

宁武县汾源水电有限责任公司

水电站项目

环境影响报告书

(征求意见稿)

宁武县汾源水电有限责任公司

二〇二四年七月

目 录

1 概 述	1
1.1 项目的背景及特点	1
1.2 环境影响评价的工作过程.....	2
1.3 分析判定相关情况	2
1.4 关注的主要环境问题及环境影响.....	7
1.5 “三线一单”符合性分析	8
1.6 环境影响评价主要结论	8
2 总 则	10
2.1 评价目的和指导思想	10
2.2 编制依据与参考资料	11
2.3 评价因子识别与筛选	13
2.3.1 环境影响因子识别	13
2.3.2 评价因子筛选	13
2.4 评价重点和评价等级	15
2.5 评价范围的确定	17
2.6 评价时段	18
2.7 环境功能区划	18
2.8 评价执行标准	18
2.9 环境保护目标	21
3 工程概况	22
3.1 流域概况	22
3.2 地理位置	22
3.3 项目建设的必要性	23
3.4 工程任务与工程规模	26
3.5 水资源供需分析	26
3.6 工程总布置	27
3.7 项目组成	29
3.8 运行方式	40
3.9 工程选址环境可行性	40
3.11 工程管理及投资.....	42
3.12 工程投资	43
4 工程分析	46
4.1 施工期的环境影响因素分析.....	46
4.2 运行期的环境影响分析.....	50
4.3 区域环境敏感区调查	53
4.4 工程环境影响分析汇总及拟采取的环境保护措施.....	56
4.5 工程风险因素分析	57
4.6 与产业政策符合性分析	58
4.7 与区域规划的符合性分析.....	58
4.8 结论	58
5 环境现状	59
5.1 自然环境现状	59
5.2 环境质量现状	77
5.3 水资源利用现状评价	77
6 环境影响预测	94

6.1 水资源环境影响分析	94
6.2 生态环境影响评价	96
6.3 环境空气影响预测评价	100
6.4 地表水环境影响分析与评价	102
6.5 地下水环境影响评价	104
6.6 声环境影响预测与评价	105
6.7 固体废物环境影响分析	110
7 环境保护措施	113
7.1 环境保护措施设计原则	113
7.2 施工期环境保护措施	113
7.3 运行期环境保护对策措施	121
8 环境管理与监测	124
8.1 环境管理	124
8.2 监测计划	126
8.3 环境监理	126
9 环保投资估算与环境经济损益分析	128
9.1 环保投资估算	128
9.2 环境经济损益分析	129
10 环境风险分析	130
10.1 评价目的	130
10.2 风险源识别	130
10.3 施工期环境风险分析及应急措施	130
10.4 事故状态下环境影响评价	131
10.5 环境风险防范措施	131
11 结论与建议	135
11.1 工程概况	135
11.2 产业政策相符性分析	135
11.3 与区域规划的符合性分析	136
11.4 工程区域环境现状的结论	136
11.5 生态环境影响评价结论	136
11.6 空气环境影响评价结论	136
11.7 地表水环境影响评价结论	137
11.8 地下水环境影响评价	137
11.9 声环境影响评价结论	138
11.10 固废影响评价结论	138
11.11 工程风险分析结论	139
11.12 公众参与结论	139
11.13 环保费用及效益评价结论	140
11.14 综合结论	140
11.15 建议	141

1 概述

1.1 项目的背景及特点

在 2004 年编制的《中华人民共和国(分省)水力资源复查成果(2003 年)第 2 卷山西省》(以下简称“水力复查”)中,汾河干流水能理论蕴藏量为 299.1 MW,尤其是汾河上游,蕴藏着丰富的水力资源,且尚未开发利用。宁武县是汾河的发源地,“水力复查”中规划有汾源水电站,位于山西省宁武县石家庄镇附近的汾河干流上,汾源水电站以上集水面积 1515km²,汾河上游段为山区性河流,河道蜿蜒曲折,干流上游河段加入引黄水量后,径流量增大且稳定,很适合建设径流式电站。汾源水电站设计装机容量 0.9MW,设计年发电量 450 万 kWh。

本项目主要工程内容包括引水枢纽工程、引水渠道工程、电站工程、尾水渠工程以及辅助工程(施工临建等)。引水枢纽包括滚水坝、消力池、冲沙闸及进水闸。引水渠道工程为进水闸后的引水渠道,引水流量 33.2m³/s,渠道全长 6.158km,引水渠道后设渐变段与前池相接。电站工程包括电站主厂房、副厂房、升压站、35kV 开关站、办公生活用房等;尾水渠工程主要为尾水渠及尾水池,尾水渠与前池泄流渠相接后流入下游河道。

工程全部位于山西省忻州市宁武县,发电量接入国家电网,主要供电对象为宁武县城及所辖乡镇村庄。汾源水电站为无调节径流式引水电站,设计保证率为 85%。本工程任务为发电,设计最大引水流量为 33.2m³/s,装机容量 900kW,年发电量 450 万 kWh,发电后尾水回到汾河。

汾源水电站的建设可以改善宁武县电源结构,促进地方经济社会可持续发展,变资源优势为经济优势,增加地方财政收入,增加扶贫投入力度,维护社会稳定,全面建设小康社会,都是十分必要和迫切的。

根据《产业结构调整指导目录(2024 年本)》,水力发电均为电力行业的鼓励类项目,因此,本工程符合国家及山西省产业政策。

宁武县汾源水电站属无调节径流式电站,装机容量 900kW,根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2000),确定本工程为 V 等工程,电站为小(2)型电站。主要建筑物:滚水坝、冲沙闸、进水闸、引水渠道、前池、电站均为 5 级建筑物,导流建筑物亦为 5 级建筑物。

1.2 环境影响评价的工作过程

针对本项目主要环境影响因素，本次环评工作进行中，首先在做好工程分析及环境质量现状调查的基础上，在环境影响预测与评价、环境保护措施及可行性分析、环境管理与监测计划等部分结合项目工程和运营特点进行了较充分的分析及论述，并就影响分析结果提出切实可行及具体的环境影响减缓措施。

本次环境影响评价工作过程见图 1-1。

1.3 分析判定相关情况

1.3.1 管理政策分析

(1) 选址方案行业准入性分析

①国家宏观经济社会发展战略

为深入贯彻习近平总书记视察山西省重要讲话、党的十九大及国务院《关于支持山西省进一步深化改革促进资源型经济转型发展的意见》的精神，认真落实山西省委、省政府关于“打造全国能源革命排头兵”推动能源革命和建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系等战略部署，按照山西省委、省政府晋发[2017]49号文件在“健全产业转型升级促进机制，打造能源革命排头兵”的任务中明确“大力发展可再生能源，制定风电、太阳能发电、水电等资源开发的专项行动计划”的要求，山西省水利厅结合全省农村水电实际情况，特制订农村水电开发专项行动计划。

本工程属于《山西省农村水电开发专项行动计划》（晋水电 [2017]482号）中拟建项目，符合《汾河流域生态修复规划（2015-2030年）》（水规计[2016]137号）中的相关内容。

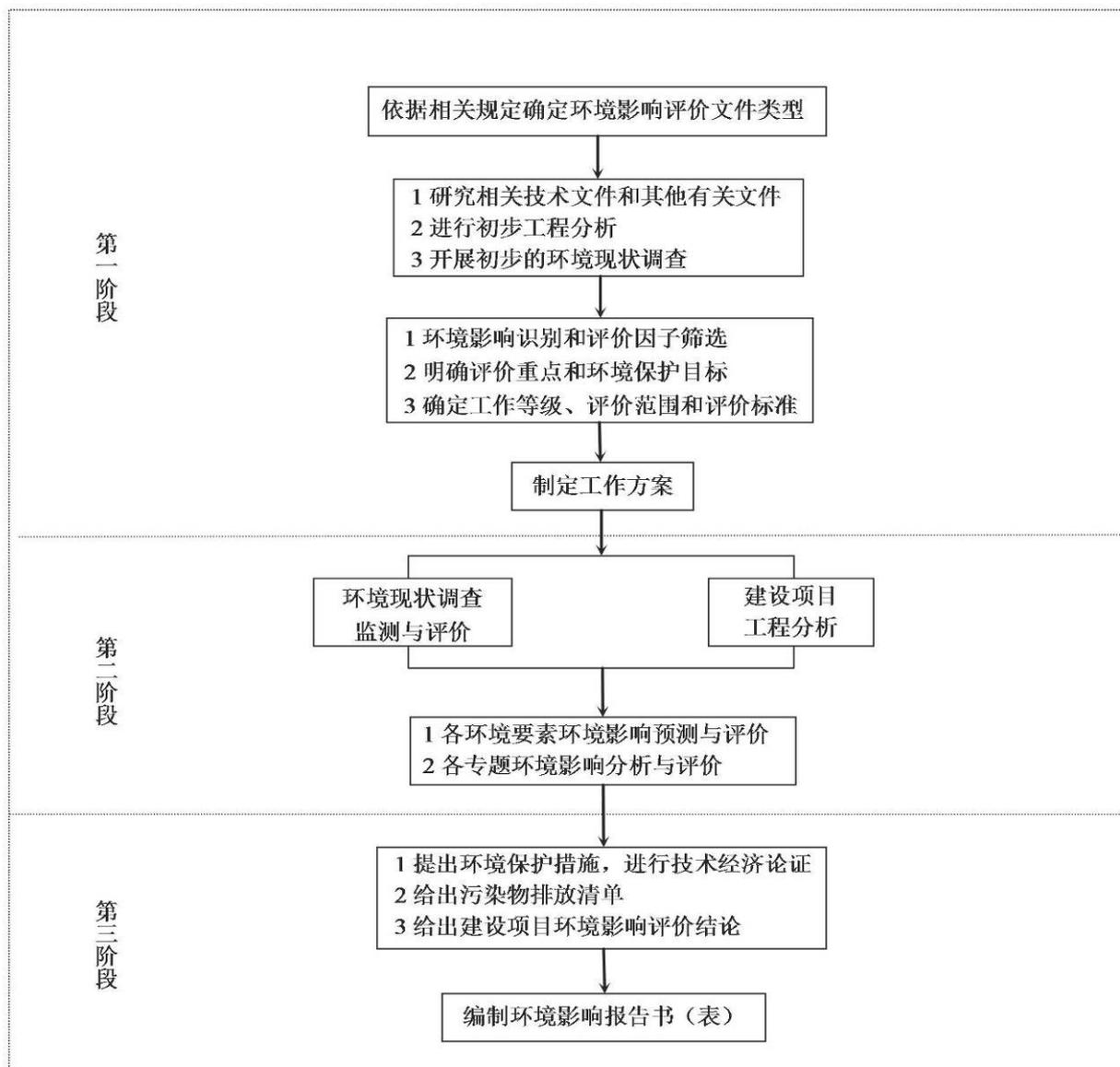


图 1-1 环境影响评价工作过程

②省行业发展规划准入性分析

根据《山西省水利厅关于印发农村水电开发专项行动计划的通知》（晋水电[2017]482号），坚持“创新、协调、绿色、开放、共享”的水电发展理念，以已批准的区域空间规划、流域规划和中小河流谁能资源开发规划为依据，以绿色发展为主线，加大农村水电可再生能源的开发力度，积极推进农村水电扶贫工作，进一步促进山西省资源型经济转型改革与发展。

《山西省水利厅关于印发农村水电开发专项行动计划的通知》（晋水电[2017]482号）中提出，山西省农村水电开发将因地制宜，分两步推进农村水电建设。新建 8 座

水电电源工程，新增装机容量 17080kw，年增加发电量 8979 万 kWh；改造 6 个水电直供电片区工程，降低线损率，提高供电质量可靠性。

（一）近期拟开发 4 座水电站，新增装机总容量 14210kW，年增加发电量 8091 万 kWh；同时组织实施 6 个水电直供电片区电网改造，使每个水电站直供电片区变电站、开闭所联网运行，综合线损率降到 10%以下，并实现综合自动化。

近期开发扩建长治市壶关县桥上一级水电站和新建忻州市繁峙县大李牛水电站、宁武县汾源水电站、静乐县段家寨水电站 4 个电源工程和忻州市定襄县，长治市平顺县、晋城市泽州、沁水、陵川、阳城县 6 个水电直供电片区改造工程。

汾源水电站位于忻州市宁武县石家庄镇汾源村附近汾河干流上，设计最大引水流量 33.2m³/s，装机总容量 900kW，设计年发电量 450 万 kWh。

（二）远期拟开发 4 座水电站，新增装机容量 2870kW，年增加发电量 888 万 kWh。

本项目为计划中的宁武县汾源水电站项目，工程任务为发电，设计最大引水流量为 33.2m³/s，装机容量 900kW，年发电量 450 万 kWh，发电后尾水回到汾河，符合《山西省水利厅关于印发农村水电开发专项行动计划的通知》（晋水电[2017]482 号）要求。

③忻州市汾河流域生态修复规划相符性分析

《忻州市汾河流域生态修复规划报告》（2015-2030）规划的总体思路是：一干多支“树形”布局，源头涵养保护自然；主干绿化控污减排，支流整治疏浚湿地；两翼节水保土治理，乡村清洁提质宜居；湖库调蓄供水增效，全面修复增水增绿。按照上述思路以汾源为龙头，以汾河干流为主轴，以沿线各支流为侧翼，自上而下进行划片规划分区布设综合治理措施。

规划提出 2016 年至 2020 年规划实施任务：

1. 优化土地资源利用结构

以流域现状土地利用为基础，进行土地利用结构的合理调整，全面提升土地生产力水平。即进一步改善耕地质量、减少荒地、退耕还林、增加林地、配套水利设施、发展水域、控制建设用地、增加未利用地的使用率等诸多方面进行优化调整。

2. 科学配置水资源，节约用水

（1）规划年内发展农业节水灌溉 9180hm²，新增年供水能力 163.98 万 m³，年节水 416.77 万 m³，年新增粮食 4.92 万 t。

（2）通过加大以节水为重点的工业产业结构调整和技术改造，提高用水效率，节水潜力为 23 万 m³。通过降低城镇供水管网漏损率，普及生活节水器具，节水潜力为

23 万 m³。

3.实施河流水系综合治理

规划年内汾河干、支流河道治理总长度 120.2km。通过河道治理提高河道防洪标准，结合河道整治清淤、堤防护岸等，增加河道的输沙能力，减缓河槽的淤积速度，控制河势，实现两岸范围内综合整治，形成完整的防洪减灾体系。

(1) 水能资源的开发工程

充分利用汾河水能资源，在宁武县建设汾源水电站一座，静乐县建设段家寨水电站一座。总装机容量 4910kw，年发电量达到 2600 万千瓦时。

(2) 汾河静乐县城段生态综合治理工程

静乐县城段河道治理范围长 3.35km，河宽 190~300m，主河槽疏浚 3.35km，修建顺河坝 4000m，修建引水堰总 200m，建设湿地园林 5.0hm²，形成动态水面 6.0hm²。

(3) 水库工程

在宁武县汾河一级支流大庙河上新建水库一座。规划总库容 1091.4 万 m³，兴利库容 806.3 万 m³，防洪库容 265.2 万 m³，工程由浆砌石重力坝、泄洪洞、灌溉涵管三大件组成。在静乐县汾河一级支流东碾河上新建水库一座，规划总库容 962 万方，兴利库容 646 万 m³，防洪库容 316 万 m³，最大坝高 20m。工程由土坝、泄洪洞、灌溉涵管三大件组成。

4.河源和泉源保护

划定雷鸣寺泉源重点保护区面积 51km²，河源重点保护区宁武县东寨以上管涔山 350km²。通过采取裸露区开展渗漏补给技术研究、泉源区水生态建设、泉域污染源治理、应急系统建设、水质、水量、水位监测等工程性和非工程性措施，可实现涵养水源，有效控制和治理泉域污染源，切实保护泉域岩溶水环境，达到泉域生态修复的目标，使泉源岩溶水位持续回升。

5.植被恢复和水土保持

流域规划期末共新增水土保持综合治理面积 99293hm²，其中新修梯地 3463hm²，新增坝滩地 4143hm²，营造乔木林 58779hm²，灌木林 32438hm²，经果林 470 hm²，实施封禁治理 31415hm²，新建淤地坝 26 座，谷坊 550 座，河坝 146km，蓄水池 140 座，渠道 37km。规划期末流域内林草面积由现状的 92602hm² 增加到 183773hm²，林草植被度由目前的 26.91% 增加到 53.41%。高郁闭度森林面积由 62228hm² 增加到 121007hm²，增加了 58779hm²，规划期末森林覆盖率达到 35.17%。

6.移民搬迁

汾河流域境内因采煤沉陷区治理及扶贫需要，对部分区域内的农村居民实施生态移民，2016~2020年计划生态移民涉及17个乡镇43村，3072户，7746人。通过采取建新村整体搬迁、集中安置为主，投亲靠友分散搬迁、小村并入大村为辅的办法进行移民安置。

7.人工增雨

为改善汾河流域人工增雨作业的综合能力，流域内建设人工增雨防雹作业指挥系统1套；自动气象站4套；标准化火箭作业点6个自动火箭发射系统4套地面碘化银发生器。流域内共部署火箭作业点10个。

8.水污染防治

在全流域范围内布设水污染防治综合治理措施，点、面结合，综合防治。

由此可见，兴建宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目与《忻州市汾河流域生态修复规划报告》（2015-2030）相一致，对宁武县的社会经济发展起到至关重要的作用。

1.3.2 选址可行性分析

（1）行业准入、城乡规划、资源环境等角度分析选址可行性

本项目的建设从行业准入、城乡规划、外部条件、资源环境、安全性、社会影响等角度综合考虑，分析如下：

1、从行业准入性及行政许可性方面分析，本项目的建设符合我国宏观经济社会发展趋势、国家、省“十三五”发展规划以及行业法规。

2、从城乡规划相容性分析，本工程各项设施选址均位于城市规划建成区范围之外，对城市建设无影响。

3、从与区域交通、给排水、用电等基础设施的协调方面分析，本工程的建设不需新修交通道路，利用现有乡村公路，对生态环境的影响较小，引水管线的建设基本沿现有道路敷设，土石开挖量较大，对生态的影响较大，施工结束后，对施工沿线两侧的影响区进行植被恢复，可减小对生态的破坏；作为发电工程，其用水量、排水量、用电量等相对较少，均能得到满足，对区域交通、供水、供电等基础设施影响较小。

4、从资源环境方面来看，工程建设及运行期间可采取有效的管理和防治措施以降低水土流失及对周边生态环境的影响。

（2）环保角度分析选址可行性

本工程建设符合区域相关规划发展，工程未占用自然保护区、风景名胜区、集中式饮用水源地等环境敏感区；引水枢纽在汾河河道内施工，施工过程中采取有效的环境保护措施，可避免水土流失；工程不在石家庄镇水源地一级保护区范围内，不会对水源地产生影响；施工期采取环保措施后对沿线生态环境的影响较小，无环境制约因素。从环保角度认为工程选址可行。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和国务院令第 253 号《建设项目环境保护管理条例》等法律、法规要求，本工程须进行环境影响评价工作。

接受任务后，我公司组织人员经过实地踏勘，充分收集当地有关资料，对工程进行认真分析，并委托环境监测和遥感解析，在此基础上，重点对推荐方案进行了全面深入的评价，完成了该项目环境影响报告书送审稿。

报告书编制过程中得到了省、市、各县环保局及宁武县各县水利、国土、农业、林业、文物等有关部门的大力支持与帮助，在此表示衷心感谢。

1.4 关注的主要环境问题及环境影响

本项目属生态影响型建设项目，评价重点为项目施工和建成后使区域的利用格局及土地使用现状的改变，而引发的生态环境问题；由于本项目建设期相对较短，而运营期项目对周围环境会造成长期较大的影响，因此，本次评价关注的主要环境影响为施工期环境空气影响、施工噪声、生态影响以及运营期环境空气影响、噪声影响及生态影响。

- 1、通过对区域环境质量现状评价，搞清项目所在区域的环境特征、环境质量现状。
- 2、本次评价将从项目环境影响、敏感目标保护、制约因素、城市规划等全方位分析，明确建设项目选址的环境可行性。
- 3、根据项目特点及污染特征，除了水、气、声等传统环境问题外，评价要更加关注水电站建设产生的生态问题，分析电站滚水坝截流对地表水产生的环境影响，制定避免污染、防治污染的针对性对策、措施，以求把不利影响减少到最低程度。
- 4、通过水环境、生态环境、声环境等的影响分析，从环保角度明确本项目环境可行性，明确本项目建成投运后产生的环境正效应，为管理部门审批、项目设计和管理提供科学依据。
- 5、综合区域发展规划、环境保护的要求，通过环境空气、水体、声环境、生态环

境等的影响分析及预测，从环保角度明确本项目的环境可行性和选址可行性，为决策部门、工程设计提供科学依据。

1.5 “三线一单”符合性分析

根据《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》（以下简称《通知》），要求强化“三线一单”约束作用，建立“三挂钩”机制，“三管齐下”切实维护群众的环境权益。“三线一单”，即落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”约束。

环境准入负面清单：项目为水力发电项目，属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》鼓励类项目，不属于高耗能高污染项目，因此项目不属于环境准入负面清单。

资源利用上线：本项目位于宁武县境内宁化堡村附近黄河一级支流汾河上，引水枢纽以上控制流域面积 1515km²。汾源水电站工程为引水式电站，引水枢纽布置于汾河上游宁武县宁化堡村河道左岸，引水方式采用引水渠道，渠道沿汾河左岸河漫滩、阶地岸坡布置，途经沙沟、大渠沟、马头山村、大寺沟等。汾源水电站工程是以发电为主的水电站工程，利用汾河截流发电后尾水全部回归汾河，基本不消耗水资源。并且接受引黄水后，电站所在地水资源丰富，但是开发利率不高，本项目的建设利用水资源转换为电能，发电电量接入国家电网，主要供电对象为宁武县城及所辖乡镇村庄。本项目建成后，对改善宁武县电源结构，促进地方经济社会可持续发展，变资源优势为经济优势，增加地方财政收入。因此本项目不涉及资源利用上线。

生态保护红线：项目不涉及自然保护区、风景名胜区、水源地等敏感目标。根据《宁武县生态功能区划》，本项目生态功能区划属于IV汾河上游营养物质与水土保持功能小区，根据《宁武县生态经济区划》，本项目属于IV2 宁武县中北部生态农工贸综合经济区。本项目属引水发电工程项目，工程规模小，施工占地面积较小，淹没区至坝址上游约 680m，淹没区面积较小，工程建设对评价区野生动植物的影响属于低等程度的干扰影响，造成的生态影响轻微。通过采取相应的生态环境保护、恢复和补偿措施，不至于使区域生态功能受到严重损失。本项目的建设不违背《宁武县生态功能区划》和《宁武县生态经济区划》。

1.6 环境影响评价主要结论

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》和《山西省产业投资指导目录(2006年本)》，水力发电为电力行业的鼓励类项目，因此，本工程符合国家及山西省产业政策。宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目属于《山西省农村水电开发专项行动计

划》（晋水电 [2017]482 号）中拟建项目，是该规划中水能资源的开发工程的在列项目。

本项目的建设符合国家及山西省产业政策的要求，不违背宁武县城市总体规划及城市环境规划的要求，在采取评价提出的污染防治措施后，污染物能够做到达标排放并，对区域环境影响较小，项目的建设能得到大部分公众的支持，选址可行，因此，从环境保护角度出发，宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目是可行的。

2 总 则

2.1 评价目的和指导思想

2.1.1 评价目的

根据宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目环境状况，本次评价目的为：

1) 查清评价区社会、人文景观、文物古迹、生态的环境特征；了解大气、水体和声环境现状；调查环境敏感因素分布情况；弄清当地主要环境问题；

2) 了解工程区环境功能区划分及当地环保要求；

3) 对本工程施工期、运营期各阶段工程内容进行认真分析，从保护生态、水资源及环境质量的角度出发，对工程的选线、总体布置、施工方式、原辅料储运、施工用排水方式、环保措施等方面的可行性、合理性、先进性进行分析。提出环评规定的环境保护措施；

4) 预测本工程施工期、运行期对当地自然、社会和生态环境产生的影响及其程度；

5) 依据环保和水保的法规、标准和当地环境规划功能目标要求，制定防止、减免环境污染和破坏的对策措施，使工程对环境的负面影响降至最低；

6) 从环境角度论证工程建设的可行性，明确回答本工程选址和开发是否满足环保要求，为工程运行管理部门、环境管理部门和建设单位提供管理依据，为下阶段环保设计提供依据；

7) 计算环境保护投资，使环保资金能够落实。

2.1.2 指导思想

1) 以国家和山西省颁布的环境保护法律、法规、标准、产业政策、规定和评价导则指导评价工作；

2) 评价中始终贯彻“可持续发展”、“保护生态环境”、“文明施工”、“达标排放”的原则；

3) 评价工作重证据、重分析，结论力求做到科学公正、明确客观；

4) 充分利用遥感信息和现场监测调查的资料，认真分析解译、监测数据和预测结果及其相互关系，使对策措施具有针对性和可操作性。

2.2 编制依据与参考资料

2.2.1 任务委托依据

- 1) 委托书，2023年6月。

2.2.2 有关法律、法规依据

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日；
- 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2016年9月1日；
- 3) 《中华人民共和国水法》，2016年07月修订；
- 4) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2016年1月1日；
- 5) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018年1月1日；
- 6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2005年4月1日；
- 7) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，1996年10月；
- 8) 《中华人民共和国防洪法》，1997年8月；
- 9) 《中华人民共和国土地管理法》（2004年修订）；
- 10) 《山西省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》2008年修订
- 11) 《中华人民共和国水土保持法》，2011年3月；
- 12) 《建设项目环境保护管理条例》，2015年6月；
- 13) 《中华人民共和国河道管理条例》，1988年6月；
- 14) 国务院国发[2000]38号《关于印发全国生态环境保护纲要的通知》；
- 15) 《建设项目环境保护管理条例》，2017年10月1日；
- 16) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2018年4月28日（修订）；
- 17) 《国家环境保护标准“十三五”发展规划》，2017年4月5日；
- 18) 《山西省环境保护条例（2016年修订）》，2016年12月8日；
- 19) 《山西省大气污染防治条例》，2007年3月30日；
- 20) 《山西省泉域水资源保护条例》，2010年11月26日；
- 21) 山西省环境保护厅关于印发《山西省环境保护厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2015年本）》的通知，晋环发【2015】64号，2015年5月15日；
- 22) 《山西省人民政府关于印发山西省生态功能区划的通知》，山西省人民政府晋

政发[2008]26号；

25)《山西省环境保护厅关于印发《山西省环境保护厅建设项目主要污染物排放总量核定办法》的山西省环境保护厅关于废止《山西省加强建设项目环境管理暂行规定》的通知，晋环发【2015】59号，2015年5月5日；通知》，晋环发[2015]25号；

26)山西省环境保护厅关于印发《山西省环境保护厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2015年本）》的通知，晋环发【2015】64号，2015年5月15日；

27)中华人民共和国国务院 460 号令颁布施行的《取水许可和水资源费征收管理条例》；

28)中华人民共和国水利部与国家计委颁布的第 15 号令《建设项目水资源论证管理办法》；

29)山西省第十届人民代表大会常务委员会第三十四次会议于 2007 年 12 月 20 日通过，2008 年 3 月 1 日起施行的《山西省水资源管理条例》；

30)《水污染防治行动计划》，国发[2015]17号，2015年4月2日；

31)《大气污染防治行动计划》，国发[2015]17号，2015年4月2日；

32)《土壤污染防治行动计划》，国发[2016]31号，2016年5月28日。

1.4.3 技术依据

1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；

2)《环境影响评价技术导则 大气环境》，HJ2.2-2008；

3)《环境影响评价技术导则 地面水环境》，HJ/T2.3-93；

4)《环境影响评价技术导则 声环境》，HJ2.4-2008；

5)《环境影响评价技术导则 生态影响》，HJ 19-2011；

6)《环境影响评价技术导则 水利水电工程》，HJ/T88-2003；

7)《环境影响评价技术导则 地下水环境》HJ610-2016

8)《建设项目环境风险评价技术导则》HJ/T 169—2004；

9)《开发建设项目水土保持技术规范》，GB50433-2008；

10)《开发建设项目水土流失防治标准》，GB50434-2008；

11)《土壤侵蚀分类分级标准》，SL190-2007；

12)《开发建设项目环境影响管理实用指南》(山西省环保局)；

13)《山西省地表水水环境功能区划》DB14/67—2014(2014年2月20日)；

14)《水利水电工程环境保护设计概(估)算编制规程》(SL359-2006)。

1.4.4 批复文件及有关资料

1) 山西省水利厅 晋水规计[2017]394 号《山西省水利厅关于宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目可行性研究报告的审查意见》，2017 年 11 月 2 日；

2)《山西省宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目可行性研究报告》山西省水利水电勘测设计研究院，2017 年 8 月；

3) 山西中瑞恒晟环保科技有限公司《宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目环境影响评价现状监测》监测报告；

2.3 评价因子识别与筛选

2.3.1 环境影响因子识别

根据《环境影响评价技术导则—水利水电工程》(HJ/T88-2003)、《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)的规定和要求，结合本工程的功能、特性和工程影响地区的环境特点，从自然环境和社会环境两方面对环境因子进行识别(见表 2-1)。

表 2-1 环境影响因子识别表

环境组成	环境要素	环境因子
自然环境	局地气候	温度、湿度
	水 文	流速、流量、水位
	泥 沙	冲刷、淤积
	水 质	水温、SS、COD、BOD ₅ 、氨氮、富营养化
	地下水	地下水位、水量
	环境空气	TSP、PM ₁₀ 等
	声环境	噪声
社会环境	生态环境	野生动植物、生物量、水土流失、土地利用、农作物
	社会经济	生产资源、就业条件、经济收入
	景观与文物	自然、人文景观和文物

2.3.2 评价因子筛选

工程对自然(含生态)和社会环境都有一定的影响，但主要表现在：工程施工期间，施工机械较多和施工材料用量大，施工开挖及弃土等对周围动植物、景观环境等带来影响。其次是运行期滚水坝挡水将改变河流的水文情势，将对大坝上下游的生态与环境因子产生影响等。

工程环境影响评价因子识别与筛选矩阵见表 2-2。

表 2-2 环境影响评价因子识别与筛选矩阵表

环境类别	环境要素	施工期				运行期		
		施工生活区	弃土场、料场	施工生产系统	引水枢纽、渠道、电站等施工区	引水渠道	建筑物占地	电站
大气环境	粉尘、烟尘		-2s↑	-2s↑	-2s↑			
地表水环境	水量				-1s↓	-1L↑		
	水质	-1s↑		-1s↑	-1s↑			-1L↑
声环境				-2s↑	-1s↑	-1L↑		
生态环境	陆生植物	-1s↑	-2s↑	-2s↑	-1s↓		-1L↓	
	陆生动物	-1s↑	-1s↑	-1s↑				
	水生生物				-1s↑			
	水土流失		-3s↑		-2s↑			
	景观生态		-2s↑		-1s↓		+1L↓	

注：表中数字表示影响程度，3：影响大、2：影响中等、1：影响小；“+”有利影响，“-”不利影响；“S”短期影响，“L”长期影响；“↑”可逆影响，“↓”不可逆影响。

通过对项目的工程分析、污染源分析，项目各生产环节产生的主要污染因子如下：

表 2-3 项目主要污染因子

产污环节	主要污染因子			
	废水	废气	噪声	固体废物
施工期	施工废水、 施工生活污水	施工扬尘 燃料废气	Leq	开挖的土石方、 生活垃圾
运营期	管理人员生活污水		Leq	生活垃圾

1) 空气环境

TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂。

2) 地表水因子

PH、DO、COD_{Mn}、BOD₅、COD、SS、氨氮、总氮、总磷、石油类等。

3) 地下水评价因子

现状评价因子 pH、总硬度、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、硫酸盐、氯化物、挥发性酚类、氰化物、砷、铁、锰、汞、铅、氟、镉、总大肠菌群、细菌总数、高锰酸盐指数、溶解性总固体、六价铬等共 21 项，同时监测 K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、CO₃²⁻、HCO₃⁻、Cl⁻、SO₄²⁻八大离子的浓度。

4) 固体废物

固体废物环境影响因子确定为：工程弃渣（土）和生活垃圾。

5) 声环境

等效声压级 Leq (A)。

6) 生态环境

土地利用、生物量、植被、景观生态、水土流失。

7) 社会环境影响因子

经济基础和经济结构、人体健康等。

2.4 评价重点和评价等级

2.4.1 评价内容和重点

引水枢纽工程、电站工程、引水渠道工程等占地破坏原生地貌，影响生态环境，表现在植物资源减少；施工期废水、粉尘、噪声对周围环境造成一定不利影响；引水渠道施工期对汾河可能造成不利影响。结合工程所处的自然环境特点和本工程的功能等因素，本次评价内容为生态环境、水土流失、地表水、地下水、大气、噪声、社会经济。

评价重点为生态环境。

2.4.2 评价等级

1) 地表水环境评价等级

本工程运行期生活污水收集至化粪池，定期清掏，不外排，评价等级为三级 B。运行期取水会对汾河产生水文情势、水温、水质影响，按照水文要素影响型建设项目确定评价等级，判定依据见表 2.4-1。

本项目拦河坝及取水水源位于汾河干流，根据水资源论证报告，本项目发电总取水量为 3010.86 万 m³/a，本项目拦河坝工程处汾河多年平均天然径流量为 7127.14 万 m³，因此，本工程取水量占多年平均径流量百分比 γ 为 $10\% < 38.21\% < 30\%$ ，因此，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)，地表水评价等级为一级。

表 2.4-1 水文要素影响型建设项目评价等级判定

评价等级	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与总库容百分比 $\alpha\%$	兴利库容与年径流量百分比 $\beta\%$	取水量占多年平均径流量百分比 $\gamma\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2 ；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 $R\%$	工程垂直头一年级及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2	入海河口、近岸海域
一级	$\alpha \leq 10$ ；或稳定分层	$\beta \geq 20$ ；或完全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	$A_1 \geq 0.3$ ；或 $A_2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 10$	$A_1 \geq 0.3$ ；或 $A_2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 20$	$A_1 \geq 0.5$ ；或 $A_2 \geq 3$
二	$20 > \alpha >$	$20 > \beta > 2$ ；	$30 > \gamma >$	$0.3 > A_1 > 0.05$ ；	$0.3 > A_1 > 0.05$ ；	$0.5 > A_1 > 0.15$ ；或

级	10; 或不稳定分层	或季调节与不完全年调节	10	或 $1.5 > A_2 > 0.2$; 或 $10 > R > 5$	或 $1.5 > A_2 > 0.2$; 或 $20 > R > 5$	$13 > A_2 > 0.5$
三级	$\alpha \geq 20$; 或混合型	$\beta \leq 2$; 或无调节	$\gamma \leq 10$	$A_1 \leq 0.05$; 或 $A_2 \leq 0.2$; 或 $R \leq 5$	$A_1 \leq 0.05$; 或 $A_2 \leq 0.2$; 或 $R \leq 5$	$A_1 \leq 0.15$; 或 $A_2 \leq 0.5$

2) 地下水环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)中的规定, 该建设项目为III类项目, 本项目不在集中式饮用水水源准保护区及国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区内, 本项目评价范围内有分散式水源地, 距离本项目最近的分散式饮用水源地为电站南约 0.3km 处的汾源村水井, 因此, 项目敏感程度属较敏感, 故地下水环境影响评价等级为三级。

3) 大气环境评价等级

本工程为非污染性工程, 完工后无废气排放, 主要是施工期间机械车辆尾气排放、道路扬尘及开挖、回填、搅拌等环节会对局部大气质量有所影响。本工程污染物主要为粉尘颗粒, 降落快, 飘程短, 对环境空气质量影响有限, 而且属于临时性影响。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》HJ2.2—2008, 大气环境影响作一般性分析。

4) 声环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 声环境》HJ2.4—2008, 环境噪声影响评价的工作等级, 要根据噪声源种类、源强及其所处地区的声学环境功能要求等因素来确定。

施工过程中施工机械、车辆等产生噪声, 会对附近的村民带来一些影响, 这些噪声源具有分散性、流动性、不定时性, 产生的影响是间断的、临时性的, 随着施工结束, 影响随即消失。项目运行期泵站机组工作产生噪声。运行期的噪声源主要为泵站及水电站机组运行产生的噪声影响。工程区附近无居民居住, 本工程为小型建设项目, 经综合分析确定噪声影响评价为三级。

5) 生态环境评价等级

本工程区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区。本项目为水文要素影响型建设项目, 地表水评价等级为二级, 根据 HJ 19-2022《环境影响评价技术导则 生态影响》6.1.2 规定, 生态影响评价工作等级应不低于二级。同时, 本项目已建成并运行多年, 拦河坝工程处已形成淹没区, 水文情势及局地气候已形成, 不会再造成明显改变, 因此, 最终确定本项目生态影响评价工作等级为二级。

6) 土壤环境评价等级

按照《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ 964-2018),根据行业特征、工艺特点或规模大小等将建设项目类别分为I类、II类、III类、IV类,当同一建设项目涉及两个或以上场地时,应分别判定评价工作等级并按相等级分别开展评价工作。

本项目通过在汾河干流取水,通过引水渠道输送至电站,按照附录 A,行业类别为电力热力燃气及水生产和供应业中“水力发电”,属于II类项目。本项目为生态影响型项目,位于山地、丘陵区,根据土壤现状监测结果,项目所在地土壤含盐量为0.3~0.7g/kg,环境敏感程度为不敏感,因此,本项目土壤评价等级为三级。

7) 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018),应定量分析危险物质数量与临界量的比值(Q)和所属行业及生产工艺特点(M),按附录 C 对危险物质及工艺系统危险性(P)等级进行判断。根据本项目工程特点,主要环境风险物质为电站产生的废机油,并设危废暂存间暂存。废机油在站内最大存在量为0.01t,临界量为2500t,则 $Q=0.000004 < 1$,因此,该项目环境风险潜势为I,评价工作等级为简单分析。

2.5 评价范围的确定

生态评价:①陆生生态:根据《环境影响评价技术导则 生态影响》HJ19-2022 的要求,陆生生态影响评价范围需充分考虑生态完整性、区域敏感目标,并需涵盖拦河坝工程的直接和间接影响区域。本项目陆生生态评价范围为:拦河坝工程、电站边界外延300m范围及拦河坝上游淹没区;引水渠道两侧各300m范围;②水生生态:拦河坝上游淹没区至尾水渠汇入汾河下游2km处。

地表水:汾河拦河坝淹没区上游500m处至尾水渠汇入汾河下游2km处。

地下水:①拦河坝工程、输水渠道、电站、尾水渠及其下游与地下水饮用水源地一级保护区重叠部分6km²范围内。

声环境:拦河坝工程及电站周围200m范围。

大气环境:以电站为中心,边长5km的正方形区域和拦河坝工程及引水渠道工程两侧200m范围内。

土壤环境:拦河坝工程、引水渠道、电站、尾水渠场界外扩1km范围内。

环境风险评价:根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018),本项目环境风险评价等级为简单分析,确定大气环境风险评价范围为场界范围内。

2.6 评价时段

对于大气影响、地下水环境影响评价时段仅限于施工期，对于噪声、地表水、生态环境、土壤等因素，评价时段为施工期和运行期。

2.7 环境功能区划

1) 地表水环境

本项目利用汾河引水发电，根据《山西省地表水水环境功能区划》(DB14/67—2014)，本段汾河属“雷鸣寺~汾河干流河岔”段，水质要求为III类，水环境功能为地表饮用水源补给区水源保护，执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准；

2) 地下水环境

地下水环境执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的III类水质标准。

3) 环境空气

根据《环境空气质量标准》(GB3095—2012)的规定，项目区为二类区，执行《环境空气质量标准》中二级标准。

4) 声环境

项目区位于农村地区，根据《声环境质量标准》(GB3096-2008)规定，区域声环境执行1类标准。

2.8 评价执行标准

2.8.1 环境质量标准

1) 地表水

执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准。

表 2-4 地表水环境质量标准限值

项目	III类水标准值
pH 值	6~9
化学需氧量 (COD)	≤20
高锰酸盐指数	≤6
五日生化需氧量 (BOD ₅)	≤4
DO	≥5
总氮 (水库以 N 计)	≤0.5
总磷 (以 P 计)	≤0.2

汞	≤0.0001
阴离子表面活性剂	≤0.3
镉	≤0.005
砷	≤0.05
氨氮	≤1.0
硫化物	≤0.2
铬（六价）	≤0.05
铅	≤0.05
铜	≤1.0
锌	≤1.0
硒	≤0.01
氟化物	≤1.0
石油类	≤0.05
粪大肠菌群数，个/L	≤10000
氰化物	≤0.2
挥发酚	≤0.005

2) 地下水

地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类水质标准。

表 2-5 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类 单位：mg/L

污染物	PH	总硬度	硫酸盐	氨氮	硝酸盐
标准值	6.5~8.5	≤450	≤250	≤0.5	≤20
污染物	亚硝酸盐	氟化物	溶解性总固体	总大肠菌群	氯化物
标准值	≤1.0	≤1.0	≤1000	≤3.0	≤250
污染物	砷	铁	锰	汞	挥发酚
标准值	≤0.01	≤0.3	≤0.1	≤0.001	≤0.002
污染物	铅	六价铬	氰化物	镉	
标准值	≤0.01	≤0.05	≤0.05	≤0.005	

注：大肠菌群单位为个/MPN^b/100mL。

3) 大气质量标准

执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

表 2-6 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）

污染物名称	取值时间	二级标准浓度限值	浓度单位
SO ₂	年平均	60	μg/m ³
	24 小时平均	150	
	1 小时平均	500	
TSP	年平均	200	
	24 小时平均	300	

PM ₁₀	年平均	70	
	24 小时平均	150	
NO ₂	年平均	40	
	24 小时平均	80	
	1 小时平均	200	
PM _{2.5}	年平均	35	
	24 小时平均	75	

4) 噪声环境质量标准

区域声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 1 类标准。

表 2-7 《声环境质量标准》(GB3096-2008) 单位: dB (A)

类别	昼间 dB(A)	夜间 dB(A)	备注
1 类	55	45	区域

2.8.2 污染物排放标准

1) 污水排放控制标准

施工期废水经沉淀后回用于施工场地洒水抑尘及施工拌料, 不排放。运营期无废水排放。

2) 大气污染物排放标准

施工期废气无组织排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 表 2 中无组织排放监控浓度限值。

3) 噪声控制标准

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523—2011)。

表 2-8 《建筑施工场界环境噪声排放标准》

昼间	夜间
70	55

运营期电站厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348—2008) 的 1 类标准。

表 2-9 《工业企业厂界环境噪声排放标准》 单位: dB (A)

类别	昼间	夜间	说明
1	55	45	场界

4) 固体废物

执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001) 及修改单

(环保部公告 2013 年第 36 号)。危险废物处置执行《危险废物贮存污染控制指标》(GB189597—2001)。

2.9 环境保护目标

确定本工程的保护对象和保护目标如下：

1) 生态环境：主要保护项目区周围的自然生态环境，减少人为破坏，防止水土流失，保证汾河生态需水量。本项目位于管涔山国家森林公园南约 4.2km 处，芦芽山国家级自然保护区南约 3.25km 处，位于下游，因此本项目的建设基本不会对以上两个环境敏感点产生影响，不将其作为本项目生态环境保护目标。

2) 地表水：保护项目施工区地表水水质，减少施工废水对河流水质的影响；保护输水渠道水质，防止引水水质在运行期受到的污染；保证工程运行后汾河最小生态下泄流量，防止造成减水段对河流中水生生物带来影响。

3) 村庄：保护项目区沿线及周边村庄，控制施工产生的空气、噪声对项目区周边村庄的影响。

4) 地下水：保护工程区地下水的水质和水量，防止施工期间对地下水的污染和破坏。

环境保护目标见表 2-10 和 2-11。环境保护目标相对位置见图 2-1。

表 2-10 环境保护目标一览表

工程内容	保护对象	与工程的相对方位	距离(m)	环境要素	保护目标	备注
电站	声质量	电站厂界	200	噪声	《声环境质量标准》中 1 类标准	泵站、机组噪声

表 2-11 工程沿线村庄保护目标一览表(环境空气和声环境)

工程分区	保护对象	工程参照点	与工程的相对方位	距离(km)	影响时段
引水渠道工程	马头山村	引水渠道	E	0.05	施工期
电站工程	定河村	电站	N	1.87	施工期
	潘家湾村		SW	0.73	施工期
	汾源村		S	0.30	施工期、运营期
	永安镇		SW	2.03	施工期

3 工程概况

3.1 流域概况

汾河发源于宁武县东寨镇管涔山脉楼山下的雷鸣寺水母洞，自北向南流经忻州、吕梁、太原、晋中、临汾，至运城新绛县境急转西行，于禹门口下游万荣县荣河镇庙前村附近汇入黄河。汾河干流长 716 km，纵贯 6 市 27 个县（市、区）。流域呈不规则的宽带状分布在省境中部偏西地区，南北长 412.5km，东西宽 188 km，流域面积 39471km²。流域范围涉及全省 9 市 51 县，穿越太原、临汾两大盆地，汇聚吕梁、太岳山区 50 km² 以上的 83 条一级支流，占山西省国土总面积的 25.3%。

汾河按河流特征分为上、中、下游三段，其中太原兰村以上为上游段。上游段河道长 217.6km，流域面积 7705km²，河宽 250~1500m 不等，比降 2.6‰~7.4‰，属山区型河流，干流绕行于峡谷之中，峡谷深 100~200m，建有汾河水库和汾河二库。汾源水电站位于宁武县石家庄镇东侧汾河干流上，坝址以上控制流域面积为 1515km²，主河长 50.8km，河道平均纵坡 10.19‰。坝址所涉河道河谷宽约 800m，2002 年对该段河道进行了治理，堤距宽约 230m，河道右岸建有堤防，堤顶高程约 1329.3m 左右，左岸为山体，堤防防洪标准为 10 年一遇。

3.2 地理位置

地理位置：汾源水电站工程位于宁武县境内宁化堡村附近黄河一级支流汾河上，引水枢纽以上控制流域面积 1515km²。汾源水电站工程为引水式电站，引水枢纽布置于汾河上游宁武县宁化堡村河道左岸，引水方式采用引水渠道，渠道沿汾河左岸河漫滩、阶地岸坡布置，途经沙沟、大渠沟、马头山村、大寺沟等。拟建电站站址位于汾河左岸汾源村上游约 300m 处。引水枢纽地理位置为东经 112°2'31.6'，北纬 38°34'31.0"，电站地理位置为东经 111°59'43.7"，北纬 38°31'39.9"。

交通条件：汾源水电站站址紧邻宁白线，交通便利。引水管线工程沿线均有乡村道路，施工均可利用现有乡村道路将材料、设备等运至管线沿线各个施工地点。

交通位置图见图 3-1，地理位置见图 3-2。

3.3 项目建设的必要性

宁武县汾源水电站位于山西省宁武县石家庄镇附近的汾河干流上，在 2004 年编制的《中华人民共和国(分省)水力资源复查成果(2003 年)第 2 卷山西省》(以下简称“水力复查”)中，规划有汾源水电站，并考虑了引黄水的调入，设计装机容量 0.9MW，设计年发电量 450 万 kWh。

根据“水力复查”，汾河干流水能理论蕴藏量为 299.1 MW，尤其是汾河上游，蕴藏着丰富的水力资源，且尚未开发利用。宁武县是汾河的发源地，汾源水电站以上集水面积 1515km²，汾河上游段为山区性河流，河道蜿蜒曲折，干流上游河段加入引黄水量后，径流量增大且稳定，很适合建设径流式电站。

汾河流域从上世纪五六十年代开始建设小水电站，由于小水电站具有规模不大、开发技术成熟、设备安装简单、操作维修方便、工期短、收效快、施工期对环境的影响小、投资风险小、运行费用低等优点，极受群众欢迎。同时，小水电作为一种可再生的绿色能源，越来越受到山区县的重视，已成为山区经济发展的重要支柱、地方财政的重要来源、农民增收的有效手段。

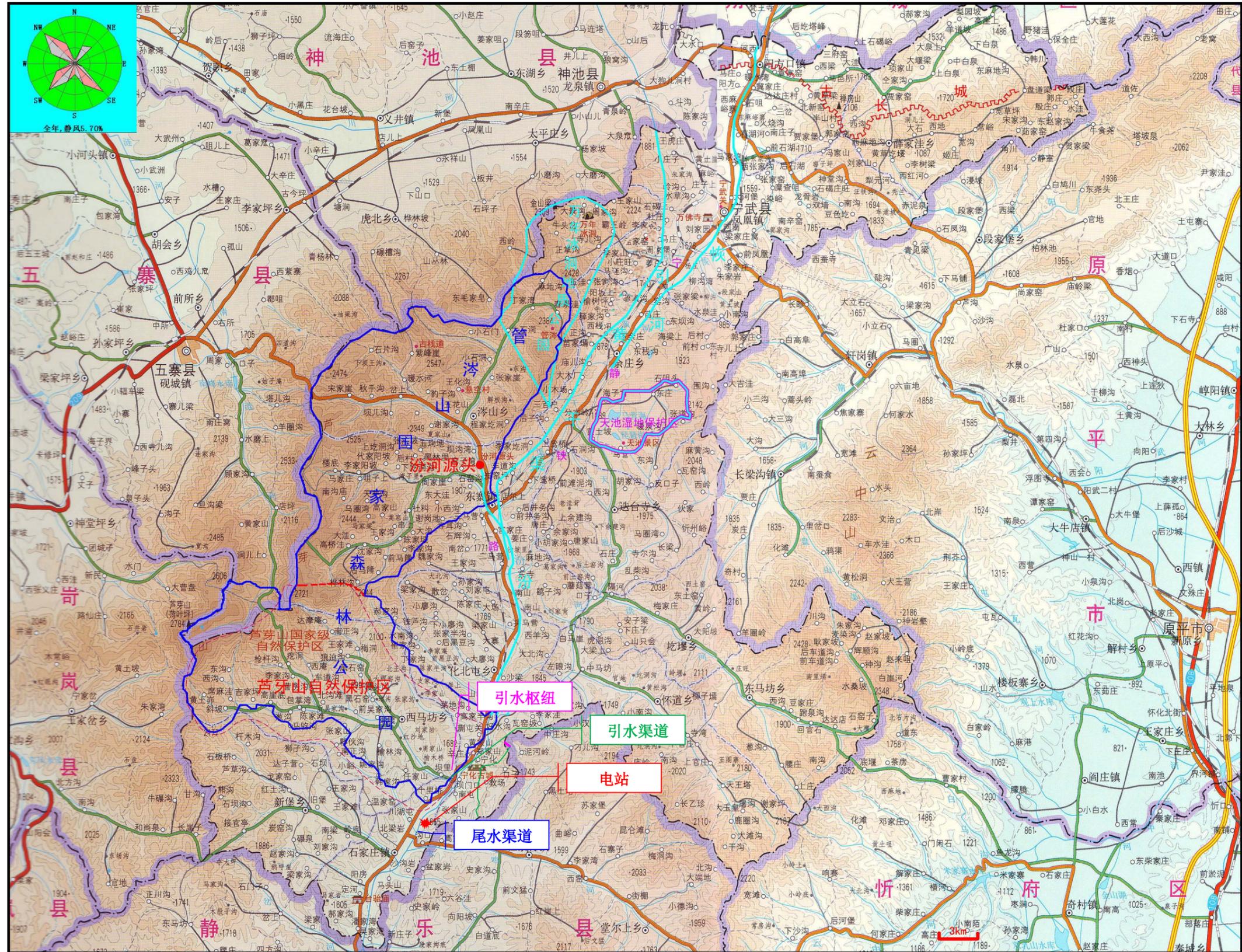
汾源水电站工程开发是山区水利和山区经济的重要组成部分，并且为农户以电代煤、以电代柴创造条件，有效减少水土流失和森林植被的破坏，为旅游资源的进一步开发打下坚实的基础。因此水能资源的开发是贫困山区经济发展的重要支柱，农民增收的根本途径，对乡镇企业、副业的发展和农村电气化将发挥重要作用。

水电作为一种可再生的绿色能源，越来越受到世界各国的重视，开发水电可以减少煤的消耗、减少二氧化碳的排放，最大限度地减少对环境的污染，特别是小水电的开发，可以充分利用当地丰富的水力资源，推动当地经济和社会的全面发展，又可以改善边远地区群众的生产生活条件，解放劳动力，提高生活质量。

兴建汾源水电站工程，符合宁武县水电农村电气化规划，是宁武县近远期水电农村电气化建设的电源项目之一；符合汾河流域水能规划，兴建该电站对促进地方电气化进程和发展农村经济均具有重要的意义，因此尽快兴建汾源水电站工程是必要的。

本着加快农村电气化建设、促进当地经济发展、减轻山区人民用电负担的原则，水电站所发电量首先满足宁武县小水电网用电，剩余电量输入大电网。汾源水电站为无调节径流式引水电站，参照中华人民共和国水利部 2009 年发布的《小水电水能设计规程》(SL76-2009)，电站的设计保证率取 85%。

综上所述，汾源水电站对改善宁武县电源结构，促进地方经济社会可持续发展，变资源优势为经济优势，增加地方财政收入，增加扶贫投入力度，维护社会稳定，全面建设小康社会，都是十分必要和迫切的。



3.4 工程任务与工程规模

3.4.1 工程任务

汾源水电站工程是以发电为主的水电站工程，发电电量接入国家电网，主要供电对象为宁武县城及所辖乡镇村庄。

3.4.2 工程规模

宁武县汾源水电站为无压引水式水电站，设计最大引水流量 33.20m³/s，设计最小引水流量 1.30 m³/s，设计水头 30m，设计装机容量 900kW，设计平均年发电量 450 万 kW·h，年利用小时数 6007h。

3.4.3 工程等级及标准

工程等级：山西省宁武县汾源水电站为无压引水电站，电站总装机 900kW，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)规定，水电站规模为小（2）型，枢纽工程等别为 V 等，主要建筑物及次要建筑物设计级别为 5 级。

主要建筑物包括滚水坝、冲沙闸、进水闸、引水渠道、电站等，均为 5 级建筑物。

防洪标准：据《防洪标准》(GB50201-2014)和《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)确定建筑物洪水标准。防洪标准见表 3-1。

表 3-1 本项目建筑级别及防洪标准表

建筑物名称		建筑物级别	洪水标准
主要建筑物	滚水坝	5	20 年一遇设计、50 年一遇校核，并满足主河槽中堤防 10 年一遇洪水标准
	进水闸	5	
	冲沙闸	5	
	前池	5	20 年一遇设计，50 年一遇校核
	电站厂房	5	
临时建筑物			5 年一遇

3.5 水资源供需分析

3.5.1 引水枢纽供水量

山西省宁武县汾源水电站为无压引水电站，水源为汾河流域水和万家寨引黄水。根据工程可行性研究报告，汾河本流域引水枢纽处频率 50%的天然年径流量为 8617 万 m³，引黄水过引水枢纽流量为 23.9m³/s。

3.5.2 汾源水电站需水量

汾源水电站为无压引水电站，设计引水流量由发电机组最佳经济效益确定，最终确定本工程引水最大流量为 $33.2\text{m}^3/\text{s}$ ，最小引水流量为 $1.3\text{m}^3/\text{s}$ 。当引水枢纽过水量小于 $1.3\text{m}^3/\text{s}$ 时，电站运行无经济效益，水量全部通过冲沙闸下泄。

3.5.3 引黄水供水量

引黄工程引水由宁武县头马营村进入宁武先，头马营上游为暗管引流，下游则将水汇入汾河，平均引水流量 $12\text{m}^3/\text{s}$ 。引黄水万家寨-龙口水库-天桥水库段每年采取联合排沙的方式，规划排沙时间为 7 月 17 日~9 月 17 日，排沙期间停止引水。

3.6 工程总布置

本工程主要建筑物有引水枢纽、引水渠道、水电站枢纽、尾水渠道等。

本工程引水系统包括引水枢纽和引水渠道。引水枢纽滚水坝布置于汾河左侧主河道内，由河道左岸至河道中部的堤防工程处，全长 210m。滚水坝现采用实用堰泄流，堰顶下游与消力池衔接。滚水坝左坝头布置两孔冲沙闸，进水闸紧靠冲砂闸左岸斜向布置于其上游侧，进水闸轴线与冲沙闸轴线夹角为 60° 。进水闸后接引水渠道，引水渠道后设渐变段与前池相接，在一侧墙上设 3 根压力钢管进水口及溢流堰和退水闸，每根压力钢管进口设拦污栅及事故检修钢闸门(孔口 $2.5\times 2.5\text{m}$)。压力管道直径根据机组大小不同分别为 2 根 2.4m 和 1 根 1.8m 压力钢管，两台机组共用一条压力管道至管坡末端，后由岔管分至各机组。引水渠渠首与进水口进水闸相接，渠尾至电站前池，渠道全长约 6.16km。引水渠道依山势布置于汾河左岸河漫滩、阶地及山坡上。根据地形地质情况，渠道线路桩号 5+050~5+130 和桩号 5+260~5+360 处设计两座渡槽。

水电站枢纽：电站厂房位于汾河左岸汾源村上游约 300m 处，布置前池、压力钢管及水电站厂房，前池布置在黄土丘陵台地上，台地上下游宽 50~80m，东西长约 260m，台地前缘高程为 1340m，高出河漫滩 40~45m。电站厂房位于河漫滩，地面高程为 1294~1297m，地势较为平缓。电站主厂房长 84.0m，宽 12.0m。6 台机组一字型布置，机组中心距分别为 13m、13m、13m、10m 和 10m。主厂房地面高程 1295.4m，安装间位于厂房左侧，宽 10.0m。副厂房位于主厂房上游侧，长 66m，净宽 6m，高 5.1m。主变压器场布置于副厂房右侧，共设 2 台主变压器。35kV 开关室长 30m，宽 8.1m，四周设铁丝网围栏。

尾水工程：电站主厂房下游侧设尾水池，与电站尾水管相连，尾水池长 66.5m，宽 12.8m，设计尾水位 1303.0m，尾水渠与前池泄槽合并后接下游河道。尾水渠前段采用梯形明渠(长 80m)，底宽 4.0m，尾水渠后段为梯形无衬砌土渠，接入下游河道。

本项目总平面布置图见图 3-3。

3.7 项目组成

宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目主要由引水工程、电站工程以及尾水工程三部分组成。

引水工程引水枢纽滚水坝全长 210m，由河道左岸至河道中部的堤防工程处，引水枢纽布设冲沙闸及进水闸，进水闸后接引水渠道，引水渠道后设渐变段与前池相接，引水渠道长 6.16km，渠道上设两座渡槽。水电站枢纽布置前池、压力钢管及水电站厂房，主厂房下游侧设尾水池，与电站尾水管相连，尾水渠与前池泄槽合并后接下游河道。施工期共设 3 个施工场地。

工程组成内容见表 3-2。

表 3-2 项目建设内容一览表

项目组成		建设内容	建设情况
主体工程	引水工程	<p>①引水枢纽：引水枢纽滚水坝布置于汾河左侧主河道内，由河道左岸至河道中部的堤防工程处，全长 210m。滚水坝采用实用堰泄流，堰顶高程 1328.50m，滚水坝高 4.0m 其中河床以上 1.8m，堰顶下游与消力池衔接。消力池底板厚度为 0.5m。滚水坝左坝头布置两孔冲沙闸，进水闸紧靠冲砂闸左岸斜向布置于其上游侧，进水闸轴线与冲沙闸轴线夹角为 60°。引水枢纽设 10m 干砌石海漫，在干砌石海漫下游设防冲槽。</p> <p>②引水渠道：进水闸后接引水渠道，引水流量 33.2m³/s，渠道全长 6.158km，纵坡为 1/3000，进口底高程为 1324.80m，出口底高程为 1322.75m。断面型式为矩形，底宽 5.2m，设计水深 3.7m，渠深 4.2m，为钢筋混凝土和浆砌石结构。引水渠道后设渐变段与前池相接。</p> <p>③渡槽：渠道线路桩号 5+050~5+130 和桩号 5+260~5+360 处设计两座渡槽。1#渡槽跨度为 80m，2#渡槽跨度为 100m，渡槽纵坡亦采用 1/3000，在渡槽上、下游设渐变段与渡槽相接。渡槽槽身采用 C30 钢筋混凝土双孔涵洞型式。</p>	未建
	电站工程	<p>①前池：引水渠道后设渐变段与前池相接，尺寸为 71.1×10.5m，在一侧墙上设 3 根压力钢管进水口及溢流堰和退水闸，每根压力钢管进口设拦污栅及事故检修钢闸门(孔口 2.5×2.5m)。压力管道直径根据机组大小不同分别为 2 根 2.4m 和 1 根 1.8m 压力钢管，两台机组共用一条压力管道至管坡末端，后由岔管分至各机组。溢流堰顶高程 1327.0m，宽 25m；退水闸 1 孔，孔口尺寸为 3×3m。</p> <p>②主厂房：长 84.0m，宽 12.0m。电站共装 6 台机组，设计水头 33.3m，设计年平均发电量 450 万 kWh，装机容量分别为 1600kW 机组 4 台，单机流量 6.6m³/s，800kW 机组 2 台，单机流量 3.42m³/s；机组中心间距由左至右分别为 13.0m、13.0m、13.0m、10.0m、10.0m，水轮机安装高程 1294.7m，主厂房安装间地面高程 1295.4m。</p> <p>③副厂房：位于主厂房上游侧，长 66.0m，宽 6.0m。副厂房内依次布置有 10kV 高压开关室、站用变室、低压配电室和中控室，地面高程 1295.4m。35kV 开关站位于电站上游北侧，35kV 开关室长</p>	未建

		30m, 宽 8.1m, 建筑面积约 240m ² 。 ④办公区: 位于厂区北部, 总建筑面积 150m ² , 设值班室 1 间。 ⑤辅助用房: 位于厂区北部, 总建筑面积 100m ² , 设器材室 1 间、库房 1 间、油库 1 间。	
	尾水工程	①尾水池: 电站主厂房下游设尾水池, 各机组出水口分别设尾水检修闸门。尾水池长 68.6m, 宽 12.8m, 设计尾水位 1292.5m。 ②尾水渠道: 尾水渠与前池泄流渠相接后流入下游河道。尾水渠前段采用梯形明渠, 明渠长 80m, 底宽 4.0m, 尾水渠后段为梯形无衬砌土渠, 接入下游汾河河道。	未建
辅助工程	交通道路	汾源村村通公路经新建站址, 可直接进场。 新建施工道路主要为工程施工区至施工工地的道路, 全长 2km, 采用砂石路面, 路面宽 6m。渠道沿线布置临时性施工便道 5km, 采用土路面, 作为运输材料的道路。	未建
	弃渣场	位于电站枢纽东北约 1.5km 处沟道内, 占地面积 11.76hm ² , 占地类型为其他草地, 为沟道型弃渣场。	未建
	施工工地	共布设 3 个施工点, 分别位于引水枢纽北侧、电站枢纽南侧及引水渠道中段马头山村, 每个施工点分别布置生产和生活设施, 施工营地设旱厕。	未建
公用工程	供电	电站设两台站用变压器, 分别接在电站 10kV 母线和 35kV 线路终端。站用电接线低压侧采用单母线不分段接线方式。	未建
	供水	电站厂区内打一眼水井, 井深约 50m, 作为生活及消防用水水源, 加压泵加压后经自动滤水器后通过管道向厂区各用水户供水。	未建
	采暖	电暖气采暖	未建
	食堂燃料	食堂采用煤气罐煤气作为燃料	未建
	排水	各轴承冷却器排水直接排入尾水管道。生活污水经厂内生活污水管道收集至化粪池后定期清掏。	未建
环保工程	固废处置	引水枢纽、引水渠道、电站等开挖的土石方部分作为土、沙石料被再利用, 剩余弃方运至弃渣场填埋处置。 弃渣场设浆砌石挡渣墙 162.5m, 截水沟 200.5m, 横向排水沟 3295m; 植物措施: 边坡撒播草木樨, 栽植紫穗槐, 顶部种植油松; 绿化面积 8.70hm ² 。	未建
	植物措施	电站内空闲区域进行绿化美化, 绿化面积 300m ² 。	未建
	废水处理措施	生活污水经厂内生活污水管道收集至化粪池后定期清掏, 化粪池采用玻璃钢材质, 同时玻璃钢外设置防渗池, 防止因玻璃钢破损引起水环境污染。	未建
	危险废物处置措施	设 25m ² 油库, 库内设危险废物暂存区, 运行维修产生的少量废润滑油统一收集后暂存于油库内, 定期委托具有资质的单位进行回收处置。	未建

3.7.1 引水工程

1) 引水枢纽

1. 滚水坝

汾源水电站滚水坝位于石家庄镇附近的汾河干流上, 河流流向 S32° W。滚水坝布置于汾河主河道左侧, 右端修建至已建防洪堤处。因本河道内已建有汾河上游干流河道治理工程, 其在本工程段内防洪标准为 10 年一遇, 故滚水坝设计保证发生 10 年一遇洪水时不影响防洪堤发挥现有作用, 即不溢出主河道。

滚水坝轴线附近河床底高程 1326.5~1327.0m,挖除主河床表面淤泥后新建滚水坝。

滚水坝采用实用堰形式,全长 210m,现顶高程 1328.5m,现宽 8.0m,现高 4.0m,前后设齿墙,高 0.5m,滚水坝采用 C20 混凝土浇筑。因汾河洪水过流量大,水流急,为保证工程安全,坝前设 15m 长 0.5m 厚 C20 钢筋混凝土铺盖;坝后设消力池,消力池采用 C25 钢筋混凝土结构,底板平均厚 0.5m,池深 0.5m,消力池长 12m,为减小渗透压力,消力池和浆砌石海漫内均设 DN50PVC 排水管,间排距均为 2.5m,梅花型布置;消力池后设 10m 长的干砌石海漫,厚 0.5m;在海漫后设 2.0m 深抛石防冲槽,消力池和干砌石海漫下设 0.5m 厚中粗砂反滤层,其下设 0.5m 厚碎石垫层。

因新建滚水坝后,河道内水位相应抬高,为保证原防洪堤防洪安全和有效发挥作用,对滚水坝前后段防洪堤进行加高培厚,高程至 1030.5m,长 740m,培厚后防洪堤顶宽仍为 2.5m。

2. 冲沙闸

为保证取水口不被泥沙淤积阻塞,能正常取水,故在滚水坝左端,桩号 Y0+023.55~Y0+035.55m 设置冲砂闸一座,与滚水坝呈“一”字平行布置。

冲沙闸为开敞式布置,设 2 孔,孔口尺寸均为 5×1.8m(宽×高),进口底高程为 1326.7m。冲沙闸采用 C25 钢筋混凝土结构,中墩厚 1m,边墩厚 1.0m,底板厚 1.0m,水闸宽 5.5m,总长 13m。闸室进口布置平板检修门和工作门各一道,检修平台高程为 1331.0m。在闸墩上设排架至启闭机平台,高程为 1336.0m,检修门和工作门均采用 LQ-2×100kN 启闭机。

冲沙闸后设陡坡与消力池相接,消力池采用 C25 钢筋混凝土结构,底板平均厚 0.5m,池深 1.0m,消力池长 12m,为减小渗透压力,消力池和浆砌石海漫内均设 DN50PVC 排水管,间排距均为 2.5m,梅花型布置;消力池后设 10m 长的干砌石海漫,厚 0.5m;在海漫后设 2.0m 深抛石防冲槽,消力池和干砌石海漫下设 0.5m 厚中粗砂反滤层,其下设 0.5m 厚碎石垫层。

3. 进水闸

进水闸布置于冲沙闸左侧,受场地限制,与滚水坝垂直布置。因引水水深较小,进水闸布置较长,根据最大引水流量确定进水闸为 4 孔,孔口尺寸均为 3.5×3.9m(宽×高)。考虑运行管理要求及闸门型式,进水闸开敞式布置,闸室进口布置平板工作门

一道，并预留检修门槽一道。

进水闸宽 4.5m，总长 19.2m，进口底高程为 1327.0m。进水闸中墩厚 1m，边墩厚 1.0m，底板厚 1.0m，采用 C25 钢筋混凝土结构。基础采用 0.5m 厚碎石垫层和 0.1m 厚 C15 素混凝土垫层。检修平台高程为 1331.0m。在闸墩上设排架至启闭机平台，高程为 1335.0m，检修门和工作门均采用 LQ-2×100kN 手电两用螺杆启闭机启闭。

进水闸后接渐变段与引水渠道相接。

4.坝顶高程与冲沙闸闸孔尺寸

冲沙闸为开敞式平底闸，根据《水闸设计规范》过流计算采用堰流计算公式，与滚水坝计算相同。滚水坝水位~泄量关系计算结果见表 3-3。

表 3-3 滚水坝水位~泄量关系曲线

水位 (m)	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
q (m ³ /s)	0.52	1.5	2.79	4.32	6.06	7.95	9.99	12.1	14.4	16.8

冲沙闸水位~泄量关系计算结果列于表 3-4。

表 3-4 冲沙闸水位~泄量关系曲线

水位 (m)	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
q (m ³ /s)	0.519	1.5	2.784	4.3	6.01	7.876	9.87	11.98	14.19	16.48

根据本工程设计情况，引水枢纽过流为 10 年一遇洪水时流量 (1085.0m³/s)时坝上水位最高。依据引水枢纽河谷宽度，并考虑引水高程，同时考虑下游的消能工程等方面问题，经过调算最终确定坝顶高程 1328.5m，坝长 210m，冲沙闸净宽 10m，坝上最高水位为 2.1m。

5.下游消能计算

①消力池计算

依据《水闸设计规范》(SL265—2016)，消力池深度计算结果见表 3-5。

表 3-5 消力池计算结果表

工况	Q	滚水规消力池深	d
	(m ³ /s)	(m)	(m)
校核 (50 年一遇洪水)	2087	0.36	0.39
设计 (20 年一遇洪水)	1575	0.22	0.33
10 年一遇洪水	1085	0.46	0.83

经计算，相应消力池 10 年一遇设计洪水泄量时最大，最终确定滚水坝消力池深度为 0.5m，冲沙闸消力池深 1.0m。

依据《水闸设计规范》(SL265—2016),取10年一遇洪水流量 $1085\text{m}^3/\text{s}$ 计算消力池长度为11.6m,确定采用12m,底板厚度为0.5m。

②海漫长度计算

根据《水力计算手册》(第二版)公式4-2-20,海漫长度按下式估算:

$$L_p = 10h_t$$

式中 L_p ——海漫长度, m;

h_t ——下游水深。

计算结果: $L_p=9.3\text{m}$ 。考虑到工程量较大,设10m干砌石海漫,为消除剩余的能量,在干砌石海漫下游设防冲槽。

6.进闸门运行方式

引水枢纽进水闸运行方式:进水闸全年工作。非汛期时进水闸敞开进水;汛期当闸前水位高于1328.5m时,在保证引水流量 $33.2\text{m}^3/\text{s}$ 下适当减小闸门开度。水位~闸门开度计算结果见表3-6。

表3-6 水位~闸门开度计算结果表

水位 (m)	1329.0	1329.16	1329.46	1329.5	1330.0	1330.5
开度	0.75	0.72	0.66	0.65	0.59	0.54

本项目引水枢纽总平面布置图见图3-4。

2) 引水渠道及渡槽

①引水渠道

引水渠渠首与进水口进水闸相接，渠尾至电站前池，渠道全长约 6.16km。引水渠道依山势布置于汾河左岸河漫滩、阶地及山坡上，纵坡采用 1:3000。渠道选线尽量为半挖半填型式。渠道进口设计底高程为 1324.8m，出口底高程为 1322.75m，渠深 4.2m，满足设计流量 $33.2\text{m}^3/\text{s}$ 的要求。

引水渠一般可采用钢筋混凝土和浆砌石两种型式，本次设计土基渠道采用钢筋混凝土型式，岩基段采用浆砌石型式。

引水渠采用矩形断面，根据最大引水流量计算确定净底宽 5.2m，渠高 4.2m。根据不同的地基情况，土基渠道采用钢筋混凝土浇筑，岩基渠道采用浆砌石砌筑。C25 钢筋混凝土渠道侧壁顶宽 0.4m，底宽 0.65m，渠底总宽为 6.5m，厚 0.65m。当基底土基存在湿陷性时，加设 3:7 灰土垫层，厚 0.5m；浆砌石渠道顶宽 0.5m，临水侧直立，外侧坡度为 1:0.4，为降低糙率、减小损失，渠道内部采用 C20 素混凝土衬砌。浆砌石采用 MU30 毛石 M7.5 水泥砂浆砌筑。

根据不同地基情况，引水渠道采用不同的基础处理。对于建在卵石混合土土基上的渠道，砌筑在土基上的渠道铺碎石垫层，厚 0.2m；对于建在湿陷性土基上的渠道，考虑渠道渗水对地基的影响，应采用 0.3m 厚 3:7 灰土垫层；对于建在岩基上引水渠道，边坡开挖后外侧采用浆砌石挡墙挡水，内侧直接采用 0.2m 厚 C20 混凝土衬砌后过水。

②渡槽

根据地形地质情况，渠道线路桩号 5+050~5+130 和桩号 5+260~5+360 处设计两座渡槽。1#渡槽跨度为 80m，2#渡槽跨度为 100m，渡槽纵坡亦采用 1/3000，在渡槽上、下游设渐变段与渡槽相接。

渡槽槽身采用 C30 钢筋混凝土双孔涵洞型式。根据设计流量设计渡槽尺寸为：双孔净宽均为 3.0m，底板 0.5m，侧墙和顶板均为 0.3m。渡槽每 10m 设一支墩，支墩采用 C20 钢筋混凝土浇筑，断面采用矩形结构，长 6m，宽 0.8m。支墩采用摩擦桩基础，桩径 1.0m，桩深 22.0m。

本项目引水渠剖面图见图 3-5。

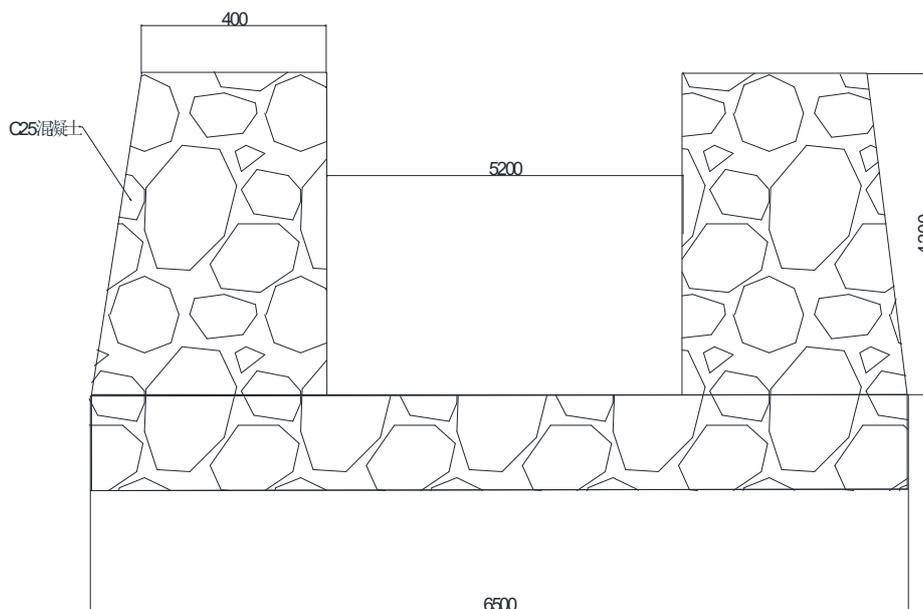


图 3-5 本项目引水渠道剖面图

3.7.2 电站工程

① 电站工程站址方案比选

根据《山西省宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目可行性研究报告》，本项目电站工程拟定了汾源上站址和汾源下站址两种方案。

拟建汾源上站址位于定河村附近的汾河左岸冲沟沟口，南邻杜家村林场，距下游的大寺沟 500m。电站厂房为河漫滩，局部已整平为育苗地，地面高程为 1303~1310m，地势较为平缓；引水渠道由取水口至汾源上站址全长约 4.32km，渠道随地形走势沿汾河左岸河漫滩、阶地及山坡布置；前池正常设计水位 1326.5m，电站设计尾水位 1303.0m，发电设计水头 21.0m，设计引水流量为 $33.2\text{m}^3/\text{s}$ ，电站总装机容量 $4 \times 1200 + 2 \times 500 = 5800\text{kW}$ ，其中 1200kW(HL275-WJ-105)水轮机 4 台，单机流量 $6.73\text{m}^3/\text{s}$ ，500kW(HL240-WJ-71)水轮机 2 台，单机流量 $3.16\text{m}^3/\text{s}$ ，配套发电机组为 SFW1200-16/1730、SFW500-12/1430，设计年平均发电量 3560 万 kWh，年利用小时数 6003h；电站主厂房长 84m，宽 12m。主厂房内一字形布置水轮发电机组 6 台，主厂房地面高程 1305.2m，安装间位于主厂房左侧，地面高程 1305.2m。副厂房位于主厂房上游侧，长 66.0m，宽 6.0m，主变压器场布置于副厂房右侧，共设 2 台主变压器。

拟建汾源下站址位于汾河左岸汾源村上游约 300m 处，前池布置在黄土丘陵台地上，电站厂房位于河漫滩，地面高程为 1294~1297m，地势较为平缓；引水渠道由进水

闸下游至汾源下站址全长约 6.16km，渠道沿汾河左岸河漫滩、阶地及山坡布置，在马头山附近跨三条较大沟壑，需新建 2 座渡槽，渡槽跨度约为 80、100m；前池设计水位 1325.80m，设计尾水位 1292.50m，发电设计水头 30m，设计引水流量为 33.2m³/s，电站总装机容量 4×1600+2×800=900kW，其中 1600kW (HLA551-WJ-100)水轮机 4 台、800kW (HLA551-WJ-71)水轮机 2 台，配套发电机组分别为 SFW1600-16/215、SFW800-10/1430。设计年平均发电量 450 万 kWh，年利用小时数 6007h；电站主厂房长 84m，宽 12m，主厂房地面高程 1295.4m，安装间位于主厂房左侧，地面高程 1295.4m。

副厂房位于主厂房上游侧，长 66.0m，宽 6.0m，主变压器场布置于副厂房右侧，共设 2 台主变压器。

经比较可知，上站址方案引水渠道较下站址短约 1.8km；电站枢纽布置集中，压力管道短，水头损失小；且站址地质条件好，运行管理安全、方便；但单位 kW 投资高于下站址 0.28 万元/kW，经济效益较差。

下站址方案渠道较长，且渠系建筑物增加 2 座大流量渡槽，大大增加了工程的施工难度；但从电站总装机来看，下站址装机较上站址装机增加 2200kW，平均年发电量增加 1286 万 kWh，工程总投资虽较上站址高约 2800 万元，但单位 kW 投资略低于上站址，工程运行后将带来较大的经济效益。

因此本工程电站最终确定站址为汾源下站址。

②电站工程

汾源水电站站址位于汾河左岸汾源村上游约 300m 处，前池布置在黄土丘陵台地上，电站厂房位于河漫滩，地面高程为 1294~1297m，地势较为平缓；引水渠道由进水闸下游至汾源下站址全长约 6.16km，渠道沿汾河左岸河漫滩、阶地及山坡布置，在马头山附近跨三条较大沟壑，需新建 2 座渡槽，渡槽跨度约为 80、100m；前池设计水位 1325.80m，设计尾水位 1292.50m，发电设计水头 30m，设计引水流量为 33.2m³/s，电站总装机容量 4×1600+2×800=900kW，其中 1600kW (HLA551-WJ-100)水轮机 4 台、800kW (HLA551-WJ-71)水轮机 2 台，配套发电机组分别为 SFW1600-16/215、SFW800-10/1430。设计年平均发电量 450 万 kWh，年利用小时数 6007h；电站主厂房长 84m，宽 12m，主厂房地面高程 1295.4m，安装间位于主厂房左侧，地面高程 1295.4m。副厂房位于主厂房上游侧，长 66.0m，宽 6.0m，主变压器场布置于副厂房右侧，共设 2 台主变压器。

电站工程包括主前池、电站厂房、办公生活用房和辅助用房。

1) 前池

前池前端接引水渠道末端，由 1:5 底宽 5.2m 矩形渠道渐变为底净宽 10m 的矩形断面，渐变段长 19.0m。前池总长 71.1m，宽 10.5m，底高程 1319.0m。前池下游侧依次布置 3 孔进水闸、溢流堰和退水闸。为配合下游压力管道布置，进水闸相应布置 3 孔闸门，闸门间距与压力管道一致。进水闸总长 40.5m，宽 5.3m，其内设一道事故检修闸门，事故检修闸门前设一道拦污栅。拦污栅和闸孔尺寸均为 $2.5 \times 2.5\text{m}$ 。闸门检修平台之上设钢筋混凝土排架至启闭机室，根据闸门检修净空要求，排架高 3.5m，启闭平台高程为 1330.5m，启闭机室结构尺寸为 $5.49 \times 12.7\text{m}$ (长 \times 宽)，高 4.5m，各检修闸门设 1 台 QPQ-250kN 固定卷扬式启闭机，拦污栅共用一套 $2 \times \text{CD15D-10}$ 型电动葫芦起吊。启闭机室建筑面积 236m^2 。

溢流侧堰紧邻进水闸，堰长 15.0m，堰顶高程取 1326.6m。溢流侧堰采用 WES 堰型，溢流面为幂曲线，曲线方程为 $y=0.769 \times 185$ ，幂曲线与 1: 0.7 坡面衔接，其后采用半径 3.5m 的反弧段平顺延伸至 1319.5m 高程。

为保证冲沙效果，将退水闸布置在前池最末端。退水闸长 5.0m，宽 5.5m，其内布置检修闸门和工作闸门各一道，孔口尺寸均为 $3.0 \times 3.0\text{m}$ ，闸底板高程与前池同高，为 1319.5m。闸底板厚 1.0m，闸墩厚 1.0m，检修平台高程与前池顶齐平，为 1327.0m。闸门检修平台之上设钢筋混凝土排架至启闭机室，排架高 5.2m，启闭平台高程为 1332.2m，启闭机室结构尺寸为 $5.0 \times 5.5\text{m}$ (长 \times 宽)，高 4.2m，检修闸门和工作闸门各设 1 台 QPQ-250k 固定卷扬式启闭机，启闭机室建筑面积 28m^2 。

前池地基为第四系上更新统低液限粉土、低液限粘土，质疏松。地基土属中~高压缩性，弱~中湿陷性黄土（II、III 级），地基存在湿陷问题。为减小湿陷性和提高地基承载力，前池基础需夯实碾压，并做 1.5m 厚 3:7 灰土垫层。

2) 压力钢管

压力钢管布置于前池与电站厂房之间，压力管线与厂房纵轴垂直布置。根据地形地质和工程情况，管坡布置三条压力管线，管径分别为 DN1800 和 DN2400 (两根)，坡度采用 1: 12 和 1: 3，总长约 165.0m，其中 DN1800 钢管后接 45° 卜型分岔管分成两根 DN1200 钢管至 800kW 机组，DN2400 钢管后接 45° 卜型和 Y 型分岔管分成两根

DN1600 钢管至 1600kW 机组。压力钢管材料为 Q235C 级钢，DN2400 压力钢管壁厚 22mm，DN1800 压力钢管壁厚 16mm，DN1600 压力钢管壁厚 16mm，DN1200 压力钢管壁厚 12mm。每条压力钢管前后、岔管处及转弯处均设镇墩，共 4 个，管坡段每 6.0m 设一支墩，埋管段采用钢筋混凝土外包钢管。

3) 电站厂房

主厂房长 84m，宽 12m，高 16.6m(尾水底板至屋面梁底)。机组布置方式为纵向布置，机组轴线平行于厂房纵轴。主厂房沿厂房纵轴分为安装间和主机间。主机间内设水轮发电机组 6 台，水轮机安装高程为 1294.7m,机组中心距分别为 13m、13m、13m、10m 和 10m。主厂房地面高程 1295.4m，安装间位于主机间左侧，长 10.0m，与主厂房地面同高。机组尾水管孔口尺寸为 2.4m×1.5m。考虑到下游防洪问题，在下游设尾水检修门，检修平台高程为 1294.7m，共用一台 2×CD15D-10 型电动葫芦启闭闸门。

主厂房下部结构为 C25 钢筋混凝土结构，底板厚 1.0m,侧墙厚 1.17m。根据地形地质情况和机组布置，主厂房共设 2 道永久变形缝，将整个厂房分为 3 个独立部分。主厂房上部结构为砖混结构，吊车梁轨顶高程为 1302.9m，主厂房屋面梁底高程 1305.4m，建筑面积约 1080m²。

副厂房位于主厂房上游侧，长 66m，净宽 6.0m，高 5.1m。室内地面高程 1295.4m。由中控室、低压配电室、站内变压器室、高压开关室等组成。主变压器场布置于副厂房右侧，共设 2 台主变压器。35kV 开关室长 30m，宽 8.1m，建筑面积约 240m²。

4) 办公生活用房：位于厂区北部，总建筑面积 150m²，设值班室 1 间，采用砖混结构。

5) 辅助用房：位于厂区北部，总建筑面积 100m²，设器材室 1 间、库房 1 间、废油库 1 间。其中废油库为危险废物暂存间，面积 25m²。辅助用房均为砖混结构。

电站工程总平面布置图见图 3-6。

3.7.3 尾水工程

本项目尾水工程主要包括尾水池和尾水渠道。

电站主厂房下游侧设尾水池，与电站尾水管相连，尾水池长 66.5m，宽 12.8m，设计尾水位 1303.0m，尾水渠与前池泄槽合并后接下游河道。尾水渠前段采用梯形明渠(长 80m)，底宽 4.0m，尾水渠后段为梯形无衬砌土渠，接入下游河道。

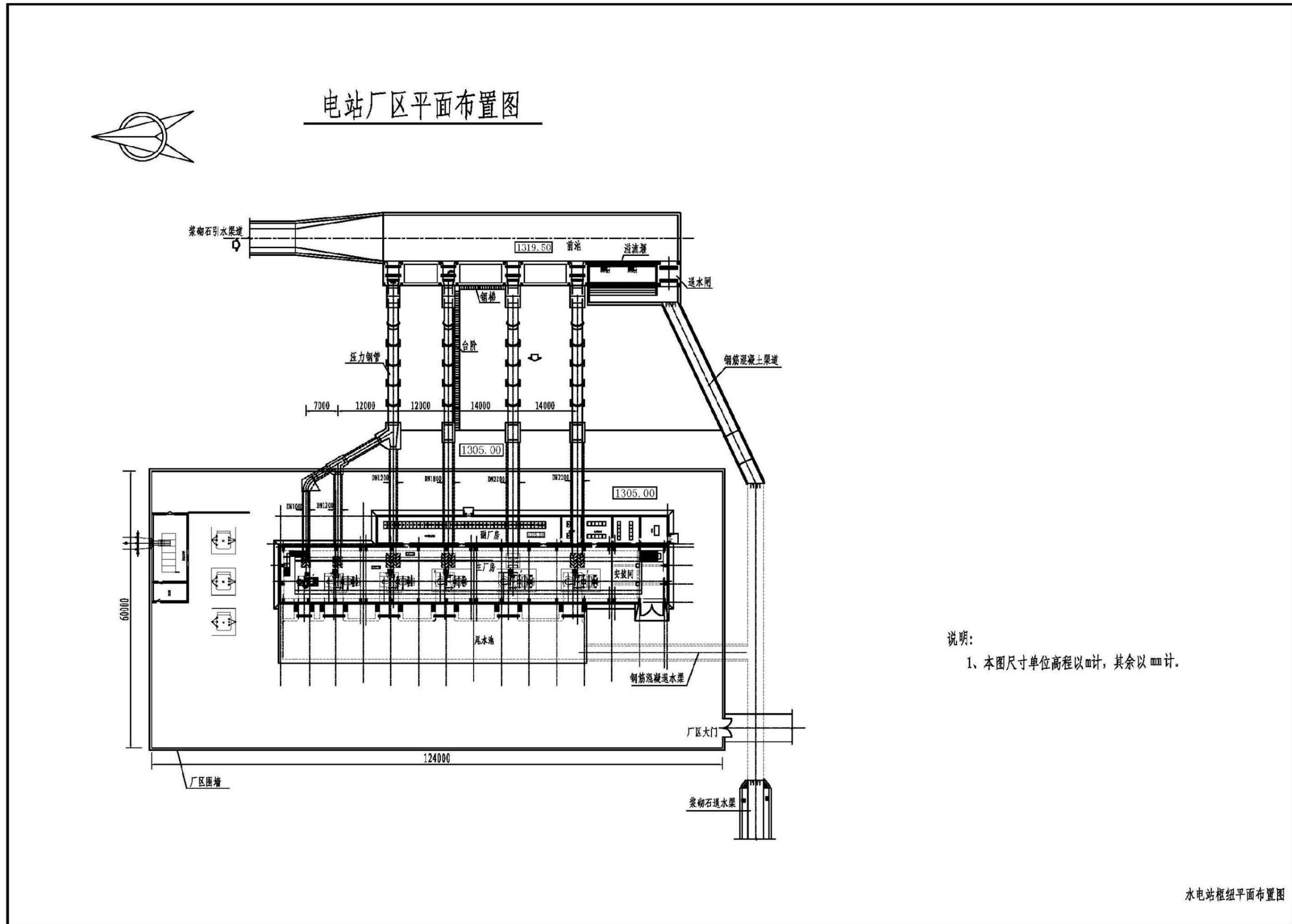


图 3-6 电站工程总平面布置图

3.8 运行方式

1. 滚水坝运行方式

当坝前水位超过滚水坝坝顶高程 1328.5m 且低于 1330.6m 时，全部由滚水坝泄洪；当汛期来水超过 10 年一遇标准，即坝前水位超过 1330.6m 时，左岸 10m 冲沙闸开启与滚水坝共同泄洪。为保障电站取水水位，非汛期冲沙闸关闭。当来水流量小于最小设计引水流量，即来水流量小于 $1.3\text{m}^3/\text{s}$ 时，冲沙闸全部开启，来水全部下泄，不进入电站进水闸。

2. 电站运行方式

电站进水口设有 3 孔闸门，非汛期和汛期无洪水时，闸门全部开启，遭遇洪水时，根据闸前水位确定闸门开启高度。在干旱条件下，即来水流量小于最小设计引水流量，即来水流量小于 $1.3\text{m}^3/\text{s}$ 时，水电站运行无经济效益，停止运行。

3.9 工程选址环境可行性

汾源水电站工程位于宁武县境内宁化堡村附近黄河一级支流汾河上，汾源水电站工程为引水式电站，引水枢纽布置于汾河上游宁武县宁化堡村河道左岸，引水方式采用引水渠道，渠道沿汾河左岸河漫滩、阶地岸坡布置，途经沙沟、大渠沟、马头山村、大寺沟等，拟建电站站址位于汾河左岸汾源村上游约 300m 处。

根据现场调查以及宁武县文化体育中心“宁文发[2018]第 28 号”文件（见附件），宁武县汾源水电站用地范围与县保单位汾源村清代石牌坊文物保护范围不重叠。根据宁武县住房和城乡建设局关于本项目用地范围意见的函（见附件），本项目用地范围与宁武县风景名胜区范围不重叠。根据宁武县林业局关于本项目用地范围意见的函（见附件），本项目用地范围与自然保护区、森林公园、湿地公园、以及国家公益林范围均不重叠。根据宁武县环境保护局关于本项目用地范围意见的函（见附件），本项目用地范围与宁武县饮用水水源保护区范围不重叠。

3.9.1 坝址工程选址可行性分析

从地质方面来看，滚水坝位于宁化堡村防洪堤东主河床上，滚水坝右端与防洪堤相接，左端与冲砂闸、进水闸相连，坝基为卵石混合土层，下伏基岩为侏罗系砂页岩，在地形条件上能满足项目枢纽布置的要求。

从环境影响的角度分析，坝址选址不涉及自然保护区、风景名胜区、公用基础设

施等环境敏感区域及敏感保护目标，坝址选址占地范围内无野生保护植物分布，无居民点分布，不涉及移民安置，不存在环境制约因素。

因此，从环保角度出发，本次环评认为工程坝址方案在环境保护方面不存在重大制约性因素，选址环境可行。

3.9.2 电站工程选址可行性分析

电站厂区位于汾河左岸，高出汾河水面约 5m~8m 的一块缓地上，地形平坦，较开阔，厂房所在地主要为地层主要为第四系松散堆积物，下伏侏罗系大同组砂页岩，第四系全新统（Q₄^{dl}）坡洪积碎石混合土。根据现场调查，电站工程占地区域无珍稀野生保护动植物分布，无居民点分布。选址不涉及环境敏感区，占地对植被、植物资源影响较小。因此，厂址的选择从环境的角度是合理可行的。

3.10 项目主要生产设备

本工程主要生产设备见下表 3-10。

表 3-10 主要生产设备

序号	名称	规格、型号	单位	数量	备注
1	水轮机	HLA551-WJ-100	套	4	
		HLA551-WJ-71	套	2	
2	发电机	SFW1600-16/215	套	4	
		SFW800-10/1430	套	2	
3	调速器	YWT-1800	套	4	
		YWT-600	套	2	
4	主阀	DN1600 PN0.6MPa	套	4	
		DN1200 PN0.6MPa	套	2	
5	伸缩接头	DN1600 PN0.6MPa	套	4	
		DN1200 PN0.6MPa	套	2	
6	励磁装置		套	6	
7	自动化元件		套	6	
8	起重机	电动双梁 20t Lk=10.5m	台	1	
9	测温测速制动屏		面	6	
10	技术供水泵	H=14m Q=86m ³ /h	台	2	
11	检修排水泵	H=20m Q=200m ³ /h	台	2	
12	渗漏排水泵	H=20m Q=40m ³ /h	台	1	
13	数显压差变送器		台	6	
14	液位变送器		台	2	
15	压力变送器		台	18	

16	空压机	Q=2.0m ³ /min PN0.8MPa 15kW	台	2	
17	低压气罐	1.0m ³	个	2	
18	透平油系统		套	1	
19	绝缘油系统		套	1	
20	量测系统		套	1	
21	轴流风机	FT40I No.5	台	10	
22	轴流风机	FT40I No.3	台	8	
23	通风系统		套	5	
24	空调		台	1	
25	电暖器		台	2	

3.11 工程管理及投资

3.11.1 管理机构及定员

宁武县水利水保局直接负责组织工程建设和工程建成后的运营管理。

电站单位定员级别为4级，定员12人。

3.11.2 管理及保护范围

1) 工程管理范围

工程管理范围包括：引水枢纽、电站厂区外轮廓线向外30m范围内，引水渠道沿线、渡槽，管理范围为渠道、渡槽外轮廓线以外2.5m；生产、生活区管理范围为房屋和围墙外围5m。

2) 工程保护范围

水电站厂房保护范围为工程管理范围向外延伸50m，其余建筑物工程保护范围为工程管理范围向外延伸5m。

3.11.3 管理设施

(1) 交通设施

各泵站对外交通可利用附近公路与泵站厂区相接，交通便利。交通工具按有关规定。

(2) 通信

内部通信为无线传输加人工对讲；外部通信为社会网。

3.11.4 工程投资

工程总投资22876万元，其中土建投资12133.42万元。

3.12 工程投资

本工程总投资 22875.84 万元，其中土建投资 12133.42 万元。

工程特征表见表 3-13。

表 3-13 工程特性表

序号	项目	单位	数量	备注
一	水文			
1	坝址以上流域面积	km ²	1515	
2	多年平均年径流量	万 m ³	12987	
3	代表性流量			
	校核洪峰流量 (p=2%)	m ³ /s	1969	
	设计洪峰流量 (p=5%)	m ³ /s	1461	
	洪峰流量 (p=10%)	m ³ /s	1085	
	施工导流标准流量 (p=20%)	m ³ /s	721	
4	泥沙			
	多年平均输沙量	万 t	34	
二	主要建筑物			
1	引水枢纽			
1)	滚水坝			
	坝型		钢筋混凝土滚水坝	
	坝顶高程	m	1328.5	
	最大坝高	m	4	
	坝顶长度	m	210	
	坝顶宽度	m	1.5	
	坝基高程	m	1324.5	
2)	冲沙闸			
	闸室型式		平板钢闸门	
	闸顶高程	m	1331	
	闸底高程	m	1326.7	
	闸门型式		开敞式	
	闸孔数		2	
	闸孔尺寸	m	5.0×4.3	
	主河槽过流时泄量 10%	m ³ /s	118	
	汾河全断面过流时泄量 5%	m ³ /s	63.4	
	汾河全断面过流时泄量 2%	m ³ /s	72.7	
	消能型式		底流消能	
3)	进水闸			
	闸门型式		平板钢闸门	
	闸顶高程	m	1331	
	闸底高程	m	1327	
	闸门型式		开敞式	
	闸孔数		4	
	闸孔尺寸	m	3.5×4.0	
	设计引水流量	m ³ /s	33.2	
2	引水渠			

序号	项目	单位	数量	备注
	型式		C25 钢筋混凝土、浆砌石	矩形
	渠长	m	6158	
	进出口底高程	m	1324.8/1322.75	进口/出口
	纵坡		1/3000	
	设计引水流量	m ³ /s	33.2	
	设计水深	m	3.7	
	渠系建筑物	m	渡槽（跨度 80m、100m）	
3	水电站枢纽			
1)	前池			
	尺寸	m	71.1×10.5	
	设计水位	m	1325.8	
	池底高程	m	1319.0	
	溢流堰顶高程	m	1325.9	
	堰长	m	25	
2)	进水			
	闸门型式		平板钢闸门	
	闸底高程	m	1319.5	
	闸孔数		3	
	闸孔尺寸	m	2.5×2.5	
3)	退水闸			
	闸门型式		平板钢闸门	
	闸底高程	m	1319.0	
	闸孔数		1	
	闸孔尺寸	m	3×3	
4)	压力钢管			
	DN2400 钢管	m	330.0	
	DN1800 钢管	m	165.0	
	DN1600 钢管	m	170.1	
	DN1200 钢管	m	87.3	
5)	水电站			
	水电站设计水头	m	30	
	水电站设计尾水位	m	1292.5	
	水电站设计流量	m ³ /s	33.2	
	水电站装机台数	台	6(1600×4+800×2)	
	水电站装机容量	kW	8000	
	最大单机流量	m ³ /s	6.6	
	年平均发电量	万 kW.h	450	
	年利用小时	h	6007	
6)	尾水闸			
	闸门型式		平板钢闸门	
	闸底高程	m	128.8	
	闸孔数		6	
	闸孔尺寸	m	4×2.3	
四	施工			
1	主体工程量			

序号	项目	单位	数量	备注
	河道清淤	m ³	26082	
	清基	m ³	5751	
	土方开挖	m ³	472432	
	石方开挖	m ³	144915	
	土石方回填	m ³	143483	
	防洪堤填筑	m ³	28771	
	混凝土	m ³	72861	
	钢筋制安	t	5231	
	M7.5 浆砌石	m ³	18087	
	干砌石	m ³	1570	
	反滤料	m ³	3142	
	碎石垫层	m ³	7482	
	3:7 灰土	m ³	8321	
	抛石	m ³	2732	
	浆砌石拆除	m ³	162	
	基底夯实	m ²	4084	
	压力钢管	t	351	
	651 橡胶止水带	m	6728	
	建筑面积	m ²	1636	
2	主要建筑材料			
	柴油	t	668.2	
	汽油	t	20.9	
	水泥	t	30152	
	砂	万 m ³	5.25	
	碎石	万 m ³	8.37	
	块石	万 m ³	2.35	
	钢筋、钢材	t	5877	
	炸药	t	51.7	
3	总工期及总投工			
	总工期	年	2	
	直接投工	万工日	19.51	
	总投工	万工日	22.43	
五	工程投资			
	工程静态总投资	万元	22875.84	
	工程部分投资	万元	20998.18	
	建设征地移民补偿投资	万元	1036.20	
	环境保护工程投资	万元	168.49	
	水保环境部分投资	万元	672.97	
六	经济评价指标			
	经济净现值	万元	430.45	
	经济内部收益率	%	6.23	

4 工程分析

本工程为水利建设工程，属于非污染生态影响建设项目。在施工期及运行期，都会对环境产生一定的影响，只是影响方式不同。施工期破土动工对生态环境产生破坏，对动植物及农业生产、水土流失影响较大，施工过程中产生废水、废气、噪声对周边环境产生污染；运行期大坝截流对上下游水文情势、河道泥沙、土地利用、河流水资源利用等产生改变，影响下游生态环境和社会经济，运行期电站管理人员的生活污水和垃圾对环境的影响很小，发电设备噪声对声环境有轻微影响。

4.1 施工期的环境影响因素分析

4.1.1 施工过程产污环节分析

- 1) 施工人员的进驻，将产生生活污水和生活垃圾。
- 2) 施工场地清理和临时建筑的布设将破坏植被和景观，产生水土流失。
- 3) 临时生产系统产生废水、粉尘、噪声。
- 4) 工程开挖、浇筑养护产生基坑排水。
- 5) 施工机械产生噪声，燃油机械产生废气。
- 6) 运输车辆产生扬尘、噪声。
- 7) 渠道及电站开挖产生扬尘、噪声。
- 8) 临时堆土堆料、料场开挖、永久弃土产生水土流失。

4.1.2 施工期污染物排放情况分析

1) 大气污染物排放分析

施工对空气的污染主要有四个方面：一是施工作业（土石方开挖回填等）中产生的扬（粉）尘；二是运输（包括装卸）车辆撒落和卷起的尘土；三是机械、车辆排放的废气；四是工地上的松散土砂料被风吹起等。

施工扬尘会增加空气中悬浮颗粒物的浓度，对局部范围内的空气质量有影响。在道路局部积尘较多的地方，载重车辆经过时会掀起浓密的扬尘，影响范围一般在宽 5~6m、高 4~5m 的空间内，3 分钟后较大颗粒即沉降于地面，微细颗粒（PM₁₀）在空中飘浮时间较长。因此，车辆扬尘主要是污染道路空气质量。施工中扬尘量的多少还取决于施工管理水平，管理严格，则可减少扬尘量；相反，如果水泥、土料大量洒落在

道路上，又不及时清扫，则产生的尘土会大量增加。

机械排气会增加空气中的悬浮微粒、二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）和一氧化碳（CO）、烃类（CH_x）等含量。根据相应研究成果，燃油 1t 排放的主要污染物 SO₂、CO、NO₂、CH_x 分别为 0.003 t、0.078 t、0.047 t、0.0065t。本工程施工共需用汽油约 9.17t、柴油约 117.23t，据此推算，产生的污染物总量分别为 SO₂0.38t、CO9.86t、NO₂5.94t、CH_x0.82t 左右。另外，施工期共需炸药 2.2t，排放 CO 约 0.17t（按每吨铵梯炸药排放 CO0.078 t 计算）。施工期为 2 年，则污染物产生总量分别为 SO₂ 0.19t/a、CO5.02t/a、NO₂2.97t/a、CH_x0.41t/a 左右。

工地上的松散土砂料被风吹起使 PM₁₀ 增加，环评要求采取临时苫盖或洒水降尘措施。

因施工产生的大气污染物为无组织排放，其产生量即为排放量。工程施工期大气污染源源强小，且都是流动性和间歇性地排放污染物，对大气环境的影响不大。

2) 水污染物排放分析

本工程在施工过程中，产生水污染物的环节主要有以下几个方面：基坑排水、临时生产系统排水、施工人员生活污水，围堰水蚀、土石料存放等。

a) 基坑排水：引水枢纽施工时有基坑排水，设置集水坑，采用水泵抽排。施工完毕后，将集水坑回填。基坑水主要污染物为 SS，利用集水坑可以使 SS 沉淀。基坑排水经沉淀后部分回用于混凝土浇筑、养护和施工生产生活区的洒水降尘，未能利用部分经沉淀处理达到排放标准后排到下游河道。

b) 混凝土浇筑和养护水：本工程混凝土主要为引水枢纽、电站、引水渠道辅助建筑物等，其中引水枢纽、电站混凝土用量大。一般情况下，养护 1m³ 的混凝土约需 0.35m³ 的水，本工程混凝土总用量为 72861m³，需水量约 2.55 万 m³，除引水枢纽有部分与基坑排水混排外，其余地段混凝土浇筑和养护水全部蒸发和入渗，不会产生径流。因该水 pH 值为 11 左右，在基坑排水的集水坑中加酸中和，沉淀中和后用于洒水降尘。

c) 施工人员生活污水

施工人员食堂、住处产生的生活污水 COD、BOD₅ 含量较高。高峰期施工人员 682 人，生活污水量按 50L/d.人计，生活污水量 34.1m³/d，工程设 3 个施工生活区，平均每个工区生活污水产生量为 11.37m³/d。BOD₅ 浓度为 50~120mg/L，COD 浓度为 80~250mg/L，SS 浓度为 80~250mg/L。生活污水沉淀后用于场地降尘洒水。

施工人员粪便修建旱厕收集，定期外运做农肥使用。

d) 引水枢纽围堰对水环境的影响

本项目引水枢纽施工围堰分两期，一期围护左岸，围堰挡水，右岸束窄河床泄流；二期围护右岸，围堰挡水，左岸已完工段冲沙闸泄流。一期围堰长 401.2m，堰顶高程 1328.5~1328.0m，围堰高 1.5m；二期围堰长 227.1m，堰顶高程 1328.5~1328.2m，围堰高 2.0m。一二期围堰顶宽均为 2m，围堰迎水面边坡均为 1: 2.0，背水面边坡均为 1: 1.5。

围堰采用土围堰，利用开挖料填筑。在堰体迎水面设置 0.5m 厚草袋土护坡，堰脚采用抛石防护，围堰表面受水力冲蚀小，SS 排放量小。

施工场地内堆置的土料、砂石等在夏季受雨水冲刷易产生水土流失，使河道 SS 增加。本工程水土保持方案中已考虑采取在堆土周边设装土编织袋临时挡土围堰并苫盖进行临时防护措施，满足环评要求。

引水枢纽施工只要采取有效措施，对河流的水质影响较小。

综合上述，施工期产生的污水对当地的水环境有一定的影响，本方案通过采取环保措施进行污水利用、回用或达标排放。

3) 声源声强分析

工程施工中，各种类型的机械（挖掘机、推土机、运输车辆等）运行时会产生噪声，爆破、材料装卸加工、垃圾清运、工地指挥哨声等也是噪声源。本工程施工机械共计 215 台（套），见表 2-2，施工机械的噪声强度一般在 80-110dB（A）之间。施工期各种施工机械设备将主要分布在工程施工区、临时生产系统等地方，噪声污染较严重的区域为工程施工区。较为敏感的是附近村庄。运输车辆产生的噪声是间断的、不定时的，较为敏感的是附近村庄。

4) 固废排放分析

施工期固废由两部分组成，一是施工人员产生的生活垃圾，二是施工产生的弃土。

施工人员人均产生垃圾约 0.8~1.2kg/d，施工高峰期日产生垃圾约 682kg，年（按 10 个月计算）垃圾产生量约 204.6t（ $682 \times 1 \times 30 \times 10 / 1000 = 204.6t/a$ ）。垃圾产生量分布在 3 个工区，平均每个工区日产生垃圾约 227kg。施工区的生活垃圾主要成分为厨房的蔬菜瓜果等有机弃料、破衣烂衫等织品、烟酒副食品等包装纸盒、玻璃器皿、塑料等，玻璃、塑料可回收，其余可降解，无毒害，每个施工区设 3 个垃圾桶进行分类收集，由当地环卫部门统一处理。可回收的垃圾收集后回收利用。

土石方开挖总量为 68.35 万 m^3 ，其中土方开挖 53.84 万 m^3 ，石方开挖 14.51 万 m^3 ；

土石方回填 24.34 万 m^3 ，其中土方回填 19.08 万 m^3 ，石方回填 5.26 万 m^3 ；土石方调运总量 8.13 万 m^3 ，其中从引水渠道区调往淹没区用于堤防加固填筑土方 2.87 万 m^3 ，从引水渠道区调往交通道路区用于路基填筑石方 5.26 万 m^3 ；施工生产生活区、施工道路和输电线路等临时占地区域各场地内部挖填平衡，项目总弃方 44.02 万 m^3 （包括淹没区河槽清淤、引水枢纽区、引水渠道和电站枢纽区的弃方），全部弃入弃渣场。

本项目弃渣场位于电站枢纽东北约 1.5km 处沟道内，占地面积 11.76 hm^2 ，占地类型为其他草地，为沟道型弃渣场，未发现崩塌、滑坡和泥石流现象，弃渣场位于周围无重要的基础设施及工业企业，满足弃渣场选址要求。施工结束后建设单位对弃渣场种植植被进行生态恢复。

4.1.3 施工期生态破坏环节分析

汾源水电站工程总占地面积为 49.61 hm^2 。其中永久占地面积 39.94 hm^2 ，主要是淹没区、引水枢纽、引水渠道、电站枢纽、交通道路和弃渣场；临时占地面积 9.67 hm^2 ，主要是施工生产生活区、施工道路。

工程建设将使占地范围内土地利用的结构和类型发生变化，永久占地范围内的土地将改变原有的性质，新的功能将长时间保持不变；临时占地范围内的土地在施工完成后，可根据实际情况恢复原有的功能或进行合理的开发。在施工过程中，施工活动将会使施工占地范围内的一些植被受到破坏，原有的植被类型的结构和分布将发生一定变化。占地范围内现有动植物的栖息地将遭到破坏，动物被迫外迁。另外，施工活动将在一定程度上降低工程区域的植被覆盖率，从而增加了工程区产生新增水土流失的可能。生态破坏主要表现在：

- 1) 永久建筑物和临时建筑物破土动工对生态环境产生的破坏。
- 2) 弃土弃渣对生态环境产生破坏。
- 3) 土料场、石料场开采对生态环境产生的破坏；
- 4) 施工临时生产系统生产对生态环境产生破坏。
- 5) 输水渠道建设对生态环境的影响。
- 6) 电站建设对地表生态环境产生破坏。

以上破坏地表面积共计 49.61 hm^2 。

4.1.4 施工期对社会环境的影响环节分析

- 1) 施工对人群健康的影响

施工期间将有施工人员常驻工地，对施工人群的健康影响问题不容忽视。存在的影响主要有以下方面：施工期间人员居住集中，统一食宿，容易引发传染性疾病；施工人员住处简陋，卫生状况较差，增加了感染疾病的危险性；若对施工人员体检工作不到位，则肝炎等传染病病毒携带者很可能进入施工现场，造成疾病流行等。

2) 施工对农业生产的影响

工程永久和临时占地将减少当地耕地数量。施工期间农业耕作停止，影响农业生产。

3) 施工对当地交通的影响

施工期间自卸汽车 40 辆，主要集中在施工点以及施工道路上，由于线路比较分散，相对增加的车流量较少，施工车辆不会对当地交通造成拥堵。

4) 对社会环境的影响

工程总投资 22876 万元，施工为当地居民创造了就业机会。另外，大量人员入驻也给当地居民提供了致富机遇。根据施工劳动力需求情况，对一些一般性的工作，应尽可能地由当地的民工来承担，这可以缓减当地的就业压力，提高当地民众的收入。工程实施，对于当地经济来讲，是一次发展的好机遇。

4.2 运行期的环境影响分析

4.2.1 工程对水资源的影响

宁武县水资源利用情况：根据宁武县第二次水资源调查评价结果，宁武县多年平均水资源总量为 1.975 亿 m^3 ，多年平均河川径流量为 1.717 亿 m^3 ，多年平均地下水资源量为 1.117 亿 m^3 ，多年平均降雨入渗补给量也为 1.117 亿 m^3 ，河川径流与地下水之间的重复计算量 0.859 亿 m^3 。

宁武县第二次水资源调查评价通过对宁武县地表水资源开发利用率和利用程度指标的分析计算，全县地表水资源开发利用总体上属于尚未开发利用水平。但各水资源利用分区由于受所在地域的差异、人类经济活动的影响和开发利用条件的限制，各水资源分区地表水资源开发利用程度略有差异。本项目所在的宁化堡以下区间为尚未开发区，该区主要包括石家庄镇、西马坊乡、新堡乡，属黄河流域汾河上中游区，面积 339 km^2 ，多年平均（1956~2008 年）河川径流量 3976.7 万 m^3 。本区河川径流资源丰富，地表水资源开发利用率和利用程度均为 1.4 和 2.7，属尚未开发区，有一定潜力。

本工程建成后，水电站蒸发损失以对电站上下游水资源总量影响十分有限。电站发电用水不消耗水量，退水全部回归下游河道，水电站为无调节电站，用水量取决于河流来水量，下游泄水保证河流基本生态基流。因此，电站运行期取水对河道年径流总量基本没有影响。同时引水枢纽下游约 600m 处有新堡河汇入汾河，因此基本可以保证河道不断流，因此，水电站建成后不会导致下游河道断流现象。

4.2.2 项目建设对汾河水文情势（生态环境）的影响

汾河为宁武县境内第一大河，源于县内东寨镇西北约 1km 处管涔山脚下，水出峭壁，从石凿“龙口”中流出，龙门上古人石刻“汾源灵沼”四字，即汾河正源。大庙乡楼底村后背，距“汾源灵沼”24km 之汾河沟，也是汾河之源。

汾源海拔 1602m，出口流量为 $0.2\text{m}^3/\text{s}$ 。从北向南、流经东寨、三马营等二十余个村庄，入静乐县境。

汾河是黄河的一级支流，汾河干流在宁武境内长约 40km，流域面积 1395km^2 ，汾河宁化以上至河源绝纵坡达 $1/40$ ，河槽较窄，宽仅数十米，主要由砂卵石组成，宁化以下纵坡平均 $1/230$ ，河槽渐宽至数百米，河谷主要由卵石夹砂组成。

根据《全国水资源综合规划技术大纲》和《山西省第二次水资源评价及水资源总体规划技术大纲》及《忻州市第二次水资源评价技术细则》，宁武县第二次水资源调查评价分区按，4 个四级水资源分区和 7 个县级水资源计算分区划分，本项目位于汾河中上游区宁化堡以下区间，本次评价本项目所在河段水文情势采用该区间资料。

宁化堡水文站以上流域内较大支流有北石河、中马坊河。东寨以上的北石河、大庙沟为变质岩石山森林区，其它为沙页岩构造土石山区。宁化堡以上汾河两岸的管涔山、芦芽山为森林区，植被较好，管涔山林业局的林场主要集中于此。东岸云中山西坡也有部分森林，但面积不大。流域多年平均径流量为 9270 万 m^3 ，输沙量约为 34 万 t。汾河常年流水，自净和稀释能力较强，基本无污染情况。

根据《宁武县地表水资源调查评价》，汾河宁化堡水文站多年平均径流量为 9270 万 m^3 ，折算出汾源水电站坝址处多年天然平均径流量 13299 万 m^3 ，即 $4.22\text{m}^3/\text{s}$ ，因此，汾河汾源水电站滚水坝坝址处的生态需水量为 $0.42\text{m}^3/\text{s}$ 。

汾源水电站目前处于可研阶段，环评、水保、土地等手续均在完善中，可行性研究报告中根据“水力复查”及宁武县第二次水资源调查结果，并考虑了引黄水的调入，初步确定了汾源水电站总装机容量为 900kW，并计算得出最大发电流量为 $33.2\text{m}^3/\text{s}$ ，

最小流量为 $1.3\text{m}^3/\text{s}$ 。即当引水枢纽过水量小于 $1.3\text{m}^3/\text{s}$ 时，电站运行无经济效益，水量全部通过冲沙闸下泄；当引水枢纽过水量大于 $1.3\text{m}^3/\text{s}$ 时，关闭冲沙闸，上游来水全部引至进水闸用于发电，造成滚水坝后形成减水段。

根据工程主体设计，当引水枢纽过水量大于 $1.3\text{m}^3/\text{s}$ 时，本项目电站引水会造成滚水坝后形成脱水段，严重影响汾河水生态，造成河流内生物消失。因此，本次评价要求汾源水电站在初步设计阶段考虑汾河生态需水量，保证电站运行时滚水坝下泄流量大于 $0.42\text{m}^3/\text{s}$ ，保证河流内生物量的基本需水量。

根据工程任务，汾源水电站工程是以发电为主的水电站工程，发电电量接入国家电网，尾水回归汾河。滚水坝下游约 600m 处有新堡河汇入汾河，因此，本项目建成后，在保证滚水坝下泄生态需水量的情况下，汾河河床水位、河面宽度、水流速度等均发生一定变化，滚水坝下游空气湿度、温度等均会发生明显变化。同时引水枢纽下游约 600m 处有新堡河汇入汾河，及时补充汾河水量，因此本项目建成后主要影响河段长度约 600m ，影响范围较小。

引水渠道及电站建成后，减少了区域耕地，降低了植被覆盖率。电站建成后将对厂区内进行绿化，绿化面积 300m^2 。电站经过绿化后，可以适当减缓本项目对生态环境的影响。

4.2.4 运行期污染产生环节及污染物排放情况分析

1) 水电站建成后，电站内将新增工业废水和生活污水。其中工业废水为发电机径向推力轴承冷却器、发电机径向导轴承冷却器及水轮机水导轴承冷却器排水，直接排入尾水渠道。水电站建成后有管理人员留驻，管理人员 12 人，生活污水量按 $45\text{L}/\text{d}$ 人计，日产生生活污水量 $0.43\text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水经厂内生活污水管道收集至化粪池后定期清掏，不外排。化粪池采用玻璃钢材质，同时玻璃钢外设置防渗池，防止因玻璃钢破损引起水环境污染。

2) 机组正常运行时，厂房利用机组和辅助设备散发的热风进行采暖，但考虑到机组停机或检修时的采暖问题，各站根据具体情况配备电热暖气。因此，不会对大气环境产生影响。

3) 电站机组运行产生噪声，机电设备运行产生的噪声为 80dB ，经基础减振和建筑隔音处理后，可达到较好的效果，根据同类电站的监测数据，电站厂房外 4m 处的噪声级为 $47\text{dB}(\text{A})$ ，对声环境影响较小。本项目电站距最近的村庄为南侧 300m 处的汾源

村，电站噪声经过远距离衰减后不会对村庄居民产生影响。

4) 管理人员的生活垃圾按 1kg/d.人计，垃圾产生量 12kg/d，收集后送往当地环卫部门统一清理。

5) 本项目运行及维修过程中会产生少量废变压器油，评价要求在油库内设危废暂存区，统一收集废润滑油至暂存区，委托具有危险废物处置资质的单位定期回收处置。

环评要求危废暂存间需按照 GB18597-2001《危险废物贮存污染控制标准》中的要求进行管理，具体如下：

① 危险废物暂存容器上应贴上符合危险废物种类的相应标签。

② 暂存间地面与裙角要用坚固的防渗材料建造，建筑材料必须与危险废物相容，防渗层为至少 1m 厚的黏土层(渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s)，或 2mm 厚高密度聚乙烯，或者至少 2mm 厚的其他人工材料，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s，同时暂存间设围堰。

③ 贮存场设置明显的贮存危险废物种类标识和警示标识，并在贮存场周围显著处标记“严禁烟火”的禁示牌。

④ 厂内要有专人管理危险废物，危险废物出入贮存场前，应登记造册，做好记录，注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、出库日期、接受单位等。

⑤ 定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损及时清理更换。

⑥ 危险废物应按照国家有关规定向当地环境保护行政主管部门申报登记，接受当地环境保护行政主管部门监督管理。

危险废物应按照国家有关规定向当地环境保护行政主管部门申报登记，接受当地环境保护行政主管部门监督管理。

4.3 区域环境敏感区调查

4.4.1 乡镇集中式饮用水源地

根据《宁武县乡镇集中式饮用水源保护区技术划分报告》，石家庄镇饮用水源地开采裂隙下降泉，所处地貌单元为黄土高原土石山谷，主要服务对象为宁化堡村及其镇机关学校。集中引泉水工程位于汾河西侧宁化堡村，泉水出露点位于宁化堡村西（汾河支流）1.85km 山间河流北侧半山腰上。泉水出露地表高程 1358m，泉水流量 6m³/h。一级保护区范围为以供水泉眼为中心，半径为 60m 的圆形区域，未设置二级保护区及

准保护区。

本项目电站施工过程中地基深度位于含水层以上，管道渠道开挖深度为 1.0m，远高于地下水位，且本项目不开采地下水。本项目不在石家庄镇水源地保护区范围内，距石家庄镇水源地一级保护区约 2.45km，且位于水源地一级保护区下游，因此本项目的建设不会对地下水产生影响。

石家庄镇饮用水源地划分图见图 4-1。

4.4.2 山西静乐县汾河川国家湿地公园总体规划

山西静乐汾河川国家湿地公园位于山西省忻州市静乐县，总面积 593.85 公顷。汾河川湿地公园建设项目是静乐的省级重点建设工程之一，项目治理范围北起汾河宁武界，南至汾河娄烦界，总长 40 公里，项目总投资 5.7 亿元。

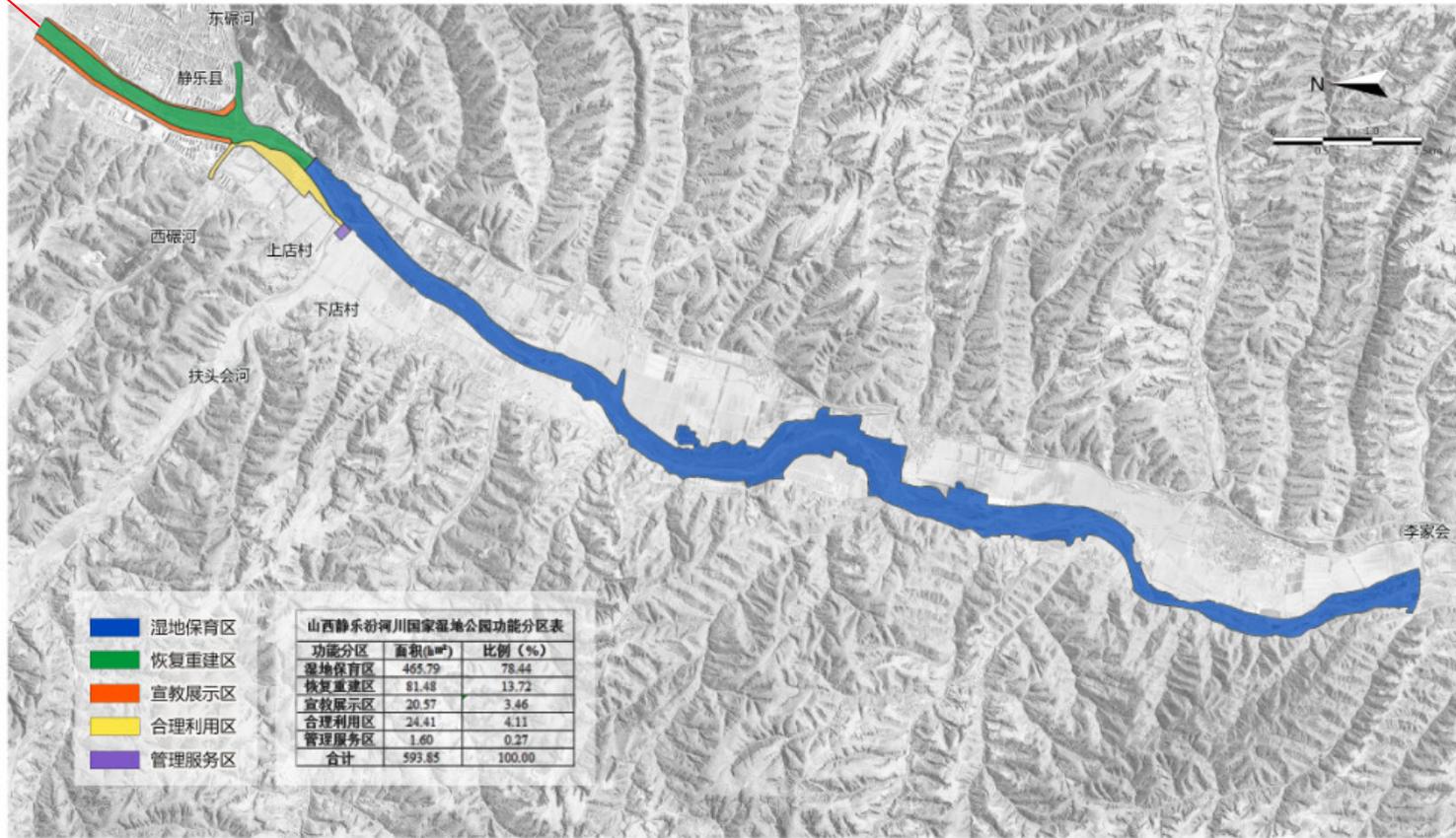
本项目电站站址位于汾河左岸汾源村上游约 300m 处，距西南静乐县汾河川国家湿地公园约 18.5km，不在其范围内。山西静乐县汾河川国家湿地公园总体规划图见图 4-2。

山西静乐汾河川国家湿地公园总体规划

功能分区图

Master Planning of Jingle Fenhechuan National Wetland Park, Shanxi Province

距本项目
28.5km



07

图 4-2 山西静乐汾河川国家湿地公园总体规划图

4.4 工程环境影响分析汇总及拟采取的环境保护措施

本工程主要环境影响为施工期产生的废水、扬尘、噪声、固体废物、水土流失，以及运行期管理人员生活污水、生活垃圾、电站设备运行噪声的影响。主要影响源及源强汇总见表 4-1。

表 4-1 主要影响源及源强汇总表

		主要污染源	污染物产生情况	环保措施情况	作用对象
施 工 期	水污染 源	混凝土浇注、养护	废水约 2.3 万 m ³ pH: 11 SS: 2000 mg/L	环评增加措施，在集水坑中加酸调节剂	引水枢纽、 电站
		基坑排水			
		施工人员生活	污水最高 34.1m ³ /d, BOD ₅ : 120 mg/L COD: 250 mg/L SS: 250 mg/L	环评增加措施，用于场内洒水降尘	
			粪便	旱厕收集	农田施肥
		土石方围堰	SS	用草袋土防护	引水枢纽
		场内堆置的土砂石料	SS	水保已有围挡苫盖措施	
	大气污 染源	运输道路扬尘	TSP、PM ₁₀	环评增加洒水降尘措施	周围大气 环境
		场内堆置的土砂石料	PM ₁₀	环评增加苫盖或洒水措施	
		燃油机械	SO ₂ 0.19t/a CO5.02t/a、 NO ₂ 2.97t/a、 CH _x 0.41t/a	选用尾气达标机械	
	声污染 源	施工机械	80—110dB (A)	环评要求合理安排作业时间，避免夜间扰民	周围居民
		运输车辆	80—87dB (A)		
	固体废 物	施工人员的生活垃圾	最高 204.6t/a	当地环卫部门统一处理	
		工程弃渣	44.02 万 m ³	运至弃渣场填埋处置	植被、农 田、景观
	生态影 响源	引水枢纽、输水渠道和电站的开挖，弃渣。施工临时占地、临时生产系统生产、电站的施工。	破坏地 表 面 积 49.61hm ²	环评提出生态恢复措施	植被、农 田、景观
社会环 境影响 源	施工车辆频繁	可能造成交通拥塞		施工区	
	施工人员聚居：最高 682 人	可能引入外来疾病	环评提出人群健康防护措施		
运 行 期	水污染 源	管理人员生活	污水量为 0.43m ³ /d BOD ₅ :120 mg/L COD:250 mg/L	环评要求经厂内生活污水管道收集至化粪池后定期清掏，不外排	
	大气污 染源	电暖，无大气污染源			
	声污染 源	电站的机电设备	约 90dB(A)	基础减振、建筑隔声	厂界内

	主要污染源	污染物产生情况	环保措施情况	作用对象
固体废物	生活垃圾	垃圾量 12kg/d	环评要求统一收集，定期外运	
生态影响源	电站	电站厂区内绿化，绿化面积 300m ²		

4.5 工程风险因素分析

1) 爆破区风险分析

本项目引水枢纽需要进行爆破，工程爆破全部委托宁武县当地有资质的单位进行，本项目不设炸药库。因此，本次评价仅针对爆破时可能引起的环境风险进行分析。

a) 爆炸本身产生的风险

由于对爆破工作的不当操作，可能对近距离的物体或人身造成伤害。只要施工时严格控制操作规程，就可以避免爆破工作的不当操作造成的风险。

b) 爆破震动造成的风险

爆破时产生的剧烈震动，会使附近的岩石或边坡受到影响，破坏其稳定性，造成坍塌等危害。本工程采用微秒爆破，减小了由于爆破震动引发的风险。

c) 爆破飞石的风险

爆破时飞出的石块对周围的物体、设施、人身造成危害。本工程采用微秒爆破，减少了爆破飞石的风险。

d) 爆破冲击波的风险

爆炸后在空气等介质中产生的应力波具有很大的破坏力，特别是大爆破时应力波的危害应予以高度重视。本工程采用微秒爆破，减少了爆破冲击波的风险。

e) 有害气体的风险

炸药在爆炸后会产生 CO、NO、NO₂ 等有毒有害气体，对施工人员及周边群众造成危害。施工人员只要作好防护措施，严格按照操作规程进行，带防毒面具，由有害气体造成的风险概率就会减少，由于爆破区远离居民区，不会影响周边群众。

2) 植被恢复生态环境风险识别

本项目在植被恢复以及电站内场地绿化选用的树（灌、草）种主要是乡土种，因此，不存在生物入侵风险。

3) 下游生态用水不足产生的生态破坏风险分析

本项目可研阶段未考虑由于电站引水引起的滚水坝下游形成脱水段，即当引水枢纽过水量大于 1.3 m³/s 时，关闭冲沙闸，上游来水全部引至进水闸用于发电，造成滚水

坝后形成脱水段。脱水段形成后，将导致河道内水生生物消失，对河流水文情势及生态环境产生巨大影响。

评价要求汾源水电站进行初步设计时，充分考虑汾河该河段的生态需水量，在保证生态基流下泄的情况下，剩余流量进行引水发电。在保证滚水坝下泄水量可以满足河流生态需水量的情况下，同时滚水坝下游约 600m 处有新堡河汇入汾河，采取以上措施后，对汾河滚水坝下游水文情势产生的影响较小，距离较短，在采取本次评价提出的生态基流保障措施后，汾河的生态用水基本不会产生影响。

4.6 与产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，水力发电为电力行业的鼓励类项目，因此，本工程符合国家及山西省产业政策。

4.7 与区域规划的符合性分析

《忻州市汾河流域生态修复规划报告》（2015-2030）中明确指出，充分利用汾河水能资源，在宁武县建设汾源水电站一座，静乐县建设段家寨水电站一座。总装机容量 4910kw，年发电量达到 2600 万千瓦时。本工程的建设是《忻州市汾河流域生态修复规划报告》（2015-2030）中规划内容，对山西省的社会经济发展起到至关重要的作用。

4.8 结论

本工程主要环境影响为施工期产生的废水、扬尘、噪声、固体废物、水土流失，以及运行期管理人员生活污水、生活垃圾的影响。

通过工程分析，可以认为：本工程的运行生产属清洁生产，运行期基本不排放污染物质，但施工期产生的“三废一噪”、施工占地及工程运行等对局部环境有一定的影响，应采取相应的措施使不利影响得到减缓。

5 环境现状

5.1 自然环境现状

5.1.1 河流水系

宁武县境内河流分属黄河、海河两大流域，主要有河流三条：

汾河为第一大河，源于县内东寨镇西北约 1km 处管涔山脚下，水出峭壁，从石凿“龙口”中流出，龙门上古人石刻“汾源灵沼”四字，即汾河正源。大庙乡楼底村后背，距“汾源灵沼”24km 之汾河沟，也是汾河之源。

汾源海拔 1602m，出口流量为 $0.2\text{m}^3/\text{s}$ 。从北向南、流经东寨、三马营、宫家庄、二马营、头马营、化北屯、山寨、北屯、蒯屯关、宁化、坝门口、南屯、子方庙、十里桥、用湖屯、石家庄、阳方、定河、潘家湾，入静乐县境。

汾河是黄河的一级支流，汾河在宁武境内长约 40km，流域面积 1395km^2 ，汾河宁化堡以上至河源纵坡达 $1/40$ ，河槽较窄，宽仅数十米，主要由砂卵石组成，宁化以下纵坡平均 $1/230$ ，河槽渐宽至数百米，主要由河谷卵石夹砂组成。

洪河原无名，1964 年全县统一规划，将怀道、圪窰两沟汇合而成的主流取此名。源于东庄乡三张庄村东沟，系汾河一级支流，全长 38km，为第二大河。流域面积 409km^2 ，占境内汾河流域面积的 29.3%。

恢河是宁武第三大河，汇入桑干河上游。源于余庄乡分水岭脚下，境内河长 32km。流域面积 240km^2 ，平均纵坡 1%。平均清水流量 $0.1\text{m}^3/\text{s}$ 。夏秋河水较大，枯水期常呈断流。1959 年于阳方口桥处实测，河宽 180m，平均水深 0.81m，洪峰流量 $500\text{m}^3/\text{s}$ 。从西南向东北，流经余庄、苗庄、坝上、杨庄、城关、大河堡、马家湾、石湖河、麻峪寨、石嘴子、阳方、河西。至阳方口镇入朔州境，向北流经大同盆地，入官厅水库。

汾源水电站位于宁武县石家庄镇东侧汾河干流上，枢纽以上控制流域面积为 1515km^2 ，主河长 50.8km，河道平均纵坡 10.19%。坝址所涉河道河谷宽约 800m，2002 年对该段河道进行了治理，堤距宽约 230m，河道右岸建有堤防，长 210m，堤顶高程约 1329.3m 左右，左岸为山体，堤防防洪标准为 10 年一遇。

汾源水电站所在汾河流域水系图见图 5-1。



图 5-1 汾源水电站所在汾河流域水系图

本项目滚水坝下游约 0.6km 处有新堡河汇入汾河。宁武县新堡河属汾河水系，为汾河的一级支流，位于宁武县西南部新堡乡和石家庄镇境内。流域面积约 96.9km²，河长 20km。宁武县新堡河发源于宁武县新堡乡石板桥村，流经新堡乡（石板桥村、芦草沟、红土沟、新堡村、旧堡村、大坝上、岭底村）、石家庄镇（宁化堡村），于石家庄镇宁化堡村汇入汾河。

宁武县新堡河常年清水流量 0.39 m³/s。流域内产业结构以农业和畜牧业为主，有数家煤炭企业，生态环境一般。水资源开发利用总量较低，流域内基本无农业灌溉面积，工业用水量也偏少，主要用水量为农村生活用水及人畜饮水，主要来自山泉水。新堡河道内无直接排入河道的排污口。新堡河流域内无饮用水水源地保护区。

5.1.2 地形地貌

宁武县位于山西省北中部，地理坐标在东经 111°50′—120°40′、北纬 38°31′-39°8′。北邻朔州，西北与神池县接壤，西南与五寨、岢岚相望，南与静乐县相接，东南与忻州分界，东部与原平市相接。宁武县东部为云中山，最高峰海拔 2428m。西部由管涔山、芦芽山组成。西南部为吕梁山，北部为洪涛山，东北部为禅房山，共有大小峰 99 座，境内平均海拔 2000m 左右。宁武县地势呈东北西南走向，地形由西向东倾斜，由中部高峰，向南北两翼下滑。山地占宁武县总面积 95%，约为 1888.32 km²。

汾源水电站工程位于宁武县境内宁化堡村附近黄河一级支流汾河主河床上，坝址区地形高程在 1322~1547m 之间，相对高差 220m，汾河流向 S32°W，河谷平坦开阔，两岸坡较陡，一般为 35°左右，呈“U”形谷。谷底宽 800~850m。河流坡降较小，约为 5‰，河床高程 1327m。河流主河床靠近左岸，右岸为扩宽的漫滩。坝址上游 1km 处东侧有鸣水河汇入汾河，紧靠坝址下游西侧约 600m 处有新堡河汇入汾河。项目区内河谷两岸均发育有阶地。左岸存在着两级明显的基岩台面，分别高出河床 45m、97m。坝址两岸均有冲沟发育。沿线左岸岸坡较陡，右岸地形平缓。

本项目区属于土石山区侵蚀地貌类型。

5.1.3 地质构造

1、地层岩性

坝址区基岩地层为中生界侏罗系下统大同组（J_{1d}）和中统云岗组（J_{2y}）。在河谷及两岸分布有第四系松散地层，主要有 Q₁、Q₂、Q₄ 的冲积相砂砾卵石，Q₂、Q₃ 的低液限粘土、低液限粉土及坡积成因的块（碎）石混合土。以下由老到新分别叙述。

(1) 中生界侏罗系

大同组岩性为灰、灰绿、紫红色砂质泥岩、泥岩夹灰绿、灰白色长石砂岩、长石石英砂岩；云岗组岩性为紫红色泥岩、砂质泥岩和淡紫色长石砂岩、长石石英砂岩互层。岩层中岩相变化显著，无论平行层理方向或垂直层理方向，岩相变化均很明显，分叉尖灭，互为相变的现象屡见不鲜。根据岩性的特征和工程地质性质将坝区地层划分为 8 个岩组，其中大同组为 1~5 岩组，云岗组为 6~8 岩组。与本项目有关的是大同组 1~3 岩组。

1 岩组 (J_{1d}-1)岩性下部为灰、灰黑色砂质泥岩夹浅灰色长石砂岩和两层煤线。中部灰、灰绿色砂质泥岩与灰白、灰色长石石英砂岩互层，砂质泥岩较厚，砂岩较薄，顶为 0.3~2.8m 厚的煤层。上部青灰、灰绿色砂质泥岩间夹黄绿、灰白色中细粒长石砂岩，砂岩层不稳定，部分呈透镜体。砂质泥岩性软，易风化。分布于左岸及河谷底，厚度 136m。

2 岩组 (J_{1d}-2)岩性为灰绿、黄绿色厚层状中粗粒长石石英砂岩，岩性坚硬，岩性较稳定，为本区主要标志层。分布于左右两岸，厚度 1~14m。

3 岩组 (J_{1d}-3)岩性下部为灰色砂质泥岩，岩性软弱，中部紫红、灰色砂质泥岩与泥岩夹中细粒长石砂岩与泥质砂岩透镜体，泥岩、砂质泥岩、泥质砂岩、长石砂岩多呈渐变关系。上部灰绿、黄绿、紫红色砂质泥岩夹灰黄色泥质砂岩和厚度不稳定的菱铁质结核层，局部含有灰质结核。分布于左右岸，厚度 57m。

4 岩组 (J_{1d}-4)岩性为黄绿、灰黄色中细粒长石砂岩或泥质砂岩夹砂质泥岩，含少量菱铁质结核。该岩组岩性不稳定，分布于左岸及右岸台地后缘，厚度 1~15m。

5 岩组 (J_{1d}-5)岩性为灰绿、黄绿色砂质泥岩夹薄层细粒长石砂岩（不连续）、条带状紫红色泥岩，下部夹菱铁质结核，上部夹有灰岩透镜体或灰质结核。分布于左岸和右岸台地后缘，厚度 31.5~34m。

6 岩组 (J_{2y}-6)岩性下部为淡紫色厚层中粗粒长石石英砂岩，局部含砾，上部紫红色砂质泥岩、泥岩夹薄层长石砂岩。分布于右岸台地后缘，厚度 11~23m。

7 岩组 (J_{2y}-7)岩性为淡紫色巨厚层中粗粒长石石英砂岩，岩性坚硬。分布于右岸台地后缘，厚度 6~10m。

8 岩组 (J_{2y}-8)岩性为淡紫色中层状中细粒长石砂岩与紫红色砂质泥岩互层或互为夹层，上部的砂岩交错层理发育。砂质泥岩岩性软弱，易风化。分布与右岸台地后缘

及山梁，厚度 170m。

(2)新生界第四系

下更新统砂卵石混合土 (Q_1)砾卵石含量 60~80%，成分为片麻岩、石英岩、灰岩和砂岩，呈次圆、浑圆状。砂、粉粘粒含量较少，层中局部夹有 0.5~0.9m 厚的中细砂透镜体，局部钙质胶结。厚度 0.6~8.8m。分布于右岸三级阶地基座之上，厚度变化较大，由上游至下游逐渐增厚。

中更新统坡积块（碎）石混合土 (Q_2^{dl})块碎石含量多在 5~50%，粒径 0.5~15cm，大者达 0.5~1.0m，成份为淡紫色长石砂岩，呈棱角状。该层岩性不均一，结构较疏松，局部有架空现象。厚度 1~40m，分布于右岸下更新统土层之上。

中更新统低液限粘土夹低液限粉土 (Q_2^{pl})下部浅棕色低液限粘土夹黄色低液限粉土，上部浅棕色低液限粘土。土质疏松，局部含有零星碎石，含少量钙质结核；低液限粉土较疏松。土层中发育垂直节理，厚度 5~40m。分布于右岸。

上更新统滑坡堆积 (Q_3^{del})，岩性下部为扰动的砂岩、砂质泥岩，岩性杂乱，泥岩多为全强风化；上部为混合土块（碎）石和块（碎）石混合土，部分地段夹有低液限粉（粘）土透镜体，块碎石成分多为砂岩，可见泥岩块，大小不一，堆积混杂，块石粒径 0.2~8m，碎石 60~200mm，块（碎）石含量 60~70%，细粒土 30~40%，结构松散，厚 5~20m。分布于左岸。

上更新统低液限粉土 (Q_3^{pl})淡黄色、灰黄色低液限粉土，土质均匀、疏松、具大孔隙，含有零星钙质结核。厚度 4~15m,分布于两岸。

全新统卵石混合土 (Q_4^{pal})卵石含量 50~60%，成份为变质岩、灰岩和砂岩，多呈次圆状、次棱角状，分选性较差，层中夹有中细砂或砂土透镜体。厚度 4~9m，分布于河谷。

2、地质构造

坝址位于宁静向斜槽部南东侧，整个坝址区地层平缓，构造简单。向斜轴从坝址区附近北西方向的林底村通过。轴部岩层水平，轴部南东方向岩层稍向北西倾斜，至坝址右岸倾角为 4~6°（走向 N30~50°E），但河谷至左岸岩层变得更缓，倾角一般为 1~2°（走向 N50~70°E）。

坝址区构造简单，河谷和右岸均无大的断裂构造，仅在左岸欧犁咀沟北发现一断

裂结构面，产状为 $N45\sim55^{\circ}E/NW<50\sim70^{\circ}$ 。左右两岸的厚层砂岩与泥岩的界面或泥岩、砂质泥岩中发育有层间错动面。这些错动面与宁静向斜层面为同期的构造结构面。

区内节理较发育，主要有两组，同一组节理走向变化较大，其变幅可达 30° ，产状分别为①组 $N20\sim50^{\circ}E/NW<70\sim90^{\circ}$ ，②组 $N50\sim70^{\circ}W/SW<75\sim90^{\circ}$ 。其中①组与汾河近于平行，在岸坡一定深度内，由于卸荷的影响，节理呈张开状，宽度一般 $0.2\sim1\text{cm}$ ，最大可达 $20\sim30\text{cm}$ ，开裂宽度较小的节理一般为钙质或泥土充填，有的无充填，开裂宽度较大的节理多为泥土或碎石土充填。节理间距 $1\sim5\text{m}$ 。部分大的节理成带出现，形成 $30\sim60\text{cm}$ 宽的节理密集带，带内由平行发育的数条节理，将岩体切开，成薄片状或楔形体。②组节理发育程度次于①组，其性质特征与①组相同。

5.1.4 水文地质条件

根据地下水的赋存条件，区内主要地下水类型为碎屑岩类裂隙水及松散岩类孔隙水。

1) 碎屑岩类裂隙水

碎屑岩类裂隙水主要赋存于侏罗系碎屑岩中的长石石英砂岩裂隙和孔隙中，泥页岩、砂质泥岩构成相对隔水层，碎屑岩类裂隙水具多层含水体系，局部可形成承压水。该类水一般富水性弱至中等，主要接受大气降水补给，向河流及沟谷径流排泄，一些沟谷内可见小泉出露。

2) 松散岩类孔隙水

主要含水层为第四系的卵石混合土、级配不良砾等砾类土及含巨粒土层，分布于现代河床及两岸阶地下部。主要接受大气降水及两岸基岩水补给，水位随季节性变化而变化。河床内地下水埋深浅。地下水总体由两岸向河床，由上游向下游排泄。

5.1.5 工程地质

5.1.5.1 区域地质概况

本区地处吕梁山北段中部，区内沟壑纵横，山峦起伏，梁峁层叠，垣坡连绵，整个地势东西高，中间低，由北向南逐渐倾斜。东西群山环绕，中部汾河由北而南横穿县境。属构造剥蚀中低山地貌。

本区出露的地层较为齐全，由老到新有出露地层由老到新有太古界五台群变质岩，古生界寒武系、奥陶系灰岩，石炭系、二叠系砂页岩，中生界三叠系、侏罗系砂页岩，新生界上第三系及第四系松散地层。

区域地质构造位置处于吕梁太行断块西部边缘北中段之宁武静乐块坳上。构造线方向以北北东向为主。构造形迹以北北东向褶皱为主。表现为区内寒武系~侏罗系地层中褶皱, 以及平行褶皱的一系列压性构造面, 总体上为一个向斜构造盆地, 即宁静向斜, 构造形迹以褶皱和挠曲为主, 断裂极少。

依据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2015), 工程区地震动峰值加速度为 0.10g, 反应谱特征周期为 0.45s, 地震基本烈度为 7 度。

根据区域水文地质资料, 按地下水含水介质和赋存条件的不同, 地下水可划分为松散岩类孔隙水、变质岩、碎屑岩类裂隙水和碳酸盐岩类岩溶裂隙水。

5.1.5.2 区域地形地貌

坝址位于宁化堡村防洪堤东的汾河主河床上。坝址区地形高程在 1322~1547m 之间, 相对高差 220m, 汾河流向 S32° W, 河谷平坦开阔, 两岸坡较陡, 一般为 35° 左右, 呈“U”形谷。谷底宽 800~850m。河流坡降较小, 约为 5%。河床高程 1327m。河流主河床靠近左岸, 右岸为扩宽的漫滩。坝址上游 1km 处东侧有鸣水河汇入汾河, 坝址下游西侧约 600m 处有新堡河汇入汾河。

区内河谷两岸均发育有阶地。左岸存在着两级明显的基岩台面, 分别高出河床 45m、97m。坝址两岸均有冲沟发育。左岸岸坡较陡, 岩层近于水平, 2 岩组以上岩层中几乎全部为砂质泥岩为主的软弱岩层。岸坡上发育垂直于坡向的冲沟, 岩层中节理较发育, 边岸地带的顺河向节理在风化、卸荷的作用下, 变得多有张开。强风化层厚度达 1~10m, 一定深度内的岸边岩体表层多呈向下挠曲状。岸坡表层岩体的蠕动现象是明显的, 因此山体的稳定性较差。

5.1.5.3 坝址工程地质

坝址位于宁静向斜槽部南东侧, 整个坝址区地层平缓, 构造简单。向斜轴从坝址区附近北西方向的林底村通过。轴部岩层水平, 轴部南东方向岩层稍向北西倾斜, 至坝址右岸倾角为 4~6°(走向 N30~50°E), 但河谷至左岸岩层变得更缓, 倾角一般为 1~2°(走向 N50~70°E)。

坝址区构造简单, 河谷和右岸均无大的断裂构造, 仅在左岸欧犁咀沟北发现一断裂结构面, 产状为 N45~55°E/NW<50~70°。左右两岸的厚层砂岩与泥岩的界面或泥岩、砂质泥岩中发育有层间错动面。这些错动面与宁静向斜层面为同期的构造结构面。

区内节理较发育, 主要有两组, 同一组节理走向变化较大, 其变幅可达 30°, 产状分别为①组 N20~50°E/NW<70~90°, ②组 N50~70°W/SW<75~90°。其中①组与汾河

近于平行，在岸坡一定深度内，由于卸荷的影响，节理呈张开状，宽度一般 0.2~1cm，最大可达 20~30cm，开裂宽度较小的节理一般为钙质或泥土充填，有的无充填，开裂宽度较大的节理多为泥土或碎石土充填。节理间距 1~5m。部分大的节理成带出现，形成 30~60cm 宽的节理密集带，带内由平行发育的数条节理，将岩体切开，成薄片状或楔形体。②组节理发育程度次于①组，其性质特征与①组相同。

本项目为引水式电站，渠首取水口处拟建滚水坝，滚水坝置于河流防洪堤的东侧主河床，左岸坡脚处设冲砂闸和进水闸。为此，坝址工程地质仅涉及左岸坝肩及河谷坝基，右岸坝肩不涉及。

1) 左岸坝肩

坝肩岩层强风化层厚 1~6.8m，在边岸地带风化较厚，局部可达 10m。左岸的岩层近水平，总体上略向北西（河谷）倾斜，倾角约 1.5，层中裂隙发育，主要有两组：① $N20\sim50^\circ E/NW<70\sim90^\circ$ ，② $N50\sim70^\circ W/SW<75\sim90^\circ$ 。其中①组与岸坡平行，节理张开。

岸坡坝肩以上岩层中存在层间错动面，下部无连续影响稳定的结构面存在，自然条件下坝肩及以上岸坡是稳定的。

2) 坝基

拟建滚水坝布置于河床右岸堤防至左岸岸坡，设计基础底高程 1324.00m，坝顶高程 1328.5m，蓄水位 1328.5m。

坝址处河谷底宽 820m，地面高程 1327~1330m，河谷开阔平坦，河流方向 $S32^\circ W$ ，河床偏左岸。河谷基岩面平缓，高程 1317~1321m，谷中无深槽。

3) 闸基

本工程取水口布置冲砂闸、进水闸两个闸室，冲砂闸布置滚水坝左端桩号 Y0+210~Y0+223m 处，与滚水坝呈“一”字平行布置。进水闸布置于冲砂闸左侧，与滚水坝近垂直布置。

闸基土为卵石混合土，夹有砂层透镜体，结构疏松，各粒径含量变化较大，坝基存在不均匀沉降问题。冲砂闸下游地层为第四系全新统洪冲积（ Q_4^{pal} ）卵石混合土层，结构松散，抗冲刷能力低。

5.1.5.4 引水管线工程地质

汾源电站输水渠道起点为石家庄滚水坝，终点为汾源水电站前池，渠道全长约7.0km。输水渠道布置于汾河左岸河漫滩、阶地及山坡上。沿线出露地层主要有第四系及侏罗系。

1 地层岩性

沿线出露地层岩性由老到新叙述如下：

1) 侏罗系下统大同组 (J_{1d})

岩性为灰、灰绿、紫红色砂质泥岩、泥岩夹灰绿、灰白色长石砂岩、长石石英砂岩，出露于站址附近的台地底部及冲沟沟底。

2) 界第四系

中更新统洪积 (Q₂^{pl})，岩性为卵石混合土，卵砾石成份以变质岩、灰岩为主，分选性及磨圆度较好，局部胶结，厚度 0.5~3.0m，分布于左岸基座基地下部。

上更新统地滑堆积 (Q₃^{del})，岩性为扰动的砂岩、砂质泥岩，岩性杂乱，泥岩多为全强风化，主要分布大寺沟至下站址段。

上更新统坡洪积 (Q₃^{dp})，岩性为碎(块)石混合土，碎(块)石粒径一般 3~15cm，大者 100cm 以上，成份多为紫红色砂岩，呈棱角状。该层岩性不均一，结构松散，厚度 5~30m，分布于左岸基座阶地上部。

上更新统风积 (Q₃^{col})，岩性为淡黄色低液限粉土、低液限粘土，局部夹有碎石，厚度 7~18m，分布于左岸台地顶部。其含水率 6.7~19.0%，平均值 12.7%；天然密度 1.24~1.59g/cm³，平均值 1.48g/cm³；干密度 1.16~1.37g/cm³，平均值 1.31g/cm³；孔隙比 0.966~1.315，平均值 1.055；塑性指数 6.8~10.1，平均值 9.1；砂粒含量 0.9~4.4%，平均值 2.7%，粉粒含量 81.2~90.9%，平均值 85.5%；粘粒含量 6.5~15.6%，平均值 11.8%；湿陷性系数 0.009~0.064，具轻微~中等湿陷性，天然压缩系数 0.11~1.15MPa⁻¹，平均值 0.43 MPa⁻¹，属中等~高压缩性土，压缩模量 2.0~17.5MPa，平均值 6.8MPa，饱和压缩系数 0.62~1.70MPa⁻¹，平均值 0.93 MPa⁻¹，为高压缩性土，压缩模量 1.4~3.3MPa，平均值 2.3MPa；天然快剪凝聚力 8.6~19.3kPa，平均值 13.5kPa，内摩擦角 16.5~21.0°，平均值 18.5°，饱和快剪凝聚力 6.1~17.4kPa，平均值 12.0kPa，内摩擦角 14.0~19.5°，平均值 16.3°。

全新统冲积 (Q₄^{al})，岩性为卵石混合土，卵砾石成份为变质岩、灰岩和砂岩，含量 50~60%，层中夹有中细砂透镜体，磨圆度与分选性较差，厚度 6~9m，分布于河床及漫滩。

全新统洪积 (Q_4^{pl})，岩性为碎石混合土、含砾低液限粉土，碎石成份为砂岩，呈棱角状或次棱角状，分选性差，分布于冲沟及其出口。含砾低液限粉土，质疏松，砾石成份为岩石碎屑，厚度 1~1.5m，分布于一级堆积阶地。

全新统坡积(Q_4^{dl})，岩性为碎石混合土，碎石成份主要为砂岩，粒径多为 10~20cm，大者达 1.0m，呈棱角状，均匀性差，结构松散，厚度 1~5m，分布于缓坡及坡脚处。

2 地质构造

地质构造位于宁静向斜槽部的次一级舒缓背斜上。区内无断层，岩体的完整性较好，但节理裂隙较发育。

3 水文地质

场地地下水类型主要为碎屑岩类裂隙水和松散岩类孔隙水，碎屑岩类裂隙水主要赋存于基岩中的长石砂岩、泥质砂岩裂隙中，受大气降水补给，以泉的形式或侧向补给的方式排泄。松散岩类孔隙水主要赋存于松散堆积的卵石混合土及砂层中，受大气降水或地表径流补给，向下游或下渗补给基岩的方式排泄。

4 渠道工程地质评价

根据地形地貌及渠底地层岩性的变化，对渠道进行分段地质评价如下：

①平距 0~670 段：段渠道布置于汾河左岸河漫滩及一级阶地上。渠道地基持力层主要为第四系全新统洪冲积 (Q_4^{pal})卵石混合土，厚 7.0~8.5m。

②平距 670~850 段：该段渠道布置于汾河左岸岸坡坡脚处。渠道地基持力层主要为第四系上更新统风积 (Q_3^{col})低液限粉土，厚 7.0~8.0m，渠基为低液限粉土。

③平距 850~1735m 段：该段渠道布置于大渠沟沟口汾河左岸河漫滩上，渠道地基持力层主要为第四系全新统洪冲积 (Q_4^{pal})卵石混合土，厚 5.0~10.0m。

④平距 1735~2100m 段：平距 1735~1900m 段渠道布置于汾河左岸岸坡坡脚处，平距 1900~2100m 段渠道从马头山村东穿过。渠道地基持力层主要为第四系上更新统洪冲积 (Q_3^{pl})块石混合土，厚 0~6.0m。

⑤平距 2100~2520m 段：该段渠道布置于汾河左岸岸坡坡脚处，渠道地基持力层主要为侏罗系下统大同组(J_1d)灰绿、黄绿色长石石英砂岩、粉砂质泥岩互层。强风化层厚度 1.0~7.0m。

⑥平距 2520~2815m 段：该段渠道布置于汾河左岸岸坡上，渠道地基持力层主要为第四系上更新统坡洪积(Q_3^{dl})块石混合土，厚 0~10.0m。渠道傍山，左侧为土质岸坡，岸坡较陡。

⑦平距 2815~4135m 段：该段渠道布置于汾河左岸岸坡前缘，渠道地基持力层主要

为侏罗系下统大同组(J₁d)灰绿、黄绿色长石石英砂岩、粉砂质泥岩互层。强风化层厚度 1.0~7.0m。

⑧平距 4135~5085m 段：该段渠道布置于汾河左岸岸坡前缘，渠道地基持力层主要为第四系上更新统风积(Q₃^{ed})低液限粉土，厚度一般大于 10m。

该段渠道持力层主要为第四系上更新统风积 (Q₃^{ed})低液限粉土。依据《水利水电工程地质勘察规范》(GB50487-2008)附录 T 和《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB50025-2004)进行湿陷性评价，该段场地土湿陷量计算值为 254.5mm，自重湿陷量的计算值为 31.5mm，本段场地为非自重湿陷性场地，湿陷等级为 I (轻微)。

⑨平距 5085~5280m 段：该段渠道穿过汾河左岸大寺沟，渠道地基持力层主要为第四系全新统洪冲积 (Q₄^{pal})卵石混合土，厚 0.0~13.0m。

⑩平距 5280~6135m 段：

该段渠道布置于汾河左岸黄土塬前缘，渠道地基持力层主要为第四系上更新统风积 (Q₃^{col})低液限粉土，层厚一般大于 10.0m；第四系全新统洪冲积 (Q₄^{pal})卵石混合土，厚 0.0~6.0m，主要分布在冲沟的底部。渠基、渡槽两端槽基均为低液限粉土，渡槽桩基为卵石混合土。该段渠道持力层主要为第四系上更新统风积 (Q₃^{col})低液限粉土，多具轻微~中等湿陷性。依据《水利水电工程地质勘察规范》(GB50487-2008)附录 T 和《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB50025-2004)进行湿陷性评价，该段场地土湿陷量计算值为 215.1~492.6mm，自重湿陷量的计算值为 13.3~151.8mm，本段场地主要为非自重湿陷性场地，湿陷等级为 I(轻微)~II (中等)。

⑪平距 6135~6223m 段：该段渠道布置于汾河左岸岸坡上，渠道地基持力层主要为第四系上更新统坡洪积(Q₃^{dpl})块石混合土，层厚一般大于 10.0m。

⑫平距 6223~6435m 段：

平距 6223~6270m、6340~6435m 段渠道穿过冲沟，平距 6270~6340m 段布置两冲沟交汇处后缘岸坡坡脚处。平距 6223~6270m、6340~6435m 段渠道地基持力层为第四系全新统洪冲积 (Q₄^{pal}) 卵石混合土，厚 0.0~7.0m。平距 6270~6340m 段渠道地基持力层为第四系上更新统风积 (Q₃^{ed}) 低液限粉土，厚 0.0~6.0m。渠基为低液限粉土、卵石混合土。

⑬平距 6435~6983m 段：该段渠道布置于黄土塬前缘，渠道地基持力层主要为第四系上更新统风积(Q₃^{col})低液限粉土，厚 9.0~10.0m。

5.1.5.5 电站工程地质

汾源水电站站址位于汾河左岸汾源村上游 300m 处，设计拟建水电站前池及水电

站，电站前池布置在黄土丘陵台地上，台地上下游宽 50~80m，东西长约 260m，台地前缘高程为 1340m，高出河漫滩 40~45m。电站厂房为河漫滩，地面高程为 1292~1300m，地形较为平缓。

1) 地层岩性

场地出露地层岩性由老到新叙述如下：

侏罗系下统大同组 (J_1d)岩性为灰、灰绿、紫红色砂质泥岩、泥岩夹灰绿、灰白色长石砂岩、长石石英砂岩，出露于站址附近的冲沟沟底。

上更新统滑坡堆积 (Q_3^{del})，岩性下部为扰动的砂岩、砂质泥岩，岩性杂乱，泥岩多为全强风化；上部为混合土块(碎)石和块(碎)石混合土，块碎石成分多为砂岩，可见泥岩块，大小不一，堆积混杂，块石粒径 0.2~8m，碎石 60~200mm，块(碎)石含量 60~70%，细粒土 30~40%，结构松散，厚 8~35m。主要分布大寺沟至站址段。

上更新统坡积 (Q_3^{dl})，岩性为暗红、深紫红色低液限粘土夹少量的块碎石，稍密；厚度 3~10m。其含水率 17.2~19.6%，平均值 18.4%；天然密度 $1.91\sim 2.02\text{g/cm}^3$ ，平均值 1.97g/cm^3 ；干密度 $1.62\sim 1.70\text{g/cm}^3$ ，平均值 1.66g/cm^3 ；孔隙比 0.585~0.668，平均值 0.626；塑性指数 10.0~11.5，平均值 10.7；砂粒含量 1.0~4.0%，平均值 2.4%；粉粒含量 80.1~83.1%，平均值 81.1%；粘粒含量 15.4~17.7%，平均值 16.5%；湿陷性系数 0.001~0.009，无湿陷性，垂直渗透系数 $8.99\times 10^{-6}\sim 3.49\times 10^{-5}\text{cm/s}$ ，具微~弱透水性；天然压缩系数 $0.06\sim 0.24\text{MPa}^{-1}$ ，平均值 0.13MPa^{-1} ，多属中等缩性土，压缩模量 7.0~27.7MPa，平均值 15.6MPa，饱和压缩系数 $0.13\sim 0.17\text{MPa}^{-1}$ ，平均值 0.15MPa^{-1} ，压缩模量 9.6~12.1MPa，平均值 11.0MPa；天然快剪凝聚力 16.0kPa，内摩擦角 23.0° ，饱和快剪凝聚力 18.1~18.8kPa，内摩擦角 $21.5\sim 24.0^\circ$ 。

上更新统风积 (Q_3^{eol})，岩性为淡黄色低液限粉土，疏松~稍密，干~稍湿，厚度 7~18m，分布于左岸台地顶部。其含水率 6.6~20.2%，平均值 13.5%；天然密度 $1.39\sim 1.85\text{g/cm}^3$ ，平均值 1.64g/cm^3 ；干密度 $1.30\sim 1.54\text{g/cm}^3$ ，平均值 1.44g/cm^3 ；孔隙比 0.748~1.063，平均值 0.872；塑性指数 8.1~9.4，平均值 8.6；砂粒含量 0.9~3.1%，平均值 2.0%；粉粒含量 84.7~89.2%，平均值 87.3%；粘粒含量 8.3~14.0%，平均值 10.7%；湿陷性系数 0.002~0.049，具轻微~中等湿陷性；垂直渗透系数 $8.18\times 10^{-5}\sim 2.09\times 10^{-4}\text{cm/s}$ ，平均值 $1.46\times 10^{-4}\text{cm/s}$ ，具弱~中等透水性；天然压缩系数 $0.08\sim 0.51\text{MPa}^{-1}$ ，平均值 0.23MPa^{-1} ，多属中等压缩性土，压缩模量 4.1~21.4MPa，平均值 11.2MPa，饱和压缩系数 $0.21\sim 0.73\text{MPa}^{-1}$ ，平均值 0.50MPa^{-1} ，压缩模量 2.6~8.4MPa，平均值 4.6MPa；天然快剪凝聚力 12.4~17.0kPa，平均值 15.3kPa，内摩擦角 $17.0\sim 21.5^\circ$ ，平均值 19.5° ，饱

和快剪凝聚力 8.2~13.2kPa, 平均值 10.8kPa, 内摩擦角 16.0~19.0°, 平均值 17.4°。全新统冲积(Q₄^{al}), 岩性为卵石混合土, 卵石成份为变质岩、灰岩和砂岩, 含量 50~60%, 层中夹有中细砂透镜体, 磨圆度与分选性较差, 厚度 6~9m, 分布于河床及漫滩。

全新统洪积(Q₄^{pl}), 岩性为碎石混合土、含砾低液限粉土, 碎石成份为砂岩, 呈棱角状或次棱角状, 分选性差, 分布于冲沟及其出口。含砾低液限粉土, 质疏松, 砾石成份为岩石碎屑, 厚度 1~1.5m, 分布于一级堆积阶地。

全新统坡积(Q₄^{dl}), 岩性为碎石混合土, 碎石成份主要为砂岩, 粒径多为 10~20cm, 大者达 1.0m, 呈棱角状, 均匀性差, 结构松散, 厚度 1~5m, 分布于缓坡及坡脚处。

2) 地质构造

地质构造位于宁静向斜槽部的次一级舒缓背斜上。岩体的完整性较好, 但节理裂隙较发育。

3) 水文地质

场地地下水类型主要为碎屑岩类裂隙水和松散岩类孔隙水, 碎屑岩类裂隙水主要赋存于基岩中的长石砂岩、泥质砂岩裂隙中, 受大气降水补给, 以泉的形式或侧向补给的方式排泄。松散岩类孔隙水主要赋存于松散堆积的卵石混合土及砂层中, 受大气降水或地表径流补给, 向下游或下渗补给基岩的方式排泄。

4) 工程地质评价

①站址

下站址厂房位于南庄梁古滑坡体西南端, 该滑坡体长 1900m, 宽 500~800m, 面积约 1.0 平方公里。该滑坡是沿侏罗系下统大同组砂岩和泥岩形成的, 岩性软硬相间, 滑床产状走向 N30°E, 倾向 NW, 倾角 3~4°, 滑动方向与岩层倾向一致。滑面与汾河左岸上、下游 II 级基座阶地基座面高程接近, 其后缘为陡立岩石岸坡, 滑坡体前缘为 I 级阶地后缘较为陡立岩石岸坡。滑坡体大部分被 Q₃ 低液限粉(粘)土覆盖, 前缘坡脚处已堆积有 Q₄ 坡洪积混合土块(碎)石和块(碎)石混合土, 滑坡体仅在前缘坡脚部分地段或冲沟切割处有出露。这些现象说明滑坡体形成时代在第四纪上更新世之前。厂房地基土岩性为第四系全新统坡洪积碎石混合土。

2) 前池及压力管坡

前池持力层主要为第四系上更新统淡黄色低液限粉土、暗红色低液限粘土夹少量块石, 质疏松。建议承载力标准值 80~100kPa。建议开挖边坡 1: 0.75~1: 1。必要时采取支护措施。

前池持力层及前池侧壁岩性主要为第四系上更新统风积(Q₃^{ed})低液限粉土及(Q₃^{dl})

低液限粘土夹少量块碎石，多具轻微~中等湿陷性。依据《水利水电工程地质勘察规范》(GB50487-2008)附录 T 和《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB50025-2004)进行湿陷性评价，该场地土湿陷量计算值为 72.0~287.5mm，自重湿陷量的计算值为 0~40.0mm，前池场地为非自重湿陷性场地，湿陷等级为 I 级(轻微)。前池地基土及侧壁遇水易产生湿陷变形，建议采取相应的工程措施进行处理。压力管坡管基为第四系上更新统坡洪积块石混合土及上更新统风积低液限粉土。

5.1.6 气象

宁武区气候寒冷，迟暖早寒，属高山严寒区和寒冷干燥区。特别是：气候寒冷，多大风，冬季漫长，无霜期短，山区雨多，其它地区雨量偏少，温度差别大，雨量高度集中于7月和8月。气温、降水有明显的垂直分布，光照时间在各地，以及一地的向阳坡和背阴坡有很大差异。

据宁武气象站统计资料，本区年平均气温5.3-7.1℃，最高气温在7月，平均气温20℃，极端最高温度为34.8℃，最低气温在1月份,平均温度-9.7℃，极端最低温度可达-27.2℃；平均降水量470-670mm，山区降水较多，在600mm以上。各季降水占全年降水量的百分比为：春季13%，夏季65%，秋季20%，冬季2%。降雨量多集中在7、8、9三个月；在历年记录中，降水年际变化十分明显。最多年降水量710.5mm（1959年），最少为226.1mm（1965年），一日最大降水量100mm。年平均蒸发量1902.3mm,气候干燥；历年最大积雪深度15cm；个年无霜期100—120天，最大冻土深度为1.37m；年平均日照时数2800小时,风向以西北风为主，最大风速25m/s，平均风速3.1m/s。

汾源水电站所在区域属北温带半干旱季风气候区，其特点为：春季干旱缺雨，夏季短暂热量不足，秋季低温霜冻早，冬季漫长严寒雪少。据邻近静乐县气象站实测资料统计：多年平均气温为 7.0° C，1 月份最冷，平均气温为-28.9° C，8 月份最热，平均气温为 36.7° C；多年平均降水量为 445.9mm；多年平均蒸发量为 1535.2mm；最大冻土深为 1.49m；无霜期 155 天。

5.1.7 水文、泥沙

1) 水文

汾源水电站上游约 9km 设有宁化堡水文站，下游约 31km 处设有静乐水文站，依据测站位置和控制流域面积情况，本次工程可研设计将宁化堡作为设计依据站，将静

乐站作为参证站。

宁化堡水文站位于宁武县化北屯乡宁化村汾河干流上，集水面积 1056km²，由山西省水文总站于 1953 年 6 月设立，是为研究水保拦沙效益而设立的专用站，1955 年 1 月停测，1957 年 6 月恢复为水文站，1962 年 5 月又停测，1991 年 6 月恢复观测并将断面上迁 415m，站名为宁化堡（二），1996 年 9 月领导机关更名为山西省水文水资源勘测局。本次收集到测站 1957 年 6 月-1962 年 4 月、1991 年 6 月-2013 年 12 月整编的实测径流、泥沙资料。宁化堡站控制流域内有 9 个雨量站。

静乐站位于静乐县鹅城镇沙会村汾河干流上，集水面积 2799km²，由山西省水文总站于 1943 年 4 月设立的国家基本站，是汾河上游干流控制站，1945 年 6 月停测，1950 年 8 月恢复观测，命名为静乐（二）站，1951 年 7 月断面下迁 1000m，命名为静乐（三）站，1954 年 1 月上迁 400m，命名为静乐（四）站，1966 年 1 月下迁 100m，命名为静乐（五）站，1971 年 1 月重新量算面积为 2799km²，至今为静乐（五）站。

本次收集到测站 1956~2013 年天然径流资料。静乐站调查最大洪峰流量为 3840m³/s，发生于 1929 年。流域内有 21 个雨量站。

汾源电站坝址处径流分析计算采用宁化堡站径流系列作为设计依据，将天然径流系列插补延长后进行频率分析计算，采用面积比拟法计算出坝址断面设计径流量。经工程可研类比分析计算，根据宁化堡天然年径流频率分析成果按汾源水电站与宁化堡控制流域面积比（F 汾源/F 宁化堡=1515/1056）折算得到汾源水电站滚水坝坝址处天然年径流，设计年径流计算成果见表 5-1。

表 5-1 设计天然年径流成果表

单位：万 m³

项目	频率%				
	5	15	50	85	95
汾源电站坝址天然年径流量	23398	16642	8617	4270	2932

根据表 5-1 计算成果可知，滚水坝断面多年平均径流量为 13299 万 m³。

2) 洪水

汾源水电站所属流域洪水主要由暴雨形成，暴雨的地区分布不均，大面积暴雨发生次数较少，常以局部洪水为主。根据《山西省水文计算手册》附图查得宁化堡站多年平均 24 小时点暴雨为 58.3mm。暴雨持续时间一般小于 24 小时，超过三天的比较罕见。

流域内洪水年内分配不均，大洪水多发生在 7~8 月，最早涨洪时间为五月上旬，

最晚为十月下旬。通常暴雨历时较短，一般洪水历时仅 1~3 天，而形成的洪水峰大量小。

流域内洪水年际变化也较大，根据静乐站 1943~2010 年实测最大洪峰流量资料统计分析，实测最大年份 1967 年为 2230 m³/s，实测最小年份 2009 年为 35.1 m³/s。

本项目可研设计水电站枢纽工程位于《山西省汾河上游干流河道治理工程初步设计报告》(山西省水利水电勘测设计研究院，2002 年 5 月，以下简称“治理初设报告”)中坝门口~永安镇治理段，该治理段防洪标准为 10 年一遇。枢纽以上控制流域面积为 1515km²，汾源厂址以上控制流域面积为“治理初设报告”中采用静乐站与宁化堡占实测洪峰流量建立相关关系，对宁化堡洪水系列进行了插补延长。

根据工程可研，采用面积比指数法将宁化堡站设计洪峰流量折算至枢纽及汾源上、下站址，计算得工程各断面相应频率设计洪峰流量见表 5-2。本工程位于“治理初设报告”中坝门口~永安镇治理段，永安镇断面以上控制流域面积为 1702km²，该治理段防洪标准为 10 年一遇，相应设计洪峰流量为 1185m³/s，报告中未计算 20 年一遇洪峰流量。

表 5-2 引水枢纽及汾源上、下站址设计洪峰流量表 单位: m³/s

断面	控制断面面积 (km ²)	各频率设计值 P(%)洪峰流量(m ³ /s)				
		1	2	5	10	20
枢纽	1515	2367	1969	1461	1085	721
汾源上站址	1657	2475	2059	1528	1135	754
汾源下站址	1666	2482	2065	1532	1138	756

3) 泥沙

根据宁化堡水文站 1992~2013 年年平均输沙量资料统计，输沙量年内变化较大，输沙主要集中在 6~9 月，占全年的 95%左右；输沙量年际变化也大，丰水年 1995 年 220 万 t，而枯水年 2013 年仅 40.6 万 t，丰枯比达 5 倍。宁化堡实测多年平均含沙量为 4.69kg/m³，根据宁化堡径流系列 1984~2013 年，多年平均径流量为 7172 万 m³，计算得宁化堡多年平均输沙量 34 万 t。

4) 蒸发

汾源水电站坝址处水面蒸发采用《山西省水文计算手册》附表 2 静乐县(1980~2008 年)月、年蒸发量均值。

静乐县水面蒸发逐月分配见表 5-3。

表 5-3 静乐县水面蒸发量表 单位: mm

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
水面蒸发量	20.2	30.0	63.1	112.2	157.7	138.3	123.5	99.8	77.0	56.2	31.2	19.9	929.1

5) 冰情

由于宁化堡站和静乐站没有冰情资料，本次参照《山西省水文计算手册》附表 3 上静游站 1959~2008 年冰情统计表，该站解冻最早日期 2 月 20 日，最晚 3 月 28 日；终冰最早 2 月 23 日，最晚 4 月 8 日；初冰最早 10 月 21 日，最晚 12 月 2 日，封冻最早 11 月 13 日，最晚 12 月 22 日；实际封冻天数上半年最少 50 天，最多 88 天，下半年最少 10 天，最多 49 天；最大冰厚河心 0.92m，出现于 2 月 11 日。

5.1.8 土壤、动植物

5.1.8.1 土壤

宁武县境内土壤分为山地草甸土、棕壤、褐土、栗钙土、草甸土五大类。山地草甸土占全县总面积的 2%，棕壤占 25%，褐土占 64.1%，栗钙土占 6.5%，草甸土占 2.4%。其中褐土是分布全县的主要土壤类型，故属褐土地区。

项目区主要为栗钙土，土壤质地为轻壤一中壤土。栗钙土的成土母质主要有黄土、残积物、坡积物和冲积物，特点是具有一定的腐殖层，厚度一般在 20cm 左右，呈灰紫色，多为结构疏松的粒状结构，质地较轻，植物根系较多。项目地处管涔山脉东麓，山地丘陵性西北部，地表出露有石炭系太原组、二叠系山西组、下石盒子组地层、余者被黄土覆盖。

5.1.8.2 动植物

动物

宁武县境内山多坡广，水草资源丰富，发展畜牧业具有得天独厚的自然条件。全县大牲畜、羊、猪饲养量分别达到 2.6 万头、23.8 万只、2.5 万头，肉、奶、蛋产量分别达到 1995 吨、50 吨、279 吨。牛饲养量 1.2 万头，主要品种有役肉兼用的本地黄牛和西门塔尔、安格斯、海福特改良牛。羊饲养量 23.8 万只，其中山羊 12.5 万只，主要品种有山西黑山羊、内蒙阿白绒山羊和辽宁盖州绒山羊及其改良后代；绵羊 11.3 万只，主要品种有本地绵羊，新疆细毛羊及其改良后代、国际著名肉毛兼用品种萨福克、道赛特及其改良后代，国内著名肉脂兼用品种乌珠穆沁及其改良后代，小尾寒羊等。猪饲养量 2.5 万头，主要品种有长白、大白、长大白、山西黑、北京黑、杜洛克等，出栏猪平均体

重150kg以上。

宁武境内具有野生动物栖居的良好条件，共有鸟兽160余种，其中褐马鸡、黑鹳、虎为国家一类保护动物。原麝、豹、雪豹为国家二类保护动物。石貂为国家三类保护动物。

芦芽山区野生兽类有36种，分属于6目17科与亚科。仅芦芽山一带的野生鸟类有115种，分属于12个目，37个科与亚科。管涔林局所属的芦芽山自然保护区，是以褐马鸡为主要保护对象的自然保护区，也是我国八大鸟类保护区之一。

据调查，由于人为活动的影响，厂区及周边范围内未见国家重点保护动物物种分布。

植物

宁武县境内森林茂密，郁郁葱葱，素有华北落叶松故乡之称。森林总面积达82.9万亩，森林覆盖率为27.8%。乔木树种中属于观赏类的有：侧柏；属于用材类的有：华北落叶松、白杆、青杆油松、杜松、青杨、小杨、小叶杨、康定柳等数十种。灌木树种中，属于观赏类的有：美蔷薇、黄蔷薇、山刺玫、刺叶蔷薇、黄刺玫、北京丁；属于木本粮食油料类的有：榛子、毛榛、山桃、马茹茹、野玫瑰、山梨、山杏；属于水保类的有：中国黄花柳、乌柳、虎榛子、八仙花、太平花、毛葵山、梅花等数十种。

宁武县耕地总面积709720亩，其中2°-6°旱平地77697亩，6°-15°坡地367106亩，15°-25°坡地187067亩，25°以上坡地77850亩。全县耕地由于绝大多数为旱坡地，土壤贫瘠，高产稳产性能极差。全县农作物总播种面积39万亩，其中粮食作物面积31.5万亩，经济作物6.5万亩，蔬菜0.5万亩，青饲料0.5万亩。正常年全县粮食总产2500—3000万kg，平均亩产80—100kg。

项目区植被类型属温带落叶灌丛带，野生植物资源种类较多，树种主要有华北落叶松、云杉、山杨、白桦、红桦等，境内森林主要集中于管浑山和芦芽山地区，二山连峰接势，纵贯县境西部，在二山各支脉的北向坡上，森林多为集中联片。境内除少量人工林外，多为天然次生林。其中云杉纯林和云杉、华北落叶松混交林占绝对优势，油松次之，杨、桦、柞等阔叶树种只有少量分布。由于项目区气候条件差，土地贫瘠，植被稀少生态环境较脆弱，以灌草丛为主，植被覆盖率约25%。

5.1.9 地震

根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2015)和《中国地震动反应谱特征周期区划图》(GB18306-2015),本区地震动峰值加速度为0.10g,地震动反应谱特征周期为0.45s。工程区地震基本烈度为7度。

5.2 环境质量现状

略

5.3 水资源利用现状评价

5.3.1 项目区水资源条件

1) 宁武县水资源总量

宁武县1956~2008年多年平均水资源总量18050.6万 m^3 ,折合产水深93.8mm。其中,河川径流量17173.8万 m^3 ,降雨入渗补给量11220.3万 m^3 ,河川基流量(重复量)10343.5万 m^3 。

频率适线结果,P=20%(偏丰年)时,水资源总量25200万 m^3 ;P=50%(平水年)水资源总量14500万 m^3 ;P=75%(偏枯年)水资源总量9650万 m^3 ;P=95%(枯水年)水资源总量6680万 m^3 。水资源总量最大值65398万 m^3 ,发生在1967年;最小值5823万 m^3 ,发生在2001年,极值比达11.2。其中,恢河区极值比最大为22.9,芦庄以上区最小为5.4,其它分区介于6.0~22之间。

宁武县1956~2008年评价分区水资源总量统计表见表5-22。

各水资源分区水资源总量特征值详见表5-23。

2) 宁武县水资源可利用量

宁武县水资源可利用量为9721.0万 m^3 。其中地表水可利用量为9565.0万 m^3 ,地下水可开采量为2716.7万 m^3 ,重复量为2560.7万 m^3 。

宁武县水资源可利用量统计表见表5-24。

表 5-22 宁武县 1956~2008 年评价分区水资源总量统计表

面积单位: Km²; 降水单位: mm; 水量单位: 10⁴m³

水资源分区		面积 (F)	降水量 (P)	河川径流量 (R)	降雨入渗补给量 (Pr)	重复量 (Rg)	水资源总量 (W)	地表产流系数 (R-Rg)/P	径流系数 (R/P)	降雨入渗补给系数 (Pr/P)	产水系数 (W/P)	产流模数 (W/F)
永定河山区	恢河区	240	10934	1866.7	1195.9	999.5	2063.1	0.079	0.171	0.109	0.189	8.60
	桑干河区	103	4821	501.8	748.9	255.3	995.4	0.052	0.104	0.155	0.206	9.66
	小计	343	15756	2368.5	1944.8	1254.8	3058.5	0.071	0.15	0.123	0.194	8.92
界河铺以上	芦庄以上区	154	7326	1389.8	703.9	698.7	1395.0	0.095	0.19	0.096	0.190	9.06
海河流域	小计	497	23082	3758.4	2648.7	1953.5	4453.6	0.078	0.163	0.115	0.193	8.96
朱家川区	桥头以上区	33	1617	166.7	85.6	83.1	169.2	0.052	0.103	0.053	0.105	5.13
汾河上中游区	中马坊河区	409	19816	3006.7	1559.2	1493.7	3072.2	0.076	0.152	0.079	0.155	7.51
	北石河等区	647	37630	6265.3	4885.2	4819.6	6330.9	0.038	0.166	0.13	0.168	9.79
	宁化堡以下区间	339	17648	3976.7	2041.7	1993.6	4024.8	0.113	0.225	0.116	0.228	11.87
	小计	1395	75094	13248.7	8486.1	8306.9	13427.9	0.065	0.176	0.113	0.179	9.63
黄河流域	小计	1428	76711	13415.5	8571.6	8390	13597.1	0.065	0.175	0.112	0.177	9.52
全县	合计	1925	99792	17173.8	11220.3	10343.5	18050.6	0.068	0.172	0.112	0.181	9.38

表 5-23 宁武县 1956~2008 年水资源分区水资源总量特征值统计表

面积单位: km²; 水量单位: 万 m³

水资源分区		面积	统计参数			极值					不同保证率水资源总量			
			均值	Cv	Cs/Cv	极大值	出现年份	极小值	出现年份	极值比	20%	50%	75%	95%
永定河山区	恢河区	240	2063.1	0.64	2.0	6997	1967	305	1965	22.9	3010	1790	1090	461
	桑干河区	103	995.4	0.8	3.0	3442	1967	205	1998	16.8	1430	720	457	343
	小计	343	3058.5	0.8	3.0	10440	1967	707	1965	14.8	4370	2200	1400	1050
界河铺以上	芦庄以上区	154	1395.0	0.5	3.0	3355	1959	617	2006	5.4	1880	1230	887	608
海河流域	小计	497	4453.6	0.56	3.0	13617	1967	2036	1965	6.7	6100	3790	2640	1790
朱家川区	桥头以上区	33	169.2	1.05	2.0	1209	1967	37	2001	32.7	274	113	44.1	6.24
汾河上中游区	中马坊河区	409	3072.2	0.73	2.5	12531	1967	618	1986	20.3	4480	2430	1450	798
	北石河等区	647	6330.9	0.65	2.0	24957	1967	1364	1986	18.3	9250	5450	3310	1370
	宁化堡以下区间	339	4024.8	0.6	2.5	13085	1967	1101	2001	11.9	5700	3450	2260	1300
	小计	1395	13427.9	0.63	2.5	50572	1967	3655	2001	13.8	19100	11300	7240	4080
黄河流域	小计	1428	13597.1	0.7	2.5	51781	1967	3660	2001	14.1	19800	11000	6720	3700
全县	合计	1925	18050.6	0.65	3.0	65398	1967	5823	2001	11.2	25200	14500	9650	6680

表 5-24 宁武县水资源可利用量统计表

面积单位：km²；水量单位：万 m³

水资源分区		面积	水资源总量	地表水可利用量	地下水可开采量			重复利用量			水资源可利用量
					岩溶山区	一般山丘区	小计	岩溶山区	一般山丘区	小计	
永定河山区	恢河区	240	2063.1	1213	156	793.0	949.0		793.0	793.0	1369.0
	桑干河区	103	995.4	176		15.6	15.6		15.6	15.6	176.0
	小计	343	3058.5	1389	156	808.6	964.6		808.6	808.6	1545.0
界河铺以上	芦庄以上区	154	1395	278		24.0	24.0		24.0	24.0	278.0
海河流域	小计	497	4453.6	1667	156	832.6	988.6		832.6	832.6	1823.0
朱家川区	桥头以上区	33	169.2	33		14.1	14.1	0	14.1	14.1	33.0
汾河上中游区	中马坊河区	409	3072.2	1804		516.9	516.9	0	516.9	516.9	1804.0
	北石河等区	647	6330.9	4072	372	529.8	901.8	372	529.8	901.8	4072.0
	宁化堡以下区间	339	4024.8	1988		295.4	295.4	0	295.4	295.4	1988.0
	小计	1395	13427.9	7865	372	1342.1	1714.1	372	1342.1	1714.1	7865.0
黄河流域	小计	1428	13597.1	7898	372	1356.2	1728.2	372	1356.2	1728.2	7898.0
全县	合计	1925	18050.6	9565	528	2188.7	2716.7	372	2188.7	2560.7	9721.0

3) 宁武县水资源量综述

(一) 水资源量

1. 降水量

1956~2008年宁武县多年平均降水量为517.6mm，折合水体9.96亿 m^3 。各种保证率年降水量：P=20%（偏丰年）为611.5mm；P=50%（平水年）为502.2mm；P=75%（偏枯年）为424.7mm；P=95%（枯水年）为328.0mm。全县系列中年最大降水量为1967年年降水量837.5mm，年最小降水量为1965年年降水量270.2mm。受气候、地形等因素的综合影响，降水量在面上的变化比较复杂。

2. 河川径流量

宁武县1956~2008年53年系列多年平均天然年径流量17174万 m^3 ，折合多年平均年径流深89.2mm。各水资源分区中：海河流域各分区多年平均年径流深除桑干河区均在70mm以上；黄河流域各分区多年平均年径流深除朱家川区为50.5mm外均在70mm以上，而且宁化堡以下区多年平均年径流深达117.3mm。全县多年平均年径流系数为0.172。其中以宁化堡以下区间0.225为全县最大，桑干河区0.104为全县最小。

当地多年平均天然径流量17174万 m^3 。其中多年平均河川径流开发利用量366.7万 m^3 。宁武县平均地表水资源可利用系数0.56，估算合计全县地表水可利用量为9565万 m^3 。其中，芦庄以上区、桥头以上区因位于山区地带，地表水资源开发利用比较困难，可利用系数最小为0.20，可利用量分别为278、33万 m^3 ；相反，县城位于恢河区，地表水资源开发利用比较容易，可利用系数最大为0.65，可利用量为1213万 m^3 ；汾河上中游区地表水资源相对丰富，可利用量最大为7865万 m^3 。

3. 河流泥沙

汾河岔上水文站集水面积31.7 km^2 ，1956~2008年多年平均实测输沙量0.68万t，多年平均天然输沙量0.68万t；汾河宁化堡水文站集水面积1056 km^2 ，1992~2008年多年平均实测输沙量47.8万t，多年平均天然输沙量47.8万t；汾河静乐水文站集水面积2799 km^2 ，1956~2008年多年平均实测输沙量514万t，天然输沙量515万t。

4. 地下水资源量

1956~2000年宁武县一般山丘区地下水资源量（降水入渗补给量）为8880.4万 m^3/a ，岩溶山区地下水资源量为2339.9万 m^3/a ，全县多年平均地下水资源量为11220.3

万 m^3/a ，多年平均降水入渗补给量为 11220.3 万 m^3/a 。宁武县岩溶水可开采量为 528.0 万 m^3/a ，一般山丘区孔隙裂隙水可开采量为 2188.8 万 m^3/a ，地下水可开采资源总量为 2716.7 万 m^3/a ，现状的宁武县地下水开采量仅为 328.0 万 m^3/a ，全县的水资源比较丰富，特别是岩溶水资源量非常宝贵，开发利用有一定的潜力。

5. 出入境水量

宁武县入境水量有：鸣河自静乐县入境面积 264.7 km^2 ，多年平均入境水量 2362 万 m^3 。

全县出境水量有：汾河出境静乐县面积 1395 km^2 ，多年平均出境水量 15400 万 m^3 ；朱家川河出境神池县面积 33 km^2 ，多年平均出境水量 167 万 m^3 ；阳武河出境原平市面积 154 km^2 ，多年平均出境水量 1390 万 m^3 ；桑干河出境朔州市朔城区面积 103 km^2 ，多年平均出境水量 502 万 m^3 ；恢河出境朔州市朔城区面积 240 km^2 ，多年平均出境水量约 1650 万 m^3 ；合计多年平均出境水量 19109 万 m^3 。

（二）水资源质量

1. 地表水体

根据宁武县第二次水资源调查评价结果，对宁武县汾河上中游区和永定河山区的恢河进行评价，在 3 个监测断面中，汛期评价断面 2 个，综合评价水质分别为 IV 类和劣 V 类，超标率 100%。非汛期评价断面有 3 个，综合评价有 2 个断面达到或好于 III 类水质标准，有 1 个为劣 V 类水，超标率为 33.3%。全年评价断面有 3 个，综合评价有 1 个为劣 V 类水，超标率为 33.3%。

从全县分类河长统计表中可见，达到 I 类水质标准的河长为零。在汛期所评价的 40km 河长中，26.5km 为 IV 类水质，13.5km 为劣 V 类水质，超标率 100%；非汛期和全年达到 III 类水质的河长为 18.7km，占评价河长 25.6%，IV 类和超 V 类河长为 46.2km，占评价河长的 35.2%。

宁武县主要河流水质状况

① 恢河

恢河是宁武县流经县城的河流，宁武县第二次水资源调查评价中评价河长 33.1km。

上游至县城以上段：该断面代表河长 18.7km。据调查无较大的排污口，水质接近天然状态。确定该河段汛期水质为 III 类。

县城至下游出县境段：该断面代表河长 14.4km。监测资料表明，该河段非汛期和全年水质类别均为超 V 类。汛期缺资料未作评价。超标项目主要是氨氮和溶解氧，超标倍数分别为 3.7 和 0.4。

上述河段水质污染原因主要是受生活和工业废污水的排放所造成。

②汾河

全县汾河处于河流的上游，评价河长 40.0km，评价断面为东寨、宁化堡。从断面监测值分析，枯水期水质较好均为 III 类水质，水质较好。丰水期水质分别均为 IV 类水质和劣 V 类。

全年综合水质较差，水质分别为 V 类水质和超 V 类，化学耗氧量最大超标 17.4 倍，其次为溶解氧，超标 0.7 倍。另宁化堡汞超标，分析原因可能是受其天然水化学特征影响所致。

2.地下水体

根据宁武县第二次水资源调查评价结果，10 处乡镇集中式饮用水水源地的 8 处中，有 1 处超标，超标率为 12.5%。其中，IV 类水质为 1 处，V 类水质为 0 处。超标面积 209 km²，占全县面积 13.4%。

超标项目为总硬度（以 CaCO₃ 计，mg/L），超标倍数最大分别为 0.1。超标范围主要集中在余庄集中供水水源 48.3 km² 范围内，超标倍数小于 1.0，污染深度不大，综合评价 IV 类水质。

（三）水资源特点

1. 水资源总量丰富，开发利用程度较低，潜力较大

宁武县多年（1956~2008 年）平均水资源总量为 1.8051 亿 m³，总人口 177380 万人，总面积为 1925km²，耕地面积 47.1 千公顷。人口密度为 84 人/km²，人均占有水资源量为 1018m³/人，亩均占有水资源量为 280 m³/亩，多年平均产水模数为 10.26 万 m³/km²。按照联合国“国际人口行动”提出的标准，人均水资源量高于 1000m³，即为高于水资源国际平均水平，是忻州市乃至山西省为水资源较为丰富地区。

宁武县地表水资源利用程度为 3.7%，反映了全县地表水资源开发利用程度整体上处于低度开发水平；地下水开采系数为 0.12，开发潜力较大。宁武县传统水源开发潜力为 9026.3 万 m³；非传统水资源开源潜力 240.68 万 m³。

2. 旅游水资源丰富

宁武县的万年冰洞、汾源、天池、马营海等旅游水资源丰富，是山西乃至全国的旅游靓点，给予宁武以及忻州市带来丰厚的经济效益和社会效益。

3. 煤炭资源丰富，采煤对水资源、水环境的影响显著

宁武县煤炭资源丰富。由于采煤造成了较大的地下水空洞，破坏了周围岩石原有的应力平衡，产生了轻微以至大的裂缝，致使矿区许多泉水断流或者干涸；原本水质较好的岩溶裂隙水下渗到煤层受到污染，通过矿坑排水排到地面，进而污染地表水和河谷浅层地下水；更为严重的是采煤阻断或者影响岩溶泉水的补给和径流，导致岩溶水量的减少；漏水直接影响岩溶水的水质。此外，工矿企业及城镇生活废水的不达标排放，水质不断恶化。

4. 降水与作物生长需水不吻合，影响农业生产

宁武县属于半湿润半干旱地区，干旱频率甚高，且年内降水分配极不均匀。汛期（6~9月）降水量占年降水量的70%以上，主汛期（7~8月）降水量占年降水量的50%以上，春季四、五月份缺水比较严重，墒情不好，无灌溉措施的地区，难于下种，农作物难保全苗，严重影响农业生产。

5. 地表水水质污染日趋严重，生态环境不断恶化

天然情况下，河流水环境依赖河流自净能力保持平衡与清洁。在宁武县城以下段和东寨排放的污水没有处理进入河道。

据宁武县第二次水资源调查评价，从宁武县分类河长统计可见：达到Ⅰ类水质标准的河长为零。在汛期所评价的40km河长中，26.5km为Ⅳ类水质，13.5km为劣Ⅴ类水质，超标率100%；非汛期和全年达到Ⅲ类水质的河长为18.7km，占评价河长25.6%，Ⅳ类和超Ⅴ类河长为46.2km，占评价河长的35.2%。

5.3.2 水资源利用及评价

5.3.2.1 水资源利用现状

1. 供水工程现状

以2008年为现状基准年，全县地表水供水工程共有290座(处)，另外尚有集雨工程(主要是解决山区农村人畜吃水的旱井水窖，主要分布在薛家洼乡和凤凰镇)188眼(处)。其中，无大中型供水工程，全部为小型供水工程。

地表水供水工程包括蓄水工程、引水工程、提水工程；地下水供水工程主要是水井工程。

蓄水工程包括中型水库、小型水库和塘坝。2008年全县只有塘坝3处，总库容1万 m^3 ，设计供水能力3.01万 m^3 ，现状供水能力0.01万 m^3 。另外，尚有集雨工程供山区人畜饮水的旱井、水窖188眼(处)，供水能力2.82万 m^3 。

引水工程指从河道、湖泊等地表水体自流引水的工程，不包括从蓄水工程中引水的工程。2008年，全县共有引水工程145处，均为小型引水工程，现状供水能力300.87万 m^3 ，设计供水能力356万 m^3 。

提水工程指利用扬水泵站从河道、湖泊等地表水体提水的工程，不包括从蓄水工程中引水的工程。2008年，全县共有提水工程144处，现状供水能力63万 m^3 ，设计供水能力86万 m^3 。全部为小型提水工程。

2008年宁武县共有水井297眼，现状供水能力328.0万 m^3 。其中：浅层地下水水井275眼，占全县水井总数的92.6%，现状供水能力261.0万 m^3 ；深层承压水水井22眼，占全县水井总数的7.4%，现状供水能力67.0万 m^3 。

行政分区中，以凤凰镇和化北屯乡水井较多，开采量较大，共有水井82眼，占全县水井总数的27.6%，开采量122.8万 m^3 ，占全县总开采量的37.4%。

水资源分区中，黄河流域多于海河流域。评价计算分区比较，北石河等区和恢河区共有水井153眼，占全县水井总数的51.5%，开采量207.8万 m^3 ，占全县总开采量的63.4%。

其它水源工程包括集雨工程、污水处理回用等。集雨工程指用人工收集储存屋顶、场院、道路等场所产生径流的微型蓄水工程，包括旱井、水窖等。集雨工程共有旱井、水窖188眼，年利用量2.82万 m^3 ，主要分布在凤凰镇和薛家洼乡，占全县总数量的95.7%，占全县集雨工程总供水量的88.7%。

2. 供水量

2008年，宁武县各类供水工程供水量为694.7万 m^3 。其中地表水源供水量（包括泉水、集雨量）366.7万 m^3 ，占总供水量的52.8%；地下水源供水量328.0万 m^3 ，占总供水量的47.2%；其他水源供水量2.82万 m^3 。

3. 用水量

2008年宁武县社会各部门总用水量 694.7 万 m³。按用户分类其中生活总用水量 196.3 万 m³，占全县总用水量的 28.3%；生产总用水量 497.5 万 m³，占全县总用水量的 71.6%；生态环境用水量 0.9 万 m³，占全县总用水量的 0.1%。生态环境用水量均取用地表水。

生活总用水量中，城镇居民生活用水量 67.5 万 m³，占全县生活总用水量的 34.4%，全部为引用雷鸣寺泉水；农村居民生活用水量 128.8 万 m³，占全县生活总用水量的 65.6%。生活用水量中，其中地下水用水量 41.8 万 m³，占生活总用水量的 21.3%。

生产用水量中，第一产业用水量 159.4 万 m³，占全县生产总用水量的 32.1%；第二产业（包括建筑业）用水量 316.5 万 m³，占全县生产总用水量的 63.6%；第三产业用水量 21.6 万 m³，占全县生产总用水量的 4.3%。生产用水量中，其中地下水用水量 286.2 万 m³，占生产总用水量的 57.5%。

第一产业包括种植业和林牧渔畜业。2008年宁武县种植业用水量 106.0 万 m³，占全县第一产业用水量的 66.5%；林牧渔畜业用水量 53.4 万 m³，占全县第一产业用水量的 42.5%。种植业用水量中，水田用水量 0 万 m³，占全县种植业用水量的 0%；水浇地用水量 106.0 万 m³，占全县种植业用水量的 100%。种植业用水量中，其中地下水用水量 0 万 m³，占种植业总用水量的 0%。林牧渔畜业用水量中，林果地用水量 4 万 m³，占全县林牧渔畜业用水量的 7.5%；鱼塘用水量 0.0 万 m³，占全县林牧渔畜业用水量的 0%；牲畜用水量 49.4 万 m³，占全县林牧渔畜业用水量的 92.5%。林牧渔畜业用水量中，其中地下水用水量 25.2 万 m³，占林牧渔畜业总用水量的 47.2%。

第二产业包括高用水工业、一般工业、电力工业（或火电）和建筑业。2008年宁武县高用水工业用水量 0 万 m³，占全县第二产业用水量的 0%；一般工业用水量 304.7 万 m³，占全县第二产业用水量的 96.3%；电力工业（或火电）用水量 0 万 m³，占全县第二产业用水量的 0%；建筑业用水量 11.8 万 m³，占全县第二产业用水量的 3.7%。工业用水量中，其中地下水用水量 218.0 万 m³，占工业总用水量的 68.9%。

第三产业包括商饮业和服务业。2008年宁武县商饮业用水量 16.7 万 m³，占全县第三产业用水量的 77.3%；服务业用水量 4.9 万 m³，占全县第三产业用水量的 22.7%。第三产业用水量均为地表水。

2008年宁武县生态环境用水量 0.9 万 m³，占全县总用水量的 0.1%。生态环境用水

量均取用地表水。

4.耗水量

2008年宁武县总耗水量 484.0 万 m^3 ，平均耗水率 69.7%。其中，生活耗水量 155.8 万 m^3 ，占全县总耗电量的 32.2%；生产耗水量 327.3 万 m^3 ，占全县总耗电量的 67.6%；生态耗水量 0.9 万 m^3 ，占全县总耗电量的 0.02%。

2008年宁武县城镇生活耗水量 27.0 万 m^3 ，平均耗水率为 40%；农村生活耗水量 128.8.0 万 m^3 ，耗水率 100%。行政分区中，城镇生活耗水量主要在凤凰镇，为 27.0 万 m^3 ，耗水率 40%，占全县城镇生活耗电量的 100%。水资源分区中，在恢河区城镇生活耗水量为 27.0 万 m^3 ，耗水率 40%。农村生活耗水量以凤凰镇、阳方口镇较大，分别为 18.5 万 m^3 、12.3 万 m^3 ；水资源分区以恢河区、中马坊河区耗水量较大，为 30.8 和 35.7 万 m^3 。

生产耗水包括一产、二产和三产耗水量。2008年，宁武县一产耗水量 143.7 万 m^3 ，占全县生产总耗电量的 43.9%，平均耗水率为 90.2%；二产耗水量 173.9 万 m^3 ，占全县生产总耗电量的 53.1%，平均耗水率为 65.5%；三产耗水量 9.7 万 m^3 ，占全县生产总耗电量的 3.0%，平均耗水率为 45.0%。

2008年宁武县生态耗水量 0.9 万 m^3 ，占全县总耗电量的 0.02%，耗水率 100%。

5.废污水排水量

2008年宁武县废污水排放量 193.0 万 m^3 ，排水率 27.8%。行政分区中，以凤凰镇、阳方口镇排水量较大，分别为 81.1 万 m^3 和 41.6 万 m^3 ，分别占全县排水量的 42.0%和 21.6%。水资源分区中，以恢河区、北石河等区排水量较大，分别为 124.5 万 m^3 和 32.0 万 m^3 ，分别占全县排水量的 64.5%和 16.6%。

6.建成区用水现状

2008年宁武县城区总用水量 157.7 万 m^3 ，其中：城市居民生活用水量 67.5 万 m^3 ，占城区总用水量的 42.8%；工业用水量 65.2 万 m^3 ，占城区总用水量的 41.3%；建筑业用水量 10.5 万 m^3 ，占城区总用水量的 6.7%；三产用水量 13.7 万 m^3 ，占城区总用水量的 8.7%；生态环境用水量 0.8 万 m^3 ，占城区总用水量的 0.5%。

7.用水水平

2008年宁武县人均取水量 39.2 m^3 /人，低于同期忻州市人均取水量 150 m^3 /人，更低

于同期全国平均水平 442m³/人。其中，石家庄、化北屯、圪蓼人均取水量高于全县平均水平，分别为 133.6m³/人、64.3m³/人、65.5m³/人；其余乡镇人均取水量均较低。水资源分区中，宁化堡以下区间人均取水量 57.9m³/人高于全县平均水平，桥头以上区、中马坊河区、北石河等区接近全县平均水平，其它分区人均取水量均低于全县平均水平。

宁武县 2008 年万元 GDP 用水量 47.7m³/万元。其中，石家庄镇、涇山乡、迭台寺乡、余庄乡、新堡乡、东马坊乡、西马坊乡、圪蓼乡万元 GDP 用水量高于全县平均水平；其余乡镇万元 GDP 用水量均低于全县平均水平。

8.地表水开发利用程度

根据宁武县地表水资源开发利用实际情况，在考虑水资源利用分区入境的地表水资源量的基础上，按地表水资源利用程度指标将地表水资源利用划分为四类：

地表水资源利用程度大于 60%，为地表水资源高度开发区；

地表水资源利用程度介于 40%~60%之间，为地表水资源适度开发区，潜力较小；

地表水资源利用程度介于 20%~40%之间，为地表水资源低度开发区，有一定潜力；

地表水资源利用程度小于 20%，为地表水资源尚未开发区，开发潜力较大。

水资源利用分区地表水资源利用程度情况详见图 5-8。

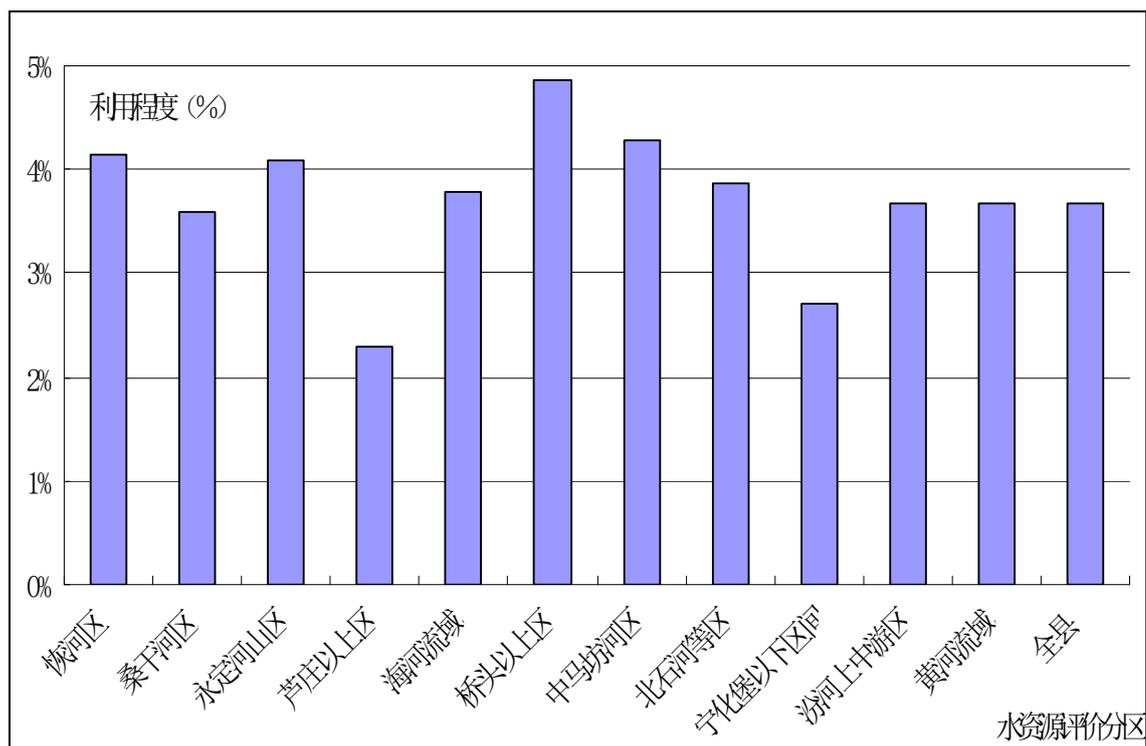


图 5-8 宁武县水资源利用分区地表水资源利用程度情况

分析计算结果表明，宁武县地表水资源利用程度为 3.7%，反映了全县地表水资源开发利用程度整体上处于低度开发水平。按水资源利用程度分区分析，全县地表水资源均属尚未开发区。全县的黄河流域和海河流域的地表水资源利用程度接近，分别为 3.7% 和 3.8%，均属尚未开发区。

通过对宁武县地表水资源开发利用率和利用程度指标的分析计算，全县地表水资源总体上属于尚未开发利用水平。但各水资源利用分区由于受所在地域的差异、人类经济活动的影响和开发利用条件的限制，各水资源分区地表水资源开发利用程度略有差异。

①恢河区—尚未开发区

该区包括阳方口镇、凤凰镇和余庄乡部分地区，属海河流域永定河山区，面积 240km²，多年平均（1956~2008 年）地表水资源量 1866.7 万 m³。

区内工农业相对发达，人口密集，是宁武县政治、经济、文化中心。恢河区地表水资源开发利用率和利用程度分别为 2.7% 和 4.2%，属尚未开发区，有较大潜力。

②桑干河区—尚未开发区

该区主要包括薛家洼乡部分地区，属海河流域永定河山区，面积 103km²，多年平

均（1956~2008年）河川径流量 501.8 万 m³。主要用水为人畜饮用水，没有较大用水企业，地表水资源开发利用率和利用程度分别为 1.3 和 3.6，在全县属较低开发利用程度区，属尚未开发区，有一定潜力。

③芦庄以上区一尚未开发区

该区包括东马坊乡、薛家洼乡部分地区，属黄河流域界河铺以上区，面积 154km²，多年平均（1956~2008年）河川径流量 1389.8 万 m³。该流域是全县海拔较高地区之一，主要用水为人畜饮用水，没有用水企业，地表水资源开发利用率和利用程度分别为 0.5 和 2.3，在全县属最低开发利用程度区之一，属尚未开发区，有一定潜力。

④桥头以上区一尚未开发区

该区包括凤凰镇部分地区，属黄河流域朱家川区，面积 33km²，多年平均（1956~2008年）河川径流量 166.7 万 m³。该流域是全县海拔较高地区之一，主要用水为人畜饮用水，没有用水企业，地表水资源开发利用率和利用程度分别为 1.0 和 4.8，在全县属最低开发利用程度区，属尚未开发区，有一定潜力。

⑤中马坊河区一尚未开发区

该区主要包括怀道乡、圪廖乡、迭台寺乡以及东马坊乡、余庄乡、化北屯乡部分地区，属黄河流域汾河上中游区，面积 409km²，多年平均（1956~2008年）河川径流量 3006.7 万 m³。全县汾河的最大支流，河川径流资源量丰富，地表水资源开发利用率和利用程度分别为 2.6 和 4.3，在全县属最低开发利用程度区，属尚未开发区，有一定潜力。

⑥北石河等区一尚未开发区

该区主要包括东寨镇、涇山乡、化北屯乡的部分地区，属黄河流域汾河上中游区，是汾河的源头，面积 647km²，多年平均（1956~2008年）河川径流量 6265.3 万 m³。本区河川径流资源量丰富，县城的生活饮用水主要引用汾河的源头的雷鸣寺泉水，流量年际变化小，地表水资源开发利用率和利用程度分别为 2.5 和 3.9，属尚未开发区，有一定潜力。

⑦宁化堡以下区间一尚未开发区

该区主要包括石家庄镇、西马坊乡、新堡乡，属黄河流域汾河上中游区，面积 339km²，多年平均（1956~2008年）河川径流量 3976.7 万 m³。本区河川径流资源量

丰富，地表水资源开发利用率和利用程度分别为 1.4 和 2.7，属尚未开发区，有一定潜力。

8.地下水开发利用程度

随着社会经济的发展，一般山丘区地下水的开采量也不断增加，2008 年地下水开采量为 273.7 万 m³，可开采量为 2188.7 万 m³/a，地下水开采系数为 0.13。从总体上讲，一般山丘区尚有较大的开发潜力。仅从水资源量上看，现状条件下地下水量基本上能够满足当地人民的农业用水的需求，包括农村生活用水、农业灌溉、林牧业的需求。

岩溶泉水是宁武县工业发展和城镇发展的重要水源。根据本次对岩溶水的开发利用现状情况进行调查分析，2008 年岩溶泉水开采量为 54.3 万 m³（不包括引用的岩溶泉水），岩溶水资源可开采量为 528 万 m³/a，开采系数为 0.10。总体尚有一定的潜力。

2008 年地下水开采量为 328.0 万 m³，地下水可开采量为 2716.7 万 m³，开采系数为 0.12。总体来讲，地下水尚有 2388.7 万 m³/a 的潜力，开发潜力较大。

各分区地下水开发利用程度详见表 5-25。

表 5-25 宁武县一般山丘区地下水开发利用程度统计表 单位：km²、万 m³/a

三级分区	四级分区	水资源评价计算分区		现状 开采 量	可开采 量	开采系 数	开发利用程 度分区
分区名称	分区名称	分区名称	面积 (km ²)				
永定河山区	永定河山区	恢河区	228.1	83.1	793	0.10	尚有潜力区
		桑干河区	61.9	2.8	15.6	0.18	尚有潜力区
		小计	290	85.9	808.6	0.11	尚有潜力区
滹沱河山区	界河铺以上区	芦庄以上区	154	6.2	24	0.26	尚有潜力区
海河流域		小计	444	92.0	832.6	0.11	尚有潜力区
偏关-吴堡区	朱家川区	桥头以上区	33	3.6	14.1	0.26	尚有潜力区
汾河上中游 区	汾河上中游区	中马坊河区	409	48.2	516.9	0.09	尚有潜力区
		北石河等区	534	69.1	529.8	0.13	尚有潜力区
		宁化堡以下 区间	339	60.8	295.4	0.21	尚有潜力区
		小计	1282	178.1	1342.1	0.13	尚有潜力区
黄河流域		小计	1315	181.6	1356.2	0.13	尚有潜力区
全县		合计	1759	273.7	2188.7	0.13	尚有潜力区

5.3.2.2 水资源利用存在的问题

(1) 水资源开发利用条件差 水利基础设施落后

由于水资源特征和以山地、高原、丘陵、沟壑为主的地貌特征，宁武县的水资源开发利用条件具有投入大、工期长、难度高、效益低、运行费用高的不利特点。水利基础设施建设严重滞后于国民经济发展对水利的需求，供水不足已经成为制约经济社

会持续发展的重要因素。开源是缓解宁武县水资源开发利用不足的重要手段，是充分利用和合理配置境内水资源。

（2）水资源浪费现象严重

全县万元 GDP 产值取水量 $47.7\text{m}^3/\text{万元}$ ，农田灌溉亩均用水量 $74.4\text{m}^3/\text{亩}$ ，万元工业增加值取水量为 $44.2\text{m}^3/\text{万元}$ ，表明现状用水水平低下，水资源利用率不高，存在较大的节水空间。农业方面，大部分灌区存在原有水利设施老化失修、工程不配套、渠系水利用系数低、田面不平整、灌溉技术落后等问题，再加上管理体制存在弊端，形成了农业灌溉用水的严重浪费现象；工业方面，由于长期以来形成的用水计量不规范、无考核、水价低以及节水设施设备普及率低等因素的影响，复用水率低，造成工业用水浪费；生活用水方面，由于人们节水意识淡漠，节水器具普及率低，无节制用水、长流水现象普遍发生，从而造成水浪费现象。总之，浪费水现象还普遍存在，水资源浪费严重，节水潜力较大。

（3）废污水不达标排放 局部水体遭到污染

2008 年全县城镇居民生活、工业、三产废污水排放量达 193.0万 m^3 。其中，城镇居民生活废污水排放量 38.2万 m^3 ，工业废污水排放量 135.8万 m^3 ，三产废污水排放量 3.2万 m^3 。污水直接利用量 15万 m^3 。如果将这些废污水进行处理再回用，将有力地缓解全县水资源供需矛盾，极大地改善局部区域用水紧张局面。

现状年化肥、农药的施用量也比较大，化肥施用量达 8000t ，农药施用量达 5t 。形成了点污染和面污染源。从全县分类河长统计表中可见，达到 I 类水质标准的河长为零。在汛期所评价的 40km 河长中， 26.5km 为 IV 类水质， 13.5km 为劣 V 类水质，超标率 100%；非汛期和全年达到 III 类水质的河长为 18.7km ，占评价河长 25.6%，IV 类和超 V 类河长为 46.2km ，占评价河长的 35.2%。

（4）采煤漏水对水资源环境影响突出

宁武县煤炭资源丰富，现状年全县煤矿矿坑排水量 104.5万 m^3 。由于采煤造成了较大的采空区，破坏了周围岩石原有的应力平衡，产生了轻微以至大的裂缝，使得原本水质较好的岩溶裂隙水下渗到煤层受到污染，由矿坑排水排掉，使矿区许多泉水断流，矿坑排水又污染了河谷浅层地下水、地表水；地表水也由于工矿企业及城镇生活废污水的不达标排放，水质不断恶化。采煤漏水还引起了岩溶泉水流量的减少。

（5）水资源开发利用缺乏统一管理

在水资源开发利用方面，长期以来存在水利、环保、城建等多部门管水的现象，以至于水资源的开发利用缺乏统筹规划的局面。特别是多部门管水问题，这种城乡分割、部门分割、政出多门的水资源管理体制，使水资源的完整性被破坏，地表水、地下水难以优化配置，生活用水、生产用水、生态用水无法统筹规划，合理的水价运行机制无从建立，水质管理和水量管理相分离，水源的保护和管理不协调，严重影响到水资源的综合开发和合理利用，不利于水资源的可持续开发利用。

6 环境影响预测

6.1 水资源环境影响分析

6.1.1 工程取水情况

1) 供水规模

根据工程可研，汾河本流域引水枢纽处频率 50%的天然年径流量为 8617 万 m^3 ，引黄水过引水枢纽流量为 $23.9m^3/s$ 。

2) 运行方式

汾源水电站为无压引水式水电站，设计最大引水流量 $33.20m^3/s$ ，设计最小引水流量 $1.30 m^3/s$ ，设计净水头 30m，设计装机容量 900kW，设计平均年发电量 450 万 $kW\cdot h$ ，年利用小时数 6007h。

根据项目可研，当坝前水位超过滚水坝坝顶高程 1328.5m 且低于 1330.6m 时，全部由滚水坝泄洪；当汛期来水超过 10 年一遇标准，即坝前水位超过 1330.6m 时，左岸 10m 冲沙闸开启与滚水坝共同泄洪。为保障电站取水水位，非汛期冲沙闸关闭。当来水流量小于最小设计引水流量，即来水流量小于 $1.3m^3/s$ 时，冲沙闸全部开启，来水全部下泄，不进入电站进水闸。

电站进水口设有 3 孔闸门，非汛期和汛期无洪水时，闸门全部开启，遭遇洪水时，根据闸前水位确定闸门开启高度。在干旱年条件下，即来水流量小于最小设计引水流量，即来水流量小于 $1.3m^3/s$ 时，水电站运行无经济效益，停止运行。

6.1.2 水资源供需平衡分析

根据工程可研，汾河本流域引水枢纽处频率 50%的天然年径流量为 8617 万 m^3 ，引黄水过引水枢纽流量为 $23.9m^3/s$ 。本工程实施后，水电站为无调节水电站，引水量发电后全部回到汾河，因此工程水资源供需基本平衡，不会影响当地经济发展的需要。

6.1.3 水资源利用合理性分析

汾源水电站工程是利用汾河本流域天然径流和引黄水流量引水发电工程，引水发电后全部回到汾河，为河床式引水电站。工程引水除利用水头发电外，无其他用水环节，水量基本不发生变化，因此水资源利用合理。

同时，汾源水电站对改善宁武县电源结构，促进地方经济社会可持续发展，变资源优势为经济优势，增加地方财政收入，增加扶贫投入力度，维护社会稳定，全面建设小康社会，都是十分必要的。

6.1.4 下泄生态流量分析

根据国家环保部（环发[2014]65号）文件，工程建设运营期需要根据河道生态用水需求，确定电站相关下泄流量。

① 最小下泄生态流量特点

根据水利工程承担的任务不同，其所应该保留的最小下泄流量也有所不同，首先应该根据其特点确定最小下泄流量需水类型，然后根据相关规范进行计算确定。

河道的最小下泄流量是指为了维持生态环境与环境功能和进行生态建设及生产、生活所需要的河道最小需水量，需要能够满足河道的生产生活用水量、维持河流生态环境质量和最小自净用水、水生态用水、河道内输沙需水量、水面蒸发需水量和航运要求、景观用水、水上娱乐环境用水等，各需水量相互重叠，相互补充。

本工程滚水坝建设在汾河干河道上，滚水坝下游至电站尾水渠汇入汾河口之间无取水口，滚水坝坝址以下减水河段无航运要求。根据《宁武县地表水资源调查评价》，汾河宁化堡水文站多年平均径流量为 9270 万 m^3 ，工程可行性研究报告中根据宁化堡水文站多年平均径流量折算出了汾源水电站坝址处多年天然平均径流量 13299 万 m^3 ，即 4.22 m^3/s 。根据国家环境保护总局办公厅《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）推荐，结合工程特点，最终选择按照 Tennant 法对该河段生态需水量进行计算，维持水生生态环境系统稳定所需生态基流一般应不小于河道控制断面多年平均流量的 10%。因此，汾河汾源水电站滚水坝坝址处的生态需水量为 0.42 m^3/s 。

考虑引黄水过本工程坝址处水量为 23.9 m^3/s ，工程坝址处径流量为 28.12 m^3/s 。

汾源水电站目前处于可研阶段，环评、水保、土地等手续均在完善中，可行性研究报告中根据“水力复查”及宁武县第二次水资源调查结果，并考虑了引黄水的调入，初步确定了汾源水电站总装机容量为 900kW，并计算得出最大发电流量为 33.2 m^3/s ，最小流量为 1.3 m^3/s 。即当引水枢纽过水量小于 1.3 m^3/s 时，电站运行无经济效益，水量全部通过冲沙闸下泄；当引水枢纽过水量大于 1.3 m^3/s 时，关闭冲沙闸，上游来水全

部引至进水闸用于发电，造成滚水坝后形成脱水段。

当引水枢纽过水量大于 $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，本项目电站引水会造成滚水坝后形成脱水段，严重影响汾河水生生态，造成河流内生物消失。因此，本次评价要求汾源水电站在初步设计阶段考虑汾河生态需水量，设置生态流量下泄工程措施，保证电站运行时滚水坝下泄流量大于 $0.42 \text{ m}^3/\text{s}$ ，保证河流内生物量的基本需水量。

同时对于生态用水下泄措施，建议建设单位根据相关部门要求安装生态流量在线监控，同时必须加强监管力度保证措施的执行，运行期做好生态流量下放台账。

采取以上措施后，本项目的运行不会对汾河现状水生生态环境造成影响。

6.1.5 防治对水资源利用产生不利影响的措施

- 1) 加强本区域水环境管理工作，进行汾河的水质、水位动态监测；
- 2) 做好输水渠道防渗措施；
- 3) 安装生态流量在线监控，运行期做好生态流量下放台账。
- 4) 制定合理使用水资源规划，防止水资源浪费。

6.2 生态环境影响评价

6.2.1 施工期对生态环境的影响

6.2.1.1 工程施工对生产力的影响

本项目施工过程中新增占地面积 49.61 hm^2 ，其中永久破坏面积 39.94 hm^2 ，永久占地项目主要为淹没区、引水枢纽、引水渠道、电站枢纽、交通道路和弃渣场；施工临时破坏面积 9.67 hm^2 ，临时占地包括施工生产生活区、施工道路和输电线路。

工程施工使占地范围内的植物全部破坏，施工期生物量减少量即为原状生物量，总生物量减少 0.39 t/a 。其中临时占地损失的生物量为 0.24 t/a ，将随着施工结束逐渐恢复，永久占地损失的生物量为 0.34 t/a 。

工程占地类型依次为其它草地、滩涂、耕地和林地。引水渠道及电站工程占地类型以其他草地和裸地为主，淹没区和引水枢纽占地以河流水面和滩涂为主；弃渣场为荒沟，主要占地类型为其他草地及裸地。工程施工结束后，会对临时占地进行恢复，项目引水渠道及电站占地面积较小，建设单位已针对项目永久占地与当地农民达成协议，采取经济补偿的方式给予一定补偿。因此，项目占地对区域生产力产生的影响较小。

6.2.1.2 对植物和动物的影响

施工期对对植物和植被的影响主要表现为道路建设、坝体砌筑、库内清渣、导流洞开凿、厂房建设、设备安装、输水管道铺设等工程建设对植物和植被会造成不同程度的破坏和扰动。

(1) 评价区植被分布主要为人工绿化树木、农田自然生长的野草和灌木。在工程建设过程中,受挖填土方和引水渠道建设等工程行为的影响,部分植被地段受到破坏,但施工区域的植物和植被属于本区常见的种类和类型,因此,这些破坏仅会对局部景观和生物多样性造成不良影响,而对区域的植物和植被影响较小,评价区总的植被分布格局不会被打破。

(2) 在项目工程建设过程中,对动物分布的影响主要表现在一些兽类和施工区的啮齿类等受到干扰。此外,施工机械噪声污染,会干扰周围鸟类的栖息环境,可能会导致鸟类的临时迁移,但这种干扰过程是暂时的。

(3) 施工材料的运输、开山取石的粉尘会随风飘落在道路两旁及邻近区域的植物和植被上。落在植物叶子表面的粉尘会堵塞植物的气孔,影响植物的呼吸和光合作用,进而会影响植物的开花、结果和正常生长,影响局部地区生态系统的正常物质生产和能量循环。

(4) 施工材料堆放、办公楼和员工临时驻地必然要占地,会使这些区域的植物植被受到占压;同时,由于平整施工场地、建设永久管理用房会使原有的植物和植被受到彻底破坏。

随着工程的竣工,施工材料堆放和施工人员临时驻地会进行植被恢复,逐渐消除这些不良影响,实现植被和植物群落的重建。

(5) 水电站建设工程的水电站厂房、输水管道等所涉及区域的植被遭到占压和破坏,使局部植被覆盖率下降,甚至造成部分植物和植物群落消失,如大坝建设等。

6.2.1.3 对生态体系稳定性的影响分析

工程施工建设中,原有土地利用类型将发生变化,生态体系的稳定性将随之改变,对生态体系稳定状况的度量要从阻抗稳定性和恢复稳定性两个角度来度量。

自然系统的恢复稳定性,是根据植被平均净生产力的多少度量的。如果植被平均净生产力高,则其恢复稳定性强,反之则弱。施工期由于永久和临时占地对植被的破坏,项目区自然生态体系的生产能力下降。评价范围属于较低生产力生态系统,生产

力水平较低；并且由于本工程项目的建设施工一次性毁坏了施工规划区内地表植被，使评价区范围内自然生态体系的生物量减少。施工期间在评价区范围内自然生态体系的生产能力稍有下降，但由于该区域生态系统生产力水平仍保持现状水平（均属于较低生产力生态系统），因此工程施工建设对评价区内自然生态体系质量的影响很小。

阻抗稳定性取决于自然生态体系组成元素的数量、空间分布以及其异质化程度。通常用自然体系内植被异质性程度的改变程度来度量。工程建设过程中，施工场地范围内土地利用方式发生了改变，增加了建筑及施工生产和生活用地，如引水工程、泵站及管理区、尾水管道等建设用地，从而分隔了原有的景观空间格局，造成了景观破碎化程度的提高，这说明项目在建设过程中提高了项目区内自然体系的异质化程度，但是，由于项目区植被异质性程度随着生物量、平均净生产力的降低而降低，因此，其自然体系阻抗稳定性也相应减弱。

整个评价范围内，综合自然系统稳定性的恢复和阻抗两方面因素影响分析，施工期评价区范围内生态体系稳定状况变化很小，稍有所下降。

6.2.1.4 工程施工对河流水生态的影响

1) 水生动物

本项目滚水坝施工期间将对汾河进行导流，施工导流采用分期导流方式，一期围护左岸，围堰挡水，右岸束窄河床泄流；二期围护右岸，围堰挡水，左岸已完工段冲沙闸泄流。水利枢纽工程建设期间上游河水可以通过导流渠输入下游河段，能够保证下游河段的生态用水，不会造成汾河河道断流的情况发生，工程建设对汾河水生无脊椎动物和鱼类影响较小。

2) 水生植物

大坝截留对水生植物的影响：电站大坝截留阶段会暂时导致汾河径流变小，导致下游河道流量减少，下游河道地势较高处的部分水生植物种群会随之减少。但由于汾河的水生植物分布较为广泛，且在滚水坝下游约 600m 处有新堡河汇入汾河，这样在较短时间内汾河的水生植物种群会得以恢复。因此不会对汾河的水生植物造成明显的影响。

建设材料运输产生的扬尘等会对汾河水质产生不良影响，由于施工粉尘中有害物质较少，因此对汾河水生植物的影响不明显。

6.2.2 运行期对生态环境影响分析

6.2.2.1 对植物的影响

工程建设后项目区永久占地的土地利用类型将发生变化，临时占地将恢复为原有地貌，工程永久占用土地面积为 49.61hm²，将会变为建设用地；临时占用土地面积为 9.67hm²，将全部恢复为原地貌。

项目区永久损失的植被类型主要为其它草地，影响程度为不可逆。占用的草地植被主要为蒿类，多样性弱，抗逆性差，生产力低。永久损失的植被均为一般常见种，在其附近就可见到相似的群落，在不同海拔地区均有分布，永久损失的物种适应性强，不存在因局部植被损失而导致种群消失或灭迹。

该工程正常运行后，除永久占地损失的物种为不可避免损失外，该工程建设施工不会影响区域生态系统的完整性。

6.2.2.2 对动物的影响

(1) 滚水坝阻隔影响

电站滚水坝的建立及运行，将造成河流的减水，导致坝下形成约0.6km的减水段，阻断河流上、下游物种种群之间的基因交流，造成种群的遗传多样性下降，破坏河流生态系统的完整性，削弱河流的自我调节能力。根据现状调查，汾河流域水域内水生生物组成简单，基本上为鳅鲵类，且数量较少。评价河段内无国家和省级珍稀鱼类及保护鱼类分布，没有发现典型的洄游性鱼类分布，也没有发现集中的鱼类“三场”分布。因此，电站的建设对水生生物的阻隔影响较小。

(2) 对水生生物生境的影响

电站运行后将导致开发河段的水环境、水文情势发生变化，包括河水流速减缓、壅水区形成静水水域、坝下河段水量减少等，从而在一定程度上改变河中水生生物的生存环境，对水生生物产生一系列的直接、间接的影响。

挡水坝的建设导致电站开发河段的河水流速减缓，并使坝址以上部分区域形成小范围的静水区域，坝址以下激流环境大大减小。评价河段内水生生物主要为鳅鲵类，均属于激流性生物，适应能力较强，电站运行将基本不会对其生存环境产生不利影响。

(3) 坝下河段减脱水的影响

滚水坝建成运行后，由于电站引水发电，将导致滚水坝坝址至新堡河汇入汾河处之间产生总长约0.6km的河段减水，坝址下游多年平均径流量将大大减少，水位变幅

也比工程建设前降低，水生生物栖息地面积缩小，对坝下减水河段的水生动物资源将产生一定影响。为减轻对坝下河段水生生物的影响，工程运行后，将下放不少于坝址处多年平均流量的10%的流量（ $0.42\text{m}^3/\text{s}$ ）作为河道生态流量，加上坝址下游有新堡河的汇入，使得减水河段内的径流量大大增加，这些条件的存在将进一步减轻对水生生物的影响。因此，电站运行后，对坝址下游河段水生生物产生一定影响，主要影响范围为滚水坝下游约 0.6km ，但随着新堡河的汇入，对水生生物的影响逐步减小。

（4）对珍稀保护鱼类的影响

评价河段没有发现国家级和山西省级重点保护鱼类分布，也没有发现珍稀濒危鱼类分布，电站建设不会对珍稀鱼类产生影响。

（5）对鱼类“三场”的影响

在本次调查中，未发现评价河段有特定区域被土著鱼类作为产卵场、索饵场和越冬场利用，因此汾源水电站的建设，不会对特定的产卵场、索饵场和越冬场造成影响。

综上所述，电站的建设将对评价河段的水生生物生境产生一定影响，但由于评价河段内分布的底栖性鱼类均属于小型，生存所需的水量较少，且评价河段内没有典型的洄游性鱼类分布，也没有重点保护鱼类和鱼类三场分布，在项目按照要求进行生态流量下泄后，电站的建设对评价河段水生生物的影响较小。

6.3 环境空气影响预测评价

本工程管理处运行期不配备锅炉，因此对空气环境影响时段主要集中在施工期。施工期影响环境空气质量的主要因素：

施工作业（爆破、开挖等）中产生的扬（粉）尘；运输（包括装卸）车辆撒落和卷起的尘土；工地上的松散土砂料被风吹起等；机械、车辆排放的废气。

上述影响归结为施工期粉尘影响和施工机械废气影响。

6.3.1 施工粉尘对大气环境的影响

1) 土石方开挖

工程土方开挖在短时间内产尘量较大，由于开挖过程产生大量松散颗粒，而且形成较多的施工裸露面，施工裸露面在干燥、有风的条件下，极易产尘，从而使局部空气中的尘量加大。本工程土石方开挖主要包括引水隧洞取水口及检修阀井开挖及电站开挖等。

2) 土石料堆放

地表开挖后，土质疏松，堆放期间，水分蒸发，形成干松颗粒，在风力较大或回填、装卸时均会产生扬尘。

根据对不同施工现场的监测，施工现场空气中 TSP 浓度可达 $3.17\sim 4.26\text{mg}/\text{m}^3$ ，超过国家二级标准 10~15 倍，影响范围为 250~300m。环评要求在村庄附近施工时，必须有苫盖或洒水降尘措施，减少影响，直到施工结束。

3) 交通扬尘

交通运输粉尘主要是汽车行驶产生的扬尘。产生扬尘主要有以下三方面：

a) 车辆在施工区行驶时，扰动地面尘土，产生扬尘；

b) 渣土在装运过程中，如果压实和苫盖措施不力，渣土在行驶和颠簸中极易遗撒到道路上，经车辆碾压、搅动形成扬尘；

c) 运输车辆在驶出施工场地时，其车轮和底盘由于与渣土接触，通常会携带一定数量的泥土，若车辆处理措施不力，携带出的泥土将遗撒到道路上，从而形成扬尘。车辆驶出工地的平均带泥土量在 5000g 以上。

车辆道路扬尘最大起尘浓度出现在道路两侧，随距离增加浓度逐渐递减，最终可达到背景值，一般情况下，影响范围在路边两侧 30m 之内。根据平时对各类建设工地的观察，在局部积尘较多的地方，载重车辆经过时会掀起浓密的扬尘，影响范围一般在宽 5~6m、高 4~5m 的空间内，3 分钟后较大颗粒即沉降于地面，微细颗粒（所占比重较小）在空中飘舞时间较长。

4) 爆破

本工程在滚水坝两岸消坡过程中有爆破作业，爆破具有瞬时性，产生的扬尘相对其他工程要少，因此对居民危害性较小，只对施工人员产生不利影响。环评要求爆破后迅速采取喷水降尘措施，减少影响。

本工程各施工区工程量较小，交通运输量不大，对村庄居民影响较小。环评要求运料车辆喷湿、苫盖，防止抛洒，运料道路要洒水降尘，以减少扬尘影响。

6.3.2 施工机械燃油尾气

机械排气会增加空气中的悬浮微粒、二氧化硫（ SO_2 ）、氮氧化物（ NO_x ）和一氧化碳（ CO ）、烃类（ CH_x ）等含量。根据相应研究成果，燃油 1t 排放的主要污染物 SO_2 、 CO 、 NO_2 、 CH_x 分别为 0.003 t、0.078 t、0.047 t、0.0065t。本工程施工共需用汽油约

9.17t、柴油约 117.23t, 据此推算, 产生的污染物总量分别为 SO_2 0.38t、 CO 9.86t、 NO_2 5.94t、 CH_x 0.82t 左右。施工期为 2 年, 则年污染物产生总量分别为 SO_2 0.19t/a、 CO 5.02t/a、 NO_2 2.97t/a、 CH_x 0.41t/a 左右。

表 6-1 施工机械废气排放量

项目	每燃 1t 油污染物产生量 (kg/t)	污染物排放总量 (t)	污染物年排放量 (t/a)	排放速率(kg/h)
SO_2	3	0.38	0.19	0.02
CO	78	9.86	5.02	0.57
NO_2	47	5.94	2.97	0.34
CH_x	6.5	0.82	0.41	0.05

这些施工机械燃油产生的废气对空气质量有一定影响, 但只要施工机械尾气达标排放对大气造成的污染很小。基本不会影响周围村庄, 但对施工人员的健康可能造成影响, 需加强对施工人员的劳动保护, 并要求施工燃油机械为经过年检合格的设备。

因施工产生的大气污染物为无组织排放, 其产生量即为排放量。

工程施工期大气污染源强小, 且都是流动性和间歇性地排放污染物, 对大气环境的影响比较小。

6.4 地表水环境影响分析与评价

6.4.1 施工对地表水水质的影响分析

本工程在施工过程中, 产生水污染物的环节主要有以下几个方面: 基坑排水、临时生产系统排水、施工人员生活污水, 围堰水蚀、土石料存放。

a) 基坑排水: 引水枢纽施工时有基坑排水, 设置集水坑, 采用水泵抽排。施工完毕后, 将集水坑回填。基坑水主要污染物为 SS。根据其它水电工程监测数据, 经常性基坑排水的 SS 浓度为 2000mg/L 左右, 基坑废水在基坑内静置 2h 左右, 其 SS 浓度便可降至 200mg/L 以下。利用集水坑使 SS 沉淀后部分回用于施工生产生活区的洒水降尘, 未利用部分经沉淀处理达到排放标准后排到下游河道。

结合主体工程设计, 在围堰的下游需设置 2 个沉淀池, 进行二级沉淀, 用潜水泵排水至下游沉淀池, 静止沉淀 2h, 达到排放标准 70mg/L 后, 排入下游河道。2 个沉淀池容积 0.5m(深)×20m(长)×20m(宽), 沉泥运至渣场。

b) 施工人员生活污水

施工人员食堂、住处产生的生活污水 COD、 BOD_5 含量较高。高峰期施工人员 682 人, 生活污水量按 50L/d.人计, 生活污水量 34.1m³/d, 工程设 3 个施工生活区, 平均每

个工区生活污水产生量为 $11.37\text{m}^3/\text{d}$ 。BOD₅ 浓度为 $50\sim 120\text{mg/L}$ ，COD 浓度为 $80\sim 250\text{mg/L}$ ，SS 浓度为 $80\sim 250\text{mg/L}$ 。生活污水沉淀后用于场地降尘洒水。

施工人员粪便修建旱厕收集，定期外运做农肥使用。

c) 围堰水土流失

施工围堰为土围堰，利用开挖料填筑。在堰体迎水面设置 0.5m 厚草袋土护坡，堰脚采用抛石防护，围堰表面受水力冲蚀小，SS 排放量小。

施工场地内堆置的土料、砂石等在夏季受雨水冲刷易产生水土流失，使河道 SS 增加，评价要求在堆土周边设装土编织袋临时挡土围堰并苫盖措施。

d) 混凝土浇筑和养护水：本工程混凝土主要为引水枢纽、电站、引水渠道辅助建筑物等，其中引水枢纽、电站混凝土用量大。一般情况下，养护 1m^3 的混凝土约需 0.35m^3 的水，本工程混凝土总用量为 72861m^3 ，需水量约 2.55 万 m^3 ，除引水枢纽有部分与基坑排水混排外，其余地段混凝土浇筑和养护水全部蒸发和入渗，不会产生径流。因该水 pH 值为 11 左右，在基坑排水的集水坑中加酸中和，沉淀中和后用于洒水降尘。

综合上述，施工期产生的污水对当地的水环境有一定的影响，本方案通过采取环保措施进行污水利用、回用或达标排放。

6.4.2 运行期水环境影响预测

a) 管理中心生活污水影响分析

本次工程建设投产后，厂区生活办公用水为 $0.54\text{m}^3/\text{d}$ ，产生的废水量约 $0.43\text{m}^3/\text{d}$ 。本项目所在区域无生活污水收集管网，生活污水经厂内生活污水管道收集至化粪池后定期由附近村民清掏外运，用于农田施肥，不外排。

b) 生产废水影响分析

本项目生产废水为发电机径向推力轴承冷却器、发电机径向导轴承冷却器及水轮机导轴承冷却器排水，直接排入尾水渠道，不外排。

本项目废水不外排，不会对地表水产生影响。

c) 运行期对水文情势及生态的影响分析

工程建成运行后，改变了下游河道的水文情势。

1) 对河道水文情势的影响

本项目建成后，将使引水枢纽上游形成淹没区，河床水位抬高、河面变宽，河道岸线曲率减小，各风向的有效吹程延长，故使风速有可能加强，淹没区周边相对湿度

将增大。

本工程建成后，水电站蒸发损失以对电站上下游水资源总量影响十分有限。电站发电用水不消耗水量，退水全部回归下游河道，水电站为无调节电站，用水量取决于河流来水量。根据电站运行方式，当引水枢纽过水量小于 $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，电站运行无经济效益，水量全部通过冲沙闸下泄；当引水枢纽过水量大于 $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，关闭冲沙闸，上游来水全部引至进水闸用于发电，会造成滚水坝后形成脱水段。

评价要求在工程初步设计时调整引水枢纽运行方式，保证滚水坝下游河流基本生态基流下泄。同时，本项目引水发电后尾水全部退回汾河，引水发电工程无其他用水环节。因此，采取以上措施后水电站建成后不会导致下游河道断流现象。根据工程可行性研究报告，汾河本流域引水枢纽处频率 50%的天然年径流量为 8617 万 m^3 ，引黄水过引水枢纽流量为 $23.9 \text{ m}^3/\text{s}$ 。在本项目引水发电后，滚水坝下泄生态流量为 $0.42 \text{ m}^3/\text{s}$ ，水量大大减少，将形成减水段，造成河流水文情势发生改变。同时引水枢纽下游约 600m 处有新堡河汇入汾河，及时补充因本项目导致的汾河减水段水量，基本可以保证河道不断流，减小本项目引水对汾河的水文情势影响。

2) 引水对下游生态的影响

“主体工程可研报告”中未考虑 10%下游河道内生态基流。根据国家环境保护总局办公厅环办函〔2006〕11 号“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”河道维持水生生态系统稳定所需最小水量一般不应小于河道控制断面多年平均流量的 10%的要求。为保证滚水坝坝址下游生态系统的稳定，环评要求，滚水坝最小放水流量为 $0.04 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

6.5 地下水环境影响评价

6.5.1 施工期对地下水环境的影响分析

(1) 施工期对地下水水位的影响

枢纽导流施工基坑排水影响半径约 300m，即在基坑外 300m 范围内地下水水位有可能有所下降。受影响的地下水类型为碳酸盐岩类岩溶裂隙水及松散岩类孔隙水。

根据机井普查资料和实测资料分析可知，枢纽基坑周边 300m 范围内无孔隙水井，因此，本项目大坝施工时，不会对周围水井产生影响。河水通过导流渠排泄，基坑内抽出的水在下游围堰外即排入河中，因此对下游村庄水井均不会产生影响。

本项目引水管线沿汾河河床敷设，引水渠道及电站均位于汾河左岸，均位于黄土丘陵台地上，地基土主要为第四系上更新统风积低液限粉土和卵石混合土，覆盖层约 0~10m，多位于地下水位以上，本项目地基开挖最深处约 1.0m，远高于地下水位，且本项目不开采地下水，厂房基础为卵石混合土，须对其夯实或碾压，增加密实度，采取以上措施后本项目对地下水位影响很小。

(2) 施工期对地下水水质的影响

本项目对地下水水质的影响主要存在于施工期。对地下水水质影响主要表现在以下几方面：

1) 基坑排水：在建筑物基坑开挖和混凝土浇筑养护过程中，由降雨、围堰和基岩渗水以及施工用水等汇集的基坑水，根据其他水电工程监测数据，经常性基坑排水的 SS 浓度为 2000mg/L，pH 值达 11。

2) 临时生产系统冲洗废水：主要是由砂石料冲洗、施工机械的冲洗废水。

3) 施工生活污水：施工人员食堂、住处产生的生活污水 COD、BOD₅ 含量较高。

因此，施工时生产生活污水处理设施必须采取防渗措施，防止下渗污染地下水。

6.5.2 运行期对地下水影响分析

电站运行期保证生态基流水量下泄，河道内地表水补给地下孔隙水，引水枢纽至项目尾水渠之间仅有定河村水井，同时滚水坝下游约 600m 处有新堡河汇入汾河，可以对定河村水井水量进行补给，因此本项目基本不会导致区域地下水水位降低。

6.6 声环境影响预测与评价

6.6.1 施工期噪声对声环境的影响

不同施工阶段，使用不同的施工机械设备，因而产生不同施工阶段噪声，施工期噪声主要来自不同施工阶段所使用的不同施工机械的非连续性作业噪声。

6.6.1.1 噪声源强

一般来说，施工噪声类型分为以下四类：

1) 土石方开挖、回填时的机械噪声

土方和砂砾石料采集时需要使用挖掘机、推土机和装载机等机械，由此产生的机械噪声与施工爆破，以及各种运输车辆会产生交通噪声，大部分是移动声源，没有明显的指向性，对现场人员和周围环境产生一定的影响。

2) 打桩时产生的机械噪声

打桩时需要使用风钻、地质钻机等，基本属固定声源，由此产生的机械噪声会对现场人员和周围环境产生一定的影响。

本工程有噪声影响的施工机械包括 25 种，施工机械中高噪声设备声级值一般为 80-105dB (A)。施工机械设备噪声值见表 6-2。

表 6-2 主要施工设备和声级值一览表

序号	设备名称	噪声强度 dB (A)
1	挖掘机	~85
2	反铲挖掘机	~85
3	自动翻斗车	~80
4	推土机	~94
5	装载机	~85
6	装岩机	~90
7	自卸汽车	~85
8	砂浆机	~85
9	空压机	~85
10	振动碾	~85
11	羊角碾	~80
12	打夯机	~110
13	卷扬机	~85
14	双筒绞车	~80
15	塔机	~90
16	电瓶机车	~85
17	矿车	~80
18	风钻	~100
19	凿岩台车	~90
20	反井钻机	~90
21	通风机	~95
22	水泵	~85
23	潜孔钻	~105
24	钢材加工设备	~90
25	柴油发电机	~85

6.6.1.2 施工噪声控制标准

本项目建设期不同施工阶段的机械设备噪声对环境的影响参照《建设施工场界噪声限值》(GB12523-90)标准执行，其相关标准值见表 6-3。

表 6-3 不同施工阶段场界噪声限值 单位：dB (A)

序号	施工阶段	主要噪声源	昼间	夜间
1	土石方	推土机、挖掘机、装载机	75	55
2	打桩	各种打桩机	80	禁止施工
3	结构	振捣机、电锯	70	55

6.6.1.3 噪声影响范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2008)的有关要求,对噪声衰减规律进行计算,计算公式如下:

施工机械产生的噪声影响采用点源噪声预测公式:

$$L_p(r)=L_p(r_0)-20lg(r/r_0)-\Delta L$$

式中: $L_p(r)$ —预测点的等效声级 (dB);

$L_p(r_0)$ —靠近声源 r_0 处参考点的已知等效声级 (dB);

r —声源到预测点的距离 (m);

ΔL —地面衰减量 (dB)。

$$\Delta L=4.8-(2h_m/r)[17+(300/r)]$$

h_m —传播路径的平均离地高度 (m)。

工程施工期主要机械设备运转时的噪声强度及随距离衰减的预测结果见表 6-4。

由下表可知,昼间大部分机械在 50m 左右范围内就能满足施工场界噪声标准,打桩机械、推土机和通风机影响范围较大,但在评价范围 200m 左右范围内都能满足施工场界噪声标准。打桩机械夜间禁止施工,其余大部分机械在评价范围 200m 处均满足施工场界噪声标准。

表 6-4 主要施工机械(车辆)的噪声衰减规律计算结果

序号	施工阶段	施工机械设备名称	r_0	$L_p(r_0)$ dB(A)	r 距离 (m)						
					10	20	30	40	50	100	200
1	土石方	挖掘机、反铲挖掘机	1	85	65	59	54	51	48	41	35
2		装载机	1	85	65	59	54	51	48	41	35
3		推土机	1	94	74	68	63	60	57	50	44
4		自卸汽车	1	85	65	59	54	51	48	41	35
5		装岩机	1	90	70	64	59	56	53	46	40
6		自动翻斗车	1	80	60	54	49	46	43	36	30
7		卷扬机	1	85	65	59	54	51	48	41	35
8		凿岩台车	1	90	70	64	59	56	53	46	40
9		双筒绞车	1	80	60	54	49	46	43	36	30
10		塔机	1	90	70	64	59	56	53	46	40
11		电瓶车	1	85	65	59	54	51	48	41	35
12		矿车	1	80	60	54	49	46	43	36	30
13	结构	空压机	1	85	65	59	54	51	48	41	35
14		砂浆机	1	85	65	59	54	51	48	41	35
15		振动碾	1	85	65	59	54	51	48	41	35
16		羊角碾	1	80	60	54	49	46	43	36	30
17		水泵	1	85	65	59	54	51	48	41	35

18		钢材加工设备	1	90	70	64	59	56	53	46	40
19	打桩	风钻	1	100	80	74	69	66	63	56	50
20		打夯机	1	105	85	79	74	71	68	61	55
21		反井钻机	1	105	85	79	74	71	68	61	55
22		潜孔钻	1	105	85	79	74	71	68	61	55
23	装修	柴油发电机	1	85	65	59	54	51	48	41	35
24		通风机	1	95	75	69	64	61	58	51	45

6.6.1.4 施工噪声影响分析

1) 引水枢纽、电站工程施工区

引水枢纽、电站工程施工区施工产生噪声主要为起重机、挖掘机、推土机、载重汽车、潜孔钻、手风钻等。昼间所有施工机械在 100m 范围可以满足施工场界噪声标准，夜间在 200m 范围内基本满足施工场界噪声标准，打桩机械夜间禁止施工。

据现场调查，引水枢纽、电站工程周围 200m 范围内均无村庄，根据噪声衰减规律，施工噪声对 100m 以内的村庄有一定的影响，对 100m 以外的村庄影响不到居民，居民声环境维持本底值，因此，本项目施工噪声主要是对施工人员产生影响。

2) 引水渠道工程施工区

渠道工程施工区产生噪声的施工机械主要为挖掘机、推土机、自卸汽车、羊脚碾、打夯机、自动翻斗车、砂浆机等。

昼间在 50m 范围内大部分施工机械均可以满足施工场界噪声标准，夜间在 100m 范围内基本可以满足施工场界噪声标准，但在 200m 范围内除打夯机外均可以满足施工场界噪声标准。打夯机夜间 200m 范围超标，禁止夜间施工。

在引水渠道沿线 200m 范围内有村庄主要为马头山村，工程施工势必会对村庄居民产生影响。根据噪声衰减规律，施工噪声对 50m 以内的村庄有一定的影响，对 50m 以外的村庄影响不到居民，居民声环境维持本底值，施工噪声主要是对施工人员产生影响。

6.6.2 运行期噪声对声环境的影响

本工程引水渠道沿线不设置泵站，运行期间只有电站有噪声影响，发电系统装机容量为 900kW，设计最大引水流量 33.20m³/s，设计最小引水流量 1.30 m³/s，设计水头 30m，安装 6 台水轮机组，噪声源强小，源强噪声约 90dB (A)。

本工程电站周围 200m 范围内没有村庄，本次评价对电站厂界四周噪声进行预测。预测结果详见 6-5。

表 6-5 运行期泵站厂界噪声预测结果表

项目	昼间 dB (A)			夜间 dB (A)		
	噪声值	标准值	是否达标	噪声值	标准值	是否达标
厂界东	40.99	55	达标	40.99	45	达标
厂界北	22.7		达标	22.7		达标
厂界西	33.58		达标	33.58		达标
厂界南	45.7		达标	44.7		达标

根据噪声预测结果，电站运行对噪声排放可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 1 类标准要求，本工程对区域声环境影响较小。

6.7 固体废物环境影响分析

6.7.1 来源、排放量及成份分析

1) 施工期

施工期固废由两部分组成，一是施工人员产生的生活垃圾，二是施工产生的弃土。

施工人员人均产生垃圾约 0.8~1.2kg/d，施工高峰期日产生垃圾约 682kg，年（按 10 个月计算）垃圾产生量约 204.6t（ $682 \times 1 \times 30 \times 10 / 1000 = 204.6 \text{t/a}$ ）。垃圾产生量分布在 3 个工区，平均每个工区日产生垃圾约 227kg。施工区的生活垃圾主要成分为厨房的蔬菜瓜果等有机弃料、破衣烂衫等织品、烟酒副食品等包装纸盒、玻璃器皿、塑料等，玻璃、塑料可回收，其余可降解，无毒害，每个施工区设 3 个垃圾桶进行分类收集，由当地环卫部门统一处理。可回收的垃圾收集后回收利用。

土石方开挖总量为 68.35 万 m^3 ，其中土方开挖 53.84 万 m^3 ，石方开挖 14.51 万 m^3 ；土石方回填 24.34 万 m^3 ，其中土方回填 19.08 万 m^3 ，石方回填 5.26 万 m^3 ；土石方调运总量 8.13 万 m^3 ，其中从引水渠道区调往淹没区用于堤防加固填筑土方 2.87 万 m^3 ，从引水渠道区调往交通道路区用于路基填筑石方 5.26 万 m^3 ；施工生产生活区、施工道路和输电线路等临时占地区域各场地内部挖填平衡，项目总弃方 44.02 万 m^3 （包括淹没区河槽清淤、引水枢纽区、引水渠道和电站枢纽区的弃方），全部弃入弃渣场。

本工程施工期间场内只设置小型的机械修配厂，担负日常施工机械的维修和养护，因此维修期间基本不产生危险废物。

工程施工产生的固废流向情况见图 6-1。

2) 运行期

管理人员的生活垃圾按 1kg/d.人计，垃圾产生量 12kg/d，在电站内设 2 个垃圾筒，定期收集，送往当地环卫部门统一清理。

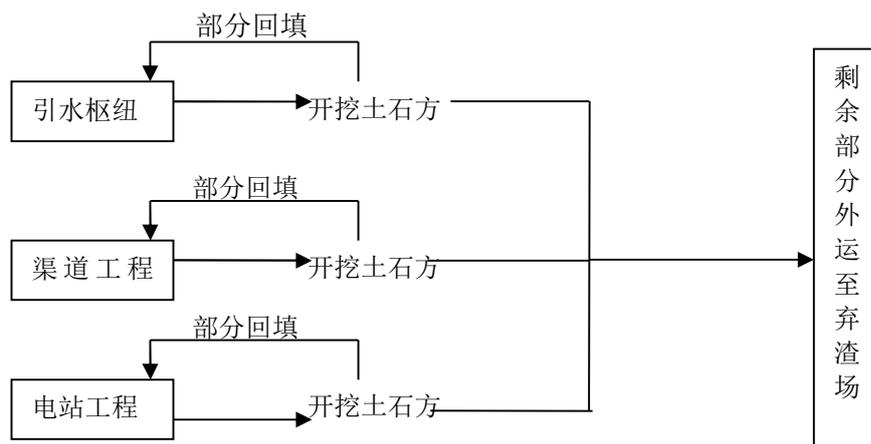


图 6-1 土石方流程图

6.7.2 弃渣场

本工程总弃渣 44.02 万 m^3 ，全部弃入弃渣场。本项目弃渣场位于电站枢纽东北约 1.5km 处沟道内，弃渣场占地类型为其他草地，占地 11.76 hm^2 ，全部为临时占地。

弃渣场采取的工程措施主要为沟口采用挡渣墙拦挡、弃渣梯级堆放、在弃渣场的护坡与周边地形接壤处设边沟、在弃渣场的周边设排水沟、马道设截水沟、坡面设排水沟。弃渣场坡面和顶面土地整治，生态恢复为草地。

6.7.3 固体废物环境影响分析

6.7.3.1 对生态的影响分析

1) 固体废物堆放占用土地，造成地表植被死亡。本工程已在水土流失防治措施中制定了生态恢复措施，渣场恢复为草地，采取措施后，生态环境有所改善。

2) 固体废物不合理的堆放方式，如采用倾倒式形成的自然坡度（自然安息角），无压实措施，极易造成水土流失。根据水土保持方案，本工程已制定水土流失防治措施，拦渣率可达 98% 以上。因此弃渣造成的水土流失可以减免。

6.7.3.2 对水体的影响分析

1)、生活垃圾对水环境的影响

生活垃圾用垃圾筒收集，由环卫部门集中处理，因此不会对水环境造成影响。

2)、生产废弃物对水环境的影响

主要表现在工程施工期间，坝基的开挖及其填筑、施工区临建等都会产生大量的弃渣和废弃物，堆积在弃渣场，如果发生大洪水，会将弃渣等废弃物冲入河道，污染水源。本工程的水保方案要求弃渣场采取了相应的工程措施、植物措施、临时措施后，

对水环境造成的影响较小。

另外夏季施工时，临时堆放的土料采取苫盖和围挡等临时防冲措施，防止被雨水冲入河道，地面或弃渣场整理完成后及时布设植物措施，不会对水环境产生影响。

6.7.3.3 弃渣对大气的影响

对弃渣采取合理的处置措施后，弃渣排放对大气的污染主要表现为汽车运输过程产生的扬尘和堆场扬尘以及降尘和总悬浮微粒的影响。通过对实际汽车运输情况的调查，运输扬尘主要是路面存积的尘土被汽车吹起和被高速旋转的车轮扬起所致。固体废物在堆弃时，若不及时对堆场进行碾压，在大风天气时就会产生二次扬尘。采取洒水碾压降尘后，空气影响不明显，只要做好弃渣场覆土和绿化工作，可防治弃渣扬尘对大气的污染。

6.7.3.4 对景观的影响分析

弃渣场选在远离居住区、公路的偏僻沟道中，施工结束后进行覆土恢复植被，对周围环境的景观不会造成影响。

7 环境保护措施

7.1 环境保护措施设计原则

本工程环境保护措施的规划设计遵循以下原则：

1) 法制性原则：措施设计遵循国家有关环境保护的法律、法规及水土保持的要求，各项环保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”原则，减免工程建设带来的不利影响，充分发挥环保措施的作用和效益；

2) 科学性、针对性原则：结合本工程可能出现的环境问题及评价区水土流失特点，有针对性的采取各项环境保护措施；

3) 全局观点、协调性原则：各项措施与生态建设、景观建设紧密协调、互为裨益；

4) 经济性、有效性原则：遵循环境保护措施投资省、效益好和可操作性强的原则；

5) 适地适时原则：本工程各项环境保护措施应遵循因地制宜，因时而异，永久措施与临时措施相结合的原则。

7.2 施工期环境保护措施

7.2.1 地表水水环境保护措施

1) 基坑废水处理措施

结合主体工程设计，引水枢纽施工时设置集水坑，采用水泵抽排。往集水坑中加药中和处理使PH值呈中性，并让水静止沉淀，加强水质监测，如遇施工段水质的PH异常或基坑废水中SS浓度过高，适当延长静置时间。施工完毕后，将集水坑回填。基坑排水经沉淀后部分回用于混凝土浇筑、养护和施工生产生活区的洒水降尘，未能利用部分经沉淀处理达到排放标准后排到下游河道。

临时生产系统中设备冲洗废水约 $4.0\text{m}^3/\text{班}$ ，冲洗废水中悬浮物主要是砂和水泥成分，废水中和澄清后可以再利用。在每个施工点各修建一尺寸为 $3\text{m}\times 2\text{m}\times 1\text{m}$ 的收集池，容积为 6.0m^3 ，将冲洗废水收集后全部回用于下一班的物料拌合，对当地地表水环境不产生影响，并能节约用水。

砂石料冲洗废水的悬浮物浓度为 $15000\sim 30000\text{mg/l}$ 。砂石料冲洗废水产生量较大，但是废水没有有害成分，环评要求循环利用，既节约用水，又不会对水体造成影响。

2) 生活污水处理措施

施工期产生的生活污水排放特点是：瞬时流量大，水量在时间上分布不均；污水排放具有不连续性；污染物主要以 BOD、COD 为主。因生活污水产生量少，每个施工点最高产生量为 $11.37\text{m}^3/\text{d}$ ，在三个施工点分别建一个容积为 15m^3 的沉淀池，生活污水沉淀后用于场地降尘洒水，全部利用不外排，对地表水环境不产生影响。施工营地修建旱厕收集粪便，定期外运做农肥使用。

3) 围堰防冲措施

夏季施工时，避免堆放大量土石料，以防暴雨冲刷而大量流失。临时堆放的土料要采取苫盖和围挡等临时防冲措施，以免被雨水冲入河道。

4) 引水枢纽施工环保措施

本项目引水枢纽施工围堰分两期，一期围护左岸，围堰挡水，右岸束窄河床泄流；二期围护右岸，围堰挡水，左岸已完工段冲沙闸泄流。一期围堰长 401.2m ，堰顶高程 $1328.5\sim 1328.0\text{m}$ ，围堰高 1.5m ；二期围堰长 227.1m ，堰顶高程 $1328.5\sim 1328.2\text{m}$ ，围堰高 2.0m 。一二期围堰顶宽均为 2m ，围堰迎水面边坡均为 $1: 2.0$ ，背水面边坡均为 $1: 1.5$ 。

7.2.2 地下水环境保护措施

根据工程分析，本工程施工过程对地下水水位及水质基本无影响，且施工区附近无以地下水为水源的水资源利用情况，本处主要从预防保护方面提出要求。

- 1) 文明施工，施工用水禁止抽取地下水，施工废水应尽可能收集沉淀处理后回用。
- 2) 施工生产废水和生活废水处理场地应进行防渗处理，控制废水下渗。
- 3) 施工过程中，禁止倾倒、堆放废渣和垃圾、污水以及其他废物，以免污染水源地的地下水水质。
- 4) 施工过程中若出现突水问题时，应尽可能的采取堵断措施，避免采用引流措施，以确保工程建设对地下水量的影响程度减至最小。
- 5) 厂区隔油池和化粪池应建设防渗层，加强防渗管理，防止发生污水下渗。
- 6) 严格控制电站内污染源，防止污染物下渗对地下水造成污染。

7.2.3 大气环境保护措施

1) 施工粉尘控制目标

执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中新污染源大气污染物排放限

值：TSP 控制标准为 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ （无组织排放监控浓度限值）。

2) 施工工艺控制措施

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；

水泥装卸过程中，保持良好的密封状态，定期检修保养螺旋机和斗提机；水泥采用封闭式运输，减少粉尘传播途径。

3) 降尘措施

①土石方开挖和土石方堆放期间防尘措施

土石方开挖时要降低倾倒高度，减少扬尘；水泥和其它易飞扬的细颗粒散体材料，应安排在库内存放或严密遮盖；土料堆放要减少受风面积，并适当加湿或盖上苫布，装卸时采取有效措施，减少扬尘。临时堆放的弃渣在大风或暴雨条件下作好苫盖措施，弃渣场在弃渣堆放完毕后及时进行坡面和顶面的植被恢复措施。

②施工场地和道路扬尘的减尘措施

工程配备 5 台洒水车，在各施工区、施工公路等地，非雨日的早、中、晚来回洒水，减少扬尘，缩短粉尘污染的影响时段，缩小污染范围；

公路段进行定期清扫、洒水，保持道路清洁、湿润、运行正常；

实行场内车辆速度控制，限制在 $15\text{km}/\text{h}$ ，装载多尘物料，应对物料适当加湿并苫盖，运输车辆离开场地时，如带有渣土，及时清除，经常清洗运输车辆，结合水保加强绿化。

③燃油废气防治措施

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。

④搞好劳动保护

粉尘和燃油产生的污染物对人体健康都有影响，受影响的主要是施工人员，重点地区是施工现场，如拌和系统，要搞好现场工作和施工人员的劳动保护、按照国家有关劳动保护的规定执行。

4) 施工管理措施

施工合同中要签订环境空气保护条款，要求承包单位采取合理措施，保护施工现场内外的环境，避免由于施工操作引起的粉尘、有害气体对环境的污染。

委托有关单位对施工区道路和对外交通专用公路进行养护、清扫、洒水降尘；对

路旁树木和其他绿地进行维护。

7.2.4 声环境保护措施

1) 选用低噪声设备

尽量采用噪声较低的生产设备，并加强维修保养。水轮机组做橡胶、减振器等隔振、减振处理，部分高噪设备及电机可设隔声罩，罩内衬吸声材料。

2) 避免深夜运输，村镇附近避免夜间施工

村镇道路避免晚 10 点以后通行，在距村镇较近的施工点避免用躁声较大的施工机械，禁止夜间施工。

3) 车辆限速

穿过村镇时，运输车辆限速行驶（在居民区附近一般不超过 15km/s），并禁止使用喇叭。

4) 现场人员防护

高噪声机械现场作业人员，应配备必要的噪声防护物品，要严格执行操作规程，禁止使用超期服役的机械。

5) 加强文明施工教育

对施工人员进场进行文明施工教育，在距离村镇较近的工地施工时，或在村内的生活营地中不要喧哗、吵闹，特别是晚 10 时之后，不要发生人为噪声，影响所在内居民。

6) 水轮机组利用基础减噪、厂房、围墙和种植高大乔木减噪，满足厂界噪声标准限值。

7.2.5 生态环境保护措施

生态影响的保护措施是指采取对生态影响起到避免、削减和恢复补偿作用的措施。对于本工程而言主要包括补偿措施、防护措施、生态恢复措施。

(1) 施工期补偿措施

a) 施工临时占地尽量不占、或者少占农田。必需占用耕地的要按照有关规定进行补偿。

b) 开工前，施工单位必须先与当地有关部门取得联系，协调有关施工场地、施工营地以及施工临时便道占地等问题，尽量减少对作业区周围的土壤和林草地的破坏。不可避免占用林地的要交纳林木补偿费、森林植被恢复费、土地补偿费等。

c) 占用农田的应尽量在秋收以后或冬季进行,以减少对农业生产造成的损失,无法避免的要交纳青苗补偿费和土地补偿费。

(2) 施工期防护措施

a) 施工期采取临时苫盖、洒水等措施,防止空气污染对周围植被生长产生的影响。

b) 设临时排水措施,施工场地进行围拦,减少对生态的破坏和水土流失的产生。

c) 设垃圾收集筒,建旱厕、简易沉沙池等,防止污水和垃圾进入河道,影响周围人群和生态环境。

d) 加强生态保护宣传,制定奖惩措施,激发承包商和施工人员自觉参与生态保护。开工前,在工地及周边设立爱护野生动物和自然植被的宣传牌,并对承包商进行环境保护和生物多样性保护宣传教育工作;施工人员进场后,立即进行生态保护教育。宣传和教育的内容包括生物多样性的科普知识和相关法规、当地重点保护野生动植物的简易识别及保护方法。

e) 工程建设时,尽量确保工程建设及施工布置避开文物保护单位的保护范围和建设控制地带,建设单位应协同当地文物保护单位进行进一步核实确认并落实。

(3) 生态恢复措施

工程临时占地类型主要为荒草地和耕地,各工程区各占地类型涉及到的生态恢复具体如下:

1) 弃渣场生态恢复措施

本项目1个弃渣场利用自然冲沟,占用荒草地,弃渣结束后恢复原地貌。

本项目弃方量为44.02万 m^3 ,弃方全部堆放至弃渣场。弃渣场,位于电站枢纽东北约1.5km处沟道内,占地面积11.76 hm^2 ,占地类型为其他草地,为沟道型弃渣场。弃渣场容量约为62.33万 m^3 ,可容纳本项目的弃渣。

①堆放方式

首先在沟口设置拦挡措施,堆渣时从沟口开始,沿等高线由沟口向沟头、由下向上堆放,堆放边坡为1:3;先于挡渣墙高处设5m宽平台,后按照1:3坡度向上堆放,每堆高5m设置一个平台,平台宽度为5m。坡面覆土采用工程弃土、不需要专门取土。

②措施布设

弃渣场的工程措施包括拦挡工程、排水工程、边坡防护工程和全面整地等。

拦挡工程：弃渣场沟口布设浆砌石重力式挡墙，挡墙高度为3.5m（其中地面以上部分为2.0m），长度为162.5m。

边坡防护工程：当堆渣至挡渣墙墙顶高程以后，布设5m宽平台，然后采用1:3的坡比进行削坡开级，每堆高5m设一5m宽的马道；马道和坡面采用植物措施护坡。

排水工程：弃渣场周边设置截水沟、马道内侧布设排水沟、堆渣形成的永久坡面上设置纵向排水沟，截水沟、马道排水沟与纵向排水沟、汇流后经消力池、排水沟汇入下游沟谷。截水沟总长度200.5m，横向排水沟总长度3295m。

全面整地：达到最后设计标高后，对弃渣场顶部及坡面进行全面整治。

③建筑物设计

a) 挡渣墙

在弃渣场下游的冲沟出口处采用浆砌石挡渣墙进行拦挡，挡墙墙长162.5m，高3.5m，墙顶宽为1.5m，基础底宽3.75m，上游坡比为1:0.5，墙趾及墙踵宽均为0.5m，用M7.5水泥砂浆砌石砌筑，M10水泥砂浆勾缝。

为了排除弃渣场内的部分渗水，在挡渣墙上设置两排10cm×10cm的排水孔，呈品型布置，并在排水孔进口处设置反滤体粗砂与碎石，厚度均为20cm。

b) 排水沟

弃渣场截水沟为梯形断面，在弃渣场岸坡布设，采用矩形断面，深、底宽均为0.5m，坡比1:0.5，壁厚为0.4m，修建长度200.5m。

马道排水沟、纵向排水沟和下游排水沟采用浆砌石矩形断面型式，深、底宽均为0.4m，侧墙和底板厚均为0.3m，总长为3295m。

c) 全面整地

在弃渣场达到最后设计标高后，对弃渣场顶部及坡面进行全面整治，面积8.70hm²，其中护坡恢复面积0.8hm²，顶部平台恢复植被面积7.9hm²。

④植物措施

a) 措施布设

本项目弃渣场利用自然冲沟，占用荒草地，弃渣结束后恢复原地貌。在坡面上种植披碱草，当堆置到最终高程时，采用紫穗槐和披碱草混交的方式对顶部进行植被恢复。紫穗槐种植标准为4444穴/hm²，采用40×40×40cm的块状整地，苗木选用三年生一级苗，生长健壮，无病虫害危害，考虑2%的损耗量；披碱草种植方式为撒播，种植密

度为 $30\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

弃渣场平面布置图见图 7-1，典型生态恢复措施图见图 7-2。

2) 施工开挖时，应将表层土（建议厚度约 30~50cm）单独收集堆放，并采取水土流失防治措施。施工结束后，先将地下土回填，之后再将表土均匀覆盖于表面，将场地进行平整。

3) 临时占地生态恢复措施

施工生产生活区：施工结束后，对占用耕地部分全面平整后复耕，使其恢复到可供耕种的状态；对占用其他草地部分采取撒播种草方式进行植被恢复，草种选用披碱草，种植密度为 $30\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

施工道路：施工结束后，占用其他草地部分采用撒播草籽的方式进行植被恢复。草籽选择披碱草，种植密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

引水渠边坡：施工结束后，对引水渠道边坡进行平整、压实，覆 0.5m 厚表层土，采取撒播种草方式进行植被恢复，草种选用披碱草，种植密度为 $30\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

7.2.6 人群健康保护措施

1) 在工程动工以前，结合场地平整工作，对施工区进行一次清理消毒；

2) 为了保证施工人员的身心健康，工程建设管理部门及施工单位管理者应为施工人员提供良好的生活条件，施工现场的暂设用房必须按有关规定搭建，制定相应的制度，安排专人负责，搞好营地的卫生防疫工作；

3) 对施工人员进行定期体检，监督施工人员严格执行操作规程，冬季严防煤气中毒，并制定相应的应急救援措施；

4) 工地食堂和操作间必须有易于清洗、消毒的条件和不易传染疾病的设施；

5) 施工现场应有饮水器具，由炊事人员管理和定期清洗，保持卫生；

6) 工地发生法定传染病和食物中毒时，工地负责人要尽快向上级主管部门和当地卫生防疫机构报告，并积极配合卫生防疫部门进行调查处理及落实消毒、隔离、应急接种疫苗等措施，防止传染病的传播流行；

7) 外地农民工患有法定传染病或是病源携带者，应及时予以必要的隔离治病直至医疗保健机构证明其不具有传染性时，方可恢复工作；

8) 为保证居住人员的生命安全和正常的生活条件，临时住房的设计和施工必须符合安全和消防的有关规范。

7.2.7 固体废弃物处理措施

- 1) 施工期每个施工点设 3 个垃圾筒，共设 9 个垃圾筒，定期由环卫部门清理。
- 2) 弃渣场采取的工程措施主要为沟口采用挡渣墙拦挡、对坡面进行削坡开级、在弃渣场的护坡与周边地形接壤处设边沟、在弃渣场的周边设排水沟、马道设截水沟、坡面设排水沟。

7.3 运行期环境保护对策措施

7.3.1 地表水环境保护措施

7.3.1.1 生活污水处理措施

水电站建成后有管理人员留驻，管理人员 12 人，生活污水量按 45L/d.人计，日产生生活污水量 0.43m³/d，生活污水经厂内生活污水管道收集至化粪池后定期清掏，不外排。

7.3.1.2 水质保护措施

a) 建议当地环保部门对电站下游汾河水质进行实时监测，掌握河流的水质变化情况。

b) 禁止在上游河流两岸周边堆置和存放废渣、生活垃圾、粪便及其它废弃物。

7.3.1.3 生态基流保证措施

本次评价要求汾源水电站在初步设计阶段考虑汾河生态需水量，设置生态流量下泄工程措施，保证电站运行时滚水坝下泄流量大于 0.42m³/s，保证河流内生物量的基本需水量。

同时对于生态用水下泄措施，建议建设单位根据相关部门要求安装生态流量在线监控，同时必须加强监管力度保证措施的执行，运行期做好生态流量下放台账。

采取以上措施后，本项目的运行不会对汾河现状水生生态环境造成影响。

7.3.2 地下水环境保护措施

1) 施工过程中，禁止倾倒、堆放废渣和垃圾、污水以及其他废物，以免污染水源地的地下水水质。

2) 严格控制电站内污染源，防止污染物下渗对地下水造成污染。

7.3.3 声环境保护措施

水轮机组做橡胶、减振器等隔振、减振处理，部分高噪设备及电机可设隔声罩，罩内衬吸声材料。

在电站厂界周围修建围墙，种植乔木，使厂界噪声达标。

7.3.4 固体废弃物保护措施

运行期在电站内设 2 个垃圾筒，生活垃圾经收集后，定期由环卫部门清理。设 10m²

油库，库内设危险废物暂存区，电站运行维修产生的少量废润滑油统一收集后暂存于油库内，定期委托具有资质的单位进行回收处置。

7.3.5 运行期生态保护措施

对工程永久占用的耕地，按有关规定进行补偿。有关部门要落实占补平衡。绿化是改善生态环境的最重要途径之一。绿化具有蓄水、挡风、固沙、降噪、改善小气候、防止水土流失等功能。因此，建设单位需加强电站内绿化。

弃渣场坡面和顶面土地整治，生态恢复为草地。弃渣场生态恢复植物护坡面积 0.8hm²，顶部平台恢复植被面积 7.9hm²。

运行期需密切关注滚水坝下游河道生态状况。确保滚水坝下泄生态基流量（最低 10%），满足下游河流生态用水。

本项目环保措施及污染物排放清单详见表 7-1。

表 7-1 本项目环保措施及污染物排放清单

污染类型	排放源	污染物名称	产生量 (t/a)	污染治理措施	排放量 (t/a)	执行标准
大气污染物	无	无	0	电站采用电取暖用设备	0	-
水污染物	运行期电站生活污水	BOD ₅ COD _{Cr} 氨氮	156.95	电站设化粪池，站内生活污水经化粪池收集后定期由附近村民清掏外运，不外排。	0	-
固体废物	运行期生活垃圾	生活垃圾	4.38	运行期在电站内设 2 个垃圾筒，生活垃圾经收集后定期由环卫部门清理。	4.38	《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及修改单（环保部公告 2013 年第 36 号）
	危险废物	废润滑油	0.01	设 10m ² 油库，库内设危险废物暂存区，电站运行维修产生的少量废润滑油统一收集后暂存于油库内，定期委托具有资质的单位进行回收处置。	0.01	《危险废物贮存污染控制指标》（GB189597—2001）
噪	电	水轮机	90dB	水轮机组做橡胶、减振器等	< 50dB	《工业企业厂界环境噪声

声	站	组	(A)	隔振、减振处理,部分高噪设备及电机可设隔声罩,罩内衬吸声材料。	(A)	排放标准》(GB12348—2008)的1类标准
生态恢复	引水枢纽			设临时排水措施,施工场地进行围拦,减少对生态的破坏和水土流失的产生。 确保滚水坝下泄生态基流量(最低10%),满足下游河流生态用水。		-
	渠道工程			工程措施:施工临时占地尽量不占、或者少占农田,必需占用耕地的要按照有关规定进行补偿;施工场地、施工营地以及施工临时便道占地尽量利用现有道路,尽量减少对作业区周围的土壤和林草地的破坏;施工期采取临时苫盖、洒水等措施,防止空气污染对周围植被生长产生的影响;设垃圾收集筒,建旱厕、简易沉沙池等,防止污水和垃圾进入河道,影响周围人群和生态环境;尽量确保工程建设及施工布置避开文物保护单位及自然保护区的保护范围和建设控制地带。 恢复措施:对渠道两侧的施工临时占地进行复垦、种草植树,搞好施工迹地生态恢复;占用农田施工开挖时,应将表层土(建议厚度约30~50cm)单独收集堆放,施工结束后,先将地下土回填,之后再将表土均匀覆盖于表面,将场地进行平整,评价要求施工结束后6个月内完成生态恢复。		-
	电站工程			补偿措施:对工程永久占用的耕地,按有关规定进行补偿。 植物措施:对电站内进行绿化,树种选择当地乡土树种。		-
	弃渣场			工程措施:沟口采用挡渣墙拦挡、弃渣梯级堆放、在弃渣场的护坡与周边地形接壤处设边沟、在弃渣场的周边设排水沟、马道设截水沟、坡面设排水沟。 植物措施:坡面和顶面土地整治,生态恢复为草地,生态恢复植物护坡面积 0.8hm ² ,顶部平台恢复植被面积 7.9hm ² 。		-

8 环境管理与监测

8.1 环境管理

环境保护管理与监督是工程管理的重要组成部分，是工程环境保护工作能够有效实施的关键。宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目环境保护管理与监督的主要内容包括制订环境管理的目标、设置环境保护管理机构、制订环境管理任务、开展环境监理、确定并执行环境管理计划等。

8.1.1 环境管理目标

8.1.1.1 环境管理目标

确保本工程符合环境保护法规的要求；
以适当的环境保护投资充分发挥本工程潜在效益；
环境影响报告书中所确认的不利影响应得到有效缓解或消除；
实现工程建设的环境效益、社会效益与经济效益的统一。

8.1.1.2 环境管理工作范围

使环评报告中提出的各项合理的环保措施纳入项目最终计划之中，包括合同、文件、施工规划和技术规范；

施工期不仅要有常规工程监理，而且要进行环境监测和监理；

工程竣工后要要进行试运行或其它测试，确保环保措施已得到有效实施或已准备实施；

工程运行期应进行环境管理、监测、总结汇报，确保工程运行符合各项环保措施，并重视信息反馈，随时鉴别和纠正遗留问题；

监理中发现存在的问题应及时与业主和施工单位及有关部门联系，妥善处理。

8.1.2 环境保护管理机构

根据国家环境保护管理的规定，应设置工程环境保护管理机构。环境保护管理机构是工程管理机构的重要组成部分，在业务上接受当地环保部门的指导。

8.1.2.1 机构设置

为确保宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目符合环境管理保护法的要求，必须建立专门的环境管理机构——环境管理办公室。环境管理办公室受宁武县水利水保

局领导，设管理人员和技术人员各 1 人。

8.1.2.2 环境管理办公室的基本职能

- a) 制订并组织实施环境保护规划和计划；
- b) 贯彻执行环境保护法规和标准，大力开展环保宣传活动；
- c) 组织制订本单位的环境保护管理规章制度并监督执行；
- d) 领导和组织施工期、运行期的环境监测和环境监理；
- e) 检查施工期、运行期环保设施的运行；
- f) 推广应用环境保护先进技术和经验；
- g) 组织开展本单位及施工队伍的环境影响评价培训及环保专业技术培训。

8.1.3 环境管理任务

8.1.3.1 工程准备期

- a) 确定环境管理机构和监测机构，明确各单位之间的关系；
- b) 编写招标文件中的环境条款；
- c) 保证环评成果纳入工程最后规划和设计中；
- d) 准备进行施工现场环境监测和监督；
- e) 着手动员实施环保措施的有关单位进入现场；
- f) 开展工程环境影响和改善施工环境、施工条件的有关讨论与研究，制订《施工区环境保护手册》。

8.1.3.2 施工期

- 施工空气污染防治计划；
- 施工噪声污染防治计划；
- 施工水质污染防治计划；
- 土地利用保护计划；
- 施工人员生活垃圾管理计划；
- 施工人员健康保护计划。

8.1.3.3 运行期

- 工程保护立法计划；
- 工程保护宣传计划；
- 执法检查计划；

环境监测计划；
生态恢复计划。

8.2 监测计划

运行期环境监测重点放在水质及生态环境上。监测的目的是为掌握供水水质及引水水质。

环评要求在引水枢纽上游、电站尾水渠汇入汾河下游设水环境监测点，主要对引水水质及回水水质进行监测。可委托当地环境监测机构进行监测。

8.2.2.1 地表水质监测

1) 断面设置：在引水枢纽上游 500m 处及本项目尾水渠接入汾河点下游 500m 处各设 1 个断面。

2) 监测项目：流量、水温、PH、COD、BOD₅、悬浮物、总磷、氨氮、总氮等项目。根据具体情况可以增加或调整。

3) 监测频率：每年丰、枯各监测 1 次，一次连续采样 3 天。

8.2.2.2 声环境监测

断面点位：在电站四周各布设 1 个监测点，共 4 个监测点。

监测项目：等效 A 声级。

监测频率：工程运行后每年监测 1 次，每次监测 1 天，每天昼、夜间各一次。

8.3 环境监理

为了使环境管理工作顺利开展，聘任有关的环境监理工程师在施工期间进行监理。根据本工程情况，施工期委托开展环境监理，监理单位要委派环境总监理工程师 1 名，负责本工程环境监理工作指导、汇总、协调等，各标段设环境监理员 1 名，对环境保护措施落实情况进行监理。

8.3.1 环境监理人员的职责

1) 按照国家及省市有关环保法规和工程的环保规定，对工程施工过程的一切环境保护工作进行统一监理。

2) 监督施工单位在施工中对合同有关环保条款的执行情况，并负责解释环保条款。对施工过程中违反环保规定的行为进行制止并责令改正，必要时，有权责令施工单位停止施工。对重大问题提出处理意见和报告，通过工程管理处环境管理办公室或工程

总监理工程师责成有关单位限期纠正。

发现并掌握工程施工中的环境问题，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，对不合适的措施，提出改善方案。

3) 参加施工单位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，就环保方面提出改善意见。审查施工单位提出的可能造成污染的施工材料、设备清单及其所列环保指标。

4) 协调业主和施工单位之间的关系，处理合同中有关环保部分的违约事件。根据合同规定，按索赔程序公正地处理好环保方面的双向索赔。

5) 按环境监理表格的格式每日对现场出现的环境问题及处理结果作日记录，每月向环境管理办公室提交月报表，并根据积累的有关资料整理环境监理档案。每季度提出一次环境监理评估报告。

6) 参加施工单位各个阶段最后竣工的验收工作。对已完成的工作责令清理和恢复现场，使施工迹地的景观符合环保规定

8.3.2 环境监理内容

按照环评报告中提出的环保措施制订环境监理内容，具体见表 8-1。

表 8-1 环境监理内容

序号	项目	监理内容
1	施工机械、车辆	尾气达标排放。
2	施工扬尘	施工场地、道路定时洒水抑尘。 易起尘的施工材料、临时堆土等采取洒水或遮挡措施。
3	施工场地噪声	夜间禁止高噪声设备施工，若必须施工，须取得环保部门许可，并告知附近居民
4	施工弃土	按照计划运送到指定的弃土场，并采取相应的水土保持措施。
5	施工废水	修建完善的排水系统和废水处理设施，在施工区设置废水收集池，严禁乱排乱流。
6	施工人员生活	生活污水要以排水系统收集至生活污水池用于降尘洒水。 生活垃圾集中收集，定点存放，外运处理。
7	电站	运行期的生活污水处理设施和噪声防治措施落实情况
8	生态恢复	施工迹地的及时恢复与绿化，苗木种子合格情况、植被恢复率、保存率、覆盖率等。

9 环保投资估算与环境经济损益分析

9.1 环保投资估算

根据工程特点和当地物价，按 2017 年物价水平，并参考《水利水电工程环境保护设计概（估）算编制规定》（报批稿）对本工程环境保护投资进行估算。

本工程环境保护投资费分五部分，即环境保护措施费、环境监测措施费、环境保护临时措施费、独立费用、基本预备费。费用估算共计 80.5 万元，工程占地投资不计入本估算。详见表 9-1。

表 9-1 工程环境保护估算表

序号	工程和费用名称	建筑工程费	植物工程费	仪器设备 及安装费	非工程 措施费	独立 费用	合计
	第一部分 环境保护措施	3.5	2.0	0		0	5.5
一	水质保护	3.5					3.5
二	景观保护及绿化		2.0				2.0
三	固废防护		0				0
四	弃渣场生态恢复	5.0	5.25				10.25
	第二部分 环境监测措施				3.0		3.0
一	地表水				2.0		2.0
二	地下水				0		0
三	大气				0		0
四	噪声				1.0		1.0
	第三部分 仪器设备及安装工程	0		2.0	0.2		2.2
一	环境保护设备			2.0			2.0
二	其它各类补给、辅助材料				0.2		0.2
	第四部分 临时措施	4.25		10.1			14.35
一	施工生产、生活废污水处理	0.5					0.5
二	施工期噪声防治	0.25					0.25
三	固体废弃物处理			0.1			0.1
四	环境空气质量控制			10			10
五	人群健康保护	0.5					0.5
六	其它临时费用	3.0					3.0
	第五部分 独立费用					45.2	45.2
一	建设管理费					15.2	15.2
二	环境监理费					8.00	8.00
三	科研勘测费					22.0	22.0
	一至五部分合计	7.75	2.0	12.1	3.2	45.2	80.5
	静态总投资						80.5
	总投资						80.5

9.2 环境经济损益分析

9.2.1 环境损失分析

根据环保投资估算所列，本工程环境经济损失为 80.5 万元。

9.2.2 环境效益分析

9.2.2.1 施工期环境保护措施的效益

施工期环境保护措施的效益见表 9-2。

9-2 施工期环保措施效益分析表

环境要素	影响分析	环保措施内容	措施效果分析
水环境	1.施工期生产废水对地表水、地下水产生不利影响。 2.施工期生活污水对地表水产生不利影响。	修建生产废水处理设施。 修建生活污水收集设施。	污染物减少，水质达标排放。 对河流水质产生轻微影响。 生活污水不外排。
大气环境	大气污染对大气环境及施工工人产生不利影响。	苫盖、洒水车等。	对环境影响减小。
声环境	噪声对周围居民及施工工人产生不利影响。	噪声防护设备。	噪声满足控制标准，对周围环境影响减小。
生活垃圾	生活垃圾污染水和大气，可能传播疾病。	收集、外运处理。	满足环境卫生要求，不产生污染。
农业	1.永久占地造成耕地损失。 2.临时占地造成农业损失。	施工前收集存放表土，完工后恢复。减少占用农田。	保证农作物良好生长。 减少占用农田。
其它	环境监测	环境风险防护措施，进行环境监测和环境监理。	随时掌握污染物排放和灾害发生情况，及时处理，保证施工区的环境质量和运行期的环境问题。

9.2.2.2 运行期的环境保护措施的效益

本工程的经济效益有城镇生活及工业发电效益。

电站年平均发电量为 450 万 kw·h，扣除 0.2% 的厂用电，有效电量系数取 0.95，则实际年售电量为 4603 万 kw·h，电的影子价格采用华北电网平均影子电价 0.2181 元 /kw·h，发、供电分摊比例为 7:3，计算得电站年发电效益为 702.74 万元。

9.2.3 环境损益分析

工程占地、水土流失是主要的环境损失。对于项目区来讲，土地功能发生局部变化，伴随着工程建设，周边环境也得到绿化美化建设，生态环境有大的改善。

此外，工程对于当地的经济发展、人民生活水平提高都有广泛的有利影响。

所以，综合以上环境损益，可以判断，得大于失。

10 环境风险分析

10.1 评价目的

本章主要对可能发生的风险事故进行分析，找出存在危险的环节、认识可能发生的危险程度、分析预测事故后果，从而有针对性地采取预防和应急措施，最大程度降低其危害。

10.2 风险源识别

本工程建设对环境的影响主要为非污染生态影响，其运行期基本无“三废”排放，相应环境风险主要为外源风险，本工程的施工与运行主要是增加风险发生概率或加剧风险危害。根据本工程施工及运行特点、周围环境特点以及工程与周围环境之间的关系，本工程的建设、运行和管理中具有潜在风险的类型有：滚水坝截流引水发电导致坝下形成减脱水段从而造成生态断流、废油库废变压器油泄露等。

根据各事件和事故的特性和产生方式、造成危害的途径、危害的后果与严重性分别对各风险进行分析，其结果见表 10-1。

表10-1 汾源水电站环境风险危害特性分析表

风险类型		产生方式和危害途径	后果与严重性
运行期 滚水坝下游 形成减脱水 段	造成生态断 流	滚水坝截流引水发电，未保证河流生态流量下泄，导致坝下形成减脱水段，造成生态断流，水资源分配的时空改变使得栖息地环境缩小	导致滚水坝下游河流水生生物减少或消失，影响生态环境。
运营期 废油库废变 压器油泄露	危险废物泄 露	废油库废变压器油泄露事故排放，如运行期末采取防范措施下的溢油事故等	影响河流水质，破坏水生生态。

10.3 施工期环境风险分析及应急措施

本项目不建设炸药库，爆破工作全部委托当地有资质的单位进行。

油料的运输和储存均存在一定的环境风险，评价要求运送油料的运输车辆须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害。

油库严格按安全防护距离要求并汇同地方管理部门进行现场选点，与居民点和生活区需保持足够的安全距离，装运和发送须严格遵循《危险化学品安全管理条例》，严格火源控制并配备相应的消防器材。

10.4 事故状态下环境影响评价

10.4.1 生态风险评价

根据生态影响评价结果，工程建设和运行对生态的影响主要表现在河道减水对水生生物（主要是鱼类）的影响。生态风险分析主要分析在事故状态即短期内没有下泄生态流量的情况下，对减水河段水生生物的影响。

汾源水电站坝址至新堡河入汾河段之间减水河段长约 600m，在对减水河段生态环境最不利的情况下（即枯水期），坝址处无下泄生态流量的情况下，电站坝址下游 600m 的减水河段严重减水甚至脱水，对该河段水生生物产生严重影响。因此，在事故和最不利状态下，有可能对减水河段水生生物造成严重影响。减脱水河段水量的锐减和短期脱水，对河流中水生生物特别是鱼类影响较大，可能造成部分鱼类的死亡，而仅有少量的鱼类仍能在较深的水潭中得以存活，甚至导致鱼类物种的消失。

10.4.2 突发性污染事故风险评价

由于水电工程建成后，“三废”排放量很少，运行期对环境的不利影响较小，但如果电站出现变压器废油泄漏将对下游水质产生一定的不良影响，因此，危险废物暂存间废油泄露是运行期的环境风险之一。电站在正常运行期间不会发生油类物质溢出；在机组检修时，工程已考虑将检修期含油废水收集至集油桶进行回收处理，含油废水不会直接外排。评价要求在油库内设危废暂存区，统一收集废润滑油至暂存区，委托具有危险废物处置资质的单位定期回收处置。暂存间地面与裙角要用坚固的防渗材料建造，建筑材料必须与危险废物相容，防渗层为至少 1m 厚的黏土层(渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s)，或 2mm 厚高密度聚乙烯，或者至少 2mm 厚的其他人工材料，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s，同时暂存间设围堰。

10.5 环境风险防范措施

10.5.1 生态保护措施

为减小对汾河水生生物特别是鱼类的影响，主要是调节电站运行方式，保证电站生态流量的下泄。

10.5.2 危险废物泄露预防措施

本项目运行及维修过程中会产生少量废变压器油，评价要求在油库内设危废暂存区，统一收集废润滑油至暂存区，委托具有危险废物处置资质的单位定期回收处置。

环评要求危废暂存间需按照 GB18597-2001《危险废物贮存污染控制标准》中的要求进行管理，具体如下：

① 危险废物暂存容器上应贴上符合危险废物种类的相应标签。

② 暂存间地面与裙角要用坚固的防渗材料建造，建筑材料必须与危险废物相容，防渗层为至少 1m 厚的黏土层(渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s)，或 2mm 厚高密度聚乙烯，或者至少 2mm 厚的其他人工材料，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s，同时暂存间设围堰。

③ 贮存场设置明显的贮存危险废物种类标识和警示标识，并在贮存场周围显著处标记“严禁烟火”的禁示牌。

④ 厂内要有专人管理危险废物，危险废物出入贮存场前，应登记造册，做好记录，注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、出库日期、接受单位等。

⑤ 定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损及时清理更换。

⑥ 危险废物应按照国家有关规定向当地环境保护行政主管部门申报登记，接受当地环境保护行政主管部门监督管理。

危险废物应按照国家有关规定向当地环境保护行政主管部门申报登记，接受当地环境保护行政主管部门监督管理。

10.6 环境应预案

根据《中华人民共和国环境保护法》第三十一条规定，因发生事故或者其它突发性事件，造成或者可能造成污染事故的单位，必须立即采取措施处理，及时通报可能受到污染危害的单位和居民，并向当地环境保护行政主管部门和有关部门报告，接受调查处理。可能发生重大污染事故的企业事业单位，应当采取措施，加强防范。第三十二条规定，县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门，在环境受到严重污染，威胁居民生命财产安全时，必须立即向当地人民政府报告，由人民政府采取有效措施，解除或者减轻危害。

针对本电站工程可能出现的环境风险，有针对性制定环境风险事故应急预案。本工程环境风险管理程序流程见图5.6-1，环境风险应急预案如下：

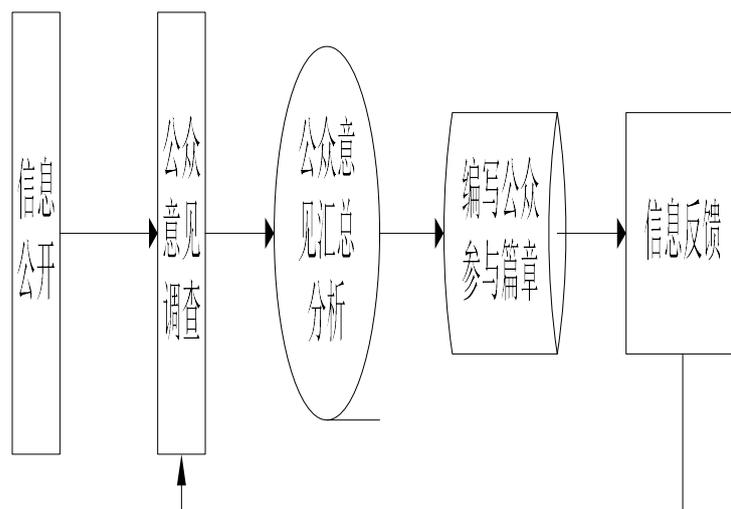


图 5.6-1 环境风险管理程序流程图

(1) 应急计划区

针对本工程可能出现的各类环境风险的特点，以及周边环境条件，其应急计划区主要包括电站管理人员。

(2) 应急组织机构、人员

① 应急领导机构

现场应急领导机构由建设单位分管环保的领导。

② 现场指挥

由建设单位指定现场指挥，废油泄露事故应急行动由安全管理负责人负责指挥。

③ 应急救援人员及应急程序

应急人员包括：

危险源控制组：主要负责在紧急状态下的现场抢险作业，及时控制危险源。

伤员抢救组：负责现场伤员的紧急处理，并护送伤员到医疗点救治。

安全警戒组：负责布置安全警戒，禁止人员、车辆进入危险区域。

(3) 应急救援保障措施

危险源控制组对事故现场进行调查，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。

安群安全警戒组在事故区域设置警戒标识，禁止无关人员及车辆出入，各小组协作，由专业人员负责，及时控制危险源，切断传播途径，控制危废暂存区域，对污染源及时进行处置，防治污染物扩散。

(4) 报警、通讯联络方式

采用城市应急状态下的报警通讯方式。

(5) 事故应急培训计划

为了确保应急计划有效性和可操作性，必须预先对计划中所涉及的人员、设备器材等进行训练和保养，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，使受理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能力。

(6) 公众教育和信息

对可能发生事故的附近区域居民和施工人员进行宣传教育。

11 结论与建议

11.1 工程概况

宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目位于山西省忻州市宁武县，属于《山西省农村水电开发专项行动计划》（晋水电 [2017]482 号）中拟建项目，符合《汾河流域生态修复规划（2015-2030 年）》（水规计[2016]137 号）中的相关内容。汾源水电站工程位于宁武县境内宁化堡村附近黄河一级支流汾河上，引水枢纽以上控制流域面积 1515km²。汾源水电站工程为引水式电站，引水枢纽布置于汾河上游宁武县宁化堡村河道左岸，引水方式采用引水渠道，渠道沿汾河左岸河漫滩、阶地岸坡布置，途经沙沟、大渠沟、马头山村、大寺沟等。拟建电站站址位于汾河左岸汾源村上游约 300m 处。

宁武县汾源水电站为无压引水式水电站，设计最大引水流量 33.20m³/s，设计最小引水流量 1.30 m³/s，设计水头 30m，设计装机容量 900kW，设计平均年发电量 450 万 kW·h，年利用小时数 6007h。

宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目主要由引水工程、电站工程以及尾水工程三部分组成。引水工程引水枢纽滚水坝全长 210m，由河道左岸至河道中部的堤防工程处，引水枢纽布设冲沙闸及进水闸，进水闸后接引水渠道，引水渠道后设渐变段与前池相接，引水渠道长 6.16km，渠道上设两座渡槽。水电站枢纽布置前池、压力钢管及水电站厂房，主厂房下游侧设尾水池，与电站尾水管相连，尾水渠与前池泄槽合并后接下游河道。

山西省宁武县汾源水电站为无压引水电站，电站总装机 900kW，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）规定，水电站规模为小（2）型，枢纽工程等级为 V 等，主要建筑物及次要建筑物设计级别为 5 级。主要建筑物包括滚水坝、冲沙闸、进水闸、引水渠道、电站等，均为 5 级建筑物。

本工程总投资为 22875.84 万元。总工期为 2 年，高峰期施工人数 682 人。

11.2 产业政策相符性分析

根据《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 修订版）和《山西省产业投资指导目录(2006 年本)》，水力发电为电力行业的鼓励类项目，因此，本工程符合国家及山西省产业政策。

11.3 与区域规划的符合性分析

根据我省的兴水战略，本工程属于《山西省农村水电开发专项行动计划》（晋水电[2017]482号）中拟建项目，符合《汾河流域生态修复规划（2015-2030年）》（水规计[2016]137号）中的相关内容。

11.4 工程区域环境现状的结论

略

11.5 生态环境影响评价结论

1) 土地利用的影响：工程建成后增加了建设用地，大部分面积难以恢复，从原有林地、草地、滩涂等地类变为水域和水利设施用地，施工临时破坏面积 9.67hm²，将随着环保措施的落实会逐渐恢复原貌。

2) 生物量的影响：工程永久占地使生物量损失极小，施工临时占地通过植被恢复措施将全部恢复。

3) 对植物的影响：项目区永久损失的植被类型主要为其它草地，影响程度为不可逆。占用的草地植被主要为蒿类，多样性弱，抗逆性差，生产力低。永久损失的植被均为一般常见种，在其附近就可见到相似的群落，在不同海拔地区均有分布，永久损失的物种适应性强，不存在因局部植被损失而导致种群消失或灭迹。该工程正常运行后，除永久占地损失的物种为不可避免损失外，该工程建设施工不会影响区域生态系统的完整性。

4) 对动物的影响：由于项目区人类的干扰程度大，大部分动物均具有一定的迁移能力，如蜥蜴类和蛇类等爬行动物，食物来源也呈多样化趋势，该工程建设不会对它们的栖息造成较大的影响。

可见，工程实施和运行对评价区生态环境质量影响不大。

综上所述，宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目建成后，该评价区内生态体系受到的影响相对较弱，其生态特征基本不会发生改变，体系仍维持原有的稳定性和生态承载力，可以认为本工程的建设从宏观上讲是可行的。

11.6 空气环境影响评价结论

本工程管理处运行期不配备锅炉，因此对空气环境影响时段主要集中在施工期。

施工产生的燃油废气、扬尘对空气质量影响轻微，不会改变空气质量的级别。通过选用合格机械、车辆，可以进一步减小废气排放对大气质量的影响。

在村庄附近施工时，必须有苫盖或洒水降尘措施，减少影响，直到施工结束。

本工程各施工区工程量较小，交通运输量不大，对村庄居民影响较小。环评要求运料车辆喷湿、苫盖，防止抛洒，运料道路要洒水降尘，以减少扬尘影响。

爆破具有瞬时性，瞬间爆破产生的扬尘和烟量对周围环境会有一定的影响。环评要求爆破后迅速采取喷水降尘措施，减少影响。

施工机械燃油产生的废气对空气质量影响很小，基本不会影响周围村庄，但对施工人员的健康可能造成影响，环评要求加强对施工人员的劳动保护，施工燃油机械需为年检合格的设备。

11.7 地表水环境影响评价结论

1) 施工期对地表水的影响

工程施工过程中产生的生产废水、生活污水等，其中临时生产系统废水和生活污水采取收集回用措施后可以避免污水流入河道。基坑排水回用于混凝土浇筑、养护和附近施工营地、施工道路的洒水降尘，引水枢纽基坑排水沉淀后对排入下游，进入河流的水量和浓度很小，对河流水质影响较小。

3) 运行期对地表水的影响

①管理中心生活污水影响

本项目所在区域无生活污水收集管网，生活污水经厂内生活污水管道收集至化粪池后定期由附近村民清掏外运，用于农田施肥，不外排。

②生产废水影响

本项目生产废水为发电机径向推力轴承冷却器、发电机径向导轴承冷却器及水轮机导轴承冷却器排水，直接排入尾水渠道，不外排。

本项目废水不外排，不会对地表水产生影响。

11.8 地下水环境影响评价

①施工对地下水影响

施工期河水通过导流渠排泄，基坑内抽出的水在下游围堰外即排入河中，因此对下游村庄水井均不会产生影响。本项目引水管线沿汾河河床敷设，引水渠道及电站均

位于汾河左岸，均位于黄土丘陵台地上，地基土主要为第四系上更新统风积低液限粉土和卵石混合土，多位于地下水位以上，本项目地基开挖最深处约 1.0m，远高于地下水位，且本项目不开采地下水，厂房基础为卵石混合土，须对其夯实或碾压，增加密实度，采取以上措施后本项目对地下水位影响很小。

②工程运行期对地下水的影响

电站运行期保证生态基流量下泄，河道内地表水补给地下孔隙水，引水枢纽至项目尾水渠之间无水井，同时滚水坝下游约 600m 处有新堡河汇入汾河，可以对地下水进行补给，因此本项目基本不会导致区域地下水水位降低。

11.9 声环境影响评价结论

1) 现状评价结论

现状 4 个监测点的昼间和夜间监测值均低于《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 1 类标准的标准限值，该工程所处涉及的周围声环境本底较好。

2) 施工期声环境影响分析结论

电站、引水枢纽施工：昼间所有施工机械在 100m 范围可以满足施工场界噪声标准，夜间在 200m 范围内基本满足施工场界噪声标准，打桩机械夜间禁止施工。电站、引水枢纽周围 200m 范围内无村庄，对 200m 以外的村庄影响不到居民，居民声环境维持本底值。因此施工噪声主要是对施工人员产生影响。

引水渠道施工：昼间在 50m 范围内大部分施工机械均可以满足施工场界噪声标准，夜间在 100m 范围内基本可以满足施工场界噪声标准，但在 200m 范围内除打夯机外均可以满足施工场界噪声标准。打夯机夜间 200m 范围超标，禁止夜间施工。在渠道沿线 200m 范围内村庄为马头山村，施工噪声对 50m 以内的村庄有一定的影响，对 50m 以外的村庄影响不到居民，施工噪声主要是对施工人员产生影响。

3) 运行期声环境影响分析结论

运行期间只有主厂房水轮机组有噪声影响，根据噪声预测结果，电站厂界四周均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》中 1 类标准。在电站 200m 范围内没有村庄，因此，本项目噪声对村庄没有影响。

11.10 固废影响评价结论

施工期固废由两部分组成，一是施工人员产生的生活垃圾，二是施工产生的弃土。

生活垃圾定期定期由环卫部门清理；弃渣场沟口采用挡渣墙拦挡、对坡面进行削坡开级、在弃渣场的护坡与周边地形接壤处设边沟、在弃渣场的周边设排水沟、马道设截水沟、坡面设排水沟。弃渣场坡面和顶面土地整治，生态恢复为草地。

运行期在电站设 2 个垃圾筒，定期由环卫部门清理。电站设 25m² 油库，库内设危险废物暂存区，电站运行维修产生的少量废润滑油统一收集后暂存于油库内，定期委托具有资质的单位进行回收处置。

11.11 工程风险分析结论

1) 施工期环境风险分析

本项目不建设炸药库，爆破工作全部委托当地有资质的单位进行。油料的运输和储存均存在一定的环境风险，评价要求运送油料的运输车辆须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害。

2) 运行期环境风险

本工程运营期运行及维修过程中会产生少量废变压器油，评价要求在油库内设危废暂存区，统一收集废润滑油至暂存区，委托具有危险废物处置资质的单位定期回收处置。为减小对汾河水生生物特别是鱼类的影响，主要是调节电站运行方式，保证电站生态流量的下泄。

11.12 公众参与结论

1) 公众对工程环境影响的认识

大多数人认为工程对环境的影响是“有利”或“有利有弊”，少数人认为“没多大影响”或“不清楚”。

2) 公众对环境主要不利影响的认识

按照人数由多到少的顺序排列，依次为“噪声影响村民”、“生态环境变化”、“下游河道水量减少”、“污染空气”。

3) 公众的希望、建议

对于工程建设，人们的希望及建议主要如下：希望能早日开工，保证供电区的居民和企业早受益；给群众解决征地补偿。

11.13 环保费用及效益评价结论

环保费用估算共计 80.5 万元。工程在经济上合理，具有一定的抗风险能力。本工程的经济效益为城镇生活及工业发电效益。

工程占地、水土流失是主要的环境损失。对于项目区来讲，土地功能发生局部变化，伴随着工程建设，周边环境也得到绿化美化建设，生态环境有大的改善。工程对于当地的经济、人民生活水平提高都有广泛的有利影响。

11.14 综合结论

1) 符合国家和行业的产业政策

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，水力发电为电力行业的鼓励类项目，因此，本工程符合国家及山西省产业政策。

2) 符合区域规划要求

本工程属于《山西省农村水电开发专项行动计划》（晋水电 [2017]482 号）中拟建项目，符合《汾河流域生态修复规划（2015-2030 年）》（水规计[2016]137 号）中的相关内容。

3) 符合清洁生产要求

本工程是非污染生态型工程，符合清洁生产要求。

4) 建设项目污染物能够达标排放

施工期污染物能达标排放，运行期电站噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 1 类标准。

5) 符合总量控制要求

运行期电站采用电采暖，污水经化粪池收集后由附近村民定期清掏外运，不外排，实行总量控制的污染物排放量为零。

6) 改善当地与区域环境质量

工程实施后，改善宁武县能源结构，促进宁武县县城产业结构调整和发展。

7) 生态环境影响

宁武县汾源水电有限责任公司水电站项目建成后，该评价区内生态体系受到的影响相对较弱，其生态特征基本不会发生改变，采取环保措施后，可以认为本工程的建设从宏观上讲是可行的。

9) 工程受到公众的普遍支持

通过公众参与调查和公示方式了解公众对本工程的态度，调查结果表明工程受到公众的普遍支持。

10) 环境风险分析

工程风险主要为运营期危险废物泄露及滚水坝截流导致河道水量减小对水生生物的影响。本方案针对以上风险制定了风险防范措施和应急预案。

综上所述，工程具有综合的、长远的经济效益和环境保护效益，只要将环保措施逐一落实，从环保的角度来看，该工程是可行的。

11.15 建议

1) 选择有资质、管理严格的施工队伍，加强监督，提高施工管理水平，尽量减少施工对环境造成的影响。

2) 建设单位在工程建设期全程设立环境保护管理机构，配备专职人员，严格落实本报告书和环境保护主管部门提出的各项环境保护措施。

3) 建设单位在工程施工期加强对施工单位的环境管理，落实招投标环境保护保证金制度，杜绝生态环境的任意破坏。

4) 强化施工期环境管理，执行施工期环境监理制度，加强环境监测。

5) 保证生态流量下泄，安装生态流量在线监控设施。

