新疆开都河霍尔古吐水电站

环境影响报告书

（征求意见稿）

西北勘测设计研究院有限公司
NORTHWEST ENGINEERING CORPORATION LIMITED

二〇二一年三月

新疆开都河霍尔古吐水电站

环境影响报告书

（征求意见稿）

西北勘测设计研究院有限公司
NORTHWEST ENGINEERING CORPORATION LIMITED

二〇二一年三月

前言

开都河位于位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州腹地，发源于天山山脉依连哈比尔尕山南麓萨尔明山，为一内陆河流，经小、大尤尔都斯盆地，穿越中游峡谷段后，流向东南，最终注入博斯腾湖，河流全长 525km，河道落差 1843m，博斯腾湖以上流域面积 2.26 万 km^2，多年平均年径流量 34.88 亿 m^3，多年平均流量为 110.5m^3/s。河源至呼斯台西里为开都河的上游河段，从呼斯台西里至大山口水电站为开都河的中游河段，大山口水电站以下至博斯腾湖为开都河的下游河段。作为《新疆电力十一五规划及 2020 年远景目标》确定的新疆六大水电基地之一的开都河流域，是新疆近期拟开发建设的骨干水电电源，水能资源理论蕴藏量 1420MW。中游河段全长 144km，落差 1036m，河道平均比降 7.19‰，为开都河水能资源集中区，水能资源理论蕴藏量约 910MW，占开都河流域的 64%。

2008 年 11 月，受巴州人民政府委派，巴州水利局委托新疆水利水电勘测设计研究院为技术总牵头单位，巴州水利水电勘测设计院、新疆水文水资源局为合作单位共同承担开都河~孔雀河流域综合规划的编制工作。2010 年 9 月，《新疆开都河~孔雀河流域综合规划报告》及相关专题编制完成，截止目前，尚未上报审查。

1995 年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”）和新疆水利水电勘测设计院（以下简称“新疆院”）共同完成了《开都河中游河段水电规划报告》，推荐了“两库九级”的开发方案，即：阿仁萨很托亥、马尔盖提、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐、滚哈布奇勒、滚哈布奇勒二级、察汗乌苏、柳树沟和大山口，其中，阿仁萨很托亥为龙头水库，察汗乌苏为中间调蓄水库，近期推荐工程为察汗乌苏水电站。目前，原规划的察汗乌苏水电站、柳树沟和大山口水电站已投产发电。

为加快开都河中游河段水电开发进度，缓解当地电力紧张的局面，2012 年新疆院对开都河中游河段水电规划进行修编，规划修编取消了马尔盖提和滚哈布奇勒二级电站。2012 年 9 月，原自治区环境保护厅印发了《关于新疆开都河中游河段水电规划报告（修编）环境影响报告书的审查意见》（新环自函[2012]929 号），审查意见及环境影响报告书评价结论认为：水电规划提出的水电梯级布局、开发方式、规模、时序等均是合适的，从环境保护角度出发，开都河中游河段水电梯级开发是可行的。2012 年 12 月，自治区发改委以新发改能源[2012]3313 号文批复了

《新疆开都河中游河段水电规划报告（修编）》。《新疆开都河中游河段水电规划报告（修编）》（2012.8）推荐“2 库 7 级”开放方案，自上而下依次为阿仁萨很托亥、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐、滚哈布奇勒、察汗乌苏（已建）、柳树沟（已建）和大山口（已建）。规划梯级共利用落差 1034m，总装机容量 1930MW，多年平均年发电量 65.58 亿 kW·h（联合运行）。其中，察汗乌苏、柳树沟和大山口已建成；阿仁萨很托亥、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐、滚哈布奇勒为新规划梯级，装机容量分别为 420MW、219MW、423MW、291MW，推荐滚哈布奇勒、霍尔古吐和哈尔嘎廷郭勒为近期开发工程，统筹开发。

随着首座大山口水电站建成以来，开都河水电梯级开发逐步实施。目前，开都河中游河段已建成大山口、柳树沟、察汗乌苏三级电站。为落实在发展中保护、在保护中发展，实现发展与生态、资源、环境相协调，推动霍尔古吐水电站投资开发，使其设计方案更好地符合现行环保要求，2019 年 9 月，国家能源集团新疆开都河流域水电开发有限公司委托新疆博衍水利水电环境科技有限公司承担开都河中游河段水电规划环境影响跟踪性评价工作。2020 年 9 月，新疆维吾尔自治区生态环境厅印发了《关于新疆开都河中游河段水电规划环境影响跟踪性评价工作有关意见的函》（新环环评函[2020]510 号）。

霍尔古吐水电站位于新疆巴州开都河中游和静县境内，是《新疆开都河中游河段水电规划报告（修编）》“两库七级”中的第三级电站。坝址位于霍尔古吐沟上游 6.1km 处，坝址距下游拟建的滚哈布奇勒水电站河道距离 31km 左右；厂址位于霍尔古吐沟沟口下游约 15.9km，距下游已建的察汗乌苏水电站坝址河道距离约 25km，东距和静县公路里程约 183km，距库尔勒市公路里程约 237km。工程主要任务是在满足下游生态需求的前提下发电，采用引水式开发方式（包括生态机组）。正常蓄水位 2070m，相应库容 413 万 m^3，死水位 2064m，调节库容 224.8 万 m^3，拦河闸最大闸高 34m，引水隧洞长度约 17km，电站装机容量为 426.5MW，保证出力 70.2MW(生态电站 2.2MW)，多年平均年发电量 16.20 亿 kW·h（生态电站 0.3826 亿 kW·h），装机年利用小时数 3766 h（生态电站 5885h）。

受国电新疆开都河流域水电开发有限公司（以下简称“开都河公司”）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”）承担了霍尔古吐水电站的勘测设计工作。2013 年 8 月，预可研报告通过中国国际工程咨询公司

组织的审查。随后，西北院开始了可研设计工作：2014 年 10 月，西北院完成可研报告（中间成果）；2015 年～2018 年间，对调节库容、装机容量和机组台数进行了设计优化;2019 年～2020 年,主要研究了降低正常蓄水位后上中坝址方案比选、不同生态流量泄放要求和不同年利用小时数的方案优化；2020 年 9 月，完成《坝址坝型比选、正常蓄水位及装机容量和机组台数比选专题报告》；2021 年 01 月，完成《新疆开都河霍尔古吐水电站可行性研究报告》（送审稿）。

2014 年 8 月，开都河公司正式委托西北院编制新疆开都河霍尔古吐水电站工程环境影响报告书。接受任务后，西北院在认真分析工程设计文件的基础上，组织专业技术人员对霍尔古吐水电站工程坝址区、厂房区、引水线路、库区进行了现场查勘，与相关协作单位共同开展了陆生生态、水生生态、水文情势及河道生态流量、过鱼设施研究、减水河段栖息地修复等相关专项研究工作，并根据评价工作需要和项目进展进行了多次环境现状调查与监测工作。在环境现状监测、陆生、水生专题调查研究、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，于 2018 年 7 月编制完成了《新疆开都河霍尔古吐水电站工程环境影响报告书》。

2019～2020 年，新疆维吾尔自治区水产科学研究所（简称“新疆水产所”）、华中师范大学、新疆中测测试有限责任公司再次对工程河段的鱼类资源、重点保护动植物以及河段环境质量现状进行了补充调查工作。进一步调查发现，原设计方案库区河段左、右岸存在两片比较集中的天山桦和大径阶密叶杨群落，环境影响较大;因此，工程设计采纳了环保工作意见对坝址、施工布置和正常蓄水位进行了优化调整，避让了这两片集中的天山桦、密叶杨林。根据调整后的施工布置、正常蓄水位以及运行方式，结合最新的调查成果；同期国电新疆开都河流域水电开发有限公司开展了环境影响评价公众参与调查工作，根据上述工作对环境影响评价报告书进行了补充和完善。

在霍尔古吐水电站工程环境影响评价工作开展过程中，得到了新疆维吾尔自治区发改委、自治区生态环境厅、自治区林业与草原局、巴音郭楞盟州和和静县人民政府、巴音郭楞盟州和和静县发改委、生态环境局、水利局、林草局局等单位的大力支持，建设单位国电新疆开都河流域水电开发有限公司提供了多方面的协助和支持，在此一并表示衷心的感谢！

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 编制依据 3
1.5 评价标准 7
1.6 评价等级 9
1.7 评价范围 12
1.8 评价水平年 13
1.9 环境保护目标 13
1.10 评价程序 17
2 工程概况 18
2.1 流域规划及开发现状 18
2.2 前期勘察设计过程 37
2.3 工程建设必要性 38
2.4 工程地理位置 42
2.5 工程开发任务、规模 42
2.6 工程特性 43
2.7 枢纽布置及主要建筑物 47
2.8 工程施工规划 52
2.9 工程运行 75
2.10 建设征地和迁移人口安置 76
2.11 工程投资 78
3 工程分析 79
3.1 与相关政策符合性分析 79
3.2 与相关规划符合性分析 81
3.3 工程方案环境合理性分析 97

3.4 工程影响源分析 103
3.5 工程分析结论 114
4 环境现状 116
4.1 流域环境现状 116
4.2 工程区自然环境 131
4.3 陆生生态环境 147
4.4 水生生态环境 181
4.5 环境敏感区 202
4.6 社会环境 204
4.7 环境质量现状评价 206
4.8 河段已建工程环境影响回顾性评价 221
4.9 主要环境问题 222
5 环境影响预测和评价 224
5.1 水文情势预测与评价 224
5.2 减水河段及其下游河道生态需水分析 266
5.3 地表水环境影响预测评价 292
5.4 地下水环境影响预测评价 299
5.5 陆生生态影响预测评价 300
5.6 水生生态影响预测评价 315
5.7 工程施工环境影响预测评价 325
5.8 移民安置环境影响评价 332
5.9 社会环境影响分析 333
6 环境保护措施及可行性论证 335
6.1 环境保护措施设计原则 335
6.2 环境保护措施总体布置 335
6.3 生态流量下泄设施和保障措施 336
6.4 地表水环境保护措施 340
6.5 地下水环境保护措施 351
6.6 陆生生态保护措施 353

6.7 水生生态保护措施 364
6.8 施工期环境保护措施 398
6.9 移民安置环境保护措施 403
6.10 社会环境保护措施 403
6.11 环保措施统计及效果分析 405
7 环境风险分析 411
7.1 评价目的 411
7.2 风险识别 411
7.3 风险评价 413
7.4 环境风险防范措施 417
7.5 环境风险应急预案 419
8 环境管理、监理与监测 425
8.1 环境管理 425
8.2 环境监理 430
8.3 环境监测 436
8.4 竣工环保验收 448
9 环境保护投资概算与环境影响经济损益分析 450
9.1 环境保护投资概算 450
9.2 环境影响经济损益分析 464
10 评价结论 466
10.1 工程概况 466
10.2 工程合理性分析 468
10.3 环境现状调查评价 468
10.4 环境影响预测评价 471
10.5 环境保护措施 477
10.6 环境管理、监理与监测 483
10.7 环境保护投资概算 483
10.8 公众参与 483
10.9 风险分析 484

10.10 综合评价结论 484
10.11 建议 485

1 总则

1.1 任务由来

依据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规要求，建设单位国电新疆开都河流域水电开发有限公司（以下简称为“开都河公司”）委托中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司开展新疆开都河霍尔古吐水电站工程环境影响评价工作（附件一）。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》要求，新疆开都河霍尔古吐水电站工程需要编制环境影响报告书。

1.2 评价目的

根据霍尔古吐水电站工程特性及工程所在地区的环境特点、国家相关法律法规要求，确定本项目环境影响评价的主要目的如下：

（1）掌握开都河流域以及工程所在河段的水环境、环境空气、声环境、生态环境和社会环境的现状、环境功能以及存在的主要环境问题。

（2）预测、评价工程施工、运行及移民安置等工程活动对环境造成的影响，评价工程兴建带来的生态与环境影响。

（3）分析判断工程建设方案与流域水资源开发利用规划、生态环境保护规划、环境功能区划等相关规划的协调性与符合性，并结合区域环境敏感目标及影响分析，综合评判工程规模、工程设计方案、枢纽建筑物布置等的环境合理性，从预防保护角度提出优化建议。

（4）针对工程施工、运行及移民安置对生态环境带来的不利影响，制定科学有效的影响减免对策措施，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，并促进工程所在地区及开都河流域生态环境的良性循环。

（5）拟定环境监测和环境管理方案，掌握工程建设与运行过程中实际发生的环境影响，并及时做出反馈，对环境保护措施进行充实、完善和细化，增强措施的针对性和可操作性。

（6）概算工程环境保护投资，将环保投资纳入工程总投资，落实工程环境保护工作费用，为环保措施的顺利实施提供资金保证。

（7）从环境保护角度论证霍尔古吐电站兴建的可行性，明确环境影响评价结论，为工程方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

1.3 评价原则

霍尔古吐水电站工程环境保护工作贯彻“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”的总体原则，全面落实水电开发的生态环境保护要求。本工程环境保护工作遵循原则如下：

（1）依法评价原则。环评工作中全面贯彻国家和地方环境保护法律法规、政策和技术标准、规范，分析工程建设与相关政策和规划的相符性和协调性。

（2）早期介入原则。在工程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、施工布置、正常蓄水位选择和移民安置等方案提出优化的意见或控制的要求。

（3）生态优先原则。评价中坚持“生态优化”的原则，在保护生态的基础上，维护区域生态完整性和生态功能，尽可能减少和避免工程建设对生态的破坏和影响。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。电站的建设应避免任何物种在工程区域消失，避免对珍稀保护物种的不利影响。

（4）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，对工程所在的开都河中游河段的环境影响进行综合分析，从流域高度统筹考虑环境保护措施。工程建设应与工程区域其他行业规划相协调，避免与其他规划发生大冲突。

（5）坚持确保底线原则。遵守法律政策，禁止开发法律法规明确保护的区域。确保公众的知情权、参与权、获益权；坚持流域生态系统健康的底线，电站建设和运行不但要考虑发电及其他用水需求，还应满足河流的生态和景观用水需求，维护河流生态系统功能的基本完整和稳定。

（6）突出重点原则。结合工程所处少数民族地区的现状和特征，对环境影响进行全面评价，评价中重点突出工程建设对生态的影响和对特殊生态敏感区的影响，确保工程建设中生态系统的功能和结构得到维护。

（7）措施可行原则。提出的环境保护措施应体现环境影响评价对建设项目的指导和调整作用，措施应具有针对性和可操作性，维护和改善区域环境功能。

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 编制依据

1.4.1法律、法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2015-01-01 实施）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018-12-29 修订）；

（3）《中华人民共和国水法》（2016-07-02 修订）；

（4）《中华人民共和国水污染防治法》（2018-01-01 实施）；

（5）《中华人民共和国防洪法》（2016-07-02 修订）；

（6）《中华人民共和国水土保持法》（2010-12-25 修订）；

（7）《中华人民共和国土地管理法》（2019-08-26 修订）；

（8）《中华人民共和国草原法》（2013-6-29 修订）；

（9）《中华人民共和国森林法》（2019-12-28 修订）；

（10）《中华人民共和国野生动物保护法》（2018-10-26 修订）；

（11）《中华人民共和国渔业法》（2013-12-28 修订）；

（12）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018-10-26 修正）；

（13）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018-12-29 修改）；

（14）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020-04-29 修订）；

（15）《中华人民共和国河道管理条例》（2017 年 10 月修订）；

（16）《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》（2013 年 12 月修订）；

（17）《建设项目环境保护管理条例》（2017-10-01 实施）；

（18）《中华人民共和国自然保护区条例》（2017-10-07 修订）；

（19）《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016-02-06 修订）；

（20）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013-12-07 修订）；

（21）《中华人民共和国野生植物保护实施条例》（2017-10-07 修正）；

（22）《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011-01-08 修订）；

（23）《新疆维吾尔自治区环境保护条例》（2018-09-21 修正）；

（24）《新疆维吾尔自治区自然保护区管理条例》（2018-09-21 修正）；

（25）《新疆维吾尔自治区野生植物保护条例》（2018-09-21 修正）；

（26）《新疆维吾尔自治区大气污染防治条例》（2019 年 1 月）；

（27）《开都河流域生态环境保护条例》（2019-03-28 批准）。

（28）《新疆维吾尔自治区实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（新疆维吾尔自治区人大常委会，2013 年 10 月修订）。

1.4.2部门规章、规范性文件

（1）《全国生态环境保护纲要》（国发[2000]38 号）；

（2）《全国主体功能区规划》（国发[2010]46 号）；

（3）《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）；

（4）《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）；

（5）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号）；

（6）《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）；

（7）《国家重点保护野生植物名录》（农业部、国家林业局发布第 53 号令，2001 年 8 月 4 日）；

（8）《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发[2005]39 号）；

（9）《关于加强国家重点生态功能区环境保护和管理的意见》（环发[2013]16 号）；

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

（11）《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）；

（12）《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）；

（13）《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）；

（14）《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）；

（15）《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）；

（16）《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》（环发[2015]178 号）；

（17）《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）；

（18）《关于规范火电等七个行业建设项目环境影响评价文件审批的通知》（环办[2015]112 号）；

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

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

（21）《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》（环办[2013]103 号）；

（22）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）；

（23）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）；

（24）《新疆维吾尔自治区主体功能区规划》（2012 年 12 月）；

（25）《新疆生态功能区划》（2005 年 8 月）；

（26）《中国新疆水环境功能区划》（新疆自治区环保局，2003 年 12 月）；

（27）《关于发布新疆维吾尔自治区重点保护水生野生动物名录的通知》（新政发[2004]67 号）；

（28）《新疆维吾尔自治区重点保护野生植物名录》（新政办发[2007]175 号）；

（29）《新疆维吾尔自治区重点保护野生动物名录》（新林动植字[2000]201 号）；

（30）《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》（办水保[2013]188 号）；

（31）《新疆维吾尔自治区人民政府关于全疆水土流失重点预防保护区、重点监督区、重点治理区划分的公告》（新疆维吾尔自治区人民政府，2000 年 10 月 31 日）；

（32）《新疆维吾尔自治区水土保持补偿费征收使用管理办法》（新疆维吾尔自治区财政厅商自治区发展改革委、水利厅，2015 年 1 月 1 日）；

（33）《关于印发<新疆维吾尔自治区水土保持设施补偿费、水土流失防治费使用管理暂行规定>的通知》（新政发[2000]45 号）。

1.4.3 技术导则与规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则　总纲》（HJ 2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则　水利水电工程》（HJ/T88-2003）；

（3）《环境影响评价技术导则　地表水环境》（HJ 2.3-2018）；

（4）《环境影响评价技术导则　地下水环境》（HJ610-2016）；

（5）《环境影响评价技术导则　大气环境》（HJ2.2-2018）；

（6）《环境影响评价技术导则　声环境》（HJ2.4-2009）；

（7）《环境影响评价技术导则　生态影响》（HJ19-2011）；

（8）《环境影响评价技术导则　土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；

（9）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

（10）《水电水利工程环境保护设计规范》（DL/T5402-2007）；

（11）《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）；

（12）《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）；

（13）《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）；

（14）《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ194-2017）；

（15）《环境噪声监测技术规范城市声环境常规监测》（HJ640-2012）；

（16）《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）；

（17）《水电工程生态流量计算规范》（NB/T35091-2016）；

（18）《水电工程水温计算规范》（NB/T35094-2017）；

（18）《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T35054-2015）；

（20）《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》（NB/T35037-2014）；

（21）《水生生物增殖放流管理规定》（农业部[2009]第 20 号令）。

（22）《生物多样性观测技术导则内陆水域鱼类》（HJ 710.7-2014）

（23）《淡水渔业资源调查规范河流》（SC/T 9429-2019）；

（24）《渔业生态环境监测规范第 3 部分：淡水》（SC/T 9102.3）。

1.4.4　技术资料及文件

（1）《新疆开都河中游河段水电规划报告（修编）》及批复意见，新疆水利水电勘测设计研究院，2012-12；

（2）《新疆开都河中游河段水电规划（修编）环境影响报告书》及审查意见，新疆水利水电勘测设计研究院，2012-09；

（3）《疆开都河中游河段水电规划环境影响跟踪评价报告书》及审查意见，新疆博衍水利水电环境科技有限公司，2020-09；

（4）《新疆开都河霍尔古吐水电站工程预可行性研究报告》及审查意见，中国水电顾问集团西北勘测设计研究院，2013-08；

（5）《新疆开都河霍尔古吐水电站工程可行性研究报告》，中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司，2021-01；

（6）《新疆开都河霍尔古吐水电站工程可研阶段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，2020-12；

（7）《新疆开都河霍尔古吐水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，2020-12。

1.5 评价标准

1.5.1环境质量标准

（1）地表水环境质量标准

根据《中国新疆水环境功能区划》（新疆维吾尔自治区环境保护局编，2003 年），开都河河源至大山口水文站规划主导功能为自然保护，水质目标为Ⅰ类，水文站至入湖口规划主导功能为饮用水源，水质目标为Ⅱ类。工程影响河段位于河源至大山口水文站河段，因此，拟定本工程评价河段水质控制目标为Ⅰ类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的Ⅰ类水域水质标准。

（2）地下水环境质量标准

工程所在和静县未开展地下水功能区划研究，工程周边无集中地下水水源保护区和重大地下水取水措施，河段地下水水质主要满足沿线河谷林草生态用水需求，因此，本次评价地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。

（3）环境空气质量标准

本工程位于开都河中游山地峡谷区，两岸植被以山地针叶林、山地落叶阔叶灌丛、山地草原和低地草甸和荒漠等天然植被为主，不属于自然保护区、风景名胜区和其他需要特殊保护的区域，环境空气功能分区属于二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

（4）声环境质量标准

本工程位于开都河中游山地峡谷区，两岸植被以山地针叶林、山地落叶阔叶灌丛、山地草原和低地草甸和荒漠等天然植被为主，周边无学校、集中居民点等声环境敏感对象，按声环境功能区分类标准属于 2 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类功能区环境噪声限值。

（5）生态环境质量标准

1）土壤环境评价采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36000-2018）中第二类用地筛选值，《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）。

2)水土流失控制标准执行《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434－2008)相应标准。根据《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》（办水保[2013]188 号）和《新疆维吾尔自治区人民政府关于全疆水土流失重点预防保护区、重点监督区、重点治理区划分的公告》，开都河流域涉及的和静县不在国家和自治区水土流失重点防治区内。项目区水土流失防治标准执行等级为二级。

3）生态系统结构与功能评价：参照国家《生态环境遥感调查分类规范》及《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)，以不破坏区域生态系统完整性维护状况为目标。

霍尔古吐水电站工程主要环境因子执行的环境质量标准见表 1.5.1-1。

表 1.5.1-1 霍尔古吐水电站环境质量标准一览表

标准名称	标准等级	主要指标及限值	
《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）	Ⅰ类	pH（无量纲）	6～9
		高锰酸钾指数（≤mg/L）	≤2
		溶解氧（≥mg/L）	≥7.5
		COD （≤mg/L）	≤15
		BOD_5	≤3
		氨氮	≤0.15
		总氮	≤0.2
		总磷	≤0.02
《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）	Ⅲ类	pH（无量纲）	6.5～8.5
		总硬度（以 $CaCO_3$ 计，≤mg/L）	450
		溶解性总固体（≤mg/L）	1000
		硫酸盐（≤mg/L）	250
		氯化物（≤mg/L）	250
《环境空气质量标准》（GB3095-2012）	二级（mg/m^3 标准状态）	NO_2	0.08
		TSP	0.3
		CO	4
		PM_{10}	0.15
		SO_2	0.15
《声环境质量标准》（GB3096-2008）	1 类[dB（A）]	昼间	60
		夜间	50

1.5.2污染物排放标准

（1）生产或生活废水

根据《中国新疆水环境功能区划》，工程影响河段地表水环境质量按Ⅰ类标准进行控制。因此，工程生产废水、生活污水处理后应综合利用，禁止排入河道。

施工生产废水与生活污水处理后回用于周围荒漠植被的灌溉或者撒泼到附近的滩地蒸发消耗，执行《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）中的旱作标准。

（2）大气污染物

施工期废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值。

（3）噪声标准

施工期噪声控制执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。

（4）固体废弃物

一般工业固体废弃物执行《一般工业固体废物储存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及修改单（2013 年 6 月 8 日）的规定；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的规定。

霍尔古吐水电站工程污染物排放执行标准见表 1.5.2-1。

表 1.5.2-1　霍尔古吐水电站污染物排放执行标准

地表水		环境空气		声环境	
《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）（mg/L）		《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放限值（mg/m^3）		《建筑施工场界环境噪声排放标准》、《工业企业厂界环境噪声排放标准》2 类标准	
项目	标准值	项目	标准值	时段	标准值
pH（无量纲）	5.5～8.5	SO_2	＜0.4	建筑施工场界排放标准	
悬浮物	≤100	NO_2	＜0.12	昼间	70dB
BOD_5	≤100	TSP	＜1.0	夜间	55 dB
化学需氧量	≤200			工业企业厂界排放标准	
阴离子表面活性剂	≤8			昼间	60dB
粪大肠菌群数（个/mL）	≤4000			夜间	50dB

1.6　评价等级

1.6.1生态环境

本工程建设对生态环境的影响范围主要为水库淹没、各类工程永久占地和临时占地。工程涉及征(占)用各类土地总面积 232.24hm^2(2.32km^2)，其中水域面积 17.23hm^2，陆地面积 215.01hm^2。枢纽工程建设区占地面积 184.05hm^2（其中林地 9.51hm^2、草地 171.51hm^2），水库淹没影响区 48.19hm^2（其中林地 8.55hm^2、草地 24.36hm^2）。霍尔古吐水电站场内主要施工道路（包括对外交通、场内交通临时和永久道路）共计长约 57.8km。

工程合计征（占）用各类土地面积 2.32km^2，大于 2km^2 小于 20km^2，施工道路大于 50km 小于 100km，且工程不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等生态敏感区。根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2011）评价等级分级原则，评价等级应为二级。但结合工程所在河段生态环境特征，并考虑工程拦河筑坝引水发电后，大坝下游将形成约 22.0km 的减水河段（水文情势较天然情况下发生变化），大坝阻隔和坝下、厂房河段水文情势变化对鱼类产生的影响较敏感。因此，综合以上确定生态环境评价工作等级为一级。

1.6.2地表水环境

霍尔古吐水电站可能对地表水环境造成的污染主要集中在施工期；运行期生产、生活废（污）经水处理后综合利用，不外排，主要为改变坝下及厂房水文情势，使其污染扩散能力和纳污能力发生变化。电站运行期日调节运行对下游径流及水文情势产生影响。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018,），本工程地表水环境影响评价兼具水污染影响和水文要素影响，属于两者兼有的复核影响型。

本工程施工期污废水主要为砂石料冲洗水、混凝土拌和系统废水、辅企废水、生活污水等。生产废水主要污染物为 SS，分类处理后全部回用不外排；生活污水产生量相对较少，主要污染物为 BOD_5、NH_3-N，污染物类型主要为非持久性污染，污废水水质复杂程度为简单，处理回用不外排。运行期污水主要为电站管理人员生活污水，产生量很少，污水水质复杂程度为简单，处理回用不外排。根据水污染影响型建设项目评价等级判定，本工程评价等级为三级 B。

本工程坝址处多年平均年径流量为 32.46 亿 m^3，正常蓄水位以下库容为 0.046 亿 m^3，年径流量与总库容百分比为 700；调节库容 0.022 亿 m^3，与年径流量百分比,小于 2。根据水文要素影响型建设项目评价等级初步判定为三级评价。工程影响范围不涉及饮用水源保护区、重点保护与珍稀水生物栖息地、重要水生生物自然产卵场、自然保护区等保护目标，但是工程采用引水式开发，电站运行后，坝址～厂房区间将形成长约 22.0km 的减水河段，因此，评价等级应不低于二级。

综合考虑水污染影响和水文要素影响等级判定情况，并结合本工程的特点，确定地表水环境影响评价工作等级为二级。

1.6.3地下水环境

霍尔古吐水电站对地下水环境的影响主要表现为引水隧洞、导流洞、尾水洞、地面厂房等工程建设造成区域地下水流场或水位的变化以及库区两岸的浸没影响，基本不对水质产生影响，属《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）中划分的III类项目。

根据进一步调查，本项目地下水环境影响评价范围内无集中地下水水源保护区和重要地下水取水措施，项目所在区域属于未划定饮水水源保护区的地表水源地以外的补给径流区，地下水环境敏感程度较敏感。按照III类建设项目地下水评价工作等级分级，确定地下水影响评价工作等级为三级。

1.6.4大气环境

工程地处山区，工程对环境空气的影响主要集中在施工期，主要污染物为 TSP，无集中排放源，周边无环境空气敏感目标，影响主要集中在施工场地内部人员，根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）确定工程大气环境影响评价等级为三级。

运行期：工程运行期无大气污染物排放，因此，运行期环境空气影响不作评价。

1.6.5声环境

工程影响河段两岸植被包括山地针叶林、山地落叶阔叶灌丛、山地草原、荒漠草原、落叶阔叶林、低地草甸和荒漠等天然植被，周边无声环境敏感对象，属《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的声环境 2 类功能区域。霍尔古吐水电站工程建设产生的噪声主要在施工期，噪声源主要来自于砂石骨料加工系统、混凝土拌和系统、爆破、弃渣场、表土堆存场、施工交通等，施工期间可能导致周边噪声级别有一定程度增加。由于工程影响范围内无农村居民点等声敏感目标分布，影响时段及影响范围小，工程施工结束后即消失。按照《环境影响评价技术导则声环境》（HJ/T2.4-2009）的有关规定，确定声环境影响评价工作等级为二级。

运行期间噪声污染源主要为发电机组，厂房位于峡谷区，噪声受山体阻隔，周边无声环境敏感目标，对周围声环境无影响，因此，运行期声环境不作评价。

1.6.6土壤环境

工程属生态影响型，在行业类别上属 II 类项目。根据水库淹没区土壤环境质量现状监测结果，各监测点位的土壤含盐量位于 0.6g/kg～3.8g/kg 之间，pH 值在 7.42～

8.03 之间。

按照《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中附录 D 土壤盐化、酸化、碱化分级标准，局部区域土壤存在中度盐化趋势，无酸化、无碱化土质。项目区平均降水量为 111.1mm、多年平均蒸发量为 1702.5mm，干燥度为 15.32（大于 2.5），且两岸常年地下水位大于 2.5m，按照敏感程度分级，工程影响区域属于较敏感。根据导则判定，土壤环境评价等级为二级。

1.7 评价范围

1.7.1生态环境

陆生生态：霍尔古吐水电站库尾上游 1.5km（哈尔嘎廷郭勒坝址）至厂房下游 500m 长约 28km 河道（开都河干流和支流）两侧第一级分水岭以下区域，以及引水线路外扩 500m 的区域，评价范围面积为 5768.78hm^2。重点评价区为坝址工程区、厂址工程区、水库淹没区、引水线路区和减水河段。

水生生态：从霍尔古吐水电站库尾上游 1.5km（哈尔嘎廷郭勒坝址）至察汗乌苏库尾长约 42km 的开都河干流河段以及区间的支流，重点评价范围是库区河段、坝～厂房长 22.0km 的减水河段以及区间霍尔古吐沟和滚哈布奇勒沟等。

1.7.2地表水环境

与水生生态基本一致，评价范围从从霍尔古吐水电站库尾上游 1.5km（哈尔嘎廷郭勒坝址）至察汗乌苏库尾长约 42km 的开都河干流河段以及区间的支流，，重点评价范围是库区河段、坝～厂房长 22.0km 的减水河段以及区间霍尔古吐沟和滚哈布奇勒沟等。

1.7.3地下水环境

按照《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）中相关要求，建设项目地下水环境现状调查与评价的范围应综合考虑项目建设、生产运行两个阶段的地下水变化的影响区域。其中应特别关注相关的环境保护目标和敏感区域，必要时应扩展至完整的水文地质单元，以及可能与建设项目所在的水文地质单元存在直接补排关系的区域。

结合本项目的工程特性、周边区域水文地质条件和地下水保护目标，为了查明地下水环境的基本状况，地下水环境影响调查与评价的范围应包括以坝址、引水隧洞、厂址区的连接区域及周围敏感点为调查评价范围的完整水文地质单元。

1.7.4环境空气

电站运行后基本不产生大气污染物，环境空气影响评价时段主要为施工期。评价范围为枢纽工程施工区及施工区边界外 500m，施工道路边界外 200m 范围。

1.7.5声环境

由于工程所在河段附近无居民点等敏感点目标，声环境评价范围为施工营地、生产加工工厂、渣场边界外延伸 200m 范围，涉及施工道路的以道路中心线外两侧 200m 以内为评价范围。

1.7.6土壤环境

土壤环境评价范围主要为工程枢纽占地区、水库淹没区等受工程影响区域以及占地范围外 2km 范围。

1.8 评价水平年

现状评价水平年：本工程自然环境、生态环境、水环境、环境空气和声环境等采用 2016～2020 年现场调查数据与监测数据，并注重对历史资料及近期调查资料的利用。

预测评价水平年：根据本工程枢纽施工和移民安置规划，确定环境影响预测评价时段。

（1）枢纽工程施工期环境影响预测水平年为施工高峰年，预计为 2023 年。

（2）移民安置环境影响的预测评价水平年与本工程水库移民安置规划水平年一致。

（3）本工程运行期环境影响评价水平年为工程运行后第 3 年。

1.9 环境保护目标

1.9.1环境功能保护目标

（1）水资源

合理开发利用和保护水资源，对开都河水资源进行优化配置，优化霍尔古吐水电站调度运行，减少工程实施对水资源利用产生的不利影响，特别是要保证坝下减水河段内的生态环境用水。

（2）水环境

工程区各类污废水必须综合利用，禁止排入开都河。保护霍尔古吐水电站库尾～察汗乌苏库尾河段，要求水质符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅰ类水

标准，使涉及区域水域水质能够满足现有的水域基本功能要求。

（3）地下水环境

本工程评价范围无特殊地下水资源保护区，地下水保护目标主要是维持区域地下水位及地下水水质。

（4）生态环境

维护工程影响区生态系统的完整性和稳定性，尽量减小本工程兴建对生态环境的影响；严格控制施工占地，尽可能减少植被破坏面积，禁止捕杀陆生动物，施工结束后对裸露地表按照原有植被类型进行生态修复，尽可能恢复受影响的陆生生境，加强对外来物种入侵的控制，禁止在生物多样性保护功能区引进外来物种，保护评价区范围内分布的国家和新疆维吾尔自治区重点保护陆生动植物，减缓工程建设对其产生的不利影响。

根据相关文献资料记载、当地百姓访问以及现场调查，工程影响河段历史上曾经分布有 4 种土著鱼类，现场渔获物只调查到新疆裸重唇鱼和长身高原鳅，其中，新疆裸重唇鱼是自治区Ⅰ级保护鱼类，塔里木裂腹鱼和叶尔羌高原鳅为自治区Ⅱ级保护鱼类。水生生态保护对象主要为河段特有鱼类及其栖息生境。优化运行调度方案，尽可能降低工程建设对鱼类的影响，重点是减缓工程引水发电对坝下减水河段及电站日调节运行对厂房以下河段鱼类资源的影响；同时采取鱼类栖息地保护、过鱼、增殖放流、强化渔政管理和进行鱼类与水生态监测等措施，确保水生生物多样性不出现明显的降低、水生生物通道不被明显阻隔、保持鱼类栖息地的有效性，进而保护受影响河段的鱼类资源。

（5）环境空气

保护工程区及周边的环境空气质量，不因工程施工造成施工区周围环境空气质量显著下降，使施工人员生活区域及周围区域达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

（6）声环境

保护施工区声环境质量不因工程施工造成施工区周围声环境质量显著下降，工程区周边声环境质量达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。施工场界噪声限值要达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）噪声限值。

（7）移民环境

霍尔古吐水电站建设征地无搬迁安置人口，涉及生产安置人口 2 人。枢纽工程建

设区临时占用的牧草地、林地，待工程完工后，进行土地复垦，恢复原有功能。对永久占用的牧草地采取一次性补偿的处理方式。

1.9.2环境敏感保护目标

（1）巴音布鲁克国家级自然保护区

该保护区于1980年经自治区人民政府以新政发（1980）167号文批准成立。1986年，国务院正式批准升级为国家级野生动物类型自然保护区。保护区处于开都河上游，保护区下边界在开都河上游地段的最低高程为2389m。

（2）开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区

2013年06月，农业部办公厅正式印发《关于公布第六批国家级水产种质资源保护区面积范围和功能分区的通知》（农办渔[2013]56号），批准成立开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区，其保护的主要对象是以塔里木裂腹鱼、新疆裸重唇鱼为主的裂腹鱼类，特别保护期为4～7月。

新疆开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区位于新疆巴音郭楞蒙古自治州和静县巴音布鲁克镇内，北起小尤鲁都斯盆地以北的额勒再特乌鲁乡圣泉支流与开都河干流汇合口（84°24′29" E，43°04′47" N），西至巴音郭楞乡大尤鲁都斯湿地西界（83°43′57″E，42°51′37″N），南至萨恨托亥河与开都河的汇合口（84°43′06″E，42°26′32″N），东至小尤鲁都斯湿地东界（85°02′58" E，43°02′16" N），涵盖了巴音布鲁克国家级自然保护区核心区。保护区总面积112120hm^2（河道长及湿地周长共计353km），其中，核心区面积108700hm^2（河道长20km，湿地周长219km），实验区面积3420 hm^2（河道长114km）。

经现场调查和对工程设计方案的分析，确定霍尔古吐水电站评价范围内的环境敏感目标：水环境，保护霍尔古吐水电站库尾～察汗乌苏库尾河段，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅰ类水质标准，保证坝下减水河段内的生态环境用水；水生生物，主要为鱼类“三场”和新疆裸重唇鱼、叶尔羌高原鳅等自治区保护鱼类；陆生生物，主要为国家、自治区重点保护动植物和古树，如天山桦、中麻黄、宽刺蔷薇和欧亚圆柏等自治区重点保护植物以及栖息于此的部分保护动物。霍尔古吐水电站工程周边及影响范围内环境敏感保护目标分布情况见下表1.9.1-1。

表1.9.1-1　霍尔古吐水电站工程环境敏感保护目标一览表

环境要素	敏感保护对象			保护级别	与工程区位关系	工程行为可能造成的影响
区域环境敏感对象	巴音布鲁克国家级自然保护区			国家级	巴音布鲁克国家级自然保护区位于开都河上游，霍尔古吐水库回水末端距离保护区下边界约 48km。	不涉及，对巴音布鲁克国家级自然保护区无影响
	开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区			国家级	开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区位于开都河上游，霍尔古吐水库回水末端距离保护区实验区下边界约 28km。	不涉及，对开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区无影响
水环境	水文情势			/	坝址～厂房区间减水河段以及厂房以下重要鱼类生境河段	初期蓄水期、运行期坝址～厂房河段流量减少，运行期间厂房下游水位、流量等水文情势发生变化
	河流水质			Ⅰ类地表水	库尾以上 1km 至下游察汗乌苏库尾河段	蓄水期间水文情势变化可能对水质造成影响；施工废污水处理不当可能对水质造成影响
	地下水			Ⅲ类地下水	工程涉及水文地质单元	施工开挖、隧道排水及水库蓄水可能造成地下水位变化
水生生态环境	鱼类“三场”			自治区Ⅰ、Ⅱ级	自治区Ⅰ、Ⅱ级保护鱼类新疆裸重唇鱼、叶尔羌高原鳅。工程影响河段未发现鱼类集中“三场”分布	对产卵场无淹没和占压影响，初期蓄水期间、运行期间水文情势变化有暂时影响
陆生生态环境	珍稀保护植物		天山桦、中麻黄	自治区Ⅰ级	调查区山坡地及河谷零星分布，通常为阳坡分布较多。	施工占地和水库淹没将影响损失部分植株个体。
			宽刺蔷薇、欧亚圆柏	自治区Ⅱ级	调查区库尾有小面积分布，无占地；压力引水隧洞管线区占地区分布合计 35 丛。	
			密叶杨	胸径较大	库区、坝址以及厂房附近开都河台地零星分布	施工占地和水库淹没将影响损失部分植株个体。
	珍稀保护动物	兽类	雪豹	国家Ⅰ级	兽类主要分布于两岸高山峡谷及开都河支流等区域	无直接影响，施工期可能受到惊扰及捕猎威胁，转而在周边广阔生境中栖息
			赤狐、狼、石貂、棕熊、野猫、兔狲、猞猁、鹅喉羚、马鹿、北山羊等 11 种	国家Ⅱ级		
		鸟类	白尾海雕、玉带海雕、草原雕、秃鹫	国家Ⅰ级	猛禽主要分布于两岸高山峡谷及开都河支流等区域，大天鹅主要在开都河	无直接影响，施工期栖息环境可能受到干扰及捕猎威胁
			大天鹅、雕鸮、猎隼、燕隼、大鵟、普通鵟、胡兀鹫等 12 种	国家Ⅱ级		

1.10 评价程序

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的要求，本工程环境影响评价工作分以下三个阶段。

第一阶段：前期准备、调研和工作方案阶段。接受任务后，开展公众参与第一次项目公示。在研究相关技术文件和其它有关文件的基础上，进行初步工程分析，同时开展初步的环境现状调查。结合初步工程分析结果和环境现状资料，识别建设项目的环境影响因素，筛选主要的环境影响评价因子，明确评价重点和环境保护目标，确定环境影响评价的范围、评价工作等级和评价标准，制定工作方案。

第二阶段：分析论证和预测评价阶段。在第一阶段基础上进行进一步工程分析，对评价区域内的水环境、环境空气和声环境进行现状监测，对评价范围内陆生生物多样性、水生生物多样性及生态系统进行详细的现状调查和专题评价工作，对工程涉及区域社会环境现状进行详细调查与收资，开展各项专题研究工作，在此基础上进行工程区环境影响预测评价。

第三阶段：报告书编制阶段。在第一、二阶段工作的基础上，制定相应的环境保护对策措施，进行环保投资概算和技术经济论证；编制环境影响报告书初步成果，并进行公众参与第二次信息公示和多种形式的公众意见调查工作；在上述工作的基础上，编制完成《新疆开都河霍尔古吐水电站工程环境影响报告书》。

2 工程概况

2.1 流域规划及开发现状

2.1.1 流域概况

开都河位于位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州腹地，发源于天山山脉依连哈比尔尕山南麓萨尔明山，为一内陆河流，经小、大尤尔都斯盆地，穿越中游峡谷段后，流向东南，最终注入博斯腾湖。河流全长 525km，河道落差 1843m，博斯腾湖以上流域面积 2.26 万 km^2，多年平均年径流量 34.88 亿 m^3，多年平均流量为 110.5m^3/s。水能资源理论蕴藏量 1420MW，是全疆的六大水电基地之一。

河源至呼斯台西里为开都河的上游河段，从呼斯台西里至大山口水电站为开都河的中游河段，大山口水电站以下至博斯腾湖为开都河的下游河段。开都河上游河段自河源至骆驼脖子（呼斯台西里），长 242km，宽 6km～12km，水流平缓，河谷开阔，纵坡过缓，气候严寒，水电开发条件较差。开都河中游河段从骆驼脖子至大山口水电站，长约 144km，天然落差 1038m，河道平均比降 7.19‰，水能资源理论蕴藏量约 910MW，为开都河水能资源集中区，水流湍急，河道为“S”型，水电开发条件优越。出山口后为下游河段，进入焉耆盆地，河道开阔，纵坡较缓，水电开发条件较差。新疆开都河流域水系水文站网分布情况见附图 1。

2.1.2 开都河中游河段水电规划及开发现状

2.1.2.1 开都河中游河段水电规划

1995 年，新疆院和西北院共同完成了《新疆开都河中游河段水电规划报告》，同年新疆维吾尔自治区人民政府批准了《新疆开都河中游河段水电规划报告》。报告推荐“2 库 9 级”的开发方案，即：阿仁萨很托亥、马尔盖提、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐、滚哈布奇勒、滚哈布奇勒二级、察汗乌苏、柳树沟和大山口，其中阿仁萨很托亥为龙头水库，察汗乌苏为中间调蓄水库，近期推荐工程为察汗乌苏水电站。

2006 年 10 月，国电集团新疆开都河流域水电开发有限公司委托新疆院开展开都河中游河段水电规划修编工作，2010 年 10 月完成了《新疆开都河中游河段水电规划报告》（修编，2010 版），并通过自治区发改委审批。规划提出：开都河中游河段的开发任务主要为发电，推荐察汗乌苏水电站上游水电梯级开发方案为“一库三级”，即阿仁萨很托亥、霍尔古吐和滚哈布奇勒，即开都河中游河段采用“两库六级”（含察汗乌苏、柳树沟、大山口水电站）开发方案。规划的龙头水库阿仁萨很托亥水库，

具有年调节能力，其余电站均为日调节电站。

考虑到上游梯级地质因素和交通问题，国电集团新疆开都河流域水电开发有限公司委托新疆院对《新疆开都河中游河段水电规划报告》（修编，2010 版）进行了优化调整，于 2012 年 8 月完成了《新疆开都河中游河段水电规划报告》（修编，2012 版）；2012 年 12 月，自治区发改委以新发改能源[2012]3313 号文正式批复了新疆开都河中游水电规划修编报告（附件三）。

《新疆开都河中游河段水电规划报告（修编）》（2012.08）推荐察汗乌苏水库以上中游河段一库四级的开发方案，即开都河中游河段采用两库七级（含已、建成的察汗乌苏、柳树沟、大山口水电站）开发方案，自上而下依次为阿仁萨很托亥、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐、滚哈布奇勒、察汗乌苏、柳树沟和大山口。规划梯级共利用落差 1034m，总装机容量 1930MW，多年平均年发电量 65.58 亿 kW·h（联合运行）。其中察汗乌苏、大山口已建，柳树沟在建；阿仁萨很托亥、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐、滚哈布奇勒为新规划梯级，装机容量分别为 420MW、219MW、423MW、291MW。新疆开都河中游河段水电梯级平面布置图见附图 2，梯级布置纵剖图见附图 3。

根据规划报告，霍尔古吐水电站是开都河中游河段规划的第三级电站，坝址处多年平均流量 103.1m^3/s。开发任务主要为发电，采用混合式开发方式，引水系统长约 14.7km，拦河坝（闸）以下减水河段长约 17km。正常蓄水位 2075m，相应库容 0.12 亿 m^3，最大坝高 45.8m，厂房尾水与滚哈布奇勒水库正常蓄水位（1820.00m）衔接。电站装机容量 423MW，利用水头 255m，多年平均年发电量 14.67 亿 kW·h（单独运行）。

2.1.2.2 开都河中游河段水电开发现状

新疆开都河中游河段水电规划梯级自上而下依次为阿仁萨很托亥、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐、滚哈布奇勒、察汗乌苏、柳树沟和大山口。其中，阿仁萨很托亥、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐、滚哈布奇勒为《开都河中游河段水电规划报告（修编）》中新规划梯级，察汗乌苏、柳树沟和大山口电站目前均已建成发电。开都河中游河段规划梯级水电站指标见表 2.1.2-1（表中察汗乌苏、柳树沟、大山口三级电站均为已建，相关工程指标均为实际指标），已建电站情况如下：

（1）察汗乌苏水电站

①工程概况

察汗乌苏水电站是开都河中游河段水电规划的第 5 级电站，坝址距离下游已建柳树沟水电站河道距离约 19km，距大山口水电站河道距离约 28km，东距和静县约 90km，距库尔勒市约 152km。

电站以发电为主，兼顾下游防洪要求。察汗乌苏水库为不完全年调节，蓄水期主要在 9 月中旬至 10 月份。正常蓄水位 1649m，死水位 1620m，相应调节库容 0.72 亿 m^3。电站保证出力 48.1MW，装机容量 309MW，多年平均年发电量为 10.8 亿 kW ħ。电站汛期限制水位 1640m，控制下泄洪峰流量不超过 700m^3/s，将 5 年一遇标准洪水提高到 10～30 年一遇洪水标准。电站设计洪水位 1649.17m，校核洪水位 1652.17m。

工程主要由面板砂砾石坝、表孔溢洪洞、深孔泄洪洞、发电引水系统、发电厂房及开关站等建筑物组成。工程等别为Ⅱ等，工程规模为大（2）型。大坝提高一级按 1 级建筑物设计，其余泄洪建筑物、发电引水建筑物及电站厂房等为 2 级；次要建筑物为 3 级；导流建筑物为 4 级。

电站于 2005 年 3 月通过国家发展和改革委员会核准（发改能源[2005]478 号），2007 年 12 月 22 日首台机组并网发电，2008 年 4 月 15 日第二台机组并网发电，2008 年 7 月 10 日第三台机组并网发电。

表 2.1.2-1　开都河中游河段“两库七级”（含已在建）梯级开发方案指标汇总表

梯级名称			阿仁萨很托亥	哈尔嘎廷郭勒	霍尔古吐	滚哈布奇勒	察汗乌苏	柳树沟	大山口	合计
建设地点		县	和静县	和静县	和静县	和静县	和静县	和静县	和静县	
多年平均流量		m^3/s	94.51	101.8	103.4	105.89	106.61	110.45	110.48	
多年平均年径流量		亿 m^3	29.83	32.13	32.46	33.42	33.65	34.86	34.87	
开发方式			混合式	堤坝式	引水式	混合式	混合式	混合式	堤坝式	
正常蓄水位（正常引水位）		m	2385	2187	2070	1790	1649	1494.5	1406	
正常蓄水位相应库容		亿 m^3	14.47	2.34	0.0413	1.43	1.16	0.69	0.298	
死水位		m	2329	/	2064	/	1620	1493	1401.5	
死库容		亿 m^3	3.79	/	0.01882	/	0.42	0.668	0.248	
调节库容		亿 m^3	10.68	/	0.02448	/	0.72	0.037	0.05	
尾水位		m	2187	2075	1790	1649	1494.5	1406	1351	
利用落差		m	198	112	248	171	154.5	88.5	55	1034
装机容量		MW	420	219	426.50	291	309.0	180.0	88	2017
保证出力	单独运行	MW	97	31.5	70.2	35.1	48.8	32.15	17.8	
	联合运行		96.1	77.9		101	93.8	62.4	39.4	
多年平均年发电量	单独运行	亿 kw.h	10.47	7.76	16.20	10.11	10.80	6.94	3.77	
	联合运行		10.37	7.78		10.29	11.70	6.54	3.98	
装机年利用小时数	单独运行	h	2493	3545	3766	3475	3495	3167	3523	
	联合运行		2469	3550		3536	3786	3633	4523	
发电引用流量		m^3/s	3×88.1	3×79.6	3×63.5+2×15.45	3×71.4	3×86.1	2×121.2	4×45.3	
坝（闸）型			面板堆石坝	面板堆石坝	闸坝	面板堆石坝	面板堆石坝	面板堆石坝	砼重力拱坝	
最大坝（闸）高		m	163.8	114.8	34	139.8	110.00	106.00	72.00	
工程等别			1	2	2	2	2	2	2	
建设情况			未建	未建	未建	未建	2007 年建成	2013 年建成	1991 年建成	

②调度运行

察汗乌苏水库为不完全年调节，蓄水期主要在 9 月中旬至 10 月份。非汛期水库正常蓄水位 1649.0m 以下，水库按满足发电要求运行。汛期（6～8 月）水库蓄水位按满足防洪要求运行，限制运行水位为 1640m。正常蓄水位以上设置防洪库容 2250 万 m^3，在入库洪水小于或等于 50 年一遇洪水时，控制下游大山口断面流量不大于 700m^3/s。

电站作为电网系统的骨干电源，承担调峰、调频及事故备用任务。

A.电力调度

当月末水位在保证出力区时，按系统水电站群总保证出力发电；

当按系统水电站群总保证出力发电，月末水库水位超过上调配线时，以上调配线控制立即集中加大出力发电；

当出力超过机组预想出力时，按机组预想出力发电；

当月末水位超过正常蓄水位时，以正常蓄水位为控制，多余水量通过溢洪洞弃掉；

当来水较小，按保证出力发电时月末水位降到下调度线以下，则按 60%保证出力降低出力发电。

为减少电站调峰运行下游河道水位变幅过大对鱼类产生的不利影响，电站以半台机承担基荷下泄 43.1m^3/s 的流量。

电站作为电网系统的骨干电源，与下游的柳树沟水电站联合运行，可充分发挥其容量效益，承担系统的调峰、调频、事故备用。

B.洪水调度

每年汛期，按当地防汛部门批复的当年防洪度汛方案进行洪水调度。具体如下：

开都河枯水期间即 12 月 1 日～3 月 30 日，水库按满足发电要求运行，水库运行水位最低不应低于 1620.00m。

开都河春汛期间即 4 月 1 日～5 月 20 日，水库水位可在 1620.00m～1640.00m 范围内调节，以不弃水为原则。

开都河主汛期间，即 5 月 21 日～9 月 10 日，水库应预留一定的防洪库容，汛限水位尽量控制在 1640.00m 运行；如根据开都河洪水预报有大洪水来临时，可根据具体洪水情况，适当降低库水位以保证大坝安全运行。

开都河 9 月 11 日～11 月 30 日为汛后过渡期，在满足发电用水后，水库应尽快蓄至正常蓄水位 1649.00m，以满足枯水期供水的要求。

当察汗乌苏水库入库流量为 400m^3/s 及以上时，根据水库入库流量及水位上升情况，利用防洪库容控制下泄流量，保持平稳泄洪。

当察汗乌苏水库入库流量小于等于 1148m^3/s（大山口发生 50 年一遇洪水时察汗乌苏水库相应的洪水流量）时，根据察汗乌苏～大山口区间洪水的大小，充分利用防洪库容控制下泄流量，采用实时凑泄的方式控制下泄，使大山口流量不大于 700m^3/s。

当察汗乌苏水库入库流量大于 1148m^3/s，且水库水位高于防洪高水位 1647.90m（大山口 50 年一遇洪水察汗乌苏相应调洪水位）时，泄洪建筑物按敞泄方式运用，但最大下泄流量不得大于相应洪水的洪峰流量。

当察汗乌苏水库入库流量遇设计洪水 2290 m^3/s 时，在不考虑通过发电泄水的情况下，起调水位为 1640.00 m，坝前最高限制水位 1649.17 m，泄洪洞泄流 699m^3/s，溢洪洞的最大泄量为 1078m^3/s。

当察汗乌苏水库入库流量遇校核洪水 3500m^3/s 时，在不考虑机组过流情况下，起调水位为 1640.00m，坝前最高限制水位为 1652.17m，泄洪洞泄流 711m^3/s，溢洪洞的最大泄量为 1445m^3/s，以保证大坝安全。

C.典型日调度

本次典型日调度过程选取了察汗乌苏电站 2018 年 1 月 15 日和 8 月 18 日日内水库调度运行过程，其中 1 月 15 日可反映电站冬春季日内调度过程，8 月 15 日可反映电站夏秋季日内调度过程，具体日调度过程见表 2.1.2-2。

察汗乌苏电站具有日内径流的调节能力，总体上调峰时段出库流量增加，不调峰时则流量减少，但电站除检修期间，不停机，均有发电流量下泄。除汛期外为了满足电站的调峰、调频任务，电站主要负荷运行时间在白天，夜间运行负荷低，日内调峰调度频繁，使得日内出库流量过程变化频繁。

表 2.1.2-2 察汗乌苏电站 2018 年 1 月 15 日、8 月 15 日典型日调度运行过程

单位：m^3/s

断面		时间	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	平均值
察汗乌苏	1月15日	入库	67.61	52.94	61.74	24.50	93.68	56.69	60.51	21.07	79.80	54.40	49.67	54.52	53.28	52.44	45.84	56.24	40.64	47.81	40.01	36.44	40.50	42.95	34.16	41.92	50.39
		出库	29.54	45.74	32.52	7.84	50.28	7.29	108.75	129.04	44.30	28.71	71.60	36.73	29.02	64.44	48.07	30.99	67.12	48.46	26.91	28.74	134.55	43.56	42.49	43.30	50.00
		变化	-38.07	-7.19	-29.22	-16.66	-43.40	-49.40	48.25	107.97	-35.49	-25.69	21.94	-17.79	-24.26	11.99	2.23	-25.25	26.48	0.65	-13.11	-7.70	94.05	0.61	8.33	1.38	-0.39
	8月15日	入库	190.18	185.04	182.25	192.53	188.43	186.17	181.03	191.25	184.49	180.74	188.21	190.79	184.11	174.51	175.64	170.10	176.00	176.74	168.37	204.58	185.78	174.90	203.88	201.09	184.87
		出库	76.24	107.19	178.32	178.32	152.09	85.44	178.32	225.40	208.68	210.17	145.65	188.02	120.72	174.09	99.79	264.88	214.86	264.58	264.45	214.86	198.41	176.35	181.44	165.43	178.07
		变化	-113.94	-77.85	-3.93	-14.21	-36.34	-100.73	-2.71	34.15	24.19	29.43	-42.56	-2.77	-63.39	-0.42	-75.85	94.78	38.86	87.84	96.08	10.28	12.63	1.45	-22.44	-35.66	-6.80

（2）柳树沟电站

①工程概况

柳树沟水电站距上游已建察汗乌苏水电站厂房河道距离约 15km，距下游已建大山口水电站河道距离约 9km。东距和静县约 75km，距库尔勒市约 137km。

电站水库正常蓄水位 1494.50m，死水位 1493.00m，调节库容 0.037 亿 m^3，具有日调节能力。电站保证出力 32.15MW，装机容量 180MW（2×90MW），多年平均年发电量 6.94 亿 kW h。

工程规模属III等中型，枢纽建筑物主要由混凝土面板堆石坝、左岸溢洪洞和泄洪洞、左岸引水发电洞及岸边地面发电厂房等组成。拦河大坝为 2 级建筑物，其余泄洪建筑物、发电引水建筑物及电站厂房等为 3 级；次要建筑物为 4 级。

2009 年 9 月，电站开工建设，2011 年 5 月年截流，2013 年 4 月首台机组于投产发电，2013 年 7 月第二台机组投产发电。

②调度运行

电站开发任务仅为发电，无防洪、灌溉任务，电站不设汛期防洪限制水位，也不设汛期排沙运行水位。

A.非汛期

柳树沟上游衔接梯级察汗乌苏水电站是新疆电网的主要调峰电源之一，电站装机容量 309MW(3×103MW)，满发流量 258.3m^3/s。在非汛期，日平均入库流量较小，柳树沟电站与察汗乌苏水电站同步调峰运行，为协调流达时间及充分利用水量，水库水位在正常蓄水位 1494.50m 与死水位 1493.00m 之间变化。

柳树沟电站装机 2 台，而察汗乌苏水电站装机 3 台，相对察汗乌苏水电站而言，柳树沟机组稳定运行需要的流量较大。当察汗乌苏水电站 1 台机发电，发电流量+察～柳区间总入库流量小于柳树沟单机稳定运行需要的流量时，柳树沟按保证出力发电，即带 32.15MW 负荷发电。其余情况，可根据入库流量大小，安排 1 台机或 2 台机发电。当察汗乌苏水电站 3 台机满发时，柳树沟水电站也要满发，多余水量存入水库。为减少机组检修引起的弃水发电，柳树沟水电站机组检修时间应与上游察汗乌苏水电站机组检修时间同步。

冬季，在柳树沟水库水面开始结冰时，应尽量维持在正常蓄水位运行，以免冰盖在低水位时形成而减小有效调节库容。

B.汛期

汛期，当日平均入库流量较小（小于机组满发流量的 80%）时，柳树沟电站也进行日调节，水库水位在正常蓄水位 1494.50m 与死水位 1493.00m 之间变化。当日平均入库流量大于机组满发流量的 80%而小于等于机组满发流量时，水库水位维持在正常蓄水位按入库流量发电。

当入库流量大于机组满发流量 243m^3/s 时，电站弃水。先开启左岸溢洪洞，后开启左岸泄洪洞，通过控制闸门开度，使下泄流量等于入库流量，水库水位保持在正常蓄水位，直至闸门全部开启自由泄流。

C.典型日调度

本次典型日调度过程选取了柳树沟电站 2018 年 1 月 15 日和 8 月 18 日日内水库调度运行过程，其中 1 月 15 日可反映电站冬春季日内调度过程，8 月 15 日可反映电站夏秋季日内调度过程，具体日调度过程见表 2.1.2-3。柳树沟电站具有日内径流的调节能力，总体上调峰时段出库流量增加，不调峰时则流量减少，柳树沟电站夏秋季 1 天 24 个小时基本都会发电，均有流量出库；冬春季，柳树沟电站 1～3 时、14～16 时不发电，无水下泄。电站冬春季日内流量过程有所波动，但相比上游察汗乌苏电站而言波动次数大为减少，夏秋季日内出库过程比较稳定，波动不频繁。

表 2.1.2-3　柳树沟电站 2018 年 1 月 15 日、8 月 15 日典型日调度运行过程

单位：m^3/s

断面		时间	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	平均值
柳树沟电站	1月15日	入库	30.91	46.81	33.77	8.33	52.18	8.44	109.98	129.47	45.92	29.81	72.61	37.84	30.10	65.50	49.00	32.13	67.95	49.42	27.72	29.48	135.37	44.43	43.18	44.15	51.02
		天然来流	68.97	54.01	62.99	25.00	95.58	57.84	61.73	21.50	81.41	55.50	50.67	55.62	54.36	53.50	46.77	57.38	41.46	48.77	40.82	37.18	41.32	43.82	34.85	42.77	51.41
		出库	57.15	0.00	0.00	0.00	58.69	57.90	58.42	58.44	58.93	58.97	58.42	57.94	58.24	58.57	0.00	0.00	0.00	68.95	68.83	68.68	68.75	102.74	102.39	102.47	51.02
		相比天然来流变化	-11.83	-54.01	-62.99	-25.00	-36.88	0.07	-3.31	36.94	-22.48	3.47	7.75	2.32	3.89	5.07	-46.77	-57.38	-41.46	20.18	28.01	31.50	27.43	58.92	67.53	59.70	-0.39
	8月15日	入库	88.58	119.20	190.15	190.82	164.32	97.52	190.07	237.81	220.66	221.90	157.87	200.40	132.67	185.42	111.19	275.92	226.28	276.05	275.38	228.14	210.47	187.70	194.67	178.48	190.07
		天然来流	202.52	197.05	194.08	205.03	200.66	198.26	192.78	203.66	196.47	192.47	200.43	203.18	196.06	185.84	187.05	181.15	187.42	188.22	179.30	217.86	197.83	186.25	217.11	214.14	196.87
		出库	193.07	188.50	229.15	229.15	188.50	181.31	229.15	225.06	223.28	228.37	228.94	180.40	152.37	78.73	78.77	155.70	178.58	229.78	228.94	229.15	178.36	193.07	166.31	166.99	190.07
		相比天然来流变化	-9.45	-8.55	35.08	24.12	-12.16	-16.94	36.38	21.40	26.81	35.89	28.51	-22.78	-43.70	-107.11	-108.28	-25.45	-8.84	41.56	49.65	11.30	-19.47	6.82	-50.80	-47.15	-6.80

（3）大山口电站

①工程概况

大山口水电站距上游已建柳树沟水电站河道距离约 9km。东距和静县约 66km，坝址距库尔勒市约 128km。

电站建设任务为发电，水库正常蓄水位为 1406m，相应库容 0.298 亿 m^3，死水位为 1401.5m，死库容 0.248 亿 m^3，调节库容 0.05 亿 m^3。电站装机容量 88MW，保证出力 17.8MW，多年平均年发电量 3.77 亿 kW ħ，装机利用年小时数为 3875h。承担巴州电网的调峰、调频及事故备用任务。

电站属III等中型工程，枢纽由混凝土重力拱坝、导流兼泄洪洞、引水系统及左岸地面厂房组成。其主要建筑物，砼重力拱坝提高一级，按 2 级建筑物设计，其余按 3 级设计，次要建筑物按 4 级设计，临时建筑物按 5 级设计。

大山口水电站于 1987 年 4 月开工建设，1991 年底第一台机组并网发电，1992 年底最后一台机组并网发电。

②调度运行

大山口水电站开发任务是发电，没有防洪任务，枯水季节水库具有周调节作用，汛期水库基本无调节作用。

水库的日常调节由巴州电力调度进行水调，水库的汛期调度（每年 6～8 月主汛期间），当出库流量达到 600m^3/s 时，上报巴州防洪办及电力调度，下泄流量经其批准后，电厂执行泄洪命令；当进库流量达到 600m^3/s 以上时，需向分厂及时报讯。

本次典型日调度过程选取了大山口电站 2018 年 1 月 15 日和 8 月 18 日日内水库调度运行过程，其中 1 月 15 日可反映电站冬春季日内调度过程，8 月 15 日可反映电站夏秋季日内调度过程，具体日调度过程见表 2.1.2-4。大山口电站具有日内径流的调节能力，总体上调峰时段出库流量增加，不调峰时则流量减少，大山口电站夏秋季 1 天 24 个小时基本都会发电，均有流量出库；冬春季，大山口电站 5～10 时、13～18 时不发电，无水下泄。电站冬春季日内流量过程有所波动，但相比上游察汗乌苏电站而言波动次数大为减少，夏秋季日内出库过程比较稳定，波动不频繁。

表 2.1.2-4 大山口电站 2018 年 1 月 15 日、8 月 15 日典型日调度运行过程

单位：m^3/s

断面		时间	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	平均值
大山口电站	1月15日	入库	57.15	0.00	0.00	0.00	58.69	57.90	58.42	58.44	58.93	58.97	58.42	57.94	58.24	58.57	0.00	0.00	0.00	68.95	68.83	68.68	68.75	102.74	102.39	102.47	51.02
		天然来流	68.97	54.01	62.99	25.00	95.58	57.84	61.73	21.50	81.41	55.50	50.67	55.62	54.36	53.50	46.77	57.38	41.46	48.77	40.82	37.18	41.32	43.82	34.85	42.77	51.41
		出库	166.29	120.94	45.35	45.35	45.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.47	45.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.59	75.59	181.40	181.40	181.40	51.02
		相比天然来流变化	97.31	66.93	-17.64	20.35	-50.23	-57.84	-61.73	-21.50	-81.41	-55.50	-50.67	4.85	-9.01	-53.50	-46.77	-57.38	-41.46	-48.77	-40.82	38.41	34.27	137.58	146.55	138.64	-0.39
	8月15日	入库	193.07	188.50	229.15	229.15	188.50	181.31	229.15	225.06	223.28	228.37	228.94	180.40	152.37	78.73	78.77	155.70	178.58	229.78	228.94	229.15	178.36	193.07	166.31	166.99	190.07
		天然来流	202.52	197.05	194.08	205.03	200.66	198.26	192.78	203.66	196.47	192.47	200.43	203.18	196.06	185.84	187.05	181.15	187.42	188.22	179.30	217.86	197.83	186.25	217.11	214.14	196.87
		出库	206.13	197.17	197.17	197.17	188.21	188.21	188.21	188.21	188.21	197.17	197.17	197.17	197.17	197.17	197.17	197.17	170.28	152.36	161.32	188.21	179.24	206.13	197.17	188.21	190.07
		相比天然来流变化	3.61	0.12	3.09	-7.86	-12.45	-10.05	-4.57	-15.46	-8.26	4.70	-3.26	-6.01	1.10	11.33	10.12	16.02	-17.14	-35.86	-17.98	-29.65	-18.59	19.88	-19.94	-25.94	-6.79

2.1.3 开都河中游河段水电规划环境影响评价

2012 年 6 月，新疆水利水电勘测设计研究院编制完成《新疆开都河中游河段水电规划报告（修编）》。2012 年 9 月，新疆维吾尔自治区环境保护厅印发了《关于新疆开都河中游河段水电规划（修编）环境影响报告书的审查意见》（新环自函[2012]929 号）（附件二）。

2.1.3.1 规划环境影响报告书主要结论

（1）主要结论

本次水电规划梯级布置范围为开都河中游阿仁萨很托亥水电站至察汗乌苏水电站之间的开都河河段，河道长约 77.71km。

开都河中游河段水电规划开发任务为：规划开发任务为在保证下游生活、生产、生态用水和防洪安全的前提下发电。根据规划开发任务，在开都河察汗乌苏以上中游河段规划了 4 座梯级电站，开发方式为堤坝式和混合式。

受河流控制性梯级水库的削峰填谷作用，开都河中游河段水文过程出现坦化趋势；电站坝下出现了流量下降、河道水深减小及流速减缓的现象，但下泄流量多水期 4～9 月均不小于断面多年平均流量的 20%，少水期 10 月～次年 3 月均不小于断面多年平均流量的 10%。

规划实施后对河流水质影响不大，各梯级断面水质与现状相比变化不大，未发生劣变，COD_{Mn} 氨氮不能完全满足水环境功能区划河段Ⅰ类水质目标要求，矿化度可满足Ⅰ类水质目标要求。

2020 年开都河运行的电站为哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐、滚哈布奇勒、察汗乌苏、大山口和柳树沟，至开都河第一分水枢纽处，6～翌年 3 月河道水温较天然水温有所升高，4～5 月有所降低。平水年 4 月降温最大，为 1.4℃，11 月升温最高，为 2.8℃。

2030 年阿仁萨很托亥水库下泄水温 4～8 月低于天然河流水温，9～翌年 3 月高于河流水温。平水年 5 月降幅最大，为 5.3℃；11 月下泄水温升温最高，为 5.6℃。至开都河第一分水枢纽处，9～翌年 2 月河道水温较天然水温有所升高，4～8 月有所降低。平水年 6 月降温最大，为 1.4℃，10 月升温最高，为 2.6℃。

规划方案实施后评价区域生态体系综合质量有所下降，但降幅很小，草地仍然是流域内景观生态体系的主要控制性组分，其模地地位没有发生改变，评价区域生

态系统的结构与功能也未发生变化。规划方案实施，区域河谷次生林草分布区生态需水量可得以满足，对陆生动植物影响程度小。由于新建大坝阻隔、水文情势及水温变化，会对评价河段鱼类资源产生一定不利影响。

规划方案实施后，可促进和带动流域社会经济发展。水库下泄低温水对当地农业灌溉不利影响较为有限。

根据规划开发性质和生态环境保护的需求，提出了规划区域水电开发生态保护要求和限制性开发建议：根据国家主体功能区划的基本要求，从河段的水能资源开发利用角度出发，要求开开都河干流的上游河段区域不在进行水利及水能利用的单项工程的开发与建设。

为了缓解流域规划实施对环境的不利影响，提出了加强流域面源防控，严格水环境管理；开展下泄生态基流泄放设施专项设计，建立实施下泄流量监控系统等建议；提出了鱼类生境保护、开展人工增殖放流等鱼类保护措施；明确了移民安置环境保护要求。

（2）对霍尔古吐水电站环评要求

1）水生生态保护措施

①生态基流方案：各梯级坝址断面生态基流多水期 4～9 月为断面多年平均流量的 20%、少水期 10～次年 3 月为断面多年平均流量的 10%。在可研设计阶段，应开展下泄生态基流设施设计工作，并建立下泄流量监控系统，确保生态基流的泄放措施可行、可靠。

②鱼类资源保护原则和要求：采取栖息地保护和补偿性增殖放流为主，在单项工程阶段充分论证过鱼措施的可行性和实施效果，以监理监测与保护效果评价为依据，以保护技术研究为支撑，确保鱼类资源保护措施有效实施；同时强化渔政管理，使水电规划对水生生态环境的不利影响得到有效缓解。

2）陆生生态保护措施

开都河中游河段上段及上游区地表植被好，目前规划的阿仁萨很托亥、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐和滚哈布奇勒 4 个梯级工程开发应做好施工道路的规划与设计工作，尽量做好永久与临时道路的综合利用，避免因道路交通建设对上游区自然保护区的影响，同时尽量减轻因道路交通建设与单项工程施工对草场与林木可能造成的破坏，减少地表扰动和减轻水土流失危害。

规划各梯级工程占地应尽量少占用林地、草地和耕地；施工营地合理选址，尽量利用现有资源，尽量避免破坏植被。根据保护植物在规划区的分布情况，对保护植物的数量、生长状况等进行调查，按照《新疆维吾尔自治区野生植物保护条例》相关要求进行保护和管理。

运行期加强监督管理，杜绝发生毁林事件。

2.1.3.2 规划环境影响报告书审查意见

一、开都河中游河段水电开发规划范围为阿仁萨很托亥水电站至察汗乌苏水电站之间的开都河河段，河道长约 77.71 公里。规划开发任务为在保证下游生活、生产、生态用水和防洪安全的前提下发电。

规划推荐“1 库 4 级”开发方案，确定阿仁萨很托亥水电站为开都河中游河段控制性工程，开发方案为：阿仁萨很托亥（混合式）+哈尔嘎廷郭勒（堤坝式）+霍尔古吐（混合式）+滚哈布奇勒（混合式）。规划总装机容量 1353 兆瓦，单独运行保证出力 215.1 兆瓦、联合运行保证出力 422.9 兆瓦。

二、根据水电规划开发性质和生态环境保护需求，报告书提出了水电开发生态保护要求和限制性开发建议，为了减缓流域规划实施对环境的不利影响，报告书提出了水质保护、下泄基流等要求，给出了鱼类生境保护、文物保护等要求。在采取以上措施后，本规划方案的环境保护目标可以实现。从环境保护角度分析，开都河中游河段都会点规划方案基本可行。

三、该规划满足国家、自治区国民经济发展的相关政策和规划要求，基本符合规划范围内所涉及相关规划要求。规划方案实施后，可对区域经济社会发展起到促进作用。在认真落实报告书提出的减缓不良环境影响对策的基础上，规划的实施不存在重大的环境制约因素。

四、规划实施中应重点做好以下工作：

（一）扩建察汗乌苏鱼类增殖站以满足本规划各梯级工程实施后鱼类增值放流的规模要求，增值放流鱼类包括新疆裸重唇鱼和塔里木裂腹鱼。

（二）巴音布鲁克草原位于开都河上游河源区大小尤尔都斯盆地，为保护巴音布鲁克草原、巴音布鲁克天鹅国家级自然保护区和开都河土著鱼类种质资源，开都河干流的骆驼脖子以上的上游河段区不再进行水利及水能利用的单项工程的开发与建设。

（三）规划的水电项目筹建及准备期相关工程作为一个整体项目纳入“三通一平”工程开展环境影响评价，经批准后方可实施。水电建设项目环境影响评价中要有“三通一平”工程环境影响回顾性评价内容。

（四）为避免因道路交通建设对上游自然保护区的影响，规划推荐方案各梯级电站工程开发应做好施工道路的规划与设计工作，做好永久与临时道路的综合利用，同时尽量减轻因道路交通建设与单项工程施工对上游草场与林木可能造成的破坏，减少地表扰动，减轻水土流失危害。

（五）下阶段尽量优化梯级工程布局，尽可能减少工程占地面积，引水线路布设“宜洞则洞”，坝（闸）址、渠线、厂房布设应避开林木和植被较好的区域，选择区域环境和景观影响较小的方案。

（六）做好单项工程施工期料场开采和渣场堆渣设计工作，避免占用林地，防护措施严格执行批复的环境影响评价文件和水土保持方案以及后续设计文件。在工程施工前编制工程建设生态环境修复方案，用以指导施工场地生态修复工作。如工程设计发生变动，及时进行环境保护设计变更。

（七）规划梯级建设需占用重点公益林的项目，其环境影响评价文件在报批前，须依法向林业行政主管部门申请办理相关许可，并将许可文件附于报批的环境影响评价文件中。

（八）委托相关资质部门开展规划实施生态环境监测工作，重点是建立河谷生态监测体系，落实河谷生态监测措施，一旦发现河谷林草供水不足，出现劣变趋势，采取有效措施立即增加向下游河谷供水量，遏制河谷特别是减水河段林草退化。

（九）各梯级坝址/闸址断面生态基流多水期 4-9 月不少于断面多年平均流量的 20%、少水期 10-次年 3 月不少于断面多年平均流量的 10%。

（十）落实规划项目的环境保护负责人，与环境保护管理部门一同做好各项工程的环境保护与监督管理工作。

五、规划的近期建设项目在开展环境影响评价工作时，应开展中游河段拦河开发工程的过鱼设施方式论证、设计与建设工作。分析阿仁萨很托亥工程对下泄水温的不利影响。以生态环境保护为前提，进一步优化梯级电站规划，保护河谷生态和鱼类资源。开展规划河段水电规划与建设项目跟踪监测与环境影响回顾性评价。

2.1.4 开都河中游河段水电规划环境影响跟踪评价

2020 年 7 月，新疆自治区生态环境厅在乌鲁木齐主持召开了《新疆开都河中游河段水电规划环境影响跟踪评价报告书》（以下简称《报告书》）论证会。9 月，生态环境厅印发了《关于新疆开都河中游河段水电规划环境影响跟踪评价工作有关意见的函》（新环环评函[2020]510 号）（附件四）。

2.1.4.1 跟踪评价报告书主要结论

随着开都河梯级电站逐步建设，目前，开都河已建水电站共 7 级，均位于第一分水枢纽以上河段，其中中游河段已建大山口、柳树沟、察汗乌苏三级混合式电站，大山口电站以下至第一分水枢纽间河段，已建有大山口二级、小山口、小山口二级、小山口三级电站，除小山口为堤坝式，其余均为引水式。随着首座已建大山口电站建成以来，开都河水电梯级开发逐步实施，已对流域生态环境以及流域灌区农业生产产生不利影响。上述电站均未修建过鱼设施，使得开都河水生生境破碎化，电站以调峰运行为主的调度方式加之长距离的减水河段，导致水电开发河段鱼类资源萎缩，同时，电站调峰运行导致河流日径流变化剧烈，对下游灌区农业引水产生较大不利影响。

根据现场调查，河段内无水资源开发利用要求；入河污染源仅为放牧产生的面源，根据水质现状监测，河段水质良好，符合水环境功能区划及水环境质量底线的要求；地表植被以荒漠植被为主，无河谷林草分布；综上分析，从河段生态环境现场调查来看，水电梯级开发建设对环境影响因素来看，重点关注保护对象仅为水生生态。

根据水生生态调查结果，开都河分布的土著鱼类中，塔里木裂腹鱼、叶尔羌高原鳅近十几年均未采集到，资源量极为有限；河段优势种仅为新疆裸重唇鱼、长身高原鳅。对于规划梯级阿仁萨很托亥、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐、滚哈布奇勒来说，除哈尔嘎廷郭勒为堤坝式，其余均为混合式开发，上述梯级电站全部建成后，规划河段将演变成库区及减水河段，因保留了较长的流水河段，因此，新疆裸重唇鱼不会退出规划梯级河段，但因河道减水，种群数量将维持较低。

综上，经论证，本次评价提出应在论证清楚开孔河流域生态保护要求尤其是博斯腾湖、巴音布鲁克天鹅湖保护区等敏感目标保护要求的前提下，开展阿仁萨很托亥的建设规模、时序等前期论证；提高原水电规划环评提出的生态流量下泄要求，

即由枯水期按照坝/闸址断面天然径流的 10%、多水期 20%的要求，提高到枯水期按照坝/闸址断面天然径流的 10%、多水期 30%的要求，以改善电站引水对鱼类生境的影响；同时，规划梯级均需开展过鱼设施必要性的论证，恢复河流连通性；利用察汗乌苏水电站鱼类增殖放流站开展人工增殖放流活动；将哈尔嘎廷郭勒水电站以上河段划为鱼类栖息地保护水域；通过以上措施以减缓水电梯级开发对鱼类资源的影响；另外，下阶段单项工程设计时，需进一步论证规划梯级开发方式的合理性，以期采取环境更优的开发方式，避免对鱼类资源产生较大不利影响。

对于察汗乌苏水电站以下已建电站所处河段来说，同中游河段，河段保护对象主要为水生生态；从水生生态调查结果来看，该河段长身高原鳅、新疆裸重唇鱼仍然有分布，因此，本次评价不再针对已建工程提出过鱼、增殖等水生生态恢复措施，但随着上游水电梯级开发，适时开展全流域生态环境影响回顾性评价，从全流域水生生态保护角度出发，在进一步开展流域河流连通性、水生生境及鱼类资源恢复等研究工程。

在采取以上措施后，从环境保护角度分析，开都河中游河段拟开发水电梯级规划方案是可行的。

2.1.4.2 跟踪评价报告书审查意见

目前，开都河已建成 7 级水电站，已建水电站均位于开都河第一分水枢纽以上河段，其中中游河段已建成大山口、柳树沟、察汗乌苏三级混合式电站；大山口电站以下至第一分水枢纽间河段，已建成大山口二级、小山口、小山口二级、小山口三级电站，除小山口为堤坝式，其余均为引水式。开都河流域水资源开发利用主要集中在下游河段第一分水枢纽以下河段，通过第一、第二以及宝浪苏木分水闸引水灌溉。

《规划》实施以来，流域下游受水资源开发利用、水利水电工程建设运行以及中游水电开发等影响，出现局部河段短时间断流现象，鱼类适宜生境减少，土著鱼类资源萎缩明显，同时对农业灌溉引水造成不利影响。

为保障环境影响跟踪评价的有效性，建议在《规划》实施中做好以下工作：

（一）以保护流域生态安全和改善环境质量为目标，进一步处理好流域开发与保护的关系，将流域生态保护、修复和环境治理作为优先任务，保护生态空间，优化开发强度，严格环境准入，完善和落实各项生态环境保护对策措施，有效预防和

减轻《规划》实施可能带来的不良环境影响。

（二）该水电规划继续实施前，做好规划河段及其影响河段已出现各类生态环境问题的治理工作，提高生态流量下泄要求，枯水期和多水期分别不低于坝/闸址断面天然径流量的 10%、30%，各规划梯级单项工程环评时须进行进一步论证，根据论证结论可进一步增加生态流量下泄要求。安装在线监测设施，确保河流主要控制断面下泄生态流量，避免河道断流，避免对下游农业灌溉产生不利影响，维持和改善流域水生生境条件。对柳树沟电站坝址下游 180m 河段及时进行清挖，使大山口电站库区回水能够到达柳树沟电站坝坡脚处。优化调整柳树沟及大山口电站调度运行方式，避免出现脱流现象。优化小山口水电站的调度运行方式，使其承担上游电站的反调节任务。电站除下泄生态流量外，还应该充分考虑下游灌区需水要求。利用察汗乌苏水电站鱼类增殖放流站，开展整个流域土著鱼类增殖放流工作，以恢复流域土著鱼类资源。

（三）规划梯级环评应加强流域内新疆巴音布鲁克国家级自然保护区、尾闾湖泊、水生生物等环境敏感区域的保护研究，提出生态流量下泄、植被恢复、鱼类栖息地、过鱼设施等生态环境保护措施，以减缓规划实施对流域生态环境的影响，加强水质污染、生态用水被挤占等环境风险分析，确保生态环境安全。

（四）严格落实《报告书》提出的“以新带老”措施、优化调整建议、限制开发建议和各类环境保护措施。严格遵循“电调服从水调”原则，电站调度运行首先应满足生态流量下泄。充分论证过鱼设施的可行性与必要性。根据工程对鱼类影响评价结论，采取人工增殖放流措施补充河道鱼类资源。

（五）积极落实区域生态环境监测计划，开展已实施工程后评价，后续规划梯级实施过程中应及时开展生态环境监理。

（六）配合塔里木河流域管理局加快推进开孔河流域综合规划及规划环评编制工作，该《规划》及后续拟实施工程应服从并符合开孔河流域综合规划及规划环评要求。

（七）暂缓开发阿仁萨很托亥梯级。阿仁萨很托亥梯级开发建设产生的生态环境影响将涵盖整个开孔河流域，在开展开都河流域综合规划环评过程中，应从全流域生态环境保护角度考虑，重点关注博斯腾湖、巴音布鲁克天鹅湖保护区等敏感目标保护要求前提下，进一步论证阿仁萨很托亥梯级开发的环境可行性。

2.2 勘察设计工作过程

2.2.1 预可行性研究阶段

2013 年 6 月，西北院于编制完成《新疆开都河霍尔古吐水电站工程预可行性研究报告》。2013 年 8 月在库尔勒通过了由中国国际工程咨询公司组织的预可研设计报告的审查（附件五）。审查认为“《预可报告》设计内容和深度达到了本阶段规范要求”，主要有关审查结论摘录如下：

同意霍尔古吐水电站主要开发任务为满足下游生态用水的前提下发电，同意报告推荐的河床式开发方案。推荐电站采用引水式开发方式，引水隧洞长约 16km，拦河坝（闸）以下减水河段长约 20.1km。正常蓄水位 2077m，水库死水位 2074m，总库容 484.6 万 m^3，相应调节库容 117.4 万 m^3；电站装机容量 450MW，利用水头 257m，选用 3 台单机功率为 150MW 的混流式水轮发电机组，多年平均年发电量 15.26 亿 kW·h（单独运行）；最大坝高 23.5m，厂房尾水与滚哈布奇勒水库正常蓄水位（1820.00m）衔接，设计引用流量 228m^3/s。

其中，关于环境保护章节的主要意见如下：

（1）为减缓工程建设对减水河段的生态影响，利用拦河坝处的生态基流管下泄生态基流，4 月～9 月下泄不少于多年平均流量的 20%即 20.54m^3/s，10 月～次年 3 月下泄不少于多年平均流量的 20%即 10.27m^3/s，生态基流泄放应确保河道不断流。

（2）原则同意《预可报告》提出的利用察汗乌苏水电站鱼类增殖放流站进行增殖放流的鱼类保护措施、保护植物采取异地移栽的保护措施以及施工期环境污染防治措施。

（3）建议将霍尔古吐沟等支流作为鱼类保护水域不再进行水利和水能利用的开发建设。

（4）下阶段应以保护动物雪豹、北山羊等为目标关键种，提出具体保护对策。下阶段应进一步比选论证鱼类保护方案，提出可行的生态流量保证措施。

2.2.2 可行性研究阶段

（1）2013 年 8 月，西北院于启动了开都河霍尔古吐水电站工程可行性研究阶段勘察设计工作。

（2）2014 年 10 月，西北院完成《新疆开都河霍尔古吐水电站工程可行性研

究报告（中间成果）》，2014 年 11 月中国国际工程咨询公司对可研报告中间成果进行了咨询。

（3）2015 年～2018 年间，对调节库容、装机容量和机组台数进行了设计优化，2018 年 9 月，完成《新疆开都河霍尔古吐水电站工程可行性研究报告》（可研咨询修改稿）。

（4）2019 年～2020 年 6 月，主要研究了降低正常蓄水位后上中坝址方案比选、不同生态流量泄放要求和不同年利用小时数的方案优化。2020 年 7 月～2020 年 9 月，完成了《坝址坝型比选、正常蓄水位及装机容量和机组台数比选专题报告》，中国国际工程咨询公司对专题报告进行了咨询。关于环保主要咨询结论如下：

考虑到库区左岸 2074m-2079m 之间分布有大片密叶杨和天山桦，宜采取避让措施；库区右岸 2070m-2073m 亦分布有成片的密叶杨和天山桦，可采取移栽或就地围堤保护措施。据此，拟定了 2070m、2072m、2074m、2076m 四个正常蓄水位方案进行比较。从环境影响程度、调节库容大小、经济指标等方面综合分析，地形地质、枢纽布置、施工条件、水库淹没等方面均不存在制约正常蓄水位选择的因素，正常蓄水位越低，淹没密叶杨、天山桦等古树名木和保护植物数量越少，对其不利影响相对越小，同时水库调节库容受限，上坝址 2070 布置困难。综合考虑环境影响及水库调节库容，咨询意见本阶段正常蓄水位选择为 2070m。

根据预可研成果及审查意见、可研前期成果和相关专题咨询意见，西北院于 2021 年 01 月完成《新疆开都河霍尔古吐水电站可行性研究报告》，提请审查。

2.3 工程建设必要性

2.3.1 构建清洁低碳、安全高效能源体系的需要

我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，能源是社会经济发展的基础和动力，能源行业的高质量发展对我国经济高质量发展至关重要。党的十九大报告提出“壮大清洁能源产业，推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。”习主席在第 75 届联合国大会一般性辩论上发表讲话时做出承诺“中国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 日习主席在气候雄心峰会上进一步宣布“到 2030 年，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25%左右”。

水能是清洁的可再生能源，具有技术成熟、成本低廉、运行灵活的特点。开发

利用水能资源是推动能源生产和利用方式变革、有效增加清洁能源供应、优化能源结构、保障能源安全、应对气候变化、实现可持续发展的重要措施。

2.3.2 改善能源结构的需要

新疆是一个资源富集区，“九大煤田”、“九大风区”、“三大油田”以及“十八条大河”中蕴藏着丰富的能源资源，其储量丰富、品质优良，为发展新疆能源工业创造了良好条件，也为新疆的开发建设提供了雄厚的物质基础。

“十四五”是新疆深化改革、加快转变经济发展方式，能源产业发展转型升级的重要战略机遇期。要实现新疆 2025 年非化石能源占一次能源消费比重达到 18%的目标，水电、风电、光电等可再生能源的开发利用量需达到 4218 万吨标准煤以上，需进一步加大可再生能源尤其是具有调节能力、电能质量稳定电源建设。

新疆水力资源理论蕴藏量 38178.7MW；技术可开发量 16564.9MW，主要集中于伊犁河流域、叶尔羌河流域、额尔齐斯河流域、和田河流域、喀什噶尔河流域、阿克苏河流域、开都河流域、渭干河流域和玛纳斯河流域。

水电是可再生、无污染的清洁能源，应该首先开发利用。目前，新疆水电开发容量仅占技术开发容量的 40%左右，水电开发率较低，水能开发潜力巨大。《新疆“十四五”能源发展规划》提出“十四五”期间要进一步做好河流水电规划工作，按照流域综合规划总体布局，适时开展河流水电规划调整及开发方案优化工作；重点开发南疆叶尔羌河、开都河、阿克苏河等流域水力资源。

2019 年底新疆内用发电装机容量 73656MW 中，水电、火电、风电、光伏发电的比例为 9.4：65.8：14.1：10.7。新疆电网水电装机比例不到 10%，水电比重偏低，电网调峰困难，需要加大水电开发力度。从全疆资源合理利用、改善能源结构角度来看，开发水电是十分必要的。

2.3.3 电力市场发展的需要

新疆维吾尔自治区位于西北边疆，是我国向西开放的前沿，我国十分重视新疆经济社会可持续快速发展。

中央新疆工作座谈会召开以来，新疆国民经济和电力工业实现了快速发展。未来一段时间，中央支持新疆加快发展的一系列重大政策措施将继续落实，随着新一轮全国 19 省（市）对口援疆工作不断深入，以及资本、能源、技术密集型和高附加值、长产业链的产业加快转移，将推动新疆全社会电力需求继续快速增长，以优

势资源转化为主的高载能产业用电仍是拉动全社会用电量增长的主要因素。

根据负荷预测，2025 年新疆电网最大负荷为 61850MW，考虑备用容量后，2025 年系统需要装机容量 71130MW。考虑目前已建电源及 2025 年前可能投产的各类电源后，到 2025 年新疆电网还缺少装机 2850MW，新疆电网存在一定的电力市场空间。

霍尔古吐水电站的建设将增加新疆电网电力供给，缓解新疆电力供需矛盾。

2.3.4 开都河水电基地建设的需要

开都河水电基地是新疆四大水电基地之一，处于南北疆的中枢位置，靠近主网负荷中心。龙头水库具有多年调节性能、梯级电站发电出力较均衡、保证电能高，综合利用约束少，发电运行方式灵活，是承担电网调峰任务的较为理想的水电基地。

开都河中游河段规划有七个梯级，总利用落差 1037.7m，规划总装机容量 1938MW，目前已建成大山口水电站 96MW、察汗乌苏水电站 309MW 和柳树沟水电站 180MW。察汗乌苏水电站以上开都河中游河段规划梯级电站的总装机容量为 1353MW，单独运行多年平均年发电量总计 43.02 亿 kW·h，联合运行多年平均年发电量总计 43.36 亿 kW·h，霍尔古吐水电站是《新疆开都河中游河段水电规划报告（修编）》（2012 年版）中推荐的察汗乌苏水库上游一库四级梯级规划的第三座水电站。开发霍尔古吐水电站是开都河水电基地建设的需要。

2.3.5 工程环境影响小、社会环境效益显著

保护与改善人类赖以生存的环境，实现可持续发展，是世界各国人民的共同愿望。我国政府已把可持续发展作为经济社会发展的基本战略，并采取了一系列重大举措。合理开发和节约使用自然资源，改进资源利用方式，调整资源结构配置，提高资源利用率，都是改善生态、保护环境的有效途径。

水能是清洁可再生的绿色能源，水力发电不排放有毒气体、烟尘和灰渣，没有核辐射污染，发电效率高，优先发展水电是世界各国能源开发中的一条重要经验。

2019 年，新疆非化石能源在能源消费总量的比重 13%。根据《新疆“十四五”能源发展规划》，“十四五”时期，新疆通过不断深化新能源配套体制机制改革，推动能源结构持续优化升级，力争到 2025 年新疆非化石能源消费比重达 18%，可再生能源电力消纳量占全社会用电量比重达到 30%左右。要确保实现该目标，水电应发挥作用。

霍尔古吐水电站装机容量 426.5MW、多年平均年发电量约为 16.2 亿 kW·h，按电量替代系数 1.05、标准煤耗 318g/kW·h 计算，每年可节约标煤 54 万 t，可减排二氧化碳 163 万 t，二氧化氮 6253t，粉尘 7318t。

2.3.6 是促进少数民族地区经济发展、保障社会长治久安的需要

习近平总书记在第三次中央新疆工作座谈会上提出：持之以恒抓好脱贫攻坚和促进就业两件大事。要健全完善防止返贫监测和帮扶制度机制，接续推进全面脱贫与乡村振兴有机衔接，着重增强内生发展动力和发展活力，确保脱贫后能发展、可持续。要加大政策支持力度，创新体制机制，坚持就近就地就业和有序转移输出就业有机结合。要大力推动南疆经济社会发展和民生改善。要多层次、全方位、立体式讲好新疆故事，理直气壮宣传新疆社会稳定的大好局势、人民安居乐业的幸福生活。

霍尔古吐水电站所在地和静县位于新疆中部，天山中段南麓，焉耆盆地西北部，周边与乌鲁木齐市、库尔勒市等 17 个县市毗邻。县城北距乌鲁木齐市公路里程 456km，铁路里程 512km，总面积 39686km^2（其中山地占 92.6%；平原占 7.4%）。境内多山、多河，水源丰沛。和静县总人口 25 万余人，有蒙、汉、维、回等 24 个民族，其中少数民族占 45.3%，城镇人口占 33.3%，其中常住人口 19.5 万人，是巴州最大的人口大县，丰富的人力资源可满足劳动密集型产业的用工需求。和静县处在东西天山结合部多种矿产资源成矿带，已发现矿种 26 种，以铁、金、铜、铅、锌、锰、锑、钼、钒、钨为主，各类矿床、矿点、矿化点 94 处，是新疆重要的矿产资源大县，其中铁矿、菱镁矿等矿产在西部占有重要地位。和静县具有发展工业经济得天独厚的基础和条件。开都河中游河段水电站的建设，可为和静乃至巴州发展钢铁、玻璃、建材等产业提供能源保障。

在电站建设过程中对交通、材料、设备、电气、运输等多方面的需求必将带动本地区的原材料制造、化工、建材、电力配套等工业的发展，而随着工业的发展和交通条件的延伸改善，又必将带动相关地区的城镇化建设以及商业、金融、旅游业的发展，给当地提供大量的就业机会，促进第三产业的快速发展。电站运行所获得的大量税金和财政收入，可为当地注入强大的资金流，对大力推动南疆经济社会发展和民生改善等具有重要的作用。

2.3.7 建设条件较好

霍尔古吐水电站库区地处高山峡谷区，库区无人口、耕地、专业项目等。水库淹没等影响轻微；不存在移民安置问题。

霍尔古吐水库库区淹没不涉及农村居民点，涉及土地资源主要为林地、草地及其他土地。根据现场调查，原设计方案库区存在两片集中的天山桦和大径阶密叶杨群落。当正常蓄水位将至 2070m 时，能够完整保留库区左、右岸两片集中分布密叶杨、天山桦，最大限度避让了对河道广泛分布的自治区级保护植物以及大径阶树木的影响，同时在采取原境防护或异地移植等措施对河段零星分布的密叶杨、天山桦植株进行有效保护后，2070m 正常蓄水位环境影响可以接受。

坝址附近地形狭窄陡峭，施工场地主要利用沿河两岸的阶地和小面积的平台地加以布置，建设征地少。

工程静态总投资 312015.7 万元，静态单位千瓦投资 7316 元，静态单位电度投资为 1.93 元，在新疆未开发水电站中经济指标较优。

综上所述，霍尔古吐水电站的建设，是构建清洁低碳、安全高效能源体系的需要，是新疆能源结构调整的需要，是新疆电力工业发展和实现节能减排目标的需要，是开都河水电基地建设的需要，是促进少数民族地区经济发展的需要，电站工程建设条件较好、经济指标较优。因此，其开发建设是十分必要的。

2.4 工程地理位置

霍尔古吐水电站工程位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州，开都河中游和静县境内。坝址位于霍尔古吐沟上游 6.1km 处，坝址距下游拟建的滚哈布奇勒水电站河道距离 31km 左右；厂址位于霍尔古吐沟沟口下游约 15.9km，距下游已建的察汗乌苏水电站坝址河道距离约 25km，东距和静县公路里程约 183km，距库尔勒市公路里程约 237km。目前通过察汗乌苏连接的对外道路已经修建，对外交通条件较好。霍尔古吐水电站工程地理位置见附图 4。

2.5 工程开发任务、规模

2.5.1 开发任务

开都河中游河段的开发任务是在保证下游生活、生产、生态用水和防洪安全的前提下发电，阿仁萨很托亥工程的工程任务为水量调蓄及发电，下游防洪任务由察汗乌苏水电站及小山口水电站承担。霍尔古吐水电站的开发任务为满足下游生态

用水的前提下发电。

2.5.2 开发规模

水库正常蓄水位为 2070.0m，校核洪水位为 2071.0m，设计洪水位为 2070.0m，死水位为 2064.0m，正常蓄水位以下水库库容 413 万 m^3，调节库容 224.8 万 m^3，水库具有日调节能力。根据径流调节计算，电站装机容量为 426.5MW，保证出力 70.2MW(生态电站 2.2MW)，多年平均年发电量 16.20 亿 kW·h（生态电站 0.3826 亿 kW·h），装机年利用小时数 3766 h（生态电站 5885h）。

2.6 工程特性

工程采用引水式开发，枢纽建筑物主要由首部枢纽、长引水隧洞和发电厂房系统三大部分组成。首部枢纽主要由左至右依次布置电站进水口、鱼道、左岸生态小机、1 孔冲沙闸、3 孔泄洪闸和右岸土工膜防渗砂砾石坝。引水发电系统布置在左岸，地面厂房位于霍尔古吐沟下游河道距离 15.9km 处开都河左岸 II 级阶地缓坡上。工程等级为二等大（2）型工程，挡水、泄水、引水及发电永久建筑物为 2 级建筑物，次要建筑物为 3 级建筑物。工程主要特性指标见表 2.6.1-1。

表 2.6.1-1 工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
一	水文			
1	流域面积			
	全流域	km^2	22200	
	坝址以上	km^2	16979	
2	利用的水文系列年限	年	64	1956 年～2019 年
3	多年平均年径流量	亿 m^3	32.46	
4	代表流量			
	多年平均流量	m^3/s	103.4	
5	泥沙			
	多年平均含沙量	kg/ m^3	0.184	不考虑上游电站拦沙
	多年平均悬移质输沙量	万 t	59.9	
	多年平均推移质沙量	万 t	5.99	
	多年平均含沙量	kg/ m^3	0.0028	考虑上游电站拦沙
	多年平均悬移质沙量	万 t	0.9	
	多年平均推移质沙量	万 t	0.03	
二	水库			
1	水库水位			
	校核洪水位	m	2071.00	

	设计洪水位	m	2070.00	
	正常蓄水位	m	2070.00	
	死水位	m	2064.00	
2	回水长度	km	3.3	
3	水库容积			
	总库容	万 m^3	463.5	校核洪水位以下
	正常蓄水位以下库容	万 m^3	413.0	
	调节库容	万 m^3	224.8	
	死库容	万 m^3	188.2	
4	调节特性		日调节	
三	下泄流量及相应下游水位			
1	设计洪水位时最大泄量	m^3/s	1640	
	相应下游水位	m	2048.45	
2	校核洪水位时最大泄量	m^3/s	2820	
	相应下游水位	m	2050.21	
3	最小下泄流量	m^3/s	10.3	枯水期生态放水流量
四	工程效益指标			
	装机容量	MW	426.5	
	保证出力	MW	68/2.2	主机组/生态机组
	多年平均发电量	亿 kW·h	15.817/0.3826	主机组/生态机组
	年利用小时数	h	3766/5885	主机组/生态机组
五	建设征地和移民安置			
1	水库淹没影响区		666.48	
	林地	亩	70.07	
	草地	亩	397.72	
	交通运输用地	亩	10.61	
	其他土地	亩	1.01	
	水域面积	亩	187.07	
2	枢纽工程建设区		2682.65	
	林地	亩	792.18	
	草地	亩	1831.59	
	水域面积	亩	58.88	
	人行道	km	4.33	
六	主要建筑物及设备			
1	挡水建筑物型式		右岸土工膜防渗斜墙坝	
	坝顶部高程	m	2074.00	
	最大坝高	m	28.4	
	坝顶部长度	m	155.66	
2	泄水建筑物			
2.1	泄洪闸			

	底板高程	m	2047.30	
	闸门型式、尺寸、数量		3-9m×5.6m	弧形工作门
	启闭机型式、数量	台	3	
	设计泄洪流量	m^3/s	2245.5	
	校核最大泄洪流量	m^3/s	2305.6	
	消能方式		底流	
2.2	冲沙闸			
	底板高程	m	2047.30	
	闸门型式、尺寸、数量		1-6.0m×5.7m	弧形工作门
	校核最大泄洪流量	m^3/s	535.7	
	消能方式		底流	
2.3	排漂孔			
	堰顶高程	m	2067.00	折线型实用堰
	闸门型式、尺寸、数量	m^3/s	1-2.5m×3.0m	平板工作门
3	引水建筑物			
	设计引用流量	m^3/s	190.5	
	进水口型式		岸塔式	
	引水隧洞长度	m	17103.5	至调压井中心线
	引水隧洞断面尺寸	m	7.5（衬砌）/9.1（喷砼）	圆型
	进口底板高程	m	2047.3	
4	厂房			
	型式		岸边地面厂房	
	主厂房尺寸	m×m×m	94m×27.5m×52.5m	长×宽×高 含安装间
5	主要机电设备			
	水轮机台数	台	3/2	主机组/生态机组
	型号		HL（115）-LJ-370/ HL(287)-LJ-153	
	最大水头	m	285/27.5	
	最小水头	m	247/19.0	
	额定水头	m	248/25.0	
	额定流量	m^3/s	63.4/15.5	
	发电机台数	台	3/2	
	型号		SF140-20/6300/ SF3.25-22/300	
	单机容量	MW	140/3.25	
七	施工			
1	主体工程量			
	土方明挖	万 m^3	176.54	
	石方明挖	万 m^3	144.72	
	石方洞挖	万 m^3	136.41	
	土石方填筑	万 m^3	66.77	
	混凝土	万 m^3	75.72	包括喷混凝土

2	主要建筑材料			
	木材	万 m^3	3.06	
	水泥	万 t	18.2	
	钢材及钢筋	万 t	5.2	
	粉煤灰	万 t	4.1	
3	所需劳动力			
	总工日	万工日	145.13	
	平均人数	人	1350	
	高峰人数	人	1800	
4	施工动力及来源			
	施工用电总容量	kVA	9100	
5	对外交通			
	对外公路	km	201	至和静县城
	外来物资总量	万 t	31.47	
6	施工导流方式		分期导流	
7	施工期限			
	筹建期	月	12	
	施工准备期	月	5	
	主体工程施工期	月	34	
	工程完建期	月	6	
	总工期	月	45	
	首台发电工期	月	39	
八	经济指标			
1	静态总投资	万元	312594.68	
2	总投资	万元	354296.80	
	建筑工程	万元	142839.44	
	施工辅助工程	万元	28838.82	
	环境保护和水土保持工程	万元	16654.23	
	建设征地和移民安置补偿费用	万元	2979.90	
	机电设备及安装工程	万元	49885.59	
	金属结构设备及安装工程	万元	18773.11	
	独立费用	万元	37807.58	
	基本预备费	万元	14816.01	
	价差预备费	万元	13438.91	
	建设期利息	万元	24676.55	

2.7 枢纽布置及主要建筑物

工程采用引水式开发，枢纽建筑物主要由首部枢纽、长引水隧洞和发电厂房系统三大部分组成。

首部枢纽布置由左至右依次布置电站进水口、鱼道、左岸生态小机、1 孔冲沙闸、3 孔泄洪闸和右岸土工膜防渗砂砾石坝。引水发电系统布置在左岸，地面厂房位于霍尔古吐沟下游河道距离 15.9km 处开都河左岸Ⅱ级阶地缓坡上。霍尔古吐水电站枢纽总平面布置图见附图 5。

2.7.1 挡水建筑物

首部枢纽拦河建筑物轴线（坝轴线）全长 261.66m，坝轴线方位为 NE5°，从左岸至右岸布置为：左岸生态小机（坝左 0+106.00～坝左 0+065.00）、冲沙闸（坝左 0+065.00～坝左 0+048.00）、3 孔泄洪闸（坝左 0+048.00～坝左右 0+000.00）、右岸土工膜防渗砂砾石坝（坝左右 0+000.00～坝右 0-155.66）。其中挡水建筑物为右岸土工膜防渗砂砾石坝。

右岸挡水副坝采用土工膜防渗砂砾石坝，左侧通过混凝土重力挡墙与 3#泄洪闸相接，右侧与岸坡基岩相接，坝顶高程 2074.00m，副坝全长 155.66m，最大坝高 28.4m，坝顶宽度 8m。坝体采用与二期围堰结合的设计，围堰位于坝体上游坡脚，围堰顶高程 2055.27m，围堰及大坝上游坝坡均为 1∶2.5，大坝下游坝坡 1∶2.0，在 2063.00m 高程设宽 2m 马道。在坝体及坝基设“L”型排水区，在下游坝脚处设排水棱体。大坝坝体采用土工膜斜墙防渗，土工膜斜墙布置在坝体上游侧，顶部与防浪墙连接，底部与混凝土防渗墙顶相接，左岸与挡墙相接。上、下游坡面采用浆砌石框格梁嵌砌石护坡，砌石护坡厚 0.5m。坝顶上游侧设“L”型钢筋混凝土防浪墙，防浪墙高 2.0m，厚 0.3m，防浪墙墙顶高于坝顶 1.2m。

霍尔古吐水电站首部枢纽的整体防渗体系由拦河坝（左岸生态小机坝段+泄洪闸、冲沙闸坝段+右岸土工膜防渗砂砾石坝段）、基础防渗墙及墙下帷幕灌浆、两岸坝肩帷幕灌浆组成。

2.7.2 泄水消能建筑物

泄水建筑物由 3 孔泄洪闸、1 孔冲沙闸、1 孔排漂闸组成，布置在左岸，均采用底流消能。

（1）泄洪闸

3 孔泄洪闸采用带胸墙的有压短管形式，单孔闸室宽度 16m，坝段总宽度 48.00m，，闸室长 52m，闸孔底板高程为 2047.00m，闸底板厚为 5.0m。每孔设一扇平板检修门、一扇弧形工作门，检修门孔口尺寸为 9.0m×7.8m（宽×高），闸弧形工作门孔口尺寸为 9.0m×5.9m，检修门由坝顶门机启闭，工作门由液压启闭机启闭。

为避免基础不均匀沉降对闸室结构产生不利影响，闸墩采用一孔一缝，闸室结构采用整体式，闸墩厚 3.5m。闸底板上、下游端设齿槽提高闸基抗滑作用，齿槽深为 2.0m。

在泄洪闸基础布置碎石振冲桩，以提高基础承载力。

（2）冲沙闸

1 孔冲沙闸采用带胸墙的有压短管形式，坝段总宽 17.00m，闸室长 52m，冲沙闸底板高程为 2047.00m，底板厚度为 5m，设一扇平板检修门、一扇弧形工作门，检修门孔口尺寸为 6.0m×7.5m（宽×高），闸弧形工作门孔口尺寸为 6.0m×6.0m，检修门由坝顶门机启闭，工作门由液压启闭机启闭。

由于引水防沙、排沙的需要，在紧邻进水口的冲沙闸闸前布置有束水墙。束水墙与电站进水口拦砂坎形成束水拉沙通道，以达到束窄水流，加大流速，提高拉沙效率，减小电站进水口前泥沙淤积的效果。

在冲砂闸基础布置碎石振冲桩，以提高基础承载力。

（3）排漂孔

排漂闸和冲沙闸共用 1 个坝段，紧靠左岸挡水坝和电站进水口拦砂坎布置，排漂闸采用折线型实用堰，堰顶高程 2067.0m，闸室设 1 道平板检修门、1 道平板工作门，由坝顶门机启闭，孔口尺寸为 2.5m×3.0m（宽×高），向下接 R＝5m 堰面和 1∶1 的斜直段，之后通过反弧段与闸室底板相连接。闸底板上、下游端设齿槽提高闸基抗滑作用，齿槽深为 2.0m。

（4）消力池及海漫

泄水建筑物采用底流消能，泄洪闸、冲沙闸及排漂孔共池，泄洪闸后接护坦，护坦顺水流方向总长 85m（含 1:4 斜坡段），厚度为 3.0m，护坦表层为 0.5m 厚高强耐磨混凝土抗磨层，护坦下铺设反滤层厚 0.4m，并设排水管以增强排水效果，提高护坦的抗浮稳定性。护坦末端底部设防渗防淘墙，墙深 8m，墙厚 0.8m。

消力池左右侧设混凝土重力式挡墙，迎水面为铅直面；为便于电站“门前清”，冲沙闸拉沙运行方面，在消力池里泄洪闸与冲砂之间设中隔墙。泄洪闸侧消力池宽度 44.4m，冲沙闸侧消力池宽度为 12.9m。

消力池下游接钢筋笼海漫，长为 70m，厚为 1.0m，海漫最大单宽流量 48.10m^3/s·m。

2.7.3 输水建筑物

电站进水口布置在左岸坝前，采用正向排沙、侧向取水的岸塔式有压进水口布置型式。进水口位于坝轴线上游约 30m 的位置，左岸挡水副坝上游侧，轴线方向为 NE53.34°。为保证进水口门前清，电站进水口及生态小机进水口尽量靠近冲沙闸布置，进水口底板前缘设引渠与生态小机进口底板相接，其外侧布置一道拦沙坎与冲沙闸衔接，拦沙坎顶高程 2048.00m，比进水口引渠底板、生态小机及冲沙闸进口底板高 1.0m。

进水口流道底板高程为 2047.00m，顶部平台高程与坝顶同高为 2074.00m，进水塔高 30m。进水口由拦污栅段、事故闸门井段组成，顺水流方向长 30m。电站进水口后接有压引水隧洞，引水洞线沿开都河左岸山体布置，引水洞自进口至调压室总长度为 17103.47m。

压力引水管道采用“一管三机”的联合供水布置型式。在调压室后经过上弯段、斜井段、下弯段及下平段，在下平段桩号压 0+856.85m 及压 0+882.45m 处分别设置 2 个卜型月牙肋钢岔管，主管经两个岔管一分为三。主管管径 6.2m，管内流速 6.31m/s；支管管径 3.8m，管内流速 5.6m/s，3 根压力支管均垂直于厂房纵轴线连接机组蜗壳。

压力引水管道自钢衬起点至岔管段（主管段）为全地下埋管布置，采用压力钢管钢衬+钢筋混凝土衬砌设计，衬砌厚 0.5m；岔管段及支管段至主厂房上游墙均为钢衬+外包钢筋混凝土设计，厚 0.8m。压力钢管钢衬厚度：主管段为 20mm～48mm，岔管段为 52mm～60mm，支管厚 38mm，1#、2#、3#支管长度（至主厂房上游墙）分别为 110.6m、95.3m、104.6m，岔管及支管段采用砂砾石回填至厂区平台。

2.7.4 发电厂房及开关站

电站厂房位于开都河左岸 II 级阶地缓坡，为岸边地面厂房；主厂房、安装间呈“一”字型布置，安装间布置于主厂房右侧，上游副厂房布置于主厂房上游侧，尾

水副厂房布置在尾水管上部，主变压器布置于上游副厂房上游侧，副厂房上游与边坡之间为的主变运输通道兼消防通道，宽度 7m。GIS 室布置在主变压器室上部，出线平台位于 GIS 室顶部。

主厂房内安装 3 台 140MW 立式水轮发电机组，主长房总长 61m，宽 27.50m，厂顶至建基面高 52.50m。机组间距 19.5m，边机组段长 22.0m，主机段长 61.0m。发电机层高程 1792.00m，水轮机层高程 1783.00m，机组安装高程 1778.00m，每台机组布置一台蝶阀，蝶阀层底板高程 1773.0m。尾水管底板高程 1765.80m。主厂房配备一台 QD350/50/10t-23.5mA3 型电动双梁单小车桥式起重机，桥机轨顶高程 1805.60m。厂房顶部采用空间钢网架，屋面板采用轻质彩钢板。

上游副厂房布置在厂房上游侧，由于出线楼改为“三进四出”，副厂房总长度较主厂房增加 10 米，总长度 104m。其中安装间段上游侧副厂房长度 33m，宽度为 15.4m，高度 15.3m，分三层布置。

尾水副厂房主机房段长 61m，与主机房长度相同，分两层布置。底层为供水设备室，底板高程 1775.15m，宽度 8.6m，层高 7.35m；上部为空压机及储气罐室，底板高程 1783.00m，宽度 8.9m，层高 9m。安装间段尾水副厂房紧邻 1#机组段布置两层通风机房，与供水设备室和空压机及储气罐室同高，高程分别为 1775.15m、1783.00m。

开关站布置在上游副厂房 1803.00m 高程，为全封闭组合电器层（GIS）。高程 1798.00m 与 1803.00m 之间为电缆夹层。厂房内布置有继电保护盘室、高压配电室、低压配电室、交接班室、油化验室、照明配电室、值班室、卫生间、安装场等，在两端还设有楼梯。根据 GIS 室安装、维护及检修设备的要求，设置一台起重量 10t ，跨度 12.5m 的单梁桥式起重机。

2.7.5 生态小机

首部枢纽生态小机为河床式发电厂房，上游从左至右布置有进水口左岸副坝段和小机进水口坝段，下游分别布置有生态小机安装间和主厂房，生态小机与首部枢纽挡水建筑物一起坐落在河床上，成为挡水建筑物的一部分，厂、坝在结构上连接成为一个整体，为生态小机坝段。

生态小机引水系统由进水口及进水口内埋管等组成，采取“一机一管”单元供水方式。引水系统水流控制条件由进水口事故闸门完成。生态小机进水口为坝式进水

口，沿坝轴线方向长度为 23.0m（坝左 0+065.00～坝左 0+088.00），为保证进水口门前清，进水口紧邻首部枢纽冲沙闸坝段布置，进水口前设置一道拦沙坎，进水口底板高程 2047.00m，进口段顶部高程为 2052.80m，以 45°水平夹角斜面和渐变段衔接。水库正常蓄水位为 2070.00m，死水位为 2064.00m。启闭机平台高程与冲沙闸坝顶高程相同为 2074.00m。拦污栅底板高程 2047.00m，进水口设主、副拦污栅，主、副拦污栅孔口尺寸均为 2-3.5m×5.8m。进水口下游为生态小机机组，生态小机为 2×3.25MW 混流方案，每台机组前设一道事故闸门，用来控制引水系统进入厂房的水流条件，事故闸门孔口尺寸为 2-2.0m×3.0m。由坝顶门机操作启闭。每个事故闸门后通气孔面积为 0.28m^2，布置一孔 Φ60cm 通气管。

2.7.6 过鱼建筑物

根据本工程的特点和枢纽布置型式，鱼道结构主要由进鱼口、鱼道池室、休息室、观察室、出鱼口等组成。本工程结合平面转弯段共布置休息室 21 个、进鱼口 1 个、出鱼口 1 个、观察室 1 个，全长 1625.00m。

进鱼口布置在土工膜斜墙砂砾石坝下游约 370m 处左岸岸坡外侧，过鱼断面采用矩形断面，尺寸为 2.0m×2.5m（宽×高），底高程为 2238.50m，工作水深为 1.0m～1.5m，两侧边墙高 6.5m，于桩号鱼 0+002.50m 处设置一道平板闸门，其孔口尺寸为 2.0m×6.5m（宽×高）。进鱼口控制流速为 0.8m/s～1.1m/s。

鱼道进鱼口段线路逆水流方向向上游延伸，在土工膜斜墙砂砾石坝下游约 150m～370m 范围的左岸以“之”字路的形式迂回向上，于桩号鱼 1+477.00m～鱼 1+520.00m 段以开孔的形式通过左坝肩，于桩号鱼 1+517.50m 设置过坝闸门，其孔口尺寸为 2.0m×4.5m（宽×高）。之后继续向上游延伸至出鱼口。

鱼道池室底板坡比为 2%，进鱼口、出鱼口、休息室及过坝闸室等底板均为水平。鱼道全长 1625m，底板高程由 2038.50m 抬高至 2068.50m，落差 30m，综合坡比为 1.84%。

出鱼口布置在枢纽上游约 100m 库区左岸，过鱼断面采用矩形断面，尺寸为 2.0m×2.5m（宽×高），底高程为 2068.50m，工作水深为 1.0m～1.5m，满足鱼道运行时库水位在正常蓄水位 2070.00m 的过鱼要求，两侧边墙高 5.0m，墙顶高程为 2074.00m，于桩号鱼 1+620.00m 处设置一道平板闸门，于桩号鱼 1+623.00m 处设置一道拦污栅。

鱼道在桩号鱼 1+510.00m 处设置观察室，用以观察统计过鱼种类及数量。

2.8 工程施工规划

2.8.1 施工总布置

工程沿线河道局部狭窄，两岸山体较陡峻，沿河两岸分布滩地及阶地较多，可作为施工布置用地。施工总布置原则考虑场地条件、社会条件、场地防洪、工程弃渣、筛分系统及混凝土生产系统等因素综合考虑。施工总平面布置图见附图 6。

本工程主要分为三个施工分区，分别为首部枢纽施工区、引水隧洞 2 号支洞～5 号支洞控制段区和厂房施工区。各区主要布置如下：

（1）首部枢纽施工区布置

本场区以首部枢纽、引水洞进水口及 1 号施工支洞控制区引水隧洞为主体，结合料场位置，根据地形条件布置砂石料加工系统、混凝土生产系统、钢筋、木材加工厂及施工营地等场区。

1）混凝土拌和系统及砂石料加工系统

混凝土拌和系统及砂石料加工系统位于大坝左岸哈尔沟沟口(S3 砂砾石料场)处，至首部枢纽河道距离约 0.6km，占地面积 3.5 万 m^2，主要承担一期、二期枢纽、引水洞进水口、1 号、2 号、霍尔古吐沟及 3 号施工支洞控制区的混凝土施工任务。在此处布置主要优点在于距离坝址较近，有利于满足首部枢纽混凝土高峰期施工。

2）生产生活营地

根据目前水电站建设管理经验，业主现场办公营地、承包商营地及管理区一般集中布置，有条件时进行封闭管理。在优先考虑生产区布置后，考虑将业主现场办公营地及承包商营地布置在首部枢纽跨河大桥左岸下游台地处，至首部枢纽河道距离约 1.7km，此处营地占地面积 1.72 万 m^2。

3）综合加工厂

综合加工厂布置在首部枢纽跨河大桥左岸下游台地处，至首部枢纽河道距离约 1.7km，占地面积 0.8 万 m^2，主要供一期、二期、引水洞进水口、1 号、2 号、霍尔古吐沟及 3 号施工支洞控制区永久建筑物钢筋、木材等材料加工使用。

4）综合仓库

综合仓库布置在首部枢纽跨河大桥左岸下游台地处，至首部枢纽河道距离约1.7km，占地面积0.65万m^2，主要供一期、二期、引水洞进水口、1号、2号、霍尔古吐沟及3号施工支洞控制区永久建筑物施工使用。

5）金属结构拼装场

金属结构拼装场布置在首部枢纽跨河大桥左岸下游台地处，至首部枢纽河道距离约1.7km，占地面积0.85万m^2，布置高程2070.0m，主要供一期、二期施工使用。

6）机械修配保养厂

机械修配保养厂布置在首部枢纽跨河大桥左岸下游台地处，至首部枢纽河道距离约1.7km，占地面积0.82万m^2，主要供一期、二期、引水洞进水口、1号、2号、霍尔古吐沟及3号施工支洞控制区永久建筑物施工使用。

7）保护、反滤、排水、卵石堆存场堆存场

保护、反滤、排水、卵石堆存场堆存场布置在首部枢纽跨河大桥右岸上游台地处，至首部枢纽河道距离约1.2km，占地面积1.8万m^2，主要供右岸砂砾石坝填筑使用。

8）砂砾石料场及土料场

S3土料场位于大坝左岸下游约0.6km处，S2及S1砂砾石料场分别位于大坝左岸上游0.5km及1.5km处，占地面积13.5万m^2，主要承担首部枢纽区混凝土及填筑料源。

9）表土堆存场

表土堆存场布置在首部枢纽跨河大桥右岸上游台地处，至首部枢纽河道距离约1.2km，占地面积1.5万m^2。

10）倒运场

倒运场位于坝址下游右岸约0.8km处的河滩地上，占地面积约2.4万m^2。倒运场主要用来堆放首部进水口、小机坝段、泄洪闸坝段开挖砂砾石料，后期堆存料用于首部枢纽砂砾石填筑。

11）弃渣场

1号弃渣场布置在首部枢纽跨河大桥右岸上游台地处，至首部枢纽河道距离约1.2km，占地面积3.30万m^2。该弃渣场主要堆存主要堆存首部枢纽弃渣及1号施

工支洞及其控制段引水隧洞开挖弃渣。

2 号弃渣场位于坝址下游右岸约 1.4km 处的河滩地上，渣场占地面积约 5.12 万 m^2。该弃渣场主要堆存首部枢纽及 2 号施工支洞及其控制段引水隧洞开挖料。

12）炸药库

炸药库布置在 S1 砂砾石料场上游台地处，至首部枢纽河道距离约 2.2km，占地面积 3000m^2，供全工程使用。

13）油库

拟将油库初步布置在星光牧场林管站道路附近，兼顾社会车辆用油。

14）1 号施工支洞

1 号施工支洞施工营地布置于首部枢纽跨河大桥左岸下游台地处，与首部枢纽区营地结合，混凝土拌和系统利用首部枢纽区混凝土拌和系统，洞口仅布置风水电系统。

（2）引水隧洞 2 号支洞～5 号支洞控制段区

2 号施工支洞进口施工营地及混凝土拌和系统布置等在 2 号施工支洞进口滩地，至首部枢纽河道距离约 3.3km，占地面积 6900m^2。

霍尔古吐沟施工支洞混凝土拌和系统与 3 号施工支洞进口相关设施结合布置，洞口仅布置风水电系统。

3 号施工支洞进口施工营地及混凝土拌和系统布置等在 3 号施工支洞进口滩地，至首部枢纽河道距离约 8.25km，占地面积 9200m^2。

4 号～5 号施工支洞进口施工营地及混凝土拌和系统分别位于 4 号～5 号施工支洞进口附近。

3 号～5 号弃渣场分别位于河道左岸，占地面积分别为 4.0 万 m^2、2.48 万 m^2、2.85 万 m^2；分别堆存霍尔吐古沟施工支洞、3 号以及 4 号、5 号施工支洞控制区和厂区弃渣。

（3）厂区施工区布置

本场区以厂房、调压井、压力管道、引水隧洞 6 号施工支洞及 7 号施工支洞控制部位施工为主体，结合料场位置，根据厂址区地形条件布置砂石料加工系统、混凝土生产系统、钢筋、木材加工厂及施工营地等场区。

1）生活管理区

厂房区生活管理区布置在厂房上游滩地，场区内主要布置业主单位及施工单位管理区、施工人员生活区，生活管理区占地面积 1.41 万 m^2。

2）综合加工厂

综合加工厂布置在厂房上游滩地，占地面积 0.56 万 m^2，主要供厂房区永久建筑物钢筋、木材等材料加工使用。

3）综合仓库

综合仓库布置在厂房上游滩地，占地面积 0.47 万 m^2，主要供厂房区施工使用。

4）金属结构拼装场

金属结构拼装场布置在厂房上游滩地，占地面积 0.78 万 m^2，主要供厂房区施工使用。

5）机械停放保养厂

机械停放保养厂布置在厂房上游滩地，占地面积 0.64 万 m^2，主要供厂房区施工使用。

6）机电设备仓库

机电设备仓库布置在厂房上游滩地，占地面积 0.65 万 m^2，主要供厂房区施工使用。

7）砂砾石加工及混凝土拌和系统

砂砾石加工及混凝土拌和系统位于厂房上游滩地，占地面积 2.9 万 m^2，主要供厂房区施工使用。

8）砂砾石料场

S4 料场位于厂址上游约 1.6km 开都河左岸河滩，占地面积 4.78 万 m^2。S6 料场位于下厂址厂房尾水下游约 200m 开都河右岸漫滩及河流阶地，占地面积 2.07 万 m^2。S4 料场及 S6 料场主要承担厂房区混凝土骨料用料任务。

9）表土堆存场

表土堆存场布置在厂房上游滩地，占地面积 1.01 万 m^2，布置高程 1790.0m，主要供厂房区施工使用。

10）弃渣场

6 号弃渣场位于厂房左岸，至厂房河道距离约为 1.5km，占地面积为 4.5 万 m^2；堆存 6 号施工支洞控制引水洞段开挖弃渣和厂区开挖弃渣。

11）倒运场

厂区倒运场与 S6 砂砾石料场结合布置，占地面积为 2.07 万 m^2。主要用来堆放厂房基坑砂砾石开挖料以及 S4 砂砾石料场开采料，后期用于厂址区混凝土骨料和厂房砂砾石回填料使用。

2.8.2 施工占地

根据目前电站建设管理经验，业主营地、承包商营地及管理区一般集中布置，有条件时进行封闭管理，本电站由于为长引水式电站，施工布置采用集中与分散相结合的布置原则。本电站工程高峰期人数约 1800 人，规划施工营地建筑面积首部枢纽区 0.56 万 m^2，引水系统沿途施工营地共计 0.48 万 m^2，厂房区 0.8 万 m^2。

本工程总建筑面积为 2.957 万 m^2，总占地面积为 168.50 万 m^2（含渣场占地），占地主要以荒坡地或河滩地为主；枢纽及营地永久占地 15.20 万 m^2，永久公路 53.40 万 m^2，其余占地均为临时占地，占地面积详见表 2.8.2-1。

表 2.8.2-1 施工占地表

序号	部位		名称	建筑面积（m^2）	占地面积（m^2）	备注
1	坝址区	首部枢纽施工区	闸坝枢纽建筑物		84620	永久占地
2			砂石料加工及混凝土拌和系统	1000	35000	临时占地
3			综合加工厂	350	8000	临时占地
4			仓库系统	1800	6500	临时占地
5			业主监理及施工营地	5600	17200	临时占地
6			风、水、电系统	200	500	临时占地
7			机械修配及保养厂	400	8200	临时占地
8			金属结构拼装厂	500	8500	临时占地
9			右岸表土堆存场		15000	临时占地
10			炸药库	600	3000	临时占地
11			倒运场		24000	临时占地
12			垫层及排水体料堆存场		18000	临时占地
13			S2 天然砂石料场		70000	临时占地
14			S3 天然土料场		5000	临时占地
15			S1 天然砂石料场		60000	临时占地
16			小计	10450	363520	
17		1 号施工支洞	风、水、电系统	80	200	临时占地
18		2 号施工支洞	混凝土拌和站	250	3500	临时占地
19			风、水、电系统	80	200	临时占地

20			2 号施工营地	800	3200	临时占地
21		霍尔古吐沟施工支洞	霍尔古吐沟施工营地	800	3500	临时占地
22		3 号施工支洞	3 号混凝土拌和站	300	4000	临时占地
23			3 号风、水、电系统	80	200	临时占地
24			3 号施工营地	800	5000	临时占地
25	厂址区	4 号～5 号施工支洞	4 号混凝土拌和站	300	4000	临时占地
26			4 号风、水、电系统	80	200	临时占地
27			4 号施工营地	800	5000	临时占地
28			5 号混凝土拌和站	300	4000	临时占地
29			5 号风、水、电系统	80	200	临时占地
30			5 号施工营地	1600	5000	临时占地
31			小计	6350	38200	
32		厂区施工区	厂房永久建筑物		60539	永久占地
33			砂砾石及混凝土拌和系统	750	29000	临时占地
34			厂区综合加工厂	300	5600	临时占地
35			金属结构拼装厂	320	7800	临时占地
36			厂区机电仓库	500	6500	临时占地
37			机械停放及保养厂	500	6400	临时占地
38			综合仓库	2000	4700	临时占地
39			施工营地	4000	7200	临时占地
40			业主营地	4000	6900	永久占地
41			风、水、电系统	400	1200	临时占地
42			左岸表土堆存场		16500	临时占地
43			S6 天然砂石料场		48866	临时占地
44			小计	12770	201205	
45	其他		哈尔嘎特希力沟导流建筑物		2200	临时占地
46			霍尔古吐沟导流建筑物		1200	临时占地
47			施工临时公路		320000	临时占地
48			永久公路		534000	永久占地
49			1 号～6 号渣场		224700	临时占地
50	合计			29570	1685025	

2.8.3 施工导流

2.8.3.1 施工导流

（1）一期导流

一期全年围堰维护左岸基坑，右岸导流明渠过流，进行一期基坑内进水口、生态小机坝段、1 孔冲沙闸、3 孔泄洪闸等建筑物施工。一期导流采用全年围堰围护

方案，导流标准为 P=10%，Q=820m^3/s；经过第 2 年一个汛期，度汛标准同导流标准。

一期围堰上游段堰前水位 2056.10m，堰顶高程为 2057.60m，上游段最大围堰高度 11.50m；一期围堰下游段水位为 2046.90m，堰顶高程为 2048.40m，下游段最大围堰高度 6.40m。

（2）二期导流

第 2 年 10 月初，二期围堰开始截流，主体工程进入二期施工期。由左岸 3 孔泄洪闸和 1 孔冲沙闸联合过流，进行二期基坑内复合土工膜砂砾石坝段等建筑物施工。二期导流标准采用全年 10 年一遇洪水，相应流量 820m^3/s。在二期截流后的第三年 5 月中旬，大坝填筑高程开始超过围堰顶高程；第三年汛期度汛，坝体临时断面挡水，度汛标准采用 20 年一遇洪水，相应流量为 1050m^3/s。在第 4 年 6 月初，泄洪闸下闸蓄水，7 月初首台机发电，工程进入完建期，按照永久建筑物标准度汛。

二期上游围堰与大坝结合布置，上游围堰堰前水位为 2053.77m，堰顶高程为 2055.27m；下游围堰堰前水位为 2046.90m，堰顶高程为 2048.40m。

2.8.3.2 截流

本工程二期主河床的截流时间安排在第 2 年 10 月上旬，截流设计标准采用 10 年一遇 10 月平均流量，相应截流流量为 109m^3/s。

截流方式采用自右岸向左岸（永久导墙部位）进占的单戗立堵方式。

截流用料采自右岸 1 号弃渣场，距上游围堰约 1.30km。

2.8.3.3 下闸蓄水

根据施工进度分析，确定第 4 年 6 月初，永久泄洪闸下闸蓄水。水库初期蓄水按 6 月份 75%来水保证率的来流量 137m^3/s 扣除生态流量进行计算，生态流量丰水期（4 月～9 月）按多年平均流量的 30%即 30.9m^3/s 下泄，扣除下泄生态流量后，坝址区 6 月来水频率为 75%的蓄水流量为 106.1 m^3/s,。经计算，霍尔古吐水库蓄水到正常蓄水位 2070m 需要约 10.9h。水库蓄水至死水位高程后，开始机组调试、发电。

下闸蓄水时，可使用冲沙闸弧门进行局开控制，满足下游生态流量，不影响下游供水。由于本工程库容较小，蓄水时间相对较短，蓄水期间可利用冲沙闸或泄洪闸进行控泄，向下游泄放生态流量，下闸蓄水不会造成下游断流。

2.8.3.4 下游供水

由于本工程采用分期导流方式，一期导流期间，右岸导流明渠过流，不影响下游供水条件。二期导流期间，3 孔泄洪闸及 1 孔冲沙闸过流，不影响下游供水条件。下闸蓄水时，可使用冲沙闸或泄洪闸弧门进行局开控制，满足下游生态流量，不影响下游供水。

2.8.4 施工交通

2.8.4.1 对外交通

工程厂址距察汗乌苏水电站河道距离约 37km，距和静县公路里程约 201km，距库尔勒市公路里程约 237km。距霍尔古吐厂址最近的铁路车站为和静县火车站，和静火车站距库尔勒及乌鲁木齐的铁路里程分别约 90km、530km。外来物资采用公路与铁路联合运输的方式。铁路利用和静县火车站。霍尔古吐水电站的主要大件器材包括：主变、水轮机进水主阀、桥机等。对外交通示意图见附图 7。

（1）公路

1）和静县城—先行乡—察汗乌苏水电站（榆树沟）—霍尔古吐沟—霍尔古吐厂址，公路里程为 201km。其中和静县—霍尔古吐沟为三级公路，路线长 170km，为已建公路，设计速度 30km/h，路基宽度 8.0m；霍尔古吐沟—霍尔古吐沟口为 IV 级专用公路，路线长 15.1km，该段为新建公路，设计速度 20km/h，路基宽度 5m，路面为 3.5m，水泥混凝土路面；霍尔古吐沟口—厂址道路为场内道路路线长 15.9km。

2）库尔勒市经 G216 线—上游镇—先行乡—察汗乌苏水电站—霍尔古吐沟—霍尔古吐厂址，公路里程总计 237km。其中 G216 全线高速，上游镇—先行乡为三级公路，沥青混凝土路面，里程为 94km，先行乡—察汗乌苏水电站有 38km 的三级公路（沥青混凝土路面）；察汗乌苏水电站至霍尔古吐沟有 74km 的三级公路（沥青公路）；霍尔古吐沟—霍尔古吐沟口为 IV 级专用公路，路线长 15.1km，拟建为水电 IV 级专用公路。

（2）铁路

和静县火车站为距厂址最近的铁路车站，公路里程约 201km。和静站距库尔勒及乌鲁木齐的铁路里程约为 90km、530km。

2.8.4.2 场内交通

厂房与大坝之间布置一条厂坝间道路，即厂坝间永久低线道路，将坝址区及厂

址区各条道路相连接，厂坝间道路与对外交通在厂房附近与对外路相连接。

霍尔古吐水电站厂坝间公路在工程施工期间，作为场内主干交通，联系各施工点及生产生活区；工程运行期间，作为电站厂坝运行维修交通。

电站场内公路以霍尔古吐沟为界分为两个区域，坝址区道路及厂址区道路。根据场内交通规划，工程枢纽布置特点及施工工艺要求，工程需新建场内公路共计42.7km，桥梁 3 座，涵洞 37 座，其中，永久场内公路 26.70km，临时场内道路16.00m，场内道路特性见下表 2.8.4-1。

表 2.8.4-1 场内道路特性表

道路编号及名称	起止位置	道路标准	路面型式	路面宽度(m) 路基/路面	长度(km) 明线	备注
1.坝址区道路（霍尔古吐沟上游）						
永久低线道路	霍尔古吐沟沟口～首部枢纽	水电三级	混凝土	5.0/4.0	6	新建永久路
小机进厂路	永久低线道路岔口～小机厂房	水电三级	混凝土	5.0/4.0	0.3	新建永久路
电站进水口施工道路	永久低线道路岔口～进水口边坡	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	0.5	新建临时路
哈尔嘎特希力沟埋管段施工道路	永久低线道路岔口～埋管段	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	0.5	新建临时路
左岸低线道路	永久低线道路岔口～坝址基坑	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	3	新建临时路
去引水洞 1 号施工支洞道路	永久低线道路～1 号支洞进口	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	0.3	新建临时路
去引水洞 2 号施工支洞道路	永久低线道路～2 号支洞进口	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	0.5	新建临时路
右岸低线道路	坝址下游跨河桥～坝址基坑	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	2.5	新建临时路
去引水洞 3 号施工支洞道路	永久低线道路～3 号支洞进口	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	0.3	新建临时路
2.厂址道路（霍尔古吐沟下游）						
永久低线道路	霍尔古吐沟沟口～厂房	水电三级	混凝土	5.0/4.0	15.9	新建永久路
去引水洞 4 号施工支洞道路	永久低线道路～4 号支洞进口	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	1	新建临时路
去引水洞 5 号施工支洞道路	永久低线道路～5 号支洞进口	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	1.5	新建临时路
去引水洞 6 号施工支洞道路	永久低线道路～6 号支洞进口	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	0.3	新建临时路

去调压井施工道路	永久低线道路～调压井	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	4.5	新建永久路
厂房施工道路	永久低线道路～厂房基坑	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	1	新建临时路
去 6 号砂砾石料场道路	厂房施工道路岔口～6 号砂砾石料场	水电三级	级配碎石	5.0/4.0	0.60	新建临时路
3.其它临时道路		水电三级	级配碎石	5.0/4.0	4	新建临时路
道路小计(km)					42.7	
4.桥梁						
首部坝址下游跨河桥		单车道-60t			90	新建临时贝雷桥
霍尔古吐沟跨河桥		单车道-60t			60	新建永久桥
厂区跨河桥		单车道-60t			85	新建临时贝雷桥
涵洞		单车道-60t			37 座	新建

2.8.5 料场规划

2.8.5.1 天然砂砾石料场

S1 砂砾石料场位于坝址略偏上游，为上坝址区左岸Ⅰ级阶地，分布在高程2060m～2065m之间，料场形状不太规则，下游近坝处较宽，向上游逐渐变窄，长约400m，平均宽约78m，面积约3.1万m^2。S1砂砾石料场总储量约18万m^3。

S2料场位于坝址下游约500m开都河左岸，分布在高程2050m～2080m之间，料场呈长条状，上游稍窄，下游略宽，长约500m，宽约120m～180m，面积约7.6万m^2。S2砂砾石料场总储量约69.13万m^3。

S3料场位于坝址下游约2.8km开都河左岸，呈三角形，上游宽，下游窄，平面面积约6.93万m^2。料源主要为冲积含漂石砂卵砾石层，厚度较大，表部为零星分布的土料，土料层分布极不均匀，局部和碎石土层混杂分布。S3料场砂砾石料总储量约58万m^3。

S4料场位于厂址上游约0.7～1.2km开都河左岸河滩，料场呈“梭”形，面积约4.78万m^2，料场以冲积堆积物为主，厚度超过30m，其中无用层0.5m～2m，可采厚度水上约2m。S4砂砾石料场总储量约32.95万m^3。

S5料场位于厂址区上游约500m开都河右岸Ⅱ级阶地，S4料场对岸偏下游，料场呈扇形，面积约12.5万m^2，料场以冲积含漂石砂卵砾石层为主，厚度较大，储量丰富。S5砂砾石料场有用料总储量约87.3万m^3。

S6料场位于厂址厂房尾水下游约200m开都河右岸漫滩及河流阶地，料场呈向左岸凸出的马蹄形，面积约4.6万m^2，料场NW侧约2km^2树木茂密，不考虑利用，仅考虑SE侧约2.6km^2加以利用。S6砂砾石料场有用料总储量约12.5万m^3。

2.8.5.2 厂房基坑开挖料

电站厂房基坑为河流左岸Ⅱ级阶地上围挖形成，需要开挖大量的漂石、砂卵砾石层，开挖的砂砾石可以作为混凝土骨料使用，其下的强风化绢云母石英岩和长石石英岩，根据土的腐蚀性试验，具有硫酸盐强腐蚀性，不可作为混凝土材料使用。

按照厂房开挖基坑轮廓及钻孔揭示厂址区范围漂石砂卵砾石层分布特征，估算厂房基坑范围可用砂卵砾石层平均厚度约8m，开挖面约1万m2，估算该部分可用料储量约8万m^3。

2.8.5.3 防渗土料

防渗土料场位于上坝址下游约2km开都河左岸，哈尔沟沟口下游，料源主要为

冲洪积平台表层堆积的洪坡积粉质粘土层。土料场平面上呈“梳子型”，长度约 450m，宽一般 80m～110m，面积约 4.18 万 m2，料层厚度变化较大，根据料场坑槽揭露，料层厚度 0.4m～3m，且局部土料被碎石土覆盖，或和碎石土交叉呈透镜体，根据平行断面法计算，无用料总方量约 4.82 万 m³；土料储量约 3.84 万 m³。

2.8.6 土石方平衡及渣场规划

2.8.6.1 土石方平衡

（1）土石方开挖

工程土石方开挖总量 364.94 万 m^3。

1）首部枢纽

左岸小机坝段覆盖层开挖 1.79 万 m^3、石方明挖 11.94 万 m^3。泄洪闸覆盖层开挖 1.61 万 m^3，消能区覆盖层开挖 4.01 万 m^3。砂砾石坝覆盖层开挖 5.01 万 m^3、石方明挖 0.42 万 m^3，石方洞挖 0.11 万 m^3。鱼道覆盖层开挖 7.74 万 m^3、石方明挖 3.40 万 m^3。

一期围堰拆除 15 万 m^3。

2）引水发电系统

进水口覆盖层开挖 8.52 万 m^3、石方明挖 9.87 万 m^3；引水洞石方明挖 12.24 万 m^3，石方洞挖 111.33 万 m^3。

施工支洞覆盖层开挖 0.48 万 m^3、石方明挖 0.90 万 m^3，石方洞挖 2.79 万 m^3。

哈尔沟土石方明挖 0.05 万 m^3，石方洞挖 0.22 万 m^3，围堰拆除 0.97 万 m^3；霍尔古吐沟土石方明挖 0.04 万 m^3、石方洞挖 0.21 万 m^3，围堰拆除 0.27 万 m^3。

调压井覆盖层开挖 0.03 万 m^3，石方明挖 0.07 万 m^3、石方井挖 6.01 万 m^3，平洞开挖 0.44 万 m^3；压力钢管石方井挖 1.32 万 m^3，石方洞挖 2.18 万 m^3；厂房覆盖层开挖 101.64 万 m^3、石方明挖 40.51 万 m^3。

施工支洞覆盖层开挖 0.89 万 m^3、石方明挖 1.65 万 m^3，石方洞挖 11.81 万 m^3。

（2）土石方填筑

工程土石方填筑总量 54.38 万 m^3。

1）首部枢纽

砂砾石坝坝壳料砂砾石填筑 19.83 万 m^3、反滤料 1.69 万 m^3、排水体 4.21 万 m^3、护坡 0.81 万 m^3、砂砾石保护料 0.69 万 m^3。

左岸生态小机坝段砌石 0.12 万 m^3。

泄洪闸坝段块石回填 2.1 万 m^3、反滤料 0.20 万 m^3、浆砌石 0.03 万 m^3。

鱼道砂砾石回填 0.80 万 m^3。

一期围堰土石方填筑量 14.47 万 m^3；二期上游围堰砂砾石块石填筑量 1.63 万 m^3、闭气料 0.37 万 m^3；二期下游围堰土石方填筑量 0.91 万 m^3；哈尔沟围堰土石方填筑量 0.97 万 m^3；霍尔古吐沟围堰土石方填筑量 0.27 万 m^3。

2）引水发电系统

厂房碎石土回填 5.28 万 m^3。

本工程弃渣量为 465.70 万 m^3（松方），结合本工程特点，场区共布置 6 个弃渣场，2 个表土堆存场，1 个倒运场，1 个垫层及排水体料堆存场。弃渣场、表土堆存场、垫层及排水体料堆存场及倒运场总占地面积约 33.25 万 m^2，土石方平衡表见表 2.8.6-1。

表 2.8.6-1　土石方平衡表

项目		开挖量	上级利用量	综合利用率	利用量	弃渣量	系数换算		坝体各区填筑量（压实方）								其他部位填筑量（厂房及防护）	围堰（压实方）							砂石骨料	倒渣场	抓址下游1#堆渣场容量	抓址下游2#堆渣场容量	抓址下游3#堆渣场容量	抓址下游4#堆渣场容量	抓址下游5#堆渣场容量	抓址下游6#堆渣场容量
							松方	实方	上游护坡	砂砾石保护层	砂砾石料	排水体	反滤料	下游护坡	填筑合计			一期围堰	二期上游围堰	二期下游围堰	厂房围堰	哈尔嘎特希力沟	莫尔古吐沟								
		自然方			自然方	松方			0.40	0.69	19.83	4.21	1.69	0.41	27.23	8.34		14.47	2.00	0.91	0.00	0.97	0.27	自然方	松方	松方	松方	松方	松方	松方	松方
单位		万m³	(%)	(%)	万m³	万m³			万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³		万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³
右岸堆石坝	覆盖层	5.01		60.00	3.01	2.40	1.2	0.9			2.71														3.61	2.40					
	石方明挖	0.42				0.61	1.45	1.3																			0.61				
	石方洞挖	0.11				0.16	1.45	1.3																			0.16				
小机坝段	覆盖层	1.79		60.00	1.07	0.86	1.2	0.9			0.97														1.29	0.86					
	石方明挖	11.94		24.89	2.97	13.00	1.45	1.3	0.40					0.41		3.05								4.31		13.00					
泄洪闸	覆盖层	1.61	60.00	60.00	0.97	0.77	1.2	0.9			0.97														1.16	0.77					
	石方明挖	0.00				0.00	1.45	1.3																							
消能区	覆盖层	4.01	60.00	60.0	2.41	1.92	1.2	0.9			2.17														2.89	1.92					
	石方明挖	0.00				0.00	1.45	1.3																							
鱼道	覆盖层	7.74		60.0	4.64	3.72	1.2	0.9			4.18														5.57	3.72					
	石方明挖	3.40		0.00	0.00	4.93	1.45	1.3																			4.93				
引水系统	土方（进水口）	8.52		10.37	0.88	9.15	1.20	0.90														0.74	0.06		1.06	9.15					
	石方（进水口）	9.87		61.08	6.03	5.6	1.45	1.3										7.20	0.33	0.31					8.74		5.6				
	明挖（引水洞）	12.24				17.75	1.45	1.3																			10.66	7.09			
	洞挖（引水洞）	111.33	0.00	0.00	0.00	161.43	1.45	1.3																		20.94	20.21	42.01	29.84	30.71	17.72
	土方（调压井）	0.03				0.04	1.30	0.85																							0.04
	石方（调压井）	0.07				0.10	1.45	1.3																							0.10
	井挖（调压井）	6.01				8.72	1.45	1.3																							8.72
	洞挖（调压井）	0.44				0.63	1.45	1.3																							0.63
	井挖（压力钢管）	1.32				1.92	1.45	1.3																							1.92
	洞挖（压力钢管）	2.18				3.15	1.45	1.3																							3.15
	土方（厂房）	101.64		5.77	5.87	114.93	1.20	0.90								5.28									7.04					45.97	68.96
	石方（厂房）	40.51		0.00	0.00	58.74	1.45	1.3													0.00									17.62	41.12
一期导流明渠	砂砾石开挖	15.73		13.42	2.11	16.34	1.2	0.9										5.00	1.30	0.60					2.53	16.34					
哈尔嘎特希力沟	土石方开挖	0.27		66.95	0.18	0.13	1.45	1.3														0.24			0.26						
莫尔古吐沟	土石方开挖	0.24		67.31	0.16	0.11	1.45	1.3															0.21		0.23			0.11			
施工支洞	土方	1.37		0.00	0.00	1.64	1.20	0.90																		0.21	0.18	0.41	0.19	0.19	0.47
	石方明挖	2.55		6.03	0.15	3.47	1.45	1.3										0.20									0.73	0.93	0.50	0.49	0.87
	石方洞挖	14.60		10.91	1.59	13.86	1.45	1.3										2.07			0.00						6.37	0.94	4.52	4.27	3.30
土料场	土方	0.50		85.96	0.44	0.06	1.30	0.85											0.37								0.06				
砂砾石料场		146.27	11.80	85.00	124.33	25.33	1.20	0.90		0.69	8.94	4.21	1.69					14.47	2.00	0.91	0.00	0.97	0.27	107.07	19.19		14.07				
开挖料合计	土石方	511.72			156.91	477.51			0.40	0.69	19.83	4.21	1.69	0.41	27.23	8.33		14.47	2.00	0.91	0.00	0.97	0.27			0.00						
弃渣合计	小计																								57.89	56.33	76.58	51.49	35.05	99.25	147.00

2.8.6.2 渣场布置规划

主体、临建工程土石方开挖的堆渣，要符合防汛、环保和电站运行要求，不影响河道行洪和方便施工，本工程规划了 6 个弃渣场，2 个表土堆存场以及 3 个倒运场，总占地面积约 29.82 万 m^2，其中厂址区倒运场与 S6 砂砾石料场结合布置。取覆盖层松方系数 1.2，石方松方系数 1.45，覆盖层压实转换系数 0.9，堆弃渣总量约 465.70 万 m^3（松方）。

（1）1 号弃渣场

1 号弃渣场位于坝址下游右岸约 1.2km 处的河滩地上，渣场占地面积约 3.30 万 m^2，堆渣高度 20.48m，规划弃渣量 56.33 万 m^3（松方）。该弃渣场主要堆存主要堆存首部枢纽弃渣及 1 号施工支洞及其控制段引水隧洞开挖弃渣，弃渣道路为坝区多条道路和左岸永久低线道路、右岸低线道路。

（2）2 号弃渣场

2 号弃渣场位于坝址下游右岸约 1.4km 处的河滩地上，渣场占地面积约 5.12 万 m^2，堆渣高度 17.95m，规划弃渣量 76.58 万 m^3（松方）。该弃渣场主要堆存首部枢纽及 2 号施工支洞及其控制段引水隧洞开挖料，弃渣道路为左岸永久低线道路、右岸低线道路及去引水洞 2 号施工支洞道路。

（3）3 号弃渣场

3 号弃渣场位于左岸 3 号施工支洞上游侧的河滩地上，渣场占地面积约 4.0 万 m^2，堆渣高度 15.45m，规划弃渣量 51.49 万 m^3（松方）。该弃渣场主要堆存 3 号施工支洞及其控制段引水隧洞开挖料，弃渣道路为左岸永久低线道路及去引水洞 3 号施工支洞道路。

（4）4 号弃渣场

4 号弃渣场位于左岸 4 号施工支洞上游约 0.7km 处的河滩地上，渣场占地面积约 2.48 万 m^2，堆渣高度 16.94m，规划弃渣量 35.05 万 m^3（松方）。该弃渣场主要堆存 4 号施工支洞及其控制段引水隧洞开挖料，弃渣道路为左岸永久低线道路及去引水洞 4 号施工支洞道路。

（5）5 号弃渣场

5 号弃渣场位于左岸 5 号施工支洞下游约 1.0km 处的河滩地上，渣场占地面积约 2.85 万 m^2，堆渣高度 41.76m，规划弃渣量 99.25 万 m^3（松方）。该弃渣场主要

堆存 5 号施工支洞及其控制段引水隧洞开挖料，弃渣道路为左岸永久低线道路及去引水洞 5 号施工支洞道路。

（6）6 号弃渣场

6 号弃渣场位于厂房左岸上游 1.8km 处，渣场占地面积约 4.50 万 m^2，堆渣高度 39.20m，规划弃渣量 147.0 万 m^3（松方）。该弃渣场主要堆存 6 号、7 号施工支洞及其控制段引水隧洞、调压井、压力钢管段及发电厂房开挖料，弃渣道路为左岸永久低线道路、去引水洞 6 号施工支洞道路及去调压井施工道路等。

（7）右岸表土堆存场

为了保护表土资源，考虑后期覆土绿化垦需要，在施工开挖前将工程占地范围内的表层土剥离，并采取集中堆放措施。右岸表土堆存场位于坝址下游右岸约 1.1km 处的河滩地上，堆存场占地面积约 1.5 万 m^2，堆渣高度 11.78m，规划堆存量 14.72 万 m^3（松方）。该堆存场主要堆存首部枢纽区表土开挖料。

（8）左岸表土堆存场

左岸表土堆存场位于厂房上游左岸约 0.5km 处的河滩地上，堆存场占地面积约 1.01 万 m^2，堆渣高度 23.60m，规划堆存量 19.86 万 m^3（松方）。该堆存场主要堆存厂房施工区表土开挖料。

（9）首部枢纽区倒运场

倒运场位于坝址下游右岸约 0.8km 处的河滩地上，占地面积约 2.4 万 m^2，堆渣高度 15.83m，规划倒运量 31.66 万 m^3（松方）。倒运场主要用来堆放首部进水口、小机坝段、泄洪闸坝段开挖砂砾石料，后期用于首部枢纽砂砾石填筑。

（10）厂址区倒运场

厂址区倒运场与 S6 砂砾石料场结合布置，占地面积约 2.6 万 m^2，堆渣高度 12.15m，规划倒运量 26.23 万 m^3（松方）。倒运场主要用来堆放厂房基坑砂砾石开挖料以及 S4 砂砾石料场开采料，后期用于厂址区混凝土骨料和厂房砂砾石回填料使用。

（11）垫层及排水体料堆存场

主要供右岸砂砾石坝填筑使用，垫层及排水体料堆存场布置在坝址右岸下游约 0.95km 处，占地面积 1.8 万 m^2，规划倒运量 7.80 万 m^3（松方）。

弃（倒）渣场规划汇总见表 2.8.6-2。

表 2.8.6-2　弃（倒）渣场规划表

序号	项目	面积（万 m^2）	弃渣量（万 m^3）	堆存量（万 m^3）	倒运量（万 m^3）	弃渣平均高度（m）	备注
1	1 号弃渣场	3.3	56.33			20.48	
2	2 号弃渣场	5.12	76.58			17.95	
3	3 号弃渣场	4	51.49			15.45	
4	4 号弃渣场	2.48	35.05			16.94	
5	5 号弃渣场	2.85	99.25			41.76	
6	6 号弃渣场	4.5	147			39.20	
7	右岸表土堆存场	1.5		14.72		11.78	
8	左岸表土堆存场	1.01		19.86		23.60	
9	倒运场（首部枢纽区）	2.4			31.66	15.83	
10	倒运场（厂址区）	2.07			26.23	15.22	与 6 号砂砾石料场结合布置
11	垫层及排水体料堆存场	1.8			7.80	5.2	
12	合计	28.97	465.70	34.58	65.69		

2.8.7　施工辅助企业

2.8.7.1　砂石料加工系统

砂石加工系统供应本工程混凝土成品骨料。根据引水式电站工程特点，砂石加工系统分坝址区和厂址区两处设置。坝址区砂石加工系统主要供应首部枢纽、引水系统 2 号、3 号拌和站用混凝土骨料，即闸坝枢纽建筑物、电站进水口、坝址区引水隧洞段等部位需混凝土骨料及坝体砂砾石保护层、反滤料、排水体料。厂址区砂石加工系统主要供应厂址区工程及引水系统下游段 4 号、5 号拌和站需混凝土骨料，即厂房永久建筑物、厂址区引水隧洞段、压力钢管、调压井等部位需混凝土骨料。

（1）坝址区砂石加工系统

坝址区砂石加工系统布置于坝下游左岸的 S3 砂石料场，布置高程为 2052m～2061m，系统占地约 2.5 万 m^2。

砂石加工系统满足混凝土高峰月平均强度 3.63 万 m^3。砂砾石保护层高峰月平均强度 0.17 万 m^3、反滤料高峰月平均强度 0.25 万 m^3、排水体料高峰月平均强度 0.63 万 m^3，与混凝土高峰月平均强度不叠加。加工系统小时生产能力 240t/h。考虑筛洗、加工、运输及弃料等损耗后，砂石加工系统处理能力 300t/h。砂石加工系统全年生产，按 25 天/月，14 小时/天设计。坝址区砂石加工系统主要技术指标见表 2.8.7-1。

表 2.8.7-1　坝址区砂石加工系统主要技术指标表

序号	项目	单位	指标	备注
1	系统生产能力	t/h	240	
2	系统处理能力	t/h	300	
3	筛分车间处理能力	t/h	500	
4	中碎车间处理能力	t/h	220	
5	细碎车间处理能力	t/h	70	
6	制砂车间生产能力	t/h	40	
7	毛料堆	m^3	5000	
8	成品粗骨料堆容积	m^3	6000	
9	成品砂料堆容积	m^3	4000	
10	反滤料堆容积	m^3	1000	
11	排水体料堆容积	m^3	1000	
12	生产班制	班/日	2	
13	用水量	t/h	200	其中补充水 60t/h
14	用电量	kW	2500	
15	建筑面积	m^2	800	
16	占地面积	万 m^2	2.5	

（2）厂址区砂石加工系统

厂房区砂石加工系统设置于左岸厂房附近，距厂址约 0.8km，布置场地高程为 1802m。系统占地约 2.9 万 m^2。

厂址区砂石加工系统按混凝土高峰时段月平均强度 2.00 万 m^3 设计。骨料生产能力 150t/h，考虑筛洗、加工、运输弃料等损耗，砂石加工系统小时处理能力 190t/h。砂石加工系统全年生产，按 25 天/月，14 小时/天设计。厂址区砂石加工系统主要技术指标见表 2.8.7-2。

表 2.8.7-2 厂址区砂石加工系统主要技术指标表

序号	项目	单位	指标	备注
1	系统生产能力	t/h	150	
2	系统处理能力	t/h	190	
3	筛分车间处理能力	t/h	300	
4	中碎车间处理能力	t/h	95	
5	细碎车间处理能力	t/h	65	
6	制砂车间生产能力	t/h	50	
7	毛料堆	m^3	2500	
8	成品粗骨料堆容积	m^3	6000	
9	成品砂料堆容积	m^3	3000	
10	生产班制	班/日	2	
11	用水量	t/h	120	补水量 35t/h
12	用电量	kW	1200	
13	建筑面积	m^2	400	
14	占地面积	万 m^2	2.2	

2.8.7.2 混凝土拌和系统

根据引水式电站工程特点，混凝土拌和系统设置分布于坝址区、厂址区及引水系统各施工支洞口，坝址区拌和系统主要供应即闸坝枢纽建筑物、电站进水口、部分引水隧洞等部位需混凝土，厂址区拌和系统主要供应厂房永久建筑物、部分引水隧洞、压力钢管、调压井等部位需混凝土，各施工支洞拌和站主要供应引水隧洞需混凝土。

（1）坝址区混凝土拌和系统

坝址区混凝土拌和系统与砂石加工系统联合布置于 S3 砂石料场。系统占地约 1.0 万 m^2。系统混凝土主要供应首部枢纽，高峰月混凝土浇筑强度 4.17 万 m^3。

系统生产能力 130m^3/h。系统全年连续生产，按 25 天/月，20 小时/天设计。系统选用 2 座 HZ120-1Q2000 型拌和站，铭牌生产能力为 240m^3/h。坝址区混凝土拌和系统主要技术指标见表 2.8.7-3。

表 2.8.7-3 坝址区混凝土生产系统主要技术指标表

序号	项目	单位	指标	备注
1	混凝土高峰月浇筑强度	万 m^3/月	4.17	
2	系统设计生产能力	m^3/h	130	
3	铭牌生产能力	m^3/h	240	
4	胶凝材料储量	t	2400	
5	供风量	m^3/min	10	
6	用水量	t/h	20	
7	电机容量	kW	800	
8	建筑面积	m^2	400	
9	占地面积	万 m^2	1.0	

（2）厂址区混凝土拌和系统

厂址混凝土拌和系统与砂石加工系统联合布置于厂房附近。系统占地约 0.75 万 m^2。系统混凝土主要供应厂房工程，高峰月混凝土浇筑强度 1.30 万 m^3。

系统生产能力 40m^3/h。系统全年连续生产，按 25 天/月，20 小时/天设计。系统选用 1 座 HZ75-JS1500 型拌和站，铭牌生产能力为 75 m^3/h。厂址区混凝土拌和系统主要技术指标见表 2.8.7-4。

表 2.8.7-4　厂址区混凝土生产系统主要技术指标表

序号	项目	单位	指标	备注
1	混凝土高峰月浇筑强度	万 m^3/月	1.30	
2	系统设计生产能力	m^3/h	40	
3	铭牌生产能力	m^3/h	75	
4	胶凝材料储量	t	1500	
5	供风量	m^3/min	5	
6	用水量	t/h	10	
7	电机容量	kW	400	
8	建筑面积	m^2	350	
9	占地面积	万 m^2	0.7	

（3）引水隧洞混凝土搅拌站

引水隧洞 2 号、3 号、4 号、5 号施工支洞口各设一混凝土搅拌机，系统全年连续生产，按 25 天/月，20 小时/天设计。施工支洞各选用 1 座 HZS35 型搅拌站，铭牌生产能力 35m^3/h。施工支洞拌和站主要技术指标见表 2.8.7-5。

表 2.8.7-5　施工支洞搅拌站主要技术指标表

序号	项目	单位	指标	备注
1	搅拌站铭牌生产能力	m^3/h	35	
2	胶凝材料储量	t	400	
3	供风量	m^3/min	2	
4	用水量	t/h	5	
5	系统设备电机容量	kW	100	
6	系统建筑面积	m^2	250	
7	系统占地面积	m^2	3500	

2.8.7.3　综合加工厂及机械修配厂

其它综合加工厂及机械修配厂布置见施工总平面图，风、水、电集中供应。

（1）木材加工厂：承担工程所需木材制品的加工制作任务，采用二班制作业。

（2）钢筋加工厂：承担工程所用钢筋加工，喷锚支护和基础处理用钢筋网、锚杆、锚索的加工制作。

（3）机械修配厂：主要承担本工程施工机械的修理、定期保养，部分零部件的更换及非标准件的加工装配。

（4）钢管厂：负责本工程所用钢管的加工、存放、维护及拼装等。

综合加工及机械修配厂主要指标见表 2.8.7-6。

表 2.8.7-6　综合加工及机械修配厂主要指标表

序号	项目	场地面积（m^2）		用风量	用水量	用电量
	企业名称	占地	建筑	m^3 / min	t / h	kW
1	钢筋加工厂	6000	350	4	5	360
2	木材加工厂	2000	100	2	1	100
3	机械修配厂	14600	900	8	10	450
4	钢管厂	5600	200	4	3	200

2.8.7.4 风、水、电及通信系统

根据电站施工战线长、工作面多、施工布置分散的特点，施工用风、水、电根据不同的使用要求分散设置。

（1）施工用风

本工程主体及临建工程石方明挖量 228.53 万 m^3，石方洞挖 136.41 万 m^3，本着就近供风的原则，主要分设 4 个供风站。

（2）施工供水

本电站为引水式电站，各主要施工区分布非常分散，距离约 23km，高程相差约 200m，施工用水点及用水量分布不均，用水水质要求不同，因此采用分区、分压的供水方式。

本工程施工供水分为七个区，分别为：首部枢纽及 1 号施工支洞施工区，2 号施工支洞施工区，3 号施工支洞施工区，4 号施工支洞施工区，5 号施工支洞施工区，6 号施工支洞及厂区施工区，霍尔古吐沟导流、明管及施工支洞施工区。

（3）施工用电

根据施工专业提供的接口单，施工电源就近引来，进线 1 回，电压为 35kV。由于只有 1 回电源，在各用电负荷处根据需要设置现地柴油发电机组，作为施工电源停电时，各一类负荷的电源。

由于施工用电负荷分布相对分散，坝址施工区距离施工总变电所 25km，厂址施工区和施工营地距离施工变电所均约 1km；故施工总变电站拟采用 35kV 一级电压引出，在各负荷中心设立 35kV 配电所，就近供各用电负荷。生态小机建成后，拟采用一回 35kV 线路引至大机后二次升压接入大机 220kV 升压站，因此厂坝区 35kV 施工线路需采用永临结合设计。

（4）施工通信

为解决施工期间工地内外的通信联系，在厂区施工工地设置程控用户交换机一套，为厂区施工现场的生产调度、管理提供通信联络。

在施工现场设置一定数量的对讲机，作为施工现场及对外通信使用。

2.8.8 施工进度

本工程整个建设期分为工程筹建期、施工准备期、主体工程施工期及完建期四个阶段。其中施工准备期 5 个月，主体工程施工期 34 个月，完建期 6 个月。首台

机发电工期 39 个月，施工总工期 45 个月。工程正式开工前（施工准备期之前）为筹建期，计划工期 12 个月，其时间不计入总工期。

第 1 年 5 月初引水隧洞开始施工，第 4 年 2 月底引水隧洞施工完成，第 4 年 5 月底下闸蓄水，第 4 年 6 月底首台机组发电。随后每间隔 3 个月投产一台机组，至第 4 年 12 月底，全部机组投产发电。

本工程控制工期的关键线路为，引水隧洞洞挖→引水隧洞衬砌→下闸蓄水→首台机发电→后续机组发电等。

工程主要施工特性，土石方明挖高峰月平均强度 29.98 万 m^3/月，石方洞挖高峰月平均强度 9.79 万 m^3/月，混凝土浇筑高峰期月平均强度 4.26 万 m^3/月，土石方填筑高峰期月平均强度 9.46 万 m^3/月，施工期高峰人数 1800 人。

2.9 工程运行

（1）生态流量泄放方式

霍尔古吐水电站采用低坝引水式开发方式，引水隧洞总长约 18km。为减轻坝址至厂址引水河段减水对生态环境的影响，需通过生态机组向下游泄放生态流量。丰水期（4 月～9 月）按照坝址处多年平均流量的 30%即 30.9m^3/s 下泄，枯水期（10 月～次年 3 月）按照多年平均流量的 10%即 10.3m^3/s 下泄。

（2）发电运行方式

霍尔古吐水电站正常蓄水位 2070m，死水位 2064m，调节库容仅 224.8 万 m^3，库容系数仅 0.07%，调节库容较小。

霍尔古吐水电站引水隧洞较长，长度约 18km，引水发电系统最大水头损失 29.36m，若在系统中调峰运行，其水头损失较大，将导致电量损失。根据梯级开发时序，在哈尔嘎廷郭勒水电站投产前，为确保发电效益，霍尔古吐水电站库水位尽量维持在正常蓄水位运行。当系统需要时也可进行日调节。

哈尔嘎廷郭勒水电站投产后，与哈尔嘎廷郭勒水电站同步运行，利用调节库容协调流达时间、调节区间流量，入库流量大时电站尽量在正常蓄水位附近运行以多发电量。

（3）洪水调度运行方式

汛期发生洪水时，当入库流量小于等于电站正常蓄水位 2070m 对应的泄流能力 2767m^3/s 时，泄洪建筑物控泄，水库水位维持在正常蓄水位 2070m 运行；当入

库流量大于电站正常蓄水位 2070m 对应的泄流能力 2767m^3/s 时，泄洪建筑物闸门全开，按最大泄流能力下泄洪水。

（4）泥沙调度运行方式

霍尔古吐水电站是一座具有日调节性能、以发电为主的电站，上游梯级未建成前，入库沙量较大；由于该电站坝前壅水不高，入库泥沙易于到达坝前，为减少粗沙过机，应监测坝前泥沙淤积情况，当坝前淤积较严重时，应采用短历时、不定期敞泄冲刷排沙，解决粗沙过机磨损问题。

上游哈尔嘎廷郭勒水库投入运行后，拦截了上游大部分泥沙，霍尔古吐入库沙量较天然减少了 98.5%，水库泥沙淤积速度缓慢，泥沙问题不严重，因此霍尔古吐电站全年可按日调节正常运行。

在实际运行中，应加强泥沙观测，及时总结，并视水库泥沙淤积情况进行水库泥沙优化调度。

2.10 建设征地和迁移人口安置

2.10.1 建设征地实物指标

霍尔古吐水电站水库正常蓄水位 2070.00m，建设征地涉及和静县巴音乌鲁镇、德尔毕力金牧场和包尔额尔宾牧场，共计 1 县 1 镇 2 牧场。

经初步调查统计，霍尔古吐水电站建设征地范围内主要涉及林地、草地及其他土地等，不涉及人口和房屋，主要实物指标如下：

霍尔古吐水电站工程涉及征（占）用各类土地总面积 3483.58 亩，其中水域面积 258.43 亩，陆地面积 3225.15 亩。水库淹没影响区涉及总面积 722.86 亩，其中水域面积 223.71 亩，陆地面积 499.15 亩（林地 128.26 亩、草地 365.38 亩、交通运输用地 5.51 亩）；枢纽工程建设区涉及总面积 2760.72 亩，其中水域面积 34.71 亩，陆地面积 2726.01 亩（林地 142.68 亩、草地 2572.60 亩、交通运输用地 0.99 亩、其土地 9.75 亩）。

专业项目涉及人行道 4.33km；不涉及文物古迹；未压覆已查明的重要矿产资源。建设征地实物指标详见表 2.10.1-1

表 2.10.1-1 霍尔古吐水电站工程建设征地实物指标表

序号	项目	单位	水库淹没区	枢纽工程建设区			合计	备注
				合计	永久	临时		
一	总面积	km^2	0.482	1.840	0.792	1.048	2.322	

序号	项目	单位	水库淹没区	枢纽工程建设区			合计	备注
				合计	永久	临时		
	陆地面积	km^2	0.333	1.817	0.769	1.048	2.150	
	水域面积	km^2	0.149	0.023	0.023	0.000	0.172	
1	林地	亩	128.26	142.68	10.98	131.70	270.93	
2	草地	亩	365.38	2572.60	1138.57	1434.02	2937.97	
3	交通运输用地	亩	5.51	34.71	34.71	0.00	40.22	
4	水域及水利设施用地	亩	223.71	0.99	0.99	0.00	224.70	
5	其他土地	亩		9.75	3.00	6.75	9.75	
二	农村部分							
(一)	土地	亩	722.86	2760.72	1188.25	1572.47	3483.58	
1	林地	亩	128.26	142.68	10.98	131.70	270.93	
	有林地	亩	128.26	112.18	7.23	104.95	240.44	
	灌木林地	亩	0.00	30.50	3.75	26.75	30.50	
2	草地	亩	365.38	2572.60	1138.57	1434.02	2937.97	
	天然牧草地	亩	365.38	2572.60	1138.57	1434.02	2937.97	
3	交通运输用地	亩	5.51	0.99	0.99		6.50	
	农村道路	亩	5.51	0.99	0.99		6.50	
4	水域及水利设施用地	亩	223.71	34.71	34.71		258.43	
	河流水面	亩	223.71	34.71	34.71		258.43	
5	其他土地	亩	0.00	9.75	3.00	6.75	9.75	
三	专业设施							
（一）	库周交通设施							
	人行路	km	3.67	0.66	0.66		4.33	

2.10.2 移民安置总体规划

2.10.2.1 规划基准年及水平年

根据目前实际情况，以实物指标调查开始时间，初拟建设征地移民安置规划设计基准年为 2020 年。

根据施工总进度计划，推算水库下闸蓄水年为 2024 年作为规划设计水平年。

2.10.2.2 移民安置人口

（1）搬迁安置人口

霍尔古吐水电站无搬迁安置人口。

（2）生产安置人口

生产安置人口指水电工程土地征收线内因原有土地资源丧失，或其它原因造成土地征收线外原有土地资源不能使用，需重新配置土地资源或解决生存出路的

农村移民安置人口。

农业生产安置人口的计算，按照被征收的土地数量除以征地前被征收单位平均每人占有土地的数量计算，并按照确定的人口自然增长率计算到规划水平年。经计算，德尔毕力金牧场和包尔额尔宾牧场基准年和规划年生产安置人口均为 1 人。

2.10.2.3 移民安置方案

霍尔古吐水电站建设征地涉及德尔毕力金牧场和包尔额尔宾牧场的天然牧草地，由于用地数量较少，且剩余草地资源丰富，而且建设征地区多为峡谷地带，草地利用率不高，建设用地对牧场居民的生产生活未造成大的影响。

根据受影响牧民意见和项目影响地区的实际情况初步规划移民安置方案为：对受影响牧民的牧场机采取一次性补偿处理。

2.10.3 专业项目处理方案

（1）库周交通

霍尔古吐水电站影响人行道，为放牧用通道。随着库区草场淹没，该路段失去使用功能，采取一次性补偿的处理方式。

参照同流域在（已）建工程处理标准，按 1.5 万元/km 补偿。

（2）文物古迹

经向和静县文物局了解建设征地区暂未发现文物古迹。

（3）矿产资源

经向和静县国土局了解建设征地区未压覆已查明的重要矿产资源。

2.11 工程投资

霍尔古吐水电站工程总投资 350710.14 万元，静态总投资 312594.68 万元，单位千瓦投资 7329 元（静态），单位电度投资 1.93 元（静态）。其中，环境保护和水保保持工程投资 16654.23 万元，占工程总投资的 4.75%。

3 工程分析

3.1 与相关法规政策符合性分析

3.1.1与国家产业政策的符合性分析

本工程属于水力发电，采取了鱼道、增殖站等严格的环境保护措施，设置了下泄生态流量设施，保障初期蓄水期间下游生态环境用水。根据国家发改委 2011 年第 9 号令《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修订），工程属于我国目前电力行业中鼓励类产业。

霍尔古吐水电站工程运行后，减少电网煤炭消耗量，减少燃煤大气污染物的排放，从而有利于缓解电力行业面临的 CO_2、SO_2、NO_X 等排放限制压力，具有积极的环境保护作用。因此，霍尔古吐水电站建设符合国家发展清洁能源的产业政策。

3.1.2与国家能源政策的符合性分析

2005 全国人大十届十四次会议通过、2006 年 1 月 1 日实施的《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”。

2007 年 12 月国务院新闻办公室发布了《中国能源发展状况与政策》白皮书。“白皮书”指出“电力是高效清洁的能源，建立经济、高效、稳定的电力供应体系，是保证国民经济和社会稳定发展的基本要求。中国坚持以结构调整为主线，优化电源结构。……在保护生态、妥善解决移民问题的条件下，**大力发展水电**。……中国将推进水电流域梯级综合开发，加快大型水电建设，因地制宜开发中小型水电，适当建设抽水蓄能电站……”

进入“十三五”时期，为优化能源供给结构，提高能源利用效率，建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系，在《国民经济和社会发展十三五规划纲要》中明确了“**统筹水电开发与生态保护**，坚持生态优先，以重要流域龙头水电站建设为重点，科学开发西南水电资源”。

霍尔古吐水电站在工程选址尽量避让了环境敏感区域，不同水期结合下游水生生境需求分别下泄不同比例的生态流量用以保障下游生态用水，并采取鱼道过鱼、增殖放流、减水河段生境修复与改造措施、划定栖息地保护河段等对栖息地进行保护，同时结合电力外送需求充分论证了工程规模，切实体现了水电开发的生态优先、统筹考虑、

适度开发的原则，霍尔古吐水电站作为优质的水能资源和可再生能源，在保护好生态环境的前提下开发，符合国家能源政策的相关要求。

3.1.3与国家应对气候变化政策的符合性分析

2005 年 2 月 16 日《京都议定书》（即《联合国气候变化框架公约》）正式生效，是联合国认可的国际法。我国已正式承诺履行该公约，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”。2007 年 6 月，国务院在“关于印发应对气候变化国家方案的通知”（国发[2007]17 号）中指出，“**在保护生态基础上有序开发水电。把发展水电**作为促进中国能源结构向清洁低碳化方向发展的重要措施。在做好环境保护和移民安置工作的前提下，合理开发和利用丰富的水力资源，加快水电开发步伐，重点加快西部水电建设，因地制宜开发小水电资源。”

水电为清洁能源，工程建成后每年可获得清洁能源 16.20 亿 kW•h，为系统节约煤耗 57.07 万 t，每年可减少 CO_2 排放量约 171.27t，可减少烟尘排放量、CO、SO_2、NO_X 和其他有害物质排放量，减排效果明显，符合我国环境保护政策的要求。

3.1.4与国家支持新疆工作政策的符合性分析

2010 年 5 月举行的中央新疆工作座谈会指出，“做好新形势下新疆工作，是提高新疆各族群众生活水平、实现全面建设小康社会目标的必然要求，是深入实施西部大开发战略、培育新的经济增长点、拓展我国经济发展空间的战略选择，是我国实施互利共赢开放战略、发展全方位对外开放格局的重要部署，是加强民族团结、维护祖国统一、确保边疆长治久安的迫切要求.....要着力推进经济建设，加快经济发展步伐，加快推动资源优势向经济优势转化，扶持优势特色产业发展.....”。

2014 年 5 月举行的第二次中央新疆工作座谈会指出，“社会稳定和长治久安是新疆工作的总目标；要坚定不移推动新疆更好更快发展；加强基础设施建设，发展现代物流，立足区位优势，建设好丝绸之路经济带核心区。把资源优势转化为经济优势，增强地方自我发展能力，更好地造福当地各族人民.....”。

霍尔古吐水电站的建设，将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，符合中央支持新疆工作的有关精神。

3.2 与相关规划符合性分析

3.2.1与流域水电规划的符合性分析

（1）与新疆开都河中游河段水电规划（修编）的符合性分析

《新疆开都河中游河段水电规划报告（修编）》（2012.8）推荐两库七级开发方案，自上而下依次为阿仁萨很托亥、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐、滚哈布奇勒、察汗乌苏（已建）、柳树沟（已建）、大山口（已建）。规划梯级共利用落差 1034m，总装机容量 1930MW，多年平均年发电量 65.58 亿 kW·h（联合运行）。其中察汗乌苏、柳树沟和大山口已建成；阿仁萨很托亥、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐和滚哈布奇勒为新规划梯级，装机容量分别为 420MW、219MW、423MW、291MW，推荐滚哈布奇勒、霍尔古吐和哈尔嘎廷郭勒为近期开发工程，统筹开发。

规划的霍尔古吐水电站工程坝址多年平均流量 103.1m^3/s，混合式开发，开发任务主要为发电，径流式电站。正常蓄水位 2075m，相应库容 0.12 亿 m^3，最大坝高 45.8m，引水洞长约 14.7km，厂房尾水与滚哈布奇勒水库正常蓄水位（1820.00m）衔接，装机容量 423MW，电站利用水头 255m，单独运行多年平均发电量 14.92 亿 kW·h。

可行性研究阶段进一步深化工程规划设计，工程特性对比规划阶段发生了一定变化。

①坝址变化

开都河水电规划阶段，霍尔古吐水电站规划坝址位于和静县巴音乌鲁镇德尔毕力金牧场霍尔古吐沟口上游 5.3km 处。

本阶段的规划布置经历了多次的调整，主要影响是晚更新世以来有活动的松树达坂断裂。在霍尔古吐沟口下游长约 15km 的河段内，该断裂基本平行河道展布，河流顺断层或近距离傍断层穿流（图 3.2.1-1），显然不适合建坝。霍尔古吐沟向上游，该断层偏离开都河交于右岸的虎拉山北缘断裂，远离河道 1.8km 以上，适合选择坝址，且坝高不超过 100m，较好地适应河段的地质条件。因此，本梯级布置应尽可能避开该断层，坝址选择河段拟定在霍尔古吐沟口至哈尔嘎廷郭勒厂房尾水处，约 8km 河段内。



图 3.2.1-1　F4、F5 与工程区位置关系图

预可研阶段，选择了上、中、下三个坝址开展比较工作，上坝址位于霍尔古吐沟上游 7.6km（河道距离），中坝址位于霍尔古吐沟上游 6.1km（河道距离），下坝址位于霍尔古吐沟口上游 1.5km（河道距离），预可研审查会基本同意采用上坝址首部枢纽+左岸发电引水隧洞+下厂址地面厂房的枢纽布置格局”。2014 年，中国国际工程咨询公司主持召开了《新疆开都河霍尔古吐水电站工程可行性研究报告（中间成果）》咨询会，咨询会认为“设计推荐上坝址为选定坝址、下厂址为选定场址是合适的”。

从地质条件来看，上、中坝址均不存在影响方案成立的重大工程地质问题，经相应工程处理后，均具备建坝和布置相应枢纽建筑物的地形地质条件，而且越远离虎拉山北缘断裂工程地质条件越优；下坝址离右岸的虎拉山北缘断裂较近，建坝条件相对较差。

可研阶段进一步调查发现，在上坝址方案库区淹没范围左、右岸分布有 2 片比较集中的天山桦和大径阶密叶杨群落，对天然植物群落的影响较大；下坝址最大坝高约 80m 以上，淹没两岸损失较大，而且存在下泄低温水问题；从环境影响角度而言，中坝址方案相对较优。

因此，综合以上因素分析，霍尔古吐水电站采用中坝址方案，推荐坝址位于规划坝址上游约 800m，中坝址方案符合规划阶段开发布局及开发方式。

②厂址变化

规划阶段，厂房位于霍尔古吐沟下游约 12.5km 的河流左岸斜坡基岩上。

预可研阶段，结合河道的地形地质条件，在霍尔古吐沟下游约 12.5km 的左岸永安沟的下游初拟了上、下两个厂址。预可行性研究报告审查意见，“鉴于本项目厂址存在高边坡和抗震安全问题、下游滚哈布奇勒梯级高坝存在抗震安全和坝基深厚覆盖层处

理问题，并考虑到滚哈布奇勒梯级实际开发时间晚于本项目，审查建议研究将本项目厂址适当下移。”

可研阶段，厂址拟定预可研推荐厂址（上厂址）与下移 3km 厂址（下厂址）两个方案进行比较。从抗震安全、厂房布置条件、施工组织、尾水归槽、工程建设难度等方面综合比较，下厂址方案两梯级电站建设条件明显优于上厂址。另外，考虑下游滚哈布奇勒水电站大坝高度，减少对两岸植被的淹没影响，下厂址方案较优。

因此，本阶段霍尔古吐水电站厂址选择下厂址，相比规划阶段厂房下移了 3km（河道距离），但是下游规划滚哈布奇勒对两岸植被的淹没影响显著下降。

③正常蓄水位变化

可研阶段，进一步调查发现库区左、右岸分布有两片集中的密叶杨和天山桦林。规划阶段推荐正常蓄水位 2075m 方案将全部淹没右岸集中分布的密叶杨和天山桦群落，左岸集中分布的密叶杨和天山桦林也受较大影响。

为尽量避免规划阶段正常蓄水位对库区集中成片的大径阶密叶杨和天山桦群落的不利影响，同构比较论证降低正常蓄水位至 2070m，牺牲部分工程和经济效益，最大限度保留了左、右岸 2 片集中的密叶杨和天山桦群落及其生境，充分体现了生态优先的理念。

④装机容量变化

可研阶段，经技术经济综合比较，装机由规划阶段 423MW 增加到 426.50MW，与规划阶段相比基本未发生变化。

同上，本阶段为尽量避免对库尾河段密叶杨和天山桦群落的不利影响，降低正常蓄水位至 2070m；同时通过布置生态机组满足运行期下泄生态流量的要求。

⑤下泄生态流量变化

水电规划阶段明确提出：霍尔古吐水电站下泄生态流量多水期 4-9 月不少于断面多年平均流量的 20%，少水期 10-次年 3 月不少于断面多年平均流量的 10%。

可研阶段，根据河段主要的环境敏感对象用水需求，同时考虑现阶段生态环保要求，经过综合比较论证，提出：多水期 4～9 月按照坝址处多年平均流量的 30%下泄，即 30.9m^3/s、少水期（10 月～次年 3 月）按照坝址处多年平均流量的 10%下泄，即 10.3m^3/s。

本阶段充分考虑了河段鱼类资源和下游河谷林草的生态用水需求，加大了下泄生态流量，最大程度减轻了对河段生态环境的不利影响，同时通过布置生态机组满足运

行期下泄生态流量的要求。

⑥小结

霍尔古吐水电站坝址位于规划的坝址河段，位于规划坝址上游约 800m 处，正常蓄水位 2070m，装机容量 426.50MW，开发任务为在满足下游生态用水的前提下发电，并促进地区经济社会发展。

经综合分析，霍尔古吐水电站的开发布局、开发任务、开发方式等与规划阶段基本保持一致，为充分避让对库区左右岸集中分布的 2 片密叶杨、天山桦林的影响，本阶段对坝址、厂址、正常蓄水位和装机容量进行了较大程度优化，同时加大了下泄生态流量，同时工程调度方案遵循优先满足坝下生态流量下泄需求的基础上，再进行引水发电。总体而言，霍尔古吐水电站工程建设充分体现了生态优先的理念，避让了对重要环境敏感目标的影响，与开都河水电规划总体上是相符的。

（2）与新疆开都河中游河段水电规划环境影响评价要求的符合性

2012 年 9 月新疆维吾尔自治区环境保护厅以新环自函[2012]929 文正式印发了《新疆开都河中游河段水电规划（修编）环境影响报告书》及审查意见。

1）规划环评的主要环境影响减缓措施

①扩建察汗乌苏鱼类增殖站以满足本规划各梯级工程实施后鱼类增殖放流的规模要求，增殖放流鱼类包括新疆裸重唇鱼和塔里木裂腹鱼。

②巴音布鲁克草原位于开都河上游河源区大小尤尔都斯盆地，为保护巴音布鲁克草原、巴音布鲁克天鹅国家级自然保护区和开都河土著鱼类种质资源，开都河干流的骆驼脖子以上的上游河段区不再进行水利及水能利用的单项工程的开发与建设。

③为避免因道路交通建设对上游自然保护区的影响，规划推荐方案各梯级电站工程开发应做好施工道路的规划与设计工作，做好永久与临时道路的综合利用，同时尽量减轻因道路交通建设与单项工程施工对上游草场与林木可能造成的破坏，减少地表扰动，减轻水土流失危害。

④委托相关资质部门开展规划实施生态环境监测工作，重点是建立河谷生态监测体系，落实河谷生态监测措施，一旦发现河谷林草供水不足，出现劣变趋势，采取有效措施立即增加向下游河谷供水量，遏制河谷特别是减水河段林草退化。

⑤各梯级坝址/闸址断面生态基流多水期 4-9 月不少于断面多年平均流量的 20%、少水期 10-次年 3 月不少于断面多年平均流量的 10%。

⑥落实规划项目的环保负责人，与环境保护管理部门一同做好各项工程的环境保

护与监督管理工作。

⑦规划的近期建设项目在开展环境影响评价工作时，应开展中游河段拦河开发工程的过鱼设施方式论证、设计与建设工作。

⑧以生态环境保护为前提，进一步优化梯级电站规划，保护河谷生态和鱼类资源。开展规划河段水电规划与建设项目跟踪监测与环境影响回顾性评价。

⑨开展特有保护鱼类繁殖生物学研究、鱼类人工驯养和繁殖技术研究和鱼类生态适应性研究等相关科学研究，以有效保护河段生态环境和鱼类资源。

2）规划环评对项目环评的要求

①规划的水电项目筹建及准备期相关工程作为一个整体项目纳入“三通一平”工程开展环境影响评价，经批准后方可实施。水电建设项目环境影响评价中要有“三通一平”工程环境影响回顾性评价内容。

②在单项工程设计中，应开展下泄生态基流泄放设施的专项设计工作，并建立实施下泄流量监控系统，确保生态基流泄放措施的可行、可靠。

③在单项工程阶段进一步分析研究阿仁萨很托亥水库水温变化，视情况确定是否需采取水温恢复措施，以减缓下泄低温水对水生生态等的影响。

④下阶段尽量优化梯级工程布局，尽可能减少工程占地面积，引水线路布设“宜洞则洞”，坝（闸）址、渠线、厂房布设应避开林木和植被较好的区域，选择区域环境和景观影响较小的方案。

⑤做好单项工程施工期料场开采和渣场堆渣设计工作，避免占用林地，防护措施严格执行批复的环境影响评价文件和水土保持方案以及后续设计文件。在工程施工前编制工程建设生态环境修复方案，用以指导施工场地生态修复工作。如工程设计发生变动，及时进行环保设计变更。

⑥规划梯级建设需占用重点公益林的项目，其环境影响评价文件在报批前，须依法向林业行政主管部门申请办理相关许可，并将许可文件附于报批的环境影响评价文件中。

⑦对工程影响区植被作进一步调查，并采取避让、移植、异地抚育等可行的措施以减免对保护植物的影响。

3）本次环评落实情况

在霍尔古吐水电站前期工作中，在深入研究工程建设对鱼类资源影响的基础上，结合规划环评提出的栖息地保护范围，增加了霍尔古吐沟作为鱼类栖息地保护范围，

保护范围相比规划阶段有所扩大；严格按照栖息地的保护要求加以保护；提出采用工程措施对坝址下游至厂房区间 22.0km 的减水河道断面适度改造进行栖息地修复，运行后对减水河段河道形态变化情况的动态监测，调整生境修复措施；采用鱼道过鱼方案，减缓对鱼类阻隔的影响；同时将增殖放流对象的繁殖生物学研究工作纳入科研计划，拟定依托察汗乌苏鱼类增殖放流站在截流后进行增殖放流。

本次环评工作对规划环评阶段主要措施和结论进行了进一步的分析研究，提出了明确的环保措施，如下：

①生态流量下泄措施

水电规划推荐方案霍尔古吐水电站坝址断面生态基流多水期4～9月不少于断面多年平均流量的 20%、少水期 10～次年 3 月不少于断面多年平均流量的 10%进行下泄。

可研阶段结合减水河段保护对象需求，采用 Tennant 法、湿周法和 R2-cross 法综合论证了减水河段的生态用水需求，同时考虑《新疆开都河中游河段水电规划环境影响跟踪评价报告书》及审查意见的相关要求，提出下泄生态流量过程及要求：少水期（10月～次年 3 月）按坝址处多年平均流量的 10%即 10.3m^3/s 下泄生态流量；多水期（4月～9 月）按坝址处多年平均流量的 30%即 30.9m^3/s 下泄生态流量，高于规划阶段下泄生态流量的要求。

同时，为满足生态基流的泄放要求，通过设置生态机组和冲沙闸等设施组合运用，适应不同时期下泄生态流量的要求。

②栖息地保护与修复

本次环评工作经过筛选工程影响区域内有一定保护价值的支流霍尔古吐沟作为鱼类栖息地加以保护；同时，通过研究减水河段水文特性，对坝址～厂址区间长约 22.0km 的减水河段采取工程措施进行栖息地修复、微生境。本阶段栖息地的保护范围、保护措施符合规划环评及其审查意见提出的要求，且干流保护范围显著扩大。

③过鱼设施

可研阶段在对鱼类资源及生态习性进一步调查分析的基础上，为减缓霍尔古吐水电站建成后将对鱼类生殖洄游和种群交流产生的阻隔影响，开展过鱼设施研究。通过对鱼道和升鱼机方案的比选，推荐采用鱼道过鱼方案。主要过鱼对象是新疆裸重唇鱼和塔里木裂腹鱼。

④鱼类增殖放流

结合最新开展的鱼类资源及其生境调查、鱼类影响分析成果，重点将新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼等自治区保护鱼类作为增殖放流对象，适当考虑其他土著鱼类增殖，主要依托下游已建的察汗乌苏鱼类增殖站，放流规模合计 10 万尾/年，按一定的比例投放幼鱼、苗种和成鱼：其中幼鱼 8 万尾，放流规格为体长 3cm；苗种 2 万尾，放流规格为体长 5～10cm。。近期放流鱼类能够实现在截流前后首次放流。

⑤陆生生态

通过工程选址选线的避让，霍尔古吐水电站多次优化施工布置，减少工程占地面积，引水线路布主要采用隧洞，坝（闸）址、渠线、厂房避开了林木和植被较好的区域；另外，通过正常蓄水位的优化，基本完整保留了左、右岸 2 片集中的密叶杨和天山桦群落及其生境，最大限度减轻了对河段大径阶密叶杨和天山桦群落的不利影响。

⑥环境监测计划

制定了施工期及运行期地表水水质、生态流量下泄等环境监测计划以及水生生态调查、陆生生态调查、鱼类增殖放流效果监测、过鱼效果观测等综合性环境监测规划。

本环评阶段对规划环评阶段提出的相关要求均进行了研究和落实，相关措施要求能够满足流域水电规划环评要求。

（3）与新疆开都河中游河段水电规划环境影响跟踪评价的符合性

1）跟踪评价报告及审查意见对项目环评的要求

《规划》实施以来，流域下游受水资源开发利用、水利水电工程建设运行以及中游水电开发等影响，出现局部河段短时间断流现象，鱼类适宜生境减少，土著鱼类资源萎缩明显，同时对农业灌溉引水造成不利影响。为保障环境影响跟踪评价的有效性，建议在《规划》实施中做好以下工作：

①该水电规划继续实施前，做好规划河段及其影响河段已出现各类生态环境问题的治理工作，提高生态流量下泄要求，枯水期和多水期分别不低于坝/闸址断面天然径流量的 10%、30%，各规划梯级单项工程环评时须进行进一步论证，根据论证结论可进一步增加生态流量下泄要求。安装在线监测设施，确保河流主要控制断面下泄生态流量，避免河道断流，避免对下游农业灌溉产生不利影响，维持和改善流域水生生境条件。

②利用察汗乌苏水电站鱼类增殖放流站，开展整个流域土著鱼类增殖放流工作，以恢复流域土著鱼类资源。

③规划梯级环评应加强流域内新疆巴音布鲁克国家级自然保护区、尾闾湖泊、水

生生物等环境敏感区域的保护研究，提出生态流量下泄、植被恢复、鱼类栖息地、过鱼设施等生态环境保护措施，以减缓规划实施对流域生态环境的影响，加强水质污染、生态用水被挤占等环境风险分析，确保生态环境安全。

④严格遵循“电调服从水调”原则，电站调度运行首先应满足生态流量下泄。充分论证过鱼设施的可行性与必要性。根据工程对鱼类影响评价结论，采取人工增殖放流措施补充河道鱼类资源。

⑤积极落实区域生态环境监测计划，开展已实施工程后评价，后续规划梯级实施过程中应及时开展生态环境监理。

2）本次环评落实情况

本次环评工作对规划环评阶段主要措施和结论进行了进一步的分析研究，提出了明确的环保措施，如下：

①生态流量下泄措施

本阶段充分考虑了河段鱼类资源和下游河谷林草的生态用水需求，经过综合比较论证，提出：多水期 4～9 月按照坝址处多年平均流量的 30%下泄，即 30.9m^3/s、少水期（10 月～次年 3 月）按照坝址处多年平均流量的 10%下泄，即 10.3m^3/s。同时通过布置生态机组满足运行期下泄生态流量的要求。

同时，为满足生态基流的泄放要求，通过设置生态机组和冲沙闸等设施组合运用，适应不同时期下泄生态流量的要求；另外，在坝下布设生态流量在线监测设施，确保河流减水河段下泄生态流量，保障主要生态用水对象用水需求。

②鱼类增殖放流

结合最新开展的鱼类资源及其生境调查、鱼类影响分析成果，重点将新疆裸重唇鱼等自治区重点保护鱼类作为增殖放流对象，主要依托下游已建的察汗乌苏鱼类增殖站，放流规模合计 10 万尾/年，按一定的比例投放幼鱼、苗种和成鱼：其中幼鱼 6 万尾，放流规格为体长 3cm；苗种 4 万尾，放流规格为体长 8～10cm。近期放流鱼类能够实现在截流前后进行增殖放流。

③过鱼设施

可研阶段在对鱼类资源及生态习性进一步调查分析的基础上，为减缓霍尔古吐水电站建成后将对鱼类生殖洄游和种群交流产生的阻隔影响，开展过鱼设施研究。通过对鱼道和升鱼机方案的比选，推荐采用鱼道过鱼方案。主要过鱼对象是新疆裸重唇鱼。

④调度运行

本工程工程开发任务为在满足下游生态用水的前提下发电。调度运行严格遵循“电调服从水调”原则，电站调度运行首先应满足生态流量下泄。

⑤环境监测计划

制定了施工期及运行期地表水水质、生态流量下泄等环境监测计划以及水生生态调查、陆生生态调查、鱼类增殖放流效果监测、过鱼效果观测等综合性环境监测规划。

本环评阶段对水电规划跟踪阶段提出的相关要求均进行了研究和落实，相关措施要求能够满足流域跟踪评价及审查意见的要求。

3.2.2与主体功能区规划的符合性分析

（1）与《全国主体功能区规划》的符合性

根据《全国主体功能区规划》（国发[2010]46 号），在国家层面将国土空间划分为优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类区域，并明确了各自的范围、发展目标、发展方向和开发原则。

“禁止开发区域”包括了世界文化自然遗产、国家级和自治区级自然保护区、风景名胜区、国家森林公园、国家地质公园。根据资料分析，霍尔古吐水电站不涉及世界遗产、自然保护区、风景名胜区、地质公园和森林公园。

“限制开发区域”包括“农产品主产区”和“重点生态功能区”两种，主体功能是提供农产品和生态产品，保障国家农产品供给安全和生态系统稳定，但也允许适度开发能源和矿产资源，允许发展那些不影响主体功能定位、当地资源环境可承载的产业，允许进行必要的城镇建设。

国家层面限制开发的农产品主产区是指具备较好的农业生产条件，以提供农产品为主体功能，以提供生态产品、服务产品和工业品为其他功能，需要在国土空间开发中限制进行大规模高强度工业化城镇化开发，以保持并提高农产品生产能力的区域。霍尔古吐水电站工程位于国家层面限制开发区域（农产品主产区）——甘肃新疆主产区。发展重点：建设以优质强筋、中筋小麦为主的优质专用小麦产业带，优质棉花产业带。

根据《全国主体功能区规划》对农产去主产区的要求“……限制进行大规模高强度工业化城镇化开发……”,"……允许适度开发能源和矿产资源……"。因此，霍尔古吐水电站的开发建设，未进行大规模高强度工业化城镇化开发，适度开发能源，不违背《全国主体功能区规划》对该区域的发展定位。

霍尔古吐水电站开发过程中，通过限定施工范围，减少土地和植被扰动，对征占林

地、草地进行补偿，针对工程建设可能带来的不利影响制定系统的生态保护和恢复措施，按照区域开发管制原则进行措施布局，最终达到主体功能规划的要求。

霍尔古吐电站环评工作委托国内相关权威科研单位开展了陆生生态、水生生态和生态流量的专题研究，对项目可能产生的不利生态影响进行了预测评价，提出了可行的生态保护与恢复措施，制定陆生生态影响恢复和补偿措施，施工结束后，结合水土保持植物措施，对各类施工迹地实施陆生植被恢复和补偿，且恢复的植被面积不低于原有植被面积，植被补偿物种选择当地优良乡土物种。

本次环评工作筛选工程影响河段内有一定保护价值的支流霍尔古吐沟作为鱼类栖息地加以保护，在不同时期分别按 10.3m^3/s、30.9m^3/s、下泄维持水生生态系统稳定所需水量的要求的基础上，重点对坝址～厂房约 22.0km 的减水河段进行栖息地生境修复，并采取增殖放流补偿工程建设带来的鱼类资源损失及建设鱼道过鱼恢复生境的连通性等一系列生态保护与修复措施综合考虑陆生生态、水生生态和生态流量下泄措施并保障实施后，可基本满足限制开发区域（农产品主产区）-甘肃新疆主产区环境管理的要求，不影响功能区的定位和发展方向。

2）与《新疆维吾尔自治区主体功能区规划》的符合性

根据主体功能区开发的理念，结合新疆独特的自然地理状况和新时期跨越式发展的需要，《新疆维吾尔自治区主体功能区规划》将新疆国土空间划分为重点开发、限制开发和禁止开发区域；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；按层级，包括国家和自治区两个层面（其中：国家层面主体功能区是《全国主体功能区规划》从我国战略全局出发划定的，自治区层面主体功能区是按要求在国家层面以外的区域划定的）。

重点开发、限制开发和禁止开发三类主体功能区，是基于不同区域的资源环境承载能力、现有开发强度和未来发展潜力，以是否适宜或如何进行大规模、高强度的工业化城镇化开发为基准划分的。新疆主体功能区划中，重点开发区域和限制开发区域覆盖国土全域，而禁止开发区域镶嵌于重点开发区域或者限制开发区域内。

霍尔古吐水电站位于限制开发区域（重点生态功能区）-天山南坡中段山地草原生态功能区。区内冰川发育，众多河流发源地，拥有国最大的淡水内陆湖，分布有大面积的芦苇湿地，巴州重要的供水水源地。目前水土流失、土壤侵蚀严重、森林遭到破坏，草原退化，湖水水质污染、湿地萎缩。发展方向：禁止过度放牧，恢复天然草原植被，加大水污染防治力度，加强野生动物和湿地保护。

霍尔古吐水电站建设对提高当地居民生活水平和加强当地基础设施建设，增加地方财政税收收入和社会经济的全面发展有积极的促进和推动作用。为了减缓工程对水生生态的影响，保护鱼类资源，依托察汗乌苏鱼类增殖放流站，重点增殖放流新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼等自治区保护鱼类，放流规模为 10 万尾/年。同时本次环评工作针对工程建设可能带来的不利影响还制定了鱼道过鱼、下泄生态流量和植被恢复等系统的生态保护和恢复措施。因此，在切实做好生态环境保护的前提下，建设霍尔古吐水电站总体符合新疆维吾尔自治区主体功能区规划功能定位和发展方向。

3.2.3与生态功能区划的符合性分析

（1）与全国生态功能区划的符合性分析

为协调人与自然的关系、协调生态保护与经济社会发展关系、促进经济社会的可持续发展，环保部于 2008 年发布了《全国生态功能区划》，2015 年对该区划进行了修编。新修编的《全国生态功能区划》包括 3 大类、9 个类型和 242 个生态功能区，并确定 63 个重要生态功能区。按生态功能分区单元划分，霍尔古吐水电站工程区属天山水源涵养与生物多样性保护重要区。

该类型区的主要生态问题：人类活动干扰强度大；生态系统结构单一，生态系统质量低，水源涵养功能衰退；森林资源过度开发、天然草原过度放牧等导致植被破坏、水土流失与土地沙化严重；湿地萎缩、面积减少；冰川后退，雪线上升。该类型区的生态保护主要方向：①对重要水源涵养区建立生态功能保护区，加强对水源涵养区的保护与管理，严格保护具有重要水源涵养功能的自然植被，限制或禁止各种损害生态系统水源涵养功能的经济社会活动和生产方式，如无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦、过度放牧、道路建设等。②继续加强生态保护与恢复，恢复与重建水源涵养区森林、草地、湿地等生态系统，提高生态系统的水源涵养能力。坚持自然恢复为主，严格限制在水源涵养区大规模人工造林。③控制水污染，减轻水污染负荷，禁止导致水体污染的产业发展，开展生态清洁小流域的建设。④严格控制载畜量，实行以草定畜，在农牧交错区提倡农牧结合，发展生态产业，培育替代产业，减轻区内畜牧业对水源和生态系统的压力。

霍尔古吐水电站建设不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园等，不涉及高山冰川及湖泊。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，不会对水质造成直接影响。工

程蓄水后基本不占用水资源，与该功能区水源涵养作用并不矛盾。工程建设将对施工区范围内的陆生生态环境造成一定不利影响，并增加水土流失，但这些影响仅限于施工期，影响范围较小，影响时间短，不属于该区限制或禁止工程。在工程建设过程中，拟采取减少工程占地、严格控制施工范围、减少占用高生产力林地、保存施工区表土、临时用地及时复垦复绿、开展生态修复、严禁捕杀野生动物等生态保护措施。

因此，在采取严格的环保措施后，霍尔古吐水电站可维护区域生物多样性，满足生态功能区生态保护要求。

（2）与新疆生态功能区划的符合性分析

根据生态功能区划的原则和全国的区划方案，新疆的生态功能区划采用生态区、生态亚区、生态功能区三级分区系统。根据地貌特点、温湿状况和典型生态系统类型，生态系统类型与生态系统服务功能类型，生态服务功能重要性和生态环境敏感性，新疆自治区全境共划分出 76 个生态功能区。

根据《新疆生态功能区划》，霍尔古吐水电站属于天山山地温性草原、森林生态区——天山南坡草原牧业、绿洲农业生态亚区——尤尔都斯盆地草原牧业、湿地生物多样性保护生态功能区。本区主要生态环境问题：草原退化、虫害鼠害严重、旅游区景观破坏；主要服务功能：水文调蓄、畜产品生产、生物多样性维护、生态旅游；主要保护措施和发展方向：草地减牧、加强保护区管理、规范旅游、生态移民搬迁，适度建立人工草地，合理发展草原畜牧业及生态旅游业。

霍尔古吐水电站水库淹没、施工占地及移民安置过程将损坏或扰动部分植物和植被，对施工范围内的生态环境造成一定不利影响，并且增加水土流失，施工期产生的“三废”将对工程区环境产生一定不利影响。但是这些影响仅限于施工期和占地范围内，影响时间和影响范围较小。在本工程建设过程中，将切实贯彻“三同时”制度，及时恢复植被、加强水土流失防治，有效避免或减轻对环境的不利影响。因此，本工程与《新疆生态功能区划》的有关要求不冲突。

3.2.4与国家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十三个五年规划纲要》第三十章“建设现代能源体系”指出，“……**统筹水电开发与生态保护**，坚持生态优先，以重要流域龙头水电站建设为重点，科学开发西南水电资源。继续推进风电、光伏发电发展，积极支持光热发电……”。第四十章“扶持特殊类型地区发展”指出，“……把**加快少数民族和民族地**

区发展摆到更加突出的战略位置，加大财政投入和金融支持，改善基础设施条件，提高基本公共服务能力……加强基础设施互联互通，加快建设对外骨干通道。推进新疆建成向西开放的重要窗口……”。

《新疆维吾尔自治区国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》指出，“稳步推进水电项目建设。综合考虑各流域实际情况，有序开发叶尔羌河、开都河、和田河、阿克苏河等 9 大流域水能资源，建设一批有调节能力的梯级水电站，积极推进阜康、哈密、阿克陶抽水蓄能电站建设，启动赛里木湖抽水蓄能水电站前期论证工作。其中，开都河流域的哈尔嘎廷郭勒（21.9 万千瓦）、霍尔古吐水电站（42.3 万千瓦）列入近期重点水电开发项目。

霍尔古吐水电站的建设，合理开发利用水能资源，项目建设有利于发展清洁能源，又有利于电网稳定运行，同时加快新疆少数民族和民族地区发展。电站的建设符合全国、自治区“十三五”国民经济和社会发展规划。

3.2.5与国家及地方能源发展“十三五”规划的符合性分析

2016年12月26日，国家发展改革委、国家能源局以发改能源[2016]2744号文印发了《能源发展“十三五”规划》，提出“十三五”期间，“坚持生态优先、统筹规划、梯级开发，有序推进流域大型水电基地建设，加快建设龙头水电站，控制中小水电开发.....。创新水电开发运营模式，探索建立水电开发收益共享长效机制，保障库区移民合法权益。2020年常规水电规模达到3.4亿千瓦，“十三五” 新开工规模6000万千瓦以上.....”。

《可再生能源发展“十三五”规划》明确提出，**积极稳妥发展水电，**统筹水电开发进度与电力市场发展，以西南地区主要河流为重点，积极有序推进大型水电基地建设，合理优化控制中小流域开发，确保水电有序建设、有效消纳。统筹规划，合理布局。

《新疆“十三五”能源发展规划》提出“充分发挥新疆风光资源、水能资源等优势，加大开发力度，逐步提高可再生能源在能源生产和消费结构中的比例，促进自治区节能减排和能源结构调整”其中，加快推进的项目：重点建设哈密天山抽水蓄能电站（120万）、阿克陶抽水蓄能电站（60万）。

《新疆维吾尔自治区可再生能源“十三五”发展规划》提出“在做好流域规划环评、生态环境保护和移民安置、满足综合利用的前提下，综合考虑各流域资源情况、开发利用条件、流域农业灌溉、调水工程建设和电力市场需求等因素，落实最严格水资源管理制度，充分发挥水电在电网调峰、新能源消纳中的作用，坚持电调服从水调，稳步推进

水电开发，主要集中开发伊犁河、额尔齐斯河、叶尔羌河、**开都河**等流域水能资源。.....开工建设**霍尔古吐**等梯级电站，开工装机规模99.9万千瓦；到2020年装机规模达到86.85万千瓦。”

因此，新疆霍尔古吐水电站的建设符合国家和新疆能源发展“十三五”规划的要求。

3.2.6与国家地方水电发展“十三五”规划的符合性分析

2016年12月，国家能源局印发了《水电发展“十三五”规划》，规划布局中提出“根据我国水能资源具有的明显区域分布特点和开发现状，统筹规划、合理布局**西部**和东中部水电开发。西南地区以川、滇、藏为重心，以重大项目为重点，结合受端市场和外送通道建设，积极推进大型水电基地开发。继续做好金沙江中下游、雅砻江、大渡河等水电基地建设工作；积极推进金沙江上游等水电基地建设，建设藏东南“西电东送”接续基地。**西北地区**适应能源转型发展需要，优化开发黄河上游水电基地。发挥水电的调节作用，实现水电与其他能源的多能互补。加强流域梯级水电站群联合调度运行管理。到2020年，西部常规水电装机规模达到24000万千瓦，占全国的比例为70.6%，开发程度达到44.5%。

《新疆维吾尔自治区“十三五”水电发展规划》重点任务中明确，“加快推进叶尔羌河、阿克苏河、克孜河、盖孜河、和田河、**开都河水电开发**，有序推进伊犁河、额尔齐斯河水能资源开发，禁止在自然保护区、生态功能区、水源涵养区、风景名胜区等区域开发建设水电项目。……开工建设**霍尔古吐**等梯级电站，开工装机规模99.9万千瓦；到2020年装机规模达到86.85万千瓦。”

因此，霍尔古吐水电站建设符合水电发展“十三五”规划，列入新疆“十三五”时期重点开工建设水电项目。

3.2.7与新疆维吾尔自治区环境保护“十三五”规划的符合性分析

新疆维吾尔自治区环境保护“十三五”规划的基本原则之一为“以人为本，保护第一；统筹兼顾，协调发展”。规划主要任务之一为：“全面推荐水污染防治行动计划，持续改善水环境质量，实施以控制单位为基础的水环境质量管理，统筹运用结构优化、污染治理、总量减排、达标排放等多种手段，强化排污者主体责任；全面推进国土空间管控，维护生态系统服务功能，严格执行规划和建设项目环境影响评价制度，建议产业准入负面清单，严禁“三高”项目进新疆，实行能源、矿产资源开发自治区政府“一支笔”审批

制度，实行环境保护“一票否决”制度，实行最严格的生态保护制度和空间用途管制制度”等。

霍尔古吐水电站的建设属于开发利用清洁能源，是目前电力行业中鼓励类产业。本次环评工作针对工程建设对水环境、生态环境的影响开展了细致全面的分析评价，并提出了相应的环境保护措施，可在很大程度上减缓对环境的不利影响。因此，工程建设与自治区环境保护“十三五”规划的基本原则、目标及规划主要任务是可协调一致的。

3.2.8与“三线一单”符合性分析

3.2.8.1 生态保护红线

新疆开都河霍尔古吐水电站不涉及主体功能中禁止开发区域、生态服务功能极重要区域和生态环境极敏感脆弱区以及其他各类保护地，同时也不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园等特殊保护区和水源涵养区等敏感保护目标。

2020 年 9 月，自治区生态环境厅印发了《关于新疆开都河中游河段水电规划环境影响跟踪评价工作有关意见的函》（新环环评函[2020]510 号）。根据河段水电规划环境影响评跟踪价成果，开都河中游河段规划方案（包括霍尔古吐）不涉及自然保护区等法定生态保护红线划定范围，规划方案、工程布局与生态保护红线的管控要求是相符的。

2020 年 11 月，新疆维吾尔自治区“三线一单”成果顺利通过生态环境部审核。2021 年 2 月 21 日，新疆维吾尔自治区人民政府印发了《新疆维吾尔自治区“三线一单”生态环境分区管控方案》（新政发[2021]18 号）。但是截至目前，自治区生态保护红线划定工作还在进一步优化调整，生态保护红线相关成果尚未正式发布，工程布置与生态保护红线的位置关系以最终批复的生态保护红线为准。

按照《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（厅字[2019]48 号）、《生态保护红线管理办法（试行）》（征求意见稿）等相关文件管控要求：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；其他区域，严格禁止开发性、生产性建设活动，除满足国家特殊战略需要的有关活动外，在符合现行法律法规前提下，仅允许开展部分对生态功能不造成破坏的有限人为活动。因此，霍尔古吐水电站应尽量避让生态保护红线，严格执行生态保护红线相关管控要求，避免在自然保护地和各类禁止开发区域进行水电开发。

3.2.8.2 环境质量底线

将国家和地方对评价河段设置的水环境质量目标作为水环境质量底线和改善环境质量的基准线。依据《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030 年）》、《“十三五”期间水质需保持控制单元信息清单》、《新疆维吾尔自治区水污染防治工作方案》对评价河段的水质管理要求，结合水环境现状及规划工程布局，提出评价河段的水环境质量目标及管控分区，见表 3.2.8-1。

表 3.2.8-1 评价河段水环境质量目标及管控分区

管控分区	管控断面	管控范围		管控地区	水质目标	河段长度（km）	断面类型
		起始	终止				
水环境优先保护区	大山口水文站	阿仁萨很托亥水库库尾	大山口水文站	和静县	Ⅰ	110	省控
水环境重点管控区	第一分水枢纽	大山口水文站	第一分水枢纽	和静县	Ⅱ	15	新增，水质需保持单元控制断面

本项目位于山区人烟稀少区域，项目区附近大气环境、地表水环境、声环境质量良好，能够满足相应的标准要求；项目污废水采取相应水处理设施处理后达标回用或综合利用，禁止排入开都河以及支流等水体，不会对地表水环境造成影响；施工期扬尘、噪声等在采取相应措施后，对周边环境影响也很小；因此，项目严格落实好环评报告提出的各项环保措施，基本符合区域环境质量底线要求。

3.2.8.3 资源利用上线

（1）与水资源利用上限的符合性分析

霍尔古吐水电站主要利用河流水能资源，并不消耗水资源，对开都河水资源开发利用水平无影响，因此，不存在涉及水资源利用上限水平问题。

（2）生态流量

新疆开都河中游河段水电规划（修编）环境影响报告书及审查意见提出：霍尔古吐下泄生态流量多水期 4～9 月不少于断面多年平均流量的 20%、少水期 10～次年 3 月不少于断面多年平均流量的 10%。

新疆开都河中游河段水电规划环境影响跟踪评价报告书及审查意见提出：枯水期和多水期下泄生态流量分别不低于坝/闸址断面天然径流量的 10%、30%，环评阶段须进行进一步论证，根据论证结论可进一步增加生态流量下泄要求。

本次环境影响评价根据河段主要用水对象生态用水需求及现行的环保要求，将下泄生态生态流量提高至多水期 4～9 月为断面多年平均流量的 30%、少水期 10～次年 3 月为断面多年平均流量的 10%，同时设置了生态机组和冲沙闸等生态流量泄放措施，

保证生态流量的下泄。

霍尔古吐水电站在运行过程中本身不损耗水量，运行期间改变了水资源的日内运行，不影响下游河道的水资源量，而且通过下泄生态流量保证了减水河段生态环境要求。因此，项目符合资源利用上线要求。

3.2.8.4 负面清单

水力开发属于清洁能源，不属于高污染、高耗能、高排放的“三高”项目。根据国家发改委 2011 年第 9 号令《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修订），工程属于我国目前电力行业中鼓励类产业，不在负面清单内。

项目所在区域属于天山水源涵养与生物多样性保护重要区国家重要生态功能区域。工程建设将对施工区范围内的陆生生态环境造成一定不利影响，并增加水土流失，但这些影响仅限于施工期，影响范围较小，影响时间短。工程建设过程中，拟采取严格控制施工范围、减少占用高生产力林地、保存施工区表土、临时用地及时复垦复绿、开展生态修复、严禁捕杀野生动物等生态保护措施。因此，在采取严格的环保措施后，满足生态功能区生态保护要求，也不在负面清单内。

3.3 工程方案环境合理性分析

3.3.1装机规模的环境可行性分析

可研阶段装机由规划的 423MW 增加到 426.5MW，装机利用小时数由规划阶段的 3545 调整为 3766h，发电引用流量由 208.2m^3/s 增加到 221.4m^3/s，多年平均发电量由 14.67 亿 kW ħ 增加到 16.20 亿 kW ħ，总体上两阶段发电引用流量有所增加，但是增加不明显。

本阶段为尽量避免对库尾河段密叶杨和天山桦群落的不利影响，降低正常蓄水位至 2070m，比规划阶段水位下降 5m。结合减水河段保护对象需求，及现行的环保要求，生态流量提高至多水期 4～9 月为断面多年平均流量的 30%、少水期 10～次年 3 月为断面多年平均流量的 10%，同时设置了生态机组和冲沙闸等生态流量泄放措施，保证生态流量的下泄。

与规划阶段相比，坝下至厂房区间减水河段枯水期下泄流量增加，坝下典型断面（鱼类产卵场、河流流向变化处、支流汇口处等）平均水深可达到 0.45～0.47m、平均流速可达到 0.74～0.90m/s，坝下河段的平均水深、流速基本满足新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼等自治区重点保护鱼类的栖息繁殖要求。

从环境影响角度分析，本工程装机容量规模是可行的。

3.3.2正常蓄水位比选环境合理性分析

规划阶段霍尔古吐水电站正常蓄水位初拟 2075m，正常蓄水位与上一级哈尔嘎廷郭勒水电站尾水位衔接。

可研阶段，进一步调查发现库区左、右岸分布有两片集中的天山桦和大径阶密叶杨群落。规划阶段正常蓄水位 2075m 方案将全部淹没右岸集中分布的密叶杨和天山桦群落，左岸集中分布的密叶杨和天山桦林也受较大影响。本阶段以不影响左右岸 2 片集中的密叶杨和天山桦林为原则，将正常蓄水位降低至 2070m，牺牲部分工程和经济效益，基本可以完整保留左、右岸 2 片集中的密叶杨和天山桦群落及其生境，最大限度减轻了河段生态环境的不利影响。

从环境影响角度分析，本阶段正常蓄水位显著优于规划阶段推荐水位。

3.3.3坝址、枢纽布置、引水线路比选环境合理性分析

可研阶段根据拟定的三个比选坝址和代表性的厂址下厂址，结合各坝址、厂址引水线路地形地质条件，初步拟定三个总体枢纽布置方案开展坝址、坝线及引水线路综合比较。具体方案如下：

方案一：上坝址首部枢纽+左岸引水隧洞+调压井+下厂址地面厂房

方案二：中坝址首部枢纽+左岸引水隧洞+调压井+下厂址地面厂房

方案三：下坝址首部枢纽+左岸引水隧洞+调压井+下厂址地面厂房

上、中坝址挡水闸坝为中低坝，库容小，泄水建筑物布置不考虑水库的调洪作用，洪水来多少、泄多少。下坝址挡水坝为高坝，库容相对较大，泄水建筑物布置考虑水库的调洪作用。

通过比较分析，各坝址方案在水库库容、电站运行虽有差别，但均能满足电站日调节运行所需的库容要求。从地形地质条件、枢纽布置、施工等技术角度来看，上、中坝址地质条件、枢纽布置基本相同，布置形式类似，施工条件相近。上坝址地形地基地质条件适应性较好、首部枢纽设计施工技术成熟、施工条件较好因此略优。下坝址为高坝混合引水式开发，由于存在 F9 断层及距松树达坂断裂较近、高坝大库、高边坡问题，从地形地质条件、枢纽布置、施工等技术角度来看，下坝址建设风险较高。

本阶段经过进一步调查发现，在上坝址方案淹没右岸集中分布的密叶杨和天山桦群落，影响较大；下坝址最大坝高约 80m 以上，淹没两岸河谷林草面积较大，而且存

在下泄低温水问题。综上所述，中坝址技术、经济条件相对较优，环境影响最小，推荐方案二为总体枢纽布置方案。

方案二基本可以完整保留库区左、右岸 2 片相对集中分布的密叶杨和天山桦群落及其生境，淹没林地和草地植被面积相对最小，同时设置了生态机组和冲沙闸等生态流量泄放措施，保证生态流量的下泄。

3.3.4施工方案环境合理性分析

3.3.4.1 施工场地布置的环境合理性

工程沿线河道局部狭窄，两岸山体较陡峻，沿河两岸分布滩地及阶地较多，可作为施工布置用地，施工总布置方案应遵循因地制宜、因时制宜、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理的原则，在充分考虑下列条件后进行场地选择与布置。

本工程施工场地按首部枢纽施工区、引水隧洞 2 号支洞～5 号支洞控制段施工区及厂房施工区集中布置。三大区根据施工需要，各自布置施工工厂、办公生活营地、弃渣场、料场等项目。

坝址区左岸为开阔的河流Ⅱ级阶地，宽度一般 120m～180m，河谷左岸岸坡基岩裸露，岸坡较陡，自然坡度约 59°～65°。右岸下游紧临乌台兰聪都克沟，沟口为大面积洪积台地，坝肩位于冲沟上游基岩台地上，坝肩平台以上岸坡自然坡度 36°～40°，表部约 20m 左右厚第四系崩坡积块碎石覆盖。

下厂址区地形开阔，厂址区发育有Ⅰ阶地，顺河向长约 840m，宽 150m～185m，地势平坦，植被发育；1810m 高程以上发育有Ⅱ级阶地，顺河向长约 520m，宽 180m 左右，为一 18°左右缓坡。

引水隧洞 2 号支洞～5 号支洞控制段施工区以引水隧洞施工为主体，各施工支洞口分别布置有混凝土拌和站、风、水、电系统、施工营地及弃渣场等场区。

施工场地考虑尽可能利用荒地、滩地、冲沟和水库淹没土地，少占林地和草地，并结合弃渣造田的原则，现有施工场地多布置在开都河河滩地和各建筑物施工区的台地上，这样可尽量减小新开挖山体、平整土地带来的生态环境影响。据工程占地统计，工程永久占地 102.00hm^2，其中 38.40hm^2 位于水库淹没范围内，尽可能利用了淹没区的土地，减少了淹没区外的占地面积以及对周边区域的地表扰动和植被破坏。工程布置不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园以及饮用水源保护区等环境敏感目标；建设范围内不涉及文物古迹，不涉及文物古迹和古树名木等，未压覆已查明的重

要矿产资源。

综上所述，霍尔古吐水电站施工总布置无重大环境制约因素，工程布置充分利用开都河河两岸阶地平台、河滩地进行施工布置，尽量减少工程施工额外占地面积和对原有地貌及原生植被的扰动与破坏，其所造成的局部影响可通过采取相应措施予以减缓。

3.3.4.2 料场选址的合理性

本工程布置了 5 处天然砂砾石料场（S1 ～S5）和 1 处防渗土料场。

S1 砂砾石料场位于坝址略偏上游，为上坝址区左岸Ⅰ级阶地，分布在高程 2060m～2065m 之间，料场形状不太规则，下游近坝处较宽，向上游逐渐变窄，长约 400m，平均宽约 78m，面积约 3.1 万 m^2。S1 砂砾石料场总储量约 18 万 m^3。

S2 料场位于坝址下游约 500m 开都河左岸，分布在高程 2050m～2080m 之间，料场呈长条状，上游稍窄，下游略宽，长约 500m，宽约 120m～180m，面积约 7.6 万 m^2。S2 砂砾石料场总储量约 69 万 m^3。

S3 料场位于坝址下游约 2.8km 开都河左岸，呈三角形，上游宽，下游窄，平面面积约 6.93 万 m^2。料源主要为冲积含漂石砂卵砾石层，厚度较大，表部为零星分布的土料，土料层分布极不均匀，局部和碎石土层混杂分布。S3 料场砂砾石料总储量约 58 万 m^3。

S4 料场位于厂址上游约 0.7km～1.2km 开都河左岸河滩，料场呈“梭”形，面积约 4.78 万 m^2，料场以冲积堆积物为主，厚度超过 30m。S4 砂砾石料场总储量约 26.2 万 m^3。

S6 料场位于下厂址厂房尾水下游约 200m 开都河右岸漫滩及河流阶地，占地面积 4.6 万 m^2。

防渗土料场位于上坝址下游约 2km 开都河左岸，哈尔嘎特希力沟沟口下游，料源主要为冲洪积平台表层堆积的洪坡积粉质粘土层。土料场平面上呈“梳子型”，长度约 450m，宽一般 80m～110m，面积约 4.18 万 m^2，料层厚度变化较大，根据料场坑槽揭露，料层厚度 0.4m～3m，且局部土料被碎石土覆盖，或和碎石土交叉呈透镜体。土料储量约 3.84 万 m^3。

从现场调查来看，5 处砂砾石料场和防渗土料场周围 200m 范围内都没有居民点等环境敏感对象的分布。料场占地主要为林地和草地，施工前需进行表土剥离及防护，施工结束后及时进行土地整治及植被恢复；规划石料场均不涉及崩塌、滑坡和泥石流

等不良地质问题，考虑到开都河中游及霍尔古吐水电站工程区生态环境特点，在做好料场开挖后的植被恢复和水土保持措施的前提下，料场的选址在环境上是可以接受的。

3.3.4.3 弃渣场选址的合理性

本工程布置 6 处弃渣场、2 处表土堆存场和 1 处倒运场，分别为 1～6 号河滩地弃渣场、左右岸表土堆存场和坝址下游右岸倒运场，选址于施工区附近的冲沟或河滩地。

1 号弃渣场位于坝址下游右岸约 1.9km 处的河滩地上，渣场占地面积约 3.30 万 m^2，平均堆渣高度 16.42m，规划弃渣量 54.19 万 m^3（松方）。该弃渣场主要堆存 1 号施工支洞及其控制段引水隧洞开挖料，弃渣道路为左岸永久低线道路。

2 号弃渣场位于左岸 2 号施工支洞上游约 1.65km 处的河滩地上，渣场占地面积约 5.12 万 m^2，平均堆渣高度 18.97m，规划弃渣量 97.15 万 m^3（松方）。该弃渣场主要堆存首部枢纽及 2 号施工支洞及其控制段引水隧洞开挖料，弃渣道路为左岸永久低线道路及去引水洞 2 号施工支洞道路。

3 号弃渣场位于左岸 3 号施工支洞下游约 0.45km 处的河滩地上，渣场占地面积约 4.7 万 m^2，平均堆渣高度 16.37m，规划弃渣量 76.93 万 m^3（松方）。该弃渣场主要堆存 3 号施工支洞及其控制段引水隧洞开挖料，弃渣道路为左岸永久低线道路及去引水洞 3 号施工支洞道路。

4 号弃渣场位于左岸 4 号施工支洞上游约 2.25km 处的河滩地上，渣场占地面积约 4.6 万 m^2，平均堆渣高度 10.28m，规划弃渣量 47.30 万 m^3（松方）。该弃渣场主要堆存 4 号施工支洞及其控制段引水隧洞开挖料，弃渣道路为左岸永久低线道路及去引水洞 4 号施工支洞道路。

5 号弃渣场位于左岸 5 号施工支洞下游约 0.9km 处的河滩地上，渣场占地面积约 4.13 万 m^2，平均堆渣高度 15.38m，规划弃渣量 63.50 万 m^3（松方）。该弃渣场主要堆存 5 号施工支洞及其控制段引水隧洞开挖料，弃渣道路为左岸永久低线道路及去引水洞 5 号施工支洞道路。

6 号弃渣场位于厂房左岸上游 2.0km 处，渣场占地面积约 5.85 万 m^2，平均堆渣高度 18.76m，规划弃渣量 110.64 万 m^3（松方）。该弃渣场主要堆存 6 号、7 号施工支洞及其控制段引水隧洞、调压井、压力钢管段及发电厂房开挖料，弃渣道路为左岸永久低线道路、去引水洞 6 号施工支洞道路及去调压井施工道路等。

右岸表土堆存场位于坝址下游右岸约 0.95km 处的河滩地上，堆存场占地面积约 1.5 万 m^2，平均堆渣高度 15.33m，规划堆存量 23 万 m^3（松方）。该堆存场主要堆存

首部枢纽区表土开挖料。

左岸表土堆存场位于厂房上游左岸约 0.3km 处的河滩地上，堆存场占地面积约 2.2 万 m^2，平均堆渣高度 13.64m，规划堆存量 30 万 m^3（松方）。该堆存场主要堆存厂房施工区表土开挖料。

倒运场位于坝址下游右岸约 1.85km 处的河滩地上，占地面积约 1.00 万 m^2，平均堆渣高度 15.1m，规划倒运量 15.10 万 m^3（松方）。倒运场主要用来堆放 S1 砂砾石料场开挖料，后期堆存料用于首部枢纽砂砾石填筑。

通过现场调查，上述各弃渣场、表土堆存场和倒运场场区主要为稀疏的河滩地灌丛、草地，偶尔有局部次生林地分布，渣场范围内不涉及居民房屋。场区范围内不涉及不良地质现象，场区地形条件较好，适合弃渣。针对雨季沟道来水流量大通过采取沟道排水及防护工程，确保渣场安全稳定，不涉及自然保护区、风景名胜区和饮用水源保护区等环境敏感目标。

因此，总体上看，弃渣场选址是合理的。

3.3.4.4 施工道路布置的合理性

本工程规划新建场内施工道路 41.76km，其中永久道路 23.62km，临时公路 18.14km。考虑到施工道路区的生态环境特征，道路工程开挖、爆破及弃渣将会占压植被，破坏陆生动物生境，将对沿线的陆生动植物产生较明显的影响。建议工程道路规划充分考虑当地环境特点，在充分利用现有道路的基础上，优化施工道路布置方式，尽量缩短道路长度，降低对当地生态环境的影响。

3.3.5移民安置方案合理性分析

3.3.5.1 移民环境容量分析

根据统计资料了解，巴音布鲁克镇是著名的牧业区，草场总面积 2246 万亩，全镇总户数 4131 户 14362 人，人均草地面积 1563.85 亩，全镇总面积 2.38 万 km2，占全县总面积的 60%。德尔毕力金牧场有 217 户牧民，草场面积为 1947004 亩；包尔额尔宾牧场有 96 户牧民，草场面积为 575850 亩。通过对建设征地前后牧场牧草地资源对比，各方案建设征地对牧场总资源所占比例极小，永久占用德尔毕力金牧场草地 1180.88 亩、永久占用包尔额尔宾牧场草地 728.16 亩。

从上述分析可以看出，工程建设用地涉及各牧场草场总面积较小，建设征地对德尔毕力金牧场牧草地总资源影响为 0.61‰，对包尔额尔宾牧场牧草地总资源影响为

1.26‰；涉及巴音布鲁克镇总牧草地 0.08‰。各村（牧场）均具有恢复本单位生产水平的环境容量。

3.3.5.2 生产安置方案合理性分析

霍尔古吐水电站无搬迁安置人口。

生产安置人口指水电工程土地征收线内因原有土地资源丧失，或其它原因造成土地征收线外原有土地资源不能使用，需重新配置土地资源或解决生存出路的农村移民安置人口。农业生产安置人口的计算，按照被征收的土地数量除以征地前被征收单位平均每人占有土地的数量计算，并按照确定的人口自然增长率计算到规划水平年。经计算，至规划水平年，德尔毕力金牧场和包尔额尔宾牧场基准年和规划年生产安置人口均为 1 人。由于用地数量较少，且剩余草地资源丰富，因建设征地区多为峡谷地带，草地利用率不高，建设用地对牧场居民的生产生活未造成大的影响。根据受影响牧民意见和项目影响地区的实际情况初步规划移民安置方案为：对受影响牧民的牧场采取一次性补偿处理。

总体而言，由于生产安置人口较少，而且不涉及工程建设，对植被扰动以及产生“三废”很少，不会带来严重的环境破坏。

3.3.5.3 专项项目处理方案合理性分析

霍尔古吐水电站工程建设征地涉及的专业项目为库周人行道，为放牧用通道，长度为 4.33km。因水库蓄水后失去原有功能，规划采取一次性补偿的处理方案。参照同流域在（已）建工程处理标准，按 1.5 万元/km 补偿。

建设征地区暂未发现文物古迹，未压覆已查明的重要矿产资源。

上述专项设施主要采取一次性补偿的处理方案，因此，工程对环境基本无影响，无环境制约性因素。综上所述，从环境保护的角度看，专项项目处理方案总体合理。

3.4 工程影响源分析

霍尔古吐水电站具有日调节能力，水库运行后库内流速减缓，库水位在正常蓄水位 2070m 至死水位 2064m 之间变化，水位变幅 6m。水库蓄水及运行将对下游水文情势、泥沙情势等产生影响。电站引水发电后，坝址至厂房间将形成 22.0km 的减水河段，坝址至厂址间河段水文情势变化较大，且电站日调节运行，厂址以下水位将会出现日内波动情况。霍尔古吐水电站坝址下游至察汗乌苏水电站库尾处共有三处比较集中的鱼类产卵场，分布为霍尔古吐沟口、滚哈布奇勒沟口及察汗乌苏库尾，其他地方也零星

分布有较小的鱼类产卵场。霍尔古吐水电站运行后，下游河道流量减小，水位降低，鱼类生境条件可能会发生变化，对鱼类的产卵及生长可能造成一定影响。

3.4.1工程施工期

3.4.1.1 地表水环境

（1）基坑排水

工程基坑排水包括初期排水和经常性排水。一期围堰防护基坑排水主要为经常性排水。二期围堰防护基坑排水包括初期排水和经常性排水。

初期排水主要涉及二期围堰防护防护基坑排水，控制抽水速度按基坑水位下降0.6m/天考虑，排水共需2d完成，经计算，二期围堰防护基坑初期排水最大排水强度为120m^3/h。

经常性基坑排水由围堰渗水、雨水及施工弃水组成，基坑全年施工，一般5～10月份偶有降雨，坝址区最大日平均降雨量为40.9mm，基坑积水按当日排干考虑，考虑同时系数后，确定一期、二期基坑基坑经常性排水最大强度分别为522m^3/h和460m^3/h。经常性排水随基坑开挖工作面布置纵横向排水沟，将水引入上、下游围堰内侧坡脚附近处的集水井，采用排水设备将集水排入河中。由于基坑开挖和混凝土浇筑养护，基坑水的悬浮物含量和pH值较高，经常性基坑排水的pH值达11～12，悬浮物浓度一般在2000mg/L左右。基坑废水若不经处理直接排放，将对开都河水质产生不利影响。

（2）洞室排水

洞室排水主要为隧洞地下渗水，并包括少量正常施工排水（每开挖100m^3隧洞石料需要添加4.0m^3水，仅少量外排）和洒水降尘弃水。洞室排水中含有一定的SS。

（3）砂石料加工冲洗废水

本工程共布置有2个砂石骨料加工系统。坝址区砂石加工系统布置于坝下游左岸的S3砂石料场附近,布置高程为2052m～2061m，占地约2.5万m^2。系统规模满足混凝土高峰时段月平均强度3.63万m^3的要求，按二班制生产，设计系统生产能力为240t/h，系统处理能力为300 t/h。砂石料加工系统用水量为200m^3/h，考虑渗漏、蒸发等因素产污系数按0.80考虑，砂石料冲洗废水产生量约为160m^3/h。厂址区砂石加工系统设置于左岸厂房附近，布置场地高程为1802m，占地约2.9万m^2。厂址区砂石加工系统按混凝土高峰时段月平均强度2.00万m^3设计，按二班制生产，设计系统生产能力为150t/h，系统处理能力为190t/h。砂石料加工系统用水量为120m^3/h，考虑渗漏、蒸发等因素，

产污系数按 0.80 考虑，砂石料冲洗废水产生量约为 96m^3/h。

施工生产废水中，人工砂石骨料加工系统冲洗废水是最大的污染源，砂石骨料经过筛分后进行冲洗，废水中主要含颗粒细小的石粉，悬浮物浓度较高。根据本工程砂石料料源特征以及以往工程的实测结果，悬浮物浓度一般在 30000～50000mg/L。砂石料加工废水如不经处理，突发事故排入开都河，将造成岸边局部水域悬浮物浓度增大，对施工河段水质产生一定影响。因此，本工程考虑将废水处理后回用于生产，不外排。

（4）混凝土拌和系统碱性冲洗废水

本工程共设置 6 个混凝土生产系统，分别为坝址区混凝土生产系统、厂址区混凝土生产系统和 2～5 号支洞混凝土生产系统。混凝土拌和系统废水主要来源于混凝土转筒、料罐、搅拌机等冲洗废水，间歇式产生，废水 pH 一般大于 10，并含有较高悬浮物，其浓度可达 5000mg/L 左右。

坝址区混凝土生产系统与砂石加工系统联合布置于 S3 砂石料场，系统占地约 1.0 万 m^2。系统规模满足高峰月混凝土浇筑强度 4.17 万 m^3 的要求，混凝土小时生产能力 130m^3/h。系统全年连续生产，按 25 天/月，20 小时/天设计。系统选用 2 座 HZ120-1Q2000 型拌和站，铭牌生产能力为 240m^3/h。

厂址区混凝土生产系统与砂石加工系统联合布置于左岸厂房附近，占地约 0.75 万 m^2。系统规模满足高峰月混凝土浇筑强度 1.3 万 m^3 的要求，系统生产能力 40m^3/h。系统全年连续生产，按 25 天/月，20 小时/天设计。系统选用 1 座 HZ75-JS1500 型搅拌站，铭牌生产能力为 75m^3/h。

引水隧洞 2 号、3 号、4 号、5 号施工支洞口各设 1 台混凝土搅拌机，各系统全年连续生产，均按 25 天/月，20 小时/天设计。施工支洞各选用 1 座 HZS35 型搅拌站，铭牌生产能力 35m^3/h。

混凝土拌合系统均为三班制生产，大坝和厂房混凝土拌和系统每次冲洗用水约 2m^3，引水隧洞 2～5 号施工支洞拌和系统每次冲洗用水约 1m^3。混凝土搅拌楼高峰期每次冲洗产生废水约 8m^3。

（5）含油废水

霍尔古吐水电站施工以机械施工为主，施工机械以油料为动力，施工机械车辆定期维修、冲洗将产生一定的含油废水，主要污染物为石油类和悬浮物，排放的废水中悬浮物约 500～1000mg/l、石油类约 40～100mg/l。

本工程枢纽区机械修配保养厂布置在首部枢纽跨河大桥左岸下游台地处，至首部

枢纽河道距离约 1.7km，占地面积 0.82 万 m^2，布置高程 2070.0m，主要供一期、二期、引水洞进水口、1 号、2 号、霍尔古吐沟及 3 号施工支洞控制区永久建筑物施工使用。厂房区机械停放保养厂布置在厂房上游滩地，占地面积 0.64 万 m^2，主要供厂房区施工使用。枢纽区和厂房区机械修配保养厂总用水量 10m^3/h，产污系数以 0.85 计，则废水产生量 8.5 m^3/h。含油废水若随意排放至冲沟、滩地，会降低土壤肥力，改变土壤结构，不利于施工迹地恢复；若直接排放至开都河，将会在水体表面形成油膜，使水中溶解氧难以补充，影响施工河段水质。

机械停放场周边设置排水沟，收集场地内机械冲洗废水，含油废水处理设施布置在排水沟出口，即靠近地势最低处，方便废水自流。本工程含油废水设计水质为石油类浓度 100mg/L、SS 浓度 3000mg/L，经处理后回用，出水水质满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。

（6）生活污水

生活污水中主要污染物来源于排泄物、食物残渣、洗涤剂等，未经处理的生活污水中有机污染物浓度均较高。根据其它工程经验，生活污水污染物指标：CODcr 浓度一般为 200mg/L～400mg/L，BOD_5 浓度 100mg/L～300mg/L，NH_3-N 浓度一般为 35mg/L 左右。

本工程施工营地主要有首部枢纽区生产生活营地、厂房生活管理区和引水隧洞 2 号～5 号施工支洞施工营地，施工高峰期总人数分别为 1800 人，施工人员生活用水定额为 100L/人•d，废水量按用水量的 80%取，时变系数取 2.0。营地生活污水排放量最大为 144m^3/d，最大小时污水排放量为 12m^3/d。本工程施工生活污水排放量相对于开都河流量很小，但生活污水中含有较多细菌和病原体等，生活污水经处理后回用于施工道路洒水或者营地周边绿化。各施工区生活污水产生量见表 3.4.1-1。

表 3. 4. 1−1 各施工生活区生活污水产生量统计表

污染源位置	高峰人数（人）	高峰日用水量（m^3/d）	高峰日污水量（m^3/d）	高峰小时污水量（m^3/h）
首部枢纽区生产生活营地	500	50	40	3.33
厂房生活管理区	1100	110	88	7.33
2 号～5 号支洞	200	20	16	1.33
合计	1800	180	144	-

3.4.1.2 地下水环境

霍尔古吐水电站导流工程、引水发电系统及场内施工道路等都涉及隧洞开挖，其

中，导流隧洞进口明渠长度为 30.66m，洞长 792.50m，采用岸塔式进口，城门洞型设计；引水隧洞由压力引水道、调压井及压力管道组成，全长 19133.6m，隧洞断面为圆形，开挖洞径 9.0m～11.7m，哈尔嘎特希力沟和霍尔古吐沟隧洞埋深浅，采用暗埋式涵管穿过。

引水隧洞沿线岩相变化较大，霍尔古吐沟以前主要为板岩、千枚岩类及少量凝灰岩类；霍尔古吐沟以后至引 13+754m 桩号主要为凝灰质砂岩夹砂质凝灰岩，沟口下游侧有少量凝灰岩类及英安岩；引 13+754m 桩号以后主要为绢云母石英岩夹长石石英岩，局部有少量板岩类出露。总体而言，隧洞岩体以层状为主，但由于其埋深较大，层面对岩体完整性影响有限；岩体走向多与洞线小角度相交，倾角多为 50 ℃以上中陡角度。引水隧洞穿越断裂带发育区域时，难免会造成地下水涌入隧洞引起局部范围地下水水位下降。隧洞开挖可能对开挖区及周边地下水的流场、水位、水量等造成一定影响。

3.4.1.3 声环境

霍尔古吐水电站工程施工区噪声主要来源于：固定、连续式的钻孔和施工机械设备产生的噪声；短时、定时的爆破噪声；运输车辆产生的移动噪声。下面从固定噪声源、爆破噪声和流动噪声源三个方面对声源产生的影响进行分析。

（1）固定噪声源

1）大坝施工

大坝施工主要噪声源有钻孔爆破、开挖出渣、大坝浇筑与混凝土拌合等。钻爆开挖过程中使用的各种钻机产生的噪声均大于 90dB，各种运输车辆行驶过程中产生的噪声接近 90dB，大坝施工作业期间主要机械设备噪声实测值详见表 3.4.1-2。

表 3.4.1-2 大坝施工期间主要机械噪声实测值

施工区域	噪声源	测试点位置	噪声级（dB）
大坝施工区	手风钻	手风钻操作点	104.4
	潜孔钻	驾驶室	98.8
	推土机	驾驶室	98
	20T 汽车	驾驶室	93.8
	挖掘机	3m，10s	85-86
	装载机	3-5m，10s	83-96

2）砂石料加工系统

砂石加工系统包括粗碎车间、半成品堆场、预筛分洗石车间、筛分车间、检查筛分车间、中、细碎车间、制砂车间、成品堆场、水处理车间等。砂石加工系统生产工序包

括粗碎、中碎、细碎、制沙、筛分、洗泥生产。类比同类水电工程施工期砂石料加工系统噪声实测值，本工程砂石料加工系统噪声值在在 95～115dB 之间。

根据施工总布置规划，大坝砂石料加工系统周边无集中居民点，不会对附近居民产生噪声影响。

3）混凝土拌合系统

混凝土拌合系统主要机械设备包括混凝土拌合楼、圆筒振动筛、螺旋洗砂机、空压机等。混凝土拌合系统噪声源主要来自于混凝土拌合楼的拌合作业，骨料的制冷系统、冲洗、脱水、运输过程中都将产生噪声污染。

混凝土生产系统为连续点声源，参照类似工程混凝土生产设备噪声实测资料，所有设备同时运行声源叠加后作为混凝土生产系统噪声的源强，1m 处声强级约为 90～98dB（A）。

根据施工规划，混凝土拌和系统附近 200m 内无敏感点分布，对敏感点的声环境无影响。

4）施工工厂

大坝施工区和地面厂房施工区各布置有 1 处综合加工厂。综合加工厂布置有预制构件场、钢筋加工间、木材加工间等。施工工厂作业期间噪声在 55～95dB 之间。

表 3.4.1-3 施工工厂工厂噪声实测值

施工区域	噪声源	测试点位置	噪声级（dB）
机械加工厂	预制构件场	厂外 1m，1min	55～65
	木材加工间	距主声源 10m，10s	88～89
	钢筋加工间	距主声源 10m，10s	90～91

（2）爆破噪声

本工程的爆破噪声主要为石料场的开采爆破噪声。料场爆破噪声与爆破方式、单响装药量等有关。爆破噪声具有间歇性，相对于连续作业的固定声源和流动声源，其影响时间段短。根据其他工程露天爆破实测资料，0.5kg 炸药在距爆破点 40m 处的最大噪声级约为 84dB。

（3）流动噪声

本工程的流动噪声主要来源于车辆运输。交通噪声属于流动声源，其源强大小与车流量、车速以及路况等因素有关。施工区主要来往车辆为载重量 10～20t 级自卸汽车，以大型车为主，公路设计时速为 20 或 30km/h，交通运输噪声在 85～94dB 之间。

3.4.1.4 环境空气质量

霍尔古吐水电站施工期对环境空气质量产生影响的污染源主要有燃油机械设备、坝基爆破开挖、填筑、炸药爆破作业、砂石加工系统、交通运输系统等，排放的主要污染物为粉尘、废气和扬尘。

（1）机械燃油废气

施工废气主要为道路机动车辆和非道路施工机械燃油产生，主要的污染物为 NO_2 等废气。机械燃油废气属于连续、无组织排放源，污染物呈面源分布。霍尔古吐水电站油库布置在大坝左岸上游公路旁。油库存储规模按施工高峰期 30 天用量计算，存储量约 820t，其中 92 号、95 号汽油现场存储规模约 40t，0 号柴油（冬季为-10 号柴油）现场存储规模约 780t。工程施工所需的油料约 3.01 万 t，采用 15t 油罐车直接运输至工地油库。

根据环境保护部于 2014 年 12 月 31 日发布了《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》和《非道路移动源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》，工程施工机械污染物排放量 PM_{10} 为 7.21t，$PM_{2.5}$ 为 7.21 t，HC 为 11.70 t，NO_x 为 113.13 t，CO 为 36.98 t，$S0_2$ 为 2.42 t。

（2）爆破及边坡开挖粉尘、废气

炸药爆破时会产生粉尘和 NO_2 等污染物，污染源主要集中在导流洞爆破施工和石料场开采爆破施工部分。爆破属于瞬间源，其粉尘、废气的影响范围主要集中在爆破源附近。

在未采取防尘措施前提下，坝基开挖爆破粉尘的排放系数为 200kg/t 炸药，NO_2 的排放系数为 15.27kg/t 炸药，CO 的排放系数为 41.75kg/t 炸药。

霍尔古吐水电站施工期炸药用量为4600t，施工爆破及开挖产生产生粉尘总量920t，NO_2 总量 70.24t，CO 总量为 192.05t。本工程料场附近无敏感点分布。

（3）施工作业面粉尘

本工程有 2 处砂石料加工系统，分别位于坝址施工区和厂房施工区内。大坝砂石加工系统处理能力为 300t/h，厂房砂石加工系统处理能力为 190t/h，砂石加工系统在有控制情况下进行细碎、筛分，粉尘排放系统数为 0.05kg/t 产品，因此大坝砂石加工系统粉尘排放强度为 15kg/h，厂房砂石加工系统粉尘排放强度为 9.5kg/h。

（4）交通扬尘

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶。道路施工的主要污染环节为灰土搅拌及混凝

土拌和作业，材料的运输和堆放，土石方的开挖和回填等作业过程，上述各环节在受风力的作用下将会对施工现场及周围环境产生 TSP。考虑不利情况，施工期间汽车行驶速度取 50km/h，载重取 32t，道路表面粉尘量取 0.3kg/m^2，则汽车行驶产生的扬尘量为 3.13kg/km.辆。

3.4.1.5 固体废物

施工区固体废弃物主要包括生活垃圾、建筑垃圾和辅助企业生产垃圾等。若随意丢弃、堆放生活垃圾、建筑垃圾和辅助企业生产垃圾，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。

（1）生活垃圾

1）生活垃圾成分及特性

生活垃圾成分受生活水平、生活习惯和能源结构等因素的影响，水电站施工区生活垃圾成分有其自身的特点。生活垃圾以厨余为主，此外草木、塑料包装袋、纸类、砖渣相对含量较高。

2）生活垃圾产生量

施工期间，施工区高峰人数约 1800 人，筹建期 12 个月，施工总工期为 45 个月，按照每人每天产生 0.8kg 垃圾计算，施工期共产生垃圾量 2462.40t。

（2）建筑垃圾和辅助企业生产垃圾

建筑垃圾主要是工程弃渣、临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块等。建筑垃圾除部分回收利用外，其它如不妥善处置，会对周围环境产生环境污染。根据施工规划，工程弃渣总量 465.7 万 m^3（松方），主要弃于坝址下游左右岸的 1～6 号河滩地弃渣场和 2 个表土堆存场，3 个倒运场。

施工辅助企业生产过程中产生一定数量的废弃物，如报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材、蓄电池等。

3.4.1.6 陆生生态

工程施工对路生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。

工程施工对陆生植被的影响来自于基础及边坡开挖、料场开采、道路建设、工程永久及临时建筑物压占等活动，将破坏和影响施工区原有地面植被。本工程导流及主体工程挖方总量为 449.71 万 m^3，枢纽工程总占地面积 168.10hm^2，永久占地 63.60hm^2，临时占地 104.50hm^2。施工期占地范围内地表植被、土壤完全被破坏，区内生物量下降；

工程占地区域分布的自治区级保护植物天山桦、细子麻黄、中麻黄、蓝枝麻黄和欧亚圆柏将受到施工占地影响；在土石方开挖时，易产生水土流失，并对工程区域内景观有一定影响。

工程施工占地迫使原来栖息在该区域中的动物迁往它处，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驻入、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。

3.4.1.7 水生生态

根据霍尔古吐水电站施工区项目组成，霍尔古吐施工生态评价区对水生生物的影响主要表现为：砂石料加工冲洗废水、施工机械停放场维修废水、混凝土拌和系统冲洗废水、施工人员生活污水对水生生物的影响。施工废污水采取措施后回用，基本不会影响开都河水体水质，对水体中水生生物影响亦很小。

另外，坝基施工中产生的噪声，对该段水域栖息鱼类造成惊吓和干扰，此外施工期人员增多，鱼类可能面临捕捞压力。

3.4.1.8 人群健康

本工程施工期高峰期人数为 1800 人，均居住在施工营地。工程区人口密度增加，增加传染性疾病的传播几率。

3.4.1.9 社会环境

（1）工程建设期间，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）工程建设将进一步改善当地的通讯、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）工程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。由于工程施工的运输量大，要求道路等级高，工程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。

3.4.2工程运行期

3.4.2.1 水文情势影响分析

（1）初期蓄水影响分析

根据霍尔古吐水电站工程施工总体进度安排，工程计划在开工后第四年 6 月初蓄

水，首台机组正式发电。霍尔古吐水电站是以发电为主的低坝引水式电站，水库正常蓄水位 2070m 相应库容 413 万 m^3，由于水库库容较小，暂按一次蓄水至正常蓄水位 2070m 考虑。

按照《水电工程动能设计规范》（NB/T35061-2015），按蓄水历时保证率 P=75%、P=50%进行水库初期蓄水计算。根据坝址径流资料，坝址区 6 月来水频率为 75%、50%的天然流量分别为 137m^3/s、171m^3/s。生态流量丰水期（4 月～9 月）按坝址处多年平均流量的 30%即 30.9m^3/s 下泄，枯水期（10 月～3 月）按多年平均流量的 10%即 10.3m^3/s 下泄。下闸蓄水时，可使用冲沙闸弧门进行局开控制，满足下游生态流量，不影响下游供水。扣除下泄生态流量后，坝址区 6 月来水频率为 75%、50%的蓄水流量为 106.1m^3/s、140.1m^3/s。

按 6 月来水频率 75%、50%蓄水流量计算，霍尔古吐水库蓄水到正常蓄水位 2070m 分别需要约 10.9h、8.3h。由于本工程库容较小，蓄水时间相对较短，且可利用冲沙闸弧门局开控制向下游泄放生态流量，下闸蓄水期间不会造成下游断流，对坝下减水河段生态环境影响很小。

（2）日常运行影响分析

霍尔古吐水电站正常蓄水位 2070m，死水位 2064m，调节库容 228.4 万 m^3，水库具有日调节能力。

霍尔古吐水电站运行后，坝下～厂房区间形成 22.0km 减水河段，多水期 4～9 月下泄生态生态流量为断面多年平均流量的 30%，少水期 10～次年 3 月为断面多年平均流量的 10%，坝下河道流量相比天然情况有所减少，水位降低，水文情势较天然情况变化显著；另外，由于霍尔古吐水电站具有日调节性能，电站在日内调峰运行时，厂房下游水位、流速等水文情势日内变幅相对较大。因此，电站日常运行对对减水河段、厂房下游水文情势、生态环境及用水可能造成一定影响。

电站正常运行期间（包括枯水期停机检修），通过生态机组运行下泄生态流量，单机引用流量 15.45m^3/s；当生态机组发生故障无法运行等特殊工况时，利用左岸冲沙闸下泄生态流量。冲沙闸弧形工作门采用液压启闭机操作，可以任意开度开启，满足不同生态流量泄放要求，操作运行方便。同时在在坝下设置生态流量在线自动监测系统，保证坝下河段生态环境的需水要求。

3.4.2.2 生态环境影响分析

（1）陆生生态影响

水库蓄水运行后，正常蓄水位以下的植被和植物全部淹没，淹没陆域面积 24.94hm^2，其中，林地 16.98hm^2、草地 5.85hm^2、交通运输用地 0.28hm^2 和其他土地 1.82hm^2，总体而言，淹没范围较小，主要影响河滩地的部分林地。水库淹没对库区零星分布的自治区级保护植物天山桦、中麻黄、宽刺蔷薇和欧亚圆柏等重点保护植物以及大径阶密叶杨植株将造成一定的不利影响。

（2）水生生态影响

霍尔古吐水电站正常蓄水位 2070m，死水位 2064m，调节库容 224.8 万 m^3，水库具有日调节能力。

大坝建成后，将使霍尔古吐水坝址以上干支流与下游干流隔离，影响河流的纵向连通性，阻隔了坝址以下河段鱼类向坝上河段上溯生殖洄游的通道，使坝上鱼类资源补充受到影响，同时也影响坝下河段开都河干流鱼类的产卵繁殖。

霍尔古吐水电站运行后，坝下～厂房区间形成 22.0km 减水河段，坝下河道流量减少，水位降低，对鱼类的产卵及生长可能造成一定影响；同时，电站日内调峰运行，厂房下游水位、流速等指标日内变幅相对较大，对鱼类产卵场等重要生境也可能造成一定影响。

3.4.2.3 生活污水、生活垃圾影响分析

工程运行期可能产生的污染种类为污水、垃圾等。霍尔古吐水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 3.4.2-1。

表 3.4.2-1 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	100L/d·人	100	0.8	8m^3/d
生活垃圾	0.8kg/d·人	100		0.08t/d

运行期生活污水日产生量为 8m^3，约 0.67m^3/h。生活垃圾日产生量为 0.08t。污水量和垃圾量较小，但若不经过处理仍会对周边水环境、环境空气以及人群健康产生影响。

3.4.2.4 机组检修废油

为避免水轮发电机组漏油对河流水体水质的污染，生产厂家配有一套小型集油装置，漏油在集油箱中到一定容积后由油泵自动抽回回收，对河流水质不会造成影响。

3.4.3建设征地及移民安置

3.4.3.1 移民安置

霍尔古吐水电站无搬迁安置人口。至规划水平年，德尔毕力金牧场和包尔额尔宾牧场基准年和规划年生产安置人口均为 1 人。由于用地数量较少，且剩余草地资源丰富，因建设征地区多为峡谷地带，草地利用率不高，建设用地对牧场居民的生产生活未造成大的影响。

总体而言，霍尔古吐水电站无搬迁安置人口，生产安置人口仅 2 人，而且不涉及工程建设，因此，对环境基本无影响。

3.4.3.2 专项设施

霍尔古吐水电站工程建设征地涉及的专业项目主要为库周人行道，为放牧用通道，长度为 4.33km。因水库蓄水后失去原有功能，规划采取一次性补偿的处理方案。建设征地区暂未发现文物古迹，未压覆已查明的重要矿产资源。

上述专项设施主要采取一次性补偿的处理方案，因此，工程对环境基本无影响，无环境制约性因素。

3.5 工程分析结论

新疆开都河霍尔古吐水电站建设符合国家的产业政策、能源发展政策、国家支持新疆工作等有关政策；与全国和新疆维吾尔自治区主体功能区划、生态功能区划、国家和新疆自治区国民经济和社会发展规划、国家和新疆自治区水电发展“十三五”规划相关要求基本一致；与开都河中游河段水电规划环评、开都河中游河段水电规划环境影响跟踪性评价等相关要求基本协调。

霍尔古吐水电站工程布置不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园以及饮用水水源保护区等环境敏感对象。截至目前，自治区生态保护红线划定工作尚在进一步优化调整，生态红线相关成果尚未正式发布，工程布置与生态保护红线的位置关系以最终批复的生态保护红线为准。工程开发满足河段环境质量底线要求，符合河段水能资源开发利用上线要求。工程建设属于我国目前电力行业中鼓励类产业，不在负面清单内。

工程枢纽布置、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。

施工期工程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；工程占地对土地的扰动、植被的破坏、动植物生境的破坏、自治区级保护植物的损失、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。

电站的运行生产属清洁生产，基本不排放污染物，水库淹没范围很小，运行期对环境影响主要表现在初期蓄水对坝下水文情势、水生生态和各项用水的影响；水库日常运行对库区及坝下减水河段以及厂房下游水文情势和水生生态的影响。

移民安置规划采取一次性补偿的处理方案，对环境基本无影响，不会产生植被破坏、新增水土流失等不利影响。

4 环境现状

4.1 流域环境现状

4.1.1流域概况

开都河为一内陆河流，发源于天山南麓中部的依连哈比尔尕山。地理坐标为东经82°58′～87°00′、北纬41°50′～43°21′。流域地势由西北向东南倾斜，流经巴音郭楞蒙古自治州（以下简称巴州）的和静县、和硕县、焉耆县、博湖县四县，最终注入博斯腾湖。流域面积2.26万km^2，河长525km，天然落差1867m，多年平均年径流量34.88亿m^3，多年平均流量为110.5m^3/s。水能资源理论蕴藏量为1423MW，是全疆的六大水电基地之一。

开都河流域地理特征分山间盆地区，峡谷区和平原农业区。自河源到骆驼脖子为山间盆地区，由骆驼脖子至大山口为中游峡谷段，自大山口至博湖为下游河段，水流逐渐平缓，为平原盆地。

开都河上游属高寒湿润区。河源高山区发育着大小冰川700余条，上游高山区形成小尤尔都斯盆地和大尤尔都斯盆地。两个盆地平均海拔为2400～2800m，夏季的冰川和冰雪融水汇入两个盆地，开都河流经小、大尤尔都斯两个盆地，河道弯延曲折，河漫滩发育，两盆地四周高山环抱，属于封闭型山间盆地，具有独特的高寒山区气候特征，冬春漫长，夏秋短暂温和。大小尤尔都斯盆地的植被类型主要为沼泽草甸，植被总覆盖率达90％左右。这里牧草茂密，是全国有名的巴音布鲁克草原天然优质的高山牧场所在地，同时也是世界著名的大天鹅集中繁殖地，目前被列为我国以保护大天鹅为主的国家级保护区。

中游呼斯台西里至阿仁萨很托亥河段，河床开阔，一般河床宽度均在数百米以上，阶地及缓坡处植被类型为沼泽草甸，两岸山地上发育着高山草原植被，是当地主要的草场，常年流水的萨很托亥及阿仁萨很托亥沟在该段汇入开都河，为雨洪的主要产区。

呼斯台西里至大山口为中游河段，河床逐渐变窄，阶地和缓坡地带植被类型为高山草甸，两岸植被茂密，河谷及两岸山地的植被以云杉木为主，是牧业的主要冬草场。萨很托亥至大山口为峡谷段，两岸生长着河谷林，以云杉为主。察汗乌苏至大山口段，两岸悬崖峭壁，滩险流急，植被稀疏，周围山地为荒漠草原。

开都河中游河段从呼斯台西里至大山口水电站，长144km，天然落差1038m，河

道平均坡降 7.2‰，水流湍急，河道为“S”型，开发条件优越，是开都河水能资源集中区。

开都河出山口后，水势渐缓，经山前丘陵，穿焉耆盆地，注入博斯腾湖。下游丘陵及戈壁荒漠区植被稀疏，下游平原灌区渠网、林带纵横，呈现一片片绿色。下游平原区地处塔克拉玛干沙漠北缘，气侯干燥，降水稀少。

4.1.2地形地貌与区域地质

4.1.2.1 地形地貌

开都河流域大致上可分为三个地貌单元：上游河段为侵蚀堆积的高山盆地地貌；中游河段为强烈侵蚀切割的峡谷地貌；下游河段为侵蚀堆积的盆地河谷地貌。

开都河上游河段自河源至骆驼脖子，穿越小、大尤尔都斯盆地，长 242km，宽 6km～12km，水流平缓，河谷开阔，该河段河流蜿蜒曲折，在高山草甸草原上受地势影响，形成众多的湖泊水面，其牧草茂密，是全国有名的巴音布鲁克草原，同时也是世界著名的大天鹅集中繁殖地，目前被列为我国唯一以保护大天鹅为主的国家级保护区。

骆驼脖子以下至大山口峡谷河段。开都河峡谷段地形陡峭，谷坡险峻，河道深切，水流湍急，河道比降 6～7.19‰。河谷地形一般较窄，谷坡 50～80°，顶宽 400～500m，宽处 800 多米，河床宽 50～80m，呈槽形或“V”型谷，高河漫滩及 1～6 级阶地间断分布，河道多呈 S 形弯曲，为修建水电站的有利库坝地形，亦为水电开发的重点河段。

出山口后为下游河段，河道开阔，纵坡较缓，经山前丘陵，穿焉耆平原，注入博斯腾湖。下游的丘陵植被较差，平原植被较好。农田相间的焉耆灌区，年均气温 8℃～9℃，极端最高气温 40℃以上，气候干燥，降雨稀少。焉耆平原区，焉耆平原区土地肥沃，人口相对稠密，气候条件较好，是巴州地区而且也是新疆的主要粮、棉、甜菜基地之一。

4.1.2.2 区域地质

（1）地层岩性

现将开都河中游河段规划各梯级库区坝出露的地层岩性由老至新分叙如下：

1）志留系-泥盆系（SD）：出露于阿仁萨很托亥梯级水电站库区。

①呼斯坦希力组（SDh）：SDh^3：灰绿色安山质晶屑凝灰岩、玄武质晶屑岩屑凝灰岩、凝灰角砾岩夹玄武岩、玄武质凝灰熔岩、生物碎屑灰岩透镜体。

②大山口组（SDd）：SDd^4：北部为浅灰色厚层钙质细粒长石砂岩夹薄层泥质粉砂岩，底部为厚层砂质砾岩；南部为灰绿色薄-中厚层细粒长石岩屑砂岩、泥质粉砂岩均

为互层。SDd^3：北部为浅灰色中薄层碳酸盐化泥质粉砂质千枚岩、薄层千枚状细粒长石砂岩。中部为灰绿色中厚-薄层细粒岩屑长石砂岩、长石岩屑砂岩、泥质粉砂岩、泥岩夹灰岩、砂质砾岩。SDd^2：灰绿色薄层-中厚层泥质粉砂岩、粉砂-细砂岩、细粒长石岩屑砂岩，底部为砂质砾岩。SDd^1：灰绿色、灰色薄层泥岩、粉砂岩夹细粒长石岩屑砂岩。

③夏哈勒恩郭勒组（SDx）：紫红色流纹质熔结凝灰岩、晶屑玻屑凝灰岩（与上覆 Ds^1 呈来整合接触）。呈北西-南东向展。

2）泥盆系

①中泥盆统萨阿尔明组 D_2s：出露于阿仁萨很托亥梯级水电站库区右岸及滚哈布奇勒水电站库坝区。D_2s^3：灰-深灰色中薄层状泥晶-粉晶灰岩夹灰-灰白色中厚层状白云石化微晶灰岩。D_2s^2：中段灰、深灰色中-厚层鲕粒、砂屑白云质灰岩夹厚层-块状微细晶白云岩。D_2s^1：灰、浅灰色厚层微、细晶白云岩夹灰、深灰色中-厚层含炭质生物灰泥灰岩、生物屑砂屑灰岩。

②中泥盆统柳树沟组 D_2l^1：出露于滚哈布奇勒一级水电站库坝区右岸及滚哈布奇勒水电站库区右岸。灰绿色中粒凝灰质岩屑长石砂岩、玄武岩层英安质晶屑玻屑凝砂岩，英安质熔结凝砂岩、英安质火山灰凝灰岩；

③早泥盆统阿尔彼什麦布克组 D_1a：广泛出露于规划的六个梯级水电站库坝区。D_1a^3：紫红色夹灰绿色、灰黄色中薄层状-厚层块状安流-流纹质玻屑岩屑凝灰岩，夹酸性熔结火山角砾岩。D_1a^2：灰色薄层状-厚层块中-细粒长石岩屑杂砂岩夹灰色厚层沉安山质含火山角砾晶屑岩屑凝灰岩，局部夹变杏仁状玄武岩。D_1a^1：深灰色中薄层状粉砂质粘土岩、灰色薄-中厚层状泥质砂质砂岩夹灰色中厚层状-块状中-细粒长石岩屑砂岩。

3）下石炭统野云沟组 C_1yn：主要出露于霍尔古吐梯级水电站库坝区右岸。上部：灰色、深灰色薄-中层状灰岩夹生物灰岩，砂质灰岩及钙质砂岩。出露于开都河南岸，受控于霍拉山北缘断裂和松树达坂断裂，在两条断裂之间，呈带状，展布方向北西-南东向。

4）第四系（Q）

第四系地层在中游河段广泛分布，具有各种不同成因类型。在现代河床、冲沟沟口、山坡坡脚，则广泛分布有全新统（Q_4）冲积卵砾石层，洪积、坡积碎石及亚砂土堆积，以及大量的崩塌堆积。沿河两岸 1～12 级阶地上，则广泛分布 Q_2^{al}～Q_3^{al} 冲积卵砾石层，局部地段尚有上更新统洪积物（Q_3^{pl}）、冰水沉积物（Q_3^{fgl}）分布。

（2）地质构造

1）构造单元分区

开都河中游河段地处天山褶皱系（Ⅲ，一级构造单元）天山南脉地槽褶皱带（$Ⅲ_4$，二级构造单元）内。规划的各梯级水电站工程坝址区主要处于三级构造单元霍拉山复向斜（$Ⅲ_4^5$）区内（见图 6-1）。

2）褶皱构造

区域内褶皱构造较发育，大的褶皱约有 14 个（见 1/5 万区域地质图），主要分布于调查区可肯乌苏旋扭构造带和柳树沟扭动构造带东部和西部，褶皱轴走向基本与总体构造线平行，只在柳树沟扭动构造带中西部有一背斜、向斜与总体构造线呈大角度相交。各褶皱轴部距离各梯级电站坝址均大于 1km。

3）断裂构造

区内断裂比较发育，主要有 NWW 向和 NEE 向两组。特别是 NWW 向的断裂与主构造线一致，受克肯达坂大断裂和霍拉山北缘断裂、松树达坂断裂的控制， NWW 向断裂规模较大，活动性强，多为区域性的压性、压扭性逆断层，基本控制了本区的构造轮廓。现将区内主要大的区域性断裂描述如下（各区域性断裂基本特征及距规划各梯级坝址区距离见表 4.1.2-1）：

①霍拉山南缘断裂（F_1）

位于开都河南部，延伸长度大于 100km，为一高角度逆冲断层。其产状 290°倾向 SW∠65°～75°，破碎带宽 80～150m，呈缓缓向北凸出的弧形。该断裂作为下元古界与石炭系地层的分界断裂，形成时代早，霍拉沟基本上沿该断裂展布。该断裂推测为早、中更新世晚期断裂。

② 霍拉山北缘断裂（F_2）

位于开都河南部，为一高角度逆冲断层，产状 270°～290°SW∠65°～75°，破碎带宽 50 余 m，全长约 160 多 km，为下元古界与北部古生界的分界断裂，形成时代较早。该断裂为活动性断裂，第四系全新统覆盖物及草皮都被明显错动。

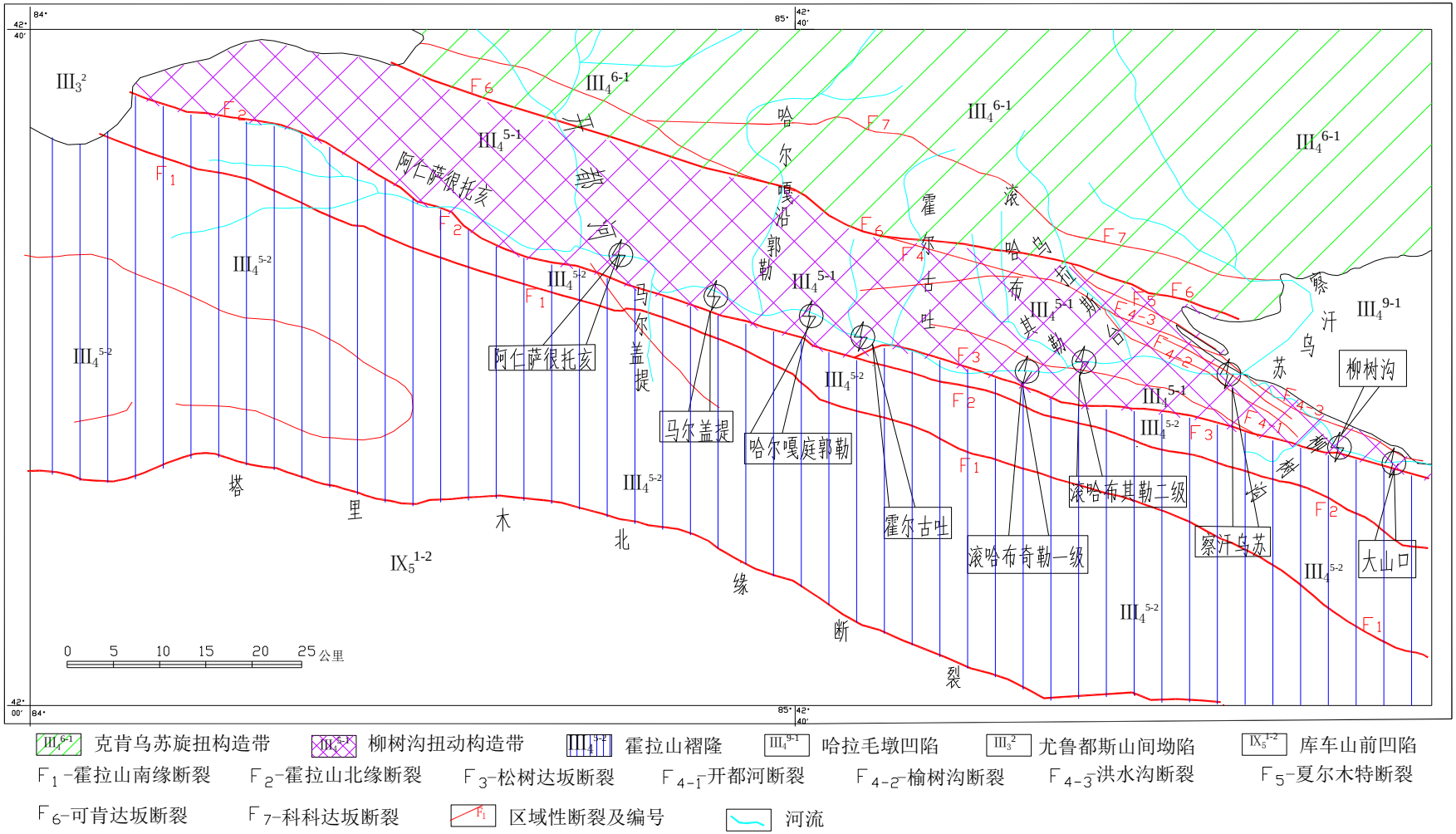


图 4.1.2-1　区域构造单元及构造纲要略图

表 4.1.2-1　开都河中游河段区域断裂基本特征表

编号及名称		总体产状	破碎带宽度（m）	性质	活动时代	距规划各梯级工程坝址区距离（km）					
						阿仁萨很托亥	马尔盖提	哈尔嘎廷郭勒	霍尔古吐	滚哈布奇勒一级	滚哈布奇勒
F_1	霍拉山南缘断裂	290°SW∠65～75°	80～150	压扭性	Q2	（7.75）5．59	7.05	8.52	（7.60）6.85	10.5	13.6
F_2	霍拉山北缘断裂	280°SW∠65～75°	＞50	压扭性	Q4	（4.65）2．03	2.45	2.62	（2.14）1.78	3.8	5.70
F_3	松树达坂断裂	290°SW∠50～60°	30	压扭性	Q3	（21.65）18．70	11.8	3.75	（0.45）0.70	2.59	4.73
F_{4-1}	开都河断裂	280°SW∠70～80°		压扭性	Q2	（50.44）48．10	41.08	32.87	（24.15）28.50	9.44	6.0
F_{4-2}	榆树沟断裂	300°NE∠64～80°	1.5	压扭性	Q2	（55.3）52．7	45.7	36.9	（28.24）32.90	12.3	8.7
F_{4-3}	洪水沟断裂	300°NE∠65～70°	0.5～2.0	左旋逆冲	Q3-4	（23.7）22．50	16.4	11.8	（11.75）11.45	8.7	5.9
F_5	夏尔木特断裂	300°NE∠60～75°		逆冲	Q3	（55.6）53.30	33.1	25.5	（27.25）33.80	11.8	8.7
F_6	可肯达坂断裂	290°NE∠65～70°	50	压扭性	Q3	（10.04）12.40	11.13	11.83	（12.85）12.25	13.9	12.57
F_7	科科达坂断裂	走向 285°～300°		压扭性	Q2	＞12	＞12	＞12	＞12	＞12	＞12

注：括号内数值为阿仁萨很托亥梯级、霍尔古吐梯级方案一坝址距断裂距离。

说明在近期活动性较强，沿断裂 1939 年 7 月 6 日发生 5.5 级地震。

根据新疆地质矿产局 1/20 万区域地质图，以及 2007 年 11 月新疆地矿局第一区域地质调查大队完成新疆开都河流域中游河段地质及地质灾害遥感调查 1/5 万地质图资料，霍拉山北缘断裂（F_2）为全新统活动性断裂。2011 年 12 月中国地震局地壳应力研究所完成《新疆开都河霍尔古吐水电站工程场地地震安全性评价报告》（送审稿）中确定该断裂为前第四系断裂。本阶段仍以全新统活动性断裂对待该断裂。

③松树达坂断裂（F_3）

位于开都河以南的霍拉山地块北缘，产状 NW290°SW∠50°～60°，破碎带宽约 30m。在规划河段中部霍尔古吐沟以西与霍拉山北缘断裂相交，全长约 55 公里，东部延伸出规划区，为霍拉山地块北缘界线。该断裂在晚更新世曾有过显著活动。该断裂西段曾发生 1939 年 6 级地震，说明断裂现代仍有活动。

④开都河断裂带（F_4）

位于开都河中游河段中部，为柳树沟扭动构造带组成部分。自北而南由洪水沟断裂、榆树沟断裂和开都河断裂组成。

a)开都河断裂（F_{4-1}）：它是开都河断裂带中的南分支断裂，总体走向 NWW—SEE，倾向南，倾角 70°～80°，主要发育在泥盆系地层中。断裂最后一次强烈活动时间为中更新世中晚期，属中更新世晚期断裂。

b)榆树沟断裂（F_{4-2}）：是开都河断裂带中间的一支断裂，断层产状 290°SW∠80°，断层破碎带 20m。榆树沟断裂主要发育在古生代地层中，对第三系地层分布有控制作用，第四系早期有过活动。对区域稳定性影响不大。

c)洪水沟断裂（F_{4-3}）：分布在开都河北岸，它是开都河断裂带中的北分支断裂，向西与 F_{4-1} 等汇为一条断裂后西延，全长 100 多公里，具有左旋滑动成份的逆冲断裂，产状 290°～310°NE∠65°～70°，破碎带宽 0.5m，局部 1.5～2m。断裂主要活动在中更新世末至晚更新世早、中期，全新世有活动。1927 年 9 月 23 日沿断裂发生 6.75 级地震。

⑤夏尔木特断裂（F_5）

位于开都河以北，走向 300°，发育在洪水沟断裂以北，与洪水沟断裂近于平行，长约 20km。断裂最新活动时期在晚更新世中晚期，即距今 3 万年左右，而晚

更新世末至全新世初，已无明显活动形迹。

⑥可肯达坂断裂（F_6）

位于开都河以北，西起骆驼脖子右岸，东延哈拉毛墩坳陷北部边缘，它控制了新生代北部沉积边界，全长 104km，主体部分产状 290°NE∠65～70°，破碎带宽 50m 左右。可肯达坂断裂是第四纪以来强烈活动的断裂，其最新活动一直延续到晚更新世晚期，晚更新世晚期以后无明显活动。

⑦科科达坂断裂（F_7）

分布在可肯达坂断裂以北，西段走向 300°，东段走向 285°，向东延伸即隐伏于第四纪洪积层之下，长约 64km。为早、中更新世断裂。

（3）区域稳定性

本区处于南天山地震带，自 1970 年以来共发生 M_L≥2.0 级地震 682 次，其中 3.0～3.9 级地震 160 次、4.0～5.0 级地震 15 次，最大地震为 1927 年 9 月 23 日于和静以西发生的一次 6.75 级地震。

参考 2011 年 12 月中国地震局地壳应力研究所完成《新疆开都河霍尔古吐水电站工程场地地震安全性评价报告》（送审稿），霍拉山北缘断裂（F_2）、松树达坂断裂、洪水沟断裂和可肯达坂断裂通过区域均属 7.5 级潜在震源区。上述几条断裂有可能成为未来的发震断裂，且均具有发生 7.5 级地震的构造条件，是工程区地震安全性评价应重点考虑的断裂。上述断裂也将是影响各梯级坝址区域稳定的几条主要断裂。

根据 1/400 万《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），开都河中游河段规划各梯级电站中阿仁萨很托亥电站、哈尔嘎廷郭勒电站各坝址区场地 50 年超越概率 10％的地震动峰值加速度为 0.15g，对应的地震烈度为Ⅶ度；霍尔古吐水电站坝址区位于地震动峰值加速度 0.15g 和 0.20g 分界线的附近，参考《新疆开都河霍尔古吐水电站工程场地地震安全性评价报告》（送审稿），霍尔古吐水电站坝址区场地 50 年超越概率 10％的地震动峰值加速度为 0.215g，相应的地震基本烈度均为Ⅷ度；滚哈布奇勒一级电站、滚哈布奇勒电站坝址区场地 50 年超越概率 10％的地震动峰值加速度均为 0.20g，对应的地震烈度为Ⅷ度。

规划各梯级坝址区场地距离松树达坂断裂、霍拉山北缘断裂（F_2）较近，两断裂分别为晚更新世、全新世活动断层，各梯级距离全新世活动断裂霍拉山北缘断裂

小于 5km，综合判断，各梯级均属区域构造稳定条件差的地区。

4.1.2.3 水文地质

本区总的地貌轮廓是“高山夹峡谷”，南北山区是本区地下水的补给区，开都河峡谷区则是地下水的径流和排泄区。

该区地下水类型主要有孔隙潜水、基岩裂隙水和裂隙岩溶水三类。

孔隙潜水：主要存在于第四系堆积层中，其中开都河及其各支流的冲、洪积层是它的主要存蓄介质，河水及地下水矿化度均小于 1g/L，PH 值 8.1～8.16，水化学类型为 HCO_3—Ca^{++}型水，属水质良好的淡水，对普通硅酸盐水泥无浸蚀性。

基岩裂隙水：主要赋存于第三系以前的基岩中，本区第三系、第四系的砾岩、砂岩及泥岩，大多为巨厚层状，泥钙质胶结，裂隙与层理不发育，裂隙水贫乏。

裂隙岩溶水：本区碳酸盐岩类出露较广泛，在泥盆、石炭系均有分布，灰岩内基本上没有贯通性的大溶洞，主要是一些直径小于 1m、且彼此孤立的近球形小洞穴，它们之间少数有裂隙相通，存在裂隙岩溶水。

4.1.3水文泥沙

4.1.3.1 径流

（1）径流补给来源

开都河为温带大陆性内陆河流，径流补给以冰川、冰雪融水补给为主，降雨补给为辅，枯季主要以地下水补给。

开都河中游峡谷段是暴雨集中区，降雨在径流中占有很大的份额。大山口下游平原区降水量仅在 100mm～200mm 左右，而该峡谷段达 250mm～400mm。根据本地区降雨径流的关系，查阅本地区降水量等值线图，年降水量 400mm 的等值线基本上包括了哈尔嘎廷郭勒沟，最大降水量出现在阿仁萨很托亥沟。

按径流补给区域划分，可分为径流形成区和径流散失区。开都河大山口水文站以上流域区，海拔高程 1300～4500m，东西走向的地形有利于西来水汽的进入，其降水量丰沛，产流量大,是径流的补给区。据大山口水文站 1956～2005 年 50 年实测资料统计，多年平均径流量 34.88×108m^3，多年平均径流深 172mm。

开都河出山口后，穿越丘陵区到达洪积冲击平原区。地处背风坡的山前丘陵区和平原区受到塔克拉玛干沙漠“旱海”的影响，气候非常干燥，降水量稀少，蒸发量大。径流的蒸渗损失很大，是径流的散失区。

（2）径流年际变化特征

由于降水和冰雪融水的相互补偿，开都河径流的年际变化不大。

据大山口水文站 1956～2005 年 50 年实测资料统计，多年平均流量为 110.5m^3/s，变差系数 Cv 为 0.21。最丰年 2002 年，年平均流量 181.5m3/s;最枯年 1986 年，年平均流量 78.04m^3/s，丰枯比为 2.3。

（3）径流年内变化特征

开都河为内陆河流，径流补给主要来源既有高山冰川和永久积雪的补给，又有中低山季节性积雪和夏季雨水的补给。因此，开都河地下径流丰沛，枯水流量较大，径流年内分配较均匀。

径流年内分配的特点：春汛连着夏汛，汛期较长。年内变化按其水情特征可分为春汛期、夏汛期、秋季退水期和冬季枯水期，其年内变化不大，据大山口水文站资料统计，最丰月七月月平均流量为 212.69m^3/s，最枯月二月月平均流量为 46.85m^3/s，前者约为后者的五倍。其径流变化趋势符合该类补给河流的水文特性。

春汛期（4～5 月），由于气温回升，流域内季节性积雪开始融化，河水流量开始增大。径流补给主要受气温持续增高的影响。据大山口水文站 1956～2005 年 50 年实测资料统计,春汛期多年平均径流量为 6.57 ×108m^3，占多年平均总径流量的 18.8%。

夏汛期（6～8 月），径流的主要补给是高山区冰川消融和中高山带积雪融水，其次是低山区的降雨。受气温持续增高的影响，冰雪强烈消融。据大山口站多年资料统计，夏汛期多年平均径流量为 15.75×108m^3，占多年平均总径流量的 45.15%。

秋季退水期（9～10 月），随着气温的逐渐降低，高山永久积雪区消融减慢，中低山区冰雪消融完毕，径流逐渐减少，形成退水过程，此外径流还有部分降雨和壤中流补给。秋季退水期多年平均径流量为 5.6 ×108m^3，占多年平均总径流量的 16.05%。

冬季枯水期（11 月～次年 3 月），气温降到 0℃以下，河流结冰封冻，降水多为固态，开都河仅依赖地下水补给和大小尤尔多斯高山湖泊补给，流量过程平稳，径流稳定，年内年际变化很小，枯季流量较大，据大山口站多年资料统计，冬季枯水期多年平均径流量为 6.96×108m^3，占多年平均总径流量的 19.95%，较南疆其他河流为大。枯水期水量变化呈逐月减少，多以 2 月最枯，3 月开始增大。历年最小

月平均流量为 33.2m³/s（1985 年 1 月），年最小流量出现在 12 月-2 月期间，多出现在 2 月期间。

开都河大山口站多年平均年径流年内分配见表 4.1.3-1，插补延长后的山恨土海站多年平均年径流年内分配见表 4.1.3-2。大山口水文站、恨土海站多年平均平均径流量年内分配比例见图 4.1.3-1。

表 4.1.3-1 开都河大山口站多年平均年径流年内分配表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
水量(10^8m^3)	1.34	1.15	1.31	2.79	3.78	4.92	5.70	5.13	3.23	2.37	1.75	1.42
占年（%）	3.83	3.30	3.76	7.99	10.85	14.12	16.33	14.70	9.25	6.80	5.00	4.06
时段	冬季 12-2 月		春季 3-5 月			夏季 6-8 月			秋季 9-11 月			全年
水量(10^8m^3)	3.90		7.88			15.75			7.35			34.88
占年（%）	11.19		22.60			45.15			21.06			100

表 4.1.3-2 开都河山恨土海站多年平均年径流年内分配表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
水量(10^8m^3)	1.04	0.882	1.03	2.18	2.73	3.29	3.68	3.39	2.38	1.87	1.38	1.11
占年（%）	4.16	3.53	4.14	8.73	10.94	13.19	14.75	13.57	9.52	7.49	5.52	4.45
时段	冬季 12-2 月		春季 3-5 月			夏季 6-8 月			秋季 9-11 月			全年
水量(10^8m^3)	3.03		5.94			10.37			5.63			24.97
占年（%）	12.14		23.80			41.52			22.54			100

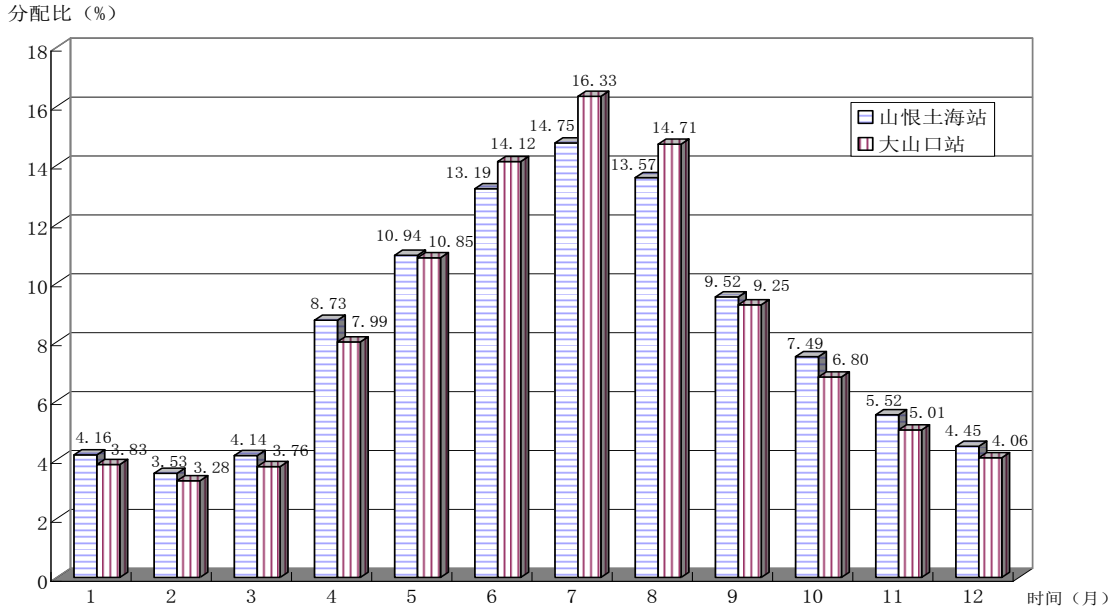


图 4.1.3-1 大山口站、山恨土海站多年平均径流量年内分配比例图

4.1.3.2 洪水

开都河流域的暴雨成因，从环境形势与天气系统而言，多属于“北高南低型”，此环流形势北部为高压脊，南部为低压槽式低涡。流域地形向南倾斜开口，为偏西方向水汽的迎风坡，是新疆暴雨多发生地区之一。在本区域内无明显的长历时（24小时）暴雨中心位置，降雨高值区多沿等高线分布。降雨强度以及雨区中心的位置，具有较大的偶然性。

开都河洪水形成于山区，从时间上分为春洪和夏洪。从洪水成因上分为融雪和融雪与暴雨混合型。融雪型主要受气温的影响，上游山区冰雪强烈消融，洪水一日一峰日变化明显，洪水过程平稳。该洪水多出现在 4～5 月，洪水最大洪峰一般为 500 m^3/s 左右。暴雨洪水主要集中在中游河段峡谷区，汇流较快，主要集中在三日以内，与融雪洪水相互叠加，形成混合型洪水，较大的洪水常常是混合型洪水。该洪水起涨快，峰高量大，该洪水多出现在 6～7 月，在大山口水文站断面的洪峰流量可达 700～800m^3/s。据大山口水文站实测资料统计，多年平均年最大洪峰洪峰流量为 530.2m^3/s。

开都河洪峰流量年际变化非常大。开都河大山口水文站年最大洪峰流量系列中 1999 年年最大洪水峰值为 1750m^3/s，为历年之首；1967 年年最大洪峰仅 274m^3/s，为历年最小值。洪峰流量年际绝对变辐达 1500m^3/s，年最大洪峰流量均分布在 5～8 月份。

根据实测洪水资料统计年最大流量、最大各时段洪量（即 24 小时、三日、五日、七日）作为计算样本。将 1955～2005 年 51 年连续系列加入 1920 年历史洪水，并将 1999 年洪水做为特大值处理，组成不连续系列，进行频率计算。应用矩法估算出经验参数，用上述经验公式计算经验频率，采用 P-III 型曲线适线，适线结果较好地照顾到历史洪水，且通过点群中心。计算结果：大山口水文站设计洪水成果值见表 4.1.3-3。山恨土海站设计洪水成果值见表 4.1.3-4。

表 4.1.3-3　大山口水文站设计洪水成果表

频率（%）	洪峰 (m^3/s)	24 小时洪量 (10^6m^3)	3 日洪量 (10^6m^3)	5 日洪量 (10^6m^3)	7 日洪量 (10^6m^3)
0.01	3727.0	156.62	321.79	484.96	633.88
0.02	3420.0	146.11	302.69	456.81	597.84
0.05	3017.0	132.24	277.42	419.50	550.14
0.1	2715.0	121.77	258.26	391.18	513.89
0.2	2417.0	111.32	239.05	362.78	477.51
0.5	2029.0	97.55	213.58	325.08	429.17
1	1742.0	87.17	194.24	296.41	392.36
2	1460.0	76.85	174.80	267.56	355.26
5	1109.0	63.29	148.92	229.07	305.65
10	859.0	53.16	129.13	199.54	267.47
20	636.0	43.18	109.05	169.44	228.38
均值	530.0	35.12	90.05	140.32	189.70
Cv	0.55	0.40	0.33	0.32	0.31
Cs	3.30	2.20	1.82	1.76	1.71
Cs/Cv	6.0	5.5	5.5	5.5	5.5

表 4.1.3-4　山恨土海水文站设计洪水成果表

频率（%）	洪峰 (m^3/s)	24 小时洪量 (10^6m^3)	3 日洪量 (10^6m^3)	5 日洪量 (10^6m^3)	7 日洪量 (10^6m^3)
0.01	825.0	63.76	173.63	262.47	332.26
0.02	774.0	59.93	163.65	248.11	315.09
0.05	705.0	54.86	150.42	229.07	292.26
0.1	654.0	51.01	140.39	214.62	274.89
0.2	602.0	47.17	130.34	200.10	257.43
0.5	534.0	42.08	117.01	180.79	234.15
1	482.0	38.22	106.87	166.08	216.36
2	431.0	34.35	96.69	151.25	198.36

频率（%）	洪峰 (m^3/s)	24 小时洪量 (10^6m^3)	3 日洪量 (10^6m^3)	5 日洪量 (10^6m^3)	7 日洪量 (10^6m^3)
5	363.0	29.23	83.12	131.39	174.13
10	311.0	25.33	72.74	116.08	155.32
20	260.0	21.41	62.19	100.38	135.84
均值	216.0	17.86	52.15	84.69	115.40
Cv	0.34	0.32	0.3	0.28	0.26
Cs	2.04	1.92	1.80	1.68	1.56
Cs/Cv	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00

4.1.3.3 泥沙

开都河河道全长 525km，流域面积为 22550km^2。呼斯台西里以上为上游，呼斯台西里至大山口为中游，大山口以下为下游。其上游源头区高山耸立，冰川发育，具有典型的高寒山区气候特征，河流流入大、小尤尔都斯盆地，河道曲折迂回，河漫滩发育，流域内主要为沼泽草甸，植被覆盖率可达 90%，因而河水清澈，含沙量极低。中游阿仁萨很托亥以上，也因植被良好，产沙不多。阿仁萨很托亥至大山口河段为中游峡谷区，新疆开都河中游河段水电规划就位于此段，此河段两岸植被稀疏，其河道滩险流急，比降较大，两岸山体裸露，植被稀少，气候干燥，岩石风化严重。发生暴雨时，两岸松散堆积物大量冲入河道，致使河水浑浊，含沙量增大，该段为开都河的主要产沙区。大山口以下河道宽阔，水流渐缓，植被较差，但因降水稀少，所以产沙不多。

山恨土海水文站仅有 1961 年、1964 年和 1965 年三年实测数据，这三年平均悬移质输沙量为 33.31×10^4t，悬移质输沙模数 25.67t/km^2，悬沙量主要集主在 4～8 五个月，占全年悬沙量的 87.36%。

大山口水文站从 1959 年开始观测悬移质泥沙，至 2002 年有完整系列 44 年，资料不全年份有 4 年（1959、1961、1962、1972），采用汛期（6-8 月）输沙率与年输沙率相关的方法，插补出这 4 年的年平均输沙率。统计结果表明，多年平均含沙量 0.143kg/m^3，多年平均悬移质输沙量 63.85×10^4t，悬移质输沙模数 34.25t/km^2，悬沙量集中在 4～8 五个月，占全年沙量的 94.11%。

根据《新疆开都河中游河段水电规划报告（修编）》（2012 年版），采用大山口站的实测泥沙资料对各梯级泥沙进行分析。采用输模数及规划各梯级坝址以上流域面积估算各工程场址处的输沙量，设计成果见表 4.1.3-5。

表 4.1.3-5　各工程场址推移质输沙量及总输沙量表

序号	工程场址名称	悬移质输沙量(10^4t)	推移质输沙量(10^4t)		总输沙量(10^4t)
			β 取值	输沙量	
1	阿仁萨很托亥	55.53	0.15	8.33	63.86
2	哈尔嘎廷郭勒	57.86	0.15	8.68	66.54
3	霍尔古吐	58.31	0.15	8.75	67.07
4	滚哈布奇勒	59.93	0.15	8.99	68.91

4.1.4气候气象

开都河流域地处欧亚大陆腹地，中天山南麓，远离海洋，属大陆性北温带气候。水汽主要来源于湿润的西风流及北冰洋气流，其输入的水汽受天山山脉的阻挡及多条平行山脉的作用，使本流域气象特性在上、中、下游有显著差异。致使上、中、下游的降水极不均匀，降水类型也各不相同。

上游为高寒湿润区，年平均气温-4.6℃，极端最低气温达-46.4℃；高山区年降雨量 500～600mm，一年四季均可出现固态降水，年蒸发量 600～700mm，冰冻期长达七个月，河流封冻约 80～90 天。

中游为高寒区，极端最低气温达-35℃，中游下段年平均气温 8℃左右；年降水量上段为 450mm、下段为 300～100mm，年蒸发量 900mm 以上，冰冻期 5～6 个月，大部分河段有封冻现象。

下游为干旱区，年降水量小于 100mm，年蒸发量 1200mm 以上，最高气温达 40℃以上，无霜冻期约 160 天。

开都河流域降水量在时间上也分布不均，降水主要集中在 6～8 月份，该时段降水量占年降水量的 60%以上，其次为 3～5 月，冬季降水很少，11 月～翌年 2 月仅占年降水量的 4.7%。

开都河流域的蒸发量（水面）下游大，上、中游小，平原区大，山区小。上游区为 600mm～700mm，中游区为 900mm，下游区则在 1200mm 以上。4～9 月份占年蒸发量的 80%，蒸发量的年内季节变化较小。

总体上讲，开都河流域气候特征为：北部山区气候温凉，热量不足，空气湿度相对较大，降水相对充沛，无霜期较短；南部平原热量丰富，无霜期长，光照充足，降水稀少，空气干燥。

4.1.5土壤与植被

开都河中游河段土壤类型主要有亚高山草甸土、灰褐色森林土、淡栗钙土和淡棕钙土。随着地形、海拔的变化，土壤的垂直地带分布较为明显，由高到低，依次是亚高山草甸土、灰褐色森林土、淡栗钙土和淡棕钙土。

亚高山草甸土分布于 1800 （1600）～2800 （2900）m 的亚高山带，常与高山草甸土性毗连而分布于其下限，延伸到中山带的 1500m 或 1800m；阴坡下限接森林土带（与灰褐色森林土呈犬牙交错分布）。灰褐色森林土简称灰褐土，呈岛状分布于海拔 1600 （1800）～2800m 的中山带阴坡，上接草甸土带，下连粟钙土带。淡粟钙土系干草原地区的地带性土壤，主要分布于海拔 1200 ～1500m 的山间盆地及山前平原，属黑钙土与灰钙土之间气候干旱化的过渡性土壤。淡棕钙土发育在温带草原化荒漠生物气候条件下，是棕钙土向漠土过渡的一个土壤类型，组成棕钙土的母质主要是冲积-坡积-残积物，土壤腐殖质层浅薄，有机质含量较低。

流域植被可分为高寒草原、高寒草甸、山地针叶林、山地落叶阔叶灌丛、山地荒漠草地、河谷落叶阔叶林、河谷落叶阔叶灌丛、河谷低地草甸、荒漠草地等；有天山桦、细子麻黄、中麻黄、蓝枝麻黄等 4 种自治区Ⅰ级保护植物，欧亚圆柏、宽刺蔷薇、大赖草等 3 种自治区Ⅱ级保护植物，在中游河段沿岸少量分布。

中游河段谷底狭窄，两岸阶地不发育，只有在局部河床稍开阔处的心滩、河道拐弯段的凹岸处边滩上，散片状分布有少量河岸林草，宽度一般不超过 50m。乔木树种有白榆、柳树等，灌木有小檗、蔷薇、黑果栒子、忍冬等，草本有芦苇、甘草、蓟、苦豆子、芨芨草等。主要依靠天然降雨、地下水生长。

4.2 工程区自然环境

4.2.1地形地貌

（1）水库区

库区两岸山体高陡雄厚，由于坝前水头抬高约 24m，回水长约 3.3km，库水蓄于现代河槽之内，山顶高程 3000～3900m，远高于正常蓄水位 2070.00m，地形封闭条件好。蓄水至正常蓄水位时，河谷宽度一般 150m～300m，两岸岸坡较陡，平均坡度一般大于 40°，局部近直立。岸坡多裸露或有稀疏的植被覆盖，河谷部位

有较为茂密的植被发育，两岸洪积平台、Ⅰ级～Ⅱ级阶地较发育，地形平坦，多有草皮等植被覆盖，较高高程部位局部残留Ⅲ级～Ⅴ级阶地，阶地前缘一般形成较陡岸坡，阶地顶部较为平缓，宽度一般不大。

（2）坝址区

坝址位于霍尔古吐沟口上游约6.1km。坝址区河流流向由NE51°转向SE115°，河谷较为开阔，平水期水位高程约2045m，河水面宽度约48m。右岸为开阔的河流Ⅱ级阶地，上覆雪莲沟洪积扇，宽度一般130m～190m，坝轴线处宽度约154m。河谷右岸岸坡下陡上缓，下部基岩裸露，岸坡较陡，50°～60°，高程2110m以上有较厚的河流Ⅲ级阶地分布，阶地表部有厚5m～8m的崩坡积物覆盖，前缘坡度中陡，一般35°～45°，顶部地形平缓开阔，宽度大于100m，坡度多小于20°。

坝址区河床覆盖层揭露最大厚度46.6m，基岩顶板最低高程约1995.7m，河床钻孔揭示未发现有基岩深槽。坝址区冲沟较为发育，其中右岸坝上游约150m发育的雪莲沟，右岸上游约1.0km发育的乌台沟，左岸下游约200m发育的哈尔沟，规模均较大。其中乌台沟和哈尔沟为常年流水，雪莲沟为季节性流水。

坝址区第四系松散堆积物极为发育，坝址区下伏基岩岩性主要为泥盆系中统绢云母千枚岩和凝灰质千枚岩为主，枢纽区哈尔沟上游主要为绢云母千枚岩，哈尔沟下游主要为凝灰质千枚岩。岩体为单斜岩层，倾向左岸岸里，产状为：NW315°～340°NE∠60～72°。两组岩性为整合接触关系，接触面产状和岩层产状基本相近。

（3）厂址区

推荐下厂址地形开阔，河水位高程1791m左右，主河道靠右岸。厂址区发育有Ⅰ阶地，顺河向长约840m，宽150m～185m，地势平坦，植被发育；1810m高程以上发育有Ⅱ级阶地，顺河向长约520m，宽180m左右，为一12°左右缓坡。缓坡后接高陡边坡，天然边坡高度800m左右，坡度一般在45°～60°。厂址区小的冲沟较为发育，切割不深，一般3m～8m，沟口多形成小规模洪积扇，主要为集中降雨或融雪性洪水冲积形成，沟内无常年流水。

据钻孔揭露，Ⅱ级阶地缓坡下部发育有古河槽，宽度120m～175m，深度约11m～17m左右。

厂址区下游700m左右、开都河右岸发育有清水沟，常年流水。清水沟流域总体呈南北走向，沟道弯曲，流域形态呈上宽下窄的扇形。沟谷内植被稀少，仅在下

游沟床内有若干棵孤树。两侧山坡及上游沟床基岩裸露，且表层岩体风化严重。沟床比降较陡，平均比降为283.6‰，且整个沟谷的比降相对变化很小，逐渐呈增长趋势。沟口部位堆积有大面积洪积扇，组成物质以孤石、块石为主，呈次棱角状，粒径多大于10cm，表部架空堆积，推测厚度大于15m，成因为水石流堆积。

4.2.2环境地质

（1）水库区

1）地层岩性

库区出露的地层有泥盆系中统萨阿尔明组下亚组（D2Sa3）上段和第四系（Q），分述如下：

①泥盆系中统萨阿尔明组下亚组上段（D2Sa3）地层，岩性为灰绿色泥硅质板岩、青灰色千枚岩等，为中硬岩，表部岩体完整性较差，层状结构，岩层产状为：NW290°～330°NE∠60°～75°。单斜倾向左岸岸内偏下游。

② 第四系（Q）

库区河谷两岸广泛分布，按成因类型主要有崩坡积、洪积和冲积：

a）全新统崩坡积（Q4col+dl）含块石碎石土层：主要分布在左岸基岩岸坡的坡脚、右岸边坡上及两岸小冲沟内，为块石、碎石及砂土，呈松散状，厚度数m～10余m；

b）全新统洪积（Q4Pl）含孤石块碎石土层：主要分布在两岸冲沟沟口部位，以含孤石的块碎石土为主；为块石、碎石、砾石及砂，呈松散状，厚度一般5m～28m；

c）冲积：主要为全新统河床冲积漂石砂卵砾石层，两岸较高高程部位局部有残留有上更新统Ⅲ、Ⅳ级阶地堆积物：

上更新统冲积（Q3al）：为含漂石的砂卵砾石层，主要分布左岸高高程部位，为Ⅲ、Ⅳ级河流阶地残留含漂石砂卵砾石层，结构密实，前缘多形成较为陡峭的自然边坡，厚度5m～20m。

全新统冲积含漂石砂卵砾石层（Q4al）：主要分布在河床及两岸Ⅰ级、Ⅱ级阶地，花岗岩漂石较为发育，分选性差，分层规律不明显，以含漂石砂卵砾石为主，砂粒含量较少。该层厚度17.2m～50.4m。

2）地质构造

从区域构造格架上，库区地处南天山褶皱带的中部。在次级构造单元上位于可肯达坂断褶带与哈拉毛墩褶陷的交接带上，北部是可肯乌苏褶隆，南部是霍拉山褶隆。

水库区地质构造总体以一系列 NWW～NW 向高角度逆冲断层为基本特点。

①断层

库区内断层较发育，多为 NWW（少量 NEE）向挤压～逆冲断层，破碎带宽度一般 0.2m～1.0m，构造岩主要为碎裂岩、角砾岩、糜棱岩、挤压片状岩，少数断层盘面分布有连续断层泥，延伸长度一般小于 1km。库区外围近侧发育的区域断裂有 2 条，简述如下:

a)F4 虎拉山北缘断裂：断层延伸方向 NW286°，倾向 SW，倾角 50°～60°，延伸长 3300m，断层性质为逆冲断层。区域地质图上为虎拉山北缘断裂，该断裂为下元古界与北部古生界地层的分界断裂。该断裂在工程区基本和河道平行，延伸较长，位于场区南侧约 1.8km，出露位置远高于库水位。

b）F9 洪水沟断裂：位于库区北侧 6.0km 左右，延伸 65km 以上，是一条向南西陡倾的逆冲断裂。断裂带由 2 条～3 条断裂组成。总体产状：NW320°SW□75°，断裂破碎带宽 15m，断层角砾岩厚 3m，泥质胶结成岩。该断裂从下游向上游延伸有向开都河逼近趋势，延伸至库尾左岸距开都河约 1.5km 处时尖灭，库水不浸淹断层。

②裂隙

库区构造裂隙较发育，按其产状主要分为三组：

a）走向 NW，倾 NE，发育，b）走向 NE，倾 NW，较发育，c）走向 NE，倾 SE，较发育。裂隙宽度一般 0.5cm～1.0cm，裂隙面平直、较光滑，充填岩粉、岩屑等，浅表部未胶结或胶结较差，延伸长度一般 6m～10m，少量大于 20m。

（2）坝址区

1）地层岩性

坝址区第四系松散堆积物极为发育，根据其物质组成和结构特征，判断主要有如下成因类型：

① 崩坡积含块石碎石土层：主要分布在左岸基岩岸坡的坡脚和右岸边坡，以碎石土为主，厚度一般 3m～12m；

②洪冲积、泥石流堆积含孤石块碎石土层：主要分布在两岸冲沟沟口部位，以含孤石的块碎石土为主，厚度一般 15m～30m；

③冲积含漂石砂卵砾石层：主要分布在河床及两岸平缓阶地，以含漂石砂卵砾石为主，花岗岩漂石含量较高，砂粒含量较少，分选性差，分层规律不明显,无成片状、透镜状或连续成层的砂层、淤泥质层等不良夹层。根据钻孔揭示，上游河床覆盖层以含漂石砂卵砾石为主，向下游接近乌台兰聪都克沟漂卵石极为发育，砂粒含量较少。根据钻孔揭示，坝址区冲积物厚度 17.2m～50.4m，河床右岸覆盖层厚度小于左岸，上游厚度小于下游。

此外，左岸高高程部位局部有Ⅲ、Ⅳ级河流阶地残留 Q3 含漂石砂卵砾石层，结构密实，前缘多形成较为陡峭的自然边坡。

坝址区下伏基岩岩性主要为泥盆系中统泥硅质板岩和绢云母千枚岩为主，其中左岸及河床出露岩性主要为板岩，右岸主要为千枚岩。单斜岩层倾向左岸岸里，产状为：NW305°～330°NE∠68°～75°。两组岩性为整合接触关系，接触面产状和岩层产状基本相近。

2）地质构造

上坝址断裂不太发育，坝址区测绘发现较大断层共有 6 条，以走向 NE 倾向 NW 的陡倾角断层为主，规模不大，未发现断层有延伸过河的迹象；上坝址左岸勘探平硐揭露，未发现有大规模断层，以小规模层间断层、或走向和层面相近、反倾硐外的小断层为主，此外层间挤压带较为发育，带内岩体完整性一般，挤压紧密，宽度一般 0.2m～0.5m。

根据地表测绘成果及勘探平硐揭露，上坝址区发育断裂结构面主要可分为以下三组：①组：层面组，产状 NW305°～330°NE∠65°～78°，该组以层间挤压带、断层和硬性裂隙结构面为主，地表和勘探平硐内均有出露，该组地表零星有较大规模断层出露，如 F53 断层等；②组：产状 NW310°～345°SW∠47°～78°，该组结构面以小规模断层及宽大裂隙为主，主要在勘探平硐内揭露，最为发育；③组：该组为走向 NE，倾向 SE（少量 NW）的一组陡倾角结构面，该组结构面走向变化范围较大，地表揭露断层多属于该组，如 F51、F52 等，平硐内揭露以长大裂隙和小断层为主。

（3）厂址区

1）地层岩性

厂址区第四系堆积物较为发育，按其成因类型，主要分为崩坡积、洪积、冲积等几类，其分布位置和主要发育特征如下：

①崩坡积块石碎石土（Q_4^{col+dl}）：主要分布在厂址区后边坡高程 1920m 以下至Ⅱ级阶地前沿附近，厚度 5m～25m，以块石、碎石土为主，结构较松散。块碎石以棱角状和片状为主，岩性主要为泥硅质板岩及绢云母石英岩夹长石石英岩等。块石粒径一般 0.1m～0.8m，最大块体粒径可见约 5m，约占 40～50%；碎石一般 1cm～2cm，约占 30～40%，其余为粉砂质土；

②洪积含块石碎石土（Q_4^{pl}）：主要分布在厂址区各小冲沟沟口，以含块石碎石土为主，块石粒径 0.4m～0.6m，岩性仍为泥硅质板岩及绢云母石英岩夹长石石英岩等，结构中密，厚度一般 3m～8m；

③冲积含漂石砂卵砾石层（Q_4^{al}）：主要分布在厂址区前缘河床、河滩部位及Ⅱ级阶地缓坡下部，以含漂石砂卵砾石为主，结构松散，河床及漫滩部位厚度 19.8m～28.1m，Ⅱ级阶地部位 5m～16m。

厂址区下伏基岩主要为灰黑色泥硅质板岩及灰绿色绢云母石英岩夹长石石英岩，产状 NW278°～310°NE∠60°～68°，层理发育一般，岩体呈中厚层状～块状。钻孔揭示，厂址区下伏基岩中存在强风化顺层挤压带，顺河向基本沿古河槽展布，穿过Ⅱ级阶地缓坡，横河向见于厂横Ⅰ与厂横Ⅲ勘探线之间，宽度 70m 左右，厚度 4m～26.1m，最低出露高程 1756.3m（ZK54），该套地层经钻进取芯后，呈中细砂状。将在厂房北侧人工边坡、3#机组岔管及压力钢管尾段约 150m 开挖将揭露该条带。

2）地质构造

松树达坂断裂从厂址区右岸穿过，断裂总体产状：NW280°SW∠65°，破碎带宽 20m 左右，断层角砾岩厚 3m～5m，钙质胶结成岩，靠近断层面有片理，岩石糜棱岩化。断裂上盘为灰岩，岩体完整，层面顺直层理明显。该断裂为泥盆系和石炭系地层界线，厂址区右岸出露岩性为石炭系灰岩，左岸为泥盆系地层，该断裂距厂址 220m，比上厂址稍远。根据厂址区钻孔及平硐揭露来看，断裂对厂房建基岩体完整性影响不大。测绘未发现厂址区左岸有较大规模断裂结构面发育，主要发育结构面为层面及其它随机短小裂隙。

（4）引水隧洞

本阶段引水洞线以布置靠岸内方案为推荐方案。

引水隧洞全长约 18922.46m，隧洞为圆形，开挖洞径 9.2m～9.5m，哈尔嘎特希力沟和霍尔古吐沟隧洞埋深浅，采用暗埋式涵管穿过。进水口为岸塔式，隧洞主体相同，进水口高程 2057m，至调压井处高程降至约 1994.08m。

隧洞沿线岩相变化较大，霍尔古吐沟以前主要为板岩、千枚岩类及少量凝灰岩类，为第一段；第二段为霍尔古吐沟以后至引 13+754 桩号，岩性主要为凝灰质砂岩夹砂质凝灰岩，沟口下游侧有少量凝灰岩及英安岩；第三段引 13+754 桩号以后主要为绢云母石英岩夹长石石英岩，局部有少量板岩类出露。总体而言，上述岩体以层状为主，但由于其埋深较大，层面对岩体完整性影响有限；根据坝、厂区岩石和岩体试验成果，围岩以坚硬岩为主，少量中硬岩，岩层走向总体与洞线小角度相交，一般在 10°～45°居多，倾角多为 50°以上中陡角度。引水隧洞垂直埋深多在 150m 以上，最大 1000m 左右，少量洞段埋深小于 100m，通过哈尔嘎特希力沟及霍尔古吐沟段为暗埋式涵管通过。

总体看，引水洞属傍山深埋隧洞，根据洞线岩性、冲沟切割、结构面组合、地下水发育情况等，将引水洞围岩划分为Ⅱ类～Ⅴ类。

4.2.3水文地质

（1）水库区

库区两岸冲沟不太发育，且多无常流水。地下水水量不丰，多埋藏较深，按其赋存类型有第四系孔隙潜水和基岩裂隙潜水。

孔隙潜水：赋存于谷底透水性好的冲积砂卵砾石层和岸边崩坡积块碎石中，水量较丰富。

基岩裂隙潜水：赋存、运移于基岩裂隙中，主要受大气降水补给，排泄于相邻沟谷或开都河中。

坝线上游约 530m 左岸坡脚有泉水溢出，流量很小（估计 10L～20L/min 左右），根据出露点高程分析，推测为基岩裂隙性潜水在坡脚的出露点。

（2）坝址区

推荐上坝址区域地下水按埋藏条件可以分为孔隙性潜水和基岩裂隙性潜水。

孔隙性潜水：主要分布在河床冲积层及洪积的松散堆积物中，由两岸地下水、

大气降水补给，排泄于开都河。

基岩裂隙性潜水：赋存、运移在风化裂隙和构造裂隙中，由大气降水及远山地下水补给，排泄于开都河。

坝轴线上游约 530m 处左岸基岩坡脚有一处泉水出露，为下降泉，泉点高程2066.6m，高出河水位约 6m，流量约 10L/min～15L/min，为基岩裂隙性潜水出水点。

根据水质分析试验成果，河水、地下水及及乌兰聪都克沟水均对砼均无腐蚀性。初步认为，坝址区地下水和地表水对砼无腐蚀性。

（3）厂址区

厂址区地下水按埋藏条件可以分为孔隙性潜水和基岩裂隙性潜水。

孔隙性潜水：主要分布在河床冲积层及洪积的松散堆积物中，由两岸地下水、大气降水补给，排泄于开都河。

基岩裂隙性潜水：赋存、运移在风化裂隙和构造裂隙中，由大气降水及远山地下水补给，排泄于开都河。

测绘过程中未发现有泉水等地表出水点，各冲沟除下游清水沟有常年流水外其余小冲沟均为干沟。

初步判断，厂房基础顺层挤压强风化带中含有硫化物矿物，该岩体浸泡后厂房地下水可能对砼存在结晶类硫酸盐型腐蚀性。

4.2.4气候与气象

开都河流域内有自治区气象局设立的和静气象站、焉耆气象站，自治区水文总站设立的萨很托亥气象园、大山口气象园。除萨很托亥气象园观测时间较短外，其它站、园观测时间至今有三十多年。

距霍尔古吐水电站坝址约 72km 和 130km 处分别有大山口气象园、和静气象站。受资料情况限制，霍尔古吐水电站降水量和蒸发量采用大山口气象园资料，其余各要素采用和静气象站观测资料统计成果。

开都河流域远离海洋，水汽主要来源于西风环流及北冰洋气流，输入水汽受天山山脉的阻挡及多条平行山脉的作用，导致本流域上、中、下游气象特性有显著差异。开都河流域降水量主要集中在 6 月～8 月，该时段降水量占年降水量的 60%以上，冬季 11 月～翌年 2 月降水量仅占年降水量的 4.7%。蒸发量下游大，中、上游

小，平原区大，山区小；4 月～9 月蒸发量约占年蒸发量的 80%左右；蒸发量的年际变化较小。

据和静县气象站（1971 年～2000 年）和大山口气象园资料统计，多年平均气温 8.7℃，多年绝对最高气温 38.5℃，多年绝对最低气温-30.0℃；多年平均降雨量 111.1mm；多年平均蒸发量 1702.5mm；多年平均相对湿度 53%；多年平均风速 1.6m/s，最大风速 32m/s；最大积雪深度 16cm，最大冻土深度 142cm。霍尔古吐水电站各气象要素见表 4.2.4-1～2。

表 4.2.4-1　新疆开都河霍尔古吐水电站气象要素成果表

项目	单位	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
多年平均气温	℃	-11.1	-5.4	4.4	12.8	18.6	22.1	23.4	22.2	16.8	8.7	-3.0	-8.3	8.7
多年平均最高气温	℃	-3.8	2.2	11.7	20.2	25.7	28.9	30.3	29.6	24.9	17.3	7.0	-1.7	16.0
多年平均最低气温	℃	-17.0	-12.4	-3.1	4.8	10.6	14.3	15.6	14.4	8.9	1.5	-5.7	-13.4	1.5
多年绝对最高气温	℃	6.5	11.7	23.8	32.8	34.2	36.1	38.5	37.8	33.4	27.7	19.3	7.2	38.5
多年绝对最低气温	℃	-30.0	-36.6	-14.8	-7.5	-5.0	2.3	7.5	4.3	-1.9	-10.6	-20.0	-26.0	-36.6
多年最小相对湿度	%	6	2	0	0	3	4	7	5	4	1	2	0	0
多年平均相对湿度	%	70	57	43	35	39	44	49	51	53	58	66	73	53
多年平均水汽压	mb	1.7	2.2	3.4	4.7	7.5	10.6	12.8	12.4	9.0	5.9	3.9	2.3	6.4
多年平均降水量	mm	1.46	1.23	1.78	5.51	14.9	22.3	27.1	21.5	10.4	3.26	0.88	0.98	111.1
多年一日最大降水量	mm	13.6	4.5	16.9	15.7	25.8	36.4	19.3	40.9	28.5	11.5	5.2	5.4	40.9
日降水量≥0.1mm 天数	日	1.3	0.8	1.0	1.7	4.4	7.1	8.6	6.7	3.6	1.1	0.7	1.7	37.8
日降水量≥5.0mm 天数	日	0.1	0	0.1	0.4	0.9	1.1	2.8	1.2	0.7	0.2	0.1	0.1	6.4
日降水量≥10.0mm 天数	日	0.03	0	0.1	0.1	0.4	0.4	0.5	0.4	0.2	0.1	0	0	2.1
日降水量≥25.0mm 天数	日	0	0	0	0	0.03	0.03	0	0.03	0.03	0	0	0	0.1
多年最长连续降水天数及量	日期	1-6/95	27-29/92	19-22/88	10-12/89	2-7/88	23-29/76	21-29/79	19-24/91	9-12/66	12-15/87	22-23/71	23-26/94	19-24/91
	天数	6	3	4	3	6		9	6	4	4	2	4	6
	mm	1.0	6.3	0.6	15.5	29.9	28.0	27.7	45.2	10.1	29.3	3.7	4.7	45.2
注：降水和蒸发采用大山口气象园观测资料，其余各气象要素均采用和静气象站观测资料统计成果。 大山口气象园、和静气象站海拔高程分别为 1350m 和 1100m。														

表 4.2.4-2　新疆开都河霍尔古吐水电站气象要素成果表

项目	单位	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
多年日照时数	h	182.2	202.1	251.3	261.4	301.3	296.8	303.6	303	283.4	270	221	184.1	3060
多年日照百分率	%	63	68	68	65	67	65	66	71	76	79	76	65	69
多年平均蒸发量	mm	17.4	33.9	97.8	184.1	264.9	275.1	253.9	234.3	175.9	106.8	42.1	16.3	1702.5
多年地面平均温度	℃	-11.7	-5.0	6.7	17.4	25.4	30.0	31.3	29	21.2	10.4	-11.0	-9.4	12.0
多年地面平均最高温度	℃	5.1	15.1	30.2	42.1	50.8	54.7	55.9	53.2	45.4	33.8	17.9	6.4	34.2
多年地面平均最低温度	℃	-21.6	-17.5	-8.0	1.2	7.6	12.0	13.4	12.2	6.2	-2.2	-10.8	-18.1	-2.1
多年地面极端最高温度	℃	18.9	29.0	48.4	61.6	65.4	67.0	73.0	66.7	58.7	48.9	31.4	17.3	73.0
多年地面极端最低温度	℃	-34.8	-32.8	-20.0	-12.8	-5.4	1.0	3.0	-0.1	-4.9	-15.4	-26.6	-33	-34.8
多年平均 10cm 地温	℃	-8.8	-4.8	3.8	13.7	20.8	24.9	26.6	25.6	20.1	11.2	9.0	-6.4	10.7
多年平均 20cm 地温	℃	-7.1	-4.1	3.2	12.9	19.9	24.2	26.1	25.4	20.5	12.4	2.7	-4.4	11.0
多年最大冻土深度	cm	137	142	126	76						10	54	98	142
多年最大积雪深度	cm	13	11	14	16						6	3	5	16
多年最大风速及相应风向	m/s	13.3	19	18.7	20.7	25	32	20	19.8	16	15.3	18	14	32
		NNW	NNW	NW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW		NNW	NNW	NNW
多年平均风速	m/s	0.7	1.1	1.6	2.3	2.2	2.4	2.1	1.8	1.6	1.2	0.9	0.7	1.6
注：降水和蒸发采用大山口气象园观测资料，其余各气象要素均采用和静气象站观测资料统计成果。 大山口气象园、和静气象站海拔高程分别为 1350m 和 1100m。														

4.2.5水文泥沙

（1）径流

开都河径流主要来源于降水和冰川、雪山融水。该流域上游山区森林茂密，大、小尤尔都斯盆地植被主要为沼泽草甸，植被覆盖率高达 90%；中游高山为冰雪覆盖区，阶地及缓坡处为沼泽草甸，高山草原主要为冬牧草场，河谷及两岸山地的植物以云杉为主；受林区枯枝落叶和大、小尤尔都斯盆地沼泽草甸的作用，下垫面具有较强的滞蓄能力。因此，地下径流丰沛，枯水流量较大。

冰川、积雪称为“高山固体水库”。气候干暖年份，降水少、气温高，冰川消融量多，弥补了降水量不足；气候湿冷年份，低温减少冰川消融量，降水量增加；高山冰川融水与中、低山区降水起相互补给作用，使径流年际变化稳定。

大山口水文站多年各月平均流量、降雨量及其比例见表 4.2.5-1。

表 4.2.5-1　大山口水文站多年各月平均流量、降水及其比例表

单位：流量：m^3/s；降雨量：mm；比例：%

项目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年值
流量	51.2	48.2	50.3	108	141	189	215	196	127	90.6	69.0	54.8	112
比例	3.88	3.30	3.81	7.95	10.7	13.9	16.3	14.9	9.32	6.86	5.06	4.16	100
降水量	1.46	1.23	1.78	5.51	14.9	22.3	27.1	21.5	10.4	3.26	0.88	0.98	111
比例	1.31	1.11	1.60	4.96	13.4	20.0	24.4	19.4	9.36	2.94	0.79	0.88	100
注：流量资料年限为 1956 年～2010 年，降水资料年限为 1956 年～2007 年。													

从上表 4.2.5-1 可知，本流域径流量与降雨量变化趋势基本对应。春天随气温升高，冰川、雪山融水增加的同时，降水量亦增加，径流明显加大，如 4 月多年平均流量是 3 月的 2.16 倍，而 5 月多年平均流量比 4 月大 29.9%；6 月～8 月降雨量和径流量最大，分别占年总量的 63.7%和 45.1%；秋季降雨量和径流量均明显减小，9 月多年平均流量是 8 月的 64.8%，10 月多年平均流量为 9 月的 71.3%； 11 月～翌年 3 月降雨量仅占年降雨量的 5.68%，相应时段径流量占年总量的 20.2%。因此，汛期径流以降水补给为主，枯期径流是以地下水补偿为主。

可研设计阶段采用径流资料系列为 1956 年～2016 年共计 61 年。其中，1991 年以前资料为实测资料；1992 年～2007 年资料依据大山口水库库水位资料，由水

库库容查算表及大山口水文站实测各月平均流量，采用水量平衡法进行还原计算；2008 年 1 月～2013 年 6 月资料依据察汗乌苏水库和大山口水库库水位资料，由各个水库的水库库容查算表及大山口水文站逐日平均流量，采用水量平衡法进行还原计算；2013 年 7 月～2016 年 1 月资料依据察汗乌苏水库、柳树沟水库以及大山口水库库水位资料，由各个水库的水库库容查算表及大山口水文站逐日平均流量，采用水量平衡法进行还原计算。

据大山口站 1956 年 4 月～2016 年 1 月径流资料统计，多年平均流量 112m^3/s，年径流总量 35.2 亿 m^3；4 月～9 月和 5 月～8 月径流量分别约 25.8 亿 m^3 和 19.7 亿 m^3，占全年径流量的 73.2%和 55.9%；枯水期（12 月～翌年 3 月）平均流量为 51.3m^3/s，径流量 5.36 亿 m^3，占年径流总量的 15.3%，实测年最小流量多发生在 2 月和 3 月；实测最丰水年（181m^3/s，2002 年 4 月～2003 年 3 月）和最枯水年（78.0m^3/s，1986 年 4 月～1987 年 3 月）的年平均流量分别为多年流量均值的 1.62 倍和 0.696 倍。

霍尔古吐水电站坝址以上控制面积占大山口站集水面积的 90.8%，水电站坝址和大山口站同属一个气候区，水文气象条件基本一致，下垫面基本相同，且面积相差有限。因此，霍尔古吐水电站坝址设计径流成果依据大山口站实测径流成果按面积比折算得到。

霍尔古吐水电站坝址径流长系列由大山口站径流系列采用面积和多年平均降水量修正计算求得。霍尔古吐水电站上、下坝址多年各月平均流量见表 4.2.5-2。

表 4.2.5-2　霍尔古吐水电站坝址多年各月平均流量表

单位：m^3/s

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	
上中坝址流量	46.9	44.2	46.0	99.3	129	173	
下坝址流量	47.2	44.5	46.3	99.9	130	174	
月份	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年均值
上中坝址流量	197	180	116	83.0	63.2	50.2	103
下坝址流量	198	181	117	83.5	63.6	50.6	103

（2）洪水

开都河洪水按成因可分为冰雪融水型、冰雪融水与降雨混合型、暴雨型三类，

大洪水中冰雪融水所占比例很小；从出现时间上分为春汛（4 月～5 月）洪水和夏汛（6 月～8 月）洪水两类。

春汛期多为融雪型洪水，洪水过程有明显的日变化，与高温天气持续时间密切相关；夏汛期多数为混合型洪水，洪水起涨快、涨率大，常形成峰高量大的洪水过程，洪水过程 2 天～3 天，大山口站实测最大流量可达 700m^3/s 以上。暴雨型洪水一般由局地暴雨形成，洪水陡涨陡落，峰形尖瘦，可伴有低温大风。在大山口站实测最大流量可达 800m^3/s 以上。

据大山口站 1955 年～2016 年共 61 年洪水资料统计，历年年最大洪峰发生的最早时间是 4 月 28 日（1967 年）、最晚时间 8 月 13 日（1958 年和 2007 年），历年年最大洪峰主要发生在 6 月～8 月，占总次数的 90.8%，年最大洪峰发生次数及其频率见表 4.2.5-3 。

表 4.2.5-3　年最大洪峰发生次数及其频率表

月份	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	合计
发生次数	1	4	19	24	8	56
比例（%）	1.79	7.14	33.9	42.9	14.3	100

本次霍尔古吐水电站可研设计洪水资料至 2016 年，分别按 1920 年～2016 年和 1908 年～2016 年为考证期，则 1920 年洪水洪峰流量的重现期确定为 49 年～55 年。

霍尔古吐水电站上、下坝址和厂址分别占大山口站集水面积的 90.2%、90.8%和 92.1%。考虑开都河流域山区降雨量大于平原的特点，主要产洪区为支流萨很托亥和阿仁萨很托亥一带，洪峰流量按面积比的 2/3 次方计算，各时段洪量按面积比的 1 次方计算，为开都河上下游电站设计洪水成果平衡，霍尔古吐水电站厂址设计洪峰流量成果直接采用察汗乌苏工程设计洪水成果，霍尔古吐水电站各坝址和厂址洪水成果见表 4.2.5-4。

表 4.2.5-4　霍尔古吐水电站各坝址和厂址设计洪水成果表

单位：洪峰：m^3/s；洪量：10^6m^3

名称	项目	均值	各频率设计值 p(%)								
			0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20
上坝址 中坝址	Q_m	507	2820	2540	2270	1900	1640	1380	1050	820	609
	W_{24h}	32.5	126	116	106	92.0	81.8	71.8	58.6	48.9	39.4
	W_{3d}	82.8	271	251	231	205	185	165	139	119	100

名称	项目	均值	各频率设计值 p(%)								
			0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20
下坝址	Q_m	509	2830	2550	2280	1910	1650	1390	1060	823	610
	W_{24h}	32.7	127	117	106	92.6	82.3	72.2	59.0	49.2	39.7
	W_{3d}	83.3	272	252	232	206	186	166	140	120	101
厂址	Q_m	512	2840	2560	2290	1920	1660	1390	1060	827	614
	W_{24h}	33.1	129	119	108	93.9	83.5	73.3	59.8	49.9	40.2
	W_{3d}	84.5	276	256	236	209	189	168	142	122	102

（3）泥沙

霍尔古吐水库坝址的控制流域面积为 16979km^2，坝址下游设有大山口水文站，控制流域面积 18828km^2，两者相差约 9.8%。大山口水文站有实测泥沙资料，本阶段以大山口水文站作为设计依据站。

据大山口水文站 1959 年～1991 年实测悬移质泥沙资料统计，多年平均悬移质输沙量 63.7 万 t。1992 年以后的泥沙资料因受上游梯级大山口水库蓄水的影响（大山口水库 1991 年底蓄水运行），采月平均流量与月平均输沙率相关分析法对其进行还原计算。

1）悬移质

①天然情况下入库沙量计算

霍尔古吐水电站是《新疆开都河中游河段水电规划报告（修编）》（2012.12）中察汗乌苏水电站以上河段“一库四级”开发方案中的第三个梯级，上游为哈尔嘎廷郭勒水电站，下游为滚哈布其勒水电站。霍尔古吐水库坝址位于霍尔古吐沟口上游约 7.6km，控制流域面积为 16979km^2。

本阶段选择大山口水文站作为霍尔古吐水电站泥沙设计依据站，大山口水文站多年平均悬移质输沙模数 35.5t/km^2，霍尔古吐水库入库沙量采用大山口水文站统计的多年平均输沙模数和霍尔古吐水库坝址控制流域面积计算。由于本阶段泥沙设计依据站（大山口水文站）泥沙资料系列与预可研阶段一致，经复核入库沙量成果仍采用预可研阶段成果。天然情况下霍尔古吐水库多年平均入库悬移质输沙量 60.3 万 t，坝址处多年平均流量 103m^3/s,多年平均含沙量 0.186kg/m^3。入库悬移质输沙量年内分配采用大山口站年内分配，坝址悬移质输沙量、含沙量成果见表 4.2.5-5。

表 4.2.5-5 霍尔古吐水库坝址多年平均水、沙年内分配成果表

月份	1 月～3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月～12 月	年统计
流量(m^3/s)	45.8	99.4	129	173	197	180	78.1	103
输沙量（万 t）	1.37	5.89	8.08	13.7	16.7	9.89	4.58	60.3
占年沙量(%)	2.27	9.76	13.4	22.8	27.7	16.4	7.6	100
含沙量(kg/m^3)	0.0384	0.228	0.234	0.306	0.316	0.205	0.0557	0.186

由表 4.2.5-5 可见，霍尔古吐水库入库水、沙年内分配很不均匀。汛期（4 月～8 月）水量占年水量的 63.6%，汛期平均流量 156m^3/s。汛期沙量更为集中，4 月～8 月输沙量 54.3 万 t，占年沙量的 90.1%。汛期平均含沙量 0.263kg/m^3，月平均最大含沙量 0.316kg/m^3。

②考虑上游梯级水库拦截后入库沙量计算

根据业主提供的开发时序，霍尔古吐水库早于上游规划的哈尔嘎廷郭勒水库 5 年建成。哈尔嘎廷郭勒水库正常蓄水位 2187m，库容 1.96 亿 m^3，坝址控制流域面积 16893km^2，年入库悬移质沙量 60.0 万 t，年入库推移质沙量 6.0 万 t，库沙比约 384，水库运行 100 年排沙比小于 1%。因此霍尔古吐水库的入库泥沙来自哈尔嘎廷郭勒水库下泄沙量和哈尔嘎廷郭勒坝址至霍尔古吐坝址区间沙量。哈尔嘎廷郭勒水库排沙比按 1%考虑，年平均下泄沙量 0.6 万 t；霍尔古吐水电站坝址至哈尔嘎廷郭勒水电站坝址区间输沙量 0.3 万 t，则考虑上游哈尔嘎廷郭勒水库拦沙后，霍尔古吐水库年入库悬移质输沙量 0.9 万 t，较天然情况减少 98.5%，年平均含沙量降为 0.0028kg/m^3。

（2）推移质

开都河无推移质测验资料，根据本流域地质特性及植被条件，参考新疆已建水库特别是大山口水库的资料，确定推移质输沙量按悬移质沙量的 10%估算。天然情况下，霍尔古吐水库多年平均入库推移质输沙量 6.03 万 t；哈尔嘎廷郭勒水库建成后，只有哈尔嘎廷郭勒坝址至霍尔古吐坝址区间推移质泥沙入库，年入库推移质输沙量减为 0.03 万 t。

4.2.6土壤

霍尔古吐水电站工程区位于以山地钙质、石质土为主的地带。在稍平缓的山坡、粗骨质多风化角砾的残积坡积物上发育的土壤，因植被稀疏、腐殖质含量很低，剖面中各角砾下面有一些白色钙积层，这是长期处于半干旱气候条件下的产物。河谷

中地表为大小不等、直径相差很大的卵砾石，有许多直径1～2m的漂砾，为洪水冲积形成。高阶地上发育着山地淡棕钙土。沿河流低洼地带则发育着冲积性浅色草甸土，但因河流冲刷，植被稀疏，腐殖质积累很弱。该地区土地地形起伏大，气候十分干旱而植被稀疏，土壤有机质含量低。

4.2.7水土流失及水土保持

根据《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》（办水保[2013]188号）和《新疆维吾尔自治区人民政府关于全疆水土流失重点预防保护区、重点监督区、重点治理区划分的公告》，工程涉及的和静县不在国家和自治区水土流失重点防治区内。

根据《新疆维吾尔自治区开都河流域水土保持生态建设规划》，工程区属于高地草原预防保护区。工程占地范围内土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，侵蚀强度为轻度。

根据《和静县水土保持综合治理规划报告》，和静县实施了开都河源流区生态修复示范水土保持综合治理工程，使项目区治理度达到 60％以上，提高项目区草场覆盖度5％～10％以上，推进水源涵养区的禁牧、休牧、轮牧措施，为草地植被创造休养生息的机会，有效遏制或降低人为加速水土流失。

4.3 陆生生态环境

根据《新疆生态功能区划》（2017），评价区属于天山山地温性草原、森林生态区—天山南坡草原牧业、绿洲农业生态亚区—尤尔都斯盆地草原牧业、湿地生物多样性保护生态功能区，主要服务功能是水文调蓄、畜产品生产、生物多样性维护、生态旅游等。主要生态环境问题有草原退化、虫害鼠害严重、旅游区景观破坏。生物多样性及其生境极度敏感，土壤侵蚀轻度敏感。主要保护目标是保护草原、保护水源、保护湿地、天鹅及生物多样性。主要保护措施是草地减牧、加强保护区管理、规范旅游、生态移民搬迁。发展方向是适度建立人工草地，合理发展草原畜牧业及生态旅游业。

4.3.1调查时间、范围及方法

（1）调查时间

为满足新疆开都河中游河段水电规划环境影响评价工作需要，新疆水利水电

勘测设计研究院曾组织人员于2011年6月对开都河中游河段规划影响区域陆生生态环境进行了现场调查。霍尔古吐水电站可研工作阶段，西北院委托新疆大学于2014年8月～9月对枢纽工程区、水库淹没区、施工区的动植物、生态系统进行了全面调查，利用GPS定位，记录调查区域的动植物种类和土地利用现状构成。2020年10月，根据施工总布置变化及工程特征水位变化情况，西北院再次委托华中师范大学补充对霍尔古吐水电站枢纽工程区及库区的各种主要生境进行了补充调查，主要以样线法和样点法对各种生境中的动物进行统计调查。

（2）调查范围

调查范围自霍尔古吐水电站库尾1.5km（哈尔嘎廷郭勒坝址）～霍尔古吐厂房下游约500m长约28km河段两岸一级分水岭为界的集水区域，工程施工占地区周围500m范围以内区域（在地势平缓区向四周延伸500m，在地势陡峻区向高处抬升500m，向低处延伸至谷底），由此构成的区域作为评价范围，重点区域为水库淹没区（2070m 正常蓄水位以下）和工程施工占地区。陆生生态评价区面积为5768.78hm^2，生态影响调查范围见附图8。

（3）调查方法

1）资料收集

收集整理评价范围及邻近地区的现有生物多样性资料，在综合分析现有资料的基础上，并结合本工程的特点，确定实地考察的重点区域及考察路线。

2）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取样点作如下记录：

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、土壤类型；

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。

3）陆生植物调查

在对评价区陆生植物资源历年资料检索分析的基础上，根据工程方案确定路线走向及考察时间，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、经济植物和珍稀濒危植物，还采集了凭证标本并拍摄照片。对没有原生植被的区域采取样带调查，在重点施工区域（如坝址工程区、厂房工程区、施工道路等）以及植被状况良好的区域实行样方重点调查。

①考察路线选取

考察时以重点施工区域为中心，向四周辐射调查（枢纽建设区、引水隧洞和厂房区域、淹没区），同时对减水河段及支流两岸生境进行调查。通常采用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和河流选择几条具有代表性的线路进行调查，同时也在林中穿行，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：

Ⅰ.尽量在重点施工区域（如坝址施工区等）、淹没线以下区域以及植被良好的区域设置样点，并考虑评价区布点的均匀性。

Ⅱ.所选取的样点植被为评价区分布比较普遍的类型。

Ⅲ.样点的设置避免对同一种植被进行重复设点。

Ⅳ.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绝大部分主要植被类型。

③样方调查内容

样方调查采用样地记录法，乔木群落样方面积为 10m×10m，灌木样方为 5m×5m，草本样方为 1m×1m，记录样方的所有种类，并利用 GPS 确定样方位置；评价区内共设 34 个样方。涵盖了针叶林、阔叶林、灌丛、草原等评价区常见且具有代表性的植被类型。

4）陆生动物调查

在调查过程中，确定评价区内动物的种类、资源状况及生存状况，尤其是重点保护种类。调查方法主要有样线法、样点法、访问和资料查询。兽类主要采用现场

环境调查，野外踪迹调查，包括：足迹链、窝迹、粪便，再结合访问调查及市场调查确定种类及数量等。鸟类主要采用样线法与样点法，根据生境类型及其面积的大小设计样线或样点，抽样强度高于 2%。样线法是沿着预先设计的一定路线，边走边进行观察，统计鸟类数量与名称，确定种类时借助望远镜。左右肉眼能见度为这个带状样方的宽度，乘上样线长度即是这个带状样方的面积。在无法设计样带的地方，则采用样点法：以一个中心点为圆心，调查周围能见距离内的鸟类数量与种类。两栖类与爬行类活动能力相对较差，调查时主要在有水域之处及其它适合其生存的生境中采用样点法，观察其种类与数量。从上述调查得到的种类之中，对相关重点保护物种进行进一步调查与核实，确定其种类及数量。对有疑问动物、重点保护动物尽量采集凭证标本并拍摄照片。

此外，在重点评价区域（如坝址区、厂址区、淹没区等）以及特殊区域（如植被好的路段）实行重点调查。陆生生态调查样线及样方布置见附图 9。

4.3.2陆生植物

4.3.2.1 植被现状

（1）植被区划

根据《新疆植被及利用》（1978 年），评价区属于新疆荒漠区（亚非荒漠区的一部分）—东疆-南疆荒漠亚区（为亚洲中部荒漠亚区的一部分）—天山南坡山地草原省—焉耆盆地州。本州是天山主脉与库鲁塔克间半封闭的、较大的山间盆地，海拔 1000-1200m。新疆最大的淡水湖博斯腾湖位于盆地的东南部；开都河自西北方向流入，形成巨大的三角洲。盆地四周宽广的洪积扇仍是典型的膜果麻黄荒漠，混生有盐生木、合头草、泡泡刺、沙拐枣、梭梭柴等植物。河旁分布有白榆疏林。与湖泊相连的盆地底部，盐渍化强烈，分布以盐穗木、盐节木、多枝柽柳、刚毛柽柳和芦苇为主的盐土荒漠和灌丛。河漫滩及三角洲土壤盐渍化微弱，分布大面积芨芨草丛和芦苇沼泽，特别是湖泊西滨及水流出口处，形成宽广的芦苇及香蒲-芦苇沼泽地带。在三角洲排水比较良好的地方，大部分已开垦为农田。湖泊以南大半是疏生有梭梭柴的沙丘。

（2）主要植被类型

根据《中国植被》（1980）和《新疆植被及利用》（1978）对植被群系的分类系

统及描述，评价区主要植被可划分为 5 个植被型组、8 个植被型、14 个群系，详见表 4.3.2-1。

表 4.3.2-1　评价范围内主要植被类型及分布

植被型组	植被型	群系	群系拉丁名	评价区内分布情况
自然植被				
一、荒漠	I.　灌木荒漠	1.　中麻黄群系	Form. *Ephedra intermedia*	广泛分布
	II.　半灌木荒漠	2.　圆叶盐爪爪群系	Form. *Kalidium schrenkianum*	5 号弃渣场附近
	III.　小半灌木荒漠	3.　蒿叶猪毛菜群系	Form.*Salsola abrotanoides*	业主营地周边
二、草原	IV.　荒漠草原	4.　针茅群系	Form.*Stipa capillata*	广泛分布
		5.　冰草群系	Form.*Agropyron cristatum*	广泛分布
三、森林	V.　山地针叶林	6.　雪岭云杉群系	Form.*Picea schrenkiana*	坝址右岸
	VI.　落叶阔叶林	7.　密叶杨群系	Form. *Populus talassica*	广泛分布
四、灌丛	VII. 落叶阔叶灌丛	8.　宽刺蔷薇群系	Form. *Rosa platyacantha*	广泛分布
		9.　疏花蔷薇群系	Form.*Rosa laxa*	2 号施工营地旁零星分布
		10.　伊犁小檗群系	Form. *Berberis iliensis*	左岸表土堆存场旁
		11.　线叶柳群系	Form. *Salix wilhelmsiana*	5 号施工营地旁
		12.　粉刺锦鸡儿群系	Form.*Caragana pruinosa*	4 号弃渣场附近
		13.　中亚沙棘群系	Form.*Hippophae rhamnoides* subsp. *turkestanica*	变电站周边
五、草甸	VIII.低地、河漫滩草甸	14.　芨芨草群系	Form. *Achnatherum splendens*	营地及库周滩地
人工植被				
人工林	防护林	榆树林、新疆杨林等		开都河沿岸

（3）主要植被描述

一、　荒漠

I.　灌木荒漠

1.　中麻黄群系 Form.*Ephedra intermedia*

中麻黄（*Ephedra intermedia*）在评价区广泛分布，多分布于坝址下游。灌木层盖度 40%，层均高约 0.4m。优势种为中麻黄，盖度约 30%，高约 0.3~0.5m。伴生种主要有伊犁小檗（*Berberisiliensis*）、霸王（*Zygophyllumxanthoxylon*）、粉刺锦鸡儿（*Caragana pruinosa*）等。草本层盖度 30%，层均高约 0.4m。优势种为针茅（*Stipa capillata*），盖度 20%，高约 0.3~0.5m，伴生种有异芒披碱草（*Elymus abolinii*）、草地风毛菊（*Saussurea amara*）、草原绢蒿（*Seriphidium schrenkianum*）等。

样方点位：霍尔古吐沟施工营地附近（GPS 点位：N：42°21'29.72"，E：85°05'41.18"，海拔 1996m）。

II. 半灌木荒漠

2. 圆叶盐爪爪群系 Form. *Kalidium schrenkianum*

圆叶盐爪爪（*Kalidiumschrenkianum*）在评价区河滩、沙地常呈单优势种分布。灌木层盖度 45%，层均高约 0.2m。优势种为圆叶盐爪爪，盖度约 40%，高约 0.1~0.25m。为单优势种群落。草本层盖度 10%，层均高约 0.2m。无明显优势种，主要种类有天山羹吾（*Ligularia narynensis*）、白叶风毛菊（*Saussurea leucophylla*）、芨芨草（*Achnatherumsplendens*）、异苞滨藜（*Atriplex micrantha*）等。

样方点位：5 号弃渣场附近（GPS 点位：N：42°20'04.09"，E：85°12'05.54"，海拔 1860m）。

III. 小半灌木荒漠

3. 蒿叶猪毛菜群系 Form.*Salsola abrotanoides*

蒿叶猪毛菜（*Salsola abrotanoides*）在评价区内分布较多，主要在业主营地附近山地坡地，路旁荒地分布较多。灌木层盖度 50%，层均高约 0.5m。优势种为蒿叶猪毛菜，盖度约 40%，高约 0.4~0.6m。伴生种主要有霸王、合头草（*Sympegma regelii*）、白皮锦鸡儿（*Caraganaleucophloea*）等。草本层盖度 20%，层均高约 0.3m。无明显优势种，主要种类有纹苞菊（*Russowia sogdiana*）、天山岩黄耆（*Hedysarum semenovii*）、羊草（*Leymus chinensis*）、黄唐松草（*Thalictrum flavum*）等。

样方点位：砂石加工系统附近（GPS 点位：N：42°20'03.72"，E：85°13'56.82"，海拔 1817m）。

二、 草原

IV. 荒漠草原

4. 针茅群系 Form. *Stipa capillata*

针茅（*Stipa capillata*）多生于山间谷地或石质性的向阳山坡，评价区内主要分布在河岸山坡。草本层盖度 40%，层均高 0.4m。优势种为针茅，盖度 30%，高约 0.3~0.5m，主要伴生种有芨芨草、羊茅（*Festuca ovina*）、冷蒿（*Artemisia frigida*）、火绒草（*Leontopodium leontopodioides*）等。

样方点位：3 号弃渣场附近（GPS 点位：N：42°21'33.69"，E：85°06'58.13"，海拔 2012m）。

5. 冰草群系 Form. Agropyron cristatum

冰草（*Agropyron cristatum*）分布范围较广，评价区内主要分布于河滩地。草本层盖度 40%，层均高 0.2m。优势种为冰草，盖度 30%，高约 0.1~0.3m，主要伴生种有针茅、高原委陵菜（*Potentilla pamiroalaica*）、羊茅等。

样方点位：3 号支洞混泥土拌和站附近（GPS 点位：N：42°21'25.16"，E：85°07'09.22"，海拔 1982m）。

三、 森林

V. 山地针叶林

6. 雪岭云杉群系 Form. *Picea schrenkiana*

评价区雪岭云杉（*Picea schrenkiana*）多分布于开都河右岸沟谷，坝址下游及上游均有分布。

乔木层郁闭度 0.55，层均高约 10m。优势种为雪岭云杉，盖度约 50%，高约 8~12m，胸径 20-30cm。主要伴生种有侧柏（*Platycladus orientalis*）等。灌木层盖度约 40%，层均高约 1m。优势种为伊犁小檗，盖度约 30%，高约 0.8~1.2m。伴生种主要有合头草、蒿叶猪毛菜、霸王、疏花蔷薇（*Rosa laxa*）等。草本层盖度 30%，层均高约 0.3m。优势种不明显，主要物种有假报春（*Cortusa matthioli*）、野莴苣（*Lactuca seriola*）、天山橐吾、薄叶蓟（*Cirsium tenuifolium*）等。

样方点位：坝址右岸（GPS 点位：N：42°22'06.12"，E：85°02'20.31"，海拔 2102m）。

VI. 落叶阔叶林

7. 密叶杨群系 Form. *Picea schrenkiana*

评价区密叶杨分布较为广泛，淹没区、坝址区、厂房区、6 号弃渣场旁均有分布。乔木层郁闭度 0.65，层均高约 12m。优势种为密叶杨，盖度约 50%，高约 10~14m，

胸径 15-20cm。主要伴生种有榆树（*Ulmus pumila*）等。灌木层盖度约 40%，层均高约 1.2m。优势种为线叶柳（*Salix wilhelmsiana*），盖度约 30%，高约 1~1.4m。伴生种主要有白滨藜（*Atriplex cana*）、粉刺锦鸡儿（*Caragana pruinosa*）、木蓼（*Atraphaxis frutescens*）、腺齿蔷薇（*Rosa albertii*）等。草本层盖度 30%，层均高约 0.5m。优势种为针茅，盖度约 20%，高约 0.3~0.5m。伴生种主要有多花棘豆（*Oxytropis floribunda*）、火绒草、茏茏草、冰草等。

样方点位：6 号弃渣场旁（GPS 点位：N：42°20'02.98"，E：85°13'17.84"，海拔 1820m）。

四、 灌丛

VII. **落叶阔叶灌丛**

8. 宽刺蔷薇群系 Form. *Rosa platyacantha*

宽刺蔷薇（*Rosaplatyacantha*）多分布于较干旱山坡、荒地或水旁润湿处，评价区内主要分布于河滩地。灌木层盖度约 50%。层均高约 1.3m。优势种为宽刺蔷薇，盖度约 40%，高约 1~1.4m。伴生种主要有粉刺锦鸡儿、疏花蔷薇等。草本层盖度 10%，层均高约 0.3m。无明显优势种，主要种类有冷蒿（*Artemisiafrigida*）、草原绢蒿等。

样方点位：3#施工营地附近（GPS 点位：N：42°21'23.07"，E：85°07'15.71"，海拔 1978m）。

9. 疏花蔷薇群系 Form. *Rosa laxa*

疏花蔷薇多生于灌丛中、干沟边或河谷旁，评价区主要分布于河滩地。灌木层盖度 30%，层均高约 1.2m。优势种为疏花蔷薇，盖度约 25%，高约 1~1.4m。伴生种主要有霸王、细裂叶莲蒿（*Artemisia gmelinii*）、伊犁小檗等。草本层盖度 10%，层均高约 0.2m。优势种不明显，主要种类有冰草、羊茅、多花棘豆、茏茏草等。

样方点位：2#施工营地旁（GPS 点位：N：42°22'00.77"，E：85°04'29.68"，海拔 2026m）。

10. 伊犁小檗群系 Form. *Berberis iliensis*

伊犁小檗在河滩沙地、草坡、路边或田边较为常见。评价区广泛分布，左岸分布较多。灌木层层盖度 40%，层均高约 1.5m。优势种为伊犁小檗，盖度约 30%，高约 1.4~1.6m。伴生种主要有木蓼、白皮锦鸡儿、疏花蔷薇、中亚旱蒿（*Artemisia*

marschalliana）等。草本层盖度 30%，层均高约 0.4m，优势种为针茅，盖度约 20%，高约 0.3~0.5m。伴生种有冰草、羊茅、白叶风毛菊（*Saussurea leucophylla*）、异芒披碱草等。

样方点位：金属结构拼装厂（GPS 点位：N：42°19'58.05"，E：85°14'16.82"，海拔 1803m）。

11. 线叶柳群系 Form. *Salix wilhelmsiana*

线叶柳（*Salixwilhelmsiana*）在河谷、河滩地较为常见，评价区主要分布于河滩地，5#施工营地分布较为集中。灌木层盖度约 50%，层均高约 1.6m。优势种为线叶柳，盖度约 40%，高约 1.5~1.7m。伴生种主要有伊犁小檗、疏花蔷薇、粉刺锦鸡儿、合头草等。草本层盖度 20%，层均高约 0.4m。优势种为芨芨草，盖度约 15%，高约 0.3~0.5m。伴生种主要有拂子茅（*Calamagrostis epigeios*）、滩地韭（*Allium oreoprasum*）、野莴苣等。

样方点位：5#施工营地旁（GPS 点位：N：42°20'04.64"，E：85°11'51.40"，海拔 1853m）。

12. 粉刺锦鸡儿群系 Form.*Caragana pruinosa*

粉刺锦鸡儿主要在干山坡，评价区主要分布于弃渣场旁。灌木层层盖度 35%，层均高约 0.6m。优势种为粉刺锦鸡儿，盖度约 30%，高约 0.5~0.6m。伴生种主要有合头草、伊犁小檗、疏花蔷薇等。草本层盖度 20%，层均高约 0.3m。无明显优势种，主要种类有多花棘豆、针茅、天山岩黄耆等。

样方点位：4 号弃渣场旁（GPS 点位：N：42°20'23.94"，E：85°08'35.77"，海拔 1930m）。

13. 中亚沙棘群系 Form.*Hippophae rhamnoides subsp. turkestanica*

中亚沙棘（*Hippophae rhamnoides* subsp. *turkestanica*）主要在河谷台阶地、开旷山坡，评价区内变电站周边分布较多。灌木层层盖度 45%，层均高约 1.6m。优势种为中亚沙棘，盖度约 30%，高约 1.5~1.7m。伴生种主要有黑果栒子（*Cotoneaster melanocarpus*）、伊犁小檗、疏花蔷薇等。草本层盖度 20%，层均高约 0.4m。无明显优势种，主要种类有天山橐吾、野莴苣、冰草、火绒草等。

样方点位：表土堆存场附近（GPS 点位：N：42°19'58.52"，E：85°14'29.34"，海拔 1798m）。

五、 草甸

VIII. **低地、河漫滩草甸**

14. 芨芨草群系 Form. *Achnatherum splendens*

芨芨草主要分布在河滩地，评价区内施工营地分布较多。草本层盖度 55%，层均高 0.4m。优势种为芨芨草，盖度 50%，高约 0.3~0.5m，主要伴生种有拂子茅、羊草、滩地韭等。

样方点位：砂石加工系统旁（GPS 点位：N：42°20'01.55"，E：85°14'04.85"，海拔 1818m）。

（4）植被分布特征

根据《新疆植被及利用》评价区在新疆植被分类系统属于新疆荒漠区（亚非荒漠区的一部分）—东疆-南疆荒漠亚区（为亚洲中部荒漠亚区的一部分）—天山南坡山地草原省—焉耆盆地州，植被水平分布差异较为显著。落叶阔叶林和落叶阔叶灌丛主要集中于河谷两岸，主要有线叶柳群系、密叶杨群系、宽刺蔷薇群系、伊犁小檗灌丛等；荒漠灌丛和荒漠草原主要集中于河谷、两岸山坡、山坡阶地等区域，主要有中麻黄群系、嵩叶猪毛菜群系、圆叶盐爪爪群系、针茅群系、冰草群系等；低地、河漫滩草甸芨芨草群系主要集中于河流浅滩处。

由于土壤和气候条件的垂直变化，评价区植被有一定垂直地带性分布。植被垂直分布规律一般为：海拔 1700m~2000m 的河谷地带分布有落叶阔叶林与落叶阔叶灌丛，主要有密叶杨群系、线叶柳群系、疏花蔷薇群系等；海拔 2000m~2200m 的山坡地带主要分布有灌木荒漠及草原，主要有中麻黄群系、针茅群系、冰草群系等；海拔 2200m~2600m 左右的山地阴坡分布有山地针叶林雪岭云杉群系，山地阳坡多分布有落叶阔叶灌丛，主要有伊犁小檗群系等。

4.3.2.2 植物资源

根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒，2011），评价区属于古地中海植物区-中亚荒漠亚区-喀什葛尔地区-喀什亚地区。本地区位于天山以南，昆仑山以北、西接帕米尔高原，东界至东山和祁连山下的疏勒河，即塔里木盆地及周边山地。塔里木盆地是中国境内最大的内陆盆地，气候极端干旱，植被以灌木荒漠占优势，建群种和优势种有膜果麻黄（*Ephedra przewalskii*）、泡泡刺（*Nitraria sphaerocarpa*）、沙拐枣属（*Calligonum*）、霸王属（*Sarcozygium*）、红砂属（*Reaumuria*）、合头草属

（*Sympegma*）等。植物区系非常贫乏，除上述提到的一些特有属和特征属，特有种较多，如黄花红砂（*Reaumuria trigyna*）、灰杆补血草（*Limonium lacostei*）、喀什女蒿及柽柳属几种等。

（1）植物区系组成成分数量统计分析

2020 年 10 月，评价组专业技术人员对重点对电站建设影响区域进行了全面的调查，根据实地调查结果，结合《新疆植被及其利用》（中国科学院新疆综合考察队，1978 年）、《新疆植物志 1-6 卷》（新疆植物志编辑委员会，1992-1996 年）等著作以及《新疆和静野生种子植物物种多样性及区系分析》（刘彬等，2014 年）、《新疆塔里木盆地野生植物名录》（李志军等，2013 年）等历年累计的植物区系资料的系统整理，得出评价区有维管束植物 29 科 75 属 118 种（含种下分类等级，下同）（评价区维管植物名录见附录 1），其中野生维管束植物 113 种，隶属于 28 科，73 属，评价区野生维管束植物科、属、种数分别占新疆维管束植物总科数、总属数和总种数的 21.37%、9.67%和 3.18%，占全国维管束植物总科数、总属数和总种数的 6.03%、1.82%和 0.31%（详见 4.3.2-2）。

表 4.3.2-2　评价区野生维管植物统计表

项目	种子植物						维管束植物		
	裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	3	3	3	25	70	110	28	73	113
新疆	3	7	24	112	726	3473	131	755	3552
全国	11	36	190	346	3184	28500	464	4001	36152
占新疆比例%	100.00	42.86	12.50	22.32	9.64	3.17	21.37	9.67	3.18
占全国比例%	27.27	8.33	1.58	7.23	2.20	0.39	6.03	1.82	0.31

注：数据来源《新疆种子植物科的区系地理成分分析》（潘晓玲，1997），《中国种子植物》（吴征镒，2011）。

（2）植物区系分析

就科的大小而言，评价区最大的科是菊科 15 属 25 种，其次为禾本科 8 属 12 种，豆科 7 属 13 种；含 5～9 种的科有 4 个；含 2～4 种的科有 12 个；含 1 种的科有 9 个。

表 4.3.2-3　评价区维管束植物区系分析表

级别		大科（≥10 种）	中科（5~9 种）	小科（2~4 种）	寡种科
科	数量	3	4	12	8
	比例	10.71	14.29	42.86	32.14

级别		大科（≥10 种）	中科（5~9 种）	小科（2~4 种）	寡种科
属	数量	30	11	23	8
	比例	41.10	15.07	31.51	12.33
种	数量	50	25	29	8
	比例	44.25	22.12	25.66	7.96

评价区分布种数大于等于 10 种的科有 3 科，占总科数的 10.71%，但包含的属数占该地区植物总属数的 41.10%，种数占总种数的 44.25%，说明这 3 科在该地区占有重要地位。分布种数少于 10 种的科有 25 科，占总科数的 89.29%，其中分布 5～9 种的科有 4 科，占总科数的 14.29%，属数占总属数的 15.07%，种数占总种数的 22.12%；分布 2～4 种的科有 12 科，占总科数的 42.86%，属数占总属数的 31.51%，种数占总种数的 25.66%；只分布 1 种的科有 9 科，占总科数的 32.14%，属数占总属数的 12.33%，种数占总种数的 7.96%。

（3）重点保护野生植物和大径阶树木

根据《新疆维吾尔自治区重点保护野生植物名录（第一批）》（2007）、《国家重点保护野生植物名录（第一批）》（1998）及历史资料记载，评价区分布有新疆维吾尔自治区级重点保护野生植物 4 种，分别为自治区Ⅰ级重点保护野生植物天山桦（*Betula tianschanica*）、中麻黄（*Ephedra intermedia*），自治区Ⅱ级重点保护野生植物宽刺蔷薇（*Rosa platyacantha*）、欧亚圆柏（*Juniperus sabina*）。据两次调查发现，天山桦、中麻黄、宽刺蔷薇为评价区内荒漠植被的优势种类，在库区、坝址、施工营地、河滩地等有较多的分布；欧亚圆柏常生长于河谷阴坡面，本次调查未发现。

表 4.3.2-4 评价区重点保护野生植物分布情况表

编号	种名	分布数量（株/丛）	保护等级	生长状态	区位关系
1	中麻黄（*Ephedra intermedia*）	≥20	自治区Ⅰ级	良好	坝址下游 1 号引水支洞附近，与支洞线路最近距离约 10m
2		≤15		良好	油库附近，与永久道路最近距离约 10m
3		≤10		良好	坝址下游，与坝址下游跨河桥最近距离约 25m
4		≤10		良好	坝址下游拟建综合加工厂内
5	宽刺蔷薇（*Rosa platyacantha*）	≤10	自治区Ⅱ级	良好	3#施工营地附近，与永久道路最近距离约 10m
6		≤20		良好	坝址下游，与永久道路最近距离小于 10m
7	天山桦	22	自治区	良好	位于发电厂房和砂石加工系统附

	（*Betula*		Ⅰ级		近，不受工程建设直接影响
8	*tianschanica*）	1			坝址区附近以及减水河段
9		92			水库淹没范围内

	
1、中麻黄 位置：坝址下游 1 号引水支洞附近 N 42°22'14.56"，E 85°02'50.85"，海拔 2080m 拍摄日期：20190418	2、中麻黄 位置：霍尔古吐沟施工营地附近 N42°21'29.72"，E85°05'41.18"，海拔 1996m 拍摄日期：20201015
	
3、中麻黄 位置：坝址下游 N 42°21'58.96"，E 85°03'07.34"，海拔 2047m 拍摄日期：20190418	4、中麻黄 位置：坝址下游拟建综合加工厂内 N 42°21'56.52"，E 85°03'17.20"，海拔 2043m 拍摄日期：20201015
	
5、宽刺蔷薇 位置：3#施工营地附近 N42°21'23.07"，E85°07'15.71"，海拔 1978m 拍摄日期：20201016	6、宽刺蔷薇 位置：坝址下游 N42°22'04.96"，E85°02'57.56"，海拔 2040m

	拍摄日期：20190418
	
天山桦 位置：发电厂房附近 N42°19'56.00"，E85°14'28.44"，海拔 1798m 拍摄日期：20201017	天山桦 位置：坝址区 N42°22'14.28"，E85°02'18.54"，海拔 2069m 拍摄日期：20201015
	
天山桦 位置：淹没区 N42°22'43.29"，E85°01'09.98"，海拔 2068m 拍摄日期：20201016	天山桦 位置：淹没区 N42°22'40.20"，E85°01'11.84"，海拔 2067m 拍摄日期：20201016

通过搜集整理评价区内关于古树名木及其分布资料，同时对项目所在区域的林业主管部门及附近村民进行访问调查，当地并未发现林业主管部门挂牌的古树名木。现场调查进一步核实，工程直接影响范围内分布大径阶（胸径分布范围50cm～142cm）密叶杨植株 57 株，其中水库淹没区 50 株，枢纽坝址区 7 株；另外，厂址区和砂石料加工系统布置区附近分布 52 株，坝址～厂址减水河段沿线以及引水隧洞（包括施工支洞）附近零星分布有大径阶密叶杨植株，但是不受工程建

设直接影响。

表 4.3.2-5 评价区大径阶密叶杨植株分布情况表

编号	种名	分布数量（株）	生长状态	区位关系
1	密叶杨（*Populus talassica*）	52	良好	紧邻发电厂房和砂石加工系统，但不受工程建设直接影响
2		7		枢纽坝址区内
3		50		水库淹没范围

	
位置：淹没区 N 42°22'46.58"，E 85°01'08.64"，海拔 2064m 拍摄日期：20201016	位置：淹没区 N42°22'36.30"，E85°01'16.58"，海拔 2060m 拍摄日期：20201016
	
位置：发电厂房附近 N 42°19'56.96"，E 85°14'26.22"，海拔 1740m 拍摄日期：20201017	位置：发电厂房附近 N 42°19'56.45"，E 85°14'23.79"，海拔 1744m 拍摄日期：20201017

	
位置：坝址区 N 42°22'14.55"，E 85°02'18.01"，海拔 2058m 拍摄日期：20201015	位置：坝址区 N42°22'12.39"，E85°02'24.10"，海拔 2056m 拍摄日期：20201015

4.3.3陆生动物

4.3.3.1 动物区划

根据《中国动物地理》（张荣组，科学出版社，2011）的中国动物地理区划，本工程评价区位于巴音郭楞蒙古自治州和静县与焉耆回族自治县交界的开都河上，动物区划属于古北界-中亚亚界-蒙新区（III）-天山山地亚区（IIIC）-天山山地省-山地森林、草原动物群。

为表示各类动物种类数量的丰富度，采用数量等级方法：对某动物种群在单位面积内其数量占所调查动物总数的 10%以上，用“+++”表示，该种群为当地优势种；对某动物种群占调查总数的 1～10%之间，用“++”表示，该动物种为当地普通种；对某动物种群占调查总数的 1%及以下或仅 1 只，用“+”表示，该物种为当地稀有种。数量等级评价标准见（表 4.3.3-1）。

表 4. 3. 3-1 动物资源数量等级评价标准

种群状况	表示符号	标准
当地优势种	+++	单位面积内其数量占所调查动物总数的 10%以上
当地普通种	++	单位面积内其数量占所调查动物总数的 1~10%之间
当地稀有种	+	单位面积内其数量占所调查动物总数的 1%及以下或仅 1 只

2020 年 10 月，调查组对本工程评价区的陆生动物现状进行了实地调查。在调查过程中，根据工程特点，选择典型生境进行考察分析，采用样线法、样方法对陆

生野生动物进行了外业调查，并走访当地牧民、林场、水电站工作人员、林业等部门，在此基础上，查阅并参考《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁等，2012年）、《中国爬行纲动物分类厘定》（蔡波等，2015）、《中国鸟类分类与分布名录（第3版）》（郑光美，2017年）、《中国哺乳动物多样性编目（第2版）》（蒋志刚，2017年）以及当地的相关文献、专著，如《新疆维吾尔自治区珍贵野生保护动物分布名录》、《新疆两栖爬行动物考察报告》、《新疆的沙漠蛇类》、《新疆蛇类的分布及生态特征》、《纵纹腹小鸮在新疆的分布及生态习性》、《新疆脊椎动物种和亚种分类与分布名录》等，对评价区的动物资源现状得出综合结论。

根据实地考察及对相关资料进行综合分析，评价范围内分布的陆生脊椎动物有4纲22目50科123种；其中东洋种1种，古北种78种，广布种44种；评价范围内国家Ⅰ级重点保护野生动物5种，有国家Ⅱ级重点保护野生动物23种，新疆自治区Ⅰ级重点保护野生动物3种，新疆自治区Ⅱ级重点保护野生动物4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4.3.3-2）。

表4.3.3-2 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				动物区系			保护级别			
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家级		自治区级	
							Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅱ级
两栖纲	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
爬行纲	1	3	4	0	4	0	0	0	0	0
鸟纲	14	33	93	1	54	38	4	12	0	3
哺乳纲	6	13	25	0	19	6	1	11	3	1
合计	22	50	123	1	78	44	5	23	3	4

4.3.3.2 两栖类

（1） 种类、数量及分布

通过野外调查并结合历史资料，评价区共有野生两栖动物1目1科1种，为塔里木蟾蜍指名亚种（*Pseudepidalea pewzowi*），本次调查未发现国家重点保护种类，未发现自治区级重点保护种类。

根据现场生境调查及访问情况，塔里木蟾蜍指名亚种主要分布于中低山草原灌丛及河谷近水边。

（2）生态类型

根据两栖类生活习性，评价区的两栖类属于以下生态类型：

陆栖型（在陆地上活动觅食）：评价区分布的1种两栖类动物：塔里木蟾蜍指

名亚种属于陆栖型种类，主要在评价区内的中低山草原灌丛及河谷近水边的陆地上活动。

（3）区系类型

从区系成分来看，评价区内分布的 1 种两栖动物为古北种，未发现及未访问到东洋种和广布种分布，这与评价区地处古北界相一致。

4.3.3.3 爬行类

（1） 种类、数量及分布

根据野外调查并结合历史文献资料，霍尔古吐水电站评价区内有爬行动物 1 目 3 科 4 种（详见附录 2-2），本次调查未发现国家和自治区重点保护爬行类动物。

（2） 生态类型

根据爬行类的生态习性，评价区内的爬行动物均属于以下生态类型：

灌丛石隙型（经常活动在灌丛、草丛下面、路边石缝中的爬行类）：评价区主要分布南疆沙蜥（*Phrynocephalus forsythii*）、密点麻蜥（*Eremias multiocellata*）、快步麻蜥（*Eremias velox*）、白条锦蛇（*Elaphe dione*）等 4 种。它们主要在评价区内的石缝、土堆、灌丛等地活动，其中白条锦蛇主要在低山草原灌丛带分布，密点麻蜥、南疆沙蜥、快步麻蜥有少量分布。

（3） 区系类型

从区系成分来看，评价区的 4 种爬行类均属于古北种，与两栖类一样，该趋势与评价区地处古北界一致。

4.3.3.4 鸟类

（1） 种类、数量及分布

根据野外调查并结合历史文献资料，评价区内共分布有鸟类 14 目 33 科 93 种（详见附录 2-3）。其中以雀形目鸟类最多，共 49 种，占评价区鸟类种类总数的 52.69%。评价区内有国家Ⅰ级重点保护鸟类 4 种，分别为白尾海雕（*Haliaeetus albicilla*）、玉带海雕（*Haliaeetus leucoryphus*）、草原雕（*Aquila nipalensis*）、秃鹫（*Aegypius monachus*）；国家Ⅱ级重点保护鸟类 12 种，分别为大天鹅（*Cygnus cygnus*）、黑鸢（*Milvus migrans*）、大鵟（*Buteo hemilasius*）、普通鵟（*Buteo buteo*）、棕尾鵟（*Buteo rufinu*）、靴隼雕（*Hieraaetus pennatus*）、高山兀鹫（*Gyps himalayensis*）、雕鸮（*Bubo bubo*）、纵纹腹小鸮（*Athene noctua*）、红隼（*Falco tinnunculus*）、游

隼（*Falco peregrinus*）和燕隼（*Falco subbuteo*）；未发现自治区Ⅰ级重点保护鸟类，有自治区Ⅱ级重点保护鸟类3种，分别为赤麻鸭（*Tadorna ferruginea*）、针尾鸭（*Anas acuta*）、白眼潜鸭（*Aythya nyroca*）。其中，石鸡（*Alectoris chukar*）、红嘴山鸦（*Pyrrhocorax pyrrhocorax*）、小嘴乌鸦（*Corvus corone*）、白鹡鸰（*Motacilla alba*）、灰眉岩鹀（*Emberiza cia*）等为评价区内的优势种，数量较多。

（2） 生态类型

按鸟类生活习性的不同，将评价区内的93种鸟类分为以下6类：

游禽(脚向后伸，趾间有蹼，有扁阔的或尖嘴，善于游泳、潜水和在水中掏取食物，不善于在陆地上行走，但飞翔迅速，多生活在水上)：包括雁形目、鹱鹳目、鹤形目秧鸡科、鸻形目鸥科、鲣鸟目的种类，评价区内有绿头鸭（*Anas platyrhynchos*）、赤麻鸭、针尾鸭、白眼潜鸭、鹊鸭（*Bucephala clangula*）、普通秋沙鸭（*Mergus merganser*）、斑头雁（*Anser indicus*）、灰雁（*Anser anser*）、大天鹅、凤头鹱鹳（*Podiceps cristatus*）、白骨顶（*Fulica atra*）、普通燕鸥（*Sterna hirundo*）、白翅浮鸥（*Chlidonias leucoptera*）和普通鸬鹚（*Phalacrocorax carbo*）共14种，它们主要分布在评价区范围内的开都河干流。

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)：包括鸻形目的反嘴鹬科、鸻科、鹬科等种类，评价区内有反嘴鹬（*Recurvirostra avosetta*）、凤头麦鸡（*Vanellus vanellus*）、金眶鸻（*Charadrius dubius*）、扇尾沙锥（*Gallinago gallinago*）、红脚鹬（*Tringa totanus*）、矶鹬（*Actitis hypoleucos*）、青脚滨鹬（*Calidris temminckii*）等7种，它们在评价区的开都河干流两岸浅滩及支流等附近活动。

陆禽(体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食)：包括鸡形目、鸽形目的种类，评价区内有斑翅山鹑（*Perdix dauuricae*）、石鸡、灰斑鸠（*Streptopelia decaocto*）、山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）、岩鸽（*Columba rupestris*）共5种，它们主要分布在评价范围内的林地或灌草丛区域。

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、鸮形目和隼形目的种类，评价区内有黑鸢、大鵟、普通鵟、棕尾鵟、靴隼雕、草原雕、白尾海雕、玉带海雕、秃鹫、高山兀鹫、雕鸮、纵纹腹小鸮、红隼、游隼、燕隼等15种，这些猛禽活动能力强、活动范围

广，主要在评价区内的高山峡谷、山地林地等区域活动。

攀禽(嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘)：包括鹃形目、雨燕目、犀鸟目的种类，评价区内有大杜鹃（*Cuculus canorus*）、普通楼燕（*Apus apus*）、戴胜（*Upupa epops*）共 3 种，均为森林鸟类，主要分布于评价区树林中，部分也在林缘活动。

鸣禽(鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢)：雀形目的所有鸟类都为鸣禽，评价区内共分布有 49 种，它们在评价区的河边、森林、灌丛及草丛等都有分布。

（3） 区系类型

按照区系类型分，将评价区内的鸟类分为 3 种区系类型：东洋种 1 种，占评价区鸟类总数的 1.08%；古北种 54 种，占评价区鸟类总数的 58.06%；广布种 38 种，占评价区鸟类总数的 40.86%。古北种占绝对优势，该趋势与评价区地处古北界一致。

（4） 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，可将评价区的鸟类分成以下 4 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)：共 35 种，占评价区所有鸟类的 37.63%，比例最大，主要包括雉科、鸠鸽科、鹰科、鸱鸮科、鸦科、山雀科、岩鹨科、燕雀科等的一些种类。

冬候鸟(冬季在某个地区生活，春季飞到较远而且较冷的地区繁殖，秋季又飞回原地区的鸟)：共 10 种，占评价区所有鸟类的 10.75%。

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)：共 46 种，占评价区所有鸟类的 49.46%，主要包括鸭科、鸻科、鹬科、鸥科、鹰科、燕科、柳莺科、椋鸟科、鹎科、鹟鸰科等的种类。

旅鸟(指迁徙中途经某地区，而又不在该地区繁殖或越冬)：共 2 种，占评价区所有鸟类的 2.15%。

综上所述，评价区的鸟类中，在评价区繁殖(包括留鸟和夏候鸟，81 种，占 87.10%)的鸟类占的比例较大，超过了 80%，这说明大部分的鸟类是在评价区繁

殖的鸟类，在评价区越冬和过境的鸟类占的比例较小。

4.3.3.5 兽类

（1） 种类、数量及分布

兽类调查主要采用访问调查，对评价区常住牧民、林场管护人员等进行访问，根据其描述确定种类、相对数量，并结合样线调查进行野外实地调查以及参考历史文献资料。

根据本次调查结果，并结合以往相关资料，霍尔古吐水电站评价区有兽类 6 目 13 科 25 种（详见附录 2-4）。其中食肉目最多，有 10 种，占评价区野生兽类总数的 40.00%，其次是偶蹄目和啮齿目，均有 6 种，均占评价区内野生兽类总数的 24.00%。评价区分布国家Ⅰ级重点保护兽类 1 种，为雪豹（*Panthera uncia*）；分布的国家Ⅱ级重点保护兽类有 11 种，分别为赤狐（*Vulpes vulpes*）、狼（*Canis lupus*）、棕熊（*Ursus arctos*）、石貂（*Martes foina*）、野猫（*Felis silvestris*）、兔狲（*Otocolobus manul*）、猞猁（*Lynx lynx*）、北山羊（*Capra sibirica*）、马鹿（*Cervus yarkandensis*）、鹅喉羚（*Gazella yarkandensis*）、阿尔泰盘羊（*Ovis ammon*）；自治区Ⅰ级重点保护兽类 3 种，为赤狐、香鼬（*Mustela altaica*）、狍（*Capreoluspygargus*）；自治区Ⅱ级重点保护兽类 1 种，分别为伶鼬（*Mustela nivalis*）。

（2） 生态类型

根据评价区兽类生活习性的不同，将上述种类分为以下 4 种生态类型：

地下生活型（主要在地下打洞生活，较少到地面活动）：仅天山鼩鼱（*Sorex asper*）1 种，主要分布在评价区树林、灌丛等干燥的地段掘洞营巢。

岩洞栖息型（在岩洞中倒挂栖息的小型兽类）：仅北棕蝠（*Eptesicus nilssoni*）1 种，主要分布于山区的岩洞洞穴中。

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）：包括伶鼬、香鼬、石貂、长尾黄鼠（*Spermophilus parryii*）、灰旱獭（*Marmota baibacina*）、灰仓鼠（*Cricetulus migratorius*）、银色高山鼢鼠（*Alticola argentatus*）、狭颅田鼠（*Microtus gregalis*）、乌拉尔姬鼠（*Apodemus uralensis*），共 9 种。主要分布在评价区山林、灌草丛中。

地面生活型（在地面上觅食、栖息的动物，部分物种偶尔上树）：赤狐、狼、棕熊、野猫、兔狲、猞猁、雪豹、野猪（*Sus scrofa*）、马鹿、狍、鹅喉羚、北山羊、

阿尔泰盘羊、蒙古兔（*Lepus tolai*），共 14 种。主要分布在评价区林地、峡谷两侧坡度较缓崖壁等区域。

（3） 区系类型

按照区系类型划分，将评价区的兽类分为 2 种类型，古北种有 19 种，占评价区兽类总数的 76.00%；广布种有 6 种，占评价区兽类总数的 24.00%；未发现东洋种分布。古北种占绝对优势，该趋势与评价区地处古北界一致。

4.3.3.6 评价区重点保护野生动物

根据历史资料记载和野外调查结果，霍尔古吐水电站评价区内国家Ⅰ级重点保护野生动物 5 种，有国家Ⅱ级重点保护野生动物 23 种，新疆自治区Ⅰ级重点保护野生动物 3 种，新疆自治区Ⅱ级重点保护野生动物 4 种。具体的保护动物名称、生境及分布区域见表 4.3.3-4。

表 4. 3. 3-4 霍尔古吐水电站评价区重点保护动物名录

种名	评价区分布及生境	数量级	保护级别
1. 白尾海雕 *Haliaeetus albicilla*	迁徙季节偶尔出现于开都河流域山地林区。	+	国家Ⅰ级
2. 玉带海雕 *Haliaeetus leucoryphus*	栖息于高海拔的河谷、山岳、草原的开阔地带。	+	国家Ⅰ级
3. 草原雕 *Aquila nipalensis*	栖息于开阔平原、草地、荒漠和低山丘陵地带的荒原草地。	+	国家Ⅰ级
4. 秃鹫 *Aegypius monachus*	主要栖息于低山丘陵和高山荒原与森林中的荒岩草地、山谷溪流和林缘地带。	+	国家Ⅰ级
5. 雪豹 *Panthera uncia*	栖息于高山多岩地区，夏季多生活在林线以上或海拔 3000～4000m 的高山草甸地带。冬季一般随猎物迁徙至海拔 1500～2000m 的山谷针叶林地区。	+	国家Ⅰ级
6. 大天鹅 *Cygnus cygnus*	栖息于开阔的湖泊、水库、河流、芦苇丛及其附近的草原。	+	国家Ⅱ级
7. 黑鸢 *Milvus migrans*	栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带至海拔 5000m 的高山森林和林缘地带。	+	国家Ⅱ级
8. 大鵟 *Buteo hemilasius*	栖息于山地、山脚平原和草原等地区。	+	国家Ⅱ级
9. 普通鵟 *Buteo bute*	主要栖息于山地森林和林缘地带，常见在开阔平原、荒漠、旷野、开垦的耕作区、林缘草地和村庄上空盘旋翱翔。	+	国家Ⅱ级
10. 棕尾鵟 *Buteo rufinu*	栖息于荒漠、半荒漠、草原、无树的平原和山地平原。	+	国家Ⅱ级

种名	评价区分布及生境	数量级	保护级别
11. 靴隼雕 *Hieraaetus pennatus*	栖息于山地森林和平原森林地带，特别是针叶林和混交林最为喜欢。	+	国家Ⅱ级
12. 高山兀鹫 *Gyps himalayensis*	栖息于海拔 2500-4500m 的高山、草原及河谷地区。	+	国家Ⅱ级
13. 雕鸮 *Bubo bubo*	栖息于山地森林、平原、荒野、林缘灌丛、疏林以及裸露的高山和峭壁等各类环境。	+	国家Ⅱ级
14. 纵纹腹小鸮 *Athene noctua*	栖息于低山丘陵，林缘灌丛和平原森林地带，也出现在农田、荒漠和村庄附近的丛林。	+	国家Ⅱ级
15. 红隼 *Falco tinnunculus*	栖息于山地森林、森林苔原、低山丘陵、草原、旷野、森林平原、农田耕地和村庄附近等各类生境。	+	国家Ⅱ级
16. 游隼 *Falco peregrinus*	栖息在半沙漠及干旱的小山上，在山崖上筑巢。	+	国家Ⅱ级
17. 燕隼 *Falco subbuteo*	栖息于有稀疏树木生长的开阔平原、旷野、耕地、海岸、疏林和林缘地带。	+	国家Ⅱ级
18. 狼 *Canis lupus*	栖息于森林、沙漠、山地、寒带草原、针叶林、草地。	+	国家Ⅱ级
19. 棕熊 *Ursus arctos*	主要栖息在寒温带针叶林中。	+	国家Ⅱ级
20. 石貂 *Martes foina*	栖息在森林、矮树丛、森林边缘、树篱和岩质丘陵。	+	国家Ⅱ级
21. 野猫 *Felis silvestris*	栖息在有由柽柳、拐枣、麻黄、甘草、野麻等组成的灌木和半灌木荒漠。	+	国家Ⅱ级
22. 兔狲 *Otocolobus manul*	栖息于灌丛草原、荒漠草原、荒漠与戈壁。	+	国家Ⅱ级
23. 猞猁 *Lynx lynx*	生活在森林灌丛地带，密林及山岩上较常见，栖居于岩洞、石缝之中。	+	国家Ⅱ级
24. 北山羊 *Capara ibex*	栖息于海拔 3000～6000m 的高山裸岩区和草甸区。	+	国家Ⅱ级
25. 马鹿 *Cervus yarkandensis*	生活于高山森林或草原地区。	+	国家Ⅱ级
26. 鹅喉羚 *Gazella yarkandensis*	栖息在海拔 300-6000m 之间的干燥荒凉的沙漠和半沙漠地区。	++	国家Ⅱ级
27. 阿尔泰盘羊 *Ovis ammon*	喜在半开旷的高山裸岩带及起伏的山间丘陵生活。	+	国家Ⅱ级
28. 赤狐 *Vulpes vulpes*	栖息环境非常多样，如森林、草原、荒漠、高山、丘陵、平原及村庄附近。	+	国家Ⅱ级 自治区Ⅰ级
29. 香鼬 *Mustela altaica*	通常栖息在森林、森林草原、高山灌丛及草甸。	+	自治区Ⅰ级
30. 狍	栖息于山坡小树林中。	+	自治区Ⅰ

种名	评价区分布及生境	数量级	保护级别
Capreoluspygargus			级
31. 赤麻鸭 *Tadorna ferruginea*	栖息地海拔高度为 3000～5000m 的湖泊、江河等水域中。	+	自治区Ⅱ级
32. 针尾鸭 *Anas acuta*	栖息于大型湖泊、流速缓慢的河流、河湾及其附近的沼泽和湿草地。	+	自治区Ⅱ级
33. 白眼潜鸭 *Aythya nyroca*	栖息于开阔地区富有水生植物的淡水湖泊、池塘和沼泽地带。	+	自治区Ⅱ级
34. 伶鼬 *Mustela nivalis*	栖息于针阔叶混交林、亚高山或干旱山地针叶林，林缘灌丛，亦常见于草原地带。	+	自治区Ⅱ级

4.3.4典型区域生态现状

评价区典型区域，是指评价区内工程占地区域。包括坝址区、淹没区、施工营地、渣场等。

4.3.4.1 坝址区

首部枢纽拦河建筑物轴线（坝轴线）全长 261.66m，坝轴线方位为 NE5°，从左岸至右岸布置为：左岸生态小机、冲沙闸、3 孔泄洪闸、右岸土工膜防渗砂砾石坝。其中挡水建筑物为右岸土工膜防渗砂砾石坝。右岸挡水副坝采用土工膜防渗砂砾石坝，左侧通过混凝土重力挡墙与 3#泄洪闸相接，右侧与岸坡基岩相接，坝顶高程 2074.00m，副坝全长 155.66m，最大坝高 28.4m，坝顶宽度 8m。

表 4. 3. 4-1 坝址工程区域现状

工程区	植物现状	动物现状	现场照片
霍尔古吐坝址左岸	土地类型以荒漠、灌木林地、水域为主。常见群系有蒿叶猪毛菜群系、冰草群系等，常见植物有伊犁小檗、线叶柳、针茅、羊茅等。	常见动物有南疆沙蜥、白鹡鸰、灰眉岩鹀、石鸡等。	
霍尔古吐坝址右岸	土地类型以荒漠、灌木林地、水域为主。常见群系有蒿叶猪毛菜群系、冰草群系等，常见植物有密叶杨、新疆杨、伊犁小檗、线叶柳、针茅、羊茅等。	常见动物有红嘴山鸦、灰眉岩鹀、石鸡等。	

4.3.4.2 淹没区

霍尔古吐水电站正常蓄水位为2070.0m，根据水库控制流域面积较小、河道长度较短、沿程无重要淹没、浸没对象的特点，本工程水库淹没处理范围：林地、草地以正常蓄水位2070.0m控制；人行道以正常蓄水位2070.0m加0.5m，即2070.5m控制。

表4.3.4-2 淹没区区域现状

工程区	植物现状	动物现状	现场照片
水库淹没区	土地类型以有林地、草地、水域为主，零星分布有灌木林地。常见群系有线叶柳群系、雪岭云杉群系、冰草群系等，常见植物有天山桦、密叶杨、霸王、白皮锦鸡儿、草地风毛菊、天山藁吾、茏茏草、滩地韭等。	常见动物有南疆沙蜥、河乌、沙鸻、白鹡鸰、灰鹡鸰、大朱雀、蒙古兔、野猪等。	

4.3.4.3 引水洞施工支洞

引水隧洞长达17.173km，每支洞控制主洞长度1.88km～3.25km。引水隧洞主要施工项目为开挖出渣、喷混凝土、衬砌，调压室以前为钢筋混凝土衬砌，调压室之后至蜗壳进口为压力钢管衬砌，压力钢管衬砌段分区划分至厂房区。引水洞2号支洞～5号支洞，为2号支洞、霍尔古吐支洞、3号支洞、4号支洞、5号支洞共5条支洞，设置4个混凝土拌合站、3个弃渣场、5套风水电简易系统。

表4.3.4-3 引水隧洞及施工支洞工程区域现状

工程区	植物现状	动物现状	现场照片
引水洞1#施工支洞	土地类型以荒漠、草原为主，常见群系有针茅群系、圆叶盐爪爪群系、蒿叶猪毛菜群系等，常见植物有霸王、疏花蔷薇、合头草、中麻黄、异苞滨藜、天山藁吾、冷蒿、冰草等。	常见动物有红嘴山鸦、小嘴乌鸦、石雀、石鸡等。	
引水洞2#施工支洞	土地类型以荒漠为主，常见群系有圆叶盐爪爪群系、蒿叶猪毛菜群系等，常见植物有伊犁小檗、疏花蔷薇、合头草、针茅、冷蒿、白叶风毛菊、异苞滨藜等。	常见动物有红嘴山鸦、小嘴乌鸦、石雀、石鸡等。	

工程区	植物现状	动物现状	现场照片
引水洞 3#施工支洞	土地类型以荒漠为主，常见群系有蒿叶猪毛菜群系等，常见植物有圆叶盐爪爪、霸王、疏花蔷薇、纹苞菊、异苞滨藜、天山岩黄耆、冰草、异芒披碱草等。	常见动物有红嘴山鸦、小嘴乌鸦、石雀、石鸡等。	
引水洞 4#施工支洞	土地类型以荒漠为主，常见群系有蒿叶猪毛菜群系、圆叶盐爪爪群系等，常见植物有伊犁小檗、黑果枸子、白皮锦鸡儿、霸王、草原绢蒿、草地风毛菊、异芒披碱草、针茅、冰草等。	常见动物有红嘴山鸦、小嘴乌鸦、石雀、石鸡等。	
引水洞 5#施工支洞		常见动物有红嘴山鸦、小嘴乌鸦、石雀、石鸡等。	
引水洞 6#施工支洞	土地类型以荒漠为主，常见群系有圆叶盐爪爪群系等，常见植物有针茅、霸王、合头草、粉刺锦鸡儿、草原绢蒿、草地风毛菊、天山囊吾等。	常见动物有红嘴山鸦、小嘴乌鸦、石雀、石鸡等。	
引水洞 7#施工支洞			

4.3.4.4 弃渣场及料场

主体、临建工程土石方开挖的堆渣，要符合防汛、环保和电站运行要求，不影响河道行洪和方便施工，本工程规划了 6 个弃渣场，2 个表土堆存场以及 3 个倒运场，总占地面积约 29.82 万 m^2，其中厂址区倒运场与 S6 砂砾石料场结合布置。取覆盖层松方系数 1.2，石方松方系数 1.45，覆盖层压实转换系数 0.9，堆弃渣总量约 465.70 万 m^3（松方）。

表 4. 3. 4-4 弃渣场及料场工程区域现状

工程区	植物现状	动物现状	现场照片
1#弃渣场	土地类型以草地、荒漠为主，零星分布有灌木林地。常见群系有圆叶盐爪爪群系、针茅群系等，常见植物有合头草、纹苞菊、羊草、天山岩黄耆、多花棘豆等。	常见动物有南疆沙蜥、密点麻蜥、红嘴山鸦、黑喉石鹏等。	
2#弃渣场			
3#弃渣场	土地类型以草地为主，常见群系有冰草群系、针茅群系等，常见植物有疏花蔷薇、伊犁小檗、天山岩黄耆、羊草、黄唐松草、冷蒿等。	常见动物有红嘴山鸦、小嘴乌鸦、石雀、灰眉岩鹀、石鸡等。	
4#弃渣场	土地类型以草地、荒漠为主，常见群系有冰草群系、蒿叶猪毛菜群系等，常见植物有中麻黄、粉刺锦鸡儿、合头草、霸王、伊犁小檗、黑果枸子、纹苞菊等。	常见动物有红嘴山鸦、小嘴乌鸦、石雀、石鸡等。	
5#弃渣场	土地类型以草地、灌木林地为主，常见群系有芨芨草群系、线叶柳群系等，常见植物有粉刺锦鸡儿、中亚沙棘、针茅、冰草、野莴苣、火绒草等。	常见动物有红嘴山鸦、小嘴乌鸦、石雀、石鸡等。	
6#弃渣场	土地类型以草地为主，常见群系有冰草群系、针茅群系等，常见植物有粉刺锦鸡儿、疏花蔷薇、野莴苣、薄叶蓟、火绒草、羊茅、拂子茅等。	常见动物有红嘴山鸦、小嘴乌鸦、石雀、灰眉岩鹀、石鸡等。	
S2 砂砾石料场	土地类型以草地、灌木林地为主，常见群系有冰草群系、疏花蔷薇群系等，常见植物有粉刺锦鸡儿、合头草、木蓼、多花棘豆、假报春、薄叶蓟、芨芨草、针茅等。	常见动物有南疆沙蜥、红嘴山鸦、沙鹏、角百灵、黑喉石鹏等。	

工程区	植物现状	动物现状	现场照片
左岸表土堆存场	土地类型以草地、灌木林地为主，常见群系有针茅群系、伊犁小檗群系等，常见植物有木蓼、白皮锦鸡儿、疏花蔷薇、冰草、羊茅、草地风毛菊、异芒披碱草等。	常见动物有南疆沙蜥、白鹡鸰、灰眉岩鹀、石鸡等。	

4.3.4.5 业主及施工营地

业主办公生活营地及承包商营地，布置在坝址下游 1.7km 处左岸台地上，营地占地面积 1.72 万 m^2，布置高程 2035.0m。业主管理办公生活营地，布置在厂房上游约 0.75km 处左岸阶地上，布置高程 1802.0m。与电站运行期永久营地结合，为永久占地，建筑面积 4000m^2，占地面积 6900m^2。承包商办公生活营地布置在厂房上游约 0.65km 处左岸阶地，布置高程 1802.0m。建筑面积 4000m^2，占地面积 7200m^2。承包商营地，承担厂房、引水洞霍尔古吐沟下游段（含 3 号、4 号、5 号、6 号、7 号支洞）施工人员办公生活任务。为方便各支洞建设，在 2~5 号引水洞施工支洞均布置施工营地，在霍尔古土沟口新设霍尔古土沟施工营地。

表 4.3.4-5 业主及施工营地工程区域现状

工程区	植物现状	动物现状	现场照片
业主及承包商营地	土地类型以草地、荒漠为主，零星分布有灌木林地。常见群系有圆叶盐爪爪群系、针茅群系等，常见植物有合头草、纹苞菊、羊草、天山岩黄耆、多花棘豆等。	常见动物有南疆沙蜥、密点麻蜥、红嘴山鸦、黑喉石鹏等。	
霍尔古吐沟施工营地	土地类型以草地、荒漠为主，常见群系有蒿叶猪毛菜群系、针茅群系等，常见植物有圆叶盐爪爪、霸王、红果小檗、异芒披碱草、草地风毛菊、芨芨草、羊茅等。	常见动物有红嘴山鸦、小嘴乌鸦、石雀、石鸡等。	

工程区	植物现状	动物现状	现场照片
2#施工营地	土地类型以草地、灌木林地为主，常见群系有冰草群系、伊犁小檗群系等，常见植物有圆叶盐爪爪、蒿叶猪毛菜、疏花蔷薇、异芒披碱草、草原绢蒿、羊草、冷蒿、火绒草等。	常见动物有南疆沙蜥、密点麻蜥、红嘴山鸦、黑喉石鹏等。	

4.3.4.6 施工区

引水洞2号支洞～5号支洞控制段区，生产生活设施项目布置上，为减少运距，各支洞根据场地条件设置混凝土拌合站、弃渣场。工程需新建场内公路 42.7km，桥梁 3 座，涵洞 37 座，其中，永久场内公路 26.7km，临时场内道路 16.0m。厂房区布置了较多的枢纽核心建筑物，工程规模、施工强度较大，生产生活设施项目布置上，需设置较多的齐全的设施项目，有混凝土拌合系统、综合加工厂、金属结构拼装厂、机电拼装厂、机械修配及保养厂、综合仓库、业主营地、施工营地、表土堆存场、弃渣场。

表 4.3.4-6 施工区工程典型区域现状

工程区	植物现状	动物现状	现场照片
砂砾石加工系统/混凝土拌合系统（坝址）	土地类型以草地为主，常见群系有冰草群系等，常见植物有草原绢蒿、白叶风毛菊、针茅、假报春、薄叶蓟、芨芨草等。	常见动物有南疆沙蜥、红嘴山鸦、麻雀、沙鸻、角百灵、石鸡、黑喉石鹏等。	
施工道路	土地类型以草地为主，零星分布有灌木林地，常见有冰草群系等，常见植物有线叶柳、红果小檗、针茅、羊草、异芒披碱草、拂子茅、天山岩黄耆、野莴苣等。	常见动物有小嘴乌鸦、麻雀、沙鸻、白鹡鸰、灰眉岩鹀、石鸡等。	

工程区	植物现状	动物现状	现场照片
砂砾加工及混凝土拌合系统（变电站）	土地类型以灌木林地、草地为主，常见群系有中亚沙棘群系、针茅群系等，常见植物有密叶杨、线叶柳、合头草、白皮锦鸡儿、天山藁吾、冰草、羊草、天山岩黄耆等。	常见动物有红嘴山鸦、小嘴乌鸦、沙鵙、石雀、石鸡等。	
变电站	土地类型以灌木林地、草地为主，常见群系有中亚沙棘群系、冰草群系等，常见植物有密叶杨、伊犁小檗、疏花蔷薇、霸王、芨芨草、草原绢蒿、白叶风毛菊等。	常见动物有南疆沙蜥、红嘴山鸦、小嘴乌鸦、石雀、石鸡等。	
综合仓库 综合工厂 金属结构拼装场 机械修配保养场	土地类型以草地、灌木林地为主，常见群系有针茅群系、疏花蔷薇群系等，常见植物有黑果枸子、中亚旱蒿、细裂叶莲蒿、白叶风毛菊、异苞滨藜、草原绢蒿、黄唐松草等。	常见动物有南疆沙蜥、领岩鹨、蒙古沙雀、大朱雀、灰眉岩鸦、石鸡等。	

4.3.5生态环境质量现状

为深入认识评价区内生态环境质量特点，运用用景观生态学的原理和方法来研究工程评价区生态体系的组成、特征、生产力及其稳定性。

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，本报告用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。

4.3.5.1 评价区景观生态体系的组成

（1）以雪岭云杉、密叶杨等为主的林地

（2）以锦鸡儿、蔷薇等为主的灌丛

（3）以针茅、麻黄等为主的草地

（4）以裸地、裸石等为主的荒漠

（5）以开都河及其支流为主的水域

（6）以山顶积雪为主的冰川及其他用地

表 4.3.5-1 评价区景观拼块的面积统计表

斑块类型	面积（hm^2）	所占比例（%）
1.以雪岭云杉、密叶杨等为主的林地	867.94	15.05
2.以锦鸡儿、蔷薇等为主的灌丛	1475.08	25.57
3.以针茅、麻黄等为主的草地	2142.61	37.14
4.以裸地、裸石为主的荒漠	1083.83	18.79
5. 以开都河及其支流为主的水域	172.04	2.98
6.以两岸山顶积雪为主的冰川及其他用地	27.29	0.47
合计	5768.78	100

由上表可知，评价区人为活动极少，景观生态体系组成以针茅、麻黄等为主的草地为主，面积为 2142.61hm^2，占评价区总面积的 37.14%；其次为以锦鸡儿、蔷薇等为主的灌丛，面积为 1475.08hm^2，占评价区总面积 25.57%；后是以裸地、裸石等为主的荒漠，面积为 1083.83hm^2，占评价区总面积 18.79%；再然后是以雪岭云杉、密叶杨等为主的林地，面积为 867.94hm^2，占评价区总面积 15.05%，评价区的水域、冰川及其他用地相对较小。

4.3.5.2 评价区生产力现状

（1）评价区土地的自然生产力

土地的自然生产力是指单位面积土地在当地自然环境的水热条件下，在单位时间内生产有机物质的重量（干重），通常用 t/hm^2.a 表示。采用 H.lieth 生物生产力的经验公式，可估算出库区库周土地的自然生产力：

$$Y_1=3000/(1+e^{1.315-0.119t})$$

$$Y_2=3000\ (1-e^{-0.000664p})$$

式中：Y_1——根据年平均温度（t，℃）估算的热量生产力，单位为 g/m^2·a；Y_2——根据年平均降水量（p，mm）估算的水分生产力，单位同上。

本工程位于开都河中段，根据《开都河中游河段水电规划修编》气象资料介绍，评价区所在地多年平均降水量 106.4mm，多年平均气温 8.8℃，区内热量生产力为 1300.342g/m^2·a，水分生产力为 204.635g/m^2a，区内热量生产力大于水分生产力，土地自然生产力受水分条件限制稍大，因此本区土地自然生产力以其平均的水分生产力 204.635g/m^2·a 来表示，即评价区生物生产力本底值为 2.04635t/hm^2·a。参照《中国生态系统生产力区划》（徐继填等，2001）对中国生态系统生产力的区划方法，评价区生物生产力为 4 等植被生产力等级（2—6t·hm^{-2}·a^{-1}），属于低等生产力地

区。

（2）各斑块的实际生产力

斑块实际生产力是指斑块在现实生态环境中，由于受到水分、热量以外的其他环境因素以及人为活动的影响而具有的实际生产能力。参考评价区域或开都河周边相关文献计算各类土地的净生物量数据，以林地、灌丛、草地、荒漠等的生物量等参数来推算开都河霍尔古吐水电站评价区内各景观斑块的净生产力，结果见表4.3.5-2。

表 4.3.5-2　霍尔古吐水电站工程评价范围各类斑块的实际净生产力

斑块类型	实际净生物量（t/hm²）	生长期（a）	平均净生产力（t/hm².a）	各类斑块面积		各类斑块总净生产力	
				面积（hm²）	比重（%）	总净生产力（t/a）	比重（%）
林地	204.42	15	13.63	867.94	15.05	11830.02	24.70
灌丛	89.71	5	17.94	1475.08	25.57	26462.94	55.25
草地	11.15	3	3.72	2142.61	37.14	7970.509	16.64
荒漠	6.04	4	1.51	1083.83	18.79	1636.583	3.42
水域	—	—	—	172.04	2.98	—	—
冰川及其他用地	—	—	—	27.29	0.47	—	—
合计	—	—	—	5768.78	100	34356.58	100.00

从表 4.3.5-2 中的数据可以看出，评价区内各斑块的生产力具有以下特征：

1）在评价区所有斑块中，以灌丛斑块的总净生产力最高。其总净生产力为26462.94t/a，占评价区总净生产力的 55.25%。林地斑块总净生产力仅次于灌丛斑块，其评价区总净生产力为 11830.02t/a，占总净生产力的 24.70%。草地斑块总净生产力小于灌丛斑块和林地斑块，其总净生产力为 7970.509t/a，占评价区总净生产力的 16.64%，荒漠斑块总净生产力最少。

2）评价区中，自然斑块的总净生产力为：灌丛>林地>草地>荒漠。

3）本区河谷地貌、地势陡峭以及人类干扰较小，但受到降水量较少的影响，荒漠及草地地貌较为普遍，故区域的平均净生产力水平较低。

4.3.5.3 评价区生物量现状

根据库区及周边各类土地的现状调查数据，以林地、灌草丛、草地、荒漠等的生物量等参数来推算其实际生产力及生物量，水域生物量（仅偶见滩地韭）及冰川可以忽略不计。评价区自然体系生产力及生物量现状（见表 4.3.5-3）及（见图 4.3.5-1）。

表 4.3.5-3 评价区自然体系生物量

生态类型	代表植物	面积（hm^2）	占总面积（%）	平均生物量（t/hm^2）	生物量（t）	占总生物量（%）
林地	雪岭云杉、密叶杨	867.94	15.58	204.42	177424.29	52.15
灌草丛	锦鸡儿、蔷薇	1475.08	26.49	89.71	132329.43	38.90
草地	针茅、麻黄	2142.61	38.47	11.15	23890.10	7.02
荒漠	麻黄、盐爪爪	1083.83	19.46	6.04	6546.33	1.92
总计		5569.46	100	(61.08)	340190.16	100

注：（1）表中未计算评价区的水域及冰川生产力。（2）各植被类型标准采用全球大陆生态系统平均净生产力值。

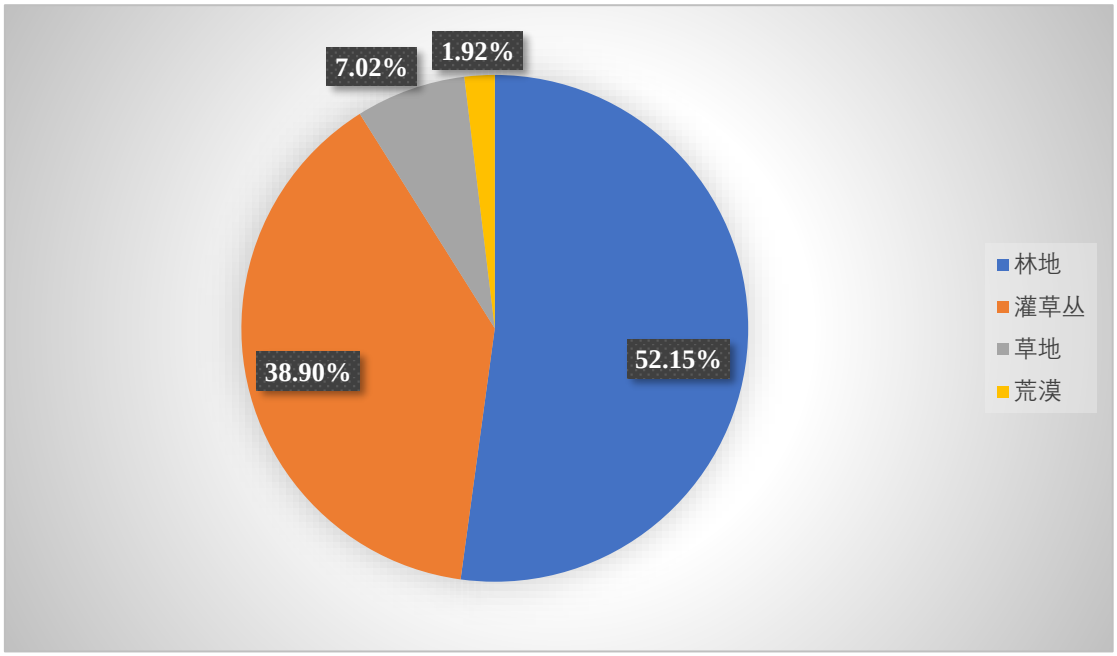


图 4.3.5-1 评价区各生态类型生物量所占比重

由上表可知，评价区总生物量 340190.16t，每公顷的生物量为 61.08t。评价区植被以草地为主，面积为 2142.61hm^2，占评价区植被总面积的 38.47%；评价区各植被生物量以林地为主，为评价区总生物量的 52.15%。评价区有针叶林及阔叶林等林地植被生物量较高，明显反映出“森林生态系统是自然界中最强大的陆

地生态系统”的事实。

从自然体系生物量数值看，林地、灌丛为评价区的主要生态类型，对生态系统的稳定和变化起到很重要的作用。

4.3.5.4 自然体系生态稳定性分析

景观生态系统的质量现状由评价范围内自然环境，各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，模地是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。模地采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类斑块的优势度值（D_o），优势度值大的就是模地。

优势度值（D_o）=$\{(R_d+R_f)/2+L_p\}/2\times100$

密度（R_d）＝嵌块 i 的数目/嵌块总数×100

频度（R_f）＝嵌块 i 出现的样方数/总样方数×100

景观比例（L_p）=嵌块 i 的面积/样地总面积×100

运用上述参数计算枢纽工程评价区各类斑块优势度值，其结果具体见（表4.3.5-4）。

表 4. 3. 5-4 评价区各类斑块优势度值表

斑块类型	R_d（%）	R_f（%）	L_p（%）	D_o（%）
林地	14.29	27.31	15.05	17.93
灌丛	41.98	20.34	25.57	28.37
草地	23.56	20.65	37.14	29.62
荒漠	18.21	13.04	18.79	17.21
水域	0.53	13.56	2.98	5.01
冰川及其他用地	1.43	7.45	0.47	2.46

由上表可知，评价区各斑块类型中，灌丛和草地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。灌丛和草地的优势度 Do 最高，分别达 28.37%和 29.62%，说明灌丛和草地是该地区的模地，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。

4.3.6土地利用现状

本工程主要由坝址、厂房、施工营地、砂石料厂、弃渣场、施工道路等工程组成，工程建设主要涉及新疆和静县开都河中游。

评价范围内土地利用现状调查是在卫片解译的基础上，结合现有资料，运用景观生态法（即以植被作为主导因素），并结合土壤、地貌等因子进行综合分析，将土地利用格局的拼块类型分为有林地、灌木林地、草地、荒漠、水域、冰川及其他用地等 6 种类型（见表 4.3.6-1）。

表 4. 3. 6-1 评价区土地利用现状

土地利用类型	面积（hm^2）	占评价区比例（%）	斑块	比例（%）
有林地	867.94	15.05	270	14.29
灌木林地	1475.08	25.57	793	41.98
草地	2142.61	37.14	445	23.56
荒漠	1083.83	18.79	344	18.21
水域	172.04	2.98	10	0.53
冰川及其他用地	27.29	0.47	27	1.43
合计	5768.78	100.00	1889	100.00

由上表可知：评价区土地利用类型以草地、灌木林地为主。其中草地所占面积最大，为 2142.61hm^2，占评价区总面积的 37.14%；灌木林地面积为 1475.08 hm^2，占评价区总面积的 25.57%；评价区内水域、冰川及其他用地面积相对较小。

根据工程布置结合现场调查，评价区内草地、荒漠主要分布于评价区两岸及山坡上，灌木林地、有林地主要分布在评价区开都河两岸及山上阴坡。

4.4 水生生态环境

4.4.1调查时间、范围及方法

（1）调查时间

针对开都河中游河段水生生物及鱼类现状，新疆维吾尔自治区水产科学研究所自 2005 年 11 月～2011 年 5 月先后多次对开都河中游河段的察汗乌苏河段、柳树沟河段、大山口河段及滚哈布奇勒河段、骆驼脖子河段进行野外现场，主要对上述河段的水环境、水生生物、鱼类资源等进行现场调查和监测。限于交通条件的限制，这些调查活动的范围具有较明显的局限性。然而从时间空间变化看，则基本涵盖了丰水期、枯水期以及鱼类繁殖、索饵及越冬的时空变化，所获得的现场调查资

料能够基本反映河流水生生态因子随季节变化的特点。

2012 年 5～6 月，新疆水产所对开都河骆驼脖子至大山口河段的水生生物及鱼类资源再次进行了大范围的调查工作，重点调查范围是滚哈布其勒水电站上下游河段，包括察汗乌苏水电站库区、大山口水电站库区，重点调查内容在以往调查的基础上，补充完善了鱼类资源方面特别是与鱼类繁殖有关的数据。

2018 年 6 月中旬和 9 月中旬，新疆水产所对开都河中游河段霍尔古吐水电站工程影响河段（重点包括霍尔古吐坝址上游、霍尔古吐减水河段、霍尔古吐厂房尾水和察汗乌苏库区等河段）开展水生生物和鱼类样品采集，对采集的样品进行了鉴定分析和统计；同时走访和静县水利局渔政科、农贸市场、沿河餐馆等地，了解当地渔业资源。

（2）调查范围

本次水生生态调查范围为开都河中游霍尔古吐水电站库尾（哈尔嘎廷郭勒坝址）至察汗乌苏坝址区间的开都河干流及区间支流，重点调查范围霍尔古吐水电站库尾至察汗乌苏水电站库尾河段。具体调查范围见下图 4.4.1-1。

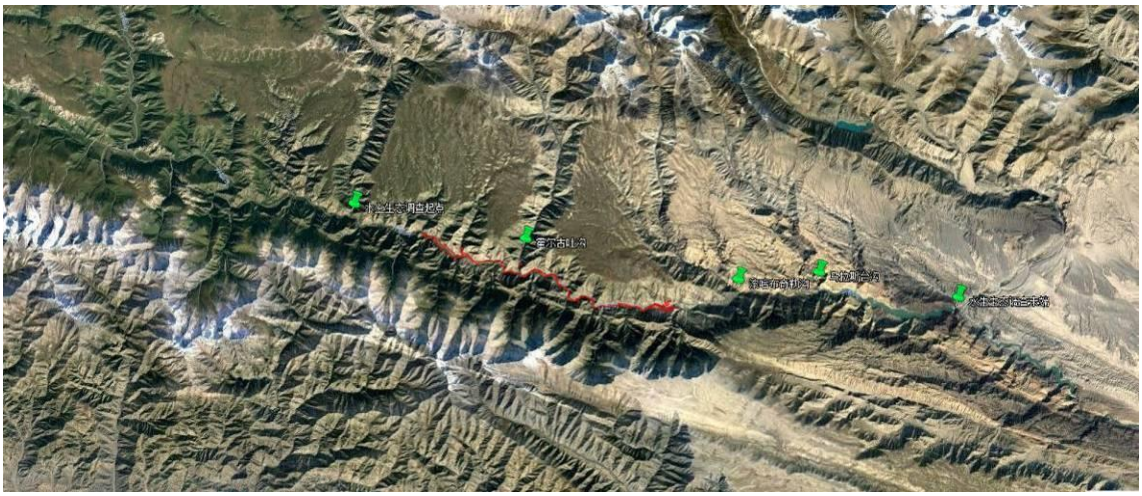


图 4.4.1-1　霍尔古吐水电站工程水生生态现场调查范围（2018 年）

对开都河霍尔古吐水电站影响的开都河干流、支流进行水生生境和水生生物的现状调查。了解该水域的水生生境特点；水域内浮游植物、浮游动物、底栖生物、水生高等植物的种类组成、时空分布、数量、生物量与生产力等；以及该河段内鱼类的种类组成、区系特点、种群结构、生活史特征、生态习性、“三场”分布、渔业状况等情况。

（3）调查断面

野外采样调查点以工程影响区为主，采样点设置以工程所在地为主要参考，同时考虑重要鱼类的生殖和越冬洄游，适时选择调查采样点。

水化学样、水生生物样采集与鱼类标本采集同步进行。根据控制性、代表性原则，水生生物调查断面如下：干流 5 个采样断面，从上至下依次为：（1）霍尔古吐坝址上游 1km；（2）霍尔古吐减水河段；（3）霍尔古吐厂房尾水；（4）滚哈布奇勒库中；（5）滚哈布奇勒厂房尾水；（6）察汗乌苏库中。

支流：在霍尔古吐尾水至察汗乌苏库尾干流河段间选择常流水、有渔业资源的支流进行监测（汇合口上游 2km 左右）。实际工作中，调查断面根据具体情况可适当调整。鱼类资源调查以区域性调查为主，不设固定的调查监测断面。

本次霍尔古吐水电站工程水生生态调查点位分布见附图 13。

（4）调查方法

水生生物的调查按张觉明等（1992）介绍的方法进行。浮游植物和浮游动物定性样品分别用 25#和 13#浮游生物网采集，用鲁哥氏液和波恩氏液固定保存，室内用体视显微镜和显微镜分别检测浮游植物、原生动物、轮虫、枝角类和桡足类。定量样品用采水器采取 1000ml，现场用鲁哥氏液和波恩氏液固定，实验室浓缩样品并进行种类鉴定和定量。

1）浮游植物

采集浮游植物定性样品用25号筛绢网采集，浓缩液加1.5%鲁哥氏液固定，作为种类鉴定使用；采集定量样品则在采集点分层样或混合样1升，用鲁哥氏液固定，带回室内沉淀36～48h，浓缩后保存待检。

室内先将样品定量为30ml，摇匀后吸取0.1ml样品至于0.1ml计数框内，在显微镜下按视野法技术，数量特别上时全片计数，每个样品计数2次，取其平均值，每次计数结果与平均值之差应在15%以内，否则增加计数次数。

每升水样中浮游植物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{C_s}{F_s \times F_n} \times \frac{V}{v} \times P_n$$

式中：N——一升水样中浮游植物的数量（ind./L）；

Cs——计数框内的面积（mm^2）；

Fs——计视野面积（mm^2）；

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.）。

浮游植物生物量的计数采用体积换算法，根据浮游植物的体型，按最近似的几何形测量其体积，并用目微尺实测藻体大小，计算出体积，依 10 的 9 次方（微米）3 次方相当于 1 毫克的湿重，换算成浮游植物量；形状特殊的种类分解为几个部分测量，然后结果相加。

2）浮游动物

采集大型浮游动物定性样品用13号浮游生物网做水平拖曳过滤，现场用波恩氏液固定，小型浮动物采用1000ml定量水样中的标本；采集定量样品用“水生18型”有机玻璃采水器采集的分层样或混合样，现场用13号浮游生物网过滤浓缩，并用波恩氏液固定待检，作为轮虫、枝角类、桡足类等的定量样品。将加有固定液的水样静止36～48h，沉淀后用虹吸法弃去上清液，留30ml沉淀液作定量计数。充分摇匀后取0.1ml浓缩于0.1ml计数框中，在40倍物镜下观察，计数100个视野，然后换算成生物量。

浮游动物的计数分为原生动物、轮虫和枝角类与桡足类的计数。原生动物和轮虫是利用浮游植物定量样品进行计数的，原生动物计数是从浓缩的30ml样品中取0.1ml，置于0.1ml的计数框中，全片计数，每个样品计数2片；轮虫则是从浓缩的30ml样品中取1ml，置于1ml的计数框中，全片计数，每个样品计数2片。统一样品的计数结果与均值之差不得高于15%，否则增加计数此处。枝角类和桡足类的计数是用1ml计数框，将10000ml过滤出的浮游动物定量样品分若干次全部计数。

单位水体浮游动物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{v}{V} \times \frac{n}{C}$$

式中：N——1 升水样中浮游动物的数量（ind./L）；

v——样品浓缩后的体积（L）；

V——采样体积（L）；

C——计数样品体积（ml）；

n——计数所获得的个数（ind.）。

显微镜下检测各类浮游动物的种类、数量、大小，分别计算其密度、生物量，浮游动物现存量根据各类浮游动物现存量之和求得。

3）水生维管束植物

高等植物的调查只涉及调查断面附近的种类和植被覆盖度的估计。用照相的方法记录植被覆盖状况；对种类比较集中的群落，划定样方进行采样；不同的种类尽量采集标本。

采集水生植物要保证植物的完整，去掉表面的污物，及时拍照、固定。水生高等植物定量采用 $1m^2$ 的采样框或 $0.1m^2$ 的定量采样器采集全部水生植物，除去腐草，洗掉淤泥，现场称取湿重。定性样品整株采集，包括植株的根、茎、叶、花和果实，样品力求完整，按自然状态固定在压榨纸中，压干保存待检。

4）底栖动物

定性时样品则在河道随机采集并用波恩氏液固定；定量时用面积为 $1/16m^2$ 的彼得生采泥器采样，每点采泥样一个，样品经 40 目/吋 ^{2} 铜筛筛洗后按常规方法检查标本，装瓶固定。

对泥质地，用彼德生采泥器取泥样，用 40～60 目的分样筛筛洗后，装入塑料袋中，室内分捡，波恩氏液固定保存待检。河道中石砾底质条件下，捞取 $0.1m^2$ 的采样框内的石头，用毛刷仔细刷洗，用 40～60 目的分样筛筛选，并捕捉较大型的底栖动物。

5）鱼类资源

①鱼类资源量

鱼类资源量的调查采取捕捞渔获物统计分析结合现场调查取样进行。采用访问调查和统计表调查方法，调查资源量和渔获物。向当地渔业主管和渔政管理部门及渔民调查了解渔业资源现状以及鱼类资源管理中存在的问题。对渔获物资料进行整理分析，得出各采集点主要捕捞对象及其在渔获物中所占比重，不同捕捞渔具渔获物的长度和重量组成，以判断鱼类资源状况。

② 鱼类“三场”

鱼类越冬场及产卵场调查及确定有多种途径可行，本次调查主要针对土著鱼

类，采用的方法主要有：

（a）通过对沿岸居民访问获得鱼类的繁殖时间、场所，以及在越冬期间鱼类的主要栖息地；

（b）通过渔获物调查，获取有关鱼类繁殖群体，尤其是处于流卵、流精的个体出现的地点、产卵时间；

（c）采集鱼苗，获取直接的证据，以此判断繁殖场所环境。

在室内进行标本的分类、统计、测量和解剖研究，将测量数据进行统计分析。鱼类的个体生物学特征包括形态、生长、食性、年龄及性腺发育变化等，另外还包括鱼获物中种类组成和规格组成等参数，分析现状与水域环境的联系。

4.4.2水生生境现状

主要根据新疆水产所历次水生生态监测等历史资料，同时结合本年度 6 月、9 月两次开都河中游霍尔古吐水电站工程影响河段水生生态现状调查结果。霍尔古吐水电站工程影响河段水生生境现状如下：



图 4. 4. 2-1　开都河主河道霍尔古吐水电站坝址以上河段

开都河主河道霍尔古吐首部上河段，两岸陡峭，河谷林草出现率较高。现场调查时水面宽 8～13m，主河槽水深 1.2～2.3m；水流湍急，几乎没有高等水生维管束植物分布。



图 4.4.2-2　霍尔古吐沟达楞达坂林管站附近河段

霍尔古吐沟达楞达坂林管站附近河段海拔约 2596m，地势较开阔，河谷林草分布广泛。现场调查时，水面宽 3～7m，主河槽水深 0.3～0.8m；水流湍急，沿岸没有高等水生维管束植物分布。



图 4.4.2-3　开都河支流霍尔古吐沟中游河段

坝址下游霍尔古吐沟中游河段两岸山体陡峭，河谷林草茂盛。现场调查时水面宽 2～10m，主河槽水深 0.4～2.0m；水流湍急，沿岸没有高等水生维管束植物分布。



图 4.4.2-4 霍尔古吐坝址～厂房区间减水河段

开都河中游霍尔古吐水电站坝址～厂房区间减水河段，左岸右岸均发育高山，阶地轻度发育，河谷林草分布广泛。现场调查时，水面宽 8～14m，主河槽水深 1.2～2.5m；河道坡降较大，水流湍急，河岸未见高等水生维管束植物分布。



图 4.4.2-5 开都河中游滚哈布奇勒沟上下游河段

开都河中游滚哈布奇勒沟上下游河段，两岸山体陡峭，河谷林草分布广泛。现场调查，河床水面宽 6～12m，河道坡降较大，水流湍急，两岸未见高等水生

维管束植物。



图 4.4.2-6 开都河中游察汗乌苏库尾及部分渔获物

开都河中游河段察汗乌苏水电站库尾，两岸均发育有高山，河谷相对开阔，阶地轻度发育，河谷林草分布广泛。水面较宽，水流放缓，河岸未见高等水生维管束植物分布。



图 4.4.2-7 开都河中游察汗乌苏水电站库区河段

开都河中游察汗乌苏水电站库区，库区位于高山峡谷之中，右岸为陡峭的高山，左岸阶地发育，河谷相对开阔，河谷林草分布广泛。水面较宽，水流放缓，两岸未见高等水生维管束植物分布。

4.4.3浮游植物

浮游植物是水体中能进行光合作用的低等植物，是许多鱼类或其它水生动物的天然饵料。作为水生态系统中的初级生产者，浮游植物在水体物质循环和能量流动中有着十分重要的作用。

4.4.3.1 种类组成

据鉴定，开都河中游河段浮游植物种类有 6 门 80 种（属），其中硅藻门最多，

共 52 种属，占 65%；绿藻门其次，共 16 种属，占 20%；蓝藻门 8 种属，占 10%；裸藻门 2 种属，占 2.5%；甲藻门、隐藻门各 1 种属，占 2.5%（详见表 4.4.2-1）。

表 4. 4. 2-1　开都河中游河段浮游植物种类名录（2012 年 5 月）

藻类名称 \ 采样点	960#	961#	962#	963#	964#	976#	977#	骆驼脖子
蓝藻门 *Cyanophyta*								
蓝纤维藻 *Dactylococcopsis* sp	+		+	+			+	
颤藻 *Oscillatoria* sp.p	+	+	+	+	+	+	+	
小颤藻 *Oscillatoria tenuis*	+	+	+	+	+	+	++	+
两栖颤藻 *O.amphibia*	+	+		+	+			
席藻 *Phorimidium* sp	+	+	+	+				
小席藻 *Phormidium tenus*	+		+	+				
托马织线藻 *Plectonema tomasinianum*		+	+	+				
鞘丝藻 *Lyngbya* sp	+	+	+	+		+	+	+
蓝藻门种属数	**7**	**6**	**7**	**8**	**3**	**3**	**4**	**2**
绿藻门 *Chlorophyta*								
衣藻 *Chlamydomonas* sp	+		+	+	+	+		
镰形纤维藻 *Ankistrodesmus falcatus*				+		+		
水绵 *Spirogyra* sp.p			+			+	+	+++
双星藻 *Zygnema* sp.p							+	
转板藻 *Mougeotia* sp						+	+	
丝藻 *Ulothrix* sp.p	++	+	++	+	+	+	+	+
单型丝藻 *U.aequalis*	+	+		+	+		+	
尾丝藻 *Uronema confervicolum*				+				
钝鼓藻 *Ulothrix obtusatum*								
角星鼓藻 *Staurastrum* sp			+					
二角盘星藻 *Pediastrum duplex*					+			
四尾栅藻 *Scenedesmus quadricauda*				+	+			
双对栅藻 *S.bijuga*								
普林鞘藻 *Oedogonium pringsheimii*	+							
羽枝竹枝藻 *Draparnaldia mutabilis*	+	+	+			+	+	
渐狭毛枝藻 *Stigeoclonium elongatum*		+				+		+
绿藻门种属数	**5**	**4**	**5**	**6**	**5**	**7**	**6**	**3**
硅藻门 *Bacillariophyta*								
具星小环藻 *Cyclotella stelligera*	+	+	+	+			+	
广缘小环藻 *Cyclotella bodanica*			+					
螺旋颗粒直链藻 *Melosira granulata*	+	+	+	+		+	+	
尖针杆藻 *Synedra acus*	+	+	+	+	+	+	+	+
近缘针杆藻 *S. affini*	+	+	+	+	+	+		

采样点 / 藻类名称	960#	961#	962#	963#	964#	976#	977#	骆驼脖子
双头针杆藻 *S.amphicephala*	+	+	+	+	+	+	+	+
肘状针杆藻 *S. ulna*	+	+	+	+	+	+	+	+
小针杆藻 *S.nana*	+		+	+	+	+		+
钝脆杆藻 *Fragilaraia capucina*	+	+	+	+	+	+	+	+
连结脆杆藻 *F.construens*	+		+	+	+	+	+	+
短线脆杆藻 *F. brevistriata*					+			+
变异脆杆藻 *F. virescens*		+		+				+
缢缩异极藻 *Gomphonema constrictum*	++	++	+	+	+	++	+	+
尖异极藻 *G .acuminatum*			+			+	+	
?窄异极藻 *G .angustatum*			+	+		+		
中间异极藻 *G . intricatum*			+			+	+	
普通等片藻 *Diatoma vulgare*	++	+	+	+	+	+	+	+
普通等片藻卵圆变种 *D.vulgare* var. Ovalis	+		+					
长等片藻 *D.elongatum*	+	+	+	+		+		+
辐节藻 *Stauroneis* sp			+					
美壁藻 *Caloneis* sp			+					
短缝藻 *Eunotia* sp			+			+		
喙头舟形藻 *Navicula. rhynchocephala*	+		+	+		+	+	+
短小舟形藻 *N. exigua*	+			+		+		+
放射舟形藻 *N. radiosa*	+	+	+	+		+	+	+
简单舟形藻 *N. simplex*	+	+						
椭圆舟形藻 *N.schonfeldii*		+	+					
系带舟形藻 *N. cincta*		+						
双球舟形藻 *N.amphibola*			+					
近缘桥弯藻 *Cymbella affinis*	+	+						
箱形桥弯藻 *C.cistula*	+	+	+	+	+	+	+	+
极小桥弯藻 *C.perpusilla*	+	+	+	+	+	+	+	
膨胀桥弯藻 *C.tumida*					+			
优美桥弯藻 *C.delicatula*		+	+	+				
纤细桥弯藻 *C.gracilis*			+	+	+		+	
偏肿桥弯藻 *C.ventricosa*			+				+	
微细桥弯藻 *C.parva*	+					+		
新月形桥弯藻 *C.cymbiformis*	+	+	+	+	+		+	+
披针桥弯藻 *C.lanceolata*			+				+	
细小桥弯藻 *C.pusilla*	+	+	+			+	+	
美丽星杆藻 *Asterionella formosa*								+
布纹藻 *Gyrosigma* sp			+					
卵形双菱藻 *Surirella ovata*								

采样点 / 藻类名称	960#	961#	962#	963#	964#	976#	977#	骆驼脖子
羽纹藻 *Pinnularia* sp			+				+	+
弯棒杆藻 *Rhopalodia gibba*				+				
草鞋形波缘藻 *Cymatopleura solea*								
扁圆卵形藻 *Cocconeis placentula*		+	+	+			+	
弧形蛾眉藻 *Ceratoneis arcus*			+				+	+
环状扇形藻 *Meridion circulare*			+	+	+		+	
菱形藻 *Nitzschia* sp	+		+	+		+	+	+
平板藻 *Tabellaria* sp			+	+		+		
双生双楔藻 *Didymosphenia geminata*						+		
硅藻门种属数	**24**	**22**	**39**	**27**	**16**	**25**	**25**	**20**
甲藻门 *Pyrrophyta*								
多甲藻 *Peridinium* sp								
甲藻门种属数	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
隐藻门 *Cryptophyta*								
隐藻 *Cryptomonas* sp			+	+		+	+	+
隐藻门种属数	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**
裸藻门 *Euglenophyta*								
尖尾裸藻 *Euglena oxyuris*						+		
囊裸藻 *Trachelomonas* sp						+		
裸藻门种属数	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**
合计	**36**	**32**	**52**	**42**	**24**	**38**	**36**	**26**

4.4.3.2 现存量

根据镜检浮游植物的种类、数量和测算的大小，计算出各站浮游植物的密度和生物量。开都河中游河段浮游植物密度平均为 26.58×10^4ind./L。主河道密度区间为 $15.15\sim42.29\times10^4$ind./L，其中柳树沟断面最高，大山口坝下最低，察汗乌苏库区密度区间为 $19.28\sim35.19\times10^4$ind./L，其中近坝址最低，远坝址最高，即接近天然河段的区域。支流察汗乌苏沟浮游植物密度为 22.47×10^4ind./L。

开都河浮游植物生物量平均为0.262mg/L，主河道生物量区间为0.12～0.4mg/L；察汗乌苏库区生物量区间为 0.165～0.365 mg/L；支流察汗乌苏沟浮游植物生物量为 0.284 mg/L。

表 4. 4. 2-2 开都河中游河段浮游植物现存量

	960	961	962	963	964	976	977	骆驼脖子	平均
密度×10^4ind/L	15.15	42.29	35.19	22.60	19.28	30.22	22.47	25.48	26.58

生物量 mg/L	0.120	0.312	0.365	0.170	0.165	0.285	0.284	0.400	0.262

4.4.4浮游动物

4.4.4.1 种类组成

经鉴定，开都河中游河段浮游动物共有 4 门 58 个种属，其中原生动物 10 种属；轮虫 13 种属，枝角类 2 种属，桡足类 3 属。浮游动物名录见下表 4.4.3-1。

表 4. 4. 3-1 开都河中游河段浮游植物种类名录（2012 年 5 月）

采样点 / 种类	960#	961#	962#	963#	964#	976#	977#	骆驼脖子
原生动物 *Protozoa*								+
盘状表壳虫 *Arcella discoides*						+		
球砂壳虫 *Difflugia globulosa*		+	+				+	
砂壳虫 *Difflugia* sp			+	+				
宽口圆壳虫 *Cyclopyxis eurostoma*			+					+
圆壳虫 *Cyclopyxis*					+			+
前管虫 *Prorodon*sp								+
裸口虫 *Holophrya* sp			+					
侠盗虫 *Strobilidium* sp					+			
巢居法帽虫 *Phryganella nidulus*		+						
法帽虫 *Phryganella* sp			+	+				
原生动物种属数	**0**	**2**	**5**	**2**	**2**	**1**	**1**	**4**
轮虫 *Rotifera*								
蛭态轮虫 *Bdelloidea* sp		+						
台杯鬼轮虫 *Trichotria pocillum*				+				+
螺形龟甲轮虫 *Keratella cochlearis*		+		+				
矩形龟甲轮虫 *K. quadrata*		+	+	+	+	+		
尖削叶轮虫 *Notholca acuminata*	+		+					+
巨头轮虫 *Cephalodella* sp							+	
晶囊轮虫 *Asplanchna* sp		+		+				
前节晶囊轮虫 *Asplanchna priodonta*		+						
异尾轮虫 *Trchocerca* sp								+
多肢轮虫 *Pilyarthra* sp		+			+	+		+
猪吻轮虫 *Dicranophorus* sp							+	+
柱头轮虫 *Eosphora* sp								
疣毛轮虫 *Synchaeta* sp		+			+			
轮虫种属数	**1**	**7**	**2**	**4**	**3**	**2**	**2**	**5**
枝角类 Cladocera								
长额象鼻溞 *Bosmina longirostris*					+			
尖额溞 *Alona* sp		+						
枝角类种属数	0	1	0	0	1	0	0	0
桡足类 Copepoda								
剑水蚤 *Cyclops* sp	+		+		+	+		
桡足幼体 *Copepodite*	+					+		+
无节幼体 *Nauplius*	+	+	+		+	+		+
桡足类种属类	**3**	**1**	**2**	**0**	**2**	3	**0**	**2**

合计	**4**	**10**	**9**	**6**	**7**	6	**3**	**11**

4.4.4.2 现存量

开都河中游河段干流浮游动物的平均密度为 282.85ind./L，平均生物量为0.046mg/L；察汗乌苏库区浮游动物的平均密度为 2115.17ind./L，平均生物量为0.085mg/L;察汗乌苏沟浮游动物的平均密度为0.8ind./L,平均生物量为0.001mg/L。

表 4.4.3-2 开都河中游河段浮游动物数量、生物量分布

采样点	原生动物		轮虫		枝角类		桡足类		总计	
	ind/L	mg/L	ind/L	mg/L	ind/L	mg/L	ind/L	mg/L	ind/L	mg/L
960			0.8	0.000			1.7	0.021	2.5	0.021
961			6.1	0.027	0.1	0.001	2.7	0.014	8.9	0.041
962	937.5	0.024	1.5	0.000			0.4	0.004	939.4	0.029
963	500.0	0.010	0.7	0.005			0.3	0.009	501.0	0.024
964	4900.0	0.147	1.0	0.000	0.3	0.006	3.8	0.050	4905.1	0.203
976			0.7	0.000			6.0	0.082	6.7	0.082
977			0.6	0.000			0.2	0.001	0.8	0.001
骆驼脖子	1110.0	0.032	2.1	0.001			1.2	0.007	1113.3	0.040

4.4.5底栖动物

4.4.5.1 种类组成

经鉴定开都河中游河段共有 2 门 3 纲 8 目 19 科。软体动物共 4 科占总科数的21.1%，节肢动物包括甲壳类 2 科，和水生昆虫 13 科，共占总科数的 78.9%。甲壳类主要有长臂虾科新疆白虾、钩虾科的湖泊钩虾 2 种。水生昆虫有毛翅目、蜻蜓目、蜉蝣目、双翅目 4 个目。毛翅目有 2 科，齿角石蛾科和纹石蛾科，占总科数的10.5%；蜻蜓目有 3 科，春蜓科、蜻科和蜓科，占总科数的 15.8%；蜉蝣目有 4 科扁蜉科、细蜉科、小蜉科、四节蜉科，占总科数的 21.1%；双翅目有 4 科，占总科数的 21.1%（底栖动物的种类名录见表 4.4.5-1）。

表 4.4.5-1 开都河中游河段底栖动物种类名录

软体动物

长萝卜螺 *Radix pereger*　　凸旋螺 *Gyranlus convexiusculus*

方格沟螺 *Semisulcospira cancellata*　　铜锈环棱螺 *Bellamya aeruginosa*

梨形环棱螺 *Bellamya purificata*

甲壳类

湖泊钩虾 *Gammarus lacustris*　　新疆白虾 *Exopalaemon xinjiangensis*

水生昆虫

齿角石蛾科 Odontoceridae	纹石蛾科 Hydropsychidae
蛇纹春蜓属 *Ophiogomphus*	锥腹蜻属 *Acisoma*
灰蜻属 *Orthetrum*	赤蜻属 *Sympetrum*
小蜻属 *Nannophya*	腹刺蜓属 *Gynacantha*
高翔蜉属 *Epeorus*	溪颏蜉属 *Rhithrogena*
微动蜉属 *Cinygmula*	细蜉属 *Caenis*
锯形蜉蝣属 *Seratella*	四节蜉属 *Baetis*
扁蚴蜉属 *Ecdyonurus*	溪颏蜉属 *Rhithrogena*
虻科 Tabanidae	伪鹬虻科 Athericidae
大蚊科 Tipulidae	异环足摇蚊属 *Acricotopus*
流环足摇蚊属 *Rhecricotopus*	毛突摇蚊属 *Chaetocladius*
矮突摇蚊属 *Nanocladius*	提尼曼摇蚊属 *Thienemannia*
真开氏摇蚊属 *Eukiefferiella*	摇蚊属 *Chironomus*
哈摇蚊属 *Harnish*	倒毛摇蚊属 *Microtendipes*
多足摇蚊属 *Polypedilum*	

4.4.5.2　分布特征

开都河中游河段自上而下，底栖动物的种类分布有少许差异。如开都河中游河段沿岸带以卵石为主另有少量砂石，因此，大量分布着喜冷性固着于卵石上的蜉蝣目和毛翅目的种类，以及一些个体较小冷水性的清洁水体的摇蚊。

开都河中游河段临近天鹅湖下端的局部水域发现有有软体动物，如长萝卜螺、凸旋螺、方格短沟螺、铜锈环棱螺和梨形环棱螺以及新疆白虾，这是在中游河段的大多数水域所没有的；另外，在开都河中游河段上端临近天鹅湖区域还发现了有钩虾，大都栖息生活在冷水性的小水体的生境中（如泉水、山溪），或在水草之间、落叶或其它物体底下以及水体底部的砂石或淤泥中。

本次调查采集的底栖动物种类主要是毛翅目、蜉游目、双翅目的幼虫，这些种类不仅全疆均有分布，而且是溪流生态系统中的常见种类，对水中含氧量要求较严格，有的种类多数具有吸盘，它们利用这种结构固在各种物体上，栖息于流速较大的水体中。从种类组成看，其组成较为简单，主要种类为水生昆虫，这种现象可能与外界生活栖息条件对水生昆虫直接或间接的影响有关。

4.4.5.3 分布密度

对底栖动物的调查中，我们在沿岸带随机取样，从全程调查看：蜉蝣目和毛翅目种类和数量最多，在大部分地区都有分布。蜉蝣目中的四节蜉科，种类最多分布最广，开都河中游河段都有分布。

4.4.6水生高等植物

开都河中游河段水流湍急，水温较低，水质营养贫乏，水体透明度小，底质以卵石和砂质底为主，使得水生维管束植物种群难以建立，而且环境条件不适合水生维管束植物的生长繁殖。

工程影响河段调查未见水生维管束植物。

4.4.7鱼类资源

本次评价委托新疆维吾尔自治区水产科学研究所承担规划水生生态现状调查及影响专题研究工作。根据新疆水产所 2005 年～2012 年水生生态监测等历史资料，同时结合 2018 年度 6 月和 9 月两次工程影响河段的水生生态现状调查结果，形成对工程影响河段鱼类资源现状的初步调查结果如下：

4.4.7.1 种类组成及空间分布

开都河鱼类的种类组成，不同历史时期的记载有较为明显的差异。如李思忠等（1979）记载开都河土著鱼类有扁吻鱼、塔里木裂腹鱼、扁嘴裂腹鱼、叶尔羌高原鳅和黑斑高原鳅。

根据新疆水产所自 2005 年以来多次现场调查结果，开都河中游河段内分布 4 种鱼类，分属 1 目 2 科 3 属，分别为：裂腹鱼亚科 2 种，为塔里木裂腹鱼和新疆裸重唇鱼；高原鳅亚科 2 种，为长身高原鳅和叶尔羌高原鳅。以上 4 种鱼类均为土著鱼类，其中新疆裸重唇鱼和塔里木裂腹鱼被列为自治区Ⅰ、Ⅱ级重点保护水生野生动物，长身高原鳅是塔里木河流域的特有种。新疆维吾尔自治区水产资源繁殖保护管理条例（修正）明确规定每年 3～5 月开都河为季节性禁渔区，其幼体和卵也在保护范围。

开都河流域鱼类名录见下表 4.4.7-1。

表 4. 4. 7-1 开都河中游河段鱼类名录

种类			保护级别
鲤形目	裂腹鱼亚科 Schizothoracina	新疆裸重唇鱼 *Gymnodiptychus ybowskii*（*Kessler*）	自治区Ⅰ级

		塔里木裂腹鱼 *Schiorhorax biddulphi G ünrher*	自治区Ⅱ级
	高原鳅亚科 Nemacheilinae	长身高原鳅 *T.(T.)strauchii(Kessler)*	塔里木河流域特有种
		叶尔羌高原鳅 *Triplophysa (H.) yarkandensis (Day)*	塔里木河流域独有种

另外，开都河上还分布有鲫、黄鱼幼、麦穗鱼、棒花鱼等鱼。其中除了鲫鱼，其余均为小型野杂鱼类，经济价值不大。这些鱼类可能是河道周边进行池塘养殖引种移植带入的，主要分布在开都河大山口水电站以下焉耆平原。开都河流域土著鱼类空间分布和典型“三场”分布情况见附图 14 和附图 15。

2018 年 6 月和 9 月，新疆水产所先后两次对工程影响河段进行了水生生物野外调查，共采集到鱼类标本 2 种 81 尾。其中，新疆裸重唇鱼 68 尾，占 84%；长身高原鳅 13 尾，占 16%。调查中未采集到塔里木裂腹鱼和叶尔羌高原鳅，但经过对渔业部门和当地居民的调查走访，证实评价河段有这两种鱼类分布，塔里木裂腹鱼身长一般在 70mm 左右，叶尔羌高原鳅身长 55mm 左右。本年度调查鱼类样本采样数据见表 4.4.7-2。

表 4. 4. 7-2　2018 年度开都河中游河段渔获物组成

种类	数量（尾）	尾数百分比（%）	尾均重（g）	体长范围(mm)	体重范围(g)
新疆裸重唇鱼	68	84	76.7	60～294	2.2～214.9
长身高原鳅	13	16	18.2	68～126	1.6～17.9

4.4.7.2　鱼类生物学特征

表 4.4.7-2　评价河段鱼类生物学特征

鱼类名称	分类	曾用名	分布范围	生物学特征
新疆裸重唇鱼	鲤形目，鲤科，裂腹鱼亚科，裸重唇鱼属	裸黄瓜鱼	主要分布于我国新疆伊犁河流、准噶尔盆地诸水域、塔城地区以及南疆开都河中，是新疆特有的土著鱼类，哈萨克斯坦的楚河、塔拉斯河、锡尔河、阿拉湖、斋桑湖等水系及中亚的部分水体中均有分布。大山口以上开都河河段均有分布。	体形：体长一般在 10～30cm 之间。食性：以食底栖动物为主，包括毛翅目幼虫、蜉蝣目幼虫，其次是固着藻类和有机碎屑。繁殖：为短距离生殖洄游性鱼类，繁殖时间多集中在 4 月～9 月，繁殖水温在 9～15℃，一般选择在有砂、砾石底质、流速小于 1.0m/s、水深小于 1.5m、水质相对清澈的地带产卵繁殖。越冬：中下游深水河道、深水潭、洄水湾等处是其越冬的主要场所。
塔里木裂腹鱼	鲤形目，鲤科，裂腹鱼亚科，裂腹鱼属	尖嘴鱼、黄棒子	本种是塔里木河水系的特有鱼类，分布于塔里木河流域各支流和干流如：木扎提河（克孜尔水库）、渭干河、库马拉克河、托什干河、开都河、阿克苏河、玉龙喀什河、喀拉喀什河、和田河、叶尔羌河、盖孜河、克孜河、米兰河、车尔臣河等水域。海拔高程从 1000m 至 3000m 以上均有分布。察汗乌苏以上开都河河段均有分布。	体形：体长一般在 20～30cm 之间。食性：主要以水生昆虫的幼虫为食，偶尔兼食水生植物的种子和腐屑。水生植物以金鱼藻、眼子菜和芦苇为主，低等藻类以硅藻为主；动物性食物以水生昆虫、枝角类、桡足类和轮虫为主。繁殖：为短距离生殖洄游性鱼类，河道水温升高和水位上涨是该鱼生殖产卵的信号。繁殖时间多集中在 4 月～5 月，一般选择在有砂、砾石底质、流速小于 1.0m/s、水深小于 1.5m、水质相对清澈的地带产卵繁殖。越冬：中下游深水河道、深水潭、洄水湾等处是其越冬的主要场所。
长身高原鳅	鲤形目，鲤科，条鳅亚科，高原鳅属	粒唇黑斑条鳅、乳头唇条鳅	本种是塔里木河水系独有种，塔里木河水系各支流及干流中均有分布。开都河、托什干河、阿克苏河、车尔臣河、木扎提河、塔什库尔干河、普斯吉河、喀拉喀什河和大、小珠勒都斯河等水域，在开都河中游河段均有分布。	体形：最小性成熟雌鱼体长 45.7mm，体长一般在 50-150mm 之间。食性：以底栖生物及有机碎屑、固着藻类为食。栖息：底层定居型鱼类。为喜冷水型底栖小型鱼类，适应河道急流和河岸缓水区栖息，但相对而言喜急流水域的生活环境。其栖息水域为水温 0~25℃，适温为 10~21℃。适宜生存于溶氧较高，水质良好（不低于国家三类水质标准）的水域中。繁殖：无洄游产卵特性，在缓流或缓水区的石砾或水草上产卵，卵粘性。繁殖时间主要集中在 6～9 月，繁殖水温 7～12 ℃。
叶尔羌高原鳅	鲤形目，鲤科，条鳅亚科，高原鳅属	狗头鱼	是塔里木河水系的常见种，为底层定居型鱼类。该鱼在塔里木河水系各支流及干流中均有分布，数量较多。遍及南疆的和硕、焉耆、乌什、喀什、阿克苏、拜城、莎车、叶城、阿图什、乌恰、于田等地区，我	体形：属体型较大的种类，最大个体为 30.0～80.0mm。 栖息：喜在敞水、缓流水域栖息活动。食性：为杂食偏肉食性鱼类，除以水生底栖动物摇蚊幼虫、寡毛类、水生昆虫为主食，还刮食有机碎屑、固着藻类。繁殖：无洄游产卵特性，一般选择在缓流或缓水区的石砾或水草上产卵，卵粘性。

			国的河西走廊甘肃省的黑河和疏勒河水系也有分布。 开都河中游河段均有分布。	

4.4.7.3 鱼类生活习性

新疆裸重唇鱼

在我国境内主要分布在新疆伊犁河流域、准噶尔盆地诸水域以及南疆塔里木河流域的开都河水系中，是新疆特有的土著鱼类。常栖息于水流较为平缓的卵石、砂砾质河道或静水湾，河岸低洼的河漫滩和河湾、叉支流往往又是鱼类的主要索饵区。适宜生长水温 10～20℃。

现状调查表明，在调查范围内即从焉耆河段以上至察汗乌苏均有该鱼的分布。从产卵习性上说，该鱼也并非标准意义上的洄游鱼类，仅为了生殖才进行短距离的繁殖产卵洄游，每年 4～10 月均出现性成熟的个体，属于分批产卵的类型。河道水温升高和水位上涨是鱼类生殖产卵的信号，而一定时间的水流刺激是鱼类性腺由□期向□期快速转化的关键因素。成熟卵微粘性，卵径 1.7～1.8mm。该鱼类繁殖时间及水温因水域不同而有所不同。开都河一般情况下河道水温为 7～15□时适宜其繁殖。

塔里木裂腹鱼

塔里木河水系的特产鱼类。分布于塔里木河流域各支流和干流，属中型鱼类。塔里木裂腹鱼栖息范围较广，分布海拔高程可达 3000m。水温适应能力较大。现状调查表明该鱼在焉耆河段以上有分布，但其种群数量少于新疆裸重唇鱼。常栖息于河道或湖泊中，由于水域环境不同，有两种生长类型。河道型由于水温低，饵料基础相对匮乏，生长慢，个体小，而且生活在河道里的鱼除在生殖季节和仔鱼阶段集群生活以外，一般比较分散，不形成有规模的鱼群。开都河中下游河道、水库、湖泊是其生长、索食、育肥的主要场所，如大山口水库、第一分水枢纽等。产卵习性与新疆裸重唇鱼基本类似，繁殖适宜的河道水温为 7～15□。

长身高原鳅

塔里木河水系的常见种，为底层定居型鱼类。该鱼在塔里木河水系（包括开都河）各支流及干流中均有分布，数量较多。广泛分布于新疆的开都河、叶尔羌河、阿克苏河、车尔臣河、木扎提河、塔什库尔干河、普斯吉河、喀拉喀什河和大、小珠勒都斯河等水域，我国的河西走廊甘肃省的黑河和疏勒河水系也有分布。长身高原鳅个体较小，属流线型体形，为喜冷水型底栖小型鱼类，适应河道急流和河岸缓水区栖息，但相对而言喜急流水域的生活环境。其栖息水域为水温 0～25℃，适温为

10～21℃。适宜生存于溶氧较高，水质良好（不低于国家三类水质标准）的水域中。繁殖水温 7～15℃。

叶尔羌高原鳅

广泛分布于新疆南疆的塔里木河水系阿克苏河、叶尔羌河、车尔臣河、和田河等大小水域中。在河道下游缓流水域中数量较多，而在山区急流河道中数量相对较少。本种是塔里木河水系独有种，在中亚的水系中没有分布。其个体较大，是高原鳅类第二大鱼类，也是新疆条鳅类最大的土著鱼类。大者全长可达 300mm，有一定渔业价值。常栖息于砂质缓流浅水河段，分布的海拔要低于长身高原鳅。由于水利资源的开发利用，生境被分割，自然种群数量有所减少。在河道中仅栖息于缓流的河湾、河滩泽地，更主要的是栖息与湖泊泡沼的底层鱼类。繁殖水温 7～15℃。

4.4.7.4 鱼类洄游习性

评价河段分布的土著鱼类均无长距离洄游习性。其中，新疆裸重唇鱼和塔里木裂腹鱼具有短距离生殖洄游习性；叶尔羌高原鳅和长身高原鳅等鳅科小型种类，属定居型鱼类，其种群个体较多，散布于不同的河段，完成生活史所要求的环境范围不大。

4.4.7.5 重要生境调查与评价

根据 2018 年 6 和 9 月新疆水产所两次水生生物现场调查结果，共采集到新疆裸重唇鱼和长身高原鳅 2 种土著鱼类，未采集到塔里木裂腹鱼和叶尔羌高原鳅，但经过对渔业部门和当地居民的调查走访，证实评价河段历史上曾经有这两种鱼类分布。根据现场调查，霍尔古吐水电站评价河段典型鱼类“三场”分布见附图 16。

产卵场

开都河中游河段（含本工程影响区）分布的新疆裸重唇鱼和长身高原鳅均产粘性卵，卵一般附着在石砾或水草上进行发育。长身高原鳅没有溯河繁殖的习性，在繁殖期它们仅在栖息地周围寻找合适的产卵区进行繁殖。底质为石砾，水较清、较缓且不深的沿岸带或小水叉都是其合适的产卵区，可以说这些区域分布广且分散，多与河道水位的变化有关，因此并没有永久固定的地点。

新疆裸重唇鱼有溯河繁殖的习性，它们往往选择上游河段泉水溢出带、泉水汇集而成的小支流或激流前突然开阔的浅水带，以及与主流保持地表水联系的小河叉、河湾碎石漫滩，底质为石砾或泥、石相间或石沙相间，石砾直径小于 15cm，

水较清，流速在 0.15～0.3m/s 之间，水深小于 1.0m（多数在 40～60cm 之间）的水域往往可以形成这些鱼类的适宜产卵场（也有超过 1m 的水域）。

根据近年来水生生态现场结果，新疆裸重唇鱼典型产卵河段主要为：察汗乌苏水库尾水河段、滚哈布其勒沟口河段、霍尔古吐沟河段。决定新疆裸重唇鱼产卵场的是水文条件和底质条件等外部环境，受水量和产卵基质变动影响较大。

索饵场

开都河中游河段（含本工程影响区）分布的新疆裸重唇鱼和长身高原鳅的食物组成没有根本差异，其食物组成均由底栖无脊椎动物、腐殖质、着生藻类等构成，所不同的是食物组成的比例可能由于栖息地的环境不同，而有一定的比例差异。总体上讲它们对索饵场的要求不高，因此鱼类索饵场分布较为分散，鱼类在适宜水域都进行摄食。如在水流较缓的回水湾的浅水区域或淹没区域均是它们的索饵场。

仔幼鱼的栖息及摄食往往分布在泉水溢出带或与小河叉等地，水面宽不足 5m，水深多在 10～20cm，最深不超过 1.0m。体长 50～100mm 的个体，喜流速小于 0.15～0.3m/s；体长 30～50mm 的个体，喜流速小于 0.15m/s。本次调查中的产卵场均是鱼类良好的索饵场。如滚哈布其勒厂房索饵场该处河谷相对较为宽阔，水系成网状，汊流水流平缓，流速 0.3～0.5m/s。该处河心洲将河道一分为二，河的左侧有大面积的沙滩，同时因沙滩的原因形成流速较为平缓的洄水区域。

越冬场

开都河中游河段（含本工程影响区）分布的新疆裸重唇鱼和黑斑高原鳅的越冬场通常在主河道中水深的“潭”或岩石缝隙中，及支流泉水溢出带等，如霍尔古吐沟的泉水渗出带、察罕乌苏水库库区。

4.5 环境敏感区

经现场调查和资料收集，项目区周边自上而下有巴音布鲁克国家级自然保护区、开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区、博斯腾湖国家级水产种质资源保护区和博斯腾湖国家级风景名胜区等主要环境敏感区。经过相对位置叠置分析，工程距巴音布鲁克国家级自然保护区边界最近直线距离约 48.0km；距开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区边界最近直线距离约 28.0km；距博斯腾湖国家级水产种质资源保护区和博斯腾湖国家级风景名胜区边界河道距离距离约 104km，其间还分布有已建察汗乌苏、柳树沟、大山口电站以及三座分水枢纽，因此，工程建

设不会对上述环境敏感对象造成影响。工程与上述敏感区域的位置关系见附图 17。上述各环境敏感区具体情况如下：

（1）巴音布鲁克国家级自然保护区

该保护区于 1980 年经自治区人民政府以新政发[1980]167 号文批准成立。1986 年，国务院正式批准升级为国家级野生动物类型自然保护区。保护区位于开都河上游，保护区下游边界在开都河上游地段的最低高程为 2389m。

霍尔古吐水电站正常蓄水位为 2070m，经测算考虑水库泥沙淤积和库尾水位雍高后，水库回水末端距离保护区下边界约 48km，因此，霍尔古吐水电站工程影响范围不涉及巴音布鲁克国家级自然保护区。

（2）开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区

2013 年 06 月，农业部办公厅正式印发《关于公布第六批国家级水产种质资源保护区面积范围和功能分区的通知》（农办渔[2013]56 号），批准成立开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区，其保护的主要对象是以塔里木裂腹鱼、新疆裸重唇鱼为主的裂腹鱼类，特别保护期为 4～7 月。

新疆开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区位于新疆巴音郭楞蒙古自治州和静县巴音布鲁克镇内，北起小尤鲁都斯盆地以北的额勒再特乌鲁乡圣泉支流与开都河干流汇合口（84°24′29" E，43°04′47" N），西至巴音郭楞乡大尤鲁都斯湿地西界（83°43′57″E，42°51′37″N），南至萨恨托亥河与开都河的汇合口（84°43′06″E，42°26′32″N），东至小尤鲁都斯湿地东界（85°02′58" E，43°02′16" N），涵盖了巴音布鲁克国家级自然保护区核心区。保护区总面积 112120 公顷（河道长及湿地周长共计 353 公里），其中，核心区面积 108700 顷（河道长 20 公里，湿地周长 219 公里），实验区面积 3420 公顷（河道长 114 公里）。保护区核心区特别保护期设置为全年。核心区由 2 个断面构成，核心区Ⅰ位于小尤鲁都斯湿地及圣泉支流，面积为 20400 公顷（湿地周长 83 公里），由以下 4 个拐点沿湿地边界顺次连线所围成的水域，拐点坐标依次为（85°02′58" E，43°02′16" N）、（85°01′42" E，42°58′25"N）、（84°35′24"E， 43°02′40" N）、（84°48′33"E， 43°04′33" N）。核心区Ⅱ位于巴音布鲁克水文站至大尤鲁都斯湿地，包括湿地和河道两部分，面积 88300 公顷（河道长 20 公里，湿地周长 136 公里），其中：湿地边界顺次拐点坐标为（84°26′17" E，42°49′03" N）、（84°24′48" E，42°45′23" N）、（84°21′33"E，42°42′45"

N)、(83°43′57″E， 42°51′37″N)、(84°06′00"E，42°53′25" N)；巴音布鲁克水文站至大尤鲁都斯湿地间河道起始点的坐标为(84°08′49" E，43°01′09" N；84°06′00" E，42°53′25" N)。实验区由 2 个断面构成，实验区Ⅰ位于小尤鲁都斯湿地西界至巴音布鲁克水文站，沿河道走势方向顺次 3 个拐点坐标为（84°35′24"E，43°02′40"N；84°24′29"E，43°04′47"N； 84°08′49" E，43°01′09" N)，面积为 1770 公顷（河道长 59 公里)；实验区Ⅱ位于大尤鲁都斯湿地东南边界（84°24′48″E， 42°45′23″N）至萨恨托亥河与开都河汇合口（84°43′06" E， 42°26′32" N)，面积为 1650 公顷（河道长 55 公里)。

根据开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区各功能分区的控制点坐标，霍尔古吐水电站工程不涉及开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区。

4.6 社会环境

4.6.1行政区划与人口

霍尔古吐水电站占地主要涉及新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州和静县。

和静县位于新疆中部，天山中段南麓，巴音郭楞蒙古自治州西北地区，焉耆盆地西北部，地处东经 82°28"-87°52"、北纬 42°06"-43°33"之间，周边与乌鲁木齐市、库尔勒市等 17 个县市毗邻。县城北距乌鲁木齐市公路里程 456 公里，南距库尔勒 87 公里，铁路里程 512 公里。全县辖 7 镇、5 乡、8 个国营农牧场。境内驻有 1 个自治区级工业园区、兵团二师 3 个团场、4 个团级以上部队等 40 多个直属单位。区域总面积近 4 万平方公里，总人口 26 万人，有蒙、汉、维、回等 29 个民族，城镇化率达到 52.5%。

4.6.2社会经济

2017 年地区生产总值预计完成 76.61 亿元，同比增长 7.2%。其中：第一产业增加值 21.61 亿元，同比增长 4%；第二产业增加值 26.1 亿元，同比增长 10.2%，其中：工业增加值 19.46 亿元，同比增长 19.4%；第三产业增加值 28.89 亿元，同比增长 6.9%。三次产业结构为 28.2∶34.1∶37.7。

2017 年全县完成工业总产值 866201 万元，完成工业增加值 142445 万元，同比增长 19.4%。其中：规模以上工业企业完成增加值 123615 万元，同比增长 16.5%，占全县工业增加值的 86.78%；实现工业总产值 781338 万元；销售产值 694988 万

元，同比增长 62.9%，产销率为 88.95%。

2017 年，和静县完成农林牧渔业增加值 171388 万元，同比增长 3.2%。其中：农业增加值 103570 万元，同比增长 6%；林业增加值 3515.33 万元，同比下降 3.6%；牧业增加值 59199 万元，同比下降 0.3%；渔业增加值 261 万元，同比增长 0.2%；农林牧渔服务业增加值 4794 万元，同比增长 0.3%。

4.6.3土地利用

根据《和静县土地利用总体规划（2010-2020 年）调整完善》，霍尔古吐水电站涉及区域土地利用现状情况见表 4.6.3-1。

表 4.6.3-1 和静县土地利用现状

单位：hm^2

类型	和静县	
	面积	比重
行政区总面积	3379393.04	100%
耕地	34325.75	1.02%
园地	3163.65	0.09%
林地	43695.62	1.29%
牧草地	2154999.50	63.77%
其他农用地	8758.74	0.26%
城乡建设用地	8911.79	0.26%
交通水利用地	1959.52	0.06%
其他建设用地	599.35	0.02%
水域	12810.73	0.38%
自然保留地	1110168.39	32.85%

从上表可以看出，和静县土地利用现状以牧草地为主，占总面积的 63.77%；其次是自然保留地，占总面积的 32.85%。

4.6.4矿产资源及利用

和静县山地约占全县总面积的 92.3%。地层发育齐全，地壳活动频繁，成矿地质条件良好，为和静县经济建设提供了丰富的矿产资源。和静县是天山重要的铁、金、铜、铅等有色金属、贵金属、非金属成矿带之一，找矿潜力巨大。目前已发现矿种 29 种，其中：铁矿、铜矿、菱镁矿、白云岩、石英岩、石灰石及大理岩等优势矿产资源在全疆占有重要地位。

境内有西北最大的菱镁矿，远景储量可达 1.2 亿吨；铁矿是最具优势的矿产资源，已探明铁矿石储量 14.5 亿吨，远景资源量 30 亿吨，锌 150 万吨，金 60 吨，石灰石、大理石、石英岩、石英砂岩十分丰富。潜在经济价值 6000 亿元。

4.6.5旅游资源

和静县地域幅员辽阔，山河壮丽，有着得天独厚的旅游资源。境内有 25 个旅游资源的基本类型，占全国 68 个基本类型总数的 36.8%，有上百个资源实体，旅游资源的总体质量水平较高，其中 1 级旅游资源实体数量 10 个，2 级旅游资源实体数量 19 个，3 级旅游资源实体 28 个，4 级旅游资源实体 3 个，旅游开发价级很高的 1、2 级旅游资源实体数量占总数量的 30%以上，形成高质量旅游资源集中分布区。共有天景、地景、水景、生景、历史胜迹与民族风物等 6 种类型，其中地景、生景具有垄断性和不可替代性。和静县已开发的各类景区 11 处，其中：5A 级景区 1 处，4A 级景区 1 处，3A 级景区 4 处，2A 级景区 2 处。有 2 个景区管委会，分别为巴音布鲁克景区管委会和巩乃斯景区管委会。

4.6.6对外交通

和静县地处南北疆交通要道，公路四通八达，有乌（鲁木齐）——库（尔勒）公路、独（山子）——库（车）公路、库（车）——伊（犁）公路等国道穿过。全县有干线公路 5 条，716 公里；县乡公路 34 条，441 公里；专用公路 3 条，59 公里。南疆铁路横贯县境 254 公里，并在县城建有南疆最大的铁路货场。

4.6.7人群健康

和静县城镇居民饮水条件较好，人群健康水平较高，但处于海拔较高山区的农牧民由于气候条件较差，多荤少蔬果等饮食习惯导致高血压患者较多。同时，在卫生防疫调查中，发现当地主要有布鲁氏杆菌病、包虫病、结核病等地方病、传染病严重危害着农牧民的身体健康。开都河上中游山区居民疾病主要为自然疫源性疾病，未发现与水资源工程有关的病原发生，亦没有由水环境孳生和传播的介水传染病和虫媒传染病。

4.7 环境质量现状评价

为了掌握评价河段水、气、声都等环境质量现状，我公司已委托乌鲁木齐京诚检测技术有限公司正在对开都河流域水、气、声环境质量进行现场监测，监测结果后续进行完善。

4.7.1 地表水环境

2020 年 10 月，西北院委托新疆中测测试有限责任公司对新疆开都河霍尔古吐水电站干流及其主要支流断面水质进行了现状监测。

（1）监测断面

地表水现状监测共设置了 6 个监测断面，各监测断面情况见表 4.7.1-1。监测断面分布图见图 4.7.1-1。

表 4.7.1-1 地表水环境现状监测断面表

序号	断面	所在河段
1#	厂房断面	干流
2#	4#弃渣场&拌合站断面	干流
3#	霍尔古吐沟口上游 200m 断面	支流
4#	业主承包商营地断面	干流
5#	坝址断面	干流
6#	库尾以上 500m 河段断面	干流

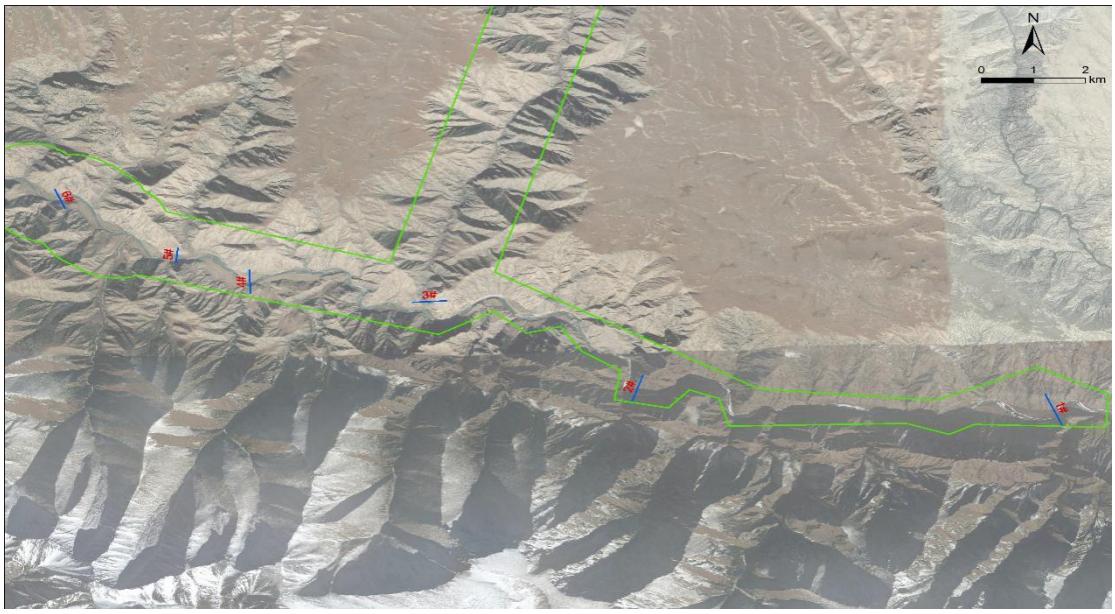


图 4.7.1-1 地表水监测断面分布图

（2）监测因子及频率

监测因子包括 SS、水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群共 25 项。

监测频率：监测一次，连续监测 3 天。

（3）评价方法

按照该河段水环境功能区划要求，地表水环境评价执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅰ类水质标准。

根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ 2.3-2018）附录 D 中的水质指数法对评价工程所处区域河段水质现状进行评价。

水质指数法计算公式如下：

1）单项水质参数 i 在 j 点的标准指数的计算公式：

$$S_{ij}= C_{ij}/C_{si}$$

式中：S_{ij} —— 单项水质参数 i 在 j 点的标准指数；

C_{ij} —— 污染物 i 在监测点 j 的浓度（mg/L）；

C_{si} —— 水质参数 i 的地表水水质标准（mg/L）。

2）溶解氧（DO）标准指数的计算公式：

$S_{DO,j}$ = （DO_f－DO_j） / （DO_f－DO_s）（$DO_j \geq DO_s$ 时）

$S_{DO,j}$ = 10－9×DO_j / DO_s（DO_j＜DO_s 时）

式中：S_{DO} —— 单项水质参数 DO 在 j 点的标准指数；

DO_j —— 水质参数 DO 在 j 点的浓度（mg/L）；

DO_f —— 饱和溶解氧浓度（mg/l），按下式计算：

DO_f = 468 /（31.6+T）；

DO_s —— 溶解氧的地表水水质标准（mg/L）。

3）pH 值标准指数的计算公式：

$S_{pH,j}$ = （7.0－pH_j）/（7.0－pH_{sd}）（$pH_j \leq 7.0$ 时）

$S_{pH,j}$ = （pH_j－7.0）/（pH_{su}－7.0）（pH_j＞7.0 时）

式中：$S_{pH,j}$ —— 单项水质参数 pH 在 j 点的标准指数；

$pH_{,j}$ —— j 点 pH 的实测值；

pH_{sd} —— 地表水水质标准中规定的 pH 值下限；

pH_{su} —— 地表水水质标准中规定的 pH 值上限。

当各项参数的标准指数≤1 时，表明该参数满足规定的水质标准，当各项参数的标准指数＞1 时，不能满足，标准指数数值越大，参数代表的环境质量越差。

地表水各项水质指标现状监测数据详见《地表水监测报告》（附件 X），各水

质指标现状评价情况见表 4.7.1-2。

通过监测数据及水质评价结果可知，项目所在河段及支流总氮均超标，最大超标倍数 8.35；厂房断面（1#）、4#弃渣场&拌合站断面（2#）和霍尔古吐沟口上游 200m 断面（3#）COD_{cr} 存在超标情况，最大超标倍数为 1.27。河段现状水质不能满足地表水Ⅰ类标准要求。

总氮、COD_{cr} 超标原因分析：根据现场实际调查，监测河段上游无工厂、集中居住区等较大污染源，推测可能是当地牧民在河道两岸沟谷及沟顶牧场放牧，牛羊粪便随雨水进入河道水体，导致水体总氮、COD_{cr} 超标。

表 4.7.1-1　地表水水质评价表

序号	检测项目	单位	标准值	检出限	水质指数																	
					10 月 15 日						10 月 16 日						10 月 17 日					
					1#	2#	3#	4#	5#	6#	1#	2#	3#	4#	5#	6#	1#	2#	3#	4#	5#	6#
1	pH	无量纲	6～9	-	0.58	0.59	0.50	0.55	0.58	0.54	0.52	0.55	0.52	0.51	0.56	0.56	0.60	0.55	0.56	0.55	0.56	0.53
2	悬浮物	mg/L	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	**COD_{Cr}**	mg/L	15	4	**1.13**	**1.27**	**1.27**	0.67	-	0.40	1.00	**1.20**	**1.13**	0.80	-	0.67	1.00	**1.13**	1.00	0.87	-	0.53
4	BOD_5	mg/L	3	0.5	0.20	-	0.27	-	-	-	0.20	-	0.20	-	-	-	0.23	-	0.23	-	-	-
5	高锰酸盐指数	mg/L	2	0.125	0.46	0.52	0.64	0.57	0.51	0.47	0.51	0.53	0.65	0.55	0.49	0.57	0.57	0.61	0.69	0.55	0.57	0.63
6	粪大肠菌群	MPN/L	200	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	氨氮	mg/L	0.15	0.025	0.21	0.34	0.32	0.41	0.37	0.34	0.23	0.32	0.30	0.39	0.36	0.34	0.19	0.36	0.32	0.43	0.34	0.34
8	总磷	mg/L	0.02	0.0025	0.35	0.65	0.25	0.45	1.25	0.7	0.45	0.80	0.20	0.55	1.40	0.80	0.35	0.55	0.15	0.35	1.35	0.90
9	**总氮**	mg/L	0.2	0.05	**6.35**	**3.65**	**8.2**	**3.85**	**4.75**	**2.6**	**6.20**	**3.75**	**8.00**	**3.95**	**4.85**	**2.70**	**6.25**	**3.90**	**8.35**	**3.90**	**4.65**	**2.85**
10	氟化物	mg/L	1	0.02	0.14	0.12	0.12	0.09	0.04	0.1	0.16	0.13	0.13	0.06	0.04	0.12	0.17	0.12	0.13	0.08	0.03	0.10
11	六价铬	mg/L	0.01	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	硫化物	mg/L	0.05	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	阴离子表面活性剂	mg/L	0.2	0.0125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	氰化物	mg/L	0.005	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	挥发酚	mg/L	0.002	0.0003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	汞	mg/L	0.00005	0.00004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	砷	mg/L	0.05	0.0003	0.05	0.04	0.02	0.03	0.03	0.05	0.05	0.04	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.02	0.03	0.03	0.05
18	硒	mg/L	0.01	0.0004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	铜	mg/L	0.01	0.0125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

20	锌	mg/L	0.05	0.0125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	铅	mg/L	0.01	0.0025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	镉	mg/L	0.001	2.50×10^{-4}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	水温	℃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	溶解氧	mg/L	≥7.5	-	0.88	0.85	0.85	0.84	0.83	0.85	0.87	0.86	0.85	0.83	0.83	0.86	0.88	0.86	0.84	0.84	0.84	0.87
25	石油类	mg/L	0.05	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注：表中“-”表示未检出。

4.7.2 地下水环境

2020 年 10 月，西北院委托新疆中测测试有限责任公司对开都河霍尔古吐水电站坝址区、坝址下游、坝址上游范围地下水水质进行了现状监测。

（1） 监测点位

地下水监测点位见表 4.7.2-1，点位分布见图 4.7.2-1。

表 4.7.2-1 地下水监测点位

监测区域	监测点编号	监测点位
坝址区	1#	厂房监测点
坝址下游	2#	坝址监测点
坝址上游	3#	库尾监测点

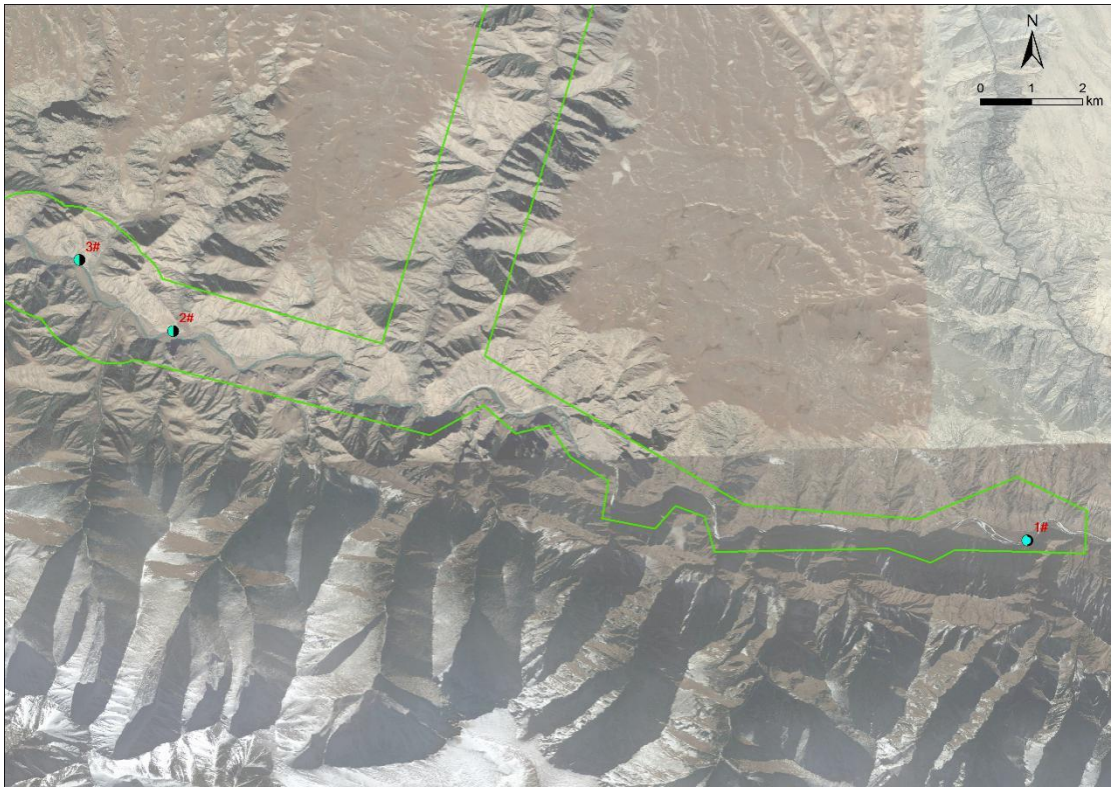


图 4.7.2-1 地下水监测点位布设图

（2）监测项目及频率

监测项目 21 项，包括水温、pH、溶解性总固体、耗氧量、总硬度、氨氮、氰化物、挥发酚、铅、镉、六价铬、铁、锰、砷、汞、氟化物、氯化物、硫酸盐、亚硝酸盐、菌落群数、总大肠菌群。

监测频率：一次取样检测。

（3）评价方法

地表水环境评价执行《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）中划分的III类标准。

采用《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）中标准指数法对评价工程所处区域地下水水质现状进行评价，标准指数＞1，表明该水质因子超标。

（4）地下水水质现状评价

根据地下水水质监测结果，对水质现状进行评价，评价结果见表 4.7.2-2。

表 4.7.2-2　地下水监测结果及评价表

序号	检测项目	单位	标准值	检测结果			标准指数		
			III 类	1#	2#	3#	1#	2#	3#
1	pH	无量纲	6.5～8.5	8.00	8.02	8.06	0.67	0.68	0.71
2	总硬度（以 $CaCO_3$ 计）	mg/L	450	202	188	220	0.45	0.42	0.49
3	溶解性总固体	mg/L	1000	262	254	250	0.26	0.25	0.25
4	耗氧量	mg/L	3.0	1.15	1.22	1.38	0.38	0.41	0.46
5	氯化物	mg/L	250	10.5	7.45	6.44	0.04	0.03	0.03
6	总大肠菌群	MPN/100mL	3.0	/	/	/	/	/	/
7	细菌总数	CFU/mL	100	20	22	32	0.20	0.22	0.32
8	氨氮	mg/L	0.50	/	/	/	/	/	/
9	亚硝酸盐	mg/L	1.00	0.005	0.004	0.004	0.01	0.00	0.00
10	挥发酚	mg/L	0.002	/	/	/	/	/	/
11	氰化物	mg/L	0.05	/	/	/	/	/	/
12	六价铬	mg/L	0.05	/	/	/	/	/	/
13	氟化物	mg/L	1.0	0.13	0.18	0.11	0.13	0.18	0.11
14	硫酸盐	mg/L	250	32.4	32.9	32.2	0.13	0.13	0.13
15	汞	mg/L	0.001	/	/	/	/	/	/
16	砷	mg/L	0.01	/	/	/	/	/	/
17	铅	mg/L	17	/	/	/	/	/	/

18	镉	mg/L	18	/	/	/	/	/	/
19	铁	mg/L	19	/	/	/	/	/	/
20	锰	mg/L	20	/	/	/	/	/	/

注：表中“/”表示未检出。

根据监测结果，项目区地下水水质均满足Ⅲ类水质标准，地下水环境良好。

4.7.3 环境空气质量

（1）数据来源

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ 2.2-2018）项目所在区域达标判定，优先采用国家或者地方生态主管部门公开发布的评价基准年环境质量公告或环境质量报告中的数据或结论。

本项目位于和静县，因此选取距离本项目最近的国控监测站的逐日监测数据，最近的国控监测站位于和静县人民医院的环境空气质量自动监测子站。

（2）监测数据

根据收集和静县 2019 年全年逐日环境空气质量数据，对全年 6 项基本监测因子进行统计，根据统计结果，SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO 和 O_3 各有 365 个数据，基本污染物环境空气质量现状表见表 4.7.3-1。

表 4.7.3-1 区域空气质量现状表

评价因子	平均时段	百分位	现状浓度（μg/m³）	标准限值（μg/m³）	达标情况
SO_2	年平均浓度	——	8	60	达标
	百分位上日平均质量浓度	98%	21	150	达标
NO_2	年平均浓度	——	16	40	达标
	百分位上日平均质量浓度	98%	42	80	达标
CO	百分位上日平均质量浓度	95%	2.0	4000	达标
O_3	百分位上 8h 平均质量浓度	90%	112	160	达标
$PM_{2.5}$	年平均浓度	——	37	35	超标
	百分位上日平均质量浓度	98%	108	75	达标
PM_{10}	年平均浓度	——	145	70	超标
	百分位上日平均质量浓度	98%	486	150	达标

（3）现状评价

根据上表基本污染物的年评价指标的分析结果，项目所在区域 SO_2、NO_2、CO 和 O_3 年均浓度均满足《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)二级标准，PM_{10}、$PM_{2.5}$ 年均浓度超标，超标原因为项目区地处南疆，位于沙漠边缘，受沙尘天气影响，PM_{10}、$PM_{2.5}$ 年均值浓度，由背景因素所致。因次，项目所在区域为不达

标区域。

4.7.4 声环境

2020 年 10 月，西北院委托新疆中测测试有限责任公司于对工程区声环境质量进行监测。

（1）监测点位

噪声监测区域及点位见表 4.7.4-1，监测点位布设示意见图 4.7.4-1。

表 4.7.4-1 噪声监测点位

监测区域	编号	监测点位
坝址及其下游集中施工区	1#	厂房监测点
	2#	4#弃渣场&拌合站监测点
	3#	业主承包商营地监测点
	4#	坝址监测点



图 4.7.4-1 噪声监测点位布设示意图

（2）监测项目及监测频率

监测项目：L_{eq}、L_d、L_n、L_{max}。

监测时间及频次：10 月 15、16 日，连续监测 1 天，每天连续监测 1 昼夜 24h。

（3）监测结果

声环境质量监测结果见表 4.7.4-1。

表 4.7.4-1 噪声监测结果

日期	监测点位	监测结果				标准值（dB）	达标情况
		L_d	L_n	昼间 L_{max}	夜间 L_{max}		
10 月 15 日~16 日	1#	36.4	32.9	81.3	56.5	L_d=60 L_n=50 夜间	达标
	2#	48.1	48.2	50.2	48.4		达标
	3#	56.1	51.5	82.6	54.0		超标
	4#	48.4	45.0	76.1	51.2		达标

（4）现状评价

根据上表声环境监测结果，厂房（1#）、4#弃渣场&拌合站（2#）和坝址（4#）噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类声环境功能区标准，声环境质量良好；业主承包商营地监测点（3#）L_n 略有超标。根据现场情况分析，业主承包商营地（3#）噪声监测点附近无人为噪声源，超标的主要原因是监测点位距离开都河河道较近，且附近河段水流湍急，水流声较大，导致噪声有所超标。

4.7.5 土壤环境

2020 年 10 月，西北院委托新疆中测测试有限责任公司于对工程区土壤环境质量进行监测。

（1）监测点布设

共布设 8 个监测点位，各监测点位详见表 4.7.5-1，监测点位布设示意图见图 4.7.5-1。

表 4.7.5-1 土壤环境监测点位

监测范围	编号	监测点位	所在区域
项目区内和项目区外区域	1#	厂房	项目范围内
	2#	弃渣场&拌合站	项目范围内
	3#	油库	项目范围内
	4#	机械修配保养厂	项目范围内
	5#	厂房下游	项目范围外
	6#	霍尔古吐沟沟口上游 400m 处	项目范围外
	7#	哈尔噶特希力沟沟口上游	项目范围外
	8#	库尾上游 500m 处	项目范围外



图 4.7.5-1　土壤监测点位布设示意图

（2）监测项目及监测频率

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），监测取表层土，监测项目 48 项，包括：砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-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-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、䓛、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘 45 项基本项以及 pH、易溶（水溶性）盐总量。

监测时间及频率：2020 年 10 月 15 日一次性取样。

（3）评价方法

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），土壤环境质量现状评价应采用标准指数法。

（4）土壤环境质量现状评价

土壤环境质量检测结果见表 4.7.5-2。

由表可知，项目区各监测点土壤中污染物含量均低于《土壤环境质量建筑用地土壤污染风险管控标准》（GB360002018）中第二类用地筛选值，土壤环境良

好；各监测点土壤均无酸化和碱化现象；厂房监测点（1#）、油库监测点（3#）、哈尔噶特希力沟沟口上游 500m 处监测点（7#）和库尾上游 500m 处监测点（8#）土壤未盐化，其余监测点土壤均存在不同程度盐化现象。其中，弃渣场&拌合站监测点（2#）和厂房下游监测点（5#）土壤为轻度盐化；机械修配保养厂监测点（4#）和霍尔古吐沟沟口上游 400m 处监测点（6#）土壤为中度盐化。

总体来讲，项目区土壤环境现状良好，部分区域土壤存在盐化现象，主要是由于当地干旱气候，蒸发量大的天然因素导致。

表 4.7.5-2　土壤样品检测结果

序号	检测项目	单位	第二类用地筛选值限值	检测结果							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
				厂房	弃渣场、拌合站	油库	机械修配保养厂	厂房下游	霍尔古吐沟口上游	哈尔噶特希力沟口上游	库尾上游
1	六价铬	mg/kg	5.7	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5
2	铅	mg/kg	800	16.7	18.7	19.4	15.5	16.6	15.9	17.9	14
3	镉	mg/kg	65	0.21	0.25	0.2	0.23	0.17	0.24	0.17	0.18
4	铜	mg/kg	18000	25	44	31	27	27	31	40	27
5	镍	mg/kg	900	28	34	32	32	30	31	31	23
6	汞	mg/kg	38	0.058	0.054	0.111	0.048	0.057	0.064	0.076	0.106
7	砷	mg/kg	60	12.1	15.3	12.6	14.9	12.5	13.4	11.5	10.2
8	pH	无量纲	-	7.68	7.81	7.52	7.78	7.82	8.03	7.84	7.42
9	易溶（水溶性）盐总量	g/kg	-	1.6	2.1	1.1	3.8	2.9	3.7	0.6	1.3

注：其余为列监测项目均为未检出。

表 4.7.5-3 土壤环境现状评价表

序号	检测项目	标准指数							
		1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
		厂房	弃渣场、拌合站	油库	机械修配保养厂	厂房下游	霍尔古吐沟口上游	哈尔噶特希力沟口上游	库尾上游
1	六价铬	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5
2	铅	0.021	0.023	0.024	0.019	0.021	0.020	0.022	0.018
3	镉	0.003	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003
4	铜	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
5	镍	0.031	0.038	0.036	0.036	0.033	0.034	0.034	0.026
6	汞	0.002	0.001	0.003	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003
7	砷	0.202	0.255	0.210	0.248	0.208	0.223	0.192	0.170
8	pH	无酸碱化	无酸碱化	无酸碱化	无酸碱化	无酸碱化	无酸碱化	无酸碱化	无酸碱化
9	易溶（水溶性）盐总量	未盐化	轻度盐化	未盐化	中度盐化	轻度盐化	中度盐化	未盐化	未盐化

注：其余为列检测项目均为未检出，“-”表示该检测项目无标准限值。

4.8 河段已建工程环境影响回顾性评价

4.8.1 工程运行情况

从开都河中游河段项目开发建设情况来看，现状已实施并投入运行的项目主要有察汗乌苏、柳树沟和大山口水电站工程，对开都河中游河段的环境的影响已经显现。

（1）察汗乌苏水电站

察汗乌苏水电站工程位于新疆巴音郭楞蒙古自治州和静县境内，工程开发任务以发电为主，兼有防洪、灌溉等综合效益。电站采用混合式开发，水库正常蓄水位 1649 时，库容 1.14 亿 m^3，调节库容 0.724 亿 m^3，汛期限制水位 1640m，具有不完全年调节性能。电站总机容量 330MW，多年平均发电量 10.8 亿 kW·h。

察汗乌苏水电站工程 2005 年开工建设，2007 年年底首台机组提前并网发电，2008 年 7 月第三台机组并网发电。目前，察汗乌苏水电站已全面进入生产运营期。

（2）柳树沟水电站

柳树沟水电站工程位于新疆巴州和静县哈尔莫墩镇柳树沟，距下游大山口水电站坝址 9.2km。工程以发电为主，兼顾下游防洪、灌溉等综合效益。水库正常蓄水位 1494.55m（与察汗乌苏水电站尾水衔接），总库容 0.77 亿 m^3，具有日调节性能。电站安装 2 台混流式水轮发电机组，装机容量 180MW，年发电量 6.94 亿 kW·h。

柳树沟水电站是自治区重点建设工程，2009 年 9 月开工建设，2013 年 4 月 4 日一号机组并网发电，当年 7 月 8 日二号机组也成功实现并网发电。目前，柳树沟水电站已全面进入生产运营期。

（3）大山口水电站

大山口水电站位于巴音郭楞蒙古自治州和静县，距开都河出山口约 1km，大山口水电站为堤坝式开发，水库正常蓄水位 1406m，相应库容 0.288 亿 m^3，死水位 1401.5m，调节库容 0.04 亿 m^3。电站装机容量 8 万 kW，年发电量 3.1 亿 kW·h，装机利用小时数 3875h。

大山口水电站工程 1985 年开始三通一平，1991 年底第一台机组并网电，

1992 年底最后一台机组并网发电，总装机 8 万 kW。枯水季节水库具有周调节作用，汛期水库基本无调节作用，所以大山口电站的汛期运行方式基本不改变开都河天然来水情况。

4.8.2 已产生的环境问题

（1）水环境

察汗乌苏电站以下河段建有察汗乌苏电站、柳树沟电站、大山口电站及小山口电站，其中察汗乌苏电站、柳树沟电站采用混合式开发，大山口二级电站及小山口二级、三级电站采用引水式开发，且上述电站基本调峰运行，使得上述电站坝址～厂房尾水间河段形成不同长度的减水河段。

（2）水土流失和荒漠化的脆弱自然环境是评价区的主要生态问题之一，评价区所在的开都河和静县、焉耆县属于新疆水土流失重点治理区。根据现场调查情况，在察汗乌苏、柳树沟等已建工程弃渣场、倒渣场等处，工程弃渣的区域植被恢复情况较差，但与周围自然环境已无明显差异。

（4）下游已建电站、拦河引水渠首等拦河建筑物阻隔，河流水生生境被切割成多个独立单元，阻碍鱼类种群交流；同时灌区引水逐年增加，造成水域生态系统功能部分萎缩甚至退化，鱼类资源量逐渐减少，个体小型化明显，致使开都河鱼类资源更多集中分布在中上游尚未开发河段，中游河段下段乃至平原河段种群数量已十分有限。

4.9 主要环境问题

（1）评价河段部分指标水质不完全满足水环境功能中《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅰ类水质目标要求，超标主要由面源污染引起，放养式的畜牧业产生的牲畜面源排放占面源负荷量的绝对优势。

（2）开都河中游河段由于地处峡谷，河流坡降大，受局地暴雨洪水的影响，中游河段自阿仁萨很托亥以下是开都河中游河段的主要产沙区，局部水土流失危害大。工程所在河段属于新疆水土流失重点治理区，水土流失和荒漠化的脆弱自然环境是评价区的主要生态之一。

（3）评价区以荒漠植被所占面积较大，乔木类树种和数量较少，植被群落和生态系统抗干扰能力较弱。而由于本身恶劣的自然环境条件，恢复能力也不强。

（4）开都河中游下游河段察汗乌苏、柳树沟、大山口、小山口水电站、开

都河第一、二、三分水枢纽等拦河性工程已对开都河水生生境造成阻隔，河流水生生境被切割成多个独立单元，阻碍鱼类种群交流，使得开都河中游与下游，下游与博斯腾湖的鱼类通道受阻，河流流水性鱼类的生存空间减少，鱼类种群资源量下降。

5 环境影响预测和评价

5.1 水文情势预测与评价

5.1.1 施工期水文情势预测分析

5.1.1.1 截流水文情势变化分析

根据可研设计方案，霍尔古吐水电站截流时段选在第二年 10 月上旬，避开了鱼类产卵期等敏感时段。截流设计流量取开都河 10 月 10 年一遇月平均流量，Q=109m^3/s。采用立堵截流的方式。截流时河水由围堰龙口和泄洪闸共同下泄，龙口流量由截流开始时的 109m³/s 逐渐减少为 0m³/s，而泄洪闸由截流开始时的 0m³/s 逐渐增大为 109m³/s，整个截流期坝下河道流量一直保持 109m³/s，对下游河段水文情势无影响。

5.1.1.2 初期蓄水水文情势变化分析

根据霍尔古吐水电站工程施工总体进度安排，工程计划在开工后第四年 6 月初蓄水，首台机组正式发电。

霍尔古吐水电站是以发电为主的低坝引水式电站，水库正常蓄水位 2070m 相应库容 413 万 m^3，由于水库库容较小，暂按一次蓄水至正常蓄水位 2070m 考虑。

按照《水电工程动能设计规范》（NB/T35061-2015），按蓄水历时保证率 P=75%、P=50%进行水库初期蓄水计算。根据坝址径流资料，坝址区 6 月来水频率为 75%、50%的天然流量分别为 137m^3/s、171m^3/s。霍尔古吐电站为低坝引水式开发，为减轻坝址至厂址引水河段减水对生态环境的影响，拟采用使用泄洪闸弧门进行局开控制，满足下游生态流量需求。根据 5.2 节减水河段及其下游河道生态需水分析，生态流量丰水期（4 月～9 月）按多年平均流量的 30%即 30.9m^3/s 下泄，枯水期（10 月～3 月）按多年平均流量的 10%即 10.3m^3/s 下泄。扣除下泄生态流量后，坝址区 6 月来水频率为 75%、50%的蓄水流量为 106.1m^3/s、140.1m^3/s。

按 6 月来水频率 75%、50%蓄水流量计算，霍尔古吐水库蓄水到正常蓄水位 2070m 分别需要约 10.9h、8.3h。由于本工程库容较小，蓄水时间相对较短，且可利用冲沙闸局开控制向下游泄放生态流量，下闸蓄水不会造成下游

断流。

总体上看，初期蓄水期间，坝下河段流量总体逐渐减小，但该时期下游河段生态流量可以得到保证，不会出现脱水河段。

5.1.2 运行期水文情势影响

5.1.2.1 库区水文情势影响

霍尔古吐水库蓄水后，正常蓄水位为2070m，相应水库面积48.2hm^2，回水长度3.04km，正常蓄水位对应库容413.0万m^3。坝前水深抬高约24m，建库后河宽、水深均相应增加。霍尔古吐水电站建成后前后库区河段水文参数变化详见表5.1.2-1。

表5.1.2-1 霍尔古吐水库形成前后库区河段水文参数变化表

项目	单位	水库形成前	水库形成后	水库形成后/形成前（倍）
水库（域）面积	hm^2	13.18	48.2	3.66
水库（域））体积	万m^3	28.99	413.0	14.25
平均流速	m/s	2.80	0.20	0.07
平均水深	m	2.20	10.91	4.96
平均水面宽度	m	43.35	125.33	2.90

从上表可以看出，霍尔古吐水库形成后，水域面积、体积、水深、水面宽度均较天然情况下有明显增大，平均流速则由2.8m/s降低为0.2m/s，库区河段由急流型变为缓流型。水库内的流速分布从库尾至坝前逐渐减小。

5.1.2.2 减水河段水文情势预测分析

（1）预测断面选取

根据霍尔古吐水电站工程的布置方式可知，坝址与厂方之间存在22.0km的减水河段，为分析预测霍尔古吐水电站运行对减水河段水文情势的影响，维护工程下游河段生态环境的完好性，确保电站建设及运行期间减水河段水生生物用水需求，本次环评在霍尔古吐水电站减水河段从上至下选择8个代表断面进行水文情势影响预测。各代表断面地理位置见表5.1.2-2、图5.1.2-1。

表5.1.2-2 霍尔古吐水电站减水河段代表性断面特性表

断面编号	与霍尔古吐坝址间距离（m）
K1	2285
K2	4557
K3	7540

K4	9243
K5	12105
K6	14433
K7	16932
K8	19980



图 5.1.2-1 霍尔古吐水电站减水河段代表性断面分布图

（2）预测工况及预测参数分析

考虑较不利的平水年和枯水年的 1 月、5 月和 7 月的典型日调节过程，重点对 K1～K8 断面的流量、流速、水面宽、最大水深等水力特性参数的变化进行预测分析。

（3）预测结果分析

1）枯水年 1 月水文情势预测结果

枯水年 1 月典型日调度过程水文情势预测结果见表 5.1.2-3 和图 5.1.2-2～图 5.1.2-5。

表 5.1.2-3　枯水年 1 月减水河段水文情势变化预测表

断面编号	距坝址距离（m）	天然状况				霍尔古吐运行			
		流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	水面宽（m）	水深（m）	流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	水面宽（m）	水深（m）
K1	2285	35.10	1.50	44.60	1.10	10.70	1.20	25.20	0.70
K2	4557	35.10	1.70	26.50	1.00	10.70	1.20	18.50	0.60
K3	7540	35.10	1.60	33.60	1.10	10.70	1.20	24.90	0.70
K4	9243	38.10	2.40	18.20	1.60	13.70	1.80	12.00	1.00
K5	12105	38.10	2.10	12.60	1.30	13.70	1.40	6.50	0.70
K6	14433	38.10	2.00	24.70	1.20	13.70	1.30	19.20	0.80
K7	16932	38.10	2.60	23.30	1.10	13.70	1.80	18.40	0.80
K8	19980	38.10	2.10	22.60	1.60	13.70	1.60	16.50	1.10

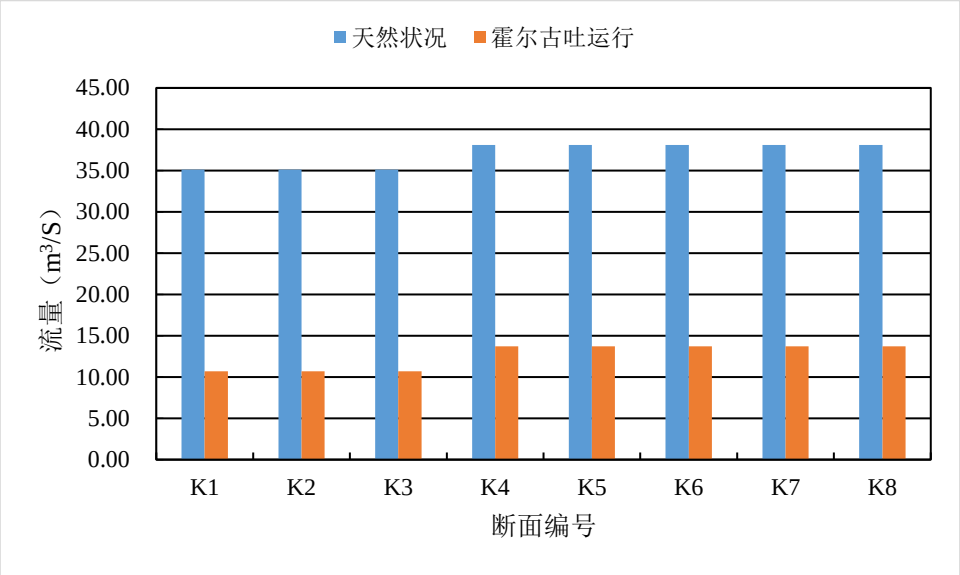


图 5.1.2-2　枯水年 1 月减水河段各断面流量变化对比图

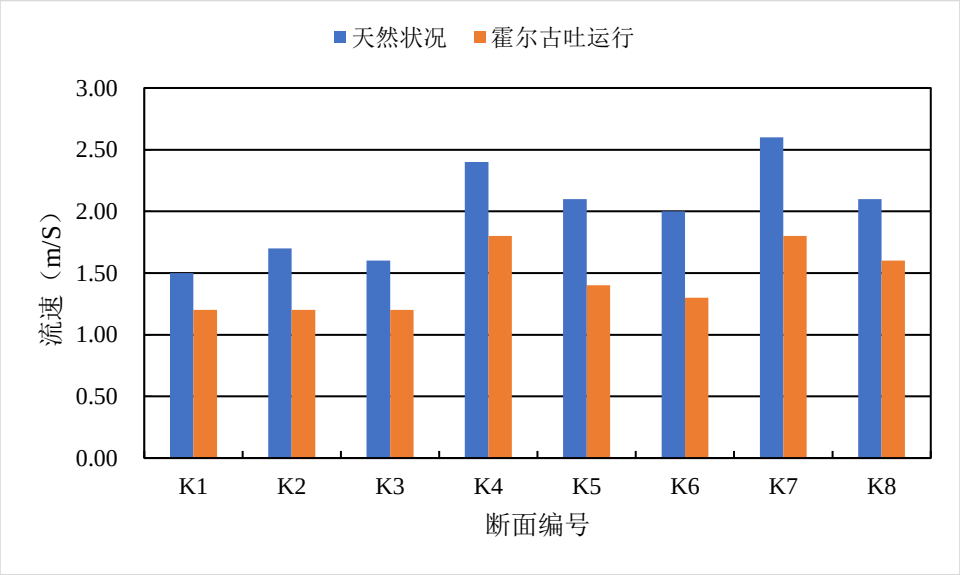


图 5.1.2-3 枯水年 1 月减水河段各断面平均流速变化对比图

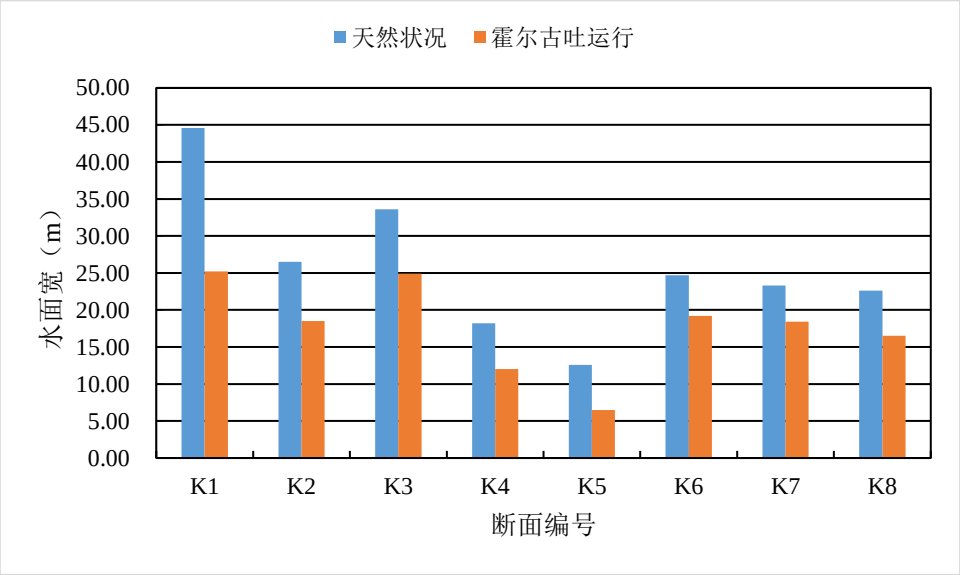


图 5.1.2-4 枯水年 1 月减水河段各断面水面宽变化对比图

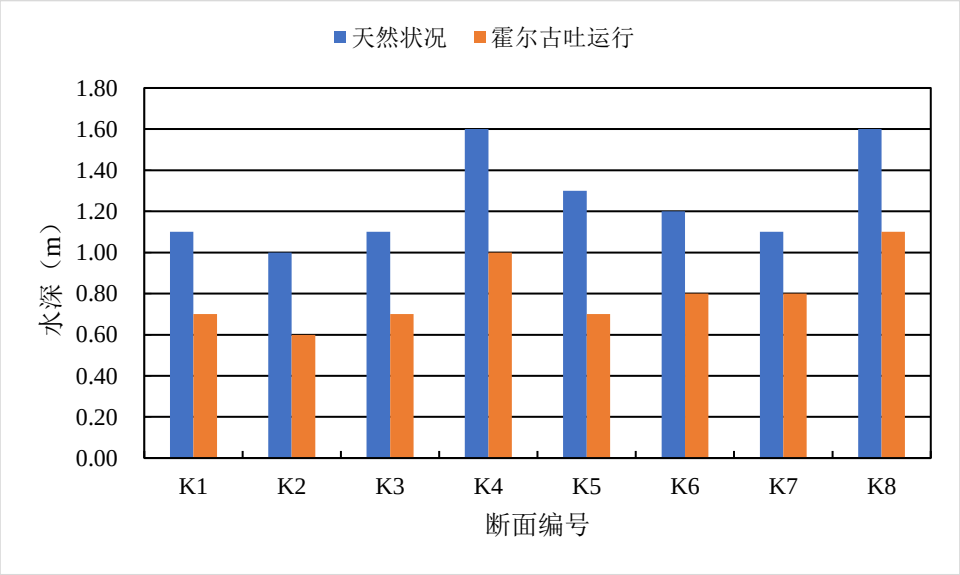


图 5.1.2-5 枯水年 1 月减水河段各断面最大水深变化对比图

从表 5.1.2-3 和图 5.1.2-2～图 5.1.2-5 可以看出，霍尔古吐水电站运行后，与天然情况相比，各断面流量、流速、水面宽及最大水深都有所减小。其中，K7 断面平均流速降幅最大，减少了 0.8m/s；K1 断面水面宽降幅最大，减少了 19.4m；K4、K5 断面最大水深降幅最大，均减少了 0.6m。

2）枯水年 5 月水文情势预测结果

枯水年 5 月典型日调度过程水文情势预测结果见表 5.1.2-4 和图 5.1.2-6～图 5.1.2-9。

表 5.1.2-4　枯水年 5 月减水河段水文情势变化预测表

断面编号	距坝址距离（m）	天然状况				霍尔古吐运行			
		流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	水面宽（m）	水深（m）	流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	水面宽（m）	水深（m）
K1	2285	70.80	1.70	65.00	1.40	22.00	1.40	34.50	0.90
K2	4557	70.80	2.20	34.30	1.40	22.00	1.50	21.90	0.70
K3	7540	70.80	2.00	39.40	1.50	22.00	1.40	30.90	0.90
K4	9243	73.80	2.90	23.00	2.00	25.00	2.20	14.00	1.30
K5	12105	73.80	2.70	19.10	2.00	25.00	1.70	9.40	1.00
K6	14433	73.80	2.10	29.80	1.70	25.00	1.80	21.90	1.00
K7	16932	73.80	3.00	31.40	1.50	25.00	2.10	21.30	1.00
K8	19980	73.80	2.50	26.10	2.00	25.00	1.80	20.00	1.30

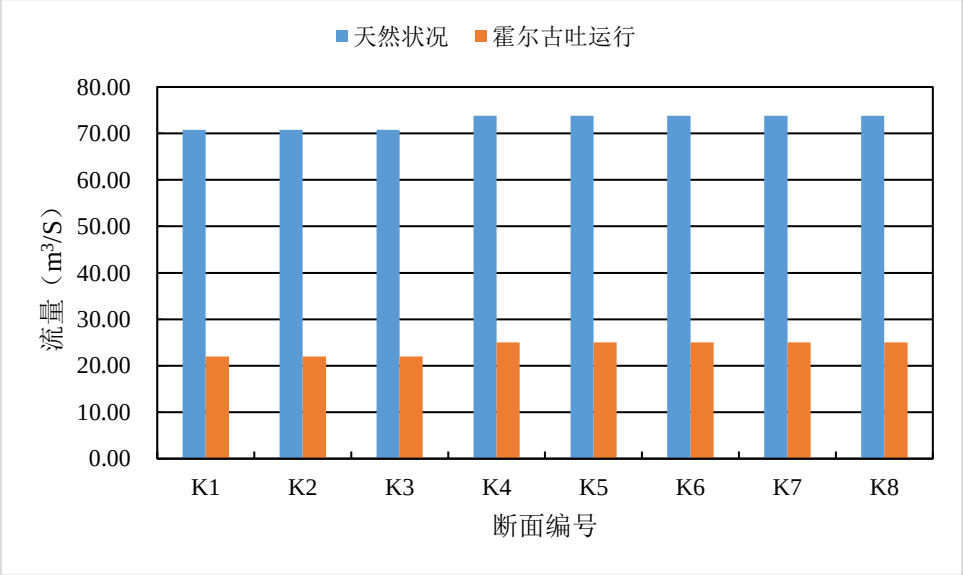


图 5.1.2-6 枯水年 5 月减水河段各断面流量变化对比图

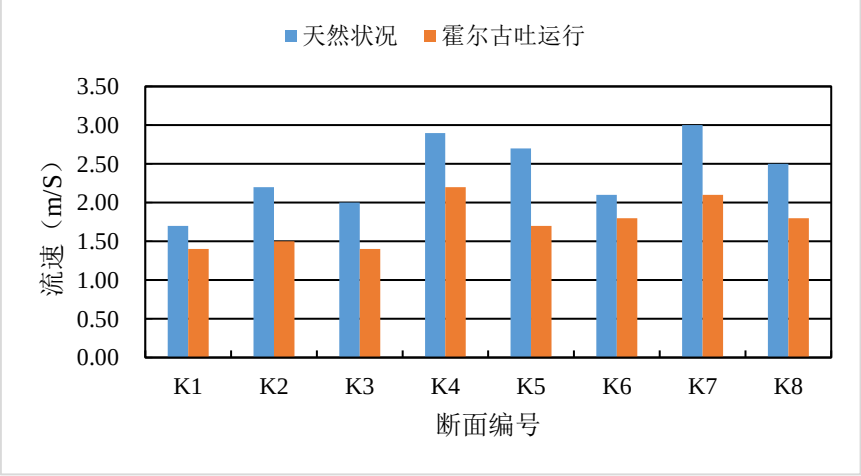


图 5.1.2-7 枯水年 5 月减水河段各断面平均流速变化对比图

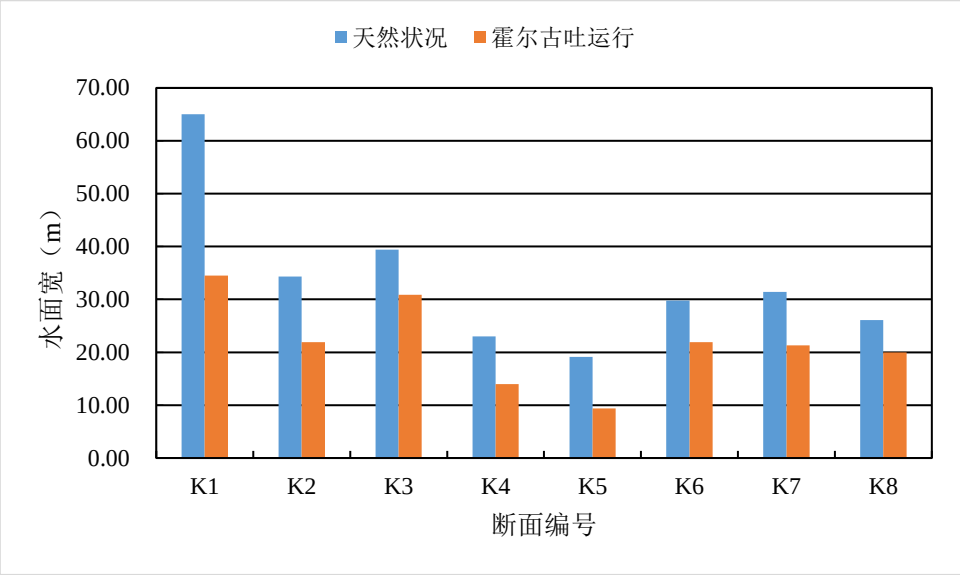


图 5.1.2-8 枯水年 5 月减水河段各断面水面宽变化对比图

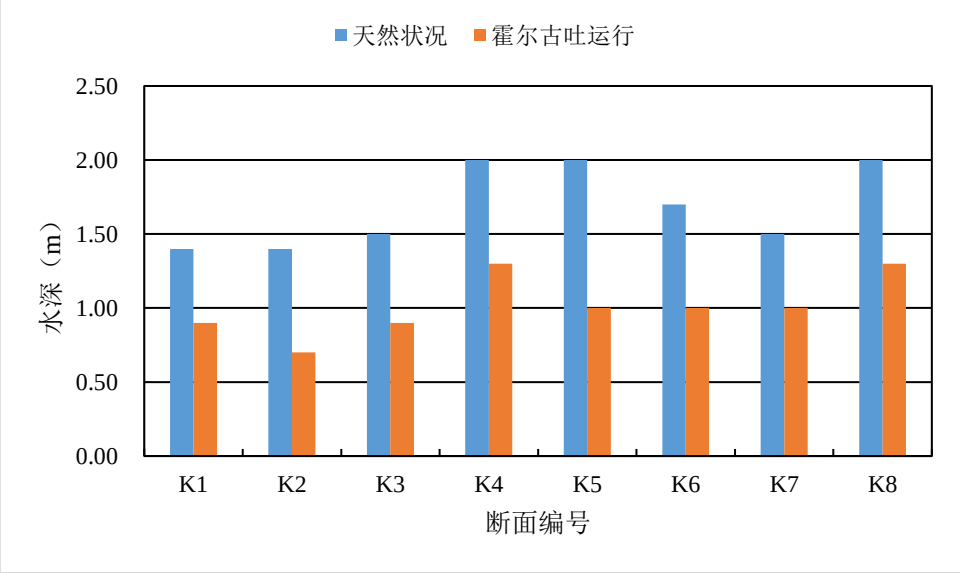


图 5.1.2-9 枯水年 5 月减水河段各断面最大水深变化对比图

从表 5.1.2-4 和图 5.1.2-6～图 5.1.2-9 可以看出，霍尔古吐水电站运行后，与天然情况相比，各断面流量、流速、水面宽及最大水深都有所减小。其中，K5 断面平均流速降幅最大，减少了 1.0m/s；K1 断面水面宽降幅最大，减少了 30.5m；K5 断面最大水深降幅最大，均减少了 1.0m。

3）枯水年 7 月水文情势预测结果

枯水年 7 月典型日调度过程水文情势预测结果见表 5.1.2-5 和图 5.1.2-10～图 5.1.2-13。

表 5.1.2-5　枯水年 7 月减水河段水文情势变化预测表

断面编号	距坝址距离（m）	天然状况				霍尔古吐运行			
		流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	水面宽（m）	水深（m）	流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	水面宽（m）	水深（m）
K1	2285	133.80	2.00	95.20	1.80	22.00	1.40	34.50	0.90
K2	4557	133.80	2.70	42.80	1.90	22.00	1.50	21.90	0.70
K3	7540	133.80	2.40	46.10	2.00	22.00	1.40	30.90	0.90
K4	9243	136.80	3.40	27.00	2.60	25.00	2.20	14.00	1.30
K5	12105	136.80	3.40	28.40	2.90	25.00	1.70	9.40	1.00
K6	14433	136.80	2.60	35.50	2.20	25.00	1.80	21.90	1.00
K7	16932	136.80	3.20	43.80	2.00	25.00	2.10	21.30	1.00
K8	19980	136.80	3.00	30.80	2.60	25.00	1.80	20.00	1.30

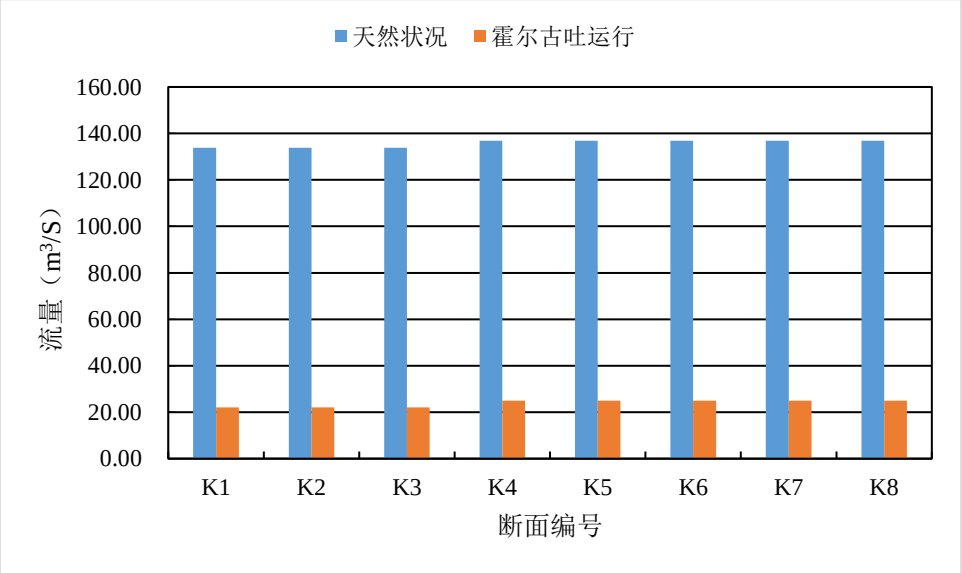


图 5.1.2-10 枯水年 7 月减水河段各断面流量变化对比图

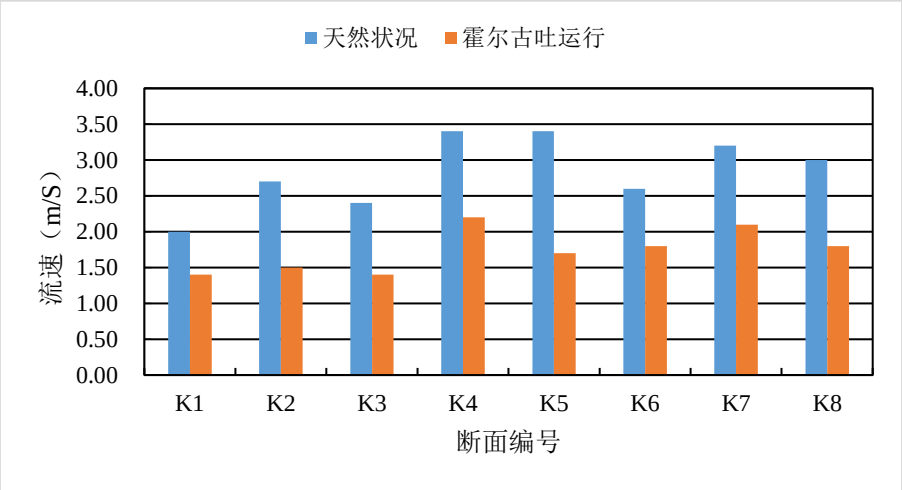


图 5.1.2-11 枯水年 7 月减水河段各断面平均流速变化对比图

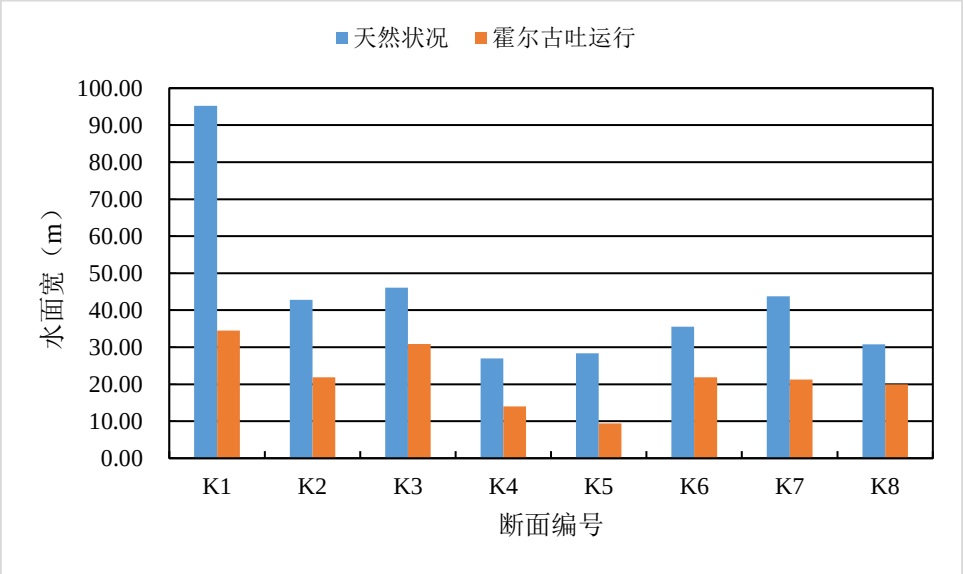


图 5.1.2-12 枯水年 7 月减水河段各断面水面宽变化对比图

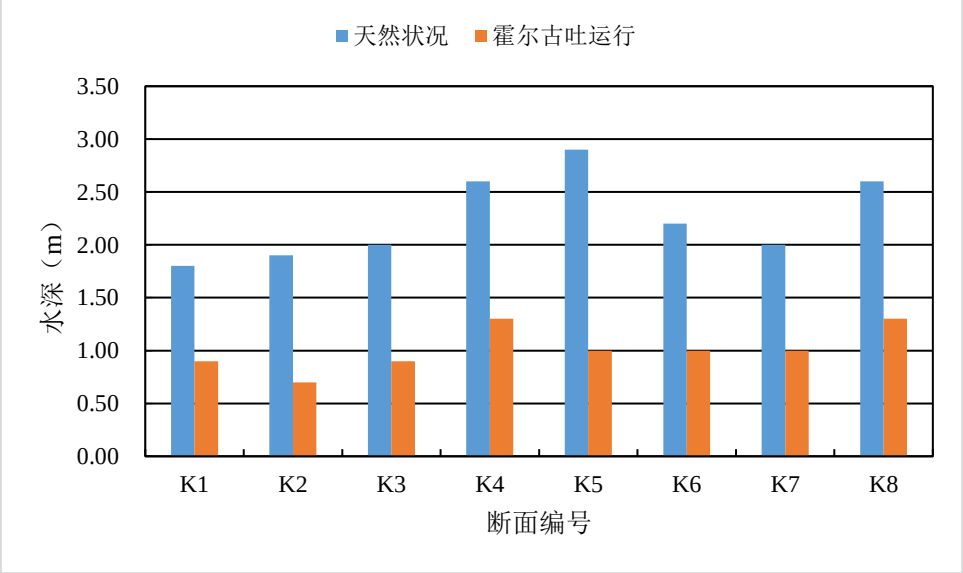


图 5.1.2-13 枯水年 7 月减水河段各断面最大水深变化对比图

从表 5.1.2-5 和图 5.1.2-10～图 5.1.2-13 可以看出，霍尔古吐水电站运行后，与天然情况相比，各断面流量、流速、水面宽及最大水深都有所减小。其中，K5 断面平均流速降幅最大，减少了 1.7m/s；K1 断面水面宽降幅最大，减少了 60.7m；K5 断面最大水深降幅最大，均减少了 1.9m。

4）平水年 1 月水文情势预测结果

枯水年 1 月典型日调度过程水文情势预测结果见表 5.1.2-6 和图 5.1.2-14～图 5.1.2-17。

表 5.1.2-6 平水年 1 月减水河段水文情势变化预测表

断面编号	距坝址距离（m）	天然状况				霍尔古吐运行			
		流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	水面宽（m）	水深（m）	流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	水面宽（m）	水深（m）
K1	2285	43.40	1.60	50.00	1.20	10.70	1.20	25.20	0.70
K2	4557	43.40	1.90	28.10	1.10	10.70	1.20	18.50	0.60
K3	7540	43.40	1.70	35.20	1.20	10.70	1.20	24.90	0.70
K4	9243	46.40	2.60	20.40	1.70	13.70	1.80	12.00	1.00
K5	12105	46.40	2.30	14.20	1.50	13.70	1.40	6.50	0.70
K6	14433	46.40	1.90	26.30	1.30	13.70	1.30	19.20	0.80
K7	16932	46.40	2.50	25.90	1.30	13.70	1.80	18.40	0.80
K8	19980	46.40	2.20	24.00	1.70	13.70	1.60	16.50	1.10

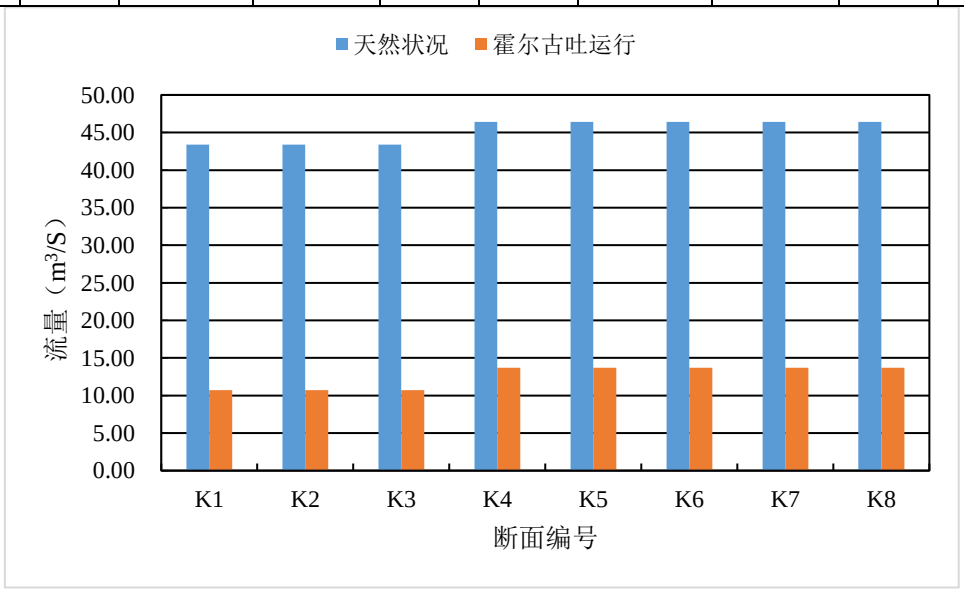


图 5.1.2-14 平水年 1 月减水河段各断面流量变化对比图

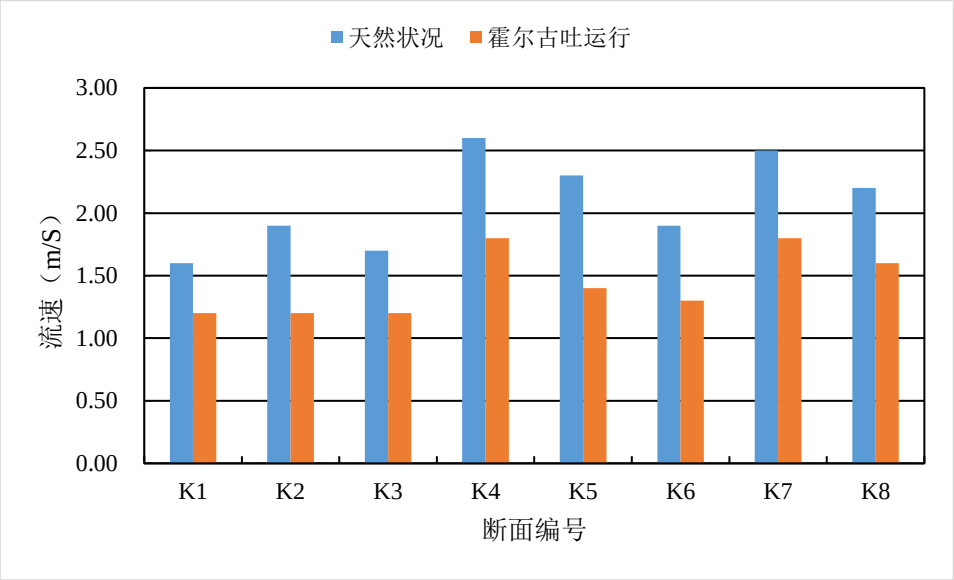


图 5.1.2-15 平水年 1 月减水河段各断面平均流速变化对比图

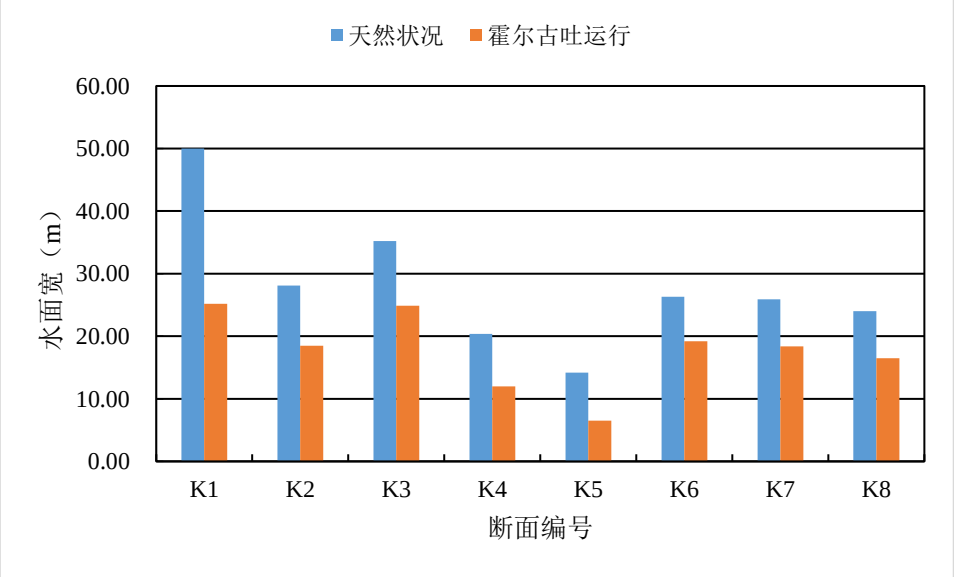


图 5.1.2-16 平水年 1 月减水河段各断面水面宽变化对比图

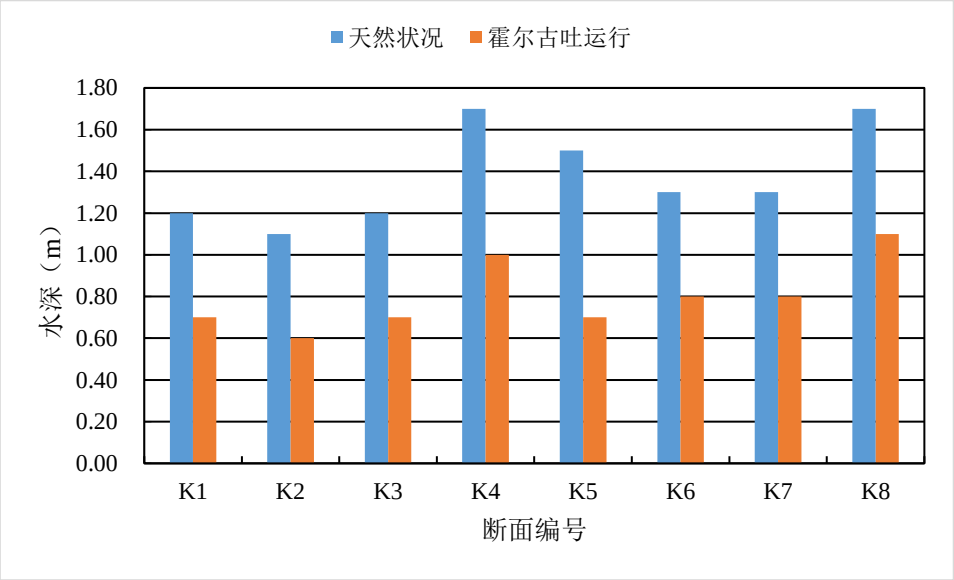


图 5.1.2-17 平水年 1 月减水河段各断面最大水深变化对比图

从表 5.1.2-6 和图 5.1.2-14～图 5.1.2-17 可以看出，霍尔古吐水电站运行后，与天然情况相比，各断面流量、流速、水面宽及最大水深都有所减小。其中，K7 断面平均流速降幅最大，减少了 0.9m/s；K1 断面水面宽降幅最大，减少了 24.8m；K5 断面最大水深降幅最大，均减少了 0.8m。

5）平水年 5 月水文情势预测结果

平水年 5 月典型日调度过程水文情势预测结果见表 5.1.2-7 和图 5.1.2-18～图 5.1.2-21。

表 5.1.2-7 平水年 5 月减水河段水文情势变化预测表

断面编号	距坝址距离（m）	天然状况				霍尔古吐运行			
		流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	水面宽（m）	水深（m）	流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	水面宽（m）	水深（m）
K1	2285	124.40	2.00	89.90	1.70	22.00	1.40	34.50	0.90
K2	4557	124.40	2.70	42.10	1.90	22.00	1.50	21.90	0.70
K3	7540	124.40	2.40	45.50	1.90	22.00	1.40	30.90	0.90
K4	9243	127.40	3.40	26.60	2.60	25.00	2.20	14.00	1.30
K5	12105	127.40	3.30	26.40	2.80	25.00	1.70	9.40	1.00
K6	14433	127.40	2.60	34.70	2.20	25.00	1.80	21.90	1.00
K7	16932	127.40	3.20	42.10	1.90	25.00	2.10	21.30	1.00
K8	19980	127.40	3.00	30.60	2.50	25.00	1.80	20.00	1.30

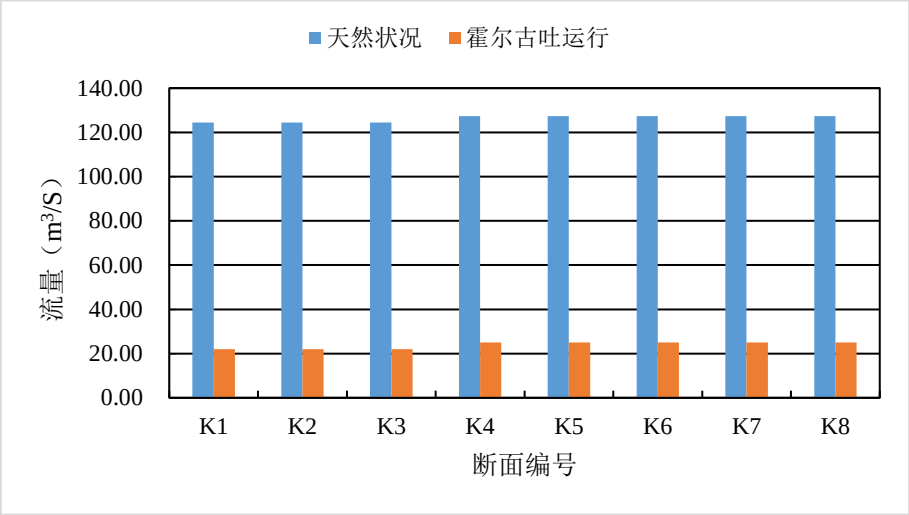


图 5.1.2-18 平水年 5 月减水河段各断面流量变化对比图

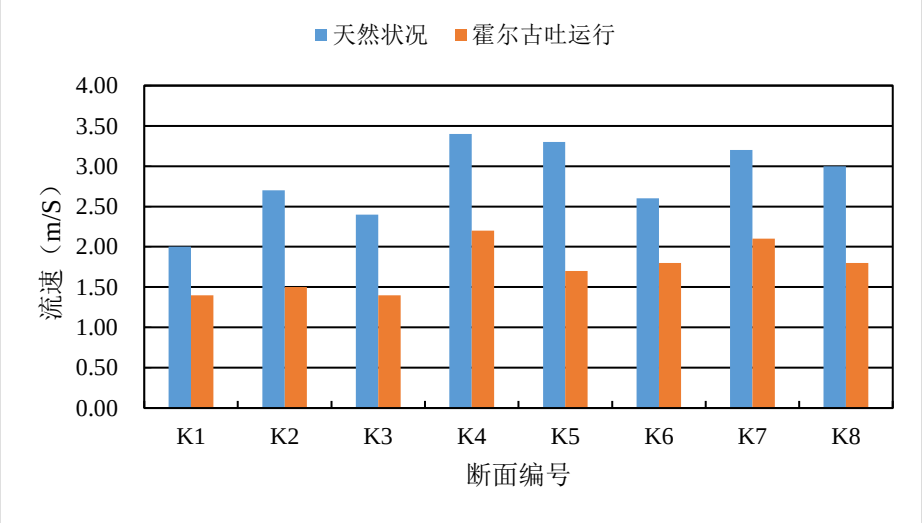


图 5.1.2-19 平水年 5 月减水河段各断面平均流速变化对比图

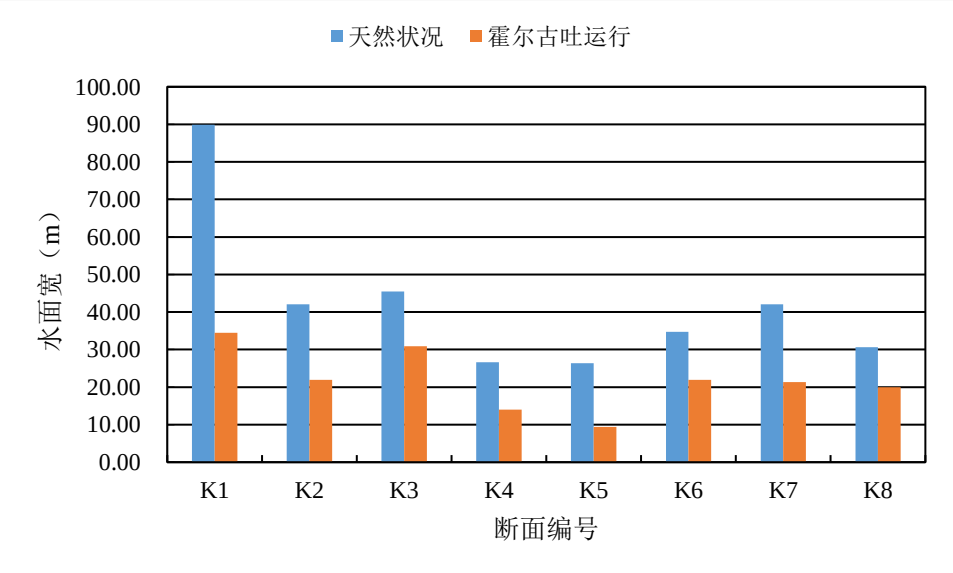


图 5.1.2-20 平水年 5 月减水河段各断面水面宽变化对比图

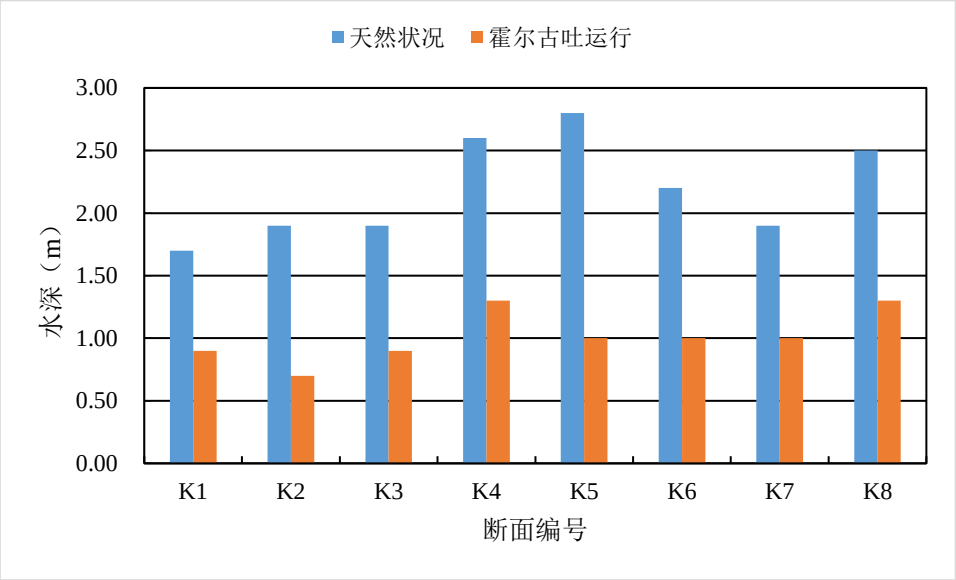


图 5.1.2-21 平水年 5 月减水河段各断面最大水深变化对比图

从表 5.1.2-7 和图 5.1.2-18～图 5.1.2-21 可以看出，霍尔古吐水电站运行后，与天然情况相比，各断面流量、流速、水面宽及最大水深都有所减小。其中，K5 断面平均流速降幅最大，减少了 1.6m/s；K1 断面水面宽降幅最大，减少了 55.4m；K5 断面最大水深降幅最大，均减少了 1.8m。

6）平水年 7 月水文情势预测结果

平水年 7 月典型日调度过程水文情势预测结果见表 5.1.2-8 和图 5.1.2-22～图 5.1.2-25。

表 5.1.2-8 平水年 7 月减水河段水文情势变化预测表

断面编号	距坝址距离（m）	天然状况				霍尔古吐运行			
		流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	水面宽（m）	水深（m）	流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	水面宽（m）	水深（m）
K1	2285	148.30	2.00	103.60	1.80	22.00	1.40	34.50	0.90
K2	4557	148.30	2.80	43.80	2.00	22.00	1.50	21.90	0.70
K3	7540	148.30	2.50	46.90	2.10	22.00	1.40	30.90	0.90
K4	9243	151.30	3.40	27.70	2.80	25.00	2.20	14.00	1.30
K5	12105	151.30	3.50	33.10	3.00	25.00	1.70	9.40	1.00
K6	14433	151.30	2.70	36.80	2.40	25.00	1.80	21.90	1.00
K7	16932	151.30	3.30	45.10	2.00	25.00	2.10	21.30	1.00
K8	19980	151.30	3.10	31.10	2.70	25.00	1.80	20.00	1.30

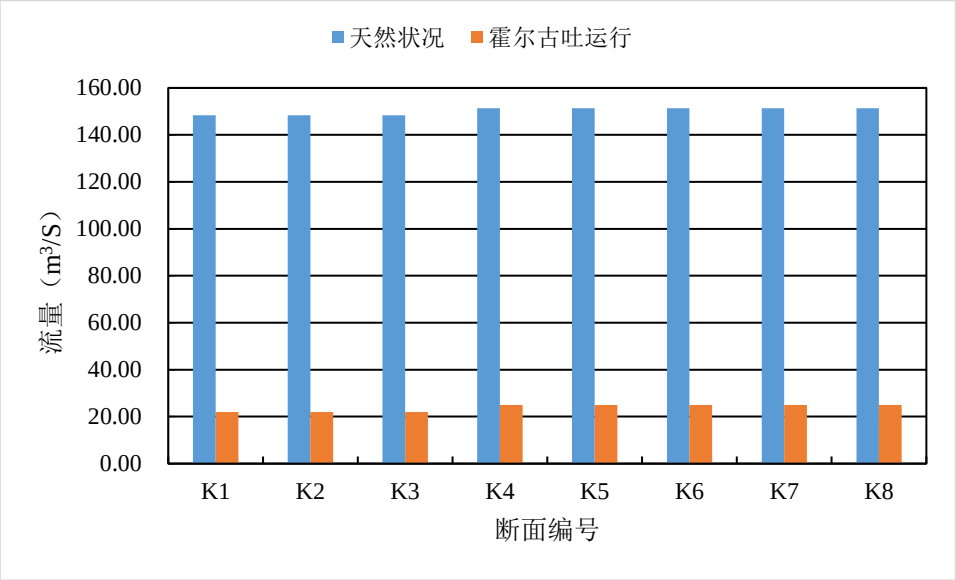


图 5.1.2-22 平水年 7 月减水河段各断面流量变化对比图

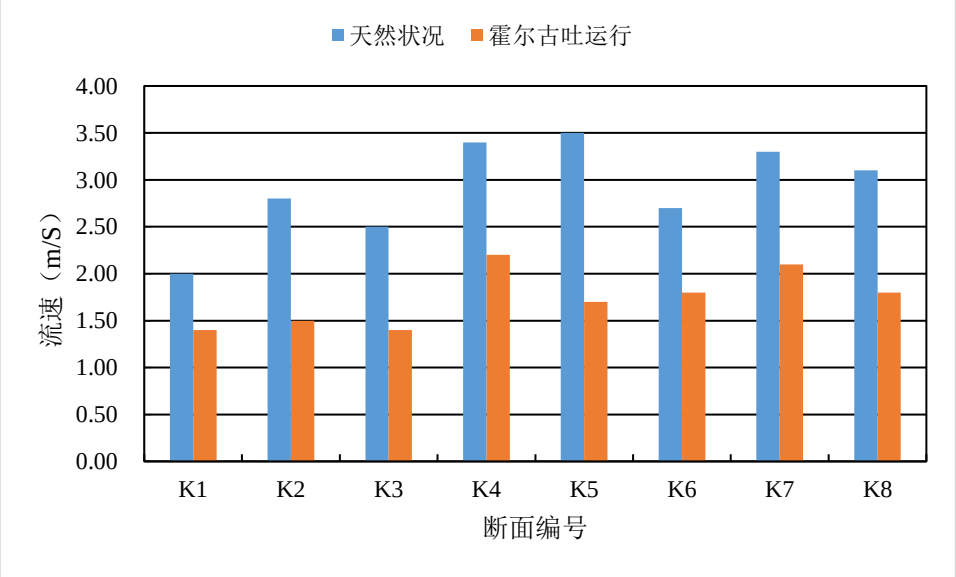


图 5.1.2-23 平水年 7 月减水河段各断面平均流速变化对比图

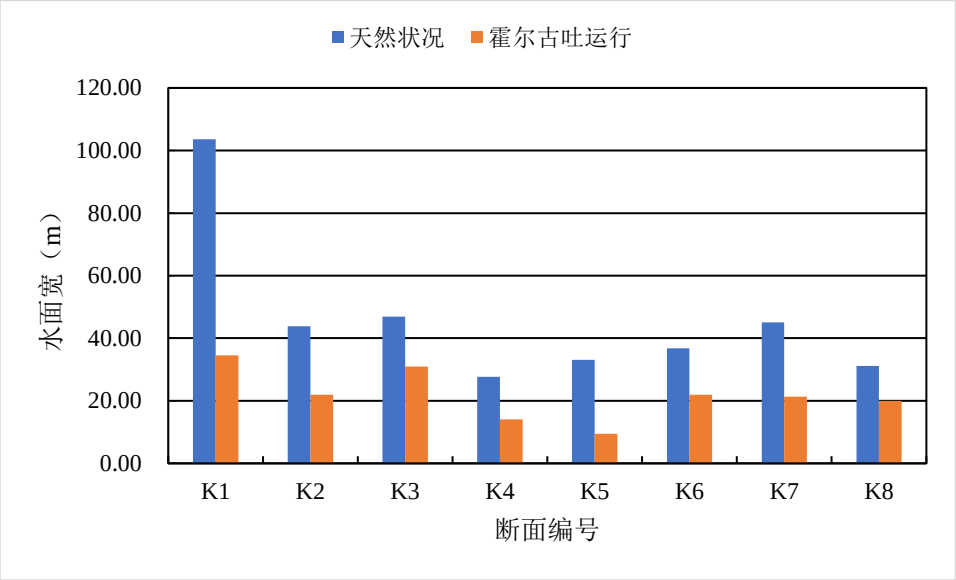


图 5.1.2-24 平水年 7 月减水河段各断面水面宽变化对比图

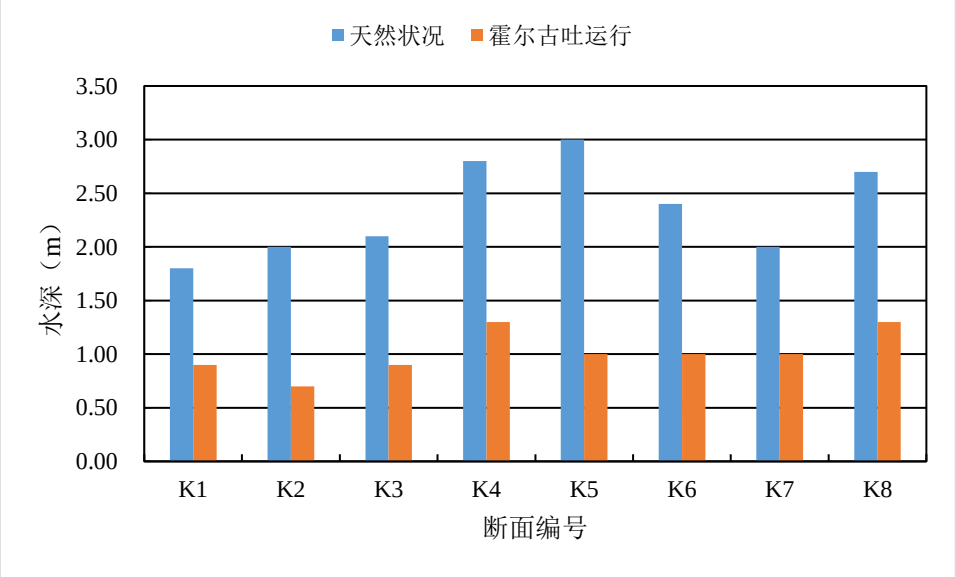


图 5.1.2-25 平水年 7 月减水河段各断面最大水深变化对比图

从表 5.1.2-8 和图 5.1.2-22～图 5.1.2-25 可以看出，霍尔古吐水电站运行后，与天然情况相比，各断面流量、流速、水面宽及最大水深都有所减小。其中，K5 断面平均流速降幅最大，减少了 1.8m/s；K1 断面水面宽降幅最大，减少了 69.1m；K5 断面最大水深降幅最大，均减少了 2.0m。

5.1.2.3 厂房尾水河段水文情势预测分析

（1）预测断面选取

根据霍尔古吐水电站工程的布置方式，为分析预测霍尔古吐水电站运行对厂房尾水河段水文情势的影响，维护工程下游河段生态环境的完好性，本次环评在霍尔古吐水电站厂房尾水河段从上至下选择 2 个代表断面进行水文情势影响预

测。各代表断面地理位置见表 5.1.2-9、图 5.1.2-26。

表 5.1.2-9 霍尔古吐水电站厂房尾水河段代表性断面特性表

断面编号	与霍尔古吐厂房尾水间距离（m）
KCF1	100
KCF2	4881



图 5.1.2-26 霍尔古吐水电站厂房尾水河段代表性断面分布图

（2）预测工况及预测参数分析

考虑较不利的平水年和枯水年的 1 月、5 月和 7 月的典型日调节过程，重点对 KCF1、KCF2 断面的流量、流速、水面宽、最大水深等水力特性参数的变化进行预测分析。

（3）预测结果分析

1）枯水年 1 月

a）KCF1 断面

枯水年 1 月天然情况、霍尔古吐水电站典型日运行工况下，KCF1 断面流量、断面平均流速、水面宽、最大水深变化见图 5.1.2-27～5.1.2-30。

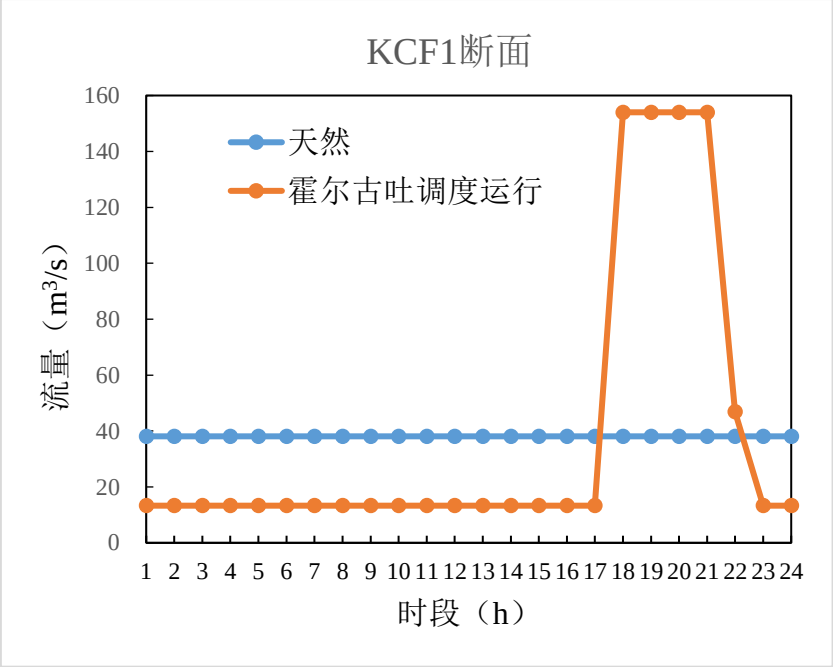


图 5.1.2-27 枯水年 1 月 KCF1 断面流量日内变化

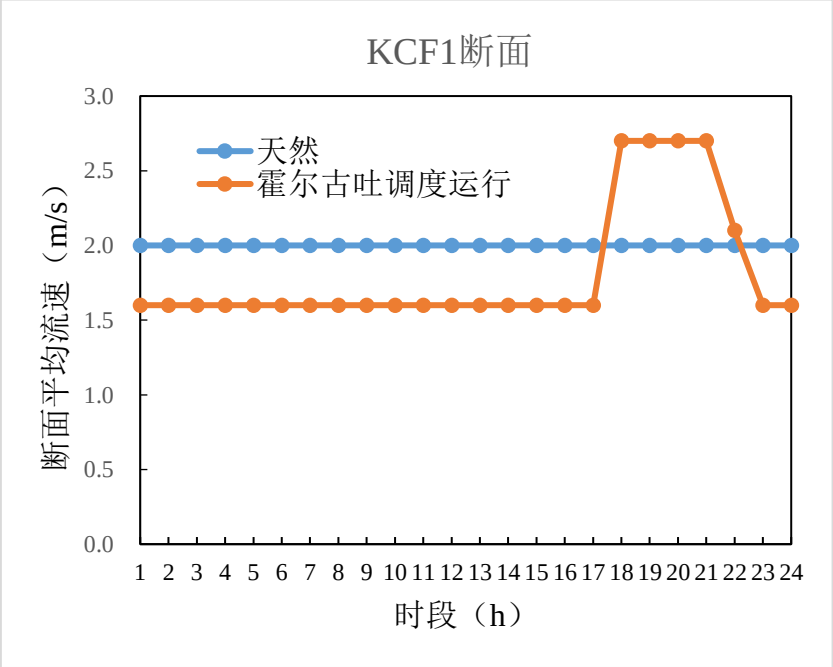


图 5.1.2-28 枯水年 1 月 KCF1 断面平均流速日内变化

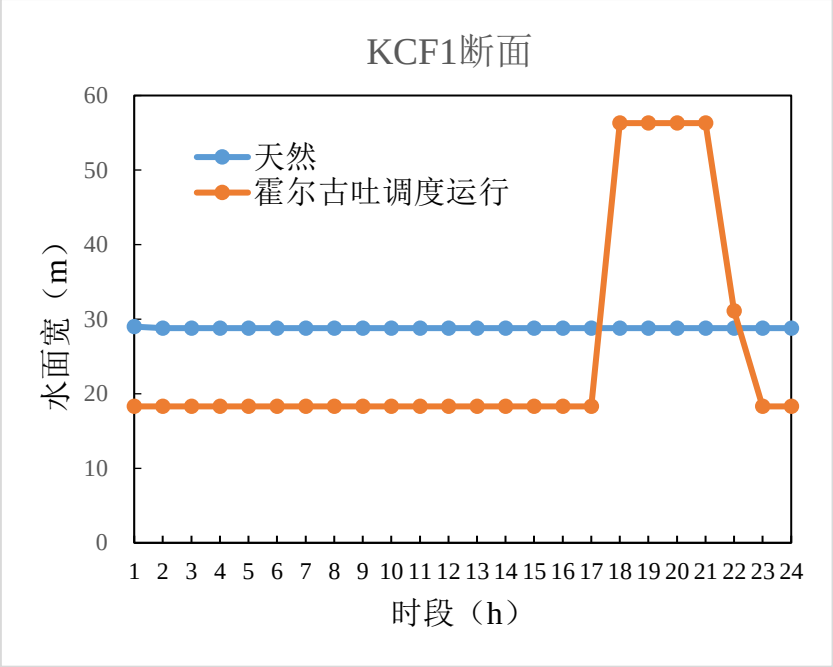


图 5.1.2-29 枯水年 1 月 KCF1 断面最大水深日内变化

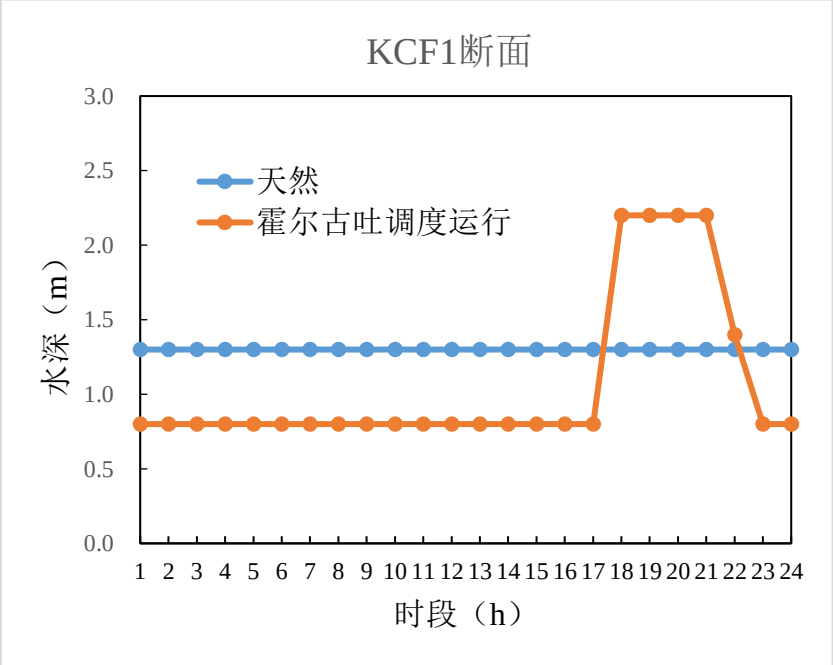


图 5.1.2-30 枯水年 1 月 KCF1 断面水面宽日内变化

从图中可以看出，霍尔古吐水电站运行时，枯水年 1 月 KCF1 断面流量相比天然情况最大涨幅为 115.9m^3/s，最大降幅为 24.4m^3/s；断面平均流速最大涨幅为 0.7m/s，最大降幅为 0.4m/s；水面宽最大涨幅是 27.5m，最大降幅为 10.5m；最大水深最大涨幅为 0.9m，最大降幅为 0.5m。

霍尔古吐水电站运行时，枯水年 1 月 KCF1 断面流量小时间最大涨幅为 140.3m^3/s，小时间最大降幅为 107.1m^3/s；断面平均流速小时间最大涨幅为

1.1m/s，小时间最大降幅为 0.6m/s；水面宽小时间最大涨幅是 38.0m，小时间最大降幅为 25.2m；最大水深小时间最大涨幅为 1.4m，最大降幅为 0.8m。

b）KCF2 断面

枯水年 1 月天然情况、霍尔古吐水电站典型日运行工况下，KCF2 断面流量、断面平均流速、水面宽、最大水深变化见图 5.1.2-31～5.1.2-34。

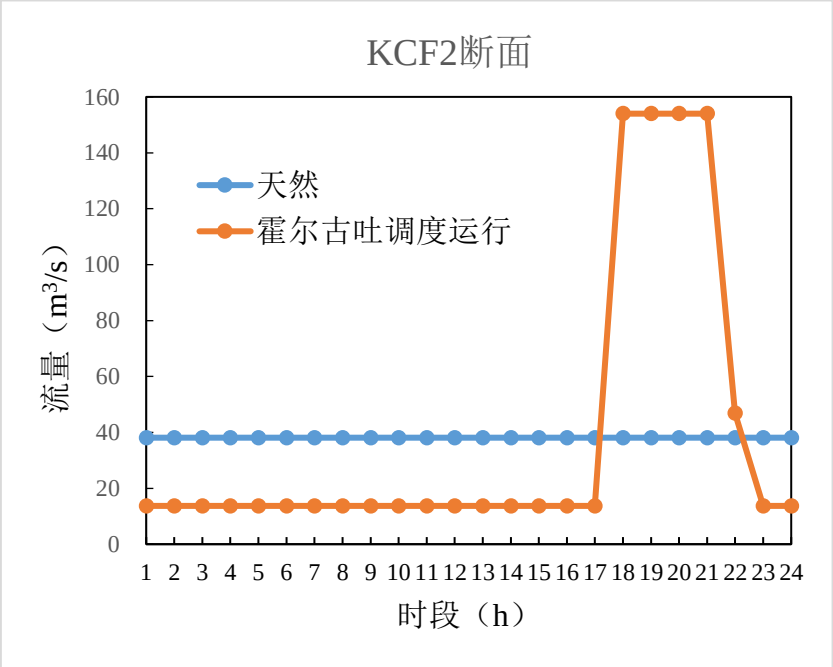


图 5.1.2-31 枯水年 1 月 KCF2 断面流量日内变化

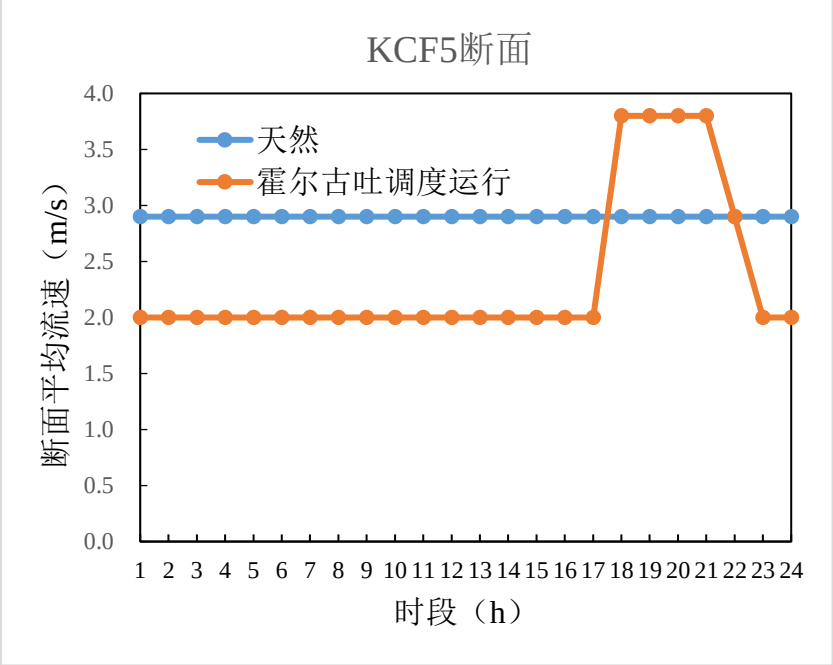


图 5.1.2-32 枯水年 1 月 KCF2 断面平均流速日内变化

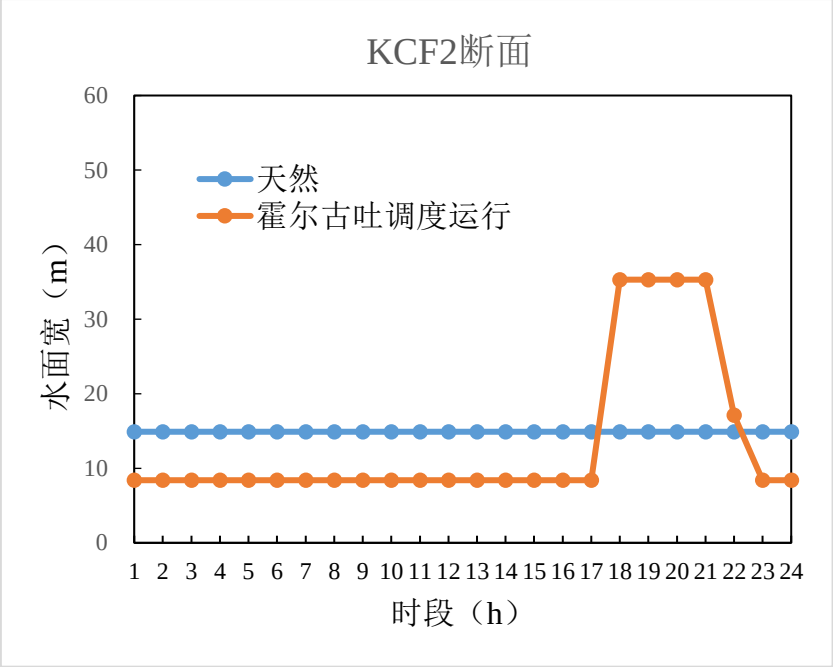


图 5.1.2-33 枯水年 1 月 KCF2 断面最大水深日内变化

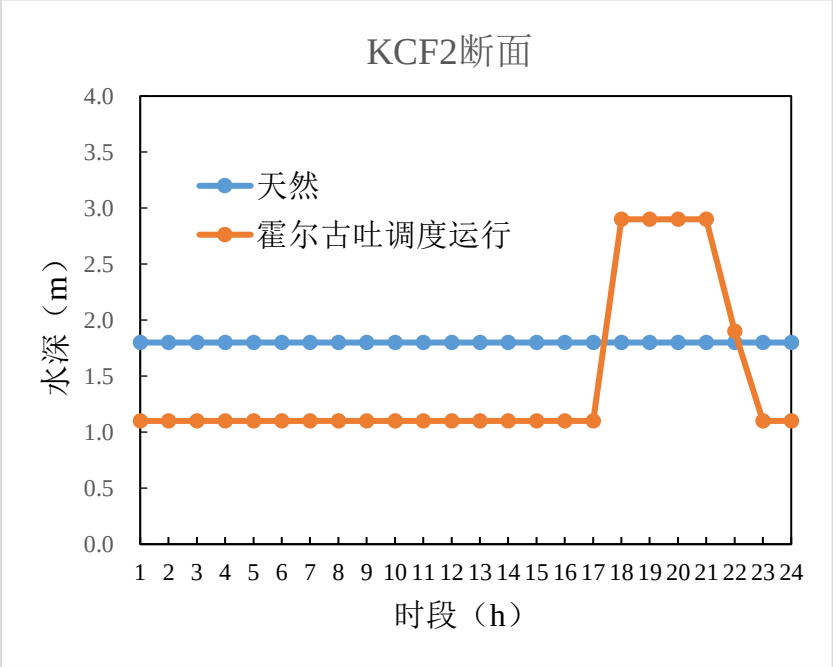


图 5.1.2-34 枯水年 1 月 KCF2 断面水面宽日内变化

从图中可以看出，霍尔古吐水电站运行时，枯水年 1 月 KCF2 断面流量相比天然情况最大涨幅为 115.9m^3/s，最大降幅为 24.4m^3/s；断面平均流速最大涨幅为 0.9m/s，最大降幅为 0.9m/s；水面宽最大涨幅是 20.4m，最大降幅为 6.5m；最大水深最大涨幅为 0.9m，最大降幅为 0.7m。

霍尔古吐水电站运行时，枯水年 1 月 KCF1 断面流量小时间最大涨幅为 140.3m^3/s，小时间最大降幅为 107.1m^3/s；断面平均流速小时间最大涨幅为

1.8m/s，小时间最大降幅为 0.9m/s；水面宽小时间最大涨幅是 26.9m，小时间最大降幅为 18.2m；最大水深小时间最大涨幅为 1.8m，最大降幅为 1.0m。

2）枯水年 5 月

a）KCF1 断面

枯水年 5 月天然情况、霍尔古吐水电站典型日运行工况下，KCF1 断面流量、断面平均流速、水面宽、最大水深变化见图 5.1.2-35～5.1.2-38。

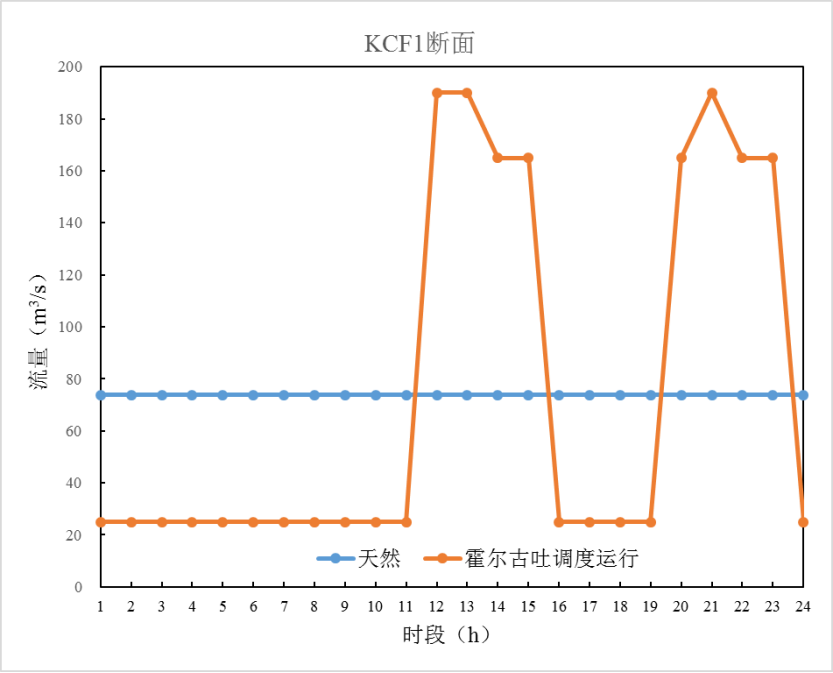


图 5.1.2-35 枯水年 5 月 KCF1 断面流量日内变化

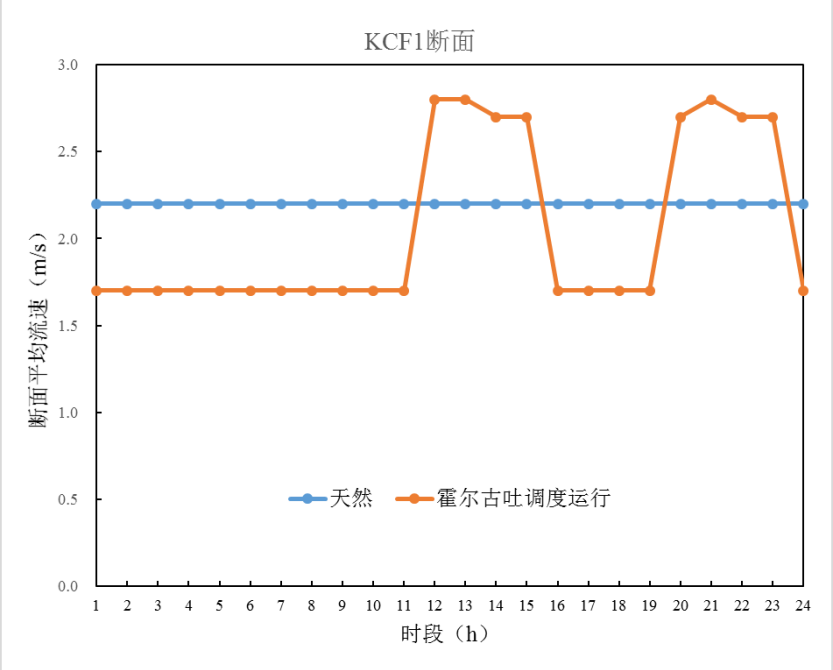


图 5.1.2-36 枯水年 5 月 KCF1 断面平均流速日内变化

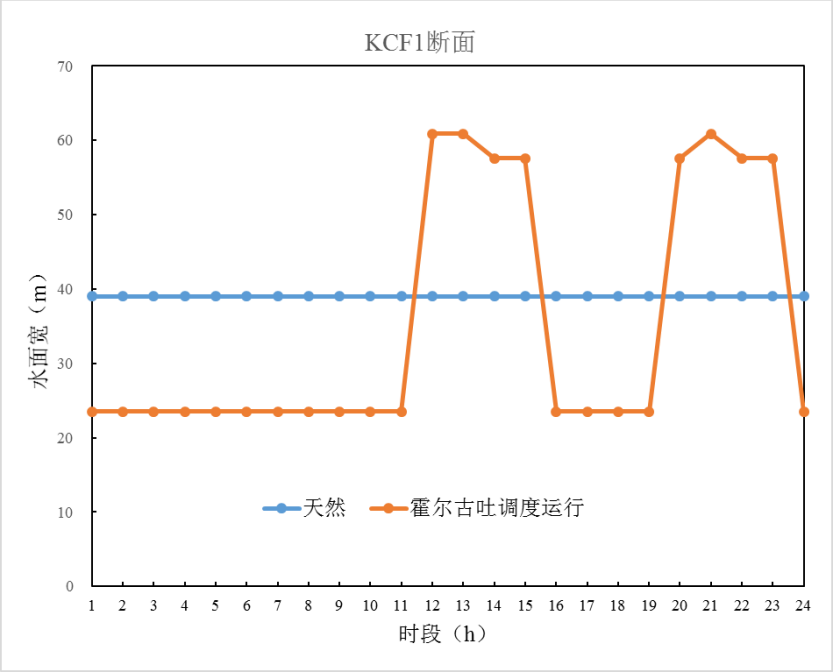


图 5.1.2-37 枯水年 5 月 KCF1 断面最大水深日内变化

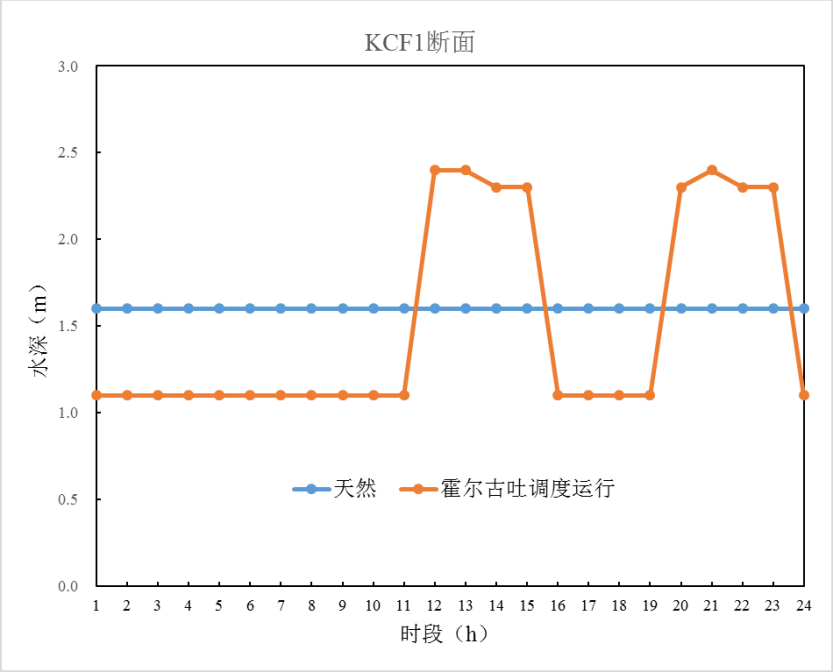


图 5.1.2-38 枯水年 5 月 KCF1 断面水面宽日内变化

从图中可以看出，霍尔古吐水电站运行时，枯水年 5 月 KCF1 断面流量相比天然情况最大涨幅为 116.3m^3/s，最大降幅为 48.8m^3/s；断面平均流速最大涨幅为 0.6m/s，最大降幅为 0.5m/s；水面宽最大涨幅是 21.9m，最大降幅为 15.5m；最大水深最大涨幅为 0.8m，最大降幅为 0.5m。

霍尔古吐水电站运行时，枯水年 5 月 KCF1 断面流量小时间最大涨幅为 165.1m^3/s，小时间最大降幅为 139.9m^3/s；断面平均流速小时间最大涨幅为

1.1m/s，小时间最大降幅为 1.0m/s；水面宽小时间最大涨幅是 37.4m，小时间最大降幅为 34.1m；最大水深小时间最大涨幅为 1.3m，最大降幅为 1.2m。

b）KCF2 断面

枯水年 5 月天然情况、霍尔古吐水电站典型日运行工况下，KCF2 断面流量、断面平均流速、水面宽、最大水深变化见图 5.1.2-39～5.1.2-42。

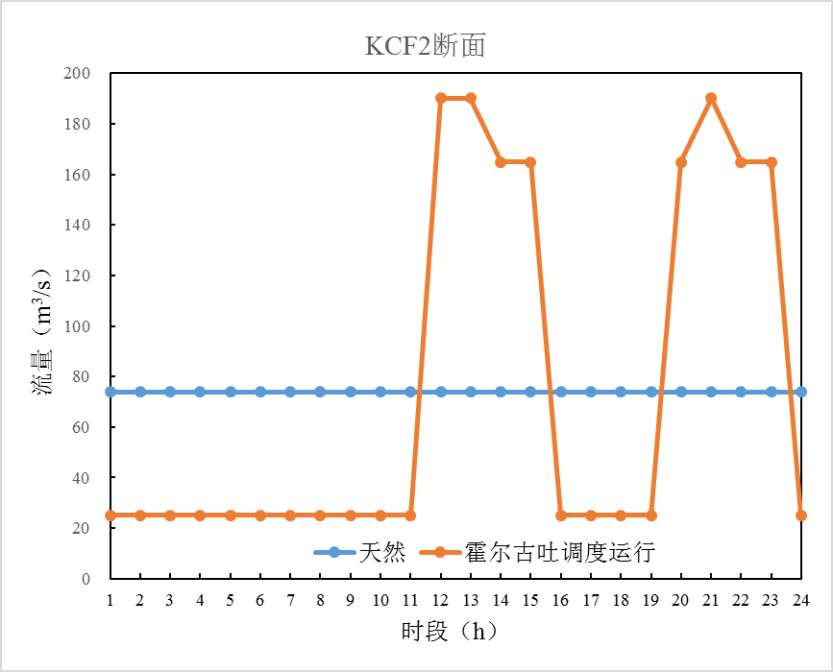


图 5.1.2-39 枯水年 5 月 KCF2 断面流量日内变化

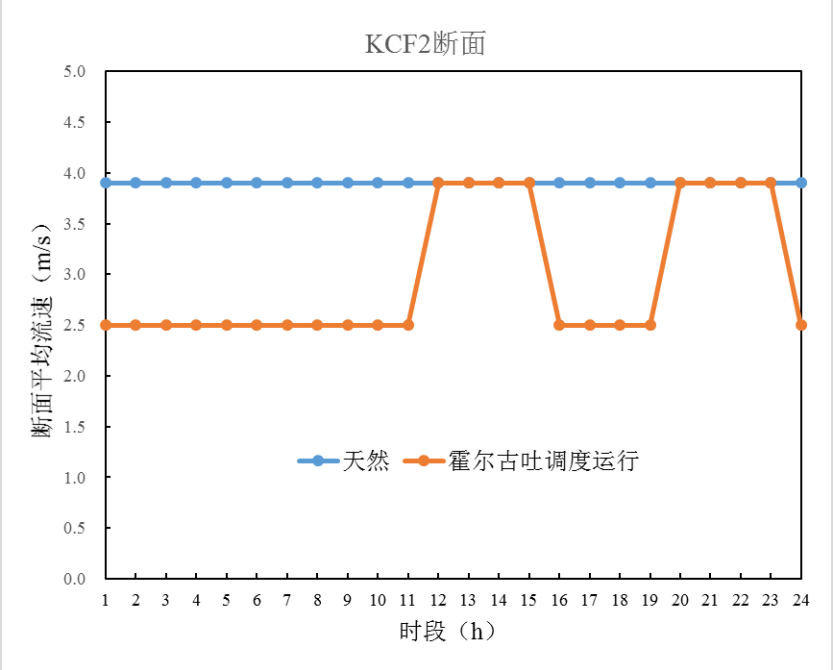


图 5.1.2-40 枯水年 5 月 KCF2 断面平均流速日内变化

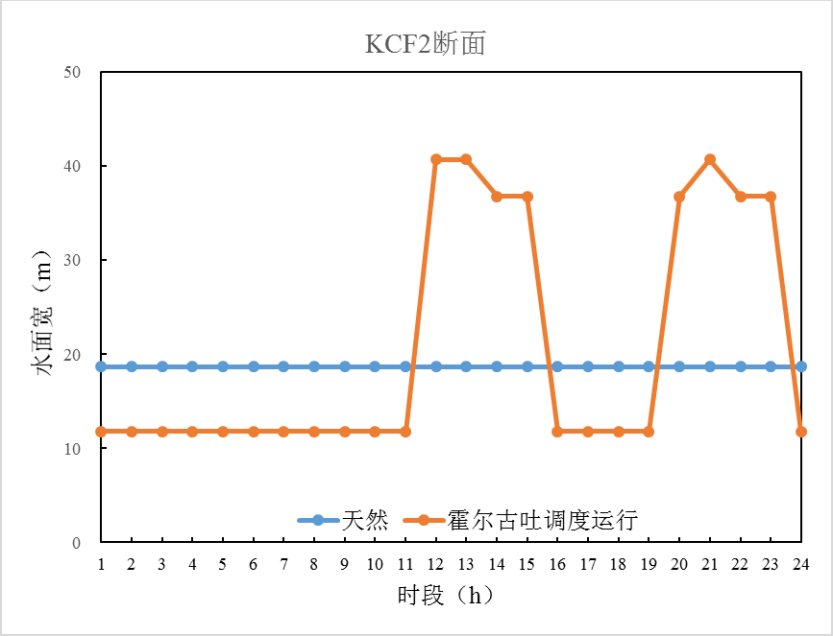


图 5.1.2-41 枯水年 5 月 KCF2 断面最大水深日内变化

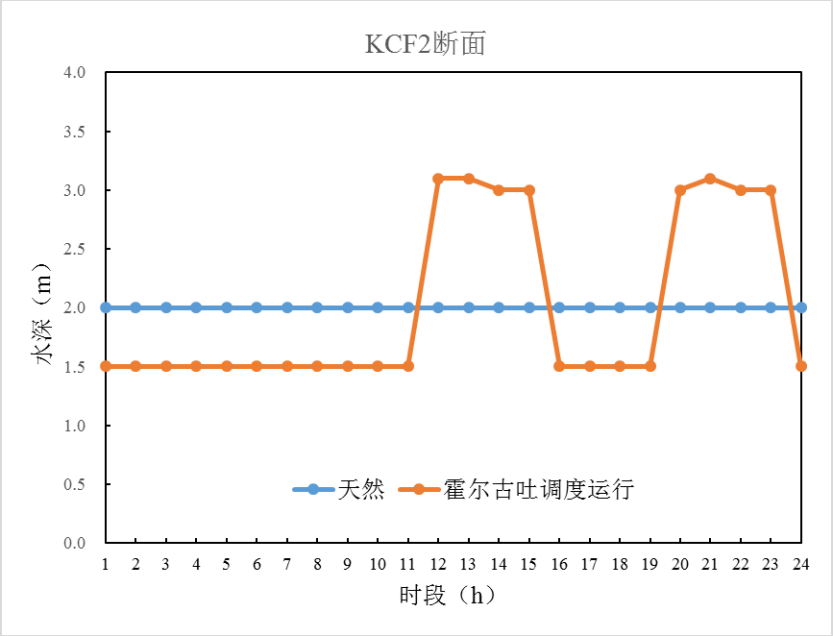


图 5.1.2-42 枯水年 5 月 KCF2 断面水面宽日内变化

从图中可以看出，霍尔古吐水电站运行时，枯水年 5 月 KCF2 断面流量相比天然情况最大涨幅为 116.3m^3/s，最大降幅为 48.8m^3/s；断面平均流速最大值与天然情况相同，最大降幅为 1.4m/s；水面宽最大涨幅是 22m，最大降幅为 7m；最大水深最大涨幅为 1.1m，最大降幅为 0.5m。

霍尔古吐水电站运行时，枯水年 5 月 KCF1 断面流量小时间最大涨幅为 165.1m^3/s，小时间最大降幅为 139.9m^3/s；断面平均流速小时间最大涨幅为 1.4m/s，小时间最大降幅为 1.4m/s；水面宽小时间最大涨幅是 28.9m，小时间最

大降幅为 25m；最大水深小时间最大涨幅为 1.6m，最大降幅为 1.5m。

3）枯水年 7 月

a）KCF1 断面

枯水年 7 月天然情况、霍尔古吐水电站典型日运行工况下，KCF1 断面流量、断面平均流速、水面宽、最大水深变化见图 5.1.2-43～5.1.2-46。

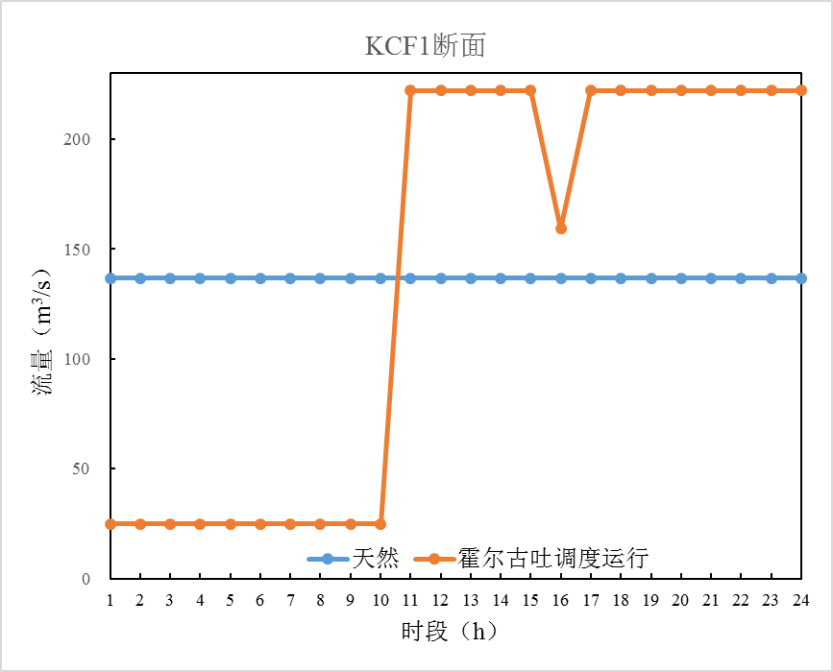


图 5.1.2-43 枯水年 7 月 KCF1 断面流量日内变化

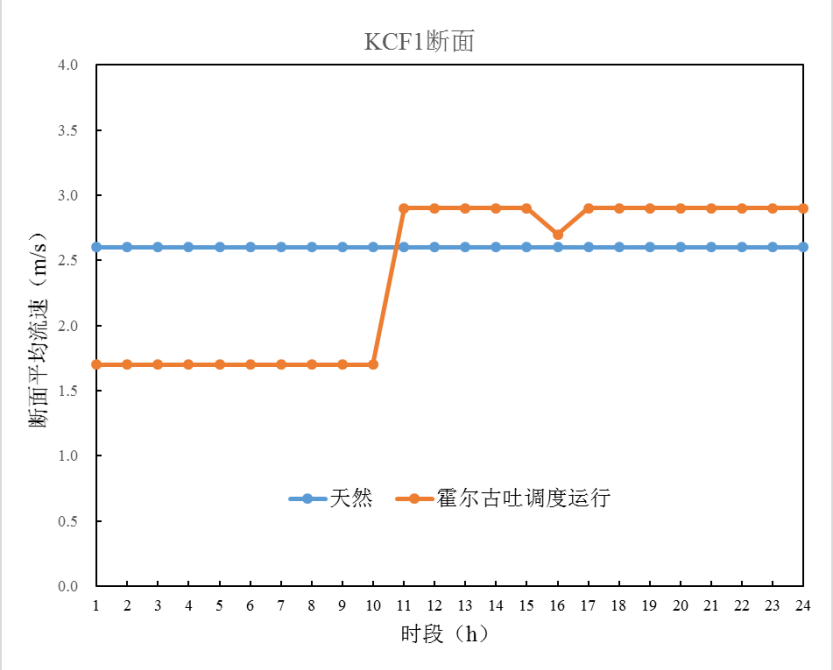


图 5.1.2-44 枯水年 7 月 KCF1 断面平均流速日内变化

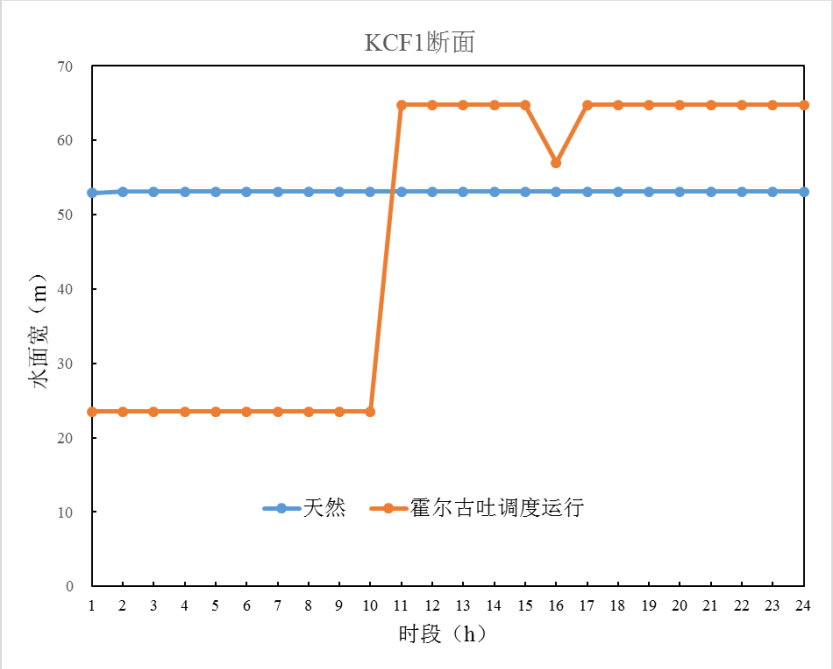


图 5.1.2-45 枯水年 7 月 KCF1 断面最大水深日内变化

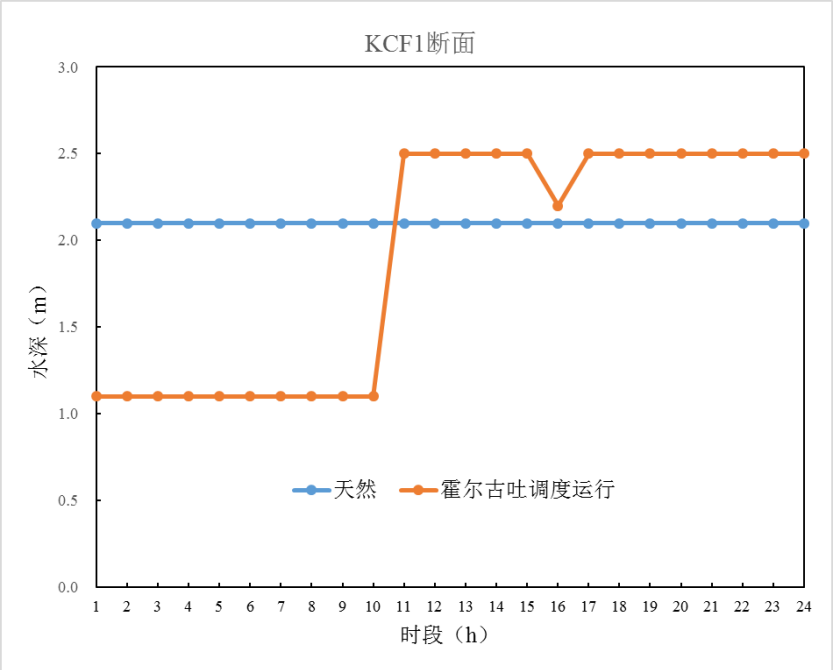


图 5.1.2-46 枯水年 7 月 KCF1 断面水面宽日内变化

从图中可以看出，霍尔古吐水电站运行时，枯水年 7 月 KCF1 断面流量相比天然情况最大涨幅为 85.3m^3/s，最大降幅为 111.8m^3/s；断面平均流速最大涨幅为 0.3m/s，最大降幅为 0.9m/s；水面宽最大涨幅是 11.7m，最大降幅为 29.6m；最大水深最大涨幅为 0.4m，最大降幅为 1.0m。

霍尔古吐水电站运行时，枯水年 7 月 KCF1 断面流量小时间最大涨幅为 197.1m^3/s，小时间最大降幅为 62.8m^3/s；断面平均流速小时间最大涨幅为 1.2m/s，

小时间最大降幅为 0.2m/s；水面宽小时间最大涨幅是 41.3m，小时间最大降幅为 7.8m；最大水深小时间最大涨幅为 1.4m，最大降幅为 0.3m。

b）KCF2 断面

枯水年 7 月天然情况、霍尔古吐水电站典型日运行工况下，KCF2 断面流量、断面平均流速、水面宽、最大水深变化见图 5.1.2-47～5.1.2-50。

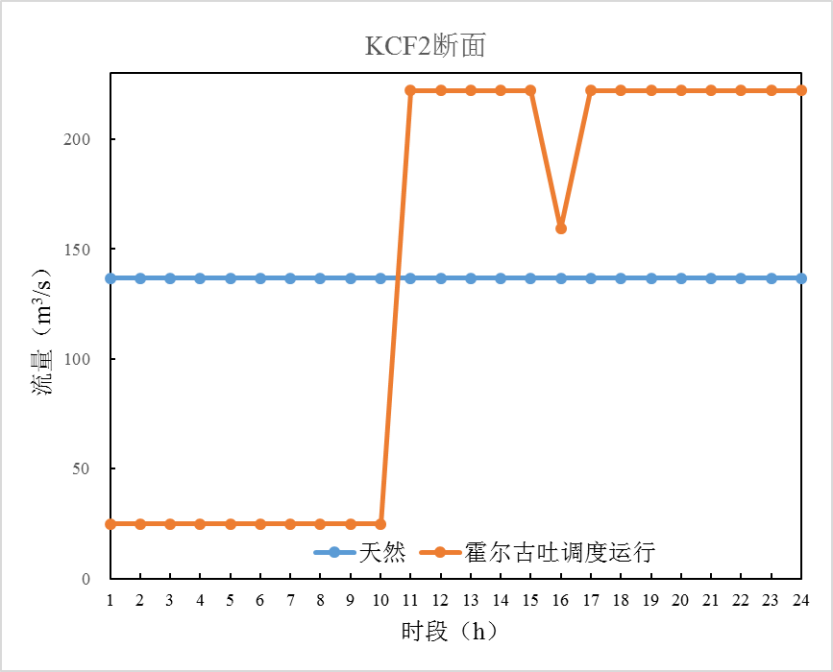


图 5.1.2-47 枯水年 7 月 KCF2 断面流量日内变化

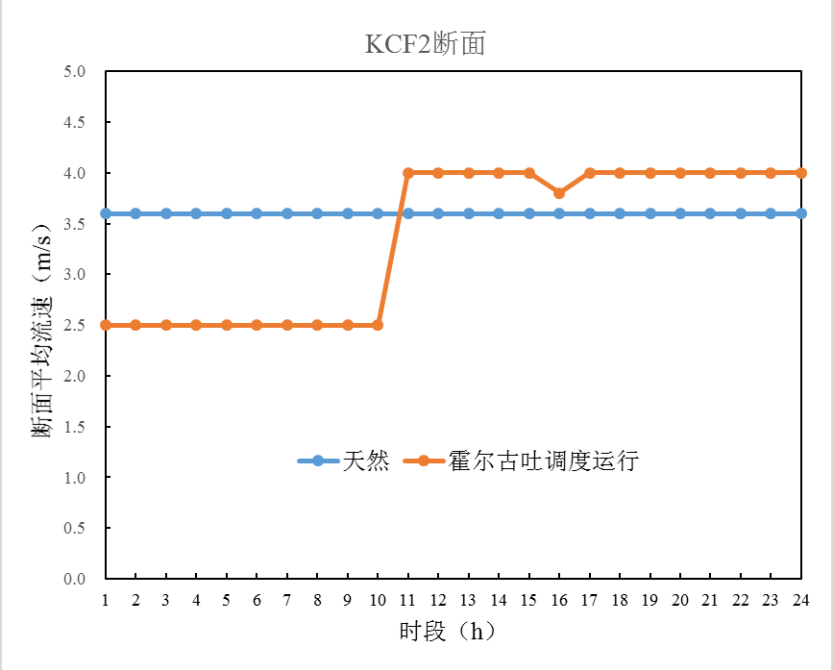


图 5.1.2-48 枯水年 7 月 KCF2 断面平均流速日内变化

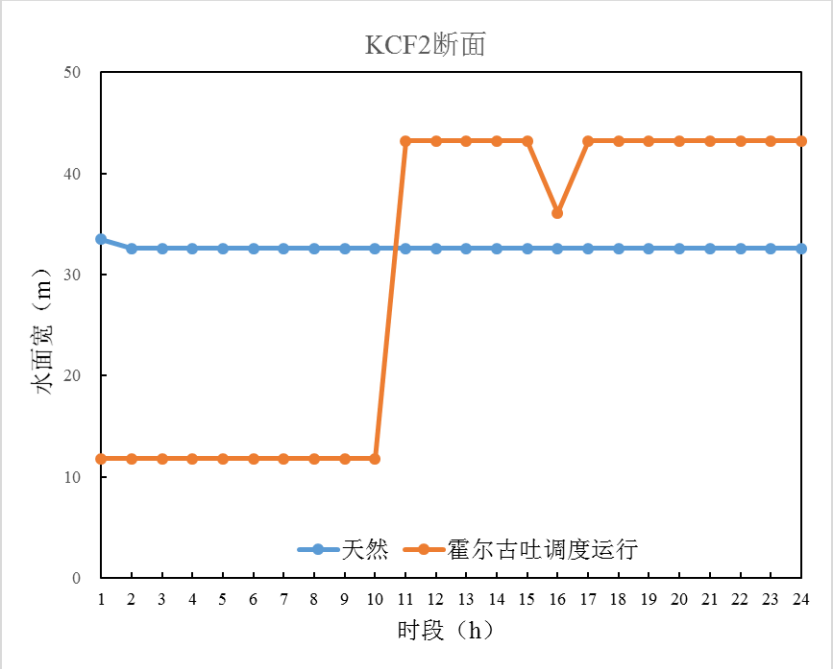


图 5.1.2-49 枯水年 7 月 KCF2 断面最大水深日内变化

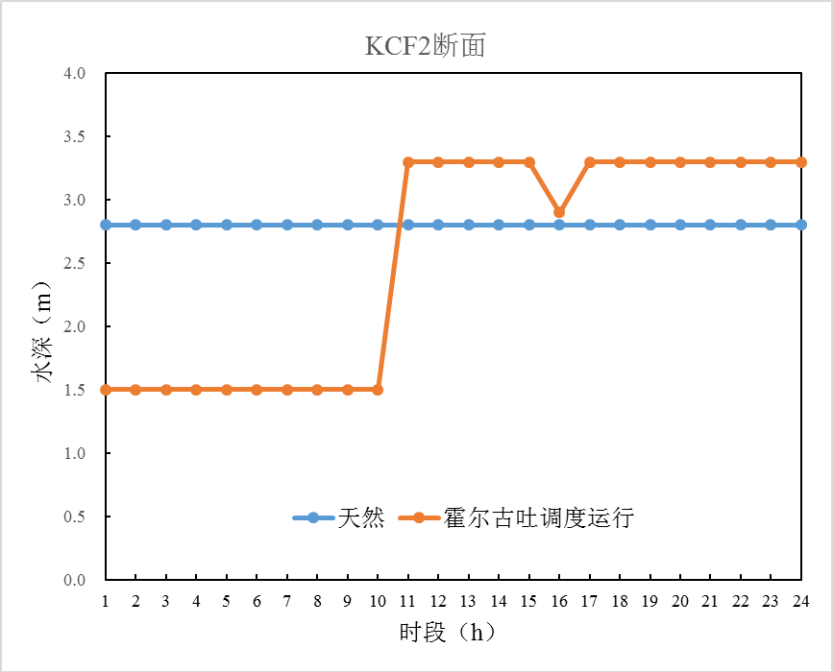


图 5.1.2-50 枯水年 7 月 KCF2 断面水面宽日内变化

从图中可以看出，霍尔古吐水电站运行时，枯水年 7 月 KCF2 断面流量相比天然情况最大涨幅为 85.3m^3/s，最大降幅为 111.8m^3/s；断面平均流速最大涨幅为 0.4m/s，最大降幅为 1.1m/s；水面宽最大涨幅是 10.6m，最大降幅为 20.8m；最大水深最大涨幅为 0.5m，最大降幅为 1.3m。

霍尔古吐水电站运行时，枯水年 7 月 KCF1 断面流量小时间最大涨幅为 197.1m^3/s，小时间最大降幅为 62.8m^3/s；断面平均流速小时间最大涨幅为 1.5m/s，

小时间最大降幅为 0.2m/s；水面宽小时间最大涨幅是 31.4m，小时间最大降幅为 7.1m；最大水深小时间最大涨幅为 0.8m，最大降幅为 0.4m。

4）平水年 1 月

a）KCF1 断面

平水年 1 月天然情况、霍尔古吐水电站典型日运行工况下，KCF1 断面流量、断面平均流速、水面宽、最大水深变化见图 5.1.2-51～5.1.2-54。

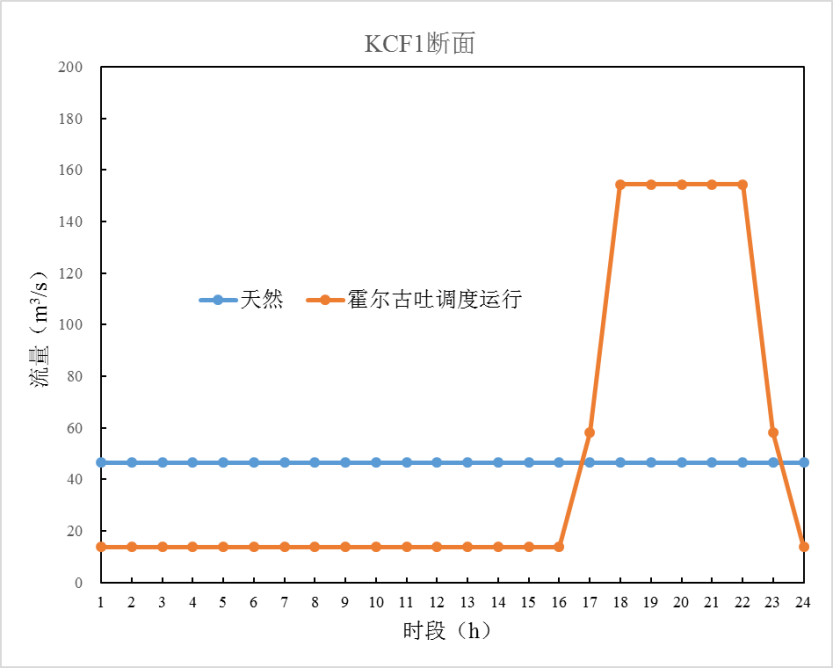


图 5.1.2-51 平水年 1 月 KCF1 断面流量日内变化

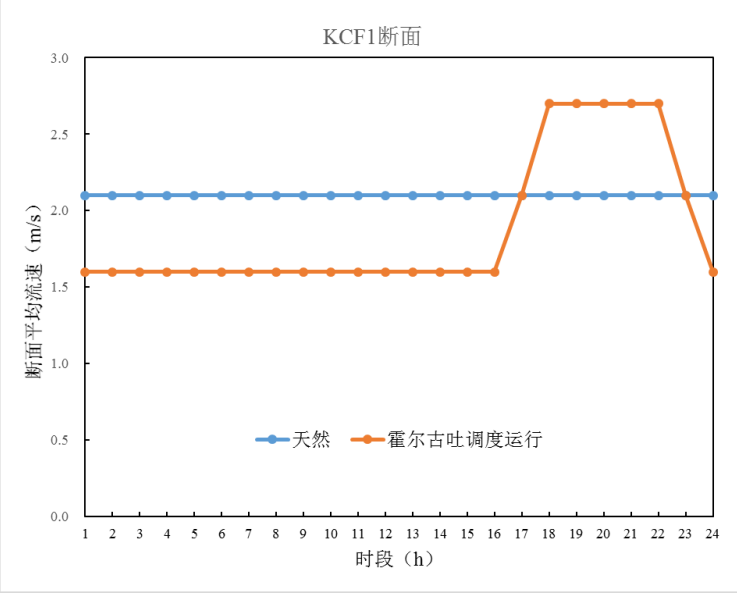


图 5.1.2-52 平水年 1 月 KCF1 断面平均流速日内变化

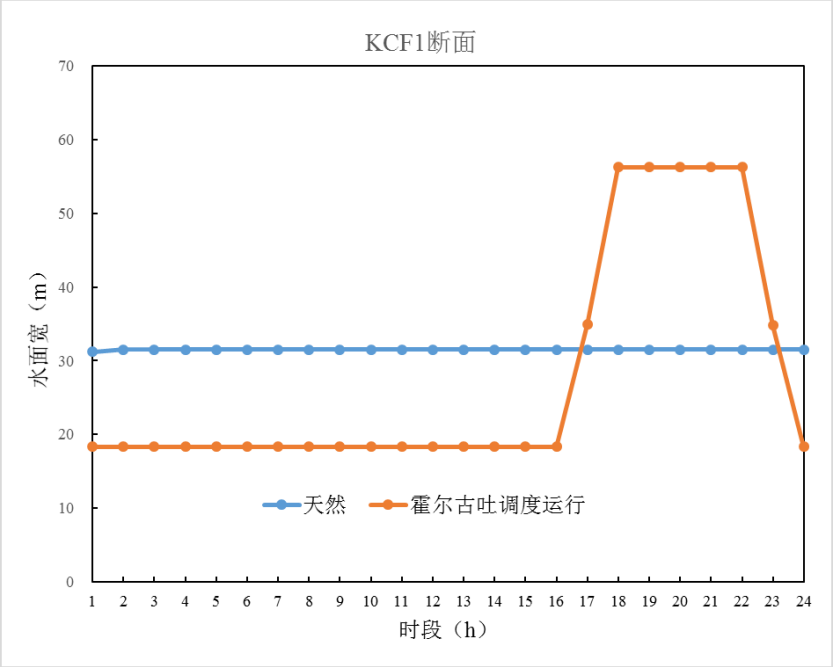


图 5.1.2-53 平水年 1 月 KCF1 断面最大水深日内变化

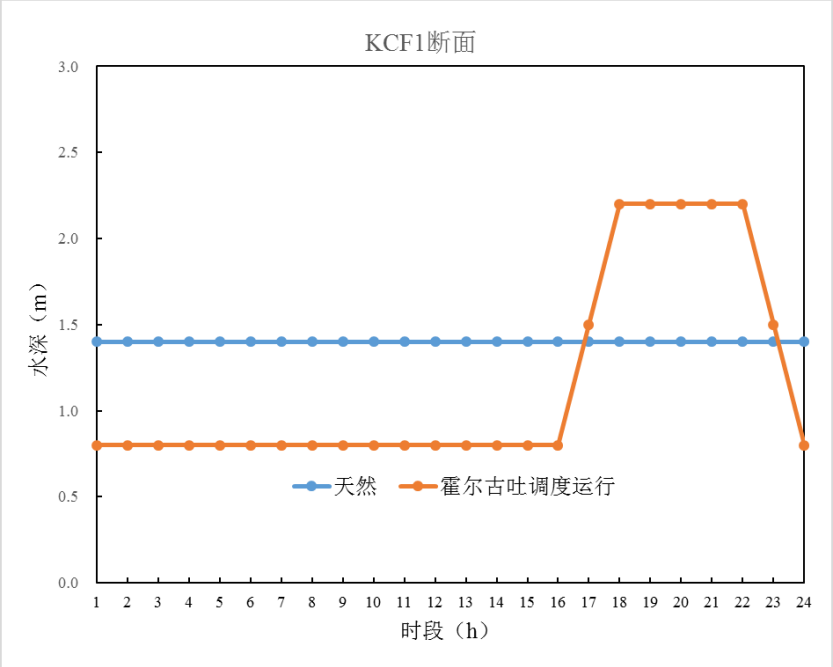


图 5.1.2-54 平水年 1 月 KCF1 断面水面宽日内变化

从图中可以看出，霍尔古吐水电站运行时，平水年 1 月 KCF1 断面流量相比天然情况最大涨幅为 108m^3/s，最大降幅为 32.7m^3/s；断面平均流速最大涨幅为 0.6m/s，最大降幅为 0.5m/s；水面宽最大涨幅是 24.8m，最大降幅为 13.2m；最大水深最大涨幅为 0.8m，最大降幅为 0.6m。

霍尔古吐水电站运行时，平水年 1 月 KCF1 断面流量小时间最大涨幅为 96.1m^3/s，小时间最大降幅为 96.1m^3/s；断面平均流速小时间最大涨幅为 0.6m/s，

小时间最大降幅为 0.6m/s；水面宽小时间最大涨幅是 21.4m，小时间最大降幅为 21.4m；最大水深小时间最大涨幅为 0.7m，最大降幅为 0.7m。

b）KCF2 断面

平水年 1 月天然情况、霍尔古吐水电站典型日运行工况下，KCF2 断面流量、断面平均流速、水面宽、最大水深变化见图 5.1.2-55～5.1.2-58。

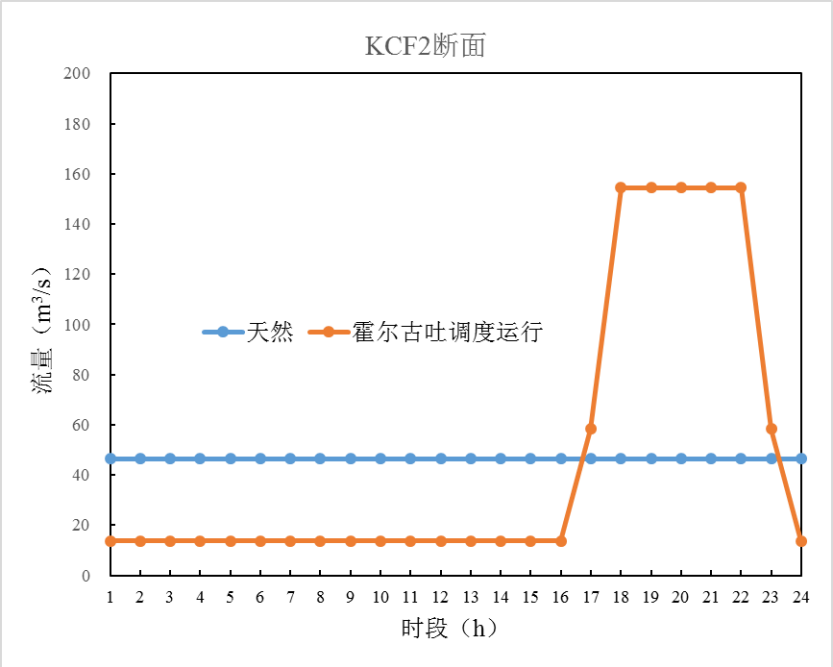


图 5.1.2-55 平水年 1 月 KCF2 断面流量日内变化

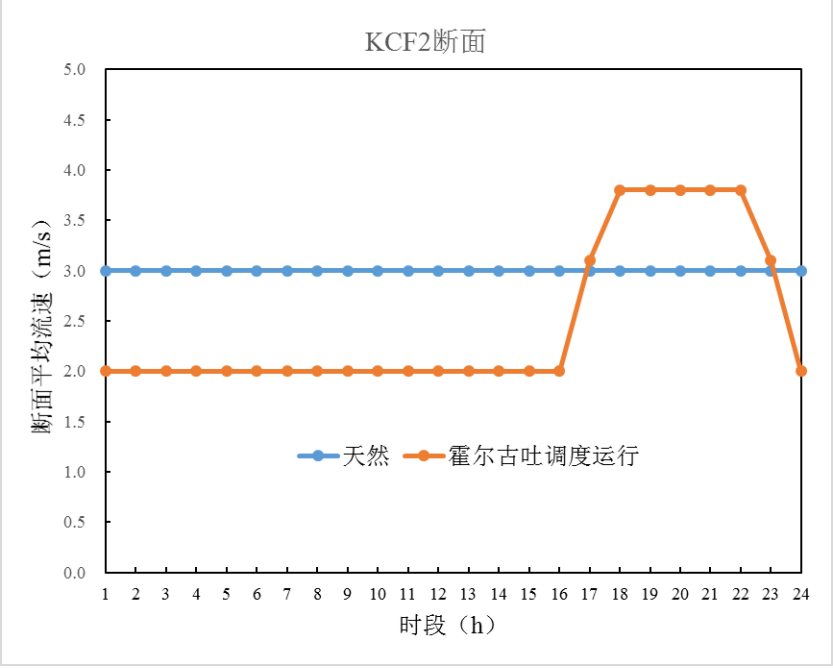


图 5.1.2-56 平水年 1 月 KCF2 断面平均流速日内变化

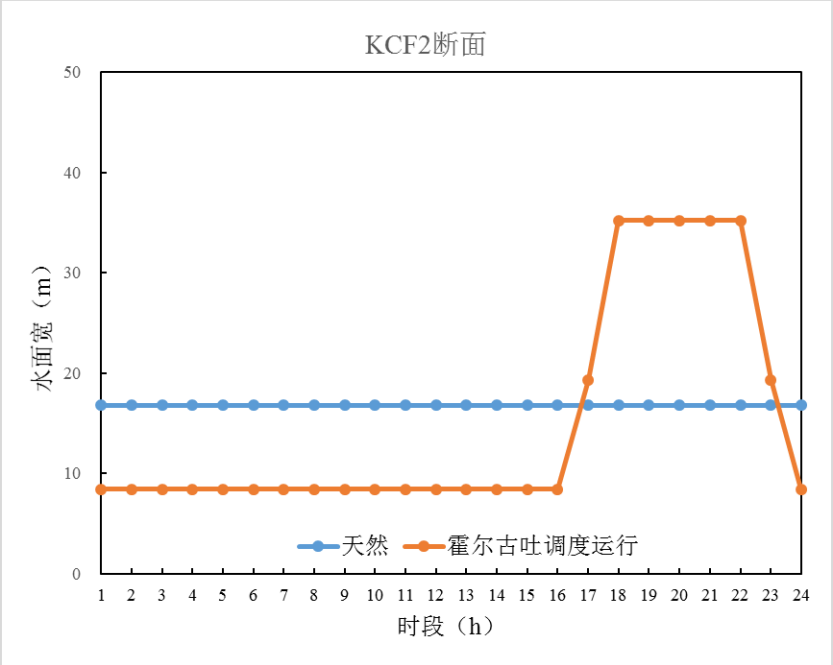


图 5.1.2-57 平水年 1 月 KCF2 断面最大水深日内变化

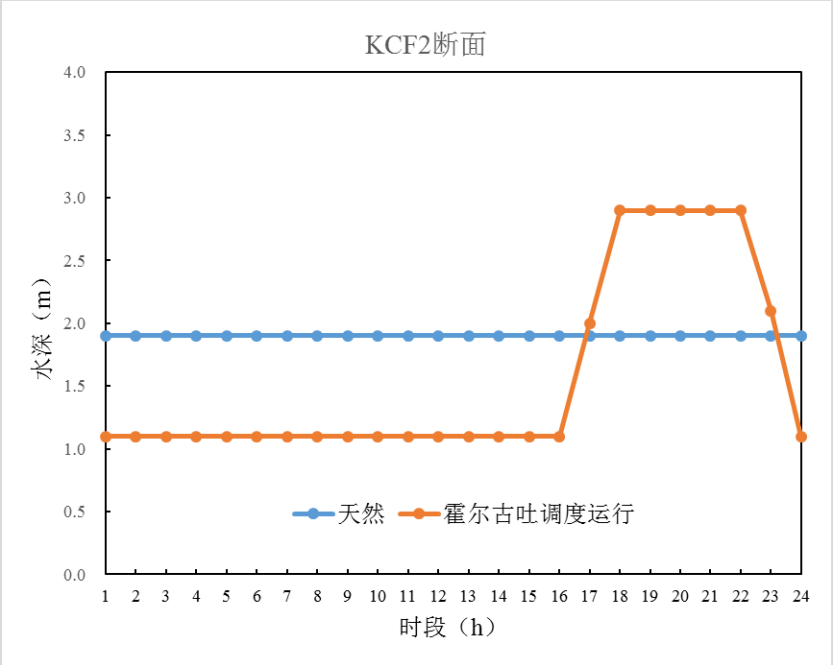


图 5.1.2-58 平水年 1 月 KCF2 断面水面宽日内变化

从图中可以看出，霍尔古吐水电站运行时，平水年 1 月 KCF2 断面流量相比天然情况最大涨幅为 108m^3/s，最大降幅为 32.7m^3/s；断面平均流速最大涨幅为 0.8m/s，最大降幅为 1.0m/s；水面宽最大涨幅是 18.4m，最大降幅为 8.4m；最大水深最大涨幅为 1.0m，最大降幅为 0.8m。

霍尔古吐水电站运行时，平水年 1 月 KCF2 断面流量小时间最大涨幅为 96.1m^3/s，小时间最大降幅为 96.1m^3/s；断面平均流速小时间最大涨幅为 1.1m/s，

小时间最大降幅为 1.1m/s；水面宽小时间最大涨幅是 15.9m，小时间最大降幅为 15.9m；最大水深小时间最大涨幅为 0.9m，最大降幅为 1.0m。

5）平水年 5 月

a）KCF1 断面

平水年 5 月天然情况、霍尔古吐水电站典型日运行工况下，KCF1 断面流量、断面平均流速、水面宽、最大水深变化见图 5.1.2-59～5.1.2-62。

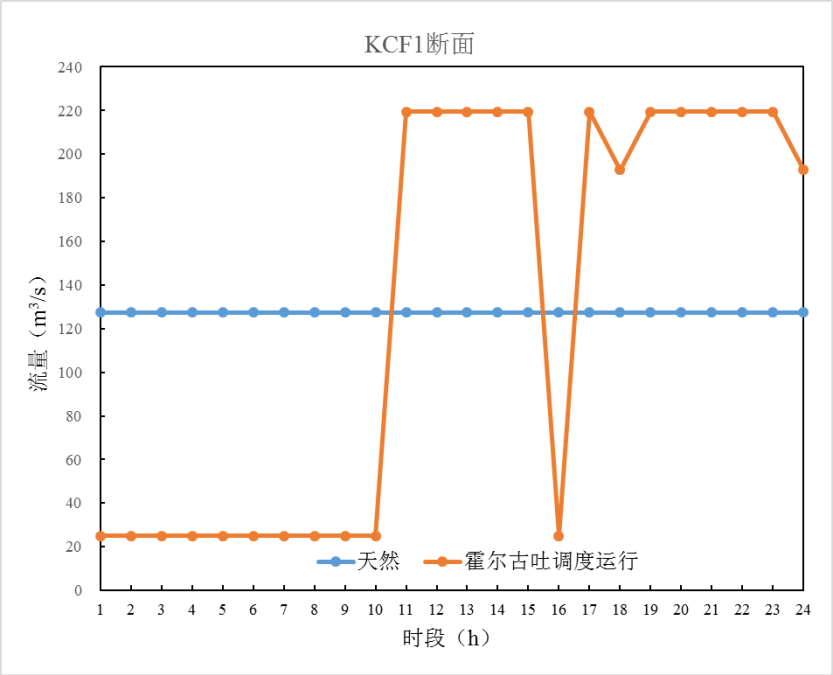


图 5.1.2-59 平水年 5 月 KCF1 断面流量日内变化

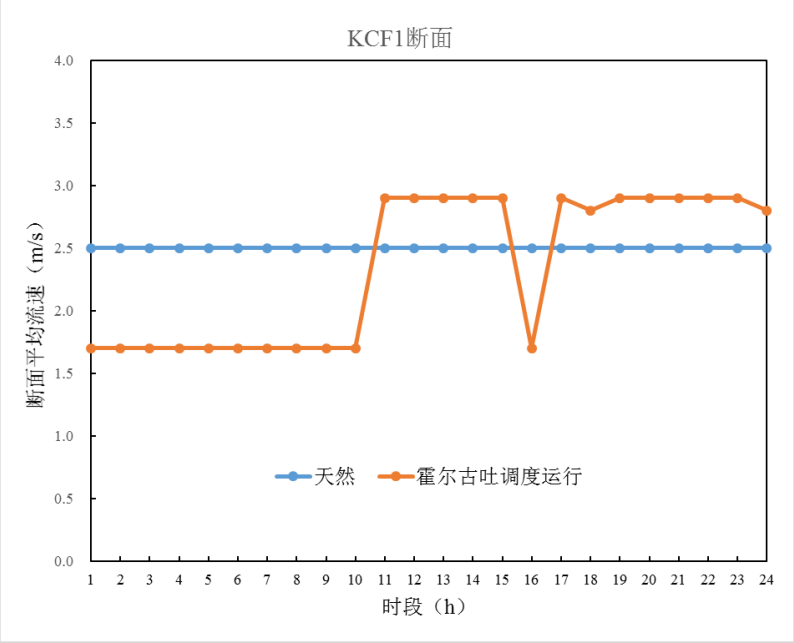


图 5.1.2-60 平水年 5 月 KCF1 断面平均流速日内变化

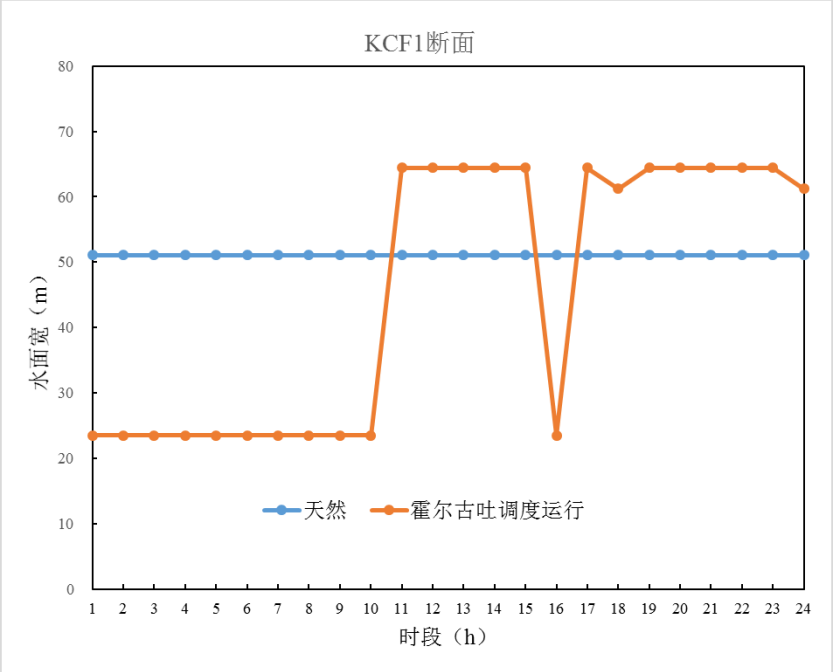


图 5.1.2-61 平水年 5 月 KCF1 断面最大水深日内变化

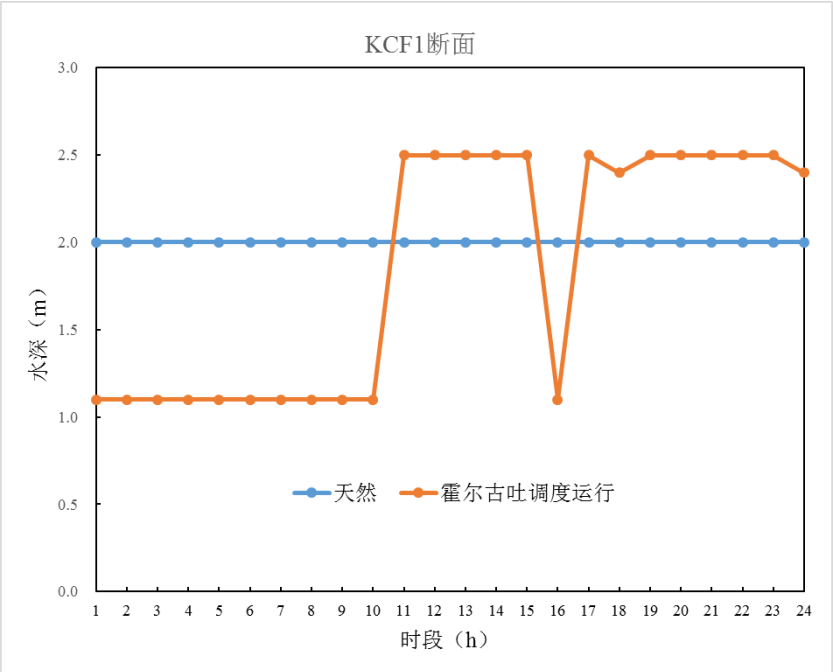


图 5.1.2-62 平水年 5 月 KCF1 断面水面宽日内变化

从图中可以看出，霍尔古吐水电站运行时，平水年 5 月 KCF1 断面流量相比天然情况最大涨幅为 92m^3/s，最大降幅为 102.4m^3/s；断面平均流速最大涨幅为 0.4m/s，最大降幅为 0.8m/s；水面宽最大涨幅是 13.3m，最大降幅为 27.6m；最大水深最大涨幅为 0.5m，最大降幅为 0.9m。

霍尔古吐水电站运行时，平水年 5 月 KCF1 断面流量小时间最大涨幅为 194.4m^3/s，小时间最大降幅为 194.4m^3/s；断面平均流速小时间最大涨幅为

1.2m/s，小时间最大降幅为 1.2m/s；水面宽小时间最大涨幅是 40.9m，小时间最大降幅为 40.9m；最大水深小时间最大涨幅为 1.4m，最大降幅为 1.4m。

b）KCF2 断面

平水年 5 月天然情况、霍尔古吐水电站典型日运行工况下，KCF2 断面流量、断面平均流速、水面宽、最大水深变化见图 5.1.2-63～5.1.2-66。

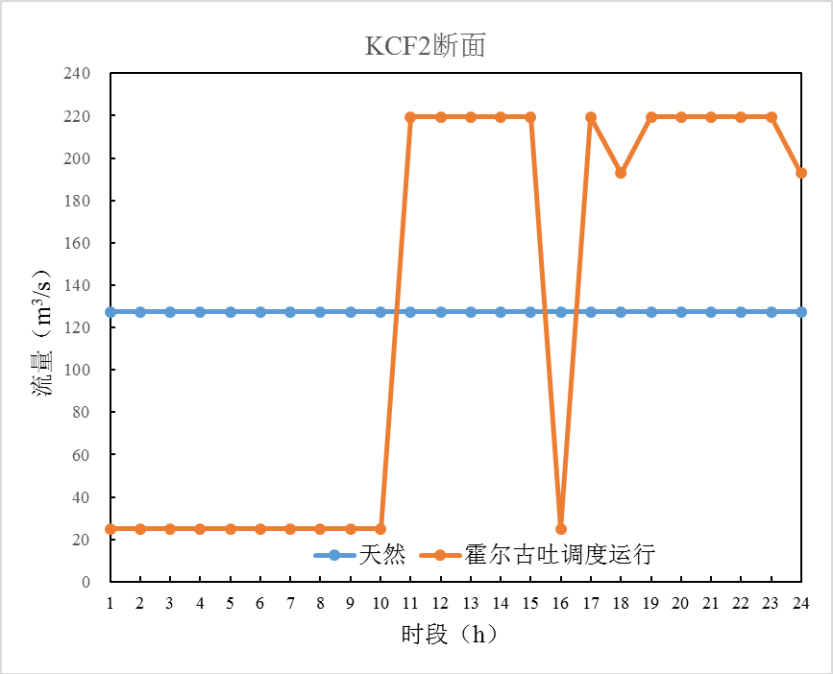


图 5.1.2-63 平水年 5 月 KCF2 断面流量日内变化

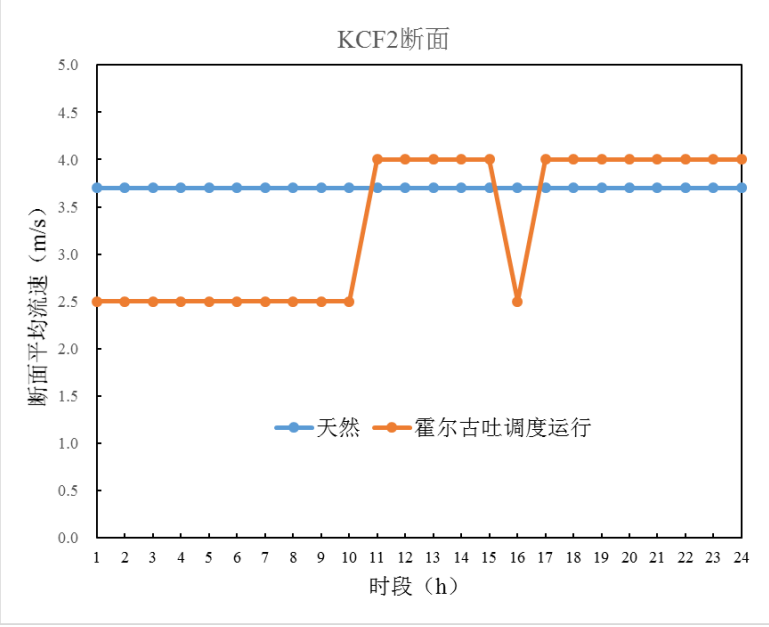


图 5.1.2-64 平水年 5 月 KCF2 断面平均流速日内变化

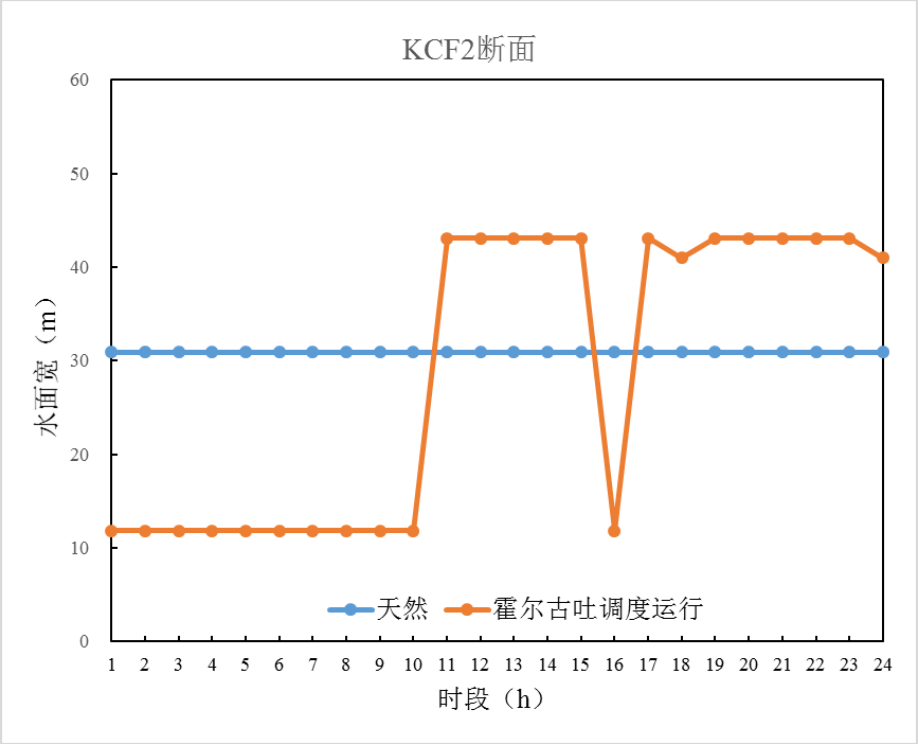


图 5.1.2-65 平水年 5 月 KCF2 断面最大水深日内变化

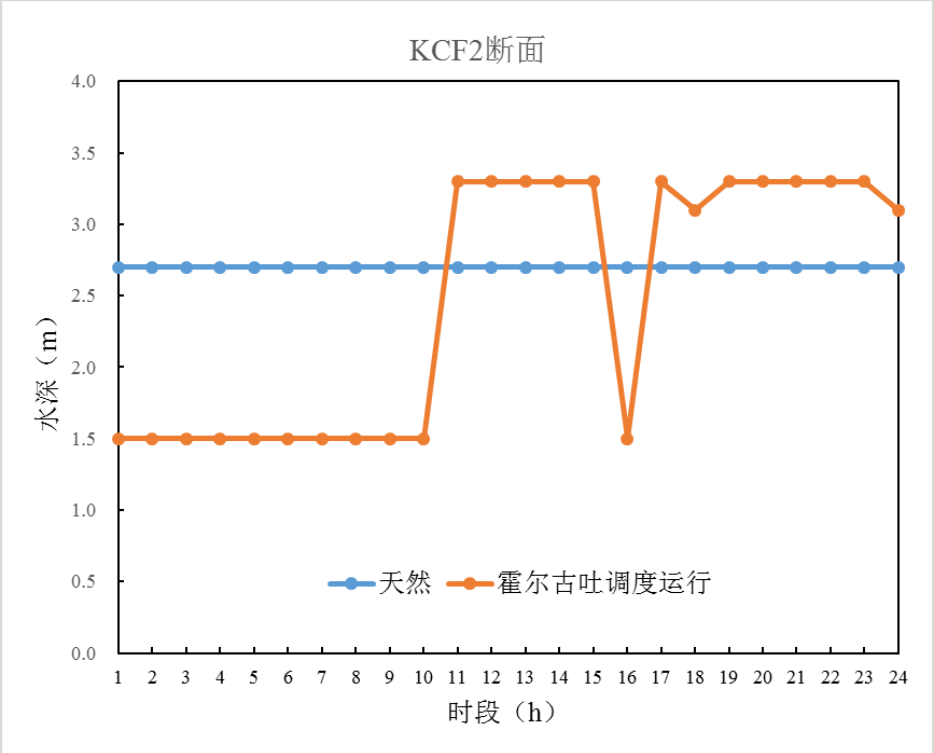


图 5.1.2-66 平水年 5 月 KCF2 断面水面宽日内变化

从图中可以看出，霍尔古吐水电站运行时，平水年 5 月 KCF2 断面流量相比天然情况最大涨幅为 92m³/s，最大降幅为 102.4m³/s；断面平均流速最大涨幅为 0.3m/s，最大降幅为 1.2m/s；水面宽最大涨幅是 12.2m，最大降幅为 19.1m；最大水深最大涨幅为 0.6m，最大降幅为 1.2m。

霍尔古吐水电站运行时，平水年 5 月 KCF1 断面流量小时间最大涨幅为 194.4m³/s，小时间最大降幅为 194.4m³/s；断面平均流速小时间最大涨幅为 1.5m/s，小时间最大降幅为 1.5m/s；水面宽小时间最大涨幅是 31.3m，小时间最大降幅为 31.3m；最大水深小时间最大涨幅为 1.8m，最大降幅为 1.8m。

6）平水年 7 月

a）KCF1 断面

平水年 7 月天然情况、霍尔古吐水电站典型日运行工况下，KCF1 断面流量、断面平均流速、水面宽、最大水深变化见图 5.1.2-67～5.1.2-70。

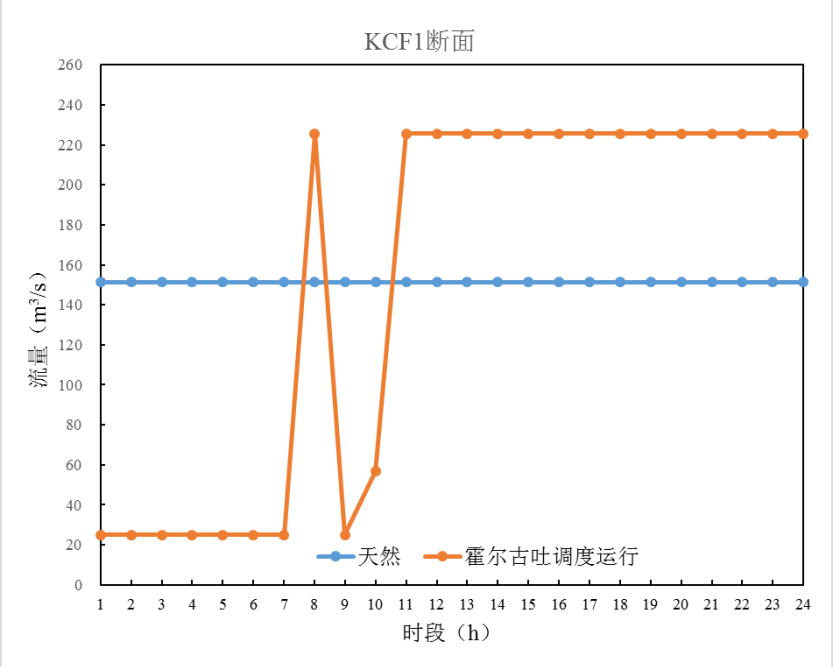


图 5.1.2-67 平水年 7 月 KCF1 断面流量日内变化

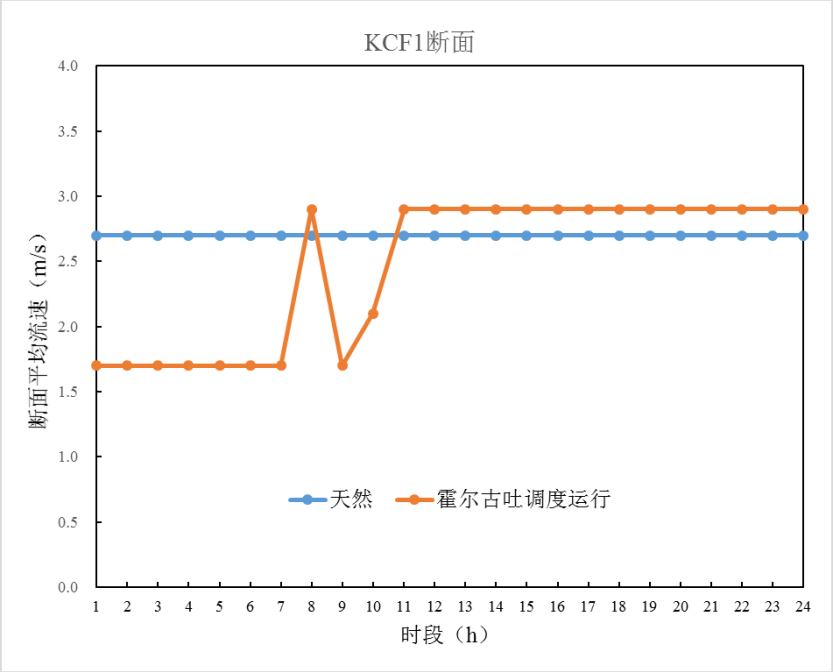


图 5.1.2-68 平水年 7 月 KCF1 断面平均流速日内变化

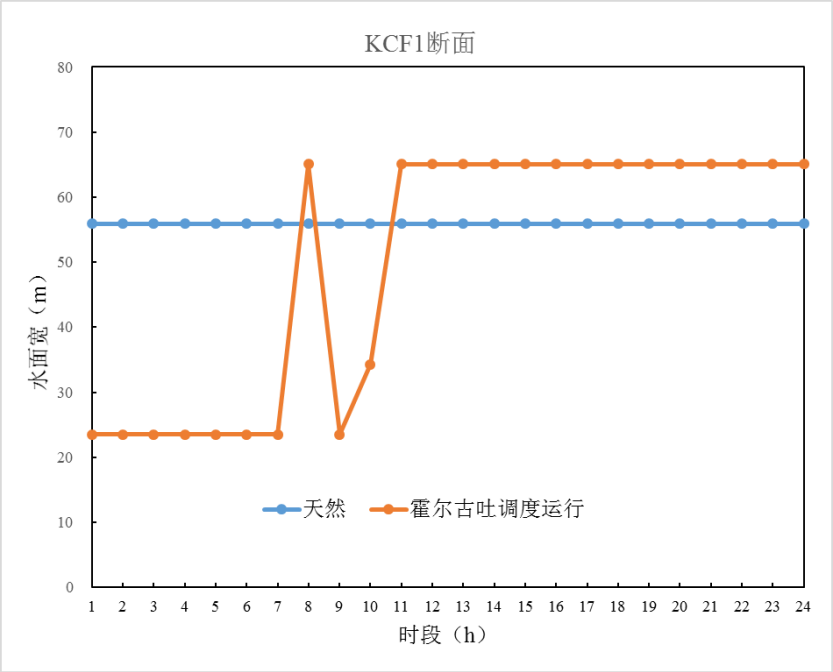


图 5.1.2-69 平水年 7 月 KCF1 断面最大水深日内变化

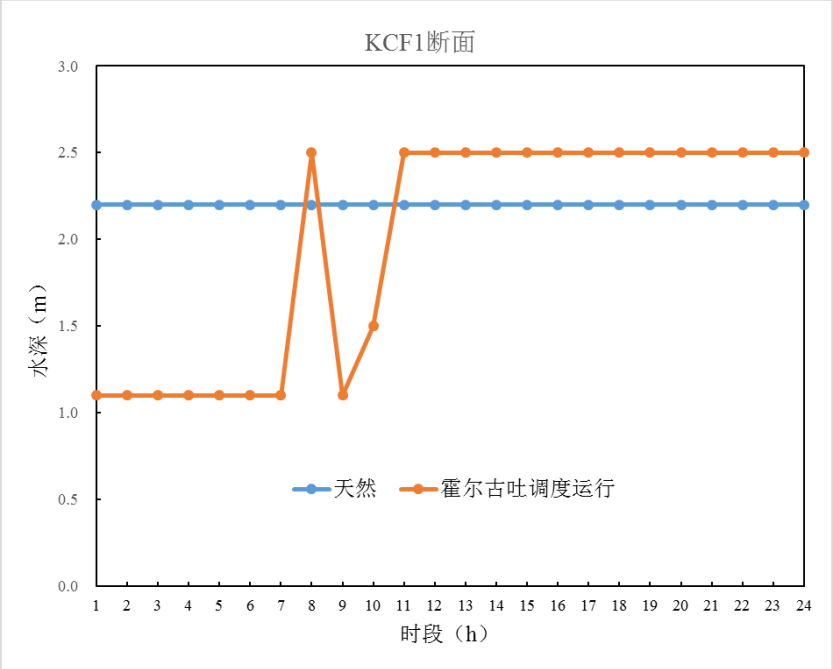


图 5.1.2-70 平水年 7 月 KCF1 断面水面宽日内变化

从图中可以看出，霍尔古吐水电站运行时，平水年 7 月 KCF1 断面流量相比天然情况最大涨幅为 74.3m^3/s，最大降幅为 126.3m^3/s；断面平均流速最大涨幅为 0.2m/s，最大降幅为 1.0m/s；水面宽最大涨幅是 9.2m，最大降幅为 32.4m；最大水深最大涨幅为 0.3m，最大降幅为 1.1m。

霍尔古吐水电站运行时，平水年 7 月 KCF1 断面流量小时间最大涨幅为 200.6m^3/s，小时间最大降幅为 200.6m^3/s；断面平均流速小时间最大涨幅为 1.2m/s，小时间最大降幅为 1.2m/s；水面宽小时间最大涨幅是 41.6m，小时间最大降幅为 41.6m；最大水深小时间最大涨幅为 1.4m，最大降幅为 1.4m。

b）KCF2 断面

平水年 7 月天然情况、霍尔古吐水电站典型日运行工况下，KCF2 断面流量、断面平均流速、水面宽、最大水深变化见图 5.1.2-71～5.1.2-74。

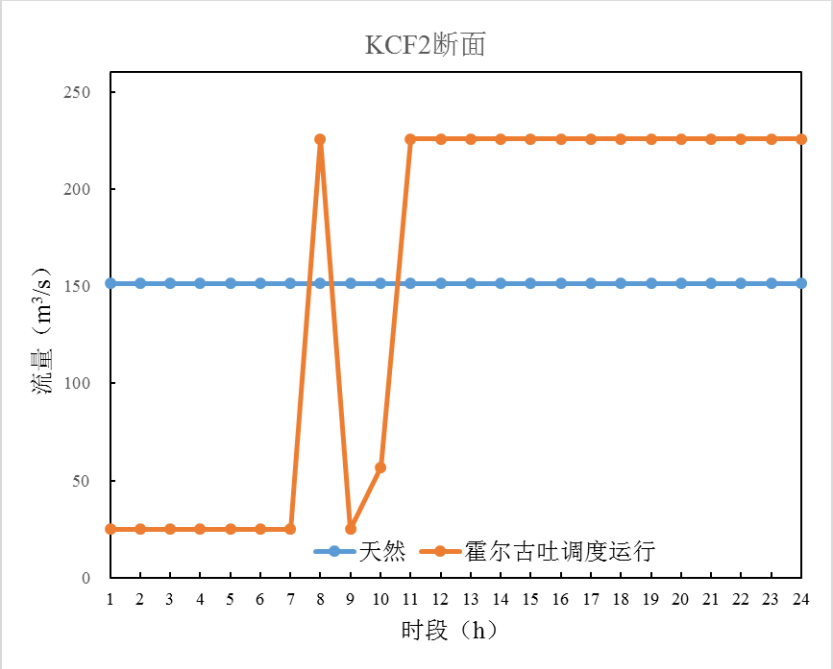


图 5.1.2-71 平水年 7 月 KCF2 断面流量日内变化

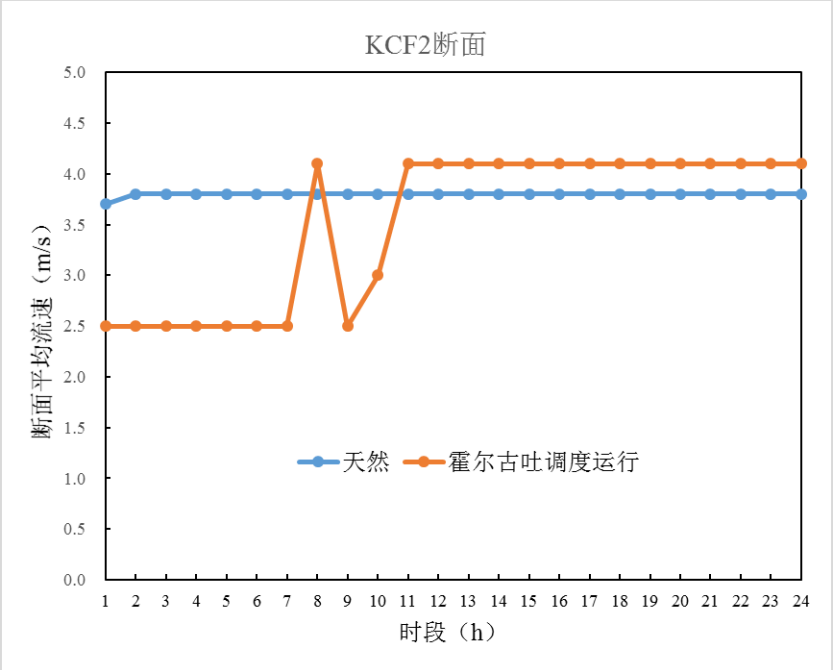


图 5.1.2-72 平水年 7 月 KCF2 断面平均流速日内变化

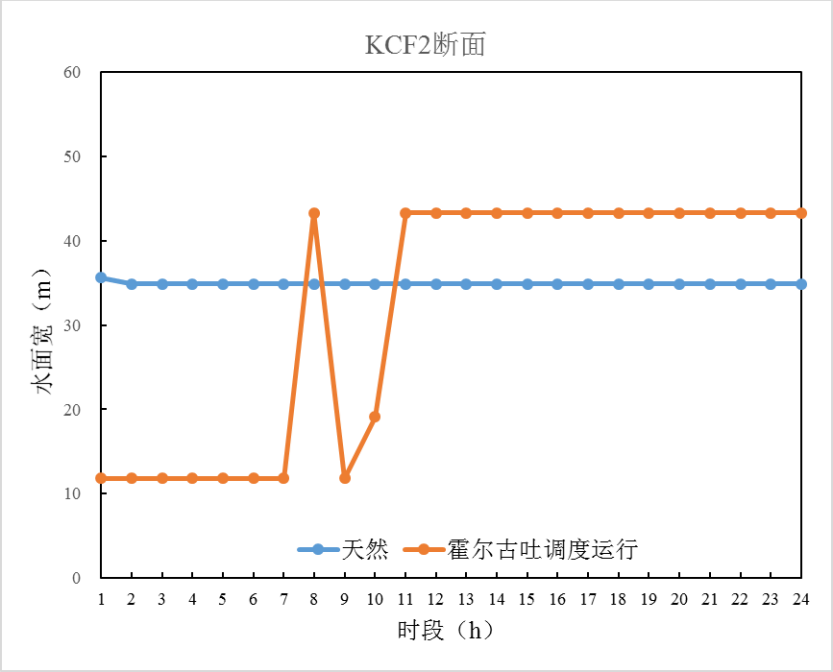


图 5.1.2-73 平水年 7 月 KCF2 断面最大水深日内变化

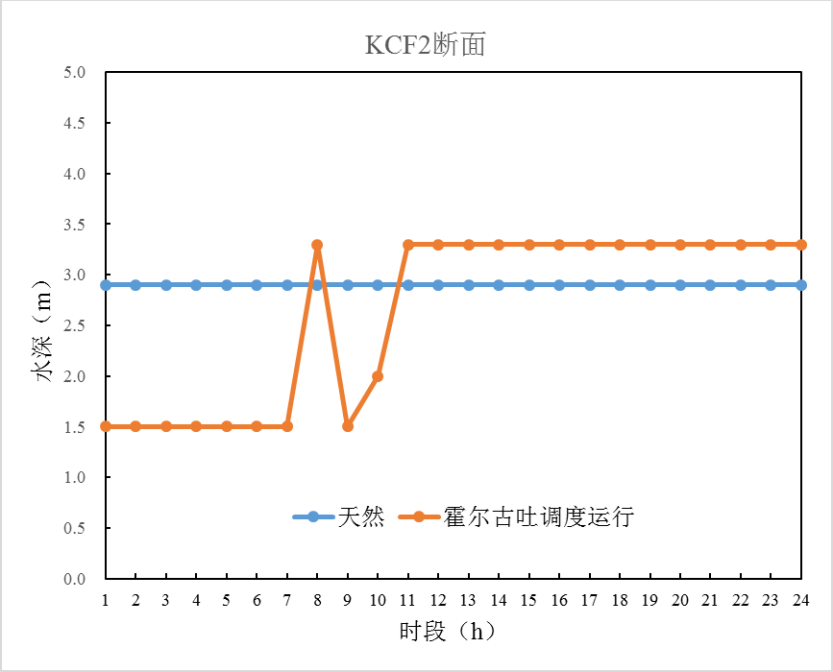


图 5.1.2-74 平水年 7 月 KCF2 断面水面宽日内变化

从图中可以看出，霍尔古吐水电站运行时，平水年 7 月 KCF2 断面流量相比天然情况最大涨幅为 74.3m^3/s，最大降幅为 126.3m^3/s；断面平均流速最大涨幅为 0.3m/s，最大降幅为 1.3m/s；水面宽最大涨幅是 8.4m，最大降幅为 23.1m；最大水深最大涨幅为 0.4m，最大降幅为 1.4m。

霍尔古吐水电站运行时，平水年 7 月 KCF2 断面流量小时间最大涨幅为 200.6m^3/s,小时间最大降幅为 200.6m^3/s；断面平均流速小时间最大涨幅为 1.6m/s，

小时间最大降幅为 1.6m/s；水面宽小时间最大涨幅是 31.5m，小时间最大降幅为 31.5m；最大水深小时间最大涨幅为 1.8m，最大降幅为 1.8m。

5.1.3 对下游用水的影响分析

经现场调查，霍尔古吐水电站坝、厂址区间长约 22.0km 的减水河段基本无村庄和耕地分布，沿线零星分布的牧民灌溉或居民生活供水取自开都河支流或山间泉水，干流无取用水设施，当地对开都河干流无用水要求。因此，电站引水发电后坝址～厂址区间减水对当地供水不会产生影响。厂址以下为峡谷区域，干流沿线无取用水设施，电站日调节水位波动不会对当地取用水产生影响。

5.2 河道生态需水量分析

5.2.1 河道生态用水对象分析

根据《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会议纪要》的函（环办函[2006]11 号）和“关于印发《水电水利建设项目生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》的函”（环评函[2006]4 号）等文件相关要求，为维护河流的基本生态需求，水电水利工程必须下泄一定的生态流量，将其纳入工程水资源配置中统筹考虑，使河流水电动能经济规模和水资源配置向“绿色”方向发展。

河道生态用水需要考虑以下因素：工农业生产及生活需水量；维持水生生态系统稳定所需水量；维持河道水质的最小稀释净化水量；维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量；水面蒸散量；维持地下水位动态平衡所需要的补给水量；航运、景观和水上娱乐环境需水量；河道外生态需水量，包括河岸植被需水量、相连湿地补给水量等。

霍尔古吐水电站位于新疆开都河中游峡谷河段，河段两岸一定范围内无工矿企业，也无集中村落或居民点。河道生态环境需水量的确定主要根据减水河段的用水对象的分布和保护要求来确定，减水河段河道生态环境需水的基本特点分析如下：

霍尔古吐坝址至下游滚哈布奇勒区间河段无工业及生产生活取水要求，两岸无规模化工矿企业，不需单独考虑维持河流水环境功能所需水量以及航运、景观

和水上娱乐等环境需水量。

霍尔古吐坝下河段分布有塔里木裂腹鱼、新疆裸重唇鱼、长身高原鳅和叶尔羌高原鳅等多种鱼类，为保证这些鱼类正常生存、繁殖，需提供一定的水量。

霍尔古吐坝下减水河段两侧零星分布有河谷林草，需要考虑河谷林草的植被需水。

综上分析，霍尔古吐水电站生态需水量计算，主要考虑坝址～厂房区间长约近 22.0km 的减水河段维持水生生态系统稳定和两岸河谷林草植被生长需求。

5.2.2 河道生态流量论证范围

新疆开都河霍尔古吐水电站工程采用引水式开发，工程建成后坝址～厂房区间形成长约 22.0km 的减水河段。工程运行将造成下游河道减（脱）水，特别是对坝址下游减水河段鱼类“三场”等重要生境和两岸零星分布的河谷林草产生一定的不利影响，因此，本次生态流量论证范围主要集中在长约 22.0.km 的减水河段，重点针对坝址下游零星分布“三场”和河谷林草集中区进行需求分析。

为满足数据分析和计算精度要求，在霍尔古吐水电站坝址～厂房区间减水河段布置了 10 个测量横断面（K01～K10），覆盖了坝址（K01）、河谷林草相对集中分布区（K03、K09）、鱼类零星产卵场（霍尔古吐沟下游 K04）以及厂房（K10）等重要生境和典型断面。测量断面位置示意图如下 5.2.2-1：

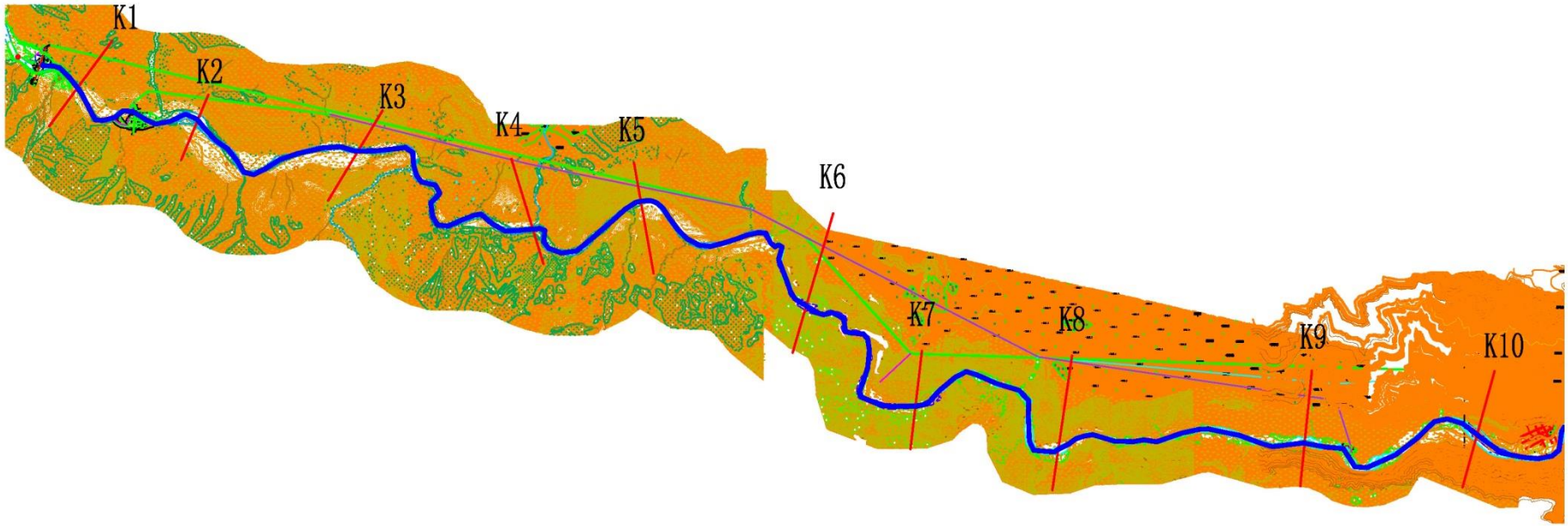


图 5.2.2-1 新疆开都河霍尔古吐水电站减水河段测量断面布置示意图

5.2.3 水生生态系统需水分析

5.2.3.1 水文学法

水文法包括 Tennant 法、90%保证率最枯月平均流量法和 7Q10 法等。参考《水工程规划设计生态指标体系与应用指导意见》(水总环移[2010]248 号)中相关要求：我国南方河流，生态基流应不小于 90%最枯月平均流量和多年平均天然径流量的 10%两者之间的大值，也可采用 Tennant 法取多年平均天然径流量的 20～30%以上；对北方地区，生态基流应分非汛期和汛期两个水期分别确定，一般情况下，非汛期生态基流应不低于多年平均天然径流量的 10%；汛期生态基流可按多年平均天然径流量 20～30%。

（1）Tennant 法

Tennant 法是一种依赖于河流流量统计的方法，建立在历史流量记录的基础上，将多年平均天然流量的简单百分比作为生态流量。

根据新疆开都河大山口水文站长系列的水文统计资料，坝址处多年平均流量 103m^3/s。参考《水工程规划设计生态指标体系与应用指导意见》（水总环移[2010]248 号）中下泄生态流量的相关要求，初步确定霍尔古吐水电站下泄生态流量：一般需水期（10 月～次年 3 月）下泄生态流量不低于坝址处多年平均流量的 10%即 10.3m^3/s，鱼类长卵育幼期（4 月～9 月）生态基流不低于坝址处多年平均流量 20%即 20.6m^3/s。

Tennant 法方法简单易操作，比较适合河流进行最初的目标管理和河流的战略性管理，该计算结果可作为其它方法的一种检验。

（2）90%保证率最枯月平均流量

根据新疆开都河 1956～2016 年共计 61 年的径流长系列资料统计结果，霍尔古吐水电站坝址处 90%保证率最枯月平均流量为 33.2m^3/s。

Q_{90} 为通常使用的枯水流量指数，是水生栖息地的最小流量，为警告水资源管理者的危险流量条件的临界值，适合于干旱、半干旱区域生态环境目标复杂的河流，对生态环境目标相对单一地区，计算结果偏大。

综上分析，90%保证率最枯月平均流量法适合于干旱半干旱生态环境目标复杂的河流，由于本工程生态环境目标比较单一，计算结果明显偏大。因此，本次生态

流量分析暂不考虑本方法计算结果。

5.2.3.2 水力学法

根据开都河中游河段水生生态现场调查可知：塔里木裂腹鱼的繁殖期主要集中在 4 月～7 月初，并有两次溯入开都河产卵习性；新疆裸重唇鱼在 5 月～9 月底均可产卵繁殖，水温偏低的情况下，产卵期拖的较长。因此，在 4 月～9 月期间，主要需考虑保证水生生物及鱼类栖息地质量的用水需求。根据《水电工程生态流量计算规范》（NB/T35091-2016），湿周法是采用湿周作为评价水生生物栖息地质量的指标；R2-CROSS 法以河流平均水深、流速及湿周率等水力生境参数评估鱼类生境状况，因此，采用湿周法和 R2-CROSS 法可以用来计算鱼类产卵育幼期（4 月～9 月）的维持水生生态系统稳定所需的最小生态需水量。

（1）湿周法

1）计算方法

湿周法采用湿周（河床底质被水流淹没的部分）作为栖息地的质量指标，该法认为湿周长与可以获得的栖息地之间存在对应关系。认为保护好临界区域的水生生物栖息地的湿周，也将对非临界区域的栖息地提供足够的保护。湿周法通过绘制临界栖息地湿周与流量的关系曲线，将湿周—流量关系曲线中的增长变化发生转折处所对应的流量作为推荐流量，见图 5.2.2-1。

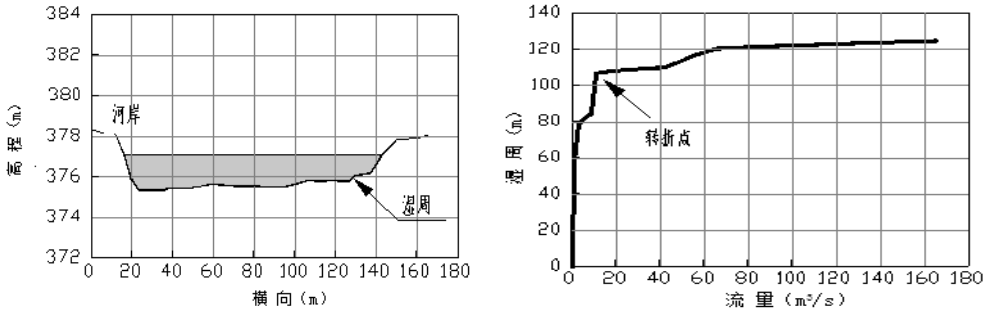


图 5.2.3-1 湿周、湿周-流量关系曲线图

由于河流实际断面的湿周流量-曲线往往很少只有一个拐点，多数是有多个拐点或者没有明显的拐点，人为确定拐点往往会有较大的偏差。Gippel 等对湿周法作了改进，采用数学方法来确定流量拐点并提出了两种方式来确定拐点：设定斜率对应点（斜率法）或最大曲率对应点（曲率法），认为采用斜率法较为合适，一般情况下可选择斜率为 1 的点作为拐点。本报告中对于拐点明显的，采用从图中直接判定；对于拐点不明显的，则采用斜率为 1 法判定。

采用湿周法分析时，湿周、流量一般采用相对于多年平均流量下的相对值表示，即：

相对流量 x =100×流量/多年平均流量

相对湿周长 y =100×湿周长/多年平均流量下湿周长

采用斜率法判定时，需先对湿周-流量曲线采用函数曲线方程拟合，一般情况下，湿周-流量曲线方程可采用对数函数形式：

$$y = a\ln(x) + b$$

式中，a,b 为待定系数，按方差最小通过拟合确定。

$$y' = \frac{a}{x}$$

当 $y' = 1$ 时：

$$x = a$$

2）计算过程

在霍尔古吐水电站坝址～厂房尾水区间长约 22.0km 的减水河段，选取其中代表性的 8 个断面（K2～K9 断面）进行计算，各断面的湿周-流量曲线见图 5.2.3-2～5.2.3-9。

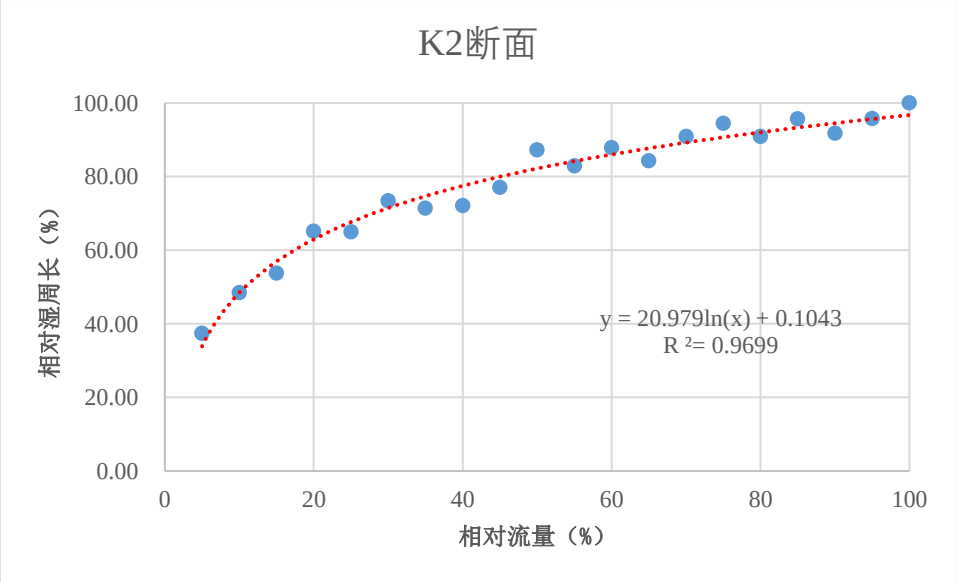


图 5. 2. 3-2　K2 断面湿周-流量曲线

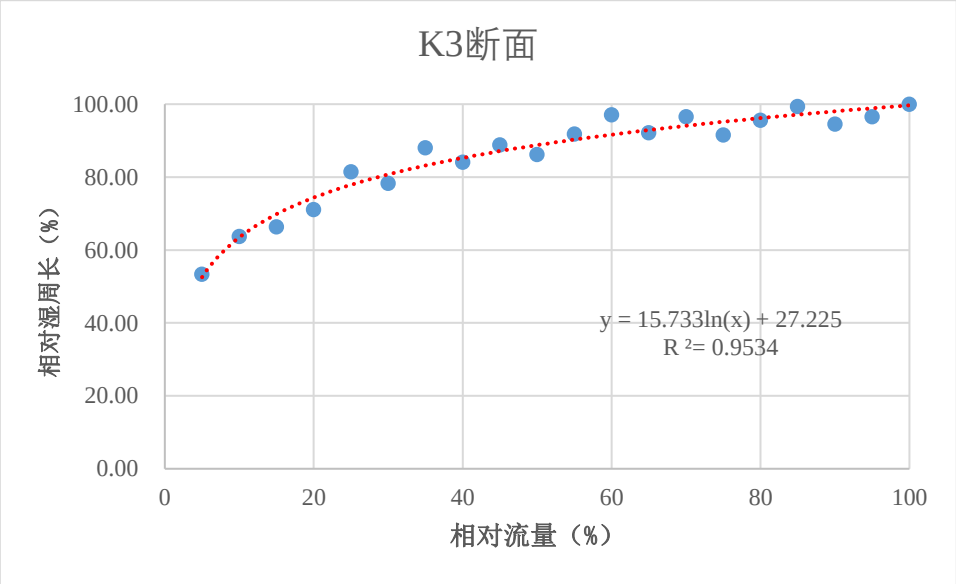


图 5.2.3-3　K3 断面湿周-流量曲线

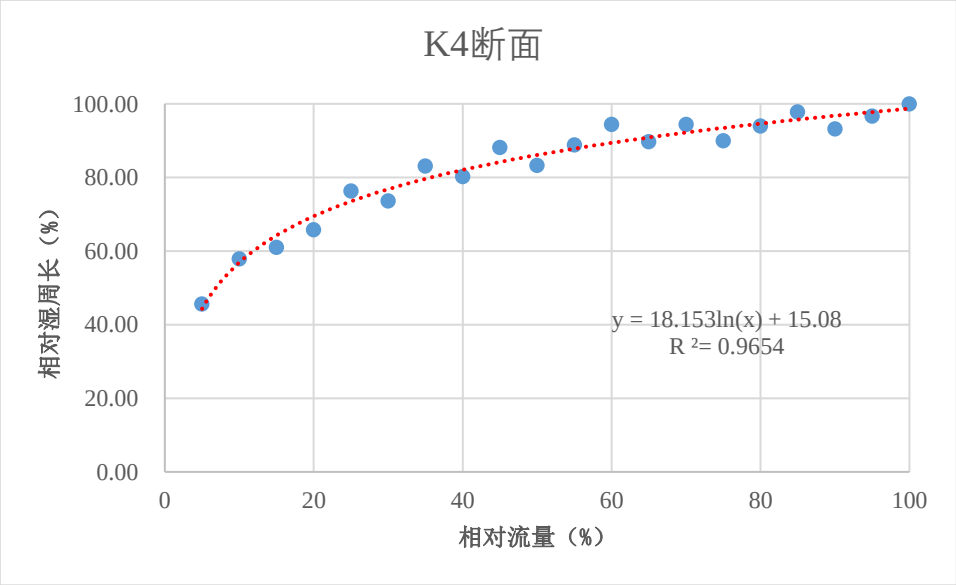


图 5.2.3-4　K4 断面湿周-流量曲线

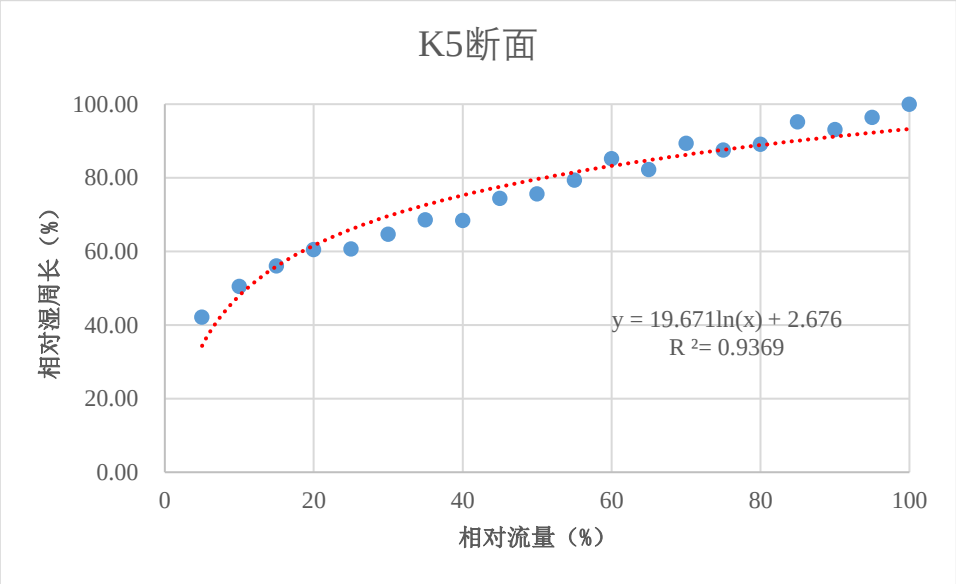


图 5.2.3-5　K5 断面湿周-流量曲线

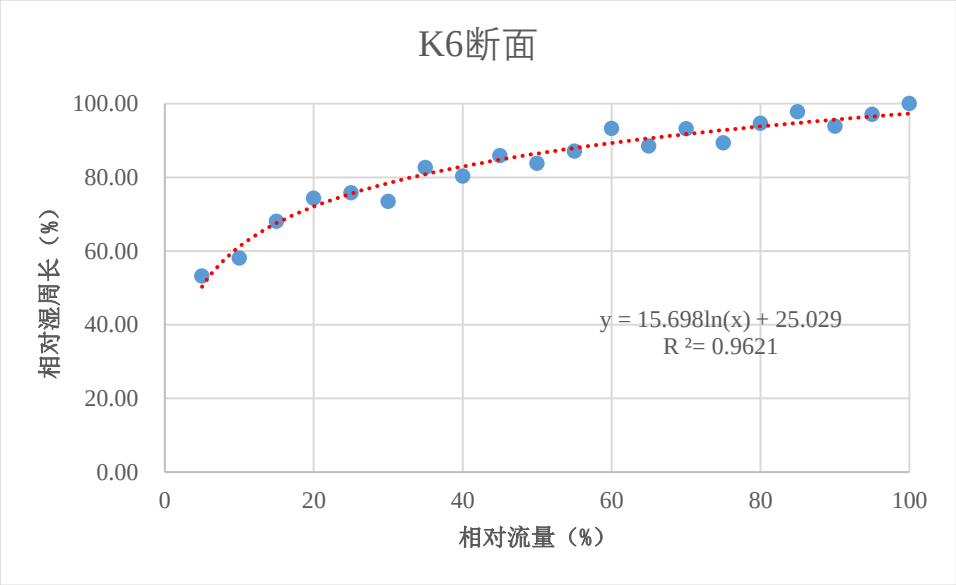


图 5.2.3-6　K6 断面湿周-流量曲线

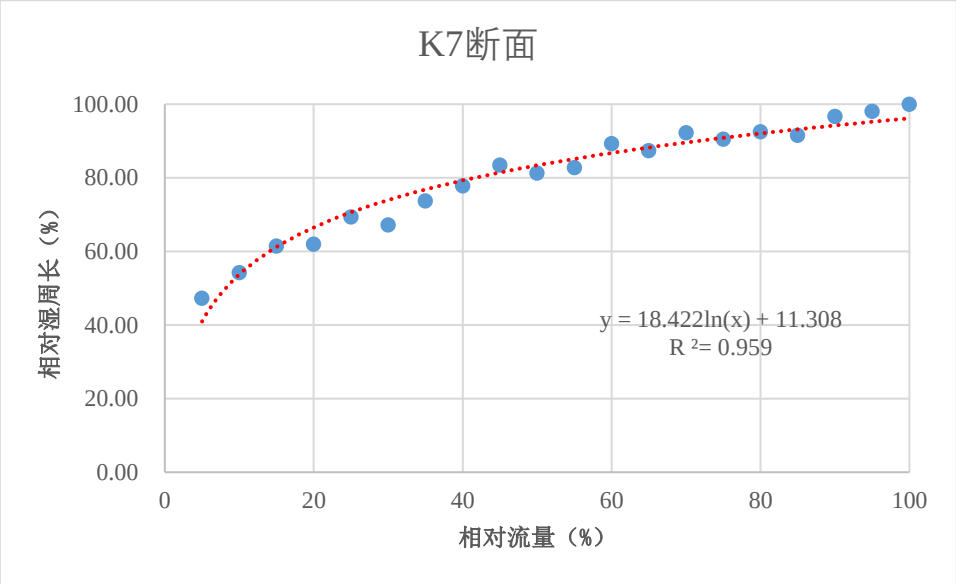


图 5.2.3-7　K7 断面湿周-流量曲线

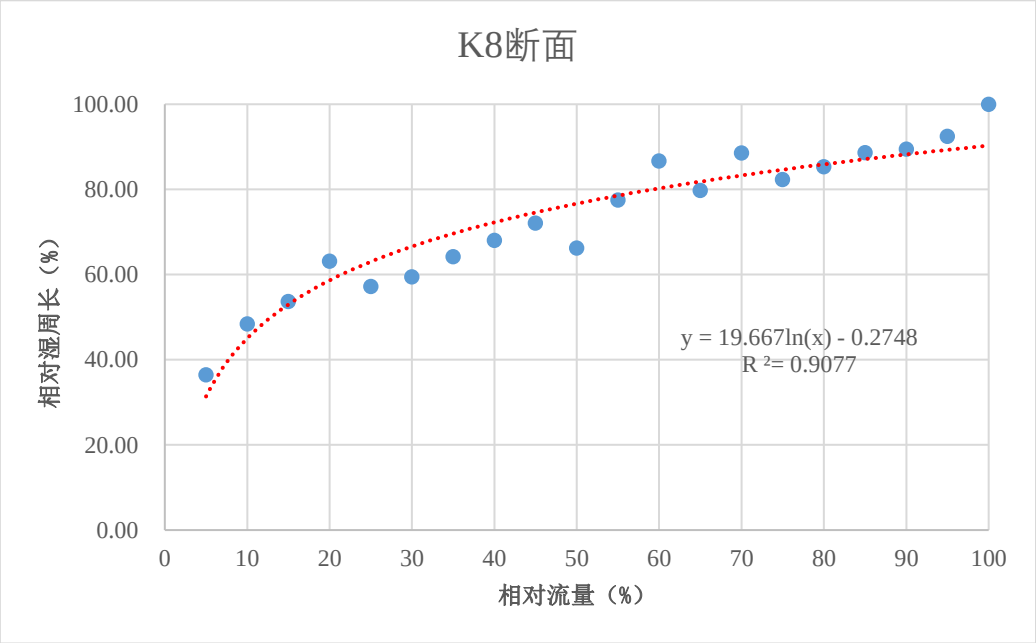


图 5.2.3-8　K8 断面湿周-流量曲线

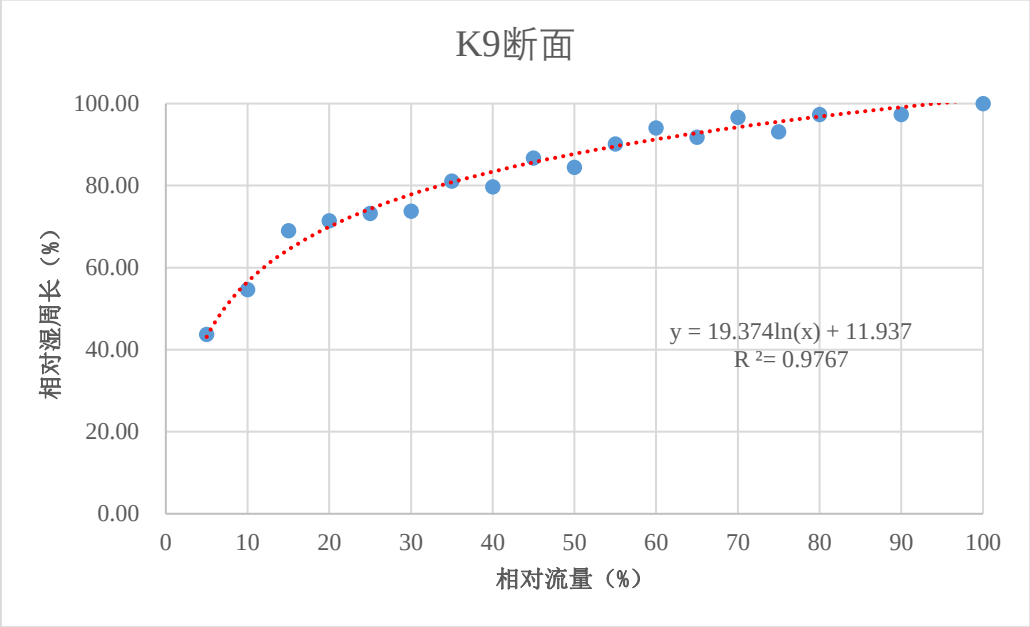


图 5.2.3-9　K9 断面湿周-流量曲线

3）计算结果

湿周法下泄生态流量计算成果见下表 5.2.3-1。

表 5.2.3-1 各断面湿周法计算结果表

断面号	拐点对应流量	
	占多年平均流量的比例（%）	流量（m^3/s）
K2	20.98	21.61
K3	15.73	16.20
K4	18.15	18.69
K5	19.67	20.26
K6	15.70	16.17
K7	18.42	18.97
K8	19.67	20.26
K9	19.37	19.95

从表 5.2.3-1 中可以看出，各断面拐点对应的流量在 16.17m^3/s～21.61m^3/s 之间。综合对比分析，确定 21.61m^3/s 作为湿周法推荐的生态流量。

（2）R2-Cross 法

1）计算方法

R2-Cross 法是由美国科罗拉多州水务局开发应用的。该法认为河流流量的主要生态功能是维持河流栖息地，尤其是浅滩栖息地。该方法采用河流宽度、平均水

深、平均流速以及平滩湿周率（湿周长与平滩水位对应的湿周长的百分比）等指标来评估河流栖息地的保护水平，从而确定河流目标流量。

R2-Cross 法确定了平均深度、平均流速以及平滩湿周率作为冷水鱼栖息地指数，认为如能在浅滩类栖息地保持这些参数在足够的水平，将足以维护鱼类和水生无脊椎动物在深潭和正常河道处的水生生境。

R2-Cross 法主要用于中小型河流的分析，仅对河宽 30.5m 以下的河流提出了水力参数标准。霍尔古吐电站坝下河段河宽大于 30.5m，因此本文首先对其标准进行了修正，然后用于生态需水量的确定。

2）R2-Cross 法标准的修正

R2-Cross 法在设定水力学参数标准时，对所有河流的平均流速都推荐采用 0.3m/s，霍尔古吐坝下河段也采用其作为流速的控制标准。R2-Cross 法在设定平均水深要求时，一般控制平均水深不低于河道平滩宽度的 1/100。霍尔古吐坝下河道平滩宽度为 30m~100m，因此设定最小平均水深为 0.3m。此外，霍尔古吐电站坝下河段滨水的河滩地水生高等植物稀少，对水流淹没底质的需求低，因此湿周率设置为 60%。

综合以上因素，设定研究河段水生生态最低水力学参数标准见表 5.2.3-2。各水力参数标准，除湿周率比 R2-Cross 法的推荐值有所降低外，其它参数不低于其推荐的最小值。

表 5.2.3-2　霍尔古吐电站坝下河段水生生态的水力参数标准

河段	河宽（m）	平均水深（m）	平滩湿周率（%）	流速（m/s）
霍尔古吐坝下河段	12～100	≥0.3	≥50	≥0.3

3）计算结果

采用一维数学模型计算霍尔古吐电站坝址下泄不同流量时 8 个浅滩断面的水力参数，下泄流量分别取多年平均流量（103m^3/s）的 5%、10%、15%、20%，即 5.15m^3/s、10.3m^3/s、15.45m^3/s、20.6m^3/s。各浅滩断面水力参数的计算结果见表 5.2.3-3。

5.2.3-3　不同流量下浅滩断面水力参数计算结果统计表

流量 (m^3/s)	占多年平均流量百分比（%）	断面编号	距坝址距离（m）	河宽（m）	平均流速（m/s）	平均水深（m）	湿周率（%）
5.15	5	K2	2285	18.10	1.00	0.28	37.43
		K3	4557	16.30	1.00	0.33	53.33
		K4	7540	18.50	1.00	0.28	45.61
		K5	9243	10.80	1.50	0.49	42.19
		K6	12105	5.10	1.10	1.43	53.21
		K7	14433	16.90	1.10	0.43	47.32
		K8	16932	13.40	1.70	0.35	36.45
		K9	19980	13.00	1.40	0.43	43.75
10.3	10	K2	2285	25.10	1.20	0.35	48.44
		K3	4557	18.50	1.20	0.46	63.70
		K4	7540	24.90	1.20	0.35	57.89
		K5	9243	12.00	1.80	0.62	50.49
		K6	12105	6.50	1.40	1.43	58.10
		K7	14433	19.20	1.30	0.52	54.23
		K8	16932	18.40	1.80	0.41	48.48
		K9	19980	16.50	1.60	0.51	54.69
15.45	15	K2	2285	31.50	1.30	0.39	53.72
		K3	4557	20.30	1.30	0.55	66.37
		K4	7540	28.40	1.30	0.41	61.05
		K5	9243	13.10	2.00	0.87	56.12
		K6	12105	7.60	1.70	1.43	68.10
		K7	14433	21.80	1.40	0.60	61.50
		K8	16932	20.20	1.90	0.48	53.74
		K9	19980	18.40	1.70	0.58	69.01
20.6	20	K2	2285	34.50	1.40	0.43	65.17
		K3	4557	22.40	1.40	0.64	71.11
		K4	7540	30.90	1.40	0.49	65.79
		K5	9243	14.00	2.20	0.91	60.50
		K6	12105	9.40	1.70	1.45	74.34
		K7	14433	21.90	1.80	0.60	61.97
		K8	16932	21.30	2.10	0.54	63.16
		K9	19980	20.00	1.80	0.64	71.43

根据表 5.2.3-3 可知，当霍尔古吐坝址下泄流量为多年平均流量的 20%（即 20.6m^3/s）时，各断面所有指标均满足修正后的 R2-Cross 法标准。因此，确定 20.6m^3/s 作为 R2-Cross 法推荐的生态流量

结合湿周法及 R2-Cross 法的计算成果，采用水力学方法计算推荐 21.61m³/s 作为鱼类长卵育幼期（4 月～9 月）水生生态需水量。

5.2.3.3 生态水力学法

生态水力学法是对水生生物生存和运动的空间进行流场模拟，研究变化后的水力学条件是否满足鱼类对极限水力生境条件的需求，从而确定满足河道内水生生物生存等活动需要的生态需水流量。

根据水生生态现状调查可知，新疆开都河中游河段鱼类集中产卵期集中在 4 月～6 月。生态水力学法计算中考虑了水力生境参数的全河段变化情况，模拟的主要指标有水深、流速、湿周、水面宽、过水断面的面积等，并将这些水力学要素按保护对象的需求进行分级和统计，来估计河道减脱水对主要保护对象生境的影响范围和程度。因此，采用生态水力学法主要计算鱼类产卵育幼期（4 月～9 月）的维持水生生态系统稳定所需的最小生态需水量。

（1）参数标准

本方法是通过水生生物适应的水力生境确定合适的流量。

根据水生生态调查结果，霍尔古吐水电站坝址～厂房区间减水河段河道狭窄，仅在局部河段分布有小规模满足鱼类产卵条件的生境。通过研究河段鱼类的生态学习性，包括保护鱼类的种类、体长、食性、研究河段鱼类偏爱的流态等；再对天然状况下研究河段鱼类现有生境条件的调查，确定影响鱼类产卵生境的主要水力学参数；最终确定研究河段鱼类产卵育幼生境适宜的水力学参数标准，见表 5.2.3-4。

表 5. 2. 3-4 鱼类所需的主要水力生境参数标准

水力参数	最低标准	确定依据
最大水深	95%河段≥0.72m	按鱼类体长的 2 倍～3 倍确定，根据野外调查渔获物统计资料，捕获到的新疆裸重唇鱼、高原鳅平均尺寸为 24cm，最大水深按鱼类体长的 3 倍确定，即最大水深为 0.72m。
平均水深	95%河段≥0.3m	根据野外调查分析确定，平均水深达 0.3m 可以满足研究河段较大鱼类在水体内的自由游动。
平均流速	95%河段≥0.3m/s	根据野外调查分析确定 95%以上河段平均流速大于 0.3m/s 可以满足研究河段鱼类需求。
水面宽度	95%河段≥12m	由于开都河中游河道宽窄相间，在根据水生专业野

水力参数	最低标准	确定依据
		外调查分析确定，水面宽达 12m 以上可满足研究河段鱼类的产卵要求。
湿周率	95%河段≥50%	研究河段河谷绝大部分呈 V 字形，据研究河段现有水力学条件，确定湿周率大于 50%。
过水断面面积	95%河段≥10m^2	根据研究河段天然来流情况分析确定
水温	适宜鱼类生存、繁殖	

（2）断面设定及计算参数

根据霍尔古吐水电站坝址～厂房约 22.0km 的天然河道及水生生态条件，均匀布置了 10 个测量横断面，选取其中的 8 个典型断面（K02～K09）测量结果，由水文专业计算出各断面的水力生境参数。

计算的流量条件分别是：多年平均流量的 10%（10.3 m^3/s）、20%（20.6 m^3/s）、21%（21.63m^3/s）、22%（22.66 m^3/s）、23%（23.69m^3/s）、24%（24.72m^3/s）、25%（25.75m^3/s）、30%（30.9 m^3/s）以及多年平均流量（103m^3/s）。

计算的水力生境参数包括最大水深、平均水深、平均流速、水面宽度、湿周率、过水断面面积等。

（3）计算结果

各断面水力生境参数计算结果见下表 5.2.3-5～表 5.2.3-12。

（4）结果分析

根据计算结果参照“水电水利建设项目河道生态用水指南”的标准进行分析判别，各水力参数满足情况见下表 5.2.3-13。

从表 5.2.3-13 可以看出，在下泄坝址处多年平均流量的 10%～24%的条件下，水力生境指标中的最大水深、平均水深、平均速度、湿周率、水面宽度、过水断面面积等部分指标不能满足最低标准及累计河段长度比例要求，因此，不能达到 95%的要求。

在下泄多年平均流量的 25%即 25.75m^3/s 的条件下，水力生境指标中各指标均满足最低标准及累计河段长度比例要求。

在下泄流量继续增加的条件下，水力生境各指标均满足标准要求。

因此，根据生态水力学的方法计算结果，当下泄多年平均流量的 25%即 25.75m^3/s 时，可满足坝址～厂房区间生态用水的最低需求。

表 5.2.3-5　多年平均流量 10%（10.3m³/s）条件下水力生境参数计算成果

断面编号	距离	流速	面积	水力半径	湿周	河宽	平均水深	湿周率	水位	深泓	最大水深
K2	1586.65	1.507	6.834	0.387	17.6589147	21.44	0.32	37.46	2036.64	2036.04	0.60
K3	4064.45	1.546	6.661	0.342	19.4766082	17.199	0.39	60.53	2012.21	2011.71	0.50
K4	6977.79	1.533	6.717	0.397	16.9193955	22.086	0.30	47.99	1976.55	1975.91	0.64
K5	8705.44	2.076	4.961	0.535	9.2728972	10.6	0.47	50.26	1959.46	1958.66	0.79
K6	13949.90	1.576	6.534	0.437	14.9519451	16.324	0.40	55.01	1896.20	1895.60	0.60
K7	16489.00	1.95	5.282	0.406	13.0098522	15.114	0.35	47.71	1872.88	1872.23	0.65
K8	19515.40	1.973	5.221	0.54	9.66851852	12.389	0.42	43.84	1825.99	1825.14	0.85
K9	21949.10	1.347	7.647	0.479	15.9645094	16.458	0.46	43.94	1799.65	1799.00	0.65

表 5.2.3-6　多年平均流量 20%（20.6m³/s）条件下水力生境参数计算成果

断面编号	距离	流速	面积	水力半径	湿周	河宽	平均水深	湿周率	水位	深泓	最大水深
K2	1586.65	1.79	11.52	0.50	23.03	30.32	0.38	48.87	2036.83	2036.04	0.79
K3	4064.45	1.87	11.02	0.46	24.22	20.12	0.55	75.28	2012.36	2011.71	0.65
K4	6977.79	1.81	11.38	0.51	22.31	28.10	0.40	63.27	1976.73	1975.91	0.82
K5	8705.44	2.54	8.12	0.72	11.23	12.39	0.66	60.87	1959.71	1958.66	1.04
K6	13949.90	1.95	10.58	0.60	17.67	19.73	0.54	65.01	1896.42	1895.60	0.82
K7	16489.00	2.39	8.62	0.55	15.64	19.45	0.44	57.35	1873.10	1872.23	0.87
K8	19515.40	2.31	8.92	0.69	13.00	16.96	0.53	58.92	1826.23	1825.14	1.09
K9	21949.10	1.62	12.76	0.71	18.09	18.94	0.67	49.80	1799.92	1799.00	0.92

表 5.2.3-7　多年平均流量 21%（21.63m³/s）条件下水力生境参数计算成果

断面编号	距离	流速	面积	水力半径	湿周	河宽	平均水深	湿周率	水位	深泓	最大水深
K2	1586.65	1.813	11.933	0.51	23.40	20.59	0.58	49.64	2036.84	2036.04	0.80
K3	4064.45	1.896	11.408	0.465	24.53	21.00	0.54	76.24	2012.38	2011.71	0.67
K4	6977.79	1.834	11.793	0.52	22.68	14.73	0.80	64.32	1976.75	1975.91	0.84
K5	8705.44	2.576	8.398	0.739	11.36	16.94	0.50	61.60	1959.73	1958.66	1.07
K6	13949.90	1.977	10.938	0.614	17.81	23.51	0.47	65.55	1896.44	1895.60	0.84
K7	16489.00	2.42	8.936	0.562	15.90	22.80	0.39	58.31	1873.11	1872.23	0.88
K8	19515.40	2.337	9.257	0.697	13.28	23.80	0.39	60.22	1826.25	1825.14	1.11
K9	21949.10	1.631	13.265	0.728	18.22	24.80	0.53	50.15	1799.95	1799.00	0.95

表 5.2.3-8　多年平均流量 22%（22.66m³/s）条件下水力生境参数计算成果

断面编号	距离	流速	面积	水力半径	湿周	河宽	平均水深	湿周率	水位	深泓	最大水深
K2	1586.65	1.832	12.369	0.518	23.88	31.717	0.39	50.66	2036.858	2036.04	0.82
K3	4064.45	1.923	11.786	0.475	24.81	20.634	0.57	77.11	2012.391	2011.71	0.68
K4	6977.79	1.857	12.202	0.53	23.02	29.119	0.42	65.30	1976.762	1975.91	0.85
K5	8705.44	2.613	8.671	0.756	11.47	12.7	0.68	62.17	1959.748	1958.66	1.09
K6	13949.90	2.008	11.287	0.628	17.97	20.326	0.56	66.13	1896.456	1895.60	0.86
K7	16489.00	2.449	9.251	0.572	16.17	19.866	0.47	59.31	1873.127	1872.23	0.90
K8	19515.40	2.362	9.594	0.709	13.53	17.542	0.55	61.36	1826.27	1825.14	1.13
K9	21949.10	1.645	13.776	0.75	18.37	19.438	0.71	50.56	1799.978	1799.00	0.98

表 5.2.3-9　多年平均流量 23%（23.69m³/s）条件下水力生境参数计算成果

断面编号	距离	流速	面积	水力半径	湿周	河宽	平均水深	湿周率	水位	深泓	最大水深
K2	1586.65	1.85	12.81	0.53	24.36	32.22	0.40	51.68	2036.87	2036.04	0.83
K3	4064.45	1.95	12.16	0.48	25.12	20.88	0.58	78.07	2012.40	2011.71	0.69
K4	6977.79	1.88	12.61	0.54	23.34	29.62	0.43	66.21	1976.78	1975.91	0.87
K5	8705.44	2.65	8.94	0.77	11.58	12.85	0.70	62.77	1959.77	1958.66	1.11
K6	13949.90	2.04	11.63	0.64	18.14	20.61	0.56	66.75	1896.47	1895.60	0.87
K7	16489.00	2.48	9.56	0.58	16.43	20.07	0.48	60.25	1873.14	1872.23	0.91
K8	19515.40	2.39	9.93	0.72	13.79	17.83	0.56	62.51	1826.29	1825.14	1.15
K9	21949.10	1.66	14.26	0.77	18.48	19.67	0.72	50.85	1800.00	1799.00	1.00

表 5.2.3-10　多年平均流量 24%（24.72m³/s）条件下水力生境参数计算成果

断面编号	距离	流速	面积	水力半径	湿周	河宽	平均水深	湿周率	水位	深泓	最大水深
K2	1586.65	1.87	13.25	0.53	24.86	32.72	0.40	52.75	2036.88	2036.04	0.84
K3	4064.45	1.97	12.53	0.49	25.35	21.13	0.59	78.79	2012.42	2011.71	0.71
K4	6977.79	1.90	13.01	0.55	23.69	30.05	0.43	67.19	1976.79	1975.91	0.88
K5	8705.44	2.69	9.20	0.79	11.70	13.00	0.71	63.39	1959.79	1958.66	1.13
K6	13949.90	2.07	11.97	0.66	18.27	20.90	0.57	67.22	1896.49	1895.60	0.89
K7	16489.00	2.51	9.87	0.59	16.67	20.27	0.49	61.12	1873.16	1872.23	0.92
K8	19515.40	2.41	10.25	0.73	14.03	18.10	0.57	63.60	1826.31	1825.14	1.17
K9	21949.10	1.69	14.65	0.79	18.56	19.86	0.74	51.09	1800.02	1799.00	1.02

表 5.2.3-11　多年平均流量 25%（25.75m³/s）条件下水力生境参数计算成果

断面编号	距离	流速	面积	水力半径	湿周	河宽	平均水深	湿周率	水位	深泓	最大水深
K2	1586.65	1.88	13.673	0.539	25.37	33.203	0.41	53.82	2036.893	2036.04	0.85
K3	4064.45	2.00	12.875	0.503	25.60	21.364	0.60	79.55	2012.429	2011.71	0.72
K4	6977.79	1.92	13.402	0.558	24.02	30.218	0.44	68.12	1976.803	1975.91	0.89
K5	8705.44	2.72	10.156	0.802	11.79	13.144	0.72	63.91	1959.81	1958.66	1.15
K6	13949.90	2.09	12.288	0.668	18.40	21.169	0.58	67.68	1896.51	1895.60	0.91
K7	16489.00	2.53	10.159	0.601	16.90	20.461	0.50	61.99	1873.168	1872.23	0.94
K8	19515.40	2.43	10.566	0.742	14.24	18.369	0.58	64.57	1826.324	1825.14	1.18
K9	21949.10	1.71	15.017	0.805	18.65	20.041	0.75	51.35	1800.045	1799.00	1.05

表 5.2.3-12　多年平均流量 30%（30.9m³/s）条件下水力生境参数计算成果

断面编号	距离	流速	面积	水力半径	湿周	河宽	平均水深	湿周率	水位	深泓	最大水深
K2	1586.65	1.96	15.78	0.57	27.53	35.60	0.44	58.41	2036.95	2036.04	0.91
K3	4064.45	2.12	14.61	0.55	26.66	22.53	0.65	82.85	2012.49	2011.71	0.78
K4	6977.79	2.01	15.38	0.60	25.72	31.05	0.50	72.96	1976.86	1975.91	0.95
K5	8705.44	2.89	10.71	0.88	12.21	13.85	0.77	66.18	1959.91	1958.66	1.25
K6	13949.90	2.23	13.88	0.73	18.96	22.51	0.62	69.78	1896.60	1895.60	1.00
K7	16489.00	2.66	11.61	0.65	17.92	21.41	0.54	65.72	1873.23	1872.23	1.00
K8	19515.40	2.55	12.13	0.80	15.25	19.68	0.62	69.16	1826.41	1825.14	1.27
K9	21949.10	1.82	16.94	0.89	19.03	20.98	0.81	52.39	1800.15	1799.00	1.15

表 5.2.3-13　霍尔古吐水电站坝址～厂房区间不同流量满足水力生境参数统计表

水力生境参数	项目	下泄生态流量								
		10.3 m³/s（10%）	20.6m³/s（20%）	21.63m³/s（21%）	22.66 m³/s（22%）	23.69 m³/s（23%）	24.72m³/s（24%）	25.75m³/s（25%）	30.9m³/s（30%）	103m³/s（100%）
最大水深	计算结果	0.5m～0.85m	0.65m～1.09m	0.67m～1.11m	0.68m～1.15m	0.69m～1.15m	0.71m～1.17m	0.72m～1.18m	0.78m～1.27m	1.41m～2.06m
	判断标准	（0.72m）	（0.72m）	（0.72m）	（0.72m）	（0.72m）	（0.72m）	（0.72m）	（0.72m）	（0.72m）
	计算累积河长比例	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	累积河长比例标准	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%
	满足标准	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足	满足	满足	满足
平均水深	计算结果	0.30m～0.47m	0.38m～0.67m	0.39m～0.68m	0.39m～0.71m	0.4m～0.72m	0.4m～0.74m	0.41m～0.75m	0.44m～0.81m	0.62m～1.13m
	判断标准	≥0.3m	≥0.3m	≥0.3m	≥0.3m	≥0.3m	≥0.3m	≥0.3m	≥0.3m	≥0.3m
	计算累积河长比例	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	累积河长比例标准	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%
	满足标准	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足
平均速度	计算结果	1.35 ～2.08m/s	1.62 ～2.54m/s	1.63 ～2.58m/s	1.65 ～2.61m/s	1.66～2.65m/s	1.69～2.69m/s	1.71～2.72m/s	1.82～2.89m/s	2.15 ～3.95m/s
	判断标准	≥0.3m/s	≥0.3m/s	≥0.3m/s	≥0.3m/s	≥0.3m/s	≥0.3m/s	≥0.3m/s	≥0.3m/s	≥0.3m/s
	计算累积河长比例	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

	累积河长比例标准	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%
	满足标准	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足
水面宽度	计算结果	10.6m～22.09m	12.39m～30.32m	12.5m～30.5m	12.7m～31.7m	12.85m～32.22m	13m～32.20m	13.14m～33.20 m	13.85m～35.6m	23.09m～64.56m
	判断标准	≥12m	≥12m	≥12m	≥12m	≥12m	≥12m	≥12m	≥12m	≥12m
	计算累积河长比例	87%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	累积河长比例标准	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%
	满足标准	不满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足
湿周率	计算结果	37.5%～60.5%	48.9%～75.3%	49.6～76.2%	50.6～77.1%	50.9～78.1%	51.1～78.8%	51.3～79.5%	52.4～82.8%	100%
	判断标准	≥50%	≥50%	≥50%	≥50%	≥50%	≥50%	≥50%	≥50%	≥50%
	计算累积河长比例	47%	76%	88%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	累积河长比例标准	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%
	满足标准	不满足	不满足	不满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足
过水断面面积	计算结果	4.96m^2～7.65m^2	8.12m^2～12.76m^2	8.4m^2～13.27 m^2	8.67m^2～13.78 m^2	8.94m^2～14.26m^2	9.2m^2～14.65 m^2	10.16m^2～15.02 m^2	10.71m^2～16.94m^2	26.05 m^2～47.96 m^2
	判断标准	≥10m ²	≥10m ²	≥10m ²	≥10m ²	≥10m ²	≥10m ²	≥10m ²	≥10m ²	≥10m ²
	计算累积河长比例	83%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	累积河长	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%

	比例标准									
	满足标准	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足	满足	满足	满足

计算说明：（1）计算中考虑了沿程水量的变化；

（2）湿周率=某流量下湿周/多年平均流量下湿周*100；

（3）水面面积比率=某流量下计算河段的水面面积/枯水期河段水面面积*100。

5.2.4 河谷林草植被需水分析

林、草生态需水量的计算采用联合国粮农组织（FAO）灌溉排水丛书第 56 分册推荐的 Penman-Monteith 方法。首先根据当地的气象要素计算或估算出参考作物腾发量 ET_0；然后考虑生态植被生长情况、土壤供水情况，确定植被各月的生态需水系数 K_t，进而计算出生态需水定额 ET_i；扣除有效降水量 P_e 后得到净需水定额（即由河水和地下水提供的部分）；最后乘以植被面积即可得到该类植被的净需水量。

5.2.4.1 参考作物腾发量的估算

根据 FAO 的定义，参考作物腾发量为一种假想的参考作物冠层（作物高度为 0.12m，固定的叶面阻力为 70s/m，反射率为 0.23，非常类似于表面开阔、高度一致、生长旺盛、完全遮盖地面而不缺水的绿色草地）的腾发速率，可以根据 Penman-Monteith 公式来计算：

$$ET_0 = \frac{0.480\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2(e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

式中 R_n 为净辐射（单位 mJ/m^2·d），G 为土壤热通量（单位 mJ/m^2·d）；e_a、e_d 分别为饱和水汽压和实际水汽压（单位 kpa），Δ 为饱和水汽压 e_s～温度 T 关系曲线的斜率，γ 为湿度计常数，γ=0.066kpa/℃，U_2 为 2m 处风速（单位 m/s）。

$$R_n = 0.75R_A(0.18 + 0.55\frac{n}{N}) - \sigma(273 + T)^4(0.56 - 0.79\sqrt{e})(0.1 + 0.9\frac{n}{N})$$

$$e_s = \frac{e^0(T_{max}) + e^0(T_{min})}{2}$$

$$e_a = e_s \cdot RH_{mean} \cdot 100\%$$

$$e^0(T) = 0.611\exp(\frac{17.27T}{T + 237.3})$$

$$\Delta = \frac{4098e_s}{(T + 273.3)^2}$$

因和静县气象站非国家气象基准站，且气象数据仅有海拔、气压、气温、相对湿度、降雨、风速等数据，缺乏日照、辐射等数据，因此本项目计算时利用相邻焉耆县（距和静县 20 公里）气象站资料（1955 年 1 月至 2008 年 12 月，多年月平均值），计算得出项目区参考作物腾发量，结果见表 5.2.4-1。

表 5.2.4-1　参考作物腾发量（单位：mm）

月份	参考作物腾发量
1	10.88
2	26.71
3	68.57
4	124.46
5	156.01
6	169.45
7	165.13
8	149.12
9	111.82
10	67.79
11	32.16
12	14.36
全年	1096.48

从表 5.2.4-1 中可以看出，项目区多年月均参考作物腾发量值为 1096.48mm，5 月，6 月，7 月最大，占总量的 44.7%。11 月～2 月由于日照时数短，温度低，参考作物腾发量均较小。

5.2.4.2　生态需水系数

需水系数与植被生长状况、土壤供水条件等因素有关。考虑到冬季（11～3 月）植物停止生长，大气蒸发能力较小，而地面也多为积雪所覆盖，蒸发耗水主要来自积雪，因此不考虑冬季的生态需水。参考《美国灌溉工程手册》及有关研究成果，拟定研究区内各种林、草的需水系数。

表 5.2.4-2　研究区生态需水系数

月份	有林地	灌木林	草地
4	0.5	0.3	0.4
5	0.7	0.4	0.6
6	0.9	0.5	0.8
7	1.1	0.6	0.9
8	0.8	0.5	0.8
9	0.6	0.4	0.6
10	0.5	0.3	0.4

5.2.4.3　生态需水定额与净需水定额

根据上述参考作物腾发量 ET_0 和生态需水系数 K_t 可计算得到生态需水定额 ET_t：

$$ET_t = K_t \cdot ET_0$$

结果见表 5.2.4-3。生态需水定额有林地最大，植被生长期需水 33mm～200mm，

草地、灌木林次之。时间上看 6～8 月生态需水定额最大，约占全年生态需水的 77%。

降水经过植被冠层截留（截留量消耗于雨后的蒸发）后降落至地面，经过填洼损失和地面产流后渗入土壤。渗入土壤中的量称为降雨入渗量，其值可用降雨入渗系数乘以降雨量表示：$P_0=a \cdot P$，其中降雨入渗系数 a 与一次降雨量、降雨强度、降雨延续时间、土壤性质、地面覆盖及地形等因素有关。一般认为一次降雨小于 5mm 时，a=0；当一次降雨量在 5～50mm 时 a 约等于 1.0～0.8；当次降雨量大于 50mm 时，a=0.7～0.8。由于河谷区降水总量不大，除了个别次大雨、暴雨外一般不产生径流。冬季 12～2 月最高气温低于 0℃，也不产流。根据研究区多年平均月降水量，考虑降水对生态植被生长的有效性，确定各月降雨入渗量。

入渗至土壤中的水量有两个去向，一部分留在土壤中，构成土壤储水量，一部分继续下渗，汇入地下水，称为入渗补给量。留在土壤中的储水量为植物生长提供了水分补给，是生态需水量的一部分。入渗补给量的影响因素十分复杂，概括地说，主要与土壤岩性、潜水埋深、降雨特性、作物类别、土壤前期含水量等因素有密切关系，可用入渗补给系数乘以降雨入渗量表示，取邻近地区的实验值为 0.2。降雨入渗量及入渗补给量见表 5.2.3-4。生态需水定额扣除土壤储水量后，即可得到各类植被的净需水定额，净需水为除了降雨补给之外需要从地下水获得补给的那部分需水量。结果见表 5.2.3-5。可以看出，净生态需水定额在 7 月份最大，从 4 月到 7 月生态需水定额逐渐增加，之后则逐渐减小。从总量上来看，有林地净需水定额最大，全年为 655.7mm；草地、灌木林次之，分别为 353.0mm、570.9mm。

表 5.2.3-4　研究区生态需水定额

单位:mm

月份	有林地	灌木林	草地
4	62.23	37.338	49.784
5	109.21	62.404	93.606
6	152.51	84.725	135.56
7	181.64	99.078	148.617
8	119.30	74.56	119.296
9	67.09	44.728	67.092
10	33.90	20.337	27.116
总计	725.87	423.17	641.07

表 5.2.3-4　降水量，降雨入渗量，土壤储水量，入渗补给量

单位：mm

月份	降水量	降雨入渗量	土壤储水量	入渗补给量
4	4.39	3.95	3.16	0.79
5	3.67	3.3	2.64	0.66
6	11.65	11.65	9.32	2.33
7	5.91	59.1	47.28	11.82
8	4.81	4.33	3.46	0.87
9	3.11	2.8	2.24	0.56
10	2.84	2.56	2.05	0.51

表 5.2.4-5　研究区净生态需水定额

单位：mm

月份	有林地	灌木林	草地
4	59.1	34.2	46.6
5	106.6	59.8	91.0
6	143.2	75.4	126.2
7	134.4	51.8	101.3
8	115.8	71.1	115.8
9	64.9	42.5	64.9
10	31.8	18.3	25.1
总计	655.7	353.0	570.9

根据生态需水定额及各类生态面积，可按下式计算出研究区及各子区的生态净需水过程：

$$W = \sum_{i} (ET_i - P_e) A_i$$

式中，P_i 为降雨入渗量中的土壤储水量，A_i 为第 i 种生态植被的面积。

统计研究区减水河段河谷林草植被类型的面积分别为有林地 3063524.878m^2、灌木林 1494851.456m^2、草地 3833528.45m^2。因此，通过研究区净生态需水定额可以计算出研究区减水河段林草净生态需水量。

表 5.2.4-6　坝址～厂房区间河岸林草净生态需水量

单位：10^4m^3

月份	有林地	灌木林	草地
4	18.11	5.11	17.86
5	32.66	8.94	34.89
6	43.87	11.27	48.38
7	41.17	7.74	38.83
8	35.48	10.63	44.39
9	19.88	6.35	24.88

10	9.74	2.74	9.62
总计	200.91	52.78	218.86

由表中可以看出，河谷有林地、草地的生态需水量较大，占总生态需水量的88.84%，其中河谷草地的生态需水量最大，有林地次之。从生态需水过程来看，从4月～7月逐渐增加，7月以后逐月降低，6月生态需水量最大。

为满足下游河谷林草植被生态需水，选取 6 月的生态需水量来计算河谷植被需要的生态流量，计算结果折算成流量为 0.39m^3/s。

5.2.5 推荐下泄生态流量

（1）河道内生态需水

根据水文学法（Tennant 法）、水力学法（湿周法、R2-Cross 法）和生态水力学方法计算成果，霍尔古吐水电站坝址～厂房区间减水河段河道内生态需水量计算成果如下表：

表 5. 2. 5-1 几种方法计算河道内生态流量比较表

计算方法	水文学法	水力学法		生态水力学法
	Tennant 法	湿周法	R2-CROSS 法	
生态流量（m^3/s）	10.3（10月～3月） 20.6（4月～9月）	21.61 （4月～9月）	20.6 （4月～9月）	25.75 （4月～9月）

河道内生态流量计算（多水期）的最大是生态水力学为 25.75m^3/s，少水期最小为 Tennant 法 10.3m^3/s。综合比较几种计算方法的适用条件、优缺点后，认为Tennant 法、生态水力学法相对适合研究河段不同水期生态用水对象、环境保护对象的特点。因此，推荐霍尔古吐水电站坝址～厂房区间减水河段河道内下泄最小生态流量为少水期（10 月～3 月）10.3m^3/s，多水期（4 月～9 月）为 25.75m^3/s。

（2）河道综合生态需水

据调查，工程影响河段河谷林草主要依靠河谷两侧地下水和天然降水生长，需水量相对较大的主要生长期 5～8 月。经计算，工程影响河段河道外河谷林草植被主要生长期生态需水需求（0.39 m^3/s）。综合考虑植被生态需水，下泄生态流量要求及过程：多水期（4 月～9 月）下泄生态流量不少于 26.14m^3/s，少水期（10 月～3 月）下泄生态流量不少于 10.3m^3/s。当少水期上游来水量小于拟定的最小下泄流量时，按天然来水量下泄。

（3）现行环保要求生态流量

《关于新疆开都河中游河段水电规划环境影响跟踪评价工作有关意见的函》中明确提出，规划河段各梯级枯水期和多水期下泄生态流量分别不低于坝/闸址断面天然径流量的10%、30%。因此，本次按照跟踪评价要求提出减水河段下泄生态流量要求：多水期（4月～9月）下泄生态流量不少于30.9m³/s，少水期（10月～3月）下泄生态流量不少于10.3m³/s。当少水期上游来水量小于拟定的最小下泄流量时，按天然来水量下泄。

5.3 地表水环境影响预测评价

5.3.1 施工期水质影响预测与评价

5.3.1.1 施工期污染源分析

霍尔古吐水电站施工期的水污染源包括生产废水和生活污水两大部分，其中生产废水大部分来源于砂石骨料加工废水，另有少量的混凝土拌和冲洗废水、机修系统含油污水及基坑和洞室排水等；生活污水主要来源于施工生活区的施工人员生活用水。

（1）砂石骨料加工废水

本工程共布置有 2 套砂石骨料加工系统。坝址区砂石加工系统布置于坝下游左岸的S3砂石料场附近，系统设计处理量为300t/h，废水产生量为160m^3/h。厂址区砂石加工系统设置于左岸厂房附近，系统设计处理量为 190t/h，废水产生量为96m^3/h。

根据本工程砂石料料源特征以及同类工程的实测结果，废水中的主要污染物为SS，浓度一般在30000～50000mg/L。本工程考虑将废水达标处理后回用于生产或综合利用于洒水降尘、农林灌溉等，不外排。

（2）混凝土拌和系统碱性冲洗废水

本工程共设置6套混凝土拌和系统，分别为坝址区混凝土生产系统、厂址区混凝土生产系统和2～5号支洞混凝土生产系统。混凝土拌和系统废水主要来源于混凝土转筒、料罐、搅拌机等冲洗废水，间歇式产生，废水pH一般大于10，并含有较高悬浮物，其浓度可达5000mg/L左右。

混凝土拌和系统采用三班工作制，每台班冲洗一次，排放方式为间歇式。坝和厂房混凝土拌和系统每次冲洗用水约 2m^3，引水隧洞 2～5 号施工支洞拌和系统每次冲洗用水约 1m^3。因此，混凝土搅拌系统高峰期每台班废水排放量为 8m^3/次。混凝土搅拌系统废水具有悬浮物浓度高、污水排放量小、间歇集中排放的特点。正常情况下，该废水经处理回用后不会对周围水域水质产生影响；但若处理设备非正常运行导致废水事故外排时，将对附近局部水域造成污染。但总体来看，废水量少且非连续分散排放，因此，其影响范围与程度均较小。

（3）含油废水

霍尔古吐水电站施工以机械施工为主，施工机械以油料为动力，施工机械车辆定期维修、冲洗将产生一定的含油废水，主要污染物为石油类和悬浮物，排放的废水中悬浮物约 500～1000mg/l、石油类约 40～100mg/l。

本工程机械修配保养厂用水量 10m^3/h，产污系数以 0.85 计，则含油废水产生量为 8.5m^3/h。含油废水若随意排放至冲沟、滩地，会降低土壤肥力，改变土壤结构，不利于施工迹地恢复；若直接排放至开都河，将会在水体表面形成油膜，使水中溶解氧难以补充，影响施工河段水质。

机械停放场周边设置排水沟，收集场地内机械冲洗废水，含油废水处理设施布置在排水沟出口，即靠近地势最低处，方便废水自流。本工程含油废水设计水质为石油类浓度 100mg/L、SS 浓度 3000mg/L，经处理后回用，出水水质满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。

（4）基坑排水

工程基坑排水包括初期排水和经常性排水。一期围堰防护基坑排水主要为经常性排水。二期围堰防护基坑排水包括初期排水和经常性排水。

类比国内同类型水电工程基坑废水监测结果，基坑初期排水水质与河流水质相似，对开都河水质基本无影响。

一期、二期围堰基坑经常性排水最大强度分别为 522m^3/h 和 460m^3/h。由于基坑开挖和混凝土浇筑养护，基坑水的悬浮物含量和 pH 值较高，经常性基坑排水的 pH 值达 11～12，悬浮物浓度一般在 2000mg/L 左右。基坑废水若不经处理直接排放，将对开都河水质产生不利影响。

（5）洞室排水

类比国内同类型水电工程洞室废水监测结果，洞室施工废水主要含有一定的SS 和炸药残留物，并伴有少量油污，若渗水量过大且不采取有效的处理措施，直接排入河道或支沟，可能增大水体 SS 的含量，将对排放口附近环境和受纳水体带来一定的影响。

（6）生活污水

生活污水中主要污染物来源于排泄物、食物残渣、洗涤剂等，未经处理的生活污水中有机污染物浓度均较高。根据其它工程经验，生活污水污染物指标：CODcr浓度一般为 200mg/L～400mg/L，BOD_5 浓度 100mg/L～300mg/L，NH_3-N 浓度一般为 35mg/L 左右。

本工程施工营地主要有首部枢纽区生产生活营地、地面厂房生活管理区和引水隧洞 2 号～5 号施工支洞营地，施工高峰期人数分别为 500 人、1100 人和 200 人，施工人员生活用水定额为 100L/人•d，废水量按用水量的 80%取，时变系数取 2.0。三个相对集中的施工营地生活污水排放量最大分别为 $40m^3/d$、$88m^3/d$ 和 $16m^3/d$。本工程施工生活污水排放量相对于开都河流量很小，但生活污水中含有较多细菌和病原体等，生活污水经处理后全部回用于施工道路洒水或者营地周边绿化。

5.3.1.2 施工期水质影响

工程河段为Ⅰ类水域，根据《污水综合排放标准》（GB 8978-1996），禁止新建排污口，施工废（污）水应处理达标后全部回用。因此，本工程针对各种施工废（污）水的特性分别采取了相应的水处理与回用措施，在正常情况下不会对河流水质造成影响；但若事故排放，则将对河流水质造成一定影响。基于砂石骨料加工废水水量较大、生活污水含有 COD 和 NH_3-N，本次水环境影响预测与评价将针对砂石骨料加工废水和生活污水不经处理直接排放（即事故排放）的最不利工况进行，评价时段选择 90%保证率的最枯月的最不利时段。

（1）砂石骨料加工废水

1）预测模型及参数选取

本次预测采用《环境影响评价技术导则-地面水环境》（HJ/T 2.3-93）推荐的岸边排放二维稳态混合模式预测混合过程段水质，采用河流完全混合模式预测充分混合段水质，预测的主要污染物为 SS。其中，为便于判定污染物扩散混合段长度，当二维稳态混合模式计算值在与水流垂直方向（y 方向）上各断面浓度差值小于 5%

时，即可近似视为完全混合，此时，在 x 方向从排污断面至该完全混合断面即为混合段长度。

$$l=\frac{0.4B^2u}{M_y}$$

$$M_y=(0.058H+0.0065B)(gHI)^{1/2}$$

$$C(x,y)=c_h+\frac{C_PQ_P}{H(\pi M_y xu)^{1/2}}\left[exp(-\frac{uy^2}{4M_yx})+exp(\frac{-u(2B-y)^2}{4M_yx})\right]$$

式中：

l—混合过程段长度，m；

B—河流平均宽度，m；

u—x方向平均流速，取枯水年的最枯月平均流速 m/s；

M_y—河流横向混合（弥散）系数，m²/s；

H—河流平均水深，取枯水年的最枯月平均水深，m；

x—预测点x方向坐标值，m；

y—预测点离排放口的横向距离，m；

Q_P—污水流量，按高峰排放计，m³/s；

C_P—污染物排放浓度，mg/L；

C_h—河流上游污染物的浓度（本底浓度），mg/L；

2）预测结果

根据二维稳态混合模式，工程河段污染物混合过程段长度约为 2.7km，混合过程段的 SS 浓度分布预测结果详见表 5.3.1-1。

表 5. 3. 1-1 砂石加工废水事故排放混合过程段 SS 浓度预测结果表

单位：mg/L

X\c/Y	0	5	10	15
50	2306	125.3	15.5	16
100	1635	370.1	19.2	16
200	1161	551.3	70.4	17
300	951	579.0	138.9	26
400	825	569.4	193.0	47

X\c/Y	0	5	10	15
500	740	550.1	231.4	75
600	677	529.0	258.4	106
700	628	508.8	278.0	136
800	588	490.4	292.8	165
900	556	474.0	304.3	191
1000	528	459.5	313.6	214
1100	505	446.7	321.1	234
1200	485	436	327.5	252
1300	467	426	332.8	267
1400	452	417	337.3	280
1500	438	410	341.1	292
1600	426	403	344.3	302
1700	416	397	347.0	311
1800	406	392	349.3	318
1900	398	387	351.2	324
2000	390	383	352.7	330
2100	383	379	354.0	334
2200	377	376	354.9	338
2300	371	373	355.7	342
2400	366	370	356.2	345
2500	361	367	356.5	347
2600	357	364	356.6	349
2688	353	362	356.6	350
2700	353	362	356.6	351

预测表明，排放口下游 2688m 以下河段为充分混合段，SS 浓度为 353mg/L，SS 浓度增量为 337.5mg/L，对河流水质影响较大。因此在要对砂石料废水进行处理后循环利用，避免废水直接排入河流。

（2）生活污水

生活污水中主要污染物来源于排泄物、食物残渣、洗涤剂等，主要污染物为 COD 和 NH_3-N，根据其它工程经验，生活污水污染物指标：COD 浓度一般为 400mg/L，NH_3-N 浓度一般为 35mg/L。本工程施工营地主要有首部枢纽区生产生活和地面厂房生活管理区两个相对集中的营地，施工高峰期，两个营地生活污水排放量最大分别为 40m^3/d、88m^3/d。

采用《环境影响评价技术导则地面水环境》（HJ/T2.3-93）推荐的河流完全混合模式预测充分混合段水质，其中主要污染物 COD 和 NH_3-N 按照施工期高峰期所有生活污水在 90%保证率最枯月同时直接排入开都河的最不利情况进行考虑。计

算模型如下：

$$C=(C_pQ_P+C_hQ_h)/(Q_P+Q_h)$$

式中：

C —充分混合后污染物浓度，mg/L；

C_h —河流本底污染物浓度，mg/L；

Q_h —河流枯水年最枯月流量，mg/L；

C_P —污染物排放浓度，mg/L；

Q_P —污水流量，按高峰排放计，m³/s。

预测结果显示，生活污水与开都河水体充分混合后，河流 COD 和 NH_3-N 的浓度分别为 10.02mg/ L 和 0.064mg/ L，而开都河枯期 COD 和 NH_3-N 本底浓度分别为 10mg/ L 和 0.062mg/ L 增加仅为 0.02mg/L 和 0.002mg/L，由预测结果可知，霍尔古吐水电站施工生活污水排放对开都河水质影响较小，但由于生活污水中含有大量细菌和病原体，如果不经处理直接排入水体，将可能对下游水域及人群健康产生一定不利影响。

5.3.2 运行期水质影响预测分析

5.3.2.1 污染负荷预测

根据现场调查统计，霍尔古吐水电站建设征地范围主要涉及天然防护林地、天然牧草地及其他土地等。建设征地范围内无搬迁安置人口，涉及生产安置人口 2 人，而且工程影响范围上下游两岸无集中分布居民。枢纽工程建设区临时占用的牧草地、林地，待工程完工后，进行土地复垦，恢复原有功能。对永久占用的牧草地采取一次性补偿的处理方式。

随着经济的发展，库区及坝下群众生活水平的提高，污染物产量将有所增加，但随着地方环保措施的不断改善，农药化肥的合理施用及污水处理设施的实施，将有效控制污染，改善地表径流的污染，改善水质。

5.3.2.2 初期蓄水对水质的影响

霍尔古吐水电站库区上游基本无点污染源汇入，水质良好。水库蓄水初期，如库区杂草、落叶腐烂、土壤未能彻底清理，将会释放出有机质对水库水质有一定影响。类比同类电站，库盆淹没浸出物速度参考国内同类工程土壤浸出实验结果，

CODMn（高锰酸盐指数）、TP 的淹没浸出率分别为 18.5mg/d ㎡、0.0483mg/d ㎡。

霍尔古吐水电站正常蓄水位 2070m，死水位 2064m，正常蓄水位以下库容 413.0 万 m^3，对应水面面积 38.40hm^2，调节库容 228.4 万 m^3，水库具有日调节能力。按 6 月来水频率 75%蓄水流量计算，水库蓄水到正常蓄水位 2070m 分别需要约 10.9h。污染物浸出后以完全混合考虑，经计算，蓄水后 CODMn 浓度为 1.396mg/L、TP 浓度为 0.83mg/L。水库水质以 2020 年 10 月中旬监测值作为背景值 CODMn 浓度为 1.2mg/L，TP 浓度为 0.65mg/L。

可以看出，蓄水发电后 CODMn、TP 浓度变化不大，基本维持来水水质。说明水库淹没区库底浸出物对水库水体水质影响很小。

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。

5.3.2.3 运行期间对水质的影响

（1）库区富营养化影响

由于开都河中游河段没有工业点源，基本也无农业面源和生活污染源，电站仅具有日调节性能，正常运行时水体交换频繁，水体的循环混和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底泥中氮、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同类型其他电站实际运行情况来看，尚未出现水库发生富营养化的现象。且本工程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。

（2）对下游河段水质影响

根据现场调查，开都河中游河段没有工业点源，基本也无农业面源和生活污染源，电站仅具有日调节性能，正常运行时水体交换频繁，水体的循环混和及复氧作用加强促进了污染物质的降解。

运行期一般情况下，由于无外源污染物的汇入，而且库区水体交换频繁，不存在污染物累积的风险，因此，对坝址下游河道水质基本没有影响。

（3）废污水影响

霍尔古吐水电站运行期业主管理营地运行人员约 100 人，每人每天用水量按 100L 计，污水排放系数按 0.8 计，生活污水产生量为 8m^3/d。设计中已考虑选取污水处理措施，处理后的生活污水用于业主营地绿化灌溉，不外排，因此，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，经隔油处理后废水排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。

5.3.2.4 水库水温预测

水库建成后，库区河道由于水位抬升，流速减缓，其水温结构将发生变化。水库水温结构一般分为分层型、过渡型和混合型，通常采用径流—库容比法（α-β 法）进行判别，其公式为：

$$\alpha = \frac{\text{多年平均年入库径流量}}{\text{总库容}} \quad \beta = \frac{\text{一次洪水总量}}{\text{水库总库容}}$$

其判别标准是：α＜10 时为分层型；当 10＜α＜20 时为过渡型；当 α＞20 时为混合型。分层型水库如遇 β＞1 的大洪水，也往往成为临时的混合型；而 β＜0.5 的洪水，一般对水库的水温结构没有大的影响。

霍尔古吐水电站总库容 0.0452 亿 m^3，坝址多年平均径流量 32.89 亿 m^3，其 α 值为 727.82，远大于 20，水库为完全混合型水库，水温不分层，不存在下泄低温水的情况。

由于库水日内频繁混动，水体交换频繁，水库水温与天然水温一样主要受水域周边气温的变化而变化，运行后对下游水温时空分布基本没有影响。

5.4 地下水环境影响预测评价

5.4.1 引水隧洞工程对地下水的影响

施工期对地下水的影响主要是引水洞室工程施工对地下水的影响，主要影响为地下工程施工引发地下水位变化。

引水隧洞沿线岩相变化较大，霍尔古吐沟以前主要为板岩、千枚岩类及少量凝灰岩类；霍尔古吐沟以后至引 13+754 桩号，岩性主要为凝灰质砂岩夹砂质凝灰岩，沟口下游侧有少量凝灰岩及英安岩；引 13+754 桩号以后主要为绢云母石英岩夹长石石英岩，局部有少量板岩类出露。根据岩石和岩体试验成果，围岩以坚硬岩为主，少量中硬岩，岩层走向总体与洞线小角度相交，一般在 10°～45°居多，倾角多为 50°以上中陡角度，引水隧洞的垂直埋深多在 150m 以上，最大 1000m 左右，影响的主要为承压含水层，影响的范围有限，与上层的潜水含水层水力联系较小，因此引水洞室对地下水环境的整体影响较小。

5.4.2 地下工程对地表植被的影响分析

根据前述分析，霍尔古吐水电站引水隧洞工程埋深大，洞室开挖会出现少量涌水，地下工程施工会造成局部区域地下水水位下降。

由于区域地下水埋藏较深，两岸山体植被生长水源来源于大气降水以及储存于覆盖层表面土壤中的水分，表层潜水层和土壤水分与深层基岩裂隙水之间水力联系很微弱，因此，深层地下水局部变化对地表植被无影响。

5.5 陆生生态影响预测评价

5.5.1 对评价区植物及植被的影响

5.5.1.1 施工期对评价区植物及植被的影响

本工程施工期主要有建设征地、土石方工程施工等工程活动，施工期工程对植物及植被的影响因子主要有工程占地、支洞工程施工、施工活动及施工活动产生的废水、废气、弃渣、固废、扬尘等。

（1）施工占地对植物及植被的影响

工程占地不可避免的破坏占地区植物及植被，占用土地类型主要是林地和草地。永久占地是长期的、不可逆的，临时占地是暂时的、可恢复的。根据工程布置，工程涉及征（占）用各类土地总面积 232.2hm^2，其中永久用地面积 127.4hm^2（林地 135.49 亩，灌木林地 3.75 亩，草地 1503.95 亩、荒漠 6.50 亩），临时用地面积 104.8hm^2（林地 104.95 亩，灌木林地 26.75 亩，草地 1434.02 亩），占地类型及生物量损失详见下表。

表 5. 5. 1-1 工程施工占地及生物量损失一览表

生态类型	永久占地面积(hm^2)	临时占地面积(hm^2)	平均生物量(t/hm^2)	永久占地生物量损失(t)	临时占地生物量损失(t)
林地	9.03	7.00	204.42	1845.91	1430.94
灌丛	0.25	1.78	89.71	22.43	159.68
草地	100.26	95.60	11.15	1117.90	1065.94
荒漠	0.43	0	6.04	2.60	0.00
合计	109.97	104.38	-	2988.84	2656.56

注：永久占地包括占用的水域 17.23 hm^2 及其他用地 0.2hm^2，临时占用的其他用地 0.45hm^2。

1）永久占地对植物的影响

永久占地对植物的影响是长期的、不可逆的。永久占地区施工将使区域内土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少。结合具体工程布置，根据现场调查，永久占地工程主要有坝址、淹没区、业主营地、永久道路、发电厂房等。

坝址区域大部分为水域，由于开都河水流流速较急水生植被较为贫乏，工程占地对其影响较小。河流两岸坝址区域多为荒漠草原及灌丛，常见的植物群系有针茅群系、冰草群系、疏花蔷薇群系、线叶柳群系等，常见的植物主要有密叶杨、伊犁小檗、黑果枸子、白刺、霸王、锦鸡儿、羊角芹、猪毛菜、冷蒿、新疆乳菀、小花车矢菊、白叶风毛菊、羊草、滩地韭等。淹没区植被较为丰富，常见的群系有密叶杨群系、伊犁小檗群系、针茅群系等，其他常见的植物主要有榆树、线叶柳、粉刺锦鸡儿、阿尔泰狗娃花、草原绢蒿、林荫千里光、蒿叶猪毛菜、羊茅、锯齿莴苣、冰草、芨芨草等。业主营地、永久道路、发电厂房植被类型多为荒漠、草原及灌丛，常见的植物群系有蒿叶猪毛菜群系、圆叶盐爪爪群系、针茅群系、伊犁小檗群系、粉刺锦鸡儿群系等，常见的植物主要有红果小檗、东方铁线莲、霸王、独行菜、多花棘豆、灰绿藜、刺藜、草地风毛菊、白叶风毛菊、疏花针茅、羊茅、冰草、羊草等。工程永久占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，因此工程永久占地对植物影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，根据评价区内各植被类型平均生物量，工程建设区永久占地区植被损失的生物量约 2988.84t，评价区总生物量为 340190.16t，永久占地区生物损失量占评价区总生物量的 0.88%，变化幅度较小。因此，工程建设区永久占地对评价区植物种类、植被类型及生物量的影响不大。

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，临时占地工程主要有施工营地、砂石料厂、弃渣场、表土堆存场、拼装厂、综合加工厂等。根据现场调查，临时占地区植被以半灌木荒漠、荒漠草原及灌丛为主，常见的植物群系有圆叶盐爪爪群系、针茅群系、冰草群系、粉刺锦鸡儿群系等，常见的植物有小球棘豆、中亚沙棘、白皮锦鸡儿、腺齿蔷薇、薄叶蓟、中亚旱蒿、拂子茅、大穗鹅观草、芨芨草、火绒草、啤酒花等。受工程区临时占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，因此工程区临时占地对植物影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，根据评价区内各植被类型平均生物量，临时占地区植被损失的生物量约 2656.56 t，评价区总生物量为 340190.16t，损失生物量占评

价区总生物量的0.78%，变化幅度不大。随着施工结束，临时施工区植物及植被在适宜条件下可得到恢复，因此，工程临时占地对占地区植物种类、植被类型影响较小。此外，工程施工结束后，对临时占地区土地平整、植被恢复，可使临时占地区植物种类多样性、植被类型及生物量均有所增加。

（2）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。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）施工期废水主要包括生产作业废水、生活污水、车辆冲洗废水、施工机械维修含油废水、下雨时冲刷浮土及建筑泥沙等产生的地表径流污水等，生活污废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）弃渣主要来源于主体工程开挖、河道的疏浚清淤、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。且评价区为干旱，区域内空气湿度相对较小，土壤干旱，扬尘扩散范围相对较大。因此在施工期应采取洒水抑尘等措施来减轻扬尘对周围植物及植被的影响。

（3）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、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施工车辆的剐蹭等人为活动导致植物形成创伤，伤口暴露后易导致病虫害，进而会影响其生长发育；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。

由于本工程施工区、生产生活区多集中分布，区域人为干扰范围较小，同时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。

（4）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几率较小，本工程施工期水土流失对区域植物及植被的影响较小。

5.5.1.2 运营期对评价区陆生植物与植被的影响

本工程运营期主要为库区蓄水发电等工程活动，运营期工程对植物及植被的影响因子主要有库区蓄水、坝下河段减水、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

根据工程布置，运营期水库淹没区占地总面积 48.20hm^2，其中淹没陆地面积33.30hm^2（林地 128.26 亩，灌木林地 0.00 亩，草地 365.38 亩、农村道路 5.51 亩），淹没水域面积 14.91 hm^2，占地类型及生物量损失详见下表。

表 5. 5. 1-2 水库淹没占地及生物量损失一览表

生态类型	淹没占地面积(hm^2)	平均生物量(t/hm^2)	淹没占地生物量损

			失(t)
林地	8.55	204.42	1747.79
灌丛	0	89.71	
草地	24.36	11.15	271.61
荒漠	0.37	6.04	2.23
合计	32.91	-	2021.63

注：水库淹没占地包括水域 14.9 hm^2。

水库蓄水前，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，本工程淹没区占地面积 32.91hm^2，土地类型以草地为主，其次为灌丛，根据现场调查，淹没区库区植被较为单一，物种组成较为贫乏。常见的植物群系有密叶杨群系、线叶柳群系、粉刺锦鸡儿群系、针茅群系等。常见的植物有多花棘豆、腺齿蔷薇、伊犁小檗、圆叶盐爪爪、霸王、白刺、沙棘、白滨藜、灰绿藜、芨芨草、猪毛菜、羊草、滩地韭、冰草等。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库区淹没线以上均有分布，工程蓄水对淹没区内植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，根据评价区内各植被类型平均生物量，淹没区植被损失的生物量约为 2021.63t，评价区总生物量为 340190.16t，损失生物量占评价区总生物量的 0.59%，变化幅度不大，故淹没区占地对区域植物及植被的影响较小，不会影响植物区系的组成。

进一步调查发现，水库淹没区及坝址枢纽区有自治区Ⅰ级保护野生植物天山桦及大径阶密叶杨分布。其中，天山桦 92 株，大径阶密叶杨 50 株。工程建设和运行将对天山桦和大径阶密叶杨部分植株及其生境产生一定的不利影响，使得其分布数量减少。因此，在蓄水前应详细调查其张世状况及生境特征，根据现场实际条件采取其实可行的保护措施。

（2）减水河段对植物及植被的影响

结合具体工程布置，根据现场调查可知，开都河水流流速较快不适宜水生植物的生长。库区及坝下的水生植被较为贫乏，水位的上升下降对评价区内的水生植被影响较小。但是库区蓄水造成的减水河段导致坝下水域面积减少，从而影响河道两岸滩地植被的正常生长。

（3）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，植被类型的成分和分布范围可能会有所变化，一些湿生和喜水性的植物将逐步发育。

（4）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、管理营地运营等，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、管理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、管理营地生产的废水、固废等可通过集中处理，业主营地、管理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。

5.5.1.3 对评价区重点保护植物和大径阶树木的影响

（1）对重点保护植物的影响

新疆霍尔古吐水电站评价区分布有新疆自治区Ⅰ级重点保护野生植物天山桦、中麻黄和新疆自治区Ⅱ级重点保护野生植物宽刺蔷薇共计 3 种。天山桦在开都河流域分布较为广泛，现场调查工程评价范围共计 115 株，其中，水库淹没区域分布有 92 株，坝址枢纽区 1 株，受水库淹没和工程占用直接影响；厂址区和砂石料加工系统附近有 22 株，不受工程直接占地影响，但施工活动可能对其产生间接影响。中麻黄为评价区内广泛分布种，本次调查发现 4 处共 55 余丛，坝址下游分布较多，其中有 1 处 10 丛分布于坝址下游拟建综合加工厂内，工程建设将对其占用，其余 3 处 40 余丛距离施工区域较近，工程不会对其占用，但是仍会受到施工活动的影响。评价范围内宽刺蔷薇共 2 处 30 株，距离施工区域较近，工程建设不会对其占用，但是施工活动会对其产生一定影响。对于淹没及占用的重点保护野生植物，开都河两岸均有分布，不仅限于评价范围内，工程建设不会使得保护物种灭绝或消失。

表 5.5.1-3 评价区重点保护野生植物影响情况表

编号	种名	分布数量（株/丛）	保护等级	区位关系	影响
1	中麻黄（*Ephedra intermedia*）	≥20	自治区Ⅰ级	坝址下游 1 号引水支洞附近，与支洞线路最近距离约 10m	施工活动的影响、扬尘、废气、人为干扰等。
2		≤15		油库附近，与永久道路最	

				近距离约 10m	
3		≤10		坝址下游，与坝址下游跨河桥最近距离约 25m	
4		≤10		坝址下游拟建综合加工厂内	工程建设将对其占用。
5	宽刺蔷薇（*Rosa platyacantha*）	≤10	自治区 II 级	3#施工营地附近，与永久道路最近距离约 10m	施工活动的影响、扬尘、废气、人为干扰等。
6		≤20		坝址下游，与永久道路最近距离小于 10m	
7	天山桦（*Betula tianschanica*）	22	自治区 I 级	紧邻发电厂房和砂石加工系统布置区，不受工程建设直接影响	施工活动的影响、扬尘、废气、人为干扰等
8		1		枢纽坝址区内	工程建设将对其占用
9		92		水库淹没范围内	水库蓄水将被淹没

（2）对大径阶树木的影响

根据现场调查结果，工程直接影响范围分布有大径阶（胸径分布范围 50cm～142cm）密叶杨 57 株，其中水库淹没区 50 株，枢纽坝址区 7 株；另外，厂址区和砂石料加工系统区附近分布 52 株，坝址～厂址减水河段沿线以及引水隧洞（包括施工支洞）附近也零星分布有大径阶密叶杨个体，但是不受工程建设直接影响。

位于水库淹没范围的大径阶密叶杨，电站蓄水运行后全部被淹没，影响较大；对于坝址区施工范围的大径阶密叶杨，工程建设将对其占用，影响相对较大；位于厂址区或砂石料加工系统附近的大径阶密叶杨，工程建设无直接影响，但是施工活动和人为干扰会对大径阶密叶杨造成一定的不利影响。主要影响有①人为干扰影响：施工期，施工区人员及机械增多，施工人员砍伐，施工机械及运输车辆剐蹭等可能会对距离工程较近的大径阶密叶杨产生不利影响。这种影响可通过在施工前划定施工范围，严禁越界施工，对施工区附近大径阶密叶杨采取围栏保护，设置警示牌等措施进行缓解，在相关措施得到落实后，人为干扰对附近大径阶密叶杨的影响较小。②扬尘、废气、废水、弃渣等的影响：施工期，工程的开挖会产生弃渣，施工区会产生废水，施工活动、运输作业、场区平整等会产生扬尘、废气，弃渣、废水、扬尘等可能会对附近大径阶密叶杨及其生境产生不利影响。施工期扬尘、废气可通过洒水抑尘等措施进行缓解，弃渣、废水可通过统一调配与处理，在相关措施得到落实后，弃渣、废水、扬尘等对附近大径阶密叶杨的影响较小。

表 5.5.1-4　工程建设对影响范围内大径阶密叶杨的影响情况表

编号	种名	分布数量（株）	生长状态	区位关系	影响
1	密叶杨（*Populus talassica*）	52	良好	发电厂房和砂石加工系统布置区附近，不受工程建设直接影响	不受工程建设直接影响，但施工活动和人为干扰可能会对大径阶密叶杨造成一定的不利影响
2		7		枢纽坝址区内	工程建设将对其占用
3		50		水库淹没范围内	水库蓄水将其直接淹没

5.5.2 对陆生动物的影响

5.5.2.1 施工期

霍尔古吐水电站施工期对陆生动物的影响主要包括施工占地对动物生境的占用，开挖破土等引起水土流失对动物生境的破坏，施工废水、废气、固体废物等对动物生境的破坏、污染，施工噪声对动物的惊扰、驱赶以及人为干扰的影响。

（1）对两栖类的影响

工程施工区两栖类仅有塔里木蟾蜍指名亚种，主要栖息在电站永久占地及输水发电系统进出口占地区的河谷近水边灌丛中。施工期间，永久及临时占地会占用部分两栖类的生境，导致其生境范围有所缩小。

施工期的机械含油废水、生产废水及生活污染等事故排放至开都河及支流中，对评价区的两栖类栖息活动生境造成污染。水质的破坏，如一些含铝酸盐、磷酸盐的水泥渣土溶于水会造成水体的 PH 值和无机盐浓度的改变，将破坏两栖类体内的水盐平衡，可能会导致其因为失水和积累盐分而死亡。由于枢纽建设区将设置污水处理设施，如在生产生活区设置可重复利用的成套生活污水处理设备处理施工人员生活污水，污水达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准进行处理后回用或用于有林地浇洒，故该类影响较小。另外，部分施工人员对蟾蜍进行捕食，捕食范围以施工生活区为中心向上下河段和周围地区扩展，其结果可能造成塔里木蟾蜍种群数量的下降。此外，爆破、施工人员活动等噪音会对塔里木蟾蜍造成惊吓，驱赶这些蟾蜍暂时离开栖息地。施工期新建和扩建原有公路、建设各种永久性建筑或临时性建筑，但主要建在开都河两岸的较高的草地平台，占用塔里木蟾蜍栖息地较少，且开都河支流两岸施工较少，故对多栖息于支流两岸草丛的塔里木蟾蜍影响较小。

（2）对爬行类的影响

评价区的爬行类均为灌丛石隙型种类，它们在开都河周边的石缝、土堆、灌丛

等地活动。在修筑大坝、厂房、施工附属设施期间，其生境会被占用或污染，个体也会被噪声驱赶，它们在施工期间将远离工程影响区，在霍尔古吐水电站工程受影响以外的区域寻找相似生境，由于工程区周围相似生境丰富，故生境破坏及噪声驱赶对其影响较小。

爬行动物中的蜥蜴类食物来源主要是昆虫，白条锦蛇的食物来源主要是啮齿类、蜥蜴类和小型鸟类。施工占地中施工场地、住宅区、仓库等的建设，将使场地附近的灌草丛覆盖度降低，光照度充足、干燥大增的堆渣碎石场地将会吸引蜥蜴类数量聚集增加，蜥蜴类的种群数量可能会有一定的增长。施工期间随着施工人员的聚集，鼠类可能聚集在业主营地或仓库等工程附近，有可能吸引白条锦蛇到此觅食，但该区域活动的人员较多，人为干扰较大，白条锦蛇到此活动的可能性不大，故对白条锦蛇种类和数量影响较小。施工期间蛙类和小型鸟类会因施工干扰远离工程影响区，这些物种的迁离或种群数量的减少，都会吸引白条锦蛇也向人为干扰较小的非工程区转移，而弃渣场等堆渣碎石场地将可能吸引蜥蜴类，从而吸引白条锦蛇的出没，两种情况均将在一定程度上影响白条锦蛇种群数量的变动和分布格局的变化。但随着工程施工的结束，临时占地区会进行植被恢复，其适宜生境会逐渐恢复，蜥蜴类、啮齿类、蛙类和小型鸟类又会回到原来的栖息地，白条锦蛇又有了食物来源，它们也会回到原来的栖息地生活。

根据以往水电站施工状况，施工车辆和机械会轧死一定数量穿越道路和施工作业区的爬行动物，施工期间应注意控制行车速度，多注意路况观察，避免此类情况发生。另外，因施工道路建立在开都河左岸，部分路段属于开山道路，道路较为危险，更应该设置“控制行车车速，保护野生动物”等类似标识牌，既能保护野生动物，又能提高交通安全。施工期间，施工人员可能会出现捕食蛇类的不良行为，导致施工区附近白条锦蛇种群数量减少，但施工单位会健全施工规范，提高施工人员的野生动物保护意识，将会尽量避免捕食行为的发生。

（3）对鸟类的影响

评价区的鸟类分游禽、涉禽、陆禽、猛禽、攀禽和鸣禽，其中游禽、猛禽、鸣禽的种类及数量相对较多。游禽、涉禽的鸭科和鸻鹬类在评价区大部分是候鸟，主要分布在开都河及支流、沿岸滩涂和湿地中，工程施工对其影响主要是鸟类迁徙季节施工产生的噪声驱赶。陆禽主要有灰斑鸠、山斑鸠、石鸡等鸡形目和鹤形目鸟类，

主要活动在开都河两岸及支流的林地、灌草丛中，对噪声敏感，施工对其影响主要是占用生境，噪声驱赶及人为猎捕。猛禽种类多但数量少，飞行能力强，活动范围广，偶有游荡至评价区的现象，现场调查未发现，工程施工对猛禽的直接影响主要是噪声驱赶。另外，施工对其他动物，如两栖类、爬行类、小型鸟类的影响，将对猛禽捕食产生间接影响，但由于施工区域周围相似生境较多，且猛禽活动范围大，故此种影响甚微。攀禽和鸣禽多为灌木林地活动的鸟类，行动能力较强，在工程区广泛分布，施工期的永久及临时占地、施工噪声等会对其栖息活动产生一定的影响。由于工程占地面积相对于评价区范围较小，周围相似生境较多，施工过程中产生的噪声会在施工结束后停止，临时占地区域也会进行植被恢复等措施，故占地及噪声对攀禽和鸣禽产生的影响较小。总体来说，工程施工对鸟类的直接影响主要是占地、噪声及人为猎捕的影响，间接影响主要是施工活动造成工程区部分鸟类食物的变化，进而对其觅食产生影响。

（4）对兽类的影响

工程施工对兽类的影响主要是栖息生境占用、破坏、干扰、噪声的干扰以及施工人员的捕杀等，受工程影响的兽类会迁移至远离工程影响区的相似生境中，但不会导致枢纽工程区物种种类及数量的变化。

工程区的兽类以地面生活型为主，马鹿、鹅喉羚、野猪、蒙古兔等多分布在开都河干支流两岸及峡谷两侧坡度较缓的山坡林地和灌丛中，赤狐、狼、棕熊、兔狲等食肉目动物主要分布在开都河支流两岸缓坡或山顶平台，雪豹、北山羊、阿尔泰盘羊等多是生活在开都河两岸山顶、悬崖峭壁周边的物种。工程施工期永久及临时占地可能会占用鹅喉羚、野猪、蒙古兔等在河流两岸林地生活的动物的栖息地，施工开挖破坏其部分栖息地生境，施工人员噪声、机械设备噪声等也会驱赶其向上下游林地或支流林地等相似生境迁移，对其影响不大。半地下生活型的种类也较多，如伶鼬、香鼬、石貂、长尾黄、乌拉尔姬鼠等，分布在干支流两岸及峡谷两侧碎石或灌草丛下，工程施工也会占用其部分生境，施工开挖也会破坏其巢穴，驱赶其到周边干扰较小的相似生境区域。

此外，评价区还分布有地下生活型及岩洞栖息型兽类。地下生活型仅有天山鼢鼠，主要部分在山脚下林地、灌丛等地段营巢，施工对其影响主要是施工占地占用破坏或占用其巢穴，施工活动产生的噪声和震动干扰，噪声和震动干扰会随着施工

结束而消失，且周围适宜的灌草丛生境丰富，故对其影响不大。岩洞栖息型兽类有北棕蝠，主要分布在开都河或支流两岸山洞，数量较为稀少，工程施工不会占用其生境，工程区施工期间对它们的影响主要来自于施工爆破和机械噪声对它们的驱赶作用，翼手目动物活动能力强，具有主动避害的能力，为避免施工期间的噪声和其他危害，北棕蝠将被迫向工程影响区以外的适宜生境中迁移。当工程完工后，它们仍可以回到原来的山洞栖息，故这种不利影响只是暂时的，等施工结束影响即可消失。

5.5.2.2 运营期

霍尔古吐水电站是引水式电站，选取的中坝址正常蓄水位 2070.0m，将淹没库区 48.20hm^2 的生境，其中陆域面积 33.30hm^2。由于库区涉及生境类型多样，原栖息于此地林地的野猪、蒙古兔等野生动物部分栖息地损失，使其受到一定影响，但由于淹没范围有限，淹没区两岸支流及上游适宜的生境范围广泛，野生动物会随着水库蓄水水位的逐步抬升，逐渐向库尾上游或支流的相似生境迁移，导致局部物种分布格局发生改变，但对评价区内物种多样性无影响。由于相似的生境在评价区内较多，它们会向周围相似生境顺利转移，因此水库蓄水淹没对陆生动物栖息和觅食影响较小。

①对两栖动物的影响

霍尔古吐水电站蓄水后，使评价范围内的塔里木蟾蜍丧失一定面积的靠近水边的陆域栖息环境。由于电站淹没区处在峡谷地段，库区水流湍急，不适合塔里木蟾蜍栖息，而支流附近的灌草丛等更适合塔里木蟾蜍分布，故淹没区范围内的塔里木蟾蜍数量较少，受蓄水影响较小。

②对爬行动物的影响

霍尔古吐水电站蓄水后，使评价范围内的爬行动物丧失库区范围的陆域栖息地。由于淹没区处在峡谷地段和河谷平台（砂砾石料场），在峡谷分布的爬行类原本就很少，而在河谷平台上分布的爬行类会在蓄水时会向两岸缓坡或者上游相似生境迁移，因此受蓄水影响较小。

坝址以下河段是施工期的施工主要影响区，也是运营期坝下减水的主要影响区，爬行动物在坝址下游河段的活动会随着施工结束和生态恢复而逐渐恢复正常，爬行类多为灌丛石隙型，对水资源依赖性不大，故河段水量变化不会对爬行动物造

成大的影响。

③对鸟类的影响

电站蓄水将使水体生态系统面积扩大，深度增加，蓄水期大多数鸟类飞行能力较强，有足够多的时间迁移淹没区。蓄水期间对鸟类的影响是短暂的，在淹没区活动的多是白鹡鸰、小嘴乌鸦、红嘴山鸦、石鸡等鸟类，种群数量都较大，这些鸟类在评价范围以及周围区域分布广泛，故部分栖息地的丧失不会对它们造成很大的影响。库区蓄水完成后，库区水面将大范围增大，对迁徙季节路过此地的鸭科、鸥科等游禽有吸引作用，坝下减水河段形成的滩涂对涉禽也有吸引作用。

④对兽类的影响

水库蓄水将淹没一些陡峭的山体、平台上的林地和灌草丛，野猪、蒙古兔等部分兽类主要活动在河谷平台的林地和灌丛中，它们活动能力较强，尤其是野猪喜在库尾上游的河谷平台来回觅食，库区蓄水不会对它们的生存造成威胁。生活在岸边的兽类将迁徙到库尾上游或两岸支流海拔更高的地方，而北山羊、雪豹、阿尔泰盘羊等大型兽类栖息分布海拔较高，蓄水基本不会对其造成影响。

5.5.2.3 对重点保护野生动物的影响

评价区范围的重点保护动物主要有白尾海雕、玉带海雕、红隼等猛禽，大天鹅、赤麻鸭、针尾鸭等游禽类，雪豹、黑熊、北山羊、阿尔泰盘羊等大型兽类，狼、赤狐、石貂、野猫、猞猁等中小型兽类。

重点保护动物中的白尾海雕、玉带海雕、黑鸢、普通鵟、草原雕、秃鹫、红隼等猛禽，鹰形目主要分布在开都河两岸高山上或开阔的河谷上空，鸮形目和隼形目分布较为多样，主要分布在开都河两岸的山地林地或林缘。猛禽具有适应性强、飞行能力强、活动范围大的特点，工程建设对它们的影响主要爆破、施工活动、土地占用、人为活动等干扰。

重点保护动物中的大天鹅、赤麻鸭、针尾鸭等游禽，主要是在鸟类迁徙季节途径此地，其活动在开都河较缓的河段或湿地区域。禽类飞行能力虽较强，但其可能在评价区繁殖，各种施工噪声、爆破震动以及人为活动等可能对其正常繁衍生息产生较大的干扰。

雪豹、黑熊、北山羊、阿尔泰盘羊等大型兽类主要活动在评价区两岸的陡峭山体、山顶或高山陡坡上，偶尔可能会到支流饮水、捕食，施工区域多集中在开都河

及两岸山谷，施工区不在几种大型兽类的主要活动区域，故工程建设对它们造成的影响主要是噪声、震动等干扰。

狼、赤狐、石貂、野猫、兔狲、猞猁等中小型兽类多活动在支流两岸或山坡的灌丛和草地，施工区域所在的干流两岸林地区域活动的中小型重点保护兽类较少，故工程建设对它们造成的影响也主要是噪声、震动、人为干扰等。

5.5.3 生态完整性影响

5.5.3.1 对自然体系生产力的影响分析

本工程施工建设及库区蓄水等会破坏评价区内植物及植被，会对区域自然体系生产力产生一定影响。由于临时占地区植被在施工结束后将得到恢复，其对区域自然体系生产力的影响是暂时的，可恢复的，但施工区的物种组成会有所变化。而永久占地区、水库淹没区对地表植被的破坏是永久的、不可恢复的，由于自然植被的减少，将导致自然体系生产力降低。评价区各斑块类型和生产力变化情况见5.5.3-1。

表 5. 5. 3-1 工程实施后评价区生产力变化情况表

生态类型变化		平均生产力[tC/（hm^2.a）]	各生态类型生产力变化[tC/（hm^2.a）]
类型	面积（hm^2）		
林地	-11.22	13.63	-152.93
灌丛	27.97	17.94	501.78
草地	-125.86	3.72	-468.20
荒漠	-0.43	1.51	-0.65
合计	-109.54	—	-120.00

注：表中未包括增加的水域、建筑用地和冰川及其他用地。

由上表数据可知，本工程建设后，枢纽工程评价区的生产力有所下降，生产力减少了 120.00 tC/（hm^2.a），减少的幅度不大，因此本工程建设对枢纽工程评价区植被生产力的影响较小。

5.5.3.2 对生物量的影响分析

评价区各植被类型损失的生物量见表 5.5.3-2。

表 5. 5. 3-2 工程评价区各植被类型损失的生物量

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）		
林地	-11.22	204.42	-2293.59
灌丛	27.97	89.71	2509.189
草地	-125.86	11.15	-1403.34

荒漠	-0.43	6.04	-2.5972
合计	-109.54	—	-1190.34

注：表中未包括增加的水域、建筑用地和冰川及其他用地。

由上表可知，工程评价区生物量总损失为 1190.34t，评价区总生物量为 340190.16 t，损失生物量占评价区总生物量的 0.35%，所占比例不大。各植被类型中林地植被损失的生物量所占比例最大，其余植被生物量损失均较小，灌丛因植被恢复生物量有所增加。

5.5.3.3 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

工程建成后，各土地类型发生变化，林地、草地和荒漠面积减少，灌丛、水域及建设用地增加。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，但由于陆地生物量的减少量大于植被恢复和水域及水利设施生物量的增加量，从而使区域自然体系的生物量减少了 1190.34t，评价区总生物量为 340190.16 t，损失生物量占评价区总生物量的 0.35%。减少的幅度不大，因此其对自然体系恢复稳定性影响不大，在区域自然系统可以承受的范围之内。

（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。除林地外，各类型的土地类型斑块都有所增加，尤其是主体工程区建设用地的斑块增加最多，灌丛、草地及荒漠斑块数目增加次之，其它斑块类型增加的不多。增加的水域及水利设施由自然的生态系统变为受人工调控的半自然生态系统，主体工

程区的建设用地斑块和库区的水域及水利设施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。林地、草地面积分别减少了 11.22hm^2、125.86hm^2，这种变化影响了该区域抗御干扰的能力，而植被恢复后灌丛增加 27.97 hm^2，对局部景观的稳定性有所提高。从整个工程评价区来看，森林面积减少了 1.29%，灌丛增加 1.90%，草地减少 5.87%，草地面积减少最多，但面积变化后的有林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。

5.5.3.4 对景观生态体系质量的影响分析

评价区各类景观斑块的优势度值预测情况见表 5.5.3-3。

表 5. 5. 3-3 枢纽工程评价区工程实施前后评价区主要斑块类型优势度值

斑块类型	R_d（%）		R_f（%）		L_p（%）		D_o（%）	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
林地	14.29	10.41	27.31	24.27	15.05	14.85	17.93	16.10
灌丛	41.98	32.69	20.34	22.52	25.57	26.06	28.37	26.83
草地	23.56	19.04	20.65	18.31	37.14	34.96	29.62	26.82
荒漠	18.21	15.07	13.04	5.84	18.79	18.78	17.21	14.62
水域	0.53	0.66	13.56	11.95	2.98	3.52	5.01	4.91
冰川及其他用地	1.43	1.12	7.45	5.21	0.47	0.46	2.46	1.81
建设用地	0	21.01	0	12.03	0	1.37	0	8.95

由上表数据可知，本工程建成后，评价区土地利用格局发生了变化，由于施工建设，建设用地优势度值由 0%上升到 8.95%；由于施工占地主要占用草地的影响，草地优势度值由实施前的 29.62%减少到 26.82%，其他景观变化不大。草地优势度值减少较多，但在评价区仍占较大优势，是仅次于灌丛的优势景观。由此可以判定工程建成后有草地和灌丛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，工程实施和运营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。

5.5.3.5 生态完整性综合影响分析

本工程建设将使得评价区土地利用格局发生变化，林地、灌丛、荒漠、草地等

面积减少，水域及水利设施、建设用地面积增加。由于库区蓄水，淹没区陆地生态系统转变成湿地生态系统，工程建设中的业主营地、变电站等工程占用陆地生态系统转变为建设用地，将导致评价区生态系统结构和功能在短时间内发生一定的变化，随着工程的运营，将在评价区范围内形成新的稳定的生态系统类型。

5.5.4 评价区土地利用变化

本工程建设前后评价区各类拼块数量以及面积的变化见（表 5.5.4-1）。

表 5. 5. 4-1 工程实施前后评价区主要斑块类型数目和面积变化表

斑块类型	工程建设前		工程建设后		变化值	
	数目（块）	面积（hm^2）	数目（块）	面积（hm^2）	数目（块）	面积（hm^2）
有林地	270	867.94	270	856.72	0	-11.22
灌木林地	793	1475.08	848	1503.05	55	27.97
草地	445	2142.61	494	2016.75	49	-125.86
荒漠	344	1083.83	391	1083.4	47	-0.43
水域	10	172.04	17	203.02	7	30.98
冰川及其他用地	27	27.29	29	26.64	2	-0.65
建设用地	0	0	545	79.2	545	79.2
合计	1889	5768.78	2594	5768.78	705	-0.01

由上表可知，本工程建后枢纽工程评价区各土地利用类型面积及斑块数发生了变化，除有林地外，所有土地类型的斑块数目均有所增加。其中有林地、草地、荒漠及其他用地的面积有所减少，面积减少幅度最大的是草地，、灌木林地、水域及建设用地面积均有增加。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、库区蓄水淹没及临时占地的植被恢复等因素，导致有林地、草地减少，而灌木林地、水域和建设用地有所增加，荒漠和其他类型的土地影响很小。

5.6 水生生态影响预测评价

5.6.1 对浮游植物的影响

霍尔古吐水电站引水发电，将形成减水河段长约 22.0km。为减少电站引水对减水河段生态环境的影响，根据减水河段及其下游河道生态需水研究，确定坝址断面下游 10～次年 3 月生态流量为 10.3m^3/s，4 月～9 月生态流量为 30.9m^3/s。霍尔

古吐水电站建成后，库区水位抬高、水流减缓、水体扩散能力减弱、营养盐在库湾和支流滞留时间延长，给浮游植物的繁殖创造了良好的条件，因此，浮游植物种类和生物量可能增加，但幅度不大。库区浮游植物种类可能由急流种类向静缓流种类转变，广温性高原浮游植物种类硅藻门如桥弯藻、舟形藻等比例趋向增加；针杆藻、脆杆藻、直链藻等种类将出现且成为常见种；绿藻门种类明显增加，如象鼓藻、颤藻等成为常见种或优势种；蓝藻门席藻、栅藻成为常见种或优势种。但是由于库区水域面积较小，这种变化仅在局部区域出现。

霍尔古吐水电站运行后，坝下将形成减水河段长约 22.0km。考虑坝址～厂址区间的支流汇入，不同典型年下各断面引水后流量与支流汇入量的总和均大于生态基流，满足坝址～厂址减水河段及厂址下游河段的生态基流的需求。因此坝下河段仍为河流生态系统，浮游植物种类组成基本保持原状，不过由于水流量的减少，河道变窄，浮游植物总生物量将减少。

总之，霍尔古吐水电站建成后，对浮游植物群落影响很小，仅在库区由于营养盐的滞留，浮游植物种类和生物量可能会增加，但受地域和营养盐来源限制，增加幅度有限；坝下受减水河段的影响浮游植物种类和生物量有所减少。

5.6.2 对浮游动物的影响

霍尔古吐水电站位于开都河干流中游河段两库七级开发方案中的第三级。电站拦水建筑物建成后，水深增加，水体流速变缓，营养物质有所滞留，但是由于开都河沿岸外源性营养盐输入有限，从目前浮游动物密度和生物量变化来看，原生动物、轮虫变化不大，枝角类和桡足类可能出现。电站建成后，坝下河段流量减小，流速变缓，河流生境对浮游动物更有利；同时，由于坝下水域面积相应减小，会造成减水河段浮游动物总体现存量的减少。因此，霍尔古吐水电站建设总体上对浮游动物的影响有利有弊。

5.6.3 对底栖动物的影响

多数底栖动物长期生活在底泥中，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，其群落的破坏和重建需要相对较长的时间。实地调查显示，此次在开都河中游河段分布的底栖动物主要优势种类为蜉蝣目和毛翅目，不仅种类和数量最多，在大部分地区都有分布。其中，蜉蝣目中的四节蜉科，

种类最多分布最广，开都河中游河段都有分布。

施工期进行的挡水围堰等会造成底栖生物栖息生境的丧失，但施工期的影响具有一定的时限性，施工期的影响因子消除后，影响随之消失。

运行期下库库区蓄水将改变现有的急流水生境，转变为缓流水或者静水生境，由于水位抬升等因素，将会导致底层溶氧的明显减少，库底将无法满足底栖生物的栖息要求，底栖生物在库底的栖息生境将明显萎缩。但随着库区缓流水水域面积扩大和初级生产力增加，在岸边等区域适应底栖生物栖息的生境增加。对比预测在岸边等较浅的地方，底栖生物量会比较丰富，适应于静水的水蚯蚓和摇蚊幼虫的种类和生物量将增加；而在深水区，流水性种类尤其是水生昆虫中的蜉蝣目、毛翅目等将会减少甚至消失。

对坝下河段的影响主要集中在初期蓄水期间，蓄水时间相对较短，且可利用冲沙闸局开控制向下游泄放生态流量，下游水生生境适宜面积在一定程度上减少。运行期间，利用生态机组运行向下游泄放生态流量，10 月～次年 3 月下泄流量不低于坝址处多年平均流量的 10%，4 月～9 月份下泄流量不低于坝址处多年平均流量的 30%，对下游水生生境以及底栖生物的影响相对较小。

霍尔古吐水电站运行后，尽管减水河段流量下降幅度较大，但下泄生态基流及沿程支流的汇入将使河道水体保持一定流速，预计减水河段底栖动物群落结构较运行前不会发生明显改变，摇蚊科生物种类及数量将有一定幅度增加，底栖动物密度、生物量在现有基础上或将增加。考虑到流量下降对河道水面积的影响，尽管密度、生物量或将增加，但减水河段底栖动物总生物量较运行前仍将有所减少。由于枯水期（10 月～次年 3 月）下泄生态流量占坝址处多年平均流量的 10%，减水河段枯水期底栖动物总生物量同比损失较大，丰水期损失相对较小。

5.6.4 对水生维管束植物的影响

施工期对水生湿生植物的影响主要集中在施工河段范围内，工程施工建设不可避免的对周围水生湿生植被产生压埋破坏。

运行期的影响主要表现为下库库区蓄水对水生湿生植物原有生境的淹没，造成水生、湿生植被原有生境消失，影响范围集中在库区长约 3.04km 范围内。

电站初期蓄水期间，拟通过生态放水管下泄生态流量，以满足下游河道生态需

水的要求。当河道天然来水小于生态流量时，按天然来水量下泄。坝下流量等发生一定程度的改变，对水生维管束植物产生一定的影响，减少其生境面积以及生物量下降，但时间仅为 10 个小时左右。运行期间，主要通过机组发电运行或者永久生态放水设施向下游下泄生态流量，总体而言，对坝下水生湿生植被影响较小。

5.6.5 对鱼类的影响

霍尔古吐水电站工程建成运行后，将在原河道中形成新的宽阔水域面积，从而形成次生环境。整个库区纵向形成溪流区、过渡区和敞水区，横向形成深水区、敞水区、消落区和沿岸带，表现出由河流到湖泊环境过渡。

（1）大坝阻隔对鱼类的影响

大坝造成坝上、下鱼类种群分割和栖息地分割，阻隔了察汗乌苏新疆裸重唇等鱼类产卵洄游通道，使得上下游鱼类之间的物质交流和生态环境中物质流和能量流无法交流，河段新疆裸重唇等土著鱼类种群数量存在下降和退化风险。

（2）对坝址上游库区河段鱼类影响

①库区有利于鱼类的生长、栖息和越冬

霍尔古吐水电站建立后，其大坝前形成一个回水距离约3.04km的山谷型水库和自然河道。库区将形成大面积的静水区，水流较缓，表层水温相对较高，水的透明度增大，无机盐的浓度有所增加，这些因素将有利于库区初级生产者的发展，从而有利于消费者包括鱼类的生长。

在对塔里木河流域乌鲁瓦提水库、克孜尔水库、卡群水库等，伊犁河流域吉林台水库、托海水库等山区水域鱼类的生长发育研究发现这些水库（不论是山区水库还是高坝水库）中的土著鱼类（裂腹鱼和条鳅）的生长都远远要快于河道，并且个体大，肥满度好，性腺发育好，怀卵量大。

霍尔古吐水电站运行后，由于水域生态环境的改变，饵料生物的种群结构和数量也同时改变，许多原有的索饵场消失，但将产生新的索饵场，尤其在营养物质丰富的水域会形成新的索饵场，有利于土著鱼类的摄食生长。并且建库后，深水区、缓水深潭遍布库区，鱼类可选择的越冬场所将大大增加。

通过类比，认为霍尔古吐水电站库区形成后会成为坝前塔里木裂腹鱼、新疆裸重唇鱼、长身高原鳅等鱼类良好的肥育、栖息和越冬场所，有利于开都河土著鱼类

的生长。虽然在水库建成并运行的一定时期内，由于水域基础生物的大量发展，鱼类的摄食环境将有大的改善，鱼类的生长速度会在短时间内有较大提高，但随着个体增大的同时，受栖息空间和饵料生物消耗限制，其生长速度将会下降。

②对鱼类种群结构的影响

现状年调查显示，坝上栖息土著鱼类有新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼和长身高原鳅。对渔获物的统计显示，新疆裸重唇鱼可能是库区的优势种（此次调查三片挂网中新疆裸重唇鱼比例占 84%，长身高原鳅则占 16%）。但霍尔古吐电站建库后，从对生殖条件的约束和适应能力而言，要求有流水刺激和涨水的裂腹鱼将竞争不过属于定居性鱼类，并且对生殖条件要求不高的条鳅，因此，长身高原鳅在一定时期内将成为库区鱼类的优势种，但总体上说，由于鱼类的产卵场较建库前减少，因此随着库区营养盐物质的消耗，长身高原鳅种群的暂时扩张将随着摄食索饵而带来的种内的竞争影响在一定时期内会重新达到一个新的生态平衡。

③鱼类产卵场

霍尔古吐水电站工程坝址地处峡谷地带，水库回水与上游规划的哈尔嘎廷郭勒电站尾水相接。经现场调查，本河段未发现集中产卵生境，对库区河段鱼类产卵繁殖基本无影响。由于水文情势发生变化，本河段鱼类种群数量会发生一定程度下降，短期内种群扩展也受到抑制，但不会影响物种种质资源。

④鱼类生境异质性降低

建库改变了河流蜿蜒型的基本形态，急流、缓流、弯道及浅滩相间的格局消失，也改变了深潭、浅滩交错的形势，鱼类生境异质性降低。

⑤水温、水质对鱼类的影响

根据水温、水质专题预测，建库后库区水温、水质没有发生根本变化，因此就库区水温、水质变化而言，不会对坝上鱼类产生不利影响。

⑥小结

综合来看，坝上水环境库化是大坝建设对自然河流生态系统的一个最根本性的改变，其鱼类的生境异质性将降低。所形成的较大水面为坝上鱼类提供了较好的栖息、生长和越冬条件，鱼类会在一定时期内由于基础生物的大量发展，从而生长较建库前快。其生长达到一定阶段后将随着库区影响物质的消耗而逐渐减慢并趋于平衡。

（3）下游水环境变化对水生生态影响

霍尔古吐水电站工程建设将改变坝下河流的时空结构，使坝下水文情势发生变化，从而影响河流生态过程和功能。对水体生境、生物资源及生物多样性产生直接影响。这种影响将威胁到项目影响区内的土著鱼类，特别是敏感物种或已濒危的受到保护的土著鱼类的生存。

①工程施工期间水环境变化对鱼类影响

根据工程设计资料，工程截流不会造成河道断流，截流完成后由导流洞下泄的水量将与上游来水状况一致，施工截流不会对下游河道的水文情势的产生不利影响。施工截流期间鱼类为安全越冬，都向下游深水区域栖息，因此工程施工截流不会对鱼类造成不利影响。

根据主体工程施工组织设计，工程下闸蓄水期间大致需要 10.9h 左右，在此期间主要通过泄洪闸下泄生态流量，因此，工程施工期间对鱼类影响不大。

②工程运行对察汗乌苏库尾鱼类影响

工程运行后，电站厂房尾水至察汗乌苏水电站库尾保留近 20km 的天然河段。因此，霍尔古吐水电站运行期间，厂房下游水文情势的变化对察汗乌苏库尾河段影响较小，工程运行后将对鱼类栖息生境的影响相对较小。

③典型日变化对鱼类影响

电站运行期厂址以下典型日变化上，除汛期外为了满足电站的调峰、调频任务，电站主要负荷运行时间在白天，夜间运行负荷低。日调节运行将造成厂址下游一定范围内河道水位有起伏。由于工程所在地处于峡谷地带，水面较窄但水较深，电站运行期将对分布于这一范围内鱼类的生活栖息有一定的干扰影响，但对鱼类的生长、摄食和越冬影响不大。

④水温变化对水生生态影响

经计算，霍尔古吐水电站是完全混合型水库，水体日内交换频繁，基本不存在下泄低温水的问题。下泄水温与天然河道水温差异不大，因此，工程建设引起的水温变化对下游河道水生生态基本无影响。

⑤水质变化对水生生态影响

根据水质预测结果，污染物年内变化趋势与霍尔古吐水电站建站前相同，水电站的建设并未影响到水质浓度的年内变化过程。从河道沿程变化情况来看，氨氮、

CODmn 指标呈现沿程下降的趋势，矿化度指标由于按照保守物质处理，因此沿程浓度基本无变化；霍尔古吐水电站坝址以下的河流断面由于受到霍尔古吐水库下泄水体水质浓度的影响，基本呈现了与霍尔古吐水库坝下断面相同的水质变化特征，故水质变化对下游水生生态影响不大。

⑥小结

对坝下霍尔古吐至察汗乌苏库尾区间的裂腹鱼而言，其不利影响主要来自于坝下裂腹鱼类的生殖产卵通道被大坝阻隔，造成坝上、下鱼类种群分割和栖息地分割，阻隔了察汗乌苏新疆裸重唇等鱼类产卵洄游通道，河段新疆裸重唇等土著鱼类种群数量存在下降和退化风险。

（4）对新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼的影响

《中国濒危动物红皮书》将塔里木裂腹鱼列为濒危保护物种（乐佩琦，1998）。2004 年 12 月新疆裸重唇鱼被列为自治区Ⅰ级水生野生动物保护物种。新疆裸重唇鱼在我国境内主要分布在新疆伊犁河流域、准噶尔盆地诸水域，在塔里木河流域中仅分布于开都河，是新疆特有的土著鱼类。这种鱼生长均较为缓慢，性成熟年龄较晚，并且即便达到性成熟年龄也并非每年都进行生殖活动，其资源一旦受到破坏，则难以恢复。

新疆裸重唇鱼是一种高山水域分布的喜冷水性鱼类，常年生活在水温很低（7～15℃）的环境下，生长较为缓慢。开都河中游河段的察汗乌苏、柳树沟、大山口水库、第一分水枢纽是中下游河道鱼类好的越冬场所，但该鱼少有生活在水温超过 25℃的水域环境。塔里木裂腹鱼虽然较新疆裸重唇鱼适应水温范围广，但对生殖的要求相对较严格。

霍尔古吐水电站的建立与运行对新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼的影响主要影响主要表现在：

①霍尔古吐水电站建成运行后，由于水域生态环境的改变，饵料生物的种群结构和数量也同时改变，许多原有的索饵场消失，但将产生新的索饵场，尤其在营养物质丰富的水域会形成新的索饵场，有利于土著鱼类的摄食生长。并且建库后，深水区、缓水深潭遍布库区，鱼类可选择的越冬场所将大大增加。因此，类比同类型水库后，认为库区形成后会成为坝前新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼良好的肥育、栖息和越冬场所，有利于土著鱼类的生长。

②在原有水利水电工程对河道分割，生物种群隔离、减少索饵生存空间的基础上，进一步将水域生态环境分割，鱼类栖息地生境破碎和分割。它对鱼类的影响存在一个叠加、长期的效应。其潜在的危险可能造成物种遗传变异性降低，部分基因丢失。

③阻隔了察汗乌苏库区新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼的产卵洄游通道，导致霍尔古吐水电站坝址至察汗乌苏水电站库区之前鱼类种群的减少。

④不存在低温下泄水影响，对新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼产卵繁殖基本无影响。

（5）对鱼类多样性的影响

根据 Dickie 的理论，水库建设引起水域生态环境、水生生物资源结构与现存量、生物能量收入率的变化，可能促使该水域鱼种大小及组成改变，因此，该水库建成后，该流域土著鱼类种群的自然分布与多样性将发生一些变化。随着人工干预，河道内拦河水库的修建，其中的鱼类在时空分布的适应性和食性的可塑性方面的能力将有所提高。一旦环境的改变超过了鱼类的适应能力，则对鱼类资源的破坏性是较大的。

5.7 土壤环境及水土流失影响分析

5.7.1 土壤环境影响分析

5.7.1.1 施工期影响

工程施工期各类污废水处理后回用，生活垃圾运至和静县生活垃圾填埋场处置，危险废物运送至危险废物处置中心处置，在采取上述措施后，施工期各类污染物对工程区土壤环境污染影响很小。

施工期施工作业产生的表土扰动、弃渣等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利影响，因此，应对扰动区表土进行收集并单独存放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复，减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

5.7.1.2 运行期影响

工程运行期主要污染物为业主承包商营地生活污水和厂房油污水，经处理达标后回用，不会引起土壤的盐化、酸化、碱化。

运行期水库蓄水后可能造成周边土壤的盐化现象，对水库蓄水可能引起的盐

化影响采用《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（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

采用计算土壤盐化综合评分制（Sa），具体如下：

$$Sa = \sum_{i=1}^{n} Wx_i \times Ix_i$$

式中：n 为影响因素指标数目；

Ixi 为影响因素 i 指标评分；

Wxi 为影响因素 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 5.7.1-1。

霍尔古吐水电站两岸常年地下水埋深在 2.5m 以上，土壤盐化影响赋值为 0 分；经计算，工程区干燥度为 15.32，土壤盐化赋值 6 分；经测定，土壤本底含盐量位于 0.6g/kg～3.8g/kg，赋值 4 分；工程区地下水溶解性总固体含量低于 1，赋值 0 分；土壤质地为沙土，赋值 2 分。

根据土壤盐化影响因素赋值表权重，经计算，霍尔古吐水电站工程区土壤盐化预测值为 2.3。对比土壤盐化预测表，霍尔古吐水电站建成后存在中度盐化趋势。

表 5.7.1-1 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
地下水位埋深(GWD)/(m)	GWD≥2.5	1.5≤GWD<2.5	1.0≤GWD<1.5	GWD<1.0	0.35
干燥度(蒸降比值)(EPR)	EPR<1.2	1.2≤EPR<2.5	2.5≤EPR<6	EPR≥6	0.25
土壤本底含盐量(SSC)/(g/kg)	SSC<1	1≤SSC<2	2≤SSC<4	SSC≥4	0.15
地下水溶解性总固体(TDS)/(g/L)	TDS<1	1≤TDS<2	2≤TDS<5	TDS≥5	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.10

表 5.7.1-2 土壤盐化预测表

土壤盐化综合评分值（Sa）	Sa<1	1≤Sa<2	2≤Sa<3	3≤Sa<4.5	Sa≥4.5
土壤盐化综合评分预测结果	未盐化	轻度盐化	中度盐化	重度盐化	极重度盐化

类比开都河下游已建察汗乌苏、柳树沟等同类型水库，霍尔古吐水电站库区形

成后土壤密度增加，总孔隙度、毛管孔隙度和非毛管孔隙度降低，最大持水量、毛管持水量、田间持水量降低；土壤机械组成发生明显变化，土壤大颗粒成分显著降低，细颗粒成分明显增加，土壤由粗变细；土壤 pH 有向中性发展趋势。

工程建设前，土质干燥，建设后湿度增加，抑制土壤有机质的矿化过程，有利于土壤有机质的积累，同时土壤有机质的增加又有利于植物的生长，进而减小库周水土流失，土壤养分得到均衡发展。

5.7.2 水土流失影响预测评价

按照审定的《新疆霍尔古吐水电站可行性研究报告-环境保护和水土保护设计》（中间成果）对水土流失预测及危害进行说明。

5.7.2.1 水土流失预测

按照枢纽工程区、施工生产生活区、料场区、交通道路区、弃渣场及表土堆存场区、移民安置及专项复建区等六个分区进行分时段预测，结果见表 5.7.2-1、表 5.7.2-2。

表 5.7.2-1 分区水土流失预测表

序号	分区	原生水土流失量(t)	扰动后水土流失量(t)	新增水土流失量(t)	新增水土流失量所占比例(%)
1	枢纽工程区	13089	87064	73975	3.30
2	施工生产生活区	8394	19159	10765	0.48
3	料场区	12713	57437	44724	1.99
4	交通道路区	10958	50485	39527	1.76
5	弃渣场及表土堆存场区	11428	2084657	2073229	92.46
	合计	56582	2298802	2242220	100.00

表 5.7.2-2 各时段水土流失预测汇总表

序号	分区	施工期水土流失量(t)	自然恢复期水土流失量（t）	水土流失总量（t）	施工期水土流失量所占比例(%)
1	枢纽工程区	83545	3518	87064	95.96
2	施工生产生活区	16021	3139	19159	83.62
3	料场区	53734	3703	57437	93.55
4	交通道路区	44762	5723	50485	88.66
5	弃渣场及表土堆存场区	1751637	333021	2084657	84.03

	合计	1949699	349104	2298803	

从表可以看出，工程区原生水土流失量为 5.66 万 t，扰动后水土流失量为 229.88 万 t，新增水土流失总量为 224.22 万 t，其中弃渣场及表土堆存场新增流失量 207.32 万 t，占到新增水土流失总量的 92.46%；施工期水土量 194.97 万 t，占水土流失总量的 84.81%。因此，施工期的弃渣场及表土堆存场应作为工程水土流失防治和监测的重点区段。

5.7.2.2 水土流失危害

工程施工过程中，枢纽工程、交通道路、弃渣场等开挖，在未采取防护措施的情况下可能造成坡体失稳，引发滑坡、崩塌、泥石流等水土流失危害。

施工造成地表裸露，弃渣堆置、施工生产生活设施占地、料场开采等，损坏和改变原有的地表结构，使其原有蓄水保土功能下降，从而加大了水土流失治理的难度。

5.8 工程施工环境影响预测评价

5.8.1 声环境

根据工程分析，霍尔古吐水电站工程对声环境的影响主要在施工期。施工期噪声主要来自土石方开挖回填、钻孔、爆破、砂石料加工、混凝土拌和等工程施工活动，以及运输产生的交通噪声。噪声源分析包括固定噪声、爆破噪声和流动噪声分析，各噪声源对环境的影响如下：

5.8.1.1 固定点源噪声影响预测

根据霍尔古吐水电站施工总布置图，固定噪声源包括大坝及厂房施工、砂石料加工系统、混凝土拌合系统、施工工厂、弃渣场等五种噪声源。根据固定噪声源预测公式，进行五种固定噪声源的场界噪声达标距离预测，然后预测大坝砂石料加工系统和厂房施工对两处敏感点的影响。

（1）预测公式

1）固定噪声源预测公式

根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ/T2.4-2009），固定点源噪声预测采用以下公式：

$$L_{A(r)} = L_{Aw} - 20\lg(r/r_0)$$

式中：$L_{A(r}$—距声源 r（m）处的 A 声功率级，dB；

L_{Aw}—测点 r_0 处的 A 声功率级，dB；

r—测点与声源的距离，m。

2）噪声综合预测

用声能迭加求出预测点的噪声级：

$$L_{总}=10\lg(\sum_{i=1}^{n}10^{0.1L_i})$$

式中：$L_{总}$—— 预测声级，dB（A）；

L_i—— 各迭加声级，dB（A）；

n—— n 个声压级。

（2）噪声预测

大坝及厂房施工、砂石料加工系统、混凝土拌合系统、施工工厂、弃渣场五种固定噪声源源强均选择实测值中最大值，进行最不利情况预测。噪声源影响范围预测结果见表 5.8.1-1。

表 5. 8. 1-1　固定噪声源影响预测结果

声源	源强 dB（A）	与声源与面距离的噪声预测值 dB（A）							
		5	10	20	50	100	150	200	300
大坝及厂房施工	110	96.0	90.0	84.0	76.0	70.0	66.5	64.0	60.5
砂石料加工系统	115	101.0	95.0	89.0	81.0	75.0	71.5	69.0	65.5
施工工厂	95	81.0	75.0	69.0	61.0	55.0	51.5	49.0	45.5
弃渣场	90	76	70	64	56	50	46.5	44	40.5
混凝土拌合系统	90	76	70	64	56	50	46.5	44	40.5

根据以上 5 种固定噪声源的预测结果，砂石料加工系统源强最大，厂界达标距离亦最远。通过计算，距离砂石料加工系统作业点 180m 处噪声预测值为 70dB（A），满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间限值；距离砂石料加工系统作业点 1000m 处噪声预测值为 55dB（A），满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）夜间限值。依据工程施工布置，弃渣场距施工场界距离在 35～40m 之间，距弃渣场 10m 处场界昼间噪声为 70（A），满足昼间限值。

总体而言，上述 5 种固定噪声源边界噪声不会对周边生活环境不会产生较大的影响。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。

5.8.1.2 爆破噪声影响预测评价

霍尔古吐水电站施工期爆破噪声主要来自卡树石料场和扎史同沟石料场开采。根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ/T2.4-2009）中的推荐模式，并考虑山谷反射、空气吸收及地面效应。

预测公式如下：

$Lw（r）=LA（r0）+\Delta Lr-20lg（r/r_0）-a×（r-r_0）$

L_w（r）——预测点的噪声 A 声压级（dB）；

L_A（r_0）——参照基准点的噪声 A 声压级（dB）；

ΔL_r——山谷反射的叠加值（dB），ΔLr 取 3dB；

20lg（r/r_0）——几何发散衰减（dB）；

r——预测点到噪声源的距离（m）；

r_0——参照基准点到噪声源的距离（m）；

a——空气吸收附加衰减系数（取 1dB/100m）。

根据其他工程露天爆破实测资料，0.5kg 炸药在距爆破点 40m 处的最大噪声级约为 84dB，则石料场开采爆破噪声影响范围详见表 5.8.1-2。

表 5.8.1-2 爆破噪声影响范围预测结果

声源	源强 dB（A）	与声源与面距离的噪声预测值 dB（A）						
		100	300	500	1000	1500	2000	3000
爆破噪声	84	78.4	66.9	60.5	49.4	40.9	33.4	19.9

由于霍尔古吐水电站施工范围周边无集中居民点，因此，爆破噪声影响的主要对象是爆破周边区周边的施工人员。根据预测结果，距离爆破作业点 500m 处噪声预测值为 60.5dB（A），1000m 处噪声预测值为 49.4dB（A）。因此，爆破作业不会对周边环境产生较大的不利影响。爆破作业区周边野生动物具有自动迁徙的能力，爆破噪声对野生动物产生短暂的惊扰影响。

5.8.1.3 流动噪声源影响预测评价

采用《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2009）推荐的公路交通运输基本预测模式计算分析：

$$L_{eq}(T)=10\lg\left(10^{0.1L_{eq}(h)大}+10^{0.1L_{eq}(h)中}+10^{0.1L_{eq}(h)小}\right)$$

$$L_{eq}(h)_i=\left(\overline{L_{0E}}\right)+10\lg\frac{N_i}{TV_i}+10\lg\left(\frac{7.5}{r}\right)+10\lg\left(\frac{\psi_1+\psi_2}{\pi}\right)+\Delta L-16$$

式中：

$L_{eq}(h)_i$——第 i 类车的小时等效声级，dB（A）；

$（L_{0E}）_i$——第 i 类车速度为，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 m 预测点的噪声预测；

T——计算等效声级的时间，取 T=1h；

V_i ——该车型车辆的平均行驶速度，km/h；

ψ_1、ψ_2——预测点到有限长度两端的张角，弧度；

ΔL——其他因素引起的修正量，dB（A）。

对外公路交通噪声不同距离预测结果见表 5.8.1-3。

表 5.8.1-3　交通噪声不同距离衰减结果（车速 30km/h）

车流量	道路两侧不同距离的噪声预测值 dB(A)										
	10m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	50m	80m	100m	150m
13 辆/h	53.91	51.87	50.32	49.03	48.06	47.22	46.45	45.29	42.84	41.87	39.65

本工程所处区域声环境功能为 2 类功能区，昼间执行 60dB（A），夜间执行 55dB（A）的噪声限值。从上表可以看出，距离外公路交通约 50m 昼、夜间噪声均满足声环境质量标准。

总体来讲，交通道路两侧的交通噪声影响较小，若考虑道路两侧植被等覆盖物对噪声的衰减，噪声的影响将会更小，而且周边也没有声环境敏感目标。

5.8.1.4　运行期声环境影响

运行期噪声主要来自发电机组。发电机组源强约 96 dB(A)，选择点声源半自由空间的几何发散衰减公式，由于发电机组位于山体内，山体像天然的隔声罩对机组噪声有很好的阻隔作用，隔声量按 20dB(A)计，计算得边界噪声值 24.5 dB(A)。

因此，发电机组对山体周边声环境无影响，主要是对发电厂房内工作人员有一定的影响。

5.8.2　环境空气

5.8.2.1　污染物产生量

霍尔古吐水电站施工期对环境空气质量产生影响的污染源主要有燃油机械设备、坝基爆破开挖、填筑、炸药爆破作业、砂石加工系统、交通运输系统等，排放

的主要污染物为粉尘、废气和扬尘。

（1）机械燃油废气

施工废气主要为道路机动车辆和非道路施工机械燃油产生，主要的污染物为NO_2等废气。机械燃油废气属于连续、无组织排放源，污染物呈面源分布。霍尔古吐水电站油库布置在大坝左岸上游公路旁。油库存储规模按施工高峰期30天用量计算，存储量约820t，其中92号、95号汽油现场存储规模约40t，0号柴油（冬季为-10号柴油）现场存储规模约780t。工程施工所需的油料约1.38万t，采用15t油罐车直接运输至工地油库。

根据环境保护部于2014年12月31日发布了《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》和《非道路移动源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》，工程施工机械污染物排放量PM_{10}为7.21t，$PM_{2.5}$为7.21 t，HC为11.70 t，NO_x为113.13 t，CO为36.98 t，$S0_2$为2.42 t。

（2）爆破及边坡开挖粉尘、废气

炸药爆破时会产生粉尘和NO_2等污染物，污染源主要集中在导流洞爆破施工和石料场开采爆破施工部分。爆破属于瞬间源，其粉尘、废气的影响范围主要集中在爆破源附近。

在未采取防尘措施前提下，坝基开挖爆破粉尘的排放系数为200kg/t炸药，NO_2的排放系数为15.27kg/t炸药，CO的排放系数为41.75kg/t炸药。

霍尔古吐水电站施工期炸药用量为3200t，施工爆破及开挖产生产生粉尘总量640t，NO_2总量48.86t，CO总量为133.6t。本工程料场附近无敏感点分布。

（3）施工作业面粉尘

本工程有2处砂石料加工系统，分别位于坝址施工区和厂房施工区内。大坝砂石加工系统处理能力为240t/h，厂房砂石加工系统处理能力为160t/h，砂石加工系统在有控制情况下进行细碎、筛分，粉尘排放系统数为0.05kg/t产品，因此，大坝砂石加工系统粉尘排放强度为12kg/h，厂房砂石加工系统粉尘排放强度为8kg/h。

（4）交通扬尘

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶。道路施工的主要污染环节为灰土搅拌及混凝土拌和作业，材料的运输和堆放，土石方的开挖和回填等作业过程，上述各环节在受风力的作用下将会对施工现场及周围环境产生TSP。考虑不利情况，施工期

间汽车行驶速度取 50km/h，载重取 32t，道路表面粉尘量取 0.3kg/m^2，则汽车行驶产生的扬尘量为 3.13kg/km.辆。

5.8.2.2 污染物影响评价

（1）爆破与土石方开挖对环境空气的影响

本工程露天爆破及开挖主要集中在坝址、引水隧洞和厂房处。由于工程选择风钻钻孔、毫秒电雷管爆破，爆破产生的粉尘量较少，且粉尘颗粒的粒径较大，易于沉降；工程周围无大的障碍物，通风条件良好，有利于扬尘的扩散，因此施工爆破及开挖活动所造成的粉尘污染影响的范围和程度均不大。工程爆破扬尘主要对现场工程施工人员造成一定影响。

（2）砂石料加工、混凝土拌和

对于砂石料加工区，工程设计上采取了密闭车间、带式除尘等粉尘污染防治措施，根据大气环境影响评价导则中的估算模式，计算得到砂石料加工区的最大地面浓度为 0.272mg/m^3，最大地面浓度出现的距离为 299m，与 TSP 二级浓度限值相比，在实施降尘措施后砂石料加工系统及其周边的空气质量可以满足大气环境质量标准。

混凝土拌和系统粉尘产生主要是在水泥开包过程中，施工期混凝土拌和系统粉尘理论产生总量为 1162.14t。由于工程设计采用水泥罐进行储存，可满足 9 天的水泥用量，因此，水泥开封产生的粉尘量有限且非持续性。

由于霍尔古吐水电站施工区周边 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、混凝土拌和对周边大气环境总体影响有限。

（3）施工车辆尾气对环境空气的影响

施工区的燃油设备主要是施工机械和运输车辆，其排放的尾气在施工期间对施工作业点和交通道路附近的大气环境会造成一定程度的污染。运输车辆的废气是沿交通道路沿线排放，施工机械的废气基本上以点源形式排放。

由于施工区空气流通性好，排放废气中的各项污染物能够很快扩散，不会引起局部大气环境质量的恶化，加之废气排放的不连续性和工程施工期有限，排放的废气对区域的环境空气质量影响较小。

（4）交通运输扬尘对环境空气的影响

根据施工设计，工程对外公路和场内永久公路为三级公路，路面为水泥混凝土路面，道路状况良好，产生的道路扬尘总体较小。对外道路远离当地居民点，在运输阶段采取降尘措施，严格封闭运输，可显著减少扬尘对沿线环境的影响。

场内临时道路为三级碎石路面，在道路局部积尘较多的地方，车辆行驶过程中较易产生线形连续扬尘，短时间内强度大，对道路沿线宽 60m、高 4m～5m 的范围内空气造成影响，TSP 含量将超出环境空气二级标准。

场内施工道路车辆行驶过程中产生的扬尘在完全干燥的情况下，可按照以下经验公式计算：

$$Q=0.123（V/5）×（W/6.8）^{0.85}×（P/0.5）^{0.75}$$

式中：Q—汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

V—汽车速度，km/h；

W—汽车载重量，t；

P—道路表面粉尘量，kg/m^2。

场内道路在正式投入运行后的主体工程施工期内，汽车行驶速度按 25km/h 计，汽车载重量按 32t 计，道路表面粉尘量按 $0.3kg/m^2$ 计，则车辆行驶时扬尘可达 1.94kg/ km·辆。根据资料，对汽车行驶路面每日洒水 4 次～5 次，可使空气中粉尘量减少 70%左右，能够起到很好的降尘效果。此外，限制车辆行驶速度也是减少汽车扬尘的有效手段。因此，工程在采取全线洒水降尘的措施后，道路扬尘的影响会大大降低。

（5）施工场地风日扬尘

工程施工期开挖和土石运输等活动容易造成厂区地表土裸露，土壤颗粒间引力减小，在干燥起风日容易形成扬尘。风日扬尘造成的影响受气象因素和地表尘土量等综合因素影响，难以定量分析和预测。一般情况下晴日风速和地面尘土量均较大时，产生的扬尘较大，雨日则无扬尘。扬尘产生的区域主要集中在开挖面、砂、石料场、弃渣场、道路沿线和其他地表裸露区域。

由于工程开工后施工区周边 500m 范围内无居民点分布，因此，预计施工作业区的扬尘危害对象主要是施工现场人员，对作业区外大气环境不会造成明显污染影响。在施工期应采取洒水降尘及其它劳动保护措施来缓解扬尘对施工人员的影响。

5.8.3 固体废弃物的影响

工程施工产生的固体废弃物主要包括施工弃渣和生活垃圾。

弃渣主要来源于交通工程区、场地平整及渣场区和施工生产生活区，最终产生弃渣量约为 449.71 万 m^3（自然方），弃渣对环境的影响主要表现为工程占地、新增水土流失和对自然景观的影响。根据工程设计，主体弃渣堆放于坝址下游左右岸的 1～6 号河滩地弃渣场，在采取相应的水土保持措施后，弃渣可得到妥善治理，对生态环境和水土保持的影响在可控制范围内。

霍尔古吐水电站安排筹建期 12 个月，施工总工期 45 个月，高峰期施工人数 1800 人，施工营地垃圾产生量以每人日产垃圾 0.8kg 计，施工期累计垃圾量约 2462.4t。若不采取有效的卫生清理工作及垃圾处理措施，将可能影响工区卫生和施工人员的健康，也将污染周围环境、影响景观。

5.9 移民安置环境影响评价

5.9.1 移民安置环境适宜性分析

霍尔古吐水电站无搬迁安置人口。

至规划水平年，德尔毕力金牧场和包尔额尔宾牧场生产安置人口均为 1 人。由于用地数量较少，且剩余草地资源丰富，因此，对受影响的牧民通过从牧场机动草场中调剂出与工程建设永久占地面积相同、质量相当的天然草地供受工程建设用地影响的牧民放牧。

工程建设征地涉及的专业项目为主要为库周人行道，为放牧用通道，长度为 4.33km。因水库蓄水后失去原有功能，规划采取一次性补偿的处理方案。参照同流域在（已）建工程处理标准，按 1.5 万元/km 补偿。建设征地区暂未发现文物古迹，未压覆已查明的重要矿产资源。

5.9.2 移民安置环境影响

霍尔古吐水电站工程不涉及搬迁安置，生产安置人口至规划水平年仅 2 人，用地数量较少，且剩余草地资源丰富。

由于生产安置不涉及相关的工程建设，不会产生安置区植被破坏、水土流失、污水、垃圾和社会环境等影响；专业项目复建项目采取一次性补偿的处理方案，不会对环境产生影响。因此，移民安置对周边区域环境基本无影响。

5.10 社会环境影响分析

5.10.1 对社会经济的影响

霍尔古吐水电站装机容量 426.50MW，多年平均发电量 16.20 亿 kW·h，对缓解电力供需矛盾起到一定作用。霍尔古吐水电站在长期向社会提供电能资源的同时，对提高当地居民生活水平和加强当地基础设施建设，增加地方财政税收收入和社会经济的全面发展有积极的促进和推动作用。同时，电站建设过程中大量资金的投入，可以促进与工程相关的地方产业、服务业和文化事业的发展，增加地方劳动力就业机会，从而带动本地区社会经济的长足发展，也对保证民族地区的脱贫致富和社会稳定具有深远意义。

5.10.2 对水资源利用的影响

霍尔古吐水电站工程河段范围内干流无重要用水对象，沿线零星分布的牧民生活用水均为沟水、山泉水或雪融水，对开都河无取用水要求，霍尔古吐水电站建设对沿岸生产和生活用水没有影响。

5.10.3 对人群健康的影响

工程施工对人群健康的影响主要由施工人员进驻引起。霍尔古吐水电站施工高峰期人数 1800 人，施工人员来自不同地域，人员构成复杂，生活习俗各异，可能携带具传染性的病原体，施工人员之间可能发生疾病的交叉感染。尤其是痢疾、肝炎等传染病，容易因饮食、卫生习惯不当而引发。施工生活区的建立将使鼠类密度增大，容易发生鼠传疾病，对施工人员的健康造成潜在影响，需加强防范措施。生活用水水源的选取和水质处理不当也会导致肠道疾病的发生。

5.10.4 对民俗宗教的影响

霍尔古吐水电站工程位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州和静县境内。和静县总人口 26 万余人，有蒙、汉、维、回等 29 个民族，其中少数民族占 48.3%。区内蒙、维、回族人民具有独特的生产生活习惯和传统民俗文化。本工程在建设期间施工人员（主要以汉族为主）大量进驻，应尊重当地人民的信仰和风俗习惯，避免由于信仰的不同而产生误解、冲突，如不能妥善处理好与当地少数民族的关系，将不利于各民族同胞的和睦相处，并影响施工工作的开展。

工程移民安置应尊重迁移人口生产生活习惯、风俗习惯及迁移人口意愿，避免

发生冲突。同时，对建设征地范围内涉及的文物古迹的处理应充分征求当地少数民族的意见，避免与其宗教信仰矛盾冲突。

6 环境保护措施及可行性论证

6.1 环境保护措施设计原则

霍尔古吐水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，防治不利影响的产生，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

环保措施布局与工程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。

6.2 环境保护措施总体布置

为了在最大程度上避免、减缓霍尔古吐水电站工程建设对周边环境的不利影响，针对水环境、大气环境、声环境、生态环境、固体废物及人群健康等方面提出环境保护对策措施，总体布置如下：

（1）在砂石料加工区及混凝土拌和区、汽车机械维修冲洗区、施工营地和业主营地区，分别设置相应的水处理设施，对生产废水、生活污水进行处理，达到回用标准后回用，禁止排入开都河及附近支沟；

（2）对开挖、爆破等施工活动，砂石料加工和混凝土拌和过程以及交通运输中产生的粉尘、扬尘采取封闭运输、洒水降尘等措施加以控制，并对施工人员采取劳动保护措施；

（3）通过选用低噪设备、加强设备维护、避免夜间爆破、限制车速、设立警

示标志牌及加强施工人员的劳动保护等方式降低工程施工产生的噪声影响；

（4）生活垃圾采取集中收集，外运至和静县生活垃圾填埋场；

（5）加强施工区环境保护宣传教育，采取措施保护施工区生态环境，对临时征用的土地在施工结束后及时恢复；对珍稀保护植物采取移栽保护。

（6）针对工程初期蓄水和运行期对减水河段生态用水的影响，采取下泄生态流量等措施予以减缓；

（7）针对土著鱼类的不利影响，采取栖息地保护与修复、增殖放流、鱼道工程等综合保护措施体系；

（8）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；

（9）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；

（10）对于地下水环境加强观测，必要时采取工程措施。

霍尔古吐水电站工程环境保护措施总体布局见附图 21。

6.3 生态流量下泄设施和保障措施

6.3.1 生态流量下泄要求

根据前述霍尔古吐水电站工程坝址下游河道生态需水分析，本报告提出生态流量下泄要求为：少水期 10 月～次年 3 月下泄生态流量不少于 10.3m^3/s；多水期 4 月～9 月下泄生态流量不少于 30.9m^3/s。当少水期上游来水量小于拟定的最小下泄流量时，按天然来水量下泄。

6.3.2 生态流量下泄设施

霍尔古吐水电站采用分期导流方式，一期导流期间，采取右岸导流明渠过流，不影响下游供水条件，不需要单设生态放水设施。二期导流期间，利用左岸已建成的 1 孔冲沙闸和 3 孔泄洪闸过流，不影响下游供水条件。

下闸蓄水期间，使用冲沙闸弧门进行局开控制下泄生态流量，不影响下游生态供水需求。

电站正常运行期间（包括枯水期停机检修），通过机组运行下泄生态流量。

当生态机组发生故障无法运行等特殊工况时，利用冲沙闸弧门局开控制下泄生态流量。

（1）冲沙闸

1 孔冲砂闸采用带胸墙的有压短管形式，坝段总宽 17.00m，闸室长 44m，底板高程为 2047.30m，底板厚度为 5m，设一扇平板检修门、一扇弧形工作门，检修门孔口尺寸为 6.0m×7.2m（宽×高），闸弧形工作门孔口尺寸为 6.0m×5.7m，检修门由坝顶门机启闭，工作门由液压启闭机启闭。校核洪水下冲沙闸泄流能力为 535.68m^3/s，设计洪水下冲沙闸泄流能力为 521.51m^3/s，最大过闸单宽流量 89.28$m^3/s \cdot m$。

（2）生态机组

霍尔古吐水电站共布置 2 台单机容量为 3.25MW 的生态发电机组，位于首部枢纽左岸，紧邻泄洪闸冲沙闸布置。

为保证进水口门前清，进水口紧邻首部枢纽冲沙闸坝段布置，进水口前设置一道拦沙坎，进水口底板高程 2047.00m。拦污栅底板高程 2047.00m，为方便后期清污，进水口设主、副拦污栅，主、副拦污栅孔口尺寸均为 2-3.5m×5.8m，进水口下游为生态小机主厂房、尾水副厂房及尾水平台，平台下游接尾水渠。推荐方案生态小机装机容量为 2×3.25MW，单机引用流量 15.45m^3/s。每台机组前设一道事故闸门，事故闸门孔口尺寸为 2-2.0m×3.0m。生态电站平面布置图见附图 27。

6.3.3 生态流量下泄方案及可靠性分析

（1）施工期生态流量下泄方案

霍尔古吐水电站采用分期导流方式，一期导流期间，采取右岸导流明渠过流，不影响下游供水条件，不需要单独设置生态放水设施。二期导流期间，采用左岸已建成的 1 孔冲沙闸和 3 孔泄洪闸过流，不影响下游供水条件。

根据施工总进度计划安排，第 4 年 6 月初，永久泄洪闸下闸蓄水。下闸蓄水时，使用冲沙闸弧门进行局开控制下泄生态流量。冲沙闸弧形工作门采用液压启闭机操作，可以任意开度开启，满足不同生态流量泄放要求，操作运行方便。

根据《水闸设计规范》（NB/T35023-2014），冲沙闸不同水位泄流能力见表 6.3.3-1。

表 6.3.3-1 冲沙闸泄流能力计算结果表

库水位 H（m）	1 孔全开泄量 Q（m^3/s）	库水位 H（m）	1 孔全开泄量 Q（m^3/s）
2071.00	535.68	2058.00	302.78
2070.00	521.51	2057.00	276.25
2069.00	506.94	2056.23	250.23

2068.00	491.95	2056.08	233
2067.00	476.48	2055.00	195
2066.00	460.49	2054.00	159
2065.00	443.93	2053.00	124
2064.00	426.72	2052.00	93
2063.00	408.77	2051.00	65
2062.00	389.98	2050.00	41
2061.00	370.22	2049.00	20
2060.00	349.28	2048.00	5
2059.00	326.93	2047.00	0

二期导流期结束，下闸蓄水前，坝前水位位于 2053.77m，此时单孔冲沙闸全开下泄流量约为 150m^3/s，使用冲沙闸弧门进行局开控制（30cm 开度，泄量大于 30.9m^3/s）向下游供水可以满足下泄生态流量的要求。

（2）正常运行期生态流量下泄方案

正常运行期，采用生态机组下泄生态流量。

生态机组采用河床式厂房，布置在首部枢纽左岸挡水坝段，尾水引至首部枢纽泄洪冲沙闸左挡墙下游，安装 2 台 3.25MW 的混流式水轮发电机组。生态机组水轮机型号：HL(287)-LJ-153。其主要参数见下表：

表 6.3.3-1　生态机组主要参数表

水轮机型号	HL(287)-LJ-153
台数	2
最大水头 H_{max}(m)	27.5
H 额定水头 $_r$(m)	25.0
最小水头 H_{min}(m)	19.0
单机容量(MW)	3.25
额定功率 P_r(MW)	3.42
转轮直径 D_1(m)	1.53
额定转速 n_r(r/min)	272.7
飞逸转速 n_f(r/min)	425
额定流量 Q_r(m^3/s)	≈15.45
额定效率(%)	≥90.0
最高效率(%)	≥92.5
安装高程(m)	2043.5

生态机组正常运行工况下，两台机组同时发电，引用流量为 30.9m^3/s，能满足

下泄生态流量要求。如遇机组检修（约六年每台机组进行一次 A 级检修）等工况，检修时间一般发生在枯水期，此时一台机组发电，引用流量 15.45 m^3/s，也能满足下泄生态流量（枯水期 Q=10.3m^3/s）的要求。

（3）机组故障时生态流量下泄方案

当发电机组发生故障无法运行等特殊工况时，利用冲沙闸弧门局开控制下泄生态流量。当坝前水位位于死水位 2064.00m 时，此时单孔冲沙闸全开下泄流量约为 426.72m^3/s。冲沙闸弧形工作门采用液压启闭机操作，可以任意开度开启，满足不同生态流量泄放要求，操作运行方便。冲砂闸局开 15cm 时泄量为 16m^3/s，即可满足泄放生态流量（10.3m^3/s）的要求；冲砂闸局开 30cm 时泄量为 31m^3/s，即可满足泄放生态流量（30.9m^3/s）的要求。当坝前水位位于正常蓄水位时有超泄，因此，不同水位下通过冲沙闸局开控制均可满足下泄生态流量的要求。

通过以上分析，从施工隧洞导流、初期蓄水到生态电站正常运行及检修、鱼类产卵繁殖全过程均可以满足生态流量下泄要求，下泄设施运用灵活，保障率高。

6.3.4 生态流量监控方案

为了保障蓄水和运行期下泄生态流量，需在坝下建立生态流量在线自动监测系统。设计在河道较顺直、规整、下泄水流集中的位置-初拟在坝址下游 500m 处附近设生态流量自动监测系统。

监测系统测验内容为水位、流量、水温、降水。采用遥测设备自动监测水位变化，人工观测校正。测量数据通过 GPRS/GSM 通信网络传输业主营地，为了便于主管部门对生态流量下泄情况进行了解，建立浏览器\服务器网络模式，主管部门通过浏览器即可访问实时监测到的流量数据。

遥测设备采用雷达式水位计，相对于传统的浮子式和压力式水位计及目前较为流行的超声波式水位计，雷达水位计全天候工作，26G 微波反射原理，抗干扰能力强，测量时不与水位接触，测量结果与水质无关，不受浮冰等漂浮物以及温度、风、蒸汽等影响，安装、使用、维护方便。雷达无机械磨损，寿命长也更容易维护。可实现无人值守连续在线数据采集，采用 RS-485 接口与 GPRS 网络连接，数据传输方便。

生态流量在线自动监测系统主要设备见表 6.3.4-1。

表 6.3.4-1 监测系统主要设备表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量
1	雷达式水位计		台	1
2	ADCP 测流设备		套	1
3	流速仪	LS25-1	部	2
4	水准仪	PENTAX S/Y：169355	台	1
5	水准尺	塔尺	根	1
6	人工观测水尺组	基本水尺和比降水尺	组	2
7	固态水温计		套	1
8	信号源		个	2
9	塔楼及悬臂		座	1
10	通信网络系统		套	1

6.4 地表水环境保护措施

6.4.1 施工期水质保护措施

为保障开都河中游河段两岸阶地河谷林草、水生生态的用水需求和质量，施工期间应严格执行废污水处理措施，所有废污水处理后全部回用或综合利用，杜绝废污水向河道排放。冬季将未利用的澄清水储存于清水池，气温回升后使用。

借鉴已建的察汗乌苏、柳树沟等电站的污废水处理措施，霍尔古吐水电站的污废水处理措施采取相似的处理方式或工艺，做到处理后的废水回用或洒水绿化的环保要求。

6.4.1.1 砂石料加工系统废水处理

（1）废水特性

霍尔古吐水电站工程共布置有 2 套砂石骨料加工系统。坝址区砂石加工系统布置于坝下游左岸的 S3 砂石料场附近，施工高峰期废水产生量为 160m^3/h；厂址区砂石加工系统设置于左岸厂房附近施工高峰期废水产生量为 96m^3/h。

根据本工程砂石料料源特征以及同类工程的实测结果，废水中的主要污染物为 SS，浓度一般在 30000～50000mg/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》（DL/T5397-2007）中对砂石加工废水的要求确定——“砂石加工产生的废水应进行适当处理后回收利用或排放，回收利用的悬浮物含量不应超过 100mg/L，处理后排放水体应达

到国家现行有关排放标准”。

由于工程所处河段水域环境功能为Ⅰ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

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，其中煤炭的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 DH 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，浓缩的污泥从净化器底部定时或连续排出，在污泥池中经重力沉淀后，再经橡胶真空过滤机脱水。

针对本工程砂石料加工系统废水具有量大、SS 浓度高的特点，结合开都河流域水质保护要求，推荐采用高效污水净化器处理工艺处理。处理后的水作为砂石料冲洗水循环使用。污泥经离心脱水机脱水干化后，含水率较小，经分析符合任意料堆区堆放要求，将干化的泥砂运往任意料堆放区堆放。废水处理工艺流程如下图 6.4.1-1，处理工艺见附图 22。

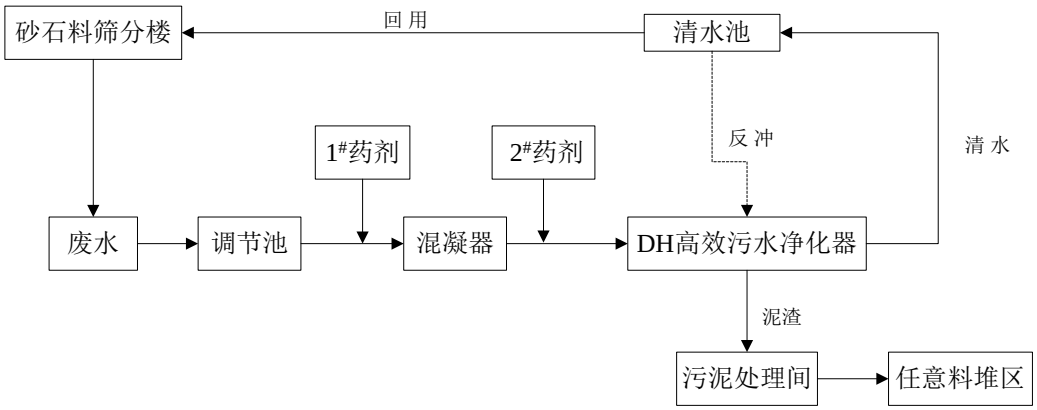


图 6.4.1-1　砂石料加工废水处理工艺流程图

（4）处理方案平面布置

根据工程特性，将废水处理系统纳入到砂石料加工系统布置中统一考虑，构筑物利用砂石料加工系统附近空地进行布置，平面布置见附图 23。

（5）主要构筑物及设备

根据砂石料加工系统废水的产生量、运行和维修，在坝址区砂石加工系统设置 3 套处理能力为 100m^3/h 的净化器（2 用 1 备），在厂址区砂石加工系统设置 2 套处理能力为 100m^3/h 的净化器（1 用 1 备），来处理砂石料加工系统废水。主要构筑物包括调节池、清水池、污泥池等。为避免处理系统故障时大量废水进入河道水体，本次环评特提出在砂石料废水处理系统设置事故沉淀池，严格避免废水外排。系统主要构筑物尺寸和主要设备见表 6.4.1-1～2。

表 6.4.1-1　砂石料加工废水处理系统主要构筑物尺寸

序号	废水处理系统位置	构筑物名称	数量（座/间）	净尺寸（m）		
				长	宽	高
1	坝址区砂石加工系统	集水池	1	5.0	5.0	4.0
2		调节池	1	7.0	7.0	4.0
3		污泥池	1	4.0	4.0	4.0
4		清水池	1	10.0	6.0	4.0
5		加药间	1	6.0	6.0	4.0
6		泵房	1	6.0	4.8	4.0
7		泵房	1	6.48	4.0	3.5
8		污泥脱水机间	1	15.76	14.76	11.0
9	厂房区砂石加工系统	集水池	2	5.0	5.0	4.0
10		调节池	2	7.0	7.0	4.0
11		污泥池	2	4.0	4.0	4.0
12		清水池	1	10.0	12.0	4.0
13		加药间	1	6.0	6.0	4.0
14		泵房	1	6.0	4.8	4.0
15		泵房	1	6.48	4.0	3.5
16		污泥脱水机间	1	15.76	14.76	11.0

表 6.4.1-2　砂石料废水处理系统主要设备及数量

序号	设备材料名称	规格型号	单位	数量	备注
一	工艺设备				
1	集水池提升泵	Q=220m^3/h，H=0.3m，N=45kW	台	5	3用2备
2	净化器提升泵	Q=110m^3/h，H=0.3m，N=55kW	台	5	3用2备
3	高效净化器	Q=100m^3/h	台	5	

4	管道混合器	DN450	台	2	
5	搅拌电机	N=7.5kW	台	2	
6	污泥泵	Q=150m³/h，H=0.2m，N=5.5kW	台	4	1用1备
7	离心脱水机	Q=150m³/h，N=55kW	台	4	1用1备
8	污泥储存斗	V=8m³	台	4	
9	回用水泵	Q=300m³/h，H=0.3m，N=37kW	台	4	1用1备
10	助凝剂加药装置		套	2	1箱3泵
11	絮凝剂加药装置		套	2	2箱4泵
12	助凝剂计量泵	Q=1400L/h，H=5bar，N=0.37kW	台	6	2用1备
14	絮凝剂计量泵	Q=350L/h，H=10bar，N=0.25kW	台	4	1用1备
15	管道及安装辅材	各种规格	套	2	
16	阀门	各种规格	批	2	
二	热控仪表				
1	电磁流量计	0m³/h～1000m³/h	台	2	
2	就地压力表	0MPa～0.6MPa	台	40	
3	就地控制箱		台	10	
4	电缆及安装辅材		套	2	

（8）运行管理与维护

DH 高效污水净化处理系统自动化程度高，运行稳定、管理操作简单，设备维修量小，但是处理水量大，产生污泥多，设置技术人员一人。

6.4.1.2 混凝土拌和系统废水处理

（1）废水特性

霍尔古吐水电站工程共设置 6 套混凝土拌和系统，分别为坝址区混凝土生产系统、厂址区混凝土生产系统和 2～5 号支洞混凝土生产系统。混凝土拌和系统废水主要来源于混凝土转筒、料罐、搅拌机等冲洗废水，间歇式产生，废水 pH 一般大于 10，并含有较高悬浮物，其浓度可达 5000mg/L 左右。

混凝土拌和系统采用三班工作制，每台班冲洗二次，排放方式为间歇式。坝和厂房混凝土拌和系统每次冲洗用水约 2m³，引水隧洞 2～5 号施工支洞拌和系统每次冲洗用水约 1m³。因此，混凝土搅拌系统高峰期每台班废水排放量为 8m³/次，日产生的废水为 48 m³/d。

（2）处理目标

工程所处河段水域环境功能为 I 类，废水经处理后重复使用作为拌合站地面及搅拌仓的清洗用水，不得外排。

（3）处理方案

针对混凝土拌和系统间断排水、水量小的特点，选用简易沉淀池工艺。工艺流

程如图 6.4.1-2。废水经管道收集后排入沉淀池，在池内静置沉淀后排入清水池，用于道路及工地的洒水降尘。

根据施工安排，坝址区和厂房区的拌和站冬季不施工，仅引水隧洞 2~5 号施工支洞室 4 处拌和站施工，各沉淀池和清水池均设置在冰冻线以下，以利于冬季的运行。各混凝土拌合系统沉淀池日产干污泥约为 55kg，量相对较小，工程所在地多年平均降雨量 50.6mm，多年平均年蒸发量为 2302mm，蒸发量远大于降雨量，因此，可利用局部空地进行晾晒，基本成型后人工清渣运至渣场，进行堆渣处理。

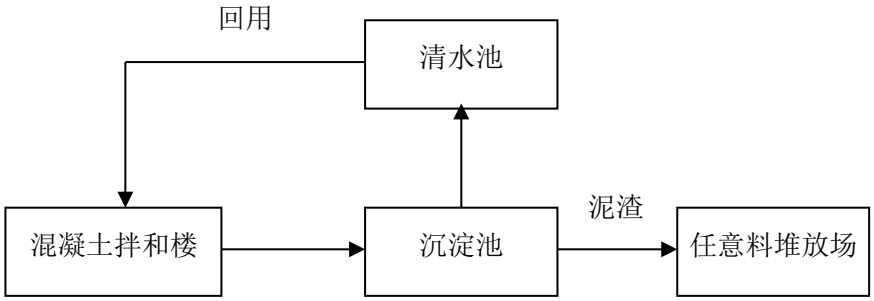


图 6.4.1-2　混凝土拌和系统废水处理工艺流程

（4）平面布置

根据工程特性，将废水处理系统纳入到混凝土拌和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。混凝土拌和系统废水处理平面布置见附图 24。

（5）主要构筑物尺寸及工程量

混凝土废水处理系统主要构筑物尺寸如表 6.4.1-3，采用钢筋混凝土结构。

表 6.4.1-3 各混凝土拌和系统主要构筑物尺寸

混凝土拌和系统位置	构筑物名称	数量（座/间）	净尺寸（m）		
			长	宽	高
坝址区、厂房区	沉淀池	2	3	2.2	2.0
	清水池	2	3.5	2.2	2.0
2~5 号施工支洞	沉淀池	4	3	2.2	1.0
	清水池	4	3.5	2.2	1.0

各混凝土拌和系统设置 2 台水泵，型号：50ZX5-20。

（6）运行管理与维护

由于混凝土冲洗废水处理构筑物简单，没有机械设备维护问题，在运行过程中应注意定期清理沉淀池污泥。管理工作纳入混凝土拌和系统统一安排，不另设系统维护和运行人员。

6.4.1.3 施工附属企业废水处理

（1）废水特性

根据施工总布置，霍尔古吐水电站工程综合加工厂、综合仓库、金属结构拼装和机械修配保养厂集中布置，枢纽区机械修配保养厂布置在首部枢纽跨河大桥左岸下游台地处，厂房区机械停放保养厂布置在厂房上游滩地。施工附属企业废水主要为机械修配厂和机械停放保养厂产生的含油废水。

机械修配保养厂用水量 10m^3/h，产污系数以 0.85 计，则高峰期废水产生量 8.5 m^3/h，间歇式排放。废水的主要污染物为 SS 和石油类，SS 浓度在 500mg/L 左右，石油类的度为 20mg/L～40mg/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/T18920-2002）标准要求后，全部回用于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荒坡。

（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，再进入沉淀池静置 4 小时，清液排放。处理工艺流程如下图 6.4.1-3。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两种固废需在“防雨、防晒、防风”的贮存车间贮存，最终由有资质的单位进行处理。

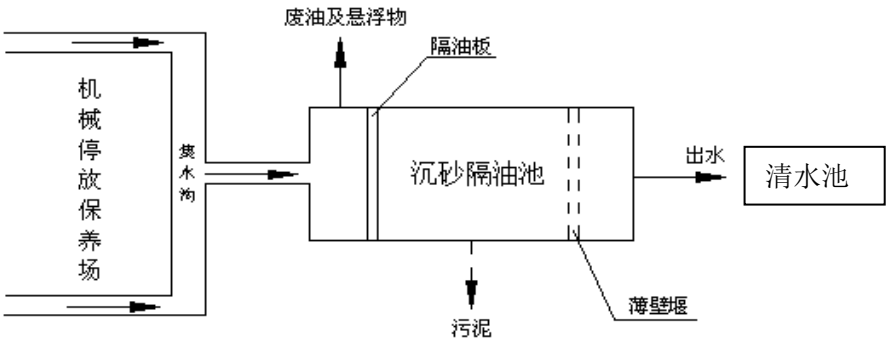


图 6.4.1-3 机修含油废水处理工艺流程

（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，构筑物利用机修厂附近空地进行布置，并设置排水收集沟。

（5）主要构筑物尺寸及工程量

根据废水产生量，确定在枢纽区机械修配保养厂和厂房区机械停放保养厂修建 2 座 GG-4F 型隔油池。隔油池平剖面图参见《小型排水构筑物图集》(04S519)。隔油沉淀池尺寸为 2.5m×2.0m×2.0m(长×宽×高)，清水池尺寸为 4.0m×3.0m×2.0m。主要构筑物尺寸见表 6.4.1-1。沉淀后的废水，除自然挥发外，其余废水可回用。

表 6.4.1-4　施工附属企业废水处理主要构筑物尺寸

构筑物名称	数量（座/间）	净尺寸（m）		
		长	宽	高
隔油池	2	2.5	2.0	2.0
清水池	2	4.0	3.0	2.0

施工辅企系统设置 2 台水泵，型号：50ZX2-10。

（6）运行管理与维护

施工附属企业废水处理构筑物运行简单，基本没有机械设备维护问题，在运行过程中应注意及时清理清理隔油池中集油。

6.4.1.4　生活污水处理措施

（1）污水特性

根据施工布置，霍尔古吐水电站工程施工营地主要有首部枢纽区生产生活营地、地面厂房生活管理区和引水隧洞 2 号～5 号施工支洞营地，其中坝址区和厂房两个相对集中的施工营地生活污水排放量最大分别为 40m^3/d、88m^3/d，时变系数取 2.0，折合成高峰期生活污水最大排放量 3.33m^3/h 和 7.33m^3/h。

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，CODcr、BOD_5、NH_3-N 浓度分别为 200mg/L～400mg/L 和 100mg/L～300mg/L 和 35mg/L 左右。生活污水未经处理随意排放会对开都河中游河段水体环境质量造成影响。

（2）处理目标

工程所在河段水域功能目标为Ⅰ类，禁止排放，应处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）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。冬季将未利用的澄清水储存于清水池，气温回升后使用。

（3）方案比选选择

目前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—城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2002）绿化用水水质标准。

目前的生活污水成套处理设备运行安全可靠，处理效果好，还可以重复利用，缺点是一次性投资高，需要专业人员维护。

霍尔古吐水电站电站施工期较长，且河段水质要求较高，推荐采用成套生活污水处理设备进行处理。

（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，拟对生活区生活污水进行集中收集和处理，具体处理方案如下：

a）在施工人员活动比较密集的场所（枢纽区、混凝土拌和系统、施工支洞、下库综合加工厂、厂房等）规划设置 9 套移动厕所，收集的粪便就近运至生活污水集中处理区。

b）在人员生活集中的首部枢纽区生产生活营地、地面厂房生活管理区分别设置水电工程比较常用的 WSZ 成套地埋式二级生化处理设备，考虑枢纽区生产生活营地和地面厂房生活管理区自身生活污水处理量以及各支洞施工营地收集运来的生活污水，两处污水处理系统处理能力分别为 5t/h、10t/h，对生活污水进行集中处理。处理后的出水作为各施工区绿化用水和道路洒水，全部回用。

（5）处理工艺流程

生活污水 WSZ 成套地埋式二级生化处理处理工艺流程如图 6.4.1-4 所示。生活污水流经格栅去除掉水中的大块漂浮物后进入调节池，经泵提升进入生活污水一体化处理设备。在依次经过初沉、一级接触氧化、二级接触氧化、二级沉淀和消毒单元的处理后，出水收集并回用，沉淀池中的污泥排入污泥池好氧消化，污泥池每年清理 1 次~2 次，清理的污泥运往弃渣场。

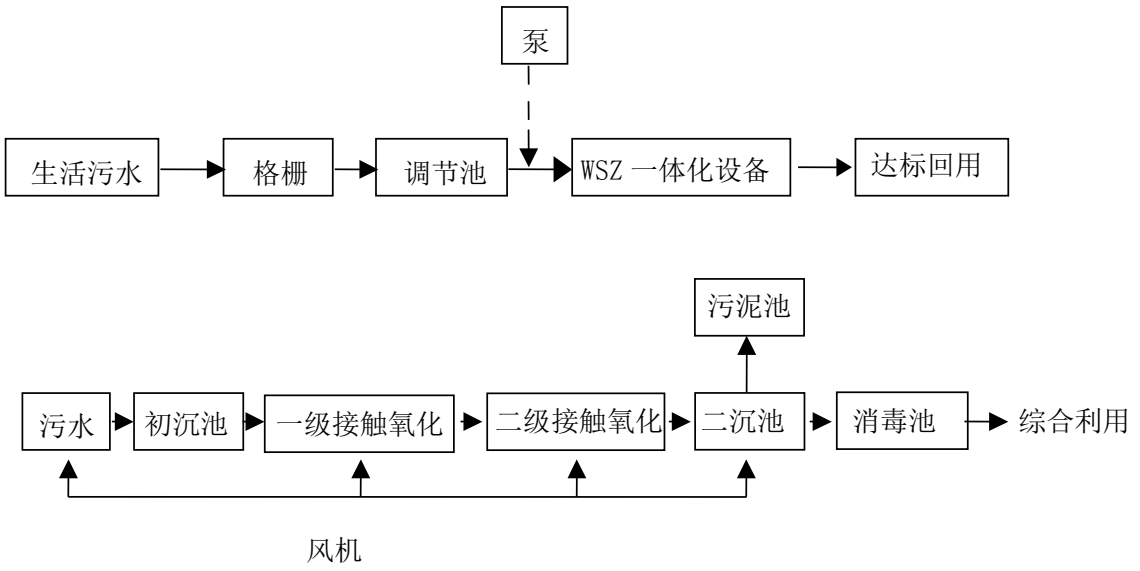


图 6.4.1-4　生活污水处理工艺流程图

初沉池：初沉池为竖流式沉淀池。污水在沉淀池的上升流速为 0.2mm/s～0.3mm/s，沉淀下来的污泥用空气提至污泥池。

接触氧化池：初沉后的水自流至接触池进行生化处理，接触池分为三级，总停流时间为 2.3h～3.0h，填料为新颖梯形填料，易结膜，不堵塞，填料比表面积为 160 ㎡/m³，接触池气水比在 12：1 左右。

二沉池：生化后的污水流到二沉池，二沉池为二只竖流式沉淀并联运行，上升流速为 0.1mm/s～0.15mm/s，排泥采用空气提至污汛池。

消毒池及消毒装置：消毒池按规范“TJ14-74”标准为 30min。

污泥处理：初沉池、二沉池的所有污泥均用空气提至的污泥池内进行好氧消化，污泥池的上清液回流至接触氧化池内进行再处理，消化后剩余污泥很少，一般 1 年至 2 年清理一次，清理方法可用吸粪车从污泥池的检查孔伸入污泥池底部进行抽吸后消毒、脱水和装袋，将其运往和静县生活垃圾卫生圾填埋场填埋，可满足妥善处理的要求。

风机房、风机：风机房设在消毒池的上方，风机房进口采用双层隔音，进风口有消声器、风机过滤器，因此运行时基本无噪声。设置二台罗茨鼓风机。

（6）系统平面布置与场地条件

生活污水集中处理系统纳入营地规划中，所需占地面积在施工营地中统一规划，主要设施设置于冰冻线以下，以利防冻。生活污水处理系统平面布置图和剖面图见附图 25 和附图 26。

（7）主要建构物尺寸与设备材料

生活污水集中处理系统主要构筑物尺寸及系统主要设备、材料见表 6.4.1-5 和 6.4.1-6，主要工程量详见见表 9.1.7-3。

表 6.4.1-5 施工营地生活污水处理系统主要建构筑物尺寸

序号	构筑物名称	数量（座/格）	净尺寸（m）		
			长	宽	高
处理能力5m³/h	调节池	1/2	4.0	3.0	2.5
	清水池	1/2	4.0	3.0	2.5
	回用水池	1/2	10.0	8.0	2.5
	设备间	1	3.6	3.6	
处理能力10m³/h	调节池	1/2	5.0	4.0	3.0
	清水池	1/2	5.0	4.0	3.0
	回用水池	1/2	10.0	8.0	2.5
	设备间	1	3.6	3.6	

表 6.4.1-6 施工营地污水处理设备表

序号	设备	尺寸（型号）	单位	数量
1	成套污水处理设备	WSZ-5.0	套	1
2	成套污水处理设备	WSZ-10.0	套	1
3	粗格栅网	栅距：15mm	套	7
4	细格栅网	栅距：1mm	套	7
5	调节池提升泵	Q=20m³/h H=10m P=1.75 kW	台	14
6	清水泵	Q=5m³/h H=10m P=0.75 kW	台	14

（8）净化处理后的废水利用

霍尔古吐水电站所在开都河中游河段属于Ⅰ类水域，各类污废水不得外排。因此，污水处理站处理后的水需进行回用，用于洒水降尘、绿化和浇灌荒草地等。

污水处理站，每年可产生约 5.26 万 t 达到生活杂用水水质标准的处理水。根据施工布置，参照绿化及洒水定额，估算年用水量可达 9.5 万 t，处理水可以全部回用，做到不外排。

考虑降雨等天气，无法在雨天进行绿化和浇灌等，两座生活污水处理站设置 1 座暂时储存的回用水池，可暂存连续降雨天数（3-4 天）的污水处理站处理后的清水，以便在无雨时进行洒水、绿化和浇灌荒草地。

（9）运行管理

生活污水处理系统自动化程度高，运行稳定、管理操作简单，设备维修量小，设置技术人员 2 名，对电站施工期生活污水处理工作进行统一管理与维护。

6.4.1.5 污废水处理方案可行性分析

（1）从节约用水、节省投资的角度出发，本工程在进行污废水处理方案的设计时，首先考虑污水的回用，在进行砂石料冲洗废水、混凝土拌和系统废水、施工车辆冲洗废水处理方案设计时，均考虑处理后回用自身系统或用于施工场内洒水降尘。

（2）在对各废污水处理工艺选择时，首先考虑技术可行、节约投资，然后再考虑施工环节衔接等问题，因此，本次在对各废污水处理工艺选择上，根据国内各大型水利水电工程施工期废污水处理经验，提出适合本工程的处理工艺。各处理系统出水水质均可以达到排放标准，能够满足设计标准要求。

根据以上分析，本设计对各废污水拟采取的处理措施是合理可行的。

6.4.2 运行期废污水处理措施

根据工程分析，运行期业主管理营地运行人员约 100 人，生活污水产生量为 8m^3/d，不均匀系数取 K=2，平均每小时产生 0.67m^3/h。

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。冬季非灌溉期不需绿化时，将未利用完的出水储存于清水池，待春季使用。

电站运行期仅有临时性的含油机修废水，排量少，经隔油处理后废水排入电站生活污水处理系统处理后回收。

6.4.3 库区水质保护措施

6.4.3.1 库底卫生清理

根据《水电工程水库库底清理设计规范》（DL/T 5381-2007）的规定，为防止淹没于霍尔古吐水电站工程库区内的树木、杂物及人畜粪便等对水体污染和对水库安全运行的影响，在霍尔古吐水库蓄水前必须对库底进行清理。根据现状调查结果，清理对象主要包括常规的粪坑、畜圈、宅基、坟墓、植物等。该项费用在水库淹没处理专项费中列支。

6.4.3.2 库周污染源控制

（1）为保护库周环境及水库水质，库周及库区上游干、支流建议严禁发展污染企业，严禁设置各类排污口，禁止人畜粪便、垃圾、生活污水直接下河；建设单位应配合地方环保部门做好库区及上游环境污染监督监察。

（2）保护库周植被，涵养水源，不得对库周灌木林地、林地随意砍伐，做好退耕还林、退牧还草规划。

（3）合理规划、严格管理库周旅游发展，控制库区机动船数量，避免库区旅游对水质及景观造成不利影响。

（4）限制库区养殖业的发展，以免引起营养物质富集，造成局部水域富营养化，影响水质与景观。

（5）设置 1 艘打捞船，定期对库区（特别是支沟、库湾、坝前等水流较缓区域）漂浮物进行打捞。

6.4.3.3 加强库区水质监督管理

（1）严格按照开都河Ⅰ类水质保护目标开展库区水质保护工作。

（2）建立水库环境管理机构，对水库水质及库周污染源发展和污水排放等进行监控，定期开展库区水质监测工作，掌握水库水环境时空变化情况。

（3）建议从流域的角度开展梯级水库水环境保护工作，由县环保局和建设单位共同组建环境保护管理机构，对开都河流域环境进行统一管理，以掌握上、下游河道及水库水质变化状况。

6.4.4 减水河段水质保护措施

霍尔古吐水电站运行期坝址至厂址之间将形成约 22.0km 的减水河段，区间水体稀释、自净能力将有所降低，为保护减水河段区间水质，需加强工程影响河段环境管理，确保坝址处按要求下泄生态流量，同时加强减水河段分散居民生活排污，避免直排进入减水河段水体。

6.5 地下水环境保护措施

根据 5.4 小节的分析可知，霍尔古吐水电站建设对地下水的影响主要为引水工程，根据隧洞工程施工的普遍经验，结合工程区环境保护要求，隧洞开挖过程中地下水处理采用“以堵为主、堵排结合”的处理原则，对于多余的废水，采取修建沉淀

池进行处理，废水经处理后用于洒水降尘，沉渣收集后定期清运至弃渣场。洞室废水的处理措施设计如下：

（1）工程规模

洞室排水主要为施工作业面废水及砼养护废水，工程洞室废水主要由引水发电隧洞开挖产生，开挖的废水的排放量为 4m^3/d，洞室排水中含有一定的 SS。工程涉及开都河段为Ⅰ类水环境功能，施工废水经处理后全部回用，不排放。废水处理后用于洒水降尘。

（2）工艺设计

采取修建沉淀池进行处理，废水经处理后用于洒水降尘，沉渣收集后定期清运至弃渣场。

（3）建筑结构设计

在洞室施工的两头分别设置处理能力为 4m³/d 的沉淀池和清水池，经沉淀后清水用于工区周边洒水降尘。地下水处理系统主要构筑物尺寸详见表 6.5-1。

表 6.5-1 地下水处理系统主要构筑物

构筑物名称		数量（座）	单池净尺寸（m）			结构	有效容积（m³）
			长	宽	高		
引水洞出口	沉淀池	2	2.0	2.0	1.3	砖砌	4
	清水池	2	2.0	2.0	1.3	砖砌	4

注：水池超高均为 0.3m。

（4）主要工程量及设备

洞室废水处理系统沉淀池相关工程量及设备见表 6.5-2。

表 6.5-2 洞室废水处理措施主要工程量及设备

	工程内容	单位	数量
一	建筑工程		
1	土石方开挖	m³	42.24
2	土石方填筑	m³	12.67
3	C10 垫层	m³	3.52
4	C20 混凝土	m³	2.9
5	水泥砂浆厚 2cm	m²	43.2
6	MU10 砖	m³	29
二	设备		
1	污水泵	台	2
2	清水泵	台	2

（5）人员编制及运行管理

洞室废水处理系统为简易系统，不专门配置工人，由施工人员兼职对系统进行日常管理及维护即可。

6.6 陆生生态保护措施

6.6.1 陆生植被和植被的保护措施

6.6.1.1 避让措施

（1）优化整合施工工厂设施，综合加工厂、机械修配厂、机械仓库等可进行优化整合减小占地面积。

（2）优化施工方案，项目弃渣场、排水体料堆存场、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）明确施工用地范围，禁止施工人员、车辆进入非施工占地区域，避免对施工区附近非施工占地区域植物造成破坏。

（4）施工形成的裸露面以及工程爆破、施工材料运输、地面开挖等施工活动还将产生粉尘，这些粉尘随风四处扩散，附着于植物叶面，对周围植被生境产生不利影响。施工过程中应采取措施从根本上减少粉尘的污染。配备洒水车定时洒水，防止粉尘飞扬；水泥等粉料的运输采用封闭式；爆破面以草袋进行覆盖。

（5）施工期间加强生态保护的宣传教育，以电视、广播、公告、宣传册及标志牌等形式，对工区工作、生活人员特别是施工人员及时进行宣传教育，禁止砍伐施工区附近的树木。

（6）初期蓄水期间保障下泄生态流量，施工期和运行期开展河谷林草生态监测措施，如发现河谷林草有衰败的迹象，应及时采取补救措施。

（7）保证生态下泄流量。在保证电站正常运行的情况下，必须充分考虑引水过程对减水河段群众生产生活、生态造成的缺水影响，保证最小生态需水量。

6.6.1.2 减缓措施

（1）加强森林资源保护。本工程的发电厂房、坝址上游附近森林资源相对较好，工程施工时应防止对其周边森林资源的滥砍乱伐和过量采伐林木及毁林等不良现象发生，同时应保护好评价区内现有的森林。

（2）在电站施工过程中应划定严格的施工作业区域，严禁施工人员和器械超

出施工区域对工地周边的植物及植被造成破坏。在施工区域以内，除永久占地、洞口要进行开挖之外，严禁其他破坏植被的施工活动。

（3）施工过程中加强监督管理，禁止施工人员、车辆进入非施工占地区域，弃渣堆置于指定地点并加以防护、美化，施工结束后及时采取水保措施对临时施工区扰动地表进行恢复、绿化，以尽可能减小工程建设对生态环境的影响。

（4）工程建设过程中需做好施工期防护和后期的生态修复，在料场开采过程中，需严格限定料场开采范围，按稳定边坡开挖，筛分弃料堆置于指定地点，避免扩大地表破坏面积。

（5）设置警示牌，施工期间，在坝址区域、生产生活区域、施工工厂设施区域、砂石加工系统、混凝土拌合系统等各主要施工区及植被较好的的地段设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木，尽量减少占地造成的植被损失。

（6）加强宣传教育活动，强化生态保护意识。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。

（7）加强水土流失的治理工作。对于施工过程中扰动的地表应及时的进行植被恢复，因工程不能及时恢复的应做好相应的临时措施进行遮挡防护等。

6.6.1.3 恢复与补偿措施

（1）本工程建设将永久占用林地、灌丛、草地共计 76.64hm^2。对上述生态损失，可采取如下两种补偿方法：①应依据财政部、国家林业局颁发的《森林植被恢复费征收使用管理暂行办法》向林业主管部门交纳森林恢复费用，专门用于森林恢复。②草地的恢复补偿也需要根据相关规定进行适当补偿。对淹没区及施工永久占地区的高大乔木尽量进行迁移保护，移植用于其它施工区植被恢复，或者采取人工繁殖、保留种质等措施，保护当地植物的种质资源。

（2）植树造林，通过植树造林，提高评价区内植被覆盖，促进区域内植被类型多样化，群系结构及物种丰富化。因此，运营期建议在业主营地等未利用地上进行植树造林活动。

（3）植被修复

施工结束后，应结合水土保持方案对临时占地区域进行植被修复措施。

①植被修复原则

a.保护原有生态系统的原则：根据前面现状所述，工程影响区范围内主要植被类型为荒漠、荒漠草原、山地针叶林、落叶阔叶林、灌丛、草甸等，因此，在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，尽量发展以漠、荒漠草原、山地针叶林、落叶阔叶林、灌丛、草甸植被为主体的陆生生态系统。

b.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，防止外来入侵种的扩散。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

a.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。

b.本土植物优先原则：恢复乡土种对生态恢复很重要。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，并且能体现当地的地域特点。

根据评价区生态环境特点以及工程影响区的植被现状，选择区域乡土物种进行植被恢复：乔木——密叶杨、新疆杨、馒头柳、榆树等；灌木——沙棘、线叶柳、中麻黄、霸王、伊犁小檗等；草本——冰草、针茅、芨芨草等。

③植被恢复方案

评价区生态恢复分区总体思路为：首先对工程区域的植被现状进行调查和分析，确定工程区域主要的植物群落类型以及主要特征；其次对工程区域扰动后立地条件进行分析，对工程区域立地条件（海拔高度、地形、坡度、坡向与部位、土壤条件、水文）分类；再次根据工程总布置和施工总布置确定工程建成运行后的功能要求；最后根据工程区域现状植被特征、各工程区域立地条件以及各工程区域功能要求确定生态修复分区。对弃渣场区、料场区、交通道路区、施工生产生活区、业主营地等临时占地的的植被恢复时，应先将施工前掘取的地表土进行铺放，保证这些区域土壤结构的恢复，从而保障植被恢复措施的有利进行。

根据以上分区思路，结合水保植物措施，本工程生态修复区主要为枢纽工程区、弃渣场区、料场区、交通道路区、施工生产生活区、业主营地。根据不同恢复区的特点及植物现状，对每个恢复区实行不同的恢复方案。具体见下表：

6.6.1-1 植被恢复措施一览表

工程分区	名称	规划或占地面积	恢复方案	建议恢复物种
弃渣场区	1 号弃渣场	堆渣 56.33 万 m^3，占地 3.30hm^2。	浆砌石挡渣墙、现浇混凝土框格梁护坡、浆砌石截排水沟、土地整治、表土剥离、覆土、栽植灌草恢复植被。	新疆杨、馒头柳、霸王、中麻黄、伊犁小檗、冰草、针茅、芨芨草
	2 号弃渣场	堆渣 76.58 万 m^3，占地 5.12hm^2。		
	3 号弃渣场	堆渣 51.49 万 m^3，占地 4.00hm^2。		
	4 号弃渣场	堆渣 35.05 万 m^3，占地 2.55hm^2。		
	5 号弃渣场	堆渣 99.25 万 m^3，占地 3.00hm^2。		
	6 号弃渣场	堆渣 147.00 万 m^3，占地 4.50hm^2。		
	首部枢纽倒运场	堆渣 31.66 万 m^3，占地 2.40hm^2。	钢筋笼挡墙、浆砌石截排水沟、土地整治、表土剥离、覆土栽植灌草恢复植被。	线叶柳、沙棘、霸王、冰草、针茅
	厂址倒运场	堆渣 26.23 万 m^3，占地 4.00hm^2。		
	垫层及排水体料堆存场	倒运量 7.80 万 m^3，占地 1.80 hm^2	填土编织袋防护、防尘网苫盖、土地整治、覆土栽植灌草恢复植被。	中麻黄、伊犁小檗、冰草、芨芨草
	右岸表土堆存场	堆存 14.72 万 m^3，占地 1.50hm^2。		
	左岸表土堆存场	堆存 19.86 万 m^3，占地 1.65hm^2		
料场区	S1 砂砾石料场	占地 6.00hm^2	土地整治、覆土、撒播草籽恢复植被、临时排水沟。	冰草、针茅、芨芨草
	S2 砂砾石料场	占地 7.00hm^2		
	S6 砂砾石料场	占地 4.89hm^2		
	S3 土料场	占地 0.50hm^2		
交通道路区		总长 42.70km	浆砌石排水沟、土地整治、栽植行道树。	新疆杨、密叶杨、榆树、馒头柳
施工生产生活区		占地面积 19.69hm^2	场区截排水措施，表土剥离，土地整治、覆土、撒播草籽恢复植被。	冰草、针茅、芨芨草
业主营地		占地面积 0.69hm^2	场区截排水措施，表土剥离，土地整治、覆土、乔灌草绿化。	密叶杨、新疆杨、沙棘、伊犁小檗、冰草、针茅
枢纽工程区		面积 14.52hm^2	表土剥离，边坡马道设置移动式花箱，栽植灌草。	沙棘、线叶柳、针茅、芨芨草

6.6.1.4 管理措施

（1）制订工程建设的生态保护规定。成立项目生态保护工作领导小组，明确

职责和工作范围，加强对工程建设过程中生态保护工作的领导和监督。

（2）挂牌标记，明确告示，提醒施工人员和群众重视对野生动植物的保护。宣传牌主要内容包括野生动植物保护法、评价区重点保护野生动植物保护级别、生活习性等。

（3）强化水土流失的综合治理，结合工程及当地环境制定合理的水土保持规划，增加资金和劳力投入，与植树造林相结合，减少水土流失损失。

（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。

6.6.2 重点保护植物及大径阶树木的保护措施

6.6.2.1 对重点保护植物的保护措施

通过现场调查，评价区分布有重点保护野生植物 3 种，分别为中麻黄 4 处 55 余丛；宽刺蔷薇 2 处 30 株；天山桦 115 株。工程施工活动会影响保护植物的生命活动，工程施工期及运营期应做好相应的保护措施，保护措施见下表：

表 6.6.2-1 对重点保护野生植物的保护措施

编号	种名	分布数量（株/丛）	保护等级	区位关系	影响	措施
1	中麻黄（*Ephedra intermedia*）	≥20	自治区Ⅰ级	坝址下游 1 号引水支洞附近，与支洞线路最近距离约 10m	施工活动的影响、扬尘、废气、人为干扰等。	就地保护措施，对中麻黄进行围栏保护，施工前划定施工范围，加强施工人员管理；做好对弃渣、废水、固废的处理工作，避免其对重点保护植物及其生境的影响。
2		≤15		油库附近，与永久道路最近距离约 10m		
3		≤10		坝址下游，与坝址下游跨河桥最近距离约 25m		
4		≤10		坝址下游拟建综合加工厂内	工程建设将对其占用。	施工前对该区域中麻黄进行迁地保护
5	宽刺蔷薇（*Rosa platyacantha*）	≤10	自治区Ⅱ级	3#施工营地附近，与永久道路最近距离约 10m	施工活动的影响、扬尘、废气、人为干扰等。	就地保护措施，对宽刺蔷薇进行围栏保护，施工前划定施工范围，加强施工人员管理；做好对弃渣、废水、
6		≤20		坝址下游，与永久道路最近距离小于 10m		

						固废的处理工作，避免其对重点保护植物及其生境的影响。
7	天山桦（*Betula tianschanica*）	22	自治区Ⅰ级	紧邻发电厂房和砂石加工系统，不受工程建设直接影响	施工活动的影响、扬尘、废气、人为干扰等	就地保护，对天山桦进行围栏保护，施工前划定施工范围，加强施工人员管理；做好对弃渣、废水、固废的处理工作，避免其对重点保护植物及其生境的影响。
8		1		枢纽坝址区内	工程建设将对其占用	目前正在开展天山桦及大径阶密叶杨保护方案专题论证，保护方案以林业主管部门的批复为准。
9		92		水库淹没范围内	水库蓄水将被淹没	

具体保护措施如下：

工程通过降低正常蓄水位（2075m 降至 2070m）并调整坝址，最大限度的保留了原库区左右两岸集中成片的大径阶密叶杨和天山桦群落及其生境（面积约 15 公顷），但坝址区和淹没区仍零星分布有自治区Ⅰ级保护植物天山桦 93 株，受工程建设和水库淹没直接影响。

调查显示，天山桦在天山南北分布广泛，在开都河流域亦分布较多，非稀有种质资源。针对受直接淹没和枢纽占地影响的天山桦植株，**目前，建设单位正在委托专业机构开展保护方案专题论证工作，最终保护方案以林业主管部门的批复为准**。

此外，发电厂房和砂石加工系统附近也分布有自治区Ⅰ级保护植物天山桦 22 株，不受工程建设直接影响，但是施工活动和人为干扰可能对其产生不利影响。根据天山桦植物学特性，以及工程施工布置，推荐采用就地保护方案。初拟方案如下：

（1）加强宣传教育，通过宣传教育活动，培养和教育当地群众和工作人员热爱和保护重点保护植物的意识；严格执行我国森林法、野生植物保护法等相关的法令法规，保护当地的重点保护植物。

（2）进一步优化施工布置，使工程施工场地尽量远离重点保护野生植物。

（3）施工前划定施工范围，对施工人员进行宣传教育，加强施工人员管理，避免人为破坏评价区重点保护植物及其生境，在施工过程中如遇到保护植物，应立即向林业部门汇报，协商采取妥善措施后才能进行下一步施工。

（4）施工期应做好施工场地和运输车辆的防尘清洁工作，并定期冲刷运输公路，减少扬尘来源，并可定期用水清洗降尘，清除保护植物叶片表面扬尘，减少扬尘对其生长的影响。

（5）对重点保护植物进行圈禁，并挂宣传牌和警示标志，禁止在该区域进行场地平整、存料等施工活动。在附近施工时应做好对弃渣、废水、固废的处理工作，避免其对重点保护植物及其生境产生影响。

6.6.2.2 对大径阶密叶杨的保护措施

工程通过降低正常蓄水位（2075m 降至 2070m）并调整坝址，最大限度的保留了原库区左右两岸集中成片的大径阶密叶杨和天山桦群落及其生境（面积约 15 公顷），但工程直接影响范围内仍零星分布大径阶（胸径分布范围 50cm～142cm）密叶杨植株 57 株，其中水库淹没区 50 株，枢纽坝址区 7 株。另外，厂址区和砂石料加工系统区附近分布有大径阶密叶杨 52 株，坝址～厂址减水河段沿线以及引水隧洞（包括施工支洞）附近零星分布有大径阶密叶杨植株，但是基本不受工程建设直接影响。

调查显示，密叶杨在天山南北分布广泛，在开都河流域亦分布较多，并非稀有种质资源。对于受工程直接淹没和枢纽占地影响的大径阶密叶杨，**目前，建设单位正在委托专业机构开展保护方案专题论证工作，最终保护方案以林业主管部门的批复为准**。

另外，发电厂房和砂石加工系统附近也分布大径阶密叶杨 52 株，不受工程建设直接影响，但是工程施工活动对其产生一定的不利影响，拟采取就地保护措施。建议进一步优化施工布置，避免施工对大径阶密叶杨的影响；同时对大径阶密叶杨进行档案登记、修建石砌护墙、挂宣传牌，截排水、防火、防烟气等保护措施。

（1）建议对每棵大径阶密叶杨进行档案登记，包括每株密叶杨的名称、直径、树龄、特点、习性、保护注意事项等，负责浇灌、施肥、定期上药，并配备专用工具。

（2）场地平整前对大径阶密叶杨进行圈禁，以密叶杨为中心，根据密叶杨地上部分投影，采用浆砌石加钢丝围栏进行圈禁，并挂宣传牌和警示标志，禁止在该区域进行场地平整、存料等施工活动。

（3）对于大径阶密叶杨圈禁区外的场地平整和存料等施工活动，采取截排水

措施，密叶杨群落周边必须保障排水顺畅，保障大径阶密叶杨及周边不出现渍水现象。

（4）在涉及大径阶密叶杨的施工合同中，明确施工单位对密叶杨的保护责任及保护重要性；密叶杨周边场平期间，施工单位要定期向及周边施工情况，一旦发现问题，及时进行处置。

（5）防火、防烟气，禁止在古树周围带火、带气作业，树周围清理干净，不堆杂物。

6.6.3 陆生脊椎动物的保护措施

6.6.3.1 避让措施

（1）弃渣场、施工场地、临时便道等临时占地，优先避开评价区内植被较好的区域，严禁越界施工，尽量少破坏动物生境。

（2）施工时的严禁废水不经处理的直接排放，建筑物及其他材料堆放好，建议采取临时防风、防雨设施；对施工运输车辆应采取遮挡措施，尤其是运输水泥等材料时，避免废水、废渣及废弃对周围动物生境产生破坏。

（3）工程施工及爆破活动要避开动物活动的高峰期。野生鸟类和兽类大多是晨昏或夜间觅食，正午是鸟类休息的时间。为了减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰，应做好爆破方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和正午开山放炮。

（4）夏季施工应考虑候鸟迁徙及正常繁殖。迁徙季节合理安排施工时间，不在鸟类繁殖季节实施爆破活动，控制日常工程施工产生的噪声强度，不在夜间施工影响鸟类正常休息。

6.6.3.2 减缓措施

（1）施工期间加强弃渣场防护，防止水土流失。加强施工人员的各类卫生管理，避免生活污水的直接排放，减少水体污染，避免影响水鸟生境。

（2）在工程施工过程中，要采用有效方法去除油污，合理处理生产废水、弃渣及施工人员生活污水等污染物，严禁直接排入附近水域及水利设施，避免污染两爬类、游禽、涉禽以及傍水型鸟类的生境。施工期间的废水达标处理后回用或排放。生活污水采用化粪池进行处理，委托地方环卫部门定期清运，不外排。含油污水收集后经隔油池和油水分离器处理，出水排放，废油由有相关资质的单位回收处理。

基坑废水采用向基坑中投加絮凝剂进行絮凝沉淀和酸性中和的方法，基坑废水静置沉淀后外排。

（3）鉴于鸟类对噪声、振动和施工灯光特殊要求，施工尽可能在白天进行，晚上做到少施工或不施工；严禁高噪声设备在夜间施工，尽量减少鸣笛。防治爆破噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器。

（4）在进行弃渣场、施工营地等工程施工建设时，应避免占用施工布置区外的土地，尤其是工程区旁边开都河沿岸的灌木林地，也应在弃渣场、混凝土搅拌厂等堆料区与沿岸林地间进行隔档，减少工程对傍水型动物的影响。

（5）施工期间，在各主要施工作业区设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木、禁止捕猎野生动物，尽量减少占地造成的植被损失和对野生动物的伤害。

6.6.3.3 恢复和补偿措施

（1）在业主营地、施工营地、弃渣场等工程占地空隙采取水土保持植物措施进行绿化，为鸟类和其他野生动物提供栖息环境。

（2）由于工程修建和水库蓄水占用了野生动物的生境，其觅食范围也相应减小，临时用地如弃渣场、临时道路、施工人员生活区等区域工程应在施工完工后尽快进行植被恢复工作，并结合动物栖息地进行，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

6.6.3.4 管理措施

（1）提高施工人员野生动物保护意识。在施工前，对施工人员进行《中华人民共和国野生动物保护法》的培训工作，加强野生动物保护宣传工作，制定野生动物保护规章制度，尤其对库尾上游的野猪和下游变电站附近的鹈喉羚加强关注和保护宣传。

（2）组织施工人员开展鸟类保护行动，对于非法猎捕鸟类的个人及组织交予当地林业、公安等部门。

（3）加强工程区的生态环境的监控和管理。加强工程区的生态环境的监控和管理，防止施工活动加剧造成的诸如动植物资源的破坏、水环境污染和森林火灾等对当地生物多样性的破坏。

6.6.4 重点保护野生动物的保护措施

评价区有国家Ⅰ级重点保护野生动物 5 种，有国家Ⅱ级重点保护野生动物 23 种，新疆自治区Ⅰ级重点保护野生动物 3 种，新疆自治区Ⅱ级重点保护野生动物 4 种。除了进行动物的避让、减缓等保护措施外，还要重点加强有关野生动物法律法规宣传工作，在主要的施工区和施工人员的生活区设立野生动物保护的宣传栏，对评价区内的重点保护动物做重点标示及说明，包括动物图片、保护级别、保护意义，法律责任等。针对本工程对重点保护动物所产生的影响建议采取的保护措施详见表 6.6.4-1。

表 6. 6. 4-1 评价区重点保护动物保护措施一览表

种名、拉丁名	保护级别	分布	影响	保护措施
1、白尾海雕 *Haliaeetus albicilla*	国家Ⅰ级	高山峭壁、开阔上空	爆破、施工活动、土地占用、人为活动等产生干扰。	加强施工管理，严禁施工人员猎杀、破坏鸟巢；施工过程中如发现如发现成鸟和幼鸟，应及时上报并采取保护措施。
2、玉带海雕 *Haliaeetus leucoryphus*	国家Ⅰ级			
3、雪豹 *Panthera uncia*	国家Ⅰ级	陡峭山体、山顶	噪声、震动等干扰	优化支洞施工方案，尽量避免使用高噪声的设备施工。减少对征地区外的干扰施工迹地及时恢复，营造栖息生境。
4、北山羊 *Capara ibex*	国家Ⅱ级			
5、大天鹅 *Cygnus cygnus*	国家Ⅱ级	较缓的河段、湿地区域	施工噪声、震动、人为活动、施工人员捕杀等	迁徙季节夜间停止施工，减少噪声、施工灯光影响；施工迹地及时恢复，营造栖息生境。严格管理废水、废气及生活污水的排放。
6、黑鸢 *Milvus migrans*	国家Ⅱ级	高山峭壁、开阔上空	爆破、施工活动、人为活动等产生干扰	水库蓄水前如发现其幼鸟，应采取保护措施；加强施工管理，严禁施工人员猎杀及破坏山上鸟巢；施工区夜间停止施工，减少噪声、施工灯光影响；施工迹地及时恢复，营造栖息生境。在鸟类繁殖期间，如发现成鸟和幼鸟，应及时上报并采取保护措施。
7、大鵟 *Buteo hemilasius*	国家Ⅱ级			
8、普通鵟 *Buteo bute*	国家Ⅱ级			
9、棕尾鵟 *Buteo rufinu*	国家Ⅱ级			
10、靴隼雕 *Hieraaetus pennatus*	国家Ⅱ级			
11、草原雕 *Aquila nipalensis*	国家Ⅰ级			
12、秃鹫 *Aegypius monachus*	国家Ⅰ级			
13、高山兀鹫 *Gyps himalayensis*	国家Ⅱ级			

种名、拉丁名	保护级别	分布	影响	保护措施
14、雕鸮 *Bubo bubo*	国家Ⅱ级	山地林地或林缘	爆破、施工活动、土地占用、人为活动等产生干扰	
15、纵纹腹小鸮 *Athene noctua*	国家Ⅱ级			
16、红隼 *Falco tinnunculus*	国家Ⅱ级			
17、游隼 *Falco peregrinus*	国家Ⅱ级			
18、燕隼 *Falco subbuteo*	国家Ⅱ级			
19、棕熊 *Ursus arctos*	国家Ⅱ级	支流两岸山坡	噪声、震动等干扰	优化施工方案，尽量避免使用高噪声的设备施工。对高噪声设备进行优化使用，减少对野生动物的惊扰。加强有关野生动物及国家、省级重点保护野生动物法律法规宣传，在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设置野生动物保护的宣传栏。增加有林地面积，加强施工区外林区监管和维护，严禁施工人员到山上或者支流两岸去猎捕。
20、石貂 *Martes foina*	国家Ⅱ级	支流两岸、或山坡灌丛、草地	噪声、震动、人为干扰等	
21、野猫 *Felis silvestris*	国家Ⅱ级			
22、兔狲 *Otocolobus manul*	国家Ⅱ级			
23、猞猁 *Lynx lynx*	国家Ⅱ级			
24、马鹿 *Cervus yarkandensis*	国家Ⅱ级	山顶、高山陡坡	噪声、震动、人为干扰等	
25、鹅喉羚 *Gazella yarkandensis*	国家Ⅱ级			
26、狍 *Capreoluspygargus*	自治区Ⅰ级			
27、阿尔泰盘羊 *Ovis ammon*	国家Ⅱ级	陡峭山体、山顶	噪声、震动等	尽量避免使用高噪声的设备施工，减弱高噪声对山顶野生动物产生惊扰。
28、赤狐 *Vulpes vulpes*	国家Ⅱ级自治区Ⅰ级	支流两岸、或山坡灌丛、草地	噪声、震动、人为干扰等	保护施工区外有林地面积，减少对施工区外灌木林地的干扰，加强林区监管和维护，严禁施工人员的猎捕。
29、狼 *Canis lupus*	国家Ⅱ级			
30、香鼬 *Mustela altaica*	自治区Ⅰ级			
31、伶鼬 *Mustela nivalis*	自治区Ⅱ级			
32、赤麻鸭 *Tadorna ferruginea*	自治区Ⅱ级	较缓的河段、湿地区域	施工噪声、震动、人为活动、施工人员捕杀等	严格管理废水、废气及生活污水的排放。严禁施工人员猎杀、干扰成鸟及幼鸟，施工区夜晚停止施工，减少噪声、施工灯光对鸟类的影响。
33、针尾鸭 *Anas acuta*	自治区Ⅱ级			
34、白眼潜鸭 *Aythya nyroca*	自治区Ⅱ级			

6.7 水生生态保护措施

根据《新疆开都河中游河段水电规划（修编）环境影响报告书》及审查意见，霍尔古吐水电站针对水生生态特别是鱼类的影响，提出干流天然河段栖息地生境修复、鱼道系统、增殖放流及开展相关科研和渔政管理等具体措施。霍尔古吐水电站工程鱼类保护措施体系见下图 6.7-1。

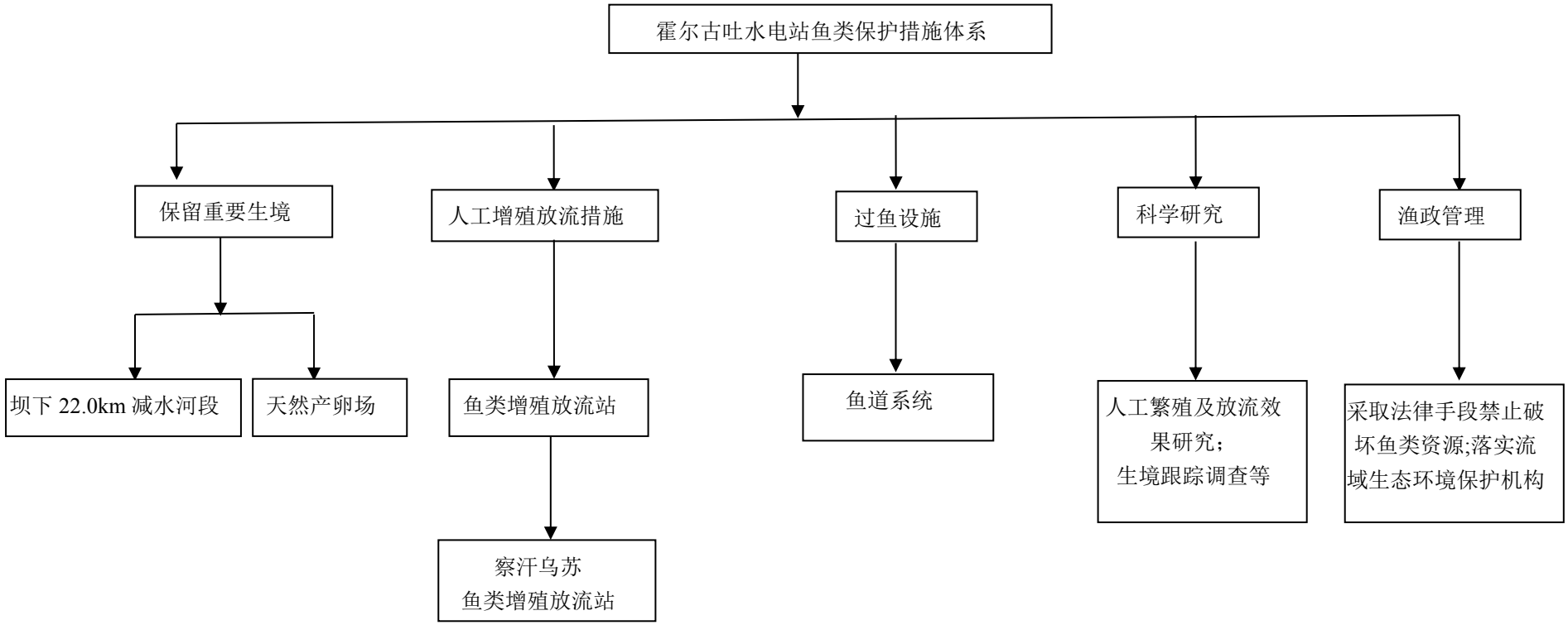


图 6.7-1　霍尔古吐水电站工程鱼类保护措施体系图

6.7.1 栖息地保护与修复

6.7.1.1 栖息地保护论证

鱼类栖息地保护是在流域现有天然畅通的河道范围内，选择一段或几段水域，保持其原来的水生生态环境，在加强渔政管理力度的情况下，达到对该流域土著鱼类及其原生生境保护的作用。

根据鱼类调查结果，受影响区域干支流鱼类组成相似，均为裂腹鱼类和高原鳅类的土著鱼类，这两类鱼多为短距离洄游或定居性鱼类，产粘性卵，产卵场也较分散，在较小的范围内就能够完成其生命周期。因此，通过采取就地保护措施，保护较长的干流流水河段、不开发或开发程度低的支流，可以有效减缓规划对土著鱼类的影响。

开都河流域鱼类栖息地保护：根据《新疆开都河中游河段水电规划（修编）环境影响报告书》及其审查意见，通过对鱼类的影响分析，结合对开都河上游巴音布鲁克自然保护区的环境保护要求，建议将开都河骆驼脖子以上开都河河段作为鱼类就地保护水域，保护开都河土著鱼类种质资源，开都河干流骆驼脖子以上的上游河段区不再进行水利及水能利用的单项工程的开发与建设。

霍尔古吐水电工程栖息地保护：根据现场调查与分析，初步拟定将霍尔古吐坝址下游长约 22.0km 减水河段作为流水性鱼类的主要栖息地进行保护。电站运行后水文情势有较大变化，需制定科学的水库生态调度运行方案，确保流水河段的水量、水位、流速等的变幅及频次满足产卵、孵化的需要，不会造成鱼卵、幼鱼的搁浅死亡，保证流水河段能满足鱼类繁殖、孵化、索饵的生长需求。

6.7.1.2 栖息地保护措施

（1）栖息地保护和建设思路

栖息地保护范围坝址下游 22.0km 的干流河段。从河流连通性、栖息地保护、重要生境构建、河岸岸坡防护等角度对该河段实施保护工程，保护开都河中游河段珍稀特有鱼类的目的，如新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼等，其保护和建设思路如下：

1）维持河流连通性

河流连通性是鱼类栖息地营造首要考虑因素，由于天然跌水等需提升部分河段连通性，对天然跌水河段进行改造，恢复河流连通性。

2）营造多样化水流生境

开都河中游河段珍稀鱼类以流水性鱼类为主，不同鱼类对水流要求不同，栖息地营造应考虑不同鱼类产卵、繁殖、栖息对水流要求，营造多样化水流生境，需对局部河段进行微地形改造。

3）河岸生态护坡

为确保该河段长期作霍尔古吐电站鱼类栖息地，需对部分河段岸坡进行综合治理，确保河流两岸成为鱼类栖息场所，同时保证河流天然性和稳定性。

（2）栖息地营造与建设规划

在栖息地生境保护及建设中，既要注重局部河段微生境的保护，又要站在更高尺度上建立不同栖息地之间的相互联系，注重栖息地的整体布局。栖息地主要分布在重要的河汊生态节点区域，通过营造多样的水生态环境，为鱼类的产卵、栖息营造生境条件。

需要根据保护鱼类的生活习性和现状河流水文水力学特性，对河流进行部分修复和栖息地加强，如通过建设鱼坡、深潭、浅滩等措施，使河流地貌和栖息地特征恢复到具有较高完整性和功能的水平。

此外，需要根据水文地质条件，对局部河段或汇河口处的岸坡进行防护及加固处理。

（3）栖息地营造和建设实施方案

生态河道的建设，必须从工程安全和河流生态修复的角度出发，应在传统水利工程设计的基础上，吸收生态工程技术的相关理念和技术。本河流栖息地营造和建设工程，根据不同河段的河道特征、自然环境等条件，结合实际情况实施。

1）栖息地节点设计

鱼类栖息地修复保护与修复，需综合考虑流域内的水文、地质、气候等自然环境因素，经调查分析，在充分了解区域内关键水生生物的繁殖、栖息、捕食、洄游能力等生活习性后，通过生态水利工程手段对河岸及河床的生境进行加强保护与修复，实现河流安全与生态的双重目的。

①河口区

为便于大多数洄游的生物察觉霍尔古吐河口，需确保河口处的水深、流速等基本水力条件满足生物的敏感性要求，同时在满足安全的前提下，构建良好的河岸及河床底质连接。



图 6.7.1-1　河口段示意图

②河流中部跌水区

干流有较多河坎，多数落差超过 1m，在大落差处常见深潭分布。该区域上下游侧适宜营造深潭、浅滩生境。

对河坎处采取相应的工程措施以保证生态要求，如在河坎段局部采取连通措施；河坎下游保护或适当修复深潭范围；另需根据洪水期行洪要求，对两岸及河床底质采取生态防护和消能处理。

③静水生境营造区

考虑在现状宽水水域及其他位置营造相对静水区，作为鱼类在休息、繁衍和洪水期规避风险的重要部位。



图 6.7.1-2　静水生境营造区示意图

④沿线其它河段

需结合水生生物的生活习性，对河床生境进行连通性修复，形成满足水生生物繁衍、生长、迁徙、栖息等需求的河流形态，如枯水期主河槽的水深、流速、水面宽等要求。

2）河床纵向剖面设计

纵向剖面设计以现有自然河道的蜿蜒形态为基础，在河道蜿蜒段、高跌水区等关键位置设置底斜坡、浅滩、深潭等微地形。

①底斜坡构造

对相对不稳定的河床，为使得水力梯度尽可能平缓、确保河流底床稳定、在低水情况下仍保证有足够的水深、增加结构多样性，可在此处设计底斜坡结构，见下图 6.7.1-3。根据局部稳定性要求，在底斜坡上、下游的蛮石外侧设置排木桩或型钢钢筋组成的构建固定。



图 6.7.1-3　底斜坡构造示意图

②深潭浅滩设计

深潭浅滩设计需结合河道坡降特征和河床演变规律，深潭浅滩是中等坡度混合砂砾石河床的典型自然地貌特征。深潭浅滩位置主要布置于各弯道处，凹岸通过浅挖设置深潭，凸岸上游通过砾、卵石堆砌构造浅滩。由于设计的深潭浅滩可能导致河道岸坡侵蚀，因此需要采取适当岸坡加固措施，如干砌石护岸。

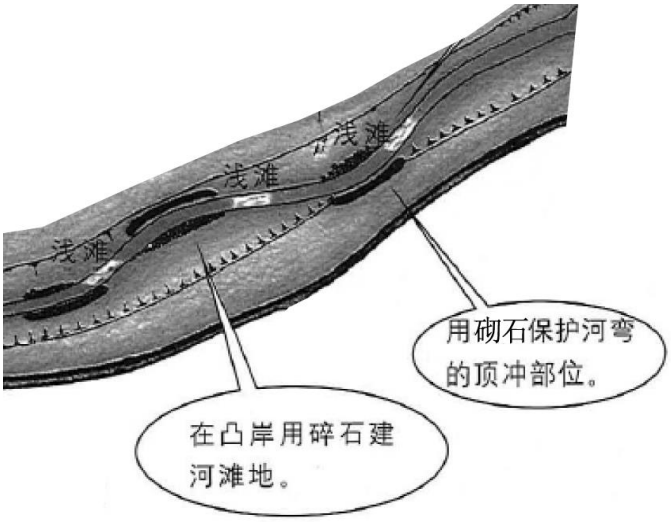


图 6.7.1-4　浅滩深潭分布示意图

3）河床横向剖面设计

横向剖面形态主要结合天然河床宽窄不一的特点进行设计，将尽可能保留河床横断面原始形态，对于跌水较大或过水面积过大而造成断面水深小于 0.2m 的区域，根据情况进行河床整理，既确保水流的连通性，也保障具有一定的水深条件；对河道为两岸平坦的河段进行栖息地营造建设，理顺河床及两岸护坡的块石体，修建鱼巢、抛石体等护坡结构；对于非稳定河床结构进行局部加固；河道陡峭山体的河段，山体坡脚不做处理，严禁石方开挖。河床现状呈山区冲沟状，宽窄不一，深浅交错，河床内密布砾、卵石材。考虑到当地土、石、木等天然材料丰富，栖息地保护工程将主要以天然材料为设计原材料。

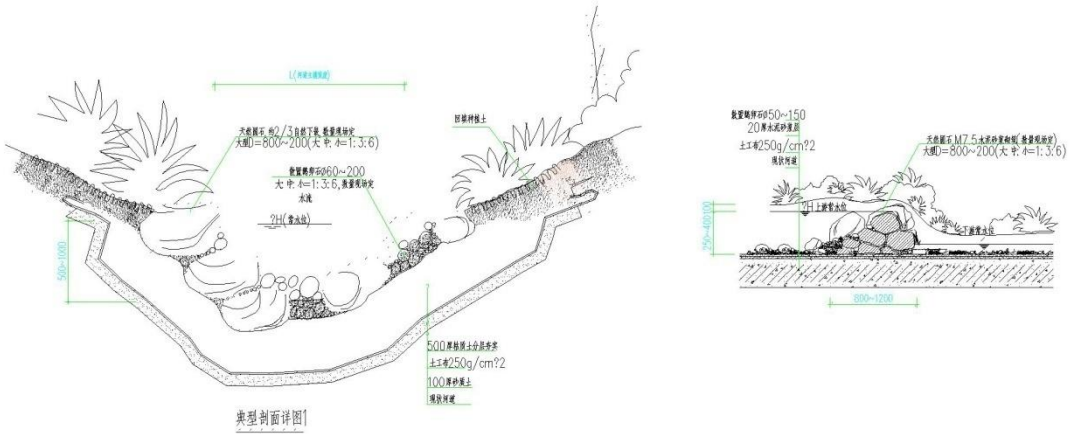
根据该节点现状特点以及鱼类栖息生境保护要求，提出了如下 7 种典型剖面设计方案：

①典型剖面一

该剖面适用于等河道两侧没有河漫滩，河宽相对较窄的河段，选用有粒径要求的圆石，不规则的堆放在现状河道上，从而为鱼类提供栖息生境。

②典型剖面二

该剖面适用于需要设置堰坝壅水的河段，采用天然圆石，用水泥砂浆砌筑成堰壅水，水泥砂浆用量只要使圆石基本稳定即可。



典型剖面详图1

图 6.7.1-5　典型剖面详图（1 和 2）

③典型剖面三

该剖面适用于河道一侧有河漫滩的河段，先将原河道素土压实，天然块石或鹅卵石掺水泥砂浆铺在河道上，自然块石可伸出河面，水生植物选用当地植物。

④典型剖面四

该剖面适用于河中乱石较多的河段，类似底斜坡构造。

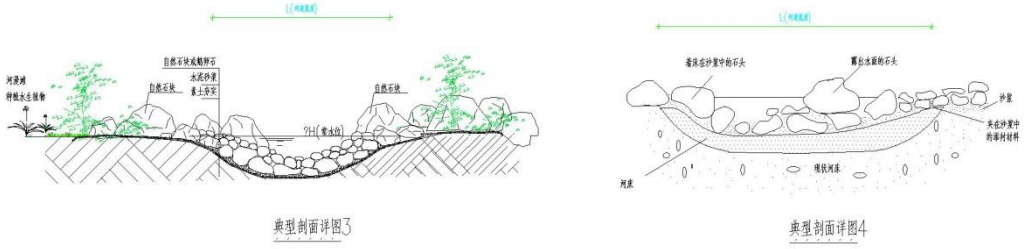


图 6.7.1-6　典型剖面详图（3 和 4）

⑤典型剖面五

该剖面为生态型护岸，右岸先做好碎石和素砼垫层，而后用素砼砌筑直立挡墙，挡墙高度不宜超过 1m，再在挡墙面上堆乱石。

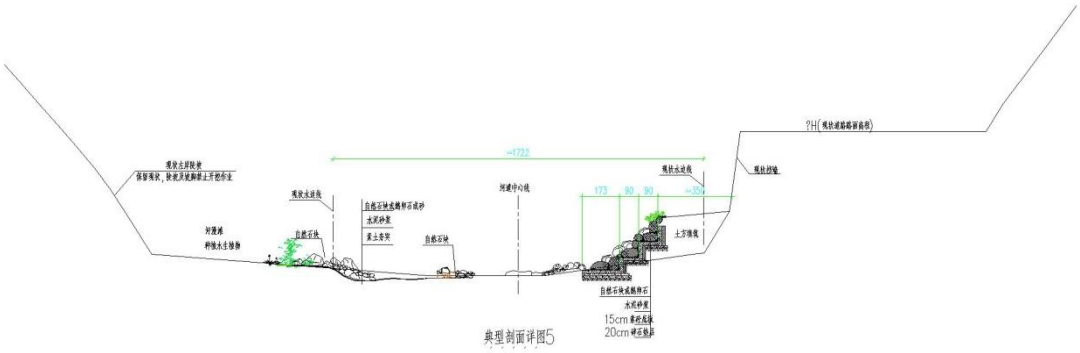


图 4.7.1-7　典型剖面详图（5）

⑥典型剖面六

该剖面为生态型护岸，适应于河道相对开阔，两侧有河漫滩的河段，先将原河道素土压实，天然块石或鹅卵石掺水泥砂浆铺在河道上，自然块石可伸出河面，水生植物选用当地植物。

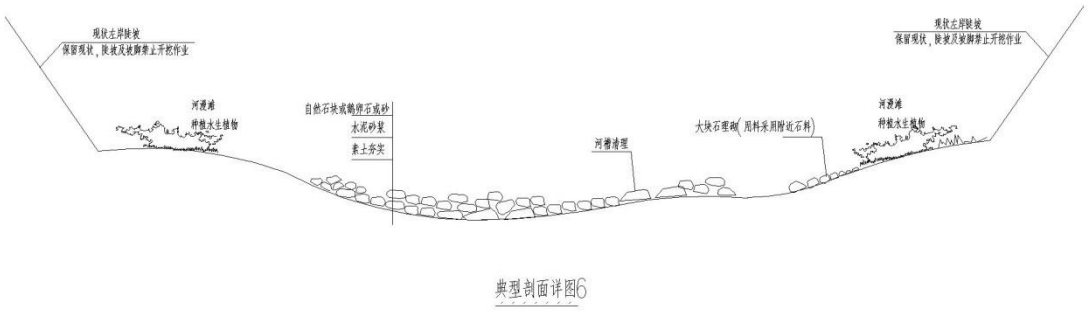


图 4.7.1-8　典型剖面详图（6）

⑦典型剖面七

该剖面为生态型护岸，适用于河道一侧有河漫滩，另一侧有现状小路的河段，河道两岸边坡若要开挖，不宜坡度不宜陡于 1：3，现状小路保留。

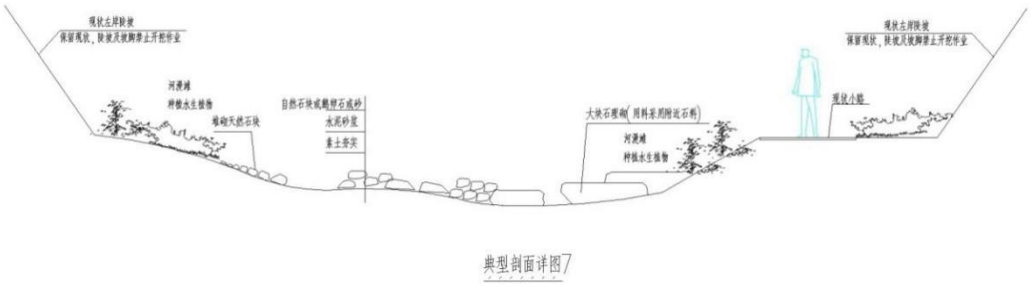


图 4.7.1-9　典型剖面详图（7）

4）河岸护坡结构

考虑到河岸两侧相对稳定，即是岸坡局部发生破坏所造成的经济损失亦不大，而且工程区丰富的土、石材、植被等材料可作为护岸基材，因此本次河道护岸工程将优先选择石材、植被等自然型生态护岸措施。具体可根据实际情况选择如下护岸形式：

①抛石护脚

抛石护坡护底可以在水流作用下实施，它不仅能很好地防护水流的冲刷，防止抛石下部泥沙经石块间空隙被吸出，也有压载岸坡脚的抗滑作用。相较于其他护岸工程，抛石护岸方法具有施工方便、适应变形、高糙率、易修补、耐久性好等优点；然而，块石间整体性不强，其抗冲刷性与水流条件、块石粒径及形态等因素密切相关，而且抛石工程石材用量往往相对较大。

②砌石护岸

人工砌石护坡与抛石相比，受水上施工的限制，表面平整，受水流冲击较小。干砌块石间存在一定的孔隙，可实现土水交替的需求，对于滑坡式砌石护坡，通过在砌石间夹种草皮或扦插柳条解决绿化问题。

③砌石结合木桩

对于崩塌河岸，亦可采用砌石与木桩结合的形式进行护坡。

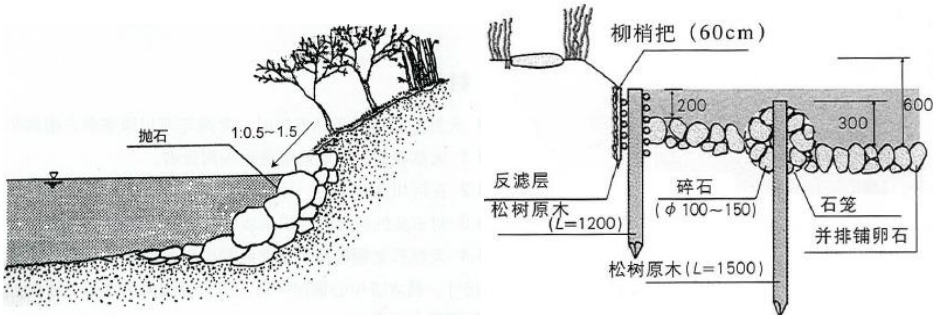


图 4.7.1-10　抛石护岸、护坡示意图

6.7.2　过鱼设施

水电工程建设不仅阻隔了洄游鱼类的通道，对半洄游性鱼类和非洄游性鱼类也有很强的阻隔效应。已有研究表明，由于大坝的阻隔，完整的河流环境被分割成不同的片段，鱼类生境的片段化和破碎化导致形成大小不同的异质种群，种群间基因不能交流，使各个种群的遗传多样性降低，导致种群灭绝的概率增加。

根据《中华人民共和国渔业法》第四章第三十二条规定，“在鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施”。

2006 年 1 月 9 日国家环境保护总局办公厅下发了《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》环办函[2006]11 号，要求“在珍稀保护、特有、具有重要经济价值的鱼类洄游通道建闸、筑坝，须采取过鱼措施。对于拦河闸和水头较低的大坝，宜修建鱼道、鱼道、鱼闸等永久性的过鱼建筑物；对于高坝大库，宜设置升鱼机，配备鱼泵、过鱼船，以及采取人工网捕过坝措施。同时应重视掌握各种鱼类生态习性和水电水利工程对鱼类影响的研究，加强过鱼措施实际效果的监测，并据此不断修改过鱼设施设计，调整改建过鱼设施，优化运行管理。”

为减少大坝对河流生态系统尤其是鱼类种群的干扰，往往通过在大坝上修建过鱼设施来改善河流的连通性，目前国内主要有仿自然鱼道、鱼道、升鱼机、集运鱼系统、鱼闸等过鱼设施。技术型鱼道、仿自然鱼道等一般适用坝高在 20m～25m 以下的低水头水利枢纽，而集运鱼设施、升鱼机、鱼闸等用于中高水头水利枢纽。本阶段针对适用于本电站水头范围的仿自然鱼道、技术型鱼道，拟定方案，进行综合比选。

霍尔古吐水电站鱼类资源以新疆裸重唇鱼和塔里木裂腹鱼为主，电站的修建

不但阻断了鱼类的上溯通道，而且坝下将产生约 22.0km 长的减水河段，阻隔大坝上下游鱼类的迁移交流，形成坝上、下两个异质种群，种群间遗传交流受阻，导致遗传多样性下降。考虑到霍尔古吐水电站建设后，坝上下均保留一定的流水生境，具有一定的流水鱼类产卵繁殖条件，需要采取有效的过鱼措施，缓解种群间遗传交流受阻的不利影响，以保护鱼类种群的遗传多样性。

6.7.2.1 方案初选

霍尔古吐水电站位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州境内开都河中游河段峡谷内，距下游已建的察汗乌苏水电站坝址河道距离约 37km，对外交通不便，主体工程布置相对紧张，电站上下游最大水头差约 20m，左岸布置电站进水口及生态小机，考虑利用生态小机下游水流条件及避开右岸下游陡峭地形，应尽量考虑将过鱼通道布置在左岸。

鱼道发展历史较长，类型较多，主要有池堰式和槽式鱼道（Denil）。我国已建的过鱼设施，基本上都是鱼道。鱼道的过鱼效果，国内外均有较多成功的实例，我国的洋塘鱼道监测表明，其过鱼种类 20 多种，年过鱼量平均 50 万尾，最高年过鱼量达 70 多万尾。鱼道优势在于不需要人工操作，可以持续过鱼，因此运行费用低。其缺点是鱼道设计长度一般较长，设计难度高，造价高。再者，鱼类在鱼道中上溯需要耗费很大能量。在过鱼效果上，由于鱼道进口和出口的位置、高程都是固定的，鱼道运行时的流速、流态受上游水位和流量影响大，很不稳定。因此，鱼道多适用于低水头水利枢纽，霍尔古吐电站上下游最大水头差约 20m，比较适宜修建鱼道。

6.7.2.2 方案比较

可研阶段，通过坝址、坝型、坝线和枢纽布置格局比选，霍尔古吐电站选择距离霍尔古吐沟上游 6.1km 的中坝址峡谷河段作为选定坝址。工程采用引水式开发，枢纽建筑物主要由首部枢纽、长引水隧洞和发电厂房系统三大部分组成。首部枢纽主要由左至右依次布置电站进水口、鱼道、左岸生态小机、1 孔冲沙闸、3 孔泄洪闸和右岸土工膜防渗砂砾石坝，该枢纽布置格局较好地适应了坝址的地形地质条件。引水发电系统布置在左岸，地面厂房位于霍尔古吐沟下游河道距离 15.9km 处开都河左岸 II 级阶地缓坡上。

6.7.2.2.1 方案拟定

过鱼建筑物设计采用以下三个方案进行比较。

方案 A：左岸仿自然通道方案

利用右岸凸岸，布置鱼道进口，诱鱼口底高程为 2038.50m。在进口上游侧设置钢筋笼丁坝，根据鱼类对光色、声音的反应，设置照明、拦鱼电栅等诱鱼设施。

鱼道线路沿左岸滩地，自进口向右岸偏向上游方向布置，于鱼 1+517.50m、鱼 1+620.00m 桩号分别设置过坝闸门及出鱼口闸门，进入水库。由于本工程水库在过鱼期基本按正常蓄水位运行，因此仅布置一个鱼道出口，出口闸门底高程为 2068.50m，同时为防止库区漂浮杂物进入鱼道，出口处设置拦污栅 1 道，鱼道综合比降为 1.00%。

仿自然通道断面见图 6.7.2-1，底宽 2m，两侧边坡不陡于稳定边坡 1∶1.75，做成起伏状。底部水位影响范围采用铺设土工膜防渗，顶部设置垫层及砌卵石，满足过水要求，水位影响范围以上种草、植景观树种。

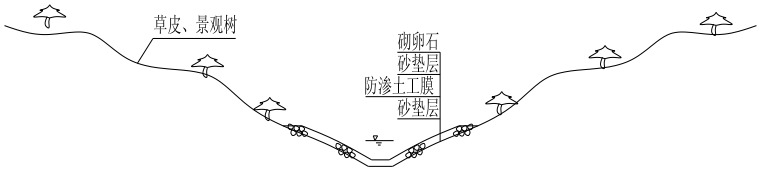


图 6.7.2-1 鱼道设计仿自然通道标准断面图

方案 B：鱼道方案

对于鱼类习性来讲，利用坝下左岸下游滩地，在滩地临河位置布置在鱼道进口，共设置一个进鱼口，进口底板高程为 2038.50m。

鱼道结构主要由进鱼口、鱼道池室、休息室、观察室、出鱼口等组成。本工程结合平面转弯段共布置休息室 8 个、进鱼口 1 个、出鱼口 1 个、观察室 1 个，全长 1625.00m。本次设计将鱼道 1 个进鱼口布置在土工膜斜墙砂砾石坝下游约 330m 处右岸岸坡外侧。鱼道进鱼口段线路逆水流方向向上游延伸，在土工膜斜墙砂砾石坝下游约 150m～330m 范围的右岸迂回向上，于桩号鱼 1+477.00m～鱼 1+520.00m 段以开孔的形式通过左坝肩，之后继续向上游延伸至出鱼口。鱼道综合比降为 1.91%。

方案 C：砂砾石坝坝后鱼道设计

本方案利用砂卵石坝后填筑边坡，布置折线形鱼道，鱼道诱鱼口布置在泄洪闸海漫下游边坡，诱鱼口最底高程为 2038.50m，进口根据鱼类对光色、声音的反应，

设置多道拦鱼电栅、声光系统等诱鱼设施。

鱼道线路由泄洪闸下游导墙末端延伸至河床砂砾石坝下游，并迂回折线布置于河床砂砾石坝下游坡面，出口高程为2068.50m。鱼道综合比降为1.91%。

6.7.2.2.2 方案比较

以下从鱼类生态习性适应性、工程布置、施工及占地影响、工程安全等多方面对各方案进行综合比选。

鱼类生态习性适应性：方案A、B进口位置差异不大，从鱼类洄游特性来看较为适宜；方案C进口位于海漫下游，距泄水建筑物较近，该部位具有一定流速，需要采取诱鱼设施，消除其不利影响；各方案均出口于水库，差别不大；总体上讲，方案A、B方案较优，方案C较差。

工程布置：方案A、方案B独立于主体工程，与首部枢纽建筑物施工互不干扰；方案C鱼道位于挡水大坝顶部，对挡水建筑物和泄水建筑物施工有一定影响，因此从布置上来看，方案A、B最优，方案C相对较差。

施工及占地影响：方案A、B基本远离主体工程施工区，存在一定施工弃渣量，需要另外进行征地及后期环保设计；方案A、C位于主体施工区，不存在施工期和永久征地问题；从施工及占地影响上来看，方案C最优，方案A较差。

工程安全：方案A开挖宽度约20m，虽然沿渠道水位影响范围，工程上采取了铺设土工膜等防渗措施，但该地区位于高海拔，昼夜温差大，水流沿砌卵石进入土工膜，对土工膜的耐久性提出了较高要求，长期运行后，可能造成局部破坏，加之由于铺设长度较长，工程缺陷在所难免，运行一段时间后，可能造成沿程渗流，防渗安全存在一定隐患；方案C全部采用混凝土结构，虽然后期坝体沉降对结构止水间要求较高，一旦止水破坏，直接影响大坝主体安全；方案B采用箱涵结构，工程运行安全性优于方案A。因此，从工程安全上来看，方案B最优，方案A相对较优，方案C次之。

综上所述，从工程布置、施工及占地影响、工程安全、工程量及投资等方面来看，无论从鱼类生态习性适应性、工程布置、工程安全等方面讲，方案B在三个方案中均具有较大优势，因此综合考虑，可研阶段选择方案B作为推荐方案。

6.7.2.3 推荐方案

6.7.2.3.1 鱼道布置原则

鱼道布置方案需满足以下基本原则：

1）在设计布置鱼道时，应考虑尽量减小或避免鱼道工程的施工和运行对电站的安全和运行造成不利影响；

2）枢纽工程左岸布置泄洪闸、冲沙闸、左副坝等建筑物，左岸边坡为较陡的岩质开挖边坡；枢纽右岸布置土工膜斜墙砂砾石坝等建筑物，右岸为较为平坦的二级滩地；左右两岸均有布置鱼道的条件；

3）鱼道内流速分布、水流流态、底宽、水深等参数应满足针对本工程过鱼对象所提出的相关各项工艺参数要求；

4）按照水库水位变化、电站运行及鱼道运行情况，鱼道布置 1 个进口、1 个出口；

5）拟定方案鱼道线路、结构均符合经济合理、安全可靠原则。

6.7.2.3.2 鱼道布置方案

根据本工程的特点和枢纽布置型式，鱼道详细布置如下：

鱼道结构主要由进鱼口、鱼道池室、休息室、观察室、出鱼口等组成。本工程结合平面转弯段共布置休息室 21 个、进鱼口 1 个、出鱼口 1 个、观察室 1 个，全长 1625.00m。

鱼道设置 1 个进鱼口：进鱼口布置在土工膜斜墙砂砾石坝下游约 370m 处左岸岸坡外侧，过鱼断面采用矩形断面，尺寸为2.0m×2.5m（宽×高），底高程为2238.50m，工作水深为 1.0m～1.5m，两侧边墙高 6.5m，于桩号鱼 0+002.50m 处设置一道平板闸门，其孔口尺寸为 2.0m×6.5m（宽×高）。进鱼口控制流速为 0.8m/s～1.1m/s。

鱼道进鱼口段线路逆水流方向向上游延伸，在土工膜斜墙砂砾石坝下游约 150m～370m 范围的左岸以“之”字路的形式迂回向上，于桩号鱼 1+477.00m～鱼 1+520.00m 段以开孔的形式通过左坝肩，于桩号鱼 1+517.50m 设置过坝闸门，其孔口尺寸为 2.0m×4.5m（宽×高）。之后继续向上游延伸至出鱼口。

鱼道池室底板坡比为 2%，进鱼口、出鱼口、休息室及过坝闸室等底板均为水平。鱼道全长 1625m，底板高程由 2038.50m 抬高至 2068.50m，落差 30m，综合坡比为 1.84%。

出鱼口布置在枢纽上游约 100m 库区左岸，过鱼断面采用矩形断面，尺寸为 2.0m×2.5m（宽×高），底高程为 2068.50m，工作水深为 1.0m～1.5m，满足鱼道运

行时库水位在正常蓄水位 2070.00m 的过鱼要求，两侧边墙高 5.0m，墙顶高程为 2074.00m，于桩号鱼 1+620.00m 处设置一道平板闸门，其孔口尺寸为 2.0m×3.5m（宽×高），于桩号鱼 1+623.00m 处设置一道拦污栅，其孔口尺寸为 2.0m×5.0m（宽×高）。

鱼道采用钢筋混凝土结构，混凝土强度等级采用 C25W6F150（二）。鱼道进鱼口及上游段两侧边墙顶部高程与坝顶高程相同，为 2074.00m，顶部宽度为 1.0m，底板高程以上 5.0m 两侧坡比为 1:0.1，底板厚度为 1.5m；鱼道过坝段两侧边墙顶部高程与坝顶高程相同，为 2074.00m，顶部宽度为 1.0m，底板高程以上 5.0m 两侧坡比为 1:0.1，底板厚度为 1.5m；鱼道下游段两侧边墙高度为 3.0m，顶部宽度为 0.5m，两侧坡比为 1:0.1，底板厚度为 0.8m；鱼道进鱼口段两侧边墙顶部高程为 2045.10m，高度为 6.6m，顶部宽度为 1.0m，底板高程以上 5.0m 两侧坡比为 1:0.1，底板厚度为 1.5m。

鱼道出鱼口基础布置在开挖的岩石基础之上，岩石开挖坡比 1:0.3，在开挖坡面设置 10cm 厚挂网喷射混凝土护坡。

鱼道在桩号鱼 1+510.00m 处设置观察室，用以观察统计过鱼种类及数量。

霍尔古吐水电站工程鱼道方案平面布置和典型纵横剖面见附图 28 和附图 29。

6.7.2.4 主要建筑设计

6.7.2.4.1 进鱼口设计

（1）设计原则

鱼道的进鱼口直接影响过鱼的效果，其设计合理性是鱼道成败的关键。应设在鱼类最易发觉又能顺利进入的地方。

洄游性鱼类总是循着水流溯流而上，途中遇急流、陡槛、闸坝等阻挡，会避离不利于它们的平衡和运动的水流，如剧烈的紊动区、水跃和漩涡等，它们会游至近侧流态较为平缓的区域，因此，它们都是在河道主流的两侧适宜的流速区中，或在河道的岸边沿边岸线上溯；另外，鱼类会选择水质新鲜、肥沃的水域，选择向阳、避风和沿岸边的水域前进。因此，鱼道进鱼口选择考虑遵循以下原则：

①经常有水流下泄的地方，尽可能靠近鱼类能上溯到达的最前沿；

②进鱼口前水流不应有漩涡、水跃，进鱼口下泄水流应使鱼类易于分辨和发现；

③进鱼口水流较小时，鱼道宜垂直于河流或平行大坝，以增大水流的影响宽度；

进鱼口水流较大时，进鱼口可与河流流向平行或小角度相交，理想状态是平行于河流高流速区的边界；

④进鱼口不能超过河床太高，应与河床平顺衔接；

⑤进鱼口应能适应拟定过鱼对象对水流的要求及运行水位变化范围。

⑥进口下泄的水流应使鱼类易从枢纽下泄的各种水流中分辨出来，进鱼口附近区域的流速应大于鱼类的感应流速 0.20m/s。

（2）位置选择

正常运行期，鱼道开启时下游坝下 0+380.0m 附近流速大于 0.64m/s，小于 1.89m/s，且枢纽泄洪时，坝下 0+300.0m、右 0+050.0m 范围无冲刷，也没有泥沙淤积，可以将鱼道进口布置在此范围内。

（3）高程拟定

鱼道进鱼口高程，既要适应过鱼对象对水深的要求，还要适应下游水位的变幅。通常幼鱼和中上层鱼类喜在水体表层和中上层活动，要求水体深度不大，进鱼口高程可高些；底层鱼习惯在河道底部活动，进鱼口高程需低些。进鱼口高程不能超过河床太高，应与河床斜坡衔接，进鱼口也不能低于河床，以免泥沙淤积，可用倒坡与河床衔接。

进鱼口的水流应为连续流，连续流形成的水流延伸范围更远，能够更好地吸引、引导鱼类进入鱼道进鱼口。通常当水头淹没度达到 30%可满足形成连续流的条件，达不到这个淹没度则通常形成跌流。

本工程鱼道的过鱼季节为每年的 4 月～6 月。

本工程下游河道 4 月～6 月的鱼道运行期下游水位在 2039.50m～2039.65m 之间，因此按鱼道运行下游最低水位 2039.50m 作为本工程鱼道进鱼口的设计水位。结合进鱼口附近原河床地形，以及鱼道运行水深的要求，设计布置 1 个进鱼口，确定进鱼口底板高程为 2038.50m，进鱼口运行水深为 1.0m～1.5m。

6.7.2.4.2 出鱼口设计

（1）设计原则

鱼类从鱼道的出鱼口游出并进入上游。出鱼口平面位置，应满足下列要求：

①能适应水库水位的变动。在鱼道过鱼季节中，当库水位变化时，都应保证鱼道出鱼口有足够的水深，且与水库水位很好的衔接，出鱼口外应无出露的洲滩和水

道阻断的情况；

②出鱼口应远离溢洪道、厂房进水口等泄水、取水建筑物，以防进入水库的鱼，又被这股水流带回下游；

③出鱼口应傍岸，出鱼口外水流应平顺，流向明确，没有漩涡，以便鱼类能沿着水流和岸边线顺利上溯；

④出鱼口应远离污染区、码头和船闸上游引航道出鱼口处等；

⑤出鱼口应考虑鱼的回归要求。出鱼口方向应迎着水库水流的方向，便于下行的幼鱼和亲鱼顺利地进入鱼道。

对于本工程，将出鱼口布置在枢纽上游左岸水流平顺的位置，具体位置应结合模型、地形地质等条件综合选定。

（2）位置选择

出鱼口布置在枢纽上游约 100m 库区左岸，上游鱼道出口附近流速在 1m/s 左右，是鱼类的偏爱的流速区域，适合作为鱼类回游过道，适合布置鱼道出口。

（3）高程拟定

根据本工程水库运行特征，4 月～6 月鱼道运行期，正常工况下库区水位维持在 2070m 左右，电站每日满发 7h 期间库区水位变幅较大，此时段不过鱼，其他过鱼时段进行过鱼。综合考虑操作性等情况，出口数量不宜过多，可布置于正常蓄水位以下，出口按 1m～1.5m 水深考虑。按照工艺参数中出鱼口运行最高水深 1.5m 要求，设计确定出鱼口底板高程 2068.50m，出鱼口工作水深为 1.0m～1.5m。

6.7.2.4.3 池室设计

（1）池室设计

1）结构选择

①池室形式选择

鱼道池室主要有丹尼尔式和池式两种。池式鱼道分为溢流堰式、潜孔式、垂直竖缝式等几种类型。不同形式鱼道的优缺点与适用性见表 6.7.2-1。

表 6.7.2-1 不同形式鱼道的优缺点与适用性

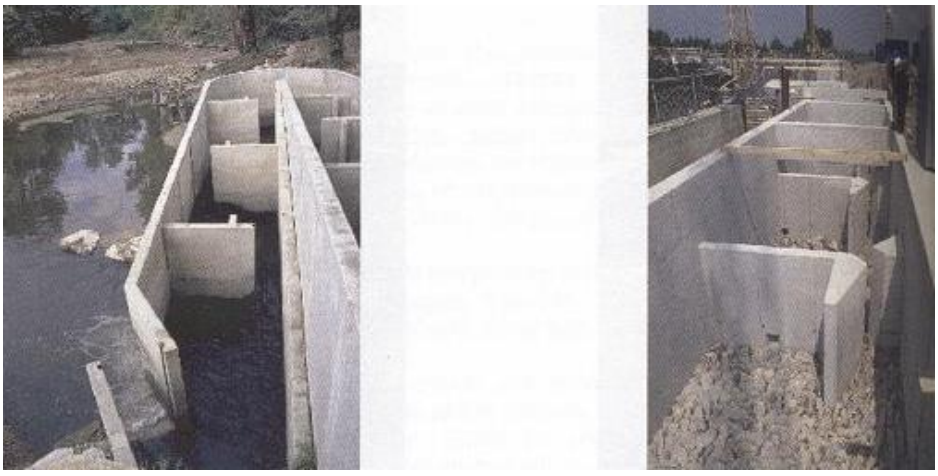
鱼道形式	优点	缺点	备注

丹尼尔式	消能效果好，鱼道体积较小；鱼类可在任何水深中通过且途径不弯曲；表层流速大，有利于鱼道进鱼口诱鱼。	鱼道内水流紊动剧烈，气体饱和度高；鱼道尺寸小，过鱼量少；加糙部件结构复杂，不便维修。	适合水头差较小，和较小的河流和游泳能力较强的鱼类,一般用于体长大于 30cm 的鱼。
溢流堰式	消能效果好；鱼道内紊流不明显。	不适应上下游水位变幅较大的地方，易淤积。	适合翻越障碍能力较强的鱼类(如鳟鱼、鲑鱼)，国内鱼道没有采用此种型式的隔板。
潜孔式	鱼道内紊动不明显；气体饱和程度较低。	流量较小。	适合底层鱼类，用于双向潮流，所以在沿海和河口地区使用较多。
垂直竖缝式	消能效果较好；表层、底层鱼类都可适应，适应水位变幅较大；不易淤积。	流量较小。	应用范围较广。

综合以上分析，根据黄河本工程主要过鱼对象的生活习性，以及各种鱼道形式的适应性和消能特点，对于本工程采用矩形断面的垂直竖缝式鱼道。竖缝式鱼道由一系列相连的水池组成，相连的水池之间的隔壁上有一条垂直的竖缝，通过沿程摩阻、水流对冲及扩散来消能，达到改善流态和降低过鱼竖缝流速的目的。竖缝式鱼道特点为：能够同时适应表层和底层鱼类，更大程度保持生态连通性；能够适应较广的鱼道内水位变化；能够防止鱼道内的泥沙淤积。

②隔板布置形式选择

竖缝式鱼道也有许多不同的形式，隔板上过鱼孔的位置及相邻两块隔板上过鱼孔的布置方式，直接影响池室水流条件。分为同侧、异侧、双侧等型式。



异侧竖缝式同侧竖缝式



双侧竖缝式

图 6.7.2-2　鱼道不同隔板布置形式

同侧竖缝式，水流顺直，有利于溯游能力强的鱼类较快上溯，鱼类可以不停歇地一次急窜数块隔板。此类型鱼道的布置，应防止前一块隔板孔口的急流，直冲后一块隔板的孔前，要适当增加池室长度，使之充分扩散和消能，防止水流逐级增加。

异侧（左右两侧交叉）竖缝式，主流从上一隔板过鱼孔，通过收缩断面，冲入第二块隔板与槽壁的角偶，若池室长度不够长，会形成此区水流的激烈翻滚，同时，在孔口断面上侧，出现横向水流，可能加剧孔口水流的左右摆动，影响鱼类上溯。其消能效果比同侧布置式充分，但池内水流过鱼弯折，不利鱼类作不停歇的连续上溯，洄游速度较慢。

双侧竖缝式，具有和异侧竖缝式相似的消能充分的优点，竖缝流速控制相对较好，但室内流态复杂，不利于鱼类休息。

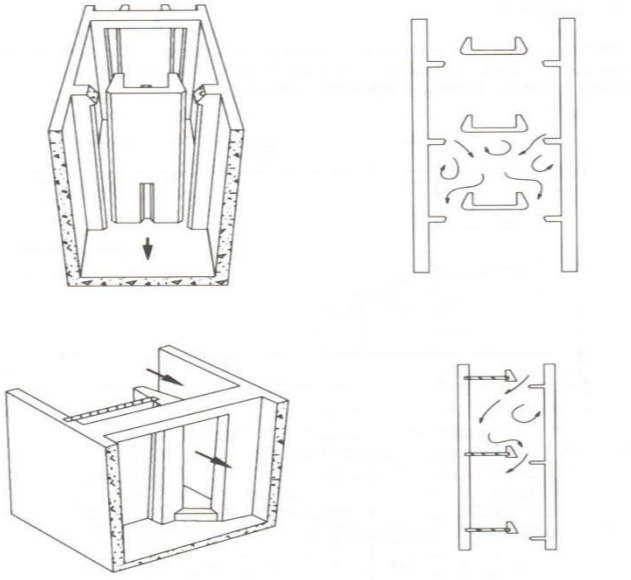


图 6.7.2-3 双侧竖缝式鱼道和单侧竖缝式鱼道的水流特征



图 6.7.2-4　Dordonge 的 Bergerac 坝双侧竖缝式鱼道的水力模型

本工程设计最终选择了同侧竖缝式方案。

2）池室规格

①池室净宽

鱼道的宽度主要由过鱼量、过鱼对象的习性、竖缝宽度及消能条件而定。观测表明，鱼类的运动大多以“∫”形路线前进，其活动宽度应大于它们的体宽。在运动中，它们有时要变换游动姿态，以利于休息和长途溯游，因而通道的宽度，必须考虑鱼类运动的要求。鱼道净宽尺寸越大，每级鱼道内的平均流速就越小，利于鱼类的中间休息；但是净宽尺寸越宽，鱼道相应造价就越高。

目前，国外鱼道的宽度有达 10m 以上的，但多数为 3m～5m；国内鱼道的宽度多为 2m～3m。《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T 35054-2015）提出，鱼道池室宽度不应小于最大过鱼对象体长的 2 倍。此外池室宽度宜适当考虑方便鱼道内清淤工作。因此类比国内其它鱼道池室规格，本工程鱼道的净宽取 2m，能满足过鱼要求且比较经济。国内部分鱼道设计参数见表 6.7.2-2。

表 6.7.2-2 国内部分鱼道设计参数表

项目	池室净长 m	池室净宽 m	竖缝宽度 m	底坡	设计流速 m/s	设计水位差 m	过鱼对象
安徽巢湖闸水利枢纽	2.4	2	0.4	1/130	0.5～0.6	1	鳗、蟹、四大家鱼、刀鱼
北京上庄新闸	4	2.5	0.35	1/40	0.87	6.3	细鳞鱼、鳗鲡、麦穗鱼等
吉林老龙口水利枢纽	3	2	0.32	1/10	2.35	27	大马哈鱼、七鳃鳗、滩头鱼
辽宁三弯水利枢纽	2	2	0.3	0.0215	0.6	10	松江鲈鱼

项目	池室净长 m	池室净宽 m	竖缝宽度 m	底坡	设计流速 m/s	设计水位差 m	过鱼对象
新疆北岸干渠水利枢纽	3	2	0.4	1/58.5	1.59	3	土著鱼类
广西右江鱼梁航运枢纽	3.6	3	0.45	1/50.6	0.8	10.75	鳗鲡、白肌银鱼等

②鱼道水池净深

鱼道内的水深主要视鱼类习性而定。底层活动的鱼类和大个体成鱼，喜欢较深的水体和暗淡的光色，故要求水深大一些；幼鱼一般喜在水表层活动，池室水深可小一些。根据调查结果，在兼顾过鱼对象的生态习性和工程投资的情况下，鱼道池室水深取 1.0m～1.5m。鱼道边墙高度可按最大运行水深 1.5m 加超高进行设计，因此，本工程边墙高度按 3m 设计。

③鱼道每级池室长度

一般认为，池室的长度与水流的消能效果和鱼类的休息条件关系较大。较长的水池，水流条件好，休息水域大，过鱼条件好，但同时鱼道造价也就越高；反之，较小的水池，会造成消能不充分或水流紊动大，过鱼条件差。

池室长度 L 应与鱼道宽度 B 有一定的比例，可取 L=（1.2～1.5）B，式中系数 1.2，适用于孔口流速不大于 1.0m/s 的情况，当流速较大时，应取 1.2～1.5 甚或更大的系数值。据前所述，推荐采用同侧竖缝式鱼道，水流顺直，有利于溯游能力强的鱼类较快上溯，建议系数取 1.25，则本工程鱼道池室长度为 2.5m。

池室长度也与鱼体大小及鱼的习性有关。个体愈大，池室应愈长，躁性急窜的鱼类，应有较长的池室。据相关鱼道放鱼试验观测，对于各种鱼类，池室长度不应小于大个体鱼长的 4～5 倍，对躁性鱼类应更大。根据本工程鱼道过鱼对象体长统计参数，池室长度 2.5m 大于较大鱼类体长的 5 倍，因此池室长度 2.5m 是合理的。

3）鱼道底坡

参考《水利水电工程鱼道设计导则》（SL609-2013），鱼道底坡可用下式计算：

$$I=\frac{\Delta h}{l+d}$$

其中：

I——鱼道底坡；

l——池室长度为 2.5m；

d——隔板厚度为 0.2m；

Δh——隔板水位差（m）；按下式计算

$$\Delta h = \frac{v^2}{2g\varphi^2}$$

v——鱼道设计流速（m/s）；

g——重力加速度（9.81m/s^2）；

φ——隔板流速系数，取 0.85～0.9；

竖缝内设计流速为 0.8m/s～1.1m/s，计算得鱼道池室纵坡度为 1.8%～2.6%，设计取用 2%。

4）鱼道的垂直竖缝宽度

根据现场调查和资料记载，河段捕捞到的新疆裸重唇鱼体长范围在 25mm~295mm。根据鱼道一般设计要求，过鱼孔口的高度和宽度最小不应小于过鱼最大体长 1/2，《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T 35054-2015）建议竖缝的宽度宜取 0.3m～0.5m。因此，本鱼道竖缝宽度取 0.3m。

5）鱼道弯道结构型式

本工程鱼道布置于枢纽左岸，共设置 6 个转弯段。在首部枢纽下游约 150m～330m 范围的右岸边坡“之”字路迂回向上段设 6 个 180°转弯，延右岸下游上坝路和上游向上游延伸段分别在桩号：鱼 1+074.00m、1+144.00m、鱼 1+210.00m 处设转角为 158°、154.7°、173.4°的 3 个钝角转折段。为避免出现不利于鱼道上溯的水流流态，将上述各转弯段布置为休息室。

（2）休息室设计

如上节所述，本工程鱼道休息室尽可能结合转弯段布置。因此，本工程鱼道将上述 9 个转弯段设置成为休息室。其中：6 个 180°转弯段休息室及 3 个钝角转弯段休息室轴线长度均为 5.0m。

休息室选用如下的细部结构尺寸：底宽 2.0m、底板水平、竖缝宽度 0.3m、导板长度 0.5m、隔板与导板厚度均取 0.2m。为确保转弯段内具有良好的水流流态，参考已有工程经验，对于钝角转折段，除进流一侧与出流一侧导板（隔板）需采用异侧布置方案之外，还需调整竖缝断面导向角度，并在来流一侧导板对面的弯段转折点处增设导板；对于 180°转弯段，进流一侧导板应布置于转弯段外侧，而下游

出流一侧导板应布置于转弯段内侧，另外还需调整进流一侧的导板长度。

6.7.2.4.4 观察室

观测设施是鱼道的重要组成部分之一，在鱼道中设置观测设施进行观测的目的是：

（1）统计通过鱼道上溯的鱼类品种、规格和数量；

（2）观测鱼类对鱼道的适应性，游动方式和上溯途径等，掌握各种鱼类在鱼道中的上溯速率和体力消耗情况；

（3）分析过鱼数量和各种环境的关系，包括昼夜、季节、气象、水文、水温、鱼道运行情况等；

（4）增强人类对鱼类活动习性、规律的认识，指导鱼道的运行实践；

（5）利用观测室和观测设施，进行科普教育，增强水生生态保护意识的提高。

目前，国内外的鱼道观测，主要采用设置观测室进行日常的观测统计。

（1）位置选择

为了对鱼道隔板水流流态、过鱼效果进行评估，采用观测室进行观测，其主要观测部位一般设置于鱼道出鱼口，这时每尾被记录下来的鱼，都已经游完全程，即将进入上游。从鱼类经过观测室的状态，可以大致反映出鱼类对水流条件的适应性和体力消耗程度，以此估计鱼道水流条件、过鱼条件优劣。

为了便于观测人员进行观测，本工程鱼道于桩号鱼 0+945.00m 处设置 1 个观察室。

（2）室内设计

观测室建筑面积为 6.0m×6.0m，高度为 12.0m，为三层结构（地下两层、地上一层），底层为鱼道观测室，主要用来放置摄像机、电子计数器等设备。底层不设亮窗，用绿色或蓝色防水灯来照明。在鱼道侧壁上设有 2 个玻璃观测窗，用来观测鱼类的上溯情况，电子计数器用来记录上溯鱼类的种类及数量，摄像机可将鱼类通过鱼道的实况录制下来。通过记录、计数进行鱼类上溯情况的统计和规律研究，并供有关人员观看及作为科普素材，也可为今后对鱼类的上溯规律和生活习性的研究以及鱼道的建造提供依据。

上层为参观陈列室，可通过监控终端现场观看到鱼道中鱼类的洄游情况。四周墙壁上可陈列主要洄游鱼类的情况介绍。

（3）观测窗

观测窗的高度需高出鱼道隔板顶部，因此取高度为3.0m，其中水下部分为2.2m。观测窗宽度由水平视域和观测鱼类的要求确定，一般不宜小于1m，为达到较好的观测效果，本工程宽度取4.5m。

观测窗中间设置加固柱梁，每面设置3块玻璃，每块尺寸为1.5m×3.0m。玻璃采用有机玻璃，具有清晰透明、耐磨耐压的特点，厚度应不小于2cm。

在鱼道运行过程中观测窗外玻璃容易粘附青苔、淤泥，尤其是水面线附近，因此需经常进行清理工作，保持观测效果，可采取人工定期清理。

（4）观测设施

观测方式分为直接观测和间接观测。其中直接观测为在观测窗前采用人工肉眼进行观测和统计。

间接观测为采用观测仪器进行观测，主要的设施包括水下摄像机、网络摄像机、声呐鱼探仪、电视监视器、计数器等，详见表6.7.2-3。

采用计算机系统软件，能自动拍照、录像，记录、存档，可实现自动摄像和拍照，并根据存储的图像分辨出鱼的种类和大小。

表6.7.2-3　观测设施一览表

序号	设备	数量
1	水下摄像机	2
2	红外摄像机	4
3	声呐鱼探仪	1
4	以太网交换机	1
5	计数器	1
6	网络存储设备	1
7	图像分析系统	1
8	监控终端（含软件）	1

（5）照明设施

一般的鱼道水体可见度为30cm～1.0m，如无人工照明设施，在夜间和阴天可能难以开展观测统计。同时，在洪水期过后，水质可能出现浑浊，为利于观测鱼道，需设置辅助光源。因此，需在观测窗外的水池中设置人工照明设施，以便计数、观

察全部通过鱼道的鱼类。

照明灯具采用具有防潮性能的节能灯具，其外壳为不锈钢材料，具有光线强度可调节、亮度柔和、防水密封性能好等特点。每面观测窗对面各设置 2 排照明灯，每侧 1 排，每排 2 盏。每盏照明灯的功率为 36W，灯头采用毛玻璃以柔化照明效果。

（6）其它

观测室内应有通风、照明、除湿、温控设施。本工程在每个观测室设置如排风扇、空调、除湿机、湿度计、温度计等。同时空间设置考虑了今后引进加装先进仪器观测设备的可能性。

另外，因水体可见度一般为 0.3m～1.0m，因此需在观测窗外的池室中，距离观测窗 0.8m 处各设一道拦鱼导网，长度约 5.0m，高度 4.0m。通过导鱼网将通过该水池的鱼拦导至可见度内，以便计数、观察全部通过鱼道的鱼类。导鱼网位置见图 6.7.2-5。

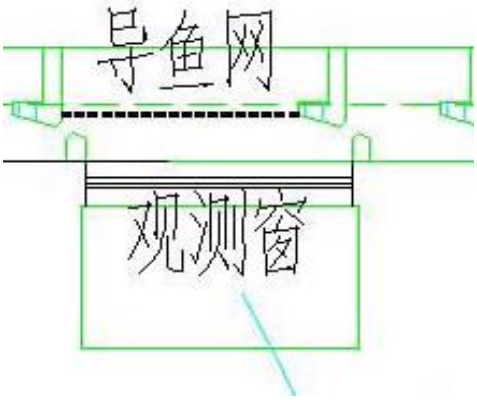


图 6.7.2-5　鱼道导鱼网位置图

6.7.2.5　辅助设施

（1）诱导设施

诱导设施为鱼道的重要附属设施，在鱼道进鱼口处设置拦鱼、导鱼和诱鱼设施，可以防止鱼类误入被截断的水域并帮助它们及早地发现鱼道的进鱼口。同时，可以使分散和零星的鱼汇集起来进入鱼道，提高鱼道的通行效率。

目前，在实际工程中最常见的诱导设施有：拦鱼坝、拦网、拦鱼电栅、水流诱鱼、灯光诱鱼等。考虑到霍尔古吐坝下河段流速较快，不适宜设置拦鱼坝和拦鱼网。可供选择的诱导设施有拦鱼电栅、水流诱鱼和灯光诱鱼等措施。

1）拦鱼电栅

电场对鱼能产生刺激效应，在感受电场刺激后鱼能本能地做出适应性反应，改变游向或避离电场方向。拦鱼电栅由脉冲电发生器、电极和导线等组成，其原理为由脉冲电流通过电流电栅在水中形成电场，利用鱼类对于电场的反应进行拦鱼。当鱼靠近电极约 3m 处时就能感觉到微弱的感应电场，越靠近电极电场感应越强。鱼在受刺激后，将本能地向电场较弱的方向游动，从而达到拦鱼导鱼的目的。电栅拦鱼具有抗流性好、过漂浮物性能好、管理检修方便等优点。可在具有一定的水流速度、流态复杂多变、难以张设拦网的水域中。

本工程鱼道暂不考虑拦鱼电栅措施，在后期运行过程中，可根据鱼道后期运行过程中的实际过鱼情况，进一步分析增设拦鱼电栅措施的必要性和可行性。

2）水流诱鱼

本工程鱼道进鱼口位于厂房尾水下游约 400m 处岸坡外侧，运行实施后，鱼道是鱼类上溯的唯一通道。在吉林老龙口水利枢纽鱼道工程中即未单独设置补水系统，大渡河枕头坝一级水电站工程中，亦未单独设置补水系统，仅考虑在进鱼口处设置诱鱼喷水管，向下游方向喷射水流，诱使鱼类进入鱼道。

本工程鱼道暂不考虑水流诱鱼措施，在后期运行过程中，可根据鱼道后期运行过程中的实际过鱼情况，进一步分析增设水流诱鱼措施的必要性和可行性。

3）灯光诱鱼

①工作原理

光对许多鱼类是一个不可缺少的环境因素，鱼类的行为，在很大程度上与光照强度有关，尤其是昼夜的活动节律和生活的其它方面。鱼类对光线的反应，不同种类的鱼类有所不同，同一鱼类的不同生活时期对光线的反映也有所差异。

②主要设施

为提高夜间鱼道的过鱼效果和观测研究不同鱼类对光线的反应，在鱼道进鱼口处设置灯光诱鱼设施。光源可采用 LED 水下聚光照明灯，外壳采用不锈钢材料，具有光线强度可调节、亮度柔和、防潮密封性能好等特点。

本工程鱼道暂不考虑灯光诱鱼措施，在后期运行过程中，可根据鱼道后期运行过程中的实际过鱼情况，进一步分析增设灯光诱鱼措施的必要性和可行性。

（2）防护栏

鱼道上游段两侧墙的顶部设有钢筋防护栏，可防止鱼类跳出鱼道，也避免杂物从鱼道两侧落入鱼道，同时对人员还起到安全防护作用。防护栏高为 1m，长度约为 2×250m，防护网规格为 5cm×5cm。

6.7.3 增殖放流

6.7.3.1 放流对象

重点增殖放流新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼等自治区保护鱼类，同时适当考虑叶尔羌高原鳅、长身高原鳅等其他土著鱼类增殖。

6.7.3.2 放流数量及规格

从保护河段鱼类种质资源的角度出发，确定工程影响河段土著鱼类年增殖放流总量为 10 万尾。在放流对象上采取多种放流规格的方式，以提高放流的效果。即在其生长的不同阶段进行放流，按一定的比例投放幼鱼、苗种和成鱼。其中幼鱼 8 万尾，放流规格为体长 3cm；苗种 2 万尾，放流规格为体长 5～10cm。

表 6. 7. 3-1 鱼类增殖站鱼类放流规格和数量

种类	规格/全长（cm）	数量（万尾/年）
新疆裸重唇鱼	3.0	2.4
	5～10	0.6
塔里木裂腹鱼	3.0	2.4
	5～10	0.6
长身高原鳅	3.0	1.6
	5～10	0.4
叶尔羌高原鳅	3.0	1.6
	5～10	0.4
合计		10

6.7.3.3 放流标准

2000 年以来，开都河流域未曾捕获到塔里木裂腹鱼，叶尔羌高原鳅仅在开都河下游大山口水电站以下分布且个体较小，很难采捕到可繁育的亲本。由于开都河历时上曾与塔里木河水系存在地表水联系，因此，建在开都河及塔里木河水系采捕塔里木裂腹鱼和叶尔羌高原鳅亲本。

在国家尚未有鱼苗放流标准的情况下，建议放流鱼苗标准参照《水产苗种管理办法》（2004 年，农业部令第 46 号）执行，采用无伤残和疾病、体格健壮的个体。

6.7.3.4 放流季节

放流时间为工程截流后到电站整个运行期每年的 3 月～7 月。电站截流后每年放流一次，以补充其种群数量。放流期间将根据人工繁殖技术条件、放流效果监测

等适时调整放流对象和放流规模，并根据水域鱼类资源恢复的情况，决定是否继续放流。

6.7.3.5 放流地点

放流地点应选择交通方便，水流平缓，较开阔的库尾及坝下干支流流水河段，水深在 5m 以内，且饵料生物相对丰富的水域。

6.7.3.6 察汗乌苏增殖站放流情况

根据水电规划环评及跟踪性评价及审查意见及相关要求，霍尔古吐水电站的增殖放流任务由察汗乌苏水电站鱼类增殖放流站承担。目前，察汗乌苏增殖放流站已建成，完成了多次的增殖放流任务。

（1）增殖站概况

察汗乌苏增殖站建在在察汗乌苏水电站水库坝下与察汗乌苏河之间的原开都河老河床处，占地约 6 亩，一期工程建设孵化车间约 600m^2，生产管理用房约 411 m^2；流水养鱼池约 3483m^2。按照增殖站设计规模，每年最大可以放流塔里木裂腹鱼、新疆裸重唇鱼各 20 万尾，放流规格 3cm 以上。目前，按照已建察汗乌苏、柳树沟水电站电站环评要求开展增殖放流活动。

鱼苗孵化槽：规格 4.0×0.8×0.4（m）的矩形鱼苗孵化槽 28 个；

苗种培育池：直径 Ø1.8 m 圆形苗种培育池 20 个，单池水体体积约 1.5㎥，总水体体积约 30.0㎥；

亲鱼暂养池：直径 Ø4.5m 的圆形亲鱼暂养池 4 个，单池水体体积约 12.7㎥，总水体体积约 50.9㎥；

亲鱼培育池：直径 Ø12m 的圆形亲鱼培育池 4 个，总水面面积约 452㎡；规格 24×4(m)的亲鱼培育池 10 个，总水面面积约 960㎡；

苗种培养池：直径 5m 的鱼种培育池 24 个，总水面面积约 471㎡；

鱼种养殖池：进行鱼种生产的流水养鱼池 6 个，其中：规格 9×5(m)的流水养鱼池 5 个；规格 25×15(m)的流水养鱼池 1 个，总水面面积约 600㎡；

后备亲鱼池：设计不规则鱼池 1 个，水面面积约 1000m^2。

（2）增殖站放流情况

目前，流域内察汗乌苏、柳树沟水电站主要依托察汗乌苏鱼类增殖站进行的鱼类增殖放流工作。

察汗乌苏鱼类增殖站于 2013 年建成投入运行，2014 年 6 月 12 日，首次开展增殖放流活动，放流新疆裸重唇鱼开都河土著鱼类共计 6.5 万余尾。2015 年 5 月 18 日，国电新疆开都河公司在察汗乌苏、柳树沟水库开展珍稀保护鱼类增殖放流活动，增殖放流新疆裸重唇鱼、长身高原鳅等珍稀保护鱼类 10 万余尾。2016 年 6 月 13 日，国电新疆开都河公司在察汗乌苏、柳树沟水电站库区及开都河支流察汗乌苏河开展 2016 年珍稀保护鱼类增殖放流活动，增殖放流新疆裸重唇鱼、长身高原鳅等珍稀保护鱼类 15 万尾。2017 年 6 月 28 日，国电新疆开都河公司在察汗乌苏、柳树沟水电站库区开展珍稀保护鱼类增殖放流活动，15 万尾新疆裸重唇、长身高原鳅、叶尔羌高原鳅人工繁育的开都河珍稀鱼苗。2018 年 7 月 23 日，在察汗乌苏、柳树沟水电站库区及河道开展增殖放流活动，放流新疆裸重唇、长身高原鳅、叶尔羌高原鳅共计 20 万尾。2019 年 7 月 23 日，在察汗乌苏、柳树沟水电站库区及河道等 4 个放流点放流新疆裸重唇、叶尔羌高原鳅、长身高原鳅共计 20 万余尾。2019 年 7 月 23 日，在察汗乌苏、柳树沟水电站库区及河道等 4 个放流点放流新疆裸重唇、叶尔羌高原鳅、长身高原鳅共计 18.75 万余尾。2020 年 7 月 23 日，在察汗乌苏、柳树沟水电站库区及河道等 4 个放流点放流新疆裸重唇、叶尔羌高原鳅、长身高原鳅共计 18.75 万余尾。历年放流断面与放流对象数量详见下表所示。

表 6.7.3-2　察汗乌苏鱼类增殖放流站历年放流情况统计表

年份	放流断面	放流种类	放流数量（万尾）
2014	柳树沟库尾	新疆裸重唇鱼	6.5
2015	柳树沟水库	新疆裸重唇鱼	3
	察汗乌苏水库	新疆裸重唇鱼	4
	察汗乌苏坝后减水段	新疆裸重唇鱼	3
2016	柳树沟水库	新疆裸重唇鱼	5
	察汗乌苏水库	新疆裸重唇鱼	5
	察汗乌苏坝后减水段	新疆裸重唇鱼	5
2017	柳树沟水库	新疆裸重唇鱼	5
		长身高原鳅	0.5
		叶尔羌高原鳅	0.5
	察汗乌苏水库	新疆裸重唇鱼	4
		长身高原鳅	0.5
		叶尔羌高原鳅	0.5
	察汗乌苏坝后减水段	新疆裸重唇鱼	4
2018	柳树沟水库	新疆裸重唇鱼	7
		长身高原鳅	0.5
		叶尔羌高原鳅	0.5

	察汗乌苏水库	新疆裸重唇鱼	6
		长身高原鳅	0.5
		叶尔羌高原鳅	0.5
	察汗乌苏坝后减水段	新疆裸重唇鱼	5
2019	柳树沟水库	新疆裸重唇鱼	7
		长身高原鳅	0.5
		叶尔羌高原鳅	0.5
	察汗乌苏水库	新疆裸重唇鱼	5
		长身高原鳅	0.5
		叶尔羌高原鳅	0.5
	察汗乌苏坝后减水段	新疆裸重唇鱼	5
	察汗乌苏沟	新疆裸重唇鱼	2
2020	柳树沟水库	新疆裸重唇鱼	5
		叶尔羌高原鳅	1.0
		长身高原鳅	0.5
	察汗乌苏水库	新疆裸重唇鱼	5
		叶尔羌高原鳅	1.0
		长身高原鳅	0.5
	察汗乌苏坝后减水段	新疆裸重唇鱼	4.50
	察汗乌苏沟	新疆裸重唇鱼	1.25



2014 年增殖放流



2015 年增殖放流





2016 年增殖放流	2017 年增殖放流
	
2018 年增殖放流	2019 年增殖放流
	
2020 年增殖放流	

（3）增殖站放流能力分析

察汗乌苏鱼类增殖站自 2014 年已具备了新疆裸重唇鱼、长身高原鳅和叶尔羌高原鳅养殖增殖放流能力，由于开都河流域缺少塔里木裂腹鱼亲鱼，直到 2020 年通过在塔里木河水系采集亲本，察汗乌苏鱼类增殖站首次成功繁育塔里木裂腹鱼。计划 2021 年开展放流。

根据察汗乌苏水电站鱼类增殖站设计放流规模，结合目前察汗乌苏、柳树沟水电站等鱼类增殖放流情况，目前察汗乌苏增殖放流站基本已经满负荷运行，无法同时满足霍尔古吐水电站工程影响河段鱼类增殖放流规模要求；另外，由于增殖站用水主要来源于察汗乌苏水电站坝后渗水，夏季水温偏低，常年维持在 5～6℃，对鱼类产卵繁殖较为不利。

因此，建议结合开都河中游河段后续水电开发情况，扩建察汗乌苏鱼类增殖站或另行选址新建一座鱼类增殖站，满足所在流域鱼类增殖站鱼苗放流规模，保证流域梯级开发鱼苗的增殖放流需求。为便于增殖站运行管理，初步选择察汗乌苏夏尔木特沟沟口滩地作为新建站址，占地约 15 亩，可以满足流域增殖放流需求。

由于霍尔古吐水电站与察汗乌苏、柳树沟水电站同属国家能源集团开都河流域水电开发有限公司，便于协调管理，容易实现本电站的增殖任务，因此，本次新建鱼类增殖站与察汗乌苏、柳树沟等电站进行投资分摊。

增殖放流规模除满足察汗乌苏、柳树沟等电站增殖要求外，还需满足本电站新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼、长身高原鳅、叶尔羌高原鳅等 4 种鱼类 10 万尾/年的要求。

6.7.3.7 相关支持技术研究

为保证鱼类增殖站增殖放流任务顺利完成，并达到放流苗种在自然环境中较好的生存、繁衍的目的，需针对本鱼类增殖站增殖放流对象进行相应技术的科技攻关研究。科研项目主要包括增殖放流鱼类的野生亲鱼的采集与驯养技术、人工繁育技术、苗种培育技术、放流技术、病害防治技术等方面内容。为了增殖站的有效运行，建议相关工作尽早开展。

相关研究内容在不同鱼类之间既存在差异，又有相似之处，因此可以结合实际情况，部分研究内容可由本鱼类增殖站单独完成，部分可与科研单位或高校合作完成，部分可完全委托科研单位或高校完成。但在各研究项目完成后，必须根据研究成果提出系列可以操作的规程，作为后续生产的依据。

（1）人工繁殖技术

人工繁殖的成功是进行苗种放流的基础。调研国内现阶段鱼类增殖相关研究的成果，今后的研究重点是如何进一步提高鱼类人工繁殖过程中受精率、孵化率、仔鱼存活率等。

此项研究内容主要包括催产亲鱼的选择标准（体表特征的观察，体长、体重标准，成熟度等）、亲鱼的强化培育方法和人工诱导其性腺发育成熟、人工催产技术（催产针剂，剂型，处理方法等）、产后亲鱼的恢复培育与再催产效果。

此外，为进一步完善以上鱼类的繁殖技术，还需要对其进行繁殖生物学方面的研究。

（2）亲鱼采集与驯养技术

亲鱼采集的难点在于如何将采集到的亲鱼运输到增殖站，并保证一定的成活率。

目前，短距离亲鱼运输技术已基本成熟。长距离亲鱼运输技术还有待研究，特别是对于一些保护鱼类，由于其生物学特性比较特殊，对运输条件要求较高，因此

需要研究相应的运输技术。就目前察汗乌苏鱼类增殖站异地采捕运输情况看，1000km 以外长距离运输亲鱼成活率达 90%以上，主要采取增氧、低温、麻醉等方式。

由于亲鱼自然生活水体环境和人工养殖水体环境有较大的差异，为保证野外采集的亲鱼能够在人工养殖条件下继续存活、生长，必须对其驯养技术进行研究。研究重点是亲鱼的人工驯养技术，此项研究内容主要包括人工养殖维生系统的设计开发、人工驯养条件下亲鱼的行为观察（摄食行为，生殖行为等）、亲鱼在不同环境条件下的存活与生长比较（不同水温、流速、光照条件对亲鱼生长和繁殖的影响）、人工控制条件下的饲养管理方法（食性驯化，配合饲料的开发）。

（3）苗种培育技术

鱼类在早期生活史阶段死亡率较高，此项研究内容主要包括建立规范化苗种培育技术、早期发育阶段的营养需求及适口饵料的研制、活饵生产培育技术、饲养条件下的生长特征研究等。

（4）放流技术

为满足日后对苗种放流效果监测评价的需要，放流前需进行放流苗种标志技术的研究，该方面的研究可为建立标准化放流程序奠定基础。

为评估人工增殖放流效果，调整人工增殖放流计划，需要在苗种放流期间以及放流一段时间后进行相应监测。监测内容主要包括种群数量与遗传多样性变动两个方面。通过渔获物调查评价各放流鱼类种群数量的涨落，并通过鱼类早期资源调查获得放流鱼类自然繁殖状况的有关信息。通过渔获物调查所获得的 DNA 材料，进行种群遗传结构与遗传多样性分析。具体研究包括分子标记的筛选、自然种群的遗传多样性水平和遗传结构研究、人工增殖放流对种群遗传多样性的影响评价等。

（5）病害防治技术

各种鱼类在人工养殖条件下，必须做好病害的防治工作。因为在工厂化养殖条件下鱼群密度相对自然条件下密集，病害容易在鱼体间传染，造成鱼体发育不良，严重时还会造成大规模的鱼类死亡。因此除在日常工作中规范操作，针对可能发生的病害采取防范措施，防患于未然外，还需要对生产过程中发现的病害病理进行及时研究，并采取相应的诊治措施。此项研究内容主要包括人工驯养及苗种培育过程中有关病害种类及其预防、治疗方法，该项目内容的研究可以作为建立标准化养殖程序的一部分。

针对鱼类增殖放流措施开展标志放流和跟踪监测，评估增值放流效果，业主要定期向主管部门报告年度的执行情况。根据长期监测结果实现动态控制，业主应优化调整增殖放流对象和规模。

6.7.4 科学研究

《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》环办[2012]4 号文要求，“要开展流域水电开发环境保护关键技术研究，积极开展“干流和支流开发与保护”生态补偿试点。进一步开展高寒地区生态影响和恢复措施、珍稀特有鱼类人工驯养繁殖、导鱼过鱼设施、河流与水库生境修复等研究。建立健全流域水电开发环境保护统筹机制，优化梯级电站生态调度……。”根据规划环评及审查意见、国家部委有关文件要求，本报告提出了霍尔古吐水电站水生生态科学研究体系规划。

针对工程环境影响特征，霍尔古吐水电站水生生态科学研究主要开展珍稀濒危特有鱼类的基础生物学和人工繁殖技术研究、鱼类增殖放流效果监测与评估研究、减水河段生态修复技术研究、流域水电开发生态系统演变规律研究、鱼道试运行监测及优化结构相关技术研究。

6.7.5 生态管理措施

6.7.5.1 加强渔政管理

随着水电站工程的建设，外来人员会大幅度增加，捕捞利用鱼类资源在所难免。特别是水库形成后，水面积扩大，坝下减水水位降低，捕捞容易，需常年禁渔，管理难度大大增加。因此，建议依托当地建立渔政管理机构，健全渔业政策法规，强化渔政管理，扩大宣传力度，严格执法，禁止任何有损渔业资源的活动，特别是要禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等违法捕鱼行为，禁止使用迷魂阵、深水张网、布围子、电鱼船等有害渔具。

6.7.5.2 防止生物入侵

开都河流域生态系统脆弱，鱼类多样性较低，水库形成后，由于生境改变，水库形成初期是一个不稳定的生态系统，也极易被入侵。目前，新疆部分内陆河等由于人们放生等，外来鱼类已经十分普遍。入侵成功的外来鱼类一般都具有较强的耐受力和适应性，且繁殖能力强，能迅速扩张种群并占领生态位，直接挤占土著鱼类的生存空间，食物竞争，甚至直接捕食土著鱼类的幼鱼和鱼卵，携带病菌，基因渗透等，对土著鱼类带来巨大威胁，甚至造成土著鱼类濒危和灭绝。因此，应加强预

防，在施工期和运行期，禁止将外流域的鱼类等其他水生生物有意或无意地带入自然水体。加强对周边居民的宣传教育，禁止将外流域的鱼类放生至本流域。

6.8 施工期环境保护措施

6.8.1 环境空气保护措施

6.8.1.1 污染分析

工程施工产生的大气污染主要来自开挖、爆破产生的粉尘，交通运输引起的扬尘，以及施工机械、车辆产生的尾气。

6.8.1.2 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的要求。

6.8.1.3 保护措施

开挖、爆破粉尘的消减与控制

（1）施工工艺

施工单位必须选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输工具，使其排放的废气符合国家有关标准；凿裂、钻孔以及爆破提倡湿法作业，降低粉尘量。

（2）降尘措施

在开挖、爆破高度集中的大坝工区和料场区，配置 1 辆洒水车在非雨日进行洒水降尘。

考虑到工程区气候干燥、蒸发量较大的气候特征，每日洒水次数应不低于 3 次；特别是在施工、爆破前后应增加洒水降尘频次，可起到防止粉尘扬起和加速粉尘沉降的作用，以缩小粉尘影响的时间与范围。

地下工程需增设通风设施，加强通风，降低废气浓度；同时在主要洞线洒水除尘，也可在各工作面喷水或装捕尘器等，可大幅度降低作业点及洞内的粉尘浓度。

隧洞开挖运渣车辆在出洞口处先对车辆进行冲洗，对运渣进行洒水并用草袋等遮盖物予以覆盖，避免运渣车沿途洒落废渣及运输途中产生扬尘。

砂石骨料与混凝土加工系统粉尘消减与控制

（1）施工工艺

根据施工规划，本工程砂石骨料加工采用湿法筛分工艺（在筛分面进行喷淋冲洗）和全封闭式的生产方式，可从源头上最大程度地控制粉尘的产生量和向周围扩散的途径。

低尘工艺，且在初碎、预筛分、主筛分、中细碎车间配备除尘装置，初碎、预筛分、主筛分、中细碎等工序粉尘可得到有效控制。

混凝土采用封闭式拌和楼生产，内设袋式除尘器，混凝土拌和外扬粉尘很少。

水泥运输采用封闭运输，可避免在运输过程中的扬尘污染，但需确保运输容器密闭良好。

（2）除尘设备

为减少砂石破碎过程中的粉尘，在皮带机机头位置和破碎设备出料口增设喷雾器进行喷洒降尘。各喷雾器的喷口直径不小于 2mm，扩散角大于 30～60°，既可润湿物料，减少粉尘产生量，同时可使扬尘尽快沉降。

对各加工、拌和系统附近场地采取洒水降尘、定期冲洗清扫的方法，结合水保措施在加工系统外围种植植物，以降低粉尘污染影响的程度与范围。

燃油废气的消减与控制

施工期间，往来车辆多为燃柴油的大型运输车辆，尾气排放量与污染物含量均较高，需安装尾气净化器，保证尾气达标排放。

严格执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，及时更新。

交通粉尘消减与控制

施工期长期运行，施工车辆来往频繁，路面难免有散落渣土进而产生扬尘，因此，本工程拟定如下交通扬尘控制措施：

（1）成立道路养护、维修、清扫专业队伍，及时清除路面洒落物体和浮土，保持道路清洁、运行状态良好。

（2）严禁车辆超载，提倡遮盖运输。

（3）各施工区配 1 辆机动洒水车和 2 辆手推式洒水车洒水降尘，尤其针对受交通扬尘影响的扎郎村、珠拉村、业主营地附近路段需加大洒水降尘的频次。

（4）结合水保措施，做好公路绿化，依不同路段地形情况，在绿化区段有针

对性的种植树木或草坪，以降低扬尘污染。

弃渣场降尘措施

针对表土堆放场的作业扬尘，无雨日应加强洒水降尘频次，以场地不起尘为标准。遇大风天气应采取相应的覆盖措施，防止沙尘对施工营地造成不利影响。

个人防护

受工程环境空气污染影响严重的主要为施工人员，应采取佩带防尘口罩、眼罩等劳动保护和个人防护措施。

6.8.2 声环境保护措施

6.8.2.1 噪声污染分析

工程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、砂石料破碎噪声和交通噪声等。除爆破为瞬时噪声外，其他噪声多为间歇性噪声。

6.8.2.2 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)，对外公路沿线声环境质量满足《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)。

6.8.2.3 保护措施

（1）施工机械及爆破等施工噪声控制

1）选用低噪声设备和工艺，降低源强；

2）加强设备的维护和保养，保持机械润滑，减少运行噪声；

3）振动大的机械设备使用减震基座降低噪声；

4）破碎机、制砂机、筛分楼、拌和楼、空压机、制冷压缩机等车间尽可能采用多孔性隔声与吸声材料建立隔声屏障、隔声罩和隔声间，进行封闭生产；

5）严格控制爆破时间，距离扎郎村、珠拉村居民点较近的施工活动应禁止夜间（22:00-次日 6:00）施工，爆破时间应尽量避开夜间和野生动物繁殖期。

（2）交通噪声控制

1）交通管制措施

加强交通管制，在敏感路段设置交通标志牌，在施工交通沿线的扎郎村、珠拉村附近、业主营地等路段上下行进出口处分别设立 1 个交通警示牌，限制车辆时

速在 25km 以内，并在路牌上标示禁止施工车辆鸣笛，降低噪声源强。

2）加强道路的养护和车辆的维护保养，降低噪声源。

3）各施工公路沿线加强行道树种植与养护，从传播途径上控制交通噪声影响。

4）使用的车辆必须符合《汽车定置噪声限值》（GB 16170-1996）和《机动车辆允许噪声标准》（GB 1495-79）。

（3）砂石加工厂噪声防控措施

根据噪声防治首先控制声源的原则，对砂石料加工设备设置隔声罩和吸声材料的处理措施。隔声罩是用来阻隔机器向外辐射噪声的罩子，设置成完全密闭的，安装必要的工作窗和工作门，并密闭连接部分；设施系统噪声设备外设置隔声罩，隔声量在 5～20dB。另外，机组选型时在粗碎车间、中碎车间、超细碎车间及筛分车间等加工设备的底部加设隔振、减振装置。

砂石料加工系统隔声罩采用彩钢板制作，内装隔声材料，隔声罩为钢框架结构，可随砂石料加工设备一同运输。其内外墙与顶部均为彩钢夹芯板，两面厚度各为 0.5mm 左右，其芯材为聚苯乙烯泡沫塑料，隔声罩内壁加装穿孔板、吸音棉等吸声材料进行吸声。门、窗、出入料口可设置在任意位置，内部隔断可以设置在任意横向轴线位置，隔声窗安装完毕后也可以加装隔断。钢框架构件均进行防腐喷涂处理。胶带输送系统可采取塑料板围护密闭措施，内部采用吸声材料进行吸声。另外，机组选型时在粗碎车间、中碎车间、超细碎车间及筛分车间等加工设备的底部加设隔振、减振装置。

（4）个人防护措施

工程施工噪声主要影响对象为场内施工人员，可采取配备使用耳塞、耳罩、防声头盔等个人防护措施进行保护。

6.8.3 固体废物处理措施

6.8.3.1 生活垃圾处理措施

（1）生活垃圾的组成与处理量分析

工程施工产生的固体废弃物主要包括施工弃渣和生活垃圾。生活垃圾组成以煤灰、厨余、塑料废纸和草木为主。生活垃圾具有无机物含量高，发热值低的特点。经初步计算，霍尔古吐水电站工程施工期累计产生垃圾量约 3080t。

（2）处理目标

a）保护环境：防止生活垃圾随地表径流进入开都河，污染水质；减少恶臭，减轻对施工区空气质量的污染。

b）预防疾病、保护施工人员：防止滋生大量蚊、蝇和鼠，引起传染病，为施工人员创造一个清洁卫生的工作和生活环境。

（3）处理方案

经现场调查，和静县垃圾填埋场位于和静县巴音布鲁克镇，距坝址 170km。据调查，和静县巴音布鲁克镇垃圾填埋场库容为 17.56 万 m^3；日均可处理垃圾 100t，于 2013 年底竣工并投入使用，目前，该垃圾处理厂垃圾实际处理量每日约 58t，远小于设计能力，有足够的能力和处置容量消化霍尔古吐电站施工生活垃圾的能力。和静县垃圾填埋场现场照片见图 6.8.3-1。





图 6.8.3-1　和静县垃圾填埋场现场照片

霍尔古吐水电站生活垃圾采取外运卫生填埋的处理方式。为落实霍尔古吐水电站生活垃圾的处理，业主单位与和静县住房和城乡建设局拟签订相关消能合同，和静县初步同意接受霍尔古吐水电站施工期和运行期产生的生活垃圾（附件 X）。

（4）生活垃圾的收运

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进行处理。生活垃圾实行袋装化；在施工场区和生活区内设置 15 个垃圾回收箱；在坝址枢纽区两岸、砂石料加工场区、施工生活区、机械停放场及主要人群聚集地的交通路口附近共设置 6 个垃圾临时堆放站，临时收集堆放回收箱内的垃圾，每个堆放站有效容量按 $6m^3$设计。配备 1 台生活垃圾压缩车。

生活垃圾处理系统设备、工程量见表 11.8.9-6。

6.8.3.2 施工废弃物处理措施

综合加工厂、钢管加工厂、机械修理及汽车保养厂等产生的垃圾中含有较多的金属、塑料废品，其中部分具有一定的回收价值，可定期由物资回收部门回收利用，以实现废物的减量化和资源化。对剩余没有利用价值的固体废弃物与生活垃圾一并运至填埋场填埋。

6.8.3.3 建筑垃圾和生产废料处置

工程结束后，拆除施工区的临建设施，对混凝土拌和系统、施工机械停放场、综合仓库等施工用地，及时进行场地清理，清除建筑垃圾及各种杂物，对其周围的生活垃圾、简易厕所、污水坑必须清理平整，并用石炭酸、生石灰进行消毒，作好施工迹地恢复工作。各施工承包商应安排专人负责生产废料的收集，分类整理，废铁、废钢筋、废木碎块等应堆放在指定的位置，严禁乱堆乱放；废棉纱统一回收，集中处理。

6.8.3.4 交通运输垃圾处理

在建筑材料运输过程中，应对运输货物采取遮盖方式，避免砂石、土料等沿途洒落。定期对施工交通要道路面进行清理。

6.9 移民安置环境保护措施

霍尔古吐水电站无搬迁安置人口。至规划水平年，德尔毕力金牧场和包尔额尔宾牧场生产安置人口均为 1 人。生产安置用地数量较少，且剩余草地资源丰富。

工程建设征地涉及的专业项目为主要为库周人行道，为放牧用通道，规划采取一次性补偿的处理方案。

由于生产安置不涉及相关的工程建设，不会产生安置区植被破坏、水土流失、污水、垃圾和社会环境等影响。因此，移民安置工程施工区主要采取加强宣传和监督力度的措施，减少生产安置过程中局部范围的水土扰动和环境破坏。

6.10 社会环境保护措施

6.10.1 人群健康保护措施

为保护施工人员及当地居民人群健康，防止外源疾病的输入，防止因环境卫生

条件等因素引发传染病流行，在霍尔古吐水电站工程施工期必须进行人群健康保护。

（1）卫生防疫措施

1）建档及疫情普查

对准备进入施工区的施工人员进行卫生检疫，以了解将要进入施工区的施工人员的健康情况，及时发现和控制带病者及新病种，防止在施工人群中造成相互传染和流行。

2）疫情抽查及预防计划

旨在提高施工人群在施工期对疾病的抵抗能力，防止危害较大且易感染的疾病在施工区爆发流行，危害施工人群健康。

施工人员和管理人员进场前必须进行总人数 20%的检疫；之后，在施工期间每年按施工人数的 10%抽检二次。严密关注施工区传染病流行情况，保证施工人员的健康，一旦有被传染迹象立即服用备用药品。

3）疫情监控和应急措施

在各施工营地处设疫情监控点，落实责任人，按当地政府制定的疫情管理及报送制度进行管理。一旦发现疫情，及时采取隔离、观察、治疗等措施，对易感人群提出预防措施。此项工作由工区卫生防疫机构负责落实。

（2）环境卫生及食品卫生管理与监督

施工区和施工影响区食品卫生是影响人群健康的重要方面，应按相关规定加强管理和执法。管理内容包括：

1）对生活饮用水水质进行监控。

2）定期对公共餐饮场所进行卫生清理和卫生检查，及时安排灭蚊、灭蝇、灭鼠。

3）对食堂服务人员和供水工作人员实行“健康证制度”，每年定期进行健康检查，有传染病带病者要及时撤离岗位。

4）在生活区、办公区设废物箱，配置清运车，定期运至垃圾焚烧厂焚烧处置。

5）合理布置施工现场公共卫生设施，同时须符合国家规定的卫生标准和要求。

6.10.2 民族文化和宗教的保护措施

工程位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州和静县境内，有蒙、汉、维、回等 29 个民族，其中少数民族占 48.3%。区内蒙、维、回族人民在本区域进行生产生活的历史较为久远，在长期的社会发展过程中，形成了独特的民族文化，因此，工程建设全过程均需尊重和保护少数民族的宗教信仰、生活习俗和宗教设施。

施工人员进场前需进行宣传教育与培训，发放宣传材料，提高施工人员素质，从法律及主观意识角度规范进驻施工人员的行为，使之尊重和保护维族文化和维族民族的宗教信仰、生活习俗和宗教设施，避免与当地少数民族同胞发生冲突，与工程区居民和谐相处。

6.11 环保措施统计及效果分析

工程位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州和静县境内，有蒙、汉、维、回等 29 个民族，其中少数民族占 48.3%。区内蒙、维、回族人民在本区域进行生产生活的历史较为久远，在长期的社会发展过程中，形成了独特的民族文化，因此，工程建设全过程均需尊重和保护少数民族的宗教信仰、生活习俗和宗教设施。

施工人员进场前需进行宣传教育与培训，发放宣传材料，提高施工人员素质，从法律及主观意识角度规范进驻施工人员的行为，使之尊重和保护维族文化和维族民族的宗教信仰、生活习俗和宗教设施，避免与当地少数民族同胞发生冲突，与工程区居民和谐相处。

6.11.1 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，必须制定有效的保障措施：

（1）在工程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工程投资比例很小，但对整个工程建设意义重大，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）尽早开展环境保护总体设计工作，以及鱼道专项设计、珍稀保护植物移栽方案设计工作。

（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）工程建设单位在施工期应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机构开展环境监理。

（8）委托有资质的环境监测机构开展环境监测。

6.11.2 环保措施效果分析

对电站工程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 6.11.2-1。通过分析比较可以看出，工程建设中采用有针对性的环保措施效果明显，最大程度的减免对环境的不利影响，使因环境损失造成的潜在经济损失降到最低程度，因此，工程选用的环保措施是有效的，在技术上可行，经济上合理。

表 6.11.2-1 霍尔古吐水电站工程环保措施及其效果分析一览表

项目 环境因子或要求		采取措施前的环境影响		环保措施	采取措施后的环境影响	
		影响分析	环境效果	措施内容	效果分析	环境效果
施工期主要环境因子	1.施工生产生活废(污)水	施工期生产废水中的主要污染物 SS 及石油类，生活污水中的主要污染物 CODcr 和 BOD_5 将影响河道水质	-2D	砂石骨料废水："DH 高效旋流澄清器"处理工艺，处理后回用；混凝土拌和系统废水：沉淀处理后用于洒水降尘；机修含油污水：经隔油池处理后回用；生活污水：WSZ 成套设备处理后用于洒水降尘。	处理后综合利用不外排	0
	2.施工区环境空气	施工期爆破及砂石料加工产生 TSP 等大气污染物，对施工人员有影响；汽车运输和砂石料加工对施工沿线工人产生影响	-2D	优化施工工艺及施工布置、强化施工管理；洒水车降尘、路面清扫等除尘措施。	减少废气对工区大气环境的污染	-1D
	3.施工区声环境	周边无声环境敏感点，施工噪声和交通噪声对施工人员的影响	-2D	设置隔声屏障、禁止夜间爆破、禁止大声鸣笛、限制车速、道路维护等措施	减少对施工人员及周围环境的影响。	-1D
	4.施工区生活垃圾	施工期施工人员生活垃圾若不采取适当的处理措施将可能影响水质及工区卫生。	-2D	定期收集清运进行卫生填埋，后期可纳入和静县巴音布鲁克镇生活垃圾填埋场	对环境影响轻微	0
	5.地下水环境	引水隧洞开挖对地下水水位、水量等产生影响	-1D	引水隧洞施工时采取防渗措施	对地下水水位影响轻微	0
运行期水环境	1.水文情势	电站引水发电后，坝址至厂房间将形成 22.0km 的减水河段，坝址至厂址间河段水文情势变化较大，且电站日调节运行，厂址以下水位将会出现日内波动情况。霍尔古吐水电站运行后，下游河道流量减小，水位降低，对鱼类的产卵及生长可能造成一定影响，其生境条件会发生变化。	-3C	根据霍尔古吐坝址下游河道生态需水分析，本报告提出生态基流下泄要求为：10 月-次年 3 月下泄生态基流 10.3m^3/s；4 月～9 月下泄生态基流 30.9m^3/s。本电站利用生态机组运行和冲沙闸闸等设施配合使用来满足生态流量下泄的要求。 受日调节运行影响，枯水年枯水期厂房下游日内流量、水位发生变化，与天然状况相比，夜间 24 时～8 时流量、水位降低，水位最大降低 0.17m，9 时～23 时流量、水位均高于天然情况。其它时期电站不进行日调节运行，厂房以下日内流量、水位恒定。	根据霍尔古吐水电站引水发电后，不同水文年（平水年、枯水年及多年平均）坝下流量状况分析，引水发电后，不同典型年下各断面引水后的流量基本可以满足坝址以下河段河道生态流量要求。	-2C
运行期水环境	2.水质	水库蓄水初期库内污染物进入水库，水体中有机物含量增多	-1D	蓄水前进行库底清理	减少树木、杂物在水库中腐烂对水质的影响，对库区水体水质影响较小。	0
		减水河段水量减少，水体自净能力减弱	-2C	正常运行期间利用生态机组下泄生态流量，特殊工况下利用冲沙闸下泄生态基流：10 月-次年 3 月下泄生态基流 10.3m^3/s；4 月～9 月下泄生态基流 30.9m^3/s。	水体自净能力得到一定的恢复	-1C

项目 环境因子或要求		采取措施前的环境影响		环保措施	采取措施后的环境影响	
		影响分析	环境效果	措施内容	效果分析	环境效果
生态环境	1.陆生生态	工程施工及电站运行对陆生生态带来局部不利影响	-2C	加强动植物保护宣传教育，下泄生态流量，严禁盗猎，非法破坏植被，最大程度减少对减水河段河谷林草、重点保护植物的占用和破坏	最大限度减少对植被、陆生生物的影响	-1C
	2.水生生态	建坝引水发电后，大坝的阻隔作用及坝下减水河段的形成将对开都河下游鱼类资源产生不利影响	-3C	通过采取下泄生态基流与生态调度、增殖放流、修建鱼道和栖息地保护、生态调度及环境管理等措施缓解影响	通过下泄生态基流，能够维持减水河段基本生态功能；鱼道的运行能够一定程度恢复河流连通性；栖息地保护与修复能够一定程度减缓减水河段土著鱼类适宜生境的损失	-2C
	3.水土流失	工程占用土地破坏植被，开挖弃渣增大水土流失量。	-2C	工程水保措施、植物水保措施及其他措施	最大限度恢复水保效果，减少新增水土流失量，可改善局部景观生态	-1D
社会环境	1.社会经济和居民生活质量	显著改善当地交通状况，促进当地经济发展，增加财政税收，带动相关产业的发展	+3C			+3C
	2.人群健康	施工期可能引起外源性疾病的输入或流行	-1D	进行健康调查和疫情监控、建档	防止传染病的爆发和流行，保证施工顺利进行；改善当地医疗卫生条件	+1C
	3.民族文化	施工期外来文化及对宗教设施搬迁等对当地民族宗教信仰可能带来冲突	-1D	加强沟通宣传、宗教设施一次性补偿尊重当地少数民族生活习惯于宗教信仰	，可有效避免对当地民族文化的影响	0
移民安置	1.水库淹没及工程占地	水库淹没和施工占地对当地经济带来一定影响	-1C	水库淹没和施工占地补偿；移民安置区采取相应的环保措施，防止新增水土流失	不降低受影响人口原有的生活水平，不影响其社会关系，提高其生活质量。	0
	2.移民安置	生产安置，对环境影响轻微	-1C	生产安置过程中，作好相应的环保和水保措施	可有效减缓移民安置中的不利影响	0

注：“-、+、±”分别表示环境影响性质为：不利、有利、中性；“C、D”分别表示影响时间为：长期、短期；“0、1、2、3”分别表示影响程度为：无影响、弱、中、强。

6.11.3 环保措施实施进度安排

环境保护措施要与工程建设实行“三同时”。因此，在工程开始进入实施时，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，结合工程实际情况，制定工程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 6.11.3-1。

表 6.11.3-1　霍尔古吐水电站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	生活垃圾处理工程	—	—	—	—	—	—	—
5	陆生植被保护工程							
5.1	植被原地保护	—						
5.2	珍稀植物移栽	—	—					
5.3	植被恢复、绿化				—	—	—	—
6	水生生物保护工程							
6.1	鱼类栖息地保护	—	—	—	—	—	—	—
6.2	鱼类过鱼设施			—	—	—	—	—
6.3	施工期鱼类保护措施	—	—	—	—			
7	人群健康保护	—	—	—	—			
8	移民安置环保措施	—	—					
9	其他环境保护工程							
9.1	库底清理			—	—			
10	环境监测							
10.1	地表水监测	—	—	—	—	—	—	—
10.2	生产、生活废污水监测	—	—	—	—	—	—	—
10.3	大气环境监测	—	—	—	—	—	—	—
10.4	声环境监测	—	—	—	—	—	—	—
10.5	陆生生态环境监测	—	—	—	—	—	—	—
10.6	水生生态环境监测	—	—	—	—	—	—	—

7 环境风险分析

7.1 评价目的

本工程投资规模较大、涉及范围较广、建设地点较集中、建设内容较多、施工工期较长、影响因素较多，工程实施和运行中可能存在一些不确定的突发性事故风险因素，造成一定的环境风险，诸如由于自然条件恶劣、人为操作失当等原因，可能在工程区域引起火灾、爆炸、污染物未经处理大量排放等风险事故，造成人身伤亡、环境危害等。因此，有必要进行环境风险分析，并采取必要的措施。

根据国家环境保护部《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）、《关于切实加强防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98 号文）等相关文件的要求，依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）技术要求，通过风险识别、风险分析和风险结果计算开展环境风险评价，为工程设计、环境管理和环境风险防范等提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

7.2 风险识别

7.2.1 风险源概况

（1）油库

本工程油库布置在在坝址右岸下游约 0.7km 处，布置高程 2060m，占地面积 3500m^2，供应整个施工期的油料。油库存储规模按施工高峰期 30 天用量计算，存储量约 820t，其中 92 号、95 号汽油现场存储规模约 40t，0 号柴油（冬季为-10 号柴油）现场存储规模约 780t。工程施工所需的油料约 3.01 万 t，采用 15t 油罐车直接运输至工地油库。油料的运输和储存均存在一定的环境风险。风险类型为泄漏、火灾和爆炸，致危因素主要为雷电、静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、阀门损坏、储罐冒罐等。

（2）炸药库

本工程施工期炸药总用量 4600t，高峰期为施工第二年。炸药的运输和储存均存在一定的环境风险。本工程炸药库布置在人烟稀少处，安全可靠。炸药库若发生爆炸，引起的主要环境危害是森林火灾。其风险类型为爆炸，致危因素主要为雷电、静电、电气火花、人为因素等。

（3）交通运输

霍尔古吐水电站建设所需主要物资（水泥、粉煤灰、木材、钢材、施工机械设备、

永久机电设备、爆破材料、煤炭、油料、房建材料、生活物资等）需外运。依据霍尔古吐水电站施工组织设计报告，工程施工对对外交通运输总量为31.47万t，高峰运输出现在第二和第三年。在物资转运场内运输涉及桥梁时，发生交通事故可导致运输车辆坠河。依据运输的物资种类，交通运输引起的主要环境危害是溢油、火灾、爆炸等。从环境影响程度来看，溢油对地表水环境、水生生态环境等的影响相对火灾、爆炸更大。且工程所在开都河为Ⅰ类水体，一旦发生溢油事故，对开都河水质、水生生物会造成较大的影响。

（4）生态风险

本工程在生态恢复过程中如物种选择不当可能会引入外来物种，进而造成外来物种入侵的风险。

7.2.2 风险因子

本工程建设对环境的影响主要为非污染生态影响，运行期基本无“三废”排放，相应环境风险主要为外源风险，施工与运行主要是增加风险发生的概率或加剧风险危害。根据本工程施工及运行特点、周围环境特点及工程与周围环境之间的关系，存在的潜在施工风险和环境风险包括油库事故风险、危险品库事故风险、施工危险品运输事故风险、废水排放事故风险。

（1）物质危险性识别

按《物质危险性标准》、《重大危险源辨别》（GBl8218-2000）、《职业性接触毒物危害程度分级》（GB50844-85）的相关规定，以及水电工程施工物资种类特点，工程涉及的危险性物质主要为为柴油、汽油、乳化炸药、炸药及生态入侵物种等。

（2）物质危险性

根据以上物质特性，本工程所使用的危险品为易燃、可燃、低毒及爆炸性物品。主要危险性为爆炸和火灾带来的生命、财产损失；环境风险主要是燃烧可能造成的森林火险，溢油对水体产生的石油类污染，以及运输事故造成危险品入河等。汽油和黑索金炸药被列入《危险货物品名表》（GB12268-2005）和《危险化学品名录》（2002版）的易燃液体名单；《建设项目环境风险评价导则》附录A1和《重大危险源辨识》也将汽油列为易燃物质；从燃烧后产生的环境影响而言，由于柴油的含硫量较高，燃烧后还将产生一定量的硫氧化物，影响环境。乳化炸药在火焰影响下可以爆炸，而黑索金在受热、接触明火、震动、撞击等影响下可以爆炸。

7.3 风险评价

7.3.1 油库风险评价

（1）风险识别

油库风险类型主要为油料在装卸过程和加油过程中的泄漏、火灾和爆炸，危害因素主要为静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、储罐冒罐等。

（2）源项分析

油库发生事故可能出现的环境危害的风险类型是泄漏、火灾和爆炸。储罐、管道阀门和泵由于维护不当出现故障，造成油气的泄漏可能导致火灾甚至爆炸。油品在装卸作业时，若流速过大易产生静电，在雷电等条件下可能引发火灾燃烧，或由于操作人员的工作失误导致原油外溢，遇到火源易引发火灾燃烧事故。一旦泄漏或爆炸，对施工人员和开都河水质具有潜在危险。油库非正常运行状态下，受生储存罐等环保设施腐蚀等因素影响，油品泄露并部分入渗含水层，有可能对区内地下水水质造成影响，主要污染有石油类等。

（3）后果估算

加油点周边无工矿企业和居民点，但临近开都河，运输过程和事故风险的油料泄漏对周边水体可能产生环境风险。

（4）风险评价

油库是电站施工期的安全、消防重点管理区，建立有严格的安全管理制度。从已有水电工程施工情况看，发生油库事故的案例极少，且水电施工管理较为严格，因此本工程油库在施工期发生泄漏和爆炸的概率不大。

7.3.2 爆破材料库风险评价

（1）风险识别

爆破材料库风险类型主要为储存和使用过程中的爆炸，危害因素主要为静电、电气火花等。

（2）源项分析

管理人员违反规定，违章吸烟或未按有关规定操作产生火种，引燃炸药或触发雷管；由静电作用而造成炸药爆炸；由雷电引发电火花而引燃炸药。

（3）后果估算

本工程位于山区，如若引发火灾或者爆炸，会对工程区植被造成一定的破坏，甚至可能影响周边野生动物。

（4）风险评价

爆破材料库设计中，委托专业设计单位根据有关规程规范进行设计，拟考虑的安全措施包括：各类消防设施；在库内设置避雷设施和各类防静电设施；严格按照相关设计规范，设置库内各类建筑物的安全防护距离；设置事故报警系统；按照《水电水利工程爆破施工技术规范》、《爆破安全规程》等有关规范，严格制定操作规。爆破材料库是整个工程施工中的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据以往水电工程施工情况，发生爆炸事故的概率很小。

7.3.3 危险品运输事故风险

（1）风险识别

本工程运输的危险品主要为油料、炸药和雷管，其风险类型为可能存在运输过程中的油料泄漏和由于交通事故造成炸药、雷管等爆炸或倾倒入周边河道而污染水体。

（2）源项分析

本工程施工期间危险品运输主要环境危害为油罐车运输油料过程中的油料泄漏和炸药或雷管在运输过程中倾倒入水体污染水质，以及事故发生爆炸引起森林火灾。

（3）后果估算

本工程位于山区，危险品运输事故如若引发火灾，会对工程区植被造成一定的破坏，甚至可能影响周边野生动物；如油罐车油料泄漏或炸药和雷管在运输过程中倾倒入水体，会对工程所在开都河水系水质造成一定影响。

（4）风险评价

本工程施工期间的物资运输相对一般公路而言运输量较小，因此发生事故的概率很小。危险品运输是施工安全管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据其它水电工程施工情况，因交通事故发生爆炸或倾倒入水体的事故的概率很小。

7.3.4 森林火灾风险

（1）风险识别

工程周围森林植被较好，施工期可能发生森林火灾，火灾的主要危害因素是雷电、静电、电气火花、自燃、人为因素等。

（2）源项分析

引起森林火灾的最主要危害因素为雷电和人为因素，其中雷电为自然不可抗力，人为因素主要是在林区吸烟、野外生活等。另外，工程施工期爆破作业的不规范，也可能引起森林火灾。

（3）后果估算

工程库周森林植被较好，现有植被多为原生植被，材积量较高，因此工程区一旦发生事故引发森林火灾，将造成较大的损失。

（4）风险评价

工程施工期间，不允许施工人员进入施工区占地范围外的林区，施工炸药库、油库等为整个施工区的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，易燃易爆器材使用时也规定了一定的安全防火范围。因此，工程施工的人为行为引起森林火灾的概率也较小。

7.3.5 施工期污废水事故排放风险

（1）风险识别

施工期主要污废水为砂石料冲洗废水、混凝土系统冲洗废水、含油废水和施工生活污水等。工程建设期间各类污废水均进行处理，在各处理系统正常运行情况下对开都河及下游水体水质不会造成影响，但施工过程中可能因回用水泵或各污废水处理设施故障等情况造成污废水处理不及时，而发生事故排放，在汛期暴雨冲刷施工开挖面和施工场地时，会造成水土流失，从而对水体水质造成影响。

（2）源项分析

工程建设期间各类污废水均进行处理并回用，在各处理系统正常运行情况下对开都河及下游水质不会造成影响，但在系统事故排放情况下可能对水体水质造成影响。

在暴雨径流期间，施工开挖面和各临时占地的汇流将携带大量的悬浮物，使河道内的悬浮物浓度大幅度提高，进而影响到下游水质。工程建设期间最大的废水来源为砂石料冲洗废水，施工期砂石料系统冲洗废水事故排放的可能原因主要有：

1）设备及电力原因导致的可能性

根据工程环保规划，砂石料冲洗废水处理系统主要的设备如砂水分离器和污水净化器等为单套措施，故障时可能发生系统设备完全瘫痪导致事故排放。系统设有清水回用池，事故排放情况下，可作为临时短期的事故废水贮存池，由于砂石料废水中主要污染物为 SS，其在清水池中停留一定时间后，出水 SS 浓度将有所降低。电站施工期的砂石

料系统为施工区主要的用电设施之一，属较重要的供电对象，因此在电力供应和维护上具有较高的保证。

2）进水水质原因导致的可能性

工程环保设计中选择 DH 高效污水净化器脱污泥法对砂石料冲洗废水进行处理，该处理工艺效果好，且施工砂石料来源于同一料源，砂石料加工所需的单位用水量也较为稳定，因此生产废水中 SS 浓度变化不大，即进水水质负荷变化不大。因此，从进水水质角度分析，在设备正常运行的情况下，其导致的事故排放可能性不大。

3）运行管理原因导致的可能性

电站建设单位将成立专门的施工期环保管理部门，并设置专/兼职和专业人员，开展施工期环境监理，负责和落实环保管理工作，检查环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题。

砂石料冲洗废水处理系统采用的DH高效污水净化器脱污泥法有一定的运行维护要求，因此存在由于运行管理不善而导致污废水事故排放的可能性。

（3）后果估算

本工程位于Ⅰ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不利影响。

（4）风险评价

根据施工期事故排放预测结果，砂石料系统冲洗废水若未经处理发生事故排放，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。砂石料系统污染源较大，若发生事故排放可使河道中悬浮物浓度增值较大，施工期间存在一定的事故排放风险。

7.3.6 生态风险分析

工程区以欧亚圆柏、雪岭云杉、天山桦、密叶杨、疏花蔷薇、矮蔷薇等自然植被为主，群落的伴生种较多，群落稳定性一般，因此，生物入侵的主要危害因素为人为带入的外来物种。工程实施景观绿化、植被恢复措施过程中，禁止使用易引起入侵的植物种类，优先选择乡土种、本地种或已被证明无入侵风险的物种；加强管理，不允许任何人将未知种类植物种植于工程区。鱼类增殖放流选择本区域原有并适生的鱼苗。根据其它类似工程情况，发生生物入侵事故的概率很小。

从近几年实测流量来看，枯水年连续最枯时段主要集中在 2 月，日流量在 30.0m^3/s

左右，该时段河道平均水深约 0.50m，临近鱼类适宜栖息生境的限值，若此时段大流量引水发电可能会影响到鱼类越冬，会对鱼类资源产生影响。因此，此时段应首先保证生态流量，再引水发电，遇特枯时段停止引水发电，避免带来生态风险事件。

霍尔古吐水电站阻隔了开都河中游河段的鱼类向中上游洄游的通道，电站运行后，在鱼类繁殖期可能仍然有部分鱼类上溯至减水河段产卵繁殖，因此，在保证鱼道正常运行的同时，也应按要求下泄减水河段的生态流量。

7.4 环境风险防范措施

7.4.1 油库、炸药库安全防护措施

（1）运输过程中须严格遵守危险货物运输的有关规定，运送油料的运输车辆需采用密闭性能良好的储油罐，确保不造成环境危害。炸药运输不得将炸药和雷管混装运输，确保不造成环境危害。

（2）油库及炸药库位置的最终确定必须严格按安全防护距离要求，并汇同地方公安部门及管理部门进行现场选点协商确定，与施工营地需保持足够的安全距离，油库内各建筑物之间、罐区之间、罐区内油罐之间、装车设施与罐区、建筑物之间的距离符合《石油库设计规范》GBJ 74-1984 的要求，装运和发送需严格遵循《危险化学品安全管理条例》，严格火源控制并配备相应消防器材。

（3）罐区周围设置环形的消防道路，罐区消防道路与防火堤坡脚的距离大于 3m；合理进行竖向布置排雨水、排洪设计，防止暴雨成灾并利于罐区雨水排放。

（4）立式油罐设高液位报警器，油罐体采取防雷接地措施。油库内含油污水和不含油污水分流排放，含油废水的处理应满足相应环保要求。炸药库库房间均建造相应的防护土堤，形成两个建筑物均有防护屏障的格局；炸药库库房采用独立避雷针塔对库房进行一次防雷保护，确保库房避免遭受直接雷击；库区设监控报警系统，同时在库房周边安装防盗报警设备。

（5）库区内必须设置消防水池，消防水量满足油库消防用水要求；建（构）筑物的门窗的设置均满足防火防爆要求。

（6）建设单位应成立环境风险应急办公室，如发生油料和爆破材料泄露，应立即通知环保、安监、消防等部门，并对产生的污染进行及时处理。

7.4.2 森林火灾防范措施

根据护林防火工作经验，在预防森林火灾方面，主要采取以下几种措施：

（1）建立各种护林防火制度。制定护林防火公约。共同遵守，互相监督。

（2）严格执行野外用火和爆破的相关报批制度；

（3）对施工人员进行防火宣传教育，并严格规范和限制施工人员的野外活动，严禁施工人员私自野外用火；

（4）作好吸烟和生活用火等火源管理，严格控制易燃易爆器材的使用；

（5）建议在施工区内建立防火及火灾警报系统；

（6）制定严格的爆破规程，爆破时采取有效隔离措施等；

（7）加强与地方森林消防单位的交流与协作，实行定期检查培训。

7.4.3 污废水处理系统环境风险防范措施

污废水处理系统主要措施见“6.4.1.1 砂石加工系统废水处理”。另外，增加具体风险防范措施：

（1）在砂石料加工废水处理系统场地内设置事故池，按容纳 4 小时废水量计，池尺寸为 10m×8m×5m，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，应立刻停止系统生产，检修废水处理设施。

（5）施工高峰期做好下游河段河流水质监测。出现地表水质超标时，应立刻通知当地的环境保护行政主管部门，并采取措施补救。

7.4.4 生态风险防范措施

（1）生物入侵风险防范措施

为保护工程周边生态系统稳定，须从工程设计和管理两个方面着手，防范生物入侵

风险：

1）禁止工程的景观绿化、植被措施等设计使用有入侵风险的物种。

2）严禁施工过程中带入外来物种。

3）鱼类增殖放流选择本区域原有并适生的鱼苗。

4）发现入侵物种应及时向主管部门汇报。

（2）减水河段生态风险防范措施

严格按照电站调度运行规则进行，即首先满足生态流量下泄要求，再进行引水发电；加强监控，确保机组运行和生态放水设施按运用规则正常运行，保障生态流量按要求进行泄放。在 4～6 月鱼类产卵期，不调峰运行，降低对鱼类产卵繁殖的影响。

7.5 环境风险应急预案

7.5.1 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》、《新疆维吾尔自治区突发事件应急预案》确定的全国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为突发公共事件地方应急预案和环境污染和生态破坏事故应急预案。突发公共事件的应急处理程序主要包括以下 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。

需要多个相关部门共同参与处置的突发公共事件，由该类突发公共事件的业务主管部门牵头，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。

7.5.2 事故应急预案

本工程的建设必然伴随潜在的危害，如果防范措施水平高，则事故的概率必然会降低，但仍然存在发生事故的可能。一旦发生事故，需要采取上述工程应急防范措施，控制和减小事故危害。并需制订应急预案，实施相关措施。

本工程突发事故主要涉及新疆维吾尔自治区和静县，根据《国家突发公共事件总体应急预案》、《新疆维吾尔自治区突发事件应急预案》等相关要求和说明，本工程事故应急应纳入自治区突发公共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爆破材料库区以及环境保护目标区，后者主要是周边居民点和水域。应急事件包括火灾、爆炸事故、地表水体污染等。

（2）应急组织机构、人员

1）应急领导机构

应急总领导机构为自治区人民政府突发公共事件应急委员会，作为协调指挥机构，统一领导突发公共事件的应急处置工作。

地方应急领导机构由涉及的和静县分管环保的县长、环保局、环境监测站及其它相关各协作部门负责人组成。

现场应急领导机构由建设单位分管环保的领导、环境保护管理办公室负责人、承包商单位分管环保的领导组成。

2）现场指挥

由应急领导机构指定现场指挥，火灾、爆炸时一般由地方分管环保的县长担任现场指挥负责指挥应急反应行动的全过程；危险品泄漏事故应急行动由分管安全的县长负责指挥。

3）应急救援人员

应急救援人员包括：

A.危险源控制组，主要是负责在紧急状态下的现场抢险作业，及时控制危险源，由建设单位和承包商单位消防、安全部门组成，必要时包括地方专业防护队伍；

B.伤员抢救组，负责现场伤员的搜救和紧急处理，并护送伤员到医疗点救治，由事故责任单位和施工区医疗机构负责；

C.医疗救护组，负责对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院作进一步治疗，由施工区医疗机构负责，当地医院协作；

D.消防组，负责现场灭火、设备容器的冷却、喷水隔爆、抢救伤员及事故后对被污染区域的清洗工作，人员由建设单位、承包商消防人员和当地公安消防队伍组成；

E. 安全疏散组，负责对现场及周围人员进行防护指导、疏散人员、现场周围物资的转移，由建设单位和承包商安全监督部门、安全保卫人员和当地政府人员组成；

F.安全警戒组，负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻，由建设单位和承包商安全保卫人员、当地公安部门负责；

H.物资供应组，负责组织抢险物资、工器具和后勤生活物资的市场供应，组织运送抢险物资和人员，由建设单位和当地县区政府负责；

I.环境监测组，负责对大气、水质、土壤等进行环境应急监测，确定影响区域范围和危险物质浓度，对事故造成的环境影响做出正确评估，为指挥人员决策和消除事故污染提供依据，并负责对事故现场危险物质的处置，由建设单位和承包商单位环境保护管理办公室和当地环保局负责；

J. 专家咨询组，负责对事故应急救援提出方案和安全措施，现场指导救援工作，参与事故的调查分析并制定防范措施，由建设单位和承包商单位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织；

K. 综合协调组，负责综合协调、信息沟通、事故新闻和应急公告发布，由建设单位、当地宣传部门组成；

L. 善后处理组，负责现场处置、伤亡善后工作，由建设单位、当地政府相关部门组成。应急程序见图 7.5.2-1。

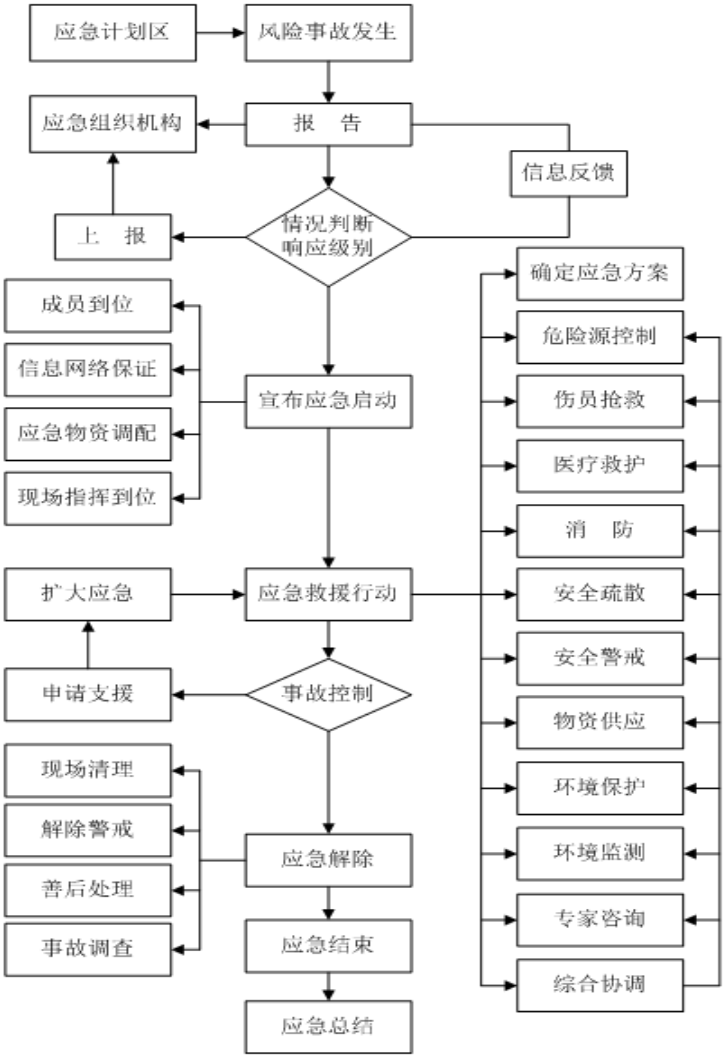


图 7.5.2-1　　事故应急程序图

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

爆破材料库火灾和爆炸应急设备主要包括消防水池、消火栓、消防车等。

6）报警、通讯联络方式

①报警方式：在施工管理区内设置报警电话，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它相关部门、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戒标识，禁止无关人员进入。各小组协作，由专业人员负责，及时控制危险源，切断其传播途径，控制防火、防爆区域，对污染源及时进行处置，防止污染扩散，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

9）人员疏散、撤离组织计划

受灾区域内被围困人员由安全疏散组负责搜救；警戒区域内无关人员由建设单位配合安全疏散组实施紧急疏散。

当事故可能危及周边地区较大范围人员安全时，现场指挥应综合专家组及有关部门的意见，及时向领导小组提出实施群体性人员紧急疏散的建议，建议应当明确疏散的范围、时间与方向。

现场指挥应当及时发布事故信息，经领导小组批准，及时发布周边地区人员紧急疏散的公告；当地政府及各有关部门，应当按照领导小组的指令，及时、有序、全面、安全地实施人员疏散，妥善解决疏散人员的临时生活保障问题。

10）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。

11）应急培训计划

为了确保应急计划的有效性和可操作性，必须预先对计划中所涉及的人员、设备器材进行训练和保养，使参加应急行动的每一个人都能做到应知应会、熟练掌握。

每年定期组织应急人员培训，使受培训人员能掌握使用和维护、保养各种应急设备和器材，并具有在指挥人员指导下完成应急反应的能力。

定期进行一次应急演习，在模拟的事故状态下，检查应急机构，应急队伍，应急设备和器材，应急通讯等各方面的实战船能力。通过演习，发现工作中薄弱环节，并修改、完善应急计划。

12）公众教育和信息

对可能发生事故的附近区域居民进行宣传教育，并发布相关信息。

8 环境管理、监理与监测

8.1 环境管理

8.1.1 环境管理目的

环境管理是工程建设管理的重要组成部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。霍尔古吐水电站工程环境管理目的在于保证工程各项环境保护措施的顺利实施，使工程施工和运行产生的不利环境影响得到减免，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。

8.1.2 环境管理原则

（1）预防为主、防治结合的原则

霍尔古吐水电站工程在施工和运行过程中，环境管理要预先采取防范措施，防止环境污染和生态破坏的现象发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

（2）分级管理原则

工程建设和运行应接受各级环境保护行政主管部门的监督，而在内部则实行分级管理制，层层负责，责任明确。

（3）相对独立性原则

环境管理是工程管理的一部分，需要满足整个工程管理的要求。但同时环境管理又具有一定的独立性，必须依据我国现行环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。

（4）针对性原则

工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理机构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

8.1.3 环境管理目标

（1）保证各项环境保护措施按照工程环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，并保证各项环境保护设施正常、有效运行。

（2）预防污染事故的发生，保证各类污染物达标排放、合理回用，使工程区及其附近的水环境、环境空气和声环境质量达到环境功能区划要求的标准。

（3）生态破坏得到有效控制，并通过采取措施恢复原有的生态环境质量。

（4）做好施工区卫生防疫工作，完善疫情管理体系，控制施工人群传染病发病率，避免传染病爆发和蔓延。

（5）协调工程建设与环境保护的关系，保障工程建设的顺利进行，促进施工区环境美化，争创环保典范工程。

8.1.4 环境管理体系

霍尔古吐水电站工程施工区环境管理分为外部环境管理和内部环境管理两大部分，并纳入整个霍尔古吐水电站工程环境管理体系之中。

（1）外部环境管理

外部环境管理指国家及地方环境保护行政主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的环境标准与要求，依法对各工程建设阶段进行不定期监督、检查及环境保护竣工验收等活动。

本工程外部环境管理体系由生态环境部、新疆环境保护厅及地方环保部门组成。

（2）内部环境管理

内部环境管理指建设单位、施工单位和工程运行管理单位执行国家和地方有关环境保护的法律、法规、政策，贯彻环境保护标准，落实环境保护措施，保证达到国家建设项目环境保护要求和地方环境保护部门要求。

工程施工期由建设单位负责组织实施，对工程环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家和地方对建设项目环境保护的要求。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。

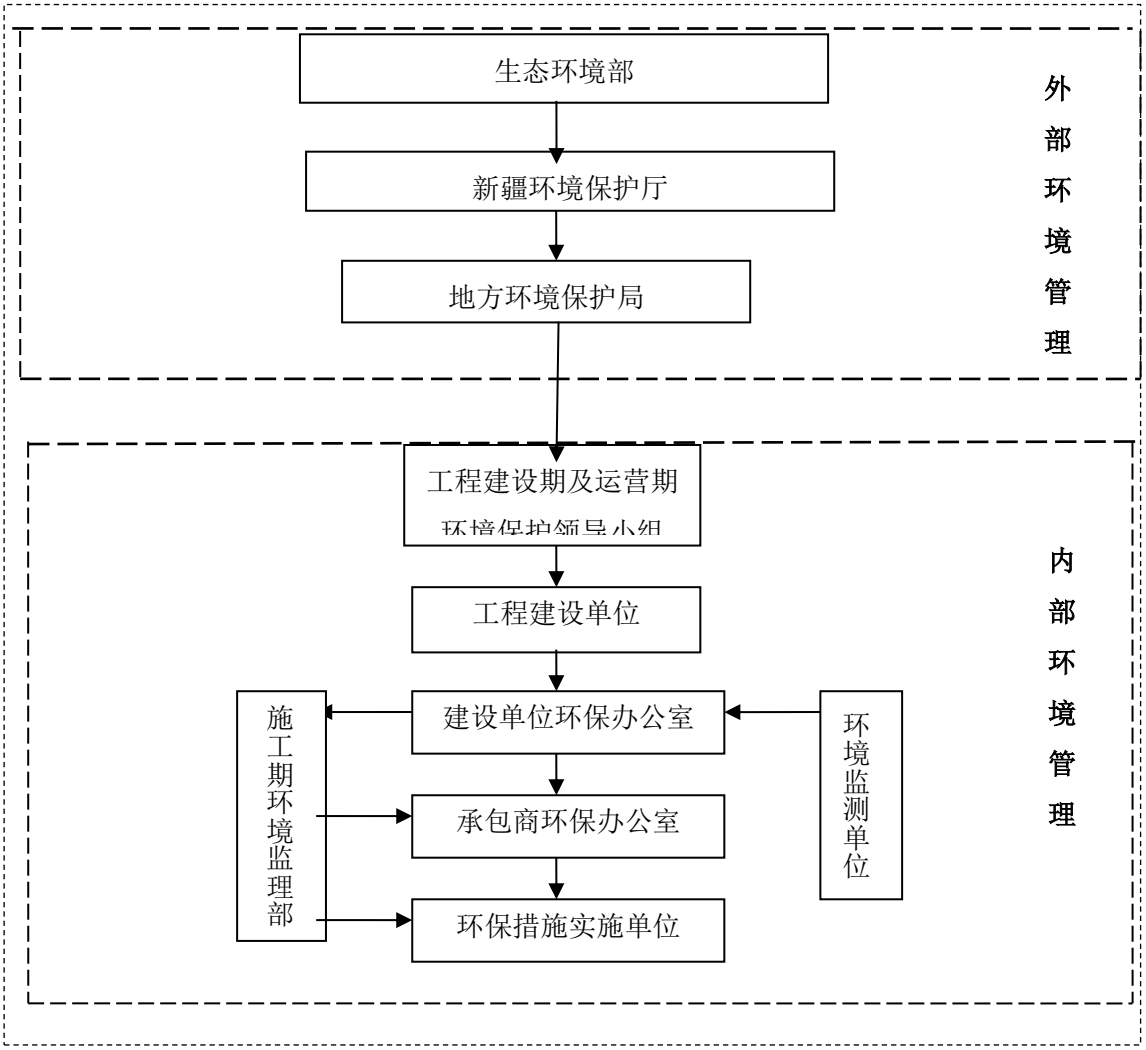


图 8.1.4-1 霍尔古吐水电站环境管理体系

8.1.5 环境管理机构设置及其职责

建设单位须设立环境管理机构，负责确定其环保方针、审查项目环境目标和指标、审批环保项目立项和投资投入报告、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。

环境管理机构主要职责如下：

（1）宣传、贯彻、执行国家和地方有关环境保护的政策、法律、法规，熟悉相关技术标准，确定工程环境保护方针和环境保护目标，制定环境保护管理办法。

（2）负责落实环保经费，按照审批的设计文件要求和施工现场实际，按计划落实工程项目建设全过程的生态与环境保护工作，主要包括生态与环境工作计划的编制、监测项目与保护措施的落实、专题调查与研究、环境信息统计以及各阶段验收和专项验收等。

（3）协调处理并配合国家、地方各级环境保护行政主管部门环境保护监督检查，协调处理各有关部门的环保工作，指导、检查、考核各施工承包单位环境保护管理机构的建设运行及施工期和营运期环保设施的实施、运行情况等。

（4）及时处理施工和运行过程中出现的环境问题，建立建设单位内部、外部环境保护信息定期、不定期报送制度。

8.1.6 环境管理制度

（1）环境保护责任制

在环境保护管理体系中，建立环境保护责任制，明确各环境管理机构的环境保护责任。

（2）分级管理制度

建立由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，明确污染防治和生态保护设施与措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，环境监理联合工程建设监理进行日常监督检查，建设单位环境保护办公室负责定期检查，对检查中所发现的问题通报监理部门，由监理部门督促施工单位整改。

（3）监测和报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。委托当地具备相应监测资质的单位，按环境监测计划要求对工程区域及周围的环境质量进行定期监测，实施监测成果月报、年报和环境保护工作季报、年报制度，并根据环境监测结果，适时优化调整环境保护措施。

（4） “三同时” 验收制度

工程建设过程中的污染防治及其他公害的措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关 “三同时” 项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

（5）制定突发事故的处理措施

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位环保部门与地方环境保护行政主管部门接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理。

（6）宣传、培训制度

为增强工程建设者（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经常采取广播、宣传栏、专题讲座等方法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。

对环境保护专业技术人员应定期进行业务培训，同时组织考察学习，以提高其业务水平。

8.1.7 环境管理任务

（1）工程筹建期

筹建环境管理机构，组织环境管理人员培训。

根据环境影响报告书和环境保护设计要求，落实制订工程招、投标文件及合同文件中相关环境保护条款，保证环境影响报告书和环境保护设计中环境保护措施纳入工程施工文件。

（2）工程建设期

1）施工区环境管理

贯彻执行国家有关环境保护方针、政策及法规条例，制订工程施工期环境保护管理规定与管理办法。按照国家有关环保法规和工程环保规定，对施工区环境保护工作实施统一管理。

编制环境管理工作计划，整编监测资料，建立工程生态与环境保护信息库。定期编制环境质量报告，报送上级主管部门和地方环保部门。

加强施工期生态保护和污染防治管理工作。制订施工期生态保护和污染防治管理规定，提出控制施工污染源排放的具体措施和要求，提出施工期水质保护、土地资源保护、水生物保护、植物保护和生态景观保护的具体要求，根据工程施工进度，提出施工期生态环境保护措施和环保设施建设的实施进度和要求。

委托具有相应资质等级的环境监理部门，开展施工期环境监理工作；委托具有相应资质单位，开展环境监测工作。会同地方环保部门环境监督与检查，监督施工合同环境保护条款的执行情况。负责协调处理施工过程中的环境纠纷和环境污染事故。

加强环境保护宣传教育，提高工程环境管理人员的技术水平。

2）移民安置区环境管理

协同环境监理单位，监督拆迁安置环保措施执行情况，定期对安置区生态与环境、

社会经济、公共卫生、文化教育状况等进行调查，必要时开展环境监测与后评价工作，避免环境问题的发生。

（3）工程运行期

负责落实工程运行期各项环境保护措施。

根据环境保护管理规定和要求，协同地方环保部门开展环境保护工作，参与库区蓄水前生态保护工作及库底清理工作。

通过监测，掌握各环境因子的变化规律及影响范围，及时发现可能与工程运用有关的环境问题，提出防治对策和措施。

制订库区生态与环境保护和建设规划方案，协同地方环保部门，开展库区生态恢复和环境保护建设工作。

组织开展环保科研工作。

8.2 环境监理

8.2.1 环境监理目的

在工程建设管理及环境管理中，实行环境监理制，有利于落实国家有关环境保护法律、法规，有利于施工合同环保条款的执行，实施环境保护措施。环境监理具有实时监督的功能，能有效避免工程建设环境保护工作流于形式，保证工程对环境的不利影响减小到最低程度。

8.2.2 环境监理目标和任务

（1）监理目标

1）按照工程建设单位的要求，建立健全工程建设环境保护监督管理体系与体制。

2）依据已批准的有关文件和有关合同中环境保护内容与要求，严格按环境保护“三同时”制度，监督施工单位切实履行工程合同规定的环境保护条款，以及各项环境保护设施、措施的落实。

3）及时掌握工程建设各阶段的环境状况与变化趋势。

4）消除施工活动中的不良环境影响，保护区域环境和人群健康。

5）确保竣工的工程是环境保护合格的工程。

（2）监理任务

环境监理工作应贯穿工程建设全过程。环境监理的主要任务包括制订环境监理规划

及环境监理实施细则，根据工程建设特点和工程影响区环境状况，评估施工环境影响，指导施工单位完成施工环境保护工作，监督、审查环保措施的落实情况，督查施工单位环境工作报告，建立环境监理档案，做好环境监理记录和成果资料管理工作。

1）项目建设区环境监理

监督检查施工过程中的各项环保措施和地方对工程环境保护的意见与处理情况，包括：施工区生活水源地水质保护，施工河段水生生物、污水处理、空气污染控制、噪声污染控制、固体废弃物处理、卫生防疫、水土流失防治、施工现场环境卫生等方面。

监督承包商对于合同中的环保条款的执行情况，并负责解释环保条款。对重大环境问题提出处理意见和报告，通过工程总监理工程师责成有关单位限期纠正。

参加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的审查会议，就环境保护方面提出改进意见。审查承包商提出的可能造成污染的施工材料、设备清单及其所列的环保指标。

对施工区出现的环境问题及时发现，进行妥善的处理。对某些环境指标下达监测指令，并对监测结果进行分析研究，并提出环境保护改善方案。

监督与环境有关的合同条款的执行，签署环境监理意见，使工程施工符合环境保护法规的要求。

协调建设各方有关环保的工作关系和有关环境问题的争议。

记录现场出现的环境问题及处理结果，每月向环境管理单位提交月报表，并根据积累的有关资料整理环境管理档案。

参加单元工程的竣工验收工作，负责组织和参加已完成工程的限期清理和恢复现场工作，调查评价工程区水土保持、施工迹地恢复及绿化等措施落实情况。

2）移民安置区环境监理

据国内目前实施的大型水电工程移民监理工作经验，移民监理通常是由工程建设单位与移民主管部门共同委托具有监理资格的机构来共同完成。为了保障安置区各项环境保护工程的实施，建议监理机构应配备至少一名专业环境监理人员，负责监督、审查、评估环境保护措施的落实情况。其体工作内容如下：

审查实施单位在总进度和年度计划下的环保设施施工组织设计和进度计划，超出实施规划、年度计划及有关合同协议之间的变更，调整，及时报告建设单位批准。

在移民搬迁过程中检查和督促计划的实施，确保“三同时”制度得到执行。

监督移民安置区环境保护工作和环境保护设施的落实情况，监理实施单位对移民安置区环保设施是否按批准的规划及批复的环境影响报告书设计标准进行施工。

对环保资金的使用、去向与环保措施实施进度进行控制。

参加由实施单位组织的初步验收和由建设单位或上级主管部门主持的竣工验收活动。

8.2.3 环境监理机构设置和工作方式

霍尔古吐水电站环境监理既是环境管理的重要组成方面，又具有相对的独立性，因此，环境监理机构设于环境管理机构中，成立环境监理部。环境监理部设置专职监理人员。环境监理人员常驻工地，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以现场监督管理为主，并随时检查各项环境监测数据，发现问题后，立即要求承包商限期处理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

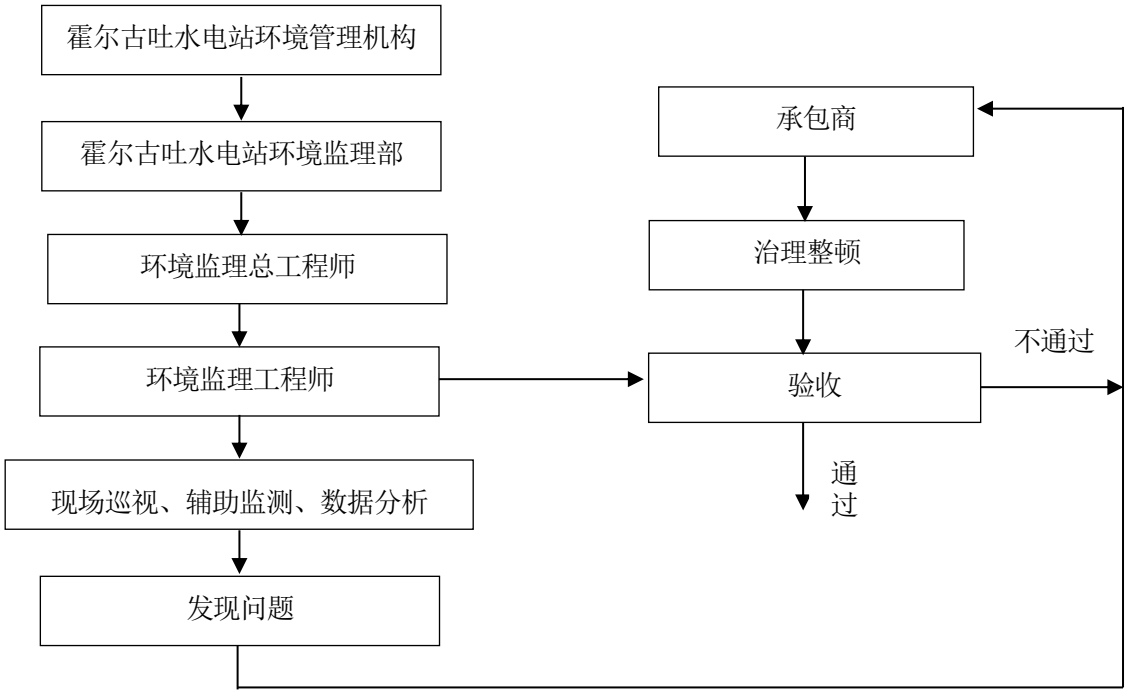


图 8.2.3-1 霍尔古吐水电站工程环境监理机构设置和工作方式图

在主体工程建设区和移民安置区共设置 5 名环境监理工程师，环境总监 1 人，环境监理工程师 4 人。

8.2.4 环境监理工作程序与质量控制

（1）监理工作程序

根据工程施工环境监理的任务要求，制定环境监理工作程序。

1）组建环境监理机构，选派总监理工程师、监理工程师、监理员和其他工作人员。

2）熟悉与环境监理有关的各种资料、报告、文件，熟悉工程施工场地与环境。

3）编制监理规划和实施细则。

4）对环境监理工作进行交底。

5）实施环境监理工作。

6）参与与环境保护有关的各种验收，签署监理意见。

7）向业主提交环境监理档案资料，归还所提供物件。

8）向业主提交环境监理工作总结。

（2）质量控制

1）环境监理机构应建立和健全质量控制体系，并在监理工作过程中不断改进和完善。

2）环境监理机构应监督承包商建立和健全环境保护质量保证体系，并监督其贯彻执行。

3）环境监理机构应按照有关环境标准和合同要求，对环境保护措施的建设、运行效果以及施工环境进行监督和检查，按照事前审批、事中监督和事后检验等程序进行质量控制。

4）根据检查结果，审查和评估工程施工环境保护措施的有效性，不满足或未能全部满足要求的，按规定程序督促施工单位改进，直至满足要求为止。

5）根据评估结果和施工单位落实情况，确定工程对环境的实际影响，编制监理工作报告。

8.2.5 环境监理工作方法和工作制度

（1）工作方案

施工区环境监理工作内容应包括国家环保政策、法规、霍尔古吐水电站工程环境影响报告书及其批文，以及合同、标书的相关内容和要求。环境监理的主要工作方案详见表 8.2.5-1。

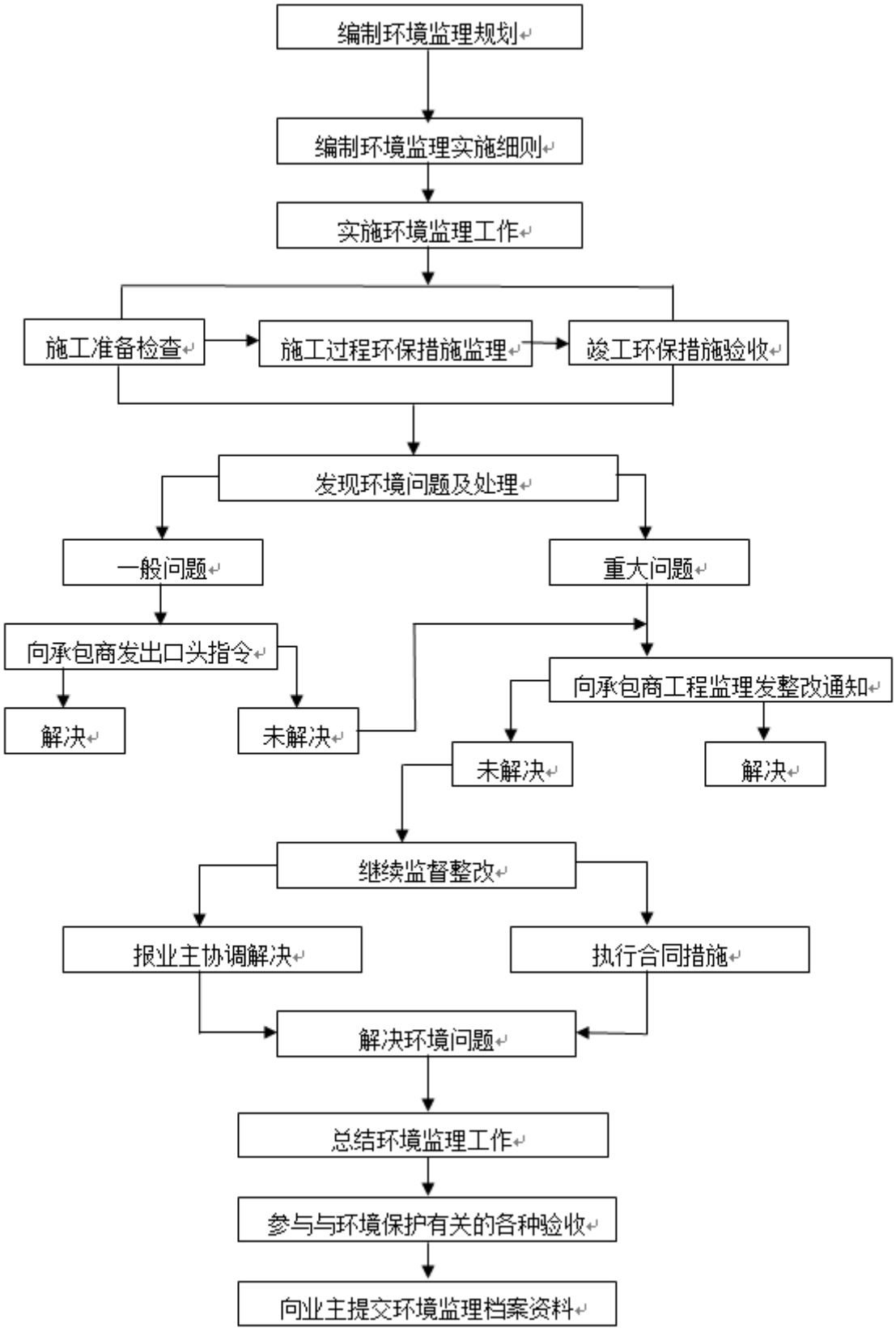


图 8.2.5-1　环境监理工作程序图

表 8.2.5-1 霍尔古吐水电站环境监理主要工作方案一览表

序号	监理项目	监理内容	监理目标	工作方法
1	生活供水	1.供水水质	达到 GB5749-2006 相关标准	监测
2	生产废、污水处理	1.各废、污水处理设施设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2.处理后排放水质	达到 GB8978-1996 一级标准	监测
3	环境空气污染防治	1.开挖、爆破粉尘、、砂石骨料与混凝土系统粉尘、燃油废气、交通粉尘消减与控制措施的设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2.施工工地、生活区、道路环境空气质量	达到 GB16297-2012 无组织排放监控浓度限值	监测
4	噪声控制	1.噪声源、传声途径、个人防护噪声控制措施的设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2.施工工地、生活区、道路声环境监测	达到 GB12523-2011 标准	监测
5	施工区生活垃圾处理	1.施工区垃圾收集、处理	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2.垃圾场管理	正常运行	监督、检查
6	水土流失防治	1.水土保持措施设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2.水土保持监测	达到水保相应标准	监测
7	人群健康保护	1.施工区卫生清理措施	达到《水电工程水库库底设计规范》要求	监督、检查
		2.施工人群健康保护（施工人员卫生检疫、健康检查、预防免疫、疫情控制等）	措施的落实和效果	监督、检查
		3.环境卫生机食品卫生保护措施的设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查

（2）工作制度

环境监理工程师每天根据工作情况作出工作记录（监理记录）；组织编写月、季度、半年及年度监理报告，报建设单位环境管理办公室；在监理工作中发现的问题或对承包商提出的规定和要求必须通过书面函件的形式，递交承包商和建设单位环境管理办公室；实行环境例会制度和会议纪要签发制度，对重大环境污染及环境影响事故，由环境总监理工程师组织环保事故的调查，会同建设单位、地方环境保护部门共同研究处理方案，下发承包商实施。

8.3 环境监测

8.3.1 监测目的和任务

对施工区工程兴建过程中可能产生的环境问题进行定期监测，掌握工程影响范围内各环境因子的变化情况以及工程建设排放的污染物是否符合国家及地区所规定的排放标准，了解工程影响区生态变化情况，发现环境问题及时提出对策措施，并根据需要调整环保措施，为施工区的环境建设、监督管理及工程竣工验收提供依据。

8.3.2 总体规划原则

（1）与工程建设紧密结合的原则

霍尔古吐水电站环境监测系统的主要任务之一是为工程环境保护服务。因此，监测系统的范围、对象和重点应结合工程施工和运行特点，全面反映工程施工和运行过程中周围环境的变化，以及环境变化对工程施工和运行的影响。

（2）针对性原则

根据环境现状和环境影响预测评价结果，选择对环境影响大、对区域或流域环境影响起控制作用的主要因子进行监测，力求做到监测方案有针对性和代表性，并根据网站的实际运行效果，对测点和监测项目进行适当的调整或增减。

（3）经济性与可操作性原则

按照相关专业技术规范，监测项目、频次、时段和方法以满足本监测系统主要任务为前提，尽量利用附近现有监测机构、新建站点设置可操作性强，力求以较少的投入获得较完整的环境监测数据。

（4）统一规划、分步实施的原则

监测系统从总体考虑，统一规划，根据工程不同阶段的重点和要求，分期分步建立，逐步实施和完善。

根据工程区环境现状特点、环境影响评价初步结论及采取的各项环保措施，霍尔古吐水电站工程环境监测主要为枢纽区环境监测，环境监测计划点位布置见附图 30。

8.3.3 水环境监测

8.3.3.1 施工期

（1）河流水质监测

1）监测断面布设

为了解工程建设对开都河河流水质的影响，在坝址上、下游和厂房附近拟布设4个监测断面对河道水质进行监测，并对库区底泥进行监测。

2）监测技术要求

水样采集按照《环境监测技术规范》的规定方法执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）规定及《环境监测技术规范》的选配方法执行。

具体监测点位、监测项目、监测周期、监测时段及频率见表8.3.3-1。

表8.3.3-1　施工期河流水质监测表

监测对象	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段/频率
河流水质	霍尔古吐水库库尾	SS、pH、DO、SS、BOD_5、COD、石油类、总氮、总磷、粪大肠菌群	开工前一年起至工程竣工之日止，监测周期四年	施工前监测1次，施工期每年丰、平、枯三个水期各监测1次，施工结束后1次，每次监测3d
	坝址上游1.5km			
	坝址下游7.6km霍尔古吐沟沟口			
	厂房下游1.5km			

（2）饮用水水质监测

1）监测点布设

本工程饮用水主要来自于大坝施工区、厂房施工区和2号～5号施工支洞等集中饮水点，拟在施工生活区饮用水取水口设置 6 个监测点。施工期拟对饮用水水源进行定期监测，每季度各监测 1 次，每次监测 1 天。

2）监测技术要求

水样采集按照《环境监测技术规范》的规定方法执行，样品分析按照《生活饮用水标准检验方法》（GB/T5750-2006）相关规定执行。监测点位、监测项目、监测周期、监测时段及频率见表8.3.3-2。

表8.3.3-2 施工饮用水监测技术要求一览表

监测点位	监测项目	监测周期	监测时段/频率
施工营地高位水池	按《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）规定的常规水质指标	工程开工至工程竣工之日止，监测四年	每年丰、平、枯水期各监测1次

（3）污废水水质监测

1）监测点布设

在满足《环境监测技术规范》要求的基础上，在生产废水处理系统和生活污水处理系统的进水口、回用口设置监测点，初步拟定 10 个采样点。

2）监测技术要求

水样采集按照《环境监测技术规范》的规定方法执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）规定及《环境监测技术规范》的选配方法执行。

根据不同施工废（污）水污染特性确定的监测点位、监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 8.3.3-3。

表 8.3.3-3　施工废水水质监测技术要求一览表

监测对象	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段/频率
生活污水	施工营地污水处理设施进口处	COD、BOD_5、粪大肠菌群、总磷、总氮、阴离子表面活性剂、污水流量	施工期每季度监测 1 次，每次监测 3 天	
生产废水	混凝土拌和系统废水处理出口	pH、SS、废水流量	施工期每季度监测 1 次，每次监测 1 天	
	砂石料加工系统废水处理出口	pH、SS、废水流量		
	机修废水处理出口	pH、SS、石油类、废水流量		

8.3.3.2　运行期

（1）库区及坝下水质监测

为了解霍尔古吐水电站运行后水文情势的改变对河流水质的影响，对霍尔古吐水电站库尾处、坝址上游 1.5km 处、坝址下游 7.6km 处（霍尔古吐沟沟口）和厂房尾水处下游 1.5km，共设置 4 断面进行水质监测，监测技术要求见表 8.3.3-4，监测结果将应用于指导和优化水库调度运行，评判工程建设对水质的影响。

表 8.3.3-4　运行期水质监测表

监测对象	监测点	监测项目	监测周期	监测时段/频率
开都河干流水质	水库库尾处	按《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中基本项目全项监测，另在库中断面增测叶绿素 a 和透明度 2 个项目	运行初期监测 3 年，以后根据水质情况进行适当延长	每年丰、平、枯水期各监测 1 次
	坝址上游 1.5km			
	霍尔古吐沟沟口			
	厂房下游 1.5km			

（2）坝下生态流量监控

1）监控目的

为确保生态流量下泄措施的有效运行，需对工程在不同阶段的下泄流量进行实时监控，同时可为生态流量对下游水环境、水生生态及河道景观的影响与效果研究提供基础资料。

2）监控系统

为了运行期下泄生态流量，在坝下建立生态流量在线自动监测系统。设计在河道较顺直、规整、下泄水流集中的位置-初拟在坝址下游 500m 处附近设生态流量自动监测系统。

监测系统测验内容为水位、流量、水温、降水。采用遥测设备自动监测水位变化，人工观测校正。测量数据通过 GPRS/GSM 通信网络传输业主营地，为了便于主管部门对生态流量下泄情况进行了解，建立浏览器\服务器网络模式，主管部门通过浏览器即可访问实时监测到的流量数据。

遥测设备采用雷达式水位计，相对于传统的浮子式和压力式水位计及目前较为流行的超声波式水位计，雷达水位计全天候工作，26G 微波反射原理，抗干扰能力强，测量时不与水位接触，测量结果与水质无关，不受浮冰等漂浮物以及温度、风、蒸汽等影响，安装、使用、维护方便。雷达无机械磨损，寿命长也更容易维护。可实现无人值守连续在线数据采集，采用 RS-485 接口与 GPRS 网络连接，数据传输方便。

（3）地下水水质

监测点布设：在引水隧洞沿线、下游减水河段河谷林草台地分别布设 2 个监测井，成井深度应达到历史地下水最低水位 10m 以下。

监测频率：监测井的监测频率为引水隧洞施工完成后和电站正常运行期间，每季度 1 次。泉点监测频率为施工完成后每季度监测 1 次。

监测方法：按照《地下水监测规范》（SL183-2005）以及《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ 610-2016）的有关规定执行。

8.3.4 陆生生态监测

（1）监测目的

在施工期，主要对涉及敏感点的施工区域进行监测；还要加强对区域性分布的

重点保护动植物的调查，在施工过程中若发现有重点保护对象，及时上报主管部门，迁地保护。

运行期主要监测生境的变化，植被的变化以及生态系统整体性变化。包括主要物种组成、数量，主要资源植物的种类及分布状况，主要重点保护植物以及古树名木的种类、数量、生长状况。此外还应进行物候观测，除常见的、分布较广的动植物外，还应根据区域特点对选定的、对当地季节和农事有指示意义的地方性种类进行观测。监测动物生境和种群数量的变化。通过监测，加强对生态的管理，在工程管理机构，应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员和管理人员环境意识。通过动态监测和完善管理，使生态向良性或有利方向发展。

随着工程的建设和绿化造林的进行，山、水、林、鸟构成新的景观，评价区内人类的活动将逐步增加，若再加上旅游开发，将会给环境污染带来新的隐患。因此，必须加强管理，减少污染，配备相应的垃圾处理设施，防止工作人员的生活垃圾和废水对下游河道的污染。

因此，工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。通过对陆生动植物的监测了解工程施工和建成运行对陆生生态的影响，掌握陆生生态修复及其它保护措施的实际效果，为陆生生态环境保护和流域环境管理提供依据。

（2）监测内容

1）陆生生态环境监测

工程建设区域由于放牧等人为干扰比较严重，区域内河谷落叶阔叶林、落叶阔叶灌丛为主，所以植被监测以上述 2 种类型为主要的监测对象，选择监测点设置样带进行植被及其变化调查，同时调查样带内的植物种类和数量，调查监测点的动物（两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类）种类和数量。

2）陆生生态恢复措施效果监测

对坝址区、料场、渣场进行施工前现状监测和施工后进行植被恢复调查。

（3）监测频次、时间

1）陆生生态环境监测

施工期调查 1 期；水库运行初期每年监测 1 期，连续 3 年，以后每 3 年 1 期，连续监测 3 期，共 7 期。

植被和植物在监测年度秋季调查 1 次，动物在监测年度冬末春初、夏末秋初各调查 1 次。

2）陆生生态恢复措施效果监测

施工前对现状进行一次调查，施工后一次。

（4）监测地点

1）陆生生态环境监测

根据区域陆生生态环境情况，设置 4 个监测点，分别为①坝址附近，②霍尔古吐沟沟口上下游，③库尾附近，④厂房尾水处。

2）陆生生态恢复措施效果监测

在坝址区、料场、渣场各选择 1 个监测点进行监测。

（5）监测方法

1）陆生生态环境监测

①样带/样方调查法

在每个监测点分别选择包含监测对象的地段，设置垂直样带 1～2 条进行调查，样带宽度 20m，高度自水库淹没线（海拔 2070m）至 2300m（或山脊）。每个样带用 GPS 记录其地理位置，并作永久标记，供运行期监测使用。

②植被调查

将样带按 10m×10m 划分样方，依次记录各样方的植物种类、大小和数量。乔木植物：逐株测量树高、胸径、冠幅；灌木植物：在每个样方四角各设置 1 个 5m×5m 小样方，逐种记录丛（株）数、每丛记录高度、丛径、株数；草本植物：在每个灌木样方内设置 1 个 1m×1m 小样方，逐种记录丛（株）数、每丛记录高度、丛径。

③植物调查

在样带内调查记录所有植物物种，乔木植物记录其株数，灌木和草本植物按 5 级记录其相对数量。

④动物调查

在各监测点进行调查，根据动物活动习性确定调查时间，调查范围应包括监测点可能的各类生境，每个监测点调查时间不少于 3d，记录监测到的动物（含活动痕迹）的种类和数量。

2）陆生生态恢复措施效果监测

根据施工布置及区域陆生生态环境现状选择恰当的监测点，每个监测点在代表性地段分别布置水平样线 1 条、垂直样线 1 条。用 GPS 测量并记录样线坐标，以便施工后调查使用。在样线上选择代表性地段设置 10m×10m 样方进行植被调查，样线上样方数目根据样线长度、生态环境异质性确定，原则上每条样线设置样方不少于 3 个。

①植被调查

记录样方内的植物种类、大小和数量，制图分析或估计各类型所占比例，反映施工区域陆生生态环境现状。记录内容为：

乔木植物：逐株测量树高、胸径、冠幅；

灌木植物：在样方内设置 1 个 5m×5m 小样方，逐种记录丛（株）数，每丛记录高度、丛径、株数；

草本植物：在样方内设置 1 个 1m×1m 小样方，逐种记录丛（株）数，每丛记录高度、丛径。

②植物调查

记录样线区域的所有植物物种，并按其数量采用 5 级分级说明其相对数量。

③动物监测

进行野外调查，统计监测区域能见到的所有哺乳类、鸟类、两栖类、爬行类的物种及其数量。

野外调查方法包括观察（活体、尸体、活动痕迹）、诱捕和访问调查。观察时间不少于 3 天。

④施工后调查

场平后调查地点仍然在施工前调查样线区域进行，根据恢复类型确定样方面积（乔灌草型 10m×10m、灌草型 5m×5m、草本型 1m×1m），调查样方数量根据恢复类型数量确定，每一恢复类型不少于 2 个样方，样方记录内容同施工前调查；制图分析或估算各类型面积比例，说明施工前后陆生生态环境及生物多样性、水土保持等生态功能的变化。

8.3.5 水生生态监测

（1）常规调查监测

通过对浮游生物、底栖动物、水生维管束植物、鱼类种群动态、鱼类产卵场等

进行监测，及时反映霍尔古吐电站建设和运行后生态环境变化趋势，提出规避对策，为鱼类和水生生物多样性的保护及水质科学管理提供科学的依据。重点监测霍尔古吐电站坝址下游流水江段和库区。

1）主要监测内容

①水生生态要素监测

浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量与水温及流态等的变化关系。

②鱼类种群动态及群落组成变化

鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，重点监测目前在霍尔古吐河段分布的鱼种群动态及鱼类群落构成的变化趋势。

③鱼类产卵场监测

早期资源种类组成与比例、时空分布、早期资源量等（环境影响评价工作时已经进行了此项工作）、产卵场的分布与规模变化、繁殖时间和繁殖种群的规模。

④鱼类保护措施效果监测

对霍尔古吐水电站过鱼措施效果的监测；栖息地保护前后效果的监测；增殖放流站增殖放流效果的监测。

2）监测时间和频率

在水库蓄水后（截流后）10 年内监测 5 年，即蓄水第 1、3、5、7、10 年进行监测。浮游动植物，底栖动物、水生维管束植物在 5 月、9 月各监测一次。鱼类种群动态监测在 5 月～6 月、9 月进行，每月 5 天左右。鱼类产卵场监测在 3 月～7 月进行，年监测天数不少于 20 天。

3）监测断面布设

初步拟定在库区、坝址下游 5km、霍尔古吐沟沟口下游 3km、尾水下游 3km 及支流霍尔古吐沟共 5 个断面，调查位置可根据具体情况适当前移或后靠，监测内容见表 8.3.5-1。

表 8.3.5-1　水生生态监测断面和监测内容

断面	水生生物监测	鱼类种群动态监测	鱼类产卵场监测
水电站库区	●	●	●
坝址下游 5km	●	●	
霍尔古吐沟沟	●	●	●

口下游 3km			
尾水下游 3km	●	●	●
霍尔古吐沟	●	●	●

注：标●为需要监测的内容

水生生态的监测实施应有专业的机构负责实施，并尽可能把持相同的监测时间段、监测地点和监测方法，以利于监测数据的统计分析，便于指导电站运行期间的水生生态系统的保护。

（2）栖息地保护效果调查

1）调查范围

为研究霍尔古吐水电站鱼类栖息地保护的效果，需对坝址、减水河段、厂房下游以及支流霍尔古吐沟进行全面的跟踪调查和监测。

2）调查时间

调查时间为水库蓄水后 2 年开始，连续监测 5 年，每年 2 次。

3）技术要求

调查减水河段、厂房下游以及支流霍尔古吐沟汇口等栖息地保护河段生态环境及其保护现状，调查鱼类区系、特点、种群资源量、分布及饵料生物的变化情况和鱼类生境变化情况，评估栖息地保护河段的保护效果。

4）调查方法

按《水库渔业资源调查规范》（SL167-96）和《内陆水域渔业自然资源调查规范》的规定执行。

（3）过鱼设施效果观测

水库蓄水后应开展过鱼设施效果的观测评估，包括进鱼口集鱼效果、过鱼效果等。鱼道进鱼口等设置视频监视摄像机，结合鱼类观察室的视频，可以监视鱼类回游和活动情况；如有可能，将在鱼道出口段、坝址下游减水河段、霍尔古吐沟口等附近设置视频监视摄像机（考虑到周边情况，可根据现实情况采用太阳能供电、公网无线传输等，具体方案根据实施阶段现状确定），可以观察周边河道水势情况等。

1）集鱼效果观测

① 观测评估在各种运行情况和水文情势条件下，鱼类是否都能聚集进入鱼道进口，分析集鱼种类和比例。

②观测评估进口区域的光、色、水流条件和影响鱼类寻找进口的其它因素。

③观测评估下游水位涨落、水文情势变化对进口水流条件和鱼类寻找进口的影响。

④记录最有利的进鱼条件、进口水流、水深、光色、进鱼量最大的时间和季节。

⑤进行标志投鱼试验，估算正常运行情况下的进鱼比例。

2）过鱼效果观测评估

① 过鱼能力的观测。

②鱼类损伤情况观测。

3）时间和频率

与常规调查监测时间和频率一致。

（4）增殖放流效果调查

1）调查范围

为调查霍尔古吐水电站增殖放流（依托察汗乌苏鱼类增殖站）对恢复鱼类资源的效果，需对本工程增殖放流河段进行全面的跟踪调查。

2）技术要求

通过标志放流技术的应用，对河段内鱼类区系及特点、种群数量、分布进行监测，了解鱼类增殖放流站增殖放流效果，并及时调整增殖放流方案。

3）调查方法

按《水库渔业资源调查规范》（SL167-96）和《内陆水域渔业自然资源调查规范》的规定执行。

4）时间和频率

与常规调查监测时间和频率一致。

8.3.6 环境空气质量监测

（1）监测点布设

为监控工程施工对周边大气环境质量的影响，结合《环境监测技术规范》的要求，对施工区分布较集中的营地进行监测。

（2）监测技术要求

监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 8.3.6-1。

表 8.3.6-1　施工期环境空气监测技术要求一览表

监测点类型	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
施工作业区	坝址施工区	TSP	施工期 45 个月	每季监测 1 次，每次连续监测 5 天，每天不少于 12h 的连续监测
	厂房施工区			
	3 号支洞混凝土拌和站			

（3）监测方法

环境空气采样按照《环境空气质量监测规范（试行）》（国家环保总局公告 2007 年第 4 号）、《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2005）、《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）的有关要求执行；分析方法按《环境空气质量标准》（GB3095-1996）中表 2 所列各项污染物分析方法执行。

8.3.7　声环境质量监测

（1）监测点位布设

为掌握工程建设对周围声环境敏感对象的影响，结合施工布置规划及声环境敏感对象的分布情况，同步监测典型施工噪声源及环境敏感对象的声环境质量，具体点位布设详见表 8.3.7-1。

（2）监测技术要求

监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 8.3.7-1。

（3）监测方法

按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）和《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的有关要求执行。

表 8.3.7-1　施工区声环境监测技术要求一览表

监测点类型	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
施工作业区	坝址施工区施工营地	Leq，在居民点设的噪声监测点时同时统计车流量	施工期 45 个月	在居民点进行定点监测，每季监测 1 天，24h 连续监测。其他测点每季监测 1 天，每天每点昼夜各监测 1 次
	厂房施工区施工营地			
	3 号支洞临时施工营地			

8.3.8　人群健康监测

（1）环境医学背景调查

进一步完善本底背景值基础资料的收集和调查工作，对施工范围内的饮用水卫生状况和环境卫生状况进行调查。在施工区，建立针对鼠类，蚊虫等媒介昆虫的监测网点，重点对鼠类、带毒带菌率和蚊类种群密度进行调查。

调查范围：施工区。

调查时间：施工准备期 1 次。

（2）施工活动对人群健康影响的常规监测

监测内容：人群健康常规监测主要目的是对施工区的疫情变化进行监控，根据工程影响区具体情况，由卫生防疫站派出专业人员进行技术指导，重点对病毒性肝炎、细菌性痢疾等传染性疾病进行监控。在上述监控的基础上，在传染病流行季节和高发区域，对易感人群进行抽检和预防接种。

监测对象：施工人员。

监测时间：施工期内监测 1 次。

8.3.9 监测计划的实施

（1）监测组织实施

由霍尔古吐水电站业主单位负责组织实施本工程环境监测计划，包括经费筹措、监测实施与评估机构选择和成果汇总等，承担监测的单位应具备相应资质。

（2）监测制度及资料整编

1）每次监测前，需对监测仪器、设备进行检验，合格后方可投入使用。

2）监测过程中要及时对资料进行整理，对各次监测结果进行统计对比分析，作出简要的分析与评价；若发现异常情况，应立即通知业主与当地行政主管部门。

3）监测全部结束后，对监测结果作出综合评价与分析，编制监测报告。各监测系统原始监测资料及整编成果 4 份，交霍尔古吐水电站环境管理部门存档备查，同时抄送设计单位作为设计信息反馈。

霍尔古吐水电站环境监测实施计划详见表 8.3.9-1。

表 8.3.9-1 霍尔古吐水电站环境监测实施计划

环境监测项目	实施单位	承担单位
一、水环境监测		
1、施工期废水水质监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
2、施工期地表水水质监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门

环境监测项目	实施单位	承担单位
3、运行期水质监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
二、生态		
1、陆生生态	建设单位	委托专业性较强的科研机构
2、水生生态	建设单位	委托专业性较强的科研机构
三、环境空气质量监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
四、声环境监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
五、人群健康监测	建设单位	委托具有监测资格的卫生防疫部门

8.4 竣工环保验收

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）核查霍尔古吐水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有效性。

（8）工程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污染因子达标情况的预测结果。

（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）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
水环境保护措施	生态放水管	1 套	按要求建设
	下泄流量在线监测系统	1 套	系统运转正常
	业主营地生活污水处理设施	1 套	污、废水处理后达标综合利用
	厂房生活营地生活污水处理设施	各 1 套	
	生产废水处理设施	各 1 项	
生态环境	天山桦、就地保护和异地移植	>115 株	符合生态保护相关要求
	中麻黄、就地保护和采种种植	>55 丛	
	宽刺蔷薇就地保护、采种种植	>30 丛	
	密叶杨、就地保护和异地移植	>102 株	
	库周设立封闭护栏	2 套	
	栖息地生境保护落实情况	1 项	
	过鱼设施（鱼道）	1 项	
生活垃圾	垃圾桶	50 个	处置率 100%
	垃圾车清运车	1 辆	

9 环境保护投资概算与环境影响经济损益分析

9.1 环境保护投资概算

9.1.1 编制原则

（1）环境保护和水土保持工程概算与主体工程概算相衔接，采用主体工程单价进行计算。

（2）本阶段无法明确工程量的人群健康和环境监测等，类比同类工程进行计列。

（3）对于具有环境保护效益，但已列入工程专项投资的项目，如水库淹没处理、及生态林补充等，不计入环境保护投资中；运行期间生态流量泄放利用生态小机实现，鱼道的土建部分枢纽工程已计列了相关投资，本报告书不在重复计列；

（4）施工区水土保持工程措施采用主体工程单价进行计算，植物措施单价参照水利部水总[2003]67 号规定计算；

（5）对于新设计的水土保持建筑工程和植物措施工程，按设计工程量计算的费用，列入概算。

（6）主体工程和其它单项工程设计的防护措施，能够满足水土保持要求，并已列入工程总投资概算的，原则上不再列入本次水土保持投资概算。

（7）对于新设计的水土保持工程和植物措施以及施工辅助措施工程，其费用列入水土保持投资概算。

（8）定额及取费标准以水电行业标准为主，水电部门没有规定的参考行业或者地方有关标准。

（9）环境保护和水土保持投资概算价格水平年为 2020 年第三季度。

9.1.2 编制依据

9.1.2.1 文件依据

（1）水电水利规划设计总院、可再生定额站可再生定额[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）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）》；

（3）水电水利规划设计总院以水电规造价[2005]0019 号文发布《水电建设项目水土保持工程投资编制细则（试行）》；

（4）水利部水总[2003]67 号“关于颁发《水土保持工程概（估）编制规定和定额》的通知》；

（5）国家经贸委[2002]032 号文“关于发布水电工程施工机械台时费定额第一类费用调整系数的通知”；

（6）“关于发布《水电建筑工程预算定额》（2004 年版）和《水电工程施工机械台时费定额》（2004 年版）的通知”，水电规造价[2004]0028 号文；

（7）“关于发布《工程勘察设计收费管理规定》的通知”，国家计委、建设部，计价格[2002]10 号，2002 年 1 月 7 日；

（8）“关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知”，国家发展改革委、建设部，发改价格[2007]670 号，2007 年 3 月 3 日；

（9）“关于印发《新疆维吾尔自治区水土保持设施补偿费、水土流失防治费使用管理暂行规定》的通知”，新疆维吾尔自治区人民政府，新政发[2000]45 号，2000 年 6 月 12 日；

（10）《新疆维吾尔自治区水土保持补偿费征收使用管理办法》，新疆维吾尔自治区财政厅商自治区发展改革委、水利厅，2015 年 1 月 1 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）《水土保持工程概算定额》，水利部水总[2003]67 号；

（3）《水电工程施工机械台时费定额》，水电规造价[2004]0028 号。

9.1.2.3 其他依据

（1）新疆自治区省建设工程材料及设备价格信息；

（2）行业主管部门和新疆自治区颁发的其他有关规定。

9.1.3 概算单价与费率

9.1.3.1 基础单价

（1）人工预算单价

工程措施人工预算单价同主体工程，植物措施人工单价采用主体工程普工单价。

（2）主要材料预算价格

钢材、油料、水泥与主体工程一致。

苗木、种子预算价以库尔勒市场价格加运杂费和采购及保管费计算。运杂费按照《新疆维吾尔自治区公路工程基本建设项目概算预算编制办法补充规定》（新交造价[2008]2 号）文计算，苗木、种子的采购保管费率按运到工地价的2.5%计算。详见表 9.1.3-1。

表 9.1.3-1 苗木、种子预算价格表

序号	材料名称	规格	单位	市场价格（元）	运杂费（元）	采购保管费（元）	预算价格（元）
1	云杉	4 年生一级苗	株	190	0.90	4.77	195.67
2	旱柳	4 年生一级苗	株	110	0.32	2.76	113.08
3	白榆	4 年生一级苗	株	100	0.32	2.51	102.83
4	垂枝榆	4 年生一级苗	株	120	0.44	3.01	123.45
5	黄刺玫	2 年生一级苗	株	10	0.16	0.25	10.41
6	蔷薇	2 年生一级苗	株	10	0.24	1.01	10.41
7	沙拐枣	2 年生一级苗	株	10	0.24	1.01	10.41
8	异花枸子、早熟禾、短花针茅、紫花苜蓿	一级种	kg	90	0.07	2.25	92.32

（3）施工用电、水价格

施工用电、水价格同主体工程。

9.1.3.2 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《水电工程设计概算费用标准（2007 年版）》规定、《水土保持工程概（估）算编制规定》计取如表 9.1.3-1。

植物措施单价由直接费、间接费、企业利润和税金组成，取费标准按照水利部水总[2003]67 号文《水土保持工程概（估）算编制规定》计取。

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			
1	其它直接费	基本直接费	7.9%	2%
2	现场经费	基本直接费		4%
二	间接费			3%
1	土方工程	直接费	10.64%	
2	石方工程	直接费	17.01%	
3	混凝土工程	直接费	13.66%	
4	钢筋制作安装工程	直接费	7.99%	
5	基础处理工程	直接费	14.43%	
6	其它工程	直接费	13.26%	
三	利润	直接费+间接费	7.00%	5%
四	税金	直接费+间接费+利润	3.28%	3.28%

注：单价计算采用水电行业定额的，无现场经费；单价计算采用水保定额的，现场经费按 4%进行计算。

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工程建设管理费、工程建设监理费、咨询服务费及项目技术经济评审费四部分。其中，环境工程建设管理费按环境保护设计概算的一至二部分的 2%计列。工程建设监理费环保按施工期 6 年，现场监理人员 5 人，每人每年按 20 万元计列（含办公运行费用），6 年总计 600 万元。

咨询服务费，按环境保护设计概算一至二部分的 1.00%计列；项目技术环境影响评价费、经济评审费按环境保护设计概算的一至二部分的 0.5%计列；项目验收费按环境保护设计概算的一至二部分的 0.5%计列。

9.1.4.2　科研勘测设计费

科研勘测设计费根据本工程的情况，包括环境影响报告书、环保措施设计费、竣工环境保护验收报告编制费三部分。其中环境影响评价费参考计价格[2002]125 号文结合水电站工程投资估算计列；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 号文确定。

9.1.5 基本预备费

按工程环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、人群健康保护费、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专项工程环保措施费。

工程水土保持投资按照水土保持方案投资单独列出，不进入环境保护总投资。

9.1.7 环境保护投资

9.1.7.1 环境保护总投资

霍尔古吐水电站环境保护工程投资主要包括枢纽区和移民安置区费用，其中枢纽区环保工程主要包括水环境保护费、陆生动物保护费、水生生物保护费、大气环境保护费、声环境保护费、生活垃圾处理工程费、人群健康保护费、环境监测费和其它环境保护费。

根据上述编制办法和环境保护措施相应的工程量，环境保护投资费用为 13126.54 万元。其中枢纽工程环境保护投资 10933.53 万元，建设征地和移民安置区环保投资 5.00 万元，独立费用 1445 万元，基本预备费 743.01 万元。枢纽区环境保护投资中，水环境保护工程费用 879.86 万元，生态环境保护措施费 9820.56 万元，生活垃圾处理费 76.00 万元，环境监测费 85.02 万元，其他费用相对较少。环境保护措施投资总概算、分项投资以及年度投资见下表 9.1.7-1～13。

霍尔古吐水电站水土保持工程专项投资为 8184.55 万元，其中工程措施费 2559.54 万元，植物措施费 1961.58 万元，施工辅助措施费 875.77 万元，水土保持监测费 323.81 万元，独立费用 2000.57 万元（其中水土保持补偿费 56.18 万元），基本预备费 463.28 万元。

表 9.1.7-1 霍尔古吐水电站工程环境保护措施投资概算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	建安费用	设备费用	其它费用	合计	占比（%）
第Ⅰ部分枢纽建筑物费用		6380.12	1315.25	3238.16	10933.53	83.29
一	水环境保护工程	537.08	235.25	107.54	879.87	
二	大气环境保护工程		15	25.08	40.08	
三	声环境保护工程	25			25	
四	生活垃圾处理工程	0.48	15	60.52	76	
五	生态环境措施	5817.56	1050	2953	9820.56	
（一）	水生生态保护	5817.56	1050	1627	8494.56	
	鱼道工程	4817.56	1050		5867.56	
	栖息地修复	1000			1000	
	鱼类增殖站（分摊）			1200	1200	
	渔政管理			76	76	
	科研研究			351	351	
（二）	陆生生态保护	0	0	1326	1326	
	保护宣传及动物救护			80	80	
	保护植物防护或移植			1246	1246	
六	人群健康保护			7	7	
七	环境监测			85.02	85.02	
第Ⅱ部分建设征地及移民安置		0	0	5	5	0.04
一	生态环境措施			3	3	
二	专项环保			2	2	
Ⅰ、Ⅱ部分小计		6380.12	1315.25	3243.16	10938.53	
第Ⅲ部分独立费用		0	0	1445	1445	11.01
一	项目建设管理费			795	795	
二	科研勘测设计费			650	650	
Ⅰ至Ⅲ部分合计		6380.12	1315.25	4688.16	12383.53	
基本预备费					743.01	5.66

注：冲沙闸、生态机组等下泄流量设施如纳入主体工程，此处不在重复记列

9.1.7.2 分项投资

由于霍尔古吐水电站工程无搬迁安置人口，至规划水平年生产安置人口仅 2 人。因此，本阶段主要考虑枢纽工程环境保护投资，分项投资概算详见表 9.1.7-2～9.1.7-12。

表 9.1.7-2 水环境保护工程投资概算表（生产废水）

单位：万元

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合价(万元)
生产废水处理					515.59
1	砂石料加工废水处理				395.53
1.1	建筑工程				191.48
1.1.1	集水池				31.11
	土石方开挖	m^3	240	13.67	0.33
	土石方填筑	m^3	70	14.69	0.10
	C15 垫层	m^3	30	614.65	1.84
	C20 混凝土	m^3	56.6	621.66	3.52
	水泥砂浆厚 2cm	m^2	220	343	7.55
	钢筋	t	22.64	7851.13	17.77
1.1.2	调节池				49.37
	土石方开挖	m^3	440	13.67	0.60
	土石方填筑	m^3	130	14.69	0.19
	C15 垫层	m^3	50	614.65	3.07
	C20 混凝土	m^3	90	621.66	5.59
	水泥砂浆厚 2cm	m^2	340	343	11.66
	钢筋	t	36	7851.13	28.26
1.1.3	污泥池				22.32
	土石方开挖	m^3	90	13.67	0.12
	土石方填筑	m^3	26	14.69	0.04
	C15 垫层	m^3	10	614.65	0.61
	C20 混凝土	m^3	50	621.66	3.11
	水泥砂浆厚 2cm	m^2	80	343	2.74
	钢筋	t	20	7851.13	15.70
1.1.4	清水池				37.13
	土石方开挖	m^3	610	13.67	0.83
	土石方填筑	m^3	155	14.69	0.23
	C15 垫层	m^3	50	614.65	3.07
	C20 混凝土	m^3	51	621.66	3.17
	水泥砂浆厚 2cm	m^2	160	343	5.49
	钢筋	t	31	7851.13	24.34
1.1.5	加药间	m^2	72	1200	8.64
1.1.6	泵房	m^2	57.6	1200	6.91
1.1.7	污泥脱水机间	m^2	300	1200	36.00
2.2	仪器设备及安装工程	台			147.05
	集水池提升泵	台	5	2000	1.00

	净化器提升泵	台	5	2100	1.05
	高效净化器	台	5	200000	100.00
	其它辅助设备	套	3	150000	45.00
1.2	运行成本				57
	运行费	年	3.8	150000	57
2	混凝土拌和废水处理				88.50
2.1	建筑工程				55.30
2.1.1	沉淀池				24.64
	土石方开挖	m^3	213	13.67	0.29
	土石方填筑	m^3	54.2	14.69	0.08
	C15 垫层	m^3	3.6	614.65	0.22
	C20 混凝土	m^3	39.24	621.66	2.44
	水泥砂浆厚 2cm	m^2	468.6	343	16.07
	钢筋	t	7.06	7851.13	5.54
2.1.2	清水池				30.66
	土石方开挖	m^3	219.6	13.67	0.30
	土石方填筑	m^3	58.2	14.69	0.09
	C15 垫层	m^3	4.2	614.65	0.26
	C20 混凝土	m^3	43.88	621.66	2.73
	水泥砂浆厚 2cm	m^2	614.6	343	21.08
	钢筋	t	7.8984	7851.13	6.20
2.2	仪器设备及安装工程				28.26
	清水泵	台	9	2300	2.07
	DN150 钢管	m	270	270	7.29
	De250 塑料管	m	450	260	11.7
	设备安装及调试费	项	9	8000	7.2
2.3	运行成本				4.94
	运行费	年	3.8	13000	4.94
3	施工辅企废水处理				31.56
3.1	建筑工程				10.63
3.1.1	隔油沉淀池	座			3.43
	土石方开挖	m^3	73.5	13.67	0.10
	土石方填筑	m^3	53.5	14.69	0.08
	C15 垫层	m^3	1.4	614.65	0.09
	C20 混凝土	m^3	20	621.66	1.24
	水泥砂浆厚 2cm	m^2	56	343	1.92
3.1.2	清水池	座			7.20
	土石方开挖	m^3	140	13.67	0.19
	土石方填筑	m^3	68.2	14.69	0.10
	C15 垫层	m^3	29.92	614.65	1.84

	C20 混凝土	m^3	23.8	621.66	1.48
	水泥砂浆厚 2cm	m^2	104.8	343	3.59
3.2	仪器设备及安装工程				15.23
	焦炭过滤器	台	2	2300	0.46
	加压泵	台	4	1600	0.64
	De100 塑料管	m	120	60.48	0.73
	De250 塑料管	m	400	260	10.4
	设备安装及调试费	项	3	10000	3
3.3	运行成本				5.7
	运行费	年	3.8	15000	5.7

表 9.1.7-3 水环境保护工程投资概算表（生活污水）

单位：万元

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合价(万元)
生活污水处理					364.28
1	枢纽区营地生活污水				227.36
1.1	建筑工程				163.56
1.1.1	调节池	座			12.35
	土石方开挖	m^3	135	13.67	0.18
	土石方填筑	m^3	91.6	14.69	0.13
	C10 垫层	m^3	2.7	614.65	0.17
	C25 混凝土	m^3	20	621.66	1.24
	水泥砂浆厚 2cm	m^2	65	343	2.23
	钢筋	t	11	7851.13	8.64
1.1.2	清水池	座			12.35
	土石方开挖	m^3	135	13.67	0.18
	土石方填筑	m^3	91.6	14.69	0.13
	C10 垫层	m^3	2.7	614.65	0.17
	C25 混凝土	m^3	20	621.66	1.24
	水泥砂浆厚 2cm	m^2	65	343	2.23
1.1.3	钢筋	t	11	7851.13	8.64
	回用水池	座			37.84
	土石方开挖	m^3	540	13.67	0.74
	土石方填筑	m^3	296.4	14.69	0.44
1.1.4	C10 垫层	m^3	9.5	614.65	0.58
	C25 混凝土	m^3	53.34	621.66	3.32
1.2	水泥砂浆厚 2cm	m^2	283.76	343	9.73
	钢筋	t	29.337	7851.13	23.03
	一体化设备开挖	座			65.02
1.3	土石方开挖	m^3	1722	13.67	2.35

	C25 混凝土	m^3	281.4	621.66	17.49
2	C10 垫层	m^2	735	614.65	45.18
2.1	构筑物				36.00
2.1.1	房屋	m^2	300	1200	36.00
	设备及安装工程				38.20
	WSZ-10 污水处理设备	套	1	352000	35.20
	设备安装及调试费	项	1	30000	3.00
	运行成本				24.70
	运行费用	年	3.8	65000	24.70
	厂房区营地生活污水				136.02
2.1.2	建筑工程				88.62
	调节池	座			14.65
	土石方开挖	m^3	189	13.67	0.26
	土石方填筑	m^3	108	14.69	0.16
	C10 垫层	m^3	2.8	614.65	0.17
	C25 混凝土	m^3	21	621.66	1.31
2.1.3	水泥砂浆厚 2cm	m^2	97.2	343	3.33
	钢筋	t	12	7851.13	9.42
	清水池	座			14.65
	土石方开挖	m^3	189	13.67	0.26
2.1.4	土石方填筑	m^3	108	14.69	0.16
	C10 垫层	m^3	2.8	614.65	0.17
2.2	C25 混凝土	m^3	21	621.66	1.31
	水泥砂浆厚 2cm	m^2	97.2	343	3.33
	钢筋	t	12	7851.13	9.42
2.3	回用水池	座			37.84
	土石方开挖	m^3	540	13.67	0.74
3	土石方填筑	m^3	296.4	14.69	0.44

表 9.1.7-4 大气环境保护工程投资概算表

单位：万元

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合价(万元)
大气环境保护工程					40.08
1.1	洒水降尘设施				15.00
	洒水车	辆	2	75000.00	15.00
1.2	运行费				25.08
	运行费	年	3.8	66000.00	25.08

表 9.1.7-5 声环境保护工程投资概算表

单位：万元

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合价(万元)
声环境保护工程					25.00
	交通警示牌	个	15	400.00	0.60
	施工临时措施	年	3.8	--	24.40

表 9.1.7-6 生活垃圾处理工程投资概算表

单位：万元

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合价(万元)
生活垃圾处理工程					76.00
1	垃圾外运及处理费用	年	5.3		60.52
2	垃圾收集系统				15.48
2.1	垃圾箱	个	15	200.00	0.30
2.2	垃圾台	个	6	300.00	0.18
2.3	垃圾压缩车	辆	1	150000.00	15.00

表 9.1.7-7 水生生态保护工程投资概算表

单位：万元

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合价(万元)
水生生态保护工程					9820.56
1	保护宣传	年	3.8	--	28.00
2	施工期鱼类救护	项	1		20.00
3	鱼道系统				5819.56
3.1	鱼道土建费用		4817.56		
3.2	金属结构及设备		967.00		
3.2	观测系统				35.00
	水下摄影机	台	4	10000	4.00
	网络摄像机	台	5	8800	4.40
	计数器	台	2	1500	0.30
	声呐鱼探仪	台	2	1500	0.30
	计算机系统及其软件	套	1	260000	26.00
4	栖息地保护				1000.00
	栖息地保护宣传牌、警示牌等	项	1	200000	20.00
	保护站的建立	项	1	1000000	100.00
	栖息地修复工程	项			880.00
5	增殖放流站				1200.00
	新建鱼类增殖放流站		投资分摊		1200.00
6	渔政管理费用	年次	3.8	200000	76.00
7	科研项目				351.00
	鱼类资源及生态适应性研究	年次	2	80000	16.00
	鱼类增殖及效果研究	年次	3	100000	30.00
	过鱼效果评价及相关技术研究	年次	3	250000	75.00

	集诱鱼水流状态数值模拟、物理模型试验	次	1	2300000	230.00

表 9.1.7-8 陆生生态保护工程投资概算表

单位：万元

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合价(万元)
陆生生态保护工程					1326.00
1	保护宣传	年	3.8	--	30.00
2	清库时野生动物拯救	期	1	--	30.00
3	蓄水前野生动物轰赶	期	1	--	20.00
4	大径阶密叶杨和天山桦保护费	项	1		1246.00

表 9.1.7-9　人群健康保护工程投资概算表

单位：万元

序号	项目	单位	数量	单价（元）	合价（万元）
人群健康保护工程					7.00
1	饮用水消毒	kg	1200	4.9	0.59
2	灭蚊	kg	150	125	1.875
3	灭鼠	kg	200	37	0.74
4	卫生防疫	年	3.8	10000	3.8

表 9.1.7-10　环境监测工程投资概算表

单位：万元

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合价(万元)
环境监测工程					85.02
1	水环境监测				20.14
1.1	地表水监测	年	3.8	8000.00	3.04
1.2	饮用水	年	3.8	10000.00	3.80
1.3	施工废水监测	年	3.8	15000.00	5.70
1.4	生活污水监测	年	3.8	20000.00	7.60
2	环境空气监测	年	3.8	21000.00	7.98
3	声环境监测	年	3.8	10000.00	3.80
4	陆生生态调查及监测				16.50
4.1	植被和植物监测	年	3	20000.00	6.00
4.2	陆生动物监测	年	3	10000.00	3.00
4.3	陆生生态恢复措施效果监测	年	3	25000.00	7.50
5	水生生态调查及监测				36.60
5.1	水生生物监测	年	3	30000.00	9.00
5.2	鱼类种群动态监测	年	3	50000.00	15.00
5.3	鱼类产卵场监测	年	3	42000.00	12.60

表 9.1.7-11　移民安置区环境保护投资概算表

单位：万元

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合价(万元)
移民安置区环境保护投资					5.00
1	生态环境保护				3.00
	宣传教育	项	1	30000	3.00
2	专项工程	项	1	20000	2.00

表 9.1.7-12　独立费用概算表

单位：万元

序号	项目	单位	数量	单价（万元）	合价（万元）
Ⅲ	独立费用				1445.23
1	建设项目管理费				795.23
1.1	工程建设管理费	%	2		111.56
1.2	工程监理费				120.00
1.3	技术咨询服务费				217.89
1.3.1	环评报告编制费	按计价格[2002]125 号文及专题设置计取			190.00
1.3.5	其他技术咨询费	%	0.5		27.89
1.4	技术经济评审费	%	0.5		27.89
1.5	项目验收费				317.89
1.5.1	三通一平”的工程环境保护专项验收				50.00
1.5.2	蓄水前环境保护专项验收				80.00
1.5.3	工程竣工环境保护专项验收				160.00
1.5.4	其他环保相关的验收费	%	0.5		27.89
2	勘测设计费				650.00
2.1	环境保护总体设计费				180.00
2.2	鱼道设计费				320.00
2.4	增殖站设计费（分摊）				150.00

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境保护投资分年度计划，结果见表 9.1.7-13。

表 11.8.9-13　霍尔古吐水电站工程环境保护工程分年度投资表

单位：万元

序号	工程项目	投资（万元）	建设工期					
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年
第Ⅰ部分枢纽建筑物费用		10933.53	725.78	2009.76	2311.4	2845.35	2513.03	528.2
一	水环境保护工程	879.86	50.00	549.86	180.00	50.00	25.00	25.00
二	大气环境保护工程	40.08	10.00	5.00	13.00	6.60	3.48	2.00
三	声环境保护工程	25.00	4.00	5.00	5.00	5.00	3.00	3.00
四	生活垃圾处理工程	76.00	15.00	10.00	15.00	15.00	12.00	9.00
五	生态环境措施	9820.56	620.56	1430	2080	2750	2460	480
六	人群健康保护	7.00	0.70	1.40	1.40	1.75	1.05	0.70
七	环境监测	85.02	25.52	8.50	17.00	17.00	8.50	8.50
第Ⅱ部分建设征地及移民安置		5.00	0.40	0.20	0.80	2.00	0.80	0.80
一	生态环境措施	3.00	0.40	0.20	0.80	1.20	0.20	0.20
二	专项环保	2				0.80	0.60	0.60
Ⅰ、Ⅱ部分小计		10938.53	726.18	2009.96	2312.2	2847.35	2513.83	529.00
第Ⅲ部分独立费用		1445.23	225.00	322.50	527.73	145.00	112.50	112.50
一	项目建设管理费	795.23	160.00	160.00	235.23	80.00	80.00	80.00
二	科研勘测设计费	650.00	65.00	162.50	292.50	65.00	32.50	32.50
Ⅰ至Ⅲ部分合计		12383.53	951.18	2332.46	2839.93	2992.35	2626.33	641.50
基本预备费		743.01	82.22	82.22	123.33	61.67	41.11	20.56
环境保护工程投资（静态）		13126.54	1099.64	2481.10	3062.80	3103.80	2700.60	678.60

9.2 环境影响经济损益分析

9.2.1 主要效益分析

霍尔古吐水电站建设运行将有利于改善新疆电网能源布局、优化能源结构、提高电网调峰能力和供电质量，促进能源产业结构的持续发展和生态环境的逐步改善。

9.2.1.1 经济效益分析

霍尔古吐水电站装机容量 426.50MW，多年平均年发电量为 16.20 亿 kW•h。按新疆电网的水电上网平均电价计算，电站建成后，每年可新增售电收入 3.68 亿元，将给当地带来大量的财政税收，为相关产业提供能源支持。随着霍尔古吐水电站工程的建设，工程资金的投入等，将为区域经济发展创造良好的机遇，经济效益显著，兴建该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满足。采用市场调查法，以施工人员每人每月平均消费 500 元计，施工期间平均每年使当地消费额增加 1200 万元以上，建设期合计逾 7200 万元。消费需求的猛增，将促进当地农业、餐饮业和其他服务业的发展，利于地方农业产业结构调整和第三产业的快速发展。

9.2.1.2 环境效益

（1）水电带来的环境效益

水电为清洁能源，工程建成后每年可获得清洁能源 16.20 亿 kW•h，为系统节约煤耗 57.07 万 t，每年可减少 CO_2 排放量约 171.27t，可减少烟尘排放量、CO、SO_2、NO_X 和其他有害物质排放量，减轻了大气污染。

（2）生态效益

水电为清洁能源，工程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；工程珍稀保护植物移植措施为自治区级保护植物的人工种植技术的研究和发展提供良好的条件；工程通过鱼类增殖措施为开都河特有鱼类的人工繁殖技术的研究和发展提供良好的条件，建设鱼道保持了开都河中游河段上下游之间的连通性，使土著鱼类的洄游产卵繁殖和交流成为可能；本工程环保措施实施后，工程建设可能造成的新增水土流失可以得到控制；水库可能会使局部小环境变得湿润，使旱生河谷草丛植被类型向半湿润的植被类型演化。该部分的环境效益难

以货币化，暂不计列。

9.2.1.3 社会效益

随着霍尔古吐水电站的建设，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，暂不计列。

建成运行后，可优化以火电为主的当地电网，提高区域电网供电质量，特别是冬季电网质量，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。

9.2.2 环境损失分析

根据环境经济学理论，如果建设项目引起环境质量下降，则恢复环境质量或生产性资产所花费的费用可作为环境效益损失的最低估价。本工程以减免工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程影响损失大小的尺度，计算其损失值。

根据霍尔古吐水电站工程及工程区域环境特点，为减免、恢复或补偿不利环境影响所采取的环境保护措施主要包括以下内容：施工生产废水及生活污水处理、大气污染控制措施、固体废弃物处理、噪声及粉尘控制；移民安置环境保护；建设期环境监测、环境管理及环境监理；生态建设与水土保持；鱼类资源保护以及人群健康保护等，在进行技术经济分析或多方案比选基础上，提出了各项措施推荐方案及相应费用概算，工程环境保护措施总费用 13126.54 万元万元，建设征地移民与移民安置补偿费 4958.35 万元，作为本工程可货币化的环境损失。

9.2.3 环境影响损益分析

根据以上分析，霍尔古吐水电站工程具有较好的经济、社会效益，为减免不利环境影响所采取的环保措施总费用为 13126.54 万元，建设征地移民与移民安置补偿费 4958.35 万元，在各项环保措施得到落实的情况下，其费用产生的环境效果较为明显，可较大程度地减免因工程产生的环境损失，避免因环境损失而造成潜在的经济损失。

10 评价结论

10.1 工程概况

开都河为一内陆河流，发源于天山南麓中部的依连哈比尔尕山。地理坐标为东经 82°58′～87°00′、北纬 41°50′～43°21′。流域地势由西北向东南倾斜，流经巴音郭楞蒙古自治州（以下简称巴州）的和静县、和硕县、焉耆县、博湖县四县，最终注入博斯腾湖。流域面积 2.26 万 km^2，河长 525km，天然落差 1867m，多年平均年径流量 34.88 亿 m^3，多年平均流量为 110.5m^3/s。水能资源理论蕴藏量为 1423MW，是全疆的六大水电基地之一。

开都河流域由山间盆地和分隔盆地的高山组成，所处中天山南坡，自河源到骆驼脖子的小、大尤尔都斯山间盆地为上游，中游为水流湍急、落差较大的峡谷段，峡谷段出口到博斯腾湖入口下游水流逐渐平缓，为焉耆平原盆地。此次规划的开都河中游河段大致分为三个地貌单元：侵蚀堆积的高山盆地地貌；强侵蚀切割的峡谷地貌；侵蚀堆积的盆地河谷地貌。

区内主要发育 NWW 向的区域断裂，区域性断裂中晚更新世有过活动的主要有洪水沟断裂、夏尔木特断裂，可肯达坂断裂、霍拉山北缘断裂和松树达坂断裂等，它们均呈 NWW 向展布，且距规划各梯级电站位置仅 0.4km～13km 左右，但在工程区内活动性不明显。上述几条断裂有可能成为未来的发震断裂且均具有发生 6.5 级地震的潜在能力，是工程区地震安全性评价应重点考虑的断裂，也将是影响各梯级坝址区域稳定的几条主要断裂，区域构造稳定条件较差。

开都河为内陆河流，径流补给主要来源既有高山冰川和永久积雪的补给，又有中低山季节性积雪和夏季雨水的补给。据大山口水文站近 50 多年实测资料统计，开都河多年平均年径流量为 34.88 亿 m^3，多年平均流量为 110.5m^3/s。开都河流域地处欧亚大陆腹地，中天山南麓，远离海洋，属大陆性北温带气候。北部山区气候温凉，热量不足，空气湿度相对较大，降水相对充沛，无霜期较短；南部平原热量丰富，无霜期长，光照充足，降水稀少，空气干燥。开都河流域降水量在时间上也分布不均，降水主要集中在 6～8 月份，该时段降水量占年降水量的 60%以上，其次为 3～5 月，冬季降水很少，11 月～翌年 2 月仅占年降水量的 4.7%。开都河流域的蒸发量（水面）下游大，上、中游小，平原区大，山区小。上游区为 600mm～

700mm，中游区为 900mm，下游区则在 1200mm 以上。4～9 月份占年蒸发量的 80％，蒸发量的年内季节变化较小。

霍尔古吐水电站工程位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州和静县境内，开都河中游河段水电规划“两库七级”开发方案中的第三级电站。坝址位于霍尔古吐沟上游 6.1km 处，坝址距上游规划的哈尔嘎廷郭勒水电站河道距离约 4.0km，厂址位于霍尔古吐沟下游约 15.9km，距下游已建的察汗乌苏水电站坝址河道距离约 37km，目前通过察汗乌苏连接的对外道路已经修建，对外交通条件较好。

霍尔古吐水电站为引水式电站，工程主要任务是在满足下游生态需求的前提下发电。水库正常蓄水位为 2070.0m，校核洪水位为 2071.0m，设计洪水位为 2070.0m，死水位为 2064.0m，正常蓄水位以下水库库容 413 万 m^3，调节库容 224.8 万 m^3；最大坝高 31.5m，总装机容量 426.5MW（3×140MW（主机）+2×3.25 MW（生态小机）），多年平均年发电量 16.20kW ħ，装机年利用小时数 3766 h（生态电站 5885h）。

本工程为二等大（2）型工程，挡水、泄水、引水及发电等永久建筑物为 2 级建筑物，消能建筑物、下游防护等次要建筑物均按 3 级建筑物设计。枢纽主要建筑物由首部枢纽、左岸发电引水隧洞、调压井、地面发电厂房组成。首部枢纽主要由电站进水口、左岸生态小机、1 孔冲沙闸、3 孔泄洪闸、右岸土工膜防渗砂砾石坝、鱼道组成。首部枢纽拦河建筑物轴线（坝轴线）全长 261.66m，最大坝高 28.4m。引水隧洞由压力引水道、调压井及压力管道组成，全长 18035.27m。采用左岸岸边地面厂房，厂房尺寸为 61m×27.5m×52.5m(长×宽×高)。

霍尔古吐水电站建设征地涉及和静县巴音乌鲁镇、德尔毕力金牧场和包尔额尔宾牧场，共计 1 县 1 镇 2 牧场。

经初步调查统计，霍尔古吐水电站建设征地范围内主要涉及林地、草地及其他土地等，不涉及人口和房屋。工程涉及征（占）用各类土地总面积 4417.35 亩，其中水域面积 370.47 亩，陆地面积 4046.88 亩。水库淹没影响区涉及总面积 722.86 亩，其中水域面积 223.71 亩，陆地面积 499.15 亩（林地 128.26 亩、草地 365.38 亩、交通运输用地 5.51 亩）；枢纽工程建设区涉及总面积 3694.49 亩，其中水域面积 146.75 亩，陆地面积 3547.74 亩（林地 519.52 亩、草地 3017.48 亩、交通运输用地 0.99 亩、其土地 9.75 亩）。专业项目涉及人行道 4.33km；不涉及文物古迹；未

压覆已查明的重要矿产资源。

本工程施工总工期 45 个月，其中施工准备期 5 个月，主体工程施工期 34 个月，完建期 6 个月。第一台机组投运工期 39 个月。工程总投资 355390.15 万元，静态总投资 312015.65 万元，单位千瓦投资 7315.72 元，年发电量 16.20 亿 kW h，年利用小时 3764h。

10.2 工程合理性分析

（1）霍尔古吐水电站属于《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 修订）的鼓励类项目，符合国家相关能源政策的要求，符合中央支持新疆工作等有关政策。与地方国民经济和社会发展规划。

（2）霍尔古吐水电站工程布置不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园以及饮用水水源保护区等环境敏感对象。由于自治区生态保护红线划定工作尚在进一步优化调整，生态红线相关成果尚未正式发布，工程布置与生态保护红线的位置关系以最终批复的生态保护红线为准。工程开发满足河段环境质量底线要求，符合河段水能资源开发利用上线要求。工程建设属于我国目前电力行业中鼓励类产业，不在负面清单内。

（3）在切实做好生态环境保护，并落实本报告提出的各项环保措施的情况下，霍尔古吐水电站工程建设基本满足《全国主体功能区规划》、《新疆维吾尔自治区主体功能区规划》、《全国生态功能区划》（修编版）、《新疆生态功能区划》以及《环境保护规划》该区域的发展定位，综合考虑陆生生态、水生生态和生态流量下泄措施并保障实施后，可基本满足功能区环境管理的要求。

（4）工程的建设及其开发任务总体符合《新疆开度河中游河段水电规划报告（修编）》以及《新疆开度河中游河段水电规划（修编）环境影响报告书》要求。

（5）霍尔古吐水电站在规划、设计各阶段，对坝址、坝型、正常蓄水位、枢纽布置、施工布置等均做了多方案优化和比选，充分考虑了环境影响。推荐的方案工程选址、布局、规模等方面没有较大的环境敏感点和关注区，最大程度避让了库区左右岸 2 片集中的天山桦、大径阶密叶杨林，总体上无重大制约性环境敏感因素，工程建设环境合理可行。

10.3 环境现状调查评价

开都河流域地理特征分山间盆地区，峡谷区和平原农业区。自河源到骆驼脖子

为山间盆地区，由骆驼脖子至大山口为中游峡谷段，自大山口至博湖为下游河段，水流逐渐平缓，为平原盆地。霍尔古吐水电站地处中游峡谷段地貌带。

库区属侵蚀高山峡谷地形及河谷地貌，两岸山顶高程 3000m～3900m，相对高差 925m～1840m，左岸较小，右岸较大。两岸岸坡较陡，平均坡度一般大于 40°，局部近直立。岸坡多裸露或有稀疏的植被覆盖，河谷部位有较为茂密的植被发育，两岸洪积平台、Ⅰ级～Ⅱ级阶地较发育，地形平坦，多有草皮等植被覆盖，较高高程部位局部残留Ⅲ级～Ⅴ级阶地，阶地前缘一般形成较陡岸坡，阶地顶部较为平缓，宽度一般不大。

开都河流域地处欧亚大陆腹地，中天山南麓，远离海洋，属大陆性北温带气候。据和静县和大山口气象园资料统计，多年平均气温 8.7℃，多年绝对最高气温 38.5℃，多年绝对最低气温-30.0℃；多年平均降雨量 111.1mm；多年平均蒸发量 1702.5mm；多年平均相对湿度 53%；多年平均风速 1.6m/s，最大风速 32m/s；最大积雪深度 16cm，最大冻土深度 142cm。

区域内两岸冲沟不太发育，且多无常流水。地下水水量不丰，多埋藏较深，按其赋存类型有第四系孔隙潜性水和基岩裂隙性潜水。坝轴线上游约 530m 处左岸基岩坡脚有一处泉水出露，为下降泉，泉点高程 2066.6m，高出河水位约 6m，流量约 10L/min～15L/min，为基岩裂隙性潜水出水点。地下水的补给主要来自两岸地下水、大气降水补给，排泄于开都河。

评价区属于泛北极植物区—欧亚森林植物亚区—天山地区，该地区为暖湿植物区系向干旱植物区系演替的区域，植物区系成分复杂，垂直分布明显。评价区有维管束植物 29 科 75 属 118 种，无国家级重点保护植物分布，自治区级重点保护野生植物 4 种，分别为自治区Ⅰ级重点保护野生植物天山桦、中麻黄，自治区Ⅱ级重点保护野生植物宽刺蔷薇、欧亚圆柏。据两次调查发现，天山桦、中麻黄、宽刺蔷薇为评价区内荒漠植被的优势种类，在库区、坝址区、施工营地、河滩地等有零星分布；欧亚圆柏常生长于河谷阴坡面，本次现场调查未发现。另外，开都河沿岸台地上和河道沿岸零星分布有胸径较大的密叶杨。

评价区动物区划属于古北界-中亚亚界-蒙新区（III）-天山山地亚区（IIIC）-天山山地省-山地森林、草原动物群。评价范围内陆生脊椎动物共有 22 目 50 科 123 种，其中国家Ⅰ级保护动物 5 种，分别为白尾海雕、玉带海雕、草原雕、秃鹫、雪

豹；国家Ⅱ级保护动物 23 种；自治区Ⅰ级保护动物 3 种，自治区Ⅱ级保护动物 4 种。国家级自治区保护动物主要为猛禽和大型兽类，猛禽和大型兽类主要分布在评价区范围内开都河两岸山上或支流。调查发现库尾以上河段野猪出没痕迹，下游厂房平台林区内有极少数鹅喉羚生活。

开都河流域中游河段共有浮游植物 6 门 80 种属，浮游动物 4 门 58 种属，底栖动物 2 门 19 科。工程影响河段（含坝址）浮游动植物密度及生物量与下游的察汗乌苏、柳树沟和大山口等已建水库相比偏低，工程所在河段饵料生物数量相对较丰富。开度河中游河段分布有 4 种土著鱼类，分别新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼（尖嘴鱼）、长身高原鳅（粒唇黑斑高原鳅）和叶尔羌高原鳅。其中，新疆裸重唇鱼是自治区Ⅰ级重点保护鱼类，塔里木裂腹鱼（尖嘴鱼）和叶尔羌高原鳅为自治区Ⅱ级重点保护鱼类，长身高原鳅是塔里木河流域的特有种。

本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园以及饮用水源保护区等环境敏感区域，不存在法律限制性因素。

评价河段除 COD_{cr}、总氮等外，其他指标均满足水环境功能区划中《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅰ类标准，地下水水质均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类水质标准，环境空气质量满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。土壤中污染物含量均低于《土壤环境质量建筑用地土壤污染风险管控标准》（GB360002018）中第二类用地筛选值，部分区域土壤存在盐化现象，主要是由于当地干旱气候，蒸发量大的天然因素导致。

霍尔古吐水电站占地主要涉及新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州和静县。和静县总人口 26 万余人，有蒙、汉、维、回等 29 个民族，其中少数民族占 48.3%。和静县城镇居民饮水条件较好，人群健康水平较高，但处于海拔较高山区的农牧民由于气候条件较差，多荤少蔬果等饮食习惯导致高血压患者较多。开都河上中游山区居民疾病主要为自然疫源性疾病，未发现与水资源工程有关的病原发生，亦没有由水环境孳生和传播的介水传染病和虫媒传染病。

项目所在区内存在的环境问题主要有：区域以农牧业经济为主，电力资源缺乏，社会经济发展相对落后，人均收入低；开都河中游河段由于地处峡谷，河流坡降大，受局地暴雨洪水的影响，中游河段自阿仁萨很托亥以下是开都河中游河段的主要

产沙区，局部水土流失危害大；开都河中游下游河段大山口、柳树沟、察汗乌苏水电站、开都河第一分水、第三分水枢纽等拦河性工程已对开都河水生生境造成阻隔，并形成部分减水河段，使得开都河中游与下游，下游与博斯腾湖的鱼类通道受阻，河流流水性鱼类的生存空间减少，鱼类种群资源量下降。

10.4 环境影响预测评价

10.4.1 水文情势影响评价

10.4.1.1 施工期水文情势影响

（1）截留期水文情势变化分析

霍尔古吐水电站截流时段选在第二年 10 月上旬，避开了鱼类产卵期等敏感时段。截流时河水由围堰龙口和泄洪闸共同下泄，龙口流量由截流开始时的 109m³/s 逐渐减少为 0m³/s，而泄洪闸由截流开始时的 0m³/s 逐渐增大为 109m³/s，整个截流期坝下河道流量一直保持 109m³/s，对下游河段水文情势无影响。

（2）初期蓄水水文情势变化分析

霍尔古吐水电站是以发电为主的低坝引水式电站，水库正常蓄水位 2070m 相应库容 413 万 m^3，由于水库库容较小，按一次蓄水至正常蓄水位 2070m。

根据施工总进度计划安排，第 4 年 6 月初，永久泄洪闸下闸蓄水。下闸蓄水前，坝前水位位于 2053.77m，此时单孔冲沙闸全开下泄流量约为 150m^3/s，使用冲沙闸弧门进行局开控制（30cm 开度，泄量大于 30.9m^3/s）向下游供水可以满足下泄生态流量的要求。按 6 月来水频率 75%、50%蓄水流量计算，霍尔古吐水库蓄水到正常蓄水位 2070m 分别需要约 10.9h、8.3h。

总体上看，初期蓄水期间，坝下河段下泄流量较天然状况明显减少，坝下河段水位、流速都将发生明显变化，但该时期下游河段生态流量可以得到保证，不会出现脱水河段。因此，初期蓄水对水文情势影响较为明显，但是初期蓄水历时较短，而且保证了下游河段的生态流量，总体影响较小。

10.4.1.2 运行期水文情势影响

（1）库区水文情势影响

霍尔古吐水电站正常蓄水位为 2070m，蓄水后相应水库面积 38.4hm^2，回水长度 3.3km，坝前水深抬高约 24m。建库后水域面积、体积、水深、水面宽度均较天然情况下有明显增大，平均流速则由 2.8m/s 降低为 0.2m/s，库区河段

由急流型变为缓流型。水库内的流速分布从库尾至坝前逐渐减小。

（2）减水河段水文情势影响

根据平水年和枯水年的 1 月、5 月和 7 月的典型日运行过程，霍尔古吐水电站运行后，与天然情况相比，坝址下游减水河段 8 个断面流量、流速、水面宽及最大水深都有所减小，水文情势变化较为明显。其中，平水年 7 月典型日下降最为显著，断面平均流速最大下降约 1.8m/s，断面水面宽最大减少了 69.1m，断面最大水深下降约 2.0m。

（3）厂房尾水河段水文情势影响

根据平水年和枯水年的 1 月、5 月和 7 月的典型日运行过程，霍尔古吐水电站运行后，与天然情况相比，厂房下游两个典型断面流量、流速、水面宽及平均水深日内变化较为明显。

霍尔古吐水电站运行时，枯水年 1 月 KCF2 断面流量相比天然情况最大涨幅为 115.9m^3/s，最大降幅为 24.4m^3/s；断面平均流速最大涨幅为 0.9m/s，最大降幅为 0.9m/s；水面宽最大涨幅是 20.4m，最大降幅为 6.5m；最大水深最大涨幅为 0.9m，最大降幅为 0.7m。

霍尔古吐水电站运行时，枯水年 1 月 KCF2 断面流量小时间最大涨幅为 140.3m^3/s,小时间最大降幅为 107.1m^3/s；断面平均流速小时间最大涨幅为 1.8m/s，小时间最大降幅为 0.9m/s；水面宽小时间最大涨幅是 26.9m，小时间最大降幅为 18.2m；最大水深小时间最大涨幅为 1.8m，最大降幅为 1.0m。

10.4.1.3 减水河段生态用水分析

根据 Tennant 法、湿周法、R2-Cross 法以及生态水力学等方法计算减水水生生态用水需求，结合坝址下游减水河段河谷林草的植被需水分析，并考虑最新环保要求，最终推荐多水期（4 月～9 月）下泄生态流量不少于 30.9m^3/s，少水期（10 月～3 月）下泄生态流量不少于 10.3m^3/s。当少水期上游来水量小于拟定的最小下泄流量时，按天然来水量下泄。

10.4.1.4 对下游河段用水对象影响

经现场调查，霍尔古吐水电站坝址～厂房区间长约 22.0km 的减水河段无村庄和耕地分布，沿线零星分布的牧民生活供水取自开都河支流或山间泉水，干流无取用水设施，当地对开都河干流无用水要求。因此，按要求下泄生态流量后，电站引

水发电后坝址～厂址区间减水对当地供水不会产生影响。

厂址以下为峡谷区域，干流沿线无取用水设施，而且下游已建察汗乌苏不完全年调节水库，因此，电站日调节水位波动不会对当地取用水产生影响。

10.4.2 水环境影响评价

（1）新疆开都河中游河段水质按Ⅰ类标准控制，不得新建排污口。施工期正常情况下，霍尔古吐水电站生产、生活污废水回用不外排，不会对水环境产生影响。

（2）当砂石料冲洗废水处理系统事故情况下排放可能会对开都河水体水质造成影响。经预测，在砂石料冲洗废水事故排放的情况下，其对开都河局部水域影响较大，形成较明显的污染带；事故排放条件下，生活污水污染带有所增加，但由于两个施工营地污水排放量很小，且污染物背景浓度不高，其影响程度有限，不会改变水质类别。

（3）经类比分析后，水库建成后，库区不会出现水质富营养化。工程运行对坝址下游河道水质没有影响。

（4）霍尔古吐水电站水库水温结构为完全混合型，库水交换频繁，运行时对下游水温无影响，下游河道的水温过程与天然情况基本一致。

10.4.3 陆生生态影响评价

（1）对植被、植物和景观体系的影响

本工程永久占用山地针叶林 3.01hm^2、落叶阔叶林地 20.92m^2、落叶阔叶灌丛 3.83hm^2、草原 63.18hm^2，这些群落的组成植物主要为天山中低山区常见植物种。由于永久占地植被类型在评价区及以外的天山南北坡分布广泛，不会导致物种和植被类型的灭绝和消失，对植被的影响属于可以接受的程度。

植被生物量将减少 6585.88t，占评价区生物量总数的 1.17%。其中，有林地生物量损失为 5622.8t，占损失生物量的 85.38%；灌木林地损失生物量 268.1t，占损失生物量的 4.07%，牧草地损失生物量 694.98t，占损失生物量的 10.55%。工程建设建设对评价区生物量的损失是可以承受的。

工程实施后优势度较高的草地、落叶阔叶林、水域优势度值排序没有发生变化，评价区景观要素的基本构成没有发生根本改变，以草地为主的森林在评价区的景观结构主导地位没有发生本质变化。

工程实施后评价空间异质性程度仍然高，评价区域的生态环境良好，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。

工程建设会对占地区分布的自治区Ⅰ级保护植物天山桦、中麻黄，自治区Ⅱ级保护植物欧亚圆柏、宽刺蔷薇个体造成损失，开都河两岸均有分布，不仅限于评价范围内，工程建设不会使得保护物种灭绝或消失。

（2）对陆生动物的影响

本工程施工期对动物的直接影响局限于首部枢纽、厂房、引水隧洞等施工区域附近。评价区交通不便，区内人口密度很小，当地居民对野生动物的干扰很小。施工区域位于开都河两岸山地中，主要分布有喜灌丛生境的小型半地下生活型兽类，（如啮齿类）和森林鸟类（如鸣禽、陆禽等）；评价区也有大型兽类分布，但其主要活动区在开都河两岸海拔较高的山顶上，植被覆盖度较高的区域中；由于评价区内海拔较高，气温较低，且水域较少，因此分布于其中的两栖爬行动物种类和数量均不多。

水库蓄水之后将淹没 38.40hm^2 的土地，使部分动物的生境被淹没，根据现场调查，受淹没影响的植被均为评价区广泛分布的植被类型，淹没区的动物在周围可以顺利找到替代生境，因此水库淹没对于动物生境破坏的影响较小。

评价区范围内陆生脊椎动物中，国家Ⅰ级保护动物 5 种，分别为白尾海雕、玉带海雕、草原雕、秃鹫、雪豹；国家Ⅱ级保护动物 23 种；自治区Ⅰ级保护动物 3 种，自治区Ⅱ级保护动物 4 种。根据现场调查发现，厂址区变电站附近平台发现有大型兽类鹅喉羚，变电站及厂房施工将会影响到鹅喉羚的正常生活，由于下游及其支流适宜鹅喉羚生活的区域较多，在施工方合理配合下可以协助鹅喉羚的正常迁移，对其影响一般。库尾以上河段发现野猪生活痕迹，库尾上游可能存在野猪活动，因其距离施工区较远，且野猪警惕性较强，故施工过程中施工活动可能会产生干扰驱赶其向上游或支流相似生境迁移，但对其影响不大。

总体而言，项目区动物均为常见的物种，其有较强的运动能力，该物种分布广泛。重点保护动物大多在评价区周边的山林等地分布，评价区范围内偶有出现。电站建设和运营将缩小珍稀动物适宜生境，原受淹范围内的野生动物将将上移至蓄水位以上地带，寻找新的适宜的生存环境。由于在评价区的种群密度低，因此生境压缩不会导致珍稀动物在当地数量的明显下降。因此，电站建设和运营对其的影响十分有限。

（3）对下游河段河谷植被的影响

电站引水发电后坝址～厂址处减水河段流量减小，可能影响坝址下游河谷落叶阔叶林、灌木林的用水需求，但通过机组发电和生态放水设施下泄生态流量，保证了减水河段的生态流量，加之下游支流汇入后影响将进一步减轻，减水的影响可得到一定的缓解，基本可保证下游河谷林草植被生长用水需求以及两岸动物的饮水和栖息活动需求，因此，霍尔古吐水电站运行下游减水河段河谷林草植被的影响不明显。

10.4.4 水生生态影响评价

（1）饵料生物

霍尔古吐水电站建成后，对浮游植物群落影响很小，仅在库区，由于营养盐的滞留，浮游植物种类和生物量可能会增加，但受地域和营养盐来源限制，增加幅度有限；坝下受减水河段的影响浮游植物种类和生物量有所减少。

大坝建成后，水深增加，水体流速变缓，营养物质有所滞留，但是由于开都河沿岸外源性营养盐输入有限，从目前浮游动物密度和生物量变化来看，原生动物、轮虫变化不大，枝角类和桡足类可能出现。拦河坝建成后，坝下流量明显减少，流速减小，将有利于浮游动物的生存，因此工程建设总体上对浮游动物的影响有利有弊。

霍尔古吐水电站运行后，尽管减水河段流量下降幅度较大，但下泄生态基流及沿程支流的汇入将使河道水体保持一定流速，预计减水河段底栖动物群落结构较运行前不会发生明显改变，摇蚊科生物种类及数量将有一定幅度增加，底栖动物密度、生物量在现有基础上或将增加。

（2）对鱼类的影响

①电站阻隔影响

大坝建成后，将使霍尔古吐坝址以上开都河干支流与中下游干流隔离，影响河流的纵向连通性，阻隔了霍尔古吐以下开都河中下游河段鱼类向坝上河段上溯生殖洄游的通道，影响坝上鱼类资源补充，同时也影响坝下河段鱼类的产卵繁殖。

②水文情势变化对鱼类的影响

霍尔古吐水电站建成后，库区河段将形成峡谷型水库。原来的激流生境转变为缓流甚至是静水生境，使适应流水生境的鱼类会迁移至库尾及以上河段，而能够适

应静水生境的种类在库区种群规模可能有所增长。

霍尔古吐水电站引水发电后，坝下形成一段长约 22.0km 的减水河段，10 月～次年 3 月按坝址处多年平均流量的 10%下泄生态流量，即 10.3m^3/s；4 月～9 月按坝址处多年平均流量的 30%下泄生态流量，即 30.9m^3/s。霍尔古吐水电站设有坝身生态放水设施，引水后保证了减水河段的生态基流，但引水后流量、水位及流速的减少，流场发生改变，减水河段原适宜于裂腹鱼（尖嘴鱼）和高原鳅的鱼类栖息和产卵的生境条件产生一定影响。

枯水年电站的日调节运行不仅直接影响鱼类的栖息、觅食，而且对底栖动物、着生藻类等的生长不利，从而影响鱼类的饵料来源，但由于开都河干流为典型峡谷型河流，相对于宽谷河流，水位波动后河流生境格局变化不大，对鱼类的影响较小。总体来看，枯水年电站的日调节将导致坝址至厂房段鱼类资源显著下降；在冬季由于水位下降，对鱼类的越冬也会产生较大影响，但由于鱼类可随外界环境进行迁移，水位显著下降和频繁波动，大部分鱼类会顺水而下进入察汗乌苏水电站库区寻找合适的生境。

③对鱼类“三场”的影响

霍尔古吐水电站运行后，对裂腹鱼、高原鳅属鱼类产卵场的影响较小。霍尔古吐水电站运行后，在鱼类产卵繁殖生长期 4 月～9 月按照坝址处多年平均流量的 30%下泄生态流量，可基本满足裂腹鱼、高原鳅类类产卵繁殖生长要求。

水库蓄水将淹没库区的部分喜流水鱼类的零散索饵场，但是淹没范围很小，且并不涉及主要的索饵场。蓄水期间或运行期间，坝下减水河段流量减少较多，枯水期原来的深潭、回水等适宜裂腹鱼类越冬的生境条件明显缩减，会对坝下河段鱼类零散越冬场有一定影响。在保障下泄流量的基础上，加之下游有支流汇入以及察汗乌苏水库，开都河仍有足够的水潭、水湾可供鱼类越冬，影响不大。

10.4.5 施工环境影响评价

（1）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。

（2）工期爆破、砂石料加工、交通运输等产生噪声。由于施工区远离居民点，基本不会对居民点产生不利影响。

（3）工期间大量的施工人员聚集工区，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。

（4）按照水土保持要求堆放在指定的弃渣场、中转料场和任意料堆存场，并采取相关的工程措施和植物措施防止流失。如严格执行水土保持规范要求，工程弃渣不会对环境造成大的影响。

10.4.6 移民安置影响评价

霍尔古吐水电站工程不涉及搬迁安置，生产安置人口至规划水平年仅 2 人，用地数量较少，且剩余草地资源丰富。

由于生产安置不涉及相关的工程建设，不会产生安置区植被破坏、水土流失、污水、垃圾和社会环境等影响；专业项目复建项目采取一次性补偿的处理方案，不会对环境产生影响。因此，移民安置对周边区域环境基本无影响。

10.4.7 施工环境影响评价

（1）社会经济

霍尔古吐水电站的建设将有大量资金投入该地区，将给建筑施工、交通运输、建材等相关行业的发展带来新的机遇，为相关行业经济发展注入新的活力，以此改变当地产业结构单一、工业基础薄弱的状况，对推动少数民族地区经济发展的作用明显。

（2）人群健康

霍尔古吐水电站施工高峰期人数 1800 人，施工人员来自不同地域，人员构成复杂，施工人员之间可能发生疾病的交叉感染。

10.5 环境保护措施

10.5.1 生态流量下泄保障措施

（1）下泄生态流量要求

根据霍尔古吐水电站工程坝址下游河道生态需水分析，本报告提出下泄生态流量下泄为：少水期 10 月～次年 3 月下泄生态流量不少于坝址处多年平均流量的 10%，即 10.3m^3/s；多水期 4 月～9 月下泄生态流量不少于坝址处多年平均流量的 30%，即 30.9m^3/s。当少水期上游来水量小于拟定的最小下泄流量时，按天然来水量下泄。

（2）生态流量下泄方案

霍尔古吐水电站采用分期导流方式，一期导流期间，采取右岸导流明渠过流，不影响下游供水条件，不需要单设生态放水设施。二期导流期间，采用左岸已建成的 1 孔冲沙闸和 3 孔泄洪闸过流，不影响下游供水条件。

下闸蓄水期间，使用冲沙闸弧门进行局开控制下泄生态流量，不影响下游生态供水需求。

电站正常运行期间（包括枯水期停机检修），通过机组运行下泄生态流量。

当生态机组发生故障无法运行等特殊工况时，利用左岸冲沙闸下泄生态流量。

通过以上分析，从施工隧洞导流、初期蓄水到生态电站正常运行及检修、鱼类产卵繁殖全过程均可以满足生态流量下泄要求，下泄设施运用灵活，保障率高。

（3）生态流量监控方案

为了保障蓄水和运行期下泄生态流量，初拟在坝址下游 500m 处附近设生态流量自动监测系统，实时监测生态流量泄放情况。

10.5.2 地表水环境保护措施

（1）施工期保护措施

施工期间废污水禁止排入水体。对砂石料加工系统废水采用砂水分离器和 DH 高效污水净化器进行处理，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；施工辅企产生的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、含油污泥等由具有处置危废资质的单位处置；隧洞开挖废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。

（2）运行期保护措施

根据《水电工程水库库底清理设计规范》（DL/T 5381-2007）的规定，为防止淹没于霍尔古吐水电站水库内的树木、杂物及人畜粪便等对水体污染和对水库安全运行的影响，在霍尔古吐水电站蓄水前必须对库底进行清理。根据现状调查结果，清理对象主要包括常规的粪坑、畜圈、宅基、坟墓、植物等。

为保护库周环境及水库水质，库周及库区上游干、支流建议严禁发展污染企业，严禁设置各类排污口，禁止人畜粪便、垃圾、生活污水直接下河；建设单位应配合地方环保部门做好库区及上游环境污染监督监察。

保护库周植被，涵养水源，不得对库周灌木林地、林地随意砍伐，做好退耕还

林、退牧还草规划。

10.5.3 陆生生态保护措施

1）生态影响的避免和消减措施

施工便道、施工场地等建设时，其施工活动要保证在经批准的设计征地范围内进行，严禁随意开挖，避免增加对山体及植被的破坏。

做好外来入侵植物的防治工作。加大宣传力度，对外来物种的危害以及传播途径向施工人员进行宣传，如发放宣传册或者举行会议进行讲解；境外带入的水果、种子、花卉应进行经过严格检疫，防止带入检疫性的病虫及植物品种；对现有的外来检疫对象，要利用工程施工机会，根除烧毁，防止扩散。

施工废污水采取处置措施，加强施工人员的各类卫生管理，避免生活污水的直接排放，合理处理弃渣，避免对水体造成污染。施工中避免破坏动物栖息的洞穴、窝巢等，若施工过程中发现动物的卵或幼体，应及时交由专业人员护理，不可对其伤害。防止爆破噪声对野生动物的惊扰。

2）生态影响的恢复和补偿措施

本工程对陆生植物和植被的影响主要体现在施工期的占地对陆生植被的破坏，使其覆盖度降低，生产力和生物量减小。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植被恢复和补偿。

工程占地区分为坝址施工区和厂址施工区，因此，在植被恢复的物种选择上应根据气候特征的不同而定，特别是厂址区的恢复植被的选择和修复措施设计。

施工迹地主要包括施工营地、弃渣场和卵砾石料场等。根据工程的料场和渣场布置，分为坝址区和厂址区。根据坝址区和厂址区气候特征和植被分布差异进行恢复物种的选择。

3）生态管理措施

工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员、移民和管理人员环境意识。

在施工期严格管理可能引起林火的施工作业，对施工人员加强管理，森林防火期内，禁止在林区野外用火。

在施工的过程中，施工人员必须遵守相关的法律法规，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是重点保护野生动物。加大执法力度，加强市场管理，并联合

公安、工商、林业等相关部门严厉打击捕捉、收购、贩卖国家重点保护动物的不法行为，并依法惩罚。

4）重点保护植物的保护措施

加强对施工人员的宣传教育和监管，在施工区域设置野生重点保护植物宣传牌。对于工程影响范围内分布的自治区Ⅰ级保护植物天山桦和中麻黄，Ⅱ级保护植物宽刺蔷薇，建议采取就地保护与采集种质资源、插扦等相结合的保护措施；对于受水库淹没和施工占地直接影响的自治区Ⅰ重点保护植物天山桦，**目前正在开展保护方案专题论证工作，最终保护方案以林业主管部门的批复为准**。

工程施工时若发现有其它重点保护野生植物，应立即上报相关部分，并采取就地或移栽等保护措施，避免本工程施工运营对区域内重点保护野生植物产生影响。

5）大径阶密叶杨的保护措施

水库淹没区、坝址施工区分布有一定数量的大径阶密叶杨，受水淹没和工程占地的直接影响，影响相对较大，**目前正在开展保护方案专题论证工作，最终保护方案以林业主管部门的批复为准**。

对厂址区区和砂石料加工系统附近的大径阶密叶杨，施工布置通过多次优化已充分避让。由于整体离施工区较近，建议采取就地保护方案，具体包括档案登记、截排水措施和防火、防烟气、防尘措施等。

6）对重点保护野生动物的保护措施

对于重点保护动物，除了进行一般动物的避让、减缓等保护措施外，还要重点加强有关野生动物及国家、区级重点保护野生动物法律法规宣传工作，在主要的施工区和施工人员的生活区设立野生动物保护的宣传栏，对施工区域内可能出现的又极易被捕杀的重点保护动物做重点标示及说明。

7）对下游减水河段陆生生态的保护措施

在电站运行期间，为满足霍尔古吐坝址下游河道生态需水量，利用机组运行或者冲沙闸下泄生态流量，10 月～次年 3 月下泄 10.3m^3/s，4 月～9 月下泄 30.9m^3/s，可减免电站运行造成下游河段减水对陆生生态的影响。

对下游陆生生态环境进行监测，并开展相应的科学研究，为电站运行带来的影响以及采取合理的补救措施提供理论数据。

10.5.4 水生生态保护措施

基于电站建设后环境变化的影响，霍尔古吐水电站鱼类保护以栖息地保护为主，其他多种保护措施如过鱼设施、增殖放流等为辅的水生生态保护方案。

（1）栖息地保护与修复

栖息地保护范围重点为坝址～厂房约 22.0km 的减水河段。从河流连通性、栖息地保护、重要生境构建、河岸岸坡防护等角度对该河段实施保护工程，保护开都河中游河段珍稀特有鱼类新疆裸重唇鱼和塔里木裂腹鱼等，保护和建设思路如下：

a）维持河流连通性

河流连通性是鱼类栖息地营造首要考虑因素，由于天然跌水等需提升部分河段连通性，对天然跌水河段进行改造，恢复河流连通性。

b）营造多样化水流生境

开都河中游河段珍稀鱼类以流水性鱼类为主，不同鱼类对水流要求不同，栖息地营造应考虑不同鱼类产卵、繁殖、栖息对水流要求，营造多样化水流生境，需对局部河段进行微地形改造。

c）河岸生态护坡

为确保该河段长期作霍尔古吐电站鱼类栖息地，需对部分河段岸坡进行综合治理，确保河流两岸成为鱼类栖息场所，同时保证河流天然性和稳定性。

（2）过鱼设施

根据开都河中游河段鱼类组成及其生态习性，本工程的主要过鱼对象是具有一定洄游迁移需求的 2 种裂腹鱼，即：新疆裸重唇鱼和塔里木裂腹鱼等为主，本区域的其它鱼类如高原鳅类作为兼顾过鱼对象。本工程主要过鱼季节为 4 月～7 月，其它季节为兼顾过鱼季节。

从诱鱼能力、过鱼能力、鱼类适应能力、运行维护等方面，鱼道方案明显优于升鱼机方案，虽然鱼道投资明显高于升鱼机，从生态环保优先和有利于保护鱼类资源考虑，本工程过鱼设施推荐采用鱼道方案。

鱼道结构主要由进鱼口、鱼道池室、休息室、观察室、出鱼口等组成。本工程结合平面转弯段共布置休息室 8 个、进鱼口 1 个、出鱼口 1 个、观察室 1 个，全长 1568.00m。鱼道进鱼口段线路逆水流方向向上游延伸，在左侧混凝土重力挡墙下游约 150m～330m 范围的右岸以“之”字路的形式迂回向上，于桩号鱼

1+467.00m～鱼 1+490.00m 段以开孔的形式通过左坝肩，之后继续向上游延伸至出鱼口。

（3）增殖放流

目前察汗乌苏增殖放流站基本已经满负荷运行，无法同时满足霍尔古吐水电站工程影响河段鱼类增殖放流规模要求；另外，由于增殖站用水主要来源于察汗乌苏水电站大坝渗水，夏季水温偏低，对鱼类产卵繁殖较为不利。因此，结合开都河中游河段后续水电开发情况，扩建察汗乌苏鱼类增殖站或选址新建一座鱼类增殖站，初拟增殖站位于察汗乌苏夏尔木特沟沟口滩地，占地约 15 亩。新建鱼类增殖站与察汗乌苏、柳树沟等电站进行投资分摊。

工程影响河段鱼类增殖放流对象为新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼、长身高原鳅、叶尔羌高原鳅等 4 种鱼类，放流规模为 10 万尾/年。

（4）渔政管理

加强渔政队伍建设和渔政部门的能力建设，提高渔政部门的执法力度，严格执行禁渔期和禁渔区制度，加强渔业管理。

10.5.5 施工期环境保护措施

（1）水环境

采用 DH 高效（旋流）污水净化器对砂石料冲洗废水进行处理，处理后回用于砂石料系统生产用水；采用中和沉淀法对混凝土拌和罐冲洗废水进行处理后回用于混凝土拌和罐冲洗用水或施工道路洒水；采用隔油池沉淀工艺对洗车废水进行处理，处理达标后回用。生活污水处理采用地埋式生活污水成套处理设备。

（2）声环境

施工单位选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，加强施工机械的维修保养，从源头上降低噪声源强。在主要施工道路上安装减速带，控制车速；同时夜间禁止鸣笛。

（3）环境空气

优化施工工艺，采用除尘设备，运输车辆安装尾气净化器，保证尾气达标排放。对交通道路及施工作业面洒水降尘。给现场作业人员配备防尘用具，加强劳动保护。

（4）固体废物处置措施

施工场区和生活区内设置 15 个垃圾回收箱，在坝址枢纽区两岸、砂石料加工场区、施工生活区、机械停放场及主要人群聚集地的交通路口附近共设置 6 个垃圾临时堆放站，临时收集堆放回收箱内的垃圾。配备 1 台生活垃圾压缩车。

10.5.6 移民安置环境保护措施

工程不涉及搬迁安置。由于生产安置不涉及相关的工程建设，不会产生安置区植被破坏、水土流失、污水、垃圾和社会环境等影响。因此，移民安置工程主要采取加强宣传和监督力度的措施，减少生产安置过程中局部范围的水土扰动和环境破坏。

10.5.7 社会环境保护措施

对准备进入施工区的施工人员进行卫生检疫，防止在施工人群中造成相互传染和流行。

工程建设全过程均需尊重和保护少数民族的宗教信仰、生活习俗和宗教设施，避免与当地维吾尔族、蒙古族、回族同胞发生冲突，与工程区居民和谐相处。

10.6 环境管理、监理与监测

建设单位设立环境保护管理机构，实施项目环境监理。各级环保及水行政主管等部门对各阶段环境保护工作进行监督。

根据科学性、全面性、代表性和可行性的原则，结合工程建设区和区域环境特点，建立霍尔古吐水电站环境监测系统，包括水环境监测系统、水生生态环境监测系统、陆生生态环境监测系统、施工区环境监测系统等，落实环境监测计划，并及时反馈到工程建设中。

10.7 环境保护投资概算

霍尔古吐水电站工程环境保护总投资 13126.54 万元。其中枢纽工程环境保护投资 10933.53 万元，建设征地和移民安置区环保投资 5.00 万元，独立费用 1445 万元，基本预备费 743.01 万元。枢纽区环境保护投资中，生态环境保护措施费 9820.56 万元，其他费用相对较少。

10.8 公众参与

本次环评阶段业主单位通过网络、报纸、项目区公告、调查问卷的形式进行了广泛的公众参与调查。信息公示 2 次，分别为项目环评任务委托后 7 日内及报告

书初稿编制完成后。发放公众参与问卷调查表 163 份，回收 163 份，回收率 100%。受访对象绝大多数支持本项目的建设，认为本项目建设有利于当地社会和经济的发展。有部分群众对工程建设和环境保护提出了个人意见，希望工程建设中能保护好当地生态环境和人民群众的利益。

对公众普遍关心的问题，经过调查与分析，均在环评报告中提出了切实可行的预防、保护和恢复措施。

10.9 风险分析

风险识别：工程建设期和营运间，存在潜在的事故风险和环境风险，主要包括：加油站事故风险、爆破材料库事故风险、污废水事故排放、施工危险品运输事故风险、森林火灾风险、外来物种潜在生态风险及库区突发污染事故可能产生的水体污染风险等。

环境风险防范措施：油库和加油站配套相关的报警、灭火、防雷、防电、泄漏油料收集设施以及管理措施。爆破器材库防火、灭火、通风、防雷、防电、报警设施。规范施工活动，并在施工废水出口适当位置设置事故排放收集池，防止施工废水进入河道。加强植物检疫工作，加强对外来有害生物的防治工作。针对突发性水污染事故建立完善的风险防范制度，并在污水处理设施附近建缓冲池。制定油库、炸药库、突发污染事故应急预案。

10.10 综合评价结论

霍尔古吐水电站的建设将为南疆地区提供可靠的电力保障，满足地区经济社会发展对电力负荷增长的需求，促进地方经济的发展，提高当地各民族群众生活质量，实现经济社会的可持续发展。电站的建设将大大改变工程沿线交通闭塞、经济落后的面貌，为当地各行各业的发展注入新的活力，增加地方财政收入。

工程建设总体符合国家及地方宏观环境保护规划的要求，符合所在流域水电开发规划的总体要求。工程布置不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园以及饮用水水源保护区等环境敏感对象。由于自治区生态保护红线划定工作尚在进一步优化调整，生态红线相关成果尚未正式发布，工程布置与生态保护红线的位置关系以最终批复的生态保护红线为准。工程开发满足河段环境质量底线要求，符合河段水能资源开发利用上线要求。工程建设属于我国目前电力行业中鼓励

类产业，不在负面清单内。除工程永久占地造成的土地资源损失不可逆外，工程建设对生态系统产生的不利影响可以通过植被恢复、栖息地保护、修建鱼道、增殖放流、保障下泄生态流量等措施有效缓解，施工期产生的不利影响可采取相应的环境保护措施进行有效控制。工程建设在协调好与生态保护红线关系后，严格有效落实本环评报告书中提出的各项环境保护措施后，工程建设产生的不利环境可以得到减缓和控制，工程建设从环境保护角度可行。

10.11 建议

（1）建议结合工程实际进度及时开展环保措施技施设计工作，对环保措施进行进一步深入研究和细化设计，严格遵循“三同时”制度，并落实相应费用，确保各项环保措施的实施。

（2）根据“三同时”原则，霍尔古吐鱼道工程站需在电站完工前建成并投入运行，同时落实霍尔古吐水电站栖息地保护措施，并开展相关鱼类研究和监测、调查工作，切实保护鱼类资源。

（3）工程各项建设与开发活动需高度重视环境保护工作，加强施工期环境管理，落实环境监理、环境监测。