态系统产生不利影响。

(2) 预防火灾，施工期应加强用火安全管理，如在取水口以及对外路沿线附近竖立防火警示牌，做好消防队伍及设施的建设工作等，预防和杜绝火灾发生。

7.4.1.2 对荒漠生态系统的保护措施

(1) 严格划定施工范围，荒漠生态系统严禁越界施工，严禁破坏荒漠生物多样性。

(2) 对荒漠生态系统中一些常见的野生动植物，施工尽量避开其集中分布区域，对于偶入施工区的个体，应注意避让，避免误伤；对于受伤个体应及时开展救助并放归至周边适宜生境区。

(3) 适时开展水土保持工作，施工期车辆缓速慢行，洒水降尘，避免水土流失等对荒漠生态系统的生境造成影响。

7.4.1.3 对湿地生态系统的保护措施

(1) 优化工程布置，尽量减少涉水工程施工及占地。

(2) 施工时应做好施工废水、固废、建筑垃圾的收集工作，对建筑材料等应铺设防尘网做好防水、防风等工作，对施工区定期洒水抑尘，并做好水土保持工作。

(3) 严格规范取水口区域的施工活动，避免废水、废渣、漏油等排入塔朗河，同时定期对取水口及下游河道的湿地生态系统进行监测。

7.4.1.4 对城镇/村落生态系统的保护措施

(1) 加强对周边居民环境保护和生物多样性保护的宣传教育工作。

(2) 对城镇生态系统中生活垃圾、生活废水等采取集中处理，防止污染土壤及水体环境。

7.4.2 对陆生植被和植物的保护措施

7.4.2.1 避让措施

(1) 优化工程布置

评价区陆生植物物种组成简单，植被覆盖度低，生态环境较为脆弱，在初步设计与施工阶段，建议优化设计，尽量避免占用密花怪柳、膜果麻黄等植被分布密集的区域，尽量选择裸地、未利用地，减少对植被的破坏。

(2) 优化施工方案

项目料场、临时堆存场、加工系统等工程的设置要在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。

(3) 严格控制施工范围

明确划定施工红线，采用彩旗、数字围栏等清晰标识施工红线，严禁车辆和设备越界行驶和作业，保护红线外的植被。

(4) 优化施工时序

避开雨季，减轻水土流失，减缓其对植物的影响。

7.4.2.2 减缓措施

(1) 采用先进工艺施工

在工程施工时建议选用对植被和环境破坏较小的先进施工手段，如采用预裂爆破、光面爆破等控制爆破技术，精确控制爆破范围和对周边岩体的扰动，避免边坡失稳导致大面积的植被滑塌。在临时道路区域，采用可拆卸、可重复使用的钢栈桥或预制混凝土板作为施工便道，替代传统的土石道路，减少对土壤和植被的永久性破坏。施工结束后可迅速拆除并恢复原貌。

(2) 表土剥离与保护利用

在工程开挖前，采用机械化作业将施工区域的表层熟土（通常为 30~50cm）进行剥离、收集、运输到指定区域集中堆放和保护。

对堆放的表土进行覆盖、养护，防止水土流失和肥力流失。在施工结束后，将这些宝贵的表土资源作为生态复绿的首选材料，用于覆土绿化，极大提高植物恢复的成活率和速度。

(3) 全过程水土保持措施

对裸露的边坡、堆料场、表土堆放场，及时采用防尘网、土工布进行苫盖。

设置完善的临时排水沟、沉沙池，防止泥沙冲刷淹没下游植被。

在临时堆土坡面等区域，快速铺设植生毯，既能有效固土防蚀，其本身含有的草种也能快速萌发，形成临时植被覆盖。

（4）减少垃圾产生

减少建筑垃圾和生活垃圾的产生，严禁施工材料乱堆乱放、施工垃圾的随意处置、及时清除多余的土方和石料，运走生活垃圾，以减轻对植被的占压、干扰和破坏，最大可能保护地表植被自然性，努力使地表植被的受影响范围降低。

（5）植被恢复

施工结束后，对搭建的临时设施予以清除，对临时占地及时进行植被恢复，恢复原有的地表状态。植被恢复坚决选用本地乡土植物物种，避免外来物种入侵，确保恢复的植被与周边生态系统协调共生，进一步降低工程对植被造成的不利影响。

7.4.2.3 修复和补偿措施

（1）修复措施

①施工完成后，施工临时用地应及时回填并进行土地平整。

②保存永久占地和临时占地的熟化土，为植被恢复提供良好的土壤。对建设中永久占用草地部分的表层土予以收集保存，以便施工结束后复垦或选择当地适宜植物及时恢复绿化。

③施工结束后，应及时对施工便道、施工场地等临时占地植被恢复。植被恢复参考“吐鲁番市高昌区不同固沙植物的防风固沙效益”（郑旭等，2024年），坚决选用本地乡土植物物种（如柽柳属、梭梭属物种），采用柽柳结合梭梭为主的修复模式，确保恢复的植被与周边生态系统协调共生，进一步降低工程对植被造成的不利影响。

永久占地区域，可采取种植人工绿化植物进行植被恢复，乔木可种植新疆杨、旱柳、胡杨等物种，灌木可种植膜果麻黄、沙拐枣等物种，草本植物如狗牙根等。

（2）补偿措施

施工临时用地结束后，根据各临时用地地块的用地性质、使用方式和使用年限，进行相应的恢复。

7.4.2.4 管理措施

（1）加强用火安全管理

施工人员在施工区作业时，严禁吸烟和野外用火，避免发生火灾。施工时施工方应该配合防火工作，加强防火宣传教育，做好施工人员吸烟以及其他生活和生产用火的火源管理。

（2）加强植物检疫工作

防止外来病虫害危害评价区植物资源，做好人员的入场检查工作，严禁将外来物种带入工程区域及附近种植。

（3）加强施工管理

加强施工管理，严禁施工相关人员在工程征地范围以外区域施工侵占植被。

7.4.2.5 重要植物保护措施

评价区内未发现国家重点保护野生植物、新疆维吾尔自治区重点保护野生植物、珍稀濒危物种与中国特有野生植物的分布，对于施工过程中在评价区发现的重点保护植物，应立即上报相关部门，并采取移栽保护措施，避免本工程施工对其造成破坏。

7.4.3 对陆生动物的保护措施

7.4.3.1 避让措施

（1）空间避让

①优化施工布置：严格规划施工布局，尽量避让湿地、灌丛密集区域等生态敏感区域，控制施工活动对周边生态的直接扰动和间接影响。对于施工便道的选线，应避开鸟类繁殖地和湿地等重要生境，在施工便道周围设立缓冲隔离带，防止工程车辆噪声和人员活动干扰鸟类繁殖。严禁占用施工红线外的荒漠、湿地等敏感生境。施工临时占地严格控制规模，并避免在原生植被密集区域设置料场、渣场等临建设施。

②划定施工红线：在施工场界外，设立生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐植被，尽量减少占地造成的植被损失。

③通道避让：规划施工车辆通行路线时，应主动避开动物活动频繁的潜在生态廊道，如湿地、原生植被密集区域等。保留一定宽度的绿化带作为生态廊道，种植当地典型灌木以提供隐蔽和食源，方便小型哺乳动物和爬行动物的迁移。方案如下：

对外道路：建议结合水土保持措施，在道路两侧各设置绿化带，对外道路较

长，绿化带能为胆怯的动物提供安全感。

上下库连接路：由于地形限制较大，结合水土保持措施可根据边坡状况，在道路一侧或两侧设置 8m-15m 宽的廊道。重点在坡度较缓、易于与周边生境衔接的路段进行布置。

沿道路平行方向，种植 2 条-3 条不同的灌木带。初始种植密度建议为 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ 或 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 。选择在春季（3 月下旬-4 月）或秋季（10-11 月）进行，此时土壤墒情好，气温适宜，利于根系恢复和生长。在廊道起始位置，或利用现有地形（如土坡、岩石），堆砌一些小型的石块堆或枯木枝堆。这能进一步为爬行动物（如蜥蜴）和小型哺乳动物（如啮齿类）提供额外的隐蔽和晒太阳的场所，引导它们使用廊道。在生态廊道核心路段，设立“动物通道，谨慎驾驶”的警示牌，提醒司机减速慢行，降低道路致死风险。

（2）时间避让

①繁殖季避让：减少在鸟类和爬行动物的主要繁殖期（3 月至 7 月）进行高噪声、高振动的作业。大部分爬行动物行动敏捷，具有一定躲避施工干扰的能力，工程应分段施工，先在局部驱赶和引导这些动物迁移，然后再大面积施工，减少对其直接伤害。

②昼夜节律避让：对于大耳猬、沙狐等夜行性动物，减少夜间施工强光照明。确需夜间作业时，应采用波长大于 580 nm 的琥珀色或红色灯光，并加装遮光罩。

7.4.3.2 减缓措施

（1）动物保护与隔离

施工中一旦发现施工区有重点保护野生动物出没，应暂停作业，通知林草和野生动物主管部门处理。施工前开展野生动物驱离，减少施工对野生动物的影响。

（2）控制车速

在施工区域及周边划定车辆限速区（ $\leq 20\text{km/h}$ ），并设置警示牌，提醒司机注意野生动物。

（3）噪声控制

工程施工设备的选取上要选择噪声较低的型号，并合理安排强噪声施工行为的时间，尽量减少施工噪声对野生动物的干扰。

（4）宣传教育

对全体施工人员进行生态保护培训，严禁追逐、惊扰、捕杀野生动物。加强

施工人员对野生动物和生态环境的保护意识，禁止捕捉和猎杀野生动物。标明施工活动区，严令禁止到非施工区域活动，尤其要禁止在非施工区点火、狩猎等。

（5）水污染防控

设立车辆冲洗平台，对施工机械的“跑冒滴漏”进行及时收集和处理；施工废水、生活污水须经处理达标后回用或排放，严禁直接排入周边环境。建筑材料、建筑垃圾、弃（渣）土的堆放必须设置在远离水体的地方，并对堆场采取防冲刷措施，如采用袋装耕植土围护，在堆场四周设置截流沟等措施。

（6）扬尘防控

对裸露地面和物料堆进行苫盖，定期洒水抑尘，遇大风天气停止土方作业。基础开挖和混凝土浇灌要尽量避开大风天气。

（7）固废防控

设置分类垃圾箱，建筑垃圾和生活垃圾及时清运至指定地点处理，保持场区清洁，消除吸引动物的污染源。配合林草主管部门做好进入评价区的建筑材料的检查检疫工作，尤其是对外来木材、林木制品等可能携带病虫害的材料，要加强检疫，防止病虫害、外来物种等的入侵。遇到外来入侵物种，及时上报当地林草主管部门，做好入侵物种的登记、销毁。

7.4.3.3 修复与补偿措施

施工结束后，立即对所有临时占地进行生态恢复。清除建筑垃圾，平整土地，进行土壤改良，并进行植被重建，恢复其生态功能，与周边生境融为一体。植被恢复应因地制宜，优先使用原生表土和乡土物种，构建与周边生态环境相协调的植物群落，最终形成可自我维持的生态系统，为陆生动物提供栖息地。

7.4.3.4 管理措施

（1）开展生态监测

制定并实施从施工前、施工中到运行后的生态监测计划。监测重点以北山羊、沙狐等重点保护、珍稀濒危动物为关键监测对象。同时监测评价区内陆生动物的群落结构、种群数量和活动规律的变化。监测内容包括动物种群数量、群落结构、栖息地质量变化等。

（2）适应性管理

根据监测结果动态评估保护措施的有效性，并及时进行调整和优化，形成“监测—评估—调整”的适应性管理闭环。建立生态监测体系，定期对本工程的生态

环境影响进行监测和评估，实行自适应的环境管理策略。

(3) 建立应急响应机制

制定《野生动物意外伤害应急救援预案》，针对施工期、运行期受伤的野生动物，及时开展救护。制定完善突发环境事件应急预案，明确应急流程、职责分工和应急物资准备等。

(4) 人员管理

在施工前和运行期，持续对所有工作人员进行野生动物保护法律法规和知识的宣传教育，增强生态环境保护意识。

(5) 施工区管理

临时占地区进行表土剥离，堆料场等需做好防渗处理，根据施工进行情况，逐步减少临时占地区面积。根据施工进展和生态监测结果，动态调整，实时优化施工范围。

7.4.3.5 重要物种保护措施

根据本工程对陆生动物重要物种的分析可知，工程对陆生动物重要物种的影响主要是栖息地占用、施工噪声、人为活动干扰等。具体包括：

(1) 施工期间，加强有关重点保护野生动物法律法规宣传，发放动物保护宣传手册，对施工区域内可能出现的易被捕杀的重要物种做重点标识及说明，包括动物图片、保护级别、保护意义及对捕杀野生保护动物的惩罚措施，提高施工人员对特有及重点保护动物的保护意识。

(2) 严格控制征地范围，严令禁止到非施工区域活动，严禁狩猎等活动。

(3) 选取低噪声施工设备，安装消声器，合理安排强噪声施工时间，避让晨昏动物活动高峰期。

(4) 建立野生动物临时救助点，设置专人管理，如发现受伤的重要物种，应及时向当地公安及其他有关部门汇报。

陆生动物重要物种的具体保护措施见下表 7.4.3-1。

表 7.4.3-1 陆生重要动物物种保护措施一览表

编号	物种名称 (中文名/拉丁名)	保护 级别	濒危 等级	特有种 (是/否)	分布范围	影响	保护措施
1	北山羊 <i>Capra sibirica</i>	II	NT	/	栖息于高原裸岩和山腰 碎石嶙峋的地带	施工期人类活动、噪声驱赶 觅食范围减少,但不占用栖 息地	加强有关重点保护野生动物法 律法规宣传,严禁捕捉、伤害野 生动物行为; 严格控制征地范围,严令禁止到 非施工区域活动,严禁狩猎等活 动。 合理安排强噪声施工行为的时 间,避让晨昏动物活动高峰期。
2	沙狐 <i>Vulpes corsac</i>	II/XJI	NT	/	栖息于荒漠和半荒漠地 带	施工期人类活动、噪声驱赶 觅食范围减少,但不占用栖 息地	

7.5 水生生态保护措施

7.5.1 避让和消减措施

(1) 保障生态流量。工程取水口断面要求丰水期最小生态流量为 $0.71\text{m}^3/\text{s}$ (占断面多年平均流量的 30%)，枯水期最小生态流量为 $0.24\text{m}^3/\text{s}$ (占断面多年平均流量的 10%)；本工程无拦河筑坝，当河道天然来水小于生态流量保障要求时，来流全部下泄。

(2) 合理安排施工建设计划。塔尔朗河流域季节变化明显，降水集中在夏季，占年降水量的 70%，春季基本不降水。流域内蒸发强烈，风力强盛，易致山洪。为尽量减少对河段生境的影响，施工活动应避开频繁降雨量高导致河段水流量高的时段，建议在夏季洪水期间避开涉水施工作业。

(3) 加强对施工工艺的优化，避免工程产生的废渣或扬尘飘落散布至附近水域，对水环境和水生生物产生负面影响。工程施工时临时堆存场址设置的区域应远离水域，且周围设置较为完善的挡渣墙、截水沟和排水沟等保障措施，避免弃渣流失造成水质污染。

(4) 注意对施工产生废水的处理，对施工区生产的废水进行污水收集和净化，各种废水经过处理后作为循环用水或绿化降尘用水，不外排，确保河道水体达到水环境功能所要求的水质标准，避免施工废水的随意排放对水生生物和生境产生影响。

(5) 卷载效应减缓措施。协同给排水专业拟建过滤措施，设置双层拦截系统，第一层为钢筋石笼格栅，厚度 30 cm，内填直径 8 - 32 mm 的砂砾石滤料（孔隙 $<4\text{ mm}$ ）；第二层为 8 目不锈钢编织网（孔径 2.36 mm）。此措施具有拦鱼功能，可保障工程在取水过程中，鱼类被阻挡在滤料层以上，防止河道鱼类进入引水廊道和泵站水池，降低卷载效应带来的潜在生态影响，从而实现取水口鱼类防卷吸功能。钢筋石笼钢格栅相关措施费用计入补水工程中，环保投资中不再重复计列。

7.5.2 管理措施

为系统了解施工建设活动对评价区原有生态环境状况的影响程度，掌握该区域水域生态系统的后续变化情况，降低甚至避免对该区域水生环境和生物资源的

进一步破坏，保障施工建设中有关环境保护各项措施的顺利推进和落实，有必要制定一系列管理措施：

(1) 结合当前抽水蓄能工程情况特点，制定具体的工程建设生态保护规定。必要时成立项目生态保护工作领导小组，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。

(2) 在工程管理机构应设置足够专业的生态环境管理人员，建立各种生态管理及报告制度，安排相关人员在抽蓄工程施工期和运行期持续开展生态影响的监测或调查，实时掌握工程推进对评价区生态系统的影响程度。

(3) 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，防止破坏水生生态环境。

(4) 树立生态绿色施工理念，提高环保认知。在管理机构内部及工程周边居民活动区定期开展工程影响区的环境保护普及宣讲教育活动，调动和提高管理人员、施工人员和周边居民的环境保护意识和积极性，使评价区的后续生态状况持续向良性或有利方向发展。

7.6 大气环境保护措施

7.6.1 污染分析

项目施工产生的大气污染主要来自开挖、爆破产生的粉尘，交通运输引起的扬尘以及施工机械、车辆产生的尾气。

7.6.2 控制目标

控制施工期大气污染物排放，改善施工现场条件，保护施工生活区及其周边大气环境质量。施工区空气质量达到《环境空气质量标准》（GB16297-2012）二级标准，施工期扬尘污染物排放达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新建无组织排放标准的要求。

7.6.3 控制措施

(1) 开挖、爆破粉尘的削减与控制

1) 工程爆破方式应优先选用凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破等技术，以减少粉尘产生量。凿裂、钻孔及爆破等施工提倡湿法作业，减少粉尘产

生量。

2) 露天开挖采取雾炮机洒水降尘措施,以缩短粉尘污染的影响时间和范围,在大风天气禁止大面积基础开挖等易产生扬尘的作业,雾炮机数量暂按 5 台考虑。

3) 施工隧洞、支洞等工程开挖应采取洒水、通风等措施,改善扩散条件等方式降低污染程度。

4) 根据施工布置,工程开挖和爆破区周边无居民点等环境空气敏感目标,因此受施工开挖、爆破粉尘影响的主要是现场施工人员。应加强一线工人防尘劳动保护措施,爆破作业人员佩戴防尘口罩、穿戴工作服、头盔、护目镜等防护器具;爆破作业前按要求设置警戒区,专人值守;搭建围蔽护栏,阻挡粉尘扩散,在施工现场不同位置放置适量水袋,以减少爆破粉尘尘源;爆破结束后立即采用喷雾洒水降尘,最大限度降低爆破粉尘影响。

(2) 表土堆存场、中转料场粉尘的削减与控制

- 1) 合理安排施工时序,减少土石料转运频率;
- 2) 暂时不利用的土料、石料做好防护网遮盖;
- 3) 采用雾炮洒水降尘,在中转料场各设置 3 台雾炮机。

4) 在大坝、库盆、隧洞口和临时堆料场等多粉尘作业面、场地配备人员及设备进行定期洒水,夏季炎热天气每天洒水应不少于 5 次,春、秋季节每天洒水应不少于 4 次,冬季根据实际情况应适量洒水,防止结冰。

(3) 砂石料和混凝土拌和系统粉尘的削减与控制

1) 砂石骨料加工优先采用湿法破碎的低尘工艺,减少粉尘产生量,人工粗骨料采用闭路循环破碎后,再进入主筛分流。

2) 水泥和掺合料运输必须采用封闭措施,避免在运输过程中产生扬尘。水泥和掺合料装卸要实行封闭作业。

3) 混凝土拌和系统采用具有除尘设备的装置。

4) 砂石料加工及混凝土拌和系统设备要符合国家有关卫生标准,附近采用洒水降尘的方法,以降低粉尘污染的程度。

(4) 交通扬尘的削减与控制

1) 水泥、煤灰、弃渣运输、装卸过程尽可能采用篷布密封等操作方式,减少沿途的遗洒。

2) 对道路进行定期养护并清洁路面和工区,配备 2 台洒水车,无雨天每天

定时洒水 4 次~5 次，减少扬尘；对现场交通车辆设置洗车槽，以减少扬尘。

3) 结合水土保持措施，在公路两旁有条件的地方进行绿化。

(5) 燃油废气的削减与控制

1) 施工期交通车辆多为柴油燃料的大型运输车辆，尾气排放量与污染物含量较高，需选用符合环保要求的柴油，保证汽车尾气达标排放，降低污染程度。

2) 进场施工机械尽量选用燃烧效率高的设备，对大型施工机械、车辆加强维修保养，使之保持良好状态，以降低油耗，减少污染物的排放量。

(6) 沥青烟的消减及控制

本工程施工期布设的沥青混凝土拌和系统均配套了成熟的沥青烟净化处理设施，将收集到的沥青烟气和重油烟气，通过电捕焦油器+活性炭吸附装置处理后经 15m 高排气筒排放，排放浓度满足污染物排放标准要求。同时，沥青运输过程中进行封闭，可防止沥青烟逸散，减少沥青烟对大气环境的污染。

(7) 施工人员防护

按照国家有关劳动保护的规定，应向施工人员发放防尘用具，特别对土石方作业、混凝土拌和作业、砂石加工作业、水泥装卸作业的施工人员，应发放防护标准高的防尘器具，施工过程中还应及时清洗更换。

7.7 声环境保护措施

7.7.1 噪声污染分析

项目施工期间噪声污染的主要来源为机械设备噪声、土石方开挖噪声、砂石料加工、混凝土拌和噪声和交通噪声等；除爆破为瞬时噪声外，其他噪声多为间歇性噪声。运行期取水泵站噪声影响。

7.7.2 控制目标

施工区声环境满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），昼间噪声限值为 70dB（A），夜间噪声限值为 55dB（A），周边区域声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求，昼间噪声低于 60dB（A），夜间噪声低于 50dB（A）。运行期满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。

7.7.3 控制措施

7.7.3.1 大坝施工区

(1) 合理规划施工时间，夜间不进行爆破作业、控制车辆运输，尽量避免高噪声施工活动在夜间进行；

(2) 施工爆破采用先进爆破技术，控制加药量；施工过程尽量避免打干钻，湿钻可使噪声降低 30 分贝左右。

(3) 对高噪声区内工作的施工人员做好劳动保护工作，可佩戴防噪耳塞、耳罩或防噪头盔等护耳器。

7.7.3.2 砂石料加工及混凝土拌和系统

(1) 砂石料加工设备设置隔声罩、吸声材料。隔声罩为全密闭，安装隔声工作窗、工作门，做好连接部分密闭；

(2) 碎车间及筛分车间内的加工设备底部安装隔振、减振装置；

(3) 混凝土拌和系统选用全封闭拌和楼，内部应用吸声材料；

(4) 建立隔声操作间、值班间和休息间，对流动性较大的空气压缩机和风机选用消声器等，控制噪声源强；

7.7.3.3 交通道路

(1) 施工单位使用的车辆须符合《汽车定置噪声限值》（GB16170-1996）和《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》（GB1495-2002）等，加强对现有设备的维修和保养，降低运行噪声；

(2) 减少夜间施工车流量，在生产生活区周边设立禁止鸣笛的警示标志 20 个，在项目坝址区、生活区、附属企业区等车流量较高路段设立限速标志牌 10 个，合理安排运行时间。

7.7.3.4 施工人员防护措施

(1) 为长时间接触高噪声设备的施工人员发放防噪器具，如混凝土拌和站和砂石筛分系统操作人员，并保证及时更换；

(2) 适当缩短砂石加工系统、混凝土拌和系统操作人员的每班工作时长，或采取轮班制，防止其听力受损。

7.8 固废处理措施

7.8.1 施工期生活垃圾处理措施

结合施工垃圾产生量较少，主要产生于施工期的特点，选择经济、适当的处理方式。

7.8.1.1 生活垃圾产生量及特性

根据分析，施工期生活垃圾日产生量约 1058.5t，整个施工期产生生活垃圾总量约为 6351t。

生活垃圾中有机成分主要以厨房剩余残质为主；有机物中木草、塑料、纺织品、废纸等可燃物含量低；垃圾含水率高；垃圾低温发热值低，不适合焚烧处理。

7.8.1.2 处理目标

防止生活垃圾对大气、土壤、水体环境、景观和人群健康的危害。施工各区生活垃圾处置率 100%。

7.8.1.3 处理方案

结合生活主要产生于施工期的特点，选择经济、适当的处理方式。

本工程生活垃圾处理采用运送到大河沿生活垃圾填埋场进行卫生填埋的处置方式。

7.8.1.4 收运措施

（1）生活垃圾分类收集

由于施工区人员居住集中，生活较为单一，生活垃圾来源比较简单，为了预防生活垃圾对土壤、水环境、自然景观的影响和对人群健康的危害，生活垃圾尽可能实行袋装化，在施工区和生活区内按施工人员数量多少分别设置垃圾桶。生活垃圾采取人工和垃圾清运车两种方式相结合进行清运，根据垃圾的组成按可利用和不可利用进行初步分类，不可利用部分直接运至填埋场进行卫生填埋无害化处理，可利用部分进行资源化再利用。

（2）生活垃圾集中收运

施工期生活垃圾主要产生于上库、下库承包商营地、业主营地及各施工区，在各生活营地及施工人员集中区设置垃圾收集桶共计 50 个，在指定的地点分类投放生活垃圾，禁止随意倾倒、抛撒、堆放或者焚烧生活垃圾。配备压缩式垃圾清运车两辆，每周清运一次。

7.8.2 施工废弃物处理措施

施工辅助企业生产过程中产生的废物,如报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、包装袋、木材等属于一般固体废物,需要跟生活垃圾分开处置,能回收利用的回收利用,不能满足回收要求的统一运送至生活垃圾填埋场。

施工期机械修配厂、汽车保养站内进行车辆维修和保养产生的废油、含油废纸、废布、油桶,以及含油废水处理产生的浮油和含油污泥均为危险废物,应委托有资质的单位进行处理。计划在下库机械修配厂内选取适当位置修建一座危险废物暂存间,占地面积 20m²,地面设防水层,防止液体渗漏及流散。在储存间内配备相关消防及灭火设施,门口粘贴警告标识及应急处理预案,实行上锁管理,保证符合危险废物临时存放间管理要求。

表 7.8.2-1 危险废物暂存间工程量及设备

序号	危险废物暂存间	单位	数量
1	储存间		
	建筑工程	m ²	20
	防渗工程	m ²	20
2	设备		
	消防及灭火设施	套	1
	废油储存罐	套	1
	警示标志	套	1

7.8.3 给水处理厂污泥处理措施

水处理站内斜管沉淀池产生的排泥水,进入污泥脱水车间经浓缩后,再通过板框压滤机压成泥饼,泥质不具有危害性。处理站污泥经脱水干化后泥饼含水量可达到 60%以下,经估算,施工期共产生泥饼 122.5t,运行期年产生泥饼 5.27t,可运至大河沿生活垃圾填埋场处理。

7.8.4 运行期固体废物处理措施

(1) 生活垃圾

运行期固体废物主要为业主营地、厂房的生活垃圾等,生活垃圾日产生量约为 0.125t,由于垃圾量较小,利用施工期设置的垃圾桶,集中收集后运送至当地生活垃圾填埋场。

（2）机组废油等处置措施

运行期检修机组及变压器平均每年产生油泥约 5m^3 ，此外还有含油废纸、废布等。需在厂房内选取适当位置修建一座危险废物暂存间，暂存间工程量同表 7.8.2-1。考虑机组检修时间集中，产生的油泥可采用 200L 的铁桶盛装，放置于危废暂存间，定期交由具有危废处置资质的单位外运处置。

危废暂存间应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求防渗，同时应防风、防雨、防晒。危险废物暂存期间，应严格按照《危险废物标志牌式样》对其进行标识，分类贮存；按照《危废台账模板》格式，如实和规范记录各类危废贮存情况。

7.9 生态修复及提升工程

7.9.1 设计理念

随着国家清洁能源建设快速推进，抽水蓄能电站建设进入井喷期。抽水蓄能电站建设正在朝环境友好型发展，建设一座与区域自然生态和谐的电站是最基本的目标。通过生态环境保护、修复和提升，使电站环境措施与建设工程得以同步进行，从而在电站建成后，以优美的电站形象融入周边生态环境。

7.9.2 1 总体布局

根据高昌抽水蓄能电站主体工程布局，结合工程区内各项功能布置、环境资源分布及水土保持措施，形成整体环境布局结构。

业主营地：通过对营地内部生态环境的设计来营造舒适的办公生活区块。

上下库连接路：通过对上下库连接路两侧进行生态修复，形成该区块生物因子流动的生态廊道。

上水库和下水库区：主要环境为库区范围内的水景。同时大坝、开关站、进出水口等构筑物成为独特的建筑物景观。可在库岸公路旁打造观礼台等，丰富电站功能。

整个电站形成多个环境美化空间点，如电站形象入口、路侧观景台、临建场地游憩空间、各类洞口等。

7.9.3 环境修复措施

根据电站各区块场地特性及功能需求，将电站生态修复区域分为“生态修复、

生产防护、生活丰富”三种绿化类型，在生态复绿基础上提出相应的修复及提升措施，打造绿色自然，地域特征浓郁，生态环境优美的电站环境。

(1) 生态修复型绿地：

主要针对临时征地内的施工场地、施工便道等临时场地，实施水土保持及复绿等措施。为改善施工环境，减少水土流失，在前期播撒草籽，后期设备拆除后通过种植人造林带进行初步复绿，结构复杂的植物群落。

(2) 生产防护型绿地：

生产防护型绿地主要适用于开关站等电站生产区域，受生产环境要求限制，宜布置有序整洁的绿化环境。植物规划以乡土树种为主，在场地外围布置具有隔离或安全防护功能的植物，局部少量增加色叶、观花，丰富区域色彩。

(3) 生活丰富型绿地：

生活丰富型绿地是对电站环境的提升，适用于电站入口、库区观景平台、公路路侧休息平台等具有形象展示作用的各个较为重要的环境节点。在乡土树种的基础配置上增加观花观叶乔灌木的比例，通过常绿与落叶、色叶与花灌的合理搭配，营造季相分明，色彩丰富的植物环境。

7.9.4 重点区域环境提升规划

(1) 业主营地环境美化

业主营地环境依据各区块功能需求，通过不同类型的室外活动空间布置及开合有致的植物景观塑造，强化各功能分区环境空间特点。通过布置内部集散广场、园路、健身设施与植物绿化布置，营造具有吐鲁番特色环境景观，给电站建设期和运行期提供一个生态友好的办公、生活环境。

(2) 电站入口区域环境美化

在电站入口区域通过竖向的景石结合植物绿化，塑造电站入口标识形象。

(3) 场内道路环境美化

场内道路主要以恢复植被为主，通过对边坡进行修复、路侧零星场地进行绿化等形成环境美化建设，塑造绿色生态的带状环境空间。

(4) 路侧观景平台环境美化

在上下库连接路或库岸道路选择视线较好的区域选择设置观景平台，观景台内结合一定游憩设施进行打造，重要的平台设置文化宣传景墙或小品设施。

7.9.5 特殊区块复绿措施

(1) 边坡修复

电站建设中存在多处边坡开挖情况，本工程对边坡进行生态修复。在边坡较高的区域，每隔 10m 左右设置马道，保证人员和小型设备的交通；低于 10m 的边坡可不设马道。在边坡较陡的区域设置种植槽或挂网来种植爬藤或草本类植物；在边坡较缓的区域可种植草本类、爬藤类及小型的灌木。

(2) 洞口区域

本工程上、下库连接路中存在多处隧洞，可通过洞口绿化及装饰布置使洞口融入周边山体景观，或通过具有区域特色的洞口装饰，形成电站风貌。

7.10 土壤环境保护措施

(1) 严格限定施工范围，采取“彩条旗”限界等临时措施限定施工机械行驶路线，禁止施工人员进入非施工占地区域，将对土壤环境的破坏作用降至最低程度。

(2) 加强废污水管理，所有工程废污水及生活污水均须处理后回用，严禁乱排，避免对周边土壤造成污染。

(3) 在蓄水及施工前，对上、下水库库区及工程占地区表土进行剥离，并运往表土堆存场集中堆置防护。施工结束后，结合水土保持方案中的植物措施，将表土用于临时占地区的植被恢复，减少对土壤资源的破坏。

(4) 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。

(5) 施工结束后，结合水土保持措施，对施工临时占地区采取土地平整、覆土及植被恢复措施，为扰动区土壤的恢复创造有利条件。

7.11 人群健康

(1) 水源保护与饮水消毒

工程施工期间生活用水全部取自塔尔朗河。由于水源具有开放性，水质易受施工活动的影响，故应加强对取水点上、下游水质的保护，保护措施如下：严格管理施工期废污水，严禁排入河道，取水点周围 100m 范围内，不得修建厕所、渗水坑，不得堆放垃圾及其它污物。此外，生活用水蓄水设施周围也应采取同样

严格的防护措施。

(2) 垃圾、粪便、污水无害化处理

通过对施工区生活污水、生产废水、生活垃圾等设置收集和处理设施，使垃圾、粪便、污水基本做到无害化处理。

(3) 防蚊、灭蝇、灭鼠

施工人员聚集，如果环境卫生较差，会为多种病媒动物、昆虫提供良好的孳生地，导致蚊虫、鼠类等密度升高，增加传染病机会。为此，需做好承包商营地和业主营地的防蚊、灭蝇、灭鼠工作，定期发放防疫灭鼠药品，切断疾病的传染源、传播途径。

(4) 人群健康预防检疫

对进驻的施工人员，在进入施工现场之前进行预防检疫，采取抽检方式，抽检比例为施工人员的 15%，及时杜绝以施工人员自身为疫源的接触性传染病的发生，应建立施工人员健康档案。

(5) 外伤预防及饮食保障

水电工程施工周期长，施工难度及强度高，施工过程中存在施工人员意外受伤和营养缺乏的可能。为此，应加强对施工人员安全施工知识和意识培训教育，落实预防保护性措施，严格施工程序，加强监控、监理；做好施工后勤保障，保证伙食供应，注重饮食营养。

(6) 建立卫生防疫所

现场应建立卫生防疫所，除做好上述人群健康预防检疫，监督检查水源安全及生活区卫生状况外，还应对施工人员做好医疗保障，遇危重病人应及时送往当地大型医疗机构救治。

7.12 环保措施实施的保障措施和技术经济分析

7.12.1 保障措施

环保工程施工单位应严格按照各项环保措施技术要求和技术规范进行施工，并加强环境管理和施工监理的力度，使各项环保措施按设计要求实施。环保工程的土建部分可利用主体工程的水、电和建筑材料进行施工。为确保环保措施的顺利实施，提出以下有效的保障措施：

(1) 在项目筹资阶段要充分落实环保工程投资到位。环保工程投资相对整

个项目投资比例很小，但对整个项目建设意义重大，应抓好落实工作。

(2) 环保措施多是预防措施，要求管理当先，环保措施的实施必须有强有力的管理机构支持，健全的执行体系，并将责任落实到具体人。

(3) 尽早委托设计单位开展环保总体设计及环保专项工程实施设计工作。

(4) 要求各施工单位制定相应的环境保护制度来约束工作人员。

(5) 加强教育宣传工作，提高各职能部门的环保意识。

(6) 项目建设单位在施工期需邀请当地生态环境主管部门、环保专家对各项环保措施的实施过程进行监督、指导。

(7) 委托有资质的环境监理单位开展环境监理。

(8) 委托有资质的环境监测机构开展环境监测。

7.12.2 环保措施效果及技术经济分析

本项目环评提出的各项环境保护措施，均参考了国内其他抽水蓄能电站及水电站项目建设过程中常采取的环境保护措施方案，并结合各项措施方案的实际运行效果及本项目工程特性，从方案可行性、有效性、运行可靠性以及措施投资等方面进行综合论证比选，最终确定了本项目的各项环境保护措施，保证各项环保措施切实起到减缓或减免项目建设、运行不利环境影响的效果。

对项目建设产生的不利影响采取有针对性的环保措施，处理前后的效果如表 7.12.2-1。通过分析比较可以看出，项目建设中采用有针对性的环保措施效果明显，最大程度地减免对环境的不利影响，使因环境损失造成的潜在经济损失降到最低程度，因此，项目选用的环保措施是有效的，在技术上可行，经济上合理。

表 7.12.2-1 高昌抽水蓄能电站环保措施处理效果分析表

环境要素	影响分析	影响程度	主要措施	效果分析	最终影响程度
水环境	施工污废水直接排放将对塔尔朗河水质产生影响；运行期产生部分生活污水将污染水质	-2D	施工区污废水处理全部回用；运行期生活污水进行处理后作为绿化用水和道路洒水	采用高效深锥反应器处理砂石加工废水，沉淀池处理拌和系统冲洗废水，隔油池处理机修废水，隧洞开挖废水采用混凝加药+高效沉淀+过滤工艺处理，生活污水采用一体化成套设备进行处理。生产、生活污水全部回用或综合利用，充分合理利用了水资源，减少了对水环境的影响	0

环境空气	施工爆破、机械耗油及运输车辆产生的气体，对施工人员及周边环境的影响	-2D	选用符合国家标准、符合标准的施工机械、优化施工、采取降尘措施	前述措施已在国内白鹤滩、公伯峡、积石峡、班多、阜康、镇安等多个水电站及抽蓄电站工程中使用，处理效果良好。在较大程度上减少施工对环境空气的影响	-1D
声环境	开挖、爆破及交通产生的噪声对施工人员和周边动物栖息造成的影响	-2D	合理选择设备、优化施工布置和时段安排、采取降噪措施	前述措施已在国内多个水电站及抽蓄电站工程中使用，防控效果良好。较大程度上减少施工对声环境的影响	-1D
固体废弃物	生活垃圾对区域环境卫生、水环境、土壤及人群健康产生影响	-2C	生活垃圾分类收集后送往生活垃圾填埋场	外运措施较自建垃圾处理设施二次污染风险小，且经济合理。外运完全可以减少不利影响，实现废物减量化、资源化和无害化	0
	废油、含油污泥等危险废物对环境产生影响	-2C	建立暂存设施收集并严格管理，交由有危废处理资质的单位外运处置	自建暂存设施并交由有危废处理资质的单位外运处置安全可靠，是必要的处理措施，可避免危废泄漏和外排，防止其对环境不利影响	0
陆生生态	项目施工、占地将破坏植被；施工对周边陆生动物、鱼类的惊扰	-2C	加强生态环保管理，进行植被恢复和绿化；加强施工管理及噪声防治措施；建设卷载效应减缓措施	及时进行施工迹地植被恢复，做好施工管控和噪声防治，可最大限度减少对植被的破坏；避免对陆生动物、鱼类的影响	-1C
水土流失	开挖、压占、弃渣等活动造成水土流失，影响土地利用、生态环境和工程安全	-2C	采取工程措施和植物措施治理水土流失	与水保方案报告中措施一致，是常规电站项目水保措施，可有效防治和控制水土流失	-1D
人群健康	大量施工人员进驻，可能引起传染病流行	-2D	卫生清理、防疫和健康检查，加强卫生管理、建立防疫机构	只要做好前述卫生防疫工作，可有效防止项目区传染病的流行，保证施工顺利进行	0

注：影响性质：“—”不利影响 “+”有利影响 “±”中性影响

影响程度：3 — 重大影响 2 — 中等影响 1 — 轻微影响 0 — 无影响

影响时段：C — 长期影响， D — 短时影响

7.13 环保措施实施进度安排

环境保护措施要与项目建设实行“三同时”。因此，在项目开始进入实施时，根据报告书的预测评价结论及环保对策措施、监测管理计划、水保措施等，结合项目实际情况，制定项目环境保护措施实施计划，以满足“三同时”工作的要求，环保措施实施进度安排见表 7.13-1。

表 7.13-1 环境保护措施实施进度表

项目		施工筹建期	施工期			运行期	
			工程准备期	主体工程施工期	工程完建期	前3年	第4年—运行结束
1	水环境保护工程						
1.1	生产废水处理						
1.2	生活污水处理						
2	大气环境保护工程						
2.1	洒水降尘						
2.2	人员防护						
3	声环境保护工程						
3.1	交通警示牌						
3.2	机械施工控制措施						
3.3	设备减噪、人员防护						
4	陆生生物保护工程						
4.1	植被原地保护						
4.2	植被恢复、绿化						
4.3	陆生动物保护措施						
5	水生生物保护工程						
5.1	鱼类保护措施						
5.2	宣传管理措施						
6	生活垃圾处理工程						
7	人群健康保护						
8	环境监测						
8.1	地表水监测						
8.2	生产、生活废污水监测						
8.3	大气环境监测						
8.4	声环境监测						
8.5	陆生生态环境监测						
8.6	水生生态环境监测						

8 环境管理与监测计划

8.1 环境管理计划

8.1.1 环境管理目的

环境管理是工程管理的一部分，是项目环境保护工作落实的重要环节。新疆高昌抽水蓄能电站环境管理的目的是按照环保“三同时”的要求，保证本项目各项环境保护措施顺利落实，使项目建设对环境的不利影响得以减免和控制，保护评价区自然环境和生态环境，以保持项目地区生态系统的良性发展。

8.1.2 环境管理要求

内部管理工作分施工期和运行期。

施工期由建设单位负责，对项目施工期环境保护措施进行优化、组织、实施和环境保护竣工验收，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和施工单位分级管理，分别成立专职环境管理机构。

运行期由运行单位负责组织实施，对项目运行期的环境保护规划、保护措施进行优化、组织和实施。

8.1.3 环境管理体系

（1）机构设置

高昌抽水蓄能电站在项目管理机构中成立环境保护部门，负责日常环保管理工作，本机构由建设单位负责组建。

（2）人员编制

根据项目环境管理任务，高昌抽水蓄能电站环境保护部门由1名主任专职负责，配备1名~2名工作人员。施工期的管理是环境管理的重点，根据不同工作内容需要，可聘请相关专业机构或人员与项目施工人员配合做好该项目的环境保护工作。

（3）主要职责

按照环评文件及批复要求，落实各项环保措施，贯彻执行环境保护法规和标准；组织制定和修改本单位的环境保护管理规章制度并监督执行；制定并组织实施环境保护规划和计划；按照报告书和批复意见要求落实环保措施，组织开展项

目的环境监理及监测；检查项目环境保护设施的建设及运行，及时处理建设过程中出现的新环境问题；开展项目环境保护研究，推广应用环境保护先进技术和经验；组织开展环境保护专业技术培训，提高人员素质水平；进行环境风险管控；完成阶段验收和专项验收。

工程环境保护管理体系见图 8.1.3-1。

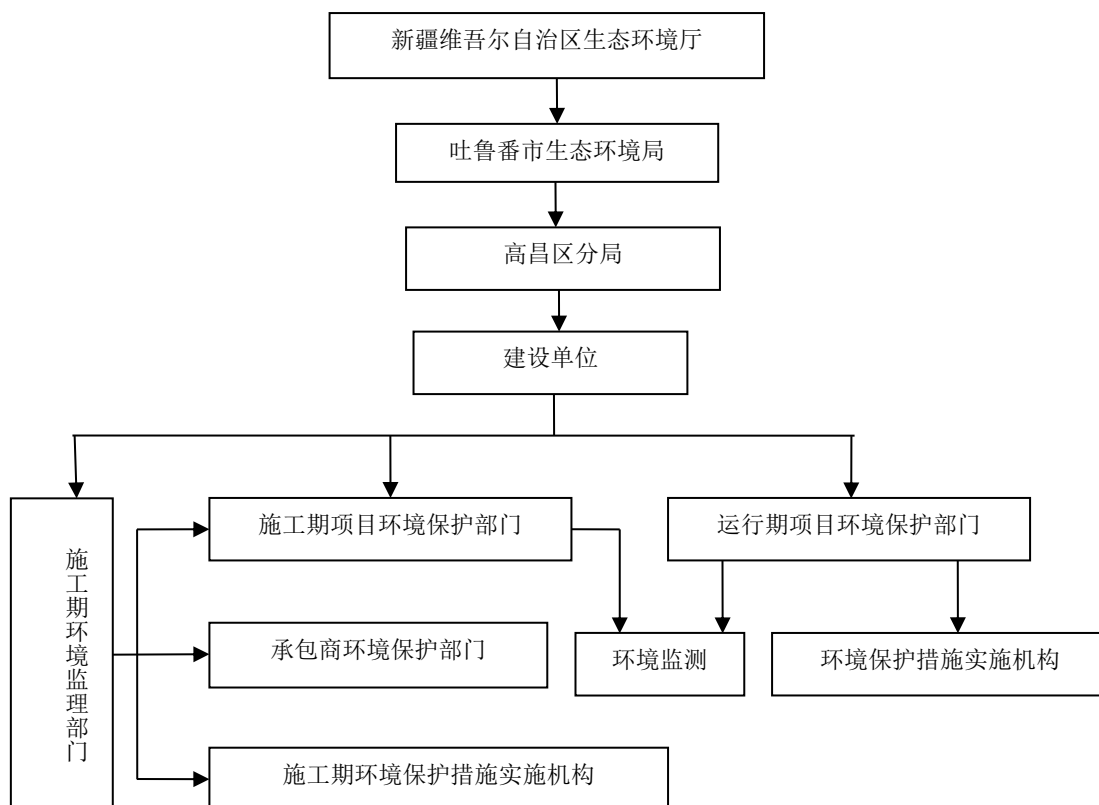


图 8.1.3-1 项目环境保护管理体系框架图

8.1.4 环境管理机构设置及职能

为了实现本工程经济、社会、生态效益的协调发展，落实各项环保措施，结合工程特点及环境现状，施工期和运行期的环境管理机构设置及职能分别如下。

8.1.4.1 施工期

（1）建设单位环境管理任务

勘测设计研究管理任务：根据项目建设进展情况，按照环境影响报告书及批复文件的要求，委托具有相应设计能力的勘测设计单位及时开展项目总体设计、“三同时”实施方案设计；开展水环境保护、水生生态环境保护、陆生生态环境保护等专项设计；开展关键技术和科学研究；进行招标及施工图设计。

筹建阶段管理任务：成立环境保护部门，建立环境管理制度，组织环境管理

人员培训。

建设阶段管理任务：将负责从施工准备至项目竣工验收期间的环境保护管理工作，主要工作任务为负责招标文件和承包项目合同环保条款的编审；制定建设期环境保护实施计划和管理办法；制定年度环保工作计划；年度环境保护工作经费的审核和安排；监督检查各施工单位环保措施的执行情况；负责组织实施应由建设单位负责的环保措施和监测工作；同地方生态环境主管部门及渔业、林草、水利、农业等其他有关部门进行协调；处理施工过程中发生的环境问题，并及时向上级主管部门汇报；填写月、季、年环境工作报表，编写年度环境保护工作报告；组织开展环境保护宣传、教育和培训工作；进行施工期的风险管控；组织进行建设项目竣工环保验收工作。

（2）承包商环境管理任务

各承包商负责本单位所从事的建设生产活动中环境保护工作，主要包括以下内容：制定年度环境保护工作计划；保障环保设施的建设进度、质量和运行效果；及时处理实施过程中的有关环境保护问题；核算年度环保经费的使用情况；报告承包合同中环保条款的执行情况；进行施工期的风险管控。

（3）监理单位

为更加有效实施工程环境保护管理，成立高昌抽水蓄能电站环境监理部，参与工程环境管理。

（4）设计单位

根据国家法律法规、环境保护主管部门、环境报告书和批复等有关文件要求，从环境保护角度优化工程设计，选用对环境影响小的设计方案，反馈与建设单位和施工单位。

8.1.4.2 运行期

运行期的环境管理工作由电站运行单位负责，主要工作内容为：制定环境管理办法和制度；贯彻执行国家及地方环境保护法律、法规及方针政策；落实项目运行期环境保护措施，确保运行期环境保护设施正常运行，观测环保设施运行效果，对运行情况进行总结，对不满足环保要求的设施及时改进；负责落实运行期的环境监测，并对监测结果进行统计分析；开展相关的环境保护研究工作；进行运行期的风险管控；负责环境保护宣传；通过适应性管理实现环境保护。

8.1.4.3 环境管理内容

根据项目主要环境管理内容和实施方式、进度安排、实施单位以及建设单位责任汇总如下：

表 6.4-1 环境管理主要内容一览表

环境因子	管理内容	实施方式	实施时间	实施机构	建设单位职责
水环境	砂石料系统废水处理措施	处理后回用	三同时	承包商	负责有关事务安排，委托专业机构设计，拟定协议，支付费用，监督设施运行
	混凝土拌和系统废水处理措施	处理后综合利用	三同时	承包商	
	隧洞开挖排水处理措施	处理后综合利用	三同时	承包商	
	机修厂废水处理措施	处理后综合利用	三同时	承包商	
	施工营地和业主营地生活污水处理措施	处理后综合利用	三同时	承包商、建设单位	
	枢纽施工现场	设置移动厕所	施工开始及以后	建设单位	
环境空气	开挖、爆破粉尘的削减与控制	先进爆破方式、湿法作业、洒水降尘	施工期	承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况
	砂石料与混凝土系统粉尘削减与控制	湿法工艺、闭路破碎、除尘装置、洒水降尘	三同时	承包商	
	交通扬尘削减与控制	篷布密封、道路清扫、洒水	施工期	承包商	
声环境	固定噪声源控制	选用低噪声机械设备和工艺；安装装置降噪；加强施工设备养护；控制夜间生产；实行封闭施工	施工机械设备投入运行之前	承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况，监测实施效果。
	偶发噪声控制	控制爆破规模和爆破时间	施工期	承包商	提出控制性要求
	交通噪声控制	在交通沿线敏感区设立限速标志和禁鸣标志	进场时和运行中	建设单位	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况
固体废弃物	生活垃圾处置	分类收集后，送环卫部门指定垃圾填埋场处置	施工期、运行期	承包商、建设单位	监督检查
	施工区废弃物处置	分类收集，金属、塑料、木材、纸张等回收，土石类送弃渣场，施工期水厂淤泥运至弃渣场、运行期在水厂堆存，定期清运出厂区综合利	施工期	承包商	监督检查

环境因子	管理内容	实施方式	实施时间	实施机构	建设单位职责
		用			
	危险废物处置	施工期的浮油、油泥、废油及含油废纸、废布等；运行期机组检修的废油与含油废纸、废布。修建危废暂存设施，委托有资质的单位进行处理	施工期及运行期	建设单位	监督实施和管理
陆生生态	陆生植被保护措施	严格限定施工范围，对施工区表土进行剥离储存；施工结束后各施工迹地进行植被恢复和绿化	施工前及结束后	建设单位、承包商	监督实施和管理
	野生动物保护措施	加强生态保护宣传教育，建立生态破坏惩罚制度，限制施工人员在施工区以外区域活动	施工期	承包商	监督实施和管理
水生生态	鱼类保护措施	建设卷载效应减缓措施，加强宣传教育等	施工期及运行期	建设单位、承包商	加强管理，邀请相关部门监督指导
人群健康	人员健康	进场体检、疫情建档、设置医疗卫生机构	施工期	承包商	审查体检进度，监督后续医疗
	防疫	开展灭蝇、灭鼠、灭蚊等卫生防疫工作，定期发放药品	施工期	建设单位、承包商	定期检查
	饮食卫生	营地食堂卫生定期检查	施工期	卫生部门	委托卫生部门操作，定期向卫生部门咨询
	饮用水管理	水源保护、配备净化、消毒设备	施工期	建设单位、承包商	制定保护办法，实施水质净化，监测饮用水和水源水质

8.1.5 生态监督检查计划

为进一步落实各项生态环境保护措施，最大程度减缓对生态环境的影响，在常规水电环境管理计划的基础上，提出生态监督检查计划。

8.1.5.1 生态监督检查机构

本项目生态监督检查机构包括外部管理机构及内部管理机构。外部管理机构由地方生态环境主管部门负责，内部管理机构由建设单位负责。机构体系及人员设置主要依托项目环境管理体系机构设置，不再重复设置。

其中外部检查机构由当地生态环境部门组织牵头。

8.1.5.2 生态监督检查管理内容

- (1) 施工期对生态环境监理部分的工作开展情况进行监督和检查。
- (2) 施工期对建设单位环境管理机构的设置和工作开展情况进行监督，对施工期生态监测开展情况进行检查。
- (3) 施工期对项目区生态环境保护宣传教育工作的开展情况进行监督检查。
- (4) 各阶段对项目区各项施工活动是否按照环评中有关要求开展了生态影响避免和减缓措施、工程施工有无造成生态环境影响破坏等进行不定期监督、检查。
- (5) 施工期对临时占地区表土剥离、表土堆存和防护、施工边界围挡等措施实施情况进行监督，对场内道路施工过程中有无超出红线破坏植被、是否对边坡采取拦挡防护等措施进行检查。
- (6) 项目竣工验收前，对工程临时占地区场地平整、覆土情况及植被恢复开展情况进行监督检查。

8.2 环境监理

8.2.1 环境监理目的和任务

环境监理应由具有监理资质的单位承担，依照合同条款及国家环境保护法律、法规、政策要求，根据环境监测数据及巡查结果，监督、审查和评估施工单位各项环保措施执行情况；及时发现、纠正违反合同环保条款及国家环保要求的施工行为。主要目的是落实工程环境影响报告书中所提出的各项环保措施，将工程施工和移民安置活动不利影响降低到可接受程度。环境监理是工程监理的重要组成部分，贯穿工程建设全过程。其任务包括：

- (1) 质量控制：按照国家或地方环境标准和招标文件中的环境保护条款，监督检查本工程建设和移民安置过程中的环境保护工作。
- (2) 信息管理：及时了解和收集掌握施工区各类环境信息，并对信息进行分类、反馈、处理和储存管理，便于监理决策和协调工程建设各有关参与方的环境保护工作。
- (3) 组织协调：协调业主与承包商、业主、设计单位与工程建设各有关部门之间的关系。

8.2.2 环境监理范围

工程环境监理范围包括：工程上水库、下水库、输水发电系统及其他构筑物建设区，各承包商及其分包商施工作业区域、生活营地、生产企业、施工区场内交通道路、渣场等。

8.2.3 环境监理工作内容

遵循国家及当地政府关于环境保护的方针、政策、法令、法规，监督承包商落实工程承包合同中有关环保条款。具体包括：

- (1) 编制工程环境监理计划，拟定环境监理项目和内容；
- (2) 监督承包商对承包合同中有关环保条款的执行情况，并负责解释环保条款，对重大环境问题提出处理意见和报告，责成有关单位限期纠正；
- (3) 全面监督和检查各施工单位环境保护措施实施情况和实际效果，及时处理和解决临时出现的环境污染事件；对承包商进行监理，防止和减轻施工作业引起的环境污染和对植被、野生动植物的破坏行为和火灾发生；
- (4) 全面检查施工单位负责的渣场、施工迹地的处理、恢复情况，主要包括边坡稳定、迹地恢复及效果等；
- (5) 负责落实环境监测的实施，审核有关环境报表，根据水质监测结果，对施工及管理提出相应要求，尽量减少工程施工给环境带来的不利影响；
- (6) 在日常工作中做好监理记录及监理报告，组织质量评定，参与竣工验收；
- (7) 参加承包商提出的环保设施设计和实施进度计划的审查会，提出改进意见；
- (8) 协调业主和承包商之间的关系，处理合同中有关环保部门的违约事件。

8.2.4 监理机构设置

工程建设管理部门应以招标方式或委托有资质的监理单位开展施工期环境监理工作，该部门应能满足国家与地方对开展施工期环境监理工作机构的各项规定。

环境监理应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总体规划，拟设置环境保护专职监理人员 5 人。

工作机构设置及工作程序见图 8.2.4-1。

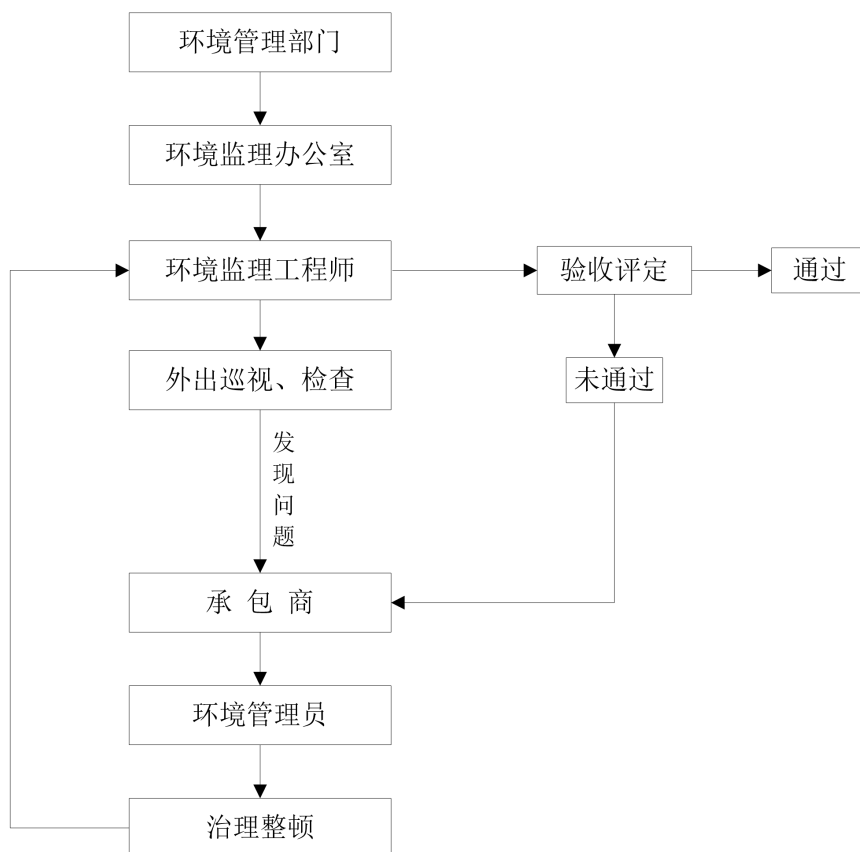


图 8.2.4-1 环境监理工作程序图

8.2.5 环境监理组织方式

(1) 工作记录制度

环境监理工程师根据工作情况记录①监理日记。重点记录涉及变更设计、会议往来、往来信息、现场状况、环境事故、存在问题及相应处理等情况；②现场巡视和旁站记录。重要记录施工现场状况、巡视和旁站过程中发生的环保问题等；③会议记录。主要记录环境监理主持的会议召开情况和会议成果，报送相关单位作为工作依据；④气象和灾害记录。主要记录每天气温变化、风力、雨雪情况和其他特殊天气情况及地质灾害等，还应记录因天气变化对工程的影响；⑤工程建设大事记录。记录工程建设的重要节点和重要事件，包括与工程环境保护相关的工程建设重要事件；⑥监测记录。以文字结合影像资料的形式对其开展的监督性生产监测进行详细记录。

(2) 报告制度

环境监理通过工作报告定期向建设单位全面系统反映工程环保状态，根据工作需要突出的环境问题以及建设单位要求，不定期地编制专题工作报告。监理

工作报告包括环境监理定期报告、环境监理专题报告、环境监理阶段报告、环境监理总结报告。

（3）函件往来制度

监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，应下发问题通知单，通知承包商及时纠正或处理。监理工程师对承包商某些方面的规定或要求，一定要通过书面的形式通知对方。有时因情况紧急需口头通知，随后必须以书面函件形式予以确认。

（4）环境监理会议制度

在环境例会期间，承包商对本合同段的环境保护工作进行回顾总结，监理工程师对该月各标段的环境保护工作进行全面评议，会后编写会议纪要并抄送与会各方，并督促有关单位遵照执行。

重大环境污染及环境影响事故发生后，由环境总监理工程师组织环保事故的调查，会同建设单位、地方生态环境部门共同研究处理方案下发给承包商实施。

（5）环保措施竣工自查、初验制度

在项目的环保措施的部分单项工程或单位工程结束时，环境监理应在申请验收前要求施工单位自查，然后及时组织建设单位、工程监理对单项工程或标段开展内部的环保初验工作，目的是提前发现问题，并督促施工单位及时整改问题。

（6）事故应急体系及环境污染事故处理制度

环境监理协助建设单位，指导和监督承包商等参建单位制定相应突发性环境事件应急预案，建立应急系统，配备应急设备、器材，并督促各责任单位组织开展日常演练。

突发环境事故后，事故现场有关人员严格执行《中华人民共和国环境保护法》及突发环境污染事件应急管理制度，立即进行现场救护处置及事故上报。

8.3 环境监测计划

8.3.1 监测目的

根据本工程特点，结合工程影响区环境现状，提出环境监测计划，其监测目的为：

（1）为工程环境保护工作的开展提供基础资料。掌握工程区环境状况的动态变化，为施工及运行期污染控制、环境管理提供科学依据。

(2) 及时掌握环境保护措施的实施效果, 根据监测结果调整和完善环境保护和环境影响减缓措施, 预防突发性事故对环境的危害。

(3) 验证环境影响预测和评价结果的正确性和可靠性。

(4) 为工程影响区域生态环境保护工作提供科学依据。本工程环境监测方案的实施, 可为今后塔尔朗流域生态环境的演变规律研究和生态建设积累经验和基础数据。

8.3.2 监测方案布设原则

(1) 与工程建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应结合工程施工、运行特点和周围环境敏感点的分布, 及时反映工程施工、运行对周围环境敏感点的影响及环境变化对工程施工和运行的影响。

(2) 针对性和代表性的原则

根据环境现状和环境影响预测结果, 选择对环境影响大的、有控制性和代表性的以及对区域或流域影响起控制作用的主要因子进行监测, 力求做到监测方案有针对性和代表性。

(3) 经济性与可操作性的原则

按照相关专业技术规范, 监测项目、频次、时段和方法以满足本监测方案主要监控任务和目的为前提, 尽量利用附近现有监测站网、监测机构、监测断面(点), 所布设监测断面(点)可操作性应强, 力求以较少的投入获得较完整的环境监测数据。

(4) 统一规划、分步实施的原则

监测系统从总体考虑, 统一规划, 根据工程不同阶段的重点和要求, 分期分步建立, 逐步实施和完善。

8.3.3 环境监测总布置

根据项目区环境现状特点、环境影响评价结论及采取的各项环保措施, 高昌抽蓄水电站项目环境监测主要为枢纽区环境监测。监测项目组成如图 8.2.3-1 所示。

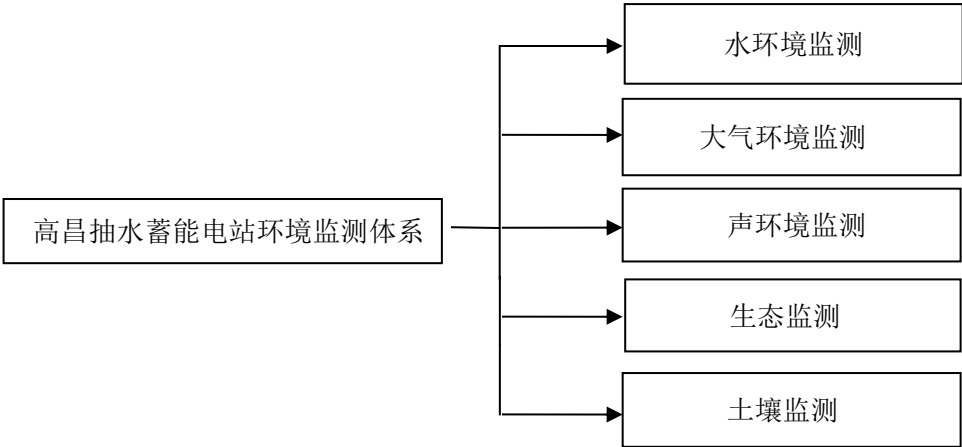


图 8.3.3-1 环境监测系统组成图

8.3.4 枢纽区环境监测计划

根据高昌抽水蓄能电站枢纽区环境现状和环境影响的特点，环境监测项目包括水环境监测、大气监测、声环境监测、土壤环境监测、陆生生态监测及人群健康监测。

8.3.4.1 水环境监测

(1) 废水监测

根据施工期污染源分析结果，确定废水监测对象为砂石料生产废水、混凝土拌和楼冲洗废水、洞室开挖排水、机修废水、生活污水。施工废水监测位置、监测项目、监测时间和频次以及监测方法见表 8.3.4-1。

表 8.3.4-1 施工期废水水质监测计划

监测对象	监测点位	监测项目	监测时间及频次	监测方法
砂石料生产废水	上、下库砂石料生产废水处理系统出水口	pH、SS、流量	施工期每季度监测一次，每次3天	《污水监测技术规范》（HJ 91.1-2019）
洞室排水	2个洞室排水处理系统出水口	pH、SS、石油类、流量		
混凝土冲洗废水	上、下库混凝土拌和废水处理系统出水口	pH、SS、废水流量		
机修废水	上、下库机修废水处理系统出水口	pH、SS、石油类、流量		
生活污水	上库承包商营地生活污水处理系统出水口	pH、SS、COD _{Cr} 、BOD ₅ 、氨氮、流量		
	下库承包商营地生活污水处理系统出水口			

监测对象	监测点位	监测项目	监测时间及频次	监测方法
	业主营地生活污水处理系统出水口			

(2) 地表水质监测

为了解项目来水水质及施工对塔尔朗河水质的影响，布设监测断面对地表水质进行监测。具体监测位置、项目、时间、频次及方法见表 8.3.4-2。

表 8.3.4-2 施工期河流水质监测计划

监测断面	监测项目	监测时间及频次	监测方法
工程取水口上游 500m	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD5、氨氮、总磷、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油、LAS、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物、全盐量	施工期每年枯水期、丰水期各监测一次。每期连续采样 3 天，每天 1 次	《地表水环境质量监测技术规范》(HJ 91.2-2022)
工程取水口			
塔尔朗水库库尾上游			

3) 饮用水水质监测

根据施工饮用水供水情况，在上库承包商营地、下库承包商营地生活区饮用水取水口位置各设置 1 个监测点。监测项目、时间、频次及方法见表 8.3.4-3。

表 8.3.4-3 施工饮用水监测计划

监测点位	监测项目	监测时段及频率	监测方法
上库承包商营地饮用水取水口	《生活饮用水水源水质标准》中基本项目	饮用水源直接投入运行当年开始每年各季度监测1次	《生活饮用水标准检验方法》（GB/T5750-2023）
下库承包商营地饮用水取水口			

(3) 地下水动态监测

根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016），结合主体工程地下水位长期观测孔，在施工期及运行期对工程区地下水进行监测。鉴于目前大部分钻孔未见地下水，可在多水季节增加观测频次，以便确定地下水位及采集地下水样。

将观测到地下水的钻孔设为长期观测孔，取样间隔为每半年采样 1 次，全年 2 次。遇到特殊的情况或发生污染事故，可能影响地下水水质时，应随时增加采样频次。

实际中可根据本地区地下水功能用途、地下水监测需求，酌情增加监测项目。现场监测项目包括水位、水温、pH 值、电导率、浑浊度、氧化还原电位、色、嗅和味、肉眼可见物等指标。

表 8.3.4-4 地下水环境监测计划

监测点位	监测项目	监测时段及频率	监测方法
地下水长观孔	pH、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、HCO ₃ ⁻ 、CO ₂ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、氨氮、氟化物、COD 和石油类。	施工期和运行期每半年监测一次	《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020) 和《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)

(4) 运行期水质监测

运行期水质监测主要包括对塔尔朗河水质、水库水质、生活污水的监测。监测项目、时间、频次及方法见表 8.3.4-4。

表 8.3.4-4 运行期水质监测计划

类别	监测点	监测项目	监测时间及频次	监测方法与标准
地表水	工程取水口上游500m	水温、pH、SS、DO、BOD ₅ 、COD _{Cr} 、NH ₃ -N、总磷、粪大肠菌群、石油类	蓄水后前5年,每年丰、枯2个水期各1次,每次3天	《地表水环境质量监测技术规范》(HJ 91.2-2022)
	工程取水口			
	塔尔朗河水库库尾上游			
	上、下库库盆			
	业主营地生活污水处理系统出水口	pH、SS、COD _{Cr} 、BOD ₅ 、氨氮、流量	竣工后连续监测5年,每季度监测一次	《生活饮用水标准检验方法》(GB/T5750-2006)
地下水	地下水长观孔	《地下水质量标准》GB/T14848-2017常规因子、地下水水位	蓄水后前5年,每季度1次	《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020)

8.3.4.2 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他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) 监测内容

在施工期,主要对涉及敏感物种的施工区域进行监测。

运行期主要监测生态环境的变化,植被的变化以及生态系统整体性变化、动植物保护措施实施效果等。包括主要物种组成和数量。

陆生植物监测:植物种类、组成和数量。

陆生动物监测:陆生动物种类组成、数量变化、分布区域、国家和自治区级保护物种状况等。

（3）监测方法

1) 遥感监测

利用遥感技术进行监测，得到植物盖度指数、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

根据《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》等有关要求进行监测。

3) 动物监测

根据《生物多样性观测技术导则 两栖动物》《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》《生物多样性观测技术导则 爬行动物》《生物多样性观测技术导则 鸟类》等相关要求进行监测。

（4）监测时间及频次

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ 19-2022）中 9.3 生态监测和环境管理，大中型水利水电项目建议开展全生命周期监测。

新疆高昌抽水蓄能电站主体工程施工期 6 年，施工期间（施工第 2 年、第 4 年、第 6 年），运行期第 1、3、5 年各监测 1 次；后期监测费用纳入电站运行管理费用。陆生生态监测应包括每年植物生长茂盛和动物繁殖季节，建议每年 4—7 月。

（5）监测布点

陆生生态监测根据工程施工和运行的影响范围分别在上库施工区、下库施工区、对外路、上下库连接公路共设置 4 个调查点位，各点位设置固定陆生调查样线 3 条~5 条，各样线中设置固定植被样方 3 个~5 个，各点位设置两栖类和小型兽类样方 1 个~3 个。

8.3.4.3 水生生态监测

（1）监测目的

为了及时掌握项目建设对工程区域河段水生生物尤其是鱼类的影响程度，掌握鱼类种群的变化趋势，并检验水生保护措施的有效性，以便及时调整保护措施，科学指导鱼类资源保护工作，进行水生生态监测。

（2）监测内容

1) 浮游植物、浮游动物、底栖动物和大型水生维管束植物

调查内容包括浮游植物、浮游动物、底栖动物和大型水生维管束植物的群落结构、生物量及分布情况。

2) 鱼类资源

调查内容包括鱼类的种类、区系组成、资源量、分布特点、生态习性及其生境要求等。濒危和保护鱼类、经济鱼类的种类、种群和资源量情况，分布特点及其生物学特征。

3) 鱼类“三场”

鱼类产卵场、索饵场和越冬场的分布情况等，包括范围、位置、规模大小，涉及的产卵鱼类的种类与习性等。

(3) 监测方法

按照《内陆水域渔业自然资源调查规范》《生物多样性观测技术导则 水生维管束植物》《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物》《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》等有关要求进行。

(4) 监测时间及频次

本工程电站装机容量 1400MW，为一等大(1)型工程。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)的相关要求，水生生物监测时间应该为全生命周期。施工期第三年监测一期，施工期第六年(开始蓄水第二年)监测一期，蓄水后第 1 年一期，第 3 年一期、第 5 年一期；后期监测费用纳入电站运行管理费用。水生维管束植物，浮游植物、浮游动物、底栖动物在 5 月、10 月各监测一次。鱼类资源监测在评价区鱼类繁殖期 4~6 月、越冬期 9~10 月进行。监测时段、频次和要素等可根据工程的建设进程进行相应调整。

(5) 监测布点

以代表性原则，施工期监测点位布设与环评阶段保持一致，共设置 3 个监测点位，分别为塔尔郎引水枢纽(塔尔郎水库蓄水后点位为塔尔朗库尾)、取水口、取水口上游；运行期新增上、下水库 2 个监测点位，共设置 5 个监测点，分别为：上水库库区、下水库库区、塔尔朗水库库尾、取水口、取水口上游。各断面可根据具体情况适当调整。

8.3.4.4 环境空气监测

为了掌握项目施工对项目区域环境空气的影响，选择 10 个点位作为枢纽区环

境空气质量监测点，具体监测计划见表 8.3.4-5。

表 8.3.4-5 施工期环境空气监测计划

监测对象	监测点位	监测项目	监测时间及频次	监测方法
环境质量	上库区枢纽区	TSP、PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO ₂	施工期正常工况每季度监测一期，每期连续监测7天	《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2017）
	上库承包商营地			
	下库区枢纽区			
	下库承包商营地			
	业主营地			
污染源	上、下库砂石料加工系统			
	上、下库混凝土拌和系统			
	上下库连接路			

按照《环境监测技术规范》及《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的规定方法执行。

8.3.4.5 声环境监测

为了解项目建设影响区域内声环境质量，结合工程施工总布置，对声环境质量监测点，具体监测计划见表 8.3.4-6。

表 8.3.4-6 声环境监测计划

监测对象	监测点位	监测项目	监测时间及频次	监测方法
枢纽区	上、下库砂石料加工系统	等效连续 A 声级	施工期每季度监测一次，每次监测 1 天，昼、夜各 1 次	《环境监测技术规范（噪声部分）》
	上、下库混凝土拌和系统			
	业主营地			
	上下库连接路			

8.3.4.6 土壤监测

（1）监测点布设及监测技术要求

土壤监测点、监测项目和监测频率见表 8.3.4-1。

表 8.3.4-1 土壤监测点及监测技术要求一览表

编号	监测点位	监测项目	监测时间及频率	控制指标
T1	上水库施工区	石油烃	施工期每 3 年监测一次	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地
T2	下水库施工区			
T3	上水库周边	pH、全盐量	运行期每 3 年监测一次	《环境影响评价技术导则—土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）附录 D
T4	下水库周边			

（2）监测方法

按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）中规定方法执行。

（3）资料整编及保存

按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）的相关规定执行。原始监测资料及整编成果 3 份交建设单位环境管理部门存档备查。

（4）监测人员及仪器设备

建议采用合同管理方式，可委托具有相应监测资质的单位承担。

8.3.4.7 人群健康监测

在施工期为防止施工人员暴发流行大规模的传染性疾病，对施工区的疾病、疫情进行抽查监测，抽查的主要内容为当地易发的流行性肝炎、细菌性痢疾等及其它施工区常见的传染性疾病，发现病情并及时进行治疗。按施工期的每年的秋季检疫一次，检疫人数按施工期高峰施工人的 10%计。

8.3.5 监测机构

建设单位应委托具备国家认可的环境监测资质，监测及调查经验丰富的专业单位进行环境监测及调查工作。

8.3.6 监测资料的编报

8.3.6.1 资料整编

（1）整编方法

用文字、报表的形式编制监测成果，建立文字报表和数据库，将原始记录附在整编成果之后。

（2）整编内容

整编的资料中应包括以下内容：

- ①采样、分析、测试、观测、调查时的周边环境情况；
- ②监测仪器的使用情况；
- ③最终采用的监测、调研方法；
- ④监测资料的误差分析，调研资料的可靠性分析；
- ⑤监测、调研成果；
- ⑥需要说明的问题。

8.3.6.2 资料报送

（1）报送程序

委托监测单位把监测资料和整编成果准备好，施工期先送达监理单位审查，由监理单位交建设单位，建设单位核定后报送行业主管部门、当地生态环境部门、设计单位，水土流失监测成果单独报送当地水行政主管部门。运行期由监测单位直接送到建设单位，通过建设单位报送行业主管部门、当地生态环境部门和水行政主管部门。建议建设单位在电站运行 3 年~5 年，待各项监测成果齐全后委托相关单位开展项目环境影响后评价。监测成果资料报送程序如图 8.3.6-1。

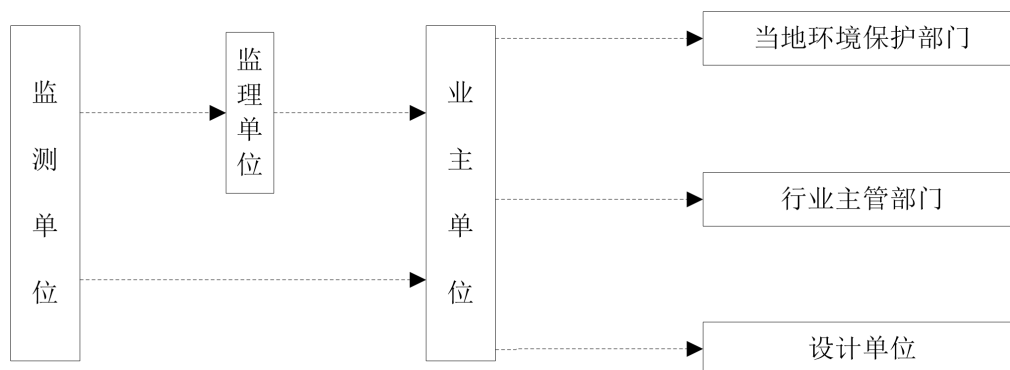


图 8.3.6-1 监测成果资料报送程序图

（2）报送成果及时间

监测资料和整编后的成果分次进行报送，月监测的项目报送月报表和年报表；季监测的项目报送季报表和年报表；年度内一次监测的项目，报送年度报表。

报送时间规定如下：月报表、季报表、年报表在采样后的 15 天~20 天内报出；年报表在其它报表报出后的 20 天内报出。

报送份数规定如下：给监理单位、建设单位及设计单位报送月报表、季报表、年报表和监测报告，每单位报送 2 份；给行业主管部门、生态环境部门等报送年度报告，每个部门报送 2 份。

8.4 竣工环境保护验收计划

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》中的有关要求，工程建设过程中的有关要求，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设项目竣工后，建设单位应当按照国家环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制环境保护验收调查报告。重点关注以下内容：

（1）核查高昌抽水蓄能电站实际工程建设内容及方案设计变更情况。

(2) 调查核实工程建设内容及方案设计变更前后引起的环境敏感目标基本情况及变更情况。

(3) 实际工程内容及方案设计变更造成的环境影响变化情况。

(4) 环境影响评价制度及其他环境保护规章制度执行情况。

(5) 环境影响评价文件及环境影响评价审批文件中提出的主要环境影响。

(6) 环境质量和主要污染因子达标情况。

(7) 环境保护设计文件、环境影响评价文件及其审批文件中提出的环境保护措施落实情况及其效果、环境风险防范与应急措施落实情况及其有效性。

(8) 项目施工期和试运行期实际存在的及公众反映强烈的环境问题。

(9) 验证环境影响评价文件对环境影响情况的预测结果。

(10) 环境保护管理机构的建立情况及有关制度、规定、管理体系及相关文件等。

(11) 施工期及试运行期的环境监测落实情况，及相应的监测报告。

(12) 环境风险应急预案有关制度、规定、管理体系及相关文件，应急培训计划及培训情况。

项目竣工环保设施验收主要清单见表 8.4.1-1。

表 8.4.1-1 “三同时”竣工环境保护设施及污染物验收清单

阶段	环境要素		环保措施	处置方式	实施部位	验收要求
施工期	水环境	生产废水	砂石料冲洗废水处理	高效深锥反应器	砂石料加工系统区域	处理后回用系统本身，出水水质满足《水电工程砂石料加工系统设计规范》（NB/T 10488-2021）中表 F 砂石加工用水水质标准，处理目标 SS≤100mg/L。
			上库混凝土拌和系统生产废水处理	板框压滤处理	上库混凝土拌和系统区域	处理后作为拌和站地面及搅拌仓的清洗用水，出水水质满足《水电工程混凝土生产系统设计规范》（NB/T35005-2021）中表 D 混凝土拌和用水水质标准
			下库混凝土拌和系统生产废水处理		下库混凝土拌和系统区域	
			隧洞开挖废水处理	实施清污分流，施工废水经处理达标后回用，未污染的洞室涌渗水设置管道和边沟直接引出洞外排放	通风兼安全洞口、进场交通洞口	处理后用于各施工支洞口、隧洞作业面附近道路、场区降尘洒水，出水水质满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中表 1 城市绿化、道路清扫要求。
			上库机修及洗车废水处理	隔油沉淀法处理	上库区机械修配厂及机械停放场	处理后经过消毒用于绿化、降尘洒水等，出水水质满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中表 1 城市绿化、道路清扫要求。
			下库机修及洗车废水处理	隔油沉淀法处理	下库机械设备停放场及保养场	
		生活污水	业主营地生活污水处理	生活污水成套处理设备	业主营地	处理后经过消毒后作为营地、施工区绿化用水和降尘洒水，出水水质满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）要求
			上库承包商营地生活污水处理		上库承包商营地	
			下库承包商营地生活污水处理		下库承包商营地	
施工期	环境空气	施工场地	砂石料加工系统、混凝土拌和系统粉尘削减与控制；	除尘设备、洒水降尘、物料堆场全封闭	上、下库砂石料加工场上、下库混凝土拌和场	施工区厂界无组织粉尘、爆破产生的无组织废气（粉尘、SO ₂ 、NO _x ）、砂石料加工系统产生的粉尘、拌合系统产生的粉尘、沥青烟等执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准
				场地围挡		封闭管理，场地周边 100% 围挡，围挡设置高度不低于

			开挖、爆破粉尘的削减与控制	湿法作业、洒水降尘、配备防护器具	开挖及爆破作业面	2.5m。 无组织扬尘排放执行《施工场界扬尘排放限值》（DB61/1078-2017）表1规定的浓度限值；
		物料堆场	堆存场及中转料场粉尘的削减与控制	防护网遮盖、洒水降尘	弃渣场、转存料场、堆存场	物料存放情况良好，做好防护网遮盖，满足《施工场界扬尘排放限值》（DB61/1078-2017）表1规定的浓度限值
		道路运输	交通扬尘的削减与控制	篷布密封、洒水降尘	永久道路和临时道路	定期洒水、清扫，敏感点附近设限速标志，易洒落的材料封闭运输；满足《大气污染综合排放标准》（GB16297-1996）的无组织排放监控浓度限值
施工期	声环境	施工噪声	固定声源噪声削减与控制	砂石料加工设备设置隔声罩吸声材料。选用全封闭式拌和楼，内部应用多孔性吸声材料	砂石加工及混凝土拌和系统	管理措施实施情况良好，施工作业区达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准；工程施工区周边居民点声环境质量评价执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。
				优化爆破工艺，合理安排施工时间，夜间禁止爆破及施工；施工人员佩戴防噪耳塞、耳罩及头盔	大坝作业区	
		交通噪声	流动声源噪声削减与控制	禁鸣警示牌、限速标志牌；隔声屏障；	永久道路和临时道路	防治措施实施情况及效果良好，声环境质量评价执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。
	固体废物	生活垃圾	生活垃圾处理	设置垃圾桶，生活垃圾外运至当地环保部门指定垃圾填埋场处理	施工场区和生活营地	垃圾收集设施完善，垃圾及时清运，不随意丢弃，垃圾集中收集后外运至指定垃圾填埋场处理
		建筑垃圾	建筑垃圾处理	综合利用，其余运至指定的弃渣场	施工区	进行回收利用，不能回收的统一运至弃渣场
		危险废物	危险废物处理	设置危废暂存间，交由持有相应类别资质的单位进行处置	下库施工区	按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）设置危废暂存间，并交由有资质的单位处置
施工期	生态环境	陆生生态	表土剥离及保存措施；施工期环境管理措施；对保护植物进行迁地保护；各施工迹地清理后开展植被恢复；上、下库库周设立封闭护栏		工程占地区	符合生态保护相关要求

		水生生态	卷载效应减缓措施、管理、宣传		工程占地区	
运行期	水环境	生活污水	业主营地生活污水	生活污水成套处理设备	业主营地	处理后经过消毒后作为营地、施工区绿化用水和降尘洒水，出水水质满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）要求
			地下厂房生活污水	运输车收集污水运送至业主营地处理		
	生态环境	施工迹地植被恢复	各施工迹地清理后开展植被恢复或复垦		施工临时占地区、弃渣场、公路两侧	植被恢复效果以及影响满足水保方案和环评报告植被恢复要求
	固体废物	危险固废	危险废物处理	设置危废暂存间，交由持有相应类别资质的单位进行处置	厂房内	按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）设置危废暂存间，并交由有资质的单位处置
	环境监测		施工期及试运行期各项环境监测		评价区内	环境质量监测报告

8.5 环境影响后评价

建设单位在项目建成竣工环保验收后正式运行 3~5 年，需组织开展项目环境影响后评价工作，主要包括：

（1）项目过程回顾，包括环境影响评价、环保措施落实、环保设施竣工验收、环境监测情况等；

（2）项目评价，包括项目地点、规模、生产工艺或运行调度方式，环境污染或生态影响来源、方式、程度等；

（3）区域环境变化评价，包括项目周围区域环境敏感目标变化、污染或影响源变化、环境现状和变化趋势等；

（4）环保措施有效性评估，包括环评报告规定的污染防治、生态保护和风险防范措施是否适用、有效等；

（5）环境影响预测验证，包括主要环境要素的预测影响与实际影响差异，持久性、累积性和不确定性环境影响的表现等；

- (6) 环保补救方案和改进措施；
- (7) 环境影响后评价结论。

9 环境保护投资与经济损益分析

9.1 环境保护投资概算

9.1.1 编制原则

(1) 环境保护投资概算编制的依据、方法、价格水平年、主要材料价格及主要预算单价与主体工程一致；

(2) 对于具有环境保护效益，但已列入工程专项投资的项目，如文物保护费等计入水库专项费用中，不计入环境保护投资中；

(3) 施工区水土保持工程措施采用主体工程单价进行计算，植物措施单价参照水利部水总〔2003〕67号规定计算；

(4) 对于受设计深度限制，本阶段无法明确工程量的环境保护措施，参照同类工程单价，采用综合指标法进行估算。

9.1.2 编制依据

9.1.2.1 文件依据

(1) 《水电工程设计概算编制规定》（NB/T 11408-2023）；

(2) 《水电工程费用构成及概（估）算费用标准》（NB/T 11409-2023）；

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

(4) 《抽水蓄能电站投资编制细则》（NB/T 11410-2023）；

(5) 《水电工程投资估算编制规定》（NB/T 35034-2024）；

(6) 《关于建筑业营业税改征增值税后水电工程计划依据调整实施意见》（可再生定额〔2016〕25号）；

(7) “关于发布《水电建筑工程预算定额》（2004年版）和《水电工程施工机械台时费定额》（2004年版）的通知”（水电规造价〔2004〕28号）；

(8) “关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知”（国家发展改革委、建设部，发改价格〔2007〕670号）。

9.1.2.2 定额依据

(1) 《水电建筑工程概算定额》，可再生定额〔2008〕5号；

(2) 《水电工程施工机械台时费定额》，水电规造价〔2004〕28号；

9.1.2.3 其他依据

国家及行业主管部门和新疆维吾尔自治区颁发的有关法律、法规、规程、规范等。

9.1.3 概算单价与费率

9.1.3.1 人工预算单价

本工程位于新疆维吾尔自治区吐鲁番地区高昌区境内，分别属于边远地区四类区。根据《费用标准》计算人工预算单价，见表 9.1.3-1。

表 9.1.3-1 人工预算单价表

序号	名称	单位	人工工资
1	高级熟练工	元/工时	36.62
2	熟 练 工	元/工时	29.03
3	半熟练工	元/工时	24.27
4	普 工	元/工时	21.28

9.1.3.2 材料预算价格

本项目材料预算价格由材料原价、材料运杂费、材料运输保险费及采购保管费组成，与主体工程一致。

9.1.3.3 施工用水、电价格

施工用电：0.538 元/kW·h；

施工用水：1.822 元/m³；

施工用风：0.171 元/m³。

9.1.3.4 施工机械台时费

根据水电规造价〔2004〕028 号文《水电工程施工机构台时费定额》计算，同时根据可再生定额〔2019〕14 号文发布的《关于调整水电工程、风电场工程及光伏发电工程计价依据中建筑安装工程增值税税率及相关系数的通知》中有关规定：一类费用中基本折旧费除以 1.13 调整系数，设备修理费除以 1.09 调整系数，装卸费不做调整。

9.1.3.5 工程措施单价及取费标准

工程措施单价由直接费、间接费、企业利润和税金组成。取费标准按照《水电工程设计概算编制规定（2013年版）》《水电工程费用构成及概（估）算费用标准（审定稿）》规定计取，如表 9.1.3-1。

表 9.1.3-1 工程单价费用标准

编号	费用名称	计算基础	费 率	
			建筑工程	安装工程
1	其他直接费	基本直接费	10.10%	11.60%
2	间接费			
	土方工程	直接费	13.30%	
	石方工程	直接费	22.40%	
	混凝土工程	直接费	16.90%	
	钢筋制作安装工程	直接费	8.41%	
	基础处理工程	直接费	19.04%	
	喷锚支护工程	直接费	21.46%	
	其他工程	直接费	18.29%	
	设备安装工程	人工费		138%
3	利润	直接费+间接费	7%	7%
4	税金	直接费+间接费+利润	9%	9%

注：单价计算采用水电行业定额的，无现场经费。

9.1.4 独立费用

9.1.4.1 项目建设管理费

项目建设管理费包括环境管理费、环境监理费、咨询服务费及项目技术经济评审费、环境保护验收费五部分。

环境管理费、咨询服务费、项目技术经济评审费、环境保护验收费等采取环保措施费（环境保护设计概算的一至二部分）×费率的方法计算，并按照实际需要进行调整。

9.1.4.2 科研勘测设计费

包括科研试验费、环境保护工程勘察设计费。其中：

科研试验费：按环境保护设计概算的一至二部分即环保措施费的 0.5%计列。

环境保护勘测设计费：参考国家计委、建设部《工程勘察设计收费标准》计价格〔2002〕10 号文和国家发展改革委《关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299 号），结合水电站工程投资估算计列。

9.1.5 基本预备费

按项目环境保护投资第一部分至第三部分之和的 6%计取。

9.1.6 项目划分

环境保护投资划分为枢纽建筑物环境保护工程费、建设征地和移民安置环境保护工程费、独立费用以及基本预备费 4 项。

枢纽建筑物环境保护工程费包括水环境保护工程费、大气环境保护工程费、声环境保护工程费、固体废物处置工程费、土壤环境保护工程费、陆生生态环境保护工程费、水生生态环境保护工程费、环境监测工程费及其他费用。

建设征地和移民安置环境保护工程费主要是输电线路专项工程环保措施费。

项目水土保持投资按照水土保持方案投资单独列出，不计入环境保护总投资。

9.1.7 环境保护投资

9.1.7.1 环境保护总投资

根据上述编制办法和本工程环境保护措施工程量，经计算，高昌抽水蓄能电站项目环境保护投资 11721.51 万元（不含水保投资），其中枢纽工程环境保护投资 8863.71 万元，独立费用 2194.32 万元，基本预备费量 663.48 万元。概算详见表 9.1.7-1。

表 9.1.7-1 环境保护措施投资总概算表

序号	工程或费用名称	建安工程费 (万元)	设备购置费 (万元)	其它费用 (万元)	合计 (万元)
第一部分 枢纽工程		1624.75	1798.71	5440.25	8863.71
一	水环境保护工程	1523.75	1598.71	3447.03	6569.49
二	大气环境保护工程	1.00	134.00	144.00	279.00
三	声环境保护工程		25.00		25.00
四	固体废物处理工程	100.00	41.00	248.02	389.02
五	陆生生态保护工程			468.00	468.00
六	水生生态保护工程			110.00	110.00
七	人群健康保护工程			108.00	108.00
八	环境监测			915.2	915.2
第二部分 独立费用				2194.28	2194.28
一	项目建设管理费			1650.00	1650.00
二	科研勘测设计费			544.28	544.28
一至二部分合计		1624.75	1798.71	7634.57	11058.03
基本预备费					663.41
环境保护总投资					11721.51

9.1.7.2 分项投资

分项投资概算详见表 9.1.7-2~9.1.7-9。

表 9.1.7-2 枢纽区水环境保护措施投资概算

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万 元)
一	水环境保护工程				6569.49
(一)	生产废水处理				5879.57
1	上库砂石料系统废水处理				1285.19
1.1	土建费				320.03
1.1.1	调节池及回用水池	座	1		31.90
	土方开挖	m ³	1222.39	17.58	2.15
	土方回填	m ³	586.59	18.01	1.06
	池体 C30 砼 抗渗等级 W6	m ³	143.37	714.53	10.24
	基础垫层 C15 砼	m ³	17.44	629.98	1.10
	钢筋制作及安装	t	22.51	7708.73	17.35
1.1.2	高效深锥反应器基础	座	1		143.11
	土方开挖	m ³	38.17	17.58	0.07
	土方回填	m ³	7.71	18.01	136.89
	设备基础 C25 砼	m ³	36.19	680.71	2.46
	基础垫层 C15 砼	m ³	6.34	629.98	0.40
	钢筋制作及安装	t	4.26	7708.73	3.28
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	60.32	20.5	0.12
1.1.3	压滤机平台及污泥脱水间	座	1		130.19
	土方开挖	m ³	245.53	17.58	0.43
	土方回填	m ³	29.32	18.01	82.44
	压滤机平台 C25 砼	m ³	278.4	714.53	19.89
	基础垫层 C15 砼	m ³	27.67	629.98	1.74
	钢筋制作及安装	t	32.78	7708.73	25.27
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	200.4	20.5	0.41
	污泥脱水间 轻钢结构	m ²	234.19	1500	35.13
1.1.4	设备控制间	座	1		14.83
	土方开挖	m ³	4.8	17.58	0.01
	土方回填	m ³	3.84	18.01	0.01



序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	立柱基础 C25 砼	m ³	0.92	680.71	0.06
	基础垫层 C15 砼	m ³	0.35	629.98	0.02
	设备基础 C25 砼	m ³	1.14	680.71	0.08
	设备间砼地坪 C25 砼	m ³	21.53	680.71	1.47
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	109.2	20.5	0.22
	设备间 轻钢结构	m ²	86.4	1500	12.96
1.2	设备费				317.91
	调节池提升泵	台	2	12000	2.40
	调节池潜水搅拌机	台	2	21000	4.20
	调节池静压液位计	台	1	4000	0.40
	电磁流量计	台	1	4000	0.40
	高效深锥反应器	套	1	540000	54.00
	回用水泵	台	2	9000	1.80
	回用水池静压液位计	台	1	4000	0.40
	压滤机给料泵	台	2	22500	4.50
	厢式隔膜压滤机	套	2	982500	196.50
	PAC 加药装置	套	1	28800	2.88
	PAM 加药装置	套	1	53800	5.38
	CD1 型电动葫芦	个	2	6000	1.20
	工艺管道阀门	批	1	274100	27.41
	电气控制系统	套	1	164400	16.44
1.3	运行费用				647.26
	人工费	月	60.00	13500	81.00
	电费	kW·h	2342106.00	0.43	100.71
	泥沙外运	m ³	53760.00	8	43.01
	絮凝剂药剂费	t	782.46	3000	234.74
	助凝剂药剂费	t	78.25	24000	187.80
2	下库砂石料系统废水处理				2065.69
2.1	土建费				467.57
2.1.1	调节池及回用水池	座	1		42.85
	土方开挖	m ³	1764.46	17.58	3.10

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	土方回填	m ³	779.89	18.01	1.40
	池体 C30 砼 抗渗等级 W6	m ³	191.5	714.53	13.68
	基础垫层 C15 砼	m ³	23.52	629.98	1.48
	钢筋制作及安装	t	30.07	7708.73	23.18
2.1.2	高效深锥反应器基础	座	1		191.09
	土方开挖	m ³	38.17	17.58	184.81
	土方回填	m ³	7.71	18.01	0.01
	设备基础 C25 砼	m ³	36.19	680.71	2.46
	基础垫层 C15 砼	m ³	6.34	629.98	0.40
	钢筋制作及安装	t	4.26	7708.73	3.28
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	60.32	20.5	0.12
2.1.3	压滤机平台及污泥脱水间	座	1		178.52
	土方开挖	m ³	333.85	17.58	64.32
	土方回填	m ³	34	18.01	0.06
	压滤机平台 C25 砼	m ³	385.75	680.71	26.26
	基础垫层 C15 砼	m ³	38.23	629.98	2.41
	钢筋制作及安装	t	45.42	7708.73	35.01
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	280.75	20.5	0.58
	污泥脱水间 轻钢结构	m ²	332.59	1500	49.89
2.1.4	设备控制间	座	1		55.11
	土方开挖	m ³	4.8	17.58	27.55
	土方回填	m ³	3.84	18.01	0.01
	立柱基础 C25 砼	m ³	0.92	680.71	0.06
	基础垫层 C15 砼	m ³	0.35	629.98	0.02
	设备基础 C25 砼	m ³	1.14	680.71	0.08
	设备间砼地坪 C25 砼	m ³	21.53	680.71	1.47
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	109.2	20.5	12.96
	设备间 轻钢结构	m ²	86.4	1500	12.96
2.2	设备费				485.38
	调节池提升泵	台	2	15500	3.10
	调节池潜水搅拌机	台	2	32000	6.40

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万 元)
	调节池静压液位计	台	1	4000	0.40
	电磁流量计	台	1	7600	0.76
	高效深锥反应器	套	1	720000	72.00
	回用水泵	台	2	16200	3.24
	回用水池静压液位计	台	1	4000	0.40
	压滤机给料泵	台	2	30000	6.00
	厢式隔膜压滤机	套	3	1062500	318.75
	PAC 加药装置	套	1	30900	3.09
	PAM 加药装置	套	1	30900	3.09
	CD1 型电动葫芦	个	2	6000	1.20
	工艺管道阀门	批	1	418400	41.84
	电气控制系统	批	1	251100	25.11
2.3	运行费用				1112.73
	人工费	月	60.00	13500	81.00
	电费	kW·h	3015642.00	0.43	129.67
	泥沙外运	m ³	149500.00	8	119.60
	絮凝剂药剂费	t	1449.00	3000	434.70
	助凝剂药剂费	t	144.90	24000	347.76
3	上库混凝土拌和废水处理				159.45
3.1	土建费				30.31
3.1.1	沉淀池、集水池及回用水池	座	1		14.61
	土方开挖	m ³	474.78	17.58	0.83
	土方回填	m ³	257.48	18.01	0.46
	池体 C30 砼 抗渗等级 W6	m ³	61.75	714.53	4.41
	基础垫层 C15 砼	m ³	8.36	629.98	0.53
	钢筋制作及安装	t	9.7	7708.73	7.48
	砖砌体	m ³	16.34	521.38	0.85
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	20.7	20.5	0.04
3.1.2	pH 调节池基础	座	1		0.77
	水池基础 C25 砼	m ³	5.07	548.51	0.28
	钢筋制作及安装	m ²	0.6	7708.73	0.46

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ³	12.67	20.5	0.03
3.1.3	设备基础	项	1		0.19
	设备基础 C25 砼	m ³	3.28	548.51	0.18
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ³	3.62	20.5	0.01
3.1.4	设备间	座	1		14.75
	土方开挖	m ³	5.4	17.58	0.01
	土方回填	m ³	4.32	18.01	0.01
	立柱基础 C25 砼	m ³	1.04	548.51	0.06
	基础垫层 C15 砼	m ³	0.39	629.98	0.02
	设备间砼地坪 C25 砼	m ³	21.6	680.71	1.47
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	108	20.5	0.22
	设备间 轻钢结构	m ²	86.4	1500	12.96
3.2	设备费				44.06
	集水池潜污泵	台	2	3000	0.60
	集水池静压液位计	套	1	4000	0.40
	pH 调节池	座	1	48300	4.83
	pH 在线监测仪	套	1	8500	0.85
	pH 调节池搅拌机	台	2	8800	1.76
	pH 调节池静压液位计	套	1	3600	0.36
	草酸加药装置	套	1	20000	2.00
	PAC 加药装置	套	1	18800	1.88
	PAM 加药装置	套	1	18800	1.88
	压滤机进料泵	台	2	17500	3.50
	厢式压滤机	台	1	144000	14.40
	污泥皮带输送机	台	1	20000	2.00
	压滤机平台	座	1	24000	2.40
	回用水池潜污泵	台	2	3600	0.72
	回用水池静压液位计	套	1	4000	0.40
	工艺管道阀门	批	1	38000	3.80
	电气控制系统	套	1	22800	2.28
	运行费用				85.08



序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
3.3	电费	kW·h	206741	0.43	8.89
	药剂费	月	60	3697.95	22.19
	人工费	月	60	9000	54.00
4	下库混凝土拌和废水处理				159.45
4.1	土建费				30.31
4.1.1	沉淀池、集水池及回用水池	座	1		14.61
	土方开挖	m ³	474.78	17.58	0.83
	土方回填	m ³	257.48	18.01	0.46
	池体 C30 砼 抗渗等级 W6	m ³	61.75	714.53	4.41
	基础垫层 C15 砼	m ³	8.36	629.98	0.53
	钢筋制作及安装	t	9.7	7708.73	7.48
	砖砌体	m ³	16.34	521.38	0.85
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	20.7	20.5	0.04
4.1.2	pH 调节池基础	座	1		0.77
	水池基础 C25 砼	m ³	5.07	548.51	0.28
	钢筋制作及安装	m ²	0.6	7708.73	0.46
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ³	12.67	20.5	0.03
4.1.3	设备基础	项	1		0.19
	设备基础 C25 砼	m ³	3.28	548.51	0.18
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ³	3.62	20.5	0.01
4.1.4	设备间	座	1		14.75
	土方开挖	m ³	5.4	17.58	0.01
	土方回填	m ³	4.32	18.01	0.01
	立柱基础 C25 砼	m ³	1.04	548.51	0.06
	基础垫层 C15 砼	m ³	0.39	629.98	0.02
	设备间砼地坪 C25 砼	m ³	21.6	680.71	1.47
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	108	20.5	0.22
	设备间 轻钢结构	m ²	86.4	1500	12.96
4.2	设备费				44.06
	集水池潜污泵	台	2	3000	0.60
	集水池静压液位计	套	1	4000	0.40

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	pH 调节池	座	1	48300	4.83
	pH 在线监测仪	套	1	8500	0.85
	pH 调节池搅拌器	台	2	8800	1.76
	pH 调节池静压液位计	套	1	3600	0.36
	草酸加药装置	套	1	20000	2.00
	PAC 加药装置	套	1	18800	1.88
	PAM 加药装置	套	1	18800	1.88
	压滤机进料泵	台	2	17500	3.50
	厢式压滤机	台	1	144000	14.40
	污泥皮带输送机	台	1	20000	2.00
	压滤机平台	座	1	24000	2.40
	回用水池潜污泵	台	2	3600	0.72
	回用水池静压液位计	套	1	4000	0.40
	工艺管道阀门	批	1	38000	3.80
	电气控制系统	套	1	22800	2.28
4.3	运行费用				85.08
	电费	kW·h	206741	0.43	8.89
	药剂费	月	60	3697.95	22.19
	人工费	月	60	9000	54.00
5	上库机修废水处理				75.03
5.1	土建费				14.73
5.1.1	隔油池				1.02
	土方开挖	m ³	14	17.58	0.02
	土方回填	m ³	4.7	18.01	0.01
	C20 混凝土垫层	m ³	1.35	629.98	0.09
	C25 砼	m ³	6.1	714.53	0.44
	钢筋制作及安装	t	0.6	7708.73	0.46
5.1.2	清水池				4.06
	土方开挖	m ³	90	17.58	0.16
	土方回填	m ³	30	18.01	0.05
	C20 混凝土垫层	m ³	4.5	629.98	0.28



序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	C25 砼	m ³	24	714.53	1.71
	钢筋制作及安装	t	2.4	7708.73	1.85
5.1.3	贮存车间				9.65
	土方开挖	m ³	179.30	17.58	0.32
	土方回填	m ³	90.95	18.01	0.16
	C20 混凝土垫层	m ³	21.75	629.98	1.37
	2mm 厚高密度聚乙烯	m ³	120.50	16.5	0.20
	砖	m ³	21.00	650	1.37
	C25 混凝土	m ³	30.14	710.53	2.14
	钢筋制作及安装	t	3.92	7708.73	3.02
	浆砌石	m ³	29.70	342.42	1.02
	三合土	m ³	21.75	26	0.06
5.2	设备费				2.70
	泵	台	2.00	7500	1.50
	进出水管件及通气管	套	1	6000	0.60
	预制井盖井圈及支座	套	1	6000	0.60
5.3	运行费用	月	72.00	8000	57.60
6	下库机修废水处理				75.03
6.1	土建费				14.73
6.1.1	隔油池				1.02
	土方开挖	m ³	14.00	19.26	0.03
	土方回填	m ³	4.70	19.11	0.01
	C20 混凝土垫层	m ³	1.35	629.98	0.09
	C25 砼	m ³	6.10	714.53	0.44
	钢筋制作及安装	t	0.60	7708.73	0.46
6.1.2	清水池				4.06
	土方开挖	m ³	90.00	17.58	0.16
	土方回填	m ³	30.00	18.01	0.05
	C20 混凝土垫层	m ³	4.50	629.98	0.28
	C25 砼	m ³	24.00	714.53	1.71
	钢筋制作及安装	t	2.40	7708.73	1.85
6.1.3	贮存车间				9.65

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	土方开挖	m ³	179.30	17.58	0.32
	土方回填	m ³	90.95	18.01	0.16
	C20 混凝土垫层	m ³	21.75	629.98	1.37
	2mm 厚高密度聚乙烯	M ²	120.50	16.5	0.20
	砖	m ³	21.00	650	1.37
	C25 混凝土	m ³	30.14	710.53	2.14
	钢筋制作及安装	t	3.92	7708.73	3.02
	浆砌石	m ³	29.70	342.42	1.02
	三合土	m ³	21.75	26	0.06
6.2	设备费				2.70
	泵	台	2.00	7500	1.50
	进出水管件及通气管	套	1	6000	0.60
	预制井盖井圈及支座	套	1	6000	0.60
6.3	运行费用	月	72.00	8000	57.60
7	隧洞开挖排水处理				2059.73
7.1	进厂交通洞				1029.87
7.1.1	土建费				247.53
7.1.1.1	预沉池、调节池、中间水池及回用水池	座	1		135.19
	土方开挖	m ³	572.76	17.58	73.09
	土方回填	m ³	899.53	18.01	1.62
	池体 C30 砼, 抗渗等级 W6	m ³	289.41	714.53	20.68
	基础垫层 C15 砼	m ³	32.64	629.98	2.06
	钢筋制作及安装	t	45.44	7708.73	35.03
	水池护栏	m	74.4	365	2.72
7.1.1.2	高效沉淀器基础	座	2		10.99
	土方开挖	m ³	36.23	17.58	0.06
	土方回填	m ³	10.34	18.01	0.02
	设备基础 C25 砼	m ³	30.58	714.53	2.19
	基础垫层 C15 砼	m ³	5.5	629.98	0.35
	钢筋制作及安装	m ²	3.6	7708.73	2.78
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ³	50.97	20.5	0.10
7.1.1.3	多介质过滤器基础	座	2		30.39

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万 元)
	土方开挖	m ³	18.85	17.58	0.03
	土方回填	m ³	6.48	18.01	0.01
	设备基础 C25 砼	m ³	15.08	714.53	1.08
	基础垫层 C15 砼	m ³	3.33	629.98	0.21
	钢筋制作及安装	m ²	1.78	7708.73	1.37
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ³	30.16	20.5	0.06
7.1.1.4	污泥浓缩池	座	1		12.43
	土方开挖	m ³	69.71	17.58	0.12
	土方回填	m ³	54.39	18.01	0.10
	池体 C30 砼, 抗渗等级 W6	m ³	56.75	714.53	4.05
	基础垫层 C15 砼	m ³	5.98	629.98	0.38
	钢筋制作及安装	t	6.68	7708.73	5.15
	水池护栏	m	72	365	2.63
7.1.1.5	污泥脱水间	座	1		33.93
	土方开挖	m ³	50.4	17.58	0.09
	土方回填	m ³	99.57	18.01	0.18
	独立基础 C25 砼	m ³	10.14	714.53	0.72
	基础圈梁 C25 砼	m ³	3.89	714.53	0.28
	砖墙基础	m ³	15.71	620	0.97
	基础垫层 C15 砼	m ³	11.09	629.98	0.70
	设备基础 C25 砼	m ³	4.58	714.53	0.33
	钢筋制作及安装	t	2.01	7708.73	1.55
	污泥脱水间砼地坪 C25 砼	m ³	39	714.53	2.79
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	195	20.5	0.40
	污泥脱水间 轻钢结构	m ²	172.8	1500	25.92
7.1.1.6	控制间及加药间	座	1		24.61
	土方开挖	m ³	46.8	17.58	0.08
	土方回填	m ³	63.85	18.01	0.11
	独立基础 C25 砼	m ³	5.07	714.53	0.36
	基础圈梁 C25 砼	m ³	2.98	714.53	0.21
	砖墙基础	m ³	12.05	620	0.75

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	基础垫层 C15 砼	m ³	7.85	629.98	0.49
	钢筋制作及安装	t	0.95	7708.73	0.73
	污泥脱水间砼地坪 C25 砼	m ³	29.64	714.53	2.12
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	148.2	20.5	0.30
	污泥脱水间 轻钢结构	m ²	129.6	1500	19.44
7.1.2	设备费				285.70
	预沉池排渣泵	台	2	7600	1.52
	调节池潜污泵	台	2	6400	1.28
	调节池潜水搅拌器	套	2	18000	3.60
	调节池静压液位计	套	1	4000	0.40
	电磁流量计	台	1	7200	0.72
	pH 在线监测仪	套	1	8500	0.85
	管道混合器	台	2	5600	1.12
	高效沉淀器	台	2	359300	71.86
	中间水池提升泵	台	3	10800	3.24
	中间水池静压液位计	套	1	4000	0.40
	多介质过滤器	台	2	191200	38.24
	反洗风机	台	2	11700	2.34
	回用水泵	台	3	7600	2.28
	回用水池静压液位计	套	1	4000	0.40
	草酸加药装置	套	1	34800	3.48
	PAC 加药装置	套	1	49800	4.98
	PAM 加药装置	套	1	63300	6.33
	污泥泵	台	2	16500	3.30
	污泥浓缩机	台	1	225000	22.50
	压滤机专用进料泵	台	2	22500	4.50
	厢式压滤机	台	2	287500	57.50
	压滤机平台	座	1	90000	9.00
	污泥皮带输送机	套	3	10500	3.15
	污泥加药泵	台	2	7500	1.50
	CD1 型电动葫芦	个	3	6000	1.80



序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	工艺管道阀门	批	1	246300	24.63
	电气控制系统	套	1	147800	14.78
7.1.3	运行费用				496.64
	电费	kW·h	3128719	0.43	134.53
	药剂费	月	60	51350.4	308.10
	人工费	月	60	9000	54.00
7.2	通风兼安全洞				1029.87
7.2.1	土建费				247.53
7.2.1.1	预沉池、调节池、中间水池及回用水池	座	1		135.19
	土方开挖	m ³	572.76	17.58	73.09
	土方回填	m ³	899.53	18.01	1.62
	池体 C30 砼, 抗渗等级 W6	m ³	289.41	714.53	20.68
	基础垫层 C15 砼	m ³	32.64	629.98	2.06
	钢筋制作及安装	t	45.44	7708.73	35.03
	水池护栏	m	74.4	365	2.72
7.2.1.2	高效沉淀器基础	座	2		10.99
	土方开挖	m ³	36.23	17.58	0.06
	土方回填	m ³	10.34	18.01	0.02
	设备基础 C25 砼	m ³	30.58	714.53	2.19
	基础垫层 C15 砼	m ³	5.5	629.98	0.35
	钢筋制作及安装	m ²	3.6	7708.73	2.78
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ³	50.97	20.5	0.10
7.2.1.3	多介质过滤器基础	座	2		30.39
	土方开挖	m ³	18.85	17.58	0.03
	土方回填	m ³	6.48	18.01	0.01
	设备基础 C25 砼	m ³	15.08	714.53	1.08
	基础垫层 C15 砼	m ³	3.33	629.98	0.21
	钢筋制作及安装	m ²	1.78	7708.73	1.37
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ³	30.16	20.5	0.06
7.2.1.4	污泥浓缩池	座	1		12.43
	土方开挖	m ³	69.71	17.58	0.12

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	土方回填	m ³	54.39	18.01	0.10
	池体 C30 砼, 抗渗等级 W6	m ³	56.75	714.53	4.05
	基础垫层 C15 砼	m ³	5.98	629.98	0.38
	钢筋制作及安装	t	6.68	7708.73	5.15
	水池护栏	m	72	365	2.63
7.2.1.5	污泥脱水间	座	1		33.93
	土方开挖	m ³	50.4	17.58	0.09
	土方回填	m ³	99.57	18.01	0.18
	独立基础 C25 砼	m ³	10.14	714.53	0.72
	基础圈梁 C25 砼	m ³	3.89	714.53	0.28
	砖墙基础	m ³	15.71	620	0.97
	基础垫层 C15 砼	m ³	11.09	629.98	0.70
	设备基础 C25 砼	m ³	4.58	714.53	0.33
	钢筋制作及安装	t	2.01	7708.73	1.55
	污泥脱水间砼地坪 C25 砼	m ³	39	714.53	2.79
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	195	20.5	0.40
	污泥脱水间 轻钢结构	m ²	172.8	1500	25.92
7.2.1.6	控制间及加药间	座	1		24.61
	土方开挖	m ³	46.8	17.58	0.08
	土方回填	m ³	63.85	18.01	0.11
	独立基础 C25 砼	m ³	5.07	714.53	0.36
	基础圈梁 C25 砼	m ³	2.98	714.53	0.21
	砖墙基础	m ³	12.05	620	0.75
	基础垫层 C15 砼	m ³	7.85	629.98	0.49
	钢筋制作及安装	t	0.95	7708.73	0.73
	污泥脱水间砼地坪 C25 砼	m ³	29.64	714.53	2.12
	1:2 水泥砂浆面层 厚 20mm	m ²	148.2	20.5	0.30
	污泥脱水间 轻钢结构	m ²	129.6	1500	19.44
7.2.2	设备费				285.70
	预沉池排渣泵	台	2	7600	1.52
	调节池潜污泵	台	2	6400	1.28



序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	调节池潜水搅拌器	套	2	18000	3.60
	调节池静压液位计	套	1	4000	0.40
	电磁流量计	台	1	7200	0.72
	pH 在线监测仪	套	1	8500	0.85
	管道混合器	台	2	5600	1.12
	高效沉淀器	台	2	359300	71.86
	中间水池提升泵	台	3	10800	3.24
	中间水池静压液位计	套	1	4000	0.40
	多介质过滤器	台	2	191200	38.24
	反洗风机	台	2	11700	2.34
	回用水泵	台	3	7600	2.28
	回用水池静压液位计	套	1	4000	0.40
	草酸加药装置	套	1	34800	3.48
	PAC 加药装置	套	1	49800	4.98
	PAM 加药装置	套	1	63300	6.33
	污泥泵	台	2	16500	3.30
	污泥浓缩机	台	1	225000	22.50
	压滤机专用进料泵	台	2	22500	4.50
	厢式压滤机	台	2	287500	57.50
	压滤机平台	座	1	90000	9.00
	污泥皮带输送机	套	3	10500	3.15
	污泥加药泵	台	2	7500	1.50
	CD1 型电动葫芦	个	3	6000	1.80
	工艺管道阀门	批	1	246300	24.63
	电气控制系统	套	1	147800	14.78
7.2.3	运行费用				496.64
	电费	kW·h	3128719	0.43	134.53
	药剂费	月	60	51350.4	308.10
	人工费	月	60	9000	54.00
(二)	生活污水处理				689.92
1	土建费				151.01

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
1.1	上库生活营地处理系统				49.10
1.1.1	格栅渠	个	1		
	土方开挖	m ³	7.5	17.58	0.01
	土方回填	m ³	2.5	18.01	0.00
	C20 混凝土垫层	m ³	1.5	629.98	0.09
	C25 混凝土	m ³	10	714.53	0.71
	钢筋制作及安装	t	1	7708.73	0.77
1.1.2	调节池				4.65
	土方开挖	m ³	72	17.58	0.13
	土方回填	m ³	24	18.01	0.04
	C20 混凝土垫层	m ³	5.6	629.98	0.35
	C25 混凝土	m ³	27.8	714.53	1.99
	钢筋制作及安装	t	2.78	7708.73	2.14
1.1.3	清水池、消毒池				7.48
	土方开挖	m ³	144	17.58	0.25
	土方回填	m ³	48	18.01	0.09
	C20 混凝土垫层	m ³	10.1	629.98	0.64
	C25 混凝土	m ³	43.6	714.53	3.12
	钢筋制作及安装	t	4.4	7708.73	3.39
1.1.4	成套设备安装底座				4.59
	土方开挖	m ³	17.2	17.58	0.03
	土方回填	m ³	5.7	18.01	0.01
	C20 混凝土垫层	m ³	14.4	629.98	0.91
	C25 混凝土	m ³	24.5	714.53	1.75
	钢筋制作及安装	t	2.45	7708.73	1.89
1.1.5	污泥池				3.28
	土方开挖	m ³	36	17.58	0.06
	土方回填	m ³	12	18.01	0.02
	C20 混凝土垫层	m ³	3.5	629.98	0.22
	C25 混凝土	m ³	20	714.53	1.43
	钢筋制作及安装	t	2	7708.73	1.54
1.1.6	污水处理设备间				29.10

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万 元)
	土方开挖	m ³	96	17.58	0.17
	土方回填	m ³	54.8	18.01	0.10
	C20 混凝土垫层	m ³	27	629.98	1.70
	水处理车间	m ²	128	2100	26.88
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm	m ²	121.6	20.5	0.25
1.2	下库生活营地处理系统				76.85
1.2.1	格栅渠	个	1		1.75
	土方开挖	m ³	9	17.58	0.02
	土方回填	m ³	3	18.01	0.01
	C20 混凝土垫层	m ³	1.5	629.98	0.09
	C25 混凝土	m ³	11	714.53	0.79
	钢筋制作及安装	t	1.1	7708.73	0.85
1.2.2	调节池	个	1		6.94
	土方开挖	m ³	135	19.26	0.26
	土方回填	m ³	45	19.11	0.09
	C20 混凝土垫层	m ³	9.45	629.98	0.60
	C25 混凝土	m ³	40.4	714.53	2.89
	钢筋制作及安装	t	4.04	7708.73	3.11
1.2.3	清水池、消毒池	个	1		11.20
	土方开挖	m ³	270	17.58	0.47
	土方回填	m ³	90	18.01	0.16
	C20 混凝土垫层	m ³	17.3	629.98	1.09
	C25 混凝土	m ³	63.8	714.53	4.56
	钢筋制作及安装	t	6.38	7708.73	4.92
1.2.4	成套设备安装底座	个	1		6.87
	土方开挖	m ³	27.75	17.58	0.05
	土方回填	m ³	9.25	18.01	0.02
	C20 混凝土垫层	m ³	22	629.98	1.39
	C25 混凝土	m ³	36.5	714.53	2.61
	钢筋制作及安装	t	3.65	7708.73	2.81
1.2.5	污泥池				6.93
	土方开挖	m ³	135	17.58	0.24

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	土方回填	m ³	45	18.01	0.08
	C20 混凝土垫层	m ³	9.5	629.98	0.60
	C25 混凝土	m ³	40.5	714.53	2.89
	钢筋制作及安装	t	4.05	7708.73	3.12
1.2.6	污水处理设备间				43.15
	土方开挖	m ³	128.1	17.58	0.23
	土方回填	m ³	78.66	18.01	0.14
	C20 混凝土垫层	m ³	36.75	629.98	2.32
	水处理车间	m ²	180	2100	37.80
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm	m ²	171	20.5	0.35
1.3	业主营地				25.06
1.3.1	格栅渠	个	1		0.50
	土方开挖	m ³	2.5	17.58	0.00
	土方回填	m ³	0.8	18.01	0.00
	C20 混凝土垫层	m ³	0.5	629.98	0.03
	C25 混凝土	m ³	3.3	714.53	0.24
	钢筋制作及安装	t	0.3	7708.73	0.23
1.3.2	调节池	个	1		0.64
	土方开挖	m ³	4.5	17.58	0.01
	土方回填	m ³	1.5	18.01	0.00
	C20 混凝土垫层	m ³	0.6	629.98	0.04
	C25 混凝土	m ³	4	714.53	0.29
	钢筋制作及安装	t	0.4	7708.73	0.31
1.3.3	清水池、消毒池	个	1		0.91
	土方开挖	m ³	9	17.58	0.02
	土方回填	m ³	3	18.01	0.01
	C20 混凝土垫层	m ³	0.9	629.98	0.06
	C25 混凝土	m ³	5.6	714.53	0.40
	钢筋制作及安装	t	0.56	7708.73	0.43
1.3.4	成套设备安装底座	个	1		0.72
	土方开挖	m ³	2.4	17.58	0.00

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万 元)
	土方回填	m ³	0.8	18.01	0.00
	C20 混凝土垫层	m ³	2.2	629.98	0.14
	C25 混凝土	m ³	3.7	714.53	0.26
	钢筋制作及安装	t	0.4	7708.73	0.31
1.3.5	污泥池				0.51
	土方开挖	m ³	3	17.58	0.01
	土方回填	m ³	1	18.01	0.00
	C20 混凝土垫层	m ³	0.5	629.98	0.03
	C25 混凝土	m ³	3.3	714.53	0.24
	钢筋制作及安装	t	0.3	7708.73	0.23
1.3.6	污水处理设备间				21.78
	土方开挖	m ³	42	17.58	0.07
	土方回填	m ³	22.67	18.01	0.04
	C20 混凝土垫层	m ³	21	629.98	1.32
	水处理车间	m ²	96	2100	20.16
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm	m ²	91.2	20.5	0.19
2	设备费				130.50
2.1	一体化处理设备 (100m ³ /d)	套	1	150000	15.00
2.2	一体化处理设备 (250m ³ /d)	套	1	300000	30.00
2.3	一体化处理设备 (20m ³ /d)	套	1	80000	8.00
2.4	污水提升泵 50QW10	台	6	10000	6.00
2.5	清水泵	台	3	5000	1.50
2.6	移动厕所	套	10	70000	70.00
3	运行费用				408.41
3.1	人工费	月	72	15000	108.00
3.2	药剂费	t	1149.21345	2500	287.30
3.3	电费	kW·h	304848	0.43	13.11

表 9.1.7-3 枢纽区大气环境、声环境保护措施投资概算

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
二	大气环境保护工程				279.00
1	土建费				1.00
	洗车槽	座	2	5000	1.00
2	设备费				134.00
2.1	洒水车	辆	2	200000	40.00
2.2	雾炮机	套	10	20000	20.00
2.3	食堂油烟废气净化装置	套	3	40000	12.00
2.4	头盔、护目镜等防护器具	套	3000	200	60.00
2.5	防尘口罩	个	4000	5	2.00
4	运行费				144.00
4.1	洒水车、洗车槽	月	72	10000	72.00
4.2	烟气处理装置运行费	月	72	10000	72.00
三	声环境保护工程				25.00
1	禁鸣警示牌	个	15	1000	1.50
2	限速标志牌	个	15	1000	1.50
3	减速带	个	20	1000	2.00
4	隔声屏障	套	5	40000	20.00

表 9.7.1-4 固体废物处理措施投资概算

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
四	固体废物处理工程				389.02
1	土建费				100.00
	危险废物暂存间	间	2	500000	100.00
2	设备费				41.00
2.1	垃圾桶	个	50	200	1.00
2.2	压缩式垃圾清运车	辆	2	200000	40.00
3	运行费				115.20
3.1	垃圾车运行费	月	72	10000	72.00



3.2	危险废物暂存间运行费用	月	72	6000	43.20
4	其他				132.82
4.1	垃圾场处理费	t	7282	100	72.82
4.2	危废外委处置费	年	6	100000	60.00

表 9.1.7-5 生态环境保护措施投资概算

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
五	陆生生态保护工程				468.00
1	宣传教育管理费	月	72	5000	36.00
2	生态保护警示牌	个	10	2000	2.00
3	野生动物救助费	项	1	500000	50.00
4	陆生植被恢复	项	1	800000	80.00
5	区域生态修复与提升	项	1	3000000	300.00
六	水生生态保护工程				110.00
1	宣传教育及管理	项	1	500000	50.00
2	生态流量在线监测仪	个	2	300000	60

表 9.1.7-6 人群健康保护措施投资概算

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
七	人群健康保护工程				108.00
1	供水消毒净化	年	6	50000	30
2	防病毒免疫药品	年	6	50000	30
3	无毒灭害药品	年	6	20000	12
4	人工费	月	72	5000	36

表 9.1.7-7 环境监测投资概算

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
八	环境监测工程				915.2
1	水环境监测				271.4
1.1	地表水质	点·次	86	7000	60.2
1.2	生产废水	点·次	192	6000	115.2
1.3	生活污水	点·次	92	6000	55.2
1.4	饮用水	点·次	68	6000	40.8
1.5	地下水	点·次	13	6000	7.8
2	环境空气监测	点·次	240	6000	144
3	声环境监测	点·次	96	5000	48
4	陆生生态监测	次	6	300000	180
5	水生生态监测	次	5	300000	150
6	土壤环境	次	6	50000	30
7	人群健康监测	年	6	140000	84

表 9.1.7-9 独立费用概算表

序号	项目	合价 (万元)
第三部分 独立费用		2194.32
一	项目建设管理费	1650.00
1	环境管理费	150.00
2	环境监理费	600.00
3	咨询服务费	800.00
3.1	环境影响报告书编制及咨询费	500.00
3.2	蓄水阶段环保验收报告编制及咨询费	100.00
3.3	竣工环保验收报告编制及咨询费	100.00
3.4	环境影响后评价报告编制及咨询费	100.00
4	项目技术经济评审费	50.00
5	环境保护验收费	50.00
二	科研勘测设计费	544.32
1	科研试验费	44.32
2	勘察设计费	500.00

9.1.7.3 环境保护分年度投资

按照环保措施进度及工程量计算环保投资分年度计划，结果见表 9.1.7-10。

表 9.1.7-10 环保措施分年度投资

序号	工程或费用名称	合计	建设工期（年）					
			1	2	3	4	5	6
第一部分 枢纽工程		8863.71	886.37	2659.11	1772.74	1772.74	886.37	886.37
一	水环境保护工程	6569.49	656.95	1970.85	1313.90	1313.90	656.95	656.95
二	大气环境保护工程	279.00	27.90	83.70	55.80	55.80	27.90	27.90
三	声环境保护工程	25.00	2.50	7.50	5.00	5.00	2.50	2.50
四	固体废物处理工程	389.02	38.90	116.71	77.80	77.80	38.90	38.90
五	陆生生物保护工程	468.00	46.80	140.40	93.60	93.60	46.80	46.80
六	水生生物保护工程	110.00	11.00	33.00	22.00	22.00	11.00	11.00
七	人群健康保护工程	108.00	10.80	32.40	21.60	21.60	10.80	10.80
八	环境监测	915.20	91.52	274.56	183.04	183.04	91.52	91.52
第二部分 独立费用		2194.32	634.43	403.30	268.86	268.86	234.43	384.43
一	项目建设管理费	1650.00	580.00	240.00	160.00	160.00	180.00	330.00
1	环境管理费	150.00	15.00	45.00	30.00	30.00	15.00	15.00
2	环境监理费	600.00	60.00	180.00	120.00	120.00	60.00	60.00
3	咨询服务费	800.00	500.00	0.00	0.00	0.00	100.00	200.00
3.1	环境影响报告书编制及咨询费	500.00	500.00					
3.2	蓄水阶段环保验收报告编制及咨询费	100.00					100.00	
3.3	竣工环保验收报告编制及咨询费	100.00						100.00

3.4	环境影响后评价报告编制及咨询费	100.00						100.00
4	项目技术经济评审费	50.00	5.00	15.00	10.00	10.00	5.00	5.00
5	项目验收费	50.00						50.00
二	科研勘察设计费	544.32	54.43	163.30	108.86	108.86	54.43	54.43
1	科研试验费	44.28	4.43	13.28	8.86	8.86	4.43	4.43
2	环境保护勘测设计费	500.00	50.00	150.00	100.00	100.00	50.00	50.00
一至三部分合计		11058.03	1520.80	3062.41	2041.61	2041.61	1120.80	1270.80

9.2 环境影响经济损益分析

9.2.1 环境损失

根据环境经济学理论，如果项目建设引起环境质量下降，则环境恢复所花费的费用可作为环境效益损失的最低估价。由环保措施的效果分析可知，工程环保措施的实施可在很大程度上减免工程建设对环境的不利影响，因此，项目环境保护费用可作为恢复环境质量所花费的费用，也就是环境最低损失为 11721.51 万元，占项目静态总投资 893314.28 万元的 1.31%，平均每 kW 装机环保投资 83.67 元/kW。

9.2.2 效益分析

新疆高昌抽水蓄能电站建设运行将有利于改善新疆电网能源布局、优化能源结构、提高电网调峰能力和供电质量，促进能源产业结构的持续发展，减轻生态环境的承载压力。

9.2.2.1 经济效益

新疆高昌抽水蓄能电站装机 1400MW，年发电量 17.5 亿 kW·h。兴建新疆高昌抽水蓄能电站符合国民经济可持续发展要求。

建设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行业满足，消费需求的猛增，将极大促进地方农业、餐饮业和其他服务业的发展，有利于地方农业产业结构调整 and 第三产业的快速发展。采用市场调查法，以施工人员每人每月平均消费 500 元计，施工期间，每年使当地消费额增加 1740 万元，施工期 6 年共增加 10440 万元。

根据《国家发展改革委关于进一步完善抽水蓄能价格形成机制的意见》（发改价格〔2021〕633 号）及现行有关财税政策，新疆电网燃煤发电基准价 0.25 元/kWh（含增值税），抽水电价执行发改委有关规定，为 0.1875 元/kWh（含税），远低于发电电价，经济效益显著。

9.2.2.2 环境效益

（1）水电带来的环境效益

新疆高昌抽水蓄能电站建成运行后，能参与电网联合运行，提高风、光电电量利用率，每年可多利用风、光电电量 17.5 亿 kW·h，为新疆电网节省煤耗约 121.3 万 t，减少 SO₂ 排放 1.36 万 t，减少 CO 排放 0.03 万 t，减少 CO₂ 排放 327 万 t，减

少 NO₂ 排放 1.36 万 t，减少烟尘排放 1.64 万 t。减轻了大气环境污染。

（2）生态效益

水电为清洁能源，项目建成后每年除获得清洁能源外，还避免了火电站运行带来的“三废”污染。项目过程中实施的渔业资源补偿措施以及水生环境监测和科学研究将很好地改善水生生态环境，特别是保护鱼类物种资源的保护，为省级鱼类救护和繁殖技术的研究和发展提供良好的条件。项目建成后形成水库，可能会使局部小环境变得湿润，对库区周边植被繁殖和生态系统的丰富会起到利好作用。该部分的环境效益难以货币化。

9.2.2.3 社会效益

随着新疆高昌抽水蓄能电站的建设，工程区域特别是交通条件可得到明显改善，有利于区域旅游业、生态、经济的良好发展，该部分效益现难以货币化。

项目建成运行后，可优化以火电为主的当地电网，宜就近解决电网调峰、调频、调相、紧急事故备用、黑启动等问题。保障电网的安全、经济运行。将促进地方经济、社会、环境的协调发展。

9.2.3 损益分析

将项目的环境损失和产生的环境效益进行比较，新疆高昌抽水蓄能电站产生的环境效益大于环境损失，因此从环境影响经济损益角度分析，项目的建设是可行的。

10 评价结论及建议

10.1 工程分析结论

高昌抽水蓄能电站属于鼓励类项目，是《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035年）》推荐“十四五”期间的重点实施项目，属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》的鼓励类项目，符合国家相关能源政策等有关政策。与国家、地方国民经济和社会发展规划、国家、新疆维吾尔自治区抽水蓄能中长期规划一致；与全国、新疆维吾尔自治区主体功能区划、生态功能区划、能源发展相关规划、环境保护相关规划等的相关要求能够协调。

项目不涉及生态保护红线，世界遗产、风景名胜区、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域。

在项目枢纽布置、正常蓄水位、施工总布置等专题设计过程中，均开展了相应的环境影响分析工作，并根据环保专业意见对设计方案进行了调整。推荐的方案能够满足环境保护的要求，不存在重大的环境问题。

施工期主要环境影响表现为生产废水和生活污水对水环境的影响；燃油尾气、粉尘、扬尘对大气环境的影响；机械施工、车辆运行、爆破和其他活动等对区域声环境的影响；施工占地对生态环境的影响和破坏；固体废弃物对环境的影响等。虽然前述此类影响范围一般限于项目直接影响区或间接影响，但从保护环境角度出发，需采取相应的保护和处理措施，真正实现“在保护中开发，在开发中保护”的良性发展。

电站的运行生产属于清洁生产，基本不排放污染物，运行期对环境影响主要表现在水库初期蓄水、补水对塔朗河及下游水文情势以及对水生生态的影响，通过采取相应的措施，可使生态环境功能得以维持和良性发展。

10.2 环境现状调查评价结论

工程区位于博格达山南麓，为山脉向吐鲁番盆地过渡地带，区内山势陡峻，冲沟发育，沟梁之间地形起伏差大。地下水的补给主要来自降雨入渗。

工程为日调节纯抽水蓄能电站，上水库位于塔朗河左岸山顶冲沟型缓坡处，下水库布置于塔朗河出山口左岸山前宽缓阶地上，上水库、下水库均为新建水

库，均无天然径流。取水水源为塔尔朗河干流地表水。

区域属温带大陆性气候。夏季炎热，冬季寒冷，热量丰富，日照充足，昼夜温差大，无霜期长。多年平均气温 11.3℃，多年平均降水量 68.5mm。

根据调查，本工程评价区内有野生维管植物 16 科 35 属 43 种，未发现国家级、新疆维吾尔自治区重点保护野生植物和古树名木，无珍稀濒危植物分布；无中国特有种植物；无极小种群野生植物。无外来入侵植物分布。

评价区分布的陆生脊椎动物有 4 纲 9 目 20 科 31 种，其中国家二级重点保护野生动物 2 种（北山羊、沙狐），自治区一级重点保护野生动物 1 种（沙狐），无《中国生物多样性红色名录》评级为极危（CR）、濒危（EN）或易危（VU）的动物，无中国特有种分布。

评价区鱼类分布有 1 目 1 科 3 种，实地调查到鱼类 1 种，为新疆高原鳅。

本工程施工期用水、初期蓄水和运行期水源为塔尔朗河干流水，塔尔朗河多年平均径流量 7472 万 m³，多年平均流量 2.37m³/s。

根据环境现状监测结果，项目所在河段监测断面现状水质指标可以满足地表水Ⅰ类水质标准要求。监测点环境空气各项监测指标均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。各监测点声环境昼间监测指标均符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

10.3 环境影响预测评价结论

10.3.1 施工期环境影响评价

高昌抽水蓄能电站施工期对环境的主要影响是：

（1）工程施工用水高峰期（施工期第 3 年）50%、95%来水频率下，年取水量占取水口断面径流量的 1.87%、2.75%，强度最大的月份均为 5 月。施工取水来自于已实施高效节水项目指标置换的农业用水，因此，施工取水对河段水文情势影响极小。

（2）工程初期蓄水（包括施工用水），其中第 6 年、第 7 年取水分别占 50%来水频率下引水口断面年径流量的 9.19%、2.81%，占 75%来水频率下取水口断面年径流量的 10.72%、3.28%。初期蓄水期间的取水同样来自于高效节水项目指标置换的农业用水，不新增河道用水，因此初期蓄水对河段水文情势影响极小。

（3）不同来水频率下，高昌抽水蓄能电站施工高峰年、初期蓄水期、运行期

下泄流量均大于生态流量要求，断面生态流量均可得到满足。

(4) 塔尔朗河水质按Ⅰ类标准控制，工程不得新建排污口。本次环评要求生产废水、生活污水处理后全部回用或综合利用，禁止外排，不会对水环境产生影响。

(5) 施工期施工粉尘影响对象主要是施工人员，对作业区以外的大气环境不会造成明显污染。

(6) 根据规范要求及施工组织设计，在水库蓄水前进行清库工作，因此不存在库区大量有机物腐烂而导致水质劣变的可能，加之现状高昌河水质良好，因此，初期蓄水基本不会对上、下库区水质产生影响。

(7) 施工期爆破、砂石料加工、交通运输等产生噪声。由于施工噪声影响范围有限，基本不会对敏感点产生不利影响。

(8) 施工期间大量的施工人员聚集施工区，产生的生活垃圾影响环境卫生、污染土地和水体，有碍景观，需集中收集后妥善处理。

(9) 弃渣将按照水土保持要求堆放在指定的弃渣场、中转料场和任意料堆场，并采取相关的工程措施和植物措施防止流失。如严格执行水土保持规范要求，项目弃渣不会对环境造成不利影响。

10.3.2 运行期对水文情势及水环境影响评价

(1) 工程运行期年取水量 131.82 万 m^3 ，分别占 50%、95%河道来水量的 1.79%、2.64%。运行期取水对取水口以下河段水文情势影响较小，加之运行期取水来自于已实施高效节水项目指标置换的农业用水，因此，运行期取水对取水口以下河段水文情势影响极小。

(2) 工程上、下水库均为新建水库，无拦河筑坝，上、下水库库盆均无天然径流。

(3) 高昌抽水蓄能电站虽具有日调节性能，但其主要是用于上、下库之间水体交换，上、下库不在河道上，对塔尔朗河水文情势影响极小。

(4) 高昌抽水蓄能电站水库水温结构为完全混合型，库水仅在上、下库交换而不下泄，运行时对下游水温无影响。上、下水库均为人工封闭的库盆，工程运行期间上、下库水体交换频繁，水体的循环混合及复氧作用加强促进了污染物质的降解，较高的溶解氧水平抑制了氮、磷营养盐的释放，因此，运行期上、下水

库基本不会发生富营养化。

(5) 工程运行后，日内反复的抽水和发电放水，使得上、下水库水量交换频繁，水体的循环混合加强有利于促进污染物的降解，增大污染物降解速度，有利于库区水质的改善，因此，工程运行后上、下库区不会产生水质恶化现象。

10.3.3 地下水影响评价

(1) 施工期

本工程上水库及下水库地下水位埋深大，坝址边坡及库周边坡开挖，整体处于地下水位以上，对库周天然地下水位不会产生明显影响。输水发电系统部分上平段、部分下斜井、下平段、地下厂房及部分尾水段位于地下水位以下，推测地下水水量总体不丰沛。洞室开挖排水仅影响局部区域，对地下水影响范围不大，对地下水水质亦无明显影响。厂房区洞室总体位于输水系统洞室群最低处，周边均为逆坡洞，地下水易汇聚，施工及运行期需充分考虑地下水排、导措施。

(2) 运行期

鉴于抽水蓄能电站对上水库、输水发电系统、下水库防渗要求严格，全库盆防渗、隧洞衬砌后，隔绝了与原地下水系统的联系，不存在向地下水渗漏问题。运行期无废污水排放，因此不会对地下水水质产生影响。

10.3.4 水生生态环境影响评价

本工程对塔尔朗河水生生态的影响呈“局部一短暂一可逆”特征，水体悬浮物升高对水生生物的影响仅限于施工期，施工活动结束后即恢复；蓄水初期及运行期河段水文情势变化幅度小，水生生物资源量维持现状；评价区无集中式产卵场、索饵场，本工程建设对鱼类重要生境影响较小。总体上看，本工程建设对评价范围内水生生态影响有限。在落实相关环保措施的前提下，从生态环境保护的角度出发，对水生生态的影响在可接受的范围内。

10.3.5 陆生生态环境影响评价

本工程位于吐鲁番市高昌区极端干旱荒漠区，评价区以荒漠生态系统为主。工程建设后，荒漠生态系统面积减少，湿地生态系统面积显著增加，灌丛和城镇/村落生态系统略有增加。生态系统组成与结构未发生根本改变，荒漠生态系统仍占主导。湿地扩大有助于改善局部小气候，城镇区域通过科学绿化可维持一定生

态功能。总体上工程对陆生生态系统影响较小，不影响区域生态系统格局与功能。

植被影响主要表现为占地导致荒漠植被损失，受影响植物以广布种为主，无国家及地方重点保护、珍稀濒危物种或特有种。通过洒水抑尘、污水处理、弃渣规范及植被恢复等措施，可有效控制影响。运行期水域面积扩大可能缓解周边植物水分胁迫，生活污水和垃圾经处理对植被影响较小。工程对植物多样性及植被分布格局无显著不利影响。

陆生动物影响主要为施工噪声、振动及占地导致部分物种短期迁移，但周边同类生境广泛分布，影响多为暂时和可逆。运行期永久占地区域生境类型普遍，整体影响较小。工程取水不改变塔尔朗河水位，对河岸及其周边分布的湿地动物基本无不利影响。重要物种（北山羊、沙狐）核心栖息地均不在工程占地区内，施工活动仅造成其短暂回避，不影响种群生存与栖息地完整性。通过落实生态保护与修复措施，工程对动物种类及区域多样性无显著不利影响。

10.3.6 移民安置环境影响评价

本项目建设征地不涉及移民搬迁安置及生产安置等，因此不会产生安置活动的植被破坏、水土流失、污水、垃圾和社会环境等影响。

10.3.7 其他环境影响评价

（1）电站建设占用和淹没影响虽然给当地造成一定土地损失，但随着电站开工，项目建设及环保资金的投入，将有效开发和充分利用吐鲁番地区资源，促进地方经济发展；

（2）项目建设期间外来施工人员及其它相关人员较多，施工人员的流动性较大，可能导致一些消化道传染病和呼吸道传染病的发生，需加强控制；

（3）项目建设期间，存在潜在的事故风险和环境风险，主要有危险品运输、污废水事故排放风险及外来物种入侵，在做好预防和预案的前提下，环境风险可以得到有效控制。

10.4 环保措施及投资结论

10.4.1 施工期环境保护措施

（1）施工期废污水禁止排入水体。砂石料加工废水采用高效深锥反应器处理达标后作为砂石料冲洗水循环使用；混凝土拌和废水采用板框压滤工艺处理达标

后用于拌合站地面及搅拌仓的清洗；机械保养含油废水采用隔油沉淀池处理达标后用于施工场区和道路降尘；隔油池产生的浮油、含油污泥等由具有危废处置资质的单位处置；洞室排水实施清污分流，施工废水经处理达标后回用，未污染的洞室涌渗水设置管道和边沟直接引出洞外排放。施工期各承包商营地和业主营地生活污水采用一体化成套设备进行处理，处理水作为绿化、降尘用水。严格控制取水口地埋取水管道施工场界范围，禁止超界施工，易产生废水的设施设备以及建筑材料尽量远离水域布置，避免废水进入水体。

（2）对开挖、爆破等施工活动，砂石料加工和混凝土拌和过程以及交通运输中产生的粉尘、扬尘采取封闭运输、洒水降尘等措施加以控制，并对施工人员采取劳动保护措施。

（3）通过选用低噪设备、加强设备维护、避免夜间高噪声施工、限制车速、设立警示标志牌及加强施工人员的劳动保护等方式降低项目施工产生的噪声影响。

（4）对生活垃圾进行分类收集，在回收利用的基础上对无利用价值的部分外运至高昌区垃圾厂进行填埋处置；机械修配厂修建危险废物暂存间暂存废油等危废，定期交由具有危废处置资质的单位外运处置。

（5）对施工人员进行健康检查，对饮用水、食堂采取卫生防护措施保障人群健康。

10.4.2 运行期环境保护措施

（1）为避免重复建设，运行期业主营地生活污水处理设施沿用施工期的成套设备处理生活污水，其余废污水处理设施施工结束后拆除，并及时进行迹地恢复。

（2）水库蓄水前对库区杂物进行清理，保证库区内干净、无污染物。

（3）上、下库坝顶道路两侧设置排水沟，避免道路面源污染物随雨水进入库区；禁止向上、下水库内排放任何废污水或倾倒垃圾，禁止在坝顶道路及库区堆放生活垃圾，确保库区水质。

（4）电站生活污水处理后作为厂区绿化用水，禁止外排。

（5）电站运行期生活垃圾统一收集运往大河沿生活垃圾填埋场进行处理。

（6）运行期检修机组及变压器检修产生的油泥可采用铁桶盛装，放置于危险废物暂存间，定期交由具有危废处置资质的单位外运处置。

10.4.3 水质保护措施

为防止水质污染，在水库蓄水前对工程淹没范围做好清库工作；上、下库坝顶道路两侧设置排水沟，避免道路面源污染物随雨水进入库区；禁止向上、下水库内排放任何废污水或倾倒垃圾，禁止在坝顶道路及库区堆放生活垃圾。

严格控制取水口及地埋取水管道施工场界范围，禁止超界施工；加强工程废污水处理措施，严禁废污水入河；施工前应建设材料防护设施，避免水泥、砂石、水泥等材料进入水体。施工期间产生的固体废弃物要及时清理。

10.4.4 生态环境保护措施

(1) 严格执行施工红线，划定工作区和活动范围。

(2) 在施工期间对施工人员加强生态保护的宣传教育，严禁施工人员非法捕猎野生动物和破坏施工区外的植被。

(3) 在施工过程中做好噪声防治工作，减少对周边野生动物活动的惊扰影响。

(4) 施工结束后，应结合水土保持植物措施，对各施工迹地实施植被修复措施。

(5) 加强施工期水生生态保护宣传，增强施工人员的环保意识，禁止捕捞鱼类，利用已规划设施防止鱼类进入取水系统。

10.4.5 风险防范措施及应急预案

根据项目存在的危险品运输事故、污废水事故排放及外来物种入侵等环境风险，提出了相应的风险防范措施，并制定了风险事故应急预案。

10.4.6 环境管理与监测计划

建立以建设单位为责任主体的环境管理体系，接受国家和新疆维吾尔自治区生态环境、水土保持行政主管部门和其他行政执法部门的监督、检查，委托有相应资质的机构进行环保设计、环境监理、环境监测、施工，具体落实项目环境管理任务。根据项目建设和区域环境特点，制定了包括水环境、环境空气、声环境、陆生生态、水生生态、水土流失及人群健康等的环境监测计划。

10.4.7 环境保护投资

新疆高昌抽水蓄能电站项目环境保护投资 11721.51 万元（不含水保投资），其中枢纽工程环境保护投资 8855.91 万元，独立费用 2194.28 万元，基本预备费

663.01 万元。

10.5 公众参与

建设单位于 2025 年 3 月 31 日委托中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司开展新疆高昌抽水蓄能电站环境影响评价工作，并依据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号，2019 年 1 月 1 日实施）的要求，于 2025 年 4 月 1 日在新疆吐鲁番市高昌区人民政府网网站上开展了首次环评信息公示。

征求意见稿完成后，建设单位于 2025 年 8 月 20 日在高昌区人民政府官网网站发布了项目第二次公众参与公示信息，并在高昌区基层公众栏张贴了项目公众参与公示信息。其中在网站及公告公示时间均超过 10 个工作日，在征求意见的 10 个工作日内在《吐鲁番日报》进行了 2 次报纸公示。

2025 年 9 月 29 日起，建设单位通过高昌区人民政府官网网站公开了拟报批的环境影响报告书全本和公众参与说明。

在环境影响评价报告书编制的各个阶段，建设单位采用网络公示、报纸公示和张贴公示等方式开展了公众参与工作，向社会各界广泛征询对本项目建设及有关环境保护方面公正、客观的意见，各次公示期间均未收到公众反对意见和质疑意见。在今后的开发和建设中，项目将遵照“以人为本”的原则，切实落实国家相关政策及报告书中有关环保措施，把对环境的影响程度降至最低，努力实现生态文明建设目标。

10.6 综合评价结论

新疆高昌抽水蓄能电站建设符合国家相关法律法规、产业政策及规划要求，符合国家抽水蓄能中长期规划要求，项目开发建设有利于保障地区电力供应和电网安全，有利于改善地方新能源并网条件，有利于促进地区经济发展和社会团结稳定。项目不涉及生态保护红线、世界遗产、风景名胜区、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域，项目建设会对区域环境带来一定的不利影响，但在采取相应的措施后，对区域自然环境不会产生大的不利影响，不会改变当地生态功能结构及其发展趋势，项目对各种生物资源的干扰均在可控范围之内。通过环境影响评价，未发现制约本项目建设可行的环境限制性因素。因此，高昌抽水蓄能电站的建设从环境角度看是可行的。

10.7 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：

（1）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保护管理，杜绝破坏生态环境事件的发生。

（2）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，全力做好项目区域生态环境保护工作。

（3）下阶段建设单位需尽早委托专业机构开展项目的环境保护、水土保持专项设计工作，对环保、水保措施进行进一步深入设计和细化，及时开展相关科研工作。

（4）项目建设中须严格遵循“三同时”制度，及时落实环保投资，确保各项环保措施的实施；建设期尽早委托相关单位开展施工期环境监测和环境监理工作。

（5）加强与相关部门（如生态环境、林草、水利等）的沟通和协调，建立起各部门协调统一管理的环境保护机制。