

宁夏牛首山东抽水蓄能电站

环境影响报告书

(送审稿)

建设单位：宁夏华电牛首山抽水蓄能发电有限公司

评价单位：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

二〇二五年五月

目 录

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	2
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	30
1.12 环境影响评价工作过程及程序	30
2 建设项目概况	32
2.1 流域概况及规划概况	32
2.2 项目位置	43
2.3 项目建设必要性	44
2.4 项目任务及规模	49
2.5 枢纽工程	55
2.6 施工组织设计	66
2.7 电站运行方式	103
2.8 水库运行方式	104
2.9 建设征地与移民安置	106
2.10 项目总投资	110
3 工程分析	111
3.1 与相关政策符合性分析	111
3.2 与相关规划、规定的一致性、符合性及协调性分析	114
3.3 项目方案环境合理性分析	131
3.4 施工期主要环境影响源分析	145

3.5 运行期主要环境影响源分析	150
3.6 建设征地及移民安置环境影响源分析	153
3.7 工程分析结论	153
4 环境现状调查与评价	155
4.1 流域环境概况	155
4.2 评价区自然环境概况	155
4.3 陆生生态环境现状调查及评价	176
4.4 水生生态环境现状调查及评价	222
4.5 周边环境敏感区	274
4.6 地表水环境现状调查及评价	293
4.7 地下水环境质量	298
4.8 环境空气现状调查及评价	301
4.9 声环境质量	305
4.10 土壤环境质量	305
4.11 水资源及开发利用现状	308
4.12 主要环境问题	313
5 环境影响预测与评价	315
5.1 水文情势影响评价	315
5.2 水环境影响评价	333
5.3 陆生生态环境影响评价	343
5.4 水生生态环境影响评价	364
5.5 对周边环境敏感区影响评价	371
5.6 环境空气影响评价	385
5.7 声环境影响评价	393
5.8 固体废弃物影响评价	398
5.9 土壤环境影响分析	399
5.10 建设征地及移民安置影响评价	402
6 环境风险评价	403
6.1 评价目的	403
6.2 风险源和环境敏感目标调查	403

6.3 环境风险预测及评价	404
6.4 环境风险防范措施	406
6.5 风险事故应急预案	407
6.6 环境风险评价结论与建议	411
7 环境保护措施及其可行性论证	412
7.1 环境保护措施设计原则	412
7.2 环境保护措施总体布置	412
7.3 水环境保护措施	413
7.4 陆生生态环境保护措施	436
7.5 水生生态环境保护措施	441
7.6 周边环境敏感区保护措施	451
7.7 大气环境保护措施	454
7.8 声环境保护措施	458
7.9 固体废弃物处理措施	459
7.10 社会环境保护措施	461
7.11 环保措施实施的保障措施和技术经济分析	462
7.12 环保措施实施进度安排	465
8 环境管理与监测计划	467
8.1 环境管理计划	467
8.2 环境监理	475
8.3 环境监测计划	478
8.4 竣工环境保护验收计划	487
9 环境保护投资与经济效益分析	490
9.1 环境保护投资概算	490
9.2 环境影响经济效益分析	509
10 环境影响评价结论及建议	511
10.1 工程分析结论	511
10.2 环境现状调查评价结论	511
10.3 环境影响预测评价结论	512
10.4 环保措施及投资结论	516

10.5 公众参与结论	518
10.6 评价结论	518
10.7 建议	519
附表 1-生态环境影响自查表	520
附表 2-大气环境影响评价自查表	521
附表 3-土壤环境影响评价自查表	522
附表 4-声环境影响评价自查表	524
附表 5-环境风险评价自查表	525
附表 6-地表水环境影响评价自查表	526

附表

附表 1：生态环境影响自查表

附表 2：大气环境影响评价自查表

附表 3：土壤环境影响评价自查表

附表 4：声环境影响评价自查表

附表 5：环境风险评价自查表

附表 6：地表水环境影响评价自查表

附 件

附件 1: 《关于印发〈抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）〉的通知》，国家能源局，国能发新能〔2021〕39 号；

附件 2: 《宁夏回族自治区可再生能源发展“十四五”规划》，宁发改能源（发展）〔2022〕883 号；

附件 3: 《关于印送〈宁夏牛首山东抽水蓄能电站预可行性研究报告审查意见〉的函》（水电规规〔2024〕40 号）；

附件 4: 《关于委托开展宁夏牛首山东抽水蓄能电站环境影响评价报告书编制工作的函》，宁夏华电牛首山抽水蓄能发电有限公司；

附件 5: 《关于报送〈宁夏牛首山东抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局研究专题咨询报告〉的函》（水电咨水工〔2024〕134 号）；

附件 6: 《关于印发〈宁夏牛首山东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〕186 号）；

附件 7: 《关于印送〈宁夏牛首山东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》（水电规规〔2024〕69 号）；

附件 8: 《宁夏回族自治区人民政府关于同意调整青铜峡库区自治区级自然保护区范围和功能区的批复》，宁夏回族自治区人民政府，宁政函〔2021〕54 号；

附件 9: 《自治区林业和草原局关于在青铜峡库区自治区级自然保护区实施宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程的复函》（宁林函〔2024〕782 号）；

附件 10: 青铜峡市人民政府《关于生态红线不可避让性论证报告》初步审查意见的函，2024 年 9 月 11 日；

附件 11: 吴忠市人民政府关于《宁夏牛首山东抽水蓄能电站占用生态保护红线不可避让性论证报告》初步审查意见的函，2024 年 9 月 13 日；

附件 12: 宁夏回族自治区人民政府关于《宁夏牛首山东抽水蓄能电站项目占用生态保护红线不可避让意见的函》（宁政函〔2025〕3 号）；

附件 13: 关于牛首山东抽水蓄能电站工程与自治区生态环境分区管控成果对比结果的函，宁夏回族自治区生态环境厅，2024 年 9 月；

附件 14: 关于宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程选址与三区三线重叠情况的函，宁夏回族自治区自然资源厅，2024 年 9 月；

附件 15: 自治区林业和草原局《关于同意宁夏牛首山东抽水蓄能电站项目占用宁夏青铜峡库区国家重要湿地的复函》（宁林函〔2025〕104 号）；

附件 16: 《宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程对黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》专家审查意见，宁夏回族自治区农业农村厅，2024 年 10 月；

附件 17: 《宁夏牛首山东抽水蓄能电站环境质量现状监测报告》，宁夏华鼎环保科技有限公司，2024 年 7 月；

附件 18: 青铜峡市人民政府关于协调解决宁夏牛首山东抽水蓄能电站项目征地移民前期工作存在问题的复函；

附件 19: 自治区发展改革委关于宁夏牛首山东抽水蓄能电站项目核准的批复。

附 录

附录 A 植物名录

附录 B 动物名录

附录 C 评价区植物样方调查记录表

附录 D 动物样线记录表

附 图

附图1	宁夏牛首山东抽水蓄能电站地理位置图
附图2	宁夏牛首山东抽水蓄能电站水生评价范围图
附图3	宁夏牛首山东抽水蓄能电站大气、声、土壤和地下水评价范围图
附图4	宁夏牛首山东抽水蓄能电站陆生评价范围图
附图5	宁夏牛首山东抽水蓄能电站与生态保护红线位置关系图
附图6	宁夏牛首山东抽水蓄能电站与青铜峡库区国家重要湿地位置关系图
附图7	电站与青铜峡库区湿地自治区级自然保护区位置关系图
附图8	电站与黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区位置关系图
附图9	电站与青铜峡市黄河取水泵站饮用水源保护区位置关系图
附图10	宁夏牛首山东抽水蓄能电站枢纽平面布置图
附图11	宁夏牛首山东抽水蓄能电站1#输水发电系统纵剖面图
附图12	宁夏牛首山东抽水蓄能电站3#输水发电系统纵剖面图
附图13	宁夏牛首山东抽水蓄能电站施工总平面布置图
附图14	宁夏牛首山东抽水蓄能电站生态系统类型图
附图15	宁夏牛首山东抽水蓄能电站土壤侵蚀现状图
附图16	宁夏牛首山东抽水蓄能电站陆生调查线路及样方点分布图
附图17	宁夏牛首山东抽水蓄能电站土地利用现状分布图
附图18	宁夏牛首山东抽水蓄能电站植被类型图
附图19	宁夏牛首山东抽水蓄能电站重点保护动物分布图
附图20	宁夏牛首山东抽水蓄能电站景观类型图
附图21	宁夏牛首山东抽水蓄能电站水生调查断面分布图
附图22	地表水水系图
附图23	宁夏牛首山东抽水蓄能电站环境质量现状监测点分布图
附图24	宁夏牛首山东抽水蓄能电站土地利用预测图
附图25	宁夏牛首山东抽水蓄能电站植被类型影响预测图
附图26	宁夏牛首山东抽水蓄能电站环境保护措施总体布局图
附图27	宁夏牛首山东抽水蓄能电站砂石料加工系统废水处理工艺流程图
附图28	宁夏牛首山东抽水蓄能电站砂石料加工废水处理系统平面布置图
附图29	宁夏牛首山东抽水蓄能电站混凝土拌和废水处理系统平面布置图
附图30	宁夏牛首山东抽水蓄能电站施工辅企含油废水处理系统平面布置图
附图31	宁夏牛首山东抽水蓄能电站生活污水处理系统工艺流程图
附图32	宁夏牛首山东抽水蓄能电站上库承包商营地生活污水处理系统平面布置图

附图33	宁夏牛首山东抽水蓄能电站下库承包商营地生活污水处理系统平面布置图
附图34	宁夏牛首山东抽水蓄能电站环境要素监测计划点位分布图
附图35	宁夏牛首山东抽水蓄能电站陆生生态监测点位分布图
附图36	地下水水文地质剖面图、柱状图

概 述

一、项目背景

2020 年 9 月我国首次提出力争二氧化碳排放于 2030 年前达到峰值、2060 年前实现“碳中和”的要求，“加快调整优化产业结构、能源结构，大力发展新能源”是做好碳达峰、碳中和工作的重要内容。同时，随着宁夏经济社会发展、用电需求增加和供电质量要求提高，电网调峰及保安问题越来越突出。宁夏风能资源丰富，风电等新能源大规模开发，电网在安全稳定、经济运行方面有了新的要求。宁夏电网迫切需要建设启动迅速、运行灵活的调峰电源及紧急事故备用电源。

按照国能综通新能〔2020〕138 号通知要求，2021 年 1 月，宁夏回族自治区发展和改革委员会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）开展宁夏回族自治区抽水蓄能中长期规划相关工作。西北院将宁夏回族自治区抽水蓄能电站选点规划成果一并纳入中长期规划基础上，结合宁夏新能源资源、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，西北院完成并向宁夏发展和改革委员会提交了《宁夏回族自治区抽水蓄能中长期规划》，由宁夏回族自治区发展和改革委员会将宁夏回族自治区抽水蓄能中长期规划上报国家能源局。

宁夏回族自治区抽水蓄能中长期规划中，经过对宁夏普查站点地形、地质条件、水源水质、工程布置、施工、环境影响、水库淹没等因素的进一步比较筛选，初选了牛首山、牛首山二期（后更名“牛首山东”）、中宁、跃进、中卫三道坎、中卫黄草坎、固原等 7 个站点作为宁夏抽水蓄能中长期规划站点，总装机容量 780 万 kW。

2021 年 9 月，国家能源局综合司印发了《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》，牛首山二期抽蓄电站位列抽水蓄能规划“十四五”重点实施项目。

本项目在《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)》中名称为“牛首山二期(140)”，在《宁夏回族自治区可再生能源发展“十四五”规划》中名称为“青铜峡二期(140 万千瓦)”；为区别宁夏其他抽水蓄能项目，名称已更改为“宁夏牛首山东抽水蓄能电站”。宁夏回族自治区人民政府分别在 2024 年 9 月、11 月发布的《关于禁止在牛首山东抽水蓄能电站工程占地和占地区范围内新增建设项目和迁入人口的通告》（宁政规发〔2024〕4 号）和《关于宁夏牛首山东抽水蓄能电站项目建设征地移民安置规划大纲的批复》（宁政函〔2024〕94 号）均已使用“宁夏牛首山东抽水蓄能电站”项目名称。

受宁夏华电牛首山抽水蓄能发电有限公司委托，西北院承担了牛首山东抽水蓄能电站预可行性研究勘测设计工作，于 2024 年 2 月编制完成了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站预可行性研究报告》，通过水电水利规划设计总院在银川市组织的审查。2024 年 3 月，水电水利规划设计总院以水电规规〔2024〕40 号文印发了预可行性报告审查意见。

西北院于 2024 年 3 月启动了宁夏牛首山东抽水蓄能电站可研阶段勘察设计工作。2024 年 6 月，《宁夏牛首山东抽水蓄能电站可行性研究正常蓄水位选择专题报告》、《宁夏牛首山东抽水蓄能电站可行性研究施工总布置规划专题报告》通过了水电水利规划总院组织的审查，并对《宁夏牛首山东抽水蓄能电站可行性研究坝址、坝型、坝线及枢纽布置格局比选专题报告》进行了咨询，可研阶段工程布置方案基本确定。

二、项目特点

抽水蓄能电站在工作原理和作用方面不同于常规水电站，它是一种具有调峰填谷、调频、调相、事故备用、黑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。抽水蓄能电站工程一般构成主要包括上下水库、引水和发电系统。运行中，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，水从上库到下库。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。抽水蓄能所具有的储能功能，是其他电源不具备的，可以有效调节电力系统发供用的动态平衡。抽水蓄能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，能有效改善电网电源结构、增强系统调峰能力，并能促进风电、光伏开发和电力消纳。

牛首山东抽水蓄能电站项目涉及黄河宁夏青铜峡河段，位于黄河青铜峡水库右岸的牛首山西麓，上水库位于青铜峡市牛首山西麓站沟东侧山顶黄土塬，利用山顶黄土塬靠西南侧扩库开挖筑坝成库，下水库位于中宁县牛首山西麓山前洪积台地，利用小碾子沟、岌岌沟及其支沟扩库开挖筑坝成库。周边无其他水源，电站施工期及运行期取补水均从青铜峡水电站库区抽取。

电站枢纽工程由上水库、下水库、输水系统、地下厂房及开关站等组成。电站上水库正常蓄水位 1743.00m，死水位 1718.00m，调节库容 803 万 m^3 。下水库正常蓄水位 1273.00m，死水位 1241.00m，调节库容 799 万 m^3 。电站装机容量 1400MW（ $4 \times 350\text{MW}$ ），设计年发电量 28.1 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，年抽水电量 37.5 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，综合效率 75%。

工程具有淹没影响损失小，施工交通方便等开发优势。

项目建成后在电力系统中承担调峰、填谷、储能、调频、调相和事故备用任务，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，每年可为系统节约标煤耗约 85.64 万 t，减少 CO₂ 排放量约 257.6 万 t，SO₂ 排放量约 9592 万 t、CO 排放量约 225 万 t，经济和环境效益明显。

三、法律规划符合性分析

宁夏牛首山东抽水蓄能电站属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类的电力项目，符合国家产业政策。工程建设与《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国清洁生产促进法》、《中华人民共和国水污染防治法》等相关法律法规是协调的，与电网规划、国家能源局《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》、《宁夏回族自治区“三线一单”生态环境分区管控方案》均符合。

2023 年 10 月 18 日经宁夏回族自治区人民政府批复了《吴忠市国土空间总体规划（2021—2035 年）》，根据规划“第四节 建立绿色低碳的能源设施体系中第 64 条 加快蓄能储能项目建设要求，加快建设青铜峡牛首山抽水蓄能电站，重点开工建设宁夏牛首山抽水蓄能电站项目（二期）和跃进牛首山抽水蓄能电站项目，发展中小型抽水蓄能电站建设。”本项目的建设符合吴忠市国土空间规划的要求

电站取水泵站和分管线、检修道路涉及青铜峡库区国家重要湿地、青铜峡库区湿地自治区级自然保护区实验区和黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区核心区，涉及生态保护红线；其他区域不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。

（1）按照自然保护区的相关管理规定，环评阶段开展了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站对青铜峡库区湿地自治区级自然保护区生物多样性影响评价报告》编制工作，取得了自治区林业和草原局关于在青铜峡库区自治区级自然保护区实施宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程的复函（宁林函〔2024〕782 号），同意本项目占用青铜峡库区湿地自治区级自然保护区。

（2）编制了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站对青铜峡库区国家重要湿地生态影响专题论证报告》，取得了自治区林业和草原局《关于同意宁夏牛首山东抽水蓄能电站项目占用宁夏青铜峡库区国家重要湿地的复函》（宁林函〔2025〕104 号），原则同

意本项目占用宁夏青铜峡库区国家重要湿地 0.4125hm²。

(3) 项目取水口位于黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区核心区，不属于《水产种质资源保护区管理暂行办法》（2016 年 6 月 1 日）禁止的行为。本项目编制了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程对黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，通过了宁夏回族自治区农业农村厅和上海渔政保障中心的审查，同意专题报告提出的环保措施。项目建设符合《中华人民共和国渔业法》和《水产种质资源保护区管理暂行办法》的相关规定和要求。

(4) 根据《关于加强生态保护红线管理的实施意见》，本项目生态保护红线内涉及国家重大项目新增建设用地，需要开展项目不可避让占用生态保护红线论证工作。项目环评阶段，编制了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站占用生态保护红线不可避让性论证报告》编制工作，取得了青铜峡市人民政府关于生态红线不可避让性论证报告初步审查意见的函、吴忠市人民政府关于《宁夏牛首山东抽水蓄能电站占用生态保护红线不可避让性论证报告》初步审查意见的函和自治区人民政府关于《宁夏牛首山东抽水蓄能电站项目占用生态保护红线不可避让意见的函》（宁政函〔2025〕3 号），符合占用生态保护红线的相关管理要求。

四、环境影响评价工作过程

2024 年 3 月，西北院开始进行宁夏牛首山东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，宁夏华电牛首山抽水蓄能发电有限公司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，并于 2024 年 8 月 2 日正式发文委托西北院开展工程环境影响评价工作。可行性研究阶段，环保专业便早期参与了坝址坝型比选、正常蓄水位选择、施工总布置规划、移民安置大纲及规划方案的比较论证，并从环保角度提出了优化调整意见，调整后的方案从环保角度基本可行。

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地调查和资料收集工作。同时委托宁夏回族自治区水产研究所（有限公司）开展了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站对黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，委托宁夏华裕环保科技有限公司开展了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站对湿地和自然保护区生物多样性影响评价报告》、委托北京国环清华环境工程设计研究院有限公司开展了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站占用生态保护红线不可避让性论证报告》，委托宁夏华鼎环保科技有限公司对项目区域环境现状进行了

监测，并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现状调查及影响预测专题研究，委托陕西格林维泽环保技术服务有限公司开展了水生生态现状调查及影响预测专题研究，地下水专题研究由西北院地勘院承担完成。

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，并配合业主开展了公众参与工作，公示期间未收到关于本项目的意见。

在此基础上，西北院于 2025 年 3 月编制完成了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程环境影响报告书》。在开展宁夏牛首山东抽水蓄能电站环境影响评价工作的同时，西北院还承担了工程水土保持方案报告书编制工作。本报告书中的水土流失影响预测、水土保持措施及投资均引用水土保持方案报告书。

本报告书中不含电磁辐射影响评价内容。

五、主要环境问题及环境影响

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：水库初期蓄水和运行对黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区及水生生态环境的影响；水库建设和施工占地对陆生生态环境的影响及取水口施工对生态保护红线、青铜峡库区湿地自治区级自然保护区和青铜峡库区国家重要湿地的影响；水库初期蓄水对涉及河段水文情势的影响；项目施工建设对水土流失的影响。

六、环境影响报告书主要结论

宁夏牛首山东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《宁夏回族自治区抽水蓄能电站选点规划》要求，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。工程上下水库、输水发电系统与开关站及上下库连接道路等枢纽工程建设不涉及国家公园、自然保护区、湿地公园、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、水产种质资源保护区、生态保护红线等环境敏感区，电站取水泵站和分管线、检修道路涉及青铜峡库区国家重要湿地、青铜峡库区湿地自治区级自然保护区实验区、黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区核心区和生态保护红线。项目建设会对当地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，牛首山东抽水蓄能电站的建设从环境角度是可行

的。

七、致谢

在牛首山东抽水蓄能电站项目环境影响评价工作开展过程中，得到了宁夏回族自治区发改委、自治区生态环境厅、自治区自然资源厅、自治区林业和草原局、自治区农业农村厅、自治区水利厅，吴忠市和青铜峡市、中卫市人民政府、发改局、生态环境局、自然资源局、水利局、宁夏回族自治区水产研究所（有限公司）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

宁夏牛首山东抽水蓄能电站是《抽水蓄能中长期发展规划（2021 年～2035 年）》（见附件 1）中宁夏回族自治区抽水蓄能规划“十四五”重点实施项目，也是《宁夏回族自治区可再生能源发展“十四五”规划》，（宁发改能源（发展）〔2022〕883 号）文件中列的重点实施项目（见附件 2）。2024 年 3 月，水电水利规划设计总院以水电规规(2024)40 号文印发了牛首山东抽水蓄能电站预可行性研究报告审查意见（见附件 3）。项目地理位置见附图 1。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》，宁夏华电牛首山抽水蓄能发电有限公司委托中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司开展宁夏牛首山东抽水蓄能电站环境影响评价工作（见附件 4）。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》等有关规定，牛首山东抽水蓄能电站项目需要编制环境影响报告书。

1.2 评价目的

根据项目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，确定本项目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，分析项目与相关政策、区划及规划的符合性，明确牛首山东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。

（2）调查项目涉及区域的水环境、生态环境、环境空气、声环境和社会环境现状、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，重点评价项目建设对青铜峡库区湿地自然保护区、青铜峡库区国家湿地、兰州鲇水产种质资源保护区和生态保护红线等环境敏感区的影响。

（4）针对项目带来的不利影响，制定可行的环境保护对策措施，减轻项目的不良环境影响，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进项目涉及区域经

济社会的可持续发展。

(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，并及时作出反馈；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) 早期介入原则。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。

(2) 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。

(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对自然保护区等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。

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 日修订施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修正施行）；
- (3) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日第二次修正施行）；

- (4) 《中华人民共和国湿地保护法》（2021 年 12 月修订）；
- (5) 《中华人民共和国黄河保护法》（2023 年 4 月 1 日实施）；
- (6) 《中华人民共和国草原法》（2013 年 6 月 29 日第二次修正施行）；
- (7) 《中华人民共和国森林法》（2020 年 7 月 1 日修订施行）；
- (8) 《中华人民共和国渔业法》（2024 年 7 月 4 日修正施行）；
- (9) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2022 年 12 月修订）；
- (10) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日修正施行）；
- (11) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修正施行）；
- (12) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修正施行）；
- (13) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日第二次修订施行）；
- (14) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日修订施行）；
- (15) 《中华人民共和国文物保护法》（2017 年 11 月 4 日第五次修正施行）；
- (16) 《中华人民共和国能源法》（2025 年 1 月 1 日起施行）；
- (17) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 10 月 1 日修订施行）；
- (18) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日修正施行）；
- (19) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016 年 2 月 6 日第二次修正施行）；
- (20) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月 7 日修正施行）；
- (21) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月 7 日第二次修正施行）；
- (22) 《水产种质资源保护区管理暂行办法》（农业部令第 3 号 2016 年 6 月 1 日修正施行）；
- (23) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（环境保护部令第 16 号 2010 年 12 月 22 日修改）；
- (24) 《宁夏回族自治区生态环境保护条例》(2025 年 1 月 1 日实施)；
- (25) 《宁夏回族自治区生态保护红线管理条例》（2019 年 1 月 1 日施行）；
- (26) 《宁夏回族自治区自然保护区管理办法》（2002 年 10 月 1 日施行）；
- (27) 《宁夏回族自治区湿地保护条例》（2019 年 1 月 1 日修订施行）；
- (28) 《宁夏回族自治区防沙治沙条例》（2019 年 3 月修改）；

(29) 《宁夏回族自治区生态保护红线管理条例》(2019年1月1日施行)。

1.4.2 部门和地方规定

(1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(生态环境部第16号令)；

(2) 《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)；

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

(4) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局〈关于加强生态保护红线管理的通知(试行)〉》(自然资发〔2022〕142号)；

(5) 《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)；

(6) 《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)；

(7) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77号)；

(8) 《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)；

(9) 《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)；

(10) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第4号)；

(11) 《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)；

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

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

(14) 《国务院关于全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030年)的批复》(国函〔2011〕167号)；

(15) 《国务院关于黄河流域综合规划(2012-2030)的批复》(国函〔2013〕34号)；

(16) 《外来入侵物种管理办法》(2022年8月1日施行)；

(17) 《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)；

- (18) 《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局、农业农村部公告，2021 年第 15 号）；
- (19) 《国家林业和草原局关于印发〈陆生野生动物重要栖息地认定暂行办法〉的通知》（林护发〔2023〕116 号）；
- (20) 《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》（国家林业和草原局公告 2023 年第 23 号，自 2024 年 1 月 1 日起实施）；
- (21) 《全国鸟类迁徙通道保护行动方案（2021—2035 年）》（国家林业和草原局发布，2022 年 12 月）；
- (22) 《宁夏回族自治区重点保护野生植物名录（第一批）》（2004 年发布）；
- (23) 《宁夏回族自治区重点保护野生动物名录》（1990 年发布）；
- (24) 《宁夏回族自治区主体功能区规划》（宁政发〔2014〕53 号）；
- (25) 《生态环境部关于印发〈生态保护红线生态环境监督办法（试行）〉的通知》（国环规生态〔2022〕2 号，自 2023 年 1 月 1 日起施行）；
- (26) 《关于进一步规范和加强涉及自然保护区建设项目环境管理的通知》（宁环规发〔2018〕1 号）；
- (27) 《自治区生态环境厅关于依法依规做好涉及自然保护区建设项目环评审批管理的通知》（宁环办发〔2019〕32 号）；
- (28) 《宁夏回族自治区生态功能区划》（2012 年）；
- (29) 《自治区生态环境厅关于进一步加强建设项目环境影响评价管理工作的通知》（宁环规发〔2019〕1 号）；
- (30) 《宁夏回族自治区生态环境分区管控动态更新成果》（宁环规发〔2024〕3 号）；
- (31) 《吴忠市生态环境分区管控动态更新成果》（吴环规发〔2024〕1 号）；
- (32) 《中卫市生态环境分区管控动态更新成果》（卫政办发〔2024〕33 号）；
- (33) 《宁夏回族自治区国土空间规划（2021-2035 年）》；
- (34) 《吴忠市国土空间总体规划（2021-2035 年）》；
- (35) 《中卫市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

1.4.3 导则及技术规范

- (1) 《环境影响评价技术导则水利水电工程》（HJ/T88-2003）；
- (2) 《环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；

- (3) 《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (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) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (9) 《水电工程水生生态调查与评价技术规范》（NB/T10079-2018）；
- (10) 《水电工程陆生生态调查与评价技术规范》（NB/T10080-2018）；
- (11) 《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》（HJ 710.1-2014）；
- (12) 《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（HJ 710.3-2014）；
- (13) 《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ 710.4-2014）；
- (14) 《生物多样性观测技术导则 爬行动物》（HJ 710.5-2014）；
- (15) 《生物多样性观测技术导则 两栖动物》（HJ 710.6-2014）；
- (16) 《地表水环境质量监测技术规范》（HJ91.2-2022）；
- (17) 《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2017）；
- (18) 《环境监测技术规范》（噪声部分）；
- (19) 《水电工程环境保护设计规范》（NBT 10504-2021）；
- (20) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；
- (21) 《水电工程设计概算编制规定》（NB/T 11408-2023）；
- (22) 《水电工程环境保护专项投资编制细则》（NB/T35033-2014）；
- (23) 《国家危险废物名录》（2025 年版）。

1.4.4 技术资料及文件

(1) 《宁夏回族自治区抽水蓄能电站选点规划报告》（中国水电顾问集团西北勘测设计研究院，2013 年 10 月）及其批复；

(2) 《宁夏牛首山东抽水蓄能电站预可行性研究报告》（中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司，2024 年 3 月）及其审查意见；

(3) 《宁夏牛首山东抽水蓄能电站可行性研究坝址、坝型、坝线及枢纽布置格局比选专题报告》（中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司，2024 年 6 月）；

(4) 《宁夏牛首山东抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》（中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司，2024 年 6 月）；

(5) 《宁夏牛首山东抽水蓄能电站可行性研究施工总布置规划专题报告》(中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司, 2024 年 6 月)。

1.4.5 其他资料

(1) 《宁夏回族自治区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》(宁政发〔2021〕1 号, 2021 年 2 月);

(2) 《宁夏回族自治区生态环境保护“十四五”规划》(宁政办发〔2021〕59 号, 2021 年 9 月);

(3) 《解决弃水弃风弃光问题实施方案》(国家发展改革委、国家能源局发改能源〔2017〕1942 号);

(4) 《宁夏回族自治区新能源消纳能力研究》(国网宁夏电力公司, 2019 年 5 月);

(5) 《宁夏回族自治区水功能区划修编报告》(宁夏水文水资源勘测局, 2018 年 1 月);

(6) 《宁夏回族自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单(试行版)》(宁夏回族自治区发展改革委, 2016 年 7 月);

(7) 《青铜峡库区湿地自然保护区生物多样性本底调查报告》(2016 年);

(8) 《黄河青铜峡库区湿地自然保护区整体规划》(2016 年 6 月);

(9) 《青铜峡库区湿地自然保护区范围和功能区调整论证报告》(2021 年 5 月);

(10) 《黄河宁夏西段黄河鲶鱼国家级水产种质资源保护区综合考察报告》(2007 年 8 月);

(11) 《吴忠市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》(2021 年 3 月);

(12) 《青铜峡市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》(2021 年 3 月)。

1.5 评价标准

1.5.1 环境质量标准

(1) 地表水环境: 项目涉及河段属于《宁夏回族自治区水功能区划修编报告》中黄河宁夏开发利用区-黄河青铜峡饮用、农业用水区, 水质目标为Ⅲ类。项目取水口下游约 7km 处黄河金沙湾国家考核断面要求水质目标为《地表水质量标准》

（GB3838-2002）中Ⅱ类标准。综合考虑本项目执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类水域标准。

（2）地下水环境：项目区无地下水用水设施和对象，执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。

（3）环境空气：项目取水口位置涉及自然保护区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准；项目区其他不涉及自然保护区区域，属二类环境空气功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

（4）声环境：项目评价区属1类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准；施工道路两侧执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a类标准。

（5）土壤环境：工程区建设用地区域土壤环境质量执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中建设用地土壤污染风险筛选值（第二类用地）要求；非建设用地区域土壤环境质量执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中农用地土壤污染风险筛选值要求。

（6）生态环境质量标准

牛首山东抽水蓄能电站主要涉及宁夏中部半干旱台地、山地、平原、干旱风沙生态区（一级功能区）——中部低山、丘陵、平原水旱混合农业开发生态亚区（二级功能区）——中部低山丘陵荒漠草原保护生态功能区（三级功能区）。其生态保护措施是防治草场退化，保护好荒漠草原，采取草场封育划管，人工围栏及禁牧和轮牧的方式，雨季补种牧草，加强草场建设，逐步提高草场质量。本项目以不减少区域内濒危珍稀动植物种类和不破坏生态系统完整性为目标。

电站环评所执行的环境质量标准的标准值详见表 1.5.1-1~1.5.1-5。

表 1.5.1-1 牛首山东抽水蓄能电站执行环境质量标准值一览表

标准	名称	标准等级	指标及限值	
GB3838-2002	地表水环境质量标准	Ⅱ类	指标	Ⅱ类水质标准限值
			水温	人为造成的环境水温变化应限制在：周平均最大温升≤1，周平均最大温降≤2。
			pH（无量纲）	6~9
			高锰酸盐指数（≤mg/L）	≤4
			硫化物（≤mg/L）	≤0.1

			氟化物（以 F-计）（≤mg/L）	≤1.0
			氰化物（≤mg/L）	≤0.05
			氨氮（≤mg/L）	≤0.5
			石油类（≤mg/L）	≤0.05
			化学需氧量（≤mg/L）	≤15
			五日生化需氧量（≤mg/L）	≤3
			悬浮物（≤mg/L）	/
			挥发酚（≤mg/L）	≤0.002
			溶解氧（≤mg/L）	6
			铬（六价）（≤mg/L）	≤0.05
			砷（≤ug/L）	≤50
			硒（≤ug/L）	≤10
			总磷（≤mg/L）	≤0.1
			镉（≤ug/L）	≤5
			铜（≤mg/L）	≤1
			汞（≤ug/L）	≤0.05
			铅（≤ug/L）	≤10
			锌（≤mg/L）	≤1
			粪大肠菌群（≤MPN/L）	≤2000
			阴离子表面活性剂（≤mg/L）	≤0.2
GB/T14848-2017	地下水质量标准	Ⅲ类	指标	Ⅲ类水质标准限值
			pH	6.5~8.5
			氨氮（≤mg/L）	1000
			硝酸盐（≤mg/L）	450
			亚硝酸盐（≤mg/L）	0.5
			挥发酚（≤mg/L）	20
			氰化物（≤mg/L）	1
			氟化物（≤mg/L）	0.002
			砷（≤mg/L）	0.05
			汞（≤mg/L）	1
			铬（六价）（≤mg/L）	0.01
			铅（≤mg/L）	0.001
			镉（≤mg/L）	0.05
			溶解性总固体（≤mg/L）	0.01
			耗氧量（≤mg/L）	0.005
			总大肠菌群（MPN/L）	1000
			细菌总数（个/L）	3
			硫酸盐（≤mg/L）	3
			氯化物（≤mg/L）	100
			铁（≤mg/L）	250
			锰（≤mg/L）	250
			总硬度（≤mg/L）	0.3
GB3095-2012	环境空气质	一级	钠（≤mg/L）	0.1
			TSP	450

	量标准	二级	PM ₁₀	200
			SO ₂	0.15 mg/m ³
			NO ₂	0.08 mg/m ³
			NO _x	0.1 mg/m ³
			TSP	日平均 0.30mg/m ³
			PM ₁₀	日平均 0.15mg/m ³
			PM _{2.5}	日平均 0.75mg/m ³
			苯并芘	日平均 0.0025ug/m ³
GB3096-2008	声环境质量标准	1 类	昼间 55dB (A)，夜间 45dB (A)	

表 1.5.1-2 土壤环境质量建设用地区域土壤污染风险管控标准单位：mg/kg

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
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

序号	污染物项目	第二类用地筛选值	第二类用地管控值
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 1.5.1-3 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准 单位: mg/kg

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 1.5.1-4 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

分级	土壤含盐量 (SSC) / (g/kg)
	干旱、半荒漠和荒漠地区
中度盐化	$3 \leq \text{SSC} < 5$
重度盐化	$5 \leq \text{SSC} < 10$
极重度盐化	$10 \leq$

注：根据区域自然背景状况适当调整。

表 1.5.1-5 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
$\text{pH} < 3.5$	极重度酸化
$3.5 \leq \text{pH} < 4.0$	重度酸化
$4.0 \leq \text{pH} < 4.5$	中度酸化
$4.5 \leq \text{pH} < 5.5$	轻度酸化
$5.5 \leq \text{pH} < 8.5$	无酸化或碱化
$8.5 \leq \text{pH} < 9.0$	轻度碱化
$9.0 \leq \text{pH} < 9.5$	中度碱化
$9.5 \leq \text{pH} < 10.0$	重度碱化
$\text{pH} \geq 10.0$	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。

1.5.2 污染排放控制标准

（1）废水工程评价河段地表水环境质量执行 II 类标准，根据《污水综合排放标准》（GB8978-1996），II 类水域中禁止新建排污口，施工期、运行期废污水处理后全部回用，禁止外排。

施工期砂石料加工系统废水处理目标执行《水电工程施工组织设计规范》（NB/T1049-2021）中对砂石加工废水的要求确定——“砂石加工、混凝土生产等产生的废水应进行适当处理后回收利用或达标排放，回收利用水的悬浮物含量不应大于 100mg/L，处理后回用于系统本身；混凝土拌和系统废水处理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。主要相关标准值见表 1.5.2-1。

表 1.5.2-1 城市污水再生利用 城市杂用水水质标准值（摘录）

单位：mg/L（pH、色度、浊度、大肠埃希氏菌除外）

序号	项目	冲厕、车辆冲洗	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0~9.0	6.0~9.0
2	色度，铂钴色度单位	≤15	≤30
3	嗅	无不快感	无不快感
4	浊度/NTU	≤5	≤10
5	五日生化需氧量（BOD ₅ ）	≤10	≤10
6	氨氮	≤5	≤8
7	阴离子表面活性剂	≤0.5	≤0.5
8	铁	≤0.3	-
9	锰	≤0.1	-
10	溶解性总固体	≤1000	≤1000
11	溶解氧	≥2.0	≥2.0
12	总氯≥	≥1.0（出厂），0.2（管网末端）	≥1.0（出厂），0.2b（管网末端）
13	大肠埃希氏菌（MPN/100ml 或 CFU/100ml）	无	无

（2）废气：施工区厂界无组织粉尘、爆破产生的无组织废气（粉尘、SO₂、NO_x）、砂石料加工系统产生的粉尘、沥青混凝土拌和系统位置不涉及自然保护区，且自带沥青烟净化处理设备，沥青烟处理后排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准，混凝土拌和系统产生的粉尘执行《水泥工业大气污染物排放标准》（DB64/ 1995-2024）、施工期各营地食堂油烟废气执行《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）中型标准，见表 1.5.2-2。

运行期间无生产废气排放，排放的废气主要是生活区产生的食堂油烟，运行期食堂油烟废气执行《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）小型标准，见表 1.5.2-3。

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		备注
			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	砂石料加工系统
氮氧化物	240	0.77		0.12	
颗粒物	120	3.5		1.0	
TSP	/	/		0.5	混凝土拌和系统
沥青烟	75	0.18	生产设备不得有明显的无组织排放存在		沥青混凝土拌和系统

表 1.5.2-3 饮食业油烟排放标准（摘录）

规模	小型	中型	大型
最高允许排放浓度（mg/m ³ ）	2.0		
净化设施最低去处效果（%）	60	75	85

（3）噪声：施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；运行期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 1 类标准，具体指标见表 1.5.2-4。

表 1.5.2-4 声环境评价标准（摘录） 单位：dB（A）

标准类别	标准名称	标准等级	指标
污染物排放标准	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	/	昼间70、夜间55
	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）	1类	昼间55、夜间45

（4）固体废弃物：固体废物运输过程中严格做好防扬散、防流失、防渗漏措施。执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

1.6 评价等级

1.6.1 水环境

工程施工期污水主要产自于砂石料加工废水、混凝土拌和系统冲洗废水、洞室开挖排水、机修废水、生活污水等。运行期污水主要为电站管理人员生活污水，产生量很少。

项目施工期、初期蓄水、运行期均需从黄河青铜峡库区取水，会对河道水文情势产生一定影响。根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ/T2.3-2018），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）水污染影响型等级判定

项目所在青铜峡库区河段执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准，根据《污水综合排放标准》（GB8978-1996），II类水域中禁止新建排污口，要求施工期及运行期各类废污水处理达标后回用或综合利用，禁止外排。本项目不新建排污口，根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ/T2.3-2018）“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”，确定本项目地表水环境评价等级为三级B。

（2）水文要素影响型等级判定

电站年最大取水量发生在初期蓄水期间，约为 662.5 万 m^3 ，占黄河青铜峡水库多年平均径流量 261.75 亿 m^3 的 0.025%，故 $\gamma \leq 10$ ；对照导则判定，运行期地表水环境影响评价等级为三级。根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ/T2.3-2018）“水文要素影响型建设项目评价等级判定依据，影响范围涉及自然保护区等保护目标，评价等级应不低于二级”，本项目取水口涉及青铜峡库区自治区级自然保护区，地表水环境影响评价等级提高为二级。

（3）地下水

施工期和运行期生产生活废污水均经处理后回用，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），项目属于地下水环境影响评价项目类别的Ⅲ类建设项目；经调查，电站下游分布有青铜峡市黄河取水泵站饮用水源保护区，位于项目区北侧下游，项目不直接占压涉及，取水泵站施工边界与准保护区最近平面直线距离约 50m，与二级保护区最近平面直线距离约 3km；下库盆和输水系统距离准保护区最近平面直线距离约 3.1km，距离二级保护区最近平面直线距离约 7.1km。根据地下水导则中地下水环境敏感程度分级表，电站位于饮用水水源地准保护区以外的补给径流区，地下水环境敏感程度为“较敏感”，根据导则判定，地下水环境评价等级为三级，见表 1.6.1-1。

表 1.6.1-1 地下水环境影响评价等级划分

判定依据	项目类别	I 类项目	II 类项目	III 类项目
	环境敏感程度			
	敏感	一级	一级	二级
	较敏感	一级	二级	三级
	不敏感	二级	三级	三级
本项目：III 类项目，较敏感，三级评价				

1.6.2 生态环境

工程总占地面积 3.84 km^2 （5753.91 亩），库盆占地和工程主体占地不涉及依据法律法规、政策等规范性文件划定或确认的国家公园、自然保护区等自然保护地、世界自然遗产等区域，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、越冬场和洄游通道等重要生境。工程取水泵站和 190m 取水管道和道路涉及青铜峡库区自治区级自然保护区实验区。依据《环境影响评价导则生态影响》（HJ19-2022）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。宁夏牛首山东抽水蓄能电站同时涉及陆生生态和水生生

态。因此，本报告仅针对陆生生态评价等级进行判定。

(1) 陆生生态环境

电站取水泵站、部分管线和检修道路涉及青铜峡库区湿地自然保护区，项目占地面积 $<20\text{km}^2$ 。根据 6.1.2a) “涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级”。因此，本工程陆生生态环境影响评价工作等级为一级。

(2) 水生生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)，工程属于水文要素影响型且地表水评价等级为二级，水生生态环境影响评价等级应不低于二级；根据导则 6.1.6 条，涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；工程取水泵站位于黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区的核心区，附近分布有鱼类产卵场，导则中对重要生境的定义为：包括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，因此，评价等级应上调一级，最终确定项目水生生态环境影响评价等级为一级。

1.6.3 环境空气

水电项目属于生态影响型项目，运行期主体工程不产生大气污染物，仅有生活区食堂油烟废气排放，且运行期管理人员人数较少，食堂油烟废气排量较小，对周边环境的影响较小，运行期环境空气不作评价。因此，本次评价主要针对施工期废气进行预测定级分析。

依据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018)中 5.3 节工作等级的确定方法，结合项目工程分析结果，选择正常排放的主要污染物及排放参数，采用附录 A 推荐模型中的 AERSCREEN 模式计算项目污染源的最大环境影响，然后按评价工作分级判据进行分级。

项目施工期无组织污染源主要有混凝土拌合系统、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)、 NO_x 、 SO_2 等，有分布较分散、间断性、移动排放等特性，但影响范围一般集中于施工厂界内。施工期有组织排放源主要为砂石料加工系统除尘系统排气筒、沥青骨料加工系统除尘系统排气筒、沥青混凝土拌和站排气筒。采用 AERSCREEN 模式计算项目砂石料加工系统、沥青混凝土拌合系统扬尘的最大地面空气质量浓度占标率。

(1) $P_{\max}$ 的确定

依据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)中最大地面浓度占标率 P_i

定义如下：

$$Pi = \frac{C_i}{C_{oi}} \times 100\%$$

注：

P_i ——第 i 个污染物的最大地面空气质量浓度占标率，%；

C_i ——采用估算模型计算出的第 i 个污染物的最大 1h 地面空气质量浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

C_{oi} ——第 i 个污染物的环境空气质量浓度标准， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

(2) 评价等级判别表

评价等级按下表的分级判据进行划分。

表 1.6.3-1 大气评价等级判别表

评价工作等级	评价工作分级判据
一级评价	$P_{\max} \geq 10\%$
二级评价	$1\% \leq P_{\max} < 10\%$
三级评价	$P_{\max} < 1\%$

(3) 污染源参数

主要废气污染源排放参数见下表：

表 1.6.3-2 主要废气污染源参数一览表（点源）

污染源名称		排气筒			污染物名称	污染物排放速率 (kg/h)
		高度 (m)	内径 (m)	烟气排放速率 (m/s)		
下库砂石料加工系统排气筒		15	0.4	20	TSP	0.0328
上库常态混凝土拌和系统排气筒		15	0.4	20	PM ₁₀	0.063
下库常态混凝土拌和系统排气筒		15	0.4	20	PM ₁₀	0.111
沥青混凝土拌和系统	矿粉筒仓排气口废气	15	0.4	20	PM ₁₀	0.003
	振动筛分废气	15	0.4	20	PM ₁₀	0.308
	沥青罐呼吸孔及卸料口废气	15	0.4	20	苯并[a]芘	0.00001

表 1.6.3-3 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/℃		41.0
最低环境温度/℃		-24.0
土地利用类型		荒漠

参数		取值
区域湿度条件		中等湿度
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/°	/

(4) 评级工作等级确定

本项目所有污染源的正常排放的污染物的 $P_{\max}$ 预测结果如下：

表 1.6.3-4 项目主要污染源 $P_{\max}$ 计算

污染源名称		排气筒			污染物名称	排放速率 (kg/h)	预测最大浓度占标率 $P_{\max}(\%)$
		高度 (m)	内径 (m)	烟气排放速率 (m/s)			
下水库砂石料加工系统		1.5	0.4	20	TSP	0.0328	0.0051
上库常态混凝土拌和系统		1.5	0.4	20	PM ₁₀	0.063	0.0934
下库常态混凝土拌和系统		1.5	0.4	20	PM ₁₀	0.111	6.0084
沥青混凝土拌和系统	矿粉筒仓排气口废气	15	0.4	20	PM ₁₀	0.003	0.0051
	振动筛分废气	15	0.4	20	PM ₁₀	0.308	3.9753
	沥青罐呼吸孔及卸料口废气	15	0.4	20	苯并[a]芘	0.00001	7.7443

经计算，项目最大地面空气质量浓度占标率最大值 $P_{\max}$ 为 $1\% < 7.7443\% < 10\%$ ，因此，本项目大气环境影响评价为二级评价。

1.6.4 声环境

本项目位于 1 类声环境功能区，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。由于项目区没有常住居民，地形起伏较大，项目施工结束后噪声影响即消失。按照《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）有关规定，施工期声环境影响评价等级为二级。运行期间噪声污染源主要为取水泵站。地下厂房发电机组位于地下山体里，噪声对项目周围声环境无影响，因此对发电机组对声环境影响不做详细预测评价。

1.6.5 土壤环境

本项目属生态影响型，在行业类别上属Ⅱ类项目。

(1) 敏感程度确定

根据项目区土壤环境质量现状监测结果，所有监测点位含盐量 $<1\text{g/kg}$ 、pH 值在 6.85~7.41 之间，按照《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），土壤属于未盐化土质和无酸化、无碱化土质；项目区平均降水量为 174.1mm、多年平均水面蒸发量为 1864.5mm，干燥度为 10.7（大于 2.5），项目区地下水埋深大于 1.5m，按照敏感程度分级，属于“较敏感”，敏感程度分级见表 1.6.5-1。

表 1.6.5-1 生态影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据		
	盐化	酸化	碱化
敏感	建设项目所在地干燥度 $a>2.5$ 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；	$\text{pH}\leq 4.5$	$\text{pH}\geq 9.0$
较敏感	建设项目所在地干燥度 >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 >2.5 或常年地下水位平均埋深 $<1.5\text{m}$ 的平原区；或 $2\text{g/kg}<\text{土壤含盐量}\leq 4\text{g/kg}$ 的区域；	$4.5<\text{pH}\leq 5.5$	$8.5\leq \text{pH}<9.0$
不敏感	其他；	$5.5<\text{pH}<8.5$	
a是指采用E601观测的多年平均水面蒸发量与降水量的比值，即蒸降比值。			

(2) 评价等级确定

依据 HJ964-2018，生态影响型评价工作等级划分见表，该项目为Ⅱ类项目，敏感程度为“较敏感”，土壤生态影响型环境评价等级为二级。

表 1.6.5-2 生态影响型土壤评价工作等级划分表

项目类别 评价工作等级 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	-
注：“-”表示可不开展土壤环境影响评价工作。			
本项目	II类项目，土壤环境为较敏感，生态影响型环境评价等级为二级。		

1.6.6 环境风险

本项目现场不设炸药库和油库，施工使用炸药和油料全部外运。项目施工过程中风险因素主要为生产废水和营地生活污水的排放。

(1) 环境敏感程度 (E) 的判断

1) 地表水环境敏感程度分级

该河段地表水水域环境功能为Ⅱ类，故地表水功能敏感性分区为“敏感 F1”。项目取水口涉及青铜峡库区湿地自治区级自然保护区，项目环境敏感目标分级为 S1。根据《建设项目环境风险评价技术导则》附录 D 判定，项目区地表水环境敏感程度为环境高度敏感区 E1。

2) 大气环境敏感程度分级

本项目施工区周边无居民区等敏感对象。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169—2018) 附录表 D.1，周边 5km 范围内居民区、医疗卫生、文化教育、科研等机构，行政办公机构总人数少于 1 万人，同时，周边 500m 范围内人口总数小于 500 人，项目大气环境敏感程度为环境低度敏感区 (E3)。

3) 地下水环境敏感程度分级

本项目施工区不涉及地下水环境敏感区，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169—2018) 附录表 D.5~D.7，项目地下水环境敏感程度为环境低度敏感区 (E3)。

(2) 危害物质及工艺系统危害性 (P) 确定

本项目生产废水主要污染物为 SS，危害性较小，为轻度危害 (P4)。

本项目大气主要污染物为扬尘 (TSP)，危害性较小，为轻度危害 (P4)。

本项目地下水主要污染物为 SS，危害性较小，为轻度危害 (P4)。

(3) 环境风险潜势判断

根据《建设项目环境风险评价技术导则》中环境风险潜势划分，地表水环境风险潜势为Ⅲ级，大气环境风险潜势为Ⅰ级，地下水环境风险潜势为Ⅰ级，综合判断项目环境风险潜势综合等级为Ⅲ级。建设项目环境风险潜势划分依据见表 1.6.6-1。

表 1.6.6-1 建设项目环境风险潜势判定

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危险 (P1)	高度危险 (P2)	中度危险 (P3)	轻度危险 (P4)
环境高度敏感区 (E1)	IV ⁺	IV	III	III
环境中度敏感区 (E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感区 (E3)	III	III	II	I
注：IV ⁺ 为极高环境风险。				

(4) 环境风险评价等级

本项目地表水环境风险潜势为Ⅲ级，根据《建设项目环境风险评价技术导则》中环境风险评价工作等级划分的规定，项目环境风险评价工作等级为二级；地下水和大 气环境风险潜势为Ⅰ级，进行简单分析。

1.7 评价范围

1.7.1 水环境

(1) 地表水

本项目上、下库为冲沟和阶地，常年无水，取水口上游距离黄河沙坡头水利枢纽约 115km，下游距离青铜峡坝址约 20km，水环境评价范围为两个坝址之间河段，长约 135km，评价范围见附图 2。

(2) 地下水

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)中水环境影响评价范围可根据建设项目所在地水文地质条件自行确定的原则，本工程未发现具有供水意义的含水层，地下水评价范围主要为工程区域水文地质单元，主要为基岩裂隙水和孔隙潜水。本工程对地下水影响主要为施工期下水库、地下厂房洞室群和输水系统开挖过程中，可能对局部地下水造成的影响，以及在工程运行过程中由于水库渗漏、浸没及地下洞室渗漏可能对局部地下水产生的影响，主要涉及上、下水库淹没区及影响区、输水系统影响区等。

结合电站项目布置、淹没、周边地形地势及水文地质单元完整性，地下水评价范围主要为上水库、下水库、输水隧洞、地下厂房等地下水影响部分以及受水库影响及库岸稳定条件影响的项目区域水文地质单元，东侧为补给边界，西侧为排泄边界，北侧和南侧延山脊划定，为分水岭；评价区面积约 14.72km²，评价范围见附图 3。

1.7.2 生态环境

(1) 陆生生态

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》《环境影响评价技术导则 水利水电工程》《水利水电工程环境影响评价技术规范》的要求，结合工程对生态因子的影响方式、影响程度和生态因子之间的相互影响和相互依存关系，充分考虑区域生态完整性，涵盖评价项目全部活动的直接影响区和间接影响区，以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来确定评价范围，具体如下：

陆生生态评价范围为上下水库库尾至坝址区间第一道山脊线及枢纽区施工场地、

料场、弃渣场、上下库连接公路等建设区向外扩展 300m、涉及保护区的工程外来 1000m 的范围。陆生生态评价区范围的面积约 1826.21hm²，以下称为评价区，评价范围见附图 4。

（2）水生生态

本项目上、下库为冲沟和阶地，常年无水，项目初期蓄水及运行期补水从黄河取水，取水口涉及黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区的核心区，因此水生生态评价范围为黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区内沙坡头坝址至青铜峡坝址范围以及蓄水后形成库区的上、下水库。评价范围同水环境，为黄河干流沙坡头坝下至青铜峡坝下 121km 河段。

1.7.3 环境空气

本项目对大气环境影响仅发生在施工期，主要为施工扬尘、砂石料加工系统粉尘、沥青烟影响。根据《环境影响评估技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），评价范围为以项目占地为中心区域的边长为 5km 的矩形区域。重点为枢纽工程区、砂石料加工系统、混凝土拌和系统、承包商营地、业主营地及场内外道路沿线，评价范围见附图 3。

1.7.4 声环境

评价范围为项目施工场界向外 200m 范围，施工道路中心线两侧 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、混凝土拌和系统场地、施工生活营地等，评价范围见附图 3。

1.7.5 土壤环境

土壤环境评价范围主要为项目施工占地区、水库占地区和专项复建区占地范围内全部区域，及周边 2km 范围内受项目影响区域，评价范围见附图 3。

1.7.6 环境风险

评价范围为风险污染影响范围，初步确定为取水口上游 500m 至下游 8km 范围。

1.7.7 社会环境

评价范围以青铜峡市和中宁县为主。

1.8 评价水平年

环境现状评价水平为 2023 年~2025 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

结合牛首山东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 牛首山东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	
环境敏感区	青铜峡库区湿地自治区级自然保护区	-2L	-1L	0	-2L
	黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区	-2L	-2L	0	-2L
	青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区	-1L	0	0	-1L
	青铜峡库区国家重要湿地	-2L	0	0	-2L
生态环境	陆生植物	-2L	±1L	0	-2L
	陆生动物	-2L	±1L	0	-2L
	水生生态	-2L	-2L	0	-2L
	鱼类	-2L	-2L	0	-2L
	水土流失	-2L	±1L	-1L	-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青铜峡库区湿地自治区级自然保护区、黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区和青铜峡库区国家重要湿地，以及陆生生态、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 评价因子筛选

结合牛首山东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 牛首山东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 （含自然保护区、国家重要湿地、兰州鲇水产种质资源保护区）	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		水文：流量
			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	水文：流量
			水质：废水流量、SS 等
		运行期	水文：沿程水文情势变化
			水温：库区水温结构
			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 、苯并芘
	预测评价	施工期	颗粒物、苯并芘、沥青烟
固体废物	预测评价	施工期	生活垃圾、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 环境敏感保护对象

牛首山东抽水蓄能电站取水泵站和分管线、检修道路涉及青铜峡库区国家重要湿地、青铜峡库区湿地自治区级自然保护区实验区和黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区核心区，涉及生态保护红线；其他区域不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。

环境敏感保护对象主要包括青铜峡库区国家重要湿地、青铜峡库区湿地自治区级自然保护区、兰州鲇国家级水产种质资源保护区、生态保护红线、水泵站饮用水源保护区、重点保护动物和珍稀、特有土著鱼类等（详见表 1.10.1-1）。电站与生态保护红线位置关系见附图 5，与青铜峡库区国家重要湿地位置关系见附图 6，与青铜峡库区湿地自治区级自然保护区位置关系见附图 7，与黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区位置关系见附图 8，与青铜峡市黄河取水泵站饮用水源保护区位置关系见附图 9。

表 1.10.1-1 环境敏感保护对象一览表

环境要素	环境保护目标	保护级别及功能	与项目区位关系	环境保护要求
环境敏感区	生态保护红线	国家级	项目取水口的取水泵站及部分地埋取水管道路位于生态保护红线内一般控制区，涉及面积 0.4125 hm ²	保证生态保护红线内生态功能不降低，生态系统稳定性不遭到破坏
	宁夏回族自治区青铜峡库区国家重要湿地	国家级	位于项目区西侧，项目取水口的取水泵站及部分地埋取水管道路位于湿地范围内，永久占地主要为取水泵站、分管线和进站道路，占地面积为 0.2104hm ² ，占地类型为内陆滩涂。临时占地为施工围堰，占地面积为 0.2021hm ²	不破坏湿地的功能和结构，尽量避免对湿地及其动植物的不利影响
	青铜峡库区湿地自治区级自然保护区	自治区级；内陆湿地和水域生态系统	位于项目区西侧，项目取水口的取水泵站及部分地埋取水管道路和进站道路位于保护区实验区，涉及面积 0.4125 hm ²	保证湿地自然保护区的功能和结构完整，尽量避免对保护区及其动植物的不利影响

环境要素	环境保护目标	保护级别及功能	与项目区位关系	环境保护要求
水生生态环境	兰州鲇、大鼻吻鮡、黄河鲤、赤眼鳟、北方铜鱼等	珍稀、特有和濒危物种	保护鱼类为水产种质资源保护区历史调查中发现的种类；取水口涉及河段主要分布鱼类为兰州鲇、赤眼鳟、大鼻吻鮡、鲤、鲫等，北方铜鱼近十年来调查中均未发现	尽量减免施工活动及项目取水对鱼类的不利影响
	鱼类“三场”	鱼类的重要栖息场所	取水口位置不存在鱼类的重要“三场”分布；上游 960m 处分布有保护区的产卵场、索饵场，下游 2300m 处分布有索饵场、产卵场	保证不直接影响鱼类“三场”，并最大程度减免间接影响
声环境	小西天寺庙群	声环境功能 1 类区	上库东北侧，距离项目上库施工区最近约 2000m，距离下库施工区约 2400m	维护评价区声环境功能不降低，避免对寺庙等敏感点声环境影响
	净土寺		施工区北侧，距离项目上库施工区最近约 2400m，距离下库施工区约 1600m	
	极乐寺		距离下库库盆北侧约 260m，位于业主营地东南侧约 500m	
环境空气	小西天寺庙群	环境空气二类功能区	上库东北侧，距离项目上库施工区最近约 2000m，距离下库施工区约 2400m	维护评价区大气环境功能不降低，避免对寺庙等敏感点大气环境影响
	净土寺		施工区北侧，距离项目上库施工区最近约 2400m，距离下库施工区约 1600m	
	极乐寺		距离下库库盆北侧约 260m，位于业主营地东南侧约 500m	
	自然保护区	环境空气一类功能区	取水泵站、部分取水管线和道路位于保护区内	

1.10.2 环境功能保护目标

1.10.2.1 水环境

(1) 地表水

保护对象：项目涉及河段

保护要求：施工期处理并回用各类污废水，禁止排入黄河水体，使评价河段水质达到功能区划要求的《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类水质标准。对涉及的青铜峡库区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：项目影响区域基岩裂隙水和孔隙潜水。

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。

1.10.2.2 环境空气、声环境和土壤环境

保护对象：项目施工生活区、牛首山寺庙群及项目区土壤

保护要求：加强施工管理和污染控制使取水口区域大气环境质量达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准，其他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，沥青烟处理后排放满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；施工期各营地食堂油烟废气满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）中型标准。

维护评价区的1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。

1.10.2.3 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。

1.10.2.4 环境敏感区保护目标

（1）青铜峡库区国家重要湿地

1）湿地生态系统保护：主要保护黄河流域典型的河流湿地与人工湿地生态系统，维护其生态平衡和生物多样性。

2）珍稀濒危物种保护：保护珍稀濒危动物资源及其栖息地，确保这些物种在湿地生态系统中的存续和繁衍。

3）自然生态综合体保护：维护低山山脉和湿地组成的自然生态综合体，保持其原始状态和自然特性，为多种动植物提供适宜的生存环境。

4）生物多样性保护：保护湿地内丰富的生物多样性，包括脊椎动物、植物等多种生物资源，确保湿地生态系统的完整性和稳定性。

（2）青铜峡库区湿地自然保护区

1) 生态系统及生物多样性保护

自然湿地生态系统：维护库区内典型的自然湿地类型的生态系统。

生物多样性：保护濒危、珍贵、稀有动植物物种，确保湿地生物多样性的持续存在和发展。

2) 自然生态综合体保护

低山山脉与湿地结合：保护区不仅关注湿地本身，还注重低山山脉与湿地组成的自然生态综合体的整体保护，以维护生态平衡和稳定。

（3）黄河卫宁段兰州鲇水产种质资源保护区

1) 保护兰州鲇种质资源

维护遗传多样性：确保兰州鲇的遗传多样性，防止因过度捕捞、环境污染等因素导致的种质资源退化。

促进种群恢复：通过增殖放流、人工繁育等措施，增加兰州鲇的种群数量，促进其种群的恢复和壮大。

2) 保护水生生物多样性

维护生态系统平衡：保护区内不仅包含兰州鲇，还有其他多种水生生物。保护区的目标之一是维护这些生物种群的平衡，防止某一物种的过度发展对其他物种造成威胁。

3) 保护水质与生态环境

改善水质：加强对保护区内水质的监测和管理，防止生产废水、生活污水等污染源对水质造成破坏，确保水质符合水生生物生存的需求。

保护生态环境：保护区内的湿地、滩涂等生态环境是兰州鲇等水生生物的重要栖息地。保护区的目标之一是维护这些生态环境的稳定性和完整性，防止因人类活动导致的生态环境破坏。

（4）青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区

确保青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区的水质安全，保障人民群众的饮水健康，促进经济社会可持续发展。

（5）生态保护红线

1) 生态功能保护目标

确保水源涵养、水土保持、生物多样性维护等关键生态功能得到有效保护，生态

功能区域面积不减少、性质不改变、功能不降低。

2) 生态环境质量改善目标

持续改善生态保护红线区域内的环境质量，减少污染物排放，降低生态风险。加强生态监测和预警能力建设，及时发现并处理生态环境问题，防止生态环境恶化。

3) 生态安全格局构建目标

按照山水林田湖草系统保护的要求，构建生态安全格局，确保重要生态系统和生态廊道的连通性。防止生态系统破碎化，维护生态系统的完整性和稳定性，提高生态系统的服务功能。

4) 生态经济发展目标

在保护生态环境的前提下，推动生态经济发展，促进绿色、低碳、循环经济的发展。鼓励和支持生态补偿、生态修复等项目的实施，提高生态系统的综合效益。

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水环境、生态环境及环境敏感区的影响：

- (1) 水库蓄水及电站运行对水文情势的影响；
- (2) 水库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；
- (4) 项目施工建设对水土流失的影响；

(5) 项目建设和运行对青铜峡库区国家重要湿地、青铜峡库区湿地自然保护区、黄河卫宁段兰州鲇水产种质资源保护区和青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区和生态保护红线的影响。

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《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《宁夏牛首山东抽水蓄能电站环境影响报告书》。

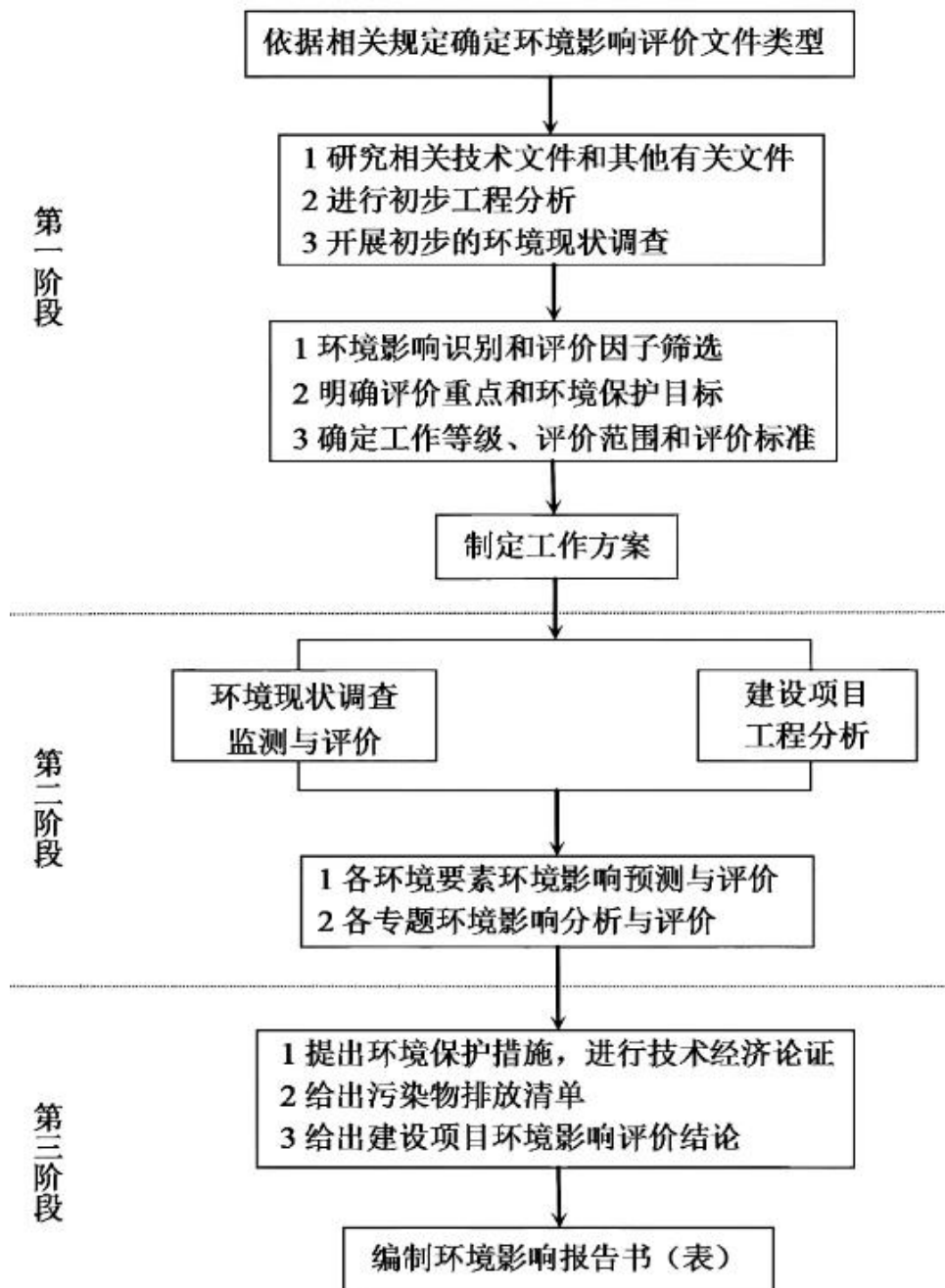


图 1.12-1 环境影响评价过程图

2 建设项目概况

2.1 流域概况及规划概况

2.1.1 流域概况

黄河发源于青藏高原巴颜喀拉山北麓，穿越青藏高原、黄土高原、华北平原三大台阶，横贯青海、四川、甘肃、内蒙古、陕西、山西、河南、河北、山东九省（区）后，于山东流入渤海。黄河流域面积 75.2 万 km²，干流全长 5464km，年径流量 580 亿 m³，为我国第二大河流。黄河干流按自然特点划分为上、中、下游三个河段：源头至内蒙古河口镇为上游段，河口镇至河南桃花峪为中游段，桃花峪至入海口为下游段。

黄河上游段长 3472km，流域面积 42.82 万 km²，汇入的较大支流有 43 条。玛多以上属河源段；玛多至玛曲段，大部分河段河谷较开阔，间有几段峡谷，支流黑河、白河在玛曲段汇入，水量大增，成为黄河第一大产流区；从玛曲以下至羊曲河段进入峡谷区，河谷狭窄，落差较大；龙羊峡至宁夏青铜峡段，川峡相间，峡谷段落差集中，川地地势平坦；青铜峡至河口镇，流经宁蒙平原，河道展宽，比降平缓。

牛首山东抽水蓄能电站选点位于黄河上游龙羊峡至宁夏青铜峡段（以下简称龙~青段），银吴平原和卫宁平原之间。黄河龙~青段位于我国西北高原北纬 34°06′~38°18′、东经 98°57′~106°40′之间，跨青海、甘肃、宁夏三省（区）。龙羊峡库尾至青铜峡大坝全长 1023km，区间面积 14.36 万 km²。黄河龙~青段为峡谷段，该段河道流经山地丘陵，因岩石性质的不同，形成峡谷和宽谷相间的形势：在坚硬的片麻岩、花岗岩及南山系变质岩地段形成峡谷，在疏松的砂页岩、红色岩系地段形成宽谷。该河段流经龙羊峡、阿什贡峡、松巴峡、李家峡、公伯峡、积石峡、寺沟峡、刘家峡、盐锅峡、八盘峡、柴家峡、小峡、大峡、乌金峡、红山峡、黑山峡、青铜峡等 17 个峡谷，峡谷两岸均为悬崖峭壁，河床狭窄、河道比降大、水流湍急。该段贵德至兰州间，是黄河三个支流集中区段之一，有洮河、湟水等重要支流汇入，使黄河水量大增。龙羊峡至宁夏下河沿的干流河段是黄河水力资源的“富矿”区，也是中国重点开发建设的水电基地之一。

2.1.2 流域相关规划及开发情况

2.1.2.1 流域相关规划

根据 2003 年由西北勘测设计研究院提出的《黄河上游龙羊峡至青铜峡河段水电规划重编报告》，推荐河段按龙羊峡、拉西瓦、尼那、山坪、李家峡、直岗拉卡、康扬、公伯峡、苏只、黄丰、积石峡、大河家、寺沟峡、刘家峡、盐锅峡、八盘峡、河口、柴家峡、小峡、大峡、乌金峡、小观音、大柳树、沙坡头、青铜峡 25 级开发，梯级总装机容量 1700.28 万 kW，年发电量 597.88 亿 kWh。截至目前，除部分梯级因前期工作的深入，工程特性指标有所变化，以及黑山峡河段开发方式仍在继续研究外，大部分梯级的开发方式及工程特性基本没有变化。

2013 年 3 月国务院以国函(2013)34 号文批复的《黄河流域综合规划(2012~2030 年)》提出“采取强化节水、加强调度管理、开展水权转让、兴建干流调蓄工程、实施跨流域调水、保障城乡饮水安全等一系列对策和措施；强化了水资源保护，提出了地表水水质保护目标、水功能区污染物限制排污总量意见、水环境综合治理意见，地下水功能分区、保护目标和保护措施”。《综合规划》中电力发展对流域水电开发的要求提出“西北电网预测 2020 年、2030 年需电量分别为 4530 亿 kWh、7449 亿 kWh，年最高负荷分别为 72480MW、12033MW。考虑送电华北及四川联网后，系统需要总装机容量分别为 96530MW、155386MW。”西北电网电源建设的思路是积极发展水电，优化发展火电，因地制宜发展风电等新能源。

2.1.2.2 流域已建（在建）水电工程概况

黄河上游龙羊峡~宁夏青铜峡段水力资源丰富，是我国重点开发建设的水电基地之一。目前龙羊峡~青铜峡段已建的水电站主要有龙羊峡、拉西瓦、尼那、李家峡、直岗拉卡、康扬、公伯峡、苏只、黄丰、积石峡、寺沟峡、刘家峡、盐锅峡、八盘峡、河口、柴家峡、小峡、大峡、乌金峡、沙坡头、青铜峡等 21 座，大河家水电站目前正在建设中，山坪、小观音和大柳树水电站目前仍处于规划阶段。已建水电站中具有代表性的有龙羊峡、拉西瓦、公伯峡、刘家峡、盐锅峡、青铜峡等。

其中黄河沙坡头水利枢纽下距牛首山东项目取水口位置河道距离约 115km，于 2004 年 3 月下闸蓄水，2005 年 5 月主体工程全部完工，其主要任务是灌溉和发电，总控制灌溉面积 134 万亩，总库容 2600 万 m³，总装机 12.03 万 kW。最

大坝高 37.8m，坝顶长 867.65m，坝顶高程 1242.6m，正常蓄水位 1240.5m。河床电站安装 4 台灯泡贯流式水轮机组，为径流式运行，泄洪闸设计泄洪流量 $6550\text{m}^3/\text{s}$ 。

青铜峡水电站上距牛首山东项目取水口位置河道距离约 20km，于 1958 年 8 月开工，1967 年 12 月投入运行，1978 年建成。电站位于黄河上游下段，宁夏青铜峡峡谷出口处，是中国最早的闸墩式水电站。青铜峡水电站系河床闸墩式低水头电站，8 台转桨式水轮发电机组与 7 孔溢流坝相间布置，大坝总长为 687.3m，坝高 42.7m，坝宽 46.7m，总装机 30.2 万 kW，设计年发电量 13.5 亿 kW·h，水库运行正常蓄水位 1154.81m，设计库容为 6.06 亿 m^3 ，水库面积为 113km^2 ，最大回水长度为 45km。青铜峡水电站是一座以灌溉与发电为主，兼有防洪、防凌和工业用水等效益的综合性水利枢纽工程。电站厂房为半露天式，枢纽布置了三大灌溉渠道：秦汉渠、唐徕渠、东高干渠，灌溉面积 36.67 万 hm^2 。

近年来，由于青铜峡水库不断淤积，使得水库调节库容逐年降低，水库运行方式也进行了调整，根据不同入库流量，控制不同的坝前水位。当入库流量在 $2000\text{m}^3/\text{s}$ 以下时，水库按正常蓄水位 1154.81m 运行；当入库流量大于 $2000\text{m}^3/\text{s}$ 但低于 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 时，坝前控制水位 1154.81m，水库在保证泄洪安全时，兼顾灌溉发电效益，并适时安排水库排沙；当入库流量大于 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 但低于 $6500\text{m}^3/\text{s}$ 时，坝前控制水位 1154.81m，水库泄洪设施逐步开启；当入库流量大于 $6500\text{m}^3/\text{s}$ 时，坝前控制水位将逐步升高（最高 1155.71m），水库泄洪设施全部开启。

牛首山抽水蓄能电站目前处于建设阶段，位于本项目北侧约 2km 处，电站枢纽工程由上水库、下水库、输水系统、地下厂房及开关站等组成。电站上水库正常蓄水位 1654m，死水位 1625m，正常蓄水位以下库容 627.8 万 m^3 ，调节库容 591.0 万 m^3 。下水库正常蓄水位 1262m，死水位 1240m，正常蓄水位以下库容 634.7 万 m^3 ，调节库容 591.0 万 m^3 。电站装机容量 1000MW（ $4\times 250\text{MW}$ ），施工期总需水量 572.64 万 m^3 ，初期蓄水期共需总水量 745.6 万 m^3 ，运行期间年补水毛取水总量为 158.06 万 m^3 ，月平均取水量 13.17 万 m^3 。电站于 2022 年开工建设，目前处于建设期。

2.1.3 宁夏抽水蓄能选点规划及项目前期工作概况

2.1.3.1 宁夏抽水蓄能选点规划及规划环评概况

（1）选点规划工作概况

宁夏电网以火电为主，随着宁夏经济社会发展、用电需求增加和供电质量要求提高，电网调峰及保安问题越来越突出。宁夏风能资源丰富，风电等新能源大规模开发，宁夏电网在安全稳定、经济运行方面有了新的要求。为满足宁夏回族自治区电力发展需要，促进宁夏风能等新能源的大规模开发，落实国家能源局有关推进抽水蓄能电站前期工作的要求，2008年12月，水电水利规划设计总院、宁夏回族自治区发展和改革委员会共同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）开展宁夏抽水蓄能电站选点规划工作。

规划阶段，对宁夏电网建设抽水蓄能电站的必要性进行了分析，随着风电等新能源大规模开发，电网供电稳定性、可靠性也需要大大地提高，结合当地的资源条件，考虑规划水平年2020年配置800MW左右的抽水蓄能电站较为合适。因此，从满足宁夏电网调峰容量平衡、解决网内风电并网、电网安全稳定运行、宁夏经济发展需要等方面，在宁夏风电、光电密集和电网负荷中心银川及周边地区进行了抽水蓄能电站选点工作。

按照国能综通新能〔2020〕138号通知要求，2021年1月，宁夏回族自治区发展和改革委员会委托西北院开展宁夏回族自治区抽水蓄能中长期规划相关工作。西北院将宁夏回族自治区抽水蓄能电站选点规划成果一并纳入中长期规划基础上，结合宁夏新能源资源、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，西北院完成并向宁夏发展和改革委员会提交了《宁夏回族自治区抽水蓄能中长期规划》，由宁夏回族自治区发展和改革委员会将宁夏回族自治区抽水蓄能中长期规划上报国家。

宁夏回族自治区抽水蓄能中长期规划中，经过对宁夏普查站点地形、地质条件、水源水质、工程布置、施工、环境影响、水库淹没等因素的进一步比较筛选，初选了牛首山、牛首山东、中宁、峡口（原规划名称跃进）、中卫三道渠、中卫黄草渠、固原等7个站点作为宁夏抽水蓄能中长期规划站点，总装机容量780万kW。

2021年8月，国家能源局综合司发布了关于《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035年）》意见的函，牛首山东抽蓄电站位列抽水蓄能规划“十四五”重点实施项目。

（2）选点规划中关于本项目环境影响评价主要结论

抽蓄选点规划因各站点分散不要求单独开展规划环评报告工作，宁夏抽蓄选点规划报告中编写了各站点“环境影响评价”篇章内容。报告“环境影响评价”篇章中关于牛首山东站点的环境影响评价主要结论如下：

1) 牛首山东抽水蓄能电站建成后承担电网调峰填谷、事故备用以及调频调相等任务。从发展低碳经济、电源优化配置和减少输电规模和电网安全稳定运行、智能电网建设、地区社会经济发展等方面综合考虑，具有一定的社会效益和环境效益。

2) 电站建设的主要不利影响为：施工占地和生产活动对施工区地表扰动较大，将造成大量新增水土流失量，电站施工期“三废”与噪声污染对施工区局部环境质量和施工人员有一定程度的不利影响，电站建设对生态环境造成一定影响，但以上不利影响均可以采取环保措施予以减轻或减免。本电站在认真落实环保措施前提下，从环境角度综合考虑，该站点不存在制约性因素。

3) 站点下库位于青铜峡库区湿地自然保护区的实验区，项目建设须取得自然保护区主管部门的同意。项目建设会对周围的陆生生态、水环境、声环境、大气环境等方面产生一定的影响，但经采取相应保护措施后，对环境的影响较小。本次环评阶段，取得了自治区林业和草原局关于在青铜峡库区自治区级自然保护区实施宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程的复函（宁林函〔2024〕782号），见附件9，同意本项目取水泵站相关工程内容占用保护区实验区。

2.1.3.2 项目预可研阶段工作概况

牛首山东抽水蓄能电站位于黄河青铜峡水库右岸的牛首山西麓，站点距离银川市约 141km、吴忠市约 79km、青铜峡市约 57km，有高速公路及铁路从旁边通过，交通便利，地理位置优越。

受宁夏华电牛首山抽水蓄能发电有限公司委托，西北院承担了牛首山东抽水蓄能电站预可行性研究勘测设计工作，于 2024 年 3 月编制完成了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站预可行性研究报告》。

预可研阶段初选电站上水库正常蓄水位 1744m，死水位 1721m，调节库容 $815 \times 10^4 \text{m}^3$ 。下水库正常蓄水位 1273m，死水位 1237m，调节库容 $809 \times 10^4 \text{m}^3$ 。初选电站装机容量 1400MW（4×350MW），电站满发利用小时数 6h，电站设计年发电量 28.1 亿 kWh，年抽水电量 37.5 亿 kWh，综合效率 75%。

2024 年 3 月，水电水利规划设计总院在银川市主持召开了宁夏牛首山东抽

水蓄能电站预可行性研究报告审查会议。会议认为报告内容和工作深度基本满足预可行性研究报告编制规程的要求，基本同意该报告。

2.1.3.3 项目可研阶段工作概况

牛首山东抽水蓄能电站可行性研究阶段设计工作，在预可行性研究阶段成果的基础上，对牛首山东抽水蓄能电站枢纽布置格局、正常蓄水位、施工总布置规划进行了进一步研究，并于 2024 年 6 月编制完成了相关专题报告。

(1) 枢纽布置格局比选专题报告

2024 年 9 月，《宁夏牛首山东抽水蓄能电站可行性研究阶段坝址、坝型、坝线及枢纽布置格局比选专题报告》编制完成并通过了中国水利水电建设工程咨询有限公司专家的咨询，咨询认为，报告主要比选结论及推荐方案是基本合适的。根据现场条件，布置 1 个上水库库址（利用站沟东侧山顶黄土塬靠西南侧扩库开挖筑坝成库，称为“上水库”）、2 个下水库库址（利用小碾子沟、岌岌沟及其支沟扩库开挖筑坝成库，称为“下水库 A”；利用小寺沟下游段前缘台地扩库开挖筑坝成库，称为“下水库 B”），在此基础上组合形成 2 组库址比选方案。报告主要结论如下：

1) 上水库方案比选

库（坝）址：上水库位于青铜峡市牛首山西麓站沟东侧山顶黄土塬，利用山顶黄土塬靠西南侧扩库开挖筑坝成库。

坝线比选：上水库库址所在黄土塬山顶平台，总体地势东北侧略低，西南侧略高，平台东侧局部发育有 5 条小冲沟和 2 条小支沟，支沟中可见黄土陷穴，为保证坝体的稳定性，库（坝）线布置时应尽量避开东侧冲沟。依据上水库库址地形、地质条件，在满足 1400MW 装机所需库容要求的前提下，在上水库库址区域内拟定 2 条代表性库（坝）线（见图 2.1.3-1）。方案 1 充分利用库址东北侧天然库容挖填成库，方案 2 充分利用库址正北侧天然库容挖填成库。经过技术、经济比较，上水库库（坝）线方案 1 在可比投资等方面存在优势，上水库库（坝）线方案 1 作为推荐方案。

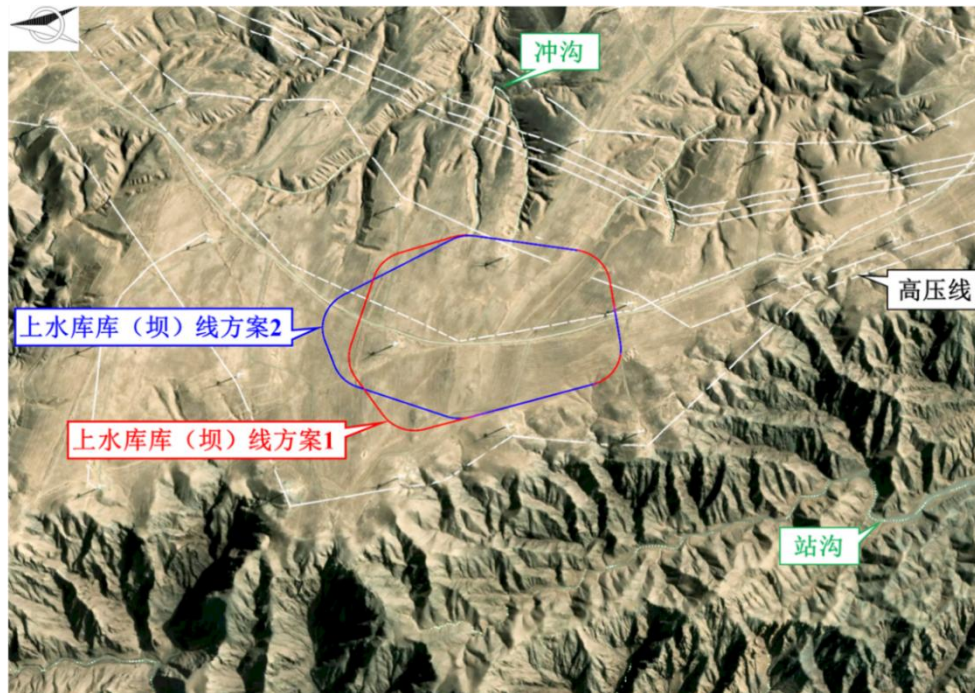
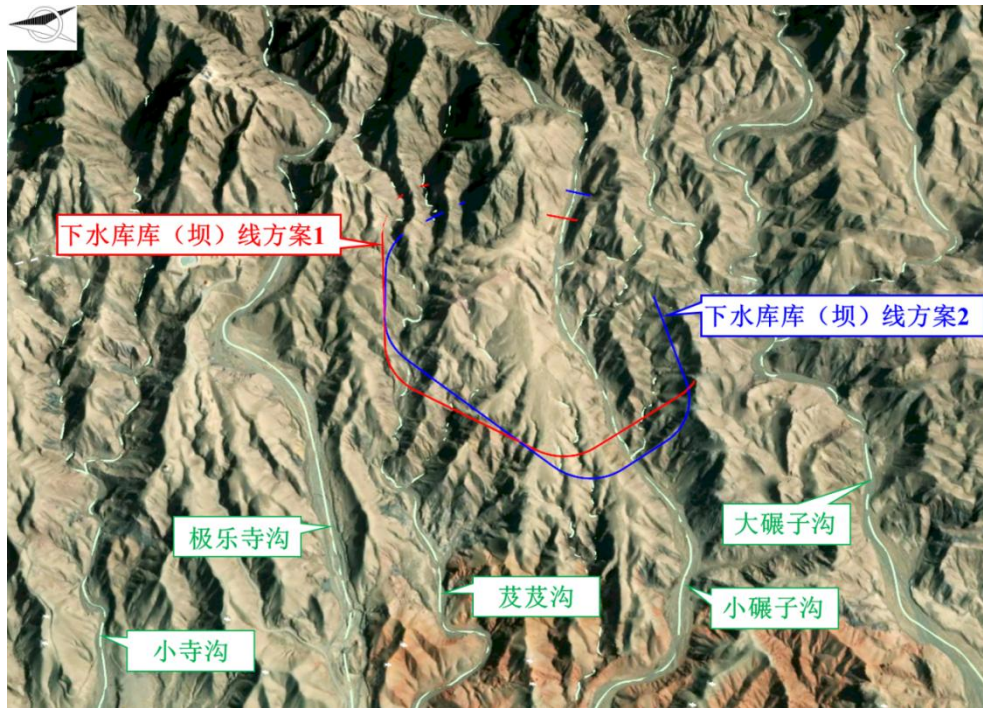


图 2.1.3-1 上水库库（坝）线比选位置布置图

2) 下水库方案比选

库（坝）址比选：上水库与下水库 A 组合的库址方案额定水头 466m、距高比 5.53，上水库与下水库 B 组合的库址方案额定水头 4190m、距高比 5.31。两方案的上水库和输水发电系统的工程地质条件、工程布置方案和工程量基本相当。下水库 B 所在小寺沟沟道狭窄，其工程开挖量和填筑量较大，还需增设规模较大的弃渣场，工程建设对紧邻的极乐寺影响较大，工程投资高于下水库 A；下水库 A 所在小碾子沟成库条件好、工程量少、投资低。经技术经济综合比选，选择上水库与下水库 A 组合的库址方案作为推荐库址方案。

坝线比选：下水库库址区域内拟定 2 条代表性库（坝）线（见图 2.1.3-2），均位于牛首山西麓山前洪积台地，利用小碾子沟、岌岌沟及其支沟扩库开挖筑坝成库，其中，库（坝）线比较方案 1 充分利用岌岌沟西南侧沟道天然库容挖填成库，库（坝）线比较方案 2 充分利用小碾子沟及其支沟沟道天然库容挖填成库。经过技术、经济比较，上水库库（坝）线方案 1 在可比投资等方面存在优势，综合考虑，推荐以方案 1 坝线作为下水库坝线。



2.1.3-2 下水库库（坝）线比选位置布置图

取水方案：本工程上、下水库均无天然径流汇入，为满足初期蓄水和运行期补水需要，设计结合施工期、运行期的生产生活用水需要，在下水库靠近青铜峡水库岸边设置泵站，抽取黄河水，经沉淀处理后作为水库水源的方案。

3) 上、下水库库盆防渗方案比选和坝型选择

库盆防渗方案：上水库采用全库盆土工膜防渗方案、库周土工膜防渗+库底黏土铺盖防渗方案、全库盆沥青混凝土面板防渗方案进行技术经济比选。三种库盆防渗方案均有类似工程经验，技术上均可行。全库盆土工膜防渗方案更具优越性，具体包括：适应地质地形条件好、防渗效果优、施工速度快、施工及检修条件有一定优势，投资相对较省。推荐全库盆土工膜防渗为上水库库盆防渗方案。

下水库库盆拟定以 4 种目前国内常用的表面防渗方案进行比较，相应坝体采用与库周相同的防渗型式。方案 1-全库盆沥青混凝土面板防渗、方案 2-全库盆钢筋混凝土面板防渗、方案 3-库周沥青混凝土面板+库底土工膜防渗和方案 4-库周钢筋混凝土面板+库底土工膜防渗，方案 3 具有施工工期短、投资省等优势，推荐方案 3-库周沥青混凝土面板+库底土工膜方案为下水库防渗方案。

坝型选择：上库库（坝）址区覆盖层风积黄土的利用，选择采用风积黄土作为筑坝料的均质土坝坝型；结合全库盆防渗方案，同时考虑充分利用开挖料，设计经技术经济比较，下水库采用沥青混凝土面板堆石坝为下水库挡水坝坝型。

(2) 正常蓄水位选择专题报告

2024年7月,《宁夏牛首山东抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》编制完成并通过了水电水利规划设计总院的审查(水电规规〔2024〕186号)。以下为报告主要结论。

根据宁夏电网电力系统调峰需求、抽水蓄能站点资源条件和本工程建设条件,经技术经济综合比较选择装机容量1400MW。根据宁夏电网的负荷特性和电源结构特点,考虑上、下水库的地形地质条件、电站运行要求和工程经济性,经方案技术经济分析比较,推荐按连续满发小时数6h设置发电调节库容;同时,考虑冬季结冰对水库运行的影响,在上、下水库设置冰冻备用库容。

在以上基础上,拟定上水库正常蓄水位1737.00m、1739.00m、1741.00m,相应死水位分别为1712.00m、1714.00m、1716.00m三个方案;下水库正常蓄水位1285.00m、1280.00m、1275.00m,相应死水位分别为1253.00m、1248.00m、1243.00m三个方案分别进行上水库和下水库正常蓄水位分析比较。

1) 上、下水库经工程处理后均具备筑坝成库的地形地质条件,经论证后拟定的各正常蓄水位方案均较充分地利用了库区的地形地质条件,工程地质条件基本相当。

2) 各正常蓄水位方案枢纽布置条件基本相同,工程技术难度无明显差异。随正常蓄水位抬高,上、下水库坝高和坝体填筑工程量均有所增加,库盆防渗和输水发电系统工程量差别不大,推荐正常蓄水位方案土石方开挖量和坝体填筑工程量相对较少。

3) 各正常蓄水位方案施工导流、施工方法、施工布置、施工进度基本相同,大坝填筑、开挖料利用、弃渣量略有差别,不制约正常蓄水位选择。

4) 各正常蓄水位方案机组最大扬程与最小水头之比在控制水平范围内,机组设计制造难度相当且在现有工程经验范围内,机组参数水平、机电设备和金属结构设备工程量基本无差别。

5) 各正常蓄水位方案上、下水库淹没影响均不涉及人口和房屋,主要涉及草地、少量风电机组及专项设施,各方案建设征地影响、移民安置任务、补偿费用差别小,处理难度基本相当,建设征地移民安置不制约正常蓄水位选择。下阶段应取得自治区文物部门的批复意见,进一步落实本项目建设占地范围是否涉及文物古迹。

6) 各正常蓄水位方案对水环境、生态环境和水土流失等影响方式和影响程度的差异较小, 环境保护与水土保持措施和估算投资差别不大。

7) 上水库正常蓄水位从 1741m 提高至 1743m, 投资减少 698 万元, 从 1743m 提高至 1745m, 投资增加 4184 万元, 以正常蓄水位 1743m 方案投资最小; 下水库正常蓄水位从 1271m 提高至 1273m, 投资减少 645 万元, 从 1273m 提高至 1275m, 投资增加 2109 万元, 以正常蓄水位 1273m 方案投资最小。

经技术经济综合比较, 同意电站选择上水库正常蓄水位 1743m、死水位 1718m, 下水库正常蓄水位 1273、死水位 1241m。上水库正常蓄水位 1743m, 相应库容 827 万 m^3 , 死库容 24 万 m^3 , 调节库容 803 万 m^3 ; 下水库正常蓄水位 1273m, 相应库容 819 万 m^3 , 死库容 20 万 m^3 , 调节库容 799 万 m^3 。

(3) 施工总布置规划专题报告

2024 年 7 月, 《宁夏回族自治区牛首山东抽水蓄能电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》编制完成并通过了水电水利规划设计总院的审查(水电规施〔2024〕69 号)。报告主要结论如下:

根据本工程料源选择情况、施工场地条件、枢纽布置特点, 并结合最终选定的对外路、上下库连接道路, 受地形条件限制等因素。本工程上下库可供利用的场地条件较为明确, 上库采用集中布置, 下库施工布置相对分散, 但受地形条件限制, 可选择余地较小, 对上下库施工布置不做比较方案, 只对料源引起的施工布置进行比较。

考虑工程上下水库填坝料及混凝土骨料采用的硬岩料, 上下库区开挖石方不能满足设计需要量, 通过对料源的初步规划和分析, 因此, 本工程针对上、下库库外料源及料源加工系统位置布置方案进行比较, 拟定了以下两个总布置方案。

方案一本工程硬岩料从开关站开挖平台获得, 因此将垫层料及砂石骨料加工系统布置于下水库区。方案一无开挖较好的沥青混凝土骨料原料, 且本工程沥青混凝土工程相对较少在下水库区使用, 本工程沥青混凝土骨料原料采用外购, 将沥青混凝土骨料加工系统布置于下水库区。

方案二硬岩料全部从上库开采, 工程区硬岩石料采用上库消防站、岩芯库及综合管理用房开挖平台开挖料(其有可作为沥青混凝土骨料的灰岩料), 其开挖料满足上下库区硬岩料设计需要量。根据料的来源, 将垫层料及砂石骨料加工系统和沥青混凝土骨料加工系统布置于上水库区方案。

施工场地布置比较：方案一工程区硬岩石料采用开关站开挖平台开挖料，垫层料及砂石骨料加工系统和沥青混凝土骨料加工系统布置于下水库区方案。该方案需向上水库运输垫层料、过渡料、排水料、反滤料及水泥混凝土骨料等相对较少，运距约 10.0km。开关站平台开挖料以砂岩为主，不可作为沥青混凝土骨料，沥青混凝土骨料原料需外购。方案二工程区硬岩石料采用上水库消防站、岩芯库及综合管理用房开挖平台开挖料，垫层料及砂石骨料加工系统和沥青混凝土骨料加工系统布置于上水库区方案。该方案需向下水库运输垫层料、过渡料、排水料、反滤料及水泥混凝土骨料等相对较多，运距约 13.5km。上水库消防站、岩芯库及综合管理用房开挖平台开挖料以灰岩为主，可作为沥青混凝土骨料。

从施工布置上分析方案一和方案二各有优缺点，从减少占地面积、施工难度及扩展料源容量扩展条件等、有利于施工时序考虑，推荐方案一上水库库外料源方案。

征地及移民安置比较：两方案从建设征地移民安置角度分析，两方案均涉及牛首山风电场风电机组 5 座，两方案企事业单位处理难度相当；从节约用地的角度分析，方案二建设征地面积较方案一多 539.22 亩，涉及草地面积比方案一多 580.18 亩，方案一较方案二更优；从补偿费用估算的角度考虑，方案一总投资较方案二少 622.01 万元，方案一略优于方案二。

从工程建设节约利用土地、控制征地规模的角度出发，两方案均无明显制约因素；通过两方案枢纽工程建设区影响实物指标、移民安置初步规划和补偿费用估算等方面的综合比较，方案一优于方案二。

环境保护和水土保持比较：两方案施工占地区均不涉及国家级森林公园、湿地公园、名胜古迹等环境敏感区，两个方案地下取水管道均涉及青铜峡库区湿地自然保护区和黄河卫宁段兰州鲇水产种质资源保护区，对保护区影响类型和程度基本无差别。两方案上、下水库位置基本一致，方案一在施工占地面积、对地表植被破坏范围上比方案二小 520.18 亩。从环境角度分析，两个施工布置方案对环境造成影响的差别较小，方案一对地表植被的破坏略小，相比之下更优。推荐方案和比选方案均不存在水土保持制约性因素，但与比选方案相比，推荐方案占地面积小，造成的水土流失少，所需的水保投资也少。

经综合比选，推荐方案一作为施工总布置方案：上水库工程施工项目主要有上水库大坝及库盆、进/出水口、引水隧洞上平段、事故闸门井及其施工支洞等，

上水库施工区需布置的主要施工临建设施有：上库承包商营地、上库水泥混凝土拌和系统、综合加工厂、综合仓库、金属结构拼装场、表土堆存场、上库机械停放场及修配厂等。

下水库工程施工项目主要有下水库大坝、输水发电系统、地下厂房、尾水工程、附属洞室、开关站及施工支洞等，其他下库区布置的项目主要有：下库垫层料砂石骨料及沥青骨料加工系统、下库混凝土拌和系统、下库沥青混凝土拌和系统、综合仓库、综合加工厂、钢管加工厂、机电设备库及金属结构拼装场、机械停放场及修配厂、变电站等。

2.2 项目位置

宁夏牛首山东抽水蓄能电站（原宁夏牛首山二期抽水蓄能电站）是《抽水蓄能中长期发展规划（2021 年～2035 年）》中宁夏回族自治区抽水蓄能规划“十四五”重点实施项目，位于宁夏回族自治区中卫市中宁县与吴忠市青铜峡市交界的黄河青铜峡水库右岸牛首山西麓，工程距离银川市公路里程约 140km，距中卫市公路里程约 100km，距吴忠市公路里程约 75km。上水库位于青铜峡市牛首山西麓站沟东侧山顶黄土塬，利用山顶黄土塬靠西南侧扩库开挖筑坝成库。下水库位于中宁县牛首山西麓山前洪积台地，利用小碾子沟、岌岌沟及其支沟扩库开挖筑坝成库。上、下水库均有简易道路可达，交通较便利。工程地理位置见图 2.2.1-1。

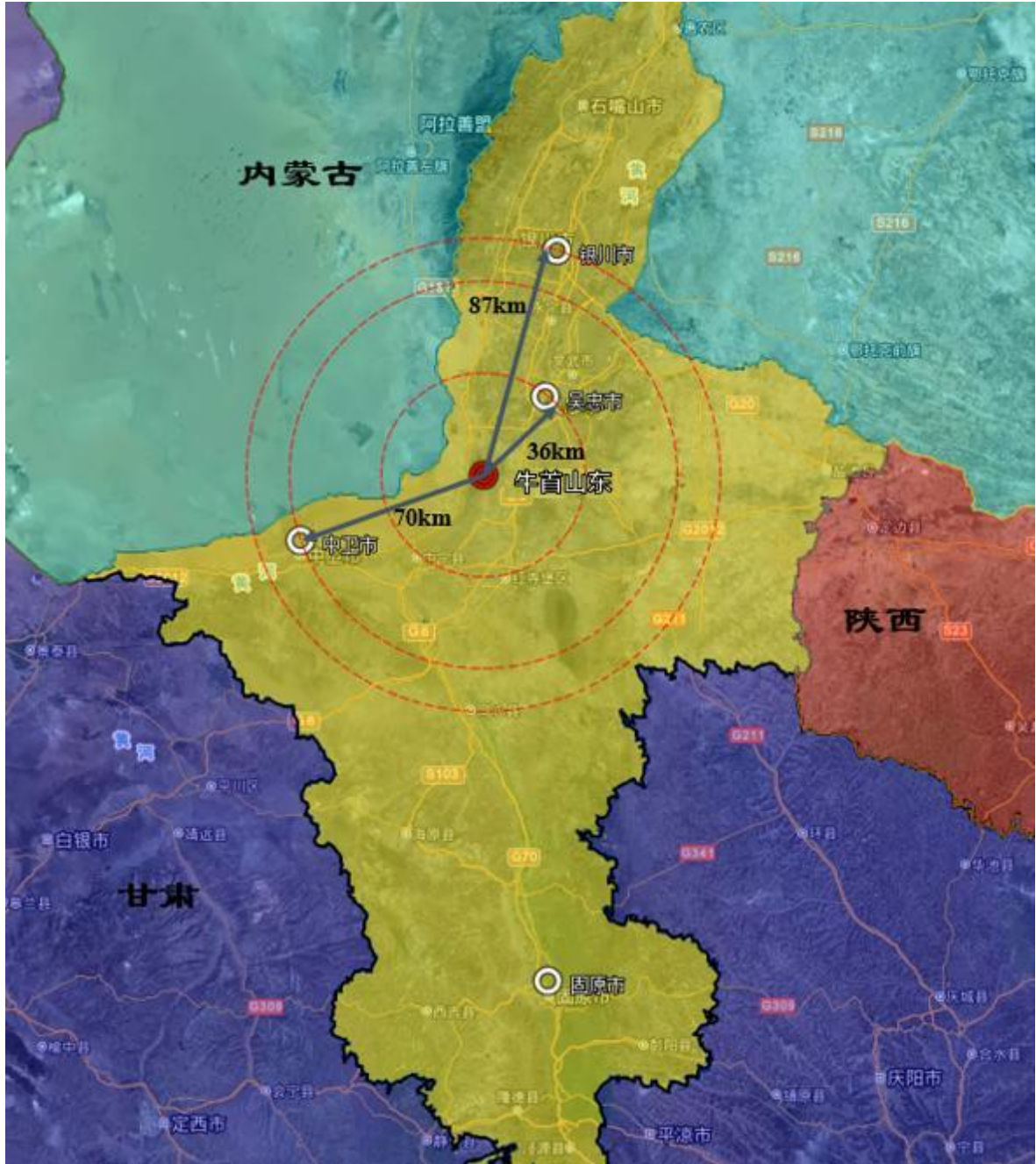


图 2.2.1-1 项目位置示意图（青铜峡市行政区）

2.3 项目建设必要性

在“30·60”双碳目标及构建现代能源体系等新形势下，以风电、光伏为代表的新能源发电迎来了巨大的发展契机，风电、光电的大规模开发，对保障电网安全稳定运行提出了新的要求。宁夏电网属于典型的以燃煤火电为主的电网，当前电网调峰主要依靠省内火电。随着经济社会快速发展，电力负荷快速增长，新能源大规模并网，电网调峰困难局面日益显现，迫切需要建设启动迅速、运行灵活的调峰及备用电源。

抽水蓄能电站启停灵活、调节速度快，可承担调峰、填谷、储能、调频、调相和紧急事故备用等多种功能，是世界公认的理想的调峰电源之一，也是当前技术最成熟、经济性最优且最具大规模开发的储能品种。考虑宁夏抽水蓄能需求规模，2030 年宁夏电网储能合理需求规模约 3000MW~4000MW。目前，宁夏无已投产的抽水蓄能电站，仅在建牛首山抽水蓄能电站一座，装机容量 1000MW，预计 2030 年左右投产，远不能满足电力负荷快速增长、新能源大规模发展的需要。

牛首山东抽水蓄能电站交通较为便利，地理位置优越，工程建设规模较大，自身建设条件较好。牛首山东抽水蓄能电站建设是推动实现“30·60”双碳目标，构建现代能源体系的重要举措；是缓解宁夏电网电力需求及调峰需求的有力抓手；是强化系统供电可靠性、支撑宁夏电网安全稳定运行的重要保障；是促进宁夏新能源消纳、优化地区能源资源配置的重要依托；是落实国家发展战略，扩大有效投资，促进宁夏经济社会高质量发展的有效途径；是适应建设坚强智能电网的有效手段。因此，建设牛首山东抽水蓄能电站工程十分必要。

2.3.1 是宁夏“十四五”规划重点实施项目

牛首山东抽水蓄能电站位于宁夏青铜峡市境内，交通较为便利，地理位置优越。可为宁夏电网提供调峰保安电源，提高系统安全、稳定、经济运行水平，有助于风电等新能源消纳。

根据《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》，宁夏回族自治区共规划 7 个站点，总规划规模 7800MW，其中重点实施项目为 4 个，规划总装机 4200MW，“十四五”重点实施项目包括牛首山、牛首山东、中宁 3 个站点，装机容量 3400MW，“十五五”重点实施项目为牛首山峡口，装机容量 800MW，三道塄、黄草塄、固原站点作为规划储备站点，总装机 3600MW。

2022 年 3 月，国家发展改革委、国家能源局印发《关于加快“十四五”时期抽水蓄能项目开发建设有关工作的通知》，促进抽水蓄能高质量发展。宁夏回族自治区发展改革委对宁夏抽水蓄能电站项目投资主体优选公开招标。宁夏牛首山东、牛首山峡口、中宁、三道塄等 4 座抽水蓄能电站已确定投资主体。

2023 年 12 月，为进一步优化抽水蓄能项目规划布局，推动抽水蓄能高质量发展，国家能源局要求在抽水蓄能发展需求规模研究论证的基础上，结合已投产、在建抽水蓄能项目规模，在近年来本省开展抽水蓄能项目优化比选的基础上，优选在布局、经济性、前期工作基础等方面较好的项目，提出本省中长期发展规划

2024~2028 年抽水蓄能重点实施项目布局优化调整建议，以及分年度的时序安排建议和预计投产时间。根据国家能源局相关要求，宁夏回族自治区发展和改革委员会综合考虑各站点开发建设条件、前期工作进展及业主开发积极性等，下达抽水蓄能总装机需求 5000MW，建议 2024 年牛首山东抽水蓄能电站（1400MW）核准，2025 年中宁抽水蓄能电站（1000MW）核准，2026 年三道埡抽水蓄能电站（1400MW）核准，2027-2028 年峡口抽水蓄能电站（1000MW）核准。

截至目前，宁夏牛首山抽水蓄能电站正在施工建设；牛首山东抽水蓄能电站已核准；牛首山峡口已完成预可研工作，正在开展三大专题工作；中宁抽水蓄能电站已完成预可研工作；三道埡抽水蓄能电站正在开展预可行性研究工作。

2.3.2 是推动实现“30·60”双碳目标，构建现代能源体系的重要举措

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。

2019 年 9 月 18 日，习近平总书记在郑州主持召开了黄河流域生态保护和高质量发展座谈会，并发表重要讲话，对黄河治理作出重要指示。习近平总书记强调，黄河流域构成我国重要的生态屏障，是重要的经济地带和打赢脱贫攻坚战的重要区域，黄河流域生态保护和高质量发展是重大国家战略，要共同抓好大保护，协同推进大治理，让黄河成为造福人民的幸福河。宁夏地处黄河上游，全域属于黄河流域，也是我国西北地区重要的生态安全屏障，黄河干流宁夏段总面积 2.6 万 km²，占宁夏全区国土面积的 39%。探索新时代宁夏黄河流域生态保护和高质量发展思路，为抓好国家战略机遇，坚持走生态优先、绿色发展之路，推动宁夏高质量发展、追赶超越做好基础支撑保障。预计 2030 年全区风电装机规模将达到 18500MW，光伏电站装机规模将达到 30000MW，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，促进新能源消纳，保障系

统安全稳定运行。

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。牛首山东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、促进宁夏能源结构优化调整、亟须加快建设的重要工程。

2.3.3 是缓解宁夏电网电力需求及调峰需求的有力抓手

随着经济社会快速发展，电力需求持续增加。截至 2022 年底，宁夏电网全社会最大负荷 17800MW，全社会用电量 1250 亿 kWh。根据预测，2030 年，宁夏最大负荷 27300MW、需电量 1816 亿 kWh。在系统已建、在建电源基础上，2030 年宁夏电网电力缺口为 13050MW，电量缺口 599 亿 kWh。未来新能源大规模、高比例发展将是宁夏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。

宁夏电网日最小负荷率小，在西北电网中处于低水平。当不考虑新能源反调峰，考虑宁夏电网内需叠加外送时，2030 年系统夏季、冬季最大负荷 7 月、11 月峰谷差分别为 2780MW、2430MW；当考虑风、光电反调峰，仅考虑宁夏电网内需叠加外送时，2030 年系统夏季、冬季最大负荷 7 月、11 月峰谷差分别为 23780MW、23970MW。随着大规模新能源并网，宁夏电网峰谷差进一步加大，系统调峰需求更加迫切，需要加快调峰电源建设。

抽水蓄能电站运行灵活、调节能力强、技术成熟，通过水库抽水、发电的方式发挥调峰填谷作用，即抽水蓄能电站在系统负荷高峰时段，新能源出力较小或无出力时发电调峰，平抑新能源在时段间的大幅波动，减少煤电机组的压荷、开停运行，降低系统煤耗率和电网运行成本；在系统负荷低谷时段，新能源出力大时，利用系统富裕新能源电量抽水运行，降低系统弃电率，促进新能源消纳，是未来缓解宁夏电网电力需求、调峰压力、调整能源结构、实现节煤减排的理想电源。

2.3.4 可强化系统供电可靠性、提高宁夏电网安全稳定运行能力

新能源出力具有随机性、波动性、间歇性特点，短时间内发电出力变化较大时，会对电力系统短时间有功功率平衡及频率稳定产生影响。为维持系统频率稳定，需要电网配备充足的快速反应电源，在电力系统中起到调频、调相及紧急事故备用等作用，减少新能源大规模高比例并网对电网频率、无功电压的影响，提高电网稳定性和可靠性。根据预测，2030年宁夏光伏装机规模将达到30000MW，风电装机规模将达到18500MW。通过对宁夏风、光电站逐1小时出力变率统计，风电、光伏发电出力变幅占装机容量比例在 $\pm 10\%$ 以内的概率分别为78.0%、72.7%，新能源的大规模接入将削弱宁夏电网的频率稳定性、电压稳定性，给电力系统安全稳定运行带来风险。

抽水蓄能电站具备快速启动和快速负荷跟踪的能力，可以在一两分钟内从静止达到满载，并能频繁转换工况，减少其他发电侧电源承担调频任务，使其出力更加平稳，机组运行稳定性增加，检修周期延长、机组寿命增加，发电侧电源因此受益。同时，抽水蓄能电站可作为大容量的无功电源增发无功、改善电压，降低火电在低于额定功率运行有功出力减少和增加能耗的影响。遇到突发事故，抽水蓄能电站作为有效的电源支撑可加速电网电压恢复过程，防止电压崩溃。

目前，宁夏电网尚无已建的抽水蓄能电站，仅有一座在建的牛首山抽水蓄能电站。牛首山东抽水蓄能电站位于宁夏青铜峡市境内，地处黄河青铜峡水库右岸的牛首山西麓，电站距离负荷中心银川市直线距离约87km，交通较为便利，地理位置优越。

2.3.5 是落实国家发展战略，促进宁夏经济社会高质量发展的有效途径

宁夏回族自治区处在中国西部的黄河上游地区。党的二十大报告指出，加快构建新发展格局，着力推动高质量发展，需促进区域协调发展，要推动西部大开发形成新格局，支持革命老区、民族地区加快发展，推动黄河流域生态保护和高质量发展。国家实施的“一带一路”、黄河流域生态保护和高质量发展、乡村振兴等战略，不仅促进了宁夏经济社会高质量发展，同时也对宁夏能源结构清洁化、低碳化，经济社会高质量发展提出了高要求。

牛首山东抽水蓄能电站的建设不仅对优化电源结构、改善电网运行条件、保

障电网安全稳定运行、推动电力体制改革等发挥重要作用，而且对扩大地方建设投资规模，加快基础设施建设，带动第三产业发展，增加地方财政收入，改善地方人民生活生活条件，促进地方社会经济发展意义重大。工程建设期间将投入大量人力、物力及资金，增加就业机会，带动人民群众整体生活水平提高。促进与电站建设配套的交通道路建设、物流运输、产品加工、餐饮、培训等行业的发展，将有利于当地个体工商户、私营企业等劳动密集型企业的发展，给当地提供较多的就业机会。牛首山东抽水蓄能电站的建设可将当地能源资源转化为经济优势，为地方经济社会发展注入新的活力。

抽水蓄能电站可在电力系统中很好地保障电网安全稳定运行。牛首山东抽水蓄能电站的建设可优化电源结构，推动能源生产消费方式，带动产业升级，延伸工程建设产业链等具有重要意义，是扩大内需的重要抓手，是宁夏经济社会高质量发展的又一突破点。

2.4 项目任务及规模

2.4.1 项目任务

牛首山东抽水蓄能电站的开发任务为承担宁夏电网调峰、填谷、调频调相、储能等任务，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，为风、光电等新能源发展扩展空间。

2.4.2 供电范围

牛首山东抽水蓄能电站的供电范围为宁夏电网。其优越的地理位置，良好的工程建设条件和抽水蓄能电站对负荷变化适应能力强以及其他调峰电源无可替代的填谷等优势，是解决宁夏电网调峰和风电等新能源发展扩展空间的理想电源。本电站投运后同时作为电网的保安电源，对优化宁夏电网的电源结构、增强电网快速响应能力，提高供电质量、保证电力系统安全稳定运行有着重要作用。

2.4.3 项目规模及特性

牛首山东抽水蓄能电站上水库正常蓄水位 1743m，相应死水位为 1718m，正常蓄水位以下库容 827 万 m^3 ，死库容 24 万 m^3 ，调节库容 803 万 m^3 ；下水库正常蓄水位 1273m，相应死水位为 1241m，正常蓄水位以下库容 819 万 m^3 ，死库容 20 万 m^3 ，调节库容 799 万 m^3 。电站装机容量 1400MW（4×350MW），电站设计年发电量 28.1 亿 kWh，年抽水电量 37.5 亿 kWh，综合效率 75%。

根据（GB50201-2014）《防洪标准》和（DL5180—2019）《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》，本工程属一等大（1）型，主要建筑级别为1级，次要建筑物级别为3级，导流建筑物为4级建筑物。

主要工程技术特性详见表 2.4.3-1。

表 2.4.3-1 主要工程技术特性表

名称	单位	数量	备注
一、水文			
（一）上水库			
1. 流域面积	km ²	0.65	
库周面积	km ²	0.12	
库面面积	km ²	0.43	
2 泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	t	650	
多年平均含沙量	kg/m ³	/	
多年平均推移质年输沙量	t	130	
（二）下水库			
1.流域面积	km ²	0.78	
库周面积	km ²	0.46	
库面面积	km ²	0.32	
2.泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	t	780	
多年平均含沙量	kg/m ³	/	
多年平均推移质年输沙量	t	156	
二、水库			
（一）上水库			
1. 水库水位			
正常蓄水位	m	1743.00	
正常蓄水位水库面积	万 m ²	40.11	
死水位	m	1718.00	
2. 水库库容			
总库容（校核洪水位以下）	万 m ³	836	
正常蓄水位以下库容	万 m ³	827	考虑库盆开挖、坝体侵占、库底回填后
死库容	万 m ³	24	考虑库盆开挖、坝体侵占、库底回填后
调节库容	万 m ³	803	考虑库盆开挖、坝体侵占、库底回填后
（二）下水库			

名称	单位	数量	备注
1. 水库水位			
正常蓄水位	m	1273.00	
正常蓄水位水库面积	万 m ²	30.33	
保证发电最低水位	m	1241.00	
死水位	m	1241.00	
2. 水库库容			
总库容（校核洪水位以下）	万 m ³	835	
正常蓄水位以下库容	万 m ³	819	考虑库盆开挖、坝体侵占、库底回填后
死库容	万 m ³	20	考虑库盆开挖、坝体侵占、库底回填后
调节库容	万 m ³	799	考虑库盆开挖、坝体侵占、库底回填后
三、工程效益指标			
1. 装机容量	MW	1400	
单机容量	MW	350	
台数	台	4	
连续满发小时数	h	6	
多年平均发电量	亿 kW·h	28.1	
2. 综合效率	%	75	
四、建设征地和移民安置			
1. 工程永久征地面积	亩	4787.72	
其中：上水库淹没影响面积	亩	607.77	
下水库淹没影响面积	亩	453.96	
枢纽工程永久征地	亩	3725.98	
2. 临时用地	亩	885.52	
3. 搬迁安置人口	人	/	
4. 生产安置人口	人	/	
5. 拆迁房屋	m ²	/	
五、环境保护和水土保持			
（一）上水库			
1. 生态流量	m ³ /s	/	
2. 弃渣总量	万 m ³	/	
3. 渣场数量	个	/	
（二）下水库			
1. 生态流量	m ³ /s	/	
2. 弃渣总量	万 m ³	125.86	
3. 渣场数量	个	1	

名称	单位	数量	备注
六、主要建筑物			
(一) 上水库			
1. 挡水建筑物			
坝型	土工膜均质坝		
坝顶高程	m	1747.00	
最大坝高	m	49	
坝顶长度	m	2396	
(二) 下水库			
1. 挡水建筑物			
坝型	沥青混凝土面板堆石坝		
坝顶高程	m	1277	
最大坝高	m	63	
坝顶长度	m	1192	
(三) 地下厂房、开关站			
1. 主厂房洞			
型式	中部地下式		
围岩特性	新鲜的板岩夹砂岩或灰岩		
开挖尺寸 (长×宽×高)	m	178.5m×27.2 (28.6) m×57.5m	
2. 主变洞			
围岩特性	新鲜的板岩夹砂岩或灰岩		
尺寸 (长×宽×高)	m	158.10m×21.50m×23.10 m	
3. 尾水闸门洞			
围岩特性	新鲜的板岩夹砂岩或灰岩		
开挖尺寸 (长×宽×高)	m	134.70m×10m (9m) ×35.0m	
4. 地面开关站			
场地尺寸 (长×宽)	m	100m×50m	
场地高程	m	1295.00	
七、施工工期			
第一台机组发电工期	月	62	
总工期	月	71	
八、工程投资	万元	1125825	
九、环境保护措施			
水环境保护工程	万元	4039.51	
大气环境保护工程	万元	376.25	
声环境保护工程	万元	69.00	

名称	单位	数量	备注
固体废物处理工程	万元	563.19	
陆生生态保护工程	万元	318.38	
水生生态保护工程	万元	4634.02	
人群健康保护	万元	214.00	
环境监测	万元	1302.53	

2.4.4 项目组成及功能

牛首山东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 2.4.4-1。

表 2.4.4-1 工程组成表

项目	工程组成
主体工程	挡水工程 上水库库盆、土工膜均质坝、环库公路 下水库库盆、沥青混凝土面板堆石坝、环库公路、放空管、库周冲沟泥石流导排设施、水库永久补水设施
	输水工程 引水建筑物：上水库进/出水口、压力引水隧洞、引水钢管、引水支洞衬段； 尾水建筑物：尾水支洞、尾水闸门及其交通廊道、尾水岔洞、尾水主洞、下水库出/进水口。
	发电工程 地下主副厂房、主变洞、附属洞室、地面开关站、中控楼
辅助工程	施工导流： 上水库导流： （1）初期导流：第 1 年 7 月～第 3 年 8 月底，本期主要进行库盆清理及坝基开挖，采用排水沟汇入集水坑内，通过机械抽排至库外的方式进行导流。 （2）中期导流：第 3 年 9 月～第 5 年 6 月底，本期主要进行库盆开挖、坝体填筑及库盆回填和防渗处理。上水库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，通过在库底排水廊道预留缺口由库底排水廊道排出库外。 （3）后期导流：第 5 年 7 月～第 5 年 11 月，本阶段上水库已完成消缺和下闸蓄水验收，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。 下水库导流： （1）库外支沟导流程序 根据施工进度安排，将下库库内导流时段划分为三个阶段： 1）初期导流：第 1 年 7 月～第 1 年 9 月底。本期主要进行拦洪坝坝基开挖及排洪洞开挖，可采用拦洪坝及排洪洞上游围堰挡水，机械抽排导流。 2）中期导流：第 1 年 10 月～第 2 年 12 月底，本期主要进行拦洪坝坝体填筑。在坝体填筑高度超过围堰高程后，进入中期导流。采用坝体临时断面挡水，排洪洞导流。 3）后期导流：第 3 年 1 月至竣工验收，此时拦洪坝及排洪洞已经施工

项目	工程组成
	完毕，利用永久建筑物进行导流。 (2) 下库库内导流时段划分为三个阶段： 1) 初期导流：第 1 年 7 月～第 2 年 8 月底。本期主要进行库盆及坝基开挖，采用设置集水坑结合机械抽排的导流方式。 2) 中期导流：第 2 年 9 月～第 5 年 3 月底，本期主要进行库盆开挖、坝体填筑及库盆回填和防渗处理。在坝体填筑高度超过 1231.30m 高程后，进入中期导流。采用坝体临时断面挡水，机械抽排导流。 3) 后期导流：第 5 年 4 月～第 5 年 10 月底，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。
施工布置	上水库施工区需布置的主要施工临建设施有上库承包商营地、上库水泥混凝土拌和系统、综合加工厂、综合仓库、上库金属结构拼装场、上库机械停放场及修配厂，表土堆存场等。
	下水库施工区需布置的主要施工临建设施有下库承包商营地、下库垫层料砂石骨料、沥青骨料加工系统、下库水泥混凝土拌和系统、下库沥青混凝土拌和系统、综合加工厂、综合仓库、下库金属结构拼装场、下库机械停放场及修配厂、钢管加工厂、表土堆存场。
公用工程	供水：供水系统供施工期用水、初期蓄水和运行期补水，供水系统由取水泵站、给水处理厂、各级清水池、各级加压泵站以及供水管线组成。黄河青铜峡水库水通过取水泵站提升至给水处理厂，经两级处理后的水储存在一级清水池内，再通过二级泵站、三级泵站、四级泵站、五级泵站将水加压送至各个清水池内，施工区用水由就近的各级清水池自流供给，水源为下水库附近的青铜峡库区黄河水体；清水池均采用混凝土防渗。 供电：由抽蓄电站附近五大台 110kV 变电站的 35kV 侧引接供施工用电，施工电源停电时，考虑由一台永临结合的 10kV 柴油发电机组作为应急电源。 供风：上库布置 9 台固定式压缩机，8 台移动式空压机。地下系统布置 11 台固定式压缩机和 6 台移动式压缩机等，供引水发电系统等开挖供风。 下库布置 11 台固定式压缩机，6 台移动式空压机。 消防系统：设备、给水、电气、报警系统等。
场内交通工程	对外交通：可通过牛首山抽蓄电站已建对外公路到达下水库区附近，再通过新建对外专用公路即可到达电站下库区，其中利用牛首山抽蓄已建对外公路长度约 18.7km，新建对外专用公路长度约 3.5km。 场内道路场内交通道路以上、下库分别布置，并由上下库连接道路沟通上库和下库。其中上库区主要有上库区施工场区道路等；下库区主要有下库上坝道路、下库进厂道路、通风兼安全洞道路、开关站道路、通风排烟洞道路、下库放空管道路、取水泵站道路、排洪洞道路等。
料场	上水库坝筑坝土料料源为上水库库盆范围内黄土； 下水库坝体堆石料料源为库盆东侧边缘附近部分开挖料板岩夹砂岩或灰岩，洞挖料总体为板岩夹砂岩或灰岩，引水隧洞和厂房区弱风化-新鲜板

项目		工程组成
		岩夹砂岩或灰岩可作为次堆石区用料。 下水库区混凝土骨料采用开关站平台料作为料源。 沥青混凝土碱性骨料料源外购，青铜峡水泥有限公司太阳山分厂和米钵山附近作为其料源。
	任意料堆放场及中转料场	上水库设转存料场，位于库盆中；上库表土堆存场位于坝址东北侧沟脑，上库坝后压坡体区位于上库大坝坝后。 下水库设转存料场，位于库盆内； 下库表土堆存场位于下水库南侧大碾子沟南侧支沟的右侧沟坡处。下库坝后压坡体区位于下库大坝坝后。
	渣场	上下库连接路弃渣场位于上下库连接路 1 号中桥东侧沟道内。
	其他	变电站、仓库系统
建设征地及移民安置工程		工程征占地 5754.44 亩； 其他项目涉及坟墓约 60 座；本工程不涉及生产安置、搬迁安置人口；专业项目涉及汽车便道 2.91km、电信工程 2.66km；涉及企事业单位 1 家，主要为牛首山风电场的部分风力发电机组。
环境保护工程		做好施工管理、动植物保护和生态环境法律法规宣传工作等环境敏感区保护措施。
		植被恢复；野生动物救助；加强施工管理；做好水土保持措施。
		重点鱼类保护救护与人工繁殖研究、鱼类增殖流放等补偿措施；取水口拦鱼、繁殖期及苗汛期避让措施；施工期、运行期鱼类保护、渔政管理及水生生态跟踪监测。
		水环境、环境空气、声环境保护措施
		生活垃圾收集外运处理措施
		建设危废暂储间，委托有危废处理资质的单位进行外运处置

2.4.5 项目与宁夏牛首山抽水蓄能电站依托情况

本项目位于在建的牛首山抽水蓄能电站南侧 2.5~3.0km 处，考虑施工干扰及距离问题，施工布置分工程各自布置。为了减少占地破坏，结合交通运输量，本项目借用了牛首山抽水蓄能电站对外公路运输施工材料和人员，利用牛首山抽蓄已建对外公路长度约 18.7km，新建对外专用公路长度约 3.5km。本项目取水口位于牛首山抽蓄电站北侧约 600m 处。电站位置关系见图 2.4.5-1，共用公路情况见图 2.4.5-2。

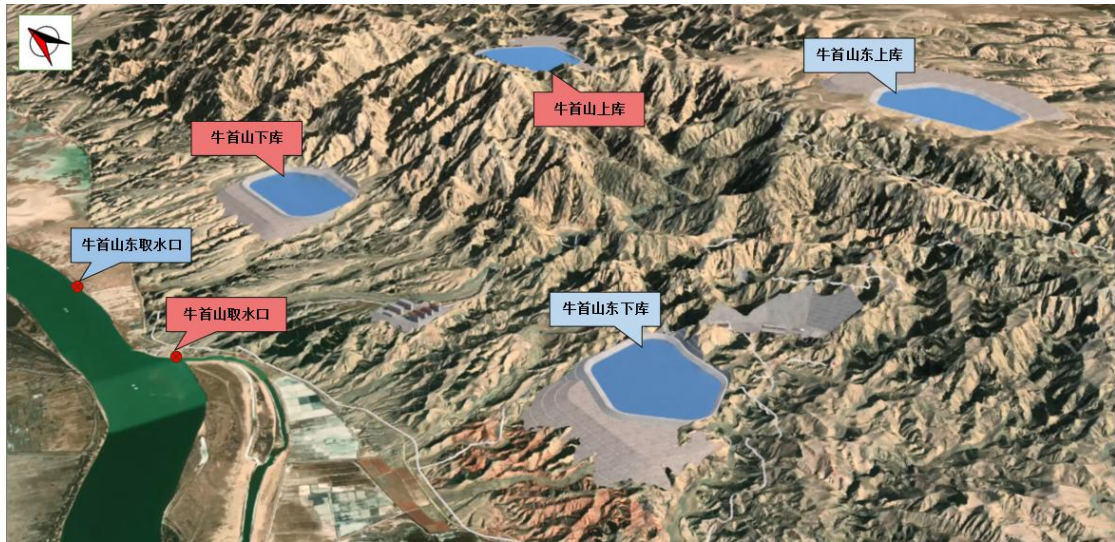
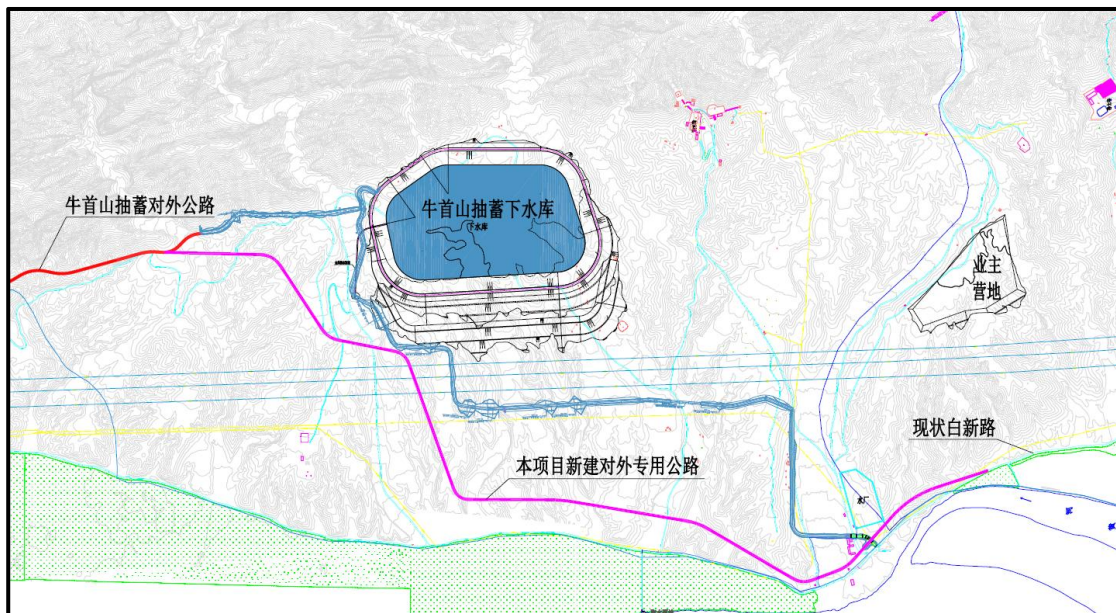


图 2.4.5-1 本电站与宁夏牛首山抽水蓄能电站位置关系图



2.4.5-2 新建对外专用公路布置图

2.5 枢纽工程

牛首山东抽水蓄能电站总装机容量为 1400MW (4×350MW)，主要由上水库、输水系统、地下厂房系统、地面开关站及下水库等建筑物组成。地下厂房采用中部开发方案，引水及尾水系统分两个水力单元均采用 2 洞 4 机布置。本工程为一等大(1)型工程，永久性水工建筑物主要建筑物级别为 1 级。牛首山东抽水蓄能电站枢纽布置见附图 10，输水发电系统纵剖面图见附图 11、12。

2.5.1 上水库工程

上水库位于青铜峡市牛首山西麓站沟东侧山顶黄土塬，利用山顶黄土塬靠西

南侧扩库开挖筑坝成库。库（坝）址区地貌为黄土塬，地层主要为风积马兰黄土和板岩夹砂岩，风积黄土厚 7.6m~33.9m，覆盖整个库（坝）址区，板岩夹砂岩分布于黄土层下部。上水库库（坝）址区断层不甚发育，本阶段勘测过程中揭露 F₁、F₂ 两条断层，F₁ 断层 NE25°NW ∠70°，宽度 1.5m，延伸>0.4km，F₂ 断层 NW330°SW ∠83°，宽度 0.5m，延伸>0.4km。地下水位、相对隔水层顶板埋深均低于正常蓄水位，且库（坝）址区地形均低于正常蓄水位，需采用全库盆防渗。上水库正常蓄水位 1743.00m，死水位 1718.00m，调节库容 803 万 m³。枢纽建筑物主要包括：土工膜均质坝、库盆防渗系统、环库公路及库周排水系统等。

挡水坝坝型采用土工膜均质坝，坝顶高程 1747.00m，最大坝高（坝轴线处）48m（原始地面以上坝轴线处最大坝高 20m），坝顶长 2497m，坝顶宽 10.00m，坝顶上游设“L”型钢筋混凝土防浪墙，墙顶高程 1748.20m。大坝上游坡比 1:3，下游马道间坡比 1:2.5，20m 设 1 级马道，马道宽度 5m，下游综合坡比 1:2.75，采用框格梁植草护坡。库盆防渗采用全库盆土工膜防渗方案，土工膜采用 2.0mm 厚 TPO 膜（两布一膜），库周土工膜底部设水平宽 3m 碎石排水垫层，顶部设 20cm 厚预制钢筋混凝土扣板压重保护，土工膜与碎石排水垫层、土工膜与预制钢筋混凝土扣板之间均铺设 6mm 厚土工席垫以防刺破。碎石排水垫层与坝料之间再铺设 6mm 厚土工席垫、2 层 3mm 厚反滤土工布。坝体表面防渗土工膜与库底防渗土工膜相连接构成封闭式防渗体系。挡水坝从上游至下游依次为 20cm 厚预制混凝土扣板、6mm 厚土工席垫、2.0mm 厚 TPO 膜（两布一膜）、6mm 厚土工席垫、水平宽 3m 碎石排水垫层、6mm 厚土工席垫、2 层 3mm 厚反滤土工布、筑坝土料、框格梁植草护坡。

库盆利用黄土塬天然地形挖填形成，采用全库盆土工膜防渗。库顶高程 1747.00m，库顶中心线周长 2497m（含大坝），拐点部位采用圆弧连接，圆弧半径 120m，库周坡比 1:3.0，库底高程 1717.00m，较死水位低 1m。防渗总面积（含库周及库底）44.49 万 m²，其中库周 20.71 万 m²，库底 23.78 万 m²。库周土工膜防渗结构与大坝防渗结构相同，库底土工膜顶部采用沙袋压重，库底开挖区土工膜下部由上至下依次为：6mm 厚土工席垫、60cm 厚碎石排水垫层。库底回填区土工膜下部由上至下依次为：6mm 厚土工席垫、60cm 厚碎石排水垫层料、2.4m 厚过渡料、库底回填堆石料。库周、库底渗水汇流至库周和库底排水廊道，最终通过出库排水廊道排至库外。

库（坝）顶 1747.00m 高程设环库公路，路基宽 10m，采用混凝土路面。

上水库不设专门的泄洪建筑物，通过坝（库）顶超高满足上水库防洪要求。上水库不设专门放空设施，死水位以上可通过发电达到放空目的，小面积检修可由潜水员进行水下检查。

2.5.2 输水发电系统

（1）输水发电系统工程设计

输水发电系统布置在上、下水库之间的山体深部，沿线山体较深厚，地表植被稀疏，覆盖率差，地面高程在 1258m~1736m。输水系统分为引水系统和尾水系统两部分，引水系统由上水库进/出水口、引水上平段、压力钢管上斜井、中平段、下斜井、下平段、引水高压钢管及高压支管等建筑物构成；尾水系统由尾水支管、尾水事故闸门井、尾水混凝土岔管、尾水调压室、尾水隧洞、下水库进/出水口（包括尾水检修闸门井）等建筑物组成，输水线路总长约 2920.82m，其中引水系统长约 1226m，尾水系统长约 1694.82m。

上水库进/出水口布置于上水库库底西侧中部，主要由盖板、水平扩散段、垂直喇叭口扩散段、垂直整流段、肘型弯管段和渐变段组成。水平扩散段设有盖板、8 个分流墩和拦污栅，盖板平面体型为半径 10.17m 圆的外切正八边形，与八个分流墩相连。盖板中心与竖井中心重合，盖板厚度 2.0m，盖板底面设一底部直径 7.6m 高 5.34m 的钢筋混凝土分流锥体。分流墩宽 1.5m，首尾墩头均为半圆形。每个水平扩散段末端设置 1 扇固定倾斜式拦污栅，共计 8 扇，拦污栅倾斜坡度为 1:0.364。

8 个水平扩散段平面上对称布置，平面扩散角为 45°。自高程 1682.00m 至水平扩散段底板 1706.00m 为垂直喇叭口扩散段，其过流断面外缘为 1/4 椭圆曲线，椭圆长半轴为 24.0m，短半轴为 3.97m，经这一曲线将直径 7.8m 的垂直整流段扩散成为直径 17m 的大喇叭口，与进/出水口水平扩散段相连。垂直整流段长 17m，高程范围为 1665.00m~1682.00m，横断面直径为 7.8m，其作用是调整抽水时弯管出水的流态，使出水口水流分布均匀。弯管段为一异形弯曲管段，其轴线转弯半径为 20m，轴线转角为 90°。弯管段沿转弯半径的每个半径方向断面均为圆形，断面直径沿发电水流方向由 7.8 m 渐变至 11.17m 再渐变至渐变段末端的 7.2m，与上平洞相接。

上库事故闸门井布置在竖井式进/出水口后约 208.92m 处的上平洞上，底板

高程 1632.68m，闸室竖井段长 12m，竖井高度 118.32m，井内设置事故检修平板闸门 1 道，孔口尺寸为 6.5m×7.2m（宽×高），闸门后设置了直径 1.3m 通气孔 2 个，其面积相当于引水隧洞面积的 6.52%。闸门井顶部高程为 1751.00m，闸门由启闭机室内的固定式卷扬机启闭。闸室段通过方变圆段与引水洞相接。事故检修闸门井前后均设置 12m 渐变段，断面尺寸分别由 D=7.2m 圆形渐变为 6.5m×7.2m 的矩形以及由 6.5m×7.2m 的矩形渐变为 D=7.2m 圆形。

本工程输水线路初选呈近直线布置，引水隧洞采用“一管两机”布置型式为四台机供水，采用垂直进厂的型式。1#、2#引水隧洞洞轴线方向为 NE72.6°，2 条引水隧洞中心间距为 44.5m。引水上平段起点高程为 1641.51m，引水下平段中心高程为 1161.00m，引水道立面高差为 474.52m，引水道立面布置有斜井和竖井两种形式，为缩短引水道长度，减少水头损失，减少钢衬段长度，经综合比选，本阶段立面布置采用斜井的布置方案。斜井坡度 60°。为增加施工工作面，加快施工进度，设置中平段，中心高程为 1397.70m。经初步计算不需设置上游调压室。

引水隧洞主洞初拟采用变径的型式，洞径随内水压力的增大逐级缩小，初拟洞径为 7.2m～6.6m～6.0m～5.2m，相应长度分别为 239.47m～316.80m～247.66m～224.40m，发电工况洞内最大流速分别为 4.28m/s～5.09m/s～6.16m/s～8.20m/s，加权平均流速为 5.84m/s，抽水工况洞内最大流速分别为 3.59m/s～4.27m/s～5.17m/s～6.88m/s；4 条引水支洞洞径均为 D=3.6m，垂直进厂，洞轴线方向为 NE130°，中心间距为 26.0m，彼此平行且与主洞“Y”型相接。为防止内水外渗量过大和避免渗水对厂房产生不利的影响，从引水主洞上斜井（含上弯段）至厂房上游墙的引水道均采用钢衬；在厂房前设 10m 的渐变段，使支洞洞径由 D=3.6m 渐变为 D=2.5m。为减少外水压力，在钢衬段中平段及下斜井中下部各设置一条高压管道排水廊道，围岩渗水通过下平段顶部的排水洞与厂房排水系统相连，排至洞外。

发电水流程经水轮机垂直出厂，经尾水管，其后接尾水支洞，4 条尾水支洞洞轴线方向为 NW320°，通过“Y”型岔管与两条尾水主洞相接。尾水支洞中布置尾水支洞检修闸门，闸门尺寸 5.0m×5.4m。闸门前尾水支洞采用与尾水管出口断面相同的直径 D=5.4m 的圆形断面，经过尾水闸门井后与尾水岔管连接。尾水闸门井设置在尾水管出口后 76.5m 处，底板高程 1149.50m，其上为尾闸室（134.7m×10m（9m）×35m）。尾水岔管连接直径 7.2m 的尾水洞，发电工况尾

水洞内最大流速 4.28m/s；2 条尾水洞平行布置，洞轴线方向为 NE66.6°，中心间距为 31.5m，尾水主洞总长（至尾水洞岔管）为 1483.33m；在尾水岔管的下游 30m 处布置圆形阻抗式尾水调压室，调压室直径 14.0m，阻抗孔直径 4.5m；尾水洞设置 5.58%的纵坡与下水库进/出水口相接，尾水洞出口底板高程为 1224.00m。

下库事故检修闸门井中心距隧洞入口 88.2m，闸室竖井段长 12m，竖井高度 53m，井内设置事故检修平板闸门 1 道，孔口尺寸为 6.5m×7.2m（宽×高），闸门后设置了直径 1.3m 通气孔 2 个，其面积相当于引水隧洞面积的 6.52%。闸门井的底高程为 1224.00m，顶部高程为 1277.00m，闸门由启闭机室内的固定式卷扬机启闭。事故检修闸门井前后均设置 12m 渐变段，断面尺寸分别由 D=7.2m 圆形渐变为 6.5m×7.2m 的矩形以及由 6.5m×7.2m 的矩形渐变为 D=7.2m 圆形。

下水库进/出水口底板高程为 1224.00m，前沿总宽 63.0m，长度 68.4m，其中防涡段长 8.4m，共设防涡梁 3 根，单根尺寸 1.2m×1.5m（宽×高），净间距 1.0m；拦污栅段（调整段）长度为 14m，共设拦污栅孔 8 孔，单孔尺寸为 6m×11m，最大过栅流速 0.94m/s。下水库区污物来源较少，拦污栅检修的概率不大，不设专门的检修平台，为防万一，在进/出水口拦污栅槽顶部 1242.00m 高程布置拦污栅清污检修平台，当下库水位消落至死水位时，对拦污栅进行清污或检修。为了满足双向水流的水力学条件，尽可能减少水头损失，充分发挥下水库的作用，设置了 34m 长矩形扩散段，流道断面尺寸由 24m×11m（宽×高）渐变成 7.2m×7.2m 的矩形扩散段，扩散段采用扁平矩形钢筋混凝土箱形结构，内设 3 个分流墩。扩散段平面收缩角 35.86°，顶板扩张角 6.38°。矩形扩散段后接方变圆段，长度为 12m，断面尺寸由 7.2m×7.2m 的矩形渐变为 D=7.2m 圆形。

地下厂房系统主要由主副厂房洞、主变洞、母线洞、尾闸洞、出线竖井/平洞、通风排烟竖井/平洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、主变及尾闸运输洞、厂房排水廊道等辅助洞室组成。

地下厂房内安装四台单机容量为 350MW 的可逆式水泵水轮机，厂房上部岩体覆盖厚度 430m。机组安装高程为 1161.00m，主厂房开挖尺寸为 178.5m×27.2（28.6）m×57.5m（长×宽×高）。主厂房共分 5 层，依次为尾水管层、蜗壳层、水轮机层、母线层、发电机层，其相应高程分别为 1149.50m、1155.190m、1164.50m、1171.00m、1177.50m。主变洞开挖尺寸为 158.10m×21.50m×23.10m（长×宽×高）。主厂房与主变室间设四条母线洞，三大洞室四周设三层排水廊道。

进厂交通洞从安装间右侧端部进入主副厂房洞，进口布置在大寺沟右岸，全长约 2047m，进厂交通洞进口高程 1320.00m，厂房端高程 1177.50m，综合纵向坡度 6.96%。进厂交通洞为城门洞型，净断面尺寸为 8.5m×8.5m（宽×高）。通风兼安全洞进口位于大碾子沟右岸，进口高程 1310.00m，厂房端高程 1197.50m，洞长 1313m，综合坡比 8.57%，通风兼安全洞净断面 7.5×7.5m（宽×高），城门洞型。

主变运输洞位于安装间下游、主变洞右端，洞长 162.67m，净断面 7.5m×7.5m（宽×高），底板高程与安装间底板同高为 1177.50m。尾闸运输洞位于安装间下游、尾闸洞右端，洞长 217.79m，净断面 7.5m×7.5m（宽×高），底板高程为 1165.70m，尾闸室与主变洞设置有交通廊道兼安全洞。

330KV 开关站位于距下水库 200m 的小碾子沟右岸开挖平台上，地面高程 1295.00m，平台面积 5000m²，布置有 GIS 室、继保楼，柴油发电机房等建筑物，开关站通过出线斜井及出线平洞与主变洞相连。

（2）厂内防渗及排水设计

1）厂区防渗设计

本电站为首部式布置，电站厂房距离上、下库均较远。根据初步勘探结果，地下厂房处于地下水位线以下，地下水位高程约 1483.26m~1511.97m，高于顶拱约 297m~315m，因此本阶段在厂房洞群四周布置防渗排水幕。

2）厂区排水系统

为了降低地下洞室群围岩渗透压力和减少地下水的渗漏量，而在地下洞室群四周设置排水系统。厂区不同高程设置 3 层排水洞，排水洞为 3.0m×3.5m 城门洞型断面，内设一排排水孔，孔径为 110mm，间距为 5m，以形成排水帷幕。各层间形成排水幕，顶层排水洞底板高程 1204.20m~1205.20m，呈“日”字形布置，排水孔与水平面呈 20°仰角排水孔覆盖厂房、主变洞及尾闸室；中层排水洞底板高程 1176.20m~1178.50m，下层排水洞底板高程 1147.60m~1150.60m，呈“口”形布置，覆盖了厂房、主变洞、尾闸室。

在尾闸室左端头设置渗漏集水井，厂区渗漏水经三层排水廊道后排入尾闸左侧的渗漏集水井，由泵抽排至尾水调压井内。

3）厂内排水系统

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 4.5m×4.5m，孔深 5m。在渗水量比较集中的部位加密设置排水孔。顶拱排水孔径向辐射布置，边墙孔与水平面呈 10°~20°仰角以改善排水效果。厂内可能有渗水、漏水的其余各层均沿墙设排水沟，汇集的渗漏水排入渗漏集水井中，通过泵抽排至尾水调压井内。

（3）引水管道防渗设计

衬砌的主要作用是保护围岩表面、避免水流长期冲刷使围岩表层应力状态发生恶化掉块，减少过流面糙率、降低水头损失，并为隧洞高压固结灌浆提供表面封闭层的作用。根据实测资料，当隧洞内水压力大于 120m~150m 时，隧洞混凝土衬砌将完全开裂成为透水衬砌，衬砌内外的水压差很小，基本趋于平衡。若全线采用钢筋混凝土衬砌，在高内水压力作用下，衬砌势必开裂，加之本地区地下水位偏低，隧洞将不可避免向围岩渗水，渗漏量多少将取决于围岩的渗透性。本工程引水隧洞围岩类别主要为Ⅲ类，两条引水主洞在一洞为空，一洞充水的情况下，有部分管段之间的水力梯度较大，易产生水力劈裂破坏，不宜采用钢筋混凝土衬砌。为确保工程安全，充分利用围岩性能，降低高压管道运行期的风险，同时参考类似工程如西龙池、十三陵等抽水蓄能电站高压管道结构设计，从防渗及全生命周期的安全性考虑，本阶段初拟本工程引水管道衬砌方式采用钢筋混凝土衬砌+钢板衬砌方案，上平段全段采用钢筋混凝土衬砌，钢衬的起点为上平段末端，即斜井上弯段始端。根据 NB/T35056-2015《水电站压力钢管设计规范》进行的初步计算结果，初步拟定钢衬的厚度为 26mm~62mm；混凝土衬砌厚度依据结构的抗外压稳定初步计算，考虑施工原因，并参考国内同类工程的类比，初步拟定钢筋混凝土衬砌厚度为 70cm。下阶段结合地质勘探工作的深入进一步研究高压管道的衬砌形式。

（4）尾水管道防渗设计

尾水主洞采用一坡到顶的型式与下库进/出水口相接，尾水管道上覆岩体厚度在 48m~389m 之间，尾水管道内水压力相对不高，经初步计算尾水系统各部位上覆岩体的厚度均能满足“挪威准则”的要求。类比同类工程，尾水系统主洞和岔洞采用钢筋混凝土衬砌；尾水支洞到母线洞和主变室的最短距离约 16m，水力梯度最大值为 7.2，为了降低内水外渗对厂房和主变室的影响，尾闸室下游侧 30m

内的尾水支管采用钢板混凝土衬砌，根据 NB/T35056-2015《水电站压力钢管设计规范》计算结果，初步拟定钢衬的厚度为 28mm，外衬混凝土厚度为 70cm。

尾水洞混凝土衬砌厚度参考国内同类工程，初步拟定为 70cm。

2.5.3 下水库工程

下水库位于中宁县牛首山西麓山前洪积台地，利用小碾子沟、岌岌沟及其支沟扩库开挖筑坝成库。库（坝）址区地貌为洪积台地地貌，部分侵蚀剥蚀丘陵地貌，地层主要为洪坡积碎石土、页岩夹砂岩、板岩夹砂岩、灰岩夹板岩。牛首山西麓断裂（F₆₋₁）、沙石墩-大寺沟断裂（F₅₋₁）从下水库库址区穿过。地下水位、相对隔水层顶板埋深均低于正常蓄水位，需采用全库盆防渗。下水库正常蓄水位 1273.00m，死水位 1241.00m，调节库容 799 万 m³。枢纽建筑物主要包括：沥青混凝土面板堆石坝、库盆防渗系统等。

挡水坝采用沥青混凝土面板堆石坝，坝顶高程 1277.00m，坝顶宽度 10m，最大坝高（坝轴线处）63m，坝顶长 1183m，坝顶上游设“L”型钢筋混凝土防浪墙，墙顶高程 1278.20m。大坝上游坡比 1:1.7，下游马道间坡比 1:1.8，20m 设 1 级马道，马道宽度 5m，下游综合坡比 1:2.05，采用框格梁干砌石护坡。坝体防渗采用简式沥青混凝土面板，自下至上由 10cm 厚整平胶结层，10cm 厚防渗层和 2mm 厚封闭层组成，沥青混凝土防渗面板总厚度 20.2cm，与库盆防渗面板组成完整的下水库防渗体系。坝体分区自防渗面板以下分别为碎石垫层区 2A、过渡料区 3A、上游堆石区 3B、下游堆石区 3C1、下游堆石区 3C2、坝后压坡体 4R、下游框格梁植草护坡 P1。

库盆利用山前洪冲积台地半挖半填形成。库顶高程 1277.00m，库顶中心线周长 2135m（含大坝），拐点部位采用圆弧连接，圆弧半径 120m，库周坡比 1:1.7，库底高程 1240.00m，较死水位低 1m。防渗面板（含挡水坝坝坡、库周及库底）总面积 33.60 万 m²，其中库周（含坝坡）13.91 万 m²，库底 19.69 万 m²，库周采用沥青混凝土面板防渗，结构和厚度与坝体沥青混凝土面板相同。在库岸岩坡区防渗面板底部设置 0.6m 厚碎石排水垫层。库底采用土工膜防渗，库底挖方区由上至下依次为：土工沙袋、2.0mm 厚 TPO 土工膜（两布一膜）、6mm 厚土工席垫、0.6m 厚碎石垫层料，库底填方区由上至下依次为：土工沙袋、2.0mm 厚 TPO 土工膜（两布一膜）、6mm 厚土工席垫、0.6m 厚碎石垫层料、2.4m 厚过渡料、库底回填堆石料。沿库周坡脚和库底纵横向布置排水检查廊道，以便排出渗水，

同时兼顾库底土工膜检修要求，渗漏水最终汇集到出库排水廊道排至库外。库周开挖区通过混凝土廊道将库周沥青混凝土面板和库底土工膜连接，库周填筑区通过连接短板将库周沥青混凝土面板和库底土工膜连接。

库（坝）顶 1277.00m 高程设环库公路，路基宽 10m，采用混凝土路面。环库路以上岸坡开挖坡比 1:0.75，20m 设 1 级马道，马道宽 3m。

在下水库北侧布置放空管，采用廊道内置钢管形式。放空管由进水口、泄水钢管、检修阀、工作阀、阀门室、消力池和尾水渠等组成。放空管进口高程 1240m，出口高程 1220m；管径 1.2m，管长 305m，放空管综合坡比约 $i=6.6\%$ 。放空管出口消力池消能后下泄至下游支沟，沿支沟流入河道。

在下水库东南侧支沟小碾子沟右岸设置 1 条排洪洞，排洪洞为无压洞，进口位于小碾子沟右岸，底板高程 1343.00m，洞身段平面上设置一个弯道，洞身为城门洞形断面，全程采用钢筋混凝土衬砌，衬砌厚度为 0.5m，尺寸为 $4.2\text{m}\times 4.5\text{m}$ （宽 $\times$ 高），洞长约 291.5m，综合坡比约 $i=16.5\%$ 。出口底板高程为 1295.00m，位于极乐寺沟左岸，出口采用挑流消能。

2.5.4 取水口工程

项目设计取水泵站为地下结构，位于黄河青铜峡水库右岸岸边，距离下水库库盆直线距离约 2300 m，设计取水规模为 $1550\text{ m}^3/\text{h}$ ，地面高程约为 1156 m。设置两根 DN700 引水管道（管道长约 9.0 m），将河水引入岸边集水池，在集水池设置四台潜水泵，三用一备，再用抽水泵提升至水处理厂。取水口由集水池、阀门井、计量井、构筑物间隔和护坡五个部分组成，其中集水池用地面积为 109.2 m^2 、阀门井用地面积为 22.56 m^2 、计量井用地面积为 5.76 m^2 、构筑物间隔用地面积为 33.42 m^2 和护坡用地面积为 104 m^2 。取水泵站设计见图 2.5.4-1~3。

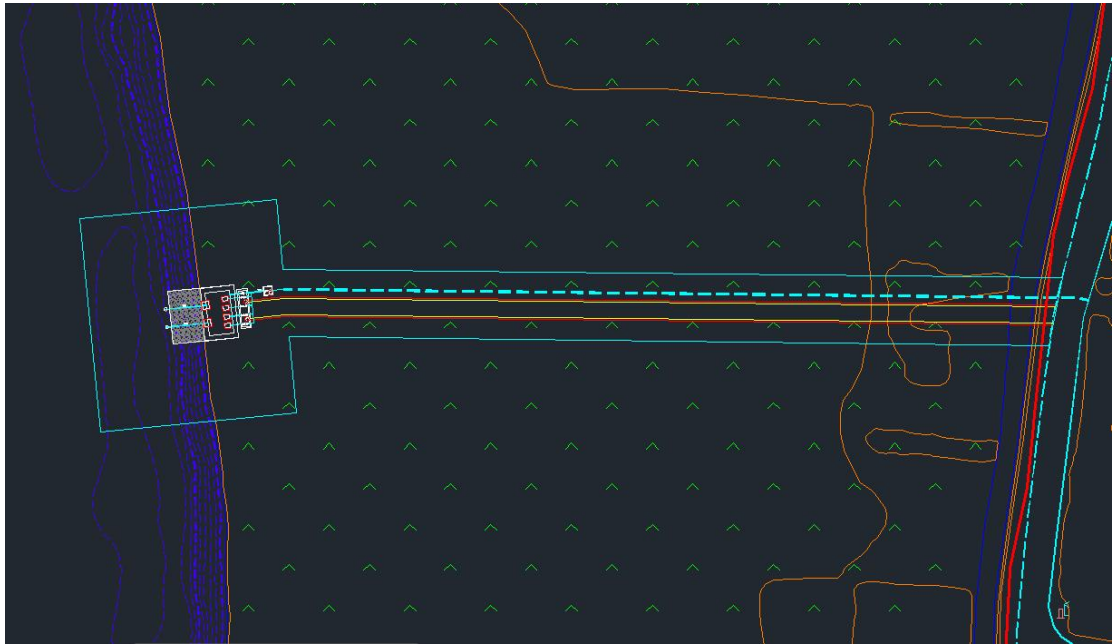


图 2.5.4-1 取水口建筑平面图

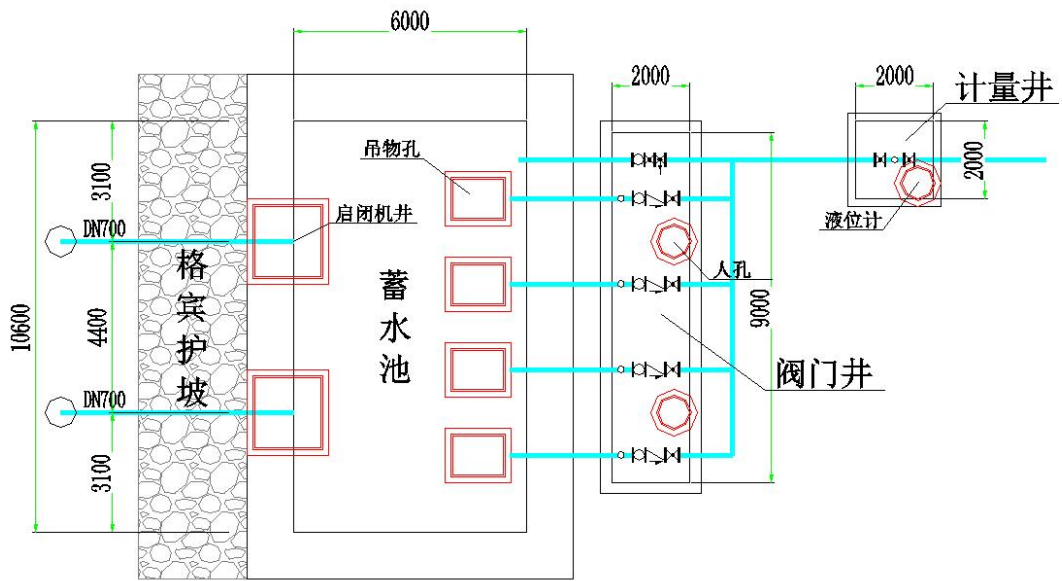


图 2.5.4-2 取水口平面布局图

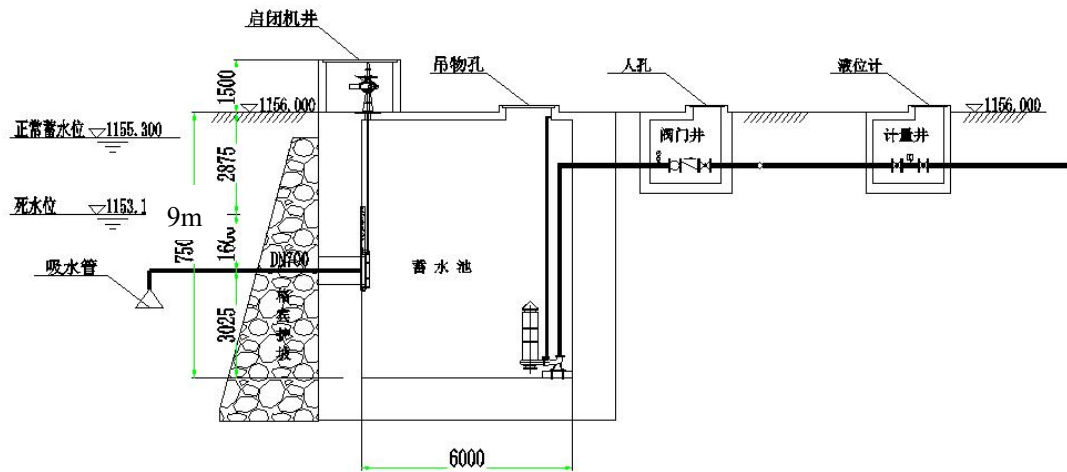


图 2.5.4-3 取水口建筑剖面图

2.6 施工组织设计

2.6.1 施工总布置

根据工程枢纽布置及施工特性，本工程施工总体布置分为上库区和下库区两个施工区进行布置，两个施工区具体布置如下。电站施工总平面布置图见附图 13。

(1) 上库区生产设施布置

上水库工程施工项目主要有上水库大坝及库盆、进/出水口、引水隧洞上平段、事故闸门井及其施工支洞等，上水库施工区需布置的主要施工临建设施有：上库承包商营地、上库水泥混凝土拌和系统、综合加工厂、综合仓库、金属结构拼装场、表土堆存场、上库机械停放场及修配厂等。

上库承包商营地布置在上水库库盆东北侧直线距离约 0.7km 的坡地，平台高程为 1745.00m。上库综合加工厂、上库综合仓库布置在上水库库盆北北侧直线距离约 0.5km 的坡地，平台高程为 1740.00m。上库水泥混凝土拌和系统及上库技术结构拼装场布置于上库库盆西北侧直线距离约 0.3km 的坡地上，平台高程为 1720.00m。上库机械设备停放场及修配厂不置于上水库坝后压坡体上。

在上下库连接路中部设置一个弃渣场，位于上下库连接路 K5+010 中桥东侧沟道内。

在上库施工场地由上库区施工场区临时道路贯穿，再分支多条临时道路连接各个施工设施场地及承包商营地。

上库推荐方案施工场地布置图见图 2.6.1-1。

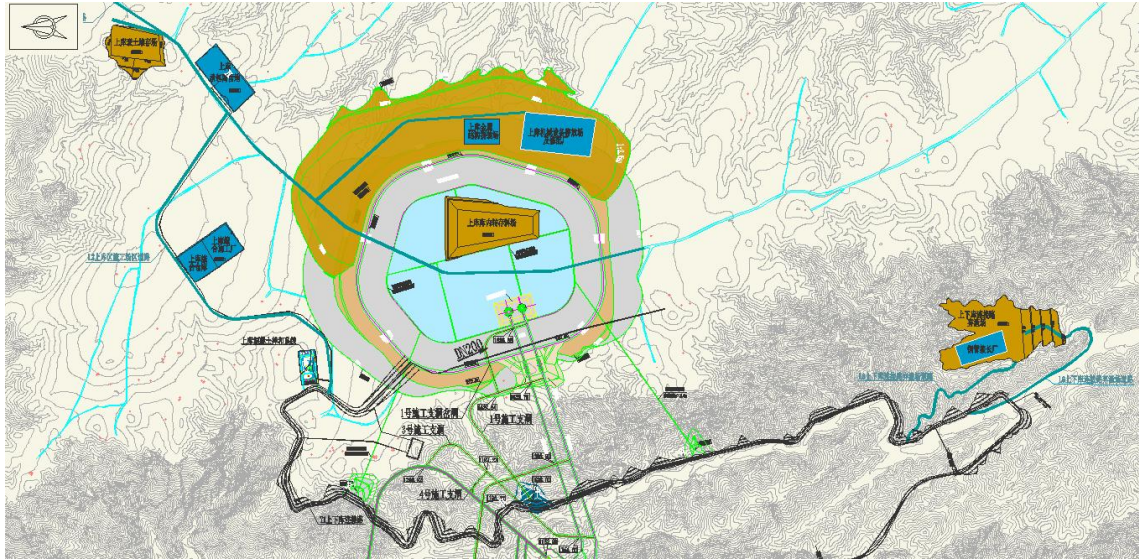


图 2.6.1-1 上库推荐方案施工场地布置图

(2) 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、输水发电系统、地下厂房、尾水工程、附属洞室、开关站及施工支洞等，其他下库区布置的项目主要有：下库垫层料砂石骨料及沥青骨料加工系统、下库混凝土拌和系统、下库沥青混凝土拌和系统、综合仓库、综合加工厂、钢管加工厂、机电设备库及金属结构拼装场、机械停放场及修配厂、变电站等。

下水库生产设施主要布置在下水库南侧大碾子沟及支沟的沟坡丘陵地形，在大碾子沟左侧沟坡部位通过挖填形成场地，地表高程在 1185m~1238m，场平高程为 1210.00m，主要布置下库混凝土拌和系统、综合加工厂、综合仓库、金属结构拼装场及下库机械设备停放场及修配厂等。在小碾子沟沟口台地，地表高程在 1157m~1173m，场平高程为 1168.00m，主要布置钢管加工厂、综合加工厂和金属结构拼装场；利用下水库坝址区小碾子沟北侧台地及部分宽缓的沟道，地表高程在 1205m~1239m，该区域后期在坝后压坡体顶部布置沥青混凝土拌和系统和机械设备停放场及修配厂，坝后压坡体顶部高程为 1267.00m。选择小寺沟沟口的洪积台地上，地面高程在 1162m~1178m，场平后高程为 1170.00m，主要布置下库 2 号承包商营地。在下库盆西北侧业主营地及施工变电站之间布置下库区 1 号承包商营地。

下库主要施工场地布置见图 2.6.1-2。

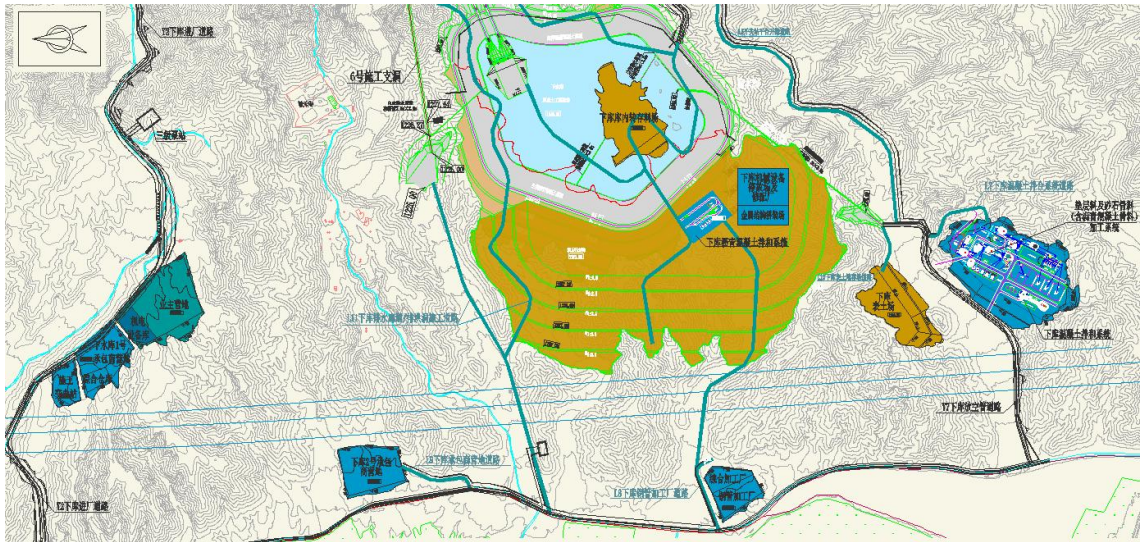


图 2.6.1-2 下库区施工总布置总体规划示意图

2.6.2 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、渣场及施工道路等。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 2.6.2-1。

表 2.6.2-1 施工设施用地面积汇总表

序号	名称	单位	建筑面积	占地面积	占地类型	备注
1	上库承包商营地	m ²	12000	25039	临时	
2	上库混凝土拌和系统	m ²	600	7759	临时	
3	上库综合仓库	m ²	2300	12434	临时	
4	上库机械设备停放场及修配厂	m ²	750	35418	永久	与上库枢纽永久占地重叠
5	上库综合加工厂（含预制场）	m ²	1500	15851	临时	
6	上库表土堆存场	m ²		29822	临时	
7	上库库内中转料场	m ²		55956	永久	与上库枢纽永久占地重叠
8	上库风水电	m ²	400	5000	临时	
9	上库金属结构拼装场	m ²		9391	临时	
10	上库枢纽建筑物	m ²		1100459	永久	
11	钢管接长厂	m ²	600	10770	临时	与上下连接道路弃渣场占地面积重叠
12	上库永久道路	m ²		180688	永久	
13	上库临时道路及其他	m ²		85750	临时	
14	上下连接道路弃渣场	m ²		80798	临时	

序号	名称	单位	建筑面积	占地面积	占地类型	备注
15	小计		18150	1543600		
16	业主营地及机电设备库	m ²	16678	45756	永久	
17	下库承包商营地	m ²	22000	43427	临时	
18	下库综合加工厂	m ²	950	6631	临时	
19	下库综合仓库	m ²	4000	6479	临时	
20	下库钢管加工厂	m ²	3000	11767	临时	
21	下库金属结构拼装场	m ²	2100	7413	临时	
22	施工变电站	m ²	800	10612	永久	
23	下库开关站平台	m ²	4400	205711	永久	
24	下库混凝土拌和系统	m ²	700	15927	临时	
25	下库沥青混凝土拌和系统	m ²	300	14797	永久	与枢纽永久占地重叠
26	下库机械设备停放场及修配厂	m ²	750	13731	永久	与枢纽永久占地重叠
27	下库垫层料及砂石骨料（含沥青混凝土骨料）加工系统	m ²	2100	76440	临时	
28	下库表土堆存场	m ²		34280	临时	
29	下库库内转存料场	m ²		40506	永久	与枢纽永久占地重叠
30	下库风水电	m ²	700	3000	临时	
31	水处理厂	m ²		20237		
32	下库枢纽建筑物	m ²		1199181	永久	
33	对外道路	m ²		142576	永久	
34	供水管线及构筑物（永久）	m ²	5000	2865	永久	
35	供水管线及构筑物（临时）	m ²	1800	21260	临时	
36	下库区永久道路	m ²		271935	永久	
37	下库临时道路及其他	m ²		174611	临时	
38	小计	m ²	65278	2292694		

2.6.3 施工导流

2.6.3.1 上水库施工导流

上水库位于牛首山西麓东侧山顶夷平面上，利用山顶风电场平台黄土塬半挖半填成库。无常年径流，主要是降水和季节性径流。结合枢纽布置特点、水文条件、施工特点，大坝及库盆导流采用排水沟将洪水引至集水坑内，机械抽排进行

导流。

2.6.3.2 下水库施工导流

下水库位于中宁县牛首山西麓山前洪积台地，利用小碾子沟、岌岌沟及其支沟扩库开挖筑坝成库，无常年径流，主要是降水和季节性径流。结合枢纽布置特点、水文条件、施工特点。大坝及库盆导流采用库外支沟导流和库内导流两部分进行导流。

(1) 库外支沟导流

下水库位于牛首山西麓山前洪冲积台地，主要利用小碾子沟、岌岌沟其支沟沟道半挖半填成库。无常年径流，主要是降水和季节性径流。结合下水库枢纽布置特点、水文条件、施工特点。库外支沟导流主要为库盆南侧小碾子沟支沟洪水利用永久建筑物拦洪坝挡水及排洪洞导流，在拦洪坝与排洪洞施工期间在支沟上游设置一个土石围堰挡水，采用机械抽排进行导流。库盆北侧岌岌沟库外洪水利用库外截水沟导流。

(2) 库内导流

下水库位于牛首山西麓山前洪冲积台地，利用小碾子沟、岌岌沟及其支沟沟道半挖半填成库。无常年径流，主要是降水和季节性径流。结合下水库枢纽布置特点、水文条件、施工特点，库内导流初拟分别在小碾子沟和岌岌沟设置集水坑结合机械抽排的导流方式。

2.6.3.3 截流

本工程上库区场内无冲沟，洪水为暴雨形成，平时无地表径流，无截流设计，上库围堰填筑时间可灵活选择，不受季节影响。

下水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，汛期洪水期间几条冲沟汇水，沟口较开阔，需半填半挖形成下库。无截流设计，下库围堰填筑时间可灵活选择，不受季节影响。

2.6.3.4 蓄水

(1) 蓄水分析

根据总进度安排，施工总工期 71 个月，施工准备期 6 个月，主体工程施工期 56 个月，完建期 9 个月。首台机发电工期 62 个月（第 6 年 2 月底），筹建期安排 24 个月（不计入总工期）。后续机组每 3 个月投产一台机组，至第 6 年 11 月底，完成所有机电、金属结构安装及土建工作，工程竣工。

1) 上水库初期蓄水

本工程上水库总集水面积 0.65km^2 ，上水库基本没有天然径流来水，依靠天然降雨无法满足要求，因此在电站运行前，初期蓄水需从下水库向上库进行充水。

参考目前国内外抽水蓄能电站解决上水库初期蓄水问题的实际经验，电站初拟结合施工期供水系统从黄河青铜峡水库取水至上水库进行初期蓄水，至死水位初期蓄水量约 8.68万 m^3 。上水库蓄水至竖井式进/出水口顶盖上表面以上，水位约为 1716m 。然后进行水泵工况调试，待水泵调试完成后，利用机组水泵工况从下水库抽水至上水库死水位高程，完成上水库初期蓄水。

2) 下水库初期蓄水

下水库蓄水至死水位 1238.00m 同时，下水库还需考虑水泵工况调试 4h 满抽时所需水量约 105.3万 m^3 。

(2) 用水量计算

上、下水库初期蓄水期间总需水量合计约为 1176万 m^3 ，具体计算见表 2.6.3-1。

表 2.6.3-1 牛首山东抽水蓄能工程初期蓄水成果表

序号	项目	单位	1 台机调试	第 1 台机发电	第 2 台机发电	第 3 台机发电	第 4 台机发电
1	机组调试及投产时间		第 5 年 10 月底	第 6 年 2 月底	第 6 年 5 月底	第 6 年 8 月底	第 6 年 11 月底
2	可蓄水时间	月	5 个月	4 个月	3 个月	3 个月	3 个月
3	累计机组发电需水量	万 m^3	158.76	381.18	580.70	768.20	955.70
3.1	上水库进/出水口底板~上水库防涡梁上顶面高程 0.5m	万 m^3	10.09				
3.2	上水库防涡梁上顶面高程 $+0.5\text{m}$ ~库底	万 m^3		8.45			
3.3	上水库死库容	万 m^3		131.77			
3.4	下水库进/出水口底板~库底	万 m^3	11.54				
3.5	下水库死库容	万 m^3	19.82				
3.6	引水水道充水量		3.36		3.36		
3.7	尾水水道充水量	万 m^3	8.66		8.66		
3.8	机组调试所需水量	万 m^3	105.3				
3.9	机组发电水量	万 m^3		82.2	187.5	187.5	187.5
4	上库冰冻库容	万 m^3		9.5			
	下库冰冻库容	万 m^3		5.6			

序号	项目	单位	1 台机调试	第 1 台机发电	第 2 台机发电	第 3 台机发电	第 4 台机发电
5	水损备用库容	万 m ³	--	--	--	--	--
6	蒸发渗漏损失	万 m ³	44.28	35.09	39.07	47.64	39.07
6.1	上水库蒸发渗漏损失	万 m ³	9.96	14.09	16.73	17.90	13.64
6.2	下水库蒸发渗漏损失	万 m ³	20.71	3.24	8.73	10.83	6.73
6.3	输水系统蒸发渗漏损失	万 m ³	13.61	17.75	13.61	18.90	18.70
7	累计需水量	万 m ³	203.04	475.64	714.23	949.37	1176

2.6.4 施工交通

2.6.4.1 对外交通

牛首山东抽水蓄能电站与牛首山抽水蓄能电站库址都位于牛首山区域,对外交通可通过牛首山抽蓄电站已建对外公路到达下水库区附近,再通过新建对外专用公路即可到达电站下库区,其中利用牛首山抽蓄已建对外公路长度约 18.7km,新建对外专用公路长度约 3.5km。

本工程新建对外专用公路,根据电站运输需要及平纵线形的要求,设计力求平面线形与地形、地物、周边建筑物等环境相协调,充分考虑线形的连续与均衡性,线形设计综合考虑道路的平面、纵断面、横断面三者之间的关系,做到平面顺适、纵面均衡、横面合理。路线平、纵断面设计中注重与周围环境协调,在路线设计中充分协调道路平纵指标,在总体走向上考虑与控制点的衔接,在工程量增加不大的情况下,尽量采用较高的技术指标。全路线平、纵配合上,全线大部分做到平包竖,竖曲线并稍短于平曲线。基于上述原则,依据《公路路线设计规范》(JTGD20-2017)、《公路路基设计规范》(JTGD30-2015)、《公路桥涵设计通用规范》(JTGD60-2015)拟定了路线设计方案。

(1) 路线平面设计

新建对外专用公路起点接牛首山抽蓄对外公路,终点接至现状白新路,路线沿黄河东岸湿地保护区范围外的山地布线,路线总长度约 3.56km,平均纵坡为 2.47%。

采用三级公路标准,设计时速 30km/h,路基宽度 7.5m,路面宽度 6.5m,路面采用沥青混凝土路面。

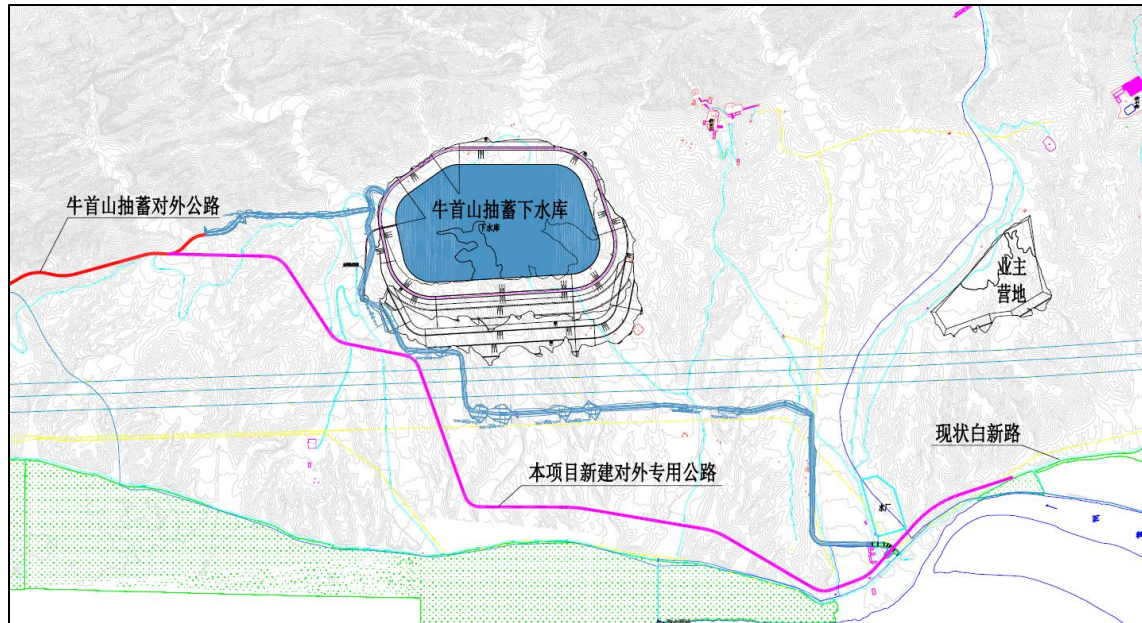


图 2.6.4-1 新建对外专用公路布置图

道路全线共设置交点 10 个，平均每公里交点个数 2.862 个，平曲线最小半径 40m，平曲线总长 918.693m，平曲线占线路总长 25.810%，直线最大长度 482.908m，线型指标满足规范要求。

(2) 路线纵断面设计

路线起点接牛首山抽蓄对外公路，接线高程为 1246.000m，终点接现状白新路，高程为 1158.000m，高差 88m，平均纵坡 2.47%。最大纵坡 7.5%，最小坡长 180m，平均每公里变坡 3.090 次，竖曲线总长 650.900m，竖曲线占路线总长的 18.287%，凸形竖曲线最小半径 700m/1 处，凹形竖曲线最小半径 1300m/1 处。

(3) 主要技术指标

技术指标详见表 2.6.4-1。

表 2.6.4-1 新建对外专用公路主要技术指标表

序号	项 目	技术指标规范值	技术指标设计值
1	公路等级	三级公路	三级公路
2	设计速度 (km/h)	30	30
3	路基宽度 (m)	7.5	7.5
4	路面宽度 (m)	6.5	6.5
5	平曲线最小半径 (m)	30	40
6	最大纵坡 (%)	8	7.5
7	凹形竖曲线最小半径 (m)	250	1300
8	凸形竖曲线最小半径 (m)	250	700

序号	项 目	技术指标规范值	技术指标设计值
9	车辆荷载等级	公路-I级、特-300	公路-I级、特-420
	路面	BZZ-100	BZZ-100
10	路基设计洪水频率	1/25	1/25
11	小桥、涵洞设计洪水频率	1/25	1/25
12	大、中桥梁设计洪水频率	1/50	1/50

2.6.4.2 场内交通

场内交通道路以上、下库分别布置，并由上下库连接道路沟通上库和下库。其中上库区主要有上库区施工场区道路等；下库区主要有下库上坝道路、下库进厂道路、通风兼安全洞道路、开关站道路、通风排烟洞道路、下库放空管道路、取水泵站道路、排洪洞道路等。经初步规划布置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-上下库连接道路：起点下库进厂道路，起点高程 1307.08m，经 2 号施工支洞洞口、上库进/出水口排水廊道、1 号施工支洞洞口，终点接上库环库路，终点高程 1747.00m。本公路是连接上、下水库施工区的纽带，承担上、下水库施工区外来物资、混凝土骨料及上、下水库施工区垫层料运输等任务，最大行驶车辆为 20t 自卸汽车。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，水泥混凝土路面，路线全长约 8.91km，为永久道路。

Y2 号路-下库进厂道路：起点接对外专用公路，沿大寺沟南侧布线，终点接于进厂交通洞洞口平台，线路总长度约 2.60km，为永久公路。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，混凝土路面。主要承担厂房洞室开挖、出渣、混凝土运输及重大件运输等任务。

Y3 号路-下库上坝道路：起点接通风排烟洞道路，终点接下库坝顶。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，水泥混凝土路面，路线全长约 1.58km，为永久道路。主要承担下水库大坝、进出水口及开关站平台的开挖、出渣、混凝土运输等任务。

Y4 号路-开关站道路：起点接下库上坝道路，终点接开关站平台。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，水泥混凝土路面，路线全长约 0.30km，为永久道路。主要承担

开关站平台开挖、出渣、混凝土运输等任务。

Y5 号路-通风兼安全洞道路：起点接开关站道路，终点接通风兼安全洞洞口平台。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，水泥混凝土路面，路线全长约 0.40km，为永久道路。主要承担通风兼安全洞及厂房洞室开挖、出渣、混凝土运输等任务。

Y6 号路-通风排烟洞道路：起点接上下库连接路，终点接通风排烟洞洞口平台。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，水泥混凝土路面，路线全长约 1.08km，为永久道路。主要承担通风排烟洞洞室开挖、出渣、混凝土运输等任务。

Y7 号路-下库放空管道路：起点接现状白新路，终点接下库放空管洞口平台。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，水泥混凝土路面，路线全长约 0.90km，为永久道路。主要承担后期排水廊道、放空管检修等任务。

Y8 号路-取水泵站道路：起点接白新公路，终点至取水泵站。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，水泥混凝土路面，路线全长约 0.20km，为永久道路。主要承担取水泵站施工及后期检修等任务。

（2）临时道路

L1 号路-前期上库施工道路：起点接牛首山对外公路，终点接上库施工场区道路。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，碾压混凝土路面，路线全长约 9.00km，为临时道路。主要承担前期上库区施工及人员通行等任务。

L2 号路-上库施工场区道路：起点接上下库连接道路，终点接上库各施工场地。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，碾压混凝土路面，路线全长约 2.10km，为临时道路。主要承担毛料、骨料、混凝土运输及人员通行等任务。

L3 号路-上水库库盆开挖填筑道路：起点接上库施工场区道路，终点至上水库库盆。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 7.0m，路基宽度 8.0m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，泥结碎石路面，路线全长约 2.52km，为临时道路。主要承担上水库库盆开挖、填筑及施工等任务。

L4 号路-下水库库盆开挖填筑道路：起点接下库上坝道路，终点至下水库库盆。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 7.0m，路基宽度 8.0m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，泥结碎石路面，路线全长约 3.00km，为临时道路。主要承担下库库盆开挖及填筑施工等任务。

L5 号路-开关站平台开挖道路：拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，泥结碎石路面，路线全长约 4.30km，为临时道路。主要承担下库承包商营地开挖填筑、混凝土运输及施工人员通行等任务。

L6 号路-上下库连接路弃渣场道路：起点上下库连接道路，终点接上下库连接路弃渣场。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，泥结碎石路面，路线全长约 1.30km，为临时道路。主要承担上下库连接路施工、弃渣等任务。

L7 号路-下库混凝土拌和系统道路：起点下库上坝路，终点接下库混凝土拌和系统平台。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，碾压混凝土路面，路线全长约 0.23km，为临时道路。主要承担混凝土运输及人员通行等任务。

L8 号路-下库钢管加工厂道路：起点接现状白新路，终点为接钢管加工厂。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，碾压混凝土路面，路线全长约 0.25km，为临时道路。主要承担钢材运输任务。

L9 号路-下库承包商营地道路：起点现状白新路，终点接下库承包商营地。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，碾压混凝土路面，路线全长约 0.22km，为临时道路。主要承担下库承包商营地开挖填筑、混凝土运输及施工人员通行等任务。

L10 号路-下库表土堆存场道路：起点接下库上坝路，终点接下库表土堆存场。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度 7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，泥结碎石路面，路线全长约 0.20km，为临时道路。主要承担表土运输等任务。

L11 号路-下库排水廊道/排洪洞施工道路：起点接白新路，终点接下库排水廊道/排洪洞出口。拟采用道路等级为水电三级道路，路面宽度 6.5m，路基宽度

7.5m，双车道设计，两侧各 0.5m 宽土路肩，泥结碎石路面，路线全长约 2.24km，为临时道路。主要承担下库排洪洞开挖出渣、混凝土运输等任务。

场内道路及桥梁主要技术统计见表 2.6.4-2。

表 2.6.4-2 场内交通道路及桥梁主要技术指标表

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	Y1 号路	上下库连接道路	水电三级	水泥混凝土路面	6.5/7.5	7.76	1.11	0.06	新建
2	Y2 号路	下库进厂道路	水电三级	水泥混凝土路面	6.5/7.5	2.52		0.08	新建
3	Y3 号路	下库上坝道路	水电三级	水泥混凝土路面	6.5/7.5	1.33	0.25		新建
4	Y4 号路	通风兼安全洞道路	水电三级	水泥混凝土路面	6.5/7.5	0.40			新建
5	Y5 号路	开关站道路	水电三级	水泥混凝土路面	6.5/7.5	0.30			新建
6	Y6 号路	通风排烟洞道路	水电三级	水泥混凝土路面	6.5/7.5	1.00		0.08	新建
7	Y7 号路	下库放空管道路	水电三级	水泥混凝土路面	6.5/7.5	0.90			新建
8	Y8 号路	取水泵站道路	水电三级	水泥混凝土路面	6.5/7.5	0.20			新建
9	Y9 号路	排洪洞道路	水电三级	水泥混凝土路面	6.5/7.5	0.10			新建
10	小计					14.51	1.36	0.22	
11	L1 号路	前期上库施工道路	水电三级	碾压混凝土路面	6.5/7.5	9.00			新建
12	L2 号路	上库区施工场区道路	水电三级	碾压混凝土路面	6.5/7.5	2.10			新建
13	L3 号路	上水库库盆开挖填筑道路	水电三级	泥结碎石路面	7.0/8.0	2.52			新建
14	L4 号路	下水库库盆开挖填筑道路	水电三级	泥结碎石路面	7.0/8.0	3.00			新建
15	L5 号路	开关站平台开挖道路	水电三级	泥结碎石路面	6.5/7.5	4.30			新建
16	L6 号路	上下库连接路弃渣场道路	水电三级	泥结碎石路面	6.5/7.5	1.30			新建
17	L7 号路	下库混凝土拌和系统道路	水电三级	碾压混凝土路面	6.5/7.5	0.23			新建
18	L8 号路	下库钢管加工厂道路	水电三级	碾压混凝土路面	6.5/7.5	0.25			新建
19	L9 号路	下库承包商营地道路	水电三级	碾压混凝土路面	6.5/7.5	0.22			新建
20	L10 号路	下库表土堆存场道路	水电三级	泥结碎石路面	6.5/7.5	0.20			新建
21	L11 号路	下库排水廊道/排洪洞施工道路	水电三级	泥结碎石路面	6.5/7.5	2.24			新建
22		其他临时路	水电三级	碾压混凝土路面	6.5/7.5	2.00			新建
23	小计					27.36	0.00	0.00	
24	合计					41.87	1.36	0.22	

2.6.5 料场规划

(1) 上水库坝筑坝土料料源

风积马兰黄土在上库区大面积分布，厚度大，储量足。上库库盆开挖区马兰黄土厚度 7.2~33.9m，黄土库盆范围除了表层的腐植土层，下部为有用层。

根据《水电工程天然建筑材料勘察规程》（NB/T 10235-2019）中关于均质坝和防渗体土料质量技术指标，除土料的天然含水率和分散性不满足要求外，其余渗透系数、有机质含量及水溶盐含量等均能满足规范要求。上水库库盆范围内黄土储量丰富，开采运输条件好，天然含水率偏低，使用时需加水至最优含水量 -2~+3 范围内，土层大部分具有分散性，建议采取必要的工程措施。

(2) 开关站平台

料场总储量约 795 万方，其中相对完整弱微风化砂岩（603.2 万方）可作为筑坝料使用；弱微风化裂隙发育的砂岩（16.6 万方）和弱微风化板岩（48.8 万方，合计 55.5 万方，可作为次堆石料使用。强风化砂岩、板岩、断层及软弱夹层等强度低，岩体破碎，约 122.8 万方，强度、冻融损失率等不能满足堆石料原岩质量技术指标要求，建议根据坝体分区选用。碎石土约有 3.5 万方，砾石含量偏少，细粒土含量高，其余指标满足要求，建议根据坝体分区选用，炭质板岩软弱夹层、断层充填物岩质极软，为弃料。

(3) 下水库坝体堆石料料源

库盆东侧边缘附近部分开挖料为板岩夹砂岩或灰岩，少量灰岩夹板岩。强风化板岩石干密度 $2.56\text{g/cm}^3 \sim 2.72\text{g/cm}^3$ ，平均 2.67g/cm^3 ；强风化岩体多呈散体状，岩体较破碎，强度低，块度小，强度、冻融损失率和干密度不能满足规程要求。弱风化-微新板岩石干密度 $2.64\text{g/cm}^3 \sim 2.76\text{g/cm}^3$ ，平均 2.71g/cm^3 ；硫酸盐及硫化物含量 $0.12\% \sim 0.17\%$ ，整体小于 1%，冻融损失率 $0.05\% \sim 0.18\%$ ，小于 1%。

强风化岩体受区域断裂影响，岩体强度低且差异很大，较破碎，强度、冻融损失率等不满足规范要求，其余指标基本满足，建议根据坝体分区选用。根据目前的试验统计，弱微风化板岩平行或斜交层面饱和抗压强度小于 30MPa 总体约有 63%，其中上下水库约有 69%，地下厂房区约有 33%。作为填筑料，弱风化及以下板岩总体属于较软岩，强度低，不宜作垫层、过渡和排水料使用，弱风化～新鲜板岩夹薄层砂岩可作为次堆石区堆石料。

牛东电站地下洞室系统（主要施工支洞、尾水洞、尾调室、尾闸室、主变室、地下厂房、进厂交通洞、通风洞等）洞挖料基本为板岩夹薄层灰岩或砂。根据目前平洞勘探资料，尾水系统区受 F5-1、F4-1、F4 和 F5-2 等区域断裂影响，多含有 20%以上的炭质板岩成分，炭质板岩强度极软，强度、冻融损失率等指标明显不满足要求，夹层含量高且不易剥离。板岩夹砂岩或灰岩中板岩约有 90%，灰岩或砂岩约有 10%，灰岩或砂岩局部呈透镜状出露，均很难剥离挑选出来单独使用；页岩夹砂岩中，炭质页岩占 90%左右，砂岩局部呈透镜体状发育，约有 10%，亦很难剥离挑选出来单独使用。

综上所述，洞挖料总体为板岩夹砂岩或灰岩，引水隧洞和厂房区弱风化-新鲜板岩夹砂岩或灰岩可作为次堆石区用料；尾水隧洞区由于区域断裂影响多含有

较多的炭质板岩，建议根据试验或坝体分区研究后使用；强风化板岩夹砂岩/灰岩部分指标不满足规程要求，建议试验或坝体分区研究后使用；炭质页岩夹砂岩受区域断裂 F5-1、F6-1 影响，开挖碴料风化破碎，不能满足规程堆石料质量要求。

2.6.6 施工辅助设施

2.6.6.1 砂石料加工系统

依据施工专业总体布置及安排，综合考虑枢纽建筑物布置及料场的分布等要求，本项目设置 2 套骨料加工系统，下库设置 1 套砂石加工系统，供应上、下库水泥混凝土骨料、上下库垫层料，下库设置 1 套沥青混凝土骨料加工系统，供应下库沥青混凝土骨料。

(1) 下库砂石加工系统

1) 系统规模

下库砂石加工系统主要承担上、下库水泥混凝土骨料及上、下库垫层料的生产任务，系统料源来自开关站平台开挖料，岩性主要为石英砂岩。

根据工程施工总进度安排，上库混凝土浇筑总量 23.29 万 m^3 ，下库混凝土浇筑总量 67.36 万 m^3 ，上库垫层料填筑总量 83.33 万 m^3 ，下库垫层料填筑总量 34.51 万 m^3 。施工高峰强度持续时间为第 3 年 5 月，此时段上库混凝土高峰时段月平均浇筑强度 2.1 万 m^3 ，下库混凝土高峰时段月平均浇筑强度 2.54 万 m^3 ，上库垫层料高峰时段月平均填筑强度 4.78 万 m^3 ，下库垫层料高峰时段月平均填筑强度 0.82 万 m^3 。系统的生产能力确定为 645 t/h，考虑加工、运输等综合损耗，系统处理能力为 820 t/h。

系统按每月生产 25d，每天生产 14h 计算，生产班制为 2 班制。

2) 系统布置

下库砂石加工系统布置于下库盆东南侧与下库沥青骨料加工系统、下库混凝土拌和系统布置于同一场地。

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、中碎车间、细碎车间、第二筛分车间、制砂车间、筛洗车间、除尘系统、成品料堆、废水处理系统、配电室及值班室等组成，系统占地面积约 7.6 万 m^2 。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。

下库砂石加工系统主要技术指标见表 2.6.6-1。下库砂石加工系统主要设备见表 2.6.6-2。

表 2.6.6-1 下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	820	
2	系统生产能力	t/h	645	
3	粗碎车间处理能力	t/h	820	
4	第一筛分车间处理能力	t/h	1742	
5	中碎车间处理能力	t/h	479	
6	第二筛分车间处理能力	t/h	1100	
7	细碎车间处理能力	t/h	443	
8	制砂车间处理能力	t/h	343	
9	冲洗筛分车间	t/h	3	
10	生产班制	班/日	2	
11	用水量	t/h	290	补水 65 t/h
12	用电量	kW	5800	
13	建筑面积	m ²	700	
14	占地面积	万 m ²	7.6	与沥青骨料加工系统混凝土拌和系统联合布置

表 2.6.6-2 下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	HPF1560S	台	2	30	
2	颚式破碎机	JC1300	台	2	160	
3	圆锥破碎机	CC400S	台	1	315	
4	圆锥破碎机	CC500	台	1	450	
5	高压对辊机	G90×60	台	2	2×132	
6	圆振动筛	2YKR3675H	台	2	2×45	
7	圆振动筛	3YKR3675	台	4	2×45	
8	螺旋洗砂机	WCD762	台	4	11	
9	直线脱水筛	ZKR1237	台	4	2×3.7	
10	直线脱水筛	ZKR1237	台	4	2×3.7	
11	细砂回收机	XSCH800-100	台	1	80	
12	惯性振动给料机	GZG125-4	台	10	2×1.5	
13	胶带机	B650-B1200mm	条	21	1400 (总)	

序号	设备名称	型号规格	单位	数量	参考功率(kW)	备注
14	除尘系统		项	1	700	
15	废水处理系统		项	1	450	

(2) 沥青骨料生产系统

1) 系统规模

下库沥青骨料加工系统主要承担下库大坝及库盆沥青混凝土骨料的供应，系统料源采用外购，岩性主要为灰岩。

根据工程施工总进度安排，下库沥青混凝土浇筑总量 3.77 万 m³。施工高峰强度持续时间为第 4 年 7 月～第 4 年 10 月，此时段下库沥青混凝土高峰月均强度为 0.48 万 m³。系统的生产能力确定为 48t/h，考虑生产加工、运输等综合损耗，系统处理能力为 60t/h。

系统按每月生产 25d，每天生产 8h 计算，生产班制为 1 班制。

2) 系统布置

沥青骨料加工系统主要由粗碎卸料平台、粗碎车间、第一筛分车间、中碎车间、第二筛分车间、超细碎车间、除尘系统、成品料堆、配电室及值班室等组成，系统占地面积约 1.8 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。

下库沥青骨料加工系统主要技术指标见表 2.6.6-3。下库沥青骨料加工系统主要设备见表 2.6.6-4。

表 2.6.6-3 下库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	60	
2	系统生产能力	t/h	48	
3	粗碎车间处理能力	t/h	60	
4	第一筛分车间处理能力	t/h	92	
5	中碎车间处理能力	t/h	33	
6	第二筛分车间处理能力	t/h	65	
7	超细碎车间处理能力	t/h	48	
8	生产班制	班/日	1	
9	用水量	t/h	5	补水量 5 t/h
10	用电量	kW	1100	
11	建筑面积	m ²	500	

序号	项目	单位	指标	备注
12	占地面积	万 m ²	7.6	与砂石骨料加工系统混凝土拌和系统联合布置

表 2.6.6-4 上库沥青骨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	HPF1060S	台	1	18.5	
2	反击式破碎机	HS1208P	台	1	90	
3	反击式破碎机	HS1208S	台	1	90	
4	立轴冲击式破碎机	VS1300R	台	1	75	
5	振动给料机	GZG70-4	台	2	2×0.55	
6	圆振动筛	3YKR2060H	台	1	30	
7	圆振动筛	3YKR2460	台	1	37	
8	选粉机	JN-SF-II(N350)	台	1	7.5+30	
9	胶带机	B=500-1000mm	条	26	350	
10	除尘系统		项	1	250	

2.6.6.2 混凝土拌和系统

(1) 上库水泥混凝土拌和系统

上库水泥混凝土拌和系统主要为上库大坝及库盆、上库进出水口、引水上平段及上斜井、1号施工支洞等工程生产水泥混凝土，根据混凝土施工强度要求，混凝土高峰月浇筑强度为 2.73 万 m³。拌和系统设计生产能力为 82 m³/h，系统按 25d/月，20h/d 进行设计，混凝土拌和系统选用 HZS180-IQ3000 型拌和站 1 座，铭牌生产能力为 180 m³/h。系统所需成品骨料由下库砂石骨料加工系统生产，拌和系统所需骨料由汽车运输。

水泥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，建筑面积约 600 m²，占地面积约为 1.7 万 m²。

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 1000t 水泥罐 2 座，1000t 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 50m³/min。

系统所需水、电集中供应。

上库水泥混凝土拌和系统主要设备表 2.6.6-5，上库水泥混凝土拌和系统主要技术指标表 2.6.6-6。

表 2.6.6-5 上库水泥混凝土拌和站主要设备表

序号	名 称	规 格	单 位	数 量	备 注
1	拌和站	HZS180-IQ3000	座	1	
2	空压机站	25m ³ /min	座	2	
3	化工流程泵	10 m ³ /h	座	2	
4	胶凝材料储罐	1000t	台	3	
5	气化射流泵	QPB 4.0	个	3	
6	清水泵	40 m ³ /h	台	1	
7	地衡	100t	台	1	
8	袋式除尘器	60 m ²	台	3	

表 2.6.6-6 上库水泥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	93	
2	铭牌生产能力	m ³ /h	180	
3	生产班制	班/日	3	
4	用水量	t/h	40	
5	用气量	m ³ /min	50	
6	用电量	kW	600	
7	建筑面积	m ²	600	
8	占地面积	万 m ²	1.7	

(2) 下库水泥混凝土拌和系统

下库水泥混凝土拌和系统主要下库大坝及库盆、厂房引水发电系统、施工支洞工程、下库导流、泄水建筑物等工程生产水泥混凝土，根据混凝土施工强度要求，混凝土高峰月浇筑强度为 4.82 万 m³。拌和系统设计生产能力为 145m³/h，系统按 25d/月，20h/d 进行设计，混凝土拌和系统选用 HZS180-2S2000 型拌和站 2 座，铭牌生产能力为 180 m³/h。系统所需成品骨料由下库砂石骨料加工系统生产，拌和系统所需骨料由砂石加工系统成品骨料就近取料。

水泥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，建筑面积约 700 m²，占地面积约为 1.6 万 m²。

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 1500t 水泥罐 2 座，1500t 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。

下库水泥混凝土拌和系统主要设备表 2.6.6-7, 下库水泥混凝土拌和系统主要技术指标表 2.6.6-8。

表 2.6.6-7 下库水泥混凝土拌和楼主要设备表

序号	名 称	规 格	单 位	数 量	备 注
1	拌和站	HZS180-2S2000	座	2	
2	空压机站	30m ³ /min	座	2	
3	化工流程泵	10 m ³ /h	座	2	
4	胶凝材料储罐	1500t	台	3	
5	气化射流泵	QPB 4.0	个	3	
6	清水泵	25 m ³ /h	台	2	
7	地衡	100t	台	1	
8	袋式除尘器	60 m ²	台	6	

表 2.6.6-8 下库水泥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	145	
2	铭牌生产能力	m ³ /h	180	
3	生产班制	班/日	3	
4	用水量	t/h	50	
5	用气量	m ³ /min	60	
6	用电量	kW	800	
7	建筑面积	m ²	700	
8	占地面积	万 m ²	7.6	

2.6.6.3 沥青混凝土拌和系统

依据施工专业总体布置及安排, 综合考虑枢纽建筑物布置及料场的分布等要求, 下库设置 1 套沥青混凝土骨料加工系统, 供应下库沥青混凝土骨料。

下库沥青混凝土拌和系统主要为下库大坝及库盆等工程生产沥青混凝土, 根据混凝土施工强度要求, 混凝土高峰月浇筑强度为 0.62 万 m³。拌和系统设计生产能力为 28t/h, 系统按 25d/月, 14h/d 进行设计, 沥青混凝土拌和站选用 LB1500 型 1 座, 单站铭牌生产能力为 120t/h。系统所需骨料由下库沥青骨料加工系统提供, 由汽车运输。

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, 建筑面积约 300 m², 占地面积约为 1.47 万 m²。

矿粉材料的储存选用 1 个 800t 钢制罐，可以满足 10 天以上用量。

下库沥青混凝土拌和系统主要设备表 2.6.6-9, 下库沥青混凝土主要技术指标表 2.6.6-10。

表 2.6.6-9 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	LB1000 型	座	1	
2	矿粉材料罐	800 t	座	1	

表 2.6.6-10 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	58	
2	铭牌生产能力	t/h	62	
3	生产班制	班/日	2	
4	矿粉材料储量	t	800	
5	用电量	kW	450	
6	建筑面积	m ²	300	
7	占地面积	万 m ²	1.47	

2.6.6.4 施工供风、供电系统

(1) 供风系统

本工程石方开挖总量约为 1495.52 万 m³。石方明挖高峰月时段平均强度为 89.43 万 m³/月，石方洞挖高峰月时段平均强度 6.89 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 1180m³/min。

上库工程施工用风高峰为 250m³/min，分别在库盆、电站进出水口、坝基等部位共布置 9 台固定式压缩机，8 个移动式空压机。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。

地下系统土建工程高峰用风量为 350m³/min，固定加采用移动式供风站，分别在上平段 1 号支洞、中平段 2 号支洞、通风兼安全洞、进厂交通洞、地下厂房系统、排风排烟洞等布置 11 台固定式压缩机和 6 台移动式压缩机等，供引水发电系统等开挖供风。

下库工程高峰用风量为 580m³/min，分别在电站下库大坝、下库库盆、下库进出水口、开关站开挖平台等部位共布置 11 台固定式压缩机，6 台移动式空压

机。主要供下库大坝、库盆，进出水口、下库进出水口、开关站开挖平台等部位的开挖用风。

各压气站主要技术指标见表 2.6.6-11。

表 2.6.6-11 压气站技术指标一览表

分区	项目名称	设备型号	台数	供风量 (m ³ /min)	备注	主要供风范围
上水库供风系统	上水库大坝	4L-20/8	2	20×2		上水库坝基开挖与支护
	上水库库盆	4L-20/8	3	20×3		上库库盆
		3L-10/8	2	10×2		
	上库进出水口	4L-20/8	2	20×2		
		ZV-12/7	5	12×5	移动式	机动
		YH-10/7	1	10×1	移动式	机动
	出库排水洞洞口	YH-10/7	1	10×1	移动式	机动
输水发电地下洞室供风系统	通风安全洞洞口	5L-40/8	1	40×1		通风兼安全洞及附属洞室
		4L-20/8	1	20×1		
		YH-10/7	2	10×2	移动式	
	进厂交通洞洞口	5L-40/8	2	40×2		交通洞、地下厂房中下部，主变室中下部、引水下平段、母线廊道、附属洞室、尾水隧洞等开挖与支护
		YH-10/7	2	10×2	移动式	
	排风洞洞口	4L-20/8	2	20×2		排风洞平台、排风平洞、排风竖井开挖与支护
		YH-10/7	2	10×2	移动式	
	1号施工支洞洞口	5L-40/8	1	40×1		引水系统上平洞施工支洞、引水洞上平段及竖井开挖与支护
		YH-10/7	1	10×1	移动式	
	2号施工支洞洞口	5L-40/8	1	40×1		引水系统中平洞施工支洞、引水洞中平段及竖井开挖与支护
		YH-10/7	1	10×1	移动式	
下水库供风系统	开关站	5L-40/8	1	40×1		开关站开挖与支护
	下水库大坝	4L-20/8	3	20×3		下水库大坝
	下水库库盆	7L-100/8	1	100×1		下水库库盆
		3L-10/8	2	10×2		
		YH-10/7	3	10×3		
	下库进出水	5L-40/8	1	40×1		下库电站进出水口开挖

分区	项目名称	设备型号	台数	供风量 (m³/min)	备注	主要供风范围
	口					与支护
	开关站及开挖平台	5L-40/8	1	40×1		
		5L-40/8	1	40×1		
		4L-20/8	2	20×2		
合计			51	1180		

(2) 供电系统

工程的施工供电主要可分为上库施工区、下库施工区两大区域，根据用电设备统计及计算，本工程施工期高峰用电负荷为 11463kW。根据施工布置特点，本工程施工供电拟从五大台 110kV 变电站引接 1 回 35kV 线路接入施工区内的 35kV 施工变电站，线路长约 28km。

35kV 施工变电站拟定 10kV 出线 12 回，其中 6 回线路至上库区、下库区、业主营地及其他工程区域各主要用电负荷点设的施工分区变，4 回线路至无功补偿装置及站用变压器，预留 2 回出线；10kV 系统的接线形式为单母线分段接线。施工变电站占地面积约 5500m²，施工区内 10kV 架空线路总长约 32km。

施工变电站设 2 台三相双绕组有载调压自冷电力变压器，容量为 8MVA，额定电压变比为 35±2×2.5%/10.5kV。另外，各工区还需根据实际需要设置一定容量的柴油发电机组，作为备用电源。

2.6.6.5 施工供水系统

(1) 供水规模

施工供水规模应同时考虑施工期用水量、上下水库初期蓄水量以及下水库永久补水量。供水管线布置见附图 13-2。

1) 施工用水量

本工程各部位的施工用水量、用水点高程、各用水点要求水压及逐月用水量见表 2.6.6-12~2.6.6-13。

表 2.6.6-12 施工用水量、用水点高程及各用水点要求压力

分区名称	设计用水量	用水点顶面高程	水 压
	m ³ /h	m	MPa
S1.上库承包商营地、上库机械设备修配厂、上库综合加工厂区	35	1745	0.2
S2.上库水泥混凝土拌和系统	45	1740	0.3
S3.出库排水廊道	15	1740	0.3

分区名称	设计用水量	用水点顶面高程	水 压
	m ³ /h	m	MPa
S4.上库大坝及库盆施工区	150	1750	0.3
S5.1 号施工支洞口及上库进出水口排水廊道	25	1640	0.3
S6.出库排水廊道	15	1615	0.3
小计	285		
S7.2 号施工支洞口	25	1410	0.3
S8.以通风洞为施工通道的地下厂房施工区	35	1325	0.3
S9.以进厂洞为施工通道的地下厂房施工区	55	1350	0.3
S10.排风排烟洞、开关站开挖平台	40	1430	0.25
S11.下水库库盆、下库进出水口工区	30	1290	0.25
S12.下水库大坝工区	40	1280	0.2
S13.垫层料及砂石骨料（含沥青混凝土骨料） 加工系统、下库水泥混凝土拌和系统	150	1225	0.2
S14.钢管加工厂、综合加工厂	15	1173	0.2
S15. 下库 2 号承包商营地	35	1170	0.2
S16. 业主营地及下库 1 号承包商营地	60	1255	0.2
S17. 下库沥青混凝土拌、金属结构拼装场、系 统及机械修配厂	15	1272	0.3
小计	500		
合 计	785		

表 2.6.6-13 施工用水叠加生活用水水量表

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											0.20	0.55	0.74
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35	1.35	1.42	2.74	14.84
施工期第 1 年	5.25	5.52	5.00	6.21	6.97	6.08	6.37	8.91	9.80	9.81	13.21	24.07	107.19
施工期第 2 年	27.61	28.90	31.66	20.82	21.52	20.66	23.64	24.50	29.61	29.68	26.61	31.66	316.87
施工期第 3 年	33.37	48.25	46.92	46.36	41.92	23.18	20.06	18.62	15.62	17.69	16.98	18.57	347.53
施工期第 4 年	14.97	17.71	22.75	26.78	27.87	25.08	28.41	19.24	11.09	8.22	8.22	12.00	222.34
施工期第 5 年	10.50	6.12	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	30.01
施工期第 6 年	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13		1.46
小计													1040.98

由上表可见，施工期最大月用水量为 41.18 万 m^3 ，发生在施工期第 2 年 6 月，月使用天数为 25 天，日用小时数为 20 小时，日变化系数为 1.3，因此，施工期最大用水强度为 1070.68 m^3/h 。

2) 初期蓄水量

本电站上下水库初期蓄水历时及蓄水量见下表 2.6.6-14。

表 2.6.6-14 电站初期蓄水量表

序号	项目	单位	首台机调试	第 1 台机发电	第 2 台机发电	第 3 台机发电	第 4 台机发电
1	机组调试及投产时间		第 5 年 10 月底	第 6 年 2 月底	第 6 年 5 月底	第 6 年 8 月底	第 6 年 11 月底
2	可蓄水时间	月	4 个月（第 5 年 8 月~第 5 年 11 月）	4 个月	3 个月	3 个月	3 个月
3	累计机组发电需水量	万 m^3	158.76	381.18	580.70	768.20	955.70
4	上库冰冻库容	万 m^3		9.5			
	下库冰冻库容	万 m^3		5.6			
5	水损备用库容	万 m^3	--	--	--	--	--
6	蒸发渗漏损失	万 m^3	44.28	35.09	39.07	47.64	39.07
7	累计需水量	万 m^3	203.04	475.64	714.23	949.37	1176

a) 上水库初期蓄水

参考目前国内外抽水蓄能电站解决上水库初期充水问题的实际经验，电站初拟结合施工期供水系统从黄河青铜峡水库取水至上水库进行初期充水，至死水位初期蓄水量约 131.77 万 m^3 。上水库蓄水至竖井式进/出水口顶盖上表面以上，水位约为 1716m。按照调试前上水库蓄到防涡梁以上 0.5m，充水量 18.54 万 m^3 ，引水道充水量 6.71 万 m^3 ，蒸发渗漏损失 81.81 万 m^3 ，则上水库总蓄水量 238.83 万 m^3 。计划上库第 5 年 7 月初下闸蓄水，至第 5 年 10 月底结束，蓄水时间约 4 个月。

b) 下水库初期蓄水

根据首台机组水泵工况起动要求，首台机组调试前下水库需至少蓄水至死水位加上海试水量，下水库在首台机调试前至少蓄水共计约 180.05 万 m^3 ；首台机调试至首台机组发电期间下库至少蓄水 108.40 万 m^3 ；首台机组发电投产至第二台机组发电期间下库至少蓄水 218.50 万 m^3 ；第二台机组发电投产至第三台机组发电期间下库至少蓄水 217.24 万 m^3 ；第三台机组发电投产至第四台机组发电期间下库至少蓄水 212.93 万 m^3 。下水库初期蓄水最大强度为 1185 m^3/h 。

3) 下水库补水量

本电站上、下水库全年蒸发、渗漏损失水量合计为 168.9 万 m^3 ，运行期各月蒸发渗漏水量详见下表 2.6.6-15。

表 2.6.6-15 上、下水库运行期各月蒸发渗漏水量成果表 单位：万 m^3

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
蒸发渗漏损失	11.83	11.43	14.38	10.77	11.32	10.61	11.13	24.73	22.63	15.51	12.33	12.21	168.9

根据上表分析，每年补水量按照上下水库蒸发渗漏考虑，每年 8 月补水量最多，为 24.73 万 m^3 ，补水强度为 329.4 m^3/h 。

4) 供水规模

综上所述，本工程设计供水规模主要由下水库最大蓄水强度决定，为 1454.30 m^3/h ，并考虑水厂自用水量（2%）及管网漏损（3%），因此，设计供水规模为 1550 m^3/h 。

（2）水质标准

生产用水水质标准应符合《水电工程施工组织设计规范》（NBT 10491-2021），即浑浊度 $\leq 100\text{mg/L}$ ，且不含有毒、有害物质；生活用水水质需达到现行国家标准《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）的要求。

（3）水源

本工程水源为黄河青铜峡水库水，取水口处设计代表年内 95%保证率下，年可用水量为 165.25 $\times 10^4$ 万 m^3 ，可满足电站永久补水的要求。

取水口多年平均含沙量为 3.71 kg/m^3 ，取水口处逐月含沙量成果见表 2.6.6-16。

表 2.6.6-16 取水口含沙量成果表

项目	1月~3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11~12月	全年
输沙量 (万 t)	58.08	88.63	253.44	659.58	2803	3918	2021	867.357	111.03	10780
含沙量 (kg/m^3)	0.2068	0.6962	1.413	3.518	8.989	12.41	6.057	2.317	0.3627	3.71

综上所述，取水口可满足电站施工用水量的需求，但含沙量较高，达不到生产用水水质标准，需设置水处理设施对泥沙进行沉淀处理。施工供水系统水处理仅满足生产用水水质要求，生活用水需在各用水点另设置水处理设备已达到使用要求，施工供水系统仅满足生活用水量要求。

（4）供水系统设计

施工供水系统由取水泵站、水处理厂、各级清水池、各级加压泵站以及供水

管线组成。黄河青铜峡水库水通过取水泵站提升至给水处理厂，经两级处理后的水储存在一级清水池内，再通过二级泵站、三级泵站、四级泵站、五级泵站将水加压送至各个清水池内，施工区用水由就近的各级清水池自流供给。

1) 取水泵站

取水泵站位于黄河青铜峡水库岸边，地面高程约为 1156m。设置两根 DN700 引水管道，将水库水引入取水泵站的集水池内，在集水池设置四台潜水泵，三用一备，将水提升至水厂，单台水泵技术参数如下： $Q=520\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=21\text{m}$ ， $N=55\text{kW}$ 。引水管道设置在 0.7m 冰冻线以下，保证取水效率。

2) 给水处理厂

给水处理厂位于业主营地西北侧。水厂主要由平流沉淀池、斜管沉淀池、一级清水池、二级泵站、污泥提升泵站、污泥脱水车间、加药间、综合楼等建构筑物组成。来水先经过平流沉淀池及斜管沉淀池沉淀后，自流入一级清水池，后经二级泵站送至三级泵站（3#二级清水池及三级泵房）、1#二级清水池及 2#二级清水池。二级泵房内设置三组多级卧式离心泵，其中：送至三级泵站为两用一备，单台水泵技术参数为： $Q=280\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=129\text{m}$ ， $N=160\text{kW}$ ；送至 1#二级清水池为一用一备，单台水泵技术参数为： $Q=55\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=32\text{m}$ ， $N=7.5\text{kW}$ ；送至 2#二级清水池为四用一备，单台水泵技术参数为： $Q=450\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=240\text{m}$ ， $N=450\text{kW}$ 。

水厂内处理工艺产生的排泥水，进入污泥提升泵站提升至污泥脱水车间，经浓缩后，再通过板框压滤机压成含水率不大于 60%的泥饼，进行外运。

3) 三级泵站

三级泵站主要由 3#二级清水池及三级泵房组成，地面高程约为 1275.00m，3#二级清水池为一座 200m^3 钢筋混凝土水池。三级泵房内设置三台多级卧式离心泵，两用一备，将二级清水池中的水提升至四级泵站，单台水泵参数为： $Q=1190\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=162\text{m}$ ， $N=132\text{kW}$ 。用水点 S16 由 3#二级清水池自流供给。

4) 四级泵站

四级泵站主要由三级清水池及四级泵房组成，地面高程约为 1410.00m，三级清水池为一座 200m^3 钢筋混凝土水池。四级泵房内设置三台多级卧式离心泵，两用一备，将三级清水池中的水提升至五级泵站，单台水泵参数为： $Q=155\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=180\text{m}$ ， $N=132\text{kW}$ 。用水点 S7 及 S9 均由三级清水池自流供给。

5) 五级泵站

五级泵站主要由集水池及五级泵房组成，地面高程约为 1565.00m，集水池为一座 200m³钢筋混凝土水池。五级泵房内设置三台多级卧式离心泵，两用一备，将集水池中的水提升至四级清水池，单台水泵参数为：Q=155m³/h，H=201m，N=132kW。

6) 四级清水池

四级清水池为一座 500m³钢筋混凝土水池，地面高程为 1755.00m，用水点 S1~S6 及上库初期蓄水均由 2#二级清水池自流供给。

7) 1#二级清水池

1#二级清水池为一座 200m³钢筋混凝土水池，地面高程为 1190.00m，用水点 S14 及 S15 均由 1#二级清水池自流供给。

8) 2#二级清水池

2#二级清水池为一座 500m³钢筋混凝土水池，地面高程为 1365.00m，用水点 S8、S10、S11、S12、S13、S17、下库初期蓄水及永久补水均由 2#二级清水池自流供给。

2.6.6.6 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：混凝土预制厂、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场等。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、混凝土预制厂，按照上、下库施工需要，综合加工厂分上下库布置，上库布置在上水库库盆东北侧的坡地上，下库布置在下水库库盆西南侧台地上。钢管加工厂布置在下水库库盆西侧台地上。机电设备库布置在下水库东南侧五味峡水库上游平缓地处。

2.6.6.7 施工营地

(1) 施工生产生活区位置选择

业主营地布置于大寺沟南侧的洪积台地上，地形总体较为平缓开阔，地面高程在 1223m~1253m。下库 1 号承包商营地布置于业主营地与施工变电站之间，位于下水库坝址西北侧直线距离 1200m 的缓坡上，通过挖填形成场地，场平高程

1240.00mm,下库2号承包商营地布置于小寺沟沟口的洪积台地上,高程在1162m~1178m,场平高程为1170.00m。

(2) 业主仓储区

业主仓储区(机电设备库)内仓库为永久仓库,仓储区用地西侧与承包商营地相邻,东侧与业主营地用地相邻,共用北侧一条用地道路,并进厂道路连通,交通较为方便。

业主仓储区总用地面积约5054m²,总建筑面积为3500m²,包含恒温仓库、封闭仓库和棚库三个建筑。三个建筑均为单层建筑,均为钢筋混凝土框架结构。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。

(3) 业主营地管理区

1) 工程概况

业主营地布置在下库坝址西侧,进厂道路从旁经过,交通便利。建设期的业主营地也是电站投入使用后的前方永久生活区营地,营地规划总人数约142人(包括业主管理人员、运维人员和后勤人员)。

2) 基地概况

本次规划业主营地总占地面积45756万m²(含机电设备库用地),用地形状近似梯形,南北最长处262m,东西最宽处194m。现场地形高差较大,原始高程位于1223m~1253m之间,高差约为24m。

3) 规划总平面布局

方案设计为串并结合的空间形态。具体为场地内设计一条主环路,将各功能片区串接起来,办公生活区由东向西依次为办公区、后勤服务区和生活区。三个主要功能区块通过环路串联,彼此独立,互不影响。

营地入口空间区,位于用地的中部东侧,是整个营地的迎宾区。结合地形设计为环岛状空间形态,东西侧接营地主路。

设代监理后勤服务区,设有后勤服务人员住宿、后勤人员食堂、设代监理住宿楼等。厂区建设施工完成,投入生产后,该片区功能可与接待区结合,全部转换为对外接待服务,并可通过新建与厂区主路联系的道路,方便外来参观人员的进出及管理。

业主办公生活区位于整个营地的腹地，用地较为宽阔。办公楼平行等高线布局，是该区域的主要建筑物，核心地位明显。食堂、活动中心布置于办公楼北侧，围合成公共空间。公寓楼位于用地最南侧，结合用地错落布置。办公楼、主要领导公寓楼的视野良好，能远眺开阔景观。厂区建设施工完成，投入生产后，该片区可形成独立的生产管理区，并可通过新建与厂区主路联系的道路，方便员工进出及管理。

仓储区用地位于营地的北侧，靠近厂区布置，方便使用，对生产生活区干扰较小。

（4）承包商营地布置

本工程承包商营地分上、下库区分别布置，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。本工程施工高峰期人数为 3400 人，其中上库区为 1200 人，下库区为 2200 人（包括地下工程施工人员）。

1) 上水库承包商营地

根据上库区枢纽布置特点、交通及地形条件，上库承包商营地布置在上库盆东侧附近，上库管理用房旁，距上库坝址约 0.8km，地面高程约 1740m~1745m，占地面积约 4.34 万 m²。

上库承包商营地场地设计北高南低，高差明显，考虑在场地内用一条环路贯穿，南北方向为台地有高差，并同时在有高差部位用坡度连接，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，部分建筑可为一层部分挖方，二层可与山体连接从反方向设入口，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。

2) 下水库承包商营地

下水库承包商营地分两块场地布置，1 号营地在金属结构拼装厂旁，距坝址约 1.5km。占地面积约 1.7 万 m²。2 号营地在对外路旁坡地上，距坝址约 1.8km，占地面积约 4.34 万 m²。

下水库承包商营地地势较上水库营地稍为平缓些，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。

2.6.7 土石方平衡及渣场、任意料堆存、中转料场规划

2.6.7.1 上库土石方平衡

不计后期恢复利用的表层腐殖质土外，本工程上库区土石方开挖总量 1816.36 万 m^3 （自然方，下同），其中上库区覆盖层开挖 124.13 万 m^3 ，土方开挖 1520.66 万 m^3 ，石方开挖 129.13 万 m^3 （强风化 124.32 万 m^3 ，弱风化 4.81 m^3 ），上水库区场内道路土石方开挖 42.45 万 m^3 。

本工程上库区填筑总量 1163.64 万 m^3 （压实方，下同）。其中大坝土方填筑量 1016.76 万 m^3 ，输水发电系统土方回填 4.44 万 m^3 ，库底石方填筑量 6.25 万 m^3 ，垫层料 79.80 万 m^3 ，排水料 24.22 万 m^3 ，过渡料 0.62 万 m^3 ，反滤料 17.95 万 m^3 ，上库场内交通路基土石方填筑 13.60 万 m^3 。上库区水泥混凝土工程量 27.07 万 m^3 。

经过土石方平衡计算，考虑加工、运输、转存及作业面等损耗后，上库区填筑料总设计需要量为 1598.48 万 m^3 （自然方，下同）。其中上水库大坝土方料设计需要量 1440.54 万 m^3 ，输水发电系统土方回填设计需要量 6.27 万 m^3 ，库底石方回填 6.08 万 m^3 ，垫层料 90.30 万 m^3 ，排水料 23.56 万 m^3 ，过渡料 0.61 万 m^3 ，反滤料 17.46 万 m^3 ，上库道路路基土石方填筑 13.60 万 m^3 。上库区水泥混凝土设计需要量 32.68 万 m^3 。

上水库无用料及损失共土石方 596.35 万 m^3 （自然方），转换成压实方 591.32 万 m^3 ，堆放于坝后压坡体。详见表 2.6.7-1 上库土石方平衡表。

表 2.6.7-1 上库土石方平衡表

供料区						受料区														渣料规划	
部位		开挖分类	开挖量	可利用量			上水库大坝				上库库盆库底处理					输水发电系统		施工辅助	场内交通	坝后任意料	
				土方	强风化石料	弱风化石料	垫层料	排水料	坝体填筑（土方）	混凝土	垫层料	过渡料	反滤料	库底地基处理（石方）	混凝土骨料	土方回填	混凝土骨料	混凝土骨料	路基土石填筑	自然方	压实方
工程量							63.98	24.22	1016.76	8.20	15.82	0.62	17.94850	6.25	11.09	4.44	5.45	2.33	13.60		
设计需要量							72.40	23.56	1440.54	9.90	17.90	0.61	17.52	6.08	13.39	6.27	6.58	2.81	13.60		
上水库	大坝	清基覆盖层	51.88																	51.88	46.69
		土方开挖	1089.80	1046.21					1046.21											221.06	198.95
		石方开挖	0.00																	0.00	0.00
	库盆	清基覆盖层	72.25																	72.25	65.02
		土方开挖	421.29	403.69					394.33											93.86	84.47
		石方开挖	101.84		101.13									6.08						96.84	125.89
		石方洞挖	1.13																	1.13	1.47
	输水发电系统	土方开挖	6.69	6.69												6.27				1.47	1.32
		石方明挖	3.92																	3.92	3.53
		石方洞挖	9.77																	9.77	12.70
	施工辅助设施	土方开挖	2.87																	2.87	2.58
		石方明挖	5.32																	5.32	4.79
		石方洞挖	7.14																	7.14	9.29
	场内永久道路	土石方开挖	42.45	42.45															13.60	21.86	26.23
	开关站开挖平台	硬质岩料	164.67				72.40	23.56		9.90	17.90	0.61	17.52		13.39		6.58	2.81		计入下库	
合计			1981.03	1449.9	101.13		72.40	23.56	1440.54	9.90	17.90	0.61	17.52	6.08	13.39	6.27	6.58	2.81	13.60	596.35	591.32

2.6.7.2 下库土石方平衡

不计后期恢复利用的表层腐殖质土外，本工程下库区土石方开挖总量 1648.19 万 m^3 （自然方，下同），其中下库区覆盖层开挖 44.31 万 m^3 ，土方明挖 91.24 万 m^3 ，石方明挖及洞挖 1342.84 万 m^3 （强风化 715.07 万 m^3 ，弱风化 627.77 万 m^3 ），下水库区场内道路土石方开挖 169.80 万 m^3 。

工程下水库总填筑料 552.97 万 m^3 （压实方，下同），其中大坝上游堆石区 71.77 万 m^3 ，大坝下游堆石 3C1 区 191.17 万 m^3 ，大坝下游堆石 3C2 区 102.48 万 m^3 ，大坝坝体垫层料 16.64 万 m^3 ，坝体过渡料 79.82 万 m^3 ，坝体排水料 17.82 万 m^3 ，干砌石 1.59 万 m^3 ，库盆回填 7.31 万 m^3 ，库盆垫层料 20.56 万 m^3 ，库盆过渡料 10.49 万 m^3 ，泄水建筑物石方回填 1.59 万 m^3 ，下库区场内道路填筑 31.79 万 m^3 。下库区水泥混凝土 76.83 万 m^3 。下库沥青混凝土 3.81 万 m^3 。

经过土石方平衡计算，考虑开采、运输、转存、加工及作业面损耗后，下库区填筑设计需要量 544.69 万 m^3 （自然方，下同），其中大坝上游堆石区设计需要量 69.82 万 m^3 ，大坝下游堆石 3C1 区设计需要量 185.97 万 m^3 ，大坝下游堆石 3C2 区设计需要量 99.69 万 m^3 ，大坝坝体垫层料设计需要量 18.82 万 m^3 ，坝体过渡料设计需要量 77.64 万 m^3 ，坝体排水料设计需要量 17.34 万 m^3 ，干砌石设计需要量 1.54 万 m^3 ，库盆回填设计需要量 7.11 万 m^3 ，库盆垫层料设计需要量 23.27 万 m^3 ，库盆过渡料设计需要量 10.20 万 m^3 ，泄水建筑物石方回填设计需要量 1.55 万 m^3 ，下库区场内道路填筑设计需要量 31.73 万 m^3 。下库区水泥混凝土设计需要量 92.73 万 m^3 。下库沥青混凝土设计需要量 4.98 万 m^3 。

下水库无用料及损失共土石方 1065.94 万 m^3 （自然方），转换成压实方 1283.48 万 m^3 ，堆放于坝后压坡体、下库区施工设施场平、上下库连接路弃渣场。

详见表 2.6.7-2 下库土石方平衡表。

表 2.6.7-2 下库土石方平衡表

供料区					受料区																				弃渣规划						
部位		开挖分类	开挖量	合计可利用量		下水库大坝									下水库库盆					泄水建筑物		拦洪坝	输水发电系统	施工辅助	开关站等平台	场内交通	下库坝后压坡体		下库区施工设施场平		上下库连接路弃渣场
				强风化料	弱风化料	垫层料	过渡料	排水料	上游堆石区	下游堆石区3C1	下游堆石区3C2	干砌石	混凝土	沥青混凝土	垫层料	过渡料	库底回填	混凝土	沥青混凝土骨	石方回填	混凝土	混凝土	混凝土	混凝土	混凝土	喷护混凝土	路基土石填筑	自然方	压实方	自然方	压实方
工程量						16.64	79.82	17.82	71.77	191.17	102.48	1.59	13.86	1.43	20.56	10.49	7.31	12.41	2.38	1.59	1.15	1.16	39.10	7.41	1.73	31.73					
设计需要量						18.82	77.64	17.34	69.82	185.97	99.69	1.54	16.73	1.87	23.27	10.20	7.11	14.98	3.11	1.55	1.39	1.40	47.20	8.95	2.09	31.73					
下水库	大坝	清基覆盖层	40.44																							40.44	36.39				
		土方开挖	2.06																							2.06	1.86				
		石方明（槽）挖	3.36																							3.36	4.36				
	库盆	清基覆盖层	3.87																							3.87	3.49				
		土方开挖	78.35																							78.35	70.51				
		石方明（槽）挖	490.97	60.40	62.20				55.29	60.40						6.91										352.73	458.55	37.41	52.37		
		石方洞（井）挖	1.70																						1.70	2.21					
	输水发电系统	土方开挖	7.88																							7.88	7.09				
		石方明（槽）挖	30.64		8.53					8.53																23.63	30.71				
		石方洞挖	126.83		70.32				70.32																	69.00	89.70				
	拦洪坝	土方开挖	0.96																							0.96	0.86				
		石方明（槽）挖	3.00																							3.00	3.90				
		石方洞挖	0.06																							0.06	0.07				
	泄水工程	土方开挖	2.06																							2.06	1.85				
		石方明（槽）挖	3.25	1.63															1.55							1.98	2.57				
		石方洞挖	0.91																							0.91	1.19				
	施工辅助设施	土方开挖	2.00																							2.00	1.80				
		石方明（槽）挖	3.72																							3.72	4.84				
		石方洞挖	26.76																							26.76	34.78				
	场内永久道路	土石方开挖	169.80																						31.73	31.22	31.22			138.58	
	开关站开挖平台	剥离料	178.98	178.98					60.94	29.97																103.88	135.04				
		上水库所用弱风化开挖料	164.67		164.67																					59.19	76.95				
		下水库所用弱风化开挖料	311.36		311.36	18.82	77.64	17.34	69.82			1.54	16.73		23.27	10.20		14.98		1.39	1.40	47.20	8.95	2.09		71.21	92.57				
		外购灰岩骨料	4.98		4.93									1.87					3.11												
	合计		1653.61	241.01	617.07	18.82	77.64	17.34	69.82	185.97	99.69	1.54	16.73	1.87	23.27	10.20	7.11	14.98	3.11	1.55	1.39	1.40	47.20	8.95	2.09	31.73	889.95	1092.53	37.41	52.37	138.58

2.6.7.3 上库区弃渣场区、转存料场及表土堆存场规划

(1) 上库库内转存料场

根据施工进度安排及上库土石方平衡计算，上水库坝体转存上坝量 29.35 万 m^3 （自然方），折算松方量为 41.58 万 m^3 ，上水库库内转存料场容量 46.20 万 m^3 ，满足上库库内转存容量要求。

(2) 上库表土堆存场

上库表土堆存场位于坝址东北侧沟脑，距上水库坝址约 0.9km，堆存容量约 19.98 万 m^3 ，占地约 2.98 万 m^2 ，主要堆存上库库盆开挖、上库生产生活营地场地平整的 18.50 万 m^3 腐殖土，用于后期临建工程占地的恢复。

(3) 上库坝后压坡体区

上库坝后压坡体区位于上库大坝坝后，堆存容量约 591.32 万 m^3 ，占地约 66.51 万 m^2 ，主要用于堆存上库区工程部分开挖剩余料 591.32 万 m^3 （自然方）。按水工建筑物要求孔隙率 $\leq 25\%$ ，无级配要求，铺料厚度 1.5m，整平后，用 20t 的重型振动碾碾压 3~4 遍。

(4) 上下库连接路弃渣场

上下库连接路弃渣场位于上下库连接路 1 号中桥东侧沟道内。堆存容量约 150.50 万 m^3 ，占地约 7.89 万 m^2 ，主要堆存 138.589 万 m^3 场内道路弃渣。

上下库连接路开挖产生的弃渣主要堆存于上下库连接路弃渣场，弃渣量约 113.64 万 m^3 （自然方，折合松方 138.58 万 m^3 ），顶部高程 1605m，最大堆高 44.50m，边坡 1:2，每 10m 高度设置 2m 宽的马道，上下库连接路弃渣场堆渣容量约为 150.50 万 m^3 。弃渣场级别为 2 级，采用 50 年一遇的设计防洪标准。弃渣场位于上下库连接路中段（K5+010）的东南侧，战沟左侧支沟荒沟内，征占地面积 7.98 hm^2 ，占地类型为草地。地表沟壑丛生，地形相对破碎，覆盖 8m~18m 厚的洪积块碎石土，下层位强风化板岩夹灰岩。台地后缘山体边坡天然稳定性较好，无边坡稳定性问题。

场地内无崩坍、滑坡及不稳定斜坡发育，弃渣场及其外围 1.0km 范围内均无区域断裂通过，也无较大规模断层发育，主要以短小断层为主。弃渣场位于泥石流沟支流内，处于泥石流形成区，属于小型低易发型，场地引发泥石流的地质环境条件不充分，现场调查未发现泥石流灾害，据调查访问，以往未曾发生过泥石流灾害。地周边天然边坡不高，基岩露头岩体多为全、强风化，结构面发育特征不显著，规律性不强，

未发现影响场地地基及边坡整体稳定的地质构造。弃渣场沟底及坡脚覆盖层洪积块碎石土 (Q_4^{al+pl}) 和强风化板岩夹灰岩 (Q_4^{col+dl}) 为主, 中低压缩性粗粒土为主, 覆盖层承载力和模量的可满足拦渣建筑物建基和堆渣的要求。

2.6.7.4 下库区任意料区、中转料场及表土堆存场规划

(1) 下库库内转存料场

下库库内转存料场位于下库库盆内小碾子沟沟道内, 主要堆存引水上平洞以下输水发电系统等洞挖料 42.97 万 m^3 (松方), 占地面积 4.05 万 m^2 , 堆存容量 46.20 万 m^3 。

(2) 下库表土堆存场

下库表土堆存场位于下水库南侧大碾子沟南侧支沟的右侧沟坡处, 堆存容量约 19.98 万 m^3 , 面积约有 2.26 万 m^2 , 堆存下库工程区剥离腐殖土, 用于后期临建工程占地的恢复。

(3) 下库坝后压坡体区

下库坝后压坡体区位于下库大坝坝后, 堆存容量约 1092.53 万 m^3 , 占地约 43.42 万 m^2 , 主要用于堆存下库区工程部分开挖剩余料 889.95 万 m^3 (自然方)。按水工建筑物要求孔隙率 $\leq 25\%$, 无级配要求, 铺料厚度 1.5m, 整平后, 用 20t 的重型振动碾碾压 3~4 遍。

2.6.8 施工进度

本工程的关键线路为: 通风兼安全洞开挖→主副厂房上部开挖及支护→岩壁吊车梁施工→主副厂房中下部开挖及支护→1#肘管安装及混凝土浇筑→1#机机组蜗壳安装及水压试验→1#机机组蜗壳、机墩、电机层混凝土浇筑→1#机组安装→1#机调试、试运行→2#机调试、试运行→3#机调试、试运行→4#机调试、试运行。

本工程施工总工期 71 个月, 施工准备期 6 个月, 主体工程施工期 56 个月, 完建期 9 个月。主、副厂房及安装间开挖需时 27 个月, 从肘管下基坑至第一台机组投入商业运行需 35 个月, 首台机发电工期 62 个月, 施工筹建期安排 24 个月 (筹建期不计入总工期)。后续机组每 3 个月投产一台机组。

本工程土方明挖高峰时段月平均强度约 111.46 万 m^3 /月, 石方明挖高峰时段月平均强度约 89.43 万 m^3 /月, 石方洞挖高峰时段月平均强度约 6.89 万 m^3 /月, 土方填筑高峰时段月平均强度约 105.66 万 m^3 /月, 石方填筑高峰时段月平均强度约 46.32 万 m^3 /

月，混凝土高峰时段月平均浇筑强度约 4.71 万 m³/月。

2.6.9 施工人数

建设期的业主营地也是电站投入使用后的前方永久生活区营地，营地规划总人数约 142 人（包括业主管理人员、运维人员和后勤人员）；工程承包商营地分上、下库区分别布置，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。本工程施工高峰期人数为 3400 人，其中上库区为 1200 人，下库区为 2200 人（包括地下工程施工人员）。

2.6.10 取水泵站施工设计

（1）施工条件

取水泵站及取水口位于青铜峡水库库区黄河右岸滩地，距离下游青铜峡坝址约 21.33km。距离旁边白新路经过，后期需新建道路可达。

（2）洪水标准

取水口位于青铜峡水库库区黄河右岸，距离下游青铜峡坝址约 20km。取水口校核洪水标准为 100 年一遇，设计洪水标准为 30 年一遇。

（3）施工方式

取水泵站及取水口施工考虑非汛期施工，取水泵站集水池井壁初拟采用沉井排水施工方法，干封底。沉井为矩形钢筋混凝土矩形结构，结构混凝土强度为 C30W6F250(二级配)，井壁长度 23.1m、宽度 13.3m（后期根据设计方案调整大小），井壁分节制作，分节下沉，预留孔洞用砖砌体或其他方式封堵。

取水泵站集水池至取水口之间设置取水管道，基坑围护采用钻孔灌注排桩+桩间连接梁体系+三轴高压旋喷桩止水帷幕（基坑周边止水及坑底止水封底）。

（4）施工排水

沉井施工产生的渗水通过潜污泵接入工程区沉淀池，经处理后回用于施工用水、路面降尘或绿化浇洒。

（5）施工安排

主要涉及土石方、混凝土、金属结构等工程。由于取水泵站及取水口位于河道旁，工程初拟安排在非主汛期施工，同时避开鱼类繁殖期。

（6）导流建筑物拆除

在取水本站及取水口施工完成后，开始拆除围堰。将建筑物基础面以下采用原状

土石回填至高程，以上沉井等导流建筑物采用机械拆除开挖，自卸汽车外运工程区坝后压坡体。

（7）配套工程

工程施工道路利用现有白新路及新建 Y8 取水本站道路到达施工现场。施工临时场地和预制场初拟采用取水本站东南侧方向直线距离 2.7km 的白新路旁洪积台上的下库综合加工厂，占地约 6600m²，折合 9.9 亩，为工程建设临时用地范围内。

砂石骨料采用下水库砂石骨料加工系统，混凝土采用工程区下库混凝土拌和系统生产。

2.7 电站运行方式

电站为日调节抽水蓄能电站，在电网中主要承担调峰、填谷任务，同时也具有调频、调相及紧急事故备用等功能，坚持以水定电，生态优先的原则。电站装机容量 1400MW，调节库容 803 万 m³，可供电站连续满发出力 6h。

（1）调峰填谷

牛首山东抽水蓄能电站位于中宁县与青铜峡市交界的黄河青铜峡水库右岸牛首山西麓，工程距离银川市直线距离约 87km，靠近负荷中心，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。牛首山东抽水蓄能电站按日调节库容设置，抽水、发电运行随电力系统负荷图变化，在新能源出力较大、系统负荷低谷时抽水，在新能源出力较小、系统负荷高峰时发电。

（2）储能

牛首山东抽水蓄能电站靠近负荷中心，区位优势显著，可兼顾宁夏新能源发展。电站运行灵活、调节能力强，可以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，完成电力的时移，平抑新能源在时段间的大幅波动，提高电力供应稳定性，增强电网快速响应能力，促进风、光电等新能源消纳，是宁夏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

牛首山东抽水蓄能电站在系统中可提供紧急事故备用容量。当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。

2.8 水库运行方式

2.8.1 水库补水运行方式

电站设置一套永临结合供水系统，兼顾施工供水、上下水库初期蓄水以及运行期下水库永久补水功能。永临供水系统由取水泵站、给水处理厂、各级清水池、各级加压泵站以及供水管线组成，施工期及初期蓄水期结束后，保留取水泵站、给水处理厂、2#二级清水池以及供水管路，为运行期下水库永久补水服务。

工程水源为黄河青铜峡水库水，电站运行期，上下水库蒸发、渗漏总量为 168.9 万 m^3 ，考虑电站生产、生活等未预见水量约 5%，本电站运行期间年补水量约为 177.35 万 m^3 。取水口处设计代表年内 95% 保证率下，年可用水量为 165.25×10^4 万 m^3 ，可满足电站永久补水的要求。

表 2.8.1-1 上下水库蒸发、渗漏逐月损耗水量 单位：万 m^3

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
上下水库蒸发、渗漏年损耗水量	10.76	10.39	13.08	16.57	17.42	16.33	17.13	16.33	14.49	14.10	11.21	11.10	168.9

电站取水口多年平均含沙量为 $3.71\text{kg}/\text{m}^3$ ，达不到生产用水水质标准，需通过给水处理厂进一步水质净化处理。永久补水水质根据电站运行期水力机械设施过水水质要求确定，本电站永久补水水质含沙量初步拟定按不大于 $35\text{mg}/\text{L}$ 考虑。因此需对水源进行沉淀处理方可补入下水库中。

考虑上下水库调蓄和取水、给水处理设施永临结合因素，电站运行期永久补水可采用增加补水量和减少补水时长形式进行补水，经对比施工供水、上下水库初期蓄水以及永久补水三者的取水强度，得出本电站施工期及运行期设计取水强度为 $1550\text{m}^3/\text{h}$ 。

2.8.2 水库防洪运行方式

电站基本位于山顶，天然径流较小，洪水主要由暴雨形成，暴雨形成的洪量不大，24h 设计 ($p=0.5\%$) 入库洪量为 6.68 万 m^3 ；24h 校核 ($p=0.1\%$) 入库洪量为 8.72 万 m^3 ，形成洪量相对较小，上水库不设置专门泄洪（放空）设施，库周洪量拦蓄在上水库，后通过电站机组发电排放至下水库。当电站抽水运行时，上水库发生 1000 年一遇校核标准及以下洪水时，维持水库水位不超过校核洪水 1743.21m，在洪水过后，

通过机组将预留洪量泄放到下水库，维持水库水位不超过正常蓄水位 1743m。从安全角度考虑，上水库水位超过正常蓄水位 1743m 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下水库放空管放空水库。

下水库入库洪量主要由库面和支沟洪量组成，24h 校核 ($p=0.1\%$) 暴雨洪量 15.68 万 m^3 ，24h 设计 ($p=0.5\%$) 暴雨洪量 12.01 万 m^3 ，形成洪量相对较小，入库洪量暂拦蓄在下水库。当电站发电运行时，下水库发生 1000 年一遇校核标准及以下洪水时，维持水库水位不超过校核洪水 1273.52m，在洪水过后，通过下水库南侧放空管将预留洪量放空，维持水库水位不超过正常蓄水位 1273m。从安全角度考虑，下水库水位超过正常蓄水位 1273m 后，停止发电运行。

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，下水库通过在坝基布置的放空管，将下水库放空。

2.8.3 水库防冰冻运行方式

电站上、下水库可能形成冰盖的厚度分别约 0.235m、0.184m。水库形成完整冰盖及结冰厚度与水库静水时间、运行时间、水温等有一定关联，水库静水时间越短越有利于电站防冰冻运行。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。

水库冰冻引起问题主要包括：水库水面结冰（冰盖、冰块、冰凌等），影响机组的正常运行或威胁运行安全；运行过程，水库水位频繁升降，增加沥青混凝土防渗面板等水工建筑物冻融循环（冻害），影响混凝土建筑物的耐久性和使用寿命。为保证蓄能电站正常运行，须结合气温与水库冰冻变化规律分析和水库冰情预测，从工程布置、电站运行方式、结构形式和材料性能、施工工艺等方面采取抗冰冻综合措施：

（1）机组调度应遵守冬季运行规定，经验表明抽水蓄能电站冬季每天有一定量机组投运，将有效缓解水库冰冻问题。根据已建工程经验，每天水流不断运行，是阻止冰盖形成或减少冰盖厚度最为经济、有效的措施；

(2) 在上水库库形设计时,在保证库容、消落深度等条件下,尽量减少库面面积,使水流紊动范围尽可能波及全库;

(3) 预防沥青混凝土防渗面板冻害具体措施包括:采用有利于提高沥青混凝土抗冻性能的配合比,采用抗冻断性能好的沥青材料等。

2.8.4 生态流量泄放

本项目无拦河筑坝工程,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,无生态流量泄放要求。

2.9 建设征地与移民安置

2.9.1 建设征地实物指标

宁夏牛首山东抽水蓄能电站建设征地涉及吴忠市青铜峡市峡口镇、青铜峡镇及中卫市中宁县白马乡,共计2市2县(市)3乡(镇)。电站建设征地总面积5564.61亩,均为国有土地,其中永久占地4571.51亩,临时占地993.10亩。

永久占地4571.51亩中,草地4482.45亩、交通运输用地24.39亩、工矿仓储用地8.18亩、水域及水利设施用地3.21亩、其他土地53.28亩。

临时占地993.10亩中,草地954.54亩、交通运输用地9.03亩、水域及水利设施用地3.91亩、其他土地25.62亩。

搬迁安置部分涉及围栏8.78km,零星树木1774株,坟墓165冢。

专业项目涉及10kV电力线路5.22km、100kVA变压器1座;电信工程8.05km,其中中国移动线路2.00km,中国电信线路3.14km、中国广电线路2.91km。本工程建设征地区范围内不涉及搬迁安置、生产安置人口。

企事业单位涉及2家,其中上水库水库占地区及枢纽工程建设区涉及牛首山风电场,包含企业的1.69亩工业用地、1.5MW联合动力型风机5台、箱变5台、测风塔1套、35kV集电线路3.53km、电缆0.25km及道路5.70km。另外进场交通洞洞口永久占地涉及青铜峡抽蓄公司,包含企业的6.49亩工业用地。

工程建设征地不涉及压覆重要矿产资源,涉及2处新发现的文物遗址遗迹。建设征地区范围内无军事设施,未单独设置料场,不涉及耕地、永久基本农田、I、II级保护林地。

宁夏牛首山东抽水蓄能电站实物指标汇总详见表2.9.1-1。

表 2.9.1-1 牛首山东抽水蓄能电站建设征地区实物指标汇总表

序号	项目	单位	合计	水库占地区			枢纽工程建设区		
				小计	上水库	下水库	小计	永久占地	临时用地
一	主要指标								
1	涉及省级行政区	个	1	1	1	1	1	1	1
1.1	涉及地市行政区	个	2	2	1	1	2	2	2
1.2	涉及县（区）级行政区	个	2	2	1	1	2	2	2
1.3	涉及乡（镇）级行政区	个	3	2	1	1	3	3	3
2	土地面积	亩	5564.61	1056.09	601.69	454.4	4508.52	3515.42	993.1
2.1	农用地	亩	5470.04	1055.41	601.01	454.4	4414.63	3451.44	963.19
2.1.1	草地	亩	5437	1041.37	586.97	454.4	4395.63	3441.09	954.54
2.1.2	交通运输用地	亩	33.04	14.04	14.04		19	10.35	8.65
2.2	建设用地	亩	8.56	0.68	0.68		7.88	7.5	0.38
2.2.1	交通运输用地	亩	0.38				0.38		0.38
2.2.2	工矿仓储用地	亩	8.18	0.68	0.68		7.5	7.5	
2.3	未利用地	亩	86.01				86.01	56.48	29.53
2.3.1	水域及水利设施用地	亩	7.12				7.12	3.21	3.91
2.3.2	其他土地	亩	78.89				78.89	53.27	25.62
二	农村部分								
1	土地面积	亩	5564.61	1056.09	601.69	454.4	4508.52	3515.42	993.1
1.1	国有土地	亩	5564.61	1056.09	601.69	454.4	4508.52	3515.42	993.1
1.1.1	草地	亩	5437	1041.37	586.97	454.4	4395.63	3441.09	954.54
1.1.2	交通运输用地	亩	33.42	14.04	14.04		19.38	10.35	9.03
1.1.3	工矿仓储用地	亩	8.18	0.68	0.68		7.5	7.5	
1.1.4	水域及水利设施用地	亩	7.12				7.12	3.21	3.91
1.1.5	其他土地	亩	78.89				78.89	53.27	25.62
2	房屋及附属建筑物								
2.1	附属建筑物								
2.1.1	围栏	km	8.78	2.63	2.63		6.15	4.39	1.76
3	零星树木	株	1774				1774	1157	617

序号	项目	单位	合计	水库占地区			枢纽工程建设区		
				小计	上水库	下水库	小计	永久占地	临时用地
3.2.1	果树（桃李）	株	182				182	182	
3.2.2	用材树（槐树）	株	1592				1592	975	617
4	其他								
4.1	坟墓	冢	165	51	20	31	114	80	34
4.1.1	单棺	冢	116	35	5	30	81	55	26
4.1.2	双棺	冢	49	16	15	1	33	25	8
三	专业项目								
1	电力工程		5.22				5.22	2.3	2.92
1.1	10kV	km	5.22				5.22	2.3	2.92
1.2	100kVA 变压器	台	1				1	1	
2	电信工程	km	8.05	0.8	0.8		7.25	0.99	6.26
2.1	中国移动	km	2	0.8	0.8		1.2	0.56	0.64
2.1.1	48 芯	km	2	0.8	0.8		1.2	0.56	0.64
2.2	中国电信	km	3.14				3.14	0.33	2.81
2.2.1	48 芯	km	3.14				3.14	0.33	2.81
2.3	中国广电	km	2.91				2.91	0.1	2.81
2.3.1	48 芯	km	2.91				2.91	0.1	2.81
四	企事业单位								
1	牛首山风电场								
1.1	土地面积	亩	1.69	0.68	0.68		1.01	1.01	
1.1.1	工矿仓储用地	亩	1.69	0.68	0.68		1.01	1.01	
1.2	基础设施								
1.2.1	电力工程		3.53	0.47	0.47		3.06	1.99	
1.2.2	交通运输工程		5.78				5.78	5.78	
1.3	设备								
1.3.1	风力发电机组	kw	7500	3000	3000		4500	4500	
1.3.2	测风塔	套	1	1	1				
1.3.3	箱式变压器	台	5	2	2		3	3	
2	青铜峡抽蓄公司								
2.1	土地面积		6.49				6.49	6.49	
2.1.1	工矿仓储用地	亩	6.49				6.49	6.49	

2.9.2 移民安置规划

（1）设计基准年和规划水平年

以宁夏回族自治区人民政府发布《停建通告》时间，即 2024 年，确定为设计基准年。以施工准备期开始年，即 2026 年，确定为规划水平年。

（2）农村部分

1) 搬迁安置人口

本工程不涉及搬迁安置人口。

2) 生产安置人口

本工程不涉及生产安置人口。

3) 房屋及附属建筑物

建设征地区涉及围栏 8.78km，规划对其进行一次性补偿处理。

4) 其他项目

本工程建设征地涉及的其他项目包括坟墓 165 冢、零星树木 1774 株，规划对坟墓进行一次一次性补偿自行迁移处理，规划对零星树木进行一次一次性补偿处理。

(3) 专业项目

建设征地区涉及专项主要包括电力工程与电信工程。

1) 电力工程

本工程建设征地影响 10kV 电力线路 5.22km，其中：白鹭变 10kV515 白田线牛首山抽水支线 85#-90#、98#-104#、110#-131#，三段线路长度总和 2.19km；白鹭变 10kV515 白田线牛首山抽水支线极乐寺支线 01#-5#线路 0.28km、净土寺支线 01#-11#线路 0.80km；白鹭变 10kV515 白田线中铁十七局分支线 17#28#、01#-10#、01#-09#，三段线路长度总和 1.65km；10kV 牛首山项目用电 1#-6#线路 0.30km。工程影响 100kVA 配电变压器 1 台。

对以上各线路及变压器均规划进行复建处理，复建线路总长度约为 6.22km。

2) 电信工程

a) 移动线路

本工程建设征地影响中国移动通信线路长度 2.00km。根据受影响情况，规划按照原标准进行复建处理，复建线路长度 2.69km，附挂光缆采用 48 芯。

b) 广电线路

本工程建设征地影响中国广电通信线路长度 2.91km。根据受影响情况，规划按照原标准进行复建处理，复建线路长度分别为 0.22km、3.56km，附挂光缆均采用 48 芯。

c) 电信线路

本工程建设征地区影响线路长度 0.23km，影响光缆长度 3.14km，其中有 2.91km 的光缆附挂在广电线路上。规划对影响的线路采取复建的处理方式，大部分线路与广电线路同杆架设，复建后总长度 4.04km，其中复建的独立杆线长度 0.53km，复建的

共建光缆长度 3.51km，附挂光缆均采用 48 芯。

对以上各权属单位的线路均规划进行复建处理，复建线路总长度为 10.51km。

（4）企事业单位

本工程建设征地影响 2 家企事业单位，分别为青铜峡抽蓄公司、牛首山风电场。规划对建设征地区内青铜峡抽蓄公司的工业用地，按照国家、宁夏回族自治区有关政策进行一次性补偿处理。规划对建设征地区内牛首山风电场部分土地、基础设施和生产设备采取一次性补偿自行迁建的处理方式，恢复原标准，满足该企业正常生产需要。

（5）临时用地复垦

宁夏牛首山东抽水蓄能电站临时占地面积为 993.10 亩，其中：草地 954.54 亩、交通运输用地 9.03 亩、水域及水利设施用地 3.91 亩、其他土地 25.62 亩。根据临时占地块的使用年限和使用方式提出复垦方案，复垦任务总面积为 954.54 亩。

2.10 项目总投资

根据可研阶段成果，静态总投资为 912365 万元，静态单位千瓦投资为 6517 元/kW。

3 工程分析

3.1 与相关政策符合性分析

3.1.1 与黄河流域生态保护和高质量发展国家战略要求的符合性分析

2019年9月18日,“黄河流域生态保护和高质量发展”讲话发表,强调要实施黄河治理保护,推动黄河流域高质量发展……黄河流域上游要以三江源、祁连山、甘南黄河上游水源涵养区等为重点,推进实施一批重大生态保护修复和建设工程,提升水源涵养能力。中游要突出抓好水土保持和污染治理……沿黄河各地区要从实际出发,宜水则水、宜山则山,宜粮则粮、宜农则农,宜工则工、宜商则商,积极探索富有地域特色的高质量发展新路子……2020年1月3日中央财经委员会第六次会议中也提出,黄河流域要坚定走绿色、可持续的高质量发展之路……

总书记在2020年6月考察宁夏时也提出,宁夏要坚持不懈推动高质量发展,加快转变经济发展方式,加快产业转型升级,加快新旧动能转换,推动经济发展实现量的合理增长和质的稳步提升。要把减轻企业税费负担政策落实兑现到位,把扩大内需各项政策举措落到实处,把重大项目投资带动作用发挥出来,及时解决企业恢复生产经营面临的各种问题。要把握扩大内需这一战略基点,以供给侧结构性改革为主线,着力打通生产、分配、流通、消费各个环节。要发挥创新驱动作用,推动产业向高端化、绿色化、智能化、融合化方向发展。

2021年10月8日中共中央、国务院印发的《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》中提出:“构建黄河流域生态保护‘一带五区多点’空间布局,其中‘五区’包括以内蒙古高原南缘、宁夏中部等为主的荒漠化防治区,加强重点区域荒漠化治理……构建形成黄河流域‘一轴两区五极’的发展动力格局,其中‘五极’包括黄河‘几’字弯都市圈等,是区域经济发展增长极”,同时《规划纲要》也提出“依托强大国内市场,加快供给侧结构性改革,加大科技创新投入力度,根据各地区资源、要素禀赋和发展基础做强特色产业,加快新旧动能转换,推动制造业高质量发展和资源型产业转型,建设特色优势现代产业体系。”

牛首山东抽蓄电站储能项目装机1400MW,是宁夏回族自治区国民经济和社会发展“十四五”规划中的“黄河流域生态保护和高质量发展先行区建设十大工程项目”之一,其作为宁夏清洁能源电源的组成部分,能够为发挥宁夏清洁能源优势,打造多种清洁能源互补开发,促进宁夏产业结构转型升级发挥积极的作用。可以看出,电站建设符

合宁夏回族自治区高质量发展的战略发展要求。

本项目建成后，形成一定规模的水域面积，下垫面条件变化产生“库区效应”，对库周局地生态气候有改善作用；水库本身具有一定水源涵养能力，在蓄水保湿、为动植物增加生存条件、提高局部区域生物多样性等方面有积极作用。本项目经过对工程设计多方案比选，在考虑环境保护目标的基础上，对项目设计和运行方案进行了优化，包括施工场地集中布置，施工承包商营地合并布置，取消了现场油库、炸药库设置，优化了取水口位置和取水运行时段以最大程度减少对保护区的影响。同时项目水土保持措施中分区设计了植被恢复等生态修复措施，在一定程度上可以修复和改善项目所在区域的生态环境，减少水土流失，助力流域的生态保护和荒漠化治理；通过缴纳草原植被恢复补偿费进行植被异地恢复，会对区域环境有一定改善。此外，作为重大项目建设也会改善当地的交通、旅游等基础设施，助推地方脱贫攻坚，间接减少了当地草地的破坏。

因此，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。项目建设是符合黄河流域生态保护和高质量发展国家战略和《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》要求的。

3.1.2 与国家产业政策的符合性分析

本项目属于抽水蓄能电站，根据国家发改委 2023 年第 7 号令《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。

牛首山东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，牛首山东抽水蓄能电站的建设符合国家发展清洁能源的产业政策。

3.1.3 与国家能源政策的符合性分析

2025年1月1日起实施的《中华人民共和国能源法》为了推动能源高质量发展，保障国家能源安全，促进经济社会绿色低碳转型和可持续发展，积极稳妥推进碳达峰

碳中和。《能源法》第二条规定“本法所称能源，是指直接或者通过加工、转换而取得有用能的各种资源，包括煤炭、石油、天然气、核能、水能、风能、太阳能、生物质能、地热能、海洋能以及电力、热力、氢能等。”。

第三章能源开发利用第三十二条“国家合理布局、积极有序开发建设抽水蓄能电站，推进新型储能高质量发展，发挥各类储能在电力系统中的调节作用。”

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

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”，2023年12月中央经济工作会议也明确指出“深入推进生态文明建设和绿色低碳发展。建设美丽中国先行区，打造绿色低碳发展高地。积极稳妥推进碳达峰碳中和，加快打造绿色低碳供应链。”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。

综上，牛首山东抽水蓄能电站作为优质的水电资源和可再生能源，对促进地方风、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，是完全符合国家能源政策和最新“双碳目标”政策的。

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”。

牛首山东抽蓄电站建成后，通过参与联合运行可提高风、光电电量利用率，可为宁夏电网节约标煤85.64万吨/年，减少二氧化碳排放约257.6万吨/年、二氧化硫约9592万吨/年、一氧化碳225万吨/年，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（含宁夏）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，开展黄河梯级电站大型储能项目研究，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……推动北部湾、兰州—西宁、呼包鄂榆、宁夏沿黄、黔中、滇中、天山北坡等城市群互动发展。支持陕甘宁、川陕、左右江等革命老区和川渝、川滇黔、渝黔等跨省（自治区、直辖市）毗邻地区建立健全协同开放发展机制”。**

宁夏牛首山东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（含宁夏）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《宁夏回族自治区抽水蓄能电站选点规划报告》一致性分析

3.2.1.1 与选点规划一致性分析

2021年9月9日，国家能源局发布了《抽水蓄能中长期发展规划（2021年～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6200万千瓦以上；到2030年，抽水蓄能投产总规模较“十四五”再翻一番，达到1.2亿千瓦左右；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。宁夏地区抽蓄中长期规划重点实施项目4个，规划总装机420万kW，其中，“十四五”重点实施项目包括牛首山、牛首山二期、中宁等3个站点，规划总装机340万kW，“十五五”重点实施项目1个，规划总装机80

万 kW。规划储备项目 3 个，总装机 360 万 kW。

宁夏牛首山东抽蓄站点为宁夏回族自治区“十四五”期间重点实施项目，位于中宁县与吴忠市交界的黄河青铜峡水库右岸牛首山西麓，距银川市公路里程 140km，距中卫市公路里程 100km，距青铜峡市公路里程 80km，距吴忠市公路里程 75km。目前上、下水库均有简易道路可达，交通较便利。电站装机容量 1400MW，上、下水库均为新建水库。工程自然条件和建设条件较好。因此，项目与宁夏回族自治区抽水蓄能电站选点规划是一致的。

3.2.1.2 与选点规划环境保护要求一致性分析

(1) 选点规划环境保护要求

报告“环境影响评价”篇章中关于牛首山东站点的环境保护措施具体要求如下：

1) 水质：施工期砂石料加工废水、混凝土拌和系统产生废水及施工期和运行期生活污水处理后统一回用。

2) 大气、声环境保护：大气、声环境影响主要在施工期，要求施工企业选择符合要求的施工设备，从声源上降低噪声，减少废气污染物的排放量。砂石料加工系统应安装降噪设施。施工营地布置时距主体工程区不小于 500m，并根据车流量的大小、不定期地进行洒水降尘。

3) 弃渣场和料场：选择合理的弃渣场和料场，尽量减少施工占地，对弃渣进行集中堆放并做好防护挡墙，做到先挡护后弃渣，后再进行植被恢复，对料场做好迹地及时恢复。

4) 生活垃圾处置：在施工区内放置垃圾桶收集生活垃圾，定期运送至垃圾填埋场进行卫生填埋处理。

5) 生态保护：应优化施工布置方案，明确施工界限，将损失影响降到最小；对破坏和干扰的区域做好植被恢复和保护。对施工人员开展生态环境保护宣传活动，加强野生动物保护法规、条例以及有关法律法规的宣传和执行，严禁捕杀野生动物。对调查落实的珍稀陆生、水生物种，提出针对性的保护措施。

6) 环境监测：对水质、陆生生态水土流失等要素进行环境监测，了解工程对环境的影响程度和措施效果，及时提出和调整预防及治理措施。

(2) 本项目与规划环境保护要求一致性分析

本项目为避免和减缓施工活动和电站运行对周边环境造成的不利影响，采取了多项环境保护措施，具体如下：

1) 水质：施工期砂石料加工系统废水采用高效深锥反应器处理进行处理，处理水全部回用；混凝土拌和冲洗废水经沉淀后回用于拌和系统冲洗；机修废水采用隔油沉淀池进行处理，处理水全部回用，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；隧洞开挖排水采用沉淀处理后综合利用；施工期和运行期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；生产生活污水均不外排。另外，水库蓄水前对库区杂物进行清理，保护库区水质。工程建设运行对水环境影响较小，符合规划环保要求。

2) 大气、声环境保护：工程施工营地距主体工程区大于 500m，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，对沥青混凝土拌和系统采取成熟的沥青烟净化处理设施，并对施工人员采取劳动保护措施。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。工程大气和声环境保护措施满足规划环保要求。

3) 弃渣场和料场：本工程对弃渣进行了充分的综合利用，利用于上下库坝后压坡体堆存和下库施工场地平整，剩余弃渣运至弃渣场；同时对弃渣场采取相关工程、植物和临时措施，对料场进行植被恢复。工程措施符合规划环保相关要求。

4) 固体废物处置：工程施工区和运行期均设置有生活垃圾收集系统，定期运送至垃圾填埋场进行卫生填埋处理；同时设立危废暂储间，并委托有资质的单位外运处置。固体废物处置措施满足规划环保相关要求。

5) 生态保护：本工程通过优化取水设施布置和设计、优化渣场选址、降低了工程对生态环境的破坏程度，减少了生物量损失；并对破坏和干扰的区域进行植被恢复和保护。施工期加强施工管理和环保宣传，禁止伤害、捕捉野生动物。为保护工程涉及河段水生生物资源，开展兰州鲇、大鼻吻鲈、赤眼鲮及北方铜鱼等重点保护鱼类资源的收集救护和人工繁殖技术研究，在项目筹建期和建设期共 7 年及运行期，分中、远期进行鱼类增殖放流；在取水口设置拦鱼网，同时加装超声波干扰器；避开 5~7 月鱼类繁殖期进行围堰施工，同时尽量减少 5~7 月的取水量；加强渔政管理，开展鱼类救助。以上生态环境保护措施符合规划环境保护相关要求。

6) 人群健康保护：工程施工期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，符合规划环境保护相关要求。

7) 环境监测：工程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，满足规划环境保护相关要求。

综上，本项目针对水环境、生态环境、周边敏感区、水土保持、环境空气、声环境、固体废物及人群健康等方面均提出了环境保护对策措施，满足选点规划报告“环境影响评价”篇章中的环境保护要求。

表 3.2.1-1 与选点规划报告环保要求符合性分析表

序号	要素	规划报告要求	报告书响应方式	符合性
1	水质	施工期砂石料加工废水、混凝土拌和系统产生废水及施工期和运行期生活污水处理后统一回用	施工期砂石料加工系统废水采用高效深锥反应器处理进行处理，处理水全部回用；混凝土拌和冲洗废水经沉淀后回用于拌和系统冲洗；机修废水采用隔油沉淀池进行处理，处理水全部回用，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；隧洞开挖排水采用沉淀处理后综合利用；施工期和运行期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；生产生活污水均不外排。另外，水库蓄水前对库区杂物进行清理，保护库区水质。工程建设运行对水环境影响较小，符合规划环保要求。	符合
2	大气、声环境保护	大气、声环境影响主要在施工期，要求施工企业选择符合要求的施工设备，从声源上降低噪声，减少废气污染物的排放量。砂石料加工系统应安装降噪设施。施工营地布置时距主体工程区不小于500m，并根据车流量的大小、不定期地进行洒水降尘。	工程施工营地距主体工程区大于500m，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，对沥青混凝土拌和系统采取成熟的沥青烟净化处理设施，并对施工人员采取劳动保护措施。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。工程大气和声环境保护措施满足规划环保要求。	符合
3	弃渣场和料场	选择合理的弃渣场和料场，尽量减少施工占地，对弃渣进行集中堆放并做好防护挡墙，做到先挡护后弃渣，后再进行植被恢复，对料场做好迹地及时恢复。	本工程对弃渣进行了充分的综合利用，利用于上下库坝后压坡体堆存和下库施工场地平整，剩余弃渣运至弃渣场；同时对弃渣场采取相关工程、植物和临时措施，对料场进行植被恢复。工程措施符合规划环保相关要求。	符合
4	生活垃圾处置	在施工区内放置垃圾桶收集生活垃圾，定期运送至垃圾填埋场进行卫生填埋处理。	工程施工区和运行期均设置有生活垃圾收集系统，定期运送至垃圾填埋场进行卫生填埋处理；同时设立危废暂储间，并委托有资质的单位外运处置。固体废物处置措施满足规划环保相关要求。	符合
5	生态	应优化施工布置方案，明	本工程通过优化取水设施布置和设计、优化渣场	符合

序号	要素	规划报告要求	报告书响应方式	符合性
	保护	确施工界限，将损失影响降到最小；对破坏和干扰的区域做好植被恢复和保护。对施工人员开展生态环境保护宣传活动，加强野生动物保护法规、条例以及有关法律法规的宣传和执行，严禁捕杀野生动物。对调查落实的珍稀陆生、水生物种，提出针对性的保护措施。	选址、降低了工程对生态环境的破坏程度，减少了生物量损失；并对破坏和干扰的区域进行植被恢复和保护。施工期加强施工管理和环保宣传，禁止伤害、捕捉野生动物。为保护工程涉及河段水生生物资源，开展兰州鲇、大鼻吻鲈、赤眼鲮及北方铜鱼等重点保护鱼类资源的收集救护和人工繁殖技术研究，在项目筹建期和建设期共7年及运行期，分中、远期进行鱼类增殖放流；在取水口设置拦鱼网，同时加装超声波干扰器；避开5~7月鱼类繁殖期进行围堰施工，同时尽量减少5~7月的取水量；加强渔政管理，开展鱼类救助。以上生态环境保护措施符合规划环境保护相关要求。	
6	环境监测	对水质、陆生生态水土流失等要素进行环境监测，了解工程对环境的影响程度和措施效果，及时提出和调整预防及治理措施。	工程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，满足规划环境保护相关要求。	符合

3.2.2 与吴忠市国土空间规划的符合性分析

2023年10月18日经宁夏回族自治区人民政府批复了《吴忠市国土空间总体规划（2021—2035年）》，根据规划“第四节 建立绿色低碳的能源设施体系中第64条 加快蓄能储能项目建设要求，加快建设青铜峡牛首山抽水蓄能电站，重点开工建设宁夏牛首山抽水蓄能电站项目（二期）和跃进牛首山抽水蓄能电站项目，发展中小型抽水蓄能电站建设。”本项目的建设符合吴忠市国土空间规划的要求。

3.2.3 与全国、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，分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域；按开发内容，分为城市化地区、农产品主产区和重点生态功能区。

根据《全国主体功能区规划》分析，牛首山东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，也不涉及国家层面重点生态功能区等限制开发区，其位于国家层面重点开发区——宁夏沿黄经济区。

宁夏沿黄经济区位于全国“两横三纵”城市化战略格局中包昆通道纵轴的北部，包括宁夏回族自治区以银川为中心的黄河沿岸部分地区。该区域的功能定位是：全国重

要的能源化工、新材料基地，特色农产品加工基地，区域性商贸物流中心。

《宁夏回族自治区主体功能区规划》中提出“西部沿黄地带。以清洁能源发展为重点，加快水电、风电等新能源开发。实现电网调峰，提高电网安全保障和供水保障条件。”“中南部地区。积极开发风能、太阳能资源，大力发展生物质能，保障本地区工农业和生态对能源需求。加强煤炭、石油、天然气勘探与开采。”本项目位于西部沿黄地带，属于可再生清洁能源，项目的顺利实施，可有效缓解宁夏电网调峰问题，提高风、光电等新能源开发利用率，改善风电、光电大规模并网条件，提高电网供电质量和系统安全稳定运行水平，对当地社会经济发展提供促进和保障。

本项目的顺利实施，将改善地区风、光电并网条件，提高特色资源利用水平，提高宁夏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》国家层面重点开发区——宁夏沿黄经济区的开发方向是协调的。也符合《宁夏回族自治区主体功能区规划》的要求。

3.2.4 与全国、自治区生态功能区划的符合性分析

2015年11月由原环保部发布的《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。牛首山东抽水蓄能电站位于生态调节功能区—防风固沙功能区—鄂尔多斯高原西南部防风固沙功能区，属于重要生态功能区—鄂尔多斯高原防风固沙重要区。“区划”提出的防风固沙生态功能区生态保护主要方向：严格控制放牧和草原生物资源的利用，禁止开垦草原，加强植被恢复和保护；积极推进草畜平衡科学管理办法，限制养殖规模；实施防风固沙工程，恢复草地植被，大力推进调整产业结构，退耕还草，退牧还草等措施等。鄂尔多斯高原防风固沙重要区生态保护主要措施：建立以“带、片、网”相结合为主的防风固沙体系；建立能有效保护耕地的农田防护体系；加强对流动沙丘的固定；改变粗放的生产经营方式，停止一切过度消耗地表水、超采地下水等导致生态功能继续恶化的人为破坏活动；加强矿产资源开发的生态恢复力度。

根据《宁夏生态功能区划》，牛首山东抽水蓄能电站主要涉及宁夏中部半干旱台地、山地、平原、干旱风沙生态区（一级功能区）——中部低山、丘陵、平原水旱混合农业开发生态亚区（二级功能区）——中部低山丘陵荒漠草原保护生态功能区（三

级功能区)。该区植被以荒漠草原为主,覆盖度低;土壤多为新积土、粗骨土和灰钙土,也分布有少量的风沙土;本区突出的生态环境问题是草场退化。其生态保护措施是防治草场退化,保护好荒漠草原,采取草场封育划管,人工围栏及禁牧和轮牧的方式,雨季补种牧草,加强草场建设,逐步提高草场质量。

牛首山东抽水蓄能电站建设占地涉及的主要植被类型为荒漠草原,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;施工占地及水库淹没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植被的异地补偿,有效减少对生态系统和景观的影响。水电项目不属于“导致水体污染的产业”,本次环评要求生产废水和污水禁止排放,若落实了水环境保护措施并管理得当,不会对水质造成影响。项目蓄水后基本不占用水资源,与该功能区水源涵养作用并不矛盾。库区水面的形成,会有利于库周附近草原植被的生长。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。

因此,牛首山东抽水蓄能电站建设符合《全国生态功能区划》、《宁夏生态功能区划》的要求。

3.2.5 与国家、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.....”。

《宁夏回族自治区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》中“构建低碳高效能源支撑体系”指出,“大力发展清洁能源.....提升能源存储消纳能力。持续增强煤炭储备能力,推进可再生能源与储能设施配套发展,实施青铜峡抽水蓄能电站项目,加快风电、光伏发电储能设施、天然气储气设施建设.....”。

《吴忠市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中清洁能源产业指出,“重点开工建设青铜峡(牛首山)抽水蓄能电站。优化风光电开发布局,建设利通区、红寺堡、盐池、同心等百万千瓦级光伏基地和麻黄山平价风电基地”。

《青铜峡市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》

中壮大清洁能源产业板块指出，“依托我市可再生能源资源比较优势，加快推进青铜峡抽水蓄能电站建设，形成牛首山清洁能源基地。推动华能雷避窑 10 万千瓦光伏发电、古峡新能源 10 万千瓦风力发电等项目建设……到 2025 年，清洁能源装机容量达到 240 万千瓦左右，占电力装机比重达到 35%以上，清洁能源产业产值达到 20 亿元”。

牛首山东抽水蓄能电站位于牛首山西麓，项目性质同青铜峡（牛首山）抽水蓄能电站，电站建设属于合理开发利用水能资源，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，有助于宁夏回族自治区的高质量发展。

3.2.6 与国家、宁夏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。《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）》，宁夏回族自治区抽水蓄能中长期规划重点实施项目中，“十四五”重点实施项目包括牛首山、牛首山东、中宁3个站点，总装机规模340万kW。

根据《宁夏回族自治区可再生能源发展“十四五”规划》（宁发改能源〔2022〕883号），“科学推进水电、抽水蓄能开发中 2.加快抽水蓄能电站开发。加快开工建设青铜峡（牛首山）、**青铜峡二期（牛首山东）**、中宁等抽水蓄能电站，力争“十四五”期间完成青铜峡抽水蓄能电站主体工程。积极推进吴忠跃进抽水蓄能电

站前期工作，扎实开展抽水蓄能中长期规划储备项目研究论证，因地制宜开展中小型抽水蓄能研究。”

宁夏牛首山东电站作为国家和自治区“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，承担宁夏区域电网调峰、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，特别是对宁夏回族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是相符的。

3.2.7 与《黄河流域综合规划》符合性分析

《黄河流域综合规划》水力发电规划中提出，“黄河流域水力资源理论蕴藏量和技术开发量在我国七大江河中居第二位，合理开发利用水力资源，有利于保障我国能源安全，优化能源供应结构，减轻环境污染。……合理有序开发水力资源，可为西北电网和华北电网提供清洁能源和调峰电源，有利于火电站的稳定安全运行和风电等新能源的开发，有利于优化能源供应结构、减轻环境污染，对于配合“西电东送”、保障供电安全，促进区域经济社会可持续发展，具有重要的战略意义。”

牛首山东抽水蓄能电站是国家中长期抽水蓄能发电规划推荐站点，其可为宁夏电网、西北电网提供清洁能源和调峰电源，有利于宁夏火电的稳定安全运行和风、光电等新能源的开发，有利于优化当地能源供应结构、减轻环境污染，对于保障电网供电安全，促进区域经济社会可持续发展，具有重要的战略意义。此外，牛首山东抽水蓄能电站项目建设整体来说取水量并不大，其水权指标拟通过水权交易方式获得，相关取水许可程序正在办理。同时，本项目可为宁夏电网、西北电网提供清洁能源和调峰电源，具有重要的战略意义。因此，项目建设是符合《黄河流域综合规划》的相关要求的。

3.2.8 与黄河保护法的符合性分析

宁夏牛首山东抽水蓄能电站作为自治区“十四五”重点能源项目，其规划建设严格对标《中华人民共和国黄河保护法》及《宁夏回族自治区建设黄河流域生态保护和高质量发展先行区促进条例》。在生态保护、水资源利用与灾害防控等方面实现合法合规。根据《黄河保护法》，黄河流域需统筹水资源节约集约利用与生态保护，落实以水定城、以水定产原则。该电站选址于黄河青铜峡水库右岸，通过上、下水库循环调水实现电网调峰，其取水需符合宁夏“四水四定”刚性约束要求。电站采用全库盆

防渗、优化施工时序等措施减少对生态环境的影响，且运行期无直接取水耗水，符合《黄河保护法》第 23 条“水资源消耗总量和强度双控”要求。

在生态保护层面，电站建设尽可能避让了生态保护红线，取水口涉及生态红线问题得到自治区的同意意见，并配套了生态修复措施，符合《黄河保护法》第 35 条“生态保护与修复”要求。

综上，该项目通过节水控水、生态治理，在支撑宁夏建设国家新能源综合示范区的同时，体现了黄河流域“生态优先、绿色发展”的法治要求。

3.2.9 与宁夏回族自治区环境保护相关规划的符合性分析

《宁夏回族自治区生态环境保护“十四五”规划》的基本原则之一为“坚持生态优先，绿色发展。……推动实现碳达峰、碳中和，坚定不移走绿色低碳发展之路”。规划主要目标之一为“应对气候变化取得积极成效，碳排放强度增长趋势得到有效遏制，绿色生产生活方式加快形成。……非化石能源占能源消费总量比重达到15%”。规划部分主要内容为：“优化生态空间，推动绿色低碳发展……打造黄河生态经济带，以黄河干流为主轴，突出生态优先地位，统筹流域城市建设、产业发展、交通物流、文化旅游，加强水污染防治和水生态保护修复，建设绿色生态廊道。……优化能源供给结构。推动风能、光能、水能和氢能等清洁能源产业一体化配套发展。加快推进光伏发电，稳定推进风电开发。合理开发抽水蓄能电站项目，加快风电光伏发电储能设施、天然气储气设施建设……”

牛首山东抽水蓄能电站的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、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。本项目占地为一般草原，不涉及基本草原。本次环评工作针对项目建设对水环境、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，污废水处理不外排，影响的生态环境进行补偿修复，水保专题工作也提出了相应的水土保持措施，可在很大程度上避免或减缓对环境的不利影响。因此项目建设与自治区环境保护规划的相关基本原则、主要目标、主要内容是协调一致的。

3.2.10 与自然保护区相关管理规定符合性分析

2020年宁夏回族自治区人民政府组织开展了全区自然保护地生态保护红线评估

调整工作，同步也开展了青铜峡库区湿地自治区级自然保护区范围和功能区的调整工作，生态保护红线相应根据自然保护区范围调整成果进行了调整。目前自治区人民政府以宁政函〔2021〕54号文批复了青铜峡库区湿地自治区级自然保护区调整成果（见附件8）。根据自治区林草局对本项目涉及保护区的核查结果，电站取水口的取水泵站及部分地埋取水管道和道路（约190m）涉及青铜峡库区湿地自治区级自然保护区实验区，其他工程位于保护区以外。

根据《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月）和《宁夏自然保护区管理办法》（2002年10月）中的相关管理条例，在自然保护区的核心区和缓冲区，不得建设任何生产设施，在自然保护区的实验区不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。开发建设项目需占用实验区的，不得破坏生态环境，其污染物排放不得超过国家和自治区规定的污染物排放标准。

环评阶段，按照自然保护区的相关管理规定，开展了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站对青铜峡库区湿地自治区级自然保护区生物多样性影响评价报告》编制工作，取得了自治区林业和草原局关于在青铜峡库区自治区级自然保护区实施宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程的复函（宁林函〔2024〕782号），同意本项目占用青铜峡库区湿地自治区级自然保护区实验区，复函见附件9。

本项目拟利用黄河干流青铜峡库区地表水，项目仅取水泵站及部分地埋取水管道和道路（约190m）涉及自然保护区的实验区，取水水量相比于黄河水量十分微小，而且青铜峡水库有调节水量功能，不会对库区水位造成影响；项目取水口建设规模较小，施工工期仅3个月，只要做好相关环保措施，基本不会污染当地环境，此外取水口的地下管道施工后将填土恢复原有地表地貌，也不会破坏当地生态环境。项目建设过程中要加强施工期的环境保护和监理工作，在采取相应保护措施后，对青铜峡库区湿地自治区级自然保护区影响甚微。

因此，项目建设与自然保护区有关管理规定是相符的。

3.2.11 与生态保护红线管理的符合性分析

根据自治区自然资源厅对本项目涉及生态红线的核查结果，电站取水口的取水泵站及部分地埋取水管道和道路（约190m）涉及生态红线一般控制区，其他工程位于生态保护红线以外。涉及红线范围位置为青铜峡库区湿地自治区级自然保护区实验区，与生态保护红线位置关系见附图7。

根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局〈关于加强生态保护红线管理

的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）中第二条 规范占用生态保护红线用地用海用岛审批。除允许的有限人为活动之外，确需占用生态保护红线的国家重大项目，按照以下规定办理用地用海用岛审批。

项目范围。党中央、国务院发布文件或批准规划中明确具体名称的项目和国务院批准的项目；中央军委及其有关部门批准的军事国防项目；国家级规划（指国务院及其有关部门正式颁布）明确的交通、水利项目；国家级规划明确的电网项目，**国家级规划明确的且符合国家产业政策的能源矿产勘查开采、油气管线、水电、核电项目**；为贯彻落实党中央、国务院重大决策部署，国务院投资主管部门或国务院投资主管部门会同有关部门确认的交通、能源、水利等基础设施项目；按照国家重大项目用地保障工作机制要求，国家发展改革委同有关部门确认的需中央加大建设用地保障力度，确实难以避让的国家重大项目。

《自治区党委办公厅、人民政府办公厅〈关于加强生态保护红线管理的实施意见〉》中要求分区分类管控人为活动。生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动。自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许国家政策规定的以下9类对生态功能不造成破坏的有限人为活动：

- 1.管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑；
- 2.原住居民和其他合法权益主体，在不扩大现有建设用地、耕地、水产养殖规模的前提下，开展种植、养殖、捕捞等活动，修筑生产生活设施；
- 3.经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动；
- 4.按规定对人工商品林进行抚育采伐，或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的树种更新；
- 5.不破坏生态功能的适度参观旅游、科普宣教及符合相关规划的配套性服务设施和相关的必要公共设施建设及维护；
- 6.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动及已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造；
- 7.符合国家规定的地质调查与矿产资源勘查开采；
- 8.依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复；
- 9.法律法规规定允许的其他人为活动。

上述允许的有限人为活动之外，确需占用生态保护红线的 6 类国家重大项目：党中央、国务院发布文件或**批准规划中明确具体名称的项目**和国务院批准的项目；中央军委及其有关部门批准的军事国防项目；国家级规划（指国务院及其有关部门正式颁布）明确的交通、水利项目；国家级规划明确的电网项目，国家级规划明确的且符合国家产业政策的能源矿产勘查开采、油气管线、水利、电力、核电项目；为贯彻落实党中央、国务院重大决策部署，国务院投资主管部门或国务院投资主管部门会同有关部门确认的交通、能源、水利等基础设施项目；按照国家重大项目用地保障工作机制要求，国家发展改革委会同有关部门确认的需中央加大建设用地保障力度，确实难以避让的国家重大项目。

本项目是国家能源局发布的《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》中宁夏回族自治区抽水蓄能规划“十四五”重点实施项目，同时列为宁夏回族自治区“十四五”重点水电建设项目，项目属于国家级规划明确的水电项目。符合《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局〈关于加强生态保护红线管理的通知（试行）〉》（自然资发〔2022〕142 号）、《自治区党委办公厅、人民政府办公厅〈关于加强生态保护红线管理的实施意见〉》等生态保护红线管理相关文件中规定的除生态保护红线内允许有限人为活动之外，确需占用生态保护红线的国家重大项目中的第 4 类“**国家级规划明确的电网项目，国家级规划明确的且符合国家产业政策的能源矿产勘查开采、油气管线、水电、核电项目**”，项目符合文件要求。

根据《关于加强生态保护红线管理的实施意见》，本项目生态保护红线内涉及国家重大项目新增建设用地，需要开展项目不可避让占用生态保护红线论证工作。项目环评阶段，开展了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站占用生态保护红线不可避让性论证报告》编制工作，取得了青铜峡市人民政府关于生态红线不可避让性论证报告初步审查意见的函（见附件 10），吴忠市人民政府关于《宁夏牛首山东抽水蓄能电站占用生态保护红线不可避让性论证报告》初步审查意见的函（见附件 11）和自治区人民政府关于《宁夏牛首山东抽水蓄能电站项目占用生态保护红线不可避让意见的函》（宁政函〔2025〕3 号）（见附件 12）。

综上所述，本项目建设与生态保护红线相关管理规定是相符的，本次环评建议，项目建设过程中，通过采取有效的生态减缓措施、生态补偿措施及大气、水、声环境保护措施，最大限度地减小由于项目建设对湿地生态系统及生物多样性维护的影响。

3.2.12 与宁夏回族自治区“三线一单”符合性分析

生态保护红线：经自治区自然资源厅核查，本项目主要项目区域位于生态保护红线以外，项目取水泵站及部分地埋取水管道路涉及生态红线，约 190m 地下取水管线和道路位于生态红线范围内，为生态保护红线（见附件 13）。项目环评阶段，开展了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站占用生态保护红线不可避免性论证报告》论证工作，取得了自治区同意占用生态红线的许可文件。

依据“3.3.6 项目取水设施布置的合理性分析”小节内容，根据项目区所在位置及其对生态环境的影响，从取水条件、工程条件、可行性以及水质保护、取水设施占地等方面来看，本项目黄河取水泵站及部分地埋取水管道路避让青铜峡库区湿地自治区级自然保护区实验区的，在严格落实自然保护区有关管理规定及环评提出的保护区各项污染防治和生态保护措施前提下，项目建设不会对青铜峡库区湿地自治区级自然保护区湿地环境、动植物多样性以及生态系统的结构和功能产生明显不利影响。

综上所述，项目建设与宁夏生态保护红线要求基本相符，本次环评建议，项目建设过程中，通过采取有效的生态减缓措施、生态补偿措施及水、气、声环境保护措施，最大限度地减小由于项目建设对湿地生态系统及生物多样性维护的影响。

资源利用上线：项目在初期蓄水期间总取水量为 1176 万 m^3 ，占蓄水期间黄河天然来水量比例很小，不超过 0.1%；在电站运行过程中，库水仅在上、下水库之间抽放，电站因蒸发渗漏损失水量较小，基本不影响河段及下游水资源量、水生生态环境及用水。项目建设符合资源利用上线要求。

环境质量底线：项目评价区域位于山区人烟稀少区域，大气环境、地表水环境、声环境质量相对较好。项目施工期废、污水采取相应处理设施处理后回用，禁止排入黄河水体，不会对地表水环境造成影响；施工期粉尘、扬尘等采取湿法作业、洒水降尘等措施可以有效控制；施工期噪声采取选用低噪设备、避免夜间施工、限制车速等措施也可以有效控制。因此，在落实好环评报告提出的各项污染防治措施和生态保护措施后，对环境影响较小，可以维持区域环境质量不降低，整体来说是符合环境质量底线要求的。

负面清单：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。根据国家发改委 2023 年第 7 号令《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，不在负面清单内。对照宁发改规划〔2016〕426 号《宁夏回族自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行版）》，

本项目也不在其负面清单内。

3.2.13 与宁夏回族自治区和地方生态环境分区管控要求符合性分析

根据《自治区生态环境厅关于宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程涉及生态环境管控单元情况的函》，牛首山东抽水蓄能电站项目区涉及自治区环境管控单元 4 个，分别是青铜峡市青铜峡库区自治区级自然保护区优先保护单元、青铜峡市青铜峡库区国家重要湿地优先保护单元、中宁县重点管控单元和青铜峡市重点管控单元，见附件 14。

经分析，项目符合宁夏生态环境分区管控动态更新成果和吴忠生态环境分区管控动态更新成果以及中宁县分区管控要求，具体见表 3.2.13-1。

表 3.2.13-1 与环境管控单元划定符合性分析

涉及环境管控单元类型		控制布局约束	本项目情况	符合性
优先保护单元	青铜峡市青铜峡库区自治区级自然保护区优先保护单元	1.区域内宁夏青铜峡鸟岛国家级湿地公园、黄河岸线等生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理(依据《宁夏回族自治区生态保护红线管理条例》)。2.严格区域矿产资源开发项目审批。3.开展的其他开发利用类项目不得损害该区域自然保护区现状。4.生态保护红线内自然保护区核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许十类对生态功能不造成破坏的有限人为活动(依据《关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》(自然资发〔2022〕142号))。	本项目是国家能源局发布的《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》中宁夏回族自治区抽水蓄能规划“十四五”重点实施项目，同时列为宁夏回族自治区“十四五”重点水电建设项目，项目属于国家级规划明确的水电项目。符合《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局〈关于加强生态保护红线管理的通知（试行）〉》（自然资发〔2022〕142 号）、《自治区党委办公厅、人民政府办公厅〈关于加强生态保护红线管理的实施意见〉》等生态保护红线管理相关文件中规定的除生态保护红线内允许有限人为活动之外，确需占用生态保护红线的国家重大项目中的第 4 类“国家级规划明确的电网项目，国家级规划明确的且符合国家产业政策的能源矿产勘查开采、油气管线、水电、核电项目”，项目符合文件要求。项目施工期尽可能控制施工作业范围，控制临时占地面积，施工结束后，立即对临时占地进行植被恢复，并采取相	符合
	青铜峡市青铜峡库区国家重要湿地优先保护单元	1.纳入生态保护红线范围内的执行自治区《生态保护红线管理条例》相关要求，原则禁止任何不符合主体功能定位的建设活动。2.生态保护红线内自然保护区核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许十类对生态功能不造成破坏的有限人为活动(依据《关于加强生态保护红线管		符合

涉及环境管控单元类型		控制布局约束	本项目情况	符合性
		理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）。	应的水土保持措施，将有效降低项目工程引起的水土流失，维护项目所在地的生态功能。	
重点管控单元	青铜峡市重点管控单元 1	1. 不得开展未列入国家相关规划的新建炼油及扩建一次炼油项目、除热电联产以外的煤电项目。（依据《市场准入负面清单(2019年版)》《国家能源局关于进一步调控煤电规划建设的通知》)2. 新建天然气锅炉需配套低氮燃烧装置。3. 区域内相关石油分公司和加油站等应完成油气回收，且回收装置正常运行，未完成的实施关停。4.允许甘城子葡萄酒黄金产区建设高标准酒庄。5.适当容纳和发展标准化养殖业和设施农业。	本项目为抽水蓄能发电项目，未列入《青铜峡市市场准入负面清单(2019年版)》《国家能源局关于进一步调控煤电规划建设的通知》名录。	符合
	中宁县重点管控单元 4	1.严格限制建材、水泥等行业新建项目。2.对区域内建材、水泥行业“散乱污”企业根据实际情况采取关停或搬迁入园措施。	本项目为抽水蓄能发电项目	符合
一般管控单元	中卫市中宁县一般生态空间区 1	在生态保护红线正面清单的基础上，仅允许开展生态修复等对生态环境扰动较小、不损害或有利于提升生态功能的开发项目。	项目开发复核生态保护红线管理办法，项目施工期、运行期均按设计及环评要求采取环保措施及生态保护措施，对生态环境的影响较小，总体可控。	符合
	吴忠市青铜峡市一般生态空间区 1	在生态保护红线正面清单的基础上，仅允许开展生态修复等对生态环境扰动较小、不损害或有利于提升生态功能的开发项目。		符合

本项目为抽水蓄能电站建设项目，属于《产业结构调整指导目录》（2024 年本）中鼓励类建设项目，符合国家产业政策，同时列入国家能源局发布的《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》（国能发新能〔2021〕39 号），属于确需占用生态保护红线的 6 类国家重大项目范围中的“国家级规划明确的且符合国家产业政策的水利、电力项目”，符合占用情形。

本项目主体范围不涉及调整后的青铜峡库区湿地自治区级自然保护区，仅取水泵

站及 190m 地埋取水管道和道路涉及青铜峡库区湿地自治区级自然保护区实验区；本项目在工程布置上最大程度减少了对当地的占地，占地类型以荒草地为主，项目实施过程中将采取有效的生态减缓、补偿措施及水、气、声、固废等环境保护措施；本项目整体来看属于点状开发，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，建设过程只要做好相关的环境保护工作，项目开发基本不会对当地的生态环境功能造成不利影响。因此，整体来说项目建设是基本符合宁夏回族自治区“三线一单”生态环境分区管控要求的。

3.2.14 与湿地相关法律法规符合性分析

根据《中华人民共和国湿地保护法》（2022 年 6 月 1 日实施），禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目等除外。建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及国家重要湿地的，应当征求主管部门的意见。

项目仅取水泵站及部分地埋取水管道和道路（约 190m）涉及青铜峡库区国家湿地，永久占地主要为取水泵站及检修道路，占地面积为 2104m²，临时占地为施工围堰及临时道路，占地面积为 2021m²。其中 274m² 占用灌丛植被，主要为怪柳，882m² 占用草原植被，主要为芦苇和宽叶独行菜，另外 865m² 占用黄河。

项目环评阶段，编制了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站对青铜峡库区国家重要湿地生态影响专题论证报告》，取得了自治区林业和草原局《关于同意宁夏牛首山东抽水蓄能电站项目占用宁夏青铜峡库区国家重要湿地的复函》（宁林函〔2025〕104 号），见附件 15，原则同意本项目占用宁夏青铜峡库区国家重要湿地 0.4125 公顷。

根据《宁夏回族自治区湿地保护条例》（2018 年修订）第二十六条规定：在湿地内禁止从事下列活动：（一）永久性截断湿地水源；（二）开（围）垦、挖沙（砂）、采矿、爆破、排干或者填埋湿地，擅自改变湿地用途；（三）破坏野生动物栖息地和迁徙通道，鱼类洄游通道，滥采滥捕野生动植物；（四）擅自放牧、捕捞、取土、取水、排污、放生、烧荒、砍伐林木；（五）倾倒有毒有害物质、废弃物、垃圾、捡拾鸟卵；（六）引进外来物种；（七）其他破坏湿地及其生态功能的活动。

本项目在青铜峡库区湿地自治区级自然保护区右岸取水，无拦河筑坝工程，不会截断湿地水源，取水量占黄河干流水量比例很小，取水口地埋管道施工后将填土恢复原有地表地貌，不会对当地的湿地生态功能和结构造成不利影响。该项目的实施，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。

本项目不属于《宁夏回族自治区湿地保护条例》(2018年修订)中禁止的活动,因此与湿地保护条例相符。

3.2.15 与水产种质资源保护区相关管理规定符合性分析

本项目取水口位于黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区核心区,不属于《水产种质资源保护区管理暂行办法》(2016年6月1日)禁止的行为。本项目编制了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程对黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》,通过了宁夏回族自治区农业农村厅和上海渔政保障中心组织的专家审查,同意专题报告提出的环保措施(见附件16),目前待农业农村部批复。项目建设符合《水产种质资源保护区管理暂行办法》的相关规定和要求。

3.3 项目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,推荐库址选择尽量利用了未利用地上库址唯一;推荐下库库址选择占地少、开挖量少,且施工活动对周边寺庙影响较小的下库址。详细比选情况见3.3.2小节。

在施工布置规划设计阶段,从环保角度出发,推荐采用将上库承包商大部分生产人员营地与下库承包商优化合并布置,仅在上库布置小型承包商营地的布置方案,以减少营库占地对地表植被破坏,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。针对原施工布置规划中设置的油库和炸药库,从环保角度给出减小风险事故影响建议,结合施工需要和施工组织计划,最终取消了现场油库、炸药库设置。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坡压脚和场地平整,减少了约100万m³的弃渣,只保留了上下库连接路弃渣场。另外,经现场踏勘和分析研究,从环境保护角度建议取水泵站全部改为地埋结构,施工结束后,对地表进行恢复,以减少保护区内占地,降低对生态环境的影响。

除此之外,本项目可研阶段拟定了1300MW、1400MW和1500MW三个装机容量

量方案，上水库拟定了正常蓄水位 1741.00m、1743.00m、1745.00m，下水库正常蓄水位 1271.00m、1273.00m 和 1275.00m 三个方案，以上各方案比选过程中均考虑了环境影响比较，各方案环境影响差别不大，对枢纽布置、装机容量、正常蓄水位方案比选不构成制约性因素。

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 库址选择合理性分析

3.3.2.1 选址合理性

上水库位于青铜峡市牛首山西麓站沟东侧山顶黄土塬，地层为马兰黄土和板岩夹砂岩等。上库库坝区断层不甚发育，本阶段勘测过程中在钻孔中揭露 F1、F2 两条规模较大的断层，近直立，断层带宽度 0.5-1.5m，延伸>0.4km，主要充填岩屑、岩块和泥质，挤压较为紧密，胶结差。地下水埋藏类型主要为基岩裂隙水，地下水位埋深 76.35m~91.26m，对应的地下水位高程为 1632.5m~1649.14m，地下水位年度变化不大，变幅在 3.2m-5.2m。风积黄土厚度一般 7.2m~33.9m，属中等透水地层；强风化岩体总体为中等~弱透水，弱风化和微新岩体总体为弱透水，局部裂隙密集带、断层分布处为中、强透水层。断层与上水库位置关系见图 3.3.2-1。

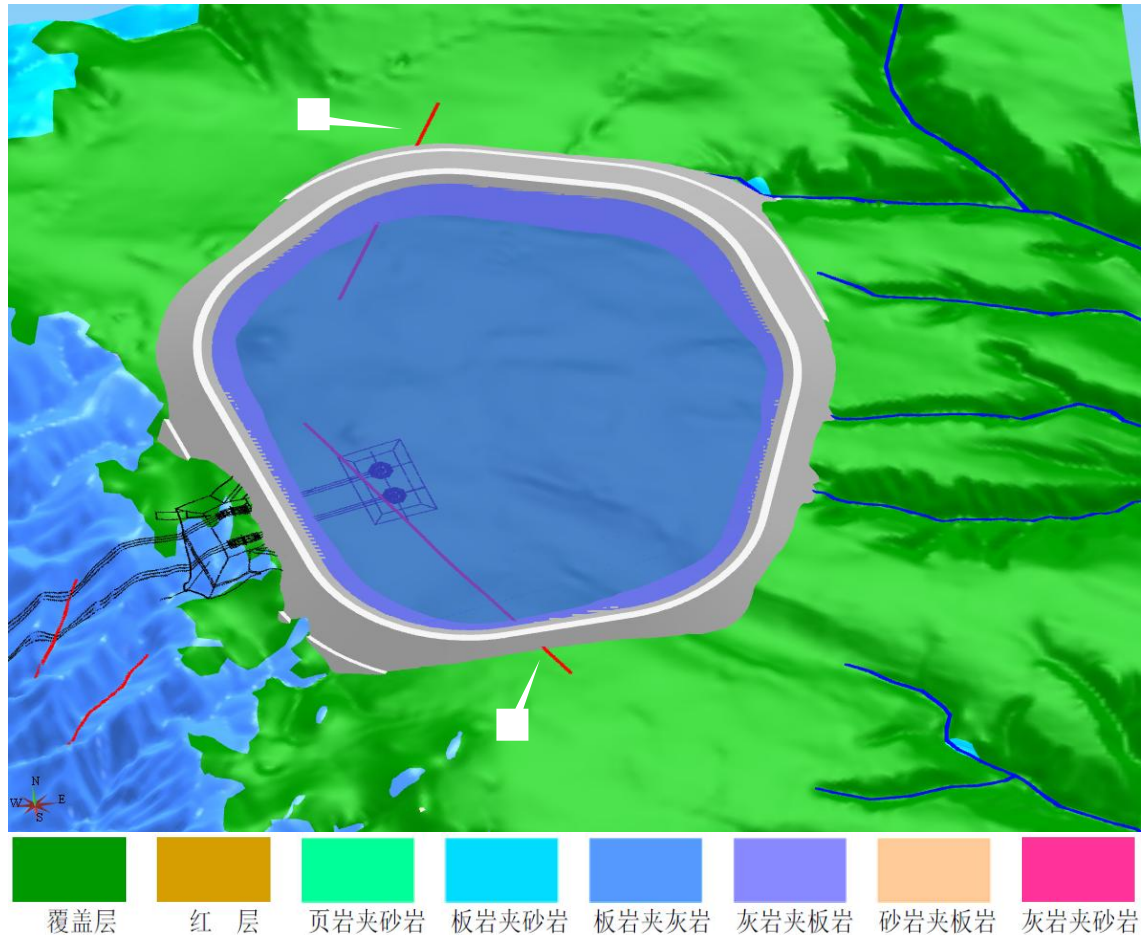


图 3.3.2-1 上水库地质三维图

下水库位于牛首山西麓山前洪积台地，地层主要为第四系碎石土、石炭系页岩夹砂岩及奥陶系板岩夹砂岩、灰岩夹板岩等，区域断裂沙石墩-大寺沟断裂（F5-1）和牛首山西麓断裂（F6-1）从下水库库坝区穿过，断层与下水库位置关系见图 3.3.2-2。地下水埋藏类型可分为第四系堆积物孔隙性潜水和基岩裂隙水两类，沟道内地下水埋深 1.8m~17.5m（1179.91m~1257.13m）；下库库盆库岸边坡地下水位埋深 25.2m~82.8m（1241.12~1258.85m），坝基洪积平台处地下水位埋深 23.9m~25.8m（1215.44m~1216.74m），水位面倾向黄河，地下水位年度变化不大，变幅在 3.2m-5.2m。碎石土一般厚 0.5m~17.5m，具有中等-强透水地层；页岩夹砂岩中强风化一般为中等-弱透水，弱风化和微新岩体为弱透水层；库盆东侧板岩夹砂岩或灰岩及灰岩夹板岩强风化一般具有中等-弱透水性，弱风化和微新岩体总体为弱透水层；区域断裂带具有中等-弱透水性。

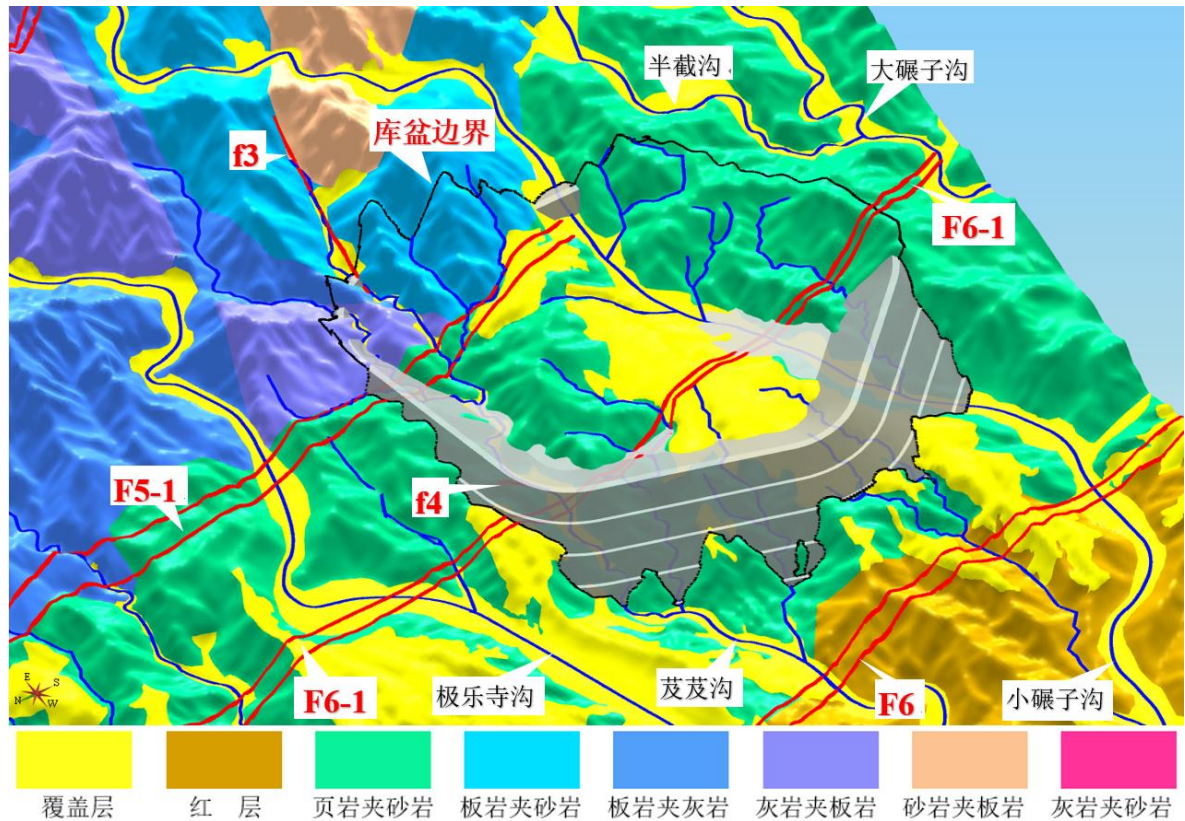


图 3.3.2-2 下水库地质三维图

3.3.2.2 环境合理性

预可研阶段根据站点附近地形地质条件、生态红线范围等，筛选拟定了 1 个上水库库址和 2 个下水库库址，在此基础上组合形成 2 组库址比选方案。对这 2 组库址比选方案开展同等深度的工程布置工作，从地形地质、利用水头、工程布置、建设难度等方面进行综合比选，提出预可研阶段的代表方案。各库址位置示意图见图 3.3.2-1。

各方案组合如下：

库址比选方案 1：上水库位于青铜峡市牛首山西麓站沟东侧山顶黄土塬，利用山顶黄土塬靠西南侧扩库开挖筑坝成库（上水库）；下水库位于中宁县牛首山西麓山前洪积台地，利用小碾子沟、茆茆沟及其支沟扩库开挖筑坝成库（下水库 A）。

库址比选方案 2：上水库同库址比选方案 1；下水库位于中宁县牛首山西麓山前洪积台地，利用小寺沟下游段前缘台地扩库开挖筑坝成库（下水库 B）。



图 3.2.3-1 库坝址比选方案示意图

两方案环境影响差异主要体现在下水库工程占地和水库淹没面积的差异。两方案正常蓄水位不同，方案 1 下水库淹没面积略大于方案 2，淹没面积相差约 3 万 m^2 ，因此方案 1 淹没造成的生态影响略大于方案 2；方案 1、方案 2 的下水库施工期占地面积分别为 396.16 万 m^2 、437.88 万 m^2 ，方案 1 下水库施工期占地面积小于方案 2，从占地面积对陆生生态造成的影响角度分析，方案 1 造成的影响小于方案 2。综合上述因素，两方案对生态环境造成的累积影响差别不大，在实施严格的环境保护措施后，各方案对生态环境影响较小，不造成限制。

下水库上、下库址建设征地范围均不涉及牛首山西寺寺庙群、青铜峡电站高压输电线，均远离了青铜峡黄河湿地保护区边界，主要占用部分草地和未利用地。上库址施工骨料加工和混凝土拌和系统在库盆西北侧，距离寺庙群较远，不会造成影响；下库址由于库盆北侧地形起伏差大，冲沟发育，不宜布置施工场地，主要场地布置在库盆东侧和西侧，西侧距离寺庙群较近。经比较，推荐方案 1 为可研阶段推荐库址在环境角度是合理的。

3.3.3 装机规模合理性分析

牛首山东抽蓄电站装机容量比选共有 1300MW、1400MW、1500MW 三个方案，不同的装机容量在水文情势、生态环境、施工期环境影响、水土流失及环境敏感区影

响等方面有所差别，本节分析不同装机容量对环境影响差别，从环境影响角度分析装机容量合理性。

（1）水文情势

各方案对水文情势的影响主要表现在水库蓄水初期从青铜峡水库抽水对河段径流的影响。随着方案装机容量的增大，上下水库相应库容增加，需水量增大，蓄水量越大，蓄水时间越长，影响时间也越长。但各方案对河段水文情势影响无明显差别，对方案选择不构成制约因素。

（2）生态环境

1) 水生生态

各方案上、下水库均未占用黄河，仅从黄河青铜峡水库抽水，且抽水流量均为 $0.43\text{m}^3/\text{s}$ ，仅占蓄水期黄河各月多年平均流量的 $0.036\%\sim 0.093\%$ ，对黄河水生生态影响很小，仅因为抽水总量不同导致抽水时间有所不同。因此，项目对水生生态的影响不构成装机容量方案选择的制约因素。

2) 陆生生态

对陆生生态的影响主要表现在项目建设对植被的破坏和对动物栖息地的影响。装机容量越大，工程占地面积越大。

永久占用的植被占当地草地面积的比例较小，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。施工临时占地在施工结束后可进行植被恢复。另外，从影响陆生动物的性质和机理来看，各方案对陆生动物的干扰基本相同。综合比较，虽然方案一对地表植被和植物的直接占用损失最小，但由于各方案对区域的陆生生态整系统影响差别不明显，不存在方案选择的限制性因素。

（3）施工期环境影响

不同装机容量方案，电站建设工程量有所差别，施工过程中的土方开挖、混凝土骨料生产、混凝土拌和、填筑、交通运输等活动产生的废污水、废气、机械噪声影响有所差别。但不同方案在施工期对生态环境、水环境、大气环境、声环境的影响存在此消彼长，使环境影响差别减小，且在施工结束后，上述影响均会消失，因此在施工期环境影响方面不存在制约方案选择的因素。

（4）水土流失

不同装机容量比选方案（1300MW、1400MW、1500MW）的施工布置及枢纽布

置格局基本相同，各装机容量比选方案水土流失影响差异主要来自不同方案间占地面积（扰动地表面积）的差异，因此，随着装机容量的增大，所需调节库容增大，上、下水库正常蓄水位逐步抬高，对应的工程占地面积（扰动地表面积）增加，造成水土流失量增大。但各比选方案间的差异不大。从水土保持角度分析，各方案的水土流失影响随着装机容量的增大逐渐增加，但整体上不制约装机容量方案比选。

（5）环境敏感区

1）青铜峡库区湿地自治区级自然保护区

方案一至方案三均为取水泵站和地埋取水管道的部分道路涉及青铜峡库区湿地自治区级自然保护区（其他区域不涉及），且取水管道的布置相同，涉及保护区范围也相同，均为进入保护区实验区长度约 190m，无差别。

从项目建设对自然保护区可能造成的影响方面考虑，三个方案对自然保护区可能产生的影响均为项目取水泵站施工和取水过程对黄河径流和鱼类的影响以及施工噪声对周边野生动物的影响。因三个方案取水流量相同，仅在取水总量上略有差别，且取水流量仅占黄河青铜峡段各月多年平均径流量的 0.052%，各方案工程取水对黄河径流和鱼类影响很小且无明显差别。三个方案工程布置和施工工艺基本一致，噪声的来源基本一致，噪声对周边野生动物的影响无明显差别。因此，总体来说，各方案项目建设对自然保护区可能造成的影响差别不大。

2）黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区

项目对水产种质资源保护区的影响主要表现在施工期可能对水质的影响和运行期项目取水可能会对鱼卵仔鱼造成的卷载效应。各方案取水管道的工程施工布置和施工方式基本一致，对保护区影响差别不大。各方案下水库正常蓄水位以下库容和上水库死库容各不相同，蓄水期的抽水规模有所差异，方案一最小，方案三最大。因各方案抽水流量均为 $0.43\text{m}^3/\text{s}$ ，占黄河蓄水期各月多年平均流量比例均较小，蓄水期仅为 0.055%~0.126%，补水期仅为 0.05%~0.13%（且运行期各月补水影响时长仅 2~3 天左右），对水产资源保护区的影响差别较小。

（6）比较结论

综上所述，比选的各装机容量方案在对水文情势、生态环境、施工期环境影响、水土流失及环境敏感区影响等方面虽有所差异，但差异较小，不存在控制性因素。因此从环境角度分析项目推荐的 1400 MW 装机容量方案是合理的。

3.3.4 正常蓄水位合理性分析

《牛首山东抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》对上水库共拟定了三个正常蓄水位方案，分别为 1741.00m、1743.00m、1745.00m，下水库正常蓄水位 1271.00m、1273.00m 和 1275.00m。

(1) 上水库比选

上水库蓄水初期时只需要蓄满上水库死库容，上水库比选的三个方案死库容分别是 23 万 m^3 、24 万 m^3 、24 万 m^3 ，差别不大，因此上水库正常蓄水位三个方案对水文情势的影响相同。

三个方案下水库淹没和施工占地面积相同。总占地面积随上水库正常蓄水位升高而增大。其中占地不涉及耕地、林地，主要涉及草地和未利用地，占地面积最大的方案三（6052.05 亩）与占地面积最小的方案一（5442.45 亩），上水库占用草地面积相差仅 609.61 亩。项目淹没及永久占用的草地植被占当地草地植被面积的比例较小，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。施工临时占地在施工结束后可进行植被恢复。另外从影响陆生动物的性质和机理看，各方案对陆生动物的干扰基本相同。各方案正常蓄水位仅相差 2m，占用陆域植被和植物差别很小，对区域的陆生生态整系统影响差别不大，不存在制约因素。

三个方案施工布置相同，施工期各项开挖、填筑强度相差较小，对水环境、大气环境和声环境的影响强度和时间差别很小，也不存在制约因素。

三个方案相对应的下水库及取水管工程位置、规模、抽水量均相同，对湿地自然保护区和水产资源保护区的影响较小且影响程度是相同的，也不存在比选制约因素。

总之，三个比选方案在水文情势、生态环境、施工期影响和环境敏感区影响等方面分析比较，差异很小或相同，不存在制约性因素。综合考虑，项目推荐的上库正常蓄水位 1743m 是合理的。

(2) 下水库比选

三个方案对水文情势的影响都表现在水库蓄水初期，上水库死库容相同为 23 万 m^3 、24 万 m^3 、24 万 m^3 ，下水库正常蓄水位以下水库容为 803 万 m^3 、811 万 m^3 、821 万 m^3 ，依次增大，但相差很小，方案三蓄满正常蓄水位库容历时比方案一略长，水库在初期蓄水时，方案一对下游水文情势的影响相对较小，但各方案差别不大。

对陆生植被的影响主要体现在水库淹没和施工期扰动破坏。本项目主要涉及的地

表类型是草地。项目淹没及永久占用的植物种类在区域广布，且占用面积占当地草地面积的比例较小，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，但占地面积越大，植物的损失量越大。施工临时占地在施工结束后可进行植被恢复。另外从影响陆生动物的性质和机理看，各方案对陆生动物的干扰基本相同。从对陆生生态的影响来看，虽然方案三对地表植被和植物的直接占用损失最小，但由于各方案对区域的陆生生态整系统体影响差别不大，不存在制约因素。

三个方案均为全防渗封闭型水库，不占用河道，仅从黄河青铜峡水库抽水，各方案抽水管道位置、规模及抽水流量均相同，抽水量较小，蓄水期抽水流量仅占黄河各月多年平均流量的 0.055%~0.126%，补水期抽水流量也仅占 0.05%~0.13%（且运行期各月补水影响时长仅 2~3 天左右），对黄河径流及水生生态影响很小。由于三个方案对水生生态的影响性质相同，因此不存在比选制约因素。

三个方案施工布置相同，施工期各项开挖、填筑强度相差不大，对水环境、大气环境和声环境的影响强度和时间差别不大，且施工结束后上述影响均会消失，不存在制约因素。

三个方案的下水库及取水管道工程位置、规模、抽水流量均相同，抽水量较小且差别不大，对湿地自然保护区和水产资源保护区的影响较小且影响程度差别不大，也不存在比选制约因素。

综上所述，从水文情势、生态环境、水土流失、施工期影响和环境敏感区影响等因素比较，三个方案对环境的影响程度差异不大，在落实各项环保措施后对环境的不利影响均可以得到一定减缓，因此从环境角度不存在制约下水库正常蓄水位选择的因素。

3.3.5 施工布置的合理性分析

3.3.5.1 施工总布置方案的环境合理性

施工总布置拟定了两个方案，通过对比分析，两个方案在总体施工布置上基本相同，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，两个施工总布置方案均是合理的。

3.3.5.2 施工场地选址环境合理性分析

施工场地布置与场内外交通线路相结合，合理利用了地形、场地条件，不仅可以

减少占用土地，避免重复运输，节约能源，符合国家节约用地的方针政策，还减缓了施工生产对周边环境的影响。施工场地选址不涉及国家级森林公园、湿地公园、名胜古迹等环境敏感区，主要工程范围不涉及青铜峡库区湿地自然保护区，仅取水泵站、部分管道和道路进入保护区约 190m 长，管道为地埋敷设；工程仅取水管进入黄河卫宁段兰州鲇鱼产卵场资源保护区河道取水。因工程需从河道取水，无法规避保护区，设计选取的取水管位置涉及保护区范围相对最小，涉及区域生态环境相对较差。因此，施工布置规划的场地选址从环境保护角度分析基本是合理的。

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、堆场、砂石料加工系统、混凝土拌和系统

施工布置中根据库盆位置就近布置了表土堆场、混凝土拌和系统，减少了弃渣、表土和石料的运输，有利于降低运输引起的扬尘影响；上下库共用一套砂石料加工系统，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；上库砂石料加工系统和混凝土拌和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；并在库区设置了转存料场，减少了土石料的重复运输。因此，从环保角度分析，料场、渣场、堆场、砂石料加工系统、混凝土拌和系统的施工布置是合理的。

（3）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。地面道路长度的大大降低道路修建对地表植被的破坏。综上，从环保角度分析，施工道路的布置是合理的。

3.3.5.4 施工总布置中环保措施布局合理性分析

施工总布置中充分考虑了环保设施场地。针对工程的环境污染特点和治理技术要求，在施工区预留了生产、生活污水处理用地，为下一步环境保护措施设计和实施奠定了良好基础。

3.3.6 项目取水设施布置的合理性分析

根据电站位置，取水泵站布置在黄河右岸，河段附近全部属于青铜峡库区湿地自然保护区、兰州鲇水产种质资源保护区核心区，局部分布有产卵场、索饵场，为了使泵站的建设对“保护区”影响降到最小，尽可能将泵站布置在“保护区”“三场”以外。综合考虑，初步选择2个位置作为取水泵站选址进行比选。

方案1：在净水厂西边设置取水泵站（N 37°45'56.57"，E 105°57'31.49"），取水口要求靠近主流，有足够水深，河床稳定。取水口范围河道情况较好，引水管道不易淤积，且管损较小。取水泵站与上游主要产卵场最近距离为960m。对保护物种的影响主要是围堰施工和拆除产生的噪声、振动和悬浮物以及取水泵站建设和运行对兰州鲇幼鱼等保护物种影响产生一定的影响。对保护区结构和功能的影响主要是取水泵站建设仅破坏岸边局部区域，约2124m²（包含取水泵站连接道路），影响范围有限，不会破坏保护区整体结构和功能，见图3.3.6-1，取水口附近水域生境现状见图3.3.6-2。



图 3.3.6-1 方案1 取水泵站位置图



图 3.3.6-2 方案 1 取水口附近水域生境现状

方案 2: 根据电站地形特点及枢纽系统总布置, 上游 50km、下游 17km 范围内均为兰州鲢国家级水产种质资源保护区核心区, 如果避让核心区布置取水口, 需要在下游铺设取水管道, 距离电站直线距离约 17km (取水口坐标 N 38°9'24.07", E 106°14'53.31"), 线路沿程分布有山体、山洪沟等众多因素限制, 修建取水管线长度约 22km, 其中 8 公里需要采取隧洞穿越形式, 布置 4 级加压泵站 (见图 3.3.6-3)。



图 3.3.6-3 方案 2 布置图

通过资料收集、航卫片判读和野外实地调查，近场区内发育的 10 条断裂，走向主要为两组方向：北北西-近南北向、北东东-近东西向，其中包括：三关口牛首山断裂（由三条分支断裂组成：柳木高断裂全新世活动、关马湖断裂晚更新世活动、牛首山东麓断裂为早、中更新世断裂）；罗山东麓断裂全新世活动；大寺沟断裂、牛首山西麓断裂、与英发沟-小水沟断裂为早、中更新世断裂；东堂-石峡子断裂、头道沟-二道沟断裂、大小西天断裂、大岱沟-黑梁断裂及应声台断裂为均前第四纪断裂（图 3.3.6-4）。

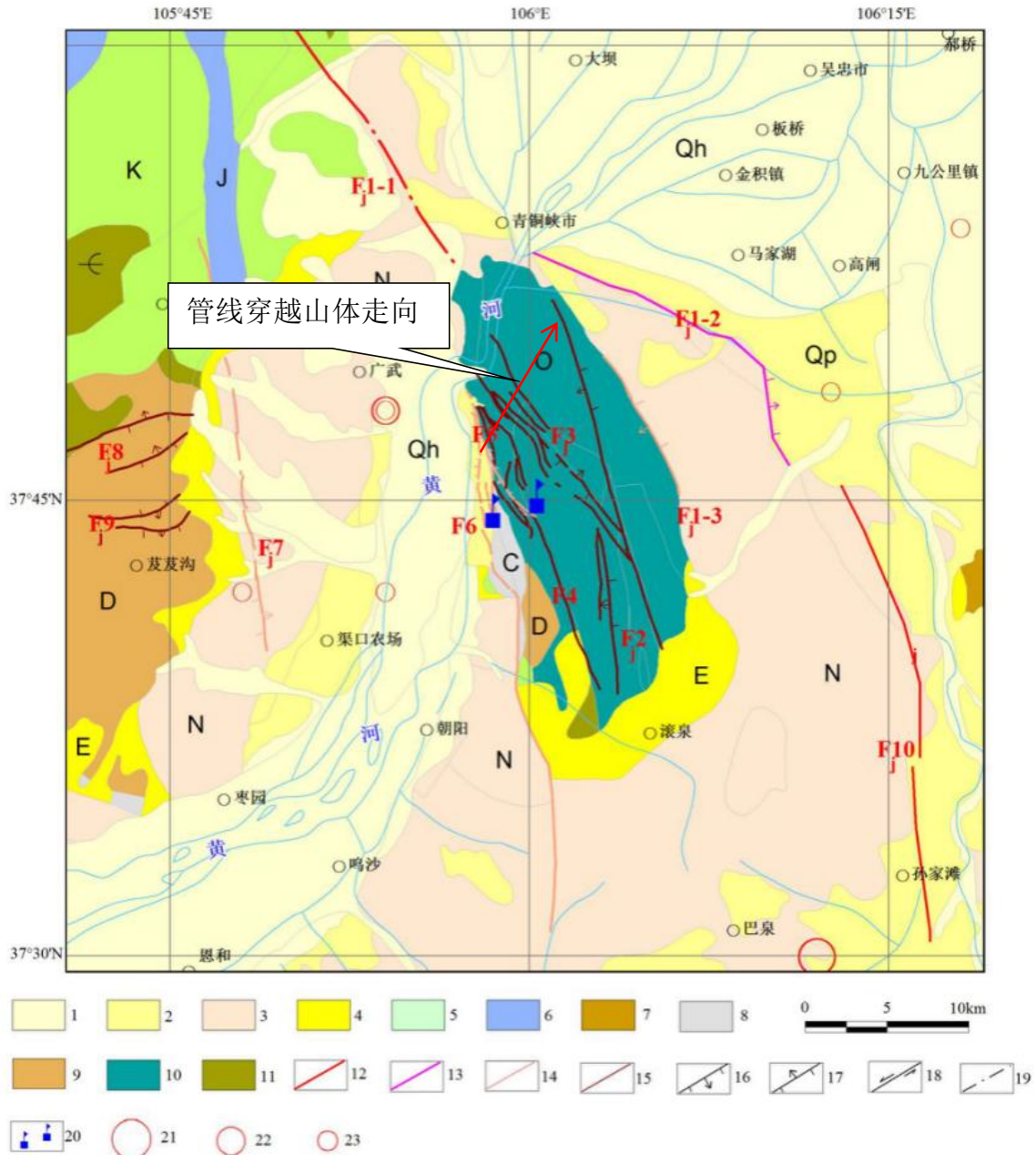


图 3.3.6-4 近场区地震构造图

方案 2 取水管线隧洞需要穿越 F₃ 和 F₅ 断层群，穿越部位山体地质条件差，工程

安全隐患较大，并且涉及永久征地 14000 m²，临时征地约 110000 m²，相关手续办理难度非常大。在满足水源条件、地形条件、地质条件的基础上，取水口布置到项目区附近较为合理。因此推荐方案 1 取水泵站位置，占用生态保护红线情况见表 3.3.6-2。

表 3.3.6-2 取水口占用生态保护红线情况表

序号	行政区	生态保护红线名称	生态保护红线功能	红线类型	占地内容/名称	面积 (m ²)
1	青铜峡市	北部引黄灌区湿地保护、生物多样性生态保护红线	水源涵养	保护地（青铜峡库区自治区级自然保护区实验区）	取水口	4743

3.4 施工期主要环境影响源分析

3.4.1 水文情势

施工用水主要从黄河青铜峡水库取水，71 个月，施工准备期 6 个月，主体工程施工期 56 个月，完建期 9 个月，筹建期安排 24 个月（不计入总工期）。

筹建期为 2 年，施工期为 6 年，施工生产、生活用水（不含初期蓄水）从黄河毛取水量分别为 0.74 万 m³、14.84 万 m³、107.19 万 m³、316.87 万 m³、347.53 万 m³、222.34 万 m³、30.01 万 m³ 和 1.46 万 m³，总取水量为 1040.98 万 m³。年最大取水量 347.53 万 m³。项目施工期对黄河影响包括取水可能对黄河水文情势造成一定影响和取水口工程施工产生的影响；电站其他区域施工对黄河水文情势无影响。

3.4.2 废污水

3.4.2.1 生产废水

（1）砂石料加工系统废水

牛首山东抽水蓄能电站砂石料加工系统布置于下库盆东南侧与下库沥青骨料加工系统、下库混凝土拌和系统布置于同一场地。系统处理能力为 820t/h，按 25d/月，14h/d 设计。砂石料加工系统用水量为 290m³/h，产污系数按 0.8 考虑，砂石料冲洗废水产生量约为 232m³/h。砂石料加工系统废水中主要污染物为悬浮物，浓度在 20000mg/L~90000mg/L 左右。

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)
砂石加工系统	290	0.8	232

(2) 混凝土拌和系统废水

牛首山东抽水蓄能电站分别在上库施工区和下库施工区各设置 1 个混凝土拌和系统，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及运输罐车的冲洗，间歇式产生，每天各冲洗 6 次，每次用水约 2m^3 。由于下库混凝土拌和系统配置 2 座 HZS180-2S2000 型拌和站，则上、下库混凝土拌和系统生产废水分别为 $24\text{m}^3/\text{d}$ 、 $36\text{m}^3/\text{d}$ ，日产生的废水共 $60\text{m}^3/\text{d}$ 。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	主要设备	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	HZ120-2F3000	6	6	2	24
下库施工区	HZ120-2F3000	2*6	6	2	36
合计					60

此外，下库沥青混凝土拌和系统不用水，因此生产过程中无废水产生。

(3) 机械维修保养废水

本项目上下库分别设置机械停放场及修配厂。在机械维修、车辆保养冲洗过程中会产生一定废水。机修厂用水量 $5\text{m}^3/\text{h}$ ，产污系数以 0.85 计，则废水产生量 $4.25\text{m}^3/\text{h}$ ，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 $20\text{mg/L}\sim 40\text{mg/L}$ 之间。

(4) 隧洞开挖排水

本项目输水隧洞总长约 2.9km ，在山体内开挖而成。根据水文地质调查，本项目厂房区和施工隧洞部分开挖作业面位于地下水位线以下，开挖时基岩裂隙水渗出会产生涌水，混入施工岩屑、粉尘后悬浮物增加。厂房区施工渗水主体工程已设计排水到水处理厂，本次不再考虑。根据估算输水发电系统洞室开挖过程中最大涌水量约为 $37014.61\text{m}^3/\text{d}$ ，正常渗漏量约为 $2605.38\text{m}^3/\text{d}$ ，隧洞开挖排水中主要污染物为 SS，浓度随施工活动影响而不固定。

3.4.2.2 生活污水

本工程施工高峰期人数为 3400 人（上库施工区 1200 人，下库施工区 2200 人），施工期业主营地各类人员取 142 人，产污系数以 0.8 计，则上、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)	用水量 (m ³ /d)	产生量 (m ³ /d)
上库承包商营地	1200	0.1	120	96
下库 1 号承包商营地	700	0.1	70	56
下库 2 号承包商营地	1500	0.1	150	120
业主营地	142	0.12	17.04	13.63
合计	3542		357.04	285.63

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 大气污染物

施工期土石方开挖、填筑及爆破等活动产生粉尘, 各种施工机械运行时产生燃油尾气, 主要污染物为 TSP、NO₂ 等。砂石加工系统、混凝土拌和站等辅助企业生产时也产生大量的扬尘, 此外沥青混凝土拌和站自带净化设备处理后也会产生少量沥青烟。场内道路施工车辆运行时, 产生扬尘、汽车尾气等污染物, 以上施工活动均对工程区环境空气质量造成影响。

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 CO、NO₂ 的产生量分别按 10.4g/kg、1.5g/kg 炸药估算。预计 CO、NO₂ 产生总量分别约为 77.84t、11.23t。

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 1t 时爆破粉尘的产生量为 54.2kg, 本项目因爆破产生粉尘总量为 405.69t。项目在爆破区设置雾炮进行降尘, 抑尘效率达 70%, 因此本项目爆破时粉尘排放总量约为 121.71t。

类比同类工程各项施工活动大气污染物排放系数, 经初步计算, 施工期大气污染物排放量见表 3.4.3-1。

表 3.4.3-1 施工期大气污染物排放量统计表

施工活动	物资使用量	污染物及排放系数	排放总量
开挖爆破	炸药 7485t	粉尘: 54.2kg/t	121.71t
		CO: 10.4 kg/t	77.84t
		NO ₂ : 1.5 kg/t	11.23t
砂石加工	骨料 800t/h	粉尘: 0.1 kg/t	0.1378t/y

施工活动	物资使用量	污染物及排放系数	排放总量
常态混凝土拌和	混凝土量 188.6 t/h	粉尘: 0.063 kg/h	0.376 t/y
燃油尾气	油料 76719	NO ₂ : 48.263	3702.69t
沥青混凝土拌和	产生沥青烟	/	0.2t
扬尘	不确定因素多, 不易定量计算		

3.4.4 噪声

施工期噪声主要来自工程开挖、钻孔、爆破、砂石料加工、混凝土拌和、交通运输等活动。施工噪声对工程区周边声环境产生一定的影响。工程施工噪声随着施工结束将会结束其影响。根据类比工程现场监测资料, 类比确定本工程主要施工噪声声源及 1m 处源强详见表 3.4.4-1。

表 3.4.4-1 施工期主要噪声源源强一览表

序号	声源	源强 dB (A)
1	砂石料加工系统	115
2	上库混凝土拌和站	104
3	下库混凝土拌和站	
4	中转料堆存场/弃渣场	85
5	枢纽区开挖	95
6	爆破	110
7	钢管加工厂	90
8	综合加工厂	85
9	金属结构拼装厂	80

3.4.5 固体废弃物

施工期的固体废弃物主要包括工程弃渣、施工人员的生活垃圾和施工辅企产生固体废物、机械修理及综合加工厂等产生的浮油、含油污泥及含油废纸等。

上水库无用料及损失土石方共 596.35 万 m³ (自然方), 转换成压实方 591.32 万 m³, 堆放于坝后压坡体。下水库无用料及损失共土石方 1065.94 万 m³ (自然方), 转换成压实方 1283.48 万 m³, 堆放于坝后压坡体、下库区施工设施场平、上下库连接路弃渣场。若不采取有效的水土保持防护措施, 其裸露松散堆料坡面易受降雨冲刷, 堆料滑落冲入河道, 对河道水质及行洪产生不利影响。

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为 3542 人, 施工总工期 71 个月, 按每人每天产生 0.6kg/d 垃圾计算, 再考虑施工期服务人员等人数以 1.2 倍计, 施工期产生生活垃圾总量约为 5432t。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。

施工企业生产过程中会产生一定数量的废弃物，机械修理及综合加工厂隔油池会产生浮油、含油污泥等危险废物。

根据施工供水系统设计，施工期最大用水强度为 $1070.68\text{m}^3/\text{h}$ ，取水口多年平均含沙量为 $3.71\text{kg}/\text{m}^3$ ，每小时产生泥沙量为 3.97t ，日用小时数为 20 小时，每天产生泥沙量最大为 79.4t 。施工期总取水量为 1040.94万 m^3 ，产生泥沙总量为 3.86万 t 。

电站初期蓄水最大强度为 $1454.30\text{m}^3/\text{h}$ ，每小时产生泥沙量为 3.97t ，日用小时数为 20 小时，每天产生泥沙量最大为 115.47t 。初期蓄水期总取水量为 1176万 m^3 ，产生泥沙总量为 4.36万吨 。

3.4.6 生态环境

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。本项目施工占地 6932.48亩 。施工期占地范围内地表草原植被及土壤被破坏，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的有一定的影响。

由于项目上、下水库均远离河道，施工期对鱼类及水生生物的影响仅为：取水口的取水管道施工中产生的噪声，对该段水域栖息鱼类造成惊吓和干扰。

3.4.7 人群健康

本项目施工高峰期施工人数为 3400人 ，均居住在施工营地，业主营地 142人 ，项目区人口密度增加，增加传染性疾病的传播概率。

3.4.8 社会环境

(1) 项目建设期间，需要大量的建筑物资和劳动力，将成为推动当地经济的动力源，刺激经济发展；各类临时工程将为当地居民创造大量的就业机会，有利于搞活当地乡村经济、增加群众经济收入，提高当地人民群众的生活质量。

(2) 项目建设将进一步改善当地的通信、电力等基础设施条件，对开发当地资

源具有较大的促进作用。

(3) 项目施工期间对外物资运输利用当地公路,增加了当地交通运输量。由于项目施工的运输量大,要求道路等级高,项目的建设将提高道路等级,在改善当地交通方面有一定积极作用。

3.5 运行期主要环境影响源分析

3.5.1 水文情势

3.5.1.1 初期蓄水影响分析

电站初拟结合施工期供水系统从黄河青铜峡水库取水至上水库进行初期充水,至死水位初期蓄水量约 131.77 万 m^3 , 由于上库基本无径流, 主要从青铜峡水库取水。下水库蓄水至死水位 1238.00m。同时, 下水库还需考虑水泵工况调试 4h 满抽时所需水量约 105.3 万 m^3 , 同时考虑蒸发渗漏量, 共计 180.05 万 m^3 。

上、下水库初期蓄水总需水量为 1176 万 m^3 , 根据施工总进度安排, 初期蓄水共需 16 个月时间, 从第 5 年 8 月~第 6 年 11 月。

本项目蓄水历时较长, 但蓄水期间取水量占蓄水期间黄河天然来水量比例很小(不超过 0.1%), 对黄河青铜峡水库来水量影响很小, 对黄河水文情势变化影响很小。初期蓄水期间, 对河道影响主要是取水对水文情势和水生生态的影响。

3.5.1.2 电站日常运行影响分析

牛首山东抽水蓄能电站为日调节抽水蓄能电站。

(1) 上库

上库建成后水面积 0.43 km^2 , 库区由山顶黄土台塬变为水库。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 1718m 上升至 1743m; 每天发电工况运行下, 上库水位由 1743m 下降至 1718m。上库水位每日变幅在 25m 左右。

(2) 下库

下库建成后水面积 0.32 km^2 , 库区由山区山前阶地变为水库。水库运行期, 在每天抽水工况运行下, 下水库水位由 1273m 下降至 1241m; 每天发电工况运行下, 下库水位由 1241m 上升至 1273m。下库水位每日变幅在 32m 左右。

(3) 附近河段

在牛首山东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，上、下库不在河道上，不影响附近黄河青铜峡库区河段水文情势和水生生态环境。

3.5.1.3 电站补水运行影响分析

牛首山东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。根据计算，正常运行情况下，上、下库年总蒸发量为 61.9 万 m^3 ，年总渗漏量为 107 万 m^3 ，蒸发和渗漏总量 168.9 万 m^3 ，运行期月均补水量为 14.07 万 m^3 ；考虑电站生产、生活等未预见水量约 5%，本电站运行期间年补水量约为 177.35 万 m^3 ，月平均补水毛取水量 14.78 万 m^3 。电站取水设施布置在下库附近黄河青铜峡库区右岸，项目运行期对河道的影响主要是补水对水文情势和水生生态的影响。

3.5.2 生态环境

(1) 陆生生态

上、下库库盆区部分草原植被在施工期已破坏，蓄水后破坏面积同施工期。

(2) 水生生态

牛首山东抽水蓄能电站于第 5 年 8 月～第 6 年 11 月进行初期蓄水，项目附近河段黄河鱼类产卵集中在每年的 4 月到 7 月，初期蓄水期对黄河青铜峡水库来水量影响很小，对水生生物造成一定影响。

电站仅取水泵站、地埋取水管和部分道路位于青铜峡水库右岸边，但所在岸边不是鱼类的产卵场和索饵场；电站运行期全年补水毛取水总量为 177.35 万 m^3 ，各月取水水量最大为 25.97 万 m^3 ，仅占黄河青铜峡水库各月多年平均来水量的 0.007% 左右，而且各月补水影响时长仅 2～3 天左右，因此，运行期对取水口附近鱼类资源和浮游生物等影响不大。

(3) 环境敏感区

电站主体范围不涉及青铜峡库区湿地自然保护区，仅取水泵站、地埋取水管和部分道路及保护区实验区，进入实验区约 190m，取水泵站采用地埋式，施工结束后地面进行恢复，只留检修口，取水管线位于道路下面，只有道路对保护区造成直接压占影响。

电站主体范围也不直接占压黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区，仅取水口抽水运行过程中对水产种质资源保护区有局部范围的影响，可能会对附近鱼类造成卷载效应，但取水口位置不是重要产卵场、索饵场等。

3.5.3 生活污水、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。牛首山东抽水蓄能电站运行期运行及管理人员最多约 100 人。运行期主要污染物产生量见表 3.5.3-1。

表 3.5.3-1 运行期主要污染物产生量

污染物类别	定额	人口 (人)	产污系数	产污量
生活污水	120L/d · 人	100	0.8	9.6m ³ /d
生活垃圾	0.6kg/d · 人	100	1.0	0.06t/d

运行期生活污水日产生量为 9.6m³，约 0.8m³/h。生活垃圾日产生量为 0.06t。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。

3.5.4 固体废物

(1) 机组检修废油

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。电站平均每年产生油泥约 6m³。如不妥善处置，将产生二次污染。

(2) 水处理厂产生泥沙量

根据供水系统设计，运行期最大用水强度为 329.4m³/h，取水口多年平均含沙量为 3.71kg/m³，每小时产生泥沙量为 1.22t，日用小时数为 20 小时，每天产生泥沙量最大为 24.44t。运行期年取水量为 177.35 万 m³，年产生泥沙总量为 0.66 万吨。

3.5.5 噪声

项目运行期主要噪声源为取水泵站，泵站运行噪声源有变压器、启闭机、水泵、空调机等。根据以往对大型泵站的监测结果，最主要噪声源为水泵，在水泵房内单台泵站噪声源强值可达 85~90dB(A)。经泵房隔声、减振处理，在泵房外噪声可降低至 60dB(A) 以下。由于发电厂房置于地下 250m 以下，对地面噪声影响很小。

3.5.6 库区高盐水

本电站上、下水库水体均取自青铜峡库区，电站运行后水体在上、下库之间循环使用，因渗漏和蒸发造成的水量损失从青铜峡库区取水补充。电站水源水体中含有 Na⁺、K⁺、Ca²⁺等，若不经处理直接用于蓄水和补水，随运行时间延长，库区因水体蒸发、溶解物保留而使库区水体盐含量逐渐增大，形成高盐水。高盐水会对发电机组

造成腐蚀，并有可能渗漏影响周边土壤和地下水。

3.5.7 社会环境

(1) 项目建成后，水库淹没及永久建筑物共占用草地 5624.76 亩，占当地草场面积的比例很小约为 0.3%，对当地土地利用及牧草资源影响不大。

(2) 项目建成后，承担电网调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用等任务，可缓解宁夏电网缺少调峰容量的问题，提高风、光电等新能源开发利用率，有效改善风电、光电大规模并网条件，提高电网供电质量和系统安全稳定运行水平，对当地社会经济发展提供促进和保障。

3.6 建设征地及移民安置环境影响源分析

3.6.1 建设征地影响分析

牛首山东抽水蓄能电站建设征地涉及吴忠市青铜峡市峡口镇、中卫市中宁县白马乡。

项目占地面积 5754.44 亩，项目永久占地主要涉及天然草地，将改变土地利用类型，但当地居民以农业为主（已无牧业人口），对当地居民生产生活没有影响。

3.6.2 移民安置影响分析

宁夏牛首山东抽水蓄能电站建设征地涉及 2 市 2 县（市）3 乡（镇）。工程永久占地 4571.51 亩，其中草地 4482.45 亩、占比 98.05%，交通运输用地 24.39 亩、占比 0.53%，工矿仓储用地 8.18 亩、占比 0.18%，水域及水利设施用地 3.21 亩、占比 0.07%，其他土地 53.28 亩，占比 1.17%。经分析，永久占地主要以草地为主，其他类型土地占比很少，项目建设所征收的天然草地并不是当地农民赖以生存的生产资料，对当地居民的生产生活没有影响。

本项目建设征地不涉及移民搬迁安置、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。输电线路等专项复建工程的建设将对周围环境产生一定影响，不过专项复建规模很小，安置活动对环境的影响都较轻微。规划对涉及青铜峡抽蓄公司的 6.49 亩工业用地进行一次性补偿处理。规划对涉及牛首山风电场的部分土地、基础设施和生产设备采取一次性补偿自行迁建的处理方案。

3.7 工程分析结论

牛首山东抽水蓄能电站建设符合国家的产业政策、能源发展政策、国家支持西部地区（含宁夏）工作等有关政策；与全国、宁夏回族自治区主体功能区划、生态功能

区划、国家和地方国民经济和社会发展规划、国家水电和宁夏电力发展相关规划、抽水蓄能中长期发展规划、宁夏回族自治区抽水蓄能选点规划、国土空间规划等的相关要求是一致的。

项目枢纽布置、正常蓄水位、施工总布置等专题报告在设计阶段，均开展了相应的环境影响分析工作，并根据环保意见对设计方案进行了调整。因此，推荐方案能够满足环境保护的要求，不存在重大的环境问题。

施工期项目对环境的影响主要表现在“三废一噪”的排放对环境质量的影响；项目占地对土地的扰动、植被的破坏、动植物生境的破坏、水土保持设施的损坏和引发的新增水土流失；对人群健康的影响。

电站的运行基本不排放污染物，水库淹没范围很小，运行期对环境的影响主要表现在水库初期蓄水和补水对青铜峡库区河段水文情势、水生生态等的影响。

4 环境现状调查与评价

4.1 流域环境概况

黄河从青藏高原巴颜喀拉山北麓的雪山起源，穿越青藏高原、黄土高原、华北平原三大台阶。黄河干流按流域特点划分为上、中、下游三个河段：源头至内蒙古河口镇为黄河上游河段，河口镇至河南桃花峪为黄河中游河段，桃花峪至入海口为黄河下游段，属华北平原。牛首山东抽水蓄能电站位于黄河上游河段。

黄河上游干流河段长 3472km，流域面积 42.8 万 km²，汇入的较大支流有 43 条。青海省玛多以上属河源段；玛多至玛曲段，大部分河段河谷较开阔，间有几段峡谷；玛曲以下至羊曲河段黄河进入峡谷区；龙羊峡至宁夏青铜峡段（以下简称龙~青河段），黄河川峡相间，峡谷中落差集中，川地地势平坦，是沿黄省区较为富饶的地区；青铜峡至河口镇，黄河流经宁蒙平原，河道展宽，比降平缓。牛首山东抽水蓄能电站项目位于黄河龙~青河段的最下游。

黄河龙~青河段全长 918km，河段落差较大约 1600m。该河段主要有支流隆务河、大夏河、洮河、湟水、庄浪河、宛川河、祖厉河、清水河、苦水河等 9 条，河谷地貌总体为峡谷与盆地呈串珠状相间分布。河段谷地地势开阔，气候条件相对较好，人口密集，属青海、甘肃两省的主要农业区；宁蒙平原属荒漠和半荒漠地区，但得益于黄河水灌溉，已成为较大的农灌区。

4.2 评价区自然环境概况

4.2.1 地形地貌

牛首山东抽水蓄能电站布置于黄河以东的牛首山西麓，工程区位于黄河青铜峡水库库尾右岸，山脉整体走向 NNW 向，纵向延伸长度约 30km，东西向宽约 5km~10km，主峰武英峰海拔 1781m（大西天）。其南部为中宁—红寺堡盆地，北部为银川—吴忠盆地，盆地海拔 1100m~1200m。工程区内植被稀少，基岩裸露，冲沟发育，切割深度一般 150m~400m。

上、下水库布置于牛首山大平山附近的山顶夷平面及牛首山西麓山前洪冲积台地，工程区山顶高程 1600m~1781m，牛首山西麓及东侧夷平面内冲沟发育，沟谷切割深度较大，西麓冲沟切割深度一般 50m~200m。下水库区山前洪冲积台面高程 1185m~1280m，高出黄河河水面 30m~120m，与山顶高差 400m~500m，受山前冲沟洪积影响，阶面向后缘逐渐抬升，台面坡降约 6%，洪冲积台地冲沟

发育，切割深度一般 25m~30m（图 4.2.1-1）。

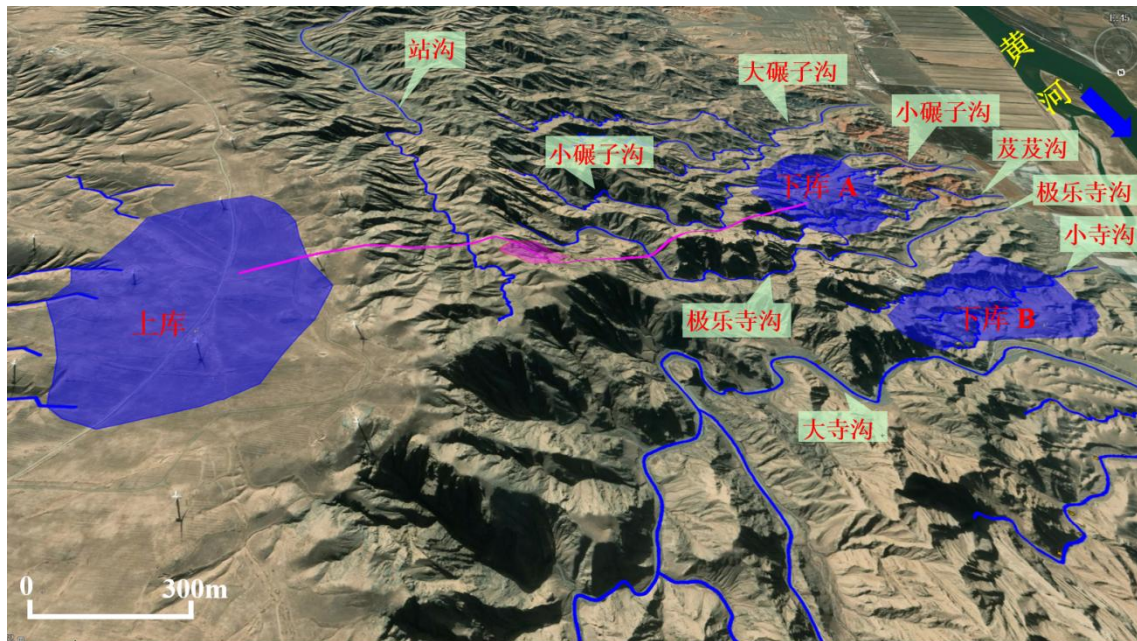


图 4.2.1-1 工程区地形地貌图

4.2.1.1 上库区

上库布置于牛首山大平山和大寺坪之间的山顶平台部位，地势总体西南高东北低。库区位置为风力发电场和当地居民的墓区，现有乡村简易道路可以自青铜峡镇抵达上水库区。

库址区大部分位于黄土塬台上，东侧局部发育有黄土冲沟，西侧位于山顶平台边缘附近，局部有基岩冲沟和山梁。

黄土塬地势开阔较为平缓，高程在 1718m~1742m，总体坡向 NE14°，坡度 1°~3°，地形切割较轻微，地形相对较为完整。场地东侧发育有 5 条黄土小冲沟和 2 条小支沟，库址在黄土小冲沟的沟脑附近，冲沟一般长 100~350m，切割深度 5m~20m，沟顶宽度一般在 50m~170m，沟底宽度一般在 5m~35m，流向 SE，横向坡度 17°~35°，纵向坡度 3°~5°，其中 SZK12 和 SZK13 之间的冲沟发育有黄土陷穴（图 4.2.1-2）。库址外西侧为高边坡，边坡高度在 115m~152m，总体坡向 SW252°，坡度总体为 30°~45°，局部陡峻可达 55°~65°，边坡地表基岩基本裸露，整体稳定。

上水库利用山顶黄土塬靠西南侧扩库开挖筑坝成库，“坝体”线为开挖或填筑后的地形线，对地形地貌影响不大。

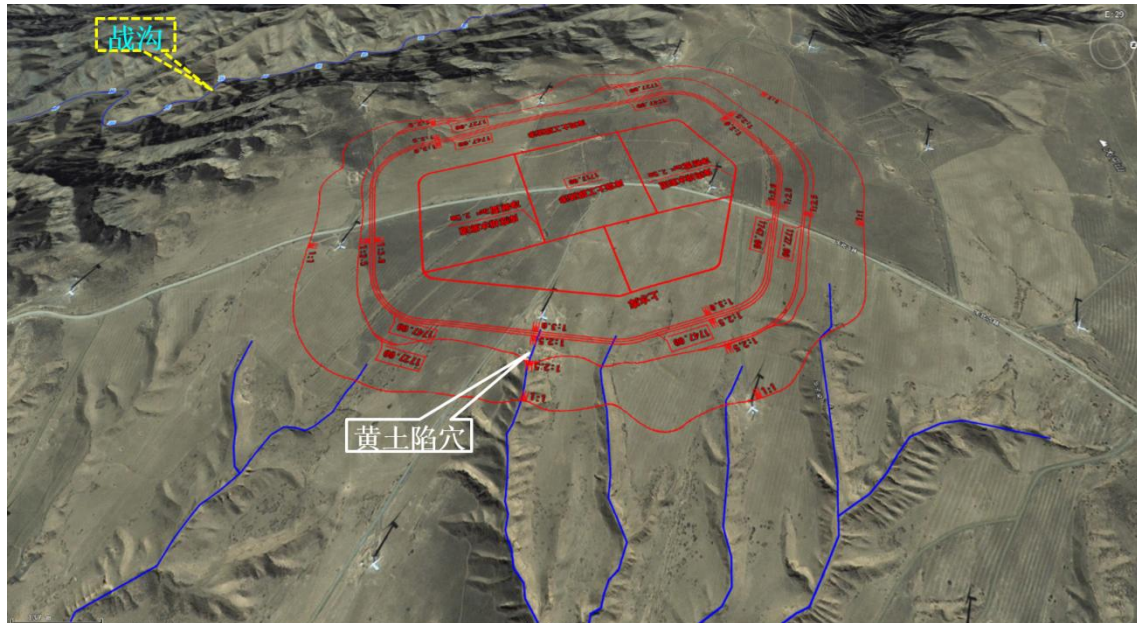


图 4.2.1-2 上库库址东侧地形（底部蓝线为小冲沟位置）

4.2.1.2 输水隧洞区

上库进出水口到闸门井沿线地表高程在 1731.8~1738.3m 之间，地面坡度整体平缓，坡度 $1^{\circ}\sim 3^{\circ}$ ，隧洞上覆岩体埋深 62m~72m。从上库闸门井到战沟，地表高程在 1608m~1737m，地面坡度多 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ，局部受小冲沟切割、陡倾岩层影响，形成 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 的陡壁，隧洞上覆岩体埋深 72m~430m（图 4.2.1-3）。

战沟与极乐寺沟之间的山梁深部为厂房系统所在，山梁顶部地表高程在 1641m~1670m，梁顶与战沟之间相对高差在 30m~40m，中间边坡坡度多在 $26^{\circ}\sim 35^{\circ}$ ，与极乐寺沟之间相对高差在 245m~261m，中间梁体坡度多在 $33^{\circ}\sim 53^{\circ}$ ，山梁地表又有较多的小冲沟发育，沟梁相间，隧洞上覆岩体埋深 203m~480m。

极乐寺沟至茆茆沟 1#支沟，地表地形主要为极乐寺沟和小碾子沟所夹的山梁，梁顶高程 1282m~1485m，极乐寺沟侧梁高 190m~110m，坡度多在 $35^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ，小碾子沟侧梁高 42m~130m，坡度多在 $30^{\circ}\sim 54^{\circ}$ ，局部由于小冲沟切割，坡度较陡，可达 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，隧洞上覆岩体埋深 67m~294m。茆茆沟 1#支沟沟底到下库进出水口地表总体为两侧沟坡，地表高程在 1246m~1301m，山梁高度 10m~56m，总体坡度在 $26^{\circ}\sim 43^{\circ}$ 间，隧洞上覆岩体埋深 47m~140m。

输水洞线除冲沟沟道附近地表覆盖松散层外，整个洞段地表基岩裸露。引水洞段发育横向切割较深的战沟，洞线所经段冲沟底高程 1608m~1611m，上覆岩体厚度大于 430m；尾水洞段发育有切割较深的极乐寺沟、茆 1#沟，所经洞段沟

底高程分别为 1387m~1394m、1272m~1284m，上覆岩体厚度分别大于 204m、67m。

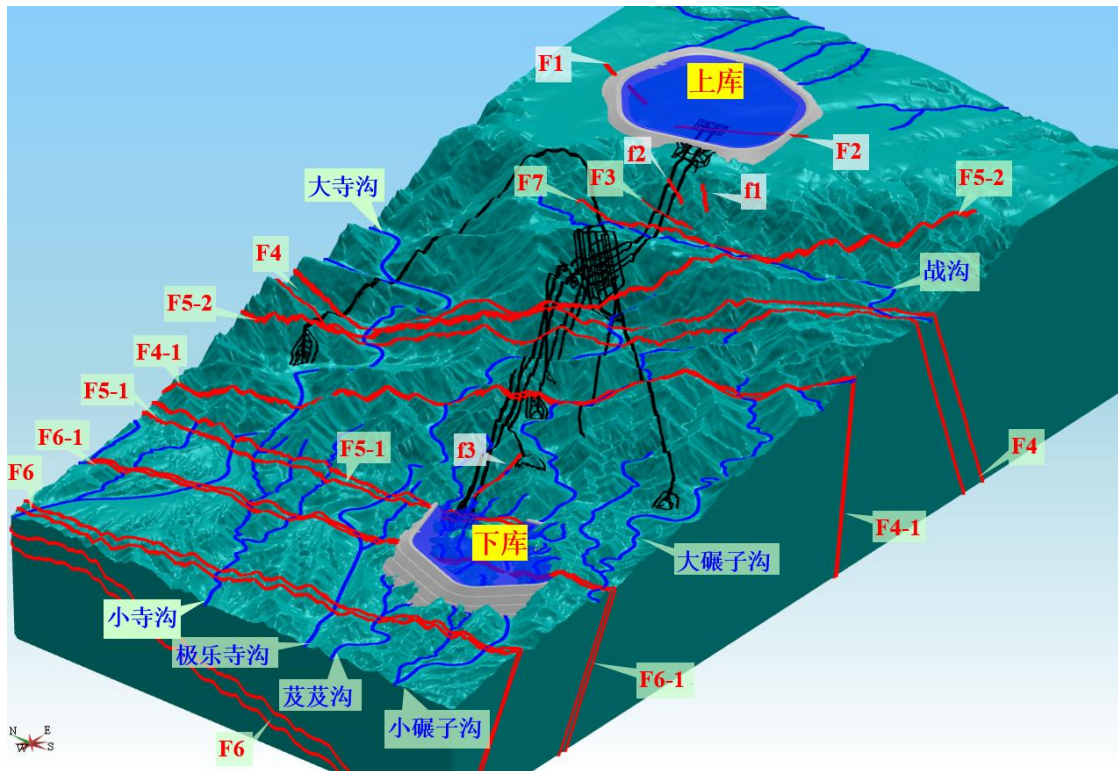


图 4.2.1-3 推荐方案输水发电系统地形和断裂分布图

4.2.1.3 下库区

下库库区以小碾子沟为界，南侧主要为侵蚀剥蚀丘陵地貌，沟北侧主要为洪积台地地貌，部分侵蚀剥蚀丘陵地貌，洪积台地东侧局部位于中低山区前缘（图 4.2.1-4）。

南侧侵蚀剥蚀丘陵区高程在 1194m~1318m，主要发育有直入黄河的大、小碾子两条大冲沟及两冲沟所夹山梁。大、小碾子沟又发育有众多的小支沟，如半截沟，众多的小冲沟又将中间大山梁切割成许多的小山梁，沟梁相间，小山梁顶部多较为窄小，远观形似刀背。下库库区段小碾子沟与大碾子沟之间的山梁总体走向 SW，长>1.6km，梁体顶部高程 1240m~1318m，宽度多 2m~6m，底部宽度在 150m~400m 间，山梁相对高度一般 40m~76m，坡度一般在 24°~36°。

下库库区小碾子至茆茆沟之间的地貌主要为洪积台地，台地面宽 0.2km~1.0km，台面倾向黄河，平均坡降约 5%，其前缘高程 1186m~1209m。在下水库开挖范围内，洪积台地台面高程 1228m~1285m，由于受后期冲沟洪水切割，台地地形完整性较差，台地中部发育有茆茆沟的和小碾子沟的众多小支沟。

库盆东侧为中低山区前缘,区内冲沟发育,有茛茛沟及支沟等4条大小冲沟,将山体切割成5个NEE的单薄山梁,库盆范围内高程一般在1267~1356m,山梁高度一般在22m~81m间,坡度多38~49°。

茛茛沟在下库区弯曲延伸,长度约有1.4km,发育有一较大支沟茛支1#,在初拟库盆内汇入主沟,在库盆范围内茛茛沟切割深度在20m~45m,两侧沟坡基岩裸露,沟坡坡度在20°~40°,沟床宽度一般在5~38m,底部高程在1208~1271m,纵坡5°~8°,沟顶宽度在108m~230m。库区中部小碾子沟在水库范围内切割深度一般20m~76m,沟床宽15m~55m,沟底高程1196m~1275m;北侧发育有极乐寺沟,水库区范围极乐寺沟切割深度一般20m~72m,沟床宽度20m~95m,沟底高程1188m~1295m。

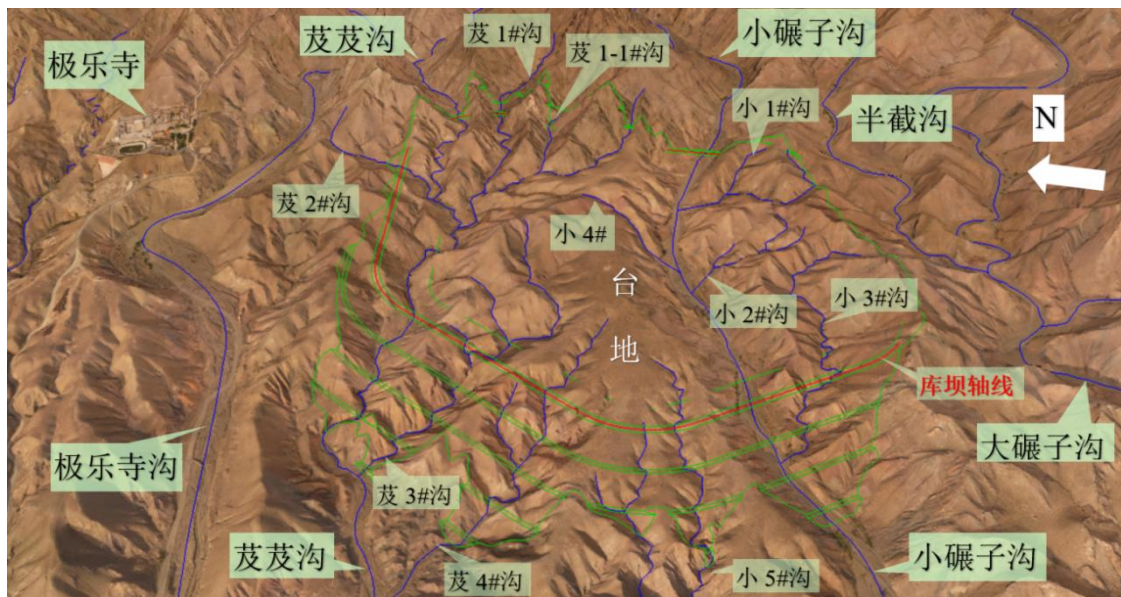


图 4.2.1-4 下库库坝区三维全景图像

下水库利用小碾子沟、茛茛沟及其支沟扩库开挖筑坝成库,改变原有地形地貌。

4.2.2 地质条件

4.2.2.1 评价区水文地质条件

(1) 区域含水岩组概况

本区主要分布有全新统孔隙含水岩组和基岩裂隙含水岩组。

全新统孔隙含水岩组主要分布在河床、河漫滩和低阶阶地,组成为冲积砂卵石层及洪、冲积的松散堆积层中,接受降雨补给。

基岩类裂隙含水岩组为本区的主要含水岩组，工程区上水库、输水系统地表大部分基岩裸露，岩性主要为板岩、砂岩、灰岩；下水库地表部分冲洪积物覆盖，基岩多出露，岩性主要为页岩、板岩、泥质灰岩、砂岩等。该层浅表部受风化卸荷影响，透水性较强；深部则透水性微弱，相当于相对隔水层，地下水主要赋存于节理、裂隙和断层破碎带内。评价区水文地质图见图 4.2.2-1。

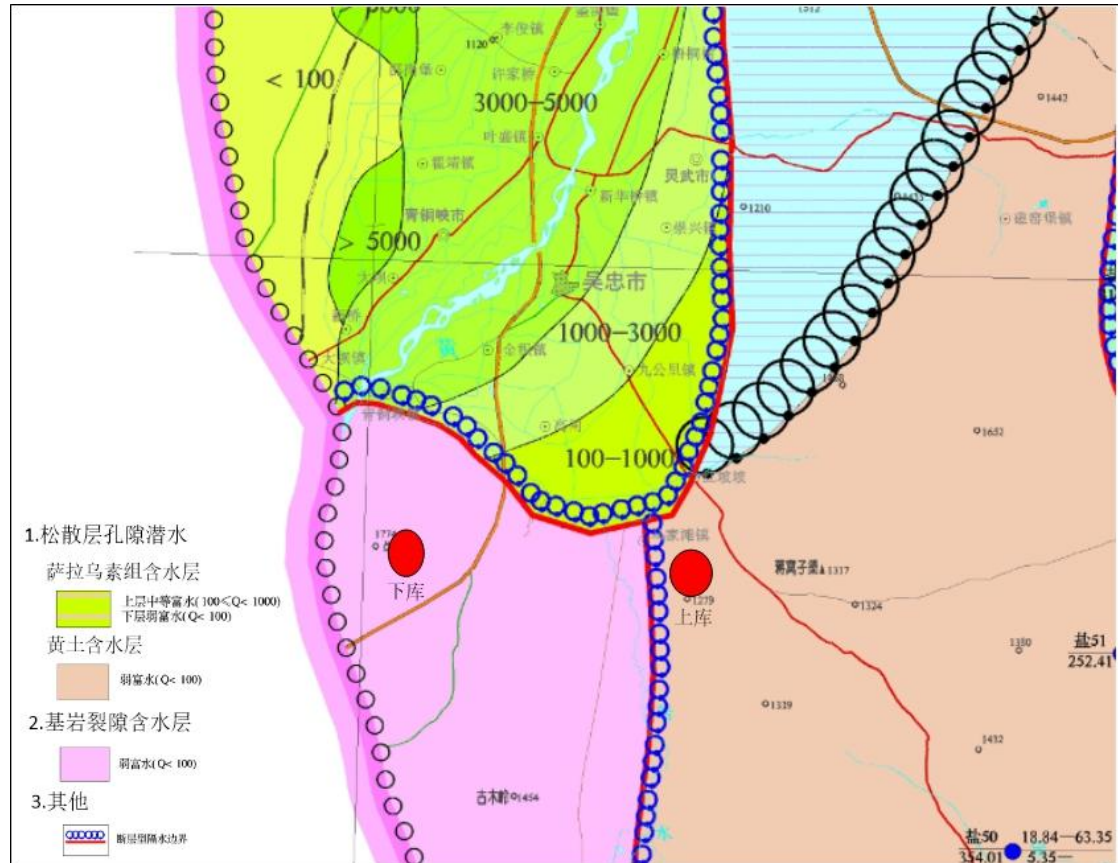


图 4.2.2-1 评价区水文地质图

(2) 区域地下水的补径排条件

本区地形起伏较大，总体呈由东向西逐渐降低，降水较少。地下水的补给主要来自大气降水，中高山区大气降水入渗补给地下水，并向山麓地带及谷底运动，补给下游沟谷地表水及孔隙潜水，同时地表水与地下水在近河（沟底）相互补给转换。地下水以潜水或承压水的形式赋存于基岩裂隙和第四系松散层孔隙中。受区域地势控制，地下水总体排泄于黄河。

4.2.2.2 上水库

(1) 地层岩性

根据地质测绘及勘探揭示，上库库坝区主要出露地层为奥陶系板岩夹砂岩或

灰岩（O1-Sl+Ss/Ls）和第四系松散堆积物（Q），地层岩性分布见图 4.2.2-2。

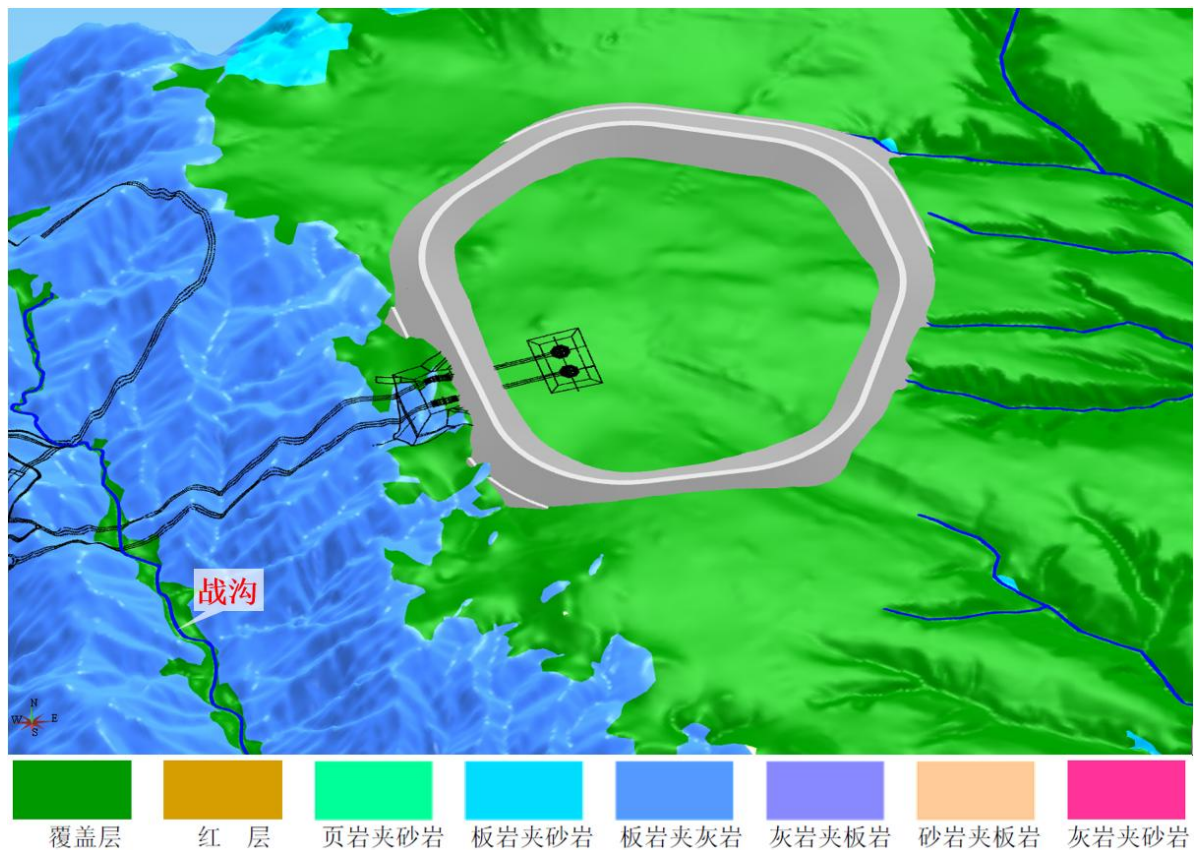


图 4.2.2-2 上库库坝区地层岩性分布示意图

（2）地质构造

上库库坝区未见区域断裂分布，断裂构造整体以小规模断层和裂隙为主。上库库坝区断层不甚发育，裂隙较发育。

（3）水文地质条件

1) 地下水类型和埋深

按地下水埋藏类型上库区主要有松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。水文地质剖面图和代表性钻孔柱状图见附图 36。

a) 松散岩类孔隙性潜水：主要赋存于黄土孔隙中，潜水接受大气降水的渗入补给，垂直向下运移至基岩裂隙网络，富水性弱。勘探期间黄土钻孔中均未观测到稳定地下水位。

b) 基岩裂隙水：主要含水层为基岩节理裂隙发育地段，地下水接受大气降水和黄土孔隙性潜水补给，沿裂隙网络系统运移，向前缘松散堆积层或纵向深部及邻近沟谷排泄，最终排泄于黄河，富水性较弱。

上水库地层结构面上部为黄土，总体属中等透水地层，下部为板岩夹砂岩，

相对隔水层埋深大于 90.4m。

上水库区未发现泉水发育，冲沟内未见地表水出露。上水库区共布置 4 个地下水位长期观测孔，孔位分布见图。根据上水库 4 个钻孔揭露，地下水位埋深 76.35m~91.26m，对应的地下水位高程为 1632.5m~1649.14m，地下水位年度变化不大，变幅在 3.2m-5.2m（见图 4.2.2-4）。孔内地下水位受降雨影响较明显，每年 11 月至次年 3 月降水相对较少时地下水位埋深较大；次年 4 月至 10 月降水相对较多时地下水位埋深较浅。

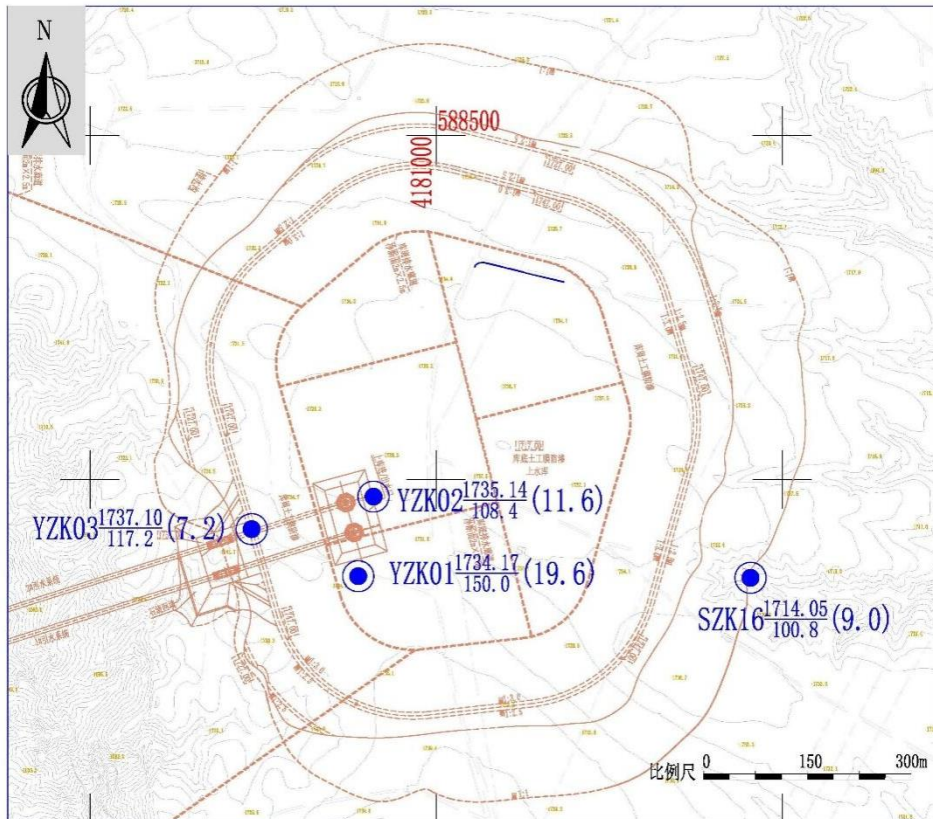


图 4.2.2-3 上水库地下水文长期观测孔位置图

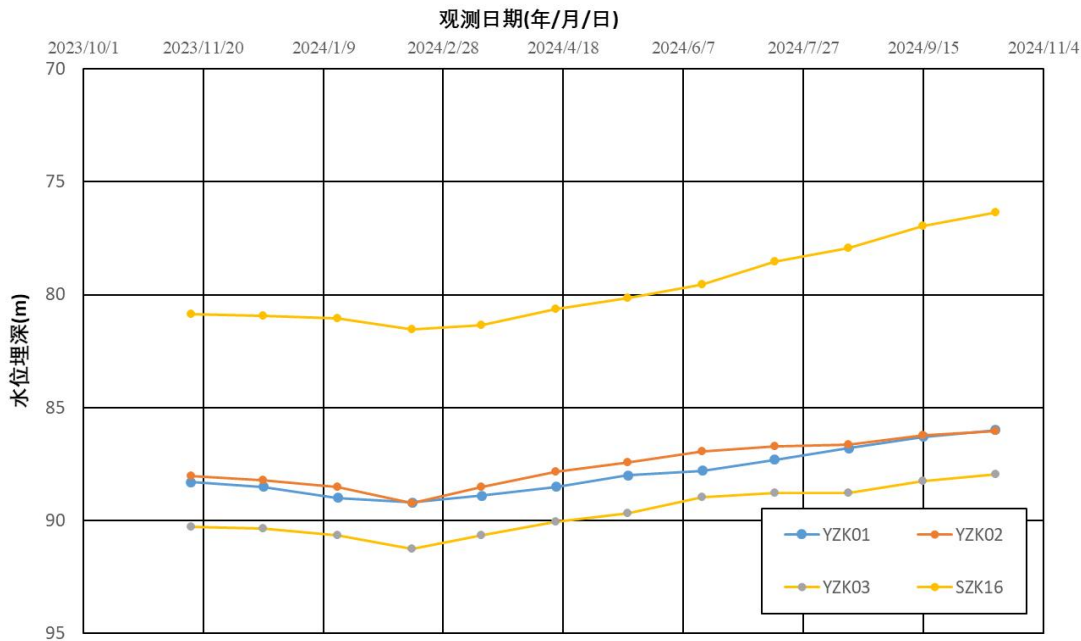


图 4.2.2-4 上水库地下水位观测曲线（水位埋深）

4.2.2.3 输水隧洞区

(1) 地层岩性

输水发电系统出露地层主要为奥陶系下统米钵山组板岩夹砂岩或灰岩、石炭系页岩夹砂岩，尾水洞段局部还发育有灰岩夹板岩，此外还分布第四系松散堆积物。

1) 奥陶系下统（O₁）

奥陶系下统主要由板岩夹砂岩或灰岩，在整个输水线路广泛分布。板岩主要为泥质板岩，在尾水系统受区域断裂影响；砂岩呈灰～灰黑色，层厚一般20cm～40cm，局部50cm～80cm，以互层状为主，局部为薄层状或厚层状；灰岩呈青灰色，以薄层状岩体结构为主，部分为互层状。

灰岩夹板岩（O₁-Ls+Sl）发育在极乐寺沟和茆茆沟之间山梁局部，呈透镜体发育，岩性主要由薄层灰岩和板岩。

砂岩夹板岩（O₁-Ss+Sl）发育在茆茆沟1#支沟沟脑南侧沟坡局部，呈透镜体发育。

2) 石炭系中统（C₂）

石炭系中统岩性为灰～黑灰色炭质页岩、砂质页岩夹灰白色石英砂岩，页岩多呈薄层状，与板岩夹砂岩或灰岩以F5-1断层接触，主要分布于厂房下游输水洞F5-1断层以西洞段及下水库进出水口。

3) 第四系 (Q)

上更新统 (Q_3^{pl})，为下水库洪积碎石土，分选性差，一般结构松散、上部无胶结，下部与石炭系页岩接触处发育一厚 1m~2m 的胶结层，输水洞段表部洪积层厚一般 5m~10m。

全新统洪积 (Q_4^{dl+pl}) 块碎石土主要分布于沿线冲沟的沟床附近将，其中茭茭沟支沟洪积物呈青灰色，多棱角状，成分以灰岩、砂岩、板岩为主，块径一般 0.5cm~20 cm，结构松散，厚度一般 2m~5m 不等。

(2) 地质构造

根据地质测绘调查统计，沿输水发电系统构造较发育，发育有 5 条断层。

(3) 水文地质条件

1) 地下水类型和水位

输水发电系统沿线按地下水埋藏类型区内主要有松散岩类孔隙水和基岩裂隙水 2 种地下水类型。

a) 松散岩类孔隙性潜水：沟道坡洪积碎石土中地下水不丰富，仅在降雨后有短暂地下水，富水性弱。

b) 基岩裂隙水：主要含水层为基岩节理裂隙发育地段，地下水接受大气降水补给，沿裂隙网络系统运移，向前缘松散堆积层或纵向深部及邻近沟谷排泄，最终排泄于黄河，富水性较弱。上、下库进/出水口和厂房钻孔中观测到地下水位，埋深 38.0m~126.05m，对应水位高程 1245.9m~1645.92m。

工程区属宁夏中部干旱区，干旱少雨，地下水不丰富，输水洞及地下厂房开挖过程中产生大规模涌水和突水的可能性不大，但由于输水洞及地下厂房埋深大，位于地下水位以下，施工开挖过程中需考虑必要的排水措施，尤其大小西天断裂 F4、沙石墩-大寺沟断裂 F5-1、F5-2 等断层带，均属区域性断裂，具有局部洞段封水及短暂涌水的可能性。

2) 岩体透水性

在深孔 CZK01 中地下厂房系统高程附近选取 6 段岩体相对完整段，进行高压压水试验，每段压水试验进行 4 个压力循环，最高压力为 8.56MPa；420m 孔深以上段进行常规压水试验。试验结果显示完整的岩体透水率为 0.35Lu~0.47Lu，呈微透水性，P~Q 曲线均为轻微的 C 型，为裂隙呈现弹性扩张性质，临界压力在 4.76MPa~7MPa，稳定临界压力总体为 4.76MPa，个别段较高为 6.66MPa；常

规压水试验结果显示，岩体多为微透水性层，局部裂隙发育段为弱透水性层。据试验结果，地下厂房区岩体总体较完整，主要为微透水性，局部裂隙较发育段为弱透水性层。

4.2.2.4 下水库

(1) 地层岩性

下水库 A 库坝区范围内出露地层为下奥陶统 (O_1)、中石炭系统 (C_2) 及新近系中新统 (N_1)、第四系 (Q)，见图 4.2.2-5。

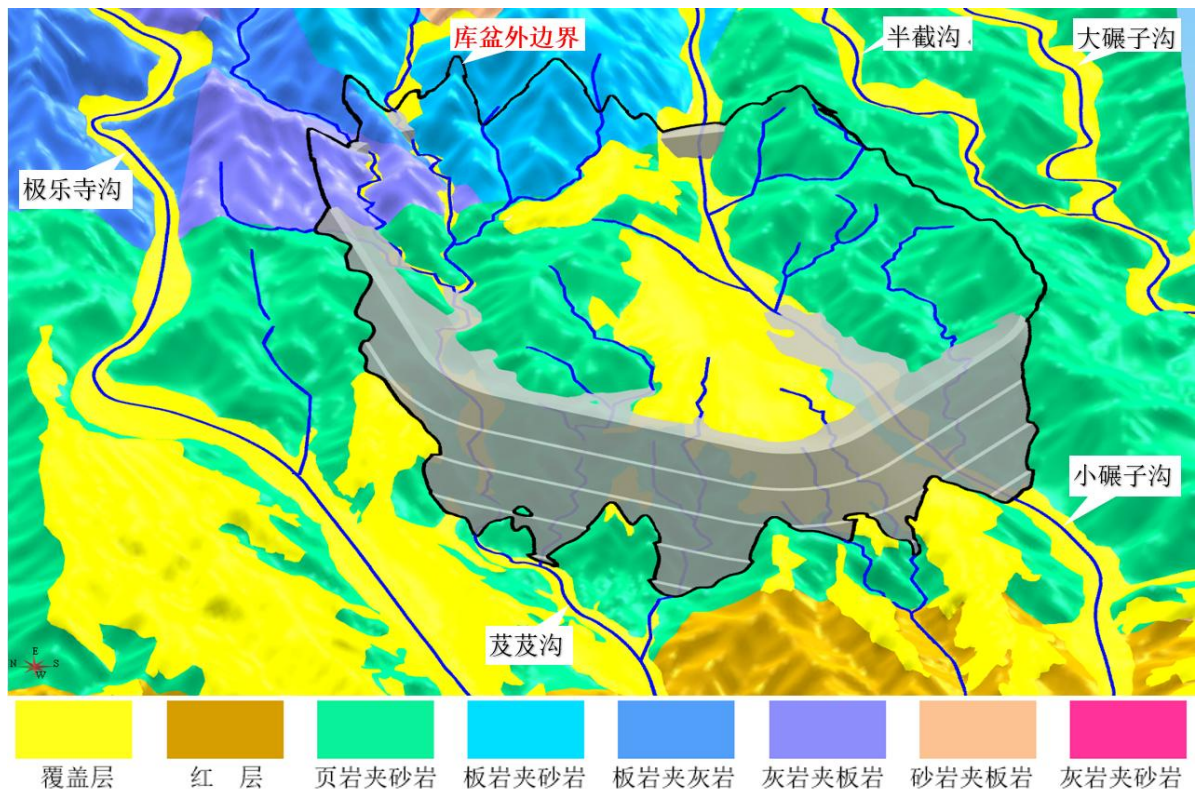


图 4.2.2-5 下库库坝区地层分布图

(2) 地质构造

受区域断裂 F5-1 及 F6-1 影响，下水库（坝）区岩体中断层、裂隙等结构面较发育，断层带及影响带内岩体破碎。

1) 断层

牛首山西麓断裂 (F6-1) 和沙石墩-大寺沟断裂 (F5-1) 从下水库（坝）区穿过，地表测绘下水库区岩体中还发育 1 条层间断层 (f4)。

F5-1 断层位于下水库库盆东侧边缘附近，在地表宽度约 18m-40m，F6-1 断层位于下水库中部，断层在地表宽约 10m-25m，带内岩体挤压破碎，风化强烈。

两断层挤压带多位于库盆开挖范围内，断层带附近岩体破碎，风化强烈，均属区域断裂影响带。

(3) 水文地质条件

1) 地下水类型

下水库（坝）区属宁夏中部干旱区，干旱少雨，地下水不丰富。按地下水埋藏类型可分为第四系堆积物孔隙性潜水和基岩裂隙水两类。

孔隙性潜水：主要分布在黄河河床砂卵砾石层及洪积台地洪、冲积的松散堆积层中，地下水主要接受降雨补给，排泄于黄河。

基岩裂隙水：赋存、运移于基岩裂隙中，主要接受大气降水补给，向前缘松散堆积层或纵向深部及邻近沟谷排泄，最终排泄于黄河。

下水库大部分基岩直接裸露，局部覆盖有碎石土层，基岩除东侧为板岩夹砂岩或灰岩、灰岩夹板岩外，其余为页岩夹砂岩。下水库页岩夹砂岩稳定的微透水层（ $q < 1\text{Lu}$ ）顶板埋深 87.7m 以下；库盆东侧板岩夹砂岩或灰岩及灰岩夹板岩稳定的微透水层顶板埋深山梁一般在 111m 以下，沟道一般在 90m 以下；区域断裂带具有中等-弱透水性。

2) 地下水埋深

下水库（坝）区范围内有 7 处泉水出露，都发育在区域断裂附近，6 处在茱茱沟内，1 处在小碾子沟内，均为上升泉，泉水流量 0.1~1.2L/min，有逐渐减小趋势，泉水刚流出时带有页岩岩屑岩粉，呈灰黑色，经过沉淀后水质清澈、无色无味。5 处泉水由于钻探施工揭穿局部承压含水层产生，分别在钻孔 XZK01、XZK18、XZK27、XZK39 和 XZK40 处，其中 XZK01、XZK18、XZK27 终孔 24 小时观察，水位在孔口以下数米，数天后观测孔壁均出现坍塌，泉水涌出孔口，流到附近的沟床上。茱茱沟中 1249m 高程泉水、1246m 高程泉水、XZK27 泉水、XZK39 泉水及小碾子沟 XZK01 泉水发育在沙石墩-大寺沟断裂 F5-1 附近，泉水起初平均流量均在 0.1L/min 左右，目前两处非钻孔泉基本干涸；茱茱沟 XZK18 泉和 XZK40 泉发育在牛首山西麓断裂 F6-1 附近，其中 2022 年 XZK18 泉流量约有 1.2L/min，目前减到 0.1L/min；XZK40 泉流量约有 0.1L/min。

根据下库 14 个钻孔揭示，沟道内地下水埋深 1.8m~17.5m（1179.91m~1257.13m）；下库库盆库岸边坡地下水位埋深 25.2m~82.8m（1241.12~1258.85m），

坝基洪积平台处地下水位埋深 23.9m~25.8m (1215.44m~1216.74m)，黄河水位一般在 1155m 高程附近，水位面倾向黄河。除一般钻孔外，下水库区还布置 4 个地下水位长期观测孔，孔位分布见图 4.2.2-6 所示。根据长观孔地下水位观测成果（图 4.2.2-7）：孔内地下水位受降雨影响较明显，总体上每年 11 月至次年 3 月降水相对较少时地下水位埋深较大；次年 4 月至 10 月降水相对较多时地下水位埋深较浅；局部受区域断裂和地形影响有所变化；地下水位年度变幅不大，在 2.3m~4.8m 间。地下水等水位线图见附图 36。

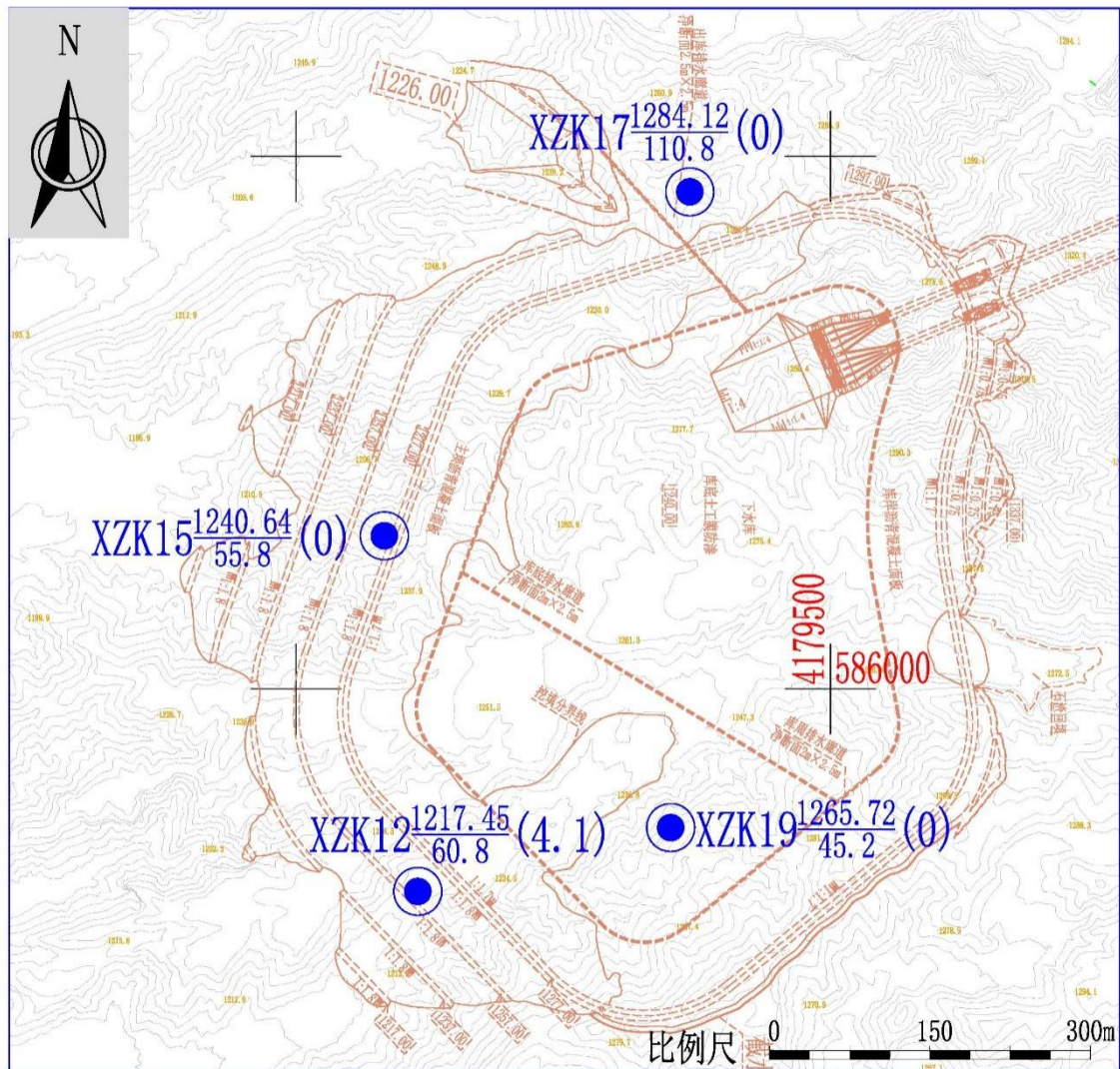


图 4.2.2-6 下水库地下水文长期观测孔位置图

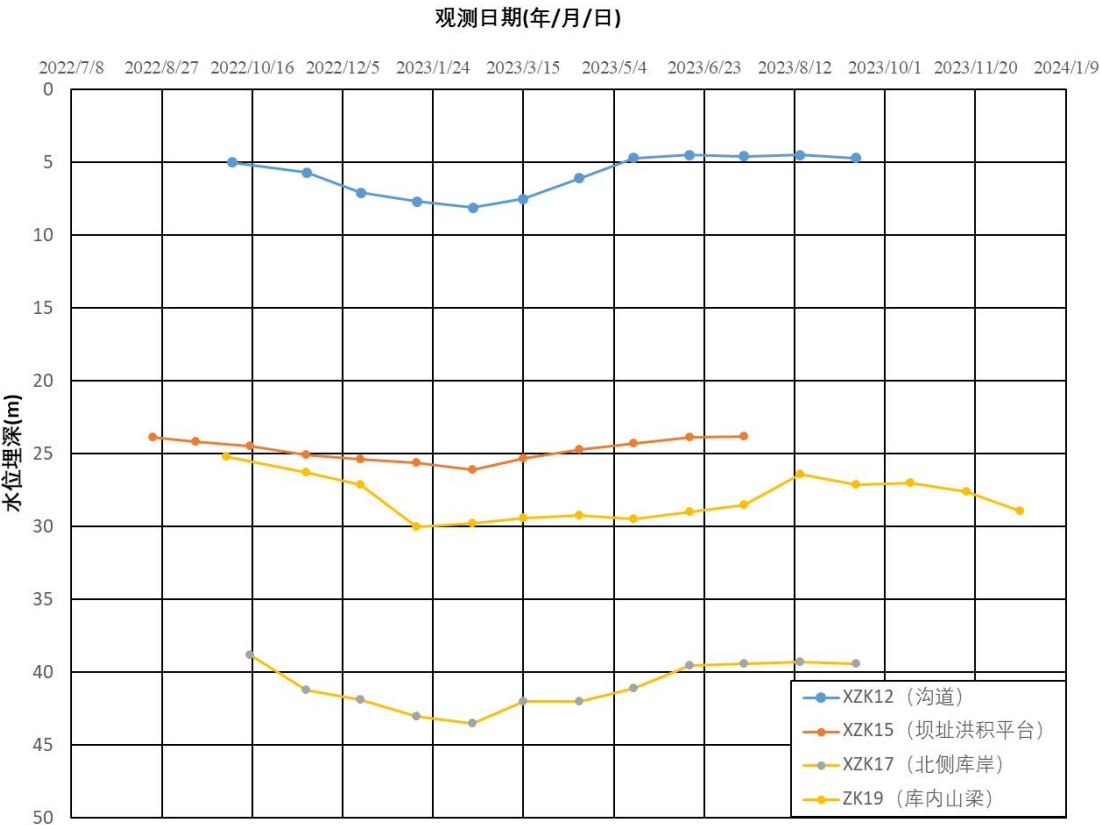


图 4.2.2-7 下水库地下水位观测曲线（水位埋深）

3) 地下水化学类型

地下水类型较多，主要有 $\text{SO}_4^{2-}\text{—K}^+\text{+Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}\text{—Ca}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}\text{—K}^+\text{+Na}^+\cdot\text{Mg}^{2+}$ 和 $\text{SO}_4^{2-}\cdot\text{HCO}_3^-\text{—K}^+\text{+Na}^+\cdot\text{Mg}^{2+}\cdot\text{Ca}^{2+}$ 等，多对混凝土具有分解类碳酸型中等腐蚀性，对普通水泥具结晶类硫酸盐型弱-强腐蚀，对钢筋多具有弱腐蚀性。

4.2.3 气象气候

工程所在流域属中温带干旱气候区，具有典型的大陆性气候特征。四季分明，干旱少雨，蒸发强烈，大气透明度好，云量少，日照充足，温差较大，无霜期短，冬寒漫长，夏少酷暑，风沙较多。工程区距青铜峡气象站约 40km，青铜峡气象站可作为本工程的气象设计代表站，该气象站位于青铜峡市小坝村五队，东经 $106^{\circ}18'$ ，北纬 $38^{\circ}01'$ ，站址海拔 1126.7m。据青铜峡气象站 1971 年~2023 年气象资料统计，多年平均气温 9.8°C ，极端最高气温 37.7°C ，极端最低气温 -25.0°C ，多年平均相对湿度 53%，多年平均降水量 174.1mm，多年平均蒸发量 1864.5mm。青铜峡气象站各气象要素统计成果见表 2.1.3-1。较预可研阶段本次设计气象站资料系列延长 2 年，部分气象要素成果发生变化，最终采用本次气象要素统计成果。

距离本工程约 2.5km 的牛首山抽水蓄能电站建有专用气象站，目前收集到上、

下水库 2021 年 1 月~2024 年 5 月气温、地温、降水量、相对湿度和风速等气象要素的观测资料，统计成果见表 4.2.3-1。由于专用站观测资料年限较短，代表性不强，故仅供参考。

表 4.2.3-1 黄河青铜峡气象站气象要素特征统计表

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	℃	-6.0	-2.1	4.7	12.2	17.7	21.8	23.7	21.7	16.6	9.9	2.4	-4.3	9.8
极端最高气温	℃	16.3	19.7	25.1	35.5	35.9	35.6	37.7	36.1	35.3	28.0	23.4	16.3	37.7
极端最低气温	℃	-25.0	-22.3	-17.9	-8.0	-4.3	5.6	10.4	6.5	-0.7	-8.7	-16.8	-23.6	-25.0
平均相对湿度	%	47	43	43	39	48	56	63	68	67	59	54	50	53
最小相对湿度	%	0	0	0	0	4	8	14	11	10	1	6	3	0
降水量	mm	0.9	2.0	4.6	8.8	15.9	20.2	40.1	44.7	22.1	10.9	2.9	0.8	174.1
最大日降水量	mm	3.3	6.9	18.9	21.1	25.5	21.6	51.1	50.4	38.7	28.3	12.9	4.9	51.1
日降水量≥10.0mm 日数	天	0	0	0.1	0.3	0.3	0.5	1.4	1.4	0.7	0.2	0.1	0	5.0
日降水量≥25.0mm 日数	天	0	0	0	0	0	0	0.4	0.4	0	0	0	0	0.8
蒸发量	mm	50.1	71.5	148.6	253.3	274.2	245.0	233.1	192.6	142.7	120.0	79.4	54.0	1864.5
平均风速	m/s	2.6	2.6	2.7	2.7	2.4	2.1	1.9	1.8	1.7	1.8	2.6	2.8	2.3
极大风速	m/s	21.3	21.0	22.7	26.6	29.2	23.3	19.0	20.8	20.2	20.4	21.0	20.4	29.2
同时风向		WNW	WNW	WNW	NW	NW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	NW	NW
最多风向		WNW	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	WNW	WNW	NNE
地面平均温度	℃	-6.8	-2.6	5.1	14.7	22.1	27.1	28.9	25.9	19.2	10.6	1.6	-5.2	11.7
极端最高地面温度	℃	23.1	35.2	46.7	61.2	67.2	66.9	70.5	65.4	60.3	48.6	34.7	24.3	70.5
极端最低地面温度	℃	-26.9	-26.5	-20.2	-15.1	-7.9	0.1	6.0	3.7	-6.4	-13.2	-19.3	-27.0	-27.0
最大积雪深度	cm	8	10	4	3	0	0	0	0	0	1	3	6	10
最大冻土深度	cm	65	70	67	7	0	0	0	0	0	10	110	48	110

注：其中蒸发量统计资料年限为 1971 年~2007 年。

4.2.4 土壤

牛首山东抽水蓄能电站所在黄河中宁至金沙湾段区域土壤类型相对较少，主要有三个土纲，五个土类和七个亚类，详见表 4.2.4-1。

表 4.2.4-1 区域土壤类型统计表

土纲	土类	亚类
人为土	灌淤土	灌淤土
		表钙灌淤土
初育土	新积土	冲积土
		新积土
	石质土	钙质石质土
	粗骨土	钙质粗骨土
干旱土	灰钙土	淡灰钙土

(1) 灌淤土

灌淤土是引黄灌区主要的耕种土壤，在浅色草甸土（自然土壤，也称潮土）基础上经过人们开垦引黄河水淤灌施肥熟化而形成的一种农业土壤。植被为农田及防护林，目前库区内大部分农田退耕还湿，植被为湿生植物。其主导成土过程是淤灌熟化过程，灌淤土的成土母质为黄河冲积物，灌淤土层是黄河大量的泥沙沉积与人为耕作施肥交替作用下逐渐形成的，特点是土层均匀，有一定的熟化特征。灌淤土分为灌淤土和表锈灌淤土两个亚类。

（2）新积土

新积土是在水力与重力迁移堆积或人为扰动的物质上形成的，没有明显的发育特征，主要分布在丘陵间低地、山前洪积扇和河流两侧。区域新积土分冲积土和新积土两个亚类。

（3）石质土

石质土位于牛首山区北部，靠近青铜峡水利枢纽工程，石质土含有一个亚类，钙质石质土V。

（4）粗骨土

粗骨土属岩性土，本区域粗骨土含有一个亚类为钙质粗骨土VI。植被稀疏，主要为猫头刺、酸枣等旱生小灌木和针茅及禾本科植物，覆盖度在 20%左右。

（5）灰钙土

灰钙土主要分布在保护区东西牛首山和黄河西岸广武乡至渠口农场一带，是干旱气候条件下，荒漠草原地带性土壤，植被为荒漠草原，成土母质为洪积物和残积物，质地较粗，土壤中细沙、粗砂成分占 73%以上，粘粒和粉砂占比只有 16%，表层有机质含量仅为 3g/kg；地表植物有猫头刺、牛心朴子、针茅、红砂等旱生荒漠植物类型，覆盖度在 20%~30%左右。

4.2.5 水系

本项目涉及地表水为黄河干流，项目涉及河段上、下游 17km 范围内无常年水系，上游距离最近的支流依次为红柳沟和清水河，下游距离最近的支流依次为苦水河和大河子沟。除此之外，黄河干流两侧分布有多条引水渠道，如七星渠、跃进渠、秦渠、东干渠等。河段水系示意图 4.2.5-1，见附图 22。



图 4.2.5-1 项目区水系图

黄河干流宁夏段自中卫市南长滩入境，横贯宁夏北部，流经沙坡头灌区入青铜峡水库，出库入青铜峡灌区至石嘴山头道坎麻黄沟出境进入内蒙古自治区。宁夏境内河长 397km，占黄河全长的 7.3%，黄河干流宁夏入境下河沿水文站多年平均（1955~2019 年系列）实测入境水量 298 亿 m^3 ，石嘴山站实测出境水量 273 亿 m^3 。中部有清水河、苦水河、红柳沟、祖厉河等黄河一级支流，南部有泾河、葫芦河等二级支流。流域面积 10000 km^2 及以上的仅有黄河与清水河，流域面积 1000 km^2 及以上的河流 15 条，流域面积 100 km^2 及以上的河流 200 余条。除清水河、苦水河、泾河等少数河流常年有水外，绝大多数均为季节性河流。

本项目从黄河干流青铜峡库区取水，取水口位于青铜峡水电站坝址上游 20km 处河道右岸。

4.2.6 洪水

宁夏降水季节分配很不均匀，夏秋多，冬春少，降水相对集中。大多数暴雨为中小尺度的切变、低涡，并有冷空气活动的配合，辐合上升运动较强，所以多

数暴雨雨强大、历时短、笼罩面积小；暴雨发生次数南部多于北部，山地多于丘陵、平原。根据《宁夏干旱半干旱地区小流域暴雨洪水泥沙研究》（以下简称《暴雨洪水研究》），本地区暴雨一般集中在每年的6月～9月，主要集中在7月～8月。年最大24h降水量大于等于50mm的暴雨，6月～9月发生场次可占全年的93%，7月～8月占74.1%，其中8月占40.5%；年最大24h降水量大于等于100mm的暴雨，6月～9月发生场次占全年的88.7%，7月～8月占81.1%，其中8月占49.0%。

宁夏洪水产流方式以超渗产流为主，暴雨强度是干旱半干旱区超渗产流的主要因素之一，本地区能形成大洪水的暴雨主要为笼罩面积小、历时短、主雨历时 t_c 小于等于1h～3h，雨强 i 大于等于1mm/min的暴雨。牛首山植被覆盖差，产流汇流快，造峰历时短，洪水陡涨陡落，洪水形状受暴雨和下垫面的影响多为尖瘦型。牛首山沟壑纵横，水土流失严重，暴雨往往携带泥沙，洪水含沙量较大，浑水比约为70%左右，由于泥沙大，洪峰、洪量较清水明显增大，破坏力也增大，如遇上峰高量大的洪水发生，对工程威胁较大。

宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程区设计面暴雨成果见表4.2.6-1。

表4.2.6-1 牛首山东抽水蓄能电站设计点暴雨成果表 单位：mm

项目	设计参数			各频率设计值 $H_{t, p(\%)}$						
	均值	C_v	C_s/C_v	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10
H_{30min}	13.0	0.75	3.5	78.4	70.0	59.2	51.0	43.0	32.6	25.0
H_{1h}	16.2	0.75	3.5	97.6	87.3	73.7	63.6	53.6	40.7	31.2
H_{6h}	26.7	0.70	3.5	148	133	113	98.2	83.4	64.3	50.2
H_{24h}	36.3	0.70	3.5	201	181	154	133	113	87.4	68.2
H_{3d}	40.0	0.68	3.5	214	193	164	143	122	94.7	74.4

电站上、下库坝址处设计洪量（次洪量）成果见表4.2.6-2。

表4.2.6-2 电站天然设计洪水次洪量（洪水）成果表 单位：万 m^3

水库名称	项目	各频率设计值 $Q_p(\%)$						
		0.1	0.2	0.5	1	2	5	10
上水库	$W_{浑水}$	5.11	4.30	3.28	2.58	1.94	1.20	0.75
下水库	$W_{浑水}$	5.48	4.61	3.52	2.77	2.07	1.29	0.80

上、下水库成库后库面设计洪量（清水）见表4.2.8-3。

表 4.2.6-3 牛首山东抽水蓄能电站完工后库面 24h 洪量成果表 位：万 m³

水库名称	设计频率值 P(%)						
	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10
上水库	6.67	6.01	5.11	4.42	3.75	2.90	2.26
下水库	8.22	7.40	6.30	5.44	4.62	3.57	2.79

由于牛首山东抽水蓄能电站全年导流，因此施工期设计洪水采用汛期设计洪水成果，成果见表 4.2.6-4。

表 4.2.6-4 牛首山东抽水蓄能电站坝址设计洪峰流量成果表 单位：m³/s

水库名称	项目	各频率设计值 Q _p (%)		
		2	5	10
上水库	Q _{m 浑水}	24.4	14.9	9.11
下水库	Q _{m 浑水}	27.1	16.6	10.2

4.2.7 径流

(1) 径流特性

黄河上游径流主要为流域内降水形成，以雨水补给为主，融雪补给为辅。由于有天然湖泊、沼泽的调蓄，使径流变化相对稳定。径流的年内分配，汛期 6 月～9 月径流量约占年总径流量的 60%。年际变化不大，但存在连丰、连枯交替现象，出现了连续 11 年枯水段一次和 5 年以上的连续枯水段三次。包括丰、平、枯在内的一个比较完整的水文周期大概为 50 年～80 年。

随着黄河上游梯级水库的兴建，特别是龙羊峡、刘家峡水库联合调节，使径流年际、年内变化趋于均匀，枯水期 12 月～3 月径流量占年径流量的百分数由天然的 11% 增加到 23% 左右，汛期 6 月～9 月由天然的 60% 降至 40% 左右。根据青铜峡水库站 1980 年～2022 年逐月流量系列统计，多年平均流量为 830m³/s，最大月平均流量为 4065m³/s（1981 年 9 月），最小月平均流量为 255m³/s（2003 年 3 月），最大是最小的 15.9 倍。在年内分配上，汛期（7 月～9 月）径流量占年径流量的 47.32%，冬季（12 月～翌年 2 月）径流量占年径流量的 11.51%。青铜峡水库站流量年内分配情况见表 4.2.7-1。

表 4.2.7-1 青铜峡水库站逐月流量年内分配及占比情况表

类别	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
流量 (m ³ /s)	510	462	468	685	947	950	1193	1150	1148	1088	763	563	830
占比 (100)	5.22	4.27	4.79	6.79	9.70	9.41	12.22	11.77	11.38	11.14	7.56	5.76	100

(2) 上、下水库设计径流

牛首山东抽水蓄能电站上、下水库所处流域面积不足 1km^2 ，年径流量很小，可以忽略不计。

(3) 取水口设计径流

牛首山东抽水蓄能电站直接从青铜峡水库取水，径流直接采用青铜峡水库站多年逐月平均流量成果。根据收集的青铜峡水库站 1980 年～2022 年逐月平均流量资料，统计多年逐月平均流量，成果见表 4.2.7-2。

表 4.2.7-2 青铜峡水库站逐月平均流量表 单位： m^3/s

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	均值
青铜峡水库	510	462	468	685	947	950	1193	1150	1148	1088	763	563	830

对青铜峡水库站 1980 年～2022 年（43 年）流量系列资料进行频率分析，可得 50%、75%和 95%代表年的逐月流量分配过程，成果见表 4.2.7-3。

表 4.2.7-3 青铜峡水库站各设计代表年逐月平均流量表 单位： m^3/s

频率 P (%)	典型年	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均
P=50%	2005	511	501	393	603	888	812	796	903	1072	1358	876	579	774
P=75%	1988	394	320	339	462	929	827	918	991	805	673	574	704	661
P=95%	1997	317	285	270	363	885	612	712	787	586	602	518	354	524

4.2.8 泥沙

(1) 沙量

本工程上、下水库均为新建水库，上水库位于牛首山西麓站沟东侧山顶夷平面上，下水库位于牛首山西麓山前洪积台地，上、下水库均利用山前洪冲积台地半挖半填成库。

牛首山东抽水蓄能电站上、下水库均无天然水沙入库，因此，可不考虑天然入库沙量对电站的影响；但引水水源来自青铜峡水库，需考虑天然情况下引水含沙量问题。

采用青铜峡水库的出库站即青铜峡站 1994 年以后的含沙量作为牛首山东抽水蓄能电站引水含沙量分析依据。青铜峡站 1994 年～2019 年平均含沙量 $3.61\text{kg}/\text{m}^3$ ，汛期（7 月～9 月）平均含量 $8.05\text{kg}/\text{m}^3$ ，非汛期（10 月～6 月）平均含沙量 $1.17\text{kg}/\text{m}^3$ 。

(2) 悬移质颗粒级配及矿物成分

根据青铜峡水文站 1958 年～2021 年 33 年不连续悬移质颗粒级配资料系列

统计，多年平均悬移质颗粒级配成果见表 4.2.8-1，中值粒径 0.025mm，平均粒径 0.043mm。采用青铜峡站悬移质颗粒级配成果作为牛首山东抽水蓄能电站引水悬移质颗粒级配的分析依据。本阶段采用资料与预可研阶段相同，经复核仍采用预可研阶段青铜峡水文站悬移质颗粒级配曲线成果。

表 4.2.8-1 青铜峡水文站悬移质颗粒级配曲线成果表

粒径 (mm)	0.007	0.01	0.025	0.05	0.10	0.25	0.50	1.0	中值粒径 (mm)	平均粒径 (mm)
小于某粒径沙重 (%)	24.6	30.7	50.1	72.9	91.6	99.1	99.9	100	0.025	0.043

4.2.9 冰情分析

牛首山东抽水蓄能电站地处寒冷地带，一般冬季 11 月下旬开始流冰花，12 月下旬封冻，3 月初开始解冻，多年平均冰期约 110 天。

青铜峡气象站距牛首山东抽水蓄能电站较近，位于青铜峡市小坝村五队，距上游牛首山站点约 40km，因此，采用青铜峡气象站作为设计依据站。据青铜峡气象站 1971 年～2023 年资料统计分析，多年平均气温 9.8℃，极端最高气温 37.7℃，极端最低气温 -25.0℃，累积日平均气温（绝对值）为 378℃；考虑到气温垂直变化的一般规律，大约海拔每上升 100m，温度降低 0.6℃，上水库正常蓄水位高程比青铜峡气象站海拔高近 600m，气温降低约 3.6℃，下水库正常蓄水位高程与青铜峡气象站接近。根据分析，冰期库区将可能形成稳定冰盖。

天然河道结冰冰厚估算经验公式：

$$h = k(\sum t)^\alpha$$

式中：h— $\sum t$ 时的冰厚，cm；

k—经验系数，本次 k 取 2.0；

$\sum t$ —从稳定转负日起算的累积日平均气温（绝对值），℃；

α —经验指数，本次 α 取 0.5。

按公式计算，宁夏牛首山东抽水蓄能电站上、下水库天然冰盖厚分别为 55cm、43cm。

《抽水蓄能电站设计规范》（NB/T10072-2018）中，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。其中，呼和浩特抽蓄电站的上、下水库，辽宁蒲

石河抽蓄电站的上水库，河北张河湾抽蓄电站的上水库和北京十三陵抽蓄电站的上水库为人工挖筑的水库，水库库区内冰厚受到电站运行的影响，根据统计资料，水库冰厚与河道冰厚之比约为 0.05~0.43。

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，结合已建抽水蓄能电站冰情分析，电站正常运行期间，上、下水库冰厚一般小于所在地区天然河道冰厚，根据统计资料分析，偏安全考虑，水库冰厚与河道冰厚之比可取 0.43，则上水库冰厚为 23.5cm，下水库冰厚为 18.4cm。电站停机期间，上、下水库冰厚可采用河道天然冰厚，即上水库冰厚为 55cm，下水库冰厚为 43cm。

4.2.10 水土流失现状

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，项目区属于西北黄土高原-宁蒙覆沙黄土丘陵区-宁中北丘陵平原防沙生态维护区（IV-1-3fw）。根据水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（办水保〔2013〕188 号）和《宁夏回族自治区水土保持规划（2016~2030 年）》，本工程位于宁夏回族自治区丘陵台地干旱草原风水蚀重点治理区。按照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区容许土壤流失量为 1000t/（km²·a）。

经过查阅资料及现场踏勘，初步判断项目区以风力侵蚀为主，兼有水力侵蚀，侵蚀强度以中度为主，项目区原地貌土壤侵蚀模数约为 3000t/（km²·a）。项目区土地利用现状以草地为主，林草覆盖度约为 30%。

4.3 陆生生态环境现状调查及评价

4.3.1 调查时间

（1）陆生植物

2024 年 5 月 23 日至 26 日，2024 年 10 月 11 日至 17 日，2025 年 2 月 11 日至 15 日对宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程影响区域的生物多样性现状进行了调查和分析，重点对上下库水库淹没区、输水发电系统路线、上下库连接公路、新建施工道路、取水泵站、敏感区等地进行了详细调查。其中，2024 年 5 月属于植物生长的旺盛期，调查时间符合陆生生态一级评价的要求。

（2）陆生动物

2024年5月23日至26日,2024年10月11日至17日,2025年2月11日至15日,对宁夏牛首山东抽水蓄能电站的现场进行实地调查。其中,2025年2月属于冬季(候鸟的越冬期),2024年5月属于春季(动物的繁殖期)、2024年10月属于秋季。同时,参考了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站占用生态保护红线不可避让性论证报告》《宁夏牛首山东抽水蓄能电站对青铜峡库区国家重要湿地生态影响专题论证报告》(调查时间是2024年8月,属于夏季)调查资料。因此,外业调查时间和次数符合陆生生态一级评价要求。

4.3.2 调查方法

4.3.2.1 基础资料收集

收集整理项目涉及区域现有生物多样性资料,包括林业、环保、水利、农业、国土资源等部门提供的相关资料,并且参考《宁夏植被》(高正中等,1988)、《中国蕨类植物》(吴兆洪,1991)、《中国种子植物》(吴征镒,2011)、《中国动物志》(两栖纲)(科学出版社,2009年)、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》(赵尔宓,张学文等,2000年)、《中国鸟类分类与分布名录(第3版)》(郑光美,2017年)、《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》(王应祥,2003年)等专著、内部资料、正式发表的期刊论文等。

4.3.2.2 陆生生物资源调查

(1) GPS地面类型及植被调查取样

GPS样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础,根据室内判读的植被与土地利用类型图,现场核实判读的正误率,并对每个GPS取样点做如下记录:

- 1) 读出测点的海拔值和经纬度;
- 2) 记录样点植被类型,以群系为单位,同时记录坡向、坡度;
- 3) 记录样点优势植物以及观察动物活动的情况;
- 4) 拍摄典型植被外貌与结构特征。

(2) 植被和陆生植物调查

在对评价区陆生生物资源历年资料检索分析的基础上,根据工程方案确定调查路线及调查时间,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,对珍稀濒危植物调查采取野外调查、民间访问和市场调查相结合的方法进行。对有疑问植物和经济植物还采集了凭证标本并拍摄照片。

1) 调查路线选取

水库工程区调查：调查时以枢纽工程区为中心，向四周辐射调查，重点调查枢纽工程建设区、淹没区等。

输水系统工程区调查：针对输水工程区特点及沿线生境状况，对输水系统工程区输水隧洞、临时施工生产生活区、弃渣场等地进行重点调查。

针对以上区域采取线路调查与样方调查的方式进行，即在调查范围内按不同方向沿山路、平地、河流等区域选择几条具有代表性的线路进行调查，山区内在林中穿行，沿途记载植物种类、采集标本、观察生境等；对集中分布的植物群落及重点调查区域进行样方调查。

2) 样方布点原则

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：

a) 尽量在重点工程区域（如枢纽区、渣料场、施工生产生活区、施工道路等）、淹没区域以及植被良好的区域设置样方点，并考虑评价区样方布点的均匀性。

b) 所选取的样点植被为评价区分布比较普遍的类型。

c) 样点的设置避免对同一种植被进行重复设点，对特别重要的植被内植物变化较大的情况，可进行增加设点

d) 尽量避免非取样误差：避免选择路边易到之处；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。

3) 样方调查内容

样方调查采用典型样方记录法，乔木群落样方面积为 20m×20m，灌木样方为 5m×5m，草本样方为 1m×1m，记录样方内的所有植物种类，并利用 GPS 确定样方位置。

(2) 陆生动物调查

根据《中华人民共和国国家环境保护标准 生物多样性观测技术导则》相关类群的调查要求开展评价区陆生脊椎动物调查工作。根据评价区内不同的生境类

型, 结合不同动物的生态习性, 分别选择有代表性的生境或区域设置样带进行调查, 参考相关历史资料对物种名录进行整理。各类群的调查方法如下:

1) 两栖爬行动物

综合运用样线法和访问调查法开展调查。样线法: 调查期间采用目视遇测法和鸣声计数法, 并记录样线的经纬度、海拔、时间、地点等信息, 并用相机对目击到的两栖爬行动物进行拍照。访问法: 根据项目区域的历史资料, 包括保护区科考、文献及项目区附近的生态专题报告等, 在外业调查前, 预先整理好评价区内可能有分布的两栖爬行动物彩色图鉴及照片; 外业调查时, 遇到当地居民, 则向他们询问有关信息, 并请他们从预先准备好的两栖爬行动物图鉴及照片中指出曾经见过的两栖爬行动物。此外, 考虑两栖动物常在夜间活动的习性, 外业调查人员增加了夜间调查, 用手电筒寻找两栖动物。

2) 鸟类

主要采用样线法和样点法调查。样点法: 在青铜峡库区自治区级湿地自然保护区进行鸟类调查时使用了样点法。选择晴朗的清晨(日出后 0.5 小时至 3 小时)或傍晚(日落后 3 小时至日落)进行调查, 用双筒及单望远镜观察、或凭鸣叫声判断鸟类, 并记录所发现鸟类的名称、数量、辨识根据及距样点的大致距离和方位。样线法: 观测者沿着固定的线路行走, 并记录沿途所见到的所有鸟类, 一般样线长度在 1km~3km 为宜。

3) 兽类

主要采用样线法和访问调查法。样线法: 调查队员携带双筒望远镜、GPS 接收仪、照相机和记录本等, 观察和记录样带中心线两侧 15m~30m 范围内的兽类活体、足迹、粪便、叫声等活动痕迹。访问调查法与两栖动物调查法类似, 根据区域已有资料, 包括保护区科考、文献及项目附近的生态调查报告, 预先整理好评价区内可能有分布的兽类图鉴和照片; 外业调查时, 遇到当地居民, 则向他们询问有关信息, 并请他们从预先准备好的兽类图鉴及照片中指出曾经见过的兽类。

两栖和爬行动物的分类系统参考《中国两栖、爬行动物更新名录》(王凯等, 2020), 鸟类的分类系统参考《中国鸟类分类与分布名录(第四版)》(郑光美, 2023), 兽类的分类系统参考《中国兽类名录(2024 版)》(魏辅文等, 2025)。

4.3.3 评价区土地利用现状

评价范围内土地利用现状调查是在卫片解译的基础上，参考《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）中有关分类标准，结合国土三调数据、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，本报告将土地利用格局的拼块类型分为耕地、林地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他用地等 10 种一级类，评价区总面积约 1826.21hm²。

评价区土地利用类型以草地为主，面积约 1486.32hm²，占评价区面积的 81.35%，主要分布在上下水库、业主营地、水厂、上水库连接路附近；其次为水域及水利设施用地，面积约 176.92hm²，占评价区面积的 9.70%，主要为黄河、岸边滩涂及岸边的一些沟渠等；再次为林地和其他用地，面积分别约 66.04hm²、58.91hm²，分别占评价区面积的 3.62%、3.23%；耕地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地和交通运输用地的面积相对较小。评价区土地利用类型统计情况详见表 4.3.3-1。土地利用现状分布见附图 17。

表 4.3.3-1 评价区土地利用类型表

一级类	二级类	面积 (hm ²)	比例 (%)	斑块数	比例 (%)
耕地	水田	14.31	0.78	2	2.15
	水浇地	8.49	0.46	1	1.08
林地	乔木林地	2.36	0.13	2	2.15
	森林沼泽	12.00	0.66	10	10.75
	灌木林地	51.68	2.83	5	5.38
草地	天然牧草地	1401.80	76.73	15	16.13
	人工牧草地	84.44	4.62	3	3.23
	其他草地	0.08	\	1	1.08
工矿仓储用地	工业用地	6.00	0.33	4	4.30
住宅用地	农村宅基地	0.17	0.01	5	5.38
公共管理与公共服务用地	公用设施用地	0.07	\	1	1.08
特殊用地	宗教用地	1.08	0.06	1	1.08
交通运输用地	公路用地	4.75	0.26	6	6.45
	农村道路	3.72	0.20	7	7.53
水域及水利设施用地	内陆滩涂	49.06	2.69	6	6.45
	沼泽地	58.03	3.18	8	8.60
	河流水面	67.18	3.68	4	4.30
	坑塘水面	2.29	0.13	2	2.15

一级类	二级类	面积 (hm ²)	比例 (%)	斑块数	比例 (%)
	沟渠	0.36	0.02	1	1.08
	水工建筑用地	0.03	\	1	1.08
其他用地	裸土地	0.46	0.03	1	1.08
	裸岩石砾地	58.45	3.20	7	7.53
合计		1826.21	100.00	93	100

备注：“\”表示占比不足 0.01%。

4.3.4 评价区生态系统与特征

评价区属中温带干旱气候区，具有典型的大陆性气候特征。区域气候较为恶劣，生态系统类型较少，主要为草地生态系统。根据对评价区土地利用现状的分析，结合动植物分布和生物量的调查，参考《全国生态状况调查评估技术规范》（HJ 1166-2021），结合评价区的土地利用类型，对评价区的陆生生态环境进行生态系统划分，可分为草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统和其他生态系统等 5 类，生态系统类型见附图 14。

根据遥感解译数据，评价区内生态系统以草地生态系统为主，面积约 1486.32hm²，占评价区生态系统面积的 81.35%；其次为湿地生态系统，面积约 242.60hm²，占评价区生态系统面积的 13.30%；其次是其他生态系统，面积约 58.91hm²，占评价区生态系统面积的 3.23%；农田生态系统和城镇生态系统的面积相对较小，见表 4.3.4-1。

表 4.3.4-1 评价区生态系统面积统计表

一级分类	二级分类	面积 (hm ²)	比例 (%)
草地生态系统	草原	1486.24	81.35
	稀疏草地	0.08	\
湿地生态系统	河流	67.18	3.68
	沼泽	175.42	9.62
农田生态系统	耕地	22.80	1.24
城镇生态系统	居住地	0.17	0.01
	工矿交通	16.01	0.87
其他生态系统	裸地	58.91	3.23
总计		1826.81	100

4.3.4.1 草地生态系统

根据卫片解译，结合国土三调数据和现场调查，评价区内草地生态系统的面积约 1486.24hm²，占评价区生态系统面积的 81.35%，是评价区主要的生态系统，

在上下水库均有大面积分布，但受气候条件限制，盖度及生物量均相对较低，且物种组成较为单一，通常不超过 5 种，少数受人为活动干扰较小的区域，物种组成相对丰富。此外，由于受土壤、气候及降雨等因素影响，原生草地生态系统较为脆弱，一旦受到破坏，很难恢复。

根据现场调查，评价区草地生态系统分布广泛。主要植被以及芨芨草草甸、赖草草原等为主。

4.3.4.2 湿地生态系统

根据卫片解译，结合国土三调数据和现场调查，评价区内湿地生态系统的面积约 242.60hm²，占评价区生态系统面积的 13.30%，评价区内的湿地生态系统以黄河为主体，同时还包括黄河两岸的沼泽地和林地等。

湿地生态系统物种组成相对多样，由于植被盖度较高，加之水域面积较为开阔，通常吸引鸟类在此觅食，属于具有较为完整生物链的自然生态系统类型，由于其独特的生态功能，对于维护一个地区生物多样性具有很重要的意义。评价区内湿地生态系统主要为滨河湿地，主要为青铜峡库区附近，受黄河径流补给，与黄河存在直接水利联系，此外，湿地内有一定量的水田以及季节性河流冲积形成的内陆滩涂。评价区内湿地植被主要以芦苇沼泽为主，在沿河岸可见大面积成片分布。

4.3.4.3 农业生态系统

根据卫片解译，结合国土三调数据和现场调查，评价区内农田生态系统的面积约 22.80hm²，占评价区生态系统面积的 1.24%，评价区内的农田生态系统主要集中分布在下库混凝土拌和系统西侧，主要为人工植被。

4.3.4.4 城镇生态系统

根据卫片解译，结合国土三调数据和现场调查，评价区内城镇生态系统的面积约 16.18hm²，占评价区生态系统面积的 0.88%，植被主要为人工植被。

4.3.4.5 其他生态系统

根据卫片解译，结合国土三调数据和现场调查，评价区内其他生态系统的面积约 58.91hm²，占评价区生态系统面积的 3.23%。

4.3.5 评价区植被和植物

4.3.5.1 样方调查概况

根据区域地形地势、坡度坡向、海拔等地形情况及环境状况、植被类型、群

系组成及结构等设置了 37 个样方进行了详细调查，调查范围包括了受工程施工和运行影响的整个评价区，植被类型涵盖了灌丛、草原、沼泽植被等评价区常见且具有典型性的植被类型。因此，样方调查点位设置兼具合理性和代表性，样方设置基本合理，各群落样方数量均不少于 5 个，满足陆生生态一级评价要求。现场调查照片见图 4.3.5-1，样方调查信息见表 4.3.5-1。调查线路及样方点分布见附图 16，植被类型见附图 18。



图 4.3.5-1 陆生植物现场调查照片

表 4.3.5-1 评价区样方信息表

序号	样方表 编号	调查时间	植被名称	植被类型	样方面积	工程位置	经纬度	海拔	地形
1	1	2024.5.23	白毛锦鸡儿	<i>Caragana licentiana</i>	5×5	评价区内	E: 106°00'45.1092", N: 37°45'58.4828"	1738	山地
2	5	2024.5.24	白毛锦鸡儿	<i>Caragana licentiana</i>	5×5	评价区内	E: 106°00'32.9813", N: 37°45'35.9487"	1741	山地
3	13	2024.10.11	白毛锦鸡儿	<i>Caragana licentiana</i>	5×5	评价区内	E: 106°00'48.6433", N: 37°45'46.2236"	1757	山地
4	18	2024.10.12	白毛锦鸡儿	<i>Caragana licentiana</i>	5×5	上库综合加工厂	E: 106°00'19.1733", N: 37°45'37.7808"	1742	山地
5	23	2024.10.14	白毛锦鸡儿	<i>Caragana licentiana</i>	5×5	评价区内	E: 106°00'34.5649", N: 37°45'06.0835"	1727	山地
6	9	2024.5.25	芨芨草草甸	<i>Achnatherum splendens</i>	1×1	评价区内	E: 105°58'06.2494", N: 37°44'26.5023"	1204	山地
7	17	2024.10.12	芨芨草草甸	<i>Achnatherum splendens</i>	1×1	上库承包商营地	E: 106°00'40.5129", N: 37°45'36.0097"	1738	山地
8	22	2024.10.13	芨芨草草甸	<i>Achnatherum splendens</i>	1×1	上库机械设备停放 场及修配厂	E: 106°00'31.2432", N: 37°45'04.9688"	1731	山地
9	27	2024.10.15	芨芨草草甸	<i>Achnatherum splendens</i>	1×1	评价区内	E: 105°58'06.6550", N: 37°44'25.4027"	1206	山地
10	29	2024.10.16	芨芨草草甸	<i>Achnatherum splendens</i>	1×1	金属结构拼装场	E: 105°58'14.6212", N: 37°44'26.2580"	1229	山地
11	3	2024.5.23	赖草草原	Form. <i>Leymus</i>	1×1	评价区内	E: 106°00'35.7622", N:	1719	山地

序号	样方表 编号	调查时间	植被名称	植被类型	样方面积	工程位置	经纬度	海拔	地形
				<i>secalinus</i>			37°45'54.2540"		
12	6	2024.5.25	赖草草原	Form. <i>Leymus secalinus</i>	1×1	上水库	E: 106°00'18.3043", N: 37°45'08.5113"	1740	山地
13	14	2024.10.11	赖草草原	Form. <i>Leymus secalinus</i>	1×1	上库表土堆存场	E: 106°00'45.5727", N: 37°45'47.0022"	1751	山地
14	19	2024.10.12	赖草草原	Form. <i>Leymus secalinus</i>	1×1	上库混凝土拌和系统	E: 106°00'02.3526", N: 37°45'28.4980"	1723	山地
15	21	2024.10.13	赖草草原	Form. <i>Leymus secalinus</i>	1×1	上库机械设备停放 场及修配厂	E: 106°00'35.8008", N: 37°45'02.9227"	1724	山地
16	31	2024.10.17	芦苇沼泽	Form. <i>Phragmites australis</i>	1×1	评价区内	E: 105°57'24.4336", N: 37°45'27.8906"	1162	河滩 地
17	32	2024.10.17	芦苇沼泽	Form. <i>Phragmites australis</i>	1×1	评价区内	E: 105°57'24.2605", N: 37°45'26.0586"	1159	河滩 地
18	33	2024.10.17	芦苇沼泽	Form. <i>Phragmites australis</i>	1×1	评价区内	E: 105°57'25.2305", N: 37°45'53.9373"	1162	河滩 地
19	34	2024.10.17	芦苇沼泽	Form. <i>Phragmites australis</i>	1×1	评价区内	E: 105°57'23.8545", N: 37°45'47.0087"	1162	河滩 地
20	35	2024.10.17	芦苇沼泽	Form. <i>Phragmites australis</i>	1×1	评价区内	E: 105°57'30.5175", N: 37°45'22.1655"	1161	河滩 地
21	2	2024.5.23	毛刺锦鸡儿	Form. <i>Caragana tibetica</i>	5×5	评价区内	E: 106°00'40.9185", N: 37°45'57.7805"	1728	山地
22	4	2024.5.24	毛刺锦鸡儿	Form. <i>Caragana</i>	5×5	评价区内	E: 106°00'38.4659", N:	1748	山地

序号	样方表 编号	调查时间	植被名称	植被类型	样方面积	工程位置	经纬度	海拔	地形
				<i>tibetica</i>			37°46'06.0243"		
23	15	2024.10.11	毛刺锦鸡儿	Form. <i>Caragana tibetica</i>	5×5	上库表土堆存场	E: 106°00'44.8967", N: 37°45'45.0786"	1750	山地
24	16	2024.10.12	毛刺锦鸡儿	Form. <i>Caragana tibetica</i>	5×5	上库承包商营地	E: 106°00'41.6910", N: 37°45'37.7045"	1741	山地
25	20	2024.10.13	毛刺锦鸡儿	Form. <i>Caragana tibetica</i>	5×5	评价区内	E: 106°00'04.5349", N: 37°45'15.4282"	1736	山地
26	7	2024.5.25	酸枣灌丛	Form. <i>Ziziphus jujube</i> var. <i>spinosa</i>	5×5	上水库	E: 106°00'10.7726", N: 37°45'04.5565"	1739	山地
27	10	2024.5.26	酸枣灌丛	Form. <i>Ziziphus jujube</i> var. <i>spinosa</i>	5×5	评价区内	E: 105°58'09.0690", N: 37°44'22.7073"	1218	山地
28	11	2024.5.26	酸枣灌丛	Form. <i>Ziziphus jujube</i> var. <i>spinosa</i>	5×5	评价区内	E: 105°58'55.1665", N: 37°44'51.3786"	1364	山地
29	28	2024.10.15	酸枣灌丛	Form. <i>Ziziphus jujube</i> var. <i>spinosa</i>	5×5	评价区内	E: 105°58'13.2597", N: 37°44'27.8615"	1219	山地
30	30	2024.10.16	酸枣灌丛	Form. <i>Ziziphus jujube</i> var. <i>spinosa</i>	5×5	评价区内	E: 105°58'44.5643", N: 37°44'38.6735"	1303	山地
31	8	2024.5.25	盐爪爪灌丛	<i>Kalidium foliatum</i>	5×5	垫层料及砂石骨料加工系统	E: 105°58'09.2428", N: 37°44'05.5335"	1200	山地
32	12	2024.5.26	盐爪爪灌丛	<i>Kalidium foliatum</i>	5×5	评价区内	E: 105°58'00.8807", N: 37°45'25.1542"	1235	山地
33	24	2024.10.14	盐爪爪灌丛	<i>Kalidium foliatum</i>	5×5	下库表土场	E: 105°58'05.4577", N:	1205	山地

序号	样方表 编号	调查时间	植被名称	植被类型	样方面积	工程位置	经纬度	海拔	地形
							37°44'12.1618"		
34	25	2024.10.15	盐爪爪灌丛	<i>Kalidium foliatum</i>	5×5	下库表土场	E: 105°58'05.2452", N: 37°44'14.3000"	1213	山地
35	26	2024.10.15	盐爪爪灌丛	<i>Kalidium foliatum</i>	5×5	钢管加工厂	E: 105°57'44.1744", N: 37°44'26.5679"	1167	山地
36	36	2024.10.18	芨芨草草甸	<i>Achnatherum splendens</i>	1×1	下库库区	E: 105°58'41.1461", N: 37°44'37.5511"	1246	山地
37	37	2024.10.18	盐爪爪灌丛	<i>Kalidium foliatum</i>	5×5	上下库连接路弃渣 场	E: 106°00'23.4528", N: 37°44'15.9064"	1576	山地

4.3.5.2 植物区系

根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等，2011年），评价区属于泛北极植物区—欧亚草原亚区—蒙古草原地区—鄂尔多斯—陕甘宁荒漠草原亚地区。本地区处于阴山山脉以南，阴山山脉是北部的天然屏障，减弱了冬季蒙古冷高压的影响，气候较温暖、湿润。

（1）植物区系及种类组成

评价区位于荒漠草原植被带，土壤沙化和盐碱化严重，河滩地主要植物以中生或盐生草甸群落以及湿生植被群落为主。通过植物野外调查，评价区的植物区系组成在科一级水平上，是以世界广布型为主，泛热带分布型和温带分布型次之，缺乏其他分布型。一些世界性分布的大科如菊科、禾本科、豆科在本地区都有较好的发育，拥有较多的种类。通过对区域范围所涉及的植物资源的样本采集和样方调查，参考《宁夏植被》（宁夏人民出版社，1988年）、《青铜峡库区湿地自然保护区综合科学考察报告》（青铜峡库区湿地保护建设管理局、北京国环清华环境工程设计研究院有限公司，2018年）、《青铜峡库区湿地省级自然保护区总体规划（2018-2030）》（青铜峡库区湿地保护建设管理局、北京国环清华环境工程设计研究院有限公司，2018年）等文献资料的系统整理，本工程评价区内有维管植物 32 科，83 属，89 种（含种下分类等级，下同）（评价区维管植物名录见附录），评价区维管植物科、属、种数量分别占宁夏回族自治区维管植物总科数、总属数和总种数的 25.00%、13.63%和 4.84%，占全国维管植物总科数、总属数和总种数的 7.62%、2.41%、0.28%，见表 4.3.5-2。

表 4.3.5-2 评价区主要维管植物种类统计

项目	蕨类植物			种子植物						维管植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	1	1	1	0	0	0	31	82	88	32	83	89
自治区	9	16	28	7	11	21	112	582	1790	128	609	1839
全国	63	224	2600	11	36	190	346	3184	28500	420	3444	31290
评价区占宁夏 (%)	11.11	6.25	3.57	0.00	0.00	0.00	27.68	14.09	4.92	25.00	13.63	4.84
评价区占全国 (%)	1.59	0.45	0.04	0	0	0	8.96	2.58	0.31	7.62	2.41	0.28

属通常在植物区系研究中作为划分植物区系地理的标志或依据。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。按照《中国植物志》（第一卷）陆树刚关于中国蕨类植物属的分布区类型（2004 年）及吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型系统（1991 年、1993 年），将评价区野生维管植物属划分为 15 个分布区类型，见表 4.3.5-3。

表 4.3.5-3 评价区野生维管植物属的分布区类型

属的分布区类型	评价区内属数	占评价区非世界分布总属数比例（%）
1.世界分布	9	--
2.泛热带分布	13	17.57%
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	0	0.00%
4.旧世界热带分布	1	1.35%
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	0	0.00%
6.热带亚洲至热带非洲分布	0	0.00%
7.热带亚洲分布	1	1.35%
第 2-7 项热带分布	15	20.27%
8.北温带分布	24	32.43%
9.东亚和北美洲间断分布	3	4.05%
10.旧世界温带分布	10	13.51%
11.温带亚洲分布	7	9.46%
12.地中海、西亚至中亚分布	8	10.81%
13.中亚分布	5	6.76%
14.东亚分布	1	1.35%
第 8-14 项温带分布	58	78.38%
15.中国特有分布	1	1.35%
合计	83	100.00%

从上表可知：评价区野生维管植物包含有世界分布属、热带分布属（第 2～7 类）、温带分布属（第 8～14 类）和中国特有分布属 4 个大类，其中热带分布属、温带分布属及中国特有分布属分别占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 20.27%、78.38%、1.35%，评价区植物区系为温带性质。

（2）属的分布类型分述

1) 世界分布属

评价区属于本类型的野生维管植物有 9 属，主要有藜属（*Chenopodium*）、碱蓬属（*Suaeda*）、铁线莲属（*Clematis*）、堇菜属（*Viola*）、远志属（*Polygala*）、补血草属（*Limonium*）、旋花属（*Convolvulus*）、拉拉藤属（*Galium*）、蒿属（*Artemisia*）等。

2) 热带分布属

评价区野生维管植物热带分布属有 15 属, 占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 20.27%, 主要有 6 个分布型。

a) 泛热带分布: 评价区属于本类型的野生维管植物有 13 属, 占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 17.57%, 主要有蒺藜属(*Tribulus*)、枣属(*Ziziphus*)、菟丝子属(*Cuscuta*)、紫丹属(*Tournefortia*)、虎尾草属(*Chloris*)、草沙蚕属(*Tripogon*)、三芒草属(*Aristida*)、画眉草属(*Eragrostis*)、狼尾草属(*Pennisetum*)、芦苇属(*Phragmites*)、锋芒草属(*Tragus*)、孔颖草属(*Bothriochloa*)、狗尾草属(*Setaria*)等。

b) 热带亚洲和热带美洲间断分布: 评价区属于本类型的野生维管植物有 0 属, 占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 0.00%。

c) 旧世界热带分布: 评价区属于本类型的野生维管植物共 1 属, 占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 1.35%, 主要有天门冬属(*Asparagus*)等。

d) 热带亚洲至热带大洋洲: 评价区属于本类型的野生维管植物共 0 属, 占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 0.00%。

e) 热带亚洲至热带非洲分布: 评价区属于本类型的野生维管植物共 0 属, 占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 0.00%。

f) 热带亚洲分布: 评价区属于本类型的野生维管植物共 1 属, 占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 1.35%, 主要有苦苣菜属(*Ixeris*)等。

3) 温带分布属

评价区野生维管植物温带分布属有 58 属, 占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 78.38%, 主要有 7 个分布型。

a) 北温带分布: 评价区属于本类型的野生维管植物共 24 属, 占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 32.43%, 主要有木贼属(*Equisetum*)、榆属(*Ulmus*)、蓼属(*Persicaria*)、滨藜属(*Atriplex*)、驼绒藜属(*Krascheninnikovia*)、蝇子草属(*Silene*)、唐松草属(*Thalictrum*)、肉叶芥属(*Braya*)、委陵菜属(*Potentilla*)、棘豆属(*Oxytropis*)、岩黄芪属(*Hedysarum*)、亚麻属(*Linum*)、鹤虱属(*Lappula*)、青兰属(*Dracocephalum*)、蒲公英属(*Taraxacum*)、碱菀属(*Tripolium*)、紫菀属(*Aster*)、披碱草属(*Elymus*)、赖草属(*Leymus*)、拂子茅属(*Calamagrostis*)、针茅属(*Stipa*)、洽草属(*Koeleria*)、葱属(*Allium*)、鸢尾属(*Iris*)等。

b) 东亚和北美间断分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 3 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 4.05%，主要有野决明属 (*Thermopsis*)、胡枝子属 (*Lespedeza*)、地锦属 (*Parthenocissus*) 等。

c) 旧世界温带分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 10 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 13.51%，主要有大黄属 (*Rheum*)、木蓼属 (*Atraphaxis*)、鹅绒藤属 (*Cynanchum*)、天仙子属 (*Hyoscyamus*)、莴苣属 (*Lactuca*)、苦苣菜属 (*Sonchus*)、蓝刺头属 (*Echinops*)、芡苳草属 (*Neotrinia*)、糙苏属 (*Phlomis*)、软紫草属 (*Arnebia*) 等。

d) 温带亚洲分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 7 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 9.46%，主要有曙南芥属 (*Stevenia*)、米口袋属 (*Gueldenstaedtia*)、狼毒属 (*Stellera*)、亚菊属 (*Ajania*)、猬菊属 (*Olgaea*)、细柄茅属 (*Ptilagrostis*)、锦鸡儿属 (*Caragana*)。

e) 地中海区、西亚至中亚分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 8 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 10.81%，主要有沙拐枣属 (*Calligonum*)、盐爪爪属 (*Kalidium*)、盐生草属 (*Halogeton*)、牻牛儿苗属 (*Erodium*)、骆驼蓬属 (*Peganum*)、驼蹄瓣属 (*Zygophyllum*)、红砂属 (*Reaumuria*)、白刺属 (*Nitraria*)。

f) 中亚分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 5 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 6.76%，主要有合头藜属 (*Sympegma*)、兔唇花属 (*Lagochilus*)、脓疮草属 (*Panzerina*)、角蒿属 (*Incarvillea*)、紫菀木属 (*Asterothamnus*)。

g) 东亚分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 1 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 1.35%，主要有蕨属 (*Caryopteris*) 等。

4) 中国特有分布属

评价区野生维管植物属中国特有分布属有 1 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 1.35%，分别为连蕊芥属 (*Synstemon*)。

(3) 评价区植物区系主要特征

评价范围野生维管束植物 83 属划分为 15 个分布区类型。评价区野生维管植物包含有世界分布属、热带分布属 (第 2~7 类)、温带分布属 (第 8~14 类) 和中国特有分布属 4 个大类，其中热带分布属、温带分布属及中国特有分

布属分别占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 20.27%、78.38%、1.35%，由此表明评价范围内属的区系成分占居首位的是温带成分。评价区域海拔平均在 1100m 左右，从整个评价区内的植物区系组成来看，具有明显的温带性质；土壤盐渍化程度高。因此发育出较多的盐生植物，木本植物中盐爪爪是能够耐盐耐旱的灌木，在湖边或地势低洼的湿地沼泽附近直到较干旱的沙地上都生长良好。藜科的木本猪毛菜、碱蓬属等都具有耐盐耐旱的生理特性，在评价区也都发育良好，成为常见的优势植物群落。走访调查发现，评价区缺乏原生森林植物群落。此外，宁夏地处中国西北，虽不像西南、华南、华东地区具有复杂的组成和较多的古老及孑遗植物，评价区内拥有的沙拐枣属等反映了评价区植物起源古老，古老和孑遗成分仍占一定比例。

4.3.5.3 植被区划

根据《宁夏植被》，评价区属于宁中、宁北洪积冲积和间山平原、缓坡丘陵荒漠草原及灌溉植被区—宁中、宁北荒漠草原小区—卫宁河南短花针茅、蓍状亚菊、猫头刺荒漠草原副小区。

本植被区的基本地貌是有宁夏中南部的罗山、香山、天景山、米缸山、牛首山等山地及间山丘陵平原，处于中温半干旱向干旱过渡的气候地带，气候干旱而光热资源充裕。由于受自然条件和人为活动的影响，自然植被的组合比较复杂，地带性植被以短花针茅和多种旱生小灌木、小半灌木类群植物分别共建的荒漠草原群落为代表，部分因地形或基质而较干旱的地段分布岛状的荒漠群落。人为不合理经营和过度利用而引起沙化的地带分布以油蒿沙地群落为代表的沙生植被；中高山地分布以常绿针叶林为代表的，具有显著垂直带谱的山地植被；黄河滩地分布由假苇拂子茅群落为代表的河漫滩中生草甸；低洼湖地分布以碱蓬、小芦草为主的盐生草甸群落；积水湖洼地分布沼泽及水生植被等。

4.3.5.4 主要植被类型

根据《宁夏植被》（1988 年）植被分类系统，结合现场调查情况，并参考《青铜峡库区湿地自然保护区综合科学考察报告》（2018 年 7 月）等区域内相关的植被、植物等文献资料，将评价区内植被类型划分为 4 个植被型组、5 个植被型、6 个植被亚型、7 个群系，见表 4.3.5-4。

表 4.3.5-4 主要植被类型表

植被型组	植被型	植被亚型	群系

植被型组	植被型	植被亚型	群系
自然植被			
灌丛	I. 落叶灌丛	1) 山地及山前平原 适温中性落叶灌木	1. 酸枣灌丛 (Form. <i>Ziziphus jujube</i> var. <i>spinosa</i>)
		2) 山地适温旱生落 叶灌丛	2. 毛刺锦鸡儿 (Form. <i>Caragana tibetica</i>)
			3. 白毛锦鸡儿 (Form. <i>Caragana licentiana</i>)
	II. 盐地潜水 落叶灌丛	3) 盐地落叶小灌木 灌丛	4. 盐爪爪灌丛 (Form. <i>Kalidium foliatum</i>)
草甸	III. 草甸	4) 高丛生禾草草甸	5. 芨芨草草甸 (Form. <i>Achnatherum splendens</i>)
草原及草原 带沙生植被	IV. 草原	5) 干草原	6. 赖草草原 (Form. <i>Leymus secalinus</i>)
沼泽和水生 植被	V. 沼泽	6) 草本植被	7. 芦苇沼泽 (Form. <i>Phragmites australis</i>)
人工植被			
农作物	主要种植水稻等粮食作物		
人工林	主要为河道的防护林及防风固沙林、如新疆杨、刺槐等		

(1) 灌丛

灌丛植被是指以灌木生活型类群为主的植物所形成的植物群落的综合体, 不包括稀疏的荒漠灌木群落和沙地上的半灌木群落。灌丛植被的根系深、分枝多, 而且多在陡坡山地或沙质滩地分布, 因而具有保持水土和防风固沙作用。组成灌丛群落的多种植物是良好的牧用饲草, 不少是药用植物, 灌木又是优良薪材, 因而具有重要的经济价值。评价区内灌丛主要包括山地及山前平原适温中性落叶灌木和盐地落叶小灌木灌丛两个植被亚型, 主要包括酸枣灌丛、毛刺锦鸡儿灌丛、白毛锦鸡儿灌丛、盐爪爪灌丛群系。

1) 酸枣灌丛 (Form. *Ziziphus jujube* var. *spinosa*)

酸枣灌丛主要分布在评价区中下部, 群落盖度 60%~80%, 层高约 1.5m, 群落由灌木和草本两个层片组成, 灌木层多为酸枣单优势种, 偶有沙拐枣 (*Calligonum mongolicum*) 伴生。草本层层高约 0.5m, 优势种不明显, 主要种类有阿尔泰狗娃花 (*Heteropappus altaicus*)、短花针茅 (*Stipa breviflora*)、白草 (*Pennisetum flaccidum*) 等。



2) 毛刺锦鸡儿 (Form. *Caragana tibetica*)

毛刺锦鸡儿主要分布在评价区东北部近牛首山顶部一带，群落盖度60%~90%，高约0.3m，群落由灌木和草本两个层片组成，灌木层多为毛刺锦鸡儿优势群落。草本层层高约0.3m，优势种不明显，主要种类有阿尔泰狗娃花 (*Heteropappus altaicus*)、白草 (*Pennisetum flaccidum*)、多裂骆驼蓬 (*Peganum multisectum*)、蒺藜 (*Tribulus terrester*)、狗尾草 (*Setaria viridis*) 等。



3) 白毛锦鸡儿 (Form. *Caragana licentiana*)

白毛锦鸡儿主要分布在评价区东北部近牛首山顶部一带，群落盖度60%~70%，高约0.3m，群落由灌木和草本两个层片组成，灌木层多为白毛锦鸡儿优势群落。草本层层高约0.3m，优势种不明显，主要种类有芨芨草、短花针茅、多裂骆驼蓬 (*Peganum multisectum*)、蒺藜 (*Tribulus terrester*)、狗尾草 (*Setaria viridis*) 等。



4) 盐爪爪灌丛 (Form. *Kalidium foliatum*)

盐爪爪灌丛在评价区分布较为零散，群落盖度约 50%~80%，高约 0.3m，主要是由盐爪爪组成单优势群落，群落内几无其他伴生种，草本层盖度约 20%，层高约 0.2m，优势种不明显，主要种类有碱蓬 (*Suaeda glauca*)、白茎盐生草 (*Halogeton arachnoideus*)、白草等。



(2) 草甸

草甸植被是在水分适中条件下生长的，以中生多年生草本植物为主体的植物群落所组成的综合体。中等湿润条件的形成，可以是平原区的河漫滩地和低洼地，这些地区有夏季河水浸润的影响，或受到地下水的影响，因而其有宜于中生植物生长的水分适中的生态条件，也可以是由以大气降水为主的湿润气候所形成的水分适中的生态条件。前者可形成河漫滩草甸及低地盐生草甸、低地沼泽化草甸，后者可形成森林带分布的山地草甸或山地森林以上的高寒草甸。草甸植被大多具有植物种类丰富、生长茂密、草层高大、生物产量高等特点，并含有丰富的优良饲用牧草。如营养价值高的禾草和豆科草占有较大的比重，宜于大、小畜群放牧，有的宜作打草场，有些植物还可药用、造纸、编织、蜜源或作绿肥，因而具有重要的经济价值。山地草甸还具有良好的保持水土的功效，因而生态学意义也十分

明显。评价区内草甸主要包含山地适温中生草甸、河漫滩适温中生草甸、高丛生禾草草甸三个植被亚型，主要包含芨芨草草甸（Form. *Achnatherum splendens*）群系。

5) 芨芨草草甸（Form. *Achnatherum splendens*）

芨芨草草甸在评价区内分布较为广泛。层均高约 1.0m，盖度 50%~80%，优势种为芨芨草（*Achnatherum splendens*），盖度 50%~80%，伴生种主要有多裂骆驼蓬（*Peganum multisectum*）、碱蓬、中亚滨藜（*Atriplex centralasiatica*）、白茎盐生草、蒺藜（*Tribulus terrestris*）、多裂蒲公英（*Taraxacum dissectum*）、苦苣菜、乳苣（*Mulgedium tataricum*）等。



（3）草原及草原带沙生植被

草原属于旱生草本植被。是由耐寒的旱生多年生草本植物为主（有时为中平生的干灌木、旱生和强旱生小灌木、小半灌木及早生杂类草）组成的植物群落。草原带沙生植被是指草原地带沙地上各种生活型类群（沙地、灌丛除外）的建群种所组成的植物群落综合体。沙生植被，既具有一定的草原特点，又有明显的适温特征。组成草原带沙地植被的植物群落，在建群成分、群落结构等方面与草原地带性的群落不同，但又有许多草原地带的植物区系成分，因而有人把这类植被称为“半地带”性植被。评价区内草原及草原带沙生植被包含荒漠草原一个植被亚型，为短花针茅草原（Form. *Stipa breviflora*）。

6) 短花针茅草原（Form. *Stipa breviflora*）

短花针茅是广旱生的密丛生小禾草，从干旱的草原化荒漠到半湿润的荒漠草原都有广泛的分布。评价区内短花针茅草原分布广泛。群落盖度约 50%~60%，高约 0.5m，伴生种主要有阿尔泰狗娃花、牛枝子（*Lespedeza potaninii*）、长芒草（*Stipa bungeana*）、猪毛蒿（*Artemisia scoparia*）。



(4) 沼泽和水生植被

沼泽和水生植被广泛分布在全国各地的湖沼地区，沼泽植被以温带地区及青藏高原为主要分布地。沼泽和水生植被属于隐域植被，跨地带分布，但带有一定的地带性烙印。沼泽和水生植被的区别，主要在于沼泽植被分布在过分潮湿或积水而有泥炭的土壤生境中，植物群落主要由草本植物组成，但也有木本植物组成的沼泽群落，植物都在泥土中扎根，水生形态不发达，水生植被分布的全部为水域生境，植物群落全部由草本植物组成，这些植物有扎根于淤泥的，也有悬沉水中或浮在水面的，植物的水生形态特征较为明显。从演替关系看，水生植被往往是沼泽植被的前期阶段。评价区内沼泽和水生植被主要为草本植被一个植被亚型，主要为芦苇沼泽（Form. *Phragmites australis*）。

7) 芦苇沼泽（Form. *Phragmites australis*）

芦苇茎秆直立，植株高大，迎风摇曳，野趣横生。由于芦苇的叶、叶鞘、茎、根状茎和不定根都具有通气组织，所以它在净化污水中起到重要的作用。芦苇茎秆坚韧，纤维含量高，是造纸工业中不可多得的原材料。评价区内芦苇沼泽主要分布在河滩地，该群落中芦苇占绝对优势，盖度 80%~90%，高约 1.5m，伴生种主要有阿尔泰狗娃花、芨芨草、假苇拂子茅、水蓼等。



(5) 农作物

评价区内有一定量的水田，主要种植水稻等农作物。

(6) 人工林

评价区内人工林主要为分布于河道两侧的防护林及防风固沙林，多零星分布，少量呈片状分布，如新疆杨、旱柳、怪柳等以及分布于承包商营地的人工种植的刺槐幼林。

4.3.5.5 植被分布特征

评价区海拔高程在 1000~1700m 之间，根据现场调查，结合遥感影像数据，评价区内植被分布特征主要是由于水分因素造成。

水平分布特征：在靠近黄河地区主要为沼泽及水生植被，主要植物种类为芦苇，在牛首山山地，主要为草原和草甸植被，主要物种为短花针茅、白草、芨芨草等，上库周边区域还分布有以毛刺锦鸡儿为主的落叶灌丛，在下库周边零星分布有酸枣为主的落叶阔叶灌丛和盐爪爪等盐地潜水落叶灌丛，其他类型植被主要为零散分布。

垂直分布特征，评价区地处高原，气候干旱，植被分布受水分影响较大，垂直分布特征与水平分布特征较为一致，主要是近黄河低海拔地区为沼泽及水生植被，海拔较高的牛首山地区主要为草原植被。

4.3.5.6 植被覆盖度

根据 2024 年 5 月 landsat8 oli 影像数据，对评价区的植被覆盖度指数进行归一化分析与计算后，评价区植被覆盖度等级划分及面积比例情况见下 4.3.5-5。

表 4.3.5-5 评价区植被覆盖度

NDVI 值	植被覆盖度等级	面积 (hm ²)	面积比例 (%)
大于 75%	高	58.15	3.18
50%~75%	较高	43.21	2.37
30%~50%	中	694.80	38.05
10%~30%	较低	867.56	47.51
小于 10%	低	163.09	8.93
合计		1826.21	100

由表 4.3.5-5 可知，评价区中植被覆盖度、低植被覆盖度的区域面积较大，面积分别约 694.80hm²、867.56hm²，分别占评价区面积的 43.56%、4.39%，主要为分布在上、下水库的草地及耕地等区域，该区域植被以草地和农作物为主，植

被覆盖度低。低植被覆盖度面积也相对较大，面积约 163.09hm²，占评价区面积的 8.93%，主要分布在评价区内的河流、建设用地、裸土地、裸岩石砾地等区域，植物稀少，覆盖度低。高植被覆盖度、较高植被覆盖度的面积分别约 58.15hm²、43.21hm²，分别占评价区面积的 3.18%、2.37%，主要分布在黄河两岸，面积较小。

4.3.5.7 重点保护野生植物和古树名木

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ 19-2022），重要物种是在生态影响评价中需要重点关注、具有较高保护价值或保护要求的物种，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（Critically Endangered）、濒危（Endangered）和易危（Vulnerable）的物种，国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种，特有种以及古树名木等。

（1）国家重点保护野生植物

依据《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局、农业农村部，2021 年第 15 号，2021 年 9 月 7 日公布、施行）、《宁夏植被》《青铜峡库区湿地自然保护区综合科学考察报告》（2018 年 7 月），结合本项目所在行政区内其他关于国家重点保护野生植物及其分布的相关资料，在现场调查过程中，未发现有国家重点保护野生植物及宁夏回族自治区重点保护野生植物分布。

（2）珍稀濒危植物及极小种群

依据《中国生物多样性红色名录-高等植物卷》（生态环境部、中国科学院，2023 年第 15 号）、《宁夏植被》《青铜峡库区湿地自然保护区综合科学考察报告》（2018 年 7 月），参考本项目所在行政区内其他有关珍稀濒危植物及其分布的相关资料，根据标本及文献资料查证，野外实地调查及访问调查，未发现有极危、濒危植物分布，未发现有极小种群分布。

（3）特有植物

依据《中国生物多样性红色名录-高等植物卷》（2023 年第 15 号）、《中国特有种子的多样性及其地理分布》（黄继红、马克平、陈彬，2014 年）、《宁夏植被》《青铜峡库区湿地自然保护区综合科学考察报告》（2018 年 7 月）等，本项目所在行政区内其他有关特有植物的相关资料，根据标本及文献资料查证，野外实地调查及访问调查，确定区域分布有中国特有植物 13 种中国特有植物，无地方特有种。结合项目征占地红线范围图，通过资料查询、访问调查及现

场实地调查，现阶段在项目直接影响区暂未发现有特有植物分布，见表 4.3.5-6。

表 4.3.5-6 评价区特有植物情况一览表

序号	物种名称	拉丁名	珍稀濒危等级	特有	保护等级
1	东北木蓼	<i>Atraphaxis manshurica</i>	LC	√	
2	细唐松草	<i>Thalictrum tenue</i>	LC	√	
3	连蕊芥	<i>Synstemon petrovii</i>	LC	√	
4	多裂骆驼蓬	<i>Peganum multisectum</i>	LC	√	
5	酸枣	<i>Ziziphus jujuba var. spinosa</i>	LC	√	
6	脓疮草	<i>Panzerina lanata var. alaschanica</i>	LC	√	
7	丛生隐子草	<i>Cleistogenes caespitosa</i>	LC	√	
8	白刺	<i>Nitraria tangutorum</i>	LC	√	
9	毛刺锦鸡儿	<i>Caragana tibetica</i>	LC	√	
10	白毛锦鸡儿	<i>Caragana licentiana</i>	VU	√	
11	疏花软紫草	<i>Arnebia szechenyi</i>	LC	√	
12	黄花红砂	<i>Reaumuria trigyna</i>	LC	√	
13	蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>	LC	√	

注：表中 LC 为濒危等级为无危，VU 为濒危等级为易危。

(4) 古树名木

根据现场植物标本采集、样方调查结果，结合《宁夏植被》《青铜峡库区湿地自然保护区综合科学考察报告》（2018 年 7 月）等相关文献资料记录，在现场调查中，在评价区内暂未发现古树名木。

4.3.5.8 外来入侵植物

根据现场植物标本采集、样方调查结果，结合《宁夏植被》《青铜峡库区湿地自然保护区综合科学考察报告》（2018 年 7 月）等相关文献资料记录，在现场调查中，在评价区内暂未发现外来入侵植物。

4.3.5.9 典型施工区生态环境现状

本项目直接影响区包括上库的枢纽区、施工区、承包商营地，下库的枢纽区、施工区、表土堆存场、弃渣场、砂石加工厂、生活营地和业主营地、取水泵站、水处理厂，上下库连接路、施工道路及其他等。本项目总用地约 349.22hm²，其中，永久用地面积约 283.58hm²，临时用地 65.64hm²。占地区域土地类型和被类型基本相同，主要为草地，主要植被为赖草草原、芨芨草草甸等。各施工区植被

类型见表 4.3.5-7。

表 4.3.5-7 典型工程区占用植被一览表

项目	永久占地	临时占地	占用植被类型	现场照片
	亩	亩		
上水库区				
上库枢纽建筑物占地	1921.72		占用植被主要为赖草草原，主要植物有赖草、芨芨草、骆驼蓬、多裂骆驼蓬、蒺藜等	
上库施工临建及施工道路占地		393.68	占用植被主要为赖草草原，主要植物有赖草、芨芨草、骆驼蓬、多裂骆驼蓬、蒺藜等	
下水库区				
下库枢纽建筑物占地	2107.34		占用植被主要为赖草草原、芨芨草草甸等，主要植物有赖草、芨芨草、酸枣、沙蒿、盐爪爪、盐生草等	

项目	永久占地	临时占地	占用植被类型	现场照片
	亩	亩		
下水库1号承包营地及施工道路占地		177.67	占用植被主要为赖草草原等，主要植物有赖草、沙蒿、盐爪爪、盐生草、芦苇、驼绒藜、砂蓝刺头等	
下库生产设施、下水库2号承包营地、施工道路及供水管线占地		381.17	占用植被主要为赖草草原、芨芨草草甸等，主要植物有赖草、芨芨草、短花针茅、白毛锦鸡儿、沙蒿、盐爪爪、盐生草、驼绒藜等	
业主营地、水厂及道路占地	310.39		占用植被主要为赖草草原等，主要植物有赖草、沙蒿、盐爪爪、盐生草、多裂骆驼蓬、驼绒藜、蒺藜等	

项目	永久占地	临时占地	占用植被类型	现场照片
	亩	亩		
上下库连接路及永久道路占地	212.42		占用植被主要为赖草草原等，主要植物有赖草、盐爪爪、沙蒿、多刺锦鸡儿、白毛锦鸡儿、盐生草、芦苇、驼绒藜等	
供水管线占地	4.30	31.89	占用植被主要为赖草草原、酸枣灌丛等，主要植物有赖草、盐爪爪、酸枣、白毛锦鸡儿、沙蒿、盐生草、芦苇、驼绒藜等	
对外公路占地	213.86		占用植被主要为赖草草原、酸枣灌丛等，主要植物有赖草、酸枣灌丛、芨芨草、黄花蒿、沙蒿、盐爪爪、盐生草、芦苇、多裂骆驼蓬等	
合计	4770.03	984.41	5754.44	

项目直接影响区无珍稀保护野生植物和古树名木，现场调查未发现有珍稀保护动物分布和活动迹象，项目直接影响区仅取水口及部分取水管线涉及青铜库区湿地自治区级自然保护区和青铜峡库区国家重要湿地 2 个环境敏感区，其余区域均不涉及环境敏感区。项目取水口及取水管线为临时占地，均设置于地下，施工

充成后地表覆土恢复被。

4.3.6 评价区陆生动物

本次调查共设置了 10 条动物样线，评价区主要生境草地、湿地、农田、建设用地及其他生境都不低于 5 条样线，满足陆生生态一级评价要求。样线信息见表 4.3.6-1。

表 4.3.6-1 调查样线信息一览表

序号	调查时间	起始点	经纬度		海拔 m	生境类型	样线 长 km
NSSD001	2024.05.23、 2024.10.11、 2025.2.11	起点	37°45'48.79"N	106°00'59.73"E	1748	草、其他	1.62
		终点	37°45'41.11"N	106°00'33.85"E	1743		
NSSD002	2024.05.23、 2024.10.11、 2025.2.11	起点	37°45'30.85"N	106°00'17.96"E	1722	草、其他	1.72
		终点	37°45'06.31"N	106°00'48.82"E	1728		
NSSD003	2024.05.23、 2024.10.12、 2025.2.12	起点	37°43'59.29"N	106°00'23.84"E	1536	草、其他	1.41
		终点	37°44'36.57"N	106°00'09.65"E	1590		
NSSD004	2024.05.24、 2024.10.13、 2025.2.13	起点	37°44'34.15"N	105°57'43.11"E	1159	草、水、田、 其他	2.07
		终点	37°44'15.08"N	105°58'27.52"E	1216		
NSSD005	2024.05.24、 2024.10.13、 2025.2.13	起点	37°44'31.21"N	105°58'11.50"E	1189	草、建设用 地、其他	1.99
		终点	37°44'52.52"N	105°59'14.11"E	1371		
NSSD006	2024.05.25、 2024.10.14、 2025.2.14	起点	37°44'50.96"N	105°57'48.38"E	1159	草、水、田、 建设用地、 其他	1.67
		终点	37°45'03.74"N	105°58'44.27"E	1287		
NSSD007	2024.05.25、 2024.10.15、 2025.2.14	起点	37°45'15.91"N	105°57'49.31"E	1160	草、水、田、 建设用地、 其他	2.11
		终点	37°45'27.03"N	105°58'29.07"E	1257		
NSSD008	2024.05.26、 2024.10.16、 2025.2.15	起点	37°45'49.13"N	105°57'35.83"E	1159	草、水、田、 建设用地、 其他	1.38
		终点	37°45'48.88"N	105°58'02.02"E	1203		
NSSD009	2024.05.26、 2024.10.17、 2025.2.15	起点	37°46'13.00"N	105°57'36.92"E	1158	草、水、田、 建设用地、 其他	1.2
		终点	37°45'56.09"N	105°58'02.49"E	1192		
NSSD010	2024.05.26、 2024.10.17、 2025.2.15	起点	37°46'27.97"N	105°57'42.13"E	1162	草、水、田、 建设用地、 其他	1.33
		终点	37°46'31.41"N	105°58'24.47"E	1262		

4.3.6.1 评价区陆生动物种类组成

依据《中国动物地理》（张荣祖科学出版社，2011 年），我国动物地理区

划分属于世界动物地理分区的古北界与东洋界。两界在我国境内的分界线西起横断山脉北部,经过川北的岷山与陕南的秦岭,向东至淮河南岸,直抵长江口以北。我国动物区系根据陆栖脊椎动物,特别是哺乳类和鸟类的分布情况,可以分为东北区、华北区、蒙新区、青藏区、西南区、华中区及华南区 7 个区。其中,前 4 个区(东北区、华北区、蒙新区、青藏区)属于古北界;后 3 个区(西南区、华中区及华南区)属于东洋界。

评价区位于黄河青铜峡水库右岸的牛首山西麓,只涉及 1 个动物地理省,为古北界—蒙新区—西部荒漠亚区—河套、河西省—半荒漠、农田动物群。

评价区内分布的 24 目 46 科 119 种陆生脊椎动物中,有东洋界物种 11 种,占评价区陆生脊椎动物物种数的 9.24%;古北界物种 81 种,占评价区陆生脊椎动物物种数的 68.07%;广布种 27 种,占评价区陆生脊椎动物物种数的 22.69%。可见,评价区内分布的陆生脊椎动物既有东洋界物种分布,又有古北界物种分布,这与鸟类的迁徙能力较强及其具有季节性迁徙的习性有关;但评价区内分布的陆生脊椎动物以古北界物种为主,这与评价区地处古北界的地理位置相符。

4.3.6.2 陆生动物分布

在外业调查的基础上,查阅并参考了本地区脊椎动物类的相关文献资料《宁夏地区脊椎动物调查报告》(王香亭,1977)、《宁夏脊椎动物志》(王香亭,1990)、《青铜峡库区湿地自然保护区综合科学考察报告》(2018)、《青铜峡库区湿地省级自然保护区总体规划(2018-2030)》《宁夏青铜峡库区湿地自然保护区生物多样性本底调查报告》《宁夏牛首山东抽水蓄能电站对青铜峡库区国家重要湿地生态影响专题论证报告》等,对评价区的动物资源现状得出综合结论。

评价范围内分布的陆生脊椎动物有 4 纲 24 目 46 科 119 种。其中,有国家二级重点保护野生动物 14 种,宁夏回族自治区重点保护野生动物 23 种;濒危种 1 种,易危种 2 种,近危种 13 种。陆生动物在各纲中的种类组成、区系和保护等级具体见(表 4.3.6-1),现场照片见图 4.3.6-1,重点保护动物分布见附图 19。

表 4.3.6-1 评价范围内陆生脊椎动物种类组成、区系和保护等级

种类组成				分布区系			保护级别		濒危等级			特有种
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家二级	自治区级	濒危	易危	近危	
两栖纲	1	2	2	0	1	1	0	1	0	0	2	0

种类组成				分布区系			保护级别		濒危等级			特有种
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家二级	自治区级	濒危	易危	近危	
爬行纲	2	3	5	0	3	2	0	0	1	0	1	0
鸟纲	16	33	99	11	67	21	13	22	0	2	9	0
兽纲	5	8	13	0	10	3	1	0	0	0	1	0
合计	24	46	118	11	81	27	14	23	1	2	13	0



荒漠麻蜥



丽斑麻蜥



石鸡



白顶鹇



红隼



白尾鹫



麻雀



灰喜鹊



凤头百灵



赤麻鸭



麻雀



斑嘴鸭



黑翅长脚鹬



灰头麦鸡



绿头鸭



喜鹊



白琵鹭



绿翅鸭



赤嘴潜鸭



红嘴鸥

4.3.6-1 现场拍摄的部分动物照片

(1) 两栖动物

1) 物种组成

根据现场调查,结合区域文献资料和历史调查数据,得出评价区内有两栖动物 1 目 2 科 2 种,包括蟾蜍科 1 种,蛙科 1 种,可见评价区内两栖动物的种类较少,评价区内两栖动物名录见附录 2。

现场调查时发现,本工程上水库、下水库及施工布置区附近没有两栖动物分布,评价区内的两栖动物主要分布在评价区内的黄河附近,且数量较少,在取水

口附近也有少量分布。

2) 重要两栖动物

评价区内分布的 2 种两栖动物中，没有国家重点保护野生动物，有宁夏回族自治区重点保护动物 1 种：花背蟾蜍（*Strauchbufo raddei*）；有近危种 2 种：花背蟾蜍、黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculatus*），无中国特有种和区域特有种。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），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》中列为极危种，濒危种，易危种，国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种，特有种。因此，评价区有重要两栖动物 1 种：花背蟾蜍（自治区级）。

3) 区系类型

评价区内分布的 2 种两栖动物中，有广布种 1 种，占评价区两栖动物物种数的 50.00%；古北界物种 1 种，占评价区两栖动物物种数的 50.00%。

综上可知，评价区内分布的两栖动物中没有东洋界物种分布，呈现明显的古北界优势，这与评价区地处古北界的地理位置相符。

4) 生态类型

根据两栖动物生活习性的不同，可将评价区内分布的 2 种两栖动物分为以下 2 种生态类型：

静水型（在静水或缓流中觅食）：仅包括蛙科的黑斑侧褶蛙，计 1 种，主要在黄河两岸滩涂处的静水水域中分布，数量较少。

陆栖型（在陆地上活动觅食）：仅包括蟾蜍科的花背蟾蜍，计 1 种，主要在评价范围内的半荒漠的石缝等生境内活动。

（2）爬行动物

1) 物种组成

根据现场调查，结合区域文献资料和历史调查数据，得出评价区内有爬行动物 2 目 3 科 5 种，评价区内爬行动物名录见附录 2。其中，龟鳖目 1 科 1 种，有鳞目 2 科 4 种，包括蜥蜴科 2 种，游蛇科 1 种，水游蛇科 1 种。

根据现场调查，评价区内爬行动物的优势种和常见种为丽斑麻蜥（*Eremias argus*）、荒漠麻蜥（*Eremias przewalskii*），现场调查时，在上水库、下水库等

区域均有多次目击；根据访问调查可知，评价区内中华鳖（*Pelodiscus sinensis*）的数量相对较少，在野外较难目击，分布在黄河。

2) 重要爬行动物

评价区内分布的 5 种爬行动物中，没有国家重点保护野生动物和宁夏回族自治区重点保护动物分布；有濒危种 1 种：中华鳖，近危种 1 种：丽斑麻蜥，无中国特有种和区域特有种。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），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》中列为极危种，濒危种，易危种，国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种，特有种。因此，评价区有重要爬行动物 1 种：中华鳖（濒危种）。

3) 区系类型

评价区内分布的 5 种爬行动物中，有广布种 2 种，占评价区爬行动物物种数的 40.00%；古北界物种 3 种，占评价区爬行动物物种数的 60.00%。

综上可知，评价区内爬行动物区系特征与两栖动物类似，没有东洋界物种分布，呈现明显的古北界优势，这与评价区地处古北界的地理位置相符。

4) 生态类型

根据爬行动物生活习性的不同，可以将评价区内分布的 5 种爬行动物分为以下 3 种生态类型：

水栖型（在静水或缓流中觅食）：仅包括鳖科的中华鳖，计 1 种，分布在黄河，野外种群数量较少。

灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中）：包括蜥蜴科的丽斑麻蜥、荒漠麻蜥，计 2 种，它们主要在评价区内的荒漠灌丛中活动，在评价区内较为常见，在上水库、下水库等区域均有目击。

傍水型（在山谷间有溪流的山坡上活动）：包括游蛇科的白条锦蛇（*Elaphe dione*），及水游蛇科的虎斑槽颈蛇（*Rhabdophis tigrinus*），计 2 种，主要在评价范围内的黄河岸边的滩涂湿地内活动。

(3) 鸟类

1) 物种组成

根据现场调查,结合区域文献资料和历史调查数据,得出评价区内有鸟类 16 目 33 科 99 种,评价区内鸟类名录见附录 2。其中,雀形目 12 科 28 种,非雀形目 15 目 21 科 71 种。

2) 重要鸟类

评价区内分布的 99 种鸟类中,没有国家一级重点保护鸟类分布,有国家二级重点保护鸟类 13 种:天鹅(*Cygnus cygnus*)、小天鹅(*Cygnus columbianus*)、鸿雁(*Anser cygnoides*)、白腰杓鹬(*Numenius arquata*)、白琵鹭(*Platalea leucorodia*)、鸮(*Pandion haliaetus*)、黑鸢(*Milvus migrans*)、白头鹞(*Circus aeruginosus*)、白尾鹞(*Circus cyaneus*)、红隼(*Falco tinnunculus*)、红脚隼(*Falco amurensis*)、蓝喉歌鸲(*Luscinia svecica*)、贺兰山岩鹳(*Prunella koslowi*)；有宁夏回族自治区重点保护鸟类 22 种:环颈雉(*Phasianus colchicus*)、豆雁(*Anser fabalis*)、灰雁(*Anser anser*)、赤麻鸭(*Tadorna ferruginea*)、绿头鸭(*Anas platyrhynchos*)、斑嘴鸭(*Anas zonorhynchos*)、琵嘴鸭(*Spatula clypeata*)、凤头潜鸭(*Aythya fuligula*)、翘鼻麻鸭(*Tadorna tadorna*)、凤头鹳鸕(*Podiceps cristatus*)、普通雨燕(*Apus pacificus*)、大杜鹃(*Cuculus canorus*)、白骨顶(*Fulica atra*)、黑水鸡(*Gallinula chloropus*)、大白鹭(*Ardea alba*)、白鹭(*Egretta garzetta*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)、楔尾伯劳(*Lanius sphenocercus*)、红尾伯劳(*Lanius cristatus*)、灰背伯劳(*anius tephronotus*)、家燕(*Hirundo rustica*)、岩燕(*Ptyonoprogne rupestris*)；有易危种 2 种:鸿雁、贺兰山岩鹳,近危种 9 种:大天鹅、小天鹅、白腰杓鹬、弯嘴滨鹬(*Calidris ferruginea*)、白琵鹭、鸮、白头鹞、白尾鹞、红脚隼。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022),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》中列为极危种,濒危种,易危种,国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种,特有种。因此,评价区有重要鸟类 35 种,包括国家二级重点保护鸟类 13 种(包括 2 种易危种),宁夏回族自治区重点保护动物 22 种。

3) 生态类型

按鸟类生活习性的不同,可以将评价区内分布的 99 种鸟类分为以下 6 种生态类型:

游禽（在水上生活，脚向后伸，趾间有蹼，有扁阔的或尖嘴，善于游泳、潜水）：包括雁形目、鸕鹚目、鹤形目中的鸥科及秧鸟目的所有种，计 27 种，分布在评价区黄河两岸的浅水、静水、芦苇区域。

涉禽（嘴、颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，不会游泳，常用长嘴插入水底或地面取食）：包括鹤形目、鸕鹚目、鹤形目除鸥科外的所有种类，计 27 种，在评价范围内主要分布于河流附近，以及水田等处。

陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：包括鸡形目、鹤形目、沙鸡目的所有种类，计 6 种，在评价区内主要分布于岩石坡、沙石坡、建筑物等附近。

猛禽（具有弯曲如钩的锐利嘴和爪，翅膀强大有力，能在天空翱翔或滑翔，捕食空中或地下活的猎物）：包括鹰形目和隼形目的种类，计 6 种，在评价区内主要分布于芦苇上空、河谷以及荒漠地区，其活动范围较广。

攀禽（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）：包括夜鹰目、鸛形目、犀鸟目、佛法僧目的所有种类，计 5 种。其中，普通翠鸟（*Alcedo atthis*）、蓝翡翠（*Halcyon pileata*）多活动于河流水域附近，其他种类主要分布于建筑物、湿地、荒漠等处。

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）：包括雀形目的所有种类，计 28 种，其生活习性多种多样，广泛分布于评价区内各类生境中，如荒漠、灌丛、居民点及水域附近等。

4) 区系类型

评价区内分布的 99 种鸟类中，有东洋界物种 11 种，占评价区鸟类物种数的 11.11%；古北界物种 67 种，占评价区鸟类物种数的 67.68%；广布种 21 种，占评价区鸟类物种数的 21.21%。可见，评价区内分布的鸟类既有东洋界物种分布，又有古北界物种分布，这与鸟类具有迁徙习性有关，但评价区内分布的鸟类以古北界物种最多，呈现一定的古北界优势，这与评价区地处古北界的地理位置总体相符。

5) 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，可将评价区内分布的 99 种鸟类分成以下 3 种居留型：

留鸟（长期栖居在生殖地域，不作周期性迁徙的鸟类）：评价区内分布的鸟类中有留鸟 23 种，占评价区鸟类物种数的 23.23%。

夏候鸟（夏候鸟是指春季或夏季在某个地区繁殖、秋季飞到较暖的地区去过冬、第二年春季再飞回原地区的鸟）：评价区内分布的鸟类中有夏候鸟 48 种，占评价区鸟类物种数的 48.49%。

旅鸟（指迁徙中途经某地区，而又不在于该地区繁殖或越冬）：评价区内分布的鸟类中有旅鸟 28 种，占评价区鸟类物种数的 28.28%。

（4）兽类

1) 物种组成

根据现场调查，结合区域文献资料和历史调查数据，得出评价区内有兽类 5 目 8 科 13 种，评价区内兽类名录见附录 2。其中，兔形目 1 科 1 种，啮齿目 4 科 7 种，劳亚食虫目 1 科 2 种，翼手目 1 科 2 种，食肉目 1 科 1 种。

现场调查过程中，在上水库、下水库均目击到蒙古兔（*Lepus tolai*），在上水库还目击到达乌尔黄鼠（*Spermophilus dauricus*）1 次 1 只。

2) 重要兽类

评价区内分布的 13 种兽类中，有国家二级重点保护动物 1 种：沙狐（*Vulpes corsac*），无宁夏回族自治区重点保护动物；有近危种 1 种：沙狐，无中国及区域特有种分布。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），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》中列为极危种，濒危种，易危种，国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种，特有种。因此，评价区有重要兽类 1 种：沙狐（国家二级）。

3) 区系类型

评价区内分布的 13 种兽类中，有广布种 3 种，占评价区兽类物种数的 23.08%；古北界物种 10 种，占评价区兽类物种数的 76.92%。可见，评价区内分布的兽类中没有东洋界物种分布，呈现明显的古北界优势，这与评价区地处古北界的地理位置相符。

4) 生态类型

根据兽类生活习性的不同，可以将评价区内分布的 13 种兽类分为以下 2 种

生态类型：

半地下生活型（穴居型，主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：评价区内分布的 13 种兽类，除翼手目的 2 种外，其余 11 种均为半地下生活型的兽类，该类型物种栖息生境多样，在荒漠、芦苇、沙漠灌丛和居民点附近均有分布。

岩洞栖息型（在岩洞中倒挂栖息）：包括翼手目的东方棕蝠（*Eptesicus pachyomus*）、北棕蝠（*Eptesicus nilssonii*），计 2 种，它们在评价区内主要分布于山区的岩洞或建筑物附近。

4.3.6.3 重点保护野生动物

评价区内有重要的陆生脊椎动物 24 目 46 科 119 种，包括两栖动物 1 目 2 科 2 种，爬行动物 2 目 3 科 5 种，鸟类 16 目 33 科 99 种，兽类 5 目 8 科 13 种。其中，有国家二级重点保护野生动物 14 种：大天鹅、小天鹅、鸿雁、白腰杓鹬、白琵鹭、鸮、黑鸢、白尾鹫、白头鹫、红隼、红脚隼、蓝喉歌鸲、贺兰山岩鹳、沙狐，宁夏回族自治区重点保护动物 23 种：花背蟾蜍、环颈雉、豆雁、灰雁、赤麻鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、琵嘴鸭、凤头潜鸭、翘鼻麻鸭、凤头鸊鷉、普通雨燕、大杜鹃、白骨顶、黑水鸡、大白鹭、白鹭、苍鹭、楔尾伯劳、红尾伯劳、灰背伯劳、家燕、岩燕；濒危种 1 种：中华鳖，易危种 2 种：鸿雁、贺兰山岩鹳，近危种 13 种：花背蟾蜍、黑斑侧褶蛙、丽斑麻蜥、大天鹅、小天鹅、白腰杓鹬、弯嘴滨鹬、白琵鹭、鸮、白头鹫、白尾鹫、红脚隼、沙狐，无中国特有种和区域特有种。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），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》中列为极危种，濒危种，易危种，国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种，特有种。因此，评价区内有重要野生动物 38 种。评价区内重要动物情况见表 4.3.6-2。

（1）国家重点保护动物

评价区有国家二级重点保护野生动物 14 种：大天鹅、小天鹅、鸿雁、白腰杓鹬、白琵鹭、鸮、黑鸢、白尾鹫、白头鹫、红隼、红脚隼、蓝喉歌鸲、贺兰山岩鹳、沙狐。其中，大天鹅、小天鹅、鸿雁、白腰杓鹬、白琵鹭在评价区属于旅鸟，属于迁徙鸟类，每年 10 月中下旬开始迁徙，主要沿着东亚-澳大利西亚迁飞

通道迁徙,在评价区内主要在水厂西侧的黄河滩涂地上,泵站工程附近没有分布。鸮、黑鸢、白尾鸮、白头鸮、红隼、红脚隼属于猛禽,活动范围广,飞行能力强。其中,鸮、白尾鸮、白头鸮、红脚隼属于夏候鸟,主要在黄河湿地附近活动;红隼和黑鸢属于留鸟,在评价区各生境中均有分布。蓝喉歌鸲、贺兰山岩鹳属于鸣禽。其中,蓝喉歌鸲属于旅鸟,迁徙时没有固定的迁徙路线,主要分布在黄河两岸;贺兰山岩鹳属于留鸟,没有迁徙习性,在评价区上下水库及黄河附近均有分布。沙狐属于兽类,在评价区内数量较少,且没有迁徙习性,主要在上下水库附近及周边区域活动。

(2) 宁夏回族自治区重点保护动物

评价区有宁夏回族自治区重点保护动物 23 种:花背蟾蜍、环颈雉、豆雁、灰雁、赤麻鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、琵嘴鸭、凤头潜鸭、翘鼻麻鸭、凤头鸊鷉、普通雨燕、大杜鹃、白骨顶、黑水鸡、大白鹭、白鹭、苍鹭、楔尾伯劳、红尾伯劳、灰背伯劳、家燕、岩燕。其中,花背蟾蜍属于两栖动物,主要在黄河岸边活动。环颈雉、豆雁、灰雁、赤麻鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、琵嘴鸭、凤头潜鸭、翘鼻麻鸭、凤头鸊鷉、普通雨燕、大杜鹃、白骨顶、黑水鸡、大白鹭、白鹭、苍鹭、楔尾伯劳、红尾伯劳、灰背伯劳、家燕、岩燕属于鸟类。其中,豆雁、灰雁、赤麻鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、琵嘴鸭、凤头潜鸭、翘鼻麻鸭、凤头鸊鷉、普通雨燕、大杜鹃、白骨顶、黑水鸡、大白鹭、白鹭、苍鹭等为水鸟,具有迁徙习性,迁徙时主要沿着东亚-澳大利西亚迁飞通道迁徙,在评价区内主要分布在黄河及两岸的滩涂、沼泽地等区域;红尾伯劳属于旅鸟,大杜鹃、楔尾伯劳、灰背伯劳、普通雨燕、家燕、岩燕属于夏候鸟,但上述鸟类迁徙时没有固定的迁徙路线,也不集群迁徙,在评价区内没有其集中分布区。环颈雉属于留鸟,在评价区内没有迁徙习性,主要分布在下水库及黄河岸边等区域。

(3) 濒危种

评价区内有濒危种 1 种:中华鳖,主要分布在黄河,物种数量较少,本工程主要是取水的泵站工程施工对其产生影响。

(4) 易危种

评价区内有易危种 2 种:鸿雁(国家二级)、贺兰山岩鹳((国家二级),上述对其分布、迁徙习性已做了介绍。

表 4.3.6-2 重要野生动物一览表

序号	物种名称	保护等级	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	花背蟾蜍 <i>Strauchbufo raddei</i>	自治区级	NT	否	适宜生境：栖息活动于半荒漠，黄土高原的断层处，林间草地，树根下，石缝间等各种生境。 评价区内的分布：主要分布在黄河两岸。	访问调查	是，占用 0.32hm ²
2	中华鳖 <i>Pelodiscus sinensis</i>	国家二级	EN	否	适宜生境：生活于江河、湖沼、池塘、水库等水流平缓、鱼虾繁生的淡水水域，也常出没于大山溪中。 在评价区内的分布：黄河。	访问调查	是，占用 0.41hm ²
3	大天鹅 <i>Cygnus cygnus</i>	国家二级	NT	否	适宜生境：栖息在开阔的、食物丰富的浅水水域中。 在评价区内的分布：青铜峡库区湿地自然保护区湿地区域。	历史资料	否
4	小天鹅 <i>Cygnus columbianus</i>	国家二级	NT	否	适宜生境：主要栖息于开阔的湖泊、水塘、沼泽、水流缓慢的河流和邻近的苔原低地和苔原沼泽地上。 在评价区内的分布：青铜峡库区湿地自然保护区湿地区域。	历史资料	否
5	鸿雁 <i>Anser cygnoides</i>	国家二级	VU	否	适宜生境：栖息于开阔平原和平原草地上的湖泊、水塘、河流、沼泽及其附近地区。 在评价区内的分布：青铜峡库区湿地自然保护区湿地区域。	历史资料	否
6	白腰杓鹬 <i>Numenius arquata</i>	国家二级	NT	否	适宜生境：栖息于森林和平原中的湖泊、河流岸边和附近的沼泽地带、草地以及农田地带。 在评价区内的分布：青铜峡库区湿地自然保护区湿地区域。	历史资料	否
7	白琵鹭 <i>Platalea leucorodia</i>	国家二级	NT	否	适宜生境：栖息于开阔平原和山地丘陵地区的河流、湖泊、水库岸边及其浅水处，也见于水淹平原、芦苇沼泽湿地、沿海沼泽、海岸、河谷冲积地和河口三角洲等各类生境。 在评价区内的分布：青铜峡库区湿地自然保护区湿地区域。	现场调查	否
8	鸮 <i>Pandion haliaetus</i>	国家二级	NT	否	适宜生境：栖息于湖泊、河流、海岸或开阔地，尤其喜欢在山地森林中的河谷或有树木的水域地带，冬季也常到开阔无林地区的河流、水库、水塘地区活动。 在评价区内的分布：黄河两岸活动。	历史资料	是，占用 0.41hm ²
9	黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	国家二级	LC	否	适宜生境：见于草原、山地、平原和低山丘陵等多种生境。 在评价区内的分布：活动能力强，活动于评价区内各类生境。	历史资料	是，占用 343.27hm ²
10	白头鹞 <i>Circus</i>	国家	NT	否	适宜生境：栖息于低山平原和低山丘陵地带，尤其是平原上的湖泊、沼泽、河谷、草原、	历史	是，占用 0.32hm ²

序号	物种名称	保护等级	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
	<i>aeruginosus</i>	二级			荒野以及低山、林间沼泽和草地、农田、沿海沼泽和芦苇塘等开阔地区。 在评价区内的分布：黄河两岸活动。	资料	
11	白尾鹞 <i>Circus cyaneus</i>	国家二级	NT	否	适宜生境：栖息于平原和低山丘陵地带，尤其是平原上的湖泊、沼泽、河谷、草原、荒野以及低山、林间沼泽和草地、农田、沿海沼泽和芦苇塘等开阔地区。 在评价区内的分布：黄河两岸活动。	历史资料	是，占用0.32hm ²
12	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	国家二级	LC	否	适宜生境：栖息于山地森林、森林苔原、低山丘陵、草原、旷野、森林平原、山区植物稀疏的混合林、开垦耕地、旷野灌丛草地、林缘、林间空地、疏林和有稀疏树木生长的旷野、河谷和农田地区。 在评价区内的分布：活动能力强，活动于评价区内各类生境。	现场调查	是，占用343.27hm ²
13	红脚隼 <i>Falco amurensis</i>	国家二级	NT	否	适宜生境：栖息于低山疏林、林缘、山脚平原、丘陵地区的沼泽、草地、河流、山谷和农田等开阔地区。 在评价区内的分布：活动能力强，活动于评价区内各类生境。	历史资料	是，占用343.27hm ²
14	蓝喉歌鸲 <i>Luscinia svecica</i>	国家二级	LC	否	适宜生境：栖息于灌丛或芦苇丛中。 在评价区内的分布：活动于黄河两岸的芦苇中。	历史资料	否
15	贺兰山岩鹀 <i>Prunella koslowi</i>	国家二级	VU	否	适宜生境：主要栖息于有沙漠植物分布的高原沙漠、戈壁滩和半荒漠地带，尤以沙漠边缘地带的戈壁、沙丘灌丛和人工防护林中较常见。 在评价区内的分布：上、下库地等区域的灌丛及黄河两岸的林地等。	历史资料	否
16	环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息于低山丘陵、农田、地边、沼泽草地，以及林缘灌丛和公路两边的灌丛与草地。 在评价区内的分布：上、下水库所在的灌丛，草地；黄河两岸的。	现场调查	是，占用343.27hm ²
17	豆雁 <i>Anser fabalis</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：主要栖息于开阔平原草地、沼泽、水库、江河、湖泊及沿海海岸和附近农田地区。 在评价区内的分布：黄河。	历史资料	是，占用0.41hm ²
18	灰雁 <i>Anser anser</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：主要栖息在不同生境的淡水水域中，常见出入于富有芦苇和水草的湖泊、水库、河口、水淹平原、湿草原、沼泽和草地。 在评价区内的分布：黄河。	历史资料	是，占用0.41hm ²
19	赤麻鸭	自治	LC	否	适宜生境：栖息于江河、湖泊、河口、水塘及其附近的草原、荒地、沼泽、沙滩、农田	历史	是，占用

序号	物种名称	保护等级	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
	<i>Tadorna ferruginea</i>	区级			和平原疏林等各类生境中。 在评价区内的分布：黄河。	资料	0.41hm ²
20	绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息于水生植物丰富的湖泊、河流、池塘、沼泽等水域中。 在评价区内的分布：黄河。	现场调查	是，占用 0.41hm ²
21	斑嘴鸭 <i>Anas zonorhyncha</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息在各类大小湖泊、水库、江河、水塘、河口、沙洲和沼泽地带。 在评价区内的分布：黄河。	现场调查	是，占用 0.41hm ²
22	琵嘴鸭 <i>Spatula clypeata</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息于开阔地区的河流、湖泊、水塘、沼泽等水域环境中。 在评价区内的分布：黄河。	历史资料	是，占用 0.41hm ²
23	凤头潜鸭 <i>Aythya fuligula</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：主要栖息于湖泊、河流、水库、池塘、沼泽、河口等开阔水面。 在评价区内的分布：黄河。	历史资料	是，占用 0.41hm ²
24	翘鼻麻鸭 <i>Tadorna tadorna</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息于江河、湖泊、河口、水塘及其附近的草原、荒地、沼泽、沙滩、农田和 平原疏林等各类生境中。 在评价区内的分布：黄河。	历史资料	是，占用 0.41hm ²
25	凤头鸊鷉 <i>Podiceps cristatus</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息在开阔的平原、湖泊、江河、水塘、水库和沼泽地带。 在评价区内的分布：黄河。	历史资料	是，占用 0.41hm ²
26	普通雨燕 <i>Apus pacificus</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息于森林、平原、荒漠、海岸、城镇等各类生境中。 在评价区内的分布：在黄河两岸及下水库附近活动。	历史资料	否
27	大杜鹃 <i>Cuculus canorus</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息于山地、丘陵和平原地带的森林中，以及村庄附近的高大乔木上。 在评价区内的分布：在黄河两岸的乔木林地中活动。	现场调查	否
28	白骨顶 <i>Fulica atra</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息于低山丘陵和平原草地，甚至荒漠与半荒漠地带的各类水域中。 在评价区内的分布：在黄河两岸活动。	历史资料	是，占用 0.41hm ²
29	黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息于富有芦苇和水生挺水植物的淡水湿地、沼泽、湖泊、水库、苇塘、水 渠和水稻田中。 在评价区内的分布：在黄河两岸活动。	现场调查	是，占用 0.41hm ²
30	大白鹭	自治	LC	否	适宜生境：栖息于开阔平原和山地丘陵地区的河流、湖泊、水田、海滨、河口及沼泽地	现场	是，占用

序号	物种名称	保护等级	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
	<i>Ardea alba</i>	区级			带。 在评价区内的分布：在黄河两岸活动。	调查	0.41hm ²
31	白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：生活、猎食于稻田、池塘、水库等水域，栖息于竹林或树上。 在评价区内的分布：在黄河两岸活动。	现场调查	是，占用0.41hm ²
32	苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息于江河、溪流、湖泊、水塘、海岸等水域岸边及其浅水处，也见于沼泽、稻田、山地、森林和平原荒漠上的水边浅水处和沼泽地上。 在评价区内的分布：在黄河两岸活动。	现场调查	是，占用0.41hm ²
33	楔尾伯劳 <i>Lanius sphenocercus</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：主要栖息于低山、平原和丘陵地带的疏林和林缘灌丛草地。 在评价区内的分布：评价区内的灌丛附近。	历史资料	否
34	红尾伯劳 <i>Lanius cristatus</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息于山地乔木林，常单独站立于树梢、木桩、电线杆顶端或电线上。 在评价区内的分布：评价区内的灌丛附近。	历史资料	否
35	灰背伯劳 <i>Lanius tephronotus</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：常栖息在树梢的干枝或电线上，俯视四周以抓捕猎物。 在评价区内的分布：评价区内的灌丛附近。	现场调查	否
36	家燕 <i>Hirundo rustica</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：栖息于村落附近，常到田野、森林、水域上空飞行。 在评价区内的分布：主要分布于居民点区域。	现场调查	否
37	岩燕 <i>Ptyonoprogne rupestris</i>	自治区级	LC	否	适宜生境：通常出现于中、低海拔上空或岩石、峭壁或隧道内。 在评价区内的分布：草地、荒漠区域	历史资料	是，占用346.5hm ²
38	沙狐 <i>Vulpes corsac</i>	国家二级	NT	否	适宜生境：栖息于草原、荒漠和半荒漠地带。 在评价区内的分布：上、下水库区域的荒漠灌草丛中。	历史资料	是，占用346.5hm ²

4.3.7 评价区景观生态体系

4.3.7.1 景观生态体系的组成

根据景观生态学概念，景观生态体系的组成即生态系统或土地利用类型结构，以重点评价区内主要的土地利用类型等作为景观体系的基本单元拼块来进行景观特征分析。景观类型见附图 20。

结合遥感影像数据和现场调查，将重点评价区景观分为以下 5 个类型：

- (1) 以芨芨草草甸、赖草草原为主的草地景观；
- (2) 以宗教建筑、道路为主的城镇景观
- (3) 以森林沼泽、芦苇沼泽、水域为主的湿地景观；
- (4) 以水田、水浇地为主的农田景观；
- (5) 以裸土地、裸岩石砾地等为主的其他景观。

表 4.3.7-1 评价区景观类型的面积统计表

景观类型	总面积	景观面积比例
草地景观	1486.32	81.35
城镇景观	16.18	0.88
湿地景观	242.60	13.30
农田景观	22.80	1.24
其他景观	58.91	3.23
合计	1826.81	100

由上表可知，重点评价区人为活动较少，景观生态体系组成以草地景观为主，面积约 1486.32hm²，占评价区面积的 81.35%；其次是湿地景观，面积约 242.60hm²，占评价区面积的 13.30%；城镇景观、农田景观和其他景观等景观类型的面积相对较小。

4.3.7.2 评价区生物量现状

根据评价区的土地利用类型，结合现场调查可知，评价区内河流水面区域基本没有水生植被分布；沟渠、内陆滩涂、沼泽地、坑塘水面、水工建筑用地等区域以湿地植被为主，主要为芦苇；乔木林地的植被以人工林为主，灌木林地和森林沼泽主要分布在黄河岸边，植被以怪柳群系为主；交通运输用地、特殊用地、其他土地、住宅用地、公共管理及公用服务用地和其他用地等区域植被较少。

依据《宁夏荒漠草原不同群落生物多样性与生物量关系及影响因子分析》《银川平原不同类型湿地碳汇评估研究》《呼伦贝尔天然打草场分布及生物量遥感估算》《我国

森林植被的生物量和净生产量》等文献数据来推算其实际生物量。评价区自然体系生物量现状见表 4.3.7-2。

表 4.3.7-2 评价区自然体系生物量统计表

植被类型	面积 (hm ²)	平均生物量 (t/hm ²)	总生物量 (t)	占比 (%)
草地植被	1486.32	1.45	2155.16	62.24
湿地植被	109.77	2.11	231.61	6.69
农作物	22.80	6.34	144.55	4.18
人工林	2.36	58.47	137.99	3.99
灌木林地和森林沼泽	63.68	12.45	792.82	22.90
合计	1684.93	--	3462.13	100

注：不含交通运输用地、特殊用地、其他土地、住宅用地、公共管理及公用服务用地等建设用和河流水面，面积为 141.28hm²。

根据表 4.3.7-2，重点评价区总生物量为 3462.13t。其中，草地植被的生物量最高，约 2155.16t，占评价区生物量的 62.24%；其次是灌木林地和森林沼泽，生物量约为 792.82t，占评价区生物量的 22.90%。草地生态系统是评价区主要生态类型，生物量也是最高，对评价区生态系统的稳定 and 变化起到很重要的作用。

4.3.7.3 自然体系生态稳定性分析

为深入认识评价区生态景观特征，运用景观生态学的原理和方法来研究生态体系的组成、特征、生产力及其稳定性。景观生态学主要研究宏观尺度上景观类型的空间格局和生态过程的相互作用及其动态变化特征。景观格局是指大小和形状不一的景观斑块在空间上的排列，是各种生态过程在不同尺度上综合作用的结果。景观格局变化对生物多样性产生直接而强烈影响，其主要原因是生境丧失和破碎化。景观指数是能够反映景观格局特征的定量化指标，分为三个级别，代表三种不同的应用尺度，即斑块级别指数、斑块类型级别指数和景观级别指数，可根据需要选取相应的指标，采用 FRAGSTATS 等景观格局分析软件进行计算分析，其结果具体见表 4.3.7-3。

表 4.3.7-3 评价区各类斑块优势度值表

类型	CA 斑块总面积	PLAND 斑块所占景观面积比例	NP 斑块个数	LPI 最大斑块指数	IJI 散布于并列指数	AI 聚集度指数	CONT AG 蔓延度指数	SHDI 香农多样性指数	SHEI 香农均匀度指数
草地景观	1486.32	81.35	6.00	79.25	54.78	96.45	82.15	0.52	0.29
湿地景观	242.60	13.30	5.00	5.54	68.48	91.45			
农田景观	22.80	1.24	3.00	0.89	66.24	94.33			
城镇景观	16.18	0.88	95.00	0.13	42.15	45.58			
其他景观	58.91	3.23	28.00	1.65	10.05	69.01			

由表 4.3.7-3 可知，重点评价区各斑块类型中，草地景观是环境资源斑块中对生态质量调控能力最强的高亚稳定性元素类型。是本区域内对景观具有控制作用的生态体系部分，所以区域景观生态体系具有较强的生产能力和抗干扰能力，系统调控环境质量能力较强。

4.4 水生生态环境现状调查及评价

4.4.1 调查时间、断面及方法

4.4.1.1 调查时间与断面设置

结合项目实际情况，专题评价单位陕西格林维泽环保技术服务有限公司于 2024 年 6 月和 9 月对工程涉及范围内浮游生物、底栖生物、鱼类资源、鱼类重要生境以及水域生态功能进行了调查。

按照《内陆水域渔业资源调查规范》试行本、《淡水生物资源调查方法》，结合生态环境导则要求黄河干流设置了 6 个固定采用断面：1#青铜峡坝下、2#青铜峡库区（坝址上游 2km）、3#下库取水口、4#夏家台子、5#清水河汇口和 6#沙坡头坝下；电站附近支流布置了 3 个调查断面，均为季节性河流，下雨时有水流汇入黄河，平时干涸。各采样断面信息见表 4.4.1-1，采样断面分布位置见图 4.4.1-1。水生调查断面分布见附图 21。

表 4.4.1-1 调查断面分布表

河流	编号	断面名称	采样点		海拔/m	备注
			东经	北纬		
黄河干流	1	沙坡头坝下	105°2'22.726"	37°46'18.447"	1239.20	浮游生物 底栖 鱼类
	2	清水河汇口	105°32'31.909"	37°29'42.945"	1190.14	
	3	夏家台子	105°49'14.614"	37°35'12.978"	1166.34	
	4	下库取水口	105°57'19.492"	37°35'15.977"	1384.25	
	5	青铜峡库区（坝址上游 2km）	105°59'20.636"	37°52'42.948"	1145.08	
	6	青铜峡坝下	106°1'24.1965"	37°54'3".177"	1136.00	
支流	7	小碾子沟	105°57'49.6494"	37°44'31.5915"	1128.06	干涸
	8	茈茈沟	105°57'43.8058"	37°44'41.6337"	1118.00	干涸
	9	其支沟	105°57'55.0989"	37°44'49.0722"	1143.41	干涸

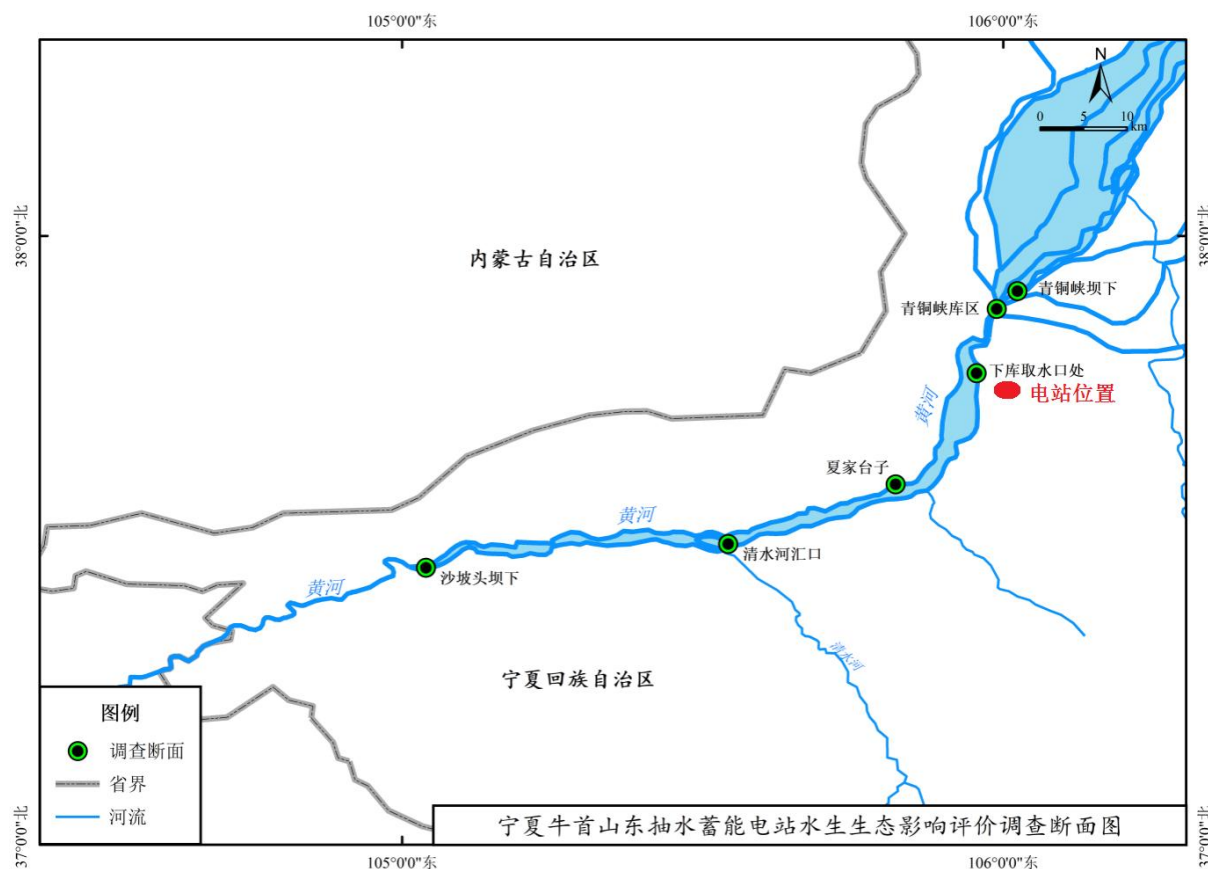


图 4.4.1-1 采样断面位置分布图

4.4.1.2 调查方法

水生生物样本的采集、定性、定量分析等依据《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》、《河流水生生物调查指南》和中国科学院水生生物研究所制定的《淡水生物资源调查方法》进行。

(1) 水生生境

流速采用便携式流速仪测量，水温采用 WQG-17 表层水温度计测定，溶解氧采用上海雷磁便携式溶解氧分析仪测定，电导率使用笔式电导率（TDS）笔测量，pH 值使用 pH 值测试表进行测定。水流较缓、水深较深处用采水器取上层、中层及底层水分别进行测量，自然环境以现场描述法为主，每个断面拍摄了现场照片。

(2) 浮游植物

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，定量采集采用 2500mL 采水器取上、中、下层水样，经充分混合后，取 1000mL 水样（根据江水泥沙含量、浮游植物数量等实际情况决定取样量，并采用泥沙分离的方法），加入鲁哥氏液固定，经过 48h 静置沉淀，浓缩定容至 30mL，保存待检。同断面的浮游植物与原生动物、轮虫共一份定性、定量样品。

水样固定：计数用水样应立即用 10mL 鲁哥氏液加以固定（固定剂量为水样的 1%）。需长期保存样品，再在水样中加入 5mL 左右福尔马林液。在定量采集后，同时用 25 号筛绢制成的浮游生物网进行定性采集，专门供观察鉴定种类用。采样时间在一天内的相近时间完成。

沉淀和浓缩：沉淀和浓缩在筒形分液漏斗中进行，静置沉淀时间为 48h。野外采用分级沉淀方法，即先在直径较大的容器（如 1L 水样瓶）中经 24h 的静置沉淀，然后用细小玻管（直径小于 2mm）借虹吸方法缓慢地吸去 1/5-2/5 的上层的清液，再静置沉淀 24h，再吸去部分上清液。如此重复，使水样浓缩到 200mL~300mL 左右。然后保存带回室内进一步处理。在要长期保存的样品中加入少许甲醛，并用石蜡封口，并在样品瓶上写明了采样日期、采样点、采水量等。

样品观察及数据处理：室内先将样品浓缩、定量至约 30mL，摇匀后吸取 0.1mL 样品置于 0.1mL 计数框内，在显微镜下按视野法计数，数量较少时全片计数，每个样品计数 2 次，取其平均值，每次计数结果与平均值之差应在 15% 以内。

每升水样中浮游植物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{C_s}{F_s \cdot F_n} \times \frac{V}{v} \times P_n$$

式中：N——一升水中浮游植物的数量，ind/L；

Cs——计数框的面积，m m²；

Fs——视野面积，m m²；

Fn——每片计数过的视野数；

V——一升水样经浓缩后的体积，mL；

v——计数框的容积，mL；

Pn——计数所得个数，ind。

（3）浮游动物

1) 采集、固定及沉淀

a) 原生动物和轮虫

原生动物和轮虫的采集包括定性采集和定量采集。定性采集采用 25 号筛绢制成的浮游生物网在水中拖曳采集，将网头中的样品放入 50mL 样品瓶中，加福尔马林液 2.5mL 进行固定。定量采集则采用 2500mL 采水器不同水层中采集一定量的水样，经充分混合后，取 1000mL 的水样，然后加入鲁哥氏液固定，经过 48h 以上的静置沉淀浓缩为标准

样。同断面的浮游植物与原生动物、轮虫共一份定性、定量样品。以下为定量采集的详细介绍：

①采样层次

根据水体深度设置采样点，水深在 5m 以内、水团混合良好的水体，只采 1 点（水面下 0.5m 处）水样；水深 5~10m 的水体，采 2 点，分别取表层（水面下 0.5m 处）和底层（河底以上 0.5m 处）两个水样；水深大于 10m，采 3 点，表层（水面下 0.5m 处）中层（1/2 水深处）和底层（河底以上 0.5m 处）。

②水样固定

水样立即用 20mL 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 10mL 左右福尔马林液。

③沉淀和浓缩

沉淀和浓缩与浮游植物沉淀和浓缩方法相同。

b) 枝角类和桡足类

定性采集采用 13 号筛绢制成的浮游生物网在水中拖曳采集，将网头中的样品放入 50mL 样品瓶中，加福尔马林液 2.5mL 进行固定。定量采集则采用 2500mL 采水器不同水层中采集一定量的水样，经充分混合后，取 10L 的水样用 25 号筛绢制成的浮游生物网过滤后，将网头中的样品放入 50mL 样品瓶中，加福尔马林液 2.5mL 进行固定。以下为定量采集的详细介绍：

①断面垂线及采样点的布设

根据水面宽度设置断面垂线，水面宽 $\leq 50\text{m}$ 时，设 1 条中泓垂线；50~100m 时，设 2 条垂线（中泓线左右流速较快处）； $>100\text{m}$ 时，设 3 条垂线（左、中、右）。采样点视水深而定，如水深在 5m 以内、水团混和良好的水体，只采 1 点（水面下 0.5m 处）水样；水深 5~10m 的水体，采 2 点，分别取表层（水面下 0.5m 处）和底层（河底以上 0.5m 处）两个水样；水深大于 10m，采 3 点，表层（水面下 0.5m 处）中层（1/2 水深处）和底层（河底以上 0.5m 处）。

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 10L（若浮游动物很少，可加大采水量，如 20、40、50L），将所采水样倾倒入漂净的 25 号浮游生物网中过滤，注入标本瓶，用 4~5%福尔马林固定保存。对标本编号，注明采水量，并贴好标签，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，用 4~5%福尔马林固定保存。

③水样固定

水样应立即用福尔马林液加以固定（固定剂量为水样的 5%），需长期保存样品，再在水样中加入 2mL 左右福尔马林液，并用石蜡封口。

2) 鉴定

a) 原生动物

将采集的原生动物定量样品在室内继续浓缩到 30mL，摇匀后取 0.1mL 置于以 0.1mL 的计数柜中，盖上盖玻片后在 20×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 2 片；同一样品的计数结果与均值之差不得高 15%。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。

b) 轮虫

将采集的轮虫定量样品在室内继续浓缩到 30mL，摇匀后取 1mL 置于以 1mL 的计数柜中，盖上盖玻片后在 10×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 2 片；同一样品的计数结果与均值之差不得高 15%。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。

c) 枝角类

将采集的枝角类定量样品在室内继续浓缩到 10mL，摇匀后取 1mL 置于以 1mL 的计数柜中，盖上盖玻片后在 4×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 10 片。定性样品倒入培养皿中，在解剖镜下将不同种类挑选出来置于载玻片上，盖上盖玻片后用压片法在显微镜检测种类。

d) 桡足类

将采集的桡足类定量样品在室内继续浓缩到 10mL，摇匀后取 1mL 置于以 1mL 的计数柜中，盖上盖玻片后在 4×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 10 片。定性样品倒入培养皿中，在解剖镜下将不同种类挑选出来置于载玻片上，在显微镜下用解剖针解剖后检测种类。

3) 浮游动物的现存量计算

单位水体浮游动物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{nV_1}{CV}$$

式中：N——每升水样中浮游动物的数量，ind./L；

V_1 ——样品浓缩后的体积, mL;

V ——采样体积, L;

C ——计数样品体积, mL;

n ——计数所获得的个数, ind.。

原生动物和轮虫生物量的计算采用体积换算法。根据不同种类的体形,按最近似的几何形测量其体积。枝角类和桡足类生物量的计算采用测量不同种类的体长,用回归方程式求体重进行。

(4) 底栖动物

用踢网(1m×1m,网孔0.5mm)、手抄网(直径40cm)和底栖筛(40目)、进行底栖动物采样,将采集的样品挑拣出放入50mL标本瓶中,用75%酒精溶液固定保存,带回实验室进行镜检分类、计数,所有样本都鉴定至尽可能低的分类单元。湿重测定方法:用滤纸吸干水分,在万分之一天平上称量,其密度和生物量换算成每平方米的含量。

(5) 鱼类资源调查

鱼类主要采捕方式包括笼网诱捕、三层刺网定置、流刺网等,并走访调查钓鱼爱好者渔获物。对鱼类标本进行分类鉴定和测量,主要参考《中国动物志》、《中国条鳅志》、《黄河鱼类志》等,并记录各采样点鱼类物种名录,全长、体长、体重、个体数等生物指标,以及渔获物尾数。

4.4.2 水域生境

水生生态评价范围为黄河流域卫宁段,重点为黄河干流沙坡头坝下至青铜峡坝下,共计约121km河段,底质以漂石、卵砾石和粗砂为主,河段以流水生境为主。根据现场调查,河段分布有多处鱼类索饵场、越冬场生境。鱼类产卵场生境主要分布在青铜峡坝下、青铜峡库区、沙坡头坝下,底质多以基岩和砾石以及粗砂为主。调查河段分布的产卵场受季节、洪水等因素影响,随着水位和河床底质变化,会形成新的适宜鱼类产卵的小型产卵场生境。

(1) 沙坡头坝下

河道属平原河槽生境,河宽约172.45m,河道顺直,水体流速相对较大,两岸修建河堤,河床底质为多种混合类型,以漂石、泥沙、粗沙、细沙混合浮泥,水体混浊,泥沙含量大,湿周草本植被、树木较多,覆盖度一般,生境概况较适宜。



(2) 清水河汇口

河道属平原河槽生境，河槽宽 165.3m，河道蜿蜒，河床底质为多种混合类型，以泥沙、粗砂、细沙混合浮泥，主河道流速较急，有小面积回水湾，河中心水深较大，水体浑浊。两岸植被覆盖率较高，右岸有桥梁和农田，生境概况一般适宜。



(3) 夏家台子

河道属平原河槽谷生境，主河道水流相对较急，水体浑浊，河宽约 419.88m，河道

顺直，有小面积回水湾，河床底质为多种混合类型，以泥沙、细沙混合浮泥，两岸为大面积农田，植被覆盖率高。岸边有大量芦苇生长，河道中有大量河心洲，生境概况较适宜。



(4) 下库取水口处

工程取水口河段属平原河槽形态，河宽约 264.2m，河道顺直，流速 0.635m/s，主河道水流相对较急，水体深度 0.5m 左右，河床底质为多种混合型，以漂石、砾石、泥沙、粗沙、细沙混合浮泥，两岸有浅滩和洄水湾。两岸有大面积植被覆盖，左岸有树林，右岸主要以湿周草本植物为主，生境概况适宜。





(5) 青铜峡库区（坝址上游 2km）

河宽约 245.5m，水深较深，河床底质为多种混合型，以泥沙、细沙混合浮泥，河道左岸为裸露的山崖，植被覆盖率低，右岸为农田和树木，右岸芦苇数量极多，植被覆盖率高，生境概况较适宜。



(6) 青铜峡坝下

河道属平原河槽生境，河宽约 255.7m，主河道流速较大，两岸较缓，水体浑浊，河床底质为多种混合型，以泥沙、细沙混合浮泥，河中心水深较大。河道两岸为平原，有大片树林和农田，植被覆盖率高，右岸修建河堤，生境概况较适宜。



(7) 小碾子沟

河流属于季节性河流，枯水期无水，仅泉眼处有水。两岸植被覆盖率较高，多为草本植物，远处有农田和树林。河道蜿蜒，有渠化迹象。生境概况恶劣。



(8) 芨芨沟

河流属于季节性河流，河道较宽，枯水期无水。两岸植被覆盖率较高，主要以灌木和草本植物为主，河道蜿蜒，生境概况恶劣。



(9) 其支沟

河流属于季节性河流，周围人类活动较少，河道蜿蜒，干枯无水。河流两岸植被覆盖率较高，生境概况恶劣。



4.4.3 浮游生物

4.4.3.1 浮游植物

(1) 种类组成

对各采样断面的浮游植物进行定性分析，共检出浮游植物 6 门 55 种属，其中硅藻门最多，有 48 种属，为主要优势门类，占总种类数量的 87.26%；绿藻门有 2 种属，占总种类数量的 3.64%；隐藻门 2 种属，占总种类数量的 3.64%；蓝藻门 1 种属，占总种类数量的 1.82%；裸藻门 1 种属，占总种类数量的 1.82%；甲藻门 1 种属，占总种类数量的 1.82%，见图 4.4.3-1，见表 4.4.3-1。

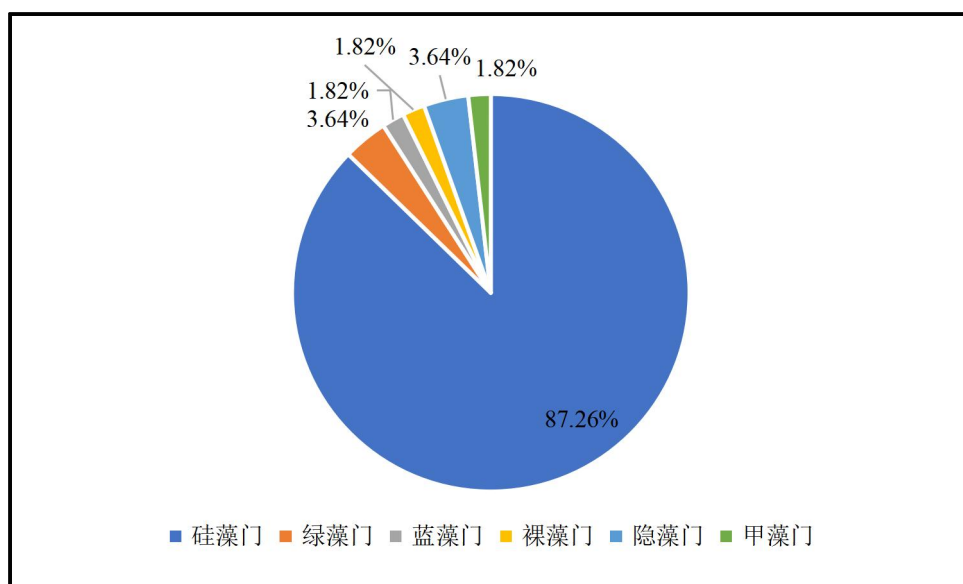


图 4.4.3-1 浮游植物门类组成

表 4.4.3-1 浮游植物种类组成名录

门	种属	拉丁文	沙坡头 坝下	清水河 汇口	夏家 台子	下库取水 口处	青铜峡 库区	青铜峡 坝下
硅藻门 <i>Bacillariophyta</i>	普通等片藻	<i>Diatoma vulgare</i>	++	++	++	++	++	++
	中型等片藻	<i>Diatoma mesodom</i>					+	
	念珠状等片藻	<i>Diatoma moniliforme</i>	+	++	++	++	+	++
	克罗顿脆杆藻	<i>Fragilaria crotonensis</i>					+	
	中型脆杆藻	<i>Fragilaria intermedia</i>	++	++	++	+++	++	+++
	钝脆杆藻	<i>Fragilaria capucina</i>					+	
	尖针杆藻	<i>Synedra acus</i>	++	++	++	++	++	++
	肘状针杆藻	<i>Synedra ulna</i>	+	+		+	++	+
	急尖舟形藻	<i>Navicula cuspidata</i>	+			+	++	
	放射舟形藻	<i>Navicula radiosa</i>	+	++	++	++	+	++
	简单舟形藻	<i>Navicula simplex</i>					+	
	小头舟形藻	<i>Navicula capitata</i>					+	
	燕麦舟形藻	<i>Navicula avenacea</i>					+	
	系带舟形藻	<i>Navicula cincta</i>	+	++	+	+	+	+
	微绿舟形藻	<i>Navicula viridula</i>		++				
	箱形桥湾藻	<i>Cymbella cistula</i>					+	
	纤细桥湾藻	<i>Cymbella cuspidate</i>	+				+	++
	近缘桥湾藻	<i>Cymbella affinis</i>	+			++		
	膨胀桥湾藻	<i>Cymbella tumida</i>		+	+	+		+
	胀大桥湾藻	<i>Cymbella turgidula</i>						+
	细小桥湾藻	<i>Cymbella gracilis</i>		+		+		
	扁鼻异极藻	<i>Gomphonema simus</i>	+	++	++	+	+	+
	卡兹那科夫异极藻	<i>Gomphonema kaznakowii</i>	+				+	
	近棒形异极藻	<i>Gomphonema subclavatum</i>				+	+	
	纤细异极藻	<i>Gomphonema gracile</i>	+	+	+			+
	缢缩异极藻膨胀变种	<i>Gomphonema constrictum</i> var. <i>ventricosum</i>			+	+	+	+
	缢缩异极藻粗壮变种	<i>Gomphonema constrictum</i> var. <i>robustum</i>	+	++				+
	著名羽纹藻	<i>Pinnularia nobilis</i>	++					
	微绿羽纹藻	<i>Pinnularia viridis</i>	++	+		++	++	++

门	种属	拉丁文	沙坡头 坝下	清水河 汇口	夏家 台子	下库取水 口处	青铜峡 库区	青铜峡 坝下
	披针形曲壳藻	<i>Achnanthes lanceolata</i>	++			+	++	
	草鞋形波缘藻	<i>Cymatopleura solea</i>		+			+	
	双头辐节藻	<i>Stauroneis anceps</i>	+	++	++	+	+	+
	梅尼小环藻	<i>Cyclotella meneghiniana</i>			+	+	+	++
	广缘小环藻	<i>Cyclotella bodanica</i>	+					
	变异直链藻	<i>Melosirs varians</i>		+		+	+	+
	颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>						
	弧形蛾眉藻	<i>Ceratoneis arcus</i>					+	
	尖布纹藻	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	+				+	
	锉刀布纹藻	<i>Gyrosigma scalproides</i>				+		+
	弧形短缝藻	<i>Eunotia arcus</i>						+
	星杆藻	<i>Asterionella</i> sp.	+		+	+	+	+
	扁圆卵形藻	<i>Cocconeis placentula</i>	+			+		+
	卵圆双眉藻	<i>Amphora ovalis</i>	+			+		+
	谷皮菱形藻	<i>Nitzschia palea</i>	+		+	+		
	二列双菱藻	<i>Surirella biseriata</i>	+				+	
	粗壮双菱藻	<i>Surirella robusta</i>					+	
	椭圆双壁藻	<i>Diploneis elliptica</i>		++	+	++	+	
	平板藻	<i>Tabellaria</i> sp.					+	
绿藻门 <i>Chlorophyta</i>	十字藻	<i>Crucigenia</i> sp.	+					
	丝藻	<i>Ulothrix</i> sp.						+
蓝藻门 <i>Cyanophyta</i>	奥克尼颤藻	<i>Oscillatoria okni</i>	+		+		+	
裸藻门 <i>Euglenophyta</i>	囊裸藻	<i>Trachelomonas</i> sp.					+	
隐藻门 <i>Cryptophyta</i>	啮蚀隐藻	<i>Cryptomonas erosa</i>	+				+	
	卵形隐藻	<i>Cryptomonas ovata</i>					+	
甲藻门 <i>Pyrrophyta</i>	飞燕角甲藻	<i>Ceratium hirundinella</i>					+	

注：用符号表示分布状况：“+”表示一般，“++”表示较多，“+++”表示很多，用于定性比较。

(2) 浮游植物定量结果

通过对浮游植物进行定量分析，各采样断面浮游植物生物量在 0.2645-0.5135 mg·L⁻¹，平均生物量为 0.34 mg·L⁻¹；密度为 7.35-22.10×10⁴cells·L⁻¹，平均密度为 15.85×10⁴cells·L⁻¹，分析结果见表 4.4.3-2，见图 4.4.3-2。

表 4.4.3-2 调查断面浮游植物密度 单位： 10⁴cells·L⁻¹

采样断面	浮游植物总量		各门浮游植物总量					
			硅藻	绿藻	蓝藻	裸藻	隐藻	甲藻
沙坡头坝下	密度×	7.35	7.25	0.05	0.05	--	--	--
	生物量 (mg. L ⁻¹)	0.181	0.181	0.000	0.000	--	--	--
清水河汇口	密度×	15.50	15.50	--	--	--	--	--
	生物量 (mg. L ⁻¹)	0.342	0.342	--	--	--	--	--
夏家台子	密度×	13.30	13.20	--	0.10	--	--	--
	生物量 (mg. L ⁻¹)	0.264	0.264	--	0.000	--	--	--
下库取水口	密度×	17.85	17.85	--	0.00	--	--	--
	生物量 (mg. L ⁻¹)	0.334	0.334	--	0.000	--	--	--
青铜峡库区（坝址上游2km）	密度×	19.00	18.70	--	0.10	0.05	0.10	0.05
	生物量 (mg. L ⁻¹)	0.513	0.481	--	0.000	0.003	0.004	0.025
青铜峡坝下	密度×	22.10	22.05	0.05	--	--	--	--
	生物量 (mg. L ⁻¹)	0.420	0.420	0.000	--	--	--	--
平均	密度×	15.85	15.76	0.02	0.04	0.01	0.02	0.01
	生物量 (mg. L ⁻¹)	0.342	0.337	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004

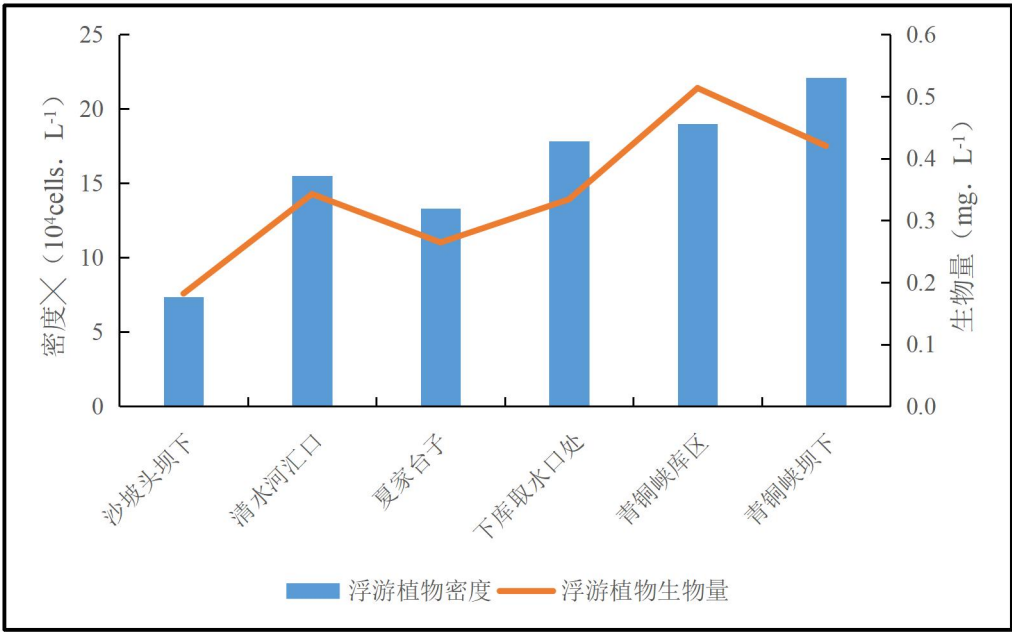


图 4.4.3-2 各调查断面浮游植物密度、生物量组成图

(3) 多样性指数

多样性指数一般采用香农—威纳（Shannon—Wiener index 1949）物种多样性指数进行评价，反映种类的多寡和各个种类数量分配的函数关系。多样性指数可以表明群落中水生生物与食物链结构、水质自动调节能力和群落稳定性的关系。多样性指数也可以作

为水质监测的参数，一般多样性指数（ H' ）值为 0~1 时，水体重污染；1~3 时，水体中污染；>3 时，水体为轻度污染或无污染。在这里生物多样性指数不能完全来反映水的污染情况，更多的是反映出该河段生物种群组成的丰度和种群结构的稳定性，计算结果见表 4.4.3-3，见图 4.4.3-3。

多样性指数（ H' ）应用下列公式计算：

$$H' = -\sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

均匀度指数（ J ）采用 *Pielou* 均匀度指数：

$$J = H' / \log_2 S$$

式中， n 为种类数， P_i 为第 i 种个体数与总个体数的比值。*Pielou* 均匀度指数（ J ）值为 0.5~0.8 时，为轻污染或无污染，0.3~0.5 时为中污染，0~0.3 时为重污染。

各断面浮游植物多样性指数在 3.0128~4.1631，浮游植物均匀度指数在 0.6571~0.8660 之间。各断面均以硅藻门类为主要优势种。

沙坡头坝下采样点的硅藻门的普通等片藻属数量较多，其余各种属的浮游植物数量相对较少，分布不均匀，导致该采样点浮游植物多样性指数及均匀度指数偏低。青铜峡库区（坝址上游 2km）采样点浮游植物种类数较多，以硅藻门的微绿羽纹藻为主要优势种。检测未发现污染种类，初步判断调查断面不存在点源或面源的污染情况。

此次调查生物多样性指数可以作为评定水质的参考，但多样性指数更多的是应该评价河段浮游植物群落结构组成的丰富度和群落的稳定性。

表 4.4.3-3 浮游植物多样性指数组成表

采样点	浮游植物	
	多样性指数（ H' ）	均匀度指数（ J ）
沙坡头坝下	4.1631	0.8660
清水河汇口	3.4527	0.8280
夏家台子	3.1965	0.7991
下库取水口处	3.2700	0.7041
青铜峡库区（坝址上游 2km）	3.7263	0.7100
青铜峡坝下	3.0128	0.6571

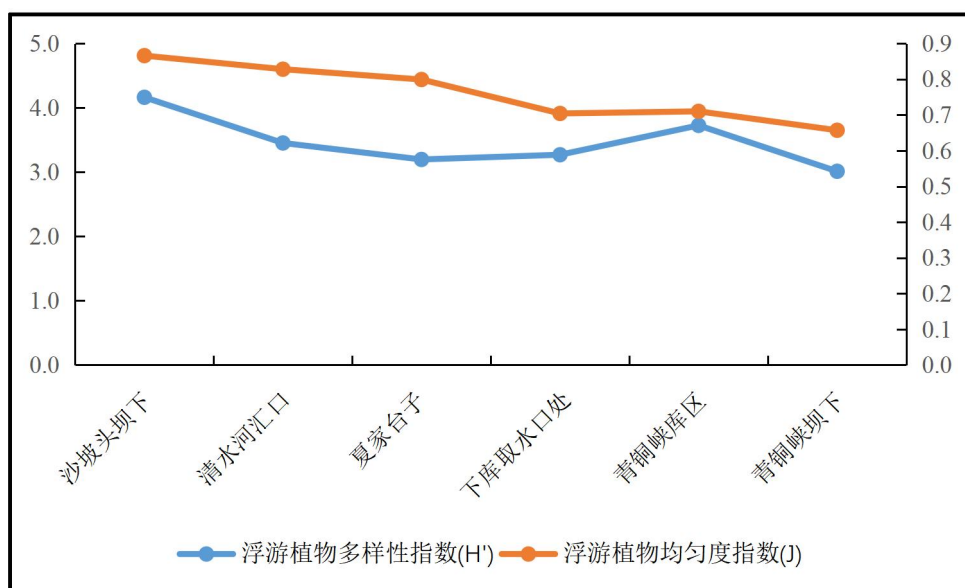


图 4.4.3-3 各断面浮游植物多样性指数、丰富度指数

4.4.3.2 浮游动物

(1) 种类组成

此次 6 个调查断面检出浮游动物 2 大类 13 种属，其中原生动物为主要优势群体，共 11 种，占总种类数的 84.62%，轮虫共有 2 种，占总种类数的 15.38%，见图 4.4.3-4，见表 4.4.3-4。

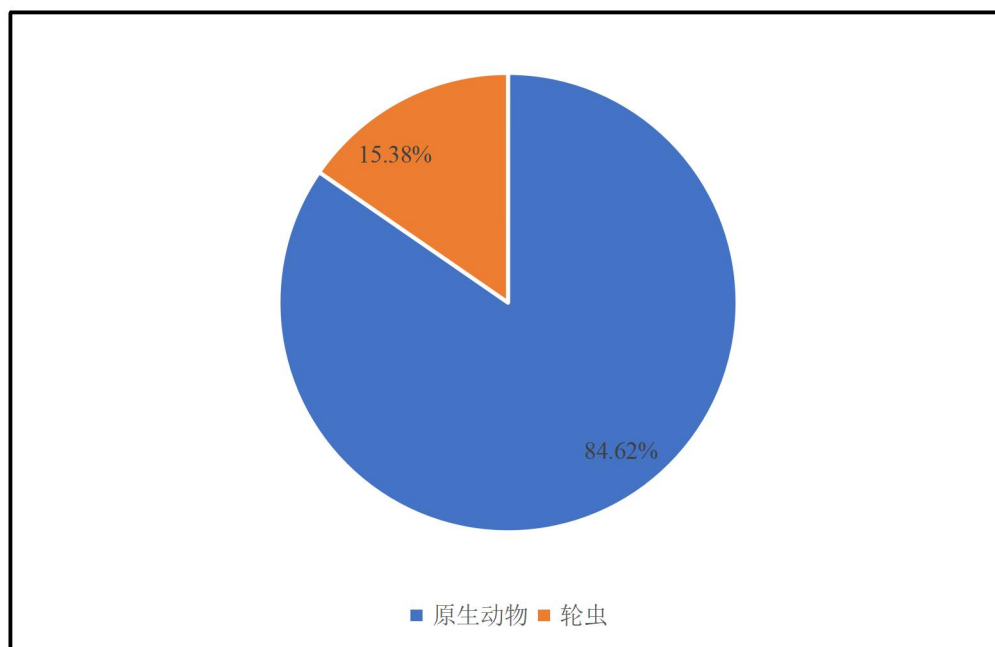


图 4.4.3-4 浮游动物种类组成图

表 4.4.3-4 浮游动物种类组成名录

门类	种名	拉丁文名	沙坡头坝下	清水河汇口	夏家台子	下库取水口处	青铜峡库区	青铜峡坝下
原生动物 Protozoa	钟虫	<i>Vorticella</i> sp.						+
	瓶砂壳虫	<i>Diffugia urceolata</i>				+		
	旋匣壳虫	<i>Centropyxis aerophila</i>						+
	球形砂壳虫	<i>Diffugia globulosa</i>		+		+	+	
	中华似铃壳虫	<i>Tintinnopsis sinensis</i>				+	+	
	似铃壳虫	<i>Tintinnopsis</i> sp.	+				+	
	半球法帽虫	<i>Phryganella hemisphaerica</i>					+	
	淡水筒壳虫	<i>Tintinnidium fluviatile</i>			+			
	透明坛状曲颈虫	<i>Cyphoderia ampulla vltraea</i>				1		
	矛状鳞壳虫	<i>Euglypha laenis</i>					+	+
	线条三足虫	<i>Trinema lineare</i>						+
轮虫 Rotifer	长肢多肢轮虫	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	+	++	+			+
	疣毛轮虫	<i>Synchaeta</i> sp.					+	+

(2) 浮游动物定量结果

通过对浮游动物进行定量分析，调查到的浮游动物的密度区间为 $15\sim35\text{ind.}\cdot\text{L}^{-1}$ ，生物量区间为 $0.0013\sim0.0083\text{mg.}\cdot\text{L}^{-1}$ ，平均密度为 $24.17\text{ind.}\cdot\text{L}^{-1}$ ，平均生物量为 $0.0057\text{mg.}\cdot\text{L}^{-1}$ 。调查结果显示，调查区域中夏家台子断面的浮游动物密度最小，下库取水口生物量最低；青铜峡坝下断面密度最大，清水河汇口生物量最高，见图 4.4.3-5，表 4.4.3-5。

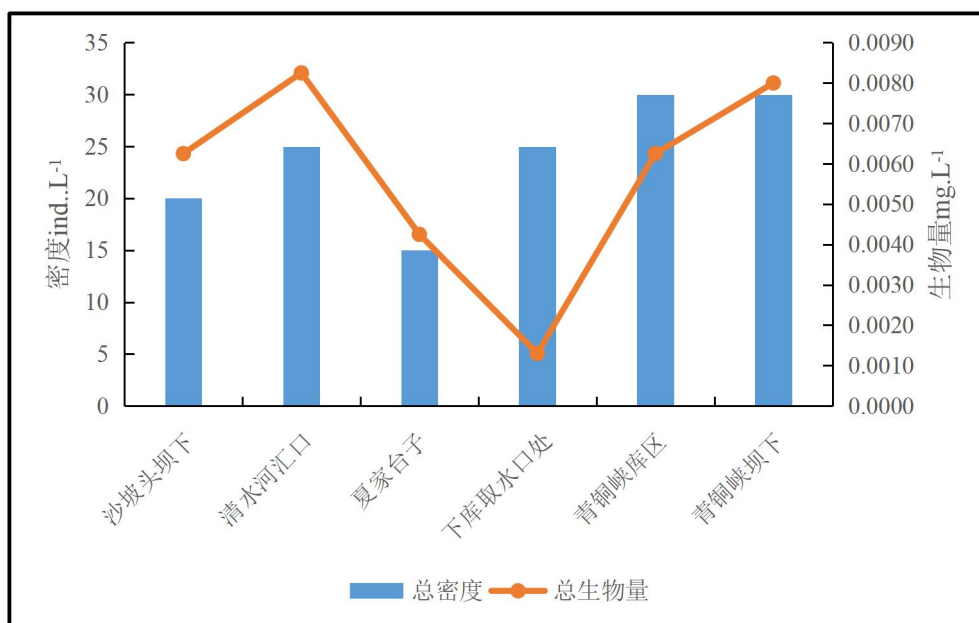


图 4.4.3-5 各断面浮游动物密度、生物量组成图

表 4.4.3-5 调查断面浮游动物密度

单位: ind·L⁻¹

采样断面	浮游动物总量		浮游动物	
			原生动物	轮虫
沙坡头坝下	密度 ind..L ⁻¹	20	5	15
	生物量 mg.L ⁻¹	0.0063	0.0003	0.0060
清水河汇口	密度 ind..L ⁻¹	25	5	20
	生物量 mg.L ⁻¹	0.0083	0.0003	0.0080
夏家台子	密度 ind..L ⁻¹	15	5	10
	生物量 mg.L ⁻¹	0.0043	0.0003	0.0040
下库取水口处	密度 ind..L ⁻¹	25	25	--
	生物量 mg.L ⁻¹	0.0013	0.0013	--
青铜峡库区（坝址上游 2km）	密度 ind..L ⁻¹	30	25	5
	生物量 mg.L ⁻¹	0.0063	0.0013	0.0050
青铜峡坝下	密度 ind..L ⁻¹	30	20	10
	生物量 mg.L ⁻¹	0.0080	0.0010	0.0070
平均	密度 ind..L ⁻¹	24.17	14.17	10.00
	生物量 mg.L ⁻¹	0.0057	0.0007	0.0050

（3）浮游动物多样性及丰富度评价

多样性指数一般采用香农—威纳（Shannon—Wiener index 1949）物种多样性指数进行评价，反映种类的多寡和各个种类数量分配的函数关系。多样性指数可以表明群落中水生生物与食物链结构、水质自动调节能力和群落稳定性的关系。多样性指数也可以作为水质监测的参数，一般多样性指数（ H' ）值为 0~1 时，水体重污染；1~3 时，水体中污染；>3 时，水体为轻度污染或无污染。在这里生物多样性指数不能完全来反映水的污染情况，更多的是反映出该河段生物种群组成的丰度和种群结构的稳定性，见图 4.4.3-6，表 4.4.3-6。

根据调查结果，除默勒镇下游断面仅记录到一种浮游动物外，其余各断面的多样性指数在 0.722~2.585 之间，均匀度指数值在 0.722~1 之间；各断面多样性指数>0.7；均匀度指数值在 0.72 以上，表明水体的种群结构稳定性一般，物种分布均匀。

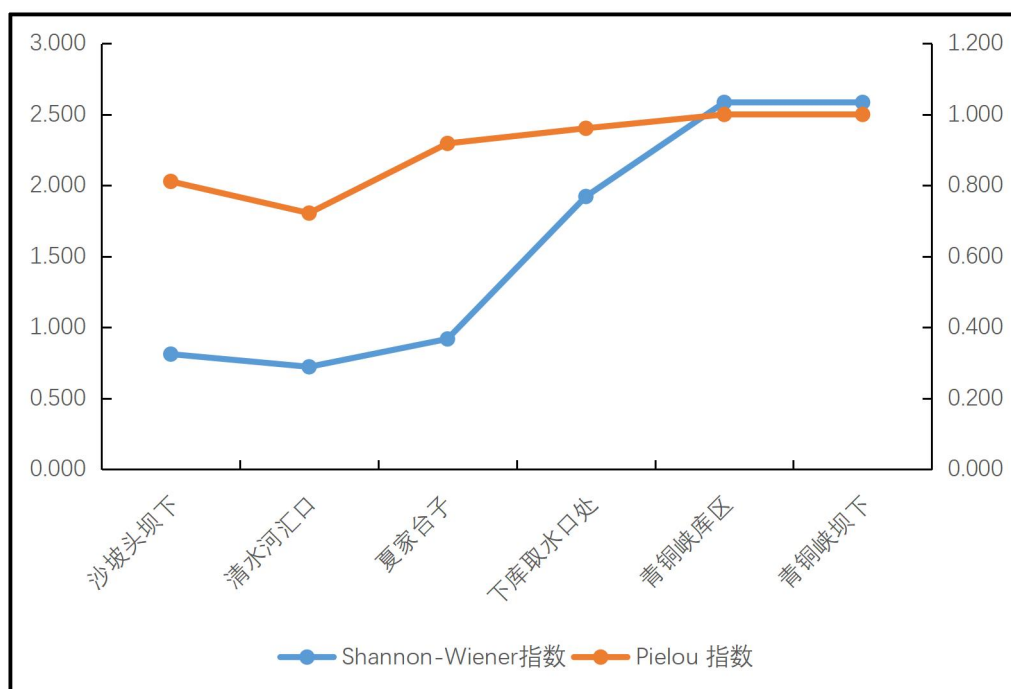


图 4.4.3-6 各断面浮游植物多样性指数、丰富度指数

表 4.4.3-6 浮游动物多样性指数组成表

采样断面	浮游动物	
	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)
沙坡头坝下	0.811	0.811
清水河汇口	0.722	0.722
夏家台子	0.918	0.918
下库取水口处	1.922	0.961
青铜峡库区 (坝址上游 2km)	2.585	1.000
青铜峡坝下	2.585	1.000

(4) 浮游动物现状评价

调查河段浮游动物仅检测到原生动物和轮虫两大类，原生动物为主要优势群体，占总种类数的 84.62%，轮虫次之，占总种类数的 15.38%。6 个采样点中长肢多肢轮虫为调查河段浮游动物主要优势种。

根据调查结果对工程河段浮游动物生物多样性指数进行评价。一般来讲，多样性指数越高，群落结构越稳定，水质状况也越好。多样性指数可以表示群落结构的复杂程度，群落中生物种类越多，说明群落复杂程度越高，对环境的反馈功能越强，从而使群落结构得到越大的缓冲（王建国等 2011）。此次调查显示，浮游动物生物多样性指数整体偏低，除默勒镇下游断面外，各断面多样性指数值在 0.7~2.6 之间变化，Pielou 均匀度指数范围在 0.7~1 之间变化，说明该处河段水质状况一般。此次调查生物多样性指数可以

作为评定水质的参考，但多样性指数更多的是反应该评价河段浮游动物群落结构组成的丰富度和群落的稳定性。

4.4.4 底栖动物

(1) 种类组成

根据本次底栖动物调查结果，在调查河段共记录到底栖动物 8 种属，隶属于 2 门 3 纲 6 目 7 科，其中昆虫纲 4 种属，占比 50.0%，为优势类群；软甲纲 3 种属，占比 37.5%；腹足纲 1 种属，占比 12.5%。

各调查断面底栖动物密度在 7.00~13.50ind./m²之间，平均密度为 9.70ind./m²；其中沙坡头坝下断面密度最小，断面密度最大。底栖动物生物量在 0.0361~3.5858g/m²之间，平均生物量为 1.2557g/m²，沙坡头坝下断面的生物量最大，底栖动物名录见表 4.4.4-1，调查断面底栖动物密度和生物量见表 4.4.4-2，各断面底栖动物种类组成图见图 4.4.4-1。

总体来看，调查河段底栖动物种类多样性较低，物种组成较单一，种类组成中昆虫纲动物占比较高，产生该结果与该调查河段生境状况、河流底质及其他生态因子息息相关。

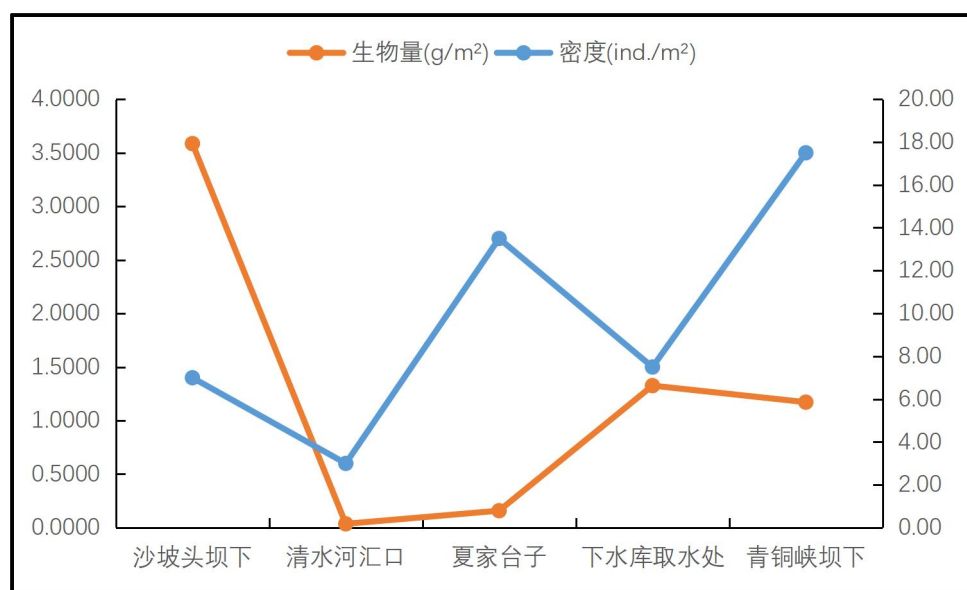


图 4.4.4-1 各断面底栖动物种类组成图

表 4.4.4-1 底栖动物名录表

门	纲	目	科	种属	沙坡头 坝下	清水河 汇口	夏家台 子	下水库 取水处	青铜峡 坝下
节肢动物门 <i>Arthropoda</i>	昆虫纲 <i>Insecta</i>	蜉蝣目 <i>Ephemeroptera</i>	扁蜉科 <i>Heptageniidae</i>	扁蜉属 <i>Heptagenia</i> sp.		+	++	+	++
			四节蜉科 <i>Baetidae</i>	四节蜉属 <i>Baetis</i> sp.			+		
		半翅目 <i>Hemiptera</i>	划蝽科 <i>Corixidae</i>		+	+			
		双翅目 <i>Diptera</i>	摇蚊科 <i>Chironomidae</i>	寡角摇蚊亚科 <i>Diamesinae</i>				+	
	软甲纲 <i>Malacostraca</i>	端足目 <i>Amphipoda</i>	钩虾科 <i>Gammaridae</i>	钩虾属 <i>Gammarus</i> sp.			+	+	+
		十足目 <i>Decapoda</i>	长臂虾科 <i>Palaemonidae</i>	长臂虾属 <i>Palaemon</i> sp.	+			+	+
				日本沼虾 <i>Macrobrachium nipponense</i>		+			
软体动物门 <i>Mollusca</i>	腹足纲 <i>Gastropoda</i>	基眼目 <i>Basommatophora</i>	椎实螺科 <i>Lymnaeidae</i>	萝卜螺属 <i>Radix</i> sp.		+		++	

注：用符号表示分布状况：“+”表示一般，“++”表示较多，“+++”表示很多，用于定性比较。

表 4.4.4-2 调查断面底栖动物密度和生物量

采样断面	底栖动物总量		各纲底栖动物总量		
			昆虫纲	软甲纲	腹足纲
沙坡头坝下	密度 (ind./m ²)	7.00	0.50	6.50	--
	生物量 (g/m ²)	3.5858	0.0142	3.5717	--
清水河汇口	密度 (ind./m ²)	3.00	3.00	--	0.50
	生物量 (g/m ²)	0.0361	0.0361	--	0.0059
夏家台子	密度 (ind./m ²)	13.50	11.00	2.50	--
	生物量 (g/m ²)	0.1587	0.0996	0.0591	--
下水库取水处	密度 (ind./m ²)	7.50	2.00	5.50	9.50
	生物量 (g/m ²)	1.3261	0.0273	1.2989	0.7321
青铜峡坝下	密度 (ind./m ²)	17.50	10.50	7.00	--
	生物量 (g/m ²)	1.1719	0.1087	1.0632	--
均值	密度 (ind./m ²)	9.70	5.40	4.30	2.00
	生物量 (g/m ²)	1.2557	0.0571	1.1986	0.1476

4.4.5 水生维管束植物

根据实地调查显示,在靠近黄河地区主要为沼泽及水生植被,主要植物种类为芦苇、草本植被、假苇拂子茅、短花针茅、白草、赖草草甸、白羊草草原、短花针茅草原等;天然林植被主要分布于青铜峡库区(坝址上游 2km)附近,南北长 15km,东西宽 3km。林地主要为旱柳、红柳等。在现场调查过程中,未发现国家重要野生植物分布。





4.4.6 鱼类资源

4.4.6.1 历史鱼类物种组成

(1) 鱼类种类历史资料

根据陈功 1983 年《宁夏鱼类新纪录》共记录鱼类 20 种，隶属于 2 目 4 科，鲤科鱼类 14 种，鳅科 4 种，塘鳢科、鰕虎鱼科鱼类各 1 种；任青峰等 1993 年的《宁夏水环境及其资源动物现状研究》，调查到宁夏段鱼类 31 种，隶属于 3 目 5 科，鲤科鱼类 23 种，鳅科 5 种，鲇科 1 种，塘鳢科、鰕虎鱼科鱼类各 1 种；2019 年胡朋成等《黄河干流（宁夏段）大型底栖动物和鱼类群落结构特征》，共调查到鱼类 25 种，隶属于 4 目 6 科，鲤科鱼类 18 种，鳅科 1 种，鲇科 3 种，胡瓜鱼科、塘鳢科、鰕虎鱼科鱼类各 1 种。

2024 年调查到鱼类共 27 种，隶属于 4 目 8 科，鲤科鱼类 17 种，鳅科、鲇科、鰕虎鱼科鱼类各 2 种，塘鳢科、鳢科、胡瓜鱼科、鲃科鱼类各 1 种。团头鲂、铜鱼、北方铜鱼、薄鳅、北方花鳅、赛丽高原鳅、拟鲶高原鳅和达里湖高原鳅在八九十年代有调查到，近年以及本次调查并未发现，大鼻吻鲇 2019 年在青铜峡坝下有调查到，北方铜鱼已有近 20 年未曾发现，其原因来自于黄河中上游水利工程的修建、加上工业污染剧增、黄河流域渔业资源增殖保护乏力、滥捕酷捕严重等因素，致使生态环境发生变化，鱼类生存环境变差，造成鱼类多样性降低，导致了北方铜鱼资源量明显减少。见表 4.4.6-1。

本次调查采集到了鳢科乌鳢，其来源可能为人为放生或者养殖逃逸。

表 4.4.6-1 鱼类组成对比分析表

目	科	种名	1983 年	1993 年	2019 年	2024 年
鲤形目	鲤科	鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	√	√	√	√
		德国镜鲤 <i>Cyprinus carpio</i> var. <i>specularis</i>				√
		鲫 <i>Carassius auratus</i>	√	√	√	√
		鲮 <i>Aristichys nobilis</i>		√	√	√
		鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		√	√	√
		鳊 <i>Hemiculter leuciscus</i>		√	√	
		草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>		√	√	√
		花鲢 <i>Hemibarbus maculatus</i>		√	√	√
		潘氏鳊 <i>Gobiobotia pappenheimi</i>				√
		团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i>		√		
		赤眼鳟 <i>Squaliobarbus curriculus</i>	√	√	√	
		翘嘴鲌 <i>Erythroculter alburnus</i>			√	
		红鳍鲌 <i>Chanodichthys erythropterus</i>			√	√
		麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	√	√	√	√
		棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	√	√	√	√
		拉氏大吻鲃 <i>Rhynchocypris lagowskii</i>	√	√		
		瓦氏雅罗鱼 <i>Leuciscus waleckii</i>	√	√	√	
		黄河雅罗鱼 <i>Leuciscus chuanchicus</i>				√
		兴凯鲌 <i>Acheilognathus chankaensis</i>				√
		中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>		√	√	√
		高体鲮 <i>Rhodeus ocellatus</i>		√	√	√
		中华细鲫 <i>Aphyocypris chinensis</i>				√
		铜鱼 <i>Coreius heterodon</i>	√	√		
		北方铜鱼 <i>Coreius septentrionalis</i>	√	√		
		蛇鮈 <i>Saurogobio dabryi</i>	√	√		
		棒花鮈 <i>Gobio gobio rivuloides</i>	√	√	√	
		黄河鮈 <i>Gobio huanghensis</i>	√	√	√	√
		大鼻吻鮈 <i>Rhinogobio nasutus</i>	√	√	√	
		圆筒吻鮈 <i>Rhinogobio ncylictricus</i>	√	√		
	鳅科	泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	√	√	√	
		薄鳅 <i>Leptobotia</i> sp.	√	√		
		北方花鳅 <i>Cobitis granoei</i>		√		√
		赛丽高原鳅 <i>Triplophysa sellaefer</i>	√			
		黄河高原鳅 <i>Triplophysa pappenheimi</i>				√
		达里湖高原鳅 <i>Triplophysa dalaica</i>	√	√		
鲇形目	鲇科	鲇 <i>Silurus asotus</i>		√	√	√
		兰州鲇 <i>Silurus lanzhouensis</i>			√	√
		革胡子鲇 <i>Clarias fuscus</i>			√	
鲑形目	胡瓜鱼科	池沼公鱼 <i>Hypomesus olidus</i>			√	√
鲈形目	鳢科	乌鳢 <i>Channa argus</i>				√

目	科	种名	1983 年	1993 年	2019 年	2024 年
	塘鳢科	小黄魮鱼 <i>Hypseleotris swinhonis</i>	√	√	√	√
	虾虎鱼科	子陵吻鰕虎鱼 <i>Rhinobius giurinus</i>				√
		波氏吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius cliffordpopei</i>	√	√	√	√
鲿形目	鲿科	青鲿 <i>Oryzias latipes</i>				√
合计			20	31	25	27

(2) 北方铜鱼、大鼻吻鰕历史变化情况

1) 北方铜鱼历史资源情况变化

据赵铁桥 1969 年《宁夏黄河经济鱼类的年龄和生长》的调查显示，在青铜峡水库上游的卫宁中宁段和水库以下的仁存渡横城段的黄河捕捞到 5 尾北方铜鱼，体长在 27.0-35.0cm 之间，体重在 200.0-700.0g 之间。

根据郭严军 2008 年《谈小浪底水库对北方铜鱼生态的影响及对策》，小浪底水库在黄河洛阳段建成前，北方铜鱼生长栖息在河湾及多沙石，水流较平稳的孟津河段。冬季多潜伏深水处，或岩石下面。开春后，当天气转暖时，又开始上溯新安县河段的产卵场所，完成生殖洄游。建库前的北方铜鱼索饵洄游范围在距产卵场 30~50 公里以外的孟津至郑州河段。北方铜鱼的资源量 1950~1966 年在河南段繁殖期捕捞量愈千斤以上。到 1986~1987 年调查，繁殖捕捞近 300 斤左右，且多为老龄个体。随着河道周围的不断开发建设，黄河段污染源急剧增加，1990~2007 年在河南段捕捞没有发现北方铜鱼，濒临灭绝。自 1999 年小浪底大坝截流后，北方铜鱼的生态环境发生了根本变化，水位增高，产卵场破坏，坝下游的流量变化，每年 6 月份的调水调沙试验等，均影响了北方铜鱼的生长繁殖。为此我们在 2003~2007 年对黄河洛阳段北方铜鱼进行调查，至今未捕获一条北方铜鱼。建库后生态环境的变化，已严重影响了北方铜鱼的生存条件，生殖洄游通道受到严重破坏。

根据赵海鹏、李莉等 2014 年《北方铜鱼》的结果显示，北方铜鱼在宁夏主产地为中卫县南长滩、北长滩等乡村。曾经北方铜鱼在黄河里种群数量颇大，有记载其历史最高产量达 50 吨。然而今天北方铜鱼已近灭绝，处境堪忧。据报道，1950~1966 年，黄河河南段北方铜鱼繁殖期捕捞量逾 500kg，从 1970 年开始，由于上游河水污染及滥捕，数量急剧减少，到 1986~1987 年调查，繁殖捕捞期仅 150 kg 左右，且多为老龄个体，资源量在小浪底水库建成后明显减少，1990~2007 年在河南段捕捞无发现。2005~2007 年开展的关于黄河上游龙羊峡至刘家

峡河段梯级水电站建设后对鱼类资源影响的调查结果表明,水电站建设前该河段有分布的北方铜鱼绝迹。

2) 大鼻吻鮡历史资源变化情况

据赵铁桥 1969 年《宁夏黄河经济鱼类的年龄和生长》的调查显示,在青铜峡水库上游的卫宁中宁段和水库以下的仁存渡横城段的黄河捕捞到 6 尾大鼻吻鮡,体长在 25.5-30.0cm 之间,体重在 225.0-375.0g 之间。

根据胡朋成等 2019 年《黄河干流(宁夏段)大型底栖动物和鱼类群落结构特征》,在中卫高滩、青铜峡坝下调查到大鼻吻鮡。

据伍献文等编著的《中国鲤科鱼类志》显示,大鼻吻鮡分布于黄河水系甘肃兰州段以及宁夏青铜峡河段。

综上所述,北方铜鱼和大鼻吻鮡在该河段资源量减少因素存在多种:①黄河中上游水利工程的修建。由于该河段分布有多种溯河洄游产漂流性卵鱼类,工程建坝后,有溯河产卵繁殖习性的鱼类无溯游之道,也使上游一些幼龄鱼无法到下游开阔水面处索饵育肥。北方铜鱼近 20 年未曾发现,本世纪以来,宁夏再也没有捕获到过北方铜鱼和铜鱼。②过度捕捞、黄河流域渔业资源增殖保护乏力。根据相关资料及 2018 年以前调查显示,东北、湖南、四川等地的专业渔民陆续来宁夏黄河捕鱼,这些专业渔民主要集中在银川至石嘴山黄河段,宁夏北方铜鱼产量最高在 50 吨左右,滥捕酷捕严重导致了北方铜鱼资源量明显减少。③工业污染剧增、水体污染现象依然存在。根据走访调查当地渔民介绍,河段内部分支流水环境质量较差,支流清水河断面不同水期水质均为 IV 类,污染因子为氟化物、硒。根据国家地表水水质监测数据,清水河不同水期,氟化物超标主要是由于区域自然环境背景浓度高所致。但具体水质污染情况还需要根据具体检测水质指标确定。

4.4.6.2 种类组成

2024 年两期调查共捕获鱼类 27 种,隶属于 5 目 8 科,其中鲤科鱼类 17 种,占 62.95%;鳅科、鲇科、鰕虎鱼科鱼类各 2 种,分别各占 7.41%;塘鳢科、鳢科、胡瓜鱼科、鲿科鱼类各 1 种,分别各占 3.70%。组成见图 4.4.6-2。

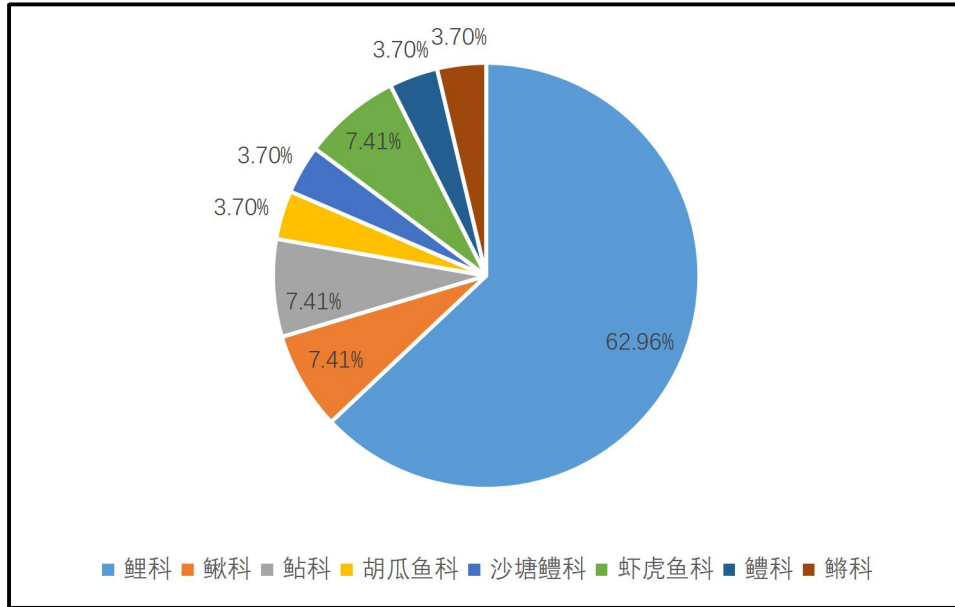
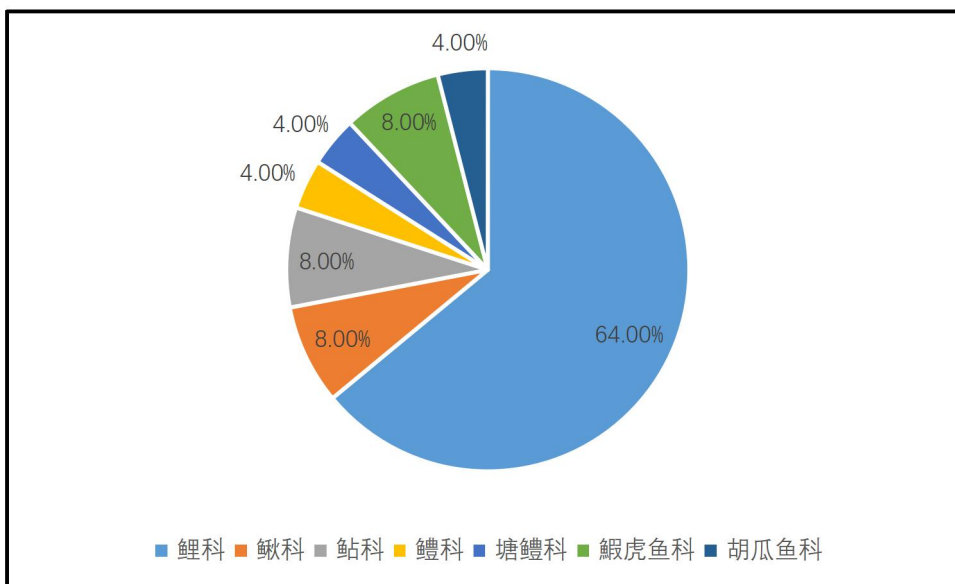


图 4.4.6-2 渔获物结构组成图

2024年6月调查共捕获鱼类25种，隶属于4目7科，其中鲤科鱼类16种，占64%；鳅科、鲇科、鰕虎鱼科鱼类各2种，分别各占8%；塘鳢科、鳢科、胡瓜鱼科鱼类各1种，分别各占4%。其中鲤科鱼类为主要优势鱼类，其次为鳅科、鲇科、鰕虎鱼科鱼类。

2024年9月调查共捕获鱼类22种，隶属于4目8科，其中鲤科鱼类13种，占59.09%；鲇科和鰕虎鱼科鱼类各2种，分别各占9.09%；鳅科、塘鳢科、鳢科、胡瓜鱼科、鳠科鱼类各1种，分别各占4.55%，渔获物结构组成见图4.4.6-3，鱼类组成名录见表4.4.6-2。



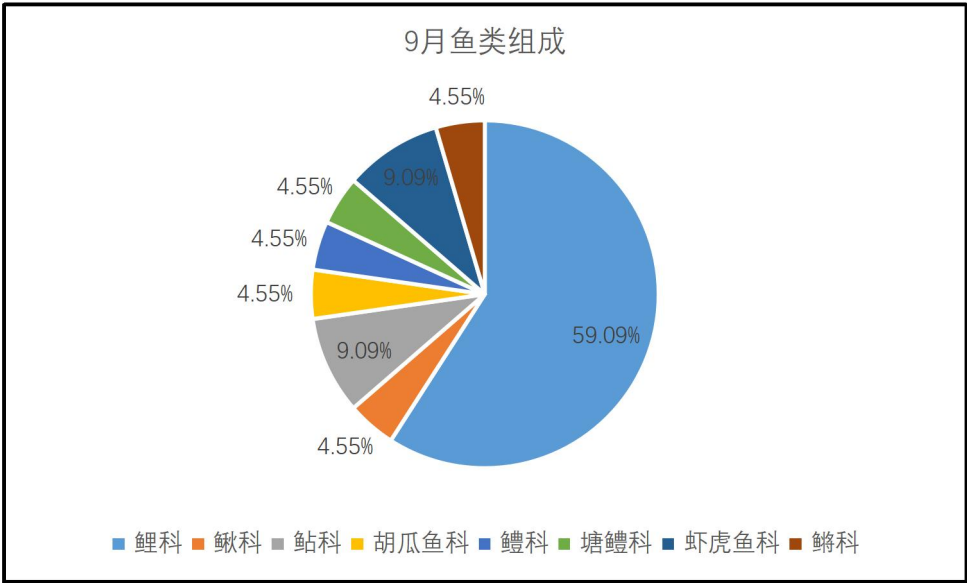


图 4.4.6-3 渔获物结构组成图

表 4.4.6-2 鱼类组成名录

目	科	属	种类	类型
鲤形目	鲤科	鲤属	鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	土著鱼类
		棒花鱼属	棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	土著鱼类
		鲫属	中华细鲫 <i>Aphyocypris chinensis</i>	土著鱼类
			鲫 <i>Carassius auratus</i>	土著鱼类
		鮰属	黄河鮰 <i>Gobio huanghensis</i>	土著鱼类
		雅罗鱼属	黄河雅罗鱼 <i>Leuciscus chuanchicus</i>	外来物种
		鲢属	鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	外来物种
		麦穗鱼属	麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	土著鱼类
		鳊属	高体鳊 <i>Rhodeus ocellatus</i>	土著鱼类
			兴凯刺鳊 <i>Acanthorhodeus chankaensis</i>	土著鱼类
			中华鳊 <i>Rhodeus sinensis</i>	土著鱼类
		鳊属	鳊 <i>Aristichys nobilis</i>	外来物种
		鳅属	鳅 <i>Gobiobotia pappenheimi</i>	土著鱼类
		草鱼属	草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	外来物种
		鲮属	花鲮 <i>Hemibarbus maculatus</i>	土著鱼类
鲈形目	鳅科	原鲈属	红鳍原鲈 <i>Chanodichthys erythropterus</i>	土著鱼类
		高原鳅属	黄河高原鳅 <i>Triplophysa pappenheimi</i>	土著鱼类
	鳅科	花鳅属	北方花鳅 <i>Cobitis granoei</i>	土著鱼类
		吻鳅属	子陵吻鳅 <i>Rhinobius giurinus</i>	土著鱼类
			波氏吻鳅 <i>Rhinogobius cliffordpopei</i>	土著鱼类
塘鳢科	塘鳢科	黄黝鱼属	小黄黝鱼 <i>Hypseleotris swinhonis</i>	土著鱼类
		鳊属	乌鳊 <i>Channa argus</i>	土著鱼类
鲈形目	胡瓜鱼	公鱼属	池沼公鱼 <i>Hypomesus olidus</i>	外来物种
鲇形目	鲇科	鲇属	鲇 <i>Silurus asotus</i>	土著鱼类
		鲇属	兰州鲇 <i>Silurus lanzhouensis</i>	土著鱼类

4.4.6.3 渔获物群落结构组成

2024 年两期调查共记录鱼类 4664 尾，总重量为 116949.6g，平均体重 25.07g；

主要优势种为麦穗鱼，占渔获物总尾数的 32.08%，其次为黄河鲇，占渔获物总尾数的 22.58%。重量占比最大的是鲤，为 40.59%，其次为鲢鱼，占比 13.62%。渔获物统计结果表明，调查区域范围内资源量以中小型鱼类为主。渔获物种类组成见表 4.4.6-3。

表 4.4.6-3 渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
鲤	238	47462.6	4.7-51.5	199.42	5.1029%	40.5838%
德国镜鲤	1	7.2	6.3	7.16	0.0214%	0.0061%
鲫	383	12334.7	5.7-25.0	32.21	8.2118%	10.5470%
鲢	60	15932.4	13.5-50.0	265.54	1.2864%	13.6233%
鳙	3	1929.8	20.0-38.0	643.26	0.0643%	1.6501%
草鱼	22	10511.6	29.5-70.0	477.80	0.4717%	8.9881%
花鲢	1	55.9	15.2	55.90	0.0214%	0.0478%
麦穗鱼	1496	2946.8	2.2-9.2	1.97	32.0755%	2.5197%
棒花鱼	150	207.2	2.7-7.2	1.38	3.2161%	0.1772%
黄河鲇	1053	2217.5	2.5-14.7	2.11	22.5772%	1.8961%
红鳍鲌	1	37.9	14.5	37.86	0.0214%	0.0324%
兴凯鲌	44	95.6	2.8-6.5	2.17	0.9434%	0.0817%
高体鲌	315	480.4	3.3-6.0	1.53	6.7539%	0.4108%
中华鲌	310	377.2	2.0-5.3	1.22	6.6467%	0.3225%
中华细鲫	24	7.9	2.8-4.2	0.33	0.5146%	0.0068%
潘氏鳅	7	4.2	3.3-5.2	0.60	0.1501%	0.0036%
黄河雅罗鱼	108	8333.8	6.8-35.0	77.17	2.3156%	7.1260%
北方花鳅	1	0.5	4	0.50	0.0214%	0.0004%
黄河高原鳅	11	4.1	4.2-4.8	0.37	0.2358%	0.0035%
鲇	26	6032.1	4.0-52.5	232.00	0.5575%	5.1579%
兰州鲇	90	6033.3	4.4-53.0	67.04	1.9297%	5.1589%
池沼公鱼	169	166.4	3.0-9.0	0.98	3.6235%	0.1423%
乌鳢	2	1693.0	7.3-46.3	846.52	0.0429%	1.4477%
小黄鲈鱼	80	33.1	1.5-4.0	0.41	1.7153%	0.0283%
子陵吻虾虎鱼	66	40.5	3.2-5.0	0.61	1.4151%	0.0347%
波氏吻虾虎鱼	2	3.4	3.8-4.0	1.72	0.0429%	0.0029%
青鳉	1	0.5	2.2	0.45	0.0214%	0.0004%
合计	4664	116949.6		25.07	100.0000%	100.0000%

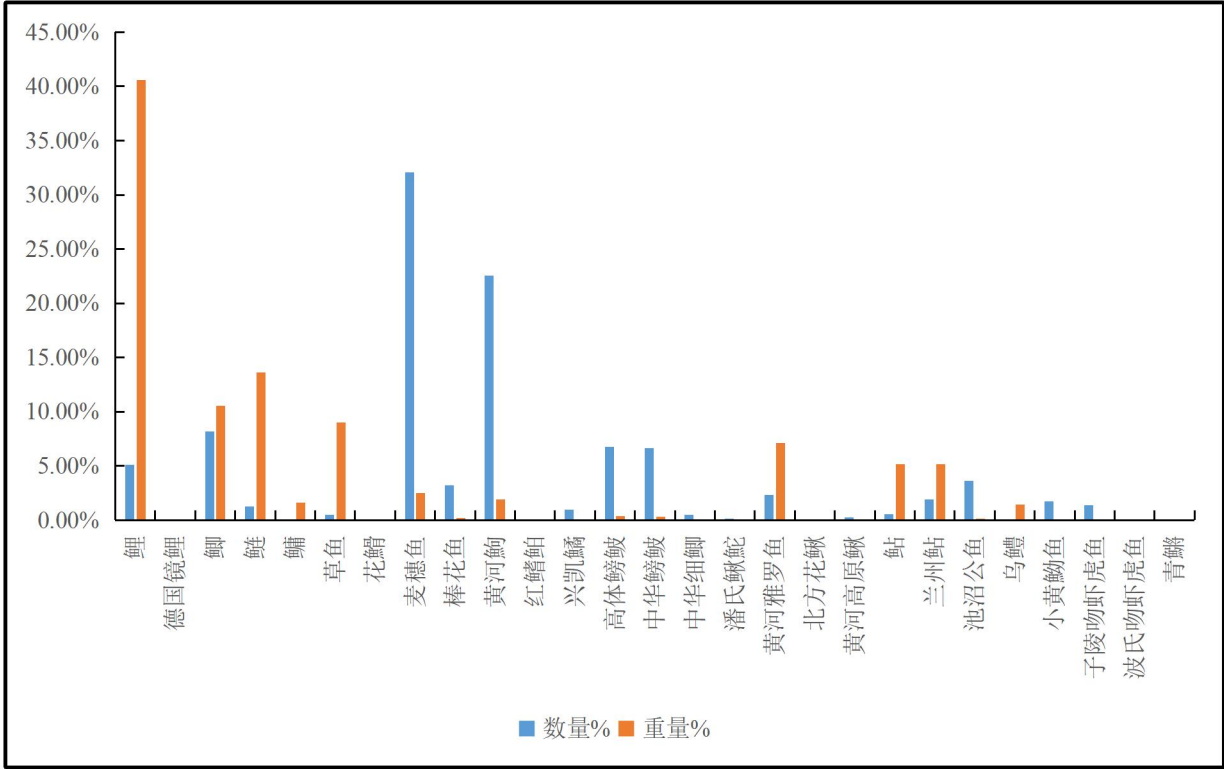


图 4.4.6-4 渔获物结构组成柱状图

(1) 第一期调查结果

2024 年 6 月调查共记录鱼类 3140 尾，总重量为 82877.1g，平均体重 26.39g；主要优势种为黄河鲇，占渔获物总尾数的 32.01%，其次为麦穗鱼，占渔获物总尾数的 16.62%。重量占比最大的是鲤鱼，为 46.95%。渔获物统计结果表明，调查区域范围内资源量以中小型鱼类为主。渔获物种类组成见下表 4.4.6-4。

表 4.4.6-4 渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
鲤	210	38911.2	5.5-42.5	185.29	6.688%	46.950%
鲫	155	3206.0	5.7-25.0	20.68	4.936%	3.868%
鲢	56	13268.6	32.5-50.0	236.94	1.783%	16.010%
鳙	1	1273.7	38	1273.70	0.032%	1.537%
草鱼	22	10511.6	29.5-70.0	477.80	0.701%	12.683%
花鲢	1	55.9	15.2	55.90	0.032%	0.067%
麦穗鱼	522	1490.3	3.2-6.5	2.85	16.624%	1.798%
棒花鱼	92	100.8	2.7-7.0	1.10	2.930%	0.122%
红鳍鲌	1	37.9	14.5	37.86	0.032%	0.046%
黄河鲇	1005	1656.0	2.5-14.7	1.65	32.006%	1.998%
兴凯鲌	32	76.2	5.2-6.2	2.38	1.019%	0.092%
高体鲃	293	455.2	3.3-6.0	1.55	9.331%	0.549%
中华鲃	251	314.7	2.-5.3	1.25	7.994%	0.380%

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
潘氏鳅鲇	6	3.7	4.6-5.2	0.61	0.191%	0.004%
中华细鲫	24	7.9	2.8-4.2	0.33	0.764%	0.010%
黄河雅罗鱼	83	3778.0	10.0-35.0	45.52	2.643%	4.559%
北方花鳅	1	0.5	4	0.50	0.032%	0.001%
黄河高原鳅	10	2.7	4.2-4.8	0.27	0.318%	0.003%
鲌	20	2750.2	4.0-52.5	137.51	0.637%	3.318%
兰州鲌	86	4783.9	4.4-53.0	55.63	2.739%	5.772%
池沼公鱼	142	124.4	3.0-9.0	0.88	4.522%	0.150%
乌鳢	1	7.2	7.3	7.18	0.032%	0.009%
小黄魮鱼	61	21.6	1.5-3.6	0.35	1.943%	0.026%
子陵吻虾虎鱼	64	38.1	3.5-5.0	0.60	2.038%	0.046%
波氏吻虾虎鱼	1	1.1	3.8	1.06	0.032%	0.001%
合计	3140	82877.1		26.39	100.000%	100.000%

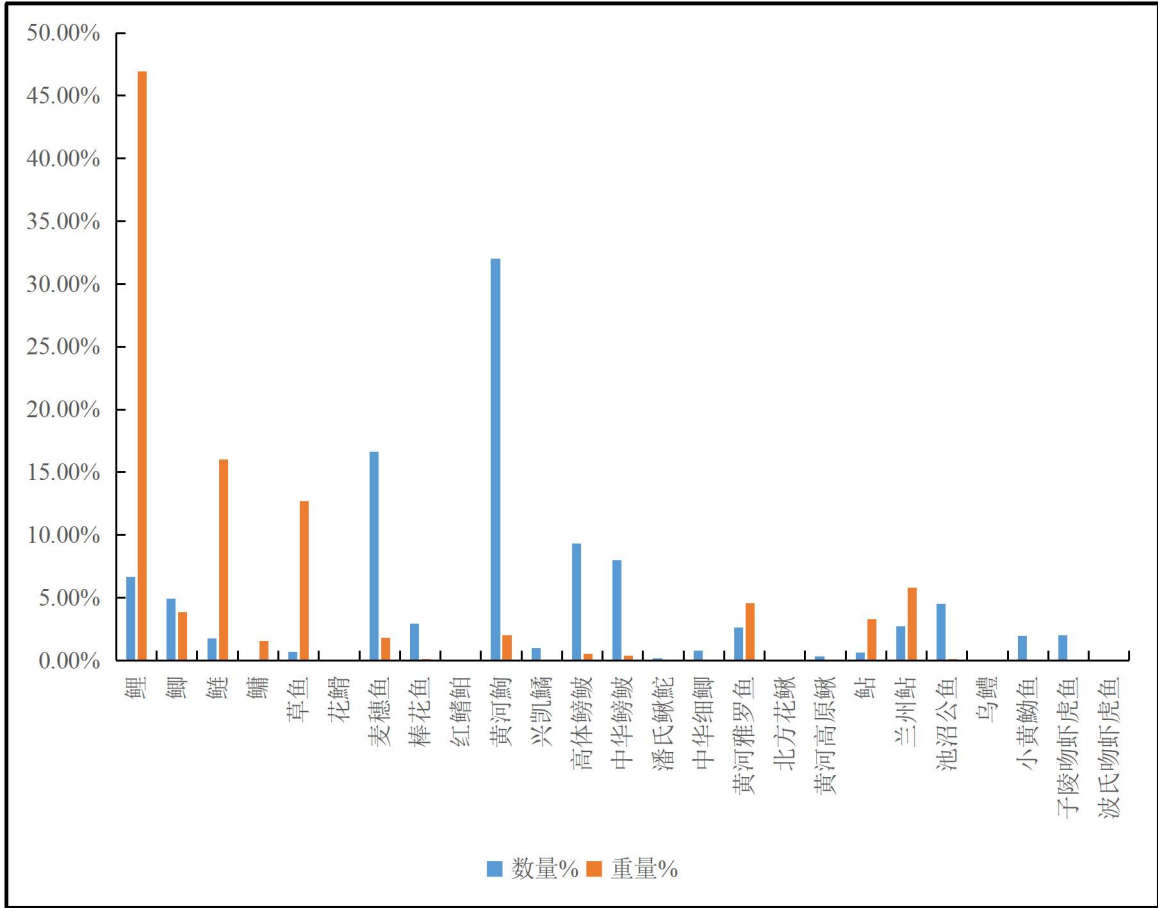


图 4.4.6-5 渔获物结构组成柱状图

（2）第二期调查结果

2024年9月调查共记录鱼类1524尾，总重量为34072.51g，平均体重22.36g；主要优势种为麦穗鱼，占渔获物总尾数的63.91%，其次为鲫，占渔获物总尾数的14.96%。重量占比最大的是鲫，为26.79%，其次为鲤，占比25.10%。渔获物

统计结果表明，调查区域范围内资源量以中小型鱼类为主。渔获物种类组成见表 4.4.6-5。

表 4.4.6-5 渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
鲤	28	8551.43	4.7-51.5	305.41	1.84%	25.10%
德国镜鲤	1	7.16	6.3	7.16	0.07%	0.02%
鲫	228	9128.74	6.0-22.5	40.04	14.96%	26.79%
鲢	4	2663.82	13.5-43.5	665.96	0.26%	7.82%
鳙	2	656.08	20.0-29.0	328.04	0.13%	1.93%
麦穗鱼	974	1456.55	2.2-9.2	1.50	63.91%	4.27%
棒花鱼	58	106.42	3.0-7.2	1.83	3.81%	0.31%
黄河鲇	48	561.52	2.5-12.5	11.70	3.15%	1.65%
高体鲂	22	25.26	3.7-5.0	1.15	1.44%	0.07%
中华鲂	59	62.55	2.0-4.5	1.06	3.87%	0.18%
兴凯鲂	12	19.39	2.8-6.5	1.62	0.79%	0.06%
黄河雅罗鱼	25	4555.79	6.8-33.0	182.23	1.64%	13.37%
潘氏鳅	1	0.57	3.3	0.57	0.07%	0.00%
黄河高原鳅	1	1.41	4.5	1.41	0.07%	0.00%
鲇	6	3281.85	9.5-46.5	546.98	0.39%	9.63%
兰州鲇	4	1249.38	19.4-38.5	312.35	0.26%	3.67%
池沼公鱼	27	42.00	3.8-8.0	1.56	1.77%	0.12%
小黄鲷鱼	19	11.48	2.0-4.0	0.60	1.25%	0.03%
子陵吻鰕虎鱼	2	2.44	3.2-4.8	1.22	0.13%	0.01%
波氏吻鰕虎鱼	1	2.37	4.0	2.37	0.07%	0.01%
乌鳢	1	1685.85	46.3	1685.85	0.07%	4.95%
青鳉	1	0.45	2.2	0.45	0.07%	0.00%
合计	1524	34072.51		22.36	100.00%	100.00%

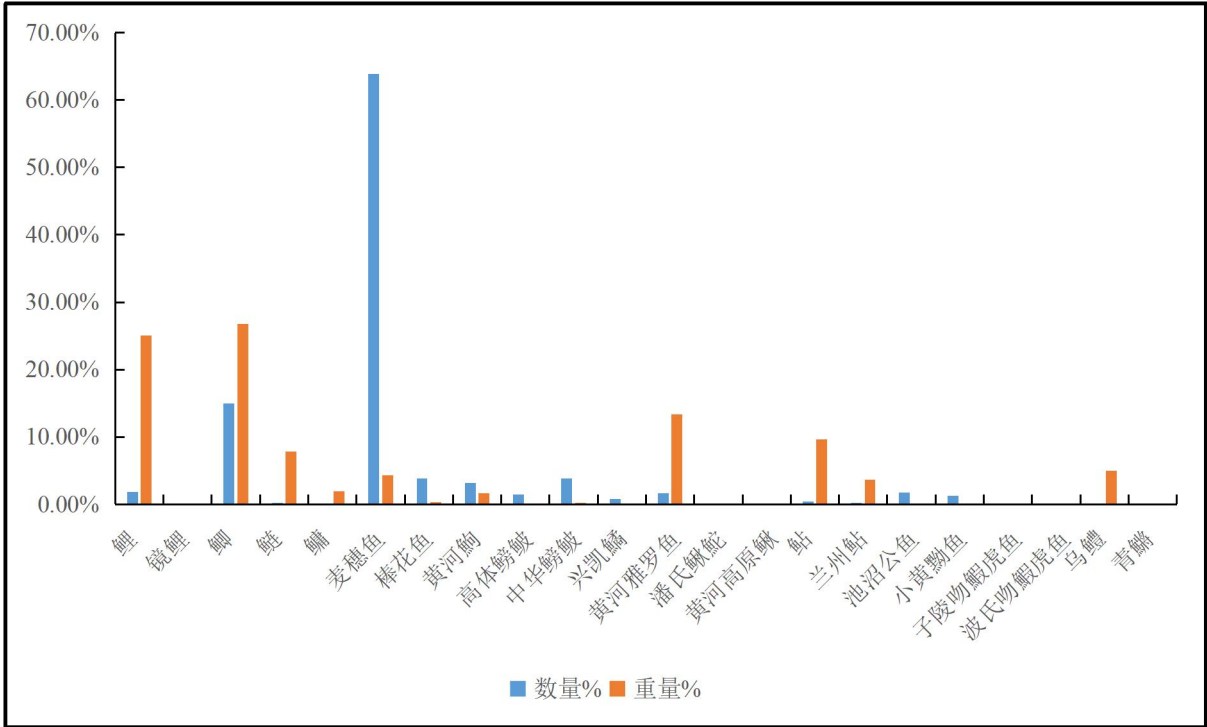


图 4.4.6-6 渔获物结构组成柱状图





图 4.4.6-7 渔获物照片

4.4.6.4 各段面渔获物结果

(1) 沙坡头坝下

2024年6月沙坡头坝下共采集到鱼类387尾,总重21167.2g,平均体重54.70g,优势种为鲤,占总数量的35.40%。

2024年9月沙坡头坝下共采集到鱼类1337尾,总重10409.21g,平均体重7.79g,优势种为麦穗鱼,占总数量的71.73%。

表 4.4.6-6 沙坡头坝下 2024 年 6 月渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
鲤	137	16149.2	17.7-37.8	117.88	35.40%	76.29%

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
鳊	1	1273.7	38	1273.70	0.26%	6.02%
鲇	1	1147.6	46.3	1147.60	0.26%	5.42%
兰州鲇	2	601.2	30.0-36.5	300.59	0.52%	2.84%
鲫	17	493.6	6.8-17.0	29.03	4.39%	2.33%
池沼公鱼	45	87.6	7.0-9.0	1.95	11.63%	0.41%
麦穗鱼	57	158.7	5.7-6.5	2.78	14.73%	0.75%
高体鲮鱼	19	29.7	4.2-6.0	1.56	4.91%	0.14%
小黄鲮鱼	2	1.6	2.8-3.6	0.80	0.52%	0.01%
棒花鱼	21	32.5	5.5-6.2	1.55	5.43%	0.15%
中华鲮鱼	33	34.2	3.7-5.3	1.04	8.53%	0.16%
子陵吻虾虎鱼	6	6.6	3.5-5.0	1.09	1.55%	0.03%
黄河雅罗鱼	4	217.3	14.5-16.8	54.32	1.03%	1.03%
黄河鲇	42	933.8	13.0-14.7	22.23	10.85%	4.41%
合计	387	21167.2		54.70	100.00%	100.00%

表 4.4.6-7 沙坡头坝下 2024 年 9 月渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
鳊	1	162.38	20.0	162.38	0.07%	1.56%
鲢	2	88.24	13.5-14.2	44.12	0.15%	0.85%
鲫	206	2425.82	8.0-11.3	11.78	15.41%	23.30%
鲤	10	5020.87	5.7-36.5	502.09	0.75%	48.23%
德国镜鲤	1	7.16	6.3	7.16	0.07%	0.07%
青鲮	1	0.45	2.2	0.45	0.07%	0.00%
麦穗鱼	959	1443.77	5.5-9.2	1.51	71.73%	13.87%
棒花鱼	46	92.3	6.0-7.2	2.01	3.44%	0.89%
黄河鲇	9	198.7	11.5-12.5	22.08	0.67%	1.91%
高体鲮鱼	22	25.26	3.7-5.0	1.15	1.65%	0.24%
中华鲮鱼	29	26.94	3.8-4.5	0.93	2.17%	0.26%
黄河雅罗鱼	3	282.91	15.0-22.0	94.30	0.22%	2.72%
黄河高原鳅	1	1.41	4.5	1.41	0.07%	0.01%
鲇	2	34.55	9.5-13.0	17.28	0.15%	0.33%
兰州鲇	1	542.3	38.5	542.30	0.07%	5.21%
池沼公鱼	26	41.42	7.2-8.0	1.59	1.94%	0.40%
小黄鲮鱼	15	9.92	3.0-4.0	0.66	1.12%	0.10%
子陵吻鰕虎鱼	2	2.44	3.2-4.8	1.22	0.15%	0.02%
波氏吻鰕虎鱼	1	2.37	4.0	2.37	0.07%	0.02%
合计	1337	10409.21		7.79	100.00%	100.00%

(2) 清水河汇口

2024 年 6 月清水河汇口共采集到鱼类 382 尾，总重 2515.9g，平均体重 6.59g，优势种为黄河鲇，占总数量的 50.26%。

2024 年 9 月清水河汇口共采集到鱼类 3 尾，总重 161.58g，平均体重 53.86g。

表 4.4.6-8 清水河汇口 2024 年 6 月渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
鲫	39	663.0	8.5-13.9	17.00	10.21%	26.35%
黄河雅罗鱼	12	613.3	16.7-20.5	51.11	3.14%	24.38%
鲤	4	106.2	5.5-14.8	26.55	1.05%	4.22%
小黄魮鱼	6	2.2	2.5-3.6	0.37	1.57%	0.09%
波氏吻虾虎鱼	1	1.1	3.8	1.06	0.26%	0.04%
池沼公鱼	55	6.1	3.9-5.5	0.11	14.40%	0.24%
中华鲌	3	2.1	2.7-3.5	0.70	0.79%	0.08%
麦穗鱼	18	8.1	3.5-5.7	0.45	4.71%	0.32%
鲇	10	14.4	4.0-8.8	1.44	2.62%	0.57%
棒花鱼	36	19.3	3.5-6.0	0.54	9.42%	0.77%
黄河魮	192	113.9	3.5-10.7	0.59	50.26%	4.53%
兰州鲇	6	966.4	24.5-34.5	161.07	1.57%	38.41%
合计	382	2515.9		6.59	100.00%	100.00%

表 4.4.6-9 清水河汇口 2024 年 9 月渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
黄河雅罗鱼	1	160	21.5	160.00	33.33%	99.02%
黄河魮	2	1.58	3.7-4.4	0.79	66.67%	0.98%
合计	3	161.58		53.86	100.00%	100.00%

(3) 夏家台子

2024 年 6 月夏家台子共采集到鱼类 202 尾，总重 1252.3g，平均体重 6.20g，优势种为黄河魮，占总数量的 36.63%。

2024 年 9 月夏家台子共采集到鱼类 12 尾，总重 467.99g，平均体重 39.00g。

表 4.4.6-10 夏家台子 2024 年 6 月渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
鲤	2	144.3	6.5-16.5	72.16	0.99%	11.52%
黄河雅罗鱼	12	775.8	14.2-25.0	64.65	5.94%	61.95%
鲫	34	239.6	7.4-15.0	7.05	16.83%	19.13%
乌鳢	1	7.2	7.3	7.18	0.50%	0.57%
池沼公鱼	6	1.1	3.0-4.5	0.19	2.97%	0.09%
小黄魮鱼	9	3.7	3.0-3.5	0.41	4.46%	0.29%
兰州鲇	11	30.0	4.4-13.0	2.73	5.45%	2.40%
中华细鲫	24	7.9	2.8-4.2	0.33	11.88%	0.63%
北方花鳅	1	0.5	4	0.50	0.50%	0.04%
棒花鱼	10	3.7	3.0-4.3	0.37	4.95%	0.29%
麦穗鱼	18	6.2	3.2-3.5	0.35	8.91%	0.50%
黄河魮	74	32.3	3.2-4.0	0.44	36.63%	2.58%

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
合计	202	1252.3		6.20	100.00%	100.00%

表 4.4.6-11 夏家台子 2024 年 9 月渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	体重范围/g	均重/g	数量%	重量%
鲫	5	457.1	6.0-22.5	16.87-272.36	91.42	41.67%	97.67%
兴凯鲮	5	9.44	2.8-6.5	0.49-6.28	1.89	41.67%	2.02%
小黄鲈鱼	1	0.88	3	0.88	0.88	8.33%	0.19%
潘氏鳅鲉	1	0.57	3.3	0.57	0.57	8.33%	0.12%
合计	12	467.99			39.00	100.00%	100.00%

(4) 下库取水口

2024 年 6 月下库取水口共采集到鱼类 1322 尾，总重 50967.7g，平均体重 38.55g，优势种为麦穗鱼，占总数量的 26.48%，高体鲮次之，占总数量的 19.97%。

2024 年 9 月下库取水口共采集到鱼类 16 尾，总重 321.42g，平均体重 20.09g。

表 4.4.6-12 下库取水口 2024 年 6 月渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
鲫	34	1011.2	20.0-25.0	29.74	2.57%	1.98%
草鱼	22	10511.6	29.5-70.0	477.80	1.66%	20.62%
鲢	56	13268.6	32.5-50.0	236.94	4.24%	26.03%
鲤	62	18853.9	8.0-42.5	304.09	4.69%	36.99%
鲇	8	1545.1	15.5-52.5	193.14	0.61%	3.03%
黄河雅罗鱼	28	1765.5	12.5-35.0	63.05	2.12%	3.46%
兰州鲇	3	1897.0	40.0-53.0	632.32	0.23%	3.72%
池沼公鱼	25	23.9	5.5-7.0	0.95	1.89%	0.05%
高体鲮	264	419.3	4.5-5.5	1.59	19.97%	0.82%
子陵吻虾虎鱼	58	31.6	4.0-5.3	0.54	4.39%	0.06%
小黄鲈鱼	37	12.2	3.2-3.5	0.33	2.80%	0.02%
麦穗鱼	350	1212.9	6.0-6.5	3.47	26.48%	2.38%
棒花鱼	16	32.2	6.5-7.0	2.01	1.21%	0.06%
兴凯鲮	32	76.2	5.2-6.2	2.38	2.42%	0.15%
中华鲮	209	275.0	4.2-5.0	1.32	15.81%	0.54%
黄河鲈	118	31.9	2.5-3.8	0.27	8.93%	0.06%
合计	1322	50967.7		38.55	100.00%	100.00%

表 4.4.6-13 下库取水口 2024 年 9 月渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	体重范围/g	均重/g	数量%	重量%
麦穗鱼	2	2.07	2.5-5.0	0.85-1.22	1.04	12.50%	0.64%
棒花鱼	1	1.38	4.5	1.38	1.38	6.25%	0.43%
黄河鲈	1	0.22	2.5	0.22	0.22	6.25%	0.07%
小黄鲈鱼	1	0.15	2	0.15	0.15	6.25%	0.05%
兴凯鲮	3	4.91	3.5-4.7	0.98-2.01	1.64	18.75%	1.53%

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	体重范围/g	均重/g	数量%	重量%
中华鲮	3	1.8	2.0-3.3	0.22-0.85	0.60	18.75%	0.56%
鲫	5	310.89	11.5-13.0	44.61-72.72	62.18	31.25%	96.72%
合计	16	321.42			20.09	100.00%	100.00%

(5) 青铜峡库区

2024 年 6 月青铜峡库区共采集到鱼类 363 尾,总重 1137.5g,平均体重 3.13g,优势种为黄河鲇, 占总数量的 84.30%。

2024 年 9 月青铜峡库区共采集到鱼类 110 尾, 总重 16338.41g, 平均体重 148.53g。

表 4.4.6-14 青铜峡库区 2024 年 6 月渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
鲫	10	576.4	12.5-21.0	57.64	2.75%	50.67%
麦穗鱼	1	0.9	3.6	0.85	0.28%	0.07%
池沼公鱼	1	2.9	7	2.90	0.28%	0.25%
棒花鱼	3	10.1	4.0-7.2	3.35	0.83%	0.88%
小黄鲮鱼	5	1.5	1.9-2.6	0.30	1.38%	0.13%
中华鲮	3	2.2	3.0-4.0	0.72	0.83%	0.19%
黄河雅罗鱼	24	348.3	10.0-17.5	14.51	6.61%	30.62%
黄河鲇	306	116.8	2.8-3.7	0.38	84.30%	10.27%
兰州鲇	10	78.6	11.5-13.5	7.86	2.75%	6.91%
合计	363	1137.5		3.13	100.00%	100.00%

表 4.4.6-15 青铜峡库区 2024 年 9 月渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	体重范围/g	均重/g	数量%	重量%
鲤	15	3340.9	4.7-51.5	2.72-3340.9	222.73	13.64%	20.45%
鲫	10	878.93	6.2-18.5	8.64-221.3	87.89	9.09%	5.38%
鲢	2	2575.58	38.9-43.5	1111.70-1463.88	1287.79	1.82%	15.76%
鳊	1	493.7	29	493.7	493.70	0.91%	3.02%
麦穗鱼	13	10.71	2.2-4.0	0.23-1.01	0.82	11.82%	0.07%
棒花鱼	11	12.74	3.0-5.7	3.7-7.1	1.16	10.00%	0.08%
黄河鲇	5	38.79	2.5-12.5	0.42-34.8	7.76	4.55%	0.24%
黄河雅罗鱼	11	3306.87	6.8-33.0	4.42-616.8	300.62	10.00%	20.24%
中华鲮	27	33.81	2.1-4.9	0.35-2.12	1.25	24.55%	0.21%
兴凯鲮	4	5.04	4.2-5.3	1.06-1.57	1.26	3.64%	0.03%
鲇	4	3247.3	44.4-46.5	782.6-879.2	811.83	3.64%	19.88%
兰州鲇	3	707.08	19.4-34.0	56.38-346.8	235.69	2.73%	4.33%
小黄鲮鱼	2	0.53	2.5-2.7	0.22-0.31	0.27	1.82%	0.00%

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	体重范围/g	均重/g	数量%	重量%
池沼公鱼	1	0.58	3.8	0.58	0.58	0.91%	0.00%
乌鳢	1	1685.85	46.3	1685.85	1685.85	0.91%	10.32%
合计	110	16338.41			148.53	100.00%	100.00%

(6) 青铜峡坝下

2024年6月青铜峡坝下共采集到鱼类484尾,总重5836.47g,平均体重12.06g,优势种为黄河鲇, 占总数量的56.40%。

2024年9月青铜峡坝下共采集到鱼类46尾,总重6373.9g,平均体重138.56g。

表 4.4.6-16 青铜峡坝下 2024 年 6 月渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	均重/g	数量%	重量%
鲤	5	3657.6	26.5-40.0	731.52	1.03%	62.67%
兰州鲇	54	1210.7	6.0-38.6	22.42	11.16%	20.74%
黄河雅罗鱼	3	57.9	12.5-13.8	19.31	0.62%	0.99%
红鳍鲌	1	37.9	14.5	37.86	0.21%	0.65%
花鲢	1	55.9	15.2	55.90	0.21%	0.96%
鲇	1	43.2	18	43.17	0.21%	0.74%
鲫	21	222.3	5.7-12.0	10.58	4.34%	3.81%
小黄鲃鱼	2	0.5	1.5-2.1	0.26	0.41%	0.01%
棒花鱼	6	3.2	2.7-4.0	0.53	1.24%	0.05%
黄河鲇	273	427.3	7.0-12.5	1.57	56.40%	7.32%
麦穗鱼	78	103.5	4.2-6.0	1.33	16.12%	1.77%
黄河高原鳅	10	2.7	4.2-4.8	0.27	2.07%	0.05%
池沼公鱼	10	2.8	4.5-5.0	0.28	2.07%	0.05%
中华鲮	3	1.2	3.0-3.1	0.41	0.62%	0.02%
高体鲮	10	6.2	3.3-5.3	0.62	2.07%	0.11%
潘氏鳅	6	3.7	4.6-5.2	0.61	1.24%	0.06%
合计	484	5836.5		12.06	100.00%	100.00%

表 4.4.6-17 青铜峡坝下 2024 年 9 月渔获物结构组成表

种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	体重范围/g	均重/g	数量%	重量%
鲤	3	189.66	13.1-14.0	60.51-73.31	63.22	6.52%	2.98%
鲫	2	5056	7.8-11.5	12.36-38.20	2528.00	4.35%	79.32%
黄河鲇	31	322.23	5.5-11.1	2.98-21.65	10.39	67.39%	5.06%
黄河雅罗鱼	10	806.01	8.5-23.5	7.74-220.87	80.60	21.74%	12.65%
合计	46	6373.9			138.56	100.00%	100.00%

4.4.6.5 渔获物分布特征

结合现状调查结果显示,调查河段渔获物分布存在一定程度的差异,但调查

河段距离相对较短，从分布海拔角度来看，调查河段海拔范围集中在1100m-1400m之间，差异较小，红鳍鲌、花鲢主要分布在下游河段；黄河魮、兰州鲃、黄河雅罗鱼、麦穗鱼、棒花鱼等在调查河段均有分布，其中黄河魮在下游河段分布的资源量最大；草鱼主要分布在下库取水口；中华细鲫和北方花鳅分布在夏家台子河段；青鲈分布在沙坡头坝下河段；其他渔获物则在河段内均有分布。从栖息生境角度来看，鲃、兰州鲃、波氏吻虾虎鱼、鲤、鲫主要分布在河流浅滩；棒花鱼、子陵吻虾虎鱼等主要分布在下游具有卵石、砾石底质生境的流水或缓流水生境。

表 4.4.6-18 渔获物分布表

种名	拉丁名	沙坡头 坝下	清水河 河口	夏家台 子	下库取 水口	青铜峡 库区	青铜峡 坝下
鲤	<i>Cyprinus carpio</i>	+	+	+	+	+	+
德国镜鲤	<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>Specularis</i>	+					
鲫	<i>Carassius auratus</i>	++	+	+	+	+	+
鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	+			+	+	
鳙	<i>Aristichys nobilis</i>	+				+	
草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>				+		
花鲢	<i>Hemibarbus maculatus</i>						+
红鳍鲌	<i>Chanodichthys erythropterus</i>						+
麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i>	+++	+	+	+++	+	+
棒花鱼	<i>Abbottina rivularis</i>	+	+	+	+	+	+
黄河魮	<i>Gobio huanghensis</i>	+	++	+	+	+++	+++
高体鳊	<i>Rhodens ocellatus</i>	+			++		+
中华鳊	<i>Rhodens sinensis</i>	+	+		++	+	+
中华细鲫	<i>Aphyocypris chinensis</i>			+			
兴凯鲌	<i>Acheilognathus chankaensis</i>			+	+	+	
黄河雅罗鱼	<i>Leuciscus chuanchicus</i>	+	+	+	+	+	+
潘氏鳅	<i>Gobiobotia pappenheimi</i>			+			+
北方花鳅	<i>Cobitis granoei</i>			+			
黄河高原鳅	<i>Triplophysa pappenheimi</i>	+					+
鲃	<i>Silurus asotus</i>	+	+		+	+	+
兰州鲃	<i>Silurus lanzhouensis</i>	+	+	+	+	+	+
池沼公鱼	<i>Hypomesus olidus</i>	+	+	+	+	+	+
小黄魮	<i>Micropercops swinhonis</i>	+	+	+	+	+	+
子陵吻虾虎鱼	<i>Rhinogobius giurinus</i>	+			+		
波氏吻虾虎鱼	<i>Rhinogobius cliffordpopei</i>	+	+				
乌鳢	<i>Channa argus</i>			+		+	
青鲈	<i>Oryzias latipes</i>	+					

4.4.6.6 鱼类资源量评估

(1) 单位捕捞努力量渔获量 (CPUE) 法

$$CPUE = \frac{C}{N \times t}$$

式中:

CPUE——单位捕捞努力量渔获量, 单位为千克每网每小时或尾每网每小时 [kg/ (net·h) 或 ind/ (net·h)];

C——某规格渔具的总渔获量, 单位为千克或尾 (kg 或 ind);

N——渔具个数;

t——采样时间, 单位为小时 (h)。

调查河段的保护鱼类渔业资源量 F 计算公式:

$$F = CPUE \times \frac{A}{S} \times \frac{365 \times 24}{t}$$

式中:

F——调查河段的渔业资源量, 单位为千克 (kg);

A——调查河段总面积, 单位为平方米 (m²);

S——单次捕捞作业面积, 单位为平方米 (m²);

365——1 年按 365d 计算;

24——1d 按 24h 计算。

(2) 调查河段鱼类资源量

$$\begin{aligned} F &= CPUE \times \frac{A}{S} \times \frac{365 \times 24}{t} \\ F &= \frac{C}{N \times t} \times \frac{A}{S} \times \frac{365 \times 24}{t} \\ &= \frac{927}{(6+6) \times 6 \times 2 \times 24} \times \frac{121000 \times 600}{6 \times 6 \times 96 + 6 \times 6 \times 7.5} \times \frac{365 \times 24}{24} \\ &= \frac{119}{3456} \times \frac{72600000}{3726} \times \frac{365 \times 24}{24} \\ &= 191 \text{ 万尾} \end{aligned}$$

刺网每个断面放置 3 张, 放置 2 次, 长度 40m, 有效水域面积 4m, 捕获率为 60%; 笼网每个断面放置 3 张, 放置 2 次, 长度 5m, 有效水域面积 3m, 捕获率为 50%。

(3) 鱼类密度

$$\rho = \frac{F}{V} = \frac{1910000}{121000 \times 600 \times 1} = 0.03/\text{m}^3$$

调查区域内保护鱼类资源资源密度为 0.03 尾/ m^3 。

4.4.6.7 鱼类区系组成

根据鱼类起源，在调查河段范围内鱼类区系组成包括中国江河平原复合体、第三纪早期复合体、南方平原复合体等 3 个区系。区系组成复杂。其中以中国江河平原复合体为主。

中国江河平原复合体鱼类喜栖息于水面宽阔且有一定流速的水域，其中大部分鱼类产漂流性卵，受水体温度及流速刺激产卵繁殖，对水体温度及流速变化敏感，在调查河段记录的鱼类主要有鲤、草鱼、黄河雅罗鱼、鲢等。

第三纪早期复合体分布较广，多为常见种类，对环境的适应能力强，该区系鱼类喜栖息于静水及缓流水体中，多为产粘性卵鱼类。主要有鲫、麦穗鱼、棒花鱼等。

南方平原复合体鱼类大多对环境适应能力较强，在一定程度上适应高温、耐缺氧，其部分种类体型较小且不善于游泳，在调查河段记录的鱼类主要有子陵吻虾虎鱼、波氏吻鰕虎鱼等。

4.4.6.8 渔获物生态习性

(1) 栖息习性

根据鱼类栖息水域特征，主要包括 3 个类群：

1) 喜急流类群：如黄河雅罗鱼。此类群鱼类颊部和胸部有很多皱褶，具吸附作用，适应急流中生活，主要摄食昆虫幼虫。

2) 喜流水类群：如鲫、草鱼等。此类群鱼类体长形，略侧扁，游泳能力强，适应于在溪流流水环境中生活，或以着生藻类鱼类为食，或以水生昆虫为食。

3) 喜缓流水或静水类群：主要生活在缓流水中或在静水中。包括棒花鱼、麦穗鱼、子陵吻虾虎鱼等。

(2) 食性

从食性上看，评价区鱼类可以划分为 3 类：

1) 主要摄食底栖无脊动物的鱼类：包括鲤、兰州鲇等。此类群鱼类口部常具有发达的触须或肥厚的唇，用以吸取食物，所摄取的食物，除少部分生长在深潭和缓流河段泥沙底质中的摇蚊科幼虫和寡毛类外，多数是急流的砾石河滩石缝间生长的毛翅目、襁翅目和蜉游目昆虫的幼虫或稚虫。

2) 食高等植物鱼类：草鱼。

3) 杂食性鱼类：主要包括鲫麦穗鱼、棒花鱼、子陵吻虾虎鱼等。此类群既摄食水生昆虫、虾类、摇蚊幼虫、挠足类、底栖动物等动物性饵料，也摄食硅藻、轮藻、眼子菜以及着生藻类等藻类及植物的残渣、种子等。

(3) 繁殖习性

按产卵方式分评价区鱼类可以划分为 3 类：

1) 产漂流性卵鱼类：草鱼等，这些鱼类主要在微流水的浅水河滩或流水处产卵；

2) 产粘性卵鱼类：主要有麦穗鱼、子陵吻虾虎鱼、波氏栉鰕虎鱼、棒花鱼等；卵产出遇水即有粘性；

3) 产沉性卵鱼类：卵一般具微粘性或强粘性，主要有鲫等；一般在缓流浅滩区域或者微流水中产卵。

4.4.6.9 栖息类型

根据鱼类栖息水域特征，主要包括 3 个类群：

(1) 喜急流类群：如黄河雅罗鱼。此类群鱼类颊部和胸部有很多皱褶，具吸附作用，适应急流中生活，主要摄食昆虫幼虫。

(2) 喜流水类群：如鲫、草鱼等。此类群鱼类体长形，略侧扁，游泳能力强，适应于在溪流流水环境中生活，或以着生藻类鱼类为食，或以水生昆虫为食。

(3) 喜缓流水或静水类群：主要生活在缓流水中或在静水中。包括兰州鲇、棒花鱼、麦穗鱼、子陵吻虾虎鱼等。

4.4.6.10 珍稀、特有、濒危及保护水生生物

根据相关资料显示，在黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区河段有多种水生生物物种被列入《国家重点保护野生动物名录》（2021 年）、《中国生物多样性红色名录》（2021 年），包括鱼类以及爬行类。其中被列入《国家重点保护野生动物名录》（2021）的包括北方铜鱼和大鼻吻鲇 2 种；被列入《中国生物多样性红色名录》（2021）的包括北方铜鱼、大鼻吻鲇、黄河雅罗鱼、黄河鲇、兰州鲇、中华鳖 6 种。其中北方铜鱼在该河段范围内多年未见，本次调查未采集到大鼻吻鲇，其他保护物种兰州鲇、黄河雅罗鱼、黄河鲇在该河段均有捕获，黄河鲇数量较多，在该河段有一定资源量，保护鱼类见表 4.4.6-19。

(1) 北方铜鱼 *Coreius septentrionalis*

北方铜鱼为鲤形目鲤科铜鱼属的淡水鱼类，俗名鸽子鱼、尖嘴、沙嘴子、黄头鱼，是中国的特有物种。体长，粗壮，前端圆筒形，尾柄部高，稍侧扁。头小，稍平扁，头后背部稍隆起。吻尖而突出。口下位，马蹄形，略宽。唇较发达，口角处稍游离。须 1 对，粗长，末端超过前鳃盖骨的后缘。鼻孔大于眼径。眼小。侧线鳞 55-56 个。胸、腹、尾鳍基部具有不规则排列的小鳞片，背、臀鳍基部具鳞鞘。背鳍位于体中央的前部；胸鳍宽长，但不达腹鳍基；尾鳍上叶略长。体轻灰略带黄色，体侧具青紫色斑，腹部银白色略带黄，背鳍灰黑色，其他鳍灰黄色。

北方铜鱼为中下层淡水鱼类，喜欢栖息于河湾及底质多砾石、水流较缓慢的水体中。常成群活动。冬季潜伏于深水处的岩石下或深沱中，开春溯游产卵。生殖期为 5-7 月，成小群或不分群产卵，卵沉性，但可随水漂流发育。9-10 月份退至下游。幼鱼食其他鱼类的卵和苗，成鱼主食底栖动物，亦食水生昆虫、小鱼虾、植物碎屑、谷物、小螺蚌等，多在混浊的深水区觅食。繁殖期间仍保持一定的摄食强度。

被列入《国家重点保护野生动物名录》（2021）一级保护，被列入《中国生物多样性红色名录》（2021）极危级别。

据赵铁桥 1969 年《宁夏黄河经济鱼类的年龄和生长》的调查显示，在青铜峡水库上游的卫宁中宁段和水库以下的仁存渡横城段的黄河捕捞到 5 尾北方铜鱼，体长在 27.0-35.0cm 之间，体重在 200.0-700.0g 之间。

根据郭严军 2008 年《谈小浪底水库对北方铜鱼生态的影响及对策》，小浪底水库在黄河洛阳段建成前，北方铜鱼生长栖息在河湾及多沙石，水流较平稳的孟津河段。冬季多潜伏深水处，或岩石下面。开春后，当天气转暖时，又开始上溯新安县河段的产卵场所，完成生殖洄游。建库前的北方铜鱼索饵洄游范围在距产卵场 30~50 公里以外的孟津至郑州河段。北方铜鱼的资源量 1950~1966 年在河南段繁殖期捕捞量愈千斤以上。到 1986~1987 年调查，繁殖捕捞近 300 斤左右，且多为老龄个体。随着河道周围的不断开发建设，黄河段污染源急剧增加，1990~2007 年在河南段捕捞没有发现北方铜鱼，濒临灭绝。自 1999 年小浪底大坝截流后，北方铜鱼的生态环境发生了根本变化，水位增高，产卵场破坏，坝下游的流量变化，在 2003~2007 年对黄河洛阳段北方铜鱼进行调查，至今未捕获一条北方铜鱼。

本次调查，在调查河段未捕捞到北方铜鱼。

(2) 大鼻吻鮡 *Rhinogobio nasutus*

大鼻吻鮡体长，圆筒状，腹部圆，尾柄宽，稍侧扁。头长，锥形，其长大于体高。吻长，渐向前突出，长度大于眼后头长。口下位，深弧形。唇厚，肉质，无乳突，上唇宽厚，有一深沟与吻皮分离，下唇限于口角，向前不达口前端。唇后沟中断，间距宽。下颌厚，肉质。须1对，位于口角，稍粗，其长远超过眼径。鼻孔甚大，大于眼径。眼小，位头侧之上方。眼间宽，稍隆起。体鳞较小，略呈长圆形，胸部鳞片细小，常隐埋皮下。侧线完全，平直。体背及体侧青灰色，腹部灰白。背鳍、尾鳍灰黑，其他各鳍灰白色。

被列入《国家重点保护野生动物名录》（2021）二级保护，被列入《中国生物多样性红色名录》（2021）近危级别。

据赵铁桥1969年《宁夏黄河经济鱼类的年龄和生长》的调查显示，在青铜峡水库上游的卫宁中宁段和水库以下的仁存渡横城段的黄河捕捞到6尾大鼻吻鮡，体长在25.5-30.0cm之间，体重在225.0-375.0g之间。根据胡朋成等2019年《黄河干流（宁夏段）大型底栖动物和鱼类群落结构特征》，在中卫高滩、青铜峡坝下调查到大鼻吻鮡。据伍献文等编著的《中国鲤科鱼类志》显示，大鼻吻鮡分布于黄河水系甘肃兰州段以及宁夏青铜峡河段。

本次调查，在调查河段未捕捞到大鼻吻鮡。

(3) 兰州鲇 *Silurus lanzhouensis*

分布于黄河水系的兰州及内蒙古托克托县和巴彦淖尔盟四分滩等。

俗名：鲇鱼。鱼体无鳞，皮肤光滑，侧线平直。体暗灰色或灰黄色，腹部灰白色。背鳍短小，无鳍棘。体细长，前部近圆筒形，后部侧扁。头中大，吻宽短，眼小，眼间隔宽而平坦。口大，上位，唇薄。下颌较长，突出于上颌。上下颌和犁骨均具绒毛状细牙；上颌与下颌的细牙排列成半月形；犁骨的细牙排列成“八”形。头部具须2对：上颌须一对，颌须一对。

鲇为底栖鱼类，多生活于较大的江河、溪流和水库中，喜在水生植物较多的水域内。白天潜伏于植物丛中或洞穴内，夜间常进入浅水区觅食。性凶猛，肉食性，食小型鱼类、软体动物、甲壳类和各种水生昆虫等。冬季多进入江河干流的深水处越冬。成熟早，一龄鱼达性成熟。繁殖季节为5~6月。生殖时期，常成群游入水生植物多的浅水或湖泊区产卵。怀卵量约2~3万粒。卵粘性较大，黏附在水生植物或石头上发育。体长一般为200~500mm左右，体重可达1.5~2kg。

被列入《中国生物多样性红色名录》（濒危级别）。

（4）黄河魮 *Gobio huanghensis, sp.nov*

鲤形目鲤科魮亚科魮属。分布于黄河上游地区。俗名船钉鱼。

体较高，背部稍隆起，尾柄稍侧扁，腹缘平直。头尖，略呈圆锥形，头长大于体高。吻突出，吻长大于眼后头长。口下位，略呈马蹄形。唇较发达，其上具许多细小乳突。口角须一对，粗长，其末端达到或超过鳃盖骨后缘。眼小，侧上位。眼间宽平，眼径小于眼间距的 1/2。鳞片较小，胸部裸露无鳞；侧线完全，平直，侧中位。背鳍无硬刺，其起点距吻端较具尾鳍基为近。胸鳍较长大，其末端不达腹鳍起点。腹鳍末端超过肛门。尾鳍深叉形。肛门约位于腹鳍基部与臀鳍起点之中点。体背灰褐色，腹部灰白；体侧中轴有一条浅灰色纵纹，并具有 5~7 个大小不等的黑色斑点；由眼前缘至吻端有一明显黑色条纹。背鳍、腹鳍均具黑色条纹，其他各鳍灰白色。

被列入《中国生物多样性红色名录》（濒危级别）。

（5）黄河雅罗鱼 *Leuciscus chuanchicus*

黄河雅罗鱼体长，侧扁。吻尖。口端位，口裂倾斜而宽大，上颌较下颌稍长。唇薄，无角质边缘。眼较小，位于头的前半部。头背部较平扁。鳃耙短小，排列稀。鳞中等大，薄而圆，银白色。腹部鳞较体侧鳞小。侧线前部向下弯成弧形，向后伸至尾柄正中轴。腹鳍外侧有腋鳞。胸鳍较长。腹鳍起点位于背鳍起点之前。背鳍最后分枝鳍条末梢多数超过臀鳍起点的垂直线。尾鳍分叉，上下叶末端颇尖。浸泡标本体背部黄褐色，腹部银白色，各鳍均为淡白色。生活时鳞片具有银白色光泽，鱼体淡白色，鳍淡黄色。

黄河雅罗鱼喜栖息在靠近流水的大型回水湾生境，相较喜流水生境。杂食性鱼类。在产卵期为 5 月上旬，产粘性卵，成熟时雄鱼有显著特征，即吻部、颌部、眼周围及侧有乳白色珠状小突起。黄河雅罗鱼分布于我国黄河潼关以上至曲沟中上游水域，多见于黄河中上游干支流。该物种的模式产地在黄河，具有一定经济价值。被列入《中国物种红色名录》。

（6）中华鳖 *Trionyx Sinensis*

俗名鳖、甲鱼、王八、水鱼、团鱼。中华鳖属中小型淡水鳖类。外形呈椭圆形，比龟更扁平，它的背腹甲上着生柔软的外膜，周围是细腻的裙边，头颈和四

肢可以伸缩，肢各生五爪，爬行敏捷，从外形颜色观察，鳖通常背际和四肢呈暗绿色，有的背面浅褐色，腹面白里透红。

鳖是变温动物，为水陆两栖，用肺呼吸，对周围环境的声响反应灵敏。中华鳖栖息于海拔 400-900m 的淡水水域中，杂食性，每年 4~8 月为繁殖期，盛期为 6~7 月，10 月下旬水温 6-8℃时潜入水底钻入泥沙或淤泥中。中华鳖虽分布较广，但生长缓慢，是古老的、次生性水生脊椎动物，在动物界占有独特位置，至今已有 3 亿多年，因此中华鳖对于研究地球历史及动物的系统演化等具有重要科学价值，但是，目前野生种群数量已经极为稀少。

被列入《中国生物多样性红色名录》（濒危级别）

表 4.4.6-19 珍稀特有保护鱼类一览表

种 名	保护类别
北方铜鱼 <i>Coreius septentrionalis</i>	国家一级、《中国生物多样性红色名录》（极危）
大鼻吻鮡 <i>Rhinogobio nasutus</i>	国家二级、《中国生物多样性红色名录》（近危）
兰州鲇 <i>Silurus langhousnis</i>	中国物种红色名录（濒危）
黄河鮡 <i>Gobio huanghensis</i>	中国物种红色名录（易危）
黄河雅罗鱼 <i>Leuciscus chuanchicus</i>	中国物种红色名录（易危）
中华鳖 <i>Trionyx Sinensis</i>	《中国生物多样性红色名录》（濒危）

4.4.6.11 早期资源情况

根据本期早期资源调查结果，永丰滩河段主要为黄河鮡、鲤，水域点状产卵场集中分布河段，在繁殖期均可采集到仔稚鱼，在该河段捕捞了 30 分钟，共捕捞到鲤科鱼苗 35 尾，规格 1.5~2.5cm 之间；清水河入口至夏家台子河段留存有小规模产卵场和索饵场生境，为鮡亚科为主的产卵场，在该河段捕捞 30 分钟，共捕捞鱼苗 52 尾，规格在 0.5~2.2cm 之间；青铜峡坝下河段为兰州鲇点状产卵场分布河段，采用手抄网捕捞 30 分总，共捞到鱼苗 12 尾。



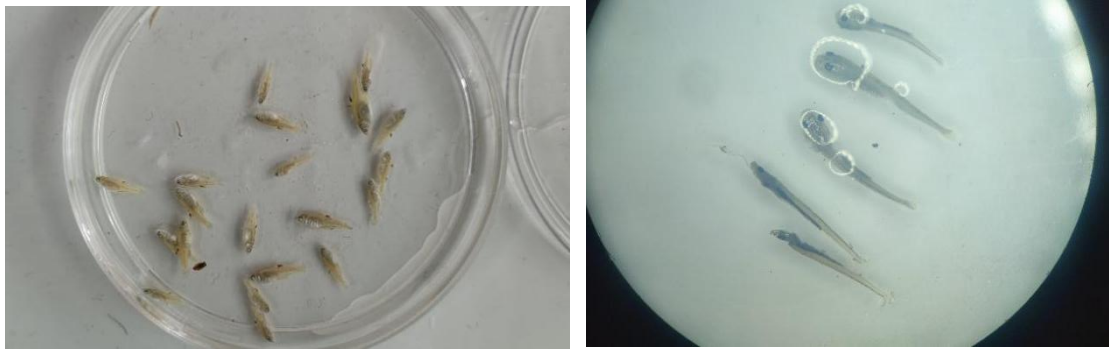


图 4.4.6-8 早期资源照片

4.4.6.12 重要生境

(1) 调查河段“三场”分布情况

调查范围地处黄河上游，属于淡水河流生态系统，调查河段位于黄河宁夏河段，主要为沙坡头坝下至青铜峡坝下，共计约 121 km 河段，下库所在的支流小碾子沟、茆茆沟、其支沟水域，海拔在 1050m~1200 m 之间，底质以漂石、卵砾石和粗砂为主，河段以流水生境为主。实地现场调查表明，调查河段分布有 4 处鱼类产卵场、索饵场生境，2 处越冬场生境。鱼类产卵场生境主要分布在永丰滩河段、清水河入口至夏家台子河段、工程取水口、青铜峡坝下，底质多以基岩和砾石以及粗砂为主。调查河段分布的产卵场受季节、洪水等因素影响，随着水位和河床底质变化，会形成新的适宜鱼类产卵的小型产卵场生境。

永丰滩河段：主河道河心州规模大，河道开阔，水流散乱，多河汊，形成较多静水洄水湾，水体透明度高，河心州密布，州上植被以芦苇为主。主河道河床底质为泥砂与砾石混合，产卵场河床底质为泥砂底质。主要以黄河鮰等鮰亚科鱼类为主，面积约 5.4km²。

清水河入口至夏家台子河段：河心洲较多，岸边水草丰茂，河叉较多，形成天然索饵场，水体较浑浊。产卵场生境呈现不连续河段状态分布，河流底质为卵石和泥沙，采集到幼鱼种类较多，产卵场规模较大，该河段较为集中，此外还有较多点状产卵场分布，主要以鮰亚科鱼类为主，面积约 29.5km²。

下库取水口河段：河床底质以漂石、泥沙、粗沙、浮泥为主，水体浑浊，且有一定流速，河段分布有河心洲、洄水湾，岸边植被覆盖度高。产卵场规模约 1.03km²，主要以鲤科、黄河鮰等鮰亚科鱼类为主。

青铜峡坝下河段：河道蜿蜒，有静水洄水湾，床底质主要为基岩、粗砂和细砂，水流较急，河水浑浊、透明度较低。调查单位两期调查于青铜峡坝下断面共

采集到 54 尾兰州鲇，结合现状分析，该段生境比较适宜兰州鲇产卵，有兰州鲇点状产卵场生境分布。见表 4.4.6-20，分布见图 4.4.6-9。

表 4.4.6-20 鱼类重要生境表

编号	位置	功能	特征	生境图
1	永丰滩河段	产卵场、索饵场	主河道河心州规模大，河道开阔，水流散乱，多河汊，形成较多静水洄水湾，水体透明度高，河心州密布，州上植被以芦苇为主。主河道河床底质为泥砂与砾石混合，产卵场河床底质为泥砂底质。水温 22.3℃。	
2	清水河入口至夏家台子河段	产卵场、索饵场	河心洲较多，岸边水草丰茂，河叉较多，形成天然索饵场，水体较浑浊。产卵场生境呈现不连续河段状态分布，河流底质为卵石和泥沙，采集到幼鱼种类较多，产卵场规模较大，该河段较为集中，此外还有较多小河段产卵场分布，水温 23℃左右。	
3	青铜峡库区	越冬场	库区水体，河床底质以漂石、基岩、卵石、粗砂为主，该处为库区，水体透明度较低，水体较深，水深约为 30~50cm，是良好的鱼类越冬生境	
4	下库取水口	产卵场、索饵场	河床底质以漂石、泥沙、粗沙、浮泥为主，水体浑浊，且有一定流速，有河心洲、洄水湾，岸边植被覆盖度高。	
5	青铜峡坝下	产卵场、索饵场、越冬场	河道蜿蜒，水面宽度约为 215m，床底质主要为基岩、粗砂和细砂，水流较急，河水浑浊、透明度较低，是鱼类的索饵、越冬和产卵生境	

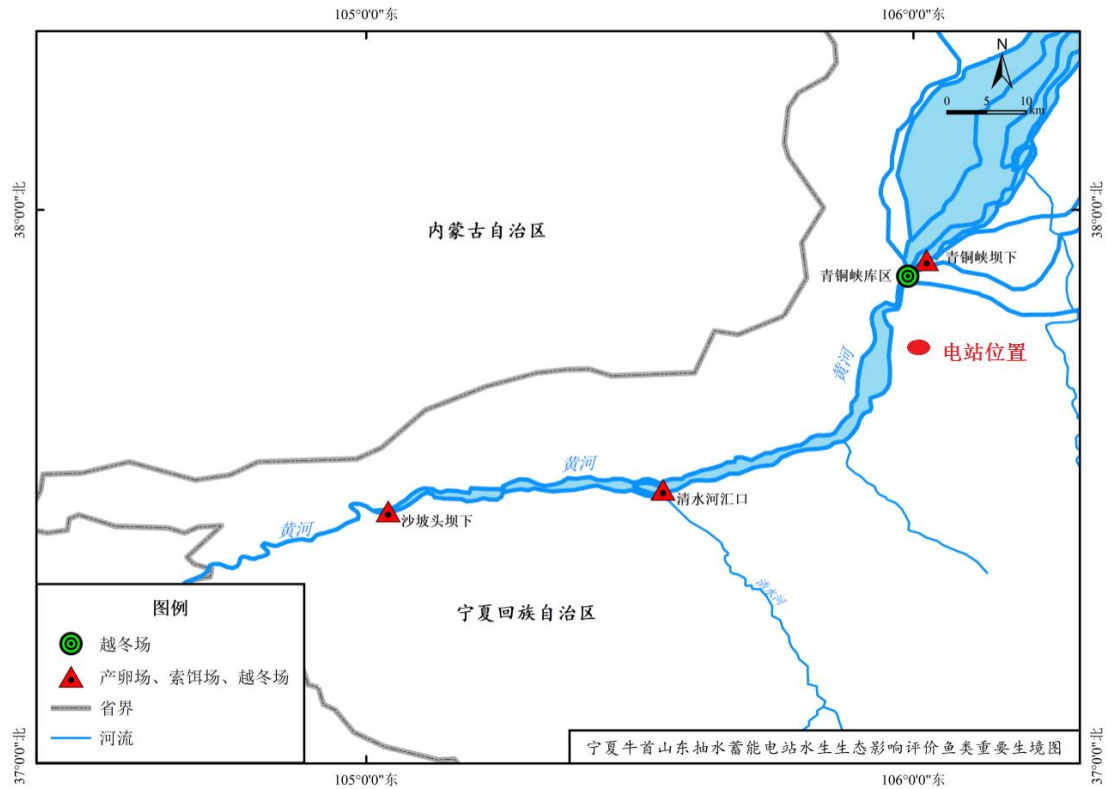


图 4.4.6-9 鱼类重要生境位置分布图

(2) 取水口附近“三场”分布情况

电站取水口建设位置上游 960m 处、下游 2300m 处和河对面分布有“保护区”的产卵场、索饵场。位置关系见图 4.4.6-10。

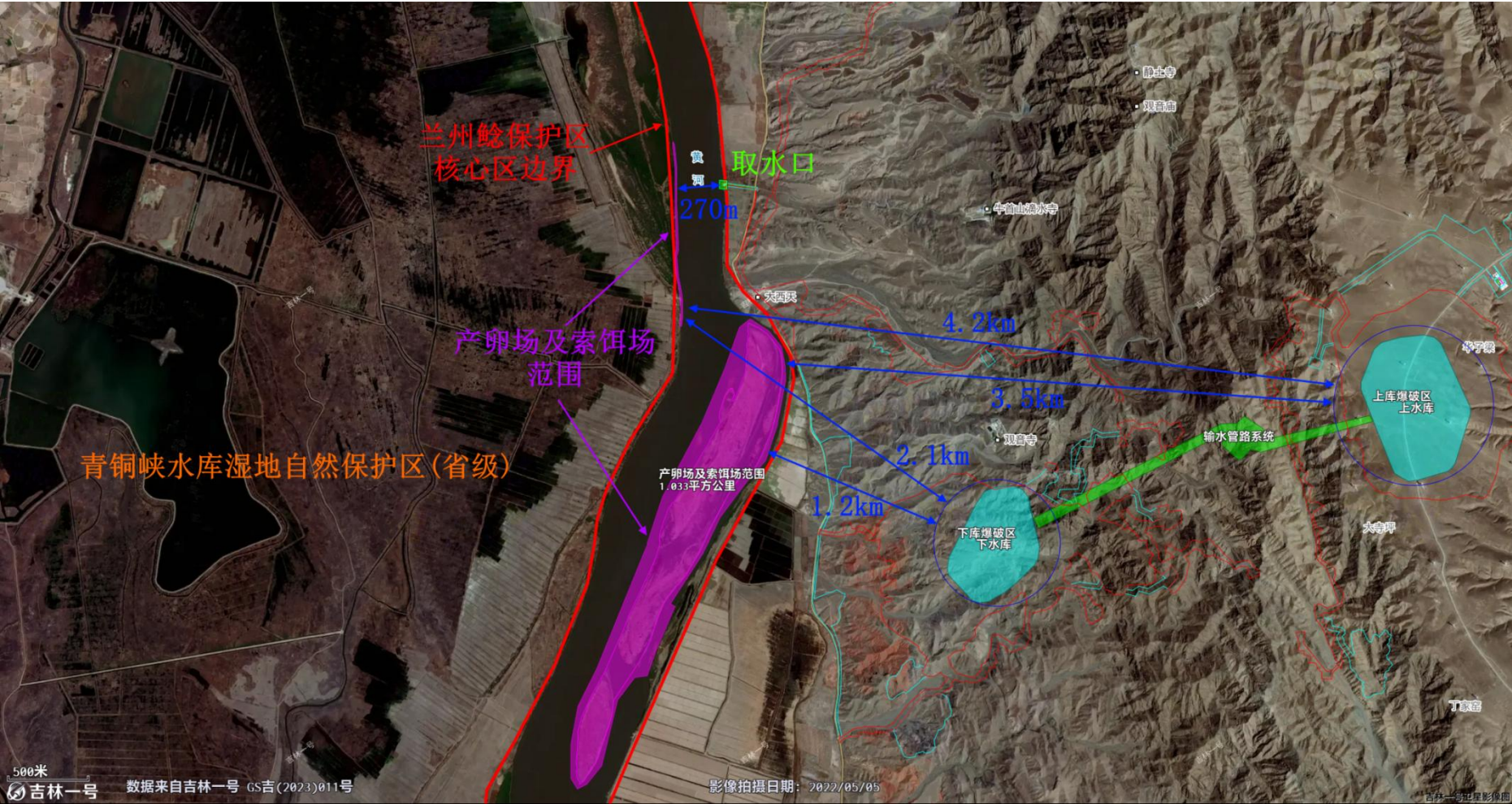


图 4.4.6-10 电站取水口附近“三场”分布情况

4.4.6.13 兰州鲌水产种质资源保护区重点保护鱼类生态特性及分布

2007年12月12日原农业部第947号公告《农业部审定公布第一批国家级水产种质资源保护区》批准设立黄河卫宁段兰州鲌国家级水产种质资源保护区，主要保护对象为兰州鲌，栖息的其他物种包括黄河鲤、雅罗鱼、黄河鮰、赤眼鳟、达里湖高原鳅、拟鲢高原鳅、中华鳖等。

本次调查到的保护区物种有兰州鲌、黄河鮰、黄河雅罗鱼，在调查河段6个断面均有分布，其中黄河鮰资源量较大，兰州鲌和黄河雅罗鱼资源量较少。

根据相关资料以及调查显示，调查范围内鱼类产卵繁殖盛期集中在5月~9月，在产卵季节一般逆河而上，沿河寻找缓静水区以及洄水湾等适宜产卵生境，其中黄河鮰、雅罗鱼为短距离洄游鱼类，雅罗鱼一般洄游至支流底质为砂砾石的缓流水河段产卵繁殖，黄河鮰产漂流性卵，产卵场大多在水流缓慢的宽阔河段；高原鳅属鱼类分布范围较广，一般在融冰结束即开始繁殖，不少种类为分批产卵，其多数种类对产卵环境要求不高，产卵场一般位于靠近主河道的岸边缓静水体，多数个体适应环境能力较强。捕获鱼类以产沉性卵和粘性卵鱼类为主，总体上要求产卵区域位于靠近岸边的缓静水区域，多数要求河床地质为砂石，水体水温相对较高，接受日照时间相对较长，各鱼类种类繁殖及所需水文条件详见主要渔获物繁殖特征表4.4.6-21。

表 4.4.6-21 主要渔获物繁殖特征表

种类	洄游习性	产卵类型	产卵期	生态水文需求
兰州鲌	定居性	沉性卵 强粘性	6~7月	常栖息于河流缓流处或静水中，多在黄昏和夜间活动；6~7月份繁殖。
瓦氏雅罗鱼	定居性	粘性卵	5-6月	缓流和砾石滩产卵。
黄河雅罗鱼	定居性	粘性卵	6月上旬	产卵要求在缓流和砾石滩，产卵的温度在15摄氏度左右。
黄河鮰	生殖洄游	漂流性	6~7月	一般在每年的6月中旬产卵，繁殖期在6月中旬至7月上旬，选择水流缓慢的宽阔河段为产卵场。
黄河鲤	定居性	粘性	5~8月	一般5~8月在靠近岸边的浅水区产卵，产卵温度18℃。
赤眼鳟	生殖洄游	漂流性	7~9月，	繁殖季节一般为7~9月，8月为产卵盛期，在支流沿岸有水草的区域，间或也有在较浅的沙滩上产卵的。
达里湖高原鳅	定居性	沉粘性	6-7月	产卵场一般位于靠近岸边的浅水区域，底质为砂砾以及泥沙均可

种类	洄游习性	产卵类型	产卵期	生态水文需求
拟鲶高原鳅	定居性	沉粘性	7~9 月	常喜潜伏于干流、大支流等水深湍急的砾石底质的河段，也栖息于冲积淤泥、多水草的缓流和静水水体，营底栖生活。

结合生境条件分析，调查河段为宽谷河段，河道顺直，水体流速较大，两岸植被较好，湿周草本植被、树木较多。本次调查到的重点保护鱼类有兰州鲇、黄河鮰、黄河雅罗鱼，其中兰州鲇共捕捞到 44 尾，主要分布在青铜峡坝下河段，调查有 24 尾，夏家台子分布的资源量较少，沙坡头坝下、清水河汇口、下库取水口、青铜峡库区（坝址上游 2km）河段偶有分布；黄河鮰主要在下库取水口、清水河汇口、青铜峡库区（坝址上游 2km）有大量分布，沙坡头坝下、夏家台子分布有一定的资源量，相对来说较少；黄河雅罗鱼主要分布在下库取水口河段，夏家台子、清水河汇口、青铜峡库区（坝址上游 2km）分布的资源量极少，沙坡头坝下、青铜峡坝下河段偶有分布。

4.4.6.14 外源物种

通过实地采样调查显示，此次在调查河段捕获到外来物种池沼公鱼、德国镜鲤，池沼公鱼数量较多，来源途径有两种，一种是养殖品种逃逸进入保护区水体；另外为放生等因素。德国镜鲤来源于人为放生。

4.5 周边环境敏感区

4.5.1 青铜峡库区湿地自治区级自然保护区

4.5.1.1 保护区概况

2002 年 6 月 14 日，宁夏回族自治区人民政府常务会议研究决定将青铜峡库区确定为自治区级自然保护区，主管部门为宁夏环境保护局。2004 年 5 月，自治区人民政府以《自治区人民政府关于〈黄河青铜峡水库湿地自然保护区总体规划〉的批复》（宁政函〔2004〕48 号），对青铜峡库区自然保护区总体规划进行了批复。青铜峡库区湿地自治区级自然保护区属于内陆湿地和水域生态系统类型自然保护区，主要保护对象有库区内陆典型湿地生态系统、珍稀野生动植物物种、鱼类产卵场及渔业资源。

2021 年 8 月，自治区自然资源厅最值对对青铜峡库区自治区级自然保护区(以下简称保护区)范围和功能分区进行调整。将原保护区内牛首山部分荒漠山地、南部永久基本农田和自治区重点项目西线供水工程占地共计 4534.31 公顷调出保

保护区，将原保护区上下游黄河主河道及两侧滩地和湿地共计 2328.60 公顷调入保护区，并对保护区功能区划进行调整。

2021 年 9 月，宁夏回族自治区人民政府批复了自然保护区调整成果（见附件 8），调整后，青铜峡库区湿地自治区级自然保护区总面积 17492.82hm²，其中核心区为 8749.98hm²，占保护区总面积的 50.0%；缓冲区面积 3817.95hm²，占保护区总面积的 21.8%；实验区 4924.89hm²，占保护区总面积的 28.2%。保护区地理位置为东经 105°40′15.69″至 106°3′03.97″，北纬 37°31′23.26″至 37°57′06.37″，保护区范围及功能区见图 4.5.1-1。

4.5.1.2 植物资源和植被

（1）植物物种组成

保护区组成植物区系的维管植物有 61 科，181 属 287 种。其中蕨类植物 1 科 1 属 1 种，裸子植物 3 科 6 属 6 种，被子植物 57 科 174 属 280 种。

按科所含种数统计，优势科 5 科 134 种，占总科数的 8.20%，占总种数的 46.69%。以禾本科、菊科、豆科、藜科为主，其中禾本科含 36 种，占总种数的 12.54%，菊科含 31 种，占总种数的 10.80%，豆科有 29 种，占总种数的 10.10%，其次为藜科 26 种，占总种数的 9.06%，莎草科 12 种，占总种数的 4.18%。由此可见，本区没有大型科，均为种数低于 37 种的科。而且这些优势科都是温带性质的科，表明该区为北温带植物区系，同时单种科 25 个，占总科数的 40.98%，占总种数的 8.71%，数量较多，说明青铜峡水库种子植物科的分布类型广泛，从科一级水平上说明了该区植物区系的多样性较高。

（2）植物区系特征

按照吴征镒的中国种子植物的分布区类型划分，可将本区种子植物 181 属划分为 13 个分布类型，除缺少热带亚洲至热带美洲间断分布型、热带亚洲至热带大洋洲分布型外，其他各分布型都存在，说明其地理成分比较复杂。植物以世界广布和北温带分布类型为主，这些植物是青铜峡水库湿地主要组成部分，显示出北温带成分是青铜峡水库湿地的重要组成部分，这也与青铜峡水库所处的气候带位置相吻合。

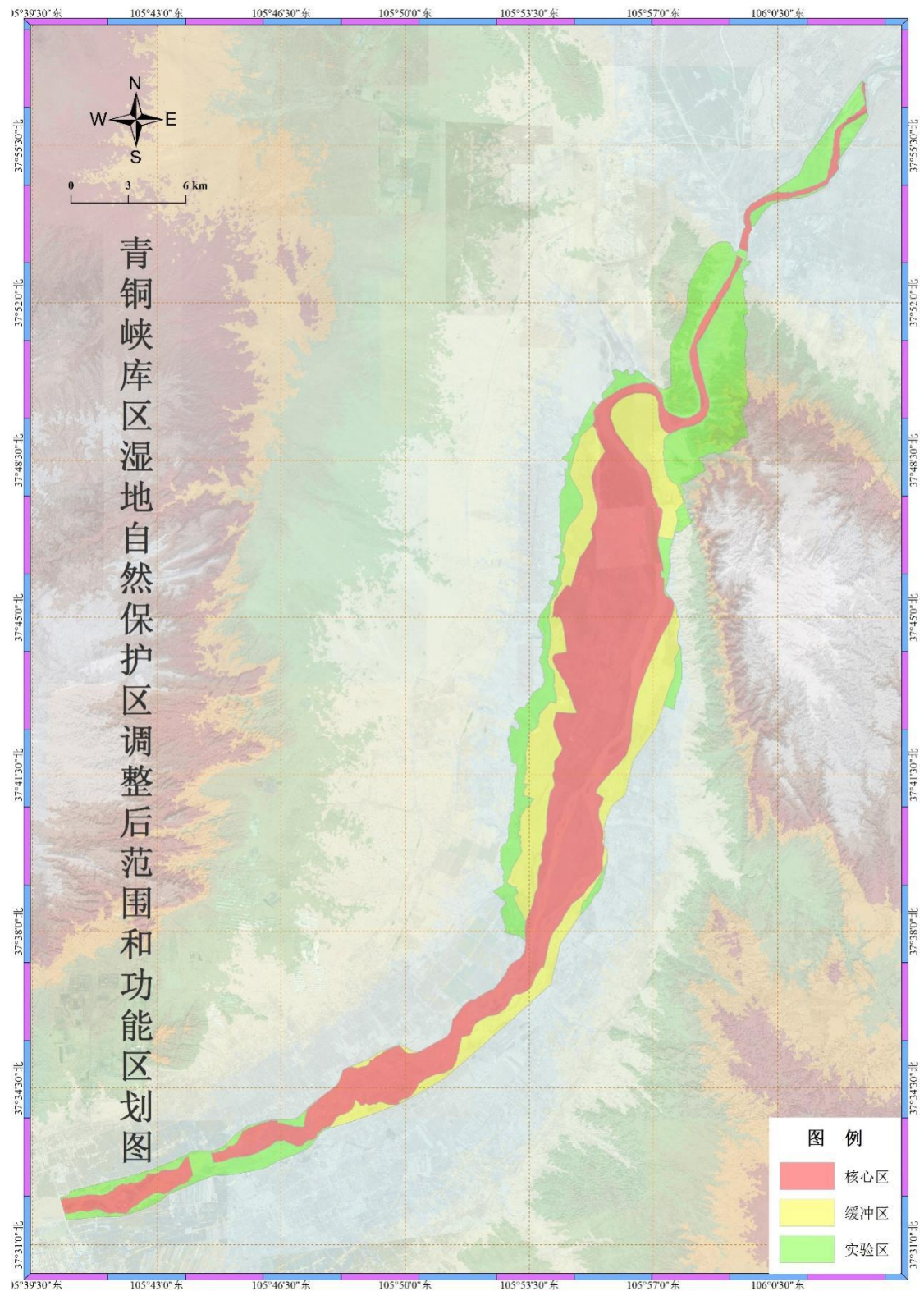


图 4.5.1-1 青铜峡库区湿地自治区级自然保护区范围和功能区

(3) 植被类型

根据《中国植被》的植被分类原则与系统，并参照《中国湿地植被》确定的湿地植被分类原则和依据，结合青铜峡库区湿地的形成、分布特点、野外调查结

果的生态分析和群丛生境特征，将青铜峡库区湿地植被划分为 6 个植被型组、8 个植被型、24 个群系和 25 个群丛。植被型组包括阔叶林、落叶阔叶灌丛、温带草原、草甸、淡水水生植被和栽培植被，植被型包括落叶阔叶林、温性落叶阔叶灌丛、荒漠草原、低地草甸、沉水植被群落、挺水植被群落、浮水植物群落和栽培植被。见表 4.5.1-1。

表 4.5.1-1 宁夏青铜峡库区湿地自治区级自然保护区植被分类表

植被型组	植被型	群系	群丛
阔叶林	落叶阔叶林	旱柳群系	旱柳+杂类草群丛
落叶阔叶灌丛	温性落叶阔叶灌丛	桤柳群系	桤柳+杂类草群丛
		罗布麻群系	罗布麻+杂类草群丛
温带草原	荒漠草原	黑沙蒿+刺针枝蓼群系	黑沙蒿+刺针枝蓼群丛
		糙隐子草+珍珠猪毛菜群系	糙隐子草+珍珠猪毛菜群丛
			糙隐子草+珍珠猪毛菜+蓍状亚菊群丛
		短花针茅+红砂群落+蓍状亚菊群系	短花针茅+红砂群落+蓍状亚菊群丛
草甸	低地草甸	拂子茅群系	拂子茅+杂类草群丛
		苍耳+大车前群系	苍耳+大车前+杂类草群丛
		芨芨草群系	芨芨草+杂类草群丛
		盐地碱蓬群系	盐地碱蓬+杂类草群丛
淡水水生植被	沉水植被群落	金鱼藻群系	金鱼藻群丛
		狐尾藻群系	狐尾藻群丛
		眼子菜群系	眼子菜群丛
		大茨藻群系	大茨藻群丛
	挺水植被群落	慈姑群系	慈姑+杂类草群丛
		草泽泻群系	草泽泻+杂类草群丛
		芦苇群系	芦苇+杂类草群丛
		香蒲群系	香蒲+杂类草群丛
		扁秆蔗草群系	扁秆蔗草+杂类草群丛
	浮水植物群落	浮叶眼子菜群系	浮叶眼子菜群丛
		荇菜群系	荇菜群丛
		两栖蓼群系	两栖蓼群丛
栽培植被	栽培植被	旱地作物	玉蜀黍，油料向日葵
		水地作物	水稻

4.5.1.3 动物资源

(1) 脊椎动物

青铜峡库区湿地自治区级自然保护区有脊椎动物 5 纲 33 目 74 科 176 属 266 种，其中鱼纲 5 目 9 科 17 属 35 属 42 种，两栖纲 1 目 2 科 3 属 3 种，爬行纲 3

目 4 科 5 属 5 种，鸟纲 18 目 47 科 110 属 187 种（亚种），哺乳纲 6 目 12 科 24 属 30 种。以鸟类占绝对优势，哺乳类次之，两栖类最少。保护区有国家 I、II 级重点保护野生动物 10 目 14 科 29 属 42 种，其中国家 I 级重点保护动物全部为鸟类，有 5 目 5 科 7 属 9 种，即鸛形目鸛科的黑鸛（*Ciconianigra*），隼形目鹰科的胡兀鹫（*Gypaetusbarbatus*）、金雕（*Aquilachrysaetos*）、玉带海雕（*Haliaeetusleucorhynchus*）和白尾海雕（*Haliaeetusalbicilla*），鹤形目鸕科的大鸕（*Otistardadybowskii*）、小鸕（*Tetraxtetrax*），雁型目鸭科的中华秋沙鸭（*Mergusquamatus*）和鸕形目鸕科的遗鸕（*Larusrelictus*）。国家 II 级重点保护的野生动物有 9 目 11 科 22 属 33 种，其中鸟类有 7 目 9 科 18 属 28 种，哺乳类有 2 目 2 科 4 属 5 种。

1) 哺乳类

青铜峡库区湿地自治区级自然保护区的哺乳类有 6 目 12 科 23 属 30 种，其中啮齿目种类在保护区哺乳动物类群中占据主体地位，共有 4 科 11 属 13 种，分别占保护区哺乳类总科数的 33.33%、总属数的 45.83%、总种数的 43.33%。其次是食肉目类群，有 3 科 8 属 10 种。

在青铜峡库区湿地自治区级自然保护区哺乳动物中科内含属数最多的科是啮齿目的仓鼠科，含有 4 属；其次是食肉目的猫科，含有 3 属；啮齿目的跳鼠科、松鼠科及食肉目的犬科、鼬科各含有 2 属；其余各科包含 1 属。

2) 鸟类

青铜峡库区湿地自治区级自然保护区鸟类有 18 目 47 科 110 属 187 种(亚种)，从目级阶元组成上来看，宁夏青铜峡库区湿地自然保护区鸟类组成在 18 个目中，雀形目鸟类有 17 科 33 属 59 种，占总种数的 31.55%，非雀形目鸟类有 30 科 77 属 128 种，占总种数的 68.45%，雀形目鸟类与其他目鸟类相比，物种数占有相对优势。从目内科的组成情况来看，雀形目包括的科数最多，有 17 科；其次是鸕形目，有 6 科，鸛形目、隼形目、鹤形目有 3 科，其余 13 目的科数均在 3 科以下。从目内属的组成情况来看，雀形目包含的属数最多，有 33 属，其次是鸕形目，有 17 属，雁形目和隼形目包含的属数各为 11 属，其余 14 目的属数均在 10 属以下。从各目内种的组成情况看，雀形目包括的种数最多，有 59 种，非雀形目中，种类最多的是鸕形目有 34 种，占总种数的 18.18%，雁形目有 30 种，占总种数的 16.04%，隼形目有 21 种，占总种数的 11.23%，它们共同构成宁夏

青铜峡库区湿地自然保护区鸟类的优势类群。其余 14 目的种数均在 10%以下。沙鸡目、鸱形目、夜鹰目、戴胜目、雨燕目鸟类种数占总种数的 1%以下，为稀有类群。

青铜峡库区湿地自治区级自然保护区的鸟类从居留型来看，以夏候鸟、留鸟、旅鸟为主，构成了该地区鸟类组成的主体。其中夏候鸟 86 种，占保护区鸟类总数的 45.99%；旅鸟有 55 种，占保护区鸟类总数的 29.41%；留鸟 41 种，占保护区鸟类总数的 21.93%；冬候鸟只有 5 种，占保护区鸟类总数的 2.67%。繁殖鸟（夏候鸟和留鸟）共 127 种，占保护区鸟类总数 67.92%，有极大的优势。

3) 爬行类

青铜峡库区湿地自治区级自然保护区爬行动物有 3 目 4 科 5 属 5 种，其中蜥蜴目有 2 科 2 属 2 种，蛇目有 1 科 2 属 2 种，龟鳖目有 1 科 1 属 1 种，爬行类动物在保护区分布数量相对稀少，主要分布在牛首山区。

4) 两栖类

宁夏青铜峡库区湿地自治区级自然保护区共有两栖类 1 目 2 科 3 属 3 种，其中蟾蜍科的花背蟾蜍为常见种。

5) 鱼类

宁夏青铜峡库区湿地自治区级自然保护区鱼类有 42 种，隶属于 5 目 9 科 35 属，其中鲤形目 2 科 28 属 34 种，鲶形目 1 科 1 属 2 种，鲟形目 1 科 1 属 1 种，鲈形目 4 科 4 属 4 种，鲻形目 1 科 1 属 1 种。常见与优势种类主要有：鲤形目鲤科的鲤 *Cyprinus carpio*、鲫 *Carassius auratus*、麦穗鱼 *Pseudorasbora parva*、高体鰮 *Rhodeus ocellatus*、鲢 *Hypophthalmichthys molitrix*、鳙 *Aristichthys nobilis*、草鱼 *Ctenopharyngodon idella*，鲶形目鲶科的鲶 *Silurus asotus*，鲈形目塘鳢科的小黄魮鱼 *Hypseleotris sinhonis*、鰕虎鱼科的波氏栉鰕虎鱼 *Ctenogobius cliffordpopei*。

(2) 昆虫

宁夏青铜峡库区湿地自治区级自然保护区昆虫有 13 目 98 科 242 属 302 种，昆虫种类最多的为鞘翅目，其次是鳞翅目、半翅目、双翅目等；科数较多的目依次为鞘翅目、半翅目、鳞翅目、双翅目、直翅目。

(3) 水生浮游动物

根据《论证报告》，在报告编制调查期间共检测到各类浮游动物 47 种，其中原生动物 9 种、占 19.1%，轮虫 20 种、占 42.6%，枝角类 10 种、占 21.3%，

桡足类 8 种、占 17.0%。轮虫均为单巢类的种类，其中臂尾轮科 13 种。各采样点浮游动物组成和种类数不相同，不同季节物种数一般在 7~11 种。

(4) 水生底栖动物

根据《论证报告》，在报告编制调查中，底栖动物共计检出 41 种别（仅鉴定到科、属者按一个种计算），隶属于 3 门 6 纲。其中以节肢动物门昆虫纲种类最多，共 23 种，昆虫纲的摇蚊科种类达 10 种；节肢动物门甲壳纲次之，为 7 种；环节动物寡毛纲 3 种、蛭纲 2 种；软体动物门 6 种，其中瓣鳃纲 1 种，腹足纲 5 种。

4.5.1.4 保护价值及主要保护对象

(1) 保护价值

1) 复杂的生境类型具有较高自然保护价值

集灌溉、发电为一体的青铜峡水利枢纽工程建于此，库区经过三十余年的淤积形成了青铜峡库区天然的湿地生态系统，保护区生境包括水域、湿地、山地和低山丘陵，区域气候条件独特，地貌和植被类型多样且较为复杂，复杂多样的自然地理条件为各种生物及生态类型的形成与发展提供了多种生境，同时为候鸟迁徙途中提供了栖息、觅食和繁衍的场所，因此保护区在生物多样性维持方面做出了较大贡献，是西北难得的天然湿地生态系统，具有较高的自然保护价值。

2) 众多的保护物种具有较高的科研价值

宁夏青铜峡库区湿地自治区级自然保护区有国家 I、II 级重点保护野生动物 10 目 14 科 29 属 42 种，其中国家 I 级重点保护动物全部为鸟类，有 5 目 5 科 7 属 9 种，国家 II 级重点保护的野生动物有 9 目 11 科 22 属 33 种，保护区内有极危（CR）动物有 3 目 3 科 3 属 3 种，EN（濒危）动物有 9 目 9 科 11 属 11 种，易危（VU）动物有 6 目 8 科 10 属 11 种。

保护区物种多样性较为丰富，物种特有性较高，生物区系起源古老，研究主要保护动植物物种的生存环境、生活习性及其迁徙规律，对维持本区域自然生态平衡和保护湿地鸟类资源有十分重要和不可替代的科研价值。

(2) 主要保护对象

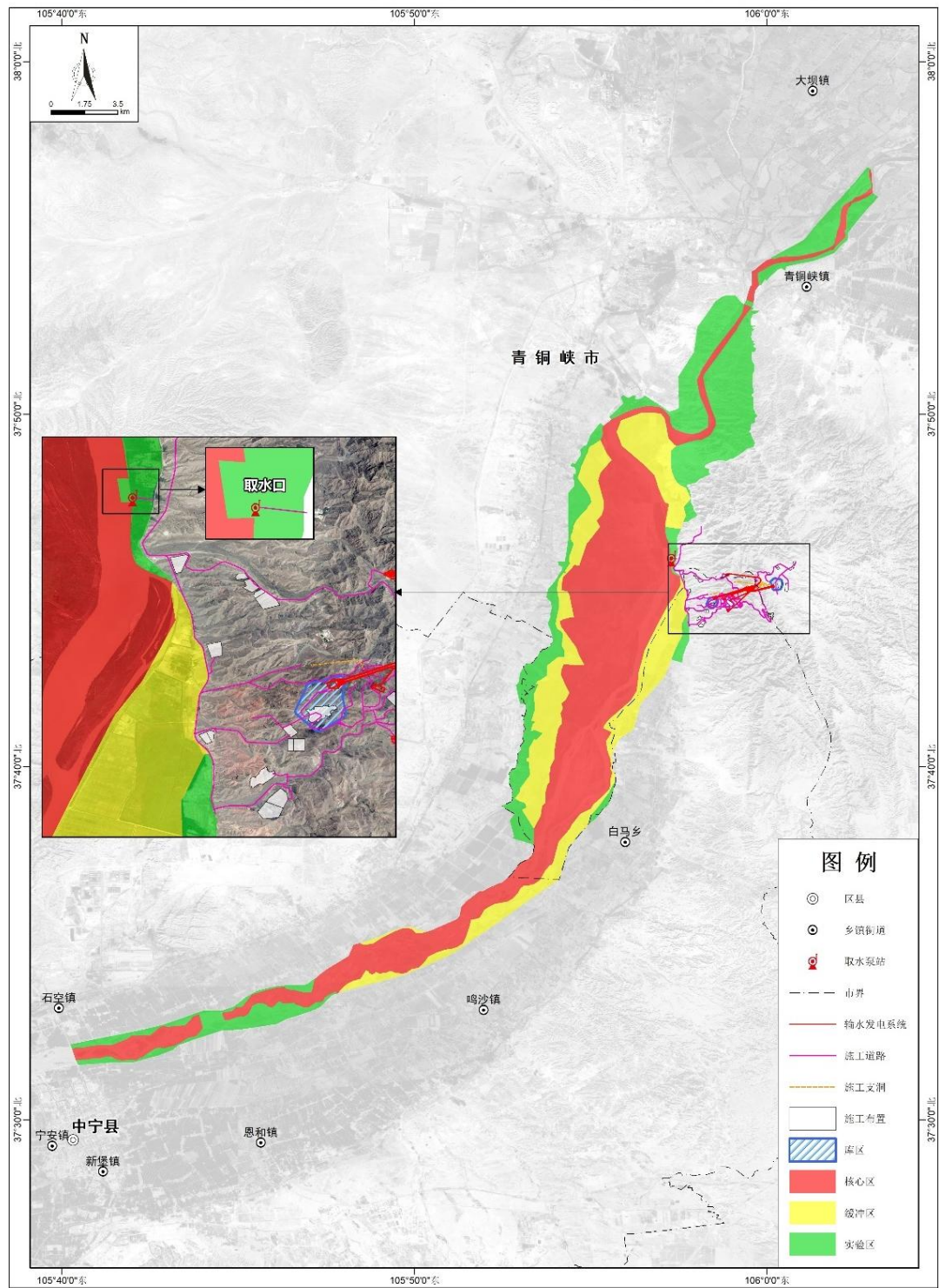
青铜峡库区湿地自治区级自然保护区主要保护对象为：1) 典型的湿地生态系统及其生物多样性；2) 珍贵、稀有动植物物种。

4.5.1.5 保护功能区划

青铜峡库区湿地自治区级自然保护区划分为三个区，总面积 17492.82hm²，其中核心区为 8749.98hm²，占保护区总面积的 50.0%，包括黄河河道及河滩地、鸟岛内大部分湿地等生物多样性集中的地区；缓冲区面积 3817.95hm²，占保护区总面积的 21.8%；实验区 4924.89hm²，占保护区总面积的 28.2%，包括两岸生物多样性相对匮乏的区域。

4.5.1.6 建设项目与保护区位置关系

牛首山东抽水蓄能电站主要项目范围不涉及青铜峡库区湿地自治区级自然保护区，仅取水泵站及检修道路和部分取水管线涉及保护区，进入保护区实验区约 190m。牛首山东抽水蓄能电站与青铜峡库区湿地自治区级自然保护区的位置关系见图 4.5.1-2。



4.5.2 黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区

4.5.2.1 地理位置及概况

根据《中华人民共和国渔业法》规定和《中国水生生物资源涵养行动纲要》有关要求，国家农业部于 2007 年 12 月 12 日以《农业部公告 2007 年第 947 号》

发文，批准建立黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区，对兰州鲇等水产种质资源进行保护。

黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区位于黄河宁夏卫宁段，青铜峡水库大坝至黄河中卫黑山峡宁甘两省交界处，范围在东经 $104^{\circ}36'45''$ ～ $105^{\circ}59'25''$ ，北纬 $37^{\circ}16'39''$ ～ $37^{\circ}53'5''$ 之间。主要保护对象为兰州鲇，主要保护物种有兰州鲇、北方铜鱼、黄河鲤、黄河鮰，栖息的其他物种包括鲤、鲫、鲢、雅罗鱼、赤眼鳟、达里湖高原鳅、中华鳖等。

4.5.2.2 保护区功能区划分

根据保护区功能区划分原则，结合黄河中上游实际情况，保护区划分为核心区和试验区。保护区总面积 15400 公顷，其中核心区面积 5400 公顷，实验区面积 10000 公顷。核心区特别保护期为 5 月 1 日～7 月 31 日。

核心区位于青铜峡水库大坝至黄河中宁石空段，范围在东经 $105^{\circ}42'36''$ ～ $105^{\circ}59'25''$ ，北纬 $37^{\circ}41'6''$ ～ $37^{\circ}53'5''$ 之间，核心区重点突出，面积适宜，区界明确，人为干扰极少，满足兰州鲇保护区管理和建设工作的需要。核心区是兰州鲇主要的产卵、索饵、育肥、越冬栖息繁衍场所。

实验区位于黄河中宁石空段至中卫黑山峡宁甘两省交界处，范围在东经 $104^{\circ}36'45''$ ～ $105^{\circ}55'15''$ ，北纬 $37^{\circ}16'39''$ ～ $37^{\circ}41'6''$ 之间。实验区是保护区内人为活动相对频繁的地区，自然生态系统已不很完整，次生生态系统占较大比例。其主要功能是对核心区起到缓冲作用和与周边地区联系纽带作用。

4.5.2.3 保护区水生生物资源

(1) 鱼类

根据《黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区综合考察报告》记载，保护区有鱼类 27 种，隶属 6 科 22 属。重点保护鱼类 6 种，即北方铜鱼、兰州鲇、铜鱼、黄河鲤、大鼻吻鮰、赤眼鳟，占保护区鱼类的 22.22%。

(2) 浮游植物

保护区内有浮游植物 33 属（种），隶属于 6 门 19 科，其中硅藻类 18 属，绿藻 8 属，蓝藻 3 属，甲藻 1 属，裸藻 1 属，黄藻 2 属。浮游藻类密度以每升水中藻类细胞数为单位，保护区浮游藻类密度均值为 15.91 万个/升，生物量均值为 0.418 毫克/升。

(3) 浮游动物

保护区有浮游动物 15 种，其中原生动物 2 种，轮虫 8 种，枝角类 2 种，桡足类 3 种。浮游动物的平均密度为 56.2 个/升，生物量为 0.217 毫克/升。其中在数量上轮虫占优势，在生物量上，桡足类占优势。

(4) 底栖动物

底栖动物 21 种，其中虾类 2 种，端足类 1 种，寡毛类 2 种，软体动物 1 种，水生昆虫 15 种。水生昆虫占总数的 71.4%。由于无法定量采样，即无法得出生物密度与生物量。据以往调查结果，保护区内底栖动物有一定的数量，作为鱼类的饵料生物还是比较丰富的。

(5) 水生高等植物

湿地内分布的湿地植物按照生活型可划分为沉水植物、漂浮植物、浮叶植物和挺水植物。保护区内常见种类包括：沉水植物 5 种，分别是金鱼藻、狐尾藻、穿叶眼子菜、竹叶眼子菜、菹齿眼子菜；漂浮植物 1 种为浮萍；浮叶植物 2 种分别为荇菜何两栖蓼；挺水植物较多，有芦苇、慈姑、花蔺、水烛、长苞香蒲、水莎草等。

4.5.2.4 保护区现状调查评价

本项目开展阶段，于 2024 年 5 月和 7 月对保护区进行了两次水生生态现状调查，同时引用 2023 年 3 月、5 月和 9 月对保护区调查结果，保护区结构较为完整，水生生物资源丰富，保护区核心区和实验区有多处产卵场、索饵场、越冬场分布，鱼类洄游通道没有阻隔。水质条件能满足现有水生生物生长繁殖条件；重点保护鱼类主要为兰州鲇、北方铜鱼、大鼻吻鲈、鲤、黄河鲈等，调查未见北方铜鱼和大鼻吻鲈。

4.5.2.5 建设项目与保护区位置关系

牛首山东抽水蓄能电站下水库取水建筑布置在青铜峡水库右岸岸边，紧邻黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区，项目主要工程区域不涉及保护区，仅取水泵站及部分地下取水管道和检修道路进入保护区核心区约 190m 取水。与黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区的位置关系见图 4.5.2-1 及附图 8。



图 4.5.2-1 项目与黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区位置关系图

4.5.3 青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区

4.5.3.1 饮用水水源保护区概况

青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区建立于 2021 年 6 月 22 日，由宁夏回族自治区人民政府以宁政函〔2021〕32 号文批复了《青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区划分方案》。青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区划分后总面积为 25.8399km²，其中一级保护区面积为 0.8139km²，二级保护区面积为 7.1943km²，准保护区面积为 17.8317km²。青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区主要是为银川都市圈城乡西线供水工程提供安全可靠的黄河地表水水源，切实改善银川都市圈城乡饮用水水质，满足都市圈三市八县区 260 万人口生活生产用水需求。供水范围为银川都市圈河西地区，包括青铜峡市河西碱沟以北区域（不含青铜峡镇河东地区和碱沟以南广武地区以及峡口镇）、永宁县全境、西夏区全境、金凤区全境，兴庆区河西地区（不含河东月牙湖乡）、贺兰县全境、大武口区全境、平罗县河西地区（不含河东红崖子乡、陶乐镇、高仁乡）。供水对象包括城乡生活用水、规模化养殖用水和工业产业用水。

4.5.3.2 建设项目与水源保护区位置关系

牛首山东抽水蓄能电站下水库及各功能区布置在青铜峡水库右岸，距离青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区较近，但工程区域不涉及保护区。项目取水泵站施工区边界与准保护区最近平面直线距离约 50m，与二级保护区最近平面直线距离约 3km。项目与青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区的位置关系见附图 9。

4.5.4 青铜峡库区国家重要湿地

4.5.4.1 概况

宁夏回族自治区青铜峡库区国家重要湿地位于宁夏回族自治区青铜峡市、中宁县，总面积为 19698.56 公顷，其中湿地面积 12577.29 公顷。2019 年，青铜峡库区湿地被认定为宁夏第一批自治区级重要湿地；2020 年，青铜峡库区湿地被列入国家重要湿地名录。湿地类型主要包括河流湿地、沼泽湿地和人工湿地 3 类，保护方式为省级自然保护区，主要保护对象为黄河流域典型的河流湿地与人工湿地生态系统和荒漠猫、青头潜鸭等珍稀濒危动物资源及栖息地。

位于宁夏回族自治区青铜峡市、中宁县，北以青铜峡水利枢纽大坝为界；东以青铜峡水利枢纽大坝为起点，沿牛首山山脊山谷南接白马乡、鸣沙镇至华夏特钢 330KV

线路；南以华夏特钢 330KV 线路为界；西为金沙湾至渠口农场接中宁县滨河大道。

4.5.4.2 野生动植物资源

(1) 植物资源

青铜峡库区湿地自然保护区共有植物 60 科 180 属 287 种。保护区分布有维管束植物 287 种，其中被子植物 280、裸子植物 6 种、蕨类植物 1 种。植被类型由落叶阔叶林、温性落叶阔叶灌丛、荒漠草原、低地草甸、挺水植物群落、沉水植物群落、浮水植物群落和栽培植被构成，其中又以水生植被和栽培植被为主导。芦苇、菖蒲等水生植物遍布于库区自然保护区内部各湿地，完全反映水库湿地生态系统特征。保护区还有人工种植的杨树林，少量枸杞及其他果树，库区自然保护区及周边主要乡土树种有：旱柳、沙柳、灌木柳、银柳、箭杆杨、小叶杨、合作杨、新疆杨、刺槐、榭白等，经济林有：核桃、苹果、中宁大枣等，这些树种大多具有抗盐碱特性。

(2) 动物资源

青铜峡库区湿地自然保护区在我国动物地理区划上处在古北界中亚亚界蒙新区西部荒漠亚区的河套-河西动物地理省一半荒漠、农田动物群。经调查，保护区共有高等脊椎动物 5 纲 31 目 71 科 255 种，其中哺乳类 6 目 12 科 23 属 29 种，占脊椎动物总种数的 11.37%；鸟类 17 目 46 科 101 属 179 种，占脊椎动物总种数的 70.20%；爬行类 2 目 4 科 7 属 5 种，占脊椎动物总种数的 1.96%；两栖类 2 目 3 科 2 属 3 种，占脊椎动物总种数的 1.18%；鱼类 4 目 7 科 22 属 39 种，占脊椎动物总种数的 15.29%，鸟类占绝对优势。动物物种中属国家一、二级保护动物 43 种，其中，属于国家 I 级重点保护动物有 9 种。

4.5.4.3 景观

(1) 植物景观

青铜峡库区国家重要湿地涵盖了多种植被，包括湿地、草原、灌木丛、林地以及河岸植被，形成了一个复杂且生物多样性丰富的环境。湿地内的植物种类繁多，它们适应了周期性的水位变化，具有很强的生命力。青铜峡库区湿地典型的湿地植物有芦苇、香蒲、菖蒲等，为水鸟提供了良好的栖息和繁殖场所。此外，还有多种水生和半水生植物，如荷花、睡莲、金鱼藻等，美化湿地景观，为水生生物提供了食物和庇护所。在非水淹区域，生长着耐旱和适应贫瘠土壤的灌木及草本植物，如沙棘、白刺、黄芪等，这些植物对防止水土流失、保持生态平衡起到了重要作用。

(2) 水体景观

青铜峡库区国家重要湿地包括湖泊、河流、沼泽、滩涂等多种类型的湿地，形成了一个复杂而独特的生态系统。湿地水源丰富，水质清澈，为众多水生生物提供了理想的栖息地，同时也是许多候鸟迁徙的重要停歇点和繁殖地。

4.5.4.4 工程与湿地关系

项目在青铜峡库区国家重要湿地范围内永久占地主要为取水泵站、部分管线和进站道路，占地面积为 0.2104hm²，占地类型为内陆滩涂。临时占地为施工围堰，占地面积为 0.2021hm²，其中占用河流水面 0.0865hm²，内陆滩涂 0.1156hm²。工程占用湿地面积情况见表 4.5.4-1，与湿地的位置关系见图 4.5.4-1。

表 4.5.4-1 项目占用青铜峡库区国家重要湿地土地利用现状情况表

占地性质	行政区	未利用地（hm ² ）		
		河流水面	内陆滩涂	合计
永久占地	青铜峡市		0.2104	0.2104
临时占地		0.0865	0.1156	0.2021
合计		0.0865	0.3260	0.4125

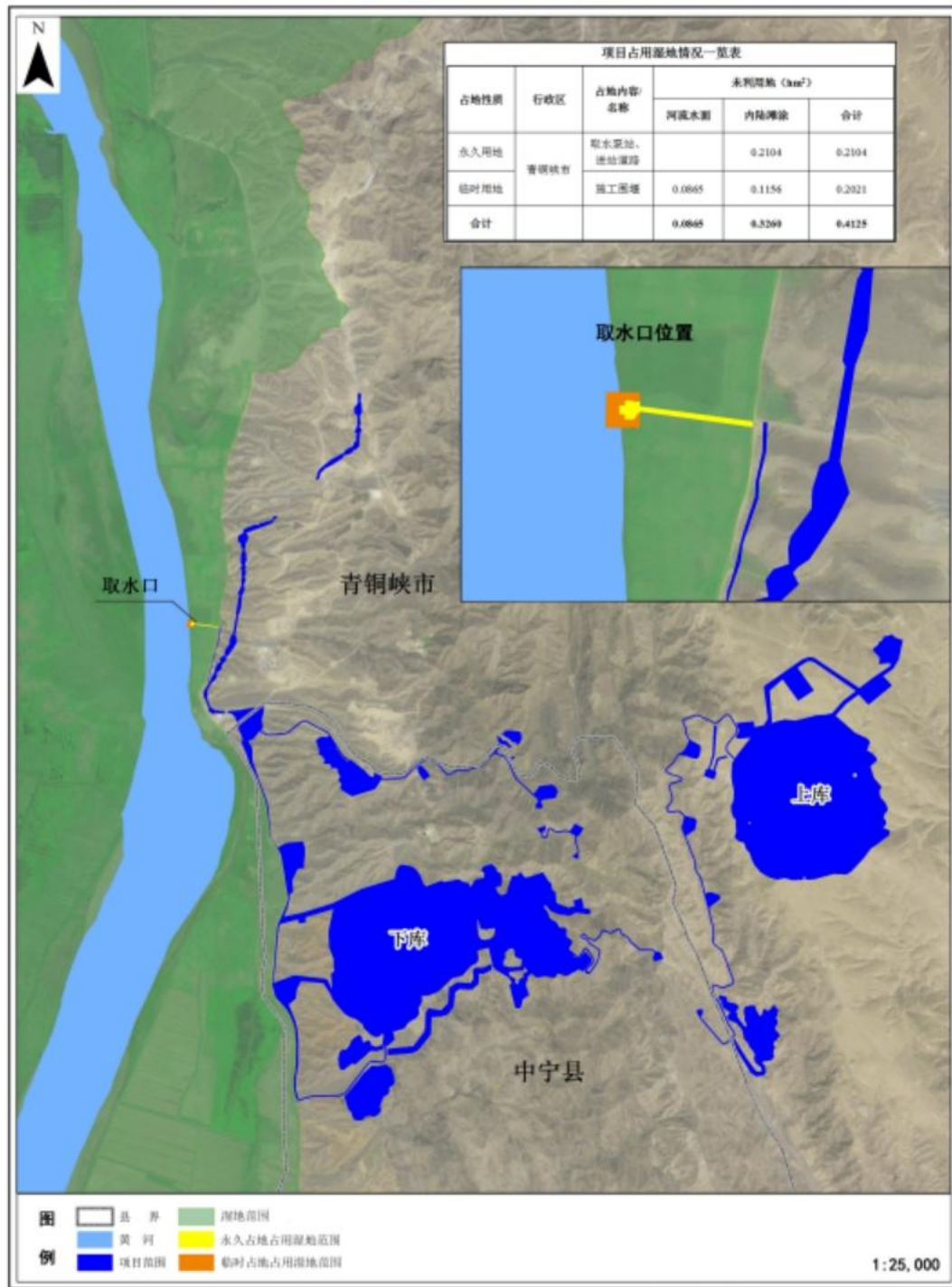


图 4.5.4-1 项目与湿地位置关系示意图

保护区内植被主要类型为宁夏平原引黄灌区栽培植被小区，根据《宁夏植被图》，区域植被为“短花针茅、早生小灌木、小半灌木草原”。根据现场踏勘，项目永久和临时占用国家重要湿地区域植被主要为怪柳、针茅、宽叶独行菜等植被。调查范围内未发现国家保护的珍稀濒危保护植物。



图 4.5.4-2 取水口位置航拍图

(1) 植物物种组成

评价区共设置 10 个样方，灌木布设 5m×5m 样方，草地布设 1m×1m 样方，统计样方内的草本种类、数量，观测长势，估测覆盖度。同时记录 GPS 坐标，拍摄样方照片、环境照片。

根据现场踏勘，评价区域仅涉及两个群落类型，因此在每个群落内设置 5 个样方。在怪柳群系内在四周和中间部分分别设置调查样方；评价范围内芦苇群系面积较大，布设调查样方时主要向永久和临时占地区域集中。样方综合信息见表 4.5.4-2。

表 4.5.4-2 样方信息汇总表

样方 编号	地理位置		工程区	群系类型
	东经	北纬		
1	105.95656872°	37.76619645°	取水泵站及进站道路北侧区域	芦苇群系
2	105.95531881°	37.76576178°	取水泵站及进站道路北侧区域	怪柳群系
3	105.95548242°	37.76547130°	取水泵站及进站道路北侧区域	怪柳群系
4	105.95564872°	37.76524654°	取水泵站临时占地区域	怪柳群系
5	105.95538855°	37.76524442°	取水泵站及进站道路北侧区域	怪柳群系
6	105.95516860°	37.76506631°	取水泵站及进站道路南侧区域	芦苇群系
7	105.95492184°	37.76520413°	取水泵站及进站道路南侧区域	芦苇群系
8	105.95485881°	37.76473871°	取水泵站及进站道路南侧区域	芦苇群系
9	105.95515117°	37.76484473°	取水泵站及进站道路北侧区域	怪柳群系
10	105.95630586°	37.76533771°	取水泵站及进站道路北侧区域	芦苇群系



样方1



样方2



样方3



样方4



样方5



样方6



样方7



样方8



(2) 植被类型

根据《中国植被》确定的植物群系学—生态学分类原则，采用植被型组、植被型、群系等基本单位，以《中国植被》（1980 年）的分类系统为主，参照《宁夏植被》（1988 年），在对现存植被进行考察的基础上，结合区域内现有植被中群系组成的建群种与优势种的外貌，以及群系的环境生态与地理分布特征等分析，将评价区自然植被初步划分为 2 个植被型组、2 个植被型、2 个群系、3 个群丛。各植被类型详见表 4.5.4-3。

表 4.5.4-3 评价区主要植被类型概况

植被型组	植被型	群系	群从	分布区域
灌草丛	灌草丛	怪柳群系	怪柳+芦苇	取水泵站及进站道路北侧区域
草原	草原	芦苇群系	芦苇+宽叶独行菜	取水泵站及进站道路南侧区域
			芦苇	取水泵站及进站道路南侧区域
合计				

1) 怪柳群系

主要分布在取水泵站及进站道路北侧区域，植被覆盖度在 25%~81%之间，平均高度 2.5m，怪柳（*Tamarix chinensis* Lour.）具有耐盐碱、抗旱、抗寒等优良特性，是调节湿地盐分、改善土壤条件的重要植物群落，群落伴生种主要为芦苇（*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud）。

2) 芦苇群系

主要分布在取水泵站和泵站进站道路南侧和北侧区域，芦苇多形成单优势群落，植被覆盖度在 25%~95%之间，平均高度 20cm，调查期间调查区湿地干涸，群落伴生种主要为宽叶独行菜（*Lepidium latifolium* L.）。



4.5.5 生态保护红线

根据自治区自然资源厅对本项目涉及生态红线的核查结果，电站取水口涉及生态红线一般控制区，其他工程位于生态保护红线以外。涉及红线范围位置为青铜峡库区湿地自治区级自然保护区实验区，内容见 4.5.1 节。

4.6 地表水环境现状调查及评价

4.6.1 金沙湾国控断面水质状况

根据《宁夏回族自治区水功能区划修编报告》（宁夏水文水资源勘测局，2018 年 1 月），项目涉及河段属于黄河宁夏开发利用区-黄河青铜峡饮用、农业用水区，为国家重要水功能区，水质目标为Ⅲ类。

黄河金沙湾监测断面位于青铜峡电站坝址上游约 9km 处，项目取水口下游约 11km 处，为国家考核断面，要求水质目标为《地表水质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标准。根据中宁县河长制水质监测情况公示，2022 年~2024 年黄河干流宁夏段金沙湾断面水质总体满足Ⅱ类水质标准。

4.6.2 河段水质现场监测

（1）监测时间及断面

为了解工程评价区河段水质情况，我公司委托宁夏华鼎环保科技有限公司分别于 2024 年 5 月 30 日~6 月 1 日、8 月 31 日~9 月 2 日对项目取水口上、下游 500m 处的干流地表水水质进行监测，监测断面位置详见附图 23。

（2）监测因子

监测指标 25 项，包括：水温、pH、悬浮物（SS）、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、总氮、氨氮、总磷、六价铬、挥发酚、氰化物、硫化物、阴离子表面活性剂、石油类、氟化物、汞、砷、硒、铅、镉、铜、锌、粪大肠菌群。

其中总氮不作为评价指标。

(3) 监测频率

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。

水质现状评价采用水质指数法，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： P_i —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）I 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 4.6.2-1、4.6.2-2。

表 4.6.2-1 2024 年 5 月-6 月取水口上游 500m 处水质现状监测数据及评价表

监测指标	单位	标准值	监测数据			水质指数		
			05/30	05/31	06/01	05/30	05/31	06/01
水温	℃	/	19.1	16.9	18.2	/	/	/
pH	/	6~9	7.4	7.4	7.3	0.20	0.20	0.15
高锰酸盐指数	mg/L	≤4	3.34	3.5	3.4	/	/	/
硫化物	mg/L	≤0.1	0.01L	0.01L	0.01L	/	/	/
氟化物（以 F ⁻ 计）	mg/L	≤1.0	0.550	0.520	0.540	0.55	0.52	0.54
氰化物	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	/	/	/
氨氮	mg/L	≤0.5	0.063	0.071	0.076	0.13	0.14	0.15
石油类	mg/L	≤0.05	0.01L	0.01L	0.01L	/	/	/
化学需氧量	mg/L	≤15	12	9	11	0.80	0.60	0.73
五日生化需氧量	mg/L	≤3	2.8	2.9	2.8	0.93	0.97	0.93
悬浮物	mg/L	/	9	8	9	/	/	/
挥发酚	mg/L	≤0.002	0.0003L	0.0003L	0.0003L	/	/	/
溶解氧	mg/L	6	7.1	7.1	7.2	0.85	0.85	0.83
铬（六价）	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	/	/	/
砷	μg/L	≤50	0.3L	0.3L	0.3L	/	/	/
硒	μg/L	≤10	0.4L	0.4L	0.4L	/	/	/
总磷	mg/L	≤0.1	0.03	0.07	0.06	0.30	0.70	0.60
镉	μg/L	≤5	0.1L	0.1L	0.1L	/	/	/
铜	mg/L	≤1	0.05L	0.05L	0.05L	/	/	/
汞	μg/L	≤0.05	0.04L	0.04L	0.04L	/	/	/
铅	μg/L	≤10	0.09L	0.09L	0.09L	/	/	/
锌	mg/L	≤1	0.05L	0.05L	0.05L	/	/	/
粪大肠菌群	MPN/L	≤2000	<20	<20	<20	/	/	/
阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.2	0.05L	0.05L	0.05L	/	/	/

注：上表中水温、悬浮物为实测浓度，其他为标准指数。

表 4.6.2-2 2024 年 5 月-6 月取水口下游 500m 处水质现状监测数据及评价表

监测指标	单位	标准值	监测数据			水质指数		
			05/30	05/31	06/01	05/30	05/31	06/01
水温	℃	/	19.1	17.2	18.4	/	/	/
pH	/	6~9	7.3	7.4	7.3	0.15	0.20	0.15
高锰酸盐指数	mg/L	≤4	3.38	3.4	3.5	0.85	0.85	0.87
硫化物	mg/L	≤0.1	0.01L	0.01L	0.01L	/	/	/
氟化物(以 F ⁻ 计)	mg/L	≤1.0	0.580	0.560	0.610	0.58	0.56	0.61
氰化物	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	/	/	/
氨氮	mg/L	≤0.5	0.052	0.039	0.044	0.10	0.08	0.09
石油类	mg/L	≤0.05	0.01L	0.01L	0.01L	/	/	/
化学需氧量	mg/L	≤15	13	9	10	0.87	0.60	0.67
五日生化需氧量	mg/L	≤3	2.6	2.3	2.7	0.87	0.77	0.90
悬浮物	mg/L	/	12	11	10	/	/	/
挥发酚	mg/L	≤0.002	0.0003L	0.0003L	0.0003L	/	/	/
溶解氧	mg/L	6	7.3	7.2	7.3	0.82	0.83	0.82
铬(六价)	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	/	/	/
砷	μg/L	≤50	0.3L	0.3L	0.3L	/	/	/
硒	μg/L	≤10	0.4L	0.4L	0.4L	/	/	/
总磷	mg/L	≤0.1	0.05	0.04	0.03	0.50	0.40	0.30
镉	μg/L	≤5	0.1L	0.1L	0.1L	/	/	/
铜	mg/L	≤1	0.05L	0.05L	0.05L	/	/	/
汞	μg/L	≤0.05	0.04L	0.04L	0.04L	/	/	/
铅	μg/L	≤10	0.09L	0.09L	0.09L	/	/	/
锌	mg/L	≤1	0.05L	0.05L	0.05L	/	/	/
粪大肠菌群	MPN/L	≤2000	<20	<20	<20	/	/	/
阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.2	0.05L	0.05L	0.05L	/	/	/

注：上表中水温、悬浮物为实测浓度，其他为标准指数。

表 4.6.2-3 2024 年 8 月-9 月取水口上游 500m 处水质现状监测数据及评价表

监测指标	单位	标准值	监测数据			水质指数		
			8/31	9/1	9/2	8/31	9/1	9/2
水温	℃	/	19.4	19.7	20.2	/	/	/
pH	/	6~9	7.9	7.7	7.6	0.20	0.20	0.15
高锰酸盐指数	mg/L	≤4	1.92	2.04	2.14	0.48	0.51	0.54

监测指标	单位	标准值	监测数据			水质指数		
			8/31	9/1	9/2	8/31	9/1	9/2
硫化物	mg/L	≤0.1	0.01L	0.01L	0.01L	/	/	/
氟化物（以F-计）	mg/L	≤1.0	0.540	0.550	0.53	0.54	0.55	0.53
氰化物	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	/	/	/
氨氮	mg/L	≤0.5	0.166	0.158	0.17	0.33	0.32	0.34
石油类	mg/L	≤0.05	0.01L	0.01L	0.01L	/	/	/
化学需氧量	mg/L	≤15	11	12	10	0.73	0.80	0.67
五日生化需氧量	mg/L	≤3	2.5	2.4	2.3	0.83	0.80	0.77
悬浮物	mg/L	/	6	13	8	/	/	/
挥发酚	mg/L	≤0.002	0.0003L	0.0003L	0.0003L	/	/	/
溶解氧	mg/L	6	7	7.8	7.4	0.86	0.77	0.81
铬（六价）	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	/	/	/
砷	μg/L	≤50	0.3L	0.3L	0.3L	/	/	/
硒	μg/L	≤10	0.4L	0.4L	0.4L	/	/	/
总磷	mg/L	≤0.1	0.06	0.03	0.05	0.60	0.30	0.50
镉	μg/L	≤5	0.1L	0.1L	0.1L	/	/	/
铜	mg/L	≤1	0.05L	0.05L	0.05L	/	/	/
汞	μg/L	≤0.05	0.04L	0.04L	0.04L	/	/	/
铅	μg/L	≤10	1.0L	1.0L	1.0L	/	/	/
锌	mg/L	≤1	0.05L	0.05L	0.05L	/	/	/
粪大肠菌群	MPN/L	≤2000	2	2	4	0.001	0.001	0.002
阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.2	0.05L	0.05L	0.05L	/	/	/

注：上表中水温、悬浮物为实测浓度，其他为标准指数。

表 4.6.2-4 2024 年 8 月-9 月取水口下游 500m 处水质现状监测数据及评价表

监测指标	单位	标准值	监测数据			水质指数		
			8/31	9/1	9/2	8/31	9/1	9/2
水温	℃	/	18.6	19.2	19.7	/	/	/
pH	/	6~9	7.6	7.5	7.4	0.15	0.20	0.15
高锰酸盐指数	mg/L	≤4	1.7	1.7	1.87	0.41	0.43	0.47
硫化物	mg/L	≤0.1	0.01L	0.01L	0.01L	/	/	/
氟化物（以F-计）	mg/L	≤1.0	0.610	0.630	0.650	0.61	0.63	0.65
氰化物	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	/	/	/
氨氮	mg/L	≤0.5	0.097	0.103	0.088	0.19	0.21	0.18
石油类	mg/L	≤0.05	0.01L	0.01L	0.01L	/	/	/

监测指标	单位	标准值	监测数据			水质指数		
			8/31	9/1	9/2	8/31	9/1	9/2
化学需氧量	mg/L	≤15	13	14	12	0.87	0.93	0.80
五日生化需氧量	mg/L	≤3	2.8	2.6	2.8	0.93	0.87	0.93
悬浮物	mg/L	/	10	11	9	/	/	/
挥发酚	mg/L	≤0.002	0.0003L	0.0003L	0.0003L	/	/	/
溶解氧	mg/L	6	6.8	7.2	7.8	0.88	0.83	0.77
铬（六价）	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	/	/	/
砷	μg/L	≤50	0.3L	0.3L	0.3L	/	/	/
硒	μg/L	≤10	0.4L	0.4L	0.4L	/	/	/
总磷	mg/L	≤0.1	0.07	0.04	0.09	0.70	0.40	0.90
镉	μg/L	≤5	0.1L	0.1L	0.1L	/	/	/
铜	mg/L	≤1	0.05L	0.05L	0.05L	/	/	/
汞	μg/L	≤0.05	0.04L	0.04L	0.04L	/	/	/
铅	μg/L	≤10	1.0L	1.0L	1.0L	/	/	/
锌	mg/L	≤1	0.05L	0.05L	0.05L	/	/	/
粪大肠菌群	MPN/L	≤2000	4	2	4	0.002	0.001	0.002
阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.2	0.05L	0.05L	0.05L	/	/	/

注：上表中水温、悬浮物为实测浓度，其他为标准指数。

经分析，地表水各项水质因子监测结果均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准。

4.7 地下水环境质量

（1）监测点位

本次监测计划在上库区、下库区和下库下游分别布置一个地下水质量监测点，监测点位信息见表 4.7-1，分布见附图 23。

表 4.7-1 地下水监测点位一览表

编号	点位	坐标	监测目的	监测点类型
1 号（监测报告 3#）	下库北侧沟谷	105°58'28"E, 37°14'48"N	水质、水位	潜水含水层
2 号（监测报告 4#）	下库北侧沟谷	105°58'20"E, 37°44'42"N	水质、水位	潜水含水层
3 号（监测报告 5#）	下库下游	105°34'19"E, 37°27'13"N	水质、水位	潜水含水层

（2）监测因子

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、总大肠菌群、

细菌总数、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} ，共 29 项。

(3) 监测时间与频次

宁夏华鼎环保科技有限公司于 2024 年 5 月 30 日和 2024 年 7 月 3 日对监测点位进行了监测。

(4) 监测结果分析

1) 水位监测结果

水位监测结果见表 4.7-2。

表 4.7-2 地下水水位监测成果表

序号	编号	点位	井深 (m)	水位埋深 (m)
1	1 号 (监测报告 3#)	下库北侧沟谷	6.0	1.5
2	2 号 (监测报告 4#)	下库北侧沟谷	泉水	/
3	3 号 (监测报告 5#)	下库下游	泉水	/
4	YZK01	上库	150.0	87.8
5	YZK02	上库	108.4	87.2
6	YZK03	上库	117.2	89.5
7	SZK16	上库	100.8	80.2
8	XZK12	下库	60.8	4.9
9	XZK15	下库	55.8	23.9
10	XZK17	下库	110.8	41.0
11	XZK19	下库	45.2	29.6

2) 离子平衡分析

地下水水质监测点的阴阳离子平衡分析见表 4.7-3。

表 4.7-3 阴阳离子平衡分析表

单位 mg/L

离子	K^+	Na^+	Ca^{+}	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	阴离子总和 (mmol/L)	阳离子总和 (mmol/L)	E
1 号	2.7	170	75.5	52.7	0	297	139	261	14.11	15.63	-0.05
2 号	4.72	226	80.4	74.1	0	325	271	374	20.59	20.14	0.01
3 号	1.04	99.4	24.2	38.2	0	74.2	89.2	205	8.00	8.70	-0.04

根据离子平衡的检查公式： $E=100 \times (\sum mc - \sum ma) / (\sum mc + \sum ma)$ ，计算得评价区地下水中阴阳离子毫克当量浓度相对误差小于 $\pm 5\%$ ，检测数据可信。

3) 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， $S_{pHi}=(7.0-pH_i)/(7.0-pH_{smim})$

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_{smim} —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。

4) 评价结果

地下水水质监测结果见表 4.7-4。

表 4.7-4 地下水水质评价结果一览表

单位 mg/L

监测因子	标准	1号		2号		3号	
		监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数
PH	6.5~8.5	7.3	0.20	7.4	0.27	7.7	0.47
氨氮	0.5	0.044	0.09	0.436	0.87	0.034	0.07
硝酸盐	20	0.36	0.02	0.44	0.02	9.53	0.48
亚硝酸盐	1	0.452	0.45	0.931	0.93	<0.003	/
挥发酚	0.002	<0.0003	/	<0.0003	/	<0.0003	/
氰化物	0.05	<0.002	/	<0.002	/	<0.002	/
氟化物	1	0.87	0.87	0.7	0.70	0.71	0.71
砷	0.01	<0.0003	/	<0.0003	/	<0.0003	/
汞	0.001	<0.00004	/	<0.00004	/	<0.00004	/
铬（六价）	0.05	<0.004	/	<0.004	/	<0.004	/
铅	0.01	<0.0009	/	<0.0009	/	<0.0009	/
镉	0.005	<0.0001	/	<0.0001	/	<0.0001	/
溶解性总固体	1000	942	0.94	1438	1.44	522	0.52
耗氧量	3	1.74	0.58	2.87	0.96	0.97	0.32
总大肠菌群	3	<2	/	<2	/	<2	/
细菌总数	100	93	0.93	88	0.88	83	0.83
硫酸盐	250	247	0.99	344	1.38	190	0.76
氯化物	250	123	0.49	207	0.83	71	0.28
铁	0.3	<0.03	/	<0.03	/	<0.03	/
锰	0.1	<0.01	/	<0.01	/	<0.01	/
总硬度	450	380	0.84	543	1.21	206	0.46
钠	200	170	0.85	226	1.13	99.4	0.50

由监测结果可知，1 号和 3 号监测点地下水监测点位监测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准限值；2 号点为沟谷内泉水出露点，监测结果中溶解性总固体、硫酸盐、总硬度和钠超标，最大超标倍数分别为 1.44、1.38、1.21

和 1.13，其他因子均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准限值，本工程发育多条区域断裂，受区域断裂影响，奥陶系炭质岩类较发育，下水库区主要发育炭质页岩，流经炭质板岩和页岩的水体一般溶解性总固体、硫酸盐、总硬度和钠等因子超标。

4.8 环境空气现状调查及评价

牛首山东抽水蓄能电站区位于中宁县与吴忠市青铜峡市交界的黄河青铜峡水库右岸牛首山西麓，属于农村地区，环境空气质量功能分区为二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

4.8.1 项目所在区域达标判断

项目评价区范围内没有环境空气质量监测网数据或公开发布的环境空气质量现状数据，选择与项目评价范围地理位置邻近的吴忠市监测数据（直线距离约 32km），根据 2024 年 1 月吴忠市人民政府公布的《关于 2023 年 1-12 月各县（市、区）环境质量排名情况的通报》，吴忠市青铜峡市 2023 年度环境空气质量监测数据见表 4.8.1-1。

表 4.8.1-1 吴忠市青铜峡市环境空气质量状况

污染物	年评价指标	平均浓度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）	标准（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）	达标情况
PM ₁₀	年平均	62	70	达标
PM _{2.5}	年平均	31	35	达标
SO ₂	年平均	19	60	达标
NO ₂	年平均	29	40	达标
CO	24 小时平均第 95 百分位数	1.4mg/m ³	4.0mg/m ³	达标
O ₃	8h 滑动平均值第 90 百分位数	144	160	达标

由上表可知，吴忠市青铜峡市 2023 年度 PM₁₀ 年平均评价为达标，PM_{2.5} 年平均评价为达标，SO₂、NO₂ 年平均评价为达标，CO_{24h} 平均第 95 百分位数达标，O₃ 日最大 8h 滑动平均值的第 90 百分位数达标。因此，吴忠市青铜峡市为环境空气质量达标区域。本项目区位于非城区，周边零散分布有寺庙，预估环境空气质量良好。

4.8.2 环境空气质量补充监测与评价

为了解评价区环境空气质量现状，我公司委托宁夏华鼎环保科技有限公司于 2024 年 5 月、6 月对项目区环境空气质量进行了监测。

（1）监测点布设

在上库施工区下风向区域设置 2 个监测点。

（2）监测项目

监测项目包括 SO₂、NO₂、氮氧化物、总悬浮颗粒物、苯并[a]芘、PM₁₀、PM_{2.5}。

(3) 监测时间及频率

2024 年 5 月 28 日~6 月 3 日开展监测工作，连续监测 7 天。

(4) 监测数据分析方法

对各监测点位上述监测项目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 4.8.2-1。

表 4.8.2-1 工程区环境空气质量现状评价表

监测点位	监测项目	监测时间	监测结果 (mg/m ³)							标准 mg/m ³	达标情况
			5月28日	5月29日	5月30日	5月31日	6月1日	6月2日	6月3日		
上库施工 区下风向 区域 1#	SO ₂ (mg/m ³)	第 1 次	0.022	0.014	0.037	0.033	0.031	0.037	0.043	0.5	达标
		第 2 次	0.026	0.023	0.037	0.032	0.039	0.027	0.047	0.5	达标
		第 3 次	0.021	0.025	0.034	0.036	0.041	0.032	0.042	0.5	达标
		第 4 次	0.019	0.021	0.03	0.036	0.045	0.045	0.036	0.5	达标
		日均值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.15	达标
	NO ₂ (mg/m ³)	第 1 次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	达标
		第 2 次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	达标
		第 3 次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	达标
		第 4 次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	达标
		日均值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.08	达标
	NO _x (mg/m ³)	第 1 次	0.007	0.01	0.01	0.011	0.011	0.009	0.013	0.25	达标
		第 2 次	0.008	0.008	0.006	0.009	0.009	0.012	0.008	0.25	达标
		第 3 次	0.011	0.009	0.012	0.01	0.012	0.007	0.013	0.25	达标
		第 4 次	0.008	0.012	0.009	0.012	0.013	0.011	0.01	0.25	达标
		日均值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	达标
	总悬浮颗粒 物 (mg/m ³)	日均值	0.192	0.0188	0.184	0.176	0.18	0.196	0.192	0.3	达标
	苯并芘 (mg/m ³)	日均值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0000025	达标
	PM ₁₀ (mg/m ³)	日均值	0.062	0.077	0.068	0.061	0.059	0.062	0.054	0.15	达标
	PM _{2.5} (mg/m ³)	日均值	0.057	0.049	0.041	0.05	0.056	0.046	0.04	0.075	达标
上库施工	SO ₂	第 1 次	0.028	0.019	0.02	0.041	0.035	0.019	0.035	0.5	达标

监测点位	监测项目	监测时间	监测结果 (mg/m ³)							标准 mg/m ³	达标情况
			5月28日	5月29日	5月30日	5月31日	6月1日	6月2日	6月3日		
区下风向 区域 2#	(mg/m ³)	第2次	0.025	0.018	0.024	0.039	0.033	0.027	0.036	0.5	达标
		第3次	0.035	0.022	0.025	0.036	0.038	0.030	0.044	0.5	达标
		第4次	0.032	0.025	0.022	0.041	0.038	0.026	0.046	0.5	达标
		日均值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.15	达标
	NO ₂ (mg/m ³)	第1次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	达标
		第2次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	达标
		第3次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	达标
		第4次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	达标
		日均值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.08	达标
	NO _x (mg/m ³)	第1次	0.005	0.007	0.005	0.007	0.01	0.005	0.009	0.25	达标
		第2次	0.006	0.01	0.007	0.006	0.006	0.008	0.01	0.25	达标
		第3次	0.005	0.009	0.009	0.007	0.008	0.008	0.007	0.25	达标
		第4次	0.006	0.008	0.008	0.009	0.007	0.007	0.008	0.25	达标
		日均值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	达标
	总悬浮颗粒物 (mg/m ³)	日均值	0.2	0.208	0.221	0.216	0.209	0.214	0.201	0.3	达标
	苯并芘 (mg/m ³)	日均值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0000025	达标
	PM ₁₀ (mg/m ³)	日均值	0.056	0.063	0.051	0.052	0.05	0.065	0.047	0.15	达标
	PM _{2.5} (mg/m ³)	日均值	0.044	0.038	0.052	0.048	0.042	0.038	0.039	0.075	达标

由上表可知，工程区监测时段各监测因子最大浓度占标率均小于 1，均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，工程所在区域现状环境空气质量良好。

4.9 声环境质量

工程区执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的1类标准。本次评价委托宁夏华鼎环保科技有限公司于2024年5月对工程区声环境质量进行了监测。

（1）监测点布设

在大慧庵寺遗址、观音台寺、极乐寺、下库承包商营地、下库业主营地、上库承包商营地各设置 1 个监测点位，总共 6 个监测点位。

（2）监测项目

监测项目为连续等效 A 声级。

（3）监测频率

连续监测 2 天，昼、夜间各监测 1 次。

（4）监测及评价结果

声环境质量监测结果见表 4.9-1。

表 4.9-1 声环境监测结果 单位：dB(A)

监测点位	监测值				达标情况
	2024.05.30		2024.05.31		
	昼间	夜间	昼间	夜间	
大慧庵寺遗址	45	34	47	33	达标
观音台寺	50	44	51	45	达标
极乐寺	51	42	52	43	达标
下库承包商营地	47	35	46	34	达标
下库业主营地	54	37	55	36	达标
上库承包商营地	52	39	53	39	达标
标准	55	45	55	45	

由上表可知，工程区现状声环境质量良好，整体满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准要求。

4.10 土壤环境质量

为了解项目所在区域土壤环境质量现状，西北院委托宁夏华鼎环保科技有限公司于 2024 年 5 月 30 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，项目占地范围内 3 个，分别布设于上库库区、下库库区、水处理厂；项目占地范围外 4 个，分别布设于上库上游、上库下游、下库上游和下库下游，均为表层样点。监测点位信息见表 4.10-1，分布见附图 23。

表 4.10-1 土壤环境监测点位一览表

编号	点位		坐标	监测目的
1#	建设用地	上库监测点	106°0'26.0" E, 37°45'4.0" N	质量现状
2#		下库监测点	105°58'28.0" E, 37°44'36.0"N	质量现状
3#		水处理厂	105°57'47" E, 37°45'32.0"N	质量现状
4#	非建设用地	上库上游	106°0'46.0" E, 37°45'28.0" N	质量现状
5#		下库上游	106°0'20.0" E, 37°44'47.0" N	质量现状
6#		下库下游	105°58'2.43" E, 37°43'55.0" N	质量现状
7#		上库下游	105°58'2.0" E, 37°45'39.0" N	质量现状

(2) 监测项目

项目区建设用地执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018），监测项目为 pH、土壤含盐量以及上述标准中 45 个基本项目。

项目占地范围以外非建设用地执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018），监测项目为 pH、土壤含盐量以及镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌 8 个基本项目。

(3) 监测时间及频率

监测时间：2024 年 5 月 30 日

监测频次：取样 1 次，监测 1 天。

(4) 土壤环境质量现状评价

项目占地范围内土壤环境质量监测结果见表 4.10-2。

表 4.10-2 土壤环境质量现状-1（建设用地） 单位：mg/kg

序号	监测参数	上库监测点	下库监测点	水处理厂	第二类 风险筛选值	达标情况
1	pH	7.25	7.36	6.96	/	/
2	砷	10.3	8.24	11.2	60	达标
3	镉	0.13	0.17	0.18	65	达标
4	六价铬	0.9	0.7	1.0	5.7	达标
5	铜	23	30	21	18000	达标
6	铅	31	25	15	800	达标
7	汞	0.0812	0.0614	0.113	38	达标
8	镍	33	43	45	900	达标
9	含盐量	0.5	0.6	0.1	/	/

序号	监测参数	上库监测点	下库监测点	水处理厂	第二类 风险筛选值	达标情况
10	四氯化碳	ND	ND	ND	2.8	达标
11	氯仿	0.0155	0.0182	0.0182	0.9	达标
12	氯甲烷	ND	ND	ND	37	达标
13	1, 1-二氯乙烷	ND	ND	ND	9	达标
14	1, 2-二氯乙烷	ND	ND	ND	5	达标
15	1, 1-二氯乙烯	ND	ND	ND	66	达标
16	顺1, 2-二氯乙烯	ND	ND	ND	596	达标
17	反1, 2-二氯乙烯	ND	ND	ND	54	达标
18	二氯甲烷	0.0104	0.0090	0.0126	616	达标
19	1, 2-二氯丙烷	ND	ND	ND	5	达标
20	1, 1, 1, 2-四氯乙烷	ND	ND	ND	10	达标
21	1, 1, 2, 2-四氯乙烷	ND	ND	ND	6.8	达标
22	四氯乙烯	ND	ND	ND	53	达标
23	1, 1, 1-三氯乙烷	ND	ND	ND	840	达标
24	1, 1, 2-三氯乙烷	ND	ND	ND	2.8	达标
25	三氯乙烯	ND	ND	ND	2.8	达标
26	1, 2, 3-三氯丙烷	ND	ND	ND	0.5	达标
27	氯乙烯	ND	ND	ND	0.43	达标
28	苯	ND	ND	ND	4	达标
29	氯苯	ND	ND	ND	270	达标
30	1, 2-二氯苯	ND	ND	ND	560	达标
31	1, 4-二氯苯	ND	ND	ND	20	达标
32	乙苯	ND	ND	ND	28	达标
33	苯乙烯	ND	ND	ND	1290	达标
34	甲苯	ND	ND	ND	1200	达标
35	间二甲苯+对二甲苯	ND	ND	ND	570	达标
36	邻二甲苯	ND	ND	ND	640	达标
37	硝基苯	ND	ND	ND	76	达标
38	苯胺	ND	ND	ND	260	达标
39	2-氯苯酚	ND	ND	ND	2256	达标
40	苯并[a]蒽	ND	ND	ND	15	达标
41	苯并[a]芘	ND	ND	ND	1.5	达标
42	苯并[b]荧蒽	ND	ND	ND	15	达标
43	苯并[k]荧蒽	ND	ND	ND	151	达标
44	蒽	ND	ND	ND	1293	达标
45	二苯并[a, h]蒽	ND	ND	ND	1.5	达标
46	茚并[1, 2, 3-cd]芘	ND	ND	ND	15	达标

序号	监测参数	上库监测点	下库监测点	水处理厂	第二类 风险筛选值	达标情况
47	苯	ND	ND	ND	70	达标
48	石油烃 (C10-C40)	4	4	4	4500	达标

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。

项目占地范围外土壤环境质量监测结果见表 4.10-3。

表 4.10-3 土壤环境质量现状-2(非建设用地) 单位: mg/kg

序号	监测参数	上库上游	下库上游	下库下游	上库下游	风险筛选 值	达标情 况
1	pH	7.41	7.33	7.16	6.85	-	-
2	砷	6.18	14.7	9.47	8.82	25	达标
3	镉	0.14	0.07	0.03	0.13	0.6	达标
4	铜	22	24	22	20	100	达标
5	铅	28	27	21	15	170	达标
6	汞	0.135	0.0942	0.103	0.0642	3.4	达标
7	镍	34	29	20	27	190	达标
8	锌	51	53	54	58	300	达标
9	铬	58	74	71	64	250	达标
10	含盐量	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-
11	石油烃 (C10-C40)	4	4	4	4	4500	达标

从上表监测结果可以看出,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,未盐化;pH 值在 6.85~7.41 之间,无酸化、无碱化。总体来说,评价区域土壤环境质量总体良好。

4.11 水资源及开发利用现状

4.11.1 水资源状况

4.11.1.1 河流水系

青铜峡市位于宁夏银川平原引黄灌区十大干渠之首,水资源得天独厚。青铜峡市属黄河流域,其境内除黄河干流为常年流水河流外,其余均为间歇性山洪沟,只有汛期才有洪水汇集。

(1) 黄河干流

黄河干流由青铜峡市广武乡入境流入青铜峡后,自西南流向东北,出叶盛镇进入

永宁县，境内全长约 58km，流域面积 633km²。据青铜峡水文站 1955～2020 年实测水文系列资料，多年平均实测径流量 297.8 亿 m³/a，多年平均实测输沙量 1.07 亿 t，多年平均含沙量 3.88kg/m³。

（2）区域支流

本项目位于黄河流域上游区下段下河沿～青铜峡区间的黄河干流上，区间有岷岷子沟、三个窖沟、清水河和红柳沟等支流汇入黄河。

岷岷子沟全长 47km，集水面积 299km²，比降 173‰，从中卫市马路滩汇入黄河，一年中绝大多数时间为干沟。

三个窖沟全长 40km，集水面积 160km²，比降 191‰，从中卫市下庄汇入黄河，常年时间多为干沟。

红柳沟全长 107km，集水面积 1064km²，比降 41.6‰，从中宁县鸣沙洲乡汇入黄河，流经同心、中宁两县。多年平均径流量 0.065 亿 m³。

清水河是宁夏入黄河的最大一级支流，全长 320km，集水面积 14481km²，比降 14.9‰，发源于六盘山东北麓的宁夏固原市原州区开城镇黑刺沟，流经固原市、中卫市和吴忠市，于中宁县泉眼山入黄河。集水面积大于 500km² 的主要支流 8 条，其中，左岸有东至河、中河、苋麻河、西河、金鸡儿沟、长沙河 6 条水系，右岸主要有双井子沟和折死沟 2 条水系，呈现典型的大陆性气候特征。

清水河为多泥沙河流，从原州区城区以北到同心、海原一带的中部地区，常年干旱，植被稀少，一次暴雨产生的水土流失相当严重，河流含沙量大，是宁夏水土流失最严重的地区，尤其是支流折死沟。清水河流域输沙量年内分配极不均匀，其中绝大部分集中在汛期，7、8 月份占比为 80%以上。清水河入河口设有泉眼山水文站，自 1954 年设站以来，实测最大洪峰流量 1070m³/s（1955 年 9 月 6 日），1960 年长山头水库建成后实测最大洪峰流量 625m³/s（1996 年 7 月 28 日），实测最大含沙量 1160kg/m³（1982 年 5 月 8 日）。多年平均输沙量为 3040 万吨，含沙量 216kg/m³（1956 年以来），近 20 年以来，平均输沙量 1604 万吨，含沙量 128kg/m³，经比较输沙量和含沙量分别减少 47%、41%，主要原因是退耕还林还草、梯田、水库调蓄等因素影响。

（3）山洪沟

青铜峡市境内黄河右岸青铜峡河东灌区各沟道发源于牛首山，主要有大沟井沟、乱山子沟、曹家大沟、曹坡沟；黄河左岸贺兰山东麓山洪沟道主要有滑石沟、大沙沟、庙山湖沟、双疙瘩沟等。

4.11.1.2 水资源量

(1) 过境水量

根据宁夏入境下河沿水文站和出境石嘴山水文站 1955~2019 年系列资料，计算下河沿水文站、石嘴山多年平均径流量分别为 298 亿 m^3 、273 亿 m^3 ，进出境相差 25 亿 m^3 。

(2) 当地地表水资源量

青铜峡市当地地表水资源量少，年内、年际变化大，地区分布不均，当地地表水资源的开发利用难度大。根据《宁夏回族自治区水资源公报 2020 年》，青铜峡市地表水资源总量为 0.165 亿 m^3 。

(3) 地下水资源量

青铜峡市地下水补给主要来自渠道渗漏、田间入渗、降水入渗以及山前侧向补给。根据《宁夏回族自治区水资源公报 2020 年》，青铜峡市地下水资源总量为 2.074 亿 m^3 。

(4) 水资源总量

水资源总量是指青铜峡市当地降水形成的地表和地下产水量，即地表径流量与降水入渗补给量之和，不包括过境水量。水资源总量计算用下式计算：

$$W=R+Q-Rg-Q_{\text{表补}}$$

式中， W 为水资源总量； R 为河川径流量； Q 为地下水资源量； Rg 为河川基流量，是山丘区地表水资源与地下水资源量之间的重复量； $Q_{\text{表补}}$ 为地表水体补给量，是平原区地表水资源与地下水资源量之间的重复量。对山丘区来讲 $Q_{\text{表补}}$ 为零，对平原区来讲 Rg 为零。

青铜峡市多年平均地表水资源量 0.129 亿 m^3 ，地下水资源量 0.086 亿 m^3 ，两者重复计算量 0.004 亿 m^3 ，水资源总量为 0.211 亿 m^3 ，见表 4.11.1-1。

表 4.11.1-1 青铜峡市水资源量统计表

市（县）	计算面积 (km^2)	地表水资源量 (亿 m^3)	地下水资源量 (亿 m^3)	重复计算量 (亿 m^3)	水资源总量 (亿 m^3)
青铜峡	1851	0.129	0.086	0.004	0.211

4.11.2 开发利用现状

(1) 地表水供水工程

青铜峡市为宁夏青铜峡灌区十大干渠取水口所在地。十大干渠分别为从青铜峡水

利枢纽坝下的河西总干渠引水的唐徕渠、汉延渠、惠农渠、西干渠、大清渠、泰民渠，从坝下河东总干渠引水的秦渠、汉渠、马莲渠及从青铜峡水库坝上东岸引水的东干渠。此外，卫宁灌区的跃进渠渠稍也在青铜峡市。引水干渠基本情况见表 4.11.2-1。

表 4.11.2-1 青铜峡市引水干渠基本情况

干渠名称	渠道长度 (km)	引水能力 (m³/s)
唐徕渠	254.6	150
汉延渠	38.7	80
西干渠	68.1	60
渠首	69	25
秦汉渠	205	65.5
跃进渠	88	30
合计	723.4	

青铜峡市扬水工程主要有甘城子自西干渠扬水。甘城子扬水工程建成于 1980 年，设计灌溉面积 7.57 万亩，设计流量 2.52m³/s，总扬程 64.5m。

大坝电厂以黄河水为水源建有独立的供水系统，取水点位于青铜峡枢纽大坝下游 500m 处黄河左岸，建有取水泵站 1 座，设计流量 5m³/s，安装 5 台机组，现状用水量在 1.5~1.8m³/s 左右。宁夏大坝电厂总规划容量为 2×300MW+2×300MW+2×600MW+2×660MW，共分四期建成，共计许可取用黄河地表水量 2360m³。

(2) 城市水源地情况

青铜峡市受水区共有城镇集中供水水源地 4 处，均为地下水水源地。各水源地基本情况见表 4.11.2-2。

青铜峡市地下水是城市生活用水和工业生产用水的主要水源。现状小坝（利民陈俊）水源地、小坝东区（中滩）水源地位于县城区内，随着全县经济的快速发展和城市化进程的加快，县城规模不断扩大，水源地保护区内面积正在不断被侵蚀，水源地无保护设施，难以实行有效保护，而且水源水质中铁、锰和总硬度超标。水源地浅层地下水水质因经济开发等原因不断下降，水资源保护愈加困难，不能满足生活用水集中供水水源地的保护条件。同时水源井出水量逐年减少，水量难以保障。

表 4.11.2-2 青铜峡市城市水源地情况统计表

序号	水源地名称	允许开采量 (万 m³/d)	井深 (m)	水源类型	使用水厂
1	小坝（利民陈俊）水源地	2.0	120	地下水	小坝水厂
2	小坝东区（中滩）水源地		120	地下水	东区水厂

序号	水源地名称	允许开采量 (万 m ³ /d)	井深 (m)	水源类型	使用水厂
3	广武水源地	1.54	120	地下水	新材料基地水厂
4	大坝（上滩）水源地	1.5	120	地下水	大坝水厂

（3）城乡供水工程概况

现状年青铜峡市共有城镇集中供水水厂 5 座，均为地下水源供水，水厂设计供水能力 7.1 万 m³/d，水源地可开采量为 6.55 万 m³/d。其中，青铝生产、生活供水自建系统，其水源地距离厂区约 12km，水源地深井位于青铜峡市大坝镇，深井抽取后进入位于大坝镇韦桥村一级泵站内所设水处理设备除铁、除锰后，经二级加压到达生产、生活区；生产用水经厂区生产用水加压泵房加压后供生产区使用，生活水经生活区加压泵站加压后经 AGF 浅层过滤器过滤处理，分 3 套供水系统输送至生活区。宁夏水利厅取水宁水字（2010）48 号文批复青铝指标 550 万 m³，均为工业用水，其中黄河地表水 250 万 m³，地下水 300 万 m³，可供水量按 550 万 m³计。详见表 4.11.2-3。

表 4.11.2-3 青铜峡市受水区水厂情况统计表

序号	水厂名称	设计供水能力 (万 m ³ /d)	对应水源地	水源地可开采量 (万 m ³ /d)
1	小坝水厂	2.5	小坝（利民陈俊）水源地	2.0
2	东区水厂		小坝东区（中滩）水源地	
3	新材料基地水厂	2.0	广武水源地	1.54
4	大坝水厂	0.6	大坝（上滩）水源地	1.5
5	青铝水厂	2.0	青铝水源地	1.51
合计		7.1		6.55

（4）自备井概况

青铜峡市共有机井 204 眼，其中城镇自来水井 17 眼，企业自备井 119 眼，农村机电井 48 眼。主要分布在大坝镇、小坝镇、峡口镇等各村队农田之中，供水管线主要分布在国道 109 线或各村镇主干路两侧以及黄河、汉延渠、惠农渠、大清渠的两侧。

4.11.3 河段其他在建黄河干流取水工程

项目涉及河段目前分布有多项在建的涉及黄河干流取水工程，包括银川都市圈城乡西线供水工程、银川都市圈城乡东线供水工程、清水河流域城乡供水工程、银川都市圈城乡中线供水工程及固海扩灌扬水更新改造工程等。其中，银川都市圈城乡西线、东线供水工程、清水河流域城乡供水工程、固海扩灌扬水更新改造工程的取水口均位于青铜峡库区坝上，但固海扩灌扬水更新改造工程维持原有扬水工程的灌区面积、取水量和设计流量不变，仅作泵站的更新和渠道的改造治理等；银川都市圈城乡中线供

水工程取水口位于青铜峡水库坝下平罗县境内，取水泵站位于平罗河东灌区的南端银川通航产业园区内的溜山头河段黄河岸边。

(1) 银川都市圈城乡西线供水工程

银川都市圈城乡西线供水工程是通过建设以黄河地表水为水源的供水工程，补充和替换区域现有水源，保障银川市、石嘴山市西部城乡生活用水、规模化养殖和工业产业供水；工程新建水源泵站自黄河金沙湾左岸扬水至西夏渠，改造西夏渠输水至银川，后接支线管道输水至石嘴山。西线供水一期、二期工程分别于 2018 年 4 月，2021 年 3 月开工，2022 年建成，中期（2025 年）规划总取水量 26336 万 m^3 ，最大设计流量为 $9\text{m}^3/\text{s}$ ；远期（2035 年）规划总取水量 51106 万 m^3 ，最大设计流量为 $17\text{m}^3/\text{s}$ 。

(2) 银川都市圈城乡东线工程

银川都市圈城乡东线工程通过建设以黄河水为水源的供水工程，置换吴忠市利通区、青铜峡河东区域和灵武市现有地下水供水水源，保障项目区日益增长的城乡生活、规模化养殖和工业产业供水；工程自东干渠引水至新建青镇泵站前池，扬水至新建三星塘调蓄水库，经沉沙调蓄后自流进入金积水厂，净化处理后分别向利通区、青铜峡和灵武各片区供水。东线工程于 2020 年 6 月开工，2022 年建成，中期（2025 年）规划总取水量 6903 万 m^3 ，最大设计流量为 $2.27\text{m}^3/\text{s}$ ；远期（2035 年）规划总取水量 10957 万 m^3 ，最大设计流量为 $3.59\text{m}^3/\text{s}$ 。

(3) 清水河流域城乡供水工程

清水河流域城乡供水工程以中卫市黄河右岸浅层地下水为水源，新建辐射井群取水，沿清水河向南布设输水管道供水，补充和替换区域现有水源，有效解决沿线乡镇群众生活用水、规模化养殖和工业产业发展用水。清水河流域城乡供水工程于 2020 年 7 月开工，2022 年建成，中期（2025 年）规划总取水量 6216 万 m^3 ，最大设计流量为 $2\text{m}^3/\text{s}$ ；远期（2035 年）规划总取水量 9978 万 m^3 ，最大设计流量为 $3.25\text{m}^3/\text{s}$ 。

4.12 主要环境问题

(1) 本项目区域植被类型较少，植被类型以天然牧草丛为主，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) 本项目区域属宁夏回族自治区水土流失重点治理区，区域以水力侵蚀、风力侵蚀为主，侵蚀强度以轻度为主，容许土壤流失量为 $1000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。区域水土

流失问题比较严重，施工过程中应特别关注水土流失的防治措施。

（3）本项目周边存在青铜峡库区湿地自治区级自然保护区、黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区、青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区和青铜峡库区国家重要湿地等环境敏感区，施工过程中需特别关注对环境敏感区环境质量、生态环境功能的影响，加强对施工人员的环保教育。

（4）本项目涉及黄河干流取水，项目河段还分布有多项在建的涉及黄河干流取水工程，包括牛首山抽水蓄能电站、银川都市圈城乡东线供水工程、银川都市圈城乡西线供水工程、清水河流域城乡供水工程等，需特别关注本项目取水与其他相关工程取水对河段水文情势造成的累积影响。

5 环境影响预测与评价

5.1 水文情势影响评价

5.1.1 施工期对河段水文情势的影响

(1) 取水量影响分析

牛首山东抽水蓄能电站施工期间用水主要从黄河青铜峡水库取水,筹建期为2年,施工期为6年,第1年至第6年施工生产、生活用水(不含初期蓄水)从黄河毛取水量分别为0.74万m³、14.84万m³、107.19万m³、316.87万m³、347.53万m³、222.34万m³、30.01万m³和1.46万m³,总取水量为1040.98万m³。年最大取水量347.53万m³。50%保证率、75%保证率和95%保证率下取水量及影响情况见表5.1.1-1~表5.1.1-3。

表 5.1.1-1 施工期 50%保证率下对河段来水量影响情况表 单位: 万 m³

时间	筹建期第一年	筹建期第二年	施工期第一年	施工期第二年	施工期第三年	施工期第四年	施工期第五年
天然来水量	2447000	2447000	2447000	2447000	2447000	2447000	2447000
毛取水量	0.74	14.84	107.19	316.87	347.53	222.34	30.01
剩余来水量	2446999	2446985	2446893	2446683	2446652	2446778	2446970
取水量占天然来水量比例%	<0.001	0.001	0.004	0.013	0.014	0.009	0.001

表 5.1.1-2 施工期 75%保证率下对河段来水量影响情况表 单位: 万 m³

时间	筹建期第一年	筹建期第二年	施工期第一年	施工期第二年	施工期第三年	施工期第四年	施工期第五年
天然来水量	2094000	2094000	2094000	2094000	2094000	2094000	2094000
毛取水量	0.74	14.84	107.19	316.87	347.53	222.34	30.01
剩余来水量	2093999	2093985	2093893	2093683	2093652	2093778	2093970
取水量占天然来水量比例%	<0.001	0.001	0.005	0.015	0.017	0.011	0.001

表 5.1.1-3 施工期 95%保证率下对河段来水量影响情况表 单位: 万 m³

时间	筹建期第一年	筹建期第二年	施工期第一年	施工期第二年	施工期第三年	施工期第四年	施工期第五年
天然来水量	1659500	1659500	1659500	1659500	1659500	1659500	1659500
毛取水量	0.74	14.84	107.19	316.87	347.53	222.34	30.01
剩余来水量	1659499	1659485	1659393	1659183	1659152	1659278	1659470
取水量占天然来水量比例%	<0.001	0.001	0.006	0.019	0.021	0.013	0.002

可以看出,项目施工期间,下游河段流量会略微减少,水文情势影响变化轻微。

50%保证率下，每年取水量占来水量的 0.001%~0.014%，剩余水量占天然来水量的 99.996%~99.999%，与天然状态差别微乎其微；75%保证率下，每年取水量占来水量的 0.001%~0.017%，剩余水量占天然来水量的 99.993%~99.999%，水文情势变化微乎其微；95%保证率下，每年取水量占来水量的 0.001%~0.021%，剩余水量占天然来水量的 99.979%~99.999%，水文情势变化微乎其微。施工期结束后，对河段水文情势、水生生态等影响随之消失。

(2) 取水对水位的影响分析

根据工程概况，取水口设计供水规模最大为 1550m³/h，0.43 m³/s，假设按最大设计规模取水，取水对河流水位的影响范围取决于取水速率、河流流速、水深及河道形态等因素，对取水口附近水位影响分析见表 5.1.1-4。

表 5.1.1-4 取水对河流水位的影响分析

	频率 P (%)	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均
流量	P=50%	511	501	393	603	888	812	796	903	1072	1358	876	579	774
	P=75%	394	320	339	462	929	827	918	991	805	673	574	704	661
	P=95%	317	285	270	363	885	612	712	787	586	602	518	354	524
	平均年径流	510	462	468	685	947	950	1193	1150	1148	1088	763	563	830
最大取水量	取水规模	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431
取水占地 (%)	P=50%	0.084	0.086	0.110	0.071	0.049	0.053	0.054	0.048	0.040	0.032	0.049	0.074	0.056
	P=75%	0.109	0.135	0.127	0.093	0.046	0.052	0.047	0.043	0.054	0.064	0.075	0.061	0.065
	P=95%	0.136	0.151	0.160	0.119	0.049	0.070	0.061	0.055	0.074	0.072	0.083	0.122	0.082
	平均年径流	0.085	0.093	0.092	0.063	0.046	0.045	0.036	0.037	0.038	0.040	0.056	0.077	0.052
水位下降估算 (cm)	P=50%	0.76	0.77	0.99	0.64	0.44	0.48	0.49	0.43	0.36	0.29	0.44	0.67	0.50
	P=75%	0.98	1.21	1.14	0.84	0.42	0.47	0.42	0.39	0.48	0.58	0.68	0.55	0.59
	P=95%	1.22	1.36	1.44	1.07	0.44	0.63	0.54	0.49	0.66	0.64	0.75	1.10	0.74
	平均年径流	0.76	0.84	0.83	0.57	0.41	0.41	0.33	0.34	0.34	0.36	0.51	0.69	0.47
影响范围 (m)	P=50%	7.59	7.74	9.87	6.43	4.37	4.78	4.87	4.30	3.62	2.86	4.43	6.70	5.01
	P=75%	9.85	12.12	11.44	8.40	4.18	4.69	4.23	3.91	4.82	5.76	6.76	5.51	5.87
	P=95%	12.24	13.61	14.37	10.69	4.38	6.34	5.45	4.93	6.62	6.44	7.49	10.96	7.40
	平均年径流	7.61	8.40	8.29	5.66	4.10	4.08	3.25	3.37	3.38	3.57	5.08	6.89	4.67

根据表 5.1.1-4，最大取水规模条件下，50%保证率时，枯水期 3 月份对取水口附近影响范围最大，为 9.87m，引起水位降幅 0.99cm；丰水期 10 月份对取水口附近影响范围最小，为 2.86m，引起水位降幅 0.29cm。75%保证率时，枯水期 2 月份对取水

口附近影响范围最大，为 12.12m，引起水位降幅 1.21cm；丰水期 8 月份对取水口附近影响范围最小，为 3.91m，引起水位降幅 0.39cm。95%保证率时，枯水期 3 月份对取水口附近影响范围最大，为 14.37m，引起水位降幅 1.44cm；5 月份对取水口附近影响范围最小，为 4.38m，引起水位降幅 0.44cm。平均年径流条件时，枯水期 2 月份对取水口附近影响范围最大，为 8.40m，引起水位降幅 0.84cm；7 月份对取水口附近影响范围最小，为 3.25m，引起水位降幅 0.33cm。总体影响范围相对较小。

5.1.2 初期蓄水对河段水文情势的影响

上水库总集雨面积很小，基本没有天然径流来水，依靠天然降雨根本无法满足要求。上水库初期蓄水主要为死库容需水量和蒸发渗漏损失量，共蓄水量 131.77 万 m^3 ，上库基本无径流，主要从青铜峡水库取水。下水库蓄水至死水位 1238.00m 同时，下水库还需考虑水泵工况调试 4h 满抽时所需水量约 105.3 万 m^3 。

上、下水库初期蓄水总需水量为 1176 万 m^3 。根据施工总进度安排，初期蓄水共需 16 个月时间，从第 5 年 8 月～第 6 年 11 月底。本阶段设计考虑蓄水期抽水流量最大为 1320 m^3/h 、0.367 m^3/s ，蓄水期抽水流量分别占各月多年平均流量分析见表 5.1.2-1。

表 5.1.2-1 蓄水期 50%保证率下对河段来水量影响情况表

类别	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
流量 (m^3/s)	510	462	468	685	947	950	1193	1150	1148	1088	763	563
取水量 (m^3/s)	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367
占比 (%)	0.072	0.079	0.078	0.054	0.039	0.039	0.031	0.032	0.032	0.034	0.048	0.065

根据表 5.1.2-1，各月最大取水情况下，占当月来水流量的比例为 0.031%~0.079%，对黄河青铜峡水库来水量影响很小。

从第 5 年 8 月～第 6 年 11 月底共 5 个蓄水时段，各取水时段占黄河青铜峡水库来水量分析见表 5.1.2-2~5.1.2-4。

表 5.1.2-2 蓄水期 50%保证率下对河段来水量影响情况表 单位：万 m^3

时间	第 5 年 10 月底	第 6 年 2 月底	第 6 年 5 月底	第 6 年 8 月底	第 6 年 11 月底	合计
蓄水月份	3 个月 (第 5 年 8 月~第 5 年 10 月)	4 个月	3 个月	3 个月	3 个月	
天然来水量	883500	640300	499400	665600	868700	3557500
初期蓄水量	203.04	272.6	238.59	235.14	226.63	1176
剩余来水量	883296.96	640027.4	499161.41	665364.86	868473.37	3556324
取水量占天然来水量比例%	0.023	0.043	0.048	0.035	0.026	0.033

表 5.1.2-3 蓄水期 75%保证率下对河段来水量影响情况表 单位: 万 m³

时间	第 5 年 10 月底	第 6 年 2 月底	第 6 年 5 月底	第 6 年 8 月底	第 6 年 11 月底	合计
蓄水月份	3 个月 (第 5 年 8 月~第 5 年 10 月)	4 个月	3 个月	3 个月	3 个月	
天然来水量	654400	520300	459400	725700	537800	2897600
初期蓄水量	203.04	272.6	238.59	235.14	226.63	1176
剩余来水量	654196.96	520027.4	459161.41	725464.86	537573.37	2896424
取水量占天然来水量比例%	0.031	0.052	0.052	0.032	0.042	0.041

表 5.1.2-4 蓄水期 95%保证率下对河段来水量影响情况表 单位: 万 m³

时间	第 5 年 10 月底	第 6 年 2 月底	第 6 年 5 月底	第 6 年 8 月底	第 6 年 11 月底	合计
蓄水月份	3 个月 (第 5 年 8 月~第 5 年 10 月)	4 个月	3 个月	3 个月	3 个月	
天然来水量	523900	382900	403400	560100	447400	2317700
初期蓄水量	203.04	272.6	238.59	235.14	226.63	1176
剩余来水量	523696.96	382627.4	403161.41	559864.86	447173.37	2316524
取水量占天然来水量比例%	0.039	0.071	0.059	0.042	0.051	0.051

可以看出, 项目初期蓄水期间, 50%保证率下各时段蓄水量占天然来水量的 0.023%~0.048%; 75%保证率下各时段蓄水量占天然来水量 0.031%~0.052%; 95%保证率下各时段蓄水量占天然来水量 0.039%~0.071%, 对黄河青铜峡水库来水量影响很小, 对黄河水文情势变化影响很小。

5.1.3 初期蓄水叠加施工期对河段水文情势的影响

施工期第五年 8 月开始蓄水, 与施工期第五年和第六年重叠, 各取水时段占黄河青铜峡水库来水量分析见表 5.1.3-1。

表 5.1.3-1 蓄水期+施工期 50%保证率下对河段来水量影响情况表 单位: 万 m³

时间	第 5 年 10 月底	第 6 年 2 月底	第 6 年 5 月底	第 6 年 8 月底	第 6 年 11 月底	合计
蓄水月份	3 个月 (第 5 年 8 月~第 5 年 10 月)	4 个月	3 个月	3 个月	3 个月	
天然来水量	883500	640300	499400	665600	868700	3557500
初期蓄水量	203.04	272.60	238.59	235.14	226.63	1176.00
施工期叠加取水	1.74	1.42	0.40	0.40	0.40	4.35

施工取水占比	0.86	0.52	0.17	0.17	0.18	0.37
叠加后取水量	204.78	274.02	238.99	235.54	227.03	1180.35
剩余来水量	883296.96	640027.40	499161.41	665364.86	868473.37	3556324.00
取水量占天然来水量比例%	0.023	0.043	0.048	0.035	0.026	0.033

初期蓄水从第五年 8 月开始，同期施工期取水量每个月 0.13~0.58 万 m³，根据表 5.1.3-1，施工期取水占总取水量的 0.017%~0.86%，影响基本与初期蓄水对河段水文情势影响相同。

5.1.4 电站日常运行对水文情势的影响

牛首山东抽水蓄能电站为日调节抽水蓄能电站。无拦河筑坝工程，上下水库汇流面积很小，基本无地表水径流，运行期主要是电站蒸发渗漏补水对河段水文情势的影响。

牛首山东抽水蓄能电站运行期间，正常运行情况下，每年上、下水库总的蒸发损失量为 61.9 万 m³/a，上、下水库总的渗漏量为 107 万 m³/a，项目设计年需向水库补水总量为 168.9 万 m³，月平均补水量 14.07 万 m³，月最大补水量 24.73 万 m³；项目设计年补水毛取水总量为 177.35 万 m³，月平均取水量 14.78 万 m³，月最大取水量 25.97 万 m³。补水时利用电站取水泵站通过地埋取水管从青铜峡库区向下库补水。各月来水量、补水量及影响情况分析见表 5.1.4-1~5.1.4-3。

可以看出，电站补水期间，下游河段流量会略微减少，水文情势影响变化轻微。50%保证率下，各月补水毛取水量占各月天然来水量的 0.004%~0.011%，剩余水量占天然来水量的 99.989%~99.996%，与天然状态差别很小；75%保证率下，各月补水毛取水量占各月天然来水量的 0.005%~0.017%，剩余水量占天然来水量的 99.983%~99.995%，各月水文情势变化很小；95%保证率下，各月补水毛取水量占各月天然来水量的 0.005%~0.017%，剩余水量占天然来水量的 99.983%~99.995%，各月水文情势变化很小。

电站每年补水取水量仅占 50%保证率下黄河青铜峡库区河段天然年径流量的 0.007%，占 75%保证率下年径流量的 0.008%，占 95%保证率下年径流量的 0.011%，对库区河段年内的水文情势实际影响很小。

电站每年的补水取水量占青铜峡水库总库容 6.2 亿 m³ 的 0.26%。青铜峡水库根据

不同入库流量，控制不同的坝前水位，当入库流量在 $2000\text{m}^3/\text{s}$ 以下时，水库正常运行；当入库流量大于 $2000\text{m}^3/\text{s}$ 但低于 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 时，坝前控制水位 1154.81m ，水库在保证泄洪安全时，兼顾灌溉发电效益，并适时安排水库排沙。通过对近 25 年系列的入库流量进行分析，没有超过 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 的入库流量，仅 2012 年 8 月的平均入库流量达到了 $2840\text{m}^3/\text{s}$ ，水库基本按正常蓄水位运行，即 1154.81m 运行。根据青铜峡水库调度运行方式可知，牛首山东项目实施后（最大取水流量 $0.431\text{m}^3/\text{s}$ ），除去短期拉沙外，水库仍按照正常蓄水位 1154.81m 运行。因此，结合库区年来水量远大于本电站补水取水量，分析本电站运行期补水对青铜峡库区水位及青铜峡水电站运行基本无影响。

表 5.1.4-1 50%保证率下各月来水量、补水量、毛取水量及影响情况对比表

单位: 万 m³

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
天然流量 (m ³ /s)	511	501	393	603	888	812	796	903	1072	1358	876	579	774
天然来水量 (万 m ³)	136900	121200	105300	156300	237800	210500	213200	241900	277900	363700	227100	155100	2446900
蒸发、渗漏补 水量 (万 m ³)	11.83	11.43	14.38	10.77	11.32	10.61	11.13	24.73	22.63	15.51	12.33	12.21	168.9
毛取水量 (万 m ³)	12.42	12.00	15.10	11.31	11.89	11.15	11.69	25.97	23.76	16.29	12.95	12.82	177.35
取水占来水量 比例%	0.009	0.010	0.014	0.007	0.005	0.005	0.005	0.011	0.009	0.004	0.006	0.008	0.007
剩余来水量 (万 m ³)	136887.58	121188.00	105284.90	156288.69	237788.11	210488.85	213188.31	241874.03	277876.24	363683.71	227087.05	155087.18	2446722.65
最大取水流量 (m ³ /s)	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431
占来水流 量比例%	0.084	0.086	0.110	0.071	0.048	0.053	0.054	0.048	0.040	0.032	0.049	0.074	0.056

表 5.1.4-2 75%保证率下各月来水量、补水量、毛取水量及影响情况对比表

单位: 万 m³

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
天然流量 (m ³ /s)	394	320	339	462	929	827	918	991	805	673	574	704	661
天然来水量 (万 m ³)	105500	77400	90800	119800	248800	214400	245900	265400	208700	180300	148800	188600	2094000
蒸发、渗漏补 水量 (万 m ³)	11.83	11.43	14.38	10.77	11.32	10.61	11.13	24.73	22.63	15.51	12.33	12.21	168.9
毛取水量 (万 m ³)	12.42	12.00	15.10	11.31	11.89	11.15	11.69	25.97	23.76	16.29	12.95	12.82	177.35
取水占来水量 比例%	0.012	0.016	0.017	0.009	0.005	0.005	0.005	0.010	0.011	0.009	0.009	0.007	0.008
剩余来水量 (万 m ³)	105487.58	77388.00	90784.90	119788.69	248788.11	214388.85	245888.31	265374.03	208676.24	180283.71	148787.05	188587.18	2093822.65
最大取水流量 (m ³ /s)	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431
占来水流量 比例%	0.109	0.135	0.127	0.093	0.046	0.052	0.047	0.043	0.053	0.064	0.075	0.061	0.065

表 5.1.4-3 95%保证率下各月来水量、补水量、毛取水量及影响情况对比表

单位: 万 m³

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
天然流量 (m ³ /s)	317	285	270	363	885	612	712	787	586	602	518	354	524
天然来水量 (万 m ³)	84900	68900	72300	94100	237000	158600	190700	210800	151900	161200	134300	94800	1660000
蒸发、渗漏补 水量 (万 m ³)	11.83	11.43	14.38	10.77	11.32	10.61	11.13	24.73	22.63	15.51	12.33	12.21	168.91
毛取水量 (万 m ³)	12.42	12.00	15.10	11.31	11.89	11.15	11.69	25.97	23.76	16.29	12.95	12.82	177.35
取水占来水量 比例%	0.015	0.017	0.021	0.012	0.005	0.007	0.006	0.012	0.016	0.010	0.010	0.014	0.011
剩余来水量 (万 m ³)	84887.58	68888.00	72284.90	94088.69	236988.11	158588.85	190688.31	210774.03	151876.24	161183.71	134287.05	94787.18	1659822.65
最大取水流量 (m ³ /s)	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431
占来水流量 比例%	0.136	0.151	0.159	0.119	0.049	0.070	0.060	0.055	0.073	0.072	0.083	0.122	0.082

5.1.5 项目与库区河段其他在建工程取水对河段水文情势的累积影响

目前河段在建银川都市圈城乡西线、东线供水工程、清水河流域城乡供水工程、固海扩灌扬水更新改造工程的取水口均位于青铜峡库区坝上，但固海扩灌扬水更新改造工程仅为泵站更新和渠道改造治理，不新增取水，而银川都市圈城乡中线供水工程取水口位于青铜峡水库坝下平罗县境内。因此，本次累积影响分析不再考虑固海扩灌扬水更新改造工程和银川都市圈城乡中线供水工程。

银川都市圈城乡西线供水一期于 2018 年 4 月开工，2019 年 12 月 29 日竣工；二期工程 2021 年 3 月开工，2022 年建成，中期（2025 年）规划总取水量 26336 万 m^3 ，最大设计流量为 $9\text{m}^3/\text{s}$ ；远期（2035 年）规划总取水量 51106 万 m^3 ，最大设计流量为 $17\text{m}^3/\text{s}$ 。

银川都市圈城乡东线工程于 2020 年 6 月开工，2022 年建成，中期（2025 年）规划总取水量 6903 万 m^3 ，最大设计流量为 $2.27\text{m}^3/\text{s}$ ；远期（2035 年）规划总取水量 10957 万 m^3 ，最大设计流量为 $3.59\text{m}^3/\text{s}$ 。

清水河流域城乡供水工程于 2020 年 7 月开工，2023 年建成，中期（2025 年）规划总取水量 6216 万 m^3 ，最大设计流量为 $2\text{m}^3/\text{s}$ ；远期（2035 年）规划总取水量 9978 万 m^3 ，最大设计流量为 $3.25\text{m}^3/\text{s}$ 。

牛首山抽蓄电站项目已于 2022 年 1 月开工，预计 2028 年 6 月完工，2025 年按建设期最大取水量 605 万 m^3 考虑，最大设计流量为 $0.575\text{m}^3/\text{s}$ ；2035 年按运行期补水取水量 158 万 m^3 考虑，运行期取水时段仅为每月月末进行集中补水 2~3 天，其他时段不取水，分析按最不利情况考虑，按取水时段的最大设计流量 $0.575\text{m}^3/\text{s}$ 取。

牛首山东抽蓄电站项目计划于 2025 年 10 月开工，预计 2031 年 5 月完工，2025 年最大设计流量为 $0.01\text{m}^3/\text{s}$ ；2035 年按运行期补水取水量 177.35 万 m^3 考虑，本次影响分析按最不利情况考虑，按取水时段的最大设计流量 $0.431\text{m}^3/\text{s}$ 取。

银川都市圈城乡西线、东线、清水河流域城乡供水工程、牛首山抽蓄电站及牛首山东抽蓄电站 5 个项目建设工期及取水概况见表 5.1.5-1。

表 5.1.5-1 五个项目取水概况

项目	建设工期		运行期			
			2025 年规划		2035 年规划	
银川都市圈城乡西线供水工程	一期	二期	总取水量 (万 m^3)	最大设计 流量 (m^3/s)	总取水量 (万 m^3)	最大设计 流量(m^3/s)

项目	建设工期		运行期			
			2025 年规划		2035 年规划	
	2018 年 4 月 -2019 年 12 月	2021 年 3 月-2022 年	26336	9	51106	17
银川都市圈城乡 东线供水工程	2020 年 6 月-2022 年		6903	6903	2.27	10957
清水河流域城乡 供水工程	2020 年 7 月-2023 年		6216	6216	2	9978
牛首山抽蓄电站 项目	2022 年 1 月-2028 年 6 月		605	605	0.575	158
牛首山东抽蓄电 站项目	2025 年 6 月-2031 年 5 月		428.21	0.74	0.01	177.35
5 项目合计	/		40488.21	40060.74	13.86	72376.35

(1) 中期（2025 年）不同典型年河段各月水文情势影响情况

鉴于青铜峡水库除排沙期外，基本按照正常蓄水位运行，因此各取水项目累积实施后，青铜峡水库下泄量必然发生变化。根据年入库量选取不同典型代表年，按照现状坝址断面来流量情况，分析当银川都市圈城乡西线、东线、清水河流域城乡供水工程、牛首山抽蓄电站及牛首山东抽蓄电站 5 个项目实施后，2025 年不同典型年各月出库流量变化情况，具体见表 5.1.5-2，图 5.1.5-1~5.1.5-3。

2025 年 5 个项目合计各月引水流量为 $13.338\text{m}^3/\text{s}$ ~ $13.855\text{m}^3/\text{s}$ ，由表 5.1.4-2 可以看出，各月下泄流量减少幅度较小。平水年在 1.02% ~ 3.39% ，其中 3 月份变幅最大；枯水年在 1.35% ~ 4.17% ，其中 2 月份变幅最大；特枯水年在 1.51% ~ 4.94% ，其中 2 月份变幅最大。引水后，出库流量变化较小，下游河道的水位、水面宽等基本不会发生变化，对下游河道的水文情势影响很小。

2025 年 5 个项目年取黄河水量共计 4.00 亿 m^3 ，占黄河青铜峡水库坝址断面多年平均实测径流量 256.41 亿 m^3 的 1.56% ，所占黄河径流量比例较小，因此，2025 年 5 个项目取水对青铜峡坝址以下河段水文情势影响不大。

经与宁夏回族自治区水利厅沟通，黄河宁夏段暂无官方正式发布的生态流量要求，参考 2019 年 7 月《黄河宁夏段生态水量确定方案编制与研究专题成果报告》中相关结论，石嘴山断面生态基流为 $330\text{m}^3/\text{s}$ （青铜峡断面未提）。由于青铜峡断面与石嘴山断面区间还有支流和退水汇入，若本次青铜峡断面生态基流采用 $330\text{m}^3/\text{s}$ （多年平均流量 $830\text{m}^3/\text{s}$ 的 39.76% ），是完全可以保证石嘴山断面生态基流的。

各项目累积取水后，枯水年（75%保证率）仅枯水期 2 月、3 月出库流量分别为 $306.66\text{m}^3/\text{s}$ 、 $325.66\text{m}^3/\text{s}$ ，略小于生态流量 $330\text{m}^3/\text{s}$ ；特枯年（95%保证率）仅枯水期

2月、3月出库流量分别为 $271.66\text{m}^3/\text{s}$ 、 $256.66\text{m}^3/\text{s}$ ，小于生态流量 $330\text{m}^3/\text{s}$ ，其他年份和时间段是都大于生态流量 $330\text{m}^3/\text{s}$ 的，但考虑到枯水年份枯水月坝址断面来流量本身就小于生态流量，各项目对生态流量及生态用水的累积影响相对轻微。此外，各项目取水后，不同典型年各月出库流量均远大于多年平均来流量 $830\text{m}^3/\text{s}$ 的 10%，即 $83.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 5.1.5-2 2025 年不同典型年青铜峡坝址各月出库流量与现状各月来流量对比变化情况分析 单位: m³/s

典型年	月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
工程名称	银川都市圈西线供水工程	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	银川都市圈东线供水工程	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27
	清水河流域城乡供水工程	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	牛首山抽水蓄能电站项目	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.575	0.575	0.575
	牛首山东抽水蓄能电站项目	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
	5 个项目合计	13.338	13.338	13.338	13.338	13.338	13.338	13.338	13.338	13.338	13.845	13.855	13.855
平水年 (50% 保证率)	现状坝址断面来流量	511	501	393	603	888	812	796	903	1072	1358	876	579
	项目累计实施后出库流量	497.662	487.662	379.662	589.662	874.662	798.662	782.662	889.662	1058.662	1344.155	862.145	565.145
	减少百分率	2.61%	2.66%	3.39%	2.21%	1.50%	1.64%	1.68%	1.48%	1.24%	1.02%	1.58%	2.39%
枯水年 (75% 保证率)	现状坝址断面来流量	394	320	339	462	929	827	918	991	805	673	574	704
	项目累计实施后出库流量	380.662	306.662	325.662	448.662	915.662	813.662	904.662	977.662	791.662	659.155	560.145	690.145
	减少百分率	3.39%	4.17%	3.93%	2.89%	1.44%	1.61%	1.45%	1.35%	1.66%	2.06%	2.41%	1.97%
特枯年 (95% 保证率)	现状坝址断面来流量	317	285	270	363	885	612	712	787	586	602	518	354
	项目累计实施后出库流量	303.662	271.662	256.662	349.662	871.662	598.662	698.662	773.662	572.662	588.155	504.145	340.145
	减少百分率	4.21%	4.68%	4.94%	3.67%	1.51%	2.18%	1.87%	1.69%	2.28%	2.30%	2.67%	3.91%

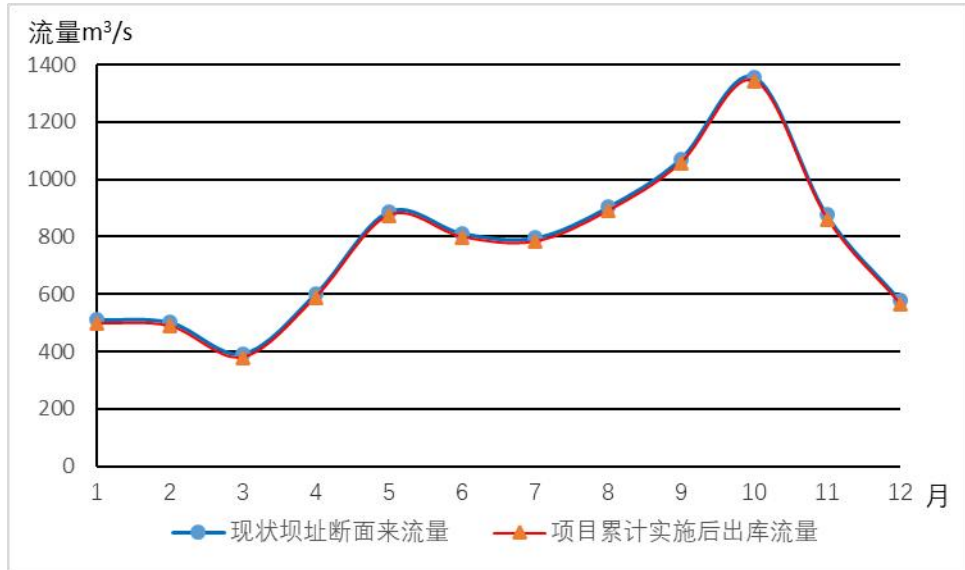


图 5.1.5-1 2025 年 50%保证率平水年各月出库流量变化过程

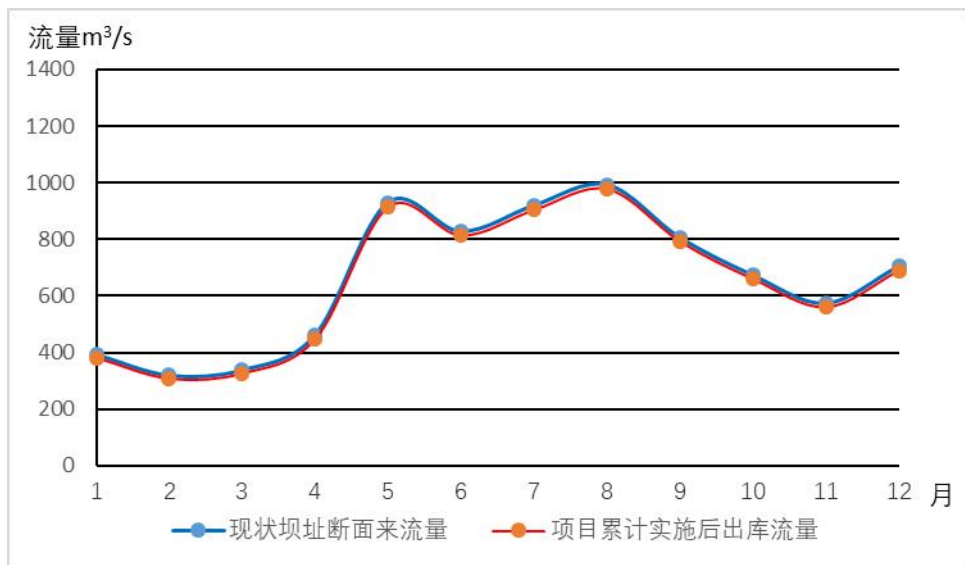


图 5.1.5-2 2025 年 70%保证率枯水年各月出库流量变化过程

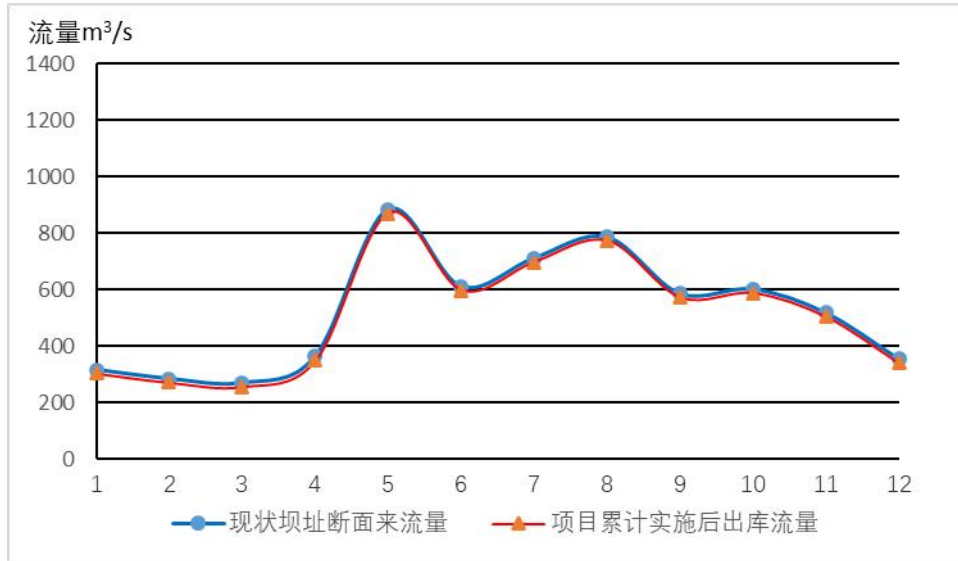


图 5.1.5-3 2025 年 95%保证率特枯年各月出库流量变化过程

(2) 2035 年不同典型年河段各月水文情势影响情况

根据前述方法，分析当银川都市圈城乡西线、东线、清水河流域城乡供水工程、牛首山抽蓄电站以及牛首山东抽蓄电站 5 个项目实施后，2035 年不同典型年各月出库流量变化情况，具体见表 5.1.5-3，图 5.1.5-4~5.1.5-6。

表 5.1.5-3 远期（2035 年）不同典型年青铜峡坝址各月出库流量与现状各月来流量对比变化情况分析 单位：m³/s

典型年	月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
工程名称	银川都市圈西线供水工程	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	银川都市圈东线供水工程	3.59	3.59	3.59	3.59	3.59	3.59	3.59	3.59	3.59	3.59	3.59	3.59
	清水河流域城乡供水工程	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25
	牛首山抽水蓄能电站项目	0.575	0.575	0.575	0.575	0.575	0.575	0.575	0.575	0.575	0.575	0.575	0.575
	牛首山东抽水蓄能电站项目	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431
	5 个项目合计	24.846	24.846	24.846	24.846	24.846	24.846	24.846	24.846	24.846	24.846	24.846	24.846
平水年（50% 保证率）	现状坝址断面来流量	511	501	393	603	888	812	796	903	1072	1358	876	579
	项目累计实施后出库流量	486.154	476.154	368.154	578.154	863.154	787.154	771.154	878.154	1047.154	1333.154	851.154	554.154
	减少百分率	4.86%	4.96%	6.32%	4.12%	2.80%	3.06%	3.12%	2.75%	2.32%	1.83%	2.84%	4.29%
枯水年（75% 保证率）	现状坝址断面来流量	394	320	339	462	929	827	918	991	805	673	574	704
	项目累计实施后出库流量	369.154	295.154	314.154	437.154	904.154	802.154	893.154	966.154	780.154	648.154	549.154	679.154
	减少百分率	6.31%	7.76%	7.33%	5.38%	2.67%	3.00%	2.71%	2.51%	3.09%	3.69%	4.33%	3.53%
特枯年（95% 保证率）	现状坝址断面来流量	317	285	270	363	885	612	712	787	586	602	518	354
	项目累计实施后出库流量	292.154	260.154	245.154	338.154	860.154	587.154	687.154	762.154	561.154	577.154	493.154	329.154
	减少百分率	7.84%	8.72%	9.20%	6.84%	2.81%	4.06%	3.49%	3.16%	4.24%	4.13%	4.80%	7.02%

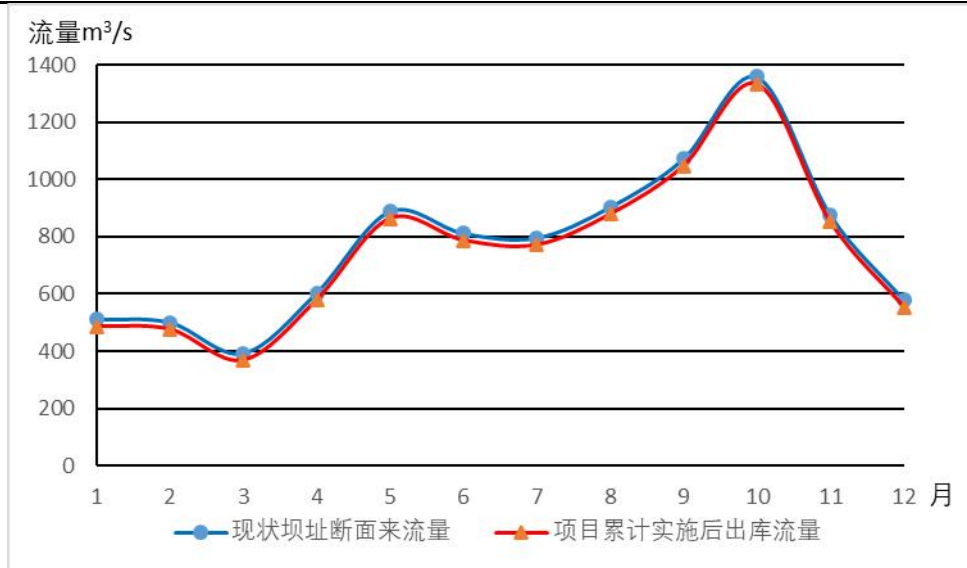


图 5.1.5-4 2035 年 50%保证率平水年各月出库流量变化分析

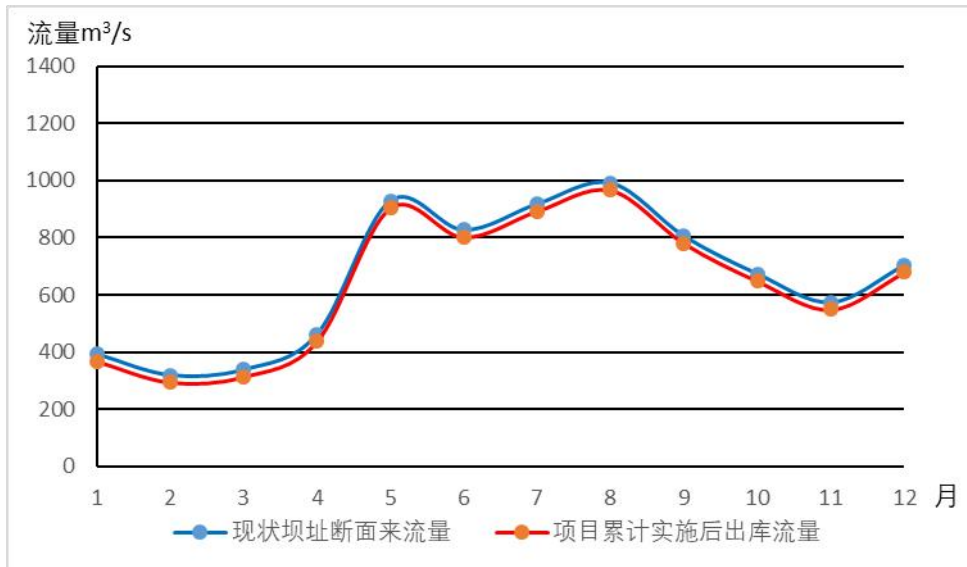


图 5.1.5-5 2035 年 70%保证率枯水年各月出库流量变化分析

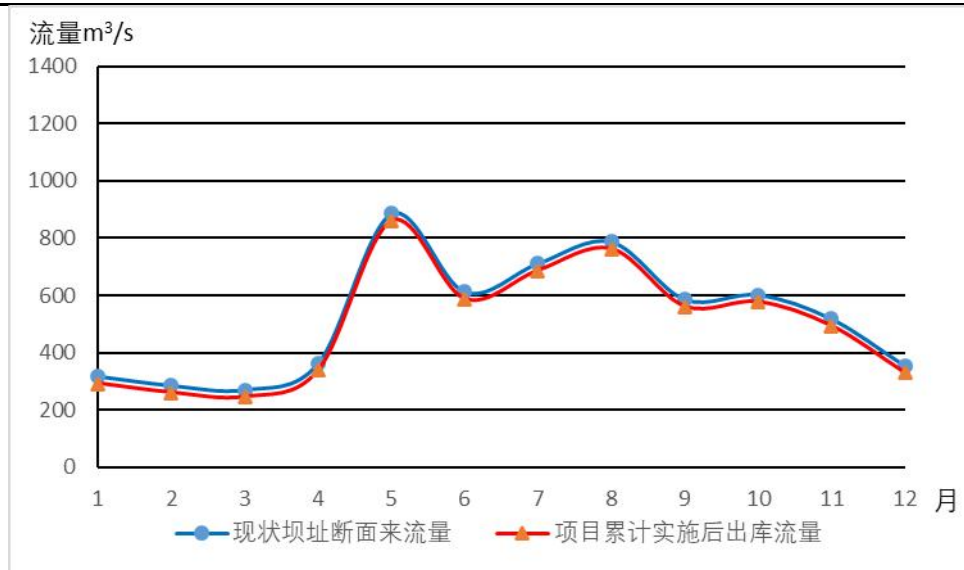


图 5.1.5-6 2035 年 95%保证率特枯年各月出库流量变化分析

2035 年 5 个项目各月最大引水流量为 $24.846\text{m}^3/\text{s}$ ，牛首山东电站取水占比 1.73%。

由表 5.1.4-3 可以看出，各月下泄流量减少幅度较小。平水年在 1.83%~6.32%，其中 3 月份变幅最大；枯水年在 2.51%~7.76%，其中 2 月份变幅最大。特枯年在 2.81%~9.20%，其中 3 月份变幅最大。引水后，出库流量变化较小，下游河道的水位、水面宽等基本不会发生变化，对下游河道的水文情势影响较小。

2035 年 5 个项目年取黄河水量共计 7.24 亿 m^3 ，占黄河青铜峡水库坝址断面多年平均实测径流量 256.41 亿 m^3 的 2.82%，所占黄河径流量比例较小，牛首山东电站取水占比 0.23%。因此，2035 年 5 个项目取水对青铜峡坝址以下河段水文情势影响不大。

各项目累积取水后，仅枯水年（75%保证率）枯水期 2 月、3 月出库流量分别为 $295.15\text{m}^3/\text{s}$ ， $314.15\text{m}^3/\text{s}$ ，略小于生态流量 $330\text{m}^3/\text{s}$ ；特枯年（95%保证率）枯水期 1 月、2 月、3 月和 12 月出库流量分别为 $292.15\text{m}^3/\text{s}$ 、 $260.15\text{m}^3/\text{s}$ 、 $245.15\text{m}^3/\text{s}$ 和 $329.15\text{m}^3/\text{s}$ ，略小于生态流量 $330\text{m}^3/\text{s}$ ；其他年份和时间段是都大于生态流量 $330\text{m}^3/\text{s}$ 的，但考虑到特枯年份枯水月（12 月大于生态流量）坝址断面来流量本身就小于生态流量，各项目对生态流量及生态用水的累积影响相对较小。此外，各项目取水后，不同典型年各月出库流量均远大于多年平均来流量 $830\text{m}^3/\text{s}$ 的 10%，即 $83.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

5.2 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

牛首山东抽水蓄能电站上水库位于青铜峡市牛首山西麓站沟东侧山顶黄土塬，利用山顶黄土塬靠西南侧扩库开挖筑坝成库；下水库位于中宁县牛首山西麓山前洪积台地，利用小碾子沟、岌岌沟及其支沟扩库开挖筑坝成库。由于主体工程施工全部在河道右岸的山地及阶地封闭范围内进行，施工活动不会对河段水质产生影响。

取水泵站位于黄河岸边，施工会扰动河道水体，使底泥上浮，水体悬浮物增加；同时施工过程中混凝土、砂浆等施工材料不可避免的少量进入水体，使河道SS含量增加，水质变差。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，下游水体会逐渐恢复自然状况，且施工期结束后，该影响即会消失。

5.2.1.2 施工期废污水影响分析

根据蓄能电站的项目特点及其他项目的经验，项目施工期生产、生活废污水主要来自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、隧洞开挖排水及业主营地、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。

牛首山东抽水蓄能电站项目所在的河段水环境功能为Ⅱ类，项目生产生活污水处理后全部回用或综合利用，禁止排向河道水体，因此正常情况下不会对下游地表水质产生影响。废污水事故排放将作为环境风险事件，其影响分析详见第6章。

5.2.2 运行期对地表水质的影响评价

5.2.2.1 初期蓄水对水质影响分析

上、下库蓄水水源为青铜峡水库抽水，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。

5.2.2.2 运行期对水质影响分析

(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。库区补水水源水质相对较好，且经过水厂处理，由于抽水蓄能电站的运行特点，上、下水库间水量交换频繁，水力停留时间较短，有效改善库区静水状态，从而有利于有机物的降解，增大污染物降解速度，因此运行期上、下库区水质总体将较好，不会产生水质恶化的趋势。

(2) 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，至今也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，对下游青铜峡水库水质没有影响。

(4) 废污水影响

牛首山东抽水蓄能电站运行期业主管理运行人员最多约 100 人，每人每天用水量按 120L 计，污水排放系数按 0.8 计，生活污水产生量为 9.6m³/d，业主营地沿用施工期建设的地理式一体化处理设备，处理后的生活污水用于业主营地绿化灌溉，不外排，污泥定期清掏，由清掏单位拉走用作农家肥，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) 库区高盐水影响

针对库区水体长期运行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，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。

5.2.3 运行期对水温的影响评价

根据生态环境部下发的《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）》中的推荐公式判别水库水温结构。

$$\alpha = \frac{\text{多年平均年入库径流量}}{\text{总库容}} \quad \beta = \frac{\text{一次洪水总量}}{\text{水库总库容}}$$

按照牛首山东抽水蓄能电站的运行方式，除必要的补水由青铜峡水库补给，其余时间上、下库水在日内做抽水和蓄能运行，以上公式不能直接采用。

牛首山东抽蓄电站下库水位日内变幅达 32m，上库水位变幅达 25m。本工程发电运行中在下库进/取水口形成高速水流，搅动下库进/取水口附近的水体有利于水体的混合，上、下库水体交换频繁，平均每日交换 1 次。运行后库水仅在上、下库交换而不下泄，对下游水体水温没有影响。

5.2.4 对地下水的影响评价

牛首山东抽水蓄能电站由上水库、输水发电系统、下水库组成，上水库由大坝及进\出水口组成；输水发电系统由引水隧洞、地下厂房、尾水隧洞组成；下水库由大坝及进\出水口组成。

本项目属地下水影响Ⅲ类建设项目，主要是对地下水位的影响，分别对施工期和建成运行后的影响进行分析。

5.2.4.1 施工期对地下水环境的影响

（1）上水库

根据设计方案，上水库库底高程为 1717m，根据地下水赋存条件，上库坝区地下水类型为基岩裂隙水。基岩裂隙水赋存于基岩裂隙、断层破碎带中，呈脉状、带状分布。上库地貌为夷平面台地，未发现有泉水出露。根据预可研钻探资料，上库地下水位埋深 76.35m~91.26m，对应的地下水位高程为 1632.5m~1649.14m，地下水位年度变化不大，变幅在 3.2m-5.2m。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。

（2）下水库

下水库区地下水来源主要为大气降水和地下水径流，黄河是本区地下水的最低排泄基准面，枢纽区地下工程主要包括挡水坝、库盆。挡水坝坝肩边坡开挖处于地下水位以上，对工程区地下水水位无明显影响；库盆底部设计高程 1240m，库盆东侧局部开挖处于水下，库盆开挖排水将引起地下水位下降（图 5.2.4-1~图 5.2.4-2）。

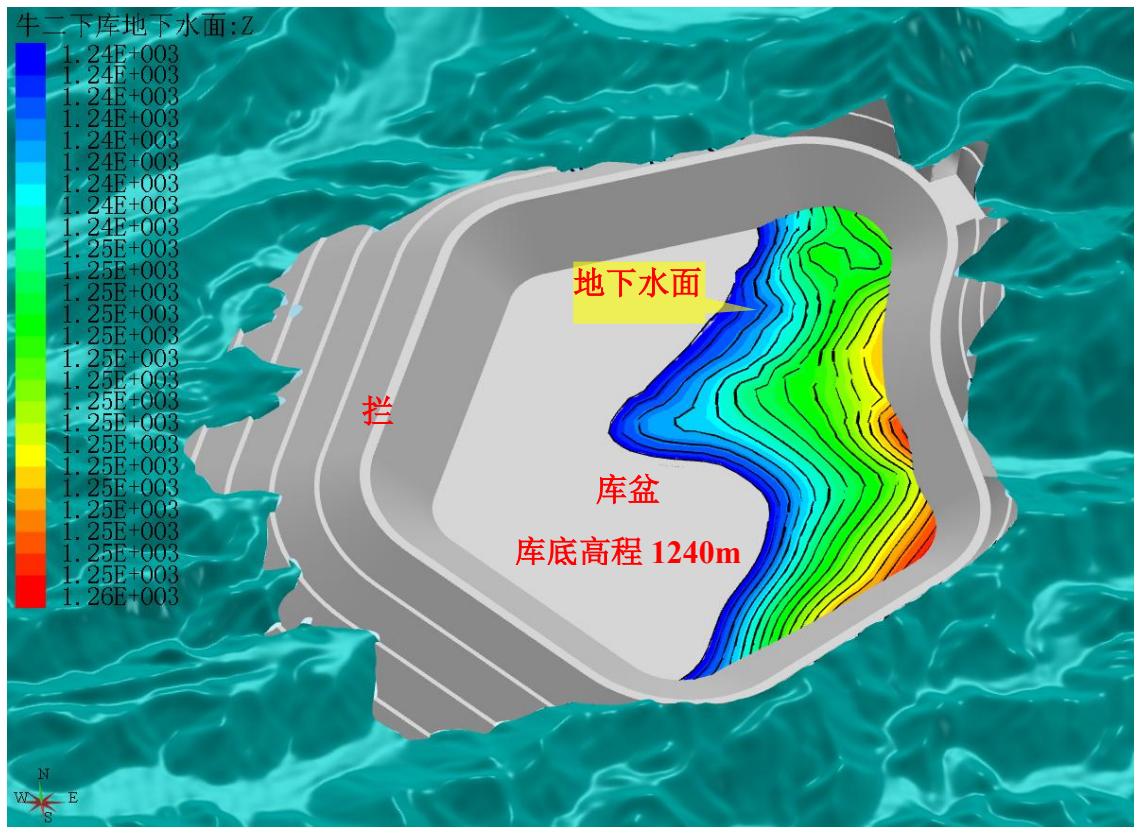


图 5.2.4-1 下水库拦水坝、库盆及库盆东侧地下水位三维图



337

东侧局部库盆基坑开挖时地下水位需降至基础开挖深度以下，基坑涌水量按大井简化的均质含水层潜水非完整井来计算（图 5.2.4-3），公式如下：

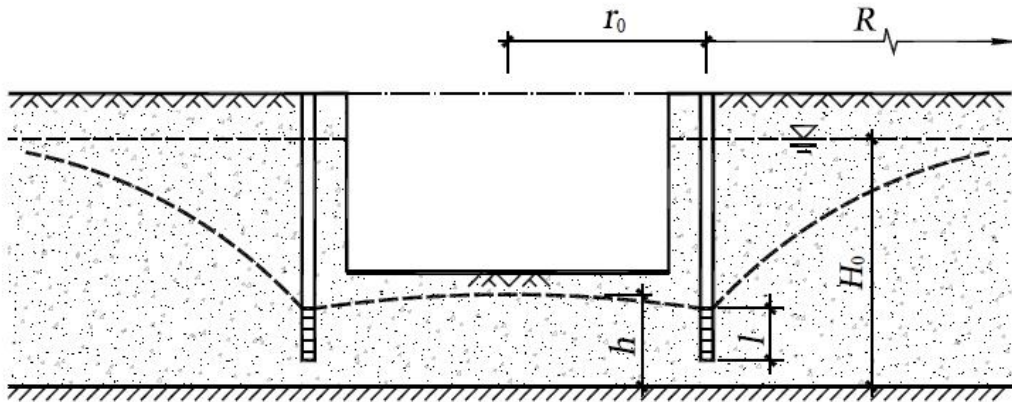


图 5.2.4-3 按均质含水层潜水非完整井简化的基坑涌水量计算

$$Q = \pi k \frac{H_0^2 - h_m^2}{\ln(1 + \frac{R}{r_0}) + \frac{h_m - l}{l} \ln(1 + 0.2 \frac{h_m}{r_0})}$$

式中：Q—基坑降水的总涌水量（m³/d）；

k—含水层渗透系数（m/d），本次取 0.072 m/d；

H₀—潜水含水层厚度（m），根据压水试验相对隔水层埋深 95m，上部含水层平均厚度 66.48m；

h_m—（H₀+h）/2（m），其中 h 为基坑动水位至的含水层底面的深度，本次计算取平均值 57.70m，h_m=62.09m；

R—降水影响半径（m）， $R = 2s_w \sqrt{kH_0}$ ，s_w 为降深，当降水小于 10m，取 10m，本次平均降深 8.78m，计算得出 R=43.76，与牛一经验一致；

l—滤管有效工作部分的长度（m），取 1m。

r₀—沿基坑周边均匀布置的降水井群所围面积等效圆的半径（m）；可按计算，此处，A 为降水井群连线所围的面积，可按 $r_0 = \sqrt{A/\pi}$ 算，此处，A 为降水井群连线所围的面积。通过计算 A=81305m²，r₀=161m。

根据以上确定的计算参数，计算得出库盆东侧基坑开挖总涌水量约 535m³/d。库盆开挖时须做好抽排措施，对出水断层、节理裂隙带等进行必要的帷幕灌浆处理。库盆开挖后，可能引起沿线局部地下水位的下降，并在库盆附近范围内形成一个以开挖底板为新的地下水排泄基准面。库盆地下水以下的岩体透水性微弱，但沿断层、大长节理等部位会出现集中出水现象，部分出水点会持续出水，可能会引起沿线地下水位

下降对工程区地下水环境产生一定影响。为了减小工程运行期间库盆内水外渗、地下水的渗入量，工程上进行了全库盆防渗，必要时对地下厂房出水断层、节理裂隙带进行帷幕灌浆处理，以阻止运行期间地下水向库盆渗入。

（3）输水发电系统

输水发电系统包括输水洞、地下厂房洞室群及进厂交通洞等，上库进/出水口底板高程为 1706.00m，下库进/出水口底板高程为 1224.00m，输水洞竖井段整体高于天然地下水位，其他洞段均位于地下水位以下（图 5.2.4-4），洞室开挖排水将引起地下水位下降。

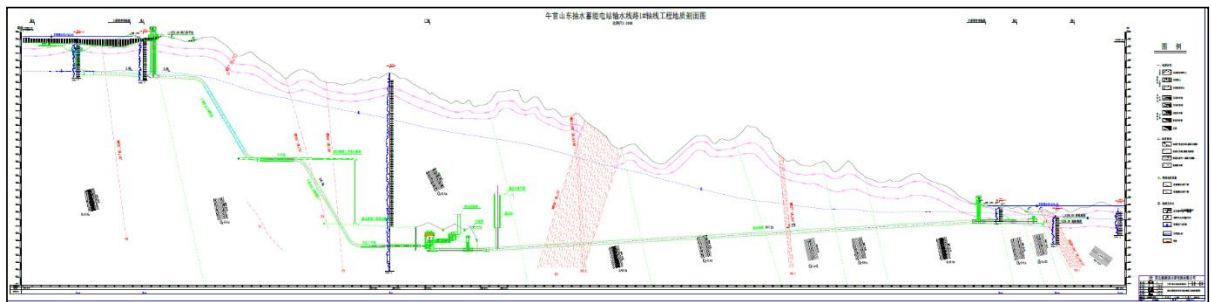


图 5.2.4-4 输水线路纵剖面图

1) 天然状态岸坡渗流场特征

地下厂房布置在黄河右岸，该处地下水位高程为 1285m。通过现状条件分析，天然状态下，研究区年蒸发量远大于年降雨量，地下水位埋藏较深，水位线趋势东高西缓，黄河是区内最低的排泄面。区内地下水类型为基岩裂隙水，地下水赋存岩体主要为板岩夹砂岩或灰岩，总体呈微透水性，强风化岩体、局部裂隙较发育段为弱透水。地下厂房区地下水补给符合正常地下水运动规律，即从两岸山坡向河流方向补给。

2) 地下厂房洞室群开挖后岩体的渗流场特征

地下厂房位于地下水水位以下，施工开挖后，洞室部位将形成大型渗流通道，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，及整个工程区的地下水位整体下降。地下水由原来的从高水头向低水头均匀流动转变为从高水头向低水头开挖处垂向流动，最后形成漏斗状形态。

3) 地下厂房洞室群开挖施工期涌水量预测

a) 涌水量计算采用《水利水电工程水文地质勘察规范》（SL373-2007）中隧洞通过潜水含水层时的古德曼公式：

$$Q = L \frac{2\pi KH}{\ln \frac{4H}{d}}$$

式中：Q—隧洞通过含水体时地段的最大涌水量（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：

静止水位至洞身横截面等价圆中心的距离（H）：地下水位在主厂房、主变室位置高程分别约为 1568.86m、1555.41m 和 1546.71m，至洞身横截面等价圆中心的距离分别为 396m、371m 和 380m。

洞身横截面等价圆直径（d）：主厂房、主变室、尾闸室横截面尺寸分别为 26.6m×57.1m、21.5m×23.1m 和 10m×35m，对应横断面面积为 1518.86m²、496.65m² 和 350m²，折算成等价圆直径为 43.99m、25.15m 和 21.12m。

地下厂房洞室、输水隧道地貌单元属中低山区，围岩主要由板岩夹砂岩或灰岩组成，为岩质隧洞。依据《水利水电工程水文地质勘察规范》（SL373-2007），表 F 岩土体渗透性分级（表 5.2.4-1），地下厂房洞室处于弱微透水层，参考牛首山工程经验，确定渗透系数 0.072 m/d。

表 5.2.4-1 岩土体渗透性分级

渗透性等级	标准	
	渗透系数K(cm/s)	透水率q (Lu)
极微透水	$K < 10^{-6}$	$q < 0.1$
微透水	$10^{-6} \leq K < 10^{-5}$	$0.1 \leq q < 1$
弱透水	$10^{-5} \leq K < 10^{-4}$	$1 \leq q < 10$
中等透水	$10^{-4} \leq K < 10^{-2}$	$10 \leq q < 100$
强透水	$10^{-2} \leq K < 1$	$q \geq 100$
极强透水	$K \geq 1$	

根据以上确定的计算参数，采用古德曼公式计算得出地下厂房、主变室渗漏涌水量计算值，详见表 5.2.4-2。

表 5.2.4-2 地下厂房主要洞室渗漏涌水量计算值

位置	H (m)	d (m)	L (m)	K (m/d)	Q(m ³ /d)
主厂房	396	43.99	180.5	0.072	9022.75
主变室	371	25.15	158.1	0.072	6507.62
尾闸室	380	21.12	134.7	0.072	5414.76

同理可算得输水隧洞的渗透量约 20945.13m³/d。

b) 裘布依理论公式计算涌水量

裘布依理论式预测拟建隧道正常涌水量，前提是假定隧洞通过均质潜水含水层。

$$Q_s = L \times K (H^2 - h^2) / (R - r)$$

式中：Q_s—洞身正常涌水量（m³/d）；

K—含水体的渗透系数（m/d）；

H—洞底以上潜水含水层厚度（m）；

h—洞外水柱高度，假定洞内排水沟水深（m），按规范说明取值 1；

R—洞身涌水地段引用补给半径（m）， $R = 2s \times \sqrt{H \times K}$ ，其中 s 为水位降至隧洞顶部降深（m）；

L—洞身通过含水体的长度（m）；

r—洞身引用半径，由隧道截面等效变换成圆形截面，等效半径 $r = \sqrt{ab} / 2$ ，主厂房、主变室和尾闸室横截面开挖尺寸分别为 26.6m×57.1m、21.5m×23.1m 和 10m×35m。

表 5.2.4-3 地下厂房主要洞室正常涌水量计算成果表（裘布依理论式）

位置	穿过含水 体长度 L (m)	渗透系 数 K (m/d)	含水层 厚度 H (m)	洞外水 柱高度 h (m)	洞深等 价圆半 径 r (m)	水位降 深 s (m)	引用影响半 径 R (m)	涌水量 m ³ /d
主厂房	180.5	0.072	425	1	27.56	367.90	4070.24	580.65
主变室	158.1	0.072	382	1	15.76	358.90	3764.45	443.11
尾闸室	134.7	0.072	403	1	13.23	368.00	3964.57	398.62

同理可算得输水隧洞的渗透量约 1422.38m³/d。

预测结果表明，输水发电系统洞室开挖过程中最大涌水量约为 20945.13m³/d，正常渗漏量约为 1422.38m³/d。厂房开挖时须做好抽排措施，对出水断层、节理裂隙带等进行必要的帷幕灌浆处理。

地下洞室开挖后，可能引起沿线局部地下水位下降，并在洞室附近范围内形成一个以开挖底板为新的地下水排泄基准面。洞室围岩岩体透水性微弱，但沿断层、大长节理等部位会出现集中出水现象，部分出水点会持续出水，可能会引起沿线地下水

位下降对工程区地下水环境产生一定影响。

为了减小工程运行期间隧洞的内水外渗、地下水的渗入量，工程上将对隧洞围岩采取衬砌措施，必要时对地下厂房出水断层、节理裂隙带进行帷幕灌浆处理，以阻止运行期间地下水向地下厂房的渗入。

（4）施工期对地下水水质的影响

建设期对地下水环境的影响主要为地面施工废水排放对地下水环境的影响；施工人员生活污水产生量较少，主要污染物为油类、COD、SS 等，生活污水收集后利用地埋式一体化处理设备进行处理。

施工过程中砂石料加工系统废水、混凝土拌和系统废水、机械维修保养废水和隧洞开挖排水，经收集处理后全部进行回用，对地下水影响轻微。

综上所述，项目建设期过程中采取合理环保措施后，对地下水不利影响是环境可接受的，不会对区域地下水环境功能和水资源产生大的影响。

5.2.4.2 运行期对地下水的影响

（1）库盆渗漏对地下水环境影响预测与评价

一般情况下，运行期地下水环境影响评价应分为正常状况和非正常状况。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，采用全库盆防渗处理、隧洞衬砌后，渗漏量较少，水库日渗漏量按库容的 0.2% 估算。本次渗漏量按照上、下水库平均水位对应的库容估算。下水库平均水位 1635.6m，相应的库容 464.1 万 m^3 ，上水库平均水位 2295.5m，相应库容 470.5 万 m^3 。经计算上、下水库年渗漏损失水量约 68.32 万 m^3 。考虑厂房发电系统渗漏水量 36.02 万 $\text{m}^3/\text{年}$ ，总渗漏量为 104.34 万 m^3 。

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。

（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。

(3) 项目运行期对地下水水质的影响

电站运行期废水主要为生活污水，日产生量为 9.6m^3 ，约 $0.8\text{m}^3/\text{h}$ 。生活污水利用业主营地成套污水处理设备处理，处理达到回用标准后综合利用，用于营地绿化及降尘洒水。项目运行期采取合理环保措施后，对地下水不利影响是环境可接受的，不会对区域地下水环境功能和水资源产生大的影响。

5.2.4.3 项目建设对地下水水质影响分析

抽水蓄能电站运行时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检修时产生的少量含油生产废水及电站工作人员的日常生活污水。废水量很小，且污染物浓度较低，采取相应的处理措施后回用或排放，不会对地下水水质造成影响。

5.3 陆生生态环境影响评价

5.3.1 评价区生态影响因子及对象分析

宁夏牛首山东抽水蓄能电站工程的施工及运营不可避免地会对评价区生态环境产生不利影响。施工期的主要影响因素包括拆迁活动、库盆清理、施工占地、隧洞工程施工、人为活动干扰及施工期施工活动产生的废水、废气、弃渣、扬尘、噪声、振动等；运营期的主要影响因素包括库区蓄水、新景观的形成等。

5.3.1.1 评价区施工期生态影响因子及对象分析

工程施工期主要有库盆清理、土石方工程施工等活动，施工期生态影响因子主要有库盆清理、工程占地、隧洞工程施工、水土流失、人为活动干扰及施工期施工活动产生的废水、废气、弃渣、扬尘、噪声、振动等，见表 5.3.1-1。

表 5.3.1-1 评价区工程施工期生态影响因素识别一览表

影响因素	影响对象	影响途径	影响性质	程度
1.征地拆迁	土地利用、生态系统、景观	拆迁活动产生建筑垃圾	可逆影响、短期影响	较小
2.库盆清理	生物多样性及其栖息地、生态系统	表面腐殖土清理、库盆土方开挖	不可逆影响，长期影响	一般
3.施工占地	景观	永久施工道路、业主营地等新景观形成	直接影响、不可逆影响，长期影响	一般
		施工活动、临时施工道路、临时施工场地、弃渣场、石料厂等	可逆影响，短期影响	较小

影响因素	影响对象	影响途径	影响性质	程度
	生态系统完整性	业主营地、永久施工道路等	直接影响、不可逆影响、长期影响	一般
	动植物多样性及其栖息地	永久临时占地、施工活动、弃渣、废水、振动、噪声、扬尘等	不可逆影响、短期影响	较小
		永久占地	不可逆影响、短期影响	较小
4.隧洞工程施工	动植物多样性及其生境、景观	隧洞口、支洞口等占地	不可逆影响、长期影响	较小
		弃渣、废水、固废等	可逆影响、短期影响	较小
5.水土流失	生物多样性及其栖息地、自然景观	工程开挖、弃渣等	直接或间接影响、短期影响、可逆影响	较小
6.水污染	生物多样性及其栖息地、生态系统	生产废水和生活污水等	直接影响、短期影响、可逆影响	较小
7.施工扬尘	生物多样性及其栖息地	土石方调配，运输作业等	直接影响、短期影响、可逆影响	较小
8.施工废气	动植物多样性	燃油机械的尾气等	直接影响、短期影响	较小
9.弃渣	动植物多样性及其栖息地、景观等	弃渣压占、水土流失等	直接影响、短期影响、可逆影响	较小
10.施工噪声、振动等	动物分布	开挖、爆破及施工机械及车辆运行等	直接影响、短期影响、可逆影响	较小
11.人为活动	动植物多样性及其生境、景观	施工人员等	直接影响、短期影响、可逆影响	较小

(1) 施工占地：总计征地面积为 5754.44 亩，其中永久占用面积为 4770.03 亩、临时占用面积为 984.41 亩，主要占用的为草地，施工占地扰动原地表，会改变占地区土地利用现状，植物个体损失，植被生物量减少，动物生境破坏，评价区农业生产、林业经营受到一定影响。施工占地包括永久性占地和临时性占地两类。永久占地为不可逆影响，直接破坏动植物多样性及其生境，临时占地为可逆影响，施工结束后恢复地貌。

影响对象：生态系统、动植物多样性及其栖息地、自然景观。

(2) 隧洞工程施工：本工程共布置 2 条引水隧洞，4 条尾水支洞，隧洞工程对生态环境的影响主要为隧洞口施工破坏占地区动植物多样性及其生境，对景观也会产生一定影响；隧洞开挖可能会间接影响地表植物生命活动，隧洞施工产生的弃渣、废水、固废等可能会影响植物生长和动物栖息生境条件和周边景观。

影响对象：动植物多样性及其栖息地、生态系统、自然景观。

(3) 水土流失：施工期，工程占地区开挖、建设等，将扰动地表，破坏地表植被，使其失去固土防冲的能力，易诱发水土流失。弃渣场、土料场、临时施工场地平整、临时施工便道修筑等工程行为，使土壤裸露、地表扰动、局部地貌改变、原稳定

体失衡，易产生水蚀，对生态环境将造成不利影响。

影响对象：生态系统、生物多样性及其栖息地、自然景观。

(4) 施工活动：工程施工活动中人为干扰及施工活动产生的废水、固废、扬尘、噪声、振动等会对评价区生态环境将产生不利影响。

1) 人为干扰：施工人员活动会破坏施工区及周边植物资源，驱散施工区及周边动物，施工活动会对评价区景观产生一定影响。

影响对象：植物及植被、动物、景观等。

2) 废水：施工期废水会破坏地表及水域环境，降低了动植物的生境质量。

影响对象：湿地生态系统、动植物生境等。

3) 固废：施工期固废主要包括拆迁活动、主体工程施工产生的建筑垃圾，施工人员生活产生的生活垃圾等。可能会影响区域动植物多样性及其生境，固废堆置会压占植被和动物生境，污染周边生境环境，动物误食形成危险等。

影响对象：动物植物多样性及其生境、景观等。

4) 扬尘：施工过程中爆破作业、加工系统、车辆运输等会产生扬尘，施工产生的扬尘会影响空气质量，降低能见度等。

影响对象：动植物及其生境等。

5) 噪声：施工期噪声主要来自交通运输、材料加工及施工区开挖、钻孔、爆破等施工活动，主要有施工机械噪声、车辆运输噪声、隧道爆破等产生的噪声。施工噪声对施工区附近动物具有驱散作用。

影响对象：动物分布等。

6) 振动：施工期振动主要为各种施工机械施工、车辆运输作业及开挖、钻孔、爆破等施工活动产生的振动，振动干扰动物栖息活动。

影响对象：动物分布等。

5.3.1.2 评价区运行期生态影响因子及对象分析

运营期主要的工程活动有库区蓄水、业主营地及移民安置区生产生活等，运营期生态影响因子主要有库区蓄水、库区水分条件改变、生产及生活污水、固废、永久道路等建筑物的阻隔等。

表 5.3.1-2 工程运行期生态影响因素识别一览表

影响因素	影响对象	影响途径	影响性质	程度
1. 库区蓄水	动植物多样性及其生境、生态系统、景观	库区蓄水淹没，水分条件改变等	直接影响、不可逆影响、长期影响	一般

影响因素	影响对象	影响途径	影响性质	程度
2. 运营期废水、固废等	动植物多样性及其生境、景观	承包商、业主营地等	间接或直接影响、可逆影响	较小
3. 人为干扰	动植物多样性及其生境	承包商、业主营地人为活动等	直接影响、可逆影响	较小
4. 阻隔	动植物、生态系统、景观	道路阻隔	直接影响、长期影响	一般
5. 新景观的形成	生态系统、动植物栖息地、自然景观	库区水面积增加等	直接影响、长期影响、不可逆影响	一般

(1) 库区蓄水：根据工程布置，占地区土地类型包括草地、水域及水利设施用地等类型，库区蓄水将改变枢纽工程评价区土地利用格局，库盆施工破坏占地区内动植物及其生境，对占地区生态系统生产一定影响。

影响对象：土地类型、生态系统、动植物多样性及其生境、景观等。

(2) 废水、固废等：运营期，废水、固废主要来源于业主营地区，运营期生产生活区产生的废水、固废等会影响区域动植物生命活动。

影响对象：动植物多样性及其生境。

(3) 阻隔：运营期工程对评价区动植物的阻隔主要是由于公路等建筑物引起的，主要为道路等对动植物生境的切割、破碎和阻隔影响。

影响对象：动植物多样性、生态系统、景观等。

(4) 景观影响：本工程枢纽区建筑物等使占地区原有景观改变，代之以人为景观，对评价区自然景观会产生一定的影响，原有的自然景观变化为新的水利景观。

影响对象：土地类型、景观等。

5.3.2 对评价区生态系统的影响

评价区内生态系统由自然生态系统和人工生态系统组成，具体包括草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和其他生态系统，以草地生态系统为主。

本工程永久占地的土地利用类型包括天然牧草地、人工牧草地、农村道路、公路用地、内陆滩涂和裸岩石砾地。其中，占用天然牧草地、人工牧草地，导致草地生态系统的面积减小；占用裸岩石砾地，导致其他生态系统的面积减小。

本项目建设后，工程建设后，上、下水库的淹没区的土地利用类型变为湖泊水面，生态系统转变为湿地生态系统；库区坝体、上下库进出水口和取水泵站等区域的用地类型变为水域及水利设施用地，道路用地区、边坡用地区等区域的用地类型变为公路

用地，开关站、生产生活管理区用地区等区域用地变为工业用地，上述区域的生态系统均转变为城镇生态系统。

由表 5.3.2-1 可知，较本工程建设前后，生态系统面积变化较大的为草地生态系统、湿地生态系统和城镇生态系统，其中草地生态系统减少 18.81%、湿地生态系统增加 28.93%、城镇生态系统增加 1323.11%。草地生态系统由评价区内占比 81.36%，下降至 66.06%；湿地生态系统由评价区内占比 13.28%，提升到 17.12%；城镇生态系统由评价区内占 0.89%，提升到 12.48%。因此工程实施后区域生态系统组分结构发生一定的变化，以城镇生态系统内的工矿交通为主。工程建设后，评价区内的生态系统依然以草地生态系统为主，主要的生态系统类型未发生改变，且未导致区域内原有面积较小的生态系统消失，工程实施对生态系统的影响基本可控。。

表 5.3.2-1 工程建设前后评价区生态系统类型变化

二级分类	二级分类	建设前		建设后		变化量	
		面积(hm ²)	比例(%)	面积(hm ²)	比例(%)	面积(hm ²)	比例(%)
草地生态系统	草原	1486.24	81.36	1206.64	66.05	-279.6	-18.81
	稀疏草地	0.08	\	0.08	\	0	0.00
	小计	1486.32	81.36	1206.72	66.06	-279.6	-18.81
湿地生态系统	河流	67.18	3.68	67.18	3.68	0	0.00
	沼泽	175.42	9.60	175.21	9.59	-0.21	-0.12
	湖泊	0	0.00	70.39	3.85	70.39	\
	小计	242.6	13.28	312.78	17.12	70.18	28.93
农田生态系统	耕地	22.8	1.25	22.80	1.25	0	0.00
	小计	22.8	1.25	22.80	1.25	0	0.00
城镇生态系统	居住地	0.17	0.01	0.17	0.01	0	0.00
	工矿交通	16.01	0.88	227.84	12.47	211.83	1323.11
	小计	16.18	0.89	228.01	12.48	211.83	1309.21
其他生态系统	裸地	58.91	3.22	56.50	3.09	-2.41	-4.09
	小计	58.91	3.22	56.50	3.09	-2.41	-4.09
总计		1826.81	100.00	1826.81	100.00	0	0.00

备注：“\”表示占比不足 0.01%。

5.3.2.1 对草地生态系统的影响

草地生态系统在评价区分布广泛、面积较大。本工程建设对评价区草地生态系统的影响有不利影响和有利影响两个方面：

(1) 不利影响

本工程建设对评价区草地生态系统的不利影响主要有：

1) 施工占地将占用评价区草地生态系统面积，使生产者减少，占地范围及附近区域的非生物环境发生改变，使局部区域能量流动和物质循环能力降低；

2) 施工活动产生的弃渣、扬尘、废气、生活垃圾等带来的污染, 会直接或间接影响附近植物生境及动物的栖息环境, 会使得工程区附近草地生态系统中生产者生产能力降低, 会导致草地生态系统内原有的一些植物及植被受到破坏, 某些动物迁移;

3) 施工过程中, 如果管理不善, 可能会对周围草地造成破坏, 造成建群种的损失, 群落层次缺失, 群落多样性减小, 稳定性降低, 对环境的抵抗能力下降, 使局部草地生态系统对环境的适应能力下降。

根据工程布置, 本工程建设占用评价区草地生态系统面积相对较大。根据现场调查, 评价区草地生态系统内受工程影响的植物主要为芨芨草、赖草等, 均为常见种, 为评价区广泛分布的类型。因此, 工程的建设运行不会造成物种种类减少, 但会造成个体损失及生物量的损失, 项目占用面积相对较大, 区域气候恶劣, 恢复较为困难, 因此本工程施工建设对评价区草地生态系统中植物及植被具有一定的影响。临时占地在施工结束后及时进行植被恢复, 种植相应的本土植被, 如芨芨草、赖草等; 永久占地破坏的植被建议采取异地种树或植草的方式进行生态补偿, 在相关植被保护措施落实后, 本工程建设对评价区草地生态系统内植物及植被的影响得到一定的缓解。

综上所述, 在落实相关补偿恢复措施的前提下, 本工程建设对评价区草地生态系统的影响将会得到一定的缓解, 对草地生态系统结构及功能的影响较小。

(2) 有利影响

库区水域面积的增加, 区域水分条件得到改善。由于地区气温日较差大, 无霜期短, 降水量少, 蒸发量大, 水分条件是当地植被发育的重要因素, 因此, 区域水分的增加, 可促进草地植被的发育及更新。

5.3.2.2 对湿地生态系统的影响

评价区湿地生态系统主要为青铜峡库区的滩涂。本工程施工运营对评价区湿地生态系统的影响有不利影响和有利影响两个方面:

(1) 不利影响

本工程对评价区湿地生态系统的不利影响主要有:

1) 施工占地及施工活动: 枢纽工程区主体施工及占地、占地等会对评价区湿地生态系统产生不利影响;

2) 水位变化: 库区蓄水对湿地生态系统的影响, 蓄水后, 水位变化会造成区域植被周期性淹没, 影响植物生长活动。

3) 施工占地及施工活动的影响

施工期，工程占地及施工活动对湿地生态系统的影响主要有：a) 施工破坏周边湿地植物及植被，驱散周边动物，使其栖息环境减少；b) 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，迫使动物远离施工影响区，施工活动产生的弃渣、废水、固废、扬尘等会污染湿地生态系统内水质和湿地环境，从而对湿地生产系统结构及功能产生影响。

结合具体工程布置，根据现场调查，工程占地区湿地生态内植被类型单一，群系结构及动植物种类组成较简单，常见的群系有芦苇群系，为常见种，且工程对湿地植被的直接占用较少，本工程占地、施工活动等对评价区湿地生态系统影响较小。

(2) 有利影响

本工程的建设，评价区水域面积增加，湿地面积变大，在一定程度上有利于湿生植物及植被的恢复，新的库区可为傍水生活的鸟类（如：游禽等）提供了更广阔的栖息空间，也有利于两栖类及爬行类中的部分种类生活及觅食。

5.3.3 对评价区陆生植物的影响

本工程主要包括上水库工程、下水库工程、输水系统及上下库连接公路工程四部分。根据工程特点，工程建设不可避免会对评价区植物及植被产生不利影响。植被类型影响预测见附图 25。

5.3.3.1 施工期对评价区植物及植被的影响

根据工程布置，上库区工程施工项目主要建筑物有上水库大坝、库盆防渗及库岸防护系统、环库公路等，不设永久泄洪建筑物。输水系统主要有上水库进/出口、引水主隧洞、引水钢岔管、引水支洞钢衬段、尾水建筑物等几个部分。下水库主要建筑物有下水库大坝、库盆防渗及库岸防护系统、环库公路、水库应急放空设施、库周冲沟泥石流导排设施、水库永久补水设施等，下水库不设永久泄洪建筑物。

施工期上水库工程建设对植物及植被的影响因素主要有施工占地、施工活动、人为干扰、水土流失等。

(1) 施工占地对植物及植被的影响

项目占地不可避免地破坏占地区植物及植被。但由于征地面积较小，且后期会采取相关恢复措施，因此影响较小

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,本工程永久占地面积约 283.58hm^2 ,永久占地主要为草地,占用面积约 279.60hm^2 ,占永久占地面积的 98.60% 。占用的植被主要为芨芨草、赖草等种类,为评价区常见种类,在评价区内分布广泛。根据评价区内各植被类型平均生物量,工程建设永久占地区植被损失的生物量约 405.86t ,损失量较小。因此,工程建设永久占地对占地区生物量影响较小。

2) 临时占地对植物及植被的影响

工程建设区临时占地对占地区植物及植被的影响是暂时的、可恢复的。结合具体工程布置,工程临时占地的土地利用类型也主要为草地,占用面积约 63.67hm^2 ,是评价区最常见的土地类型,占用的植被主要为芨芨草、赖草等种类。为评价区常见种类,在评价区内分布广泛。根据评价区内各植被类型平均生物量,工程建设临时占地区植被损失的生物量约 92.55t ,损失量较小。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,但由于地区气候恶劣,恢复缓慢,因此,工程临时占地对占地区植物种类、植被类型有一定的影响。建议施工结束后及时开展相关恢复工作。

(2) 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弃渣、废水、废气、固废及人为干扰等。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) 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。由于上水库坝址、表土堆存场、碎石加工及混凝土系统、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) 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产生的污水等。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) 弃渣主要来源于基坑开挖、库盆清理、施工场地以及施工道路建设等, 弃渣的随意堆放不仅会压覆区域内植物及植被, 改变区域生境条件, 还可能导致局部区域的水土流失。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。由于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。

(3) 隧道工程施工对植物及植被的影响

隧洞工程对植物及植被的影响主要有隧洞口施工、隧道弃渣及施工废水等。隧洞口施工会扰动占地区及周围地表, 破坏隧洞口占地区原有植物及植被; 隧道弃渣会压覆地表植物及植被, 隧道施工产生的弃渣、废水等还会影响植物的生命活动及其生长环境。

1) 隧洞口施工对占地区植物及植被的影响

隧洞口施工对占地区植物及植被的影响主要为隧洞口开挖、砍伐等破坏占地区植物及植被, 隧洞口开挖扰动了周围地表, 破坏了原有的地貌、植被和土壤结构, 易引起水土流失, 进而对周围植物及植被产生不良影响。

根据现场调查, 隧洞口区, 群系结构及种类组成较简单, 常见的群系有芨芨草草甸、赖草草原等。在地势较平缓的隧洞口区, 土地利用类型以草地为主; 隧洞口区植物及植被在评价区均具有广泛分布, 因此隧洞口施工对占地区植物及植被的影响较小, 仅为个体损失, 植被生物量减少。

2) 隧道弃渣、隧道施工废水对植物及植被的影响

隧道施工会产生大量弃渣和施工废水, 弃渣如就地堆积, 会压覆地表植物及植被, 在雨天弃渣中的有害物质会随雨水渗入地层, 甚至会随地表径流流入附近河流水域。废水如不经处理, 会污染土壤, 改变土地性质, 进而影响地表植物生命活动。同时, 弃渣、废水将破坏地表植物及植被, 改变原系统稳定性, 易造成水土流失, 较大面积的水土流失会损失较多植物及较大面积植被, 甚至引起区域土地利用类型发生改变, 土壤结构及性质变差。

根据工程布置, 本工程隧洞出渣均调配至各弃渣场, 隧洞施工产生的废水等会进行相应处理, 施工时可通过在弃渣场区周边设置排水沟、挡墙、遮雨和防尘网等, 在

相关措施得到落实后，本工程隧道弃渣、隧道施工废水对植物及植被的影响较小。

（4）人为干扰对植物及植被的影响

本工程人为干扰对植物及植被的影响因素主要有人为砍伐、践踏、刻画、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，施工人员砍伐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）施工期施工人员刻画、施工车辆的刮蹭等人为活动导致植物形成创伤，伤口暴露后易导致病虫害，进而会影响其生长发育；

4）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，在相对措施得到落实后，人为干扰对植物及植被的影响较小。

（5）水土流失对植物及植被的影响

施工期占地区开挖、施工场地平整、施工道路建设等扰动地表，造成大面积的土壤裸露，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，同时，水土流失易导致土壤中的有机质也不断流失，土壤的结构破坏，土地复垦工作的难度增加。只要切实落实水土保持方案，评价区发生水土流失的概率较小，本工程施工期水土流失对区域植物及植被的影响较小。

5.3.3.2 运行期对评价区陆生植物与植被的影响

本工程运营期主要有库区蓄水、引水系统运行等工程活动，运营期工程对植物及植被的影响因子主要有库区蓄水、库区水分条件改变、业主营地区生产生活等。

（1）库区蓄水对植物及植被的影响

水库蓄水前，将对水库占地区内植物及植被进行清理，处于库区正常蓄水位以下的植物将直接受到破坏。结合工程布置，根据现场调查，占地区主要为草地，淹没植被主要为芨芨草草甸、短花针茅草原等植被，受工程淹没影响的植物均为常见种，植被均为常见类型且在水库库区淹没线以上均有分布，工程蓄水对占地区内植物及植被

影响较小，仅为个体损失。因此，占地区占地对区域植物及植被的影响较小，不会影响植物区系的组成。

(2) 库区水分条件改变对植物及植被的影响

库区蓄水后，库区水域面积将有所增加，对局部小气候会造成一定影响，由于水的热容性较大，升温降温缓慢，水库水面水分蒸发，可增加水库周围的空气湿度，对生物的分布、生境改良等影响趋于有利。

(3) 废水、固废对植物及植被的影响

运营期由于发电作业、业主营地运营等，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营产生的生活污水、生活垃圾、人为干扰等。由于运营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，本工程运营期对植物及植被的影响较小。

5.3.3.3 对评价区重点保护植物和古树名木的影响

结合相关资料以及实地调查，评价区分布未发现国家及地方重点保护野生植物、极危、濒危植物及极小种群、古树名木分布。因此对珍稀濒危植物、极小种群、古树名木的影响较小。评价区分布有中国特有植物 13 种，均为常见种，在评价区分布广泛，无地方特有种，结合项目征占地红线范围图，通过资料查询、访问调查及现场实地调查，现阶段在项目直接影响区暂未发现有特有植物分布。考虑到区域特有植物在周边及国内其他省份类似生境中也有分布，不属于狭域分布物种，同时，结合相关资料，根据现场调查，项目区不是该类特有植物主要的分布区域，其在评价区多零星分布，主要位于间接影响区，项目实施对其直接影响较小。

5.3.3.4 对外来入侵物种的影响

入侵物种由于缺少天敌而大量繁殖对当地生态造成了很大的危害。而且随着工程车辆的进入，人们将会有意无意地将新的外来物种带进该区域，或者将入侵物种带出该区域，从而在新的地点形成新的分布区域。外来物种适应性、耐性强、繁殖力强，易占据本地物种生态位，对土著物种产生一定的排斥，改变区域种群、群落或生态系统的结构和功能，导致生态系统的单一或退化，破坏当地生态。虽然在评价区内暂未发现外来入侵种，但防控措施不能放松。

5.3.4 对评价区陆生动物的影响

5.3.4.1 施工期对评价区陆生动物的影响

(1) 对两栖动物的影响

根据现场调查，结合区域文献资料，得出评价区内有 2 种两栖动物，分别是花背蟾蜍、黑斑侧褶蛙。根据评价区两栖动物的生态类型可知，黑斑侧褶蛙主要分布在黄河两岸静水或水流较缓的水体中；花背蟾蜍主要分布在黄河两岸相对潮湿的区域。总体而言，上、下水库及施工布置区域基本没有两栖动物分布，仅在取水泵站及检修道路附近有少量的分布。

根据评价区内两栖动物的分布和本工程施工的特点，本工程施工期对两栖动物的影响主要表现为：

1) 工程永久占地和临时占地，尤其是占用河流水面、内陆滩涂等将占用两栖动物的生境，将使两栖动物的栖息地面积减少。根据两栖动物的分布及施工布置可知，占用两栖动物生境的工程主要为取水泵站和检修道路等，其占地面积较小，约 0.41hm²，加上评价区内适合两栖动物的生境较多，且生境破碎化程度低。因此，本工程占地对两栖动物的影响有限。

2) 评价区内分布的两栖动物的生态类型为静水型两栖动物和陆栖型两栖动物，多在水体或水边的潮湿地带活动，但其产卵都在水中进行。施工期，取水泵站施工，尤其是围堰施工，会导致围堰区域的悬浮物（主要为泥沙）浓度升高，从而会对两栖动物，尤其是金线侧褶蛙的生境产生不利影响。但由于围堰的面积小，施工时间短，加上围堰区域黄河的流速较快，泥沙的沉降速度也较快，围堰施工对两栖动物的影响较小。此外，下水库工程施工及施工车辆运行产生的扬尘较大，加上评价区降雨量较小，施工活动产生的扬尘会对两栖动物的繁殖生境产生一定影响。现场调查发现，宁夏牛首山抽水蓄能电站正在施工，靠近工程区的黄河及岸边有花背蟾蜍、金线侧褶蛙分布，判断施工扬尘对两栖动物的影响有限。

3) 施工期，施工机械产生的噪声会导致施工区附近的两栖动物暂时远离施工区，使得评价区内两栖动物的种群密度有所降低。但主体工程的施工区域基本没有两栖动物分布，取水泵站的施工时间相对较短，噪声的影响较小。

4) 两栖动物的迁徙能力弱，尤其是在雨天，花背蟾蜍会在道路上活动，交通运输可能会导致少量花背蟾蜍的个体死亡。现场调查时，未在下水库区域发现因交通运输导致死亡的花背蟾蜍的事件发生。

(2) 对爬行动物的影响

根据现场调查，结合区域文献资料，得出评价区内有 5 种爬行动物，分别是中华鳖、丽斑麻蜥、荒漠麻蜥、白条锦蛇和虎斑颈槽蛇。根据评价爬行动物的生态类型可

知，水栖型的爬行动物（中华鳖）分布在黄河，傍水型的爬行动物（白条锦蛇和虎斑颈槽蛇）主要在黄河两岸活动，灌丛石隙型的爬行动物（丽斑麻蜥和荒漠麻蜥）主要在评价区的灌草丛等处活动。

根据评价区内爬行动物的分布和本工程施工的特点，本工程施工期影响的爬行动物主要是丽斑麻蜥、荒漠麻蜥，影响主要表现为：

1) 施工占地，上水库、下水库淹没及施工布置占地主要会占用丽斑麻蜥、荒漠麻蜥的觅食、栖息的生境，评价区的面积较大，适合丽斑麻蜥、荒漠麻蜥觅食、栖息的生境较大，占地不会对丽斑麻蜥、荒漠麻蜥产生明显影响。

2) 本工程施工产生的噪声会导致施工区附近的爬行动物暂时远离施工区，导致评价区内丽斑麻蜥、荒漠麻蜥的种群密度有所降低。

3) 人为活动也会对爬行动物产生影响，如捕杀具有经济价值、食用价值的中华鳖。

(3) 对鸟类的影响

施工期间产生的噪声、振动、废水、扬尘、灯光等也会对鸟类产生不利影响。大部分鸟类对噪声较为敏感，施工过程中的机械及车辆运行噪声尤其是施工过程中的爆破噪声等会对施工区周边的鸟类造成一定的惊扰，使其迁往噪声影响相对较小的区域生存；施工期产生的机械含油废水、施工人员生活污水、下水库施工生产废水等若未经处理直接排放会污染土壤或水域，导致鸟类栖息地及觅食地被污染，影响鸟类的栖息及觅食；水库开挖、枢纽工程区建筑物、场内道路等施工、碎石加工毛料堆存场、碎石加工系统及混凝土系统等处施工产生的扬尘、粉尘也会劣化鸟类生境，对工程影响区内的鸟类造成影响；另外夜间灯光也会对鸟类的繁殖造成一定影响。因此施工期间应合理安排施工时间，避免晨昏进行高噪声的爆破作业，减少夜间施工，严格管理废水污水的处理，定期洒水抑尘，以减少施工活动对鸟类产生的不利影响。

评价区内分布有部分具有观赏价值和经济价值的鸟类，如环颈雉、石鸡等，施工期间施工人员可能会对这些种类进行捕捉、捕杀等，对其个体造成伤害，施工期间应加强宣传和管理，以避免人为活动对鸟类造成影响。

综上所述，工程区域鸟类多分布在黄河对岸植被茂盛区域，工程区距离较远，另外，由于鸟类活动和觅食范围较广，躲避风险能力和适应能力较强，且工程施工影响范围较小，施工区外围仍有大量适宜生境，它们在受到施工活动影响后会自动向周边适宜生境迁移，规避施工活动造成的不利影响。工程完工后，随着施工迹地恢复和环

境改善，施工区域鸟类种群数量将逐渐得到恢复。因此鸟类受工程施工干扰影响较小。

(4) 对兽类的影响

施工期间，主体工程布置、场内交通、弃渣场及生活营地布置等，将占用部分野生动物的栖息地，对原栖息于此的兽类的栖息和觅食造成一定影响，同鸟类一样，兽类也具有较强的活动和迁移能力，施工期间，工程影响区域内的兽类可迁移至周边相似生境生活，因此工程永久及临时占地对兽类生境的占用影响有限。

另外，施工期间施工道路上行驶车辆对小型兽类具有碾压影响。由于施工道路多是材料运输车辆通行，行车速度较慢，兽类活动能力较强，因此直接碾压的概率较小，行驶车辆造成兽类个体伤亡的影响有限。

由于兽类活动能力相对较强，且工程占地区周边存在较多的相似生境，受工程占地及施工干扰影响的兽类会及时转移到邻近的适宜生境，工程完工后，随着施工迹地恢复和环境改善，施工区域动物种群数量将逐渐得到恢复。因此，工程占地、施工干扰等对其影响相对较小。

5.3.4.2 运行期评价区陆生动物的影响

水库建成后，上下库区都有一定的淹没范围。水库蓄水和库底清理将导致库区原有的陆生植物损失，导致原栖息于此的部分野生动物栖息地损失，使其受到一定影响，大多数野生动物都会随着水库蓄水水位的逐步抬升，逐渐向水库周边的高海拔区域迁移，规避水库蓄水带来的不利影响，因此，一般不会危及野生动物生存。由于水库库周分布有大面积的相似生境，野生动物生境丰富多样，食物来源较广，水库蓄水淹没对其栖息和觅食影响较小。

水库蓄水完成后，该区域由原来的半荒漠类型变为水域，库区水域面积增加，库区周边潮湿的环境有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的动物摄食有利，为其带来一种安定的生活环境，可能导致库区周边一定范围两栖爬行类动物种类和数量增加。经过一段时间的调节后，其种群密度将达到生态平衡状态。

另外水库蓄水完成后，库区水域面积的扩大，对游禽、涉禽等类型的鸟类，如雁形目、鹈形目、鸬形目等的部分种类有一定的吸引作用，这些类型鸟类可能会从黄河两岸的湿地中向水库迁移，但考虑到本工程为抽水蓄能电站，上、下水库水位每日变化大，可能会有少量的鸬形目鸟类到库区附近活动，但数量总体不会很多。

综上所述，运行期间，水库库区野生动物的分布及种类数量将发生一定变化，但总体影响较小。

5.3.4.3 对重点保护野生动物的影响

根据《全国鸟类迁徙通道保护行动方案》（2021—2035 年），本工程位于中部候鸟迁徙区，和西北繁殖区、黄河流域迁徙和越冬区，涉及的夏青铜峡库区为候鸟重要的繁殖地和迁徙停歇地。根据调查，工程影响区域内有夏候鸟 48 种、旅鸟 28 种，主要为雁形目、鸱形目、鹤形目、鹈形目、鲑鸟目、鸽形目等湿地鸟类，迁徙鸟类北迁开始于 3 月，4 月基本到达繁殖地，繁殖期为 4~7 月；秋季南迁开始于 9 月，11 月中旬大部分到达越冬地。鸟类迁徙是由于生活条件的改变而引起的。南迁越冬，是由于北方冬日食物减少，夏日北迁，是由于北方纬度高，日照长，这对于寻食、育雏有许多好处。鸟类迁行时飞行的高度一般在 900m 以下，小鸟常在 100m 左右，天晴时，鸟飞行较高。雨雾天一般都会以更低一些的高度飞行（周放，2015 年）。本工程为抽水蓄能电站建设工程，无较高的建筑物，且施工范围局限，不会对迁徙鸟类迁飞造成明显影响。工程建设占地可能导致鸟类的栖息地被破坏，减少鸟类的筑巢地点和觅食区域。区域内夏候鸟繁殖营巢地主要选在内陆滩涂和沼泽地内的水边灌丛、芦苇、水草丛中。根据工程布置，工程建设主要占用草地，仅取水泵站及部分临时工程占用青铜峡库区，占比小，占地对候鸟繁殖影响小。施工噪音可能会惊吓到亲鸟，使其不敢靠近巢穴，导致卵或雏鸟无人照顾。此外，还会影响它们的求偶、交配和育雏等行为，甚至可能导致鸟类放弃原有的繁殖栖息地。本工程在湿地生境中主要的施工工程为取水泵站施工，无高强度突发噪声源，施工时间短，噪音强度低，对候鸟繁殖影响小。

综上所述，本工程实施对区域内候鸟迁徙和繁殖造成的影响有限。

5.3.4.4 对重点保护野生动物的影响

评价区内有重要野生动物 38 种。其中，国家二级重点保护野生动物 14 种：大天鹅、小天鹅、鸿雁、白腰杓鹬、白琵鹭、鸕、黑鸢、白尾鹳、白头鹳、红隼、红脚隼、蓝喉歌鸲、贺兰山岩鹳、沙狐，宁夏回族自治区重点保护动物 23 种：花背蟾蜍、环颈雉、豆雁、灰雁、赤麻鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、琵嘴鸭、凤头潜鸭、翘鼻麻鸭、凤头鸊鷉、普通雨燕、大杜鹃、白骨顶、黑水鸡、大白鹭、白鹭、苍鹭、楔尾伯劳、红尾伯劳、灰背伯劳、家燕、岩燕；濒危种 1 种：中华鳖，易危种 2 种：鸿雁（也是国家二级重点保护动物）、贺兰山岩鹳（也是国家二级重点保护动物）。

（1）对国家重点保护动物的影响

评价区有国家二级重点保护野生动物有 14 种，包括鸟类 13 种，兽类 1 种。鸟类的 13 种包括游禽 3 种：大天鹅、小天鹅和鸿雁；涉禽 2 种：白腰杓鹬、白琵鹭；猛

禽 6 种：鸮、黑鸢、白尾鸢、白头鸢、红隼、红脚隼；鸣禽 2 种：蓝喉歌鸲和贺兰山岩鹳；兽类 1 种：沙狐。

游禽（3 种）、涉禽（2 种）以及蓝喉歌鸲主要分布于青铜峡库区湿地自然保护区，本工程不占用它们的栖息地，对其影响主要是施工期的施工产生的噪声和运输车辆的噪声干扰等，它们在施工期会飞向保护区的其他位置。根据现场调查，在宁夏牛首山抽水蓄能电站取水泵站的西南侧约 300 米的滩涂上有白琵鹭、小天鹅等分布，可见施工对其的影响有限。贺兰山岩鹳分布于评价区的草地生态系统中，本工程对其影响主要是施工期的占地可能会占用其部分生境，以及施工产生的噪声干扰等，但由于评价区适宜生境较多，工程对其影响较小。6 种猛禽中的鸮、白头鸢、白尾鸢多活动于湿地、沼泽、芦苇附近，本工程不占用它们的栖息地，且保护区相似生境较多，因此，工程对其影响较小。另外的 3 种猛禽，活动范围广，数量较少，偶尔活动在评价区的上空，本工程对其影响主要是施工期的占地可能会占用其部分生境，以及施工产生的噪声干扰等，但由于评价区适宜生境较多，且猛禽在工程影响区出现的频率较低，因此，工程对其影响较小。沙狐，主要栖息于评价区内草地、沼泽等生境中。工程对其影响主要是生境占用、灯光驱赶及噪声惊扰等。它的适应能力和活动能力较强，在风险来临前会主动规避。因此，工程对其影响较为有限。

（2）对宁夏回族自治区重点保护动物的影响

评价区有宁夏回族自治区级重点保护野生动物 23 种。其中，两栖动物 1 种，为花背蟾蜍，主要分布于评价区内荒漠生境中，工程对其影响主要是工程占地、施工废水、废气等的影响。工程占地会占用其生境，使其生境面积减小，施工产生的废水若未经处理直接排放则会破坏其繁殖的水环境，对其生产繁殖有一定影响。工程施工对影响区域内的花背蟾蜍有一定的不利影响，但区域内适宜生境较多，施工期间，它们可迁移至周边适宜生境，因此，工程建设对影响有限。

宁夏回族自治区重点保护鸟类有 22 种。其中，涉禽和游禽有 14 种，它们多分布于青铜峡库区湿地自然保护区，本工程不占用它们的栖息地，对其影响主要是施工期的施工产生的噪声干扰等，它们在施工期会飞向保护区的其他位置，且它们的数量较少、出现频次较低。因此，工程对它们的影响较小。环颈雉、家燕、岩燕、楔尾伯劳、红尾伯劳、灰背伯劳分布于评价区的荒漠生态系统中，本工程对其影响主要是施工期的占地可能会占用其部分生境，以及施工产生的噪声干扰等，但由于评价区适宜生境较多，工程对其影响较小。而普通雨燕、大杜鹃等多分布在青铜峡库区湿地保护区中，

工程不占用其生境，本工程对它们的影响为施工产生的噪声干扰等，它们迁移至保护区的其他相似生境，因此，工程对它们的影响较小。

另外施工活动产生的噪声、震动等会对其造成一定干扰，扬尘、废水等会劣化其生境，使这些重点保护鸟类远离工程影响区。但由于鸟类的迁移能力较强，且区域适宜生境丰富，其可顺利找到适宜生境生活，因此，工程占地及淹没，以及施工活动对其栖息觅食影响较小。

(3) 对濒危动物的影响

评价区内有濒危动物 1 种：中华鳖，分布在黄河，围堰施工会占用其栖息生境，但围堰施工的面积较小，且靠近岸边，不是中华鳖的主要栖息地，工程占地对其的影响较小。本工程取水量占黄河水量较小，取水活动也基本不会对其生境造成影响。施工活动对其可能产生的影响因素主要是扬尘，因此需要加强施工期扬尘的防治措施。评价区内有易危种 2 种：贺兰山岩鹳、沙尾，同时也为国家二级重点保护动物，在对国家重点保护动物的影响部分已分析对其的影响。

5.3.5 对评价区土地利用的影响

本项目建后评价区各土地利用类型面积及斑块数发生了变化，其中草地面积及斑块数目均有所减少，变化幅度较大的是草地，水域及水利设施用地、交通运输用地、特殊用地面积有所增加，评价区各土地利用类型面积及斑块数目变化主要是由于枢纽工程建设和库区蓄水淹没引起的，见表 5.3.5-1。电站土地利用预测图见附图 24。

表 5.3.5-1 评价区土地利用变化情况预测表

一级类	二级类	建设前		建设后		变化量	
		面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)
耕地	水田	14.31	0.78	14.31	0.78	0	0
	水浇地	8.49	0.46	8.49	0.46	0	0
林地	乔木林地	2.36	0.13	2.36	0.13	0	0
	森林沼泽	12.00	0.66	12.00	0.66	0	0
	灌木林地	51.68	2.83	51.68	2.83	0	0
草地	天然牧草地	1401.80	76.73	1156.86	63.34	-244.94	-17.47
	人工牧草地	84.44	4.62	49.78	2.73	-34.66	-41.05
	其他草地	0.08	\	0.08	\	0	0
工矿仓储用地	工业用地	6.00	0.33	17.53	0.96	+11.53	+192.17
住宅用地	农村宅基地	0.17	0.01	0.17	0.01	0	0
公共管理与公共服务用地	公用设施用地	0.07	\	0.07	\	0	0

一级类	二级类	建设前		建设后		变化量	
		面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)
特殊用地	宗教用地	1.08	0.06	1.08	0.06	0	0
交通运输用地	公路用地	4.75	0.26	68.86	3.76	+64.11	+1349.68
	农村道路	3.72	0.20	2.40	0.13	-1.32	-35.48
水域及水利设施用地	内陆滩涂	49.06	2.69	48.85	2.67	-0.21	-0.43
	沼泽地	58.03	3.18	58.03	3.18	0	0
	河流水面	67.18	3.68	67.18	3.68	0	0
	湖泊水面	0	0	70.39	3.85	+70.39	
	坑塘水面	2.29	0.13	2.29	0.13	0	0
	沟渠	0.36	0.02	0.36	0.02	0	0
	水工建筑用地	0.03	\	137.54	7.52	+137.51	+458366.67
其他用地	裸土地	0.46	0.03	0.46	0.03	0	0
	裸岩石砾地	58.45	3.20	56.04	3.07	-2.41	-4.12
合计		1826.21	100.00	1826.21	100	0	

(1) 临时占地对土地利用的影响分析

在工程建设过程中,临时占地只发生在工程施工期间。本工程临时占地面积约 65.14hm²,占地类型包括天然牧草地(58.22hm²)、人工牧草地(5.45hm²)、农村道路(0.83hm²)、公路用地(0.12hm²)、河流水面(0.09hm²)、内陆滩涂(0.11hm²)和裸岩石砾地(0.82hm²)。其中,临时占用临时天然牧草地、人工牧草地会对草地生态系统造成一定的影响;临时占用河流水面、内陆滩涂会对湿地生态系统产生一定的影响。但临时占地是暂时的,待工程结束后,随着水保措施的实施,尤其是植被恢复措施的时候,临时占用天然牧草地、人工牧草地的区域会恢复原有的土地利用类型;取水泵站施工围堰的拆除,围堰区域可以恢复到占地前的土地利用类型,临时用地区域的土地利用类型基本不会发生改变。

(2) 永久占地对土地利用的影响分析

本工程永久占地主要包括枢纽工程区、永久办公设施区、永久道路用地区等工程永久占地和水库淹没永久占地,永久占地面积约 283.58hm²。工程建设导致评价区内天然牧草地、人工牧草地、农村道路、公路用地、内陆滩涂和裸岩石砾地的面积减少,分别减少 244.94hm²、34.66hm²、1.32hm²、0.04hm²、0.21hm²和 2.41hm²。

项目建设后,库区坝体、上下库进出水口和取水泵站等区域的用地类型变为水域及水利设施用地,面积约 137.51hm²;上、下水库淹没区的用地类型变为湖泊水面,面积约 70.39hm²;开关站、生产生活管理区等区域用地变为工业用地,面积约 11.53hm²;道路用地区、边坡用地区等区域的用地类型变为公路用地,面积约 64.15hm²。

首先，对比建设前后评价区土地利用类型可知，本项目建设未导致评价区某种土地利用类型消失，反而因上下水库蓄水导致评价区内土地利用类型有所增加，增加的土地利用类型为湖泊水面。其次，由于本工程建设，导致评价区内天然牧草地、人工牧草地、农村道路、工业用地、水工建筑用地的变化比例较大，但评价区的土地利用类型还是以草地为主，面积约 1206.72hm²，占评价区面积的 66.07%。

5.3.6 对生态环境质量的影响

5.3.6.1 对生物量的影响分析

评价区生物量总损失主要为草地生物量损失，根据工程布置及占地数据，工程占用的植被主要为草地，永久占用损失的生物量为 405.86t，临时占用损失的生物量为 92.55t，占用量相对较少。施工结束后，建议及时开展临时占地区域植被恢复措施。

表 5.3.6-1 评价区占地损失的生物量一览表

植被类型面积变化		平均生物量（t/hm ² ）	生物量变化（t）
类型	面积（hm ² ）		
永久占地			
草地	-279.60	1.45	-405.42
内陆滩涂	-0.21	2.11	-0.44
小计	-279.81	—	-405.86
临时占地			
阔叶林	-63.67	1.45	-92.32
内陆滩涂	-0.11	2.11	-0.23
小计	-11.71	-	-92.55

备注：永久占地包括农村道路、公路用地，临时占地农村道路、公路用地、河流水面、裸岩石砾地等区域植被极少。

5.3.6.2 对自然体系稳定状况的影响分析

自然生态体系的稳定状况包括两个特征，即：恢复稳定性和阻抗稳定性。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，阻抗稳定性与景观异质性关系紧密。

（1）对恢复稳定性的影响分析

1) 有利影响

改善局部气候条件：水库的会形成水域面积，水体的热容量较大，能够调节局部气候，使周边地区的气温变化更加缓和，湿度增加，有利于植被的生长和生态系统的稳定。提高生态系统的恢复力。

促进生物多样性保护：在建设过程中，通过采取了合理的生态保护措施，如采取相关的水土保持及植被恢复措施等，可以有效减少对生物多样性的破坏。此外，水库

的形成也会创造出新的生境，为一些涉禽、游禽提供栖息和繁殖的场所，从而促进生物多样性的增加，提高生态系统的稳定性和恢复力。

总体来说，工程建成后，各土地类型发生变化，草地和耕地面积减少，水域面积增加。水库建成后水域面积增加以及水文条件的改善使水库湿地生态系统的生物量将会增加，减缓了对自然体系恢复稳定性影响影响，因此在区域自然系统可以承受的范围之内。

2) 不利影响

改变土地利用格局：工程的建设需要占用区域土地，包括水库淹没区、工程枢纽占地等，这会导致原有土地利用类型发生改变，如农田、草原等被水库或建筑物所取代，从而破坏原有的生态系统结构和功能，影响生物栖息地的连续性和完整性，降低生态系统的稳定性和恢复力。

影响水生生态系统：电站的运行会导致水库水位频繁变化，影响水生生物的生存环境。例如，水位的快速变化可能会破坏鱼类的栖息地和繁殖场所，影响其生存和繁衍；同时，水库蓄水和放水过程还可能改变水温、水质等水文因素，对水生生物的生理生态产生不利影响，进而影响水生生态系统的稳定性和恢复力。

干扰陆生动物栖息：施工过程中的噪音、扬尘等污染以及人员活动可能会干扰陆生动物的栖息和迁徙，使其离开原有的栖息地，导致动物种群数量减少或分布范围缩小。此外，水库的形成可能会阻断动物的迁徙通道，影响其基因交流和种群的可持续发展，从而降低生态系统的稳定性和恢复力。

(2) 对阻抗稳定性的影响分析

自然系统的阻抗稳定性是由系统中生物组分异质性的^①高低决定的。异质性是指一个区域里（景观或生态系统）对一个种或更高级的生物组织的存在起决定作用的资源（或某种性质）在空间或时间上的变异程度（或强度）。由于异质性的组分具有不同的生态位，给动物物种和植物物种的栖息、移动以及抵御内外干扰提供了复杂和微妙的相应利用关系。另一方面，异质化程度高的自然系统，当某一斑块形成干扰源时，相邻的异质性组分就成为了干扰的阻断，从而达到增强生态体系抗御内外干扰的作用，有利于体系生态稳定性的提高。

从评价区的斑块类型数目和面积分析，工程实施后土地利用格局发生了变化。主体工程区建设用地的斑块面积增加，其他斑块类型均有所减少，增加的水域由自然的生态系统变为受人工调控的半自然生态系统，因此，主体工程区的建设用地斑块和库

区的水域斑块均属于干扰斑块，这种干扰斑块的增加不利于自然系统生态平衡的维护。草地面积减少，这种变化影响了该区域抗御干扰的能力，影响了局部景观的稳定性，阻抗稳定性有所降低。从整个工程评价区来看，草地面积减少，减少后的草地在该区域仍占优势，说明景观的多样性、异质性变化不大。因此工程建成后对景观自然体系的生产能力和稳定状况及组分异质化程度影响不大，区域自然体系抗干扰能力仍较强，阻抗稳定性仍较好。

(3) 对景观生态体系质量的影响分析

本工程建成后，评价区土地利用格局发生了变化，其中湿地景观因库区蓄水增加，草地景观优势度值减少，其他斑块优势度变化的幅度不大。作为模地的草地景观，其优势度值会有一定的减少了，但仍占绝对优势。由此可以判定工程建成后草地仍然是该地区的模地，对生态环境质量仍将具有较强的调控能力，表明景观生态体系的生产能力和受干扰以后的恢复能力仍较强。建设前后蔓延度指数增加了 0.24，说明了区域景观破碎度呈现了轻微增加；草地、湿地、城镇和其他景观的破碎度发生改变，其中草地和其他景观破碎度增加，分别增加了 0.01 和 0.04，湿地和城镇景观破碎度降低，分别降低了 0.03 和 1.54，主要的景观类型阿草地变化较小，工程实施其破碎度依然处于较低水平；香农多样性指数增加了 0.06，说明了景观斑块类型增加或各斑块类型呈均衡趋势分布。因此，工程实施和运行不会改变区域的模地地位，虽然景观指数呈现了一定的变化，但变化幅度较低，对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。

表 5.3.6-2 景观生态体系质量变化情况表

时期	类型	Ci 破碎度	CA 斑块总面积	PLAN D 斑块所占景观面积比例	NP 斑块个数	LPI 最大斑块指数	IJI 散布于并列指数	AI 聚集度指数	CONT AG 蔓延度指数	SHDI 香农多样性指数	SHEI 香农均匀度指数
建设前	草地景观	0.01	1486.32	81.35	6.00	79.25	54.78	96.45	82.15	0.52	0.29
	湿地景观	0.15	242.60	13.30	5.00	5.54	68.48	91.45			
	农田景观	0.13	22.80	1.24	3.00	0.89	66.24	94.33			
	城镇景观	1.61	16.18	0.88	95.00	0.13	42.15	45.58			
	其他景观	0.14	58.91	3.23	28.00	1.65	10.05	69.01			
建设后	草地景观	0.02	1206.72	66.07	6.00	78.45	54.11	95.11	82.39	0.58	0.27
	湿地景观	0.12	312.78	17.13	7.00	6.02	65.18	92.35			

时期	类型	Ci 破碎度	CA 斑块总面积	PLAN D 斑块所占景观面积比例	NP 斑块个数	LPI 最大斑块指数	IJI 散布于并列指数	AI 聚集度指数	CONT AG 蔓延度指数	SHDI 香农多样性指数	SHEI 香农均匀度指数
	观										
	农田景观	0.13	22.80	1.24	3.00	0.89	66.24	94.33			
	城镇景观	0.16	228.01	12.46	121.00	1.99	48.24	49.25			
	其他景观	0.18	56.50	3.10	28.00	1.65	10.05	69.01			

5.3.6.3 生态完整性综合影响分析

本工程建成后,评价区土地利用格局发生了变化,其中湿地景观因库区蓄水增加,草地景观优势度值减少,其他斑块优势度变化的幅度不大。作为模地的草地景观,其优势度值会有一定的减少了,但仍占绝对优势。由此可以判定工程建成后草地仍然是该地区的模地,对生态环境质量仍将具有较强的调控能力,表明景观生态体系的生产能力和受干扰以后的恢复能力仍较强。因此,工程实施和运行不会改变区域的模地地位,对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。

5.4 水生生态环境影响评价

5.4.1 施工期对水生生物的影响

牛首山东抽水蓄能电站上、下水库主体工程涉及的小碾子沟、茆茆沟及其支沟为季节性河流,上水库平均比降为 0.080,下水库平均比降为 0.125,经现场实地调查河流处于干涸状态,不存在原有的水生生物,上、下水库工程施工不涉水,不会对浮游生物产生影响。施工影响区域主要为取水口施工对黄河青铜峡库区浮游生物产生的影响。

(1) 对浮游植物的影响分析

浮游植物作为水域生态系统中重要的初级生产者,是水体溶解氧的主要供应者,同时也是植食性浮游动物和杂食性鱼类的重要饵料。浮游植物种群的数量变化和演替,受到光(透明度)、营养、温度和摄食压力等因素的影响。藻类是一群具有叶绿素和其他光合色素、能进行光合作用的低等植物,是自然水体的原始生产者,多数藻类是鱼类或其他水生动物的饵料。本次在涉及河段的调查显示,浮游植物的优势种为硅藻门中的中型脆杆藻、普通等片藻、微绿羽纹藻、放射舟形藻、尖针杆藻。

施工期对浮游植物的影响主要是取水口围堰施工和围堰拆除过程中引起水体 SS

升高引起局部水域水质浑浊，影响阳光透射，使水中浮游植物光合作用暂时降低，不利于藻类生长繁殖，数量减少。其次是施工废水进入水体会使局部区域水体悬浮物浓度升高，导致浮游植物的种类、数量和生物量降低，但施工期废污水处理后全部回用或综合利用，禁止排向河道水体，因此不会对浮游植物产生较大影响。

运营期上水库水位每日变幅在 29m 左右，下水库水位每日变幅在 22m 左右，上、下水库日内水位变幅大，抽水蓄能电站永久补水水质含沙量初步拟定按不大于 35mg/L 考虑，补入下水库中的水源要进行沉淀处理，不利于浮游植物的生长繁殖，随着时间的推移，浮游植物生物量逐渐恢复，库区的浮游植物种类、数量和生物量有所增加。

运行期牛首山东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，上、下库不在河道上，基本不影响黄河青铜峡库区河段水文情势，电站每年的补水取水量较少，因此不会对浮游植物产生较大影响。

(2) 对浮游动物的影响分析

浮游动物以浮游植物和碎屑为食，受工程影响其变化趋势与浮游植物相似。施工期取水口围堰施工和围堰拆除过程中引起水体 SS 升高引起局部水域水体浑浊，降低水环境质量，导致取水口附近水域的浮游动物种类减少，数量和生物量降低。

(3) 对底栖动物的影响分析

多数底栖动物长期生活在底泥或砂砾石缝隙中，具有区域性强，迁移能力弱等特点，对于环境污染及变化通常少有回避能力；其群落一旦被破坏，重建需要相对较长的时间。底栖无脊椎动物作为鱼类等水生生物的重要天然饵料，在水生生态、功能等研究中占有重要地位。本次调查结果显示，调查河段底栖动物种类多样性较低，物种组成较单一，基本以昆虫纲种类数量为主。

施工期取水口下围堰施工侵占了部分河床面积，临时占用水域面积 1877.8m²，不会永久占用水域生境。临时占用的水域生境直接导致施工区域内底栖动物的栖息生境消失，区域内底栖动物种类减少，资源量下降，多样性降低；同时，挡水围堰、导流等产生产生的 SS、泥浆水等，会造成水体悬浮物增加，不可避免的造成施工区域下游河段水体浑浊度增加，水体透明度及水体溶解氧的降低，下游受影响河段底栖动物死亡以及资源量的损失。但随着施工期的结束，底栖动物受到的影响也随之消失。

5.4.2 运行期对水生生物的影响

5.4.2.1 对黄河取水河段水生生物的影响

运行期牛首山东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，上、下库不在河道上，基本不影响黄河青铜峡库区河段水文情势，电站每年的补水取水量占青铜峡水库总库容 6.2 亿 m^3 的 0.25%，不到 1%，因此，不会对青铜峡库区的水生生物产生不利影响。

5.4.2.2 对上、下水库水生生物的影响

(1) 对浮游植物的影响分析

运营期上水库水位每日变幅在 29m 左右，下水库水位每日变幅在 22m 左右，上、下水库日内水位变幅大，且取水口多年平均含沙量为 $3.71\text{kg}/\text{m}^3$ ，抽水蓄能电站永久补水水质含沙量初步拟定按不大于 $35\text{mg}/\text{L}$ 考虑，补入下水库中的水源要进行沉淀处理，不利于浮游植物的生长繁殖，随着时间的推移，浮游植物生物量逐渐恢复，库区的浮游植物种类、数量和生物量有所增加。

(2) 对浮游动物的影响分析

浮游动物以浮游植物和碎屑为食，受工程影响其变化趋势与浮游植物相似。上、下库区蓄水运行后，补入下水库中的水源要进行沉淀处理，库区的浮游动物资源量极低。随着时间的推移，浮游动物生物量逐渐恢复，库区的浮游物种类、数量和生物量有所增加。

(3) 对底栖动物的影响分析

运行期水库水位每日变幅在 29m 左右，下水库水位每日变幅在 22m 左右，上、下水库日内水位变幅大，且取水口多年平均含沙量为 $3.71\text{kg}/\text{m}^3$ ，抽水蓄能电站永久补水水质含沙量初步拟定按不大于 $35\text{mg}/\text{L}$ 考虑，补入下水库中的水源要进行沉淀处理，库区基本不会存在底栖动物。

5.4.3 对鱼类的影响

牛首山东抽水蓄能电站上、下水库主体工程涉及的小碾子沟、茱茱沟及其支沟为季节性河流，上水库平均比降为 0.080，下水库平均比降为 0.125，经现场实地调查河流处于干涸状态，工程施工不涉水。

牛首山东抽水蓄能电站为日调节纯抽水蓄能电站，电站设置一套永临结合供水系统，兼顾施工供水、上下水库初期蓄水以及运行期下水库永久补水功能，工程补水水

源为黄河青铜峡水库，运行期上、下水库水体在上下水库内循环运动。本电站取水口多年平均含沙量为 3.71kg/m^3 ，达不到生产用水水质标准，需通过给水处理厂进一步水质净化处理。永久补水水质根据电站运行期水力机械设施过水水质要求确定，本电站永久补水水质含沙量初步拟定按不大于 35mg/L 考虑。因此需对水源进行沉淀处理方可补入下水库中。运营期上水库水位每日变幅在 29m 左右，下水库水位每日变幅在 22m 左右，上、下水库日内水位变幅大。综上所述，工程建成后，上、下库区为单独的水循环系统，水体经过了净化处理，且上、下库的日内日水位变幅大，上、下库区的鱼类的资源量极少。因此，只论述电站取水口施工期以及运行期对黄河干流青铜峡库区鱼类的影响。

5.4.3.1 对鱼类区系组成的影响

鱼类区系是指在历史发展过程中形成而在现代生态条件下存在的鱼类类型的总体，是在历史因素和生态因素共同作用下形成的。在调查河段范围内土著鱼类为鲑科、鲤科、鳅科为主，其中资源量最大的是第三纪早期复合体鱼类麦穗鱼。

施工期取水泵站围堰施工产生的 SS、泥浆水等，会造成水体悬浮物增加，水体透明度下降，噪声、振动会对施工附近区域内鱼类产生干扰、惊吓、驱赶和损害，受惊扰的鱼类可能会离开原有生境，往上下游寻找合适的栖息生境，随着施工期的结束，这些影响因素也会随之消失，因此施工期鱼类区系组成不会发生较大改变。

运营期影响主要是取水产生的卷载效应对鱼类造成的影响，鱼类资源会受到一定影响，但不会对鱼类区系造成改变。

5.4.3.2 对鱼类种群结构的影响

实地调查结果显示，调查河段主要优势种为黄河鲇与麦穗鱼，其次为高体鳊、中华鳊、鲫等，麦穗鱼、池沼公鱼、黄河鲇、黄河雅罗鱼、鲫、兰州鲇、中华鳊在各个河段均有分布；鲤、红鳍原鲃、花鲢、黄河高原鳅、鲢、鳊主要分布在下游河段；北方花鳅、高体鳊、乌鳢、鳙、子陵吻鰕虎鱼等主要分布在上游河段。

施工期影响主要集中在工程下库取水口附近，施工活动产生的噪声、振动、泥浆水等将对在取水口附近鱼类产生干扰、惊吓、驱赶和个体损害，受惊扰的鱼类会离开该区域，躲避不利因素；此外工程施工的土石若防护不到位落入河道，造成局部区域内水体 SS 升高，可能造成部分鱼类的死亡。因此，施工期会造成局部区域内鱼类种群密度下降，但群落结构基本不会发生较大改变。

运行期取水口最大取水流量为 $0.431\text{m}^3/\text{s}$ ，会对区域鱼类产生的卷载效应，但总体

影响较小。

5.4.3.3 对鱼类资源量的影响

实地调查结果显示，下库取水口处的鱼类以麦穗鱼、中华鲮、高体鲮为主，还分布有保护物种兰州鲇、黄河雅罗鱼、黄河魮。

施工期影响主要集中在下库取水口附近，影响因素为噪声、振动、泥浆水等，将对取水口附近区域内的鱼类产生惊扰、驱赶和部分个体损害，施工可能造成水体悬浮物浓度增加，导致水体透明度和溶解氧下降，不利于鱼类的栖息，影响仅限于施工区域，整体影响较小。

5.4.3.4 卷载效应

卷载效应(Entrainment effects)，又叫卷吸效应，是指电厂取、排水过程对于水中能通过滤网系统而进入冷凝器的小型浮游生物、卵、大型生物及鱼类幼体所造成的损害。

工程取水口河段属平原河槽形态，河宽约 264.2m，河道顺直，流速 0.635m/s，主河道水流相对较急，水体深度 0.5m 左右，河床底质为多种混合型，以漂石、砾石、泥沙、粗沙、细沙混合浮泥，两岸有浅滩和洄水湾。

电站施工期用水和初期蓄水共 2216.98 万 m^3 ，后期平均每年补水 177.35 万 m^3 ，考虑到在建的牛首山抽水蓄能电站项目，2 个电站的取水口仅相差约 600m，运行期每年补水量 152.60 万 m^3 ，取水产生的卷载效应，会造成浮游生物、早期资源等水生生物资源量减少，对保护区水生生物产生不同程度的影响。

基于 CFD 数值模拟，计算了抽水蓄能电站取水的卷载效应范围，采用 FLUENT 求解器进行数值模拟，河道糙率取 0.03，入流流速按照实际流速 1.1m/s，模型网格 2000 万。采取基于压力耦合的 SIMPLEC 算法，使速度场与压力场的迭代同步进行。经计算，载 1550 m^3/h 的最大取水量条件下，卷载区域面积的最大值为 12.95 m^2 (表 5.4.3-1)，集中在取水管的下游区域。

表 5.4.3-1 高于背景流速的卷载区域面积

截面位置	取水口位置	取水口上方 2m	取水口上方 1m	取水口下方 0.5m	取水口下方 1m
卷载面积 (m^2)	前方取水口	7.04	6.83	6.60	5.18
	后方取水口	1.20	11.68	12.95	10.87

根据青铜峡水库站 1980 年~2022 年逐月流量系列统计，多年平均流量为 830 m^3/s ，最大月平均流量为 4065 m^3/s (1981 年 9 月)，最小月平均流量为 255 m^3/s (2003 年 3

月)，最大是最小的 15.9 倍。在年内分配上，汛期（7 月～9 月）径流量占年径流量的 47.32%，冬季（12 月～翌年 2 月）径流量占年径流量的 11.51%。初期蓄水最大取水强度及运营期补水强度与工程所在河段枯水期径流量的比例见表 5.4.3-2。

表 5.4.3-2 最大取水强度与工程所在河段枯水期径流量的占比

项目	取水阶段	取水强度 m^3/s	河段枯水期多年月平均最小径流量 m^3/s	比例%
牛首山东	初期蓄水	0.43	255	0.17
	运营期补水	0.40		0.16
牛首山	初期蓄水	0.58		0.23
	运营期补水	0.56		0.22

根据以上分析，若 2 项工程均以最大强度同时蓄水或补水，最大取水强度占河段枯水期多年月平均最小径流量的比例不足 0.5%，取水卷载最大面积 12.95m^2 ，因此电站取水对保护区的鱼类等水生生物资源影响有限。

5.4.3.5 对鱼类繁殖的影响

调查河段的鱼类产卵场呈点状分布，河道大多开阔，多河汊，形成较多静水洄水湾，水体透明度低。主河道河床底质为卵砾石混合泥沙，水体温度适宜，水草丰茂，生态环境整体较好，有利于索饵，能为鱼类提供良好的产卵繁殖场所。

施工期影响因素主要有噪声、振动、泥浆水等，影响区域主要集中在取水口附近，电站爆破施工产生的噪音、振动、SS 会干扰鱼类产卵，局部水域水质变化、悬浮物浓度增加、水体透明度下降造成部分鱼类无法正常繁殖，受影响的鱼类主要是兰州鲇、鲤、黄河雅罗鱼等。从影响水域的范围和影响因素来看，对电站局部水域产沉性、黏性卵鱼类的繁殖行为存在影响相对较大。

运营期主要影响因素为卷载效应。工程取水口上游河段鲢、鳙、草鱼等产漂流性卵鱼类，鱼卵顺水漂流在漂流过程中孵化完成，工程抽水时蓄能泵运行产生的卷载效应会将取水口附近未孵化的鱼卵或鱼类吸入管道，产生损伤，造成资源损失，对漂流性卵繁殖产生不利影响，影响可繁殖鱼类的数量。

5.4.3.6 对鱼类仔幼鱼庇护与生长的影响

施工期对鱼类仔幼鱼的影响主要为下库取水口施工占用水域生境以及产生的噪音、振动对仔幼鱼的干扰等因素。由于仔幼鱼游泳能力较弱，适应环境的能力不强，容易造成死亡。

运行期对仔幼鱼的影响主要来自卷载效应的影响，库区内的仔幼鱼随着抽水产生的吸力会将取水口附近的较大规格幼鱼吸入机组，对其造成损害。

5.4.3.7 对珍稀、濒危物种的影响

调查河段分布有《中国生物多样性红色名录》（2021）的鱼类兰州鲇、黄河雅罗鱼、黄河鮰3种，在每个断面均有分布，且有一定资源量。因此本工程的建设和运行会对兰州鲇、黄河雅罗鱼、黄河鮰造成一定影响。

施工期影响主要集中在工程取水口附近，进行的施工活动产生的噪声、振动、泥浆水等将对取水口附近的珍稀、濒危鱼类产生驱赶和惊扰作用。

运营期抽水产生的卷载效应对取水口附近珍稀、濒危鱼类资源量造成一定影响，但总体较小。

5.4.3.8 对水生生物多样性影响

实地调查显示，该河段分布的黄河鮰、黄河雅罗鱼为短距离洄游鱼类，黄河雅罗鱼一般洄游至支流底质为砂砾石的缓流水河段产卵繁殖，工程建设仅下库取水口涉及黄河青铜峡库区，不拦河筑坝，不会对水生生物的多样性产生影响。

5.4.3.9 对鱼类洄游阻隔的影响

根据调查显示，河段内有短距离洄游性鱼类，工程不在涉水河段拦河筑坝，不会阻隔该河段上下游之间鱼类的交流和联系。

5.4.3.10 对重要生境的影响

（1）对产卵场的影响分析

施工河段多数鱼类主要产粘性和沉性卵，其中“保护区”重点保护鱼类兰州鲇、黄河鲤均为产粘性、沉性卵。产粘性、沉性卵的鱼类产卵后，受精卵粘附在石砾、水草丛中，在流水的不断冲动和刺激中顺利孵化。因此产粘性、沉性卵的鱼类对产卵场要求比较严格，施工河段河段水流缓急相间，河床底质多砾石、水草，符合这些鱼类繁殖的生境条件。

电站建设位置附近分布“保护区”的产卵场，施工机械产生的噪声和振动也会影响鱼类的正常繁殖，但因与产卵场距离有限，因此不会对“保护区”的产卵场产生较大的影响。

（2）对索饵场的影响分析

索饵场指的是鱼类聚集摄食的水域，索饵场一般在河口湾、寒暖流交汇处等有机质、营养盐类丰富、水草茂盛和底栖动物、浮游生物多的水域。现场调查显示，调查

河段记录有一定规模索饵场 3 处，分别为永丰滩河段、清水河入口至夏家台子河段、青铜峡坝下河段。

施工期，会对取水口施工区域的索饵场产生一定程度的影响，影响主要集中在工程区上下游 1km 范围内的河段，与鱼类索饵场的距离较远，不会造成索饵场功能下降，对索饵场的影响较小。

运营期电站每年的补水取水量占青铜峡水库总库容 6.2 亿 m^3 的 0.25%，不到 1%，不会对青铜峡库区的水文情势产生影响，对青铜峡坝下索饵场生境几乎不会产生影响。

（3）对越冬场的影响分析

鱼类越冬场指的是鱼类群聚过冬的水域，越冬场处于水体较深水域或向阳，日间水温稍高处。根据调查，河段共记录一定规模的越冬场 2 处，分别为青铜峡库区和青铜峡坝下。工程下水库取水口涉及青铜峡库区，施工期产生的噪声、振动、泥浆水等，会对青铜峡库区越冬场产生影响，对在库区越冬的部分鱼类产生惊扰、驱赶和伤害。运营期电站每年的补水取水量占青铜峡水库总库容 6.2 亿 m^3 的 0.29%，影响范围很小，仅限取水口附近区域，对青铜峡库区整体水文情势影响很小，对青铜峡库区及坝下越冬场生境几乎不会产生影响。

5.5 对周边环境敏感区影响评价

电站涉及红线范围为青铜峡库区湿地自治区级自然保护区实验区，分析内容同对青铜峡库区湿地自治区级自然保护区的影响。

5.5.1 对青铜峡库区湿地自治区级自然保护区的影响

保护区位于黄河上游下段的中宁县和青铜峡市之间，是由青铜峡水利枢纽工程经数十年的淤积形成的原生湿地生态系统。是区内面积最大的湿地生态系统，占总面积的 50%以上，由青铜峡水库长期淤积形成的岛屿、滩涂及湖泊形成，主要有鸟岛、峡门滩、硝磺滩、中心湖及其他零星滩涂。其中鸟岛是青铜峡水库内面积最大发育最全的淤积岛屿。这里乔、灌、草、湖、沼泽齐全，南北长约 15km，最宽处达 5km，被黄河主河道和西河两条水系包围。工程取水泵站距离保护区约 22m，取水口位于保护区边界附近，本工程建设从黄河河道中取水，因此对保护区的影响主要是取水口施工人为干扰及取水口取水的影响。

5.5.1.1 对主要保护对象影响分析

主要保护对象为：（1）内陆淡水湿地生态系统。（2）国家重点保护鸟类和其他

野生动植物。(3) 鱼类产卵场及渔业资源。(4) 文物景观及旅游资源。

根据《青铜峡库区湿地自然保护区综合科学考察报告》(青铜峡库区湿地保护建设管理局、北京国环清华环境工程设计研究院有限公司, 2018 年), 保护区内面积最大的是湿地生态系统, 是由青铜峡水库长期淤积形成的岛屿、滩涂及湖泊, 主要有鸟岛、峡门滩、硝磺滩、洪闸湖、中心湖及其他零星滩涂组成, 其中鸟岛是青铜峡水库内面积最大发育最全的淤积岛屿。据工程布置, 工程取水泵站位于保护区内, 取水管道采用地埋式管道, 施工完毕后回填。因此, 工程对湿地生态系统的主要影响为施工过程中对湿地的临时占用, 由于工程占用面积较小, 且施工结束后采取相应的恢复措施, 因此, 对湿地的影响较小。

保护区内植被主要以温带草本植物为主, 以鸟类占绝对优势, 哺乳类次之, 两栖类最少。保护区内有国家 I、II 级重点保护野生动物 10 目 14 科 29 属 42 种, 本工程不占用它们的栖息地, 对其影响主要是施工期的施工产生的噪声干扰等, 它们在施工期会飞向保护区的其他位置, 且它们的数量较少、出现频次较低, 因此工程对它们的影响较小。因此, 工程对其影响较小。

保护区内的文物景观及旅游资源主要包括河流湖泊、山峦锦绣、珍稀动物等自然景观资源和牛首山寺庙群、一百零八塔等丰富的人文景观资源。由于工程不直接涉及这些景观资源, 因此对这些景观资源的影响有限。

综上所述, 电站的建设运行对主要保护对象的影响有限。

5.5.1.2 对保护区结构功能影响分析

由于工程对保护区的占用主要是取水管道的占用造成的影响, 由于占用面积小, 且管道采取地埋式, 施工完毕后, 会进行相应的恢复, 且占用地区的资源在当地较为常见, 加上生态系统本身具有一定的稳定性, 物种、群落都具有各自稳定的分布区和进化历程, 生态系统的组成、结构和功能也具有完整性和阻抗稳定性。电站蓄水不会改变保护区内生态系统的组成, 不会对保护区的结构和功能产生显著影响。因此, 工程的建设运行对保护区的结构和功能影响较小。

5.5.1.3 对保护区陆生植物的影响分析

根据现场实地调查显示, 工程占地区主要植被为芦苇、苍耳、大车前等常见植被, 由于这些植物种类在保护区较为常见, 工程建设会对项目区的植物造成一定程度的破坏, 使部分植物的栖息环境减少, 造成一部分植株的死亡。但由于受影响的植物群落以及植物种类在项目区内广泛分布, 且工程施工结束后, 将会采取相应的恢复措施,

由于占用区域临近黄河，水热条件较好，因此，能够获得较好恢复效果。因此工程的建设不会对保护区植被类型以及植物多样性产生根本性影响。

5.5.1.4 对保护区陆生脊椎动物的影响分析

工程靠近湿地自然保护区的一侧为主河道，水流湍急，仅岸边有一些稀疏的植被，动物稀少。而取水口上游有一中心滩涂，丰水期被淹没，长满芦苇，会吸引一些水鸟在里面繁殖以及会吸引一些傍水型爬行类（如白条锦蛇等）；而平水期和枯水期湿地滩涂，会吸引一些迁徙路过的涉禽停留觅食。

对鸟类的影响主要是施工期间产生的噪声、震动、废水、扬尘、灯光、人为干扰等对鸟类产生干扰。大部分鸟类对噪声较为敏感，施工过程中的机械及车辆运行噪声等会对取水口附近的鸟类造成一定的惊扰，使其迁往噪声影响相对较小的区域活动觅食；另外夜间灯光也会对鸟类的繁殖造成一定影响。对傍水型的两栖爬行类以及涉禽类的影响主要是施工人员的人为干扰以及噪声、振动、废水、扬尘、灯光的影响，但由于工程施工周期较短，且鸟类的活动范围较广，因此，对保护区的影响有限。

综上，工程对自然保护区的动物影响有限。

5.5.1.5 对保护区生态完整性影响分析

工程建设实施对工程占地区域的生态系统产生了一定的不利影响，对于保护区整体而言，其影响程度和保护区同类生态系统的类型、面积和分布有着直接的联系。但工程建设影响范围局限于工程永久及临时占地区域，由于占用面积且工程占用的草甸、草地生态系统类型在保护区分布广泛，加上生态系统本身具有一定的稳定性，因此工程建设运行不会对保护区生态系统完整性造成较大影响。

综上所述，在落实相关保护措施的前提下，对保护区的影响有限。

根据批复的青铜峡库区湿地自治区级自然保护区优化调整成果，电站主体工程范围不涉及自然保护区，仅取水泵站、部分管线和检修道路涉及保护区实验区，进入保护区实验区约0.4125 hm²。但取水泵站和地下管道施工后将填土恢复原有地表地貌，不会造成直接压占影响，仅泵站检修井和检修道路占用部分占地，占地类型为滩涂，项目建设后，泵站检修井和检修道路占地类型由滩涂转变为建设用地，占地区域的植被将损失，对自然保护区有一定的影响。但占地面积较小，待周边植被恢复后，对自然保护区影响较小。

施工期取水泵站采取四周围堰挡护，基本不会对附近水体水质造成不利影响；项目施工期的生产生活废水和生活垃圾均统一收集处理，不外排，也不会对自然保护区

水体造成不利影响。施工期土石方开挖和填筑、施工机械和汽车燃油、车辆运输等会产生 SO_2 、 CO 、碳氢化合物、悬浮颗粒物等大气污染物，部分施工区域可能会有 TSP 超标问题，但不会影响施工区以外区域的大气环境，对自然保护区环境空气没有明显的不利影响。项目施工期间施工作业、交通运输、砂石料加工会产生噪声污染，可能会对栖息在项目区周边的野生动物产生一定的影响，在施工期结束后该影响即会消失，因此对保护区野生动物不会产生明显影响。综上，项目施工期对自然保护区的影响仅限于噪声对野生动物的影响，且在施工期结束后，影响即会消失。

5.5.2 对黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区的影响

牛首山东抽水蓄能电站取水泵站、部分地埋取水管线和道路位于黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区，电站其他建设内容不涉及保护区，取水泵站位置不涉及重要产卵场和索饵场。施工期可能对保护区产生影响分别是取水泵站和围堰施工、山体爆破、压力管道施工（振动、噪音、SS、弃渣等）产生的间接影响和取水口两根引水管取水产生的卷载效应。运营期对保护区的影响因素主要是取水口两根引水管取水产生的卷载效应和取水泵站运行过程中产生的噪音等。

5.5.2.1 电站对重要环境因子的影响分析

项目施工期间，泵站取水口施工会扰动局部附近水体，使底泥上浮，水体悬浮物增加；但这些影响范围较小，仅限于取水泵站施工区附近，随着悬浮物在水体中自然沉降，下游水体会逐渐恢复自然状况，且施工期结束后，该影响即会消失。另外，取水管道施工会临时占用部分土地，破坏部分地表植被，但面积较小，在采取植被恢复措施后，对植被造成影响会得到消减。

5.5.2.2 电站对鱼类区系组成的影响

电站涉及保护区主要是取水泵站围堰施工，在其影响的 200m 范围内产生的噪声、振动、SS 和固废等会影响施工附近区域内鱼类的正常摄食、产卵、游动等行为，不会引入其他物种，也不会造成现有物种的减少，不会引起鱼类区系组成发生变动。

运行期，对保护区水域影响主要是取水卷载效应和取水泵站运行产生的噪音震动影响，取水使鱼卵仔稚鱼、浮游生物吸入取水管道造成损失，泵站运行使小范围内鱼类行为产生扰动作用。

综上所述，施工期和运行期只对局部水域的水生生物造成损失，不会对鱼类区系组成产生大的影响。

5.5.2.3 对鱼类等水生生物资源的影响

施工期会产生噪音、振动、悬浮物等是对水质影响较大的因素。施工期间爆破及机械施工必然会对鱼类等水生生物资源产生惊吓、跳跃、逃离等应激作用，如果处理不当都会引起局部水域水质恶化、悬浮物增加、水体透明度下降，影响鱼类的产卵、索饵等习性。相关研究表明，河床底部长期沉积部分有机物质，在振动作用下重新悬浮，一方面引起水体悬浮物（SS）浓度的上升，另一方面在流动过程中发生化学反应，降低水体中的溶解氧，当水体溶解氧下降至鱼类生存所需下限 2 mg/L 以下，或水体含沙量超过 30 kg/m³ 时，导致大多数鱼类死亡。

鱼类等水生生物资源主要受到施工期噪音、振动及水质变化的影响，施工水域受干扰的主要保护对象兰州鲇、黄河鲤、黄河鲂、黄河雅罗鱼等。保护区内幼鱼活动能力差，对周围环境变化敏感，施工会影响幼鱼生长发育，所以，施工期会对鱼类及浮游生物的资源量造成一定损失。

运营期主要环境影响因素是取水。取水会造成部分水生生物资源随水体脱离保护区。电站建成运行后平均年补水量预计 177.35 万 m³，对水生生物的影响主要水取水带走部分水生生物。运行期补水量相对较少，整体上对保护区鱼类资源和浮游生物量影响较小。

5.5.2.4 对鱼类等水生生物繁殖的影响

鱼类产卵需要一定的水温、水位、流量、流速、含沙量、河床质等水文条件和水力条件，产卵活动基本是在涨水期间进行的，涨水过程时流速加快，刺激亲鱼成熟、产卵、排精，当水位下降，流速减缓时，繁殖活动大都停止。产卵期这些因子的变化直接影响鱼类的产卵数量和质量。

电站对鱼类繁殖的影响主要表现在，取水泵站围堰施工位于保护区内，施工区河段河滩湿地较多，是鱼类天然的繁殖场和索饵场，爆破施工产生的噪音、振动、SS 会干扰鱼类产卵，局部水域水质变化、悬浮物浓度增加、水体透明度下降造成部分鱼类无法正常繁殖，受影响的鱼类主要是兰州鲇、鲤、黄河雅罗鱼等。从影响水域的范围和影响因素来看，对电站局部水域产沉性、黏性卵鱼类的繁殖行为存在较大影响。运营期，各类影响因子逐渐消失，泵站在水体中运行产生的噪音相对较小，对鱼类繁殖产生的影响较小。

5.5.2.5 对珍稀、濒危物种的影响

根据最新的《国家重点保护野生动物名录》，保护区内栖息着国家一级保护动物

北方铜鱼，国家二级保护动物厚唇裸重唇鱼和大鼻吻鮡，保护区内还栖息着黄河流域特有珍稀鱼类兰州鲇。

北方铜鱼 (*Coreius septentrionalis*) 为鲤形目鲤科铜鱼属的淡水鱼类，俗名鸽子鱼、尖嘴、沙嘴子、黄头鱼，是中国的特有物种。仅分布于黄河水系。其生长速度快，肉质细嫩鲜美，具有很高的经济价值和较好的养殖前景，是中国内陆水域中有待开发利用的重要种质资源。大鼻吻鮡 (*Rhinogobio nasutus*) 属于辐鳍鱼纲，分布于我国甘肃、宁夏、内蒙古黄河流域。由于过度捕捞和水利建设等因素，其天然资源急剧下降，北方铜鱼和大鼻吻鮡种群已处于濒危状况。

2021 年北方铜鱼和大鼻吻鮡分别被列为国家一级保护动物和国家二级保护动物，根据宁夏水产研究所调查成果，近几年在此河段未发现北方铜鱼和大鼻吻鮡。

针对本电站取水口工程在保护区的核心区内，不能排除没有北方铜鱼和大鼻吻鮡的可能性。电站施工期对施工局部水域的珍稀濒危鱼类产生一定影响，随着电站施工结束，环境影响因素将逐渐消失。

5.5.2.6 对鱼类等水生生物洄游阻隔的影响

根据调查及资料显示，保护区内的主要保护对象兰州鲇、大鼻吻鮡、北方铜鱼、黄河鲤及其他保护鱼类赤眼鳟、草鱼、鲫、鲢、鳙，中国特有种黄河鮡、黄河雅罗鱼等都具有生殖和索饵洄游习性。电站的实施，没有拦河筑坝工程，不阻断河段的连续性，对洄游鱼类没有影响。

5.5.2.7 对保护区结构和功能的影响

电站建设仅取水泵站和部分管道位于保护区的核心区内，结合保护区的产卵场和索饵场分布分析可知，电站建设位置上游 960m 处分布有保护区的产卵场、索饵场，下游 2300m 处分布有索饵场、产卵场。

(1) 对产卵场的影响

施工河段多数鱼类主要产粘性和沉性卵，其中保护区重点保护鱼类兰州鲇、黄河鲤均为产粘性、沉性卵。产粘性、沉性卵的鱼类产卵后，受精卵黏附在石砾、水草丛中，在流水的不断冲动和刺激中顺利孵化。因此产粘性、沉性卵的鱼类对产卵场要求比较严格，施工河段水流缓急相间，河床底质多砾石、水草，符合这些鱼类繁殖的生境条件。

电站建设位置附近分布保护区的产卵场，施工机械产生的噪声和振动也会影响鱼类的正常繁殖，但因与产卵场距离较远，因此不会对保护区的产卵场产生较大的影响。

(2) 对索饵场的影响

一般鱼类的索饵场处在河道水草茂密的河湾、河滩等处，基本特征是静水、缓流水，浮游生物、底栖生物量丰富。电站施工位置附近分布保护区的索饵场，电站施工产生的生活污水、生产废水、固废及噪音，会对施工区域及附近河段内的鱼类索饵行为产生影响，部分生物饵料的生物量也会在一定时间段内小幅度下降，但整体上不会对保护区的索饵料场产生较大的影响。

(3) 取水对产卵场和索饵场

根据 5.1.1 节，取水对水位影响分析可知，最大取水规模条件下，95%保证率时，枯水期 3 月份对取水口附近影响范围最大，为 14.37m，引起水位降幅 1.44cm；不影响取水口附近上下游产卵场。

整体来讲，项目建设和取水对水产种质资源保护区水文情势、鱼类生长繁殖和渔业资源的影响较小，不会影响水产种质资源保护区功能和结构。

5.5.2.8 卷载效应对保护区的影响

根据电站取水和补水，施工期用水和初期蓄水共 1945.88 万 m^3 ，后期平均每年补水 177.35 万 m^3 。还需考虑到在建的牛首山抽水蓄能电站项目，2 个电站的取水口仅相差约 600m，运行期每年补水量 152.60 万 m^3 。取水产生的卷载效应，会造成浮游生物、早期资源等水生生物资源量减少，对保护区水生生物产生不同程度的影响。

基于 CFD 数值模拟，计算了抽水蓄能电站取水的卷载效应范围，采用 FLUENT 求解器进行数值模拟，河道糙率取 0.03，入流流速按照实际流速 1.1m/s，模型网格 2000 万。采取基于压力耦合的 SIMPLEC 算法，使速度场与压力场的迭代同步进行。经计算，载 1550 m^3/h 的最大取水量条件下，卷载区域面积的最大值为 12.95 m^2 （表 5.5.2-1），集中在取水管的下游区域。

表 5.5.2-1 高于背景流速的卷载区域面积

截面位置	取水口位置	取水口上方 2m	取水口上方 1m	取水口下方 0.5m	取水口下方 1m
卷载面积 (m^2)	牛首山东取水口	7.04	6.83	6.60	5.18
	牛首山取水口	1.20	11.68	12.95	10.87

施工期和运行期取水产生的卷吸效应，尤其运营期取水是长期的，使部分水生生物资源尤其是早期资源随水体脱离保护区，造成水生生物资源生物量下降。对局部水域鱼类区系组成产生一定的影响，不会改变局地水生生物种群结构。5-7 月是鱼类产卵和仔稚鱼较多的月份，取水产生的卷载效应在 5-7 月对早期资源产生较大的影响。

电站初期蓄水最大取水强度及运营期补水强度与工程所在河段枯水期径流量的比例见表 5.5.2-2。

表 5.5.2-2 最大取水强度与工程所在河段枯水期径流量的占比

项目	取水阶段	取水强度 m^3/s	河段枯水期多年月平均最小径流量 m^3/s	比例%
牛首山东	初期蓄水	0.43	255	0.17
	运营期补水	0.40		0.16
牛首山	初期蓄水	0.58		0.23
	运营期补水	0.56		0.22

根据以上分析，若 2 项工程均以最大强度同时补水，最大取水强度占河段枯水期多年月平均最小径流量的比例不足 0.5%，取水卷载影响最大面积 12.95m^2 ，因此，电站取水对保护区的鱼类等水生生物资源影响有限，建议加强取水管道的优化设计和配备拦鱼设施，在工程运行期加强监测，辅以增殖放流等生态补偿措施，以减缓工程取水对保护区水生生物资源的影响。

5.5.3 对青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区的影响

本项目范围不涉及青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区，但距离下游保护区较近，下水库施工区边界与准保护区最近平面直线距离约 50m，与二级保护区最近平面直线距离约 3km 以上；需考虑项目施工和运行期可能对饮用水水源保护区造成的影响。本项目对饮用水水源保护区的影响主要为施工期对河段水质的影响、项目取水对河道径流的影响等。

项目施工期的生产生活废水和生活垃圾均统一收集处理，不外排，不会对水源保护区水体造成不利影响。项目泵站取水口施工可能会扰动工程附近局部水体，使底泥上浮，水体悬浮物增加；同时施工过程中混凝土、砂浆等施工材料可能会有少量进入水体，使河道 SS 含量增加，水质变差。但取水口施工采取封闭围堰施工，上述影响范围较小，仅限于取水口附近约 200m 范围内，随着悬浮物在水体中自然沉降，水体水质到水源保护区会恢复到自然状况，对准保护区和二级保护区河段水质影响很小，且施工期结束后，该影响即会消失。

总体来看，项目建设对青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区河段径流及水质影响很小。

5.5.4 对青铜峡库区国家湿地的影响

从陆生生态、水生生态、其他环境、生态敏感区分别定性及定量分析项目建设对

青铜峡库区国家重要湿地的生态影响。

5.5.4.1 陆生生态影响评价

(1) 对植物的影响

工程对国家重要湿地陆生植物的影响主要为取水泵站和泵站检修道路对青铜峡库区国家重要湿地范围内陆生植物的破坏。

工程永久占地主要为取水泵站和检修道路，占地面积 2104m²，均占用草地植被，主要为芦苇和宽叶独行菜。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，导致草原面积减少，植物个体损失，植被生物量减少。但项目永久占用面积较小，对项目区同类植被量减少的影响有限，对植物种群造成的影响较小。

工程临时占地主要为施工围堰占地，占地面积 2021m²。临时占地将导致施工区域植被短期内减少，施工结束后，对临时占地进行植被恢复，选择芦苇和桤柳幼苗进行移植，可恢复区域植被覆盖。因此，施工期对植物的影响较小。

(2) 对动物的影响

本项目建设对占用的国家重要湿地中野生动物的影响主要发生在施工期。

1) 对两栖类和爬行类动物的影响

工程施工期间占地以及产生的噪声、粉尘等人为活动干扰，会对两栖类动物的生存产生一定影响，它们会暂时迁往附近区域活动。施工所需要的临时场地也会占用两栖类的部分栖息地，其个体数量可能会有一定程度的减少。施工期两栖类会离开项目占地区，到附近的滩涂、沼泽、灌丛中生活。但工程区外围地带分布有大量的适宜生境，受影响的两栖爬行类动物可顺利迁移，施工期间在加强施工管理的前提下，工程建设对两栖爬行类造成的影响可进一步减小。因此，工程建设对两栖动物和爬行动物的影响主要是导致其在施工区及外围地带的分布及种群数量的变化，不改变其区系组成，对其影响较小。

2) 对鸟类的影响

施工期间产生的噪声、震动、灯光等会对鸟类产生不利影响。大部分鸟类对噪声较为敏感，施工过程中的机械及车辆运行噪声会对施工区周边的鸟类造成一定的惊扰，使其迁往噪声影响相对较小的区域生存；取水泵站和管线开挖等处施工产生的扬尘、粉尘也会劣化鸟类生境，对工程影响区内的鸟类造成影响。因此施工期间应合理安排施工时间，避免晨昏进行高噪声的作业，禁止夜间施工，定期洒水抑尘，以减少施工

活动对鸟类产生的不利影响。另外，由于鸟类活动和觅食范围较广，躲避风险能力和适应能力较强，且工程施工影响范围较小，施工区外围仍有大量适宜生境，它们在受到施工活动影响后会自动向周边适宜生境迁移，规避施工活动造成的不利影响。工程完工后，随着施工迹地恢复和环境改善，施工区域鸟类种群数量将逐渐得到恢复。因此鸟类受工程施工干扰影响较小。

3) 对兽类的影响

施工期间，取水泵站和管线开挖将占用国家重要湿地部分野生动物的栖息地，对原栖息于此的兽类的栖息和觅食造成一定影响，同鸟类一样，兽类也具有较强的活动和迁移能力，施工期间，工程影响区域内的兽类可迁移至周边相似生境生活，因此工程永久及临时占地对兽类生境的占用影响有限。

由于兽类活动能力相对较强，且工程占地区周边存在较多的相似生境，受工程占地及施工干扰影响的兽类会及时转移到邻近的适宜生境，工程完工后，随着施工迹地恢复和环境改善，施工区域动物种群数量将逐渐得到恢复。因此，工程占地、施工干扰等对其影响相对较小。

(3) 对生态系统的影响

1) 组成的影响

评价范围内主要有灌丛生态系统、草地生态系统和湿地生态系统，它们具有生境支持、生物多样性维持等多种功能。本项目占用国家重要湿地面积 0.4125hm^2 ，其中永久占地 0.2104hm^2 ，临时占地 0.2021hm^2 。项目建设将改变评价范围内原有生态系统格局，将对其面积及组成等产生一定影响，主要影响因素主要为取水泵站和进站道路，详见表 5.5.4-1。

表 5.5.4-1 占地区各生态系统面积一览表

生态系统类型	总面积 (m^2)	永久占地 (m^2)	占生态系统比例 (%)	临时占地 (m^2)	占生态系统比例 (%)
草地生态系统	131403	2104	1.6012	882	0.6712
灌丛生态系统	19397			274	1.4126
湿地生态系统	662798			865	0.1305
合计	813598	2104	0.2586	2021	0.2484

由上表数据可知，受项目永久占地影响的生态系统主要为草地生态系统，其面积将减少 2104m^2 ，减少的比例为评价范围的 0.2586% ，减少的面积及比例均较少，不改变生态系统类型，不会造成区域生态系统面积的明显变化，对生态系统影响较小。

2) 对湿地结构的影响

a) 组分结构

组分结构主要讨论的是生物群落的种类组成及各组分间的量比关系。本项目国家重要湿地范围内永久征占地面积 2104m^2 。根据本项目的特点,仅取水泵站和检修道路永久占地为建设用地,因此项目实施后,永久占地所涉生态系统将向城镇生态系统转变,由于占用国家重要湿地区域面积较小,在对取水泵站和检修道路周边进行植被恢复后,生态系统基本恢复到原有状态,区域生态系统组成结构几乎无变化。详见表 5.5.4-2。

表 5.5.4-2 项目实施后评价范围内生态系统组成情况预测一览表

生态系统	建设前		建设后		变化情况	
	面积 (m^2)	占比 (%)	面积 (m^2)	占比 (%)	面积 (m^2)	占比 (%)
草地生态系统	131403	16.15	129299	15.89	-2104	-0.26
灌丛生态系统	19397	2.38	19397	2.38		
湿地生态系统	662798	81.47	662798	81.47	0	0
城镇生态系统					2104	+0.26
合计	813598	100.00	813598	100.00	0	0

注:变化值为项目实施后预测值减去现阶段面积及比例变化,“-”值为减少。

通过对比项目实施后评价范围生态系统组成情况预测结果可知,受项目泵站检修井建设占用的影响,区域草地生态系统面积将减少 2104m^2 ,减少的比例为 0.26%,该类型生态系统将向城镇生态系统转变,其面积将增加 2104m^2 ,比例将增加 0.26%。由于本项目在国家重要湿地范围内建设规模不大,区域各生态系统量比关系变化程度较小。

b) 时空结构

时空结构包括水平分布上的镶嵌性、垂直分布上的成层性和时间上的发展演替特征,即水平结构、垂直结构和时空分布格局。

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。评价范围区域为宁夏吴忠市青铜峡市,区域受季风气候影响较小,降水量有限。评价范围内以草地生态系统、灌丛生态系统和湿地生态系统为主要基层,湿地生态系统随黄河沿岸分布。项目实施后草地生态系统、灌丛生态系统和湿地生态系统均有一定程度的减少。

②垂直结构

区域生态系统受温带大陆性气候和人为活动的影响，在垂直结构上垂直分布特征不明显。评价范围内各生态系统的转化在垂直结构上的变化不明显。项目建设对区域生态系统垂向结构的影响较小。

③时空分布格局

生态系统的时空分布格局主要表现在生态系统的演替上。本项目建设运营破坏区域草地生态系统、灌丛生态系统和湿地生态系统，将使其出现逆向演替，受影响的生态系统面积不大。受区域气候条件的影响，施工占地区域容易因风蚀致使土壤沙化增加，对区域及周边生态系统的演替及发展造成一定程度的影响。施工过程采取洒水抑尘、苫盖堆场等，施工结束后对占地进行植被恢复等措施，将降低因施工造成区域土壤沙化的影响。

2) 功能的影响

a) 水源涵养量

计算生态系统通过拦截滞蓄降水，增强土壤下渗、蓄积，涵养土壤水分、调节地表径流和补充地下水所增加的水资源总量。通过水量平衡方程计算：

$$Q_{wr} = \sum_i^n A_i \times (P_i - R_i - ET_i) \times 10^{-3}$$

式中：

Q_{wr} ——水源涵养量， m^3/a ；

i ——第 i 类生态系统类型；

n ——生态系统类型总数（本项目共 3 种生态类型，分别为湿地生态系统、灌丛生态系统和草地生态系统）；

A_i —— i 类生态系统的面积， m^2 ；

表 5.5.4-3 评价范围各生态系统面积一览表

生态系统	面积 (hm^2)
草地生态系统	131403
灌丛生态系统	19397
湿地生态系统	662798

P_i ——产流降雨量， mm/a ，根据《宁夏水文手册》（宁夏水文水资源监测预警中心，2019 年），青铜峡年平均降水量为 130.3mm；

R_i ——地表径流量， mm/a ，根据《宁夏水文手册》（宁夏水文水资源监测预警中心，2019 年），青铜峡多年平均径流量为 3.2mm/a；

ET_i ——蒸散发量, mm/a, 根据《宁夏水文手册》(宁夏水文水资源监测预警中心, 2019 年), 青铜峡多年平均水面蒸发量为 1225.6mm。

经计算, 项目区水源涵养量为-893737.4m³/a; 项目区水源主要来源于降水, 少量水源来自黄河湿地。由于项目区蒸发量较大, 大部分水源难以存留, 以蒸发或下渗形式损失, 水土流失严重是当地生态系统无法水源涵养的重要因素。

b) 植被覆盖度

采用归一化植被指数 (NDVI) 估算植被覆盖度的方法如下:

$$FVC = (NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s)$$

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。

植被覆盖因子 (C) 反映了生态系统对土壤侵蚀的影响, 是控制土壤侵蚀的积极因素。水田、湿地、城镇和荒漠分别赋值为 0, 0, 0.01 和 0.7, 其余各生态系统类型按不同植被覆盖度进行赋值, 详见表 7.3-5。旱地的植被覆盖因子按照以下公式计算:

$$C = 0.221 - 0.595 \log c$$

式中:

C——旱地的植被覆盖因子;

c——小数形式的植被覆盖度。

表 5.5.4-4 不同植被覆盖的 C 值

生态系统类型	植被覆盖度/%					
	<10	10~30	30~50	50~70	70~90	>90
灌丛	0.40	0.22	0.14	0.085	0.040	0.011
草地	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011

根据中国年度植被指数 (NDVI) 空间分布数据集及植被覆盖因子可知, 项目区灌丛植被覆盖因子为 0.22, 植被覆盖在 10%~30%; 项目区草地植被覆盖因子为 0.24, 植被覆盖在 10%~30%; 项目所在区域植被覆盖度均较低。

本项目建设扰动地表, 破坏地表植物及植被, 其防护能力减弱, 沙化加剧, 同时项目建设占用灌丛和草地生态系统将使区域植物生产力下降。根据相关资料及现场调查, 项目区未发现重点保护野生植物及重点保护野生动物, 项目征占地区施工等将不

会破坏区域珍稀植物资源,干扰区域动物的正常活动,由于项目实施占用的面积较小,施工期短,随着施工期结束,对施工占地进行土地复垦、植被恢复等措施后,将不会对区域生物多样性产生明显的不利影响。

(4) 对湿地景观的影响

本项目泵站为地下式泵站,仅在地表预留泵站检修口,占地较小,其他区域均可恢复植被。泵站检修道路宽 6.5m,进入国家重要湿地线路长 190m,占地面积相对较小,周边生境宽阔,不会切割生境,周边动植物可通过其他区域联通活动,不会影响动植物的自然迁徙路径。整体对取水口附近湿地景观改变较小,对周边景观影响较小。

5.5.4.2 水生生态影响评价

项目占用国家重要湿地区域,主要为取水泵站处施工涉水。项目取水泵站位置在黄河青铜峡水库右岸,取水泵站涉及黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区的核心区。项目施工期建设对水生生态的影响主要为取水泵站建设对水生生态的影响,运营期对水生生态的影响主要为取水影响,整体影响较小。水生生态影响分析内容见 5.5.2 节。

5.5.4.3 其他环境影响评价

(1) 大气环境的影响

1) 施工期

项目施工期大气污染物主要为 CO、NO₂、沥青烟等,但由于施工场地相对比较集中,周围无障碍物遮挡,扩散条件好,对大气环境影响不大。施工产生的粉尘和运输过程产生的尘土,会使局部地区空气中的悬浮物时段性增加,但这些影响是暂时的,将随着工程施工的结束而消除。

2) 运营期

施工结束后,随着施工区人类活动停止,并将临时用地填土进行植被恢复,使其恢复到原有地表地貌,不会对项目区域的大气环境产生不利影响。

(2) 水环境的影响

1) 施工期

施工期产生的废水均合理处置,对水环境影响较小。

2) 运营期

项目建成后,人为活动随即停止,不会对项目区的水环境产生不利影响。

(3) 声环境的影响

1) 施工期

施工期开挖、车辆运输的增加等施工活动会在一定范围内产生噪声，对施工区施工人员及湿地周边动物产生一定影响。施工期需加强施工期间的施工组织和施工管理，合理安排施工进度和时间，采取交通噪声控制，并做好施工人员噪声防护工作。其影响范围是局部的，影响时段是有限的，伴随施工结束，施工噪声影响消失。

2) 运营期

运行期主要噪声源为取水泵站。类比同类型泵站，取水泵站在采取选用低噪声设备、隔声、减振措施后，可保证场界噪声达标。

(4) 固体废物环境影响

1) 施工期

施工期固体废弃物包括施工材料、施工弃土、弃渣和生活垃圾。

如处置不当，其会占用土地、破坏周边植被、影响景观、加剧水土流失等。本项目建设施工周期短，产生的固体废弃物较少，且经回收集中处理，对环境影响较小。

2) 运营期

项目运营地，检修泵站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。油泥采用 200L 铁桶盛装，定期交由具有危废处置资质的单位外运处置。

5.6 环境空气影响评价

5.6.1 施工场地扬尘污染影响

上、下水库库盆等开挖面、弃渣场、任意料堆存场等施工作业面均会产生扬尘。扬尘产生量与作业面大小、施工机械、施工方法、天气状况及洒水频率等都有关系，一般遇干燥和大风天气时更易产生扬尘。类比同类工程，在不采取措施抑尘时，土石方施工区 TSP 浓度可达 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 以上，属于严重超标，但一般只要定时洒水，施工作业面扬尘即可得到有效控制。

上、下水库库盆开挖面、弃渣场等施工区局部区域可能短时间内扬尘浓度较高，但因工程区植被覆盖率较高，施工区附近无居民点等环境敏感目标，受影响对象主要为现场施工人员。根据同类工程经验，定时洒水扬尘量可得到有效控制。

5.6.2 爆破扬尘影响

爆破污染源主要位于上、下水库大坝作业区、隧洞洞口及部分施工道路区，主要炸药用量集中在上、下水库大坝作业区。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，本工程爆破材料总用量约7485t，由青铜峡市或中卫市火工材料部门统一供应，经公路运输至工地。根据施工布置，工程区上、下水库大坝作业区周边无居民点分布。

(1) 爆破废气

爆破产生的废气主要包括CO、NO₂，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

上、下库盆基础开挖爆破，爆破过程产生污染物主要为TSP，本工程共需炸药1.34万t，估算爆破过程中TSP产生量约405.69t。爆破粉尘在施工期内为分时段、炸药引爆后瞬时集中排放，不会对施工区域环境空气质量产生长时段影响。

据调查，工程上库盆爆破施工区及粉尘影响范围内工程下库盆爆破施工区及粉尘影响范围内无居民点分布，影响对象主要为现场施工人员，根据同类工程施工经验，在采取洒水等措施后，爆破粉尘影响时段和影响范围将会得到较大减少。

5.6.3 砂石料加工粉尘影响

砂石加工系统在粗碎、中碎、细碎、筛分及运输过程中均会产生粉尘污染，根据《逸散性工业粉尘控制技术》，一般在无控制排放的情况下，破碎和筛分粉尘逸散尘的排放系数为0.1kg/t破碎料，其排放系数受原料含水量影响较大，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。

本工程下水库砂石料加工系统设计处理能力分别为820t/h，则砂石料加工系统颗粒悬浮物最大产生量分别为16.4kg/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，采取喷水、喷雾、布袋除尘等措施，颗粒物的去除量可达99.8%。产生的污染物（TSP）经处理后通过排气筒最大排放量为0.0328kg/h；砂石料加工系统按每月生产25d，每天生产14h，上、下库砂石料加工系统污染物（TSP）年排放总量分别为0.1378t。

根据施工期工程分析，下库砂石料加工系统施工期污染物（TSP）排放速率为 0.0328 kg/h。源强参数详见表 5.6.3-1。

表 5.6.3-1 砂石料加工区有组织粉尘污染源参数

污染源名称	排气筒			污染物	排放标准		正常排放源强 (kg/h)
	高度 (m)	内径 (m)	烟气排放速率 (m/s)		最高允许排放浓度 (mg/m ³)	最高允许排放速率 (kg/h)	
下库砂石料加工区	15	0.4	20	TSP	120	3.5	0.0328

(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 5.6.3-2。

表 5.6.3-2 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/℃		41.0
最低环境温度/℃		-24.0
土地利用类型		荒漠
区域湿度条件		中等湿度
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/°	/

根据估算模型计算结果显示，在正常工况下，下库砂石加工系统排放大气污染物颗粒物的最大落地浓度为 12.51μg/m³，距离 465m，相应的浓度占标率为 1.39%(<10%)。

(3) 污染物排放量核算

砂石料加工系统每月生产 25d，每天生产 14h 计算，砂石加工系统排放粉尘量核算详见表 5.6.3-3。

表 5.6.3-3 大气污染物无组织排放量核算表

产污环节	污染物	主要污染防治措施	国家或地方污染物排放标准		年排放量 (t/a)
			标准名称	浓度限值 (mg/m ³)	
下库砂石加工系统	TSP	采取喷雾除尘、密闭破碎传输	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)	1.0	0.1378

通过模型预测可知，砂石加工系统通过采取湿法破碎、密闭传输等措施后，有组织排放粉尘最大落地浓度为 $12.51\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，因此砂石加工系统厂界外无浓度超标点。故在落实设计中提出的湿法破碎、密闭传输及场内洒水降尘等措施后，对周边环境空气质量影响有限。且项目周围无大的障碍物，通风条件良好，有利于扬尘的扩散，环评建议定期对喷淋系统和密闭设备进行检修，一旦发现设备有损坏，则应立即停产，待废气处置设备恢复运行后再行生产。

此外，砂石料加工系统施工区周边 500m 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、混凝土拌和对周边环境空气总体影响有限。

5.6.4 常态混凝土拌和系统粉尘影响

根据施工组织设计，本工程上、下库各设置 1 套常态混凝土拌和系统。生产过程中产生的废气主要为矿粉筒仓排气口废气，骨料烘干、筛分系统废气，拌和系统废气等，主要污染因子为 PM_{10} 。

上、下库常态混凝土拌和施工区周边 200m 范围内无居民点，施工区通风条件良好，因此混凝土拌和系统产生粉尘对周边大气环境总体影响有限。

(1) 上水库常态混凝土拌合系统

采用 HJ2.2-2018 推荐的 AERSCREEN 估算模式计算项目 PM_{10} 有组织排放废气污染物的预测质量浓度、占标率和其出现的位置。

上库混凝土拌合系统处理能力为 $82\text{m}^3/\text{h}$ ，1 方混凝土约 2.2t~2.4t，本次取 2.3t，粉尘经处理后通过排气筒排放量为 $0.063\text{kg}/\text{h}$ ；系统按 25d/月，20h/d 进行设计，粉尘年排放总量为 0.376t。

项目大气污染物估算模式参数见表 5.6.3-2。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)，根据估算模型计算结果显示，在正常工况下，上水库常态混凝土拌合系统排放大气污染物颗粒物的最大落

地浓度为 $0.4204\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，距离 63m，相应的浓度占标率为 0.0934% ($<1\%$)。

故在落实设计中提出的降尘措施后，对周边环境空气质量影响有限。且项目周围无大的障碍物，通风条件良好，有利于扬尘的扩散，环评建议定期对除尘设备进行检修，一旦发现设备有损坏，则应立即停产，待废气处置设备恢复运行后再行生产。

此外，上水库常态混凝土拌合系统周边 200m 范围内无居民点，通风条件良好，对粉尘的扩散较为有利。因此上水库常态混凝土拌合系统运行对周边环境空气质量总体影响有限。

(2) 下水库常态混凝土拌合系统

采用 HJ2.2-2018 推荐的 AERSCREEN 估算模式计算项目 PM_{10} 有组织排放废气污染物的预测质量浓度、占标率和其出现的位置。

下库混凝土拌合系统处理能力为 $145\text{m}^3/\text{h}$ ，粉尘经处理后通过排气筒排放量为 $0.111\text{kg}/\text{h}$ ；系统按 25d/月，20h/d 进行设计，粉尘年排放总量为 0.664t。

项目大气污染物估算模式参数见表 5.6.3-2。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)，根据估算模型计算结果显示，在正常工况下，下水库常态混凝土拌合系统排放大气污染物颗粒物的最大落地浓度为 $27.04\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，距离 465m，相应的浓度占标率为 6.0% ($>1\%$)。

故在落实设计中提出的降尘措施后，对周边环境空气质量影响有限。且项目周围无大的障碍物，通风条件良好，有利于扬尘的扩散，环评建议定期对除尘设备进行检修，一旦发现设备有损坏，则应立即停产，待废气处置设备恢复运行后再行生产。

此外，下水库常态混凝土拌合系统周边 200m 范围内无居民点，通风条件良好，对粉尘的扩散较为有利。因此上水库常态混凝土拌合系统运行对周边环境空气质量总体影响有限。

5.6.5 沥青混凝土拌和系统沥青烟影响

根据施工组织设计，本工程下库设置 1 套沥青混凝土拌和系统。沥青混凝土生产过程中产生的废气主要为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、转卸系统废气。主要污染物为烟尘和沥青烟，主要污染因子为颗粒物、 SO_2 、 NO_x 、苯并[a]芘。

沥青混凝土拌和施工区周边 500m 范围内无居民点，加之施工区通风条件良好，对排放的少量沥青烟扩散较为有利。因此沥青混凝土拌和系统沥青烟对周边大气环境总体影响有限。

为降低系统粉尘对现场工作人员的影响，本工沥青混凝土生产系统在矿粉筒仓顶部配备有脉冲式仓顶收尘机对粉尘进行收集，并对干粉喷淋加湿、连续不断搅拌，把飞扬粉尘转化为无尘糊状物回收利用，消除二次扬尘；沥青灌区、溢料仓、装车区的烟气、沥青烟利用冷凝原理将有害物质冷凝成液态回流至罐体，并采用“活性粉吸附”干法净化，通过布袋除尘器回收粉尘回用作原材料按比例添加到沥青混凝土生产中；骨料烘干采用低氮燃烧技术，减少燃料油燃烧 SO_2 、 NO_x 产生，燃烧废气经布袋除尘器处理后排放；导热油炉产生废气收集后经 15m 高排气筒排放。

拌和系统设计生产能力为 58t/h，系统按 25d/月，14h/d 进行设计，工程区满足所需的沥青混凝土骨料不足，需要从新疆克拉玛依市外购沥青原料，来自米钵山灰岩料场，其骨料表观密度约 $2.72\text{g}/\text{cm}^3$ 。

沥青混凝土设计需要量约为 3.81 万 m^3 ，沥青混凝土比重约为 $2.72\text{t}/\text{m}^3$ ，用于加工沥青混凝土的原料总量为 10.36 万 t。沥青混凝土中沥青占比按 5%取，沥青总量约为 0.52 万 t。

1) 矿粉筒仓排气口粉尘

沥青拌合站矿粉（填充料）筒仓进料采用压缩空气将散装粉料打入仓中，卸料过程中筒顶呼吸孔会产生一定量粉尘。矿粉筒仓粉尘参照水泥、粉煤灰筒仓进行计算，根据《第二次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》中 3021 水泥制品制造（含 3022 砼结构构件、3029 其他水泥类似制品制造）行业中混凝土制品的产排污系数，物料输送储存过程粉尘产生系数为 $0.13\text{kg}/\text{t}$ -产品。则沥青混凝土拌和系统矿粉筒仓粉尘产生量约为 13.47t。

沥青拌合站矿粉筒仓仓顶设有脉冲式仓顶除尘器，除尘效率一般可达 99.5%以上，筒顶呼吸孔粉尘经除尘器处理后反吹回筒仓。筒仓呼吸孔粉尘经仓顶除尘器处理后直接排放，经计算，粉尘排放量为 0.027t，排放速率为 $0.003\text{kg}/\text{h}$ ，粉尘排放浓度为 $1.604\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2) 振动筛分系统粉尘

主要收集骨料筛分设备废气，筛分设备主要产生粉尘颗粒物。

沥青混凝土工程量约为 3.81 万 m^3 ，沥青混凝土比重约为 $2.72\text{t}/\text{m}^3$ ，则骨料筛分量约为 10.36 万 t。参考《逸散性工业粉尘控制技术》，干燥筒粉尘产污系数取 $0.25\text{kg}/\text{t}$ -干燥料，考虑烘干筒中骨料表面大部分粉尘被烘干废气所带走，筛分时粉尘产生量较小，取干燥筒粉尘产污系数的四分之一，即 $0.0625\text{kg}/\text{t}$ -干燥料，则骨料烘干、筛分过程中粉尘

(PM₁₀)产生量为6.48t。

上水库干燥、筛分系统粉尘经布袋除尘器处理，设计处理风量为5000m³/h，除尘效率为99%，粉尘(PM₁₀)排放量为0.22t，排放速率0.002kg/h。

表 5.6.5-1 矿粉筒仓粉尘产排量

项目	污染物	产污量 (t)	排污量 (t)	排放速率 (kg/h)	排放浓度 (mg/m ³)	排放标准 (mg/m ³)
筛分系统	PM ₁₀	6.48	0.01	0.002	0.308	20

3) 沥青罐排气口产生的沥青烟气

主要收集沥青混凝土拌和出料口呼吸废气，主要成份为沥青烟和苯并[a]芘。

运输车辆将沥青通过接卸槽输入沥青罐，接卸槽口开启会散发出沥青烟气，由于该过程时间短，且沥青温度较低(50~70℃)，挥发的沥青烟气很少。本项目生产过程中使用导热油对沥青罐中沥青进行加热保温时，会有沥青废气随着呼吸孔以气态形式逸出进入大气环境。

参考《公路沥青供应站沥青烟排放模拟及控制装置经济论证》(武汉理工大学学报, 2005, (29)1: 41~44)对湖北应城沥青供应站的5个大型油罐(3×1000t+2×500t, 共4000t)在不同温度下产生的沥青烟量进行模拟实验, 得出该5个大型油罐在120℃时沥青烟的挥发量为1811.34mg/s。本项目沥青混凝土拌和系统有1个50m³的沥青储罐, 沥青最大储量为136t, 参考上述有关挥发量计算出沥青烟挥发量为61.59mg/s, 则施工期沥青混凝土拌和系统沥青烟产生总量为1.86t。

根据《沥青烟化学组分的气相色谱-质谱联机分析》(环境化学, 2001, 20(2): 200~201): 沥青烟中苯并[a]芘等7种多环有机物占0.013%, 参考该文献的实验数据, 类比计算出本项目施工期苯并[a]芘的产生总量为242.11g。

沥青罐连接烟气收集系统, 该装置内设有冷凝系统回收烟气中有害物质流回存储罐中, 烟气再经活性炭吸附和除尘器处理后, 经烟囱清洁排放, 处理效率达80%。

因此, 沥青罐排气口呼吸废气中进入烟气收集系统进行处理后, 施工期沥青烟排放总量为0.931t, 排放速率0.111kg/h; 苯并[a]芘排放总量为48.421g, 排放速率0.00001kg/h。

表 5.6.5-2 沥青混凝土拌和系统有组织 P_{max} 预测结果表

污染源名称		污染物名称	评价标准 (μg/m ³)	最大地面浓度 C _{max} (μg/m ³)	最大占标率 P _{max} (%)
沥青混凝土	矿粉筒仓排	PM ₁₀	450	0.0231	0.0051

污染源名称		污染物名称	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最大地面浓度 C_{max} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最大占标率 $P_{\text{max}}(\%)$
拌和系统	气口废气				
	振动筛分废气	PM_{10}	450	17.8890	3.9753
	沥青罐区排气口	苯并[a]芘	0.0075	0.0006	7.7443

注： PM_{10} 、苯并[a]芘无 1h 平均质量浓度限制，分别按 3 倍日平均限制折算，分别取 $450\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $0.0075\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

根据估算模型计算结果显示，在正常工况下，沥青拌合系统有组织排放大气污染物各因子均满足相应标准，各类污染因子最大占标率 $1\% < P_{\text{max}} = 7.7443\% < 10\%$ ，对应落地浓度 $0.0006\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。故在落实烟尘、烟气冷凝回收、活性粉吸附、脉冲袋式除尘器、密闭运输等措施后，对周边环境空气质量影响有限。且项目周围无大的障碍物，通风条件良好，有利于污染物的扩散，环评建议定期对废气处理系统设备进行检修，一旦发现设备有损坏，则应立即停产，待废气处置设备恢复运行后再行生产。

5.6.6 机械及燃油废气影响

施工使用的各类运输车辆及燃油动力机械消耗油料会产生一定量废气，施工燃油使用总量为 76719t，根据工程施工进度及强度，估算污染物 NO_x 总排放量为 3702.69t。

施工期机动车辆及机械燃油废气污染源多为流动性、间歇性污染源，且工程区环境空气本底状况良好，加之地形作用，对污染物稀释吹散作用强烈，环境空气污染物的排放会随施工活动的停止而停止，总体上燃油废气对大气环境的影响仅限于施工现场及临近区域，具有污染范围小、程度轻的特点。

根据同类工程施工经验，动力机械燃油废气对 20~50m 范围以内影响相对较大，在此范围内无居民点分布，影响对象主要为现场施工人员，根据经验施工采用符合环保标准的机械设备和高品质柴油，对施工机械尾气排放加装过滤装置，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，可有效降低 NO_x 的排放。

5.6.7 交通运输扬尘影响

场内交通道路在重型施工车辆机械反复碾压下，易发生扬尘。据经验，车辆行驶产生的扬尘在同样路面条件下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速下，路面条件越差扬尘量越大。根据资料，施工过程中车辆行驶产生的扬尘约占施工总扬尘量的 60%以上，一辆载重 30t 的汽车，在时速小于 60km 的情况下，估算其扬尘排放强度约为 $1500\text{mg}/\text{s}$ 。

此外运输物料泄漏也是产生扬尘的因素之一，其中水泥是最易在运输过程中产生

扬尘的。若运输装卸不当，会产生物料扬尘。

根据同类环境和工程施工现场监测，施工道路扬尘具有明显的局地污染特征，其影响范围一般在宽 15~50m、高 4~6m 的空间内，浓度可达 3.17~4.26 mg/m³，大风天气影响范围要宽得多，但随距离增加交通运输扬尘浓度迅速降低。

根据水电工程施工经验，可采取增加洒水频率和控制车速的方式来减少扬尘量，将其控制在可接受范围内；施工道路沿线无居民点等保护目标分布，受影响对象主要为施工人员。

5.6.8 食堂油烟影响

施工期上、下水库承包商营地分别设食堂，食堂规模为大型，使用煤气和电。

上水库承包商营地高峰期约有 1200 人就餐，下水库承包商营地高峰期约有 2200 人就餐。取食用油耗油系数为 2kg/(100 人·d)，烹饪过程油的挥发损失量取 3%，每个灶头油烟量按 4000m³/h 计，每天使用 6h。施工期食堂设置去除效率不低于 85% 的油烟净化设施。

表 5.6.8-1 食堂油烟排放情况表

营地	油耗量 (t/d)	油烟产生量 (t/d)	产生浓度 (mg/m ³)	油烟排放量 (t/d)	排放浓度 (mg/m ³)
上水库承包商营地-1200 (灶头 7)	0.024	0.000720	4.29	0.000108	0.642857
下水库承包商营地 1-1100 (灶头 6)	0.022	0.000660	9.17	0.000099	1.375000
下水库承包商营地 2-1100 (灶头 6)	0.022	0.000660	9.17	0.000099	1.375000

经计算，施工期各食堂油烟排放经油烟净化设施处理后，油烟排放浓度均小于 2.0mg/m³。满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）中大型标准。

5.6.9 水处理厂污泥

根据工程分析，运行期年取水量为 177.35 万 m³，年产生泥沙总量为 0.66 万吨，污泥产生后含水率较高，不易发生扬尘污染；干化后资源利用，对环境空气影响较小。

5.7 声环境影响评价

5.7.1 施工期

5.7.1.1 噪声源强

根据工程枢纽布置方案和施工总布置情况，工程按区域可分为上库施工区、下库施工区、施工道路区和大型临时工程区（包括砂石料加工系统、混凝土拌和系统、综

合加工厂以及渣、表土堆存场等)。工程施工噪声源主要包括挖掘机、装载机、混凝土拌和系统、砂石料加工等相对固定连续声源噪声以及交通噪声等流动线声源。根据同类型工程施工噪声监测数据,各工区最大噪声源源强统计见前文表 3.2.4-1。

5.7.1.2 计算模型

本次评价根据各噪声源情况分固定声源和流动声源分别进行预测分析。

(1) 固定声源

采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJT2.4-2021)中推荐的无指向性点声源半自由声场几何发散衰减模式,计算公式如下:

$$L_A(r) = L_{WA} - 20 \lg(r) - 8 \quad (\text{式} 5.7.1-1)$$

式中: $L_A(r)$ — 距声源为 r 距离辐射面上的声压级, dB;

L_{WA} — 声源的声压级, dB;

r — 测点与声源的距离, m。

(2) 流动声源

采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJT2.4-2021)中推荐的道路交通运输噪声预测基本模型,计算公式如下:

$$L_{eq}(h)_i = (\overline{L_{OE}})_i + 10 \lg \left(\frac{N_i}{V_i T} \right) + 10 \lg \left(\frac{7.5}{r} \right) + 10 \lg \left(\frac{\psi_1 + \psi_2}{\pi} \right) + \Delta L - 16 \quad (\text{式: } 5.7.1-2)$$

式中: $L_{eq}(h)_i$ — 第 i 类车的小时等效声级, dB(A);

$(\overline{L_{OE}})_i$ — 第 i 类车速度为 V_i , km/h; 水平距离为 7.5m 处的能量平均 A 声级, dB(A);

N_i — 昼间, 夜间通过某个预测点的第 i 类车平均小时车流量, 辆/h;

r — 从车道中心线到预测点的距离, m; 适用于 $r > 7.5\text{m}$ 预测点的噪声预测;

V_i — 第 i 类车的平均车速, km/h;

T — 计算等效声级的时间, 1h;

ψ_1 、 ψ_2 — 预测点到有限长路段两端的张角, 弧度;

ΔL — 由其他因素引起的修正量, dB(A)。

(3) 爆破噪声

1) 声压预测模式

$$\Delta P = H(Q1/3/R) \beta \quad (\text{式: } 5.7.1-3)$$

式中： ΔP ——爆破冲击波阵面上超压值，即声压，Pa；

H——与爆破场地条件有关的系数；

β ——空气冲击波衰减指数；

Q——装药量，kg；

R——自爆破中心到测点的距离，m。

2) 声压级预测模式

$$L_p = 20 \log (\Delta P / P_0) \quad (\text{式: 5.7.1-4})$$

式中： L_p -声压级，dB；

P_0 -基准声压， $P_0 = 2 \times 10^5 \text{Pa}$

3) 距离衰减模式

$$\Delta L = 10 \log (1/4 \pi r^2)$$

$$L_r = L_0 + \Delta L \quad (\text{式: 5.7.1-5})$$

式中： ΔL ——噪声衰减量

r——预测点距声源的距离，m。

L_r ——预测点噪声影响值，dB

L_0 ——声源噪声值，dB

5.7.1.3 固定声源预测结果

根据工程分析中的噪声源源强数据，计算各施工区边界噪声值，结果详见表5.7.1-1，各施工工厂仅在昼间施工，因此场界噪声可以满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中昼间标准70dB（A）限值。

表 5.7.1-1 各施工区厂界主要固定连续噪声源衰减预测表 单位：dB(A)

序号	声源		源强	至不同距离噪声值						
				20	40	60	80	100	150	200
1	上库	混凝土拌和区	104	68.0	62.9	59.7	57.4	55.6	52.1	49.8
2		开挖区	95	59.0	53.9	50.7	48.4	46.6	43.2	40.8
5		综合加工厂	85	49.0	43.9	40.7	38.4	36.6	33.2	30.8
6		金属结构拼装	80	44.0	38.9	35.7	33.4	31.6	28.1	25.8
7	下库	砂石加工区	115	79.0	73.9	70.7	68.4	66.6	63.2	60.8
8		混凝土拌和区	104	68.0	62.9	59.7	57.4	55.6	52.1	49.8
9		钢管加工厂	90	54.0	48.9	45.7	43.4	41.6	38.2	35.8
10		综合加工厂	85	49.0	43.9	40.7	38.4	36.6	33.2	30.8

序号	声源	源强	至不同距离噪声值						
			20	40	60	80	100	150	200
12	金属结构拼装	80	44.0	38.9	35.7	33.4	31.6	28.1	25.8

建筑施工场界环境噪声排放标准（GB12523-2011）：70（昼）、55（夜）

根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），施工场界噪声限值为昼间 70 dB(A)，夜间 55 dB(A)。各爆破作业区的爆破噪声将使场界噪声产生瞬时超标现象；其他声源衰减至场界后，昼间噪声满足场界噪声限值。因此施工噪声主要对施工人员产生影响。施工区周边野生动物具有自动迁徙的能力，施工噪声对野生动物的影响较小。

5.7.1.4 流动声源预测结果

根据工程施工强度，施工高峰期昼间按车流量 24 辆/h、车速 20km/h，夜间按车流量 7 辆/h、车速 15km/h 计算，按最不利情况取最大噪声源强，计算结果见表 5.7.1-2。

表 5.7.1-2 施工道路两侧交通声源衰减预测表 单位：dB(A)

工区	噪声源强	时段	至不同距离噪声值（m）							
			10	20	30	40	50	100	150	200
施工道路区	90	昼间	63.25	60.24	58.48	57.23	56.26	53.25	51.49	50.24
		夜间	57.87	54.86	53.10	51.85	50.88	47.87	46.11	44.86

《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）：昼间 70，夜间 55

由上表可以看出，施工道路区交通噪声昼间衰减至路两侧 10m、夜间至路两侧 20m 时，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。

据现场调查，工程下库进场道路北侧 738m 有一处净土寺，南侧 400m 有一处极乐寺，对该段道路区流动声源的噪声贡献值、噪声背景值进行叠加，经计算，上述道路区段场界周边声环境保护目标噪声预测结果见表 5.7.1-3。

表 5.7.1-3 交通噪声对工程区敏感目标的影响计算结果表 单位：dB(A)

噪声产生区域	敏感点	源强	最近距离	背景值		贡献值	
				昼	夜	昼	夜
下库进场道路	净土寺	90	北侧 738m	50	45	16.79	8.77
	极乐寺	90	南侧 400m	51	42	21.05	13.03

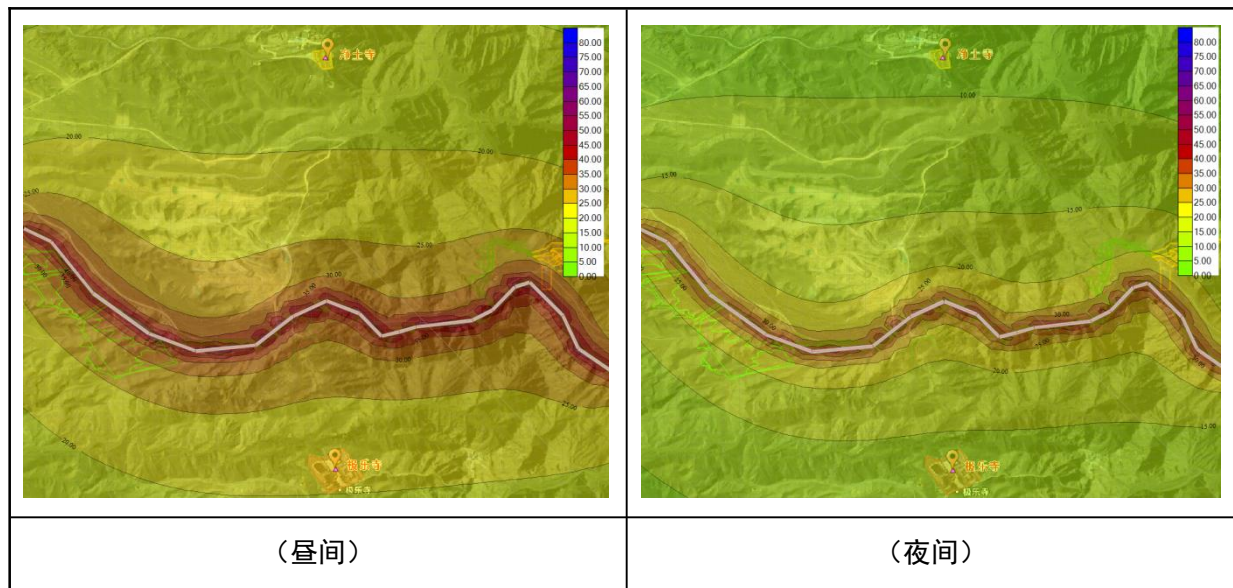


图 5.7.1-1 下库进场道路噪声敏感点贡献值等声级线图

由表 5.7.1-3 和图 5.7.1-1 可以看出：昼、夜间净土寺、极乐寺处均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，交通运输对周边环境敏感目标基本无影响。

5.7.1.5 爆破噪声影响预测

（1）噪声源强分析

爆破采用微差爆破方式，爆破噪声比传统方式要小，声源源强根据爆破声压级计算约为 110dB。

（2）预测结果及分析

露天爆破只在白天 9:00-17:00 进行，距离爆破区不同距离处噪声衰减值结果统计见表 5.7.1-4。

表 5.7.1-4 各施工区噪声预测值一览表单位：dB（A）

与声源距离（m）	50	80	120	150	200	250	300	350	400	450
爆破影响声强 110dB	77.1	73.0	69.5	67.5	65.0	63.1	61.5	60.2	59.0	58.0

从表 5.7.1-4 可以看出，距离爆破点 120m 处可达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 4a 类昼间标准（70dB（A））限值要求，350m 处即可达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类昼间标准（60dB（A））限值要求。本工程爆破区 350m 范围无居民区等声环境敏感点分布，同时受山体屏蔽和距离衰减作用，爆破产生的间断噪声对周围声环境影响较小。

5.7.2 运行期

运行期噪声源主要为发电厂房内的发电（水轮机）机组，设备噪声源强约 85～

108dB (A)。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。运行期工程厂界声环境可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》2类区限值要求，工程运行基本不会对周边声环境产生大的环境影响。

5.8 固体废弃物影响评价

5.8.1 施工期固体废物影响

施工期固体废物主要由弃渣、生活垃圾和浮油、含油污泥及含油废纸等组成。

(1) 弃渣

根据土石方平衡，工程只设置上下库连接路弃渣场，位于上下库连接路1号中桥东侧沟道内。堆存容量约150.50万 m^3 ，占地约7.89万 m^2 ，主要堆存138.589万 m^3 场内道路弃渣。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) 生活垃圾

施工期生活垃圾主要为食物残渣、废纸、废塑料等。本项目施工期平均人数为3542人，施工总工期71个月，按每人每天产生0.6kg/d垃圾计算，再考虑施工期服务人员等人数以1.2倍计，施工期产生生活垃圾总量约为5432t。生活垃圾如不妥善处理，将会对周边环境卫生产生严重污染。为保护施工区周边的环境卫生，减少环境污染，设计中对生活垃圾采取定点存放、定时清运的处理方案进行妥善处理。在改善工程措施和治理措施的前提下，生活垃圾对环境影响很小。

(3) 危险废物影响

施工辅企生产过程中产生一定数量的废弃物，若露天堆放锈蚀、腐烂后不仅造成物资财产的损失，也会对周围土壤、水体等造成污染，故应加强管理、及时回收利用。机械修理及综合加工厂隔油池产生的浮油、含油污泥及含油废纸等属于危险废物，根据《国家危险废物名录》（2025年版），属于HW08废矿物油与含矿物油废物，废物代码为900-210-08和900-214-08，须设置危废暂存间用铁桶进行贮存，委托有资质单位进行统一处理。

(4) 水处理厂污泥

根据工程分析，施工期总取水量为1040.98万 m^3 ，产生泥沙总量为3.86万吨。初期蓄水期总取水量为1176万 m^3 ，产生泥沙总量为4.36万吨。去除水中泥沙的处理过程中环保要求采用环保型絮凝剂。污泥产生后现场进行临时贮存，定期采用汽车拉运

方式，运往下库坝后压坡，对环境的影响较小。

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

电站运行期业主管理运行人员最多约 100 人，按每人每天产生 0.6kg/d 垃圾计算，运行期生活垃圾日产生量为 0.06t，年产生量为 21.9t。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。电站平均每年产生油泥约 6m³，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) 生活污水处理站污泥

运行期业主营地继续使用施工期建的生活污水处理站，处理站污泥定期清掏，由清掏单位拉走用作农家肥，对环境影响较小。

(4) 水处理厂污泥

根据工程分析，运行期年取水量为 177.35 万 m³，年产生泥沙总量为 0.66 万吨，去除水中泥沙的处理过程中环保要求采用环保型絮凝剂。污泥产生后现场进行临时贮存，定期综合利用，对环境的影响较小。

5.9 土壤环境影响分析

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，引起土壤破坏和土地物质的移动、流失。本项目库盆开挖、永久建筑物占地等破坏表土 38.48 万 m³（自然方），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。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

电站运行期业主管理运行人员最多约 100 人，按每人每天产生 0.6kg/d 垃圾计算，运行期生活垃圾日产生量为 0.06t，年产生量为 21.9t。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。电站平均每年产生油泥约 6m³，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) 生活污水处理站污泥

运行期业主营地继续使用施工期建的生活污水处理站，处理站污泥定期清掏，由清掏单位拉走用作农家肥，对环境影响较小。

(4) 水処理厂污泥

根据工程分析，运行期年取水量为 177.35 万 m³，年产生泥沙总量为 0.66 万吨，污泥产生后现场进行临时贮存，定期综合利用。临时贮存场地按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）要求进行建设，设置防渗系统、雨污分流系统，干化后，及时合理处置，对土壤环境影响较小。

5.9.3 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

采用以下公式计算土壤盐化综合评分值（Sa），具体如下：

$$Sa = \sum_{i=1}^n Wx_i \times Ix_i$$

式中：n—影响因素指标数目；

Ix_i —影响因素 i 指标评分；

Wx_i —影响因素 i 指标权重。

(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 5.9.3-1。

表 5.9.3-1 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）	$GWD \geq 2.5$	$1.5 \leq GWD < 2.5$	$1.0 \leq GWD < 1.5$	$GWD < 1.0$	0.35
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

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水位明显提升，工程建成后库区两侧地下水埋深仍将大于 2.5m，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据气象统计资料，项目区平均降水量为 174.1mm、多年平均水面蒸发量为 1864.5mm，干燥度（蒸降比值）（EPR）为 10.7（大于 6），土壤盐化影响赋值为 6 分。

根据土壤环境质量监测结果，工程区土壤含盐量为 0.1~0.6g/kg，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据地下水水质监测结果，工程区地下水溶解性总固体含量为 0.552~1.438g/L，地下水溶解性总固体（TDS）<2g/L，土壤盐化影响赋值为 2 分。

根据土壤理化特性调查结果，工程区域土壤主要为壤土和砂土，土壤盐化影响赋值为 4 分。

(3) 土壤盐化影响预测

根据土壤盐化影响因素赋值及权重，土壤盐化综合评分值

$Sa=6\times0.25+4\times0.15+4\times0.1=2.5$ ，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，因此，项目建成后库区周边土壤不会发生土壤盐化，对土壤影响较小。

5.10 建设征地及移民安置影响评价

本项目建设征地面积为 5564.61 亩，大部分为草地，面积为 5437.00 亩。根据调查，项目占地区涉及的村庄第一产业以农业为主。因 2000 年开始当地政府实施全面“封山禁牧”政策，到目前为止峡口镇各村已无牧业人口，所以项目建设所征收的天然草地并不是当地农民赖以生存的生产资料，对当地居民的生产生活没有影响。

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。输电线路等专项复建工程的建设将对周围环境产生一定影响，不过专项复建规模很小，安置活动对环境的影响都较轻微。规划对涉及青铜峡抽蓄公司的 6.49 亩工业用地进行一次性补偿处理。规划对涉及牛首山风电场的部分土地、基础设施和生产设备采取一次性补偿自行迁建的处理方案。对环境的影响较小。

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 风险源调查

本项目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。本项目施工现场不设炸药库和油库，施工使用炸药和油料全部外运。

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施工危险品运输事故风险、水质污染风险，以及生态风险。

（1）危险品运输风险

项目施工期间爆破作业会用到大量炸药、雷管；施工机械和运输车辆等需持续使用柴油、汽油等油料。这些材料均需要从外界运输至施工现场，运输过程中可能会发生这些危险品的爆炸、燃烧和泄漏等。

（2）污废水排放

项目建设期间的生产废水主要包括砂石料加工系统废水、混凝土拌和系统废水、机修废水、隧洞开挖排水等，生活污水主要是施工营地生活污水。各类生产废水和生活废水经处理后全部回用，不排入黄河，在处理系统正常运行情况下对河道水质不会造成影响，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，进而对黄河水体水质造成影响。生产废水以砂石料加工系统废水为主，其他废水量很小。

（3）生态风险

项目建设期间和建设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。本项目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态风险。

6.2.2 环境敏感目标调查

项目区位于青铜峡水库库区右岸，且项目区距离青铜峡库区湿地自治区级自然保护区、青铜峡库区国家重要湿地、黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区等环境敏感区较近，项目可能会对环境敏感区水体水质造成一定的影响。

6.3 环境风险预测及评价

6.3.1 危险品运输风险预测及评价

项目施工期间运输的危险品主要有炸药、雷管和油料，运输过程中的风险类型为泄漏和爆炸。危险品运输事故如若发生爆炸、泄漏或引发火灾，会对事故道路交通造成一定的影响，对项目区植被造成一定的破坏；项目区运输道路距河道较远，事故发生时不会对河道水体造成影响。

炸药、雷管和油料运输均是本项目交通运输管理重点，事故防范措施严密，根据其他抽水蓄能电站项目情况，发生运输事故的概率很小。

6.3.2 污废水事故排放风险预测及评价

（1）事故可能性

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，工程建设期间各类污废水均进行处理，不排入河道，在各处理系统正常运行情况下对黄河水质不会造成影响。但在系统事故情况下废水进入河道，可能对水体水质造成影响，进而对河段产生不利影响。工程建设期间最大的废水来源是砂石料系统冲洗废水，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。

施工期砂石料系统冲洗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等。

（2）事故排放后果计算

根据工程分析，砂石料加工系统高峰期废水排放量为 $232\text{m}^3/\text{h}$ ，废水中 SS 平均浓度约为 30000mg/L 。

假设在工程施工期间因管理不当或设备出现故障，发生了砂石料冲洗废水事故排放，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）推荐，评价河概化为宽潜型平直恒定均匀河流，采用二维稳态混合模式（连续稳定排放）进行预测，不考虑岸边反射影响。

$$C(x, y) = C_h + \frac{m}{h\sqrt{\pi E_y u x}} \exp\left(-\frac{uy^2}{4E_y x}\right) \exp\left(-k \frac{x}{u}\right)$$

式中：

$C(x, y)$ — (x, y) 点污染物浓度 (mg/L)；

C_h —河流上游污染物浓度 (mg/L)，根据文献资料，黄河宁夏段水体悬浮物平均含量为 382mg/L；

E_y —污染物横向扩散系数 (m²/s)，取估算值 0.09；

m —污染物排放速率 (g/s)，取 1933；

u —断面平均流速 (m/s)，取 0.29；

k —污染物综合衰减系数 (s⁻¹)，取 0.2；

h —断面水深 (m)，取平均值 8m；

x, y —迪卡尔坐标系的坐标 (m)。

采用上述模型按最不利情况，即采用高峰排放量对黄河枯水期水质进行预测，预测结果详见表 6.3.2-1。

表 6.3.2-1 砂石料加工系统下游不同距离处 SS 沿程变化表 单位：mg/L

x/y (m)	1.00	50.00	100.00	150.00	200.00	250.00	285.00
1.00	96886	2606	382	382	382	382	382
100	9958	9718	8977	7979	7031	6416	6286
1000.00	4429	4544	4639	4713	4764	4792	4797
2000.00	3129	3179	3221	3253	3275	3288	3290
3000.00	2244	2271	2292	2309	2320	2326	2328
4000.00	1637	1653	1665	1675	1682	1686	1686
5000.00	1185	1196	1204	1210	1215	1217	1218
6000.00	834	841	847	851	854	856	856
7000.00	553	558	562	565	568	569	569
7700.00	388	392	395	398	399	400	400
7800.00	382	382	382	382	382	382	382

根据表6.3.2-1，如果砂石料加工系统废水不经过任何处理排放，排水口下游100m处SS浓度高达9958mg/L，并扩散至河道全横断面。在下游7800m处河道水体SS逐渐降至382mg/L，恢复天然状况，由此可见高悬浮物废水排放会对黄河水质产生较明显的影响。且本工程位于Ⅱ类水功能区，一旦发生污废水事故泄漏排放可能对本河段水质和水功能造成较大的不利影响。

根据施工期事故排放预测结果，砂石料加工系统废水处理系统若发生事故，未经处理即排放到河流中，将对下游河道水质造成较大影响，若经处理后达到回用标准发

生事故排放，则对下游河道水质影响相对较小。因此，必须采取事故工况下废水收集暂存的应急处理措施，禁止废水排入黄河。

6.3.3 生态风险预测及评价

(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的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。

6.4 环境风险防范措施

6.4.1 危险品运输安全防护措施

(1) 炸药、雷管运输过程中须严格遵守危险品运输的有关规定，炸药不得将炸药和雷管混装运输，确保不造成环境危害。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 在宿舍、办公室、休息室内严禁存放易燃易爆物品。

(7) 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，严禁钢制工具敲打、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

料的运输需专用的运输单位并使用专用设备进行运输。

(8) 进行施工消防、人员疏散、搜救、急救演习。

6.4.2 废水事故排放防范措施

(1) 在砂石料加工废水处理系统场地内设置事故池，按容纳 1 小时废水量计，水池容积 232m³，池尺寸为 10m×6m×4m，池壁及底部进行混凝土防渗处理。此外混凝土拌合废水处理系统、生活污水处理系统的沉淀池、清水池也可兼作事故池使用，一旦发生处理系统故障，立刻将已产生的废污水储存进事故池或沉淀池。

(2) 废水处理系统若出现故障，相关生产系统应立刻停产，并及时检查废水处理系统，排除故障后方可恢复运行。

(3) 日常工作中强化对水处理系统的运行管理，加强设备的维护，尽可能避免设备出现故障。

(4) 做好废污水处理系统出水水质监测工作，一旦发现出水水质不稳定或超标，应停止系统生产，检修废水处理设施。

(5) 施工高峰期做好下游河段水质监测。出现地表水质超标时，应立刻通知青铜峡水库管理部门，并采取措施补救。

6.4.3 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，不得放入黄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。

6.5 风险事故应急预案

6.5.1 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《宁夏回族自治区人民政府突发公共事件总体应急预案》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

特别重大或者重大突发公共事件发生后，要立即报告上级应急指挥机构并通报有关地区和部门，最迟不得超过 4 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。

6.5.2 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。

本工程事故应急应纳入宁夏回族自治区吴忠市和中宁市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、青铜峡库区湿地自治区级自然保护区和黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区。应急事件包括火灾、爆炸、废污水事故排放及地震、滑坡等自然灾害。

(2) 应急组织机构

应急领导机构为吴忠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。

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

1) 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。

2) 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。

3) 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练，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

对可能受事故影响范围内居民和施工人员进行宣传教育，并即时发布相关信息。

6.6 环境风险评价结论与建议

本项目主要环境风险因素为砂石料加工等废水事故排放，排放主要污染物为 SS，对环境的影响较轻，通过采取相应措施和环境风险应急预案后，在发生突发性事故可能造成的环境影响和对环境敏感目标的影响可避免，建设项目环境风险可防控。

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

牛首山东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环境环保规划协调一致；

(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、减缓牛首山东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、周边敏感区、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，达到响应标准后综合利用，禁止排入黄河；

(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、扬尘采取湿法生产、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，外运至青铜峡市垃圾填埋场的处理措施；

(5) 优化工程布置，减少占地和植被破坏，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) 针对项目蓄水及补水运行期项目取水对水生生态的影响，采取取水口拦鱼设施防护、珍稀物种救护与人工繁育研究、增殖放流渔业资源补偿、加强监督管理、生态环境监测等措施；

(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) 对于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见附图 26。

7.3 水环境保护措施

7.3.1 施工期废污水处理措施

考虑河段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，杜绝污废水向青铜峡库区河段排放。

7.3.1.1 砂石料加工系统废水处理

(1) 废水特性

牛首山东抽水蓄能电站下库砂石加工系统布置在下水库右侧。根据工程分析，砂石料加工系统的废水产生量为 $232\text{m}^3/\text{h}$ 。系统废水中主要污染物为悬浮物，根据工程砂石料源特性、加工生产方法，并借鉴一些已建和在建电站的现场采样实测资料，废水中 SS 浓度约为 50000mg/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/T1049-2021) 中对砂石加工废水的要求确定——“砂石加工、混凝土生产等产生的废水应进行适当处理后回收利用或达标排放，回收利用水的悬浮物含量不应大于 100mg/L ，处理后排放水体应符合国家现行标准的规定”。由于项目所处河段水域环境功能为 II 类，砂石料生产废水需进行处理后全部回用，处理水水质按 SS 小于 100mg/L 控制。

(3) 处理方案

方案一：采用高效净化器处理，处理工艺流程见图 7.3.1-1。目前我国的高效污水净化器已经成功应用于煤炭、火电等行业，其中煤炭行业的废水悬浮物含量可达

30000mg/L~60000mg/L 煤泥水，处理后悬浮物的 10 mg/L~50mg/L。砂石料加工系统冲洗废水水量、悬浮物浓度近于煤炭行业的含煤废水量，沉降性能优于含煤废水，其中向家坝、糯扎渡等大型水电站建设期砂石料加工系统采用该处理工艺后，处理效果稳定，水质可满足回用要求。该工艺的核心是集离心分离、重力沉降、动态过滤和污泥浓缩于一体的净化设备。废水经管道收集后首先进入调节池，经泵提升，在与絮凝剂、助凝剂初步混合后进入高效净化器。在净化器内，废水中的悬浮物在重力、离心力和过滤的共同作用下从水中分离出来。净化后的水从净化器顶部排出至清水池储存并回用。浓缩的污泥从净化器底部定时或连续排出，在污泥池中经重力浓缩后，用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，可处理高浓度废水，具有悬浮物去除效率高，耐冲击负荷，运行稳定性好，排泥速度快，污泥浓缩度较高，污泥处理量较小，占地面积少，设备化程度高，可重复拆装使用等特点；相对于自然沉淀法和混凝沉淀法，该处理工艺设备较多，系统运行费用高，对人员操作管理要求高，当来水量较大时，位于设备顶部的滤料容易被水流带出，影响出水水质。

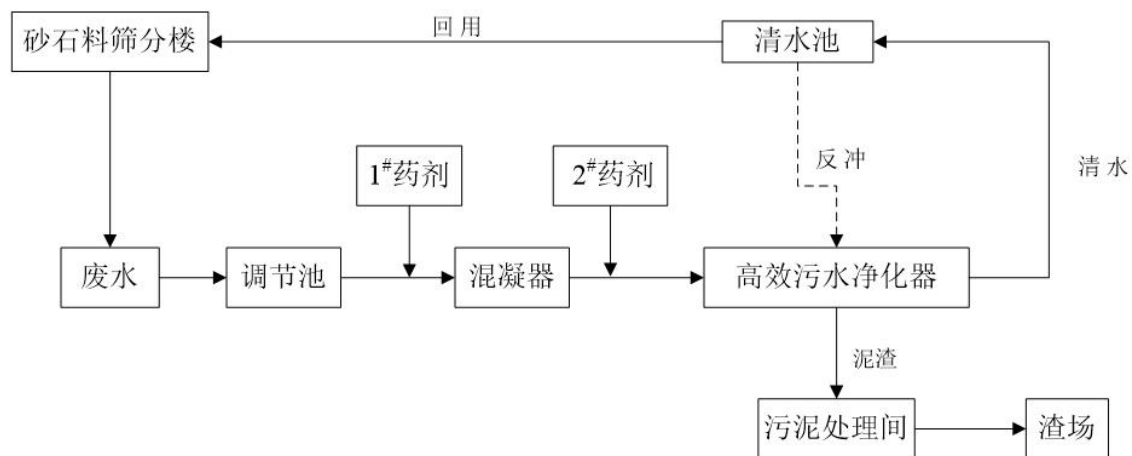


图 7.3.1-1 高效净化器处理工艺流程图

方案二：采用高效深锥反应器处理，处理工艺流程示意图见图 7.3.1-2，工艺设计图见附图 27。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。相对于高效沉淀器，该设备内部结构相对简单，不易的堵塞，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高效沉淀器较低。

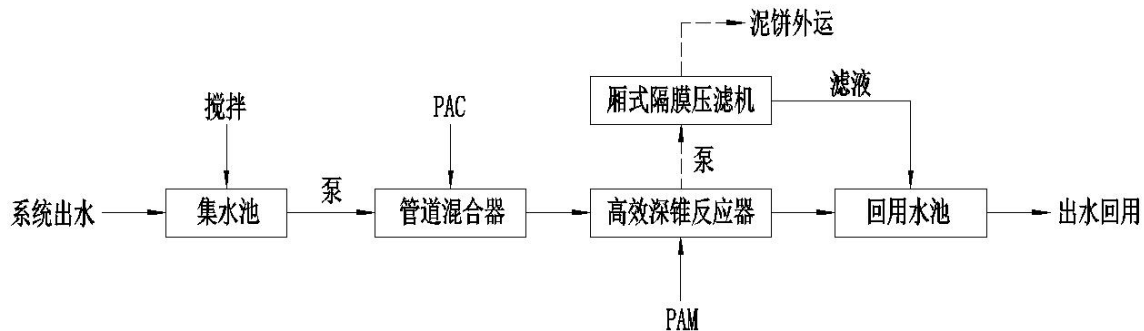


图 7.3.1-2 高效深锥反应器处理工艺流程图

综合考虑以上各处理工艺特点，结合本项目实际情况，推荐采用方案二高效深锥反应器作为砂石料加工系统废水处理工艺。

（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，平面布置图见附图 28。

（5）主要构筑物及设备

根据本项目实际，在下库设置砂石料加工系统废水处理设施 1 套，处理能力为 250m³/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、事故水池、污泥脱水间等，主要构筑物尺寸及工程量见表 7.3.1-1，主要设备见表 7.3.1-2。

表 7.3.1-1 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	尺寸 (m)	单位	数量
1	调节池	10.0×7.0×4.0	座	1

序号	名称	尺寸 (m)	单位	数量
1.1	土方开挖		m ³	759.79
1.2	土方回填		m ³	323.50
1.3	垫层 C20砼		m ³	12.28
1.4	池体 C30砼		m ³	108.81
1.5	钢筋制作及安装		t	14.09
1.6	1:2.5防水砂浆 厚20mm		m ²	314.40
2	回用水池	15.0×10.0×4.0	座	1
2.1	土方开挖		m ³	1461.14
2.2	土方回填		m ³	622.11
2.3	垫层 C20砼		m ³	22.54
2.4	池体 C30砼		m ³	172.85
2.5	钢筋制作及安装		t	22.39
2.6	1:2.5防水砂浆 厚20mm		m ²	475.71
3	高效深锥反应器基础	Φ8.0×0.5	座	1
3.1	土方开挖		m ³	38.17
3.2	土方回填		m ³	7.71
3.3	垫层 C20砼		m ³	6.34
3.4	基础 C30砼		m ³	30.16
3.5	钢筋制作及安装		t	3.91
4	压滤机平台及脱水间	16.9×11.9×8.5	座	1
4.1	土方开挖		m ³	326.38
4.2	土方回填		m ³	40.29
4.3	垫层 C20砼		m ³	36.49
4.4	设备平台 C30砼		m ³	371.76
4.5	钢筋制作及安装		t	58.37
4.6	1:2水泥砂浆 厚20mm		m ²	251.76
4.7	压滤机脱水间		m ²	314.34
5	设备控制间	12.0×6.0×4.5	间	1
5.1	土方开挖		m ³	28.32
5.2	土方回填		m ³	4.67
5.3	柱基础 C25砼		m ³	1.92
5.4	设备控制间地坪 C25砼		m ³	22.21
5.5	1:2水泥砂浆 厚20mm		m ²	111.05
5.6	控制间		m ²	86.40
5.7	排水地沟	0.3×0.2	m	15.00
5.8	设备基础 C25砼		m ³	7.20
6	事故池	15.0×10.0×4.0		
6.1	土方开挖		m ³	1461.14
6.2	土方回填		m ³	622.11

序号	名称	尺寸 (m)	单位	数量
6.3	垫层 C20砼		m ³	22.54
6.4	池体 C30砼		m ³	172.85
6.5	钢筋制作及安装		t	22.39
6.6	1:2.5防水砂浆 厚20mm		m ²	475.71

表 7.3.1-2 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
1	调节池提升泵	潜水渣浆泵, 流量: 250m ³ /h, 扬程: 25m, 功率22kw, 带自耦装置, 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	DN150, 一体式, 流量范围: 0~300m 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: 250m ³ /h, 外形尺寸: Φ6.0m×10.4m, 碳钢防腐	套	1	
6	回用水泵	潜污泵, 流量: 150m ³ /h, 扬程: 20m, 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: 20~70m ³ /h, 扬程: 35~75m, 功率: 22kw	台	2	1用1备
9	厢式隔膜压滤机	过滤面积: 450m 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: 315L/h, 压力: 5bar, 功率: 0.55kw, 泵头材质PVC; 搅拌机: 转速: 80rpm, 功率: 1.1kw, SUS304	套	1	2罐2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: 1000L/h, 不锈钢材质; 加药泵 (螺杆泵), 流量: 0.5m ³ /h, 压力: 0.6MPa, 功率: 0.55kw, 2台	套	1	配套管道、阀门、液位计等
12	CD1型电动葫芦	起吊重量: 2.0T, 起吊高度: 9m	个	2	
13	工艺管道阀门	与处理系统配套	批	1	
14	保温及伴热材料	与处理系统配套	批	1	
15	电气控制系统	含电控柜、电线电缆等; 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。

7.3.1.2 混凝土拌和系统废水处理

(1) 废水特性

牛首山东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 $24\text{m}^3/\text{d}$ 、 $36\text{m}^3/\text{d}$, 日产生的废水共 $60\text{m}^3/\text{d}$ 。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 $2000\text{mg/L}\sim 5000\text{mg/L}$ 。

(2) 处理目标

项目所处河段水域环境功能为II类, 废水经处理后重复使用作为拌和站地面及搅拌仓的清洗用水, 不得外排。

(3) 处理方案

混凝土拌和系统废水处理常用的工艺有自然沉淀和絮凝沉淀。

方案一: 自然沉淀法

采用自然沉淀池的方式进行沉淀处理后, 上清液可回用于拌和罐冲洗或场地冲洗, 干化的泥渣运往弃渣场。当处理规模不大时, 该处理方案实际运行处理效果较好。简易自然沉淀工艺流程如图 7.3.1-3。

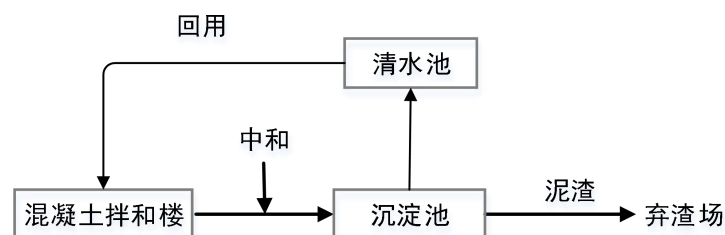


图 7.3.1-3 自然沉淀法工艺流程图

方案二：混凝沉淀法。

混凝土拌和系统产生的废水首先进入沉渣池收集，以沉淀水中夹带的混凝土块状颗粒物等粒径较大的杂物，之后自流进入 pH 调节池，向池中加入草酸以调节废水的 pH 在 6-9 之间，保证后续混凝反应正常进行。经调节后的废水进入中间水池，通过提升泵进入高效沉淀器，同时向水中加入絮凝剂 PAC、助凝剂 PAM，使废水中的悬浮颗粒与投加的药剂充分混合形成较大的絮状体并在重力作用下进行泥水分离，处理后的清液排出至清水池储存并回用。系统产生的污泥排至污泥池中，经重力浓缩后，用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，可处理水量大、高浓度的来水，具有悬浮物去除效率高，耐冲击负荷，可进行连续处理，出水水质好，运行稳定性好，设备化程度高等特点。混凝土拌和系统冲洗废水处理工艺流程如图 7.3.1-4。

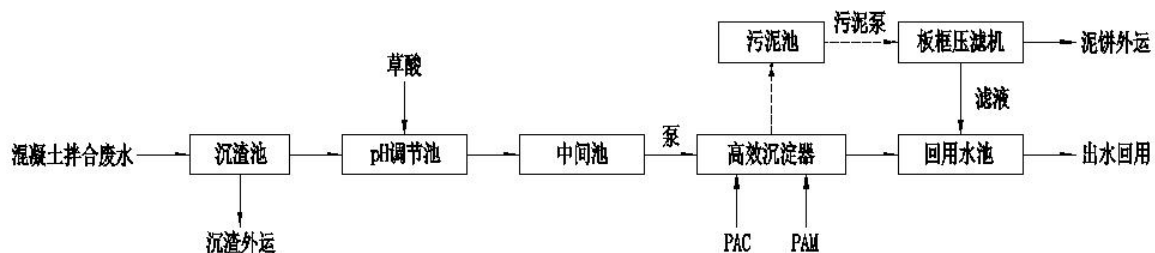


图 7.3.1-4 混凝土拌和系统废水处理工艺流程图

综合考虑以上两种处理工艺特点，结合本项目所在区域地表水环境质量标准要求较高，推荐采用方案二混凝沉淀法作为混凝土拌和系统废水处理设计工艺。

(4) 平面布置

根据本项目施工总体布置方案，下库混凝土拌和站就近布置于砂石料加工系统旁。为节省混凝土拌和系统废水处理设施的投资及占地，下水库混凝土拌和系统废水可综合纳入砂石料加工系统废水处理设施一并处理。考虑在拌和楼附近设置沉渣池、pH 调节池、中间池和回用水池等构筑物，以便于对废水进行收集、预处理和回用，并将预处理后的废水通过水泵加压输送至砂石料加工系统废水处理设施进行加药沉淀等后续处理，处理后的清水再输送回拌和楼旁的回用水池进行循环利用，平面布置图见附图 29。

(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工程量见表 7.3.1-3，主要设备见表 7.3.1-4。

表 7.3.1-3 单套混凝土拌和系统水处理主要构筑物工程量

序号	名称	尺寸 (m)	单位	数量
1	组合水池	9.0×6.5×3.0	座	1
	土方开挖		m ³	483.28
	土方回填		m ³	245.42
	C30 砼		m ³	72.32
	C20 砼垫层		m ³	8.59
	钢筋制作及安装		t	1.45
	MU7.5 混凝土实心砖		m ³	15.30
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm		m ²	237.36
2	设备控制间	3.0×3.0×3.3	间	1
	土方开挖		m ³	6.360
	土方回填		m ³	2.160
	设备控制间地坪 C25 砼		m ³	4.056
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm		m ²	19.200
	控制间		m ²	10.800

表 7.3.1-4 单套混凝土拌合废水处理系统主要设备

序号	名称	规格/型号	单位	数量
1	pH 调节池搅拌机	转速: 52r/min, 功率: 2.2kw, 轴长: 3.0m, 碳钢衬胶	台	1
2	中间池提升泵	Q=15m ³ /h, H=20m, N=2.2kw, 铸铁, 带自耦装置	台	2
3	中间池静压液位计	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	加酸装置	加药罐容积: 500L, PE 材质; 计量泵 Q=25L/h, P=12bar, N=0.25kw, PVC 泵头; 搅拌机转速: 136rpm, N=0.37kw, SUS304, 撬装式安装, 配套管道、阀门、Y 型过滤器、液位计、电控箱等	套	1
5	回用水泵	Q=25m ³ /h, H=18m, N=3.0kw, 铸铁, 带自耦装置	台	2
6	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
7	工艺管道阀门		批	1
8	保温及伴热材料	与处理系统配套	批	1
9	电气控制系统	含电控箱、电线电缆等	批	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) 由于混凝土拌和废水处理设施简单, 在运行过程中主要注意定时清理沉渣池和三级沉淀池中的泥沙。

7.3.1.3 机修废水处理

(1) 废水特性

根据工程分析，本工程机修废水产生于上、下库机械修配保养厂，废水产生量 $4.25\text{m}^3/\text{h}$ ，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 $20\text{mg/L}\sim 40\text{mg/L}$ 之间。

(2) 处理目标

处理废水达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）标准要求后，全部用于施工区和道路降尘洒水，禁止外排。冬季道路易结冰时可泼洒于附近。

(3) 废水处理方案

根据废水产生特点，采用隔油沉淀池进行处理，如图 7.3.1-5。处理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。

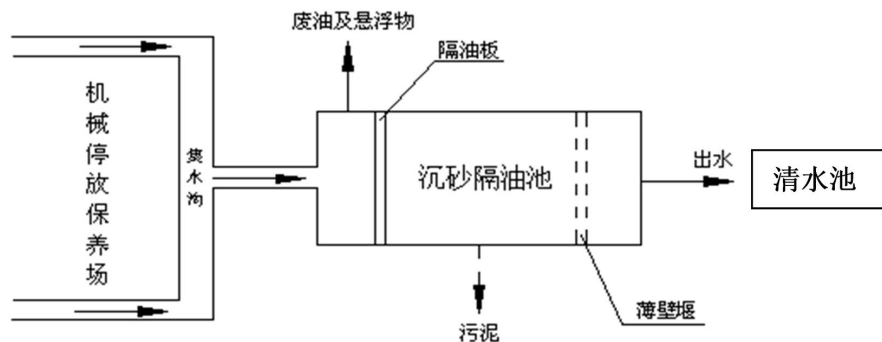


图 7.3.1-5 机修含油废水处理工艺流程

(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，构筑物利用机械修配和保养厂附近空地进行布置，并设置排水收集沟，平面布置图见附图 30。

(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 $2.0\text{m}\times 1.0\text{m}\times 1.55\text{m}$ (长×宽×高)，清水池尺寸为 $3.0\text{m}\times 4.0\text{m}\times 3.0\text{m}$ (水力停留时间为 6h)。主要构筑物尺寸见表 7.3.1-5，工程量见表 7.3.1-6。沉淀后的废水，除自然挥发外，其余废水可回用。

表 7.3.1-5 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、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 7.3.1-6 主要构筑物工程量

项目		单位	工程量
一、土建工程量			
隔油池	土方开挖	m ³	14.0
	土方回填	m ³	4.7
	C20 砼垫层	m ³	1.35
	C25 混凝土池体	m ³	6.1
	钢筋	t	0.6
清水池	土方开挖	m ³	90
	土方回填	m ³	30
	C20 砼垫层	m ³	4.5
	C25 混凝土池体	m ³	24
	钢筋	t	2.4
贮存车间	基础开挖	m ³	179.3
	回填	m ³	90.95
	C20 混凝土垫层	m ³	21.75
	2mm 厚高密度聚乙烯	m ²	120.5
	砖	m ³	21
	C25 混凝土	m ³	30.14
	钢筋	t	3.92
	浆砌石	m ³	29.7
	三合土	m ³	21.75
二、设备			
泵		台	2
进出水管件及通气管		套	1
预制井盖井圈及支座		套	1

7.3.1.4 隧洞开挖排水

(1) 废水特性

根据分析，本工程施工隧洞部分开挖作业面位于地下水位线以下，开挖时基岩裂

隙水渗出，混入施工岩屑、粉尘后悬浮物增加。根据工程分析，出水点日内最大出水量为 $1200\text{m}^3/\text{d}$ ，隧洞开挖排水中主要污染物为 SS，浓度随施工活动影响而不固定。

(2) 处理目标

工程区地表水 II 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，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，降低洞室废水处理难度，提高废水处理效率。

根据电站设计方案，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洞室废水和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。两侧清水沟顶部应高出路面约 10-20cm 高度，防止路面污水流入。隧洞内清污分流平面示意图见图 7.3.1-6 所示，断面示意图见图 7.3.1-7 所示。

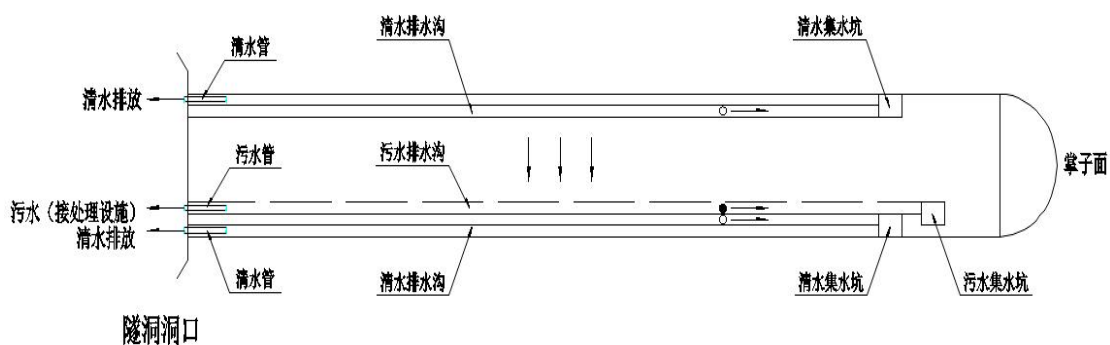


图 7.3.1-6 反坡隧洞清污分流平面示意图

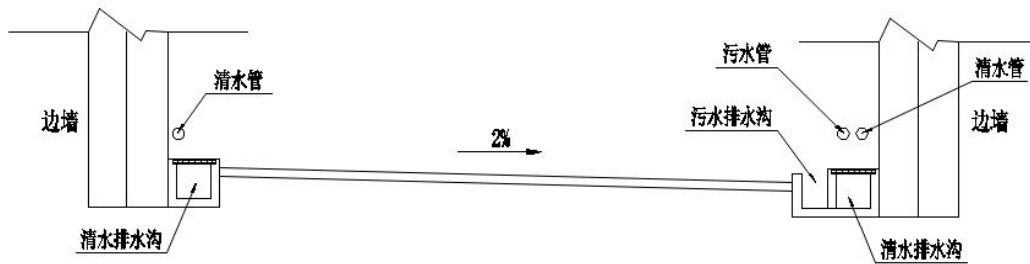


图 7.3.1-7 反坡隧洞清污分流断面示意图

在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 50-100m 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，再逐级抽排至顺坡段或洞外。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。

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，在地下洞室开挖壁面均布置有系统排水孔，间排距 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，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 $100 \sim 150\text{m}$ 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，拟定了自然沉淀法和混凝加药+板框压滤法 2 个处理方案。

方案一：自然沉淀法

采用自然沉淀的方式进行沉淀处理后，上清液用于隧洞作业面附近道路、厂区降尘洒水，干化的泥渣运往弃渣场。自然沉淀法工艺流程如图 7.3.1-8。

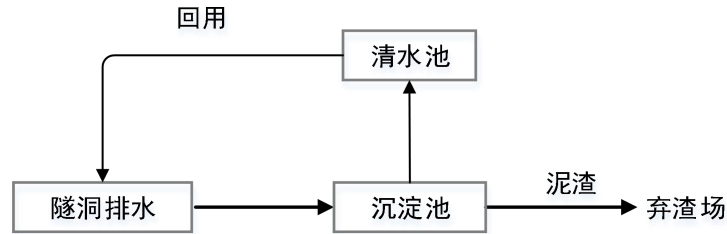


图 7.3.1-8 自然沉淀法工艺流程图

方案二：混凝加药+板框压滤法

洞室废水经排水管道输送首先排入废水处理设施调节池，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凝反应池，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。混凝反应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池内贮存并用于附近场地洒水降尘及绿化用水，不外排。板框压滤机过滤脱水产生的泥饼则每天清运至弃渣场处理。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。混凝加药+板框压滤工艺流程如图 7.3.1-9 所示。

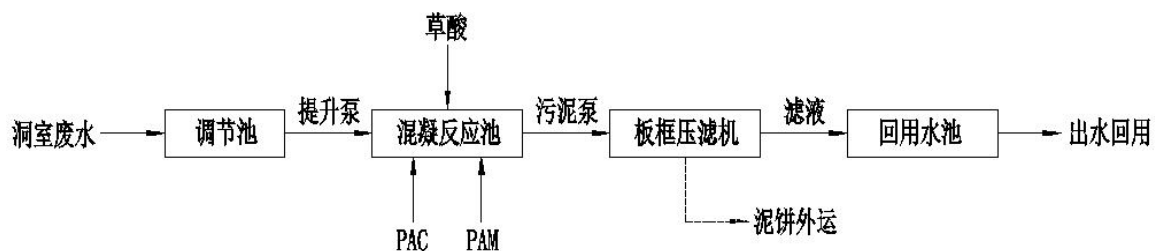


图 7.3.1-9 混凝加药+板框压滤法处理工艺流程图

(4) 主要构筑物

根据本项目施工总平面布置，分别在进厂交通洞、通风兼安全洞分别设置废水处理设施 1 套，为尽量减少占地面积，采用组合形式布置。调节池、回用水池采用地埋式钢筋混凝土结构，混合反应池位于调节池、回用水池上部，采用钢制水池。隧洞开

挖排水处理设施工程量见表 7.3.1-7，主要设备材料见表 7.3.1-8 所示。

表 7.3.1-7 隧洞开挖排水处理设施尺寸及工程量

序号	名称	结构尺寸 (m)	结构形式	单位	数量
1.1	调节池及回用水池	7.6×6.9×3.7	钢筋混凝土	座	1
	土方开挖			m ³	1312.08
	土方回填			m ³	771.86
	C30 砼, 抗渗抗冻等级 W6F400			m ³	177.32
	C20 砼垫层, 抗冻等级 F100			m ³	15.52
	钢筋制作及安装			t	22.96
	1:2 防水砂浆抹面 厚 20mm, 抗冻等级 F400			m ²	436.8
1.2	混凝反应池基础	4.4×2.4×0.2		座	1
	C30 砼, 抗冻等级 F400			m ³	5.068
	钢筋制作及安装			m ²	0.656
	1:2 水泥砂浆抹面 厚 20mm, 抗冻等级 F400			m ³	30.54
1.3	污泥泵基础	1.2×0.7×0.5		座	2
	C30 砼, 抗冻等级 F400			m ³	2.304
	1:2 水泥砂浆抹面 厚 20mm, 抗冻等级 F400			m ³	8.448
1.4	污泥卸料槽	5.67×3.0×2.0		座	1
	C30 砼, 抗冻等级 F400			m ³	28.79
	钢筋制作及安装			m ²	3.73
	1:2 水泥砂浆抹面 厚 20mm, 抗冻等级 F400			m ³	109.16
2.5	清水池	6×5×4		座	1
	土方开挖			m ³	240
	土方回填			m ³	80
	C25 衬砌			m ³	60
	钢筋			t	6
	C20 混凝土垫层			m ³	12
2.6	污泥池	5×4×3		座	1
	土方开挖			m ³	120
	土方回填			m ³	40
	C25 衬砌			m ³	40
	钢筋			t	4
	C20 混凝土垫层			m ³	6.4

注：各隧洞出口废水处理设施尺寸后续可根据实际出水量情况调整。

表 7.3.1-8 隧洞开挖排水处理系统主要设备材料

序号	名称	规格/型号	单位	数量	
1.1	调节池潜污泵	流量: 25m ³ /h, 扬程: 10m, 功率: 2.2kw, 铸铁, 带自耦装置	台	2	1 用 1 备
1.2	电磁流量计	DN100, 一体式, 流量范围: 0~50m ³ /h, 信号输出: 4-20mA, 衬里材质: 氯丁橡胶	台	1	
1.3	调节池潜水搅拌机	叶轮直径: 400mm, 转速: 740r/min, 功率: 1.5kw, 推力: 600N, 导杆长度 3.5m, 不锈钢 304 材质	套	1	
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	絮凝反应池	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	
1.6	絮凝反应池搅拌机	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	
1.7	絮凝反应池静压液位计	电缆长度: 0-3m, 信号输出: 4-20mA, 接液材质不锈钢 304	套	1	
1.8	PAC 加药装置	加药罐容积: 1000L, PE 材质; 计量泵 流量: 85L/h, 压力: 0.7MPa, 功率: 0.37kw, 泵头材质 PVC; 搅拌机: 转速: 80rpm, 功率: 0.75kw, 材质 SUS304	套	1	1 罐 2 泵 1 机
1.9	PAM 加药装置	加药罐容积: 1000L, PE 材质; 计量泵 流量: 85L/h, 压力: 0.7MPa, 功率: 0.37kw, 泵头材质 PVC; 搅拌机: 转速: 80rpm, 功率: 0.75kw, 材质 SUS304	套	1	1 罐 2 泵 1 机
1.10	污泥泵	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
1.11	厢式压滤机	过滤面积: 100m ² , 滤板尺寸: 1000×1000, 工作压力: 1.0Mpa, 暗流式, 自动拉板, 配套液压站及电控箱等辅助设备。	台	1	
1.12	压滤机平台	钢结构平台, 与压滤机配套	座	1	
1.13	回用水池潜污泵	Q=30m ³ /h, H=25m, N=5.5kw, 铸铁, 带自耦装置	台	2	1 用 1 备
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	工艺管道	与处理系统配套	批	1	
1.16	电气控制系	含电控箱、电线电缆等	批	1	
1.17	低温加强自限温电伴热带	额定电压 380V, 功率 20W/m, 自动温控, 铜芯导线, 导电塑料层-阻燃 PTC, 防爆等级 Exd II BT4	m	100	

7.3.1.5 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 1 号承包商营地、2 号承包商营地及业主营地生活污水产生量分别为 96m³/d、56m³/d、120m³/d、13.63m³/d。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。

(2) 处理目标

项目所在河段水域功能目标为Ⅱ类，禁止排放污水。因此，生活污水需处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）要求后全部综合利用，作为营地、施工区绿化用水和降尘洒水。

(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。

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，从节约水资源角度考虑，生活污水需处理达标后回用于道路和洒水降尘，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) A²/O 工艺

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，更主要是能适应目前对磷和氮的要求，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。

系统的除磷包括厌氧释磷及好氧吸磷两个过程，在厌氧状态下，聚磷菌能吸收污水中的乙酸、甲酸及乙醇等极易生物降解的有机物质，贮存在体内作为营养源，同时将体内存贮的聚磷酸盐以 $\text{P}_04^3\text{-p}$ 的形式释放出来，以便获得能量。在好氧状态下，聚磷菌将体内存贮的有机物氧化分解，产生能量，同时将污水中的 $\text{P}_04^3\text{-p}$ 超量吸收至体内，以聚磷酸盐的形式贮存起来。这样，在排放的剩余污泥中，便含有大量的磷，从而达到除磷的目的。

3) MBR 膜处理一体化工艺

该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。根据对上述各处理工艺的分析可知，“ $\text{A}^2/\text{O}+\text{MBR}$ ”工艺具有良好的脱氮除磷效果，MBR 膜出水标准要求 SS 的浓度低于 5mg/L ，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“ $\text{A}^2/\text{O}+\text{MBR}$ ”工艺，处理后的生活污水水质满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）表 1 城市绿化、道路清扫要求，SS 的浓度低于 5mg/L ，也满足《水电工程施工组织设计规范》（NB/T 10491-2021）中 $\text{SS}\leq 100\text{mg/L}$ 的要求，可直接回用于砂石料加工系统末端洗砂用水，不外排。

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和施工人员分布情况，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) 上库承包商营地设置处理能力为 $120\text{m}^3/\text{d}$ 的地理式一体化处理设备；下库 1 号承包商营地和业主营地共用一套生活污水处理设备，设置一套处理能力为 $120\text{m}^3/\text{d}$ 的地理式一体化处理设备，下库 2 号承包商营地设置一套处理能力为 $150\text{m}^3/\text{d}$ 的地理式一体化处理设备，处理后的出水优先接入砂石料加工系统回用水池，多余的部分用作各施工区洒水降尘。

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理方式设置，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

营地排放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，当池内水位到达设定的低液位时，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灯，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，清理的污泥可运至若羌县城生活污水处理厂进行处理。

生活污水处理工艺流程见图 7.3.1-10，工艺流程设计图见附图 31，上库生活污水处理系统平面布置见附图 32，下库生活污水处理系统平面布置见附图 33。

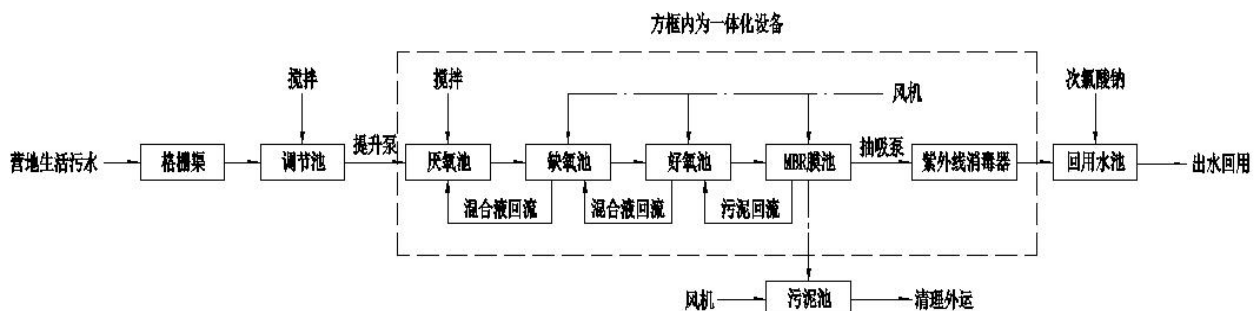


图 7.3.1-10 生活污水处理工艺流程图

（6）主要构筑物、设备及工程量

上库承包商营地和下库 1 号承包商营地污水处理规模相同，生活污水处理构筑物工程量和设备见表 7.3.1-10。

表 7.3.1-10 生活污水处理工程量及设备表

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（下库 1 号承包商营地）			
1.1	格栅渠	2m×1m×3m	个	1
	土方开挖		m ³	9.38
	土方回填		m ³	3.13

宁夏牛首山东抽水蓄能电站环境影响报告书

序号	名称	净尺寸（长×宽×深）	单位	数量
	C20 混凝土垫层		m ³	1.88
	C25 混凝土		m ³	12.50
	钢筋制作及安装		t	1.25
1.2	调节池	4m×4m×3.5m	个	1
	土方开挖		m ³	84.00
	土方回填		m ³	28.00
	C20 混凝土垫层		m ³	6.53
	C25 混凝土		m ³	32.43
	钢筋制作及安装		t	3.24
1.3	回用水池	8m×4m×3.5m	个	1
	土方开挖		m ³	168.00
	土方回填		m ³	56.00
	C20 混凝土垫层		m ³	11.78
	C25 混凝土		m ³	50.87
	钢筋制作及安装		t	5.13
1.4	成套设备安装底座	13.5m×3.5m×0.25m	个	1
	土方开挖		m ³	17.71
	土方回填		m ³	5.87
	C20 混凝土垫层		m ³	14.82
	C25 混凝土		m ³	25.22
	钢筋制作及安装		t	2.52
1.5	污泥池	4m×2.2m×3m		
	土方开挖		m ³	39.60
	土方回填		m ³	13.20
	C20 混凝土垫层		m ³	3.85
	C25 混凝土		m ³	22.00
	钢筋制作及安装		t	2.20
1.6	污水处理设备间	16.0m×8.5m×5.0m	间	1
	土方开挖		m ³	102.00
	土方回填		m ³	58.23
	C20 混凝土垫层		m ³	28.69
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm		m ²	129.20
2	下库 2 号承包商营地			
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

序号	名称	净尺寸（长×宽×深）	单位	数量
	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
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm		m ²	171
二	设备			
1	一体化污水处理设备	处理能力 120m ³ /d	套	2
2	一体化污水处理设备	处理能力 150m ³ /d	套	1
3	污水提升泵 50QW10		台	6
4	清水泵		台	6

(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 项目取水口及地埋取水管施工水环境保护措施

(1) 严格控制取水口及地埋取水管施工场界范围，禁止超界施工，易产生废水的设施设备尽量远离保护区布置，避免废水进入河道水体。合理安排涉河施工和抽水时间，尽量避开鱼类产卵期，选择在 8 月份之后进行施工。

(2) 施工前应建设材料防护设施，避免水泥、砂石、泥浆等材料进入保护区内。对于污染性质的废弃物，要避免直接接触河床、水体，防止污染水体。施工期间产生的固体废弃物要及时清理。

(3) 取水口及取水管渠的施工修建小型围堰，施工活动在围堰内进行，禁止在围堰外水域作业，以免对水体造成扰动和污染。

7.3.3 运行期废污水处理措施

根据工程分析，运行期业主营地管理运行人员最多约 100 人，生活污水产生量为 $9.6\text{m}^3/\text{d}$ ，不均匀系数取 $K=2$ ，平均每小时产生 $0.8\text{m}^3/\text{h}$ 。

施工期业主营地生活污水产生量为 $13.63\text{m}^3/\text{d}$ ，下库承包商营地和业主营地共用一套生活污水处理设备，处理能力为 $250\text{m}^3/\text{d}$ ，可满足运行期业主营地生活污水处理需求；电站运行期，生活污水继续利用业主营地成套污水处理设备处理，处理达到回用标准后综合利用，用于营地绿化及降尘洒水。冬季不需绿化时，将未利用完的出水储存于清水池，待气温上升后使用。污泥定期清理，用作农家肥。

7.3.4 运行期水库水质保护措施

牛首山东抽水蓄能电站上、下水库库盆采用全封闭结构，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) 为保证库区水体不被污染，在水库初期蓄水前，须对库区杂物进行清理，保证库区内干净、无污染物；

(2) 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；

(3) 为了掌握水库水体水质运行状况，拟在上、下库库区常设水质监测断面，及时掌握水库水质变化情况。

7.3.5 地下水环境保护措施

项目对地下水的影响主要表现为施工期地下工程开挖和水库蓄水对地下水水位的影响，由于抽水蓄能电站防渗要求严格，影响程度均较小，采取措施后对地下水水位的影响将得到控制。项目设计中已经考虑采取的措施如下：

（1）上、下水库均采用全库盆防渗，水库与原地下水系统基本上隔绝，不会对上、下水库地下水水位和水质产生大的影响。

（2）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。

7.4 陆生生态环境保护措施

7.4.1 对生态系统的保护措施

7.4.1.1 对草地生态系统的保护措施

（1）优化工程布置，施工占地区尽量避免占用评价区草地生态系统区域，临时施工占地要采取“永临结合”的方式，尽量缩小范围，减少对草地的占用。

（2）施工前划定施工活动范围，严禁越界施工，避免对占地区外草地生态系统产生不利影响。

（3）加强宣传教育活动，特别是有关法规，培养和教育施工人员保护评价区内动植物资源，保护区域内生态环境和生物多样性等。

（4）加强施工监理工作，由项目监理部门和建设部门的环保专职人员承担，监督施工过程中的生态保护措施和行为，防止捕猎和乱砍滥伐，加强动植物检疫和环境监测。

（5）加强生态监测工作，使评价区草地生态系统向有利方向发展。

（6）适时开展生态恢复工作，施工结束后应及时修复损毁的草地，对破坏的植被进行恢复，修复中应注重遵循自然规律，尊重自然选择，尽可能采用乡土植物，修复生态系统，加快恢复沿线草地景观。

7.4.1.2 对湿地生态系统的保护措施

（1）优化工程布置，尽量减少工程施工及占地。

（2）施工时应做好施工废水、固废、建筑垃圾的收集工作，对建筑材料等应铺盖防尘网做好防水、防风等工作，对施工区定期洒水抑尘，并做好水土保持工作。

7.4.1.3 对城镇生态系统的保护措施

- (1) 加强对环境保护和生物多样性保护的宣传教育，特别是有关法规等。
- (2) 对生活垃圾、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 对陆生植物的保护措施

7.4.2.1 避让措施

(1) 本工程取水口位于黄河岸边，无法避让自然保护区和重要湿地，项目设计过程中，对取水泵站、检修道路和取水管线施工占地进行了优化，减少了永久占地面积；工程其他区域均避让了上述环境敏感区。

(2) 优化施工方案，项目料场、弃渣场、加工系统、坝址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) 优化临时工程的占地面积和布置情况，优化施工时序，提高临时占地区的使用频度，尽量减少临时工程的占地面积植被的破坏。

(4) 优化施工道路布置情况，尽量使用现有已存在的乡村道路和已有工程（风电场）维修道路，减少临时道路的占地面积，减轻工程道路对景观板块的切割。

7.4.2.2 减缓措施

(1) 划定施工活动范围，上下库设置围栏长约 10000m，加强施工监理工作。确保施工人员在征地范围内活动，从而减轻非施工因素对周围植物及植被的占用与压踏。

(2) 防止外来入侵种的扩散。加大宣传力度，对外来入侵植物的危害以及传播途径向施工人员进行宣传。

(3) 设置警示牌 20 个，施工期间，在坝址区域、营地、仓库加工厂区域、石料开采场等各主要施工区、生态敏感区及植被较好的地段设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工，尽量减少占地造成的植被损失。

(4) 在施工过程中，应全面贯彻绿色施工理念，采用先进的环保工艺和技术，最大限度地减少对自然环境的破坏。首先，在施工方案设计阶段，应优先选择对地表扰动较小的施工方法，如非开挖技术、模块化施工等，减少地表开挖面积和深度，避免对原有植被和土壤结构的破坏。对于不可避免的开挖作业，应合理规划开挖范围，采用分层开挖、分段施工的方式，严格控制开挖量，并及时对裸露地表进行临时覆盖或绿化，防止水土流失和扬尘污染。其次，针对高陡边坡区域，应进行科学合理的设计，采取有效的支挡和加固措施，确保边坡稳定性和施工安全性。此外，施工过程中

应注重对脆弱生态区域的保护，采取分区施工、隔离防护等措施，减少对敏感生态系统的干扰。在施工区域与生态保护区之间设置临时围挡或隔离带，防止施工机械和人员进入生态敏感区；对施工产生的废弃物进行分类收集和处理，避免污染土壤和水体；合理安排施工时间，避开野生动物的繁殖期和迁徙期，减少对生物多样性的影响。

（5）工程施工完成后，临时工程区域应及时进行场地平整和植被恢复，减轻工程施工对区域植物的破坏和对生境的破坏。

（6）加强植物检疫。在施工建设过程中要加强包装材料的检疫工作，防止森林病虫害的暴发。

（7）施工期加强宣传教育活动，强化对现有生态的保护。施工前印发生态保护手册，加强对施工人员的法律和生态保护知识的宣传教育，强化生态保护意识。

7.4.2.3 恢复与补偿措施

在施工前，对工程占用区域内的可利用表土进行系统性剥离，剥离过程中需严格按照技术规范操作，确保表土结构的完整性和肥力不受破坏。剥离后的表土应单独堆存，并选择地势较高、排水良好的区域进行集中堆放，同时采取覆盖防尘网、设置挡土墙等防护措施，防止水土流失和风蚀。堆存期间应加强管理，定期检查表土状态，避免污染和压实，确保其质量满足后续回用要求。施工完成后，应及时将表土回填至绿化区域或土地复垦区域，以最大限度地恢复土壤生态功能，促进植被生长和生态修复。

对临时占地区应进行场地清理、土地整治后采取复垦或者抚育的方式恢复生境。植被恢复时应遵循“适地适草”的原则。在植被恢复措施中应注意的技术要点有：

（1）保护原有生态系统：在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区原有体系的生态环境。

（2）选择适宜的恢复物种：尽量选用适生性强、生长快、自我繁殖和更新能力强的乡土植物进行植被恢复，同时为提高区域生物多样性，应适当引进新的优良植物，在恢复物种选择时应防止外来入侵种的扩散。

（3）根据立地条件进行植被恢复

植被恢复应根据恢复区立地条件，主要依靠优势生活型植物种类进行合理配置，建立起植被与生境条件的群系生态关系。

对青铜峡库区国家湿地和青铜峡库区湿地自治区级自然保护区的恢复与补偿措施见报告 7.6 节。

7.4.2.4 管理措施

(1) 制定工程建设的生态保护规定。成立项目生态保护工作领导小组，明确职责和工作范围，加强对工程建设过程中生态保护工作的领导和监督。

(2) 在工程管理机构应设置生态环境管理人员，建立各种生态管理及报告制度。

(3) 加强对施工人员、周边居民的宣传教育培训工作，树立生态绿色施工理念，提高环保认知。

(4) 加强对施工人员及施工活动的管理。施工过程中，加强人员的管理，禁止施工人员对植被滥砍滥伐，严格限制施工人员在施工现场的活动范围，防止破坏沿线的生态环境。

7.4.2.5 对重点保护野生植物及古树名木的保护措施

由于在评价区内未发现重点保护野生植物及古树名木，建议依据《青铜峡库区湿地自然保护区综合科学考察报告》制定评价区内可能出现的重点保护野生植物宣传册，提高施工人员识别能力，发现后及时上报林业主管部门并采取相应的保护措施。

7.4.2.6 对外来入侵植物的防治措施

(1) 加大宣传力度，加强对外来入侵物种的识别能力，并对外来物种的危害以及传播途径向施工人员进行宣传。

(2) 施工期加强对施工材料的植物检疫工作；运营期严格对经过工程路段运输植物、木材等车辆进行植物检疫，避免带入外来入侵物种。

7.4.3 对陆生动物的保护措施

7.4.3.1 避免和减缓措施

(1) 增强施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》。施工前对施工人员进行宣传教育，严禁捕杀野生动物，施工过程中如遇到要尽量保护。

(2) 大型作业及爆破活动等要避开其活动的高峰期，如晨昏等。两栖动物中的蛙类、鸟类和兽类中的夜行型物种对灯光较为敏感，施工尽量安排在白天进行，避免夜间施工对野生动物正常栖息生活造成影响。禁止高噪声设备在晨昏和夜间运行，减少噪声对动物的干扰。

(3) 加强施工管理，严格控制在征地范围内施工，避免对征地范围外的其他土地的占用，减少对野生动物生境的占用。

(4) 临近水域及涉水施工时，要严格控制废水的排放，减少对黄河水质的污染，保护好在水域及其附近栖息活动的动物生境。

(5) 上水库和下水库的石料中转场、挖料堆存场、弃渣场、表土堆存场等应做好防护，设置截排水沟，防止雨水冲刷造成水土流失对野生动物生境的破坏。

(6) 施工期间加强施工场地、业主营地等地的各类卫生管理（如个人卫生、粪便和生活污水），避免生活污水的直接排放，减少水体污染；生活垃圾集中收集并及时清运，避免蚊蝇滋生、鼠类聚集。

(7) 施工场地平整及水库库底清理前采取鸣笛敲鼓等办法驱逐野生动物，保证其顺利迁移。

(8) 设置警示牌，严格控制车速，避免对两栖爬行类及小型兽类造成碾压。

(9) 施工期间加强施工人员管理，严禁使用烟火，防止发生火灾。

(10) 施工误伤的野生动物，应及时上报当地林业主管部门，并立即送往救护站进行抢救。

7.4.3.2 恢复和补偿措施

(1) 工程施工完成后，采取一些人工辅助的生态恢复措施，对临时占地区及时进行植被恢复，对永久占地区进行绿化，尽快恢复占地区的植被，以利于野生动物栖息繁殖。

(2) 设立动物临时救护站，建议设置在业主营地，救护点需要常备常规的动物救治药品。建设单位定期聘请林业主管部门的工作人员或长期从事野生动物救助的第三方人员对施工人员教授野生动物临时救治的方法，在工程实施期间，若发现受伤的野生动物，可以进行救助，同时向主管部门汇报。

7.4.3.3 管理措施

(1) 加强施工监控和管理。业主必须配备包括保护野生动物和生态环境在内的专职或兼职巡护人员，加强生态环境的监控和管理，防止人类开发活动加剧造成的诸如动植物资源的破坏、水环境污染和森林火灾等对当地生物多样性的破坏。

(2) 自然疫源性疾病的传播者（部分鼠类），在上下水库建成后，将向非工程区转移，其密度将有所增加，在这种情况下，既要维护自然生态系统的食物链关系，又要重视对非工程区的人、畜和工程施工人员防疫工作。

(3) 水库蓄水后，库区新增水域景观，可能会逐步吸引一些鸟类中的游禽、涉禽等到库区及附近活动。因此，需加强对水库的管理，减少污染，保护动物生境。

(4) 施工期间和运行期一定时间内在评价区内进行生态监测，以及时评估工程对生态环境的影响。

7.4.3.4 对重点保护野生动物的保护措施

(1) 施工期，工程施工严格控制征地范围，及时对临时占地进行恢复，对永久占地周边进行绿化；选用低噪音设备，禁止正午和晨昏进行高噪声活动，做好施工爆破方式、数量、时间的计划，减少爆破对重点保护动物的影响。

(2) 运行期，加强动物的监测，及时掌握重点保护动物分布范围、数量、种类、栖息生境等，开展全生命周期的监测，开展跟踪评价。针对国家重点保护野生动物，建设单位还应设立动物救护点，可设置在业主营地内，救护点需要常备常规的动物救治药品，如绷带、消毒药品、笼子、运输箱等。在工程施工和运行期间，在施工区域内发现受伤的野生动物尤其是重点保护野生动物时，需及时向林业主管们进行汇报，并采取救治措施。

(3) 对于鸟类的保护措施包括：

禁止非法捕杀：加强对现场工作人员非法捕杀鸟类的惩罚力度，减少项目建设对鸟类的影响；

提高保护意识：加强公众对鸟类保护的意识和认识，鼓励现场工作人员参与到鸟类的保护工作中。

(4) 对于爬行类的保护措施包括：

保护生存环境：保护爬行动物的自然栖息地，严格控制施工作业带，禁止占用保护区；

加强监管：防止现场工作人员非法捕捉和贩卖爬行动物，加强监管措施。

(5) 对于兽类的保护措施包括：

栖息地保护：保护兽类的自然栖息地，防止栖息地丧失和破碎化；

控制施工活动范围：控制施工范围，减少人类活动对青铜峡库区自然保护区的干扰。

7.5 水生生态环境保护措施

7.5.1 保护目标、对象与保护措施体系

(1) 保护目标和保护对象

保护目标：通过一定的保护对策和减免措施，维持黄河青铜峡库区河段水生生态

的稳定，避免水域生态退化。

保护对象：将兰州鲇、黄河鲤、大鼻吻鲈、赤眼鳟、北方铜鱼等珍稀、特有和濒危鱼类作为主要保护对象。

（2）保护措施体系

根据项目建设对水生生态的影响分析，本次环评提出的水生生态保护措施体系包括：避让措施、减缓措施、修复与补偿措施、监督管理及跟踪监测等措施。

7.5.2 避让措施

为减轻项目建设活动对鱼类繁殖和取水卷载效应的影响，应合理安排施工进度和施工活动。保护区保护期是每年4月1日至7月31日。黄河中上游鱼类繁殖季节延续时间较长，4月份主要是鲤、鲫等对水文环境要求并不苛刻的鱼类，到5月份后，兰州鲇、黄河鲈等重要保护物种陆续开始产卵，且其产卵高峰也主要集中于4月下旬至7月。为减轻电站建设活动对鱼类繁殖的影响，应合理安排电站施工进度和调度，避开保护区重点保护物种的繁殖期，繁殖季节严禁河道水工构筑物施工。提出以下避让要求。

（1）下库禁止在特别保护期间进行大当量爆破；

（2）在5月1日之前储备部分用水，减少在特别保护期取水，运营期优化保护期取水量；

（3）优化调整施工时序，在特别保护期安排用水量小的工程；

（4）运营期通过调蓄库容，尽最大可能减少在特别保护期内取水。在不得不进行取水时，需对取水口附近产卵场仔稚鱼发生时段进行监测，避开其高峰期；

（5）围堰施工和拆除围堰，避开特别保护期。

7.5.3 减缓措施

针对本项目取水口，提出以下几方面减缓幼鱼免遭撞击和卷载的保护措施。

（1）取水管前端优化措施

取水管道口设计成喇叭口形状，减少取水管道口流速，将入口处流速增量控制在0.2 m/s以下，对鱼卵、仔稚鱼等水生生物的卷吸影响相对较小。

（2）取水深度的优化

从河中部取水使水由下往上进入喇叭口，因幼鱼大体上位于水体的表层，对沿垂线流动的水流反应敏捷，且不会沿水流上溯。在保证取水安全的前提下优化项目取水

口取水深度设计，减少对幼鱼卷载影响。

（3）增设拦鱼设施

在抽蓄工程运行期不可避免的产生卷载效应造成区域鱼类资源损失。取水过程中，会产生卷载效应，对于分布于取水口附近的鱼类，会被卷吸进入管道，产生个体伤害，造成鱼类资源量减少。为了尽可能降低卷载效应造成的鱼类资源量损害，工程一般采用拦鱼设施把水生生物控制在一定范围内或迫使它们按一定方向运动，拦鱼的方式有多种，常见的有箔栅拦鱼、网式拦鱼、电栅拦鱼、坝堰式拦鱼等。

1) 箔栅拦鱼

箔栅拦鱼一般有竹箔栅拦鱼和铁箔栅拦鱼两种方式，其中竹箔栅拦鱼主要在池塘进水口及小型水库溢洪道处采用，但其适应水流流速一般不能大于 0.3m/s，水流流速过大时产生较大阻力，不宜采用。铁箔栅拦鱼由钢筋、角铁和铁丝网制成，适用于水库的输水洞和溢洪道，铁箔栅可以适应较大的水流，对中大型鱼类较为适用，其在一定程度上对水流产生阻力。

2) 网式拦鱼

网式拦鱼过滤面积大，对水的阻力小，取材方便，造价低廉，一般适用于静水水库拦鱼，水流过急时容易冲毁。

3) 坝堰式拦鱼

坝堰式拦鱼般适用于养殖拦鱼，主要是用水泥等修建坝堰起到防止鱼类逃逸作用，此方法对坝内外鱼类形成了较为彻底的阻隔。

4) 电栅拦鱼

电栅拦鱼利用的是电流对鱼类的威胁作用。电栅是由金属制做的线形电极和配电系统构成。电极按一定距离布置在水域内鱼的通道上，电极送电后在水中形成电场，当鱼进入电场时，受到电的刺激不敢通过电栅而逃离，从而达到拦鱼的目的，但部分鱼类受到电击出现晕厥或者游泳能力下降，无法逆流逃离，或者粘附在栅栏上，而顺水流漂下进入引水渠，无法有效阻隔。

综上所述，本工程为抽水蓄能工程，拦鱼设施的主要目的是减少因卷载效应造成的鱼类资源损失。根据工程库区的取水口位置水体的流速、流态等特点，在取水口处设置网式拦鱼设施，同时加装超声波干扰器。布置示意图见图 7.5.3-1。



图 7.5.3-1 取水管道口电子脉冲拦鱼器示意图

7.5.4 修复与补偿

7.5.4.1 生境修复

针对电站建设和运行过程中,不可避免对保护区水生生物造成一定影响,根据《宁夏牛首山东抽水蓄能电站对黄河卫宁段兰州鲶国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》,在取水口上游和黄河对岸提出栖息地原位修复和新建产卵场生境措施。

(1) 栖息地原位改善

缓慢水流条件形成的稳定黄河滩对于维持鱼类群落的丰富性和多样性非常重要,特别是在底质材料中含有大量细沉积物的低地河流中。利用牛首山东抽水蓄能电站取水口上游附近的大面积河漫滩进行鱼类栖息地的原位修复,通过重建牛轭弯河曲结构改造湿地地貌,提高保护区的适宜性。栖息地改造区域现状和效果见图 7.5.4-1~3。



图 7.5.4-1 河漫滩现状



图 7.5.4-2 河漫滩历史卫星图



图 7.5.4-3 牛轭弯河曲结构改造功能区

(2) 新建产卵场

兰州鲇、黄河鲤产卵场的结构类似，均位于河滩地，利用牛首山东取水口河对岸的滩地构建产卵场，发挥替代生境的生态功能，形成产卵场、索饵场和越冬场。产卵场构建区域现状和效果见图 7.5.4-4。



图 7.5.4-4 替代生境重建示意图

7.5.4.2 鱼类增殖放流措施

(1) 增殖放流对象

一般情况下，增殖放流的对象主要通过以下几个方面进行选择：①受工程建设影响较大的保护对象；②列入濒危动物红皮书等保护性鱼类；③地域性特有鱼类；④种群数量少、繁殖力低、抗逆能力差的鱼类；⑤与产区生境高度适应的鱼类；⑥生活史复杂，具有长距离洄游习性的鱼类；⑦重要经济鱼类。

已批复的《宁夏牛首山抽水蓄能电站环境影响报告书》中增殖放流对象为近期放流种类主要为兰州鲇、黄河鲤和赤眼鲮；远期在大鼻吻鲈、北方铜鱼等濒危保护鱼类

突破人工繁育技术后，将增加相应的苗种放流。

根据影响水域鱼类组成特点，及其鱼类生态习性，就目前的技术条件而言，还难以对电站影响水域每种鱼类进行人工繁殖和放流，根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1号）、《农业农村部办公厅关于进一步做好水生生物增殖放流工作的通知》（农办渔〔2024〕5号）等文件要求，结合苗种繁育现状，从必要性和可能性出发，拟把兰州鲇、赤眼鳟和黄河鲤作为人工增殖放流的重点对象。

（2）放流数量、规格和周期

根据电站建设规模和运营期对主要保护物种的影响程度，进行增殖放流，前期每年向施工河段投放规定的苗种，后期根据资源监测情况和渔业资源恢复状况再行调整放流种类及数量。开展鱼类增殖放流应与当地渔政部门联系，在渔政部门监督下实施或委托渔政部门实施。放流种类、数量规格如下表 7.5.4-1 所示。

表 7.5.4-1 鱼类增殖放流计划

项目		放流品种	数量/年（尾）	规格（cm）
建设期	7 年	兰州鲇	80000	≥5
		赤眼鳟	150000	≥5
		黄河鲤	150000	≥5
运营期	前 3 年	兰州鲇	80000	≥5
		赤眼鳟	150000	≥5
		黄河鲤	150000	≥5

（3）放流时间

夏秋交接时段天然水域内鱼类饵料生物逐渐增多，且此时气温和水温较为温和，适口饵料较丰富，放流生物存活率较高。因此，可于每年的 5~8 月开展鱼类的增殖放流活动。

（4）放流地点

依据《增殖放流技术规范》，放流地点应选择在较为开阔的地带。由于鱼苗、鱼种游泳能力相对较弱，要尽量避开水流相对较湍急的河段，同时，还应注意放流水域水质和天然饵料生物丰歉情况。建设期放流地点选在项目点下游保护区核心区索饵场内，运营期放流地点在河漫滩湿地。

7.5.5 专项研究

根据《宁夏牛首山东抽水蓄能电站对黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护

区影响专题论证报告》，为促进各项研究内容高质量完成，为黄河生态保护提供技术支持，设置 4 项专项研究。。

（1）兰州鲇生活史追踪及产卵场模拟

通过实验室模拟及野外监测，系统解析兰州鲇洄游路径、繁殖行为及其对环境因子的适应性，明确其产卵场核心生境需求。结合无人机航测与水动力模型(HEC-RAS)，构建高精度产卵场 3D 生境模型。通过揭示“环境-繁殖”响应机制，推动兰州鲇保护从“被动抢救”向“主动恢复”转型，为黄河生态修复提供科学化、精准化的技术支持，减少对人工增殖的依赖。

（2）卷载效应对渔业资源影响的监测和研究

卷载作用对鱼类资源也具有一定的损失，开展取水口优化设计和卷载效应对渔业资源影响的监测和研究。在取水口周边水域定期采样，分析浮游生物、鱼卵和仔稚鱼的种类、密度及季节性变化，确定关键受影响物种及其生活史阶段。通过网具采样或声学监测手段，统计被卷入取水系统的水生生物数量，结合水流动力学模型估算卷载死亡率。评估卷载效应对食物链及渔业资源补充量的长期影响，重点关注重要经济鱼类的早期资源损失。研究流速、水温、浊度等环境参数与卷载效应的相关性，识别高风险工况时段。

为降低卷载效应对渔业资源的负面影响，需结合工程设计与生态保护需求，优化取水口结构与运行方式：行为引导栅（如气泡幕、声波驱鱼装置）或低速进水口，减少鱼卵和仔稚鱼的卷入风险；在鱼类繁殖高峰期降低取水流量或暂停运行，结合生态流量管理保障下游栖息地需求；通过对比优化前后的生物监测数据，验证措施有效性，并利用数值模拟（如 CFD 模型）进一步优化设计参数。

（3）增殖放流苗种野化训练研究

根据放流鱼类生态习性开展环境模拟训练（包括水流梯度适应、底质与遮蔽物）、食性转换训练、天敌躲避与应激反应等研究。通过行为、生理生化指标和标记放流，分析放流鱼类生存与扩散情况。通过系统化的野化训练，提升兰州鲇、赤眼鳟、黄河鲤等苗种在自然水域中的适应性。

（4）大鼻吻鲈野外种群恢复可行性

大鼻吻鲈作为黄河卫宁段传统经济鱼类，由于水电站建设、水生态环境恶化等因素造成该物种在此河段多年未见，目前列为国家二级保护鱼类。通过放流大鼻吻鲈受精卵或幼鱼或亲本，研究大鼻吻鲈在该河段种群恢复的可行性。

7.5.6 跟踪监测

根据《宁夏牛首山东抽水蓄能电站对黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，开展水生生物资源与环境监测，评估电站建设和运行期对保护区水生态环境的影响，对后期保护措施优化调整提供技术支撑。

(1) 监测内容

开展浮游植物、浮游动物、底栖生物、水体理化指标和鱼类等指标监测（见表 7.5.6-1）。

表 7.5.6-1 主要监测内容

监测类别	监测对象	监测指标
鱼类资源	兰州鲇、大鼻吻鲈等保护物种	种群密度、年龄结构、性腺成熟度、体长体重分布
鱼卵及仔稚鱼	粘性卵、漂流性卵及其仔稚鱼	卵密度（粒/m ³ ）、孵化率（%）、仔稚鱼存活率（%）
浮游生物	浮游植物、浮游动物	种类组成、生物量（mg/L）、优势种丰度、多样性指数
底栖动物	软体动物、水生昆虫等	密度（ind./m ² ）、生物量（g/m ² ）、功能摄食类群占比
水文水质	水体物理化学参数	水温（℃）、流速（m/s）、溶解氧（mg/L）、氨氮（mg/L）、总磷（mg/L）、pH
“三场一通道”	产卵场、索饵场、越冬场	河床底质、水生维管束植物覆盖等

2) 监测周期和频率

监测周期和频率见表 7.5.6-2。

表 7.5.6-2 监测周期和频率表

监测类别	监测频率	关键周期
鱼类资源	季度调查（3 月、6 月、9 月、12 月）	产卵期（5-7 月）加密至月度
鱼卵及仔稚鱼	产卵期每年 1 次	连续监测至仔稚鱼进入幼鱼阶段（30 天）
浮游生物	季度采样（3 月、6 月、9 月、12 月）	无
底栖动物	季度采样（3 月、6 月、9 月、12 月）	枯水期（1-3 月）增加沉积物有机物含量分析
水文水质	季度采样（3 月、6 月、9 月、12 月）	无
栖息地结构	年度航测（11 月枯水期）	无
“三场一通道”及 栖息地调查监测	年度	覆盖繁殖期、育肥期和越冬期

3) 监测点位设置

在黄河宁夏段设置 15 个监测点位，其中卫宁段 8 个监测点位，青石段 7 个监测点位（见表 7.5.6-3）。

表 7.5.6-3 监测点位

名称	经度 (°)	纬度 (°)	海拔 (米)
鸣沙	105.7908	37.565	1168
白马乡	105.8936	37.627	1159
牛首山	105.935	37.789	1158
金沙湾	105.971	37.827	1157
库首	105.987	37.873	1155
南长滩	104.634	37.297	1293
沙坡头	105.3007	37.4924	1208
余丁乡	105.5387	37.492	1194
梅家湾	106.086	37.9567	1121
望洪镇	106.225	38.152	1104
临河镇	106.319	38.297	1109
月牙湖	106.545	38.619	1106
陶乐镇	106.653	38.815	1102
红崖子	106.85	39.022	1087
瓦窑村	106.799	39.319	1086

7.5.7 保护区管理能力提升

(1) 保护区宣贯管护能力提升

电站施工期，进入河道范围的人员增加，潜在的人为因素增加了环境影响风险。因此，建议建设单位加强保护区宣传教育管理工作，向施工人员和周围群众宣传《中华人民共和国黄河保护法》《中国水生生物资源养护行动纲要》“保护区”重要生态功能及重点保护物种等法律法规和生态环境保护相关知识，切实提高人员的环保意识，严禁非法捕鱼和破坏保护区功能的行为，降低保护区生态环境和水生生物的损害风险。另一方面，加强专题报告相关环保措施、施工要求、法律法规、保护区管理制度的宣贯。

保护区宣贯保护具体措施主要包括：制作竖立宣传牌、制作发放宣传资料、开展普法宣传教育活动。保护区宣贯保护措施，应在保护区管理机构的监督指导下开展，结合“渔政亮剑”和水生野生动物保护科普宣传月等活动，通过多样的宣贯手段，实现建设单位和相关人员保护水生生物的自觉，切实提升对“保护区”的管理和保护水平。

(2) 保护区保护监管能力提升

为强化国家级水产种质资源保护区管理效能，构建信息化管护与数据动态监测系统，搭建保护物种重要栖息地智能监管平台，动态监测重点保护区域生态环境数据，达成涉渔工程与栖息地的智慧化管理，加强重点保护区域的视频监管，提升日常巡护能力，确保相应保护措施的实施。

7.6 周边环境敏感区保护措施

7.6.1 青铜峡库区国家湿地和自然保护区保护措施

7.6.1.1 建设方案优化及减缓措施

(1) 严格划定施工红线，划定工作区和活动范围，防止施工人员和施工机械车辆随意进入保护区。严格控制地埋取水管施工场界范围，易产生废水的设施设备尽量远离保护区布置，避免对保护区的环境影响。在项目区临近自然保护区附近，沿保护区边界安装约 5000m 围栏网，并在沿线设立警示宣传牌 10 个；

(2) 禁止在生态敏感区内设置取土场、弃渣场、施工便道和临时施工场地；

(3) 禁止向生态敏感区内排放施工废水和生活污水。

7.6.1.2 陆生生态保护措施

项目建设对湿地的影响主要体现在对陆生植被的影响上。因此施工结束后，应结合水土保持植物措施，对各类施工迹地实施陆生生态修复措施。

(1) 植被修复原则

1) 保护原有生态系统的原则：评价范围位于宁夏回族自治区吴忠市青铜峡市，根据现场调查及查阅相关资料，项目占用国家重要湿地区域主要植被为怪柳、芦苇、香蒲、宽叶独行菜、千屈菜等，在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，恢复原有土地利用类型。

2) 保护生物多样性的原则：植被修复措施不仅考虑植被覆盖率，而且需要在利用当地原有物种的情况下，尽量使物种多样化，避免单一。在保证物种多样性的前提下，防止外来种的入侵。在原生境下有分布外来物种的情况，需对已有的外来物种进行铲除，并针对其入侵机制对土壤等生境进行改良，保证植被修复的效率。

(2) 恢复植物的选择

生态适应性原则：植物生态习性必须与当地气候环境条件相适应。恢复时还需考虑适合工程区的植被区系。

本土植物优先原则：乡土种在当地食物链中已经形成相对稳定的结构，与生境建立了和谐的关系，适应性强，有利于保护生物多样性和维持当地生态平衡，并且能体现当地地域特点。可根据评价区生态环境特点以及植被现状，选择区域乡土物种进行植被恢复。

（3）植被恢复措施

1) 表土回填：施工场地开挖的土方按照土层顺序进行回填，剥离的表土，按表层土在上的顺序堆放至临时占地区域，便于后期植被恢复使用。

2) 土地整治：施工结束后，对临时占地区域实施土地整治措施，整治方式为机械整治，整地深度为 0.3m。

3) 补植植物幼苗：土地整治后，根据原有土地利用类型对占用土地进行幼苗补植和撒播草籽，恢复植被。选择怪柳幼苗进行补植，对芦苇区域撒播草籽，其中芦苇撒播面积为 882m²，怪柳补植面积为 274m²。项目临时占地植被恢复措施见图 7.6.4-1。

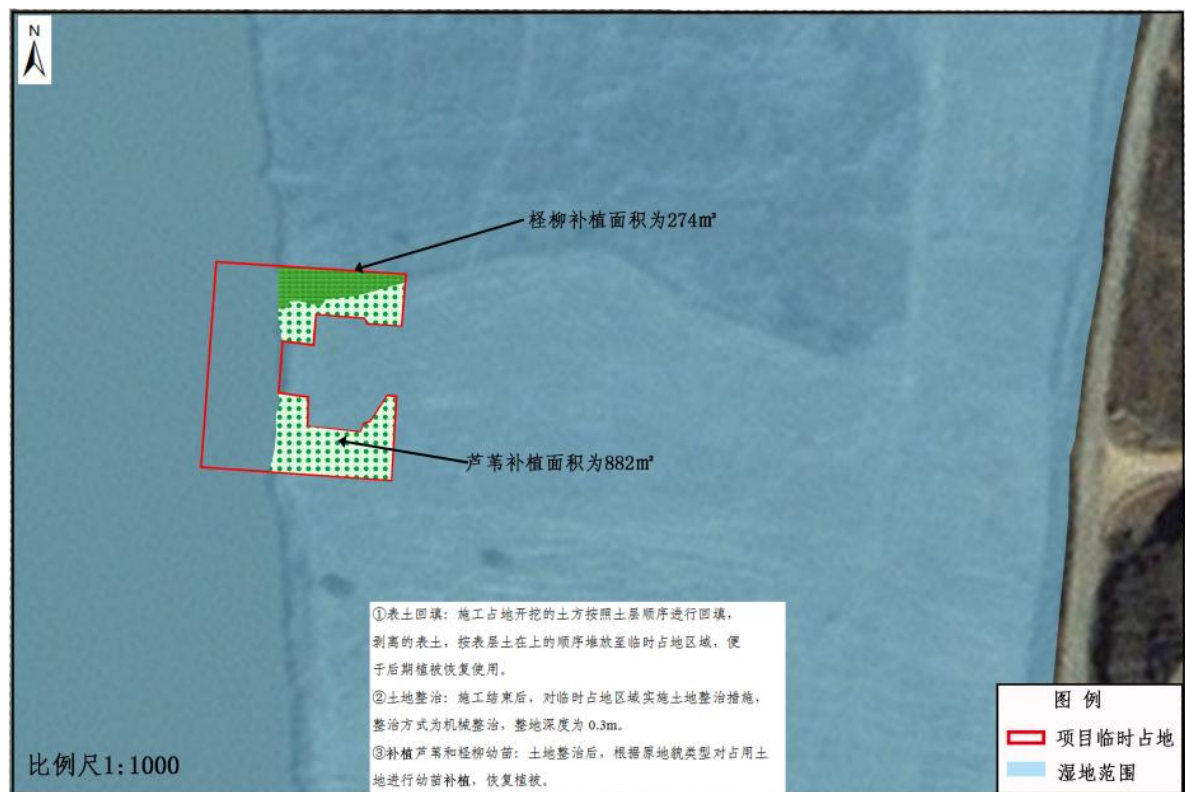


图 7.6.1-1 湿地范围内植被恢复措施图

7.6.1.3 湿地占补平衡

根据《中华人民共和国湿地保护法》第二章第二十一条，“除因防洪、航道、港口或者其他水工程占用河道管理范围及蓄滞洪区内的湿地外，经依法批准占用重要湿地的单位应当根据当地自然条件恢复或者重建与所占用湿地面积和质量相当的湿地；

没有条件恢复、重建的，应当缴纳湿地恢复费。缴纳湿地恢复费的，不再缴纳其他相同性质的恢复费用”。

根据《宁夏回族自治区湿地保护条例》第三十四条，“禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利以及保护设施项目、湿地保护项目等除外。建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及国家重要湿地的按照国家重要湿地有关管理规定执行；涉及自治区级重要湿地的，应当征求自治区人民政府林业草原主管部门的意见。”

依据《生态文明体制改革总体方案》（中发〔2015〕25号）、《国务院办公厅关于印发湿地保护修复制度方案的通知》（国办发〔2016〕89号）等相关要求，实行湿地保护目标责任制，经批准征收、占用湿地并转为其他用途的，用地单位要按照“先补后占、占补平衡”的原则，负责恢复或重建与所占湿地面积和质量相当的湿地，确保湿地面积不减少。

本项目属于国家重大项目，取水泵站和进站道路永久占用宁夏回族自治区青铜峡库区国家重要湿地，无法避让，因此缴纳湿地恢复费以落实湿地占补平衡责任，不再进行湿地占补平衡分析。

7.6.1.4 补偿措施

本项目对永久占用的植被进行生态补偿。根据《宁夏回族自治区湿地恢复费缴纳和使用管理实施细则》（宁财规发〔2024〕4号）第二章第六条（二）占用重要湿地中的森林沼泽、灌丛沼泽、沼泽草地、内陆滩涂、其他沼泽地的，缴纳标准为每平方米350元。

本项目取水泵站和进站道路永久占用宁夏回族自治区青铜峡库区国家重要湿地，占地类型为内陆滩涂，占地面积为2104m²，经计算，需缴纳湿地恢复费73.64万元。

7.6.2 黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区

由于牛首山东抽水蓄能电站取水口涉及黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区，按照原环保部和农业部联合发布的《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》、《水产种质资源保护区管理暂行办法》等文件要求，2024年5月委托宁夏回族自治区水产研究所开展了《宁夏牛首山东抽水蓄能电站对黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》（以下简称《专题报告》）工作。2024年10月《专题报告》通过了宁夏回族自治区农业农村厅组织的初审，2025

年5月13日通过上海渔政保障中心审查。

根据审定后《专题报告》，对于项目可能对黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区产生的不利影响，主要采取的措施有避让措施、减缓措施、修复与补偿措施、监督管理及跟踪监测等措施，具体措施及投资内容已全部纳入报告水生生态环境保护措施和投资概算章节。

7.6.3 青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区

项目对青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区的影响主要为取水口施工期对局部水质造成的影响。针对以上影响提出饮用水水源保护区的保护措施如下：

(1) 严格施工红线，划定工作区和活动范围，防止施工人员和施工机械车辆随意进入水源保护区。严格控制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尽量远离岸边布置，禁止向河道排污，避免对河道水质造成影响。

(2) 取水口施工结束后应进行水生植被恢复，减少水土流失及其对河道水质的影响。恢复面积为损失临时占用面积，具体植被恢复措施同“7.6.1 青铜峡库区湿地自然保护区”相关措施。

7.7 大气环境保护措施

7.7.1 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，沥青混凝土拌和站产生的沥青烟以及施工机械、车辆产生的尾气。

7.7.2 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》（GB16297-1996）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，沥青烟排放达到二级排放标准的要求。

7.7.3 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，降低粉尘、配备雾炮机15套。

2) 露天开挖采取洒水降尘措施，以缩短粉尘污染的影响时间和范围，在大风天

气禁止大面积基坑开挖等易产生扬尘的作业。

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) 受施工大气污染影响的主要对象是施工人员,应加强一线工人防尘劳动保护措施,如分发防尘口罩等。

(2) 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,再进入主筛分楼。

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。

(3) 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。

(4) 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。

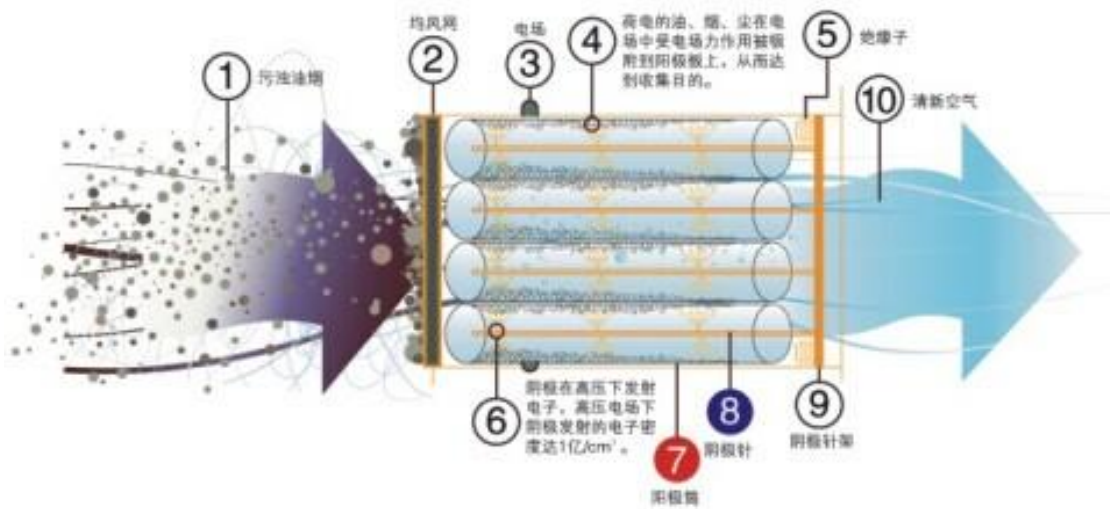
(5) 沥青烟的消减及控制

本项目主体设计的沥青混凝土拌和系统考虑了成熟的沥青烟净化处理设施,沥青运输过程中进行封闭,防止沥青烟逸散,减少沥青烟对大气环境的污染。沥青混凝土拌和系统收集到的沥青烟气和重油烟气,进入沥青、重油烟气备用处理系统后,无污染排放。沥青、重油烟气处理系统包括:静电除烟、喷淋除尘和UV光解装置。该处理措施已在国内多个沥青混凝土拌和站中使用,处理效果良好。处理措施详细说明如

下：

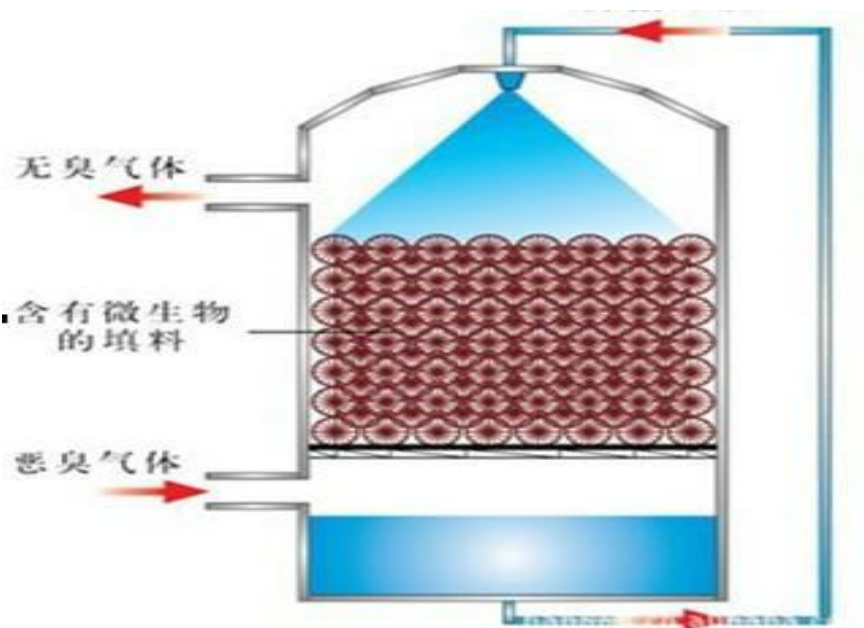
1) 静电除烟

静电式油烟净化技术是利用阴极在高压电场中发射出来的电子，以及由电子碰撞空气 $6C14$ 分子而产生的负离子来捕捉油烟、黑烟、油雾粒子，使粒子带电，再利用电场的作用，使带电粒子被阳极所吸附，以达到清除、净化油烟的目的。



2) 喷淋除尘

由于废气中含有一定量的颗粒物，而 UV 光解催化法并不能有效去除颗粒物，因此在进入 UV 光解催化设备前，增加喷淋吸收塔做预处理，其中净化处理工艺中喷淋塔工作原理如下图所示：



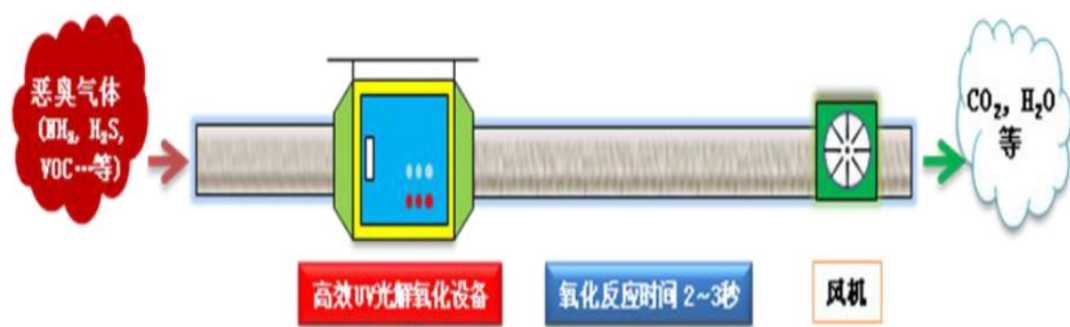
喷淋吸收塔是用胶花作填料，以活性剂溶液作为喷淋液。当液体喷洒到填料上时便形成液膜，该液膜使气液两相接触面积增大，使之充分接触，在此接触的过程中液相与气相之间发生物理溶解和化学反应过程，从而废气中的有害成分得以去除。废气经化学氧化塔洗涤后经塔顶部除水除雾器将水雾、水滴与气体分离。吸收塔喷淋液基本不含有苯并[a]芘等有害物质（苯并[a]芘等主要是 UV 光解去除），因其不溶于水，且吸收塔喷淋液循环使用不外排，产生的少量尘泥外卖给建材厂家生产建筑材料。

3) UV 光解

a) 利用特制的高能高臭氧 UV 紫外线光束照射恶臭气体，裂解恶臭/工业废气如：氨、三甲胺、硫化氢、甲硫氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳和苯乙烯，硫化物 H_2S 、VOC 类，苯、甲苯、二甲苯等的分子链结构，使有机或无机高分子恶臭化合物分子链，在高效紫外线光束照射下，降解转变成低分子化合物，如 CO_2 、 H_2O 等。

b) 利用高能高臭氧 UV 紫外线光束分解空气中的氧分子产生游离氧，因游离氧所携正负电子不平衡所以需与氧分子结合，进而产生臭氧。 $UV + O_2 \rightarrow O + O^*$ (游离氧) $O + O_2 \rightarrow O_3$ (臭氧)，众所周知臭氧对有机物具有极强的氧化作用，对恶臭气体及其他刺激性异味有立竿见影的清除效果。

c) 恶臭/工业废气利用排风设备引入到净化设备后，净化设备运用高能 UV 紫外线光束及臭氧对恶臭气体进行协同分解氧化反应，使恶臭气体物质降解转化成低分子化合物、水和二氧化碳，再通过排风管道排出室外。下图为工艺说明。



(6) 食堂油烟污染防治措施

施工期食堂规模为大型，使用煤气和电，须采取安装油烟净化器，处理后油烟排放满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）（油烟净化设施去除效率标准不低于 85%，油烟最高允许排放浓度 $\leq 2.0mg/m^3$ ）的要求。

运行期电厂生活管理区采用电取暖。其食堂属于“小型”规模餐饮，须采取安装油

烟净化器，处理后油烟排放满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）（油烟净化设施去除效率标准不低于 60%，油烟最高允许排放浓度 $\leq 2.0\text{mg/m}^3$ ）的要求。

7.8 声环境保护措施

7.8.1 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。

7.8.2 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 75dB(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）1 类标准要求，昼间噪声低于 55dB(A)，夜间噪声低于 45dB(A)。运行期满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 1 类标准。

7.8.3 控制措施

- （1）合理规划施工时间，夜间不进行产噪施工活动，如爆破、运输等；
- （2）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）加强对现有设备的维修和保养，保持机械润滑，降低运行噪声，振动较大的机械设备使用减振机座以降低噪声；
- （3）对大于 100dB（A）的固定机械噪声源建立隔声操作间、值班间和休息间，采用 COS 型隔声罩；对流动性较大的空气压缩机和风机选用 KJ-2 型和 LZX 型消声器等；对取水泵站选用低噪声泵机、进行减震安装，泵房采用隔声材料，安装隔声门窗，保障场界噪声达标；
- （4）施工爆破采用先进爆破技术，炮眼分散，不集中放炮，控制加药量，不鸣大炮，坚决禁止夜间爆破；施工过程尽量避免打干钻，湿钻可使噪声降低 30 分贝左右；
- （5）减少夜间施工车流量，在保护区和生产生活区周边设立禁止鸣笛的警示标志 10 个，在项目坝址区、生活区、附属企业区等车流量较高、经过保护区的路段设立限速标志牌 10 个，合理安排运行时间；

(6) 对在高噪声区工作的施工人员做好劳动保护工作, 佩戴防噪耳塞、耳罩或防噪头盔。

7.9 固体废弃物处理措施

7.9.1 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。

7.9.1.1 生活垃圾产生量及特性

根据分析, 整个施工期产生生活垃圾总量约为 5432t, 施工总工期 71 个月, 平均每天产生生活垃圾 2.55t。施工期上、下库施工营地及业主营地生活污水产生量分别为 96m³/d、176m³/d、13.63m³/d, 处理后每天产生污泥约 60kg。

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、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。

7.9.1.2 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%。

7.9.1.3 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。

生活污水处理产生污泥处理至含水率需小于 60%, 且不含有毒有害物质或经过处理后有害物质含量低于相关标准, 满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008) 要求进入生活垃圾填埋场的污泥标准后, 运送到青铜峡市生活垃圾卫生填埋场进行处置。生活垃圾运送到青铜峡市生活垃圾卫生填埋场进行处置。青铜峡市生活垃圾填埋场位于青铜峡市以西 13km, 距牛首山东抽水蓄能电站直线距离约 30km, 垃圾运输较便利。该垃圾填埋场于 2008 年建成投入使用, 设计总库容积约 120 万 m³, 设计日处理垃圾量 210t。通过前期调查及与填埋场主管部门沟通, 目前填埋场有效库容仍有约 70 万 m³, 实际日处理量约 110t, 完全有能力消纳牛首山东抽水蓄能电站施工生活垃圾。

7.9.1.4 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

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，配备压缩式垃圾清运车一辆，每周清运一次。

7.9.2 施工废弃物处理措施

项目弃渣及建筑垃圾如砖瓦、混凝土块、弃土等运往本项目弃渣场。

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青铜峡市生活垃圾填埋场。

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，委托有资质的单位进行处理。计划在上、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。危废暂存间工程量及设备见表 7.9.2-1。

表 7.9.2-1 危废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		
1.1	建筑工程	m ²	20
1.2	防渗工程	m ²	20
2	设备		
2.1	消防及灭火设施	套	1
2.2	废油储存罐	套	1
2.3	警示标示	套	1

7.9.3 运行期固体废弃物处理措施

(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0.06t，由于垃圾量较小，利用施工期设置的垃圾桶，集中收集后运送至青铜峡市生活垃圾填埋场。

(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6m³。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7.9.2-1。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。

7.10 社会环境保护措施

7.10.1 人群健康保护措施

施工期人群健康保护主要针对施工人员和管理人员，其保护内容主要为：

(1) 环境卫生清理

施工生活区每年定期进行灭鼠、灭蟑螂、灭蚊、灭蝇等工作。灭鼠工作原则上每年进行两次，也可根据实际情况增加频次；蟑螂、蚊、蝇等虫媒动物灭杀工作应经常进行。

(2) 卫生检疫和健康检查

对进入施工区的施工人员和管理人员进行卫生检疫和定期健康检查。

1) 在进驻工地前，各施工单位应对施工和管理人员进行全面的健康调查和疫情建档，健康人员才能进入施工区作业。

2) 施工期定期对施工和管理人员进行疫情抽样检疫。疫情抽查的内容主要为肝炎、痢疾等消化道传染病和肺结核等呼吸道疾病等，发现病情及时进行治疗。

3) 为提高施工和管理人员的抗病能力，定期对施工人群采取预防性服药、疫苗接种等预防措施，尤其要加强对肝炎的防疫。

4) 各施工单位应明确卫生防疫责任人，按当地卫生部门制定的疫情管理制度及报送制度进行管理，并接受当地卫生部门的监督。

(3) 环境卫生及食品卫生管理

1) 施工期加强对各施工人员生活区、办公区、业主营地饮用水源、公共餐饮场

所、垃圾堆放点、公共厕所等地的环境卫生管理，定期进行卫生检查，除日常清理外，每月至少集中清理 2 次。

2) 定期对各生活区和业主营地的饮用水源进行监测，以保证饮用水水质达标。

3) 从事餐饮工作的人员必须取得卫生许可证，并定期进行体检，有传染病带菌者要撤离其岗位。

4) 成立专门的清洁队伍，负责施工区、办公区、生活区的清扫工作，并根据办公生活区的布置，分设垃圾桶（箱）。

5) 公共卫生设施应达到国家卫生标准和要求。

7.10.2 移民安置专项工程环境保护措施

本项目不涉及移民搬迁安置和生产安置，涉及输电线路等复建工程建设对周围环境产生一定影响，但复建工程规模很小，复建工程基本沿现有道路设置，对环境的影响轻微。现提出以下环境保护措施：

(1) 复建项目建设过程中，规范施工行为，要严格遵守在征地范围内进行施工作业，不得占压、破坏征地红线外的植被；

(2) 电线杆基座混凝土养护水量很少，在基座周边设置简易土围挡不外流；

(3) 水泥、砂和石灰等易洒落散装物料在装卸、使用、运输、转运过程中，要加强管理，采取防风遮盖措施，以减少扬尘；合理安排施工时间，施工作业尽可能安排在上、下午，禁止夜间施工，减少对周边野生动物的干扰。

7.11 环保措施实施的保障措施和技术经济分析

7.11.1 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环保主管部门、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。

7.11.2 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 7.11.2-1。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，最大程度地减少对环境的不利影响，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 7.11.2-1 牛首山东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	施工污水直接排放将对黄河青铜峡库区段水质产生影响；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，不排入青铜峡库区；运行期生活污水进行处理后作为绿化用水和道路洒水	采用高效污水净化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，成套地埋设备处理生活污水等，已在国内白鹤滩、向家坝、公伯峡、积石峡、班多等多个水电站工程中使用，运行效果良好。生产、生活污水废水全部回用，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

宁夏牛首山东抽水蓄能电站环境影响报告书

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
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青铜峡市生活垃圾填埋场进行填埋	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栖息的惊扰	-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	本项目不涉及保护植物，加强施工环境管理，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；避免对动物的影响	-1C
水生生物	蓄水期及补水期间涉及河段水量略有减少，可能使局部鱼类及水生生物被卷载进入水处理厂。	-2C	重点物种救护及人工繁育研究、鱼类增殖放流等补偿修复措施，取水口拦鱼、繁殖期避让措施、加强监督管理及跟踪监测等	本次水生措施同宁夏水产所编制的已审批《宁夏牛首山东抽蓄电站对黄河卫宁段兰州鲇水产种质资源保护区影响专题论证报告》中水生措施保持一致，其相关措施在宁夏当地水利取水项目已有实施，国内许多电站项目也是采取的类似措施，繁育研究及增殖放流也是根据各种鱼类人工繁育技术情况进行制定，措施经济合理有效，能够最大程度地保护恢复涉及河段鱼类物种资源及生物多样性	-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	同已审查的水保报告中措施一致，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
移民安置	无移民安置，输电线路	-1D	做好专项设施复	专项设施复建规模不大，只要	0

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
	专项工程复建对环境的影响轻微		建的施工扬尘、噪声等的对策措施	做好前述常规环保措施，可完全减免对环境的不利影响	

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

7.12 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 7.12-1。

表 7.12-1 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 救护繁育研究、增殖放流等补偿修复措施							
5.2 取水口拦鱼措施							
5.3 繁殖期及苗汛期避让措施							
5.4 其他鱼类保护措施							
5.5 监督管理措施							
6 保护区保护措施							

宁夏牛首山东抽水蓄能电站环境影响报告书

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
7	水产保护区保护措施						
8	生活垃圾处理工程						
9	人群健康保护						
10	移民安置环保措施						
11	环境监测						
11.1	地表水监测						
11.2	生产、生活废污水监测						
11.3	大气环境监测						
11.4	声环境监测						
11.5	陆生生态环境监测						
11.6	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。牛首山东抽蓄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 环境管理体系

电站管理分为外部管理和内部管理两部分。

(1) 外部管理

外部管理由环境保护行政主管部门管理，以国家相关法律法规为依据，确定建设项目环境保护工作需达到的相应标准与要求，负责项目各阶段环境保护工作不定期监督、检查。

(2) 内部管理

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。

项目环境保护管理体系见图 8.1.2-1。

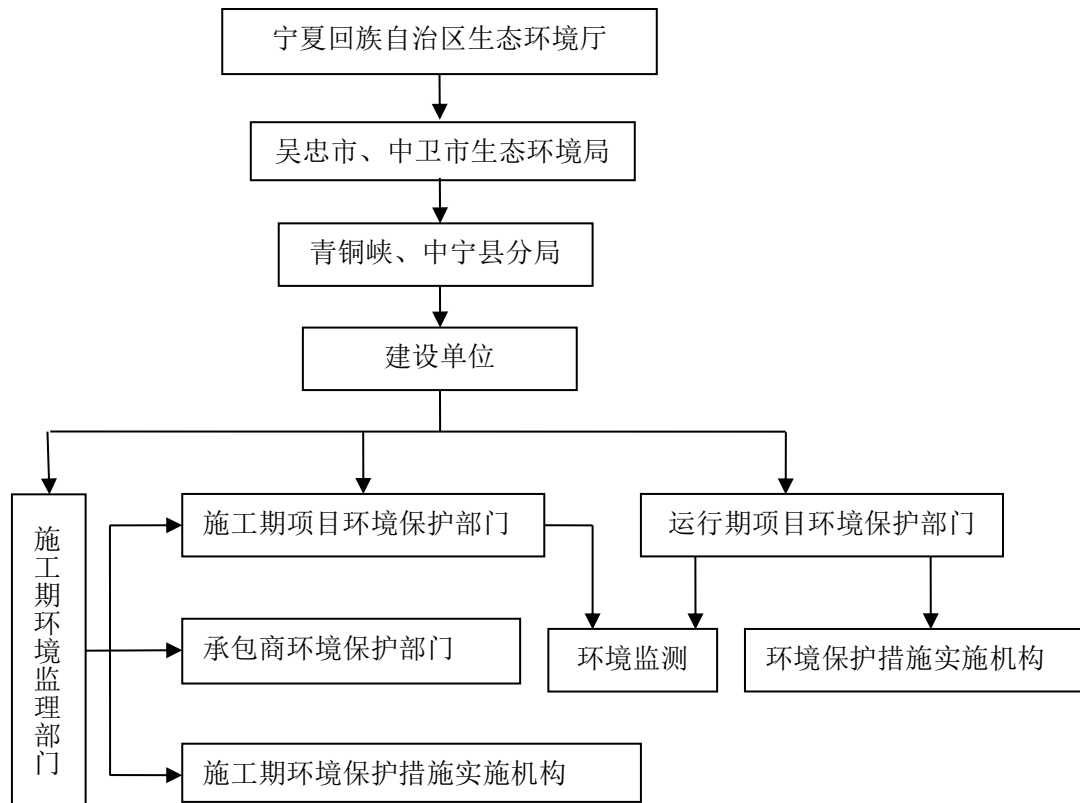


图 8.1.2-1 项目环境保护管理体系框架图

8.1.3 环境管理机构设置及职能

8.1.3.1 机构设置

宁夏牛首山东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。

8.1.3.2 人员编制

根据项目环境管理任务，建议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，根据不同工作需要，可聘请相关专业机构或人员与项目施工人员、监理配合做好该项目的环境保护工作。

8.1.3.3 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。

8.1.4 环境管理任务及内容

8.1.4.1 施工期环境管理任务

施工期的环境管理工作主要由建设单位和各承包商共同承担。

（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、水生生态保护、陆生保护等专项设计；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，落实并启动环境监理工作。

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；同地方环保主管部门及渔业、林业、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和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。

8.1.4.2 运行期环境管理任务

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于表 8.1.4-1。

8.1.5 环境管理制度

8.1.5.1 环境保护责任制

建立环境保护责任制，明确各环境管理机构的环境保护责任。

建立各参建单位分工负责的环境保护分级管理制度。在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与生态保护措施的条款，由各承包商单位负责组织实施。环境监理单位联合工程建设监理进行日常监督检查负责定期检查，对发现问题进行记录，督促整改。建设单位环境保护部门负责定期检查，对发现问题进行通报，由监理单位督促施工单位整改。

8.1.5.2 监测制度

环境监测是环境管理部门获取宁夏牛首山东抽水蓄能电站项目施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。委托具备相应资质的环境监测与调查单位，按环境监测计划要求对项目施工区及周围环境质量和污染物处理情况进行定期监测和调查，并将监测（调查）成果实行季报、年报和定期编制环境质量报告。根据环境质量监测成果，对环保措施进行相应调整。

8.1.5.3 招投标管理制度

对工程量较大的环境保护工程施工和投资较大的环保设备采购，按《招标投标法》要求，采用招投标制度。对砂石料厂废水处理、生活污水处理、鱼类保护措施等环保项目和渣场、料场恢复等水保项目可独立分标。

表 8.1.4-1 环境管理与环境监理主要内容一览表

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
	上、下库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	
	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	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	
	沥青烟的消减及控制	采取封闭车间和运输，采取成熟的净化处理设施	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，送青铜峡市垃圾填埋场处置	施工期、运行期	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	承包商	监督检查
	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

宁夏牛首山东抽水蓄能电站环境影响报告书

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
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。设置自然保护区边界围栏和警示牌。	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	救护、繁育研究、增殖放流等补偿修复措施	开展重点保护鱼类资源的收集救护和人工繁殖技术研究；进行鱼类增殖放流	施工期及运行期	建设单位、承包商	委托专业机构操作，实施时拨经费。
	取水口拦鱼措施	取水口设置拦鱼网，同时加装超声波干扰器。后期需要更新维护。	施工期及运行期	建设单位	
	繁殖期及苗汛期避让措施	施工期避开 5~7 月鱼类繁殖期围堰施工，同时尽量减少 5~7 月的取水量。	施工期及运行期	建设单位、承包商	监督实施和管理
	其他鱼类保护措施	施工期、运行期鱼类保护，加强渔政监督管理等	施工期及运行期	建设单位、承包商	加强管理，邀请渔政部门监督指导，拨经费
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
移民安置专项	输电线路复建工程环保措施	严格限定施工范围，线杆基座四周设置简易围挡，采取防风遮盖措施，合理安排施工时间等	施工期	建设单位、施工单位	监督实施和管理

8.1.5.4 “三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，项目建设过程中的污染防治和生态保护措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定达到相关技术标准要求，并经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

8.1.5.5 宣传、培训制度

为增强项目建设者（包括管理人员和施工人员）的环境保护意识，建设单位环境管理机构应采取微信公众号、宣传栏、专题讲座、宣传册等方式对工程参建人员进行环境保护宣传，提高环保意识，使其都能自觉地参与环境保护工作，让环境保护从单纯的行政干预和法律约束变成人们的自觉行为。

同时也要对环境保护专业技术人员应定期进行业务培训，组织考察学习，以提高业务水平。

8.1.5.6 环境保护信息化管理制度

建立完善的档案信息体系，做好各种环境管理文件的文档（电子）管理；做好各种环保设计、监测、调查及研究文件的纸质及电子文档管理；建立各种环保检查文件与计划执行的（电子）文档管理。

开发建设《牛首山东抽水蓄能电站开发环境全过程监测系统》，应用前沿的GIS、卫星定位、物联网、大数据、视频监控等技术，设计建设牛首山东抽水蓄能电站智慧环保综合管控平台。管控平台包含水、气、声环境监测系统、水生生态环境调查评估管理系统、陆生生态环境调查评估管理系统、取水口运行监控管理系统等。运用该平台对历史资料、现状监测调查资料进行全面数字档案化管理，实时采集数据，建立生态调查档案管理机制、掌握动植物现状。同时可以向各级政府部门开放本系统使用权限，能够全面推行电站生态环境保护管理与保护信息化探索。

8.1.6 生态监督检查计划

本项目涉及土著保护鱼类、保护动物等，生态影响和生态环境保护是本次环评关注的重点。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。

8.1.6.1 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政府环保主管部门负责，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，见 8.1.2、8.1.3 小节。

其中外部检查机构由当地环保部门组织牵头，必要时可由林草、渔业管理部门联合组成检查组。

8.1.6.2 生态监督检查管理内容

(1) 施工期对环境监理中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的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) 施工期间会同林草管理部门定期、不定期针对项目施工对湿地自然保护区影响及保护情况进行检查，确保对保护区影响降到最低；同时对保护动物影响及保护情况进行检查，通过管理杜绝施工期偷捕动物行为。

(6) 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。

(7) 施工期间组织渔业管理部门定期开展鱼类救助检查，通过渔政管理杜绝施工期偷捕鱼类行为。

(8) 施工期间会同渔业管理部门定期、不定期针对项目施工对水产种质资源保护区影响及保护情况进行检查，确保对保护区影响降到最低；同时对鱼类补偿修复措施、取水口拦鱼措施、繁殖期及苗汛期避让措施及其他保护措施的情况进行检查，确保保护措施的有效性。

(9) 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。

8.1.7 应急联动方案

电站北侧分布有牛首山抽水蓄能电站,为有效整合各个项目相关力量和公共资源,对项目区内的突发事件进行应急求助应急处置,建议与牛首山东电站建立应急联动管理机制,进一步加强和保证应急处置和通讯联络,保障损失减小到最低。

(1) 联动机制三级管理

在处置过程中,项目应急联动中心应当收集、汇总突发公共事件有关情况,根据现场实际,对突发公共事件进行综合研判,确定突发公共事件的等级。

(2) 项目范围内一般突发事件由项目联动小组直接组织、协调、指挥、调度有关部门开展应急联动处置。项目应急联动中心受理通过报警电话或者其他方式的报警后,应当立即予以核实,启动项目相应的应急联动处置专项预案,并向相关部门汇报,组织、协调、指挥、调度有关部门人员进行处置。项目可自己解决的属于一级联动处置。

(3) 项目范围内较大突发事件由项目直接组织、协调、指挥、调度有关部门开展应急联动处置。持续时间较长且情况紧急的,需要临近项目及时解决帮助的,属二级联动处置。

(4) 对突发性重大事件,要立即组织实施先期应急处置,同时上报相关公司领导,需要公司相关部门或者全公司各个部门给予支持和人员物质支援的,公司配合做好后续应急处置队伍和资源的组织、调度等准备工作,可以根据现场处置的工作需要,开设现场指挥部。现场指挥部负责现场处置的组织、协调、指挥、调度。情节严重的,还应当立即通知有关消防安全等联动单位指挥人员和专家现场指挥处置。以上属于属三级联动处置。

8.2 环境监理

8.2.1 监理目的

环境监理是环境管理的重要组成部分,目的是监督落实牛首山东抽蓄电站环境影响报告书提出的环保措施,将施工活动的不利环境影响降低到可接受的程度。

8.2.2 监理原则

(1) 客观、公正原则:以事实为依据,以法律和有关合同为准绳,在维护建设单位的合法权益的同时不损害承建单位和公众的权益。

(2) “三同时”和“及时性”原则：坚持环保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行的原则。结合水电站主体工程施工进度及其带来的环境影响按设计要求及时采取减免措施，在环保设施的招标、施工及运行阶段监理及时参与。

(3) 协调性原则：环保措施进度计划的制定和检查落实，必须与主体施工进度协调。

8.2.3 监理职责

环境监理应遵循国家及当地政府关于环境保护的方针、政策、法令和法规，按照监理技术规范要求及环境监理的各项依据开展工作，其主要职责为：

(1) 受建设单位委托，全面负责监督、检查项目影响区的环境保护工作。

(2) 监督检查施工过程的环保措施的“三同时”，使防治环境污染和生态破坏的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

(3) 参加审查会议，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出环保方面的改进意见，以保证环保措施的落实和项目的顺利进行。并审查环保措施的技术和经济可行性。

(4) 协调建设单位和承包商的关系，处理合同中有关环保部分的违约事件。

(5) 与工程监理一起参加工程验收，对承包商施工过程及竣工后的现场就环境保护内容进行监督与检查。工程质量认可包括环境质量认可，单元工程验收。

(6) 对检查中发现的问题，以通知单的形式下发给承包商，要求限期处理。

(7) 环境监理工程师每月向业主提交一份监理月报告，半年提交一份进度评估报告及年度监理报告，并整理归档有关资料。

8.2.4 监理范围与内容

(1) 监理范围

环境监理的工作范围包括主体工程施工区、辅助工程施工场地、施工道路、施工生活营地、业主生活营地等所有可能造成环境污染和生态破坏的区域。

(2) 监理内容

环境监理内容主要包括：监督承包商是否按照环境保护设计实施生态环境保护、生产废水和生活污水的处理、环境空气保护、噪声防治、固体废弃物处置、水土流失防治及人群健康的保护措施和设施等，并加大力度监督对周边保护区及

生态环境的保护。牛首山东抽蓄电站重点监理的环保措施和设施详见表 8.1.4-1。

8.2.5 监理机构设置

环境监理机构按国内项目管理办法,由建设单位以招标方式或委托有资质的监理单位完成相应的各种监理工作。环境监理必须由具有相应专业知识和工作经验的专业人员承担,特别要求聘请生态保护专业人员承担部分环境监理工作,与自然保护区、水产种质资源保护区主管部门建立有效的沟通机制,主动接受其监督管理。根据牛首山东抽水蓄能电站项目规模和施工总体规划,拟设置环境保护专职监理人员 3 人。

工作机构设置及工作程序见图 8.2.5-1。

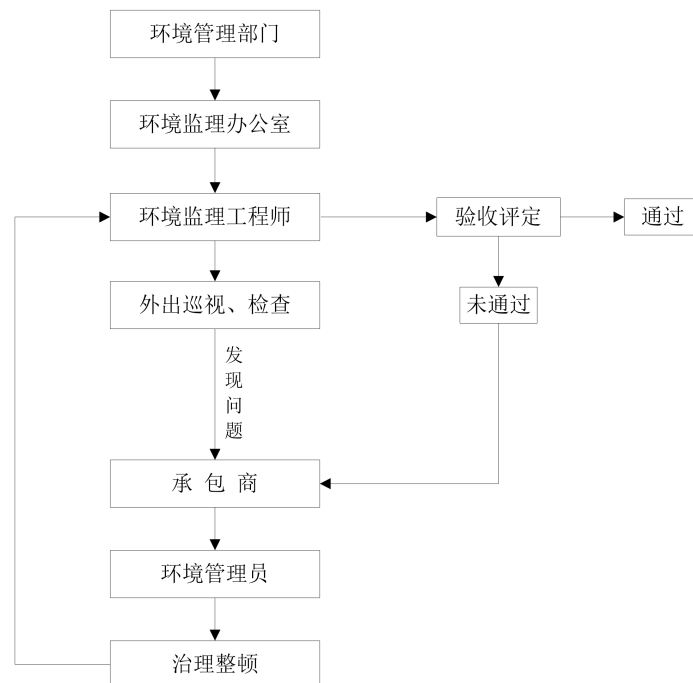


图 8.2.5-1 环境监理工作程序图

8.2.6 监理工作方式与制度

(1) 工作记录制度

环境监理工程师每天根据工作情况编写工作记录（监理日记），重点描述巡视检查情况，现场存在的环境问题，分析问题产生的主要原因及责任单位，并提出初步处理意见。

(2) 监理报告制度

要求承包商每月提交一份环境报告，对本月环境保护工作实施情况进行全面总结。环境监理工程师根据日常巡视情况对承包商提交的环境报告进行评议，并

提出下一步的整改方向。环境监理工程师要组织编写环境监理月报、半年进度评估报告及年度监理报告，报建设单位的环境管理部门。

（3）文件通知制度

环境监理工程师在巡视过程中如发现环境问题，应立即口头通知承包方环境管理员限期处理，随后仍需以书面文件形式予以确认。

（4）环境例会制度

根据环境监理工程师的要求，每月召开一次由监理工程师和承包商参加的环境例会，对本月的环境保护工作进行总结，提出存在的问题及整改要求，形成实施方案。会后编写会议纪要，发放给与会各方，督促有关单位遵照执行。

（5）事故应急制度

对于重大环境污染及环境影响事故，环境监理工程师负责组织环保事故的调查，及时向建设单位及相关部门通报事件的发生及处理结果。会同建设单位、地方环境保护部门共同研究处理方案并下发给承包商实施。

8.3 环境监测计划

8.3.1 环境监测目的

环境监测是环境管理的重要手段之一，为做好牛首山东抽蓄电站项目环境保护工作，验证环境影响预测评价结果及环保设施的运行效果，预防环保事故、提高风险控制能力，开展施工期和运行期的环境监测工作，为项目施工期和运行期环境保护、环境监理、环境管理及环保验收提供科学依据。

8.3.2 环境监测原则

（1）与项目建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应结合项目施工、运行特点及周围环境敏感点的分布，及时反映工程施工和运行过程中周边环境的变化以及环境变化对项目施工和运行的影响。

（2）统一规划，分步实施的原则

监测计划从总体考虑，统一规划，根据项目不同阶段的重点和要求，逐步实施和完善。

（3）针对性和代表性原则

选择对环境影响显著、对项目区域环境影响有控制性和代表性的因子进行监

测，合理选择监测点位和监测项目，力求做到监测方案有针对性和代表性。

（4）经济性和可操作性原则

监测项目、频次、时段和方法以满足本项目环境保护需要为前提，科学安排监测计划，尽量利用现有机构的监测成果，获得较完整、准确的环境监测数据。

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，牛首山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 8.3.3-1 所示，环境监测计划点位布置见附图 34。

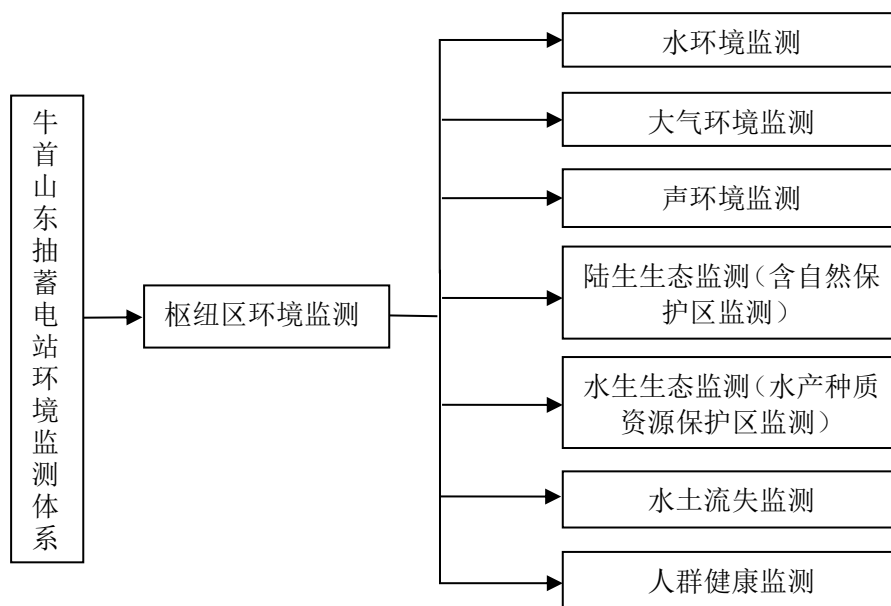


图 8.3.3-1 环境监测系统组成图

8.3.4 枢纽区环境监测计划

根据牛首山东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、陆生生态监测（含自然保护区监测）、水生生态监测（水产种质资源保护区监测）、水土流失监测及人群健康监测。

8.3.4.1 水环境监测

（1）施工期水质监测

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、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	砂石料生产废水处理系统出水口	SS、废水流量	施工期每年每季度监测一次，每次 3 天	《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）
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、废水流量		
洞室排水	进场交通洞、通风洞洞口	pH、SS、石油类、废水流量		
生活污水	上库施工营地生活污水处理系统出水口	pH、SS、COD _{Cr} 、BOD ₅ 、氨氮、污水流量		
	下库 1 号施工营地和业主营地生活污水处理系统出水口			
	下库 2 号施工营地生活污水处理系统出水口			

2) 地表水质监测

为了解项目施工对黄河水质（含饮用水水源保护区）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
取水口上游 500m	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、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	施工期每年丰水期、枯水期各监测 1 次，每次 3 天	《地表水质量标准》（GB3838-2002）
取水口下游 500m			

3) 饮用水水质监测

根据施工饮用水供水情况，在生活区饮用水取水口位置设置 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
生活饮用水取水口	《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每季度监测 1 次	《生活饮用水标准检验方法》（GB/T5750-2006）

(2) 运行期水质监测

运行期水质监测主要包括对黄河水质、水库水质、生活污水、地下水的监测，见表 8.3.4-4。地下水监测运行期在上下水库分别布置一个地下水监测点，上库选择长观孔 SZK16 进行监测，位于上库盆东侧；下库选择长观孔 XZK17 进行监测，位于下库盆北侧，见表 8.3.4-4。

表 8.3.4-4 运行期水质监测计划

监测点	监测项目	监测时间及频次	监测方法
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 个水期各监测 3 天。	《地表水质量标准》 (GB3838-2002)
取水口下游 500m			
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、污水流量	竣工后监测 1 次，运行 后每年丰、枯 2 个水期 各 1 次，每次 3 天	《地表水和污水 监测技术规范》 (HJ/T91-2002)
地下水 上库 SZK16	水位	竣工后监测 1 次，运行 后每季度监测一次	《地下水监测规 范》(SL 183- 2020)
地下水 下库 XZK17	水位		

8.3.4.2 环境空气质量监测

为了掌握项目施工对项目区域环境空气的影响，选择 6 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 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
电站 施工区	南侧小西天寺	TSP、PM ₁₀ 、 SO ₂ 、NO ₂ 、 苯并(a) 芘	施工期正常工况每 季度监测一期，每期 连续监测 7 天，每天 连续采样 24h	《环境空气质量手 工监测技术规范》 (HJ/T194-2005)
	极乐寺			
	下库 1 号施承包商营地			
	业主营地			
	砂石料加工系南西侧			
	取水口附近保护区边界			

8.3.4.3 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
电站 施工区	南侧小西天寺	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）》
	极乐寺			
	下库 1 号施承包商营地			
	业主营地			

监测对象	监测点位	监测项目	监测时间及频次	监测方法
	砂石料加工系南西侧			

8.3.4.4 陆生生态监测

(1) 监测范围

陆生生态的监测范围和环评阶段陆生生态的调查范围保持一致，即上下水库库尾至坝址区间第一道山脊线及枢纽区施工场地、料场、弃渣场、上下库连接公路等建设区向外扩展 300m、涉及保护区的工程外来 1000m 的范围，面积约 1826.21hm²。

(2) 监测时间

施工期：建议在施工高峰期、蓄水初期和竣工环保验收前各开展 1 期监测，共监测 3 期。其中，每期开展 1 次陆生植物监测，时间在 5 月至 7 月；每期开展 1 次两栖爬行动物监测，时间在 5 月至 7 月；每期开展 2 次鸟类和兽类监测，时间在 5 月至 7 月、11 月至次年 2 月。

运行期：在运行的第 1 年、第 3 年和第 5 年开展监测，共监测 3 期。其中，每期开展 1 次陆生植物监测，时间在 5 月至 7 月；每期开展 1 次两栖爬行动物监测，时间在 5 月至 7 月；每期开展 2 次鸟类和兽类监测，时间在 5 月至 7 月、11 月至次年 2 月。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）大中型水利水电项目应开展全生命周期生态监测。因此，在运行 5 年后需继续开展生态监测，监测的年限可以改为每 5 年开展 1 期监测，每期开展 2 次。

(3) 监测内容

1) 陆生生态环境监测

调查监测植物（物种、种群、群落、植被类型）生物多样性及其变化；调查监测动物（物种、种群、群落）生物多样性及其变化；调查监测珍稀、濒危、保护动植物的种类、数量和生境；调查监测重要资源动植物的种类、发展趋势。

2) 陆生生态恢复措施效果监测

对项目区进行施工前现状监测和施工后进行植被恢复调查。

3) 自然保护区监测

对项目涉及影响保护区附近范围的野生动植物、湿地生态环境等进行调查监测。固定样地进行湿地自然景观和生物多样性监测，定期进行观察监测。定期监测附近野生动物活动变化情况。

(4) 监测布点

陆生监测点共 19 个，分别为：上水库（5 个）、输水系统（1 个）、下水库（10）、生态敏感区（3 个），监测点位分布见表 8.3.4-7，分布见附图 35。

表 8.3.4-7 陆生生态监测点位一览表

编号	点位位置	布设缘由	关注重点	监测时间及频次
上水库（5 个点位）				施工期：在施工高峰期、蓄水初期和竣工环 保验收前各开展 1 期 监测，共监测 3 期。其 中，每期开展 1 次陆生 植物监测，时间在 5 月至 7 月；每期开展 1 次两栖爬行动物监测， 时间在 5 月至 7 月；每 期开展 2 次鸟类和兽 类监测，时间在 5 月至 7 月、11 月至次年 2 月。 运行期：在运行的第 1 年、第 3 年和第 5 年开 展监测，共监测 3 期。 其中，每期开展 1 次陆 生植物监测，时间在 5 月至 7 月；每期开展 1 次两栖爬行动物监测， 时间在 5 月至 7 月；每 期开展 2 次鸟类和兽 类监测，时间在 5 月至 7 月、11 月至次年 2 月。投入运行后第 1 年、3 年、5 年各监测 一次；此后，建议每 5 年开展一次监测。
1	上水库库址区（设置 2 个点位）	永久占地	关注施工对区域动植 物的影响，以及工程建 设后，工程周边植物及 动物分布情况	
2	上库机械设备停放 场及修配厂（设置 1 个点位）	临时施工布 置	施工范围内植被、动 物，及施工结束后的植 被恢复情况	
3	上库承包商营地（设 置 1 个点位）			
4	上库混凝土拌和系 统（设置 1 个点位）			
输水系统（1 个点位）				
5	地下厂房上方（设置 1 个点位）	施工扰动	关注施工对地下厂房 上方植物、动物的影响	
下水库（10 个点位）				
6	下水库库址区（设置 3 个点位）	永久占地	重点关注施工期对区 域动植物的影响	
7	永久道路（设置 1 个 点位）			
8	开关站用地区（设置 1 个点位）			
9	业主营地（设置 1 个 点位）			
10	水厂（设置 1 个点 位）			
11	下库机械设备停放 场及修配厂（设置 1 个点位）	临时施工布 置	施工范围内植被、动 物，及施工结束后的植 被恢复情况	
12	垫层料及砂石骨料 加工系统（设置 1 个 点位）			
13	上下库连接路弃渣 场（设置 1 个点位）			
生态敏感区（3 个点位）				
14	取水泵站及上下游 （设置 3 个点位）	生态敏感区	重点关注工程建设对 国家重要湿地（保护区 的）的影响及施工结束 后的回复措施及措施 的有效性	

(5) 监测方法

1) 陆生植物监测

a) 遥感监测

利用 ArcGIS Engine 技术和 Visual Basic 开发平台, 以基础地理信息、生态专业数据和属性信息为基础建立数据库, 依托 GIS 的空间分析性能进行监测, 得到生物丰度指数、植物盖度指数、景观多样性值和优势度值等, 来判断植物和植被的变化。

b) 野外实地调查

在各点位根据陆生生物组成设置固定样线 2~3 条, 根据各样线群落面积确定设置的样地数量, 着重调查植物的垂直和水平分布、植物物种。此外, 监测过程中应密切关注外来入侵种的种类、数量、入侵速度。

2) 陆生动物监测

两栖类和爬行类样方: 采用红外相机、抓捕法、访问法调查两栖类和爬行类动物种类、数量、分布特征等。

小型兽类样线: 采用日铗法、访问法调查小型兽类动物种类、数量、分布等。

鸟类样线: 采用观测法、访问法调查鸟类种类、数量、分布特征等。

8.3.4.5 水生生态监测

该资源环境监测包含项目建设期、运行期的资源环境监测。主要目的和任务是及时发现因工程兴建而引起的河流水生生物生态环境变化及发展趋势, 掌握工程兴建前后相关地区水生生物生态环境变化的时空规律, 预测不良趋势并及时发布警报, 为水生生物多样性保护, 水资源与生物资源协调发展, 提供科学依据, 并为工程进行回顾性环境影响评价及科学研究积累数据。

(1) 监测内容

1) 水生生态要素监测

对项目涉及河段浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量等进行监测。

2) 鱼类种群动态及群落组成变化

对项目涉及河段鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化情况进行监测。

3) 鱼类“三场”监测

对项目涉及河段的鱼类“三场”的分布与规模变化、繁殖时间和繁殖种群的规模、环境条件以及重点保护鱼类活动情况进行监测，掌握项目对河段鱼类造成的影响。

4) 鱼类早期资源监测

对施工期和运营期间的鱼类早期资源时空分布进行监测，建立苗汛监测与取水调度联动机制，避免苗汛高峰期取水，为进一步优化项目取水调度方案提供数据支持，缓解项目调水卷载效应的影响。

(2) 监测范围

调查监测范围为黄河卫宁段的项目涉及河段。

(3) 监测断面

监测断面包括水生现状监测断面 2#青铜峡库区（坝址上游 2km）、3#下库取水口、4#夏家台子、上水库和下水库，共计 5 个监测断面，各断面可根据具体情况进行适当调整。

(4) 监测频次及时间

自项目开工之日起，长期进行每年监测，包括施工期 7 年、运行期计划前 20 年，后续根据情况再定。监测要涵盖鱼类繁殖期、育肥期和仔幼鱼庇护期。

(5) 调查监测方法

调查监测按照《内陆水域渔业自然资源调查手册》及《水库渔业资源调查规范》的方法进行。项目调查监测承担单位应及时将监测结果反馈到水产种质资源保护区管理部门，以便及时安排和调整保护工作。业主和施工方应配合渔政部门的监督，并对施工人员和附近人群进行鱼类保护的宣传工作。

(6) 资料整编及保存

原始监测资料及整编成果 4 份交委托部门存档备查。

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 8.3.4-8。

表 8.3.4-8 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

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、含盐量	运行期每3年监测一次，开展全生命周期监测	《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《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、细菌性痢疾等及其他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，检疫人数按施工期平均施工人数人员 3400 人的 10%计，为 340 人。

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、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、当地环境保护部门、设计单位, 水生调查监测成果也同步单独报送当地渔业主管部门, 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、当地环境保护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原项目环境影响评价单位对工程进行环境影响后评价。监测成果资料报送程序如图 8.3.6-1。

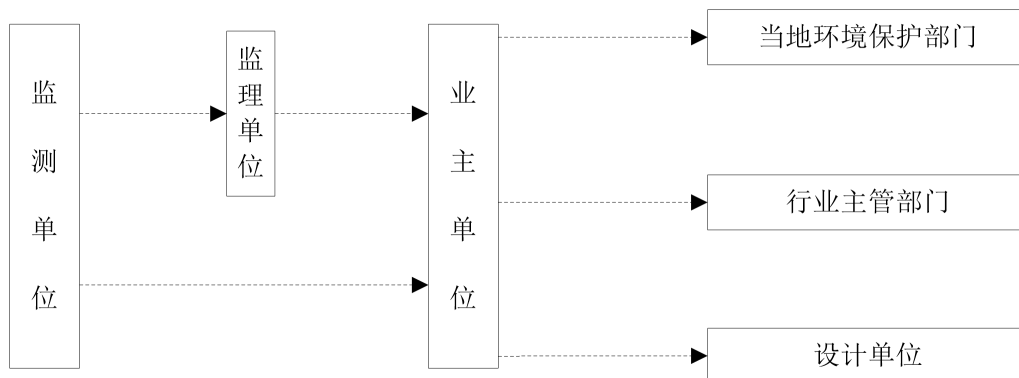


图 8.3.6-1 监测成果资料报送程序图

(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; 年报表在其他报表报出后的 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、环境保护部门等报送年度报告, 每个部门报送 2 份; 水土流失监测成果单独上报当地水行政主管部门, 报送 2 份。

8.4 竣工环境保护验收计划

按照目前新要求, 本项目建成试运行后, 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) 核查牛首山东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环境影响评价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) 施工期及试运行期的环境监理落实情况，环境监理报告及监理提出环境问题的整改情况。
- (13) 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。

表 8.4-1 项目竣工环境保护设施验收清单

污染源/影响源	污染防治措施/影响防治措施	数量/规格	验收标准
水环境	下库 1 号承包商营地、业主营地生活； 2 号承包商营地污水处理设施	2 套	污、废水处理达标 综合利用
	上库承包商生活污水处理设施	各 1 套	
	生产废水处理设施	各 1 项	
	取水口施工水污染管控措施	1 项	避免对河段水体造成 扰动和污染
大气环境	洒水降尘	1 项	洒水降尘效果，沥青

污染源 /影响源	污染防治措施 /影响防治措施	数量/规格	验收标准
	洒水车	2 台	烟处理效果，满足区域环境功能要求
	沥青烟净化处理设施	2 套	
声环境	相关管理和控制措施	1 项	措施实施情况，满足区域环境功能要求
	禁鸣警示牌、限速标志牌	10 个、10 个	
生态环境	施工期环境管理措施	1 项	符合生态保护相关要求
	各施工迹地清理后开展植被恢复	1 项	
	自然保护区相关保护措施	1 项	
	上、下库库周设立封闭护栏	2 套	
	专项研究	1 项	
	鱼类增殖放流措施	1 项	
	取水口增设拦鱼设施	各 1 套	
	繁殖期及苗汛期避让措施	1 项	
	其他鱼类保护措施	1 项	
生活垃圾	垃圾桶	50 个	处置率 100%
	垃圾车清运车	1 辆	
	危废处置及暂存设施	2 项	
环境监测	施工期及试运行期各项环境监测	各项	完成环境监测

9 环境保护投资与经济效益分析

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) 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) 可再生定额〔2014〕54号文颁布的《水电工程设计概算编制规定（2013年版）》和《水电工程费用构成及概（估）算费用标准（2013年版）》；

(2) 《水电工程环境保护专项投资编制细则》（NB/T35033-2014）；

(3) 建筑工程定额执行可再生定额〔2008〕5号文颁布《水电建筑工程概算定额（2007年版）》；

(4) 可再生定额〔2011〕36号文颁布的《水电工程投资估算编制有关规定（试行）》；

(5) 可再生定额〔2016〕25号文颁布的《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》；

(8) 水电规造价〔2004〕28号文“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”；

(9) “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，2007年3月3日。

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宁夏回族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

本工程位于宁夏回族自治区青铜峡市境内，属一类边远地区。根据可再生定额〔2008〕5号文规定，人工预算单价为：

高级熟练工 11.58 元/工时

熟练工 8.60 元/工时

半熟练工 6.74 元/工时

普工 5.56 元/工时

9.1.3.2 材料预算价格

本方案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：0.665 元/kW·h；

施工用水：2.207 元/m³；

施工用风：0.101 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，安装拆卸费不作调整。

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	计算基础	费率	
			工程措施	植物措施
一	直接费			

编号	费用	计算基础	费率	
			工程措施	植物措施
1	基本直接费			
2	其他直接费	基本直接费	9.50%	
3	现场经费	基本直接费		4%
二	间接费			
1	土方工程	直接费	13.30%	21.53%
2	石方工程	直接费	22.40%	
3	混凝土工程	直接费	16.90%	
4	钢筋制作安装工程	直接费	8.41%	
5	基础处理工程	直接费	19.04%	
6	其他工程	直接费	18.29%	
三	利润	直接费+间接费	7.00%	
四	税金	直接费+间接费+利润	9.00%	

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；环境监理费按施工期 5.0 年，现场环境监理人员 5 人，每人每年按 20 万元计列（含办公运行费用），总计约 500 万元。

9.1.4.2 科研勘测设计费

科研勘测设计费施工科研试验费、环境保护工程勘察设计费。其中：

施工科研试验费：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

按工程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、陆生生态环境保护工程费、水生生态环境保护工程费、人群健康保护、环境监测工程费及其他费。

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

牛首山东抽水蓄能电站项目环境保护投资 13829.44 万元（不含水保投资），其中枢纽工程环境保护投资 10607.53 万元，独立费用 2439.11 万元，基本预备费 782.80 万元。电站总投资为 1125825.0 万元，环保投资占比 1.08%。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

单位：万元

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		630.22	709.52	9267.80	10607.53
一	水环境保护工程	528.22	489.72	3075.42	4093.35
二	大气环境保护工程	2.00	70.00	304.25	376.25
三	声环境保护工程		69.00		69.00
四	固体废物处理工程	20.00	30.80	373.55	424.35
五	陆生生态保护工程			318.38	318.38
六	水生生态保护工程	80.00	50.00	3926.00	4056.00
七	人群健康保护			214.00	214.00
八	环境监测			1056.20	1056.20
第二部分 建设征地和移民安置		0.00	0.00	0.00	0.00
一	水环境保护工程				0.00
二	固体废弃物处置工程				0.00
三	生态环境保护工程				0.00
四	人群健康保护工程				0.00
五	专项工程环保措施				0.00
一至二部分合计		630.22	709.52	9267.80	10607.53

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)
	第三部分 独立费用			2439.11	2439.11
一	项目建设管理费			1886.08	1886.08
二	科研勘测设计费			553.04	553.04
	一至三部分合计	630.22	709.52	11706.91	13046.64
	基本预备费				782.80
	环境保护总投资				13829.44

9.1.7.2 分项投资

分项投资概算分为枢纽工程、移民安置两部分进行，分项投资概算详见表 9.1.7-2~9.1.7-10。

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				4093.35
(一)	生产废水处理				3492.18
1	下库砂石料系统废水处理				2934.48
1.1	土建费				252.83
1.1.1	调节池				22.14
	土方开挖	m ³	759.79	19.26	1.46
	土方回填	m ³	323.50	19.11	0.62
	垫层 C20 砼	m ³	12.28	629.98	0.77
	池体 C30 砼	m ³	108.81	714.53	7.77
	钢筋制作及安装	t	14.09	7708.73	10.86
	1:2.5 防水砂浆 厚 20mm	m ²	314.40	20.5	0.64
1.1.2	回用水池				36.01
	土方开挖	m ³	1461.14	19.26	2.81
	土方回填	m ³	622.11	19.11	1.19
	垫层 C20 砼	m ³	22.54	629.98	1.42
	池体 C30 砼	m ³	172.85	714.53	12.35
	钢筋制作及安装	t	22.39	7708.73	17.26
	1:2.5 防水砂浆 厚 20mm	m ²	475.71	20.5	0.98
1.1.3	高效深锥反应器基础				5.65
	土方开挖	m ³	38.17	19.26	0.07
	土方回填	m ³	7.71	19.11	0.01

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	垫层 C20 砼	m ³	6.34	629.98	0.40
	基础 C30 砼	m ³	30.16	714.53	2.15
	钢筋制作及安装	t	3.91	7708.73	3.01
1.1.4	压滤机平台及脱水间				159.95
	土方开挖	m ³	326.38	19.26	0.63
	土方回填	m ³	40.29	19.11	0.08
	垫层 C20 砼	m ³	36.49	629.98	2.30
	设备平台 C30 砼	m ³	371.76	714.53	26.56
	钢筋制作及安装	t	58.37	7708.73	44.99
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm	m ²	251.76	20.5	0.52
	压滤机脱水间	m ²	314.34	2700	84.87
1.1.5	设备控制间				29.08
	土方开挖	m ³	28.32	19.26	0.05
	土方回填	m ³	4.67	19.11	0.01
	柱基础 C25 砼	m ³	1.92	680.71	0.13
	设备控制间地坪 C25 砼	m ³	22.21	680.71	1.51
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm	m ²	111.05	20.5	0.23
	控制间	m ²	86.40	3000	25.92
	排水地沟	m	15.00	490.11	0.74
	设备基础 C25 砼	m ³	7.20	680.71	0.49
1.2	设备费				323.32
	调节池提升泵	台	2	20000	4.00
	调节池潜水搅拌机	台	2	19380	3.88
	调节池静压液位计	台	1	1200	0.12
	电磁流量计	台	1	3600	0.36
	高效深锥反应器	套	1	326000	32.60
	回用水泵	台	2	13750	2.75
	回用水池静压液位计	台	1	1200	0.12
	压滤机给料泵	台	2	22500	4.50
	厢式隔膜压滤机	套	2	1035000	207.00
	PAC 加药装置	套	1	27600	2.76
	PAM 加药装置	套	1	51600	5.16

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	CD1 型电动葫芦	个	2	9000	1.80
	工艺管道阀门	批	1	312170	31.22
	保温及伴热材料	批	1	62430	6.24
	电气控制系统	套	1	208120	20.81
1.3	运行费用				2358.34
	人工费	月	65	9000	58.50
	电费	kW·h	8640000	0.538	464.83
	泥沙外运	m ³	53760	8	43.01
	絮凝剂药剂费	t	3584	3000	1075.20
	助凝剂药剂费	t	358.4	20000	716.80
2	上库混凝土拌和废水处理				68.65
2.1	土建费				10.65
2.1.1	组合水池	座	1		9.45
	土方开挖	m ³	483.28	18.13	0.88
	土方回填	m ³	245.42	19.11	0.47
	C30 砼	m ³	72.32	714.53	5.17
	C20 砼垫层	m ³	8.59	629.98	0.54
	钢筋制作及安装	t	1.45	7708.73	1.11
	MU7.5 混凝土实心砖	m ³	15.30	521.38	0.80
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm	m ²	237.36	20.50	0.49
2.1.2	设备控制间	座	1.00		1.20
	土方开挖	m ³	6.36	18.13	0.01
	土方回填	m ³	2.16	19.11	0.00
	设备控制间地坪 C25 砼	m ³	4.06	680.71	0.28
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm	m ²	19.20	20.50	0.04
	控制间	m ²	10.80	800.00	0.86
2.2	设备费				6.00
	pH 调节池搅拌机	台	1	12500	1.25
	中间池提升泵	台	2	3750	0.75
	中间池静压液位计	台	1	1200	0.12
	加酸装置	套	1	16200	1.62
	回用水泵	台	2	4130	0.83

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	回用水池静压液位计	台	1	1200	0.12
	工艺管道阀门	批	1	7030	0.70
	保温及伴热材料	批	1	1410	0.14
	电气控制系统	批	1	4690	0.47
2.3	运行费用	月	65	8000	52.00
3	下库混凝土拌和废水处理				68.65
3.1	土建费				10.65
3.1.1	组合水池	座	1		9.45
	土方开挖	m ³	483.28	18.13	0.88
	土方回填	m ³	245.42	19.11	0.47
	C30 砼	m ³	72.32	714.53	5.17
	C20 砼垫层	m ³	8.59	629.98	0.54
	钢筋制作及安装	t	1.45	7708.73	1.11
	MU7.5 混凝土实心砖	m ³	15.30	521.38	0.80
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm	m ²	237.36	20.50	0.49
3.1.2	设备控制间	座	1.00		1.20
	土方开挖	m ³	6.36	18.13	0.01
	土方回填	m ³	2.16	19.11	0.00
	设备控制间地坪 C25 砼	m ³	4.06	680.71	0.28
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm	m ²	19.2	20.5	0.04
	控制间	m ²	10.8	800	0.86
3.2	设备费				6.00
	pH 调节池搅拌机	台	1	12500	1.25
	中间池提升泵	台	2	3750	0.75
	中间池静压液位计	台	1	1200	0.12
	加酸装置	套	1	16200	1.62
	回用水泵	台	2	4130	0.83
	回用水池静压液位计	台	1	1200	0.12
	工艺管道阀门	批	1	7030	0.70
	保温及伴热材料	批	1	1410	0.14
	电气控制系统	批	1	4690	0.47
3.3	运行费用	月	65	8000	52.00

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
4	上库机修废水处理				69.47
4.1	土建费				14.77
4.1.1	隔油池				1.02
	土方开挖	m ³	14	18.13	0.03
	土方回填	m ³	4.7	19.11	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
4.1.2	清水池				4.07
	土方开挖	m ³	90	18.13	0.16
	土方回填	m ³	30	19.11	0.06
	C20 混凝土垫层	m ³	4.5	629.98	0.28
	C25 砼	m ³	24	714.53	1.71
	钢筋制作及安装	t	2.4	7708.73	1.85
4.1.3	贮存车间				9.68
	土方开挖	m ³	179.3	18.13	0.33
	土方回填	m ³	90.95	19.11	0.17
	C20 混凝土垫层	m ³	21.75	629.98	1.37
	2mm 厚高密度聚乙烯	m ²	120.5	16.5	0.20
	砖	m ³	21	650	1.37
	C25 混凝土	m ³	30.14	714.53	2.15
	钢筋制作及安装	t	3.92	7708.73	3.02
	浆砌石	m ³	29.7	342.42	1.02
	三合土	m ³	21.75	26	0.06
4.2	设备费				2.70
	泵	台	2	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
4.3	运行费用	月	65	8000	52.00
5	下库机修废水处理				69.47
5.1	土建费				14.77
5.1.1	隔油池				1.02

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	土方开挖	m ³	14	18.13	0.03
	土方回填	m ³	4.7	19.11	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				4.07
	土方开挖	m ³	90	18.13	0.16
	土方回填	m ³	30	19.11	0.06
	C20 混凝土垫层	m ³	4.5	629.98	0.28
	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				9.68
	土方开挖	m ³	179.3	18.13	0.33
	土方回填	m ³	90.95	19.11	0.17
	C20 混凝土垫层	m ³	21.75	629.98	1.37
	2mm 厚高密度聚乙烯	m ²	120.5	16.5	0.20
	砖	m ³	21	650	1.37
	C25 混凝土	m ³	30.14	714.53	2.15
	钢筋制作及安装	t	3.92	7708.73	3.02
	浆砌石	m ³	29.7	342.42	1.02
	三合土	m ³	21.75	26	0.06
5.2	设备费				2.70
	泵	台	2	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	65	8000	52.00
6	洞室开挖废水处理				281.46
6.1	土建费				97.46
6.1.1	调节池及回用水池				64.16
	土方开挖	m ³	1312.08	18.13	2.38
	土方回填	m ³	771.86	19.11	1.48
	C30 砼衬砌	m ³	177.32	795.87	14.11

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	C20 混凝土垫层	m ³	15.52	629.98	0.98
	钢筋制作及安装	t	22.96	7708.73	17.70
	防水砂浆抹面	m ²	436.8	629.98	27.52
6.1.2	混凝反应池基础		0		2.83
	C30 砼, 抗冻等级 F400	m ³	5.068	795.87	0.40
	钢筋制作及安装	m ²	0.656	7708.73	0.51
	1:2 水泥砂浆抹面 厚 20mm	m ³	30.54	629.98	1.92
6.1.3	污泥泵基础		0		0.72
	C30 砼, 抗冻等级 F400	m ³	2.304	795.87	0.18
	1:2 水泥砂浆抹面 厚 20mm	m ³	8.448	629.98	0.53
6.1.4	污泥卸料槽		0		12.04
	C30 砼, 抗冻等级 F400	m ³	28.79	795.87	2.29
	钢筋制作及安装	m ²	3.73	7708.73	2.88
	1:2 水泥砂浆抹面 厚 20mm	m ³	109.16	629.98	6.88
6.1.5	清水池		0		10.74
	土方开挖	m ³	240	18.13	0.44
	土方回填	m ³	80	19.11	0.15
	C25 衬砌	m ³	60	795.87	4.78
	钢筋	t	6	7708.73	4.63
	C20 混凝土垫层	m ³	12	629.98	0.76
6.1.6	污泥池		0		6.96
	土方开挖	m ³	120	18.13	0.22
	土方回填	m ³	40	19.11	0.08
	C25 衬砌	m ³	40	795.87	3.18
	钢筋	t	4	7708.73	3.08
	C20 混凝土垫层	m ³	6.4	629.98	0.40
6.2	设备费				80.00
	污水处理设备	套	2	400000	80.00
6.3	运行费	月	130	8000	104.00
(二)	生活污水处理				601.17
1	土建费				127.10
1.1	上库生活营地 (下库 1 号承				35.84

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	包商营地)				
1.1.1	格栅渠	个	1		2.00
	土方开挖	m ³	9.38	18.13	0.02
	土方回填	m ³	3.13	19.11	0.01
	C20 混凝土垫层	m ³	1.88	629.98	0.12
	C25 混凝土	m ³	12.5	714.53	0.89
	钢筋制作及安装	t	1.25	7708.73	0.96
1.1.2	调节池				5.43
	土方开挖	m ³	84	18.13	0.15
	土方回填	m ³	28	19.11	0.05
	C20 混凝土垫层	m ³	6.53	629.98	0.41
	C25 混凝土	m ³	32.43	714.53	2.32
	钢筋制作及安装	t	3.24	7708.73	2.50
1.1.3	回用水池				8.74
	土方开挖	m ³	168	18.13	0.30
	土方回填	m ³	56	19.11	0.11
	C20 混凝土垫层	m ³	11.78	629.98	0.74
	C25 混凝土	m ³	50.87	714.53	3.63
	钢筋制作及安装	t	5.13	7708.73	3.95
1.1.4	成套设备安装底座				4.72
	土方开挖	m ³	17.71	18.13	0.03
	土方回填	m ³	5.87	19.11	0.01
	C20 混凝土垫层	m ³	14.82	629.98	0.93
	C25 混凝土	m ³	25.22	714.53	1.80
	钢筋制作及安装	t	2.52	7708.73	1.94
1.1.5	污泥池				3.61
	土方开挖	m ³	39.6	18.13	0.07
	土方回填	m ³	13.2	19.11	0.03
	C20 混凝土垫层	m ³	3.85	629.98	0.24
	C25 混凝土	m ³	22	714.53	1.57
	钢筋制作及安装	t	2.2	7708.73	1.70
1.1.6	污水处理设备间				11.34

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	土方开挖	m ³	102	18.13	0.18
	土方回填	m ³	58.23	19.11	0.11
	C20 混凝土垫层	m ³	28.69	629.98	1.81
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm	m ²	129.2	714.53	9.23
1.2	下库 2 号承包商营地				55.42
1.2.1	格栅渠	个	1		2.09
	土方开挖	m ³	10.8	18.13	0.02
	土方回填	m ³	3.6	19.11	0.01
	C20 混凝土垫层	m ³	1.8	629.98	0.11
	C25 混凝土	m ³	13.2	714.53	0.94
	钢筋制作及安装	t	1.3	7708.73	1.00
1.2.2	调节池	个	1		8.27
	土方开挖	m ³	162	18.13	0.29
	土方回填	m ³	54	19.11	0.10
	C20 混凝土垫层	m ³	11.3	629.98	0.71
	C25 混凝土	m ³	48.5	714.53	3.47
	钢筋制作及安装	t	4.8	7708.73	3.70
1.2.3	回用水池	个	1		13.51
	土方开挖	m ³	324	18.13	0.59
	土方回填	m ₃	108	19.11	0.21
	C20 混凝土垫层	m ³	20.8	629.98	1.31
	C25 混凝土	m ³	76.6	714.53	5.47
	钢筋制作及安装	t	7.7	7708.73	5.94
1.2.4	成套设备安装底座	个	1		8.27
	土方开挖	m ³	33.3	18.13	0.06
	土方回填	m ³	11.1	19.11	0.02
	C20 混凝土垫层	m ₃	26.4	629.98	1.66
	C25 混凝土	m ³	43.8	714.53	3.13
	钢筋制作及安装	t	4.4	7708.73	3.39
1.2.5	污泥池				8.36
	土方开挖	m ³	162	18.13	0.29
	土方回填	m ³	54	19.11	0.10

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价(万元)
	C20 混凝土垫层	m ³	11.4	629.98	0.72
	C25 混凝土	m ³	48.6	714.53	3.47
	钢筋制作及安装	t	4.9	7708.73	3.78
1.2.6	污水处理设备间	间	1		14.92
	土方开挖	m ³	128.1	18.13	0.23
	土方回填	m ³	78.66	19.11	0.15
	C20 混凝土垫层	m ³	36.75	629.98	2.32
	1:2 水泥砂浆 厚 20mm	m ²	171	714.53	12.22
2	设备费				69.00
2.1	一体化处理设备 (120m ³ /d)	套	2	150000	30.00
2.2	一体化处理设备 (150m ³ /d)	套	1	300000	30.00
2.3	污水提升泵 50QW10	台	6	10000	6.00
2.4	清水泵	台	6	5000	3.00
3	运行费用				405.08
3.1	人工费	月	65	15000	97.50
3.2	药剂费	t	1149.21345	2500	287.30
3.3	电费	kW·h	304848	0.665	20.27

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				376.25
1	土建费				2
	洗车槽	座	4	5000	2
2	设备费				70
2.1	洒水车	辆	2	200000	40
2.2	雾炮机	套	15	20000	30
3	其他				80
3.1	防尘遮盖网	m ²	800000	1	80
4	运行费				224.25
4.1	洒水车、洗车槽运行费	月	65	20000	130
4.2	雾炮机运行费	月	65	4500	29.25
4.3	烟气处理装置运行费	月	65	10000	65
三	声环境保护工程				69
1	禁鸣警示牌	个	10	2000	2

2	限速标志牌	个	10	3000	3
3	减速带	个	20	2000	4
4	隔声罩	套	15	40000	60

表 9.1.7-4 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				424.35
1	土建费				20.00
1.1	危险废物暂存间	间	2	100000	20.00
2	设备费				30.80
2.1	垃圾桶	个	50	500	2.50
2.2	压缩式垃圾清运车	辆	1	283000	28.30
3	运行费				169.00
3.1	垃圾车运行费	月	65	20000	130.00
3.2	危险废物暂存间运行费用	月	65	6000	39.00
4	其他				204.55
4.1	生活垃圾垃圾场处理费	t	5432	260	141.23
4.2	泥饼外运处理	t	127.8	260	3.32
4.3	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				318.38
1	宣传教育管理费	月	65	8000	52
2	生态保护警示牌	个	30	5000	15
3	上、下库区围栏	m	14500	60	87
4	野生动物救助费	项	1	300000	30
5	陆生植被恢复	项	1	1000000	100
6	湿地补偿费	项	1	343800	34.38
六	水生生态保护工程				4056
1	设备费				130
1.1	拦鱼设施	项	1	800000	80
1.2	超声波干扰器	项	1	500000	50
2	其他				3926
2.1	生境修复	项	1		2116

序号	项目	单位	数量	单价（元）	合价（万元）
	栖息地原位修复	项	1	8160000	816
	替代产卵场重建	项	1	13000000	1300
2.2	建设期鱼类增殖放流				525
	兰州鲇	年·尾	7*80000	6	336
	赤眼鳟	年·尾	7*150000	1	105
	黄河鲤	年·尾	7*150000	0.6	63
	放流活动经费	年	7	30000	21
2.3	运营期鱼类增殖放流				225
	兰州鲇	年·尾	3*80000	6	144
	赤眼鳟	年·尾	3*150000	1	45
	黄河鲤	年·尾	3*150000	0.6	27
	放流活动经费	年	3	30000	9
2.4	“保护区”管理能力提升				266
	保护区宣贯管护能力提升	年	7		100
	保护区保护监管能力提升	年	7		166
2.5	专项研究	年	7		608
2.6	渔业生态补偿措施效果评估及技术监管	年	7		186

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）
八	人群健康保护工程				214.00
1	供水消毒净化	年	6	50000	30
2	防病毒免疫药品	年	6	200000	120
3	无毒灭害药品	年	6	20000	12
4	人工费	月	65	8000	52

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				1056.2
1	水环境监测				90.2
1.1	地表水质	组次	40	4000	16
1.2	生产废水	组次	100	3000	30

序号	项目	单位	数量	单价（元）	合价（万元）
1.3	生活污水	组次	100	3000	30
1.4	饮用水	组次	20	4500	9
1.5	地下水	组次	13	4000	5.2
2	环境空气监测	组次	120	4000	48
3	声环境监测	组次	100	5000	50
4	土壤环境	组次	12	4500	5.4
5	陆生生态监测	次	6	300000	180
6	水生生态监测	年	10	450000	450
7	人群健康监测	人次	1700	200	238

表 9.1.7-8 独立费用

序号	项目	合价（万元）
	第三部分 独立费用	2439.11
一	项目建设管理费	1886.08
1	环境管理费	106.08
2	环境监理费	500.00
3	咨询服务费	1200.00
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	200.00
3.3	竣工环保验收报告编制及咨询费	300.00
3.4	环境影响后评价报告编制及咨询费	200.00
4	项目技术经济评审费	80.00
二	科研勘测设计费	553.04
1	施工科研试验费	53.04
2	勘察设计费	300.00
3	环境全过程监测系统研发费用	200.00

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 9.1.7-9。

表 9.1.7-9 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	7
第一部分 枢纽工程		10607.53	1372.23	1710.98	1710.98	1710.98	1710.98	1710.98	680.41
一	水环境保护工程	4093.35	1017.93	567.77	567.77	567.77	567.77	567.77	236.57
二	大气环境保护工程	376.25	72.00	56.17	56.17	56.17	56.17	56.17	23.40
三	声环境保护工程	69.00	69.00						
四	固体废物处理工程	424.35	50.80	68.96	68.96	68.96	68.96	68.96	28.73
五	陆生生物保护工程	318.38		58.78	58.78	58.78	58.78	58.78	24.49
六	水生生物保护工程	4056.00	130.00	724.80	724.80	724.80	724.80	724.80	302.00
七	人群健康保护工程	214.00	0.00	39.51	39.51	39.51	39.51	39.51	16.46
八	环境监测	1056.20	32.50	194.99	194.99	194.99	194.99	194.99	48.75
第二部分 建设征地和移民安置		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
二	固体废弃物处理工程	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
三	生态环境保护工程	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
一至二部分合计		10607.53	1372.23	1710.98	1710.98	1710.98	1710.98	1710.98	680.41
第三部分 独立费用		2439.11	560.67	213.99	213.99	213.99	213.99	438.99	583.50
一	项目建设管理费	1886.08	543.65	111.89	111.89	111.89	111.89	336.89	557.97
1	环境管理费	106.08	3.26	19.58	19.58	19.58	19.58	19.58	4.90
2	环境监理费	500.00	15.38	92.31	92.31	92.31	92.31	92.31	23.08
3	咨询服务费	1200.00	500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	200.00	500.00
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	200.00						200.00	
3.3	竣工环保验收报告编制及咨询费	300.00							300.00
3.4	环境影响后评价报告编制及咨询费	200.00							200.00
4	项目技术经济评审费	80.00	25.00					25.00	30.00
二	科研勘察设计费	553.04	17.02	102.10	102.10	102.10	102.10	102.10	25.52
1	科研试验费	53.04	1.63	9.79	9.79	9.79	9.79	9.79	2.45
2	环境保护勘测设计费	300.00	9.23	55.38	55.38	55.38	55.38	55.38	13.85
3	环境全过程监测系统研发费用	200.00	100.00	100.00					

序号	工程或费用名称	合计	建设工期（年）						
			1	2	3	4	5	6	7
一至三部分合计		13046.64	1932.89	1924.97	1924.97	1924.97	1924.97	2149.97	1263.91

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 13829.44 万元，占项目总投资 1125825 万元的 1.32%，平均每 kW 装机环保投资 98.78 元/kW。

9.2.2 效益分析

牛首山东抽水蓄能电站建设运行将有利于改善宁夏电网能源布局、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

牛首山东抽水蓄能电站装机 1400MW，年发电量 28.1 亿 kW·h，其发挥电网调峰作用。按宁夏电网 2021 年即将执行电价中最低电价 0.2137 元/kW·h，则该电站建设每年可新增电网售电收入 1.73 亿元，经济效益显著。兴建牛首山东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 2280 万元，施工期 6.5 年共增加 14820 万元。

9.2.2.2 环境效益

（1）水电带来的环境效益

牛首山东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，可为宁夏电网节约标煤 85.64 万吨/年，减少二氧化碳排放约 257.6 万吨/年、二氧化硫约 9592 万吨/年、一氧化碳 225 万吨/年，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，为自治区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

随着牛首山东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，牛首山东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 环境影响评价结论及建议

10.1 工程分析结论

牛首山东抽水蓄能电站属于《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的要求，符合国家支持西部地区（含宁夏）工作等有关政策。与国家、地方国民经济和社会发展规划、宁夏回族自治区抽水蓄能选点规划一致；与全国、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、地方旅游发展规划、地方交通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；地面扰动产生的新增水土流失；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、补水对青铜峡库区河段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

项目区位于青藏高原的东北缘，区域地貌总体表现为以弧形山地为主、盆地相间分布的特征，项目区地处牛首山山地带。

上水库位于青铜峡市牛首山西麓站沟东侧山顶黄土塬，利用山顶黄土塬靠西南侧扩库开挖筑坝成库。下水库位于中宁县牛首山西麓山前洪积台地，利用小碾子沟、岌岌沟及其支沟扩库开挖筑坝成库。

项目所在流域属中温带干旱气候区，具有典型的大陆性气候特征。据青铜峡气象站统计，多年平均气温 9.2℃，多年平均降水量 174.1mm。项目所涉及的黄河青铜峡水库坝址处多年平均流量为 830m³/s。

区域内地下水主要为基岩裂隙水和覆盖层孔隙性潜水。上水库、下水库和输水线

路基本以弱透水岩体居多。地下水的补给主要来自大气降水，排泄于黄河。

根据调查，项目所涉及的黄河河段各采样断面浮游植物共有 6 门 55 种属，浮游动物共有 2 大类 13 种属，底栖动物共有 8 种，水生维管植物以芦苇、香蒲、莎草及浮萍等为主。黄河河段分布有鱼类 4 目 8 科 25 种，以鲤科、鳅科和鲶科为主，其余为外来引进品种或入侵种；评价河段珍稀保护、特有和濒危鱼类主要为兰州鲇、大鼻吻鲈、黄河鲤、赤眼鳟和北方铜鱼等，其中北方铜鱼种群已很难见到。

评价区自然植被类型主要有灌丛、草原、草甸、沼泽和水生植被，项目区以草原植被为主。评价区调查未发现国家及地方重点保护野生植物及古树名木。

评价区有陆生野生脊椎动物 24 目 46 科 119 种。未发现国家 I 级重点保护野生动物；有国家二级重点保护野生动物 14 种，宁夏回族自治区重点保护野生动物 23 种；濒危种 1 种，易危种 2 种，近危种 13 种。项目建设区内野生动物种类和数量均较少，主要为常见于中低山荒漠草原灌丛带的广生境种类。

本项目不涉及青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区，仅取水泵站、部分地埋取水管线和道路涉及自然保护区实验区、青铜峡库区国家重要湿地、水产种质资源保护区和生态保护红线。其他工程部分不涉及敏感区。

项目涉及的青铜峡市总人口 29.2 万人，分布有汉族、回族、满族等民族。项目区周边距离较近的牛首山寺庙主要有大西天、观音台寺、极乐寺 3 座寺庙。

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均满足地表水 II 类水质标准要求。监测点环境空气各项监测指标均符合《环境空气质量标准限值》（GB 3095-2012）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》（GB 3096-2008）1 类标准。

项目所在区内存在的环境问题主要有：区域植被类型以天然草原为主，植被结构较单一，生态系统较脆弱；区域以水力侵蚀、风力侵蚀为主，水土流失问题较严重；区域黄河河段分布有环境敏感区；区域河段水资源利用程度较高。

10.3 环境影响预测评价结论

10.3.1 施工期环境影响评价

牛首山东抽水蓄能电站施工期对环境的主要影响是：

（1）项目施工期每年毛取水量仅占 50%保证率下来水量的 0.001%~0.014%，对河段水文情势整体影响甚微。施工期结束后，对河段水文情势、水生生态等影响随之

消失。

(2) 黄河水质按Ⅱ类标准控制，不得新建排污口。施工期正常情况下生产、生活污水废水回用不外排，不会对水环境产生影响。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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。

10.3.2 运行期对水文情势及水环境影响评价

(1) 初期蓄水期间，河段流量会有所减少，但 50%保证率下各月蓄水毛取水量占天然来水量的 0.031%~0.079%，对黄河青铜峡水库来水量影响很小，对黄河水文情势变化影响很小。蓄水结束后，对河段水文情势的影响随之消失。

(2) 电站虽具有日调节性能，但其调节库容主要是用于上、下库之间水体交换，上、下库不在河道上，对黄河青铜峡库区河段水文情势无影响。

(3) 运行中由于库区蒸发和渗漏部分水量，设计进行补水，各月补水毛取水量（平均 14.07 万 $\text{m}^3/\text{月}$ ）占 50%保证率下天然来水量的 0.004%~0.011%，对河段水文情势的整体影响很小。

(4) 2025 年银川都市圈城乡西线供水工程、银川都市圈城乡东线供水工程、清水河流域城乡供水工程、牛首山抽蓄电站项目和牛首山东抽蓄电站项目各月累积引水流量为 $13.338\text{m}^3/\text{s} \sim 13.855\text{m}^3/\text{s}$ ，对青铜峡水库各月下泄流量减少幅度较小，平水年（50%保证率）在 1.02%~3.39%，对下游河道的水文情势影响甚微。远期（2035 年）5 个项目各月累积最大引水流量为 $24.846\text{m}^3/\text{s}$ ，各月下泄流量减少幅度较小，平水年（50%保证率）在 1.83%~6.32%，对下游河道的水文情势影响轻微。

(5) 牛首山东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。经类比分析，水库建成后，库区不会出现水质富营养化。库水仅在上、下库交换而不下泄，对黄河青铜峡水库水质没有影响。

10.3.3 对地下水影响评价

10.3.3.1 施工期对地下水环境的影响

上水库坝址边坡及库周边坡开挖，均处于地下水位以上，水库开挖和建设不会造成地下水大量渗漏，不会对地下水位造成明显影响。

下水库和输水系统部分洞段位于地下水位线以下，洞室开挖会引起局部地下水位短时降低，但渗漏量可控。

10.3.3.2 运行期对地下水环境的影响

上、下水库面积不大，采用全库盆防渗后，上、下水库与原地下水系统基本上隔绝，不会对上、下水库地下水水质及地下水位产生明显的影响。

输水系统洞室在进行防渗封堵处理后，施工期开挖造成的地下厂房区部位上部岩体中地下水位将逐渐恢复。

10.3.4 水生生态环境影响评价

（1）对饵料生物的影响

施工期若不做好防护，取水口的取水前池及引水管道的施工开挖、回填可能会导致附近局部水体的悬浮物浓度增加，进而影响附近局部水体浮游生物及底栖动物的栖息活动，不过取水口施工工期不超过3个月，施工期影响短暂。电站运行期，补水时可能会造成水源区局部水域的浮游生物、底栖动物进入上、下水库而减少；上、下库之间水体会进行交换，加之库区水体光照条件好，透明度增大，溶氧量充足，生活在其中的浮游生物的种类组成和种群数量和生物量得到一定程度增加。

（2）对鱼类的影响

施工期取水口的取水泵站、引水管道施工过程中，岸边基坑开挖、进水口的设置等对附近鱼类的活动产生一定影响，但施工时间较短，施工期影响短暂。施工期取水时段可能会造成取水河段局部水域的鱼类进入上、下水库而减少。

电站运行期，水体在上、下库之间进行交换，库区将不适合鱼类生存；在补水时段可能会造成取水河段局部水域的鱼类进入上、下水库而减少。不过取水口所在位置不涉及鱼类“三场”，不会对鱼类“三场”造成直接的不利影响。

10.3.5 陆生生态环境影响评价

（1）对植被、植物和景观体系的影响

本项目永久占用草原 310.33hm²。由于永久占地植被类型在评价区及以外的区域

分布广泛，不会导致物种和植被类型的灭绝和消失，对植被的影响不大。

项目永久占地区植被生物量将减少 130.34t，损失量较小，电站的建设对评价区生物量的损失是可以承受的。

从项目实施后各景观类型优势度排序变化来看，评价区景观要素的基本构成不会发生根本改变，草地景观仍占绝对优势。评价区域生产能力的现状不会产生太大改变，生态系统稳定性变化不大。

（2）对陆生动物的影响

项目施工会对周围陆生动物栖息、觅食以及活动范围造成影响，但其影响仅限于施工区范围内，影响程度及范围均较小，不会对野生动物的种群及数量产生较大影响。

10.3.6 周边环境敏感区环境影响评价

（1）青铜峡库区湿地自治区级自然保护区和国家重要湿地的影响

取水泵站、部分地埋取水管线和检修道路涉及保护区实验区，进入实验区约 190m，项目其他工程范围不涉及自然保护区。地下管道施工后将填土恢复原有地表地貌，取水泵站和检修道路永久占地对保护区造成直接压占影响；对保护区的功能和完整性影响较小。

（2）青铜峡库区国家重要湿地的影响

取水泵站、部分地埋取水管线和检修道路涉及国家重要湿地，进入湿地约 190m，项目其他工程范围不涉及湿地。地下管道施工后将填土恢复原有地表地貌，取水泵站和检修道路永久占地对保护区造成直接压占影响；对湿地的功能和完整性影响较小。

（3）黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区的影响

取水泵站、部分地埋取水管线和检修道路涉及保护区，取水口抽水运行过程中对水产种质资源保护区有局部范围的影响。

（4）青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区的影响

本项目范围不涉及青铜峡市黄河取水泵站饮用水水源保护区，项目取水口施工期可能会对局部河段水质产生一定的影响，但对水源保护区水质影响很小；电站取水对河段径流影响甚微。

10.3.7 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。输电线路等专项复建工程的建设

将对周围环境产生一定影响，不过专项复建规模很小，安置活动对环境的影响较轻微。

10.3.8 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青铜峡市资源，促进地方经济发展；

(2) 项目建设期间外来施工人员及其他相关人员较多，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；

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。砂石料加工系统废水采用高效深锥反应器处理进行处理，处理水全部回用；混凝土拌和冲洗废水经混凝沉淀法处理后回用于拌和系统冲洗；机修废水采用隔油沉淀池进行处理，处理水全部回用，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；隧洞开挖排水采用沉淀处理后综合利用；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保护区布置，避免废水进入河道水体。

(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，对沥青混凝土拌和系统采取成熟的沥青烟净化处理设施，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青铜峡市生活垃圾填埋场进行填埋处置。

(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。

(6) 对输电线路专项复建工程严格限定施工范围、线杆基座四周设置简易土围

挡、采取防风遮盖措施、合理安排施工时间等。

10.4.2 运行期环境保护措施

(1) 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。

(2) 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。

(3) 电站生活污水处理后作为厂区绿化用水，禁止外排。

(4) 电站运行期生活垃圾统一收集运往青铜峡市垃圾填埋场进行填埋处理。

(5) 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，放置于危废暂存间，定期交由具有危废处置资质的单位外运处置。

10.4.3 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，防止施工人员和施工机械车辆随意进入保护区。

(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，减少对周边及保护区野生动物栖息活动的惊扰影响。

(4) 对项目直接影响区按照枢纽工程区、施工生产生活区、渣场区、表土堆存场、料场区、交通道路区、供水输电设施区等，施工结束后恢复植被。

(5) 临时占用青铜峡库区自然保护区和国家湿地部分，施工结束后补植原地貌植被进行恢复，永久占地按照湿地补偿管理办法，缴纳湿地补偿费。

(6) 在项目建设期 7 年及运行期前 3 年进行鱼类增殖放流。

(7) 在取水口设置拦鱼网，同时加装超声波干扰器，后期需要更新维护。

(8) 施工期避开 5~7 月鱼类繁殖期围堰施工，建立鱼类苗汛监测与取水调度联动机制，避免苗汛高峰期取水。

(9) 施工期加强渔政管理，开展鱼类救助；同时建议黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区管理部门加强项目施工期间和营运期间对保护区的专项监督管理。

10.4.4 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。

10.4.5 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，接受国家和宁夏回族自治区环境保护、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、水生生态及人群健康等的环境监测计划。

10.4.6 环境保护投资

牛首山东抽水蓄能电站项目环境保护投资 13829.44 万元（不含水保投资），其中枢纽工程环境保护投资 10607.53 万元，独立费用 2439.11 万元，基本预备费 782.80 万元。电站总投资为 1125825.0 万元，环保投资占比 1.08%。

10.5 公众参与结论

本次环评工作阶段，建设单位按照《中华人民共和国环境影响评价法》、《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）等法律法规及有关规定，遵循“真实性、广泛性、公正性”原则，目前完成了一次公示，向公众告知宁夏牛首山东抽水蓄能电站项目的建设及环评工作情况。

在项目环评任务委托后7日内（2024年8月7日）进行了第一次信息公示，征求意见稿编制完成后，建设单位于2024年12月10日在青铜峡市人民政府网站，2024年12月11日在中宁县人民政府网站进行了第二次公示。本项目信息公示期间未收到公众对项目建设的相關意見。

10.6 评价结论

宁夏牛首山东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《宁夏回族自治区抽水蓄能电站选点规划》《抽水蓄能中长期发展规划（2021年~2035年）》要求，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。工程上下水库、输水发电系统与开关站及上下库连接道路等枢纽工程建设不涉及国家公园、自然保护区、湿地公园、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、水产种质资源保护区、生态保护红

线等环境敏感区，电站取水泵站和分管线、检修道路涉及青铜峡库区国家重要湿地、青铜峡库区湿地自治区级自然保护区实验区、黄河卫宁段兰州鲇国家级水产种质资源保护区核心区和生态保护红线，项目建设会对当地环境带来一定的不利影响，但在采取相应的避让、减缓和修复措施后，可以减轻对区域自然环境的不利影响，不会改变当地生态功能及其发展趋势，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，从环境影响角度认为牛首山东抽水蓄能电站的建设可行。

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的保护管理，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，全力做好项目附近生态环境保护特别是湿地自然保护区、水产种质资源保护区、国家重要湿地和生态保护红线的保护工作。

（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（如环保、渔业、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。

附表 1-生态环境影响自查表

工作内容		自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种 ☒ ; 国家公园 ☐ ; 自然保护区 ☒ ; 自然公园 ☐ ; 世界自然遗产 ☐ ; 生态保护红线 ☒ ; 重要生境 ☒ ; 其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域 ☒ ; 其他 ☒
	影响方式	工程占用 ☒ ; 施工活动干扰 ☒ ; 改变环境条件 ☒ ; 其他 ☐
	评价因子	物种 ☒ (分布范围、种群数量、种群结构、行为等) 生境 ☒ (生境面积、质量、连通性等) 生物群落 ☒ (物种组成、群落结构等) 生态系统 ☒ (生态系统类型、面积、分布、功能等) 生物多样性 ☒ (物种丰富度、均匀度、优势度等) 生态敏感区 ☒ (自然保护区、重要湿地) 自然景观 ☒ (景观多样性、完整性等) 自然遗迹 ☐ () 其他 ☐ ()
评价等级		一级 ☒ 二级 ☐ 三级 ☐ 生态影响简单分析 ☐
评价范围		陆域面积: (1585.25) hm ² ;
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集 ☒ ; 遥感调查 ☒ ; 调查样方 ☒ 、样线 ☒ ; 调查点位 ☒ 、断面 ☐ ; 专家和公众咨询法 ☒ ; 其他 ☐
	调查时间	春季 ☒ ; 夏季 ☒ ; 秋季 ☒ ; 冬季 ☒ 丰水期 ☐ ; 枯水期 ☐ ; 平水期 ☐
	所在区域的生态问题	水土流失 ☒ ; 沙漠化 ☐ ; 石漠化 ☐ ; 盐渍化 ☐ ; 生物入侵 ☐ ; 污染危害 ☒ ; 其他 ☐
	评价内容	植被/植物群落 ☒ ; 土地利用 ☒ ; 生态系统 ☒ ; 生物多样性 ☒ ; 重要物种 ☒ ; 生态敏感区 ☒ ; 其他 ☐
生态影响预测与评价	评价方法	定性 ☐ ; 定性和定量 ☒
	评价内容	植被/植物群落 ☒ ; 土地利用 ☒ ; 生态系统 ☒ ; 生物多样性 ☒ ; 重要物种 ☒ ; 生态敏感区 ☒ ; 生物入侵风险 ☒ ; 其他 ☐
生态保护对策措施	对策措施	避让 ☒ ; 减缓 ☒ ; 生态修复 ☒ ; 生态补偿 ☒ ; 科研 ☐ ; 其他 ☐
	生态监测计划	全生命周期 ☒ ; 长期跟踪 ☐ ; 常规 ☐ ; 无 ☐
	环境管理	环境监理 ☒ ; 环境影响后评价 ☒ ; 其他 ☐
评价结论	生态影响	可行 ☒ ; 不可行 ☐
注: “ ☐ ”为勾选项, 可√; “()”为内容填写项。		

附表 2-大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级与范围	评价等级	一级□		二级☑			三级□		
	评价范围	边长=50km□		边长 5~50km□			边长=5km☑		
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a□		500~2000t/a□			<500t/a□		
	评价因子	基本污染物(颗粒物)、其他污染物(TSP)、苯并(a)芘			包括二次 PM _{2.5} □ 不包括二次 PM _{2.5} ☑				
评价标准	评价标准	国家标准☑		地方标准□	附录 D□		其他标准□		
现状评价	环境功能区	一类区□		二类区□			一类区和二类区☑		
	评价基准年	(2024) 年							
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据□		主管部门发布的数据☑			现状补充监测☑		
	现状评价	达标区☑				不达标区□			
污染源调查	调查内容	项目正常排放源☑ 项目非正常排放源□ 现有污染源☑		拟替代的污染源□	其他在建、拟建项目污染源☑		区域污染源☑		
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD □	ADMS □	AUSTAL2 000 □	EDMS/A EDT □	CALPU FF □	网格模型 □	其他 ☑	
	预测范围	边长≥50km□		边长 5~50km□			边长=5km☑		
	预测因子	预测因子 (TSP、苯并(a)芘)				包括二次 PM _{2.5} □ 不包括二次 PM _{2.5} ☑			
	正常排放短期浓度贡献值	$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率≤100%☑				$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率>100%□			
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率≤10%☑			$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率>10%□			
		二类区	$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率≤30%☑			$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率>30%□			
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 () h		$C_{\text{非正常}}$ 占标率≤100% □		$C_{\text{非正常}}$ 占标率>100% □			
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	$C_{\text{叠加}}$ 达标□				$C_{\text{叠加}}$ 不达标□			
	区域环境质量的整体变化情况	k ≤-20%□				k >-20%□			
环境监测计划	污染源监测	监测因子: (TSP、PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO ₂ 、苯并(a)芘)			有组织废气监测□ 无组织废气监测☑		无监测□		
	环境质量监测	监测因子: ()			监测点位数 ()		无监测☑		
评价结论	环境影响	可以接受☑ 不可以接受□							
	大气环境防护距离	距 () 厂界最远 () m							
	污染源年排放量	SO ₂ : () t/a	NO _x : () t/a	颗粒物: () t/a	VOC _s : ()				

工作内容		自查项目			
					t/a
注：“□”为勾选项，填“√”；“（ ）”为内容填写项					

附表 3-土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况				备注
影响识别	影响类型	污染影响型□；生态影响型√；两种兼有□				
	土地利用类型	建设用地√；农用地√；未利用地√				土地利用类型图
	占地规模	(229.27) hm ²				
	敏感目标信息	敏感目标（ ）	方位（ ）	距离（ ）		
	影响途径	大气沉降□；地面漫流□；垂直入渗□；地下水位√；其他（ ）				
	全部污染物	含盐量				
	特征因子	含盐量				
	所属土壤环境影响评价项目类别	I 类□；II 类√；III 类□；IV 类□				
	敏感程度	敏感□；较敏感√；不敏感□				
评价工作等级		一级□；二级√；三级□				
现状调查内容	资料收集	a) √；b) √；c) √；d) □				
	理化特性	无酸化、碱化和盐化				同附录 C
	现状监测点位		占地范围内	占地范围外	深度	见附图23
		表层样点数	3	4	0.2m	
		柱状样点数				
	现状监测因子	pH、砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍、含盐量、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1，1-二氯乙烷、1，2-二氯乙烷、1，1-二氯乙烯顺1，2-二氯乙烯、反1，2-二氯乙烯、二氯甲烷1，2-二氯丙烷、1，1，1，2-四氯乙烷、1，1，2，2-四氯乙烷四氯乙烯、1，1，1-三氯乙烷、1，1，2-三氯乙烷、三氯乙烯1，2，3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1，2-二氯苯、1，4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯苯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、蔡、石油烃(C10-C40)				
现状评价	评价因子	pH、砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍、含盐量、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1，1-二氯乙烷、1，2-二氯乙烷、1，1-二氯乙烯顺1，2-二氯乙烯、反1，2-二氯乙烯、二氯甲烷1，2-二氯丙烷、1，1，1，2-四氯乙烷、1，1，2，2-四氯乙烷四氯乙烯、1，1，1-三氯乙烷、1，1，2-三氯乙烷、三氯乙烯1，2，3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1，2-二氯苯、1，4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯苯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、蔡、石油烃(C10-C40)				

工作内容		完成情况			备注
		荧蒽、蒽、二苯并[a, h]蒽、茚并[1, 2, 3-cd]芘、蔡、石油烃(C10-C40)			
	评价标准	GB 15618 ☒ ; GB 36600 ☒ ; 表D.1 ☐ ; 表 D.2 ☐ ; 其他 ()			
	现状评价结论	达标			
影响预测	预测因子	含盐量			
	预测方法	附录E ☐ ; 附录F ☒ ; 其他 ()			
	预测分析内容	影响范围 () 影响程度(土壤盐化综合评分值2.5分, 项目建成后库区周边土壤不会发生土壤轻度盐化, 对土壤影响较小)			
	预测结论	达标结论: a) ☒ ; b) ☐ ; c) ☐ 不达标结论: a) ☐ ; b) ☐			
防治措施	防控措施	土壤环境质量现状保障 ☒ ; 源头控制 ☐ ; 过程防控 ☐ ; 其他 ()			
	跟踪监测	监测点数	监测指标	监测频次	
		4	pH、含盐量、石油烃	石油烃施工期每3年监测一次, pH、含盐量运行期每3年监测一次	
	信息公开指标	pH、含盐量、石油烃			
评价结论		项目可行			
注 1: “ ☐ ”为勾选项, 可√; “()”为内容填写项; “备注”为其他补充内容。 注 2: 需要分别开展土壤环境影响评级工作的, 分别填写自查表。					

附表 4-声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级 与范围	评价等级	一级 ☐ 二级 ☒ 三级 ☐					
	评价范围	200 m ☒ 大于 200 m ☐ 小于 200 m ☐					
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级 ☒ 最大 A 声级 ☐ 计权等效连续感觉噪声级 ☐					
评价标准	评价标准	国家标准 ☒ 地方标准 ☐ 国外标准 ☐					
现状评价	环境功能区	0 类区 ☐	1 类区 ☒	2 类区 ☐	3 类区 ☐	4a 类区 ☒	4b 类区 ☐
	评价年度	初期 ☒		近期 ☒		中期 ☐	远期 ☐
	现状调查方法	现场实测法 ☒ 现场实测加模型计算法 ☐ 收集资料 ☒					
	现状评价	达标百分比	100%				
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测 ☒ 已有资料 ☐ 研究成果 ☐					
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型 ☒ 其他 ☐					
	预测范围	200 m ☒ 大于 200 m ☐ 小于 200 m ☐					
	预测因子	等效连续 A 声级 ☒ 最大 A 声级 ☐ 计权等效连续感觉噪声级 ☐					
	厂界噪声贡献值	达标 ☒ 不达标 ☐					
	声环境保护目标处噪声值	达标 ☒ 不达标 ☐					
环境监测计划	排放监测	厂界监测 ☒ 固定位置监测 ☒ 自动监测 ☐ 手动监测 ☒ 无监测 ☐					
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：（等效连续 A 声级）			监测点位数（4）		无监测 ☐
评价结论	环境影响	可行 ☒ 不可行 ☐					
注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。							

附表 5-环境风险评价自查表

工作内容		完成情况							
风险调查	危险物质	名称							
		存在总量/t							
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数小于 500 人				5km 范围内人口数小于 1 万人		
			每公里管段周边 200m 范围内人口数(最大)				_____人		
		地表水	地表水功能敏感性	F1 ☒		F2 ☐		F3 ☐	
			环境敏感目标分级	S1 ☒		S2 ☐		S3 ☐	
		地下水	地下水功能敏感性	G1 ☐		G2 ☐		G3 ☒	
			包气带防污性能	D1 ☐		D2 ☐		D3 ☒	
物质及工艺系统危险性		Q 值	Q<1 ☒		1≤Q<10 ☐		10≤Q<100 ☐		Q>100 ☐
		M 值	M1 ☐		M2 ☐		M3 ☐		M4 ☒
		P 值	P1 ☐		P2 ☐		P3 ☐		P4 ☒
环境敏感程度		大气	E1 ☐		E2 ☐		E3 ☒		
		地表水	E1 ☒		E2 ☐		E3 ☐		
		地下水	E1 ☐		E2 ☐		E3 ☒		
环境风险潜势		IV ⁺ ☐	IV ☐		III ☒		II ☐		I ☒
评价等级		一级 ☐		二级 ☒		三级 ☐		简单分析 ☒	
风险识别	物质危险性	有毒有害 ☐				易燃易爆 ☐			
	环境风险类型	泄漏 ☒				火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 ☐			
	影响途径	大气 ☐		地表水 ☒			地下水 ☐		
事故情形分析		源强设定方法		计算法 ☐		经验估算法 ☐		其他估算法 ☐	
风险预测与评价	大气	预测模型		SLAB ☐		AFTOX ☐		其他 ☐	
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围___/___m						
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围___/___m						
	地表水	最近环境敏感目标___/___, 到达时间___/___h							
	地下水	下游厂区边界到达时间___/___d							
		最近环境敏感目标___/___, 到达时间___/___d							
重点风险防范措施		在砂石料加工废水处理系统场地内设置事故池, 废水处理系统若出现故障, 相关生产系统应立刻停产, 并及时检查废水处理系统, 排除故障后方可恢复运行。							
评价结论与建议		建设项目环境风险可防控							
注: “□” 为勾选项, “ ” 为填写项。									

附表 6-地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目	
影响识别	影响类型	水污染影响型 ☐ ；水文要素影响型 ☒	
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 ☐ ；饮用水取水口 ☐ ；涉水的自然保护区 ☒ ；涉水的风景名胜区 ☐ ；重要湿地 ☒ ；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 ☐ ；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道 ☒ ；天然渔场等渔业水体 ☐ ；水产种质资源保护区 ☒ ；其他 ☐	
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型
		直接排放 ☐ ；间接排放 ☐ ；其他 ☐	水温 ☐ ；径流 ☒ ；水域面积 ☐
	影响因子	持久性污染物 ☐ ；有毒有害污染物 ☐ ；非持久性污染物 ☐ ；pH 值 ☐ ；热污染 ☐ ；富营养化 ☐ ；其他 ☐	水温 ☐ ；水位（水深） ☒ ；流速 ☐ ；流量 ☒ ；其他 ☐
评价等级		水污染影响型	水文要素影响型
		一级 ☐ ；二级 ☐ ；三级 A ☐ ；三级 B ☐	一级 ☒ ；二级 ☐ ；三级 ☐
现状调查	区域污染源	调查项目	
		已建 ☐ ；在建 ☐ ；拟建 ☐ ；其他 ☐	拟替代的污染源 ☐
	受影响水体水环境质量	数据来源	
		调查时期	数据来源
	区域水资源开发利用状况	丰水期 ☒ ；平水期 ☒ ；枯水期 ☒ ；冰封期 ☐ ；春季 ☐ ；夏季 ☐ ；秋季 ☐ ；冬季 ☐	
		未开发 ☐ ；开发量 40%以下 ☒ ；开发量 40%以上 ☐	
水文情	调查时期	数据来源	

工作内容		自查项目	
	势调查	丰水期 ☒ ; 平水期 ☒ ; 枯水期 ☐ ; 冰封期 ☐ 春季 ☐ ; 夏季 ☐ ; 秋季 ☐ ; 冬季 ☐	水行政主管部门 ☒ ; 补充监测 ☒ ; 其他 ☐
	补充监测	监测时期	监测因子
		丰水期 ☒ ; 平水期 ☒ ; 枯水期 ☐ ; 冰封期 ☐ 春季 ☐ ; 夏季 ☐ ; 秋季 ☐ ; 冬季 ☐	水温、pH、悬浮物（SS）、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、总氮、氨氮、总磷、六价铬、挥发酚、氰化物、硫化物、阴离子表面活性剂、石油类、氟化物、汞、砷、硒、铅、镉、铜、锌、粪大肠菌群 监测断面或点位个数（ 2 ）个
现状评价	评价范围	河流：长度（8.5 ）km；湖库、河口及近岸海域：面积（ ）km ²	
	评价因子	（水温、pH、悬浮物（SS）、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、总氮、氨氮、总磷、六价铬、挥发酚、氰化物、硫化物、阴离子表面活性剂、石油类、氟化物、汞、砷、硒、铅、镉、铜、锌、粪大肠菌群）	
	评价标准	河流、湖库、河口：I类 ☐ ; II类 ☒ ; III类 ☐ ; IV类 ☐ ; V类 ☐ 近岸海域：第一类 ☐ ; 第二类 ☐ ; 第三类 ☐ ; 第四类 ☐ 规划年评价标准（ ）	
	评价时期	丰水期 ☒ ; 平水期 ☒ ; 枯水期 ☐ ; 冰封期 ☐ 春季 ☐ ; 夏季 ☐ ; 秋季 ☐ ; 冬季 ☐	
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况：达标 ☒ ; 不达标 ☐ 水环境控制单元或断面水质达标状况：达标 ☒ ; 不达标 ☐ 水环境保护目标质量状况：达标 ☒ ; 不达标 ☐ 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况：达标 ☒ ; 不达标 ☐ 底泥污染评价 ☐ 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 ☐ 水环境质量回顾评价 ☐ 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 ☐	达标区 ☒ 不达标区 ☐

工作内容		自查项目	
		依托污水处理设施稳定达标排放评价 ☐	
影响预测	预测范围	河流：长度（ 8.5 ）km；湖库、河口及近岸海域：面积（ ）km ²	
	预测因子	（ 水文情势分析 ）	
	预测时期	丰水期 ☒ ；平水期 ☒ ；枯水期 ☒ ；冰封期 ☐ 春季 ☐ ；夏季 ☐ ；秋季 ☐ ；冬季 ☐ 设计水文条件 ☒	
	预测情景	建设期 ☒ ；生产运行期 ☒ ；服务期满后 ☐ 正常工况 ☒ ；非正常工况 ☐ 污染控制和减缓措施方案 ☐ 区（流）域环境质量改善目标要求情景 ☐	
	预测方法	数值解 ☐ ；解析解 ☐ ；其他 ☒ 导则推荐模式 ☐ ；其他 ☐	
影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域水环境质量改善目标 ☐ ；替代削减源 ☐	
	水环境影响评	排放口混合区外满足水环境管理要求 ☐ 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 ☐	

工作内容		自查项目				
	价	满足水环境保护目标水域水环境质量要求 ☐ 水环境控制单元或断面水质达标 ☐ 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 ☐ 满足区（流）域水环境质量改善目标要求 ☐ 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 ☒ 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 ☐ 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 ☒				
	污染源 排放量 核算	污染物名称		排放量/（t/a）		排放浓度/（mg/L）
		（ / ）		（ / ）		（ / ）
	替代源 排放情 况	污染源名称	排污许 可证编 号	污染物名 称	排放量/（t/a）	排放浓度/（mg/L）
		（ / ）	（ ）	（ / ）	（ / ）	（ / ）
	生态流 量确定	生态流量：一般水期（ / ）m ³ /s；鱼类繁殖期（ / ）m ³ /s；其他（ / ）m ³ /s 生态水位：一般水期（ / ）m；鱼类繁殖期（ / ）m；其他（ / ）m				
	环保措 施	污水处理设施 ☒ ；水文减缓设施 ☒ ；生态流量保障设施 ☐ ；区域削减 ☐ ；依托其他工程措施 ☐ ；其他 ☒				
防治措施	监测计 划			环境质量		污染源
		监测方式		手动 ☒ ；自动 ☐ ；无监测 ☐		手动 ☒ ；自动 ☐ ；无监测 ☐
		监测点位		（ 3 ）		（ 5 ）
		监测因子		（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		（ pH、SS、CODCr、BOD5、氨氮、污水流量、石油类 ）

工作内容		自查项目	
			化物、挥发酚、石油、LAS、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物、含盐量)
	污染物 排放清 单	☐	
评价结论		可以接受 ☒ ；不可以接受 ☐	
注：“□”为勾选项，可打√；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。			